113 年委託研究報告

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充期末報告

計畫委託機關：數位發展部

中華民國 113 年 12 月

113 年委託研究報告
SC1-13-003

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充期末報告

受委託單位

財團法人台灣經濟研究院

計畫主持人

劉柏立所長

協同主持人

陳思豪副所長

研究人員

蔡孟珂、鍾銘泰、張奇、曾筱媛、莊雅晴、王品予、程羿霖、

葉美君、鄧翔靖、楊舜慧、郭思宜、楊家豪、李佳頤、葉心妤、

汪瑤葳、羅惠馨、郭信儀、周妤芸、徐聖惠

研究期程：中華民國 112 年 2 月至 113 年 12 月

本報告不必然代表數位發展部意見

中華民國 113 年 12 月

工作項目與期末報告對照表

工作項目	對照章節（相關說明）	頁碼
一、蒐集、彙整、歸納並分析至少但不限於美國、英國、日本、德國、法國、歐盟、南韓、新加坡、香港、澳大利亞與中國大陸等主管機關： （一）**頻率資源管理架構調查**，管理架構包含主管機關、主要法規、頻率管理政策措施及核配方式，並就申請資格、申請文件、審查基準、核配頻率後續義務、收/繳回方式等項目進行統整分析(若免申請程序，則得以文字說明，例如免執照設備及工科醫（ISM）多數情況無須申請)，至少須包含如下業務：衛星、行動（IMT）、行動（非IMT）、國際通用之航空及航海通信頻率、無線廣播電視、免執照設備、工科醫(ISM)等。若主要國家或地區主管機關有因應 WRC-23 等決議之頻率資源管理架構政策調整措施，應蒐集整理。 （二）**頻率核配方式研究**，至少須包含如下議題： 1. 核配方式及管制強度之分類； 2. 各管制強度之干擾處理義務； 3. 專用及共用之差異分析； 4. 核配方式與使用費收取方式分析。 （三）**國際頻譜應用議題趨勢研析**，至少須包含如	**第二章　頻率資源管理概念介紹** **第一節　無線電頻率管理概念介紹** **第二節　無線電頻率管理架構範疇** **第三節　無線電頻率授權機制** 一、國際主要頻率核配模式 二、頻率授權執照分類 三、專用頻率與共用頻率之差異 **第四節　無線電頻率使用之核配後續義務** 一、干擾處理義務 **第五節　無線電頻率收/繳回機制** **第六節　無線電頻率收費機制** 一、核配模式下各國收費情形與目的 二、小結	P.6-8 P.9-13 P.14-19 P.20-24 P.25-31 P.32-39
	第三章　主要國家頻率資源管理架構調查 **第一節　美國** **第二節　英國** **第三節　日本** **第四節　歐盟** **第五節　德國** **第六節　法國** **第七節　南韓** **第八節　新加坡** **第九節　香港** **第十節　澳大利亞** **第十一節　中國大陸** **第十二節　我國**	P.40-54 P.55-69 P.70-85 P.86-94 P.95-105 P.106-115 P.116-133 P.134-145 P.146-153 P.154-173 P.174-181 P.182-193
	第四章　主要國家對未來頻譜用途規劃之調研 **第一節　各國政府因應 WRC-23 等決議之政策調整措施** 一、WRC-23 會議決議統整 二、主要國家於WRC-23之相關動態觀測 三、主要國家因應WRC-23等決	P.194-209

工作項目	對照章節（相關說明）	頁碼
下議題： 1. 衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜； 2. IMT（3G、4G、5G）服務之發展現況及技術發展趨勢（包含 NTN）； 3. 毫米波頻段之技術發展趨勢。 4. 公共安全及防災（Public Protection and Disaster Relief，PPDR）之應用頻段、管理機制、發展現況及未來趨勢，並挑選至少 3 個標竿案例分析 PPDR 之網路架構及應用情境。	議之政策調整措施	
	第六章　主要國家頻譜應用議題趨勢研析 **第一節　衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜** 一、衛星直連手機定義與技術 二、ITU 頻率規劃 三、衛星直連手機應用樣態、模式 四、衛星直連手機發展現況 五、座談會成果研析 六、議題研析 **第二節　IMT（3G、4G、5G）服務之發展現況及技術發展趨勢（包含 NTN、毫米波）** 一、3G 至 5G 發展情形 二、5G 毫米波 **第三節　HAPS、HIBS** 一、HAPS、HIBS 定義 二、ITU 頻率規劃 三、HAPS、HIBS 應用情境 四、HAPS、HIBS 發展現況 五、座談會成果研析 六、議題研析 **第四節　公共安全及防災（PPDR）** 一、國際 PPDR 標竿案例研析 二、座談會成果研析 三、議題研析	P.318-344 P.345-393 P.394-417 P.418-475
	附錄一　主要頻率核配模式之管制強度研析 **附錄二　專用與共用核配方式之差異** **附錄三　美國因應時勢成立頻譜諮詢委員會及頻譜指導團隊** **附錄四　主要國家頻率核配與使用費收取分析** **附錄十五　主要國家衛星直連手機應用 MSS 頻段管理機制** **附錄十六　主要國家衛星直連手**	P.588-594 P.595-596 P.597-599 P.600-614 P.820-828 P.843-847 P.848-855 P.863-887

工作項目	對照章節（相關說明）	頁碼
	機應用 IMT 頻段管理機制 **附錄十七　衛星間鏈路趨勢分析** **附錄十八　主要國家 HAPS、HIBS 技術發展和服務發展與趨勢** **附錄二十一　主要國家 PPDR 之應用頻段、管理機制、發展現況及未來趨勢**	
二、主管機關之**對未來頻譜用途規劃之調研**，至少須包含如下議題： （一）目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃； （二）現有用戶之移頻/共用方式及規劃。	**第四章　主要國家對未來頻譜用途規劃之調研** **第二節　目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃** 一、主要國家與我國目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃 二、小結 **第三節 現有用戶之移頻/共用/共享方式及規劃** 一、主要國家移頻/共用/共享方式與規劃 二、小結	P.210-236 P.237-263
	第六章　主要國家頻譜應用議題趨勢研析 **第五節　我國潛在釋照議題** 一、即將屆期及潛在釋出之 IMT 頻率資源 二、我國電信事業 IMT 頻率資源持有現況 三、IMT 頻率資源規劃建議 四、IMT 頻率資源再釋出方式探討 五、座談會成果研析 六、議題研析	P.476-501
三、參酌國際發展經驗及前揭蒐集資料： （一）辦理頻譜資源中長期政策相關研習或座談活動至少 5 場次，邀請議題之相關利害關係	**第五章　座談會辦理情形** **第一節　會議辦理說明** 一、113 年座談會場次一 二、113 年座談會場次二 三、113 年座談會場次三 四、113 年座談會場次四	P.264-268 P.269-274 P.275-288 P.289-298 P.299-317

工作項目	對照章節（相關說明）	頁碼
者與會，蒐集國內現況及產官學等意見，必要時本部得要求加開前述座談會。（並注意參與者之性別均衡性） （二）向本部提出我國中長期頻率資源管理政策修正建議，須包含： 1. 國內利益相關人意見及分析； 2. 中長期頻率資源管理政策調整方式具體建議。	五、113 年座談會場次五 **第二節 衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜** **第三節 HAPS、HIBS** **第四節 公共安全與防災（PPDR）** **第五節 我國潛在釋照議題**	
	第七章 研究發現與結論建議 **第一節 國際頻率資源管理政策** **第二節 衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）** **第三節 我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制** **第四節 HAPS、HIBS** **第五節 我國公共安全與救難應變頻率管理機制** **第六節 潛在釋照議題** **第七節 過去研究建議貢獻**	P.502-508 P.509-515 P.516-517 P.518-524 P.525-532 P.541
	附錄五 113 年度座談會場次一 **附錄六 113 年度座談會場次二** **附錄七 113 年度座談會場次三** **附錄八 113 年度座談會場次四** **附錄九 113 年度座談會場次五** **附錄十 112 年度座談會場次一意見彙整** **附錄十一 112 年度座談會場次二意見彙整** **附錄十二 112 年度座談會場次三意見彙整** **附錄十三 112 年度座談會場次四意見彙整** **附錄十四 112 年度座談會場次五意見彙整** **附錄十九 中華民國無線電頻率分配表修正建議（HIBS）** **附錄二十 中華民國無線電頻率分配表修正建議（HAPS）**	P.615-643 P.644-694 P.695-731 P.732-764 P.765-799 P.800-804 P.805-806 P.807-810 P.811-814 P.815-819 P.856-860 P.861-862

資料來源：本研究彙整。

目次

表次 ……..XIV

圖次 ……XXIV

提要 ……XXX

第一章 緒論 1

第一節 研究緣起與背景 1
第二節 研究目的 1
第三節 工作項目 2
第四節 研究方法 4

第二章 頻率資源管理概念介紹 6

第一節 無線電頻率管理之概念 6
第二節 無線電頻率管理架構範疇 9
第三節 無線電頻率授權機制 14
第四節 無線電頻率使用之核配後續義務 20
第五節 無線電頻率收／繳回機制 25
第六節 無線電頻率收費機制 32

第三章 主要國家頻率資源管理架構調查 40

第一節 美國 40
第二節 英國 55
第三節 日本 70
第四節 歐盟 86
第五節 德國 95
第六節 法國 106
第七節 南韓 116
第八節 新加坡 134
第九節 香港 146
第十節 澳大利亞 154
第十一節 中國大陸 174
第十二節 我國 182

第四章 主要國家對未來頻譜用途規劃之調研 194

第一節 各國政府因應 WRC-23 等決議之政策調整措施.....194
第二節 目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃 210
第三節 現有用戶之移頻/共用/共享方式及規劃.....237

第五章 座談會辦理情形 264

第一節　會議辦理說明 264
第二節　衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜 269
第三節　HAPS、HIBS 275
第四節　公共安全與防災（PPDR） 289
第五節　我國潛在釋照議題 299
第六章　主要國家頻譜應用議題趨勢研析 318
第一節　衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜 318
第二節　IMT（3G、4G、5G）服務之發展現況及技術發展趨勢（包含 NTN、毫米波） 345
第三節　HAPS、HIBS 394
第四節　公共安全及防災（PPDR） 418
第五節　我國潛在釋照議題 476
第七章　研究發現與結論建議 502
第一節　國際頻率資源管理政策 502
第二節　衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機） 509
第三節　我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制 516
第四節　HAPS、HIBS 518
第五節　我國公共安全與救難應變頻率管理機制 525
第六節　潛在釋照議題 533
第七節　過去研究建議貢獻 541
附錄一　主要頻率核配模式之管制強度研析 588
附錄二　專用與共用核配方式之差異 595
附錄三　美國因應時勢成立頻譜諮詢委員會及頻譜指導團隊 597
附錄四　主要國家頻率核配與使用費收取分析 600
附錄五　113 年度座談會場次一 615
第一節　會議記錄 615
第二節　意見彙整 629
第三節　簽到表 636
第四節　照片 643
附錄六　113 年度座談會場次二 644
第一節　會議記錄 644
第二節　意見彙整 673
第三節　簽到表 689
第四節　照片 694

附錄七　113 年度座談會場次三.....695
第一節　會議記錄.....695
第二節　意見彙整.....718
第三節　簽到表.....726
第四節　照片.....731
附錄八　113 年度座談會場次四.....732
第一節　會議記錄.....732
第二節　意見彙整.....752
第三節　簽到表.....759
第四節　照片.....764
附錄九　113 年度座談會場次五.....765
第一節　會議記錄.....765
第二節　意見彙整.....781
第三節　書面訪談彙整.....789
第四節　簽到表.....795
第五節　照片.....799
附錄十　112 年度座談會場次一意見彙整.....800
附錄十一　112 年度座談會場次二意見彙整.....805
附錄十二　112 年度座談會場次三意見彙整.....807
附錄十三　112 年度座談會場次四意見彙整.....811
附錄十四　112 年度座談會場次五意見彙整.....815
附錄十五　主要國家衛星直連手機應用 MSS 頻段管理機制.....820
附錄十六　主要國家衛星直連手機應用 IMT 頻段管理機制.....829
附錄十七　衛星間鏈路趨勢分析.....843
附錄十八　主要國家 HAPS、HIBS 技術發展和服務發展與趨勢...848
附錄十九　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HIBS）.....856
附錄二十　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HAPS）.....861
附錄二十一　主要國家 PPDR 之應用頻段、管理機制、發展現況及未來趨勢.....863
附錄二十二　其他工作執行情形.....888

參考書目……890

表次

表 2.1.1　ITU 之無線電頻率劃分表 6
表 2.3.1　國際主要頻率核配模式 15
表 2.3.2　頻率核配之專用及共用的概念性定義 16
表 2.3.3　頻譜授權機制分類 17
表 2.3.4　OECD 頻率共用類別 17
表 2.3.5　頻率共用類別說明 19
表 2.4.1　主要國家的頻率干擾處理 23
表 2.5.1　主要國家法規闡述頻譜屆期與未屆期繳回說明列表 25
表 2.5.2　主要國家法規闡述頻譜屆期說明 26
表 2.5.3　主要國家頻譜使用權延長申請方式 27
表 2.5.4　主要國家頻譜未屆期—因違規行為而收／繳回一覽表 28
表 2.5.5　閒置頻譜撤銷條件 29
表 2.5.6　主要國家頻譜未屆期—非違規行為而須收／繳回 29
表 2.5.7　各國補償機制比較 31
表 2.6.1　各國頻率使用費對應之收費類型與收費用用途 37
表 2.6.2　頻率使用費用途對應之國家案例 38
表 3.1.1　美國電臺執照資格限制 48
表 3.1.2　美國 ISM 應用之頻率範圍 51
表 3.2.1　英國執照服務類型與執照類型 59
表 3.2.2　英國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定 67
表 3.3.1　日本無線電臺執照設備 73
表 3.3.2　日本特定無線電臺執照設備 75
表 3.3.3　日本特定基地臺開設計畫申請資格、申請文件及審查基準 79

表 3.3.4　日本免執照設備類型 80
表 3.3.5　日本指定供 ISM 設備使用之頻率 83
表 3.4.1　歐盟指定供 ISM 設備使用之頻率 92
表 3.5.1　廣播、航空、海上航行、內河航行和安全相關無線應用的頻率核配規定概述 101
表 3.5.2　德國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定 102
表 3.6.1　法國 ARCEP 頻率使用授權申請類型 111
表 3.6.2　法國頻率使用授權申請其他申請所需文件 112
表 3.6.3　法國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定 114
表 3.7.1　CRMS 執行的無線電臺檢查類別 116
表 3.7.2　南韓頻率授權方式比較表 118
表 3.7.3　南韓無線電臺設置授權申請簡化文件數量之情形 126
表 3.7.4　南韓 ISM 應用之頻率範圍及使用規定 129
表 3.8.1　新加坡頻率核配主要類型 135
表 3.8.2　新加坡近年頻譜權分配方式 138
表 3.8.3　新加坡電臺執照及網路執照類型 138
表 3.8.4　新加坡電臺執照相關規定概述 140
表 3.9.1　規管事務部、執行部、市場及競爭部的職務說明 146
表 3.9.2　香港指定供 ISM 設備使用之頻率 152
表 3.10.1　澳大利亞認證人員申請一般執照認證或特定執照認證的規定 159
表 3.10.2　澳大利亞設備執照分類 160
表 3.10.3　澳大利亞類別執照規範的 17 類設備 168
表 3.10.4　澳大利亞指定供 ISM 設備使用之頻率 170
表 3.11.1　中國大陸無線電管理機構的職務說明 174

表 3.11.2　中國大陸指定供 ISM 設備使用之頻率 179
表 3.12.1　另有規定之情形 183
表 3.12.2　我國無線電頻率核配方式 184
表 3.12.3　我國法令另有規定之申請資格 184
表 3.12.4　依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配各用途相關佐證文件 186
表 3.12.5　依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配需一併審酌之事項 189
表 3.12.6　我國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定 190
表 4.1.1　WRC-23 與衛星相關的決議頻段 194
表 4.1.2　各國因應 WRC-23 等決議之未來關注方向 207
表 4.1.3　各國因應 WRC-23 等決議之公開意見諮詢 207
表 4.1.4　各國因應 WRC-23 等決議之調整措施 208
表 4.2.1　香港 2024 年至 2026 年頻譜供應表 227
表 4.3.1　各國共享、共用相關法規對應我國法規分類 238
表 5.1.1　112 年度座談會辦理情形 264
表 5.1.2　113 年度座談會辦理情形 264
表 5.1.3　座談會場次一會議議程及與會名單 265
表 5.1.4　座談會場次二會議議程及與會名單 266
表 5.1.5　座談會場次三會議議程及與會名單 266
表 5.1.6　座談會場次四會議議程及與會名單 267
表 5.1.7　座談會場次五會議議程及與會名單 268
表 5.2.1　開放衛星直連手機之干擾問題與解決 274
表 5.3.1　WRC-23 決議 HIBS 頻段對應我國分配予電信業者頻段 .284
表 5.3.2　HAPS、HIBS 之頻率監理方案 284

表 5.5.1　屆期頻段釋出規劃 299
表 5.5.2　頻率共用法規調適做法 302
表 5.5.3　中華電信建議之行動釋照間隔 305
表 5.5.4　台灣大哥大建議之行動釋照間隔 305
表 5.5.5　遠傳電信建議之行動釋照間隔 306
表 5.5.6　我國未來行動釋照間隔做法考量比較 306
表 5.5.7　我國未來行動釋照間隔之建議頻段比較 307
表 5.5.8　電業業者對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段 308
表 5.5.9　電業業者對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段 312
表 5.5.10　有關我國採用分時雙工（TDD）釋出 2500、2600MHz 頻段之規劃建議 316
表 6.1.1　國際衛星直連手機服務之業者資訊 325
表 6.1.2　各國對於 MSS/IMT 授權機制之情形及未來規劃 327
表 6.1.3　國際衛星直連手機使用 MSS 頻段授權機制 328
表 6.1.4　國際 MSS 頻段分配 329
表 6.1.5　國際衛星直連手機使用 IMT 頻段授權機制 331
表 6.1.6　美國與加拿大衛星直連手機使用 IMT 頻段分配 332
表 6.1.7　英國與澳大利亞衛星直連手機使用 IMT 頻段之潛在適用頻段 333
表 6.1.8　衛星直連手機我國 IMT 頻段核配申請方式 334
表 6.1.9　我國衛星直連手機應用潛在 MSS 頻段 336
表 6.1.10　我國行動通信已釋出及潛在釋出頻譜 337
表 6.1.11　國際直連手機運用頻段之樣態 339
表 6.1.12　衛星直連手機我國 IMT 頻段核配申請方式 339

表 6.1.13　我國衛星服務代理制度之存廢問題 342
表 6.2.1　美國 IMT（3G、4G、5G）發展現況 365
表 6.2.2　英國 IMT（3G、4G、5G）發展現況 365
表 6.2.3　日本 IMT（3G、4G、5G）發展現況 367
表 6.2.4　德國 IMT（3G、4G、5G）發展現況 368
表 6.2.5　法國 IMT（3G、4G、5G）發展現況 369
表 6.2.6　南韓 IMT（3G、4G、5G）發展現況 370
表 6.2.7　新加坡 IMT（3G、4G、5G）發展現況 370
表 6.2.8　香港 IMT（3G、4G、5G）發展現況 371
表 6.2.9　澳大利亞 IMT（3G、4G、5G）發展現況 371
表 6.2.10　中國大陸 IMT（3G、4G、5G）發展現況 372
表 6.2.11　我國 IMT（3G、4G、5G）發展現況 373
表 6.2.12　主要國家 3G 服務關閉情形.....375
表 6.2.13　最簡單的常規 5G 設備與 RedCap 設備比較.....380
表 6.2.14　主要國家與我國 5G 毫米波釋出頻段概覽 384
表 6.2.15　主要國家與我國毫米波段核配方式 391
表 6.3.1　2024 年 ITU RR 註腳 HAPS 之頻段.....398
表 6.3.2　2024 年 ITU RR 註腳 HIBS 之頻段.....399
表 6.3.3　WRC 決議（第 3 區）HAPS、HIBS 頻段應用對照 ITU RR 分配 400
表 6.3.4　HAPS 國際標準化歷程 405
表 6.3.5　國際 HAPS 技術發展進程 405
表 6.3.6　飛船型 HAPS 服務發展現況 406
表 6.3.7　固定翼 HAPS 服務發展現況 407
表 6.3.8　建議我國 HAPS、HIBS 之頻率監理方案 407

表 6.3.9　中華民國無線電頻率分配表修正建議 412
表 6.4.1　ITU 區域範圍 421
表 6.4.2　ITU-R M.2015 建議 PPDR 使用頻率範圍 422
表 6.4.3　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制之使用頻率與 ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍對照.....423
表 6.4.4　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制使用頻率性質 425
表 6.4.5　LMR 與 LTE 技術利弊分析 427
表 6.4.6　窄頻與寬頻技術特性與使用通訊情境 429
表 6.4.7　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制使用窄頻抑或寬頻技術 429
表 6.4.8　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制服務發展現況與未來趨勢 430
表 6.4.9　國際 PPDR 標竿案例概覽.....432
表 6.4.10　南韓 Safe-Net PS-LTE 網路元件 433
表 6.4.11　南韓 Safe-Net PS-LTE 之 RAN 共享模式 438
表 6.4.12　美國 FirstNet 網路元件 443
表 6.4.13　美國 FirstNet 網路組成（以頻段觀之） 444
表 6.4.14　澳大利亞獨立審查委員建議之 PSMB 網路元件.....451
表 6.4.15　專用頻段與共享頻段之利弊分析 454
表 6.4.16　專用頻段與共享頻段之利弊分析 455
表 6.4.17　日本公共安全行動網路系統網路元件 461
表 6.4.18　日本公共安全行動網路系統終端裝置主要功能與規格.462
表 6.4.19　日本公共安全行動網路系統示範區域 463
表 6.4.20　IIJ 公共行動網路安全服務基本資費 466

表 6.4.21　我國 1GHz 以下之行動通信頻段使用現況與未來規劃..468
表 6.4.22　國際 PPDR 標竿案例應用頻段比較與分析 470
表 6.4.23　國際 PPDR 標竿案例網路架構比較與分析 471
表 6.5.1　我國現行已釋出行動通信頻率屆期時間、釋出時間及方式
.....476
表 6.5.2　我國現行已釋出行動通信頻率及潛在釋出頻譜 476
表 6.5.3　我國電信事業行動通信頻率持有情形 477
表 6.5.4　我國行動寬頻頻譜資源（Sub-1GHz） 479
表 6.5.5　我國行動寬頻頻譜資源（1-3GHz） 480
表 6.5.6　我國行動寬頻頻譜資源（3-6GHz） 480
表 6.5.7　我國行動寬頻頻譜資源（6GHz 以上） 481
表 6.5.8　國際主要執照屆期再釋出方式 482
表 6.5.9　近年主要國家 IMT 頻譜屆期再釋出機制 483
表 6.5.10　近年主要國家 IMT 頻譜屆期再釋出機制 486
表 6.5.11　屆期頻譜釋出建議 490
表 6.5.12　我國行動寬頻頻譜資源（Sub-1GHz） 490
表 6.5.13　我國未來行動釋照間隔做法考量比較 492
表 6.5.14　我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議 495
表 6.5.15　我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議（台經院） 497
表 6.5.16　電業業者對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段
.....498
表 6.5.17　電業業者對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段
.....498
表 6.5.18　有關我國採用分時雙工（TDD）釋出 2500、2600MHz 頻
段之規劃分析 499
表 6.5.19　頻率共用法規調適做法 501

表 7.1.1　國際頻率資源管理政策結論建議 504
表 7.1.2　《廣播電視法》修正提議 507
表 7.2.1　衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）結論建議 510
表 7.2.2　我國 MSS/IMT 潛在釋出頻譜 513
表 7.3.1　我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制結論建議 516
表 7.4.1　HAPS、HIBS 結論建議 520
表 7.5.1　我國公共安全與救難應變頻率管理機制結論建議 526
表 7.5.2　我國 PPDR 頻率規劃方向 529
表 7.6.1　潛在釋照議題結論建議 535
表 7.6.2　我國行動寬頻頻譜資源（Sub-1GHz） 536
表 7.6.3　我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議（台經院） 539
附表 1.1　行政控制模式的主要國家頻率核配方式 588
附表 1.2　市場導向模式的主要國家頻率核配方式 590
附表 1.3　共同使用模式的主要國家頻率核配方式 592
附表 1.4　三種模式下的主要國家對應之核配方式 594
附表 3.1　頻譜諮詢委員會及頻譜指導團隊的職務 598
附表 3.2　IRAC 與頻譜諮詢委員會的職責 598
附表 4.1　美國頻率使用費收取機制與目的 600
附表 4.2　英國頻率使用費收取機制與目的 602
附表 4.3　日本頻率使用費收取機制與目的 603
附表 4.4　歐盟頻率使用費收取機制與目的 604
附表 4.5　德國頻率使用費收取機制與目的 605
附表 4.6　法國頻率使用費收取機制與目的 607
附表 4.7　南韓頻率使用費收取機制與目的 608

附表 4.8　新加坡頻率使用費收取與目的 609
附表 4.9　香港頻率使用費收取與目的 610
附表 4.10　澳大利亞頻率使用費收取與目的 611
附表 4.11　中國大陸頻率使用費收取機制與目的 612
附表 4.12　我國頻率使用費收取機制與目的 614
附表 9.1　我國已釋出之行動寬頻商用頻譜 789
附表 9.2　中華電信釋照間隔劃分依據 790
附表 9.3　中華電信建議之行動釋照間隔 790
附表 9.4　台灣大哥大建議之行動釋照間隔 791
附表 9.5　遠傳電信建議之行動釋照間隔 791
附表 15.1　英國頻率分配表（UKFAT）3GHz 以下之 MSS 頻段分配（不包含海上行動衛星頻率） 820
附表 15.2　Ofcom 關注議題 823
附表 15.3　澳大利亞《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》之 MSS 頻段分配 824
附表 15.4　Viasat 與 EchoStar 持有之 2GHz MSS 頻段.....826
附表 15.5　《RSPG 意見》2GHz MSS 頻段分段範例 828
附表 15.6　《RSPG 意見》關注議題 828
附表 16.1　美國 SCS 頻段分配 829
附表 16.2　美國 SCS 頻段分配評估 830
附表 16.3　加拿大 SMCS 頻段分配提案 832
附表 16.4　加拿大 SMCS 頻段分配評估 833
附表 16.5　加拿大 SMCS 執照框架提案 835
附表 16.6　加拿大 ISED 關注議題.....836
附表 16.7　Ofcom 關注議題 840

附表 16.8　澳大利亞現行 IMT 頻段分配 841
附表 17.1　WRC-23 議程 1.17 會前意見彙整 843
附表 18.1　主要國家 HAPS 發展現況 854
附表 19.1　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HIBS）.....856
附表 20.1　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HAPS）.....861
附表 21.1　美國公共安全應用頻段 863
附表 22.1　工作會議召開情形 888
附表 22.2　配合協助項目及諮詢服務 888

圖次

圖 2.1.1　無線電頻率用途 7
圖 2.2.1　ITU 組織架構圖 10
圖 2.3.1　頻率核配模式政策之演進 14
圖 2.3.2　OECD 頻率共用框架 18
圖 2.4.1　國家主管機關於審核頻率指配時的一般程序 22
圖 2.4.2　頻譜管理過程中的監測程序 23
圖 2.5.1　頻率屆期與非屆期收／繳回方式 25
圖 2.6.1　核配模式下各國收費情形與目的 33
圖 3.1.1　美國頻率資源主管機關 40
圖 3.1.2　美國 FCC 組織架構 41
圖 3.1.3　美國 FCC 轄下無線通訊局的組織架構 41
圖 3.1.4　美國 FCC 轄下太空局的組織架構 42
圖 3.1.5　美國 NTIA 組織架構 43
圖 3.1.6　美國 NTIA 轄下 OSM 的組織架構 43
圖 3.1.7　美國頻率資源管理主要法規 45
圖 3.1.8　美國頻率申請架構 46
圖 3.2.1　英國頻率資源主管機關 56
圖 3.2.2　英國頻率資源管理主要法規 57
圖 3.2.3　英國頻率核配方式架構 58
圖 3.2.4　英國輕度授權與自行協調執照申請流程圖 64
圖 3.2.5　英國技術核配執照申請流程圖 65
圖 3.2.6　英國區塊核配執照申請流程圖 66
圖 3.3.1　日本頻率資源主管機關 70
圖 3.3.2　日本頻率資源管理主要法規 71

圖 3.3.3　日本頻率執照申請流程 72
圖 3.3.4　日本無線電臺執照與特定無線電臺執照申請流程圖 78
圖 3.3.5　日本免執照辦理流程圖 81
圖 3.4.1　歐盟頻率資源主管機關 86
圖 3.4.2　歐盟頻率資源管理主要法規 87
圖 3.4.3　歐盟頻率核配方式架構 91
圖 3.5.1　德國頻率資源主管機關 95
圖 3.5.2　德國頻率資源管理主要法規 96
圖 3.5.3　德國頻率核配方式架構 97
圖 3.5.4　德國頻率核配申請流程 98
圖 3.6.1　法國頻率資源主管機關 107
圖 3.6.2　法國頻率資源管理主要法規 107
圖 3.6.3　法國頻率核配方式架構 108
圖 3.6.4　法國頻率授權申請流程 109
圖 3.7.1　南韓頻率資源主管機關 117
圖 3.7.2　南韓頻率資源管理主要法規 118
圖 3.7.3　南韓無線電頻率核配申請流程圖 119
圖 3.7.4　南韓無線電頻率使用許可申請流程圖 120
圖 3.8.1　新加坡頻率資源主管機關 134
圖 3.8.2　新加坡頻率資源管理主要法規 135
圖 3.8.3　新加坡頻率核配方式架構 136
圖 3.8.4　新加坡頻率核配申請流程 137
圖 3.9.1　香港頻率資源主管機關 148
圖 3.9.2　香港頻率資源管理主要法規 148
圖 3.9.3　香港頻率申請架構 150

圖 3.10.1　澳大利亞頻率資源主管機關 154
圖 3.10.2　澳大利亞頻率資源管理主要法規 155
圖 3.10.3　澳大利亞頻率申請流程 156
圖 3.10.4　澳大利亞頻譜執照申請流程 158
圖 3.10.5　澳大利亞設備執照申請流程 162
圖 3.10.6　澳大利亞行動設備執照申請流程 164
圖 3.10.7　澳大利亞區域執照申請流程 165
圖 3.10.8　澳大利亞航空設備執照申請流程 166
圖 3.10.9　澳大利亞航海設備執照申請流程 167
圖 3.10.10　澳大利亞類別執照申請流程 169
圖 3.11.1　中國大陸頻率資源主管機關 175
圖 3.11.2　中國大陸頻率資源管理主要法規 176
圖 3.11.3　中國大陸頻率申請架構 177
圖 3.12.1　我國頻率資源主管機關 182
圖 3.12.2　我國頻率資源管理主要法規 183
圖 4.3.1　英國 700MHz 頻段移頻計畫 247
圖 5.3.1　我國 HAPS 頻率核配機制 279
圖 5.3.2　我國 HIBS 頻率核配機制 281
圖 5.5.1　中華電信對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段 310
圖 5.5.2　台灣大哥大對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段 310
圖 5.5.3　遠傳電信對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段 311
圖 5.5.4　中華電信對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段 314

圖 5.5.5　台灣大哥大對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段 314
圖 5.5.6　遠傳電信對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段 315
圖 6.1.1　透明式通訊酬載衛星之示意圖 320
圖 6.1.2　再生式通訊酬載衛星之示意圖 320
圖 6.1.3　SpaceX 推出「Direct to Cell」衛星直連手機服務示意圖 323
圖 6.1.4　我國《電信管理法》無線電頻率申請架構 338
圖 6.1.5　我國 MSS 頻率核配申請法規 341
圖 6.2.1　RedCap 設備的峰值資料傳輸速率 379
圖 6.2.2　不同設備在不同頻段可實現的峰值資料速率比較 381
圖 6.2.3　國際無線電頻率指南（100kHz 至 300GHz） 383
圖 6.2.4　5G mmWave 頻譜 384
圖 6.2.5　國際 5G 主要頻段 385
圖 6.2.6　國際手機業者主要關注頻段 385
圖 6.2.7　5G mmWave Roadmap 386
圖 6.2.8　5G mmWave 頻譜需求 387
圖 6.2.9　5G mmWave 應用場景 388
圖 6.3.1　HAPS 的通訊模式 395
圖 6.3.2　HIBS 的通訊模式 396
圖 6.3.3　衛星系統和 HAPS 系統相對位置高度 397
圖 6.4.1　國際 PPDR 發展現況 419
圖 6.4.2　ITU 區域劃分 421
圖 6.4.3　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制應用技術 428
圖 6.4.4　南韓 Safe-Net PS-LTE 網路架構 434

圖 6.4.5　南韓 Safe-Net PS-LTE 運作架構 435
圖 6.4.6　南韓 Safe-Net PS-LTE 應用情境 436
圖 6.4.7　南韓 Safe-Net PS-LTE 使用範例 437
圖 6.4.8　南韓 Safe-Net 應用 RAN 共享技術 439
圖 6.4.9　美國 FirstNet 網路架構 443
圖 6.4.10　美國 FirstNet 網路組成（以頻段觀之） 444
圖 6.4.11　美國 FirstNet 應用情境.....445
圖 6.4.12　拉海納的 FirstNet 移動式基地臺 446
圖 6.4.13　透過 FirstNet 強化 9-1-1 呼叫服務中心的可信賴性.....447
圖 6.4.14　澳大利亞獨立審查委員建議之 PSMB 網路架構.....451
圖 6.4.15　澳大利亞 PSMB 啟動後潛在應用場景.....454
圖 6.4.16　澳大利亞 PSMB 倘採與所有 MNO 合作之涵蓋率與韌性示意圖 457
圖 6.4.17　日本公共安全行動網路系統架構 461
圖 6.4.18　日本公共安全行動網路系統應用情境 462
圖 6.4.19　2024 年能登半島地震救災示範 464
圖 6.4.20　IIJ 公共行動網路安全服務 465
圖 6.4.21　IIJ 公共行動網路安全服務主線路與副線路 465
圖 6.4.22　A-DHN 網路概念.....467
圖 7.4.1　HAPS 頻率核配建議採《電信管理法》第 56 條 522
附圖 1.1　核配方式與管制強度之分類 588
附圖 5.1　各界踴躍參加座談會 643
附圖 5.2　座談會現場情形 643
附圖 6.1　各界踴躍參加座談會 694
附圖 6.2　座談會現場情形 694

附圖 7.1　各界踴躍參加座談會 731
附圖 7.2　座談會現場情形 731
附圖 8.1　各界踴躍參加座談會 764
附圖 8.2　座談會現場情形 764
附圖 9.1　各界踴躍參加座談會 799
附圖 9.2　座談會現場情形 799
附圖 15.1　英國頻率分配表（UKFAT）3GHz 以下之 MSS 頻段分配（不包含海上行動衛星頻率）.....821
附圖 16.1　英國行動網路業者所使用之 3GHz 以下已授權頻段.....838
附圖 17.1　ISL 的運作架構.....845
附圖 21.1　美國 700MHz 頻段公共安全規劃 864
附圖 22.1　頻率管理議題動態觀測平臺及議題資料庫螢幕截圖 889

提要

關鍵詞：行動寬頻、頻譜釋出機制、頻率資源管理、公共安全與救難應變、衛星應用

一、研究緣起

為完善我國頻率管理相關規範及可依循之作業流程，本研究藉由兩年期之研究，研析主要國家之管理架構、考量因素及配套措施，分析各國於不同國情之下，頻率資源相關政策與法規的監理調適情形，並依國際頻譜應用趨勢與各國頻譜用途規劃，作為我國規劃頻率資源管理政策之參考，以促進頻率資源有效利用。

二、研究方法及過程

研究團隊採用文獻分析法、個案分析法、制度比較法輔以產官學研專家座談會研析國際頻率資源管理、各國頻率核配方式、未來頻譜用途規劃、國際頻譜應用議題趨勢，研究目標國家包含美國、英國、日本、歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞、中國大陸等，藉此研提，並就我國國情提出我國頻率資源管理法規調適與管理機制等建議，據以有效運用頻率資源。

三、重要發現

（一）國際頻率資源管理政策

1. 主管機關及法規架構探討

（**1**）各國制度因國情而異，應回歸我國制度探討。

（**2**）頻譜資源管理應以國家策略角度訂定具彈性與前瞻性的頻譜政策。

2. 頻率核配方式與考量因素

（**1**）本研究發現主要國家於衛星、行動（非 IMT）、國際通用之航空及航海通信頻率釋出，主要皆採用審核制。

（**2**）評審制、拍賣制與招標制則多用於決策行動（IMT）及無線廣播電視頻率的獲配者。

（**3**）對於干擾風險較低或能由使用者自行溝通協調者，則採行國民得和諧共享的機制為主，如免執照、註冊制或採輕度管理的輕度執照授權，主要適用於 ISM 頻段及免執照設備的頻率使用。

3. 主要國家規劃自 2021 年至 2029 年陸續關閉 3G 服務，旨在釋放

頻譜資源，將更多資源投入 4G、5G 網路的升級與維運。

（二）衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）

1. 主要國家衛星頻率申請類別，主要透過電臺（網路）執照或頻率授權。
2. 衛星相關頻率執照多涉國內外協調及需向 ITU 遞件之事項，處理時程將受國際協調進度影響。
3. 國際已有衛星直連手機服務應用 MSS 頻段或擬將 MSS 規管降為輕度網路執照之趨勢。

（三）我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制

1. 主要國家 ISM 頻段主要管理模式，可分為「完全不須申請頻率」和「原則不須申請，部分頻段須經授權」。
（**1**） 完全不須申請頻率國家包含美國、英國、歐盟、德國、法國、新加坡、中國大陸；
（**2**） 原則不須申請，部分頻段須經授權國家，例如日本、南韓、澳大利亞。
2. 本研究將我國免執照設備類型分為免電臺執照和免頻率使用證明。
3. 觀察主要國家在免執照頻段的管理上，在符合一定技術規範、國際標準，及器材管理規則條件下，通常無須申請頻率核配及電臺執照，即可使用。

（四）HAPS、HIBS

1. HAPS 與 HIBS 屬於增強網路韌性技術之一，有助網路建設自 2D 平面逐漸轉向 3D 立體結構。
2. 近年國際 HAPS 技術關注議題包含太陽能電池板追求更輕且效率更高、電池更高密度與更高循環率，以及電池的有效負載。
3. 日本有望成為 HAPS 全球商業應用首例，預計於 2026 年將 HAPS 無人機通訊服務商業化。
4. 須謹慎考量 HAPS 與 HIBS 造成的干擾問題，以保障空中平臺與地面通信系統的協調運作。

（五）我國公共安全與救難應變頻率管理機制

1. 我國既有專用通信系統無法進行跨部會橫向溝通。
2. 我國 PPDR 應用頻率首重 1GHz 以下之低頻段。

3. 我國現行需求以窄頻語音通訊為主，未來將有文字、圖片、影像及資料傳輸等應用需求。

4. 有待釐清我國 PPDR 範疇界定與通盤調查整合我國 PPDR 需求。

（六）潛在釋照議題

1. 主管機關應以促進頻譜有效使用、網路投資目標，以及確保有效的市場競爭藉此釋出頻譜。

2. 考量行政成本及頻率資源整體規劃，我國 119 年與 122 年即將屆期頻譜建議可通盤考量後 5G 至未來 6G 頻譜，同時妥適安排涵蓋特性優良之 Sub-1GHz 頻段資源，以確保延續現有服務及因應未來新服務之需求。

四、主要建議事項

（一）立即可行之建議

1. 國際頻率資源管理政策

（1） 製作我國頻譜管理手冊。（數發部）

（2） 落實定期調查評析頻譜使用狀況。（數發部）

（3） 建議運用現有系統進行量化分析，提供我國無線電頻率管理與監理決策所需資訊。（數發部與通傳會）

（4） 鼓勵各級機關依其業務評估需用頻譜需求，並由中央層級進行跨部會協調與合作。（數發部與相關政府單位）

（5） 評估適用於我國之頻率和諧共用類型。（數發部）

2. 衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）

（1） 因應國際衛星直連手機發展趨勢，建議主管機關新增衛星行動通訊用途，廢除《電信法》之外國衛星行動通信服務代理機制，以回歸《電信管理法》申請程序。（數發部、通傳會）

（2） 建議我國衛星直連手機依 ITU 規劃設計。（數發部）

（3） 建議我國追蹤 ITU 於 WRC-27 有關將納入特定 IMT 頻段供衛星直連手機使用之討論。（數發部）

（4） 建議相關業者可申請實驗頻段進行 MSS 或 IMT 測試。（數發部）

（5） 若衛星直連手機納入 MSS，需要考量與既有行動通訊市場的競爭。（數發部）

3. 我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制

（1） 可考慮根據《電信管理法》第 52 條第 7 項規定，由行政院指定

機關將 ISM 頻段及免執照設備使用頻段指定為「國民和諧有效共用頻段」。(數發部)

4. HAPS、HIBS

(1) 建議於「中華民國無線電頻率分配表」備註欄新增 HIBS 應用修訂建議。(數發部)

(2) 建議擴大既有行動通信頻率使用者頻段可用於 HIBS。(數發部)

(3) 建議由地面行動通信業者作為建置 HIBS 之主體。(數發部)

(4) 建議未來開放 HIBS 前先進行干擾測試，並評估與《民航法》相關領域之干擾情形。(數發部協同相關政府單位)

(5) 建議 HAPS 頻率以《電信管理法》第 56 條作為法源依據，並適用於現行電臺設置管理辦法。(數發部)

(6) 建議我國可規劃 HAPS、HIBS 作為偏遠地區補充涵蓋及災防用途。(數發部)

5. 我國公共安全與救難應變頻率管理機制

(1) 追蹤研析國際 PPDR 技術與應用，調查與整合我國 PPDR 需求，著手規劃我國方案。(中央政府機關與相關單位)

(2) 短期建立不涉及頻率之 PPDR 系統平臺。(各需求單位)

6. 潛在釋照議題

(1) 考量行政成本及頻率資源整體規劃，建議 119 年與 122 年屆期頻譜釋出時應同步考量 B5G 至未來 6G 頻譜。(數發部)

(2) 建議潛在釋出頻譜 600MHz、800MHz 頻段與 119 年即將屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出。(數發部)

(3) 建議我國屆期頻譜可優先考量採公開拍賣或招標方式釋出。(數發部)

(4) 建議主管機關若預計頻譜分次釋出可事先揭露相關資訊，有助於業者評估最佳頻譜選擇與新技術投資。(數發部)

(二) 中長期性建議

1. 國際頻率資源管理政策

(1) 滾動式調整頻譜資源管理政策及核配制度。(數發部)

(2) 整合無線電頻率管理及監測資料庫，將頻譜使用狀況資料蒐集自動化。(數發部協同相關政府單位)

(3) 修正《廣播電視法》涉及頻率資源分配監理機關之條文。(數發部)

(4) 評估定期制定頻譜政策白皮書之必要性。(數發部)

2. 衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）

（1）若我國衛星直連手機使用 IMT 頻段分配方式，建議頻譜持有者為行動通信業者。（數發部）

（2）建議主管機關未來開放 IMT 頻段供電信業者與衛星業者合作推動衛星直連手機服務。（數發部）

（3）建議若衛星直連手機使用 MSS 頻譜，需考量與行動通訊業者之市場競爭滾動調整。（數發部）

（4）建議尚不需因應於 IMT 頻段補充 MSS 頻段分配，調整中華民國無線電頻率分配表。（數發部）

（5）建議依據 WRC-27 決議與我國需求修訂頻率分配表備註欄。（數發部）

3. 我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制

（1）建議持續關注國際對創新頻段、ISM 頻段、免執照設備頻率之規劃，考量頻率特性、應用場景、頻率商業價值等，釋出頻譜資源供新興應用使用。（數發部）

（2）建議依各國之管制強度評估是否有需釋出更多頻譜資源供新興應用。（數發部）

4. HAPS、HIBS

（1）持續關注國際 WRC 未來 HAPS 與 HIBS 發展趨勢。（數發部）

（2）中華民國無線電頻率分配表備註欄新增 HAPS 應用頻段。（數發部）

（3）建議將 HIBS 涵蓋範圍納入普及率。（數發部）

（4）如 HIBS 未來有寬頻與新興應用需求，釋出新頻段予 HIBS 使用，應考量市場等因素訂定相關規範。（數發部）

5. 我國公共安全與救難應變頻率管理機制

（1）確立 PPDR 主責機關，並建立／設計誘因制度。（中央政府機關與相關單位）

（2）建議中長期由電信業者建置與管理 PPDR 系統。（數發部）

（3）將寬頻技術納入中長期 PPDR 機制規劃。（數發部）

（4）建立多元通訊之配套措施。（數發部）

6. 潛在釋照議題

（1）建議持續深入頻譜議題，並與利益相關人充分溝通。（數發部）

（2）建議未來釋照將屆期年限拉齊，並規劃釋照間隔與頻譜組合。（數發部）

（**3**）建議我國未來行動釋照間隔應以 5 年，並區分 4 個頻譜組合釋出。（數發部）

（**4**）建議釋出 600MHz、800MHz 應訂有護衛頻段，並應進行干擾評估。（數發部）

（**5**）2500、2600MHz 採用 TDD 釋出較具效益，然應進行干擾評估與考量既有業者之投入。（數發部）

（**6**）建議「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條維持正面表列，未來可考量特定用途情境之頻率共用。（數發部）

Abstract

Keywords: mobile broadband, spectrum release mechanism, spectrum resources management, Public Protection and Disaster Relief, satellite applications

Background

In order to improve Taiwan's frequency management-related specifications and followable operating procedures, through a two-year study, the management structure, considerations and supporting measures of major countries were analyzed, and frequency resource-related policies and regulations of each country under different national conditions were analyzed. The supervision and adjustment situation is based on international spectrum application trends and spectrum usage plans in various countries, and serves as a reference for Taiwan's planned frequency resource management policies to promote the effective use of frequency resources.

Methodology

The research used literature analysis, case analysis, and institutional comparison methods, supplemented by expert symposiums from industry, government, academia, and research institutes, to analyze international frequency resource management, frequency allocation methods in various countries, future spectrum use planning, and international spectrum application trends. The research target countries include The United States, the United Kingdom, Japan, the European Union, Germany, France, South Korea, Singapore, Hong Kong, Australia, Mainland China, etc., take this opportunity to study and propose adjustments to Taiwan's frequency resource management regulations and management mechanisms based on Taiwan's national conditions, so as to effective use of frequency resources.

Main Findings

1. International Frequency Resource Management Policy

（1） Examination of competent authorities and regulatory framework.

- The governance of each country varies and should be discussed in the context of each country accordingly.
- Spectrum resource management should formulate flexible and forward-looking spectrum policies from a national strategic perspective.

（2） Frequency Allocation Methods and Considerations.

- This study has found that major countries mainly adopt the

auditing system for the release of satellite, mobile (non-IMT), and international aviation and maritime communication frequencies.

- The evaluation system, auction system and tender system are mostly used to determine the allocation of mobile (IMT) and w0ireless radio and television frequencies.
- Countries that have lower risk of interference or where the users can coordinate mainly adopt a nationally accepted and harmoniously shared mechanism, such as license-exemption, registration system, or lightly managed light license authorization that is mainly applicable to ISM frequency bands and license-exempt equipment.

（3） Major countries plan to gradually shut down 3G network services from 2021 to 2029, aiming to release spectrum resources and invest more resources in the upgrade and maintenance of 4G and 5G networks.

2. Satellite frequency allocation policy and management mechanism

（1） In major countries, applications for satellite frequencies are mainly made through radio (network) licenses or frequency authorizations.

（2） Satellite-related frequency licenses involve domestic and international coordination and submission to the ITU.The duration of the aforementioned process is affected by the progress of international coordination.

（3） There is a trend that international satellite direct-connection mobile phone services use MSS frequency bands and may reduce MSS regulation to light network licenses.

3. ISM Frequency Bands and License-Free Equipment Frequency Management Mechanisms in Taiwan

（1） The main management structure of ISM frequency bands in major countries can be categorized as the following: 1) no frequency application is required; 2) no application is required in principle, but part of the frequency bands is subject to authorization.

- The countries that adopt the first management structure include the United States, the United Kingdom, the European Union, Germany, France, Singapore, and China;
- The countries that adopt the latter include Japan, South Korea, and Australia.

（2） This research categorizes the types of license-free equipment in Taiwan as radio license-free and frequency use certificate-free.

（3） The examination of the management of license-free frequency bands in major countries has shown that under the conditions of meeting certain technical specifications, international standards,

and equipment management rules, usage is usually possible without applying for a frequency license and a radio license.

4. HAPS、HIBS

（1） HAPS and HIBS are one of the technologies that enhance network resilience and help network construction gradually shift from a 2D plane to a 3D structure.

（2） In recent years, issues of concern to international HAPS technology include the pursuit of lighter and higher efficiency solar panels, higher density and higher cycle rates of batteries, and the payload of batteries.

（3） Japan is expected to become the first commercial application of HAPS in the world and is expected to commercialize HAPS drone communication services in 2026.

（4） The interference issues caused by HAPS and HIBS must be carefully considered to ensure the coordinated operation of the air platform and ground communication systems.

5. Taiwan's Frequency Management System for Public Safety and Disaster Response

（1） Taiwan’s dedicated communication system cannot carry out horizontal communication across ministries.

（2） The application frequency of PPDR in Taiwan is mainly in the low frequency band below 1GHz.

（3） Taiwan’s current demand is mainly for narrow-band voice communication. In the future, there will be application demands for text, pictures, images and data transmission.

（4） It remains to clarify the scope of Taiwan’s PPDR and comprehensively investigate and integrate PPDR requirements in Taiwan.

6. Potential frequency release issues

（1） Competent authorities should release spectrum to promote effective spectrum use, network investment goals, and ensure effective market competition.

（2） Taking into account administrative costs and overall frequency resource planning, Taiwan’s upcoming spectrum proposals for 2030 and 2032 can comprehensively consider the post-5G to future 6G spectrum, and at the same time properly arrange the Sub-1GHz frequency band resources with excellent characteristics to ensure the continuation of the current services and respond to future demand for new services.

Main Recommendations

1. Immediately actionable proposals

（1） International Frequency Resource Management Policy

- Producing spectrum management handbook.
- Regularly investigate and evaluate spectrum usage status.
- It is recommended to use the existing system to conduct quantitative analysis and provide the information needed for my country’s radio frequency management and supervision decision-making.
- Encourage agencies at all levels to assess spectrum needs based on their businesses, and conduct cross-departmental coordination and cooperation at the central level.
- Evaluate the types of frequency harmonious sharing applicable to our country.

（2） Satellite frequency allocation policy and management mechanism

- In response to the development trend of international satellite direct connection to mobile phones, it is recommended that the competent authorities add new satellite mobile communication purposes, abolish the foreign satellite mobile communication service agency mechanism from "Telecommunications Act ", and return to the application process of the "Telecommunications Management Act "
- It is recommended that Taiwan’s satellite direct-connect mobile phones be designed in accordance with ITU planning.
- It is recommended that Taiwan follow the ITU’s discussion at WRC-27 on the inclusion of specific IMT frequency bands for satellite direct connection to mobile phones.
- Relevant industries are recommended to apply for experimental frequency bands for MSS or IMT testing.
- If satellite direct-connected mobile phones are included in MSS, competition with the existing mobile communications market needs to be considered.

（3） Frequency Management Mechanism for ISM Frequency Bands and License-Free Equipment in Taiwan:

- It is proposed to designate the ISM frequency band and unlicensed device usage frequency band as 'frequency bands designated for harmonious and effective sharing' in accordance with Article 52, Paragraph 7 of the Telecommunications Management Act.

（4） HAPS、HIBS

- It is recommended to add HIBS application revision suggestions in the remarks column of the " Table of Radio Frequency Allocations of the Republic of China (Taiwan) "
- It is recommended to expand the existing mobile communication frequency user bands that can be used for HIBS.
- It is recommended that terrestrial mobile communication operators be the main operators for establishing HIBS.
- It is recommended to conduct interference tests before opening HIBS

in the future and evaluate the interference situation in fields related to the "Civil Aviation Law".

- It is recommended that the HAPS frequency be based on Article 56 of the "Telecommunications Management Act " and be applicable to the current radio station establishment management regulations.
- It is recommended that Taiwan can plan HAPS and HIBS as supplementary coverage and disaster prevention purposes in remote areas.

（5） Taiwan's Frequency Management Mechanism for Public Safety and Rescue Response

- Track international PPDR technology and applications, investigate and integrate Taiwan’s PPDR needs, and start planning Taiwan’s plans.
- Establish a PPDR system platform that does not involve frequency in the short term.

（6） Potential frequency release issues

- Considering administrative costs and overall frequency resource planning, it is recommended that B5G to future 6G spectrum should be simultaneously considered when releasing the spectrum in the 2030 and 2033.
- It is recommended that the 600MHz and 800MHz frequency bands of the potentially released spectrum be planned and released together with the 700MHz and 900MHz frequency bands that are about to expire in 2030.
- It is recommended that my country’s expired spectrum should be given priority to be released through public auction or bidding.
- It is recommended that the competent authorities disclose relevant information in advance if the spectrum is expected to be released in batches, which will help the industry evaluate the best spectrum options and new technology investments.

2. Mid to long-term proposals

（1） International Frequency Resource Management Policy:

- Rolling adjustments to spectrum resource management policies and allocation systems.
- Integrate radio frequency management and monitoring databases to automate the collection of spectrum usage data
- Amend the provisions of the Radio and Television Act concerning the supervisory authority for frequency resource allocation.
- Evaluate the need for a white paper on spectrum policy.

（2） Satellite Frequency Allocation Policy and Management Mechanisms

- If my country’s satellite direct-connect mobile phones use the IMT frequency band allocation method, it is recommended that the spectrum holder be a mobile communication operator.

- It is recommended that the competent authorities open up the IMT frequency band in the future for telecommunication operators and satellite operators to cooperate to promote satellite direct connection to mobile phone services.
- It is recommended that if satellite direct-connected mobile phones use MSS spectrum, they need to consider the rolling adjustment of market competition with mobile communication operators.
- It is recommended that there is no need to adjust the " Table of Radio Frequency Allocations of the Republic of China (Taiwan) " in response to the supplementary MSS band allocation in the IMT band now.
- It is recommended to revise the remarks column of the " Table of Radio Frequency Allocations of the Republic of China (Taiwan) " based on WRC-27 resolution and needs.

（3） Frequency Management Mechanism for ISM Frequency Bands and License-Free Equipment in Taiwan

- Continue to track international frequency planning for innovative frequency bands, ISM frequency bands, and frequencies for license-free equipment, and consider frequency characteristics, application scenarios, and commercial value of frequencies, so as to release spectrum resources for use by emerging applications.
- It is recommended to refer to the regulatory intensity of each country to evaluate whether there is a need to release more spectrum resources for emerging applications.

（4） HAPS、HIBS

- Continue to pay attention to the future development trends of HAPS and HIBS in WRC.
- It is recommended that the HAPS application frequency band be added in the remarks column of the " Table of Radio Frequency Allocations of the Republic of China (Taiwan) "
- It is recommended that HIBS coverage be included in the penetration rate.
- If HIBS has broadband and emerging application needs in the future, and new frequency bands are released for HIBS use, relevant regulations should be formulated taking into account market and other factors.

（5） Taiwan's Public Safety and Disaster Response Frequency Management System

- Establish the responsible agency for PPDR and establish/design an incentive system.
- It is recommended that telecom operators build and manage PPDR systems in the medium to long term.
- Incorporate broadband technology into mid- and long-term PPDR mechanism planning.

- Establish supporting measures for multiple communications.

（**6**） Potential frequency release issues

- It is recommended to continue to delve into spectrum issues and fully communicate with interested parties.
- It is recommended that the expiration dates of future licenses be aligned and the license interval and spectrum combination be planned.
- It is recommended that my country’s future operational license release interval should be 5 years, and 4 spectrum combinations should be released separately.
- It is recommended that the released 600MHz and 800MHz frequency bands should be protected and interference assessment should be carried out.
- It is more effective to use TDD for 2500 and 2600MHz. However, interference assessment and investment from existing operators should be considered.
- It is recommended that Article 17 of the " Regulations Governing the Use of Radio Frequencies" maintain a positive list, and frequency sharing in specific use scenarios can be considered in the future.

第一章　緒論

第一節　研究緣起與背景

本計畫屬 113 年度科技發展類前瞻基礎建設計畫「5G/B5G 數位通傳資源前瞻整備研究計畫」之細部計畫一，為數位發展部 112 年度「國際頻率資源管理政策觀測及研究」委託研究採購案之工作內容之後續擴充。

《電信管理法》於 108 年 6 月 26 日制定公布，該法第 52 條第 3 項規定：「中華民國無線電頻率分配表及無線電頻率供應計畫，由行政院指定機關擬訂，邀集相關機關協商訂定，並定期檢討修正。」目前我國已於 112 年 8 月修正並施行「中華民國無線電頻率分配表」及「無線電頻率供應計畫」，其規劃雖足以提供國內通信傳播產業借鏡使用，惟考量 5G、物聯網、車聯網、智慧醫療、智慧製造、低軌道衛星通信等技術發展快速、日新月異，頻譜資源之管理應即時掌握新興創新應用與技術之發展趨勢，有必要跟進瞭解國際組織發展情況，同步參考國內產業需求，持續辦理頻譜資源規劃之研析工作，以期提早針對中長期頻譜政策做出適當規劃，回應國內數位通傳產業需求，營造產業多元創新環境，帶動新興數位經濟活動發展，據以保持本國資通訊產業之國際競爭力，以持續往「數位國家、智慧島嶼」之國家發展願景方向邁進。

第二節　研究目的

數位發展部為提前布局頻率資源規劃，需掌握國際組織、各國管理機關之頻率資源管理架構、頻率核配方式、國際頻譜應用議題趨勢研析及對未來頻譜用途規劃之調研規劃現況，並亦應瞭解國內產業之發展進程，援引國際先例檢視我國管理制度，持續觀測國際無線電頻率標準制定及應用演進，以推動前瞻頻率資源規劃及管理，故規劃辦理本委託研究案，據以有效精進運用頻率資源，符合各界期待。

第三節　工作項目

一、為完成本委託案日常業務支援工作之推動，至少應派駐 1 名人員（下稱常駐履約人員）。

二、蒐集、彙整、歸納並分析至少但不限於美國、英國、日本、德國、法國、歐盟、南韓、新加坡、香港、澳大利亞與中國大陸等主管機關：

（一）頻率資源管理架構調查，管理架構包含主管機關、主要法規、頻率管理政策措施及核配方式，並就申請資格、申請文件、審查基準、核配頻率後續義務、收/繳回方式等項目進行統整分析（若免申請程序，則得以文字說明，例如免執照設備及工科醫（ISM）多數情況無須申請），至少須包含如下業務：衛星、行動（IMT）、行動（非 IMT）、國際通用之航空及航海通信頻率、無線廣播電視、免執照設備、工科醫（ISM）等。若主要國家或地區主管機關有因應 WRC-23 等決議之頻率資源管理架構政策調整措施，應蒐集整理。

（二）頻率核配方式研究，至少須包含如下議題：

1. 核配方式及管制強度之分類；
2. 各管制強度之干擾處理義務；
3. 專用及共用之差異分析；
4. 核配方式與使用費收取方式分析。

（三）國際頻譜應用議題趨勢研析，至少須包含如下議題：

1. 衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜；
2. IMT（3G、4G、5G）服務之發展現況及技術發展趨勢（包含 NTN）；
3. 毫米波頻段之技術發展趨勢。
4. 公共安全及防災（Public Protection and Disaster Relief，PPDR）之應用頻段、管理機制、發展現況及未來趨勢，並挑選至少 3 個標竿案例分析 PPDR 之網路架構及應用情境。

三、主管機關之對未來頻譜用途規劃之調研，至少須包含如下議題：

（一）目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃；

（二）現有用戶之移頻/共用方式及規劃。

四、參酌國際發展經驗及前揭蒐集資料：

（一）辦理頻譜資源中長期政策相關研習或座談活動至少 5 場次，邀請議題之相關利害關係者與會，蒐集國內現況及產官學等意見，

必要時數位發展部得要求加開前述座談會。（並注意參與者之性別均衡性）

（二）向數位發展部提出我國中長期頻率資源管理政策修正建議，須包含：

1. 國內利益相關人意見及分析；
2. 中長期頻率資源管理政策調整方式具體建議。

五、本院於履約期間視數位發展部需求提供以下服務：

（一）本院依數位發展部指定之時間及地點進行工作會議報告，並提供本工作項目之進度及重要議題最新進展與因應建議，以及時管考專案進度及執行效益。

（二）協助數位發展部草擬本案相關活動議題之各類中英文稿件或英譯服務（如書信、發言稿、致詞稿、談參資料等），並於接獲指示次工作日起 3 個工作日內完成提交或回復辦理情形。

（三）協助製作對外進度管考之數位發展部簡報相關資料。

（四）為配合數位發展部推動 ODF（Open Document Format）文書格式，並響應政府開放文件標準，本院以可編輯之 ODF 格式提交本案相關電子文件；本院如需以特定文書編輯軟體製作本案資料並以非 ODF 格式提交報告書、簡報、試算表等電子文件，應於本案履約期間視數位發展部需求提供承辦單位最多 5 人份之特定文書編輯軟體正版授權，以利數位發展部檢視、修正、引用、重製編輯本案相關資料。

（五）應配合數位發展部推動共筆之本案相關文件整理方式，協助整理各項所涉資料之上傳及修正，以利數位發展部檢視、修正、引用、重製編輯本案相關資料。

第四節　研究方法

研究團隊盤點美國、英國、日本、歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞與中國大陸等主要標的國家有關衛星、行動（IMT）、行動（非 IMT）、國際通用之航空及航海通信頻率、無線廣播電視、免執照設備、工科醫（ISM）等業務之頻率資源管理架構，並就各國頻率核配方式、國際頻譜應用議題趨勢、對未來頻譜用途規劃等重要議題進行研析，歸納、整理各國之頻率資源管理政策。最後，研究團隊參酌各國頻率資源管理政策，並彙整座談會各界專家意見，研提具體的政策建議。

研究方法上，研究團隊採用文獻分析法、個案分析法、制度比較法、專家座談會。具體研究方法說明如下：

一、文獻分析法

本研究透過文獻分析法，掌握工作項目之研究範圍。文獻分析法是根據一定的研究目的或課題，通過系統性地收集、篩選和分析相關文獻來獲得資料，進而了解並掌握研究議題的方法。文獻分析法可用來得到現實資料的比較資料，並有助於了解事物的全貌。資料來源如政府報告、產業研究、資料庫、書籍、論文、期刊、報章新聞等。

因此，本研究透過文獻分析法，盤點美國、英國、日本、歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞與中國大陸等主要國家有關頻率資源管理架構，並就各國頻率核配方式、國際頻譜應用議題趨勢、對未來頻譜用途規劃等重要議題進行研析，供主管機關未來推動我國頻率資源管理政策之立論基礎。

二、個案分析法

研究團隊透過個案分析法，針對研究標的國家中涉及頻率資源管理政策並聚焦數位發展部權責之相關議題，進行個案研析，以了解主要國家主管機關之處理作法與措施，供我國主管機關借鏡。

三、制度比較法

研究團隊於蒐集分析文獻資料後，比較美國、英國、日本、歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞與中國大陸等主要國家之頻率資源管理政策差異，彙整後呈現於報告中，作為主管機關未來政策規劃及監理決定之參考依據。

四、專家座談會

研究團隊盱衡我國對於頻譜資源管理之公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討、高空平臺與高空平臺用作國際行動通信系統基地臺之頻譜需求及管理機制之探討、衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討、衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討、IMT 頻率資源規劃與釋出機制等議題提出初步建議。研究團隊舉辦 5 場「專家座談會」，邀請國內相關利益相關人與會，以了解各界需求與期待，俾提供研究團隊寶貴的意見及建議。

第二章　頻率資源管理概念介紹

第一節　無線電頻率管理之概念

一、無線電頻率簡介

國際電信聯合會（International Telecommunications Union, ITU）《無線電規則（Radio Regulation, RR）》將「無線電波（radio waves 或 hertzian waves）」定義為「頻率低於 3000GHz 以下，無須人工引導即可於空間中傳播的電磁波[1]」。

我國無線電頻率分配表所分配之無線電頻率的範圍亦為 3000GHz 以內，與國際相同（表 2.1.1）。

表 2.1.1　ITU 之無線電頻率劃分表

頻帶號碼（N）	頻帶命名	頻率範圍	公制之波長劃分
4	特低頻（VLF）	3-30kHZ	萬公尺波
5	低頻（LF）	30-300kHZ	千公尺波
6	中頻（MF）	300-3000kHZ	百公尺波
7	高頻（HF）	3-30MHz	十公尺波
8	特高頻（VHF）	30-300MHz	公尺波
9	超高頻（UHF）	300-3000MHz	十分之一公尺波
10	極高頻（SHF）	3-30GHz	百分之一公尺波
11	至高頻（EHF）	30-300GHz	千分之一公尺波
12	-	300-3000GHz	萬分之一公尺波

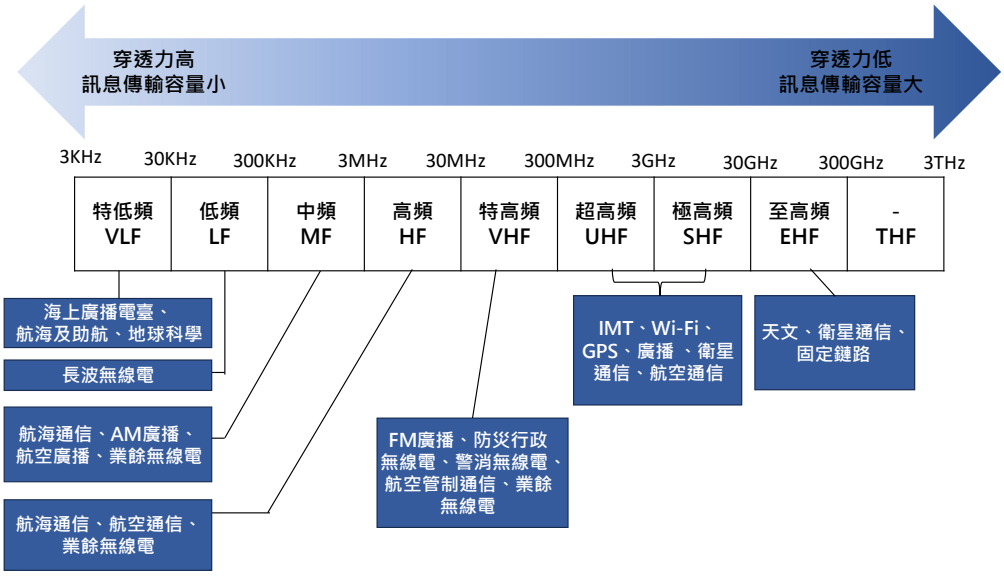
資料來源：節錄自「中華民國無線電頻率分配表」112 年修正版。

無線電頻率的性質依其波長不同，適用之用途亦不相同，越低的頻率波長越長，傳送距離長，承載資料容量小，穿透力高；越高的頻率波長越短，傳送距離短，承載資料容量大，穿透力低。

根據 ITU RR 及國際上針對各頻段之劃分頻率範圍，各頻段適合使用之用途不相同，例如：300-6000MHz 頻段，劃分頻率範圍界於超高頻（UHF）和極高頻（SHF）之間，通常適合用於合理距離內提供高容量之服務，如行動通信服務；另外，如中頻（MF）因其頻率傳播較穩定、穿透力高，主要用於 AM 廣播[2]。整理無線電頻率之特性與用途如圖 2.1.1。

[1] ITU, 2020. Radio Regulations 2020. https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2020/

[2] OECD, 2022. Developments in spectrum management for communication services. https://www.oecd.org/en/publications/developments-in-spectrum-management-for-communication-services_175e7ce5-en.html



資料來源：彙整自總務省，2022。ローカル５Ｇ導入の手引き。https://go5g.go.jp/sitemanager/wp-content/uploads/2022/06/%E3%83%AD%E3%83%BC%E3%82%AB%E3%83%AB5G%E5%B0%8E%E5%85%A5%E3%81%AE%E6%89%8B%E5%BC%95%E3%81%8D%EF%BC%88%E4%BB%A4%E5%92%8C4%E5%B9%B43%E6%9C%88%E7%89%88%EF%BC%89.pdf
、 OECD, 2022. Developments in spectrum management for communication services. https://www.oecd.org/en/publications/developments-in-spectrum-management-for-communication-services_175e7ce5-en.html、「中華民國無線電頻率分配表」112 年修正版

圖 2.1.1　無線電頻率用途

二、無線電頻率管理之概念

無線電頻率資源的使用範圍包括公共與私人商業、個人、工業、科學、醫學研究和文化活動等多領域，通訊及其他無線電服務無所不在，對社會和經濟發展亦越趨重要[3]。鑒於無線電技術日益進步，促使人們對頻譜的需求量增長，亦積極追求更好的頻譜使用效率，而頻譜為稀缺資源，管理層面須以經濟角度思考[4]。

無線電頻率管理之目的為促進 ITU RR 範圍內無線電頻譜之使用，同時維護國家利益，以達到頻率資源之高效使用[5]。而國家頻譜管理方式通常影響國家使用頻譜資源的能力，有關頻譜管理的主要政策目標，臚列如下[6]：

- 促進頻譜有效使用；

[3] ITU, 2014. ICT Regulation Toolkit. https://digitalregulation.org/wp-content/uploads/ITU_Infodev_WB_ICT_Regulation_Toolkit.pdf
[4] ITU, 2018. Economic aspects of spectrum management. https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2012-6-2018
[5] ITU, 2018. Economic aspects of spectrum management. https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2012-6-2018
[6] OECD, 2022. Developments in spectrum management for communication services. https://www.oecd.org/en/publications/developments-in-spectrum-management-for-communication-services_175e7ce5-en.html

- 避免有害干擾；
- 滿足無線電服務需求（頻譜彈性使用）；
- 提供可負擔之通訊服務（強化競爭、擴大涵蓋、促進投資）；
- 追求社會與文化目標（促進公共社會利益）；
- 推動無線電創新。

另外，國家頻譜管理制定之方式，可以透過公開意見諮詢、制定頻譜藍圖、定期計劃規則與制定活動議程及制定頻率供應計畫等方式，以達成無線電頻率管理之目的。

第二節　無線電頻率管理架構範疇

隨著技術進步，頻譜創新應用需求增長，亦越顯無線電頻譜管理之重要性。頻譜管理是行政與技術程序的結合，以確保 ITU RR 中定義之無線電通訊業務和無線電系統運作，並有效利用無線電頻譜，且不造成有害干擾。

一、國際範疇

（一）國際範疇

無線電通訊及電信產業於 ITU 框架內進行國際規劃，為無線電頻譜之全球協調和管理提供基本架構。而在 ITU 和國家主管機關之間，存在另外兩種組織類型，分別為區域組織和國際組織，亦參與區域或全球之頻譜管理[7]。

1. 國際電信聯合會（International Telecommunication Union, ITU）

國際電信聯合會（ITU）其主要目標為促進通訊網路之間的國際連結，支配全球無線電頻譜和衛星軌道，並制定網路、連接技術之標準，促進數位技術於全球缺乏服務地區之發展，ITU 期望於世界各地推廣技術，並與會員國等夥伴合作，促成國際協議和標準等多邊平臺發展[8]。

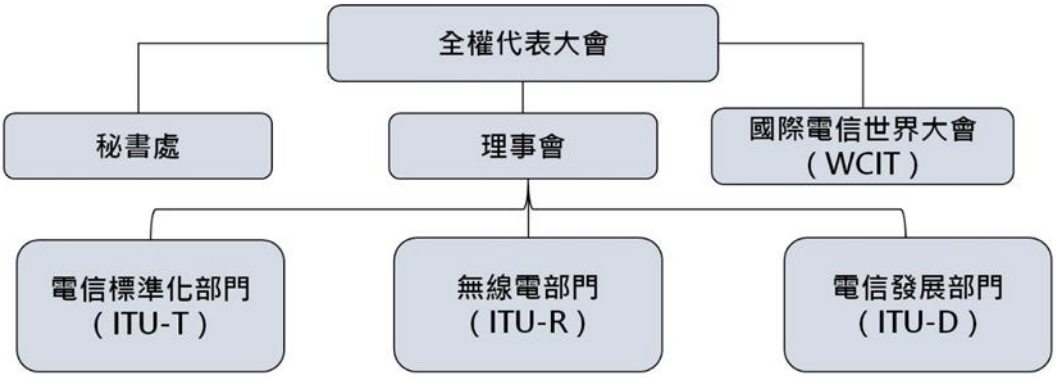
ITU 組織為各成員國組成之全權代表大會，底下分為理事會（Council）、國際電信世界大會（World Conference on International Telecommunications, WCIT）及秘書處。理事會由全權代表大會選出之成員國組成，秘書處之秘書長為 ITU 之法人代表，而國際電信世界大會不定期召開會議，召開會議與否亦由 ITU 成員國於全權代表大會中提出。

ITU 主要分為三個部門，包括無線電部門（ITU-R）、電信標準化部門（ITU-T）及電信發展部門（ITU-D）。ITU-R 主要活動旨於確保包括衛星業務在內之無線電通訊業務之合理、公平且有效率的使用無線電頻譜，並進行無線電通訊相關研究與建議；ITU-T 旨在制定確保網路和技術無縫連接的技術標準；而 ITU-D 主要目標為建立、支援國際間合作，以促進數位技術於全球欠缺服務地區之發展。圖 2.2.1 為 ITU 的組織架構圖。

---

[7] ITU-R SM，2021。国家频谱管理规章制度指南。https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2093-4-2021-PDF-C.pdf

[8] ITU, n.d. About International Telecommunication Union (ITU). https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx



資料來源：本研究繪製。

圖 2.2.1　ITU 組織架構圖

（二）區域範疇

在區域層面，區域組織包括各主管機關，並結合產業或無線電通訊業者等，其目標在確立 ITU 決定之共同立場，並在 ITU 制定之框架內協調國家之頻率分配，促進新業務引入，協調設備認證之標準程序，以便在相關國家自由流通與使用，區域組織透過履行共同目標以促進區域性市場形成，並促成無線電通訊之發展。這類區域組織包括亞洲太平洋電信組織（Asia-Pacific Telecommunity, APT）、美洲國家電信委員會（Inter-American Telecommunication Commission, CITEL）、歐洲郵電管理委員會（Confederation of European Posts and Telecommunications, CEPT）、非洲電信聯盟（African Telecommunications Union, ATU）、加勒比海國家電信組織聯盟（Caribbean Association of National Telecommunications, CANTO）、加勒比海電信聯盟（Caribbean Telecommunications Union, CTU）、區域技術電信委員會（Regional Technical Commission of Telecommunications, COMTELCA）、阿拉伯國家聯盟（League of Arab States, LAS）及區域通信聯合體（Regional Commonwealth in the Field of Communications, RCC），以下就 APT、CITEL 及 CEPT 三大組織詳細說明如下。

1. 亞洲太平洋電信組織（Asia-Pacific Telecommunity, APT）

亞洲太平洋電信組織（APT）為亞太地區資通訊政策、監管協調及 ITU 會議等國際論壇凝聚區域立場，並提供重要平臺。APT 目標為促進亞太地區電信服務和資訊基礎設施之發展，特別注重在欠缺發展地區之擴張。APT 由大會（General Assembly）、管理委員會（Management Committee）及秘書處（Secretariat）三部分組成，大會為 APT 的最高機關，由全體會員及準會員組成。每三年召開一次會

議，必要時召開特別會議[9]。

2. 美洲國家電信委員會（Inter-American Telecommunication Commission, CITEL）

美洲國家電信委員會（CITEL）成員國期望透過無線電通訊，共同實現促進經濟社會之公平發展，目標強調促進美洲地區之電信現代化和協調，為地區經濟和社會發展貢獻[10]。CITEL 由大會（Assembly）、常設執行委員會（Permanent Executive Committee）（COM/CITEL）、第一常設諮詢委員會（電信/ICT）（Permanent Consultative Committee I, PCC.I）、第二常設諮詢委員會（無線電通訊）（Permanent Consultative Committee II, PCC.II）及秘書處組成，CITEL 大會四年召開一次，為美洲地區主要無線電通訊論壇，成員國電信主管機關彼此分享經驗，審查工作計畫，促進電信和通訊技術發展[11]。

3. 歐洲郵電管理委員會（Confederation of European Posts and Telecommunications, CEPT）

歐洲郵電管理委員會（CEPT）為歐洲地區電信管理區域組織，共有 46 個成員國，涵蓋大部分歐洲地區，CEPT 旨在透過建立歐洲地區論壇，討論郵電相關議題並達成共同立場，以影響 ITU 等國際組織發展。CEPT 設立三個委員會，歐洲郵政監管委員會（Comité européen de Réglementation Postale, CERP）、電子通訊委員會（Electronic Communications Committee, ECC）及國際電信聯合會政策委員會（Committee for ITU Policy, Com-ITU），權責分別為郵政監管、協調歐洲無線電頻譜和衛星軌道等資源之有效使用及協調 CEPT 的行動以應對 ITU 等組織會議[12]。

（三）國際組織

國際上與無線電頻率管理相關之國際組織如航空、航海、氣象、廣播等領域，皆會涉及無線電通訊及頻譜使用，國際組織包括國際民航組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）及國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）等。

1. 國際民航組織（International Civil Aviation Organization,

[9] APT, n.d. About APT. https://apt.int/APT-Introduction
[10] CITEL, n.d. About CITEL. https://www.oas.org/ext/en/main/oas/our-structure/agencies-and-entities/citel/About/Details/category/citel/about-citel
[11] CITEL, n.d. Structure of CITEL. https://www.oas.org/ext/en/main/oas/our-structure/agencies-and-entities/citel/About/Details/category/citel/structure-of-citel
[12] CEPT, Background. https://www.cept.org/cept/background

ICAO）

國際民航組織（ICAO）協助各國協調外交和技術，以實現全球空中交通網路、共享天空，連接世界各地並促進社會經濟發展。ICAO為全球國際民用航空論壇，透過成員國與利益相關人合作，制定政策標準、進行審查、研究及分析並提供協助。ICAO由大會（Assembly）、理事會（Council）及秘書處（Secretariat）三個部分組成，大會三年召開一次，由理事會負責召集[13]。

2. 國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）

國際海事組織（IMO）為聯合國專門組織，是國際航運安全環境的全球標準制定機構，主要目標為為航運業建立公平有效、普及使用的監管框架[14]。IMO由大會（Assembly）、理事會（Council）及五個主要委員會組成，分別為海上安全委員會（Maritime Safety Committee）、海洋環境保護委員會（Marine Environment Protection Committee）、法律委員會（Legal Committee）、技術合作委員會（Technical Cooperation Committee）和促進委員會（Facilitation Committee）。大會兩年召開一次會議，負責核准組織工作計畫、預算審核及組織的財務安排等[15]。

二、國內範疇

無線電頻譜屬於國家公領域，受國家權力管束，必須有效管理，得以為全體人民提供最大利益。頻譜管理之監管框架由立法、法規、程序和政策等組成，而國家擁有管理頻譜的權力，可授權頻譜使用者頻譜存取、使用頻譜及相關義務等權益[16]。

國家管理頻譜時，可能面臨許多問題，國家頻譜管理需要由國家或得到授權之主管機關負責，主管機關制定國家頻率分配表、列出頻率核配並滾動更新調整，此外，頻率管理主管機關也負責協調國家領土之無線電臺之建立，確保既有站點之最佳利用，以獲得最佳電磁相容性。國家或主管機關應在監管框架中，納入無線電發射、接收之電磁干擾規定，並考慮現有技術和社會發展。為確保頻譜最佳使用，主管機關可透過直接行使權力或談判，以實現頻譜有效利用，例如：實行頻譜重整。

於國家境內授權使用之無線電設備必須符合一定的技術標準和基本要求，包括公共衛生、電磁相容性、有效利用核配予地面或太空

[13] ICAO, n.d. About ICAO. https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx
[14] IMO, n.d. Introduction to IMO. https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx
[15] IMO, n.d. Structure of IMO. https://www.imo.org/en/About/Pages/Structure.aspx
[16] ITU-R SM，2021。国家频谱管理规章制度指南。https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2093-4-2021-PDF-C.pdf

電臺之頻譜及軌道資源，以避免有害干擾。根據 ITU《國家頻譜管理規章制度（Guidance on the regulatory framework for national spectrum management）》，以下將說明有關主管機關頻譜管理方法制定須留意之處。

（一）無線電頻率授權執照

在國家領土內使用頻率發射或接收訊號需經過行政授權，國家或主管機關透過核配特定頻率授予個別授權（Individual authorization）在國家領土上使用頻譜。

（二）干擾預防與處理

國家在處理無線電干擾問題時，須採取措施防止未經授權使用之頻譜。國家可藉由監控頻譜，找出未經授權的無線電臺，再透過管理頻譜使用授權，監控無線電臺之技術及運作狀況，另外，國家也須注意產生干擾的來源，國家或主管機關有義務制止觀察到的任何有害干擾。

（三）授權使用者之權利與義務

國家或主管機關須為使用者提供保護，使其免受有害干擾，授權使用者必須遵守規則，且只能使用已核配之頻率。國家或主管機關可附加義務予授權建立公共網路之電信業者，例如：人口或領土之最低涵蓋範圍。授權使用者若不履行義務，即構成違反授權，根據違規嚴重程度，可處罰之，例如：全部或部分暫停、縮短期限或撤銷授權、罰款等。

（四）監測頻譜

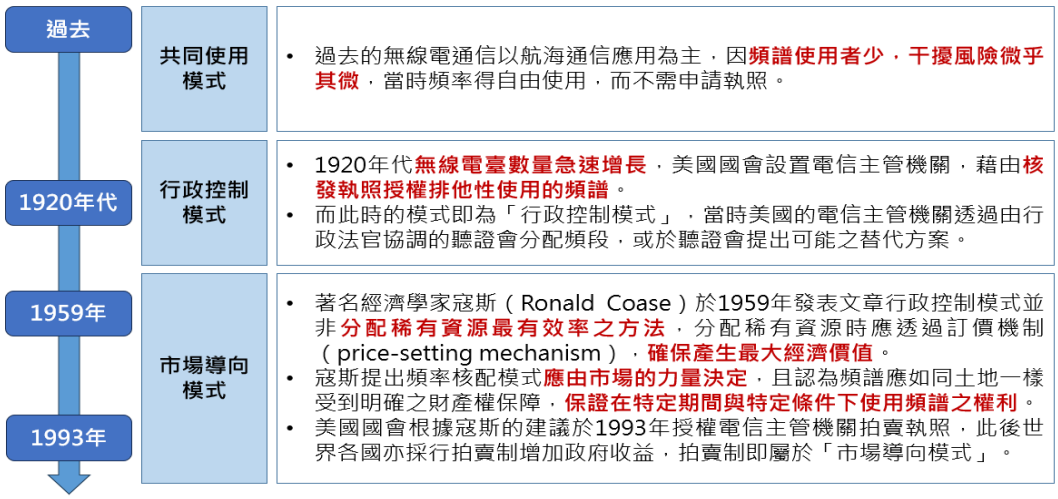
為確保頻譜使用符合現有法規和授權，主管機關可透過頻譜監控系統檢查頻率使用是否符合授權，亦可檢測干擾來源，並在發生干擾時執行國際要求之調查。

第三節　無線電頻率授權機制

一、國際主要頻率核配模式

過去無線電通信以航海通信應用為主，因頻譜使用者少，干擾風險微乎其微，當時得自由使用頻率，無須申請執照。然至 1920 年代，無線電臺數量急速增加，美國國會設置電信主管機關，藉由核發執照的方式授權排他性使用的頻譜，當時的主管機關藉由行政法官協調的聽證會分配頻段，或於聽證會提出可能的替代方案，即屬行政控制模式。

然而，1959 年著名經濟學家寇斯（Ronald Coase）發表的文章指出行政控制模式並非分配稀有資源最有效率的方法，應透過設定價格的機制（price-setting mechanism）確保發揮最大經濟價值。寇斯認為頻率核配模式應由市場力量決定，且頻譜使用應如同土地一樣受到明確財產權之保障，保證在特定期間及特定條件下使用頻譜的權利。而根據寇斯的建議，美國國會於 1993 年授權電信主管機關以拍賣方式釋出執照，此後世界各國也跟進採用拍賣制度，即衍伸出「市場導向模式」（圖 2.3.1）。



資料來源：本研究繪製，彙整自 ITU, 2016. Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-E.pdf

圖 2.3.1　頻率核配模式政策之演進

本研究參考 ITU 文件「無線電頻譜核配與使用－政策指南與經濟面向（Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects）[17]」，將頻率管理的核配模式分類為行政控制模式

[17] ITU, 2016. Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects.

（command and control model）、市場導向模式（market-oriented model）與共同使用模式（common use model）（說明如表 2.3.1）。

表 2.3.1　國際主要頻率核配模式

模式	概述
行政控制模式	● 涉及在初級市場授予使用許可，以行政核配為基礎進行安排。
市場導向模式	● 舉行拍賣或其他反映頻譜經濟價值的方式。
共同使用模式	● 在不干擾原則下，自由使用頻譜；例如：在符合技術規範下，任何用戶皆可使用。

資料來源：ITU, 2016. Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-E.pdf

二、頻率授權執照分類

ITU 與世界銀行的數位監管平臺（Digital Regulation Platform），將國家頻率授權機制分類為「個別頻譜執照」、「設備執照」及「免執照頻譜」三種頻譜授權機制。

（一）個別頻譜執照

此類執照授予排他性使用的頻譜給單一使用者，在特定區域內依據特定條件或條款使用。通常透過評審制、拍賣制或混合直接核配與拍賣元素的方式。

分析個別頻譜執照之核配方式考量因素，主要包含頻譜供不應求（意即有競爭性需求）與國家政策考量等。而通常個別頻譜執照適用的業務別之特徵，包含需要較高服務品質保障及較乾淨的頻譜資源；多為提供公眾服務的商用性質；例如：行動通信頻譜。

（二）設備執照

設備執照授予一個特定設備得以使用，在特定區域內用於特定服務或用途，並非授予頻譜權而設備執照通常採直接核配、審核制等核配方式為主。對於干擾風險有限或無高服務品質需求的應用，可能採用如申報制或註冊制等輕度管理的做法。

設備執照適用的業務別之頻率使用會需要技術協調；維持一定服務品質；使用共用的頻譜資源即可滿足需要；例如：衛星、行動（非 IMT）、國際通用航空航海、無線廣播電視等。設備執照之頻譜需求較無競爭性，若為航空、航海、廣播等用途的頻率使用，會涉及其他主

https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-E.pdf

管機關。

（三）免執照頻譜

免執照頻譜係一種授予非排他性使用的頻譜，在遵守特定使用參數下使用，確保不對其他無線電通信使用者造成有害干擾。

原則上，僅需遵守特定操作規範，無須主管機關授權頻譜使用，但其頻率使用不受到保護，需忍受干擾。適用免執照頻譜的應用通常干擾風險有限，或無高服務品質需求，最主要應用於低功率射頻器材，如 Wi-Fi、藍牙。

三、專用頻率與共用頻率之差異

（一）專用及共用頻率之概念性定義

根據我國《電信管理法》第 57 條及第 58 條，對「頻率共享」、「頻率共用」之定義，「頻率共享」指主管機關考量無線電頻率使用特性、國家安全、等情形，將單一頻段核配二以上使用者使用同一無線電頻率之情況；「頻率共用」指原獲配頻率之電信事業與其他電信事業共同使用該頻率應檢具相關文件向主管機關申請核准之情形。為因應報告之研究範疇，本研究架構將共用定義為：主管機關將一無線電頻率範圍核配予複數使用者，或將一無線電頻率範圍開放給複數使用者在特定條件下自由使用之情形。

本研究對於專用及共用頻率核配的概念性定義如表 2.3.2

表 2.3.2　頻率核配之專用及共用的概念性定義

本節名詞	概念性定義
專用	● 主管機關將一無線電頻率範圍核配予單一使用者。
共用	● 主管機關 1.將一無線電頻率範圍核配予複數使用者，或 2.將一無線電頻率範圍開放給複數使用者在特定條件下自由使用。

資料來源：本研究彙整。

若將本節介紹的三種頻譜授權機制（如表 2.3.3）以本研究定義加以分析，個別頻譜執照為本研究定義之專用頻譜核配方式，通常係透過行政審核制、評審制、拍賣或是採直接核配與拍賣之混合方法進行頻譜核配。尤其行動頻譜通常透過直接核配、拍賣或混合方法進行個別頻譜執照核配。而設備執照與免執照頻譜則屬於共用核配，且主管機關通常採個別核配時會謹慎考量諸多因素以設計合適的核配程序。

表 2.3.3　頻譜授權機制分類

授權機制	機制說明	常見核配方式
個別頻譜執照	● 授予特定條款及條件下，在特定區域內的專屬頻譜使用。	● 行政核配/審核制 ● 評審制 ● 拍賣制 ● 混合制
設備執照	● 授予特定服務/用途之特定設備，在特定區域內的頻譜使用。	● 直接核配/審核制（先到先得基礎）
免執照頻譜	● 授予遵守特定操作參數之非專屬頻譜使用。	● 無須申請執照

資料來源：本研究參考並彙整自 ITU, World Bank 2020-2024. Spectrum management: Key applications and regulatory considerations driving the future use of spectrum. https://digitalregulation.org/spectrum-management-key-applications-and-regulatory-considerations-driving-the-future-use-of-spectrum/

（二）頻率共用框架

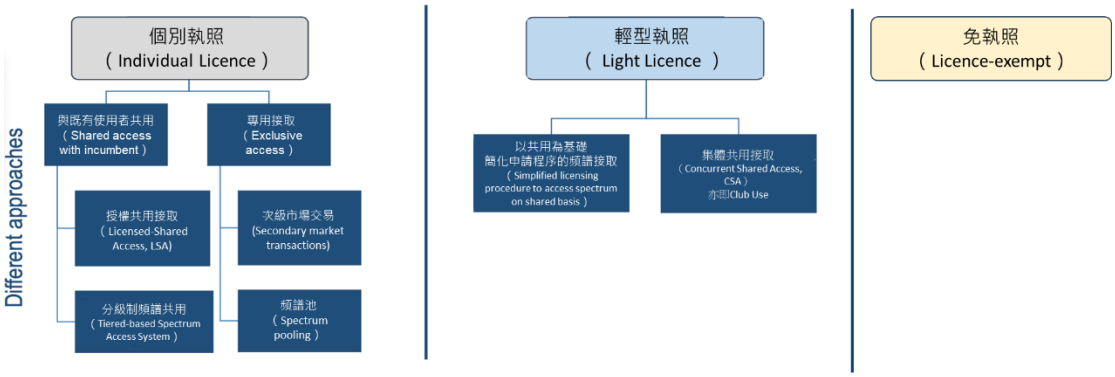
經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）於 2022 年發布「通訊服務之頻譜管理發展（Developments in Spectrum Management for Communication Services）報告」，提出三種頻率共用類別，包含個別執照、輕型執照與免執照（如表 2.3.4、圖 2.3.2）。

表 2.3.4　OECD 頻率共用類別

執照類型	個別執照	輕型執照		免執照
授權框架	● 個別授權（授予個別使用權）	● 個別授權（授予個別使用權）	● 一般授權（General Authorisation）（非個別使用權）	● 一般授權（General Authorisation）（非個別使用權）
核配程序	● 傳統程序（較繁雜）	● 簡化程序（以先到先得為基礎）	● 僅需註冊	● 無須註冊
使用者數量限制	● 有使用者數量限制	● 有使用者數量限制	● 無使用者數量限制	● 無使用者數量限制
頻譜共用類別	● 專用執照接取（Exclusive licensed access） 1. 頻譜租賃（Spectrum leasing） 2. 頻譜交易（Spectrum	● 集體共用接取（Concurrent Shared Access, CSA）：在特定頻段內授予個別但非	-	-

執照類型	個別執照	輕型執照		免執照
	trading） 3. 頻譜池（Spectrum pooling）：MNO 與 MNO 間的 RAN 共享協議。 ● 與既有使用者共用執照接取（Shared licensed access with incumbent users） 1. 執照共用接取（Licensed shared access, LSA) 2. 分級制頻譜共用（Tiered-based Spectrum Access System）	專用的執照。亦即 Club Use。		

資料來源：OECD, 2022. Developments in Spectrum Management for Communication Services. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/175e7ce5-en.pdf?expires=1712733970&id=id&accname=guest&checksum=7B9D8D441D7EEAD9788D06195C254A3C



資料來源：OECD, 2022. Developments in Spectrum Management for Communication Services. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/175e7ce5-en.pdf?expires=1712733970&id=id&accname=guest&checksum=7B9D8D441D7EEAD9788D06195C254A3C

圖 2.3.2　OECD 頻率共用框架

將本章對頻率核配與授權框架的研析成果，參考 OECD 的頻率共用類別，將個別執照、輕型執照、免執照依照管制強度由高至低排

序，如表 2.3.5。

表 2.3.5　頻率共用類別說明

類別	說明
個別執照（Individual License）	● 係指具競爭性與較稀缺之頻段，主管機關通常採審核制、拍賣等核配程序，需較嚴格保護使用者免受干擾。通常個別執照為專用頻譜執照，然而亦可透過與「既有使用者共用（二級市場、頻譜池）」與「專用接取（執照共用接取、分級制頻譜共用）」的方式進行頻譜共用。
輕型執照（Light License）	● 係指主管機關以更加彈性與靈活的方式授權頻譜共用（簡化授權程序），又可分為「以簡化申請程序為基礎的頻譜共用」及「集體共用接取」。
免執照（Licence-exempt）	● 在遵守一定技術條件下，無須經主管機關授權使用。

資料來源：OECD, 2022. Developments in Spectrum Management for Communication Services. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/175e7ce5-en.pdf?expires=1712733970&id=id&accname=guest&checksum=7B9D8D441D7EEAD9788D06195C254A3C

（三）小結

因專用頻譜具有排他性，經濟性的頻譜主要為專用頻譜，專用頻譜核配方式將特定的頻譜範圍指定給單一個體或實體獨享使用，擁有該頻譜的實體具有所有權，其他使用者無法同時使用。共用頻譜核配方式則將頻譜資源開放給多個使用者同時使用，每個使用者都擁有使用權，但沒有所有權，需透過協調和管理確保公平和有效使用。

在核配方式上，專用頻譜的管理通常由政府或相關管理機構透過評審制、招標制及拍賣制等方式授權，由執照持有者單獨管理與監控；共用頻譜主要透過審核制及免執照方式釋出，需要建立複雜的技術和協調機制，以避免使用者間彼此相互干擾，因此通常需要由主管機關協助管理和監控。

然而，在頻譜使用效率方面，專用頻譜因僅限單一執照使用者使用，容易發生存在使用率低的情況，導致浪費或資源不均衡。近年來，國際間透過開放頻譜租賃及交易等方式，增進專用頻譜使用彈性，有利於改善使用效率問題。而以英國為例，Ofcom 藉由「區域接取執照」制度，將 MNO 於特定地區未使用的頻譜資源開放接取，也是一種能夠促進專用頻譜提供共用的方式，同時鼓勵業者更積極有效利用頻譜資源，進而提高頻譜利用率。

第四節　無線電頻率使用之核配後續義務

頻譜係有限的珍貴資源，國家主管機關如何有效分配及妥善管理頻譜，以達到頻譜和諧使用、公平使用及有效利用的原則，係重要的議題。除頻率核配前的審核管制，頻率核配後的干擾處理義務及頻譜收繳回管理亦是重要的頻譜管理環節，以下說明本研究觀察的主要國家干擾處理義務及頻譜收繳回管理方法。

一、干擾處理義務

無線電干擾處理係頻譜管理中的重要議題，以追求頻率和諧、合理的使用，ITU RR 旨在促進國際間無線電資源的公平取得及合理使用，確保遇險及安全目的之頻率可用性，以及協助預防及解決不同成員國主管機關之間的無線電服務的有害干擾。

ITU RR 第 15 條闡明電臺應用的應遵守的特定規則，以避免造成干擾，第 15.11 款進一步說明電臺應符合技術特性要求，若仍對無線電造成有害干擾，須採取特別措施以消除有害干擾。爰此，成員國的主管機關須確保轄下所管理的電臺遵守 ITU RR，在建立及運作任何電臺時不得對其他電臺造成有害干擾[18]。頻譜管理係每個成員國的主權事務，為避免國際間無線電有害干擾，有必要協調國際上的無線電頻譜的使用。

各主管機關須合作監控及消除無線電有害干擾，包括直接處理有害干擾事件或協調涉及的業者，以解決干擾問題。若無法協調的無線電干擾問題，主管機關可請無線電通信部門（International Telecommunication Union Radiocommunication Section, ITU-R）予以協助，採用 ITU RR 附錄 9 的「不正常情況或違章報告」表格及附錄 10 的「有害干擾的報告」表格以進行回報。

ITU 建議主管機關親自處理無線電干擾投訴及採取實際行動以識別干擾源，即使無線電干擾受害者確切知道有干擾發生及技術參數，然無線電接收機的干擾源也不能由接收機操作者決定 。

ITU 強調，非法使用頻率係造成無線電干擾的原因之一，主管機關應定期觀察頻譜使用情況，並採取行動以阻止非法頻率使用，同時採取必要措施以保護測量工作及應用流程，尤其是國家舉辦重要的會議、國家訪問、大型賽事等，大量無線電設備被局限於同一空間，使用者經常不知道需要頻率指配或不知道他們無法在所有國家使用相同頻率。一旦現場發生無線電干擾，主管機關應迅速行動以調查及消除所有干擾。

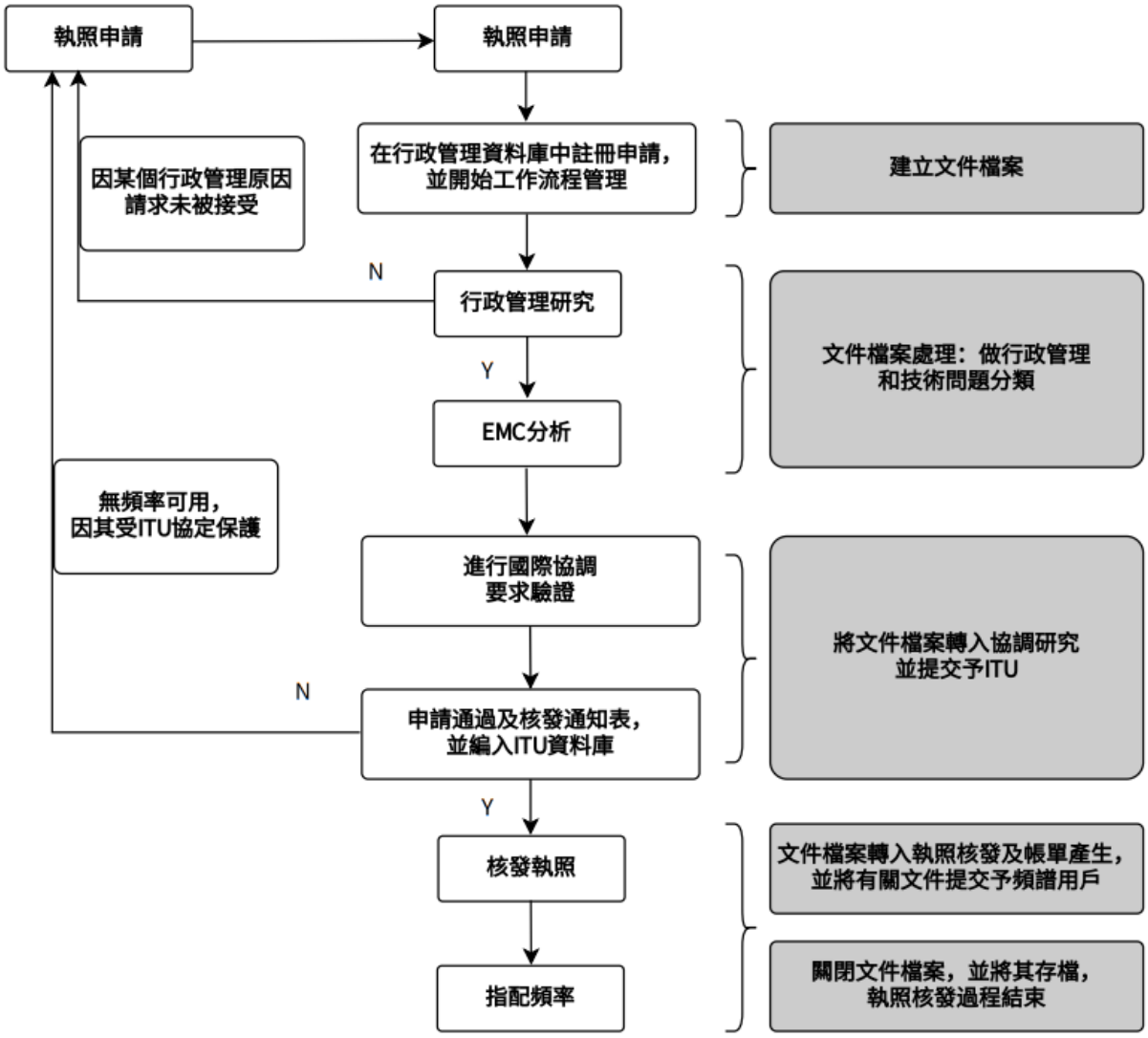
[18] ITU, 2020. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR-2020

在國家層級的干擾處理上，一個國家在制定國家頻率分配表時，只要確保不會對國內及國際既有引起有害干擾，即可以國家的需求為主，在有限程度上不須遵循國際頻率分配表的規定。而主管機關在核發頻率使用執照時，應考量頻段的可用性、用途及可能出見的有害干擾風險，再決定適用的頻譜許可機制。

ITU 的「國家頻譜管理手冊（Handbook on National Spectrum Management）」概述國家的無線電系統頻率指配及執照核發之管理及技術考量，干擾是重點考量的因素。首要係確保頻率指配不會對既有無線電系統造成有害干擾，而新的系統亦能投入運作，其次是考量頻率需求不斷增加，頻率指配應確保各種無線電通信業務之間最小干擾，以及無線電頻譜與地球同步軌道（Geostationary Orbit, GEO）衛星的有效利用[19]。

圖 2.4.1 係 ITU 提出國家主管機關於審核頻率指配時的一般程序，主要以技術和行政規劃為基本審核基礎，核配後則應定期彙整實務經驗，必要時重審及更改審核基準。

[19] ITU, 2015. Handbook on National Spectrum Management. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-21-2015-PDF-E.pdf



資料來源：ITU, 2015. Handbook on National Spectrum Management. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-21-2015-PDF-E.pdf

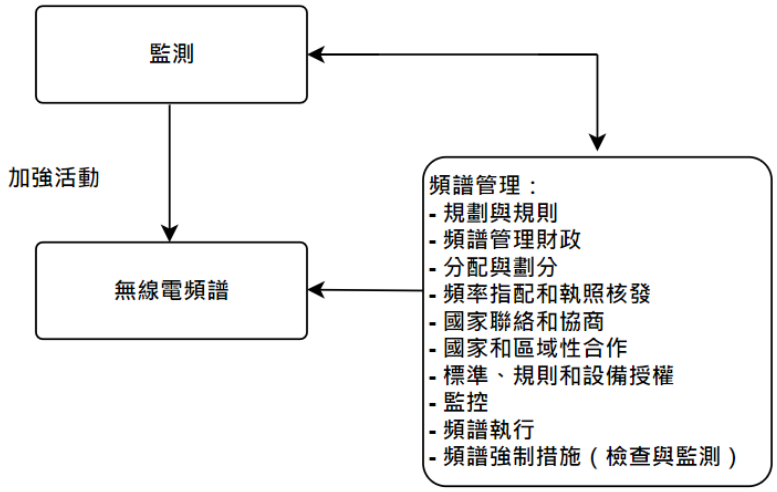
圖 2.4.1　國家主管機關於審核頻率指配時的一般程序

為有效管理國家的無線電干擾問題，包括設備的複雜性、與其他設備的互動性、設備的錯誤使用或蓄意的誤操作等因素造成的干擾，主管機關可加強頻譜監測，以確保頻譜授權發放後，頻率使用者或執照持有者遵守規定。

頻譜監測係頻譜管理中的一環，其目的與程序說明如後及圖 2.4.2：

- 蒐集頻率及頻段實際使用情況例如頻道佔用、頻段擁塞情況、為傳輸訊號驗證適當的技術和操作參數、偵測和識別非法發射器等；
- 在本地、區域和全球範圍內協助解決頻譜干擾問題，以便無線電業務和電臺可相容地存在；

- 協助並確保民眾獲得可接受的無線電廣播和電視節目接收品質；
- 為 ITU 提供有價值的監控訊息，例如為無線電通訊大會準備報告；為主管機關消除干擾尋求專門協助；消除帶外發射或協助主管部門找到合適頻率。



資料來源：ITU, 2015. Handbook on National Spectrum Management. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-21-2015-PDF-E.pdf

圖 2.4.2　頻譜管理過程中的監測程序

以行政控制模式、市場導向模式與共同使用模式等 3 種核配模式，說明本研究 12 個主要國家主管機關規定的頻率干擾處理（表 2.4.1）。

表 2.4.1　主要國家的頻率干擾處理

國家	概述
美國	● FCC 與 NTIA 分別管理非聯邦使用及聯邦使用的頻譜資源，其基本原則係雙方不得對對方的電臺造成有害干擾；若造成有害干擾應立即終止電臺運作。
英國	● 所有頻率使用不可對導航或提供安全服務之無線電系統運作帶來影響，也不可以降低、阻礙或重複中斷任何正在進行的無線電服務。
日本	● 執照持有者的無線電臺不得對其他無線電臺的使用，或用於電波天文業務(用於接收從太空發射的無線電波的天文無線電波業務)造成頻率干擾，不過遇險通訊、應急通訊、安全通訊及緊急通訊等應用除外。
德國	● 德國遵行歐盟的一般核配及個別核配。一般核配的頻率使用不可對個別核配的頻率使用造成干擾，而個別核配則是在申請階段就須說明如何滿足頻率核配的要求及頻率使用概念，並說明將如何確保有效率及不造成干擾的頻率使用。
法國	● 法國注重無線電使用對人類及環境的影響，由 ANFR 主責調查法國的無線電干擾事故。法規規定頻率使用須具備可避免有害干擾

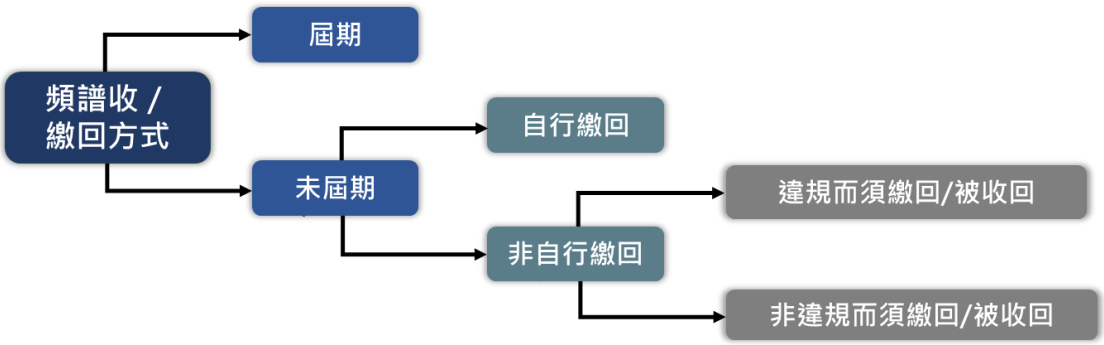
國家	概述
	及避免公眾暴露於電磁場所需之技術和操作條件。
南韓	● MSIT 主責執行無線電波監測，以促進無線電波的有效利用、維持和保護無線電波的使用秩序，包括迅速消除干擾。
新加坡	● 任何電信設備、電臺、網路或系統的電氣、電子或無線電通訊設備若造成干擾，IMDA 可指示執照持有者採取適當措施消除或減少干擾、糾正設備故障或操作不當、修改或改變設備，或移除設備。
香港	● 對任何電信服務、電信設備造成直接或間接的有害干擾，或違反 CA 為避免任何頻率干擾而作出的指示，即屬犯罪。經循簡易程序定罪可被處於第 5 級罰款及監禁 6 個月。CA 也可指示移除任何被認為正在干擾或相當可能干擾其他電信設施的系統。
澳大利亞	● 頻譜執照：ACMA 鼓勵頻譜執照持有者為所有設備註冊，以助主管機關管理干擾問題。 ● 設備執照：當發射設備對其他無線電通信造成干擾時，該執照持有者須以指定方式刊登廣告，以告知民眾如何與執照持有者取得聯繫，以進一步處理頻率干擾問題。
中國大陸	● 國家無線電監測中心在審核無線電頻率使用執照時，要求申請方具備專業技術資格以避免無線電干擾。
我國	● 核配的無線電頻率在使用期間發生干擾時，使用者應自行協議改善；若無法協議則由主管機關協調處理。經主管機關協調處理仍未能改善，使用者須調整使用時間、變更使用地點、調整天線發射方向、功率或其他適當之方式，必要時由主管機關核配其他無線電頻率供其使用。

資料來源：本研究彙整。

行政控制模式及市場導向模式所核配的執照，透過審核、評審、拍賣等方式釋出頻率或核發執照，故此類特定的頻率使用者及執照持有者的頻率使用權力受到保護，同時也不可對其他既有的頻率使用造成有害干擾。爰此，ITU 認為頻譜使用核發執照亦是防止各種業務及電臺相互干擾所須的手段。共同使用模式泛指低功率且一般不對其他無線電使用造成威脅的，故不需向主管機關提出申請。

第五節　無線電頻率收／繳回機制

綜觀研究對象國家皆於法規中闡明頻譜收／繳回方式，研究團隊根據各國法規，歸納包括頻率有效期限、違法使用被撤銷、閒置頻譜等基本處理方式，以及另有部分國家亦闡明主管機關擁有最終的頻譜收／繳回的決策權。其中頻率收／繳回方式依使用期限又分為屆期與非屆期，而非屆期之頻率又分為因違規行為而須收／繳回，以及非因違規行為(如頻譜重整等需要)而須收／繳回，說明如後與下圖 2.5.1。本研究針對主要國家法規是否闡明屆期與未屆期頻譜收／繳回方式，分析如下表 2.5.1 所示。



資料來源：本研究繪製。

圖 2.5.1　頻率屆期與非屆期收／繳回方式

表 2.5.1　主要國家法規闡述頻譜屆期與未屆期繳回說明列表

國家		屆期後繳回	未屆期—自行繳回	未屆期—非自行繳回（違規行為）	未屆期—自行繳回（非違規）
美國		✓	×	✓	✓
英國		✓	✓	✓	✓
日本		✓	✓	✓	✓
歐盟	一般授權	✓	×	✓	✓
	個別無線電頻譜授權	✓	×	✓	✓
德國		✓	✓	✓	✓
法國		✓	✓	✓	✓
南韓		✓	✓	✓	✓
新加坡		✓	×	✓	✓
香港		✓	×	✓	✓

國家		屆期後繳回	未屆期—自行繳回	未屆期—非自行繳回（違規行為）	未屆期—自行繳回（非違規）
澳大利亞	頻譜執照	✓	×	✓	✓
	設備執照	✓	✓	✓	✓
中國大陸		✓	✓	✓	×
我國		✓	✓	✓	✓

資料來源：本研究彙整。

一、屆期

觀察研究對象國家，各國法規闡述執照有效期限介於 10 至 20 年間，或依當時核發執照所載（如下表 2.5.2），另以執照續期觀之，日本、歐盟、德國、法國、新加坡、香港、澳大利亞、中國大陸與我國會於執照屆期前做出續期通知，其中歐盟、中國大陸與我國屬於原執照持有者自主申請提出執照續期，日本、德國、法國、香港與澳大利亞則由主管機關採屆期前調查（如下表 2.5.3）。

其中歐盟與澳大利亞採用較積極作法，分別於執照到期前 2 年與前 5 年進行屆期調查，有助於頻譜有效使用，確保市場競爭不被扭曲，亦可及早規劃頻譜資源。

表 2.5.2　主要國家法規闡述頻譜屆期說明

國家	概述
美國	● 授權有效期限不得超過 10 年，除非另依法令規範核發更長的執照使用期限。
英國	● 若執照已屆期，執照持有者、擁有或控制該執照者，需將執照繳回 Ofcom。
日本	● 執照的有效期限由總務省規定，且可續訂，若未續訂，則至到期日執照將自動失效。
歐盟	● 當頻譜一般使用權屆期時，如未獲續期，則將撤銷頻譜的使用權。 ● 個別無線電頻譜使用權持有者最遲須在使用權屆期 2 年前，提出延長使用權的權限，否則使用權屆期後將失效。
德國	● 若執照即將屆期，則須在屆期前決定是否延期，若執照屆期，BNetzA 得撤銷執照。
法國	● 若執照已屆期，執照持有者則需進行執照續展及延期，才擁有執照使用權，否則執照失效。
南韓	● 「依價格核配頻率」的無線電頻率使用期限為 20 年，獲頻率核配者（不包括衛星頻率使用權），可在規定期限後轉讓或出租頻率使用權，然須依總統令規定事先獲得 MSIT 核准。 ● 「依審查核配頻率」的無線電頻率使用期限為 10 年。

國家	概述
新加坡	● 電臺執照或網路執照的收／繳回方式以及頻率屆期之續期申請皆由 IMDA 訂定。
香港	● 所有執照的有效期限皆於執照上載明，CA 將於執照屆期至少 15 個月前通知持有者執照續期，如行政長官和行政會議做出不續期之決議，則須於執照屆期至少 12 個月前通知持有者。
澳大利亞	● 澳大利亞頻譜執照的有效期限最長 20 年，屆期即終止。ACMA 將於執照到期前 5 年內致函詢問執照持有者是否續約。 ● 澳大利亞大部份設備執照的有效期為 1 年，不會自動續約，另將於屆期前 90 天向執照持有者發驗證通知（validation notice），及屆期前 4 週發送續約通知（renewal notice）等兩項通知，若執照持有者有意續約執照則需支付相關費用。
中國大陸	● 中國大陸無線電頻率執照期限不得超過 10 年，如無線電頻率屆期後仍須使用，須於屆滿 30 日前向無線電管理機構提出延續申請。
我國	● 頻率使用證明有效期間屆滿前 3 個月起，申請人須於 2 個月內重新申請。

資料來源：本研究彙整。

表 2.5.3　主要國家頻譜使用權延長申請方式

屆期申請	說明
原執照持有者自主申請	● 歐盟：個別無線電頻譜使用權得於屆期前 2 年提出延長使用的權限，而主管機關將客觀評估是否延長核配期。 ● 中國大陸：執照持有者於期限屆滿 30 日前向無線電管理機構提出延續申請。 ● 我國：執照持有者於頻率使用屆滿前 3 個月起 2 個月內重新申請。
主管機關調查	● 日本：由總務省訂定執照有效期並評估是否可續約頻譜使用權。 ● 德國：由 BNetZA 決定頻譜是否得以延期。 ● 法國：由主管機關訂定執照續展及延期之決議。 ● 香港：CA 將於執照屆期前 15 個月通知執照續期，並由行政長官做出決議，如不續期，則於執照屆期至少 12 個月前通知持有者。 ● 澳大利亞：ACMA 將於頻譜執照到期前 5 年致函詢問是否續約之意願。設備執照則於屆期前 90 日發送驗證通知、於屆期前 4 週發送續約通知。

資料來源：本研究彙整。

二、未屆期—自行繳回

綜觀本研究彙析第三章研究目標國家，英國、日本、德國、法國、南韓、澳大利亞（設備執照）、中國大陸具有可向主管機關申請自行繳回頻譜或申請放棄執照之規定，而歐盟、新加坡、香港、澳大利亞

其法條則無明確頻譜執照不使用得自行繳回之規範。

三、未屆期—因違規行為而須收繳回

本研究彙整第三章主要國家因違規行為而須收／繳回之情形臚列如下表 2.5.4，整體而言，各國法規皆有列舉相關違規行為而須收／繳回之規定，而懲處方式皆以撤銷全部或部分執照為主，僅新加坡有繳納罰款之裁罰措施，最高可罰年營業額 10%或 100 萬新幣（約新臺幣 2,400 萬元）。

表 2.5.4　主要國家頻譜未屆期—因違規行為而收／繳回一覽表

國家	概述
美國	● 未滿足適用的涵蓋建設或要求，其授權將自動終止。
英國	● 如違反執照核配條款，Ofcom 可於發出書面通知後撤銷該執照。
日本	● 如違反《電波法》與《放送法》或任何命令及行政處分，總務省得撤銷執照。
歐盟	● 如違反使用權條件，其一般授權或個別無線電頻譜使用權將由成員國授權主管機關撤銷。
德國	● 如未於頻率核配後一年內使用該頻率、超過一年未用於指定之用途、未遵守頻率核配義務、核配後出現競爭扭曲等違規行為，BNetzA 可撤銷全部或部分頻率核配。
法國	● 因有害干擾或使公眾暴露於電磁場，其使用權將被撤銷。
南韓	● 依詐騙或其他不正當手段獲得無線電頻率、吊銷電信事業登記、有線廣播電視執照、未遵守總統令規定之附加條件、無線電頻率使用者未能支付價金等情形，MSIT 得撤銷無線電頻率之核配。 ● 無線電頻率停止運作或其他原因時未能立即返還、拒絕相關查驗、未提交測試報告等 MSIT 得撤銷無線電頻率之使用許可。
新加坡	● 如頻譜使用者透過詐騙、虛假陳述等方式取得頻譜權，可在不支付任何賠償金的情況下暫停或取消部分頻譜權。
香港	● 如違反《電訊條例》（第 106 章）或執照相關規定的任何條件，CA 得取消或撤回已核發的任何執照、許可證、批准或同意。 ● CA 得依指明期限內暫時吊銷執照，但不得超過 12 個月。
澳大利亞	● 執照持有者如違反規定、以非法方式使用設備或使用違法裝置，ACMA 有權暫停頻譜執照。 ● 《1992 年無線電通信法》雖未詳細列舉違反設備執照之行為，然 ACMA 仍有權取消核發設備執照。
中國大陸	● 違反法定職權或程序下所核發的執照、對不具備申請資格或不符條件的申請人所核發之執照、取得無線電頻率使用執照超過 2 年不使用或使用率不符合規定等行為，無線電管理機構可撤銷使用執照。 ● 使用執照如屆滿後未申請延續或未准予延續、頻率使用人於期限內申請終止使用頻率、無線電頻率使用執照依法被吊銷等情形，

國家	概述
	無線電管理機構可依法辦理使用執照的註銷手續與收回無線電頻率。
我國	● 頻率申請階段：頻率申請階段如文件有不實陳述或虛偽記載、變造/偽造情形、影響公平、公正行為、未依規定繳納費用或繳納金額不足，主管機關得撤銷或廢止申請資格，已獲核配者，得撤銷或廢止其核配。 ● 已核配頻率：自核配使用之日起逾 6 個月未使用或持續 6 個月以上未使用、未依規定繳納頻率使用費、其營運計畫或網路設置計畫之無線電頻率使用應履行事項情節重大，經主管機關通知改善而未改善或無法改善者、未經核准擅自供他人使用無線電頻率。

資料來源：本研究彙整。

觀察各國撤銷執照條件，僅南韓、新加坡與我國具備偽造、以不正當手段取得頻譜之條件，而自閒置頻譜角度觀之，德國、中國大陸與我國具有相同之撤銷執照條件，德國係依頻率超過 1 年未用於指定用途時主管機關得撤銷全部或部分頻率核配，中國大陸為取得無線電執照後超過 2 年不使用或使用率不符合規定可撤銷無線電頻率使用執照，我國則自核配使用日起逾 6 個月未使用或持續 6 個月以上未使用可撤銷或廢止其申請資格（見下表 2.5.5）。

表 2.5.5　閒置頻譜撤銷條件

國家	閒置頻譜撤銷條件
德國	頻率超過 1 年未用於指定用途。
中國大陸	取得無線電執照後超過 2 年不使用或使用率不符合規定。
我國	自核配使用日起逾 6 個月未使用或持續 6 個月以上未使用。

資料來源：本研究彙整。

四、未屆期—非違規行為而須收／繳回

為使頻譜獲得最有效運用、提振無線電頻率使用效率或以公共利益、國際無線電頻率使用趨勢為考量進行頻譜重整，本研究彙整研究對象國家非因違規行為而須收／繳回頻率情形臚列如下表 2.5.6。

表 2.5.6　主要國家頻譜未屆期—非違規行為而須收／繳回

國家	非屆期後繳回
美國	如服務或營運永久停止，其授權將自動終止。
英國	主管機關得隨時發出書面通知以撤銷執照。
日本	當無線電臺被廢止時執照即失效，且須一個月內將執照繳回。
歐盟	一般授權執照如對公共安全、公共衛生產生威脅，其使用權得於未屆期前終止。個別無線電頻譜使用權則為因應公共利益、秩序、國防等目標，使用權得於未屆期前終止。

國家	非屆期後繳回
德國	如因公共利益等因素導致頻率使用受到限制時主管機關得收回執照。
法國	如因公共利益需求，或為維持頻譜使用效率而須重新規劃時得將執照收回。
南韓	主管機關得依國防、公共安全、救助罹難人員等國家安全、維持秩序或人民生命安全之必要；無線電頻率使用現況；國際無線電頻率使用趨勢；無線電波技術發展趨勢；無線電波服務需求收回無線電頻率，並對其業務過程中遭受之損失進行賠償，然因頻譜重整而收回頻率者將依總統令退還頻率使用費，使用費金額皆由廣播通信發展基金、信息通信促進基金中支付。
新加坡	主管機關得在不支付補償的情況下依公共利益需求收回頻譜，以用於其他目的，或為因應技術發展趨勢重新規劃頻譜。
香港	若行政長官會同行政會議認為為公眾利益而有此需要，可隨時取消或暫時吊銷該執照。
澳大利亞	頻譜執照：原執照持有者持有頻譜之市場價值可能具備更有價值的用途時，主管機關有權收回頻譜，且毋須補償任何損失。然非屬上述情形則依照執照收回前一日之市場價值、其他造成之損失給予賠償金。 設備執照：於國際、國家或區域重大相關事件、具有公共利益之情事、用於國防、安全或緊急事變之用途時主管機關得將頻段重新規劃於其他用途。
中國大陸	政府可基於優化頻譜資源使用進行頻譜重整，或為維護國家安全、保障國家重大任務、處置重大突發事件等需要實施無線電管制
我國	為促進無線電頻率使用效益、滿足整體通訊和資訊發展需求主管機關得收回無線電頻率，而補償措施將從拍賣價金之一定比率或金額，給付申請繳回之頻率使用者。

資料來源：本研究彙整。

觀察研究對象國家所列非違規情形，歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞皆具備增進公共利益為由收回無線電頻率之條件，凸顯國際上朝向以公眾利益為考量進行頻譜重整之趨勢。

以補償機制觀之，檢視不具備補償機制之研究對象國家，新加坡頻譜收回情形若為公共利益所須或因應技術發展趨勢重新規劃頻譜，主管機關可在不支付任何補償情況下收回無線電頻率，澳大利亞具有相似概念，如主管機關認為原頻譜具備更有價值用途時，毋須就潛在價值而須付出的額外投資或原受權人應承受之損失進行補償。

而檢視具備補償機制之國家，我國依據《電信管理法》第 55 條，補償機制係由頻譜拍賣價金之一定比率或金額進行補償，澳大利亞一般頻譜執照如非屬於上述提及具有價值之用途時，主管機關將依據執照收回前一天的市場價值及其他損失進行賠償。值得注意的是，與其他國家補償機制不同，南韓係以基金支付欲退還之頻率使用費，或主

管機關有權要求新頻譜使用者直接賠償原受權人遭受之任何損失(見下表 2.5.7)。未來可持續觀察國際主管機關頻率收／繳回補償機制個案資料，以研析個別案件處理方式作為監理之參據。

表 2.5.7　各國補償機制比較

補償機制	說明
具備補償機制	● 南韓：如因頻譜重整而收回之頻率，使用費金額皆由廣播通信發展基金、信息通信促進基金中支付，主管機關亦可要求新使用者直接賠償原授權人。 ● 澳大利亞：如非屬於「頻譜具備更有價值用途」情形，主管機關將依據執照收回前一天之市場價值及其他損失進行賠償。 ● 我國：主管機關將從拍賣價金之一定比率或金額給付申請繳回之頻率使用者。
不具備補償機制	● 澳大利亞：如原授權人持有之頻譜具備更有價值用途時，主管機關可在不支付任何補償金前提下收回頻譜。 ● 新加坡：主管機關可在不支付補償的情況下，更改或撤回電臺執照網路執照所分配的任何無線電頻率。

資料來源：本研究彙整。

第六節　無線電頻率收費機制

一、核配模式下各國收費情形與目的

根據 2016 年 ITU 發布之《無線電頻譜核配與使用—政策指南與經濟面向（Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects）》[20]，無線電頻率核配模式可分為行政控制模式（Command and control model）、市場導向模式（Market-oriented model）和共同使用模式（Common use model），三種核配模式。

另 2018 年 ITU 發布之《頻譜管理的經濟問題（Economic aspects of spectrum management）》[21]，建立頻率收費機制之法律原則（Legal principles），國家有權力要求頻率使用者繳納頻率使用費（spectrum usage fees）和頻率管理費（spectrum management fees）。頻率使用費係指用以回收頻譜資源租金（spectrum resource rent）費用，基於使用者付費原則；頻率管理費係指用以回收頻譜監管機關之管理成本費用。於國際上，頻率使用相關收費亦分為頻率使用費[22]及頻率管理費兩種概念，然而主要國家頻率管理主管機關又可依行政管理方法，考量頻率使用費收取之訂定方式，並非各國皆將頻率使用費定義區分細項。為明確定義本研究之研究範疇，考量各國使用費訂定原則之差異，本研究討論之頻率使用費係根據 ITU 之頻率使用費定義，並為明確區分用詞，將國際上頻率使用費依據我國《規費法》[23]對規費之定義，分為行政規費及使用規費，根據《規費法》第 10 條收費基準原則，行政規費係指依直接材（物）料、人工及其他成本等定之；而使用規費係指依興建、購置、營運、維護、改良、管理及其他相關成本等定之。對應 ITU 頻率使用費和頻率管理費概念，即頻率使用費中包含頻率使用費（其意涵對應我國的「行政規費」）及頻率管理費（其意涵對應我國的「使用規費」）。

觀察各國家核配方式與使用費收取情形，歸納主要國家於三種核配模式下之收費架構與收費目的，如圖 2.6.1。

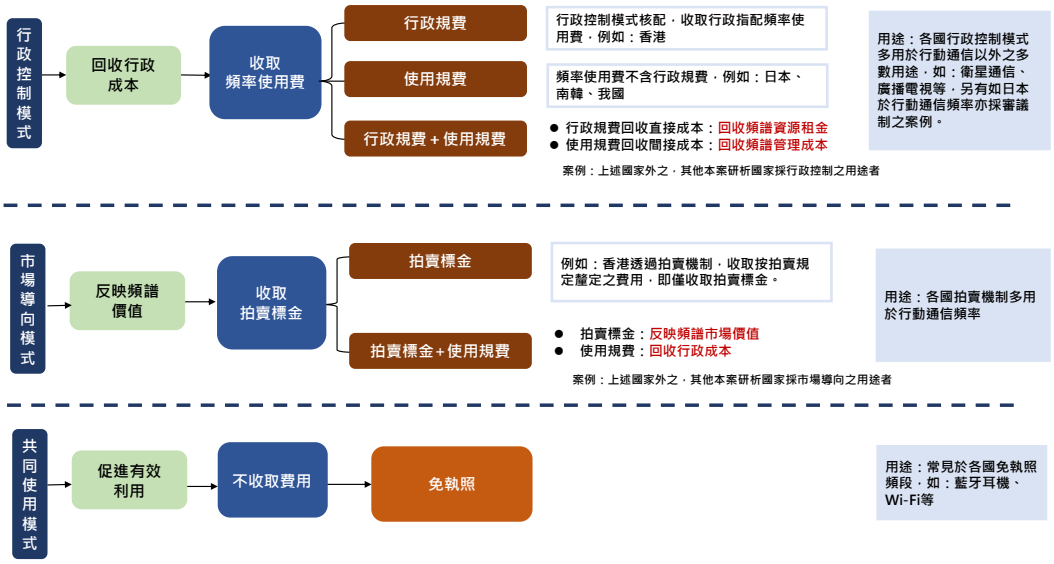
---

[20] ITU, 2016. Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-E.pdf

[21] ITU, 2018. Economic aspects of spectrum management. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2012-6-2018-PDF-E.pdf

[22] 此處「頻率使用費」意旨 ITU 基於使用者付費原則之「頻率使用費」，係指涉及頻譜資源本身之直接成本。

[23] 全國法規資料庫，2024。規費法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=G0340107&kw=%e8%a6%8f%e8%b2%bb%e6%b3%95



資料來源：本研究彙整。

圖 2.6.1　核配模式下各國收費情形與目的

（一）行政控制模式

透過行政控制模式核配者，主要收費目的為回收頻譜相關行政管理成本，通常各國會向頻率使用者收取頻率使用費。頻率使用費根據各國規定有不同定義，本研究根據主要國家實際收費情形將頻率使用費分為三類，一是包含「行政規費與使用規費」、二是「僅行政規費」、三為「僅使用規費」。

行政規費係指基於「頻譜本身」所產生之費用，即直接成本，例如：頻譜的佔用；使用規費係指基於「頻譜管理」所產生的費用，即間接成本，例如：頻譜管理、辦理相關研究等費用。透過行政控制模式核配，收取行政規費與使用規費之目的為回收頻譜管理之直接與間接成本，例如：德國頻率使用費須收取一次性費用（行政規費）與年度費用（使用規費）；採行國家包括美國、英國、德國、法國、新加坡、澳大利亞及中國大陸。另外，僅收取使用規費的國家，例如：我國根據《規費法》，將行政規費排除在頻率使用費之外；採行國家包括日本、南韓及我國。此外，香港透過行政指配之頻率，應繳納行政指配頻率使用費，行政指配頻率使用費以反映機會成本為主要目的，就收費目的而言，屬行政規費之範疇，香港透過行政控制模式核配者，僅須收取行政規費，除另特別規定之頻段，應按規定舉行之拍賣或一系列拍賣釐定[24]。在用途方面，各國透過行政控制模式核配，多用於

[24] 根據香港《電訊(以拍賣方法釐定頻譜使用費)規例》中，釐定頻譜使用費方法之規定，特別規定之頻段，包括《電訊(指定須繳付頻譜使用費的頻帶)令》中之附表第 2A、4、4A、5 部等列出之頻譜頻段之收費，須按規例例及指明條款舉行的拍賣或一系列拍賣而釐定。Legco.gov，2021。

行動通信以外之用途，例如：衛星通信、廣播電視等。此外，亦有特殊案例，例如日本於行動通信頻率採審議制之案例。

（二）市場導向模式

透過市場導向模式核配者，主要核配目的為反映頻譜經濟價值，通常透過拍賣機制收取拍賣標金，拍賣標金主要收費目的為反映頻譜市場價值，屬行政規費範疇。觀察各國透過拍賣主要收取費用為拍賣標金與使用規費，即頻率使用者除須繳納拍賣標金外，亦須繳納僅包含使用規費的頻率使用費，採行國家包括：美國、英國、德國、法國、南韓、新加坡、澳大利亞、中國大陸及我國。另外，也有僅收取拍賣標金之國家，如：香港頻率拍賣僅需繳納法定規定之拍賣釐定頻率使用費，即透過市場導向模式核配之拍賣頻率，僅需繳納拍賣標金，無須收取其他費用，例如：2019 年的 3.3GHz 頻譜拍賣[25]。拍賣是以市場導向決定頻譜使用的最佳方式，透過拍賣反映頻譜市場價值，係市場導向模式核配反應頻譜經濟價值之最佳體現。在用途方面，各國拍賣機制多用於行動通信頻率用途。

（三）共同使用模式

透過共同使用模式核配者，主要是為促進頻譜之有效利用，通常各國以免執照的方式釋出，共同使用模式不收取頻率使用費，於用途方面常見於各國免執照頻段，包括藍牙耳機、Wi-Fi 等。

前述針對觀察各國家核配方式與使用費收取情形，歸納主要國家於核配模式下之收費架構與收費目的，後面將針對各國不同收費架構討論各國案例。

二、小結

我國頻率使用費收入係依財政部國庫署之規定納入國庫收入[26]，又依《國家通訊傳播委員會組織法》將頻率使用費及其他規費收入之5~15%納入「通訊傳播監督管理基金」[27]，屬非營業基金專款。於國際上，大部分國家均將頻率使用費收入納入國庫，例如：美國頻率使

《電訊(以拍賣方法釐定頻譜使用費)規例》。https://www.elegislation.gov.hk/hk/cap106AC!en-zh-Hant-HK.pdf

[25] OFCA，2019。3.3 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2023.html

[26] 中央銀行，2020。什麼是國庫存款？https://knowledge.cbc.gov.tw/front/qa/inpage/341D0A0B-613B-EB11-80EB-000C29A1B907

[27] 全國法規資料庫，2022。《國家通訊傳播委員會組織法》第十四條。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=P0000008

用費須繳納申請費與年度監管費，繳納之申請費應美國國會規定存入美國財政部（U.S. Department of the Treasury）[28]，美國聯邦通信委員會（FCC）則是使用收取之年度監管費[29]，而非申請費。

除將頻率使用費收入納入國庫外，亦有部分國家將頻率使用費收入納入基金，例如：英國頻率使用費部分以補助金形式予英國通訊管理局（Ofcom）用於支付頻譜管理成本，其餘則轉給適當之聯合基金[30]；日本設立用於 Beyond 5G、6G 之創新基金[31]及我國設立通信基金專款。

本研究觀察主要國家頻率收費機制與目的，根據各國頻率使用費收費用途，統整國際上頻率使用費用途範疇，分為回收行政直接成本、無線電相關研究、政策擬定、辦理國際相關活動、無線電頻率干擾處理、無線電頻率監測，共計六項。以下將針對上述六項探討國際上之案例。

（一）頻率使用費收費用途

1. 回收行政直接成本

觀察各國頻率使用費收費用途，大多用於回收頻譜相關直接行政成本，例如：德國一次性費用為向頻率使用者收取頻率佔用等公共服務之費用；法國國家年費係根據頻率使用直接價值收費。其他採行國家包括美國、英國、歐盟、新加坡及中國大陸皆將頻率使用費用以回收行政直接成本。

2. 無線電相關研究

於國際上，將部分頻率使用費規劃用於無線電頻率相關研究之國家，例如：日本針對無線電資源的擴展進行研究開發、基礎技術研發等，為促進無線電頻率持續有效利用，其他國家包括德國、南韓及澳大利亞皆將部分頻率使用費用於無線電相關研究。

另外，於執行無線電相關研究中，部分國家皆關注無線電對人體健康影響之相關研究，例如：澳大利亞頻譜執照中之執照稅，包含電磁能計畫（Electromagnetic Energy Program, EME）成本，EME 計畫成本主要用於政府對電磁能量對健康影響之研究、資訊和參與活動等支出[32]。其他執行國家包括日本及德國；另，法國亦根據法規提及針對

[28] Fcc, 2023. Application Processing Fees. https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees/application-processing-fees
[29] Fcc, 2023. Regulatory Fees. https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees/regulatory-fees
[30] Ofcom, n.d. Spectrum management costs & fees. https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/annual-reports-and-plans/spectrum-management-costs-and-fees
[31] 総務省，n.d. 電波利用料制度の目的等。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/index.htm
[32] ACMA, 2023. Spectrum licence taxes. https://www.acma.gov.au/spectrum-licence-taxes

無線電使用需考量維護人體健康等。

3. 相關政策之擬定

為促進無線電頻率之和諧使用，國家擬定無線電相關政策，是為頻率規劃、管理及使用等重要的一環，例如：美國年度監管費係用於美國法典（United States Code, U.S.C.）第 47 篇（以下簡稱「U.S.C.47」）說明之執法行動、政策制定等[33]。其他採行之國家包括德國及中國大陸皆有法規考量相關政策之擬定。

4. 辦理國際相關活動

為促使頻率使用符合國際標準，國家參與國際相關活動，促進頻率國際間之合作、協調，及全球頻率之有效利用。例如：美國法規說明年度監管費應用於執法行動、國際活動等相關成本；日本將部分頻率使用費用於與國際組織建立國際標準化聯絡協調辦公室，促進國際頻率使用之合作[34]；德國《電信法（TKG）》亦提及頻率使用費用於國際合作。

5. 無線電頻率干擾處理

無線電頻率和諧使用之條件之一為解決頻率間之互相干擾問題，部分國家於頻率管理母法中，均有頻率使用互不干擾之條件規定。於國際上，將部分頻率使用費規劃用於無線電頻率干擾處理之國家，德國頻率使用費收取依據三個主要法規（TKG、EMVG、FuAG），係用於頻率使用規劃、更新，必要之測量、測試和兼容性（干擾）研究等[35]；澳大利亞設備執照收取之年度執照稅用於國際協調和國內規劃及干擾管理等[36]；中國大陸《無線電管理條例》中臚列頻率佔用費用於頻率管理相關活動，其中包括無線電干擾處理[37]。

6. 無線電頻率監測

非法改裝無線電設備或未經許可發射之無線電頻率，可能造成不必要的干擾，保護無線電頻率使用須透過無線電頻率監測以防止非法無線電頻率之使用。中國大陸頻率佔用費用於頻率管理相關活動之

---

[33] Legal information institute, 2018. 47 U.S. Code § 159 - Regulatory fees. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/159

[34] 総務省，n.d. 電波利用料制度の目的等。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/index.htm

[35] BNetzA, 2024. Frequenzschutzbeiträge. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Grundlagen/Frequenzschutzbeitraege/start.html

[36] ACMA, 2024. Apparatus licence fee schedule. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-04/Apparatus%20licence%20fee%20schedule%20%28April%202024%29.pdf

[37] 中华人民共和国中央人民政府，2016。中华人民共和国无线电管理条例。http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/25/content_5137687.htm

費用，其中包含無線電頻率監測[38]；日本根據《電波法》103 條之 2 第 4 項規定，頻率使用費用途包括實施無線電波監控行動、無線電臺監管等[39]；德國則根據《電信法（TKG）》規定，頻率使用費用於確保頻譜使用之最佳化研究，包括頻率佔用之監測和無線電涵蓋測試等[40]。

觀察各國頻率使用費收費機制、收費目的及用途，歸納各國對應之收費類型與收費用途，如表 2.6.1。另，依本研究統整之頻率使用費用途範疇，歸納其對應國家之案例，如表 2.6.2。

表 2.6.1　各國頻率使用費對應之收費類型與收費用用途

國家	頻率使用相關收費	對應收費	收費用途
美國	年度監管費	行政規費、使用規費	執法行動、政策制定等活動成本
英國	行政管理費	行政規費	收為英國政府所有，部分以補助金形式予 Ofcom 用於支付頻譜管理成本，其餘轉給適當之聯合基金
	年度執照費	使用規費	
日本	頻率使用費	使用規費	用於無線電波使用共同利益事務
德國	一次性費用	行政規費	頻率使用規劃和更新，必要的測量、測試和兼容性研究等
	年度費用	使用規費	
法國	國家年費	行政規費	支付國家管理無線電頻率產生之費用成本
	年度管理費	使用規費	
南韓	頻率使用費	使用規費	頻率使用費用於營運無線電臺、無線電相關研究
新加坡	申請處理費	行政規費	用於回收頻率申請可行性所需之活動成本
	年度頻率管理費	使用規費	用於回收保障頻率安全使用相關活動之成本
香港	行政指配頻率使用費	行政規費	確保頻譜資源以具經濟、社會和技術效益使用
澳大利亞	頻譜執照：頻譜執照稅	使用規費	用以支付頻譜管理成本

[38] 中华人民共和国中央人民政府，2016。中华人民共和国无线电管理条例。http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/25/content_5137687.htm

[39] 総務省，n.d. 電波利用料制度の目的等。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/index.htm

[40] BNetzA, 2024. Frequenzschutzbeiträge. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Grundlagen/Frequenzschutzbeitraege/start.html

國家	頻率使用相關收費	對應收費	收費用途
	設備執照：行政費用	使用規費	用以支付頻譜管理之直接成本
	設備執照：年度執照稅	使用規費	用以支付頻譜管理之間接成本
中國大陸	註冊登記費	行政規費	用於註冊登記手續費
	頻率佔用費	使用規費	用於頻率管理相關活動費用
我國	頻率使用費	使用規費	頻率及電信號碼使用費歸於使用規費收入

資料來源：本研究彙整。

表 2.6.2　頻率使用費用途對應之國家案例

頻率使用費用途	國家	用途敘述
回收行政直接成本	美國、英國、歐盟、德國、法國、新加坡、中國大陸	用於回收頻譜相關直接行政成本，例如：法國國家年費根據頻率使用直接價值收費。
無線電相關研究（包括無線電對人體健康影響之研究）	日本	日本針對無線電資源的擴展進行研究開發、基礎技術研發等。
	德國	德國頻率使用費用於確保頻譜的使用和最佳化研究。德國《無線電設備法（FuAG）》規定繳納之年度費用用途包括危及人體健康等。
	法國	法國《郵政與電子通訊法（CPCE）》規定，主管機關可對頻率使用者限制，其中包括保障公眾健康。
	南韓	南韓頻率使用費用於無線電相關研究。
	澳大利亞	澳大利亞頻譜執照稅中，EME 計畫成本主要用於政府對電磁能量對健康影響之研究。
相關政策之擬定	美國	美國年度監管費係用於美國法典第 47 篇（U.S.C.47）說明之執法行動、政策制定等。
	德國	德國《電信法（TKG）》規定頻率使用費為確保頻率有效使用，用於未分配頻率使用之決定。
	中國大陸	中國大陸依法規臚列頻率佔用費用於之頻率管理相關活動，其中包括政策擬定。
辦理國際相關活動	美國	美國法典第 47 篇（U.S.C.47）說明年度監管費用途，其中包括國際活動等相關成本。

頻率使用費用途	國家	用途敘述
	日本	日本將部分頻率使用費用於與國際組織建立國際標準化聯絡協調辦公室，促進國際頻率使用之合作。
	德國	德國《電信法（TKG）》亦提及頻率使用費用於國際合作。
	澳大利亞	澳大利亞設備執照收取之年度執照稅用於國際協調和國內規劃等。
無線電頻率干擾處理	德國	德國依據三個主要法規（TKG、EMVG、FuAG），用於頻率使用規劃、更新，必要之測量、測試和兼容性（干擾）研究等。
	澳大利亞	澳大利亞設備執照收取之年度執照稅用於國內規劃及干擾管理等。
	中國大陸	中國大陸依法規臚列頻率佔用費用於之頻率管理相關活動，其中包括無線電干擾處理。
無線電頻率監測	日本	日本根據《電波法》規定，頻率使用費用途包括實施無線電波監控行動、無線電臺臺監管等。
	德國	德國根據《電信法（TKG）》規定，頻率使用費用於包括頻率佔用之監測和無線電涵蓋測試等。
	中國大陸	中國大陸依法規臚列頻率佔用費用於之頻率管理相關活動，其中包括無線電頻率監測。

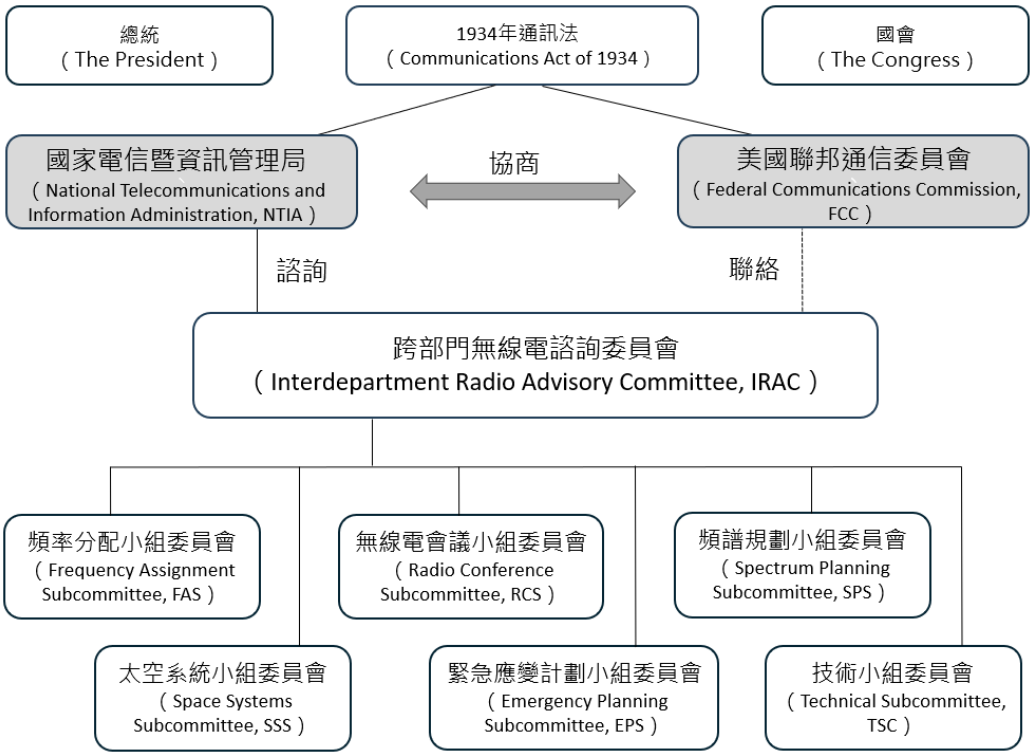
資料來源：本研究彙整。

第三章　主要國家頻率資源管理架構調查

第一節　美國

一、主管機關

美國無線電頻譜主管機關為美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission, FCC）與國家電信暨資訊管理局（National Telecommunications and Information Administration, NTIA），分別管理非聯邦使用及聯邦使用的頻譜資源[41]（圖 3.1.1），分述如下。



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

圖 3.1.1　美國頻率資源主管機關

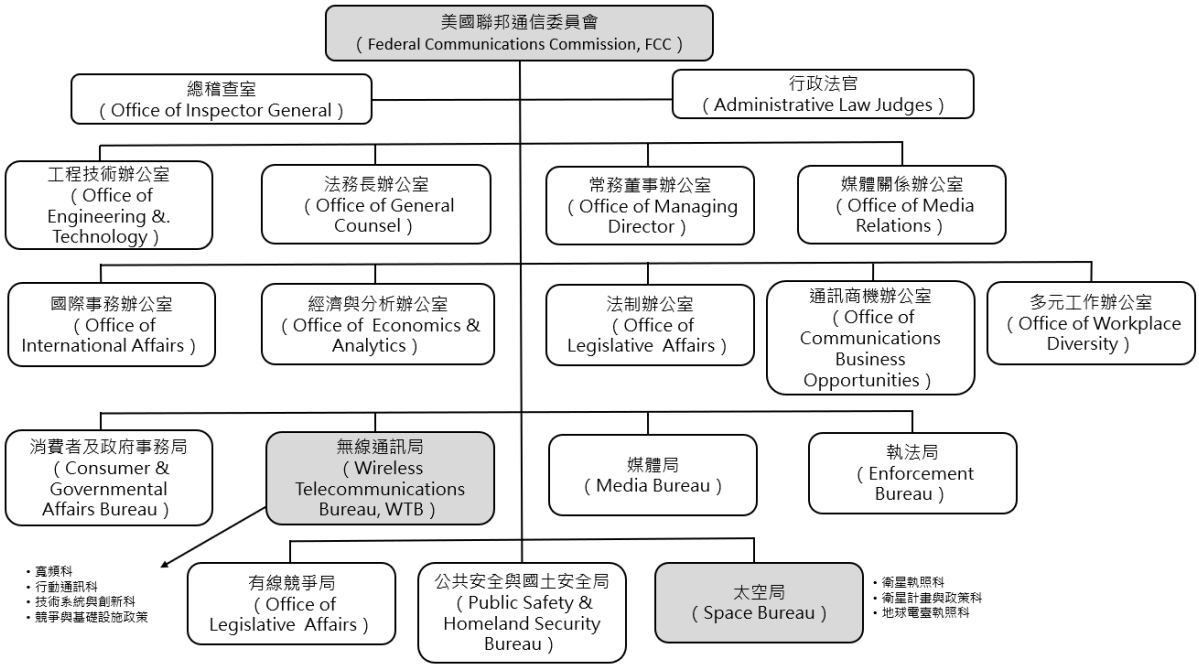
（一）聯邦通信委員會（FCC）

FCC 係受國會監督的獨立美國政府機構，也是美國通訊法規、監管和技術創新的主要權威機構，其主責監管美國所有 50 個州、哥倫比亞特區和美國領地的廣播、電視、有線、衛星及電纜之網路連接與通訊，旨在促進寬頻服務和設施的競爭、創新和投資、推動適用的

[41] FCC, n.d. Radio Spectrum Allocation. https://www.fcc.gov/engineering-technology/policy-and-rules-division/general/radio-spectrum-allocation

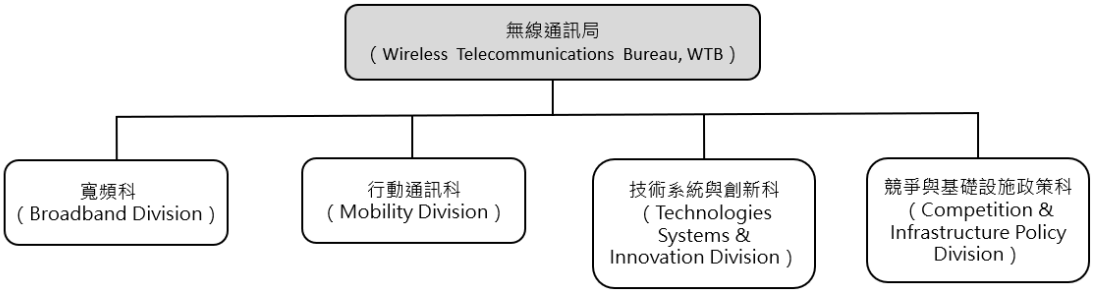
競爭框架以發展國家經濟、鼓勵國內和國際頻譜的最佳利用、提升國家通訊基礎設施的防禦領導地位[42]。

FCC 轄下有 9 個辦公室及 7 個局（圖 3.1.2），與頻譜管理相關的分別是無線通訊局（Wireless Telecommunications Bureau, WTB）及太空局（Space Bureau, SB），其組織架構如圖 3.1.3 及圖 3.1.4。



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

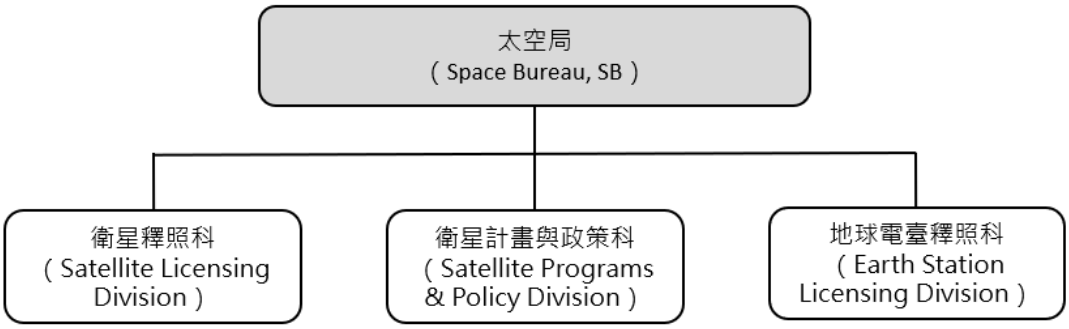
圖 3.1.2　美國 FCC 組織架構



資料來源：本研究彙整。

圖 3.1.3　美國 FCC 轄下無線通訊局的組織架構

[42] FCC, n.d. What We Do. https://www.fcc.gov/about-fcc/what-we-do



資料來源：本研究彙整。

圖 3.1.4　美國 FCC 轄下太空局的組織架構

（二）國家電信暨資訊管理局（NTIA）

NTIA 係隸屬美國商務部（Department of Commerce, DOC）的行政機關，負責就電信和資訊政策問題向總統提供建議，其計劃和政策制定著重於擴大美國的寬頻網路接取和採用，以擴大所有用戶的頻譜應用，並確保持續網路創新，其他職責包括管理聯邦政府的頻譜使用、管理資助計畫以促進寬頻和其他技術在美國的佈署和使用、制定與網路經濟相關議題的政策、促進網際網路域名系統的穩定性與安全性，以及與聯邦政府和私部門合作夥伴推動先進電信研究及工程等，其組織架構如圖 3.1.5[43]。

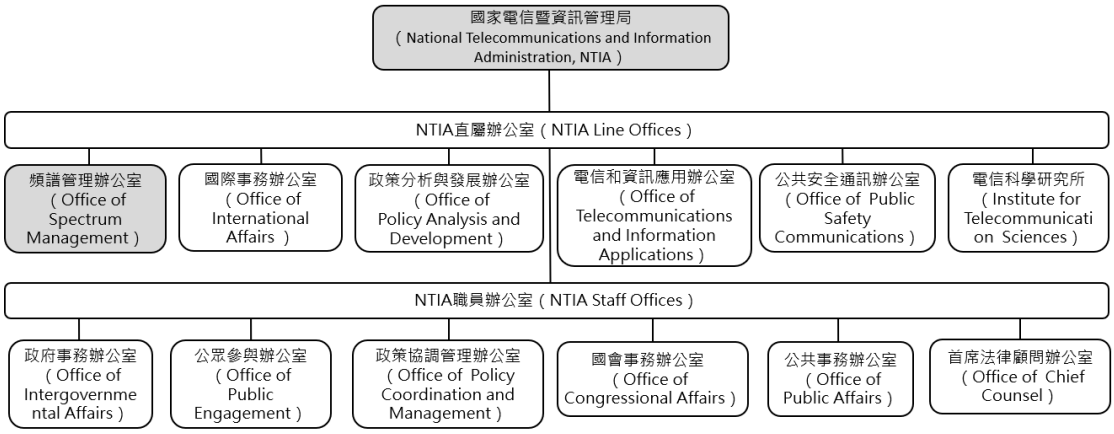
NTIA 轄下與頻譜管理相關的頻譜管理辦公室（Office of Spectrum Management, OSM），主責管理聯邦政府的無線電頻譜使用，並確保滿足美國和國際頻譜需求，其組織架構如圖 3.1.6。

NTIA 另設有跨部門無線電諮詢委員會（Interdepartment Radio Advisory Committee, IRAC）協助助理部長為美國政府無線電臺分配頻率，以及制定和執行與頻譜分配、管理和使用有關的政策、計畫、程序與技術標準[44]；FCC 亦與 IRAC 協調頻譜管理與應用事宜[45]。

[43] NTIA, n.d. About NTIA. https://www.ntia.gov/page/about-ntia

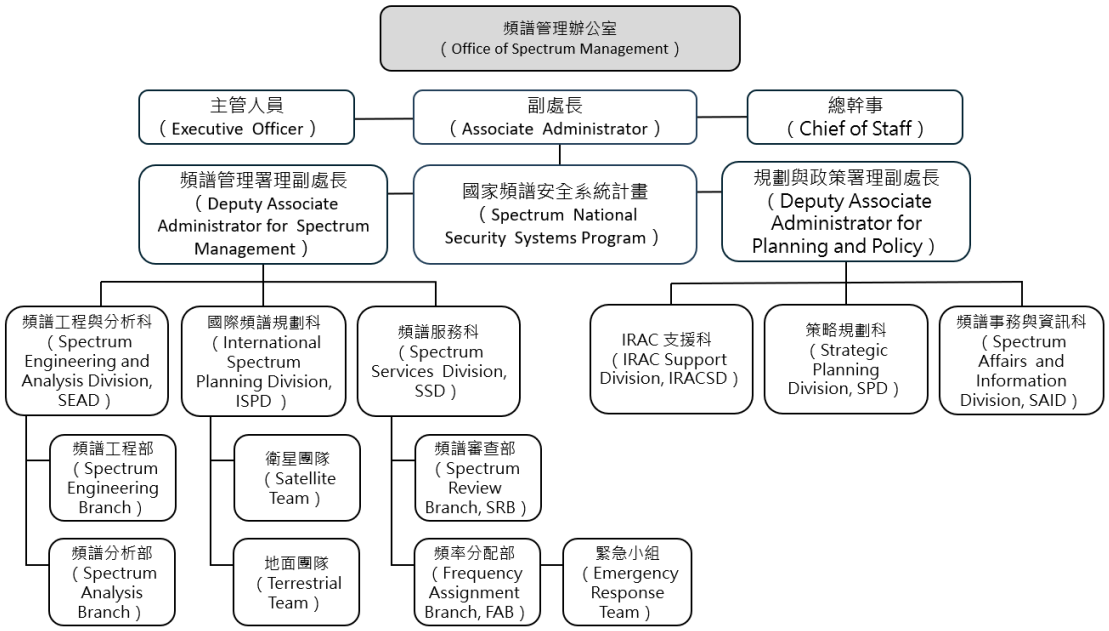
[44] IRAC 成員有農業部、空軍、陸軍、海岸防衛隊、商務部、能源部、聯邦航空管理局、國土安全部、內政部、司法部、國家航空暨太空總署行政部門、海軍、國家科學基金會、國務院、交通部、財政部、美國全球媒體署、美國郵政局、退伍軍人事務部等 19 個美國政府機關，而 FCC 則為聯絡單位。

[45] NTIA, n.d. Manual of Regulations for Federal Radiofrequency Spectrum Management, Chapter 1 Authority and Organization. https://www.ntia.gov/publications/redbook-manual



資料來源：本研究彙整。

圖 3.1.5　美國 NTIA 組織架構



資料來源：本研究彙整。

圖 3.1.6　美國 NTIA 轄下 OSM 的組織架構

另外，美國拜登政府於 2023 年 11 月 16 日發布「國家頻譜戰略（National Spectrum Strategy）」，NTIA 與 FCC 先後成立機構間頻譜諮詢委員會（Interagency Spectrum Advisory Council）及頻譜指導團隊（Spectrum Steering Team），詳見附錄三。

二、主要法規

美國聯邦法規（Code of Federal Regulations, CFR）第 47 篇（以下簡稱「CFR47」）由 FCC 發布，闡明 FCC 與 NTIA 掌理通訊傳播監理相關事宜，主要包含聯邦使用與非聯邦使用的頻譜管理、基地臺執照的核發與相關監理規則、以及對洲際和國際電信事業進行監理等（圖 3.1.7）。

美國法典（U.S.C.）第 47 篇（以下簡稱「U.S.C.47」）[46]由美國聯邦發布，闡明 FCC 與 NTIA 在通訊傳播監理的相關職責及權限，主要包含廣播及電視的頻譜管理及許可證發放相關規定、無線傳播的管理、以及網路安全及中立性的管理（圖 3.1.7）。

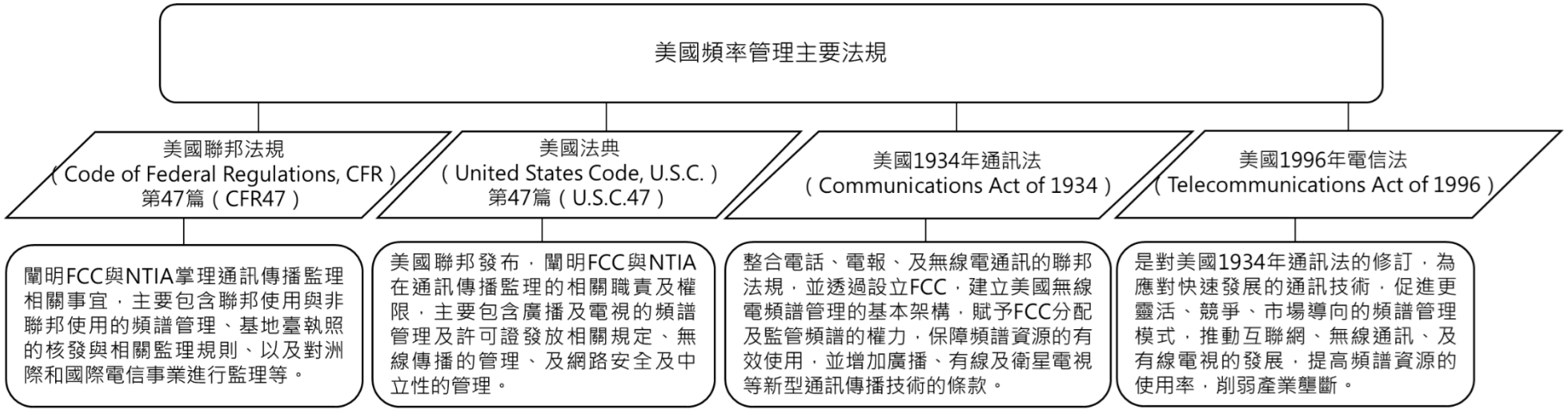
美國 1934 年通訊法（The Communications Act of 1934）[47]整合電話、電報、及無線電通訊的聯邦法規，並透過設立 FCC，建立美國無線電頻譜管理的基本架構，賦予 FCC 分配及監管頻譜的權力，保障頻譜資源的有效使用，並增加廣播、有線及衛星電視等新型通訊傳播技術的條款（圖 3.1.7）。

美國 1996 年電信法（Telecommunications Act of 1996）[48]是對美國 1934 年通訊法的修訂，為應對快速發展的通訊技術，促進更靈活、競爭、市場導向的頻譜管理模式，推動互聯網、無線通訊、及有線電視的發展，提高頻譜資源的使用率，削弱產業壟斷（圖 3.1.7）。

[46] Office of the Law Revision Counsel, n.d. United States Code-Title 47. https://uscode.house.gov/browse/prelim@title47&edition=prelim

[47] Bureau of Justice Assistance, n.d. The Communications Act of 1934. https://bja.ojp.gov/program/it/privacy-civil-liberties/authorities/statutes/1288

[48] Federal Communications Commission, n.d. Telecommunications Act of 1996. https://www.fcc.gov/general/telecommunications-act-1996



資料來源：本研究彙整。

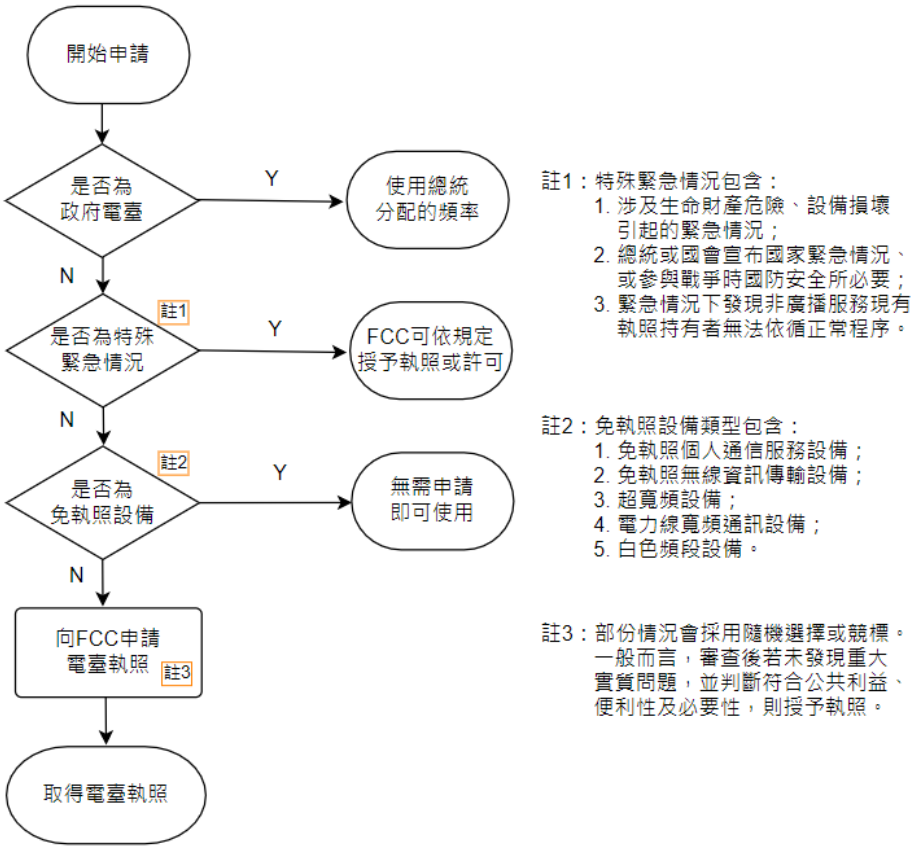
圖 3.1.7　美國頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

根據 47 U.S. Code § 301 規定，任何人不得使用或操作任何透過無線電傳輸能量、通訊或訊號的設備，除非其依據法規規定並取得執照。美國 47 U.S. Code 第五章旨在維護對美國無線電傳輸通道的管理控制，雖允許個人在有限時間內使用無線電頻道，但不授予所有權，且是透過聯邦當局核發執照。而政府擁有的電臺則不受前述限制，此類電臺應使用由總統分配給每個電臺或每個類別的頻率[49]，美國頻率申請架構如圖 3.1.8。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.1.8　美國頻率申請架構

[49] 依據美國法典第 47 篇 U.S. Code §305 的規定，除了位在海上，超出美國陸地的海軍及其他政府船舶上的電臺，在發送與政府業務無關的任何無線電通信或信號時，應符合 FCC 為防止干擾其他無線電臺和他人權利所制定的規則和規定。

美國頻率資源管理架構類別，按 CFR47 可略分類為公共電信事業服務（Common Carrier Service）、廣播無線電服務（Broadcast Radio Services）、安全和特殊無線電服務（Safety and Special Radio Services）及免執照設備等類型。

以下根據是否需要申請執照，說明美國的頻率授權方式：

（1）執照申請

原則上 FCC 惟有收到書面申請後才能核發設置許可（construction permits）及電臺執照，但若發生特殊緊急情況，無須經正式申請，FCC 即可依其規定授予設置許可及電臺執照，或者對其進行修改或展延，但授權效期僅限必要之緊急或戰爭期間內。特殊緊急情況概述如下[50]：

- 若 FCC 發現存在危及生命或財產的危險，或由於設備損壞而引起的緊急情況；
- 總統或國會宣布的國家緊急情況期間，以及在美國參與的任何戰爭期間，並且對於國家防禦與安全等方面為必要之情況；
- 緊急情況下 FCC 發現在非廣播服務中無法從現有執照持有者獲得展延申請或無法遵循正常釋照程序之情形。

此外，FCC 亦得透過電纜、電報或無線電核發許可（permit），以取代在美國海域上的船舶操作無線電臺所需要的執照，但該許可僅於船舶返回美國的港口之前有效。

（2）免執照設備

美國免執照設備只要符合技術規範及使用條件，無需申請即可使用。依據 CFR47 Part15[51]，美國免執照設備包含以下類型：

- **免執照個人通信服務設備（Unlicensed Personal Communications Service Devices）**：指運作於 1920-1930MHz 頻段的射頻電機（Intentional radiators），為個人及企業提供廣泛的行動通信與輔助固定通信服務。
- **免執照無線資訊傳輸設備（Unlicensed National Information Infrastructure Devices）**：指運作於 5.15-5.35GHz、5.47-5.895 GHz 和 5.925-7.125GHz 頻段的射頻電機，使用寬頻數位調變技術，為個人、企業和機構提供各種高傳輸速率的行動通信及固定通信服務。

---

[50] LII, n.d. 47 U.S. Code § 308 - Requirements for license. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/308

[51] 美國免執照設備管理架構相關規定，詳細法源依據可參照 CFR47 Part15：Radio Frequency Devices。

- **超寬頻設備（Ultra-Wideband Operation）**：免執照超寬頻傳輸系統（unlicensed ultra-wideband transmission systems）。超寬頻（Ultra-wideband, UWB）發射機的比例頻寬（fractional bandwidth）等於或大於 0.20，或無論比例頻寬為何 UWB 頻寬等於或大於 500 MHz。
- **電力線寬頻通訊設備（Access Broadband Over Power Line, Access BPL）**：使用 1.705-80MHz 頻段，藉由中或低電壓線運作的電力線寬頻通訊設備。
- **白色頻段設備（White Space Devices）**：使用 600 MHz 頻段（包含護衛頻段及雙工空隙（duplex gap）和 608-614MHz 頻段（channel 37），在廣播電視頻道之可用頻段運作的免執照射頻電機。
- **意圖性輻射（Intentional Radiators）**：於 CFR47 Part 15 子章節 C 中列出例外得為獨立產品之外部射頻功率放大器（external radio frequency power amplifier），其條件為[52]：符合第 15.247 項技術規範及輸出功率限制，並使用 902-928MHz、2400-2483.5MHz 或 5725-5850MHz 頻段之設備。

2. 申請資格

美國電臺執照的申請資格係依據每個執照類型訂定，共通性規定方面，主要依據 47 U.S. Code §310 對電臺執照所有權的限制，彙整如表 3.1.1。

表 3.1.1　美國電臺執照資格限制

資格限制	限制說明
外國政府或其代表	不可獲得電臺執照。
授予外國人或其代表、外國公司等	不可獲得廣播、公共電信事業、航空航路（aeronautical en route）或航空固定無線電（aeronautical fixed radio）電臺執照。 限制對象包含： － 任何外國人或其代表； － 任何依據外國政府法律成立的公司； － 任何公司的股份有超過 20%由外國人或其代表、外國政府或其代表，或依據外國國家法律成立的公司持有； － 任何公司直接或間接地由其他公司控制，而該公司的股份有超過 25%由外國人、其代表、外國政府或其代表，或依據外國國家法律成立的公司持有，且 FCC 認為拒絕其執照申請符合公

[52] 詳細規範說明可參照 CFR47 Part15.204 External radio frequency power amplifiers and antenna modifications. https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-C

資格限制	限制說明
	共利益者。（例外：事先請願並經 FCC 判斷為有利於公共利益）

資料來源：本研究彙整自 47 U.S. Code §310。

其他有關外國政府、公司或個人等身份於美國申請或營運無線電臺的相關規定彙整如下：

- **外國政府電臺設置使用的授權：**總統可在確定符合國家安全利益的情況下，根據其制定的條款和條件，授權外國政府在美國政府的所在地或該外國政府大使館或領事館附近設置及營運固定通信服務的低功率無線電臺，用於傳送訊息到美國境外。（47 U.S. Code §305）
- **外國航空器無線電臺執照的承認：**若美國註冊的航空器係由受外國政府監管的航空公司（根據租賃、包機或類似安排）營運的情況下，有權與該政府簽訂協議，FCC 根據協定承認並接受該政府核發有關該航空器之任何無線電臺執照及無線電操作人員證照。（47 U.S. Code §303）
- **外國船舶通信：**任何人於外國船舶在美國司法管轄範圍內發送無線電通訊或訊號，僅應在符合防止干擾的規定下進行傳輸。（47 U.S. Code §306）

3. 申請文件

按 47 U.S. Code §308 規定，所有電臺執照申請皆應詳述 FCC 規定要求之資訊，包含：

- 申請者的國籍、適當性[53]、財務、技術和其他關於營運電臺之資格事實說明；
- 申請之站點的所有權和位置，及規劃與之通訊的站點（若適用）；
- 所需使用的頻率與功率；
- 規劃運作電臺的每日時段或其他時段；
- 電臺使用目的；
- 其他 FCC 要求的資訊。

FCC 於收到申請後的任何時間及執照的有效期間內，皆可要求申請人或執照持有者進一步提供書面事實聲明，以判斷是否應該核准或拒絕其申請，或撤銷該執照。申請書及事實聲明應由申請人或執照持有者根據 FCC 指定的方式或形式簽署。

[53] 原文為 character，其意義偏向申請者之品格、品德，本研究參考通傳會（2014）第 11 梯次第 1 階段廣播電臺釋照競價規劃研究，翻譯為適當性。詳參：https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/15052/3359_33648_150525_1.pdf

4. 審查基準

FCC 在受理電臺執照申請後，經審查決定是否核發，但也可能採用隨機選擇（random selection）或使用競標（competitive bidding）方式決定執照授予對象。

- **審查**：FCC 審查每份申請是否符合公共利益、便利性及必要性，若判斷符合則予以核准。
- **隨機選擇（抽籤）**：若收到複數申請時，FCC 有權使用隨機選擇系統（意即抽籤）將執照或許可授予合格的申請者，但這項權限基本上在 1997 年 7 月 1 日後已經終止。除了非商業教育廣播電臺及公共廣播電臺外，FCC 已不再採用隨機選擇系統核發執照。
- **競標**：FCC 收到無法同時成立（mutually exclusive）的執照或設置許可申請時，應透過競標系統將執照或許可授予合格的申請者，但以下情形不適用招標：

－ 用於公共安全無線電服務：(i) 用於保護生命、健康或財產安全；(ii) 不以商業方式向公眾提供；包括國家、州和地方政府及非政府實體使用的內部專用無線電服務，以及非營利組織提供的緊急道路服務等。

－ 授予現有地面廣播執照持有者用以替換其類比電視服務執照的數位電視服務執照或設置許可；

－ 非商業教育廣播電臺及公共廣播電臺。

此外，美國於 2010 年國家寬頻計畫引入誘因拍賣概念，透過給予原執照持有者頻譜拍賣的一部分收入，以鼓勵其自願放棄擁有的頻譜使用權，藉此將頻譜釋出給新的用途使用[54]。

FCC 根據 47 U.S. Code §309 規定，在審查每份申請時須考量授予該申請是否符合公共利益、便利性及必要性，若判斷符合則應予以核准。但如果 FCC 在審查過程發現存在重大且實質性的事實問題，或判斷授予申請無法符合公共利益、便利性或必要性，則應通知申請人和所有已知的利益相關方進行聽證（hearings）。

但針對部分電臺執照申請，FCC 應在受理申請後進行至少 30 天公告，才能作出授予決定[55]，包含：

- 廣播或公共電信事業服務之電臺的授權工具（instrument of

[54] FCC, n.d. Incentive Auctions. https://www.fcc.gov/general/incentive-auctions-0
[55] 不包含臨時授權申請和其他特殊情況的申請。

authorization）[56]；

- 以下類別電臺的授權工具：

－核配予專屬頻率的工業無線電定位電臺（industrial radio positioning stations）；

－航空航路電臺（Aeronautical enroute stations）；

－航空諮詢電臺（aeronautical advisory stations）；

－機場控制電臺（airdrome control stations）；

－航空固定電臺（aeronautical fixed stations）；

－FCC 規定之非廣播或公共電信事業服務中的其他電臺或電臺類別。

任何利益相關方皆可在申請被授予前或指定聽證前，向 FCC 提交反對請願書，請願書需包含具體事實指控，顯示該申請不符合公共利益、便利性或必要性。請願書送達申請人後，申請人有機會進行回覆。若 FCC 判斷無重大實質性的問題，且授予申請符合公共利益、便利性或必要性，則應授予該申請，否決請願（包含簡明的否決理由聲明，該聲明應處理請願提出的所有重大問題）。

5. ISM 頻段管理機制

根據 CFR47 Part 18，在美國 ISM 設備係指為工業、科學、醫療、家庭或類似目的產生及使用當地（locally）射頻能量的設備或器具，不包含電信領域的應用。典型的 ISM 應用是產生物理、生物或化學效應，例如加熱、氣體電離、機械振動、脫毛（hair removal）及帶電粒子加速（acceleration of charged particles）。

ISM 設備除非另有規定，否則皆須經由製造商合格聲明（Supplier's Declaration of Conformity, SDoC）或經由電信認證機構（Telecommunication Certification Body, TCB）事先的認證程序。美國 ISM 設備可於 9kHz 以上頻率運作，但禁止於§18.303 所列安全、搜索與救援頻段[57]內操作使用，原則上無須申請頻率核配，而指定用於 ISM 設備的頻率如表 3.1.2。

表 3.1.2　美國 ISM 應用之頻率範圍

ISM 頻率範圍	誤差容許值
6.78 MHz	±15.0 kHz
13.56 MHz	±7.0 kHz
27.12 MHz	±163.0 kHz

[56] 經查詢 47 U.S. Code，並未對「授權工具（instrument of authorization）」一詞有具體定義，但「授權工具」一詞出現在設置許可及電臺執照的定義說明中。

[57] 禁止於安全、搜索與救援頻段 490–510 kHz、2170–2194 kHz、8354–8374 kHz、121.4–121.6 MHz、156.7–156.9 MHz 和 242.8–243.2 MHz 內操作 ISM 設備。（CFR47 Part18 §18.303）

ISM 頻率範圍	誤差容許值
40.69 MHz	±20.0kHz
915 MHz	±13.0 MHz
2450 MHz	±50.0 MHz
5800MHz	±75.0 MHz
24.125 GHz	±125.0 MHz
61.25 GHz	±250.0 MHz
122.50 GHz	±500.0MHz
245.00GHz	±1.0GHz

資料來源：eCFR, 2023Title 47 Chapter I Subchapter A Part 18 Subpart C § 18.301. https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-18/subpart-C/section-18.301

另外，FCC 於 2024 年 8 月發布之「報告和命令（Report and Order）」，規定部分 5030-5091MHz 頻段，提供無人飛行系統（Unmanned Aircraft Systems）使用（以下簡稱無人機），並提出頻譜分配期限之概念，分為「永久性分配」和「臨時性分配」[58]。「永久性分配」為將特定頻段長期分配給特定使用者或用途，且無使用期限，通常用於如廣播電視或國防需求，以確保其穩定運作；「臨時性分配」為透過動態頻譜管理系統等方式提供臨時頻率分配，通常用於新興技術或應用。FCC 規範無人機系統於 5030-5091MHz 頻段之使用，建立非網路接取（Non-Networked Access, NNA）服務規則[59]，為管理 NNA 頻譜分配，FCC 准核一個或多個動態頻譜管理系統機構，負責管理 5030-5091MHz 頻段之接取，使用者需向動態頻譜管理系統機構註冊，機構則會根據其飛行計畫、頻譜干擾性等因素，自動分配予使用者適當頻率與使用期限。

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

FCC 與 NTIA 在核配頻率時須確保不會對按照頻率分配表運作的服務造成有害干擾，以下情況除外：

- FCC 可在沒有規則制定程序的情況下，臨時授權不符合頻率分配表的頻率用於短期計畫或緊急情況。
- 實驗電臺可被授權使用並非專門分配給無線電天文業務或衛星探測的任何頻率或頻段。
- 若頻段被重新分配以消除其對特定服務的可用性，FCC 可規定該服

[58] FCC, 2024. FCC Adopts Rules for Uncrewed Aircraft Use in a Portion of the 5030-5091 MHz Band. https://www.fcc.gov/document/fcc-adopts-initial-rules-uncrewed-aircraft-use-5-ghz-band
FCC, 2024. Report and Order. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-24-91A1.pdf

[59] NNA 為一種臨時性、受干擾保護之頻譜接取方式，主要用於無人機之「控制與非酬載通信（Control and Non-payload Communications, CNPC）」。

務中的電臺於臨時的特定時間段內，進一步臨時使用該頻段。

非聯邦電臺可被授權使用 25MHz 以上頻段的聯邦頻率，須符合以下的條件：

- 應符合 FCC 和 NTIA 商議的條件。
- 應符合 NTIA 管理所涉及頻率分配服務的規則。
- 不得對聯邦電臺造成有害干擾，若造成有害干擾應立即終止。

而聯邦電臺被授權使用 25MHz 以上頻段（758-775MHz 和 788-805MHz 公共安全頻段）內的非聯邦頻率，須符合以下的條件：

- 應符合 FCC 和 NTIA 商議的條件。
- 應符合 FCC 管理所涉及頻率分配服務的規則。
- 不得對非聯邦電臺造成有害干擾，若造成有害干擾應立即終止。

2. 核配後續收／繳回方式

FCC 在撤銷、回收頻率使用權時，會先要求執照持有者說明導致撤銷、終止的理由為何，再考量是否發出終止命令。

（1）屆期

根據《美國聯邦法規》第 47 編第一部§1.955，頻率授權終止係指以下狀況[60]，當執照屆期時，使用權自動終止。除非執照持有者申請執照更新。授權有效期限不得超過 10 年，除非另依法令規範核發更長的執照使用期限。

（2）未屆期-自行繳回

根據《美國聯邦法規》第 47 編[61]Chapter 1 Subchapter A Part 1 Subpart F §1.946、§1.949，法規中並沒有特別指出執照未屆期自行繳回的方法，若要在執照屆期前主動繳回執照，持有者可透過 FCC 通用執照系統（Universal Licensing System, ULS）申請執照繳回。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據《美國聯邦法規》第 47 編 Chapter 1 Subchapter A Part 1 Subpart F §1.955 第 1 項第 2 款，未能滿足適用的建設或涵蓋要求，授權將自動終止。

[60] The Electronic Code of Federal Regulations, n.d. Subpart F—Wireless Radio Services Applications and Proceedings. https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-1/subpart-F
[61] The Electronic Code of Federal Regulations, n.d. Title 47. https://www.ecfr.gov/current/title-47

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

根據《美國聯邦法規》第 47 編 Chapter 1 Subchapter A Part 1 Subpart F §1.955 第 1 項第 3 款，若服務或營運永久停止，則授權將自動終止。

第二節　英國

一、主管機關

英國無線電頻譜政策機關係創新科技部（Department for Science, Innovation and Technology, DSIT），主責審查頻譜管理的法律框架、制定通訊管理局（Office of Communications, Ofcom）在頻譜管理職能（包括國際頻譜協商等）中考慮的戰略方向，以及主導跨政府的公部門頻譜使用政策。

Ofcom 主要執掌頻譜資源的監理權力、職能及責任，惟不包括皇家使用的頻譜[62]。官方皇家機構（例如軍方）無須取得 Ofcom 授權即可安裝或使用無線電設備，惟仍須與 Ofcom 協調使用頻段。

Ofcom 轄下有 9 個高級管理團隊（Senior Management Team, SMT），其中一個團隊為頻譜小組（Spectrum Group）負責英國的無線電管理工作[63]；Ofcom 也設有 11 個委員會負責不同公共業務，與頻譜管理相關的係 Ofcom 頻譜諮詢委員會（Ofcom Spectrum Advisory Board, OSAB），主要為 Ofcom 提供獨立的策略建議與協助 Ofcom 履行職責，並確保無線電頻譜的最佳使用[64]。

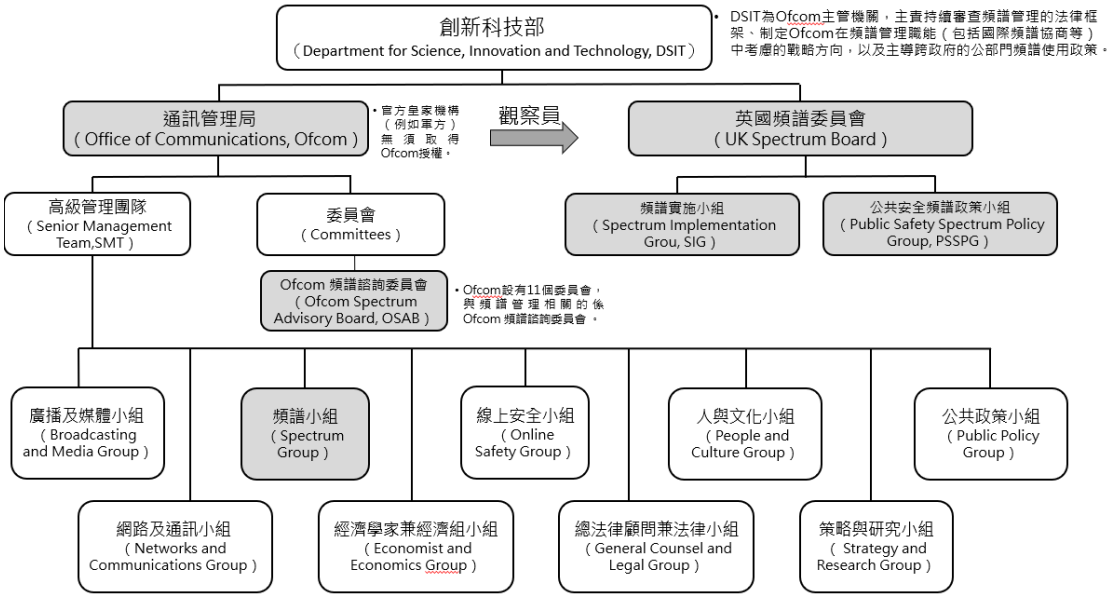
英國的頻譜跨政府協調機制，主要以英國頻譜委員會（UK Spectrum Board）作為頻譜跨政府治理平臺，由 DSIT 擔任主席，並由對頻譜感興趣之關鍵部門高階代表組成。英國頻譜委員會亦有子小組的支持，包含頻譜實施小組（Spectrum Implementation Group, SIG）與公共安全頻譜政策小組（Public Safety Spectrum Policy Group, PSSPG）。其中，頻譜實施小組係由所有對頻譜感興趣之部門和機構代表組成，公共安全頻譜政策小組則專注於緊急服務。而 Ofcom 於前述委員會擔任的角色為觀察員，一方面顯現其獨立於政府的地位，另一方面也提供高層建議[65]。

[62]Ofcom 依《2006 年無線電報法（Wireless Telegraphy Act 2006）》賦予的權限行使職能，惟皇家使用的頻譜不受約束該法約束。

[63] Ofcom, n.d. Senior Management Team (SMT). https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/how-ofcom-is-run/smt

[64] Ofcom, n.d. Ofcom Spectrum Advisory Board (OSAB). https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/how-ofcom-is-run/committees/ofcom-spectrum-advisory-board

[65]DSIT, 2023. Policy paper Spectrum statement. https://www.gov.uk/government/publications/spectrum-statement/spectrum-statement



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

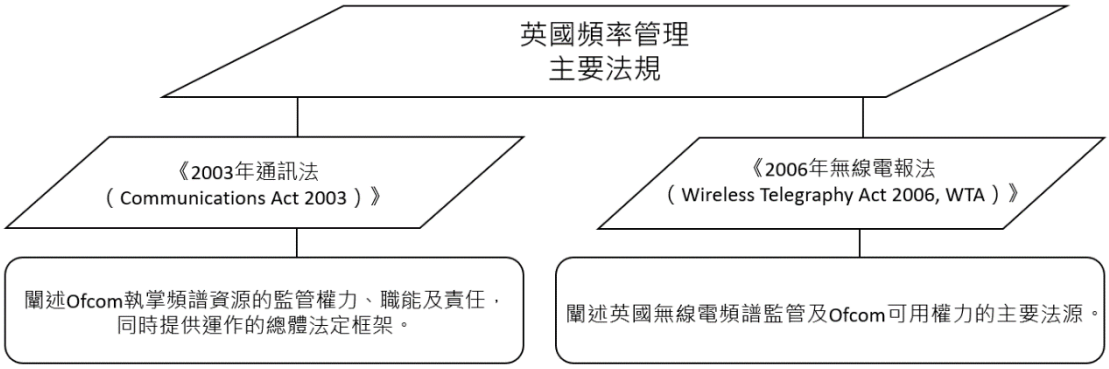
圖 3.2.1　英國頻率資源主管機關

二、主要法規

英國頻率管理主要遵循《2003 年通訊法（Communications Act 2003）》與《2006 年無線電報法（Wireless Telegraphy Act 2006, WTA）》。其中，《2003 年通訊法》為電信法規，闡述 Ofcom 執掌頻譜資源的監管權力、職能及責任，同時提供運作的總體法定框架，並以《2006 年無線電報法》作為英國無線電頻譜監管及 Ofcom 可用權力的主要法源。

Ofcom 根據《2003 年通訊法》第 1 部分履行管理無線電頻譜的職能，並針對英國無線電頻譜需求進行研究調查，以瞭解頻譜對英國的影響及其未來發展，並提供資助以促進無線電有效利用及管理，而 WTA 法第 2 條則闡明 Ofcom 可在適當時機發布「英國頻率授權計畫（UK Plan for Frequency Authorisation, UKPFA[66]）」，闡明可分配的無線電頻率及相關用途，並確保頻率資源的應用不涉歧視任何人士，且與英國的頻譜資源規劃及目標相符合。

[66] Ofcom, n.d. United Kingdom Plan for Frequency Authorisation. https://static.ofcom.org.uk/static/fap/maintabs/all.htm



資料來源：本研究彙整。

圖 3.2.2　英國頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

除皇家[67]使用的頻譜不受 WTA 約束[68]，根據 WTA 第 8 條規定，除非透過豁免（exemption），否則如未取得 Ofcom 核發的執照，不得架設、安裝或使用無線電臺或設備（如圖 3.2.3）。豁免的情形包含使用電視接收設備接收電視節目或安裝電視接收器（僅用於接收電視節目之目的），以及 Ofcom 透過法規豁免的對象。

Ofcom 對於其指定為豁免的無線電臺或無線電設備類型，可以完全豁免，亦可以設有法規條款、規定和限制。根據 WTA 第 8 條第 5 項，可以根據法規豁免的電臺或設備，其使用不應：

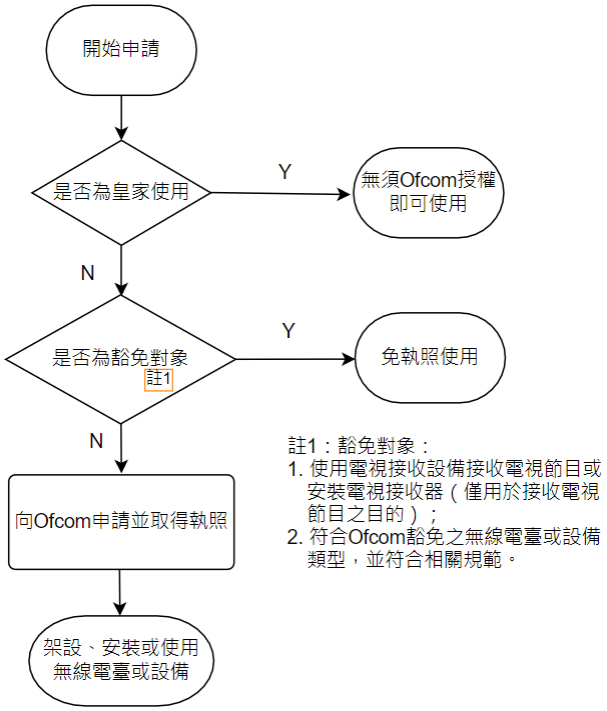
- 對無線電造成不當干擾；
- 對技術服務品質產生不良影響；
- 導致無線電可用電磁頻譜的使用效率低下；
- 阻礙頻率共用的有效安排發展；
- 危及生命安全；
- 損害社會、地區或領土的凝聚力；或

[67] 皇家（Crown）包括議會、政府部長及其公務員，通常核心中央政府部門都屬於皇室的定義範圍；其他政府機構如果在成立時法規賦予其皇室地位，也可以被視為皇室，包含非政府部門公共機構（non-departmental public bodies）、官員（office holders）、委員（commissioners）、監管機構（regulators）等。然而，並非所有政府機構都被視為皇室，有些政府機構的成立未被賦予皇室地位。

[68] 儘管 Ofcom 無法核發執照予皇家機構，但 Ofcom 可以透過授予「承認頻譜接取（Recognised Spectrum Access, RSA）」，承認皇家的頻譜使用，RSA 的機制也允許將頻譜從皇家轉移給非皇家使用者。此外，有時皇家使用者欲接取 Ofcom 核發的頻譜，此時 Ofcom 則是透過有附帶信函（Side Letter）的執照來允許，附帶信函除了承認皇家使用者的頻率使用，也要求其遵守信函中所描述的條款與條件，並提醒其若未遵守，則附帶信函中的協議將被取消。

● 損害文化和語言多樣性以及媒體多元化的促進。

Ofcom 為確保免執照設備的使用不會對其他合法使用造成任何不當干擾，對於免執照設備制定有詳細的技術要求[69]。目前英國免執照的設備與技術類型包含 24GHz 車載雷達（vehicle radar）、79GHz 車輛雷達、民用頻段無線電（Citizens Band radio）、室內無線電話（Cordless telephony）、高密度固定衛星應用（High-density Fixed Satellite Applications, HDFSS）、模型控制設備（Model control）、PMR446 設備[70]（包含類比與數位）、雷達液位計（Radar level gauges）、超寬頻（Ultra Wideband, UWB）、短距離設備（Short range devices, SRDs）、白色頻段設備（White space devices, WSDs）等。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.2.3　英國頻率核配方式架構

2. 執照類型說明

Ofcom 核發的每張執照皆有所屬的領域（sector），如航空、航海，這裡的領域實際上係指比較廣泛的服務類型，而服務類型會再依執照

[69] Ofcom, 2010. Licence-exempt radio use. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/rules/licence-exempt-radio-use

[70] PMR446 設備是一種行動式、短距離、單向、點對點語音和／或數據通信系統，可為商業及非商業使用者提供基本但有效的無線電服務，非常適合於短距離內提供通信（例如在辦公大樓、工廠和建築工地內）。PMR446 系統的實際設備案例包含手持式對講機。

類型細分（例如：航空領域－航空器無線電執照），如表 3.2.1。

表 3.2.1　英國執照服務類型與執照類型

執照服務類型	執照類型
航空無線電（Aeronautical Radio）	● 航空器無線電執照（Aircraft radio licence）
	● 航空器（移動式）無線電執照（Aircraft（transportable）radio licence）
	● 航空雷達地面電臺無線電執照（Aeronautical radar ground station licence）
	● 航空導航輔助無線電地面電臺執照(Aeronautical navigational aid radio ground station licence）
業餘無線電（Amateur Radio）	● 業餘無線電基礎執照（foundation licence）
	● 業餘無線電中級執照（intermediate licence）
	● 業餘無線電完整執照（full licence）
廣播（Broadcasting）	● 小規模數位語音廣播執照（Small-scale DAB licence，以下簡稱小規模 DAB 執照[71]）
	● 限制服務執照[72]（Restricted service licence, RSL）
	● 社區無線電執照（Community radio licence）
	● 商業類比（AM/FM）無線電廣播執照（Commercial analogue（AM/FM）radio broadcast licence）
	● DAB 節目服務或多路復用執照(DAB programme service or multiplex licence）
商業無線電（Business Radio）	● 商業無線電（區域定義）執照（Business radio（Area Defined）licence）
	● 商業無線電（技術分配）執照（Business radio（Technically Assigned）licence）
	● 商業無線電（簡易站臺）執照（Business radio（Simple Site Light）licence）
	● 商業無線電（簡易 UK）執照（Business radio（Simple UK Light）licence）
	● 商業無線電（供應商輕度）執照（Business radio（Suppliers Light）licence）
固定地面鏈路（Fixed Terrestrial Links）	● 點對點固定鏈路執照（Point to point fixed link licence）
	● 點對點閉路電視服務鏈路執照（Point to point CCTV services link licence）

[71] DAB 係「數位語音廣播（Digital Audio Broadcasting）」之簡稱，因執照名稱原文為「Small-scale DAB Licence」，且各正式文件皆以「Small-scale DAB Licence」描述，故研究團隊保留原文做法，採簡稱方式呈現。

[72] 限制服務是涵蓋範圍較小的無線電服務，在活動、特定機構或其他指定地點進行廣播。RSL 使用案例，包括為宗教儀式提供專用無線電服務；為醫院和大學提供無線電服務；汽車電影院電影配樂等 。

執照服務類型	執照類型
	● 自行協調鏈路執照（Self-coordinated links licence）
	● 掃描遙測鏈路執照（Scanning telemetry link licence）
固定無線接取（5725-5850MHz 頻段）	● 5.8GHz 固定無線接取執照（5.8 GHz fixed wireless access licence）
航海無線電（Maritime Radio）（不含船舶無線電）	● 海岸電臺無線電區域定義執照（Coastal station radio area defined licence）
	● 海岸電臺無線電技術核配或碼頭執照（Coastal station radio technically assigned or marina licence）
	● 海岸電臺無線電（培訓學校）執照（Coastal Station Radio（Training School）licence）
	● 海事無線電（供應商和展示）執照（Maritime Radio（Suppliers and Demonstration） licence）
	● 海上導航設備和雷達／差分全球定位系統執照（Maritime navigational aids and radar/DGPS licence）[73]
	● 自動辨識系統執照（Automatic Identification System (AIS) licence）
節目製作和特別活動（Programme-making and special events, PMSE）	● 節目製作和特別活動執照（PMSE licence）
	● UK 無線麥克風執照（UK Wireless Microphone Licence）
	● 音頻分配系統（Audio Distribution System, ADS）
衛星地球電臺與 GNSS 中繼器（Satellite earth stations and GNSS repeaters）	● 永久性地球電臺（Permanent Earth Station, PES）執照
	● 移動式地球電臺（Transportable Earth Station, TES）執照
	● 地球電臺網路（Earth Station Network, ESN）執照
	● 非地球同步地球電臺（Non-Geo）執照（Non-Geostationary Earth Stations）
	● 非固定衛星地球電臺（Non-FSS）執照（Non-Fixed Satellite Earth Stations）
	● 僅接收功能衛星地球電臺（Receive-Only Earth Stations, ROES）執照
	● GNSS 中繼器（GNSS Repeaters）
船舶無線電和船舶可攜式無線電執照（Ships' radio and ship portable radio licence）	● 船舶無線電執照（Ship Radio Licences）
	● 船舶可攜式無線電執照（Ship Portable Radio Licences）

[73] DGPS 係「差分全球定位系統（Differential Global Positioning System）」之簡稱。

執照服務類型	執照類型
行動與無線寬頻（Mobile and wireless broadband）	● 700MHz 頻譜接取（Spectrum Access 700 MHz）執照
	● 800MHz 頻譜接取執照（Spectrum Access 800 MHz licence）
	● 1452-1472MHz 頻譜接取執照（Spectrum Access 1472-1492MHz licence）
	● 1472-1492MHz 頻譜接取執照（Spectrum Access 1472-1492MHz licence）
	● 2100MHz 頻譜接取執照（Spectrum Access 2100 MHz licence）
	● 2.3GHz 頻譜接取執照（Spectrum Access 2.3GHz licence）
	● 2.6GHz 頻譜接取執照（Spectrum Access 2.6 GHz licence）
	● 3.4GHz 頻譜接取（Spectrum Access 3.4 GHz）執照
	● 3.6-3.8GHz 頻譜接取（Spectrum Access 3.6-3.8 GHz）執照
	● 3.9GHz 頻譜接取（Spectrum Access 3.9 GHz）執照
	● 10GHz 頻譜接取執照（Spectrum Access licence 10 GHz）
	● 28GHz 頻譜接取執照（Spectrum Access licence 28 GHz）
	● 32GHz 頻譜接取執照（Spectrum Access licence 32 GHz）
	● 40GHz 頻譜接取執照（Spectrum Access licence 40 GHz）
	● 公眾無線網路執照（Public wireless network licence）
區域接取（Local access）	● 區域接取執照（Local Access licence）
共用接取（Shared access）	● 共用接取執照（Shared Access licence）
頻譜接取：至高頻（Spectrum Access: EHF）	● 頻譜接取：至高頻執照（Spectrum Access: EHF licence）
創新和試驗（供非營業測試、研究或展示）	● 創新和研究（原非營業發展）執照（Innovation and Research (formerly Non-Operational Development) Licence）

執照服務類型	執照類型
（Innovation and trial licensing (non-operational for testing, research or demonstration)）[74]	● 展示和試驗（原非營業臨時使用）執照（Demonstration and Trial (formerly Non-Operational Temporary Use) Licence）

資料來源：Ofcom, 2024. Radiocommunications licences. https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences

再往下一個層次才會到有具體特定執照持有者的無線電系統[75]。所有 Ofcom 核發的執照分為三種類型[76]：

- **輕度授權與自行協調（light licensed and self-coordinated）**：輕度執照為一種現成（off the shelf）或預先包裝好（pre-packaged）的執照，通常不需要 Ofcom 具體核配或協調，並可根據使用者要求提供。此授權方式適用於不同使用者間干擾風險有限，或無確保高服務品質需求等情況，但仍允許 Ofcom 管理因設備密度高發生互相干擾的問題。例如商業無線電（簡易站臺）執照（Business Radio (Simple Site) Licence）。
- **技術核配（technically assigned）**：Ofcom 協調頻段內的個別頻率核配，通常按照先到先受理為原則，且多數情況會需要經過詳細的技術協調。此授權方式適用於不同使用者申請使用相同頻譜，需要較高的服務品質（Quality of Service, QoS），且執照持有者間若缺乏協調則可能發生有害干擾。例如商業無線電（技術核配）執照（Business Radio (Technically Assigned) Licence），Ofcom 將使用其技術核配演算法 MASTS 處理核配請求，若有合適的頻率可用，則予以核發[77]。
- **區塊核配（Block assigned）**：提供於特定地理區域內（可為全國範圍或區域範圍）的頻譜區塊使用權，執照持有者可自行管理該頻譜區塊內的佈建情形，具有高度靈活性。區塊核配執照通常透過拍賣分配，以確保頻譜有效利用，使用者在頻譜運用上也必須遵守一些條件，以避免對他人造成干擾。此類的案例如行動通信頻譜執照。

[74] 創新和試驗應用領域包含：無線電設備測試和開發（testing and development of wireless telegraphy（radio equipment）、科學研究和實驗（scientific research and experimentation）、無線電設備的試驗和展示（trials and demonstrations of radio apparatus, applications and technologies）。

[75] Ofcom, 2018. Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual: A practical user guide to licensing policy. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/77209/licensing.pdf

[76] 彙整自 Ofcom 於 2018 年發布的「無線電報法釋照政策手冊」及 2022 年「頻譜藍圖」討論文件，詳參：Ofcom, 2018. Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual: A practical user guide to licensing policy. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/77209/licensing.pdf
Ofcom, 2022. Spectrum Roadmap Delivering Ofcom's Spectrum Management Strategy. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/234633/spectrum-roadmap.pdf

[77] Ofcom, 2022. Business Radio Technical Frequency Assignment Criteria. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/59432/ofw164.pdf

3. 申請資格

在申請資格方面，根據 WTA 規定，執照為 Ofcom 授權「個人（a person）」以明確定義方式使用無線電設備的工具。「個人」在法律上而言，可能是在自己的場所經營業務的個人，或為兩個或兩個以上合夥經營的人，亦或是一家公司或一個法人協會。WTA 的執照類型並不要求執照持有者必須駐留在英國[78]，但 Ofcom 會要求非英國居民之執照申請者提供其在英國的聯絡點或地址，以利遵守執照相關規範。

4. 申請文件

在申請文件方面，執照申請者（無論是申請電臺或設備）必須填妥其適用之執照類型申請表[79]並交給 Ofcom。申請者須提供的資訊包含[80]：

- 申請者的名稱與地址；
- 若執照所需效期短於 12 個月時，應提供所需期限；
- 依該執照類型要求指定提供的資訊。依據「2010 年無線電報（釋照程序）規則」附表所示，航空、航海、節目製作與特殊活動、衛星服務以及科學與技術的部份執照類型，申請時會需要提供指定的資訊[81]。

若申請的是電臺執照，除上列資訊外，尚必須提供：

- 申請者希望用來操作電臺的頻率；
- 計劃架設固定電臺的所有位置；
- 計劃用於固定電臺的所有遙控點（remote control point）位置；
- 計劃電臺的目的或服務類型；
- 計劃使用的電臺類型；
- 預期的地理操作範圍；
- 計劃電臺的每個天線類型、位置、方向、訊號強度、輸出功率與訊號波束寬度；
- 發射調變特性（modulation characteristics）與數據位元速率（data

[78] 對於船舶與航空器無線電類型，此敘述僅適用根據國際協議英國註冊的船舶或航空器。

[79] 申請表可直接從 Ofcom 官網取得或向 Ofcom 索取。

[80] Legislation.gov.uk, 2010. The Wireless Telegraphy (Licensing Procedures) Regulations 2010. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/1823/contents/made
Legislation.gov.uk, 2016. The Wireless Telegraphy (Licensing Procedures) (Amendment) Regulations 2016. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2016/418/contents/made

[81] 詳細資訊請參考：Legislation.gov.uk, 2010. The Wireless Telegraphy (Licensing Procedures) Regulations 2010 - SCHEDULE ADDITIONAL INFORMATION REQUIRED FOR THE GRANT OF A LICENCE. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/1823/schedule/made
Legislation.gov.uk, 2016. The Wireless Telegraphy (Licensing Procedures) (Amendment) Regulations 2016. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2016/418/contents/made

bit rate），包含計劃電臺的發射及用於電臺識別的發射；

- 申請者所需的呼號；
- 若涉及申請行動電臺，則須標示該電臺是否設置在—（i）航空器上或（ii）船舶上；
- 若該申請涉及一個以上的固定電臺，則應提供各電臺之間預期的傳輸訊號路徑長度及方向。

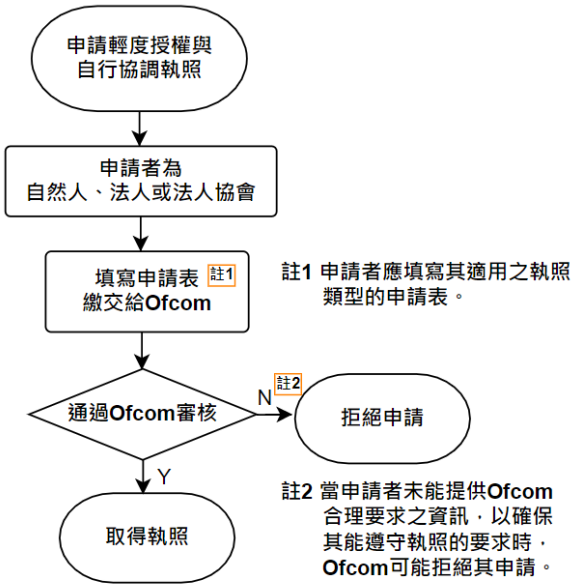
如果執照申請的頻率與供無線電報使用的特定無線電頻率相符，Ofcom 將在收到申請後的 6 週內做出決定[82]並通知申請人，同時公布決定。若為其他情況，Ofcom 也會在收到申請後盡快做出決定。當申請者未能提供 Ofcom 合理要求之資訊，以確保其能遵守執照要求的條款、規定或限制時，Ofcom 可能拒絕其執照申請。

5. 審查基準

在審查基準方面，本研究根據 Ofcom 核發執照的「輕度授權與自行協調」、「技術核配」及「區塊核配」三種類型分析，並歸納其可能之差異如下：

（1）輕度授權與自行協調

如前述說明，經 Ofcom 審查後核發（如圖 3.2.4）。



資料來源：本研究彙整。

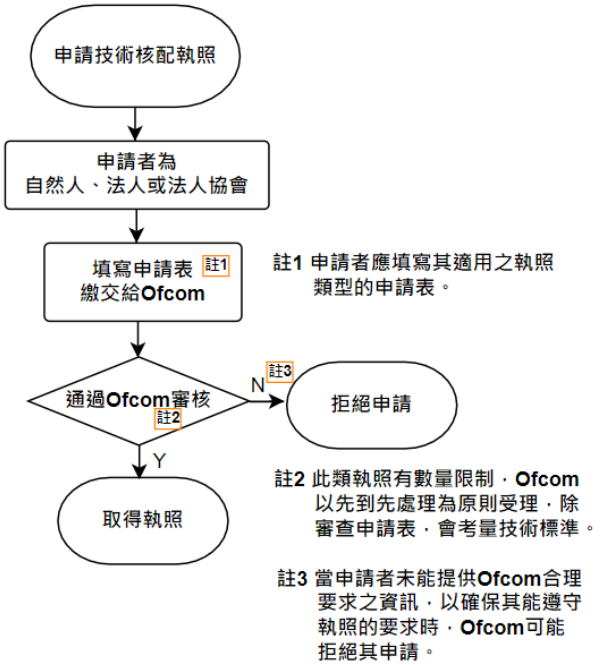
圖 3.2.4　英國輕度授權與自行協調執照申請流程圖

（2）技術核配

[82] Ofcom 認為有必要（1）遵守國際協調要求；或（2）需要從複數申請者中以公正、合理、公開及透明的程序決定最適合獲得執照者時；Ofcom 可以延長 6 週的期限。

Ofcom 在審查時，尚會考量相關技術標準（如圖 3.2.5）。為確保頻率有效利用，Ofcom 依法制定命令限制特定無線電頻率的使用數量，即執照數量限制。

根據 Ofcom 制定的「2014 年無線電報(執照數量限制)命令(The Wireless Telegraphy (Limitation of Number of Licences) Order 2014)」，Ofcom 指定限制執照數量的頻率與用途，主要涉及廣播、節目製作與特殊活動、固定鏈路、衛星服務、航海、航空、業餘無線電、科學與技術、以及商業無線電等 9 類用途的頻率。Ofcom 在該命令中也明列適用執照數量限制及執照授予對象的標準，並透過技術頻率核配標準（Technical Frequency Assignment Criteria, TFAC）說明 Ofcom 在進行頻譜核配時考量的技術標準。

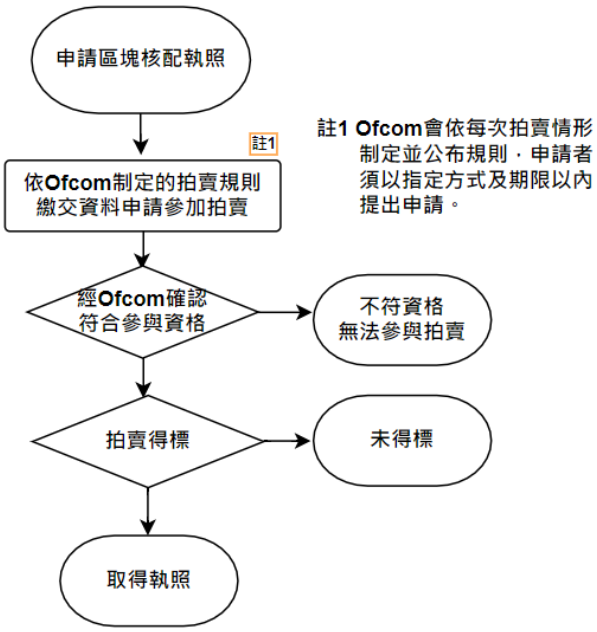


資料來源：本研究彙整。

圖 3.2.5　英國技術核配執照申請流程圖

（3）區塊核配

有鑑於區塊核配執照通常以拍賣進行，故以 Ofcom 拍賣程序的規定說明之（如圖 3.2.6）。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.2.6　英國區塊核配執照申請流程圖

Ofcom 基於促進無線電頻譜的最佳利用之必要，透過法規規定，在特定情況下，申請者需要於無線電執照的申請程序出價，指定為取得執照其願意支付給 Ofcom 的金額。同時 Ofcom 可規定申請者須滿足的條件（例如，技術或財務條件、執照持有者資格相關要求、無線電執照持有數量限制等）、要求支付押金、決定授予執照時應考慮事項（除出價以外）、適用於執照的其他條款、規定和限制。

6. ISM 頻段管理機制

英國 ISM 的定義係依據 ITU 訂定相關規定[83]以管理 ISM 設備的干擾，包括特定頻段適用的電場強度（field strength）與端電壓（terminal voltage），但原則上只要不違反 WTA 規定，就允許使用 ISM 設備。根據「英國頻率分配表（UK Frequency Allocation Table）」，英國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定如表 3.2.2[84]。

[83] 制定於「1963 年無線電報（電子醫療設備干擾控制）條例（The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Electro-Medical Apparatus) Regulations 1963）」[83]及「1971 年無線電報（射頻加熱設備干擾控制）條例（The Wireless Telegraphy（Control of Interference from Radio Frequency Heating Apparatus) Regulations 1971））。詳細資訊請參考：Legislation.goiv.uk, 1971. The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Radio-Frequency Heating Apparatus) Regulations 1971. https://www.legislation.gov.uk/uksi/1971/1675/made
Legislation.goiv.uk, 1971. The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Radio-Frequency Heating Apparatus) Regulations 1971. https://www.legislation.gov.uk/uksi/1971/1675/made

[84] Ofcom, 2022. Frequency bands designated for industrial, scientific and medical (ISM) use: UK Frequency Allocation Table. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103297/fat-ism-frequencies.pdf

表 3.2.2　英國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定

頻率範圍	使用規定
6765-6795kHz*	● 無線電服務必須接受來自 ISM 應用造成的有害干擾。 ● 適用「1963 年無線電報（電子醫療設備干擾控制）條例（The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Electro-Medical Apparatus) Regulations 1963）」及「1971 年無線電報（射頻加熱設備干擾控制）條例（The Wireless Telegraphy（Control of Interference from Radio Frequency Heating Apparatus) Regulations 1971））。
13553-13567kHz*	
26957-27283kHz*	
40.66-40.70MHz	● 無線電服務必須接受來自 ISM 應用造成的有害干擾。
83.996-84.004MHz	● 無線電服務必須接受來自 ISM 設備根據「1971 年無線電報（射頻加熱設備干擾控制）條例」運作所造成的有害干擾。
167.992-168.008MHz	
886-906MHz	
433.05-434.79MHz*	● 無線電服務必須接受來自 ISM 應用造成的有害干擾。
2400-2500MHz*	
5725-5875MHz*	
24.0-24.25GHz*	
61.0-61.5GHz*	
122-123GHz*	
244-246GHz*	

註*：於標註*的頻段運作 ISM 設備，受到 ITU RR 第 15.13 條規定的約束，根據該規定，主管機關應採取一切確實且必要的步驟，以確保 ISM 的輻射最小化，在指定使用的頻段之外，其輻射水準不會對無線電通信服務造成有害干擾（尤其是對根據 ITU RR 運作的無線電導航或任何其他安全服務）。

資料來源：Ofcom, 2022. Frequency bands designated for industrial, scientific and medical (ISM) use: UK Frequency Allocation Table. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103297/fat-ism-frequencies.pdf

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

根據 WTA 第 115 條，非所有無線電干擾皆被視為不當干擾（undue interference），而是對導航或提供安全服務之無線電報運作造成危險，以及降低、阻礙或重複中斷任何正在進行的無線電服務，始被視為有害干擾（harmful interference）[85]。

Ofcom 認為，造成無線電干擾的主因包括使用未經許可的無線電設備、來自設備或裝置的電磁干擾，或是無線電臺或設備發生故障。另外，某些類型的無線電亦容易受到自然現象的影響而造成干擾，例如無線電通訊頻率中的高頻會被陽光或大氣條件阻擋訊號。

[85] Ofcom, n.d. Rules on using radio equipment. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/rules

應因設備引起的無線電干擾問題，Ofcom 根據 WTA 第 54 條制定「2016 年無線電報法（設備干擾控制）法規（The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Apparatus) Regulations 2016）」，以確保設備在使用時不會對無線電造成不當干擾，並根據第 55 條禁止任何人使用會造成不當干擾的設備。

Ofcom 考量頻譜有不同用途及使用者，在使用頻譜時可能相互干擾，爰此規定民眾在使用頻譜時須獲得頻率核配及設備執照，或取得豁免，於規定的地理位置及時段內使用指定的頻段。任何人在沒有執照或豁免的情況下使用頻譜，均屬於犯罪行為，違反 WTA 第 35、39 或 41 條有關未經授權使用無線電或設備等的使用規定。

另外，Ofcom 會核發創新及實驗執照，以授權使用頻譜進行研究、測試或演示。鑑於此類授權實驗可能在測試環境中故意進行自干擾（self-interference），例如測試干擾器設備的結構或有效性，或產生干擾以執行其他設備的滲透或彈性測試，爰此 Ofcom 規定進行測試時須足夠遠、屏蔽或低功率，以免測試區域外部受到干擾。

在廣播電臺規定方面，非法廣播電臺（pirate radio）所使用的設備可能會造成干擾，並可能破壞空中交通管制等關鍵服務的通訊。此類發射設備通常是透過黑市取得，自製且設計不良，一般安裝於高層塔樓上，也可能對民眾的健康造成影響。因此，任何參與非法廣播的人均屬刑事犯罪，可能面臨最高兩年監禁、罰鍰無上限，或兩者兼施。

2. 核配後續收／繳回方式

（1）屆期

根據《2006 年無線電報法》[86]Part 2 Chapter 1 第 11 條，若執照已屆期，執照持有者、擁有或控制該執照者，需將執照繳回 Ofcom。

（2）未屆期-自行繳回

根據《2006 年無線電報法》Schedule 1 第 8 條，若執照持有者不再需要執照或不再使用設備，同樣需以書面通知 Ofcom，以繳回其執照。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據《2006 年無線電報法》Schedule 1 第 7 條、第 8 條，若違反執照核配的條款，Ofcom 可隨時向執照持有者發出書面通知，以撤銷該執照。

[86] legislation.gov.uk, n.d. Wireless Telegraphy Act 2006. https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/36/contents

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

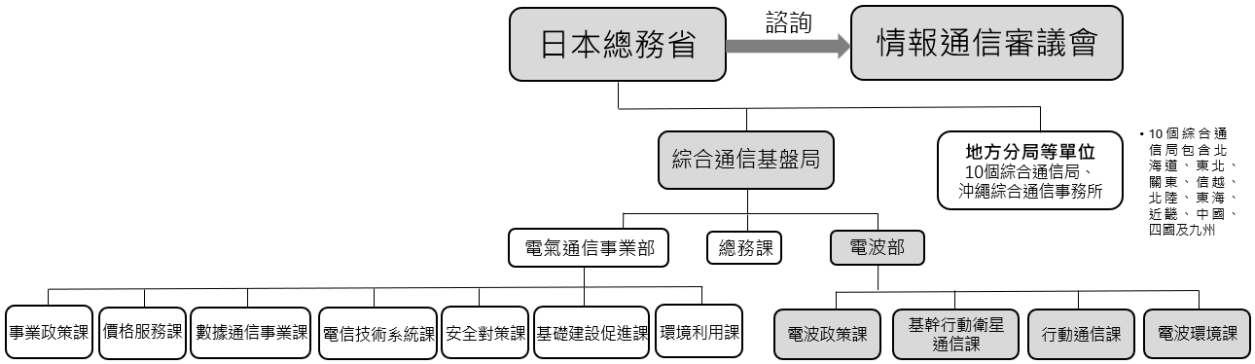
根據《2006 年無線電報法》Schedule 1 第 8 條，若發生任何在執照條款規定的情況或理由下，Ofcom 可隨時向執照持有者發出書面通知，以撤銷該執照。

第三節　日本

一、主管機關

日本總務省（Ministry of Internal Affairs and Communication）執掌頻譜政策規劃與監理，為確保透明性[87]，總務省會諮詢情報通信審議會[88]，並進行公眾諮詢；情報通信審議會在完成調查及審議後，將會向總務省提供意見[89]。總務省的資通信領域業務主要由「綜合通信基礎設施局」負責，職責包括促進無線電波的有效利用、改善無線電波使用環境、營造公平競爭環境、提高資訊通訊網路的安全性和可靠性、ICT 服務的安全保障等，其轄下的「電波部」有電波政策課、基幹衛星行動通信課、行動通信課與電波環境課，負責頻率分配與監管等頻譜管理、監理等業務[90]（圖 3.3.1）。

總務省在日本各地設有 10 個綜合通信局[91]及沖繩綜合通信事務所執行電波、電信相關規定，促進頻率有效應用，並作為窗口受理無線電臺執照、廣播電臺執照申請等業務[92]。



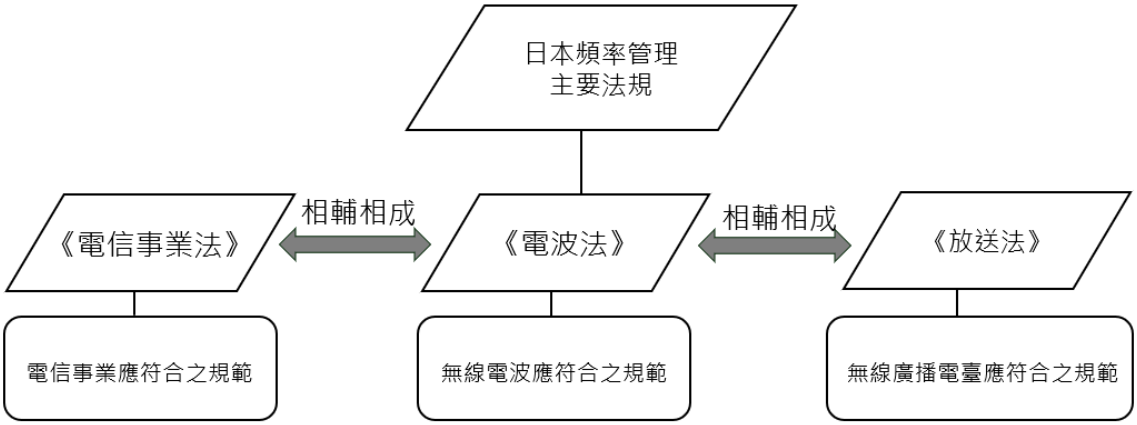
註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

圖 3.3.1　日本頻率資源主管機關

[87]總務省，n.d。周波数割当てプロセス。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/process/index.htm
[88]由不超過 30 人組成，成員多為專家學者。
[89] 總務省，n.d。情報通信審議会。https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/index.html
[90] 總務省，n.d。総合通信基盤局の紹介。https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/sogo_kiban/index.html
[91] 10 個綜合通信局包含北海道、東北、關東、信越、北陸、東海、近畿、中國、四國及九州
[92] 總務省，n.d。地方支分部局。https://www.soumu.go.jp/menu_kyotsuu/chihou.html

二、主要法規

日本頻率管理之母法為《電波法》,旨在確保頻譜公平有效應用，增進公共福祉，並與《電信事業法》及《放送法》相輔相成，分別管理電信事業及無線廣播電臺兩大領域應符合之規範，而與《電波法》相關的國際條約[93]則有國際電信聯合會（International Telecommunications Union, ITU）之憲章及公約[94]、海上人命安全國際公約[95]、國際民用航空公約等[96、97]。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.3.2　日本頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

日本《電波法》第 4 條闡明，開設無線電臺須取得總務省核發的執照，除非為另有規定之例外，例如免執照或僅需註冊之無線電臺，而《電波法》第 6 條及第 7 條則闡述有關執照申請與審查基準的規定，以受理及審核執照申請。

日本頻率執照有無線電臺執照及特定無線電臺執照等兩大類，而免執照又分為「免執照免註冊」及「免執照須註冊」。

---

[93] 根據今泉至明，2012。電波法要說。國際條約就是根據文書國家之間同意的項目。文書的具體名稱包含憲章（constitution）、條約（treaty、convention）、協定（agreement）、議定書（protocol）等[93]，為國家間同意的項目故其同意範圍取決於締約國。

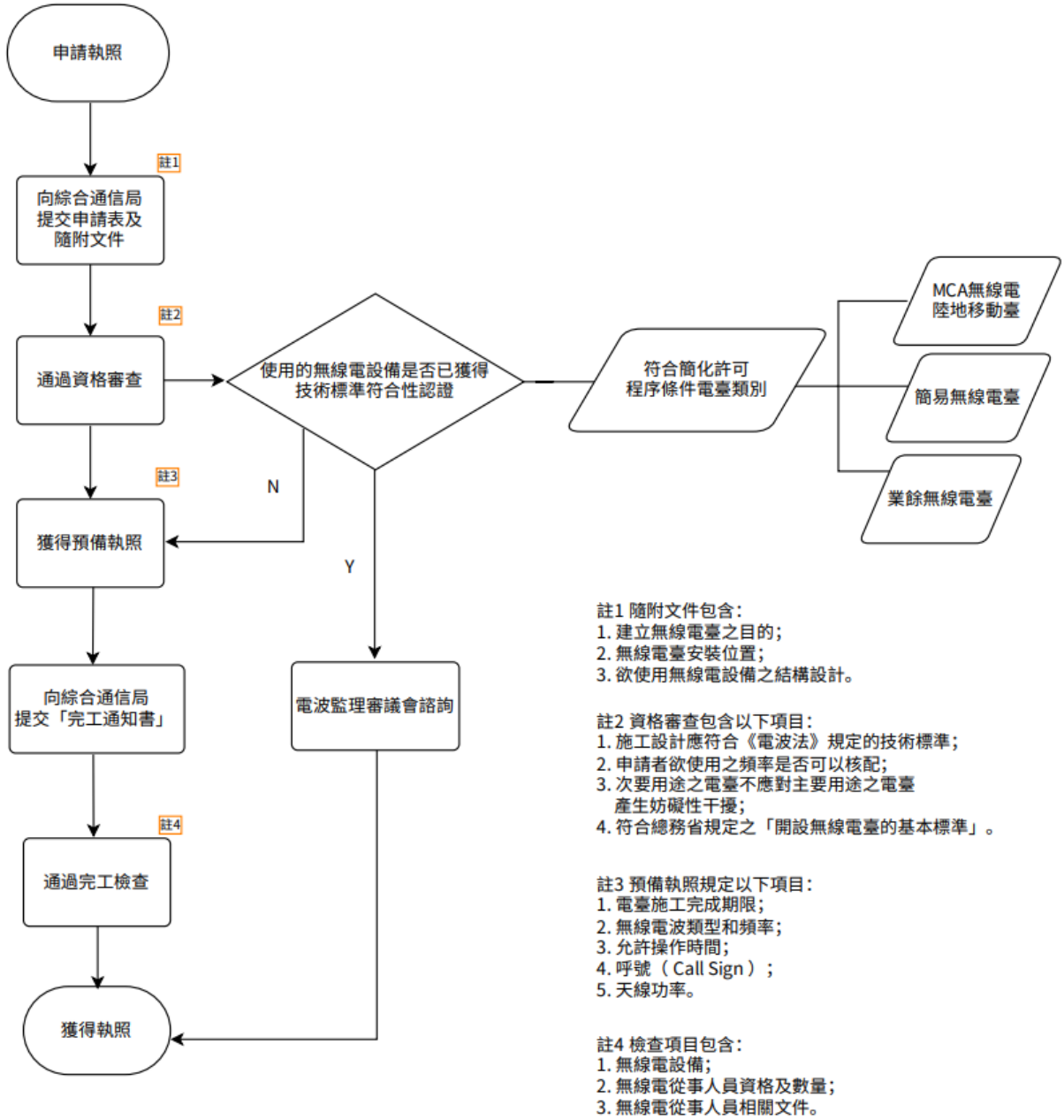
[94] 國際間與電信相關規範的規定，ITU RR 為國際間的頻率使用相關規範訂有詳細規定。

[95] 船舶航行安全上的必要國際規範的規定，其中「無線通信」章節中說明無線設備安裝、遵守、無線設備性能標準等規定。

[96] 航空器的飛航安全上所必要之國際規範。

[97] 如國際行動通信衛星機構（International Mobile Satellite Organization, ISMO）相關條約、美日安全保障條約等。

圖 3.3.3 為日本總務省管理頻率執照之架構總覽。無線電臺申請者提交申請表及文件予各地綜合通信局，若欲運作之無線電通訊設備獲得技術標準符合性認證，則不須獲得預備執照，由電波監理審議會進行諮詢後，即可取得無線電臺執照；若申請者的無線電設備未取得技術標準符合性認證，就得先取得預備執照（予備免許），確認相關無線電設備的電臺施工完成期限、無線電波類型和頻率、允許操作時間、呼號（Call Sign）及天線功率皆符合規定，復提交「完工通知書」予綜合通信局，待通過審查後方可獲核照[98]。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.3.3　日本頻率執照申請流程

[98] 總務省，n.d。免許。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/type/aptoli/

日本頻率申請對外資資格審查甚為嚴謹，「非日本國籍」、「外國政府或其代表」、「外國法人或團體或法人或團體中之代表人」為前三項所列人員或占其董事會席次 1/3 以上或擁有 1/3 以上的表決權者，除外資限制例外，皆不得申請。符合外資資格審查者，得進行下述無線電臺及特定無線電臺申請流程。

（1）無線電臺執照

無線電臺執照的審查流程甚為嚴謹，申請者向總務省（由各地方的綜合通信局受理）提交申請表、無線電臺事項書、工程設計書及繳交手續費。主管機關將審查申請者資格，審查項目包括：施工設計符合《電波法》規定的技術標準、申請者欲使用之頻率是否可核配、次要用途之電臺不可對主要用途之電波使用產生妨礙性干擾、符合總務省規定之「開設無線電臺的基本標準」，以及電信業務用之無線電臺執照申請者應為電信事業。申請者在通過資格審查後，須取得預備執照並完成相關規定，包括確認相關無線電設備的電臺施工完成期限、無線電波類型和頻率、允許操作時間、呼號（Call Sign）及天線功率，復提交「完工通知書」予綜合通信局，待通過審查後即可獲核照（表 3.3.1 為日本無線電臺執照設備及圖 3.3.4 為申請流程圖）。

表 3.3.1　日本無線電臺執照設備

無線電臺執照設備
● 「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次一： 1. 特定無線基幹廣播電臺； 2. 特定無線基幹廣播電臺以外之無線基幹廣播電臺； 3. 特定無線基幹廣播試驗電臺； 4. 特定無線基幹廣播試驗電臺以外之無線基幹廣播試驗電臺。
● 「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次一之二： 1. 無線一般廣播電臺。
● 「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次二： 1. 緊急電臺； 2. 簡易無線電臺； 3. 構內無線電臺[99]； 4. 氣象輔助電臺； 5. 標準頻率電臺； 6. 特別業務電臺。
● 「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次三： 1. 固定電臺。

[99] 根據「電波法施行規則」，構內無線電臺係指「用以在一特定場所進行無線通信業務之無線電臺」。

無線電臺執照設備
●「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次四： 1. 海岸電臺； 2. 基地臺； 3. 航空電臺； 4. 攜帶基地臺； 5. 無線尋呼電臺； 6. 陸上行動中繼電臺； 7. 陸上電臺（僅限不屬於 1～6 者）。
●「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次五： 1. 船舶電臺； 2. 遇難自動通報電臺； 3. 陸上行動臺； 4. 航空器電臺； 5. 攜帶電臺[100]； 6. 船上通信電臺； 7. 行動電臺（僅限不屬於 1～6 者）。
●「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次六： 1. 無線標識電臺； 2. 無線航行陸上電臺（含與 1 業務併行者）； 3. 無線航行行動電臺； 4. 無線標定陸上電臺； 5. 無線標定行動電臺； 6. 無線測位電臺（僅限不屬於 1～5 者）。
●「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次七： 1. 特定實驗試驗電臺（根據總務省公告之頻率、該頻率可使用之地區及期間、與天線範圍內開設之實驗試驗電臺）； 2. 實驗試驗電臺（僅限不屬於 1 者）。
●「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次八： 1. 業餘無線電臺。
●「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次九： 1. 衛星基幹廣播[101]電臺； 2. 衛星基幹廣播試驗電臺； 3. 人造衛星電臺（僅限不屬於 1～2 者）； 4. 太空電臺（僅限不屬於 1～3 者）。
●「無線電臺執照手續規則」第二條第一項號次十： 1. 海岸地球電臺； 2. 航空地球電臺； 3. 攜帶基地地球電臺； 4. 船舶地球電臺；

[100] 根據「電波法施行規則」，攜帶電臺係指「在陸地、海上或空中，一個或兩個以上地點間攜帶，而於移動中或在不特定地點停止，所使用的無線電臺（不包括船舶通信電臺和陸上行動臺）」。

[101] 日本的無線廣播電視主要分為基幹廣播與一般廣播兩大類，其中基幹廣播屬於重要的廣播電視業務，包含 AM 廣播、FM 廣播、無線電視、衛星廣播電視等，可獲專屬或優先核配頻率。

無線電臺執照設備
5. 航空器地球電臺； 6. 攜帶行動地球電臺； 7. 地球電臺（僅限不屬於 1～6 者，以下同）。

資料來源：e-Gov，2022。無線局免許手続規則。https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325M50080000015

（2）特定無線電臺執照

特定無線電臺執照的申請者須向總務省（由各地方的綜合通信局受理）提交申請表、無線電臺事項書、工程設計書及繳交手續費。主管機關將審查申請者資格，審查項目包括通訊對象、電波類型，以及頻率及無線電設備標準，再由電波監理審議會進行諮詢，方可獲得執照（表 3.3.2 為特定無線電臺執照設備及圖 3.3.4 為申請流程圖）。

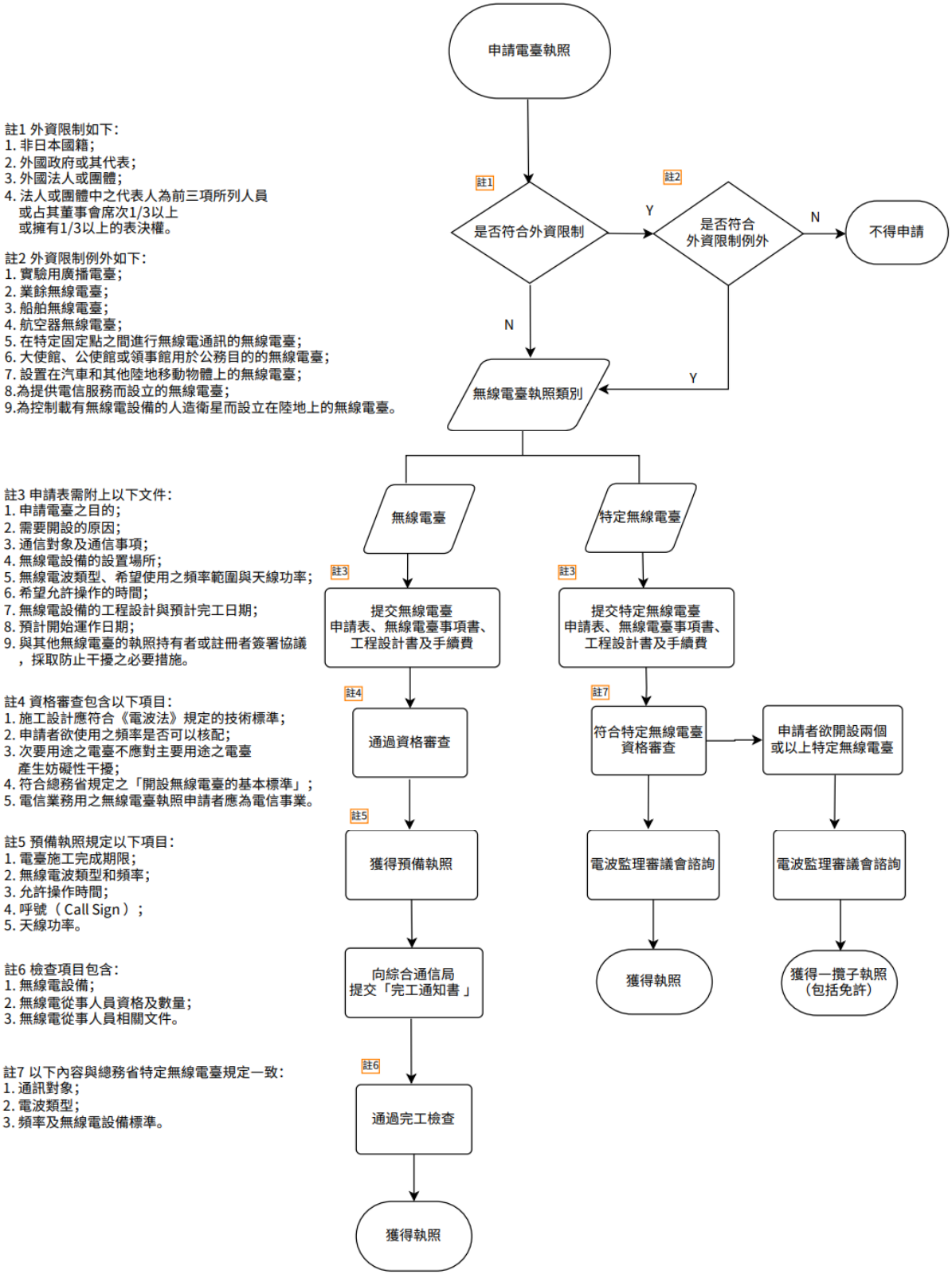
表 3.3.2　日本特定無線電臺執照設備

特定無線電臺執照設備
● Ku 頻段 VSAT 地球電臺（Ku 頻段 VSAT 地球電臺（高度 500 公里）和 Ku 頻段 VSAT 地球電臺（高度 1200 公里）除外）
● Ka 頻段 VSAT 地球電臺
● Ku 頻段 VSAT 地球電臺（高度 500 公里）
● Ku 頻段 VSAT 地球站（高度 1200 公里）
● 行動無線通訊陸地中繼行動電臺等
● 行動無線通訊陸地中繼行動電臺等（支援護衛頻段模式）
● 用於寬頻分碼多路接取（Wideband Code Division Multiple Access,W-CDMA）便攜式無線電通訊陸地行動電臺（不包括中繼便攜式無線電通訊的地面行動電臺）
● 第三代行動通信增波器/分碼多路接取 2000（Code Division Multiple Access, CDMA 2000）便攜式無線電通訊陸地行動電臺（不包括中繼便攜式無線電通訊的地面行動電臺）
● 用於 W-CDMA 高速下行封包接取（High Speed Downlink Packet Access, HSDPA）型行動無線通訊的陸地行動電臺（不包括中繼行動無線通訊的電臺）
● 用於行動無線通訊的 CDMA2000(發展－僅數據(Evolution-Data Only, 1xEV-DO））陸地行動電臺（不包括中繼行動無線通訊的電臺）
● CDMA2000（1x EV-DO）多載波
● 用於時分分碼多路接取（Time Division-Code Division Multiple Access, TD-CDMA）便攜式無線電通訊的陸地行動電臺（不包括中繼便攜式無線電通訊的地面行動電臺）
● 時分同步分碼多路接取（Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, TD-SCDMA）便攜式無線通訊陸地行動電臺
● XGP 陸地行動電臺（2GHz 時分雙工（Time-Division Duplexing,TDD））
● MBTDD 625k-MC（2GHz TDD）陸地行動電臺
● 長期演進技術（Long Term Evolution, LTE）陸地行動電臺

特定無線電臺執照設備
● LTE 陸地行動電臺（相容於窄頻物聯網（Narrowband Internet of Things, NB-IoT））
● LTE 陸地行動電臺（相容於巨量物聯網通信（enhanced Machine-Type Communication, eMTC））
● 分時長期演進技術（Time Division Long Term Evolution, TDLTE）陸地行動電臺
● TD-LTE 陸地行動電臺（行動無線通訊中繼）
● 用於行動 WiMAX 的陸地行動電臺（2GHzTDD）
● UMB 陸地行動電臺（2GHzTDD）
● TD- 5G NR（5G New Radio, 5G NR）（Sub6 頻段）陸地行動電臺
● TD-5G-NR（準毫米波頻段）陸地行動電臺
● FDD-5G-NR 陸地行動電臺
● 用於便攜式行動衛星資料通訊的地球電臺（地球同步軌道）（Omnitrax 註 1）
● 衛星行動衛星資料通訊地球電臺（非同步地球軌道）（ORBCOM 註 2）
● 使用者多向行動電臺
● 5GHz 頻段無線接取系統陸地行動電臺
● 5GHz 頻段無線接取系統陸地行動電臺（0.2μW 以下）
● 800MHz 頻段數位多頻道接取（Multi Channel. Access, MCA）陸地行動電臺
● 高級 MCA（陸地行動電臺）
● 自動選頻　單邊帶 RZSSB 陸地行動電臺
● 頻率追蹤 RZSSB 陸地行動電臺
● 自動選頻窄頻數位陸地行動電臺
● 頻率追蹤窄頻數位陸地行動電臺
● 便攜式行動衛星通訊地球電臺（地球同步軌道）（N-STAR）
● 便攜式行動衛星通訊地球電臺（非地球同步軌道）
● L 頻段便攜式無線電移動地球電臺（地面固定）
● 用於 1.6GHz/2.4GHz 行動衛星通訊系統的便攜式行動地球電臺
● ESIM 便攜式行動地球電臺
● Ku 頻段行動地球電臺（非地球同步軌道）（高度 500 公里）
● Ku 頻段行動地球電臺（非地球同步軌道）（高度 1,200 公里）
● 國際海事衛星組織移動行動地球電臺
● 船舶移動式衛星地球電臺（Earth Station on Vessel, ESV）
● 直升機衛星通訊系統（HeliSat）
● 防災移動地球電臺
● 農村用戶無線電
● 用於數位機場無線電通訊的陸地行動電臺
● 航空行動衛星通訊系統
● WiMAX 基地臺等
● WiMAX 陸地行動電臺
● 下一代個人手持電話系統（Personal Handy-phone System, PHS）基地臺等
● 下一代 PHS 陸地行動電臺
● 下一代 PHS 陸地行動電臺（相容於 eMTC）

特定無線電臺執照設備
● NR-BWA 陸地行動電臺

資料來源：總務省電波利用，n.d。特定無線設備、特別特定無線設備一覽。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/type/



資料來源：本研究彙整。

圖 3.3.4　日本無線電臺執照與特定無線電臺執照申請流程圖

（3）特定基地臺開設計畫

特定基地臺[102]是以執行電信服務為目的，於陸地開設行動無線電臺（僅限涵蓋一個或以上之都道府縣區域之移動範圍），以進行於該移動範圍之電信業務。實務上，特定基地臺即經營行動電話與無線電接取服務等電信業者，為實現其服務而計畫性開設之複數無線電臺。

而欲開設特定基地臺者，應按總務省訂定之開設指導方針，提交開設計畫，經總務省絕對審查及比較審查兩個階段評審後，決定獲核准之申請者，獲核准者才能據其計畫開設電臺[103]。

特定基地臺開設計畫（特定基地局の開設計画）：為促進日本第五代行動通訊系統（5G）的發展普及，推動之開設計畫。

依照日本頻率資源執照類別，特定基地臺開設計畫申請資格、申請文件及審查基準如表 3.3.3 所示。

表 3.3.3　日本特定基地臺開設計畫申請資格、申請文件及審查基準

項目	特定基地臺開設計畫
申請資格	●除《電波法》第 5 條限制之對象（例如外資限制）外，皆可申請。 ●電信業務用之無線電臺執照申請者應為電信事業。 ●同一集團不得提出複數申請。
外資限制	●外資限制對象如下： 1.非日本國籍者 2.外國政府或相關代表者 3.外國法人或團體者 4.法人或團體中，其代表人為前三項所列人員，或占其董事會席次 1/3 以上或擁有 1/3 以上的表決權，若具備任一身份者，不得核予無線電臺執照。 ●不受前述資格限制之例外情形：執行電信業務為目的而開設的無線電臺。
申請文件[104]	●特定基地臺開設計畫認定申請書
申請限制	●若使用總務省公告之頻率，必須於總務省通知的期限內完成申請。 ●符合特定基地臺開設指導方針之要求
審查基準	●絕對審查基準：申請者必須滿足絕對審查基準的最低條件。 ●比較審查：符合絕對審查基準者，將進行比較審查。得到最高點數者，將獲配頻譜。
相關規費	●申請手續費 ●特定基地臺開設費（每年）

資料來源： 総務省，2021。第５世代移動通信システムの普及のための特定基地局の開設に関

[102] 另有無線廣播電視用途之特定基地臺，惟非此章節主題，故此處僅說明行動通信相關規定。

[103] 総務省，2021，第５世代移動通信システム（5G）の普及のための特定基地局の開設計画の認定。https://www.soumu.go.jp/main_content/000745465.pdf

[104]特定基地臺開設計畫認定申請書於每次釋照時發布，並非採用同一表格；其他執照所需申請文件表格皆可於總務省網頁下載，連結如後：総務省，n.d。無線局免許手続様式。https://www.tele.soumu.go.jp/j/download/proc/

する指針の制定について。https://www.soumu.go.jp/main_content/000727784.pdf
総務省，2021。第５世代移動通信システムの普及のための特定基地局の開設計画の認定申請マニュアル。https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/5g2/manual.pdf
総務省，n.d.。開設計画の認定申請手数料（第7条関係）。https://www.soumu.go.jp/soutsu/kanto/ru/musen/tesuryo/comm_37.html

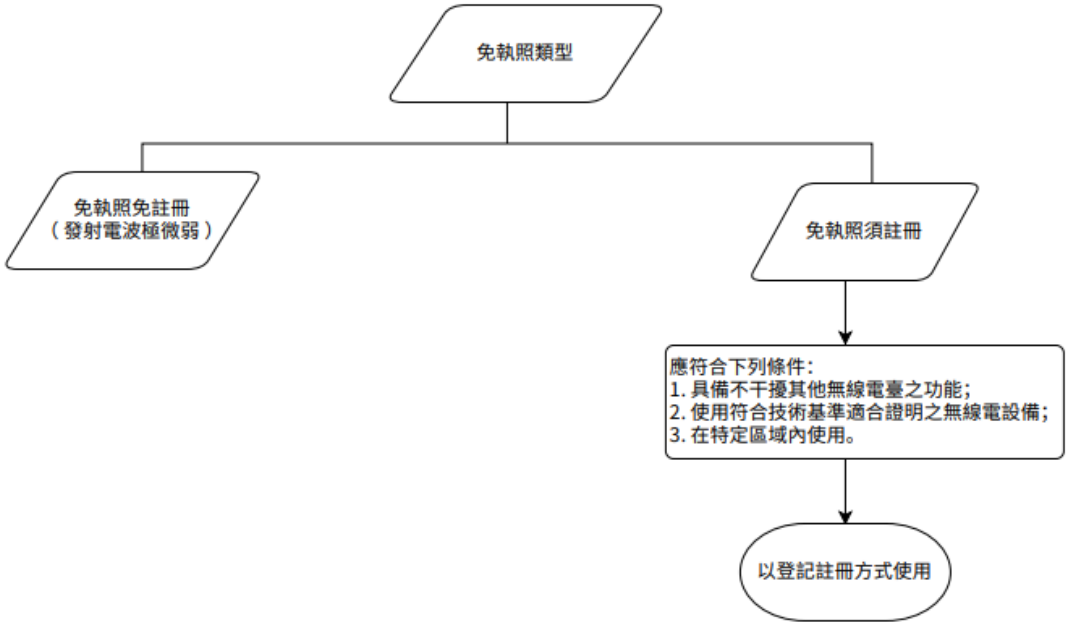
（4）免執照

日本的免執照分為「免執照免註冊」及「免執照須註冊」。「免執照免註冊」僅適用於發射電波極弱，且於一定條件、使用目的及範圍下使用的無線電臺；「免執照須註冊」則應具備不干擾其他無線電臺之功能、使用符合技術基準適合證明之無線電設備，以及在特定區域內使用。表 3.3.4 為日本免執照設備類型及圖 3.3.5 為免執照辦理流程圖。

表 3.3.4　日本免執照設備類型

免執照須註冊	免執照免註冊
● 5GHz 頻段無線接取系統基地臺、陸地行動中繼電臺、陸地行動電臺、行動基地臺、行動電臺。 ● 5.2GHz 頻段高功率資料通訊系統的基地臺與陸地行動中繼電臺。 ● 天線功率 10mW 以下的 PHS 基地臺。 ● 2.4GHz 頻段跳頻無線電臺。 ● 950MHz 頻段無線電臺。 ● 數位簡易廣播電臺電臺。	● 發射無線電波極弱的廣播電臺（總務省法令所定義的發射極微弱無線電波的無線電設備，例如用於遠距離控制模型的無線電控制振盪器和無線麥克風。） ● 公民廣播電臺（26.9MHz-27.2MHz 頻段的電波中，使用總務省令規定的種類和頻率的電波，天線功率為 0.5W，僅使用已取得以下技術標準合規認證的無線電設備的無線電臺） ● 用於特定低功率應用的無線電臺（例如無線電話、低功率安全系統、低功率資料通信系統、數位無線電話、PHS 的陸地行動電臺、專用短距無線通訊（Dedicated Short-Range Communication, DSRC）的陸地行動電臺、無線卡系統、特定低功率無線電臺等特定用途及目的無線電臺等）

資料來源：總務省電波利用，n.d。無線局の登録手続き。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/regist/index.htm
總務省電波利用，n.d。免許及び登録を要しない無線局。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/free/index.htm



資料來源：本研究彙整。

圖 3.3.5　日本免執照辦理流程圖

（5）拍賣

日本總務省在 2022 年 3 月 31 日發表「新型手機頻率分配方法檢討會」的第一次總結[105]：

在美國、英國、法國、德國等主要國家中，頻率核配方式都存有拍賣，卻並非僅透過拍賣進行頻率核配，拍賣方法分為純拍賣、有條件拍賣及評分拍賣，純拍賣僅根據投標結果決定中標者，有條件拍賣則將分配無線電波時的必要項目作為分配條件，評分拍賣則是將技術和服務等項目進行評分或換算成係數並與投標金額的分數相結合。

採用拍賣方式的優點為，首先，即使政府並無確切資訊預測每個廠商將如何有效利用頻率並創造價值，但可以確保程序透明度的同時分配頻率。此外，得標者期望有效地利用無線電波，以收回投資，因此可以促進頻率的有效利用；再者，能夠放寬篩選的要求，增加經營者的自由裁量權，促進創新。

採用拍賣方式的缺點為，得標價格可能過高，導致廠商基礎設施建設延遲，或可能將成本轉嫁至用戶。另外，頻率可能集中於財力雄厚的廠商手中，導致企業間差距擴大及壟斷，以至公平交易受挫。

解決拍賣方式的弊端有下列三種方法，第一，在進行頻率分配時，確保足夠的頻譜資源。第二，限制應用頻率的上限，例如設定特定頻率分配中可以獲得的上限，設定廠商擁有的頻率總量上限，或設

[105] 総務省，2022。「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会 1 次取りまとめ」の公表。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000431.html

定每個頻段的上限。第三，限制投標輪次。

關於新型手機頻譜分配方法，日本總務省在 2022 年 9 月 29 日發表「新型手機頻率分配方法檢討會」的總結[106]，在技術和服務相關審查項目（包含區域覆蓋）以及與頻譜經濟價值結合的綜合評估方式（特定基地臺開設計畫）的基礎上，進一步研究使「有條件拍賣」成為未來可能選項是適當的。

採用拍賣方式對於未來的考慮，總務省考慮以下四點，第一，關於未來手機頻譜的分配，將從增進公共福利的角度出發，結合頻譜分配的特性及拍賣的一致性，考量每個頻譜的合理分配方式。第二，預計未來分配的頻譜高頻頻段，具有根據具體使用需求而在局部地區進行部屬的特性，因此需要廠商在頻譜運用方面增加更多的創新設計。第三，隨著技術進步，可能會出現新的頻譜使用模式及需求，使政府難以預測，在此情況下，也需考量頻譜的合理分配方式。第四，需要考量應達成的政策目標，如覆蓋率等，以及相關的制度設計。

2. 申請資格與申請文件

根據日本《電波法》，無線電臺及特定無線電臺執照申請之外資限制對象說明如下：

- 非日本國籍者。
- 外國政府或相關代表者。
- 外國法人或團體者。
- 法人或團體中，其代表人為前三項所列人員，或占其董事會席次 1/3 以上或擁有 1/3 以上的表決權，若具備任一身份者，不得核予無線電臺執照。

然《電波法》第 5 條第 2 項闡明，不受前述資格限制之例外情形，包括下列 9 種無線電臺，包括實驗性質、業餘、船舶、航空器等無線電臺、特定固定地點進行無線電通信之無線電臺（實驗性質無線電臺、業餘無線電臺、大使館、公使館，或領事館等公用目的，以及進行電信業務者除外），以及電信業務之無線電臺、追蹤、遙測及指揮（Tracking, Telemetry and Command, TT&C）（執行電信通訊業務為目的而開設之無線電臺，其無線設備搭載控制人造衛星位置與方向，在地面上開設的無線電臺）。

在申請文件方面，申請者須提交無線電臺事項書、工程設計書等附屬文件。

[106] 総務省，2022。「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会 取りまとめ」及び意見募集結果の公表。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000452.html

3. 審查基準

總務省受理無線電臺及特定無線電臺執照的申請後，根據《電波法》第 7 條進行審查，審查內容包含：

- 工程設計書符合《電波法》第三章規定的技術要求。
- 頻率可否核配；根據《電波法》第 26 條規定之頻率核配計畫公告。
- 須符合無線電臺開設基準之要求。

4. ISM 頻段管理機制

日本根據「工業、科學和醫療設備對干擾波的容許值及測量方法[107]」，定義 ISM 設備為一種被設計成局部產生和/或利用無線射頻能量裝置或工具，運用在工業、科學、醫療、家庭或類似的目的，但不包含電信和資訊技術設備以及其他國際無線電干擾特別委員會（Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques, CISPR）出版物所載範疇的應用設備，輸出功率為 50 瓦以下，已獲型式指定或已通過型式確認[108]。

根據 2023 年 6 月發布之日本頻率分配表註腳 J37，日本指定供 ISM 設備使用之頻率如表 3.3.5。在 ISM 頻率範圍內進行的無線通信服務，須容忍由 ISM 用途產生之有害干擾。

表 3.3.5　日本指定供 ISM 設備使用之頻率

ISM 頻率	中心頻率
13553-13567kHz	13560kHz
26957-27283kHz	27120kHz
40.66-40.70 MHz	40.68 MHz
2400-2500 MHz	2450 MHz
5725-5875MHz	5800MHz
24-24.25 GHz	24.125 GHz

資料來源：総務省，n.d.。「周波数割当計画」（pdf 形式、令和５年６月１日現在）国内周波数分配の脚注。https://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/share/pdf/kkokunai.pdf

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

為促進頻率分配計畫及電波有效利用，總務省於頻率核配後進行頻率使用調查，根據無線電臺的數量、通信量、無線設備的使用形

[107] 経済産業省，2015。J55011（H27）工業，科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法。https://www.meti.go.jp/policy/consumer/seian/denan/file/04_cn/ts/js/j55011_h27_151008.pdf

[108] 総務省，n.d.。個別の設置許可が必要な高周波利用設備の例。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/highfre/list/index.htm

態及電波利用現狀，要求執照持有者配合總務大臣進行頻率使用狀況調查、電波有效利用程度的評估等。總務大臣進行使用狀況調查後，須立即向電波監理審議會回報調查結果，並依總務省條例公布調果結果概要。

電波監理審議會則根據《電波法》第 26 條之 3 及第 99 條之 13，評估電波的有效利用及使用狀況調查，按調查類別考量無線電波相關技術的發展及需求動向、頻率分配、國際趨勢及其他情況，再向總務大臣提出必要的建議及推動有關有效使用評估相關事宜的溝通。

除頻率使用調查，總務省亦針對無線電臺進行檢查，包括新建的無線電臺竣工檢查、無線電臺改建檢查、無線電臺定期檢查和無線電臺臨時檢查。

在防止頻率干擾方面，總務省根據《電波法》第 56 條規定執照持有者的無線電臺不得對其他無線電臺的使用，或用於電波天文業務（用於接收從太空發射的無線電波的天文無線電波業務）造成頻率干擾，不過遇險通訊[109]、應急通訊[110]、安全通訊[111]及緊急通訊[112]等應用除外。與此同時，航空無線電臺、航空器無線電臺、海岸無線電臺及船舶無線電臺在接收到船舶或航空器發出的遇險通訊、應急通訊、安全通訊或緊急通訊時，須即時予以回應。

另外，執照持有者若有意變更無線電臺用途、通訊對象、通訊事項、廣播事項、廣播區域或無線電設備的位置，皆須事先獲得總務省的許可，並於完成相關變更後接受總務省的檢查，經審核通過後方可投入運作，說明如後。

（1）無線電臺執照

無線電臺執照持有者應遵守技術條件與國際協調規範，並確保無線電臺的運作不會對其他無線電臺或無線電天文服務裝置等造成干擾。若為《電波法》第 52 條第 1 項至第 4 項所列基於安全、救災或於緊急狀況下保障交通維持秩序目的之緊急通訊，包含船舶或航空器的緊急危險狀況、地震、颱風、洪水、海嘯、雪災、火災或暴動等則不在此限。

對於擁有主要目的與次要目的之無線電臺，次要目的之履行不

[109] 指船舶或航空器遇到嚴重且迫在眉睫的危險，發送遇險訊號或依總務省令規定的其他方法進行的無線電通信。

[110] 指當船舶或飛機可能面臨嚴重且迫在眉睫的危險或緊急時刻，發送應急訊號或依總務省令規定的其他方法進行的無線電通信。

[111] 指為防止船舶航行或航空器飛時發生危險，發送安全訊號或依總務省令規定的其他方法進行的無線電通信。

[112] 指在發生地震、颱風、洪水、海嘯、雪災、火災、暴動等緊急情況時，為挽救生命、救災、保障交通通訊、維持公共秩序而進行的無線電通訊。

可干擾其主要目的之履行。

無線電臺執照持有者有義務每隔 5 年接受國家檢查，並支付相關檢查費用，其他檢查包括無線電臺竣工時進行無線設備、無線從事人員的資格、人員數、時程與申請書等檢查；若無線電臺進行變更，後續亦須配合變更檢查、臨時檢查等。

（2）特定無線電臺執照

特定無線電臺執照持有者應遵守技術條件與國際協調規範，並確保特定無線電臺的運作不會對其他無線電臺或無線電天文服務裝置等造成干擾。若為《電波法》第 52 條第 1 項至第 4 項所列基於安全、救災或於緊急狀況下保障交通維持秩序目的的緊急通訊，包含船舶或航空器的緊急危險狀況、地震、颱風、洪水、海嘯、雪災、火災或暴動等不在此限。

對於擁有主要目的與次要目的之特定無線電臺，次要目的之履行不可干擾其主要目的之履行。

2. 核配後續收／繳回方式

（1）屆期

根據《電波法》[113]第二章第 13 條第一項，執照的有效期限由總務省規定，且可續訂，若未續訂，則至到期日執照自動失效。

（2）未屆期-自行繳回

根據《電波法》第二章第 24 條之 9 第 2 項，執照持有者得主動撤銷登記，且根據《電波法》第二章第 24 條，登記失效時，執照持有者需在失效一個月內將執照進行繳回。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據《電波法》第六章第 76 條，若執照持有者違反《電波法》及《放送法》或任何命令及行政處分，總務省得撤銷執照。

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

根據《電波法》第二章第 23 條，當無線電臺被廢止時，執照即失效，且根據《電波法》第二章第 24 條，若執照失效，執照持有者須在執照失效一個月內將執照進行繳回。

[113] Ministry of Internal Affairs and Communications, n.d. Radio Law. https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/Resources/laws/2003RL.pdf

第四節　歐盟

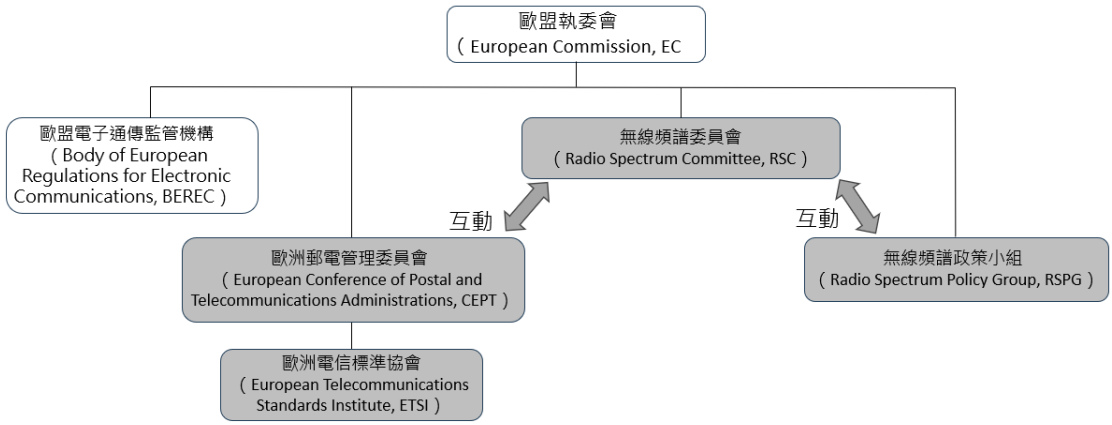
一、主管機關

為有效管理無線電頻譜的關鍵政策目標及一般原則，歐盟執委會（European Commission, EC）成立無線頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）及無線頻譜委員會（Radio Spectrum Committee, RSC）等兩大機關，以制定歐盟無線電頻譜政策。

RSPG 係由高級別國家政府專家（national governmental experts）組成的小組，旨在協助 EC 制定歐盟層面的一般無線電頻譜政策及提供頻譜政策建議，RSC 則協助 EC 制定技術實施措施（technical implementation measures[114]），以確保整個歐洲無線電頻譜的可用性和高效使用的條件一致[115]。

RSC 另也與歐洲郵電管理委員會（European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT）簽署瞭解備忘錄，合作推動歐盟的無線電頻譜協調。RSC 亦授權 CEPT 制定技術實施措施，以確保無線電頻譜可用性和有效使用的協調條件[116]。

CEPT 由歐洲 46 個國家的政策制定者和監管機構等組成，以協調電信、無線電頻譜和郵政等相關法規，旨在提高效率及確保歐盟協調一致，提高歐洲社會福祉[117]。



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

圖 3.4.1　歐盟頻率資源主管機關

[114] 技術實施措施係指可具體解決無線電頻譜的可用性、有效使用以及與無線電頻譜使用相關資訊之協調條件。eur-lex, 2002. Decision No 676/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 7 March 2002 on a regulatory framework for radio spectrum policy in the European Community (Radio Spectrum Decision). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32002D0676

[115] EC, 2022. EU radio spectrum policy for wireless connections across borders. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/eu-radio-spectrum-policy

[116] EC, 2024. The Radio Spectrum Committee. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/radio-spectrum-committee

[117] CEPT, n.d. About CEPT. https://www.cept.org/cept

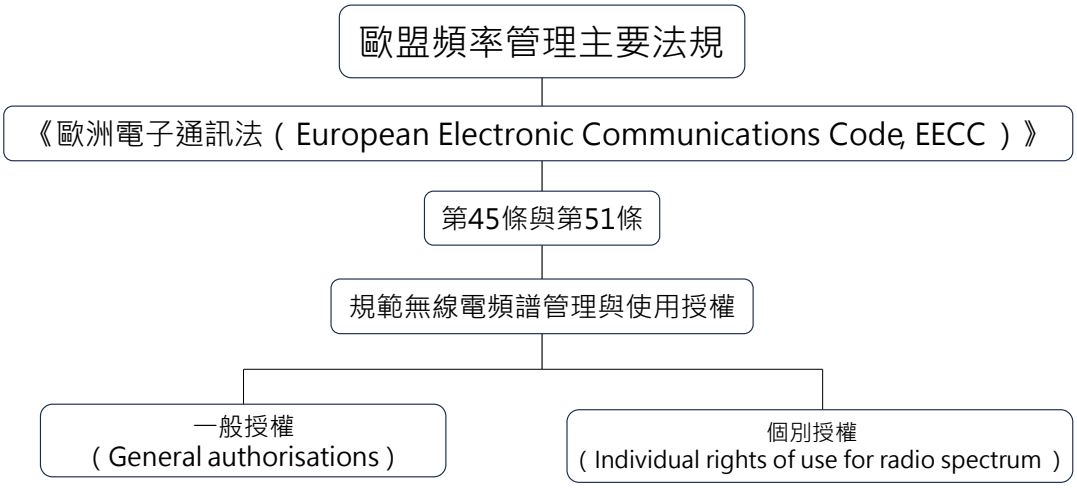
二、主要法規

歐盟的 2018 年《歐洲電子通訊法（European Electronic Communications Code, EECC）》為電子通訊網路、電子通訊服務、相關設施、服務以及終端設備，建立適用於整個歐盟統一的監理框架，以管理整個歐盟的無線電頻譜管理規則，旨在創建穩定、協調的監管環境，以改善頻譜協調並促進創新。

《歐洲電子通訊法》第 13 條闡明，歐盟針對無線電頻譜使用權，規定應確保其有效使用，符合同法第 45 條和第 51 條規定，且僅受本法附件一所列條件約束。

該法第 45 條的一般授權（general authorisations）及個別無線電頻譜使用權（individual rights of use for radio spectrum），則是闡述歐盟的兩大頻率核配方式，並規定歐盟成員國在授予頻率使用權時應考量的重點包括：（一）有關無線電頻譜之具體特點；（二）須防止有害干擾；（三）創造可靠的頻譜共享之條件；（四）須確保通信或服務之技術品質；（五）根據歐盟法律所規定之普遍利益目標；以及（六）保障無線電頻譜之有效使用。

該法第 51 條闡明無線電頻譜使用權之轉讓或租賃之相關規定，包括簡化程序、意圖目的、適用條件等。主管機關應簡化無線電頻譜使用權之轉讓或租賃，並考慮任何調整權利所附條件，確保權利或相關無線電頻譜能得到保護。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.4.2　歐盟頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

在頻譜管理方面，EC 根據《歐洲電子通訊法》第 4 條第 4 款賦予的權力，在考量 RSPG 的建議後向歐洲議會（European Parliament）及歐洲理事會（Council of Europe）提交立法提案以制定多年期的「無線電頻譜政策計畫（Radio Spectrum Policy Programme, RSPP）」，旨在有效管理無線電頻譜的政策目標和一般原則，用於頻譜使用的戰略規劃及協調，以確保歐盟政策領域內涉及頻譜使用的內部市場運作，如電子通信、研究、技術開發以及太空、運輸、能源及視聽政策等領域，不涉及歐盟其他政策領域如軍事、國防、救災及公共安全。

RSPP 要求成員國與歐盟執委會合作，酌情促進頻譜的集體及共享使用，並確保整個歐盟電子通訊、研究、技術開發、太空、運輸、能源和視聽部門的頻譜使用統一。RSPP 也建立歐盟現有頻譜用途清單，用於商業和公共目的，旨在提高頻譜使用的效率和靈活性，以及維護和促進競爭。

EC 於 2012 年制定的 RSPP，其發展涵蓋 2012 年至 2015 年期間，主要要求歐盟成員國於 2012 年年底前釋出 800MHz，並制定 900MHz、1800MHz、2GHz、2.6GHz 及 3.4–3.8 GHz 的運用[118]。然而，EC 自 2015 年後未制定新的 RSPP。

RSPG 於 2021 年針對 RSPP 發布意見書，建議歐盟的頻譜戰略應重點促進頻譜共享、有效協調頻段及透過頻譜應用以促進技術發展[119]。至 2023 年，EC 再提出「無線電頻譜政策計畫 2.0（Radio Spectrum Policy Programme 2.0, RSPP 2.0）」的立法建議並進行公眾諮詢[120]，旨在增強歐盟在無線電頻譜管理方面的主權，培養單一市場，進一步促進無線電頻譜的有效利用，包括解決未來的頻譜需求。截至 2024 年 6 月，RSPP 2.0 仍在商議中。

EC 針對 RSPP 2.0 進行研究並發布「無線電頻譜政策計畫研究：盤點並討論未來情景（Study on Radio Spectrum Policy Programme: taking stock and discussing future scenarios）」研究報告，旨在為歐盟政策制定者在無線電頻譜管理領域提供全面且明智的決策基礎，總體目標是促進 EC 進行全面評估，加強無線電頻譜治理及提升歐盟單一市場的勢力，在頻譜管理方面則重點關注歐盟的頻譜共享與彈性授權，

[118] EC, 2012. Digital Agenda: Commission welcomes step forward for wireless broadband with adoption of Radio Spectrum Policy Programme. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_12_141

[119] EC, 2021. RSPG Opinion on a Radio Spectrum Policy Programme (RSPP). https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/system/files/2023-01/RSPG21-033final-RSPG_Opinion_on_RSPP.pdf

[120] European Parliament, 2024. New Radio Spectrum Policy Programme
In "A Europe Fit for the Digital Age". https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/spotlight-JD%2023-24/file-new-radio-spectrum-policy-programme

以及未來頻譜資源供應等兩大問題[121]。

另一方面，為促進歐盟內部市場的行動衛星服務（Mobile-Satellite Service, MSS）競爭性及服務涵蓋，歐盟第 626/2008/EC 決定建立歐盟層級的 MSS 營運業者選擇程序，及適用於歐盟成員國的 2GHz 頻段通用授權規則。根據歐盟第 2007/98/EC，決定將 1980MHz-2010MHz 頻段（地對空）及 2170MHz-2200MHz 頻段（空對地）指定用於 MSS 服務[122]。

選擇程序由歐盟執委會在通訊委員會（Communications Committee, COCOM）輔助下安排，招標資訊（calls for tenders）透過歐盟官方公報（Official Journal of the European Union）發布。申請者應在歐盟內設立，申請的無線電頻率數量於各通訊方向（地對空及空對地）皆不得超過 15MHz，且必須承諾：1. 從開始提供 MSS 之日起，應至少涵蓋成員國土地總面積 60%服務區域；2. 在獲選後七年內，向所有歐盟國家提供 MSS，並為每個歐盟國家至少 50%人口及至少 60%總土地面積提供 MSS；而在選擇程序中也會評估申請者的技術及商業能力，以及其所提供之 MSS 技術及商業品質。

歐盟層級制定之頻譜協調及授權條件，係用以確保不同成員國家之間授權方法的一致性，但原則上授權及相關附加條件係由各國主管機關處理。換言之，在歐盟層面會透過選擇程序受理 MSS 營運業者的申請及進行審查，並在通過後的一個月內公布於獲選業者名單[123]，獲選業者應使用指定的無線電頻率於歐盟提供 MSS 並履行規定條件及承諾，然獲選業者於歐盟國家仍須取得國家層級的授權[124]。

歐盟各國保證獲選營運商使用 MSS 無線電頻率的權利，但須遵守條件包含：（一）在獲選後兩年內達成衛星配對（通訊與服務模組整合）、發射、頻率協調及在歐盟國家境內提供 MSS 的里程碑；（二）獲選業者必須履行在選擇程序中所做的承諾，並向國家主管機關提交年度報告；（三）使用權及授權期限為獲選日期起 18 年。

---

[121] EC, 2024. Study on Radio Spectrum Policy Programme: taking stock and discussing future scenarios. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/study-radio-spectrum-policy-programme-taking-stock-and-discussing-future-scenarios

[122] EUR-Lex, 2007. On the harmonised use of radio spectrum in the 2 GHz frequency bands for the implementation of systems providing mobile satellite services. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32007D0098

[123] 根據歐盟第 2009/449/EC 決定，Inmarsat Ventures Limited（1980-1995 MHz 頻段（地對空）及 2170-2185MHz 頻段（空對地））與 Solaris Mobile Limited（1995MHz-2010MHz 頻段（地對空）及 2185MHz-2200 MHz 頻段（空對地）獲選；ICO Satellite Limited 和 TerreStar Europe Limited 則因為表現出行動衛星系統所需技術與商業發展水準，故未取得頻譜分配資格。

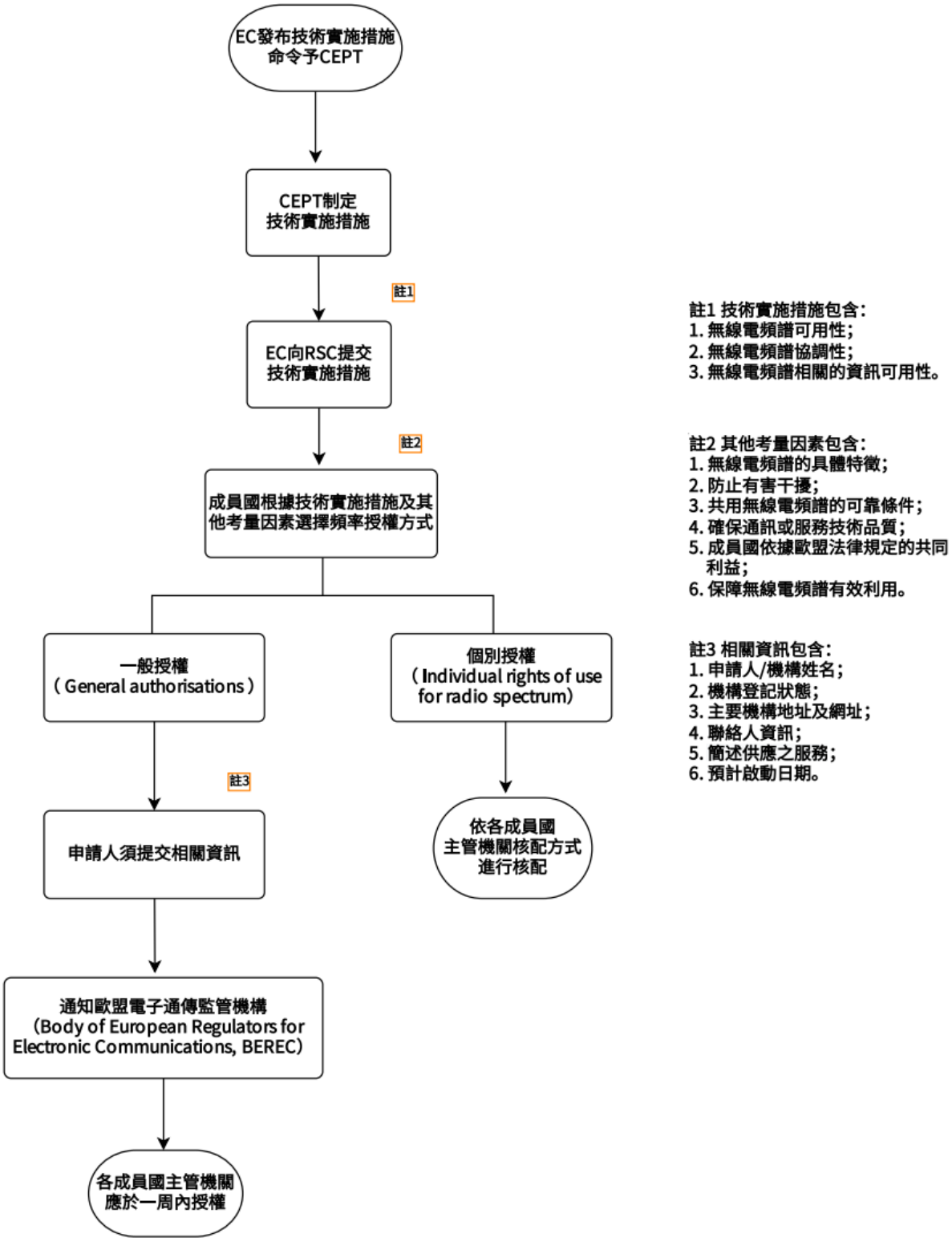
[124] 包含 MSS 系統及補充地面部分（補充地面部分係指用於提高衛星涵蓋範圍地理區域內 MSS 可用性的固定地面基地臺（fixed ground-based stations），前述區域內與衛星太空電臺通訊可能無法達到所需的品質）

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

歐盟成員國須與 EC 合作，根據電子通訊內部市場建立的聯盟政策，對無線電頻譜的使用進行策略規劃、協調及統一，而考量因素包括歐盟政策的經濟、安全、健康、公共利益、言論自由、文化、科學、社會和技術，以及無線電頻譜使用者的各種利益，旨在優化無線電頻譜的使用，並避免有害干擾。

該法第 45 條的一般授權（general authorisations）及個別無線電頻譜使用權（individual rights of use for radio spectrum），則是闡述歐盟的兩大頻率核配方式，並規定歐盟成員國在授予頻率使用權時應考量的重點包括：（1）有關無線電頻譜之具體特點；（2）須防止有害干擾；（3）創造可靠的頻譜共享之條件；（4）須確保通信或服務之技術品質；（5）根據歐盟法律所規定之普遍利益目標；以及（6）保障無線電頻譜之有效使用。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.4.3　歐盟頻率核配方式架構

2. 申請資格、申請文件與審查基準

歐盟為成員國建立一套程序，以確保整個歐盟可協調應用的監管框架。成員國原則上不得阻止業者提供電子通信網路與服務，除具適當理由，且須通知歐盟。

3. ISM 頻段管理機制

根據歐盟的頻率分配和應用表，用於 ISM 的頻率須經有關主管機關的特別授權。鑑於無線電通信服務可能會受到影響，在適用本規定時，主管部門應適當考慮最新的相關 ITU-R 建議書。表 3.4.1 說明歐盟指定供 ISM 設備使用之頻率。

表 3.4.1　歐盟指定供 ISM 設備使用之頻率

ISM 頻率	中心頻率
6765-6795 kHz	6780 kHz
433.05-434.79 MHz	433.92 MHz
61-61.5 GHz	61.25 GHz
122 -123 GHz	122.5 GHz
244-246 GHz	245 GHz
13553-13567	13560 kHz
26957-27283 kHz	27120 kHz
40.66-40.70 MHz	40.68 MHz
2 區 902-928 MHz	915 MHz
2400-2500 MHz	2450 MHz
5725-5875 MHz	5800 MHz
24-24.25 GHz	24.125 GHz

資料來源：CEPT, 2023. THE EUROPEAN TABLE OF FREQUENCY ALLOCATIONS AND APPLICATIONS IN THE FREQUENCY RANGE 8.3 kHz to 3000 GHz (ECA TABLE). https://docdb.cept.org/download/4316

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

歐盟的有害干擾泛指危及無線電導航服務（radio navigation）或其他安全服務功能的干擾，或嚴重降低、阻礙或反覆中斷依國際組織或國家法規運作的無線電通訊服務干擾。

歐盟成員國須確保電子通訊服務的無線電網路或無線存取技術遵守規定，包括防止有害干擾、考量 1999/519/EC 指令的建議以保護公眾健康免受電磁場影響、確保服務的技術品質、確保無線電頻譜共享最大化、保障無線電頻譜的有效運用及實現整體利益目標。

（1）一般授權

根據歐盟 2014/30/EU 電磁相容性指令（Electromagnetic Compatibility Directive），歐盟成員國應負責確保無線電通信，包括根據 ITU《無線電規則（Radio Regulations, RR）》運作的無線電廣播接收、業餘無線電服務、供電網路、電信網路，以及與之相連的所有設備，免受電磁干擾。該指令涵蓋儀器類、固定裝置等設備，旨在確保設備在電磁環境中符合運作條件，不會對其他設備產生電磁干擾。

另有 2014/53/EU《無線電設備指令（Radio Equipment Directive, RED）》建立無線電設備和電信終端設備進入市場的監管框架，並規定所有無線發射設備及接收設備須遵守透過設定安全及健康、電磁相容性以及無線電頻譜的有效使用等基本要求，而軍事、國家安全、無線電業餘愛好者、民用航空等設備除外。

RED 的法律規範適用於歐盟成員國，同時還包括歐洲經濟區（European Economic Area, EEA）以及歐洲自由貿易聯盟（European Free Trade Association, EFTA）成員國，包含列支敦斯登、冰島、挪威及土耳其。

（2）個別無線電頻譜使用權

在個別無線電頻譜使用權的規定下，成員國須遵守 1999/519/EC 指令有關公眾暴露於電磁場 0Hz 至 300GHz 的限制，以及符合必備技術及操作條件，以避免有害干擾及保護民眾健康免受電磁場影響。

成員國在電磁場限制的規定上應商定及制定共同框架，以確保整個歐盟的標準及電磁場保護係一致的。且應依據專業領域內具公信力的科學文獻，包括科學數據、建議、電磁場暴露的基本限制及參考水平，定期審查及重新評估共同框架。

2. 核配後續收／繳回方式

- **一般授權**

（1）屆期

根據《歐洲電子通訊法》[125]第 19 條，當頻譜使用權屆期時，如未獲續期，則將撤銷頻譜的使用權。

（2）未屆期-自行繳回

根據《歐洲電子通訊法》，法條中並未特別提及使用權未屆期而自行繳回的規定。

[125] European Union, n.d. Directive (EU) 2018/1972 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code (Recast) (Text with EEA relevance). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L1972

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據《歐洲電子通訊法》第 30 條第 5 項，若違反使用權的條件，成員國應授權主管機關撤銷使用權。

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

根據《歐洲電子通訊法》第 30 條第 6 項，若對公共安全及公共衛生等有所威脅，使用權得在未屆期前終止。

- **個別無線電頻譜使用權**

個別無線電頻譜使用權的核配後續收／繳回方面，則規定主管機關可於執照有效期屆滿前兩年，客觀評估是否延長核配期，旨在確保頻譜的有效且高效使用，以及市場競爭不被扭曲。

（1）屆期

根據《歐洲電子通訊法》第 49 條第 2 項，使用權持有者最遲須在使用權屆期兩年前，提出延長使用權的權限，否則使用權屆期，將失去使用權。

（2）未屆期-自行繳回

根據《歐洲電子通訊法》第 19 條及第 48 條，法條中並未特別提及使用權未屆期而自行繳回的規定，在實務上，使用權持有者得在屆期前自願向主管機關提前申請終止授權。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據《歐洲電子通訊法》第 30 條第 5 項，若違反使用權的條件，成員國應授權主管機關撤銷使用權。

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

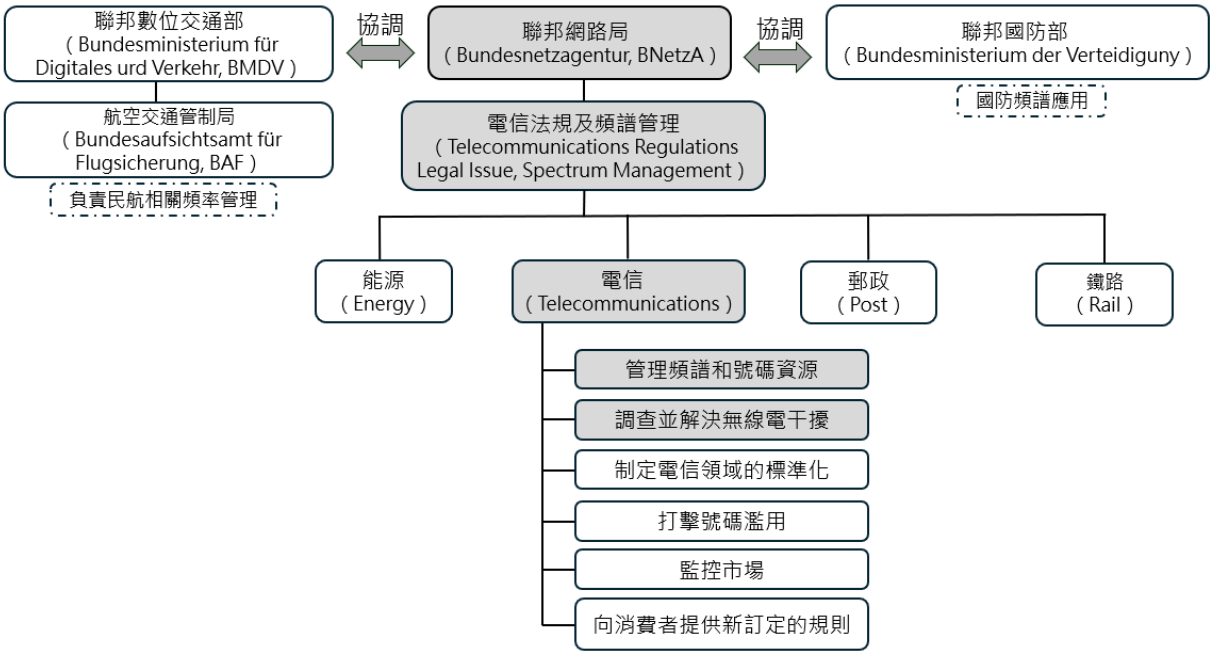
根據《歐洲電子通訊法》第 19 條第 2 項及第 49 條第 2 項，若為公共利益、秩序、國防等目標，使用權得在未屆期前終止。

第五節　德國

一、主管機關

德國無線電頻譜主管機關為德國聯邦網路局（Bundesnetzagentur, BNetzA），主責分配德國頻譜資源的應用，以及調查並解決無線電干擾的問題。

另外，德國聯邦數位及交通部（Bundesministerium für Digitales und Verkehr, BMDV）轄下的航空交通管制局（Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung, BAF）為民航地面無線電臺及導航無線電臺的航空頻率管理[126]。德國國防頻譜應用部分，由德國聯邦國防部（Bundesministerium der Verteidigung）管理，例如 30.3-30.5MHz、32.15-32.45MHz 等（圖 3.5.1）。



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

圖 3.5.1　德國頻率資源主管機關

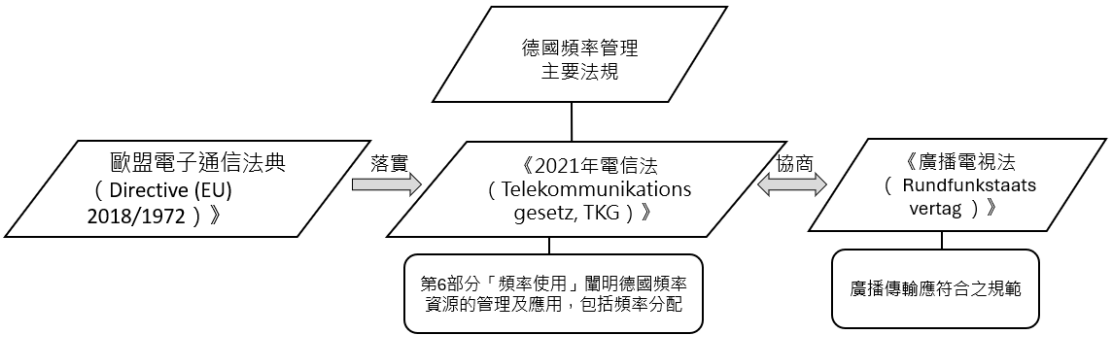
126 BAF, n.d. Aufgaben. https://www.baf.bund.de/DE/BAF/Aufgaben/aufgaben_node.html;jsessionid=88811EBDC9F31FBAA7E118380B889A51.live11311

二、主要法規

BNetzA 根據德國《2021 年電信法（Telekommunikationsgesetz, TKG）》執行海、陸、空的頻譜資源分配及監測的職權，而德國為歐盟成員國，此法落實歐洲《電子通信法典（Directive (EU) 2018/1972）》的要求，確保與歐盟一致的頻率分配及保護民眾電磁波安全[127]。

《2021 年電信法》第 6 部分「頻率使用」闡明德國頻率資源的管理及應用，包括頻率分配；頻率指配的限制及擴展；聯合頻率指配；頻率指配的時間安排；衛星軌道位置及頻率使用；廣播、航空、海運、內陸航運及與安全相關的無線電應用的頻率分配；聯合使用頻率的分配、創新技術的測試、短期頻率要求；替代頻率使用的分配；頻率指配的組成；頻率授權程序；頻率使用的靈活性；頻率指配的撤銷、放棄；頻率指配的限制等。

此外，德國的「頻率條例（Frequenzverordnung, FreqV）」於 2013 年生效，用於管理個別無線電服務及電磁波其他用途的頻率範圍分配。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.5.2　德國頻率資源管理主要法規

[127] Federal Ministry of Justice, 2022. Telekommunikationsgesetz, https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/

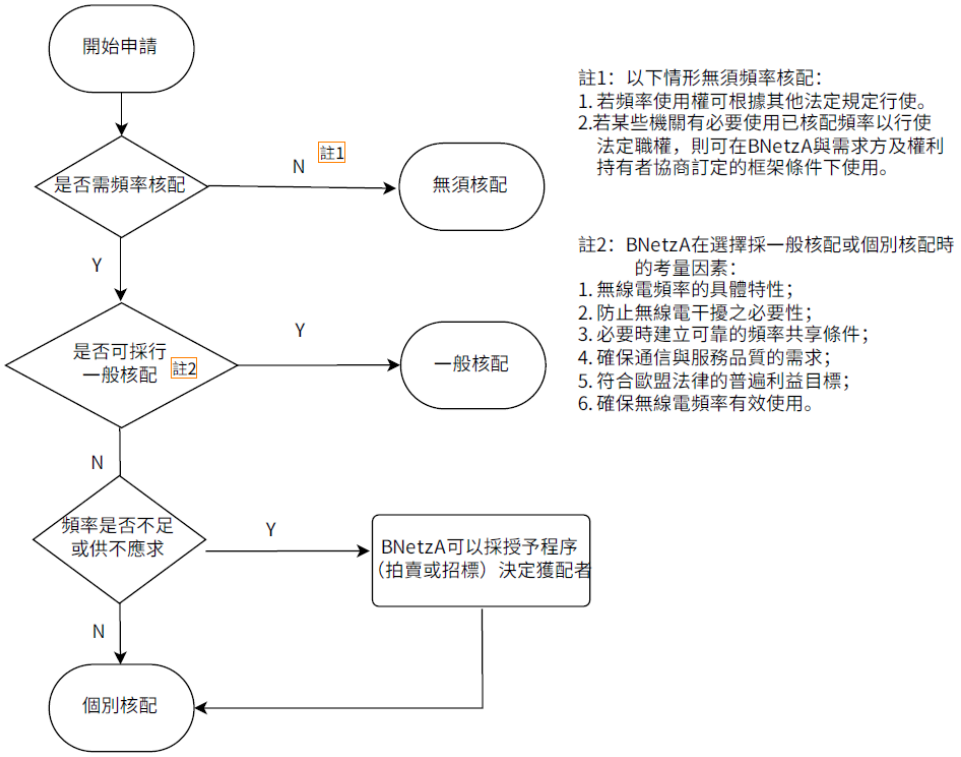
三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

根據德國《電信法》，無線電頻率原則上皆需要經核配後方能使用，而核配方式主要包含一般核配（Allgemeinzuteilungen）及個別核配（Einzelzuteilungen）[128]，若為以下情況則無須核配（如圖 3.5.3、圖 3.5.4）：

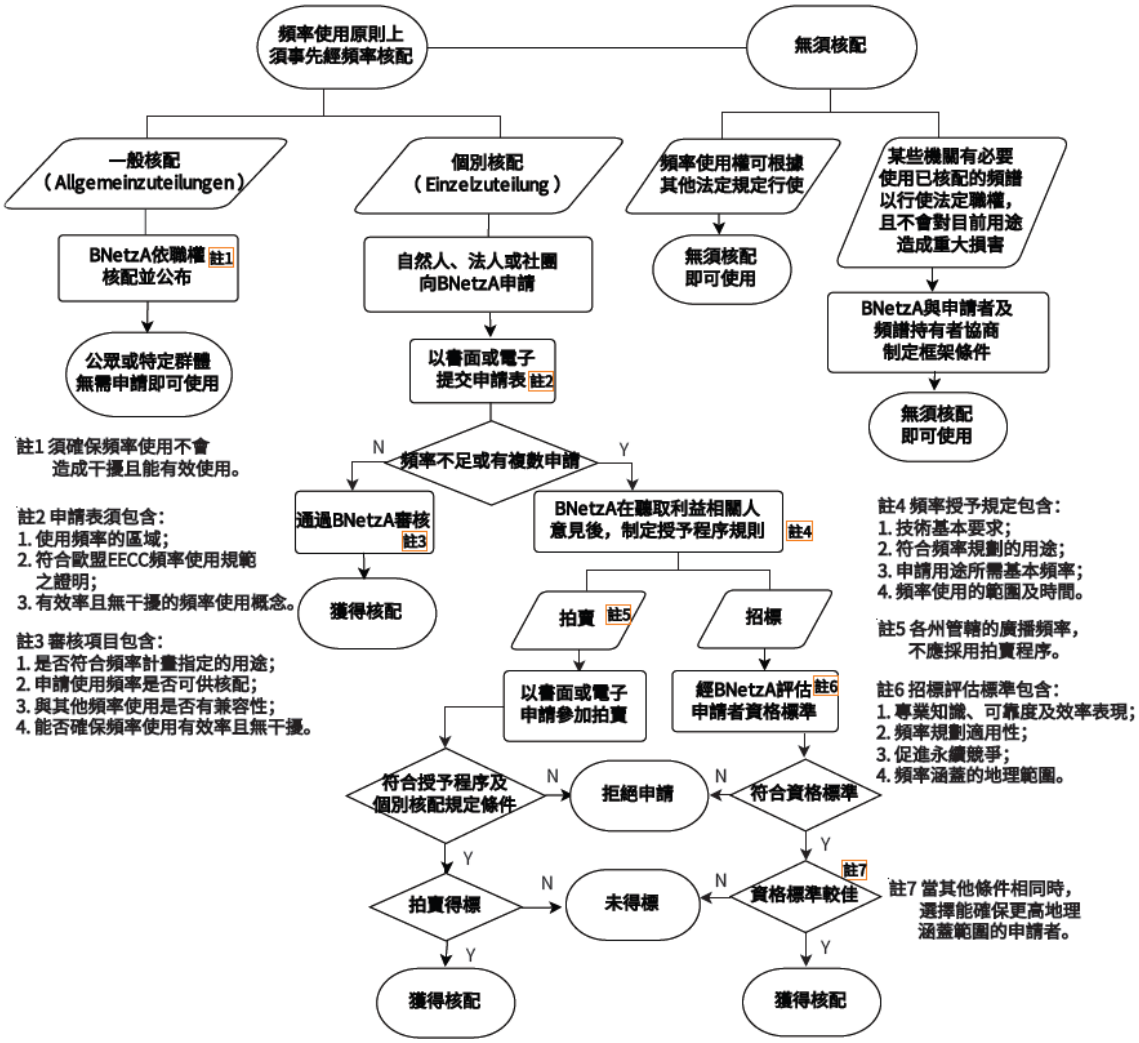
- 若頻率使用權可根據其他法定規定行使，則無須進行頻率核配。
- 如果某些機關在行使法定職權時，需要使用已分配的頻率，並且不會造成重大損害，則可以在聯邦網路局與需求方和權利持有者協商訂立的框架條件下使用，無須進行頻率核配。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.5.3　德國頻率核配方式架構

[128] 德國一般核配（Allgemeinzuteilungen）及個別核配（Einzelzuteilungen）皆依循歐盟 EECC 框架，與歐盟「一般授權」與「個別授權」概念相同，惟本研究撰寫時採用該國原名詞翻譯。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.5.4　德國頻率核配申請流程

（1）一般核配

一般核配係由 BNetzA 依其職權實施與公告，供公眾或特定群體使用，採行一般核配的前提在於技術上不會干擾且不妨礙頻率的有效使用。藉由一般核配可以更靈活地應用頻率，但使用者也必須承受與其他用戶共用頻率可能發生的干擾[129]。BNetzA 採一般核配時，不會考量數量限制，亦不需要針對頻譜利用狀況進行詳細調查。

根據 BNetzA 官網[130]，一般核配的無線電頻率應用類型包含 7 類：

- 警報、監控及追蹤應用；
- 短距離無線電系統；

[129] BNetzA, 2024. Frequenzen. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/start.html

[130] BNetzA, 2024. Allgemeinzuteilungen. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/start.html

- 無線麥克風；
- 行動通訊應用、短距離無線電、數位增強無線通訊（Digital Enhanced Cordless Telecommunications, DECT）、無線區域網路（Wireless LAN, WLAN）及民用頻段無線電對講機（Citizens' Band Radio）等；
- 定向收音機；
- 運輸應用（車輛、公路、鐵路）；以及
- 其他無線電應用。

（2）個別核配

個別核配是針對不適用於一般核配的頻率，通常考量無線電干擾風險、服務品質確保需求等，由 BNetzA 以個別核配的方式核配予使用者或無線電網路營運業者，以保護其無線電應用。

德國《電信法》第 93 條也納入歐盟 EECC 第 37 條授予個別無線電頻譜使用權的聯合授權程序（joint authorisation process），訂有聯合頻率核配（Gemeinsame Frequenzzuteilungen），BNetzA 可以與其他歐盟成員國的主管機關以及歐盟 RSPG 合作，考量市場參與者提出的利益，共同確定頻率核配程序的共同部分，並在適當的情況下共同進行授予程序。

2. 申請資格

個別核配係由自然人、法人或社團以電子或書面方式向 BNetzA 提出申請，若申請的德國公司有 10%以上股份由外國投資者或外國公司持有，則需要事先經德國聯邦經濟事務和氣候行動部（Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz, BMWK）審核通過方能申請。

3. 申請文件與審查基準

申請者在申請文件中必須具體說明頻率的使用區域，並且應根據歐盟 EECC 的規定，說明符合頻率核配的主觀要求，意即關於頻率的有效且無干擾使用以及其他條件。BNetzA 可要求申請人提供頻率使用概念，以說明其將如何確保頻率使用符合有效且無干擾。BNetzA 對於個別核配申請的審核項目如下：

- 是否符合頻率計畫指定的用途；
- 申請使用頻率是否可供核配；
- 與其他頻率使用是否有兼容性；
- 能否確保頻率使用有效率且無干擾。

經 BNetzA 審核，若符合前述條件則會核配頻率給申請者，但當個別核配的頻率數量不足或有複數申請者時，BNetzA 在核配前可以採用授予程序（Vergabeverfahren），包含拍賣程序（Versteigerungsverfahren）[131]或招標程序（Ausschreibungsverfahren），經公眾徵詢後決定透過拍賣或招標方式選擇核配對象。授予程序進行之前，BNetzA 會先確定申請者滿足主觀、專業和客觀的最低要求，且頻率使用範圍符合頻率計畫，必要時也會要求申請者提供其電信服務所需的基本頻率配置及頻率使用範圍和時程的安排，以衡量頻率使用權持有者能否合理應用頻率或建設公共基礎設施。

若採用招標程序，則會按以下標準評估：

- 專業知識、可靠度及效率表現；
- 頻率規劃適用性；
- 促進永續競爭；
- 頻率涵蓋的地理範圍。

當其他條件相同時，BNetzA 會選擇能確保更高地理涵蓋範圍的申請者。

而根據德國《電信法》規定，有特殊情況包含（1）衛星頻率的使用（第 95 條）；（2）廣播、航空、海上航行、內河航行和安全相關無線應用的頻率核配（第 96 條）；（3）共享頻率使用的分配、創新技術試驗、短期頻率需求（第 97 條），以下分述之。

（1）衛星頻率的使用

在德國境內居住或設有總部的自然人或法人，若使用衛星的軌道位置和頻率，應遵守 ITU 憲章和公約所規定的義務。德國的軌道和頻率使用權在核配頻率後，需由 BNetzA 進行轉讓給申請人，換言之，當 BNetzA 受理申請後，會先向 ITU 進行衛星系統的登記、協調和通知，並將由此產生的軌道和頻率使用權轉讓給申請人[132]。此外，對於 ITU 已經存在的德國計畫登記以及其他未被使用的軌道和頻率使用權，則可以根據 BNetzA 制定的條件進行授予程序。

[131] 州管轄範圍的廣播頻率不適用拍賣程序。

[132] 轉讓軌道和頻率使用權的前提是：頻率和軌道位置必須是可用的；必須確保與其他頻率使用或其他衛星系統登記的相容性；不得損害公共利益。

（2）廣播、航空、海上航行、內河航行和安全相關無線應用的頻率核配

根據德國《電信法》第 96 條，彙整廣播、航空、海上航行、內河航行和安全相關無線應用的頻率核配相關特殊規定如下表 3.5.1。

表 3.5.1　廣播、航空、海上航行、內河航行和安全相關無線應用的頻率核配規定概述

用途	特殊規定概述
廣播	● 德國各州管轄範圍內的廣播頻率，需另外根據廣播法律的規定與相關州政府機構進行協商。 ● BNetzA 根據《電信法》頻率核配相關規定處理各州廣播涵蓋需求的通報，並 BNetzA 根據各州政府機構的廣播法規定，制定有關程序的詳細內容。 ● 若州政府機構已將州管轄範圍內用於傳輸廣播類比或數位內容的頻率分配給特定廣播內容提供者獨家使用，則該內容提供者在符合廣播法規定下，可以與其選擇的廣播訊號發射網路營運業者（Sendernetzbetreibers）簽訂契約。只要該廣播訊號發射網路營運業者符合核配條件，BNetzA 將在申請後核配頻率。
航空	● 若為外國空中交通工具於《電信法》適用範圍，使用指定給航空使用的頻率，則基於該交通工具所註冊國家的有效執照，視為已被分配頻率。 ● 航空通信服務的頻率只有當航空交通管制局（BAF）根據航空交通法做出的決定後，BNetzA 才會進行分配（不影響 BnetzA 頻率核配的職權和干預權）。
航海	● 若為外國水上交通工具於《電信法》適用範圍，使用指定給海上航行及內河航行使用的頻率，則基於該交通工具所註冊國家的有效執照，視為已被分配頻率。 ● 海岸無線電臺及港口無線電服務使用的頻率，唯有在獲得聯邦水路與航運管理局（Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes, WSV）核准後，才會予以分配。
國防	● 德國國防部的頻率使用在頻率計畫中專門指定為僅供軍事使用的頻率範圍內，無須頻率核配。
安全相關應用	● 指定給安全機構和組織通信（BOS-Funk）的頻率，由聯邦內政、建設及家園部（Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat, BMI）與各州的主管機關共同協商制定指導方針。 ● 前述指導方針部分內容應與 BNetzA 協調。BMI 在聽取相應的聯邦或地方最高行政機關意見後，在個別情況下確認申請人是否符合指引認可的資格。

資料來源：本研究彙整。

（3）共享頻率使用的分配、創新技術試驗、短期頻率需求

當特定頻率無法由單一個體有效利用時，BNetzA 可以將其分配給多個共同使用者，但頻率的持有者必須接受因頻率共享使用而導致的影響。

在有正當理由的個別情況下，尤其在進行電信領域創新技術試驗或面臨短期頻率需求時，可以暫時偏離頻率分配計畫中的規定。但唯一的前提是不能對其他頻率使用造成干擾。此外，若牽涉到各州轄區內的廣播傳輸，則必須根據廣播法規，與相應的州政府機構協商處理。

4. ISM 頻段管理機制

此外，在德國 ISM 應用係指透過設備或裝置利用電磁波產生和區域性使用射頻能量，用於工業、科學、醫療、家庭或類似目的，而非無線電應用。根據 BNetzA 網站，ISM 頻段屬於一般核配的其他無線電應用[133]。按德國《頻率條例（Frequenzverordnung, FreqV）》規定，ISM 應用可以在 9kHz 至 300GHz 的頻率範圍中共用特定頻段，但非自由選擇，而必須是依其所需物理效果預先指定，且不能使用專門用於安全相關無線電通信的頻率。此外，ISM 應用的容許輻射及干擾相關限值皆以所需頻段的無線電通信相容角度制定。而依據《設備電磁相容性法（Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz, EMVG）》規定，主管機關代表有權進入存放 ISM 設備及配備的土地、房屋及住宅進行設備及設施檢查[134]。德國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定如表 3.5.2 所示。

表 3.5.2　德國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定

頻率範圍	使用規定
6765－6795 kHz	● 供 ISM 應用使用。 ● 在這些頻率範圍內的 ISM 應用不得對在該頻率範圍內運作的無線電服務造成干擾。
61－61.5 GHz	
122－123 GHz	

[133] BNetzA, 2024. Allgemeinzuteilungen. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/start.html

[134] BNetzA, 2003. Vfg 76 / 2003 Allgemeinzuteilung von Frequenzen in den Frequenzteilbereichen gemäß Frequenzbereichszuweisungsplanverordnung (FreqBZPV), Teil B: Nutzungsbestimmungen (NB) D138 und D150 für die Nutzung durch die Allgemeinheit für ISM-Anwendungen. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/SonstigeFunkanwendungen/2003_76_ISM_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

BNetzA, 2016. Vfg Nr. 5/2016 Allgemeinzuteilung der Frequenz 150,00 MHz für ISM1 -Anwendungen im Rahmen der Hochfrequenzmagnetfeld-Therapie zur Nutzung durch die Allgemeinheit.. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/SonstigeFunkanwendungen/2016_05_ISM_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

頻率範圍	使用規定
244－246 GHz	
9－10 kHz	● 專供 ISM 應用使用。 ● 在這些頻率範圍內運作的無線電服務，必須接受因 ISM 應用造成的干擾。
13553－13567 kHz	
26957－27283 kHz	
40.66－40.70 MHz	
433.05－434.79 MHz	
2400－2500 MHz	
5725－5875 MHz	
24－24.25 GHz	
150MHz（±1500Hz）	● 供公眾使用於高頻磁場治療應用的頻率。 ● 須遵守相關技術參數要求及使用規定。 ● 此頻段一般核配效期至 2025 年 12 月 31 日。

資料來源：本研究彙整。參考 Bundesministerium der Justiz, 2013. Frequenzverordnung* (FreqV). https://www.gesetze-im-internet.de/freqv/BJNR332600013.html

BNetzA, 2003. Vfg 76 / 2003 Allgemeinzuteilung von Frequenzen in den Frequenzteilbereichen gemäß Frequenzbereichszuweisungsplanverordnung (FreqBZPV), Teil B: Nutzungsbestimmungen (NB) D138 und D150 für die Nutzung durch die Allgemeinheit für ISM-Anwendungen. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/SonstigeFunkanwendungen/2003_76_ISM_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

BNetzA, 2016. Vfg Nr. 5/2016 Allgemeinzuteilung der Frequenz 150,00 MHz für ISM1 -Anwendungen im Rahmen der Hochfrequenzmagnetfeld-Therapie zur Nutzung durch die Allgemeinheit.. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/SonstigeFunkanwendungen/2016_05_ISM_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

BNetzA 進行頻率核配時，考量有關無線電頻率的具體特徵、為共同使用頻率創造可靠的條件、通信及服務的技術品質、以歐盟法律利益目標為依據、維護無線電頻譜的有效使用，以及有效避免無線電干擾[135]。

德國採行一般核配及個別核配進行頻率核配，對干擾處理有不同的規範。一般核配所允准的頻率使用無須核配，供民眾自由使用，惟需確保不會對其他須核配的頻率帶來有害干擾。儘管一般核配可提高頻率的使用靈活性，不過須接受與其他使用者共同使用某一頻率而產生的干擾。個別核配則是核配予網路業者單獨使用之公共網路，以及企業或網路業者之企業網路頻率（非公用行動無線電（商業無線電、中繼式無線電等））。

一般核配的頻率使用不可對個別核配的頻率使用造成干擾，同樣的 BNetzA 亦根據 TKG 第 91 條第 4 款規定個別核配的申請人說明

[135] Bundesministerium der Justiz, 2021. Telekommunikationsgesetz. https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/

使用頻率之區域、如何滿足頻率核配的要求及頻率使用概念，並說明將如何確保有效率及不造成干擾的頻率使用[136]。

2. 核配後續收／繳回方式

（1）屆期

根據《2021 年電信法》[137]第 6 部分第 92 條，若執照即將屆期，則須在屆期前決定是否延期，若執照屆期，BNetzA 得撤銷執照。

（2）未屆期-自行繳回

根據《2021 年電信法》第 6 部分第 102 條第 8 項，執照持有者可在屆期前以書面或電子方式向 BNetzA 申請放棄執照。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據《2021 年電信法》第 6 部分第 102 條第 1 項，若違反執照使用的規定，BNetzA 得撤銷執照。

除德國《行政程序法（Verwaltungsverfahrensgesetz, VwVfG）》第 49 條第 2 款闡明的情況外，若為以下違規行為，BNetzA 可全部或部分撤銷頻率核配，惟撤銷生效日期應具合理性[138]：

- 未在頻率分配後 1 年內，未依分配當初分配頻率時的目的使用頻率；
- 該頻率超過 1 年未用於其指定之用途；
- 未符合第 91 條第 5 款[139]或第 96 條第 4 至 6 款[140]的其中一項規定；
- 嚴重或屢次違反頻率核配之義務，或經通知仍未遵守；
- 頻率核配後出現競爭扭曲（Wettbewerbsverzerrungen）；
- 因頻率持有者的所有權變化，所導致之競爭扭曲。

VwVfG 適應於電子通訊、行政協助、歐洲行政合作，而第 49 條第 2 款則闡明，經合法途徑作出最後裁決的行政決定，在發現有以下違法行為時亦可全部或部分撤銷：

- 法律允許或行政行為保留之撤銷；
- 若行政行為與條件有關，而受益人未滿足或未在規定期限內滿足條

[136] Bundesministerium der Justiz, 2021. Telekommunikationsgesetz. Telekommunikationsgesetz (TKG) § 91 Frequenzzuteilung

[137] Bundesministerium der Justiz, 2021. Telekommunikationsgesetz. https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/index.html

[138] Bundesministerium der Justiz, 2021. Telekommunikationsgesetz (TKG) § 102 Widerruf der Frequenzzuteilung, Verzicht. https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/__102.html

[139] 未在頻率規劃中顯示其預期用途、頻率可用、確保與其他頻率用途的兼容性，以及確保申請者有效且不受干擾地使用頻率。

[140] 德國的廣播、航空、航運、內陸航運和安全相關無線電應用的頻率分配規定。

件；

- 發生危及公共利益的行為。

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

根據《2021 年電信法》第 6 部分第 102 條第 1 項第 3 款，若因公共利益等因素，至頻率使用須受到限制，則 BNetzA 得收回執照。

第六節　法國

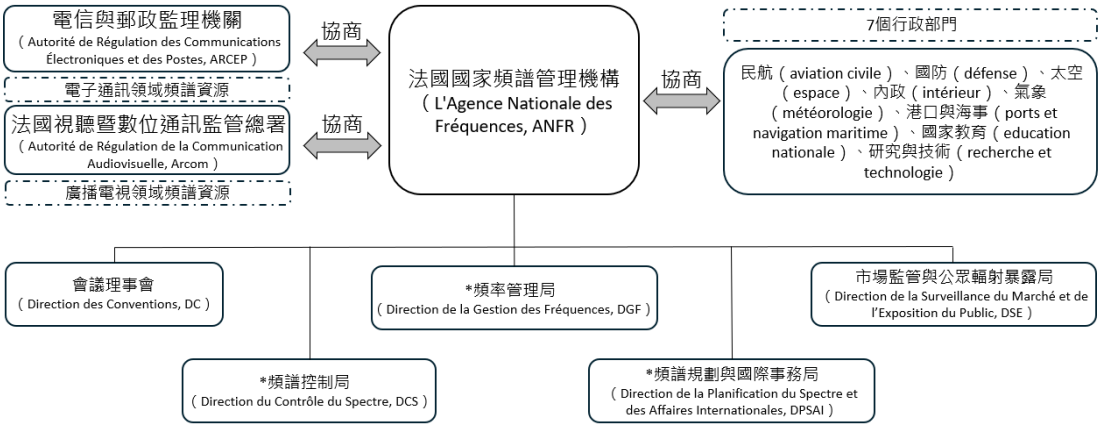
一、主管機關

法國頻率資源管理主管機關為法國國家頻譜管理機構（L'Agence Nationale des Fréquences, ANFR），主責無線電頻率使用規劃、管理與控制，協調國際與頻率用戶間有害干擾，並制定與更新國家頻率分配表（Tableau National de Répartition des Bandes de Fréquences, TNRBF）[141]。

因應全球積極推動 5G 網路佈署及應用，ANFR 自 2020 年密切關注法國 5G 發展及佈署，並架設 Cartoradio.fr 網站發布及更新法國境內的 5G 及 4G 基地臺佈署近況[142]。此外，ANFR 也監管無線電使用對環境的影響，包括監測無線電波對民眾健康的影響、檢查市場上無線電設備及終端的電磁波能量比吸收率（Specific Absorption Rate, SAR），以及確保數位電視的接收[143]。

ANFR 將法國頻率資源用途分為電子通信領域及廣播電視用途等兩大類，分別為法國電信與郵政監理機關（Autorité de régulation des communications électroniques et des postes, ARCEP[144]）及法國視聽暨數位通訊監管總署（Autorité de régulation de la communication audiovisuelle, Arcom[145]）進行管理，並與民航（aviation civile）、國防（défense）、太空（espace）、內政（intérieur）、氣象（météorologie）、港口與海事（ports et navigation maritime）、國家教育（education nationale）、研究與技術（recherche et technologie）等七大行政部門就相關頻率應用進行協商[146]（圖 3.6.1）。

[141] ANFR, n.d. C'est quoi le spectre des fréquences ? https://www.anfr.fr/anfr/cest-quoi-le-spectre-des-frequences
[142] ANFR, n.d. Cartoradio La carte des sites et des mesures radioélectriques. https://cartoradio.fr/#/
[143] ANFR, n.d. About us. https://www.anfr.fr/en/a-propos-de-lanfr/about-us
[144] ARCEP 主責核配電子通信領域頻譜資源，並確保無線電頻率的有效使用與管理，包含行動網路業者、衛星、Wi-Fi、交通運輸業者等。
[145] Arcom 主責核配廣播電視用途之頻譜資源，包含 FM 電臺、不使用 Arcom 核配頻率之廣播服務、數位廣播（radio numérique Terrestre, DAB+）、地面數位電視（hertzienne terrestre, TNT）與非 TNT 電視服務等。
[146] ARCEP, 2023. Les fréquences en France. https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/les-frequences-en-france.html



資料來源：本研究彙整。

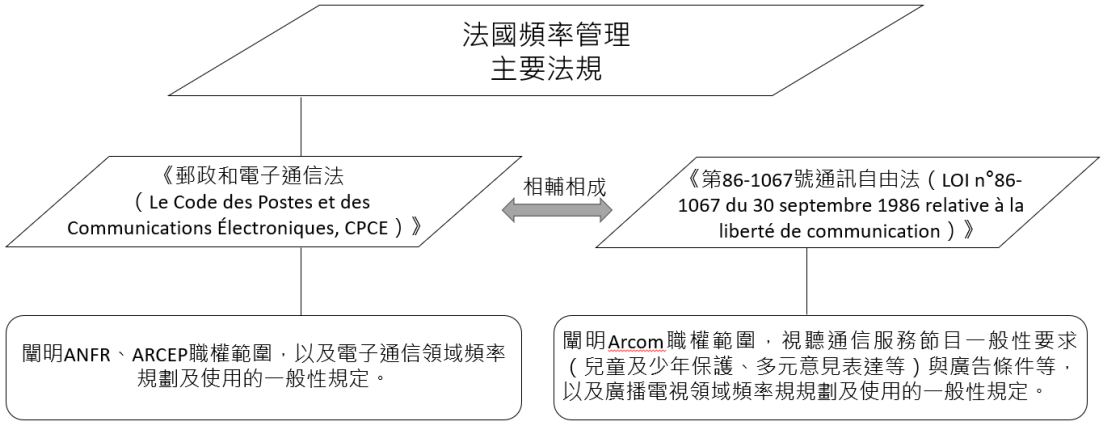
圖 3.6.1　法國頻率資源主管機關

二、主要法規

法國《郵政和電子通信法（Le Code des Postes et des Communications Électroniques, CPCE）》[147]，闡明 ANFR、ARCEP 職權範圍，以及電子通信領域頻率規劃及使用的一般性規定。

法國作為歐盟成員國之一，無線電頻率使用遵循歐盟的《歐洲電子通訊法》規範分為一般授權（Le régime d'autorisation générale）及個別授權（Le régime d'autorisation individuelle）。

法國的一般授權係指技術條件符合規定且不會造成干擾的頻段使用，例如 Wi-Fi、藍牙、射頻辨識（Radio Frequency Identification, RFID）、警報系統、麥克風、音訊系統、無線充電系統等頻段的應用，用戶無需向 ARCEP 申請使用權，而個別授權則是因應頻譜的稀缺性，以拍賣、招標等頻率核配方式釋出頻段。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.6.2　法國頻率資源管理主要法規

147 Legifrance, 2023. Code des postes et des communications électroniques. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006070987/

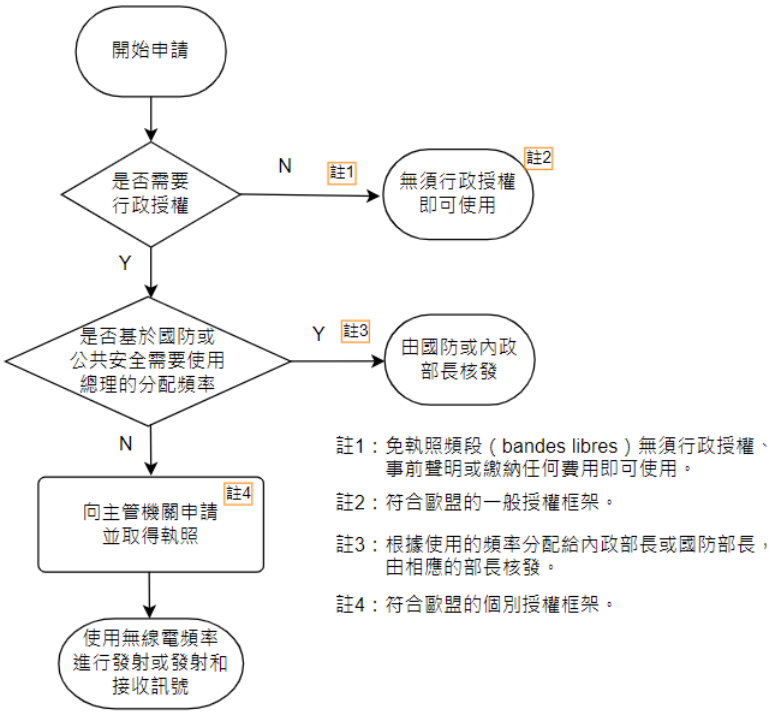
三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

依法國 CPEC 規定，為避免有害干擾，確保服務技術品質，確保無線電頻譜有效使用，或實現公共利益目標，除在得免執照使用的設備以外，若使用無線電頻率進行發射、或發射和接收訊號均可能需要經過行政授權[148]，包含基於國防或公共安全需要，透過總理分配的頻率來接收或傳輸訊號使用無線電設備[149]也須經行政授權[150]。於法國《公眾財產通用法典（code général de la propriété des personnes publiques）》中，法國領土上可用之無線電頻率屬於國家公共領域，故授權持有者在法國領土使用可用之無線電頻率，被視為一種佔用國家公共領域的私人使用方式。

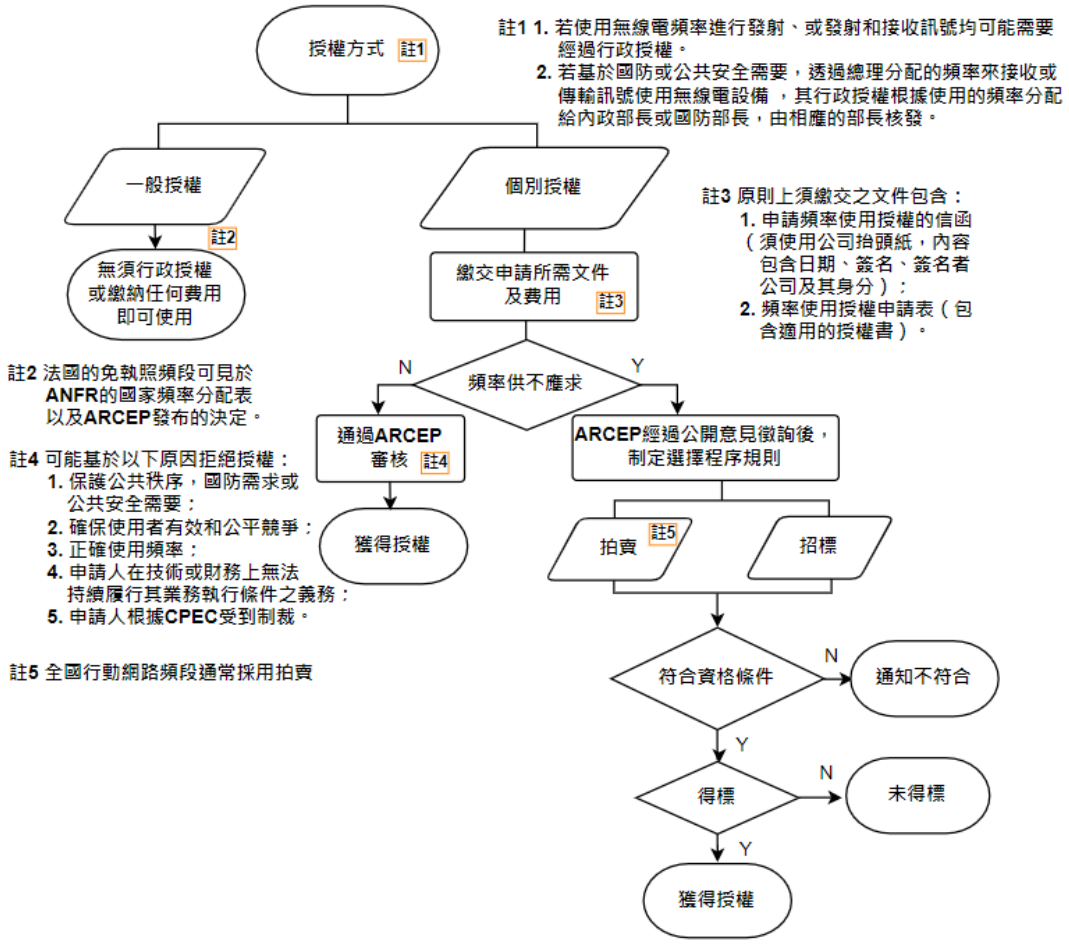
法國的頻率授權框架符合歐盟的一般授權與個別授權（如圖 3.6.3 與圖 3.6.4），分述如下：



資料來源：本研究彙整。

圖 3.6.3　法國頻率核配方式架構

[148] 根據 CPEC 第 R20-44-5 條，此類授權由相應的部長或頻率管理機構核發。
[149] 根據 CPEC 第 L41 條規定，法國總理在取得 Arcom 和 ARCEP 的意見後，制定分配給國家行政部門和相關機構的無線電頻率或頻段，並須確保其實行技術應用措施。
[150] 根據 CPEC 第 R20-44-5 條，此類授權根據使用的頻率分配給內政部長或國防部長，由相應的部長核發。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.6.4　法國頻率授權申請流程

（1）一般授權

根據 CPEC 第 33-3 條，只要該無線電設備使用不需要專屬頻譜核配，不會對其他設備或通訊系統造成干擾，並且符合法規的其他要求，即可在合適的地點建置和使用。

免執照頻段（bandes libres）為無須行政授權、事前聲明或繳納任何費用即可使用的頻率。法國的免執照頻段可見於 ANFR 發布的國家頻率分配表（TNRBF），以及 ARCEP 發布的決定，例如 ARCEP 第 2021-1589 號決定[151]定義可用的免執照頻段列表及相關技術參數。

根據 ARCEP 官網[152]，可使用免執照頻段的設備類型主要包含：

- 感應式應用；
- 主動式醫療植入物；
- 射頻辨識（Radio Frequency Identification, RFID）系統；

[151] ARCEP, 2021. Décision n° 2021-1589. https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/21-1589.pdf
[152] ARCEP, 2024. Le "portail bandes libres". https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/le-guichet-start-up-et-innovation/le-portail-bandes-libres.html

- 交通運輸遠端資訊處理設備（車輛雷達、車輛間通信等）；
- 聽力輔助設備；
- 警報系統；
- 無線電測定應用；
- 寬頻數據傳輸設備，如 Wi-Fi 和藍牙系統；
- 無線充電系統；
- 其他非特定短距離設備。

由於使用者可自行運用免執照頻段，因此無法保證免於受到干擾的風險，而為限制前述風險，每個免執照頻段皆有規定可以使用的設備類型，以及技術規範與使用限制。然這些規定並無法排除干擾風險，僅能將風險限制在讓使用者能共存相容的範圍內。

有鑑於此類頻率應用有利於促進創新發展，作為教育工作的一環，ARCEP 自 2017 年於官網開設專門的頁面介紹免執照頻段[153]。另為提高免執照使用者的服務品質，ARCEP 也於線上開設報告平臺，供生產或使用免執照設備的個人與公司使用，該平臺旨在以統計方式收集使用者的回饋，以利監控頻譜利用情況並預防可能的擁擠問題，ARCEP 不必對所有請求進行個別的回應。

（2）個別授權

個別授權主要用於需要高品質服務的無線電應用，保留可於特定區域內使用的頻率予使用者（如個人、營運商[154]等），且主管機關會事先確保該頻段及鄰頻使用者不存在干擾風險。

使用個別授權的頻率需要向主管機關申請及支付費用，個別授權方式依據資源的稀缺程度而有不同。通常個別授權可依據申請者需求進行分配頻率，例如，固定點對點服務中用於基礎設施連接的無線電中繼鏈路。但若確定頻率供不應求時，則必須實施選擇程序，選擇程序通常分為比較招標及拍賣兩大類，例如全國行動網路頻段通常採用拍賣[155]。

根據 ARCEP 提供申請頻率使用授權的頁面[156]，申請類別如表 3.6.1 所示。

---

[153] ARCEP, 2024. Le "portail bandes libres". https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/le-guichet-start-up-et-innovation/le-portail-bandes-libres.html

[154] 營運商是指營運向公眾開放的電子通訊網路或向公眾提供電子通訊服務的任何自然人或法人。

[155] ARCEP, 2023. Les fréquences en France. https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/les-frequences-en-france.html

[156] ARCEP, 2024. Les formulaires de demandes d'autorisation, de modification ou de suppression d'utilisation de fréquences. https://www.arcep.fr/mes-demarches-et-services/entreprises/fiches-pratiques/les-formulaires-de-demandes-dautorisation-de-modification-ou-de-suppression-dutilisation-de-frequences.html

表 3.6.1　法國 ARCEP 頻率使用授權申請類型

分類	申請類型
開放給公眾使用的網路	衛星固定服務網路
	固定無線服務網路（無線電中繼（faisceaux hertziens, FH））
	衛星行動服務網路
視聽傳輸網路	衛星網路
	固定無線網路（FH）
獨立網路	衛星網路
	固定無線網路
	PMR 網路
	列車自動控制系統
臨時影音報導傳輸	衛星網路（SNG）
	地面網路
	臨時頻率使用授權
實驗與工業測試用	實驗、工業測試及雷達設備測試

資料來源：ARCEP, 2024. Les formulaires de demandes d'autorisation, de modification ou de suppression d'utilisation de fréquences. https://www.arcep.fr/mes-demarches-et-services/entreprises/fiches-pratiques/les-formulaires-de-demandes-dautorisation-de-modification-ou-de-suppression-dutilisation-de-frequences.html

另外，國際衛星頻率 ANFR 為法國與 ITU 的唯一窗口，申請使用國際衛星頻率的遞件係由 ANFR 受理，申請者必須證明其有能力控制使用該頻率的所有無線電臺，並須繳納相關費用。若希望在法國領土上使用地球電臺，則需要 ARCEP 及其他法屬領土監管機關頒發的頻率使用授權。

2. 申請資格與申請文件

申請資格方面，個別授權對象包含個人、營運商。ARCEP 官網[157]雖有說明各個頻率使用授權申請類型適用情形，但未明確闡明申請資格。

在申請文件方面，統整各個類型的共通點，原則上皆須繳交以下文件（其他所需文件如表 3.6.2）：

- 申請頻率使用授權的信函（須使用公司抬頭紙，內容包含日期、簽名、簽名者公司及其身分）；
- 頻率使用授權申請表（包含適用的授權書）。

表 3.6.2　法國頻率使用授權申請其他申請所需文件

申請類型	其他所需文件
開放給公眾使用的網路－衛星固定服務網路	ITU 的 SpaceCap 軟體文件（用於申請地球電臺）； 每個站點的 1/25000 比例尺的位置平面圖。 固定通信電臺申報應直接發送至 ANFR。
開放給公眾使用的網路－固定無線服務網路（FH）	固定通信電臺申報應直接發送至 ANFR。
開放給公眾使用的網路－衛星行動服務網路	若該網路至少包含一個位於法國境內的地面連接站，則須填寫通知表格。
視聽傳輸網路－衛星網路	ITU 的 SpaceCap 軟體文件（用於申請地球電臺）； 每個站點的 1/25000 比例尺的位置平面圖； 有效的 Arcom[158]決定副本。
視聽傳輸網路－固定無線網路（FH）	每個站點的 1/25000 比例尺的位置平面圖； 有效的 Arcom[159]決定副本。
獨立網路－衛星網路	獨立衛星固定服務網路，使用直徑超過 1.2 公尺的地面站天線： ITU 的 SpaceCap 軟體文件（用於申請地球電臺）； 每個站點的 1/25000 比例尺的位置平面圖。

[157] ARCEP, 2024. Les formulaires de demandes d'autorisation, de modification ou de suppression d'utilisation de fréquences. https://www.arcep.fr/mes-demarches-et-services/entreprises/fiches-pratiques/les-formulaires-de-demandes-dautorisation-de-modification-ou-de-suppression-dutilisation-de-frequences.html

[158] 儘管 ARCEP 官網頁面仍顯示為 Arcom 前身之法國高等視聽委員會（Conseil superieur de l' autovisuel, CSA），然 CSA 官網已表明經組織改造，現為 Arcom。

[159] 同上註。

申請類型	其他所需文件
獨立網路－固定無線網路	每個站點的 1/25000 比例尺的位置平面圖。

資料來源：本研究彙整自 ARCEP。

3. 審查基準

ARCEP 以客觀、透明和非歧視性的條件授予無線電頻率使用授權，並考量領土規劃需求及環境保護等目標，可基於以下原因拒絕授權：

- 保護公共秩序，國防需求或公共安全需要；
- 確保使用者有效和公平競爭；
- 正確使用頻率；
- 申請人在技術或財務上無法持續履行其業務執行條件之義務；
- 申請人根據 CPEC 受到制裁。

當頻率供不應求時，ARCEP 經公眾徵詢後可限制頻率使用授權的數量，以確保有效競爭條件，並在限制時說明決定的理由。透過招標或拍賣程序選擇授權持有者，以達到以下一個或多個目標：

- 加強涵蓋範圍；
- 確保所需的服務品質；
- 促進有效利用無線電頻譜，特別考量到使用權條件與使用費；
- 促進創新和經濟活動的發展。

當 ARCEP 判斷認為某一申請人不具備符合使用權條件的能力時，會通知該申請人其申請不符合要求的決定（包含理由）。ARCEP 亦可規定申請人繳納保證金，若在授權之前撤回其申請，則可沒收其保證金。

4. ISM 頻段管理機制

法國 ISM 設備的規定可見於 ANFR 發布的國家頻率分配表（TNRBF）[160]，ISM 設備係指設計用於有限的空間內產生或利用電磁波能量，以進行工業、科學或醫療領域應用的設備，不包括用於電信或資訊處理。原則上無須申請頻率核配，但須遵守第 2015-1084 號法令有關電磁相容的規定。法國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定如表 3.6.3 所示。

[160] ANFR, 2024. Tableau national de répartition des bandes de fréquences. https://www.anfr.fr/fileadmin/TNRBF/TNRBF_2024-03-13.pdf

表 3.6.3　法國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定

頻率範圍	使用規定
6765-6795 kHz	● 供 ISM 應用使用。 ● 根據 RR，在這些頻率範圍內的 ISM 應用，需要由相關管理機構特別授權，以及與可能受到影響的其他無線電通信管理機構達成協議。為執行前述規定，管理機構將參考 ITU-R 的最新相關建議。
433.05-434.79 MHz	
61-61.5 GHz	
122 -123 GHz	
244-246 GHz	
13,553-13,567 kHz	● 專供 ISM 應用使用。 ● 在這些頻率範圍內運作的無線電服務，必須接受因 ISM 應用造成的干擾。
26,957-27,283 kHz	
40.66-40.70 MHz	
902 -928 MHz	
2400-2500 MHz	
5725-5875 MHz	
24-24.25 GHz	

資料來源：ANFR, 2024. Tableau national de répartition des bandes de fréquences. https://www.anfr.fr/fileadmin/TNRBF/TNRBF_2024-03-13.pdf

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

Arcep 根據法國 CPCE 第 L42-1 條，規定頻率使用須具備可避免有害干擾及避免公眾暴露於電磁場所需之技術和操作條件，但用於實驗目的的頻率使用則除外。

ANFR 主責調查法國的無線電干擾事故，而一般干擾源來自於全球導航衛星系統（Global Navigation Satellite System, GNSS）的干擾器、手機干擾器、未經授權的手機中繼器、不相容的 Wi-Fi 網路（無線區域網路（Radio Local Area Networks, RLAN））、電磁相容性（electro-magnetic compatibility, EMC）、被動相互調變（passive intermodulation, PIM）、不當頻率或無線電設備、無線電設備故障或安裝不正確等[161]。

法國根據歐盟規範的一般授權及個別授權，制定頻率使用規則，旨在預防及解決有害干擾、促進頻率資源公平使用，以及所有無線電通訊業務可合理使用無線電頻譜資源。ANFR 也強調民眾皆應瞭解無線電及頻譜的應用，尤其是一般授權的頻率為免授權應用，例如 Wi-Fi 及藍牙。

[161] ANFR, n.d. Qu'est-ce qu'un brouillage. https://www.anfr.fr/controler/traitement-des-brouillages/quest-ce-quun-brouillage

2. 核配後續收／繳回方式

（1）屆期

根據《郵政和電子通信法》[162]第 42 條之 1 第 2 項，若執照已屆期，執照持有者則需進行執照續展及延期，才擁有執照使用權，否則執照失效。

（2）未屆期-自行繳回

根據《郵政和電子通信法》第 42 條之 1，法規中並無直接說明執照未屆期而自行繳回的規定，若要在執照未屆期前自行繳回，可向 ARCEP 申請提前終止執照許可。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據《郵政和電子通信法》第 42 條之 1 第 2 項，若因有害干擾或使公眾暴露於電磁場，而違反使用權之條件，使用權將被撤銷。

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

根據《郵政和電子通信法》第 42 條第 3 項，若因公共利益需求，或為維持頻譜使用效率而須重新規劃，將對執照持有者進行執照的限制。

[162] Légifrance, n.d. Code des postes et des communications électroniques. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006070987/

第七節　南韓

一、主管機關

南韓無線電頻譜主管機關為科學技術情報通信部（Ministry of Science and ICT, MSIT），並由 MSIT 部長提出電波振興基本計畫及公共用頻率供需計畫，對南韓頻譜進行通盤規劃，而南韓的頻率使用共分為電信網路頻率、雷達網路頻率、衛星網路頻率等三大類。南韓廣播事業之使用頻率則由通訊傳播委員會（Korea Communication Commission, KCC）管理。

另有南韓國家無線電研究院（National Radio Research Agency, RRA）及南韓中央無線電管理辦公室（Central Radio Management Service, CRMS）兩大附屬機構負責無線電相關研究及管理。RRA 主責無線電資源及無線電波環境的相關研究，並進行廣播和通訊設備的品質認證和技術標準研究[163]，而 CRMS 主責無線電波/廣播通訊災害危機應對、無線電波監測與干擾處理、電臺及執照檢查等[164]。

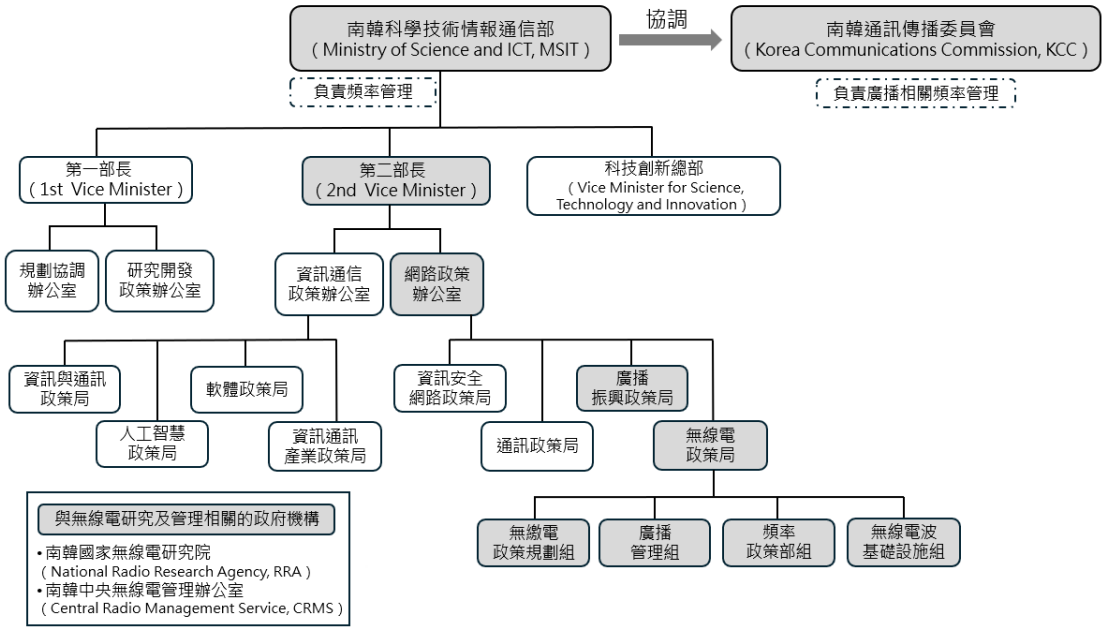
南韓政府規定無線電臺執照持有者須接受 CRMS 的檢查，確保無線電設備符合《無線電波法》規定的技術標準，確保無線電設備的功能及無線電波品質在運作前或運作中的情況，從而提前消除對其他無線電臺造成干擾的可能性，並保護無線電用戶免受不必要的無線電干擾[165]，相關規定如表 3.7.1。

表 3.7.1　CRMS 執行的無線電臺檢查類別

無線電臺檢查	說明
竣工檢查	● 首次安裝無線電臺時，須對性能是否符合技術標準進行檢查。
變更檢查	● 更換零件或設備。
定期檢查	● 5 年內定期檢查，保持設備性能穩定。 ● 廣播電臺每 3 年定期檢查一次。 ● 醫療船電臺、醫療飛機電臺、實驗電臺每年定期檢查一次。

資料來源：CRMS，n.d。검사개요。https://www.crms.go.kr/lay1/S1T49C50/contents.do

[163] RRA, n.d. RRA Introduction. https://www.rra.go.kr/en/intro/object.do
[164] CRMS，n.d。주요업무。https://www.crms.go.kr/lay1/S1T134C135/contents.do
[165] CRMS，n.d。검사개요。https://www.crms.go.kr/lay1/S1T49C50/contents.do



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

圖 3.7.1　南韓頻率資源主管機關

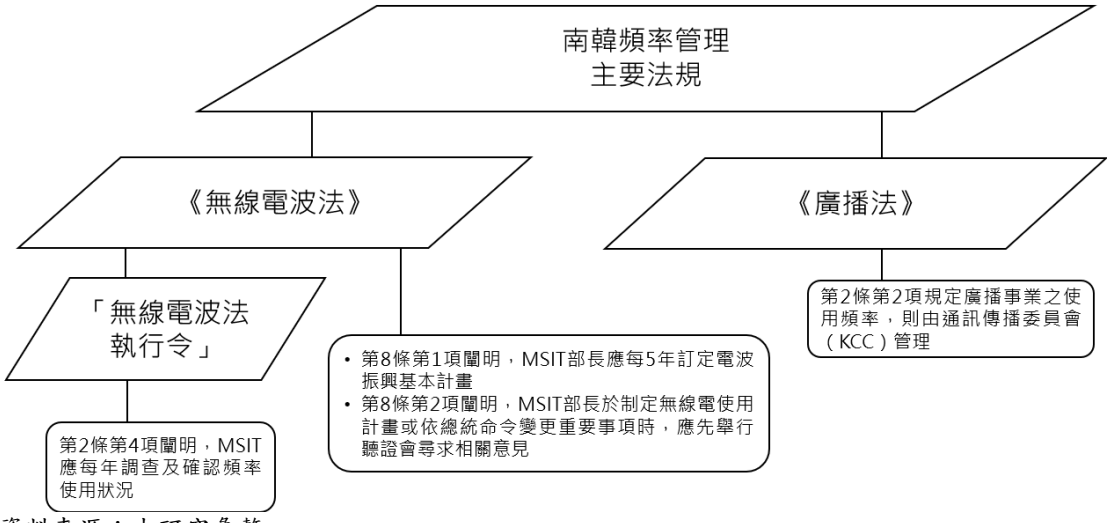
二、主要法規

南韓頻率管理主要法規為《無線電波法》與「無線電波法執行令」。《無線電波法》第 8（1）條闡明，MSIT 部長應每 5 年訂定電波振興基本計畫，以發展無線電有關之新技術及無線電廣播設備產業；第 8(2)條闡明 MSIT 部長於制定無線電使用計畫或依總統命令變更重要事項時，應先舉行聽證會尋求相關意見；其他條文也說明 MSIT 在重新分配頻率、取消頻率、轉換頻率時的權力及應注意事項。

「無線電波法執行令」為 MSIT 行使執法權的主要法源，第 2(4)條說明 MSIT 應每年調查及確認頻率使用狀況，包括關注：

- 頻率分配、頻率指配、頻率審核現狀；
- 頻率使用的相關社會經濟指標；
- 頻率使用的技術發展及相關產業趨勢；
- 無線電設施的使用及營運情況。

《無線電波法》第 6-4 條規定，依《廣播法》第 2 條第 2 款規定廣播事業之使用頻率，由通訊傳播委員會（Korea Communication Commission, KCC）管理。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.7.2　南韓頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率授權方式

根據南韓《無線電波法》，南韓的頻率授權方式主要分為三種途徑，包含（1）無線電頻率核配（assignment of radio frequencies）；（2）無線電頻率使用許可（approval for use of radio frequencies）；以及（3）無線電頻率指定（designation of radio frequencies）。南韓頻率授權方式比較如表 3.7.2。

表 3.7.2　南韓頻率授權方式比較表

項目	無線電頻率核配	無線電頻率使用許可	無線電頻率指定
定義	● 向特定人士授予使用特定無線電頻率的權利。	● 許可特定無線電頻率用於安全或外交目的，或供國際或國內活動等情形使用。	● 指定特定無線電頻率，供在獲得授權或申報後設置的無線電臺使用。
對象	● 使用權人（法人）	● 國家機關首長、美軍	● 無線電臺
方式	● 「依價格核配頻率」或「依審查核配頻率」	● 申請許可	● 申請授權或申報設置

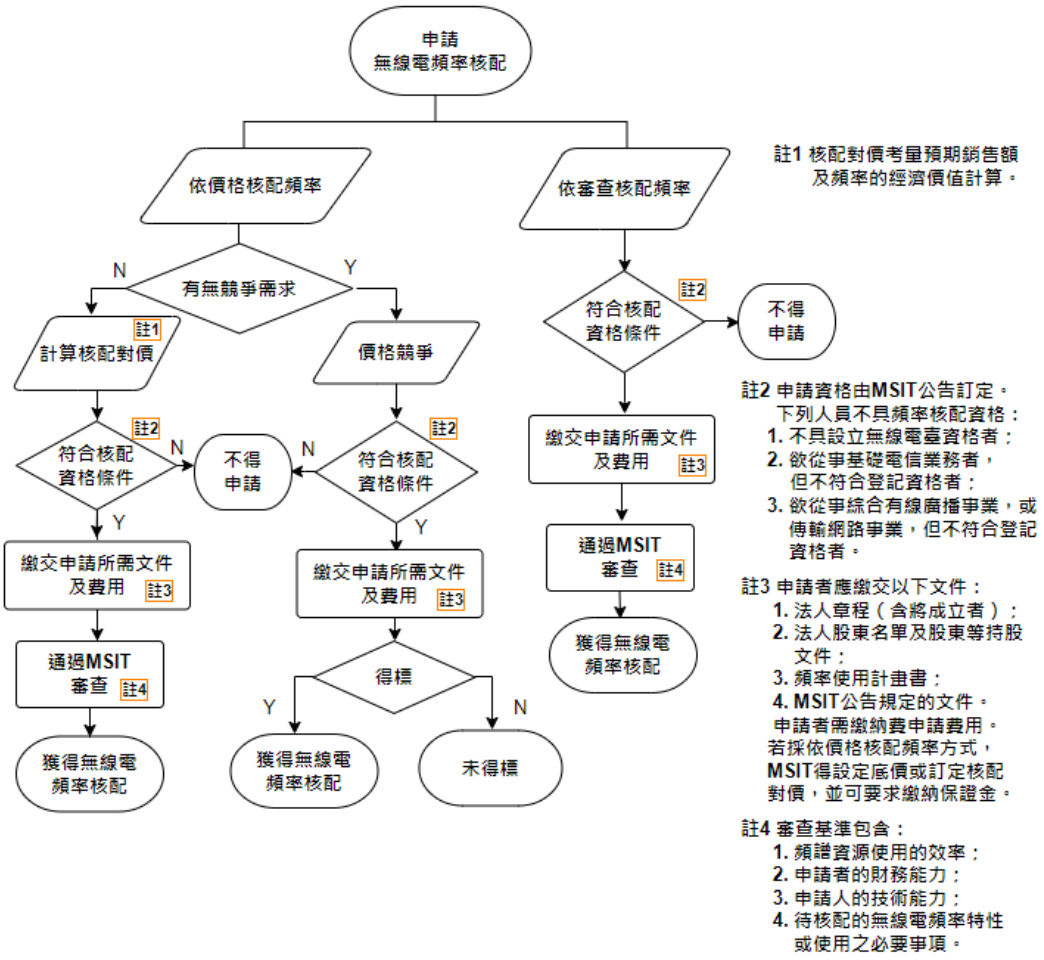
資料來源：本研究彙整，參考 KCC，2011。주파수 배분체계 등 전파법령 개선방안 연구。https://www.kisdi.re.kr/report/view.do?key=m2101113024770&masterId=3934580&arrMasterId=3934580&artId=520197

（1）無線電頻率核配

「無線電頻率核配」係指向特定人士授予使用特定無線電頻率的權利，如圖所示。「無線電頻率核配」方式分為「依價格核配頻率」及「依審查核配頻率」兩大類型。

●**依價格核配頻率**：根據頻率的競爭需求情形，透過競價或計算核配對價（例如考量預期銷售額及頻率的經濟價值計算）進行核配。獲頻率核配者（未包括衛星頻率使用權），可在規定期限後轉讓或出租頻率使用權。

●**依審查核配頻率**：在未採用價格核配頻率時，透過審查進行頻率核配。

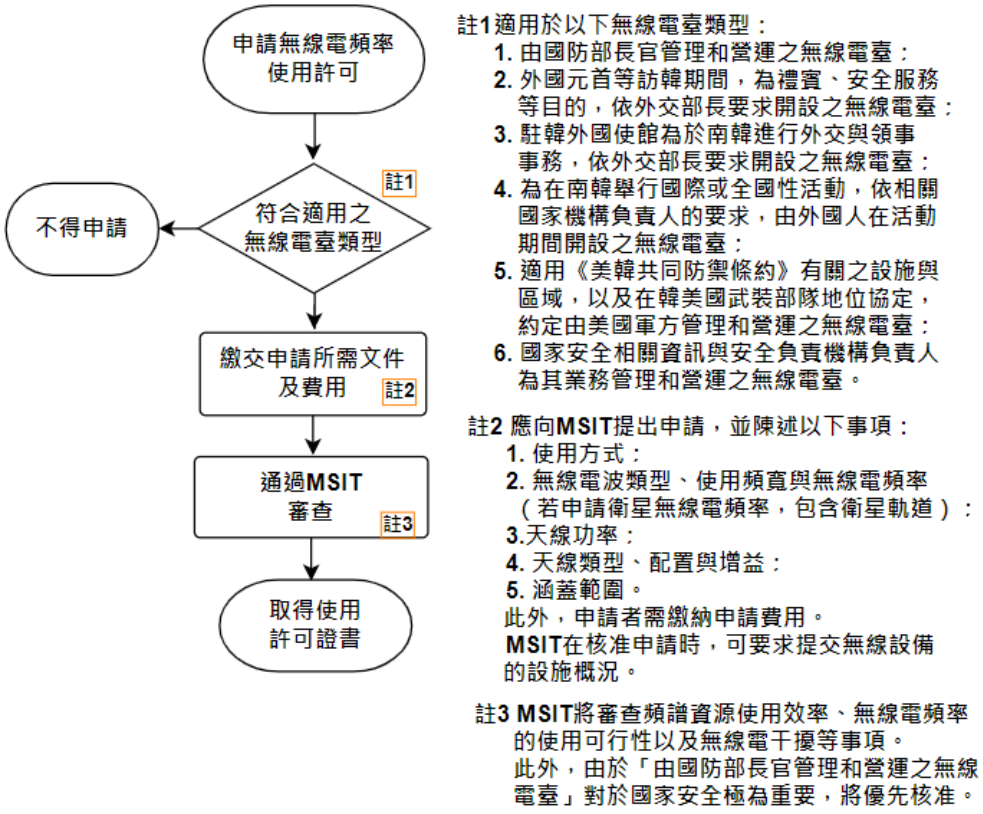


資料來源：本研究彙整。

圖 3.7.3　南韓無線電頻率核配申請流程圖

（2）無線電頻率使用許可

「無線電頻率使用許可」係指許可特定無線電頻率用於安全或外交目的，或供國際或國內活動等情形使用。此類使用須向 MSIT 申請，若審查通過將發予核准證書，如圖 3.7.4。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.7.4　南韓無線電頻率使用許可申請流程圖

（3）無線電頻率指定

「無線電頻率指定」係指定特定無線電頻率，供在獲得授權或申報後設置的無線電臺使用。當允許使用的頻率不屬於「無線電頻率核配」或「無線電頻率使用許可」對象時，MSIT 得指定供獲得授權或申報設置之無線電臺使用的無線電頻率（指定衛星無線電頻率時，包括衛星軌道的指定）。

另外，關於南韓的公共無線電頻率，係由 MSIT 每年制定「公共頻率供需計畫」。中央行政機關、地方政府以及總統令規定的其他機構和組織（以下簡稱「相關中央行政機關」）於每年 3 月 31 日前向 MSIT 繳交下一年公共頻率利用計畫，MSIT 收到頻率利用計畫後進行適當性評估。若有需要協商的情形，MSIT 將與公共頻率政策審議會進行協商。MSIT 會於年底前制定下一年的「公共頻率供需計畫」，並通知相關中央行政機關首長。為有效執行適當性評估，MSIT 可以指定符合總統令中規定的條件的機構或組織作為公共頻率適當性調查分析機構，以滿足頻率需求量和使用情形調查分析所需的專業人員與設施。

2. 無線電臺設置申請方式

根據《無線電波法》第 19 條，原則上任何有意設置無線電臺者應依規定向 MSIT 取得授權。然任何已獲得 MSIT 核准使用無線電頻率者，得按總統令規定設立無線電臺。此外，若是為獲得《電信事業法》規定之電信服務，並與提供該電信業務者簽訂服務契約而開設的無線電臺，則該無線電臺被視為獲得 MSIT 授權[166]。

無線電臺的分類依據「無線電波法執行令」第 29 條共分成 43 種，包含：固定電臺、廣播電臺、陸地行動電臺、船舶電臺、船 上通信電臺（on-board communication station）、救生艇電臺（survival craft station）、航空器電臺、行動電臺、基地臺、海岸電臺、航空電臺、陸地電臺（land station）、行動中繼電臺、陸地固定電臺、無線電導航陸地電臺、無線電導航行動電臺、無線電信標電臺（radio beacon station）、應急指位無線電示標電臺（emergency position-indicating radio beacon station）、無線電定位陸地電臺（radio-location land station）、無線電定位行動電臺（radio-location mobile station）、無線電測向電臺、無線電測定電臺、氣象輔助電臺、標準頻率及時間信號電臺、無線電控制電臺、行動無線電控制電臺、無線電控制中繼電臺、業餘電臺、緊急無線電臺、太空電臺、通用地球電臺、基地地球電臺（base earth station）、海岸地球電臺、航空地球電臺、航空器地球電臺、船舶地球電臺、陸地地球電臺、陸地行動地球電臺、行動地球電臺、衛星應急指位無線電示標電臺（satellite emergency position-indicating radio beacon station）無線電天文電臺、實驗無線電臺、開發測試電臺（development test station）、簡易無線電臺等。

若設置的無線電臺不須為防止國家或區域間的干擾而限制其頻率或天線功率，或並非基於人命安全等目的所設置，則可於向 MSIT 申報後設置。前述經申報即可設置的無線電臺類型，規範於《無線電波法》第 19-2 條如下列所示：

- 發射無線電波微弱或無須安裝無線電設備的無線電臺；
- 僅供接收的無線電臺；
- 使用獲核配之無線電頻率，為提供電信服務而設立的無線電臺；
- 用於《廣播法》規定之數位多媒體廣播無線電臺。

部分發射電波微弱的無線電臺無須申報即可設置，依據《無線電波法》第 19-2（2）條以及「無線電波法執行令」第 25 條彙整如下：

[166] 被視為獲得授權的無線電臺類型包含使用根據《無線電波法》第 10 條核配的無線電頻率之無線電臺，以及根據《電信事業法》核准協議使用的衛星行動通信無線電臺。

- 標準電場產生器（standard field strength generator）、外差式頻率測量裝置（heterodyne-radio frequency measuring instrument）及其他用於測量的小型振盪器；
- 經過符合性評估的無線電設備，並使用 MSIT 規定之頻率設立民用頻段無線電臺（citizen band station）用的無線電設備，供個人日常生活自由使用；
- 除依法規定須申報方得設置之無線電設備外，僅供接收用的無線電設備；
- 經過符合性評估且不干擾其他無線電臺通訊，並依 MSIT 公告之用途、頻率、天線功率或電場強度等範圍內使用的無線電設備。

綜上所述，無線電臺之申請設置可歸納為「申請授權」、「被視為獲得授權」、「申報」及「無須申報」四類。MSIT 可指定頻率予「申請授權」及「申報」所開設的無線電臺使用；「無須申報」則類似免執照的概念可依規定的技術條件與使用規範，自由設置使用。

對於已獲得無線電頻率核配者，電信服務提供者基於提供電信服務之目的，可透過「申報」設置無線電臺使用其獲核配之無線電頻率。與其簽署服務合約的使用者為接受服務而開設的無線電臺，則屬「被視為獲得授權」的適用對象，電信服務提供者須依規定向 MSIT 通知包含每季新簽約用戶數及每季末用戶數等服務契約資訊。

3. 申請資格

考量「無線電頻率指定」並非單獨申請之項目，而包含在申請授權或申報設置無線電臺的程序當中，因此以下介紹以（1）無線電頻率核配；（2）無線電頻率使用許可；以及（3）無線電臺設置；依序說明。

（1）無線電頻率核配

有關無線電頻率核配適用的用途，根據《無線電波法》第 10 條規定包含：

- 《電信事業法》規定的基礎電信事業；
- 《廣播法》規定的綜合有線廣播事業或傳輸網路事業；
- 除公益目的的衛星頻率外，將衛星頻率與軌道分配給特定人士時，不限於前述事業事業用途。

無線電頻率核配的頻率、頻寬、方法、時間、使用條件及申請資格等事項係由 MSIT 公告訂定，但根據《無線電波法》第 13 條規定，下列人員不具頻率核配資格：

- 不具設立無線電臺資格者；
- 欲從事基礎電信業務者，但不符合基礎通信事業登記資格者；
- 欲從事綜合有線廣播事業或傳輸網路事業，但不符合綜合有線廣播事業或傳輸網路事業登記資格者。

（2）無線電頻率使用許可

根據「無線電波法執行令」第 23 條，無線電頻率使用許可適用於以下無線電臺類型：

- 依據《軍事通信法》由國防部長官管理和營運之無線電臺；
- 外國元首等訪韓期間，為禮賓、安全服務等目的，根據外交部長要求開設之無線電臺；
- 駐韓外國使館為於南韓進行外交與領事事務，根據外交部長要求開設之無線電臺；
- 為在南韓舉行國際或全國性活動，根據相關國家機構負責人的要求，由外國人在活動期間開設之無線電臺；
- 根據《美韓共同防禦條約》有關之設施與區域，以及在韓美國武裝部隊地位協定，適用條約約定由美國軍方管理和營運之無線電臺；
- 國家安全相關資訊與安全負責機構負責人為其業務管理和營運之無線電臺。

（3）無線電臺設置

根據《無線電波法》第 20 條規定，除透過部分申報即可設置的電臺[167]，以及無須申報或被視為獲得授權而設置之無線電臺以外，下列人士不符合設置無線電臺之資格：

- 非大韓民國國籍者；
- 外國政府或其代表；
- 外國法人或組織；
- 違反《無線電波法》規定，被判處監禁以上刑罰，且自刑滿或經確認不予執行之日起未滿三年者。
- 違反《無線電波法》規定，被判處監禁以上刑罰，且在緩刑期間者。
- 因犯下《刑法》中叛亂罪與外患罪、《軍刑法》中利敵罪或違反《國家保安法》的罪行而被判處刑罰，且自刑滿或確定不予執行之日起未滿 3 年者。
- 根據《無線電波法》第 72（2）條規定被撤銷無線電臺開設授權，

[167] 包含 1. 發射無線電波微弱或無須安裝無線電設備的無線電臺、2. 僅供接收的無線電臺。

或廢除已申報開設的無線電臺之命令後，其事由未消失者。

- 代表人屬於第 4 點至第 7 點規定中任何一項之法人或團體。
- 惟以下無線電臺不適用上列第 1 點至第 3 點限制：

－實驗無線電臺；

－根據《船舶安全法》、《漁船法》或《水上休閒船舶登記和檢查法》的規定而設立的船舶無線電臺；

－為國內航空營運之航空器無線電臺，該航空器已根據《航空安全法》和《航空業法》的規定獲得授權；

－下列無線電臺，若允許南韓政府、代表或國民在該國設置，則該國政府、代表或國民亦可在南韓設置同類型之無線電臺：

－於南韓境內外國使館等外交機構設立用於特定地點之間通訊的無線電臺；

－業餘無線電臺；

－根據總統令規定，提供陸地行動服務之無線電臺[168]。

- 在南韓舉行國際或全國性活動期間，MSIT 許可設置的無線電臺。
- 由以下任何人設立的業餘無線電臺：

－取得南韓業餘無線電臺操作人員資格者；

－經 MSIT 指定的組織推薦後，計劃在南韓暫時居留期間操作無線電臺者（僅限在其國家獲得業餘無線電臺操作人員資格者）；

－為提供電信服務，於進入或離開南韓之航空器或船舶上設置的無線電臺。

4. 申請文件

（1）無線電頻率核配

欲申請無線電頻率核配者應繳交以下文件（包含電子文件）：

- 法人章程（包含即將成立的公司）；
- 法人股東名單及股東等持股文件；
- 頻率使用計畫書；
- MSIT 公告規定的文件。

申請頻率核配時，申請者需繳納費頻率核配申請費。若採用「依價格核配頻率」方式，MSIT 得設定底價或訂定核配對價，並可以要求申請者繳納保證金。

[168] 根據「無線電波法執行令」第 26 條規定，包含以下無線電臺類型：1. 基地臺、2. 陸地行動臺、3. 簡易無線電臺。

（2）無線電頻率使用許可

申請無線電頻率使用許可者，應向 MSIT 提出申請，並陳述以下事項：

- 使用方式；
- 無線電波類型、使用頻寬與無線電頻率（若申請衛星無線電頻率，包含衛星軌道）；
- 天線功率；
- 天線類型、配置與增益；
- 涵蓋範圍。

此外，申請者需繳納申請費用。MSIT 在核准申請時，可要求申請人提交無線設備的設施概況。

（3）無線電臺設置

由於申請授權或申報無線電臺設置所須繳交之文件不同，故以下分別說明。

I.申請授權

欲申請無線電臺設置授權者，應向 MSIT 提出申請書（包含電子申請表）及以下隨附文件（包含電子文件），並繳納申請費用：

- 無線電設備的安裝概要與設置計畫（不包含船舶上設置的無線電臺、小型無線電臺，以及總統令規定的業餘電臺、簡易無線電臺及無須安裝之無線電設備）；
- 護照副本（僅限屬於非大韓民國國籍者、外國政府或其代表、外國法人或組織之情形，但無法透過《出入境管理法》之外國人登記事實證明確認時）
- 動力水上休閒設備登記證明副本等文件，證明無線設備安裝在移動載具上的所有權或佔有權。

若無線電臺設置授權申請符合表 3.7.3 任一情況，則不論無線電臺的數量多少，上述的申請文件只繳交各一份。

表 3.7.3　南韓無線電臺設置授權申請簡化文件數量之情形

情形	備註
● 同一類別的可攜式無線設備同時申請兩個以上的無線電臺，其可攜式無線電設備類型與以下相同： － 簡易無線電臺用無線設備之可攜式無線通訊設備（但不包括安裝於車輛、船舶等移動體上之情形）； － 行動臺及陸地行動電臺用無線設備之可攜式無線通訊設備（但不包括安裝於車輛、船舶等移動體上之情形）。	-
● 申請兩個以上的地面無線廣播輔助臺（得申報後設置者除外）。	● 若每個廣播電臺的設置地點、天線型式或天線功率等有所不同時，應另提交明細。
● 為提供電信服務，同時申請兩個以上的航空器地球電臺。	● 若每個航空器地球電臺的設置地點、天線型式或天線功率等有所不同時，應另提交明細。
● 至少兩個同類型無線電臺同時提出授權申請，且該無線電臺符合 MSIT 公告小型實驗電臺或開發測試電臺的使用範圍及用途等條件。	● 若每個小型實驗電臺或開發測試電臺之設置地點、天線型式或天線功率等有所不同時，應另提交明細。

資料來源：本研究彙整自南韓「無線電波法執行令」第 31 條。

II. 申報

欲申報無線電臺設置者，應向 MSIT 提出申報書（包含電子申報書），並附上無線設施概要書與工程設計書（部分類型不適用[169]）：

若符合以下情形，無論無線電臺數量多寡，僅須繳交 1 份無線電臺設置申報書。若屬於第 2 點情況時，應附上無線設施概要書與工程設計書各 1 份。

● 同一類型的可攜式無線電設備同時申報開設兩個以上無線電臺之情形，其可攜式無線電設備類型符合：

－簡易無線電臺用無線設備之可攜式無線通訊設備（但不包括安裝於車輛、船舶等移動體上之情形）；

－行動臺及陸地行動電臺用無線設備之可攜式無線通訊設備（但不包括安裝於車輛、船舶等移動體上之情形）。

● 同時申報開設兩個以上衛星廣播輔助電臺或設於地下或隧道內之

[169] 不適用的類型包含 1.發射無線電波微弱的無線電臺或無須安裝無線電設備的無線電臺；2.僅用於接收的無線電臺。

地面廣播輔助電臺。

5. 審查基準

（1）無線電頻率核配

審核基準方面，根據核配方式採用「依價格核配頻率」或「依審查核配頻率」分述如下：

I. 依價格核配頻率

採競價方式會以價格競爭來分配無線電頻率，但當競爭性需求不足時，核配對價的計算將考量頻譜經濟價值，例如核配頻率之業務的預期營業額及核配頻率與頻寬等。MSIT 進行核配時得審查「依審查核配頻率」的審查基準事項，及相關無線電頻率核配可能對基礎電信服務或衛星網路保護等產生的影響。

II. 依審查核配頻率

若採審查方式核配頻率，審查基準包含：

- 頻譜資源使用的效率；
- 申請者的財務能力；
- 申請人的技術能力；
- 待核配的無線電頻率特性或其他使用無線電頻率之必要事項。

（2）無線電頻率使用許可

MSIT 受理申請後，將審查頻譜資源使用效率、無線電頻率的使用可行性以及無線電干擾等事項，若判斷可接受則會予以核准。此外，由於「依據《軍事通信法》由國防部長官管理和營運之無線電臺」對於國家安全極為重要，MSIT 會優先核准此類型的無線電臺。

（3）無線電臺設置

I. 申請授權

根據《無線電波法》第 21 條，MSIT 受理申請後針對以下事項進行審查：

- 是否可以指定頻率；
- 擬設置或使用之無線電設施是否符合技術標準；
- 無線從業人員配置計畫是否符合規定的資格、定員配置標準；
- 是否符合無線電臺設置條件。

在審查過程中，若 MSIT 認為有必要，得要求申請人提交資料或聽取申請人的意見。若 MSIT 經審查後判斷申請合格，將核准設置無

線電臺，並向申請人核發載明無線電臺竣工期限及其他總統令規定事項的授權證書（certificate of authorization）。

除得免除或省略完工檢查者以外，申請者於完工後需向 MSIT 報告完工情形並接受完工檢查，並繳納檢查費用，以檢驗無線設備是否符合技術標準，並檢查無線從業人員的資格與定員配置標準。無線電臺經完工檢查合格後方能開始運作。

II. 申報

根據《無線電波法》第 22-2 條，MSIT 接受無線電臺設置申報後應核發無線電臺申報證明。另依《無線電波法》第 24 條，部分無線電臺[170]在申報後需接受完工檢查，並繳納檢查費用，通過完工檢查後方能開始運作。

6. 廣播頻率申請規定

南韓的廣播頻率[171]係由 KCC 管理，地面廣播業務的廣播電臺應根據總統令的規定向 KCC 提出申請。KCC 收到申請時，應請 MSIT 部長審查以下事項：

- 是否可以在分配給廣播的頻率範圍內指定頻率；
- 擬設置或使用之無線電設施是否符合技術標準；
- 無線從業人員配置計畫是否符合規定的資格、定員配置標準；
- 是否具備規定之設立廣播電臺的條件；
- 總統令規定的其他正常執行廣播業務所需事項。

MSIT 審查以上項目後，將結果交給 KCC，由 KCC 根據審查結果決定是否核准。

7. ISM 頻段管理機制

南韓對於一定電流及功率強度的 ISM 設備制定有管理規範，《無線電波法》第 58 條定義兩種 ISM 設備，第一種 ISM 設備定義為「產生電波能量，在限定場所用於工業、科學、醫療、家用以及其他類似目的的設備，符合總統令規定的標準」，非視為通信設備。第二種 ISM 設備定義為「整條線路電流在 9kHz 以上的通信設施及設備中，電場強度等符合總統令規定的標準」，被視為通信設備。

[170] 申報後需接受完工檢查的無線電臺類型包含 1. 使用獲核配之無線電頻率，為提供電信服務而設立的無線電臺（註：得採抽樣檢查）；2. 用於《廣播法》規定之數位多媒體廣播無線電臺。

[171] 《廣播法》所規定之廣播事業使用的無線電頻率。

「非視為通信設備的 ISM 設備」依「無線電波法執行令」第 74 條，係指產生頻率在 9kHz 以上的高頻電流的設備，使用超過 50 瓦的高頻功率，屬於下列各項中任何一項的設備（但如家用電子產品等，MSIT 規定並公告者除外）：

- **工業用電波應用設備**：產生高頻能量，將其能量用於木材與膠合板的乾燥、金屬的熔融或加熱、真空管的排氣等工業生產。
- **醫用電波應用設備**：產生高頻能量，將其能量用於醫療。
- **其他電波應用設備**：前兩項以外的設備，直接供應高頻能量，用於加熱或電離等目的。

前述定義之 ISM 設備皆需向 MSIT 提出授權申請，並附上 ISM 設備的工程設計書，「非視為通信設備的 ISM 設備」須按相關設備安裝的每個地點提交申請；「被視為通信設備的 ISM 設備」則須就相關設備所屬通信系統提交申請。MSIT 在授予 ISM 設備授權後，向申請人核發授權證明。

ISM 頻段方面，根據南韓無線電促進協會（Korea Radio Promotion Association）頻譜入口網站（Spectrum portal）[172]的頻率分配狀態查詢頁面，南韓供 ISM 應用的頻率範圍彙整如表 3.7.4。

表 3.7.4　南韓 ISM 應用之頻率範圍及使用規定

頻率範圍	使用規定
6765-6795 kHz	● 供 ISM 應用使用。 ● 對於使用該頻段進行 ISM 應用的情況，應在獲得相關主管機關的同意並取得特別核准的條件下進行，以避免對無線電業務造成影響。主管機關應充分考量 ITU-R 最新相關建議。
61-61.5 GHz	
122 -123 GHz	
244-246 GHz	
13553-13567 kHz	● 供 ISM 應用使用。 ● 在該頻率範圍內運作的無線電服務，必須容忍因 ISM 應用產生的有害干擾。
26975-27283 kHz	
40.66-40.7 MHz	
902-928 MHz	
2400-2500 MHz	
5725-5875 MHz	
24-24.25 GHz	

資料來源：本研究彙整，參考 Korea Radio Promotion Association，2019。주파수 분배현황。https://www.spectrum.or.kr/bbs/board.php?bo_table=frequency

[172] Korea Radio Promotion Association，2019。주파수 분배현황。https://www.spectrum.or.kr/bbs/board.php?bo_table=frequency

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

MSIT 部長在核准頻率使用時，考量國家安全、外交目的、國際或國家活動等所需的特定頻率，以及審查涉及的無線電資源的使用效率、頻率使用的可能性和無線電干擾疑慮。

《無線電波法》第 29 條規定，無線電資源的使用及無線電臺的操作，須避免產生干擾，或阻礙他人使用無線電。第 35 條則闡明，開設廣播電臺須依總統令的規定確認廣播電臺的設定的位置、發射天線的高度、輸出功率、指向性等條件，避免對其他廣播接收造成干擾。

另，南韓的太空電臺申請需透過 MSIT 向 ITU 提出申請，申請前審查基準包括衛星業務計畫須適當，且須具備調整衛星網路干擾的能力，並提出協調衛星網路干擾調整所需資料。

為促進無線電波的有效利用、維持和保護無線電波的使用秩序（包括迅速消除干擾），MSIT 進行無線電波監測，重點包括：

- 監測無線電波品質的測量，例如無線電臺使用的頻率的偏差；
- 監測造成干擾的無線電波；
- 監測未經授權的無線電臺所發射的無線電波；
- 依《無線電波法》第 28（2）條（遇險通訊規定），監測未經許可的無線電臺所發射的無線電波、調查干擾等。
- 遵守《無線電波法》第 25 條（無線電臺運作規定）、第 27 條（無線電臺的運作時間、監聽義務等規定），以及第 25 條、第 30 條（遵守通訊安全的規定）的規定。
- 總統令規定的其他維護和保護無線電波使用秩序的事項。

2. 核配後續收／繳回方式

《無線電波法》規定，為促進南韓的無線電波資源的公平、有效利用，以及頻率分配發生變化時，MSIT 部長必要時可實施頻率收回或頻率重新分配。

頻率收回或頻率重新分配的程序、頻率使用紀錄的判斷標準、頻段維護條件等必要事項，須遵循南韓總統令的規定。而重新分配、收回頻率或移頻，則可由政策協調辦公室主任擔任無線電頻率審議委員會主席進行審議。

另外，《無線電波法執行令》第 5（1）條闡明，當 MSIT 部長依《無線電波法》第 6-2（1）條頻率回收或頻率重新配置時，應在官方公報、網站或報紙等公告以下事項：

- 頻率收回或頻率重新分配的目的；
- 頻率收回或頻率重新分配的對象；
- 頻率收回或頻率重新分配的實施時間；
- 損失賠償的計算標準；
- 損失賠償的申請和支付方式；
- 其他實施頻率收回或頻率重新分配之必要事項。

（1）屆期

依據《無線電波法》第 15 條，當無線電頻率屆期時，其使用指定無線電頻率的權力即刻終止。

- 按本法第 11 條「依價格核配頻率」的無線電頻率使用期限為 20 年，獲頻率核配者（不包括衛星頻率使用權），可在規定期限後轉讓或出租頻率使用權，然須依總統令規定事先獲得 MSIT 核准；
- 按本法第 12 條「依審查核配頻率」的無線電頻率使用期限為 10 年。

（2）未屆期-自行繳回

如頻率使用者發生破產、經濟狀況劇變等總統令規定之事由或事件，可依《無線電波法》第 14（2）條轉讓或出租頻率使用權，而接管該無線電頻率者，其使用期限則為原使用期限的剩餘期限。

另如因無線電臺停止運營等原因停止使用相關無線電頻率，應將無線電頻率繳回。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

I.無線電頻率核配之撤銷

依據《無線電波法》第 15-2 條，經查核頻譜使用者如違反以下事項，MSIT 可撤回無線電頻率分配：

- 以詐騙或其他不正當手段獲得無線電頻率；
- 依《無線電波法》第 11、12 條被分配無線電頻率的使用者如因《電信事業法》第 20 條規定被吊銷電信事業登記、有線電視廣播事業執照或依《廣播法》第 18 條規定吊銷訊號傳輸網路事業者；
- 獲指配無線電頻率使用者，違反第 11、12 條公開其頻率使用或技術模式；
- 未遵守《無線電波法》第 10（4）條依總統令規定之附加條件；
- 根據《無線電波法》第 11（1）條被分配無線電頻率使用者未能支付價金。

II.無線電頻率使用許可之撤銷

依據《無線電波法》第 18-2 條取得無線電頻率許可，如有違反下列情事，MSIT 得命令其改正違規行為或撤銷無線電頻率使用許可：

- 超出《無線電波法》第 18-2（3）條規定核准使用之頻率範圍操作無線電臺；
- 根據《無線電波法》第 18-2（3）條規定取得頻率使用許可後，未依第 18-2（4）條繳回無線電頻率，即頻譜使用者因無線電臺停止運作等其他原因停止無線電頻率時，應立即返還無線電頻率予 MSIT；
- 拒絕或阻礙無線電臺是否已依照核准證書設立與營運的相關查驗；
- 未提交第 25（4）條規定之測試報告。

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

為確保頻譜資源公平且有效利用，MSIT 可依相關政策措施所需支援計畫如開發使用新無線電頻率的使用效率、提高無線電頻率使用效率（如開發頻率使用技術）、無線電頻率的國際註冊、排除頻率干擾或協調等增進公共利益為由收回無線電頻率。

另依據《無線電波法》第 9 條規定，MSIT 可依下列因素分配無線電頻率：

- 國防、公共安全、救助罹難人員等國家安全、維持秩序或人民生命安全之必要；
- 無線電頻率使用現況；
- 國際無線電頻率使用趨勢；
- 無線電波技術發展趨勢；
- 無線電波服務需求。

MSIT 除依上述緊急或非緊急因素可進行頻率重整，另依據《無線電波法》第 6 條規定，如有必要促進頻譜資源公平與有效利用，MSIT 應實施下列規定：

- 無線電頻率分配的變更（不完全收回頻率）；
- 撤銷無線電頻率或重新分配（完全收回已分配的頻率）；
- 新技術模式之轉換；
- 無線電頻率共享。

而為補償非自行繳回頻譜而重新分配、收回或遷移無線電頻率，《無線電波法》第 7 條要求 MSIT 應對其業務過程中遭受之損失進行賠償，應按總統令規定，依照《無線電波法》第 15（1）條使用期限

的剩餘時間計算並退還賠償金，然有三項賠償例外，包含：

- 依原授權人要求實施頻率收回或重新分配；
- ITU 依所有國家普遍採用之國際頻率進行頻率分配；
- 次要業務設置的頻率。

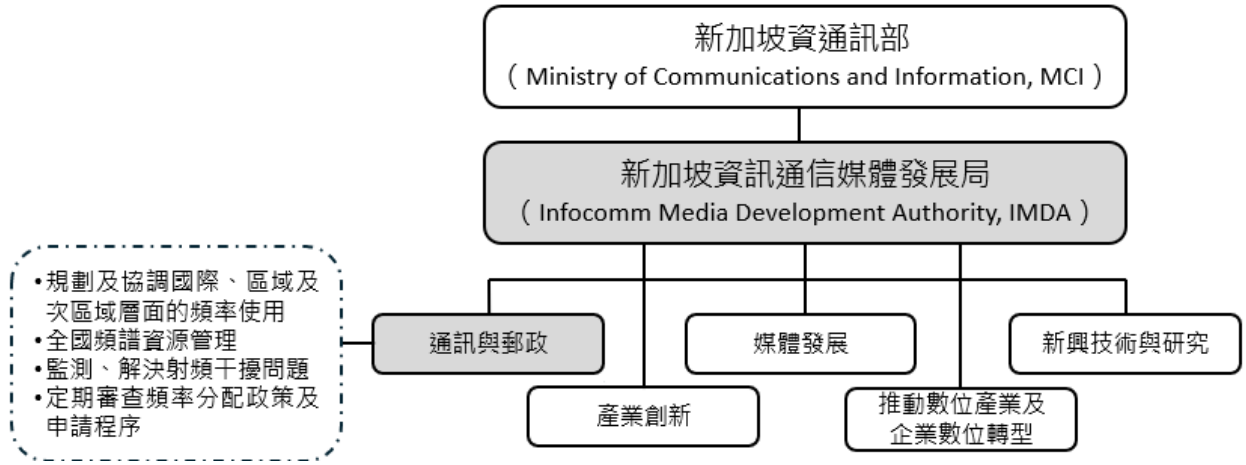
另依《無線電波法》第 11 條獲核配之頻率使用者如因頻譜重整而收回頻率，MSIT 應依總統令退還頻率使用費，使用費金額皆由廣播通信發展基金、信息通信促進基金中支付。而 MSIT 亦可要求新使用者直接賠償原授權人遭受的任何損失。

針對賠償金額有異議者，應於收到賠償金通知 30 日內向 MSIT 提出，MSIT 將於收到反對意見後 30 日內進行增加或減少損失賠償金額之決議。

第八節　新加坡

一、主管機關

新加坡資通訊部（Ministry of Communications and Information, MCI）主責推動數位轉型及相互連接的數位未來，其轄下的資訊通信媒體發展局（Infocomm Media Development Authority, IMDA）主責監理通訊與郵政、媒體、新興技術與研究、產業數位轉型等業務，亦是無線電頻譜主管機關，負責開發及監管通信及媒體產業，頻譜監理方面主責規劃及協調國際、區域及次區域層面的頻率使用、全國頻譜資源管理，以及監測、解決射頻干擾問題，並定期審查頻率分配政策及申請程序[173]。



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

圖 3.8.1　新加坡頻率資源主管機關

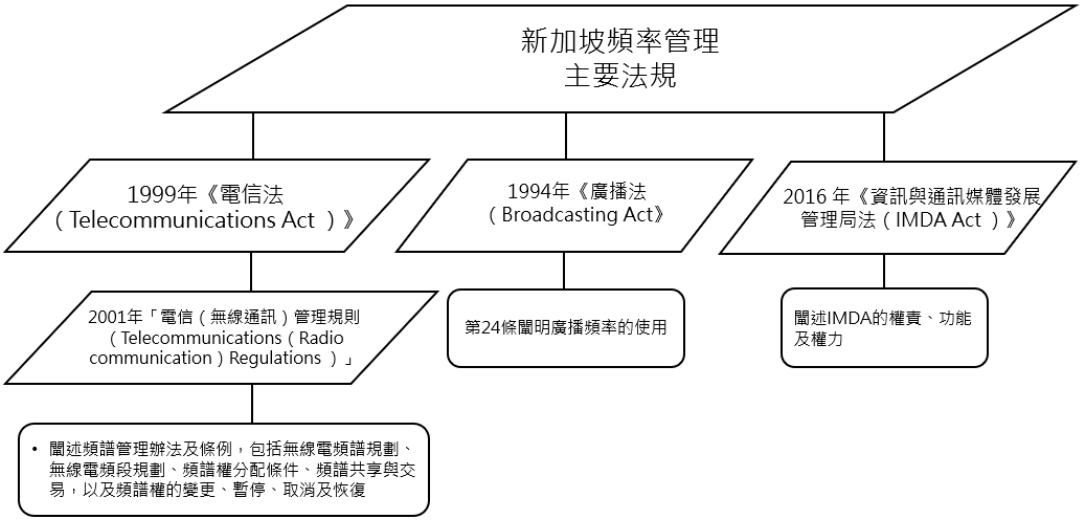
二、主要法規

新加坡於 1999 年《電信法（Telecommunications Act）》及 2001 年「電信（無線通訊）管理規則（Telecommunications（Radio communication）Regulations）」中對頻譜管理進行討論，包括無線電頻譜規劃、無線電頻段規劃、頻譜權分配條件、頻譜共享與交易，以及頻譜權的變更、暫停、取消及恢復。新加坡 1994 年《廣播法（Broadcasting Act》第 24 條也闡明廣播頻率的使用，被許可人根據《廣播法》取得廣播許可後可使用頻譜或衛星軌道中指定的頻率進行廣播或傳輸，且可涉及一項或多項廣播服務，不需根據《廣播法》或

[173] IMDA, 2022. Spectrum Management Handbook. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulation-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/spectrum-management-and-coordination/spectrummgmthb.pdf

《電信法》申請其他執照。

另，新加坡也設有 2016 年《資訊與通訊媒體發展管理局法（Infocomm Media Development Authority Act）》闡述 IMDA 的權責、功能及權力。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.8.2　新加坡頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

新加坡頻譜核配的政策、規則及法規皆由 IMDA 制定，過去以行政方式核配，但行政方式並非最能有效利用、客觀、高效及透明的方式，因此對於一些服務（如 2G、3G 與 4G 等），IMDA 採用以市場為基礎的方式核配。新加坡頻率核配通常可分為以下類型，如表 3.8.1。

表 3.8.1　新加坡頻率核配主要類型

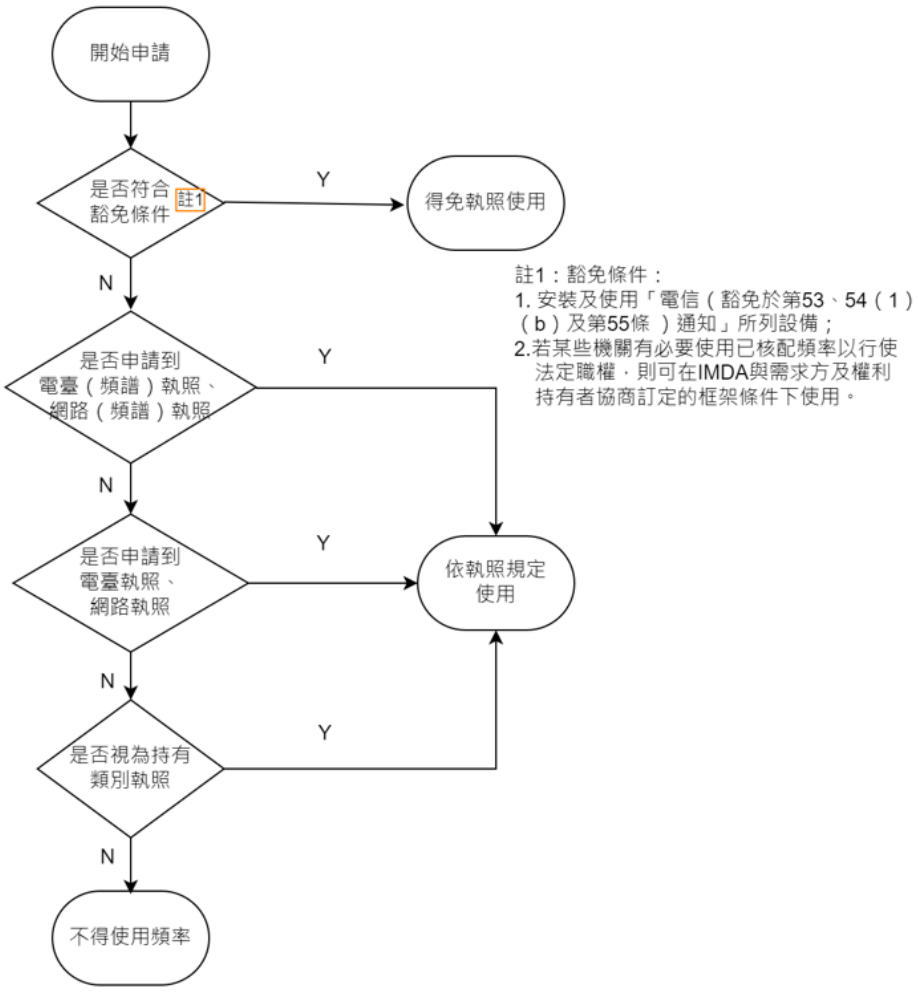
期限	專用或共用	使用型態	範例
長期	專屬使用*（Exclusive）	用於提供全島涵蓋的網路	公眾行動通信、中繼式無線電（trunked radio）與行動數據網路等
長期	共享使用（Shared Use）	用於區域性涵蓋的網路	專用行動無線電、短距離設備，例如無線電遙測設備（radio telemetry equipment）、室內無線電話等
短期	共享使用	用於 90 日以內使用期間	電信展覽及貿易展示；系統試驗和測試等

資料來源：IMDA, 2022. Spectrum Management Handbook. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulation-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/spectrum-management-and-coordination/spectrummgmthb.pdf

依據新加坡《1999 年電信法（Telecommunications Act 1999）》及「2001 年電信（無線電通信）規則（Telecommunications (Radio-communication) Regulations 2001）」規定，除非符合 IMDA 規定的豁免條件，惟有在經 IMDA 核准下，電臺或網路方能被持有、建立、安裝、維護、提供或操作。根據法規分類，執照主要分為三大類型：

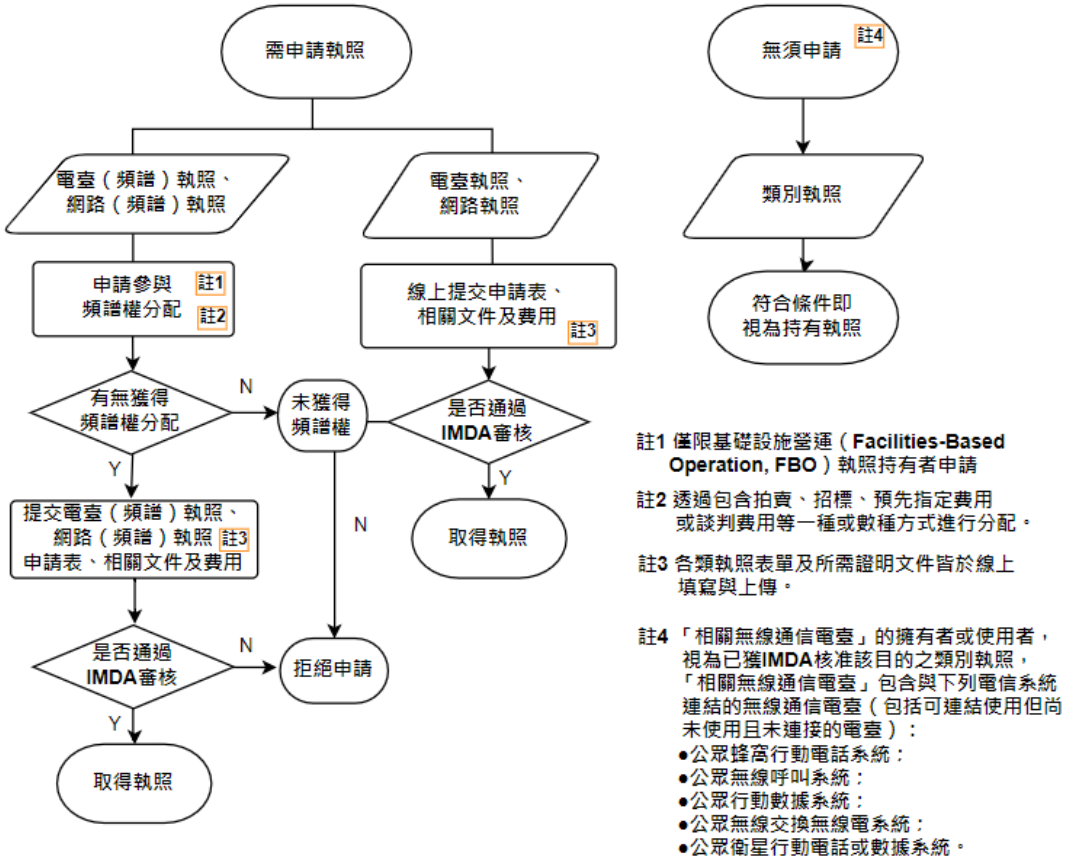
- 電臺（頻譜）執照（station (spectrum) licence）及網路（頻譜）執照（network (spectrum) licence）
- 電臺執照（station licence）及網路執照（network licence）
- 類別執照（class licence）

新加坡頻率核配方式架構與申請流程如圖 3.8.3 與圖 3.8.4 所示：



資料來源：本研究彙整。

圖 3.8.3　新加坡頻率核配方式架構



資料來源：本研究彙整。

圖 3.8.4　新加坡頻率核配申請流程

2. 執照類型說明

（1）電臺（頻譜）執照或網路（頻譜）執照

其中，電臺（頻譜）執照或網路（頻譜）執照是透過行政方式，經申請後由主管機關審核與核發，但申請者使用的頻譜為其擁有「頻譜權（spectrum right）」的頻段。所謂的「頻譜權」是由 IMDA 核發，授予其所有者在新加坡使用特定頻段的權利，並包含使用要求、條款和條件等規定。「頻譜權」的分配（allocation）包含拍賣、招標、預先指定費用或談判費用等一種或數種方式。根據 IMDA 官網公布的資訊[174]，IMDA 過往核發的頻譜權用途以行動通信為主，包含 3G、4G 及 5G 等頻段的頻譜權，如表 3.8.2 所示。

[174] IMDA, 2023. Spectrum Right Issued. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-right-issued

表 3.8.2　新加坡近年頻譜權分配方式

頻譜權	年份	分配方式
2.1GHz 頻譜權	2022	拍賣
3.5GHz 頻譜權與毫米波頻譜權	2020	向既有電信事業徵求提案（Call for Proposal, CFP）
700MHz 頻譜權、900MHz 頻譜權、2.3GHz 頻譜權、2.5GHz 頻譜權	2016	拍賣
1800MHz 頻譜權與 2.5GHz 頻譜權	2013	拍賣

資料來源：本研究彙整自 IMDA, 2023. Spectrum Rights Auctions & Assignment. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-rights-auctions-and-assignment

（2） 電臺執照或網路執照

電臺執照及網路執照亦透過行政方式，經申請後由主管機關審核與核發。電臺執照及網路執照下又分成幾種執照類型（如下表 3.8.3），IMDA 為各個執照類型制定申請及條件等規定。

表 3.8.3　新加坡電臺執照及網路執照類型

分類	執照類型
電臺執照	● 船舶電臺執照； ● 航空器電臺執照； ● 業餘電臺執照； ● 實驗電臺執照； ● 區域性無線通信電臺執照； ● 通用無線通信電臺執照； ● 衛星通信電臺執照； ● 特殊用途電臺執照。
網路執照	● 區域專用網路執照； ● 廣域專用網路執照； ● 公眾行動通信網路執照。

資料來源：本研究彙整自 Singapore Statutes Online, 2024. Telecommunications (Radio-communication) Regulations 2001. https://sso.agc.gov.sg/SL-Supp/S114-2001/Published/20020930?DocDate=20010302&WholeDoc=1
IMDA, 2022. General Radio-Communication Station Licence Application Guidelines. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulations-and-licensing/licensing/telecommunication/general-radio-communication/guidegenradiocommlic.pdf

（3） 類別執照

至於類別執照則無需申請及繳納費用，「相關無線通信電臺（relevant radio-communication station）」的擁有者或使用者被視為已獲得主管機關核准該目的之類別執照。前述「相關無線通信電臺」包含與下列電信系統連結的無線通信電臺（包括可與以下系統結合使用，但尚未使用且未連接的無線通信電臺）：

- 公眾蜂窩行動電話系統；
- 公眾無線呼叫（paging）系統；
- 公眾行動數據系統；
- 公眾無線交換無線電系統；
- 公眾衛星行動電話或數據系統。

類別執照持有者應遵守 IMDA 制定的技術規範，並確保不用於任何非法目的。而在相關無線電通信電臺連接到任何公眾電信執照持有者的電信系統或設備之前，也應確保該無線電通信電臺已獲得 IMDA 核准或在核准後無改裝或修改。

綜上所述，與公眾電信執照持有者合法營運的電信系統通信之終端設備無線電臺，無需申請或支付費用，即可視為取得類別執照，在 IMDA 規定的技術規範與使用條件下持有及使用。

（4） 免執照

IMDA 制定的執照豁免條件發布於「電信（豁免於第 53、54（1）（b）及第 55 條[175]）通知（Telecommunications (Exemption from sections 53, 54(1)(b) and 55) Notification）」，以附表明確列出 18 種低功率設備[176]及 3 種白色頻段設備，皆可於授權的頻段範圍及最大電場強度或功率限值內免執照安裝與使用。若欲安裝與使用其他低功率設備，使用之頻段未列舉於附表，但符合相同類型設備所指定的輸出功率限制，則只要經 IMDA 核准其輸出功率限制與無線電頻段，即可免除執照要求。

3. 申請資格

在申請資格方面，除類別執照無需申請以外，IMDA 核發執照對象包含：

---

[175] 《1999 年電信法》第 53 條、第 54 條與第 55 條分別規定「非法營運電信系統或服務」、「與電信和無線電通信設備有關的禁止事項」、「無照電臺的罰則」。

[176] 18 種設備包含民用頻段對講機收發器（CB Walkie Talkie Transceivers）、多通道對講機收發器（Multi-channel Walkie Talkie Transceivers）、無線麥克風（Wireless Microphones）、民用寬頻無線電呼叫系統（CB Band Radio Paging Systems）、感應迴路通信系統（Induction Loop Communication Systems）、特高頻無線電呼叫系統（VHF Radio Paging System）、無線電探測及警報系統（Radio Detection and Alarm Systems）、醫學及生物遙測設備（Medical and Biological Telemetry Devices）、無線數據機（Wireless Modem）、無線電遙測設備（Radio Telemetry Equipment）、遙控設備（Remote Control Devices）、室內無線電話或無線專用自動交換分機（Cordless Telephones or Wireless Private Automatic Branch Exchange(PABX)）、無線區域網路、無線射頻識別或低功率設備（Wireless LAN, RFID or Low Power Devices）、獨立全球定位系統接收器（Stand-alone GPS Receivers）、短距離雷達系統（Short Range Radar System）、助聽器及音頻輔助器（Hearing Aids and Audio Assistance Aids）、超寬頻設備（Ultra-Wideband Devices）及智慧交通系統（Intelligent Transport System）。

- 新加坡公民；
- 根據新加坡《公司法（Companies Act）》（第 50 章）成立的公司；
- 根據新加坡《商業登記法（Business Registration Act）》（第 32 章）登記的商業機構；或
- 主管機關認為適當的其他人士。

4. 申請文件與審查基準

在申請文件與審查基準部分，IMDA 透過「GoBusiness」網站平臺[177]受理執照申請審核與收款，各類執照表單及所需證明文件皆於線上填寫與上傳。新加坡「2001 年電信（無線電通信）規則」列出（1）船舶電臺執照；（2）航空器電臺執照；（3）業餘電臺執照；（4）實驗電臺執照；（5）區域性無線通信電臺執照；（6）通用無線通信電臺執照；（7）衛星通信電臺執照；（8）特殊用途電臺執照，各電臺執照申請相關規定，彙整如表 3.8.4。

表 3.8.4　新加坡電臺執照相關規定概述

執照類型	相關規定概述
船舶電臺執照	● 船舶電臺執照僅適用於經新加坡主管機關註冊獲許可的船舶（包括其救生艇）。搭載電臺的船舶須擁有新加坡海事及港務管理局（Maritime and Port Authority of Singapore）核發的有效船舶登記證書。 ● 船舶電臺執照申請者應提供 IMDA 其申請目的所需的文件與資料。若申請者無法提供 IMDA 要求之所有船舶電臺執照申請表的資訊和文件，則可以在支付規定費用及滿足 IMDA 可確定的其他要求後，取得臨時船舶電臺執照。
航空器電臺執照	● 航空器電臺執照僅適用於在新加坡註冊之商用或私人航空器上的電臺，且該航空器在航空器電臺執照效期內皆必須保持在新加坡註冊。 ● 航空器上電臺所包含的所有設備皆必須取得新加坡民航局（Civil Aviation Authority of Singapore, CAAS）的核准，並於申請執照時附上證明。
業餘電臺執照	● 業餘電臺執照僅限核發給年滿 16 歲或以上的自然人；若申請者未滿 21 歲，則需由申請者的父母、監護人或 IMDA 同意的其他人員會簽。 ● 除非得到 IMDA 豁免，否則業餘電臺執照申請者應通過 IMDA 規定的考試或擁有 IMDA 認可的證書。
實驗電臺執照	● 實驗電臺執照核發對象包含：（a）授予教育機構、培訓機構或合格人士，以進行無線電通訊領域的研發活動、實驗或展示；（b）授予獲許可的無線電通訊設備經銷商、製造商

[177] GoBusiness, 2024. Browse all licences. https://www.gobusiness.gov.sg/licences/find-licence-by-agency/

執照類型	相關規定概述
	或進口商，以進行無線電通訊設備的研發、測試或展示。
區域性無線通信電臺執照	● IMDA 可授予獲允許的使用者以下設備的區域性無線通信電臺執照：遙控設備（remote control devices）、區域性呼叫設備（local area paging devices）、無線麥克風（wireless microphones）、收發器（民用頻段對講機（CB Walkie Talkies））、遙測或警報系統（或兩者兼具）、無線數據或語音系統（wireless data or voice systems）、室內無線電話（cordless telephones）以及其他 IMDA 不定時授權的無線通信設備。 ● 任何分配給區域性無線通信電臺執照的無線頻率皆可由其他使用者共用，IMDA 對於由此類使用導致的任何干擾概不負責。在共用無線電頻率上營運的執照持有者須接受由於合法電臺操作引起的任何干擾，包括 ISM 設備在 ISM 頻段中的操作。
通用無線通信電臺執照	● 通用無線通信電臺執照允許持有者透過無線通訊發送、接收資訊，此執照包含以下電臺類型[178]：1. 基地或固定電臺；2. 行動電臺；3. 固定鏈路或中繼電臺；4. 無線測定電臺；5. 海岸電臺；6. 航空電臺。 ● IMDA 基於無線電頻譜經濟或其他理由，可要求執照持有者與 IMDA 操作或授權的共用基地臺合作，或與其他電臺共享無線電頻率，並遵循 IMDA 附加的任何條件。 ● 除海岸電臺與航空電臺未於「GoBusiness」網站平臺提供申請資訊以外，盤點其餘電臺之申請資訊概述如下： － 基地或固定電臺：作為基地臺或固定電臺用於機場區域設置與操作無線通信設備。申請者必須是向會計與企業管制局（Accounting and Corporate Regulatory Authority, ACRA）註冊的公司或商業機構，申請時除申請表與費用外，亦須繳交建築物業主允許設置電臺的文件[179]。 － 行動電臺：用於在機場區域建立和操作無線通信設備。申請者必須是向 ACRA 註冊的公司或商業機構，申請時除申請表與費用外，亦須繳交 CAAS 核准的文件[180]。 － 固定鏈路或中繼電臺：用於設置與營運固定或中繼微波電臺的無線通訊設備。申請者必須是向 ACRA 註冊的公司或商業機構，申請時除申請表與費用外，亦須提交網路的規劃

[178] IMDA, 2022. General Radio-Communication Station Licence Application Guidelines. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulations-and-licensing/licensing/telecommunication/general-radio-communication/guidegenradiocommlic.pdf

[179] GoBusiness, 2024. Apply for General Radio-comm Station (Base or Fixed Station). https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/general-radio-comm-station-(base-or-fixed-station)

[180] GoBusiness, 2024. Apply for General Radio-comm (Mobile Station). https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/general-radio-comm-(mobile-station)

執照類型	相關規定概述
	理由與配置圖表（configuration diagram）[181]。 － 無線測定電臺：用於安裝設置無線通訊設備，以進行導航或物體檢測之用途。申請者必須是向 ACRA 註冊的公司或商業機構，申請時除申請表與費用外，亦須提交網路的規劃理由與配置圖表[182]。
衛星通信電臺執照	● IMDA 核發的衛星通信電臺執照類型包含：1. 小型衛星地面電臺執照（Very Small Aperture Terminal (VSAT) Licence）、2. 追蹤、遙測及指揮（Tracking, Telemetry and Command, TT&C）地球電臺執照、3. 地球電臺執照（Earth Station Licence）、4. 可攜式衛星通信終端執照（Portable Satellite Communication Terminal Licence）。 ● 根據「GoBusiness」網站平臺的申請資訊，申請者必須是向 ACRA 註冊的公司或商業機構，申請時除申請表與費用外，附件應包含地球電臺系統方塊圖（block diagram）與說明、展示功能單元（Functional Units）的設備機架圖（Rack Diagram）與功能單元的一般描述（General Description）等輔助文件[183]。
特殊用途電臺執照	● 特殊用途電臺係指在上述規定中未另行定義的電臺，僅用於 IMDA 指定目的並據其指定的條件設置。 ● 申請者除申請表與費用外，需要說明理由[184]。

資料來源：本研究彙整自 Singapore Statutes Online, 2024. Telecommunications (Radio-communication) Regulations 2001. https://sso.agc.gov.sg/SL-Supp/S114-2001/Published/20020930?DocDate=20010302&WholeDoc=1

另外，根據 IMDA 於 2022 年發布的「頻譜管理手冊（Spectrum Management Handbook）[185]」，關於公眾行動通信服務（public mobile services）、專用陸地行動通信服務（private land mobile services）、地面固定通信服務（Terrestrial Fixed Services）、廣播服務及臨時使用無線電頻率等服務或情形之頻譜分配準則與申請程序等規定，簡要說明如後。

[181] GoBusiness, 2024. Apply for General Radio-comm Station (Fixed Link or Relay Station). https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/general-radio-comm-station-(fixed-link-or-relay-station)

[182] GoBusiness, 2024. Apply for General Radio-comm Station (Fixed Link or Relay Station). https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/general-radio-comm-station-(fixed-link-or-relay-station)

[183] GoBusiness, 2024. Apply for Satellite Communication Station Licence. https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/satellite-communication-station-licence

[184] GoBusiness, 2024. Apply for Special Purpose Station. https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/special-purpose-station

[185] IMDA, 2022. Spectrum Management Handbook. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulation-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/spectrum-management-and-coordination/spectrummgmthb.pdf

- **公眾行動通信服務**：定義為營運行動通信系統（例如基地臺、行動交換中心），以提供公眾蜂窩行動電話、集群無線電（trunked radio）與行動數據服務等服務。IMDA 僅分配頻率予符合條件的基礎設施營運（Facilities-Based Operation, FBO）執照持有者，通常 IMDA 根據申請者提案優勢進行行政分配，對於行政分配的頻譜，IMDA 會要求申請者提供關於網路基礎設施、網路涵蓋、容量及未來的改善承諾，例如，公眾集群無線電服務直到存在對頻譜的競爭需求為前，目前仍採用行政分配；對於 3G、4G 及 5G 頻譜則用市場為基礎的拍賣方式分配，僅第一次 5G 頻譜則是採用徵求提案。
- **專用陸地行動通信服務**：專用陸地行動通信服務旨在提供基地臺與多個行動收發器單元（例如車輛或手持式可攜式電臺）之間的雙向通信。專用陸地行動通信服務的涵蓋範圍可為區域範圍或全島範圍。申請者必須是在新加坡註冊成立的公司，並持有 IMDA 核發的網路執照，IMDA 將考慮使用者提交的需求，在可用頻段中適當分配單一頻率或雙頻無線電頻道。
- **地面固定通信服務**：四種申請類別有資格獲得使用微波頻率進行固定服務鏈路，包含（1）FBO 備用主幹連結，用於主要交換站之間，或連接新加坡與離岸島嶼或鄰近國家邊境地區之間；（2）FBO 提供的區域接取網路連結；（3）用於廣播公司的工作室到發射臺及外部廣播連結；（4）政府機構使用的鏈路。若非以上類別的申請者，須提出無法從現有 FBO 或獲許可的營運商取得服務之詳細解釋，以及對替代系統評估與所規劃之系統的理由詳細說明，並由 IMDA 逐案審查與核准。
- **廣播服務**：欲於新加坡提供廣播服務的申請人必須獲得廣播服務執照（例如免費廣播執照（free-to-air licence）），也必須向 IMDA 申請廣播電臺執照，IMDA 核准廣播電臺執照時會考量電磁相容性的影響。
- **臨時使用無線電頻率**：IMDA 允許臨時使用無線電頻率進行例如用於展覽、展示和設備測試等目的。任何人均可根據頻譜的可用性，事先於線上申請在其商業場所向潛在客戶示範設備等臨時需要，進行不超過 90 天的短期使用。

5. ISM 頻段管理機制

此外，新加坡「頻譜管理手冊」將 ISM 定義為用於產生與使用局部無線頻率能量的設備或器具，用於工業、科學、醫療、家庭或類似用途，但不包括電信領域的應用。惟 IMDA 的「無線電頻譜總體規劃（Radio Spectrum Master Plan）」尚待更新，因此未能於公開資料查得新加坡現行的 ISM 頻段。法規中關於 ISM 的規定，唯有要求區域

性無線通信電臺執照持有者必須容忍來自 ISM 應用使用 ISM 頻段產生之干擾。在「頻譜管理手冊」也提及其他無線電系統使用 ISM 頻段需繳納之年費，包含室內或現場之無線系統（In-building or On-site Wireless Systems）。

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

為防止無線電干擾，新加坡「電信（無線通訊）管理規則）」第 72 條規定，電臺（頻譜）執照及網路（頻譜）執照、電臺執照及網路網路，以及類別執照的持有者及使用者，應確保電信設備、電臺、網路或系統，符合 IMDA 所規定的適用排放標準及技術規範或要求，不會造成干擾。

新加坡「電信（無線通訊）管理規則」規定，執照持有者須配合 IMDA 授權的官員進入任何建築物、車輛、船隻、飛機等場所，檢查或測試已安裝或正在安裝的電臺或網路設備。

若 IMDA 確定電信設備、電臺、網路或系統的電氣、電子或無線電通訊設備造成干擾，將依個案的情況訂定期限，透過書面通知指示執照持有者自費執行以下一項或多項干擾處理義務：

- 採取適當措施消除或減少干擾；
- 糾正設備故障或操作不當；
- 修改或改變設備；或
- 移除設備。

執照持有者若無法於指定期限內完成干擾處理義務，IMDA 可禁止執照持有者安裝或使用該電氣、電子或無線電通訊設備，必要時拆除相關設備。

另外，新加坡的衛星通信電臺執照有小型衛星地面電臺（Very Small Aperture Terminal (VSAT) Licence）、追蹤、遙測及指揮（Tracking, Telemetry and Command, TT&C）地球電臺執照（Earth Station Licence）、地球電臺執照（Earth Station Licence），以及可攜式衛星通信終端執照（Portable Satellite Communication Terminal Licence）。IMDA 建議衛星通信電臺執照持有者採取適當措施，以減輕可能的潛在干擾，例如在接收系統中安裝濾波器。

針對太空電臺執照，IMDA 規定執照持有者應具備足夠的技術專長、技術能力（如對衛星技術參數的了解）、衛星網路建設及營運經驗，以便網路造成干擾時，依 IMDA 的要求修改或停止衛星網路與

地球電臺之間的網路傳輸[186]。

2. 核配後續收／繳回方式

新加坡頻譜權透過拍賣、招標、預先指定費用或談判費用等一種或數種方式 IMDA 進行分配，而獲得頻譜權者可申請電臺（頻譜）執照或網路（頻譜）執照。

（1）屆期

根據「電信（無線通訊）管理規則」第 19 條執照規定，電臺執照或網路執照的收／繳回方式以及頻率屆期之續期申請皆由 IMDA 訂定。

（2）未屆期-自行繳回

根據新加坡 1999 年《電信法》與「電信（無線通訊）管理規則」，並未針對尚未屆期而自行繳回頻譜訂定相關規範。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

根據新加坡 1999 年《電信法》第 10 條、「電信（無線通訊）管理規則」第 16 條，如 IMDA 認為頻譜權擁有者違反本條例或透過詐騙、虛假陳述而取得頻譜權，可在不支付任何賠償金的情況下，透過書面通知頻譜權擁有者採取以下措施：

- 暫停或取消全部或部分的頻譜權；
- 在 IMDA 規定期限內繳付罰款，最高可達年營業額的 10%或 100 萬新幣（約新臺幣 2,400 萬元）。

（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

除法規原先即賦予 IMDA 制定頻譜規劃、重新分配頻譜等的權力，而針對頻譜權擁有者未違規而須繳回頻譜之情況，根據 1999 年《電信法》第 10 條(2)(d)，IMDA 可基於公共利益需求收回頻譜，以用於其他目的，或為因應技術發展趨勢重新規劃頻譜，即 IMDA 可在不支付補償的情況下，更改或撤回電臺執照或網路執照所分配的任何無線電頻率，無需說明任何理由。

[186] IMDA, 2012. Licence for use of Satellite Orbital Slot. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/licence-for-use-of-satellite-orbital-slot

第九節　香港

一、主管機關

香港無線電頻譜主管機關係通訊事務管理局（Communications Authority, CA[187]），為電信業及廣播業的單一規管機構，其轄下的通訊事務管理局辦公室（Office of the Communications Authority, OFCA[188]）作為執行部門及秘書處，協助 CA 實施及執行監管通訊業及廣播業[189]。

OFCA 轄下電信業務的規管事務部、執行部以及市場及競爭部，負責頻譜及無線電管理相關的業務，重點說明如表 3.9.1。

表 3.9.1　規管事務部、執行部、市場及競爭部的職務說明

單位	與頻譜及無線電管理相關的職務說明
規管事務部	**規管科 1** ● 處理公共行動電信服務（包括 5G 服務）的技術規管及頻譜相關事宜。 ● 實施政府便利 5G 網路鋪設的政策措施。 ● 協調使用土地及政府場地以裝設無線電基地臺、山頂無線電電臺、海底電纜登陸站和衛星電臺等電信基礎設施的事宜。
	規管科 2 ● 處理有關固定和行動網路供應商、地區性無線寬頻服務、無線物聯網、公共無線區域網路服務類別執照持有者及要約提供電信服務類別執照持有者等的執照（包括登記）及規管事宜。 ● 指配／重新指配用作提供公共行動服務（包括 5G 服務）的頻譜。 ● 調查懷疑的違規情況和執行執照核發條件及規例。
執行部	**諮詢及頻譜管理科** ● 管理無線電頻譜，包括進行 5 年期的頻率規劃研究、為不同的無線通訊服務和應用提供頻譜，以及更新頻譜供應表和香港頻率劃分表。 ● 指配頻譜供無線電通訊系統使用。 ● 與內地及外地主管當局協調頻譜的使用和衛星服務的軌道位置。 ● 協調通訊辦參與有關頻譜事宜的國際會議。 ● 檢討政府用戶使用頻譜的效率。 ● 處理有關外層太空執照及太空電臺傳送者執照的申請及徵求同意事宜。

[187] CA 於 2012 年由原電訊管理局與廣播事務管理科合併而成。
[188] OFCA 由原電訊管理局與影視及娛樂事務管理處轄下部門合併而成。
[189] OFCA，2021。角色及職能。https://www.ofca.gov.hk/tc/about_us/roles_and_functions/index.html

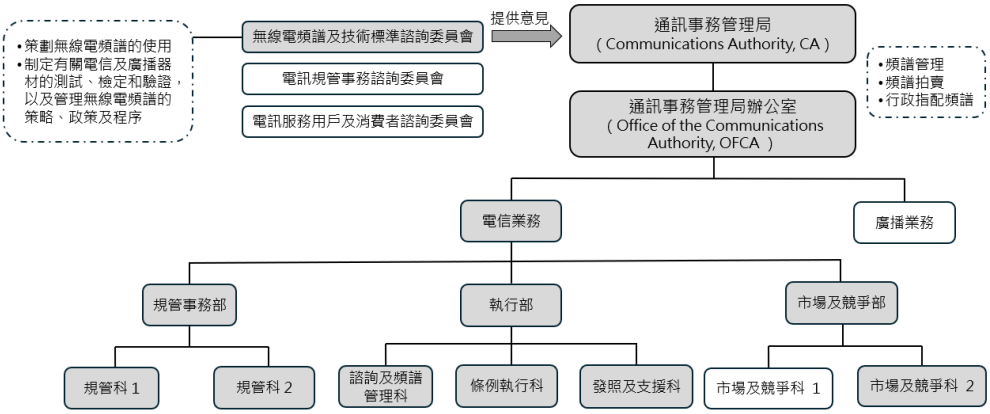
單位	與頻譜及無線電管理相關的職務說明
	● 制訂電信設備的技術標準和相關政策。 ● 處理安裝公共行動服務無線電基地臺的申請，並把有關處理程序自動化。 ● 檢討和更新有關無線電通訊裝置輻射安全的規定，並處理相關查詢及投訴。 ● 為無線電頻譜及技術標準諮詢委員會提供秘書處支援服務。
	條例執行科 ● 調查無線電干擾事宜。 ● 為 OFCA 和其他政府部門就無線電監察提供技術支援。
	發牌及支援科 ● 就專用服務的電信系統核發執照。 ● 處理海上及業餘無線電服務、高樓內置電信系統（包括衛星電視共用天線系統及酒店電視系統）和無線電廣播轉播系統的執照核發相關事宜。
市場及競爭部	**市場及競爭科 2** ● 管理頻譜拍賣平臺和進行頻譜拍賣。

資料來源：OFCA，2023。組織架構。https://www.ofca.gov.hk/tc/about_us/organisation_chart/index.html

另有無線電頻譜及技術標準諮詢委員會（Radio Spectrum and Technical Standards Advisory Committee, SSAC）、電信規管事務諮詢委員會（Telecommunications Regulatory Affairs Advisory Committee, TRAAC）及電信服務用戶及消費者諮詢委員會（Telecommunications Users and Consumers Advisory Committee, TUCAC）等 3 個諮詢委員會，依個別的職務向 CA 提供管理意見。其中，SSAC 主要負責的頻譜管理業務說明如下[190]：

- 策劃無線電頻譜的使用；
- 制定及修訂有關電信及廣播器材的使用和電信及廣播服務的技術標準，包括類型檢定或檢定測試的技術規格；
- 制定有關電信及廣播器材的測試、檢定和驗證，以及管理無線電頻譜的策略、政策及程序；
- 就香港對電信及廣播器材的技術標準、測試、檢定和驗證，以及管理無線電頻譜事宜，在國際和地區論壇上所定立場和所作貢獻。

[190] OFCA，2018。無線電頻譜及技術標準諮詢委員會（SSAC）。https://www.ofca.gov.hk/tc/about_us/advisory_committees/SSAC/terms_of_reference/index.html



註：底色為與頻率業務相關部門。

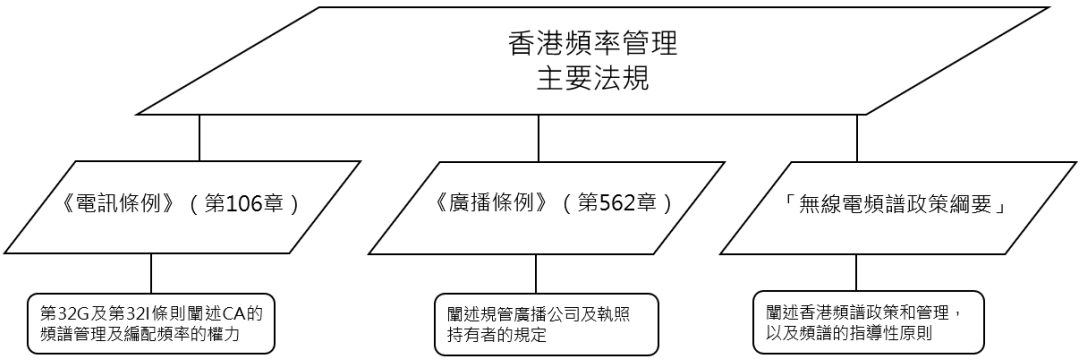
資料來源：本研究彙整。

圖 3.9.1　香港頻率資源主管機關

二、主要法規

香港《電訊條例》（第 106 章）為電信、電信服務與電信設備的執照和管制，訂定更完善的監理條文，而第 32G 及第 32I 條則闡述 CA 的頻譜管理及編配頻率的權力；另又以《廣播條例》（第 562 章）闡述規管廣播公司及執照持有者的規定。

香港另有常設文件「無線電頻譜政策綱要」，香港政府可在認為合適時並考慮所有有關情況，包括（但不限於）香港及國際上的最新科技、市場及社會發展，以及與頻譜政策和管理有關的主要事宜後，不時檢討、修訂、更改或更新本文件闡述香港無線電頻譜管理工作所作的政策考量及重要事項[191]。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.9.2　香港頻率資源管理主要法規

[191] OFCA，2007。無線電頻譜政策綱要（二零零七年四月）。https://www.cedb.gov.hk/assets/resources/ccib/policies/spectrum_chi.pdf

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

香港於 2007 年制定「無線電頻譜政策綱要」闡述無線電頻譜管理工作的政策考量及重要事項原則，其五大政策目標包括：以最具經濟和社會效益的方法運用頻譜，善用頻譜並引進先進通訊服務以鞏固香港的電信及廣播樞紐地位，履行國際地區的頻譜使用責任，推動產業在香港提供全球所需的主要服務以鞏固香港作為國際城市及進入中國大陸的策略性地位，以及預留適量的頻譜供政府服務之用。

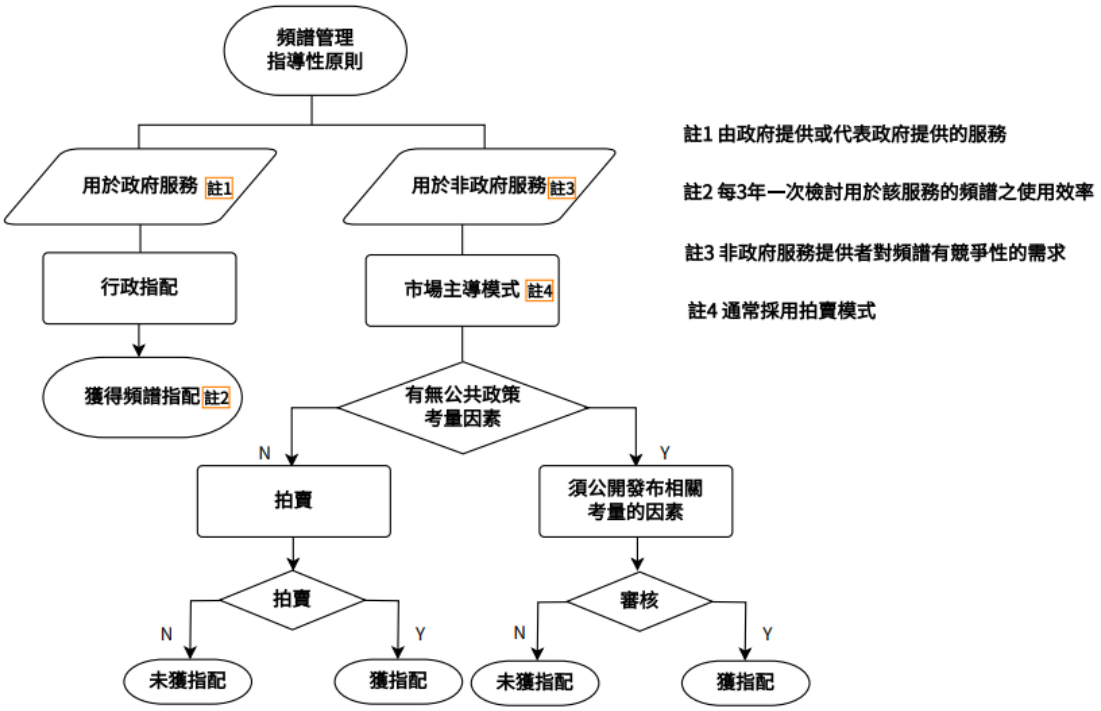
CA 根據政策目標、有沒有主要作非政府用途的頻譜可供使用、國際頻譜編配指引、區內頻譜編配決定、有沒有可供使用的技術和設備，以及業界建議，於每年公布頻譜供應表以通告未來 3 年電訊局長擬透過公開競投或招標程序提供的頻譜數量。頻譜供應表會以滾動方式每年更新，或因應最新的發展情況而調整。

CA 會公布因供過於求而未指配、並可因應業者的申請而即時提供的頻譜，並定期更新頻譜供應表，同時會觀察與香港相若的國家或地區在放寬頻譜用途限制方面的發展與成效，作為日後考量是否在放寬頻譜用途限制。

在頻譜管理的指導性原則方面，CA 採取行政指配及市場主導模式，以核配用於政府服務及非政府服務提供者的頻率使用。

對於用在由政府提供或代表政府提供的服務所需的頻譜，CA 會採用行政指配，而不會採用市場主導模式，並將每 3 年檢討用於該服務的頻譜之使用效率；對於非政府服務提供者對頻譜有競爭性的需求時，CA 傾向採用市場主導模式以核配頻率，除非有其他公共政策考量因素則作別論，須公開發布相關考量的因素。

市場主導模式通常採用拍賣方式，得標申請人獲頻譜指配後須繳交履約保證金，以保證履行 CA 規定的提供網路及服務責任，並繳交執照費，方可獲配其得標頻譜。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.9.3　香港頻率申請架構

2. 申請資格

執照持有者的公司須是在香港註冊的公司，且須通常居於香港，並曾於任何時間連續居於香港不少過 7 年或是設於香港的公司，並須說明公司結構及財務資訊、擬議服務範圍及頻譜分配，以及擬執行的計畫及建議服務之詳細資訊、設施技術細節、技術支援詳情、電　信相關經驗、申請人聲明等。

3. 申請文件

申請者須提供公司結構及財務資訊、擬議服務範圍及頻譜分配，以及擬執行的計畫及建議服務之詳細資訊、設施技術細節、技 術 支援詳情、電信相關經驗、申請人聲明等文件。

至於參與拍賣的申請文件，CA 會不定時透過公告說明該次拍賣所需的資料。合格的申請者依規定備妥申請資料後，須將申請表密封在不透明信封內，親自遞交予 OFCA 市場及競爭部的助理署長；助理署長會在申請者在場的情況下將申請存入投標箱。

4. 審查基準

CA 的審查基準主要考量有關申請對社區的益處，特別是要提供的服務類型和預期涵蓋區域、商業計畫的合理性，以及申請人的財務能力，詳述如後。

- **業務計畫**：CA 將審查業務計畫的合理性，特別包括擬議的資本支出是否足以支持擬議的網路和服務。
- **財務能力**：

－申請人須具備足夠的財務能力，並按照建議進行投資，同時證明每個合作單位的財務狀況良好。

－申請人須讓 CA 確信其擁有足夠的財務支持，無論是自有資本、股東資本或貸款資本。

－申請人須有健全和詳細的商業計畫以及應急措施，以應對意外的業務下滑和最壞情況。

- **完善技術及服務品質**：擬議的網路必須技術完善，與當地環境相容（特別是香港氣候條件），並提供令人滿意的服務品質。擬議的系統也須有效地利用頻譜，並符合香港的頻譜分配計畫，避免對使用相同頻段的現有用戶造成任何干擾。
- **管理及技術專長**：申請人須具備經證實的管理及技術專長，以提供令人滿意的服務及客戶支援。CA 會視情況考量申請人或合作單位對當地環境的了解和/或他們在香港和/或其他地方經營其他相關業務的經驗。
- **服務品質及收費**：CA 將優先考慮具有競爭力的價格及良好服務品質的創新服務。
- **實施時程**：申請人應向 CA 提供共享頻譜的佈署計畫，包括使用指定頻譜提供服務的起訖日。
- **提案的品質**：CA 將考量各方面都有充分證據的申請建議。

5. ISM 頻段管理機制

香港定義 ISM 應用操作指設計為用以產生及在本地使用無線電頻率能量，以作工業、醫學、家用或類似用途的裝置或設備，不包括電信方面的應用[192]。

在香港使用 ISM 器材所需的頻段，須申請「專用無線電系統牌照[193]」，條件說明如後。

- 該 ISM 器材須在輻射受抑制的情況下使用。若該器材在國際分配頻率以外而對通訊服務造成干擾的輻射，須予以壓制至令 OFCA 滿意的程度。

[192] OFCA，2018。專用無線電系統牌照申請指引。https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/447/gn052018c.pdf

[193] 香港「專用無線電系統牌照」其他牌照有航空甚高頻率固定電臺牌照、專用移動無線電系統牌照、私用無線電傳呼系統牌照、無線電測定以及指令、狀態及數據傳送牌照、自設對外電訊系統牌照，以及闊頻帶鏈路中繼電臺牌照。

- ISM 執照不得轉讓他人，該器材須只能由執照持有者進行操作。
- 執照持有者未獲 OFCA 的書面同意前,不得將該執照所涵蓋的任何器材作出更改或增添。
- 「專用無線電系統牌照」開放 22 條單頻頻率,每條頻率的頻道間距為 12.5kHz。所有根據專用無線電系統執照類別的執照獲授權的移動電臺，連同獲指配的頻率均可以單頻單工模式，使用該組頻道中任何一條或全部頻率，與其他執照持有者人進行通訊。開放頻道的頻率彙整如表 3.9.2。

表 3.9.2　香港指定供 ISM 設備使用之頻率

ISM 頻率
6.765-6.795MHz
13.553-13.567MHz
26.957-27.283MHz
40.66-40.7MHz
2400-2483.5MHz
5725-5875MHz
24000-24250MHz
61000-61500MHz
122000-123000MHz
244000-246000MHz

資料來源：OFTA, 2012. PERFORMANCE SPECIFICATION FOR THE LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT OF ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE CHARACTERISTICS OF INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL (ISM) RADIO-FREQUENCY EQUIPMENT. https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_401/hkta1007.pdf

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

香港 CA 根據《電訊條例》(第 106 章)，要求執照持有人須遵守以下規則，以避免造成頻率干擾：

- 正確操作系統,以免對任何在香港或在香港以外合法進行的電信服務，或合法操作的其他電信設備造成直接或間接的有害干擾。
- 遵守 CA 為避免任何頻率干擾而作出的指示。
- 違反前述指示即屬犯罪,經循簡易程序定罪可被處於第 5 級罰款及監禁 6 個月。另，管理局可指示移除任何被認為正在干擾或相當可能干擾其他電信設施的系統。

《電訊條例》(第 106 章)第 17 條亦明文規定，豎立或臥於電信線路或無線電通訊裝置附近的樹木,若干擾或相當可能會干擾訊號，裁判法院的裁判官可應 CA 或執照持有者提出的申請，命令將該樹木移走或以其他方法處置。不過，若該樹木在該訊號網路或無線電通訊裝置設置於所在位置前已存在，裁判官可命令 CA 或執照持有者向該

樹木的擁有人支付合理的賠償。

2. 核配後續收／繳回方式

（1）屆期

香港根據《電訊條例》（第 106 章）說明所有執照的有效期限皆於執照上載明，若執照未指定有效期限，則以行政長官會同行政會議命令為準。

另有關執照續期，CA 將於執照屆期至少 15 個月前通知持有者（或行政長官、行政會議同意的更短期限內），並向行政長官和行政會議提出是否續期或續期條件等建議。行政長官和行政會議將參考 CA 建議做出同意續期、舊執照不續期但給予新執照、拒絕續期等三項決議。

如做出不續期之決議，則須於執照屆期至少 12 個月前通知持有者。

（2）未屆期-自行繳回

根據《電訊條例》（第 106 章），並未針對尚未屆期而自行繳回頻譜訂定相關規範。

（3）未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

執照持有者若違反《電訊條例》（第 106 章）或相關執照規定的任何條件，CA 可取消或撤回已核發的任何執照、許可證、批准或同意，或由 CA 在指明的期限內暫時吊銷執照，但以不超過 12 個月為限。

執照被取消或撤回後，執照持有人此前繳付的任何費用或其他款項，包括依據《電訊條例》（第 106 章）第 32I 條繳付的頻譜使用費，均不得退回。

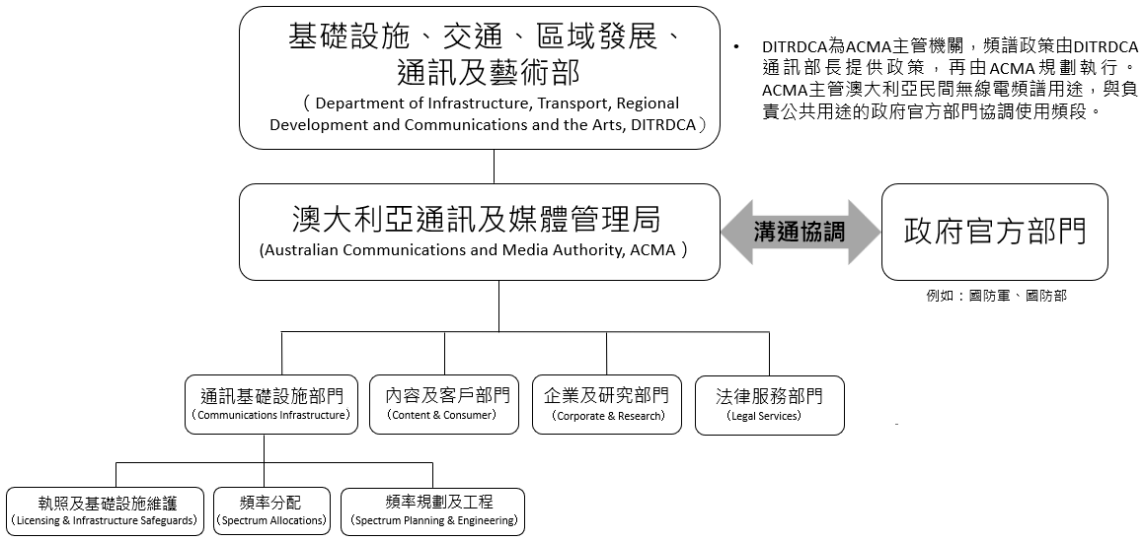
（4）未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

若行政長官會同行政會議認為為公眾利益而有此需要，亦可隨時取消或暫時吊銷該執照。

第十節　澳大利亞

一、主管機關

澳大利亞無線電頻譜主管機關為澳大利亞通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA），主要負責澳大利亞頻譜政策資源管理規劃的相關業務，包含通訊基礎設施、內容及用戶、企業研究及法律服務。通訊基礎設施轄下有 3 個子部門負責頻率相關業務，分別為：執照及基礎設施維護、頻率分配、頻率規劃及工程。澳大利亞的廣播、資訊和通訊技術產業、資訊經濟和電信由澳大利亞通訊部長（The Australian Minister for Communications）負責，並透過基礎設施、交通、區域發展、通訊及藝術部（Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Communications and the Arts, DITRDCA）管理部會業務。ACMA 實行頻譜相關權責時須將通訊部長政策聲明（Ministerial Policy Statement, MPS）的內容納入考量，通訊部長提供政策方向，再由 ACMA 規劃執行。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.1　澳大利亞頻率資源主管機關

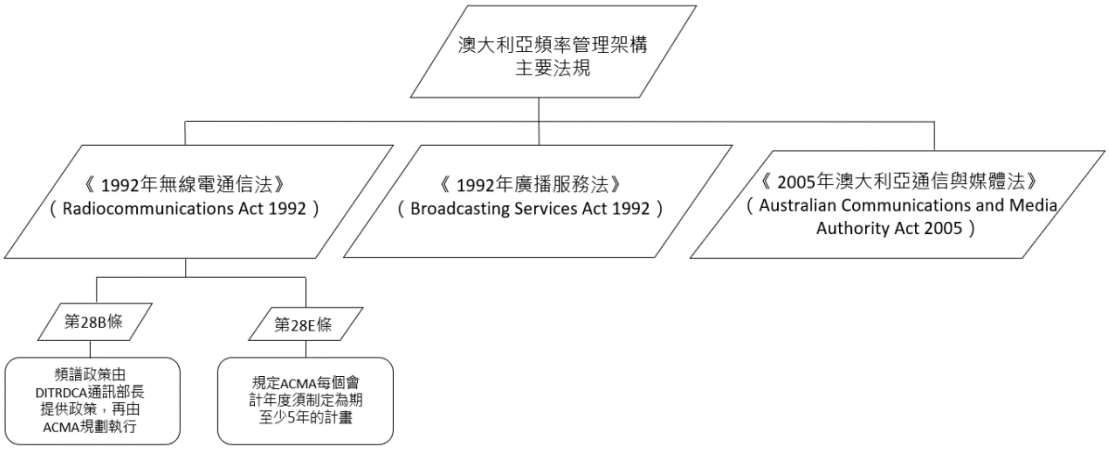
澳大利亞是聯邦制國家，上述政府行政部門之間的互動關係為「執行式聯邦主義（executive federalism）」，是聯邦制國家的其中一種類別。澳大利亞在頻譜管理權責分配與英國類似，ACMA 主管民間無線電用途，國防及國家安全方面的無線電用途則由澳大利亞國防軍（Australian Defence Forces）、國防部（Department of Defence）和為一般國防目的開展授權組織負責。ACMA 除一般用途的頻譜資源管理外，須確保重要公共服務，如國防及緊急救助的頻譜用途。

二、主要法規

澳大利亞規管頻譜管理的法規主要有《1992 年無線電通信法（Radiocommunications Act 1992）》、《1992 年廣播服務法（Broadcasting Services Act 1992）》及《2005 年澳大利亞通信與媒體法（Australian Communications and Media Authority Act 2005）》。

澳大利亞的《1992 年無線電通信法》旨在促進頻譜的有效規劃、分配及使用；促進頻譜的商業及國防目的、國家安全目的及其他非商業目的，以及支持澳大利亞政府的通信政策目標。該法第 28B 條，相關部會的部長可以發布與 ACMA 頻譜管理權責及政策相關的 MPS，而第 28E 條則規定 ACMA 每個會計年度須制定為期至少五年的計畫，使 ACMA 出版的五年頻譜展望（Five-year Spectrum Outlook, FYSO）具有法律效力。FYSO 提供未來 5 年可能影響頻譜管理要件及需求的方向，包含修改或新增現有頻譜架構內的要素[194]。

ACMA 可依據立法文書制定頻譜計劃（Spectrum plans），依《1992 年無線電通信法》規劃所須的頻段，並指定一個或多個頻段主要用於國防目的，以及指定其他頻段的一般用途，包括保留供未來使用及用於預防或控制無線電通訊干擾。《1992 年廣播服務法》主要規範廣播、電視及線上平臺的內容服務及可用性，無線廣播電視的頻譜分配及使用則根據《1992 年無線電通信法》的規定。另有《2005 年澳大利亞通信與媒體法》闡明 ACMA 監管電信產業與無線電通信的職能，旨在完善電信產業的頻譜管理。ACMA 有權核發頻譜執照予電信業者，並規定電信業者須遵守執照條件及規則。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.2　澳大利亞頻率資源管理主要法規

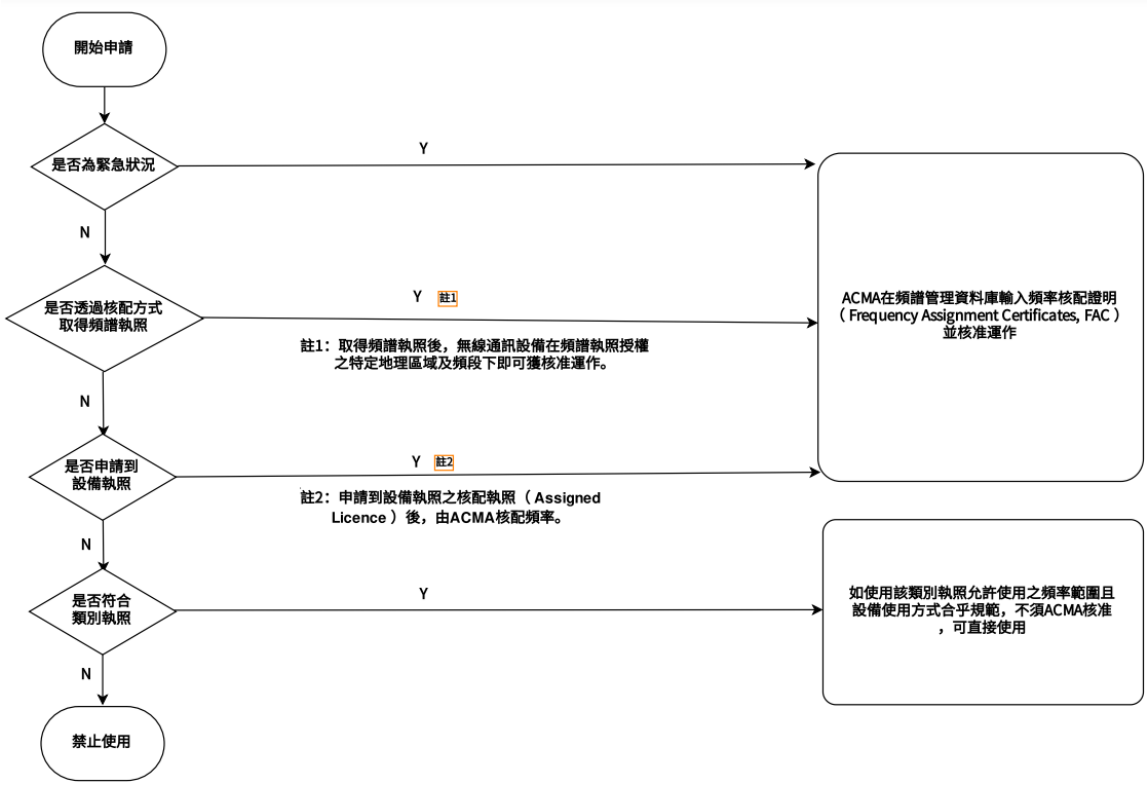
[194] ACMA, 2024. Five-year spectrum outlook. https://www.acma.gov.au/five-year-spectrum-outlook

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

有鑑於頻率資源稀有，澳大利亞 ACMA 依使用者需求透過核發頻譜執照（Spectrum Licence）、設備執照（Apparatus Licence）及類別執照（Class Licence）管理頻譜資源。圖 2.10.3 為澳大利亞 ACMA 管理 3 種執照之架構總覽。除緊急狀況得直接給予授權外，使用者皆須取得執照授權方能使用無線電通訊設備。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.3　澳大利亞頻率申請流程

（1）頻譜執照

申請人若欲於特定地理區域及指定頻率使用無線電通訊設備，須向 ACMA 申請頻譜執照。ACMA 採用拍賣（Auction）、招標（Tender）、定價（Set Price）、談判（Negotiation）或直接分配（Direct Allocation）等方式釋出頻譜執照，執照有效期限最長可達 20 年，頻譜執照持有者可在特定地理區域及所指定的頻率自行運作無線電通訊設備[195]。

ACMA 通常採用拍賣方式釋出執照，有簡易價格鐘拍賣（Simple Clock Auction, SCA）、多回合上升標拍賣（Simultaneous Multi-Round

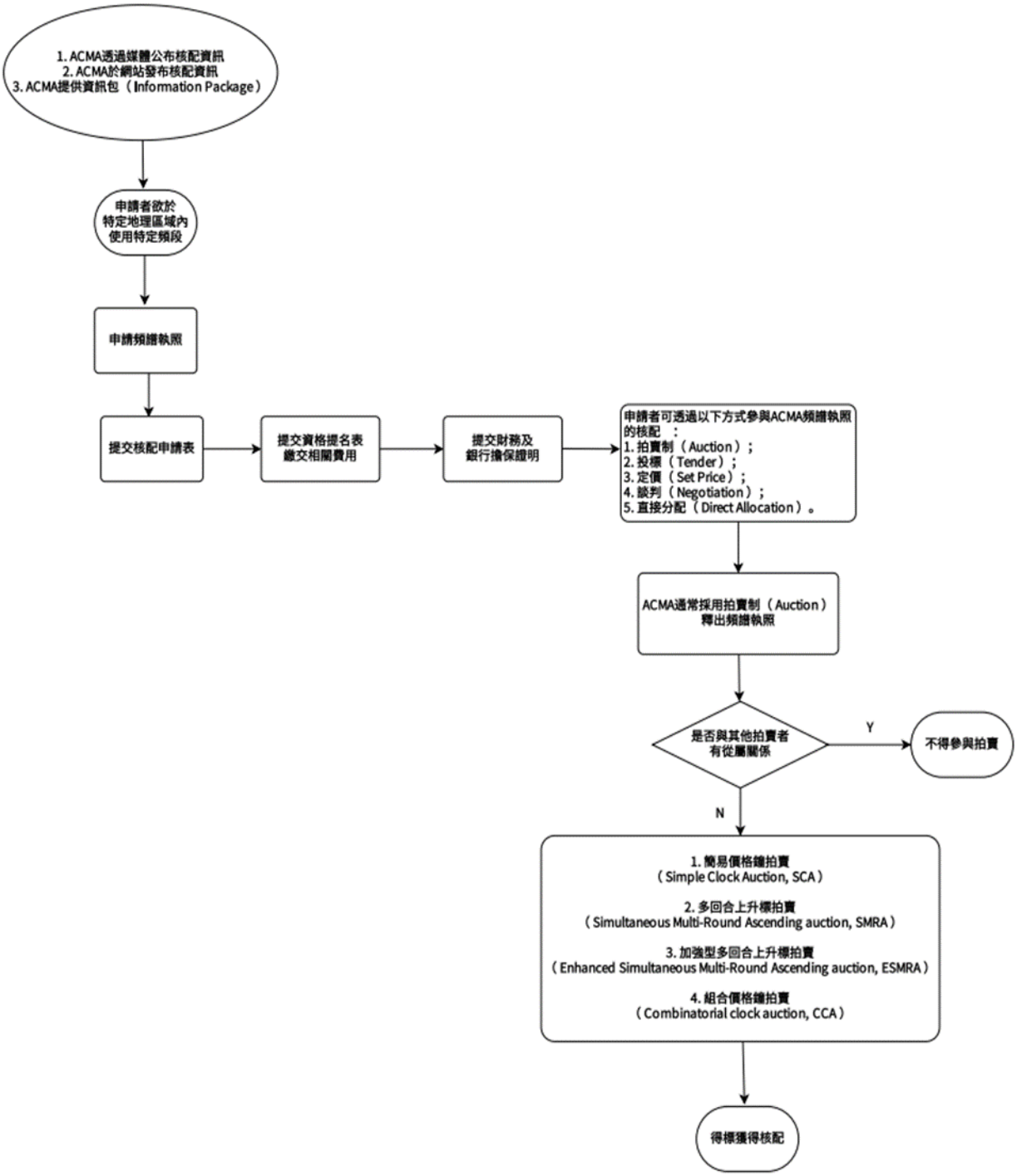
[195]ACMA, 2023. Spectrum licences. https://www.acma.gov.au/spectrum-licences

Ascending auction, SMRA）、加強型多回合上升標拍賣（Enhanced Simultaneous Multi-Round Ascending auction, ESMRA），以及組合價格鐘拍賣（Combinatorial clock auction, CCA）等四大類拍賣方式[196]；近年來已完成拍賣的頻段有3.4-3.7GHz、850-900MHz 及 26GHz[197]。

澳大利亞頻譜執照申請流程如圖 3.10.4 所示。ACMA 一般透過官網發布頻譜拍賣資訊，申請者依規定提交核配申請表、資格提名表、繳交相關費用及財務與銀行擔保證明，通過審核後可參與頻譜拍賣。若該批次參與拍賣的申請人中互有從屬關係將不得參與頻譜拍賣。

根據《1992 年無線電通信法》及「2023 年無線電通訊（頻譜許可證交易規則（Radiocommunications（Trading Rules for Spectrum Licences) Determination 2023））」，頻譜執照持有者獲得頻段核配後，可與第三方（個體、政府機關或財團法人）交易全部或部分頻譜，並在達成協議後回報 ACMA，待該項交易登記於「無線電通訊執照登記冊（Register of Radiocommunications Licences）」後始生效[198]。

[196] ACMA, 2021. About spectrum auctions. https://www.acma.gov.au/about-spectrum-auctions
[197] ACMA, 2023. Spectrum auctions. https://www.acma.gov.au/spectrum-auctions
[198] ACMA, 2023. Trade your spectrum licence. https://www.acma.gov.au/trade-your-spectrum-licence



資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.4　澳大利亞頻譜執照申請流程

（2） 設備執照

若申請人未獲得頻譜執照或欲運作之無線電通訊設備符合澳大利亞 5 類接收設備（receivers）及 16 類發射設備（transmitters）的範疇，則可申請設備執照。澳大利亞的設備執照分為核配執照（Assigned Licence）及非核配執照（Non-Assigned Licence）等兩大類。核配執照須透過認證人員（Accredited Person）申請，取得執照後由 ACMA 核配頻率，而非核配執照可由申請者自行申請，但須與其他執照持有者共用頻率。

在執照有效期限方面，ACMA 根據申請人的需求審核設備執照的有效期限，一般有效期限為 1 年，最長可達 20 年。核發後的設備執照一般不會被收回，除非執照持有者自行放棄、違反執照規定或犯法。當設備執照即將到期前，ACMA 將發出 2 份通知，首先係驗證通知，提醒設備執照續訂許可，其次係續訂通知，若想保留設計執照須支付費用。

認證人員可協助申請執照、處理執照技術相關問題，以及核發設備執照的頻率分配認證（Frequency Assignment Certificate, FAC）及頻譜執照的干擾影響認證（Interference Impact Certificate, IIC）[199]。ACMA 與美國 FCC 如出一轍，同是委任頻率協調員主責為申請人協調可用的頻率。

鑑於認證人員肩負頻率監理的重任，故 ACMA 制定規範及審查基準以篩選符合資格的認證人員，並分為一般執照認證（General Licensing Accreditation）及特定執照認證（Specific Licensing Accreditation），相關申請資格說明如表 3.10.1[200]。

表 3.10.1　澳大利亞認證人員申請一般執照認證或特定執照認證的規定

一般執照認證	特定執照認證
● 具有電子工程資格、訓練或經驗。 ● 具有頻率分配和干擾分配的經驗。	● 具有指定類型的執照之相關電子工程資格、培訓或經驗。 ● 具有指定類型的執照相關的頻率指配和干擾指配方面的經驗。

資料來源：ACMA, 2024. Apply to be an accredited person. https://www.acma.gov.au/apply-be-accredited-person

ACMA 僅為把設備執照核發予個人、政府機關或財團法人，且通常只有一個人可被指定為執照持有者，只有在特殊情況下可能允許

[199] Australian Government Federal Register of Legislation, 2021. Radiocommunications Accreditation (General) Rules 2021. https://www.legislation.gov.au/F2021L00748/latest/text

[200] ACMA, 2024. Apply to be an accredited person. https://www.acma.gov.au/apply-be-accredited-person

多人為執照持有者[201]。

澳大利亞的設備執照分類，說明如表 3.10.2，圖 3.10.5 則為設備執照申請流程。

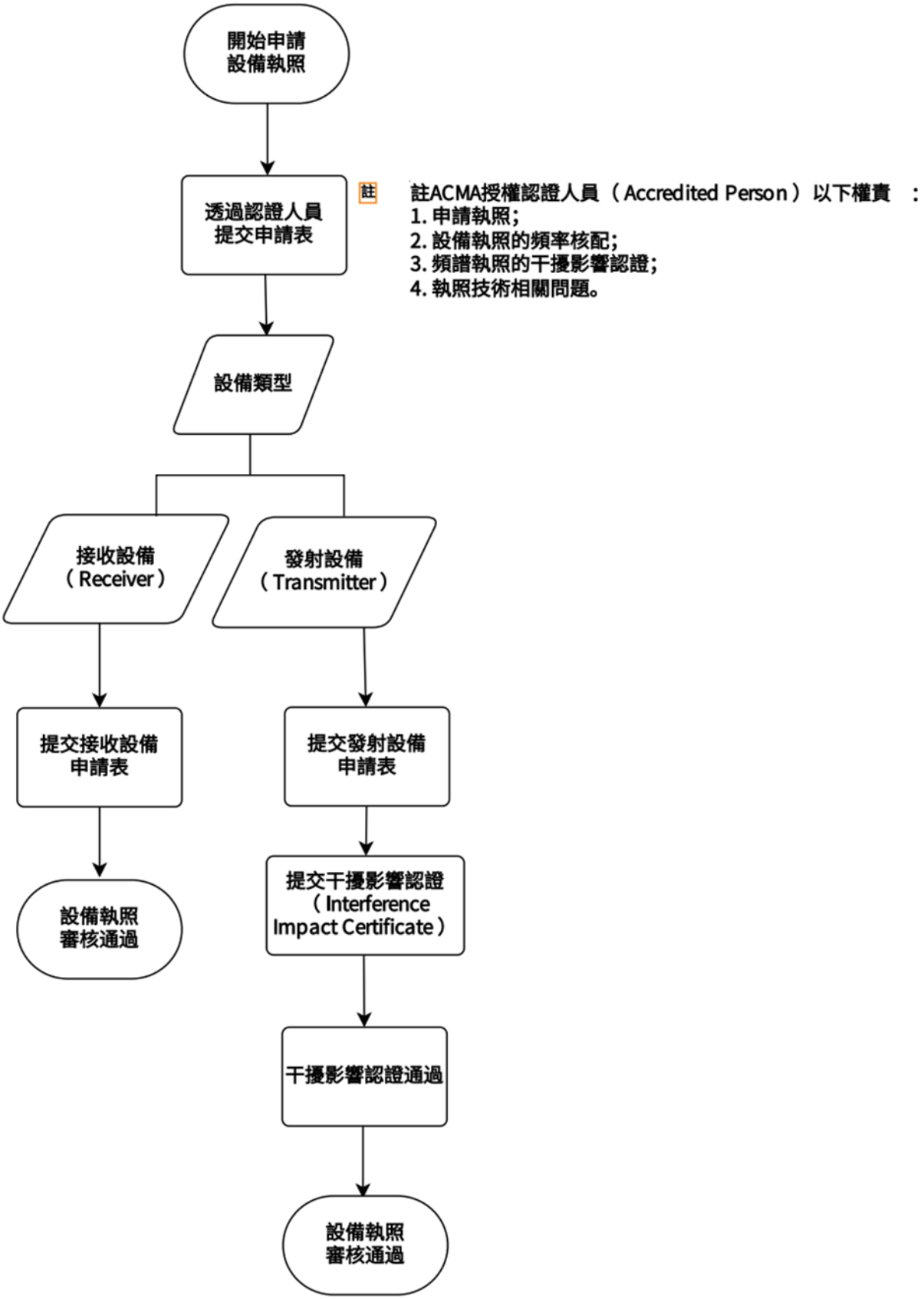
表 3.10.2　澳大利亞設備執照分類

設備類型	可運作的設備	說明
5 類接收設備	1. 國防接收執照（Defence receive licence）	僅用於國防活動。
	2. 地球接收執照（Earth receive licence）	授予地球電臺接收器許可。
	3. 固定接收執照（Fixed receive licence）	授予固定電臺接收器許可。
	4. 主要海岸接收執照（Major coast receive licence）	授予海岸電臺接收器的許可。
	5. 太空接收執照（Space receive licence）	授予太空電臺接收器許可。
16 類發射設備	1. 航空執照（Aeronautical licence）	用於地面電臺與飛機的通信。
	2. 航空器執照（Aircraft licence）	用於飛機上的無線電設備。
	3. 業餘器材執照（Amateur apparatus licence）	用於無線電愛好者及技術實驗。
	4. 區域執照（Area-wide licence）	用於在特定區域和頻段，操作無線電通訊設備。
	5. 廣播執照（Broadcasting licence）	用於為公眾廣播電視和廣播節目。
	6. 地球執照（Earth licence）	用於太空電臺與地球電臺間的通信。
	7. 固定執照（Fixed licence）	用於固定位置的發射器。
	8. 陸地行動執照（Land mobile licence）	用於固定至行動，或行動到行動的發射器。
	9. 低功率開放式窄播執照（Low Power Open Narrowcasting, LPON licence）	用於利基無線廣播服務。
	10. 海岸執照（Maritime coast licence）	用於陸地上使用海上頻率的無線電設備。
	11. 海事船舶執照（Maritime ship licence）	用於海上使用海上頻率的無線電設備。
	12. 前哨執照（Outpost licence）	用於偏遠地區提供緊急無線電服務。

[201] ACMA, 2023. Apparatus licences. https://www.acma.gov.au/apparatus-licences

設備類型	可運作的設備	說明
	13. 公共電信服務（Public telecommunications service）	用於提供行動電信服務的電臺。
	14. 無線電測定執照（Radiodetermination licence）	用於無線電尋找或追蹤物體的設備。
	15. 科學執照（Scientific licence）	用於研究或測試無線電及無線電通訊設備。
	16. 太空執照（Space licence）	用於地球電臺與太空電臺的通信。

資料來源：ACMA, 2023. Apparatus licences. https://www.acma.gov.au/apparatus-licences



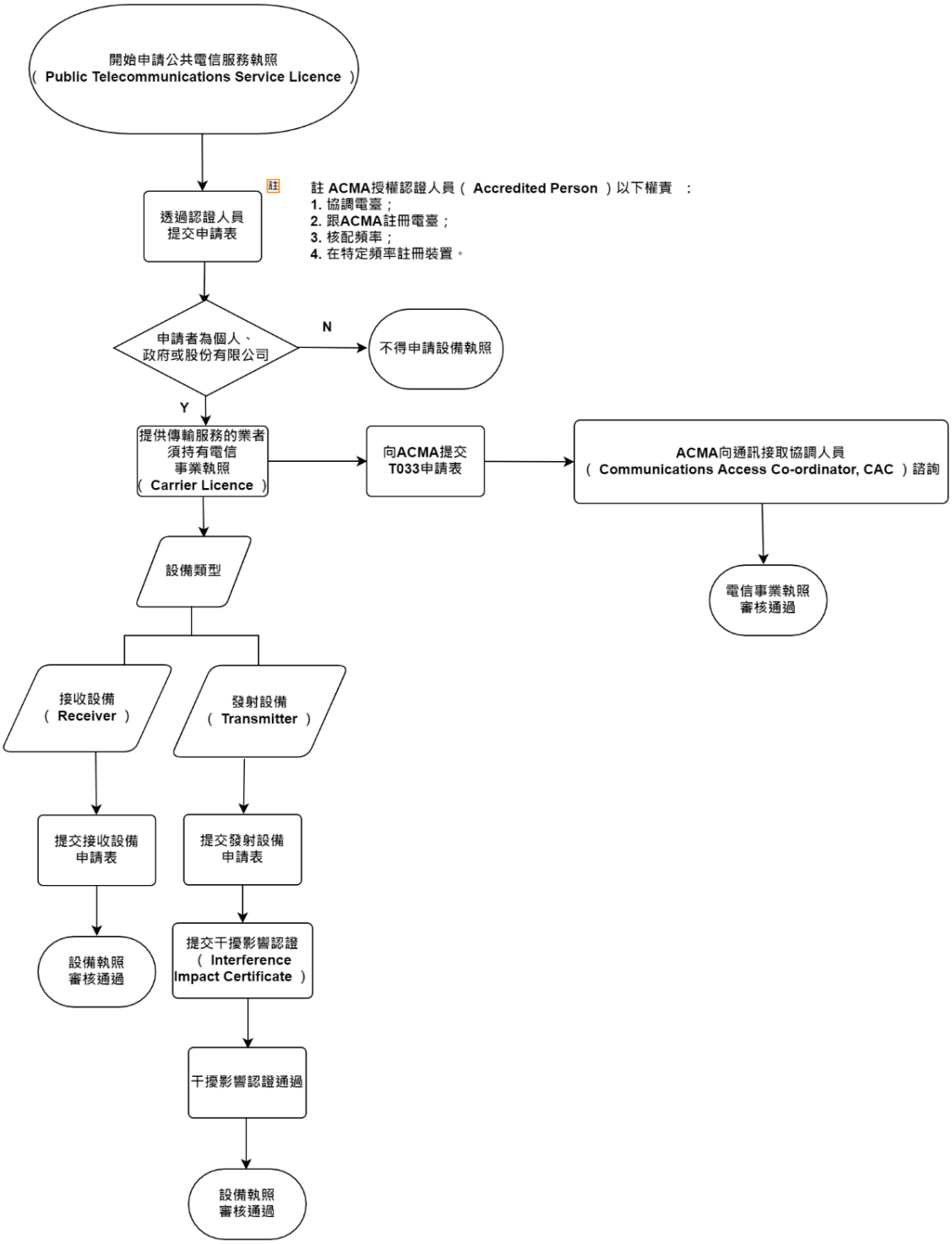
資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.5　澳大利亞設備執照申請流程

為確保頻譜和諧使用及不造成頻率干擾，澳大利亞的設備執照類型若為發射設備則須提交 IIC，經審核通過後再核發執照。提供傳輸服務的電信業者如欲申請設備執照，須先向 ACMA 提交 T033 申請表，由 ACMA 向通訊接取協調人員（Communications Access Co-ordinator, CAC）諮詢後，取得電信事業執照（Carrier Licence）方能繼續設備執照申請流程（圖 3.10.6）。區域執照（Area-wide Licence）申請人得不透過認證人員自行申請，前提須明確選擇欲申請之頻率限制和地理區域（圖 3.10.7）。目前 ACMA 開放予區域執照頻段為 3.4-4.0 GHz、26 及 28 GHz。

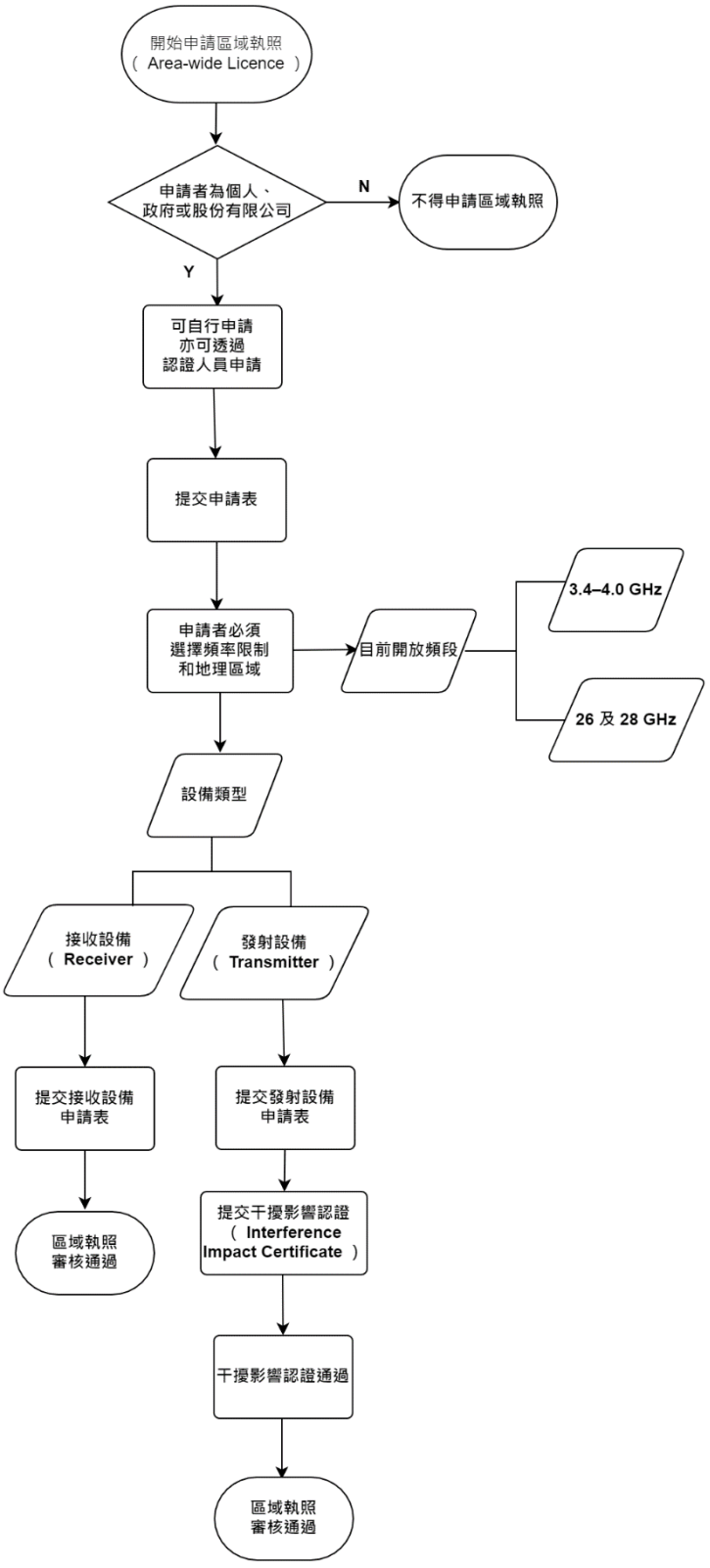
ACMA 對特定的用途別有更嚴謹的審查要求，例如航空用途的航空執照及航空器執照，以及航海海岸執照、航海船舶執照及主要海岸接收執照。申請航空執照及航空器執照方面，在提交申請表予 ACMA 前，須先通過澳大利亞航空服務公司（Airservices Australia）的認可，再取得澳大利亞民用航空安全局（Civil Aviation Safety Authority, CASA）的認證。航空執照用於從地面與飛機通信，例如空中交通管制，而航空器執照則規範在飛機上無線電通訊設備的使用，兩者皆為須核配的執照，所有設備須在指定頻率上運作[202] [203]（圖 3.10.8）。航海海岸執照、航海船舶執照及主要海岸接收執照亦有不同規定，申請者皆須具備營運電臺的資格方可提出申請。（圖 3.10.9）

[202]ACMA, 2023. Aircraft licence. https://www.acma.gov.au/licences/aircraft-licence
[203]ACMA, 2024. Aeronautical licence. https://www.acma.gov.au/licences/aeronautical-licence



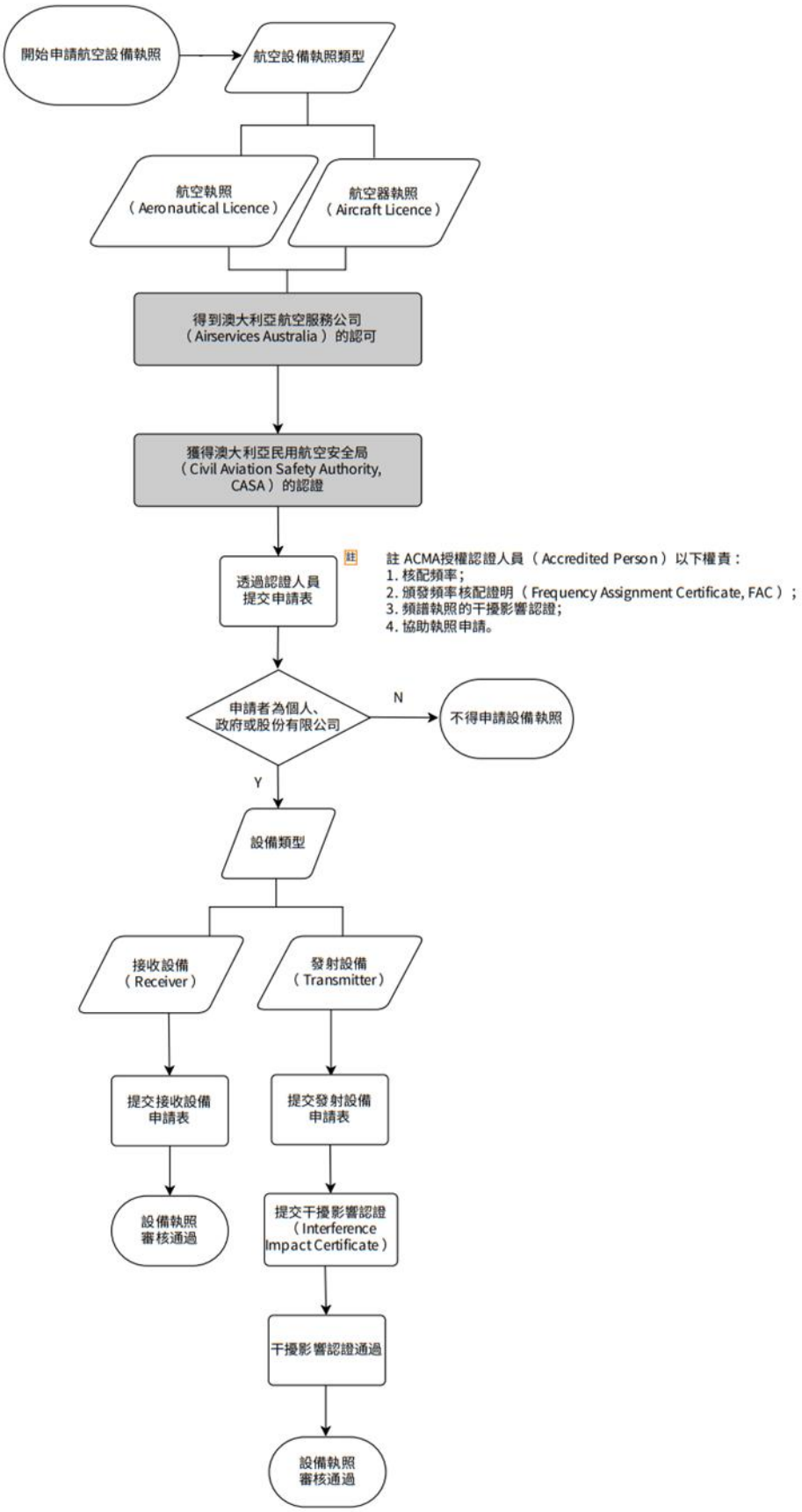
資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.6　澳大利亞行動設備執照申請流程



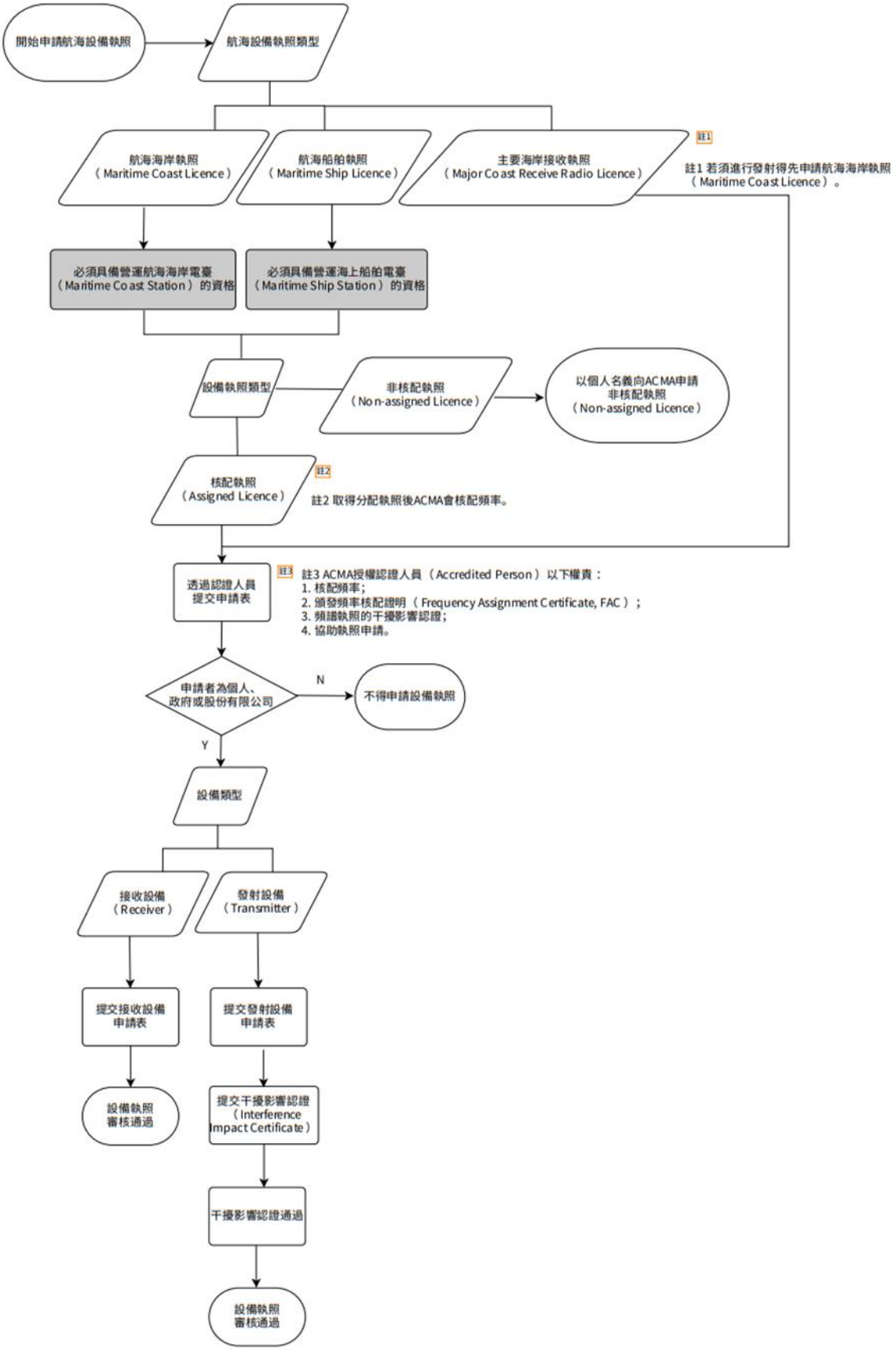
資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.7　澳大利亞區域執照申請流程



資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.8　澳大利亞航空設備執照申請流程



資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.9　澳大利亞航海設備執照申請流程

（3） 類別執照

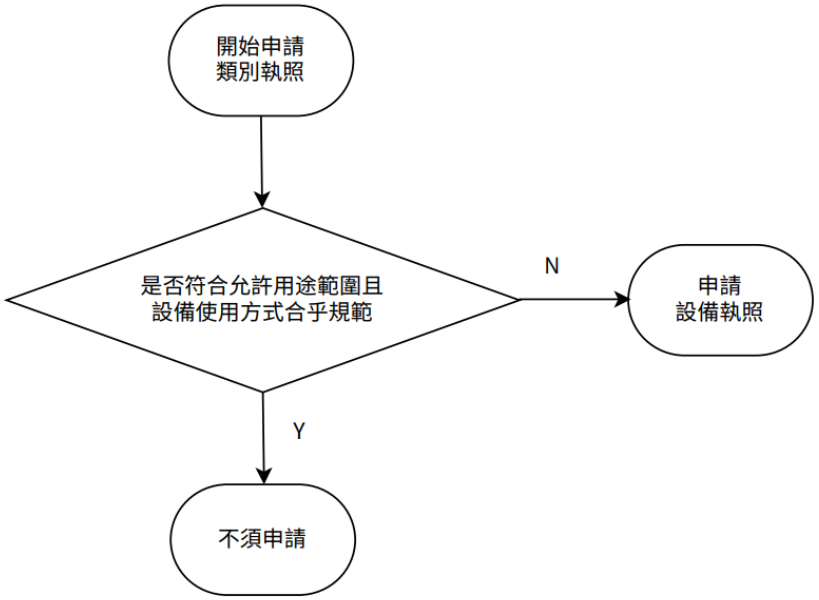
類別執照規定 17 類可使用的設備類型、頻率範圍及規則，無線電通訊設備若符合類別執照允許用途範圍且設備使用方式合乎規範，可不經申請直接使用；若使用設備的方式係類別執照所不允許或需要指定執照時，則可能需要申請設備執照。澳大利亞類別執照所規範的 17 類設備，說明如表 3.10.3[204]，圖 3.10.10 則為申請流程。

表 3.10.3　澳大利亞類別執照規範的 17 類設備

類別執照規範的 17 類設備	說明
1. 27MHz 手機電臺（27 MHz handphone stations）	用於使用 27MHz 的手機電臺。
2. 航空器和航空行動電臺（Aircraft and aeronautical mobile stations）	於飛機上或飛機附近操作的行動無線電設備。
3. 業餘電臺（Amateur stations）	用於業餘或愛好的無線電設備。
4. 人體掃描儀：（Body scanners）	澳大利亞機場的人體掃描儀器。
5. 蜂巢式行動電信設備：（Cellular mobile telecom devices）	用於與公共行動通訊服務基地臺進行通信的設備。
6. 民用頻段無線電對講機電臺（Citizen band radio stations）	用於民用無線電的短距離通信。
7. 與太空物體通訊（Communication with a space object）	用於太空電臺與地球電臺的通信。
8. 室內無線通訊設備（Cordless communications devices）	於室內使用的某些無線電設備。
9. 緊急定位裝置（Emergency locating devices）	搜救人員用於搜尋倖存者。
10. 智慧交通系統（Intelligent transport systems）	用於智慧車輛及智慧交通系統的無線技術。
11. 低干擾性設備（Low interference potential devices, LIPD）	低功率無線電通訊設備。
12. 航海船舶電臺 27MHz 和 VHF（Maritime ship station – 27 MHz and VHF）	合格人員於特定頻率上使用船用無線電設備。
13. 前哨電臺（Outpost stations）	設於偏遠地區站點的設備，用於提供緊急醫療救助。
14. 公共安全和緊急應變（Public safety and emergency response）	僅適用於公共安全機構。
15. 無線電控制模型（Radio-controlled models）	用於無線遙控模型飛機、火車、汽車或船模的設備。
16. 無線電導航衛星服務（Radio navigation satellite service）	全球定位系統（Global Positioning System, GPS）接收器。
17. 科學電臺（Scientific stations）	用於一般科學活動的電臺。

資料來源：ACMA, 2024. Class licences. https://www.acma.gov.au/class-licences

[204] ACMA, 2024. Class licences. https://www.acma.gov.au/class-licences



資料來源：本研究彙整。

圖 3.10.10　澳大利亞類別執照申請流程

2. 申請資格、申請文件與審查基準

ACMA 一般透過官網發布頻譜執照的拍賣資訊，申請者依規定提交核配申請表、資格提名表、繳交相關費用及財務與銀行擔保證明，通過審核的申請者可參與頻譜拍賣。

此外，澳大利亞規定頻譜執照的拍賣，投標人之間不可具有從屬關係。

3. ISM 頻段管理機制

澳大利亞定義 ISM 為用於產生和應用本地射頻能量的裝置或設備的操作（電信除外）[205]。在 ISM 頻段內運作的無線電通信電臺，須遵守使用規定並接受 ISM 頻率應用可能會造成的有害干擾。由於無線電通信服務可能會受到影響，在適用本規定時，主管部門應適當考慮最新的相關 ITU-R 建議書。澳大利亞 ISM 頻段彙整如表 3.10.4。

[205] ACMA, 2021. Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2021. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2021-07/Australian%20Radiofrequency%20Spectrum%20Plan%202021_Including%20general%20information.pdf

表 3.10.4　澳大利亞指定供 ISM 設備使用之頻率

ISM 頻率	中心頻率
6765-6795kHz	6780kHz
13553-13567kHz	13560kHz
26957-27283kHz	27120kHz
40.66-40.70MHz	40.68MHz
433.05-434.79MHz	433.92MHz
918–926MHz	922MHz
902–928MHz	915MHz
2400-2500MHz	2450MHz
5725–5875MHz	5800MHz
24.0-24.25GHz	24.125GHz
61.0-61.5GHz	61.25GHz
122-123GHz	122.5GHz
244-246GHz	245GHz

資料來源：ACMA, 2021. Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2021. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2021-07/Australian%20Radiofrequency%20Spectrum%20Plan%202021_Including%20general%20information.pdf

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

根據澳大利亞《1992 年無線電通信法》，干擾泛指對無線電通訊（radiocommunications）或設備使用功能的干擾。

為防止無線電干擾，ACMA 委任檢查員[206]（Inspector）執行無線電通訊干擾檢查，並有權指示頻譜執照及設備執照持有者進行無線電干擾管理，並在發生緊急的無線電干擾時要求進一步檢查。

檢查員亦可指示頻譜執照及設備執照持有者，依執照規定安裝、維護或操作無線電通訊設備。

在設備管理方面，ACMA 透過立法文書制定設備規則，以確保設備的電磁相容性、避免對無線電通訊造成干擾、為設備的使用或功能建立抗電磁干、保護個人健康及安全免受影響等，亦可透過立法文書強制召回對無線電通訊造成嚴重干擾的設備。

除來自 ACMA 的監督及管理，澳大利亞頻譜執照及設備執照持有者亦有義務自發管理及遵循核配後續干擾處理規定，說明如後。

（1）頻譜執照

頻譜執照持有者須根據規定，為即將使用的發射設備進行註冊，以協助 ACMA 防止頻率干擾。ACMA 規定頻譜執照指定的發射設備如行動裝置、小型基地臺及其他低功率設備，以及接收設備，皆無需

[206] 由 ACMA 透過書面文書任命的聯邦官員，以確保落實澳大利亞《1992 年無線電通信法》。

進行設備註冊。不過，ACMA 仍鼓勵頻譜執照持有者為所有設備註冊，以助主管機關管理干擾問題，而未使用的設備可免註冊[207]。

頻譜執照持有者若不符合頻譜執照的主要條件及設備限制、可能造成頻率干擾，以及未能獲得其他受影響的執照持有者接受潛在干擾的許可，將無法通過設備註冊。

此外，頻譜執照持有者若停止使用任何已註冊的設備、以不同方式操作設備或修改設備，皆須主動呈報 ACMA 並重新提出設備申請，經由認證人員刪除舊記錄並登記新的設備註冊。

（2） 設備執照

設備執照持有者必須以指定方式刊登廣告及告示，以便發生與執照相關的發射設備對其他無線電通信造成干擾時，民眾可即時聯繫執照持有者進一步處理頻率干擾問題。

若發射設備對其他無線電通信造成干擾，設備執照持有者須自費調整或安裝設備至接收設備，以消除干擾或最小化干擾。

2. 核配後續收／繳回方式

- **頻譜執照**

（1）屆期

澳大利亞頻譜執照的有效期限最長 20 年，屆期即終止。ACMA 將於執照到期前 5 年內致函詢問執照持有者是否續約，若有續約聲明的頻譜執照之更新規則、續約申請期限及續簽決策期已記錄在案，ACMA 將透過官網、辦公室或聯邦公報發布最終決策及通報民眾[208]。

（2） 未屆期-自行繳回

根據《1992 年無線電通信法》，並未針對尚未屆期而自行繳回頻譜訂定相關規範。

（3） 未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

頻譜執照持有者若違反規定、以非法方式使用設備或使用違法裝置，ACMA 有權暫停相關執照並要求執照持有者作出解釋，以評估取消執照、採取法律行動或取消執照暫停，否則執照暫停將持續 28 天；被取消頻譜執照的持有者亦有權向 ACMA 申請重新審查。

（4） 未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

如 ACMA 評估原執照持有者持有頻譜之市場價值可能具備更有

[207] ACMA, 2020. Register a radiocommunications device under a spectrum licence. https://www.acma.gov.au/register-radiocommunications-device-under-spectrum-licence

[208] ACMA, 2023. Spectrum licences. https://www.acma.gov.au/spectrum-licences

價值的用途時，ACMA 有權收回頻譜，然計算賠償金時 ACMA 無須就實現潛在價值而須付出的額外投資、原頻譜持有者必須承受之損失或損害成本支付補償。

如非上述情形，ACMA 若收回全部或部分頻譜執照時，將給予頻譜持有者市場價值賠償（即執照收回前一天的市場價值）以及其他損失賠償，其包含因執照收回直接造成的任何損失、傷害或額外支出的合理費用，如設備拆除等。

- **設備執照**

ACMA 有權根據頻譜指定通知、頻譜重新分配聲明、重新規劃[209]、法律因素或其他特殊因素，拒絕設備執照續約或在不同條件下提出續約[210]。

（1）屆期

澳大利亞大部份設備執照的有效期為 1 年，不會自動續約，而 ACMA 會根據個別情況審查申請較長有效期限的設備執照[211]。

ACMA 將於執照到期時，於屆期前 90 天向執照持有者發驗證通知（validation notice），及屆期前 4 週發送續約通知（renewal notice）等兩項通知，若執照持有者有意續約執照則需支付相關費用。執照續約期間，ACMA 不會對執照進行任何更改、辦理放棄或轉讓執照的申請，除非有違反執照規定或具犯法行為。

（2） 未屆期-自行繳回

如設備執照持有者不再使用該設備或欲更改為不同的設備執照，原執照持有者可以電子形式向 ACMA 提出請求，ACMA 將計算申請人提出日至執照屆期的剩餘時間，以支票或轉帳退還部分執照費用，其退款金額不包含管理費[212]。

（3） 未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

設備執照持有者若違反執照規定或有違法行為，ACMA 有權取消核發設備執照，然《1992 年無線電通信法》並未詳細列舉違反設備執照之行為。

（4） 未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

[209] 包括澳大利亞頻譜計劃、頻段規劃、行政範圍計劃、執照轉讓、其他行政安排等。
[210] ACMA, 2020. Policy on apparatus licence renewals. https://www.acma.gov.au/policy-apparatus-licence-renewals
[211] ACMA, 2022. Apparatus licences. https://www.acma.gov.au/apparatus-licences
[212] ACMA, 2023. Give up your licence. https://www.acma.gov.au/give-your-licence

根據《1992 年無線電通信法（Radiocommunications Act 1992）》第 104 條規定，ACMA 可於下列情況頒發與原頻譜計畫不一致的設備執照，亦即於特殊情況下 ACMA 可將原頻段重新規劃於其他用途：

（a）該設備執照係與國際、國家或區域重大相關事件而授予；

（b）具有公共利益之情事；

（c）用於國防、安全或緊急事變之用途。

而上述 a、b 情形下之特殊執照效期不得超過 30 天，且續期不得超過 1 次。

第十一節　中國大陸

一、主管機關

中華人民共和國工業與資訊化部（工信部）之無線電管理局（國家無線電辦公室），主責編制無線電頻譜規劃、無線電頻率的劃分、分配與指配、依法監督管理無線電基地臺、衛星軌道位置協調及管理、協調軍用無線電管理相關事宜、無線電監測、檢測及干擾查處、協調處理電磁干擾事宜、維護空中電波秩序、依法組織實施無線電管制，以及負責涉外無線電管理工作。

工信部另有直屬公益一類事業單位－－國家無線電監測中心/國家無線電頻譜管理中心，主責無線電監控和無線電頻譜管理工作，其轄下的國家無線電監測中心檢測中心屬法人機構，負責無線電技術領域的檢測認證、產品研發、科研標準、產業諮詢和政府支援等工作[213]。另有中國人民解放軍無線電管理機構；省、自治區、直轄市及設有市轄區的市（原名稱設區的市）之無線電管理機構，以及國務院有關部門的無線電管理機構，負責個別領域的無線電管理，說明如表 3.11.1 及圖 3.11.1[214]。

表 3.11.1　中國大陸無線電管理機構的職務說明

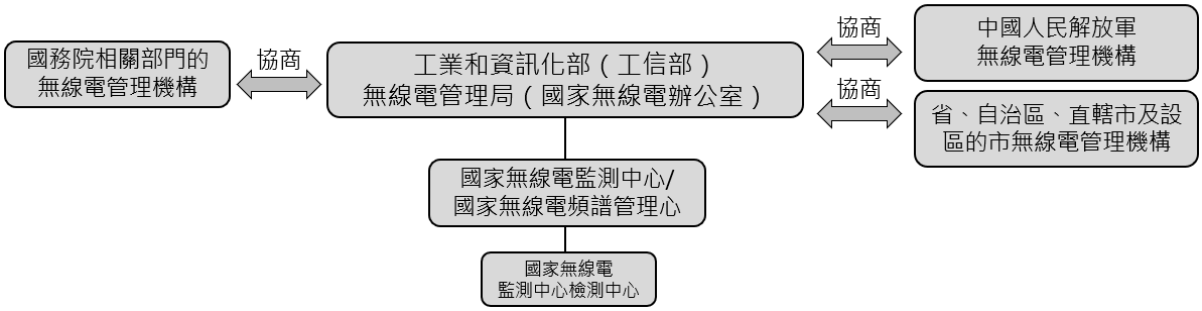
單位	與頻譜及無線電管理相關的職務說明
國家無線電監測中心/ 國家無線電頻譜管理中心	● 負責無線電頻率和衛星軌道資源、無線電臺、無線電發射設備管理及涉外無線電管理相關技術工作，為國家無線電管理提供支援保障。 ● 負責短波、太空業務無線電訊號監控及干擾源定位工作，查找未經許可設定、使用的相關無線電臺；監控相關無線電臺是否依國際規則、中國大陸與其他國家簽訂的協議、行政許可事項及要求等進行工作。 ● 負責國家無線電管理軍民融合發展相關技術工作及電磁頻譜領域國防動員相關任務；參與北京地區超短波、微波頻段的無線電監控工作；根據需要承擔無線電安全保障工作。 ● 進行無線電管理相關政策、技術標準與技術規格、資料應用等的研究工作，提出政策建議。
中國人民解放軍無線電管理機構	● 參與擬訂並執行國家無線電管理的方針、政策、法規和規章，擬訂軍事系統的無線電管理辦法。 ● 審核軍事系統無線電臺的設置，核能發電臺執

[213] 國家無線電監測中心檢測中心，n.d。SRTC 簡介。https://srtc.org.cn/zhongxinjianjie.aspx?id=33

[214] 中國無線電管理，2010。 中國無線電管理機構職責。 https://www.srrc.org.cn/article2011.aspx

單位	與頻譜及無線電管理相關的職務說明
	照。 ● 負責軍事系統無線電頻率的規劃、分配與管理。 ● 組織軍事無線電管理方面的研究工作，擬制軍用無線電管理技術標準。 ● 實施軍事系統無線電監督檢查。 ● 參與組織協調處理軍地無線電管理方面的事宜。
省、自治區、直轄市及設區的市無線電管理機構	● 擬訂地方無線電管理的具體規定。 ● 協調處理行政區域內無線電管理方面的事宜； ● 依審核權限審查無線電臺的建設佈局及臺址，指配無線電臺的頻率及呼號，核發電臺執照； ● 負責該行政區域內無線電監測。
國務院相關部門的無線電管理機構	● 依國務院規定的部門職權及國家無線電管理機構的委託，審核該系統無線電臺的建設佈局及臺址。 ● 指配該系統無線電臺的頻率、呼號，核發電臺執照。

資料來源：中國無線電管理，2010。中國無線電管理機構職責。https://www.srrc.org.cn/article2011.aspx



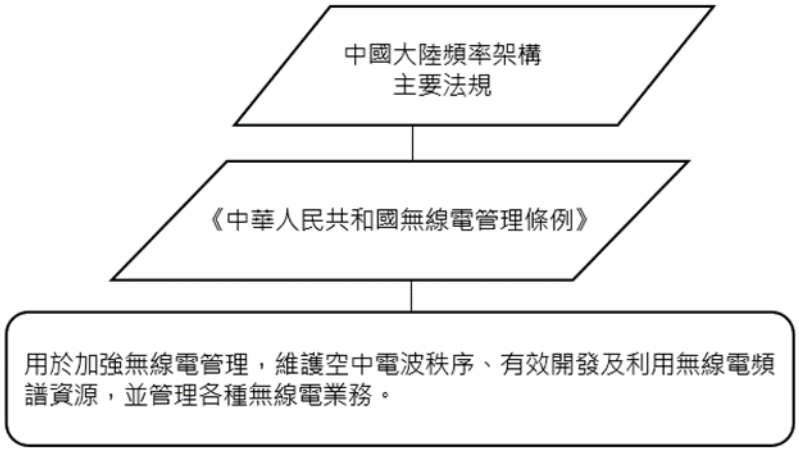
註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

圖 3.11.1　中國大陸頻率資源主管機關

二、主要法規

中國大陸頻率管理主要法規為《中華人民共和國無線電管理條例》，旨在加強無線電管理，維護空中電波秩序、有效開發及利用無線電頻譜資源，並管理各種無線電業務。

中國大陸對無線電頻譜資源實施統一規劃、開發及有償使用，而所有使用無線電頻率、使用無線電臺及設備，研發、生產、進口、銷售和維修無線電發射設備，以及使用輻射無線電波的非無線電設備，皆須應遵守《中華人民共和國無線電管理條例》。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.11.2　中國大陸頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

根據《中華人民共和國無線電管理條例》第三章「頻率管理」，在中國大陸使用無線電頻率使用皆需取得許可，除工信部規定的豁免無線電頻率使用許可的應用。中國大陸無線電頻率核配方式主要分為招標與拍賣、分配，以及免執照，說明如後。

（1）招標、拍賣

中國大陸的無線電管理機構可依照有關法律、行政法規的規定，為地面公眾行動通信使用頻率等商用無線電頻率的使用執照，採取招標、拍賣的方式，並在確定中標人及買受人後，決定是否核發使用執照，並依法向得標者、買受人頒發無線電頻率使用執照。

（2） 分配

中國大陸的無線電管理機構可依航海及航空領域所需頻率，依法分配予指定的單位，再由相關部門核發。

海上無線電專用頻率方面，主要使用者有交通運輸、漁業、海洋系統（產業），由所在地省、自治區、直轄市無線電管理機構分別會同相關主管部門核發所用的頻率；民用航空系統使用的航空無線電專用頻率，則由國務院民用航空主管部門核發所用的頻率。

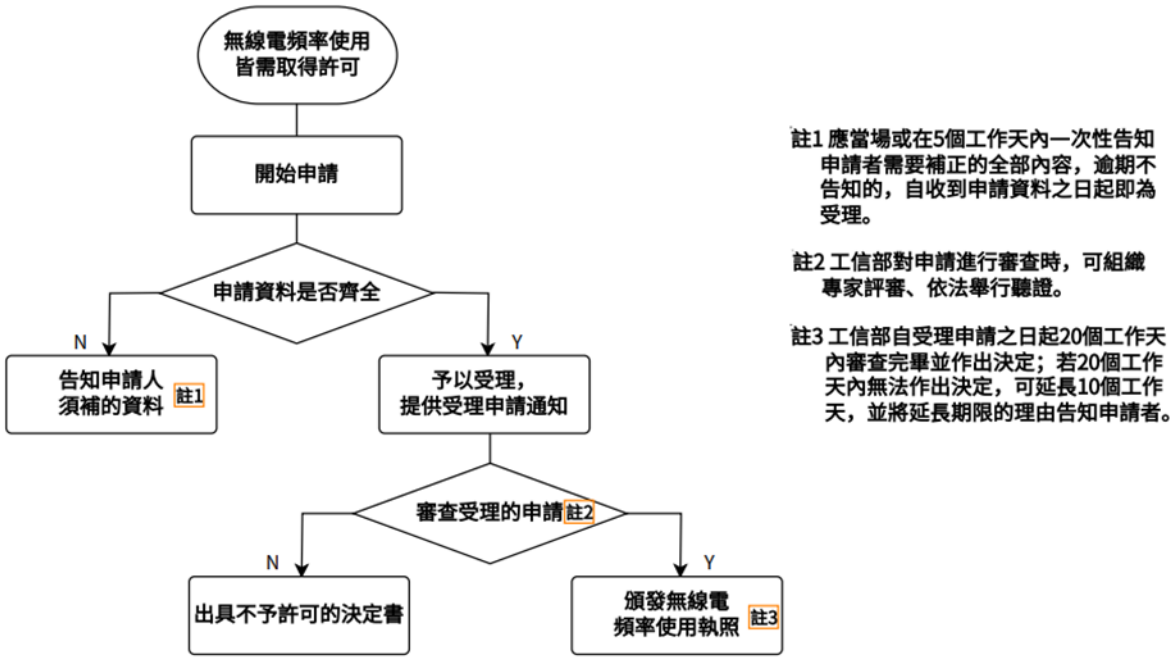
（3） 免執照

中國大陸規定以下頻率使用不須取得無線電頻率使用執照，包

括業餘無線電臺、公眾對講機、製式無線電臺所使用的頻率；國際安全與遇險系統，用於航空、水上行動業務及無線電導航業務的國際固定頻率；以及國家無線電管理機構規定的低功率短距離無線電發射設備所使用的頻率。

頻率使用者也須申請設置、使用無線電臺的許可，所須條件包括：有可用的無線電頻率；所使用的無線電發射設備依法取得無線電發射設備型號核准證且符合國家規定的產品品質要求；有熟悉無線電管理規定、具備相關業務技能的人員；有明確具體的用途且技術方案可行；有能夠確保無線電臺正常使用的電磁環境，擬設置的無線電臺不會對依法使用的其他無線電臺造成有害干擾。

用於地面公眾行動通訊終端、單收無線電臺，以及國家無線電管理機構規定的低功率短距離無線電臺，則不須申請設置、使用無線電臺。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.11.3　中國大陸頻率申請架構

2. 申請資格

申請使用地面無線電業務頻率前，須確認符合申請條件及了解《中華人民共和國無線電管理條例》中規定的法律責任後，再行提出頻率使用許可申請，應符合下列條件[215]：

[215] 工信部，2023。無線電頻率使用許可--法人。https://ythzxfw.miit.gov.cn/lawGuide?data=dfb40fbed0b4447f905c5a458d444326

- 所申請的無線電頻率符合無線電頻率劃分及使用規定，有明確具體的用途；
- 有可行的無線電頻率的技術方案；
- 有相應的專業技術人員；
- 不會對依法使用的其他無線電頻率造成有害干擾；
- 法律、行政法規規定的其他條件。

3. 申請文件

根據《無線電頻率使用許可管理辦法》第 6 條規定，申請無線電頻率使用許可，應提交的申請文件包括：

- 無線電頻率的書面申請及申請者身分證明資料。
- 申請人基本狀況，包括進行相關無線電業務的專業技術人員、技能和管理措施等。
- 擬實施的無線電業務的情況說明，包括功能、用途、通訊範圍（距離）、服務對象和預測規模以及建設計畫等。
- 技術可行性研究報告，包括擬採用的通訊技術體制和標準、系統配置狀況、擬使用系統（設備）的頻率特性、頻率選用（組網）方案與使用率、主要使用區域的電波傳播環境、干擾保護和控制措施，以及運作維護措施等。
- 依法使用無線電頻率的承諾書。
- 無線電頻率擬用於所進行的無線電業務，依法需取得有關部門核准的，也應提供相應的核准文件（如開展經營電信業務的，應依法取得電信業務經營執照）。

4. 審查基準

工信部審核無線電頻率使用許可申請時，可組織專家評審、依法舉行聽證。擬用於開展無線電天文業務的申請，須提供具體的使用地點和有害干擾保護要求；用於開展太空無線電業務的申請則須提供擬使用的太空無線電臺、衛星軌道位置、衛星涵蓋範圍、實際傳輸鏈路設計方案和計算等資訊，以及關於可用的相關衛星無線電頻率和完成國內協調，並提供必要國際協調之證明文件。

5. ISM 頻段管理機制

根據《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》，ISM 係指在局部範圍內產生射頻能量，用於工業、科學、醫療、民用或類似領域提供服務的設備或器械的運用，惟不包括電信領域內的運用，其所產生的無線電波輻射，應符合國家標準及國家無線電管理的相關規定，而其

他無線電業務須承受來自 ISM 應用所產生的有害干擾。

表 3.11.2　中國大陸指定供 ISM 設備使用之頻率

ISM 頻率
6765-6795kHz
433.05-434.79MHz
61-61.5GHz
122-123GHz
244-246GHz
13553-13567kHz
26957-27283kHz
40.66-40.70MHz
902-928MHz
2400-2500MHz
5725-5875MHz
24-24.25GHz

資料來源：工信部，2023。《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》脚注 5.138、5.150。http://jxt.xizang.gov.cn/profile/upload/file/20230907/1694057436598007803.pdf

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

在無線電頻頻率干擾監理上，中國大陸的無線電管理機構主責管理無線電監測、干擾查辦和涉外無線電管理等工作，任何單位或個人不可擅自使用無線電頻率、不可對依法開展的無線電業務造成有害干擾，不得利用無線電臺（站）進行違法犯罪活動。

國家無線電監測中心在審核無線電頻率使用執照時，要求申請方具備專業技術資格以避免無線電干擾，重點包括：

- 所申請的無線電頻率符合無線電頻率劃分和使用規定，並有明確具體用途；
- 使用可行的無線電頻率的技術方案；
- 有相應的專業技術人員；
- 不會對其他合法使用的無線電頻率產生有害干擾。

無線電臺執照持有者在設置、使用無線電臺（站）時，除須有可用的無線電頻率之外，所使用的無線電發射設備須是合法取得無線電發射設備型號核准證明，備有明確具體用途及可行的技術方案，由具備專業資格的技術人員操作。在無線電干擾處理方面，執照持有者應確保無線電臺（站）有良好的電磁環境，而擬設置的無線電臺（站）對其他合法使用的無線電臺（站）不會產生有害干擾。

使用無線電臺（站）的單位或個人也須定期維護無線電臺（站），

確保其性能指標符合國家標準及國家無線電監測中心的規定，避免對其他合法設置、使用的無線電臺（站）產生有害干擾。

另，大功率無線電發射設備的研製、生產、銷售及維修，應採取有效措施抑制電波發射，不得對其他合法設置、使用的無線電臺（站）產生有害干擾；執行實效發射試驗的應用，則須向省、自治區、直轄市無線電管理機構申請辦理臨時設置、使用無線電臺（站）手續。

無線電管理機構可指示產生有害干擾的無線電臺（站）採取措施，維修無線電發射設備、校準發射頻率或降低功率等，以消除有害干擾，而無法消除有害干擾的無線電臺（站）則須暫停運作。

2. 核配後續收／繳回方式

（1）屆期

中國大陸無線電頻率執照期限不得超過 10 年，如無線電頻率屆期後仍須使用，須於屆滿 30 日前向無線電管理機構提出延續申請；若無線電頻率屆期後擬終止使用無線電頻率，則應向先前發送執照之無線電管理機構辦理註銷程序。

（2） 未屆期-自行繳回

根據《中華人民共和國無線電管理條例》第 19 條，無線電頻率使用人如於執照尚未屆期時申請終止使用頻率，應及時向原發送執照的無線電管理機構辦理註銷手續。

（3） 未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

無線電管理機構可對無線電頻率使用情況、使用率等進行檢查，違反以下規定者可被撤銷無線電頻率使用執照：

- 無線電管理機構工作人員濫用職權、疏忽職守所核發的執照；
- 在違反法定職權或程序下所核發的執照；
- 對不具備申請資格或不符合條件的申請人所核發的執照；
- 除因不可抗力外，在取得無線電頻率使用執照後超過 2 年不使用或使用率不符合規定的無線電頻率執照；
- 無線電頻率使用人以欺騙、賄賂等不正當手段取得無線電頻率使用許可的，應予以撤銷。

另違反以下情況者，無線電管理機構可依法辦理無線電頻率使用執照的註銷手續，以及收回無線電頻率：

- 無線電頻率使用執照的有效期限屆滿，未書面申請延續或未准予延續；
- 無線電頻率使用人在無線電頻率使用期間內申請終止使用頻率；
- 無線電頻率使用執照被依法撤銷、撤回，或無線電頻率使用執照依法被吊銷；
- 因不可抗力的因素導致無線電頻率使用事項無法實施；
- 取得無線電頻率使用執照的自然人死亡、喪失行為能力。

（4） 未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

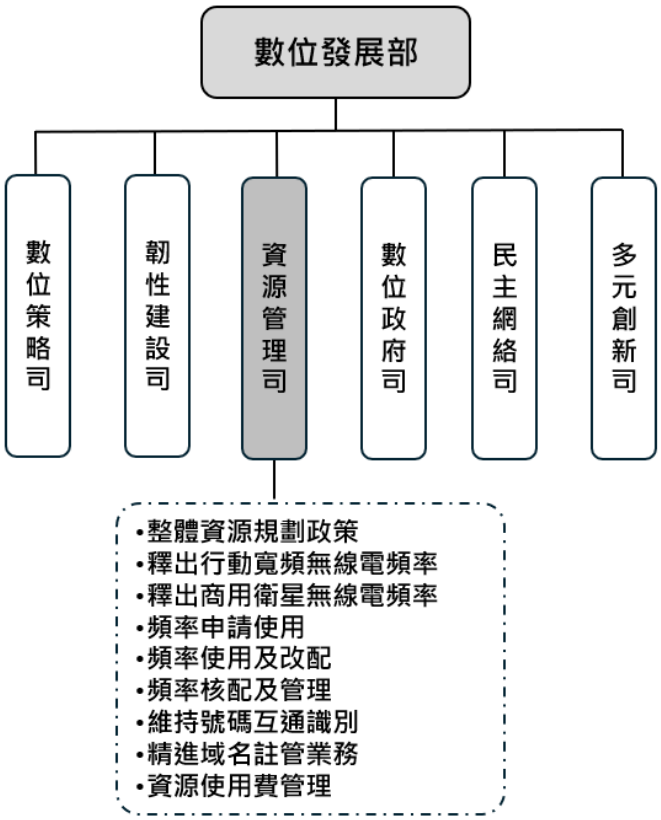
《中華人民共和國無線電管理條例》雖無明文訂定收回執照持有者頻譜之情況，然政府可基於優化頻譜資源使用進行頻譜重整，如工信部為提升人民生活品質、加強農村與偏遠地區的涵蓋品質，故於2023 年重新規劃 800MHz 頻譜資源用於 5G 行動通信。

另根據本條例第 7 條，為維護國家安全、保障國家重大任務、處置重大突發事件等需要，國家可實施無線電管制。

第十二節　我國

一、主管機關

我國無線電頻譜主管機關為數位發展部。我國於 111 年配合行政院組織改造，將頻率使用證明核發權責交由數位發展部，由數位發展部執掌數位通傳資源之分配管理，並確保資源使用與公共利益相符；而國家通訊傳播委員會執掌電臺執照、網路設置、射頻器材、通傳事業等管理及監理。



註：底色為與頻率業務相關部門。
資料來源：本研究彙整。

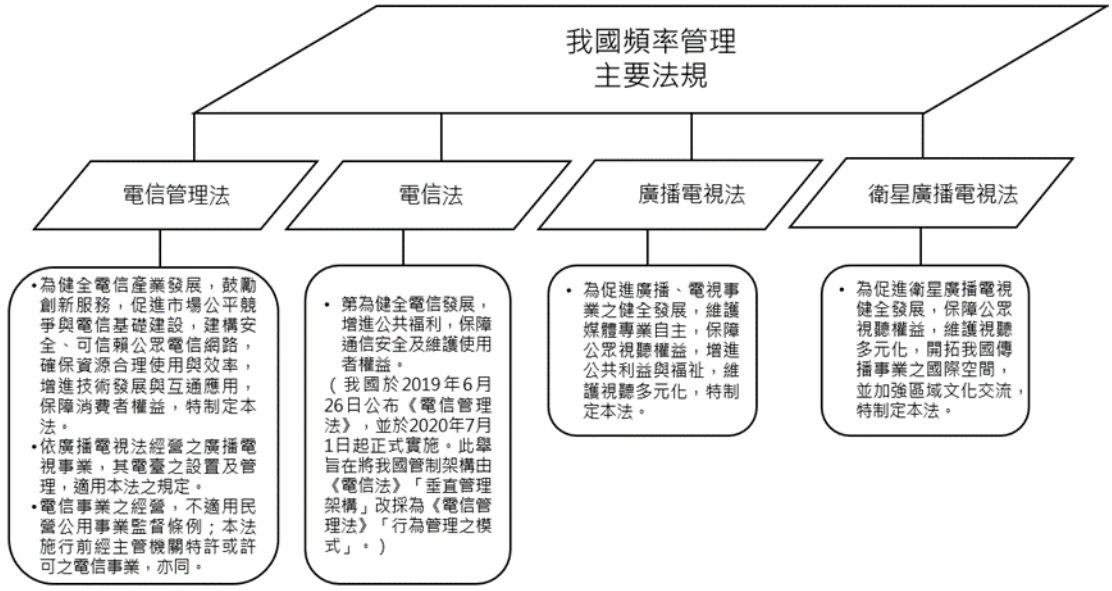
圖 3.12.1　我國頻率資源主管機關

二、主要法規

我國頻率管理法源包含《電信管理法》、《電信法》、《廣播電視法》與《衛星廣播電視法》。

為因應數位科技發展，我國於 108 年 6 月 26 日公布《電信管理法》，並於 109 年 7 月 1 日起正式實施。此舉旨在將我國管制架構由《電信法》「垂直管理架構」改採為《電信管理法》「行為管理之模式」。

又根據我國《中央法規標準法》第 17 條所闡明新法優於舊法之原則，因此我國現行頻率管理乃依據《電信管理法》及其子法。



資料來源：本研究彙整。

圖 3.12.2　我國頻率資源管理主要法規

三、頻率資源管理架構

（一）頻率核配前（共通頻率申請流程圖及審查基準）

1. 頻率核配方式

除《電信管理法》另有規定外，我國無線電頻率使用應經數位發展部核配，於獲發無線電頻率使用證明後使用。另有規定之情形，主要包含無須頻率核配之「免頻率使用證明」及「免電臺執照」，以及第 56 條第 2 項關於「軍用無線電頻率」之規定，彙整如表 3.12.1。

表 3.12.1　另有規定之情形

例外情形	概述
免頻率使用證明	● 根據「無線電頻率使用管理辦法」第 5 條，國民和諧有效共用頻段、業餘無線電、船舶及航空器之使用頻率無須申請頻率使用證明。
免電臺執照	● 依《電信管理法》第 65 條除法律另有規定，射頻器材得自由流通及使用。符合前述得自由流通使用之射頻器材，為「應經核准之電信管制射頻器材」（通傳北字第 10950047950 號）中「第二級電信管制射頻器材」除外之低功率射頻器材。
軍用無線電頻率	● 軍用無線電頻率之核配由數位發展部會商國防部處理。

資料來源：本研究彙整。

我國《電信管理法》中關於頻率核配方式的規定，可見於第 54 條及第 56 條，第 54 條規定電信事業申請使用無線電頻率（除第 56 條規定之情形以外）得採公開招標制、拍賣制、評審制或其他適當方式；第 56 條規定特定用途之無線電頻率核配申請，經主管機關審查後核配，屬於審核制。第 56 條規定之特定用途包含以下情形：

- 供急難救助、實驗研發、專用電信網路、公共使用或其他公益用途。
- 供無線廣播事業或無線電視事業使用。
- 供無線區域用戶迴路、衛星鏈路或微波鏈路，在不同時間或不同地點重覆使用。
- 供電信網路架設電臺測試使用。

綜合以上說明，除特殊情形以外，我國的無線電頻率核配方式主要包含評審制、公開招標制、拍賣制及審核制。

表 3.12.2　我國無線電頻率核配方式

核配方式	概述
評審	● 有關電信事業申請使用無線電頻率，除《電信管理法》另有規定，需向數位發展部申請核配，核配方式可能採行評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式。
公開招標	
拍賣	
審核	● 《電信管理法》第 56 條第 1 項規定特定用途之無線電頻率，經主管機關審查後核配。

資料來源：本研究彙整自《電信管理法》。

2. 申請資格

我國頻率核配申請資格規範於「無線電頻率使用管理辦法」第 5 條，除非法令另有規定，申請者應為具有中華民國國籍之國民或我國法人。彙整我國法令另有規定之頻率申請資格如表 3.12.3。

表 3.12.3　我國法令另有規定之申請資格

頻率用途	申請資格
電信事業申請使用無線電頻率[216]	● 依《電信管理法》登記提供電信服務之事業。 ● 申請人及使用者資格限制由主管機關訂定。
供專用電信網路使用	● **公共服務網路**：目的事業主管機關確認符合公共用途者。 ● **自用網路**：具公司、法人及團體資格者。
供實驗研發專用電信	● 不得為陸資投資企業，且符合以下資格之一：

[216] 不包含本表以下欄位屬於第 56 條規定之情形。

頻率用途	申請資格
網路使用	－從事電信網路、無線電通信等相關研發或製造之公司或公私立研究機構。 －其他具設置、管理實驗研發專用電信網路能力或實驗測試需求之政府機關（構）、教育機構、公司、法人或團體。
供計程車專用電信網路使用	● 經公路主管機關核准經營計程車客運業或計程車客運服務業之法人或團體。
供無線廣播使用	● 依《廣播電視法》規定核准籌設或許可經營之廣播事業。
供無線電視使用	● 依《廣播電視法》規定核准籌設或許可經營之電視事業。
供學校實習廣播電臺使用	● 取得主管教育行政機關同意設置。 ● 專供教育與實習需要之大學院校廣播電視、新聞、大眾傳播、傳播科技等相關系所。
供微波鏈路使用	● 符合以下資格之一： －設置公眾電信之電信事業。 －依《廣播電視法》或《有線廣播電視法》規定核准籌設或許可經營廣播電視服務之廣播電視事業。
供衛星鏈路使用	● 符合以下資格之一： －設置公眾電信之電信事業。 －依《廣播電視法》或《衛星廣播電視法》規定核准籌設或許可經營廣播電視服務之廣播電視事業。
其他	● 以政府機關(構)，及具公司、法人或團體之資格者。

資料來源：本研究彙整自「無線電頻率使用管理辦法」。

3. 申請文件

以下依（1）電信事業申請無線電頻率核配；(2）依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配；分別說明申請文件規定。

（1）電信事業申請無線電頻率核配

申請者須於申請期間向主管機關提交以下文件申請：

- 申請書；
- 無線電頻率使用規劃書，應載明：

－電信設備概況之構想（包含採用技術之種類及特性、系統架構、通訊型態及服務內容)；

－網路設置計畫構想；

－無線電頻率使用規劃構想；

－無線電頻率使用應履行之事項及責任擔保；

－其他經主管機關指定之事項。

- 相關資格證明文件；

主管機關於查核申請者之資格時，若有必要得要求申請者補具相關資料。

（2）依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配

依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配時，需向主管機關提交申請書並依用途提出相關佐證文件，申請書應載明：

- 使用頻率的目的與必要性。
- 無線電頻率使用規劃：包含電波涵蓋區域範圍、各區域使用之無線電頻率、頻寬與發射功率。電波涵蓋區域範圍應有經緯度資訊之地形圖或電子地圖。
- 無線電臺設置規劃與數量清單。
- 防干擾之必要規劃。
- 其他經主管機關指定之文件。

根據「無線電頻率使用管理辦法」附件一，除以上申請書以外，另依各用途須提出之相關佐證文件彙整如表 3.12.4。

表 3.12.4　依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配各用途相關佐證文件

頻率用途	相關佐證文件
供專用電信網路使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 無線電使用規劃書應包含： ・ 頻率使用目的與必要性、 ・ 無線電頻率使用規劃、 ・ 防干擾之必要規劃、 ・ 頻率配置之相關網路、無線電臺等規劃 ● **公共服務網路**：目的事業主管機關確認符合公共服務用途函。（屬供自用網路使用者，及政府機關、公立學校、公營事業、行政法人等機構免附） ● **自用網路**：電信事業提供之服務、使用免核配之頻率或固定電信網路無法符合網路設置者需求之說明。 ● 其他經主管機關指定之文件。
供實驗研發專用電信網路使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 無線電使用規劃書應包含： ・ 實驗目的、項目、方法及效益、 ・ 無線電頻率使用規劃、 ・ 頻率配置之相關網路、 ・ 防干擾之必要規劃、 ・ 商業實驗研發專用電信網路 之商業驗證之目的

頻率用途	相關佐證文件
	及必要性，包括進行商業驗證之電信服務項目及其與既有公眾電信服務之差異說明，及執行規劃及實施期間。（然屬於技術性實驗研發專用電信網路使用者，免附）、 • 商業驗證之電信服務對促進我國產業發展之效益及未來於我國市場商用化之可行性評估。（屬供技術性實驗研發專用電信網路使用者，免附） ● 申請使用 4.8 GHz 至 4.9 GHz 頻段範圍者，其設置場域範圍之權利證明文件。（申請者屬政府機關、學校、公營事業及行政法人等機構者免附） ● 其他經主管機關指定之文件。 ● 重新申請者，除無線電頻率使用規劃書所列應載明事項外，應另載明：實驗項目執行情形及成果、延續實驗項目之理由或新增 實驗項目之緣由。
供計程車專用電信網路使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 公路主管機關核准設置電信網路函。
供無線廣播使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 籌設許可核准函影本或廣播執照影本。
供無線電視使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 籌設許可核准函影本或電視執照影本。
供學校實習廣播電臺使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 主管教育行政機關同意函影本； ● 無線電使用規劃書應包含：電波涵蓋區域範圍、各區域使用之無線電頻率、頻寬與發射功率。電波涵蓋區域範圍應有經緯度資訊之地形圖或電子地圖； ● 事業許可相關證照影本； ● 其他經主管機關指定之文件。
供微波鏈路使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 衛星轉頻器之電波涵蓋區域範圍資料； ● 無線電頻率使用規劃書應包含：頻率使用目的與必要性、微波鏈路設置規劃、無線電頻率使用規劃、防干擾之必要規劃、電臺設置規劃資料； ● 事業許可相關證照影本； ● 其他經主管機關指定之文件。
供衛星鏈路使用	● 無線電頻率核配申請表； ● 衛星轉頻器之電波涵蓋區域範圍資料； ● 衛星轉頻器使用權利證明書或合約書影本； ● 事業許可相關證照影本； ● 其他經主管機關指定之文件如衛星轉頻器編號及其使用頻率之配置，及同鄰路徑既有頻率干擾評估等說明。
其他	● 無線電頻率核配申請表； ● 無線電使用規劃書應包含：頻率使用目的與必要性、

頻率用途	相關佐證文件
	無線電頻率使用規劃、頻率配置之相關網路、無線電臺等規劃、防干擾之必要規劃； ● 使用用途佐證文件； ● 其他經主管機關指定之文件。

資料來源：本研究彙整自「無線電頻率使用管理辦法」。

4. 審查基準

以下依（1）電信事業申請無線電頻率核配；(2）依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配；分別說明審查基準之規定。

（1）電信事業申請無線電頻率核配

主管機關受理申請後，可成立審查委員會以審查申請文件、資格及條件。若申請核配以競價為作業方式之一時，主管機關會公告通過審查之競價者名單。若主管機關採評審制或其他審查方式核配時，得考量下列因素附加條款：

- 無線電頻率使用效益；
- 涵蓋義務及服務品質要求；
- 無線電頻率共享使用；
- 相對人提出之承諾。

若申請人獲准核配，需依據主管機關指定之方式及期限繳納費用，取得頻率核配資格。取得頻率核配資格後，申請者應依下列程序向主管機關申請核發頻率使用證明：

- **申請核准函**：電信事業申請設置使用電信資源之公眾電信網路，應向主管機關提交申請書、無線電頻率使用規劃書、相關資格證明文件及主管機關公告文件，並於主管機關審核通過後，取得頻率使用核准函。
- **申請使用證明**：受核配人為使用頻率，於完成網路設置計畫及營運計畫核准後，應向主管機關提交申請書、網路設置計畫及營運計畫經審核通過之核准函，以申請核發頻率使用證明。

（2）依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配

對於依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配者，主管機關審酌之事項如下：

- 符合頻率分配表之規定。

- 符合無線電頻率供應計畫之規劃。
- 符合國際電信公約或 ITU RR 有關規定。
- 對經核配之頻率不發生妨害性干擾。
- 對 ITU 已計畫及登記之頻率不發生妨害性干擾。
- 採用之無線電技術及使用效率。
- 屬頻率分配表之次要用途頻率，對主要用途頻率不發生干擾。

經主管機關通過的申請者，可取得主管機關核發的頻率使用證明。對於經審查不予核配者，主管機關得另行核配或駁回其申請。

根據「無線電頻率使用管理辦法」附件一，除上述審酌事項以外，部分用途規定有需一併審酌之事項彙整如表 3.12.5。

表 3.12.5　依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配需一併審酌之事項

頻率用途	併審酌事項
供專用電信網路使用	● **自用網路**：電信事業提供之服務、使用免核配之頻率或固定電信網路等，是否無法符合網路設置者需求。 ● 是否符合設置目的及設置區域。
供實驗研發專用電信網路使用	● 是否符合實驗目的、效益及具必要。 ● 是否符合設置地理範圍設置使用期間。 ● 研究、發展、測試或蒐集相關數據，是否對電信產業發展及特定產業具貢獻度。 ● 是否有延續當時實驗項目之必要或新增實驗項目。 ● 另針對供商業實驗研發網路使用、使用 4.8GHz 至 4.9GHz 頻段範圍供技術實驗研發專用電信使用、供技術實驗研發專用電信網路使用之情況，訂有另需審查之項目。
供微波鏈路使用	● 是否有因備援電路或因地形、地物之阻隔或其他實務應用需要使用微波鏈路。

資料來源：本研究彙整自「無線電頻率使用管理辦法」。

5. ISM 頻段管理機制

我國 ISM 設備之定義，根據「工業科學醫療用電波輻射性電機管理辦法」係指使用射頻能或轉換射頻能供工業、科學、醫療或其他目的使用之非通信用電波輻射性電機，包括工業電熱設備、超音波設備、電氣透熱或磁共振醫療設備，及其他各種電氣設備（不包括家庭用電氣設備）等。

現行我國 ISM 頻率的規範主要依據「中華民國無線電頻率分配表」，ISM 用途類別之頻率供 ISM 設備使用，其他用途須在忍受其干擾之條件下使用。目前我國 ISM 頻率使用不需申請，然 ISM 設備仍

需根據「商品形式認可管理辦法」取得標準檢驗局之型式試驗報告，始得使用，且應遵循「中華民國無線電頻率分配表」等相關規定使用。我國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定如表 3.12.6。

表 3.12.6　我國 ISM 應用之頻率範圍及使用規定

ISM 頻率	使用規定
13553-13567kHz	● 工、科、醫用設備使用，其他用途須在忍受其干擾之條件下使用。
26957-27283kHz	
40.66-40.7MHz	
2400-2500MHz	
57250-5875MHz	
24-24.25GHz	
401-406MHz	● 醫療通訊服務發射器（Medical Device Radiocommunication Service, MedRadio）（低功率射頻電機）使用。

資料來源：數位發展部，2023。中華民國無線電頻率分配表。https://law.moda.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL000084#lawmenu

（二）頻率核配後（共通頻率核配後續干擾處理義務及收／繳回方式）

1. 核配後續干擾處理義務

我國「無線電頻率使用管理辦法」規定，申請者提出頻率核配申請時應檢具申請書及提出相關佐證文件（頻率變更申請請亦同），並說明使用頻率的目的與必要性、無線電頻率使用規劃、無線電臺設置規劃與數量清單，以及防干擾之必要規劃[217]。

主管機關在審核頻率核配申請或變更時，審酌基準包括須符合頻率分配表、無線電頻率供應計畫及國際電信公約或ITU RR之規定。在干擾處理方面則要求經核配的頻率不得發生妨害性干擾[218]，也不可對 ITU 已計畫及登記的頻率造成妨害性干擾。

此外，屬頻率分配表之次要用途頻率，對主要用途頻率不發生干擾。

另外，申請者在辦理頻率提供使用或共用申請時，須提供使用或共用之申請書、協議書、頻率使用規劃、網路設置計畫及營運計畫之變更說明、變更前後對照表及及相關佐證資料、頻率干擾評估及說明等文件。前述協議書也須應說明（一）頻率提供使用或頻率共用之頻段、頻寬、區域、期限等、（二）協議期間終止後之消費者權益保障措施、（三）頻率發生干擾之處理程序。

[217] 全國法規資料庫，2023。無線電頻率使用管理辦法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060123

[218] 妨害性干擾的定義係指無線電通信作業產生之干擾，危及無線電助航或其他安全通信之功能，或嚴重影響、妨礙或重複阻斷作業中之無線電通信。

我國「無線電頻率使用管理辦法」第 5 章闡述無線電頻率干擾處理，凡是妨害合法無線電通信者的發射均為干擾行為，而頻率使用須防止及減少干擾並遵守以下規定：

- 避免非必要的通信及冗贅的信號。
- 選擇無線電設備發射位置，應特別注意避免干擾。
- 應利用指向天線之特性，減少勿需發射方向之發射。
- 無線電設備的發射，應擇最小之頻寬者。
- 避免無線電接收機與產生無線電頻率之設備距離過於接近。
- 避免無線電接收設備設計不良。
- 避免無線電設備接地不良。
- 各種通信及非通信電氣設備之製造、裝置及使用，應採取適宜措施及良好之接地，避免對無線電通信產生干擾。
- 必要時接收機應加裝濾波設備。

核配的無線電頻率在使用期間發生干擾時，使用者應自行協議改善；若無法協議則由主管機關協調處理。經主管機關協調處理仍未能改善，使用者須調整使用時間、變更使用地點、調整天線發射方向、功率或其他適當之方式，必要時由主管機關核配其他無線電頻率供其使用[219]。

當軍用無線電頻率之使用，與其他無線電頻率之使用發生干擾時，由主管機關會商國防部協調處理。若干擾源為境外者，主管機關須依 ITU RR 進行處理。

若為無線電設備發射無線電頻率導致發生干擾，經國家通訊傳播委員會（通傳會）將通知頻率使用者改善，而使用者應運用有效技術進行改善，必要時須暫停設備運作；若是無法排除干擾則應立即停止發射。使用者向通傳會申請處理無線電頻率干擾或申告違法設置電臺使用頻率時，應先查明干擾來源或電臺設置地點及使用頻率，並檢具「無線電頻率干擾、非法使用申訴表」及有關資料。

合法無線電頻率使用發生干擾時，經通傳會協調處理後若仍未能改善，可指示使用者調整使用時間、變更使用地點、調整天線發射方向、功率或其他適當之方式處理，必要時須停止頻率使用。

2. 核配後續收／繳回方式

（1）屆期

依《電信管理法》第 56 條第 1 項申請頻率核配者，如頻率使用

[219] 全國法規資料庫，2023。電信管理法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060111

證明有效期間屆滿前三個月起二個月內申請人得重新申請，除前述訂定之主管機關審酌事項外，主管機關得再審酌下列事項，如審查不合格則駁回其申請：

- 未有效運用頻率資源
- 有重大違規使用情事。
- 經常發生干擾其他合法使用者之情事。
- 有其他重大缺失經主管機關通知改善而未改善者。

（2） 未屆期-自行繳回

《電信管理法》第 62 條第 1 項規定，我國無線電頻率使用者擬停止無線電頻率之使用時，應於預定停止使用之日起 30 日前送主管機關備查。

（3） 未屆期-非自行繳回-違規且須繳回/被收回

在頻率申請階段，若申請人有下列情形之一，主管機關則可撤銷或廢止其申請資格；已獲核配者，撤銷或廢止其核配[220]：

- 申請文件中有關第四條第三款公告事項為不實陳述或虛偽記載。
- 以偽造、變造之文件申請。
- 影響申請公平、公正之行為。
- 未依規定繳納費用，或繳納金額不足。
- 其他經主管機關公告之事項。

若為已核配使用之無線電頻率，使用者有下列情形之一，主管機關得廢止其核配之全部或一部分[221]：

- 無正當理由，自核配使用之日起逾 6 個月未使用或持續 6 個月以上未使用。
- 未依規定繳納無線電頻率使用費，經通知限期繳納，屆期仍未繳納。
- 未履行其營運計畫或網路設置計畫之無線電頻率使用應履行事項情節重大，經主管機關通知改善而不改善或無法改善。經主管機關廢止其電信事業之登記、或無線廣播事業、無線電視事業之許可。
- 未經核准擅自供他人使用無線電頻率。

[220] 全國法規資料庫，2020。電信事業申請無線電頻率核配辦法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060112

[221] 全國法規資料庫，2023。電信管理法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060111

（4） 未屆期-非自行繳回-非違規而須繳回/被收回

根據《電信管理法》第 55 條，如政府欲促進無線電頻率使用效益、滿足整體通訊和資訊發展需求，得不受原頻率使用用途之限制，由主管機關向行政院報告並獲核准後公告特定無線電頻率，而原獲配頻率使用者必須申請繳回，繳回之頻率將由主管機關另以拍賣方式核配予其他電信事業使用。

另依本法第 55 條原頻率使用者之補償措施，主管機關將從拍賣價金之一定比率或金額，給付申請繳回之頻率使用者。

第四章　主要國家對未來頻譜用途規劃之調研

第一節　各國政府因應 WRC-23 等決議之政策調整措施

隨著全球頻譜使用需求成長，需要藉由達成全球共識以減少干擾問題，ITU 透過 RR 管理全世界無線電頻譜和衛星軌道，並供各國作為頻率分配使用之依據。WRC 為修訂 ITU RR 之重要會議。

2023 年 11 月 20 日至 12 月 15 日 WRC-23 於杜拜舉行，由阿拉伯聯合大公國電信和數位政府監管局（Telecommunications and Digital Government Regulatory Authority, TDRA）負責主辦。WRC-23 修訂 ITU RR 以支援頻譜共享和技術創新，伴隨 WRC-23 落幕，ITU 於 2023 年 12 月 15 日發布 ITU RR 的修訂[222]，針對重點業務發布決議，隨後發布「WRC-23 最終文件（Final Acts WRC-23）」[223]，概述 WRC-23 決議，其中包括 ITU RR 的新增及修訂條款，以及由會議核准的新決議與修訂的決議和建議。

一、WRC-23會議決議統整

本研究彙整 WRC-23 重要決議，以衛星通信、行動通信、航空及航海說明如下：

（一）衛星通信

WRC-23 決定分配新的頻率予非地球同步軌道衛星固定用途之移動式衛星地球電臺（Earth Station In-Motion, ESIM），供其在航空器、船舶、火車和車輛上提供高速寬頻。此外，對於位在國際空域及水域的船舶和航空器行動衛星服務電臺，亦訂定免受國家領土內其他電臺影響的規定。

以下臚列 WRC-23 與衛星相關的決議頻段：

表 4.1.1　WRC-23 與衛星相關的決議頻段

議項	概述
議項 1.6	根據 COM6/7 決議（WRC-23），審議 37.5-42.5GHz（空對地）、42.5-43.5GHz（地對空）、47.2-50.2GHz（地對空）和 50.4-51.4GHz

[222] ITU, 2023. World Radiocommunication Conference revises the ITU Radio Regulations to support spectrum sharing and technological innovation. https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2023-12-15-WRC23-closing-ceremony.aspx

[223] ITU, 2024. Final Acts WRC-23. https://www.itu.int/hub/publication/r-act-wrc-16-2024/

議項	概述
	（地對空）頻段衛星固定業務衛星網路/系統的技術和規則措施，將公平地使用上述頻段。
議項 1.12	衛星地球探測業務（有源）使用 40-50MHz 頻段須符合第 COM5/6 號決議（WRC23）中規定的地理區域限制和操作與技術條件。
議項 1.13	根據第 COM5/7 號決議（WRC-23），在 14.8-15.35GHz 頻段內，作為主要業務的太空研究業務劃分僅限於在距地球 2×10^6 公里範圍內操作的空對空、空對地和地對空方向的衛星系統。
議項 1.14	在 235-238GHz 頻段，衛星地球探測業務（被動）電臺不得要求固定和行動業務電臺的保護。
議項 1.15	12.75-13.25GHz（地對空）頻段可供移動式衛星地球電臺使用，僅限於航空器和船舶上的地球電臺，與衛星固定業務中的對地靜止太空電臺進行通訊。COM5/2 號決議（WRC-23）應適用。
議項 1.16	在 17.7-18.6GHz、18.8-19.3GHz 和 19.7-20.2 GHz（空對地）以及 27.5-29.1GHz 和 29.5-30GHz（地對空）頻段內，與衛星固定業務非對地靜止太空電臺通信的航空和水上移動式衛星地球電臺的操作須適用第 COM5/3 號決議。
議項 1.17	對於衛星之間業務太空電臺使用 18.1-18.6GHz、18.8-20.2GHz 及 27.5-30GHz 頻段或其部分頻段，應適用 COM5/8 號決議（WRC-23）。此類用途僅限於太空研究、太空操作和/或地球探測衛星應用，以及源自太空工業和醫療活動的資料傳輸。使用這些頻率時，主管機關應確保該衛星間業務僅用於上述目的，且不受第 9.11A 款規定的協調。
議項 1.18	根據第 COM6/5 號決議（WRC-23），基於 ITU-R 的研究結果，審議關於保護在 76GHz 以上某些頻段內的衛星地球探測用途（earth exploration-satellite service, EESS）（被動）和無線電天文業務免受有源業務無用發射干擾的可能的規則措施。
議項 7	在 7375-7750MHz 頻段中，無線電通訊局自 WRC-23 自 2025 年 1 月 1 日起，收到完整協調或通知訊息的衛星固定業務的非對地靜止衛星系統，不得對依照 ITU RR 操作的衛星水上行動業務的對地靜止衛星網路造成不可接受的干擾，亦不得要求其保護。第 5.43A 款不適用。在 20.2-21.2GHz 及 30-31GHz 頻段中，無線電通訊局自 WRC-23 自 2025 年 1 月 1 日起，收到完整協調或通知訊息的非對地靜止衛星系統，不得對依照 ITU RR 操作的衛星行動業務的對地靜止衛星網路造成不可接受的干擾，亦不得要求其保護。第 5.43A 款不適用。

資料來源：ITU, 2024. Final Acts WRC-23. https://www.itu.int/hub/publication/r-act-wrc-16-2024/

（二）行動通信

WRC-23 的決定尤其在國際行動通信的頻譜分配方面，對於擴大寬頻連接及開發 IMT 行動服務（4G、5G 與 6G）至關重要，本次分配新頻譜包括各國和地區的 3300-3400MHz、3600-3800MHz、4800-

4990MHz 和 6425-7125MHz 頻段。

此外，WRC-23 決定將 2GHz 和 2.6GHz 頻段提供給高空平臺 IMT 基地臺（High Altitude Platform Stations as IMT Base Stations, HIBS）使用，並制定其操作規範。HIBS 能夠利用與 IMT 行動網路相同的頻率和設備，以最少的基礎設施提供行動寬頻，有助於彌合偏遠地區及農村地區的數位落差，並能在災害期間提供通信服務。

（三）航空、航海

為支持全球海上遇險及安全系統（GMDSS）的現代化，WRC-23 採取包括電子導航系統的實施，以加強海上遇險和安全通訊等監管行動。WRC-23 亦暫時同意北斗（BeiDou）衛星資訊服務系統供 GMDSS 使用，然前提為成功完成與現有網路的協調並排除干擾。

航空通信方面，WRC-23 決議向航空產業分配用於航空行動衛星服務的新頻率（117.975-137MHz）。這項新服務將透過 NGSO 衛星系統強化各地飛行員和空中交通管制員的雙向通信，特別是能應用在海洋和偏遠地區[224]。

另外，WRC-23 決議將 ITU RR 第 1 區和部分第 3 區國家的 15.41-15.7GHz 和 22-22.2GHz 頻段分配用於非安全航空應用的航空行動業務。該決議將使航空器、直升機和無人機能夠攜帶精密的航空數位設備，用於監視、監控、測繪及拍攝等目的，並能使用寬頻無線電鏈路傳輸前述應用程式的大量數據。

二、主要國家於 WRC-23後之相關動態觀測

研究團隊蒐集盤點主要國家或地區於 WRC-23 結束後，針對 WRC-23 決議發佈之公開資訊及關注重點議題。

（一）美國

美國國家電信暨資訊管理局（NTIA）於 2024 年 6 月 27 日發布「WRC-23 最終結果與 WRC-27 展望」，指出美國將關注 IMT 新增頻段、6GHz 頻段支援行動和 Wi-Fi 之使用、確保國家安全與公共安全等服務受保護[225]、航空行動衛星（航路）服務（Aeronautical mobile-

[224] 議項 1.7：在 117.975-137MHz 頻段內，121.5MHz 頻率為航空緊急頻率，如有需要，123.1MHz 頻率也可作為 121.5MHz 頻率的輔助航空頻率。在遇險和確保安全情況下，海上行動業務的行動電臺可根據第 31 條中規定的條件，使用這些頻率與航空行動業務和衛星航空行動業務的電臺進行通信。

[225] 包括 WRC-23 議項 1.1 及 1.2。

satellite（Route）service, AMS（R）S）之潛在頻譜分配[226]與衛星相關業務等[227]議題。

另外，美國於 2023 年 5 月提案提倡開放 3300-3400MHz 頻段供 5G 行動通信服務使用，並由 CITEL 將意見提交至 WRC-23 討論[228]；最終，根據 WRC-23 決議，新增 3300-3400MHz、3600-3800MHz 等頻段予行動通信使用，符合美國將 3GHz 分配予 5G 使用之規劃[229]。

美國 5G Americas 於 2024 年 9 月發布「北美頻譜：WRC-23 之影響（Spectrum in North America: The Impact of WRC-23）」白皮書，其中提及 WRC-23 決議將 3300-3400MHz 頻段分配予行動通信及 WRC-27 將討論 7125-8400MHz 頻段予行動通信，美國頻譜使用將面臨挑戰，例如：3100-3450MHz 頻段，既有國防使用與 IMT 系統之共享頻譜可能性；7125-8400MHz 頻段，原分配予固定服務，供固定點對點微波系統，然考量未來 6G 發展，將研究針對 IMT 服務 6GHz 頻段擴展至 7125-7250MHz 頻段之共存方案。爰此美國將持續關注有關頻段之相容性、創新應用等研究以因應國際趨勢[230]。

另外，美國聯邦通信委員會（FCC）於 2024 年 9 月 26 日公布開放 17.3-17.8GHz 頻譜以支援先進 NGSO 固定衛星服務[231]。

（二）英國

英國通訊管理局（Ofcom）近期關注 6GHz 之 L6 頻段（5925-6425MHz）及直連裝置服務（Direct to Device Services, D2D）相關議題。

Ofcom 於 2023 年 7 月發布關於 6GHz 上段支援行動通信和 Wi-Fi 使用公開意見諮詢，討論行動裝置、Wi-Fi 及既有頻段使用者之間混合共享機制，包括何以共存之技術方案、頻段混合共享之國際協調等。於 WRC-23 後英國 Ofcom 亦發布「對 6GHz 上段未來之願景（Vision for the Future of the Upper 6 GHz Band）」，強調行動通信與 Wi-Fi 之間

[226] WRC-23 議項 1.7。

[227] 根據 NTIA，關注議項 1.13 及 1.17，包括討論 SRS 頻譜分配及衛星間鏈路服務等。NTIA, 2024. WRC-23 Results & WRC-27 Outlook. https://www.wirelessinnovation.org/assets/International-spectrum-sharing-workshop-2024/Thursday%20Lee.pdf

[228] NTIA, 2023. Joint Statement by the U.S. Department of Defense and the National Telecommunications and Information Administration on the U.S. Proposal to Identify the Use of 5G Mobile Services in the 3300-3400 MHz Band in the Americas Region. https://www.ntia.gov/press-release/2023/joint-statement-us-department-defense-and-national-telecommunications-and

[229] NTIA, 2024. Implementing the National Spectrum Strategy. https://www.ntia.gov/speechtestimony/2024/implementing-national-spectrum-strategy

[230] 5G Americas, 2024. WRC-23 Challenges Set the Stage for North American Drive Towards 5G-Advanced and 6G. https://www.5gamericas.org/wrc-23-challenges-set-the-stage-for-north-american-drive-towards-5g-advanced-and-6g/

[231] FCC, 2024. FCC Unlocks Spectrum to Support Advanced Satellite Services. https://www.fcc.gov/document/fcc-unlocks-spectrum-support-advanced-satellite-services

的混合共享，以發揮頻段最大效益，並與國際合作持續推動制定標準，並預計於 2025 年針對 6GHz 上段授權機制進行諮詢[232]。

Ofcom 於 2024 年 3 月 22 日針對增加 27.5-30GHz 頻段予衛星通訊產業和固定鏈路使用進行公開意見諮詢，討論包括確保現有頻譜用戶接取、未使用的之 28GHz 頻譜區塊需求等，並於 2024 年 10 月 8 日發表公開意見書，惟截至期末報告撰寫時尚未發布諮詢結果[233]。

Ofcom 於 2024 年 7 月 23 日針對英國直連裝置服務（Direct to Device Services, D2D）和 MSS 頻段之潛在應用及相關頻譜需求進行公開意見諮詢[234]，並基於 WRC-23 決議將 1710-1980MHz、2010-2025MHz、2100-2170MHz 和 2500-2690MHz 頻段分配於供 HAPS 使用之規定，討論包括 HAPS 與衛星提供 D2D 類型行動通信服務的潛在影響，並於 2024 年 10 月 4 日發表公開意見書，惟截至期末報告撰寫時尚未發布諮詢結果[235]。

另外，Ofcom 針對 Amazon Kuiper 申請 NGSO 網路授權案例，對在 Ka 頻段提供 NGSO 網路執照進行公開意見諮詢，於 2024 年 10 月 18 日結束諮詢，尚未發布諮詢結果[236]。

（三）日本

總務省於 2024 年 1 月 30 日發布 WRC-23 成果，並闡明將持續關注高空平臺（High Altitude Platform Station, HAPS）、衛星直連通訊等非地面網路（non-terrestrial networks, NTN）與確保 5G/ Beyond 5G 的新頻率等議題[237]。

- 探討 HAPS 可使用手機基地臺的頻段和標準。
- 利用手機與衛星直連通訊考慮可能的頻率及其標準[238]。

---

[232] Ofcom, 2024. Consultation: Hybrid sharing: enabling both licensed mobile and Wi-Fi users to access the upper 6 GHz band. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/innovative-use-of-spectrum/hybrid-sharing-to-access-the-upper-6-ghz-band/

[233] Ofcom, 2024. Statement and consultation: Increasing use of the 27.5 – 30 GHz band. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/increasing-use-of-the-27-5-to-30-ghz-band/

[234] Ofcom, 2024. Call for input: Improving mobile connectivity from the sky and space. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/

[235] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

[236] Ofcom, 2024. Consultation: Amazon Kuiper Services Europe SARL application for a non-geostationary earth station network licence. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/kuiper-application-for-an-ngso-earth-station-network-licence/

[237] 總務省，2023。国際電気通信連合(ITU) 2023 年世界無線通信会議(WRC-23)の結果。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban10_02000045.html

[238] 總務省，2024。「衛星コンステレーションによる携帯電話向け 2GHz 帯非静止衛星通信シス

- 總務省於 2024 年 1 月 19 日發布 Beyond 5G 國際標準化相關趨勢與措施[239]，探討 Beyond 5G 國際標準化正式啟動過程與 ITU-R WRC-23 之結果。

總務省於 2024 年 7 月 26 日針對 WRC-23 決議結果擬定頻率分配計畫修正草案，並公開意見諮詢[240]。

總務省根據 WRC-23 決議修改草擬制定如下：

- HIBS 相關頻率的辨別與定義（議項 1.4）；
- AMS（R）S 使用之潛在頻段（117.975-137MHz）（議項 1.7）；
- GMDSS 之現代化（1.6GHz）（議項 1.11）；
- 40-50MHz 頻段使用衛星地球探測業務（有源）之新支配（議項 1.12）；
- 衛星地球探測業務（被動）之現有支配和新支配（235-238GHz、239.2-242.2GHz、244.2-247.2GHz）（議項 1.14）；
- 衛星間業務新支配（18.1-18.6GHz、18.8-20.2GHz、27.5-30.0GHz）（議項 1.17）。

總務省於 2024 年 9 月 2 日針對使用 2GHz 頻段行動通信非對地靜止衛星通訊系統技術條件之研究結果公開意見諮詢[241]，並於 2024 年 10 月 9 日發表公開意見書[242]，並於 2024 年 10 月 10 日公開發布針對 2GHz 頻段行動通信非對地靜止衛星通訊系統技術條件要求，討論既有無線系統之共用問題和干擾分析，為推廣衛星直連通訊服務提供參據及政策指引[243]。另外，總務省亦於 2024 年 9 月 30 日發布「周波数再編アクションプラン（令和 6 年度版）」，強調未來頻率規劃重點將關注 HAPS 之高度利用，持續進行相關技術開發研究[244]。

（四）歐盟

歐盟無線頻譜政策小組（RSPG）於 2024 年 6 月 18 日發布 WRC-

テムの技術的条件」の検討開始について。https://www.soumu.go.jp/main_content/000926728.pdf

[239] 總務省，2024。Beyond 5G の国際標準化に関する動向・取組について。https://www.soumu.go.jp/main_content/000928362.pdf

[240] 総務省，2024。新たな周波数割当計画案に係る意見募集。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000516.html

[241] 総務省，2024。衛星通信システム委員会報告（案）に対する意見募集。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02kiban15_04000517.html

[242] 総務省，2024。衛星通信システム委員会報告（案）に対する意見募集の結果。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban15_02000276.html

[243] 総務省，2024。衛星コンステレーションによる携帯電話向け 2GHz 帯非静止衛星通信システムの技術的条件。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban15_02000277.html

[244] 総務省，2024。周波数再編アクションプラン（令和 6 年度版）。https://www.soumu.go.jp/main_content/000969387.pdf

23 最終結果，歐盟同意大部分 WRC-23 會議中之決議，少部分產生分歧之議項亦透過成員國間的共同談判、協調，以達成歐盟立場的一致性。RSPG 意見包括海事與航空安全、國際行動通信（5G）、廣播和衛星導航保護等議程項目[245]。

針對利益相關人建議，RSPG 持續進行工作如下：

- 議項 1.2：RSPG 將重新評估歐盟作法，將於 WRC-27 工作期間做適當調整。
- 議項 1.5：RSPG 將進一步研究 UHF 頻段之未來使用。
- 利益相關人強調了解其他區域組織立場的重要性，並建議需增強資訊流通，應更頻繁邀請各利益相關人討論觀點與立場，持續公開與 RSPG 進行溝通。
- 歐盟在議題保持團結，如果需調整歐盟立場，則將調整保持在最小限度，以為成員國提供指導，保持一定程度的彈性。

CEPT 之電子通訊委員會（Electronic. Communications Committee, ECC）於 2024 年 7 月 2 日提出針對 3.4-3.8GHz 頻段行動或固定通訊網路、於 3.8-4.2GHz 頻段運作之低/中功率無線寬頻系統及於 4.2-4.4GHz 頻段雷達高度計間之干擾研究進行意見諮詢，截至期末報告撰寫時間，尚未發布諮詢結果[246]。另外，亦於 2024 年 9 月 27 日針對與無線接取系統相關之共享和相容性研究，討論包括 6425-7125MHz 頻段之無線電區域網路（RLAN）、既有使用系統等議題，預計於 2024 年 11 月 22 日結束諮詢[247]。

（五）德國

德國電信 Telekom 於 WRC-23 會後提出應盡快實施 WRC 決策，提高頻譜可用性，建議德國政府應關注 WRC-23 針對行動通信 6GHz 頻段之協調及第 235 號決議，針對 470-694MHz 頻段範圍內 UHF 頻率於第一區域之使用情形[248]。而德國聯邦網路局（BNetzA）於 2024 年 5 月 13 日發布 800、1800、2600MHz 頻段延期諮詢草案，針對即

[245] RSPG, 2024. RSPG Report on the result of the ITU-R World Radiocommunication Conference 2023. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/3d8d393b-2067-48c4-98f9-b95f4d8ed960_en?filename=RSPG24-017final-RSPG_Report_%20WRC23.pdf&prefLang=fr

[246] ECC 公開意見諮詢流程，依階段順序分為 ECC 草案報告、ECC 草案建議、ECC 草案決定及 CEPT 草案報告，並針對各階段草案進行意見諮詢；上述諮詢發布之 ECC 草案報告為「草案報告 362（Draft ECC Report 362）」。CEPT, 2024. ECC Consultation. https://cept.org/ecc/tools-and-services/ecc-public-consultation

[247] 諮詢發布之 ECC 草案報告為「草案報告 364（Draft ECC Report 364）」。CEPT, 2024. ECC Consultation. https://cept.org/ecc/tools-and-services/ecc-public-consultation

[248] Telekom, 2024. Stetig steigender Datenbedarf erfordert mehr Frequenzen für Mobilfunk. https://www.telekom.com/de/konzern/details/stetig-steigender-datenbedarf-erfordert-mehr-frequenzen-fuer-mobilfunk-1057790

將屆期頻率使用權計劃延期，為促進行動通信市場競爭並確保農村區域的網路涵蓋，為未來規劃預備之過渡性政策[249]，以因應國家頻譜未來需求或 WRC-23 決議[250]。

（六）法國

法國國家頻譜管理機構（ANFR）於 2024 年 3 月 11 日發布關於 WRC-23 結果[251]，針對法國關注重點及利益相關議題討論，討論範疇包括行動通信 IMT 頻段、衛星通信及航空航海等議題。根據 ANFR 臚列討論議項結果，分為有利且符合預期結果、部分符合預期結果、與國內較無關之結果及可能影響國內利益之問題。

依法國立場臚列其關注重點如下：

- 有利且符合預期成果：

－行動通信：6GHz 頻段予 IMT 使用須確保衛星及其他用途受到保護、UHF 頻段開放行動通信作為次要用途；

－衛星通信：VHF 頻段航空衛星通信、開放 12.75-13.25GHz 頻段用於移動式衛星地球電臺（ESIM）等；

－航空、航海：支持 GMDSS 現代化。

- 部分符合預期成果：

－衛星通信：50MHz 頻段供衛星地球探測業務（有源）使用須符合相關技術條件與限制、Ka 頻段衛星間之業務等；

－航空、航海：國際海域 4.8-4.99GHz 頻段之海上與航空行動使用之保護、15 和 22GHz 頻段滿足國防需求之航空行動等。

另外，ANFR 於 2024 年 8 月 29 日發布新聞，表示對於 CEPT 關於 3.8-4.2GHz 頻段干擾相關研究表示關注，即 ECC「草案報告 362（Draft ECC Report 362）」[252]，主要強調 3.4-4.2GHz 頻段中 5G 應用之保護[253]。

---

[249] BNetzA, 2024. Konsultation zur Verlängerung von Mobilfunkfrequenzen. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/20240513_Pressekonferenz.html?nn=659670

[250] 根據 WRC-23 最後文件，WRC-23 第 252 號決議，亦有針對 1880-1920 MHz 頻段之規劃。ITU，2024。WRC-23 最后文件。https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-C.pdf

[251] ANFR, 2024. Les résultats de la CMR-23. https://www.anfr.fr/liste-actualites/actualite/les-resultats-de-la-cmr-23

[252] CEPT, 2024. ECC Consultation. https://cept.org/ecc/tools-and-services/ecc-public-consultation

[253] ANFR, 2024. La protection des radioaltimètres vis-à-vis de la 5G dans la bande 3,4-4,2 GHz. https://www.anfr.fr/liste-actualites/actualite/la-protection-des-radioaltimetres-vis-a-vis-de-la-5g-dans-la-bande-34-42-ghz

（七）南韓

南韓科學技術情報通信部（MSIT）於 WRC-23 會後主要關注 6G 頻譜發展及設立 WRC-27 議題、移動式衛星地球電臺（ESIM）等議題；南韓於 WRC-23 會中提出 4.4-15.35GHz 等頻段[254]作為 6G 潛在頻段議題，並與美國共同合作於 ITU《無線電規則》納入在 6GHz 頻段之 Wi-Fi 使用相關規範，積極促成未來 Wi-Fi 服務之速度與品質。另外，南韓亦建立移動式衛星地球電臺（ESIM）之營運條件，並根據 WRC-23 制定之 ESIM 營運規則，預計未來能夠於飛機和船舶提供衛星高速網路服務[255]。

MSIT 於 2024 年 5 月，分別與中國大陸與日本進行會議，討論 WRC-27 議題，包括 6G 等下一代頻率及低軌衛星與智慧型手機間之通訊政策[256]；MSIT 亦於 2024 年 5 月 23 日發布「低軌道衛星通訊技術研發計畫（Low-Earth Orbit Satellite Communications Technology R&D Project）」，透過實施專案計畫關注 NTN 議題發展，包括 LEO、衛星通訊等技術[257]。另外，MSIT 也推動促進第六代行動通訊與衛星通訊間之技術合作，於 2024 年 7 月 4 日啟動「6G 社會（6G Society）」，目標為推動 6G 行動通訊與衛星通訊兩者間技術開發階段的交流與合作，包括舉辦論壇、計劃共享行動通訊和衛星通訊之標準化趨勢等[258]。

（八）香港

香港通訊事務管理局辦公室（OFCA）的無線電頻譜及技術標準諮詢委員會（SSAC）於 2024 年 1 月 29 日發布 WRC-23 決定[259]，根據 WRC-23 結果，香港將關注以下議題：

- AMS（R）S 使用之潛在頻譜（議項 1.7）；
- 衛星地球探測業務（有源）頻段（議項 1.12）；

---

[254] 南韓提出之候選頻段，包括 4.4-4.8GHz（部分頻段）、7.125-8.4GHz（部分頻段）、14.8-15.35GHz。

[255] MSIT, 2023. Spectrum Bands for 6G Successfully Identified at WRC-23, Paving the Way for a New Era of 6G. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=953&searchOpt=ALL&searchTxt=

[256] MSIT, 2024. Korea-Japan-China Cooperation on Radio for WRC-27 Begins in Full Swing. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=5&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=1004&searchOpt=ALL&searchTxt=

[257] MSIT, 2024. Korea Takes the First Step Towards the Low-Earth Orbit Satellite Communications Era. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=4&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=998&searchOpt=ALL&searchTxt=

[258] MIST, 2024. 6th Generation Mobile Telecommunication Removes the Boundary of Communication. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=2&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=1011&searchOpt=ALL&searchTxt=

[259] OFCA, 2024. RADIO SPECTRUM AND TECHNICAL STANDARDS ADVISORY COMMITTEE World Radiocommunication Conference 2023 Decisions. https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_1_2024.pdf

- 14.8-15.35GHz 頻段作為太空研究相關業務（議項 1.13）；
- 235-238GHz 頻段之衛星地球探測業務（被動）電臺與固定、行動業務電臺議題（議項 1.14）；
- 18.1-18.6GHz、18.8-20.2GHz 及 27.5-30GHz 頻段用於衛星間業務太空電臺議題（議項 1.17）；
- 頻率分配表之更新。

OFCA 於 2024 年 7 月 5 日發布「二零二四至二零二五年度主要工作和計畫」[260]，其中將 WRC-23 針對 6425-7125MHz 頻段之決議視為香港優先處理之項目，關注 6GHz 頻段與 5G 發展和其他創新應用服務[261]。另，OFCA 於 2024 年 7 月 19 日針對 850/900MHz、2.3GHz 及 6/7GHz 頻段頻譜拍賣發布備忘錄，頻譜拍賣開始接受申請[262]，並於 2024 年 9 月 20 日發布申請公開競標者公告，共 4 家申請競標。

另外，香港商務及經濟發展局（CEDB）與通訊事務管理局（CA）於 2024 年 9 月 19 日就重新分配 2.5/2.6GHz 頻譜公開意見諮詢，既有指配頻譜將於 2028 年 5 月到期，CA 建議以拍賣方式重新指配頻譜，用於滿足行動寬頻服務和 5G 應用，預計於 2024 年 10 月 31 日結束諮詢[263]。

（九）澳大利亞

澳大利亞通訊管理局（ACMA）於 2023 年 11 月 9 日針對衛星直連行動服務之監管問題進行公開意見諮詢，根據「2023-28 年五年頻譜展望（FYSO）」討論有關衛星直連行動服務、衛星使用頻段等問題及其監管環境等，並於 2024 年 3 月 26 日完成發表公開意見書[264]。而 WRC-23 第 253 號決議，討論衛星直連行動服務頻譜要求和技術、營運和規則等事項，決議進行既有業務間之共用與干擾研究，並研究可能之技術和操作措施，以確保 MSS 電臺不會對行動業務電臺造成有害干擾[265]。ACMA 並於 2024 年 9 月 24 日公開發布衛星直連行動服務

[260] 原文為「二零二四至二零二五年度主要工作和計劃」。
[261] OFCA，2024。二零二四至二零二五年度主要工作和計劃。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_92/majortasks_24-25_c.pdf
[262] OFCA，2024。850／900 兆赫、2.3 吉赫及 6／7 吉赫頻帶頻譜拍賣接受申請。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2354.html
[263] CA, 2024. Public Consultation on Re-assignment of Spectrum in 2.5/2.6 GHz Band Launched. https://www.coms-auth.hk/en/media_focus/press_releases/index_id_2358.html
[264] ACMA, 2024. Satellite direct-to-mobile services: regulatory issues. https://www.acma.gov.au/consultations/2023-11/satellite-direct-mobile-services-regulatory-issues?utm_medium=email&utm_campaign=Consultation%20reminder%20Satellite%20direct-to-mobile%20services&utm_content=Consultation%20reminder%20Satellite%20direct-to-mobile%20services+CID_8276dafc30571cbe3d1f126bc903c55b&utm_source=SendEmailCampaigns&utm_term=consultation%20on%20satellite%20direct-to-mobile%20services
[265] ITU，2024。WRC-23 最后文件。https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-C.pdf

之監管指南[266]。

澳大利亞於 2023 年 11 月 22 日公開意見諮詢，針對 2GHz 頻段衛星行動服務（MSS）技術參數及使用需求進行討論，包括使用 MSS 頻譜之可能需求、設備及如何配置頻譜等議題，並於 2024 年 3 月 26 日完成發表公開意見書[267]。根據 WRC-23 第 252 號決議，2GHz 頻段作為 MSS 使用之選項之一，討論 MSS 未來發展對衛星行動業務做新劃分並建立規則之可能性[268]。

另，ACMA 於 2024 年 6 月 4 日針對 6GHz 頻段引入無線電區域網路（RLAN）等服務公開意見諮詢，討論包括使用者需求、6GHz 高頻段服務等，並於 2024 年 8 月 16 日發表公開意見書，惟截至期末報告撰寫時尚未發布結果[269]。

（十）中國大陸

中國大陸於 WRC-23 會後主要關注 6G 頻譜發展、GMDSS 之現代化、衛星通信相關議題及設立 WRC-27 議題等方面議題；其中，中國大陸強調其領先國際開放 6GHz 頻段用於行動通信之舉，而根據 WRC-23 決議，亦有許多國家支配 6425-7125MHz 頻段做為 6G 頻譜資源。另外，中國大陸亦積極促成 WRC-27 探討手機直連衛星和 S 頻段非地面網路頻率使用議題[270]。

中國大陸工信部無線電管理局於 2024 年 1 月 2 日發布新 版 地面和太空無線電業務相關行政許可申請指南[271]係有關於頻率資源管理架構調整。在地面和太空無線電業務相關行政許可申請方面，中國大陸為簡化地面與衛星無線電頻率使用執照與電臺設置使用執照等無線電業務行政許可申請事項辦理流程，中國大陸工業和信息化部無線電管理本局發布 3 項地面無線電業務相關行政許可的新版申請指南，以及 4 項太空業務相關行政許可的新版申請指南。以下臚列 7 項新版申請指南：

---

[266] ACMA, 2024. Regulatory guide: Operation of an IMT satellite direct-to-mobile service. https://www.acma.gov.au/publications/2024-09/guide/regulatory-guide-operation-imt-satellite-direct-mobile-service

[267] ACMA, 2024. 2 GHz MSS technical parameters and demand considerations. https://www.acma.gov.au/consultations/2023-11/2-ghz-mss-technical-parameters-and-demand-considerations

[268] ITU，2024。WRC-23 最后文件。https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-C.pdf

[269] ACMA, 2024. Planning options in the upper 6 GHz band. https://www.acma.gov.au/consultations/2024-05/planning-options-upper-6-ghz-band

[270] CCIA，2023。中国代表团全方位深度参与世界无线电通信大会。http://www.ccia.org.cn/news_show.php?id=10143

[271] 中國無線電管理，2024。中國大陸工業和信息化部無線電管理局發布新版地面、空間無線電業務相關行政許可申請指南。https://www.srrc.org.cn/article31547.aspx

- 《地面無線電業務頻率使用許可（國家級權限）申請指南》
- 《地面無線電臺設定、使用許可（國家級權限）申請指南》
- 《無線電臺識別碼核發（國家級權限）申請指南》
- 《衛星無線電頻率使用許可辦事指南》《空間無線電臺設定、使用許可辦事指南》
- 《衛星通信網無線電頻率使用許可辦事指南》
- 《衛星地球電臺設置、使用許可（國家級權限）辦事指南》

中國大陸推出新版申請方式，一為細化申請流程，與現有法規、規章保持一致，進一步規範行政許可申請；二為明確國家、地方和國務院有關部門無線電管理機構實施執照的範圍；三為更新申請文件參考模板，便於申請者準備申請文件，提高行政許可效率。

中國信科集團於 2024 年 6 月針對衛星直連手機進行討論，包括其監理框架、MSS 頻段可能方案等，並分析國際發展趨勢，建議中國大陸關注衛星直連手機之趨勢[272]。

（十一）我國

我國數位發展部於 113 年 7 月 9 日發布「無線電頻率供應計畫」修正草案，新增衛星固定與行動頻段，包括保留 12.75-13.25GHz 頻段予未來同步/非同步衛星固定通信需求等[273]。

新增以下臚列之頻段開放電信事業申請使用同步/非同步衛星行動通信：

- 1518-1559MHz；
- 1610-1660.5MHz；
- 1668-1675MHz；
- 2483.5-2500MHz；
- 19700-21200MHz；
- 29500-31000MHz；
- 43500-47000MHz。

新增以下臚列之頻段提供電信事業申請使用同步/非同步衛星固定通信：

[272] CCIA，2024。中国信科陈山枝：手机直连卫星的发展与展望。http://www.ccia.org.cn/news_show.php?id=10165

[273] 數位發展部，2024。數位發展部公告：預告「無線電頻率供應計畫」修正草案。https://join.gov.tw/policies/detail/2ba94b5c-0804-4b0d-b6a5-6d64c81aa710

- 3610-4200MHz；
- 5091-5250MHz；
- 5925-6725MHz；
- 37500-43500MHz；
- 47200-50200MHz；
- 50400-52400MHz；
- 71000-76000MHz；
- 81000-86000MHz。

調整開放以下臚列之頻段範圍提供電信事業申請使用同步/非同步衛星固定通信：

- 10700-13250MHz（原為 10700-12700MHz）；
- 13750-14800MHz（原為 13750-14500MHz）；
- 17300-21200MHz（原為 17700-20200MHz）；
- 27500-31000MHz（原為 27500-30000MHz）。

三、主要國家因應 WRC-23等決議之政策調整措施

盤點主要國家因應 WRC-23 決議之政策措施，觀察主要國家於 WRC-23 會後發布之相關資訊，大部分國家皆針對 WRC-23 決議提出國家未來關注方向，有部分國家已開始進行相關議題之公開意見諮詢，亦有國家已著手進行相關施政措施調整。

（一）未來關注方向

主要國家針對 WRC-23 決議發佈之公告文件，以針對 WRC-23 議題未來關注方向為主。發佈相關文件的國家如：美國 NTIA 發布之「WRC-23 最終結果與 WRC-27 展望」，旨在美國將關注 IMT 新增頻段、6GHz 頻段、AMS（R）S 議題及衛星相關業務等議題；歐盟 RSPG 發布「WRC-23 最終結果」，主要將關注 IMT 新增頻段、UHF 頻段之未來使用及歐盟組織立場之意見一致性；香港 OFCA 發布「WRC-23 決定」，香港將關注 6GHz 頻段、AMS（R）S 議題及衛星相關業務。其他發布針對 WRC-23 議題相關資訊之國家包括：日本、德國、法國、南韓及中國大陸等。

表 4.1.2　各國因應 WRC-23 等決議之未來關注方向

國家	議題類別	關注議題
美國	衛星通信	衛星業務
	行動通信	6GHz 頻段和 Wi-Fi 使用、IMT 新增頻段
	航空航海	AMS（R）S
日本	衛星通信	HAPS、NTN 網路、衛星直連通訊
	行動通信	5G/B5G 新頻率
歐盟	行動通信	IMT 新增頻段、UHF 頻段
德國	行動通信	6GHz 頻段、UHF 頻段
法國	衛星通信	VHF 頻段、ESIM、衛星地球探測
	行動通信	6GHz 頻段、IMT 新增頻段
	航空航海	GMDSS、航空航海行動
南韓	衛星通信	衛星業務、ESIM
	行動通信	6GHz 頻段和 Wi-Fi 使用、6G 頻譜
香港	衛星通信	衛星業務、衛星地球探測
	行動通信	6GHz 頻段
	航空航海	AMS（R）S
中國大陸	衛星通信	衛星直連通訊、NTN 網路
	行動通信	6GHz 頻段、6G 頻譜
	航空航海	GMDSS

資料來源：本研究彙整。

（二）政策調整措施

1. 公開意見諮詢

除前述針對 WRC-23 結果發布國家未來關注方向外，亦有國家針對 WRC-23 決議進行相關公開意見諮詢，例如：英國 Ofcom 於 2024 年 10 月已發布針對衛星直連裝置服務和 MSS 頻段潛在頻譜需求公開意見書；日本總務省於 2024 年 7 月針對 WRC-23 決議結果擬定頻率分配計畫修正草案，包括航空、航海及衛星業務相關議題等；澳大利亞 ACMA 於 2024 年 3 月已完成針對衛星直連行動服務、衛星使用頻段等問題及其監管環境等公開意見諮詢，並於 9 月發布衛星直連行動監管指南。

表 4.1.3　各國因應 WRC-23 等決議之公開意見諮詢

國家	議題類別	關注議題	諮詢狀態	諮詢時間
英國	衛星通信	衛星通訊和固定鏈路	已發布公開意見書，尚未發布聲明	2024/3/22
	行動通信、衛星通信	D2D 和 MSS 頻譜需求、HAPS	已發布公開意見書，尚未發布聲明	2024/7/23
	行動通信	6GHz 頻段和 Wi-Fi 混合共享使用	預計公開意見諮詢	2025 年

國家	議題類別	關注議題	諮詢狀態	諮詢時間
日本	衛星通信、航空航海	HIBS、衛星業務、衛星地球探測、AMS（R）S、GMDSS	完成公開意見諮詢，尚未發布意見書	2024/7/26
	行動通信、衛星通信	MSS 技術條件研究	已發布公開意見書，尚未發布聲明	2024/9/2
歐盟	行動通信	IMT 新增頻段、6GHz 頻段干擾問題	完成公開意見諮詢，尚未發布聲明	2024/7/2、2024/9/27
德國	行動通信、衛星通信	MSS 頻譜需求	完成公開意見諮詢，尚未發布聲明	2024/5/13
香港	行動通信	IMT 新增頻段	公開意見諮詢	2024/9/19
澳大利亞	衛星通信	衛星直連通訊、衛星監管問題	完成公開意見諮詢，已發布聲明結果	2023/11/9
	行動通信、衛星通信	MSS 頻段需求	完成公開意見諮詢，已發布聲明結果	2023/11/22
	行動通信	6GHz 頻段需求	已發表公開意見書，尚未發布聲明	2024/6/4

資料來源：本研究彙整。

2. 其他調整措施

根據 WRC-23 決議，並針對其未來發展方向，亦有國家進行相關施政措施的調整，例如：中國大陸於 2024 年 1 月發布修訂地面和太空無線電業務相關行政許可申請指南；而我國於 2024 年 7 月修訂「無線電頻率供應計畫」，新增衛星固定與行動頻段，兩者為於 WRC-23 會後，已修改相關規定之案例；香港於 2024 年 7 月公開包括 2.3GHz、6/7GHz 頻段等頻譜拍賣；美國於 2024 年 9 月公布開放 17.3-17.8GHz 頻譜；澳大利亞於 2024 年 9 月發布關於衛星直連行動服務之監管指南。

表 4.1.4　各國因應 WRC-23 等決議之調整措施

國家	議題類別	政策相關調整	調整措施	時間
中國大陸	衛星通信	修改相關規定	修改行政許可指南	2024/1
香港	行動通信	新增拍賣頻譜	850/900MHz、2.3GHz 及 6/7GHz 頻段頻譜拍賣	2024/7
我國	衛星通信	修改相關規定	修改「無線電頻率供應計畫」	2024/7
美國	衛星通信	新增開放頻譜	17.3-17.8GHz 頻譜	2024/9

國家	議題類別	政策相關調整	調整措施	時間
澳大利亞	行動通信、衛星通信	制定指南參考	發布衛星直連行動服務之監管指南	2024/9

資料來源：本研究彙整。

WRC-23 各項決議以及主要國家的因應方針，都將成為我國未來修訂「無線電頻率供應計畫」的重要參考依據，此將有助於確保我國在無線通信領域的發展與國際趨勢保持一致。

第二節　目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃

一、主要國家與我國目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃

（一）美國

1.「美國 5G 未來」

美國 FCC 於 2021 年 10 月 27 日發布「美國 5G 未來（America's 5G Future）」[274]可見其 5G 頻譜規劃：

- **高頻段**：FCC 將拍賣高頻段頻譜列為優先事項，完成 5G 頻譜拍賣，包括：
  - 於 2018 年拍賣 28GHz；
  - 於 2019 年拍賣 24GHz；
  - 於 2019 年拍賣 37GHz、39GHz、47GHz。
  - FCC 也致力於 26、42GHz 頻段釋放 2.75GHz 的 5G 頻譜，並更有效地利用 70/80/90GHz 頻段中的額外毫米波段頻譜。
- **中頻段**：5G 建設目標，包括 2.5GHz、3.5GHz 和 3.7-4.2GHz 頻段。
- **低頻段**：FCC 正採取行動改善 5G 的低頻段頻譜的使用（更廣泛的涵蓋），更有效地利用 600MHz、800MHz 和 900MHz 頻段。
- **未授權頻段**：FCC 正為 5.9GHz、6GHz 和 95GHz 以上頻段的下一代 Wi-Fi 創造新的機會。

2. FCC 分配歷史文件（2022 年 8 月 23 日版）

FCC 於 2022 年 8 月 23 日發布「FCC 分配歷史文件修訂版（FCC Allocation History File Revised on August 23, 2022）」[275]指出，FCC 於 2021 年 10 月 1 日修訂包含 17 GHz FSS 報告與命令（Report and Order, R&O）及法規制定通告（Notice of Proposed Rulemaking, NPRM）；於 2022 年 8 月 3 日公告更新 17GHz 規則，以利非同步衛星運用更多頻譜資源，開放 SpaceX 與其他非同步衛星（NGSO）業者使用 17GHz 頻段以提高衛星寬頻速度，並於同日發布 NPRM，進行公眾意見徵詢。

2022 年頻率分配修訂提案（Active FCC Proposals to Revise the Table of Frequency Allocations），臚列如下：

- Wireless Mics FNPRM, FCC 17-95（低功率輔助電臺，含無線麥克風）

---

[274] FCC, 2021. America's 5G Future. https://www.fcc.gov/5G

[275] FCC, 2024. FCC ALLOCATION HISTORY FILE Revised on April 4, 2024. https://www.fcc.gov/file/21472/download；可從 FCC, 2024. Radio Spectrum Allocation. https://www.fcc.gov/engineering-technology/policy-and-rules-division/general/radio-spectrum-allocation 點選「Download the latest FCC Allocation History File」後方選擇檔案格式下載。

- Spectrum Horizons NPRM, FCC 18-17（固定、免執照設備、實驗）
- 1675-1680 MHz, FCC 19-43（固定、行動）
- ESIMs 2nd R&O, R&O, and FNPRM, FCC 20-66（衛星）
- 70/80/90 GHz NPRM, FCC 20-76（固定、行動、衛星）
- 4.9 GHz 6th R&O and 7th FNPRM, FCC 20-137（無指定應用，本件主要探討開放公共安全頻段租賃）
- WMAS NPRM, FCC 21-46（無線麥克風）
- AIS NPRM, FCC 21-69（航海自動識別系統（Automatic Identification System, AIS））

未修訂頻率分配表的部分拍賣（Selected Spectrum Actions that did not Revise the Table of Frequency Allocations）：

- Spectrum Horizons 1st R&O, FCC 19-19（免執照設備）
- Unlicensed 6 GHz R&O, FCC 20-51（免執照設備）
- White Space Devices R&O & FNPRM, FCC 20-156（免執照設備）

3. FCC 分配歷史文件（2023 年 9 月 22 日版）

FCC 於 2023 年 9 月 22 日發布「FCC 分配歷史文件修訂版（FCC Allocation History File Revised on September 22, 2023）」[276]指出，FCC 於 2023 年 4 月 21 日提出 WRC-19 及 WRC-15 的更新及提議，主要涉及無線電頻率分配表的修訂。WRC-15 部分，FCC 提出三項主要提案，包含實施 WRC-15 尚未處理的頻率分配決策，進行與 WRC-15 部分無關的其他分配變更，以及因應分配的變化修訂規則。與 WRC-15 部分無關的變更包含限制行動衛星服務在 AIS 頻段的使用，刪除 700 MHz 頻段的通訊服務頻率分配，更新 18.3-19.3 GHz 頻段分配規則等。WRC-19 部分，FCC 主要修訂國際頻率分配表，反映 ITU 的無線電規則，並修正美國頻率分配表。

4.《關於實現美國頻譜政策現代化和建立國家頻譜戰略的總統備忘錄》

美國商務部於 2023 年 11 月 13 日發布《關於實現美國頻譜政策現代化和建立國家頻譜戰略的總統備忘錄（Presidential Memorandum on Modernizing United States Spectrum Policy and Establishing a National Spectrum Strategy）》[277]，將促進建立一個值得信賴、可預測和基於證據的流程，以確保頻譜得到有效利用。國家頻譜戰略確定 5 個頻段，

[276] FCC, 2023. FCC ALLOCATION HISTORY FILE Revised on September 22, 2023. https://www.fcc.gov/sites/default/files/fahf.pdf

[277] commerce.gov, 2023. Biden-Harris Administration Launches National Spectrum Strategy To Advance U.S. Wireless Leadership. https://www.commerce.gov/news/press-releases/2023/11/biden-harris-administration-launches-national-spectrum-strategy-advance

37.0-37.6GHz、18.1-18.6GHz、5030-5091MHz、Lower 3GHz（3.1-3.45GHz）、7/8GHz（7125-8400MHz）[278]，共 2,786MHz 頻寬進行深入研究，以確定是否適合潛在的新用途；亦確定供私營部門使用的頻譜研究管道，包括研究機載雷達和其他 3GHz 以下聯邦系統的重新包裝、壓縮和重新安置的潛力實現商業用途，以及 7GHz-8GHz 頻段。

5. 《美國頻譜政策：2024 年行動藍圖》

美國無線產業協會（CTIA–The Wireless Association）於 2024 年 1 月 17 日發布《美國頻譜政策：2024 年行動藍圖（America's Spectrum Policy: A roadmap for action in 2024）》，指出美國的未來無線電發展取決於以下幾點[279]：

- 透過國會制定針對 5G 及其他技術的前瞻性、全面性的未來拍賣計劃，恢復 FCC 拍賣權。
- NTIA 發布國家頻譜戰略實施計劃，說明未來全功率拍賣的明確目標以及研究時間表，將由 NTIA 負責領導和管理。
- 解決當前頻譜不平衡問題，並迅速提供較低 3GHz 頻段的商用許可接取。
- 推動 7/8GHz 頻段的 5G 接取，確保美國在無線技術方面保持領先地位，並透過全球範圍的佈署 6GHz 以上頻段創造規模經濟。

6. FCC 分配歷史文件（2024 年 4 月 4 日版）

FCC 於 2024 年 4 月 4 日發布「FCC 分配歷史文件修訂版（FCC Allocation History File Revised on April 4, 2024）」[280]指出，FCC 3.45GHz 頻段 R&O 以及 FCC 的 WTB 和工程技術辦公室（Office of Engineering and Technology, OET）根據其所獲得修改規則的權限，於 2024 年 3 月 25 日決定刪除 Norfolk CPA[281] 並更名為 Newport News-Norfolk CPA/PUA[282]，因 Norfolk CPA 納入 Newport News-Norfolk CPA/PUA。

---

[278] Arcweb, 2024. US Government Releases National Spectrum Strategy Implementation Plan. https://www.arcweb.com/blog/us-government-releases-national-spectrum-strategy-implementation-plan

[279] CTIA, 2024. America'sSpectrumPolicy:ARoadmapforActionin2024. https://www.ctia.org/news/americas-spectrum-policy-a-roadmap-for-action-in-2024

[280] FCC, 2024. FCC ALLOCATION HISTORY FILE Revised on April 4, 2024. https://www.fcc.gov/sites/default/files/fahf.pdf。

[281] FCC 將 CPA 定義為「非聯邦運營者應與聯邦系統協調，以確保非聯邦運營在不對在該頻段運營的聯邦系統造成有害干擾的方式下運營的地理區域。」Norfolk CPA 即為位於地名 Norfolk 的 CPA。

[282] FCC 將 PUA 定義為「非聯邦運營在該頻段的地理區域，在短暫的時段內不得對聯邦系統造成有害干擾。」Newport News CPA/PUA 即為位於地名 Newport News 的 CPA/PUA，因 Norfolk CPA 的範圍完全被 Newport News CPA/PUA 所涵蓋，將 Norfolk CPA 納入 Newport News CPA/PUA 並更名為 Newport News-Norfolk CPA/PUA。

WTB 和 OET 於 2024 年 4 月 4 日也修訂頻率分配表，確認國防部合作規劃區域（Department of Defense Cooperative Planning Areas, CPAs）及定期使用區域（Periodic Use Areas, PUAs）的座標。

（二）英國

1. 5G 服務進程

英國 Ofcom 釋出頻段以支援 5G 服務進程如下[283]：

- 2018 年透過拍賣授予 2.3GHz 和 3.4–3.6GHz 頻段。
- 2021 年透過拍賣授予 700MHz 和 3.6–3.8GHz 頻段[284、285]。

於後，行動網路業者要求 Ofcom 審查其先前的執照，並根據 CEPT 和歐盟關於協調技術條款進行修改，以促進 5G 佈署。2022 年 5 月，提出的具體變更請求進行諮詢，並於 2022 年 9 月發布授予 900MHz、1800MHz、2100MHz 和 2.6GHz 頻段的變更和更新執照。因此，所有行動通信頻譜執照持有者皆收到執照變更，並可隨時在這些頻段佈署 5G，無需進一步的監管同意或干預。

2019 年，Ofcom 推出一個支援頻譜共享的新框架，旨在讓人們和企業更輕鬆地存取各種本地無線連接應用的頻譜：

- 共享存取授權提供四個頻段（1800MHz、2300MHz、3800-4200MHz 和 24.25–26.5GHz），支援包括 5G 在內的行動通信技術，可用於私人和商業用途。
- 區域接取執照可以釋出核配給行動電信業者的閒置頻譜，供有需求者短期接取。

2022 年 5 月 9 日，Ofcom 發布諮詢意見，提議在 26GHz 和 40GHz 頻段提供毫米波頻譜，以供行動通信技術（包括 5G）使用[286]。

Ofcom 於 2023 年 3 月 13 日發布聲明，介紹 26GHz 和 40GHz 頻段的授權。同時，也就全市執照拍賣的設計建議、全市和地方毫米波

[283] Ofcom, 2023. Enabling 5G in the UK. https://www.ofcom.org.uk/phones-and-broadband/coverage-and-speeds/enabling-5g-uk/
[284] Ofcom, 2024. Spectrum awards. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-awards/700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-auction
[285] Ofcom, 2021. Award of 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum by auction. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-awards/700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-auction
[286] Ofcom, 2022. Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/237135-enabling-mmwave-spectrum-for-new-uses/may-2022-documents/mmwave-spectrum-condoc.pdf?v=327827

執照的執照條件，以及如何協調該頻譜的用戶提供諮詢[287]。

2. 「下一代無線寬頻的頻譜管理：討論文件」

根據 Ofcom 於 2023 年 10 月 18 日發布「下一代無線寬頻的頻譜管理：討論文件（Spectrum management for next generation wireless broadband: a discussion paper）」[288]。Ofcom 期待在未來十年能夠介紹新版本的 Wi-Fi 和 6G 手機以及一系列新型無線技術和部署模型，將這些網路和技術稱為「下一代無線寬頻（Next Generation Wireless Broadband, NGWB）」。隨著 5G 和 Wi-Fi 6 的出現，企業和工業的無線服務也能夠充分地被實現，NGWB 將能在其覆蓋區提供可靠性更高及延遲性更低的網路連接。

（1）越來越多技術和網路將在 NGWB 網路上發揮作用

- **國家行動網路：**Ofcom 預計行動網路業者（Mobile Network Operator, MNO）將更多頻譜從 2G、3G、4G 遷移至 5G，並在 2030 年遷移至 6G，Ofcom 並將提供中頻段及毫米波頻段更多可用的頻譜以增強網路覆蓋。
- **Wi-Fi：**預計將用戶遷移至 Wi-Fi 6 及 Wi-Fi 7，並使用更多無線電頻譜改善家庭企業的覆蓋範圍及可靠性等。
- **小型 5G 基地臺：**將建設小型 5G 基地臺以改善網路室內覆蓋，
- **NTN（如 OneWeb 和 Starlink）：**增強遠程網路覆蓋，補充地面網路。
- **無線電感測器：**NGWB 網路將不僅限於通訊，並將實現如自主機器人的定位及感測等應用，未來感測和通訊的結合可能成為 NGWB 網路的核心特徵。

（2）靈活性及頻譜共享將在 NGWB 網路需求上發揮作用

- **需求的不確定性：**在需求方面，流量成長率存在不確定性，尤其是在不同地區、室內外、本地及全國間的差異，
- **頻譜共享：**15GHz 以下的頻譜是新頻譜需求的集中區域，頻譜共享能使 NGWB 網路進入既有服務頻段。為實現更靈活的頻譜共享目標，Ofcom 需要考慮頻譜管理管道以確保長期有效最佳使用。
- **技術發展：**技術進步使地理區隔及訊號干擾不再成為限制，進而提高頻譜效率，且開發更廣的頻率範圍能提供更大的靈活性。

---

[287] Ofcom, 2022. Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/237135-enabling-mmwave-spectrum-for-new-uses/may-2023-documents/03-23-statement-and-consultation-mmwave2.pdf?v=329329

[288] Ofcom, 2023. Spectrum management for next generation wireless broadband: a discussion paper. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/innovative-use-of-spectrum/spectrum-management-for-next-generation-wireless-broadband/

- **共存分析**：隨著有限頻譜資源的需求持續增加，不同服務及技術間的共存分析將變得更加複雜，頻段中需部屬更廣泛的技術，防止未來因技術而阻礙使用。

（3）Ofcom 正使用靈活的頻譜管理及頻譜共享策略

- **3.8-4.2 GHz 的頻段共享**：允許多個 5G 網路與既有衛星地面站和固定鏈路協調的情況下佈署。
- **毫米波頻譜管理**：根據地區間的需求差異以及國家行動網路營運商及尋求部署本地網路的營運商間的需求差異，制定 5G 毫米波的相應策略。
- **6 GHz 頻段共享**：推動歐洲 6 GHz 之 L6 頻段（5925-6425MHz）的頻段提案，將允許 Wi-Fi 和行動服務共享此頻段。
- **頻譜沙盒計畫**：頻譜使用者將可實驗並展示頻譜共享方法，以優化分配流程。

3.「頻譜聲明」

英國創新科技部（Department for Science, Innovation and Technology, DSIT）於 2023 年 4 月 11 日發布「頻譜聲明（Spectrum statement）」政策文件[289]，該聲明旨在確保政府擁有正確的政策框架，並提高英國頻譜使用的整體價值，同時支持更廣泛的政策目標。

（三）日本

總務省於 2023 年 12 月 20 日發布「頻率重整行動計畫（2023 財年版）[290]（周波数再編アクションプラン（令和 5 年度版）の公表）」，闡述 2023 年日本頻率運用狀況調查，以及頻率有效利用程度的評估，總務省透過前揭措施確保頻率使用的透明性及可預見性，並推動頻率重整[291]。

總務省目標在 2025 年底為 5G 和 Beyond 5G 行動通訊網路系統、衛星通訊及 HAPS 系統、物聯網及 LAN 系統、下一代移動系統，整體增加 16 GHz 的頻譜，以下為其將優先採取的措施：

- **行動通訊系統**：基於現有衛星行動通信系統移至先進系統之過渡情形，日本評估在 5G 之 2.6GHz 頻段（2645-2665MHz），引入行動通訊系統的可能性，包括在正常時期和災害期間應用動態頻率共享。

[289] gov.uk, 2024. Policy paper Spectrum statement. https://www.gov.uk/government/publications/spectrum-statement/spectrum-statement

[290] 總務省，2023。周波数再編アクションプラン（令和 5 年度版）の公表。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000500.html

[291] 總務省自 2004 年至 2022 年開始制定「頻率重整行動計畫，並於每個財政年度進行修訂並發布，以確保頻率重整順利、穩定地實施，同時確保透明度和可預測性。

- **確保 5G 傳輸的頻率**：評估手機 28GHz 頻段的使用狀況，將 4.9 GHz（4.9-5.0GHz）、26 GHz（25.25GHz 至 27GHz）、40 GHz 頻段（37.0GHz 至 43.5GHz）於 2025 年底前透過轉移現有系統和共享頻率將頻率分配給 5G。
- **無線 LAN 的發展和頻率擴張**：於 2023 年底前推進 2.4 GHz、5 GHz、6 GHz 頻段的無線 LAN 系統，同時研究 6 GHz 頻段無線 LAN 戶外使用技術，並考慮擴大 6.5 GHz 的無線 LAN 頻段。
- **無人機的空中頻率使用**：對於使用 4G、5G、Local 5G 等的寬頻無線接取系統（Broadband Wireless Access, BWA），正在評估使用無人機等航空器。
- **V2X 的檢討與推進**：促進車聯網（Vehicle-to-Everything, V2X）發展，在 2026 年底前將 5.9 GHz 頻段分配給 V2X，並考慮現有系統的轉移及頻率共享。
- **NTN 的進階使用**：進行研發與技術測試以實現 HAPS、新型非靜止衛星、靜止衛星的移動式衛星地球電臺（Earth Station In-Motion, ESIM）。
- **公共安全行動系統**：目標在 2024 年提出，運用現有行動電話於在災害期間使公共安全機構能共享資訊。
- **公共服務頻率的有效利用**：調查「其他用途需求明顯的頻段」和「使用模擬方法系統」[292]的國家公共服務無線通訊使用狀況。
- **Beyond 5G（6G）的推進**：推動研發和國際標準化，並加速社會上的實施。
- **其他主要頻率的重整及轉移**：將考慮頻率有效利用程度的評估結果採取措施。

（四）歐盟

1. 「歐盟數位十年」

GSMA 於 2023 年 11 月 23 日發布「歐盟數位十年（European Spectrum Policy for the Digital Decade）」[293]，為實現 2030 年 5G 有效涵蓋，建議制定明確的藍圖，增加頻譜容量並期望額外供應中頻段頻譜，以支援網路擴展。

- **3.8-4.2GHz**：從前瞻性角度制定靈活的政策，並定義限制最少的技術條件。

[292] 指使用模擬技術而非數字技術的系統，模擬方法系統通常用於處理連續信號，而數字系統通常處理離散數據信號。

[293] GMSA, 2023. European Spectrum Policy for the Digital Decade. https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/gsma_resources/european-spectrum-policy-for-the-digital-decade/

- **6GHz**：指導成員國對頻段的不同選項進行嚴格的成本效益分析，確保其適當考量最終用戶的價值和機會成本。
- **低頻段頻譜**：歐盟執委會設定 470-694MHz 頻段提案的最後期限，以避免有興趣的成員國在 2030 年後造成行動通信技術障礙。

2. 「無線電頻譜政策小組－2024 年及以後的工作規劃」

根據歐盟（European Union, EU）於 2024 年 2 月 7 日發布「無線電頻譜政策小組－2024 年及以後的工作規劃（Radio Spectrum Policy Group－Work Programme for 2024 and beyond）」提出 2024 年後的頻譜規劃[294]，包括：

- **同儕審查與成員國間授權與核發的合作**：旨在促進成員國之間在頻譜授權和核發方面的經驗分享與學習。
- **協調頻譜**：歐盟透過歐盟無線電頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）為 WRC-27 會議籌備研擬相關建議，供 RSPG 未來在 WRC-27 就歐盟重要政策立場提出建議。
- **協助成員國之間的雙邊談判**：RSPG 將繼續監測協調頻段議題，包括 700MHz 和 3.6GHz 頻段，並解決尚未達成跨境協調協議的情況，包含與非歐盟國家的合作。
- **6GHz 高頻段的長期願景**：6GHz 頻段（6425-7125MHz）目前受到產業需求的影響，用於高功率執照授權行動用途（WBB）電子通訊服務（electronic communications services, ECS），亦用於低功率未授權的 WAS/RLAN 使用。RSPG 將在 2025 年徵詢有關 6GHz 高頻段長期願景的意見。
- **6G 戰略願景**：RSPG 將採取積極主動的立場，支持歐盟執委會為歐盟 6G 的初步開發和佈署制定政策框架。
- **歐盟 2030 年後 470-694MHz 頻段未來使用戰略**：RSPG 發表關於歐盟未來使用 UHF 頻段（470-790MHz）的長期戰略[295、296]，需保留足夠的頻譜以滿足 PMSE 的需求，特別是 sub-700MHz 以下頻段的音頻 PMSE。
- **「數位十年 2030」**：為實現 2030 歐洲數位轉型之願景，歐盟成員國

[294] EC, 2024. RADIO SPECTRUM POLICY GROUP Work Programme for 2024 and beyond. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/d4e46670-313b-4bac-8d8d-760d92f4649b_en?filename=RSPG24-008final-RSPG_WP24_and_beyond_0.pdf

[295] EC 於 2022 年 11 月 23 日發布「RSPG 關於 2030 年以後歐盟使用 470-694 MHz 頻段的戰略進展報告（RADIO SPECTRUM POLICY GROUP－Progress Report of the RSPG Sub Group on Strategy on the future use of the frequency band 470-694 MHz beyond 2030 in the EU）」。

[296] EC, 2024. Progress Report of the RSPG Sub Group on Strategy on the future use of the frequency band 470-694 MHz beyond 2030 in the EU. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/system/files/2023-06/RSPG23-020final-Progress_report_UHF_beyond_2030.pdf

及歐盟執委會正積極參與數位十年 2030 政策計畫的實施，並思考對電子通訊新監管架構的設計和其他歐盟政策。

（五）德國

1. 行動通訊未來頻譜

BnetzA 於 2018 年 6 月 13 日發布「電子通訊服務（Electronic Communications Services）」，德國已釋出的行動通信頻譜包含 BNetzA 於 2010 年 4 月 12 日至 5 月 20 日拍賣的 800MHz、1.8GHz、2.0GHz 和 2.6GHz 頻段，用於提供電信服務；在 2015 年 6 月 19 日結束的拍賣中，將 700MHz、900MHz、1800MHz 和 1.5GHz 頻段用於行動和固定通訊網路；以及，在 2019 年 6 月 12 日結束的 5G 拍賣授予 2GHz 和 3.6GHz 頻段。

德國未來可用頻譜，包含即將於 2025 年底屆期的 800MHz、1800MHz 和 2600MHz 頻譜。對此，BNetzA 於 2023 年 9 月發布需求調查更新與臨時決定架構，該諮詢收集相關意見至 2023 年 11 月 6 日[297]，隨後，BnetzA 於 2024 年 5 月 13 日發布「擴大流動頻譜使用權的諮詢結果（Consultation on extending mobile spectrum usage rights）」，確認審查是否有必要採取措施以維持或實現德國行動通訊市場的有效競爭。後續 BNetzA 於 2024 年 5 月 13 日發布延長行動頻譜 800MHz、1800MHz 和 2600MHz 使用權的諮詢文件草案[298]，預計於 2025 年底到期的頻譜使用權延長 5 年，既有使用者之使用權將綁定行動網路的義務，該意見徵詢至 2024 年 7 月 8 日。

2. 「2030 年起 UHF 頻段 470-694 MHz 使用前景」

德國聯邦網路局於 2021 年 11 月 18 日發表「2030 年起 UHF 頻段 470-694 MHz 使用前景（PERSPEKTIVEN ZUR NUTZUNG DES UHF-BANDS 470-694 MHZ NACH 2030）」[299]，旨在預測未來對 UHF 頻段 470-694 MHz 的需求、制定 2031 年起之 UHF 頻譜分配，考慮既有用戶與新用戶的需求，以及鄰國在邊境地區的頻譜協調，並確認新頻譜分配的法律以滿足公共廣播的需求。

---

[297] BNetzA, 2024. Spectrum for wireless access for the provision of telecommunications services. https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/start.html

[298] BNetzA, 2024. Consultation on extending mobile spectrum usage rights. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2024/20240513_PKE.html?nn=694186

[299] BNetzA, 2021. PERSPEKTIVEN ZUR NUTZUNG DES UHF-BANDS 470-694 MHZ NACH 2030. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Studien/StudieZukunftUHFBand.pdf?__blob=publicationFile&v=1

3.「關於為擴展數位基礎設施提供 800 MHz、1800MHz 及 2600MHz 範圍頻率的立場文件」

BnetzA 於 2022 年發布「關於為擴展數位基礎設施提供 800 MHz、1800MHz 及 2600MHz 範圍頻率的立場文件（Positionspapier zur Bereitstellung von Frequenzen in den Bereichen 800 MHz, 1.800 MHz und 2.600 MHz für den Ausbau digitaler Infrastrukturen）」[300]。

- BnetzA 於 2022 年 9 月 22 日發布立場文件，說明用於手機頻率的 800MHz、1800MHz 及 2600MHz 之現有使用權將於 2025 年底到期。為緩解 800MHz 頻段的需求，建議與 900MHz 頻段進行頻率互換，並考慮採取各種措施以提升市場競爭，同時進行公眾諮詢至 2022 年 11 月 21 日。
- BnetzA 於 2023 年 7 月 4 日發布新聞稿說明，已委託顧問公司 WIK-Consult GmbH 及 Ernst & Young GmbH 準備專家意見，針對 800MHz、1800MHz 及 2600MHz 的頻譜管理[301]，審查行動通信市場的競爭狀況。
- BnetzA 於 2023 年 11 月 6 日發布諮詢結果，確認審查是否有必要採取措施來維持或實現德國行動通訊市場的有效競爭。
- BNetzA 於 2024 年 5 月 13 日發布延長行動頻譜 800MHz、1800MHz 和 2600MHz 使用權的諮詢文件草案[302]，預計將 2025 年底屆期的頻譜使用權延長 5 年，既有使用者之使用權將綁定行動網路的義務，該意見徵詢至 2024 年 7 月 8 日。

4.「Gigabit 戰略」

德國聯邦政府於 2022 年 7 月 13 日宣布，實施聯邦數位及交通部（Bundesminister für Digitales und Verkehr, BMDV）提出的「Gigabit 戰略（Gigabitstrategie）」[303]」，旨在於 2030 年實現全面普及光纖，採用最新行動通訊標準，與頻譜規劃相關的包括提升鐵路與交通沿線的行動涵蓋，持續進動鐵路無線通訊系統（Global System for Mobile Communications – Railway, GSM-R）資助計畫，確保德國鐵路沿線可不受干擾地使用 4G 和 5G 900MHz 頻率。

---

300 BNetzA, 2022. Künftig verfügbare Frequenzen. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Breitband/MobilesBreitband/start.html

301 BNetzA, 2023. Untersuchung der Wettbewerbsverhältnisse im Mobilfunkmarkt. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/20230704_GutachtenMobilfunk.html

302 BNetzA, 2024. Consultation on extending mobile spectrum usage rights. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2024/20240513_PKE.html?nn=694186

303 BMDV, 2022. Gigabitstrategie der Bundesregierung verabschiedet. https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2022/050-wissing-gigabitstrategie-der-bundesregierung-verabschiedet.html

（六）法國

1.「未來網路－動態頻譜管理」

法國電信與郵政監理機關（Autorité de Régulation des Communications Électroniques, des Postes et de la Distribution de la Presse, ARCEP）於 2019 年 7 月 19 日發布「未來網路－動態頻譜管理（Réseaux du futur－Gestion dynamique du spectre）」[304]，提及有關法國未來頻譜管理的要點和目標，包括：

- **動態頻譜共享的重要性**：建立實施動態共享原則的平臺，提高共享網路共存標準的管理與應用。
- **動態頻譜的靈活性**：引入新型頻譜授權模式，如具有不干擾保證之二次授權，提高頻譜靈活性。

2.「產業 5G：Philippe Herbert 報告介紹及新措施公布」

法國經濟、財政、產業及數位主權部（Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique, MEF）於 2022 年 3 月 3 日發布「產業 5G：Philippe Herbert 報告介紹及新措施公布（5G industrielle - Remise du rapport de Philippe Herbert et annonce de nouvelles mesures）」[305]，提出以下 5G 政策方向：

- **促進頻率接取，以刺激產業 5G 使用的發展**：修改有關 2.6GHz 頻率使用費的法令，以簡化頻率接取，並將在短期內討論 3.8GHz 頻段接取，及用於 5G 使用實驗的 4GHz。
- **加速 5G 計畫的七個新項目**：包括，協助行動通訊業者佈建 5G 及 6G 新認知無線電技術之法商 Spectronite「6G 轉向計畫（Le projet 6G Hauling de Spectronite）」；鋪設海底光纖纜線之法商 Alcatel「海底網路之 32+對光纖計畫（Le projet 32+ paires de fibres d'Alcatel Submarine Networks）」；Weaccess 與 Arelis-LGM、Grolleau 合作發展 5G 獨立組網小型站之「5G 匯流計畫（Le projet Convergence 5G de WeAccess）」；Firecell 與 Stellantis、Axians、Euroutils、Miodex、TMF、AW2S 及 Sequans 合作開發 5G 專網連線工具超精準定位系統並於 Stellantis 工廠進行試驗之「5G GEO 計畫（Le projet GEO 5G de Firecell）」；Seamless Waves 推動可重設定、安全及低耗能之次世代晶片所用 5G 基地臺，應用國防及安全領域之「I-COM 5G 計畫

[304] ARCEP, 2019. Réseaux du futur－Gestion dynamique du spectre. https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/reseaux-du-futur-gestion-dynamique-du-spectre-juillet2019.pdf

[305] MEF, 2022. 5G industrielle - Remise du rapport de Philippe Herbert et annonce de nouvelles mesures. https://presse.economie.gouv.fr/03-03-2022-5g-industrielle-remise-du-rapport-de-philippe-herbert-et-annonce-de-nouvelles-mesures/

（Le projet I-COM 5G de Seamless Waves）」；法商 Kapteos 與 CEA-Leti 及巴黎高等電信學校合作發展天線測試之突破性解決方案，透過共用平臺提供產業整體需求（研發至生產）解答的「TopTen 計畫（Le projet TopTen de Kapteos）」；Ekinops 與 IDIL、Le Verre Fluore、Orange、PhLAM、Photonics Bretagne 聚落合作開發超出 C 頻段之 DWDM 傳輸研究之「Simbade 計畫（Le projet Simbade d'Ekinops）」。

3. 「5G 推動法國數位轉型」

GSMA 於 2022 年 5 月 24 日發布「5G 推動法國數位轉型（5G Drives French Digital Transformation）」，法國行動電信業者透過 700MHz、2.1GHz 和 3.5GHz 頻段提供 5G 服務[306]。其中，Arcep 於 2020 年 9 月 29 日至 10 月 1 日進行 5G 中頻段頻段拍賣，並於 2020 年 11 月 18 日授權電信業者 Bouygues、Free Mobile、Orange 和 SFR 開始使用 3.4GHz–3.8GHz 頻段的 310MHz 頻譜[307]。此外，Arcep 於 2022 年 9 月 16 日發布規定，旨在防止目前使用 3.4-3.8GHz 頻段的 5G 網路可能對營運於 3.8-4.2GHz 頻段的固定衛星地球電臺造成干擾，Arcep 規範 3.4-3.8GHz 頻段內行動通信業者有義務遵守傳輸技術保護條件[308]。

4.「行動涵蓋」

Arcep 於 2024 年 3 月 19 日針對行動通訊網路涵蓋進行公眾諮詢[309]，為了盡可能準確地反映用戶的體驗，Arcep 希望增強 2G、3G 和 4G 之「行動網路」涵蓋地圖，並將此草案提交給公眾諮詢，意見徵詢從 2024 年 3 月 19 日至 2024 年 4 月 30 日。於 2024 年 9 月 2 日，Arcep 將發布一項新政策[310]，包含從廠商所收集的數據並製作涵蓋地圖，此政策將實際執行於 2024 年 12 月 31 日，廠商須於 2025 年 2 月提交涵蓋地圖。

5. 3410-3490MHz、3.8-4.2GHz 頻譜分配

Arcep 於 2024 年 7 月 23 日針對 3410-3490 MHz 和 3.8-4.2 GHz 頻段之未來頻譜分配進行公眾諮詢[311]。3410-3490 MHz 頻段將於 2026

[306] GSMA, 2022. 5G Drives French Digital Transformation. https://www.gsma.com/get-involved/gsma-membership/gsma_resources/5g-drives-french-digital-transformation/
[307] Arcep, 2020. Arcep awards the winning candidates with licences to use 3.4 – 3.8 GHz band frequencies. https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/5g-131120.html
[308] Arcep, 2023. Arcep specifies the rules enabling the coexistence of 5G networks and fixed satellite services in Metropolitan France (3.4 – 3.8 GHz and 3.8 – 4.2 GHz bands). https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/frequencies-160922.html
[309] ARCEP, 2024. Couverture mobile. https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiques/detail/n/couverture-mobile-190324.html
[310] ARCEP, 2024. Mobile Coverage. https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiques/detail/n/couverture-mobile-020924.html
[311] ARCEP, 2024. Frequencies. https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/frequencies-230724.html

年 7 月 25 日開始使用；而歐盟執委會認為 3.8-4.2 GHz 頻段能夠符合垂直產業的頻率需求，這些頻段已確定將用於發展 5G 覆蓋範圍以及 5G 的商業使用。

（七）南韓

1. 「5G 28GHz 頻譜」

MSIT 於 2022 年 12 月 7 日發布「5G 28GHz 頻譜(Press Reference regarding 5G 28GHz Spectrum)」新聞稿，於 2018 年釋出 3.5GHz 頻段（3.42-3.7GHz）共 280MHz 頻寬，MSIT 將 3.5GHz 頻段的 280MHz 頻寬分為 28 個區塊（block），每個區塊 10MHz，並制定執照使用期限為 10 年[312]。

同時，MSIT 於 2018 年曾透過拍賣方式將 28GHz 頻譜分配給 LGU+、KT 和 SKT 三家電信業者，使用期間為 2018 年 12 月 1 日至 2023 年 11 月 30 日。然而，三家電信業者均未能完成既定的網路建設義務，基地臺佈建數量未達到預期。因此，截至 2022 年底和 2023 年 5 月，MSIT 相繼終止當初釋出的頻譜，僅允許他們在地鐵範圍內使用 28GHz 基地臺提供 Wi-Fi 服務。

MSIT 於 2024 年 1 月 25 日舉行 28GHz 頻段的拍賣，共釋出 800MHz 的頻寬，拍賣流程在 2024 年 1 月 31 日完成，由電信業者 Stage X 得標[313]。然而，MSIT 經對 Stage X 提交的必要文件進行審查後，MSIT 在審查 Stage X 提交的文件後，發現該公司未能履行法規要求，且主要組成股東未能遵守承諾的事項，故 MSIT 認為有理由取消頻譜分配。因此，MSIT 將根據《行政程序法》進行聽證，以決定是否撤銷 Stage X 的頻譜分配資格[314]。

2. 「公共頻率供需計劃」

MSIT 於 2022 年 12 月 21 日宣布「2023 年公共頻率供需計劃（2023년 공공용 주파수 수급계획）」，於 2023 年為中央行政機構提供總計 5.5GHz 的頻率，主要為城市空中交通（Urban Air Mobility, UAM）之輔助導航設備、收集氣候/地理及太空資訊之衛星等各個領域提供頻率。南韓中央行政機構於 2023 年獲得的頻率比前一年增加

[312] MSIT, 2022. As for 5G 28GHz Spectrum, license duration reduced on SKT, and assignment cancelled on LG Uplus and KT. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=753&searchOpt=ALL&searchTxt=

[313] MSIT, 2024. MSIT Announces Stage X as Winner of 28 GHz Band Frequency Allocation. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=966

[314] MSIT，2024。이동통신 신규사업자 필요서류 검토결과。

約 32%，意味著公共部門無線電波的使用因數位化轉型而不斷擴大[315、316]。

MSIT 於 2023 年 12 月 20 日宣布「2024 年公共頻率供需計畫」，計劃向相關中央行政機構提供總計 17.2GHz 的公共頻率，主要用於國防安全的無人機系統和反無人機系統（15.7GHz 頻寬）；下一代機場通訊網路和海空監視雷達(1.3GHz 頻寬)，確保海上和空中交通安全；無線電波預防和打擊應對氣候損害，其中包括降水量計和天氣雷達（180MHz 頻寬）[317]。

3. 「第四次無線電波推廣基本規劃（2024-2028 年）」

MSIT 於 2023 年 6 月 15 日宣布將規劃《第四次無線電波推廣基本規劃（2024-2028 年）》[318]，特別關注地面網路、6G 與衛星通信等空中與海上技術，擴展無線電波的新數位融合產業，並於 2024 年 9 月 25 日舉行公開聽證會[319]。截至本案期末報告繳交前，尚未公布最終草案[320]。

4.「南韓頻譜計畫」

MSIT 於 2024 年 9 月 2 日宣布「南韓頻譜計畫(2024-2027 年)」[321]，將以有限的頻譜資源作為核心，加強工業以及公共領域的數位創新，並提出四項目標：

- 考慮用戶量、流量、廠商需求等條件，重分配屆期之頻譜以推進行動通訊發展。

---

315 MSIT，2023。2023 년 공공용 주파수 수급계획 수립。https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156543863&pageIndex=1&repCodeType=%EB%B6%80%EC%B2%98&repCode=A00033,C00005&startDate=2021-12-25&endDate=2022-12-25&srchWord=&period=year

316 為援引《無線電波法》有效管理及供應公共頻率，MSIT 每年都會收到公共機構的頻率使用計畫，以制定「公共頻率供應及需求計畫（공공용 주파수 수급계획）」。

317 thelec.kr，2023。 과기정통부 2024 년 공공용 주파수 수급계획 확정 。https://www.thelec.kr/news/articleView.html?idxno=24856

318 MSIT，2023。디지털 심화 시대에 전파의 미래를 그리다。https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156575310&pageIndex=3&repCodeType=%EC%A0%95%EB%B6%80%EB%B6%80%EC%B2%98&repCode=A00033,C00005,C00001,C00019&startDate=2022-06-23&endDate=2023-06-23&srchWord=&period=year

319 MSIT, 2024. 과기정통부, 「 제 4 차 전파진흥기본계획(안)」 공청회 개최. https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3184936

320 digitaltoday.co.kr，2024。 과기정통부, 4 차 전파진흥기본계획 5 월 발표 。https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=507103

321 MSIT, 2024. 과기정통부, 「 대한민국 스펙트럼 계획 」 발표. https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156648320&pageIndex=1&repCodeType=&repCode=&startDate=1970-01-01&endDate=2024-09-27&srchWord=%EA%B3%B5%EA%B3%B5%EC%9A%A9%20%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98&period=all

- 推進低軌道衛星通訊等新興產業發展，並透過未授權頻譜推動數位創新。
- 確保公共頻譜的穩定，加強預防及應對災害的可能。
- 推動頻譜共用及創新，完善頻譜使用。

（八）新加坡

1. 5G 行動服務與網路

IMDA 於 2019 年 5 月 7 日發布「5G 行動服務與網路第二次諮詢（Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks）」，根據 IMDA 針對新加坡行動通信頻譜使用情形與 5G 頻譜規劃，在 2019 年 7 月已完成 5G 頻譜釋照公眾諮詢[322]。IMDA 於 2020 年 6 月 24 日公告第一波 5G 頻率釋照結果[323]。

－3.5GHz 頻段予電信業者 Singtel 以及由 M1 與 StarHub 共同成立的合資企業。

－26GHz 和 28GHz 頻段則各核配 800MHz 予 Singtel、M1、StarHub 與 TPG。

新加坡 5G 頻段[324]：

- 5G 頻譜使用狀況

－700MHz：用於 4G（開始於類比訊號關掉後）；

－1.4GHz：用於 DAB（目前 1452MHz、1492MHz 可用於試用）；

－2.1GHz：IMDA 為補強既有 5G 網路，2021 年 8 月 4 日正式公告 2.1GHz 頻譜拍賣規則諮詢文件，此次拍賣共計釋出 2x60MHz 頻寬（1920-1980MHz、2110-2170MHz)。IMDA 於 2021 年 12 月 21 日宣布 2.1GHz 頻段予電信業者 Singtel、TPG，以及由 M1 與 StarHub 共同成立的合資企業[325]；

－2.5GHz：用於 4G（於 2017 年開始，將於 2032 年屆期）；

---

[322] IMDA, 2019. SECOND CONSULTATION ON 5G MOBILE SERVICES AND NETWORKS. https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/Second-5G-Public-Consultation-7-May-2019-Final.pdf

[323] IMDA, 2020. 5G Call for Proposal (“5G CFP 2020”) - 3.5 GHz Spectrum Rights, mmWave Spectrum Rights. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-rights-auctions-and-assignment/5g-cfp-2020

[324] IMDA, 2019. SECOND CONSULTATION ON 5G MOBILE SERVICES AND NETWORKS. https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/Second-5G-Public-Consultation-7-May-2019-Final.pdf

[325] IMDA, 2021. Auction of 2.1 GHz Spectrum Rights (2022) for 5G. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-rights-auctions-and-assignment/auction-of-2-1-ghz-spectrum-rights-2022-for-5g

－4.5GHz：用於固定業務（2025 年發布）。

2. 「媒體情況說明書-新加坡 6GHz 頻段的分配」

IMDA 於 2023 年 5 月 12 日宣布「媒體情況說明書-新加坡 6GHz 頻段的分配（Media Factsheet–Allocation of 6 GHz Band in Singapore）」，分配 6GHz 頻段的 500MHz 頻譜以促進新加坡的 Wi-Fi 連接，補充全國寬頻網路（Nationwide Broadband Network, NBN）及 5G 行動網路[326]。

3.「短距離設備技術規範草案」

IMDA 發布更新版「短距離設備技術規範草案（Draft Technical Specifications for Short Range Devices）」，諮詢期間為 2023 年 6 月 30 日至 7 月 18 日，並於 2023 年 9 月 1 日生效，其中包括正式將 6GHz 頻段（5,945-6,425MHz）列為授權使用頻段分配予新加坡的 Wi-Fi 使用。支持 Wi-Fi 6E 的設備及裝置已於 2023 年第 3 季度在新加坡上市[327、328]。

4.「5G 行動網路」

2024 年 6 月 26 日，IMDA 發表「5G 行動網路（Fifth Generation Mobile Networks, 5G）」[329]，利用 IMDA 技術試驗（Technical Trial, TT）和市場試驗（Market Trial, MT），將透過延長 5G 試驗的頻率使用費豁免期，降低監管及成本的障礙，鼓勵業界進行 5G 試驗。擁有頻率費豁免權的頻段為 3400-3650MHz、24.25-27.5GHz、27.5-29.5GHz，此外，IMDA 會對涉及 3600-3650MHz 頻譜的試驗進行嚴格監控，以防止對衛星系統干擾。

5.「電視空白頻段技術」

2024 年 9 月 20 日，IMDA 發表「電視空白頻段技術（TV White Space Technology, TVWS）」[330]，TVWS 是指電視廣播頻段中未被使用的無線電頻譜，可以被用於取代無線寬頻通訊。TVWS 允許存取目前

---

[326] IMDA, 2023. Media Factsheet - Allocation of 6 GHz Band in Singapore. https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/factsheets/2023/imda-to-allocate-more-radio-frequency-spectrum-for-wi-fi-connectivity-in-singapore

[327] IMDA, 2023. Technical / Reference Specifications & Documents for Public Comments. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/ict-standards-and-quality-of-service/telecommunication-and-security-standards/tech-ref-specs-and-docs-for-public-comments

[328] SGS，2023。ITA 最新動態快報 - 新加坡正式開放 WI-FI 6E。https://www.sgs.com.tw/news-media-resources-content/page?id=869

[329] IMDA, 2024. Fifth Generation Mobile Networks (“5G”). https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-planning/5g-technology

[330] IMDA, 2024. TV White Space Technology. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-planning/tv-white-space

尚未被開發或尚未被充分利用的頻譜資源，以滿足高速無線寬頻網路的存取、機器對機器的通訊、智慧測量及戶外環境監測服務等頻譜需求。

6.「2027 年世界無線電通信大會」

2024 年 9 月 20 日，IMDA 發表「2027 年世界無線電通信大會（World Radiocommunication Conference 2027, WRC-27）」[331]，為準備 WRC-27，IMDA 將組織新加坡籌備小組（Singapore Preparatory Group, SPG）以諮詢產業及目標利益相關人，確認新加坡主要頻譜議題及領域，並提出建議。

（九）香港

1. 「電訊里程碑」

香港通訊事務管理局辦公室（OFCA）於 2024 年 9 月 12 日更新「電訊里程碑」，自 2018 年 6 月公布監管與發放執照制度，提供 5GHz 頻段（包括 5150-5250MHz、5250-5350MHz、5470-5725MHz、5725-5850MHz）內 58MHz 之頻譜作為公共服務用途。2018 年 12 月程出 3.3GHz、3.5GHz、4.9GHz、26GHz 以及 28GHz 內合計約 4500MHz 的頻譜供 5G 服務使用[332]。

2. 「2019-2020 年營運基金報告書」

OFCA 於 2020 年 10 月 14 日發布「2019-2020 年營運基金報告書」，2019 年 4 月核配 26GHz、28GHz 頻段內合計 1200MHz 之頻譜提供 5G 服務使用，並於 7 月設置新的區域性無線寬頻服務執照，為促進使用 5G 或其他行動技術的創新無線通訊服務發展，以行政方式指配 26GHz、28GHz 內最多 400MHz 按區域劃分的共用頻譜。CA 於 2019 年 10 月、11 月陸續完成 5G 頻譜拍賣（3.3GHz、3.5GHz、4.9GHz 共計 380MHz）[333]。

2020 年 4 月 5G 服務在香港正式推出；另於 2021 年 3 月，CA 與商務及經濟發展局公布程出低、中頻段（600MHz、700MHz、4.9GHz）內 220MHz 的新頻譜，作為提供 5G 行動服務使用。同年 10 月，CA 完成 5G 頻譜拍賣（600MHz、700MHz、850MHz、2.5/2.6GHz、4.9GHz

---

[331] IMDA, 2024. World Radiocommunication Conference 2027 (WRC-27). https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-planning/world-radiocommunication-conference-2019-wrc-19

[332] 香港通訊事務管理局辦公室，2024。電訊里程碑。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/milestones/index.html

[333] 香港通訊事務管理局辦公室，2020。2019／20 年營運基金報告書。https://www.ofca.gov.hk/trade_fund_report/1920/tc-chapter3.htm

共計 255MHz），並根據其結果於 2022 年 6 月指配 700MHz（低頻段）內 70MHz 之新 5G 頻譜。

3. 「二零二四至二零二六年的頻譜供應表」

香港通訊事務管理局辦公室於 2024 年 2 月 28 日發布「二零二四至二零二六年的頻譜供應表」最新版本，將透過公開競投、招標程序或其他合適方法提供予業界使用[334]，參照下表 4.2.1。

表 4.2.1　香港 2024 年至 2026 年頻譜供應表

頻率（MHz）	頻寬（MHz）	最早供應時間[335]
832.5 – 837.5 877.5 – 882.5 885 – 890 930 – 935	20	2024 年
2,300 – 2,390	90	2024 年
2,515 – 2,540 2,635 – 2,660	50	2025 年
6,570 – 6,770 6,910 – 7,125	415	2024 年
24,250 – 26,550 27,750 – 27,950	2300 200	2024 年
39,500 – 43,500	4,000	2025/2026 年

參考資料：本研究彙整。

4.「26GHz 及 28GHz 頻譜」

OFCA 於 2024 年 2 月 29 日宣布提供 26GHz 及 28GHz 頻譜給 5G 服務使用，第二輪核配開始接受申請，申請期間至 2024 年 3 月 28 日止[336]。OFCA 於 2024 年 6 月 11 日發布 26GHz 及 28GHz 頻譜第二輪核配結果[337]，將有助營運商擴展 5G 網路，在流量需求高的地點提供更好的 5G 服務使用。

5.「850/900MHz、2.3GHz、6/7GHz 頻譜」

OFCA 於 2024 年 7 月 19 日宣布 850/900MHz、2.3GHz、6/7GHz

[334] OFCA，2024。二零二四至二零二六年的頻譜供應表。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_144/spectrum_plan2024_tc.pdf

[335]「最早供應時間」指預計透過拍賣、招標或其他合適方法向市場供應相關頻譜的最早時間，惟需視乎諮詢結果和所制定的相關附屬法例而定。最早供應時間並不一定為指配頻譜的確實日期。

[336] Ofca, 2024. Applications Open for Second Round Assignment of Spectrum in 26 GHz and 28 GHz Bands for Provision of 5G Services. https://www.ofca.gov.hk/en/news_info/press_releases/index_id_2340.html

[337] OFCA，2024。通訊局公布用以提供 5G 服務的 26 吉赫及 28 吉赫頻帶頻譜第二輪指配結果。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2350.html

頻譜拍賣開始接受申請[338]，決定於今年內以拍賣方式核配上述頻譜，將進一步促進 5G 服務在網路容量、速度、涵蓋範圍等的發展。

（十）澳大利亞

1.「2023-28 五年頻譜展望」

根據澳大利亞通訊管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）於 2024 年 1 月發布「2023-28 五年頻譜展望（Five-year spectrum outlook 2023–28）」[339]，以下分別討論 2023-2024 年的頻譜規劃與 2023-2028 五年頻譜展望。

2023-2024 年的頻譜規劃：

- 計畫分為 4 個階段，包含監測階段（Monitoring stage）、初步調查階段（Initial investigation stage）、初步重新規劃階段（Preliminary replanning stage）及執行階段（Implementation stage），分別列出頻段、優先事項與預計時間。

（1）監測階段

- 600MHz（617-698MHz）
- 3.3GHz（3300-3400MHz）
- 4.0GHz（4400-4990MHz）
- 13GHz（12.75-13.25GHz）
- 40GHz（37-43.5GHz）
- 46GHz（45.5-47 GHz）
- 47GHz（47.2-48.2GHz）
- WRC-23 議程項目 1.2 和 1.4 下正在研究的頻段

－優先事項與預計時間：繼續監測國內與國際發展以探究後續使用趨勢。

- 5030–5091MHz

（2）初步調查階段

- 2300–2302 MHz

－將在 2024-29 五年頻譜展望中重新評估其時間優先順序。

- 6 GHz（5925–7125 MHz）

[338] OFCA，2024。850／900 兆赫、2.3 吉赫及 6／7 吉赫頻帶頻譜拍賣接受申請。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2354.html

[339] ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28. https://www.acma.gov.au/publications/2023-10/five-year-spectrum-outlook-2023-28

－目標在 2024 年第 2 季開始進行頻段意見徵詢。

（3）初步重新規劃階段

- 1.5GHz（1427-1518MHz）
- 擴增衛星行動業務（Mobile Satellite Service, MSS）的 L 頻段（1518-1525MHz、1668-1675MHz）

－將同時審查這兩個頻段。ACMA 根據 2023 年 8 月發布考慮擴展 L 頻段的諮詢文件，建議在 2024-2025 年考慮對更廣泛的 1427-1535MHz 頻率範圍內的地面（即非衛星）服務進行審查。

- 1.9GHz（1880-1920MHz）

－已於 2022 年 11 月 30 日開始備選文件諮詢[340]，並於 2023 年 11 月發布 1.9GHz 頻段的成果文件[341]。

（4）執行階段

- 850MHz 擴增頻段（814-825MHz、859-869 MHz）

－預計 2024 年 7 月 1 日開放該頻譜執照，目前正逐步清頻。

- 偏遠地區：1800MHz（1710-1785MHz、1805-1880MHz）、2GHz（1980-2010MHz、2170-2200MHz）

－持續監控用於類似應用的 1800MHz 頻段和 2GHz 頻段，並正進行此二頻段的無線寬頻接取（wireless broadband, WBB）現行監管規範修正。

- 3400-3575MHz、3700-4200MHz

－2024 年第 1 季：根據 2023 年第 4 季開始的技術聯絡小組進程的回饋，就區域和都市地區 3950-4000MHz 頻段，以及都市消費（urban excise）地區 3400-3475MHz 頻段的限制性區域，所使用的技術和設備執照分配安排進行磋商。

ACMA 對 2023-2028 五年頻譜展望，概述如下：

- 落實 3.4-4.0GHz 頻段中頻段頻譜規劃成果，支援澳大利亞 5G 服務佈署。
- 在規劃過程中推動多個頻段，包括在初步重新規劃階段增加 3 個頻段：1.5GHz、擴展 L 頻段（1518-1525MHz 和 1668-1675MHz）和

[340] ACMA, 2022. Exploring future use of the 1.9 GHz band - consultation 40/2021. https://www.acma.gov.au/consultations/2021-11/exploring-future-use-19-ghz-band-consultation-402021

[341] ACMA, 2023. Replanning of the 1880-1920 MHz band. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-11/Replanning%20of%20the%201880-1920%20MHz%20band_Outcomes%20paper.docx

1.9GHz。

- 致力於分配2GHz於行動衛星服務(MSS)，並著重在1980-2005MHz和2170-2195MHz頻段。
- 進行2028年至2032年屆期的頻譜執照相關討論。
- 完成電視技術研究，並持續支援無線電規劃和分配活動，包括無線電技術試驗。
- 制定澳大利亞在WRC-23的立場。
- 進一步考慮衛星服務的監管安排，包括直連手機服務、點對點鏈路協調的基礎上，支援E頻段服務(71-76GHz、81-86GHz)，以及Q/V頻段的閘道器衛星地球電臺（40-50GHz）。
- 審查《我們的無線電通訊執照和分配方法（Our approach to radiocommunications licensing and allocation）》，以確保與時俱進且符合目的。

2.「2024-29五年頻譜展望」草案

ACMA於2024年3月25日宣布開始諮詢「2024-29五年頻譜展望（Five-year spectrum outlook 2024–29）」草案，著眼於未來6GHz高頻段的潛在使用，並於2024年5月6日結束諮詢[342]，預計進行以下工作[343]：

- 完成3.4-4.0GHz的中頻段頻譜分配，支援澳大利亞各地。
- 將6GHz（6425-7124MHz）加入初步重新規劃階段，將1.9GHz加入執行階段。
- 進行2028-2032年屆期的頻譜執照相關活動。
- 推動2GHz的行動衛星服務執照分配。
- 支援電視及無線電頻譜規劃和分配活動。
- 繼續執行分階段工作計畫，將無線電通信設備監管納入《無線電通信法》第4.1部分設備規則框架。
- 進行無線電通信儀器審查。

（十一）中國大陸

1.「6G總體願景與潛在關鍵技術白皮書」

中國信息通信研究院於2021年6月發布「6G總體願景與潛在關鍵技術白皮書」[344]提及，6GHz及其以下頻段的新頻譜仍然是6G發

[342] ACMA, 2024. ACMA lays out draft plan for future of Australian airwaves. https://www.acma.gov.au/articles/2024-03/acma-lays-out-draft-plan-future-australian-airwaves

[343] ACMA, 2024. 2024–29 draft five-year spectrum outlook. https://www.acma.gov.au/consultations/2024-03/2024-29-draft-five-year-spectrum-outlook

[344] 中國信息通信研究院，2021。6G總體願景與潛在關鍵技術白皮書。http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/ztbg/202106/P020210604552572072895.pdf

展的戰略性資源，透過重耕、聚合、共享等，進一步提升頻譜使用效率，將為 6G 提供最基本的地面連續涵蓋。

2.「工業和信息化部重耕 900MHz 頻段頻譜資源」

中國大陸工業和信息化部（Ministry of Industry and Information Technology, MIIT）（以下稱工信部）於 2022 年 11 月 4 日宣布「工業和信息化部重耕 900MHz 頻段頻譜資源進一步推動中國大陸 5G 高品質發展」[345]，旨在加強網路基礎建設與提升農村及偏遠地區的 5G 涵蓋，擴增 5G 頻譜，以推動 5G 的發展，且 MIIT 核准中國聯通將 2G、3G、4G 系統的 900MHz 頻段頻譜資源重整用於 5G 系統。

3.「900MHz 頻段無線射頻辨識系統設備無線電管理規定」

工信部於 2023 年 1 月 4 日宣布徵詢「900MHz 頻段無線射頻辨識系統（Radio Frequency Identification, RFID）設備無線電管理規定（徵求意見稿）」意見，徵詢期間至 2023 年 2 月 6 日止[346]。工信部於 2024 年 4 月 22 日發布「《900MHz 頻段射頻識別（RFID）設備無線電管理規定》解讀」[347]，具體調整如下：

- 不再保留原規定中 840-845MHz 頻段，並確立 RFID 設備工作頻率為 920-925MHz。
- RFID 設備對應地面行動通信終端管理，需取得無線電發射設備型號核准證，無需取得無線電臺執照。RFID 設備不得對其餘合法無線電臺產生有害干擾，也不得提出免受有害干擾保護要求。
- 增加對鄰頻鐵路專用頻率保護，在距鐵軌中心最短水平距離 33 公尺內設置 920-925MHz 頻段 RFID 設備時，需徵得國家鐵路局或地區鐵路監督管理局同意。
- 根據國際行動通訊（IMT）技術發展及廣播電視業務保護需求，調整相關頻段雜散發射限值。
- 新增接收機阻塞限值，提升 RFID 設備抗干擾能力。

4.「超寬頻設備無線電管理規定」

工信部於 2023 年 1 月 4 日宣布徵詢「超寬頻（Ultra-wideband, UWB）設備無線電管理規定（徵求意見稿）」意見，徵詢期間至 2023 年 2 月 6 日止[348]。工信部於 2024 年 4 月 29 日發布「《超寬頻（UWB）

[345] MIIT，2022。工業和信息化部重耕 900MHz 頻段頻譜資源進一步推動中國大陸 5G 高質量發展。http://www.gov.cn/xinwen/2022-11/04/content_5724518.htm

[346] MIIT，2023。公開徵求《900MHz 頻段無線射頻辨識（RFID）設備無線電管理規定（徵求意見稿）》及《超寬頻（UWB）設備無線電管理規定（徵求意見稿）》的意見 https://www.miit.gov.cn/gzcy/yjzj/art/2023/art_42a55669ef094373a01a838e235088c1.html

[347] MIIT，2024。《900MHz 频段射频识别（RFID）设备无线电管理规定》解读。https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2024/art_e71f6530f9df480e9a79a6bc79857587.html

[348] MIIT，2023。公開徵求《900MHz 頻段無線射頻辨識（RFID）設備無線電管理規定（徵求意

設備無線電管理暫行規定》解讀」[349]，具體調整如下：

- UWB 設備需取得無線電發射設備型號核准證，加強 UWB 設備管理。
- UWB 設備無需取得無線電臺執照，不得對其餘合法無線電臺產生有害干擾，也不得提出免受有害干擾保護要求。
- 為保護鄰頻的射電天文和航空無線電導航等無線電業務，UWB 設備禁止在射電天文臺周圍 1 公里範圍內和無人機上使用。
- 根據 ITU 定義，UWB 設備是指發射訊號頻寬（-10dB 頻寬）不少於 500MHz 的無線電發射設備。
- 根據UWB設備頻率配置及產業界提出使用三個連續頻道實現高精密度組網的需求，確認 UWB 設備工作頻率為 7163-8812MHz。

5.《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》

工信部於 2023 年 6 月 28 日宣布新版《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》，並於 2023 年 7 月 1 日起正式施行，率先在全球將 6GHz 頻段劃分用於 5G/6G 系統，將 6425-7125MHz 全部或部分頻段劃分用於行動通信[350]。

6.「工業與資訊化部重耕 800MHz 頻段頻譜資源」

工信部於 2023 年 8 月 18 日宣布「工業與資訊化部重耕 800MHz 頻段頻譜資源持續推動我國 5G 高品質發展」，重新分配 800MHz 頻段頻譜資源，將用於 2G/3G/4G 系統的 800MHz 頻段重新分配用於 5G 行動通訊系統，持續推動中國大陸 5G 發展，核准 4 家行動通信業者之行動通訊系統累計總頻寬為 1109MHz，其中 73%的頻譜資源可予 5G 使用[351]。

（十二）我國

依據通訊傳播基本法第 3 條第 2 項規定，並遵照 ITU 規定及我國國情需要，編訂「中華民國無線電頻率分配表」，使頻譜規劃分配透明化，並作為無線電頻率申請與指配使用之依據[352]。

見稿）》及《超寬頻（UWB）設備無線電管理規定（徵求意見稿）》的意見 https://www.miit.gov.cn/gzcy/yjzj/art/2023/art_42a55669ef094373a01a838e235088c1.html

[349] MIIT，2024。《超宽带（UWB）设备无线电管理暂行规定》解读。https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2024/art_86d0f5c0f23545fcb010297a188c7d62.html

[350] MIIT，2023。工業與資訊化部發布新版《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》率先在全球將 6GHz 頻段劃分用於 5G/6G 系統。https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202306/content_6888759.htm

[351] SCCR，2023。工业和信息化部重耕 800MHz 频段频谱资源 持续推动我国 5G 高质量发展。https://www.srrc.org.cn/article30696.aspx

[352] MODA，2023。整體資源規劃政策。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/operations/274

針對與民眾生活息息相關之無線電頻率應用，在參考國際頻譜資源規劃與技術最新發展，分析國內頻譜使用現況及需求趨勢後，提出「無線電頻率供應計畫」供各界參考，並持續依國際發展情況及國內需求趨勢做滾動式檢討，適當修正內容。

1. 「臺灣 5G 行動計畫」

NCC 於 108 年 3 月 26 日發布新聞稿，我國政府積極透過政策推動 5G 發展，如於 108 年即發布「臺灣 5G 行動計畫」以 5 大主軸推動 5G，並已在 109 年釋出總頻寬高達 2,790MHz，包含 3.5GHz 頻段 270MHz；1800MHz 頻段 20MHz；28GHz 頻段 2,500MHz[353]。

2. 「中華民國無線電頻率分配表」

數位發展部於 112 年 8 月 25 日公告修正「中華民國無線電頻率分配表」，比照歐盟標準開放 5.945GHz-6.425GHz 供低功率射頻器材免執照使用，查該頻段係用於 Wi-Fi 6E/Wi-Fi 7 通訊技術。此外，通傳會於 113 年 1 月 31 日通過「低功率射頻器材技術規範」第五點修正草案，配合我國頻段（5.945GHz-6.425GHz）開放及技術規範接軌國際，以滿足民眾使用最新電信技術設備需求[354]。

另外，「中華民國無線電頻率分配表」中明定 4.8-4.9GHz 頻段供行動寬頻專網於不得干擾合法通信，且須忍受合法通信干擾之條件下使用。

3.「衛星頻段」

數位發展部於 113 年 2 月 2 日公布衛星固定與衛星行動用途新增頻率公開意見徵詢，規劃 10.7-12.7GHz、13.75-14.5GHz、17.7-20.2GHz 及 27.5-30.0GHz 頻段，徵詢期間至 113 年 2 月 20 日[355]。數位發展部於 113 年 7 月 9 日發表「衛星頻段修正草案預告及說明文件」[356]，為促進我國衛星服務與產業發展，數位發展部擬修正「無線電頻率供應計畫」，開放七個頻段供電信事業申請設置使用同步/非同步衛星行動通信，及開放十二個頻段供電信事業申請設置使用同步/

[353] 行政院，2019。新聞稿。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&cate=0&keyword=&is_history=1&pages=0&sn_f=41208

[354] NCC，2024。NCC 通過「低功率射頻器材技術規範」第五點修正草案，滿足民眾使用最新電信技術設備需求。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&cate=0&keyword=%e9%a0%bb%e7%8e%87&is_history=0&pages=0&sn_f=49839

[355] Moda，2024。公開意見徵詢。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/resource-plan/plan002/10628

[356] MODA，2024。修正草案預告及說明文件。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/resource-plan/plan002/13062

非同步衛星固定通信。

二、小結

頻譜規劃能彰顯不同國家在頻譜管理方面的計劃和政策，能有效分配和管理無線電頻譜，促進無線通訊技術發展。各主要國家頻譜規劃主要依據，ITU 在全球範圍內所制定的頻譜分配和管理框架，ITU 透過世界無線電通信大會（WRC）制定全球性的頻譜分配標準和規範，旨在確保各國間頻譜使用互不干擾，促進全球通信系統的兼容性和效率。同時，ITU 制定的技術標準和報告為各國提供技術指導，幫助國際上了解如何最有效地利用新頻譜技術。這些標準包括無線電通信標準（例如 IMT-2020），為 5G 和 6G 技術提供參考框架。

觀察主要國家在未來頻譜規劃中均強調 IMT 的發展，並逐步釋出更多 IMT 頻譜以支持未來的無線通信需求。隨著科技的進步，衛星通信與地面行動通信的融合成為主要趨勢之一。許多國家已經開放或規劃未來開放更多的 MSS 頻段，以支援衛星直連手機的通信方式，特別在偏遠地區以及緊急救援場景中具有重要應用價值。

然各國已針對不同的頻段進行規劃，但仍須確保頻譜資源足夠且有效利用，將包括頻譜共享和技術之創新。

制定國家戰略目標能為頻譜用戶和設備業者提供一個未來應用頻譜技術的藍圖，提前規劃能夠確保各方在開發和佈署新技術時，有明確的方向和標準，得以促進國家的通訊技術創新和經濟成長。惟我國屬於世界無線電頻率分配的第三區域，建議未來應持續關注第三區域主要國家的頻譜用途規劃，並根據其發展趨勢評估我國頻譜政策的修正方向。本研究彙整主要國家已公布和正在進行的未來頻譜用途規劃，並依照用途別進行歸納，包括衛星通信、行動通訊、無線廣播、實驗網路，並探討值得關注頻段。

（一）衛星通信

衛星頻段的規劃需要考慮全球趨勢，以下為目前主要國家的衛星頻段規劃情況，包含日本於 2024 年 9 月 2 日針對使用 2GHz 頻段行動通信非對地靜止衛星通訊系統技術條件之研究結果公開意見諮詢[357]，並於 2024 年 10 月 10 日公開發布針對 2GHz 頻段行動通信非對地靜止衛星通訊系統技術條件要求，討論既有無線系統之共用問題和干擾分析，為推廣衛星直連通訊服務提供參據及政策指引[358]。總務

[357] 総務省，2024。衛星通信システム委員会報告（案）に対する意見募集。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02kiban15_04000517.html

[358] 総務省，2024。衛星コンステレーションによる携帯電話向け 2GHz 帯非静止衛星通信システ

省在留意國際協調的同時，也針對頻譜和諧共用所需技術條件與執照手續進行必要之探討；香港規劃釋出原用於固定通信服務和衛星固定通信服務的 6570MHz-6770MHz、6910MHz-7125MHz，將指配予行動通信服務，頻寬共 415MHz，預計最早供應時間為 2025 年。

若以同為第三地區的日本與香港作為參考，對照我國現行頻率供應計畫相關頻段之使用現況，可見我國 1710-1775MHz、1805-1870MHz 供行動寬頻業務使用，執照期限至 119 年，頻寬總計 130MHz；6425-7125MHz 供行動通信、免執照低功率無線資訊傳輸設備等低功率射頻器材測試實驗網路之用，與國際衛星頻段用途不同，故需要持續關注國際動向。

與此同時，我國數位發展部於 113 年 2 月 2 日公布衛星固定與衛星行動用途新增頻率公開意見徵詢，徵詢期間至 113 年 2 月 20 日，以規劃 10.7-12.7GHz、13.75-14.5GHz、17.7-20.2GHz 及 27.5-30.0GHz 頻段。隨後，數位發展部於 113 年 7 月 9 日發表「衛星頻段修正草案預告及說明文件」，擬修正「無線電頻率供應計畫」，開放 7 個頻段供電信事業申請設置使用同步/非同步衛星行動通信，及開放 12 個頻段供電信事業申請設置使用同步/非同步衛星固定通信。顯示我國對於衛星固定與衛星行動視為需要先及時釋出的頻段。

此外，本研究建議至少開放 1980-2010MHz、2170-2200MHz 頻段作為我國衛星通信系統實驗網路頻段。

（二）行動通信

針對 6GHz 頻段，國際上大致可從免執照及行動通信兩類用途分類，故需要持續關注國際動向。

然而，免執照頻段（Unlicensed Spectrum）並不是專為行動通信 5G 服務所提供，但它可以用於 5G 與 6G 服務。

WRC-23 已決議 6425-7125MHz 頻段供行動通信使用。值得注意的是，觀察到主要國家例如美國、南韓等 6GHz 之頻段分配現況，皆將 6GHz 全頻段（即 5,925-7,125GHz）供無線區域網路（Radio Local Area Network, RLAN）使用，用作免執照頻段[359]。其他國家則未必開放整段 6GHz 供免執照設備應用，例如英國及新加坡等國開放部分頻段因應。英國則在確保創新與靈活性之下，規劃 6GHz 頻段上段透過共享皆取執照提供低功率與室內使用；新加坡亦分配 5925-6425MHz 以滿足 Wi-Fi 連網需求，並補充全國寬頻網路及 5G 行動網路。同為第三地區的其他國家方面，日本於 2023 年針對 5925-6425MHz 頻段

ムの技術的条件。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban15_02000277.html

[359] 亞灣新創園，2022。連網大增頻譜資源拉警報。https://www.yawan-startup.tw/News_Card_Content.aspx?n=1494&s=4482

無線區域接取網路於室外的高輸出功率使用及窄頻設備使用，進行頻譜共用可能性及技術條件探討；中國大陸於 2023 年宣布於 2023 年 7 月 1 日起正式施行，率先在全球將 6GHz 頻段劃分用於 5G/6G 系統，將 6425-7125MHz 全部或部分頻段劃分用於行動通信；澳大利亞目標是在 2024 年第 2 季開始進行 6GHz（5925-7125MHz）頻段意見徵詢。

我國數位發展部 112 年 8 月 25 日公告修正「中華民國無線電頻率分配表」，開放 5.945GHz-6.425GHz 供低功率射頻器材免執照使用，查該頻段係用於 Wi-Fi 6E/Wi-Fi 7 通訊技術。此外，NCC 於 113 年 1 月 31 日通過「低功率射頻器材技術規範」第五點修正草案，配合我國頻段（5.945GHz-6.425GHz）開放及技術規範接軌國際，以滿足民眾使用最新電信技術設備需求。

歐盟則認為 6GHz 頻段（6425-7125MHz）目前受到產業需求的影響，用於高功率執照授權行動用途（WBB）電子通訊服務，亦用於低功率未授權的 WAS/RLAN 使用。有關 6GHz 高頻段 2030 年及以後的長期願景，RSPG 將在 2025 年進行意見徵詢。

另外，值得注意的是，德國 BNetzA 於 2024 年 5 月 13 日發布擴大行動頻譜 800MHz、1800MHz 和 2600MHz 使用權的諮詢文件草案，預計於 2025 年底到期的頻譜使用權延長 5 年，既有使用者之使用權將綁定行動網路的義務。可見此舉為國際上較未不常見之作法參考。

（三）無線廣播

日本 95-108MHz 頻段用於無線廣播，規劃進行導入 FM 防災資訊系統的頻率和諧共用技術實驗，並視相關研究調查情形，至 2024 年度結束前探討頻譜核配方針。相較於日本相同頻段，我國 88-108MHz 供調頻廣播電臺（FM）使用，執照期間為 9 年，期滿應申請辦理換發。我國可關注日本相同用途之相似頻段之未來規劃方向。

（四）實驗網路（Sub-THz 及 THz 頻段）

展望未來 6G 有往更高的頻段進行開發之趨勢，國際上針對 THz 頻段主要以靈活的方式確保創新發展。6G 標準化將於 114 年間開始，我國可以實驗網路頻率規劃，加快實驗及研究具彈性的使用機會，提前佈局 6G。

第三節　現有用戶之移頻/共用/共享方式及規劃

根據經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Cooperation and Development, OECD）於 2022 年發布之「通訊服務之頻譜管理發展（DEVELOPMENTS IN SPECTRUM MANAGEMENT FOR COMMUNICATION SERVICES）報告」[360]指出，由於中低頻段大多已被分配，因此若要進行頻譜分配經常需頻段重整（Liberating and Refarming bands）或頻譜共用。然而，在頻譜重整與頻譜共用亦可能面臨許多監管挑戰，例如 OECD 指出以下幾點頻譜重整可能面臨的監管挑戰：

- 如何與既有使用者協商（treated）；
- 如何解決新服務（New Services）與既有服務（Incumbent Services）或相鄰頻段的干擾問題；
- 對於新進執照持有者（Licensees）與既有使用者（incumbents）賦予的新權利；
- 訂定賦予新權利之機制。

另外，各國頻率主管機關亦需思考重新分配（Reallocating）後的執照地理範圍與頻寬以及相關補償措施。此外，因科技日新月異，機器人、物聯網等創新應用大量增加頻譜需求，故國際上普遍針對行動 IMT、衛星等具有創新條件的用途別，思考如何進行移頻/共用/共享。

主要國家為滿足新的市場需求，提高頻譜效率或對應國際頻譜劃分的變化，必須做出相對應措施。本研究盤點主要國家法源依據與現有用戶之移頻/共用/共享方式及規劃，並列舉主要國家的市場現況與移頻/共用/共享相關案例。

一、主要國家移頻/共用/共享方式與規劃

（一）法規依據

為明確定義本研究之研究範疇，考量各國法規訂定之差異，以下討論之「頻率共享」與「頻率共用」，係依據我國《電信管理法》第 57 條對頻率共享之規定，主管機關得考量無線電頻率使用特性、國家安全、等情形，將單一頻段核配二以上使用者使用同一無線電頻率，及第 58 條對頻率共用之規定，原獲配頻率之電信事業與其他電信事業

[360] OECD, 2024. Developments in spectrum management for communication services. https://www.oecd.org/publications/developments-in-spectrum-management-for-communication-services-175e7ce5-en.htm

共同使用該頻率者，應檢具相關文件向主管機關申請核准。惟本研究觀察各國相關法規，並非各國法規皆與我國一樣細分共享、共用之概念，故本研究依據我國《電信管理法》將各國共享、共用相關法規對應我國法規分類，彙整如表 4.3.1。

表 4.3.1　各國共享、共用相關法規對應我國法規分類

國家	共享、共用相關法規	對應我國分類
美國	CFR47 Part96 針對 CBRS 之三層級優先使用規定	共享
英國	共享接取執照（SAL）使個人與企業接取各區域無線連接應用之頻譜	共享
日本	《電波法》第 102 條，使用相同頻率之無線電臺干擾處理及動態頻譜共享之規定	共享
歐盟	《2018 年歐洲電子通訊法（EECC）》第 45 條，原獲核配者因無需求等因素向主管機關申請評估全部或部分替代該頻段之相關規定	共用
德國	《電信法（TKG）》第 97 條、第 98 條，原使用者因各因素無法有效使用頻率者，得向主管機關申請評估全部或部分替代該頻段之相關規定	共用
法國	《郵政和電子通信法（CPCE）》第 R20-44-8 條，單一頻率分給多個使用者相關規定	共享
南韓	《無線電波法》第 6 條之 3，主管機關得要求獲配者提供全部或部分頻率用於頻率聯合使用	共享
新加坡	《1999 年電信法》第 14 條，獲頻譜使用權者，得與任何人共用頻譜之相關規定	共用
中國大陸	《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》允許在不影響既有使用之前提下，共享使用之相關規定	共享

資料來源：本研究彙整。

各國移頻/共享、共用相關法規，整理如下：

1. 美國

（1）移頻相關法規

●**CFR47 Part27**：針對美國 3.7-4.2GHz 頻段移頻需求用途、移頻後干擾處理及頻段彈性使用等規範。

●**CFR47 Part73、《2012 年中產階級稅收減免和創造就業法案》[361]第六章：**

–廣播頻譜之誘因拍賣（incentive auction）[362]，包含反向拍賣（reverse auction）與前向拍賣（forward auction）。

[361] GPO, 2012. MIDDLE CLASS TAX RELIEF AND JOB CREATION ACT OF 2012. https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-112publ96/pdf/PLAW-112publ96.pdf

[362] FCC, 2017. How It Works: The Incentive Auction Explained. https://www.fcc.gov/about-fcc/fcc-initiatives/incentive-auctions/how-it-works

–反向拍賣決定廣播業者自願放棄其頻譜使用權的價金；前向拍賣則決定彈性使用無線電頻譜之願付價格。

（2）共享、共用相關法規

- **CFR47 Part2 §2.106：（對應我國《電信管理法》第 57 條共享之概念）**

– 為美國的頻率分配表，包含聯邦及非聯邦、不同用途、不同區域頻譜使用的條件及和諧共用規定等。

- **CFR47 Part96：（對應我國《電信管理法》第 57 條共享之概念）**

– 民用寬頻無線電服務（CBRS）透過三層級的架構，讓既有使用者、優先接取執照（PAL）及一般授權接取（GAA）使用者得以共享 3.5GHz 頻段。

2. 英國

（1）共享、共用相關法規

- **「促成毫米波頻率新運用（Enabling mmWave spectrum for new uses: Making the 26 GHz and 40 GHz bands available for mobile technology）」意見徵詢文件[363]。Ofcom 提及授予新頻譜之規劃：（對應我國《電信管理法》第 57 條共享之概念）**

– 實現無線數據容量和速度帶來顯著益處，改善英國行動服務和在各地提供創新服務。

– 新頻譜將使行動業者能夠在火車站、足球場和音樂會等擁有大量行動用戶的地點和場所提升行動服務。

– 毫米波頻譜未來可支持需要大量數據、高速或兩者兼具的創新無線應用。例如虛擬實境、工廠自動化和智慧交通系統等應用。

– Ofcom 規劃毫米波頻譜新用途將主要集中在數據流量較高的地區，例如城鎮與城市。Ofcom 將使用共享接取執照（Shared access licences），透過拍賣授予市區（citywide）使用毫米波頻譜執照，並以先到先得的方式分配更多區域執照。

3. 日本

（1）移頻相關法規

- **《電波法》第 27 條：**日本透過「促進頻率終止措施」[364]加速頻譜停用或移頻時程，讓既有使用者於執照屆期前提前停用或移頻。具體而言，新頻段使用者根據開設指導方針與開設計畫，與既有使用

[363] Ofcom, 2023. Enabling mmWave spectrum for new uses: Making the 26 GHz and 40 GHz bands available for mobile technology. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/255030/03-23-statement-and-consultation-mmwave.pdf

[364] 內閣府，2017。終了促進措置。https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/suishin/meeting/wg/toushi/20170330/170330toushi04.pdf

者達成協議，由新頻段使用者負擔既有使用者停用或移頻所需費用。此舉除可於加速既有使用者停用或移頻所需時間，並可在既有使用者依序停用或移頻的同時，依序佈建基地臺，以及早開始提供服務。

– 日本總務省於 2022 年 12 月探討 800/900MHz 行動通信頻譜重整規畫時，有計劃納入「促進頻率終止措施」[365]。

（2）共享、共用相關法規

● **《電波法》第 102 條：（對應我國《電信管理法》第 57 條共享之概念）**

– 為有效利用頻率資源，總務省成立「電波有效利用中心（電波有効利用促進センター）」主要負責提供無線電臺間干擾、使用相同頻率之無線電臺間干擾處理及動態頻譜共用等資訊366。

– 日本為確保於 2025 年度結束前確保增加 16GHz 頻寬（相較於 2020 年度結束前），持續推動既有無線電系統重整及系統間和諧共用，例如在行動通信頻譜方面，透過 2.3GHz 頻段動態頻譜共用，增加核配 5G 頻段[367]。

4. 歐盟

（1）共享、共用相關法規

● **《2018 年歐洲電子通訊法（European Electronic Communications Code, EECC）》第 45 條：（對應我國《電信管理法》第 58 條共用之概念）**

– 若成員國缺乏使用協調無線電頻譜中某個頻段的市場需求，各成員國可允許替代使用全部或部分頻段，包括正使用的頻段。

– 對該頻段的使用缺乏市場需求的認定是基於根據 EECC 第 23 條進行公眾諮詢，包括對市場需求的前瞻性評估；

– 預計替代使用不會阻止或阻礙此類頻段在其他成員國的可用性或使用；

– 成員國應考慮 EU 此類頻段的長期可用性，以及因使用 EU 統一無線電頻譜而產生的設備規模經濟；

– 任何替代使用之決定應受定期審查，並在任何情況下，潛在使用者應根據技術實施措施向成員國主管機關提出使用該頻段的合理請求，成員國須立即審查，並將做出的決定、理由以及任何審查的結果通知 EC 和其他成員國。

---

[365] 総務省，2022。携帯電話用周波数の再割当てに係る円滑な移行に関するタスクフォース報告書概要。https://www.soumu.go.jp/main_content/000854018.pdf

[366] 総務省。電波有効利用促進センター。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/sokusin/

[367] 総務省，2022。周波数再編アクションプラン（令和４年度版）概要。https://www.soumu.go.jp/main_content/000846640.pdf

5. 德國

（1）共享、共用相關法規

- **《電信法（TKG）》第 97 條、第 98 條[368]：（對應我國《電信管理法》第 58 條共用之概念）**

– 《電信法（TKG）》第 97 條有關共用之規範：若頻率持有者無法有效使用頻率，可以分配給其他人共同使用，且這些頻率使用者須接受因共同使用頻率而造成的損害。

– 《電信法（TKG）》第 98 條有關替代頻率使用的核配：若國家或地區認為該頻段沒有足夠的需求，BNetzA 可以根據 EECC 第 45 條第 4 款與第 5 款，全部或部分替代該頻率。但前提是：

– 在與有關各方協商後，確定缺乏使用此類頻率之需求，包括對市場需求的前瞻性評估；

– 替代使用不會妨礙或損害此類頻率範圍，在歐盟其他成員國的可用性或使用。

– BNetzA 依職權定期或應協調使用相關方的要求檢查頻率使用情形，並應將所做出的決定通知聯邦數位及交通部（BMDV）、EC 和歐盟其他成員國，包括其理由以及該決定的審查結果。

6. 法國

（1）移頻相關法規

- **《郵政和電子通信法（Le Code des Postes et des Communications Électroniques, CPCE）》第 R20-44-8 條、第 R20-44-20 條[369]：**

– ANFR 下的頻譜重整基金委員會（commission du fonds de réaménagement du spectre, CRFS）負責管理頻譜重整基金，旨為保護受影響之頻率持有者，使其在受到頻譜重整時，可向 CRFS 提出申訴以獲得金錢補償，而用於補償之頻譜重整基金將由獲得頻率重整後的持有者支付[370]。

（2）共享、共用相關法規

- **《郵政和電子通信法（Le Code des Postes et des Communications Électroniques, CPCE）》第 R20-44-8 條：（對應我國《電信管理法》第 57 條共享之概念）**

– 第 R20-44-8 條第三項提及，相同頻率分配給多個頻率授權使用者時，應根據頻率區塊持有的頻率份額分配頻譜重整基金。

---

[368] Federal Ministry of Justice, 2022. Telekommunikationsgesetz. https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/

[369] Legifrance, 2023. Code des postes et des communications électroniques. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006070987/

[370] ANFR, n.d. Le fonds de réaménagement du spectre. https://www.anfr.fr/planifier/le-fonds-de-reamenagement-du-spectre

7. 南韓

（1）移頻相關法規

- **《無線電波法》第 6 條之 2：**

– MSIT 可在頻率分布發生變化，或頻率使用性能低下產需要透過頻段安排來提高頻率使用效率時，進行頻率重整或頻率遷移。

（2）共享、共用相關法規

- **《無線電波法》第 6 條之 3：（對應我國《電信管理法》第 57 條共享之概念）**

– MSIT 可要求獲得頻率分配、頻率指定或頻率使用核准的人，提供全部或部分頻率用於頻率聯合使用，而廣播業務的頻率共享則由南韓通訊傳播委員會（Korea Communications Commission, KCC）監管。

8. 新加坡

（1）共享、共用相關法規

- **《1999 年電信法（Telecommunications Act）》第 14 條：（對應我國《電信管理法》第 58 條共用之概念）**

– 獲得頻譜權的人，可與任何其他人共用無線頻譜，並遵守以下規定。所有共用無線電頻譜的人員都必須接受，該執照或頻譜權授予中指定的電臺或網路的合法運作可能會產生的干擾；IMDA 不會對共用無線電頻譜而可能產生的任何干擾，承擔任何責任。

- **《2001 年電信（無線通訊）管理規則（Telecommunications（Radio communication）Regulations 2001）》第 12 條：（對應我國《電信管理法》第 58 條共用之概念）**

– 根據 IMDA 一般或具體規定的條件，被授予頻譜權的人可以授權另一人根據授予的條件使用所指配的無線電頻譜，以營運電臺或網路，前提是該人獲得電電（頻譜）執照或網路（頻譜）執照（視情況而定）。

9. 香港

（1）移頻相關法規

- **《無線電頻譜政策綱要》第 4.4 條[371]：**

– 《無線電頻譜政策綱要》第 4.4 條提及在頻譜重整工作進行前，電訊局長會在作出決定前，評估多個方案的影響，包括「什麼都不做」方案。電訊局長會在情況許可下，給予受影響的頻率持有者最少 3 年的最短通知期。

[371] 通訊事務管理局辦公室，2007。無線電頻譜政策綱要。https://www.cedb.gov.hk/assets/resources/ccib/policies/spectrum_chi.pdf

10. 澳大利亞

（1）移頻相關法規

- **《1992 年無線電通訊法》Part3.6：**

– 澳大利亞並未設計補償作業，故僅就《1992 年無線電通訊法》Part3.6 規範頻譜重分配流程[372]。

➢ ACMA 提出建議書草案（draft recommendation）及邀請公眾評論。
➢ 向部長提出最終建議書（final recommendation）。
➢ 頻譜重分配宣告（Spectrum reallocation declaration）。
➢ 草擬重分配文件（Draft allocation instruments）。
➢ 最終分配文件（Final allocation instruments）。
➢ 頻譜拍賣。

11. 中國大陸

（1）共享、共用相關法規

- **《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》:（對應我國《電信管理法》第 57 條共享之概念）**

– 中國大陸允許微功率無線電設備使用的頻段，一為共享指定用於 ISM 應用的部分頻段。由於在這些頻段內工作的無線電業務必須承受這些 ISM 應用可能產生的有害干擾，因此允許微功率無線電設備在滿足規定條件下，可共享頻段。二為共享無線電業務使用的頻段。考慮到微功率無線電設備發射功率小、傳輸距離短，結合中國大陸無線電頻率劃分、規劃和使用實際情況，在對同一頻段內依法已經開展或將來開展的無線電業務不會產生有害干擾的前提下，在遵守相關管理規定和技術要求的條件下，方可允許微功率無線電設備使用部分非 ISM 應用的頻段，即共享無線電業務使用的頻段[373]。

12. 我國

（1）移頻相關法規

核配、重新改配。

- **《電信管理法》第 61 條**

– 為執行第 52 條第 3 項之頻率供應計畫，主管機關考量整體資通訊發展之需要，必要時得廢止原無線電頻率使用者之核配、重新改配或通知其更新設備。

---

[372] ACMA, 2017. Draft spectrum reallocation recommendation for the 3.6 GHz band Metropolitan and regional areas of Australia. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2020-06/Draft%20spectrum%20reallocation%20recommendation%20paper-FINAL.pdf

[373] 中華人民共和國司法部，2015。中華人民共和國無線電頻率劃分規定。http://www.moj.gov.cn/pub/sfbgw/flfggz/flfggzbmgz/201503/t20150306_145442.html

– 無線電頻率使用者因前項之廢止、改配或更新設備致受有直接損失時，主管機關應予相當之補償。
– 前項補償金額，得由主管機關與原無線電頻率使用者協議之；協議不成，由主管機關定之。

●「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條第 2 項、第 23 條

– 「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條第 2 項，前項所稱實際可使用頻寬，係指經核准頻率改配、公開招標、拍賣、承用他電信事業頻率及頻率共用等方式取得之合計頻寬。

「無線電頻率使用管理辦法」第 23 條，電信事業申請頻率改配，應依本法第 59 條規定辦理。

（2）共享、共用相關法規

我國免執照、國民和諧使用有效共用頻段規範如下。

●《電信管理法》第 52 條第 7 項：

– 《電信管理法》第 52 條第 7 項，行政院指定機關為促進無線電頻率有效使用、鼓勵技術發展，得依據國際電信公約或 ITU RR 有關規定指定特定頻段，供國民和諧有效共用。

●《無線電頻率使用管理辦法》第 5 條：

– 《無線電頻率使用管理辦法》第 5 條，無線電頻率應依本辦法經主管機關核配，並發給頻率使用證明後，始得使用。但依本法第 52 條指定為國民和諧有效共用頻段、業餘無線電、船舶及航空器之使用頻率，不在此限。

頻率共享，規範共享使用同一無線電頻率，由主管機關定之。

●《電信管理法》第 57 條：

– 主管機關得考量無線電頻率使用特性、國家安全、實驗研發及市場競爭等情形，依職權或依申請核配二以上使用者使用同一無線電頻率；其涉及軍用無線電頻率者，依前條第 2 項規定為之。
– 主管機關為鼓勵技術研發及互通運用，得公告特定頻率供實驗研發之申請使用。
– 前 2 項無線電頻率之使用管理及限制之準則，由主管機關定之。
– 主管機關得委託專業機構管理第 1 項及第 2 項之頻率使用。
– 前項專業機構應具備之資格條件、受委託之權限、解除或終止委託及其相關委託監督事項之辦法，由主管機關定之。

●《無線電頻率使用管理辦法》第 24 條至第 28 條：

– 我國《無線電頻率使用管理辦法》第 24 條至第 28 條制定共享頻率使用管理，包含共享頻率分配原則與共享頻率資料庫管理機構。

頻率共用、提供使用。

- **《電信管理法》第 58 條**

– 電信事業依第 54 條或第 59 條規定取得主管機關核准使用無線電頻率者，得檢具申請書及協議書，向主管機關申請核准後，將其獲配頻率之一部提供予他電信事業使用。
– 前項協議雙方之電信事業，應於主管機關核准後，檢具自評報告，向主管機關申請重新審驗其設置之公眾電信網路；營運計畫有變更時，應向主管機關申請核准。
– 原獲配無線電頻率之電信事業擬與他電信事業共用該無線電頻率者，應檢具合作協議書、變更後之營運計畫及網路設置計畫，向主管機關申請核准。
– 主管機關為前項核准時，應保障市場公平競爭及消費者權益。
– 第 1 項及第 3 項得提供予他電信事業使用或共用之頻率、其使用方式與對象、限制與管理、干擾之處理及其他相關事項之辦法，由主管機關定之。

- **《無線電頻率使用管理辦法》第 5 條、第 12 條第 2 項、第 17 條、第 18 條、第 22 條、第 22-1 條**

– 《無線電頻率使用管理辦法》第 5 條，無線電頻率應依本辦法經主管機關核配，並發給頻率使用證明後，始得使用。但依本法第 52 條指定為國民和諧有效共用頻段、業餘無線電、船舶及航空器之使用頻率，不在此限。
– 《無線電頻率使用管理辦法》第 12 條第 2 項，前項所稱實際可使用頻寬，係指經核准頻率改配、公開招標、拍賣、承用他電信事業頻率及頻率共用等方式取得之合計頻寬。
– 《無線電頻率使用管理辦法》第 17 條，電信事業申請無線電頻率提供使用或共用，以下列頻段為限：
➢ 2100MHz 頻段：上行 1920-1980MHz；下行 2110-2170MHz，僅限用於電路交換方式之行動語音服務。
➢ 3500MHz 頻段：3300-3570MHz。
➢ 28000MHz 頻段：27000-29500MHz。
➢ 其他經主管機關公告之頻段。
– 《無線電頻率使用管理辦法》第 18 條，電信事業申請頻率提供使用或頻率共用，應由供給人及承用人共同檢具文件，向主管機關申請核准。
– 《無線電頻率使用管理辦法》第 22 條，供給人及承用人提前終止頻率提供使用或共用時，於預定終止日前 6 個月起 1 個月內，應共同向主管機關申請核准終止頻率提供使用或共用。
– 《無線電頻率使用管理辦法》第 22-1 條，供給人及承用人提前終

止頻率提供使用或共用、頻率提供使用或共用之核准期間屆滿，應於預定終止日（或核准期間屆滿日）前 6 個月起 1 個月內，共同向國家通訊傳播委員會申請變更網路設置計畫及營運計畫。

（二）移頻案例

● 美國 39GHz

美國 39GHz 頻段採誘因拍賣方式，讓既有執照持有者可以選擇接受重新配置及修改執照內容，或選擇接受特定條件下的替代方案；或選擇放棄既有執照，換取獎勵金及競標資格。

● 美國 3.7GHz 地面固定或行動通信

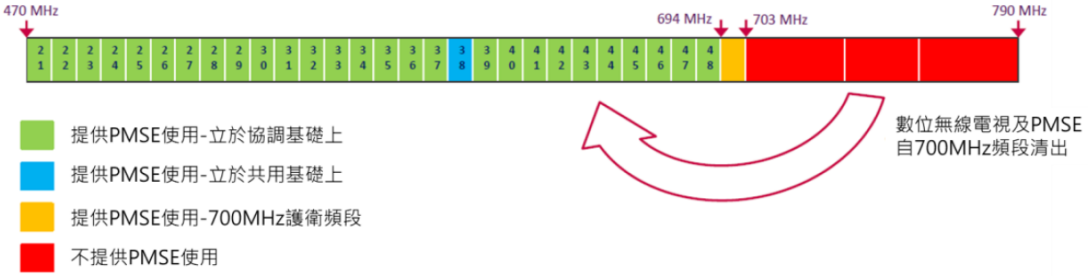
既有 FSS 太空電臺：提供於 C-band 選擇（1）在 2021 年遷移至較低的 120MHz；或（2）於 2023 年前遷移至較高的 180MHz；太空電臺的營運業者需要與相關的地球電臺營運業者協調，進行必要的修改與調整。於期限內完成移頻，可獲得合理的移頻成本補償，若提前完成可獲得額外的加速移頻給付（Accelerated Relocation Payments）。移頻補費用的管理、收取與分配由公正第三方機構執行，費用由新執照持有者分攤。

既有固定點對點服務執照持有者：若在 2023 年 12 月 5 日之前從 3.7-4.2GHz 頻段遷出，將有資格獲得其合理成本的補償，費用由新執照持有者分攤。

● 英國 700MHz 頻段移頻

為因應消費者行動數據需求日益增加，Ofcom 於 2014 年啟動 700MHz 頻段清頻計畫。Ofcom 於 2018 年 8 月宣布 PMSE 補償金計畫（PMSE Funding Scheme），並由美國 Equiniti 公司擔任該計畫主持人[374]。該補償金計畫以補貼 PMSE 剩餘價值之方式，協助被迫提早放棄 700MHz 頻段之 PMSE 設備執照持有者，參照圖 4.3.1。

[374] Ofcom, 2018. 700 MHz Clearance Programme Timescale Review Review of Progress, Risks and Readiness. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/129933/Statement-700-MHz-clearance.pdf



資料來源：Ofcom, 2018. 700 MHz Clearance Programme Timescale Review Review of Progress, Risks and Readiness. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/129933/Statement-700-MHz-clearance.pdf

圖 4.3.1　英國 700MHz 頻段移頻計畫

依據「PMSE 700MHz 頻段清頻—參與補償金計畫（PMSE Clearing the 700 MHz Band Participating in the Funding Scheme）」[375]，Ofcom 補償 PMSE 設備持有者其設備之剩餘價值，並以設備使用年限為 15 年、平均使用年數 6 年為計算基準，決議設備持有者至少可獲得設備價值之 60%做為補貼。若設備持有者可證明設備已使用年數低於 6 年，Ofcom 將以設備使用年數計算補貼金額[376]。此外，Ofcom 決議所有符合資格之設備持有人將額外獲得設備價值之 10%作為申請補償金之行政費用補償[377]。

- **日本 1.7GHz 及 3.4GHz 頻段移頻**

2018 年 4 月 9 日總務省將 1.7GHz 及 3.4GHz 頻段指配給 NTT docomo、KDDI、SoftBank、樂天行動，並實施既有使用者移頻措施[378]。2021 年第一季，日本總務省指配於東京、名古屋及大阪以外地區使用之 1.7GHz 頻段，由於會讓 1710-1850MHz 頻段既有使用者之公共業務用無線電臺提早終止使用該頻率，因此獲指配的樂天行動，需要與其他過去獲指配 1.7GHz 全國頻段的電信業者，共同負擔促進頻率終止措施費用[379]。

受影響的既有使用者，包含原使用 1.7GHz 頻段固定公共業務用

[375] Ofcom, 2018. PMSE Clearing the 700 MHz Band Participating in the Funding Scheme. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/130243/PMSE-clearing-the-700-MHz-band-Participating-in-the-funding-scheme.pdf

[376] Ofcom, 2018. PMSE Clearing the 700 MHz Band Support for PMSE Equipment Owners. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/118831/PMSE-700-MHz-statement-and-consultation.pdf

[377] Ofcom, 2018. PMSE Clearing the 700 MHz Band Participating in the Funding Scheme. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/130243/PMSE-clearing-the-700-MHz-band-Participating-in-the-funding-scheme.pdf

[378] 総務省，2019。1.7GHz/3.4GHz 帯の周波数再編のための終了促進措置。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/ml/mobile/1700_3400/index.htm

[379] 総務省，2021。第 5 世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設に関する指針を定める告示。https://www.soumu.go.jp/main_content/000727782.pdf

無線電臺移至 4.5GHz 頻段；以及使用 3.4GHz 頻段廣播業務用無線電臺移至 M-band 等頻段[380]。

新獲配該頻段之行動通訊業者，依據總務省發布的基地臺開設指導方針與行動通訊業者申請開設基地臺時提交之開設計畫，在與既有電臺使用者達成協議的基礎上，負擔其移頻等所需費用，以促進既有電臺及早完成移頻（即促進終止措施）。

以 1.7GHz 頻段為例，既有使用者固定公用業務用無線電臺（1710-1850MHz）原使用期限至 2025 年 3 月 31 日，為使其在 2022 年前停止使用，並移至新指配的頻段，新獲配 1.7GHz 頻段的三家業者（KDDI、沖繩行動電話、樂天行動）與既有電臺協商，基於對象執照者變更到新頻率的措施、於新頻率開設、廢止促進終止對象的公共業務用無線電臺之前提，共同負擔與促進終止措施有關至公共業務用無線電臺開始運作[381]。

至於 3.4GHz 頻段之促進終止措施，則由新獲配 3.4GHz 頻段的兩家業者（NTT docomo、SoftBank）與既有電臺協商，預計於 2021 年 6 月底完成[382]。

● 德國 800MHz 頻段重新分配

德國於 2022 年針對 800MHz 頻段用於 LTE 寬頻網路將於 2025 年屆期提出頻譜重新分配方案，BNetzA 透過交換 800MHz、900MHz 頻段使用權以解決頻譜分配問題，同時須確保既有 LTE 網路涵蓋範圍，提供更多頻譜以達到有效利用。交換方案包括將 800MHz 頻段使用權延期至 2033 年；而 900MHz 頻段部分於 2025 到期，預計透過競標方式分配 900MHz 頻段。

800MHz 適合網路佈建，透過交換方案可將部分需求轉移至 900MHz 頻段，然其交換方案涉及 900MHz 既有用戶遷移事宜[383]。

---

[380] ケータイ Watch，2017。ドコモ、再編される 1.7GHz/3.4GHz 帯の追加割当を申請へ(1/2)。https://k-tai.watch.impress.co.jp/img/ktw/docs/1096/309/html/1734001_o.jpg.html

[381] 総務省，2018。開設計画及び認定開設者合意における記載概要（第４世代移動通信システムの普及のための特定基地局の開設計画の認定に係る終了促進措置に関する四半期報告）終了促進措置（周波数移行）の概要。https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/1700_3400/h30_1q_1700-2.pdf

[382] 総務省，2018。開設計画及び認定開設者合意における記載概要（第４世代移動通信システムの普及のための特定基地局の開設計画の認定に係る終了促進措置に関する四半期報告）。https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/1700_3400/h30_4q_3400_2.pdf

[383] BNetzA, 2022. Coverage and competition with a "spectrum swap". https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/ExplanantionsPositionsPaper2022.pdf?__blob=publicationFile&v=1

● **法國 3.4-3.8GHz 頻段移頻**

經法國內政部要求，頻譜重整基金（Fonds de Réaménagement du Spectre, FRS）於 2018 年初介入，已於 2019 年底花費 150 萬歐元（約新臺幣 5,193 億 806 萬元）[384]完成 56 條無線電鏈路（Faisceaux Hertziens）移頻工作。

自 2018 年 5 月以來，FRS 一直在為 3.4-3.8GHz 的移頻工作融資，加快引入 5G 前的頻率釋放，由 FRS 墊付的款項將由獲配 3490-3800MHz 使用權的電信業者償還，準此，FRS 預先融資的總金額最高為 7,300 萬歐元（約新臺幣 23 億 9,514 萬元）[385]。

● **南韓頻譜重新分配**

根據 MSIT 於 2024 年 9 月發布之「頻譜計畫」，旨在提高頻譜使用效率以滿足日益增長的無線通訊需求。其中，提及頻譜的重新分配及新頻譜分配，包括考慮將既有 3G、4G 及 5G 頻譜之使用情況及到期時間等[386]，重新分配和新分配頻譜以實現廣域化，將頻譜資源提供給數位創新服務[387]。

● **新加坡 3.5GHz 頻段移頻**

3.5GHz 頻段是提供大範圍 5G 涵蓋的關鍵，目前赤道地區的亞洲國家多將該頻段廣泛用於 FSS，新加坡則是將 C-band 中的 3.7-4.2GHz 用於 FSS，而 3.4-3.6GHz 中的 Extended C-band 則多用於接收衛星電視節目的信號（TV Receive Only, TVRO）。因此，為使 3.4-3.7 GHz 頻段用於 5G 服務，IMDA 提出 2 種移頻建議，分別為完全遷移及部分遷移。在兩種建議中，Extended C-Band 內的衛星用戶皆可選擇遷移至 3.7-4.2GHz 頻段[388]。

新加坡於 2019 年 10 月 17 日發布針對移頻作業方法與過程，IMDA 進行相關技術研究，並與相關產業進行訪談與諮詢，並設定基地臺部署的「排除區」與「預警區」以降低對 FSS 系統的干擾風險。其他如要求介於 3.7-4.2GHz 之 FSS 系統安裝帶通濾波器（Band Pass

---

[384] 參考中央銀行公布我國與主要貿易對手通貨之匯率 2019 年資料，新臺幣：歐元＝34.62：1。

[385] ANFR, 2021. La bande 3490-3800 MHz. https://www.anfr.fr/gestion-des-frequences-sites/bande-3490-3800-mhz/

[386] 包括至 2026 年屆期之 3G 和 LTE 的 800 MHz、900 MHz、1.8 GHz、2.1 GHz 和 2.6 GHz 等頻段重新分配。MSIT，2024。LTE 트래픽 감소세 … 정부, 2.6 ㎓ 대역 활용법 고심。https://www.etnews.com/20240826000270

[387] MSIT，2024。과기정통부, 「대한민국 스펙트럼 계획」 발표。https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3184873

[388] IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licences/regulations/consultations/consultation-papers/2019/second-public-consultation-on-5g-mobile-services-and-networks

Filter），以降低 3.5GHz 頻段 5G 之干擾[389]。

考量所有利益相關人的意見，IMDA 決議在努力發展 5G 服務的同時保留衛星業務，但將 C-band 用於 5G 時，在 C-band 剩餘部分運行的 FSS（下行鏈路）使用者必須採取必要措施，如改裝適當的帶通濾波器（Band Pass Filter, BPF），以保護在 3.7-4.2GHz 頻段範圍內接收訊號的電信設備或系統不受 5G 傳輸的影響[390]。

● **香港 600/700MHz 頻段移頻**

香港類比電視服務於 2020 年停止服務，並安排香港電視娛樂等六個數位電視節目臺，從原本使用之 600/700MHz 頻段遷移至 500MHz 頻段，以供 5G 高價值行動通信服務之用[391]。

● **澳大利亞 850/900MHz 頻段重分配作業**[392]

– 澳大利亞現行 900MHz 頻段係供分頻雙工（Frequency Division Duplex, FDD）使用，並以 2×8.4MHz 為單位區塊釋照，該頻段最初提供 2G 行動通訊使用，後重分配供 3G 服務使用。
– 850MHz 擴增頻段（expansion band）現供陸地行動服務設備、固定點對點業務、固定點對多點業務使用，而 ACMA 依據無線電通信分配及授權指令（Radiocommunications Assignment and Licensing Instruction, RALI）MS40 長期策略及里程碑，正逐步清除使用 850MHz 擴增頻段之設備執照服務（即清頻作業）及進行下移頻段（downshift）作業，預計兩項作業可能於 2024 年 6 月 30 日前完成，並釋出 890-915MHz 頻段（以 5×5MHz 為單位）供 4G 或 5G 服務使用。
– 澳大利亞通訊、網路安全及藝術（Communications, Cyber Safety and the Arts）部長嗣於 2020 年 10 月 27 日提出「2020 年無線電通信（頻譜重分配—850/900MHz 頻段）宣告」，揭示重分配頻段、重分配區域、重分配期間及重分配截止日期等。然而，本頻段整備作業未包含補償作業。

● **澳大利亞 3.6GHz 頻段重分配作業**

– ACMA 於 2016 年 10 月發布使用討論「1.5GHz 及 3.6GHz 頻段未來

[389] IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. https://www.scribd.com/document/607208834/Policy-for-5G-mobie-network-and-service-in-Singapore
[390] IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. https://www.scribd.com/document/607208834/Policy-for-5G-mobie-network-and-service-in-Singapore
[391] OFCA，2021。六個數碼電視節目台十二月一日起轉用新發射頻率。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2257.html
[392] legislation.gov.au, 2020. Radiocommunications (Spectrum Re-allocation—850/900 MHz Band) Declaration 2020. https://www.legislation.gov.au/Details/F2020L01407

（Future use of 1.5GHz and 3.6GHz bands）」[393]文件，將國內外於1427-1518MHz 頻段（即 1.5GHz 頻段）及 3575-3700MHz 頻段（即 3.6GHz 頻段）目前及未來可能用途納入考量，從而決定優先審查 3.6GHz 頻段。

– ACMA 於 2017 年 6 月發布「3.6GHz 頻段之未來使用文件（Future use of the 3.6GHz band consultation package）」以進行公共諮詢，其中包含三篇子文件：「3.6GHz 頻段之未來使用──選項文件（Future use of the 3.6GHz band—Options paper，簡稱選項文件（the options paper））」、「3.6GHz 頻段之未來使用──最高使用價值評估：定量分析（Future use of the 3.6GHz band—Highest value use assessment: Quantitative，簡稱 HVU 文件）」及「3.6GHz 頻段之未來使用──3.6GHz 提交之摘要與回應（Future use of the 3.6GHz band—Summary of and response to 3.6GHz submissions）」。ACMA 透過選項文件尋求業界對重新規劃 3.6GHz 頻段眾多方案之意見，以決定首選方案，至於 HVU 文件則提供對該頻段最高使用價值的定量評估。
– ACMA 部長於 2018 年 3 月 5 日發布「Radiocommunications (Spectrum Re-allocation—3.6GHz Band for Adelaide and Eastern Metropolitan Australia) Declaration 2018」，載明以下事項：

➢ 重分配頻譜：3575-3700MHz（分 350 區塊拍賣）。
➢ 重分配期間：兩年，始於 2018 年 3 月 5 日起第 21 日。
➢ 重分配截止日期：重分配期間第一年之最後一日。
➢ 重分配區域。

ACMA 於 2018 年 11 月 20 日開始 3.6GHz 頻段拍賣，並於 2018 年 12 月 6 日結束[394]，本次頻譜重分配並未設置補償機制。

● 澳大利亞 3.4/3.7GHz 頻段重分配作業

ACMA 於 2022 年將 3.4-3.7GHz 頻段用於行動服務，以支持 5G 網路部署，並根據「Radiocommunications (Spectrum Re-allocation – 3.4 GHz and 3.7 GHz Bands) Declaration 2022」規定，訂定重新分配頻譜期限為 5 年，並依在特定「命名區域」內發放頻譜執照，透過網格單元識別架構（Hierarchical Cell Identification Scheme, HCIS）以界定地

[393] ACMA, 2020. Future use of the 1.5 GHz and 3.6 GHz Bands. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2020-02/Future%20use%20of%20the%201.5%20GHz%20and%203.6%20GHz%20bands.pdf
[394] ANAO, 2020. Management of Spectrum Reallocation to Support the Deployment of 5G Services. https://www.anao.gov.au/work/performance-audit/management-spectrum-reallocation-to-support-the-deployment-5g-services

理範圍[395]。

AMCA 透過上述方式確立 3.4/3.7GHz 頻段之重新分配作業，然本次頻譜重新分配並未提及對既有使用者之補償機制。

● **中國大陸 900MHz 頻段重整**

中國大陸工信部於 2022 年 11 月 4 日宣布，為推動 5G 高品質發展，調整 900MHz 頻段頻譜資源，將原用於 2G、3G 及 4G 服務之 900MHz 頻段調整用於 5G 服務，拓展 5G 產業、擴大 5G 網路涵蓋。然而，本頻段重整作業未提及補償作業。

● **我國 3.5GHz 頻段調整**

我國中華電信中新二號衛星（ST-2）使用頻率範圍為 3528-3700MHz，一部分與 5G 行動通信頻譜使用之 3300-3570MHz 頻段及護衛頻段重疊。

根據國家通訊傳播委員會於 108 年 9 月 3 日發布修正「受理申請經營行動寬頻業務有關事項」之公告[396]，中華電信已自 109 年 5 月 1 日起停用 ST-2 之 1A 轉頻器（3532-3568MHz）與 2B 轉頻器（3573-3609MHz），釋出該頻段供行動寬頻業務使用。

數位發展部為首波 5G 頻譜釋照，辦理 3.5MHz 頻段（3300-3570MHz）之既有頻率調整措施，並對該頻段內原無線電頻率使用者所受損失給予相當之補償，採取 4 年度編列預算辦理「中新二號衛星騰讓頻譜補償計畫」，預計於 113 年度完成辦理第 4 階段補償金之撥付工作，並辦理標準作業流程之檢討工作[397]。

● **我國 4.8-4.9GHz 頻段移頻**

我國於 108 年啟動「臺灣 5G 行動計畫」，為推動 5G 發展，我國指配 4.8-4.9GHz 頻段其中 100MHz 頻寬予 5G 專網頻譜申請使用，且需於確保既有警消通訊業務可以使用之前提下，進行移頻作業，在移頻完成之前以和諧共用方式開放使用，申請者應遵照相關干擾處理規範[398]。

---

[395] legislation.gov.au, 2022. Radiocommunications (Spectrum Re-allocation – 3.4 GHz and 3.7 GHz Bands) Declaration 2022. https://www.legislation.gov.au/F2022L00983/latest/text

[396] MODA，2019。公告修正「受理申請經營行動寬頻業務有關事項」，並自中華民國 108 年 9 月 3 日生效。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/mobile/mhz01/2880

[397] 行政院全球資訊網，2024。「中新二號衛星騰讓頻譜補償計畫（3／4）」核定版。https://www.ey.gov.tw/File/4A9ECC42D42600AE

[398] 行政院，2019。我國 5G 頻譜政策與專網發展。https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/3d06fd55-f6f2-4743-a6f8-fa44476487cc

（三）共用案例

● 日本行動電信業者提出之頻率共用

日本通信公司 JTOWER 提出行動電信業者之間的頻率共用，並推動行動基礎設施共享業務，由獨立營運商獲得無線電執照並建立網路，後由多個行動營運商共用，共用包括基地臺與頻率，並連接各自核心網路[399]。JTOWER 亦於 2024 年 6 月向總務省針對「デジタルビジネス拡大に向けた電波政策懇談会 5G 普及のためのインフラ整備推進ワーキンググループ報告書（案）」提交意見書，對改善共享市場面向，表明願意透過對行動基礎設施共用進行分析或驗證[400]。

● 新加坡 3.5GHz 頻段共用

IMDA 於 2020 年 6 月 24 日以徵求提案的方式完成 5G 第一波釋照，該次釋照 IMDA 僅釋出兩張執照並要求以 5G SA 網路建設，但得以合資公司投標，3.5GHz 頻段分別由新加坡電信行動私人有限公司（Singtel Mobile Singapore Pte Ltd, Singtel）取得 100MHz 及由 StarHub 行動私人有限公司（StarHub Mobile Pte Ltd, StarHub）和 M1 Limited（M1）設立的合資企業（Joint-Venture Consortium, JVCo）取得 100MHz，共 200MHz 頻寬[401]，其中 StarHub 與 M1 即以合資公司 JVCo 的方式共用頻率[402]。

● 澳大利亞 700MHz、1800MHz、3600MHz、3700MHz 頻段共用

澳大利亞電信業者 TPG Telecom Limited（TPG）於 2024 年 4 月 29 日與 Optus Mobile Pty Limited（Optus）簽屬三項為期 11 年的多業者核心網路模式（multi-operator core network, MOCN）協議，包含 MOCN 服務協議，頻譜授權協議，以及站點轉讓協議，預計 2025 年開始以 MOCN 提供服務，降低 5G 網路佈建成本、擴大澳大利亞全國行動通訊涵蓋範圍，並於偏遠地區共用無線接取網路（Radio Access Network, RAN）資源，使 TPG 的 4G 及 5G 行動網路達到澳大利亞人

---

[399] 總務省，2021。デジタル変革時代の電波政策懇談会 事業者ヒアリングについて。https://www.soumu.go.jp/main_content/000729530.pdf

[400] JTOWER，2024。JTOWER、総務省「デジタルビジネス拡大に向けた電波政策懇談会 5G 普及のためのインフラ整備推進ワーキンググループ報告書（案）」に対して意見書を提出。https://www.jtower.co.jp/2024/17000/

[401] IMDA, 2020. 5G Call for Proposal (“5G CFP 2020”) - 3.5 GHz Spectrum Rights, mmWave Spectrum Rights. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-rights-auctions-and-assignment/5g-cfp-2020

[402] 為合資公司持有屬我國第 58 條的共用，係由兩家公司籌組之合資公司取得頻率後提供給兩家電信業者使用，因此在此歸類為共用。

口涵蓋率 98.4%[403、404]。

澳大利亞競爭與消費者委員會（Australian Competition and Consumer Commission, ACCC）於 2024 年 9 月 5 日發布「ACCC 不會反對 Optus 和 TPG 的區域行動網路和頻譜共用（ACCC will not oppose Optus and TPG regional mobile network and spectrum sharing）」[405]，TPG 授權 Optus 在 700MHz、1800MHz、3600MHz、3700MHz 頻段的規定區域內使用特定 TPG 頻譜；Optus 透過特定地區共用行動網路基礎設施，為 TPG 提供網路服務；TPG 將涵蓋範圍內的現有行動站點轉讓給 Optus 或將站點退役。

- **中國大陸 5G 無線電頻率共用**

工信部於 2021 年 12 月 7 日發表「工業和信息化部關於加強 5G 公眾移動通信系統無線電頻率共享管理有關事項的通知」[406、407]，中國電信、中國聯通、中國移動、中國廣電已簽屬 5G 頻率共用協議，5G 系統無線電頻率共用是指基礎電信營運企業使用國家無線電管理機構許可用於 5G 系統的無線電頻率，開展無線電頻率共用工作，分為基地臺頻率共用[408]及用戶終端頻率共用[409]，關於基地臺頻率共用，企業需辦理變更無線電頻率使用許可、基地臺執照；關於用戶終端頻率共用，企業則無需辦理許可變更事項。

- **我國 3.5GHz 頻段共用**

我國公平交易委員會（簡稱公平會）於 110 年 8 月 4 日宣布遠

---

403 TPG Telecom, 2024. TPG Telecom signs regional network sharing agreements with Optus. https://www.tpgtelecom.com.au/sites/default/files/media-release/Mediarelease-TPGsignsregionalsharing.pdf

404 OPTUS, 2024. TPG Telecom and Optus sign network sharing agreement marking new era of mobile services for regional Australia. https://www.optus.com.au/about/media-centre/media-releases/2024/04/tpg-telecom-and-optus-sign-network-sharing-agreement

405 ACCC, 2024. ACCC will not oppose Optus and TPG regional mobile network and spectrum sharing. https://www.accc.gov.au/media-release/accc-will-not-oppose-optus-and-tpg-regional-mobile-network-and-spectrum-sharing

406 MIIT，2021。工业和信息化部关于加强 5G 公众移动通信系统无线电频率共享管理有关事项的通知。https://www.miit.gov.cn/jgsj/wgj/wjfb/art/2021/art_c178073ebf0c44bea2a18dd6941124d2.html

407 MIIT，2021。《工业和信息化部关于加强 5G 公众移动通信系统无线电频率共享管理有关事项的通知》解读。https://ythxxfb.miit.gov.cn/ythzxfwpt/hlwmh/zcwj/xzxk/wxdhwxtx/art/2022/art_944be344265c444aa2af8756aee135a0.html

408 基地臺頻率共享，意指基礎電信營運企業 5G 基地臺改變無線電臺執照載明的發射或接收頻率範圍，使用其他基礎電信營運企業 5G 頻率，為本企業或其他企業用戶終端提供 5G 服務的頻率共享方式。

409 用戶終端頻率共享，意指基礎電信營運企業用戶終端改變發射或接收頻率範圍，通過無線方式接入其他基礎電信營運企業依法設置、使用的 5G 基地臺，獲得其他基礎電信營運企業 5G 服務的頻率共享方式，在此共享方式下，被接入的基礎電信營運企業基地臺不改變其無線電臺執照載明的發射或接收頻率範圍。

傳電信與亞太電信擬於 3.5GHz 頻段進行頻率與網路共用合作結合案[410]，我國公平會不禁止其結合，並附加義務予電信業者，以確保整體經濟利益大於限制競爭之不利益。

亞太電信得以透過本結合，與遠傳電信共用 3.5GHz 頻段（3340-3420MHz）頻率與網路，參進 5G 服務之競爭。其中，附加義務如下：

- 參與結合事業不得透過 3.5GHz 頻段頻率與網路共用、持有股份或擔任董事等協議內容，就雙方之行動寬頻業務資費、終端設備補貼、行銷活動、客戶與帳務資料管理等營運事項為共同經營、委託經營、合作研商或交換資訊等行為。
- 參與結合事業應於實際結合之日起 5 年內，於每年 7 月 1 日前，提供規定之資料，送交公平會備查。

（四）共享案例

● 美國 3.1-3.45GHz 頻段

美國 NTIA 與美國國防部（U.S. Department of Defense, DOD）於 2024 年演示「國家頻譜戰略」中之動態頻譜共享示範，實施超越既有 CBRS 頻譜共享機制，以 DOD 新興中頻雷達頻譜共享（Emerging Mid-Band Radar Spectrum Sharing, EMBRSS）研究為基礎，3.1-3.45GHz 頻段進行初步應用，展示建立商業用戶頻譜接取，同時不干擾 DOD 既有使用[411]，而美國 3.45GHz 用於固定或行動通信（不含航空行動），與美國國防部合作協調共享頻譜。

● 美國 3.5GHz 頻段

為有效利用 3.5GHz 頻段，強調政府和行業利益相關人間的合作，推動商業頻譜接取，同時保護政府重要系統，如國防部（DOD），透過 CBRS 解決 3.5GHz 頻段之頻譜稀缺問題[412]。美國民用寬頻無線電服務（CBRS）透過三層級的架構，讓標得優先接取執照（Priority Access License）者，需要與既有使用者及一般授權接取（General Authorized Access）使用者共享頻譜，透過頻譜接取系統（Spectrum Access System）動態共享 3.5GHz 頻段。

---

[410] FTC，2021。國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過。https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=1932&docid=17270

[411] NTIA, 2024. Advanced Dynamic Spectrum Sharing Demonstration in the National Spectrum Strategy. https://www.ntia.gov/issues/national-spectrum-strategy/advanced-dynamic-spectrum-sharing-demonstration-in-the-national-spectrum-strategy

[412] NTIA, 2024. Next Steps for Innovative Spectrum Sharing. https://www.ntia.gov/speechtestimony/2024/next-steps-innovative-spectrum-sharing

● **美國 70/80/90GHz 固定或行動通信**

以非獨占全國執照方式授權，由第三方資料庫管理非聯邦政府用戶的頻率共享，並需要與聯邦政府共享。

● **英國共享接取執照**

英國共享接取執照（Shared access licences）其目的基於頻譜共享實現，並使個人與企業更容易接取各種區域無線連接應用之頻譜，四個行動技術頻段包括 1800、2300、3800-4200MHz、24.25-26.5GHz 等[413]。

● **英國區域接取執照**

英國於 2024 年發布區域接取執照相關指南、申請表等資訊，英國區域接取執照其目的基於頻譜共享實現，並確保無線電頻譜接取權不妨礙創新應用，英國制定區域接取執照制度，使已授權予行動網路業者（MNO）之閒置頻譜，能提供需要使用者使用，使其可在未使用特定頻率之地點共享頻譜[414]；區域接取執照根據「無線電（行動頻譜交易）規則（The Wireless Telegraphy (Mobile Spectrum Trading) Regulations）」中涵蓋之所有頻段，包括：

－800MHz 頻段：791-821MHz、832-862MHz；

－900MHz 頻段：880-915MHz、925-960MHz；

－1400MHz 頻段：1452-1492MHz；

－1800MHz 頻段：1710-1781.7MHz、1805-1876.7MHz；

－1900MHz 頻段：1900-1920MHz；

－2100MHz 頻段：1920-1980MHz、2110-2170MHz；

－2300MHz 頻段：2350-2390MHz；

－2600MHz 頻段：2500-2690MHz；

－3.4GHz 頻段：3410-3600MHz。

● **英國 3.6-3.8GHz 頻段共享**

3.6-3.8GHz 頻段主係授權頻段永久地面站（Permanent Earth Station, PES）執照持有者、認可頻譜接取（Recognized Spectrum Access, RSA）及固定通信鏈路（Fixed Link）使用。

---

[413] Ofcom, 2019. Shared access licences. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/frequencies/shared-access/

[414] Ofcom, 2024. Local Access licences. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/129951--enabling-opportunities-for-innovation/associated-documents/local-access-licence-guidance.pdf?v=324100

根據 Ofcom 於 2020 年 3 月及 11 月釋出之政策備忘錄「授權 700MHz 及 3.6-3.8GHz 頻段」[415]及更新說明，考量既有固定通信鏈路與衛星業務地理涵蓋範圍較小，3.6-3.8GHz 頻段拍賣後的新進執照使用者（無線寬頻通訊服務）須在既有執照使用者到期前與其暫時共享（Interim Co-ordination）。共享地區內每個基地臺運作須經 Ofcom 審核，除非新進執照持有者通過共享審核，否則不可擅自於基地臺傳輸訊號。

● **日本 2.3GHz 頻段之頻率共享**

日本 2.3GHz 頻段既有使用者為廣電事業現場接取設備（Field Pick-up Unit, FPU）及公共業務無線電臺，總務省擬規劃行動電話業務作為該頻段的次要使用者[416]。日本 2.3GHz 以動態頻譜共享方式，於廣播用途及公共業務用途未使用之地點與時間，動態共享頻譜。

● **歐盟 2.3-2.4GHz 頻段之頻率共享**

歐盟 RSPG 為推動在既有使用之頻譜中，引入無線電通信系統，以促進頻譜有效利用，歐盟執行執照許可共享頻譜（Licensed Shared Access, LSA）機制[417]，ECC 於 2015 年發布 LSA 測試結果建議，以行動/固定通信網路（Mobile/Fixed Communication Network, MFCN）和 PMSE 在 2.3-2.4GHz 頻段共享框架測試，並提出建議方案，允許 PMSE 在區域或整個頻段使用，同時根據定義的 LSA 框架向 MFCN 提供相同的頻譜[418]。

● **法國 3.8-4GHz 頻段之頻率共享**

歐盟 RSPG 於 2021 年建議將 3.8-4.2GHz 頻段用於區域 5G 垂直應用，法國於 2022 年 10 月向垂直產業開放 3.8GH-4GHz 頻率用於 5G 實驗，申請人可申請高達 100MHz 頻寬之特定區域頻譜，目標是利用衛星地球電臺的白頻段進行靜態共享（Static sharing）[419]。

---

[415] Ofcom, 2020. Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. (Information Memorandum). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/192412/information-memorandum-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf

[416] 総務省，2021。情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会報告 概要「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「2.3GHz 帯における移動通信システムの技術的条件」。https://www.soumu.go.jp/main_content/000745695.pdf

[417] CEPT ECC, n.d. LSA Implementation. https://www.cept.org/ecc/topics/lsa-implementation#Background

[418] CEPT ECC, 2015. ECC Recommendation (15)04. https://docdb.cept.org/download/1771

[419] ANFR, 2022. Spectrum Sharing in Europe/France Eric Fournier. https://winnf.memberclicks.net/assets/Proceedings/2022Virtual/WInnComm%202022%20International%20Panel%20Fournier.pdf

● **南韓 2.1GHz、4GHz 頻段共享**

MSIT 於 2024 年 9 月 2 日公布「南韓頻譜計畫（대한민국 스펙트럼 계획）」[420]，行動通訊與衛星通訊將共享 2.1GHz 及 4GHz 頻段內共 260MHz 頻寬。

● **新加坡 26GHz、28GHz 頻段共享**

針對 26GHz 和 28GHz（24.25-27.5GHz 和 27.5-29.5GHz）頻段，IMDA 於 2019 年宣布，由於新加坡 28GHz 頻段目前分配予 FSS（上行鏈路），其主要用於海上船舶到衛星的傳輸，IMDA 認為透過協調該頻段的技術參數和使用，即可實現 FSS 及國際行動通訊服務之間的共存。若以長遠角度評估，雖然 28GHz 頻段未來可能佈署額外的衛星裝置，但衛星業務僅限於空中和太空平臺，IMDA 認為此類衛星業務與 5G 之間應可共存。如有必要，IMDA 也將在衛星服務的允許條件下制訂操作指南，以減輕干擾問題[421]。

鑑於 26GHz 和 28GHz 頻段與 5G 的全球發展密切相關，IMDA 決定行動通訊業務及固定衛星業務將共同作為 26GHz 及 28GHz 頻段的主要業務。未來應用 FSS 的電臺應確保同頻中的 5G 服務受到保護，而不對其規範不當限制，若發生任何干擾問題則應與同頻中持有頻譜權的 MNO 進行協調。然而考量到衛星干擾問題，在 26GHz 頻段中可供行動通訊使用的毫米波頻段數量可能必須減少[422]。

基於所有考量因素和 IMDA 的政策目標，IMDA 於 26GHz 和 28GHz 頻段內分配共計 3.2GHz 的毫米波頻段予新加坡 5G 服務使用[423]。

● **香港 26GHz、28GHz 頻段共享**

OFCA 於 2019 年 7 月 15 日宣布「26GHz 及 28GHz 寬頻共享頻譜開始接受申請」[424]，對於 26GHz（24.25-27.5GHz）及 28GHz（27.5-28.35GHz）內預留 400MHz 作為共享頻譜，按地區劃分共享頻譜開始提交申請，以利 5G 無線寬頻服務。

---

[420] MSIT，2024。과기정통부, 「대한민국 스펙트럼 계획」 발표。https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3184873&searchOpt=ALL&searchTxt=

[421] IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licences/regulations/consultations/consultation-papers/2019/second-public-consultation-on-5g-mobile-services-and-networks

[422] IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. https://www.scribd.com/document/607208834/Policy-for-5G-mobie-network-and-service-in-Singapore

[423] IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. https://www.scribd.com/document/607208834/Policy-for-5G-mobie-network-and-service-in-Singapore

[424] OFCA，2019。26 吉赫及 28 吉赫頻帶共用頻譜開始接受申請。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_1953.html

OFCA 於 2021 年 12 月 10 日宣布「新設地區性無線寬頻系統(專用)牌照」[425]，以行政核配 26GHz（24.25-27.5GHz）及 28GHz（27.5-28.35GHz)內最多 400MHz 的共享頻譜給地區性無線寬頻系統(專用)牌照持有人，提供地區性及創新無線寬頻服務，設置專用無線寬頻系統。

● **香港 6570-6770MHz、6910-7125MHz 頻段共享**

OFCA 於 2023 年 9 月 12 日宣布「香港 OFCA 就 6GHz 頻段核配供行動通信使用辦理公眾意見徵詢作業」，香港 6425-7125MHz 頻段原本分配用於固定服務和衛星固定服務（地面對太空），不過隨著行動頻率需求增加，OFCA 規劃將此頻段同時分配給行動通信使用。

二、小結

本節討論主要國家現有用戶之移頻/共用/共享方式及規劃，觀察各國法規，大部分國家皆有針對頻譜重整訂有相關規定；於實務案例方面，亦根據各國情勢、頻譜特性及未來規劃等因素，發展適用之解決方案。本研究綜觀主要國家，並非所有國家皆有相關完善規定，然於實務上，幾乎所有國家皆有移頻、共用或共享案例之經驗，以下歸納分析各國之移頻/共用/共享方式及規劃之發現，供我國主管機關參考。

（一）主要國家頻譜移頻/共用/共享方式相關法規及補償作業

ITU 於 2014 年 8 月發布「頻譜重整作為國家頻譜管理方式（Spectrum redeployment as a method of national spectrum management）」[426]文件，闡明當現有業務提升或和新業務推出，可能需要將現有無線電頻譜的用戶遷移至更現代化的技術或新的頻段，而將現有用戶遷移又可稱為頻譜重整。主管機關須根據需求和頻譜使用情況，選擇適當的重整方式和鼓勵機制，以實現技術、經濟和社會的多重收益。

而將既有頻譜使用者移頻或停用之補償來源一般可分為「新參與者補償現有頻譜用戶」和「重整基金」兩種方式。「新參與者補償現有頻譜用戶」優勢在於主管機關無須為任何補償出資，但對於新的參與方可能要支付高或低於頻譜或設備/基礎設施市值的費用，主管機關若進行嚴格監測可能須投入大量精力；「重整基金」係利用重整

[425] OFCA，2021。通訊事務管理局新設地區性無線寬頻系統（專用）牌照。https://www.ofca.gov.hk/tc/industry_focus/radio_spectrum/administrative_assignment_of_spectrum/26_ghz_and_28_ghz_bands_licensing/LWBS_private/index.html

[426] ITU, 2014. Spectrum redeployment as a method of national spectrum management. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1603-2-201408-I!!PDF-E.pdf

基金補償須退回頻譜的頻譜用戶，可相比待執照屆期，在更短的時間內實施頻譜重整。

觀察主要國家考量頻譜係有限資源，為了提高其使用效率和充分利用，各國皆有制定移頻和共用的相關規範。同時，考量頻譜資源未能合理配置或被迫停用，將對市場競爭力產生不利影響，進而影響國家整體經濟發展。

採取移頻/共用/共享方式，在不同用途別，將涉及不同考量點，例如在衛星領域，應考量衛星涉及國家戰略的意義，不僅在於其對國防安全的貢獻，還包括在國際地位和科技自主方面的重要性；廣播電視領域在進行頻譜規劃時，則需考慮其非商業性用途，包括文化傳播、緊急通訊以及公共服務等方面的需求；而行動通訊頻譜拍賣市場則具有高度的商業性質，影響市場競爭力和創新發展。

因此，各國應建立健全的頻譜移頻/共用/共享的相關法規，明確各方權責，保障頻譜共用、共享的權力，實現國家戰略需求與市場競爭力之目標。綜觀主要國家制定現有用戶頻譜移頻/共用/共享方式相關法規，並由主管機關發布相關規劃，以歐盟、德國、新加坡為例，皆有制定共用相關規定；以美國、英國、日本、法國、南韓、中國大陸為例，則皆有制定共享相關規定。整體而言，若以頻譜整備所涉及補償作業立法國家則包含美國（2004 年商業頻譜加強法案）、日本（電波法）、南韓（無線電波法）、法國（郵政及電子通訊法）、我國（電信管理法）。

在補償金額的界定上，建議可以朝標準化的方式，例如日本、南韓訂有計算方式，並會隨不同個案，探討補償範圍的認列與否進行調整；美國則發佈有設備的金額清單，依照設備類型有標準的價格可參考，可避免因為使用的設備價格差異發生爭議。

（二）彈性調整策略方向以加速移頻作業流程

於國際上，幾乎所有國家皆有移頻相關實務案例，針對移頻需求，國家採取的應對措施，主要常見做法為設定相關補償機制，以補貼、賠償使用者，包括英國 700MHz 頻段清頻之 PMSE 補償金計畫、法國 3.4-3.8GHz 頻段移頻之頻譜重整基金等；而其中，日本頻譜移頻作業，係根據《電波法》27 條之「促進頻率終止措施」執行，基於對象執照者變更到新頻率的措施、於新頻率開設等前提，新舊使用者共同負擔相關費用。此外，亦有如德國 800MHz 頻段之過渡性移頻作業，將屆期頻譜期限展延；或如澳大利亞 3.4/3.7GHz 頻段訂定指定區域發放執照以界定頻率使用地理範圍等彈性作法。

綜觀國際移頻案例，係訂定相關法規依據、補償機制及標準條件

等以促成移頻作業之進行，建議參酌國際之經驗，於面臨各面向特性（頻譜特性、經濟價值等）之時，考量國情狀況、施政目標，彈性調整策略方向（規定強制、獎勵機制），以加速移頻作業之流程。

（三）優先採取共用/共享措施

根據 GSMA 於 2021 年發布之「頻譜共用/共享-GAMA 公共政策立場（Spectrum Sharing GSMA Public Policy Position）」[427]，數據流量（Data Traffic）增長意味著行動服務需仰賴更多的頻譜需求，然而要釋出新的頻段提供予行動服務使用較為困難，故頻譜之共用/共享提供解決方法，透過允許行動裝置存取區域中的其他頻段或使用閒置頻段。

GSMA 提出有關頻譜共用/共享的立場[428]，

- 頻譜共用/共享係為行動服務開放新頻譜的機會，但需要仔細規劃才能成功；
- 行動仍以專用授權（Exclusive Licensing）為主，頻譜共用/共享主要為考慮額外的需求；
- 如果該共用/共享頻段為行動協調使用頻段，對業者（operators）才有用，且要在特定時間與地點具有一定數量才是有效（available）與可用（usable）的；
- 業者傾向簡單的頻譜共用/共享框架，以促進創新並提供可靠（reliable）與高品質的行動服務；
- 不應禁止電信業者自願共用/共享頻譜，以支援更快的服務、改善涵蓋範圍並推動創新；
- 頻譜共用/共享在 5G 扮演重要的角色，但執行不佳可能損害其潛力；
- 主管機關需要吸引既有用戶（incumbents）共用/共享已獲核配的頻段；
- 共用/共享框架應平衡既有用戶與共用/共享用戶現在與未來要求。

爰此，本研究建議相較於移頻，應優先採行頻譜共用/共享措施，以滿足各方需求。在保障國家戰略利益和公共服務的前提下，透過技術創新和政策協調，促進頻譜資源的有效利用。

[427] GSMA, 2021. Spectrum Sharing GSMA Public Policy Position. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2021/06/Spectrum-Sharing-Positions.pdf
[428] GSMA, 2021. Spectrum Sharing GSMA Public Policy Position. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2021/06/Spectrum-Sharing-Positions.pdf

（四）補助頻率共用涉及之基礎設施分析或驗證

依循我國《電信管理法》第 58 條頻率共用之概念，於國際上可見主要國家透過頻率共用達成國家頻率政策目的或促進頻率有效利用，例如新加坡 5G 第一波釋照的 3.5GHz 頻段，僅釋出兩張執照，電信業者可以合資公司方式競標，促成 StarHub-M1 以合資公司 Joint-Venture Consortium（JVCo）的形式取得頻譜，提供兩家業者使用；又如澳大利亞開放 700、1800、3600、3700MHz 頻段共用及我國於 110 年遠傳與亞太的 3.5GHz 頻段共用。除頻率共用外，各國亦可見基礎設施共用案例，如日本 JTOWER 共用頻率與基礎設施，排除電信業者之核心網路連接以外之其他基礎設施之共用；以及如中國大陸電信業中國電信、中國聯通、中國移動、中國廣電簽屬 5G 頻率共用協議。頻率共用可促進頻率有效利用，而頻率共用到基礎設施共用，可加速網路建置或於不經濟區等促進電信業者維運之成本效益，建議我國可進行頻率共用與基礎設施共用之分析與驗證。

（五）設立頻譜共享執照或頻譜共享機制

依循我國《電信管理法》第 57 條頻率共享之概念，國際頻率共享案例可見如美國 CBRS、歐盟 LSA 及日本 2.3GHz 等設置分級制的頻譜共享機制，建立框架排列使用者優先頻譜使用權，以動態頻譜共享之方式調節頻譜使用狀態；另有如英國區域接取執照，制定對應頻率共享之執照；或如南韓行動通訊與衛星通訊共享 2.1GHz、4GHz 頻段，新加坡衛星固定通信與行動通信 26GHz、28GHz 頻段共享，及我國行動通信與衛星通信共享 28GHz 等。

綜觀國際共享案例，一般如南韓、新加坡與我國等案例主要係不同用途別排除干擾問題，並設有用途別優先順序之頻率共享。惟美國 CBRS、歐盟 LSA 及日本 2.3GHz 等透過動態頻譜系統建構之共享機制，能更即時掌握頻譜使用情形，促進頻率有效利用，建議我國可參考此類案例，規劃建構動態頻譜管理為基礎之頻率共享。另未來如有遇頻譜使用期程有部分重疊之情境，可參考英國 3.6-3.8GHz 頻段，使新進使用者需與屆期使用者暫時共享的過渡性規範。

（六）未來頻譜重整之重要性

由於頻譜的稀缺性，許多國家將頻譜管理流程從行政管理轉變為頻譜拍賣等市場制度，雖然頻譜拍賣能發揮頻譜最大價值，但亦可能造成頻譜閒置、未充分利用的情形。因此，頻譜重整（Refarming（re-deployment））成為各國主要關注焦點。對於行動電信服務（mobile

telecommunication services)而言，毋須透過拍賣等授權程序取得頻譜，透過頻譜重整係具有成本效益的方式。然而，頻譜重整亦帶來挑戰，例如如何鼓勵既有用戶遷移或是避免對重整的頻段或用戶造成干擾[429]。

為滿足行動通訊服務（5G）的涵蓋範圍和容量預期，對額外頻譜的需求正在推動全球傳統技術的頻譜重新分配。行動通訊技術出世也逐漸淘汰舊有服務，例如隨著各國積極佈建推及推廣 5G，亦陸續關閉 3G 服務，而如何重整舊有服務的頻譜予新服務成為熱門討論議題；而技術中立（Technology-neutral）[430]的頻譜授權，使得電信業者能夠以市場驅動速度，將舊有頻譜（2G 和 3G）重新劃分予新用途（4G 和 5G）使用。

以主管機關角度觀之，關於未來頻譜重整建議追蹤新興頻率應用與技術發展趨勢，並搭配我國頻率規劃表之現況，作為移頻/共用頻率的規劃之依據。

[429] Srinuan, Chalita&Bohlin, Erik, 2018. A country comparative study of spectrum re-farming: Implication for Thailand. https://www.econstor.eu/handle/10419/190333

[430] 行動通訊的技術中立能夠在 3GPP 標準許可頻段內靈活使用。

第五章　座談會辦理情形

第一節　會議辦理說明

112 年研究團隊總共舉辦五場座談會，表 5.1.1 列出去年度所辦理之座談會研究主題及辦理時間，詳細辦理情形可參照 112 年研究報告附錄別冊附錄一至附錄十五（逐字稿、簽到表、照片）。

表 5.1.1　112 年度座談會辦理情形

辦理時間	研究主題
112 年 7 月 10 日	我國衛星應用之發展機會與挑戰
112 年 9 月 28 日	國際頻率資源管理政策研究
112 年 10 月 3 日	我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制
112 年 10 月 12 日	我國公共安全與救難應變頻率管理機制展望
112 年 10 月 12 日	我國衛星頻率核配政策及管理機制

資料來源：本研究彙整。

113 年研究團隊總共舉辦五場座談會，表 5.1.2 列出今年度所辦理之座談會研究主題及辦理時間，詳細辦理情形以下說明。

表 5.1.2　113 年度座談會辦理情形

辦理時間	研究主題
113 年 5 月 14 日	我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討
113 年 8 月 15 日	我國高空平臺（HAPS）與高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）之頻譜需求及管理機制之探討
113 年 8 月 20 日	我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討
113 年 9 月 11 日	衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討
113 年 9 月 30 日	我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制

資料來源：本研究彙整。

一、113年座談會場次一

為針對主要國家與我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討議題研析，研究團隊於 113 年 5 月 14 日（二）下午舉辦「我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討」座談會。座談會邀請政府機構、公協會、學者專家、電信業者以及業界團體等產官學研專家共同就我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討議題進行討論，表 5.1.3 為會議議程及與會名單，附錄五則收錄本場次座談會的會議紀錄、簽到表與照片。

表 5.1.3　座談會場次一會議議程及與會名單

議程	
14:00-14:30 14:30-14:35 14:35-14:40 14:40-15:00	・報到 ・主席致詞 ・長官致詞 ・引言報告
指導單位	數位發展部
執行單位	財團法人臺灣經濟研究院
與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[431]	
政府機構	• 內政部消防署 • 內政部警政署 • 國家通訊傳播委員會 • 數位發展部
智庫機構	• 財團法人資訊工業策進會 • 財團法人電信技術中心
專家學者	• 張時中 教授（臺灣大學 電機工程學系） • 許超雲 教授（大同大學 電機工程學系） • 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司
設備廠商	• 台灣恩益禧股份有限公司 • 台灣愛立信股份有限公司 • 台灣諾基亞通信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

二、113年座談會場次二

為針對主要國家與我國高空平臺（HAPS）與高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）之頻譜需求及管理機制之探討議題研析，研究團隊於 113 年 8 月 15 日（四）下午舉辦「我國高空平臺（HAPS）與高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）之頻譜需求及管理機制之探討」座談會。座談會邀請政府機構、公協會、學者專家以及電信業者等產官學研專家共同就我國高空平臺（HAPS）與高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）之頻譜需求及管理機制之探討議題進行討論，表 5.1.4 為會議議程及與會名單，附錄六則收錄本場次座談會的會議紀錄、簽到表與照片。

[431] 男女比為 27：15（含工作人員）

表 5.1.4　座談會場次二會議議程及與會名單

議程	
13:30-14:00 14:00-14:05 14:05-14:10 14:10-14:30	・報到 ・主席致詞 ・長官致詞 ・引言報告
指導單位	數位發展部
執行單位	財團法人臺灣經濟研究院
與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[432]	
政府機構	• 數位發展部
智庫機構	• 工業技術研究院資訊與通訊研究所 • 財團法人電信技術中心
專家學者	• 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會） • 魏學文 教授（暨南國際大學電機系）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

三、113年座談會場次三

為針對主要國家與我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討議題研析，研究團隊於 113 年 8 月 20 日（二）上午舉辦「我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討」座談會。座談會邀請政府機構、學者專家、電信業者以及業界團體等產官學研專家共同就我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討議題進行討論，表 5.1.5 為會議議程及與會名單，附錄七則收錄本場次座談會的會議紀錄、簽到表與照片。

表 5.1.5　座談會場次三會議議程及與會名單

議程	
8:30-9:00 9:00-9:05 9:05-9:10 9:10-9:30	・報到 ・主席致詞 ・長官致詞 ・引言報告
指導單位	數位發展部
執行單位	財團法人臺灣經濟研究院
與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[433]	
政府機構	• 國家通訊傳播委員會

[432] 男女比為 14：14（含工作人員）
[433] 男女比為 21：10（含工作人員）

	• 數位發展部
專家學者	• 劉崇堅 教授（國立臺北大學經濟學系） • 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會） • 魏學文 教授（暨南國際大學電機工程學系）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司
衛星業者	• 愛爾康資料處理股份有限公司 • 隴華電子股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

四、113年座談會場次四

為針對主要國家與我國衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討議題研析，研究團隊於 113 年 9 月 11 日（三）下午舉辦「衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討」座談會。座談會邀請政府機構、公協會、學者專家以及電信業者等產官學研專家共同就我國衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討議題進行討論，表 5.1.6 為會議議程及與會名單，附錄八則收錄本場次座談會的會議紀錄、簽到表與照片。

表 5.1.6　座談會場次四會議議程及與會名單

議程	
13:30-14:00 14:00-14:05 14:05-14:10 14:10-14:30	• 報到 • 主席致詞 • 長官致詞 • 引言報告
指導單位	數位發展部
執行單位	財團法人臺灣經濟研究院
與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[434]	
政府機構	• 國家通訊傳播委員會 • 數位發展部
智庫機構	• 財團法人工業技術研究院 • 財團法人電信技術中心
專家學者	• 劉崇堅 理事長（台灣通訊學會） • 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

[434] 男女比為 15：10（含工作人員）

五、113年座談會場次五

為針對主要國家與我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制議題研析，研究團隊於 113 年 9 月 30 日（一）下午舉辦「我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制」座談會。座談會邀請政府機構、學者專家以及電信業者等產官學研專家共同就我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制議題進行討論，表 5.1.7 為會議議程及與會名單，附錄九則收錄本場次座談會的會議紀錄、簽到表與照片。

表 5.1.7　座談會場次五會議議程及與會名單

議程	
13:30-14:00 14:00-14:05 14:05-14:10 14:10-14:30	・報到 ・主席致詞 ・長官致詞 ・引言報告
指導單位	數位發展部
執行單位	財團法人臺灣經濟研究院
與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[435]	
政府機構	• 國家通訊傳播委員會 • 數位發展部
專家學者	• 劉崇堅 理事長（台灣通訊學會）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

[435] 男女比為 15：10（含工作人員）

第二節　衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜

一、座談會成果研析

針對 113 年度所辦理之「我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討」座談會及「衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討」座談會，以下進行成果研析。

（一）衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜有關衛星直連手機應用應以 MSS 或 IMT 頻段管理機制

1. 國際衛星直連手機使用 MSS 頻段管理機制

針對衛星直連手機使用 MSS 頻段管理機制議題，座談會專家們意見彙整如下：

首先，**國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長**指出，針對 MSS 的開放，長久以來 NCC 都是採用「評審制」。**中華電信張維儒科長**認為，未來執照開放可選擇採用「評審制」。**臺北大學經濟學系劉崇堅教授**亦認為應採「評審制」，因衛星直連手機業者跨國經營特性，亦涉及國家安全、通訊主權的問題，「評審制」較為適宜。

中華電信張維儒科長認為，執照也可以試驗形式先做初步研發，建議待未來有比較大的突破跟發展，再討論執照發放。**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**認為，以目前 3GPP 的技術規範來看，頻譜釋出所服務的市場還沒有很具體，建議待具體服務發展後，再決定釋照方式。**暨南國際大學電機工程學系魏學文教授**建議先考量地面通訊系統的頻譜問題，傾向 3D 發照，即盡量垂直是同一公司，這樣處理干擾問題比較簡單，即便衛星系統是國外業者擁有無法掌握，但地面頻段是 A 公司掌握，亦由 A 公司代理衛星系統，會比較好處理。

綜整座談會各界意見，在 MSS 頻段之授權機制上，業者專家建議採用「評審制」，並在 MSS 頻段執照釋出前，可先開放實驗執照供業者進行驗證。例如 SpaceX 與 T-Mobile 即向 FCC 申請試驗執照進行衛星直連手機之簡訊及語音等相關服務之驗證。

2. 國際衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制

方案一：頻譜持有者為行動通信業者及衛星業者，透過由獲配者進行合作或協調以供衛星直連手機服務；方案二：頻譜持有者為行動通信業者，透過行動通信業者藉由組合他人自建網路提供衛星直連手機服務；方案三：頻譜持有者為行動通信業者，透過行動通信業者以共用或提供使用方式供衛星業者提供補充涵蓋之衛星直連手機服務。

針對衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制議題，研究團隊提出三種方案供與會專家們討論，意見彙整如下：

台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長表示，目前有國內業者聯絡衛星業者，希望透過行動寬頻垂直專網的政策，做 PPDR 服務，產業署正在考慮放寬，以 PPDR 名義介接公網連接衛星服務，這樣不具任何法規義務，進入方案一的服務模式，會導致整個結構性的傾斜。**財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理**認為，3 個方案的差異在於管制密度，若將 IMT 頻譜配置行動通信業者，或許只需針對原本 IMT 頻譜做重點宣示或進行補充，即使把自主權跟彈性開放給行動業者，只要強調並希望特別注意或不要違反衛星直連手機某些特點規範，可彈性解決開放衛星直連手機的問題。**財團法人電信技術中心徐玉珊副理**表示，把頻段分配給行動業者或衛星業者，命題上是否須先決定限定頻段，否則要如何做分配？若要限定頻段，按過往釋出 IMT 頻段會考量兩個重要項目：第一，是否要有網路涵蓋要求？第二，是否納入「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條之單一事業可使用頻寬上限問題？就網路端來看，若頻率分配給電信業者，採組合他人自建網路之衛星直連手機的合作態樣，行動業者有足夠的管控能力嗎？值得深思。

（二）MSS 或 IMT 頻譜共享議題

座談會專家學者針對 MSS 或 IMT 頻譜共享議題，**財團法人電信技術中心徐玉珊副理**表示，就頻率端來看，地面通信網路跟衛星網路使用相同頻率，涉及共用問題，依《電信管理法》第 58 條第 3 項及「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條規定，僅 3 個頻段可以共用，若未來想開放衛星直連手機，似乎須先做法規調適。**國家通訊傳播委員會綜合規劃處陳心元技正**表示，頻率和諧共用可能會遇到干擾問題，但干擾未必有想得那麼大，5G 技術採用正交分頻多工（OFDMA）的概念，電波還是這樣跑，除非 2 個基地臺都剛好在各兩側的邊緣，又剛好用到 subcarrier，這種情況下才會干擾。

財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理表示，彈性使用部分，在頻譜管理方式或頻譜協調，以及外國業者需符合電信規範或設備審驗，數發部與通傳會可考量管制密度，以增加彈性空間，政府單位輕鬆，電信業者可較舒緩提供服務。另針對共用或提供使用部分，依「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條第 1 項第 4 款規定「其他經主管機關公告的頻段」，所以只要數發部公告，應可省去修法。原本該條是只供第三人使用或共用，修法說明也只開放給其他電信業者使用，不包含國外衛星業者。因此，開放給外國電信業者使用，條文部分也許可以不用改，但開放需要補充說明。**台灣大哥大**

股份有限公司林昭成部經理認為，共用是指電信業者間、用戶間可以共用，但電信業者跟衛星業者間不叫共用，因為電信業者用衛星的技術當作網路的一部分，兩個合起來組合成一個服務。**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理**認為，討論共用或提供使用需先釐清是否屬《電信管理法》第 58 條及「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條、第 23 條的頻率提供使用或共用。若是，需訂定配套措施以符合此案例的應用情境，若非屬前開的相關規範，是否需要再重新訂定？我認為先以當作公司對公司間的商業合作就好。

（三）我國潛在開放頻段

1. 潛在 MSS 頻段

針對衛星直連手機使用 MSS 頻段分配議題，座談會專家們意見如下：

遠傳電信徐子祥技術副理主張 MSS 頻譜開放前，應以滿足地面行動通訊為主，後續再考慮開放頻率給衛星使用問題。建議 MSS 頻段開放前參考 3GPP、WRC-23 及 WRC-27 訂定標準，待衛星頻率需求較明確時，再評估衛星頻率分配可行性。**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**亦持同樣觀點，因為頻譜具有一定的稀有性，以行動通信市場的頻譜釋出來看，短則 15 年，長則 20 年。但以 3GPP 目前的技術規範看，還沒有很具體，可以再觀察。

中華電信張維儒科長認為，未來衛星直連手機技術進步與發展，將通訊韌性從特定機關或固定形式擴展到全民狀態，手機可在緊急危難時做必要通訊，基此，未來要開放 MSS 頻率供衛星直連手機使用，建議開放較低的頻段，在使用上會比較實際。**龍華電子沈安明顧問**則建議臺灣應該開放 S 頻段，因為 S 頻段是未來主力，它不像 IMT 有那麼多干擾問題，所以希望政府開放 S 頻段，或至少先開放實驗。

暨南國際大學電機工程學系魏學文教授認為，可逐步開放頻段，比如一些比較乾淨、無干擾、無顧慮的頻段，先開放一些看夠不夠用，之後再逐步調整，例如 2.5GHz 頻段。而**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長、中華電信張維儒科長與暨南國際大學電機工程學系魏學文教授**則認為開放 MSS 頻譜前，建議可先開放進行概念驗證（Proof of Concept, PoC）進行相關試驗，不要貿然開放整個頻段。

2. 潛在 IMT 頻段

關於座談會專家學者探討衛星直連手機使用 IMT 頻譜之看法，綜整如下：

遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理認為，AST SpaceMobile、AT&T 跟 Verizon 是以頻譜租賃方式使用 850MHz 頻段，以電信業者現有頻段進行衛星直連。所以應該先鼓勵電信業者跟衛星業者合作，

勿以取得涵蓋為前提，先當作公司與公司間的商業合作，而非先指配或招標某特定頻率。**台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理**認為，目前衛星直連手機技術尚未成熟，現階段以 30 幾 GHz 以下頻段為主，未來 NTN 頻率一定是往高頻走。**台灣通訊協會劉崇堅理事長**指出，衛星技術進步非常快，不必太早做決定，因為現在做很精細的頻譜規劃，屆時不一定能用。**財團法人電信技術中心徐玉珊副理**則認為，從美國或加拿大政策推動方向，可以看到並沒有限制一定是哪個 IMT 頻段，而是由業者評估使用哪個頻段比較適合。這部分可以再觀察，由業者提出申請可能是比較恰當的方式。

財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理提醒，WRC-27 衛星直連手機的頻率是 700-2700MHz，2GHz 是美國跟加拿大主要關注重點；但美國把 2.5GHz 排除在 SCS 架構之外，但該頻率是衛星直連手機的頻率範圍，是 ITU 研究重點。雖然美加兩國未放在重點頻譜，但以地緣關係來看，日本有在關注，因 2.5GHz 頻段是日本重點 TDD 的頻譜，日本有請 ITU-R 注意衛星直連手機在 2.5GHz 的干擾問題，留意不要漏掉這個很重要的頻率。

（四）我國既有申請架構

方案一：頻譜持有者為行動通信業者及衛星業者，透過由獲配者進行合作或協調以供衛星直連手機服務；方案二：頻譜持有者為行動通信業者，透過行動通信業者藉由組合他人自建網路提供衛星直連手機服務；方案三：頻譜持有者為行動通信業者，透過行動通信業者以共用或提供使用方式供衛星業者提供補充涵蓋之衛星直連手機服務。

關於座談會專家學者探討衛星直連手機依我國 IMT 頻段核配申請方式之看法，綜整意見如下：

專家與學者反對方案一，**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理**認為，電信業者與國際衛星業者溝通不易；且將頻率核配給單一業者在頻率規管方面會較容易。建議採相同服務、相同管制原則，且衛星涵蓋應視為有更好、沒有也無妨的概念，因衛星訊號來源是非本土業者，要求電信業者把掌控權在別人手中的東西視為義務，並不公平。**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**就方案一持反對意見，現行行動寬頻專用電信限制不得介接公網，讓市場結構未崩解。目前產業署正考慮放寬以 PPDR 名義介接公網連接衛星服務，進入方案一的服務模式，而不具任何法規義務，將造成整個市場結構性的傾斜。

就方案二、三部分，**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**表示，以《電信管理法》的角度，行動通信服務有外資限制，國際業者需配合《電信管理法》落地。惟基於相同服務、相同管制，若未來衛星仍是境外業者提供本地服務將存在監管挑戰。由取得頻譜的行動通信業

者做服務的補充、法規配合等較合理，建議於涵蓋義務定義無變動的情況下計算涵蓋義務。

（五）衛星直連手機其他網路管理議題

1. 代理制度

根據衛星服務代理制度之存廢問題，專家學者分持贊成「廢除」、「保留」及「兩者皆可」三種立場，綜整如下：

贊成「廢除」代理制度者：**國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長**認為應回歸正統的申請程序，頻率取得先由數發部核配，後依《電信管理法》第 37 條的網路設置計畫或營運計畫由通傳會核准；**數位發展部資源司陳威呈科長**表示，應關掉不符合《電信管理法》精神的做法；**中華電信股份有限公司張維儒科長**認為，不論是頻譜主權或對服務提供者、消費者權益保障來看，應回歸現行法規申請。惟中華電信目前代理衛星服務，未來可在適當的時間點進行轉換。**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**表示，代理制度應要有落日條款。

贊成「保留」代理制度者：**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理**表示，公司內部認為有需要代理制度，對於是否保留代理制度帶回討論。**隴華電子股份有限公司林文漢資深經理**表示，應該透過代理方式將 Inmarsat、Thuraya、EchoStar 等國際衛星業者引進我國。**暨南國際大學電機工程學系魏學文教授**認為可繼續沿用代理制度，好處是有迴旋的餘地，可暫時提供使用。**臺北大學經濟學系劉崇堅教授**表示，可同時開放申請並維持代理制度，雙軌並行可增加競爭。

贊成「兩者皆可」者：**台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理**認為代理制度是漏洞，《電信管理法》、《電信法》不該允許，且衛星監管較電信監管更加不易。希望開放頻段讓電信業者代理，但假設衛星業者繼續走代理制度，目前適用裝置已不同且每個人皆可申請，那應該要付管理成本，並適用相同規管機制。

2. 干擾風險

根據開放衛星直連手機恐生干擾問題，根據座談會專家建議綜整如下（如表 5.2.1）：

與會者一致認為開放衛星直連手機恐對地面通訊造成干擾疑慮，且衛星業者為外國業者，較難與其協調干擾問題，徒增大量行政處理成本。因此開放前，主管機關須留意國際上該頻段之分配及使用情形，事前規劃完整配套措施及干擾處理機制，避免潛在的干擾風險。另外，**暨南國際大學電機工程學系魏學文教授**認為，漫遊可能也是一個大問題，比如溢波漫遊。

表 5.2.1　開放衛星直連手機之干擾問題與解決

發言者	意見
台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長	• 通信必須在標準統一的情況下，才有辦法連接跟互通。不論是美國、日本或中國大陸，都想強行介入標準，以掌控話語權。就主管機關而言，頻率必須先等市場清楚界定後再做。若標準與設備未統一，可能有跨國性干擾問題。
台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理	• 干擾問題是個隱憂，現在干擾處理機制可以容易找到干擾源，也有現有協調機制。若是衛星會很難協調，尤其是跨國的話，甚至找不到對接窗口。
愛爾康資料處理股份有限公司林榮華經理	• 29500-31000MHz 頻段用途為軍用、政府用，若列入 MSS 開放頻段，應考量可能會產生干擾。未來國際接軌時，留意其他國家是否在軍用使用此頻段，若臺灣開放民用後，可能面臨國際干擾問題。
暨南國際大學電機工程學系魏學文教授	• 干擾是一個大問題，漫遊可能也是一個大問題，比如溢波漫遊，以前的溢波漫遊通常只會發生在邊界，但現在衛星網路進來，溢波漫遊可能是整個國家都溢波。
台灣通訊協會劉崇堅理事長	• 過去 WiMAX 曾與日本衛星發生干擾問題，我國費很大的勁處理此事，因此要特別重視干擾問題。

資料來源：本研究彙整。

3. 衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制授權形式

座談會專家學者針對衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制授權形式，是否透過頻譜供應計畫透過備註欄方式表示之意見如下：**台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理**認為，是否要先分配 MSS 使用，以現階段衛星的發展來看，技術都還在發展中，也有一些彈性，並非多一個頻段劃出來後才能用，衛星壽命很短，換下來新一代又上去，若管理成本、監管能適當放鬆，我認為會發展比較順利。**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理認為**，頻率是珍貴稀有資源，釋出時應有明確用途方能凸顯市場價值，若透過備註欄方式，在頻率使用上可能會有某種程度的限縮。**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**表示，除了國防或國際角力，緊急通訊是唯一目前看出來比較有需求的，所以需不需要在 WRC-27 之前急著標註次要使用，我覺得應用部分與民生較為相關，目前沒有強大的需求。

第三節　HAPS、HIBS

一、座談會成果研析

為充分了解我國各界的需求與看法，研究團隊於 2024 年 8 月 15 日（四）下午 14:00 至 17:00 於台灣經濟研究院本棟 208 會議室舉辦「我國高空平臺（HAPS）與高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）之頻譜需求及管理機制之探討」座談會，邀請產官學專家先進蒞臨指導，就我國 HAPS 和 HIBS 議題提供反饋（詳見第七章）。本研究歸納分析本次座談會成果如下。

（一）是否因應 WRC 新增我國頻率分配表備註欄位

有鑑於目前我國「中華民國無線電頻率分配表」備註欄僅納入 WRC-07 已決議第 3 區 1885-1980MHz、2010-2025MHz 和 2110-2170MHz 頻段可供 IMT-2000 通信 HAPS 使用。國際上新增分配 HAPS 和 HIBS 頻段，是否建議我國將以下頻段納入「中華民國無線電頻率分配表」備註欄？

- 在 HAPS 頻段方面，WRC-19 決議第 3 區 31-31.3GHz、38-39.5GHz、47.2-47.5GHz、47.9-48.2GHz 供 HAPS 使用。
- 在 HIBS 頻段方面，WRC-07 已決議第 3 區 1885-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz 供 HIBS 使用；WRC-23 決議第 3 區 694-960MHz、1710-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz、2500-2655MHz 供 HIBS 使用。

1. 須新增 HAPS 和 HIBS 頻段至備註欄

綜合本次座談會與會者的意見（見下文），部分智庫機構、學者與建議將 HAPS 和 HIBS 頻段納入我國頻率分配表備註欄，並確保合法通信的優先權。但需謹慎考量可能造成的干擾問題，且須明確規定 HAPS 和 HIBS 在特定條件下使用，以保障空中平臺與地面通信系統的協調運作。

財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理指出 ITU 從 WRC-07 即已開始討論 HAPS 的頻率分配，並在後續 WRC 已訂有 HAPS 和 HIBS 頻段相關決議，因此建議將 HAPS 和 HIBS 頻段納入我國頻率分配表備註欄當中，以確保天空上所引發出來的問題，可和地面行動通信有不同的處理方式。同時，提醒在納入頻率分配表備註欄前，須謹慎考量相關的無線電可能受到影響的頻段，且提及我國頻率供應計畫是用以登記紀錄，與能不能讓 HAPS 和 HIBS 裝置放到天空上是不同層次的問題。

財團法人電信技術中心巫國豪主任建議要備註，儘管 ITU 第 1 區沒有通過加註備註欄相關規定，但未來歐洲也有可能在開放 HIBS 後造成其他既有使用者的干擾；且先前在亞太電信共同體（Asia-Pacific Telecommunity, APT）第 3 區社群討論 HAPS 和 HIBS 時，伊朗有提出會影響到其他業務的使用之疑慮，因此註記有其必要性。

台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長表示 HAPS 屬於固定通信、HIBS 屬於行動通信，皆是在既有用途下，因此頻率用途不用更改、定義不需要調整，即為原本既有的延伸。參照 WRC 決議新增 HAPS 和 HIBS 頻段至腳註，建議我國可依循 ITU 加至備註欄。

為維持電波使用秩序，臺灣大學電機工程學系鍾嘉德教授書面資料表示，附議 HAPS 和 HIBS 頻段納入「中華民國無線電頻率分配表」備註欄，應備註既有使用者具有優先使用權，並載明 HAPS 和 HIBS 於「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」。

此外，數位發展部資源司陳威呈科長考量 HIBS 可能跟地面電臺產生干擾之情形，照 ITU 定義是既有使用者的優先權較高，因此建議載明 HAPS 和 HIBS 於「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」，以及在核配頻率時設置其他業務之優先權附加條款。

2. 不須新增 HAPS 和 HIBS 頻段至備註欄

歸納本次座談會出席者就我國不須新增 HAPS 和 HIBS 頻段至備註欄（見下文），我國產業界普遍認為不需要將 HAPS 和 HIBS 頻段新增至頻率分配表備註欄，以避免對既有業者權益和義務的影響。業者傾向保持彈性，待技術成熟後再評估是否需要加註。現階段新增備註可能引發頻段使用權和義務的不確定性。

對此，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長指出 HIBS 就是基地臺建設的方式之一，也只有行動寬頻業者才能使用，這幾年並不需要考慮標註。由於業界擔心註記後會變成使用者被分離的概念，甚至可能增加義務。如今 HIBS 係在發展中的技術，業界樂見其成，倘若有釋出新的頻段要做 HIBS，則可考慮做標註。

中華電信股份有限公司張維儒科長表示傾向 HAPS 和 HIBS 頻段不要加至備註欄。另一方面，也提出需觀察是否對飛機的頻段有影響？若無影響，則可更確立不新增 HAPS 和 HIBS 頻段至備註欄應沒問題；台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理考量新增至備註欄會影響我既有的頻段使用權益，因此傾向不標註；遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理亦傾向不標註，可確保未來解釋空間彈性相對較大。

數位發展部資源司陳威呈科長強調有關頻率分配表的修正，第一點，它是法規命令形式；第二點，在《電信管理法》第 52 條規定，如果真的要加註，後面修法也都會有座談會等，目前只是初步看國內

業者針對 ITU 的規定內法化的看法有沒有異議。目前 ITU 係避免頻段干擾的爭議，才將該頻段加至腳註；然在國內業者的角度，已聯想到業者的權利義務會受到新增備註欄而有所不同。

3. 無外資限制之情形

本次座談會與會者提出未來 HAPS 和 HIBS 發展的多面議題(見下文)。首先，若未來開放外資進入市場，是否需考量 HAPS 和 HIBS 業者競標頻率時不得限制既有使用者權益，故在頻率供應計畫中敘明或有其意見。此外，HAPS 作為備援或訊號補充的角色，租賃商的法律身份及是否受《電信管理法》規範也需要進一步界定，未來法規政策應預先釐清這些潛在問題。

台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長則指出，若 HAPS 做韌性的備援或訊號補充，租賃商僅提供平臺設備讓你去做訊號的連接，無號碼和頻段，此類型供應商是否會受《電信管理法》的規管？未來在法規政策上，可能需要特別定義租賃商的身份。(台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長)

(二) HAPS、HIBS 之頻率監理議題

高空通訊平臺聯盟（High Altitude Platform Station (HAPS) Alliance）於 2024 年 2 月 8 日發布「HAPS 驗證途徑白皮書（HAPS Certification Pathways white paper）」[436]，以及 2024 年 5 月 16 日發布「創設利於布建 HAPS 之監理制度（Creating an Enabling Regulatory Environment for HAPS Deployment）」[437]文件，分別概述 HAPS 未來商業化之驗證制度所面對的挑戰，以及利於各國政府在國內法制框架下制定 HAPS 監理制度之建議，包含：

1. 驗證制度面臨之挑戰包括飛航安全、地面控制系統、飛航環境標準、偵測與避讓（Detect and Avoid , DAA）系統、與飛航服務提供者通訊，以及取得元件故障率數據。
2. 該白皮書建議成立專家工作小組，與國際組織及主管機關合作研討 HAPS 安全風險指標及評估模型、建立 HAPS 環境測試標準、與飛航業者討論開發適用於 HAPS 的通訊協定、制定國際規範的驗證或審核程序等。
3. 監理制度相關建議：

[436] HAPS Alliance, 2024. HAPS Certification Pathways white paper. https://hapsalliance.org/wp-content/uploads/2024/02/HAPS_Certification_Pathways_2024.pdf
[437] HAPS Alliance, 2024. Creating an Enabling Regulatory Environment for HAPS Deployment. https://hapsalliance.org/wp-content/uploads/formidable/12/HAPS_Alliance_TWG_Regulatory_Positions_Paper_2024.pdf

- 採用整合式執照架構，以利地面固定用途電臺與 HAPS 的點對點連接；
- 核准行動網路業者透過 HIBS 使用獲配頻率，於偏鄉地區佈建網路；
- 核准 HAPS 業者將適當頻段用於連接非地面閘道器（Gateway）鏈路，或將衛星固定用途或衛星行動用途的頻率供 HAPS 使用。
- 核准收取可預測的 HAPS 固定鏈路費用，並為 HIBS 制定收費機制。
- 簡化進出口檢查及設備檢驗之審驗流程。

1. 國際 HAPS、HIBS 討論議題

（1）國際標準

HAPS 在 WRC-07 的 Resolution 221 中被提到作為 Fixed Service 的一部分，並可提供 IMT 服務，而 HIBS 則於 WRC-19 會議中首次被正式提出。HAPS 與 HIBS 的討論分別由 ITU 的 5A 與 5D 工作組負責，兩者討論係分開進行。HAPS 或 HIBS 相關討論將在 WRC-27 前資訊會逐步定調。

（2）英國就 HAPS 核配方式展開意見諮詢

根據英國 Ofcom 於 2024 年 7 月 23 日發布「改善天空和太空的行動連接（Improving mobile connectivity from the sky and space）」諮詢文件[438]，該諮詢提及 HAPS 直連設備的頻率授權問題，諮詢已於 2024 年 9 月 13 日結束。截至期末報告撰寫時間，該諮詢尚未發聲明。

考量行動網路業者執照和現行手機執照豁免規定並未考慮到機載平臺上基地臺的佈署。佈署利用行動頻譜的機載平臺可能會導致行動網路受到較高的干擾風險，若機載平臺使用與衛星平臺相同的頻率運行，干擾環境可能會更加複雜。

Ofcom 正在考慮是否需要為在英國行動頻段運作的機載基地臺提供特定的頻譜授權。

- 若 Ofcom 引入新架構，以授權行動頻段內的衛星設備對設備（device to device, D2D）服務，則對機載平臺採用類似的授權制度（即特別涵蓋機載平臺傳輸的新執照）。優點是可以允許非行動網路商使用行動網路商未使用頻譜，在消費者有改善連接需求的地區佈署系統。這與現有的「本地接取」執照相似，該許可允許第三方地面網路業者在某個行動網路業者未使用頻譜的地區使用該業者的頻譜。
- 另一種方法，是對行動網路業者（Mobile Network Operators, MNO）頻譜執照引入新條件，以管理與 HAPS 相關的任何新干擾風險。

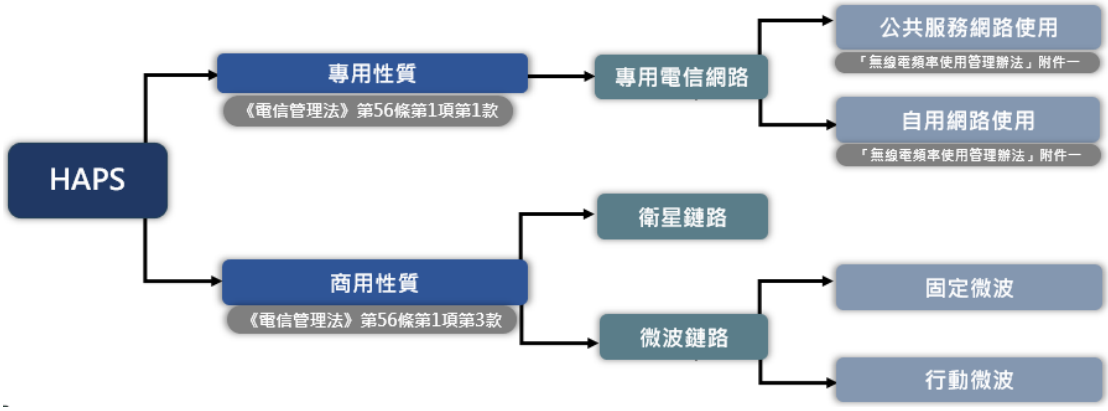
2. 我國的頻率核配機制

（1）HAPS

[438] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

我國 HAPS 頻率釋出相關法規，涉及「無線電頻率使用管理辦法」第 44 條第 4 項[439]，國家通訊傳播委員會處理干擾之優先順序，其中包含依業務性質之重要性。

本研究依據我國《電信管理法》第 56 條第 1 項第 1 款[440]與第 1 項第 3 款[441]區分別為專用性質與商用性質。在專用性質方面，申請資格可能包含公共服務網路和自用網路；商用性質又分為衛星鏈路與微波鏈路，參照圖 5.3.1。



資料來源：本研究彙整。

圖 5.3.1　我國 HAPS 頻率核配機制

參照我國「無線電頻率使用管理辦法」附件一依電信管理法第 56 條第 1 項申請核配頻率相關事項一覽表[442]。

- 供專用電信網路使用：一、設置公共服務網路使用無線電頻率之申請者，以目的事業主管機關確認符合公共服務用途者為限。二、設置自用網路使用無線電頻率之申請者，以具公司、法人或團體之資格者為限。
- 供微波鏈路使用：一、設置公眾電信網路之電信事業。二、依廣播電視法或有線廣播電視法規定核准籌設或許可經營廣播電視服務之廣播電視事業。
- 供衛星鏈路使用：一、設置公眾電信網路之電信事業。二、依廣播電視法或衛星廣播電視法規定核准籌設或許可經營廣播電視服務之廣播電視事業。

439「無線電頻率使用管理辦法」第 44 條第 4 項，國家通訊傳播委員會處理干擾之優先順序如下：一、於動員實施階段時，以軍用無線電頻率為優先。二、飛航、船舶航行安全之任務。三、災害防救之任務。四、依業務性質之重要性。五、依無線電頻率核配先後。

440《電信管理法》第 56 條第 1 項第 1 款，供急難救助、實驗研發、專用電信網路、公共使用或其他公益用途。

441《電信管理法》第 56 條第 1 項第 3 款，供無線區域用戶迴路、衛星鏈路或微波鏈路，在不同時間或不同地點重覆使用。

442 全國法規資料庫，2024。附件一依電信管理法第五十六條第一項申請核配頻率相關事項一覽表。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawGetFile.ashx?FileId=0000371038&lan=C

- **若我國未來引進 HAPS，頻率核配是否適用《電信管理法》第 56 條？**

歸納本次座談會出席者就我國未來引進HAPS之討論(見下文)，中華電信股份有限公司張維儒科長認為 HAPS 頻率核配是否適用《電信管理法》第 56 條取決於其使用性質，若以專用性質來看，HAPS 需避開與衛星頻率重疊的區域，另指出 HAPS 的釋出較像衛星固定的應用，建議可朝評審制執照釋出做思考；暨南國際大學電機工程學系魏學文教授建議使用 3GHz 或高頻的乾淨頻段，以及應分析要採取專用電信或釋照的方式；財團法人電信技術中心巫國豪主任建議從使用情境做思考，若 HAPS 著眼於防災或補充涵蓋，或許它的執照持有者、業者可能跟專用性質較為相關；臺灣大學電機工程學系鍾嘉德教授書面資料表示，專用 HAPS 可比照現行供專用電信網路使用之頻率用途核配申請方式，而商用 HAPS 則應比照衛星或微波鏈路使用之頻率用途的核配申請方式。

- **現行電臺設置使用管理辦法（例如衛星地球電臺、微波電臺（固定微波或行動微波））是否適用於 HAPS？**

HAPS 的管理是否適用現行電臺設置使用管理辦法存在不同觀點。首先，遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理表示若 HAPS 連接公網，建議採取與電信業者相同服務和管制標準，以獎勵方式促進業者建設，而不是強制將 HAPS 或 HIBS 納入規劃書，以避免造成建設義務。其次，數位發展部資源司沈信雄專委點出需確保外國設備符合臺灣的設備審驗規範，特別是在資安防護方面，雖然理論上 HAPS 可以通過臺灣的網路設置計畫，但若業者使用其他業者的頻段，則可能侵犯其權益。

- **考量 HAPS 發展趨勢，對於可供 HAPS 使用之頻段核配與管理機制其他建議。**

有關 HAPS 頻段建議，財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理則表示 HAPS 是固定服務的一部分，有自己特定的頻譜。而中華電信股份有限公司張維儒科長和遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理均表示 ITU 定義 HAPS 是固定通訊的延伸，國際上已有定義 HAPS 的頻段，若我國覺得 ITU 定義的頻段不適用，才需考慮新增 HAPS 頻段。

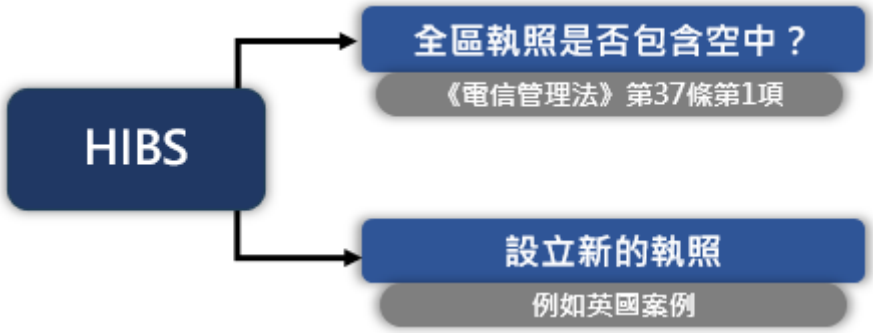
台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長表示 HAPS 若以設備租賃模式，需考量成本、航道和《民航法》。另外，提出政府可透過補償機制使用電信業者的高空頻段。同時，HAPS 涉及跨國合作和衛星業者進入臺灣市場之挑戰。

在數位主權上，數位發展部資源司沈信雄專委表示我國領空範圍為兩萬五千公尺內。台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長和財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理均表示無線電波屬於數位主權範疇，任何未經我國認證的電波進入領空都應受到管理。但我國在數位主權議題上，目前無管道可申訴。

（2） HIBS

我國 HIBS 頻率釋出相關法規，涉及「無線電頻率使用管理辦法」第 44 條第 4 項，國家通訊傳播委員會處理干擾之優先順序，其中包含依業務性質之重要性。

本研究將我國 HIBS 頻率核配區分為 2 種方式。第 1 種 HIBS 頻率核配方式，相關法規可能涉及《電信管理法》第 53 條、第 54 條。其中，有關 HIBS 電臺設置變更，則涉及《電信管理法》第 37 條第 1 項[443]，亦需考量我國全區執照是否包含空中？若我國全區執照包含空中，是否依循《電信管理法》第 37 條第 1 項進行 HIBS 電臺設置變更，係值得關注之焦點。第二種 HIBS 頻率核配方式，係藉由設立新的執照，例如英國目前正在商討之案例，參照圖 5.3.2。



資料來源：本研究彙整。

圖 5.3.2　我國 HIBS 頻率核配機制

- **HIBS 全區執照包含空中**

綜合本次座談會與會者 HIBS 頻率核配機制之意見（見下文），我國產、官、學對我國未來 HIBS 頻段已有獲頻率核配之既有使用者，其共識為頻率使用證明可用於 HIBS，全區執照亦包含空中，雖 HIBS 類似於將基地臺搬至空中，仍需注意發射訊號對其他無線電的潛在影響。此外，確立行動通信頻譜執照包含空中，可提升頻譜與網路效率，干擾問題也較容易處理。

[443] 《電信管理法》第 37 條第 1 項：申請設置使用電信資源之公眾電信網路者應檢具申請書、營運計畫及網路設置計畫，向主管機關申請核准。經主管機關核准，始得營運及設置；其電信網路增設或變更者，亦同。

財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理表示行動通訊頻譜已經配置給電信業者，因此業者就擁有這個頻率發射跟接收的權利。HIBS 較為特殊的係將原本行動通訊頻譜的基地臺拉到天空上使用，因此須注意發射訊號額外衍生出對其他無線電影響的問題。

台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長認為就業者之前所標的行動寬頻的頻段，向上延伸的 HIBS 都是可以做建設的部份，即提供全區的服務，並強調我國現行法規對於基地臺並沒有限制高度，所以應是既有的行動通信業者已取得頻段，若評估後認為效益較一般地面基地臺佳，即可合法使用 HIBS。

中華電信股份有限公司張維儒科長認為 HIBS 本身已包含在行動寬頻的頻率，只是把它視為網路結構裡面的其中一種基地臺形式，HIBS 在商用無須以獨立執照釋出，應都是行動寬頻執照，業者可自行選擇是否要去建置 HIBS。

就干擾的角度來看，暨南國際大學電機工程學系魏學文教授提出若政府規劃在既有行動通信業者取得之頻譜可用於 HIBS，其優勢包含干擾可以很容易處理，因為同個業者和頻段應都是相同系統；另外，高空平臺跟核心網路可以匯整成一個單一網路，對整體頻譜使用效率、網路效率更加。對監理單位而言，推動的難度也較為輕微。

- **依據《電信管理法》第 37 條申請變更網路設置計畫、電臺設置規劃書，設置 HIBS**

歸納本次座談會出席者就我國依據《電信管理法》第 37 條申請變更網路設置計畫、電臺設置規劃書，設置 HIBS 之討論（見下文）。台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長、財團法人電信技術中心巫國豪主任和台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長皆認為可以利用變更網路設施計畫跟電臺的規劃書來做 HIBS 建設。

另外，數位發展部資源司沈信雄專委針對跨國業者提供的 HIBS 涵蓋我國之情形，則提出可能需要關注相關跨國業者申請變更網路建設計畫之議題。

- **組合自建及他人自建或採何種合作模式**

基於增加網路韌性的政策方向，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長提出多種 HIBS 建置合作模式，跨境合作使用 HIBS 有助於提升網路韌性，雖涉及頻率共享和國家政策的考量，業者希望自建後的 HIBS 能與競業或境外業者共享，以降低建置成本並提升資源效率。暨南國際大學電機工程學系魏學文教授考量我國現行法規限制外資對通訊基礎設施的掌控制，可能影響此類跨境合作的可行性；有關頻率協調使用，數位發展部資源司沈信雄專委則提出在臺灣北部和與那

國島頻率共享，需確保雙方頻率的一致性；財團法人電信技術中心巫國豪主任為降低建置成本，建議電信業者可考慮採用共同建設的中立租賃商（neutral host）之模式。

- **需要考量之配套措施**

數位發展部資源司沈信雄專委認為未來若採用 HIBS 技術，推測有機會能減少山林基地臺的維護成本，但仍需考量如何處理現有的山林基地臺，並進一步表示，頻率使用費及涵蓋率的折扣政策也需調整，HIBS 的涵蓋範圍計入普及率，業者就有可能獲得補助得以加速推廣。維護成本仍是考量重點，無論是 HIBS 還是傳統基地臺，都需妥善安排。此外，普及服務基金的調整仍需更多討論。

- **HIBS 使用之頻段核配與管理機制的其他建議**

臺灣大學電機工程學系鍾嘉德教授書面資料表示我國既有電信業者的頻段已可用於 HIBS，須強化管理以避免干擾合法通信。台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長亦指出 HIBS 具有潛力提升網路韌性，建議政府大力輔導電信業者建置並解決相關成本及干擾問題。

中華電信股份有限公司張維儒科長認為 HIBS 也許就是行動網路的延伸，依循行動執照釋出的規管，允許基地臺在空中使用，若遇到干擾問題應是業者自行處理。

台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長擔憂，若新 HIBS 頻段的釋出有特別寫上行動寬頻執照含 HIBS 應用，是不是會間接影響到過去已拿到行動寬頻執照卻沒有寫含 HIBS 應用之既有使用者權益。再者，若涉及跨境使用，應依《電信管理法》考慮外資限制與電信事業登記、外資限制等問題。

此外，數位發展部資源司沈信雄專委表明若政府直接佈建 HIBS 並租給電信業者方案（專用電信）可能面臨無法收費的問題。

3. 目前頻段使用情形

WRC-23 決議 HIBS 系統使用 2.7GHz 以下的部分 IMT 頻段，包含已經同意 HIBS 可在 694-960MHz、1710-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz、與 2500-2655MHz 等頻段對地面行動端提供行動通信服務。

WRC-23 決議 HIBS 頻段（第 3 區）對應我國已分配予電信業者的頻段如下，參照表 5.3.1：

- 694-960MHz 頻段：已分配 700MHz（B28）予遠傳電信 25x2、台灣大哥大 20x2 和 900MHz（B8）頻段予中華電信 20x2、台灣大哥大 5x2。

- 1710-1980MHz 頻段：已分配 1800MHz(B3)頻段予中華電信 30x2、遠傳電信 20x2、台灣大哥大 15x2。
- 2010-2025MHz 頻段：目前無業者分配使用。
- 2110-2170MHz 頻段：已分配 2100MHz(B1)頻段予中華電信 20x2、遠傳電信 15x2、台灣大哥大 25x2。
- 2500-2655MHz 頻段：已分配 2600MHz（B7）予中華電信 30x2、遠傳電信 20x2、台灣大哥大 20x2 和 2600MHz（B38/B41）予遠傳電信 40。

表 5.3.1　WRC-23 決議 HIBS 頻段對應我國分配予電信業者頻段

WRC-23 決議 HIBS 頻段（第 3 區）	我國已分配予電信業者
694-960MHz	● 700MHz（B28）：遠傳電信 25x2、台灣大哥大 20x2 ● 900MHz（B8）：中華電信 20x2、台灣大哥大 5x2
1710-1980MHz	● 1800MHz（B3）：中華電信 30x2、遠傳電信 20x2、台灣大哥大 15x2
2010-2025MHz	● -
2110-2170MHz	● 2100MHz（B1）：中華電信 20x2、遠傳電信 15x2、台灣大哥大 25x2（關閉 3G 網路）
2500-2655MHz	● 2600MHz（B7）：中華電信 30x2、遠傳電信 20x2、台灣大哥大 20x2 ● 2600MHz（B38/B41）：遠傳電信 40

資料來源：bnext，2024。【觀點】中華電、新台灣大、新遠傳哪家電信好用？通勤族首選「這家」！頻寬一表看懂。https://www.bnext.com.tw/article/77638/telecom-mergers
Kocpc，2024。電信合併後，電信三雄怎麼選?。 https://www.kocpc.com.tw/archives/523055
經濟日報，2024。5G 台灣隊完成全部基地臺整併 台灣大申請繳回頻譜。https://money.udn.com/money/story/5612/8202960

4. 方案比較分析

本研究根據 HAPS、HIBS 之頻率監理議題，綜觀國際與我國的頻率核配機制，參照 ITU 於 2024 年釋出最新 RR 版本，其中包含 HAPS 和 HIBS 指定頻段與指定區域，同時參考我國現行法規以及專家學者之建議，臚列出下列方案，並進行優點、缺點分析，以利提供主管機關作政策參考，參照表 5.3.2。

表 5.3.2　HAPS、HIBS 之頻率監理方案

項目	方案	優點	缺點
HAPS	HAPS 核配機制採用《電信管理	● 頻率核配手續與我國先前專用性質或商用	-

項目	方案	優點	缺點
	法》第 56 條	性質相同，較易於申請和實施	
HIBS	全區執照包含空中	● 提升頻譜使用效率 ● 網路效能優化 ● 減少相同頻段系統之間干擾問題 ● 降低建設成本 ● 法規限制較少 ● 緊急和偏遠地區通信保障	● 對其他無線電的潛在干擾風險 ● 可能涉及《民航法》飛航問題 ● 技術與營運挑戰 ● 新進業者較難進入市場
	設立新執照	● 設立 HIBS 專屬頻段 ● 電信業者和新進業者在相同基準上	● 限制頻譜利用效率 ● 增加建設成本 ● 難以與現有的行動通信網路進行有效整合 ● 可能提高業者進入門檻 ● 頻譜分配效率下降 ● 頻段重新釋出，較耗費時間

資料來源：本研究彙整。

（1）HAPS

● HAPS 核配機制採用《電信管理法》第 56 條

根據 ITU 定義 HAPS 係為固定通訊的延伸，而就座談會產官學者結論意見，若我國未來引進 HAPS，頻率核配可採用《電信管理法》第 56 條，並得出若 HAPS 為專用性質，可依循《電信管理法》第 56 條第 1 項第 1 款進行頻率核配；若為商用性質則依循《電信管理法》第 56 條第 1 項第 3 款進行頻率核配，係走微波鏈路當中的固定微波。

（2）HIBS

● 全區執照包含空中

在我國未來 HIBS 發展中，若頻段已有獲頻率核配的使用者，其頻率使用證明可應用於 HIBS，且全區執照包含空中，其優勢包含有助於提升頻譜使用效率。將地面基地臺移至高空運作，可以有效擴大行動通信的涵蓋範圍，尤其在地面基地臺難以涵蓋的偏遠地區或急難救助場景中，能發揮關鍵作用。同時，由於 HIBS 和 IMT 使用相同的頻段與業者進行統一管理，高空平臺與地面網路的結合能優化整體網路效能，並減少資源浪費。此外，既有業者利用既有的頻譜發展 HIBS，干擾問題較容易處理，因為高空與地面發射訊號屬於同個系統，有助於降低不同系統之間的干擾風險。

由經濟角度觀之，能顯著降低建設成本。由於業者可以基於既有

的頻譜和網路基礎架構進行 HIBS 佈署，無需重新獲取執照或頻段，這不僅減少頻段競標的負擔，也能加快建設速度。此外，依循 IMT 現行法規進行管理 HIBS 可避免法規限制的增加，以利新技術的發展。

然而，業者使用 IMT 頻段發展有助於處理自身干擾問題，但根據 ITU 研究顯示 HIBS 的發射訊號仍可能對其他無線電造成影響，包括固定服務跟固定衛星服務等。同時，須在 HIBS 運行中特別注意與我國《民航法》相關的空域管理和安全規範，避免造成干擾。此外，無新頻段的釋出將限制非既有頻譜持有者進入市場，進而限制市場競爭。

綜上所述，HIBS 全區執照包含空中，具有提升頻譜和網路效率、降低建設成本等顯著優勢，但也需克服干擾管理和技術挑戰，並思考市場參與的靈活性問題，以推動我國 HIBS 的發展和應用。

● **設立新執照**

若我國未來 HIBS 頻段將採取類似於英國正在討論中的方式，將 HIBS 設立新執照，其優點在於能夠鼓勵專用頻段的設立，強制 HIBS 使用獨立頻段或新的專用頻段，有助於為 HIBS 應用專門配置頻譜資源，或避免與地面網路使用相同頻段，從而促進 HIBS 技術的專業化發展。

然而，限制 HIBS 使用 IMT 頻譜或需重新釋出 HIBS 頻譜，可能造成頻譜資源的低效利用。其次，業者得另行申請或競標新的 HIBS 頻段，這不僅提高頻譜取得成本，還可能使 HIBS 佈署的時程延宕。此外，技術整合上也會面臨挑戰。若 HIBS 無法與現有的行動通信網路整合，基礎設施的共享將變得困難，進而增加整個系統運營的複雜性。

綜上所述，儘管全區執照不包含空中的安排能夠推動專用頻段的設立，促進技術發展，但在頻譜利用、成本控制及技術整合方面將面臨挑戰。

（3）HAPS、HIBS 建議方案

我國產、官、學對 HAPS 係為固定通訊的延伸已取得共識，爰本研究認為，我國規劃 HAPS 核配機制時，應採納《電信管理法》第 56 條，並得出若 HAPS 為專用性質，可依循《電信管理法》第 56 條第 1 項第 1 款進行頻率核配；若為商用性質則依循《電信管理法》第 56 條第 1 項第 3 款進行頻率核配，係走微波鏈路當中的固定微波。

本研究綜合考量我國未來 HIBS 頻段發展的需求，「全區執照包含空中」為我國較合適方案。此方案能有效提升頻譜使用效率，透過將基地臺移至高空，不僅可擴大行動通信的涵蓋範圍，並可在偏遠地

區或緊急救助場景中發揮關鍵作用。同時，利用現有的行動寬頻頻段發展 HIBS，業者可以降低建設成本，加快佈署進程，這對於推動 HIBS 技術的快速應用至關重要。

相比之下，設立新執照的方案雖能促進專用頻段的發展，但也將面臨頻譜利用效率低、建設成本增加及技術整合困難等挑戰，對 HIBS 的佈署進程可能帶來阻礙。因此，考量到市場競爭、技術發展及成本效益，全區執照包含空中的方案更能促進我國 HIBS 技術的快速發展。

（三）HAPS、HIBS 之網路管理議題（共構共站）

為應對緊急通訊需求，臺灣大學電機工程學系鍾嘉德教授書面資料表示政府機關可在電信業者同意下申請進口 HIBS 設備，暨南國際大學電機工程學系魏學文教授建議建立類似美國 Safety Band 的專用網路以提高通訊韌性。為解決數位韌性問題，財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理表示可藉由 HIBS 在高空直接與手機通信；HAPS 透過 Wi-Fi 與地面點連接；以及 Starlink 直接通訊到手機。

數位發展部資源司沈信雄專委認為若遇急難救助情境時，應由所有電信業者共同提供服務，以確保用戶能夠在通訊中斷時使用通訊服務。此外，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長和財團法人電信技術中心巫國豪主任皆表示政府可透過獎勵政策鼓勵業者和研究機構發展 HIBS。

台灣電信產業發展協會副秘書長劉莉秋指出，共站、共構的模式如同中華電信的合作方式，或許也適用於 HIBS，但不適用於 HAPS 的租賃商模式，亦認為透過多家電信業者（如三大電信公司、SoftBank 和 KDDI）共用基站設施，可以有效降低建設成本，並增強系統的韌性，但儘管合作模式有助於成本分攤，可能並不在現行《電信管理法》許可的範疇內。除此之外，一個設備由三家電信業者共有，在財產上會出現很多問題，因此鼓勵由政府提供 100%補助。暨南國際大學電機工程學系魏學文教授建議回到商用的頻譜執照來處理，可保護業者商業模式的獲利。數位發展部資源司陳威呈科長則表示可由政府補助電信業者得以推動共站共構、共頻共網發展模式，降低電信業者建置成本。

探討 HIBS 對其他無線電的干擾，財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理強調，ITU 對於 HIBS 的討論並不是處理行動通信干擾的問題，而是處理的行動通信被放到天空上後，對其他無線電的影響，包括固定服務跟固定衛星服務，在鄰頻、倍頻、同頻都有可能有干擾。

數位發展部資源司沈信雄專委考量到若在金門使用中國移動與臺灣通訊，卻是藉由漫遊方式通訊，需進一步探討未來如何處理漫遊

問題。台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長表示漫遊和互連涉及不同的服務與拆帳成本，本地有服務的屬互連，無服務的為漫遊，需確認高空平臺的商業模式，若為提供租用服務，則會涉及租賃費用與成本，無論選擇哪種模式，都需要適當頻段的支援。

在緊急或危難情況下，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長點出政府機關或其他單位應使用專用電信頻段，若需要徵用商用電信頻段，根據法規應進行徵收補償或提供頻率使用費的折扣。

第四節　公共安全與防災（PPDR）

一、座談會成果研析

為掌握我國各界需求與意見，研究團隊於 113 年 5 月 14 日(二)下午 14:30 至 17:30 於台灣經濟研究院本棟 208 會議室舉辦「我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討」座談會，邀請產官學專家先進蒞臨指導，就我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率議題提供反饋（詳見第六章）。本研究歸納分析本次座談會成果如下。

（一）我國 PPDR 應用情境與需求

1. 我國 PPDR 應用情境

歸納本次座談會出席者就我國 PPDR 應用情境的討論(見下文)，仍屬平時因應天災、事變或緊急危難救援作業（如地震災區通訊）之性質，反映探討我國 PPDR 機制所需之頻段、頻寬以及技術時，短期內暫無將偶發性重大緊急事件（如戰時緊急通訊）通訊需求納入考量之必要性，或可於我國 PPDR 機制發展較為成熟後，再依據偶發性重大緊急事件通訊需求，評估是否需要應用不同的頻段、頻寬以及技術。

此外，我國未來或可依 ITU 於 2021 年 12 月發布之 Report ITU-R M229.19-2 報告為基礎，評估我國平時與重大緊急應用情境的優先順序，並將恐怖攻擊等人為災害納入考量，進一步細緻化我國 PPDR 機制，確保我國 PPDR 機制得以符合多元的應用情境。

同時，我國 PPDR 應用情境突顯建立 PPDR 機制之餘，仍需持續完善電力、傳輸以及既有無線電通訊系統。

（1）現行應用情境

內政部消防署資通作業中心吳忠家科長自救災單位角度分享，表示第一線人員需快速掌握現場資訊，包含可燃性物質等資訊，並指出 0403 地震時，花蓮天祥段多處通訊中斷，當地並無配有傳統無線電，窄頻通訊可以通，消防無線電反而不能通，後續希望能突破。對此，大同大學電機工程學系許超雲教授表示平時應鼓勵無線電等建立完整的網路，指的是將不同機關的通訊系統（例如消防無線電）互通與整合。

遠傳電信股份有限公司賴建良資深經理則觀察，我國天災如 0403 地震、921 大地震或者火車事故等，通訊中斷的主要問題為電力傳輸而非頻率。以 0403 地震為例，臺八、臺九傳輸中斷，即使電力恢復仍無法進行通訊，自行動車提供低軌衛星連接之角度觀之，移動車搭配低軌衛星或可於特定情境克服我國特殊的條件與環境。

（2） 未來評估方向

財團法人電信技術中心巫國豪主任建議，或可參酌 ITU 於 2021 年 12 月發布之 Report ITU-R M229.19-2 報告，以其臚列的 PPDR 相關應用為基礎，評估我國平時與重大緊急應用情境的優先順序。

臺灣大學電機工程學系張時中教授另指出，會中提及的應用情境屬天然災害，建議將恐怖攻擊等人為災害納入考量，並掌握我國的阿基里斯腱。

2. 我國 PPDR 應用需求

本研究歸納我國 PPDR 應用需求意見如下文，可以看出我國現行 PPDR 應用需求雖仍以窄頻語音通訊為主，但已有考量文字、圖片、影像及資料傳輸等寬頻應用需求之必要，也有開始關注現場人員的穿戴式裝置等新興應用之必要。爰我國規劃 PPDR 機制時，應將寬頻與新興應用需求納入考量，而非侷限於現行應用需求。

（1）現行應用需求

內政部消防署資通作業中心吳忠家科長與台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監均指出，PPDR 應用需求目前以窄頻語音通訊為主。

（2）未來應用需求

放眼未來，內政部消防署資通作業中心吳忠家科長與台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監表示我國 PPDR 將有文字、圖片、影像以及資料傳輸等應用需求，並將有廣泛應用案例，包含現場人員的穿戴式裝置、無人機、自駕車、遠距醫療、擴增實境（Augmented Reality, AR）、虛擬實境（virtual reality, VR）等。呼應此一說法，數位發展部韌性建設司羅鍵中簡任技正根據其 112 年執行 PPDR 驗證的經驗，觀察部分消防單位導入穿戴式裝置，有應用寬頻技術之必要性。

（二）我國 PPDR 發展方向

1. 我國 PPDR 推動現況

綜合本次座談會與會者的意見（見下文），我國警消現行通訊系統為內部封閉式無線電系統，與 PPDR 跨單位互通的定位存有差異，突顯建立 PPDR 機制、據此推動跨單位互通之必要性。

而觀察我國 PPDR 推動現況，目前以數位發展部韌性建設司推動之概念驗證（Proof of Concept, PoC）與智庫機構執行之案例研究為主，PPDR 應用尚未落地，然自 PoC 發展現況可看出，目前我國 PPDR

之推動仍需借助電信產業之量能，朝多業者核心網路（multi-operator core network, MOCN）模式發展。

值得注意的是，前述 PoC 計畫對 PPDR 應用情境的定義為「重大災難」[444]，爰本研究以為，我國數發部韌性司 PoC 計畫是否切合前文提及之我國 PPDR 現行應用情境（即平時因應天災、事變或緊急危難救援作業（如地震災區通訊）之性質）值予探討與釐清。

（1）我國警消現行通訊系統

內政部消防署資通作業中心吳忠家科長與內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長分享，目前警消單位均透過無線電進行通訊。其中，內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長進一步指出，無線電屬於單位內部封閉系統，與 PPDR 的定義與定位不同。

（2） 數發部韌性司 PoC 計畫進展

數位發展部韌性建設司羅鍵中簡任技正表示，韌性建設司於 112 年採用 MOCN 模式與我國 3 家電信業者合作，與消防署針對 PPDR 進行小規模驗證計畫，除建置小型核網外，亦進行演練。遠傳電信股份有限公司賴建良資深經理亦自業界角度分享，在數發部韌性建設司與台灣電信產業發展協會帶領下，我國 3 大電信業者於 112 年 10 月於南投竹山執行 PPDR 通訊系統演練，使用財團法人電信技術中心建置的核心網路、3 大電信業者的 700MHz 與 900MHz 頻段，提供現場通訊。展望未來，數位發展部韌性建設司羅鍵中簡任技正表示，該 PPDR 驗證計畫預計 113 年起，未來 2 年擴大驗證範圍至 6 個縣市、24 個基地臺，執行 PPDR 先期驗證。

（3） 智庫機構參與經驗

本次與會智庫機構亦分享相關經驗，財團法人電信技術中心巫國豪主任表示，該單位 113 年度延續 112 年 PoC 小規模驗證，亦有執行國際案例研究與國內實測案例。另財團法人資訊工業策進會李揚副主任說明，該單位 112 年曾協助數位發展部資源管理司執行 PPDR 研究，但與 112 年相比，113 年國際 PPDR 進展較多。

2. 我國 PPDR 應用技術

歸納本次座談會出席者就我國 PPDR 應用技術的討論(見下文)，我國產、官、學普遍認為 PPDR 機制應用技術趨勢朝寬頻技術發展。本研究認為，即使我國尚未細部評估寬頻技術就我國 PPDR 應用需求

[444] 中央通訊社，2023。數位部規劃台版 PPDR 拚救災通訊優先穩定。https://www.cna.com.tw/news/afe/202310290035.aspx

可發揮的效益，然考量寬頻技術切合我國 PPDR 未來應用需求（見前文），同時國際 PPDR 機制朝寬頻技術發展已是必然，我國 PPDR 機制規劃仍應以寬頻技術為基礎，與此同時，仍可保留既有窄頻技術作為通訊備援，並關注國際 PPDR 應用 5G 技術案例的發展。

（1）既有窄頻技術之必要性

內政部消防署資通作業中心吳忠家科長點出窄頻技術與寬頻技術差異甚大，認為 PPDR 目前尚未能取代傳統無線電。內政部消防署資通作業中心吳忠家科長則進一步分享，警政署應用 Project 25（P25）技術，消防署則應用數位行動無線電標準 P25、下一代數位窄頻（Next Generation Digital Narrowband, NXDN）與數位行動無線電（Digital Moblie Radio, DMR）技術，跨機關經常因為協定不同而產生問題，建置 PPDR 平臺、整合跨機關系統之餘，或可保留既有無線電機制作為通訊備援。

（2） 未來應用技術發展方向

內政部消防署資通作業中心吳忠家科長、台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監、台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長、臺灣大學電機工程學系張時中教授、數位發展部資源管理司沈信雄專委以及數位發展部韌性建設司羅鍵中簡任技正皆認為 PPDR 發展朝寬頻技術邁進。數位發展部資源管理司沈信雄專委進一步指出，通信技術以行動通信為核心發展，PPDR 發展亦將植基於行動通信技術，有利於促進互通性（interoperability），未來或許將有衛星打基地臺信號下來或飛行器基地臺等模式。

惟臺灣大學電機工程學系張時中認為，儘管目前普遍認為應採用寬頻技術，近 10 年來亦有許多新興應用，但目前 PPDR 應用需求與寬頻未來可以發揮的效益仍不明朗，難以評估應採用的技術與應投入的資源。內政部消防署資通作業中心吳忠家科長亦指出，目前行動寬頻即可滿足消防單位第一線人員回傳現場影響與資料的需求，亦可透過無線連接至 Wi-Fi、固網，甚至是低軌衛星等。

（3） 國際案例未來發展趨勢

台灣愛立信股份有限公司陳章胤經理、台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監及中華電信股份有限公司張維儒科長均表示，國際 PPDR 目前以採用 4G 技術為主，同時國際已有邁向 5G 之 PPDR 案例，為 PPDR 未來發展趨勢。

3. 我國 PPDR 適用頻段

綜合本次座談會與會者的意見(見下文),我國產、官、學對 PPDR 機制適用頻段範圍的共識為 1GH 以下的低頻段，除有涵蓋率廣等技術優勢外，亦符合 ITU-RM.2015 建議書中適用於三個區域 PPDR 應用的 694-894MHz 頻段範圍，有利我國 PPDR 機制與國際作法接軌，保留跨境合作之空間。

具體而言,除 703-748MHz 頻段、758-803MHz 頻段、885-915MHz 頻段以及 930-960MHz 頻段等我國 1GHz 以下已開放之行動通信頻段，我國或可考慮將目前保留予 PPDR 專屬無線通信系統實驗網的 806-816MHz 頻段與 847-857MHz 頻段納為 PPDR 適用頻段的考量範圍。儘管遠傳電信股份有限公司賴建良資深經理認為,在我國各家電信業者 5G 釋照後頻率使用率不到 20%的前提下，PPDR 中短期需求應不急迫，然考量低頻段為稀缺資源，我國仍有於現階段妥善規劃頻率之必要。

就頻段應用模式，我國 PPDR 機制應採與電信業者（Mobile Network Operator, MNO）共用頻段，並導入公共安全單位頻率使用優先權，以在最大化提升頻譜效率的同時，降低 PPDR 使用者受 MNO 用戶流量影響的風險。

（1）適用頻段位置

台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監建議我國 PPDR 採用 1GHz 以下的低頻段，並指出 1GHz 以下的低頻段較容易建立涵蓋範圍，所需基地臺數量也較低。

台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長亦指出 1GHz 以下的低頻段具涵蓋範圍的優勢，然低頻段為有限資源，目前 800MHz 頻段未使用確實可惜，或可於下次釋照納入 600-900MHz 頻段進行綜合規劃，支援 PPDR 應用，同時提升我國行動通訊的室內涵蓋範圍，俾利消費者與警消單位。對此，數位發展部資源管理司陳威呈科長表示，自活用頻段資源的角度,正思考釋出 800MHz 頻段予警消單位地下搜救應用或予電信業者擴大室內涵蓋等。

中華電信股份有限公司張維儒科長強調,自使用需求角度觀之，PPDR 應用頻段應滿足涵蓋範圍需求；自與國際接軌角度觀之，國際 PPDR 應用頻段亦以 694-894MHz 頻率範圍間的低頻段為主。此外，PPDR 若須落地，則須應用新的頻段，而非既有頻段。

台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長則就適用頻段之國際協調性角度切入，表示 PPDR 機制與行動網路不同，並無漫遊，應思考頻段使用上是否需有國際共通標準。財團法人電信技術中心巫國豪主任則指出，ITU 第三區亞太電信社群有就跨境頻率協調提出建議，建議考量緊急災害時亞太國家合作的可能性，認為跨境頻率協調仍為重

要議題。

（2）頻段應用模式

中華電信股份有限公司張維儒科長與台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長皆認為 PPDR 採共用頻段，頻譜效率較高。其中，中華電信股份有限公司張維儒科長強調，應導入公共安全單位頻率使用優先權，亦可使用其他行動通訊的頻段，確保流量需求大時達到使用效益。

數位發展部資源管理司陳威呈科長表示，主管機關希望盡可能提升頻譜效率，避免將頻譜資源用於專用頻率。

4. 我國 PPDR 適用網路架構

歸納本次座談會出席者就我國 PPDR 試用網路架構的討論（見下文），共識為採 MOCN 模式，與專網相比，成本較低，亦有利於借助 MNO 基地臺提升 PPDR 涵蓋範圍。本研究認為，儘管我國數發部韌性司 PoC 計畫是否切合前文提及之我國 PPDR 現行應用情境仍值予探討（見前文），然有鑑於該計畫已應用 3 大電信業者的 700MHz 與 900MHz 頻段，未來建立 PPDR 機制前，應先評估 PoC 計畫的執行經驗，確立採 MOCN 模式應留意之處，如 PPDR 獨立核心網路與商用網路如何介接等。

（1）專網與 MOCN 模式之利弊

內政部消防署資通作業中心吳忠家科長表示，若由政府機關自行建立 PPDR，所需經費高昂外，如何選定基地臺位置亦是課題。財團法人資訊工業策進會李揚副主任亦分享，該單位 112 年執行的研究發現，美國 FirstNet 為參考價值高的案例，除自建網路外，亦與 AT&T 合作，然該模式需將高昂的自建成本、以及如何區分 PPDR 與商用地點納入考量。呼應前述意見，台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監指出，單靠國家建立 PPDR 並達到大量涵蓋範圍難度太高，與電信業者合作、採取 MOCN 方式為必然，在電信業者涵蓋範圍未達之處，或可考量建立寬頻量能應急。

（2）採 MOCN 模式之考量面向

台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總進一步表示，PPDR 勢必採獨立核心網路、同時仰賴行動業者的無線網路，爰須思考 PPDR 獨立核心網路如何與商用網路介接以及後續維運之議題。

（三）其他建議

1. PPDR 與既有系統之互通性

本研究整理本次座談會就 PPDR 與既有系統之互通性的相關討論如下文。我國警消既有通訊系統尚未能實現跨部會互通，未來我國 PPDR 機制與我國警消既有通訊系統之互通乃至競合將為重要課題。

（1）我國警消既有通訊系統與其他系統之互通性

內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長分享該單位正建置警政署下一代新型的無線電網路，就如何與其他單位的無線電單位實現跨部會互通功能，目前嘗試透過轉接器進行互通，警政署無線電系統未來有望與消防系統互通，將持續關注未來 PPDR 與既有系統的競合與差異。

（2） PPDR 與既有系統之互通性

台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監自設備商角度分享，諾基亞目前均可符合相關技術需求，包含 3GPP Rel.19 與 PPDR 相關技術標準等，PPDR 可透過閘道（gateway）與 P25 等既有系統介接。

2. PPDR 使用者之認定

觀察本次座談會與會者就 PPDR 使用者之認定提出的觀點（見下文），多位與會者點出確立我國 PPDR 使用者之重要性。我國 PPDR 使用者範圍尚未明確劃分，除警消、海巡等明顯屬於 PPDR 使用者範疇的公共安全單位，其他具公共安全通訊需求單位乃至於一般名眾是否應被認定為 PPDR 使用者仍有待商榷。

（1）PPDR 使用者範圍之劃分

台灣愛立信股份有限公司陳章胤經理點出，警消、海岸巡防乃至於鐵路控制均屬 PPDR 範疇，未來或可討論與掌握我國相關需求。對此，數位發展部資源管理司沈信雄專委表示，ITU 的 PPDR 規範將軌道系統視為 PPDR 的一部分，以我國而言，PPDR 不僅包含消防與警政，亦包含海巡。數位發展部資源管理司陳威呈科長則認為，任何有使用需求的人均有可能是 PPDR 使用者。

（2） PPDR 使用者與相關需求之明確性

另一方面，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長與中華電信股份有限公司張維儒科長強調確立我國 PPDR 使用者以及相關需求之重要性，建議盤點、界定 PPDR 使用者與相關需求。

3. PPDR 主責機關

本研究彙整本次座談會就 PPDR 主責機關的相關意見如下文。本研究以為，即使界定各單位需求是否屬於 PPDR 具一定難度，仍有必要確立 PPDR 主責機關，以確保其人力與經費足以負擔建置與維護 PPDR 機制的高昂成本，並具兼顧各部會特性與需求的專業。

（1）確立主責機關之必要性與可行性

台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長、大同大學電機工程學系許超雲教授、內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長及內政部消防署資通作業中心吳忠家科長等多位出席者強調確立我國 PPDR 主責機關之重要性。

數位發展部資源管理司沈信雄專委則認為，水利署、氣象局，發送災防簡訊的單位等均有可能認為自身與公共安全有關，難以確立主責機關負責確認各單位需求是否屬於 PPDR。

（2）主責機關之性質

其中，大同大學電機工程學系許超雲教授表示，有鑑於 PPDR 定為跨部會性質，我國應有高階主管機關負責統籌 PPDR。對此，內政部消防署資通作業中心吳忠家科長進一步說明各單位的特性與需求不同，就消防署而言，難以兼顧其他部會的需求並規劃相對應的系統，同時人力與經費上也無法承擔全國性 PPDR 機制的高昂建置與維護成本。內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長亦表示同意，表示該單位量能難以承擔相關成本。

4. PPDR 推動政策

本研究整理本次座談會就 PPDR 推動政策的相關討論如下文。本研究認為，我國應訂定 PPDR 政策規劃，確立其採取之模式（如 MOCN、共享頻段等）與電信業者扮演的角色（如負責建置、維運等），以利電信業者掌握後續參與模式與評估界接成本，同時亦需建立誘因制度與商業模式，以提升電信業者參與之意願與動能，有效推動我國 PPDR 機制。此外，我國後續若於 119 年釋照時就頻段執照持有者訂定 PPDR 義務，則應充分聽取各界意見後，評估分階段釋照之可行性，並於釋照時即闡明義務內涵。

（1）未來整體政策推動方向

就 PPDR 相關政策，大同大學電機工程學系許超雲教授建議考慮推動 PPDR 產業指標、鼓勵業者採用最新技術，如 5G 網路切片等（slicing）。臺灣大學電機工程學系張時中教授則強調設計誘因制度

之重要性，包含業者的商業模式等，建議政府挹注相對應的資金、適當投資。呼應誘因制度之建議，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長指出，觀察國際案例，我國 PPDR 無論採取什麼制度，電信業者均有可能協助、建置、維運，若希望電信業者協助，則應思考激勵方式並提供經費，亦須確立政策規劃，以利電信業者評估是否承接。

（2） 於 119 年釋照時就頻段執照持有者訂定 PPDR 義務之可行性

數位發展部資源管理司沈信雄專委強調，PPDR 機制將採使用者付費之模式，然考量使用者願意付費、電信業者不支援之可能性，應推動業者提供相關服務。我國部份行動通信頻段執照 119 年屆期後，屆時亦勢必須拍賣 800MHz，除透過誘因推動 PPDR 外，另一作法為拍賣前，就 1GHz 以下低頻段執照持有者制定 PPDR 義務，避免取得頻段執照後才施加義務、對電信業者造成過高的不確定性。對此，內政部消防署資通作業中心吳忠家科長認為值予推動。

然台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長與中華電信股份有限公司張維儒科長均強調，若主管機關規劃後續針對頻段制定執照持有者的義務，則應於釋照時即確立義務範圍。就義務具體內容，數位發展部資源管理司沈信雄專委表示，現在與電信業者討論義務內涵，未來將朝適當、一般性（general）的義務規劃，如得標業者應可支援 MOCN、6G 與網路切片等，而非僅針對 PPDR。數位發展部資源管理司陳威呈科長進一步說明，至少應先確定支援相關技術規格，避免使用者有需求時須自建或尋求其他部會協助。

此外，台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長建議，後續若於 1GHz 以下的低頻段釋照時附加義務，則應將一般民眾的需求列入考量，較為合適的方式為限定特定頻段予救難單位使用，其他頻段持續提供予一般用戶使用，而非整個頻段均提供予 PPDR。

就後續釋照時程，中華電信股份有限公司張維儒科長提出或可提早或分階段釋出頻段，認為若提早釋出頻段，或可提早實現 PPDR。對此，數位發展部資源管理司陳威呈科長回應，針對 119 年釋照作業，目前規劃至少 117 年前即須訂定方案，時程已相當急迫。

數位發展部資源管理司陳威呈科長進一步建議電信業者於釋照前評估與警消單位界接的成本，以利警消單位評估自行建置與維運 PPDR 的必要性。對此，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長指出，介接的成本因介接的業者數量而異，應先確立 PPDR 網路架構。

5. PPDR 法源依據

本研究彙整本次座談會就 PPDR 法源依據的相關意見如下文。我國目前尚未針對 PPDR 建立制度環境，未來相關法律規範將需闡明

PPDR 參與單位間的權利義務。此外，我國 PPDR 機制未來若採針對頻段制定執照持有者制定義務，則應確立法源依據，例如《電信管理法》第 54 條第 2 項等。

（1）法律規範之內容

內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長表示，後續法律規範應釐清 PPDR 參與單位間的權利義務，方能討論細部分工。

（2） 制定義務之法源依據

台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長則表示，未來若將 PPDR 頻段共享概念納入即將釋照的新頻段，徵用電信業者透過競標取得的頻段，則需根據應用情境考量適用法律，以我國《全民防衛動員準備法（全動法）》而言，其為我國數發部韌性司 PoC 計畫之法源依據，該法允許國家於發生戰爭、生活難以恢復原先狀態時，緊急徵收頻段用於緊急救難，與警消平時應用的概念不同。中華電信股份有限公司張維儒科長則認為，若規劃後續釋照時針對頻段制定義務，則法源依據為《電信管理法》第 54 條第 2 項。

第五節　我國潛在釋照議題

一、座談會成果研析

研究團隊於 113 年 9 月 30 日（一）下午 14:00 至 17:00 於台灣經濟研究院本棟 208 會議室舉辦「我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制」座談會，邀請政府機構、學者專家以及電信業者等產官學研專家共同就我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制議題進行討論（詳見第六章），以充分了解我國各界的需求與看法。歸納分析本次座談會成果，並進一步進行議題研析如下。

（一）119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz 頻段之重新釋出方式？

綜合本次座談會與會者的意見，部分意見建議將屆期時間相近的頻段一併釋出，同時部分先進建議分批次做釋出，存在著不同觀點（見下文）。在頻率釋出方式方面，電信業者普遍建議採用拍賣制；亦有專家建議可採公開招標制或拍賣制兩種方式。關於頻譜使用期限，部分專家建議使用期限以 20 年為原則。

中華電信股份有限公司張維儒科長表示低頻段資源非常重要，中華電信建議 700MHz、900MHz 與 600MHz、800MHz 頻段分為兩個批次做釋出。

反之，遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理則表示在屆期時間相近的 600MHz、800MHz 和 700MHz、900MHz 頻段可同時釋出，以節省主管機關與電信業者的時間與人力成本。台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長亦認為低頻頻段是好用的頻率，希望 600MHz、800MHz 與 700MHz、900MHz 頻段能一併釋出，有助於評估預計要標的頻譜數量、位置，若電信業者要選擇可能被干擾的位置，也要在標的同時知道 600MHz、800MHz 頻段會有干擾的情況發生。

同時，台灣通訊協會劉崇堅理事長建議 119 年與 122 年屆期頻段若可行的話建議拉齊屆期之時間點，惟釋出頻段時建議頻譜應分批釋出。

表 5.5.1　屆期頻段釋出規劃

屆期頻段 釋出規劃	說明
分兩批次釋出	中華電信：建議以 700MHz、900MHz 與 600MHz、800MHz，分為 2 個梯次釋出。

屆期頻段 釋出規劃	說明
	台灣通訊協會劉崇堅理事長：建議拉齊屆期時間點，並建議釋出頻段時應分批釋出。
同時釋出	台灣大哥大、遠傳電信：建議 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz，同時釋出。

資料來源：本研究彙整。

在頻率釋出方式方面，中華電信股份有限公司張維儒科長表示比較不傾向屆時直接續照，而是採用拍賣制，有關不建議屆期頻率以續照方式處理方面，其提出可能因應的作法，表示若屆期前兩年評估出有相關需求，可提前規劃頻率優先位置設計，讓業者在某一個頻段可以有選擇權，達到頻段維持、服務延續的需求。隨後，數位發展部資源管理司廖啟文科長說明可以效仿我國 106 年 2100MHz 頻段無既有的位置，未來若 1800MHz 釋出可採用相關作法，惟 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz 頻段釋出時可能會有疑慮，因為屆時一個頻段僅一家或兩家業者取得。

同時，台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長亦表示拍賣制雖然對標金是個壓力，但可以避免相關爭議。台灣通訊協會劉崇堅理事長指出為避免評審制之不透明干預，建議依《電信管理法》第 54 條採公開招標制或拍賣制。

有關於使用期限，台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長與台灣通訊協會劉崇堅理事長皆建議使用期限能以 20 年為原則，以利評估投資的成本效力是否達收支平衡。

（二）122 年屆期之 2100MHz、2500MHz、2600MHz 頻段與 119 年屆期頻譜一併釋出？

另外，台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長強調應於 700MHz、900MHz、1800MHz 頻段釋出時，完整揭露後續頻譜（例如 2100MHz 跟 2600MHz 頻段）要如何規劃等資訊。

（三）我國行動通信業者是否有 600MHz、800MHz 頻譜需求？建議釋出時間點為何？

針對我國對於有 600MHz、800MHz 頻譜需求，業界先進表示低頻段的重要性，並探討 600MHz、800MHz 頻譜釋出之方式，是否與 700MHz、900MHz 頻段分批釋出或一併釋出。

針對 800MHz 頻段 AMI 智慧電錶（839-847MHz）頻段位置，數位發展部資源管理司陳威呈科長請業者針對 AMI 智慧圖表頻段位置，在無法挪動的前提下，提出具體建議。中華電信股份有限公司張維儒科長表示 800MHz 頻段在 AMI 頻率能夠配合的情況下，應可配置 809-834MHz、854-879MHz 上下各 25MHz 的頻寬，可維持護衛頻段（Guard band）以及 AMI 智慧圖表的位置。

（四）考量 PPDR 網路維運管理、延續性與我國國情之頻率用途規劃

1. 若 PPDR 以電信事業所持有之行動通信頻譜提供，並由執行之電信事業建置：是否建議於行動通信頻譜釋照時，規範應配合 PPDR 主管機關需求配置 PPDR 網路，服務得以政府補助、標案方式提供？

歸納業界先進對於 PPDR 釋出方式，台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長針對 PPDR 釋出方式建議持續研究；台灣通訊協會劉崇堅理事長則表示尊重大家的共識；遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理則認為應先釐清使用者 PPDR 使用需求再進行後續研議。

2. 若 PPDR 以專頻規劃釋出 800MHz 予電信業者建置 PPDR 網路，並得提供商用：建議採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式？若採拍賣制，是否與下一波頻譜一併釋出？頻譜執照年限是否同樣以 20 年作設計？是否應納入頻譜持有上限？

數位發展部資源管理司沈信雄專委表示贊成 PPDR 系統與頻率分開，若有單位要使用，就自己當 MVNO。另外，參照 FirstNet 是以 PPDR 優先使用，剩餘頻寬可以做為商業用途，然這種直接賦予業者的形式類似於我國政府機關的公開招標，以我國《政府採購法》來看，不太可能委託辦理同時賺錢，我認為我國在實際應用方面較有可能採取在釋照時，要求業者符合某個特殊目的，若符合特殊目的就可以提供 PPDR。

對此，中華電信股份有限公司張維儒科長附議以 MVNO 方式提供 PPDR 是可行的，並提出應事先統合各方需求，避免不同單位系統整合上缺乏效率，就法規而言應可提前告知欲釋出的新頻段添加的義務，讓競標者做評估。國家通訊傳播委員會基礎設施處陳炳華科長指出數發部韌性司目前有針對強化戰時韌性的 PPDR，針對核網建置，建議在競標之前要讓投標者清楚知道相關資訊，但數位發展部資源管理司沈信雄專委認為如為戰時提供使用，似乎不適合將國家機密放置於拍賣公告上。

若 PPDR 以專頻方式釋出予業者之方式，台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長認為以專用頻率的方式釋出權責較為清楚。遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理表示若採用拍賣制，建議在下一波頻譜營運的釋出年限應拉齊。

台灣通訊協會劉崇堅理事長認同研究團隊所提之中長期建議，PPDR 合併下一波頻譜一併釋出，且不納入頻譜持有上限，然 PPDR 系統之建置與管理皆由電信業者負責。

此外，台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長提及 PPDR 在 800MHz 有 30MHz 頻寬，是否應基於公共利益將頻率行政核配予 3 家電信業者各 10MHz？且收取頻率使用費。若採行政核配相對於拍賣制的資本支出會較低，但業者還是會需要投入網路建設。

遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理建議 PPDR 頻率使用費可依照行動通訊模式進行收取。

（五）電信事業可申請提供使用或共用之頻段建議。

1. 未來釋照頻譜是否建議納入「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條可提供使用或共用？依據《電信管理法》精神，是否建議開放更多頻段（例如哪些頻段）？或是否建議廢除頻段限制？

數位發展部資源管理司陳威呈科長在座談會議上聲明《電信管理法》的精神，原則上大家都可以共用。「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，有三種處理方式：第一種，逐步正面表列增加進來，沒列進來的個別再來談處理方式；第二種，完全符合《電信管理法》精神，所有 IMT 頻段全部共用；第三種，負面表列哪一些頻段不得共用；又或是特殊情況，2100MHz 是特殊時空背景底下的產物，必須有僅限語音的共用頻段（見下表 5.5.2）。與此同時，中華電信股份有限公司張維儒科長亦認同回歸《電信管理法》的精神，係全部頻段皆可共用。並提出未來應進一步討論，在計算頻寬上限時，共用是否算在裡面？

表 5.5.2　頻率共用法規調適做法

做法	說明
方式一	逐步正面表列增加進「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，未列入者的個案再研議處理方式
方式二	完全符合《電信管理法》精神，所有 IMT 頻段全部共用
方式三	負面表列哪一些頻段不得共用；又或是特殊情況（如 2100MHz 是特殊時空背景底下的產物，必須有僅限語音的共用頻段）

資料來源：本研究彙整。

然而，有關我國「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理表示若我國法規未調整，則需遵循現行法

規，若未來有需要共用的頻段要納入新共用頻段，應依照當時時空環境與相關利害人做充分討論，再放進「無線電頻率使用管理辦法」第17條允許頻率共用。

此外，台灣通訊協會劉崇堅理事長則表示如無其他設限因素，建議初期適度開放部分頻段提供使用或共用。

數位發展部資源管理司廖啟文科長與台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長皆表示未來頻譜共用可能限縮於不經濟區域，以促進普及服務、節省成本。

（六）其他關於屆期頻率及未來釋照之建議。

中華電信股份有限公司張維儒科長建議可提前預告頻譜可續照，若能提前得知已持有頻譜有延續使用之需求，有益於整個市場的頻率的再利用和新技術投資。

在未來頻譜釋照方面，國家通訊傳播委員會基礎設施處陳炳華科長表示若使用拍賣制，業者可根據既有網路的缺失或優缺點進行頻譜評估，但不建議資金充裕者贏者全拿，避免頻譜集中於同一業者。同時，國家通訊傳播委員會基礎設施處陳炳華科長指出先前合併案時有1GHz以下低頻段不得超過三分之一之限制，須討論未來釋照時是否會有相應規範？此外，數位發展部資源管理司沈信雄專委表示未來是否還有必要單獨拍賣，或與某些頻段綁在一起，是值得討論之議題。

有鑑於拍賣制之情境，遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理表示建議未來主管機關在考慮釋出執照時，也可以考慮用評審制或是核配的方式釋出，看能否消弭市場上部分不公平競爭和義務不均等的情形。

從頻率使用費議題層面來看，台灣通訊協會劉崇堅理事長認為下次在討論頻率釋出的時候，優先要把頻率使用費處理完善。而有關拍賣標金抵免機制，國家通訊發展委員會綜合規劃處王雅筑技士提出初步想法，表示未來有沒有可能在拍賣時某些頻段增加一些前提，例如要提供義務，但在拍賣金上可以做一些減免機制。

（七）前揭有關 HIBS、D2D 於 IMT 應用之頻譜規劃做法是否已達共識？

本研究歸納本次座談會出席者就我國 HIBS、D2D 於 IMT 應用之頻譜規劃，我國三大電信業者已達成共識，普遍認為 HIBS 是做基地臺的地面延伸，在頻率的釋出上應視為行動寬頻業務的延伸，並表示須避免非必要的干擾發生。

另外，台灣通訊協會劉崇堅理事長提出表示擔憂，如依 ITU

WRC-23 決議可供 HIBS 於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用，是否可能影響衛星直連行動服務於緊急情況運用，而損害通信網路之韌性？

（八）考量我國情境可能在中長期會有於偏鄉或緊急應用之用途，是否建議在此情境下，於「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條允許共用或提供使用之頻段，納入限於偏遠地區之 HIBS（短期或中期建議）及 D2D 之情境（中長期建議）？

據財團法人台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長表示，若考量 HIBS 成本很高，可能會出現多家業者共同使用同一個 HIBS 去提供涵蓋服務，則可能需要因應相關情境與需求去做頻率共用評估。

中華電信股份有限公司張維儒科長表示，就我國現行法規來看，依據我國「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，只有 3 個領域的頻段，實際上 HIBS 使用的頻段屬於第 4 項，須經過主管機關程序公告哪一個頻段是 HIBS 而且允許在偏遠地區共用。

台灣通訊協會劉崇堅理事長同意於「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條允許共用或提供使用之頻段，納入限於偏遠地區之 HIBS（短期或中期建議）及 D2D 之情境。

（九）我國未來行動釋照間隔

為考量未來行動釋照包含已釋出之行動通信頻譜，即 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz；122 年屆期之 2500MHz、2600MHz、2100MHz；129 年屆期之 3500 及 28000MHz，以及潛在釋出頻段 600MHz、800MHz，三大電信業者就未來行動頻譜釋照之間隔方式給予建議。

中華電信表示認為 IMT 頻譜釋出應以 5 年，並分為 4（Group1 至 4）+1（Group0）個 Group 作為釋照間隔，因應行動通信技術每 10 年演進一個新世代的技術發展，如釋照以 10 年為間隔，將無法滿足用戶使用量快速增長之需求，同時頻率資源分配長期無變化恐削弱市場競爭。每一世代技術發展初期應以提供低頻段（涵蓋）+中頻段（容量）為宜，而 5 年後頻率增補則以中頻段為主（如下表 5.5.3）。

表 5.5.3　中華電信建議之行動釋照間隔

	Group0	Group1	Group2	Group3	Group4
中華電信（以5年為間隔）	600MHz、800MHz、4700MHz	700MHz、900MHz、1800MHz、6800MHz（6G關鍵頻率U6頻段）	2100MHz、2600MHz、2300MHz	500MHz、600MHz、800MHz、3500MHz、3700MHz、4700MHz	4400MHz、7500MHz

資料來源：本研究繪製。

中華電信建議，Group0 係以 600MHz、800MHz 與新增頻率供應計畫列為短／中期優先順序之 4700MHz 劃分；Group1 以低頻段 700MHz、900MHz、中頻段 1800MHz 以及 6G 關鍵頻率 6800MHz 劃分；Group2 以中頻段 2100MHz、2600MHz（二者皆為 refarm 頻段）並新增頻率供應計畫列為長期優先順序之 2300MHz 劃分；Group3 以低頻段 600MHz、800MHz（二者為 refarm 頻段）與新增之 500MHz，3500MHz、4700MHz（二者為 refarm 頻段）與新增頻率供應計畫納入評估之中頻段 3700MHz 劃分；Group4 以 WRC-27 探討之中頻段 4400-4800MHz、7125-8400MHz 劃分。

台灣大哥大認為 IMT 頻譜釋出應以 5 年，並分為 4 個 Group 作為釋照間隔（如下表 5.5.4），與中華電信持相似建議，行動通信系統約每隔 10 年換代一次，新世代技術發展初期之技術能力與使用者需求不確定性較高，須經由一段時間確認實際可提供容量與市場需求，故以 5 年作為釋照間隔有助於業者評估所需頻段與補充容量需求頻寬，且 5 年間隔亦接近系統設備硬體更新汰換週期，適時釋出新頻率有助於提供穩定網路服務、評估所需頻率以及系統設備升級。

如以 10 年作為釋照間隔，恐導致過去頻譜閒置造成頻譜資源低效率使用之情形，另建議應於頻率屆期前 2 年即著手規劃釋照作業，以利業者評估使用中的頻段是否須進行設備更新、Refarm 升級，或須將該頻率上服務轉移至其他頻率以維持服務穩定性。

表 5.5.4　台灣大哥大建議之行動釋照間隔

	Group1	Group2	Group3	Group4
台灣大哥大（以5年為間隔）	700MHz、900MHz、1800MHz、600MHz、800MHz	2100MHz、2600MHz、已納入6G規劃並完成清頻之新頻段	3.5GHz、28GHz、可適時納入已規劃之7G頻段	納入7G規劃之新頻段

資料來源：本研究繪製。

台灣大哥大建議 Group1 以 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz 以及潛在釋出頻段 600MHz、800MHz 劃分；Group2 以 122 年屆期之 2100MHz、2600MHz 以及 7GHz 等已納入 6G 規劃並完成清

頻之頻段劃分；Group3 以 129 年屆期之 3.5GHz、28GHz，並可適時納入已規劃之 7G 頻段劃分；Group4 以納入 7G 規劃之新頻段為主。

遠傳電信認為 IMT 頻譜釋出應以 10 年，並分為 2 個 Group 作為釋照間隔（如下表 5.5.5），其考量係以頻繁的釋照作業將耗費主管機關與業者大量時間、人力，不符簡政便民之原則，另與中華電信、台灣大哥大持相反意見，通信技術以 10 年為一新世代，釋照間隔較短（5 年內）或較長（10 年以上）皆難以通盤考量前後世代技術演進與長遠網路建置規劃。

表 5.5.5　遠傳電信建議之行動釋照間隔

	Group1	Group2
遠傳電信（以10年為間隔）	700MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2600MHz、600MHz、800MHz	3.5GHz、28GHz

資料來源：本研究繪製。

另以建置成本與市場接受度觀之，行動通信網路建置相較於專用網路建置之維運成本極高，且專用網路可隨建隨撤，業者勢必會以能否獲利作為考量，而檢視現階段 5G 發展，新技術與新服務須經過時間驗證市場接受度。

故遠傳電信建議 Group1 以 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz、122 年屆期之 2100MHz、2600MHz 以及潛在釋出頻段 600MHz、800MHz 劃分；Group2 則以 129 年屆期之 3.5GHz、28GHz 劃分，另 6GHz 或 mmWave 頻段建議關注國際技術標準發展及設備成熟度再為釋出。

表 5.5.6　我國未來行動釋照間隔做法考量比較

釋出間隔	贊成原因	反對原因
以 5 年為間隔釋出	● 行動通信每 10 年進入新世代(中華電信、台灣大哥大）。 ● 新世代技術發展初期之技術能力與使用者需求不確定性較高，須經由一段時間確認實際可提供容量與市場需求，以 5 年作為釋照間隔有助於業者評估所需頻段與補充容量需求頻寬（台灣大哥大） ● 5 年間隔接近系統設備硬體更新汰換週期，適時釋出新頻率有助於提供穩定網路服務、評估所需頻率以及系統設備升級（台灣大	● 頻繁釋照作業將耗費主管機關與業者大量時間、人力，不符簡政便民之原則（遠傳電信）。 ● 釋照間隔較短（5 年內）或較長（10 年以上）皆難以通盤考量前後世代技術演進與長遠網路建置規劃（遠傳電信）。

釋出間隔	贊成原因	反對原因
	哥大）。 ● 每一世代技術發展初期應以提供低頻段(涵蓋)+中頻段(容量)為宜，而 5 年後頻率增補則以中頻段為主（中華電信）	
以 10 年為間隔釋出	● 行動通信網路建置相較於專用網路建置之維運成本極高，且專用網路可隨建隨撤，業者勢必會以能否獲利作為考量，而檢視現階段 5G 發展，新技術與新服務須經過時間驗證市場接受度。	● 釋照以 10 年為間隔，將無法滿足用戶使用量快速增長之需求(中華電信)。 ● 如以 10 年作為釋照間隔，恐導致過去頻譜閒置造成頻譜資源低效率使用之情形（台灣大哥大）。 ● 同時分配頻率資源長期無變化恐削弱市場競爭（中華電信）。 ● 釋照間隔較短（5 年內）或較長（10 年以上）皆難以通盤考量前後世代技術演進與長遠網路建置規劃（遠傳電信）。

資料來源：本研究繪製。

表 5.5.7　我國未來行動釋照間隔之建議頻段比較

中華電信	台灣大哥大	遠傳電信
● Group0：600MHz、800MHz 與新增頻率供應計畫列為短／中期優先順序之 4700MHz 劃分； ● Group1：以低頻段 700MHz、900MHz、中頻段 1800MHz 以及 6G 關鍵頻率 6800MHz 劃分； ● Group2：以中頻段 2100MHz、2600MHz（二者皆為 refarm 頻段）並新增頻率供應計畫列為長期優先順序之 2300MHz 劃分； ● Group3：以低頻段 600MHz、800MHz(二者為 refarm 頻段）與	● Group1：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。 ● Group2：2100MHz、2600MHz、6G 頻段。 ● Group3：3.5GHz、28GHz、可適時納入 7G 之頻段。 ● Group4：7G 頻段。	● Group1：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2600MHz。 ● Group2：3.5GHz、28GHz。 ● 其他：6GHz 或 mmWave 頻段建議關注國際技術標準發展及設備成熟度再為釋出。

中華電信	台灣大哥大	遠傳電信
新增之 500MHz，3500MHz、4700MHz（二者為 refarm 頻段）與新增頻率供應計畫納入評估之中頻段 3700MHz 劃分； ● Group4：以 WRC-27 探討之中頻段 4400-4800MHz、7125-8400MHz 劃分。		

資料來源：本研究繪製。

（十）我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段

歸納三大電信業者就我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段（如下表 5.5.8）。其中，部分電信業者在建議釋出 600MHz 頻段 20MHz×2 頻寬，且三大電信業者皆一致認為 600MHz 會需要保留護衛頻段，並進一步提出認為合適之護衛頻段預留頻寬。

中華電信建議我國未來釋出 600MHz 時採用 n71 釋出至少 20MHz×2，如以 n105 釋出，應以 40MHz×2 較能充分運用 600MHz。中華電信因應 600MHz 配置包含 n71 與 n105，皆採用上半部為上行鏈路（Uplink）之規劃，而相鄰之 700MHz 頻段（n28）下半部同為 Uplink，兩者間無干擾之虞，故建議 600MHz 上半部毋須預留護衛頻段；600MHz 下半部緊鄰廣播電視頻段，且廣播電視為單向傳播，接收端位置無法掌握且部分信號強度較微弱，難以實施護衛空間、自動頻率協調等措施，故 600MHz 下半部須預留適當之護衛頻段，然參酌 FCC 規範，其建議之護衛頻段約 7MHz，而亞太電信組織（Asia-Pacific Telecommunity, APT）技術分析報告則建議保留 4MHz。

同時，台灣大哥大建議 600MHz 釋出 20MHz×2 頻寬（632-652MHz+678-698MHz）以及於 700MHz 預留 5MHz 之護衛頻段。

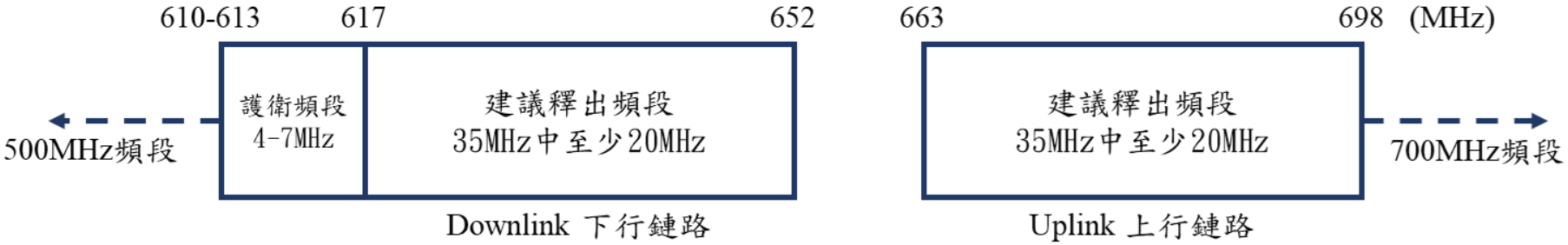
遠傳電信表示如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護衛頻段則已足夠；如相鄰頻段為其他通訊技術，其干擾程度將依其他通訊系統之發射功率、頻段遮罩設計及敏感度而不同，建議保留至少 5MHz 護衛頻段，亦可安排測試驗證，確保釋出頻段不受鄰頻干擾。

表 5.5.8　電業業者對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段

電信業者	600MHz 建議釋出頻段	600MHz 建議保留之護衛頻段
中華電信	● 建議我國未來釋出 600MHz 時採用 n71 釋出至少 20MHz×2，如以 n105 釋出，	● 600MHz 上半部毋須預留護衛頻段。 ● 600MHz 下半部須預留適當

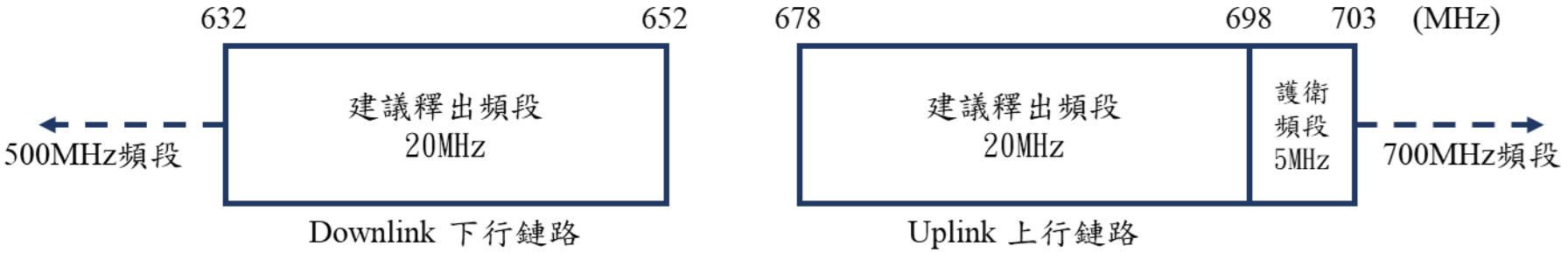
電信業者	600MHz 建議釋出頻段	600MHz 建議保留之護衛頻段
	應以 40MHz×2 較能充分運用 600MHz。	之護衛頻段。然參酌 FCC 規範，其建議之護衛頻段約 7MHz，而亞太電信組織（Asia-Pacific Telecommunity, APT）技術分析報告則建議保留 4MHz。
台灣大哥大	● 建議 600MHz 釋出 20MHz×2 頻寬（632-652MHz+678-698MHz）。	● 於 700MHz 預留 5MHz 之護衛頻段。
遠傳電信	● 無建議。	● 如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護衛頻段則已足夠。 ● 如相鄰頻段為其他通訊技術，其干擾程度將依其他通訊系統之發射功率、頻段遮罩設計及敏感度而不同，建議保留至少 5MHz 護衛頻段，亦可安排測試驗證，確保釋出頻段不受鄰頻干擾。

資料來源：本研究繪製。



資料來源：本研究繪製。

圖 5.5.1　中華電信對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段



資料來源：本研究繪製。

圖 5.5.2　台灣大哥大對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段



資料來源：本研究繪製。

圖 5.5.3　遠傳電信對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段

（十一）我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段

歸納三大電信業者就我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段（如下表 5.5.9）。

中華電信建議 800MHz 規劃採美規 B5、B26、B27 配置，釋出 809-834MHz、854-879MHz 共計 25MHz×2 頻寬，並預留各約 5MHz 護衛頻段。800MHz 下半部（Uplink）與 700MHz 上半部（Downlink）相鄰、800MHz 上半部（Downlink）與 900MHz 下半部（Uplink），上、下半部皆存在鄰頻干擾議題，而此干擾情境類似於 2600MHz 頻段 TDD/FDD 鄰頻干擾，建議參考其規範，分別於上、下半部預留 5MHz 護衛頻段，然參考 APT 報告，如安裝基地臺時不採用昂貴濾波器，則護衛頻段可縮減至 1.6-2MHz。

台灣大哥大建議 800MHz 釋出 814-829MHz、859-874MHz 共計 15MHz×2 頻寬，以及於 900MHz 預留 11MHz 之護衛頻段。

保留 11MHz 護衛頻段原因係其屬於下半部（Downlink），對上半部（Uplink）間干擾較大，至少須預留 10MHz 以上頻寬作為護衛頻段。同時，智慧讀表基礎建設（Advanced Metering Infrastructure, AMI）使用之頻段（839-847MHz）分別具備 10MHz 與 12MHz 之保護頻段，可避免不同技術間發射功率過大產生的干擾。

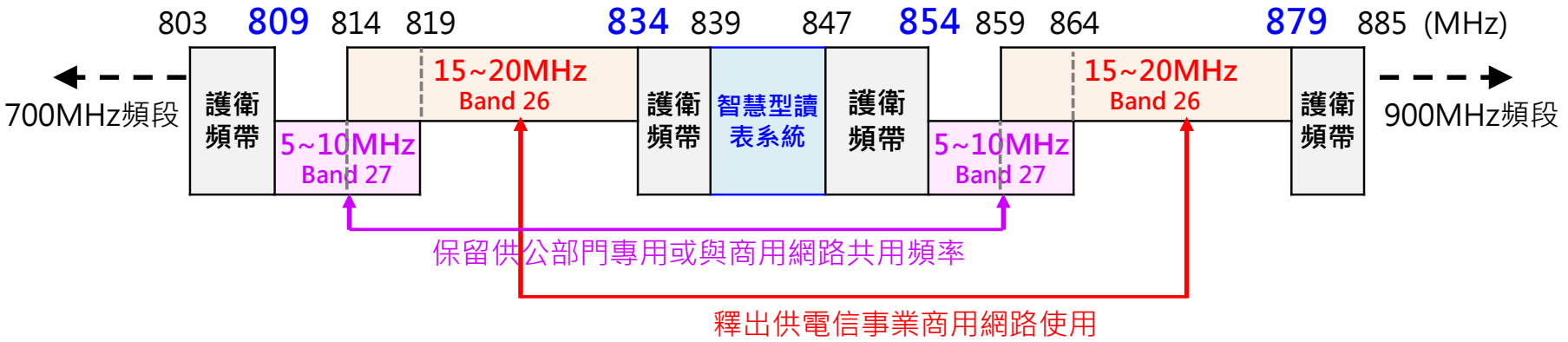
遠傳電信表示，如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護衛頻段已足夠。如相鄰頻段為其他通訊技術，建議保留至少 5MHz 護衛頻段。

表 5.5.9　電業業者對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段

電信業者	800MHz 建議釋出頻段	800MHz 建議保留之護衛頻段
中華電信	● 建議 800MHz 規劃採美規 B5、B26、B27 配置，釋出 809-834MHz、854-879MHz 共計 25MHz×2 頻寬。	● 800MHz 下半部（Uplink）與 700MHz 上半部（Downlink）相鄰、800MHz 上半部（Downlink）與 900MHz 下半部（Uplink），上、下半部皆存在鄰頻干擾議題，建議分別於上、下半部預留 5MHz 護衛頻段。
台灣大哥大	● 建議 800MHz 釋出 814-829MHz、859-874MHz 共計 15MHz×2 頻寬。	● 於 900MHz 預留 11MHz 之護衛頻段。因係其屬於下半部（Downlink），對上半部（Uplink）間干擾較大，至少須預留 10MHz 以上頻寬作為護衛頻段。 ● AMI 使用之頻段（839-847MHz）分別具備 10MHz 與

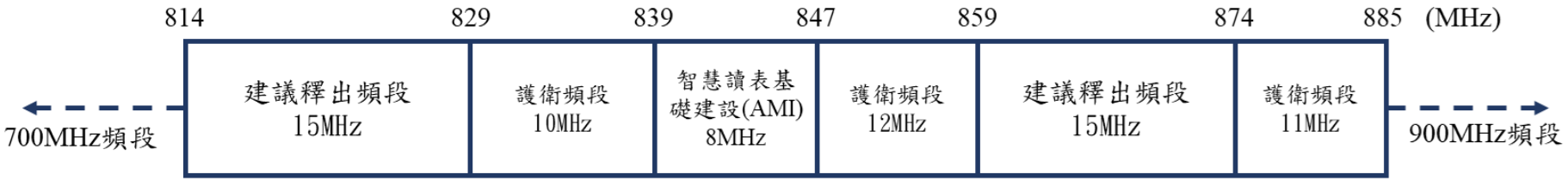
電信業者	800MHz 建議釋出頻段	800MHz 建議保留之護衛頻段
		12MHz 之保護頻段，可避免不同技術間發射功率過大產生的干擾。
遠傳電信	● 無建議。	● 如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護衛頻段已足夠。 ● 如相鄰頻段為其他通訊技術，建議保留至少 5MHz 護衛頻段。

資料來源：本研究繪製。



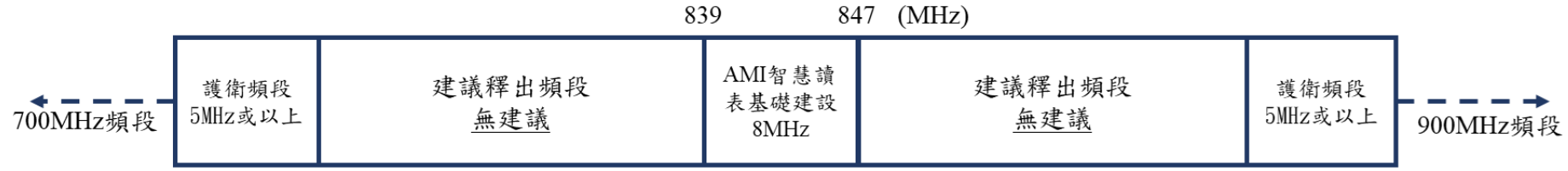
資料來源：本研究繪製。

圖 5.5.4　中華電信對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段



資料來源：本研究繪製。

圖 5.5.5　台灣大哥大對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段



資料來源：本研究繪製。

圖 5.5.6　遠傳電信對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段

（十二）我國採用分時雙工（TDD）釋出 2500、2600MHz 頻段之規劃建議

中華電信建議 2500、2600MHz 頻段不採用 TDD 規劃釋出，其考量為該頻段目前以分頻雙工（FDD）為主，如未來改為 TDD 配置，將造成業者於核配效期內（即 122 年底）不再繼續投資 FDD 設備更新與技術升級，將影響消費者權益與減損業者投標之頻率價值，另該頻段如變更頻譜位置，可能造成中華電信（下行 2665-2690MHz 供 LTE 基地臺使用）與日方 N-Star 衛星（2500-2535MHz、2665-2690MHz）干擾疑慮。

台灣大哥大建議 2500、2600MHz 頻段全採用 TDD 釋出，其優勢為如原 B7、B38 間共 10MHz 之護衛頻段（2570-2575MHz、2615-2620MHz）可供釋出，其釋出頻寬可增加至 190MHz；而以 TDD 技術觀之，目前 NR 即以 TDD 為主流，如 2500、2600MHz 頻段採用 TDD，不僅可增加 40%至 80%下行頻段容量，另搭配有源天線（Active Antenna）、大規模 MIMO（Massive MIMO）技術，其容量可再增加 8 倍。

自技術角度觀之，TDD 相較於 FDD 有較充足之頻譜使用效率，且具靈活性，可滿足上、下行不對稱業務需求，然以成本角度觀之，因現行釋出頻段已含 FDD，若 2500、2600MHz 頻段採用 TDD 釋出，業者原有 FDD 設備則無法復用，其損失成本應納入考量。

遠傳電信指出，因 119 年屆期之頻率尚有數年時間，建議釋照議題應廣納電信產業等利益相關人之意見，如各方意見尚未有共識則不宜太快做出最後決議。

表 5.5.10　有關我國採用分時雙工（TDD）釋出 2500、2600MHz 頻段之規劃建議

業者	建議	說明
中華電信	建議不採 TDD 釋出	如改為 TDD 配置，將造成業者於核配效期內（即 122 年底）不再繼續投資 FDD 設備更新與技術升級，將影響消費者權益與減損業者投標之頻率價值，另該頻段如變更頻譜位置，可能造成中華電信（下行 2665-2690MHz 供 LTE 基地臺使用）與日方 N-Star 衛星（2500-2535MHz、2665-2690MHz）干擾疑慮。
台灣大哥大	建議採用 TDD 釋出	優點： 優勢為如原 B7、B38 間共 10MHz 之護衛頻段（2570-2575MHz、2615-2620MHz）可供釋出，其釋出頻寬可增加至 190MHz；而以 TDD 技術觀之，目前 NR 即以 TDD 為主流，如 2500、2600MHz 頻段採用 TDD，不僅可增

		加 40%至 80%下行頻段容量，另搭配有源天線（Active Antenna）、大規模 MIMO（Massive MIMO）技術，其容量可再增加 8 倍 自技術角度觀之，TDD 相較於 FDD 有較充足之頻譜使用效率，且具靈活性，可滿足上、下行不對稱業務需求，缺點： 然以成本角度觀之，因現行釋出頻段已含 FDD，若 2500、2600MHz 頻段採用 TDD 釋出，業者原有 FDD 設備則無法復用，其損失成本應納入考量
遠傳電信	無	因 119 年屆期之頻率尚有數年時間，建議釋照議題應廣納電信產業等利益相關人之意見，如各方意見尚未有共識則不宜太快做出最後決議。

資料來源：本研究繪製。

（十三）我國 1800MHz 頻段釋出建議

台灣大哥大建議 1800MHz 頻段目前僅 65MHz×2 商用中，尚有 10MHz×2 頻寬可供釋出，建議保留 5MHz×2 頻寬供實驗用途，多餘 5MHz×2 頻寬則整合為 70MHz×2 一齊釋出。

第六章　主要國家頻譜應用議題趨勢研析

第一節　衛星應用之技術發展趨勢及熱門討論頻譜

近年衛星通信技術一日千里，衛星寬頻網路、衛星直連手機/裝置（direct-to-device, D2D）等服務成為熱門議題。根據世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）和麥肯錫（McKinsey & Company）報告提及[445]，因太空技術成本降低及通訊技術進步，至 2035 年全球太空經濟將從 2023 年的 6,300 億美元（約新臺幣 19.62 兆元）[446]增至 1.8 兆美元（約新臺幣 56.07 兆元）。

其中，衛星通信仍是最大的商業收入來源，寬頻連接將為衛星通信主要的成長動力來源，係由新加入的大型衛星系統（例如 SpaceX 的 Starlink、Amazon 的 Project Kuiper、Eutelsat 的 OneWeb 及 Telesat 的 Lightspeed）和既有業者的多軌道系統（例如 Viasat、Inmarsat 和 SES 的 O3B）所推升，從而提供使用者更低的延遲性和更大的涵蓋範圍。隨著大型衛星系統逐步實現全面佈署，衛星系統擴大衛星通信的涵蓋範圍（如偏遠地區），逐步蠶食既有傳統衛星業者原有市場範疇。商業通訊將是衛星企業最大的收入來源，將從 2023 年的 1,960 億美元（約新臺幣 6.11 兆元）上升至 2035 年的 2,180 億美元（約新臺幣 6.79 兆元）。

另外，該報告指出由於新晶片整合到手持裝置中，預計未來幾年衛星直連手機需求將快速成長，惟目前這些晶片效能尚不足以實現高速網路。與地面替代方案相比，資料吞吐量較低且成本較高，故預估未來衛星直連手機之需求將趨於穩定。至 2035 年，衛星直連手機將主要滿足偏遠地區、通訊服務欠缺地區之簡訊和通話需求，年價值達 20 億美元（約新臺幣 623 億元）[447]。

此外，衛星產業協會（Satellite Industry Association）發布之衛星產業狀況報告（State of the Satellite Industry Report, SSIR）[448]顯示，2023 年全球太空經濟收入達 4,000 億美元（約新臺幣 12.46 兆元）。商業衛星產業繼續居主導地位，規模增至 2,850 億美元（約新臺幣 8.88 兆元），占全球太空業務的 71%。2023 年全球衛星產業以前所未有的

[445] WEF & McKinsey & Company, 2024. Space: The $1.8 Trillion Opportunity for Global Economic Growth. https://www.weforum.org/publications/space-the-1-8-trillion-opportunity-for-global-economic-growth/

[446] 以中央銀行 2023 年年平均匯率，新臺幣 31.15 元=美元 1 元計算之，以下皆同。

[447] WEF & McKinsey & Company, 2024. Space: The $1.8 Trillion Opportunity for Global Economic Growth. https://www.weforum.org/publications/space-the-1-8-trillion-opportunity-for-global-economic-growth/

[448] Satellite Industry Association, 2024. State of the Satellite Industry Report. https://sia.org/news-resources/state-of-the-satellite-industry-report/

速度成長，並創下連續第 6 年將商業衛星送入軌道數量之紀錄，2023 年佈署商業衛星達 2,781 顆，較 2022 年增加 20%；截至 2023 年底，環繞地球運行的衛星總數高達 9,691 顆，5 年增加 361%。

以收入而言，衛星服務收入雖較 2022 年微幅下滑 2.7%，達 1,102 億美元（約新臺幣 3.43 兆元）。其中，衛星寬頻服務躍居成長最快的領域，年收入成長 40%，達 48 億美元（約新臺幣 1,495 億元），用戶數量增加 27%，主要受惠於低軌衛星系統的崛起。SSIR 報告亦指出，衛星直連手機和其他地面終端將日益普及，有利於整體衛星產業發展。根據 GSMA Intelligence 樂觀預估衛星直連手機服務於 2024 年至 2025 年中始提供商業化服務，帶來的商機備受期待[449]。到 2035 年，電信業者的連接收入增量總額將逾 300 億美元（約新臺幣 9,345 億元）。

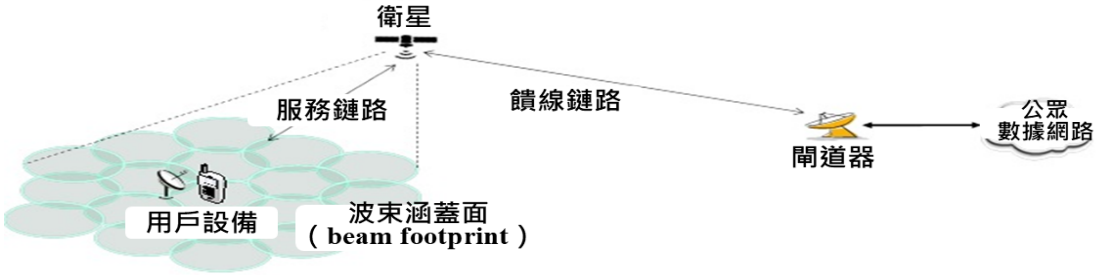
近期國際上針對衛星直連手機出現熱絡討論，本研究亦有彙整衛星間鏈路發展趨勢於附錄十七。

一、衛星直連手機定義與技術

衛星直連手機服務係指手機與衛星間可直接發送和接收無線訊號，進行數據傳輸與數據交換，以提供簡訊、通話和數據功能等服務。在通訊技術上，傳統的衛星電話需透過特定裝置與衛星進行通訊，如 Thuraya 或 Inmarsat 提供的衛星電話，惟其具有衛星裝置體積大、通訊延遲高、電信費率高、通話品質不穩定等問題，導致普及相對不易，僅供偏遠地區、通訊基礎設施欠缺地區等通訊之用。

在連網架構上，主要透過兩種模式達到衛星直連手機服務，一種為手機具備處理衛星訊號及通訊協議功能的零組件，例如晶片；一種為衛星具備發射一般手機可處理的通訊協議。通訊衛星搭載的通訊酬載，依其功能分為兩種型態：一類為搭載「透明式通訊酬載（transparent payload）」衛星，一類為「再生式通訊酬載（regenerative payload）」衛星。「透明式通訊酬載」衛星係指在衛星進行無線電頻率的濾波（filtering）、轉頻及放大，通訊酬載的波形信號（waveform signal）不會改變。換言之，該衛星未含基地臺功能，主要功能在於維持數據完整性，不會對數據做解調處理，負責數據轉傳及調整傳輸的功率或頻率（圖 6.1.1）。

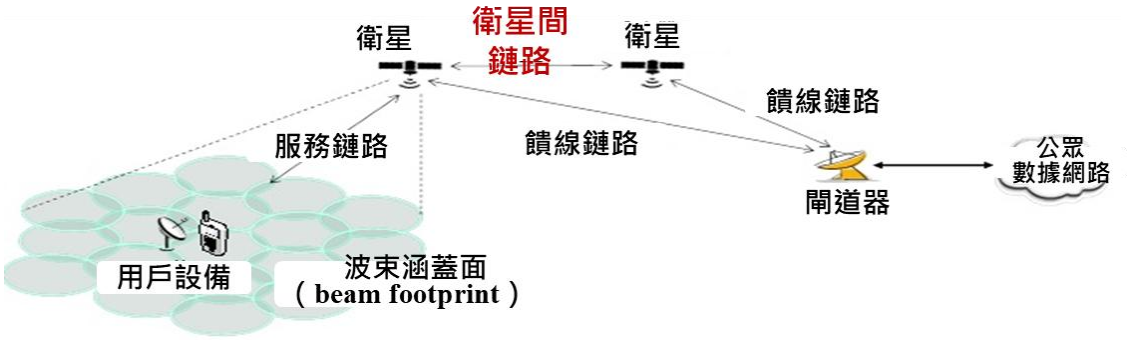
[449] GSMA Intelligence, 2022. Satellite 2.0: going direct to device. https://data.gsmaintelligence.com/research/research/research-2022/satellite-2-0-going-direct-to-device



資料來源：5G Americas, 2022. 5G And Non-Terrestrial Networks. https://www.5gamericas.org/5g-and-non-terrestrial-networks/

圖 6.1.1　透明式通訊酬載衛星之示意圖

而「再生式通訊酬載」衛星則具備基地臺的部分功能，亦即可同時在衛星裡處理無線電頻率的解碼／解調變（demodulation）、轉換及（或）路由、編碼／調變（modulation）功能，再轉傳至下一個節點。若佈建衛星系統時，衛星搭載「再生式通訊酬載」使衛星之間可以通訊，即謂衛星間鏈路（Inter-Satellite Links, ISL）（圖 6.1.2）。



資料來源：5G Americas, 2022. 5G And Non-Terrestrial Networks. https://www.5gamericas.org/5g-and-non-terrestrial-networks/

圖 6.1.2　再生式通訊酬載衛星之示意圖

二、ITU 頻率規劃

就衛星直連手機技術標準發展而言，根據 2023 年世界無線電通信大會（World Radiocommunication Conference, WRC-23）發布的「最後文件（Final Acts）」第 253 號決議[450]，WRC-27 議程將針對衛星與行動裝置直接連接有關的頻譜要求和技術、營運和規則事項進行討論，以補充地面行動通訊的網路涵蓋，並針對 694-698MHz 及 2.7GHz 間的衛星行動業務（Mobile Satellite Services, MSS）劃分進行討論。

此外，「最後文件」第 252 號決議則就未來發展低數據傳輸速率的非同步衛星（Non-geostationary Satellite Orbit, NGSO）MSS 系統所需的 1427-1432MHz（空對地）、1645.5-1646.5MHz（空對地）（地對

[450] ITU, 2023. Final Acts WRC-23. https://www.itu.int/pub/R-ACT-WRC.16-2024

空）、1880-1920MHz（空對地）（地對空），以及 2010-2025MHz（空對地）（地對空）頻段內，對 MSS 做出新劃分並採取規則，以發展衛星物聯網服務。

根據上述決議，國際電信聯合會無線電通信部門（ITU Radiocommunication Sector, ITU-R）須於 WRC-27 前完成相關研究，包括研究低數據傳輸速率的非同步衛星 MSS 系統之頻譜需求、技術與操作特點等，以及針對展開 1427-1432MHz（空對地）、1645.5-1646.5MHz（空對地）（地對空）、1880-1920MHz（空對地）（地對空），以及 2010-2025MHz（空對地）（地對空）頻段和現有主要業務間之共用與干擾研究，以根據審議結果做出後續決議。

3GPP Release 17 標準將非地面網路（Non-Terrestrial Networks, NTN）技術納入網路架構規範，支援佈署 FR1 410MHz-7125MHz 頻段 NR 的衛星通信。從衛星或高空平臺（High Altitude Platform Station, HAPS）進行基地臺訊號發送的功能，拓展地面網路難以涵蓋之範圍，亦為衛星和智慧型手機等使用者終端設備之間的直接通訊確立基礎。

三、衛星直連手機應用樣態、模式

衛星直連手機技術迅速發展，衛星業者、電信業者、手機製造商、晶片設備商等業者紛紛投入市場佈局，主要模式有三：一類為具備特定衛星通信功能的智慧型手機，亦即該類手機具備處理衛星訊號及通訊協議功能的零組件，例如晶片（改手機、不改衛星模式）；一類為具備直連手機通訊酬載之衛星，即衛星具備發射一般手機可處理的通訊協議之功能（改衛星、不改手機模式）；一類為採用 3GPP 的 NTN 標準協議，對晶片、終端、基地臺等進行升級，以實現國際通用協議的技術路線（衛星、手機皆改模式）。三種模式相關說明如後。

（一）使用具備特定衛星通信功能的智慧型手機進行衛星直連（改手機、不改衛星模式）

此模式係基於專用通信協議與頻段，以及特定智慧型手機方能進行衛星直連手機服務。例如，中國大陸華為於 2022 年 Mate 50 系列率先啟用北斗衛星通訊功能，可於無通訊訊號狀態下，進行單向傳遞文字簡訊、位置資訊，進行通知或提供危難救助所需地理資訊，傳輸能力有限；2023 年華為宣布 Mate 60 Pro 系列可提供雙向衛星通話功能[451]。手機製造商 Apple 於 2022 年推出的 iPhone 14 則採用 Qualcomm 衛星通信晶片，配合衛星業者 Globalstar 提供衛星緊急求救功能[452]。

[451] 華為，2023。Mate 60 Pro。https://consumer.huawei.com/cn/phones/mate60-pro/

[452] iThome，2022。首款支援衛星 SOS 緊急服務的 iPhone 14 問世。

（二）使用具備直連手機通訊酬載之衛星進行衛星直連（改衛星、不改手機模式）

此模式係透過衛星業者與電信業者的合作，由衛星業者進行衛星系統的升級，配合電信業者的地面行動通訊頻段，為用戶提供衛星直連手機服務。此模式之特點在於用戶手機不需額外升級、增加硬體零組件或使用特定晶片，以現有的 4G、5G 通訊標準即可接取太空的衛星電臺。

目前市場上的標竿案例，如 SpaceX 與 T-Mobile 的「Direct to Cell」衛星直連手機服務。SpaceX 於 2023 年 10 月 12 日向 FCC 申請「特別臨時授權（Special Temporary Authority, STA）」以發射其第二代衛星[453]，FCC 業於該年 12 月 14 日核准 SpaceX 提出的「Direct to Cell」試驗計畫[454]。該試驗計畫以 840 顆衛星與 2,000 支手機進行實驗，實驗期間為 180 天。

在獲 FCC 核准後，SpaceX 於 2024 年 1 月 2 日發射首批 6 個具有衛星直連手機功能的「Direct to Cell」衛星，並於 1 月 8 日使用 T-Mobile 提供的網路完成測試，首次透過一般手機向其衛星發送並接收簡訊[455]，5 月 22 日完成首次視訊通話功能測試[456]。「Direct to Cell」衛星具備進階的 eNodeB modem，形同太空中的行動通訊基地臺，可支援現有的 LTE 標準，與電信業者合作為 4G LTE 行動裝置提供衛星通信服務。當衛星接收到用戶的手機訊號後，會上傳至衛星的 eNodeB modem，並傳輸至合作電信業者網路，以完成語音、簡訊、數據等發送（如圖 6.1.3）[457]。

https://www.ithome.com.tw/news/152946

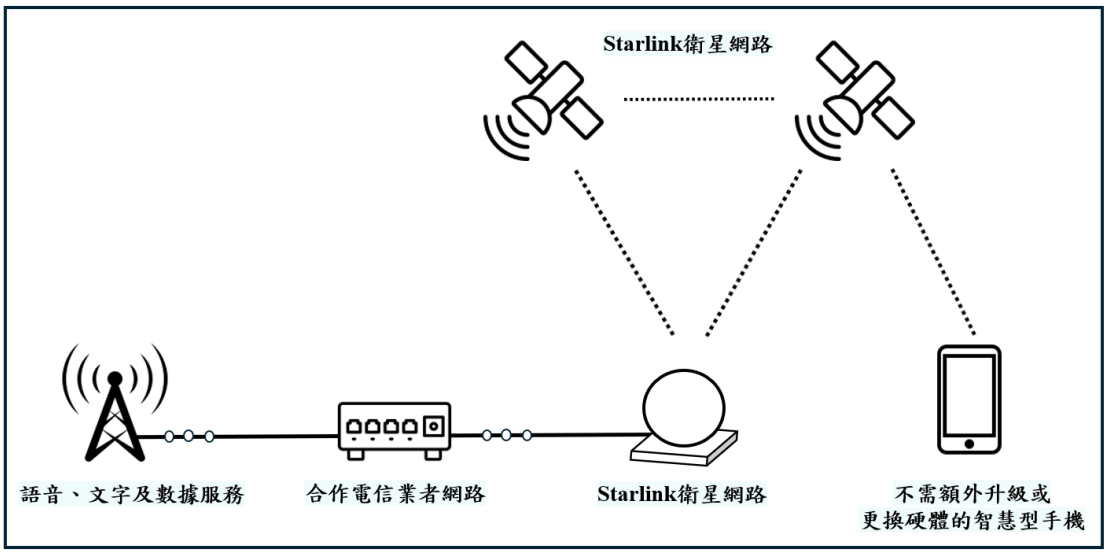
[453] FCC, 2023. SAT-STA-20230929-00239. https://licensing.fcc.gov/cgi-bin/ws.exe/prod/ib/forms/reports/swr031b.hts?q_set=V_SITE_ANTENNA_FREQ.file_numberC/File+Number/%3D/SATSTA2023092900239&prepare=&column=V_SITE_ANTENNA_FREQ.file_numberC/File+Number

[454] FCC, 2023. 2398-EX-ST-2023. https://apps.fcc.gov/els/GetAtt.html?id=338706&x=.

[455] Starlink, 2024. SPACEX SENDS FIRST TEXT MESSAGES VIA ITS NEWLY LAUNCHED DIRECT TO CELL SATELLITES. https://api.starlink.com/public-files/DIRECT_TO_CELL_FIRST_TEXT_UPDATE.pdf

[456] X, 2024. First video call on @X completed through @Starlink Direct to Cell satellites from unmodified mobile phones! https://x.com/SpaceX/status/1792981845296160791?ref_src=twsrc%5Etfw

[457] Starlink, 2024. SPACEX SENDS FIRST TEXT MESSAGES VIA ITS NEWLY LAUNCHED DIRECT TO CELL SATELLITES. https://api.starlink.com/public-files/DIRECT_TO_CELL_FIRST_TEXT_UPDATE.pdf



資料來源：本研究改繪自 Starlink, 2024. SPACEX SENDS FIRST TEXT MESSAGES VIA ITS NEWLY LAUNCHED DIRECT TO CELL SATELLITES. https://api.starlink.com/public-files/DIRECT_TO_CELL_FIRST_TEXT_UPDATE.pdf

圖 6.1.3　SpaceX 推出「Direct to Cell」衛星直連手機服務示意圖

SpaceX 於 2024 年 3 月 7 日再向 FCC 通報，「Direct to Cell」衛星直連手機服務利用 iPhone、Pixel、Galaxy 等一般智慧型手機及 LTE 網路成功測試傳送簡訊。該衛星效能測試使用 T-Mobile 的 PCS 頻段，即 1910-1915MHz（地對空）和 1990-1995MHz（空對地），並選在都市、偏鄉、山谷、低海拔地區進行測試[458]。

（三）採用 3GPP 的 NTN 標準協議之模式（衛星、手機皆改模式）

此模式係於智慧型手機使用衛星通信技術晶片，使手機可支援衛星通信，屬於手機製造商與晶片設備商之間的合作。例如，手機製造商 Bullitt 與 Motorola 於 2023 年共同推出 5G NTN 衛星通信手機，該手機採用聯發科研發的衛星通信技術 MT6825 晶片組，符合 3GPP NTN 標準，提供雙向衛星通信功能[459]。

四、衛星直連手機發展現況

目前衛星直連手機的服務完整性仍處於發展階段，以下說明國際上主要業者 Apple 與 Globalstar、SpaceX、AST SpaceMobile 及 Lynk Global 等主要衛星業者的服務發展現況。

（一）Apple 與 Globalstar

美國手機製造商 Apple 於 2022 年 9 月 7 日宣布，透過衛星業者

[458] SpaceX, 2024. BY ELECTRONIC FILING. https://www.fcc.gov/ecfs/document/1030712968789/1

[459] 聯發科，2023。聯發科技再創里程碑！全球首款 5G NTN 衛星通信智慧手機問世。https://corp.mediatek.tw/news-events/press-releases/mediatek-to-showcase-its-groundbreaking-satellite-connectivity-technology-at-mwc-2023

Globalstar 的衛星系統，為其 iPhone 14 手機用戶提供衛星緊急求救功能（Emergency SOS by Satellite），為衛星直連手機最初的發展技術。iPhone 14 及 iPhone 14 Pro 的手機用戶在遠離行動通訊或 Wi-Fi 網路的偏遠地區，可透過該緊急求救功能「Emergency SOS via Satellite」軟體，撥打緊急服務電話、發送緊急求助簡訊或共享所在位置[460]。

該衛星緊急求救功能係利用 ITU 專門為 MSS 服務指定的 L 頻段及 S 頻段，意即 iPhone 14 用戶透過衛星網路發出緊急求救訊號時，Globalstar 的 24 顆低軌衛星（Low Earth Orbit, LEO）其中一顆衛星接收訊息，再發送至各地指定的地球電臺[461]。

（二）SpaceX

美國衛星業者 SpaceX 與電信業者 T-Mobile 早於 2022 年 8 月宣布「Coverage Above and Beyond」計畫[462]，計劃使用 T-Mobile 的 1.6-2.7GHz 頻段推動衛星直連手機技術。SpaceX 透過與 T-Mobile 合作，於 2023 年 10 月推出「Direct to Cell」衛星直連手機服務，並於 2024 年起提供簡訊服務，2025 年將進一步推出語音、數據及物聯網服務，用戶手機不需額外升級或更換硬體組件。

SpaceX 的「Direct to Cell」於 2024 年 1 月 8 日透過 T-Mobile 的網路完成測試，首次成功使用衛星直連手機功能發送及接收簡訊[463]。該年 5 月 22 日再完成首次視訊通話[464]。另已與加拿大電信業者 Rogers、澳大利亞電信業者 Optus、紐西蘭電信業者 One NZ、日本電信業者 KDDI、瑞士電信業者 Salt、智利電信業者 Entel、秘魯電信業者 Entel 等建立夥伴關係。

（三）AST SpaceMobile

AST SpaceMobile 近年亦積極發展衛星直連手機服務，於 2023 年 4 月宣布在 AT&T、Rakuten 和 Vodafone 的支持下，使用未修改的智慧型手機完成首次語音通話[465]。2024 年 5 月再宣布與 AT&T 簽訂商

---

[460] Apple, 2022. Apple debuts iPhone 14 Pro and iPhone 14 Pro Max. https://www.apple.com/newsroom/2022/09/apple-debuts-iphone-14-pro-and-iphone-14-pro-max/

[461] Globalstar, 2022. Emergency SOS via satellite on iPhone 14 and iPhone 14 Pro lineups made possible by $450 million Apple investment in US infrastructure. https://investors.globalstar.com/news-releases/news-release-details/emergency-sos-satellite-iphone-14-and-iphone-14-pro-lineups-made

[462] T-mobile,2022. T-Mobile Takes Coverage Above and Beyond With SpaceX. https://www.t-mobile.com/news/un-carrier/t-mobile-takes-coverage-above-and-beyond-with-spacex

[463] Starlink, 2024. SPACEX SENDS FIRST TEXT MESSAGES VIA ITS NEWLY LAUNCHED DIRECT TO CELL SATELLITES. https://api.starlink.com/public-files/DIRECT_TO_CELL_FIRST_TEXT_UPDATE.pdf

[464] X, 2024. First video call on @X completed through @Starlink Direct to Cell satellites from unmodified mobile phones! https://x.com/SpaceX/status/1792981845296160791?ref_src=twsrc%5Etfw

[465] AST SpaceMobile, 2023. AST SpaceMobile Makes History in Cellular Connectivity, Completing the First-Ever Space-Based Voice Call Using Everyday Unmodified Smartphones. https://ast-science.com/2023/04/25/ast-spacemobile-makes-history-in-cellular-connectivity-completing-the-first-ever-space-based-voice-call-using-everyday-unmodified-smartphones/

業協議，雙方合作至 2030 年發展衛星直連手機計畫，被視為 SpaceX 與 T-Mobile 的重要競爭對象[466]。

截至 2024 年 3 月 AST SpaceMobile 已獲得美國電信業者 AT&T、Google 和 Vodafone 的策略性投資，並與全球逾 40 家行動網路業者簽署合作協議和瞭解備忘錄，包括 Vodafone、Rakuten Mobile、AT&T、BELL、Orange、Telefonica、TIM、MTN、Zain KSA 、Etisalat、Indosat Ooredoo Hutchison、Telkomsel、Smart Communications、Globe Telecom、Millicom、Smartfren、Telecom Argentina、Telstra、Africell、Liberty Latin America 等[467]。

（四）Lynk Global

美國衛星業者 Lynk Global 於 2022 年 9 月獲 FCC 授予衛星直連手機商用執照，可使用的頻段包括[468]：

- 於 617-960MHz（空對地）及 663-915MHz（地對空）頻段營運 Lynk Tower 1 至 10 的 10 顆商業衛星；
- 於 20.1-20.2GHz（空對地）及 29.9-30GHz（地對空）頻段營運其饋線鏈路（feeder link），以及進行遙測、追蹤及指令（telemetry, tracking, and command, TT&C）操作；
- 使用 2200-2290MHz（空對地）與 2025-2110MHz（地對空）進行緊急備份。

截至 2024 年 9 月，Lynk Global 已與 40 多家行動網路業者簽署合作協議，涵蓋約 50 個國家，並在遍及七大洲的 30 多個國家/地區進行測試與驗證[469]。目前以提供小型警報廣播（cell broadcast alerts）及雙向簡訊服務為主，未來計畫進一步推出語音與行動寬頻服務[470]。

上述衛星直連手機服務業者之相關資訊彙整如表 6.1.1。

表 6.1.1　國際衛星直連手機服務之業者資訊

項目	Apple 與 Globalstar	AST SpaceMobile	Lynk Global	SpaceX/Starlink（Direct To Cell）
使用衛星	LEO	LEO	LEO	LEO

[466] AST SpaceMobile, 2024. AT&T and AST SpaceMobile Announce Definitive Commercial Agreement. https://feeds.issuerdirect.com/news-release.html?newsid=6284164181957884

[467] AST SpaceMobile, 2024. AST SpaceMobile Updates Licensing Administration of its Satellite Constellation. https://feeds.issuerdirect.com/news-release.html?newsid=7875975007622380

[468] FCC, 2022. IB Grants Lynk Global, Inc. Space Station Application. https://www.fcc.gov/document/ib-grants-lynk-global-inc-space-station-application

[469] Lynk Global, 2024. Lynk Announces Executive Realignment and Expansion of Leadership Team to Accelerate the Company's Next Phase of Growth. https://lynk.world/news/lynk-announces-executive-realignment-and-expansion-of-leadership-team-to-accelerate-the-companys-next-phase-of-growth/

[470] Lynk Global, 2023. Lynk Signs Letter of Intent to Become Publicly-Listed, Leading Satellite-to-Phone Company Through a Business Combination with Slam Corp. https://lynk.world/news/lynk-signs-letter-of-intent-to-become-publicly-listed-leading-satellite-to-phone-company-through-a-business-combination-with-slam-corp/

項目	Apple 與 Globalstar	AST SpaceMobile	Lynk Global	SpaceX/Starlink（Direct To Cell）
預計建置衛星系統	24 顆 LEO 衛星	243 顆 LEO 衛星	5,000 顆 LEO 衛星	2,016 顆 LEO 衛星
使用頻段（服務鏈路）	MSS 用途（L 頻段、S 頻段）	IMT 用途（MNO 頻譜）	IMT 用途（MNO 頻譜）	IMT 用途（MNO 頻譜）
技術	獨有技術	3GPP	3GPP	3GPP
商用時程	於 2022 年 11 月開始提供緊急服務，最初於美國和加拿大提供服務；2024 年發射 5 顆衛星以支持其商業服務[471]。2024 年 8 月獲 FCC 核准從 2025 年開始佈建 17 顆可與智慧型手機直連的衛星。	2024 年 8 月獲 FCC 允許佈署及營運可直連手機的衛星。2024 年 9 月成功發射「BlueBird 衛星」以提供非連續蜂巢寬頻服務（non-continuous cellular broadband service）。	2022 年獲 FCC 核發執照得營運衛星直連手機商用服務，目前提供細胞廣播（緊急）示警和雙向簡訊服務，並計劃未來推出語音和行動寬頻服務。	2024 年開始提供簡訊服務；2025 年開始提供語音、數據服務及 IoT 服務。
用戶終端	特定行動電話裝置（iPhone 14 及以上機種）	一般行動電話裝置	一般行動電話裝置	一般行動電話裝置

資料來源：本研究彙整。

五、議題研析

（一）衛星直連手機頻率以 MSS/IMT 規劃

目前國際衛星直連手機使用頻率有使用 MSS 頻率與 IMT 頻率兩種方式，如 Apple 與 Globalstar 合作係使用 MSS 頻率（服務鏈路使用 L 頻段、S 頻段），其他如 AST SpaceMobile、Lynk Global 及 SpaceX/Starlink 等業者則係使用 MNO 的 IMT 頻率（如前表 6.1.1）。

綜觀各國主管機關研擬或實施之衛星直連手機頻率授權機制，可分成使用 IMT 頻率授權或 MSS 頻率授權兩種樣態，惟目前衛星直連

[471] LightReading, 2024. SpaceX blames European hostility on AST's 'misinformation campaign'. https://www.lightreading.com/satellite/spacex-blames-european-hostility-on-ast-s-misinformation-campaign-

手機尚處發展階段，故探討相關議題之國家屬少數，美國、加拿大主要針對使用 IMT 頻段授權為討論核心，歐盟則針對使用 MSS 頻段授權進行討論，其餘如英國與澳大利亞則刻正同時評估使用 MSS/IMT 頻段授權機制（表 6.1.2）。

表 6.1.2　各國對於 MSS/IMT 授權機制之情形及未來規劃

國家/地區	使用 IMT / MSS 頻段	是否已建立不同授權機制	是否規劃建立不同授權機制	未來規劃
美國	IMT	是	—	美國於 2024 年通過 SCS 框架，持續健全 SCS 機制，並以個案方式考慮利益相關人提交的 SCS 豁免或特殊暫時性執照（STA）申請，滾動檢討。
加拿大	IMT	否	是	2024 年 6 月 24 日對衛星補充行動涵蓋（SMCS）頻譜政策框架進行徵詢，於 10 月 25 日截止，ISED 刻正研提 SMCS 框架提案。
英國	MSS	否	是	英國於 2024 年 7 月徵詢，業於 9 月 13 日截止，Ofcom 預計於同年第 4 季發布後續規劃。考慮未來撤銷現行的終端執照豁免，建立新的授權機制，可能改為輕度網路執照。
	IMT	否	是	預計於 WRC-27 前建立衛星直連手機服務授權機制之潛在選項。
澳大利亞	MSS	否	否	ACMA 於《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》僅討論使用頻段，尚未討論授權機制。
	IMT	否	否	ACMA 於《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》僅討論使用頻段，尚未討論授權機制。
歐盟	MSS	否	是	歐盟無線頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）於

國家/地區	使用 IMT / MSS 頻段	是否已建立不同授權機制	是否規劃建立不同授權機制	未來規劃
				2024 年 2 月發布《2027 年後 MSS 使用 1980-2010MHz 與 2170-2200MHz 頻段潛在場景評估之 RSPG 意見》，探討現行 2GHz MSS 頻段執照於 2027 年屆期後，相關頻段的潛在應用情境。現規劃 2GHz MSS 頻段於 2027 年執照屆期後，對該頻段分段，並保留特定分段予既有業者。

資料來源：本研究彙整。

為因應衛星直連手機趨勢，以及國際間針對此趨勢涉及監管議題進行討論，研究團隊舉辦「我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討」及「衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討」兩場座談會。以下依據國際資料收集與座談會意見彙整分析，提出有關衛星直連手機頻率管理機制與使用頻率以 MSS/IMT 規劃之議題探討。

1. 國際衛星直連手機使用 MSS 頻段管理機制

雖衛星直連手機尚於發展階段，但近期部份國家已有相關討論，本研究就歐盟、英國及及澳大利亞探討衛星直連手機應用 MSS 頻段管理機制，分析授權機制與頻段分配。

（1） 授權機制

彙整歐盟、英國及澳大利亞衛星直連手機使用 MSS 授權機制如表 6.1.3。綜觀上述國家尚未就衛星直連手機使用 MSS 頻段建立不同的授權機制。

表 6.1.3 國際衛星直連手機使用 MSS 頻段授權機制

國家/地區	是否已建立不同授權機制	是否規劃建立不同授權機制	未來規劃
歐盟	否	是	● 規劃 2GHz MSS 頻段於 2027 年執照屆期後，就該頻段進行分段，同時保留特定分段予既有業者。
英國	否	是	● 考慮未來撤銷現行的終端

國家/地區	是否已建立不同授權機制	是否規劃建立不同授權機制	未來規劃
			執照豁免，建立新的授權機制，可能朝將 MSS 業者轉移至輕度網路執照（light network licensing）。
澳大利亞	否	否	● ACMA 於《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》僅討論使用頻段，尚未討論授權機制。

資料來源：本研究彙整。

目前歐盟及英國均朝調整規管方向規劃，其作法如下：歐盟為因應衛星直連手機服務，規劃 2GHz MSS 頻段於 2027 年執照屆期後，就該頻段進行分段，以促進 MSS 服務市場競爭及服務創新，同時保留特定分段予既有業者，以確保既有業者可平順度過規管過渡期。英國通訊管理局（Office of Communication, Ofcom）則考慮未來針對衛星直連手機服務使用 MSS 頻段，撤銷現行的終端執照豁免，並建立新的授權機制，考慮改以輕度網路執照（light network licensing）授予 MSS 業者[472]。該徵詢雖已結束，惟待 Ofocm 發布新的聲明文件。澳大利亞主管機關 ACMA 於《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》僅討論使用頻段，尚未討論授權機制。

（2） 頻段分配

彙整歐盟及英國 MSS 頻段分配如下表，由表 6.1.4 可知，各國適合應用於衛星直連手機之 MSS 頻段未必相同，本研究以為，確立衛星直連手機應用之 MSS 頻段時，應將消費者與業者成本、干擾風險，以及依 ITU 劃分同區國家之頻段分配等因素納入考量。

表 6.1.4　國際 MSS 頻段分配

國家/地區	MSS 頻段分配
歐盟	● 2GHz（1980–2010MHz、2170–2200MHz）
英國	● 137-138MHz ● 148-150.5MHz ● 156.7625-156.7875MHz ● 156.8125-156.8375MHz ● 161.9625-161.9875MHz ● 162.0125-162.0375MHz ● 162.0125-162.0375MHz

[472] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services, 5.11. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

國家/地區	MSS 頻段分配
	● 235-328.6MHz ● 335.4-399.9MHz ● 399.9-400.05MHz ● 400.15-401MHz ● 406-406.1 MHz ● 1518-1559 MHz ● 1610-1660.5 MHz ● 1668-1675MHz ● 1980-2010MHz ● 2170-2200MHz ● 2483.5-2500MHz
澳大利亞	● 1.5GHz 擴展 MSS L 頻段（1518–1525MHz、1668–1675MHz） ● 2GHz（1980–2010MHz、2170–2200MHz）

資料來源：本研究彙整。

進一步觀察歐盟及英國於 MSS 頻段分配，均將 2GHz 頻段（1980–2010MHz、2170–2200MHz）分配予 MSS，足見 2GHz 頻段作為衛星直連手機使用 MSS 關鍵頻段之潛力，有利於創造 2GHz MSS 頻段使用者設備的規模經濟，進而降低消費者與業者的成本。此外，自頻譜協調性（harmonization）角度觀之，則有利於降低跨境干擾風險，並促進漫遊（roaming）服務。

2. 國際衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制

除前述歐盟、英國探討以 MSS 頻段作為衛星直連手機機制規劃探討，美國則已建立 IMT 頻段機制，同時加拿大、英國及澳大利亞亦有相關探討分析授權機制與頻段分配如下。

（1）授權機制

ITU 將於 2027 年舉行的 WRC-27 議程項目 1.13 探討衛星直連手機服務與地面行動服務共存的研究成果，並可能決定於特定 IMT 頻段提供衛星直連手機服務使用。除美國外，其他國家尚無針對衛星直連手機使用 IMT 頻段之監理框架，惟各國已開始關注此議題。彙整美國、英國、加拿大及澳大利亞衛星直連手機使用 IMT 頻段授權機制於表 6.1.5。

表 6.1.5　國際衛星直連手機使用 IMT 頻段授權機制

國家	是否已建立不同授權機制	是否規劃建立不同授權機制	未來規劃
英國	否	是	現正評估於 WRC-27 前建立衛星直連手機服務授權機制的潛在選項，然目前尚未見公開資料闡明 Ofcom 評估的潛在選項。
美國	是	否	持續健全太空補充涵蓋（Supplemental Coverage from Space, SCS）機制，並將以個案方式考慮利益相關人提交的 SCS 豁免或特殊暫時性執照（Special Temporary Authority, STA）申請，滾動式評估並視情形調整 SCS。
加拿大	否	是	已針對衛星補充行動涵蓋（Supplemental Mobile Coverage by Satellite, SMCS）頻譜政策框架啟動徵詢；該徵詢將於 2024 年 10 月 25 日截止，ISED 徵詢研提之 SMCS 框架提案，預計在公布徵詢決議後，於 2025 年 4 月 1 日生效。
澳大利亞	否	否	—

資料來源：本研究彙整。

進一步探究各國主管機關針對衛星直連手機監理現況，美國已確立太空補充涵蓋（Supplemental Coverage from Space, SCS）授權機制，以地面服務執照持有者租賃頻譜予非同步衛星業者為主軸[473]。加拿大、

[473] 若申請頻段為 FirstNet 的 700MHz 頻段，則非採頻譜租賃，而係須提交 Form 601 文件。FCC, 2024. Single Network Future: Supplemental Coverage from Space. https://www.fcc.gov/document/fcc-advances-supplemental-coverage-space-framework-0

英國及澳大利亞則尚未就衛星直連手機使用 IMT 頻段建立不同的授權機制，惟除澳大利亞朝運用既有授權機制外，加拿大與英國均朝評估另外建立授權機制方向前進。其中，加拿大與英國若於 WRC-27 前建立衛星直連手機使用 IMT 頻段授權機制，則須以 ITU《無線電規則（Radio Regulations, RR）》[474]第 4.4 條[475]為法源依據，遵循「無干擾、無保護（no interference, no protection）」原則。

各國積極於 WRC-27 前探討是否建立相關授權機制，突顯衛星直連手機使用 IMT 頻段趨勢之重要性。建議我國可待 WRC-27 決議後再確立相關做法，惟可提早著手評估制定相關授權機制之必要性與可行性，倘規劃另外建立授權機制，則應留意「無干擾、無保護」原則。

（2）頻段分配

美國、加拿大、英國及澳大利亞對於衛星直連手機使用 IMT 頻段之管理機制進程不一，僅有美國與加拿大衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制相較成熟（表 6.1.6）。其中，美國已確立 SCS 頻段分配，適用頻段目前為 Sub-GHz 頻段與中頻段（1GHz-6GHz），然除已公布之 SCS 頻段範圍外，未來亦有可能納入更多適用頻段。加拿大衛星補充行動涵蓋（Supplemental Mobile Coverage by Satellite, SMCS）雖尚未定案，但已就頻段分配提案進行徵詢，評估未來 SMCS 可能使用的頻段，亦聚焦於 Sub-GHz 頻段與中頻段（1GHz-6GHz）。

表 6.1.6　美國與加拿大衛星直連手機使用 IMT 頻段分配

頻段分配	美國	加拿大
Sub-GHz 頻段	● 600MHz：614-652MHz、663-698MHz ● 700MHz：698-769MHz、775MHz-799MHz、805-806MHz ● 800MHz：824-849MHz、869-894MHz	● 600MHz：617-652MHz、663-698MHz ● 700MHz：698-756MHz、777-787MHz ● 800MHz：824-849MHz、869-894MHz
中頻段（1GHz-6GHz）	● Broadband PCS：1850-1915MHz、1930-1995MHz ● AWS-H Block：1915-1920MHz、1995-2000MHz	● PCS：1850-1915MHz、1930-1995MHz ● AWS-1：1710-1755MHz、2110-2155MHz ● AWS-3：1755-1780MHz、2155-2180MHz

資料來源：本研究彙整。

[474] ITU, n.d. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR

[475] ITU RR 第 4.4 條載明，成員國主管機關核配予電臺之頻率，應符合該章節頻率分配表或該規則其他規範，除非使用該頻率時，不對遵循《組織法》、《公約》和該規則的電臺造成有害干擾，並不得對面臨之干擾提出保護要求。ITU, n.d. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR

反觀英國與澳大利亞尚未確立衛星直連手機使用 IMT 頻段分配，彙整前述國家潛在適用頻段如表 6.1.7，包含 Sub-GHz 頻段、中頻段（1GHz-6GHz）及高頻段（6GHz 以上）（僅澳大利亞）。

表 6.1.7　英國與澳大利亞衛星直連手機使用 IMT 頻段之潛在適用頻段

潛在適用頻段	英國	澳大利亞
Sub-GHz 頻段	● 703-960MHz	● 700MHz ● 850MHz ● 900MHz
中頻段（1GHz-6GHz）	● 1472MHz ● 1710-1980MHz ● 2140MHz ● 2375MHz ● 2600MHz ● 3400-3800MHz	● 1.8GHz ● 2.1GHz ● 2.3GHz ● 2.6GHz ● 3.5GHz
高頻段（6GHz 以上）	● —	● 26GHz

資料來源：本研究彙整。

本研究認為，因應衛星直連手機發展趨勢，目前已見歐盟因應 MSS 發展將 MSS 頻段區塊單位細緻化，並有英國於「太空頻譜策略（Space Spectrum Strategy）」下擬將 MSS 規管降為輕度網路執照。由於此議題尚在發展階段，除持續追蹤英國、歐盟等國際相關作為，亦應著手就因應衛星直連手機發展而調整現行授權機制之利弊與必要性，若規劃調整既有授權機制，亦應同時留意市場競爭、服務創新及過渡期轉軌新制等議題。

觀察英國、澳大利亞及歐盟於 MSS 頻段分配，均將 2GHz 頻段分配予 MSS，足見 2GHz 頻段作為衛星直連手機使用 MSS 關鍵頻段之潛力，利於創造 2GHz MSS 頻段使用者設備的規模經濟，進而降低消費者與業者的成本。本研究以為，確立衛星直連手機應用之 MSS 頻段時，應將消費者與業者成本、干擾風險，以及依 ITU 劃分同區國家之頻段分配等因素納入考量。

綜整座談會各界意見，在 MSS 頻段之授權機制上，業者專家建議採用「評審制」，並在 MSS 頻段執照釋出前，可先開放實驗執照供業者進行驗證。例如 SpaceX 與 T-Mobile 即向 FCC 申請試驗執照進行衛星直連手機之簡訊及語音等相關服務之驗證。在 MSS 頻段分配上，因衛星直連手機尚在發展初期，其服務樣態及商業模式尚未明確，且國際組織標準制定亦有待觀察，故專家學者多持保留態度，建議主管機關先觀察國際發展動向，或採取小規模釋出 MSS 頻率。俟衛星

直連手機服務成熟後，再行釋出 MSS 頻段。

就使用頻率 IMT 授權方式，觀察 ITU 將於 WRC-27 議程項目 1.13 探討衛星直連手機服務與地面行動服務共存的研究成果，並可能決定於特定 IMT 頻段提供衛星直連手機服務使用。目前除美國提出 SCS 監理框架外，其他國家尚未針對衛星直連手機使用 IMT 頻段之監理框架，惟各國已開始關注此議題。

就使用 IMT 頻段規劃上，各國適合於衛星直連手機 IMT 頻段未必相同，爰確立衛星直連手機應用之 IMT 頻段時，除參考 ITU 同區國家，應權衡與既有用途/業務電臺間之輕重，並評估相關有害干擾保護技術的可行性，以確立適用頻段揀擇條件。

本研究認為，後續應持續追蹤美國、英國、歐盟等國際相關作為，掌握因應衛星直連手機發展而調整現行授權機制之利弊與必要性，若規劃調整既有授權機制，則應留意市場競爭、服務創新及過渡期轉軌新制等議題。

綜整座談會各界意見，在研究團隊所提使用 IMT 頻段授權方式的三種方案中（表 6.1.8），方案一並非是產業界能夠接受的方案，台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長表示，目前有國內業者聯絡衛星業者，希望透過行動寬頻垂直專網做 PPDR 服務，產業署正考慮放寬，以 PPDR 名義介接公網連接衛星服務，此舉不具任何法規義務，進入方案一的服務模式，會導致整個結構性的傾斜。財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理認為，3 個方案的差異在於管制密度，若將 IMT 頻譜配置行動通信業者，或許只需針對原本 IMT 頻譜做重點宣示或進行補充，並要求業者特別注意或不要違反衛星直連手機某些特點規範。財團法人電信技術中心徐玉珊副理表示，把頻段分配給行動業者或衛星業者，須先決定限定頻段，若要限定頻段，按過往釋出 IMT 頻段會考量網路涵蓋要求以及單一事業可使用頻寬上限問題。就網路端來看，若頻率分配給電信業者，採組合他人自建網路之衛星直連手機的合作態樣，需考量行動業者的管控能力。

表 6.1.8　衛星直連手機我國 IMT 頻段核配申請方式

項目	頻譜持有	合作模式	內容
方案一	行動通信業者及衛星業者	由獲配者進行合作或協調以提供衛星直連手機服務。	以行動通信業者/衛星業者申請頻率核配提供衛星直連手機服務（類似行動與衛星於 28GHz 和諧共用，其中行動通信用途以拍賣制核配、衛星固定用途以評審制核配）。
方案二	行動通信業者	行動通信業者藉由組合他人自建	行動通信業者透過申請設置或變更營運計畫及網路設置計畫（例

		網路提供衛星直連手機服務。	如租用衛星業者之硬體設備等)，納入衛星直連手機服務。
方案三	行動通信業者	行動通信業者以共用或提供使用方式供衛星業者作為補充涵蓋之衛星直連手機服務。	行動通信業者將頻率透過共用或提供使用方式，與衛星業者合作提供補充涵蓋。

資料來源：本研究彙整。

（二）MSS 或 IMT 頻譜共享議題

衛星直連手機使用 MSS 或 IMT 頻段之討論儼然成為國際趨勢，如何在確保衛星直連手機服務品質的同時，有效應用頻譜並避免有害干擾將是關鍵議題。各國/區域就使用 MSS 或 IMT 頻段可能採取的作法，可分為專屬頻段或同頻共享（co-channel sharing）。若首重通訊服務品質、最大程度地降低干擾風險，或可朝專屬頻段發展。若頻譜稀缺性為首要考量，目前囿於系統天線無法引導波束（beam），進而共享頻譜之技術受限。

座談會專家學者針對衛星直連手機使用 MSS 或 IMT 頻譜共享議題，財團法人電信技術中心徐玉珊副理表示，地面通信網路跟衛星網路使用相同頻率，涉及共用問題，依《電信管理法》第 58 條第 3 項及「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條規定，僅 3 個頻段可以共用，應先做法規調適。遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理認為，討論共用或提供使用需先釐清是否屬《電信管理法》第 58 條及「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條、第 23 條的頻率提供使用或共用。若是，需訂定配套措施以符合此案例的應用情境，若非屬前開的相關規範，認為可視為公司對公司間的商業合作。財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理表示，依「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條第 1 項第 4 款規定「其他經主管機關公告的頻段」，只要數發部公告，應可省去修法。且該條僅供第三人使用或共用，修法說明也只開放給其他電信業者使用，未包含國外衛星業者。綜上，「無線電頻率使用管理辦法」條文不用調適，但開放國外衛星業者需補充說明。

綜上所述，主管機關規劃前應先釐清衛星直連手機使用 MSS 或 IMT 頻段需求時，應先仔細評估採取專屬頻段或同頻共享之必要性與妥適性。由於地面通信網路跟衛星網路使用相同頻率，涉及共用問題，需先釐清是否有違《電信管理法》第 58 條第 3 項及「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條規定。若「無線電頻率使用管理辦法」條文不用調適，於開放國外衛星業者補充說明。

（三）我國潛在開放頻段

1. 潛在 MSS 頻段

對照 3GPP NTN 頻段與主要國家衛星直連手機討論之 MSS 頻段，L 頻段及 S 頻段為目前主要探討對象。本研究彙整我國衛星直連手機應用潛在 MSS 頻段於表 6.1.9。

表 6.1.9　我國衛星直連手機應用潛在 MSS 頻段

頻段（MHz）	ITU RR 分配情形	國際衛星業者使用情形	我國使用現況	草案開放規劃
1518-1559	● 衛星行動通信下行鏈路（空對地） ● 備註 5.356 註明衛星行動用途對 1544-1545MHz 頻段的使用僅限於遇險和安全通訊	● Inmarsat、SES、Iridium 和 Thuraya 等	● 無既有使用者	● 1518-1559MHz（空對地）列為開放頻段 ● 其中 1544-1545 MHz 僅限用於遇險和安全通訊
1610-1660.5	● 衛星行動通信上行鏈路（地對空） ● 備註 5.375 註明衛星行動用途對 1645.5-1646.5MHz 頻段的使用僅限於遇險和安全通訊	● Inmarsat、SES、Iridium、Thuraya 和 Globalstar 等	● 無既有使用者	● 1610-1660.5MHz（地對空）列為開放頻段 ● 其中 1645.5-1646.5MHz 僅限用於遇險和安全通訊
1980-2010	● 衛星行動通信上行鏈路（地對空）	● 無	● 無既有使用者	● 暫不開放
2170-2200	● 衛星行動通信下行鏈路（空對地）	● 無	● 無既有使用者	● 暫不開放
2483.5-2500	● 2483.5-2520MHz：衛星行動通信下行鏈路（空對地）	● SES、Iridium 和 Globalstar 等	● 2500-2690 MHz 已供行動寬頻	● 2483.5-2500MHz（空對地）列為開放頻段 ● 2500-2520MHz（空對地）暫不

頻段（MHz）	ITU RR 分配情形	國際衛星業者使用情形	我國使用現況	草案開放規劃
			通信使用	開放供 MSS 使用

資料來源：表格內容摘錄彙整自 moda，2024。衛星固定與衛星行動用途新增頻率分配政策說明文件。https://www-api.moda.gov.tw/File/Get/moda/zh-tw/19Y93FclM5Y3gZ3

2. 潛在 IMT 頻段

盤點我國潛在 IMT 頻段，並依 1GHz 以下、1-6GHz 及 6GHz 以上等頻譜，並考量上述頻譜將相繼於 119 年、122 年及 129 年屆期，我國行動通信已釋出及潛在釋出頻譜彙整如表 6.1.10。

表 6.1.10　我國行動通信已釋出及潛在釋出頻譜

項目	1GHz 以下	1-6GHz	6GHz 以上
119 年屆期	703-748MHz、758-803MHz、885-915MHz、930-960MHz	1710-1775MHz、1805-1870MHz	-
122 年屆期	-	1920-1980MHz、2110-2170MHz、2500-2690MHz	-
129 年屆期	-	3300-3570MHz	27900-29500MHz
潛在釋出頻譜	632-652MHz、678-698MHz、806-816MHz、847-857MHz	1775-1785MHz、1870-1880MHz、2300-2390MHz、3700-4200MHz、4700-4800MHz、4900-5000MHz	7025-7125MHz、24250-27000MHz、37000-40000MHz

註：

1. 實線底線表示該頻段與「美國可用於提供 SCS 之頻段」及「加拿大可用於提供 SMCS 之頻段（諮詢中）」皆有部分重疊；灰底處表示該頻段僅與「加拿大可用於提供 SMCS 之頻段（諮詢中）」有部分重疊。
2. 806-816, 847-857MHz 現供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用。
3. 1775-1785MHz、1870-1880MHz 於我國第一波 5G 釋照時未售出，現保留作為政府重大施政計畫及其相關實驗網路之潛在使用頻率。
4. 7025-7125MHz 現供行動通信、免執照低功率無線資訊傳輸設備等低功率射頻器材測試實驗網路之用。

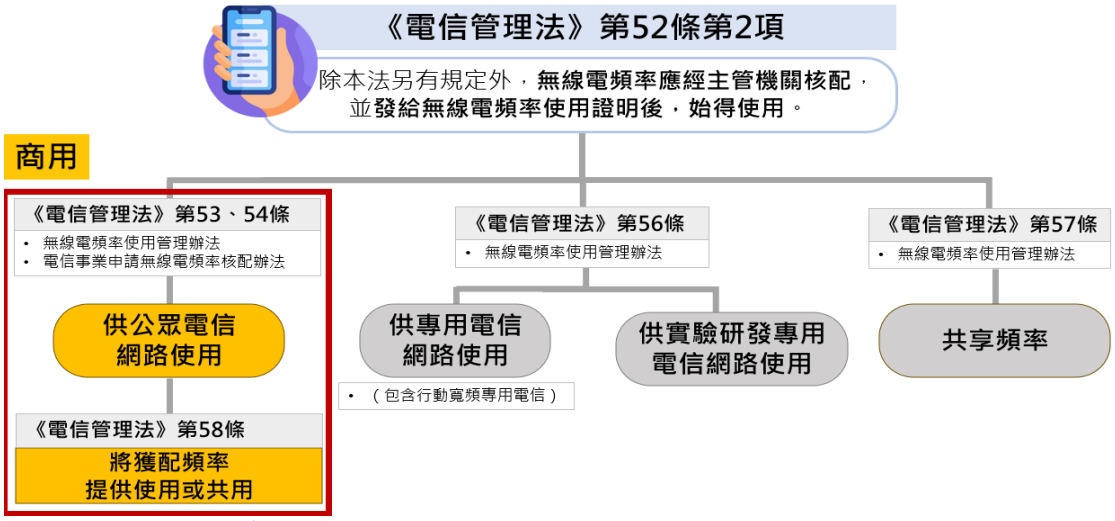
資料來源：台經院研究四所彙整，參考「無線電頻率供應計畫」。

綜整座談會各界意見認為，衛星技術進步非常快，不需要現在做很精細的頻譜規劃，未來不一定能用。在 MSS 頻段分配上，因衛星直連手機尚在發展初期，其服務樣態及商業模式尚未明確，且國際組織標準制定亦有待觀察，故專家學者多持保留態度，建議主管機關先觀察國際發展動向，或採取小規模釋出 MSS 頻率。俟衛星直連手機服務成熟後，再行釋出 MSS 頻段。在使用 IMT 頻段上，專家及業者

認為應該先鼓勵電信業者跟衛星業者合作，而非先指配或招標某特定頻率。並觀察美國或加拿大政策推動方向，未見限制 IMT 頻段，而是由業者評估使用哪個頻段比較適合。建議未來由業者提出申請可能是比較恰當的方式。此外，WRC-27 衛星直連手機的頻率是 700-2700MHz，2GHz 是美國跟加拿大主要關注重點；但美國把 2.5GHz 排除在 SCS 架構之外，但該頻率是衛星直連手機的頻率範圍，是 ITU 研究重點。因 2.5GHz 頻段是日本重點 TDD 的頻譜，日本有請 ITU-R 注意衛星直連手機在 2.5GHz 的干擾問題，建議留意該頻段的發展。

（四）我國衛星直連手機申請架構建議

若衛星直連手機使用 IMT 頻率，依《電信管理法》第 52 條第 2 項規定：「除本法另有規定外，無線電頻率應經主管機關核配，並發給無線電頻率使用證明後，始得使用。」因衛星直連手機供公眾電信網路使用，依同法第 53 條、第 54 條規定，以及「無線電頻率使用管理辦法」、「電信事業申請無線電頻率核配辦法」等子法規定，進行頻率核配申請。若將獲配頻率提供使用或共用者，則須依同法第 58 條規定，檢具合作協議書、變更後之營運計畫書及網路設置計畫，向主管機關申請核准。彙整我國頻率核配申請類型如圖 6.1.4 所示。



資料來源：本研究彙製。

圖 6.1.4　我國《電信管理法》無線電頻率申請架構

由於國際衛星直連手機使用頻率可採用 IMT 頻率及 MSS 頻率兩種方式，使用 MSS 頻段以 Apple 與 Globalstar 為主，其他如 AST SpaceMobile、Lynk Global 及 SpaceX/Starlink 等業者，則係採 IMT 頻率，使用 MNO 的頻率（表 6.1.11）。

表 6.1.11　國際直連手機運用頻段之樣態

項目	Apple 與 Globalstar	AST SpaceMobile	Lynk Global	SpaceX/Starlink
衛星	LEO	LEO	LEO	LEO
頻段（服務鏈路）	MSS 用途（L 頻段、S 頻段）	IMT 用途（MNO 頻譜）	IMT 用途（MNO 頻譜）	IMT 用途（MNO 頻譜）
技術	獨有技術	3GPP	3GPP	3GPP
用戶終端	特定行動電話裝置	一般行動電話裝置	一般行動電話裝置	一般行動電話裝置

資料來源：本研究彙整。

以下將依我國《電信管理法》規定，就 IMT 或 MSS 頻率核配申請方式進行說明。

1. 我國 IMT 頻段核配申請方式

研究團隊依頻譜持有方式及電信業者與衛星業者合作模式，提出三種方案（表 6.1.12），以下依序說明之。

表 6.1.12　衛星直連手機我國 IMT 頻段核配申請方式

項目	頻譜持有	合作模式	內容
方案一	行動通信業者及衛星業者	由獲配者進行合作或協調以提供衛星直連手機服務。	以行動通信業者/衛星業者申請頻率核配提供衛星直連手機服務（類似行動與衛星於 28GHz 和諧共用，其中行動通信用途以拍賣制核配、衛星固定用途以評審制核配）。
方案二	行動通信業者	行動通信業者藉由組合他人自建網路提供衛星直連手機服務。	行動通信業者透過申請設置或變更營運計畫及網路設置計畫（例如租用衛星業者之硬體設備等），納入衛星直連手機服務。
方案三	行動通信業者	行動通信業者以共用或提供使用方式供衛星業者作為補充涵蓋之衛星直連手機服務。	行動通信業者將頻率透過共用或提供使用方式，與衛星業者合作提供補充涵蓋。

資料來源：本研究彙整。

（1）方案一

- 頻譜持有：IMT 頻譜核配予行動通信業者及衛星業者。
- 合作模式：由獲配者進行合作或協調以提供衛星直連手機服務。
- 法源依據：商用頻率核配（《電信管理法》第 53 條、第 54 條）。

- 優點：可依用途採不同管理方式與核配方式。
- 缺點：頻譜協調複雜度較高、干擾處理複雜度較高、不同系統間互通問題、外國衛星業者可能難符合我國電信事業規範(如外資限制、通訊監察)。

(2) 方案二

- 頻譜持有：IMT 頻譜核配予行動通信業者。
- 合作模式：行動通信業者藉由組合他人自建網路提供衛星直聯手機服務。
- 法源依據：商用頻率核配(《電信管理法》第 53 條、第 54 條)。申請/變更營運計畫及網路設置計畫(《電信管理法》第 37 條)。
- 優點：頻譜協調複雜度較低(由行動通信業者自行處理)、干擾處理複雜度較低、可與 HIBS 採相同管制架構。
- 缺點：衛星網路設置審驗問題。

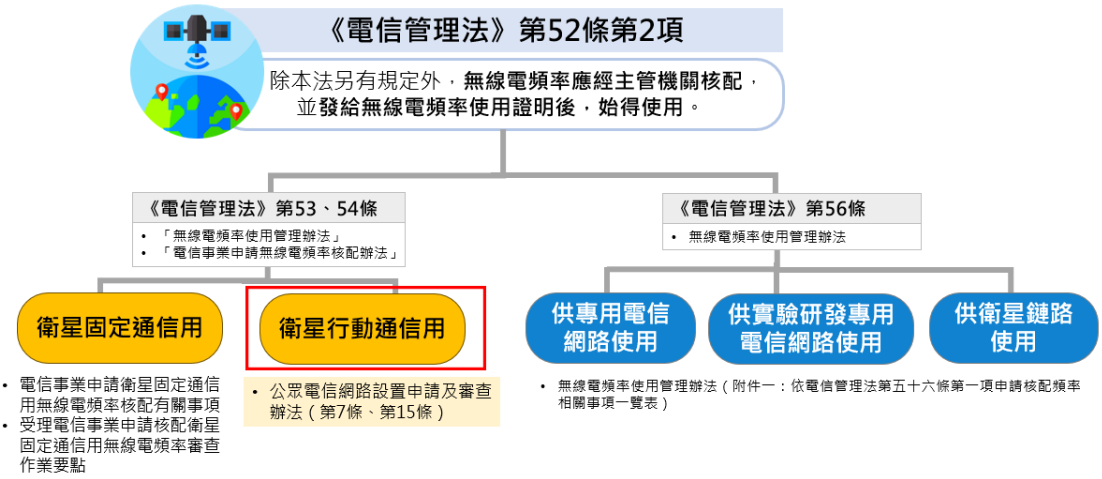
(3) 方案三

- 頻譜持有：IMT 頻譜核配予行動通信業者。
- 合作模式：行動通信業者以共用或提供使用方式供衛星業者提供補充涵蓋之衛星直連手機服務。
- 法源依據：商用頻率核配(《電信管理法》第 53 條、第 54 條)。提供他電信事業使用或共用頻率(《電信管理法》第 58 條)。
- 優點：頻譜協調複雜度較低(由行動通信業者自行處理)、干擾處理複雜度及風險較低(僅無地面涵蓋時使用)。
- 缺點：外國衛星業者可能難符合我國電信事業規範(如物資限制、通訊監察)。

研究團隊認為，方案二主要行動通信業者持有 IMT 頻譜，藉由行動通信業者組合他人自建網路提供衛星直聯手機服務是較可行的方式。採取此方案具有以下優點，包括頻譜協調複雜度較低(由行動通信業者自行處理)、干擾處理複雜度較低、可與 HIBS 採相同管制架構等。

2. 我國 MSS 頻段核配申請方式

有關我國 MSS 頻段核配申請方式，則除依循《電信管理法》第 52 條第 2 項、第 53 條、第 54 條、「無線電頻率使用管理辦法」、「電信事業申請無線電頻率核配辦法」，進行頻率核配申請(圖 6.1.5)。而 MSS 亦須依循「公眾電信網路設置申請及審查辦法」第 7 條、第 15 條規定(圖 6.1.5)。



資料來源：本研究繪製。

圖 6.1.5　我國 MSS 頻率核配申請法規

（五）衛星直連手機其他網路管理議題

1. 代理機制議題

過往衛星行動通信服務需取得特許執照經營之業務，惟自 87 年開放申請後未有依《電信法》取得特許執照經營之業者。101 年修正「衛星通信業務管理規則」第 5 條鬆綁法規限制，使國內業者得以代理經營外國衛星行動通信業務，以因應國內民間及政府機關（例如，船舶、航空器及急難救助單位）對 MSS 之需求。經主管機關核准代理外國衛星行動通信業者於國內提供服務之經營者，無建設基礎網路之義務，須代為負擔我國法定經營者之義務（「衛星通信業務管理規則」第 5 條第 8 項）[476]。

鑒於現行《電信管理法》以水平管制思維管理非採業務別、特許制，電信事業改採登記制。依「公眾電信網路設置申請及審查辦法」第 7 條第 1 項規定，得申請代理外國衛星行動通信業者之申請資格須「經主管機關核配電信資源及核准設置公眾電信網路之電信事業」。經核准代理外國衛星行動通信業者於國內提供服務之經營者，無建設基礎網路之義務，須代為負擔我國法定經營者之義務[477]。

現階段我國代理外國衛星行動通信服務現況，根據通傳會業務統計資料，我國目前經營代理外國衛星行動通信服務之業者僅中華電信

[476] NCC，n.d.。經營代理外國衛星行動通信業務之核准。
https://www.ncc.gov.tw/chinese/service_detail.aspx?sn=1201
立法院議事暨公報資訊網，2013。函，為修正「衛星通信業務管理規則」第五條條文，請查照案。
https://ppg.ly.gov.tw/ppg/bills/1010501071002300/details

[477] 全國法規資料庫，2020。「公眾電信網路設置申請及審查辦法」第 7 條、第 15 條。
https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060131&kw=%e5%85%ac%e7%9c%be%e9%9b%bb%e4%bf%a1%e7%b6%b2%e8%b7%af%e8%a8%ad%e7%bd%ae%e7%94%b3%e8%ab%8b%e5%8f%8a%e5%af%a9%e6%9f%a5%e8%be%a6%e6%b3%95

股份有限公司，其代理之外國衛星通信服務包含國際航海衛星通信（Inmarsat）、衛星電話（Thuraya）[478]以及 Garmin inReach 衛星通訊服務（Iridium）。目前衛星代理使用情況主要是政府部門，個人比較少。

根據衛星服務代理制度之存廢問題，根據座談會專家建議綜整如下表 6.1.13：

表 6.1.13　我國衛星服務代理制度之存廢問題

代理制度存廢立場	發言者	理由
贊成廢除	國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長	● 通傳會之前就想把代理制度關掉，因為這是一個小門。後因數發部成立，頻率取得先由數發部核配，後依《電信管理法》第 37 條的網路設置計畫或營運計畫由通傳會核准，才是一套完整的流程。 ● 通傳會的立場應回歸正統的申請程序。
	數位發展部資源司陳威呈科長	● 不論如何，都不會影響現階段要開大門，應關掉不符合《電信管理法》精神的做法。
	中華電信股份有限公司張維儒科長	● 不論是頻率主權或對服務提供者、消費者權益保障來看，應回歸現行法規之申請模式。 ● 中華電信目前代理衛星服務，未來可在適當的時間點進行轉換，但需要時間處理。
	台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長	● 若未來通信服務是由境外業者提供，本土業者代理，要求國際業者需符合《電信管理法》的監理措施及義務是有實質困難。是否達到《電信管理法》監理政策的目的？若否，這個制度應該要有落日條款。
贊成保留	遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理	● 內部認為有需要代理制度，另對於是否保留代理制度帶回討論。
	隴華電子股份有限公司林文漢資深經理	● 先前因時空背景因素，所以中華電信以代理方式申請。其他業者是否也能夠申請？ ● 以業者身份來說，應該透過代理方式將 Inmarsat、Thuraya、EchoStar 等國際衛星業者引進我國。
	暨南國際大學電機工程學系魏學文教授	● 若沿用代理制度，推行上問題較輕，先從代理去擴充、著手，會是比較安全的做法。代理制度的好處是有迴旋的餘地，可暫時提供使用。 ● 例如發照盡量垂直是同一家公司，處理干擾問題比較簡單，地面頻段由 A 公司掌握，即

[478] 因 2024 年 4 月 19 日 Thuraya-3 號衛星故障，且未能於短期內恢復，中華電信已暫停受理 Thuraya 服務申請，並將於 2024 年 12 月 31 日起暫停代理此業務。

代理制度存廢立場	發言者	理由
		便衛星系統是國外業者，但由 A 公司代理會比較好處理。
	臺北大學經濟學系劉崇堅教授	● 可開放申請，並同時維持代理制度，雙軌並行應該可以增加競爭。
贊成廢除及保留皆可	台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理	● 代理制度本身是漏洞，《電信管理法》、《電信法》不該允許，理由為衛星監管較電信監管更為不易。 ● 希望開放頻段讓電信業者代理。然同樣回到「主體是誰？」的問題，假設是衛星業者可繼續走代理制度，但目前適用裝置已不同，且每個人皆可申請，那應該要付管理成本，並適用相同規管機制。

資料來源：本研究彙整。

綜整而言，從主管機關角度來看衛星服務代理制度，不論是數位發展部或通傳會皆認為應回歸《電信管理法》規定進行申請。電信業者及衛星業者則認為廢除與保留代理制度之意見參半，贊成廢除者認為不論是頻率主權或對服務提供者、消費者權益保障來看，應回歸現行法規之申請模式，並應訂定落日條款，惟需要有緩衝時間進行處理。贊成保留者則認為希望開放頻段讓電信業者代理，但要看主體是為電信業者或衛星業者而定，並認為主管機關應秉持相同服務、相同管制原則監理。學者則認為保留代理制度不僅可增加主管機關政策彈性，較容易解決干擾問題，亦適度增加市場競爭。

2. 干擾風險

自國際趨勢可知，干擾風險乃為衛星直連手機的核心議題之一，不論是使用 MSS 頻段或 IMT 頻段，均面臨干擾風險，各國確立衛星直連手機相關授權機制與頻段分配時，應推動相關業者進行干擾風險評估並採取配套措施，如干擾管理或應用干擾保護技術等。

以衛星直連手機使用 MSS 頻段而言，隨衛星直連手機使用 MSS 頻段興起，MSS 頻段使用者勢必增加，恐對 MSS 頻段的既有使用者造成干擾，若採頻譜共享機制，則恐造成各業者間的干擾。

本研究以為，在推動衛星直連手機使用 MSS 頻段時，應確實評估干擾風險，並採取配套措施。若同一頻段具其他應用，則應評估是否優先保護既有使用者，或參酌歐盟後續頻段規管分配之思維，首重推動衛星直連手機應用服務創新與促進市場競爭。

就衛星直連手機使用 IMT 頻段，美國、加拿大及澳大利亞均指出其恐對無線電天文學（radio astronomy）等相同頻段、鄰近頻段及

跨境頻譜用途造成有害干擾。應參酌美國規管思維，審慎衡量既有干擾管理與保護技術是否足以緩解相關風險。除評估建立禁區（exclusion zone）之必要性，或可同步推動申請業者與既有執照持有者合作評估干擾風險、進行協調，並提交相關評估予主管機關。主管機關審查衛星直連手機使用 IMT 頻段之申請案時，應根據頻譜應用現況與需求，確立審查門檻為「無干擾」或「無有害干擾」。

專家座談會與會者一致認為開放衛星直連手機恐對地面通訊造成干擾疑慮，且衛星業者為外國業者，較難與其協調干擾問題，徒增大量行政處理成本。因此建議開放前，主管機關須留意國際上該頻段之分配及使用情形，事前規劃完整配套措施及干擾處理機制，避免潛在的干擾風險。另外，漫遊可能也是一個大問題，比如溢波漫遊。

3. 衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制授權形式

就衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制，各國除評估是否建立相關授權機制，亦應思考授權形式。以發展最為成熟的美國為例，其已於美國頻率分配表新增註腳建立 SCS 授權機制；加拿大亦正就以註腳形式制定 SMCS 授權機制，徵詢利益相關人之意見。

與單以個案的形式審查申請相比，於頻率分配表新增註腳除有利於闡明相關規範、進而加快推動衛星直連手機使用 IMT 頻段的進程外，亦有利於提升監管框架的透明度與可預測性，進而促進衛星直連手機使用 IMT 頻段之發展與頻譜效率。

與此同時，隨衛星技術與市場發展，未來相關應用未必符合既定的監管框架，爰推動授權機制之明確性的同時，亦應為新興技術與商業模式保留彈性，如以個案形式審查豁免申請。

座談會專家學者針對衛星直連手機使用 IMT 頻段，以頻譜供應計畫透過備註欄方式認為，現階段衛星技術尚在發展中，先持續觀察，不需先分配 MSS 使用頻段。故不建議透過備註欄方式，避免在頻率使用上可能會有某種程度的限縮。

第二節　IMT（3G、4G、5G）服務之發展現況及技術發展趨勢（包含 NTN、毫米波）

一、3G 至5G 發展情形

ITU 與世界銀行合作打造的數位監管平臺（Digital Regulation Platform）於 2020 年發布「頻譜管理：推動頻譜未來使用的關鍵應用和監管考慮因素」，闡述政府須確保行動寬頻發展所需的頻譜供應，包括 3G、4G 和 5G 所需的 IMT 頻譜，以及免執照頻譜技術所需的頻譜，並強調頻譜的有效利用對社會和經濟各領域發展至關重要[479]。

綜觀全球行動通信發展，主要國家電信業者正在逐步關閉 3G 網路，以釋放頻譜資源並集中精力提升和維護更高速、更現代化的 4G 和 5G 網路。全球 5G 連接數已於 2022 年底超過 10 億，至 2023 年底增加到 16 億，預計至 2030 年將增加到 55 億，屆時全球將有超過半數的行動連線使用 5G 技術，5G 也將成為主流的連網技術[480]。

隨著電信網路技術發展，5G 網路已有自 5G 非獨立組網（5G non-standalone, 5G NSA）朝 5G 獨立組網（5G standalone, 5G SA）發展之趨勢。5G NSA 架構並非使用 5G 核心網路（5G core, 5GC），雖然運用 5G 無線存取網路（radio access network, RAN）搭配 4G 核心與 RAN，可以在不更換核心網路的情況下快速佈建 5G，有利行動網路業者以較低成本加速佈建，但 5G NSA 無法完全實現 5G 大頻寬（Enhanced Mobile Broadband, eMBB）、大連結（massive machine type communication, mMTC）及超低延遲（ultra-reliable and low latency communications, URLLC）的 3 大特性。此外，智慧型手機同時連接 5G 和傳統 4G 或 3G 網路，會導致功耗和電池消耗增加[481]。因此，由於 5G NSA 的諸多限制，現已可見 5G NSA 逐漸往 5G SA 趨勢發展，並可藉由佈署 5G SA 實現 5G 大頻寬、大連結及超低延遲[482]。

根據全球行動通信系統協會（Groupe Speciale Mobile Association, GSMA）的 GSMA 行動智庫（GSMA Intelligence）於 2024 年 2 月 28

[479] Digitalregulation, 2020. Spectrum management: Key applications and regulatory considerations driving the future use of spectrum. https://digitalregulation.org/spectrum-management-key-applications-and-regulatory-considerations-driving-the-future-use-of-spectrum/

[480] GSMA, 2024. 5G Momentum Continues with 1.6 Billion Connections Worldwide, Rising to 5.5 Billion by 2030, According to GSMA Intelligence. https://www.gsma.com/newsroom/press-release/5g-momentum-continues-with-1-6-billion-connections-worldwide-rising-to-5-5-billion-by-2030-according-to-gsma-intelligence/

[481] Techtarget, 2023. 5G NSA vs. SA: How do the deployment modes differ? https://www.techtarget.com/searchnetworking/feature/5G-NSA-vs-SA-How-does-each-deployment-mode-differ

[482] 3GPP, 5G System Overview. https://www.3gpp.org/technologies/5g-system-overview

日發布的最新數據顯示。截至 2024 年 1 月，全球已有 101 個國家的 261 家業者推出 5G 商用服務，其中在 261 項可用的 5G 商用服務中，包含 47 項 5G 商用服務係使用 5G SA 網路，而近期將佈署另外 89 項商用 5G 服務計劃亦會使用 5G SA 網路技術[483]。

而 5G 技術也仍在演進當中，3GPP Release 18 開始的 5G 演進稱為 5G Advanced。Ericsson 於 2022 年發布的「5G Advanced：邁向 6G 的演進（5G Advanced: Evolution towards 6G）」白皮書[484]即指出，5G Advanced 將增強網路性能並增加對新應用場景的支援，5G Advanced 帶來重大改善且有代表性的技術領域又包括 5G 輕量化（Reduced capability, RedCap 或 NR-Light）。

5G RedCap 設備的標準化工作的開始可溯及 3GPP Release 17，並將在 Release 18 中持續演進。Release 17 規範中，RedCap 數據機將透過降低複雜度和支援更簡化的操作方式來降低成本。這包括對頻率範圍 1（FR1）和頻率範圍 2（FR2）的設備，以及在無線電資源控制（Radio Resource Control, RRC）閒置和非啟動狀態下支援擴展型非連續接收（Extended Discontinuous Reception, eDRX）。5G Advanced 計劃進一步降低 RedCap 數據機複雜度，同時支援更長的 eDRX 週期和低延遲喚醒訊號（wake-up signal, WUS），並提供支援新應用場景如定位的功能。此外，5G RedCap 將廣泛促進企業領域的物聯網（Internet of Things, IoT）佈署，有利於智慧城市和穿戴式裝置等特定消費群體[485]。

在降低成本方面，根據 Ericsson 對 RedCap 設備與 Release 15 NR 設備的功能進行比較，可見 RedCap 設備頻寬減少、減少多輸入多輸出（Multi-input Multi-output, MIMO）層的最大數量，以及放寬最大下行鏈路調變（modulation）[486]階數等都有助於降低基頻（baseband）[487]的複雜性。同時，RedCap 設備能減少所需接收分支的最小數量，並允許在所有頻段進行半雙工（half-duplex, HD）[488]操作，有助於降低

[483] GSMA, 2024. 5G Momentum Continues with 1.6 Billion Connections Worldwide, Rising to 5.5 Billion by 2030, According to GSMA Intelligence. https://www.gsma.com/newsroom/press-release/5g-momentum-continues-with-1-6-billion-connections-worldwide-rising-to-5-5-billion-by-2030-according-to-gsma-intelligence/

[484] Ericsson, 2022. 5G Advanced: Evolution towards 6G. https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/white-papers/5g-advanced-evolution-towards-6g

[485] Mobile world live, 2024. Fuelling a more connected future with 5G RedCap. https://www.mobileworldlive.com/fuelling-a-more-connected-future-with-5g-redcap/

[486] 調變（modulation）是一種將一個或多個週期性的載波混入想傳送之訊號的技術，常用於無線電波的傳播與通訊、利用電話線的資料通訊等各方面。

[487] 基頻（baseband）係一種傳輸通訊技術，在電線或光纖電纜上傳送訊號時直接以數位式訊號送出，而不用經過調變（modulation），頻寬通常低於 T1 (1.544 Mbps) 或 E1 (2.048 Mbps)，高於此數值的則稱為寬頻。

[488] 半雙工（half-duplex, HD）傳輸中，資料封包由一個系統傳送並由另一個系統接收。除非接收系統將確認通知傳回給傳送者，否則無法傳送另一個資料封包。

天線和射頻零組件的材料成本[489]。

對於 5G 產業應用發展，5G 專網因具多元部署架構及針對不同產業需求彈性調整傳輸設備特性，特別與公用網路相比，5G 專網可因應不同場景客製打造網路配置，主要部署架構依整合程度包含：隔離於公用網路的獨立網路、混合配置之共享網路及公用網路提供專網切片，透過軟體定義網路切片（Software Defined Network Slicing）提供專有網路連線等[490]。相關應用受產業界高度關注，諸如與虛擬實境、擴增實境等新興技術的整合、製造業智慧工廠應用、智慧運輸及物流、倉儲之應用等，由於與特定場景具垂直應用優勢，可推動新型商業模式與市場需求，故 5G 專網正值迅速發展階段。

（一）頻率規劃

3GPP 為標準化 5G，並促進新無線電（New Radio）之發展，ITU 的 IMT-2020 對於 5G 的頻譜說明如下[491]：

- **低頻率**：2GHz 以下低頻段頻率涵蓋範圍廣，能夠深度穿透建築物。
- **中頻率**：中頻段頻率對於 5G 具有很大的優勢，能透過更大的 5G 頻寬支援涵蓋範圍、容量、移動性及高傳輸速率。
- **高頻率**：24GHz 以上高頻段頻率具有超大容量和極高的資料速率，每個業者擁有的頻寬通常在 400MHz 至 800MHz 之間。這些頻段通常佈署在人口密集的城市地區，但實際表現尚未達到理論上的要求，因為毫米波頻段存在傳播問題，且在室外涵蓋範圍非常有限，手機等設備對於接收和傳輸這些頻段的信號存在一定的限制[492]。

根據 3GPP 對頻率範圍之定義，將行動通信頻率細分為「FR1」、「FR2」及「FR3」，各頻率範圍如下[493]：

- FR1 頻段：450MHz-6000MHz；
- FR2 頻段：24.25GHz-52.6GHz；
- FR3 頻段：7.125GHz-24.25GHz。

---

[489] Ericsson, 2021. What is reduced capability (RedCap) NR and what will it achieve? https://www.ericsson.com/en/blog/2021/2/reduced-cap-nr

[490] 新通訊，2022。新世代網路殺手級應用現身　5G 專網彈性部署架構/需求多元。 https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/tech/C1A3899400744CCBB420C2D836B28B95

[491] ITU, 2022. IMT general aspects. https://www.itu.int/wrs-22/wp-content/uploads/sites/25/2022/10/IMT_general_aspects_WRS-22-2.pdf

[492] ITU, 2022. IMT general aspects. https://www.itu.int/wrs-22/wp-content/uploads/sites/25/2022/10/IMT_general_aspects_WRS-22-2.pdf

[493] 3GPP, 2019. TS 38.101-1 v15.5.0 Table 5.1-1. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138100_138199/13810101/15.05.00_60/ts_13810101v150500p.pdf

FR1 和 FR2 頻段為 5G 應用頻段，FR1 頻段又稱為「Sub-6GHz」頻段；而 FR2 頻段則為「毫米波」頻段。另外，FR3 頻段界於 FR1 與 FR2 頻段之間，相較於兩者有較廣的地理涵蓋範圍、更好的傳輸特性等；然而，相較於 FR1 頻段，FR3 頻段較耗能，且可能會與 FR3 既有通訊系統產生干擾問題[494]。

GSMA 於 2024 年 2 月 22 日發布「2024 年頻譜政策趨勢（Spectrum Policy Trends 2024）」[495]指出，WRC-23 的頻譜協調在國際頻譜管理中扮演關鍵的角色，對於確保行動通信服務持續發展和實現規模經濟至關重要。

其中，3.5GHz 頻段（3.3-3.8GHz）被廣泛認為是 5G 的關鍵頻段，在歐洲、中東、非洲（Europe, the Middle East and Africa, EMEA）以及美洲實現最終協調，確保這些地區 5G 服務順利推出和無縫佈署。

此外，WRC-23 決議在 6GHz 頻段擴展中頻段頻譜，以滿足行動數據需求不斷成長，WRC-23 決議在 6GHz 頻段擴展中頻段頻譜，6GHz 頻段（6.425-7.125GHz）已確定為供應 EMEA、美洲以及亞太認證合作組織（The Asia Pacific Accreditation Cooperation, APAC）國家的行動通信使用。

WRC-23 的結果提供各國主管機關方向，有助其滿足不斷成長的頻譜需求及增加長期投資所需的創新，並提供清晰的藍圖規劃低頻段（1GHz 以下）和中頻段（3.5GHz 和 6GHz 頻段），同時確保未來 IMT 研究持續發展。6GHz 頻段（6.425-7.125GHz）已有許多國家（佔 60% 以上全球人口）支持用於行動通信，部分國家 6GHz 頻段（5.925-6.425GHz）頻段分配給 Wi-Fi 的免執照技術，因此 WRC-23 規劃 6GHz 頻段同時可用於行動通信且可供 Wi-Fi 等無線存取系統使用。

WRC-23 決議透過低頻段頻譜促進歐洲、中東、非洲（Europe, the Middle East and Africa, EMEA）數位平等，將開放更多 470-694MHz 頻段供行動通信使用。低頻段在擴大農村社區網路連接能力方面至關重要，因其訊號能涵蓋範圍更廣泛，分配低頻段頻譜有助彌合城鄉連接差距。

詳細主要國家與我國之未來 5G 頻譜規劃，可參照第四章第二節「一、主要國家與我國目前已公布及進行中之未來頻譜用途規劃」。

[494] 5G Americas, 2024. 3GPP Technology Trends. https://www.5gamericas.org/3gp-technology-trends/
[495] GSMA, 2024. Spectrum Policy Trends 2024. https://www.gsma.com/spectrum/resources/spectrum-policy-trends-2024/

（二）技術發展

1. 美國

從美國行動通信 IMT 的技術發展，可觀察到美國電信業者關閉 3G 網路，將其升級至 4G 及 5G；同時伴隨 3GPP Release 17 定義 5G RedCap 規範，美國產業界亦見 RedCap 技術發展動向。以下概述美國行動通信的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路，升級至 4G 與 5G

美國無線產業協會（CTIA -The Wireless Association, CTIA）指出，美國電信業者已積極地將原供 3G 網路使用的頻譜，騰出以佈署 4G 與 5G 網路，此舉將有助於擴展美國 4G 和 5G 的網路涵蓋範圍，並可透過更大容量、高速度及安全的網路支援新的應用服務[496]。

美國主要電信業者 AT&T、Verizon 與 T-Mobile 皆已在 2022 年底起陸續關閉 3G 網路。AT&T 宣布自 2022 年 2 月 22 日起開始關閉 3G 服務[497]，截至 2024 年 4 月底，AT&T 行動涵蓋圖依舊可見些許地區有提供 3G 服務[498]，截至 2024 年 9 月底，AT&T 行動涵蓋圖已不見任何地區提供 3G 服務[499]；T-Mobile 宣布自 2022 年 7 月 1 日關閉 3G UMTS 網路[500]；Verizon 為美國最後關閉 3G 的電信業者，最終於 2022 年 12 月 31 日開始關閉 3G 用戶的連線[501]，截至 2024 年 9 月底，Verizon 行動通信涵蓋圖尚可見些許地區仍提供 3G 服務[502]。

（2）藉由 5G SA 技術演進，提高通訊速度

T-Mobile 於 2023 年 3 月 1 日宣布已開始推出其超大容量 5G 服務，該技術可使用四分量（Componentcarrier, 4CC）載波聚合技術，包含兩個 1900MHz 頻段與兩個 2.5GHz 頻段，以實現高達 3.3Gbps 的速度，5G 載波聚合使 T-Mobile 能夠大幅提升 5G SA 速度[503]。

---

[496] CTIA, 2022. What to Know About the Sunsetting of 2G/3G Networks in Preparation for 5G. https://www.ctia.org/consumer-resources/what-to-know-about-the-sunsetting-of-2g-3g-networks-in-preparation-for-5g

[497] NCC, 2022. AT&T is shutting down its 3G network. Here's how it could impact you. https://edition.cnn.com/2022/02/22/tech/att-3g-network-shutdown/index.html

[498] Nperf, 2024. AT&T Mobility's 3G / 4G / 5G coverage map in United States. https://www.nperf.com/en/map/US/-/2420.ATT-Mobility/signal/?ll=39.06184913429154&lg=-97.97607421875&zoom=5

[499] Nperf, 2024. AT&T Mobility's 3G / 4G / 5G coverage map in United States. https://www.nperf.com/en/map/US/-/2420.ATT-Mobility/signal/?ll=39.06184913429154&lg=-97.97607421875&zoom=5

[500] T-Mobile, 2022. T-Mobile Network Evolution. https://www.t-mobile.com/support/coverage/t-mobile-network-evolution

[501] Verizon, 2022. 3G CDMA Network Shut off date set for December 31, 2022. https://www.verizon.com/about/news/3g-cdma-network-shut-date-set-december-31-2022

[502] Verizon, 2024. Verizon International Coverage. https://verizon.cellmaps.com/

[503] T-Mobile, 2023. T-Mobile Advances 5G Standalone to Deliver Faster Speeds and Enhanced

（3） 研發測試 5G 輕量化產品及解決方案

因應 RedCap 的發展趨勢，美國電信業者及晶片商皆有展開相關測試及解決方案開發。如美國電信業者 AT&T、芬蘭電信業者 Nokia 和我國晶片製造商聯發科（MediaTek）合作，並於 2023 年 8 月 3 日宣布已在聯發科技的 RedCap 平臺上成功測試[504]。此外，高通（Qualcomm）也於 2024 年 3 月 6 日 2024 年世界行動通訊大會（Mobile World Congress, MWC 2024）宣布將推出 5G 數據機對天線解決方案 Snapdragon X80 5G 數據機射頻系統，這項突破性的技術為全球首款商用 Release 17 5G RedCap 數據機射頻系統[505]。

2. 英國

從英國行動通信（IMT）的技術發展，可觀察到英國電信業者關閉 3G 網路，將其升級至 4G 及 5G；同時推動 5G SA 技術發展與 5G 輕量化發展，其中，5G SA 技術帶來更快速的下載和上傳速度。以下概述英國行動 IMT 的技術發展情形。

（1） 淘汰 3G 網路，升級至 4G 與 5G

Ofcom 於 2024 年 3 月 6 日發布英國行動業者皆承諾在 2033 年之前關閉其 3G 網路，將為 4G 和 5G 用戶提供更好、更快、更可靠的服務[506]。英國主要的電信業者 EE、Vodafone、O2 與 Three 在 3G 關閉服務方面，Vodafone 於 2024 年 2 月關閉大部分 3G 網路[507]，係英國第一個關閉 3G 網路之業者，但少數具有安全重要性的地點和少數偏遠農村社區除外[508]，這些網路將在短時間內繼續運作；Vodafone 在重新利用 3G 無線電頻率方面取得領先，幫助用戶帶來更快且更有效率的 4G 和 5G 服務。EE 於 2024 年 1 月開始關閉 3G 網路[509]，Three 預計於 2024 年底關閉 3G 網路，O2 則計劃於 2025 年關閉 3G 網路。

（2） 藉由 5G SA 技術演進，推出新產品

Performance. https://www.t-mobile.com/news/network/t-mobile-advances-5g-standalone-to-deliver-faster-speeds-and-enhanced-performance

[504] AT&T, 2023. 5G for Internet of Things Gains Ground. https://about.att.com/blogs/2023/5g-redcap.html

[505] Qualcomm, 2024. Engineering human progress: Our commitment to inclusive 5G innovation. https://www.qualcomm.com/news/onq/2024/03/engineering-human-progress-our-commitment-to-inclusive-5g-innovation

[506] Ofcom, 2024. Switching off the UK's 3G mobile networks: what you need to know. https://www.ofcom.org.uk/phones-telecoms-and-internet/advice-for-consumers/advice/3g-switch-off

[507] Vodafone, 2024. Say goodbye to 3G and hello to better connections. https://www.vodafone.co.uk/help-and-information/3g-switch-off

[508] Vodafone, 2024. Vodafone UK successfully switches off 3G across the UK – boosting 4G and 5G. https://www.vodafone.co.uk/newscentre/press-release/3g-successful-switch-off-uk/

[509] EE, 2024. WE'RE SAYING GOODBYE TO 3G IN 2024. https://ee.co.uk/3g-switch-off

英國電信業者 Vodafone 於 2023 年推出 5G Ultra 的 5G SA 技術，帶來更快的下載和上傳速度，還帶來更多功能，例如網路切片、行動專用網路（Mobile Private Networks, MPNs）和更低的延遲[510、511]。而 Virgin Media O2 Business 也於 2023 年 8 月 2 日發布成為英國第一家提供便攜式商用 5G SA（portable commercial 5G Standalone）專用網路的電信公司[512]。

（3）研發測試 5G 輕量化產品及解決方案

美洲產業貿易組織 5G Americas 於 2023 年 10 月 16 日發布 Nokia、BT 集團和聯發科已成功在 BT 的 Adastral Park 站點測試使用 RedCap 設備的 5G 技術，該測試利用 Nokia 的 AirScale RAN 產品組合、EE 的 5G SA 網路，以及聯發科的 RedCap 測試平臺。同時，BT Group 正在評估以 RedCap 支援新的 5G 使用案例的潛力[513]。

3. 日本

從日本行動通信（IMT）的技術發展，可觀察到日本電信業者關閉 3G 網路；同時藉由 5G SA 技術演進，日本的電信業者和相關機關致力於推出新產品並研發節能、高效的 5G 解決方案，包括虛擬化、GPU 加速和邊緣雲端技術。以下概述日本行動 IMT 的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路

日本主要電信業者分別為 NTT Docomo、au/KDDI、Softbank 與樂天行動。在 3G 關閉服務方面，au/KDDI 於 2022 年 3 月率先全面停止提供 3G 服務；Softbank 因 2024 年年初地震災害，將停止 3G 服務的時間從 2024 年 1 月 31 日推遲至 2024 年 4 月 15 日[514]，已於 2024 年 4 月 15 日關閉服務；NTT Docomo 則預計最晚於 2026 年 3 月關閉服務；樂天行動在日本不提供 3G 服務，不過有支援部份海外漫遊地區使用 3G 服務[515]。

---

[510] Vodafone, 2023. 5G: Everything you need to know. https://www.vodafone.co.uk/newscentre/smart-living/everything-you-need-to-know-about/5g-everything-you-need-to-know/

[511] Vodafone, 2023. 5G Ultra: Everything you need to know. https://www.vodafone.co.uk/newscentre/our-network/what-is-5g-ultra/

[512] virginmediao2, 2023. Virgin Media O2 Business is UK's first telco to launch commercial plug-and-play 5G SA Private Network. https://news.virginmediao2.co.uk/virgin-media-o2-business-is-uks-first-telco-to-launch-commercial-plug-and-play-5g-sa-private-network/

[513] 5G Americas, 2023. Nokia, BT Group and MediaTek trial 5G RedCap technology to accelerate the Internet of Things. https://www.5gamericas.org/nokia-bt-group-and-mediatek-trial-5g-redcap-technology-to-accelerate-the-internet-of-things/

[514] Softbank, 2024. SoftBank Corp. to Postpone Discontinuation of 3G Services. https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2024/20240117_02/

[515] Rakuten，2024。3G サービスは使えますか？ https://network.mobile.rakuten.co.jp/faq/detail/10000773/

（2）藉由 5G SA 技術演進，推出新產品

Softbank 於 2021 年 10 月 19 日宣布提供 5G SA 商用服務，成為日本首家提供 5G SA 商用服務的業者[516]。

樂天行動和新能源•產業技術綜合開發機構（New Energy and Industrial Technology Development Organization, NEDO）於 2023 年 8 月 1 日利用虛擬化技術成功完成 5G SA 無線存取設備的開發和測試，旨在實現全虛擬化 5G SA 行動通信的商業佈署[517]。

（3）利用虛擬無線接取網路，可望達到 5G 節能效果

日本電信電話株式會社（NTT）於 2023 年 5 月 24 日宣布在 5G 虛擬無線接取網路（virtualized Radio Access Network, vRAN）的低功耗實驗取得成功，NTT 的節能技術已被證明與傳統產品相比可降低高達 46%的功耗，未來將透過節能推動器整合到業者的 vRAN 中，用 5G 節能技術來支援電信業者脫碳，以實現永續發展[518]。

輝達（NVIDIA）與 NTT Docomo 於 2023 年 9 月 27 日共同推出全球首個 GPU 加速的 5G 網路，並在日本推出高效能的無線網路，其中，包括使用鴻海基於輝達 Aerial 虛擬無線接取網路堆疊（NVIDIA Aerial vRAN stack）和輝達整合型加速器建構的高效能 5G 虛擬無線接取網路（vRAN），打造出 5G Open RAN 解決方案[519]。

（4）研發邊緣雲端技術，精進處理功能

樂天行動在日本國立研究開發法人情報通信研究機構（National Institute of Information and Communications Technology, NICT）資助下，啟動先進邊緣雲端技術的研發，並於 2023 年 11 月 17 日發布的新聞稿表示，從 2023 年 11 月起開始研究 Beyond 5G 的邊緣平臺功能，研究期程將持續至 2027 年 11 月止。在研發專案中，樂天行動致力於加強邊緣資料中心和中央資料中心之間的協調，來提升邊緣平臺的處理能力[520]。

---

[516] Softbank, 2021. SoftBank Corp. First Carrier in Japan to Provide 5G Standalone Commercial Services. https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2021/20211019_01/

[517] Rakuten Mobile, 2023. Rakuten Mobile and NEDO Complete Successful Development and Testing of 5G Stand-Alone Wireless Access Equipment Using Virtualization Technology. https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2023/0801_01/

[518] NTT, 2023. NTT Succeeded in Low Power Consumption of 5G Virtualized Radio Base Station (vRAN). https://group.ntt/en/newsrelease/2023/05/24/230524b.html

[519] NVIDIA, 2023. NVIDIA Works With NTT Docomo to Launch World's First GPU-Accelerated 5G Network. https://blogs.nvidia.com/blog/ntt-docomo-gpu-accelerated-5g-network/

[520] Rakuten Mobile, 2023. Rakuten Mobile Launches R&D into Advanced Edge Cloud Technology, with Funding Awarded by NICT. https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2023/1117_01/

4. 歐盟

綜觀歐洲行動通信（IMT）的技術發展，可見電信業者和相關單位注重於 5G SA、Open RAN、雲端和邊緣雲等重要創新技術的研發和測試，以提高歐洲在數位通訊領域的競爭力，尤其在 5G 輕量化產品節能效果方面取得重要進展。

（1）歐洲重要創新技術：5G SA、Open RAN、雲端和邊緣雲

歐洲電信網路協會（European Telecommunications Network Operators' Association, ETNO）於 2024 年 1 月 22 日發布《2024 年數位通訊狀況報告（State of Digital Communications Report）》報告提及關鍵網路創新的領域，包括 5G SA、Open RAN 與雲端和邊緣雲等，這些新技術的發展將定義歐洲未來十年在連接和服務方面的領導地位。然而，在 5G SA 和新 RAN 技術採用方面，歐洲與亞洲相比較為落後；而在邊緣雲技術發展方面，歐洲則明顯落後於亞洲和北美[521]。

（2）研發測試 5G 輕量化產品，達到 5G 節能效果

Vodafone、Ericsson 和高通於 2023 年 11 月 23 日首次在歐洲測試新型 5G RedCap 無線電技術，除了節省電池消耗之外，也將設備製造的更輕便、更具成本效益[522]。

5. 德國

從德國行動通信（IMT）的技術發展，可觀察到主要電信業者陸續關閉 3G 網路；同時藉由 5G SA 技術發展，以提供更快速、更先進的通訊服務。以下概述德國行動通信的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路

德國主要三大電信業者包含 Telefonica O2、Telekom 與 Vodafone。在 3G 關閉服務方面，Telekom 宣布自 2021 年 6 月 30 日起關閉 3G 服務[523]；Vodafone 亦宣布自 2021 年 6 月 30 日起關閉 3G 服務，並於 2021 年 7 月 7 日完成 3G 關閉事宜[524]；O2 則於 2021 年 12 月 30 日完成 3G 關閉[525]。

---

[521] ETNO, 2023. The State of Digital Communications 2024. https://etno.eu/library/reports/117-state-of-digital-2024.html

[522] Vodafone, 2023. Vodafone, Ericsson and Qualcomm in First European Test of New 5G Radio Technology. https://www.vodafone.com/news/technology/vodafone-ericsson-and-qualcomm-in-first-european-test-of-new-5-g-radio-technology

[523] Telekom, 2020. 3G geht, LTE für alle kommt: Die zehn wichtigsten Fragen. https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/3g-abschaltung-608274

[524] Vodafone, 2021. Noch ein Tag bis zur 3G-Abschaltung. https://newsroom.vodafone.de/netz/noch-ein-tag-bis-zur-3g-abschaltung

[525] Telefonica, 2021. O2 deactivates last 3G sites in its network. https://www.telefonica.de/news/press-

（2） 藉由 5G SA 技術演進，提供 5G SA 解決方案

OPPO、Ericsson 和高通於 2021 年 4 月 15 日共同宣布，已將 Vodafone 的 5G SA 網路在德國商用，Vodafone 成為歐洲首家大規模啟動 5G SA 的業者。實現將 3.5GHz 範圍內的行動通信無線電臺轉換到 5G，並連接到獨立的 5G 核心網路。Ericsson 提供完整的產品和解決方案，包括無線電系統和基於雲原生微服務（Cloud-native Microservices-based）的 5G 核心網路，以協助 Vodafone 在德國建立新的 5G SA 網路[526]。

Telekom 於 2023 年 9 月 19 日宣布正在發展 5G 影片直播市場，將數據密集型（data-intensive）影片訊號透過 5G SA 行動網路即時發送，利用網路切片技術提供媒體業者更輕便有效率之實況轉播解決方案[527]。此外，Telekom 與土耳其電信（Türk Telekom）於 2024 年 3 月宣布合作，將首次實施 5G SA 低延遲漫遊區域突破試驗，以推進任務關鍵型物聯網應用[528]。

O2 發布自 2023 年 10 月 10 日起，O2 用戶將能夠在新的 5G SA 網路「5G Plus」上進行上網和撥打電話。截至 2023 年，5G Plus 網路已在德國達到 90%以上的人口涵蓋率。O2 於 2024 年 5 月 8 日宣布與 Nokia 和亞馬遜網路服務（Amazon Web Services, AWS）共同推出「5G Cloud Core」，係業界首家推出完全在雲端建置的 5G SA 核心網路[529]。預計 2025 年底，O2 將為德國提供 5G Plus 全面涵蓋。

在頻率方面，5G Plus 使用 O2 網路中為 5G 指定的頻率，包括 700MHz、3.6GHz 和 1800MHz 動態頻譜共用（Dynamic Spectrum Sharing, DSS）。此外，藉由 5G Plus，O2 用戶成為德國首批能夠透過 5G 網路撥打行動電話的用戶。同時，用戶可以使用新無線電語音（Voice-over-New-Radio, VoNR）技術提升通話品質[530]。

---

releases-telefonica-germany/2021/12/the-end-of-umts-in-germany-o2-deactivates-last-3g-sites-in-its-network.html

[526] Ericsson, 2021. Vodafone partners with Ericsson to deploy Europe's largest commercial 5G Standalone network. https://www.ericsson.com/en/news/3/2021/vodafone-partners-with-ericsson-for-europes-largest-commercial-5g-standalone-network

[527] Telekom, 2024. Telekom's 5G network slicing brings mobile TV teams live to the network. https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/5g-live-video-production-1049254

[528] Telekom, 2024. Türk Telekom and Deutsche Telekom Global Carrier Agree on 5G SA Low-Latency Roaming Trial. https://globalcarrier.telekom.com/newsroom/news/news-pages/turk-telekom-and-deutsche-telekom-global-carrier-agree-on-5g-sa-low-latency-roaming-trial

[529] O 2 Telefónica, 2024. O2 Telefónica sets new impulses in the core network together with Nokia and AWS. https://www.telefonica.de/news/press-releases-telefonica-germany/2024/05/first-5g-core-network-in-the-cloud-for-an-existing-operator-o2-telefonica-sets-new-impulses-in-the-core-network-together-with-nokia-and-aws.html

[530] Telefonica, 2023. O2 Telefónica activates latest network technology for the digitization of Germany. https://www.telefonica.de/news/press-releases-telefonica-germany/2023/10/5g-plus-launches-across-o2-s-5g-network-o2-telefonica-activates-latest-network-technology-for-the-digitization-of-germany.html

6. 法國

從法國行動通信（IMT）技術發展，可觀察到主要電信業者陸續關閉 3G 網路；同時推出 5G SA 切片技術和在 3.5GHz TDD 頻段的 5G 網路試驗，為商業化服務和技術創新奠定基礎。以下概述法國行動 IMT 的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路

法國主要電信業者包含 Orange、SFR 和 Bouygues。在 3G 關閉服務方面，Orange 宣布將分階段關閉 3G 服務，並將於 2028 年底完成[531]；SFR 將於 2028 年關閉 3G 服務；Bouygues 將於 2029 年關閉 3G 服務[532]。

（2）採用 5G SA 切片技術，計劃提供商業化服務

SFR 於 2023 年 12 月 18 日發布新聞稿，宣布已啟動 5G SA 網路[533]，首次佈署 5G SA 切片技術用於其母公司以及媒體機構 RMC Sport 和 RMC Grand Lille 的直播影片，並 2024 年起在法國率先採用 5G SA 切片技術，透過 SFR 業務部門將該服務轉為商業化使用[534]。

（3）在 3.5GHz TDD 頻段進行 5G 網路試驗

法國原子能暨替代性能源署工業技術研究部（CEA Tech）旗下研究機構 Leti 於 2024 年 3 月宣布，在法國 Grenoble 的 MINATEC 園區將佈署 5G 網路，以展示新的後正交分頻多工（Post- OFDM）[535]多載波波形。法國主管機關 Arcep 已授權予 Leti 為期 6 個月的執照，允許 Leti 在 3.5GHz TDD 頻段的 40MHz 頻寬進行多業務傳輸的試驗。此波形能克服 LTE 波形的既有缺陷，並與現有 LTE 接收器向後兼容（Backward Compatibility），同時，Leti 透過 5G 實驗來驗證其創新概念[536]。

---

[531] Orange, 2022. Orange announces a new milestone in the transformation of its mobile networks in Europe, phasing out 2G and 3G by the end of the decade. https://newsroom.orange.com/orange-announces-a-new-milestone-in-the-transformation-of-its-mobile-networks-in-europe-phasing-out-2g-and-3g-by-the-end-of-the-decade/

[532] DCD, 2023. Bouygues Telecom outlines 2G and 3G switch-off plans. https://www.datacenterdynamics.com/en/news/bouygues-telecom-outlines-2g-and-3g-switch-off-plans/

[533] Numerama, 2023. SFR commence à tester la vraie 5G, mais il va falloir être patient pour la capter. https://www.numerama.com/tech/1590492-sfr-commence-a-tester-la-vraie-5g-mais-il-va-falloir-etre-patient-pour-la-capter.html

[534] Digitaltveurope, 2023. SFR first with 5G SA slicing for live-streaming of football match. https://www.digitaltveurope.com/2023/12/19/sfr-first-with-5g-sa-slicing-for-live-streaming-of-football-match/#close-modal

[535] 正交分頻多工（Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM）。

[536] Pipelinepub, 2024. French 5G Framework Deployed To Test A New Post-OFDM Multicarrier Waveform. https://www.pipelinepub.com/news/french-5g-framework-deployed-to-test-a-new-post-ofdm-multicarrier-waveform

7. 南韓

從南韓行動通信（IMT）技術發展，主要可觀察到南韓電信業者關閉 3G 網路；並透過 5G RAN、核心網路，以及 5G SA 試驗，持續優化網路效能，提升行動通訊體驗，並推動物聯網技術與人工智慧的結合。以下概述南韓行動通信的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路

南韓三大電信業者包含 SKT、KT 及 LG U+。在 3G 關閉服務方面，SK Telecom 和 KT 的行動用戶中僅有約 2%採用 3G 方案，總計略高於 100 萬用戶，其中，KT 表示目前不考慮終止其 3G 網路，該頻譜執照將於 2026 年屆期；LG Uplus 則於 2021 年 7 月已關閉 3G 服務[537]。

（2）利用 5G RAN 和核心網路，增強行動通訊體驗

三星（Samsung）和 KT 於 2021 年 7 月 15 日在南韓推出首個商用 5G SA 網路，KT 使用三星的 5G RAN 和核心網路，增強用戶行動通訊體驗[538]。

（3）進行 5G SA 試驗，優化網路效能

三星與聯發科於 2023 年 7 月 20 日發布共同合作完成 5G SA 上行鏈路（Uplink, UL）2CC 載波聚合（Carrier Aggregation, CA）與 C 頻段上行鏈路多輸入多輸出 MIMO 的結合測試，雙方皆以 3Tx 天線實現 363Mbps 的峰值流通量（throughput），與接近理論上的峰值，成功達到峰值上行鏈路之速度。目前業界的智慧型手機和用戶端設備（customer premise equipment, CPE）僅支援 2Tx 天線，而該項測試為業界首創，係藉由發射 3Tx 天線提升上傳體驗，驗證 3Tx 天線技術應用能提升上傳速度、頻譜和數據傳輸效率，以及優化整體的網路效能[539]。

SK Telecom、Nokia 和聯發科於 2023 年 8 月 17 日發布已成功開發並測試 5G 物聯網技術 RedCap，為結合人工智慧和物聯網的 AIoT 服務奠定技術基礎[540]。

---

[537] Mobileworldlive, 2024. Feature: What is slowing 3G shutdowns in Asia? https://www.mobileworldlive.com/regulation/feature-what-is-slowing-3g-shutdowns-in-asia/

[538] Samsung, 2021. Samsung and KT Launch First Commercial 5G SA Network in Korea. https://news.samsung.com/global/samsung-and-kt-launch-first-commercial-5g-sa-network-in-korea

[539] Samsung，2023。三星與聯發科透過三個發射天線實現 5G 上行傳輸的革命性創新。https://news.samsung.com/tw/%E4%B8%89%E6%98%9F%E8%88%87%E8%81%AF%E7%99%BC%E7%A7%91%E9%80%8F%E9%81%8E%E4%B8%89%E5%80%8B%E7%99%BC%E5%B0%84%E5%A4%A9%E7%B7%9A%E5%AF%A6%E7%8F%BE5g%E4%B8%8A%E8%A1%8C%E5%82%B3%E8%BC%B8%E7%9A%84%E9%9D%A9

[540] SK Telecom, 2023. SK Telecom develops 5G IoT tech RedCap.

（4） 三星和 KDDI 共同推出商用 5G 網路切片服務

此外，三星和 KDDI 於 2023 年 9 月 27 日宣布簽署諒解備忘錄（MOU），共同組成 5G 全球網路切片聯盟，將共同推出一系列商用 5G 網路切片服務，並評估這項創新技術的新商業模式[541]。

三星於 2024 年 2 月 20 日宣布，其雲端原生 SA 核心網路在日本已上線，支援 KDDI 在日本的全國商用 5G SA 服務，KDDI 將在日本全國範圍內不同地點進行佈署[542]，使用 KDDI 的智慧型作業系統成功佈署和運行三星的 5G SA 核心網路，支援故障檢測、根本原因識別和復原方法決策[543]。

（5） 研發測試 5G 輕量化產品及解決方案

南韓 SKT 於 2023 年 8 月 17 日發布透過與 Nokia 和聯發科合作，SKT 為南韓首家完成基於商用頻段的 RedCap 開發以及商用測試之電信業者[544]。

8. 新加坡

從新加坡行動通信（IMT）技術發展，主要可觀察到新加坡主要電信業者關閉 3G 網路，將其升級至 4G 及 5G；目前推出的 5G SA 網路可結合網路切片功能。同時，電信業者進行 5G 擴增實境與人工智慧技術測試，協助救災行動；並研發 5G 輕量化技術，旨在降低設備生產成本。以下概述新加坡行動通信的技術發展情形。

（1） 淘汰 3G 網路，升級至 4G 與 5G

新加坡主要電信業者分別為 M1、Singtel、StarHub 與 Simba Telecom（前身為 TPG Singapore）。在 3G 關閉服務方面，M1 已將所有個人及企業 3G 用戶遷移至 4G 及 5G 服務，自 2024 年 8 月 1 日起關閉 3G 服務；Singtel 和 StarHub 則宣布將 3G 服務延至 2024 年 11 月關閉[545]；Simba 用戶由於原先就使用 4G 網路進行運作，不受到 3G 服

https://www.kedglobal.com/tech%2C-media-telecom/newsView/ked202308170003

[541] Samsung, 2023. KDDI and Samsung Form 5G Global Network Slicing Alliance. https://news.samsung.com/global/kddi-and-samsung-form-5g-global-network-slicing-alliance

[542] c114.com.cn，2023。三星獲得日本 KDDI 5G SA 核心網路合約。https://www.c114.com.cn/news/116/a1223028.html

[543] Samsung, 2024. Samsung's 5G Standalone Core Goes Live in KDDI's Nationwide Commercial Network. https://news.samsung.com/global/samsungs-5g-standalone-core-goes-live-in-kddis-nationwide-commercial-network

[544] SK Telecom, 2023. SK Telecom develops 5G IoT tech RedCap. https://www.kedglobal.com/tech%2C-media-telecom/newsView/ked202308170003

[545] IMDA, 2024. 3G services to retire in phases, starting with M1's network in Aug 2024. https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/press-releases/2024/3g-services-to-retire

務關閉的影響[546]。

（2）推出 5G SA 網路，並將網路切片功能互相結合

Singtel 於 2021 年 5 月推出全國性 5G SA 網路。根據 Ericsson 於 2023 年報告指出，Singtel 將擴展的 5G SA 網路涵蓋範圍與網路切片功能互相結合，同時，Singtel 是全球首家使用無線資源分配並在 5G SA 現有網路中，為 2022 年 10 月新加坡 F1 大獎賽提供端到端網路切片的業者。其中，5G 高階方案用戶由於下行鏈路傳輸量較高，平均網速為 437Mbps，能夠體驗到高畫質的即時影像[547]。

（3）研發測試 5G 輕量化技術，以利降低設備生產成本

新加坡電信業者 Singtel 與 Ericsson 和聯發科合作於 2023 年 12 月 13 日發布率先在新加坡成功試驗物聯網設備的 5G RedCap 技術，RedCap 預計可將最終用戶的功耗和晶片組印刷電路板面積減少 60%，並有機會將物聯網設備生產成本降低 50%至 70%[548]。

9. 香港

從香港行動通信（IMT）的技術發展，主要可觀察到香港電信業者關閉 3G 網路；電信業者推出 5G SA 商用服務，並提供企業客戶網路切片服務；同時，載波聚合（Carrier Aggregation, CA）推出資助計畫鼓勵 5G 技術應用，而中國移動與澳門電訊合作成功測試 5G SA 與 VoNR 漫遊服務，促進智慧城市 5G 融合發展。以下概述香港行動通信的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路

香港主要電信業者分別為香港電訊（Hong Kong Telecommunications, HKT）、和記電訊香港控股（Hutchison Telecommunications Hong Kong Holdings）、中國移動香港有限公司（China Mobile Hong Kong Company Limited, CMHK），以及數碼通（SmarTone Mobile Communications Limited）。在 3G 關閉服務方面，香港電信業者陸續關閉 3G 服務，根據 CA 調查報告顯示，截至 2024 年 6 月底香港 3G 用戶僅剩下 60 萬用戶，較去年同期下降 10.9%[549]。

---

[546] Ocworkbench, 2023. Singapore telcos will end 3G service on 31 July 2024. https://en.ocworkbench.com/singapore-telcos-will-end-3g-service-on-31-july-2024/#google_vignette

[547] Ericsson，2024。5G 網路切片。https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/mobility-report/articles/exploring-differentiated-services-with-5g-networks

[548] Singtel, 2023. Singtel first to successfully trial 5G RedCap technology for IoT devices in Singapore. https://www.singtel.com/about-us/media-centre/news-releases/Singtel-first-to-successfully-trial-5G-RedCap-technology-for-IoT-devices-in-Singapore

[549] OFCA，2024。無線通訊服務。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/data_statistics/mobile_services/wireless_services/index.html

（2） 推出 5G SA 商用網路，並提供網路切片服務

CMHK 於 2020 年 11 月 26 日宣布正式實現商用 5G SA，成為香港首家提供 5G SA 服務之業者，CMHK 同時亦可向企業客戶提供網路切片服務[550]。

（3） 鼓勵使用 5G 技術

香港通訊事務管理局（Communications Authority, CA）於 2020 年 5 月 5 日至 2022 年 12 月 31 日推動第二輪「防疫抗疫基金」，推出「鼓勵及早使用 5G 技術資助計劃」，該計畫由香港通訊事務管理局辦公室（OFCA）負責管理，獲得核准之項目中若與使用 5G 技術直接相關，則補助實際支出的 50%，上限為 50 萬元[551]。

（4） 成功測試 5G SA 與 VoNR 漫遊服務

中國移動於 2023 年 12 月 11 日發布與澳門電訊合作，透過中信國際電訊的國際漫遊樞紐（IP Exchange, IPX）平臺，成功測試香港、澳門地區首個支援 5G SA 與 VoNR 漫遊服務，提供用戶無縫、高速、安全的 5G 漫遊服務體驗，進一步推動智慧城市 5G 融合發展[552]。

10.澳大利亞

就澳大利亞的行動通信（IMT）技術發展而言，可注意到澳大利亞電信業者關閉 3G 網路；並在澳大利亞成功測試 5G SA 網路切片技術，以及 5G 輕量化產品的研發，同時測試高容量室內 5G 體驗的多業者無線系統。以下概述澳大利亞行動 IMT 的技術發展情形。

（1） 淘汰 3G 網路

澳大利亞主要電信業者分別為 Optus、Telstra 與 TPG Telecom Limited。在 3G 關閉服務方面[553]，TPG Telecom Limited 已於 2023 年 12 月 15 日停止提供服務[554]；Telstra 與 Optus 共同宣布將從 2024 年 10 月 28 日起關閉 3G 服務[555、556]。

---

[550] hk.chinamobile，2020。中國移動香港率先啟動 5G 獨立組網 助力行業智慧轉型 掌握業務發展先機。 https://www.hk.chinamobile.com/tc/home/news/20201126pr

[551] CA，2022。鼓勵及早使用 5G 技術。https://www.5g.gov.hk/tc/what-is-5g/deployment.html

[552] 中國移動香港，2023。中國移動香港、中信國際電訊、澳門電訊攜手完成測試，實現港澳地區首個 5G SA+VoNR 漫遊服務。https://www.hk.chinamobile.com/tc/home/news/20231211pr

[553] DITRDCA, 2024. 3G network switch offs. https://www.infrastructure.gov.au/department/media/news/3g-network-switch-offs

[554] Tpgtelecom, 2022. TPG Telecom confirms December 2023 switch off for 3G network. https://www.tpgtelecom.com.au/sites/default/files/media-release/Mediarelease_TPGTelecomconfirmsDecember2023switchofffor3Gnetwork.pdf

[555] Telstra, 2024. 3G is closing - act now. https://www.telstra.com.au/support/mobiles-devices/3g-closure

[556] Optus, 2024. Our 3G network is switching off from 28 October 2024.

（2） 成功測試 5G SA 網路切片技術

Optus 於 2022 年 8 月 12 日宣布啟用 5G SA，對於消費者而言將享有更大的涵蓋範圍和更好的用戶體驗，企業則可透過網路切片享有自動化改善營運的技術[557]。

Telstra 於 2023 年 2 月 6 日宣布與澳大利亞領先的廣播公司 Network Ten 合作，成功試驗 5G SA 切片技術，以支援其對 Flemington 春季賽車嘉年華的現場直播。Telstra 的 5G 網路切片技術結合視訊、語音和數據連接，將低成本與高品質傳輸相結合，以滿足直播電視的需求[558]。

Telstra 和 Ericsson 於 2024 年 2 月 27 日共同發布已成功協調 5G 網路切片的無線服務，利用 Ericsson 動態網路切片（Dynamic Network Slicing）解決方案，已在 Telstra 的 5G 網路上實現基於切片的應用案例，如固定無線接取（Fixed Wireless Access, FWA）、廣播、汽車互聯、體育場或區域服務等。

目前，Telstra 和 Ericsson 已完成初期無線功能建置，包括 Telstra 的 RAN 速率控制調度（Real-time control systems, RCS）和整合 Ericsson 的通用拓樸服務（Common Topology Service），以建立自動發現 Telstra 5G RAN 拓樸結構之能力[559]。

（3） 研發測試 5G 輕量化產品及解決方案

Optus 與 Ericsson 合作於 2024 年 2 月 27 日發布，在 Optus 的 5G 網路上使用 Ericsson 的 RedCap 軟體進行試驗，目前已試驗成功，將實現澳大利亞首個穿戴式裝置使用無線數據通話[560]。

（4） 測試高容量寬頻多業者無線電點系統，增強室內 5G 體驗

Optus 是全球首批測試大容量寬頻多業者（high-capacity wideband multi-operator）Ericsson 無線電點系統（Dot System）的業者之一，該系統旨在增強室內 5G 體驗。測試成功後，Optus 計劃在澳大利亞各地佈署多業者無線電點系統，同時，Ericsson 無線電點系統支

https://www.optus.com.au/support/mobiles-tablets-wearables/important-changes-3g?id=20111

[557] Optus, 2022. Optus switches on 5G Standalone. https://www.optus.com.au/connected/leaders-insights/optus-switches-on-5g-standalone

[558] Telstra, 2023. Telstra Broadcast Services Successfully Trials Live Broadcast Contribution Over 5G. https://www.telstra.com.au/business-enterprise/news-research/articles/telstra-broadcast-services-successfully-trials-live-broadcast-contribution-over-5g

[559] Ericsson，2024。Telstra 與愛立信合作完成網路切片無線業務編排。https://www.ericsson.com/zh-cn/press-releases/7/2024/telstra-and-ericsson-partner-to-orchestrate-wireless-services-for-network-slicing

[560] Ericsson, 2023. Optus preps network for 5G wearables in Australia with Ericsson's RedCap. https://www.ericsson.com/en/press-releases/2/2023/8/optus-preps-network-for-5g-wearables-in-australia-with-ericssons-redcap

援所有澳大利亞行動業者的 3.5GHz 頻譜[561]。

11.中國大陸

就中國大陸的行動通信（IMT）技術發展而言，可以留意到中國大陸電信業者關閉 3G 網路；而對於 5G 技術方面的發展而言，已經完成全球最大規模的 RedCap 網路試驗，並計劃在全國推出最大規模的 5G-Advanced 商用佈署。以下概述中國大陸行動 IMT 的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路，升級至 4G 與 5G

中國大陸主要電信業者分別為中國電信、中國聯通、中國移動和中國廣電。在 3G 關閉服務方面，中國電信於 2020 年先在雲南關閉 3G 網路[562]，至 2023 年底全國 3G 網路已基本完成關閉[563]；中國聯通於 2023 年持續關閉 3G 網路中；中國移動 3G 用戶規模不大，目前已完成關閉 3G 網路；中國廣電則原先就無提供 3G 網路服務[564]。

（2）佈署全球最大 5G SA 網路

中國移動從 2020 年下半年率先啟動 5G 商用終端 SA 升級[565]。中國大陸工信部表示，截至 2021 年 3 月底，中國大陸建成 5G 基站 81.9 萬個，占全球 70%以上，已建成全球規模最大的 5G SA 網路[566]。截至 2022 年 10 月，中國移動連接手機等終端設備規模累計超過 4 億部，佔中國移動行動網內 5G 終端機的 99.7%。同時，SA 終端的規模發展也為 5G VoNR 等創新應用的商用發展打造良好產業基礎[567]。

此外，中國移動於 2024 年世界行動通訊大會上，宣布目前已佈署全球最大 5G SA 網路[568]。

---

[561] Ericsson, 2024. Optus readies to deploy multi-operator 5G Radio Dot System. https://www.ericsson.com/en/press-releases/7/2024/optus-readies-to-deploy-multi-operator-5g-radio-dot-system

[562] Montnets，2020。中國電信：從 6 月 1 日起逐步關閉 3G 網路。https://www.montnets.com/wap/index.php/show-607.html

[563] Sina，2023。真快！中國電信已基本完成了 3G 退網其他兩家呢？https://finance.sina.cn/tech/2023-06-16/detail-imyxnrxe4785126.d.html

[564] Mydrivers，2023。中國廣電：開機選網優先 5G 不支援 2G、3G 網路。https://news.mydrivers.com/1/883/883078.htm

[565] 中國移動，2022。終端先行助推 5G 規模發展。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_43638.html

[566] moneydj，2021。陸工信部：新進網 5G 終端將默認開啟 5G SA 功能。https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=af5cf57e-743b-4ac5-ac8f-e2b14c9c3e7f

[567] 中國移動，2022。終端先行助推 5G 規模發展。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_43638.html

[568] 中國移動，2024。超 300 城市年內啟動佈署！中國移動發布 5G-A 商用計劃。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_49026.html

（3）研發測試全球最大規模的 5G 輕量化產品及解決方案

中國移動於 2024 年 2 月 19 日發布完成全球最大規模 RedCap 現有網路規模試驗，目前中國移動支援 RedCap 的 5G 基地臺總規模超過 10 萬臺，涵蓋中國大陸 52 個城市，並在 5 個技術創新城市建立規模最大的試驗網，以測試 RedCap 端網[569]的各項功能。2024 年將持續擴大佈署規模，實現中國大陸縣級市以上連續涵蓋[570]。

同時，驗證多種 5G 優勢技術的整合，並提出解決方案以滿足大容量和高移動等需求。其中，參與的廠商包括 10 家業界主流及領先廠商，有助於加速晶片和模組的成熟。目前，RedCap 網路、晶片、終端已具備商業條件，RedCap 端到端產業已達到商用水準。未來，中國移動將率先建置中國大陸規模最大的 RedCap 商用網路[571]。

在 2024 年世界行動通訊大會期間，中國移動於 2024 年 2 月 27 日宣布 2024 年將在超過 300 個中國大陸城市啟動全球規模最大的 5G-Advanced（5G-A）商用佈署[572]。

12.我國

從我國行動通信（IMT）技術發展，主要可觀察到我國電信業者陸續關閉 3G 網路；在 5G 技術領域當中，中華電信在網路切片和雲端應用整合方面取得顯著進展；我國聯發科則推出 5G RedCap 解決方案。以下概述我國行動 IMT 的技術發展情形。

（1）淘汰 3G 網路

我國主要電信業者分別為中華電信、遠傳電信與台灣大哥大。在 3G 關閉服務方面，遠傳電信、中華電信與台灣大哥大將於 113 年 6 月 30 日關閉服務，中華電信預計保留部分 3G 交換設備與少數必要涵蓋之 3G 基地臺[573]。我國三大電信業者於 113 年 5 月開始陸續發送簡訊通知用戶，經主管機關核准於 113 年 6 月 30 日前關閉 3G 網路，若已使用支援 4G 語音（VoLTE，含緊急電話）手機及 SIM 卡，並開

[569] 端網一般係指以 5G 網路和物聯網為基礎的新一代數位技術。

[570] 人民網，2023。2024 年度 5G 輕量化貫通行動啟動。http://finance.people.com.cn/BIG5/n1/2024/0425/c1004-40223699.html

[571] 中國移動，2024。中國移動完成全球最大規模 RedCap 現網規模試驗。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_48946.html

[572] 中國移動，2024。超 300 城市年內啟動佈署！中國移動發布 5G-A 商用計劃。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_49026.html

[573] NCC，2024。何時關閉 3G 網路。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5685&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=50106

啟手機 4G 語音（VoLTE）設定，通話將不受影響[574、575、576]。

（2） 電信業者5G SA 應用案例

台灣大哥大於 110 年 10 月 22 日宣稱率先通過通傳會的 5G SA 技術官方驗證[577]。隨後，台灣大哥大於 111 年 5 月 5 日舉辦「高雄亞灣 5G 垂直場域體驗活動」，並以 5G SA 真實網路環境支援，展出智慧城市與智慧巡檢解決方案，呈現「AI 教練」與「5G+AI」解決方案等兩項應用。其中，「AI 教練」係台灣大哥大與合作夥伴亞達科技共同打造，在活動當日展示前線人員只要戴上 AR 眼鏡，搭配 5G SA 網路超低延遲的助力，即可進行 AI 異常偵測，並以 AR 模擬引導進行飛機起落架檢查與服務[578]。

遠傳電信與 Ericsson 合作，於 2023 年世界行動通訊大會宣布我國第一個 5G SA 結合網路切片商用案例「5G 智慧巡邏車」，該 5G SA 網路切片用於我國智慧警政應用[579]；並於 2024 年世界行動通訊大會展示「SA 網路切片 5G 救護車」應用案例，以 5G SA 網路切片結合遠傳自主研發的「遠距診療平臺」服務串連緊急醫療資源，網路切片技術提供專屬頻寬，即使在網路尖峰時段，依然能確保高速穩定的通訊品質，實現遠距且即時的救護工作，目前該技術已涵蓋臺北市五分之一區域，大約涵蓋 51 萬人口[580]。

中華電信於 112 年 8 月 31 日發布成功以 5G SA 架構的網路切片技術，可動態調配無線網路資源，來確保 AI 展演所需之頻寬，並於 KKBOX 風雲榜以「5G x AI 生成音樂與影像」，首創萬人演唱會互動共演之實際案例[581]。此外，中華電信與新加坡電信 Singtel 於 2023 年

---

574 中華電信，2024。中華電信與通傳會產官協力 將於 113 年 6 月底關閉 3G 網路服務 服務升級提供更優質體驗 全民齊心減碳愛地球。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2024/0329-0940

575 台灣大哥大，2024。3G 網路將於 2024/6/30 關閉。https://www.taiwanmobile.com/events/3Gupgrade4G/

576 遠傳電信，2024。台灣 3G 網路將於 6/30 全面關閉。https://www.fetnet.net/content/cbu/tw/postpaid/3g-sunset.html?WTshort_k=evyl0Q&WTchannel=SMS&CMP

577 台灣大哥大，2021。技術領先 台灣大率先通過 5G SA 技術官方驗證 SA 解鎖 5G 強大功能 企用專屬基地臺與核心網路服務同步推出。https://corp.taiwanmobile.com/press-release/news/press_20211022_882781.html

578 台灣大哥大，2022。全台首次！台灣大以 5G SA 真實網路環境展出智慧應用 NCC 高雄亞灣 5G 垂直場域體驗活動 台灣大展身手。https://corp.taiwanmobile.com/press-release/news/press_20220505_738955.html

579 遠傳電信，2023。遠傳前進 MWC 2023 展台灣 5G 實力！攜手愛立信秀全台第一個 5G SA 網路切片商用案例。https://www.fetnet.net/content/cbu/tw/lifecircle/tech/2023/02/MWC2023.html

580 遠傳電信，2024。遠傳展 5G 研發力！前進 MWC 2024 秀肌肉 救援者應用「SA 網路切片 5G 救護車」獲好評。https://corporate.fetnet.net/content/corp/tw/LatestNews/LatestNews_Contents.html?uuid=9978911a-560e-4aff-9ae4-7d787acf1586

581 中華電信，2023。中華電信、KKBOX 打造全台萬人演唱會首次 5G x 生成式 AI 共演 第 18 屆

12 月 4 日簽署合約，中華電信將利用新加坡電信的 Paragon 平臺優勢，建置整合 5G 與雲端的創新應用平臺，提供用戶 5G 切片應用及所需的雲端資源[582]。中華電信與 Nokia 於 2024 年 2 月 26 日宣布合作導入智慧網路切片技術，透過 5G SA 架構的網路切片技術，可保證企業關鍵應用所需頻寬[583]。

（3） 成功測試 5G 輕量化產品及解決方案

聯發科於 112 年 11 月 18 日宣布其數據晶片及單晶片組產品將支持 5G RedCap 技術。聯發科 5G RedCap 解決方案包含 M60 數據晶片和 T300 系列晶片，將有助 5G-NR 更快速導入需要長時間且高效能電池壽命的應用。此外，聯發科技 T300 系列的網路下行鏈路傳輸速率可達 227Mbps，上行鏈路傳輸速率可達 122Mbps[584]。

中華電信與 Nokia 於 2024 年 2 月 27 日簽署 5G Advanced/6G 暨 ESG 新技術應用合作備忘錄，合作項目包含「5G Advanced & 6G 高效新技術」、「5G RedCap 物聯網新應用」、「智慧節能 ESG」，並將於 2024 年進行我國首例概念性驗證（Proof of Concepts, POC）合作案，進一步降低 5G 網路功耗及碳排放量[585]。

（三）服務發展與趨勢

為使主要國家之間具可比較性，本研究採納 ITU 及主管機關（若有公佈）之公開資訊進行彙整，探討主要國家在行動通信領域之服務發展與趨勢。

1. 美國

根據 ITU 公佈美國行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99.9%；在 2020 年達 99.9%；在 2021 年達 99.9%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 106.41%；2020 年

KKBOX 風雲榜 9/2 登場 MOD、Hami Video 獨家多視角直播。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2023/0831-1400

[582] 中華電信，2023。中華電信跨國結盟新加坡電信 Singtel 整合式 5G 創新應用服務接軌國際。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2023/1204-1500

[583] 中華電信，2024。中華電信應用 5G 智慧網路切片啟發創新價值 中華電信攜手諾基亞導入智慧網路切片技術助力企業客戶 AI 應用。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2024/0226-1000

[584] Mediatek，2023。聯發科技推出 5G RedCap 解決方案，將優異能效帶入消費性、企業用及工業用等廣泛的物聯網裝置。https://corp.mediatek.tw/news-events/press-releases/mediatek-unveils-redcap-solutions-to-deliver-5g-data-rates-and-impressive-power-efficiency-to-a-broad-range-of-iot-devices#

[585] 中華電信，2023。中華電信與諾基亞簽署 5G Advanced/6G 暨 ESG 新技術應用合作備忘錄 在既有優質 5G 領先基礎上不斷前進 領航 5G 新世代並實踐節能永續。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2024/0228-1000

達 104.94%；2021 年達 107.32%，參照表 6.2.1。

表 6.2.1　美國 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率[586]（至少 3G）	99.9%	99.9%	99.9%
行動電話普及率[587]	106.41%	104.94%	107.32%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

觀察美國電信業者 5G 涵蓋圖，可見 T-Mobile 領先全美，其 5G 電波涵蓋率高達 53.79%，其次是 AT&T 的 29.52%，Verizon 則為 12.77%。AT&T 位居第二，與 T-Mobile 相比，其涵蓋區域明顯較小，但和 Verizon 比起來涵蓋範圍多出一倍以上。在 4G LTE 涵蓋範圍方面，Verizon 4G LTE 涵蓋率高達 70%，其次是 AT&T 的 68%，T-Mobile 則為 62%，其中 Verizon 在農村地區涵蓋範圍方面優於 AT&T[588]。

2. 英國

根據 ITU 公佈英國行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99.7%；在 2020 年達 99.9%；在 2021 年達 99.9%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 120.85%；2020 年達 117.82%；2021 年達 118.57%，參照表 6.2.2。

表 6.2.2　英國 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）	**99.7%**	**99.9%**	**99.9%**
行動電話普及率	**120.85%**	**117.82%**	**118.57%**

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

比較英國電信業者 5G 網路涵蓋地區，目前 EE 已在英國 120 個主要城鎮和城市中的 111 個地區啟動 5G 網路[589]，O2 為 93 個地區、Vodafone 為 92 個地區、THREE 為 111 個地區。惟需注意的是，電信業者在某些城鎮和城市的 5G 網路僅部分涵蓋，並未完全涵蓋整個城鎮和城市。

Ofcom 於 2020 年 3 月 9 日宣布與電信業者 EE、O2、Three 和

[586] 該指標原文為 Percentage of the population covered by at least a 3G mobile network。
[587] 該指標原文為 Mobile-cellular subscriptions per 100 inhabitants。
[588] WhistleOut, 2023. AT&T coverage Map: How It Compares. https://www.whistleout.com/CellPhones/Guides/att-coverage-map
[589] 5G.CO.UK., 2024. 5G Coverage. https://5g.co.uk/coverage/ee/

Vodafone 簽訂協議，提撥資金以建立「農村共享網路（Shared Rural Network, SRN）」，著重於農村 4G 行動網路涵蓋。為實現涵蓋目標，Ofcom 將具有法律效力的涵蓋義務附加至電信業者的 900MHz 和（或）1800MHz 無線電頻譜執照中[590]。EE 於 2024 年 1 月 16 日發布已提前完成共享農村網路第一階段 4G 涵蓋，擴展到英國每個地區的 1,600 多個鄉村社區，在截止日期前超出其 SRN 目標[591]。

Ofcom 於 2023 年 12 月 19 日發布「2023 年英國連接國家報告（Connected Nations 2023：UK report）」，說明英國寬頻和行動通訊服務發展近況。截至目前為止，4G 仍是英國大多數用戶的主要行動網路，英國陸地面積由至少一家行動網路業者涵蓋比例為 85-93%（2022 年為 67-77%）。各家行動網路業者持續擴展其網路，部分是為了履行共享農村網路義務，各家行動網路業者應於 2024 年實現英國陸地 88%的涵蓋率。

報告指出，英國正在快速佈署 5G 網路[592]。目前已經有一家行動網路業者（Mobile Network Operators, MNO）在戶外提供的 5G 涵蓋水準從 2022 年的 67-78%上升至 2023 年的 85-93%。截至 2023 年 9 月，英國共有 81,002 個站點（sites），其中 5G 站點已超過 18,500 個。

英國創新科技部（Department for Science, Innovation & Technology, DSIT）將從英國政府 SRN 計劃的 5 億英鎊（約新臺幣 58.08 億元）資金中提供 1.84 億英鎊（約新臺幣 71.24 億元）給內政部和行動網路業者，用於升級作為緊急服務網路（Emergency Services Network, ESN）一部分而正在建設的擴展區域服務（Extended Area Service, EAS）4G 天線（masts），使 DSIT 資金可供 4 家業者使用，Wales 部分農村地區於 2024 年 3 月首次提供商業連接，該計畫將有助於填補目前沒有涵蓋的區域[593]。

3. 日本

根據 ITU 公佈日本行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99.9%；在 2020 年達 99.9%；在 2021 年達 99.9%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 148.27%；2020 年達 155.74%；2021 年達 163.17%，參照表 6.2.3。

---

[590] gov.uk, 2020. Shared Rural Network. https://www.gov.uk/government/news/shared-rural-network

[591] EE, 2024. EE COMPLETES FIRST STAGE OF SHARED RURAL NETWORK AHEAD OF SCHEDULE. https://newsroom.ee.co.uk/ee-completes-first-stage-of-shared-rural-network-ahead-of-schedule/

[592] Ofcom, 2023. Connected Nations. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/273721/connected-nations-2023-uk.pdf

[593] Gov.uk, 2024. UK government's 4G rollout signals end of mobile blackspots in rural Wales. https://www.gov.uk/government/news/uk-governments-4g-rollout-signals-end-of-mobile-blackspots-in-rural-wales

表 6.2.3　日本 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）	99.9%	99.9%	99.9%
行動電話普及率	148.27%	155.74%	163.17%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

根據總務省數據顯示，截至 2023 年 3 月底，日本國內的 5G 人口涵蓋率已達 96.6%[594]。

樂天行動宣布將在 700MHz 頻段使用 Nokia Solutions & Networks LLC 的設備，該頻段於 2023 年 10 月 23 日獲得總務省核准，樂天行動計劃利用其虛擬化技術快速佈署基地臺。這些設備體積小、重量輕、功耗低，以利支持虛擬化和 Open RAN 技術。700MHz 頻段具有良好的穿透性，可涵蓋建築物內部和地下區域。因此，樂天行動將與現有的 4G/5G 頻段和漫遊區域結合使用，提供高品質通訊服務，提高客戶滿意度。同時，他們計劃與 Nokia 合作，在全球推出該設備[595]。

4. 歐盟

根據 ITU 官網所發布之行動網路涵蓋資料，歐洲 2022 年 4G 涵蓋率為 99%（鄉村 4G 涵蓋率為 95%；城市 4G 涵蓋率為 100%）[596]。根據 The World Bank 的資料庫顯示，歐洲行動電話訂閱數，2021 年為每 100 人有 123 個訂閱；2020 年為每 100 人有 123 個訂閱；2019 年為每 100 人有 122 個訂閱[597]。

GSMA 於 2023 年 11 月 22 日發布 2023 年歐洲行動經濟報告（The Mobile Economy Europe 2023）指出，數位技術在歐洲經濟中具有一席之地，特別是 5G 技術對 GDP 增長的貢獻以及對應對氣候變遷的支援。未來，歐洲重點關注議題將放在擴展 5G 涵蓋到農村地區，以及增加對 5G SA 和 5G 先進技術支援的投資。預計到 2030 年，5G 連接和服務將帶來相當可觀的經濟效益。為了確保行動通信產業的持續投資和長期可持續性，必須採取相應的措施，包括調整政策框架以

[594] 総務省，2023。５Ｇの整備状況（令和４年度末（2022 年度末））。https://www.soumu.go.jp/main_content/000894733.pdf
[595] mobile.rakuten，2024。楽天モバイル、“プラチナバンド” 700MHz 帯の基地局展開においてノキア社製の無線機を採用。https://corp.mobile.rakuten.co.jp/news/press/2024/0227_02/?l-id=corp_top_press_20240227_02
[596] ITU, n.d. Mobile network coverage. https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2022/11/24/ff22-mobile-network-coverage/
[597] The World Bank, n.d. https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS.P2?locations=EU

支持數位通訊生態系統的管理和實現數位十年目標[598]。

根據 GSMA 和歐洲領先行動通信業者於 2024 年 3 月 20 日共同宣布連接歐洲到 2030 年：歐洲行動通信產業宣言（Connecting Europe to 2030: A Mobile Industry Manifesto for Europe），該宣言強調行動通信產業在推動歐盟數位議程方面的關鍵作用，並呼籲歐盟政策制定者採取新的數位基礎設施框架，以促進投資、創新和協調的數位市場，以實現 2030 年在歐洲大陸普遍涵蓋 5G 的目標[599]。

5. 德國

根據 ITU 公佈德國行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99.9%；在 2020 年達 99.64%；在 2021 年達 99.83%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 128.93%；2020 年達 128.89%；2021 年達 127.56%，參照表 6.2.4。

表 6.2.4　德國 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）[600]	99%	99.64%	99.83%
行動電話普及率	128.93%	128.89%	127.56%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

根據 Statista 於 2024 發布，截至 2023 年 10 月，德國 5G 基地臺共佈建 90,671 臺，5G 基地臺數量領先歐盟其它各國[601]。

O2 表示其 5G 網路人口涵蓋率達 95%[602]；德國電信 5G 人口涵蓋率達 94%[603]；德國 Vodafone 5G 人口涵蓋率達 90%[604]。

BNetzA 於 2023 年 12 月 19 日公佈 5G 佈署進展，指出寬頻測試中 5G 測量點數量持續增長。5G 佈署的進展快速，可從最終用戶使用

[598] GSMA, 2023. The Mobile Economy Europe 2023. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/mobile-economy/wp-content/uploads/2023/11/GSMA-Mobile-Economy-Europe-2023.pdf

[599] GSMA, 2024. European Mobile Operators and GSMA Unveil a Pioneering Manifesto for Europe's Digital Future. https://www.gsma.com/newsroom/press-release/european-mobile-operators-and-gsma-unveil-a-pioneering-manifesto-for-europes-digital-future/

[600] 資料僅指涵蓋率最大的電信業者。

[601] Statista, 2024. Number of 5G base stations in European Union (EU) countries 2023. https://www.statista.com/statistics/1427492/number-of-5g-base-stations-in-eu-countries/

[602] RCR, 2024. O2 Telefonica already deployed 10,000 base stations in Germany. https://www.rcrwireless.com/20240325/5g/o2-telefonica-already-deployed-10000-base-stations-in-germany

[603] 5gobservatory.eu, 2023. Deutsche Telekom says its 5G network reaches 95% of the population. https://5gobservatory.eu/deutsche-telekom-says-its-5g-network-reaches-95-of-the-population/

[604] 5gobservatory.eu, 2024. Vodafone Germany says 5G network now reaches 90% of the population. https://5gobservatory.eu/vodafone-germany-says-5g-network-now-reaches-90-of-the-population/

BNetzA 的寬頻和死角檢查（dead spot checker）應用程式進行的測試結果。截至 2023 年 10 月止，5G 技術佔測量點的比例已增加至約 25%，相較於 2022 年 10 月時僅 17%。儘管現今 4G 網路仍是主要技術，但其市占率正在逐漸下降，截至 2023 年 10 月止，4G 測量點占 70%，相較於 2022 年為 77%左右[605]。

德國電信業者 Telekom 已於 2024 年 3 月 6 日宣布已擴大行動電話涵蓋範圍，目前共擁有 772 個地點，包含 110 個新建置的站點，係使用 LTE 和 5G 頻率運行以實現涵蓋目標。同時，Telekom 增加 499 個既有站點的行動通訊容量，從而改善 Telekom 的網路品質。目前，有 163 個地點首次投入 5G 服務。截至目前為止，德國電信的 5G 天線已在全國 850 個城鎮佈署，運行於 3.6GHz 頻率，提供高達每秒 1GB 的下載速度。同時，5G 網路已成為 Telekom 提供服務的主要方式，涵蓋 96%的家庭，而 LTE 網路則涵蓋 99%的家庭[606]。

6. 法國

根據 ITU 公佈法國行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99%；在 2020 年達 99%；在 2021 年達 99%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 111.86%；2020 年達 112.83%；2021 年達 112.74%，參照表 6.2.5。

表 6.2.5　法國 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）[607]	99%	99%	99%
行動電話普及率	111.86%	112.83%	112.74%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

根據 Statista 於 2024 發布，截至 2023 年 10 月，法國 5G 基地臺共佈建 39,502 臺[608]。其中，Orange 在法國的 5G 人口涵蓋率達 60%以上[609]。

---

[605] BNetzA, 2023. Bundesnetzagentur registers progress in 5G rollout. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2023/20231219_5GAusbau.html

[606] Telekom, 2024. Telekom baut Mobilfunk an 772 Standorten aus. https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/telekom-baut-mobilfunk-an-772-standorten-aus-1061508

[607] 資料僅指涵蓋率最大的電信業者。

[608] Statista, 2024. Number of 5G base stations in European Union (EU) countries 2023. https://www.statista.com/statistics/1427492/number-of-5g-base-stations-in-eu-countries/

[609] Orange, 2024. Access the Orange Mobile Access Network in France by controlling your autonomy. https://wholesalefrance.orange.fr/en/our-networks/mobile/

7. 南韓

根據 ITU 公佈南韓行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99.9%；在 2020 年達 99.9%；在 2021 年達 99.9%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 132.99%；2020 年達 136.01%；2021 年達 140.57%，參照表 6.2.6。

表 6.2.6　南韓 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）[610]	99.9%	99.9%	99.9%
行動電話普及率	132.99%	136.01%	140.57%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

依據 MSIT 和南韓情報化振興院（National Information Society Agency, NIA）公布 2023 年《通訊服務涵蓋檢查和品質評估（통신서비스 수신권역 점검 및 품질평가 결과 발표）》[611]，截至 2023 年 10 月，三大電信業者的 5G 電波涵蓋率：SKT 為 97.42%、KT 為 95.14%、LGU+為 97.29%。

8. 新加坡

根據 ITU 公佈新加坡行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 100%；在 2020 年達 100%；在 2021 年達 100%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 154.00%；2020 年達 142.89%；2021 年達 147.48%，參照表 6.2.7。

表 6.2.7　新加坡 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）[612]	100%	100%	100%
行動電話普及率	154.00%	142.89%	147.48%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

根據 Singtel 於 2023 年發布，新加坡為全球第一個實現 5G SA 網路全涵蓋的國家，包括 1,300 多個室外地區和 500 多個室內地區[613]。

---

[610] 資料僅指涵蓋率最大的電信業者。

[611] MSIT，2023。2023 년 통신서비스 커버리지 점검 및 품질평가 결과 발표。https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3183897

[612] 資料僅指涵蓋率最大的電信業者。

[613] Singtel, n.d. Singtel 5G. Now available where it matters most. https://www.singtel.com/personal/products-services/mobile/5g

9. 香港

根據 ITU 公佈香港行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99%；在 2020 年達 99%；在 2021 年達 99%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 286.22%；2020 年達 291.50%；2021 年達 319.43%，參照表 6.2.8。

表 6.2.8　香港 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）[614]	99%	99%	99%
行動電話普及率	286.22%	291.50%	319.43%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

根據香港 CA 發布 2022 年 4 月 1 日至 2023 年 3 月 31 日之年報，指出電信市場發展與行動通訊涵蓋範圍[615]，香港行動通訊服務之用戶數約為 2,160 萬，其中超過 99%為 3G、4G 及 5G 行動服務用戶。商用 5G 服務於 2020 年 4 月推出後，5G 行動服務用戶數於 2023 年 3 月達到 510 萬，約占 68.2%行動服務用戶滲透率。

OFCA 發布 2023 年至 2024 年度主要工作和計劃，將主要工作和計劃分為「優先」和「一般」兩類，優先事項包含支持 5G 技術的發展、鼓勵及早使用 5G 技術、便利基礎設施的鋪設、重新指配行動服務頻譜等[616]。

10.澳大利亞

根據 ITU 公佈澳大利亞行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99.5%；在 2020 年達 99.5%；在 2021 年達 99.5%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 110.30%；2020 年達 105.23%；2021 年達 105.26%，參照表 6.2.9。

表 6.2.9　澳大利亞 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）[617]	99.5%	99.5%	99.5%
行動電話普及率	110.30%	105.23%	105.26%

[614] 資料僅指涵蓋率最大的電信業者。

[615] 香港通訊事務管理局，2023。2022/23 年報。https://www.coms-auth.hk/annual_report/2223/pdf/tc/5.pdf

[616] OFCA，2023。通訊事務管理局辦公室二零二三至二四年度主要工作和計劃。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_92/majortasks_23-24_c.pdf

[617] 資料僅指涵蓋率最大的電信業者。

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

根據 ACCC 於 2023 年 11 月所發布的 2023 年「行動基礎設施報告（Mobile Infrastructure Report 2023）」[618]，截至 2023 年 1 月 31 日，電信業者 Telstra 擁有最多的 5G 基地臺共 4,559 臺，比 Optus 的 2,905 臺多 57%，係 TPG 2,063 臺的兩倍以上。

ACCC 報告指出 5G 基地臺的推出主要涉及使用低頻段和中頻段頻譜，Telstra 與 Optus 於 2022 年使用低頻段頻譜皆增加約 1,000 個 5G 基地臺；2023 年 Optus 首次將低頻段頻譜 900MHz 用於 5G。截至 2023 年 1 月 31 日，Telstra 的 2,605 個站點係使用 850MHz 頻譜。

此外，26GHz 高頻段頻譜的使用開始成長，Telstra 有 289 臺 5G 基地臺使用該頻譜，其次是 Optus 的 72 臺和 TPG 的 6 臺 5G 基地臺。

澳大利亞通訊部（Department of Communications）於 2024 年 3 月 17 日發布成立新的行動產業工作小組，以支援 3G 切換至 4G。澳大利亞政府考慮 3G 手機用戶在轉換成 4G 後，將無法撥打緊急電話（Triple Zero）。因此，該工作小組為確保電信業者之間的合作，以提高用戶對於新資訊的意識，減緩 3G 切換至 4G 帶來的不便之處[619]。

11. 中國大陸

根據 ITU 公佈中國大陸行動通訊發展現況，可見行動網路人口涵蓋率（至少 3G），在 2019 年達 99.9%；在 2020 年達 99.9%；在 2021 年達 99.9%。另外，在行動電話普及率方面 2019 年達 122.81%；2020 年達 120.60%；2021 年達 121.54%，參照表 6.2.10。

表 6.2.10　中國大陸 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	2019 年	2020 年	2021 年
行動網路人口涵蓋率（至少 3G）[620]	99.9%	99.9%	99.9%
行動電話普及率	122.81%	120.60%	121.54%

資料來源：ITU, 2023. World Telecommunication/ICT Indicators Database July 4, 2023.

中國大陸國務院新聞辦公室於 2024 年 4 月 18 日宣布，截至 2024 年 3 月底，中國大陸已佈建 364.7 萬臺 5G 基地臺[621]。

[618] ACCC, 2023. Mobile Infrastructure Report 2023. https://www.accc.gov.au/system/files/Mobile%20Infrastructure%20Report%202023.pdf

[619] Department of Communications, 2024. New mobile industry working group to support 3G switchover. https://minister.infrastructure.gov.au/rowland/media-release/new-mobile-industry-working-group-support-3g-switchover

[620] 資料僅指涵蓋率最大的電信業者。

[621] 工商時報，2024。數字看中國｜第一季 5G 手機出貨量達 5,643 萬支。https://www.ctee.com.tw/news/20240419700032-430805

根據 GSMA 發布 2024 年中國大陸行動經濟發展（The Mobile Economy China）報告，中國大陸對 5G 服務的需求持續成長，截至 2023 年底，5G 連線數已達 8.1 億，佔總連線數的 45%，在行動通訊領域直接地創造將近 350 萬個就業機會，同時也間接創造 440 萬個就業機會，並貢獻 1,100 億美元（約新臺幣 3.43 兆元）的稅收；預計至 2024 年底 5G 連線數將達到 10 億連接，佔總連線數的 50%；展望 2030 年，5G 預計將為中國大陸 GDP 貢獻近 2,600 億美元（約新臺幣 8.1 兆元）[622]。

中國大陸業者完成 5G SA 佈署後，在 5G-Advanced 和 5G RedCap 網路處於領先地位。另外，中國大陸業者致力在開放網路 API 框架方面展開合作，同時提升該領域規模和專業水準。

12.我國

根據我國行動通訊發展現況，可見 5G 電波人口涵蓋率，在 109 年達 45%；在 110 年 11 月達 87%；在 111 年第三季達 96%；在 112 年第三季達 97.22%。另外，在行動通訊用戶普及率方面 108 年達 123.7%；109 年達 124.1%；110 年達 126.5%，參照表 6.2.11。

表 6.2.11　我國 IMT（3G、4G、5G）發展現況

項目	108 年	109 年	110 年	111 年	112 年
5G 電波人口涵蓋率	-	45%[623]	87%（11 月）[624]	96%（第三季）[625]	97.22%（第三季）[626]
行動通訊用戶普及率[627]	123.7%	124.1%	126.5%	-	-

資料來源：本研究彙整。

截至 111 年底，我國 5G 基地臺數超過 3.5 萬臺、5G 電波人口涵蓋率超過 94%[628]。截至 112 年 11 月，偏鄉 5G 電波人口涵蓋率達

[622] GSMA, 2024. The Mobile Economy China 2024. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/mobile-economy/china/

[623] 中央社，2021。5G 建設百億補助金落誰家 有望 11 月底揭曉。https://www.cna.com.tw/news/afe/202109090232.aspx

[624] 國家通訊傳播委員會，2021。NCC 與電信業者公私協力 普建 5G 網路建設 辦理垂直場域體驗週活動展現 5G 應用服務成果。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=46962

[625] 數位發展部，2022。數位發展部與電信業者攜手創建 5G 創新應用。https://moda.gov.tw/press/press-releases/2928

[626] 數位發展部，2024。數位部攜手電信業者前進屏東展示 5G 創新應用 引導產業數位轉型。https://moda.gov.tw/press/press-releases/8831

[627] 國家通訊傳播委員會，2023。通訊供給統計。https://commsurvey-chart.ncc.gov.tw/xcstatistics?xsmsid=0M357430546629526750&ccode=1

[628] 中央通訊社，2023。電信三雄拚 5G 建設 盼微型基地臺小兵立大功。

91.98%，3 大電信業者於偏鄉與離島 5G 基地臺總建設數為 165 臺。各大電信業者將 5 年基地臺建設規劃，僅用 3 年完成，但用戶滲透率卻不及 4G 時代，回顧 4G 開臺僅歷時兩年用戶滲透率就達 62.29%，而 5G 至 111 年底推出已兩年，滲透率僅突破 25%[629]。

此外，根據 NCC 公布的行動通信業務基地臺統計數據，截至 112 年 6 月底，5G 用戶數為 746.8 萬用戶，其中中華電信占 36.5%、遠傳電信占 26.7%和台灣大哥大占 22.7%，5G 用戶滲透率為 31.3%[630]。

（四）小結

1. 3G 服務關閉

在行動通信發展進程中，觀察到主要國家規劃從 2021 年至 2029 年陸續關閉 3G 服務，旨在釋放頻譜資源，將更多資源投入到 4G 和 5G 網路的升級和維運中。透過關閉 3G 網路，電信業者可以開發更高速、更現代化的連接服務，滿足日益增長的行動通信需求，並有助於優化網路架構和減少營運成本，進一步推動通信產業的創新和發展。

本研究定義「關閉 3G 服務」係指該電信業者發布不再提供 3G 網路服務，並已經落實 3G 網路服務關閉。進而區分主要國家關閉 3G 服務之程度，分為「全面關閉」、「已經關閉，但部分地區仍留有 3G 服務」、「宣布開始關閉，但尚未關閉完成」、「宣布即將關閉」，參照表 6.2.12。

- **全面關閉：**
  - 德國（Telekom, 2021；Vodafone, 2021；Telefonica, 2021）已全面關閉 3G 服務。
  - 我國（中華電信、台灣大哥大、遠傳電信）已於 113 年 6 月 30 日全面關閉 3G 服務。
- **已經關閉，但部分地區仍留有 3G 服務：**
  - 截至 2024 年 4 月底，美國 AT&T 與 Verizon 行動涵蓋圖依舊可見些許地區有提供 3G 服務。
  - 南韓 SK Telecom 和 KT 的行動用戶中目前僅有約 2%採用 3G 方案，總計略高於 100 萬用戶。
- **宣布開始關閉，但尚未關閉完成：**
  - 包含英國、日本、新加坡、香港、澳大利亞、中國大陸。

---

https://www.cna.com.tw/news/afe/202301010096.aspx

[629] 經濟日報，2023。基地臺都快蓋滿，消費者滲透卻只有 25%，台灣 5G 開台三週年總體檢。https://money.udn.com/money/story/123317/6948773

[630] 國家通訊傳播委員會，2023。行動通信業務基地臺統計數。https://www.ncc.gov.tw/chinese/opendata_item.aspx?menu_function_sn=208

● **宣布即將關閉：**

- 法國（Orange、SFR、Bouygues）預計 2028 年至 2029 年關閉 3G 服務。

●**原無提供服務：**

- 樂天行動在日本不提供 3G 服務，不過有支援部份海外漫遊地區使用 3G 服務。
- 新加坡 Simba Telecom原先無提供 3G 服務。
- 中國大陸中國廣電原先無提供 3G 服務。

表 6.2.12　主要國家 3G 服務關閉情形

國家	3G 服務關閉情形	主要電信業者	3G 服務關閉時程
美國	已經關閉，但部分地區仍留有 3G 服務。	AT&T	自 2022 年 2 月 22 日關閉 3G 服務。截至 2024 年 9 月底，AT&T 行動涵蓋圖已不見任何地區提供 3G 服務。
		T-Mobile	自 2022 年 7 月 1 日已全面關閉 3G 服務。
		Verizon	於 2022 年 12 月 31 日關閉 3G 服務。截至 2024 年 9 月底，Verizon 行動涵蓋圖可見些許地區亦提供 3G 服務。
英國	進行中。	Vodafone	Vodafone 於 2024 年 2 月關閉大部分 3G 網路，但少數具有安全重要性的地點和少數偏遠農村社區除外，這些網路將在短時間內繼續運作。
		EE	於 2024 年 1 月開始關閉 3G 服務。
		Three	預計於 2024 年底關閉 3G 服務。
		O2	預計於 2025 年關閉 3G 服務。
日本	進行中。	au/KDDI	於 2022 年 3 月率先全面停止提供 3G 服務。
		Softbank	已於 2024 年 4 月 15 日關閉 3G 服務。
		NTT Docomo	預計最晚於 2026 年 3 月關閉 3G 服務。
		Rakuten Mobile	樂天行動在日本不提供 3G 服務，不過有支援部份海外漫遊地區使用 3G 服務。
德國	全面關閉。	Telekom	宣布自 2021 年 6 月 30 日起關閉 3G 服務。
		Vodafone	於 2021 年 7 月 7 日完成關閉 3G 服務。
		Telefonica	於 2021 年 12 月 30 日完成關閉 3G 服務。
法國	宣布即將關閉。	Orange	宣布將分階段關閉 3G 服務，並於 2028 年底完成。
		SFR	將於 2028 年關閉 3G 服務。
		Bouygues	將於 2029 年關閉 3G 服務。

國家	3G 服務關閉情形	主要電信業者	3G 服務關閉時程
南韓	已經關閉，但部分地區仍留有 3G 服務。	SKT	SK Telecom 和 KT 的行動用戶中目前僅有約 2%採用 3G 方案，總計略高於 100 萬用戶。
		KT	
		LG U+	LG Uplus 於 2021 年 7 月已關閉 3G 服務。
新加坡	進行中。	M1	M1 宣布自 2024 年 7 月 31 日起停用所有 3G 服務。
		Singtel	Singtel 和 StarHub 宣布自 2024 年 11 月起停用所有 3G 服務。
		StarHub	
		Simba Telecom	原先無提供 3G 服務。
香港	進行中。	香港電訊	根據 CA 調查報告顯示，截至 2024 年 6 月底香港 3G 用戶僅有 60 萬用戶，較去年同期下降 10.9%。
		和記電訊香港控股	
		中國移動香港有限公司	
		數碼通	
澳大利亞	進行中。	TPG Telecom Limited	已於 2023 年 12 月 15 日停止提供服務。
		Telstra	發布自 2024 年 10 月 28 日起關閉 3G 服務。
		Optus	發布自 2024 年 10 月 28 日起關閉 3G 服務。
中國大陸	進行中。	中國電信	於 2023 年底全國 3G 網路已基本完成關閉。
		中國聯通	於 2023 年開始關閉 3G 服務中，關閉進行中。
		中國移動	已完成關閉 3G 服務。
		中國廣電	原先無提供 3G 服務。
我國	全面關閉。	遠傳電信	遠傳電信、中華電信與台灣大哥大自於 113 年 6 月 30 日關閉 3G 服務。
		中華電信	
		台灣大哥大	

資料來源：本研究彙整。

2.5G SA

全球行動設備供應商協會（Global Mobile Suppliers Association, GSA）於 2024 年 5 月發布 5G 市場概況，截至 2024 年 3 月，已確定 175 個國家和地區的 585 家業者投資 5G，包括試驗、取得執照、規劃、網路佈署和啟動，凸顯出 5G 技術在全球範圍內的快速成長[631]。

根據市場研究機構 Dell'Oro Group 於 2024 年 1 月 23 日發布預測

[631] GSA, 2024. 5G - 5G-MarketSnapshot May 2024. https://gsacom.com/paper/5g-marketsnapshot-may-2024/

報告，預估至 2028 年，全球將有 75%的 5G 用戶使用 5G SA 網路。此外，預估約 60%的 4G 用戶將使用 5G SA 的 5G 核心網路。未來配備 RedCap NR 的 IoT 設備推出，將推動邊緣運算（Multi-access Edge Computing, MEC）市場成長，以更低的價格為市場帶來更多 5G IoT 設備[632]。

為進一步探討 5G SA，本研究定義「5G SA 商用服務」係指該電信業者發布提供 5G SA 商用服務，並觀察到大部分的主要國家 5G 服務係以部分提供 5G SA 商用服務。

- **已推出 5G SA 商用服務：**包含美國（T-Mobile）、英國（O2, 2023）、日本（Softbank, 2021、NTT Docomo, 2022）、德國（Vodafone, 2021）、南韓（KT, 2021）、新加坡（Singtel, 2021）、香港（CMHK, 2020）、中國大陸（中國移動, 2020）與澳大利亞（Optus, 2022）。
- **已試驗成功，待推出 5G SA 商用服務：**包含法國（SFR, 2021）與我國（中華電信、台灣大哥大、遠傳電信, 112）。

就主要國家 5G SA 技術發展現況，可見 5G SA 商用服務在主要國家已陸續發展，主要國家的電信業者包括美國、英國、日本、德國、南韓、新加坡、香港、中國大陸與澳大利亞等國家的主要電信業者已經推出部分 5G SA 商用服務，而法國和我國的電信業者也已完成試驗，預計在不久的將來推出相應服務。值得注意的是，新加坡於第一波 5G 頻譜釋照即要求得標者應以 5G SA 發展 5G，根據 Ericsson 於 2022 年 7 月發布之報告，新加坡 5G SA 已透過 3.5GHz TDD 和 2.1GHz 頻段在全國達成超過 95%的 5G 涵蓋率[633]。由此可見，國際上對於 5G SA 技術的接受度和佈署持續增加，顯示出 5G SA 在提升網路效能的重要性和潛力。

觀察日本 5G SA 推動現況，NTT Docomo 於 2022 年 8 月已推出 5G SA 一般用戶方案，服務區域包含主要車站週邊、體育場館、大學、商業設施、機場和旅遊景點。此外，在活動場地和體育場館，目標是利用 5G SA 的上傳通訊速度，結合延展實境（Extended Reality, XR）和 8K 直播等活動為用戶提供新體驗[634]。

NTT Docomo 在 5G SA 在提供 28GHz 頻段的區域中，可以結合寬頻的通信，特別是在上行鏈路通信速度，可實現比 NSA 更快的通訊速度。此外，未來將透過網路切片進一步拓展該領域，針對每個應

[632] Delloro, 2024. MEC and 5G MCN Lone Bright Spots. https://www.delloro.com/news/mobile-core-market-stagnant-due-to-lack-of-5g-standalone-deployments/

[633] Ericsson, 2022. Exploring differentiated services with 5G networks. https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/articles/exploring-network-slicing-with-5g

[634] Docomo，2022。快適な 5G 体験を！「5G SA」とは？ https://www.docomo.ne.jp/special_contents/5g/realization/articles/article_37/

用案例提供量身訂做的網路解決方案。根據 Docomo《5G SA》業務注意事項手冊[635]，可見 5G SA 方案月租費（含稅）為 550 日圓（約新臺幣 125 元），該方案除了 5G 服務之外，還可以在智慧型手機等行動電話上使用 5G SA 方式進行通訊。要使用 5G SA 通訊，則需要使用支援 5G SA 的手機和相容的 SIM 卡。

回歸到我國情境，我國電信業者皆對外宣稱送審 5G SA 已通過通傳會的審驗，不過通傳會目前是以 5G 網路進行審驗，通傳會尚未建立 5G SA 的規範，因此，並未特別區分 5G SA 和 5G NSA。以市場趨勢來說，業者投入 5G SA 成本並無足夠的效益，目前 4G、5G 發揮的效益較 5G SA 佳。若電信業者有做 5G SA 相關規劃，則需要確保具有成本效益。

3.5G RedCap

據美洲產業貿易組織 5G Americas 報告指出，5G RedCap（又稱 5G Light）可望以較低成本及較低功耗，使新設備具有高達 150Mbps 的下行鏈路峰值吞吐量（throughput）和 50Mbps 的上行鏈路峰值吞吐量，亦可滿足 5G 三大關鍵使用情境，包含增強型行動寬頻通訊（Enhanced Mobile Broadband, eMBB）、巨量機器通訊（Massive Machine Type Communication, mMTC）和超可靠低延遲通訊（ultra-reliable and low latency communications, URLLC）不同的應用案例[636]。

根據 Ericsson 於 2023 年 11 月發布行動趨勢報告[637]，指出 RedCap 技術在成本效益和功耗控制方面表現亮眼，可用於穿戴式裝置、物聯網和擴增實境（Augmented Reality, AR）裝置等應用。預計首先將應用於低成本路由器、遠端監控鏡頭、高端計量儀器和固定無線接取（Fixed Wireless Access, FWA）裝置，再拓展至穿戴裝置和工業領域。放眼未來，RedCap 還能促進新型服務的發展，例如基於裝置的服務和針對特定市場的服務方案。RedCap 技術應用範圍廣泛，能夠提供顯著的成本和功耗優勢，並有望促進更多創新服務的發展。

若以 4G 和 5G 裝置的峰值傳輸速率觀之，這兩種技術的高端裝置皆能滿足較高的應用場景需求。在 4G 技術中，可選擇的裝置包含 LTE Cat-1/2/3/4，涵蓋低階至高階的應用；而 RedCap 技術為中階應用提供最佳裝置設計。相較普通的 5G NR 裝置，RedCap 裝置更具成本效益、更低複雜性，且體積更小。

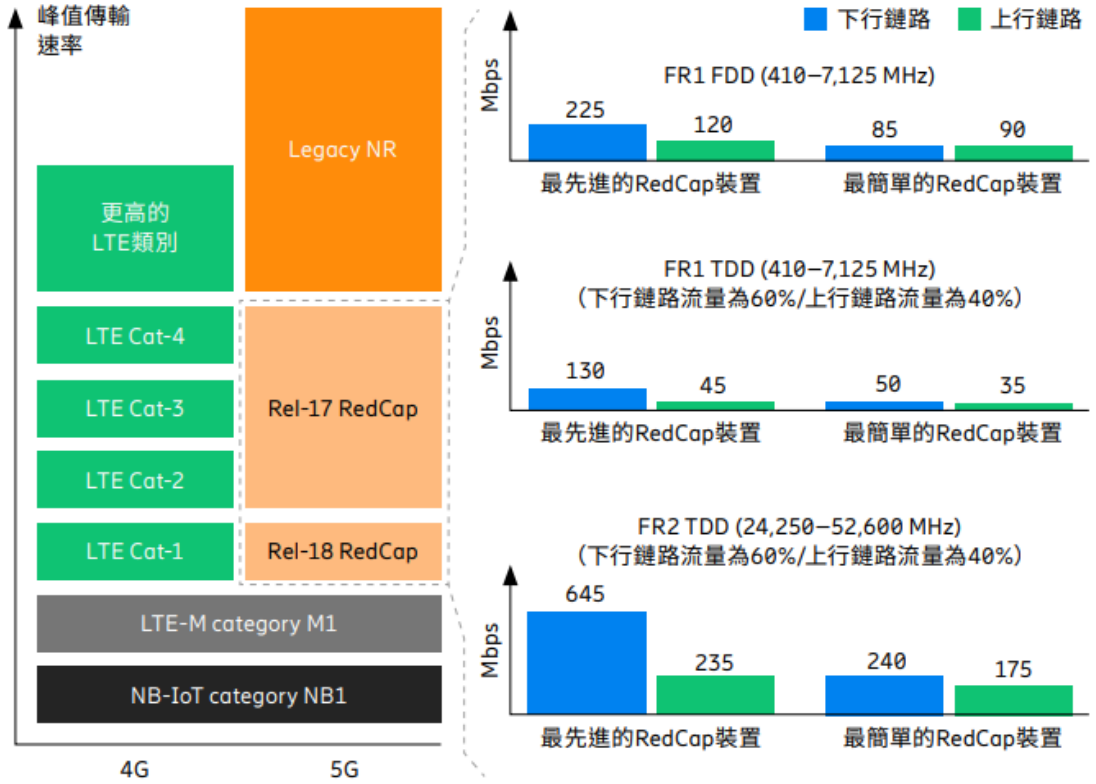
---

635 Docomo，2022。「5G SA」サービス注意事項説明書。https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/service/5g_sa/notice.pdf?ver=1661297413

636 5G Americas, 2023. Introduction Device Characteristics. https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2023/10/Evolving-Devices-for-5G-Adoption-FINAL-Id.pdf

637 Ericsson, 2023. Ericsson Mobility Report November 2023. https://www.ericsson.com/48dc10/assets/local/about-ericsson/company-facts/wordwide/taiwan/doc/mobility-report/emr-november-2023_report_tcn_final.pdf

RedCap 裝置的峰值傳輸速率，其下行鏈路和上行鏈路會因裝置的複雜度和所使用的頻段有所不同。以下將比較最簡單的 RedCap 設備與最先進的 RedCap 設備，以最簡單的 RedCap 設備為例，其下行鏈路速率範圍在 50Mbps-240Mbps 之間，上行鏈路速率範圍在 35Mbps-175Mbps 之間；而最先進的 RedCap 設備，下行鏈路速率可以達到 130Mbps-645Mbps，上行鏈路速率則在 45Mbps 到 235Mbps 之間。利用不同設備，使 RedCap 能夠靈活地適應各種中階應用需求，提供多元的 5G 行動通訊方案，參照圖 6.2.1。



資料來源：Ericsson, 2023. Ericsson Mobility Report November 2023. https://www.ericsson.com/48dc10/assets/local/about-ericsson/company-facts/wordwide/taiwan/doc/mobility-report/emr-november-2023_report_tcn_final.pdf

圖 6.2.1 RedCap 設備的峰值資料傳輸速率

為進一步了解 RedCap 降低設備成本和複雜性，比較最簡單的常規 5G 設備與最簡單和最先進的 RedCap 設備。其中，「最簡單的常規 5G 設備」，例如智慧型手機，僅具備此類設備必須支援的最低功能；而「最簡單的 RedCap 設備」僅具備 RedCap 設備必須支援的最低功能；「最先進的 RedCap 設備」係具備可實現最先進功能的 RedCap 設備[638]。

[638] Ericsson, 2023. RedCap -Expanding the 5G device ecosystem for consumers and industries. https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/redcap-expanding-the-5g-device-ecosystem-for-consumers-and-industries。

根據 Ericsson 分析顯示，與最簡單的常規 5G 設備相比，最簡單的 RedCap 設備的材料成本在低/中（FR1）頻段降低約 65%，在高（FR2）頻段則降低約 50%。此外，減少接收天線分支的數量也有助於減小設備的實體尺寸。可見 Release 17 中 RedCap 設備的推出，預計將透過比常規 5G NR 設備成本更低、複雜性更低、尺寸更小、電池壽命更長的新設備來擴展 5G 設備。但值得注意的是，RedCap 設備在低頻段/中頻段無法支援大於 20MHz 的發送/接收頻寬，在高頻段無法支援大於 100MHz 的發送/接收頻寬，因此最大發送/接收頻寬時有所限制，參照表 6.2.13。

表 6.2.13　最簡單的常規 5G 設備與 RedCap 設備比較

項目	低/中（FR1）頻段			高（FR2）頻段		
	最簡單的 5G 設備	最先進的 RedCap 設備	最簡單的 RedCap 設備	最簡單的常規 5G 設備	最先進的 RedCap 設備	最簡單的 RedCap 設備
最大發送/接收頻寬	100MHz	20MHz	20MHz	200MHz	100MHz	100MHz
支援的接收天線分支數和下行 MIMO 層數	2 或 4（取決於頻段）	2	1	2	2	2 個天線分支，但只有 1 個 MIMO 層
支援的發射天線分支數量和上行鏈路 MIMO 層數	1	1	1	1	1	1
設備功率等級（PC）	PC 3	PC 3	PC 3	PC 3	PC 3	PC 7[639]
最大下行調變階數	256QAM	256QAM	64QAM	64QAM	256QAM	64QAM
雙工操作	TDD [640] 或全雙工 FDD[641]	TDD 或全雙工 FDD	TDD 或半雙工 FDD	TDD	TDD	TDD

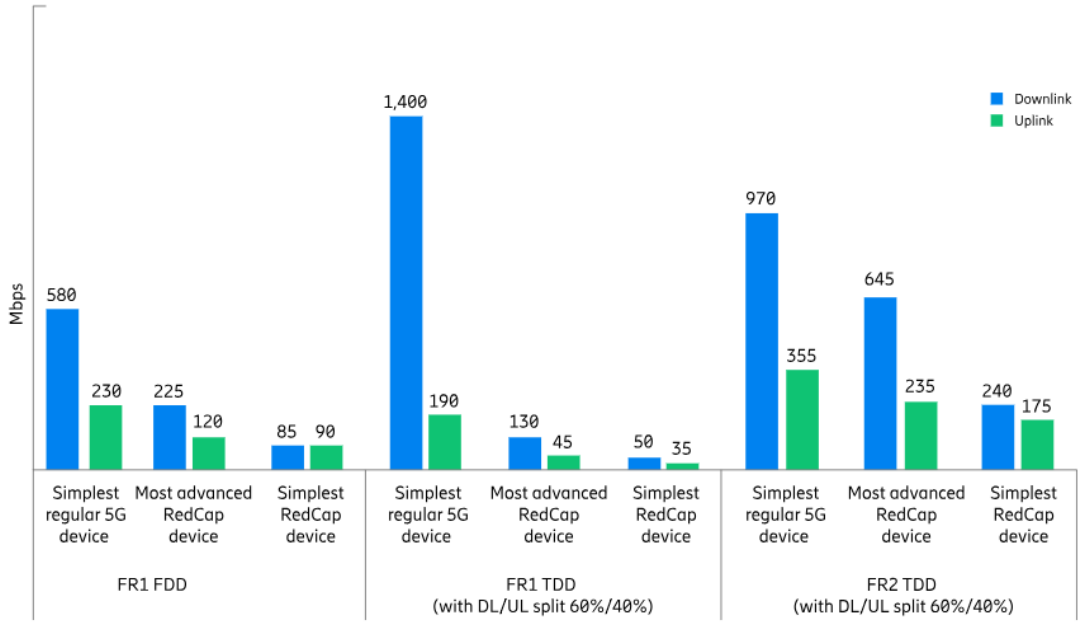
資料來源：Ericsson, 2023. RedCap -Expanding the 5G device ecosystem for consumers and industries. https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/redcap-expanding-the-5g-device-ecosystem-for-consumers-and-industries。

[639] PC 7 的功率等級低於 PC 3，因此其輻射功率和參考靈敏度需求也低於 PC 3。因此，與支援 PC 3 的裝置相比，支援 PC 7 的 RedCap 裝置可配備較少的天線元件和/或面板。

[640] 分時雙工（Time-Division Duplex, TDD）。

[641] 分頻雙工（Frequency Division Duples, FDD）。

在峰值資料速率比較方面，設備在不同頻段可實現的峰值速率皆不相同，雖然最簡單的 RedCap 設備峰值資料速度較最簡單的常規 5G 設備慢，但已足夠滿足大多數預期的 RedCap 應用案例要求，而更先進的 RedCap 設備可以支援更高的峰值速率，這對於低階 AR 或 VR 應用案例可能很有用，參照圖 6.2.2。



資料來源：Ericsson, 2023. Ericsson Mobility Report November 2023. https://www.ericsson.com/48dc10/assets/local/about-ericsson/company-facts/wordwide/taiwan/doc/mobility-report/emr-november-2023_report_tcn_final.pdf

圖 6.2.2　不同設備在不同頻段可實現的峰值資料速率比較

觀察主要國家 RedCap 發展趨勢，本研究歸納主要國家在 RedCap 發展之程度，是否達到商用水準或處於進行測試階段。

- 部分國家在 RedCap 平臺上已成功進行測試，包含美國、英國、南韓、新加坡、澳大利亞、中國大陸（中國電信[642]、中國聯通、中國廣電[643]）與我國。
- 中國大陸中國移動 RedCap 已全面達到商用水準，截至 2024 年 2 月 19 日，中國移動支援 RedCap 的 5G 基地臺超過 10 萬臺，實現中國大陸 52 個城市連續涵蓋，率先建置中國大陸規模最大的 RedCap 商用網路。2024 年將持續擴大佈署規模，實現中國大陸縣級市以上連續涵蓋。

[642] c114，2024。中國電信完成「三全」5G RedCap 商用驗證開啟 5G 輕量化新篇章。https://www.c114.com.cn/news/117/a1260140.html

[643] Dvbcn，2023。700MHz 完成 RedCap 商用效能測試，中國廣電 5G 將協助產業融合服務場景實現。http://www.dvbcn.com/p/140272.html

有鑑於 RedCap 技術在全球發展正穩步推進，部分國家如美國、英國、南韓、新加坡、澳大利亞、中國大陸及我國已成功在 RedCap 平臺上進行測試，顯示出國際上對於此技術的重視和積極投入。值得注意的是，中國大陸在 RedCap 技術的商用佈署上處於領先地位。

二、5G 毫米波

目前毫米波技術應用發展仍需克服許多挑戰，例如晶片成本偏高、射頻模組進階封裝、波長短功耗損失強、毫米波手機缺乏等，且市場需求尚不明朗[644]。毫米波採取視距傳播（line-of-sight propagation, LOS propagation）係指在發射天線和接受天線間可見距離內，電波直接從發射點傳播到接收點，用於超短波及微波通信。在頻譜有限且中低頻段已經非常擁擠的情形下，毫米波頻段擁有豐富的可用頻寬，毫米波通訊是增強型行動寬頻通訊（Enhanced Mobile Broadband, eMBB）作為 5G 及後續技術之關鍵推動因素[645]。因此，各國積極發展毫米波通訊技術及應用，故在當前國際討論頻譜管理政策與應用趨勢時，5G 毫米波之技術發展與應用趨勢乃熱門關注議題。

雖然毫米波具備高頻段、大頻寬等特性，供高傳輸速率，但也因為頻段高導致傳輸距離短、路徑衰減度大、穿透損耗高。故目前各國主要將 5G 毫米波作為區域性頻譜使用，以提供特定區域之應用為主，例如室內熱點、人口密集城市的專用網路，或是需具備低延遲、高準確時間同步應用的時效性網路，將 5G 毫米波作爲補強 Sub-6 GHz 之便段，滿足大頻寬應用需求。

雖然迄今為止，行動網路最常見的頻段集中在低頻和中頻頻譜上，但各國對於高效頻譜之需求增加，使得 5G 毫米波備受關注[646]。根據日本總務省於 2023 年發布之「5G 業務設計工作小組，2023 年數位轉型時代的無線電政策委員會 5G 業務設計工作小組報告(5G ビジネスデザインワーキンググループ，2023。デジタル変革時代の電波政策懇談会５Ｇビジネスデザインワーキンググループ報告書)」，國際手機業者 5G 主要發展頻段仍以中頻段為主，但毫米波呈現上升趨

[644] IEK 產業情報網，2021。5G 毫米波應用機會與挑戰。https://ieknet.iek.org.tw/iekrpt/rpt_more.aspx?actiontype=rpt&indu_idno=3&domain=43&rpt_idno=64320101

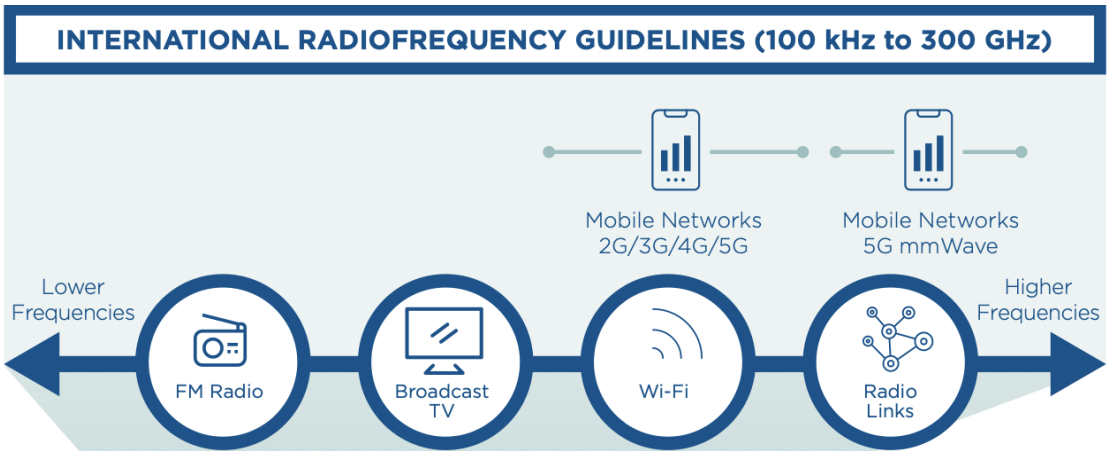
[645] ITU, 2023. RIS-AIDED MMWAVE BEAM-FORMING FOR TWO-WAY COMMUNICATIONS OF MULTIPLE PAIRS. https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/jnl/S-JNL-VOL4.ISSUE1-2023-A08-PDF-E.pdf

[646] ITU,2020. Spectrum management: Key applications and regulatory considerations driving the future use of spectrum. https://digitalregulation.org/spectrum-management-key-applications-and-regulatory-considerations-driving-the-future-use-of-spectrum/

勢。

（一）定義

高頻段頻譜或毫米波（mmWave）對於 5G 的高容量、低延遲至關重要，能彌補低頻段與中頻段在人口稠密的城市地區的不足，並透過 5G 固定無線接取（Fixed Wireless Access, FWA）技術提供類似光纖的高速連線，提升 5G 體驗[647]（如圖 6.2.3）。



資料來源：GSMA, 2022. 5G mmWave –Unlocking the Full Potential of 5G. https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2022/04/GSMA-5G-mmWave-Factsheet-Unlocking-the-Full-Potential-of-5G.pdf

圖 6.2.3　國際無線電頻率指南（100kHz 至 300GHz）

在 5G 毫米波的頻段定義方面，5G Americas 所釋出的文件「理解 5G 網路的毫米波頻段（Understanding mmWave for 5G Networks）」中，提及毫米波頻率範圍主要為 30GHz 至 300GHz，而目前在主要國家主要應用的 5G 毫米波頻段為 24GHz 與 28GHz[648]。

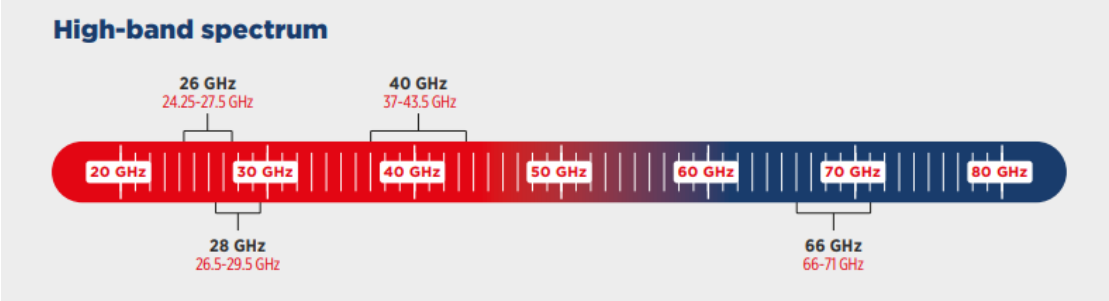
而第三代合作夥伴計畫組織（3rd Generation Partnership Project, 3GPP）將 5G 頻段分為 6GHz 以下頻段（450MHz 至 6GHz），以及 5G 毫米波頻段（24.25GHz 至 52.61GHz）。

另外，GSMA 將高頻段範圍定在 20GHz 至 80GHz，其中特別提出在高頻段中的幾個 5G 應用頻段，包括 26GHz（24.25-27.5GHz）、28GHz（26.5-29.5GHz）、40GHz（27-43.5GHz）、66GHz（66-71GHz）（如圖 6.2.4）。

---

647 GSMA, 2022. Infographic. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/07/5GmmWave_infographic.pdf

648 5G Americas, 2020. Understanding mmWave for 5G Networks. https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2020/12/InDesign-Understanding-mmWave-for-5G-Networks.pdf



資料來源：GSMA, 2022. Infographic.
https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/07/5GmmWave_infographic.pdf

圖 6.2.4　5G mmWave 頻譜

（二）使用頻率

相對其他國家以中頻段或中頻段加毫米波頻段作為首波 5G 頻譜釋出，美國是少數一開始僅先釋出毫米波的國家，且於後又陸續釋出其他毫米波頻段。根據 3GPP，毫米波的頻率範圍為 24.25-52.6GHz 頻段，即「FR2」頻段[649]。各國毫米波頻段釋出情形如下表 6.2.14。

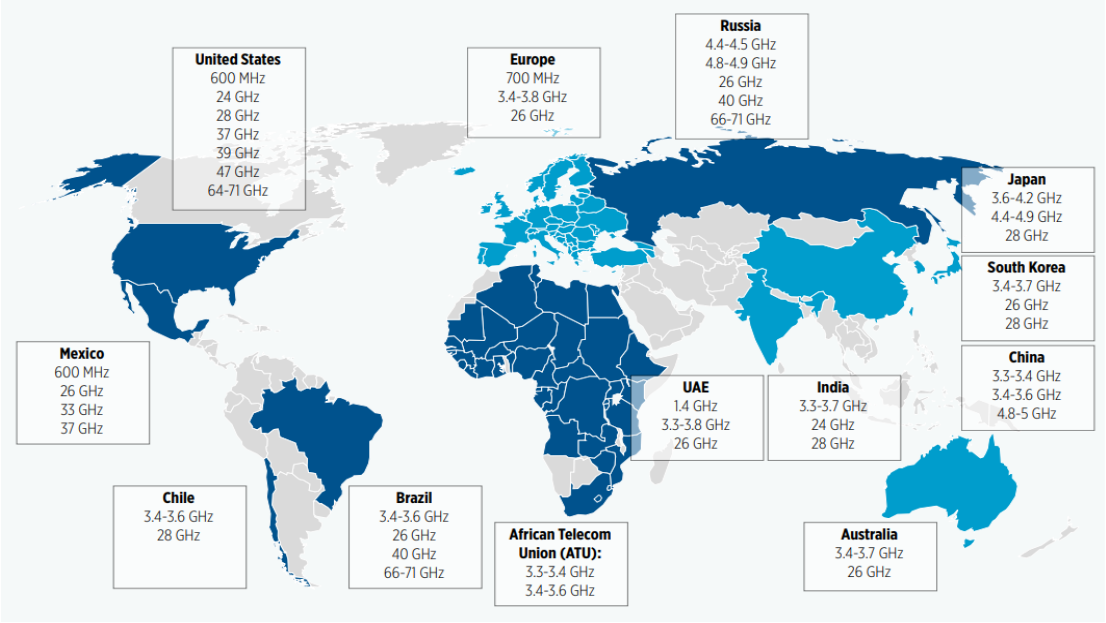
表 6.2.14　主要國家與我國 5G 毫米波釋出頻段概覽

國家	5G 毫米波釋出頻段
美國	● 24.25-24.45GHz ● 24.75-25.25GHz ● 27.5-28.35GHz ● 37.6-38.6GHz ● 38.6-40GHz ● 47.2-48.2GHz
英國	● 24.25-27.5 GHz ● 40.5-43.5 GHz
日本	● 27-29.5GHz（28.2-29.1GHz 用於 Local 5G）
德國	● 26GHz
法國	● 26GHz
歐盟	● 24.5-27.5GHz
南韓	● 26.5-27.3GHz ● 27.3-28.1GHz ● 28.1-28.9GHz
新加坡	● 26/28GHz
香港	● 26GHz、28GHz
澳大利亞	● 24.25-29.5GHz ● 39GHz
中國大陸	● 24.75-27.5GHz ● 37-43.5GHz
我國	● 27.4-29.5GHz

資料來源：本研究彙整。https://www.qualcomm.com/content/dam/qcomm-martech/dm-assets/documents/global-5g-spectrum-status-and-innovations-for-future-wireless-systems.pdf

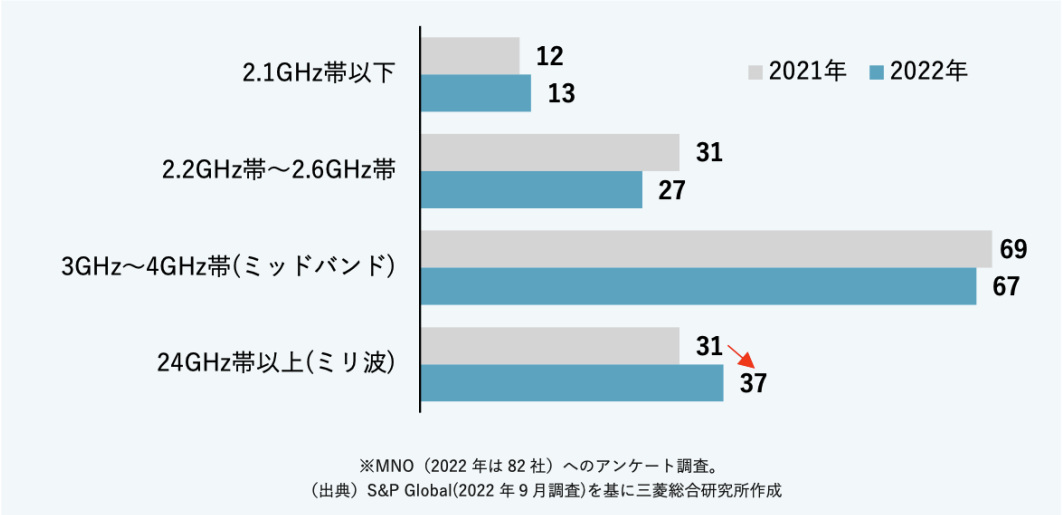
649 3GPP, 2019. TS 38.101-1 v15.5.0 Table 5.1-1. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138100_138199/13810101/15.05.00_60/ts_13810101v150500p.pdf

５Ｇビジネスデザインワーキンググループ，2023。デジタル変革時代の電波政策懇談会５Ｇビジネスデザインワーキンググループ報告書。https://www.soumu.go.jp/main_content/000894450.pdf



資料來源：GSMA, 2022. 5G mmWave Deployment Best Practices. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/10/mmWave-5G-benefits.pdf

圖 6.2.5　國際 5G 主要頻段



資料來源：５Ｇビジネスデザインワーキンググループ，2023。デジタル変革時代の電波政策懇談会５Ｇビジネスデザインワーキンググループ報告書。https://www.soumu.go.jp/main_content/000894450.pdf

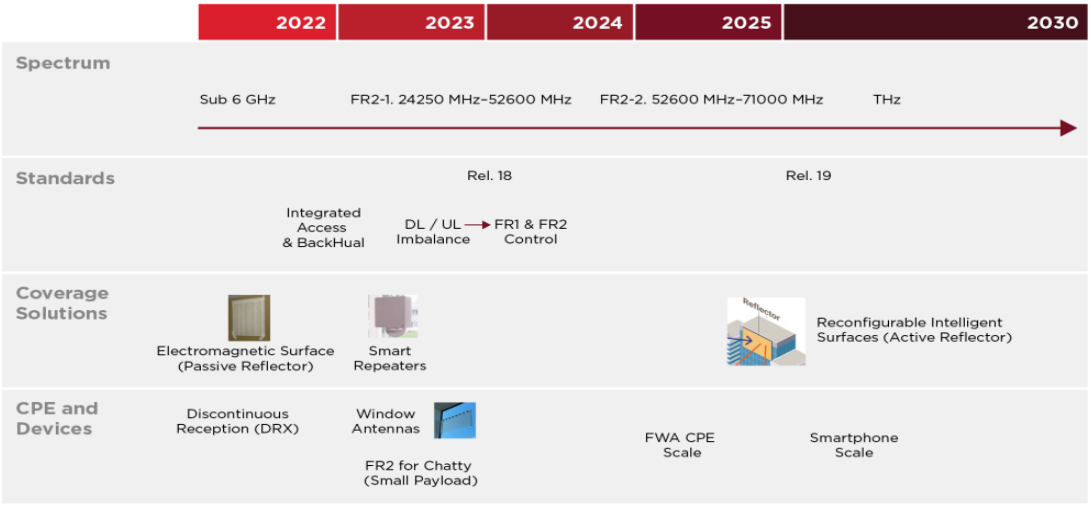
圖 6.2.6　國際手機業者主要關注頻段

（三）技術發展

1. 行動通信

未來在 5G 毫米波的應用上，將逐步擴展使用，從 2022 年之前

以 Sub-6GHz 頻段為主流的應用，至 2030 年將發展至兆赫茲（Terahertz, THz）頻段應用（如圖 6.2.7）。



資料來源：GSMA, 2022. 5G mmWave Deployment Best Practices. https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2022/10/GSMA-5G-mmWave-Deployment-Best-Practices-White-Paper-Nov-2022.pdf

圖 6.2.7　5G mmWave Roadmap

在 5G 毫米波技術革新方面，透過可重構智慧表面技術（Reconfigurable Intelligent Surface, RIS）提升多輸入多輸出系統（multi-input multi-output, MIMO）之波束成型（beamforming），提高傳輸穩定性以及抗干擾性，彌補傳輸距離的限制[650]。

相較於使用 Sub 6 頻段，原本的天線模組技術會造成毫米波大量損耗，透過天線集成模組（Antenna Integrated Module, AiM）可降低毫米波智慧型手機的傳輸損失（transmission loss），而 L 型 AiM 可提高天線涵蓋範圍並可降低系統成本，另外，能透過不同頻段的堆疊天線，減少裝置體積。

3GPP Rel-16 完成的 IAB（Integrated Access and Backhaul），即為 5G NR 集成無線接取和回傳，可透過擴展 5G NR 支援無線回傳，取代原本的光纖回傳。IAB 特別適合 5G 毫米波，因為毫米波傳輸距離短，需要佈署密集的基地臺，若採用 IAB 以無線方式回傳，便不需要再鋪設密集的光纖回傳，將可大幅降低佈署的難度和成本，有助於毫米波網路的佈署[651]。

2. 衛星通信

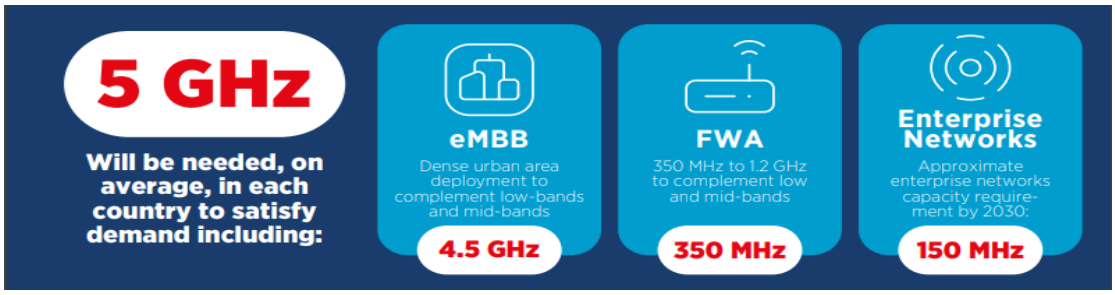
[650] ITU, 2023. RIS-AIDED MMWAVE BEAM-FORMING FOR TWO-WAY COMMUNICATIONS OF MULTIPLE PAIRS. https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/jnl/S-JNL-VOL4.ISSUE1-2023-A08-PDF-E.pdf

[651] 材料世界網，2020。5G 毫米波通訊市場趨勢。https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=45339

毫米波高頻率、大頻寬與低延遲的特性，適合串聯大量聯網裝置，在 5G 與衛星通訊中享有優勢，例如 SpaceX、Eutelsat、OneWeb 等低軌衛星通信，其主要頻率為 Ku 頻段(12-18GHz)和 Ka 頻段(26.5-40GHz)，其中 Ka 頻段與 5G 毫米波行動通信頻段(24.25 至 71GHz)部分重疊，仰賴毫米波頻段中所用的元件、軟硬體。毫米波需使用大量天線陣列技術，搭配讓射頻從低頻段升到高頻段的升降頻收發器及波束控制技術(Beamforming)，以便基地臺或衛星能與其連結地面終端進行定向通訊[652]。毫米波的波長僅 1-10 毫米，短波長使極小的天線得以將訊號集中至高聚集的波束中，以克服傳輸損耗，適合衛星通信的小型化設計[653]。

(四)服務發展與趨勢

5G 毫米波為充分實現 5G 特性的關鍵要素，如超高可靠、高流量超高頻寬連結、高密度連網等情境，而典型應用場景包含公共交通樞紐、5G FWA、工業 4.0 等(如圖 6.2.8)。



資料來源：GSMA, 2022. Infographic. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/07/5GmmWave_infographic.pdf

圖 6.2.8　5G mmWave 頻譜需求

在 GSMA 於 2019 年發布的「毫米波頻段的 5G 服務社會經濟效益研究(Study on Socio-Economic Benefits of 5G Services Provided in mmWave Bands)」中[654]，提到關於 5G 毫米波的應用案例(如圖 6.2.9)，包括：

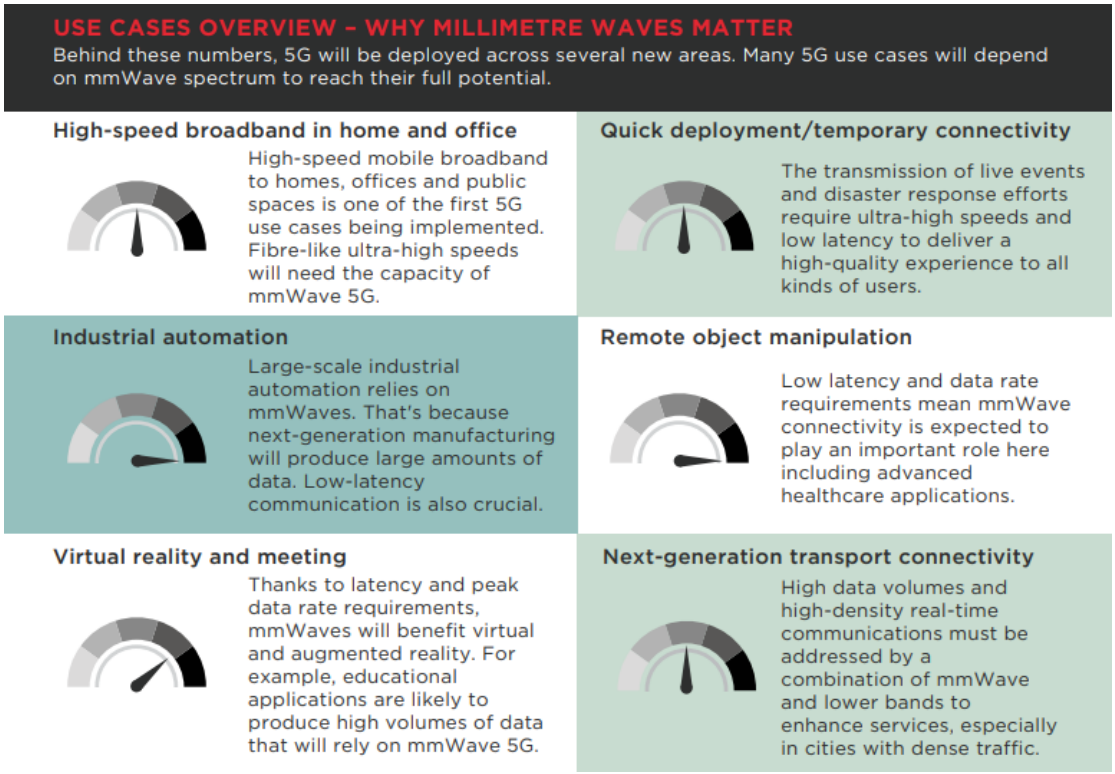
- **家庭和辦公室的高速寬頻**：為一開始佈建 5G 應用案例，透過 5G 技術提高網路連接速度，透過 5G 毫米波提供似超高速光纖的用戶體驗。

[652] 工業技術研究院，2024。以軟帶硬跨國推動，毫米波技術產業化。https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=18_content&SiteID=1&MmmID=1036452026061075714&MGID=1254122743122515215

[653] ITU, 2016. Future use of millimetre waves for 5G. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2017/Spectrum%20Management/Simoni%20-%20Future%20use%20of%20millimetre%20waves%20in%205G%20v1.1.pdf

[654] GSMA, 2019. Infographic. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/07/mmWave-5G-Regional-Spotlights-SEA.pdf

- **快速佈建、臨時連網需求**：5G 毫米波可用於須超高速與低延遲的應用上，例如：直播或是災難的回報等。
- **工業自動化**：因未來在工業製造上將產生大量的資料，亦須低延遲進行產業協作應用，因此，大規模工業自動化須仰賴毫米波頻段的應用。
- **遠距物體操作**：遠距操作須低延遲與高數據速率，因此，5G 毫米波的特性有助於遠距物體操作的應用，例如：遠距醫療。
- **虛擬實境（Virtual Reality, VR）與虛擬會議**：虛擬實境與會議皆對低延遲與高傳輸速率有所要求，例如：VR 遠端上課等教育應用所傳輸的大量資料，須仰賴擁有高容量的 5G 毫米波。
- **下世代的傳輸連接**：通訊速度會因人口密集度而受到干擾，因此，在人口高度密集的城市裡，5G 毫米波有助於增強通訊服務。



資料來源：GSMA, 2019. Infographic. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/07/mmWave-5G-Regional-Spotlights-SEA.pdf

圖 6.2.9　5G mmWave 應用場景

5G 商用後，大多數佈署集中在 5G 中頻段，5G 毫米波技術的開發則仍正在進行中。與以前的無線電技術相比，5G 毫米波採用 24-100GHz 之間的高頻段，雖能提供更快的資料傳輸速率、低延遲和更大頻寬，但由於 5G 毫米波的佈署受制於其物理特性挑戰，如涵蓋範圍更小和容易受到干擾，故其優勢並未表示適合投資大量資金進行佈署。

● **美國**

美國於 2018 年最早啟用毫米波技術的消費者服務，Verizon、AT&T 和 T-Mobile 皆已將毫米波服務商業化，以提高擁擠的城市熱區或一些園區網路的網路容量和速度。毫米波技術在美國的使用也已擴展到城市地區以外，部分農村地區將其用於固定無線接取。此外，美國毫米波消費裝置方面，部分智慧型手機（iPhone、Google）已支援該技術，支援毫米波的手機市占率從 2019 年的 0.3%上升至 2022 年 57.3%[655]。

儘管如此，在 2021 年初向電信業者釋出中頻段頻譜後，美國電信業者優先考慮佈署 5G 的中頻段，凸顯中頻頻譜對美國 5G 發展的重要性，預計未來幾年中頻段推廣的趨勢將繼續下去。

● **英國**

英國 Ofcom 於 2022 年 5 月至 7 月間針對 26GHz、40GHz 頻段供行動通信科技使用，進行「促成毫米波頻率新運用（Enabling mmWave spectrum for new uses）」[656]意見徵詢。

40GHz 頻段已透過區塊核配（Block assigned）予 Hutchinson 3G UK Limited（H3G）、Mobile Broadband Network Limited（MBNL）以及 MLL 40 GHz Limited（MLL），目前的執照並未允許行動通信使用。

Ofcom 提議 3 種方案，徵詢利益相關者的意見。方案分別為，方案一變更現有執照，允許目前執照持有者於該頻段佈署行動通信服務；方案二撤銷現有執照，與 26GHz 頻譜重新分配；以及方案三組合變更與撤銷措施。最終 40GHz 毫米波頻譜重整，Ofcom 選擇方案二，撤銷現有執照，與 26GHz 重新分配。

Ofcom 於 2024 年 4 月 16 日發布「拍賣設計的最終決定（Final decisions on the design of the auction）」[657]，決定 26GHz 及 40GHz 頻段將採用於 2023 年 3 月 13 日發布「聲明及進一步諮詢：開啟毫米波的新用途（Statement and further consultation: Enabling mmWave spectrum for new uses）」[658]中的拍賣設計，拍賣 26GHz 頻段中的 2.4GHz 頻譜以及 40GHz 頻段中的 3GHz 頻譜，且不在拍賣的核配階段加入

---

[655] telegraphic, 2023. A Look at the Current Status of 5G and Millimeter Waves at Home and Abroad [Part 2]. https://www.telegraphic.jp/en/2023/12/107/

[656] Ofcom, 2024. Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/frequencies/mmwave-spectrum-for-new-uses/

[657] Ofcom, 2024. Final decisions on the design of the auction. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/237135-enabling-mmwave-spectrum-for-new-uses/associated-documents/statement-enabling-mmwave-spectrum-new-uses.pdf?v=321952

[658] Ofcom, 2023. Statement and further consultation: Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/237135-enabling-mmwave-spectrum-for-new-uses/may-2023-documents/03-23-statement-and-consultation-mmwave2.pdf?v=329329

談判期[659]，因談判期帶來的好處不足以抵銷其複雜性，但為促進拍賣後的頻譜交易，Ofcom 允許拍賣結果公布後即刻開始談判。

截至期末報告撰寫時間，尚未發布 26GHz 及 40GHz 頻譜拍賣日程，因利益相關人之一 Vodafone 正進行企業合併，CMA 於 2024 年 9 月 13 日對 Vodafone 和 Three UK 合併提出臨時意見，調查指出合併可能導致數百萬客戶得支付更多費用，CMA 將於 12 月 7 日做出 Vodafone 和 Three UK 是否可合併之最終決定[660]。

● **日本**

日本的主要電信業者，即 NTT Docomo、KDDI、Softbank 和樂天，已經為其 5G 網路引進毫米波 28GHz 頻段，全部業者共佈署約 20,000 個節點（nodes）[661]。中頻段仍然是大規模涵蓋的主要頻段，毫米波則用在高流量地區增強網路容量。

● **歐洲**

儘管歐洲幾個國家近期已向電信業者提供毫米波頻譜，但在五個洲中，採用毫米波技術進行 5G 開發的速度最慢。此外，該地區毫米波消費裝置的滲透率也最低，目前低於 1%。義大利透過推廣固定無線接入的毫米波，將 5G 帶給消費者。其他歐洲國家如 Telefonica 在巴塞羅那的 MWC 2023 活動中展示 5G 毫米波。德國等國家則將其 26 GHz 頻段用於專用網路應用。德國電信在 MWC 2023 宣佈，計劃在未來的 5G 園區網路引進獨立的毫米波技術，並強調 5G 企業連線對高上行鏈路容量和低延遲的明確需求。

● **南韓**

儘管南韓是第一個推出 5G 商用（中頻段）的國家，但南韓的毫米波佈署進展緩慢。由於 28GHz 頻段 15,000 個基站的建設義務，電信業者一直未能達成，安裝率僅略高於 10%，MSIT 於 2022 年 11 月 18 日宣佈取消電信業者 KT 和 LG U+的 28GHz 頻段頻率分配，於後 SKT 的 28GHz 也於 2023 年 5 月被收回。

MSIT 於 2024 年 1 月 25 日再次進行 28GHz 頻段拍賣，釋出 800MHz 頻寬，並於 1 月 31 日完成拍賣作業，由新進電信業者 Stage X 得標。然 MSIT 經對 Stage X 提交的必要文件進行審查後，認爲 Stage X 並未履行法令規定之必要事項，且主要組成股東未能遵守承諾的事項，故存在取消頻譜分配的理由。因此，MSIT 將根據《行政程序法》

[659] 談判期，意指在拍賣的核配階段允許投標者進行協商，確保兩位或以上的投標者間在頻率上持有的頻譜相鄰，有助於降低共享無線電設備佈署的成本。在此案例中，考量利益相關人的意見，將不在拍賣的核配階段加入談判期，然而，為促進拍賣後的頻譜交易，Ofcom 允許投標人在得知核配結果後，在拍賣許可證授予之前，即刻開始談判、交易以確保頻譜相鄰。

[660] GOV.UK, 2024. CMA sets out provisional view on Vodafone / Three merger. https://www.gov.uk/government/news/cma-sets-out-provisional-view-on-vodafone-three-merger

[661] Qualcomm, 2022. 5G mmWave making waves in Japan. https://www.qualcomm.com/news/onq/2022/07/5g-mmwave-making-waves-in-japan

進行聽證，最終決定是否取消頻譜分配給 Stage X。

● **中國大陸**

中國大陸對 5G 技術的採用正在穩步上升，截至 2022 年底，中國大陸約有三分之一的行動通信用戶已經使用 5G，比前一年增加 10.6%。預計 2024 年，中國大陸 5G 滲透率將超過 50%。中國大陸大多數 5G 佈署基於中頻段技術，可在速度和涵蓋範圍之間取得平衡，使其成為廣泛佈署的更實用選擇。

目前，中國大陸正在測試獨立的 FR2（26GHz）毫米波網路，主要針對擁擠的網路熱點場所。而毫米波於中國大陸的應用也將擴展到工業領域，尤以工廠為主。

總結目前 5G 毫米波主要用於三個使用情境：（1）室內/室外網路擁堵熱點區，（2）固定無線接取，以及（3）企業室內。

體育場、交通樞紐和擁堵地區等熱點需要室內和室外使用者使用高頻寬連線。在所有擁有商業化 5G 的國家，這種佈署在毫米波中都很常見。然而，對營運商而言，如何透過毫米波獲利仍是個問題。消費者從 4G 升級到 5G 的收入一直具有挑戰性，5G 毫米波但可行性仍然存在疑問，此外，使用者必須擁有相容的手機，在許多國家，裝置生態系統尚未成熟。最後，消費者也需要有足夠誘因，以證明為偶爾的事件升級他們的裝置是合理的[662]。

（五）核配方式

在探討毫米波技術發展及應用的同時，各國首要關注於毫米波頻率之核配供取得執照者，另亦有免執照之毫米波頻段，像是美國 57-71GHz 可供免執照使用。本研究歸納主要國家毫米波段核配方式有四種，包括評審制、拍賣制、招標制、免執照。而我國除透過公眾電信採拍賣制核配毫米波外，57-66GHz 供免執照設備使用。

表 6.2.15　主要國家與我國毫米波段核配方式

項目 / 國家	核配方式
美國	● 審核制（行動、衛星）[663]、拍賣制（行動、衛星）[664]、

[662] IDTechEx research, 2023. MmWave Development in 2023: Where's It Going & What Are the Challenges. https://www.idtechex.com/en/research-article/mmwave-development-in-2023-wheres-it-going-and-what-are-the-challenges/29010

[663] 根據 FCC，70/80/90GHz 頻段允許非聯邦政府機構申請全國性地理執照，取得執照後需進行連結規劃，並完成干擾分析，獲得執照後向第三方資料庫註冊連結，經確認核配方式應為透過申請註冊方式，結合先到先得原則之輕度管制，是為輕度審核之方式。FCC, 2022. Millimeter Wave 70/80/90 GHz Service. https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/broadband-division/microwave-services/millimeter-wave-708090-ghz-service-0

[664] FCC, 2020. Auction 103 Long-form Applications Granted. https://www.fcc.gov/document/auction-

項目 國家	核配方式
	免執照（57-71GHz）[665]
英國	● 拍賣制（僅行動通信）（進行中）[666]
日本	● 評審制(行動、衛星)[667]、免執照(24.15GHz、60.5GHz、61.5GHz）[668]
歐盟	● 授予個別授權（僅行動通信）[669]
德國	● 審核制（僅行動通信）[670]
法國	● 個別授權－拍賣制（僅行動通信）[671]
南韓	● 審核制（行動、衛星）[672]、拍賣制（行動通信）[673]
新加坡	● 招標制（僅行動通信）[674]
香港	● 審核制（僅行動通信）[675]
澳大利亞	● 拍賣制（行動、衛星）[676]
中國大陸	● 審核制（行動、衛星）[677]
我國	● 評審制（行動通信）、拍賣制（行動通信）、審核制（衛星通信）、免執照（57-66GHz）

資料來源：本研究彙整。

103-long-form-applications-granted-1

[665] CFR47, 2024. §15.255 Operation within the band 57-71 GHz. https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-C/subject-group-ECFR2f2e5828339709e/section-15.255

[666] Ofcom, 2024. Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/frequencies/mmwave-spectrum-for-new-uses/

[667] 総務省，2019。第 5 世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html

[668] 総務省，n.d.。特定小電力無線局。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/ml/small/

[669] 5G Americas, 2020. Understanding mmWave for 5G Networks. https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2020/12/InDesign-Understanding-mmWave-for-5G-Networks.pdf

[670] BNetzA, 2019. Drafting the Basic Framework for 5G Applications in the 26 GHz Range (24.25-27.5 GHz). https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/20191220_EntwurfGrundlegendeRahmenbedingen26GHz.pdf?__blob=publicationFile&v=3.

[671] ARCEP, 2019. 5G trial platforms in the 26 GHz band: Agnès PANNIER-RUNACHER and Arcep present the first 11 projects selected. https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/5g-19.html

[672] MSIT，2021。‘5G 28 GHz’ 기반으로 지하철 와이파이 속도 높인다。https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148893659

[673] MSIT，2019。전파시험인증센터, 5 세대(5G) 및 밀리미터파 시험시설 구축으로 전파시험 서비스
제공。https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156367083&pageIndex=1&repCodeType=%EC%A0%95%EB%B6%80%EB%B6%80%EC%B2%98&repCode=A00033,C00005&startDate=1970-01-01&endDate=2023-07-17&srchWord=%EB%B0%80%EB%A6%AC%EB%AF%B8%ED%84%B0%ED%8C%8C&period=all

[674] IMDA, 2024. Fifth Generation Mobile Networks (“5G”). https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-planning/5g-technology

[675] OFCA，2021。地區性無線寬頻系統（專用）牌照。https://www.ofca.gov.hk/tc/industry_focus/radio_spectrum/administrative_assignment_of_spectrum/26_ghz_and_28_ghz_bands_licensing/LWBS_private/index.html

[676] ACMA, 2024. 26 GHz and 28 GHz bands. https://www.acma.gov.au/26-ghz-band

[677] 中國無線電管理，2017。國內外 5G 毫米波研究最新進展（上）。http://www.srrc.org.cn/article19574.aspx

以近年行動寬頻於毫米波的進展而言，5G 為首個採用毫米波的行動寬頻通信世代，自 2018 年以來許多主要國家採用拍賣制釋出公眾網路的毫米波頻譜，如美國、義大利、南韓、澳大利亞及我國；採評審制者有日本；香港考量頻譜供應充足，以行政方式指配，屬於審核制，新加坡採用徵求提案方式，則屬於招標制。

值得注意的是，在毫米波執照之規劃上，不同於傳統排他性獨佔使用的模式，部分國家規劃新的使用模式，以增加頻譜使用彈性。例如，義大利導入「Club Use 模式」之「個別非專用執照」，執照持有者可以動態使用頻段授權之所有閒置頻譜，使用頻寬上限為 1GHz。而香港也將毫米波頻譜分為非共用頻譜與共用頻譜，以因應特定區域的創新應用需求。

觀察南韓雖於 2018 年拍賣釋出 28GHz 毫米波頻段予三大電信業者，然因業者皆未能達成建設義務，MSIT 取消三大電信業者的 28GHz 頻段核配。儘管 5G 毫米波應用的商業模式仍未明朗，主要國家仍期待毫米波未來的新興應用機會，例如，日本總務省自 2021 年 10 月至 2022 年 11 月舉辦檢討會探討新的行動電話用頻率指配方式。預期未來 5G 及 Beyond 5G 新指配頻率，將以「高頻段（如毫米波）」及「必須與其他無線電系統共用之頻段」為主，考量高頻段頻率物理特性，將不同以往重視涵蓋面積，而將研擬降低現行頻率使用條件，未來日本對於經濟價值較高之頻率指配，亦可能透過「拍賣制」進行相關頻率核配[678]。

5G 企業專網的毫米波頻段普遍皆以審核制方式進行頻率核配，如日本 Local 5G（28.2-29.1GHz 頻段）、德國 Local 5G 園區網路（24.25-27.5GHz 頻段）、南韓 e-Um 5G（28.9-29.5GHz 頻段）及香港「共用頻譜」（26/28GHz 頻段）。國際上透過審核制提高頻率核配速度，以利相關創新應用發展，而我國已於 112 年 6 月 1 日發布「行動寬頻專用電信網路設置使用管理辦法」，若未來考慮新增毫米波頻段於「行動寬頻專用電信」使用，亦可延續目前專用電信頻率核配方式，以審核制進行毫米波之頻率核配，加速該頻段之應用發展。或是可參考義大利與香港，透過共用頻譜提高頻譜使用彈性，減少頻譜閒置情形，可大幅增加頻率使用率，加速我國於毫米波頻段之創新應用。

[678] 総務省，2022。「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会取りまとめ」及び意見募集の結果の公表。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000452.html

第三節　HAPS、HIBS

隨著 B5G、6G 新技術發展，國際上為擴大網路涵蓋範圍，開始探討非地面網路（Non-Terrestrial Network, NTN），而高空平臺（High Altitude Platform Station, HAPS）被視為 NTN 不可或缺的一環，在未來的通訊網路中扮演著至關重要的角色。NTN 可分成狹義與廣義兩類，狹義的 NTN 包括衛星網路（satellite network）、高空平臺 HAPS 與空對地（air-to-ground）網路；廣義的 NTN 則包含狹義的 NTN 與無人機[679]。

NTN 業者 Viasat、Terrestar Solutions、Ligado Networks、Omnispace 和 Yahsat 於 2024 年 2 月 9 日宣布成立行動衛星服務協會（Mobile Satellite Services Association, MSSA），旨在協調行動衛星服務與標準化設備的整合，創建一個全球設備對設備（device to device, D2D）生態系[680]，MSSA 目前總共持有超過 100MHz 的 L 和 S 頻段頻譜，將幫助擴展全球地面蜂巢式網路[681]。

此外，HAPS 可以快速佈署用於災難復原通信，因為 HAPS 間鏈路的使用允許以最少的地面網路基礎設施提供服務。在 WRC-19 上，已決議 HAPS 頻段進行全球和區域的統一，以促進 HAPS 服務的開發，並允許試驗走向商業佈署。目前部分國家正在進行 HAPS 試驗，以展示 HAPS 在提供寬頻連線、回程連結和災難復原通訊以及邁向商業佈署方面的潛力。同時，HAPS 亦可為電信業者帶來優勢，透過涵蓋更大的區域補充地面網路運作，並能快速佈署。

高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（High-altitude platform stations as IMT base stations, HIBS）係補充地面 IMT 網路，使用與地面 IMT 基地臺相同的頻段。HIBS 和地面 IMT 基地臺服務的用戶設備（user equipment, UE）一致，現有的 UE 已經支援 IMT 確定的頻段，HIBS 應用可以提供彈性並擴大現有 IMT 頻段的使用，以擴大涵蓋範圍並支援不同的應用案例。

HIBS 可以為大範圍（約 31,500km^2）的無服務區域提供低延遲行動通信，包括在農村和偏遠地區。同時，HIBS 可透過電波涵蓋範圍廣大的大型基地臺（super macro cells）增強地面 IMT 網路佈署[682]。

---

[679] 5GAmericas, 2022. 5G And Non-Terrestrial Networks. https://www.5gamericas.org/5g-and-non-terrestrial-networks/

[680] Mobileworldlive, 2024. NTN providers form satellite industry association. https://www.mobileworldlive.com/network-tech/ntn-providers-form-satellite-industry-association/

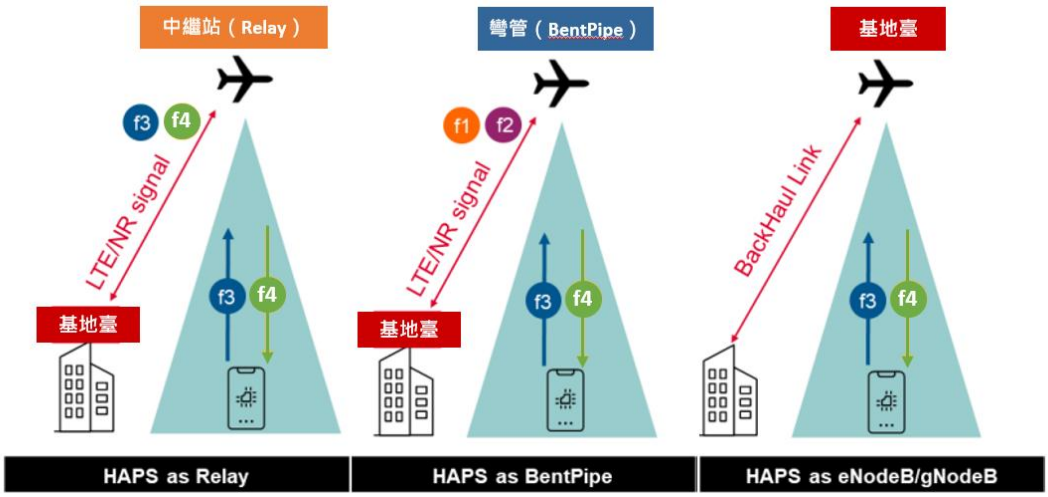
[681] Spacenews, 2024. Satellite operators join forces to chase direct-to-smartphone opportunity. https://spacenews.com/satellite-operators-join-forces-to-chase-direct-to-smartphone-opportunity/

[682] Techblog, 2021. ITU-R Future Report: high altitude platform stations as IMT base stations (HIBS). https://techblog.comsoc.org/2021/02/17/itu-r-future-report-high-altitude-platform-stations-as-imt-base-stations-hibs/

一、HAPS、HIBS 定義

國際電信聯合會（International Telecommunications Union, ITU）《無線電規則（Radio Regulations, RR）》將高空平臺（High Altitude Platform Station, HAPS）定義為位於海拔 20 至 50 公里的物體上，相對於地球指定的、標稱的、固定點的無線電臺[683]。

根據 ITU 定義，HAPS 系統可用於為終端用戶提供固定寬頻連接，以及用於後端網路（backhaul）流量的行動網路和核心網路之間的傳輸鏈路。兩種類型的 HAPS 應用皆可以在偏遠地區（包括山區、沿海和沙漠地區）實現無線寬頻佈署。HAPS 可作為中繼站（Relay）、彎管（BentPipe）和基地臺，以不同方式輔助無線電信業者提升涵蓋率，參見圖 6.3.1。



資料來源：GSMA, 2022. High Altitude Platform Systems. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/technologies/networks/wp-content/uploads/2022/02/HAPS-Towers-in-the-skies-draft-v-2.1-clean.pdf

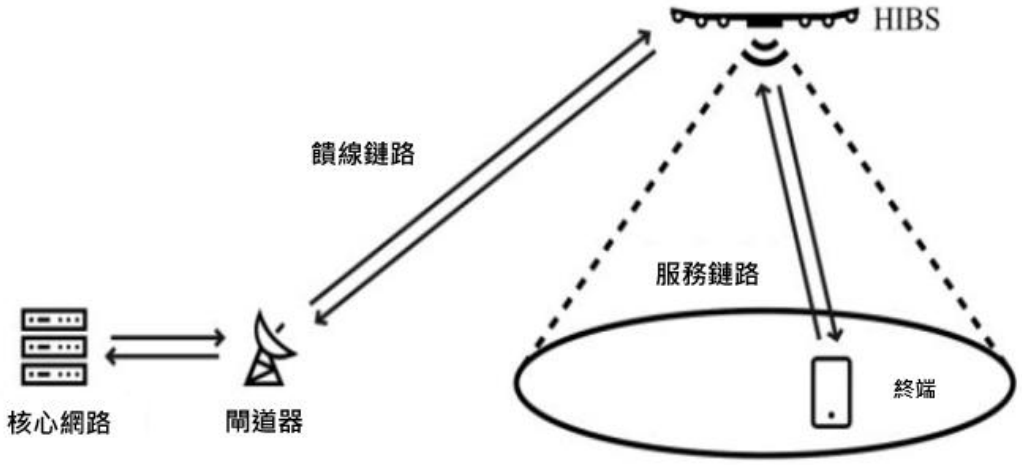
圖 6.3.1　HAPS 的通訊模式

HAPS 系統可搭載的無人載具，可以為三種形式，分別為飛機（例如使用太陽能或機載能源的動力固定翼飛機）、飛行船與熱氣球。此外，HAPS 具有三大關鍵應用，包含衛星通訊的中繼站、空中行動通訊基地臺、與空中持續性監測。其中，ITU、3GPP 等國際組織則針對 HAPS 空中行動通訊基地臺作為討論重點。HAPS 於空氣流動相對穩定的平流層中運行，在其涵蓋範圍內可維持穩定之通訊品質。再者，相較於地面網路設備，以 HAPS 可使終端設備在移動過程中不需頻繁切換基地臺，可獲得更佳的網路品質，並且設計為可長時間運行在太陽輻射高、溫度低的環境中[684]。

[683] ITU, 2022. HAPS – High-altitude platform systems. https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/High-altitude-platform-systems.aspx

[684] GSMA, 2021. High Altitude Platform Systems: Towers in the Skies. https://www.gsma.com/solutions-

ITU RR 中第 213 號決議（WRC-23）、第 218 號決議（WRC-23）和第 221 號決議（Rev.WRC-23）定義 HIBS 為高空平臺用作國際行動通信系統基地臺，使用與地面 IMT 基地臺相同的頻段。ITU 決議中定義 HIBS 係位於海拔 18 公里至 25 公里之間運行，其通訊方式可藉由服務鏈路與終端來回傳輸，亦可藉由饋線鏈路透過閘道器與核心網路來回傳輸，參見圖 6.3.2。



資料來源：Ericsson, 2021. A Primer on HIBS -- High Altitude Platform Stations as IMT Base Stations. http://www.arxiv.org/pdf/2101.03072v1

圖 6.3.2　HIBS 的通訊模式

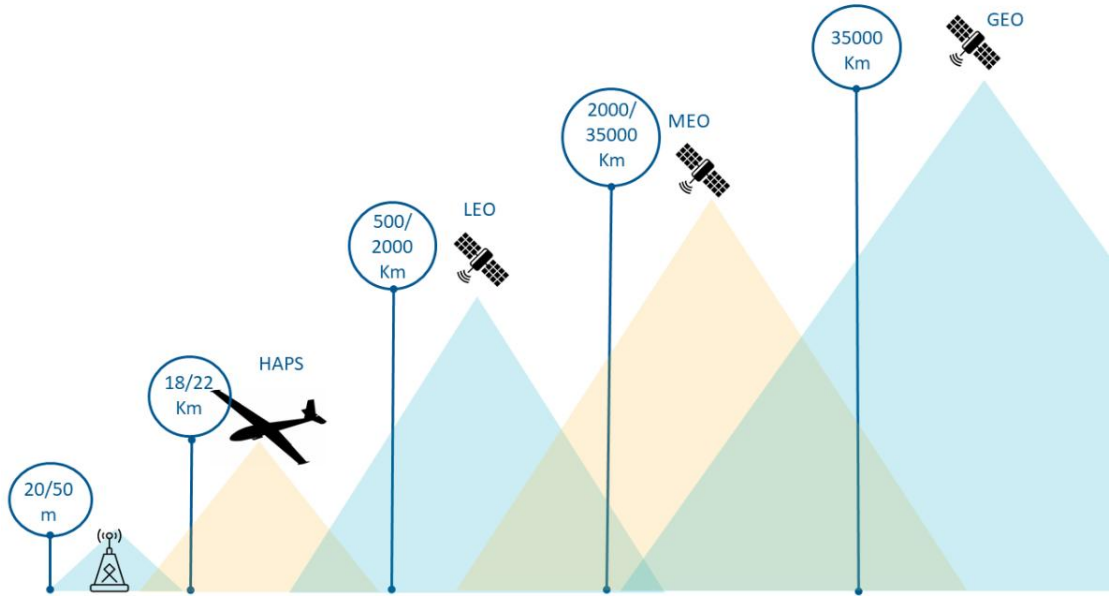
根據 3GPP 於 2024 年 5 月 14 日發布的「非地面網路（Non-Terrestrial Networks, NTN）」報告指出，NTN 係一種在地球表面上方運作的無線通訊系統，包括 HAPS 和不同的衛星星座來承載傳輸設備中繼節點（relay node）或基地臺[685]。

非地面網路載體包含太空載體與空中載體，其中太空載體包含同步軌道（GEOstationary Earth Orbit, GEO）衛星、中地球軌道（Medium Earth Orbit, MEO）衛星，以及低軌道（Low Earth Orbit, LEO）衛星；空中載體則是指 HAPS。兩者之間的主要差異係距離地表的高度有所不同，HAPS 相對所處的高度位置最低[686]，參照圖 6.3.3。HAPS 提供之網路涵蓋能力雖不及太空載體，但對於來回通訊延遲（Round-trip delay time）之方面，則因距離地表最近而成為優勢，相較於太空載體有較低的來回通訊延遲。同時，因距離地表最近，故可提供相較衛星更高之空間解析度。

and-impact/technologies/networks/gsma_resources/high-altitude-platform-systems-haps-whitepaper-2021/

[685] 3GPP, 2024. Non-Terrestrial Networks (NTN). https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview

[686] GSMA, 2022. High Altitude Platform Systems. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/technologies/networks/wp-content/uploads/2021/06/GSMA-HAPS-Towers-in-the-skies-Whitepaper-2021.pdf



資料來源：GSMA, 2022. High Altitude Platform Systems. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/technologies/networks/wp-content/uploads/2021/06/GSMA-HAPS-Towers-in-the-skies-Whitepaper-2021.pdf

圖 6.3.3　衛星系統和 HAPS 系統相對位置高度

二、ITU 頻率規劃

HAPS 所使用之頻段，係依據 ITU 建議部分第 1 區、第 3 區 HAPS 全球廣域使用之頻段，在 WRC-12 已決議規劃在 6440-6520MHz、6560-6640MHz 頻段用於 HAPS 的閘道器鏈路；WRC-19 已同意 31-31.3GHz 和 38-39.5GHz、47.2-47.5GHz 和 47.9-48.2GHz 頻段可供全球 HAPS 的管理機構使用。根據 ITU 頻段用途劃分，將以下頻段用途劃分為：

- 31-31.3GHz 固定、行動、衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）、太空研究；
- 38-39.5GHz 固定、衛星固定（太空對地球）、行動、衛星地球探測（太空對地球）；
- 47.2-47.5GHz 固定、衛星固定（地球對太空）、行動；
- 47.9-48.2GHz 固定、衛星固定（地球對太空）、行動。

同時，WRC-19 同意 27.9-28.2GHz 部分第 3 區使用。另外，WRC-19 已同意 21.4-22GHz 和 24.25-27.5GHz 頻段可用於第 2 區固定通信服務中的 HAPS[687]。

[687] ITU, 2022. HAPS – High-altitude platform systems. https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/High-altitude-platform-systems.aspx

依據 ITU RR 於 2024 年報告之新增與修定[688]，已決議下列 HAPS 頻段使用於 ITU 指定之區域，包含（參照表 6.3.1）：

- 6440-6520MHz、6560-6640MHz（部分第 1 區、第 3 區）；
- 21.4-22GHz（第 2 區）；
- 24.25-25.25GHz（第 2 區）；
- 25.25-27.5GHz（25.25-27.0GHz、27.0-27.5GHz）（第 2 區）；
- 27.9-28.2GHz（部分第 1 區、第 3 區）；
- 31-31.3GHz（全球範圍）；
- 38-39.5GHz（全球範圍）；
- 47.2-47.5GHz、47.9-48.2GHz（全球範圍）。

表 6.3.1　2024 年 ITU RR 註腳 HAPS 之頻段

用途	頻段	使用區域		
		第 1 區	第 2 區	第 3 區
HAPS	6440-6520MHz、6560-6640MHz[689]	v（部分）		v（部分）
	21.4-22GHz[690]		v	
	24.25-25.25GHz[691]		v	
	25.25-27.5GHz（25.25-27.0GHz、27.0-27.5GHz）[692]		v	
	27.9-28.2GHz[693]	v（部分）		v（部分）
	31-31.3GHz[694]	v	v	v
	38-39.5GHz[695]	v	v	v
	47.2-47.5GHz、47.9-48.2GHz[696]	v	v	v

資料來源：ITU, 2024. Radio Regulations. https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2024/

依據 2024 年 ITU RR 已決議 HIBS 系統使用 2.7GHz 以下的部分 IMT 頻段，包含已經同意 HIBS 可在 694-960MHz、1710-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz、與 2500-2690MHz 等頻段對地面行動端提供行動通信服務。其中，詳細 HIBS 頻段使用於 ITU 指定之區域包含（參照表 6.3.2）：

- 694-960MHz 頻段或其部分頻段（第 1 區）；
- 698-960MHz 頻段或其部分頻段（第 2 區）；

[688] ITU, 2024. Final Acts WRC-23. https://www.itu.int/en/publications/ITU-R/pages/publications.aspx?parent=R-ACT-WRC.16-2024&media=electronic
[689] ITU RR（2024 年）5.457 決議。
[690] ITU RR（2024 年）5.530E 決議。
[691] ITU RR（2024 年）5.532AA 決議。
[692] ITU RR（2024 年）5.534A 決議。
[693] ITU RR（2024 年）5.537A 決議。
[694] ITU RR（2024 年）5.543B 決議。
[695] ITU RR（2024 年）5.550D 決議。
[696] ITU RR（2024 年）5.552A 決議。

- 703-733MHz、758-788MHz、890-915MHz、935-960MHz 頻段或其部分頻段（部份第 3 區）；
- 1710-1980MHz（全球範圍）；
- 2010-2025MHz（第 1 區、第 3 區）；
- 2110-2170MHz（第 1 區、第 3 區）；
- 2110-2160MHz（第 2 區）；
- 2500-2690MHz（第 1 區、第 2 區）；
- 2500-2655MHz（第 3 區）。

表 6.3.2　2024 年 ITU RR 註腳 HIBS 之頻段

用途	頻段	使用區域		
		第 1 區	第 2 區	第 3 區
HIBS	694-960 MHz 頻段或其部分頻段[697]	v		
	698-960 MHz 頻段或其部分頻段[698]		v	
	703-733MHz、758-788MHz、890-915MHz、935-960MHz 頻段或其部分頻段[699]			v（部分）
	1710-1980 MHz[700]	v	v	v
	2010-2025 MHz[701]	v		v
	2110-2170 MHz[702]	v		v
	2110-2160 MHz[703]		v	
	2500-2690 MHz[704]	v	v	
	2500-2655 MHz[705]			v

資料來源：ITU, 2024. Radio Regulations. https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2024/

根據 WRC 決議（第 3 區）HAPS、HIBS 頻段應用對照 ITU RR 分配，可見 ITU RR 係將新增之 HAPS、HIBS 頻段加註至 ITU 註腳，而有關 ITU 之 HAPS、HIBS 頻段用途劃分並無變更(參照下表 6.3.3)。

[697] ITU RR（2024 年）5.312B 決議。
[698] ITU RR（2024 年）5.312B 決議。
[699] ITU RR（2024 年）5.314A 決議。
[700] ITU RR（2024 年）5.388A 決議。
[701] ITU RR（2024 年）5.388A 決議。
[702] ITU RR（2024 年）5.388A 決議。
[703] ITU RR（2024 年）5.388A 決議。
[704] ITU RR（2024 年）5.409A 決議。
[705] ITU RR（2024 年）5.409A 決議。

表 6.3.3　WRC 決議（第 3 區）HAPS、HIBS 頻段應用對照 ITU RR 分配

WRC 場次	WRC 決議（第 3 區）	HAPS/HIBS	ITU 頻段用途劃分	ITU 腳註	我國依 ITU《無線電規則》第 3 區頻率使用的規定
WRC-07	1885-1980MHz 2010-2025MHz 2110-2170MHz	HIBS	● 1710-1930MHz 固定、行動 ● 1930-1970MHz 固定、行動 ● 1970-1980MHz 固定、行動 ● 2010-2025MHz 固定、行動 ● 2110-2120MHz 固定、行動、太空研究（深太空）（地球對太空） ● 2120-2160MHz 固定、行動 ● 2160-2170MHz 固定、行動	● 根據第 221 號決議（WRC-07，修訂版），第 1 區和第 3 區的 1885-1980MHz、2010-2025MHz 和 2110-2170MHz 頻段和 2 區的 1885-1980MHz 和 2110-2160MHz 頻段提供 HIBS 使用。HIBS 頻段的使用不妨礙在這些頻段中已有劃分的任何用途電臺對這些頻段的使用，亦未在 ITU RR 中確立優先地位。（WRC-12）	● 1710-1980MHz 固定（主）及行動（主） ● 2010-2025MHz 固定（主）及行動（主） ● 2110-2120MHz 固定（主）、行動（主）、太空研究（深太空）（地球對太空）（主） ● 2120-2170MHz 固定（主）、行動（主）
WRC-19	31-31.3GHz 38-39.5GHz 47.2-47.5GHz 47.9-48.2GHz	HAPS	● 31-31.3GHz 固定、行動、衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）、太空研究 ● 38-39.5GHz 固定、衛星固定（太空對地球）、行動、衛星地球探測（太空對地球） ● 47.2-47.5GHz 固定、衛星固定（地球對太空）、行動 ● 47.9-48.2GHz 固定、衛星固定（地球對太空）、行動	● 31-31.3GHz 頻段的固定用途劃分在全球範圍內確定用於高空平臺（HAPS）。此確立不排除在該頻段內案共同主要用途劃分的其他固定用途應用或其他用途使用此頻段，亦未在 ITU RR 中確立優先地位。（WRC-19） ● 38-39.5GHz 頻段的固定用途劃分在全球範圍內確定由實施高空平臺（HAPS）的主管部門使用。在 HAPS 到地面方向，HAPS 地面基地臺不得	● 31-31.3GHz 固定（主）、行動（主）、衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次）、太空研究（次） ● 38-39.5GHz 固定（主）、衛星固定（太空對地球）（主）、行動（主）、衛星地球探測（太空對地球）（次） ● 47.2-50.2GHz 固定（主）、衛星固定（地球對太空）

WRC 場次	WRC 決議（第 3 區）	HAPS/HIBS	ITU 頻段用途劃分	ITU 腳註	我國依 ITU《無線電規則》第 3 區頻率使用的規定
				要求固定、行動和衛星固定用途的電臺提供保護。這種確定並不排除已在該頻段獲得劃分的其他固定用途應用或已同為主要用途的其他用途使用該頻段，且亦未在 ITU RR 中確立優先地位。此外，衛星固定用途、固定用途和行動用途的發展不得受到 HAPS 不必要的限制。（WRC-19） ● 47.2-47.5GHz 和 47.9-48.2GHz 頻段內的固定用途劃分確定用於高空平臺（HAPS）。固定用途的這種使用並不妨礙以同等主要使用條件在此頻段獲得劃分的任何用途的應用使用此頻段，亦未在 RR 中確立優先權。HAPS 對 47.2-47.5GHz 和 47.9-48.2GHz 頻段固定用途劃分的此類使用須符合第 122 號決議(WRC-19，修訂版）的規定。（WRC-19）	（主）、行動（主）

WRC 場次	WRC 決議（第 3 區）	HAPS/HIBS	ITU 頻段用途劃分	ITU 腳註	我國依 ITU《無線電規則》第 3 區頻率使用的規定
WRC-23	694-960MHz 1710-1980MHz 2010-2025MHz 2110-2170MHz 2500-2655MHz	HIBS 系統使用 2.7GHz 以下的部分 IMT 頻段，對地面行動端提供行動通信服務。	● 694-960MHz 該頻段所劃分的不同用途，包括行動、航空無線電導航、固定和廣播用途。 ● 1710-1980MHz、2010-2025MHz 和 2110-2170MHz 頻段劃分給同為主要用途的固定和行動用途。2500-2690MHz 頻段劃分給同為主要用途的固定和行動用途。	● 第 2 區 698-960MHz 頻段或其他頻段，1 區 694-960MHz 頻段或其部分頻段，確定供 HIBS 使用。這種確定不排除在這些頻段中已有劃分的任何業務應用對這些頻段的使用，亦未在 ITU RR 中確立優先地位。HIBS 不得要求現有主要用途提供保護。HIBS 在 694-728MHz、830-835MHz 和 805.3-806.9MHz 頻段中的這種使用限於 HIBS 的接取。（WRC-23） ● 在澳大利亞、馬爾地夫、密克羅尼西亞、巴布紐幾內亞、東加、萬那杜的 698-960MHz 頻段或其部分頻段；以及在中國大陸、南韓、印度、印尼、日本、馬來西亞、菲律賓和泰國的 703-733MHz、758-788MHz、890-915MHz 和 935-960MHz 頻段或其部分頻段，確定供 HIBS 使用。這種確定不排除在這些頻段中已有劃分的任何業務應用對這些頻段的使用，亦未在 ITU RR 中確立優先地位。HIBS 不得要求現有主要用途提供保護。HIBS 在 698-728MHz 和 830-835MHz 頻段中的這種使用限於	● 610-890MHz 固定（主）、行動（主）、廣播（主） ● 890-942MHz 固定（主）、行動（主）、廣播（主）、無線電定位（次） ● 942-960MHz 固定（主）、行動（主）、廣播（主） ● 1710-1980MHz 固定（主）、行動（主） ● 2010-2025MHz 固定（主）、行動（主） ● 2110-2120MHz 固定（主）、行動（主）、太空研究（深太空）（地球對太空）（主） ● 2120-2170MHz 固定（主）、行動（主） ● 2500 - 2520MHz 固定（主）、衛星行動（太空對地球）(主)、行動(主)，航空行動除外、衛星行動（太空對地球）（主） ● 2520-2535MHz 固定（主）、衛星行動（太空

WRC 場次	WRC 決議（第 3 區）	HAPS/HIBS	ITU 頻段用途劃分	ITU 腳註	我國依 ITU《無線電規則》第 3 區頻率使用的規定
				HIBS 的接收。（WRC-23） ● 第 1 區和第 3 區將 1710-1980MHz、2010-2025MHz 和 2110-2170MHz 頻段，在第 2 區 1710-1980MHz 和 2110-2160MHz 頻段供 HIBS 使用。這種確定不排除在這些頻段中已有劃分的任何業務應用對這些頻段的使用，亦未在 ITU RR 中確立優先地位。HIBS 不得要求現有主要用途提供保護。（WRC-23） ● 第 1 區和第 2 區將 2500-2690MHz 頻段，在第 3 區將 2500-2655MHz 頻段（2500-2535MHz 頻段限於 3 區的 HIBS 接取）供 HIBS 使用。這種確定不排除在這些頻段中已有劃分的任何業務應用對這些頻段的使用，亦未在 ITU RR 中確立優先地位。HIBS 不得要求現有主要用途提供保護。（WRC-23）	對地球）（主）、行動（主），航空行動除外、衛星廣播（主） ● 2535-2655MHz 固定（主）、行動（主），航空行動除外、衛星廣播（主）

資料來源：ITU, 2024. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR

三、HAPS、HIBS 應用情境

根據 GSMA 報告指出，HAPS 可以支援已開發及開發中市場的應用，以下臚列各種應用案例[706]：

- 綠地涵蓋(Greenfield Project)：在沒有蜂巢式網路的區域提供涵蓋。
- 減少白點（White spot reduction）：填補蜂巢式網路涵蓋範圍的空白區域。
- 緊急通訊、災難復原：備份受損的地面網路。
- 物聯網（IoT）：連接感測器、電器、機器和車輛。
- 活動、旅遊熱點的臨時涵蓋：增加特定地點的額外容量。
- 固定無線存取：佈署固定線路的寬頻替代方案。
- 城市空中交通和無人機的連接：提供更好的空中連接。
- 專用網路：使公司能夠佈署自己的蜂巢式連接。
- 地面基地臺後端網路：將基地臺和邊緣資料中心連接到網路。
- 擴大海上涵蓋範圍：提供靠近海岸的連接。

HAPS 可能的佈建樣態，包含：

- 專用：在專用佈署場景中，行動通信業者導入 HAPS 供自己使用，以獲得競爭中的業務優勢。
- 共享：HAPS 可以作為參與的行動通信業者的合資企業進行佈署，平臺成本由業者分擔，可以降低資本投資和營運成本負擔。
- 中立租賃商：在中立租賃商模型中，私人公司將佈署和營運 HAPS，並以「平臺即服務」模型提供給業者。
- 政府：政府可以將 HAPS 佈署用於民用或軍事用途。

四、HAPS、HIBS 發展現況

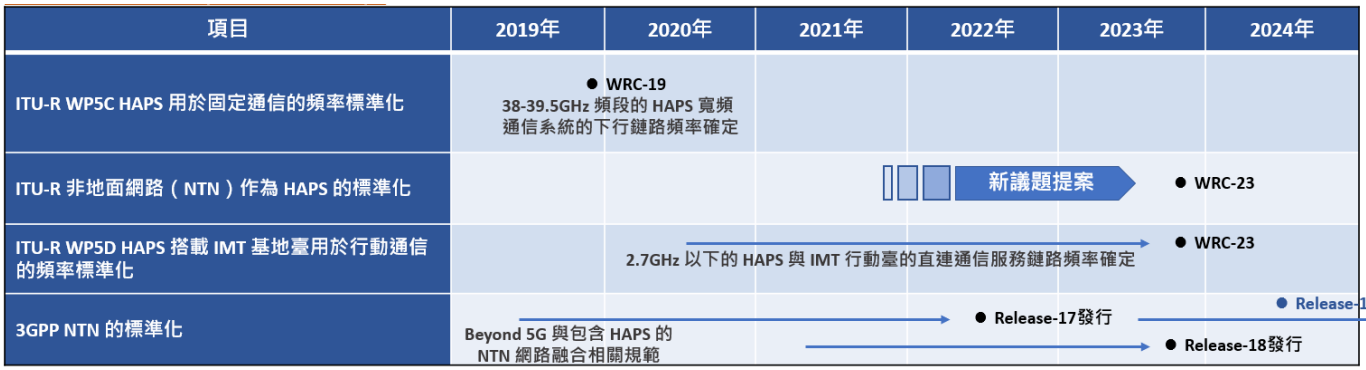
（一）HAPS、HIBS 國際標準發展情形

隨著 HAPS 國際標準化趨勢，ITU-R WP 5C（Working Party 5C）對於 HAPS 用於固定通信的頻率標準化，已於 WRC-19 在 38-39.5GHz 頻段確立 HAPS 寬頻通信系統的下行鏈路頻率。另外，在 ITU-R NTN 作為 HAPS 的標準化、ITU-R WP5D HAPS 搭載 IMT 基地臺用於行動通信的頻率標準化方面，皆已於 WRC-23 進行相關討論。此外，有關

[706] GSMA, 2022. High Altitude Platform Systems: Towers in the Skies (Version 2.0). https://www.gsma.com/solutions-and-impact/technologies/networks/gsma_resources/high-altitude-platform-systems-towers-in-the-skies-version-2-0/

Beyond 5G 與包含 HAPS 的 NTN 網路融合之規範，3GPP 對於 NTN 的標準化，已於 Release-17、Release-18 發行相關規範，未來將於 Release-19 發行最新發展方向[707]，參照表 6.3.4。

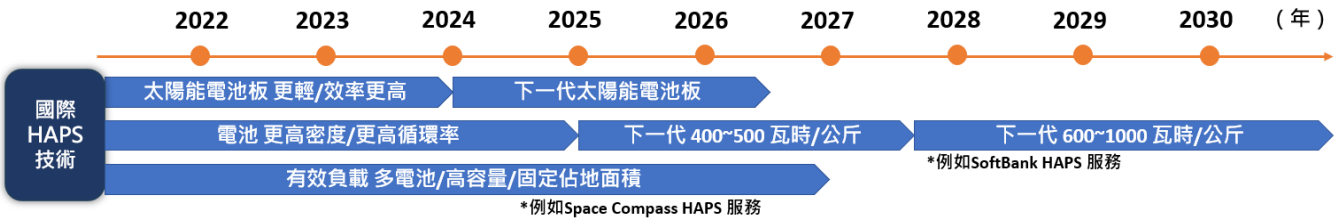
表 6.3.4　HAPS 國際標準化歷程



資料來源：b5g.jp，2023。NTN 技術ロードマップ。https://b5g.jp/w/wp-content/uploads/2023/05/scal_2305_ntnroadmap.pdf

而近年來國際 HAPS 技術發展現況[708]，主要關注議題包含太陽能電池板追求更輕且效率更高、電池更高密度與更高循環率，以及電池的有效負載等，參照表 6.3.5。

表 6.3.5　國際 HAPS 技術發展進程



資料來源：總務省，2024。非地上系ネットワークの現状と将来像。https://www.soumu.go.jp/main_content/000930519.pdf

HAPS、HIBS 產業發展現況根據日商環球訊息有限公司（GII global information, GII）於 2022 年 8 月 11 日發布「全球 HAPS 市場（High Altitude Platforms（HAPS）Market）」調查報告，預測 2022 年至 2030 年期間內，全球 HAPS 市場規模預計將以 9.5%的年複合成長率（Compound Annual Growth Rate, CAGR）增長。隨著 HAPS 用於偏遠地區提供無線通信服務逐漸增加，預計其市場總收入將顯著增長[709]。

[707] b5g.jp，2023。NTN 技術ロードマップ。https://b5g.jp/w/wp-content/uploads/2023/05/scal_2305_ntnroadmap.pdf

[708] 總務省，2024。非地上系ネットワークの現状と将来像。https://www.soumu.go.jp/main_content/000930519.pdf

[709] GII, 2022. High Altitude Platforms (HAPs) Market - Growth, Future Prospects and Competitive Analysis, 2022 – 2030. https://www.gii.tw/report/act1180646-high-altitude-platforms-haps-market-growth-future.html

觀察主要國家 HAPS 服務發展趨勢[710、711]，可看出主要國家相關業者逐步推動 HAPS 之發展，美國、英國、日本、法國和我國[712]皆有 HAPS 相關試驗案例。我國工研院有飛船載具與財團法人電信技術中心進行 HAPS 試驗案例；國際案例方面，在產業界的 HAPS 應用發展中，係以飛船型 HAPS 與固定翼 HAPS 發展較快速[713]。值得注意的是，日本可能成為 HAPS 全球商業應用首例，日本 NTT Docomo 於 2024 年 6 月 3 日宣布透過與歐洲飛機製造商空中巴士的子公司及其他夥伴的合作，預計於 2026 年在日本將 HAPS 無人機通訊服務商業化。

本研究將案例區分為飛船型 HAPS（參照表 6.3.6）與固定翼 HAPS（參照表 6.3.7）兩種，其中包含：

1. 飛船型 HAPS

- 美國 SCEYE 推出 Sceye HAPS，其飛船型 HAPS，長 152 公尺，直徑 40 公尺。
- 法國 Thales Alenia Space 推出 STRATOBUS Thales，為飛船型 HAPS，長 100 公尺，直徑 33 公尺、250 公斤有效負載、5 千瓦電力供應。
- 我國工業技術研究院製作高空飛船，工研院展示 HAPS 技術，包括飛船系統的高空通訊平臺應用技術成果，以飛船載具解決方案說明飛船具有滯空時間較長、空運能力較佳以及成本較低等優勢。

表 6.3.6　飛船型 HAPS 服務發展現況

國家	公司	說明
美國	SCEYE	● Sceye HAPS ● 飛船型 HAPS，長 152 公尺，直徑 40 公尺。
法國	Thales Alenia Space	● STRATOBUS Thales ● 飛船型 HAPS，長 100 公尺，直徑 33 公尺、250 公斤有效負載、5 千瓦電力供應。
我國	工業技術研究院	● 高空飛船 ● 工研院展示 HAPS 技術，包括飛船系統的高空通訊平臺應用技術成果，以飛船載具解決方案說明飛船具有滯空時間較長、空運能力較佳以及成本較低等優勢。

資料來源：總務省，2024。非地上系ネットワークの現状と将来像。https://www.soumu.go.jp/main_content/000930519.pdf

[710] 總務省，2024。非地上系ネットワークの現状と将来像。https://www.soumu.go.jp/main_content/000930519.pdf

[711] Softbank, 2024. Stable Telecommunication for All People and Things HAPS High Altitude Platform Station. https://www.softbank.jp/en/corp/philosophy/technology/special/ntn-solution/haps/

[712] ITRI，2023。韌性網路的通訊技術。https://ictjournal.itri.org.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0M236556470056558161&sid=0N348632203954085532

[713] 亞灣新創園，2021。B5G 世代非地面網路技術發展趨勢：以高空通訊平臺為例。https://www.yawan-startup.tw/News_Card_Content.aspx?n=1494&s=4193

Softbank, 2024. Stable Telecommunication for All People and Things HAPS High Altitude Platform Station. https://www.softbank.jp/en/corp/philosophy/technology/special/ntn-solution/haps/

2. 固定翼 HAPS

- 英國 AIRBUS 推出 Zephyr，其固定翼 HAPS，擁有在平流層滯空 3,000 小時的世界紀錄。
- 英國 Stratospheric Platforms Limited 推出 Stratomast HAP，正在開發以氫為動力源的 HAPS，目標飛行時間超過一週，翼展 60 公尺，載重 140 公斤。
- 日本 HAPSMobile 推出 Sunglider，可到達約 19 公里的高度，並在平流層高空停留 5 小時 38 分鐘。為世界上首次透過平流層固定翼 HAPS 自主飛機成功提供 LTE 連線。

表 6.3.7　固定翼 HAPS 服務發展現況

國家	公司	說明
英國	AIRBUS	● Zephyr ● 固定翼 HAPS，擁有在平流層滯空 3,000 小時的世界紀錄。
英國	Stratospheric Platforms Limited	● Stratomast HAP ● 正在開發以氫為動力源的 HAPS，目標飛行時間超過一週，翼展 60 公尺，載重 140 公斤。
日本	HAPSMobile	● Sunglider ● 到達約 19 公里的高度，並在平流層高空停留 5 小時 38 分鐘。為世界上首次透過平流層固定翼 HAPS 自主飛機成功提供 LTE 連線。

資料來源：總務省，2024。非地上系ネットワークの現状と将来像。https://www.soumu.go.jp/main_content/000930519.pdf
Softbank, 2024. Stable Telecommunication for All People and Things HAPS High Altitude Platform Station. https://www.softbank.jp/en/corp/philosophy/technology/special/ntn-solution/haps/

五、議題研析

有關 HAPS、HIBS 適用於我國之建議，本研究認為在規劃 HAPS 頻譜核配時應依循《電信管理法》第 56 條，若 HAPS 屬專用性質，應依《電信管理法》第 56 條第 1 項第 1 款進行頻率核配；若為商用，則依《電信管理法》第 56 條第 1 項第 3 款進行頻率核配。對於 HIBS 發展，研究建議採用「全區執照包含空中」方案，這將提升頻譜使用效率、擴大行動通信涵蓋，並降低建設成本，加速技術應用，特別在偏遠地區及緊急救助場景中具有重要作用，參照表 6.3.8。

表 6.3.8　建議我國 HAPS、HIBS 之頻率監理方案

項目	方案	優點	缺點
HAPS	HAPS 核配機制	● 頻率核配手續與我國先前	-

	採用《電信管理法》第 56 條	專用性質或商用性質相同，較易於申請和實施	
HIBS	全區執照包含空中	● 提升頻譜使用效率 ● 網路效能優化 ● 減少相同頻段系統之間干擾問題 ● 降低建設成本 ● 法規限制較少 ● 緊急和偏遠地區通信保障	● 對其他無線電的潛在干擾風險 ● 可能涉及《民航法》飛航問題 ● 技術與營運挑戰 ● 新進業者較難進入市場

資料來源：本研究彙整。

本研究 HAPS 部分建議係參考國際規範，根據 ITU 的註腳來提出我國「中華民國無線電頻率分配表」備註欄的相關建議。目前數發部有相關計劃進行 HAPS 相關試驗，例如「應變或戰時應用新興科技強化通訊網路數位韌性驗證計畫」（112-113 年）前瞻計畫。在 HAPS 頻譜釋出方面，視未來審驗成果，數發部將會在下一個階段去做頻譜釋出方式規劃並更新頻段，以及屆時通傳會須確立相關審驗等機制。

（一）立即可行建議

1. 我國 HAPS、HIBS 建議以補充涵蓋及災防用途為主

隨著 6G 技術的發展，網路建設從 2D 平面逐漸轉向 3D 立體結構，其中 HAPS 和 HIBS 為增強網路韌性的技術之一。有鑑於我國三大電信業者在我國涵蓋率高達約 98%，本研究認為，我國應補強部份未涵蓋地區提供訊號的補充；另外，在防災用途，例如今年我國 0403 花蓮大地震需要臨時支援災區進行即時通訊，亦可考量採用 HIBS 作為災防目的用途之通訊方式。同時，參照國際趨勢之發展，本研究建議 HAPS 和 HIBS 應用情境應以遠地區的補充涵蓋和緊急救災用途為主，建議主管機關逐步推動相關發展，並與相關利益相關人多方討論與評估，邁向推動商業化之趨勢。

2. 建議未來修訂頻率分配表備註欄新增 HIBS 頻段

有鑑於 WRC-23 已確立第 3 區 HIBS 頻段分配，鄰近國家如日本電信業者 NTT Docomo 已宣布預計於 2026 年將高空平臺基地臺商用化，建議主管機關修訂頻率分配表備註欄，並視政策需求與產業發展情形，以不干擾現有合法使用且不可要求保護前提下開放使用。WRC-23 決議第 3 區 694-960MHz、1710-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz、2500-2655MHz 供 HIBS 使用。

研究團隊建議依據 WRC-23 決議將高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）視為行動通信頻率，並同 ITU 腳註方式，於「中

華民國無線電頻率分配表」備註 WRC-23 決議之 HIBS 頻段可供 HIBS 於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用，即為核配之附加條件。中華民國無線電頻率分配表備註欄新增 HIBS 應用修訂建議，參照下表 6.3.9。

3. HAPS 頻率核配建議採《電信管理法》第 56 條

自國際 HAPS 頻率用途角度觀之，HAPS 係被視為固定服務的一部份。爰此，我國 HAPS 頻率核配建議依據《電信管理法》第 56 條進行區分，專用性質可採用公共服務或自用網路的頻率核配，而商用性質則需比照微波鏈路當中的固定微波核配方式。

4. 現行電臺設置使用管理辦法適用於 HAPS

現行電臺設置管理辦法可適用於 HAPS，不過仍須留意設備審驗和資安要求，尤其涉及跨國設備時需符合我國規範。同時，需確保 HAPS 的使用是否涉及《民航法》相關規範。HAPS 若以設備租賃模式，亦需考量成本、航道和《民航法》。

5. 建議未來開放 HIBS 應用前先進行干擾測試實驗

為確保不對既有頻率使用者造成干擾之疑慮，建議後續藉由實地驗證或模擬等，訂定相關技術參數及干擾防護措施。前期測試與規範訂定將有助於提升 HIBS 應用的安全性與可靠性，促進其有效商業化推廣。

6. 建議確認 HIBS 與《民航法》之間的干擾情形

HIBS 須在運行過程中特別注意與《民航法》相關的空域管理和安全規範，避免對民航活動造成干擾。屆時，頻率管理和干擾問題須處理妥當，以保障合法通訊的使用，並促進 HIBS 技術的有效運用。

7. 建議由地面行動通信業者作為設置 HIBS 之主體

由於 HIBS 概念上係將 IMT 基地臺建置於海拔 18 公里至 25 公里之高度位置，技術上由同一系統組成可降低干擾處理風險並確保系統之互通性，在規管上建議可延伸現有規管機制，由地面 IMT 業者視商業考量或配合政策需求，靈活透過以自己名義建置、組合自建及他人自建進行設置。

8. HIBS 頻率核配之既有使用者，其頻率使用證明建議可用於 HIBS

就現階段而言，我國產、官、學就我國未來 HIBS 頻段已有獲頻率核配之既有使用者，其共識為頻率使用證明可用於 HIBS，我國全

區執照包含空中使用權。本研究建議，根據 WRC-23 決議，HIBS 歸類為行動通信頻譜，且不具優先權，建議可依 WRC-23 之 HIBS 頻段採擴大既有行動通信用途之作法。

本研究認為，除 HIBS 使用與地面 IMT 基地臺相同的頻段外，我國電臺執照之現行法規無限制基地臺建設高度，不過須依據《電信管理法》第 37 條第 1 項經主管機關核准變更營運計畫及網路設置計畫等行政流程。即可依現行法規允許 HIBS 頻率核配之既有使用者建置 HIBS。

（二）中長期建議

1. 建議修訂頻率分配表備註欄新增 HAPS 頻段

除我國現行頻率分配表備註欄說明 1885-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz 頻段可供 HAPS 使用外，本研究建議可參考 WRC-19 決議之 HAPS 頻段（31-31.3GHz、38-39.5GHz、47.2-50.2GHz 頻段），以及未來 WRC-27 決議之 HAPS 頻段，於「中華民國無線電頻率分配表」備註 WRC 決議之 HAPS 頻段可供 HAPS 於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用，即為核配之附加條件。中華民國無線電頻率分配表備註欄新增 HAPS 應用修訂建議，參照附錄二十。

2. 建議考量 HIBS 涵蓋範圍納入普及率

考慮到未來採用 HIBS 技術，可能有利於降低偏遠地區、山林基地臺的維護成本，建議於未來偏鄉或山林基地臺規劃或汰換時，可參考 HIBS 技術發展、成本效益等，進行有效整合和逐步替換的評估。而於頻率使用費促進頻率有效利用、社會福利之相關政策，或可將 HIBS 涵蓋範圍納入既有電波人口涵蓋率之計算，並可評估是否另增地理涵蓋率的新係數作法。此外，亦可考量 HIBS 之應用情境，設計促進業者推動擴大偏遠地區與社會福利的 HIBS 應用。

3. 建議可因應未來出現之 HIBS 共用情境進行法規調適

我國建立 HIBS 機制之虞，考量 HIBS 成本高昂，如電信事業有意藉由合作方式引進 HIBS 提供服務，建議可通盤考量我國適用之 HIBS 共用情境，因應共頻、共網、共站、共構等需求，進行法規調適，例如，修訂「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條或依據「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條採公告之方式，開放 HIBS 共用頻段，以降低建設成本。

4. 考量中長期 HIBS 有寬頻與新興應用需求，需確立 HIBS 的新頻

段釋出之相關規範

HIBS 技術近年日趨成熟，考量未來若釋出 HIBS 新頻段與 IMT 既有釋出頻段方式有所不同，建議主管機關未來若釋出 HIBS 新頻段時，應制定明確訂定頻譜管理政策，權衡既有使用者和新進業者之間的利益。同時，可考慮推出相關激勵措施，將會允許更多業者參與競爭，促進技術創新和市場發展。

5. 建議持續關注國際上 WRC 未來 HAPS 和 HIBS 發展趨勢

惟本研究認為，我國可持續追蹤國際對於 HAPS 和 HIBS 於 WRC-27 會前之相關討論，趨近 WRC-27 時，HAPS 和 HIBS 技術相關規範方向將逐漸明朗化，以利掌握國際最新趨勢動態。

表 6.3.9　中華民國無線電頻率分配表修正建議

修正規定				現行規定		
貳、無線電用途分配表				貳、無線電用途分配表		
	ITU 無線電規則	中華民國規定		ITU 無線電規則	中華民國規定	
	第三區域	頻段業務分配	備註	第三區域	頻段業務分配	備註
MHz	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	694-960 WRC-23 決議可供 IMT-2000 高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 703 - 803 供行動通信使用 790 - 960 WRC-07 決議可供 IMT 使用 614 - 703、748 - 758、794 - 806 供低功率無線電麥克風及無線耳機 於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用 839-847 供民生公用事業之智慧型讀表系統使用	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	703 - 803 供行動通信使用 790 - 960 WRC-07 決議可供 IMT 使用 614 - 703、748 - 758、794 - 806 供低功率無線電麥克風及無線耳機 於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用 839-847 供民生公用事業之智慧型讀表系統使用
	890-942 固定（主） 行動（主） 廣播（主） 無線電定位（次）	890-942 固定（主） 行動（主） 廣播（主） 無線電定位（次）	885 - 915, 930 - 960 供行動通信使用 920 - 925 供低功率物聯網設備（低功率射頻電機）在次要條件下使用 920 - 928 供無線射頻辨識系統（RFID）使用 922 - 926 供國道高速公路收費系統使用	890-942 固定（主） 行動（主） 廣播（主） 無線電定位（次）	890-942 固定（主） 行動（主） 廣播（主） 無線電定位（次）	885 - 915, 930 - 960 供行動通信使用 920 - 925 供低功率物聯網設備（低功率射頻電機）在次要條件下使用

	942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	926 - 928 供 0.5W 以下低功率海上活動示標器在海上以次要條件使用	942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	920 - 928 供無線射頻辨識系統（RFID）使用 922 - 926 供國道高速公路收費系統使用 926 - 928 供 0.5W 以下低功率海上活動示標器在海上以次要條件使用
	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710 - 1885 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 1710 - 1785, 1805 - 1880 供行動通信使用 1880 - 1895 供室內用無線專用交換機（Wireless PABX）及家用有線電話無線主副機（ Cordless Phone）使用 1790 - 1805 供低功率無線電麥克風及無線耳機於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用 1885 - 1980, 2010 - 2025 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 1710-1980 WRC-23 決議可供高空平臺用作國際行動通信系統基地臺(HIBS)於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 1920 - 1980 供行動通信使用 1980 – 2010 WARC-92 決議供衛星行動通信	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710 - 1885 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 1710 - 1785, 1805 - 1880 供行動通信使用 1880 - 1895 供室內用無線專用交換機（ Wireless PABX）及家用有線電話無線主副機（ Cordless Phone）使用 1790 - 1805 供低功率無線電麥克風及無線耳機於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用 1885 - 1980, 2010 - 2025 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 1920 - 1980 供行動通信使用 1980 - 2010 WARC-92 決議供衛星行動通信使用
	2010-2025 固定（主） 行動（主）	2010-2025 固定（主） 行動（主）		2010-2025 固定（主） 行動（主）	2010-2025 固定（主） 行動（主）	

			使用			
MHz	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110 - 2200 計劃供 IMT-2000 使用 2110 - 2170 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 2110 - 2170 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 2110 - 2170 供行動通信使用 2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用 WARC-92 決議供衛星數位語音廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用 WARC-92 決議供衛星行動通信使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110 - 2200 計劃供 IMT-2000 使用 2110 - 2170 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 2110 - 2170 供行動通信使用 2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用 WARC-92 決議供衛星數位語音廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用 WARC-92 決議供衛星行動通信

			衛星通信使用			使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用
	2120-2170 固定（主） 行動（主）	2120-2170 固定（主） 行動（主）		2120-2170 固定（主） 行動（主）	2120-2170 固定（主） 行動（主）	
	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500-2655 WRC-23 決議可供高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用 WARC-92 決議供衛星數位語音廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用 WARC-92 決議供衛星行動通信使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用 WARC-92 決議供衛星數位語音廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用 WARC-92 決議供衛星行動通信使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用
	2520-2535 固定（主） 衛星行動	2520-2535 固定（主） 衛星行動（太		2520-2535 固定（主） 衛星行動	2520-2535 固定（主） 衛星行動（太	

	（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）		（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	
	2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）		2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	
GHz	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	31-31.3 WRC-19 決議可供通信高空平臺（HAPS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	-
	38-39.5 固定（主） 衛星固定	38-39.5 固定（主） 衛星固定（太	37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 37 - 37.4 供公眾通信中繼網路使用 37 - 40 WRC-2000 決議可供高密度固定通信	38-39.5 固定（主） 衛星固定	38-39.5 固定（主） 衛星固定（太	37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 37 - 37.4 供公眾通信中繼網路使

	（太空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探測（太空對地球）（次）	空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探測（太空對地球）（次）	（HDFS）使用 WARC-92 決議供衛星地球探測使用 37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 38-39.5 WRC-19 決議可供通信高空平臺（HAPS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 38.3 - 38.7 供公眾通信中繼網路使用	（太空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探測（太空對地球）（次）	空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探測（太空對地球）（次）	用 37 - 40 WRC-2000 決議可供高密度固定通信（HDFS）使用 WARC-92 決議供衛星地球探測使用 37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 38.3 - 38.7 供公眾通信中繼網路使用
	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	47.2-47.5, 47.9-48.2 WRC-19 決議可供通信高空平臺（HAPS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	-

資料來源：本研究彙整。

第四節　公共安全及防災（PPDR）

根據 ITU，公共安全及防災（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）通信可分為公共安全無線電通信（Public Protection Radiocommunication）與救難應變無線電通信（Disaster Relief Radiocommunication）兩大構面[714]。

其中，公共安全無線電通信係用於維護法律及秩序、保護生命及財產，以及處理緊急情況的機構、組織所使用的無線電通信，應用情境包含醫療緊急情況、跨境追捕、奧林匹克運動會等；救難應變無線電通信處理則係指因事故、自然現象或人為，所造成的突發或長期且複雜過程引起對人類生命、健康、財產或環境造成重大及廣泛威脅事故時所使用的無線電通信，應用情境包含嚴重洪水、大火、地震等。

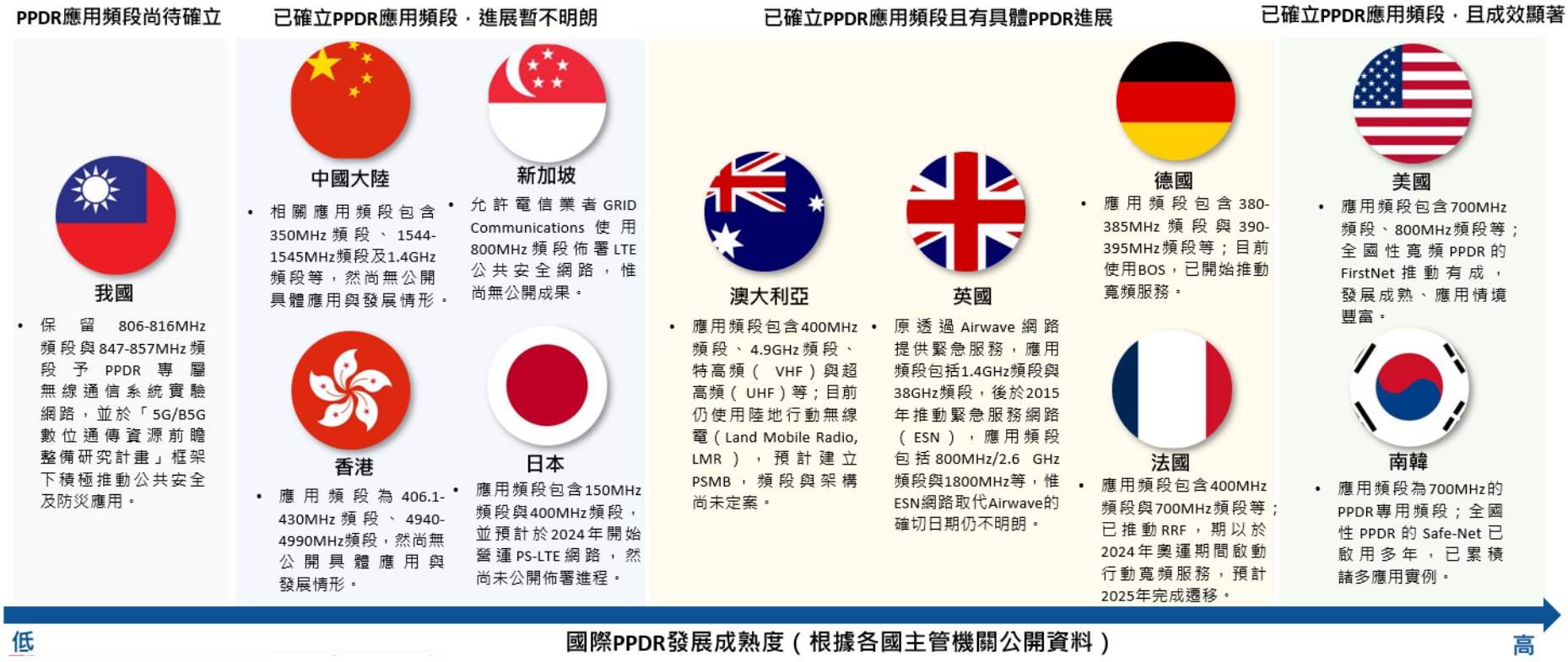
綜觀國際，主要國家／地區日趨重視 PPDR 發展，已陸續建立並完善相關機制。以頻譜資源規劃與管理角度觀之，如何確保公共與救難應變通訊系統之完善與順暢，同時確保數位通傳資源充分供給與和諧運用，實為未來主管機關施政要點。

本研究彙析美國、英國、日本、歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞、中國大陸及我國等主要國家／地區 PPDR 之應用頻段、管理機制、發展現況及未來趨勢於附錄二十一，可以觀察到各國／地區 PPDR 發展進程不一，其中，又屬美國、南韓 PPDR 推動成效最為顯著，德國、法國、英國及澳大利亞亦已有具體 PPDR 進展（見下圖 6.4.1）。

[714] ITU, 2017. Radiocommunication objectives and requirements for Public Protection and Disaster Relief (PPDR). https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2377

國際PPDR發展現況

- 綜觀美國、英國、日本、歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞、中國大陸及我國等國際主要國家／地區，**各國／地區PPDR發展進程不一**，其中，又屬**美國、南韓PPDR推動成效最為顯著，德國、法國、英國及澳大利亞亦已有具體PPDR進展**。



資料來源：本研究彙整。

圖 6.4.1　國際 PPDR 發展現況

本研究自美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞等已確立 PPDR 應用頻段且有具體進展的國際主要國家之 PPDR 使用頻率、技術發展以及服務發展共 3 大面向切入研析如下文。

一、使用頻率

本研究首先概述 ITU 就 PPDR 使用頻率範圍提出的建議，據此剖析美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制使用頻率之國際協調性，並進一步探究前述國家 PPDR 機制使用頻率的頻段位置。本研究發現，前述國家 PPDR 使用頻率具一定的國際協調性，主要植基於 ITU-R M.2015，並集中於 1GHz 以下之低頻段。具體研析如下。

（一）國際協調性

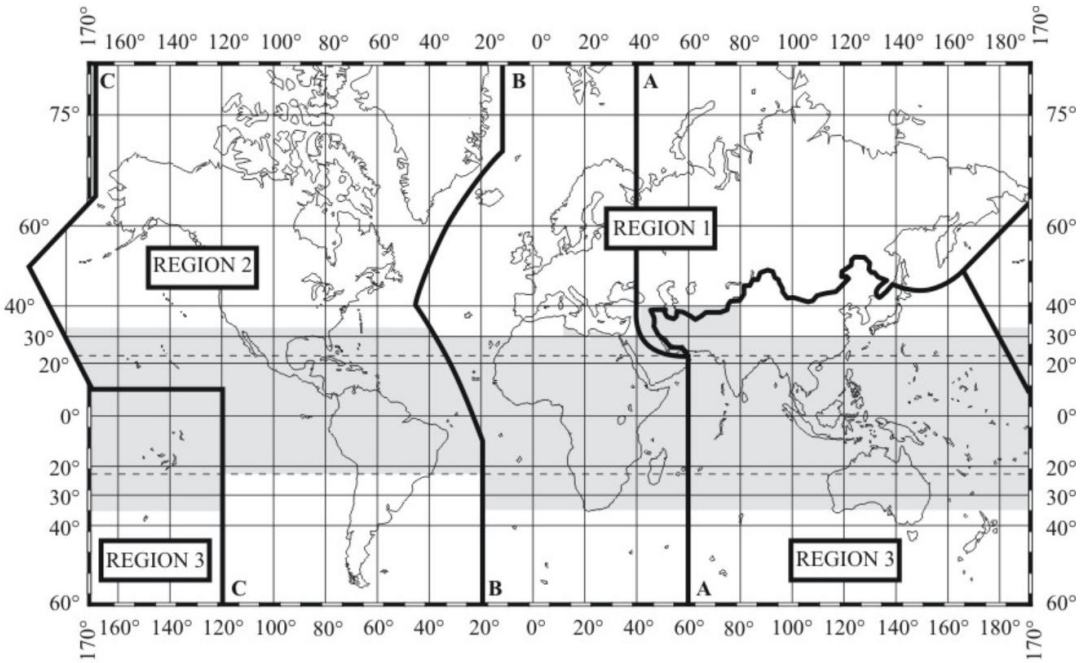
國際 PPDR 使用頻率由各國主管機關視 PPDR 應用場景、需求以及頻譜資源決定之，並無強制性統一作法，然實務上，ITU 就 PPDR 使用頻率發布的文件於國際 PPDR 頻率規劃的領域舉足輕重，各國規劃 PPDR 使用頻率時，普遍會將 ITU 相關文件納入考量，因而達到一定程度之國際協調性。

此外，統一頻譜（harmonized spectrum）具多項益處，ITU 於 2023 年發布的 ITU-R M.2377-2 報告中即臚列 PPDR 統一頻譜的益處[715]，以頻率規劃的角度觀之，相關優勢包含提高頻譜效率（spectrum efficiency）與確保頻譜規劃之穩定性與效率。以整體效益的角度觀之，相關優勢則包含達到設備生產的規模經濟（economies of scale）、確保設備採購的市場競爭、強化救災行動之有效性及俾利跨境合作。

ITU RR[716]將全球劃分為三個區域，作為無線電頻率分配依據（如下圖 6.4.2 與下表 6.4.1），各區域各有特定的頻率分配。

[715] ITU, 2023. Report ITU-R M.2377-2. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2377-2-2023-PDF-E.pdf

[716] ITU, 2020. Radio Regulations, edition of 2020. https://www.itu.int/en/history/Pages/RadioRegulationsA.aspx?reg=1.44



資料來源：ITU, 2020. Radio Regulations, edition of 2020. https://www.itu.int/en/history/Pages/RadioRegulationsA.aspx?reg=1.44

圖 6.4.2　ITU 區域劃分

表 6.4.1　ITU 區域範圍

區域	區域範圍
第一區域	歐洲、非洲、中東波斯灣以西之區域，包含伊拉克、前蘇聯地區以及蒙古國。
第二區域	美洲大陸與東太平洋部分島嶼。
第三區域	亞洲、伊朗以東（包含伊朗）以及大洋洲大部分地區。

資料來源：本研究彙整自 ITU, 2020. Radio Regulations, edition of 2020. https://www.itu.int/en/history/Pages/RadioRegulationsA.aspx?reg=1.44; ITU, n.d. International Telecommunication Union. https://www.itu.int/en/ITU-R/seminars/rrs/RRS-13-Africa/Documents/Tutorial/ITU-R_Basics.pdf

ITU 於 2020 年發布的第 646 號決議（WRC-19，修訂版）中[717]，鼓勵各國主管機關在制定 PPDR 應用頻段的國家規劃時，考慮其於 2018 年發布的 ITU-R M.2015 最新版本[718]（下稱「ITU-R M.2015」）中所述的區域協調頻段／範圍，本研究彙整 ITU-R M.2015 建議 PPDR 使用頻率範圍如下表 6.4.2，其中，694-894MHz 同時適用於三個區域的 PPDR 應用。且僅於第 3 區建議使用 4940-4990MHz(寬頻 PPDR)，是唯一高於 1GHz 者，與後面內容亦可見，國際上目前僅有英國 ESN（原定 2026 年完成過渡，然確切時程不明朗）以大於 1GHz 規劃（包

[717] ITU, 2020. Resolution 646 (Rev.WRC-19). https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0a/06/R0A060000A80001MSWE.docx

[718] ITU, 2018. M.2015 : Frequency arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in accordance with Resolution 646 (Rev.WRC-15). https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2015-2-201801-I!!PDF-E.pdf

含 1800MHz、1900MHz 和 2600MHz 頻段）。

表 6.4.2　ITU-R M.2015 建議 PPDR 使用頻率範圍

區域	PPDR 應用建議頻段
第一區域	（1）380-470MHz（窄頻 PPDR） （2）694-894MHz（寬頻 PPDR）
第二區域	（1）694-894MHz（窄頻 PPDR）
第三區域	（1）406.1-430MHz（窄頻 PPDR） （2）440-470MHz（窄頻 PPDR） （3）694-894MHz（窄頻與/或寬頻 PPDR） （4）4940-4990MHz（寬頻 PPDR）

資料來源：本研究彙整自 ITU, 2018. M.2015 : Frequency arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in accordance with Resolution 646 (Rev.WRC-15). https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2015-2-201801-I!!PDF-E.pdf

本研究彙整美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制的使用頻率並對照 ITU-R M.2015 建議書建議使用頻率範圍如下表 6.4.3，以掌握前述國家 PPDR 機制的使用頻率之國際協調性。

表 6.4.3　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制之使用頻率與 ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍對照

國家	PPDR 機制	主要應用頻段	ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍	是否符合 ITU-R M.2015
美國	FirstNet	● 700MHz 頻段： 758-763MHz、788-793MHz。	● 第一區域： 380-470MHz（窄頻 PPDR） 694-894MHz（寬頻 PPDR）	是
南韓	Safe-Net	● 700MHz 頻段： 718-728MHz、773-783MHz。	● 第三區域： 406.1-430MHz（窄頻 PPDR） 440-470MHz（窄頻 PPDR） 694-894MHz（窄頻與/或寬頻 PPDR） 4940-4990MHz（寬頻 PPDR）	是
德國	Digitalfunk BOS	● 300MHz 頻段： 380-385MHz、390-395MHz。 ● 400MHz 頻段： 406.1-410MHz。	● 第一區域： 380-470MHz（窄頻 PPDR） 694-894MHz（寬頻 PPDR）	是
法國	INPT、RUBIS	● 400MHz 頻段： 410-430MHz、450-470MHz。 ● 700MHz 頻段： 698-703MHz、733-736MHz、 753-758MHz、788-791MHz。	● 第一區域： 380-470MHz（窄頻 PPDR） 694-894MHz（寬頻 PPDR）	是
	RRF （預計 2025 年前完成過渡）	● 700MHz 頻段： 698-703MHz、733-736MHz、 753-758MHz、788-791MHz。		是
英國	Airwave	● 300MHZ 頻段：	● 第一區域：	是

國家	PPDR 機制	主要應用頻段	ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍	是否符合 ITU-R M.2015
		380-385MHz、390-395MHz。 ● 400MHz 頻段： 410-412MHz、412-414MHz、 420-422MHz、422-424MHz。	380-470MHz（窄頻 PPDR） 694-894MHz（寬頻 PPDR）	
	ESN （原定 2026 年完成過渡，然確切時程不明朗）	● 800MHz 頻段： 796-801MHz、837-842MHz。 ● 1800MHz 頻段： 1736.7-1781.7MHz、 1831.7-1876.7MHz。 ● 1900MHz 頻段： 1899.9-1909.9MHz。 ● 2600MHz 頻段： 2655–2690MHz、2535-2570MHz。		部分符合
澳大利亞	LMR	● 400MHz 頻段： 403-420MHz、450-520MHz。	● 第三區域： 406.1-430MHz（窄頻 PPDR） 440-470MHz（窄頻 PPDR） 694-894MHz（窄頻與/或寬頻 PPDR） 4940-4990MHz（寬頻 PPDR）	部分符合
	PSMB （具體細節研議中）	● PSMB 具體細節研議中，應用頻段待定。		待追蹤

資料來源：本研究彙整。

如上表 6.4.3 所示，除英國與澳大利亞 PPDR 機制使用頻率正處過渡期外，美國、南韓、德國、法國 PPDR 機制使用頻率均符合 ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍，足見 ITU-R M.2015 之指標性。

而觀察英國與澳大利亞 PPDR 既有機制，英國 Airwave 使用頻率符合 ITU-R M.2015 就第一區域建議的頻率範圍，澳大利亞 LMR 使用頻率則部分符合 ITU-R M.2015 就第三區域建議的頻率範圍。展望英國與澳大利亞 PPDR 機制使用頻率未來發展，英國 ESN 使用頻率將部分符合 ITU-R M.2015 建議，澳大利亞 PSMB 使用頻率則尚在研議中，是否將符合 ITU-R M.2015 建議有待追蹤。

總體而言，國際 PPDR 機制使用頻率主要植基於 ITU-R M.2015，具一定國際協調性，基於 ITU-R M.2015 之指標性以及統一頻譜之潛在益處（見前文），推估國際 PPDR 機制使用頻率未來趨勢仍將朝符合 ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍發展。

（二）頻段位置

高、中、低頻段特性各異，其中，低頻段具傳輸範圍廣、穿透性強等特性，所需基地臺數量較小、網路佈建成本較低，且與中、高頻段相比，低頻段網路設備與裝置生態系較為成熟，因此有論者普遍將低頻段視為 PPDR 的理想頻段。

為描繪國際 PPDR 機制使用頻率之全貌，本研究進一步探究美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制使用頻率的頻段位置（見下表 6.4.4）。

表 6.4.4　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制使用頻率性質

國家	PPDR 機制	主要應用頻段	頻段性質
美國	FirstNet	● 700MHz 頻段： 758-763MHz、788-793MHz。	1GHz 以下之低頻段
南韓	Safe-Net	● 700MHz 頻段： 718-728MHz、773-783MHz。	1GHz 以下之低頻段
德國	Digitalfunk BOS	● 300MHz 頻段： 380-385MHz、390-395MHz。 ● 400MHz 頻段： 406.1-410MHz。	1GHz 以下之低頻段
法國	INPT、RUBIS	● 400MHz 頻段： 410-430MHz、450-470MHz。 ● 700MHz 頻段： 698-703MHz 、 733-736MHz 、 753-758MHz、788-791MHz。	1GHz 以下之低頻段

國家	PPDR 機制	主要應用頻段	頻段性質
	RRF （預計 2025 年前完成過渡）	● 700MHz 頻段： 698-703MHz 、 733-736MHz 、 753-758MHz、788-791MHz。	1GHz 以下之低頻段
英國	Airwave	● 300MHZ 頻段： 380-385MHz、390-395MHz。 ● 400MHz 頻段： 410-412MHz 、 412-414MHz 、 420-422MHz、422-424MHz。	1GHz 以下之低頻段
	ESN （原定 2026 年完成過渡，然確切時程不明朗）	● 800MHz 頻段： 796-801MHz、837-842MHz。 ● 1800MHz 頻段： 1736.7-1781.7MHz 、 1831.7-1876.7MHz。 ● 1900MHz 頻段： 1899.9-1909.9MHz[719]。 ● 2600MHz 頻段： 2655–2690MHz 、 2535-2570MHz。	1GHz 以上之頻段為主
澳大利亞	LMR	● 400MHz 頻段： 403-420MHz、450-520MHz。	1GHz 以下之低頻段
	PSMB （具體細節研議中）	● PSMB 具體細節研議中，應用頻段待定。	待追蹤

資料來源：本研究彙整。

除英國與澳大利亞 PPDR 機制使用頻率正處過渡期外，美國、南韓、德國以及法國 PPDR 機制使用頻率主要集中於 1GHz 以下之低頻段，突顯低頻段之於 PPDR 使用頻率的重要性。觀察英國與澳大利亞 PPDR 既有機制，英國 Airwave 與澳大利亞 LMR 均使用低頻段，展望未來發展，英國 ESN 應用頻段將以 1GHz 以上之頻段為主，澳大利亞 PSMB 使用頻率則尚在研議中，使用頻段有待追蹤。

整體而言，國際 PPDR 機制使用頻率仍係以 1GHz 以下之低頻段為主。同時，有鑑於 ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍亦集中於 1GHz 以下之低頻段，且 694-894MHz 同時適用於三個區域的 PPDR 應用，未來國際 PPDR 機制使用頻率仍可能以低頻段為主。

[719] 英國通訊管理局（Ofcom）於 2023 年 12 月表示將此頻段用於 ESN 開道非最佳的頻譜應用，後續將視情形與相關利益關係者合作尋找替代解決方案。Ofcom, 2023. Exploring future use of the unpaired 2100MHz (1900 - 1920 MHz) spectrum. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/255835/future-use-2100-MHz-spectrum-condoc.pdf

二、技術發展

本研究彙析美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制應用技術，探討前述國家 PPDR 機制係使用窄頻抑或寬頻技術。本研究發現，前述國家 PPDR 機制多數現正自陸地行動無線電（Land Mobile Radio, LMR）網路技術過渡至 LTE（Long Term Evolution）技術，且儘管目前以窄頻技術為主，然已有朝寬頻技術推進之趨勢。具體研析如下。

近一個世紀以來，無線電為國際 PPDR 單位主要通訊方式，相關技術包含 TETRA（Terrestrial Trunked Radio）、TETRAPOL 以及 P25（Project 25），均屬 LMR 窄頻技術，雖能提供語音群組呼叫，但無法提供寬頻服務[720]。反觀自 2010 年起興起的 LTE 技術，具高資料速率（data-rates）、提升頻譜效率（spectral efficiency）等優勢，能提供寬頻服務[721]。本研究歸納 LMR 與 LTE 技術差異，分析利弊如下表。

表 6.4.5　LMR 與 LTE 技術利弊分析

技術	利	弊
LMR	● 即使 LMR 基礎設施故障，仍可進行無線電對無線電通信。	● 資料速率較低。 ● 無法提供寬頻服務。
LTE	● 高資料速率，可提供高速無線語音與數據通訊。 ● 能滿足低延遲、甚至於即時大量數據傳輸之寬頻需求。 ● 提升頻譜效率。 ● 具與多種頻道（channel）及載波頻寬（carrier bandwidth）佈署之彈性，有利於不同頻段應用。	● 若 LTE 基地臺受自然災害影響或網路無法負荷流量時，通訊較易受影響。

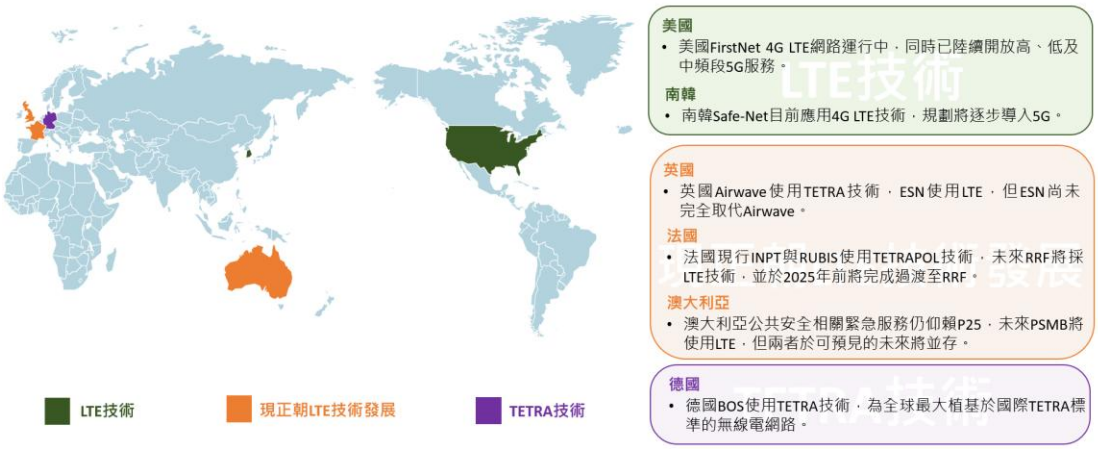
資料來源：本研究彙整自 CISA, 2022. Land Mobile Radio/Long Term Evolution (LMR/LTE) Integration: Best Practices. https://www.cisa.gov/sites/default/files/video/safecom_ncswic_lmr_lte_best_practices_22_0502_final_508c.pdf; Verizon, n.d. The importnace of connecting land mobile radio (LMR) with LTE devices. https://www.verizon.com/business/resources/articles/s/the-importance-of-connecting-land-mobile-radio-with-lte-devices/

時至今日，TETRA、TETRAPOL、P25 以及 LTE 技術均已用於

[720] CISA, 2022. Land Mobile Radio/Long Term Evolution (LMR/LTE) Integration: Best Practices. https://www.cisa.gov/sites/default/files/video/safecom_ncswic_lmr_lte_best_practices_22_0502_final_508c.pdf; Ericsson, 2022. Public safety going 4G and 5G broadband – the latest industry trends. https://www.ericsson.com/en/blog/2022/7/public-safety-going-4g-and-5g-broadband-the-latest-industry-trends

[721] ITU, 2014. LTE – new challenges. https://www.itu.int/en/itu-d/regional-presence/cis/documents/events/2014/03_moscow/session_2_biskupski.pdf

PPDR[722]。本研究彙整美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制應用技術如下圖 6.4.3。



資料來源：本研究彙整。

圖 6.4.3　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制應用技術

如上圖 6.4.3 所示，各國 PPDR 機制應用技術發展可分為 LTE 技術、現正過渡至 LTE 技術及 TETRA 技術，儘管目前僅有少數國家（美國、南韓）PPDR 機制已採用 LTE 技術，然多數國家（英國、法國及澳大利亞）現正自 LMR 網路技術過渡至 LTE 技術，突顯國際 PPDR 機制朝 LTE 技術發展之趨勢。而美國與南韓已採用 LTE 技術之餘，更已放眼 5G。其中，美國 FirstNet 已陸續於 2021 年啟用高頻段 5G 服務、低頻段 5G 服務及於 2022 年啟用中頻段 5G 服務，南韓 Safe-Net 則規劃未來將逐步導入 5G，可供目前正過渡至 LTE 技術的國際 PPDR 機制作為借鏡。

值得注意的是，與使用 LTE 技術、旨在完全取代 LMR 技術的英國 ESN 與法國 RRF 不同，儘管澳大利亞正積極推動使用 LTE 技術的 PSMB，澳大利亞既有 P25 網路仍將持續提供公共安全語音服務，在可預見的未來將與 PSMB 並存、互通，如何確保 LTE 與 P25 網路之互通將為當局面臨的關鍵課題[723]。

此外，窄頻與寬頻技術特性不同，適用通訊情境也因而不同。本研究歸納如表 6.4.6，並彙整美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制使用窄頻抑或寬頻技術如表 6.4.7。

[722] IEEEXplore, 2020. Public Safety Networks from TETRA to Commercial Cellular Networks. https://ieeexplore.ieee.org/document/9116626

[723] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

表 6.4.6　窄頻與寬頻技術特性與使用通訊情境

技術特性	窄頻	寬頻
涵蓋範圍	低	高
資料速率	低資料速率（低於 56kps）。	高資料速率（至少 10 至 20 Mbps）。
延遲性	下載大型檔案時延遲性高	可低延遲下載大型檔案與進行 HD 視訊。
頻譜效率	低	高
適用通訊情境	低資料速率、可靠及短距離之通訊。	具高資料速率需求與遠距離之通訊。

資料來源：本研究彙整自 Cadence Design Systems, n.d. Narrowband vs. Broadband Channels. https://resources.system-analysis.cadence.com/blog/msa2023-emi-broadband-vs-narrowband-and-techniques-to-mitigate-effects-on-circuits; Telecom Regulatory Authority of India, 2017. Consultation Paper on 'Next Generation Public Protetion and Disaster Relief (PPDR) communication networks'. https://www.trai.gov.in/sites/default/files/Consultation_Paper_PPDR%20_09102017.pdf

表 6.4.7　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制使用窄頻抑或寬頻技術

國家	應用技術	已有朝寬頻推進之規劃	已啟動過渡至寬頻	未來發展規劃
美國	寬頻			持續推進 5G 服務，已陸續於 2021 年啟用高頻段 5G 服務、低頻段 5G 服務及於 2022 年啟用中頻段 5G 服務，將建立獨立 5G 核網，強化現行 5G 功能，並已展望 B5G。
南韓				規劃將 Safe-Net 自 3GPP Rel.13 擴展至 Rel.14、Rel.15 等以導入 5G。
英國	窄頻	是	是	已推動 ESN 網路，其將使用 EE 的 4G 網路；英國各警察單位將自行決定停止使用 Airwave、改為使用 ESN 的時間點，然 ESN 網路取代 Airwave 的確切日期目前仍不明朗，目前 Airwave 停用時程自 2022 年推遲至 2026 年。
法國		是	是	已推動過渡至 RRF 寬頻服務，預計於 2024 年法國舉行奧運時啟動 RRF，並於 2025 年前將所有 INPT 和 RUBIS 網路的公共安全使用者遷移至 RRF。
澳大利亞		是	否	已開始推動 PSMB 寬頻服務，探討適用頻段與網路架構，可能採行與 MNO 共享頻段。

國家	應用技術	已有朝寬頻推進之規劃	已啟動過渡至寬頻	未來發展規劃
德國		是	否	已與德國 Vodafone 合作進行寬頻服務測試，期以據此推動寬頻通訊，但尚未開始過渡至寬頻服務。

資料來源：本研究彙整。

自應用頻寬角度觀之，目前僅有美國與南韓 PPDR 機制已應用寬頻技術，而德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制現行應用頻寬雖以窄頻為主，但均已有朝寬頻推進之規劃。就推動寬頻技術之進展，英國與法國 PPDR 機制已啟動過渡至寬頻技術，澳大利亞與德國 PPDR 機制推動寬頻技術之進展則尚處起步階段，其中，澳大利亞雖已推動應用寬頻技術的 PSMB，但運用窄頻技術的 P25 網路未來將與 PSMB 並存（見前文）。

整體來看，目前僅有少數國際 PPDR 機制已應用寬頻技術，然基於寬頻技術具多項技術性的優勢，即使寬頻技術未必將完全取代窄頻技術，仍可推估 PPDR 機制應用技術未來將持續朝寬頻技術發展。

三、服務發展與趨勢

本研究自使用頻率與技術發展兩大面向，彙析美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制服務發展現況及未來趨勢如下表 6.4.8。

表 6.4.8　美國、南韓、德國、法國、英國及澳大利亞 PPDR 機制服務發展現況與未來趨勢

面向		發展現況	未來趨勢
使用頻率	國際協調性	各國 PPDR 機制使用頻率主要植基於 ITU-R M.2015，具一定國際協調性。	基於 ITU-R M.2015 之指標性以及統一頻譜之潛在益處，推估未來仍將朝符合 ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍發展
	頻段位置	各國 PPDR 機制使用頻率主要集中於 1GHz 以下之低頻段，與高頻段相比，低頻段具穿透性佳、涵蓋率廣等優勢。	有鑑於 ITU-R M.2015 建議使用頻率範圍亦集中於 1GHz 以下之低頻段、且 694-894MHz 同時適用於三個區域的 PPDR 應用，未來國際 PPDR 機制使用頻率仍可能以低頻段為主。
技術	應用	各國 PPDR 機制多數現正自	有鑑於窄頻僅能提供低速率

面向		發展現況	未來趨勢
發展	技術	LMR 網路技術過渡至 LTE 技術，且目前雖以窄頻為主，然已有朝寬頻推進之趨勢，反映公共安全緊急相關服務的低延遲、甚至於即時大量數據傳輸之需求。	語音與數據傳輸，寬頻技術具多項技術性的優勢，即使寬頻技術未必將完全取代窄頻技術，推估 PPDR 機制應用技術未來將持續朝寬頻發展。

資料來源：本研究彙整。

本研究以為，考量國際協調性、低頻段穿透性佳、涵蓋率廣之特性、ITU-R M.2015 之指標性以及統一頻譜之潛在益處，國際頻譜資源與規劃雖不盡相同，但 PPDR 機制使用頻率未來仍將集中在 1GHz 以下之低頻段並植基於 ITU-R M.2015，即使未必完全符合，仍至少會部分符合 ITU-R M.2015 建議的頻率範圍。

此外，如 GSMA 指出[724]，PPDR 單位的寬頻服務需求日益成長，爰本研究分析，國際 PPDR 機制朝應用寬頻技術發展乃勢在必行。與此同時，如澳大利亞經驗顯示，未必需要揚棄既有窄頻技術，儘管國際確有使用 LTE 技術、旨在完全取代 LMR 技術的 PPDR 機制（如英國 ESN 與法國 RRF），然美國國家全州互通性協調委員會（National Council of Statewide Interoperability Coordinators, NCSWIC）[725]與設備業者愛立信（Ericsson）均預測，應用 LMR 與 LTE 技術之 PPDR 網路未來將共存[726]。

在衡量窄頻技術之必要性時，除需將 PPDR 應用場景與需求納入考量外，亦需考量成本等因素，如 ITU 於 2023 年發布的 ITU-R M.2377-2 報告中指出，既有窄頻 PPDR 網路完全退役恐不符經濟效益[727]。惟若朝 LMR 與 LTE 網路共存發展，則尚有兩者間互通性與整合複雜度等因素需納入考量。

另，儘管美國 FirstNet 與南韓 Safe-Net 已著眼 5G，惟愛立信認

[724] GSMA, 2015. Holistic Approach to Reframing: Licensing Considerations from the Asia Pacific Perspectives. https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2015/03/GSMA-Presentation.-ASPG-March-2015.pdf

[725] 美國國家全州互通性協調委員會（National Council of Statewide Interoperability Coordinators, NCSWIC）係由美國國土安全部（Department of Homeland Security, DHS）於 2010 年 7 月成立，隸屬於美國資通安全暨基礎設施安全局（CISA），旨在推動美國 56 個州與地區於公共安全領域之合作。CISA, n.d. National Council of Statewide Interoperability Coordinators. https://www.cisa.gov/safecom/NCSWIC

[726] NCSWIC, 2022. Land Mobile Radio/Long Term Evolution (LMR/LTE) Integration: Best Practices. https://www.cisa.gov/sites/default/files/video/safecom_ncswic_lmr_lte_best_practices_22_0502_final_508c.pdf; Ericsson, 2022. Public safety going 4G and 5G broadband – the latest industry trends. https://www.ericsson.com/en/blog/2022/7/public-safety-going-4g-and-5g-broadband-the-latest-industry-trends

[727] ITU, 2023. Report ITU-R M.2377-2. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2377-2-2023-PDF-E.pdf

為，PPDR 使用者並不會直接受 4G 與 5G 的差異影響[728]。對此，本研究持保留態度，認為可持續追蹤美國 FirstNet 推出的 5G 服務發展，據此評估 5G 技術應用於 PPDR 機制的效益，然本研究以為，將 5G 技術應用於 PPDR 機制之作法縱然值予借鏡，其必要性仍有待探討。

四、國際 PPDR 標竿案例研析

綜觀國際 PPDR 發展現況（見附錄二十一），美國 FirstNet 與南韓 Safe-Net 屬國際上發展相對成熟、且各有發展亮點之 PPDR 案例，澳大利亞 PSMB 雖尚處起步階段，然澳大利亞政府委託的獨立審查委員在 2022 年發布的報告與當局後續發布的回應文件除可反映 PSMB 未來發展方向，亦匯集當今 PPDR 各面向課題之精華，之於澳大利亞 PSMB 推動具代表性，之於他國則具參考價值。

各標竿案例與電信業者合作之密切程度由弱至強依序為南韓 Safe-Net、美國 FirstNet、澳大利亞 PSMB。本研究比較前述國際 PPDR 標竿案例現況、應用頻段、網路架構、專用核心網路以及與陸地行動無線電（Land Mobile Radio）互通性（interoperability）如下表 6.4.9。

表 6.4.9　國際 PPDR 標竿案例概覽

與電信業者合作之密切程度：弱 → 強

國際PPDR標竿案例	現況	應用頻段	網路架構	專用核心網路	與LMR互通性
南韓 Safe-Net	運行中	專用頻段（dedicated spectrum）	專用網路（dedicated network）	✓	✓
美國 FirstNet	運行中	共享頻段（shared spectrum）	多業者核心網路（multi-operator core network, MOCN）	✓	✓
澳大利亞 PSMB	研議中	共享頻段	與多家業者合作（multi-commercial operator arrangements）	✓	✓

資料來源：本研究彙整。

如上表 6.4.9 所示，南韓 Safe-Net 與美國 FirstNet 均建立專用核心網路並與 LMR 互通，澳大利亞 PSMB 雖尚在研析中，但亦有可能朝相同方向發展。比較應用頻段與網路架構之差異，南韓 Safe-Net 採

[728] Ericsson, 2022. Public safety going 4G and 5G broadband – the latest industry trends. https://www.ericsson.com/en/blog/2022/7/public-safety-going-4g-and-5g-broadband-the-latest-industry-trends

專用頻段（dedicated spectrum）[729]、專用網路（dedicated network）[730]之模式；美國 FirstNet 採共享頻段（shared spectrum）[731]、多業者核心網路之模式（multi-operator core network, MOCN）[732]；澳大利亞 PSMB 則研議朝向共享頻段、與多家業者合作（multi-commercial operator arrangements）[733]之模式。

為深入掌握 PPDR 推動關鍵，本研究以南韓 Safe-Net、美國 FirstNet 及澳大利亞 PSMB 作為標竿案例，研析其 PPDR 網路架構、應用情境及發展亮點如下。

（一）南韓 Safe-Net

南韓 Safe-Net 為本案研析之主要國家／地區中具備相較成熟的 PPDR 機制，其已於 2018 年開始營運，針對公共安全、鐵路以及海上分別建有 PS-LTE、LTE-R、LTE-M 等 3 個網路。其中，又屬災害安全通訊網路 PS-LTE 為南韓 PPDR 的核心，本研究分析 Safe-Net PS-LTE 網路架構、應用情境及發展亮點如下。

1. 網路架構

南韓 Safe-Net PS-LTE 於國家基礎設施、主要道路及人口稠密地區設置固定基地臺，緊急情況時，透過行動基地臺支援山區、農村及漁村等地區的通訊，並透過 RAN 共享（RAN Sharing）技術[734]，分別與 LTE-R、LTE-M，以及與 SK Telecom、KT 的商用網路互連，盡可能降低建築物內部、地下與海岸等處的通訊涵蓋限制，最大化涵蓋範圍[735]。Safe-Net PS-LTE 網路架構如下表 6.4.10 與下圖 6.4.4。

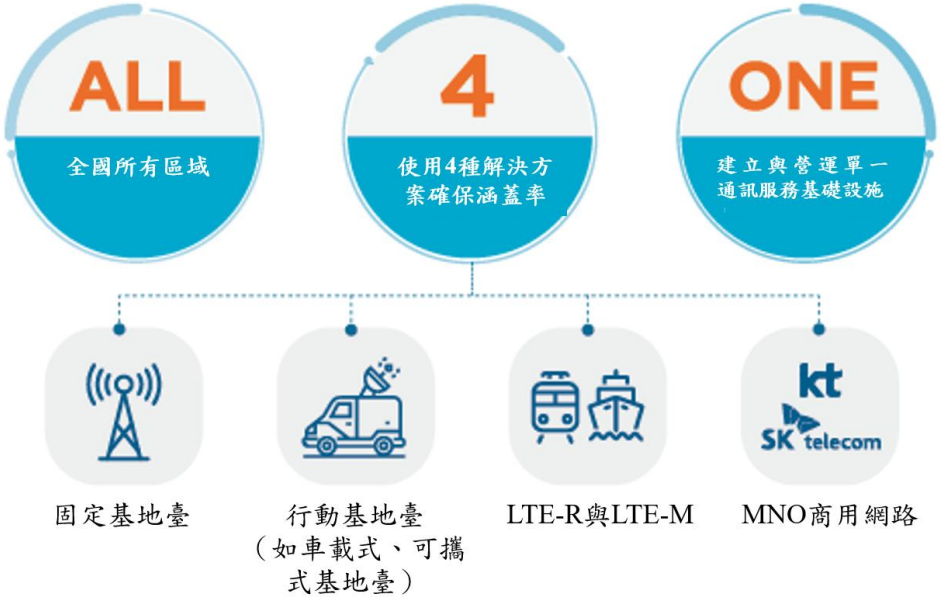
表 6.4.10　南韓 Safe-Net PS-LTE 網路元件

網路元件	說明
固定基地臺	於國家基礎設施、主要道路及人口稠密地區設置固定基地臺。
行動基地臺	緊急情況時，透過車載式或可攜式基地臺等行動基地臺支援山區、農村及漁村等地區的通訊。

[729] 此處專用頻段（dedicated spectrum）係指特定頻段僅供 PPDR 用途專用。
[730] 此處專用網路（dedicated network）係指特定網路僅供 PPDR 用途專用。
[731] 此處共享頻段（shared spectrum）係指使用之單一頻段供 PPDR 以外之用途所使用。
[732] 此處多業者核心網路之模式（multi-operator core network, MOCN）係指二個以上獨立核心網路共享 RAN 基礎設施與頻段。
[733] 此處與多家業者合作（multi-commercial operator arrangements）係指二個以上獨立核心網路共享 RAN 基礎設施，但各核心網路使用自身的頻段。
[734] RAN 共享（RAN Sharing）技術之定義詳見下文。
[735] 행정안전부，n.d.。재난안전통신망리플렛。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00102400lcJ8R5h&fileSn=0

網路元件	說明
LTE-R 與 LTE-M	與 LTE-R 及 LTE-M 共享 RAN。
MNO 商用網路	與 KT 及 SK Telecom 的商用網路共享 RAN。

資料來源：本研究彙整。



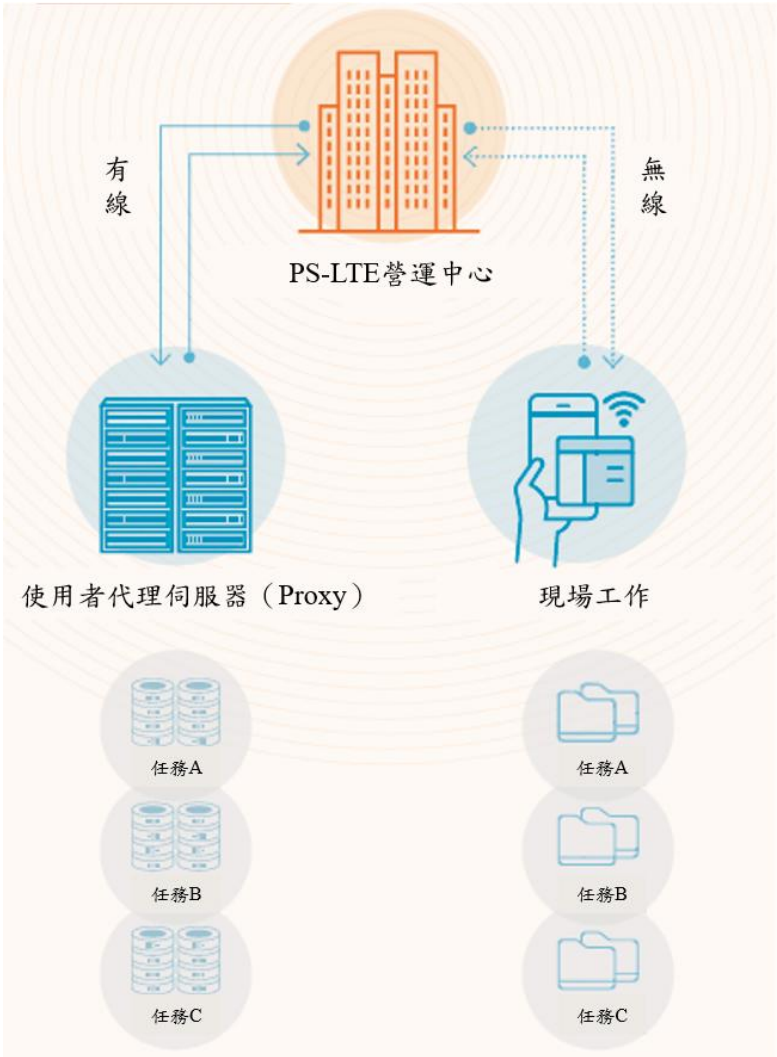
資料來源：행정안전부，無日期。재난안전통신망리플렛。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00102400lcJ8R5h&fileSn=0

圖 6.4.4　南韓 Safe-Net PS-LTE 網路架構

此外，PS-LTE 亦分別於首爾、大邱及濟州設有 3 個全年無休的 PS-LTE 營運中心，並於營運中心間建立多個傳輸網路，確保其中一個中心服務中斷時，其他營運中心仍可監控服務中斷的轄區[736]。營運中心分別透過無線與有線的方式營運 PS-LTE 網路（見下圖 6.4.5）[737]。

[736] 同上註。

[737] 同上註。



資料來源：행정안전부，n.d.。재난안전통신망리플렛。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00102400lcJ8R5h&fileSn=0

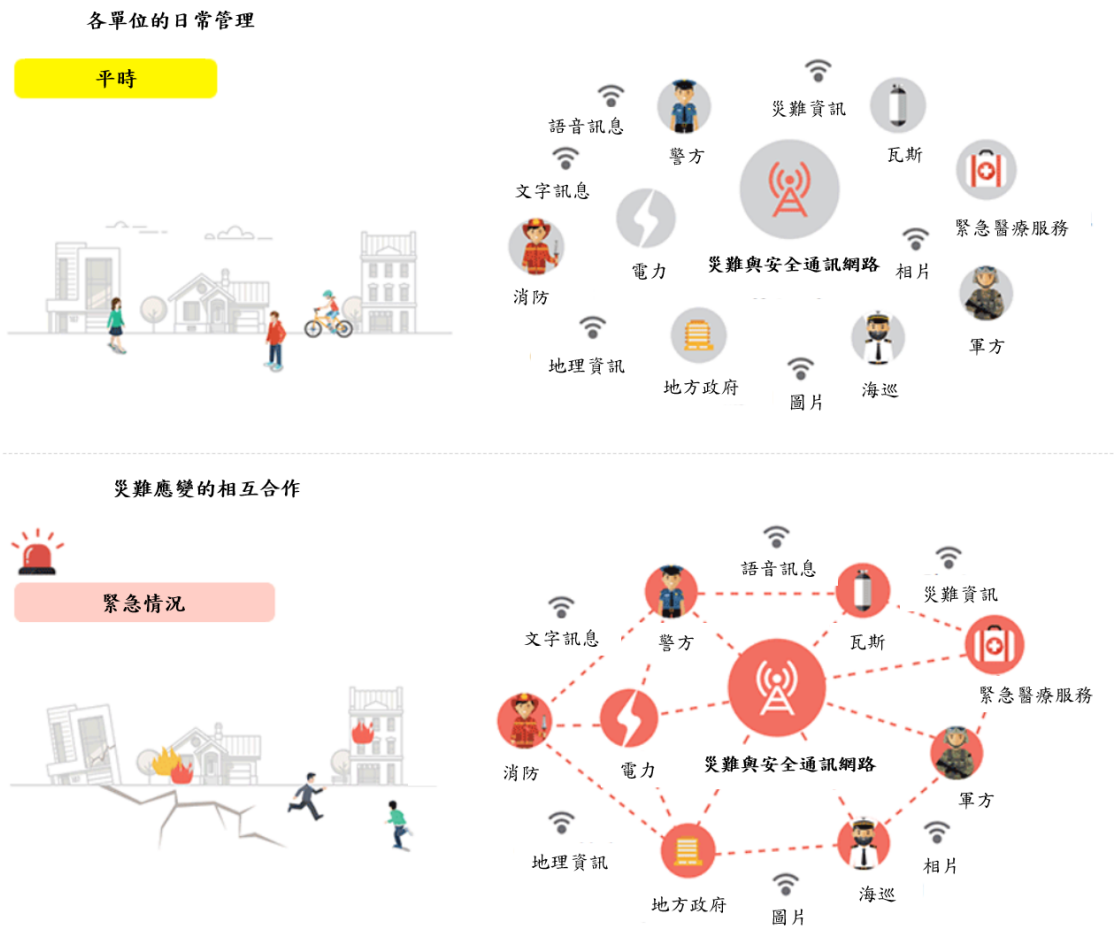
圖 6.4.5　南韓 Safe-Net PS-LTE 運作架構

2. 應用情境

南韓 Safe-Net PS-LTE 使用 4G，建立全國性的災害安全通訊網路予警方與消防等災害相關單位（見附錄二十一），提供服務範圍囊括日常防災／備災工作與災害現場應變，於緊急情況與平時均可即時提供現場資訊，供警方、消防、海巡、軍方、地方政府、緊急醫療服務、電力及瓦斯等 8 種公共服務[738]使用專用終端（dedicated terminals）進行通訊並盡速執行或支援救援工作[739]（見下圖 6.4.6）。

[738] 행정안전부，2022。제 1 차 재난안전통신망 기본계획。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00113180GSSLYEM&fileSn=0

[739] Ministry of the Interior and Safety. Disaster and Safety Communications Network (Korea Safe-Net). https://www.mois.go.kr/eng/sub/a03/bestPractices7/screen.do



資料來源：Ministry of the Interior and Safety, 2023. Disaster and Safety Communications Network. https://www.mois.go.kr/eng/sub/a03/bestPractices7/screen.do

圖 6.4.6　南韓 Safe-Net PS-LTE 應用情境

此外，其結合並應用物聯網（internet of things, IoT）感測器（sensor）與人工智慧（artificial intelligence, AI）等設備與技術，提前偵測災害警報並防止災害蔓延（見下圖 6.4.7）[740]。其中，就終端設備的部分，PPDR 使用者須先向南韓行政安全部（행정안전부）確認是否可以使用相關終端設備，方根據自身需求自行購買專用終端設備，如智慧型手機與無線對講機等[741]。

[740] 행정안전부，n.d.。재난안전통신망。https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b11/policyBriefingView/screen.do

[741] 同上註。



資料來源：행정안전부，無日期。재난안전통신망리플렛。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00102400lcJ8R5h&fileSn=0

圖 6.4.7　南韓 Safe-Net PS-LTE 使用範例

截至本研究撰寫期間，南韓 Safe-Net 已陸續累積多個應用實例[742]。以 2020 年 9 月江原道寧越上東大橋（강원 영월 상동교）坍塌事故為例，太白市（태백시）與原州市（원주시）[743]使用 PS-LTE 分享

[742] 행정안전부，2022。제 1 차 재난안전통신망 기본계획。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00113180GSSLYEM&fileSn=0

[743] KBS，2020。강원 영월 상동교 철거 중 붕괴 …5 명 사상。https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=5003932

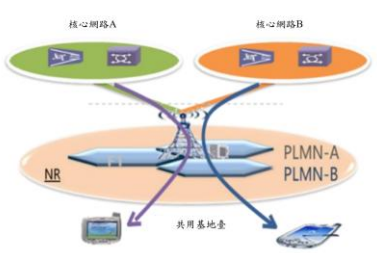
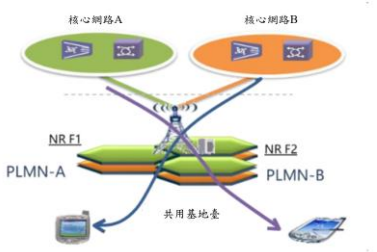
現場情形，進行傷亡人員救援[744]。同月因應颱風美莎克（마이삭）[745]，當局在南韓既有警方通訊網路（使用特高頻）無法提供服務的地區，透過 PS-LTE 推動緊急避難措施[746]。

3. 發展亮點

（1）使用 RAN 共享技術與 MNO 商用網路互連，將 MNO 商用網路作為 Safe-Net PS-LTE 的備用網路

南韓 Safe-Net PS-LTE 採專用頻段與專用網路，兩大電信業者 KT 與 SK Telecom 僅負責建置 PS-LTE（見附錄二十一），然 PS-LTE 透過 RAN 共享技術，與 KT 及 SK Telecom 的商用網路互連。RAN 共享係指不同的核心網路共享 RAN 之模式，囊括天線／收發器（transceiver）、基地臺、後端網路及控制器（controller）。RAN 共享又分為多業者核心網路（multi-operator core network, MOCN）與多業者接取網路（multi-operator radio access network, MORAN）兩種模式（見下表 6.4.11）[747]。

表 6.4.11　南韓 Safe-Net PS-LTE 之 RAN 共享模式

RAN 共享模式	多業者核心網路（MOCN）	多業者接取網路（MORAN）
架構圖		
說明	兩個以上的獨立核心網路共用 RAN 基礎設施，包含設備與基地臺等，並共享頻率或運用頻譜池（pooling）。	兩個以上的獨立核心網路共用 RAN 基礎設施，包含設備與基地臺等；各核心網路使用自身的頻譜。

註：架構圖中「NR」係指新無線電（new radio）；「PLMN」係指公用陸上行動網路（public land mobile network）。

資料來源：本研究彙整；架構圖來源：GSMA, 2023. 5G Network Co-Construction and Sharing Guide. https://www.gsma.com/futurenetworks/wp-content/uploads/2023/02/5G-NCCS_GSMA-Guide_27.02.2023.pdf

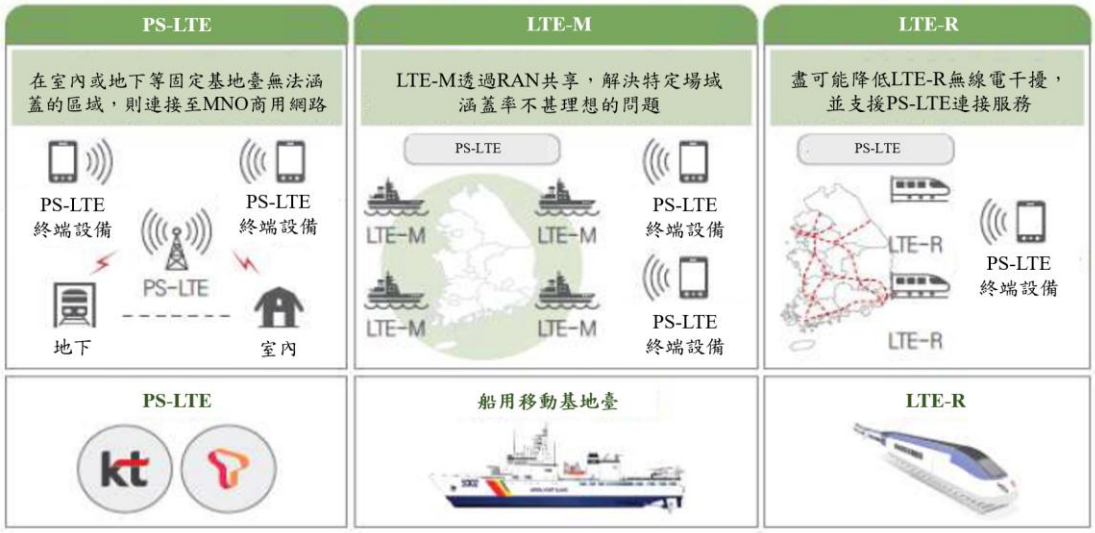
744 同上註。

745 행정안전부，2020。보도자료。https://mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=79690

746 행정안전부，2022。제 1 차 재난안전통신망 기본계획。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00113180GSSLYEM&fileSn=0

747 GSMA, 2019. Infrastructure Sharing: An Overview. https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/infrastructure-sharing-an-overview/

南韓 Safe-Net 的 PS-LTE 與 LTE-M、LTE-R 及商用網路採 MOCN 的方式互聯（見下圖 6.4.8）[748]，共享 RAN 與頻率，確保 PS-LTE 與其他 Safe-Net 網路的互通性，並將 KT 及 SK Telecom 的商用網路作為備用網路，以確保終端設備使用其他網路的基地臺時仍可使用 Safe-Net 服務，據此健全 Safe-Net 涵蓋率與服務之連續性（continuity），同時避免基地臺重複建設造成干擾[749]（見下一發展亮點）。



資料來源：국립재난안전연구원，2023。재난안전 통신분야 국내외현황 분석 및 활용사례 연구。https://www.ndmi.go.kr/home/board/download.do?menukey=6039&fno=7424&bid=5&did=1682249

圖 6.4.8　南韓 Safe-Net 應用 RAN 共享技術

南韓 Safe-Net 使用 RAN 共享技術互連 PS-LTE 與商用網路之作法，除有助於提升 PPDR 網路涵蓋率並避免干擾外，自頻譜資源規劃角度觀之，於 PPDR 網路使用 RAN 共享技術亦有望提升頻譜使用效率，爰在評估 PPDR 與 MNO 商用網路連接的潛在方案時，或可與 MORAN、漫遊（Roaming）[750]等其他模式一併納入考量，同時探討共享頻段時可能產生的需求衝突等議題。

（2）致力預防無線電頻率干擾，確保 Safe-Net 之穩定性

基於無線電通訊較有線通訊易受干擾，南韓致力預防 Safe-Net

748 행정안전부，n.d.。재난안전통신망。https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b11/policyBriefingView/screen.do; 국립재난안전연구원，2023。재난안전 통신분야 국내외현황 분석 및 활용사례 연구。https://www.ndmi.go.kr/home/board/download.do?menukey=6039&fno=7424&bid=5&did=1682249

749 국립재난안전연구원，2023。재난안전 통신분야 국내외현황 분석 및 활용사례 연구。https://www.ndmi.go.kr/home/board/download.do?menukey=6039&fno=7424&bid=5&did=1682249; 한국통신기술협회，2019。표준소개통합공공망 주파수 공유 및 상호연동 요구사항。https://www.tta.or.kr/data/androReport/ttaJnal/181-2-2.pdf

750 漫遊（Roaming）係指特定網路的使用者於該網路涵蓋範圍外得於使用其他網路。

受無線電頻率干擾，負責管理 PS-LTE 的南韓行政安全部、負責管理 LTE-M 的南韓海洋水產部（해양수산부）、負責管理 LTE-R 的南韓國土交通部（국토교통부）即於 2020 年達成協議，透過調整前述 3 個通訊網路的基地臺位置與使用互連技術等方式避免無線電頻率干擾[751]。後續南韓行政安全部於 2022 年發布的「第一期災害安全通訊網路基本計畫（제 1 차 재난안전통신망 기본계）」（2022 至 2026 年）中，宣示就災害安全通訊網路頻率干擾進行研發（包含開發電磁波強度量測等相關基地臺技術），並規劃確立無線電頻率干擾責任的範圍與義務[752]，惟截至本研究撰寫期間，尚未見公開資料闡述具體相關規劃。

南韓除推動相關政策外，在 PS-LTE 無線電頻率干擾研究方面亦早已有積極作為。南韓廣播通訊院（한국방송통신전파진흥원）於 2019 年發布「PS-LTE 無線電頻率干擾監測研究（통합 공공망(PS-LTE)전파 혼간섭 모니터링 연구）」報告，強調持續監測並迅速應變 PS-LTE 無線電頻率干擾的重要性，且有鑑於 PS-LTE 佈建固定基地臺、行動基地臺等，並有運用 MNO 商用網路，故也應將前述不同場景的無線電干擾情形納入考量[753]。南韓廣播通訊院指出，PS-LTE、LTE-M 及 LTE-R 採用 RAN 共享技術即可解決多個通訊網路使用相同頻段下的無線電頻率干擾，同時透過減少基地臺數量降低災害安全通訊網路的建設成本，對此，南韓行政安全部亦持相同立場，認為 RAN 共享技術有利於避免使用相同專用頻段的 PS-LTE、LTE-R 及 LTE-M 間的無線電頻率干擾[754]。此外，南韓廣播通訊院進一步建議，應持續分析無線電頻率監測數據，預測無線電頻率干擾並制定應變策略[755]。惟截至本研究撰寫期間，尚未見公開資料闡述南韓行政安全部是否採納南韓廣播通訊院研提之建議。

南韓行政安全部與南韓廣播通訊院等單位對 Safe-Net PS-LTE 無線電頻率干擾的重視，突顯干擾議題之於 PPDR 穩定性的重要性。各

---

751 해양수산부 ，2020。 해상-재난-철도망 간 무선자원 공유체계 출범 。 https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=36230&menuSeq=971&bbsSeq=10

752 행정안전부 ，2022。 제 1 차 재난안전통신망 기본계획 。 https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00113180GSSLYEM&fileSn=0

753 한국방송통신전파진흥원 ，2019。 통합 공공망(PS-LTE)전파 혼간섭 모니터링 연구 。 https://www.kca.kr/fileDownload.do?action=fileDown&mode=&boardId=REPORT&seq=5832777&fileSn=1

754 한국방송통신전파진흥원 ，2019。 통합 공공망(PS-LTE)전파 혼간섭 모니터링 연구 。 https://www.kca.kr/fileDownload.do?action=fileDown&mode=&boardId=REPORT&seq=5832777&fileSn=1；정보통신신문，2021。 “물리적 조치 vs 무선 망 공유” 전파간섭 두고 동상이몽。 https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=89754

755 한국방송통신전파진흥원 ，2019。 통합 공공망(PS-LTE)전파 혼간섭 모니터링 연구 。 https://www.kca.kr/fileDownload.do?action=fileDown&mode=&boardId=REPORT&seq=5832777&fileSn=1

國／地區 PPDR 受無線電頻率干擾的情境與程度雖未必相同，但南韓廣播通訊院針對 Safe-Net PS-LTE 無線電頻率干擾所研提之分析無線電頻率監測數據與制定應變策略等建議仍值予參酌，另亦可將制定頻率和諧共用措施或程序等其他作法納入考量。

（3）成立國家綜合公共網路政策委員會，建立相關單位合作體系

如前所述，Safe-Net 分別建有 PS-LTE、LTE-R、LTE-M 等 3 個個別的網路，有鑑於此，南韓於 2020 年 11 月根據《智慧型海上交通資訊服務提供與啟動法（지능형해상교통정보서비스의제공및이용활성화에관한법률）》[756]成立國家綜合公共網路政策委員會（국가통합공공망 정책협의회），旨在加強有關單位間的合作，確保前述 3 個網路間的互通性及避免無線電頻率干擾（見前一發展亮點）[757]。該委員會由負責管理 PS-LTE 的南韓行政安全部、負責管理 LTE-M 的南韓海洋漁業部（해양수산부）、負責管理 LTE-R 的南韓國土交通部（국토교통부）、9 個地方政府[758]以及 16 個鐵路設施營運單位等單位組成[759]，每年召開 2 次會議探討 Safe-Net 之互通性之政策與方向[760]。

綜觀本研究彙析之國家／地區，僅有南韓於單一 PPDR 機制 Safe-Net 的框架下建立 PS-LTE、LTE-M 及 LTE-R 等不同網路，然各國家／地區的 PPDR 生態系均係由多方有關單位與地方政府組成，爰南韓建立 PPDR 相關單位合作體系之作法仍可供其他國家／地區借鏡。

（4）定期舉行 Safe-Net 聯合演習，強化防災準備

南韓行政安全部自 2023 年初起至少每月一次進行 Safe-Net 聯合演習，為不同時間與地區可能發生的重大災害做好準備，相關演習內容包括高鐵事故、南韓電力公社（행정안전부）火災、群山（군산시）

---

[756] 국가법령정보센터，2021。지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률。https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A7%80%EB%8A%A5%ED%98%95%ED%95%B4%EC%83%81%EA%B5%90%ED%86%B5%EC%A0%95%EB%B3%B4%EC%84%9C%EB%B9%84%EC%8A%A4%EC%9D%98%EC%A0%9C%EA%B3%B5%EB%B0%8F%EC%9D%B4%EC%9A%A9%ED%99%9C%EC%84%B1%ED%99%94%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0/(16901)

[757] 행정안전부，2022。제 1 차 재난안전통신망 기본계획。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00113180GSSLYEM&fileSn=0

[758] 包含首爾、釜山、仁川、大田、大邱、光州、議政府、龍仁及金浦。해양수산부，2020。해상-재난-철도망 간 무선자원 공유체계 출범。https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=36230&menuSeq=971&bbsSeq=10

[759] 주식회사 연합뉴스，2022。국가통합공공망 정책협의회 개최…해상-재난-철도망 협력체계 강화。https://www.yna.co.kr/view/AKR20220626001200003

[760] 행정안전부，2022。제 1 차 재난안전통신망 기본계획。https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00113180GSSLYEM&fileSn=0

地震及務安（무안군）颱風等，並指出 Safe-Net 將於基地臺受損時佈建小型行動基地臺[761]。

以行政安全部針對大型野火於 2023 年 11 月在原州綜合體育場（원주종합운동장）舉行的聯合演習為例，參與單位包含北區山林廳（군산시）、原州市消防局、原州市警察局等 15 個地方單位，本次模擬國家公園內的多功能設施發生火災、因風勢蔓延進而升級為野火與住宅火災，並確保野火應變單位間得以透過 Safe-Net 快速傳播資訊與順暢溝通，流程包含：一、接收回報與散布資訊；二、初步應變；三、全面應變；四、復原[762]。參與單位於演習過程中透過 Safe-Net 進行視訊通話與數據通訊，即時共享與回報野火的確切位置與狀態[763]。

南韓定期舉行 Safe-Net 聯合演習之作法可強化防災準備，同時有望提升公共安全相關單位對 Safe-Net 之熟悉度，透過測試 PPDR 系統，俾利 PPDR 主管單位評估 PPDR 之可靠性、有效性乃至於有待改進之處，值予借鏡。

（二）美國 FirstNet

美國 FirstNet 於本案研析之主要國家／地區中具備最為成熟的 PPDR 機制，除已陸續於 2021 年啟用高頻段 5G 服務、低頻段 5G 服務及於 2022 年啟用中頻段 5G 服務，亦於 2023 年完成為期 5 年的初期建設及相關驗證，推動成果值得我國持續關注。本研究分析 FirstNet 網路架構、應用情境及發展亮點如下。

1. 網路架構

美國 FirstNet 網路由獨立的 FirstNet 核心網路（core network）、後端網路（backhaul network）及無線接取網路（radio access network, RAN）組成，公共安全用戶的網路流量（network traffic）自智慧型手機、平板電腦等設備傳向 RAN 後，傳至由 FirstNet 管理局營運的核心網路（見下表 6.4.12 與下圖 6.4.9）。值得注意的是，為確保 FirstNet 的服務品質，同時避免低於標準（sub-par）的網路互連（network interconnection）帶來的潛在安全漏洞（security vulnerability）影響 FirstNet 可靠性與韌性，FirstNet 網路並無與商用網路供應商的商用核心網路互連[764]。

---

[761] Ministry of the Interior and Safety, 2023. Rapid Response to Large Wildfires by Mastering the Use of Korea Safe-Net. https://www.mois.go.kr/eng/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000019&nttId=105621

[762] 同上註。

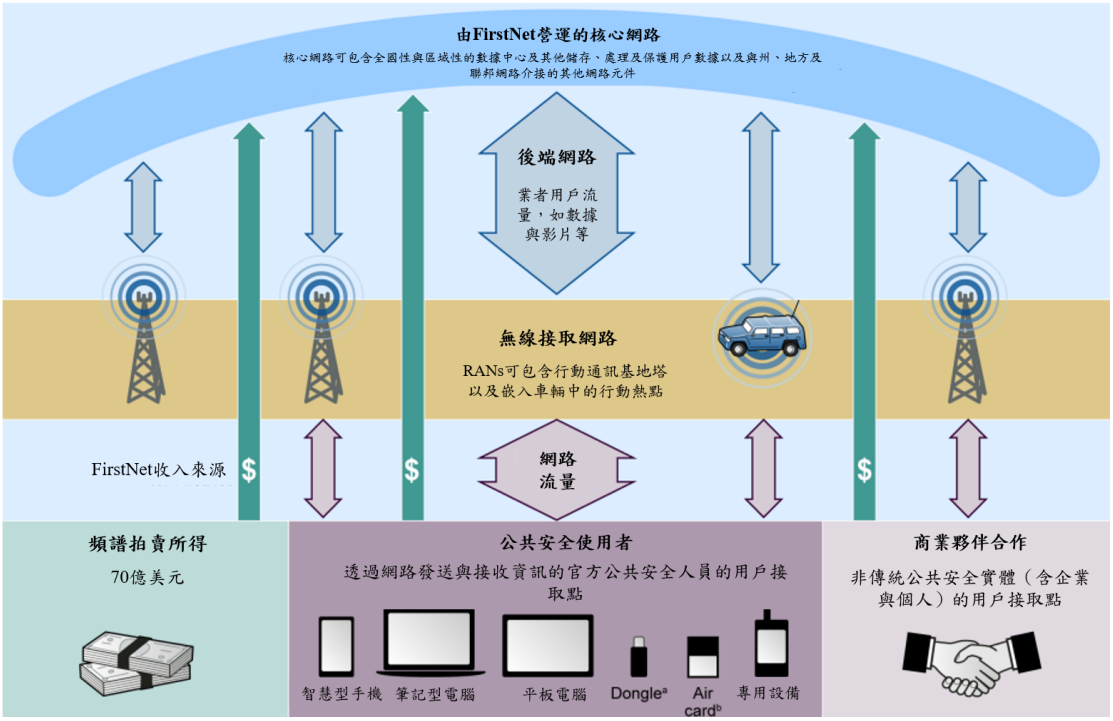
[763] 同上註。

[764] AT&T, 2021. Let's Talk Abot Interoperability.

表 6.4.12　美國 FirstNet 網路元件

網路元件	說明
核心網路	● 以商用標準為基礎，包含全國性與區域性的數據中心及其他儲存、處理及保護用戶數據以及與州、地方及聯邦網路介接的其他網路元件。
後端網路	● 業者用戶流量，如數據與影片等。
無線接取網路	● 無線接取網路包含行動通信基地臺以及嵌入車輛中的行動熱點。
設備	● 以商用標準為基礎的網路基地臺設備、天線及後端設備，支援於公共安全寬頻指定頻段上運作的無線設備。
公共安全使用者	● 透過網路發送與接收資訊的官方公共安全人員用戶接取點，包含智慧型手機、筆記型電腦、平板電腦、Dongle、Air card 及專用設備。

資料來源：本研究彙整。



資料來源：GAO, 2015. Public-Safety Broadband Network: FirstNet Should Strengthen Internal Controls and Evaluate Lessons Learned. https://www.gao.gov/assets/gao-15-407.pdf

圖 6.4.9　美國 FirstNet 網路架構

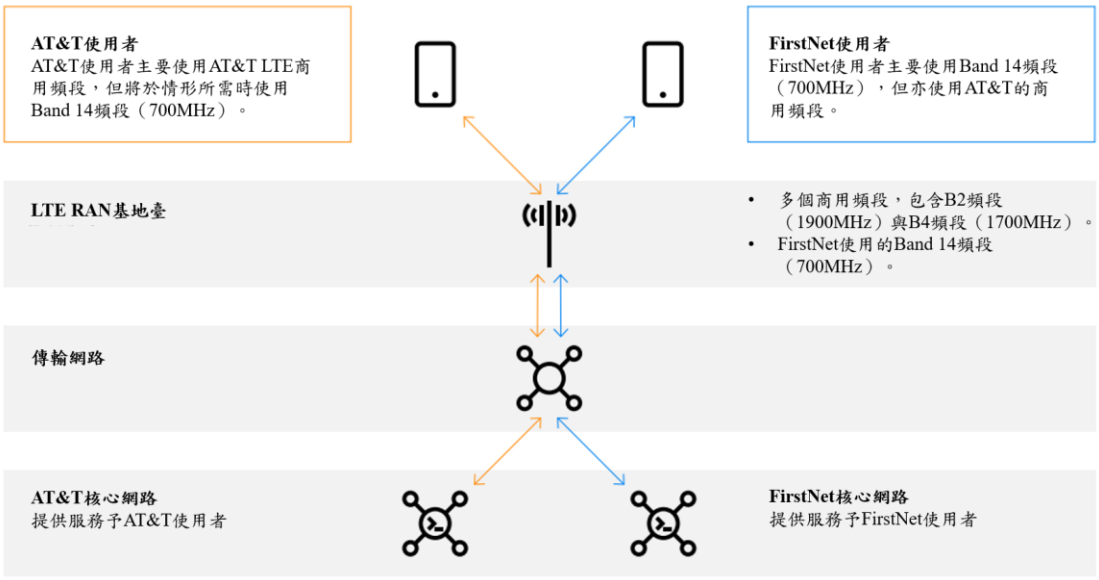
以頻段觀之，美國 FirstNet 網路組成包含使用者、長期演進技術（long term evolution, LTE）無線接取網路（radio access network, RAN）基地臺、傳輸網路（Transport Network）及核心網路（見下表 6.4.13 與下圖 6.4.10）。

https://about.att.com/innovationblog/2021/fn_interoperability.html

表 6.4.13　美國 FirstNet 網路組成（以頻段觀之）

網路組成	說明
使用者	● FirstNet 使用者：FirstNet 使用者主要使用 Band 14 頻段（700MHz），但亦使用 AT&T 的商用頻段。
	● AT&T 使用者：AT&T 主要使用 AT&T LTE 商用頻段，但將於情形所需時使用 Band 14 頻段（700MHz）。
LTE RAN 基地臺	● 使用多個商用頻段，包含 B2 頻段（1900MHz）與 B4 頻段（1700MHz）等，以及 FirstNet 使用的 Band 14 頻段。
傳輸網路	● 連接 RAN 與核心網路，提供服務所需之連接與頻寬。
核心網路	● AT&T 核心網路：提供服務予 AT&T 使用者。
	● FirstNet 核心網路：提供服務予 FirstNet 使用者。

資料來源：本研究彙整。



資料來源：Ericsson, 2020. 2020: the ultimate stress-test for FirstNet. https://www.ericsson.com/4ad96f/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2020/november-2020-emr-stress-test-for-firstnet.pdf

圖 6.4.10　美國 FirstNet 網路組成（以頻段觀之）

如上表與上圖所示，FirstNet 使用者與 AT&T 使用者係透過同樣的 LTE RAN 基地臺與傳輸網路，分別連接至 FirstNet 的核心網路與 AT&T 核心網路；其中，FirstNet 使用者主要使用 Band 14 頻段（700MHz），但亦使用 AT&T 的商用頻段。FirstNet 管理局將 Band 14 頻段喻為「公共安全單位的 VIP 通道（public safety's VIP lane）」，在緊急情況時，將淨空 Band 14 頻段，僅供就難人員與支援人員使用，確保公共安全單位不受商用網路流量的影響，並優先提供 AT&T 的 LTE 商用頻段予公共安全單位使用[765]。

[765] FirstNet, 2023. Demystifying Band 14 Spectrum: Why It Exists and What It Means For Public Safety. https://www.firstnet.com/content/dam/firstnet/white-papers/firstnet-demystify-band-14.pdf

2. 應用情境

FirstNet 已廣為美國警察、消防人員及緊急醫療服務等公共安全單位及支援人員所使用（見下圖 6.4.11），截至 2024 年 2 月，共有 2.75 萬公共安全單位與組織使用 FirstNet，網路連線達 550 萬個裝置（見附錄二十一）[766]。如下圖所示，除公共安全單位外，FirstNet 亦提供服務予支援人員[767]，有鑑於公共安全生態系乃由公共安全單位與相關支援人員所構成，例如美國百萬名的消防員中、逾半數為志願者[768]，透過提供公共安全單位支援人員服務、確保支援人員進行關鍵通訊時不會受商用網路流量影響或限制，健全整體公共安全生態系。



資料來源：Ericsson, 2020. 2020: the ultimate stress-test for FirstNet. https://www.ericsson.com/4ad96f/assets/local/reports-papers/mobility-report/documents/2020/november-2020-emr-stress-test-for-firstnet.pdf

圖 6.4.11　美國 FirstNet 應用情境

FirstNet 網路可於 9-1-1 呼叫服務連線中斷時重新連接網路，同時也提供一系列的行動應用程式供 FirstNet 使用者發送或廣播訊息等[769]，以及包含飛行基地臺（cell on wings, COW）[770]、小型快速佈署

[766] FirstNet, 2024. FirstNet Authority, AT&T announce 10-year investment to transform America's public safety broadband network. https://www.firstnet.com/community/news/att-10-year-investment-transform-public-safety-broadband-network.html

[767] AT&T, 2022. FirstNet Makes Mission-Ready Communications Accessible to All First Responsders. https://about.att.com/innovationblog/2022/porter-firstnet-communications.html

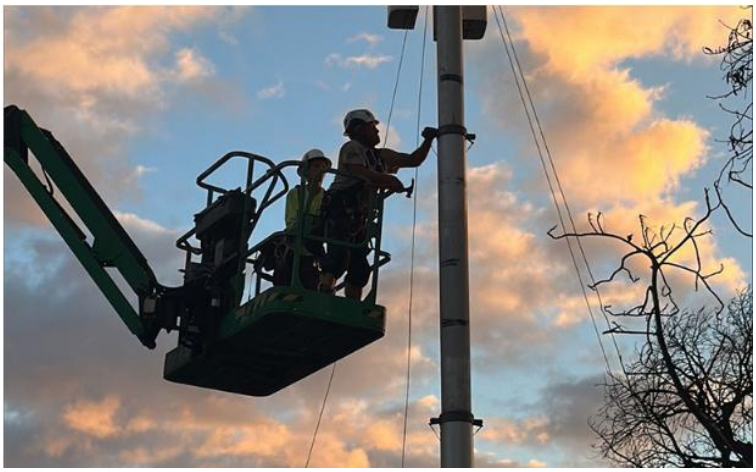
[768] NFPA, 2022. U.S. fire department profile. https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/us-fire-department-profile

[769] FirstNet, n.d. Featured Apps from the App Catalog. https://www.firstnet.com/apps/featured-apps.html

[770] 飛行基地臺係由 2 架綁線無人機（tethered drone）與拖車組成，配備衛星接收器（satelite dish）與光纖連接（fiber connection），高度可達 400 英尺，旨在確保等進行野火或山地救援等救援任務時連接不受地形阻礙。FirstNet, n.d. Understanding the FirstNet Deployable Program. https://firstnet.gov/sites/default/files/FirstNet_Deployables.pdf; FirstNet, 2019. Taking FirstNet

（compact rapid deployable, CRD）行動通信基地臺[771]在內的 150 餘個 FirstNet 專用行動基地臺[772]，前述行動通信基地臺透過衛星連接至 FirstNet，確保關鍵通訊服務之連接[773]。至 2024 年，FirstNet 已累積諸多應用實例[774]，於野火、颶風及基礎設施故障等緊急情形下支援公共安全單位及支援人員[775]。

以 2023 年夏威夷茂宜島（Maui）野火為例，FirstNet 於當地的既有為拉海納（Lahaina）區域的救難人員提供救難所需的專用連線，並透過當地的 FirstNet 應變營運小組（Response Operations Group, ROG）團隊支援 FirstNet 移動式基地臺（cell on wheel, COW）[776]（見下圖 6.4.12）與飛行基地臺的佈建[777]。



資料來源：AT&T, 2023. Maui Wildfires. https://about.att.com/pages/disaster-recovery/2023/maui-wildfires

圖 6.4.12　拉海納的 FirstNet 移動式基地臺

又，以美國田納西州（Tennessee）為例，其於 2023 財年成為美國首個透過 FirstNet 為其 118 個主要公共安全回應點（public safety

connectivity to new heights. https://www.firstnet.com/community/news/taking-firstnet-connectivity-to-new-heights.html

[771] CRD 行動通信基地臺係 FirstNet 的行動通訊基地臺與網路存取點（access point, AP），提供 FirstNet 蜂巢式網路、有線網路及 Wi-Fi 服務。FirstNet, n.d. CRD™ and miniCRD™ for FirstNet®. https://www.firstnet.com/coverage/coverage-enhancements/compact-rapid-deployable.html

[772] AT&T, 2022. FirstNet Makes Mission-Ready Communications Accessible to All First Responders. https://about.att.com/innovationblog/2022/porter-firstnet-communications.html

[773] FirstNet Authortiy, n.d. Deployables. https://www.firstnet.gov/network/TT/deployables

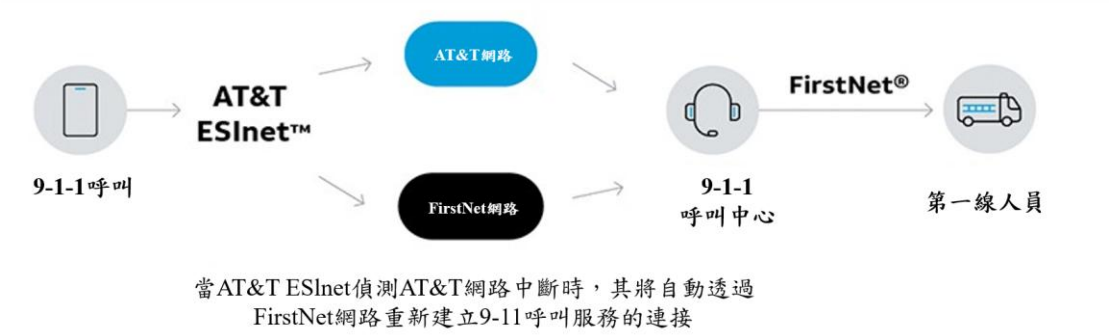
[774] FirstNet Authority, n.d. FirstNet in Action. https://firstnet.gov/network/firstnet-in-action; FirstNet, n.d. Case studies. https://www.firstnet.com/community/case-studies.html

[775] FirstNet Authority, 2024. Delivering on the Promise: Deploying the Nationwide Public Safety Broadband Network. https://firstnet.gov/sites/default/files/FirstNetAuthority_AnnualReport_FY2023.pdf

[776] 移動式基地臺係一種行動通訊基地臺，在既有無線基礎設施可能無法處理大量用戶湧入的流量時，建立或強化網路連接。AT&T, 2023. Teeing Up FirstNet for Connectivity. https://www.attconnects.com/teeing-up-firstnet-for-connectivity/

[777] 同上註。

answering points, PSAP）／緊急通訊中心啟動全面無線備援的州，有利於其 9-1-1 呼叫服務在最嚴峻的環境下仍得使用網路連線，在偵測到主要 9-1-1 中心連線中斷時，自動透過 FirstNet 網路重新連接，以確保得到回應[778]（見下圖 6.4.13）。



資料來源：AT&T, 2023. Tennessee becomes first in nation to integrate FirstNet with AT&T ESInet for 9-1-1 call centers statewide. https://www.firstnet.com/community/news/tennessee-becomes-first-in-nation-to-integrate-firstnet.html

圖 6.4.13　透過 FirstNet 強化 9-1-1 呼叫服務中心的可信賴性

3. 發展亮點

（1）應用關鍵 700MHz 頻段，強化電信業者合作之誘因

美國 FirstNet 使用頻率為 2×10MHz 的 700MHz 頻段（詳見附錄二十一），700MHz 頻段具傳輸距離長、穿透性佳、涵蓋率廣等電播傳播特性，在美國乃至於國際上均備受 MNO 重視。AT&T 與 FirstNet 管理局於 2017 年簽訂合約時，其獲得的 700MHz 頻段中 20MHz 的獨家使用權當時價值約 80 億美元（約新臺幣 2,488 億元），而美國政府提供專用、低頻段一舉也被視為 AT&T 願意合作挹注資金於大規模擴展、強化 FirstNet 網路涵蓋率的誘因[779]。AT&T 在 2019 年報亦強調 2×10MHz 的 700MHz 頻段價值，指出 FirstNet 厚實其頻譜量能，有利其提供效能更佳、速度更快的無線網路[780]。

如本節所述，國際主要國家／地區 PPDR 使用頻率不一，亦未必採公私合作模式，然觀察美國 FirstNet 應用關鍵 700MHz 頻段一定程度地強化 AT&T 與其合作的誘因，顯示在採公私合作 PPDR 的情形下，PPDR 使用頻率揀擇相當重要，倘應用 MNO 投資誘因高的頻段，有望提升 MNO 合作並投入 PPDR 的意願。

---

[778] 同上註。

[779] NEMA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[780] AT&T, 2019. 2019 Annual Report. https://investors.att.com/~/media/Files/A/ATT-IR/financial-reports/annual-reports/2019/complete-2019-annual-report.pdf

（2）成立 FirstNet 獨立專責單位，建立完善制度環境

美國 FirstNet 非直接由頻譜主管機關建立與管理，而是特別成立 FirstNet 管理局（詳見附錄二十一）。FirstNet 管理局為美國國家電信暨資訊管理局（National Telecommunications and Information Administration, NTIA）內的獨立機構，由國土安全部部長（Secretary of Homeland Security）、司法部長（Attorney General of the United States）、行政管理與預算辦公室（Office of Management and Budget, OMB）主任及商務部長（Secretary of Commerce）任命的 12 名人員組成委員會所領導[781]。

FirstNet 管理局負責於 700MHz 頻段上建立與管理可互通的全國性公共安全寬頻網路（Nationwide Public Safety Broadband Network, NPSBN），包含簽訂全國性的網路建設、營運及管理合約，確保網路的安全、韌性及資通安全，及於網路建設與佈建的各階段訂農村涵蓋率的里程碑等[782]。FirstNet 管理局與聯邦、州及地方公共安全單位協商，據此制定徵求建議書（Request for Proposal, RFP）與各州的 FirstNet 計畫，以確保 FirstNet 設計得滿足全國公共安全需求[783]。

美國針對 FirstNet 管理局訂有明確劃分單位職責之法律規範，實務上也成功透過 FirstNet 管理局與相對應的完善制度環境推動 FirstNet 營運，成立獨立專責單位、同時有效整合各部門專業與資源之作法值予我國借鏡。

（3）要求相關設備符合特定要求，訂定生態系配套措施

FirstNet 管理局除建立與管理 FirstNet 網路外，亦須促進設備市場競爭，要求使用於 FirstNet 網路上的設備符合下列要求[784]：

- 符合開放（open）、共通（non-proprietary）及商業化（commercially available）的標準；
- 得為任何公共安全單位與多個在 700MHz 頻段運作的各個供應商使用；

---

[781] Cornell Law School, n.d. 47 U.S. Code § 1424 - Establishment of the First Responder Network Authority. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/1424

[782] Cornell Law School, n.d. 47 U.S. Code § 1426 - Powers, duties, and responsibilities of the First Responder Network Authority. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/1426

[783] FirstNet Authority, n.d. History. https://www.firstnet.gov/about/history; FirstNet. 2017. FirstNet and AT&T Advance Nationwide Broadband Network for Public Safety; Release Buildout Plans for States and Territories. https://2014-2018.firstnet.gov/news/firstnet-and-att-advance-nationwide-broadband-network-public-safety-release-buildout-plans?_gl=1*wqbpj6*_ga*MTk4MzE1NjE2MC4xNzA5NTE1NDE2*_ga_RMMG6T0VWC*MTcxMDQwNzQwNi43LjEuMTcxMDQwNzY1MC4wLjAuMA..

[784] 同上註。

- 在必要且技術與經濟上合理的情形下，與既有商業網路反向相容（backward compatible）。

FirstNet 管理局促進設備市場競爭之法定義務突顯推動 PPDR 建設與應用之餘，不同公共安全單位之互通性（interoperability）、PPDR 與既有商業網路之相容性（compatibility）及設備市場競爭環環相扣、均為關鍵課題，雖依各國國情、未必須為專責單位之職責，然實有建立相關配套措施之必要。

（4）建立公共安全信託基金，奠定 FirstNet 穩健財務基礎

全國性 PPDR 的建設成本相當可觀，須仰賴穩健的財務基礎，以確保相關建設的效率與成效，美國建立公共安全信託基金、以頻譜拍賣所得作為 FirstNet 財務基礎之作法或可為尚未建立 PPDR 之國家／地區所參酌。

美國於聯邦法規（Code of Federal Regulations, CFR）第 47 篇（以下簡稱「CFR47」）§1457 下成立「公共安全信託基金（Public Safety Trust Fund）」，用於國家與地方實施基金、FirstNet 管理局建設及公共安全研究等[785]，而美國 FirstNet 管理局建立 FirstNet 的 70 億美元（約新臺幣 2,185 億元）資金即源自 FCC 600MHz 頻段廣播頻譜之誘因拍賣（incentive auction）[786]部分所得[787]。

（5）重視資通安全，權衡資通安全與公共安全單位負擔

FirstNet 管理局相當重視資通安全，其於 2018 年發布的「確保公共安全之安全性（Securing Public Safety）」白皮書[788]指出，所有公共單位的核心安全需求與目標如下：

- **易於使用**：救難人員須透過簡易的身份驗證（authentication）與授權（authorization）流程，方能獲得設備、應用程式、網站及資料庫的存取權限，且即使在跨司法管轄區移動時也需能保持登入狀態。

---

[785] Cornell Law Schoool, n.d. 47 U.S. Code § 1457 - Public Safety Trust Fund. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/1457

[786] 誘因拍賣係自願性、基於市場的頻譜重整（repurposing）方式，鼓勵執照持有者自願放棄頻譜頻譜使用權，換取頻譜重整執照拍賣的部分收益。FCC, 2017. How It Works: The Incentive Auction Explained. https://www.fcc.gov/about-fcc/fcc-initiatives/incentive-auctions/how-it-works

[787] Congress, 2012. Middle Class Tax Relief and Job Creation Act of 2012. https://www.congress.gov/112/plaws/publ96/PLAW-112publ96.pdf; FCC, 2022. Remarks of Chairwoman Jessica Rosenworcel FirstNet 10-Year Anniversary Celebration. https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-380562A1.pdf; FCC, 2014. FCC 14-63. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-14-63A1.pdf

[788] FirstNet Authority, 2018. Securing Public Safety. https://www.firstnet.com/content/dam/firstnet/white-papers/FirstNet_Security_eBookFinal-social.pdf

- **身分驗證與存取權限**：救難機構需採用值得信賴的身分識別與存取管理（identity credential and access management, ICAM）解決方案，以正確識別設備及其使用者。
- **行動設備安全**：救難人員使用的設備因單位而異，救難網路須能協助保護種類廣泛的設備及其儲存的資料。
- **加密資料傳輸**：以明文方式發送高敏感資訊除具一定隱私與安全風險外，亦恐違反地方、州和聯邦法規，爰需適當地使用加密工具。
- **動態安全（dynamic security）**：救難單位與人員的公共安全網路須提供切合各使用者群體特定需求的安全性。

FirstNet 管理局強調，有鑑於基於商業公共網路的解決方案要求各單位或其承包商管理複雜的安全性要求、合規性要求、安全工具與服務以及網路威脅，FirstNet 管理局致力於提供全面性的生態系統解決方案。如前所述，FirstNet 網路係由一系列提供現場救難人員無線通訊的 RAN 組成，前述 RAN 連接至 FirstNet 具高度韌性、物理上獨立且隔離的全國性核心網路，期減輕各公共安全單位的負擔；其他資安相關措施包含提供公共安全單位 ICAM 系統、應用端至端加密（end-to-end encryption）工具等[789]，足見 PPDR 資安之複雜性與重要性。

儘管各國公共安全單位之資安需求具體細節雖不盡相同，然《確保公共安全之安全性》提出之公共安全單位核心安全需求與目標仍可作為探討公共安全單位利益相關人資安需求之框架，FirstNet 管理局實施之 PPDR 資安措施亦值予參酌。

（三）澳大利亞 PSMB

澳大利亞近年積極推動 PSMB 發展外，亦深入探討頻譜相關議題。儘管澳大利亞 PSMB 尚處規劃階段，然澳大利亞政府委託的獨立審查委員在 2022 年發布之「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告（Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report）」[790]與當局後續發布的回應文件「澳大利亞政府對公共安全行動寬頻策略審查最終報告之回應（Australian Government Response to the Public Safety Mobile Broadband Strategic Review Final Report）」[791]除反映

[789] 同上註。

[790] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[791] DITRDCA, 2014. Australian Government response to the Parliamentary Joint Committee on Law Enforcement report: Spectrum for public safety mobile broadband. https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/Government_response_to_PJC_on_Law_Enforcem

PSMB 未來發展方向，亦匯集當今 PPDR 各面向課題之精華，之於澳大利亞 PSMB 推動具代表性，之於他國則具參考價值。有鑑於此，本研究以前述 2 份文件為基礎，分析澳大利亞 PSMB 網路架構、應用情境及發展亮點如下。

1. 網路架構

澳大利亞 PSMB 網路架構尚在規劃中，可能採行之網路架構可見於當局委託的獨立審查委員在 2022 年發布的《公共安全行動寬頻策略審查－最終報告》[792]中，根據其與業界互動、國際作法及概念驗證（Proof of Concept, PoC）實驗室測試結果，建議澳大利亞政府建立 PSMB 專用核心網路（dedicated core），連接至澳大利亞 3 個 MNO（Telstra、Optus 及 TPG Telecom）的商用行動網路（見下圖 6.4.14 與下表 6.4.14）。



資料來源：DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

圖 6.4.14　澳大利亞獨立審查委員建議之 PSMB 網路架構

表 6.4.14　澳大利亞獨立審查委員建議之 PSMB 網路元件

網路元件	說明
核心網路	使用 PSMB 專用核心網路，支援與 LMR 及配套網路的連接。
配套網路	與衛星、專用網路或 Wi-Fi 等配套網路連接。

ent_enquiry.pdf

[792] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

網路元件	說明
閘道器	連接 PSMB 與 LMR 網路，以支援互通。
設備	支援 PSMB 的設備生態系。

資料來源：本研究彙整。

具體而言，澳大利亞獨立審查委員建議之 PSMB 網路架構包含下列網路元件：

- PSMB 專用核心網路，支援與 LMR 及配套網路的連接；
- 與配套網路（complementary network）的連接，例如衛星、專用網路或 Wi-Fi；
- 連接 PSMB 與 LMR 網路的閘道器（gateway）以支援互通（interworking）；
- 支援 PSMB 的設備生態系。

其中，採用專用核心網路具下列優勢：

- 支援多家 MNO 業者的連接（connectivity），同時保有可競爭性（contestability）與彈性（flexibility）。
- 支援不同連接至 MNO 的模式，包含漫遊、多營運商核心網路（MOCN）或多營運商接取網路（MORAN）。
- 將公共安全使用者的核心網路管理與消費者及企業使用的商業網路分開。
- 可根據 PSMB 的特定營運安全需求設計核心網路。
- 針對專用核心網路供應商的選擇可不受 MNO 決策影響。
- 支援與配套網路的連接，例如衛星系統的網路。

值得注意的是，如同「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」[793]指出，行動通信網路仍須進行重大升級與強化方能實現 PSMB 之量能，MNO 服務的涵蓋範圍與網路韌性之提升等均係 PSMB 不可或缺的關鍵元素，突顯若 PPDR 採共享 MNO 商業行動網路之模式，尚須仰賴 MNO 行動網路的涵蓋範圍與網路韌性，才能彰顯 PPDR 的量能。此外，前述網路架構亦突顯支援 PPDR 的設備生態系之於整體 PPDR 生態系的重要性。

儘管建立 PPDR 專用核心網路、連接至所有 MNO 行動通信網路僅為 PPDR 的建置模式之一，未必符合各國／地區情境，然「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」建議之網路架構及其針對專用核心網路的分析仍值予借鏡。

[793] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

2. 應用情境

澳大利亞公共安全通訊服務目前仍仰賴 LMR 網路，儘管 LMR 網路可提供成熟、可信賴的語音服務，仍無法完全滿足澳大利亞公共安全單位的關鍵通訊需求，涵蓋範圍不足外，互通性（interoperability）亦有限，於許多情境下無法進行跨境或跨組織通訊，亦無法提供寬頻數據服務[794]。

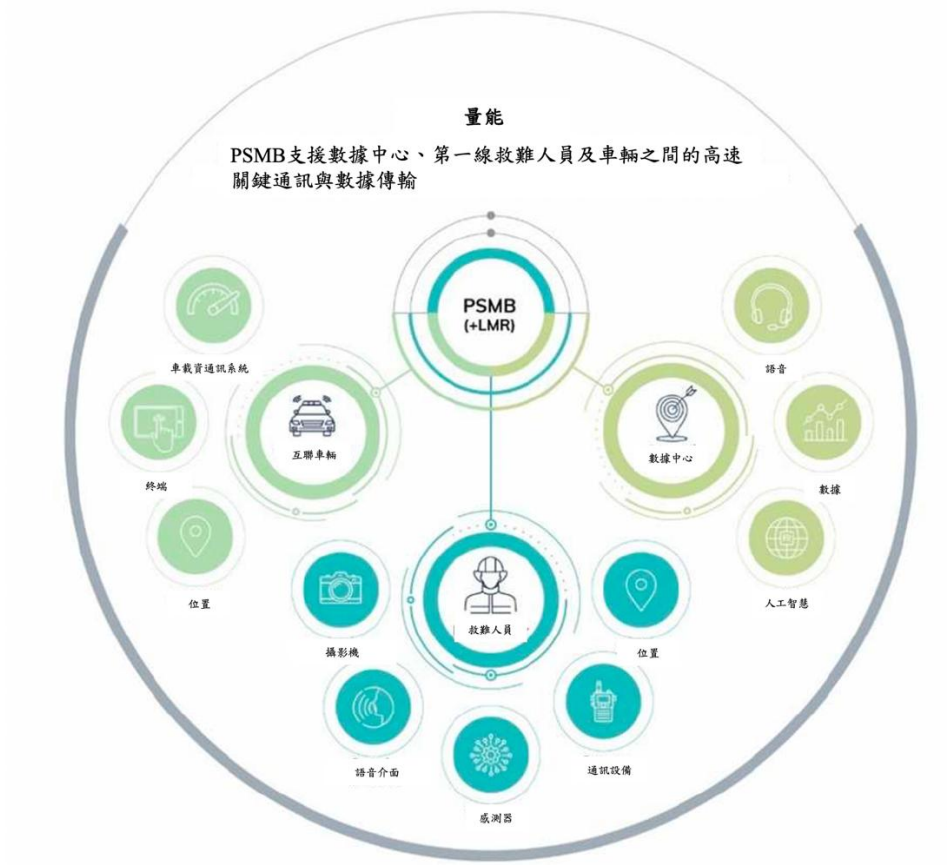
有鑑於此，公共安全單位日益仰賴 Telstra、Optus 及 TPG 等澳大利亞 MNO 提供的消費級（consumer-grade）行動寬頻網路支援應用程式、提供視訊串流與檔案傳輸服務，惟儘管 MNO 服務提供的資料頻寬（data bandwidth）優於 LMR 提供的資料頻寬，但由於 MNO 服務係循商業標準設計，而非以支援公共安全營運為目標而設計，故 MNO 服務提供的韌性仍不及 LMR[795]。

未來澳大利亞 PSMB 啟動後，其公共安全通訊服務涵蓋範圍將能擴大，韌性可獲提升及支援跨境與跨組織的即時通訊，並透過一致性的管理機制管理公共安全服務產生的數據[796]，有望支援更多公共安全應用情境（見下圖 6.4.15）。

[794] DITRDCA, 2023. Public Safety Mobile Broadband (PSMB) – Program Fact Sheet – December 2023. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20-%20Program%20Fact%20Sheet%20-%20December%202023.pdf

[795] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[796] DITRDCA, 2023. Public Safety Mobile Broadband (PSMB) – Program Fact Sheet – December 2023. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20-%20Program%20Fact%20Sheet%20-%20December%202023.pdf



資料來源：DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

圖 6.4.15　澳大利亞 PSMB 啟動後潛在應用場景

3. 發展亮點

（1）PSMB 應用頻段尚處討論階段，利弊分析值予參酌

澳大利亞政府委託的獨立審查委員在 2022 年發布的「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」中評估 PSMB 使用專用低頻段的利弊，本研究彙整利弊分析如下表 6.4.15。

表 6.4.15　專用頻段與共享頻段之利弊分析

模式	利	弊
專用頻段	● 可降低公共安全單位使用者受 MNO 用戶流量影響的風險。 ● 將涵蓋範圍拓展至 MNO 網路外。 ● 節省將可佈署設備整合至 MNO 共享頻段所需的時間，俾利快速佈建可佈署設備（deployable）。 ● 之於 MNO 的價值高，可望作為與 MNO 協議時的談判優勢	● 公共安全使用者僅可接取單一專用頻段。 ● 澳大利亞未分配的 27（Band 27）與 4.9GHz 頻段均不甚理想。

模式	利	弊
	（leverage）。	
共享頻段	● 公共安全使用者可接取MNO的所有頻譜資源。 ● 美國與英國等國均採共享頻段模式，可行性高。 ● 澳大利亞MNO已具提供技術成熟之服務量能，並已取得橫跨多個頻段的頻率執照，與採專用頻段的模式相比，可提供較多的接取與容量（capacity）。	● 與專用頻段相比，公共安全單位使用者受 MNO 用戶流量影響的風險較高。 ● 具削弱談判優勢之隱憂，當局將須盡力確保 PSMB 定價之公平性與可持續性（sustainable）。

資料來源：本研究彙整。

如上表所示，若由 MNO 託管 PSMB，專用頻段可降低公共安全單位使用者受 MNO 用戶流量影響的風險，同時可望作為與 MNO 協議時的談判優勢。然以低頻段而言，唯一有可能為 PSMB 所使用、未分配的頻段 27（Band 27）生態系有限且頻寬窄，而 4.9GHz 亦受限於發展速度不如預期的生態系（見下表 6.4.16）。

表 6.4.16　專用頻段與共享頻段之利弊分析

頻段	利	弊
400MHz 頻段	● 低頻段，與高頻段相比，具穿透性佳、涵蓋率廣等優勢。	● 目前仍為 LMR 使用，尚未釋出。 ● 根據目前規劃，未來 LMR 將與 PSMB 互通，短期內釋出的機率較低。
Band 26 頻段（850MHz 擴增頻段）	● 低頻段，與高頻段相比，具穿透性佳、涵蓋率廣等優勢。	● 澳大利亞 MNO 之一的 Telstra 已於 2021 年透過頻譜拍賣取得 Band 26 頻段，包含 814–824MHz 頻段、859–869MHz 頻段。
Band 27 頻段（上行鏈路：807-824MHz；下行鏈路：852-869MHz）	● 低頻段，與高頻段相比，具穿透性佳、涵蓋率廣等優勢。 ● 尚未分配。	● Band 27 頻段之國際設備與基礎設施生態系十分有限；目前僅有澳大利亞、緬甸與拉丁美洲確定可使用 Band 27 頻段，業界開發 Band 27 頻段的意願較低。與其他頻段相容的既有技術相比，若 PSMB 應用 Band 27 頻段，則須採購更昂貴的專業技術。澳大利亞 MNO 亦表示，若要佈建 Band 27 頻段的網

頻段	利	弊
		路設備，則須就既有基地臺的設計進行成本高昂的重大改革。 ● 頻寬窄。
4.9GHz 頻段	● 於 2012 年透過類別執照（class licence）核配予公共安全單位使用。 ● 為國際認定之 PPDR 應用頻段之一，設備生態系具一定的發展潛力。	● 部分地區不知道該頻段或不確定該頻段的使用範圍。 ● 實務上，設備生態系發展尚不如預期，尚未達到規模經濟。 ● 部分利益相關人表示類別執照相關限制降低公共安全單位該頻段的意願，如沒有干擾保護等。

資料來源：本研究彙整。

與專用頻段相比，共享頻段具多項優勢。儘管採共享頻段恐有削弱談判優勢之隱憂，當局將須盡力確保 PSMB 定價之公平性與可持續性，然美國與英國等國均採共享頻段模式，突顯該模式之可行性，且澳大利亞 MNO 已具提供技術成熟之服務量能，並已取得橫跨多個頻段的頻率執照，與採專用頻段的模式相比，可提供較多的頻譜資源。爰該報告建議澳大利亞 PSMB 採共享頻段，與 MNO 合作，給予公共安全單位使用者優先權，儘管如此，該份報告仍建議持續評估 PSMB 接取專用頻段的機會[797]。

然值得注意的是，澳大利亞 PSMB 應用頻段的潛在選項不限於未分配之頻段，澳大利亞《1992 年無線通訊法（Radiocommunications Act 1992）》第 68 條允許第三方使用與商業交易頻譜[798]，MNO 或可出售或提供自身持有的部分頻譜的接取權予 PSMB 用戶，相關協議將需考量並評估定價、成本、技術複雜性及利弊。儘管如此，澳大利亞政府委託的獨立審查委員觀察，頻譜執照持有者普遍無意願以前述方式出售或提供頻譜接取權，現今針對 PSMB 應用頻段的討論仍圍繞未分配的頻段[799]。

[797] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[798] Australian Government Federal Register of Legislation, n.d. Radiocommunications Act 1992. https://www.legislation.gov.au/C2004A04465/2021-09-01/text

[799] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

澳大利亞 PSMB 應用頻段暫不明朗，且最終雖未必採共享頻段模式，然「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」中針對專用頻段或共享頻段的相關利弊分析值予參酌。若 PPDR 由 MNO 託管，在評估採用專用頻段或共享頻段時，除須考量兩者的技術性差異（如 MNO 用戶流量影響公共安全單位使用者的風險），亦須衡量兩者對 MNO 的吸引力乃至於相關主管機關的相對應談判優勢。

（2）不排除採與所有 MNO 合作之模式，有利最大化 PSMB 涵蓋範圍、確保 PSMB 韌性並避免單一業者壟斷

澳大利亞 PSMB 具體營運模式尚未定案，當局委託的獨立審查委員在 2022 年發布的「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」[800]中，建議澳大利亞政府建立 PSMB 專用核心網路，與澳大利亞所有 MNO（Telstra、Optus 及 TPG Telecom）的行動通信網路連接並共享頻段，優勢包含：一、促進價格競爭（price competition），避免單一業者壟斷；二、善用 3 個行動網路的涵蓋範圍，最大化 PSMB 涵蓋範圍；三、確保 PSMB 韌性。

在前述行動通信網路涵蓋範圍重疊的情形下，若其中一項 MNO 的服務中斷，PSMB 使用者仍可使用其他業者的服務，據此提升 PSMB 可用性（availability），並確保與 MNO 協商 PSMB 接取條款時創造較大的可競爭性（見下圖 6.4.16）[801]。



資料來源：DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

圖 6.4.16　澳大利亞 PSMB 倘採與所有 MNO 合作之涵蓋率與韌性示意圖

[800] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[801] 同上註。

該份獨立審查報告進一步指出，儘管澳大利亞 MNO 正在佈建 5G 網路，有望強化公共安全的應用案例，然考量 4G LTE 網路涵蓋率最廣，可以滿足現今 PSMB 功能的關鍵需求，故 4G LTE 網路可構成 PSMB 初步佈建的基礎，不應因 5G 佈建進程而推遲 PSMB 佈署[802]。值得注意的是，儘管 3 家 MNO 提供之行動服務類似，但由於合作之供應商、佈建之技術架構、採用的商業策略有所差異，故若採與所有 MNO 合作模式，則需將前述差異納入考量。對此，澳大利亞政府回應，倘 PSMB 係建立在 MNO 網路的基礎上，當局將資助擴展 PSMB 涵蓋範圍、確保其韌性[803]。

截至本研究撰寫期間，澳大利亞政府尚未定案 PSMB 將採用之模式或與當地 MNO 就 PSMB 將採取的模式達成協議，「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」亦強調最終模式仍待與 MNO 溝通，然自澳大利亞對「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」的回應可推估其不排除與所有 MNO 合作之模式，故該提議針對與所有 MNO 合作之模式提出的利弊分析仍具參考價值。儘管採用所有 MNO 合作之模式具避免單一業者壟斷、最大化 PSMB 涵蓋範圍及確保 PSMB 韌性等優勢，但各 MNO 之差異如何不致影響 PSMB 佈署與營運，及是否符合特定國家／地區情境仍有待探討。

（3）成立 PSMB 特別工作小組，專責推動 PSMB 發展

似於美國成立 FirstNet 管理局之作法（見美國 FirstNet 案例研析），澳大利亞亦成立 PSMB 特別工作小組（PSMB Taskforce）專責推動 PSMB 發展。該工作小組之起源可追溯至「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」[804]，澳大利亞政府委託的獨立審查委員於該份報告中指出澳大利亞政府規劃 PSMB 不周，且尚未徵求業界意見與評估 PSMB 的成本，分配予相關計畫的資源亦不足，爰建議當局成立專責單位建立及管理 PSMB。

澳大利亞政府遂自 2023 至 2024 財年聯邦預算中撥款 1,010 萬澳幣（約新臺幣 2.06 億元），用於成立隸屬澳大利亞內政安全部（Department of Home Affairs）轄下國家緊急管理署（National

[802] 同上註。

[803] DITRDCA, 2014. Australian Government response to the Parliamentary Joint Committee on Law Enforcement report: Spectrum for public safety mobile broadband. https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/Government_response_to_PJC_on_Law_Enforcement_enquiry.pdf

[804] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

Emergency Management Agency, NEMA）的 PSMB 特別工作小組（PSMB Taskforce）及該單位於 2023 至 2024 財年與 2024 至 2025 財年的營運所需經費[805]。該工作小組已自 2023 年 8 月開始運作，訂有於 2024 年初邀請業界提供有關目前與潛在服務及技術產品資訊等規劃[806]，亦將與海外 PPDR 團隊合作，借鏡他山之石[807]，然截至本研究撰寫期間，未見公開資料闡述 PSMB 特別工作小組之組成及相關成果，研究團隊將持續追蹤相關發展。

澳大利亞成立的 PSMB 特別工作小組甫於 2023 年開始運作，且截至本研究撰寫期間尚未公開推動 PSMB 的進展，成效尚有待觀察。然自澳大利亞政府委託的獨立審查報告與澳大利亞政府後續積極成立 PSMB 工作小組的回應可看出，成立 PSMB 專責單位建立乃至於管理 PPDR 之重要性，同時，有鑑於 PPDR 之健全尚須仰賴龐大的資源、審慎的收益與成本分析、縝密的風險與緩解措施評估及完善的產官交流機制，澳大利亞成立 PPDR 專責單位之作法值予借鏡。

（4）未接受挹注頻譜拍賣所得於 PSMB 之提議，將另行評估與研提資金來源

截至本研究撰寫期間，澳大利亞 PSMB 的資金來源尚未決定，澳大利亞議會聯合委員會（Parliamentary Joint Committee）於 2013 年曾建議將頻譜拍賣所得挹注於 PSMB 的建設[808]，惟該項提議當時並未獲澳大利亞政府接受，當局於 2014 年回應指出，頻譜所得根據《1900 年澳大利亞聯邦憲法（Commonwealth of Australia Constitution Act 1900）》第 81 條[809]納入統一歲入基金（Consolidated Revenue Fund,

---

[805] DITRDCA, 2023. Australian Government Response to the Public Safety Mobile Broadband Strategic Review Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Australian%20Government%20Response%20to%20the%20Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Strategic%20Review%20Final%20Report.pdf; DITRDCA, 2023. Public Safety Mobile Broadband (PSMB – Program Fact Sheet – December 2023. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20-%20Program%20Fact%20Sheet%20-%20December%202023.pdf

[806] 同上註。

[807] DITRDCA, 2023. Australian Government Response to the Public Safety Mobile Broadband Strategic Review Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Australian%20Government%20Response%20to%20the%20Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Strategic%20Review%20Final%20Report.pdf

[808] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[809] 《1900 年澳大利亞聯邦憲法（Commonwealth of Australia Constitution Act 1900）》第 81 條闡明「聯邦行政機關歲入或籌得之款項構成聯邦統一歲入基金，用於撥充聯邦事務，其撥付方式與支出費用由本憲法訂定之。」；Parliament of Australia, n.d. Commonwealth of Australia Constitution Act Chapter IV. Finance And Trade. https://www.aph.gov.au/About_Parliament/Senate/Powers_practice_n_procedures/Constitution/chapter

CRF），故頻譜拍賣所得將納入統一歲入基金，不會用於其他用途[810]。截至本研究撰寫期間，澳大利亞 PSMB 的資金來源暫不明朗[811]，定價方案也尚未定案[812]。對此，澳大利亞政府於 2023 年針對「公共安全行動寬頻策略審查－最終報告」發布的回應中表示，將由 PSMB 專責單位與各州與業界密切交流、評估 PSMB 開發、建設及營運的相關成本，據此確立資金需求（如種子資金（seed funding）等）並進一步訂定公平與具可持續性的定價方案等監管措施，同時將對行動通信市場競爭的影響納入考量[813]。

澳大利亞以《1900 年澳大利亞聯邦憲法》第 81 條為由，未接受挹注頻譜拍賣所得於 PSMB 之提議，與美國在 CFR47 的框架下成立「公共安全信託基金」，並以頻譜拍賣所得作為 FirstNet 財務基礎之作法（見美國 FirstNet 案例研析）形成鮮明對比。而自澳大利亞政府於 2014 年針對該提議的回應推估，PSMB 之資金來源取自當局歲入或籌得之款項的機率較小，目前亦尚未如同美國特別針對 PSMB 成立信託基金，在進行成本與收益分析後，如何取得種子資金、乃至於 PSMB 日後建設與營運所需之龐大資金將會是澳大利亞當局面臨的一大課題，後續討論與發展值予持續追蹤。

（四）日本公共安全行動網路系統

日本公共安全行動網路系統（公共安全モバイルシステム）[814]於本案研析之主要國家/地區中屬尚在發展中的 PPDR 機制，總務省將利用行動電話網路作為災害、事故期間資訊共享等用途，總務省先前參考如前述南韓、英國等 PPDR 相對成熟國家進行研究，以及針對所需功能進行技術驗證，並於 2024 年底正式實際投入應用。以下分析日本公共安全行動網路系統網路架構、應用情境及發展亮點。

4

[810] DITRDCA, 2014. Australian Government response to the Parliamentary Joint Committee on Law Enforcement report: Spectrum for public safety mobile broadband. https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/Government_response_to_PJC_on_Law_Enforcement_enquiry.pdf

[811] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[812] DITRDCA, 2023. Australian Government Response to the Public Safety Mobile Broadband Strategic Review Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Australian%20Government%20Response%20to%20the%20Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Strategic%20Review%20Final%20Report.pdf

[813] 同上註。

[814] 日本為著眼於 5G、6G 及更高技術發展，故於 2023 年 12 月將公共安全 LTE（PS-LTE）更改為更通用的「公共安全行動網路系統」。Business Network, 2024. スマホで公共安全 DX 「PS-LTE」が衣替えして 2024 年実用化へ https://businessnetwork.jp/article/18379/

1. 網路架構

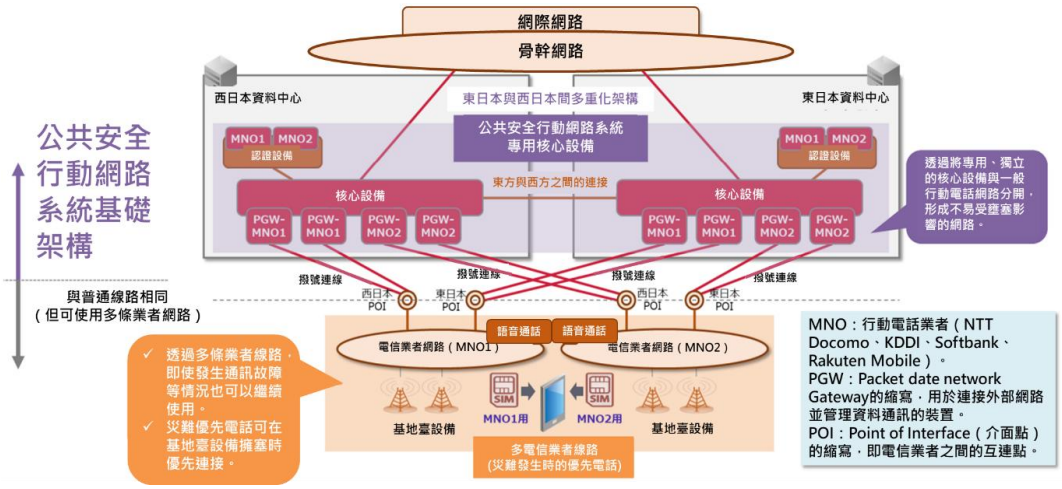
日本公共安全行動網路系統係以行動電話技術為公共部門提供緊急救災時使用的無線系統，僅需插入兩張或以上 SIM 卡，運用業者建置位於不同地點的核心網路，且具有災害發生時優先通話權，平時作為一般行動電話使用，而事故發生時則作為內部或公共部門間通訊、資訊交換，實現相較於一般手機更穩定、成本更低的緊急通訊。

日本總務省於內閣府、警察廳、消防廳、地方政府等單位參與下進行公共安全系統相關技術驗證，日本公共安全行動網路系統示範架構係於東、西處設立資料傳輸專用之核心設備，可與兩個或以上 MNO 網路互連，如其中一位 MNO 業者通訊故障時仍可持續使用，另系統亦提供災難發生時電話優先連接服務，可免於基地臺設備擁塞情況。日本公共安全行動網路系統架構如下表 6.4.17 與下圖 6.4.17 所示[815]。

表 6.4.17　日本公共安全行動網路系統網路元件

網路元件	說明
核心設備	● 透過專用、獨立的核心設備，並與一般行動電話網路設備分開，形成不易受壅塞影響的網路。
MNO 網路	● 透過多條業者線路，如 NTT Docomo、KDDI、Softbank、Rakuten Mobile，即便發生通訊故障等情況仍可持續使用其他業者網路以維持通訊。
公共安全使用者	● 透過網路發送與接收資訊的公共安全用戶接取點，使用雙 SIM 卡、Android 或 iOS 系統相容之設備。

資料來源：本研究彙整。



資料來源：總務省，2023。公共安全モバイルシステムについて～災害発生時等における非常通信の確保と 公共安全モバイルシステム～
https://www.soumu.go.jp/main_content/000918070.pdf

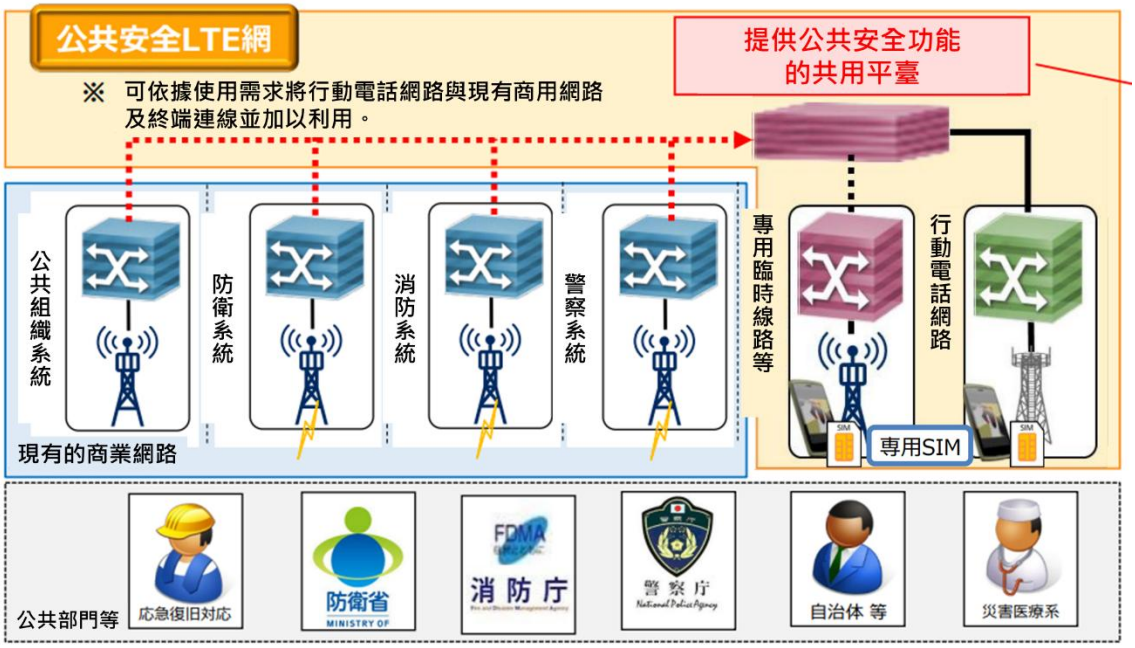
圖 6.4.17　日本公共安全行動網路系統架構

[815] 總務省，2023。公共安全モバイルシステムについて～災害発生時等における非常通信の確保と 公共安全モバイルシステム～
https://www.soumu.go.jp/main_content/000918070.pdf

2. 應用情境

日本公共安全行動網路系統係由警察、消防、自衛隊等負責公共安全機構使用的無線電系統，用於各單位緊急救災期間進行跨單位資訊傳遞，提供群組通訊與通話功能、終端設備傳送與接收靜態與動態影像、連接內部與外部資料庫、進階安全通訊、優先連線功能、與機關的通訊系統互連、終端對終端通訊功能等。利用現有行動電話網路，結合商用網路與終端，建立災害發生時能即時連線的網路（如下圖 6.4.18）。

該系統為使用者插入兩張或以上 SIM 卡，實現相較於一般行動電話網路更易於連接、具穩定性與低成本的通信系統，另終端裝置則建議選用雙 SIM 卡、雙 VoLTE 相容之設備，即任一 SIM 卡號碼來電皆可接聽（如實體 SIM 卡兩張、eSIM 兩張、實體 SIM 卡與 eSIM 各一張），其終端裝置主要功能與規格如下表 6.4.18 所示[816]。



資料來源：總務省，n,d. 公共安全 LTE 1（PS-LTE※）
https://www.soumu.go.jp/main_content/000723656.pdf

圖 6.4.18　日本公共安全行動網路系統應用情境

表 6.4.18　日本公共安全行動網路系統終端裝置主要功能與規格

功能	公共安全行動網路系統終端裝置規格
通信線路	多業者線路（可使用兩間電信業者線路），且相較於一般行動電話網路更容易連接通訊線路。
通話功能	使用 070、080、090 號碼進行語音電話，可撥打緊急電話。
優先連線權	可提供災難優先通話，然可提供的通話數量有限制。
應用程式	由使用者自行選擇並安裝商用應用程式。

[816] 總務省，n,d. 提供機能・仕様
https://www.tele.soumu.go.jp/j/others/psms/kino/index.htm

功能	公共安全行動網路系統終端裝置規格
其他	• 網際網路、電子郵件等使用方式與一般行動電話相同。 • 使用 LTE 技術，除傳送、接收語音外，亦可使用影像與視訊服務。 • 公共部門可於共用基礎架構上順暢交換資訊，同時確保安全性、穩定性與低成本。

資料來源：總務省，2023。公共安全モバイルシステムについて～災害発生時等における非常通信の確保と 公共安全モバイルシステム～
https://www.soumu.go.jp/main_content/000918070.pdf
總務省，2022。公共用周波数等ワーキンググループにおける フォローアップの実施について。
https://www.soumu.go.jp/main_content/000810720.pdf
總務省，n,d. 提供機能・仕様
https://www.tele.soumu.go.jp/j/others/psms/kino/index.htm

總務省於 2023 年 10 月起於橫濱市、沖繩縣、高知縣、山梨縣、倉敷市進行 PS-LTE 導入示範（見下表 4.3.19），並公開徵集選用 6 款可於救災期間使用的商業應用軟體(如 Linkit Maps、Teams、Slack 等）後續將依據導入情形以及研究結果編制使用案例[817]。

表 6.4.19　日本公共安全行動網路系統示範區域

示範區域	內容	實施目標與日期
橫濱市	於橫濱市總部與地方總部間使用公共安全系統聊天應用程式，作為防止於人流密集場所發生事故之對策。	橫濱馬拉松 （2023 年 10 月 29 日）
沖繩縣	於沖繩縣內消防機構參與綜合防災演習中，利用公共安全行動網路系統進行視訊傳輸等訓練。	沖繩縣綜合防災演習 （2023 年 10 月 29 日）
高知縣	於高知縣災害管理總部、地方一般災害管理中心、市區補給中心間使用公共安全行動網路系統進行視訊與資訊共享，因應海嘯、地震發生時進行物資運送演練。	物資配送訓練 （2023 年 10 月 30 日）
山梨縣	於山梨縣消防局、緊急消防援助隊、災難醫療隊等演習中，利用公共安全行動網路系統進行災難現場與指揮總部間視訊、PTT、地圖等應用。	2023 年緊急消防隊 關東區域聯合訓練 （2023 年 11 月 14 日至 15 日）
倉敷市	於南海地震初期應變演練中，結合聊天應用程式、視訊傳輸與公共安全行動網路系統線路，與災難應變本部消防署、中國電力網路等參與機構分享災損狀況等資訊。	倉敷市綜合防災演習 （2023 年 11 月 18 日）

[817] Business Network, 2023. 公共安全 LTE（PS-LTE）導入に向けた実証 横浜市、沖縄県などで 10 月から実施。
https://businessnetwork.jp/article/17087/

資料來源：總務省，2023。公共安全モバイルシステムについて～災害発生時等における非常通信の確保と 公共安全モバイルシステム～
https://www.soumu.go.jp/main_content/000918070.pdf

以 2024 年能登半島地震為例，日本當局即於災害現場使用公共安全行動網路系統，供政府單位、消防單位與地方政府用於救災與災後重建作業（見下圖 6.4.19）。



資料來源：總務省，2024。公共安全モバイルシステム(旧：PS-LTE)の高度化について。
https://www.soumu.go.jp/main_content/000944762.pdf

圖 6.4.19　2024 年能登半島地震救災示範

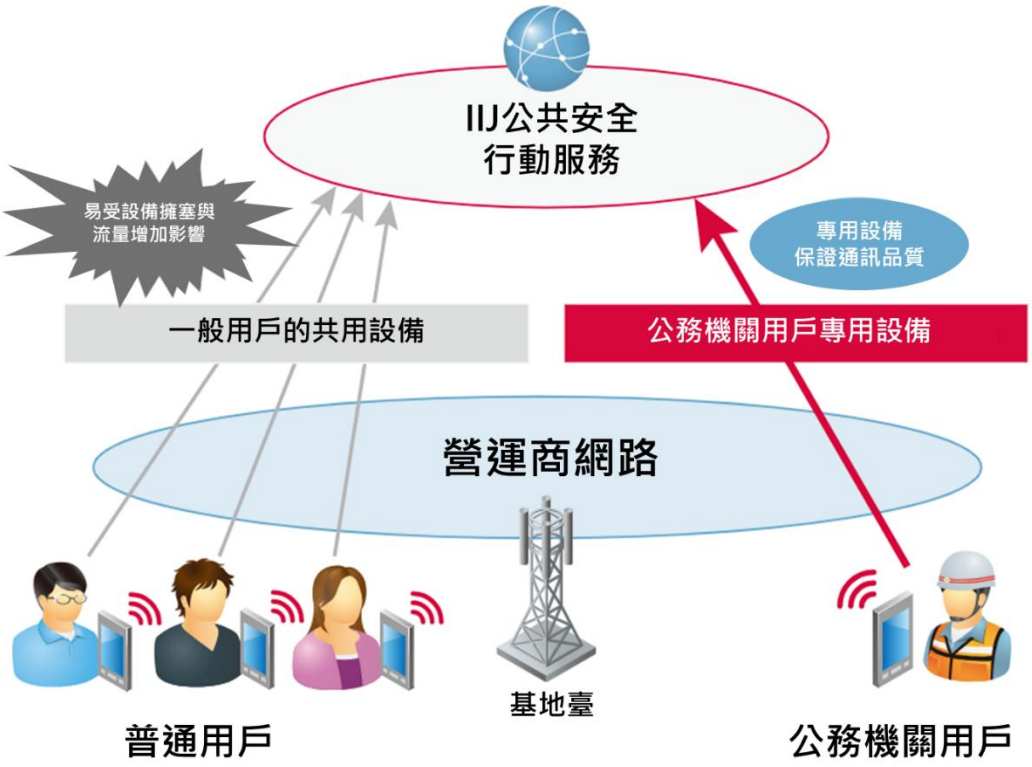
3. 發展亮點

（1）IIJ 推出公部門專屬之公共行動網路安全服務

日本網際網路服務供應商 IIJ（Internet Initiative Japan Inc.）自 2024 年 4 月 1 日起推出公務機關專用之「IIJ 公共安全行動服務（IIJ 公共安全モバイルサービス）」，使用與 IIJ 其他 MVNO 服務不同的專用設備，進行語音通話與數據傳輸，且不會與一般用戶產生干擾，並於災害發生時支援優先撥號，而服務使用者係依據《電信事業法施行條例[818]》第 56 條第 1 項規定之公務機關如氣象、防洪、消防、救災、國防等與國家重要通訊相關之國家與地方組織專用。

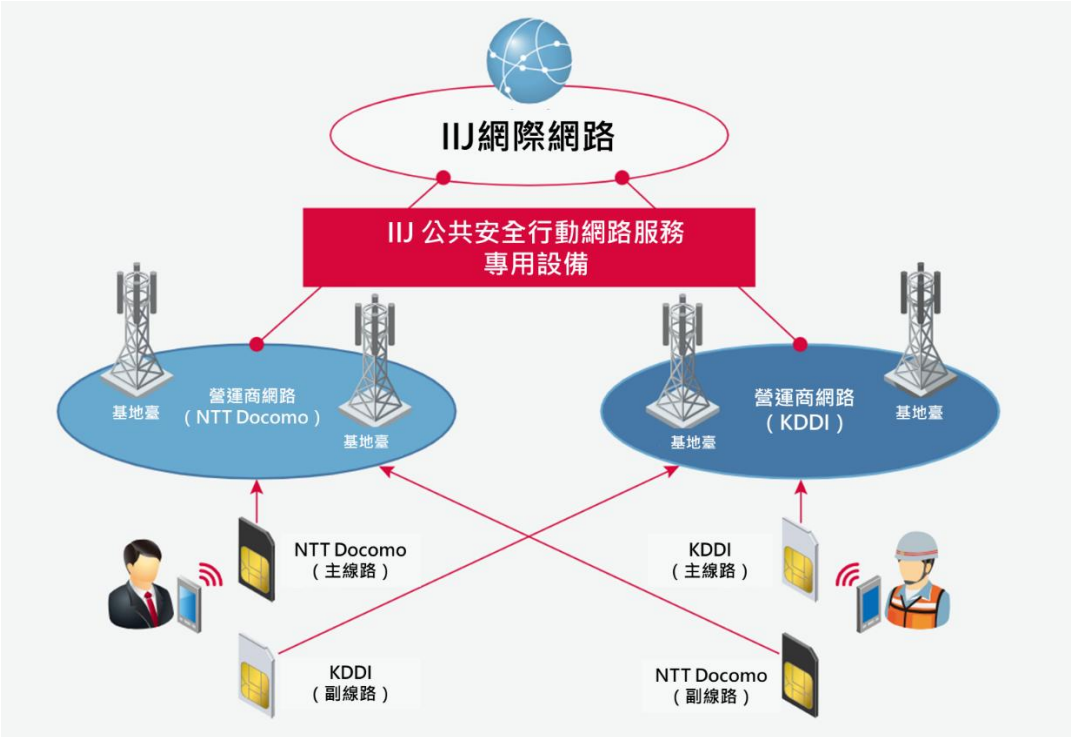
另通訊設備因災害導致壅塞時，普通電話可能因通話或連接等受到限制，惟災害優先電話可不受任何限制進行撥號與連接，而該服務係提供 NTT Docomo（LTE 網路和 5G NSA 網路）與 KDDI（4G LTE 網路和 5G NSA 網路）多營運商相容線路，可支援市面上雙卡智慧型手機（如下圖 6.4.20、圖 6.4.21），其基本資費又以 1GB、3GB、10GB、30GB 劃分（如下表 6.4.20）。

[818] e-GOV, n,d. 電気通信事業法施行規則（昭和六十年郵政省令第二十五号）
https://laws.e-gov.go.jp/law/360M50001000025/20240401_506M60000008031



資料來源：IIJ, 2023. IIJ、公共機関専用の「IIJ 公共安全モバイルサービス」を提供開始 https://www.iij.ad.jp/news/pressrelease/2023/0925.html

圖 6.4.20　IIJ 公共行動網路安全服務



資料來源：IIJ, 2023. IIJ、公共機関専用の「IIJ 公共安全モバイルサービス」を提供開始 https://www.iij.ad.jp/news/pressrelease/2023/0925.html

圖 6.4.21　IIJ 公共行動網路安全服務主線路與副線路

表 6.4.20　IIJ 公共行動網路安全服務基本資費

傳輸量	1GB	3GB	10GB	30GB
基本月費	1,400 日圓（約新臺幣 310 元）	1,900 日圓（約新臺幣 420 元）	2,800 日圓（約新臺幣 620 元）	4,200 日圓（約新臺幣 930 元）

註：如超出數據通信容量則不限制低速通信，超額用量將以每 1GB 330 日圓（約新臺幣 71 元）收取傳輸費。

資料來源：IIJ, 2023. IIJ、公共機関専用の「IIJ 公共安全モバイルサービス」を提供開始 https://www.iij.ad.jp/news/pressrelease/2023/0925.html

截至本研究撰寫期間，IIJ 宣布將擴充 IIJ 公共行動網路安全服務功能，公務機關可於災難發生時使用該服務共享現場資訊，該功能將自 2024 年 11 月 1 日起提供，以實現高速率資料共享，其基本費用為 1,210 日圓（約新臺幣 263 元），數據通信費則為每 1GB 242 日圓（約新臺幣 53 元）/月[819]。

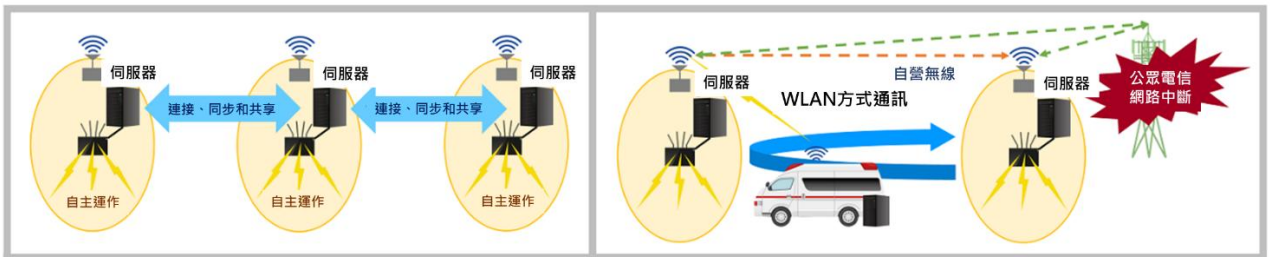
（2）日本國立研究開發法人情報通信研究機構（NICT）研發通訊基礎設施解決方案，發展趨勢值予關注

為解決防災資通訊系統即便通訊中斷時仍可協助防災中心持續運作，使系統集中管理與分析彙蒐的所有資訊，日本國立研究開發法人情報通信研究機構（National Institute of Information and Communications Technology, NICT）於「建構智慧防災網路」子計畫中研發「進階強化網路（Advanced Die Hard Network, A-DHN）」通訊系統，以利使用者無法察覺通訊中斷，維持資訊共享。

A-DHN 網路概念係伺服器安裝於不同處基地臺或車載式、可攜式基地臺（如車輛），使基地臺內伺服器實現自主運作，而伺服器間透過多樣通訊方式進行資訊同步，使資料與遠端位置共享，如發生通訊中斷，資料仍可透過移動中的基地臺攜帶、傳送與共用，而為確保資料機敏性且不受公眾電信網路中斷影響，將以認證與存取限制確保各個站點之間存取與連接的安全性，其發展趨勢值予關注[820]（如下圖 6.4.22）。

[819] IIJ, 2024.「IIJ 公共安全モバイルサービス」において「組織パケットシェア」を提供開始. https://www.iij.ad.jp/news/pressrelease/2024/0930.html

[820] NICT, n,d. NICT 発技術で現場の課題を解決 https://www.nict.go.jp/riac/usecase_Diehard_ver1.html?_gl=1*1av6eov*_ga*MTA2OTI0NTA4OC4xNzI4MjIzOTI4*_ga_GRHV5QN75N*MTcyODIyNjY1MC4yLjEuMTcyODIyODA5NS4wLjAuMA..*_ga_H10Z448G8R*MTcyODIyNjY1MC4yLjEuMTcyODIyODA5NS4wLjAuMA



資料來源：NICT, n,d. NICT 発技術で現場の課題を解決 https://www.nict.go.jp/riac/usecase_Diehard_ver1.html?_gl=1*1av6eov*_ga*MTA2OTI0NTA4OC4xNzI4MjIzOTI4*_ga_GRHV5QN75N*MTcyODIyNjY1MC4yLjEuMTcyODIyODA5NS4wLjAuMA..*_ga_H10Z448G8R*MTcyODIyNjY1MC4yLjEuMTcyODIyODA5NS4wLjAuMA.

圖 6.4.22　A-DHN 網路概念

五、議題研析

綜合本研究研析國際主要國家／地區 PPDR 之應用頻段、管理機制、發展現況及未來趨勢、國際 PPDR 標竿案例及「我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討」座談會成果，以下就我國 PPDR 應用情境與需求、適用頻段、適用網路架構、應用技術以及其他考量面向等切入，提出發現如下。

（一）我國 PPDR 應用情境與需求

1. 我國 PPDR 應用情境以平時因應天災、事變或緊急危難救援作業為主，尤應以公共安全單位應用情境為優先

我國 PPDR 應用情境以平時天災、事變因應或緊急危難救援作業為主，短期內評估我國 PPDR 所需之頻率與技術時，暫無必要將偶發性重大緊急事件通訊需求納入，可待未來我國 PPDR 機制發展成熟後，衡量重大緊急應用情境與人為災害等其他應用情境的通訊需求，並參酌 ITU 於 2021 年 12 月發布之 Report ITU-R M229.19-2 報告，判斷我國平時與重大緊急應用情境的優先順序，及評估是否需要應用不同頻率與技術，進而細緻化我國 PPDR 機制，同時，仍持續完善電力、傳輸及既有無線電通訊系統。

此外，我國 PPDR 使用者尚未有認定標準，除警消等明顯屬於 PPDR 使用者範疇的公共安全單位，一般民眾亦為潛在使用者。然本研究認為，若將 PPDR 使用者擴及至業務關聯性較低的機關甚或一般民眾，恐與 PPDR 以公共安全與救難應變通訊為核心的精神言行相悖、削弱頻譜效率，爰後續劃分我國 PPDR 使用者範圍時，應以公共安全單位應用情境為優先，且應考量需求與成本做不同技術整合與規劃。

2. 我國 PPDR 應用需求短期以語音通訊為主，然中長期有寬頻與新

興應用需求

我國短期 PPDR 應用需求以語音通訊為主，現行應用之窄頻技術已可滿足相關通訊需求。然觀察中期應用需求，包含文字、圖片或／與影片傳輸以及人員定位追蹤等，有應用寬頻技術之必要。此外，我國部分消防單位已導入穿戴式裝置，且未來將有無人機、擴增實境（Augmented Reality, AR）、虛擬實境（virtual reality, VR）等新興應用。爰本研究認為，我國規劃 PPDR 機制時，應將寬頻與新興應用需求納入考量，而非侷限於現行應用需求。

（二）我國 PPDR 適用頻段

1. 我國 PPDR 應用頻率應首重 1GHz 以下之低頻段，並提供公共安全單位優先使用權

1GHz 以下之低頻段因涵蓋率廣、穿透性佳等優勢，不僅 PPDR，之於行動通信等應用亦是相當理想的使用頻率，也因此在國際 PPDR 機制蓬勃發展前，如何均衡分配 1GHz 以下之低頻段、避免過度集中於特定使用者早已是頻譜領域重要議題之一。

我國產、官、學對 PPDR 機制適用頻段範圍目前的共識為 1GHz 以下的低頻段。低頻段除有前述技術優勢外，亦符合 ITU-RM.2015 中適用於三個區域 PPDR 應用的 694-894MHz 頻段範圍，有利我國 PPDR 機制進行跨境合作。而根據「無線電頻率供應計畫」[821]，我國雖有保留 806-816MHz 頻段與 847-857MHz 頻段予 PPDR 專屬無線通信系統實驗網路，但 1GHz 以下之行動通信頻段目前多已供行動寬頻業務使用，包含 703-748MHz 頻段、758-803MHz 頻段、885-915MHz 頻段以及 930-960MHz 頻段（見下表 6.4.21）。

表 6.4.21　我國 1GHz 以下之行動通信頻段使用現況與未來規劃

頻段（MHz）	使用現況	開放說明	未來規劃	優先順序
632-652, 678-698	無	無	● 視國際發展及國內使用需求再作評估規劃。	長
703-748, 758-803	供行動寬頻業務使用，執照期限至 119 年，	● 自 102 年 12 月起開放行動通信使用。 – 不指定系統，但以 ITU 於本頻段已公布可使用之寬頻行動技術為限。	● 待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃。	-[註]

[821] 數位發展部主管法規共用系統，2023 年。「無線電頻率供應計畫」（112 年 3 月修正）。https://law.moda.gov.tw/Download.ashx?FileID=529

頻段（MHz）	使用現況	開放說明	未來規劃	優先順序
	頻寬總計90MHz。	－ 本頻段中，794-803MHz 已有現存低功率射頻電機設備（低功率無線麥克風）。 － 本頻段各釋出區塊間干擾問題由業者自行協調解決。		
885-915, 930-960	供行動寬頻業務使用，執照期限至119年，頻寬總計60MHz。	● 自 102 年 12 月起開放行動通信使用。 － 不指定系統，但以 ITU 於本頻段已公布可使用之寬頻行動技術為限。 － 本頻段各釋出區塊間干擾問題由業者自行協調解決。	● 待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃。	-

註：:-表示該頻段已核配特定用途使用，未來需視其核配之使用期限屆滿方能進行後續規劃，爰暫無處理之優先順序。

資料來源：本研究彙整自數位發展部主管法規共用系統，2023 年。「無線電頻率供應計畫」（112 年 3 月修正）。https://law.moda.gov.tw/Download.ashx?FileID=529

有鑑於 1GHz 以下低頻段稀缺，同時為行動通信與 PPDR 應用的理想頻段，我國或可考慮將目前保留予 PPDR 專屬無線通信系統實驗網的 806-816MHz 頻段與 847-857MHz 頻段納為 PPDR 適用頻段的考量範圍，有效發揮頻譜資源，盡可能取得推動 PPDR 與行動寬頻業務間的平衡勢必將成為主管機關面臨的關鍵課題。

2. 採共享頻段有利提升頻譜效率，惟需確保頻率和諧共用

本研究比較南韓 Safe-Net、美國 FirstNet 以及澳大利亞 PSMB 頻段應用模式並分析利弊如下表；各標竿案例與電信業者共享頻段之程度由弱至強依序為南韓 Safe-Net、美國 FirstNet、澳大利亞 PSMB。

表 6.4.22　國際 PPDR 標竿案例應用頻段比較與分析

與電信業者共享頻段之程度：弱 → 強

國際PPDR標竿案例	應用頻段	利	弊
 南韓 Safe-Net	**專用頻段** Safe-Net專用頻段為718-728MHz/773-783MHz	• 可降低公共安全單位受MNO用戶流量影響的風險。	• 公共安全使用者僅可接取單一專用頻段，且頻譜效率有待商榷。
 美國 FirstNet	**共享頻段** FirstNet使用者主要使用Band 14頻段（758-769MHz/788-799MHz），但亦使用AT&T的商用頻段	• 頻譜效率高。 • 緊急情況時將淨空Band 14頻段，並優先提供AT&T的LTE商用頻段予公共安全單位使用，降低公共安全單位使用者受AT&T用戶流量影響的風險。	• 與專用頻段相比，公共安全單位使用者受MNO用戶流量影響的風險較高。
 澳大利亞 PSMB（研議中）	**共享頻段** 獨立審查委員建議PSMB與MNO共享頻段	• 澳大利亞MNO已具提供技術成熟之服務的量能，並已取得橫跨多個頻段的頻譜執照，可提供較多頻譜資源。	• 具削弱談判優勢之隱憂當局將須盡力確保PSMB定價之公平性與可持續性（sustainable）。

資料來源：本研究彙整。

如上表 6.4.22 所示，在本研究彙析之國際 PPDR 標竿案例中，僅有南韓 Safe-Net 係採專用頻段，使用 718-728MHz/773-783MHz 頻段，雖可降低 PPDR 使用者受電信業者（Mobile Network Operator, MNO）用戶流量影響之風險，惟公共安全單位使用者僅可接取單一專用頻段，且頻譜效率有待商榷。

反觀美國 FirtNet 係採共享頻段，FirstNet 使用者主要使用《頻譜法》分配予 FirstNet 的 Band 14 頻段（758-769MHz/788-799MHz 頻段），但亦使用 AT&T 的商用頻段，頻譜效率高，即使與專用頻段相比，PPDR 採共享頻段受 MNO 用戶流量影響的風險較高，惟緊急情況時將淨空 Band 14 頻段，並優先提供 AT&T 的商用頻段予 FirstNet 使用者使用，將可降低 FirstNet 使用者受 AT&T 用戶流量影響的風險。

澳大利亞 PSMB 未來有可能採共享頻段，然與美國 FirstNet 僅與 AT&T 共享頻段不同，澳大利亞 PSMB 可能採與 3 個 MNO（Telstra、Optus 及 TPG Telecom）共享頻段，有鑑於前述 MNO 均已具提供技術成熟之服務的量能、並已取得橫跨多個頻段的頻譜執照，澳大利亞 PSMB 未來若採用此一模式，則除前述共享頻段的優勢外，亦可提供 PPDR 使用者更多頻譜資源。與此同時，此一模式具削弱專責單位談判優勢之隱憂，當局將須盡力確保 PSMB 定價之公平性與可持續性（sustainable）。

回到我國情境探討，我國中華電信、台灣大哥大與遠傳電信等 3 家 MNO 均已取得橫跨多個頻段的頻率執照，PPDR 若採共享 MNO 持有之頻段，則可望提供 PPDR 使用者較多的頻譜資源，即使

後續前述 MNO 之行動寬頻業務執照屆期，PPDR 與 MNO 共享頻段仍可使用相關頻譜發揮效益。

本研究認為，我國 PPDR 機制應採與 MNO 共用頻段，並評估共享頻段之干擾議題，參考美國 FirstNet 作法，導入公共安全單位頻率使用優先權，於緊急情況時淨空 MNO 商用頻段予 PPDR 使用者，以在最大化提升頻譜效率的同時，降低 PPDR 使用者受 MNO 用戶流量影響的風險，進一步保障頻譜資源和諧共用[822]且符合公共利益。

（三）我國 PPDR 適用網路架構

1. 我國 PPDR 或可採與多家業者合作之模式，並確立介接與合作模式

本研究比較國際 PPDR 標竿案例南韓 Safe-Net、美國 FirstNet 以及澳大利亞 PSMB 網路架構並分析利弊如下表；各標竿案例與電信業者共享網路架構之程度由弱至強依序為南韓 Safe-Net、美國 FirstNet、澳大利亞 PSMB。

表 6.4.23　國際 PPDR 標竿案例網路架構比較與分析

國際PPDR標竿案例	網路架構	利	弊
南韓 Safe-Net	專用網路	• 取代原先諸多使用不同技術、無法提供互通性的公共安全網路 • 得依公共安全韌性等需求設計網路	• 建置成本較高、所需時程較長 • 尚須仰賴MNO建置與維護網路 • 網路技術升級時之轉換成本與複雜度相對較高
美國 FirstNet	多業者核心網路（MOCN）	• 借助AT&T涵蓋率與專業，加速FirstNet之建設與導入 • 建置成本較低 • 較易配合商用網路進行技術升級	• 商用網路可靠性恐較低 • 易受商用網路穩定性影響，如AT&T網路中斷（outage）時，公共安全單位使用者恐受影響如AT&T於2024年2月22日網路中斷時，部分FirstNet使用者即受影響長達3個小時
澳大利亞 PSMB（研議中）	與多家業者合作 獨立審查委員建議PSMB採與多家業者合作	• 有利於最大化PSMB涵蓋範圍確保PSMB韌性 • 俾利避免單一業者壟斷 • 建置成本較低、所需時程較短 • 較易配合商用網路進行技術升級	• 商用網路可靠性恐較低 • 複雜性較高 • 有切換（switch over）造成延遲的隱憂 • 國際上尚無前例，暫無可參酌之實例

弱 → 強：與電信業者共享網路架構之程度

資料來源：本研究彙整。

如上表 6.4.23 所示，在本研究彙析之國際 PPDR 標竿案例中，僅有南韓 Safe-Net 採專用網路，雖得依公共安全韌性等需求設計網路，但建置成本較高、所需時程較長，且尚須仰賴與 SK Telecom 及 KT 等 MNO 建置與維護網路（見附錄二十一），網路技術升級時之轉換成本與複雜度也相對較高。

[822] 此處和諧共用係指頻率使用不干擾彼此，最大化頻率使用效率，達到技術共存。

美國 FirstNet 則係採 MOCN，借助 AT&T 涵蓋率與專業加速 FirstNet 之建設與導入，與專用網路相比，建置成本較低，同時較易配合商用網路進行技術升級。惟與依照公共安全韌性等需求設計的專用網路相比，商用網路可靠性恐較低，也容易受商用網路穩定性影響，如 AT&T 於 2024 年 2 月 22 日網路中斷時，部分 FirstNet 使用者即受影響長達 3 個小時[823]。

澳大利亞 PSMB 未來可能作法為美國 FirstNet 與 AT&T 共享網路的衍伸，不排除與 3 個 MNO（Telstra、Optus 及 TPG Telecom）合作，雖有複雜性較高與切換（switch over）造成延遲等隱憂，但自 PPDR 建設角度觀之，有利於降低建置成本、縮短建設時程；自厚實 PPDR 量能角度觀之，較易配合商用網路進行技術升級；自 PPDR 韌性角度觀之，有利於最大化 PSMB 涵蓋範圍，確保 PSMB 韌性；自電信市場競爭角度觀之，則可俾利避免單一業者壟斷。

本研究建議我國 PPDR 網路架構採 MOCN 模式，以「最大化 PPDR 涵蓋範圍與韌性」及「確保電信市場競爭」等原則為基礎發展，持續追蹤澳大利亞 PSMB 後續發展，同時廣納產、官、學各界意見，評估 PPDR 網路連接至我國所有 MNO 之商用行動通信網路的可能性與適用性，將 3 家 MNO 合作之供應商、佈建之技術架構、採用的商業策略之潛在差異納入考量，並借鏡數位發展部韌性建設司 PoC 計畫執行經驗（見前文），確立採 MOCN 模式應留意之處，包含 PPDR 獨立核心網路與商用網路如何介接等。

（四）我國 PPDR 應用技術

1. 我國 PPDR 仍有窄頻需求，縱使兩者技術上介接無虞，仍需考量整合複雜度與成本

自頻譜規劃角度觀之，於 PPDR 機制應用寬頻技術有利於提升頻譜效率；自厚實 PPDR 量能角度觀之，寬頻技術可滿足低延遲、甚至於即時大量數據傳輸之需求；自國際 PPDR 機制協作角度觀之，因國際 PPDR 機制朝寬頻技術推進，故應用寬頻技術有利於接軌國際 PPDR 機制，作為國際 PPDR 機制協作之基礎。

本研究認為，我國雖尚未細探寬頻技術就我國 PPDR 應用需求可發揮的效益，然寬頻技術切合我國 PPDR 未來應用需求，且國際 PPDR 機制已朝寬頻技術發展，我國 PPDR 機制規劃仍應以寬頻技術為基礎。

同時，我國仍有保留既有 Project 25（P25）技術、下一代數位窄

[823] FirstNet Authority, 2024. Update on February 22 Network Outage. https://www.firstnet.gov/newsroom/blog/update-february-22-network-outage

頻（Next Generation Digital Narrowband, NXDN）與數位行動無線電（Digital Moblie Radio, DMR）等窄頻技術作為通訊備援之必要，未來應朝 LMR 與 LTE 網路共存發展，縱使兩者技術上介接無虞，後續仍須考量兩者間整合複雜度、相關設備與解決方案生態系之完善度等，並同時參酌國際案例，如追蹤澳大利亞建立 PSMB 時，如何確保 LMR 與 LTE 網路之互通性。

2. 5G 技術於 PPDR 領域之應用值予關注，惟必要性尚待探討

5G 技術近年日趨成熟，其高速度、低延遲及多連結等技術特性更使其成為各國積極佈署與推動之重點項目，然 5G 技術在 PPDR 領域尚未被廣泛應用，目前僅有美國有取得具體進展。

我國 PPDR 機制是否需應用 5G 技術取決於 PPDR 應用情境與需求，然有鑑於國際上前例有限、領頭羊美國 FirstNet 的 5G 服務亦尚處起步階段，暫無可參酌之成熟實例，未來若規劃朝 5G 技術推進，則應循序漸進。

就現階段而言，自「我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討」座談會成果觀察，我國 PPDR 應用尚無 5G 相關需求，短期內尚無採用 5G 技術之必要。惟本研究認為，我國可持續追蹤美國 FirstNet 推出的 5G 服務，觀察 5G 技術應用於 PPDR 機制的效益，掌握其必要性、相關成本、使用者經驗或反饋等面向。

（五）其他考量面向

1. PPDR 之完善尚須仰賴健全的機制，制度環境、主責機關及誘因制度均有待探討

PPDR 之完善尚須仰賴健全的機制，除確立適用頻段、網路架構以及應用技術外，主責機關、制度環境及誘因制度均有待探討。

（1）主責機關

我國目前尚未成立 PPDR 主責機關，然有鑑於 PPDR 之健全與尚須仰賴龐大的資源、審慎的收益與成本分析、縝密的風險與緩解措施評估及完善的利益相關人交流機制，我國實有必要建立 PPDR 主責機關。

觀察國際 PPDR 標竿案例亦可窺見建立 PPDR 主責單位之重要性。如前文所述，美國 FirstNet 非直接由頻譜主管機關建立與管理，而是根據《頻譜法》於美國國家電信暨資訊管理局（National Telecommunications and Information Administration, NTIA）轄下成立獨立機構 FirstNet 管理局，明確劃分單位職責，同時有效整合美國國土安全部（Department of Homeland Security）與商務部（Department of

Commerce）等部會之專業與資源；澳大利亞 PSMB 雖尚處研議階段，也已成立隸屬澳大利亞內政安全部（Department of Home Affairs）轄下國家緊急管理署（National Emergency Management Agency, NEMA）PSMB 特別工作小組（PSMB Taskforce）。

回到我國情境探討，本研究認為，有鑑於我國內政部消防署與警政署均認為自身難以承擔相關人力與經費成本，實務上確實也難以要求單一 PPDR 使用單位兼顧其他部會的需求並規畫相對應的機制，爰或可參考美國作法，非由頻譜主管機關建立與管理，而是另外成立較使用單位高階的獨立機構，負責統籌、整合各使用單位需求與資源。

（2） 制度環境

PPDR 之建立與推動應植基於明確的法源依據。以美國 FirstNet 為例，其分配 Band 14 頻段予公共安全使用與成立 FirstNet 管理局等法源依據為《中產階級稅收減免和就業復原法案（頻譜法）（the Middle Class Tax Relief and Job Recovery Act of 2012（Spectrum Act））》（見附錄二十一）。就我國而言，我國建立 PPDR 之制度環境暫不明朗。目前數位發展部韌性建設司 PoC 驗證計畫係植基《全民防衛動員準備法（全動法）》，然有鑑於我國 PPDR 應用情境以平時因應天災、事變或緊急危難救援作業為主，應另尋其他法源依據。

若我國 PPDR 機制未來採針對釋照頻段制定執照持有者義務，則較有可能的法源依據為《電信管理法》第 54 條第 2 項：「主管機關於釋出前項特定無線電頻率時，應公告該頻率之用途、使用者之資格限制及所負之義務或其他使用條件、限制」。然前述法規僅可作為針對釋照頻段制定義務之法源依據，PPDR 機制參與單位間的權利義務等則須另尋法源依據。

（3） 誘因制度

我國 PPDR 規劃尚未定案，即使採專頻專網模式，自南韓 Safe-Net 經驗可看出，仍有相當大的機率需要與 MNO 合作，若採 MOCN 或與多家業者合作模式更是如此。不論我國 PPDR 規劃為何，MNO 未來將於 PPDR 機制扮演舉足輕重的角色，PPDR 之建置與維運等均尚須仰賴我國 MNO 的量能與專業。

我國 PPDR 機制潛在適用頻段為 1GHz 以下之低頻段，其技術優勢本身已是強化電信業者合作之誘因，然即使我國採針對釋照頻段制定執照持有者義務，主責機關仍應投入資源，並確立我國 MNO 的商業模式，包含 PPDR 使用費計算與收取標準等。此外，我國或可評估建立誘因制度，如提供 PPDR 相關補助或輔導，鼓勵 MNO 持續提升 PPDR 服務品質，促進我國 PPDR 機制之發展。

2. 未來建立完整 PPDR 機制後，應建立設備要求等配套措施，並探討多元通訊之可能性

我國未來建立完整 PPDR 機制後，應建立設備要求等配套措施，例如要求相關設備符合共通（non-proprietary）、與既有商用網路反向相容（backward compatible）等標準，以確保推動 PPDR 建設與應用之餘，PPDR 與既有商用網路之相容性（compatibility）及設備市場競爭。此外，我國數位發展部日前因應 0403 大地震，使用應變網路行動車與低軌衛星設備支援災區通訊，突顯多元通訊網路之重要性。爰我國未來亦可探討多元通訊之可能性，評估將與低軌衛星連接的行動通信基地臺、飛行基地臺（cell on wings, COW）、移動式基地臺（cell on wheel, COW）納入 PPDR 生態系之必要性與可行性。

第五節　我國潛在釋照議題

一、即將屆期及潛在釋出之 IMT 頻率資源

我國現行已釋出之頻率為 102 年、104 年、106 年及 108 年拍賣釋出之頻率，包含 700MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2500MHz、2600MHz、3500MHz 及 28000MHz 頻段，其中 102 年拍賣釋出原 2G 頻段及 106 年釋出原 3G 頻段，皆考量移用既有網路納入規範，以確保服務平順轉移。

表 6.5.1　我國現行已釋出行動通信頻率屆期時間、釋出時間及方式

屆期時間	釋出頻段	釋出時間及方式
119 年	700、900 及 1800MHz（4G，原 2G 頻段）	102 年拍賣（SMRA）
122 年	2500 及 2600MHz 配對區塊（4G）	104 年拍賣（SMRA）
	2100 MHz（4G，原 3G 頻段）	106 年拍賣（SMRA 改良版，兩階段）
129 年	3500 及 28000 MHz（5G）	108 年拍賣（SMRA 改良版，兩階段）

備註：106 年及 108 年拍賣之 1800MHz 頻段未釋出，故未列於表中。
資料來源：本研究彙整。

在潛在釋出頻譜資源方面，尚有 600MHz、800MHz、1800MHz、2300MHz、3700-4200MHz、4700-4800MHz、4900-5000MHz、7025-7125MHz、24.25-27GHz、37-40GHz 等頻段可供規劃釋出。盤點我國現行已釋出之行動通信頻率及潛在釋出頻譜，如表 6.5.2 所示。

表 6.5.2　我國現行已釋出行動通信頻率及潛在釋出頻譜

項目	1GHz 以下	1-3GHz	3-6GHz	6GHz 以上
119 年屆期	703-748MHz、758-803MHz、885-915MHz、930-960MHz	1710-1775MHz、1805-1870MHz	-	-
122 年屆期	-	1920-1980 MHz、2110-2170MHz、2500-2690MHz	-	-
129 年屆	-	-	3300-3570MHz	27900-29500MHz

項目	1GHz 以下	1-3GHz	3-6GHz	6GHz 以上
期				
潛在釋出頻譜	632-652 MHz、678-698MHz、806-816 MHz、847-857MHz、816-821MHz、857-862 MHz	1775-1785MHz、1870-1880MHz、2300-2390MHz、	3700-4200MHz、4700-4800 MHz、4900-5000MHz	6425-7125MHz、24250-27000MHz、37000-40000MHz

備註：

1. 806-816 MHz、847-857MHz 現供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用；816-821MHz、857-862 MHz 現供民生公共物聯網實驗網路之用

2. 1775-1785MHz、1870-1880MHz 於我國第一波 5G 釋照時未售出，現保留作為政府重大施政計畫及其相關實驗網路之潛在使用頻率。

3. 7025-7125MHz 現供行動通信、免執照低功率無線資訊傳輸設備等低功率射頻器材測試實驗網路之用。

資料來源：本研究彙整，參考「無線電頻率供應計畫（112 年 8 月修正）」。

二、我國電信事業 IMT 頻率資源持有現況

我國第一次 5G 釋照時，行動通信市場五家電信事業皆參與競標，分別為中華電信、遠傳電信、台灣大哥大、台灣之星、亞太電信。而後歷經電信事業合併，遠傳電信合併亞太電信，台灣大哥大合併台灣之星，現行行動通信市場主要參與者共為三家電信事業包含中華電信、遠傳電信及台灣大哥大。

有鑑於電信事業實際可使用頻寬應遵守「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條第 1 項規定之上限，在電信事業合併後，遠傳電信及台灣大哥大皆依核准之附款條件繳回超額頻寬。據此，現行電信事業行動通信頻率之持有總頻寬以遠傳電信持有 980MHz（41.88%）為最多、中華電信持有 890MHz(38.03%)次之，而台灣大哥大持有 470MHz（20.09%），主要差距在於持有 24GHz 以上毫米波之頻寬差異較大。而各頻段方面，在 1GHz 以下以遠傳電信及台灣大哥大各持有 50MHz（35.71%）為最多；3GHz 以下以中華電信與遠傳電信各持有 200MHz（35.09%）為最多；6GHz 以下以中華電信持有 290MHz（34.52%）為最多；6GHz 以上以遠傳電信持有 700MHz（46.67%）為最多。

表 6.5.3　我國電信事業行動通信頻率持有情形

頻段		中華電信	遠傳電信	台灣大哥大	頻寬合計
Sub-1GHz	700MHz	-	703-728, 758-783MHz	728-748, 783-803MHz	90MHz
	900MHz	895-915, 940-960MHz	-	885-890, 930-935MHz	50MHz
	Sub-1GHz	40MHz	50MHz	50MHz	140MHz

頻段		中華電信	遠傳電信	台灣大哥大	頻寬合計
	頻寬合計				
	Sub-1GHz 頻寬所占比率	28.57%	35.71%	35.71%	100%
1-3GHz	1800MHz	1725-1735, 1820-1830MHz、1755-1775, 1850-1870MHz	1735-1755, 1830-1850MHz	1710-1725, 1805-1820MHz	130MHz
	2100MHz	1960-1980, 2150-2170MHz	1920-1935, 2110-2125MHz	1935-1960, 2125-2150MHz	120MHz
	2500、2600MHz	2520-2540, 2640-2660MHz、2560-2570, 2680-2690MHz	2540-2560, 2660-2680MHz、2575-2615MHz	2500-2520, 2620-2640MHz	180MHz
	1-3GHz 頻寬合計	160MHz	150MHz	120MHz	430MHz
	1-3GHz 頻寬所占比率	37.21%	34.88%	27.91%	100%
	Sub-3GHz 頻寬合計	200MHz	200MHz	170MHz	570MHz
	Sub-3GHz 頻寬所占比率	35.09%	35.09%	29.82%	100%
3-6GHz	3.5GHz	3420-3510MHz	3340-3420MHz	3300-3340MHz、3510-3570MHz	270MHz
	3-6GHz 頻寬合計	90MHz	80MHz	100MHz	270MHz
	3-6GHz 頻寬所占比率	33.33%	29.63%	37.04%	100%
	Sub-6GHz 頻寬合計	290MHz	280MHz	270MHz	840MHz
	Sub-6GHz 頻寬所占比率	34.52%	33.33%	32.14%	100%
6GHz 以上	28GHz	27900-28500MHz	28500-29200MHz	29300-29500MHz	1,500MHz
	6GHz 以上頻寬合計	600MHz	700MHz	200MHz	1,500MHz
	6GHz 以上頻寬所占比率	40%	46.67%	13.33%	100%
總頻寬合計		890MHz	980MHz	470MHz	2,340MHz

頻段	中華電信	遠傳電信	台灣大哥大	頻寬合計
總頻寬所占比率	38.03%	41.88%	20.09%	100%

資料來源：本研究彙整。

三、IMT 頻率資源規劃建議

（一）我國 Sub-1GHz 頻段

有鑑於 Sub-1GHz 頻譜資源在訊號涵蓋上具有優勢，對於行動通信服務提供極為重要，考量電信業者長期投資計畫及服務延續性等因素，同時確保頻譜有效分配與利用，需及早研擬屆期頻譜及潛在釋出頻譜後續規劃。

我國現行已釋出 Sub-1GHz 頻譜資源為 700MHz 及 900MHz 頻段，共 150MHz 頻寬；電信事業持有之總頻寬為其中的 140MHz。現有釋出之 700MHz 及 900MHz 頻段使用效期皆將於 119 年底屆期。其他 Sub-1GHz 潛在釋出頻譜包含 600MHz 及 800MHz 等頻段。

觀察主要國家大多有將 800MHz 頻段應用於行動通信，而我國目前規劃作 PPDR 與民生公共物聯網實驗網路使用；在 600MHz 方面，則主要以北美國家（如美國及加拿大）運用於行動通信，近年因應衛星直連手機應用需求，亦規劃可提供相關用途使用。研究團隊考量低頻段特性，建議 600MHz、800MHz 頻段或可同將於 119 年屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出。

表 6.5.4　我國行動寬頻頻譜資源（Sub-1GHz）

已釋出頻段	頻率範圍	頻寬	使用現況	未來規劃
700MHz	703-748MHz、758-803MHz	90MHz	供行動寬頻業務使用，執照期限至 119 年	待核配之使用期屆滿進行後續規劃
900MHz	885-915MHz、930-960MHz	60MHz		
潛在釋出頻段	**頻率範圍**	**頻寬**	**使用現況**	**未來規劃**
600MHz	632-652MHz、678-698MHz	40MHz	無	視國際發展及國內使用需求再作評估規劃
800MHz	806-816MHz、847-857MHz	20MHz	供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用	-
	816-821MHz、857-862 MHz	10MHz	供民生公共物聯網實驗網路之用	

資料來源：本研究彙整，參考「無線電頻率供應計畫（112 年 8 月修正）」。

（二）我國 1-3GHz 頻段

我國現行已釋出 1-3GHz 頻譜資源為 1800MHz、2100MHz、2500MHz 及 2600MHz 頻段，共 440MHz 頻寬；電信事業持有之總頻寬為其中的 430MHz。現有釋出之 1800MHz 將於 119 年底屆期，2100MHz、2500MHz 及 2600MHz 頻段使用效期則將於 122 年底屆期。1-3GHz 潛在釋出頻譜包含 1800MHz 及 2300MHz 等頻段。

表 6.5.5　我國行動寬頻頻譜資源（1-3GHz）

已釋出頻段	頻率範圍	頻寬	使用現況	未來規劃
1800MHz	1710-1775MHz、1805-1870MHz	130 MHz	供行動寬頻業務使用，執照期限至 119 年	待核配之使用期屆滿進行後續規劃
2100MHz	1920-1980MHz、2110-2170MHz	120 MHz	供行動寬頻業務使用，執照期限至 122 年	
2500、2600MHz	2500-2690MHz	190 MHz		
潛在釋出頻段	**頻率範圍**	**頻寬**	**使用現況**	**未來規劃**
1800MHz	1775-1785MHz、1870-1880MHz	20 MHz	保留作為政府重大施政計畫及其相關實驗網路之潛在使用頻率	-
2300MHz	2300-2390MHz	90 MHz	無	視國際發展及國內使用需求再作評估規劃

資料來源：本研究彙整，參考「無線電頻率供應計畫（112 年 8 月修正）」。

（三）我國 3-6GHz 頻段

我國現行已釋出 3-6GHz 頻譜資源為 3500MHz 頻段之 270MHz 頻寬；電信事業持有之總頻寬為 270MHz。現有釋出之 3500MHz 將於 129 年底屆期。3-6GHz 潛在釋出頻譜包含 3700MHz、4700 及 4800MHz 等頻段。根據交通部於 108 年 9 月 23 日立法院交通委員會之專題報告[824]，我國曾經初步規劃第二波 5G 商用頻譜釋出候選頻段包含 4400-5000MHz 中之 200MHz 頻寬。

表 6.5.6　我國行動寬頻頻譜資源（3-6GHz）

已釋出頻段	頻率範圍	頻寬	使用現況	未來規劃
3500MHz	3300-3570MHz	270	供行動寬頻業	待核配之使用

[824] 交通部，2019。「台灣第五代行動通訊（5G）推動及釋照情況，相關配套子法修正進度及垂直應用場域規劃」專題報告。https://ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2019092005/21030909051290188000.pdf

		MHz	務使用，執照期限至 129 年	期屆滿進行後續規劃
潛在釋出頻段	**頻率範圍**	**頻寬**	**使用現況**	**未來規劃**
3700MHz	3700-4200MHz	500 MHz	供衛星廣播電視使用	視衛星廣播電視頻段核配之使用期限屆滿或與既有使用者達成共識，並待清（移）頻作業完成再行評估
	3800-4200MHz	400 MHz	供行動通信技術研發、產品開發及應用服務等測試實驗網路之用	
4700、4900MHz	4700-4800MHz、4900-5000MHz	200 MHz	供公部門中繼微波系統使用	與既有使用者進行協商，進行清移頻規劃

資料來源：本研究彙整，參考「無線電頻率供應計畫（112 年 8 月修正）」。

（四）我國 6GHz 以上頻段

我國現行已釋出 6GHz 以上頻譜資源為 28000MHz 頻段之 1,600MHz 頻寬；電信事業持有之總頻寬為其中 1,500MHz。現有釋出之 28000MHz 頻段將於 129 年底屆期。6GHz 潛在釋出頻譜包含 7025MHz、24GHz、26GHz、37-40GHz 等頻段。根據交通部於 108 年 9 月 23 日立法院交通委員會之專題報告[825]，我國曾經初步規劃第二波 5G 商用頻譜釋出候選頻段優先評估 37-40GHz 頻段，然需視第一波釋照結果再行決定。

表 6.5.7　我國行動寬頻頻譜資源（6GHz 以上）

已釋出頻段	**頻率範圍**	**頻寬**	**使用現況**	**未來規劃**
28000MHz	27900-29500MHz	1,600 MHz	供行動寬頻業務使用，執照期限至 129 年	待核配之使用期屆滿進行後續規劃
潛在釋出頻段	**頻率範圍**	**頻寬**	**使用現況**	**未來規劃**
7025MHz	7025-7125MHz	100 MHz	供行動通信、免執照低功率無線資訊傳輸設備等低功率射頻器材測試實驗網路之用	-
24、26GHz	24250-27000MHz	2,750 MHz	無	視國際發展及

[825] 交通部，2019。「台灣第五代行動通訊（5G）推動及釋照情況，相關配套子法修正進度及垂直應用場域規劃」專題報告。https://ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2019092005/21030909051290188000.pdf

	26500-27500MHz	1,000 MHz	供行動寬頻專網技術研發、產品開發及應用服務等測試實驗網路之用	國內使用需求再作評估規劃
37-40GHz	37000-40000MHz	3,000 MHz	供行動通信技術研發、產品開發及應用服務等測試實驗網路之用	

資料來源：本研究彙整，參考「無線電頻率供應計畫（112 年 8 月修正）」。

四、IMT 頻率資源再釋出方式探討

（一）釋出方式

國際上對於行動通信頻譜相關執照屆期再釋出方式，根據 GSMA 於 2022 年發布之「行動通信頻譜釋照最佳實踐（Best Practice in Mobile Spectrum Licensing）」之分類，主要包含自動續照（Presumption of renewal）、再次拍賣（Re-auctioning）、行政核配（Administrative assignment）及混合解決方案（Hybrid solution）等方式。其中之混合方法係將拍賣及國家政策任務融合，作法上主管機關可根據管理標準選擇投標者入圍名單，再舉行拍賣以在入圍投標者中分配頻譜。GSMA 建議無論採用何種機制，主管機關皆需要考量促進頻譜有效使用及網路投資目標，同時確保有效的市場競爭。

表 6.5.8　國際主要執照屆期再釋出方式

方式	優點	缺點
自動續照（Presumption of renewal）	● 提供未來投資的確定性； ● 減少因業者失去頻譜或退出市場而引起的客戶服務中斷； ● 結合交易機制，可促進隨時間發展頻譜有效使用。	● 在極端情況下（例如嚴重違反條件或頻譜閒置），頻譜可能獲得更適當的重新分配； ● 如果原始執照條款中未明確規定，可能會有對未能成功得標者不公平之疑慮。
再次拍賣（Re-auctioning）	● 藉由市場機制辨別真正的「機會成本」； ● 可促進有效率的分配結果，有助於頻譜有效利用； ● 拍賣結果透明； ● 法律上穩健（robust）。	● 可能阻礙長期網路投資； ● 因為現有業者可能會失去重要的頻譜，導致對現有業務造成影響； ● 可能會有投機行為，故應藉拍賣設計避免之； ● 若拍賣價格過高，可能會對經營者的財務穩定性構成較大風險。

方式	優點	缺點
行政核配（Administrative assignment）	● 實施快速且便宜； ● 促進現有服務的連續性； ● 如果有當地先例或其他國家的基準可用，效果可能更佳。	● 政府可能會設定錯誤的價格； ● 價格設定可能不透明且可能易受到法律上的挑戰。
混合解決方案*（Hybrid solution）	● 可能在可預測性和靈活性之間取得平衡。	● 投資和服務連續性/服務品質存在風險； ● 重新配置網路的潛在成本。

備註*：混合方法融合拍賣和政策任務，例如，主管機關可根據管理標準選擇投標者入圍名單，再舉行拍賣以在入圍投標者中分配頻譜。

資料來源：GSMA, 2022. Best Practice in Mobile Spectrum Licensing. https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2022/02/Mobile-Spectrum-Licensing-Best-Practice.pdf

觀察主要國家近年 IMT 頻譜屆期再釋出機制，因應各國政策目標採行方式主要為行政核配及再次拍賣，如下表。

表 6.5.9　近年主要國家 IMT 頻譜屆期再釋出機制

國家	頻段（MHz）	再核配方式	補充說明
法國	900、1800 及 2100	行政核配（2018）	ARCEP 藉由增加相關義務，以期實現全國範圍的行動通信網路涵蓋及提升服務品質。
南韓	800、900、1800、2100 及 2600	行政核配（2020）	MSIT 考量市場正處 4G 向 5G 轉換期，且各國間 5G 競爭加劇，透過重新核配消除業者的頻譜使用策略不確定性，促進 5G 轉換。MSIT 依據業者 3.5GHz 頻段的 5G 基地臺建設情形，制定對應的核配對價。
新加坡	2100	再次拍賣（2022）	IMDA 要求得標者建設 5G SA 網路，並於 2026 年底前達成全國室外涵蓋（95%）。
德國	800、1800 及 2600	諮詢中	德國預計將 2025 年底到期之頻譜使用權延長 5 年，既有使用者使用權綁定行動網路義務，未來再與其他屆期頻譜一併拍賣。
澳大利亞	700、850、1800、2000、2300、2500 及 3400	諮詢中	ACMA 針對 2028-2032 年屆期執照進行意見徵詢，包含四個階段： 針對程序的意見徵詢（2023） 針對頻譜使用、條件選項、以及關於韌性與災害應變的意見徵詢（2024） 得到初步意見（2025 第一季） 得到首選意見、受理更新申請及決策

國家	頻段（MHz）	再核配方式	補充說明
			（2025）

資料來源：本研究彙整。

而針對我國行動通信頻率屆期頻率之相關規定，根據「無線電頻率使用管理辦法」第 16 條，頻率使用證明有效期間屆滿後失其效力，電信事業應依相關法規及主管機關公告辦理。屆期頻譜之可能釋出方式則依據《電信管理法》第 54 條，主管機關得考量電信產業政策目標、電信市場情況及其他公共利益之需要，採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式為之。此外，考量《預算法》第 94 條規定「配額、頻率及其他限量或定額特許執照之授與，除法律另有規定外，應依公開拍賣或招標之方式為之，其收入歸屬於國庫。」，及延續過去 IMT 釋照精神，建議我國屆期頻譜仍可優先考量採公開拍賣或招標方式釋出。

（二）釋出時間

由於我國 119 年即將屆期頻譜之 700MHz、900MHz 及 1800MHz 頻段，與 122 年即將屆期頻譜之 2100MHz、2500MHz 及 2600MHz，屆期時間僅差距三年，考量行政成本及頻率資源整體規劃，研究團隊建議可通盤考量後 5G 至未來至 6G 頻譜，同時妥適安排涵蓋特性優良之 Sub-1GHz 頻段資源，以確保延續現有服務及因應未來新服務之需求頻譜。

（三）PPDR 規劃建議

依據本研究第一場次會議討論，考量目前我國尚未有 PPDR 主責機關、且未確定立 PPDR 需求與機制，研究團隊提供以下可能方向之頻譜規劃建議，參照表 6.5.10。

- 若未來 PPDR 採主管機關自行（或委託）建置與管理，建議可採專頻方式釋出 800MHz；
- 若未來 PPDR 由電信業者建置與管理，得採：

（1）專頻方式釋出給電信業者；
（2）由建置之電信業者使用其持有頻段提供；
（3）於釋照時規範取得頻譜者應配合 PPDR 需求提供網路支援，服務得以政府補助、標案方式提供；
（4）由 MVNO 提供網路與管理（不涉及頻率核配）；
（5）或建置 PPDR 系統平臺（不涉及頻率核配），並由相關機關與業

者洽談網路服務。

參照美國 FirstNet 案例，頻率規劃以專頻方式，電信業者持有頻譜得以搭配商用使用，若僅限 PPDR 使用，不須核配頻率，採主管機關持有頻譜即可。而依據我國《電信管理法》第 50 條[826]，專用電信網路不得連接公眾電信網路或供設置目的以外之用，但有下列情形之一者，不在此限，包含陸、海、空各種交通工具之遇險求救及飛航氣象等交通安全之緊急通信；為維護國家安全、公共秩序或公共利益，有緊急進行通信之必要；為因應天災、事變或緊急危難等救援作業之通信；其他經主管機關核准。其中，專用電信網路核配方式依據《電信管理法》第 56 條，提及申請專用電信網路用途之無線電頻率，須經主管機關審查後核配。

此外，我國電信業者持有頻譜若想要連接公網，應依照我國《電信管理法》第 53 條、第 54 條由電信事業申請使用無線電頻率，除本法另有規定外，應檢具申請書、無線電頻率使用規劃書及相關資格證明文件，向主管機關申請核配；並根據《電信管理法》第 54 條，主管機關核配方式得考量電信產業政策目標、電信市場情況及其他公共利益之需要，採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式為之。

由此可見，美國專頻得以搭配商頻使用之法規制度在我國存在法規適用問題。依據我國頻率核配相關法規，專用頻段係依據《電信管理法》第 50 條、第 56 條，經主管機關審查後核配；商用頻段係依據《電信管理法》第 53 條、第 54 條進行申請，可見我國專頻和商頻兩者為分別申請之情形，與美國法規截然不同。

惟我國 PPDR 有連接公網之需求，若我國 PPDR 規劃頻率為專頻，可依循我國《電信管理法》第 56 條申請專用電信網路用途之無線電頻率，再經由《電信管理法》第 50 條，可能為維護國家安全、公共秩序或公共利益，有緊急進行通信之必要等，使得 PPDR 專頻頻段可連接公網，但由於該服務模式不具任何法規義務，缺乏監管可能導致用戶利益受損、資源分配不均和主管機關可能難以進行監管，建議未來可考慮將《電信管理法》第 50 條、第 56 條，有關專用電信網路核配方式相關修法進行修訂。綜上所述，若我國參照美國 FirstNet 案例，將 PPDR 專頻頻段可連接公網給予業者使用，並不適用於我國法規。

[826] 我國《電信管理法》第 50 條，專用電信網路不得連接公眾電信網路或供設置目的以外之用。但有下列情形之一者，不在此限：一、陸、海、空各種交通工具之遇險求救及飛航氣象等交通安全之緊急通信。二、為維護國家安全、公共秩序或公共利益，有緊急進行通信之必要。三、為因應天災、事變或緊急危難等救援作業之通信。四、其他經主管機關核准。

表 6.5.10　近年主要國家 IMT 頻譜屆期再釋出機制

頻率規劃	模式	國家案例	建議我國頻段規劃	建議我國釋出方式	法源依據	優缺點
專頻	規劃專頻，由主管機關持有頻譜並自行（委外）建置管理	南韓 Safe-Net	800 MHz	核配（專用電信）	《電信管理法》第 56 條	優點： ●降低受 MNO 用戶流量影響風險 ●取代無法互通（interoperability）之公共安全網路 ●得依公共安全韌性需求設計網路 缺點： ●僅可接取單一專用頻段 ●建置成本高、所需時程長 ●尚須仰賴 MNO 建置與維護網路 ●轉換成本高（網路技術升級、複雜度高）
	規劃專頻，由電信業者持有頻譜與建置管理 註：電信業者持有頻譜得搭配商用使用，若僅限 PPDR 使用，不須核配頻率，採主管機關持有頻譜即可。	美國 FirstNet	800 MHz	公開招標制、或拍賣制	《電信管理法》第 53、54、56 條	優點： ●頻譜使用效率高 ●緊急時優先提供使用，降低受 AT&T 用戶流量影響風險 ●借助 AT&T 涵蓋率，加速 FirstNet 建設與導入 ●建置成本低 ●易配合商用網路技術升級 缺點： ●與專用頻段相比，受 MNO 用戶流量影響風險較高 ●可靠性恐較低 ●易受商用網路穩定性影響

頻率規劃	模式	國家案例	建議我國頻段規劃	建議我國釋出方式	法源依據	優缺點
商頻	委託電信業者使用持有頻段建置	英國 ESN	不須規劃頻段，使用電信業者持有頻段	使用電信業者既有頻譜，無涉及頻率核配	-	優點： ●涵蓋率廣泛、使用彈性 ●轉換成本低（網路技術升級、複雜度低） 缺點： ●可靠性恐較低 ●主管機關監督及規範較困難 ●業者原頻率執照屆期後須重新規劃 PPDR 網路架構
	規劃行動通信頻段應有 PPDR 規格，供未來需求方洽談 PPDR 應用（具強制力）	-	於未來釋出之行動通信頻段	拍賣制（應配合 PPDR 主管機關需求配置 PPDR 網路，服務得以政府補助、標案方式提供）	《電信管理法》第 53、54 條	優點： ●頻譜使用效率高 ●緊急時優先提供使用，降低受持有業者用戶流量影響風險 ●建置成本低 ●易配合商用網路技術升級 缺點： ●與專用頻段相比，受 MNO 用戶流量影響風險較高 ●可靠性恐較低 ●易受商用網路穩定性影響 ●國際上尚無釋出方式之前例，暫無可參酌之實例
其它	以 MVNO 方式提供 PPDR 網路	日本 MVNO	不須規劃頻段	無涉及頻率核配	-	優點： ●MVNO 無涉及頻率核配，而是利用 MNO 頻段來提供服務，可避免頻率核配的複雜流程 ●建置成本低（MVNO 無須建置基地臺） ●轉換成本低（網路技術升級、複雜度低） ●利用現有 MNO 網路基礎設施，MVNO 可以快速地提供

頻率規劃	模式	國家案例	建議我國頻段規劃	建議我國釋出方式	法源依據	優缺點
						服務 ●MVNO 可根據需求與多家 MNO 合作，實現靈活的區域涵蓋 ●相較於一般行動網路更易於連接、具備穩定性 ●緊急時優先提供連接，支援市面上雙 SIM 卡終端設備 缺點： ●屬尚在發展中之機制，其成效有待觀察 ●服務品質依賴 MNO ●因不需自行建置網路，進入門檻相對較低，競爭或較激烈
	僅建置 PPDR 系統平臺	我國 M-Police	不須規劃頻段	無涉及頻率核配	-	優點： ●MVNO 無涉及頻率核配，而是利用 MNO 頻段來提供服務，可避免頻率核配的複雜流程 ●建置成本低（無須自建基地臺） ●轉換成本低（網路技術升級、複雜度低） ●基於 App 平臺的架構，功能可隨需求靈活更新或擴展 ●手機 App 平臺操作簡單方便，增加可用性 ●涵蓋更極端之戰時體制應用情境 缺點： ●服務品質依賴 MNO ●M-Police 的通訊功能主要仰賴 MNO 提供的頻段，尚須由 MNO 建置與維護網路

資料來源：本研究彙整。

考量 PPDR 網路維運管理、延續性，與我國國情，研究團隊建議短期可建置 PPDR 系統平臺（不涉及頻率核配），並由相關機關與業者洽談網路服務。中長期則可由電信業者建置與管理 PPDR，若採專頻方式（800MHz）釋出給電信業者，建議允許電信業者得在提供 PPDR 下搭配商用；若由建置之電信業者使用其持有頻段提供，則建議於行動通信頻譜釋照時，規範取得頻譜者應配合 PPDR 需求提供網路支援，服務得以政府補助、標案方式提供。

（四）頻率供用及共用規定

我國頻率提供使用及共用之規範，根據「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條規定電信事業申請無線電頻率提供使用或共用之頻段限於：

（1）2100MHz 頻段：上行 1920MHz～1980MHz；下行 2110MHz～2170MHz，僅限用於電路交換方式之行動語音服務。

（2）3500MHz 頻段：3300MHz～3570MHz。

（3）28000MHz 頻段：27000MHz～29500MHz。

（4）其他經主管機關公告之頻段。

該條文原先訂定於《電信法》轉軌《電信管理法》時空背景下，故將 5G 第一波釋照頻段列入明定可提供使用或共用之頻率。而後新增 2100MHz 僅限用於電路交換方式之行動語音服務，以確保 3G 用戶權益（現已關閉服務）。研究團隊考量電信事業間基於《電信管理法》第 58 條得向主管機關申請頻率共用或提供使用之精神，建議未來釋照頻譜如無特殊考量，亦可逐步納入「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條。

五、議題研析

我國 700MHz、900MHz、1800MHz 頻段即將於民國 119 年屆期，考量電信業者長期投資計畫及服務延續性等因素，同時確保頻譜有效分配與利用，需及早研擬屆期後再核配的機制，針對我國即將屆期及潛在釋出之 IMT 頻率資源，展望未來提出政策規劃建議，供主管機關作為推動頻率政策之參據。

（一）立即可行建議

1. 建議應通盤考量屆期頻譜釋出時間

有鑑於我國 119 年即將屆期頻譜之 700MHz、900MHz 及 1800MHz 頻段，與 122 年即將屆期頻譜之 2100MHz、2500MHz 及 2600MHz，屆期時間僅差距 3 年，考量行政成本及頻率資源整體規劃，

研究團隊建議可於 119 年一併釋出，並拉齊屆期年限。釋出頻段上應通盤考量後 5G 至未來至 6G 頻譜，同時妥適安排涵蓋特性優良之 Sub-1GHz 頻段資源，以確保延續現有服務及因應未來新服務之需求頻譜。

表 6.5.11　屆期頻譜釋出建議

屆期時間	屆期頻段	建議釋出年份	建議執照效期
119 年	700MHz、900MHz、1800MHz	119 年（或提前）	若執照效期維持 20 年，建議執照效期為 120-139 年。
122 年	2100MHz、2500MHz、2600MHz	如上。	若執照效期維持 20 年，建議執照效期為 123-139 年。

資料來源：本研究繪製。

2. 建議潛在釋出頻譜 600MHz、800MHz 頻段與 119 年即將屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出

有鑑於 Sub-1GHz 頻譜資源在訊號涵蓋上具有優勢，對於行動通信服務提供極為重要，考量電信業者長期投資計畫及服務延續性等因素，同時確保頻譜有效分配與利用，需及早研擬屆期頻譜及潛在釋出頻譜後續規劃。

我國現行已釋出 Sub-1GHz 頻譜資源為 700MHz 及 900MHz 頻段，共 150MHz 頻寬；電信事業持有之總頻寬為其中的 140MHz。現有釋出之 700MHz 及 900MHz 頻段使用效期皆將於 119 年底屆期。其他 Sub-1GHz 潛在釋出頻譜包含 600MHz 及 800MHz 等頻段（如下表 6.5.12）。

觀察主要國家大多有將 800MHz 頻段應用於行動通信，而我國目前規劃作 PPDR 與民生公共物聯網實驗網路使用；在 600MHz 方面，則主要以北美國家運用於行動通信，近年因應衛星直連手機應用需求，亦規劃可提供相關用途使用。研究團隊考量低頻段特性，建議 600MHz、800MHz 頻段或可同將於 119 年屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出。

表 6.5.12　我國行動寬頻頻譜資源（Sub-1GHz）

已釋出頻段	頻率範圍	頻寬	使用現況	未來規劃
700MHz	703-748MHz、758-803MHz	90MHz	供行動寬頻業務使用，執照期限至 119 年	待核配之使用期屆滿進行後續規劃
900MHz	885-915MHz、930-960MHz	60MHz		
潛在釋出頻段	**頻率範圍**	**頻寬**	**使用現況**	**未來規劃**
600MHz	632-652MHz、678-698MHz	40MHz	無	建議可與 119 年

800MHz	806-816MHz、847-857MHz	20MHz	供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用	屆期之700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出。
	816-821MHz、857-862 MHz	10MHz	供民生公共物聯網實驗網路之用	

資料來源：本研究彙整，參考「無線電頻率供應計畫（112 年 8 月修正）」。

3. 建議我國屆期頻譜可優先考量採拍賣或公開招標方式釋出

針對我國行動通信頻率屆期頻率之相關規定，根據「無線電頻率使用管理辦法」第 16 條，頻率使用證明有效期間屆滿後失其效力，電信事業應依相關法規及主管機關公告辦理。屆期頻譜之可能釋出方式則依據《電信管理法》第 54 條，主管機關得考量電信產業政策目標、電信市場情況及其他公共利益之需要，採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式為之。此外，考量《預算法》第 94 條規定「配額、頻率及其他限量或定額特許執照之授與，除法律另有規定外，應依公開拍賣或招標之方式為之，其收入歸屬於國庫。」及延續過去 IMT 釋照精神，建議我國屆期頻譜仍可優先考量採拍賣或公開招標方式釋出。

4. 建議主管機關若預計頻譜分次釋出可事先揭露相關資訊

頻譜分次釋出若有不同的規定，建議提前揭露相關資訊，使業者能提前充分評估如何選擇釋出的頻譜，或是要留待後面的頻譜釋出時再去選擇後面釋出的頻譜，以利業者去評估最佳的頻譜選擇，將頻率資源有效利用。

5. 已釋出頻譜若將採續照方式，建議主管機關提前公布資訊

若釋照主管機關提前考量已釋出頻譜有延續使用之需求並將採續照方式辦理，建議可提前（如 2 年）告知已持有頻段者和相關利益相關人頻譜可續照，此舉將有助益於整個市場有效的佈署頻率的再利用和新技術投資。

（二）中長期建議

1. 建議持續深入各議題，並與利益相關人充分溝通

研究團隊於 112 至 113 年本案執行期間，根據國際資料蒐集與國內研析構思議題與相關作法後，透過多場次座談會與訪談，針對我國頻譜需求，不論是 PPDR、HAPS/HIBS、衛星通信 MSS/IMT、未來釋照議題等，已可見許多值得更進一步研究與研析之議題。尤其在非

地面通訊快速發展下，各國皆面臨頻譜管理的新挑戰，此外，行動通信頻譜即將屆期，並有新增頻段考量，相關事項如頻段規劃、干擾評估、清頻移頻、釋照頻譜組合規劃、釋照規則、頻率使用費等，諸多議題刻不容緩，建議我國應持續積極深入各議題，於過程中廣泛收集國內外相關資料並與利益相關人充分溝通，從而最大限度地提升頻譜使用效率。

2. 建議未來釋照拉齊屆期年限，並規劃釋照間隔與頻譜組合。

研究團隊建議中長期可將行動通信頻譜以釋照間隔與頻譜組合進行規劃，如以 5 或 10 年為一釋照間隔基礎，拉齊目前不同年限頻譜，並將相關頻段分成不同組合，此舉將有助國家相關產業發展，利益相關人也可有較明確的藍圖基礎，進行投資建設與業務發展。但由於各用途別頻譜會因技術發展等有所變化，在不論 5 年或 10 年的間隔基礎下，若有急迫頻譜需求須釋出，亦可有其他規劃，以保彈性。

進一步就行動通訊技術演進、建設規劃、系統設備更新、釋照成本、市場影響、頻譜使用效率等面向探討分析以 5 年或 10 年為基礎的釋照頻率差異。於行動通訊技術演進方面，行動通信以 10 年為基礎，若考量行動通信於初期發展階段，在技術、設備成熟度、用戶需求上皆尚於起步階段，可以 5 年為單位規劃，並於技術發展初期提供低頻段（涵蓋）搭配中頻段（容量）的組合，5 年後則以增補的中頻段或高頻段為主；但若以另一角度觀之，規劃 10 年為單位的作法，可配合行動通訊演進，業者可於釋照後，就手上低中高頻段做對應行動通訊世代的長期規劃（表 6.5.13）。

表 6.5.13 我國未來行動釋照間隔做法考量比較

	以 5 年為間隔釋出	以 10 年為間隔釋出
行動通訊技術演進	● 行動通訊技術發展初期往往在技術、設備成熟度與使用需求等皆尚在起步階段，初期提供低頻段（涵蓋）、中頻段（容量），5 年後頻率增補中頻段或高頻段。	● 10 年期間配合行動通訊演進，業者可於釋照後，就手上低中高頻段做對應行動通訊世代的長期規劃。
建設規劃	● 優點： – 電信業者可視網路容量與頻譜發展情形進行頻譜增補，促進頻率有效利用。 ● 缺點： – 電信業者頻譜持有存在不確定性，或影響長期建設規劃，或意願。	● 優點： – 降低電信業者每一世代發展頻譜持有之不確定性，促進長期網路建設與服務提供規劃與發展。 ● 缺點： – 以 10 年作為釋照間隔，恐導致頻譜閒置造成頻譜資源低效率使用之情形。

	以 5 年為間隔釋出	以 10 年為間隔釋出
系統設備更新	● 5 年間隔接近系統設備硬體更新汰換週期，適時釋出新頻率有助於提供穩定網路服務、評估所需頻率以及系統設備升級。	● 電信業者可就手中頻譜系統設備之長期規劃。
釋照成本	● 優點： – 以 5 年為單位釋出頻譜，每次的頻譜組合相對 10 年較不複雜，在釋照設計（或拍賣設計）、拍賣時程等的時間、人力、經費等投入應相對較少。 ● 缺點： – 釋照頻率較多，增加主管機關與電信業者投入之時間、人力、經費等成本。	● 優點： – 減少主管機關與業者於每次釋照所投入的時間、人力、經費等成本。 ● 缺點： – 以 10 年為單位釋照，每次釋出頻率較多，可能增加每次釋照的複雜性，及增加主管機關與電信業者每次釋照所投入的時間、人力、經費等成本。
市場影響	● 電信事業頻譜持有變化較靈活，促進市場競爭。	● 電信事業可依頻譜持有情形，做長期規劃，並將資源投入建設與服務。
頻譜使用效率	● 電信網路時程與成本所費不貲，考量行動通訊演進初期成本、成熟度、市場等皆於起步階段，分批釋出頻段可能相對較一次釋出，業者於每次釋照可據網路容量與服務發展情形做頻譜持有之調整，應能促進頻譜使用效率。	● 行動通信頻譜往往採拍賣制釋出，並有收取頻率使用費，電信業者取得頻譜後，應會於考量頻譜取得成本下，積極建設與發展。

資料來源：本研究繪製。

以建設角度觀之，以 5 年規劃的優點，在於電信業者可視其網路容量與頻譜發展情形進行頻譜增補，促進頻率有效利用；但以 5 年為規劃則有可能增加電信業者頻譜持有之不確定性，可能影響電信業者長期建設規劃或意願。若以 10 年規劃，則相對 5 年，較能降低電信業者每一世代發展頻譜持有之不確定性，促進長期網路建設與服務提供規劃與發展；但以 10 年作為釋照間隔，恐導致頻譜閒置造成頻譜資源低效率使用之情形。

而以系統設備更新分析，有業者表示 5 年間隔接近系統設備硬體更新汰換週期，適時釋出新頻率有助於提供穩定網路服務、評估所需頻率以及系統設備升級。然研究團隊認為另一角度，若以 10 年規劃，電信業者較無不確定性，可就手中頻譜系統設備之長期規劃，兩

者皆有其優勢。

釋照成本方面，5 年為單位釋出，釋照之頻率次數勢必較 10 年為單位高，因此必然增加主管機關與電信業者投入之時間、人力、經費等成本。但以 5 年為單位釋出，每次的頻譜組合也相對 10 年較不複雜，10 年為單位，釋出頻段勢必相對較多，在釋照設計(拍賣設計)、拍賣時程等也相對在時間、人力、經費成本上會有較多投入，且複雜性可能較高。

市場影響上，以 5 年為單位，電信事業頻譜持有變化較靈活，較能促進市場競爭；但若以 10 年為單位，電信事業則可依頻譜持有情形，做長期規劃，並將資源投入建設與服務。

最後在頻譜使用效率方面，電信網路時程與成本所費不貲，考量行動通訊演進初期成本、成熟度、市場等皆於起步階段，以 5 年為單位，分批釋出頻段可能相對較一次釋出，業者於每次釋照可據網路容量與服務發展情形做頻譜持有之調整，應能促進頻譜使用效率。但若以 10 年釋出，考量行動通信頻譜往往採拍賣制釋出，並有收取頻率使用費，電信業者取得頻譜後，應會於考量頻譜取得成本下，積極建設與發展。

綜上，研究團隊認為以 5 年或 10 年各有其優勢，然研究團隊建議以 5 年為單位，於行動通信技術發產展初期，提供低頻段（涵蓋）、中頻段（容量），並於 5 年後頻率增補中頻段或高頻段。主要考量如何使頻譜有效利用，效益極大化。考量電信網路時程與成本所費不貲，行動通訊演進初期成本、成熟度、市場等皆於起步階段，分批釋出頻段下，電信業者於每次釋照可據網路容量與服務發展情形做頻譜持有之調整，應能促進頻譜使用效率。若以 10 年為單位，於發展初期電信業者可能需要花更多成本取得設備與建設，且未必有足夠量能或市場完整、有效的使用頻段，不僅頻譜使用效率可能較低外，電信業者持有頻譜成本除標金外每年也需繳交頻率使用費，對電信業者而言也有一定程度的負擔。此外，5 年為單位釋照，能使電信事業依據其網路容量、用戶需求、維運成本等，進行頻譜持有決策，頻譜持有變化較靈活，較促進市場競爭。

3. 建議我國未來行動釋照間隔應以 5 年，並分為 4 個 Group

彙整各業者所提之行動通信頻普釋出之頻段分組建議，研究團隊分析如下（表 6.5.14）。

表 6.5.14　我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議

執照起始年份	中華電信 釋照頻率 5 年	台灣大哥大 釋照頻率 5 年	遠傳電信 釋照頻率 10 年
115 年	**Group0**：600MHz、800MHz 與新增頻率供應計畫列為短／中期優先順序之 4700MHz；	無。	無。
120 年	**Group1**：以低頻段 700MHz、900MHz、中頻段 1800MHz 以及 6G 關鍵頻率 6800MHz；	**Group1**：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。	**Group1**：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2600MHz。
125 年	**Group2**：以中頻段 2100MHz、2600MHz（二者皆為 refarm 頻段）並新增頻率供應計畫列為長期優先順序之 2300MHz；	**Group2**：2100MHz、2600MHz、6G 頻段。	略。
130 年	**Group3**：以低頻段 600MHz、800MHz（二者為 refarm 頻段）與新增之 500MHz，3500MHz、4700MHz（二者為 refarm 頻段）與新增頻率供應計畫納入評估之中頻段 3700MHz；	**Group3**：3.5GHz、28GHz、可適時納入 7G 之頻段。	**Group2**：3.5GHz、28GHz。
135 年	**Group4**：以 WRC-27 探討之中頻段 4400-4800MHz、7125-8400MHz。	**Group4**：7G 頻段。	略。
其他			6GHz 或 mmWave 頻段建議關注國際技術標準發展及設備成熟度再為釋出。

資料來源：本研究繪製。

從中華電信之建議可見，其建議以 5 年為釋出單位，但考量低頻段釋出頻率，建議先於 115 年釋出 600MHz、800MHz，及建議新增新增頻率供應計畫列為短／中期優先順序之 4700MHz，將前述頻段以 15 年為規劃，於 130 年納入 Group3 的群組，該年低頻段為 600MHz、

800MHz（二者為 refarm 頻段），以及建議新增 500MHz 頻段，以及中頻段部分為 3500MHz、4700MHz（二者為 refarm 頻段）與新增頻率供應計畫納入評估之中頻段 3700MHz，此規劃將避免多數低頻段須於 20 年才能重新釋出。120 年則建議釋出低頻段 700MHz、900MHz、中頻段 1800MHz 以及 6G 關鍵頻率 6800MHz；以及 135 年釋出 WRC-27 探討之中頻段 4400-4800MHz、7125-8400MHz。

台灣大哥大則係建議 120 年釋出，600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz；125 年釋出 2100MHz、2600MHz、6G 頻段；130 年釋出 3.5GHz、28GHz；135 年可適時納入 7G 之頻段。

遠傳電信以 10 年為釋出頻率單位，將 3.5GHz、28GHz 外的所有頻段規劃於 120 年釋出，包括 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2600MHz；3.5GHz、28GHz 建議於 130 年釋出；並建議關注國際技術標準發展及設備成熟度再為 6GHz 或 mmWave 頻段釋出。

研究團隊分析，中華電信建議之作法雖使每 10 年可有相對較均衡之低頻段頻譜釋出，惟 115 年即辦理釋照，於目前頻譜干擾、頻譜釋出條件與規劃尚於討論階段而言顯得過早。建議有低頻段頻譜釋出均衡的考量，調整作法或可將 600、800MHz 等新增頻段，於 120 年釋出，但考量首次釋出相關頻段且 800MHz 有可能賦予 PPDR 義務下，首次釋出或可以 10 年執照做規劃，並於 130 年釋出時將頻譜執照效期調整回 20 年。

根據前述分析，本研究對於我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議，提出兩個建議方案（A 案、B 案），皆如前述研究團隊建議採 5 年為釋出單位（詳見下表 6.5.15）。其中，A 案建議先於 120 年釋出 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz；125 年則建議釋出 2100MHz、2600MHz，探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）；130 年則建議釋出 3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段；以及 135 年釋出因應新通信技術之補充頻段。

B 案建議先於 120 年釋出 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。惟為使低頻段頻譜供應均衡，且考量 800MHz 頻段可能賦予 PPDR 義務，建議 600MHz、800MHz 兩新增頻段於首次釋出時，執照效期以 10 年規劃，後恢復 20 年效期；125 年則建議釋出 2100MHz、2600MHz，探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）；130 年則建議釋出 600MHz、800MHz、3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段；以及 135 年釋出因應新通信技術之補充頻段。

此外，A 案、B 案建議皆可視技術演進，新增行動通信頻段，如

有急迫需求可跳脫 5 年為單位之規劃。

表 6.5.15　我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議（台經院）

執照起始年份	研究團隊建議 A 案	研究團隊建議 B 案
120 年	**Group1**：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。	**Group1**：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。**惟為使低頻段頻譜供應均衡，且考量 800MHz 頻段可能賦予 PPDR 義務，建議** 600MHz、800MHz 兩新增頻段於首次釋出時，執照效期以 10 年規劃，後恢復 20 年效期。
125 年	**Group2**：2100MHz、2600MHz、探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）。	**Group2**：2100MHz、2600MHz、探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）。
130 年	**Group3**：3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段。	**Group3**：600MHz、800MHz 、3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段。
135 年	**Group4**：因應新通信技術之補充頻段。	**Group4**：因應新通信技術之補充頻段。
其他	視技術演進，新增行動通信頻段。如有急迫需求可跳脫 5 年為單位之規劃。	視技術演進，新增行動通信頻段。如有急迫需求可跳脫 5 年為單位之規劃。

資料來源：本研究繪製。

4. 建議釋出 600MHz 應訂有護衛頻段，並應進行干擾評估

根據研究團隊書面訪談，三大電信業者對於 600MHz 是否地有護衛頻段意見有所差異。各業者建議對相鄰同為 IMT（700MHz）有不同建議，中華建議不需保留，另兩家建議保留 5MHz。而對相鄰為不同通訊技術（500MHz，無線電視使用）則有不同建議，中華建議保留護衛頻段，並提供參考 FCC 規範建議護衛頻段約 7MHz，或參考亞太電信組織（Asia-Pacific Telecommunity, APT）技術分析報告建議保留 4MHz；台灣大哥大建議與 500MHz 相鄰不須有護衛頻段；遠傳電信則建議不同通訊技術，至少 5MHz 護衛頻段。研究團隊建議新頻段釋出前皆因有相關干擾評估，並應考量相同通訊技術或不同通訊技術，並與利益相關人充分溝通。

表 6.5.16　電業業者對我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段

電信業者	600MHz 建議釋出頻段	600MHz 建議保留之護衛頻段
中華電信	● 建議採用 n71 釋出至少 20MHz×2，如以 n105 釋出，應以 40MHz×2 較能充分運用 600MHz。	● 600MHz 上半部毋須預留護衛頻段。 ● 600MHz 下半部應保留護衛頻段（參酌 FCC 規範 7MHz 護衛頻段或亞太電信組織技術分析報告建議保留 4MHz）。
台灣大哥大	● 建議釋出 20MHz×2 頻寬（632-652MHz+678-698MHz）。	● 於 700MHz 預留 5MHz 之護衛頻段。
遠傳電信	● 無建議。	● 如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護衛頻段。 ● 如相鄰頻段為其他通訊技術，建議保留至少 5MHz 護衛頻段。

資料來源：本研究繪製。

5.　建議釋出 800MHz 應訂有護衛頻段，並應進行干擾評估

有鑑於 800MHz 下半部(Uplink)與 700MHz 上半部(Downlink)相鄰、800MHz 上半部(Downlink)與 900MHz 下半部(Uplink)，上、下半部皆存在鄰頻干擾議題，且智慧讀表基礎建設（Advanced Metering Infrastructure, AMI）使用 839-847MHz 頻段。建議我國釋出 800MHz 應進行干擾評估，保留護衛頻段，彙整業者釋出頻段建議、及護衛頻段，建議上下半部建議至少保留 5MHz-11MHz，詳見下表。

表 6.5.17　電業業者對我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段

電信業者	800MHz 建議釋出頻段	800MHz 建議保留之護衛頻段
中華電信	● 建議釋出 809-834MHz、854-879MHz 共計 25MHz×2 頻寬。	● 800MHz 下半部（Uplink）與 700MHz 上半部（Downlink）相鄰、800MHz 上半部（Downlink)與 900MHz 下半部(Uplink)，上、下半部皆存在鄰頻干擾議題，建議分別於上、下半部預留 5MHz 護衛頻段。
台灣大哥大	● 建議釋出 814-829MHz、859-874MHz 共計 15MHz×2 頻寬。	● 於 900MHz 預留 11MHz 之護衛頻段。因係其屬於下半部（Downlink），對上半部（Uplink）間干擾較大，至少須預留 10MHz 以上頻寬作為護衛頻段。 ● AMI 使用之頻段（839-847MHz）分別具備 10MHz 與 12MHz 之保護頻段，可避免不同技術間發射功率過大產生的干擾。
遠傳電信	● 無建議。	● 如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護

電信業者	800MHz 建議釋出頻段	800MHz 建議保留之護衛頻段
		衛頻段已足夠。 ● 如相鄰頻段為其他通訊技術，建議保留至少 5MHz 護衛頻段。

資料來源：本研究繪製。

6. 2500、2600MHz 採用 TDD 較具效益，然應進行干擾評估及考量既有業者之投入充分溝通。

有關 2500、2600MHz 頻段是否採分時雙工（TDD）釋出，以 TDD 釋出之優勢，在於採 TDD 下，原 2570-2575MHz、2615-2620MHz 間共 10MHz 之護衛頻段可供釋出，使釋出頻寬可增加至 190MHz。而以 TDD 技術觀之，目前 NR 即以 TDD 為主流，如 2500、2600MHz 頻段採用 TDD，不僅可增加 40%至 80%下行頻段容量，另搭配有源天線（Active Antenna）、大規模 MIMO（Massive MIMO）技術，其容量可再增加 8 倍（台灣大哥大建議），此外，TDD 相較於 FDD 有較充足之頻譜使用效率，且具靈活性，可滿足上、下行不對稱業務需求。

然以成本角度觀之，因現行釋出頻段已含 FDD，若 2500、2600MHz 頻段採用 TDD 釋出，業者原有 FDD 設備則無法復用，其損失成本應納入考量。既有業者於核配效期內（即 122 年底）可能不再繼續投資 FDD 設備更新與技術升級，將影響消費者權益與減損業者投標之頻率價值。此外，中華電信也指出該頻段如變更頻譜位置，可能造成中華電信（下行 2665-2690MHz 供 LTE 基地臺使用）與日方 N-Star 衛星（2500-2535MHz、2665-2690MHz）干擾疑慮。

研究團隊考量 TDD 的可用頻寬、使用效能等，建議可進行相關驗證，並進行干擾評估與所需的干擾協調，然若採 TDD 釋出，業者須權衡既有投入與新技術導入間之權衡，兩者之間，須主管機關與業者充分溝通後進行政策規劃。

表 6.5.18　有關我國採用分時雙工（TDD）釋出 2500、2600MHz 頻段之規劃分析

採 TDD 釋出	不採 TDD 釋出
● 採 TDD 下，釋出原護衛頻段，釋出頻寬可增加至 190MHz。 ● TDD 相較於 FDD 有較充足之頻譜使用效率，且具靈活性，可滿足上、下行不對稱業務需求。 ● 目前 NR 以 TDD 為主流，如 2500、2600MHz 頻段採用 TDD，可增加 40%至 80%下行頻段容量，另搭配	● 以成本角度觀之，現行釋出頻段已含 FDD，若採用 TDD，業者原有 FDD 設備則無法復用，其損失成本應納入考量。 ● 既有業者於核配效期內（即 122 年底）可能不再繼續投資 FDD 設備更新與技術升級，將影響消費者權益與減損業者投標之頻率價值。

有源天線（Active Antenna）、大規模 MIMO（Massive MIMO）技術，容量可再增加 8 倍。	● 如變更頻譜位置，可能造成中華電信（下行 2665-2690MHz 供 LTE 基地臺使用）與日方 N-Star 衛星（2500-2535MHz、2665-2690MHz）干擾疑慮。

資料來源：本研究繪製。

7. 建議「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條維持正面表列，未來可考量特定用途情境之頻率共用

我國頻率提供使用及共用之規範，根據「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條規定電信事業申請無線電頻率提供使用或共用之頻段限於：

（1）2100MHz 頻段：上行 1920MHz～1980MHz；下行 2110MHz～2170MHz，僅限用於電路交換方式之行動語音服務。
（2）3500MHz 頻段：3300MHz～3570MHz。
（3）28000MHz 頻段：27000MHz～29500MHz。
（4）其他經主管機關公告之頻段。

此條文原先訂定於《電信法》轉軌《電信管理法》時空背景下，故將 5G 第一波釋照頻段列入明定可提供使用或共用之頻率。而後新增 2100MHz 僅限用於電路交換方式之行動語音服務，以確保 3G 用戶權益（現已關閉服務）。

依據《電信管理法》第 58 條精神，電信事業得向主管機關申請頻率共用或提供使用，然頻率共用涉及市場競爭等議題。建議應深入研析，其方向有三，一為依電信管理法第 58 條，不限制電信事業共用頻段，或如目前做法採正面表列，或負面表列。研究團隊考量我國電信市場甫自五家變為三家，考量頻率共用涉及市場競爭策略，雖三家業者相對五家共用機率較低，但仍因審慎評估，故建議維持目前正面表列之作法。此外，然頻率共用可促進頻率使用效率，於偏遠地區，或未來非地面網路包括 HIBS 或衛星，皆有可能涉及相關議題，因此，或許可如過去 2100MHz 頻段，設計限制範圍情境的頻率共用。

另由於目前台灣的 3G 網路在 113 年的 6 月 30 日正式開始關閉，研究團隊依此建議可 2100MHz 頻段：上行 1920MHz～1980MHz；下行 2110MHz～2170MHz，僅限用於電路交換方式之行動語音服務之頻率共用刪除。然就研究團隊所知，尚有業者尚未完全關閉，或可探討是否有保留此點之需求。

表 6.5.19　頻率共用法規調適做法

做法	說明	分析
完全開放	完全符合《電信管理法》精神，所有 IMT 頻段全部共用。	充分反映電信管理法的精神。
正面表列	逐步正面表列增加進「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，未列入者的個案再研議處理方式。	考量頻率共用涉及市場競爭策略，建以維持目前正面表列之作法。
負面表列	負面表列哪一些頻段不得共用。	考量頻率共用涉及市場競爭策略，目前僅開放部分頻段，建議以正面表列較為清楚。

資料來源：本研究彙整。

第七章　研究發現與結論建議

第一節　國際頻率資源管理政策

自 111 年 8 月數位發展部成立起，已改由數位發展部掌理數位通傳資源之分配，並確保資源使用與公共利益相符；而電臺執照、網路設置、射頻器材、通傳事業等監管維持由通傳會管理。行政組織改造使我國更能以數位政府、數位經濟發展與促進資訊安全的角度，進行專業的頻率資源管理。

研究團隊爬梳無線電頻率之概念，從頻率管理角度切入，整理國際組織、區域組織等頻率管理之架構，並聚焦國家管理頻率之策略、建議關注方向等。本研究研析主要國家與地區的頻率資源管理機制，首先統整國際主要頻率核配模式、國家頻率授權機制、專用共用頻率差異分析等，並研析各國管理架構，鑑於各國國情差異，應回歸我國國情探討，透過與國內利益相關人交流溝通意見，針對我國現行政策、法制及行政實務提出立即可行建議及中長期建議。

一、研究發現

（一）各國制度因國情而異，應回歸我國制度進行探討

研究團隊觀察國際頻率資源管理制度，可發現因各國國情而異，綜合檢視國際上各式各樣的做法後，仍需回歸國內現有制度進行探討。綜觀國際頻譜管理的整體目標，主要在符合國家利益，促進經濟與社會發展，並保障生命安全。但各國因國情差異，進而發展出不同的管理機制，而鑑於政治及法規、地理及人文、經濟及產業等面向之差異，國際上較難尋得與我國國情相近之主要國家，然藉由探討頻率資源管理機制差異因素，有助於重新思考現行參考之外國制度，對於我國的適用性，及需要根據我國國情調整之處。

（二）頻譜資源管理涉及跨部會協調與合作，須由中央層級方能做有效之整體決策

根據 ITU 及世界銀行之數位監管平臺[827]，各國可能將頻譜政策和管理職能分配給不同部門、監管機構和指定頻譜機構，但成功方法之共同特點是在相關機構間實現有效溝通和協調，以確保有限頻譜資

[827] ITU&World Bank , 2020. The role of the regulator on national spectrum issues. https://digitalregulation.org/the-role-of-the-regulator-on-national-spectrum-issues/

源得到最有效管理。我國現行主管機關體制完整，政策機關為數位發展部，監理機關為通傳會，然專用電信與諸多公部門相關，而在資源盤點與管理上，需要無線電頻率相關之各公部門攜手合作。

（三）從國家策略角度訂定具彈性與前瞻性的頻譜政策

研究團隊參考 2022 年 7 月 ITU 發布之「頻譜使用國家長期戰略的確定方法（Methods for determining national long-term strategies for spectrum utilization）[828]」文件，建議每隔 1 至 3 年或 5 年修訂或調整國家長期頻譜規劃，且規劃基礎需要根據民間及政府頻率使用者之需求調查，及新興技術發展情形，未來頻譜使用規劃項目於範例中包含「頻段」、「現有及規劃中之用途或應用」、「細節說明」、「規劃之改變」及「備註」等。

（四）國際頻率核配方式係考量頻譜之管制強度及經濟價值等因素

國際上最常使用之頻率核配方式為審核制，而具經濟價值之頻譜則多使用拍賣制。各國主管機關最常用之核配方式為「先到先得」機制，該機制係依據受理順序，就審查基準確認申請內容是否適當，對符合者予以核發[829]，於本研究分類屬「審核制」。研究團隊發現主要國家於衛星、行動（非 IMT）、國際通用之航空及航海通信頻率釋出，皆主要採行審核制。而評審制、拍賣制與招標制則多用於決定行動（IMT）及無線廣播電視頻率的獲配者。而對於干擾風險較低或能由使用者自行溝通協調者，則採國民得和諧共享的機制為主，如免執照、註冊制或採輕度管理的輕度執照授權，主要適用於 ISM 頻段及免執照設備的頻率使用。

（五）國際頻譜管理多關注以數據為基礎之管理模式，評估、監測頻譜使用情形

頻譜管理包含行政層面與技術層面，無線電頻率管理及監測機構可考慮採行整合的資料庫與自動化系統，評估並設計所需要之功能，將日常重複的運作以自動化取代人力作業[830]，並將收集的數據視覺化

---

[828] ITU, 2022. Methods for determining national long-term strategies for spectrum utilization. https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2015

[829] ITU, 2015. National Spectrum Management. https://www.itu.int/en/publications/ITU-R/pages/publications.aspx?parent=R-HDB-21-2015&media=electronic

[830] ITU, 2015. National Spectrum Management. https://www.itu.int/en/publications/ITU-

或產生為容易判讀的報告，有助於提升管理效率。根據 2015 年 ITU 發布之「國家頻譜管理手冊（National Spectrum Management）[831]」指出，無線電頻率分配與核配前，需事先掌握頻譜使用之實際情況，頻譜監測能支援所有頻譜管理過程，利用數據比較理論性質之規畫與實際使用情形，從而調整規畫；而頻率監測能確認頻譜核配條件（如技術面及電波特性等）合適性，常時量測及觀測頻段與頻道占用情形，並作為調查無線電干擾之資訊，用於檢測定位及識別非法使用，量測及識別干擾訊號等[832]。

二、結論建議

表 7.1.1　國際頻率資源管理政策結論建議

國際頻率資源管理政策 結論建議	
立即可行建議	製作我國頻譜管理手冊
	落實定期調查評析頻譜使用狀況
	深化以數據為基礎的決策與實證，運用現有系統進行量化分析
	鼓勵需用頻譜機關依其業務溝通需求，並建置相關行政作業流程，再由中央層級進行跨部會協調與合作
	評估頻率和諧共用可行類型
中長期建議	滾動式調整頻譜資源管理政策及核配制度
	整合無線電頻率管理及監測資料庫，將頻譜使用狀況資料蒐集自動化
	修正《廣播電視法》涉及頻率資源分配監理機關之條文
	評估定期制定頻譜政策白皮書之必要性

資料來源：本研究彙整。

（一）立即可行建議

1. 製作我國頻譜管理手冊

觀察國際標竿案例國家，美國與新加坡皆有製作頻譜管理手冊，美國介紹國際頻譜管理，並以核配方式區分，新加坡則是以業務別區分。研究團隊建議因我國可參考國際經驗，製作我國頻譜管理手冊，提供申請者於申請頻率與相關應用時，能清楚知道我國頻率相關主管

R/pages/publications.aspx?parent=R-HDB-21-2015&media=electronic

[831] ITU, 2015. National Spectrum Management. https://www.itu.int/en/publications/ITU-R/pages/publications.aspx?parent=R-HDB-21-2015&media=electronic

[832] ITU, 2015. National Spectrum Management. https://www.itu.int/en/publications/ITU-R/pages/publications.aspx?parent=R-HDB-21-2015&media=electronic

機關、負責業務、主要法規、頻率核配方式、頻率使用費等資訊。

2. 落實定期調查評析頻譜使用狀況

根據 ITU「國家頻譜管理手冊」，頻率分配或核配前，國家需先掌握頻譜使用狀況，並檢視其經濟或社會效益之頻譜規劃及核配及閒置或過度分配之頻譜。建議可參考日本實施定期或不定期之頻譜使用情形調查，及進行相關研討會，針對調查結果進行評析，確保頻譜使用充分發揮效率，並作為擬訂頻率回收及再分配、核配、核發政策之參據。

3. 深化以數據為基礎的決策與實證，運用現有系統進行量化分析

數位發展部正推定建置未來運用之無線電頻率及電信號碼核配管理系統，研究團隊建議數位發展部與通傳會日常的電波監理站業務進行合作，善用系統蒐集之資料，進行量化分析，提供我國無線電頻率管理與監理決策所需資訊。

4. 鼓勵需用頻譜機關依其業務溝通需求，並建置相關行政作業流程，再由中央層級進行跨部會協調與合作

公用或軍用頻譜資源管理需要行政院層級協助進行跨部會協商或協調，尤其在各部門涉及公共安全使用時，可能存在頻譜使用權競合問題，有必要進行清頻、移頻、和諧共用等頻率整備作業，茲事體大。

因此，地方或中央政府各機關在因應新興通信科技逐步建置專用電信之時，應即時盤點現在或未來潛在所需之頻譜資源，統整後層報，再由行政院做為跨部會協商或協調頻譜資源之橋樑。

參考 ITU 及世界銀行的數位監管平臺[833]所揭示之頻譜資源管理成功方法，為實現有效的溝通和協調，建議釐清頻譜需求盤點及層報之行政作業流程，以增進政府部門間處理頻譜議題過程的效率。

5. 評估頻率和諧共用可行類型

根據 OECD 報告，頻率共用依執照類別區分為個別執照、輕型執照與免執照，並依其管制強度有不同強度之共用方式，當頻譜具高度經濟價值時，建議可採分級制頻譜共用；而當頻譜經濟價值不高時，建議可採簡化申請程序之共用方式。

根據我國《電信管理法》第 57 條，同一頻段之頻率共享應依共享頻率資料庫管理機構之規定；於國際上，美國頻率共享案例 CBRS，透過三層級架構，訂定相同頻段之優先使用權，是為分級制頻譜共用。

[833] ITU&World Bank , 2020. The role of the regulator on national spectrum issues. https://digitalregulation.org/the-role-of-the-regulator-on-national-spectrum-issues/

另，依我國「無線電頻率使用管理辦法」第 26 條，頻率共享除考量創新性、地理區域等因素外，應基於無差別待遇原則，符合簡化申請程序，以先到先得為準之共用方式之概念。

建議可依頻譜需求調整頻率共用的適用類別，根據頻譜市場、個案需求或管制強度需求，適時調整頻率共享機制，以達到頻譜最大經濟效率、頻譜有效利用。

（二）中長期建議

1. 滾動式調整頻譜資源管理政策及核配制度

觀察國際頻率資源管理制度，主要考量國家政體、英美或歐陸法系、主管機關權責分工、地理人文及經濟技術發展狀況，形塑成最適於當下之頻譜資源管理政策及法制，頻率核配模式（行政控制模式、市場導向模式及共同使用模式）亦因應不同政策目的採用，惟皆不逸脫於 ITU 揭示[834]之頻譜管理政策的三大目標：經濟效率、技術效率及社會效益之最大化。

在頻率核配方式上，主要國家於衛星、行動（非 IMT）、國際通用之航空及航海通信頻率釋出多採行審核制；評審制、拍賣制與招標制則多用於決定行動（IMT）及無線廣播電視頻率的獲配者；對於干擾風險較低或能由使用者自行溝通協調者，則採行國民得和諧共享的機制為主，如免執照、註冊制或採輕度管理的輕度執照授權，主要適用於 ISM 頻段及免執照設備的頻率使用。

雖然比較我國政體及法規（大陸法系）、地理（地狹人稠、高山滿布、未與他國接壤）、人文（人口分布不均、未加入頻率規管之區域整合組織）、經濟及產業（在新興科技研發及應用上具發展空間）等，似難找尋國情足以類比之主要國家，但在頻率核配方式上，我國已有接軌主要國家設計合於頻譜政策三原則（和諧使用、公平使用及有效利用）。

但隨著新興通信技術及相關應用之蓬勃發展，頻譜資源管理需參考國際組織規則與主要國家作法滾動式修正，考量頻譜供需情形、頻譜使用權獨佔與否、頻率用途之商業價值、市場競爭情形、技術及生態系成熟度、對生命安全或公益性等社會期望考量、決策過程、政策目的、頻譜價值衡量、干擾風險性及處理成本等因素，調整技術效率、經濟效率與社會效益之三大目標比重權衡，充分聆聽公私部門頻譜規劃意見後，調整頻譜資源管理政策，並擬定最適切之新進核配制度。

[834] ITU, 2016. Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-E.pdf

2. 整合無線電頻率管理及監測資料庫，將頻譜使用狀況資料蒐集自動化

頻譜如同無形的國土，研究團隊建議可整合現行無線電頻率管理及監測資料庫，並透過物聯網及人工智慧技術，將頻譜使用狀況資料蒐集自動化，深化以數據為模型（計量推算或質性推理）為基礎的決策和實證，同時建議將收集的數據視覺化或產生為容易判讀的報告，提升管理效率。

3. 修正《廣播電視法》涉及頻率資源分配監理機關之條文

自數位發展部成立起，實務上廣播電視頻率資源分配已歸其掌管，但《廣播電視法》涉及頻率資源分配監理機關之條文仍未有機會進行修正。僅管《廣播電視法》修法所涉議題複雜且利益相關人眾多，然而將「數位發展部」主責之事實於條文中予以修正，應不具爭議性，研究團隊建議未來通傳會在進行《廣播電視法》相關修法作業時，應一併修正第 4 條第 1 項、第 8 條、第 9 條及第 14 條等（如表 7.1.2），使民眾及業者能更明確了解政府機關間的實際權責分工。

表 7.1.2 《廣播電視法》修正提議

修正條文	原條文	說明
第四條 廣播、電視事業使用之電波頻率，為國家所有，由數位發展部會同主管機關規劃支配。 前項電波頻率不得租賃、借貸或轉讓。	第四條 廣播、電視事業使用之電波頻率，為國家所有，由交通部會同主管機關規劃支配。 前項電波頻率不得租賃、借貸或轉讓。	為因應行政院組織改造，第一項「交通部」修正為「數位發展部」，由數位發展部掌管廣播、電視事業使用之電波頻率規劃支配。
第八條 電臺應依電波頻率之分配，力求普遍均衡；其設立數目與地區分配，由主管機關會同數位發展部定之。	第八條 電臺應依電波頻率之分配，力求普遍均衡；其設立數目與地區分配，由主管機關會同交通部定之。	為因應行政院組織改造，「交通部」修正為「數位發展部」，由主管機關會同數位發展部分配電臺設立數目及地區。
第九條 為闡揚國策，配合教育需求，提高文化水準，播放空中教學與辦理國際廣播需要，應保留適當之電波頻率；其頻率由主管機關與數位發展部會同有關機關定之。	第九條 為闡揚國策，配合教育需求，提高文化水準，播放空中教學與辦理國際廣播需要，應保留適當之電波頻率；其頻率由主管機關與交通部會同有關機關定之。	為因應行政院組織改造，「交通部」修正為「數位發展部」，由主管機關與數位發展部會同有關機關，保留適當之電波頻率，滿足空中教學與辦理國際廣播播放需求。

修正條文	原條文	說明
第十四條 廣播、電視事業之停播，股權之轉讓，變更名稱或負責人，應經主管機關許可。 前項停播時間，除不可抗力外，逾三個月者，其電波頻率，由數位發展部收回。	第十四條 廣播、電視事業之停播，股權之轉讓，變更名稱或負責人，應經主管機關許可。 前項停播時間，除不可抗力外，逾三個月者，其電波頻率，由交通部收回。	為因應行政院組織改造，「交通部」修正為「數位發展部」，由數位發展部收回電波頻率。

資料來源：本研究彙整。

4. 評估定期制定頻譜政策白皮書之必要性

數位轉型時代中，探討頻率資源使用未來前景、研擬頻率資源政策議題、調整頻率資源有效利用的目標及形成具體實施措施至關重要。

對此，我國《電信管理法》授權訂定之「無線電頻率供應計畫」大致合於 2022 年 7 月 ITU 發布之「頻譜使用國家長期戰略的確定方法」文件，且為行政院核定頒布之法規命令，似已部分承擔頻譜政策目標之重責大任。

於國際上，定期制定頻譜發展相關戰略書、未來發展計畫等國家，包括美國、日本及澳大利亞等，根據 ITU，國家頻譜管理制定可透過制定頻譜藍圖、定期計劃規劃及公開意見諮詢等方式達成管理目的，如能進一步統整我國頻譜管理與監理制度及施政目標等，即時調整作為頻譜政策施政策略或發展方向之參據，有利於讓各界更了解我國無線電頻率管理的基本體制及整體政策施行方針，更有利於從國家策略高度梳理我國政策目標，促進我國業者能朝施政方向推動數位轉型、相關部會能推動基礎建設及一系列配套措施，共同達成透過和諧、公平、有效運用頻譜資源建設數位社會之目標。

第二節　衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）

近期國際上針對衛星直連手機服務出現熱絡討論，如美國、加拿大、英國、澳大利亞、歐盟等國或地區皆開始針對衛星直連手機服務之頻率核配政策及管制機制進行公開意見徵詢，期掌握及梳理產業相關利益相關人的意見，擬定各國衛星直連手機服務之使用頻段及具體管理機制。

一、研究發現

（一）國際衛星直連手機服務之連網架構與通訊技術

國際上衛星直連手機服務之連網架構主要模式有二：一種為手機具備處理衛星訊號及通訊協議功能的零組件，例如晶片；一種為衛星具備發射一般手機可處理的通訊協議。另就通訊衛星搭載的通訊酬載，依其功能分為兩種型態：一類為搭載「透明式通訊酬載」衛星，一類為「再生式通訊酬載」衛星。

（二）國際衛星直連手機服務使用頻率模式

目前國際衛星直連手機服務使用頻率主要包括使用 MSS 頻率與 IMT 頻率兩種方式，如 Apple 與 Globalstar 合作係使用 MSS 頻率（服務鏈路使用 L 頻段、S 頻段），其他如 AST SpaceMobile、Lynk Global 及 SpaceX/Starlink 等業者則是使用 MNO 的 IMT 頻率。

（三）ITU 針對衛星直連手機服務使用 IMT 頻段及 MSS 頻段將於 WRC-27 討論

就衛星直連手機服務技術標準發展而言，根據 2023 年世界無線電通信大會（World Radiocommunication Conference, WRC-23）發布的「最後文件（Final Acts）」第 253 號決議，WRC-27 議程將針對衛星與行動裝置直接連接相關的頻譜需求和技術、營運和規則事項等進行討論，以補充地面行動通訊的網路涵蓋，並針對 694-698MHz 及 2.7GHz 間的衛星行動服務（Mobile Satellite Services, MSS）劃分進行討論。

ITU 將於 2027 年舉行的 WRC-27 議程項目 1.13 探討衛星直連手機服務與地面行動服務共存的研究成果，並可能決定於特定 IMT 頻段提供衛星直連手機服務使用。

（四）各國目前針對衛星直連手機服務使用 IMT 頻譜管理機制，多在公眾意見徵詢階段

綜觀各國主管機關研擬或實施之衛星直連手機服務頻率授權機制，可分成使用 IMT 頻率授權或 MSS 頻率授權兩種樣態。

就衛星直連手機使用 IMT 頻段管理機制，各國除評估是否建立相關授權機制，亦思考授權形式。以發展最成熟的美國為例，其已於美國頻率分配表新增註腳建立 SCS 授權機制；加拿大亦正以註腳形式制定 SMCS 授權機制，徵詢利益相關人之意見。英國預計於 WRC-27 前建立衛星直連手機服務 IMT 授權機制。

（五）各國針對衛星直連手機服務使用 MSS 頻段之措施仍在討論階段

目前衛星直連手機服務尚處發展階段，故探討其使用 MSS 頻段議題之國家或地區屬少數。例如歐盟針對使用 MSS 頻段授權進行討論，規劃 2GHz MSS 頻段於 2027 年執照屆期後，就該頻段進行分段，以促進 MSS 服務市場競爭及服務創新，同時保留特定分段予既有業者，以確保既有業者可平順度過規管過渡期。其餘如英國與澳大利亞則刻正同時評估使用 MSS/IMT 頻段授權機制，英國考慮未來撤銷現行的終端執照豁免，建立新的授權機制，研擬改為輕度網路執照之作法，惟尚未定案。

二、結論建議

表 7.2.1　衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）結論建議

衛星頻率核配政策及管理機制（衛星直連手機）結論建議	
立即可行建議	國際衛星直連手機案例，有使用 MSS 頻譜，並有使用行動通訊業者之 IMT 頻譜，或於 2025 年中商業化。
	衛星直連手機案例監理方面，美國已訂有 IMT 頻率機制，加拿大朝使用 IMT 頻率討論，歐盟探討 MSS 規劃，英國、澳大利亞則刻正就 MSS 或 IMT 頻譜進行研議。
	建議主管機關廢除外國衛星行動通信服務代理機制，回歸《電信管理法》申請程序。
	若衛星直連手機納入 MSS，需要考量與既有行動通訊市場的競爭，規劃 MSS 的釋照與頻譜管理機制，建議採取審議制。
	建議我國衛星直連手機依 ITU 規劃設計，近期追蹤國際領跑國家作法，並展開相關討論與技術評估。
	建議相關業者可申請實驗頻段進行 MSS 或 IMT 測試，或由主管機關進行相關試驗計畫。

中長期建議	若我國衛星直連手機使用 IMT 頻段分配方式，建議頻譜持有者為行動通信業者，透過行動通信業者藉由組合他人自建網路提供衛星直連手機服務。
	建議主管機關未來開放 IMT 頻段供電信業者與衛星業者合作推動衛星直連手機服務，由業者評估頻段提出申請。
	建議若衛星直連手機使用 MSS 頻譜，需考量與行動通訊業者之市場競爭滾動調整。授權方式，可採「評審制」及進行公眾意見徵詢，廣蒐各界意見。
	建議主管機關應評估制定相關授權機制之必要性與可行性，並留意「無干擾、無保護」原則。
	尚不需因應於 IMT 頻段補充 MSS 頻段分配，調整中華民國無線電頻率分配表。
	建議依據 WRC-27 決議與國內需求修訂頻率分配表備註欄。

資料來源：本研究彙整。

（一）立即可行建議

1. 國際衛星直連手機案例，有使用 MSS 頻譜，並有使用行動通訊業者之 IMT 頻譜，或於 2025 年中商業化。

分析目前國際衛星直連手機業者布局，使用 MSS 頻段以 Apple 與 Globalstar 為主，其他如 AST SpaceMobile、Lynk Global 及 SpaceX/Starlink 等業者則透過與地面行動通信業者合作，使用 IMT 頻段提供衛星直連手機服務。

就目前技術而言，衛星直連手機仍處於試驗階段，或僅能提供緊急通訊及文字簡訊功能（例如 Starlink 與 T-Mobile 合作、Apple 與 Globalstar 等合作），距離實際提供語音、數據等服務商轉尚待時日。根據 GSMA Intelligence 樂觀預估，衛星直連手機服務 2025 年中始提供商業化服務，未來衛星直連手機功能可望成為智慧型手機之標準配備。

2. 衛星直連手機案例監理方面，美國已訂有 IMT 頻率機制，加拿大朝使用 IMT 頻率討論，歐盟探討 MSS 規劃，英國、澳大利亞則刻正就 MSS 或 IMT 頻譜進行研議。

綜觀各國主管機關研擬或實施之衛星直連手機頻率授權機制，可分成使用 IMT 頻率授權或 MSS 頻率授權兩種樣態。目前美國、加拿大主要針對使用 IMT 頻段授權為討論核心，歐盟則針對使用 MSS 頻段授權進行討論，其餘如英國與澳大利亞則同時評估使用 MSS 與 IMT 頻段兩種授權機制。

3. 建議主管機關廢除依《電信法》授權之外國衛星行動通信服務

代理機制，回歸《電信管理法》申請程序

目前衛星行動業者係依據《公眾電信網路設置申請及審查辦法》第 7 條申請，然其係由經主管機關核配電信資源及核准設置公眾電信網路之電信事業，代理外國衛星行動通信業者在我國提供衛星行動通信服務，提供服務之衛星行動業者並未依《電信管理法》規定取得頻率使用許可。數位發展部成立已逾兩年，建議數位發展部應訂定 MSS 用途之頻段並建立相關機制，並由通傳會依《電信法》授權之廢除衛星行動通信服務代理相關規定，回歸《電信管理法》規定進行申請程序。未來如欲提供衛星行動通信服務之業者，應先向數位發展部依申請取得經數發部核配無線電頻率後，再依《電信管理法》第 37 條規定，網路設置計畫及營運計畫由通傳會核准。

惟過去既有業者依《電信法》授權之代理進入市場之作法，因此，研究團隊建議應評估是否對現行機制訂定落日條款，使目前由電信業者代理的衛星行動服務業者，有足夠時間因應從代理制度轉軌期至申請通過核准之過渡期。

4. 若衛星直連手機納入 MSS，需要考量與既有行動通訊市場的競爭，規劃 MSS 的釋照與頻譜管理機制，建議採取審議制。

鑒於過去大型衛星系統參進各國市場，提供衛星寬頻服務，各國主管機關多採用「評審制」，我國亦然。此外，各國主管機關也會同步向利益相關人進行意見徵詢，以廣蒐產官學研各界之意見與看法。

在 MSS 頻段之授權機制上，依《電信管理法》第 54 條第 1 項規定，電信事業申請使用無線電頻率，其核配方式除第 56 條規定外，主管機關得考量電信產業政策目標、電信市場情況及其他公共利益之需要，採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式為之。在上述方式中，學者專家建議採用「評審制」，除過往處理慣例外，因衛星直連手機業者屬於跨國經營特性，其中涉及國家安全、通訊主權或通訊監察等監理要求，較能經由評審過程中加以釐清，故「評審制」較為適宜。

5. 建議我國衛星直連手機依 ITU 規劃設計，近期追蹤國際領跑國家作法，並展開相關討論與技術評估。

就衛星直連手機使用頻率 IMT 授權方式，建議我國追蹤 ITU 於 WRC-27 有關將納入特定 IMT 頻段供衛星直連手機使用之討論。目前除美國提出 SCS 監理框架外，其他國家尚未針對衛星直連手機使用 IMT 頻段之監理框架。主管機關在 IMT 頻段規劃上，除參考 ITU 同區國家，應權衡與既有用途/業務電臺間之輕重，並評估相關有害干擾保護技術的可行性，以確立適用頻段揀擇條件。

本研究建議後續應持續追蹤美國（使用 IMT 頻段）、加拿大（使用 IMT 頻段）、歐盟（使用 MSS 頻段）、英國（探討 MSS、IMT 頻段）、澳大利亞（探討 MSS、IMT 頻段）等國際相關作法，掌握因應衛星直連手機發展而調整現行授權機制之利弊與必要性，若規劃調整既有授權機制，則應留意市場競爭、服務創新及過渡期轉軌新制等議題。

6. 建議相關業者可申請實驗頻段進行 MSS 或 IMT 測試，或由主管機關進行相關試驗計畫

鑒於國際尚在探討衛星直連手機使用頻率採用 IMT 頻段或 MSS 頻段兩種方式。研究團隊認為衛星直連手機尚在發展初期，其在衛星直連技術之設備標準、頻段管理機制、使用頻段及頻率干擾處理等方面猶待討論之際，服務樣態及商業模式尚未明確，實際大量商用化還需時日，且國際組織標準制定亦有待觀察，專家學者多持保留態度，故建議除應持續追蹤國際主要國家監理機關之發展動向並展開相關討論外，可鼓勵有意發展之業者申請實驗頻段，例如 SpaceX 與 T-Mobile 即向 FCC 申請試驗執照進行衛星直連手機之簡訊及語音等相關服務之驗證。抑或採取小規模開放 MSS 頻段，俟衛星直連手機服務成熟，再釋出 MSS 頻段，以降低可能的行政處理成本及干擾風險；或由主管機關進行相關試驗計畫。

（二）中長期建議

1. 若我國衛星直連手機使用 IMT 頻段分配方式，建議頻譜持有者為行動通信業者，透過行動通信業者藉由組合他人自建網路提供衛星直連手機服務。

研究團隊建議應參考 WRC-27 決議，若未來主管機關開放衛星直連手機使用 IMT 頻段，建議採行頻譜持有者為行動通信業者，透過行動通信業者藉由組合他人自建網路提供衛星直連手機服務是較可行的方式。採取此方案具有包括頻譜協調複雜度較低（由行動通信業者自行處理）、干擾處理複雜度較低、可與 HIBS 採相同管制架構等優點。

表 7.2.2　我國 MSS/IMT 潛在釋出頻譜

潛在釋出頻譜	1GHz 以下	1-6GHz	6GHz 以上
MSS 服務		1518-1559 1610-1660.5 1668-1675 2483.5-2500	19.7-21.2 29.5-31 43.5-47
IMT 服務	632-652MHz、 678-698MHz、	1775-1785MHz、 1870-1880MHz、	7025-7125MHz、 24250-

潛在釋出頻譜	1GHz 以下	1-6GHz	6GHz 以上
	806-816MHz、 847-857MHz	2300-2390MHz、 3700-4200MHz、 4700-4800MHz、 4900-5000MHz	27000MHz、 37000-40000MHz

資料來源：本研究彙整。

2. 建議主管機關未來開放 IMT 頻段供電信業者與衛星業者合作推動衛星直連手機服務，由業者評估頻段提出申請。

在使用 IMT 頻段上，以鼓勵電信業者跟衛星業者合作為導向。另觀察美國或加拿大政策未限定 IMT 頻段，係由電信業者評估使用哪個頻段比較適合。建議未來由電信業者提出申請可能是比較恰當的方式。

3. 建議若衛星直連手機使用 MSS 頻譜，需考量與行動通訊業者之市場競爭滾動調整。授權方式，可採「評審制」及進行公眾意見徵詢，廣蒐各界意見。

研究團隊於短期建議新增 MSS 頻段，並採評審制釋出。主要係因目前主要 MSS 業者為傳統衛星行動通訊業者，且衛星直連手機服務技術、服務尚未發展成熟。但若未來衛星直連手機採 MSS 釋照，且技術成熟、服務普及，與既有行動通訊業者已有競爭且替代之關係，因重新評估釋照方式、釋照義務等應有公平之設計。

4. 建議主管機關應評估制定相關授權機制之必要性與可行性，並留意「無干擾、無保護」原則。

使用頻率核配之授權方式，政府應參考國際組織之劃分，與國際進行接軌，並避免有害干擾。進一步探究各國主管機關針對衛星直連手機之監理現況，美國採用 SCS 授權機制，以地面服務執照持有者租賃頻譜予非同步衛星業者為主軸。加拿大、英國則尚未就衛星直連手機使用 IMT 頻段建立不同的授權機制，兩國均朝評估另外建立授權機制方向推進。

各國將於 WRC-27 前探討是否建立相關授權機制，突顯衛星直連手機使用 IMT 頻段趨勢之重要性。建議我國應遵循 ITU WRC-27 之決議，但應評估制定相關授權機制之必要性與可行性，倘規劃另外建立授權機制，則應留意「無干擾、無保護」原則。

5. 尚不需因應於 IMT 頻段補充 MSS 頻段分配，調整中華民國無線電頻率分配表：

由於 WRC-27 前尚未確立第三區用做 IMT 補充之 MSS 頻段分配，雖主要國家如美國及加拿大已採用或探討修訂頻率分配表註腳方

式，規劃用於 IMT 補充涵蓋之 MSS 次級使用之頻譜，團隊建議帶國際規範訂定、相關應用與服務明確後再進行修正。

6. 建議依據 WRC-27 決議與國內需求修訂頻率分配表備註欄：

考量 WRC-27 前國際間尚未確立第三區用做 IMT 補充之 MSS 頻段分配，然主要國家如美國及加拿大已採用或探討修訂頻率分配表註腳方式，規劃用於 IMT 補充涵蓋之 MSS 次級使用之頻譜。有鑑於我國 IMT 電波人口涵蓋率高且資費相較國際低廉，現階段除緊急通訊較無迫切之應用需求，考量未來 6G 技術朝無所不在的連結發展，建議可於 WRC-27 前持續關注其他鄰近第三區主要國家因應措施，並可視國內 D2D 應用發展需求修訂頻率分配表，針對國內預期使用之頻段以備註欄方式新增 MSS 次級使用，並以不干擾現有合法使用且不可要求保護維前提。

第三節　我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制

為使 ISM 頻段及免執照設備頻率在規管順利從《電信法》至《電信管理法》續為頻率管理，研究團隊謹於 112 年 10 月 3 日舉辦「我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制」座談會，邀請專家學者及法律先進就相關議題進行討論，凝聚共識，以對 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制提出具體可行之建議，據以精進我國相關管理措施。研究團隊整理主要國家頻率核配方式，針對各國免執照管理機制及 ISM 頻段管理機制進行研析，包括關注免執照、ISM 頻段潛在干擾議題、管制方式及促進頻率資源有效使用等。鑑於各國國情差異，觀察國際同時，應回歸我國國情探討，針對我國現行政策、法制及行政實務提出建議。

一、研究發現

（一）國際多關注頻譜資源用於創新實驗

研究團隊觀察國際上除規劃 ISM 頻段外，亦規劃創新頻段（Innovation Band）供各種創新試驗。當頻寬供不應求時，建議可持續關注國際對於創新頻段、ISM 頻段、免執照設備頻率之規劃，考量頻率特性、應用場景、頻率商業價值等，透過輕度管制授權方式，參考現行我國數發部針對特定創新實驗網路僅作形式審查之機制，規劃釋出頻譜資源供新興應用使用。

（二）ISM 頻段與免執照設備需求增加之潛在干擾問題

越來越多聯網裝置透過 ISM 頻段、或免執照頻段聯網，因其只需終端設備符合主管機關之規範即可使用，且不用繳交頻率使用費，可能衍生各種裝置同時使用相同頻段，造成彼此干擾。研究團隊認為在物聯網應用蓬勃發展下，使用ISM 頻段及免執照設備頻率之裝置將與日俱增，因此有必要先行探討頻率干擾問題之對策。

二、結論建議

表 7.3.1　我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制結論建議

我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制 結論建議	
中長期建議	以質化、量化方式或國際關注之創新頻段評估釋出頻譜予創新應用
	建議我國參考國際作法，考量以定期收集使用者回饋之方式，掌握頻譜使用情形以預防可能之壅塞或干擾問題

我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理機制 結論建議	
	建議我國可參考以輕度管制、簡化申請程序方式促進創新發展

資料來源：本研究彙整。

（一）中長期建議

研究團隊認為未來新興應用與物聯網建置息息相關，使用ISM頻段及免執照設備頻率之裝置數以萬計，頻率干擾將成為重要監管對象，因此，提出以下應對作法供數位發展部參考：

1. 就使用 ISM 頻段及免執照設備頻率，各國依其管制強度，或需申請或無需申請使用程序，相關應用需求應以質化（調查、訪談、會議等）、量化（計量分析、模型預測等），評估是否有必要再釋出更多頻譜資源提供新創應用使用，或是因防撞機制日漸完善，足敷不同裝置達成頻率和諧共用。針對可能因為設備密集產生干擾疑慮者，或可參考如英國針對免執照採輕度執照與自行協調，或日本免執照須註冊制度，設計輕度管制的頻率使用機制。

2. 若已釋出供ISM及免執照設備使用之頻寬供不應求時，建議我國主管機關可持續關注國際對於創新頻段、ISM頻段、免執照設備頻率之規劃，考量頻率特性、應用場景、頻率商業價值等，釋出頻譜資源供新興應用使用。

3. 為提高免執照使用服務品質，建議我國可參考法國 ARCEP 於官網開設專門的頁面介紹免執照頻段，以統計方式收集使用者的回饋，以利監控頻譜利用情況並預防可能遇到的問題，考量以定期收集使用者回饋之方式，掌握頻譜使用情形以預防可能之壅塞或干擾問題。

4. 我國現行創新實驗網路已簡化申請程序，僅作形式審查，未來如有評估開放創新頻段之需求，建議可以參考此概念，以輕度管制方式促進創新發展。

第四節　HAPS、HIBS

為突破現有地面通訊技術的限制，實現更廣泛的網路涵蓋，各國積極探索 NTN 的應用，其中 HAPS 與 HIBS 屬於增強網路韌性技術之一，有助網路建設從 2D 平面逐漸轉向 3D 立體結構。

HAPS 以快速佈署與降低地面基礎設施需求的特性，在急難救助通信和偏遠地區連接中展現顯著優勢；而 HIBS 則透過與地面 IMT 基地臺共享頻譜資源，有效擴展行動通信的涵蓋範圍，滿足農村、偏遠地區以及特殊場景的低延遲連線需求。在 WRC 的規劃推動下，HAPS 與 HIBS 的使用頻段已確立，且部分國家已展開相關試驗，加速技術開發及商業化應用。本研究從 HAPS 與 HIBS 國際發展現況、技術發展現況、使用頻譜，以及採用之核配方式等面向進行探討，並歸納研究發現如下。

一、研究發現

（一）近年國際 HAPS 技術關注議題包含太陽能電池板追求更輕且效率更高、電池更高密度與更高循環率，以及電池的有效負載。

綜觀HAPS、HIBS 國際標準發展情形，有關 Beyond 5G 與包含 HAPS 的 NTN 網路融合之規範，3GPP 對於 NTN 的標準化，已於 Release-17、Release-18 發行相關規範，未來將於 Release-19 發行最新發展方向。

自國際 HAPS 技術發展進程觀之，主要關注議題包含太陽能電池板追求更輕且效率更高、電池更高密度與更高循環率，以及電池的有效負載等。

（二）根據 WRC-23 決議，HIBS 歸類為行動通信頻譜，且不具優先權；自國際 HAPS 頻率用途角度觀之，HAPS 被視為固定服務。

WRC-23 將 HIBS 頻段歸類於 IMT 頻譜應用。然而，為保障地面 IMT 網路的既有權益，HIBS 在這些頻段中的運用不具優先權，需避免對地面 IMT 網路造成干擾。同時，從國際頻譜分配的角度來看，HAPS 則被歸類為固定服務，其頻譜用途主要聚焦於後端通信或特定的廣域連接服務。

這些決議充分反映國際社會在高空平臺通信技術應用上的平衡考量，既要促進新技術的發展，也需保障既有網路的權益與運行效率，為多元化的無線通信應用方式奠定基礎。

（三）因應 HAPS 與 HIBS 發展，WRC 決議國際和區域間之 HAPS 與 HIBS 頻段

在 HAPS 頻段方面，參考國際上 WRC-19 決議之 HAPS 頻段（31-31.3GHz、38-39.5GHz、47.2-50.2GHz 頻段）；WRC-23 決議之 HAPS 頻段則與 WRC-19 決議之 HAPS 頻段相同，並在 WRC-23 決議增加部分地區之 HAPS 頻段，以及未來 WRC-27 決議之 HAPS 頻段，皆可以作為我國發展 HAPS 頻段之參考依據。

在 HIBS 頻段方面，而在 WRC-23 已確立第 3 區 694-960MHz、1710-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz、2500-2655MHz 供 HIBS 使用。

（四）我國 HAPS 與 HIBS 核配方式可能涉及之法源依據

歸納我國 HAPS 與 HIBS 頻率釋出相關法規，皆涉及「無線電頻率使用管理辦法」第 44 條第 4 項，國家通訊傳播委員會處理干擾之優先順序，其中包含依業務性質之重要性。

我國 HAPS 核配法源，依據我國《電信管理法》第 56 條第 1 項第 1 款與第 1 項第 3 款區分別為專用性質與商用性質。

本研究將我國 HIBS 頻率核配方式分為兩種情境進行討論。第一種係以現行執照調整方式，HIBS 頻率核配可能會涉及《電信管理法》第 53 條及第 54 條相關規定。若需變更 HIBS 電臺的設置，則涉及《電信管理法》第 37 條第 1 項規定辦理，需考量我國現行全區執照是否涵蓋空域範圍；第二種方式係以新設執照方式，透過頒發全新執照進行 HIBS 頻率核配。

（五）HAPS 與 HIBS 之核配方式，可研析英國案例

以英國為例，Ofcom 於 2024 年開始探討 HAPS 直連設備的頻率授權問題，因考量現行行動網路執照及手機執照豁免未涵蓋機載平臺上基地臺的應用情境，特別是 HAPS 與衛星平臺共用頻譜時，可能導致干擾風險。Ofcom 正考慮兩種解決方案：一為設立新授權制度，允許機載平臺使用目前電信業者未利用的行動頻譜；二為修改行動網路業者的頻譜執照條件，管理相關干擾風險。由此可見，國際上已有相關核配機制的議題討論，我國可針對相關議題進行我國採納方式之討論。

（六）須謹慎考量 HAPS 與 HIBS 造成的干擾問題，以保障空中平臺與地面通信系統的協調運作。

HAPS 與 HIBS 在拓展通信涵蓋和提升服務靈活性方面具備顯著優勢，但也可能對地面通信系統及其他空中平臺造成干擾，尤其 HIBS 與地面 IMT 共享頻段，容易影響基地臺運作；HAPS 作為固定服務需避免對衛星和地面系統的干擾。若干擾未妥善管理，將影響通信品質，甚至引發國際頻譜爭端。因此，各國應採用避免干擾之技術、制定完善的頻譜管理機制，並加強國際合作，確保 HAPS 與 HIBS 技術與既有系統和諧共存，推動全球通信的進一步完善。

（七）日本有望成為 HAPS 全球商業應用首例，預計於 2026 年將 HAPS 無人機通訊服務商業化。

參照國際發展案例，日本 NTT Docomo 於 2024 年 6 月 3 日宣布透過與歐洲飛機製造商空中巴士的子公司及其他夥伴的合作，預計於 2026 年在日本將 HAPS 無人機通訊服務商業化，可能成為全球商業應用首例。再者，日本電信業者 SoftBank 於 2024 年 10 月 2 日宣布，其用於 HAPS 的大型無人機 Sunglider 已於 2024 年 8 月在美國與國防業者 AeroVironment 和美國國防部共同完成飛行測試，將透過 HAPS 技術解決全球數位落差和保障緊急通訊等議題。總而言之，HAPS 與 HIBS 技術的發展正逐步走向商業化，有望成為未來全球網路基礎的重要發展領域。

二、結論建議

表 7.4.1　HAPS、HIBS 結論建議

HAPS、HIBS 結論建議	
立即可行建議	建議修訂頻率分配表備註欄新增 HIBS 頻段
	HIBS 頻率核配之既有使用者，其頻率使用證明建議可用於 HIBS
	建議 HIBS 應可視為公眾電信網路的一種，由電信業者視需求或配合政策目的，以自己名義建置、組合自建及他人自建之電信網路
	建議未來開放 HIBS 應用前先進行干擾測試實驗
	建議評估 HIBS 與飛航、建築等相關法規之間的適法情形
	HAPS 頻率核配建議採《電信管理法》第 56 條
	HAPS 適用現行電臺設置使用管理辦法
	建議我國可規劃 HAPS、HIBS 作補充涵蓋及災防用途
中長期建議	建議修訂頻率分配表備註欄新增 HAPS 頻段
	建議考量 HIBS 涵蓋範圍納入普及率
	建議可因應未來出現之 HIBS 共用情境進行法規調適
	考量若中長期 HIBS 有寬頻與新興應用需求，而有 HIBS 的新

HAPS、HIBS 結論建議	
	頻段釋出之相關規範
	建議持續關注國際上 WRC 未來 HAPS 和 HIBS 發展趨勢

資料來源：本研究彙整。

（一）立即可行建議

1. 建議修訂頻率分配表備註欄新增 HIBS 頻段

WRC-07 決議的 HIBS 頻段皆包含在 WRC-23 決議的 HIBS 頻段當中，WRC-23 已確立第 3 區 694-960MHz、1710-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz、2500-2655MHz 供 HIBS 使用。然過去我國「中華民國無線電頻率分配表」尚未納入 HIBS 頻段，研究團隊建議依據 WRC-23 決議將 HIBS 視為行動通信頻率，並同 ITU 腳註方式，於「中華民國無線電頻率分配表」備註 WRC-23 決議之 HIBS 頻段可供 HIBS 於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用，即為核配之附加條件。中華民國無線電頻率分配表備註欄新增 HIBS 應用修訂建議，參照附錄十九。

2. HIBS 頻率核配之既有使用者，其頻率使用證明建議可用於 HIBS

根據 WRC-23 決議，HIBS 歸類為行動通信頻譜，且不具優先權，本研究建議我國可依 WRC-23 之 HIBS 頻段採擴大既有行動通信用途之作法，將提升頻譜使用效率、擴大行動通信涵蓋。

3. 建議 HIBS 應可視為公眾電信網路的一種，由電信業者視需求或配合政策目的，以自己名義建置、組合自建及他人自建之電信網路

由於 HIBS 概念上係將 IMT 基地臺建置於海拔 18 公里至 25 公里之高度位置，技術上由同一系統組成可降低干擾處理風險並確保系統之互通性，在規管上建議可延伸現有公眾電信網路的規管機制，由地面 IMT 業者視商業考量或配合政策需求，透過自己名義建置、組合自建及他人自建進行設置。

4. 建議未來開放 HIBS 應用前先進行干擾測試實驗

為確保不對既有頻率使用者造成干擾之疑慮，建議後續藉由實地驗證或模擬等，訂定相關技術參數及干擾防護措施。前期測試與規範訂定將有助於提升 HIBS 應用的安全性與可靠性，促進其有效商業化推廣。

5. 建議評估 HIBS 與飛航、建築等相關法規之間的適法情形

在 HAPS 方面，如依照現行《微波電臺設置使用管理辦法》第 14 條規定，微波電臺天線不得違反飛航安全標準及營建相關法規，天線鐵塔之標誌及障礙燈應符合航空障礙物標誌與障礙燈設置規範規定。另無論 HAPS 係採自建、組合自建及他人自建之電信設備，亦需符合微波電臺審驗技術相關規範。

在 HIBS 方面，依據現行《公眾電信網路基地臺設置使用管理辦法》規定，基地臺天線不得違法內政部、國防部、交通部會銜發布之航空站飛行場助航設備四周禁止限制建築物及其他障礙物高度管理辦法之規定（第 17 條第 1 款）。前項天線結構於室外之高度超過地平面六十公尺者，應具有航空色標及標識燈具，並應與高壓電線保持安全距離，避免危及公共安全（第 17 條第 2 款）。

如將 HIBS 應用視為 IMT 基地臺建置於高空之衍生，其基地臺設置高度仍須符合民航、內政建築等相關的空域管理和安全規範，避免對民航活動造成干擾。屆時，頻率管理和干擾問題須處理妥當，以保障合法通訊的使用，並促進 HIBS 技術的有效運用。

6. HAPS 頻率核配建議採《電信管理法》第 56 條

我國於現行頻率分配表備註欄已有說明 1885-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz 頻段可供 HAPS 使用。自國際 HAPS 頻率用途角度觀之，HAPS 係被視為固定服務的一部份。爰此，於頻率規劃後，本研究建議我國 HAPS 頻率核配可依據《電信管理法》第 56 條進行區分，專用性質應依《電信管理法》第 56 條第 1 項第 1 款，採用公共服務或自用網路的頻率核配；而商用性質則依《電信管理法》第 56 條第 1 項第 3 款，比照微波鏈路當中的固定微波核配方式進行頻率核配，參照圖 7.1.1。

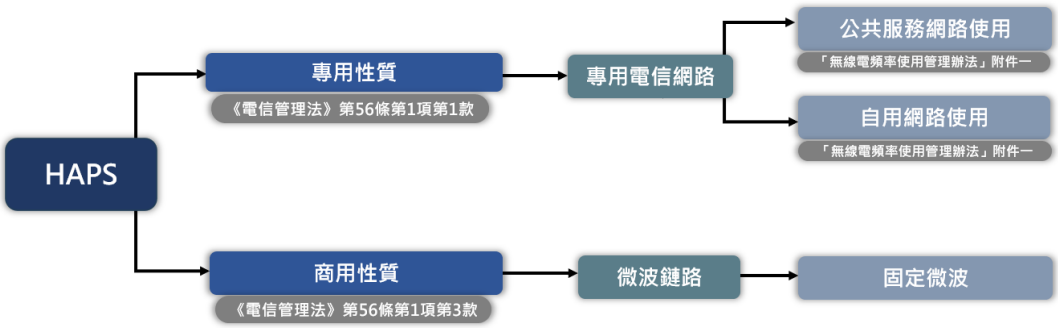


圖 7.4.1　HAPS 頻率核配建議採《電信管理法》第 56 條

資料來源：本研究彙整。

7. HAPS 適用現行電臺設置使用管理辦法

HAPS 可適用於現行電臺設置管理辦法，不過仍須留意設備審驗

和資安要求，尤其涉及跨國設備時需符合我國規範。

8. 建議我國可規劃 HAPS、HIBS 作補充涵蓋及災防用途

隨著 6G 技術的發展，網路建設從 2D 平面逐漸轉向 3D 立體結構，其中 HAPS 和 HIBS 為增強網路韌性的技術之一，且現階段以我國產業角度觀察，其導入門檻相對衛星可能較具成本效益。參照國際趨勢之發展，本研究建議可將 HAPS 和 HIBS 應用情境應用於偏遠地區補充涵蓋和緊急救災用途，建議主管機關逐步推動相關發展，並與相關利益相關人多方討論與評估，促進網路新技術導入與網路涵蓋及韌性。

（二）中長期建議

1. 建議修訂頻率分配表備註欄新增 HAPS 頻段

除我國現行頻率分配表備註欄說明 1885-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz 頻段可供 HAPS 使用外，本研究建議可參考 WRC-19 決議之 HAPS 頻段（31-31.3GHz、38-39.5GHz、47.2-50.2GHz 頻段），以及未來 WRC-27 決議之 HAPS 頻段，於「中華民國無線電頻率分配表」備註 WRC 決議之 HAPS 頻段可供 HAPS 於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用，即為核配之附加條件。中華民國無線電頻率分配表備註欄新增 HAPS 應用修訂建議，參照附錄二十。

2. 建議考量 HIBS 涵蓋範圍納入普及率

考慮到未來採用 HIBS 技術，可能有利於降低偏遠地區、山林基地臺的維護成本，建議於未來偏鄉或山林基地臺規劃或汰換時，可參考 HIBS 技術發展、成本效益等，進行有效整合和逐步替換的評估。而於頻率使用費促進頻率有效利用、社會福利之相關政策，或可將 HIBS 涵蓋範圍納入既有電波人口涵蓋率之計算，並可評估是否另增地理涵蓋率的新係數作法。此外，亦可考量 HIBS 之應用情境，設計促進業者推動擴大偏遠地區與社會福利的 HIBS 應用。

3. 建議可因應未來出現之 HIBS 共用情境進行法規調適

我國建立 HIBS 機制之虞，考量 HIBS 成本高昂，如電信事業有意藉由合作方式引進 HIBS 提供服務，建議可通盤考量我國適用之 HIBS 共用情境，因應共頻、共網、共站、共構等需求，進行法規調適，例如，修訂「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條或依據「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條採公告之方式，開放 HIBS 共用頻段，或限定適用範圍（如偏鄉無訊號區域）共用頻段，以降低建設成本。

4. 考量若中長期 HIBS 有寬頻與新興應用需求，而有 HIBS 的新頻段釋出之相關規範

HIBS 技術近年日趨成熟，若未來釋出 HIBS 新頻段與 IMT 既有釋出頻段方式有所不同，建議主管機關未來若釋出 HIBS 新頻段時，應考量技術發展、應用情形、市場競爭等，制定明確訂定頻譜管理政策，確保與既有業務的和諧、公平、有效的使用頻譜。同時，可考慮推出相關激勵措施，以促進技術創新和市場發展。

5. 建議持續關注國際上 WRC 未來 HAPS 和 HIBS 發展趨勢

我國應持續追蹤國際對於 HAPS 和 HIBS 於 WRC-27 相關討論，HAPS 和 HIBS 技術相關規範方向將於 WRC-27 逐漸明朗化，以利掌握國際最新趨勢動態，並評估法規調適。

第五節　我國公共安全與救難應變頻率管理機制

觀察國際上逐漸將 PPDR 視為重要趨勢領域，可見 PPDR 系統從現今的專用窄頻技術逐漸朝寬頻技術（如 LTE 和 5G）發展，PPDR 系統不僅能實現語音通信，還能支援高效的數據傳輸和多媒體應用。然而，面對日益複雜的公共安全和救難應變需求，PPDR 的發展仍需克服頻譜資源分配、技術標準統一以及跨部門協作等多方面的挑戰。因此，推進 PPDR 技術的發展對於提升公共安全、保障國民生命財產安全具有重要意義。

考量我國目前尚無統一的 PPDR 範疇與專責機構，亟需明確規劃與協調整合，而現行專用通信系統缺乏跨部會互通能力，未來需強化系統間兼容性與橫向協作，以應對多樣化需求。另外，PPDR 應以平時天災應變與緊急救援為主，並優先考量公共安全單位需求，避免頻譜資源過度分散。

在頻段選擇方面，1GHz 以下頻段因涵蓋範圍廣、穿透性佳，係 PPDR 發展的首選，應妥善規劃低頻資源以支持我國與跨境合作。隨著需求從窄頻語音逐步延伸至寬頻數據與新興技術，PPDR 機制需兼顧共享頻段的頻譜效率與應急優先權，以確保頻率共用的和諧與效能。

一、研究發現

（一）有待釐清我國 PPDR 範疇界定與通盤調查整合我國 PPDR 需求

PPDR 機制的建立需完善主責機關、制度環境及誘因制度。我國目前尚無專責單位，國際可見如美國 FirstNet 模式，設立獨立機構負責統籌規劃。制度方面，應尋求適當法源支持，避免僅依附現行法律不足。誘因制度則應明確 MNO 角色，透過頻段釋照義務、補助或商業模式規劃，促進合作與服務提升。此外，PPDR 需制定設備標準，確保系統相容性，同時探索多元通信技術，如低軌衛星和行動基地臺的整合，增強災害應變能力與網路彈性。

（二）我國既有專用通信系統無法進行跨部會橫向溝通

歸納我國 PPDR 與既有系統之互通性之相關討論，我國警消既有通訊系統尚未能實現跨部會互通，未來我國 PPDR 機制與我國警消既有通訊系統之互通乃至競合將為重要課題，應持續關注未來 PPDR 與既有系統的競合與差異。

（三）我國現行需求以窄頻語音通訊為主，未來將有文字、圖片、影像及資料傳輸等寬頻應用需求

我國現行 PPDR 應用需求以語音通訊為主，現行應用之窄頻技術已可滿足相關通訊需求。然觀察中期應用需求，包含文字、圖片或／與影片傳輸以及人員定位追蹤等，有應用寬頻技術之必要。此外，我國部分消防單位已導入穿戴式裝置，且未來將有無人機、AR、VR 等新興應用。爰本研究認為，我國規劃 PPDR 機制時，應將寬頻與新興應用需求納入考量，而非侷限於現行應用需求。

二、結論建議

表 7.5.1　我國公共安全與救難應變頻率管理機制結論建議

我國公共安全與救難應變頻率管理機制 結論建議	
立即可行建議	我國 PPDR 政策尚不明朗，建議先確立主責機關
	規劃 PPDR 之餘，應持續完善電力、傳輸與既有無線電系統
	短期建立不涉及頻率分配之 PPDR 系統平臺
	追蹤研析國際 PPDR 技術與應用情境，著手規劃我國方案
中長期建議	建議中長期由電信業者建置與管理 PPDR 系統
	確立 PPDR 主責機關，並建立／設計誘因制度
	將寬頻技術納入中長期 PPDR 機制規劃，並將窄頻技術作為通訊備援
	建立多元通訊之配套措施

資料來源：本研究彙整。

（一）立即可行建議

1. 我國 PPDR 政策尚不明朗，建議先確立主責機關

目前我國公共安全與救難應變相關單位有自己的專用通信系統，如警消內部專用之封閉式無線電通信系統，但不能進行跨部會溝通的橫向互連互通。惟 PPDR 非僅有警消單位有使用需求，地方政府、醫療、反恐、國安、海巡等單位亦屬於公共安全與救難應變體系之一環。

有鑑於 PPDR 屬跨部會性質，無論是頻段、需求或實務面，應有高階主管機關負責統籌 PPDR，藉此整合各方利益相關人意見並推動建置 PPDR，後續亦牽涉至法律適用性。

此外，我國目前尚未確立 PPDR 主責機關，不同單位具不同業務特性有不同使用需求，建議我國應有整體規劃，確立主責機關，通盤調查與整合 PPDR 潛在使用者需求，方能設計符合使用者效益之 PPDR 機制與系統。

2. 規劃 PPDR 之餘，應持續完善電力、傳輸與既有無線電系統

我國天災或事故導致通訊中斷之主要原因為電力傳輸而非頻率，現階段除規劃與評估 PPDR 平時與重大緊急事件應用情境，確保我國 PPDR 機制符合多元應用情境之餘，應持續完善我國電力、傳輸以及既有無線電通訊系統，並鼓勵無線電等建立完整網路，指的是將不同機關的通訊系統（例如消防無線電）互通與整合，改善過往即便電力恢復仍無法通訊之情形。

3. 短期建立不涉及頻率分配之 PPDR 系統平臺

考量我國國情，以及 PPDR 建置、維運等支出，且目前尚未有具體規劃，在主責機關未定、頻譜尚未規劃、需求不明下，研究團隊建議短期可建置不涉及頻率分配之 PPDR 系統平臺，由主管機關與業者洽談網路服務，如我國警政署 M-Police，或如日本 IIJ 以 MVNO 方式提供需求機關相關服務。

4. 追蹤研析國際 PPDR 技術與應用情境，著手規劃我國方案

綜觀國際 PPDR 發展，美國、英國、法國、南韓等國家皆已具備較完善之 PPDR 機制，而美國與南韓除原先採用之 LTE 技術外，正逐步朝向導入 5G、英國與法國 PPDR 機制亦啟動過度至寬頻技術，通信技術與應用發展將使緊急救難更精準、更安全、更有效率。鑑此，考量我國國情，研究團隊建議持續關注國際 PPDR 採用技術與應用情境，且 PPDR 機制與建構非一日可及，應著手規劃頻率方面，無論適合短期採用不涉及頻率分配之 PPDR 系統建置，或未來長期規劃以專頻（800MHz）或利用商頻釋出，亦應開啟相關討論與規劃，各國 PPDR 發展現況與未來趨勢皆可做為我國借鏡。

5. 我國 PPDR 應用情境以平時因應天災、事變或緊急危難救援作業為主

我國 PPDR 短期內可以平時因應天災與緊急危難救援為主，偶發性重大緊急事件需求可待機制成熟後再行評估納入，可藉由參考 ITU 報告進行優先排序與頻率技術規劃。同時，PPDR 使用者應以公共安全單位為核心，本研究認為應避免過度擴張至一般民眾，以維持頻譜效率。未來應持續完善技術整合、成本評估與既有通訊系統的相容性。

6. 我國 PPDR 應用頻率首重 1GHz 以下之低頻段

有鑑於 1GHz 以下低頻段具備涵蓋率廣、穿透性佳等優勢，是行動通信與 PPDR 的理想頻段，亦符合 ITU-RM.2015 中適用於三個區

域 PPDR 應用的 694-894MHz 頻段範圍，有助於我國與國際間跨境合作。根據我國「無線電頻率供應計畫」，目前已保留 806-816MHz 及 847-857MHz 頻段供 PPDR 實驗網使用，但 1GHz 以下其他頻段多已分配給行動寬頻業務。由於低頻段資源稀缺，主管機關需平衡 PPDR 與行動通信的頻譜需求，或可考慮將實驗網頻段納為正式 PPDR 頻段。妥善分配與使用 1GHz 以下頻段，將會是我國推動通信發展的關鍵要素。

（二）中長期建議

1. 建議中長期由電信業者建置與管理 PPDR 系統

考量我國目前尚無 PPDR 主責機關，PPDR 需求與機制尚未確立，且通信技術有其專業性，故研究團隊建議就頻率部分，可以專頻或商頻進行規劃，包括：

（1） 專頻：由主管機關持有頻譜並自行（委外）建置管理，如南韓 Safe-Net；
（2） 專頻：由電信業者持有頻譜與建置管理，如美國 FirstNet；
（3） 商頻：委託電信業者使用持有頻段建置，如英國 ESN；
（4） 商頻：於釋照時規範取得頻譜者應配合 PPDR 需求提供網路支援，服務得以政府補助、標案方式提供；
（5） 其他：由 MVNO 提供網路與管理（不涉及頻率核配），如日本 IIJ 案例；
（6） 其他：建置 PPDR 系統平臺（不涉及頻率核配），並由相關機關與業者洽談網路服務，如我國 M-Police。

表 7.5.2　我國 PPDR 頻率規劃方向

頻率規劃	模式	國家案例	建議我國頻段規劃	建議我國釋出方式	法源依據	優缺點
專頻	規劃專頻，由主管機關持有頻譜並自行（委外）建置管理	南韓 Safe-Net	800 MHz	核配（專用電信）	《電信管理法》第 56 條	優點： ●降低受 MNO 用戶流量影響風險 ●取代無法互通（interoperability）之公共安全網路 ●得依公共安全韌性需求設計網路 缺點： ●僅可接取單一專用頻段 ●建置成本高、所需時程長 ●尚須仰賴 MNO 建置與維護網路 ●轉換成本高（網路技術升級、複雜度高）
	規劃專頻，由電信業者持有頻譜與建置管理 註：電信業者持有頻譜得搭配商用使用，若僅限 PPDR 使用，不須核配頻率，採主管機關持有頻譜即可。	美國 FirstNet	800 MHz	公開招標制、或拍賣制	《電信管理法》第 53、54、56 條	優點： ●頻譜使用效率高 ●緊急時優先提供使用，降低受 AT&T 用戶流量影響風險 ●借助 AT&T 涵蓋率，加速 FirstNet 建設與導入 ●建置成本低 ●易配合商用網路技術升級 缺點： ●與專用頻段相比，受 MNO 用戶流量影響風險較高 ●可靠性恐較低 ●易受商用網路穩定性影響

頻率規劃	模式	國家案例	建議我國頻段規劃	建議我國釋出方式	法源依據	優缺點
商頻	委託電信業者使用持有頻段建置	英國 ESN	不須規劃頻段，使用電信業者持有頻段	使用電信業者既有頻譜，無涉及頻率核配	-	優點： ●涵蓋率廣泛、使用彈性 ●轉換成本低（網路技術升級、複雜度低） 缺點： ●可靠性恐較低 ●主管機關監督及規範較困難 ●業者原頻率執照屆期後須重新規劃 PPDR 網路架構
	規劃行動通信頻段應有 PPDR 規格，供未來需求方洽談 PPDR 應用（具強制力）	-	於未來釋出之行動通信頻段	拍賣制（應配合 PPDR 主管機關需求配置 PPDR 網路，服務得以政府補助、標案方式提供）	《電信管理法》第 53、54 條	優點： ●頻譜使用效率高 ●緊急時優先提供使用，降低受持有業者用戶流量影響風險 ●建置成本低 ●易配合商用網路技術升級 缺點： ●與專用頻段相比，受 MNO 用戶流量影響風險較高 ●可靠性恐較低 ●易受商用網路穩定性影響 ●國際上尚無釋出方式之前例，暫無可參酌之實例
其它	以 MVNO 方式提供 PPDR 網路	日本 MVNO	不須規劃頻段	無涉及頻率核配	-	優點： ●MVNO 無涉及頻率核配，而是利用 MNO 頻段來提供服務，可避免頻率核配的複雜流程 ●建置成本低（MVNO 無須建置基地臺） ●轉換成本低（網路技術升級、複雜度低） ●利用現有 MNO 網路基礎設施，MVNO 可以快速地提供

頻率規劃	模式	國家案例	建議我國頻段規劃	建議我國釋出方式	法源依據	優缺點
						服務 ●MVNO 可根據需求與多家 MNO 合作，實現靈活的區域涵蓋 ●相較於一般行動網路更易於連接、具備穩定性 ●緊急時優先提供連接，支援市面上雙 SIM 卡終端設備 缺點： ●屬尚在發展中之機制，其成效有待觀察 ●服務品質依賴 MNO ●因不需自行建置網路，進入門檻相對較低，競爭或較激烈
	僅建置 PPDR 系統平臺	我國 M-Police	不須規劃頻段	無涉及頻率核配	-	優點： ●MVNO 無涉及頻率核配，而是利用 MNO 頻段來提供服務，可避免頻率核配的複雜流程 ●建置成本低（無須自建基地臺） ●轉換成本低（網路技術升級、複雜度低） ●基於 App 平臺的架構，功能可隨需求靈活更新或擴展 ●手機 App 平臺操作簡單方便，增加可用性 ●涵蓋更極端之戰時體制應用情境 缺點： ●服務品質依賴 MNO ●M-Police 的通訊功能主要仰賴 MNO 提供的頻段，尚須由 MNO 建置與維護網路

資料來源：本研究彙整。

針對上述六種規劃方向，考量我國國情以及 PPDR 網路後續維運管理與延續性，研究團隊建議建議中長期由電信業者建置與管理 PPDR 系統，得採用如美國 FirstNet 專頻釋出，由電信業者持有頻譜與建置管理，並得在提供 PPDR 下搭配商用；或採商頻規劃如由電信業者持有頻段建置、或未來釋照規劃應符合 PPDR 規格。若不另規劃頻段，則以 MVNO 或建立平臺之方式規劃。

2. 建立／設計誘因制度

我國 PPDR 規劃雖尚未定案，就觀察國際經驗，與電信業者合作之機率相當高，無論採用專頻專網、MOCN、主管機關自行或委託建置，電信業者皆扮演舉足輕重角色，PPDR 之建置與維運皆仰賴我國電信業者專業與量能，研究團隊建議或可建立／設計誘因制度，獎勵或鼓勵 MNO 協助建置 PPDR 系統、提升 PPDR 服務品質，有助於我國 PPDR 推動發展。

3. 將寬頻技術納入中長期 PPDR 機制規劃，並將窄頻技術作為通訊備援

我國短期 PPDR 應用需求以窄頻、低頻寬之語音數據為主，然未來 PPDR 將進階至圖像、影音、文字、人員定位追蹤等資料傳輸，其應用將越趨廣泛，且必定擴增至無人機、自駕車、AR、VR、智慧型穿戴裝置等應用，因此研究團隊建議寬頻技術有必要納入我國未來 PPDR 機制規劃，非侷限於現行應用需求，然仍可保留窄頻技術作為通訊備援。

4. 建立多元通訊之配套措施

我國未來如已建立完整 PPDR 機制之時，應評估將低軌衛星通訊、飛行基地臺、移動式基地臺等備援網路納入 PPDR 生態系，已完善我國多元通訊之配套措施。

5. 採共享頻段有利提升頻譜效率，惟需確保頻率和諧共用

我國 PPDR 若採共享 MNO 持有之頻段，則可望提供 PPDR 使用者較多的頻譜資源，即使後續 MNO 之行動寬頻業務執照屆期，PPDR 與 MNO 共享頻段仍可使用相關頻譜發揮效益。

本研究認為，我國 PPDR 機制應採與 MNO 共用頻段，並評估共享頻段之干擾議題，參考美國 FirstNet 作法，導入公共安全單位頻率使用優先權，於緊急情況時淨空 MNO 商用頻段予 PPDR 使用者，保障頻譜資源和諧共用且符合公共利益。

第六節　潛在釋照議題

隨著行動寬頻發展，行動通信頻譜使用需求不斷增加，無線電頻率為稀有資源，在行動通信技術發展下，行動通信頻率已從低頻段擴展至中頻段、高頻段頻率資源。此外，從過去兩年研究，可見因應 B5G、6G 發展，國際與各國主關機關皆持續規劃與關注包含衛星固定（FSS）、衛星行動（MSS）、高空平臺（HAPS、HIBS）等頻率規劃，且其中如 MSS、HIBS 等皆涉及納入行動通信頻率之議題。此外，行動寬頻的發展也未 PPDR 帶來更多更安全更有效的應用情境，各國亦朝寬頻應用發展。我國現行行動通信頻段 700MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2500MHz、2600MHz 等將於 119、112 年屆期，有必要展開未來頻譜規劃。

一、研究發現

（一）我國現行已核配之行動通信頻率

我國現行已釋出之行動通信頻率包括包含 700MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2500MHz、2600MHz、3500MHz 及 28000MHz 頻段，其中 700、900 及 1800MHz 將於 119 年屆期，2100MHz、2500MHz、2600MHz 將於 122 年屆期，3500MHz 及 28000MHz 於 129 年屆期。

（二）我國近期潛在可釋出之行動通信頻率

在潛在釋出頻譜資源方面，我國尚有 600MHz、800MHz、1800MHz、2300MHz、3700-4200MHz、4700-4800MHz、4900-5000MHz、7025-7125MHz、24.25-27GHz、37-40GHz 等頻段可供規劃釋出。其中，806-816 MHz、847-857MHz 現供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用；816-821MHz、857-862 MHz 現供民生公共物聯網實驗網路之用；1775-1785MHz、1870-1880MHz 於我國第一波 5G 釋照時未售出，現保留作為政府重大施政計畫及其相關實驗網路之潛在使用頻率；7025-7125MHz 現供行動通信、免執照低功率無線資訊傳輸設備等低功率射頻器材測試實驗網路之用。

（三）我國電信事業行動通信頻率持有情形

現行電信事業行動通信頻率之持有總頻寬以遠傳電信持有 980MHz（41.88%）為最多、中華電信持有 890MHz（38.03%）次之，而台灣大哥大持有 470MHz（20.09%），主要差距在於持有 24GHz 以上毫米波之頻寬差異較大。而各頻段方面，在 1GHz 以下以遠傳電信

及台灣大哥大各持有 50MHz(35.71%)為最多，中華電信持有 40MHz（28.57%）；3GHz 以下以中華電信與遠傳電信各持有 200MHz（35.09%）為最多，台灣大哥大持有 170MHz（29.82%）；6GHz 以下以中華電信持有 290MHz（34.52%）為最多，遠傳電信持有 280MHz（33.33%），台灣大哥大持有 270MHz（32.14%）；6GHz 以上以遠傳電信持有 700MHz(46.67%)為最多，中華電信持有 600MHz(40%)，台灣大哥大 200MHz（13.33%）。

（四）主要國家頻譜屆期再釋出機制

根據 GSMA 報告，行動通信頻譜相關執照屆期再釋出方式主要包含自動續照（Presumption of renewal）、再次拍賣（Re-auctioning）、行政核配(Administrative assignment)及混合解決方案(Hybrid solution)等方式。其中之混合方法係將拍賣及國家政策任務融合，作法上主管機關可根據管理標準選擇投標者入圍名單，再舉行拍賣分配頻譜。而近期國際案例包括如法國於 2018 年以行政核配釋出 900、1800 及 2100MHz，以增加義務的方式，期促進行動通訊涵蓋與品質；南韓考量市場尚於 4G、5G 轉換期，為降低業者頻譜使用之不確定性，促進 5G 轉換，於 2020 年以行政核配方式釋出 800、900、1800、2100 及 2600 MHz；新加坡則因應 5G 要求得標者以 5GSA 建置 5G 網路，採再次拍賣的方式釋出 2100MHz 頻段。

（五）近期國際為提升釋照效率，延長頻譜效期

過去在國際與我國頻譜效期規劃上，可見考量技術發展成熟度、頻譜管理成本等因素而有調整頻譜效期的作法，近期可見德國刻正展開 800、1800 及 2600MHz 屆期頻段意見諮詢，擬將 2025 年底到期之頻譜使用權延長 5 年，既有使用者使用權綁定行動網路義務，未來再與其他屆期頻譜一併拍賣。由於我國 119 年即將屆期頻譜之 700MHz、900MHz 及 1800MHz 頻段，與 122 年即將屆期頻譜之 2100MHz、2500MHz 及 2600MHz，屆期時間僅差距三年，應可於頻譜執照效期上有關規劃（如調整新執照效期，拉齊屆期時間點等）。

（六）國際因應 B5G、6G 非地面網路發展之行動通信頻譜規劃

如本研究前揭 NTN、PPDR 議題討論，我國規劃下階段行動通信頻譜釋出情形時，應考量如， WRC-23 決議 HIBS 歸類為行動通信頻譜，且不具優先權，第 3 區頻段包括 694-960MHz、1710-1980MHz、2010-2025MHz、2110-2170MHz、2500-2655MHz；或如美國已採註腳方式於 IMT 頻段規劃 MSS 次級使用作為補充涵蓋，加拿大亦將採類

似作法，英國、澳大利亞則上再討論相關作法，WRC27 亦有於 IMT 頻段補充 MSS 使用之方向；及如我國 PPDR 頻譜規劃，採專頻或商頻設計，專頻之頻段、或商頻設計之執照持有這義務等，於下一階段行動通信頻譜釋出時皆應有相關考量。

二、結論建議

表 7.6.1　潛在釋照議題結論建議

潛在釋照議題 結論建議	
立即可行建議	建議應通盤考量屆期頻譜釋出時間
	建議潛在釋出頻譜 600MHz、800MHz 頻段與 119 年即將屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出
	建議我國屆期頻譜可優先考量採拍賣或公開招標方式釋出
	建議主管機關若預計頻譜分次釋出可事先揭露相關資訊
	已釋出頻譜若將採續照方式，建議主管機關提前公布資訊
中長期建議	建議持續深入各議題，並與利益相關人充分溝通
	建議未來釋照拉齊屆期年限，並規劃釋照間隔與頻譜組合
	建議我國未來行動釋照間隔應以 5 年，並分為 4 個 Group
	建議釋出 600MHz 應訂有護衛頻段，並應進行干擾評估
	建議釋出 800MHz 應訂有護衛頻段，並應進行干擾評估
	2500、2600MHz 採用 TDD 較具效益，然應進行干擾評估及考量既有業者之投入充分溝通
	建議「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條維持正面表列，未來可考量特定用途情境之頻率共用

資料來源：本研究彙整。

（一）立即可行建議

1. 建議應通盤考量屆期頻譜釋出時間

有鑑於我國 119 年即將屆期頻譜之 700MHz、900MHz 及 1800MHz 頻段，與 122 年即將屆期頻譜之 2100MHz、2500MHz 及 2600MHz,屆期時間僅差距 3 年,考量行政成本及頻率資源整體規劃,研究團隊建議可於 119 年一併釋出，並拉齊屆期年限。

2. 建議潛在釋出頻譜 600MHz、800MHz 頻段與 119 年即將屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出

我國現行已釋出 Sub-1GHz 頻譜資源為 700MHz 及 900MHz 頻段，共 150MHz 頻寬；電信事業持有之總頻寬為其中的 140MHz，頻段使用效期皆將於 119 年底屆期。其他 Sub-1GHz 潛在釋出頻譜包含 600MHz 及 800MHz 等頻段，如下表 7.6.2。

觀察主要國家大多有將 800MHz 頻段應用於行動通信，而我國目前規劃作 PPDR 與民生公共物聯網實驗網路使用；在 600MHz 方面，則主要以北美國家運用於行動通信，近年因應衛星直連手機應用需求，亦規劃可提供相關用途使用。研究團隊考量低頻段特性，建議 600MHz、800MHz 頻段或可同將於 119 年屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出。

表 7.6.2　我國行動寬頻頻譜資源（Sub-1GHz）

已釋出頻段	頻率範圍	頻寬	使用現況	未來規劃
700MHz	703-748MHz、758-803MHz	90MHz	供行動寬頻業務使用，執照期限至 119 年	待核配之使用期屆滿進行後續規劃
900MHz	885-915MHz、930-960MHz	60MHz		
潛在釋出頻段	**頻率範圍**	**頻寬**	**使用現況**	**未來規劃**
600MHz	632-652MHz、678-698MHz	40MHz	無	建議可與 119 年屆期之 700MHz、900MHz 頻段一併規劃釋出。
800MHz	806-816MHz、847-857MHz	20MHz	供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用	
	816-821MHz、857-862 MHz	10MHz	供民生公共物聯網實驗網路之用	

資料來源：本研究彙整，參考「無線電頻率供應計畫（112 年 8 月修正）」。

3. 建議我國屆期頻譜可優先考量採拍賣或公開招標方式釋出

針對我國行動通信頻率屆期頻率之相關規定，根據「無線電頻率

使用管理辦法」第 16 條，頻率使用證明有效期間屆滿後失其效力，電信事業應依相關法規及主管機關公告辦理。屆期頻譜之可能釋出方式則依據《電信管理法》第 54 條，主管機關得考量電信產業政策目標、電信市場情況及其他公共利益之需要，採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式為之。此外，考量《預算法》第 94 條規定「配額、頻率及其他限量或定額特許執照之授與，除法律另有規定外，應依公開拍賣或招標之方式為之，其收入歸屬於國庫。」及延續過去 IMT 釋照精神，建議我國屆期頻譜仍可優先考量採拍賣或公開招標方式釋出。

4. 建議主管機關若預計頻譜分次釋出可事先揭露相關資訊

頻譜分次釋出若有不同的規定，建議提前揭露相關資訊，使業者能提前充分評估如何選擇釋出的頻譜，或是要留待後面的頻譜釋出時再去選擇後面釋出的頻譜，以利業者去評估最佳的頻譜選擇，將頻率資源有效利用。

5. 已釋出頻譜若將採續照方式，建議主管機關提前公布資訊

若釋照主管機關提前考量已釋出頻譜有延續使用之需求並將採續照方式辦理，建議可提前（如 2 年）告知已持有頻段者和相關利益相關人頻譜可續照，此舉將有助益於整個市場有效的佈署頻率的再利用和新技術投資。

（二）中長期建議

1. 建議持續深入各議題，並與利益相關人充分溝通

研究團隊於 112 至 113 年本案執行期間，根據國際資料蒐集與國內研析構思議題與相關作法後，透過多場次座談會與訪談，針對我國頻譜需求，不論是 PPDR、HAPS/HIBS、衛星通信 MSS/IMT、未來釋照議題等，已可見許多值得更進一步研究與研析之議題。尤其在非地面通訊快速發展下，各國皆面臨頻譜管理的新挑戰，此外，行動通信頻譜即將屆期，並有新增頻段考量，相關事項如頻段規劃、干擾評估、清頻移頻、釋照頻譜組合規劃、釋照規則、頻率使用費等，諸多議題刻不容緩，建議我國未來應持續積極深入各議題，於過程中廣泛收集國內外相關資料並與納入電信產業及利益相關人充分溝通，從而最大限度地提升頻譜使用效率。

2. 建議未來釋照拉齊屆期年限，並規劃釋照間隔與頻譜組合。

研究團隊建議中長期可將行動通信頻譜以釋照間隔與頻譜組合

進行規劃，如以 5 或 10 年為一釋照間隔基礎，拉齊目前不同年限頻譜，並將相關頻段分成不同組合，但由於各用途別頻譜會因技術發展等有所變化，在不論 5 年或 10 年的間隔基礎下，若有急迫頻譜需求須釋出，亦可有其他規劃，以保彈性。

研究團隊認為以 5 年或 10 年各有其優勢，然研究團隊建議以 5 年為單位，於行動通信技術發產展初期，提供低頻段（涵蓋）、中頻段（容量），並於 5 年後頻率增補中頻段或高頻段。主要考量如何使頻譜有效利用，效益極大化。電信網路時程與成本所費不貲，行動通訊演進初期成本、成熟度、市場等皆於起步階段，分批釋出頻段下，電信業者於每次釋照可據網路容量與服務發展情形做頻譜持有之調整，應能促進頻譜使用效率。若以 10 年為單位，於發展初期電信業者可能需要花更多成本取得設備與建設，且未必有足夠量能或市場完整、有效的使用頻段，不僅頻譜使用效率可能較低外，電信業者持有頻譜成本除標金外每年也需繳交頻率使用費，對電信業者而言也有一定程度的負擔。此外，5 年為單位釋照，能使電信事業依據其網路容量、用戶需求、維運成本等，進行頻譜持有決策，頻譜持有變化較靈活，較促進市場競爭。

3. 建議我國未來行動釋照間隔應以 5 年，並分為 4 個 Group

本研究對於我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議，提出兩個建議方案（A 案、B 案），皆為建議以 5 年為釋出單位（如下表 7.6.3）。其中，A 案建議先於 120 年釋出 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz；125 年則建議釋出 2100MHz、2600MHz，探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）；130 年則建議釋出 3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段；以及 135 年釋出因應新通信技術之補充頻段。

B 案建議先於 120 年釋出 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。惟為使低頻段頻譜供應均衡，且考量 800MHz 頻段可能賦予 PPDR 義務，建議 600MHz、800MHz 兩新增頻段於首次釋出時，執照效期以 10 年規劃，後恢復 20 年效期；125 年則建議釋出 2100MHz、2600MHz，探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）；130 年則建議釋出 600MHz、800MHz 、3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段；以及 135 年釋出因應新通信技術之補充頻段。

有鑑於我國 2100MHz 及 2600MHz 頻段將在 122 年屆期，在頻段展延年限方面，建議我國可參考德國 800MHz、1,800MHz 和 2,600MHz 頻段案例，德國展延既有業者之使用年限 5 年（即自 2025

年底展延至 2030 年底），並要求業者在 2030 年前應負擔網路建設及促進競爭等義務。

建議我國將 2100MHz 及 2600MHz 頻段，展延既有業者之使用年限 3 年（即自 122 年底至 125 年底），並要求業者在 125 年前應負擔網路建設及促進競爭等義務，藉此拉齊頻段屆期與頻段釋出之年限，皆為 125 年，避免頻率資源未有效利用。

此外，A 案、B 案建議皆可視技術演進，新增行動通信頻段，如有急迫需求可跳脫 5 年為單位之規劃。

表 7.6.3　我國未來行動頻譜釋出頻段分組建議（台經院）

執照起始年份	研究團隊建議 A 案 釋照頻率 5 年	研究團隊建議 B 案
120 年	**Group1**：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。	**Group1**：600MHz、700MHz、800MHz、900MHz、1800MHz。**惟為使低頻段頻譜供應均衡，且考量 800MHz 頻段可能賦予 PPDR 義務，建議** 600MHz、800MHz 兩新增頻段於首次釋出時，執照效期以 10 年規劃，後恢復 20 年效期。
125 年	**Group2**：2100MHz、2600MHz、探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）。	**Group2**：2100MHz、2600MHz、探討是否新增頻率供應計畫中之頻段（如列為短／中期優先順序之 4700MHz 或列為長期優先順序之 2300MHz）。
130 年	**Group3**：3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段。	**Group3**：600MHz、800MHz 、3.5GHz、28GHz、因應新通信技術之新增頻段。
135 年	**Group4**：因應新通信技術之補充頻段。	**Group4**：因應新通信技術之補充頻段。
其他	視技術演進，新增行動通信頻段。如有急迫需求可跳脫 5 年為單位之規劃。	視技術演進，新增行動通信頻段。如有急迫需求可跳脫 5 年為單位之規劃。

資料來源：本研究繪製。

4. 建議釋出 600MHz 應訂有護衛頻段，並應進行干擾評估

根據三大電信業者對於 600MHz 是否地有護衛頻段意見有所差異。有業者建議相鄰同為 IMT 不需保留，有業者建議保留 5MHz。而對相鄰為不同通訊技術，有業者建議相鄰不須有護衛頻段。有業者建議應用護衛頻段，建議包括 4MHz、7MHz 及至少 5MHz 以上，研究團隊建議新頻段釋出前皆因有相關干擾評估，並應考量相同通訊技術

或不同通訊技術，並與利益相關人充分溝通。

5. 建議釋出 800MHz 應訂有護衛頻段，並應進行干擾評估

有鑑於 800MHz 下半部(Uplink)與 700MHz 上半部(Downlink)相鄰、800MHz 上半部(Downlink)與 900MHz 下半部(Uplink)，上、下半部皆存在鄰頻干擾議題，且智慧讀表基礎建設（Advanced Metering Infrastructure, AMI）使用 839-847MHz 頻段。建議我國釋出 800MHz 應進行干擾評估，保留護衛頻段，彙整業者釋出頻段建議、及護衛頻段，建議上下半部建議至少保留 5MHz-11MHz。

6. 2500、2600MHz 採用 TDD 較具效益，然應進行干擾評估及考量既有業者之投入充分溝通。

研究團隊考量 TDD 的可用頻寬、使用效能等，建議可進行相關驗證，並進行干擾評估與所需的干擾協調，然若採 TDD 釋出，業者須權衡既有投入與新技術導入間之權衡，兩者之間，須主管機關與業者充分溝通後進行政策規劃。

7. 建議「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條維持正面表列，未來可考量特定用途情境之頻率共用

我國頻率提供使用及共用之規範，根據「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條規定電信事業申請無線電頻率提供使用或共用之頻段。

依據《電信管理法》第 58 條精神，電信事業得向主管機關申請頻率共用或提供使用，然頻率共用涉及市場競爭等議題。建議應深入研析，其方向有三，一為依電信管理法第 58 條，不限制電信事業共用頻段，或如目前做法採正面表列，或負面表列。

研究團隊考量我國電信市場甫自五家變為三家，考量頻率共用涉及市場競爭策略，雖三家業者相對五家共用機率較低，但仍因審慎評估，故建議維持目前正面表列之作法。此外，然頻率共用可促進頻率使用效率，於偏遠地區，或未來非地面網路包括 HIBS 或衛星，皆有可能涉及相關議題，因此，或許可如過去 2100MHz 頻段，設計限制範圍情境的頻率共用。

另由於目前台灣的 3G 網路在 113 年的 6 月 30 日正式開始關閉，研究團隊依此建議可 2100MHz 頻段：上行 1920MHz～1980MHz；下行 2110MHz～2170MHz，僅限用於電路交換方式之行動語音服務之頻率共用刪除。然就研究團隊所知，尚有業者尚未完全關閉，或可探討是否有保留此點之需求。

第七節　過去研究建議貢獻

（一）免執照設備相關法規調適

研究團隊於 112 年度之研究報告，針對 ISM 及免執照設備頻率使用之法規明確化議題，提出四個方法建議，包含：

方法一：指定為《電信管理法》第 52 條第 7 項「國民和諧有效共用頻段」；

方法二：將 ISM 頻段及免執照設備頻率之使用列入「無線電頻率使用管理辦法」第 5 條但書；

方法三：增訂 ISM 頻段及免執照設備頻率無須經核配即可使用之法規命令；

方法四：修訂《電信管理法》第 52 條第 2 項或第 8 項。

其中，方法二建議修訂於「無線電頻率使用管理辦法」第 5 條但書，已獲主管機關採納於 113 年 6 月 27 日修正「無線電頻率使用管理辦法」，透過增訂但書的方式，修正第 5 條條文內容，明確列出無需申請核配即發給頻率使用證明之情形。

（二）衛星頻率核配相關法規調適

研究團隊於 112 年度之研究報告針對「衛星頻率核配政策及管理機制」提出之立即可行建議，包含：

- 觀察國際針對新興衛星通信服務調整頻率分配之脈動，滾動式修正我國頻率供應計畫及釋照方式；
- 觀察國際對衛星通信服務相關執照年限規範及商轉情形，及我國商轉實務，調整執照頻率使用期限與衛星地球電臺執照效期；
- 建議評估調整衛星通信頻率變更費用。

其中，建議我國可以持續觀察各國作法，參照我國落地商轉情形，並聽取利益相關人之建議，在維持良好公平競爭環境下一併檢視及調整相關執照年限。數位發展部現針對頻率使用期限與衛星地球電臺執照效期，已於 113 年 7 月 9 日公告之預告「無線電頻率供應計畫」修正草案，修正衛星通信電信資源使用期間最長為五年，對齊衛星地球電臺執照效期。

中外文對照表

外文全名	簡稱	中文全名
218-219MHz Service		218-219MHz 服務
24GHz Service and Digital Electronic Message Service		24GHz 頻段服務與數位電子訊息服務
27 MHz Handphone Stations		27MHz 手機電臺
3rd Generation Partnership Project	3GPP	第三代合作夥伴計畫組織
5.8 GHz Fixed Wireless Access Licence		5.8GHz 固定無線接取執照
5G Advanced: Evolution towards 6G		5G Advanced：邁向 6G 的演進
5G Core	5GC	5G 核心網路
5G industrielle - Remise du rapport de Philippe Herbert et annonce de nouvelles mesures		產業 5G：Philippe Herbert 報告介紹及新措施公布
5G Non-standalone	5G NSA	5G 非獨立組網
5G Standalone	5G SA	5G 獨立組網
6G Society		6G 社會
700MHz Broadband		寬頻應用的 700MHz 頻段
700MHz Narrowband		窄頻應用的 700MHz 頻段
800MHz NPSPAC spectrum		800MHz 美國國家公共安全規劃諮詢委員會 頻段
A Person		個人
ACCC will not oppose Optus and TPG regional mobile network and spectrum sharing		ACCC 不會反對 Optus 和 TPG 的區域行動網路和頻譜共用
Accelerated Relocation Payments		加速移頻給付
Acceleration of Charged Particles		帶電粒子加速

外文全名	簡稱	中文全名
Access Broadband Over Power Line	Access BPL	電力線寬頻通訊設備
Accounting and Corporate Regulatory Authority	ACRA	會計與企業管制局
Accredited Person		認證人員
Active FCC Proposals to Revise the Table of Frequency Allocations		FCC 頻率分配修訂提案
Administrative Assignment		行政核配
Administrative Charges		行政管理費
Administrative Cost-based Pricing	ACP	行政成本定價
Administrative Incentive Pricing	AIP	行政誘因定價
Advanced Die Hard Network	A-DHN	進階強化網路
Advanced Wireless Service	AWS	進階無線服務
Aerodynamics		空氣動力學
Aeronautical Advisory Stations(Unicoms)		航空諮詢電臺
Aeronautical en Route		航空航路
Aeronautical Enroute Stations, Aeronautical Fixed Stations, and Aircraft Data Link Land Test Stations		航空中途電臺、航空固定站、航空器連陸數據測試電臺
Aeronautical Fixed Radio		航空固定無線電
Aeronautical Licence		航空執照
Aeronautical Multicom Stations		航空多通電臺
Aeronautical Navigational Aid Radio Ground Station Licence		航空導航輔助無線電地面電臺執照
Aeronautical Radar Ground Station Licence		航空雷達地面電臺無線電執照
Aeronautical Radio		航空無線電
Aeronautical Search and Rescue Stations		航空搜救電臺
Aeronautical Utility Mobile Stations		航空公共事業行動電臺
Air Interface Encryption	AIE	空中介面加密

外文全名	簡稱	中文全名
Aircraft （Transportable） Radio Licence		航空器(移動式)無線電執照
Aircraft and Aeronautical Mobile Stations		航空器和航空行動電臺
Aircraft Licence		航空器執照
Aircraft Radio Licence		航空器無線電執照
Aircraft Stations		航空器電臺
Air-Ground Radiotelephone Service		地對空無線電話服務
Airport Control Tower Stations		機場塔臺電臺
Airservices Australia		澳大利亞航空服務公司
Air-to-ground		空對地
Air-to-ground communications		空對地通訊
Alaska Fixed Stations		阿拉斯加固定電臺
All Co-channel Licenses		同頻執照
Allgemeinzuteilungen		一般核配
Allocation		分配
AM Broadcast Stations		AM 廣播電臺
Amateru Extra Class		業餘特級
Amateur Apparatus Licence		業餘器材執照
Amateur Radio		業餘無線電
Amateur Radio Service		業餘無線電服務
Amateur Stations		業餘電臺
Amazon Web Services	AWS	亞馬遜網路服務
America's 5G Future		美國 5G 未來
America's Spectrum Policy: A roadmap for Action in 2024		美國頻譜政策：2024 年行動藍圖
Annual Frequency Management Fee		年度頻率管理費
Annual Licence Fee		年度執照費
Annual Regulatory Fees		年度監管費

外文全名	簡稱	中文全名
Antenna		天線
Antenna Integrated Module	AiM	天線集成模塊
Aparatus Licence		設備執照
Application & Processing Fee		申請處理費
Application Fees		申請費
Approval for Use of Radio Frequencies		無線電頻率使用許可
Area-Wide apparatus Licence	AWL	核發區域執照
Area-wide Licence		區域執照
Artificial intelligence	AI	人工智慧
Asia-Pacific Telecommunity	APT	亞洲太平洋電信組織
Assembly		大會
Assigned Licence		核配執照
Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects		無線電頻譜核配與使用—政策指南與經濟面向
Assignment of Radio Frequencies		無線電頻率核配
Attorney General of the United States		美國司法部長
Auction		拍賣
Audio Distribution System	ADS	音頻分配系統
Augmented Reality	AR	擴增實境
Aural Broadcast Auxiliary Stations		聽覺廣播輔助電臺
Ausschreibungsverfahren		招標程序
Australian Communications and Media Authority	ACMA	澳大利亞通訊及媒體管理局
Australian Communications and Media Authority Act 2005		2005 年澳大利亞通信與媒體法
Australian Competition and Consumer Commission	ACCC	澳大利亞競爭與消費者委員會
Australian Defence Forces		澳大利亞國防軍
Authentication		身份驗證

外文全名	簡稱	中文全名
Authorization		授權
Automatic Identification System	AIS	航海自動識別系統
Automatic Identification System (AIS) Licence		自動辨識系統執照
Automatic Weather Stations	AWOS/ASOS	自動氣象電臺
Autorité de régulation de la communication audiovisuelle	Arcom	法國視聽暨數位通訊監管總署
Autorité de régulation des communications électroniques et des postes	ARCEP	法國電信與郵政監理機關
Availability		可用性
Available		有效
Aviation Civile		民航
Aviation Services		航空服務
Aviation Support Stations		航空支援電臺
Backbone		骨幹網路
Backhaul network		後端網路
Backward Compatibility		向後兼容
Backward compatible		反向相容
Band Pass Filter	BPF	帶通濾波器
Bandes Libres		免執照頻段
Base Earth Station		基地地球電臺
Baseband		基頻
Beam		波束
Beamforming		波束成型
BentPipe		彎管
Bentpipe Payload		彎管酬載
Besondere Gebührenverordnung Bundesnetzagentur – Frequenzzuteilungen	BNetzA BGebV-FreqZut	電力、燃氣、電信、郵政和鐵路頻率分配特別費用條例
Best Practice in Mobile Spectrum Licensing		行動通信頻譜釋照最佳實踐

外文全名	簡稱	中文全名
Block Assigned		區塊核配
Block Diagram		方塊圖
Body Scanners		人體掃描儀
Broadband PCS		寬頻個人通信服務
Broadband Personal Communications Service	PCS	寬頻個人通訊服務
Broadband Radio Service		寬頻無線電服務
Broadband Wireless Access	BWA	寬頻無線接取系統
Broadcast Radio Services		廣播無線電服務
Broadcasting		廣播
Broadcasting Act		廣播法
Broadcasting Licence		廣播執照
Broadcasting Services Act 1992		1992 年廣播服務法
Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung	BAF	聯邦空中交通監管局
Bundesgebührengesetz	BGebG	聯邦費用法
Bundesministerium der Verteidigung		德國聯邦國防部
Bundesministerium für Digitales und Verkehr	BMDV	德國聯邦數位及交通部
Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz	BMWK	聯邦經濟事務和氣候行動部
Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat	BMI	聯邦內政、建設及家園部
Bundesnetzagentur	BNetzA	德國聯邦網路局
Business Case		商業計劃書
Business Radio		商業無線電
Business Radio （Area Defined） Licence		商業無線電（區域定義）執照
Business Radio（Simple Site Light） Licence		商業無線電（簡易站臺）執照
Business Radio（Simple UK Light） Licence		商業無線電（簡易 UK）執照

外文全名	簡稱	中文全名
Business Radio（Suppliers Light）Licence		商業無線電（供應商輕度）執照
Business Radio（Technically Assigned）Licence		商業無線電（技術分配）執照
Business Registration Act		商業登記法
Cable Television Relay Service		有線電視轉播服務
Cable Television Relay Service PICKUP Station		有線電視轉播服務採集電臺
Cable Television Relay Service Station	CTRS Station	有線電視轉播服務電臺
Cable Television Relay Service Studio to Headend Link Station	SHL Station	有線電視轉播工作室到前端連線電臺
Call for Proposal	CFP	徵求提案
Call Sign		呼號
Capacity		容量
Carrier Aggregation	CA	載波聚合
Carrier Bandwidth		載波頻寬
Carrier Licence		電信事業執照
CB Band Radio Paging Systems		民用寬頻無線電呼叫系統
CB Radio Service		民用無線電服務
CB Walkie Talkie Transceivers		民用頻段對講機收發器
Cell Broadcast Alerts		小型警報廣播
Cell on Wheel	COW	移動式基地臺
Cell on Wings	COW	飛行基地臺
Cellular License		行動執照
Cellular Mobile Telecom Devices		蜂巢式行動電信設備
Cellular Radiotelephone Service		行動無線電話服務
Central Radio Management Service		中央無線電管理辦公室

外文全名	簡稱	中文全名
Certificate of Authorization		授權證書
Channel		頻道
China Mobile Hong Kong Company Limited	CMHK	中國移動香港有限公司
Citizen Band Radio Stations		民用頻段無線電對講機電臺
Citizen Band Station		民用頻段無線電臺
Citizens' Band Radio		民用頻段無線電對講機
Citizens Broadband Raido Service	CBRS	民用頻道無線電服務
Citywide		市區
Civil Aviation Authority	CAA	民用航空管理局
Civil Aviation Authority of Singapore	CAAS	新加坡民航局
Civil Aviation Safety Authority	CASA	民用航空安全局
Class Licence		類別執照
Cloud-native Microservices-based		雲原生微服務
Coastal Station Radio Area Defined Licence		海岸電臺無線電區域定義執照
Coastal Station Radio Technically Assigned or Marina Licence		海岸電臺無線電技術核配或碼頭執照
Coastal Station Radio （Training School）Licence		海岸電臺無線電（培訓學校）執照
Co-channel Sharing		同頻共享
Code Division Multiple Access	CDMA 2000	第三代行動通信增波器/分碼多路接取 2000
Code Général de la Propriété des Personnes Publiques		公眾財產通用法典
Code of Federal Regulations	CFR	美國聯邦法規
Collective Use of Spectrum	CUS	集體使用模式
Combinatorial Clock Auction	CCA	組合價格鐘拍賣

外文全名	簡稱	中文全名
Comité européen de Réglementation Postale	CERP	歐洲郵政監管委員會
Command and Control Model		行政控制模式
Commercial Analogue（AM/FM）Radio Broadcast Licence		商業類比（AM/FM）無線電廣播執照
Commercial Mobile Services		商業行動服務
commercially Available		商業化
Commission du Fonds de Réaménagement du Spectre	CRFS	頻譜重整基金委員會
Committee for ITU Policy	Com-ITU	國際電信聯合會政策委員會
Common Carrier Fixed Point-to-Point Microwave Service		公共電信事業固定點對點微波服務
Common Carrier Service		公共電信事業服務
Common Topology Service		通用拓樸服務
Common Use Model		共同使用模式
Commonwealth of Australia Constitution Act 1900		澳大利亞《1900 年澳大利亞聯邦憲法》
Communication with a Space Object		與太空物體通訊
Communications Access Co-ordinator	CAC	通訊接取協調人員
Communications Act 2003		2003 年通訊法
Communications Authority	CA	通訊事務管理局
Communications Committee	COCOM	通訊委員會
Communications, Cyber Safety and the Arts		通訊、網路安全及藝術
Community Radio Licence		社區無線電執照
Compact Rapid Deployable	CRD	小型快速佈署
Compatibility		相容性
Complementary Network		配套網路

外文全名	簡稱	中文全名
Componentcarrier	4CC	四分量
Compound Annual Growth Rate	CAGR	年複合成長率
Concurrent Shared Access	CSA	集體共用接取
Confederation of European Posts and Telecommunications	CEPT	歐洲郵電管理委員會
Configuration Diagram		配置圖表
Connected Nations 2023：UK report		2023 年英國連接國家報告
Connecting Europe to 2030: A Mobile Industry Manifesto for Europe		連接歐洲到 2030 年：歐洲行動產業宣言
Connectivity		連接
Consolidated Revenue Fund	CRF	澳大利亞統一歲入基金
Construction Permits		設置許可
Consumer-grade		消費級
Contestability		可競爭性
Continuity		連續性
Controller		控制器
Cordless Communications Devices		室內無線通訊設備
Cordless Telephones		室內無線電話
Cordless Telephones or Wireless Private Automatic Branch Exchange		室內無線電話或無線專用自動交換分機
Core Network		核心網路
Costing		成本核算
Council		理事會
Council of Europe		歐洲理事會
Creating an Enabling Regulatory Environment for HAPS Deployment		創設利於布建 HAPS 之監理制度
Critical Communication World	CCW	世界緊急通訊大會
CTIA–The Wireless Association	CTIA	美國無線產業協會

外文全名	簡稱	中文全名
Customer Premise Equipment	CPE	用戶端設備
DAB Programme Service or Multiplex Licence		DAB節目服務或多路復用執照
Data Bandwidth		資料頻寬
Data Bit Rate		數據位元速率
Data-intensive		數據密集型
Data-rates		資料速率
Dead Spot Checker		死角檢查
Dedicated Core		專用核心網路
Dedicated Network		專用網路
Dedicated Short Range Communication	DSRC	專用短距離無線通訊
Dedicated Spectrum		專用頻段
Dedicated Terminals		專用終端
Defence Receive Licence		國防接收執照
Défense		國防
Demodulation		解碼／解調變
Demonstration and Trial (formerly Non-Operational Temporary Use) Licence		展示和試驗（原非營業臨時使用）執照
Department for Science, Innovation and Technology	DSIT	創新科技部
Department of Communications		澳大利亞通訊部
Department of Defence		國防部
Department of Defense Cooperative Planning Areas	CPAs	國防部合作規劃區域
Department of Home Affairs		澳大利亞內政安全部
Department of Infrastructure, Transport, Regional Development and Communications and the Arts	DITRDCA	基礎設施、交通、區域發展、通訊及藝術部
Dependable Network		可靠網路

外文全名	簡稱	中文全名
Deployable		可佈署設備
Designation of Radio Frequencies		無線電頻率指定
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt	DLR	德國航空中心
Development Test Station		開發測試電臺
Developments in Spectrum Management for Communication Services		通訊服務之頻譜管理發展
Device-to-device Communications		裝置間通訊
Digital Audio Broadcasting		數位聲音廣播
Digital Connectivity		數位互聯互通
Digital Enhanced Cordless Telecommunications	DECT	數位增強無線通訊
Digital Moblie Radio	DMR	數位行動無線電
Digital Regulation Platform		數位監管平臺
Direct Allocation		直接分配
Direct to Device Services	D2D	直連裝置服務
Directive		電子通信法典
Direct-to-cellular		直接到蜂巢式
Disaster Communications		災害通訊
Disaster Relief	DR	防災
Disaster Relief Radiocommunication		救難應變無線電通信
Downshift		下移頻段
Draft Allocation Instruments		草擬重分配文件
Draft ECC Report 362		草案報告 362
Draft Recommendation		建議書草案
Draft Technical Specifications for Short Range Devices		短距離設備技術規範草案
Dynamic Network Slicing		動態網路切片
Dynamic Security		動態安全
Dynamic Spectrum Access Services		動態頻譜存取服務

外文全名	簡稱	中文全名
Dynamic Spectrum Sharing	DSS	動態頻譜共用
Earth Exploration-satellite Service	EESS	衛星地球探測用途
Earth Licence		地球執照
Earth Receive Licence		地球接收執照
Earth Station		太空電臺執照
Earth Station In-Motion	ESIM	移動式衛星地球電臺
Earth Station Licence		地球電臺執照
Earth Station Network	ESN	地球電臺網路
Earth Station on Vessel	ESV	船舶移動式衛星地球電臺
Eavesdropping		竊聽
Economic Aspects of Spectrum Management		頻譜管理的經濟問題
Economies of Scale		規模經濟
Educational Broadband Service		教育寬頻服務
Eelectro-magnetic Compatibility	EMC	電磁相容性
Einzelzuteilungen		個別核配
Electromagnetic Compatibility Directive		電磁相容性指令
Electromagnetic Energy Program	EME	電磁能計畫
Electronic Communications Committee	ECC	電子通訊委員會
Electronic Communications Services	ECS	電子通訊服務
Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz	EMVG	電磁相容法/設備電磁相容性法
Emergency Communication Center	ECC	緊急通訊中心
Emergency Communications		緊急通信
Emergency Locating Devices		緊急定位裝置
Emergency Medical Service,	EMS	緊急醫療服務
Emergency Planning Subcommittee	EPS	緊急應變計劃小組委員會

外文全名	簡稱	中文全名
Emergency Position-indicating Radio Beacon Station		應急指位無線電示標電臺
Emergency Services Network	ESN	緊急服務網路
Emergency SOS by Satellite		衛星緊急求救功能
Emerging Mid-Band Radar Spectrum Sharing	EMBRSS	中頻雷達頻譜共享
Enabling mmWave Spectrum for New Uses: Making the 26 GHz and 40 GHz Bands Available for Mobile Technology		促成毫米波頻率新運用
End-to-End Encryption		端至端加密
Enhanced Machine-Type Communication	eMTC	巨量物聯網通信
Enhanced Mobile Broadband	eMBB	增強型行動寬頻通訊/5G 大頻寬
Enhanced Simultaneous Multi-Round Ascending Auction	ESMRA	加強型多回合上升標拍賣
Espace		太空
Europe, the Middle East and Africa	EMEA	歐洲、中東、非洲
European Commission	EC	歐盟執委會
European Economic Area	EEA	歐洲經濟區
European Electronic Communications Code	EECC	歐洲電子通訊法
European Free Trade Association	EFTA	歐洲自由貿易聯盟
European Parliament		歐洲議會
European Telecommunications Network Operators' Association	etno	歐洲電信網路協會
European Union	EU	歐盟
Evolution-Data Only	1xEV-DO	發展－僅數據
Exclusion Zone		禁區
Exclusive		專屬使用
Exclusive Licensed Access		專用執照接取
Exclusive Licensing		專用授權

外文全名	簡稱	中文全名
Executive Federalism		執行式聯邦主義
Exemption		豁免
Expansion Band		擴增頻段
Experimental License		實驗執照
Experimental Radio, Auxiliary, Special Broadcast and Other Program Distributional Services		實驗無線電、輔助廣播、特殊廣播與其他節目分配服務
Extended Area Service	EAS	擴展區域服務
Extended Discontinuous Reception	eDRX	擴展型非連續接收
Extended Reality	XR	延展實境
Facilitation Committee		促進委員會
Facilities-Based Operation	FBO	基礎設施營運
Faisceaux Hertziens	FH	無線電鏈路
Family Radio Service	FRS	家用無線電服務
FCC Allocation History File Revised		FCC 分配歷史文件修訂版
Federal Communications Commission	FCC	美國聯邦通信委員會
Feeder Link		饋線鏈路
Field Pick-up Unit	FPU	現場接取設備
Field Strength		電場強度
Fifth Generation Mobile Networks	5G	5G 行動網路
Filtering		濾波
Final Acts WRC-23		WRC-23 最終文件
Final Allocation Instruments		最終分配文件
Final Decisions on the Design of the Auction		拍賣設計的最終決定
Final Recommendation		最終建議書
First Responder Network Authority	FirstNet Authority	FirstNet 管理局
Five-year Spectrum Outlook	FYSO	五年頻譜展望

外文全名	簡稱	中文全名
Five-year Spectrum Outlook 2023–28		2023-28 五年頻譜展望
Five-year spectrum outlook 2024–29)		2024-29 五年頻譜展望
Fixed Licence		固定執照
Fixed Link		固定通信鏈路
Fixed Microwave Services		固定微波服務
Fixed Point-to-Multipoint Hub Stations		固定式點對多點樞紐站
Fixed Point-to-Multipoint User Stations		固定式點對點用戶站
Fixed Point-to-Point Hub Stations		固定式點對點樞紐站
Fixed Receive Licence		固定接收執照
Fixed Terrestrial Links		固定地面鏈路
Fixed Wireless Access	FWA	固定無線接取
Fixed-Satellite Service	FSS	固定衛星服務
Flexibility		彈性
Flexible Spectrum Management Framework		彈性的頻譜管理框架
Flight Test Stations		飛行測試電臺
FM Broadcast Stations		FM 廣播電臺
FM Broadcast Translator Stations and FM Broadcast Booster Stations		FM 廣播翻譯電臺與 FM 廣播增強電臺
Fonds de Réaménagement du Spectre	FRS	頻譜重整基金
Forward Auction		前向拍賣
Foundation Licence		業餘無線電基礎執照
Free-to-air Licence		免費廣播執照
Frequency Assignment Certificate	FAC	頻率分配認證

外文全名	簡稱	中文全名
Frequency Assignment Subcommittee	FAS	頻率分配小組委員會
Frequency Division Duplex	FDD	頻段係供分頻雙工
Frequenzschutzbeitragsverordnung	FSBeitrV	頻率使用費規則
Frequenzverordnung	FreqV	頻率條例
Frontex		歐洲國際邊界管理署
Full Licence		業餘無線電完整執照
Functional Units		展示功能單元
Funkanlagengesetz	FuAG	無線電設備法
Future Use of 1.5GHz and 3.6GHz Bands		1.5GHz 及 3.6GHz 頻段未來
Future Use of the 3.6GHz Band Consultation Package		3.6GHz頻段之未來使用文件
Future Use of the 3.6GHz band—Highest Value Use Assessment: Quantitative		3.6GHz頻段之未來使用──最高使用價值評估：定量分析
Future Use of the 3.6GHz Band—Options Paper		3.6GHz頻段之未來使用──選項文件
Future Use of the 3.6GHz Band—Summary of and Response to 3.6GHz Submissions		3.6GHz頻段之未來使用──3.6GHz 提交之摘要與回應
Gateway		閘道器
Gemeinsame Frequenzzuteilungen		聯合頻率核配
Gendarmerie Nationale		法國國家憲兵
General		一般性
General Assembly		大會
General Authorisations		一般授權
General Authorized Access		一般授權接取
General Authorized Access Users		一般存取權使用者

外文全名	簡稱	中文全名
General Class		一般級
General Description		一般描述
General Licensing Accreditation		一般執照認證
General Mobile Radio Service		通用行動無線電服務
Geographically Independent Area	GIA	獨立地理區域
GEOstationary Earth Orbit	GEO	地球同步軌道衛星
Gigabitstrategie		Gigabit 戰略
GII global information	GII	日商環球訊息有限公司
Global Certification Forum	GCF	全球認證論壇
Global Mobile Suppliers Association	GSA	全球行動設備供應商協會
Global Navigation Satellite System	GNSS	全球導航衛星系統
Global Roaming		全球漫遊
Global System for Mobile Communications	GSM-R	鐵路無線通訊系統
GNSS Repeaters		GNSS 中繼器
Greenfield Project		綠地涵蓋
Groupe Speciale Mobile Association	GSMA	全球行動通信系統協會
GSMA	Groupe Speciale Mobile Association	全球行動通訊系統協會
GSMA Intelligence		GSMA 行動智庫
Guard Band		護衛頻段
Guidance on the regulatory framework for national spectrum management		國家頻譜管理規章制度
Hair Removal		脫毛
Half-duplex	HD	半雙工

外文全名	簡稱	中文全名
HAPS Certification Pathways white paper		HAPS 驗證途徑白皮書
HAPS Market Report		HAPS 市場報告
Harmful Interference		有害干擾
Harmonization		協調性
Harmonized Spectrum		統一頻譜
Hearing Aids and Audio Assistance Aids		助聽器及音頻輔助器
Hearings		聽證
Hertzian Waves		無線電波
Heterodyne-radio Frequency Measuring Instrument		外差式頻率測量裝置
Hierarchical Cell Identification Scheme	HCIS	網格單元識別架構
High Altitude Platform Station	HAPS	高空平臺
High Altitude Platform Station (HAPS) Alliance		高空通訊平臺聯盟
High Altitude Platforms（HAPS）Market		全球 HAPS 市場調查報告
High Efficiency Video Coding	HEVC	高效率影像編碼
High Speed Downlink Packet Access	HSDPA	高速下行封包接取
High Speed Wireless Broadband	WBB	高速無線寬頻技術
High-altitude Platform Stations as IMT Base Stations	HIBS	高空平臺用作國際行動通信系統基地臺
High-capacity Wideband Multi-operator		大容量寬頻多業者
High-density Fixed Satellite Applications	HDFSS	高密度固定衛星應用
Holomedicine		全像醫療
Home Office		英國內政部
Hong Kong Telecommunications	HKT	香港電訊

外文全名	簡稱	中文全名
Hutchison Telecommunications Hong Kong Holdings		和記電訊香港控股
Hybrid Solution		混合解決方案
Identity Credential and Access Management	ICAM	身分識別與存取管理
Implementation Stage		執行階段
Improving Mobile Connectivity From the Sky and Space		改善天空和太空的行動連接
In-building Coverage		室內涵蓋
In-building or On-site Wireless Systems		室內或現場之無線系統
Incentive Auction		誘因拍賣
Incumbent Services		既有服務
Incumbents		既有使用者
Individual Authorization		個別授權
Individual License		個別執照
Individual Rights of Use for Radio Spectrum		個別使用權
Induction Loop Communication Systems		感應迴路通信系統
Industrial Radio Positioning Stations		工業無線電定位電臺
industrial, Scientific and Medical	ISM	工科醫
Industrial/Business Radio Pool		工業／商用無線電
Infocomm Media Development Authority	IMDA	資訊通信媒體發展局
Infocomm Media Development Authority Act		資訊與通訊媒體發展管理局法
Infrastructure Nationale Partageable des Transmission	INPT	法國國家共享傳輸基礎設施
Initial Investigation Stage		初步調查階段

外文全名	簡稱	中文全名
Innovation and Research (formerly Non-Operational Development) Licence		創新和研究（原非營業發展）執照
Innovation and Trial Licensing (Non-operational for Testing, Research or Demonstration		創新和試驗（供非營業測試、研究或展示）
Innovation, Science and Economic Development Canada	ISED	加拿大創新、科學及經濟發展部
Inspector		檢查員
Instrument of Authorization		授權工具
Intelligent Transport System		智慧交通系統
Intelligent Transportation Systems Radio Service		智慧交通系統服務無線電
Inter-American Telecommunication Commission	CITEL	美洲國家電信委員會
Interdepartment Radio Advisory Committee	IRAC	跨部門無線電諮詢委員會
Interference Impact Certificate	IIC	干擾影響認證
Intérieur		內政
Interim Co-ordination		暫時共用
Intermediate Licence		業餘無線電中級執照
International Broadcast Stations		國際廣播電臺
International Civil Aviation Organization	ICAO	國際民航組織
International Maritime Organization	IMO	國際海事組織
International Telecommunication Union Radiocommunication Section	ITU-R	無線電通信部門
International Telecommunications Union	ITU	國際電信聯合會
Internet of Things	IoT	物聯網
Interoperability		互通性
Inter-Satellite Link	ISL	衛星間鏈路

外文全名	簡稱	中文全名
Interworking		互通
IoT sensors		物聯網感測器
IP Exchange	IPX	國際漫遊樞紐
ITU Radiocommunication Sector	ITU-R	國際電信聯合會無線電通信部門
Jährliche Beiträge		年度費用
Joint Authorisation Process		聯合授權程序
Joint-Venture Consortium	JVCo	合資企業
Keysight Technologies		是德科技
Korea Communications Commission	KCC	南韓通訊傳播委員會
Korea Radio Promotion Association		南韓無線電促進協會
L'Agence Nationale des Fréquences	ANFR	法國國家頻譜管理機構
Land Mobile Licence		陸地行動執照
Land Mobile Radio	LMR	陸地行動無線電
Land Station		陸地電臺
Le Code des Postes et des Communications Électroniques	CPCE	郵政和電子通信法
Le projet 32+ paires de fibres d'Alcatel Submarine Networks		鋪設海底光纖纜線之法商 Alcatel「海底網路之 32+對光纖計畫
Le projet 6G Hauling de Spectronite		6G 轉向計畫
Le projet Convergence 5G de WeAccess		5G 匯流計畫
Le projet GEO 5G de Firecell		5G GEO 計畫
Le projet I-COM 5G de Seamless Waves		應用國防及安全領域之「I-COM 5G 計畫
Le projet TopTen de Kapteos		TopTen 計畫
Le régime d'autorisation générale		一般授權

外文全名	簡稱	中文全名
Le régime d’autorisation individuelle		個別授權
Legal Committee		法律委員會
Legal Principles		法律原則
Leverage		談判優勢
Liberating and Refarming Bands		頻段重整
Licence-exempt		免執照
Licensed Shared Access	LSA	執照許可共享頻譜
Licensees		執照持有者
Light License		輕型執照
Light Licensed and Self-coordinated		輕度授權與自行協調
Light Network Licensing		輕度網路執照
Line-of-sight Propagation	LOS propagation	視距傳播
Local Access		區域接取
Local Access Licence		區域接取執照
Local Area Paging Devices		區域性呼叫設備
Local Distribution Service Station	LDS Station	地區分點服務電臺
Local Mutipoint Distribution Service		地區多點分佈服務
Local Television Transmission Service		地區電視傳輸服務
Locally		當地
LOI n°86-1067 du 30 septembre 1986 relative à la liberté de communication		第 86-1067 號通訊自由法
Long Term Evolution	LTE	長期演進技術
Low Band		低頻段
Low Earth Orbit	LEO	低軌道衛星
Low Interference Potential Devices	LIPD	低干擾性設備
Low Power Auxiliary Stations		低功率輔助電臺
Low Power FM Broadcast Stations		低功率 FM 廣播電臺

外文全名	簡稱	中文全名
Low Power Open Narrowcasting, LPON Licence		低功率開放式窄播執照
Low Power Radio Service		低功率無線電服務
Low Power TV and TV Translator Stations		低功率電視和電視翻譯電臺
Low-Earth Orbit Satellite Communications Technology R&D Project		低軌道衛星通訊技術研發計畫
Major Coast Receive Licence		主要海岸接收執照
Management Committee		管理委員會
Marine Environment Protection Committee		海洋環境保護委員會
Marine Nationale		法國海軍
Maritime and Port Authority of Singapore		新加坡海事及港務管理局
Maritime Coast Licence		海岸執照
Maritime Navigational Aids and Radar/DGPS Licence		海上導航設備和雷達／差分全球定位系統執照
Maritime Radio		航海無線電
Maritime Radio（Suppliers and Demonstration）licence		海事無線電（供應商和展示）執照
Maritime Safety Committee		海上安全委員會
Maritime Ship Licence		海事船舶執照
Maritime Ship Station – 27 MHz and VHF		航海船舶電臺 27MHz 和 VHF
Maritime Support Stations		海上支援電臺
Market Trial	MT	市場試驗
Market-oriented Model		市場導向模式
Massive Machine Type Communication	mMTC	大連結/巨量機器通訊
Masts		天線
McKinsey & Company		麥肯錫

外文全名	簡稱	中文全名
Media Factsheet–Allocation of 6 GHz Band in Singapore		媒體情況說明書-新加坡 6GHz 頻段的分配
MediaTek		聯發科
Medical and Biological Telemetry Devices		醫學及生物遙測設備
Medical Device Radio Communications Service		醫療用設備無線電通信服務
Medium Earth Orbit	MEO	中地球軌道衛星
Mesh Network		網狀網路
Météorologie		氣象
Microwave Licensing		微波執照
Mid-band Gap		中頻段空隙
Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle et numérique	MEF	經濟、財政、產業及數位主權部
Ministère de l'Intérieur		法國內政部
Ministerial Policy Statement	MPS	政策聲明
Ministry of Communications and Information	MCI	資通訊部
Ministry of Industry and Information Technology	MIIT	工業和信息化部
Ministry of Internal Affairs and Communication		總務省
Ministry of Science and ICT	MSIT	科學技術情報通信部
Miscellaneous Wireless Communications Service		其他無線通信服務
Mission-critical Communication		任務關鍵型通訊
Mixed Reality	MR	混合實境
Mobile and Wireless Broadband		行動與無線寬頻
Mobile Infrastructure Report 2023		行動基礎設施報告
Mobile Network Operators	MNO	行動網路業者

外文全名	簡稱	中文全名
Mobile Private Networks	MPNs	行動專用網路
Mobile Satellite Service	MSS	衛星行動業務
Mobile Satellite Services Association	MSSA	行動衛星服務協會
Mobile Telecommunication Services		行動電信服務
Mobile World Congress	MWC	世界行動通訊大會
Mobile/Fixed Communication Network	MFCN	行動/固定通信網路
Model Control		模型控制設備
Modulation		編碼／調變
Modulation Characteristics		發射調變特性
Monitoring Stage		監測階段
Multi Channel. Access	MCA	多頻道接取
Multi-access Edge Computing	MEC	邊緣運算
Multi-channel Video and Cable Television Service		多頻道影音與有線電視服務
Multi-channel Walkie Talkie Transceivers		多通道對講機收發器
Multi-commercial Operator Arrangements		與多家業者合作
Multi-input Multi-output	MIMO	多輸入多輸出系統
Multi-operator Core Network	MOCN	多業者核心網路模式
Multi-Operator Radio Access Network	MORAN	多營運商接取網路
Multiplexing		多路傳輸
Multi-Use Radio Service		多工無線電服務
Mutually Exclusive		同時成立
Narrowband Internet of Things	NB-IoT	窄頻物聯網
Narrowband PCS		窄頻個人通信服務
National Audit Office	NAO	英國國家審計署
National Council of Statewide Interoperability Coordinators	NCSWIC	美國國家全州互通性協調委員會

外文全名	簡稱	中文全名
National Emergency Management Agency	NEMA	澳大利亞國家緊急管理署
National Information Society Agency	NIA	韓國情報化振興院
National Institute of Information and Communications Technology	NICT	國立研究開發法人情報通信研究機構
National Radio Research Agency	RRA	國家無線電研究院
National Spectrum Management		國家頻譜管理手冊
National Spectrum Strategy		國家頻譜戰略
National Telecommunications and Information Administration	NTIA	國家電信暨資訊管理局
Nationwide Broadband Network	NBN	全國寬頻網路
Nationwide Public Safety Broadband Network	NPSBN	全國性公共安全寬頻網路
Negotiation		談判
Network (Spectrum) Licence		網路（頻譜）執照
Network Connection		網路連線
Network Interconnection		網路互連
Network Licence		網路執照
Network Slicing		網路切片
Network Traffic		網路流量
New Energy and Industrial Technology Development Organization	NEDO	新能源•產業技術綜合開發機構
New Radio	NR	新無線電
New Services		新服務
Next Generation Digital Narrowband	NXDN	下一代數位窄頻
Next Generation Wireless Broadband	NGWB	下一代無線寬頻
Nidec Corporation		尼得科
No interference, no protection		無干擾、無保護
Nodes		節點
Non-Assigned Licence		非核配執照
Non-cellular		非蜂巢式

外文全名	簡稱	中文全名
Noncommercial Educational FM Broadcast Stations		FM 非商用教育廣播電臺
Non-Fixed Satellite Earth Stations	Non-FSS	非固定衛星地球電臺
Non-Geostationary Earth Stations	Non-Geo	非地球同步地球電臺
Non-Geostationary Satellite Orbits	NGSO	非地球同步軌道衛星
Non-proprietary		共通
Non-terrestrial Networks	NTN	非地面網路
Notice of Proposed Rulemaking	NPRM	法規制定通告
Novice Class/Advanced Class operator		初級／進階操作者
NVIDIA		輝達
NVIDIA Aerial vRAN stack		Aerial 虛擬無線接取網路堆疊
Ofcom Spectrum Advisory Board	OSAB	Ofcom 頻譜諮詢委員會
Off the Shelf		現成
Office of Communications	Ofcom	通訊管理局
Office of Economics and Analytics		經濟與分析辦公室
Office of Engineering and Technology		工程技術辦公室
Office of Management and Budget	OMB	美國行政管理與預算辦公室
Office of the Communications Authority	OFCA	通訊事務管理局辦公室
Official Journal of the European Union		官方公報
Offshore Radiotelephone Service		離岸無線電話服務
On-board Communication Station		船上通信電臺
Open		開放
Operational Fixed Stations		固定作業電臺

外文全名	簡稱	中文全名
Operators		業者
Organization for Economic Cooperation and Development	OECD	經濟合作暨發展組織
Our Approach to Radiocommunications Licensing and Allocation		我們的無線電通訊執照和分配方法
Outpost Licence		前哨執照
Paging		呼叫
Paging and Radiotelephone Service		呼叫無線電話服務
Parliamentary Joint Committee		澳大利亞議會聯合委員會
Passive Intermodulation	PIM	相互調變
Periodic Use Areas		定期使用區域
Permanent Consultative Committee I, PCC.I		第一常設諮詢委員會（電信/ICT）
Permanent Consultative Committee II, PCC.II		第二常設諮詢委員會（無線電通訊）
Permanent Earth Station	PES	永久性地球電臺
Permanent Executive Committee		常設執行委員會
Permit		許可
Personal Communications Service	PCS License	個人通信服務
Personal Handy-phone System	PHS	個人手持電話系統
Personal Radio Services		個人無線電服務
PERSPEKTIVEN ZUR NUTZUNG DES UHF-BANDS 470-694 MHZ NACH 2030		2030 年起 UHF 頻段 470-694 MHz 使用前景
Pirate Radio		非法廣播電臺
PMSE Clearing the 700 MHz Band Participating in the Funding Scheme		PMSE 700MHz 頻段清頻—參與補償金計畫
PMSE Funding Scheme		PMSE 補償金計畫
PMSE Licence		節目製作和特別活動執照

外文全名	簡稱	中文全名
Point to Point CCTV Services Link Licence		點對點閉路電視服務鏈路執照
Point to Point Fixed Link Licence		點對點固定鏈路執照
Pointing-Acquisition-Tracking	PAT	對準追蹤控制技術
Pooling		頻譜池
Portable Commercial 5G Standalone		便攜式商用 5G SA
Portable Satellite Communication Terminal Licence		可攜式衛星通信終端執照
Ports et Navigation Maritime		港口與海事
Positionspapier zur Bereitstellung von Frequenzen in den Bereichen 800 MHz, 1.800 MHz und 2.600 MHz für den Ausbau digitaler Infrastrukturen		關於為擴展數位基礎設施提供 800 MHz、1800MHz 及 2600MHz 範圍頻率的立場文件
Positionspapier zur Bereitstellung von Frequenzen in den Bereichen 800 MHz, 1.800 MHz und 2.600 MHz für den Ausbau digitaler Infrastrukturen		關於為擴展數位基礎設施提供 800 MHz、1800MHz 及 2600MHz 範圍頻率的立場文件
Post- OFDM		分頻多工
Preemption		搶占
Preliminary Replanning Stage		初步重新規劃階段
Pre-packaged		預先包裝好
Presidential Memorandum on Modernizing United States Spectrum Policy and Establishing a National Spectrum Strategy		關於實現美國頻譜政策現代化和建立國家頻譜戰略的總統備忘錄
Presumption of Renewal		自動續照
Price Competition		價格競爭
Price-setting Mechanism		設定價格機制
Priority Access License		優先接取執照

外文全名	簡稱	中文全名
Private Coast Stations and Marine Utility Stations		私人海岸電臺與海事公用事業電臺
Private Land Mobile Radio Services		私人陸地行動無線電服務
Private Operational Fixed Point-to-Point Microwave Service		私人營運固定點對點微波服務
Programme-making and Special Events	PMSE	節目製作和特別活動
Project Stardust		星塵計畫
Promoting the Shared Use of Radio Spectrum Resourcesin the EU		歐盟促進無線頻譜資源共享
Proof of Concept	PoC	概念驗證
Propagation		傳播
Propulsion		推進力
Provisional Final Acts		臨時最終文件
PSMB Taskforce		澳大利亞 PSMB 特別工作小組
Public Coast Stations		公共海岸電臺
Public Land Mobile Network	PLMN	公用陸上行動網路
Public Mobile Service		公共行動服務/公眾行動通信服務
Public Protection	PP	公共安全
Public Protection and Disaster Relief	PPDR	公共安全及防災
Public Protection Radiocommunication		公共安全無線電通信
Public Safety and Emergency Response		公共安全和緊急應變
Public Safety Answer Point	PSAP	公共安全回應點
Public Safety Mobile Broadband	PSMB	澳大利亞公共安全行動寬頻
Public Safety Radio Pool		公共安全無線電

外文全名	簡稱	中文全名
Public Safety Spectrum Policy Group	PSSPG	公共安全頻譜政策小組
Public Safety Trust Fund		美國公共安全信託基金
Public Telecommunications Service		公共電信服務
Public Wireless Network Licence		公眾無線網路執照
Public-Private Partnership	PPP	公私合作
Qualcomm		高通
Quality of Service	QoS	服務品質
Rack Diagram		設備機架圖
Radar Level Gauges		雷達液位計
Radio Access Network	RAN	無線接取網路
Radio Astronomy		無線電天文學
Radio Beacon Station		無線電信標電臺
Radio Broadcast Licences		無線電廣播執照
Radio Broadcast Services		無線電廣播服務
Radio Conference Subcommittee	RCS	無線電會議小組委員會
Radio Control Radio Service		無線電控制無線電服務
Radio Detection and Alarm Systems		無線電探測及警報系統
Radio Equipment Directive	RED	無線電設備指令
Radio Frequency Identification	RFID	射頻辨識
Radio Local Area Network	RLAN	無線電區域網路
Radio Navigation		無線電導航服務
Radio Navigation Satellite Service		無線電導航衛星服務
Radio Regulations	RR	無線電規則
Radio Resource Control	RRC	無線電資源控制
Radio Spectrum Committee	RSC	無線頻譜委員會

外文全名	簡稱	中文全名
Radio Spectrum Master Plan		無線電頻譜總體規劃
Radio Spectrum Policy Group	RSPG	無線頻譜政策小組
RADIO SPECTRUM POLICY GROUP － Progress Report of the RSPG Sub Group on Strategy on the future use of the frequency band 470-694 MHz beyond 2030 in the EU		關於2030年以後歐盟使用 470-694 MHz 頻段的戰略進展報告
Radio Spectrum Policy Group － Work Programme for 2024 and beyond		無線電頻譜政策小組－2024 年及以後的工作規劃
Radio Spectrum Policy Programme	RSPP	無線電頻譜政策計畫
Radio Spectrum Policy Programme 2.0	RSPP 2.0	無線電頻譜政策計畫 2.0
Radio Telemetry Equipment		無線電遙測設備
Radio Waves		無線電波
Radiocommunications		無線電通訊
Radiocommunications Act 1992		1992 年無線電通信法
Radiocommunications Assignment and Licensing Instruction	RALI	無線電通信分配及授權指令
Radiocommunications Licences		無線電通訊執照
Radiocommunications （ Trading Rules for Spectrum Licences) Determination 2023		2023 年無線電通訊（頻譜許可證交易規則
Radio-controlled Models		無線電控制模型
Radiodetermination Licence		無線電測定執照
Radio-location Land Station		無線電定位陸地電臺
Radio-location Mobile Station		無線電定位行動電臺
Radiolocation Service		無線電定位服務

外文全名	簡稱	中文全名
Rakuten Mobile		樂天行動
RAN Sharing		RAN 共享
Random Selection		隨機選擇
Reallocating		重新分配
Real-time Control Systems	RCS	速率控制調度
Re-auctioning		再次拍賣
Receive-Only Earth Stations	ROES	僅接收功能衛星地球電臺
Receivers		接收設備
Recherche et Technologie		研究與技術
Recognized Spectrum Access	RSA	永久地面站
Reconfigurable Intelligent Surface	RIS	可重構智慧表面技術
Redevance Annuelle de Gestion		年度管理費
Redevance Annuelle Domaniale		國家年費
Reduced capability	RedCap/NR-Light	5G 輕量化
Reduced capability,、RedCap、NR-Ligh		5G 輕量化
Refarming（Re-deployment）		頻譜重整
Regenerative Payload		再生式通訊酬載
Register of Radiocommunications Licences		無線電通訊執照登記冊
Relay		中繼站
Relay Node		中繼節點
Relevant Radio-communication Station		相關無線通信電臺
Reliable		可靠
Remote Control Devices		遙控設備
Remote Control Point		遙控點
Remote Pickup Broadcast Stations		遠距採集廣播電臺
Renewal Notice		續約通知

外文全名	簡稱	中文全名
Report and Order	R&O	報告與命令
Request for Proposal	RFP	徵求建議書
Réseau Radio du Futur	RRF	法國未來無線電網路
Réseaux du futur – Gestion dynamique du spectre		未來網路－動態頻譜管理
Response Operations Group	ROG	應變營運小組
Restricted Service Licence		限制服務執照
Reverse Auction		反向拍賣
Roaming		漫遊
Robust		穩健
Ronald Coase		寇斯
Round-trip Delay Time		來回通訊延遲
Rural Radiotelephone Service		郊區無線電話服務
Safety and Special Radio Services		安全和特殊無線電服務
Samsung		三星
Satellite Communications		衛星通信服務
Satellite Earth Stations and GNSS Repeaters		衛星地球電臺與GNSS中繼器
Satellite Emergency Position-indicating Radio Beacon Station		衛星應急指位無線電示標電臺
Satellite Industry Association		衛星產業協會
Satellite Network		衛星網路
Scanning Telemetry Link Licence		掃描遙測鏈路執照
Scientific Licence		科學執照
Secretariat		秘書處
Secretary of Commerce		美國商務部長
Secretary of Homeland Security		美國國土安全部部長
Sector		领域
Security Vulnerability		安全漏洞

外文全名	簡稱	中文全名
Seed Funding		種子資金
Selected Spectrum Actions that did not Revise the Table of Frequency Allocations		未修訂頻率分配表的部分拍賣
Self-coordinated Links Licence		自行協調鏈路執照
Self-interference		自干擾
Sendernetzbetreibers		廣播訊號發射網路營運業者
Senior Management Team	SMT	高級管理團隊
Sensor		感測器
Service Continuity		服務不中斷
Set Price		定價
Shared Access		共用接取
Shared Access Licence		共用接取執照
Shared Access Licence Guidance Document		共享接取執照：指導文件
Shared Access Licences		共享接取執照
Shared Access with Incumbent		與既有使用者共用
Shared Commercial Operations in the 3550-3650 MHz Band		3550-3650 MHz 商業共用
Shared Licensed Access with Incumbent Users		與既有使用者共用執照接取
Shared Rural Network	SRN	英國「農村共享網路」計畫
Shared Spectrum		共享頻段
Shared Use		共享使用
Ship Portable Radio Licences		船舶可攜式無線電執照
Ship Radio Licences		船舶無線電執照
Ships' Radio and Ship Portable Radio Licence		船舶無線電和船舶可攜式無線電執照
Short Range Devices	SRDs	短距離設備

外文全名	簡稱	中文全名
Short Range Radar System		短距離雷達系統
Simple Clock Auction	SCA	簡易價格鐘拍賣
Simultaneous Multi-Round Ascending Auction	SMRA	多回合上升標拍賣
Singapore Preparatory Group	SPG	新加坡籌備小組
Singtel Mobile Singapore Pte Ltd	Singtel	新加坡電信行動私人有限公司
Sites		站點
Small-scale DAB Licence		小規模數位語音廣播執照
SmarTone Mobile Communications Limited		數碼通
Space Bureau		太空局
Space Licence		太空執照
Space Receive Licence		太空接收執
Space Spectrum Strategy		太空頻譜策略
Space Station		地球電臺執照
Space Systems Subcommittee	SSS	太空系統小組委員會
Special Temporary Authority	STA	特別臨時授權
Special Temporary Authorization		臨時授權執照
Specialized Mobile Radio License	SMR License	專業行動無線電執照
Specific Absorption Rate	SAR	電磁波能量比吸收率
Specific Licensing Accreditation		特定執照認證
Spectral Efficiency		頻譜效率
Spectrum Access 1472-1492MHz Licence		1472-1492MHz 頻譜接取執照
Spectrum Access 2.3GHz Licence		2.3GHz頻譜接取執照
Spectrum Access 2.6 GHz Licence		2.6GHz頻譜接取執照

外文全名	簡稱	中文全名
Spectrum Access 2100 MHz Licence		2100MHz 頻譜接取執照
Spectrum Access 3.4 GHz		3.4GHz 頻譜接取
Spectrum Access 3.6-3.8 GHz		3.6-3.8GHz 頻譜接取
Spectrum Access 3.9 GHz		3.9GHz 頻譜接取
Spectrum Access 700 MHz		700MHz 頻譜接取
Spectrum Access 800 MHz Licence		800MHz 頻譜接取執照
Spectrum Access Licence 10 GHz		10GHz 頻譜接取執照
Spectrum Access Licence 28 GHz		28GHz 頻譜接取執照
Spectrum Access Licence 32 GHz		32GHz 頻譜接取執照
Spectrum Access Licence 40 GHz		40GHz 頻譜接取執照
Spectrum Access System		頻譜接取系統
Spectrum Access: EHF		頻譜接取：至高頻
Spectrum Access: EHF Licence		頻譜接取：至高頻執照
Spectrum Advisory Council		頻譜諮詢委員會
Spectrum Efficiency		頻譜效率
Spectrum Group		頻譜小組
Spectrum Horizons NPRM		固定、免執照設備、實驗
Spectrum Implementation Group	SIG	頻譜實施小組
Spectrum in North America: The Impact of WRC-23		北美頻譜：WRC-23 之影響
Spectrum Leasing		頻譜租賃
Spectrum Licence		頻譜執照
Spectrum Management Fees		頻率管理費

外文全名	簡稱	中文全名
Spectrum management for next generation wireless broadband: a discussion paper		下一代無線寬頻的頻譜管理：討論文件
Spectrum Management Handbook		頻譜管理手冊
Spectrum Planning Subcommittee	SPS	頻譜規劃小組委員會
Spectrum Plans		頻譜計劃
Spectrum Policy Trends 2024		2024 年頻譜政策趨勢
Spectrum Pooling		頻譜池
Spectrum Portal		頻譜入口網站
Spectrum Reallocation Declaration		頻譜重分配宣告
Spectrum Redeployment as a Method of National Spectrum Management		頻譜重整作為國家頻譜管理方式
Spectrum Resource Rent		頻譜資源租金
Spectrum Right		頻譜權
Spectrum Roadmap: Delivering Ofcom's Spectrum Management Strategy		頻譜藍圖：實施 Ofcom 的頻譜管理戰略
Spectrum Sharing GSMA Public Policy Position		頻譜共用 -GAMA 公共政策立場
Spectrum Statement		頻譜聲明
Spectrum Steering Team		頻譜指導團隊
Spectrum Trading		頻譜交易
Spectrum Usage Fees		頻率使用費
Spread Spectrum		展頻
Stand-alone GPS Receivers		獨立全球定位系統接收器
Standard Field Strength Generator		標準電場產生器
StarHub Mobile Pte Ltd	StarHub	StarHub 行動私人有限公司
State of Digital Communications Report		數位通訊狀況報告

外文全名	簡稱	中文全名
State of the Satellite Industry Report	SSIR	衛星產業狀況報告
Statement and further consultation: Enabling mmWave spectrum for new uses		聲明及進一步諮詢：開啟毫米波的新用途
Static Sharing		靜態共享
Station (Spectrum) Licence		電臺（頻譜）執照
Station Licence		電臺執照
Stations in the Maritime Services		航海服務電臺
Stations in the Radiodetermination Service		無線電測定業務電臺
Stratospheric Platforms Limited	SPL	平流層平臺公司
Study on Radio Spectrum Policy Programme: taking stock and discussing future scenarios		無線電頻譜政策計畫研究：盤點並討論未來情景
Study on Socio-Economic Benefits of 5G Services Provided in mmWave Bands）		毫米波頻段的 5G 服務社會經濟效益研究
Sub-par		低於標準
Super Macro Cells		大型基地臺
Supplemental Coverage from Space	SCS	太空補充涵蓋
Supplemental Downlink	SDL	補充下行鏈路
Supplemental Mobile Coverage by Satellite	SMCS	衛星補充行動涵蓋
Supplier’s Declaration of Conformity	SDoC	製造商合格聲明
Survival Craft Station		救生艇電臺
Sustainable		可持續性
Switch Over		切換
Tableau National de Répartition des Bandes de Fréquences	TNRBF	國家頻率分配表
T-Band		T 頻段
Technical Cooperation Committee		技術合作委員會
Technical Frequency Assignment Criteria	TFAC	技術頻率核配標準

外文全名	簡稱	中文全名
Technical Implementation Measures		技術實施措施
Technical Subcommittee	TSC	技術小組委員會
Technical Trial	TT	技術試驗
Technically Assigned		技術核配
Technician Class		技師級
Technology-neutral		技術中立
Telecommunication Certification Body	TCB	電信認證機構
Telecommunications (Exemption from sections 53, 54(1)(b) and 55) Notification		電信(豁免於第 53、54(1)(b)及第 55 條)通知
Telecommunications (Radio-communication) Regulations 2001		2001 年電信(無線電通信)規則
Telecommunications Act		電信法
Telecommunications Act 1999		1999 年電信法
Telecommunications and Digital Government Regulatory Authority	TDRA	電信和數位政府監管局
Telecommunications (Radio communication) Regulations		電信(無線通訊)管理規則
Telekommunikationsgesetz	TKG	電信法
Telemetry, Tracking, and Command	TT&C	追蹤遙測及控制
Television Broadcast Auxiliary Stations		電視廣播輔助電臺
Television Broadcast Stations		電視廣播電臺
Tender		招標
Terahertz	THz	兆赫茲
Terminal Voltage		端電壓
Terrestrial Trunked Radio	TETRA	地面中繼式無線電
Testbed		開發測試環境
The 76-81GHz Band Radar Service		76-81GHz 頻段的雷達服務
The Asia Pacific Accreditation Cooperation	APAC	亞太認證合作組織

外文全名	簡稱	中文全名
The Australian Minister for Communications		澳大利亞通訊部長
The Critical Communications Association	TCCA	關鍵通訊協會
The Middle Class Tax Relief and Job Recovery Act of 2012	Spectrum Act	美國《中產階級稅收減免和就業復原法案（頻譜法）》
The Mobile Economy China		中國大陸行動經濟發展報告
The Mobile Economy Europe 2023		2023 年歐洲行動經濟報告
The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Apparatus) Regulations 2016		2016 年無線電報法（設備干擾控制）法規
The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Electro-Medical Apparatus) Regulations 1963		1963 年無線電報（電子醫療設備干擾控制）條例
The Wireless Telegraphy (Licence Award) Regulations 2020		2020 年無線電報（執照頒發）規則
The Wireless Telegraphy (Limitation of Number of Licences) Order 2014		2014 年無線電報（執照數量限制）命令
The Wireless Telegraphy (Mobile Spectrum Trading) Regulations		區域接取執照根據「無線電（行動頻譜交易）規則
The Wireless Telegraphy（Control of Interference from Radio Frequency Heating Apparatus) Regulations 1971		1971 年無線電報（射頻加熱設備干擾控制）條例
Throughput		流通量/吞吐量
Tiered-based Spectrum Access System		分級制頻譜共用
Time Division Long Term Evolution	TDLTE	分時長期演進技術
Time Division-Code Division Multiple Access	TD-CDMA	時分分碼多路接取

外文全名	簡稱	中文全名
Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access	TD-SCDMA	時分同步分碼多路接取
Time-Division Duplexing	TDD	時分雙工
Tracking, Telemetry and Command		追蹤、遙測及指揮
Transceiver		收發器
Transmission Loss		傳輸損失
Transmitters		發射設備
Transparent Payload		透明式通訊酬載
Transportable Earth Station	TES	移動式地球電臺
Travelers Information Station	TIS	交通廣播
Treated		協商
Trunked Radio		中繼式無線電/集群無線電
Türk Telekom		土耳其電信
TV Receive Only	TVRO	電視節目的信號
TV White Space Technology	TVWS	電視空白頻段技術
U.S. Department of Defense	DOD	美國國防部
U.S. Department of the Treasury		美國財政部
UK Frequency Allocation Table		英國頻率分配表
UK Plan for Frequency Authorisation	UKPFA	英國頻率授權計畫
UK Spectrum Board		英國頻譜委員會
UK Wireless Microphone Licence		UK 無線麥克風執照
Ultra High Frequency	UHF	超高頻
Ultra-reliable and Low Latency Communications	URLLC	超低延遲/超可靠低延遲通訊
Ultra-wideband	UWB	超寬頻
Ultra-Wideband Devices		超寬頻設備
Understanding mmWave for 5G Networks		理解 5G 網路的毫米波頻段
Undue Interference		不當干擾

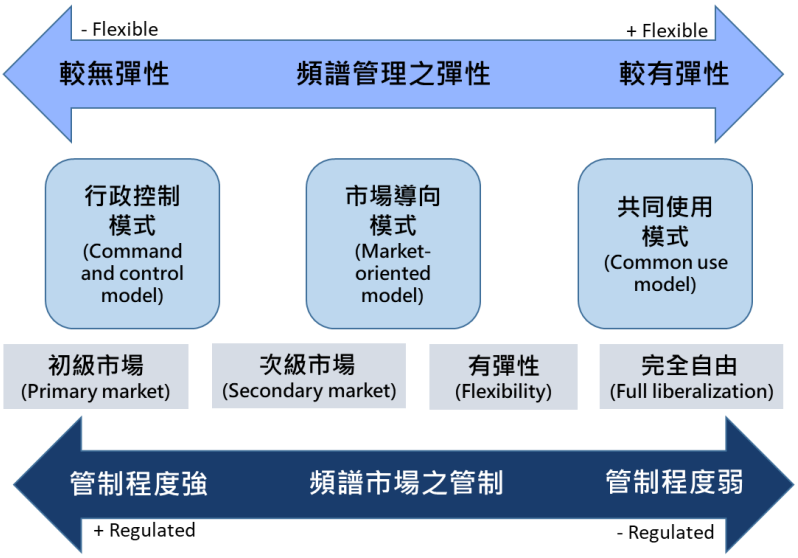
外文全名	簡稱	中文全名
United States Congress		美國國會
Universal Licensing System	ULS	通用執照系統
Unlicensed National Information Infrastructure Devices		免執照無線資訊傳輸設備
Unlicensed Personal Communications Service Devices		免執照個人通信服務設備
Unlicensed Spectrum		免執照頻段
Unlicensed Ultra-wideband Transmission Systems		免執照超寬頻傳輸系統
Uplink	UL	上行鏈路
Upper Microwave Flexible Use Service		上層微波彈性使用服務
Urban Air Mobility	UAM	城市空中交通
Urban Excise		都市消費
Usable		可用
User Equipment	UE	用戶設備
Validation Notice		驗證通知
Vehicle Radar		車載雷達
Vehicle-to-Everything	V2X	車聯網
Vergabeverfahren		授予程序
Versteigerungsverfahren		拍賣程序
Verwaltungsverfahrensgesetz	VwVfG	行政程序法
Very High Frequency	VHF	特高頻
Very Small Aperture Terminal (VSAT) Licence		小型衛星地面電臺執照
VHF Radio Paging System		特高頻無線電呼叫系統
Virtual Reality	VR	虛擬實境
Virtualized Radio Access Network	vRAN	虛擬無線接取網路
Vision for the Future of the Upper 6 GHz Band		對 6GHz 上段未來之願景
Voice-over-New-Radio	VoNR	新無線電語音

外文全名	簡稱	中文全名
Wake-up Signal	WUS	喚醒訊號
Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes	WSV	聯邦水路與航運管理局
Waveform Signal		波形信號
Wettbewerbsverzerrungen		競爭扭曲
White Space Devices	WSDs	白色頻段設備
White Spot Reduction		減少白點
Wideband Code Division Multiple Access	W-CDMA	寬頻分碼多路接取
Wireless Broadband	WBB	無線寬頻接取
Wireless Communications Service	WCS	無線通訊服務
Wireless Data or Voice Systems		無線數據或語音系統
Wireless LAN, RFID or Low Power Devices		無線區域網路、無線射頻識別或低功率設備
Wireless Medical Telemetry Service		無線醫療用遙測服務
Wireless Microphones		無線麥克風
Wireless Mics FNPRM		低功率輔助電臺
Wireless Modem		無線數據機
Wireless Telecommunications Bureau		無線電通信局
Wireless Telegraphy Act 2006		2006 年無線電報法
World Conference on International Telecommunications	WCIT	國際電信世界大會
World Economic Forum	WEF	世界經濟論壇
World Radiocommunication Conference 2023	WRC-23	2023 年世界無線電通信大會
World Radiocommunication Conference 2027	WRC-27	2027 年世界無線電通信大會
5G ビジネスデザインワーキンググループ，2023。デジタル変革時		5G 業務設計工作小組，2023 年數位

外文全名	簡稱	中文全名
代の電波政策懇談会５Ｇビジネスデザインワーキンググループ報告書		轉型時代的無線電政策委員會 5G 業務設計工作小組報告
公共安全モバイルシステム		日本公共安全行動網路系統
現行規定活用版 2.4GHz 帯無線 LAN 等の欧米基準試験データ活用ガイドラインの作成について		現行法規利用版本制定 2.4GHz 頻段無線 LAN 等西方標準測試數據利用指導方針
電波有効利用促進センター		電波有效利用中心
2023 년 공공용 주파수 수급계획		2023 年公共頻率供需計劃
국가통합공공망 정책협의회		南韓國家綜合公共網路政策委員會
국토교통부		南韓國土交通部
해양수산부		南韓海洋水產部
행정안전부		南韓行政安全部
대한민국 스펙트럼 계획		南韓頻譜計畫

附錄一　主要頻率核配模式之管制強度研析

本研究以三種核配模式作為分析架構，歸納彙整主要國家的頻率核配方式，並以頻譜管理彈性高低作為管制程度強度高低之參據（如附圖 1.1），分析各國核配方式與管制程度[835]。



資料來源：ITU, 2016. Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-E.pdf

附圖 1.1　核配方式與管制強度之分類

一、行政控制模式

行政控制模式以行政判斷為基礎進行頻率核配安排，管制強度較高，最常見的核配方式為審核制。由附表 1.1 彙整研究對象國家符合行政控制模式的核配方式，可知儘管研究對象國家各自有不同的頻率管理架構思維，但所有研究對象國家皆有採用行政控制模式的核配方式，而採行理由主要基於公共利益及技術協調因素。

行政控制模式多以先到先受理方式處理，但當同一頻率有複數申請或可供核配的頻率數量不足時，可能採用方式包含隨機選擇（美國）、比較審查（日本）或招標（德國、法國、新加坡、澳大利亞、中國大陸及我國）等方式決定核配對象。

附表 1.1　行政控制模式的主要國家頻率核配方式

國家	核配方式	概述
美國	審核	● FCC 考量授予申請是否符合公共利益、便利性及必要性，若經審查符合則予以核准。

[835] 因歐盟僅規範框架供成員國依循，故以下分析係以德國及法國作為歐盟的案例代表。

國家	核配方式	概述
	隨機選擇（即抽籤）	● 僅適用於非商業教育廣播電臺及公共廣播電臺申請，當 FCC 收到複數申請時得使用隨機選擇系統。
英國	審核（技術核配）	● Ofcom 協調頻段內的個別頻率核配，通常按照先到先受理為原則，且多數情況需經詳細的技術協調。
日本	審核	● 總務省受理無線電臺執照及特定無線電臺執照申請，經審查後予以核發。
	比較審查	● 針對同一申請者需要開設相當數量之特定基地臺者（如行動電話基地臺），於無線電臺執照前，其基地臺開設計畫（整備計畫）需先經由總務省認定，方能申請執照。 ● 總務省在審查特定基地臺開設計畫時，會依據事先訂定的審查項目進行評分，並根據申請者希望的頻段區塊志願序，優先核配給得分較高者。
德國	審核（個別核配）	● BNetzA 受理申請後，經由審核將頻率核配給符合條件的請者。
	招標（個別核配）	● 頻率數量不足或有複數申請者時，BNetzA 可採招標程序，根據申請者專業度、可靠度、頻率規劃的適用性等標準進行評估；當其他條件相同時，則優先選擇能確保更高地理涵蓋範圍者。
法國	審核（個別授權）	● 通常個別授權可依據申請者需求進行頻率分配，經由主管機關受理申請並經審核後予以核發。
	招標（個別授權）	● 當頻率供不應求時，主管機關可採用招標程序選擇授權對象。
南韓	審核（依審查核配、無線電使用許可、無線電臺頻率指定）	● 南韓頻率授權主要採無線電頻率核配、無線電頻率使用許可及無線電頻率指定等三種方式，而三種方式皆有透過審核的授予方式。
	計算對價核配（依價格核配）	● 儘管計算對價核配屬於依價格核配的方式，然除 MSIT 進行核配時會審查頻率使用效率、申請者財務能力、技術能力、頻率特性等事項。
新加坡	招標、預先指定費用或談判費用（頻譜權）	● 頻譜權是由 IMDA 授予其所有者在新加坡使用特定頻段的權利。頻譜權的分配方式可包含招標、預先指定費用或談判費用等一種或數種方式。
	審核（執照）	● 新加坡的電臺（頻譜）執照、網路（頻譜）執照、電臺執照及網路執照皆須向 IMDA 申請，經 IMDA 審查後取得。
香港	行政指配	● 行政指配旨在確保技術效益，主管機關有權將無線電頻率核配予無線電設備使用者，並明確其用途與使用條件。
澳大利亞	審核（設備執照）	● 澳大利亞的設備執照分為核配執照及非核配執照，前者須透過認證人員申請，取得執照後由 ACMA 核配頻率；而後者可由申請者自行申請，須與其他執照

國家	核配方式	概述
		持有者共用頻率。
	招標、定價、談判、直接分配（頻譜執照）	● 頻譜執照允許持有者於特定地理區域及指定頻率使用無線電通訊設備，釋出方式包含拍賣、招標、定價、談判、直接分配等方式。
中國大陸	審核	● 主管機關受理申請後，經審查做出是否予以許可的決定。
	招標	● 主管機關得採得招標方式釋出商用無線電頻率的使用許可。
我國	審核	● 申請使用特定用途的無線電頻率，經主管機關審查後核配。
	評審	● 針對電信事業申請使用無線電頻率，主管機關得採評審制。
	公開招標	● 針對電信事業申請使用無線電頻率，主管機關得採公開招標制。

註：本章節為將各國同一概念進行比較，採用一致的核配方式名稱，但以括弧方式補充對應第二章各國介紹之用詞，以方便讀者對照。
資料來源：本研究彙整。

二、市場導向模式

市場導向模式係透過市場力量為基礎分配，實務上以拍賣為主。拍賣制的基本概念為透過競價反映頻譜經濟價值，將頻譜分配給出價最高者也利於促進得標者充分利用取得的頻譜，將頻譜發揮出最大價值。除日本的拍賣制尚在研擬階段以外，其他研究對象國家皆有導入拍賣制度，如附表 1.2。值得一提的是，不同於其他國家，美國另設計有一套誘因拍賣機制，可利用拍賣制度回收頻譜，以釋出給新的用途。

市場導向模式主要適用於排他性使用的商業頻段，其服務品質需要一定保障。對於涉及公共安全、非商業或不存在競爭需求的無線電頻率，則不適用市場導向模式。由於通常在進入拍賣階段之前，主管機關會先確認申請者符合參與競標之資格，並根據競標結果進行頻率核配，管制強度相較行政控制模式低，但高於共同使用模式，管制強度屬於中等。

附表 1.2　市場導向模式的主要國家頻率核配方式

國家	核配方式	概述
美國	拍賣	● FCC 收到無法同時成立（mutually exclusive）的執照或設置許可申請時，應透過競標系統將執照或許可授予合格的申請者，但不適用於公共安全無線電服務、非商業教育廣播電臺及公共廣播電臺等。 ● 美國的誘因拍賣可透過給予原執照持有者頻譜拍賣的一部分收入，鼓勵其自願放棄擁有的頻譜使用權，

國家	核配方式	概述
		藉此釋出頻譜給新的需求者。
英國	拍賣（區塊核配）	● 授予特定地理區域內的頻譜區塊使用權，通常透過拍賣分配，以確保頻譜有效利用。
德國	拍賣（個別核配）	● 頻率數量不足或有複數申請者時，BNetzA 可採拍賣程序選擇核配對象。
法國	拍賣（個別授權）	● 當頻率供不應求時，主管機關可採用拍賣程序選擇授權對象。
南韓	拍賣（依價格核配）	● 存在競爭需求時，採用競價方式進行核配。
新加坡	拍賣（頻譜權）	● 頻譜權是由 IMDA 授予其所有者在新加坡使用特定頻段的權利，近年頻譜權主要以拍賣方式分配。
香港	拍賣或投標（市場主導）	● 對於存在競爭性需求的非政府服務頻率需求，傾向採用市場主導模式，透過市場力量確保頻譜資源的有效利用。
澳大利亞	拍賣（頻譜執照）	● 頻譜執照允許持有者於特定地理區域及指定頻率使用無線電通訊設備，釋出方式包含拍賣、招標、定價、談判、直接分配等方式。
中國大陸	拍賣	● 主管機關得採得拍賣方式釋出商用無線電頻率的使用許可。
我國	拍賣	● 針對電信事業申請使用無線電頻率，主管機關得採拍賣制。

註：本章節為將各國同一概念進行比較，採用一致的核配方式名稱，但以括弧方式補充對應第二章各國介紹之用詞，以方便讀者對照。

資料來源：本研究彙整。

三、共同使用模式

共同使用模式允許在不干擾的前提下自由使用頻率，管制程度較低，最常見的作法是允許使用者在一定的技術規範及使用條件下免執照使用，使用者不得干擾其他合法使用，但須接受可能被干擾的風險。

比較特別的是，法國 ARCEP 為提高免執照使用者的服務品質，設有供免執照設備的生產者或使用者提供回饋的線上回報平臺，藉由統計監控利用情形，以預防潛在擁擠問題。此外，部分國家另有透過登記註冊方式，對於干擾風險有限的設備或電臺進行輕度管理，僅要求使用者在使用前先向主管機關提供必要的資訊，例如英國的輕度授權與自行協調、日本的免執照須註冊以及南韓的申報制等。

如附表 1.3，綜觀所有研究對象國家皆有採用共同使用模式，而具體的管理方式大致分為免執照及登記註冊兩大類。共同使用模式相較於行政控制模式與市場導向模式，為三種核配模式中管制程度最低者，當中又以登記註冊的管制強度高於免執照。登記註冊的方式尚需事先提供資料給主管機關才能設置使用，免執照則無須申請或經過審核，因此免執照為所有類別中管制強度最低的核配方式。

附表 1.3　共同使用模式的主要國家頻率核配方式

國家	核配方式	概述
美國	免執照	● 符合技術規範及使用條件，無需申請即可使用。
英國	審核（輕度授權與自行協調）	● 適用於不同使用者間干擾風險有限，或無確保高服務品質需求等情況，輕度執照通常可根據使用者的請求提供，不需要 Ofcom 具體核配或協調，並若因設備密度高發生互相干擾的問題時 Ofcom 可對其進行管理。
	免執照	● 免執照設備之使用不應對無線電造成不當干擾；對技術服務品質產生不良影響；導致無線電可用電磁頻譜的使用效率低下；阻礙頻率共用的有效安排發展；危及生命安全；損害社會、地區或領土的凝聚力；或損害文化和語言多樣性以及媒體多元化的促進。 ● Ofcom 為確保免執照設備的使用不會對其他合法使用造成任何不當干擾，對於免執照設備制定有詳細的技術要求。
日本	審核（免執照須註冊）	● 無需申請執照，但須事先註冊方能使用，適用於具備不干擾其他無線電臺之功能、使用符合技術基準適合證明之無線電設備，以及在特定區域內使用。
	免執照（免執照免註冊）	● 無需申請執照或註冊即可使用，僅適用於發射電波極弱，且於一定條件、使用目的及範圍下使用的無線電臺。
德國	免執照	● 由 BNetzA 依其職權實施與公告，供公眾或特定群體

國家	核配方式	概述
	（一般核配）	使用。 ● 適用於技術上不會干擾且不妨礙頻率的有效使用的應用類型，可以靈活應用頻率，但須承受與其他用戶共用頻率所可能發生的干擾。
法國	免執照（一般授權）	● 無須行政授權、事前聲明或繳納任何費用即可使用。 ● 免執照頻段制定於 ANFR 發布的國家頻率分配表（TNRBF）以及 ARCEP 發布的決定，每個免執照頻段皆有規定可以使用的設備類型，以及技術規範與使用限制。 ● ARCEP 透過線上平臺以統計方式收集免執照頻段使用者的回饋，以監控頻譜利用情況並預防可能的擁擠問題。
南韓	申報	● 若設置的無線電臺不須為防止國家或區域間的干擾而限制其頻率或天線功率，或非基於人命安全等目的所設置，則可於向 MSIT 申報後設置。例如：發射無線電波微弱或無須安裝無線電設備的無線電臺、僅供接收的無線電臺等。
	免執照（無須申報）	● 部分發射電波微弱的無線電臺無須申報即可設置，例如：經過符合性評估且不干擾其他無線電臺通訊，並依 MSIT 公告之用途、頻率、天線功率或電場強度等使用的無線電設備。
新加坡	免執照	● IMDA 透過通知明列 18 種低功率設備及 3 種白色頻段設備，皆可於授權的頻段範圍及最大電場強度或功率限值內免執照安裝與使用。
香港	免執照（類別執照）	● 類別執照無需申請，任何人士符合類別執照內訂明的準則或條件，則自動成為類別執照持有者而受執照條件規管。
澳大利亞	免執照（類別執照）	● 無線電設備若符合 17 項類別執照允許用途範圍，且設備使用方式合乎規範，則可不經申請直接使用。
中國大陸	免執照	● 依據《中華人民共和國無線電管理條例》第 14 條無須取得許可的無線電頻率，例如：業餘無線電臺、低功率短距離無線電發射設備等。
我國	免頻率使用證明	● 國民和諧有效共用頻段、業餘無線電、船舶及航空器之使用頻率，無須取得頻率使用證明即可使用。
	免電臺執照	● 「應經核准之電信管制射頻器材」（通傳北字第 10950047950 號）中「第二級電信管制射頻器材」除外之低功率射頻器材。

註：本章節為將各國同一概念進行比較，採用一致的核配方式名詞，但以括弧方式補充對應第二章各國介紹之用詞，以方便讀者對照。

資料來源：本研究彙整。

綜合以上所述，除日本尚未採行市場導向模式以外，各國皆有屬於行政控制模式、市場導向模式及共同使用模式的核配方式，彙整如附表 1.4 所示。

附表 1.4　三種模式下的主要國家對應之核配方式

國家	行政控制模式	市場導向模式	共同使用模式
美國	審核、隨機選擇	拍賣	免執照
英國	審核（技術核配）	拍賣（區塊核配）	審核（輕度授權與自行協調）、免執照
日本	審核、比較審查	-	審核（免執照須註冊）、免執照(免執照免註冊)
德國	審核（個別核配）、招標（個別核配）	拍賣（個別核配）	免執照（一般核配）
法國	審核（個別授權）、招標（個別授權）	拍賣（個別授權）	免執照（一般授權）
南韓	審核(依審查核配、無線電使用許可、無線電臺頻率指定)、計算對價核配（依價格核配）	拍賣（依價格核配）	申報、免執照（無須申報）
新加坡	招標、預先指定費用或談判費用（頻譜權）、審核(電臺或網路執照)	拍賣（頻譜權）	免執照
香港	行政指配	拍賣	免執照
澳大利亞	審核（設備執照）、投標、定價、談判、直接分配（頻譜執照）	拍賣（頻譜執照）	免執照（類別執照）
中國大陸	審核、招標	拍賣	免執照
我國	審核、評審、公開招標	拍賣	免頻率使用證明、免電臺執照

註：本章節為將各國同一概念進行比較，採用一致的核配方式名詞，但以括弧方式補充對應第二章各國介紹之用詞，以方便讀者對照。
資料來源：本研究彙整。

附錄二　專用與共用核配方式之差異

一、專用多採市場導向模式，共用多採行政控制模式

為發揮頻譜最大價值，許多國家將頻譜管理流程從行政管理轉變為頻譜拍賣等市場制度，而市場導向模式以經濟效益為考量，因此多採拍賣制之核配方式，大多用於核配行動寬頻及廣播電視之頻率。另外，根據 OECD 共用之分類，共用分為個別執照、輕型執照及免執照。因免執照無須主管機關核配頻率，僅需遵守一定技術規範即可使用頻率，故研究團隊針對個別執照及輕型執照之核配方式進行分析。首先個別執照主要以與既有使用者共用（Shared access with incumbent）之形式進行執照授權，包含授權共用接取（Licensed-Shared Access, LSA）以及分級制頻譜共用（Tiered-based Spectrum Access System），此一概念是允許多個實體在共用基礎上使用已授權給既有使用者的頻譜。

首先在授權共用接取的部分，歐盟於 2012 年 9 月發佈「促進無線頻譜資源共享（Promoting the shared use of radio spectrum resourcesin the EU）」，該文件提出頻譜共用之模式，包括集體使用模式（Collective Use of Spectrum, CUS）以及執照共用模式（Licensed Shared Access, LSA），其中集體使用模式為免執照，而執照共用模式即為此部分所提之個別執照授權，執照共享使用係由歐盟無線頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）於 2011 年 11 月發佈之（Report on Collective Use of Spectrum and other spectrum sharing approaches）中所提出，與 CUS 模式不同的是，主管機關可透過制定規範保障 LSA 使用者之頻譜使用權，以確保使用的穩定性。

而在分級制頻譜共用分面，美國 FCC 於 2015 年 6 月 23 日通過「3550-3650 MHz 商業共用（Shared Commercial Operations in the 3550-3650 MHz Band）」[836]，即為美國民用寬頻無線電服務（Citizens Broadband Radio Service, CBRS），提供聯邦與非聯邦使用者共同使用該頻段。係透過三層級的架構，讓標得優先接取執照（Priority Access License）者，需要與既有使用者及一般授權接取（General Authorized Access）使用者共用頻譜，透過頻譜接取系統（Spectrum Access System）動態共用 3.5GHz 頻段[837]。

[836] Federal Register, 2015. Shared Commercial Operations in the 3550-3650 MHz Band. https://www.federalregister.gov/documents/2015/06/23/2015-14494/shared-commercial-operations-in-the-3550-3650-mhz-band

[837] https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/35-ghz-band/35-ghz-band-overview

二、共用核配方式以簡化申請流程為趨勢

因頻譜稀缺性，目前多國積極探討頻譜共用，在核配方式的部分，除免執照以外，像是英國與澳大利亞皆透過簡化頻譜共用核發程序，以促進頻譜使用。在英國方面，Ofcom 於 2019 年 7 月 25 日公告「共享接取執照：指導文件（Shared Access Licence Guidance document）」，開放「共用接取執照（Shared Access Licence）」與「區域接取執照（Local Access Licence）」，供專網或創新應用使用，以及提高偏鄉行動網路涵蓋率等。其中「共享接取執照」開放頻段包括 1800MHz 頻段（1781.7-1785MHz 和 1876.7-1880MHz）、2.3GHz 頻段（2390-2400MHz）、3.8-4.2GHz 頻段、24.25-26.5GHz 頻段（僅適用室內低功率執照）[838、839]，區域接取執照（Local Access Licence）則是由 Ofcom 開放特定 MNO 之閒置頻段，提供專網、偏遠地區等接取 MNO 之行動通訊頻譜，另外，除非 MNO 有合理的反對共用頻率之理由，否則須按照 Ofcom 規定，提供頻率共用。而澳大利亞則是提供 26 和 28 GHz 頻段區域範圍設備授權，單獨核發區域執照（Area-Wide apparatus Licence, AWL），申請者僅需填寫申請表進行執照申請。

838 Ofcom, 2019. Statement: Enabling wireless innovation through local licensing. https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-1/enabling-opportunities-for-innovation

839 Ofcom, n.d. Shared access licences. https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/shared-access

附錄三　美國因應時勢成立頻譜諮詢委員會及頻譜指導團隊

美國為落實頻譜政策現代化，拜登政府於 2023 年 11 月 16 日發布「國家頻譜戰略（National Spectrum Strategy）」及簽署「關於實現美國頻譜政策現代化和建立國家頻譜戰略的總統備忘錄（Presidential Memorandum on Modernizing United States Spectrum Policy and Establishing a National Spectrum Strategy）」，旨在為美國無線技術的創新、競爭及安全制定藍圖，包括改善頻譜管理和頻譜存取的措施、重新研究超過 2,700MHz 頻譜的潛在用途等[840]，以實現現代化的頻譜政策及頻譜高效利用。

「國家頻譜戰略」係根據 FCC 及 NTIA 的職務及合作基礎起草的，4 大戰略包括確保美國在先進和新興技術領域處於領先地位、建立長期合作及規劃以支持國家不斷變化的頻譜需求、透過技術開發實現全新的頻譜存取和管理，以及擴大專業知識範圍以提高國民意識。

總統備忘錄則作為美國國家頻譜戰略的基礎，指示 NTIA 須向拜登總統提供國家頻譜戰略，並指示聯邦機構須採取進一步行動，以確保美國頻譜政策在以下方面協調一致：

- NTIA 和 FCC 共同管理美國的頻譜資源；NTIA 係總統在頻譜問題的首席顧問，也是政府在 FCC 事務的代言人。
- 成立機構間頻譜諮詢委員會（Interagency Spectrum Advisory Council）：由擁有聯邦頻譜分配或頻譜相關法定權限的機關組成，作爲高級機構領導，可就頻譜政策向 NTIA 提供建議。
- 若 NTIA 和某個機關對政府在頻譜問題上採取的立場存有分歧，則應建立一個由白宮領導的爭議解決程序，並規定白宮如何解決問題。

「國家頻譜戰略」及總統備忘錄發布約半年後，NTIA 於 2024 年 2 月 27 日發布頻譜諮詢委員會的章程[841]，而 FCC 則於 2024 年 5 月 14 日宣布成立頻譜指導團隊（Spectrum Steering Team）。附表 3.1 說明頻譜諮詢委員會及頻譜指導團隊的職務。

---

[840] The White House, 2023. FACT SHEET: Biden-Harris Administration Issues Landmark Blueprint to Advance American Innovation, Competition and Security in Wireless Technologies. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/11/13/fact-sheet-biden-harris-administration-issues-landmark-blueprint-to-advance-american-innovation-competition-and-security-in-wireless-technologies/

[841] NTIA, 2024. NTIA Charter Of The Interagency Spectrum Advisory Council. https://www.ntia.gov/other-publication/2024/ntia-charter-interagency-spectrum-advisory-council

附表 3.1　頻譜諮詢委員會及頻譜指導團隊的職務

單位	頻譜諮詢委員會	頻譜指導團隊
所屬機關	NTIA	FCC
成員	● 總統辦公室、FCC、持有聯邦頻譜分配的政府機關	● 來自 FCC 的經濟與分析辦公室（Office of Economics and Analytics）、工程與技術辦公室（Office of Engineer & Technology）、太空局（Space Bureau）、無線電通信局（Wireless Telecommunications Bureau）的政策專家、經濟學家及工程師
目標	● 就頻譜政策問題向 NTIA 提供建議，並確保 NTIA 在做決策時考量聯邦政府的不同使命 ● 推動及實踐「國家頻譜戰略」的 4 大戰略	● 領導 FCC 制定和實施前瞻性頻譜政策以及執行「國家頻譜戰略」 ● 與 NTIA、聯邦機構及利益相者合作推動

資料來源：
NTIA, 2024. NTIA Charter Of The Interagency Spectrum Advisory Council. https://www.ntia.gov/other-publication/2024/ntia-charter-interagency-spectrum-advisory-council
FCC, 2024. FCC Chairwoman Announces the Launch of Spectrum Steering Team. https://www.fcc.gov/document/fcc-chairwoman-announces-launch-spectrum-steering-team

值得一提的是，頻譜諮詢委員會因應「國家頻譜戰略」而成立，與 IRAC 同為 NTIA 轄下的單位，惟兩方的職權不同。根據頻譜諮詢委員會的章程，頻譜諮詢委員會不得影響 IRAC 原有職權，但可自行處理任何 IRAC 未達成共識的建議，說明如附表 3.2。

附表 3.2　IRAC 與頻譜諮詢委員會的職責

項目	IRAC	頻譜諮詢委員會
職責	● 提供 NTIA 業務問題之意見，即技術實作層面之意見。 ● 主責協助助理部長為美國政府無線電臺分配頻率。 ● 制定和執行與頻譜分配、管理和使用有關的政策、計畫、程序與技術標準。 ● 規劃如何長期有效利用頻譜資源之建議、無線電業務於未來之預期需求、現有服務的新發展及新技術對頻率分配表的修	● 提供 NTIA 政策規劃、發展面向之意見。 ● 提供頻譜政策、趨勢發展等相關建議予 NTIA。 ● 建議頻譜相關長期規劃。 ● 透過技術開發促進頻譜創新等建言及推動擴展頻譜知識等。

項目	IRAC	頻譜諮詢委員會
	訂影響等。	

資料來源：本研究彙整

附錄四　主要國家頻率核配與使用費收取分析

一、美國

美國國會（United States Congress）授權美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission, FCC）對頻率使用收取申請費（Application Fees）和年度監管費（Annual Regulatory Fees）[842]。申請費按業務類別收取，針對執照、設備批准、天線註冊等用途收費；而年度監管費為回收執法行動、政策制定、國際活動等任務活動之成本，收費包含頻率使用之直接與間接成本[843]，即年度監管費囊括行政規費與使用規費收取之概念。

美國透過拍賣機制獲得之頻率須繳納拍賣標金及年度監管費中，拍賣標金係拍賣之得標金額，達成頻譜之有效利用與反映頻譜經濟效益，而年度監管費則為回收頻譜管理相關事務成本，即拍賣標金與使用規費收取之概念。

以核配模式來看，透過行政控制模式核配，須繳納申請費與年度監管費；透過市場導向模式核配，須繳納拍賣標金與年度監管費，例如：廣播無線電臺[844]。

觀察美國頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.1。

附表 4.1　美國頻率使用費收取機制與目的

頻率使用相關收費	使用費收取用途	使用費收取目的	核配模式
申請費	用於執照、設備批准、天線註冊、其他授權與監管任務等	以支應受理申請的直接管理成本	行政控制模式
年度監管費	執法行動、政策制定、用戶訊息服務和國際活動，以回收以上活動之成本	回收 FCC 非拍賣成本，包括直接成本與間接成本	行政控制模式、市場導向模式
拍賣標金（預付款、頭期款、後續付款）	-	有效使用頻譜、反映頻譜經濟效益	市場導向模式

資料來源：本研究彙整。

[842] FCC, 2024. Fees. https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees

[843] 美國年度監管費包含所有非拍賣成本部分，即涵蓋包括頻譜佔用、頻譜管理等直接與間接成本。Federal Register, 2022. Assessment and Collection of Regulatory Fees for Fiscal Year 2022, Report and Order. https://www.federalregister.gov/documents/2022/09/14/2022-19743/assessment-and-collection-of-regulatory-fees-for-fiscal-year-2022-report-and-order

[844] 根據 FCC 已完成之頻譜拍賣，FM 廣播頻率係透過拍賣釋照，亦收取年度監管費用。FCC, 2022. FY 2022 Regulatory Fees Report and Order. https://www.fcc.gov/document/fy-2022-regulatory-fees-report-and-order

FCC, 2022. Auctions Summary Completed Spectrum Auctions. https://www.fcc.gov/auctions-summary

另，美國民用寬頻無線電服務（CBRS）透過三層級架構按層級進行授權，分為既有使用者、優先接取執照（PAL）及一般授權接取執照（GAA）。收費規費部分，優先接取執照和一般授權接取執照，依規皆須繳納頻譜接取系統費用[845]（Spectrum Access System Fees），而優先接取執照係透過拍賣釋照[846]，除須繳納頻譜接取系統費用外，亦須繳納拍賣標金。

二、英國

英國頻率使用費主要分為行政管理費（Administrative charges）和年度執照費（Annual licence fee）[847]，兩項收費用以回收政府頻譜管理之行政成本，即行政規費與使用規費收取之概念。為提高頻率使用最佳利益，英國對於非拍賣釋出之頻譜，評估釋出頻段的現況及未來使用，考量採行政誘因定價（Administrative Incentive Pricing, AIP）方式計算頻率使用費，若無過剩需求等條件，則考量以回收成本方式收費[848]。英國頻率使用收費機制包括以回收政府頻譜管理行政成本之收費方式、基於頻譜機會成本訂定之 AIP 及拍賣方式。

當頻譜使用存在競爭需求時，Ofcom 透過拍賣以授予頻譜使用權，以市場導向決定頻譜使用最佳利益。透過拍賣，須繳納拍賣標金及年度執照費，即拍賣標金與使用規費收取之概念，例如：3.6-3.8GHz 頻譜拍賣[849]。

觀察英國頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.2。

[845] 頻譜接取系統費用係指用以提供根據 CFR47 Part96 F 部分提及之頻譜接取系統服務。FCC, 2020. FCC Establishes Procedures for 3.5 GHz Band Auction. https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-procedures-35-ghz-band-auction-0

[846] FCC, 2023. 3.5 GHz Band Overview. https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/35-ghz-band/35-ghz-band-overview

[847] Ofcom, 2023. Ofcom's Tariff Tables. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/256002/2023-24-tariff-tables.pdf

[848] Ofcom, 2024. Fees for Wireless Telegraphy Act licences. https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/mobile-wireless-broadband/fees

[849] 根據 Ofcom 已完成之頻譜拍賣，700 MHz 和 3.6-3.8 GHz 頻譜透過拍賣授予，亦收取年度執照費。Ofcom, 2021. Award of 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum by auction. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/spectrum-awards/700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-auction legislation.gov.uk, 2020. The Wireless Telegraphy (Licence Charges) Regulations 2020 SCHEDULE 2. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2020/1068/schedule/2/made

附表 4.2　英國頻率使用費收取機制與目的

頻率使用收費機制	頻率使用相關收費	使用費收取目的	核配模式
回收行政成本	1. 行政管理費 2.年度執照費	回收政府頻譜管理之行政成本	行政控制模式
行政誘因定價：根據頻譜使用機會成本得之使用費，提高頻率使用最佳利益			
拍賣機制	拍賣標金	反映市場頻譜經濟價值，以市場導向確保頻譜使用之競爭性	市場導向模式

資料來源：本研究彙整。

另，英國為促進有效利用及滿足區域性的頻譜使用需求，透過區域接取執照（Local Access Licence）制度，已授權予行動網路業者（MNO）之閒置頻譜，提供需要使用者使用，使其可在未使用特定頻率之地點共用頻譜。區域接取執照申請者使用 MNO 持有之頻譜，其需向主管機關繳納的費用為 950 英鎊（約新臺幣 3 萬 8,981 元）[850]之一次性使用費，執照效期為三年[851]。

三、日本

根據日本《電波法》，與無線電相關收費包含手續費與頻率使用費，而根據該法第 103 條之 2，主管機關得向無線電臺執照持有者收取頻率使用費，以保障所有無線電臺之直接利益，並用以處理、管理無線電頻譜之使用[852]。日本頻率使用費即使用規費收取之概念，係為辦理無線電波使用共同利益事務所需費用，又分為「a 群」與「b 群」兩類，「a 群」指增加電波使用價值相關事務（例如無線電波資源擴大之研究開發、無線電波屏蔽事業等）；「b 群」指為確保電波使用正當性之必要支出事務（例如監視違法使用之電波、綜合無線電臺監理

[850] 根據中央銀行我國與主要貿易對手通貨兌美元之匯率資料，以研究撰寫日期 2024 年 6 月 28 日匯率英鎊兌新臺幣（NTD/GBP）匯率為 41.033 換算。檢自 https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf

[851] Ofcom, 2024. Local access guidance document. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/129951--enabling-opportunities-for-innovation/associated-documents/local-access-licence-guidance.pdf

[852] e-Gov 法令檢索，2024。電波法（昭和二十五年法律第百三十一号）。https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325AC0000000131

系統運用等）[853]。

日本無線電頻率係透過行政指配使用，即透過行政控制模式核配，例如：5G 的 3.4-3.6GHz、28.2-28.3GHz 等頻段[854]。

觀察日本頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.3。

附表 4.3　日本頻率使用費收取機制與目的

頻率使用收費機制	使用費收取用途	頻率使用相關收費	使用費收取目的	核配模式
「a 群」： 1.按頻段分配比例 470MHz 以下 470MHz 以上 3.6GHz 以下 3.6GHz 以上 6GHz 以下 2.按無線電系統分配 3.按無線電臺分配	增加電波使用價值相關事務	頻率使用費	保障所有無線電臺之直接利益，並用以處理及管理頻譜使用	行政控制模式：審核制、評審制
「b 群」： 無線電臺總數平均分擔+無線電臺資料庫資訊量	確保電波使用正當性之必要支出事務			
-	-	-	-	共同使用模式：免執照

資料來源：本研究彙整。

四、歐盟

歐盟根據《歐洲電子通訊法（European Electronic Communications Code, EECC）》進行頻率資源管理，其總體目標為促進歐盟所有公民和企業有效使用網路資源，並透過制定共同規則，為歐盟電信網路服務之監管與發展貢獻[855]。

歐盟頻率申請流程將核配方式大致分為一般授權（general authorisations）及個別使用權（individual rights of use for radio spectrum），一般授權核配為相較個別使用權核配門檻較低之授權，而個別使用權核配須考慮在以提高使用效率為條件下授予，並依成員國核配方式進

[853] 総務省，2022。電波利用料の見直しに係る料額算定の具体化方針。https://www.soumu.go.jp/main_content/000791196.pdf

[854] 総務省，2020。令和 2 年版情報通信白書。https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/n1300000.pdf

[855] EUR-Lex, 2023. Summaries of EU Legislation European Electronic Communications Code. https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/european-electronic-communications-code.html

行收費[856]。

依核配方式分析歐盟頻率使用費，個別使用權為一般授權以外之核配方式，一般授權係以免執照方式釋照，是為共同使用模式。以此推論歐盟個別使用權核配包含行政控制模式或市場導向模式，收取之頻率使用費用途為確保頻率資源之最佳利用。

觀察歐盟頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.4。

附表 4.4　歐盟頻率使用費收取機制與目的

頻率使用相關收費	使用費收取用途	使用費收取目的	核配模式
頻率使用費	確保最佳利用頻率資源	依成員國核配方式進行收費	行政控制模式：個別使用權（考慮以最大限度提高使用效率之情況下授予）
-	-	-	共同使用模式：一般授權

資料來源：本研究彙整。

五、德國

德國主要核配模式可以概括為一般核配與個別核配兩種，係遵循歐盟《歐洲電子通訊法（EECC）》頻率核配方式之分類框架。一般核配通常透過免執照方式釋照，而個別核配則為當一般核配不適用之其他核配模式。德國頻率使用費收取用途係根據《電信法（Telekommunikationsgesetz, TKG）》、《電磁相容法（Elektromagnetische-Verträglichkeit-Gesetz, EMVG）》及《無線電設備法（Funkanlagengesetz, FuAG）》，以促進頻譜有效和最佳使用、電磁不相容干擾處理及市場監督等目的[857]。

根據「電力、燃氣、電信、郵政和鐵路頻率分配特別費用條例（Besondere Gebührenverordnung Bundesnetzagentur – Frequenzzuteilungen, BNetzA BGebV-FreqZut）」[858]，德國頻率使用相關收費主要分為一次性服務費用與年度費用，並根據「頻率使用費規則（Frequenzschutzbeitragsverordnung, FSBeitrV）」[859]向頻率使用者收取

[856] EUR-Lex, 2018. European Electronic Communications Code. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018L1972-20181217

[857] BNetzA, 2024. Frequenzschutzbeiträge. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Grundlagen/Frequenzschutzbeitraege/start.html

[858] Bundesministerium der Justiz, 2021. Besondere Gebührenverordnung der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen für Frequenzzuteilungen (Besondere Gebührenverordnung Bundesnetzagentur - Frequenzzuteilungen – - BNetzA BGebV-FreqZut). https://www.gesetze-im-internet.de/bnetzafreqzutbgebv/BJNR451500021.html

[859] Bundesministerium der Justiz, 2004. Verordnung über Beiträge zum Schutz einer störungsfreien

一次性費用，《聯邦費用法（Bundesgebührengesetz, BGebG）》係規定一次性費用為向頻率使用者收取頻率佔用等公共服務之費用[860]，即行政規費收取之概念；年度費用（jährliche Beiträge）係依照用途別產生之成本收費[861]，以回收執行任務支出成本，即使用規費收取之概念。

以核配模式來看，德國個別核配包括行政控制模式與市場導向模式，透過行政控制模式核配，須繳納一次性費用與年度費用；透過市場導向模式核配，須繳拍賣標金與年度費用，例如：2019 年 5G 的 700MHz 頻譜拍賣[862]，除拍賣標金外，須繳納「頻率使用費規則（FSBeitrV）」規定之年度費用[863]。

觀察德國頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.5。

附表 4.5　德國頻率使用費收取機制與目的

法規	使用費收取用途	頻率使用相關收費	使用費收取目的	核配模式
《電信法（TKG）》	促進頻譜有效和最佳使用、未分配頻率之使用決定、定期檢察分配規定	1. 一次性費用 2.年度費用	確保頻率有效與最佳使用且不受干擾，並用以回收執行任務支出成本	行政控制模式、市場導向模式：個別核配（審核制、評審制、拍賣制、招標制）
《電磁相容法（EMVG）》	電磁不相容處理(干擾處理)、市場監督			
《無線電設備法（FuAG）》	市場監督			
-	-	拍賣標金	反映頻譜經濟價值、使用者收費原則	市場導向模式：個別核配（拍賣制）
-	-	-	-	共同使用模式：一般核配（免執照）

資料來源：本研究彙整。

Frequenznutzung (Frequenzschutzbeitragsverordnung - FSBeitrV). https://www.gesetze-im-internet.de/fsbeitrv/BJNR095800004.html

[860] Bundesministerium der Justiz, 2024. Gesetz über Gebühren und Auslagen des Bundes (Bundesgebührengesetz - BGebG) § 1 Gebührenerhebung. https://www.gesetze-im-internet.de/bgebg/__1.html

[861] 詳請參見「頻率使用費規則（FSBeitrV）」附件 Frequenznutzungsbeiträge und EMV-Beiträge für das。Bundesministerium der Justiz, 2004. Verordnung über Beiträge zum Schutz einer störungsfreien Frequenznutzung (Frequenzschutzbeitragsverordnung - FSBeitrV). https://www.gesetze-im-internet.de/fsbeitrv/BJNR095800004.html

[862] BNetzA, 2019. Frequenzauktion 2019. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Breitband/MobilesBreitband/Frequenzauktion/2019/Auktion2019-node.html

[863] Bundesamt für Justiz, 2021. Verordnung über Beiträge zum Schutz einer störungsfreien Frequenznutzung (Frequenzschutzbeitragsverordnung - FSBeitrV). https://www.gesetze-im-internet.de/fsbeitrv/BJNR095800004.html

六、法國

法國主要核配模式可以概括為一般授權與個別授權兩種，係遵循歐盟《歐洲電子通訊法（EECC）》頻率核配方式之分類框架。一般授權通常透過免執照方式釋照，而個別授權則為一般授權以外之其他核配模式。法國頻率使用費收費依業務類別分為行政機制與市場機制兩種，行政機制係根據不同指標訂定頻率使用費計算參數，例如：頻率數量、頻段及使用者效益等；市場機制則通常用於行動通信業務。

法國規定頻率使用者須繳相關費用，包括國家年費（redevance annuelle domaniale）與年度管理費（redevance annuelle de gestion）。國家年費，又稱執照規費，係根據頻率使用之直接價值收費，即針對頻率使用之直接成本進行回收，以反映頻譜價值，屬於行政規費之收取概念；年度管理費用為支付國家頻譜管理與頻率使用所產生之成本[864]，屬使用規費收取之概念。

以核配模式來看，法國個別授權包括行政控制模式與市場導向模式，透過行政控制模式核配，須繳納國家年費與年度管理費；另，法國公眾開放行動通信業務，須繳納固定金額和變動金額兩部分，固定金額依釋照方式有所不同，如 2.6GHz 頻段以招標方式釋照[865]；或拍賣頻段之拍賣標金，如 2016 年的 700MHz 頻譜拍賣[866]。以拍賣釋出之頻率為例，係透過市場導向模式核配，就概念上而言，固定金額為拍賣標金，即行政規費之概念；變動金額則為使用規費收取之概念。

而拍賣之變動金額為使用頻段提供服務產生之年營業收入總額 1%，須每年繳納一次，為支應頻譜管理之成本，故透過拍賣釋出之頻率須繳拍賣標金與變動金額[867]，即須繳納拍賣標金與使用規費之概念。於公眾開放行動通信業務無須繳納國家年費或年度管理費。

觀察法國頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.6。

---

[864] Arcep, 2023. Barème des redevances de gestion et de mise à disposition des fréquences. https://www.arcep.fr/demarches-et-services/professionnels/les-taxes-et-redevances/les-redevances-dutilisation-de-frequences.html

[865] Arcep, 2022. Guichet d'attribution des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD. https://www.arcep.fr/mes-demarches-et-services/entreprises/fiches-pratiques/transformation-numerique-des-entreprises/guichet-dattribution-des-frequences-de-la-bande-26-ghz-tdd.html

[866] Arcep, 2016. L'attribution des fréquences de la bande 700 MHz. https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/les-frequences-en-france/attribution-frequences-bande-700mhz.html

[867] Legifrance, 2007. Arrêté du 24 octobre 2007 portant application du décret n° 2007-1532 du 24 octobre 2007 relatif aux redevances d'utilisation des fréquences radioélectriques dues par les titulaires d'autorisations d'utilisation de fréquences délivrées par l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes. https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000791516

附表 4.6　法國頻率使用費收取機制與目的

頻率使用收費機制	業務別	頻率使用相關收費	使用費收取目的	核配模式
行政機制	依不同指標訂定參數，如：頻率數量、頻段、使用者效益等	1.國家年費（執照規費） 2.年度管理費	國家年費用以反映頻譜價值、年度管理費用以支付國家頻譜管理與頻率使用所產生之成本	行政控制模式：個別授權（審核制、評審制、招標制）
市場機制	行動通信業務	拍賣標金	反映頻譜經濟價值、使用者收費原則	市場導向模式：個別授權（拍賣制）
-	-	-	-	共同使用模式：一般授權（免執照）

資料來源：本研究彙整。

七、南韓

南韓頻率使用費主要用於頻率相關研究、相關開發資金、無線電頻率管理所需的費用等，以回收頻率管理及頻譜振興之費用[868]。南韓頻率使用費即使用規費收取之概念，為回收頻率管理與頻率相關發展之必要成本，並根據不同服務性質分類計算收費，包括依電信業者別、無線電臺別、頻率別與建立於移動物體上之地球電臺[869]。另外，當頻率使用具經濟價值時，如高經濟價值之商用頻率，須繳納頻率分配費，而當頻率使用有競爭者時，則透過拍賣方式釋出頻率，最後獲得頻率使用者須繳納拍賣標金；若頻率使用無競爭者，仍須繳納頻譜分配費，頻譜分配費金額由政府決定[870]或透過拍賣決定[871]。南韓頻率分配費係透過拍賣繳納，以市場導向模式核配者，須繳納頻率分配費，即南韓之拍賣標金為頻率分配費。

以核配模式來看，透過行政控制模式核配，須繳納頻率使用費；透過市場導向模式核配，須繳納頻率分配費與頻率使用費，例如：南韓於 2018 年 6 月進行 5G 頻譜拍賣（3.5GHz 和 28GHz 頻段）[872]，除

[868] CRMS，n.d。전파사용료。 https://www.crms.go.kr/lay1/S1T40C53/contents.do

[869] 総務省，2016。電波政策 2020 懇談会制度ＷＧ（第２回）。 https://www.soumu.go.jp/main_content/000398967.pdf

[870] 頻率無競爭性時，政府將干預調整最低競爭價格，以減輕業者投資負擔風險。MSIT, 2018. 5G 주파수 경매에 대한 모든 것. https://blog.naver.com/with_msip/221296313233

[871] 総務省，2011。主要国の電波利用料等の概要。 https://www.soumu.go.jp/main_content/000217435.pdf

[872] 総務省，2020。令和２年版情報通信白書。

拍賣標金外，亦須按《電波法執行令》繳納頻率使用費[873]。

觀察南韓頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.7。

附表 4.7　南韓頻率使用費收取機制與目的

頻率使用相關收費		使用費收取目的	核配模式
頻率分配費	頻率分配費（頻率無競爭者時）	適用於高經濟價值之商用頻率，反映頻譜經濟價值	行政控制模式、市場導向模式
	拍賣標金（頻率有競爭者時）		
頻率使用費	1.電信業者別 2.無線電臺別 3. 頻率別 4.建立於移動物體上之地球電臺	回收頻率管理、頻率相關發展之必要成本	

資料來源：本研究彙整。

八、新加坡

新加坡頻率使用費主要分為長期使用之頻率收費與臨時使用之頻率收費，惟本研究探討之頻率使用費為長期使用之頻率使用收費，故僅就長期使用之頻率收費討論。新加坡長期使用之頻率收費又分為一次性申請處理費（Application & Processing Fee）和年度頻率管理費（Annual Frequency Management Fee），一次性申請處理費為回收頻率申請可行性所需成本，為評估頻率申請適用性，屬透過評定程序之收費，即行政規費收取之概念；年度頻率管理費為回收保障頻率安全使用相關活動之成本，即使用規費收取之概念，兩項收費係為回收頻譜管理成本，促進頻譜資源之有效利用[874]。為達成頻譜資源之有效利用，當頻率資源出現需求大於供給等競爭性時，新加坡將採拍賣競價方式釋出頻率，而針對非拍賣之頻譜，以先申請先獲得原則，並依照行政

https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd113230.html#:~:text=3GHz%E5%B8%AF%E3%81%8B,%E9%87%9D%E3%82%92%E7%A4%BA%E3%81%97%E3%81%9F%E3%80%82&text=3GHz,%E7%A4%BA%E3%81%97%E3%81%9F%E3%80%82&text=,%E9%87%9D%E3%82%92%E7%A4%BA%E3%81%97%E3%81%9F%E3%80%82

[873] 韓國政府立法部，2022。전파사용료 산정기준(제 90 조제 1 항 관련) 。https://www.law.go.kr/LSW/flDownload.do?gubun=&flSeq=113352855&flNm=%5B%EB%B3%84%ED%91%9C+8%5D+%EC%A0%84%ED%8C%8C%EC%82%AC%EC%9A%A9%EB%A3%8C+%EC%82%B0%EC%A0%95%EA%B8%B0%EC%A4%80%28%EC%A0%9C90%EC%A1%B0%EC%A0%9C1%ED%95%AD+%EA%B4%80%EB%A0%A8%29

[874] IMDA, 2022. Spectrum Management Handbook. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulation-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/spectrum-management-and-coordination/spectrummgmthb.pdf

成本定價法（Administrative Cost-based Pricing, ACP）或行政誘因定價法（AIP）收取費用[875]。

以核配模式來看，透過行政控制模式核配，須繳納一次性申請處理費與年度頻率管理費；透過市場導向模式，須繳納拍賣標金與年度頻率管理費，例如：2022 年 5G 的 2.1GHz 頻譜拍賣[876]，除拍賣標金外，須繳納年度頻率管理費，以回收頻率活動所需成本[877]。

觀察新加坡頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.8。

附表 4.8　新加坡頻率使用費收取與目的

頻率使用收費機制	頻率使用相關收費	使用費收取目的		核配模式
行政成本定價（ACP）、行政誘因定價(AIP)	申請處理費（一次性）	回收頻率申請可行性所需活動之成本	回收頻譜管理成本、頻譜資源更有效利用	行政控制模式
	年度頻率管理費	回收保障頻率安全使用相關活動之成本		
拍賣機制	拍賣標金	反映頻譜經濟價值	-	市場導向模式

資料來源：本研究彙整。

九、香港

香港頻率使用費分為行政指配頻率使用費與拍賣釐定頻率使用費，行政指配頻率使用費以反映機會成本為主要目的，大致反映頻譜對使用者和社會的價值，就指配頻譜支付相應頻率使用費[878]，即我國的行政規費概念；拍賣釐定頻率使用費以反映頻譜經濟價值為主要目

[875] IDA. 2014. CONSULTATION PAPER ISSUED BY THE INFO-COMMUNICATIONS DEVELOPMENT AUTHORITY OF SINGAPORE PROPOSED AMENDMENTS TO THE TELECOMMUNICATIONS (RADIOCOMMUNICATION) REGULATIONS. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdg/consultations/20141217_telcomregulations/consultationpaper.pdf

[876] IMDA, 2022. Auction of 2.1 GHz Spectrum Rights (2022) for 5G. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-rights-auctions-and-assignment/auction-of-2-1-ghz-spectrum-rights-2022-for-5g

[877] IMDA, 2022. GENERAL RADIO-COMMUNICATION STATION LICENCE (BROADCAST STATION) https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and-Licensing/Licensing/Broadcast/General-Radio-communication-Station/GuideRCBC.pdf

[878] 香港特別行政區立法會，2021。《電訊（頻譜使用費的水平）（以行政方式指配的頻譜）規例》。https://www.legco.gov.hk/yr20-21/chinese/subleg/negative/2021ln061-c.pdf

的，香港透過市場導向模式核配之拍賣頻率，僅須繳納拍賣釐定之頻率使用費[879]，即拍賣標金。拍賣釐定之頻率使用費係透過拍賣程序確定之金額，為透過定額規定之收費，故屬行政規費。

以核配模式來看，透過行政控制模式核配，須繳納行政指配頻率使用費，例如：2018 年 26GHz、28GHz 頻段[880]；透過市場導向模式核配，須繳納拍賣釐定頻率使用費，例如：2020 年的 3.5GHz 頻譜拍賣[881]。

觀察香港頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.9。

附表 4.9　香港頻率使用費收取與目的

頻率使用相關收費		使用費收取目的	核配模式
頻率使用費	行政指配頻率使用費	反映機會成本，大致反映頻譜對使用者和對社會的價值	行政控制模式（審核制、評審制、招標制）
	拍賣釐定頻率使用費	反映頻譜經濟價值	市場導向模式

資料來源：本研究彙整。

十、澳大利亞

澳大利亞係依頻譜執照、設備執照及類別執照三種執照收取相應的頻率使用費。

頻譜執照需透過拍賣、定價、直接分配等方式獲得，係透過市場導向模式釋照，與頻譜執照相關收費包括頻譜接取費與頻譜執照稅。頻譜執照通常透過拍賣方式釋照[882]，故頻譜接取費原則上係由拍賣決定[883]，即拍賣標金收取之概念，屬行政規費；頻譜執照稅以收取年費的方式支付頻譜管理成本，即使用規費收取之概念。

設備執照提供執照持有者於特定區域操作接收設備或發射設備，又分為核配執照及非核配執照兩類[884]，係透過行政控制模式釋照，與

[879] OFCA，2017。就以行政方法指配的頻譜實施徵收頻譜使用費計劃。https://www.legco.gov.hk/yr16-17/chinese/panels/itb/papers/itb20170508cb4-968-1-c.pdf

[880] OFCA，2018。26 吉赫及 28 吉赫頻帶發牌。https://www.ofca.gov.hk/tc/industry_focus/radio_spectrum/administrative_assignment_of_spectrum/26_ghz_and_28_ghz_bands_licensing/index.html

[881] 通訊事務管理局及商務及經濟發展局，2018。通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聯合聲明—關於指配 3.4 – 3.6 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排。https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/481/joint_statement_st_062018_tc.pdf

[882] 根據 ACMA，澳大利亞頻譜執照，近年於實務上透過拍賣方式釋出，包括 850/900MHz 頻段拍賣、26GHz 頻譜拍賣等。ACMA, 2023. Spectrum auctions. https://www.acma.gov.au/spectrum-auctions

[883] Department of Communications and the Arts, 2018. Spectrum pricing—review. https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/spectrum-pricing-review_0.pdf

[884] 根據 ACMA，針對設備執照收費，不論核配執照或非核配都須繳納行政費用、年度執照稅，

設備執照相關收費包括行政費用、年度執照稅[885]。設備執照之行政收費用以回收頻譜管理之直接成本，包括發放執照之費用、續約費用及分期付款費用；年度執照稅則用以回收頻譜管理之間接成本[886]，兩者皆為使用規費收取之概念。

而類別執照提供使用者於共用頻率操作通用無線電設備，無須申請也無須支付任何費用。

以核配模式來看，設備執照透過行政控制模式核配，須繳納行政費用與年度執照稅；頻譜執照透過市場導向模式核配，須繳納頻譜接取費與頻譜執照稅，例如：2021 年 26GHz 頻譜拍賣[887]，亦須應規定繳納頻譜執照稅[888]。

觀察澳大利亞頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.10。

附表 4.10　澳大利亞頻率使用費收取與目的

執照	頻率使用相關收費	使用費收取目的	核配模式
頻譜執照	頻譜接取費（拍賣標金）	回收頻譜管理的直接成本、頻譜供不應求時，用以反映頻譜經濟價值基於價值的費用，通常透過拍賣或透過更新現有執照決定。	市場導向模式
	頻譜執照稅	以收取年費的方式支付頻譜管理成本	
設備執照	行政費用	回收頻譜管理的直接成本	行政控制模式
	年度執照稅	回收頻譜管理的間接成本	
類別執照	-	-	共同使用模式

資料來源：本研究彙整。

十一、中國大陸

中國大陸頻率使用相關收費係根據 1998 年《無線電管理收費規定》，無線電頻率資源為國家所有，係基於使用者原則，有償使用[889]，

如固定點對點核配執照及業餘非核配執照。ACMA, 2024. Apparatus licence fee schedule. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-04/Apparatus%20licence%20fee%20schedule%20%28April%202024%29.pdf

[885] ACMA, 2024. Apparatus licence fee schedule. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-04/Apparatus%20licence%20fee%20schedule%20%28April%202024%29.pdf

[886] 間接成本包括國際協調和國內規劃及干擾管理等。ACMA, 2024. Apparatus licence fee schedule. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-04/Apparatus%20licence%20fee%20schedule%20%28April%202024%29.pdf

[887] ACMA, 2021. 26 GHz band auction results. https://www.acma.gov.au/26-ghz-band-auction-results

[888] Australian Government,2022. Radiocommunications (Spectrum Licence Tax) Determination 2021. https://www.legislation.gov.au/Details/F2022C01062

[889] 中华人民共和国国家发展和改革委员会，1998。《无线电管理收费规定》。https://zfxxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=1875

並促進頻譜有效利用。根據該法，中國大陸頻率管理費用分為註冊登記費、頻率佔用費及設備檢測費。註冊登記費於使用無線電臺、無線電發射設備，辦理註冊登記手續時收取，用於印製無線電臺執照等手續費用，即類似行政規費收取之概念；頻率佔用費針對使用無線電臺者收取，並按年度計算，用於頻率管理相關活動費用，即使用規費收取之概念。另外，設備檢測費為針對無線電發射設備進行檢測時收取，收費標準由中國大陸國家計委、財政部另行訂定[890]。

中國大陸無線電頻率拍賣相關規定係根據《無線電管理條例》，對行動通信等商用無線電使用可透過招標、拍賣方式獲得，透過拍賣獲得頻率須繳納拍賣標金[891]，以反映頻譜經濟價值。

以核配模式來看，透過行政控制模式核配，須繳納註冊登記費、頻率佔用費及設備檢測費，註冊登記費係行政規費收取之概念，頻率佔用費和設備檢測費係使用規費收取之概念；透過市場導向模式核配，須繳納拍賣標金與頻率佔用費，例如：中國移動擁有之 5G 的 2.6GHz、4.9GHz 頻段[892]，除拍賣標金外，亦須按「公眾移動通信系統頻率佔用費標準」繳納相應頻率佔用費[893]。

觀察中國大陸頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.11。

附表 4.11　中國大陸頻率使用費收取機制與目的

法規	頻率使用相關收費		使用費收取目的		核配模式
《無線電管理收費規定》	頻率管理費用	註冊登記費	辦理註冊登記手續時收取	促進頻譜有效利用	行政控制模式
		頻率佔用費	使用無線電臺者收取，按年度計收		
		設備檢測費	對無線電發射設備進行檢測		
《無線電管理條例》	拍賣標金	-	反映頻譜經濟價值		市場導向模式

資料來源：本研究彙整。

[890] 係根據中國大陸《無線電管理收費規定》第九條規定。中华人民共和国国家发展和改革委员会，1998。《无线电管理收费规定》。https://zfxxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=1875

[891] 中华人民共和国中央人民政府，2016。中华人民共和国无线电管理条例。http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/25/content_5137687.htm

[892] 中华人民共和国工业和信息化部，2021。部长信箱 我国开放的 5G 频段。https://bzxx.miit.gov.cn/bzxx/reply/detail?id=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d&appellateId=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d

[893] 中华人民共和国中央人民政府，2018。国家发展改革委 财政部关于降低部分无线电频率占用费标准等有关问题的通知。http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5434042.htm 中华人民共和国中央人民政府，2023。无线电台（站）频率占用费年度收费标准表。http://www.scpc.gov.cn/public/6601881/13890770.html

十二、我國

根據我國《規費法》第 6 條，規費分為行政規費及使用規費。又依第 10 條第 1 款之行政規費定義為：依直接材（物）料、人工及其他成本；使用規費定義為：依興建、購置、營運、維護、改良、管理及其他相關成本。依我國中央政府總預算歲入項目說明提要表，將頻率及電信號碼使用費歸於使用規費收入[894]。而根據《電信管理法》，為有效使用電波資源，應向無線電頻率使用者收取頻率使用費，我國頻率使用費收取之目的為回收頻譜管理行政成本，即使用規費收取之概念。

我國頻率使用費收取方式係依《電信管理法》[895]第 64 條第 2 款，訂定「頻率使用費收費標準」[896]，並依其第 2 條，主管機關根據用途業務別收取對應頻率使用費，用途別分類為：行動通信、專用電信、固定通信、衛星通信、廣播電視、實驗研發電信、行動寬頻專用電信。

以核配模式來看，透過行政控制模式核配，須繳納頻率使用費；根據我國《規費法》第 7 條第 6 款[897]規定，配額、頻率或其他限量、定額之特許得徵收行政規費，我國行動通信拍賣收入係由拍賣程序確定之金額，故屬行政規費，而透過市場導向模式核配，須繳納拍賣標金與頻率使用費，即行政規費與使用規費收取之概念，例如：我國於 109 年進行 5G 的 3.5GHz 頻譜競標拍賣[898]，除拍賣標金外，亦須按「頻率使用費收費標準」繳納頻率使用費。

觀察我國頻率使用費收取機制與目的，整理如附表 4.12。

---

[894] 數位發展部，2024。中華民國 113 年度 中央政府總預算案 數位發展部單位預算。https://www-api.moda.gov.tw/File/Get/moda/zh-tw/f0YdNLoNxKxY18Z

[895] 全國法規資料庫，2024。電信管理法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060111&kw=%e9%9b%bb%e4%bf%a1%e7%ae%a1%e7%90%86%e6%b3%95

[896] 全國法規資料庫，2024。頻率使用費收費標準。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060151

[897] 全國法規資料庫，2024。規費法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=G0340107&kw=%e8%a6%8f%e8%b2%bb%e6%b3%95

[898] 數位發展部，2024。5G 釋照作業規劃及頻譜整備改善措施計畫。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/programs/304

附表 4.12　我國頻率使用費收取機制與目的

法規	頻率使用收費機制	頻率使用相關收費	使用費收取用途	使用費收取目的	核配模式
《電信管理法》第 54 條	「頻率使用費收費標準」；依用途業務別收取對應使用費	頻率使用費	頻率及電信號碼使用費歸於使用規費收入	回收頻譜管理行政成本，並促進電波資源之有效運用	行政控制模式：審核制、評審制、公開招標制
					市場導向模式：拍賣制
	-	-	-	-	共同使用模式：免頻率使用證明

資料來源：本研究彙整。

另，電信事業申請無線電核配，包括行動通信網路頻率核配、新設置衛星通信網路頻率核配等時，依「電信事業申請無線電頻率核配審查收費標準」規定應繳納審查費。然根據《規費法》第 7 條，核配審查費為行政規費之範疇，我國頻率使用費之收費概念為收取使用規費，故不屬頻率使用費之收費。

附錄五　113 年度座談會場次一

第一節　會議記錄

會議主題：我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討
會議日期：113 年 5 月 14 日（二）14:30-17:30
會議地點：財團法人台灣經濟研究院本棟 208 會議室
（台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）
與會者：

與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[899]	
政府機構	• 內政部消防署 • 內政部警政署 • 國家通訊傳播委員會 • 數位發展部
智庫機構	• 財團法人資訊工業策進會 • 財團法人電信技術中心
專家學者	• 張時中 教授（臺灣大學 電機工程學系） • 許超雲 教授（大同大學 電機工程學系） • 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司
設備廠商	• 台灣恩益禧股份有限公司 • 台灣愛立信股份有限公司 • 台灣諾基亞通信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

➢ **數位發展部韌性司羅鍵中科長：**

- 韌性司去年針對 PPDR 進行小規模驗證計畫，主要與消防署及數個消防局合作建置小型核網及進行演練。今年開始於兩年內會擴大驗證範圍，於 6 個縣市的 24 個基地臺進行 PPDR 建置的先期驗證。韌性司於接下來兩年也會與消防署及業者合作，推動 PPDR 建置；PPDR 在國內算是比較新的系統概念。

➢ **財團法人電信技術中心巫國豪主任：**

- TTC 今年執行的案子是延續去年的小規模驗證，並擴大至更多縣市參與驗證，且 TTC 與主辦單位所做的研析蠻接近，主要以國際案例及國內實測進行研析，另外有多做國內實測的整理，可提供韌性司及主辦單位作參考。

[899] 男女比為 27：15（含工作人員）

➢ **財團法人資訊工業策進會李揚副主任：**

- 資策會為資源司做過 PPDR 的初步研究，去年做的研究不如今年般已有多個國家的 PPDR 進展。美國 FirstNet 是可作為參考的案例，它不僅自建網路，也與電信業者 AT&T 合作，而自建全國網路的成本太高，FirstNet 所擁有的 700GHz 頻段的設置地點和商用地點應如何區分是值得考量的。

➢ **內政部消防署資通作業中心吳忠家科長：**

- PPDR 在通訊科是未來可能推動的模式，其寬頻與現有的窄頻應用很不同，政府機關自建 PPDR 網路較為困難，因所需的經費較高，電信業者的基地臺設置位置選地也是問題，例 0403 花蓮地震天祥段多處的通訊中斷，也感謝數位發展部調度低軌衛星為災區連接網路，窄頻無線電可以通訊，而消防無線電因沒有傳統無線電而無法通訊。長官若要瞭解現場狀況則須透過通訊方式進行回報，這是消防署希望突破的地方。

➢ **內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長：**

- 數位發展部的 PPDR 發展有意朝 MOCN 的方向發展，未知目前發展進度如何。關於寬頻、窄頻及後續技術，警政署的警察同仁站的立場是站在使用者的角色上，相關細節要等前提確認下來後再作討論。

➢ **台灣愛立信股份有限公司陳章胤經理：**

- PPDR 目前的建置主要以 4G 為主，也有邁向 5G SA 發展，主要也有資安的考量。5G 更趨成熟完整，使用場景可以做得更好，也是 PPDR 未來幾年的發展方向。
- 我國 PPDR 的使用需求主要是警消，國外使用有些是鐵路控制、海岸巡防等，我國根據國內使用需求做進一步討論。

➢ **台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監：**

- 國際上 PPDR 的確實以 LTE 為主，未來緊急救難應用很廣泛，現在以窄頻、低頻寬語音數據為主，未來包含無人機、自駕車、AR、VR、消防員穿戴裝等，應用會越來越廣泛。國際上美國與歐洲目前討論 5G 技術再演進，應用方面可更廣泛，不要侷限在窄頻，盡量邁向寬頻應用。
- 有關頻譜應用，不管專頻、MOCN 或共享網路都有其獨到之處，就 NOKIA 的角度是專頻有其好處。專頻的好處，首先是較低頻的寬

頻，其涵蓋及穿透力、所需要的站數也比中頻或高頻來得少，建置也更快速及容易。其次是 MOCN 是必要的，它可快速的達到高涵蓋，若單靠國家建設較為困難，與業者合作是必然的。不過在業者未能抵達或沒有基地臺的地方，寬頻可達到應急的功效，這應可列入考量。

➢ **台灣恩益禧股份有限公司周宇騰群副總經理：**

- NEC 在日本有 OPEN RAN 的技術，並提供日本政府作為救災消防應用，較少討論到 PPDR 的議題。NEC 的強項是做 OPEN RAN 的技術，更多著墨軟體平臺應用的開發，如救災韌性平臺，臺灣消防署也有投入類似軟體平臺的應用。NEC 也有很多解決方案，除了緊急救難，也有隧道坍塌、水情監控等，後期再結合低軌衛星應用，情景與應用及軟體的解決方案，未來若各位先進專家有興趣，站在臺日友好角度，NEC 很樂意分享應用場景。

➢ **中華電信股份有限公司張維儒科長：**

- 對一般民眾來而言，有更好的公共安全是民眾所期待的，而對電信業者來說通訊是基礎關鍵及必要條件。從國際發展來看，寬頻及技術上從 4G 到 FirstNet 未來導向 5G 發展，顯現未來技術以 LTE 及 5G 來達成寬頻需求。
- 從頻段上來說，使用及需求上涵蓋是非常重要的，ITU 與國際接軌的角度也有同樣的考量，國際也以低頻段的趨勢為主，國內可考量 694-894MHz 頻段作為 PPDR 的應用。
- 在頻率使用方面，南韓、美國及澳大利亞以專用頻段及共享頻段為主。從頻率使用的效率來看，認同張時中教授曾提到的共享或共用的方式是更有效率的。未來若採用頻率共用共享模式，須強調導入 PPDR 導入單位的優先使用權，以確保頻率使用符合需求。共享模式也可以使用到其他行動通訊的頻段，當需求流量大的時候可達到使用效益。

➢ **台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長：**

- PPDR 應用上的寬頻技術是不得不的方向，而低頻的頻段在涵蓋上也的確有優勢。台灣大的確認為共享頻段會比較有效益，惟低頻畢竟是有限資源，目前 800MHz 頻譜未使用確實很可惜。
- 下一次釋照做整體規劃，若納入整個低頻 600-900MHz 頻段做完整的規劃，讓頻段支援 PPDR 使用及提升臺灣行動通訊的室內涵蓋，類似的綜合規劃對消費者跟有專用需求的警消單位而言是有利的方向。

➢ **遠傳電信股份有限公司賴建良資深經理：**

- 同業先進表達過寬頻是未來的立場，綜觀臺灣發生的天災如 0403 花蓮地震、921 大地震或火車事故，現場所見是電力傳輸所造成的問題，並不是頻率或其他問題。在基地臺存在的情況下，若傳輸與電力無法正常運作會造成當地通訊中斷。0403 花蓮地震臺八、臺九的傳輸中斷，即使電力恢復也無法提供通訊。行動車到現場提空低軌衛星連接，意即傳輸是採用低軌衛星的回傳網路，現場提供 Wi-Fi 訊號，若以此角度去看，搭配高抗害平臺或移動車搭配低軌衛星，或許在某些特定場合下可以克服臺灣特殊的條件和環境。
- 以臺灣目前的情況而言，頻率並不是重點，各家電信業者於 5G 釋照後的容量及使用率上應該不到 20%，意即空間尚大，用戶需求還沒上來。以前述角度去看，中短期 PPDR 的需求應是不急迫的，中長期則是看未來 PPDR 的發展方向。
- 導入 MOCN 技術部分，在數位發展部韌性司及台灣電信產業發展協會領導下，三大電信業於 112 年 10 月執行在南投竹山執行 PPDR 通訊系統演練，使用 TTC 建置的核心網路連接至三大電信業者的核心網路以提供現場通訊。先決條件是回傳網路需完整，電力傳輸是最迫切的需求。

➢ **台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

- 我國 PPDR 政策未成形，除了頻段之外，主管機關與使用情境/使用者會牽動後面的法遵及法律議題。PPDR 頻段有 3 個重要面向包括：（一）PPDR 與行動網路不同，它沒有漫遊，那頻段使用上是否一定要有國際共通標準；（二）韌性司目前執行的概念驗證係使用商用頻段，未來競標得來的頻段若被徵用用於 PPDR，就會連同到應用情景。我國《全民防衛動員準備法（全動法）》允許國家在發生戰爭時緊急徵收頻段用於緊急救難，與警消平時的應用不同；（三）將 PPDR 頻段共享的概念放入即將釋出的新頻段中，就牽涉到需求單位及主管機關是誰，以及適用哪些法律。

➢ **大同大學電機工程學系許超雲教授：**

- 臺灣面對地震、颱風等災害，另有人為疏忽的火災、交通事故等，可考慮落實 PPDR 的產業指標，比如說談到頻段與寬頻應用，政府可鼓勵廠商採用最新技術，並投資生產可與我國寬頻結合的設備如空拍機、生命偵測儀、IoT 等，例如 5G 切片的應用，在發生類似花蓮地震的天災時，就不一定要到緊急呼叫中心蒐集資訊，只要現場有感應器即可回傳資訊到緊急呼叫中心，由 AI 判斷現場應如何

進行救援。PPDR 不是頻譜與設備問題，重點是應用情境及公共資源如何合理使用，以及如何把數據、資訊變成決策。臺灣自許為 ICT 強國，更應把此事做好。日本的自動販賣機皆可充電，在發生地震即可用於充電。臺灣的防災、救災思維需要改變，不應被動的等待結果。

- 其次是技術應海納百川，接受異質性網路的結合。超高頻（Ultra High Frequency, UHF）與甚高頻（Very High Frequency, VHF）向來有無線通訊，而消防署指 0403 花蓮地震時天祥訊號不好，那應回歸到平日應為獨立業餘無線電及民用頻段無線電對講機（Citizens' Band Radio）建構完整的網路。
- 從公用頻段到專用頻段的網路建構，逐步變成有層次的救援系統。不管是聲音通訊、數據傳輸到環境的判斷，才真正對臺灣有幫助。在政策方面，PPDR 涉及跨部會的合作，應由高階主管機關主責管理。

➢ **臺灣大學電機工程學系張時中教授：**

- PPDR 使用寬頻是必然的，應藏利藏安於民。
- 我於 2011 年去拜訪美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission, FCC）及到康乃狄克州領獎。當時日本恰好發生 311 大地震與海嘯，我便向 FCC 及康乃狄克州的災防指揮官請教。當時，美國正開始規劃要用 LTE 網路和頻譜作基礎，同時也在推動第四代通訊網路，並提出兩個誘因機制度的設計。美國聯邦政府希望讓各州 PPDR 通訊互通，FCC 提供的頻譜作為日常商用，並由電信業者負責維護網路及基地臺，惟在發生緊急事故發時頻譜須用於緊急救難。在發生事故時，災防指揮官可用特定帳號徵收網路，以傳送災防訊息，事後再由政府買單，不會讓業者白做。
- 如今美國的做法又更進步，不過基本概念未變，首先要有誘因，其次技術是可行的，而管理制度數十年下來仍是可行的，故要做出適當的投資及建立誘因制度。
- 以災防來說，目前都是談到天然災害，但是可能會有災防基礎建設，破壞關鍵基礎建設，因此對於恐怖攻擊，警察與軍方要合作的時候，我們有沒有阿基里斯腱？據我了解，臺灣數據交換目前可能有阿基里斯腱，根據財團法人台灣網路資訊中心（Taiwan Network Information Center, TWNIC）網路架構資料，可見臺灣就有阿基里斯腱。剛才各位專家分享重點都放在天然災害，可是在反恐、入侵者，甚至是人為惡意造成的問題也是須要考慮的面向。
- PPRD 應用需求這 10 年來進步很多，我們 10 年前在座談會的時候有一個關鍵問題，到底我國 PPDR 需求是怎麼樣？雖然我們都覺得

該有寬頻，這 10 年來有很多新的應用，但到底需求是怎麼樣，目前還不容易看到。預期未來有什麼成長的需求？寬頻未來可以發揮的效益？我們要預估花多少錢？投入多少資源？需求不清楚時，恐怕很難回答要投入多少資源，以及採用哪種技術比較符合需求。

➢ **數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

- ITU PPRD 規定中，軌道系統係為 PPDR 一部分，以臺灣分工來說，海巡也是，不是只有消防、警政。
- 10 年前就已經討論要用寬頻做 PPDR，當時也覺得很重要。寬頻是未來的需求。
- 10 幾年前交通部與國家通訊傳播委員會都認為臺灣專用電信沒有必要佔用頻譜，很多功能使用公眾頻譜就可以做。否則使用專用電信得自己買專用之設備、花費人事成本維護，以及每年還要更新、維修。
- 現在全世界學界所有通信研究聚焦在行動通信（IMT）上，新技術也都會從行動通信出來，雖然近幾年出現衛星議題，我覺得衛星領域最終還是要跟行動通信（IMT）合作，應該是無法避免的趨勢，若從這個角度看，大部分技術都會收斂至行動通信。
- 假設臺灣政府已建置完成一個 PPDR 通信系統，不管是用誘因或其它情境，若建置完成，使用後，若覺得好用，可能會有更多政府機關自行加入 PPDR 領域，政府要拒絕其他單位加入也不太實際，因為政府做的事情大部分跟民眾權益有關，所以 PPDR 我覺得是各個政府應用的集合名詞，並建置在行動通信（IMT）上面。
- 10 幾年前，最有名的臺北捷運鄭捷事件，捷運局員工與駕駛用的是捷運自身的通信專用系統，與警察的通信系統不同，第一線人員要拿著不同話機做訊息傳遞，若是全部建置（build）在行動通信（IMT），則互通性（interoperability）不是問題。
- 行動通信（IMT）下一步新發展，係準備衛星上可以打基地臺信號下來，亦可以派飛行器上去涵蓋某個特定區域，例如氣球與無人機。若災難發生時，我認為可以計算出不同選擇的成本，比如說一個區域（例如花蓮），用飛行器做一個基地臺在上面；亦或是需要每個基地臺都使用 72 個小時的電力備援，哪個會是電信業者的偏好選擇？業者一定偏好在天上飛的飛行器，因為不用平時每天都去維護。
- 102 年改為一覽表以後，長期演進技術（Long Term Evolution, LTE）現在臺灣佔用 1GHz 以下頻段，全部都是在 102 年拍賣的，這些頻段 119 年 12 月 31 日到期。可分為兩部分，一為「誘因設計」，二為「政府的暴力」。「政府的暴力」，例如下次拍賣前，是否可以使 1GHz 頻段以下都要承擔 PPDR 義務，擔負這個平臺，是否有可行

性？也許電信業者不是很喜歡，但有沒有可能未來政府有可能需要強制，使用政府暴力，若未來有可能有這種情形，是否拍賣以前就先綁定義務，而不是取得頻段後才施加義務。對電信業者來說不確定性太高。「誘因設計」是另一部份，我認為那時候的義務是可以討論的。

- 800MHz 上次沒有拍賣，理由是保留給 PPDR 使用，但是 119 年不能再用這個理由，勢必要拍賣 800MHz。若 119 年拍賣不綁義務，以後已經沒有 1GHz 以下低頻段可以拍賣。
- 現在技術日新月異，可以看到所有新的通信發展集中在行動通信（IMT），同時，在物聯網（Internet of Things, IoT）資訊科技的發展，未來一定會發生想都沒想過的情境，純粹檢討現在應用，是否符合未來趨勢？沒人能保證。整個東西通信技術在 IMT 上可能可以用很多資訊科技（Information Technology, IT）應用，例如 AI 特殊資料中心（data center）、電腦中心（computing center），從這個角度來看，就比較不怕未來有什麼新的東西超出我們現在的想像。
- 像美國 FirstNet 以 800MHz 頻段為主，是否符合我國未來的架構？美國 FirstNet 800MHz 目前有使用無人機，也有行動式基地臺，使用衛星來通信。

➢ **內政部消防署資通作業中心吳忠家科長：**

- 針對各位先進所陳述到的應用，先回應許超雲教授的部分，資訊權大概是現場救災同仁最需要的，現場放置哪些可燃性物質或救災的手法，確實可以用 PPDR 技術傳輸到現場，快速做鏈接，掌握到現場狀況。另外，IoT 設備、場域管控與人員穿戴設備等，都是未來會關心的方向，消防署同仁亦關心人員定位追蹤，這些設備可能以 PPDR 的 IoT 技術來處理。
- 在需求部分，救災時經常要用到語音通訊，未來可能可以進階文字、圖片、影像、資料傳輸等，後續應用上會需要的服務，與寬頻技術有密切的關係。
- 專委提到後續或許可以用義務來強制業者提供 PPDR，我認為蠻值得推動。例如消防署自己建立專用電信無線電平臺，警政署都用 Project 25（P25）技術；消防署則使用 3 個協定，包含數位行動無線電標準 P25、下一代數位窄頻（Next Generation Digital Narrowband, NXDN）與數位行動無線電（Digital Moblie Radio, DMR）協定。經常跨機關之間因為協定不同，而產生問題，若透過 PPDR 平臺用業者服務取代也許是可行辦法，而現有的無線電機制還是會保留作為通訊備援。

➢ **內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長：**

- 就技術面來講，本所目前正在建置警政署下一代新型的無線電網路，建置過程中討論到如何與其他單位的無線電單位實現跨部會互通功能。目前嘗試用轉接器進行互通，在試驗中加上轉接器後，警政署無線電系統未來可能可以與消防系統互通，未來引進 PPDR 功能與本身這套系統有什麼競合或差異，將會持續關注。
- 從行政面來講，未來 PPDR 主管機關，警政署一定是潛在參與者，站在工作人員立場，未來 PPDR 團隊建立後，主管機關是誰？跟警政署一樣的工作人員參與者是誰？須釐清彼此之間的權利義務關係，後續的法律規定要有比較明確等，才可以討論細部分工與其它連結。

➢ **台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

- 方才沈專委的話我沒有即時回應後，消防署的長官好像有很大的期待。但是強制電信業者課以義務，這裡可以明確說明，PPDR 絕對不在電信業者義務範圍內。目前只有考慮在《全動法》情況下做概念性驗證（Proof of concepts, PoC），因為預期很大的機率我們的生活很難恢復原本的狀態，很多議題討論，包含資安，大家是省略（bypass）討論，因為預設若需要調動，已是全民皆兵的狀態，但絕對不是幫忙做 PoC 之後就有義務跟強制，因為還是法規的議題。但有沒有可能用既有商用頻段做？要回到警消長官需求，長官是什麼想法？是因為維護太難，所以電信業者幫忙維護？那要如何維護、激勵，以及給予經費？
- 希望由政府單位來研究，若是消防署剛這樣的思考，可以理解，維護這段 PPDR 頻段對於消防署太困難，希望電信業者來維護，但即使是共享頻段，平常一定是切割的，這是有包含資訊需求的問題。
- 臺灣 PPDR 目前政策方向是什麼？應該從源頭釐清，到底是誰需求 PPDR？知道需求單位輪廓後，才可以知道怎麼做，國際案例（例如美國、南韓、澳大利亞）都沒有說裡面沒有電信業者的影子，因此，無論什麼制度電信業者都有可能去協助、去建置維運。
- 以徵收角度看，目前 PPDR 政策還沒成型，現在已拍賣的頻段都沒有 PPDR 義務。台灣電信產業發展協會已跟數位發展部韌性司長官說過，在《全動法》的前提下，我們協助 PPDR 的 PoC，但實際商用無法落地，除非有明確的徵收，而即便是徵收，後續都還須要再討論，所以才會說這兩年做 PoC 並沒有要落地。
- 不過《全動法》前提下，絕對不是消防長官需求，消防長官需求可能是平時的 PPDR。現在不確認使用者的需求是否需要完整的

PPDR？可能是平時包含海巡、國土辦、反恐等單位，可能政府要去盤點所謂這一套 PPDR 網路多少單位需要使用等，才有可能在新頻段規劃出來。對電信業者而言，若 PPDR 有要綁定義務，也要讓電信業者知道義務包含什麼，對於義務、強制給予說明。

➢ **內政部消防署資通作業中心吳忠家科長：**

- PPDR 比較適合跨單位使用，以消防署而言，要規劃其他部會要用的系統不是那麼精確，反恐、國安單位或者海巡會有不同特性與使用需求，那單純就消防署為立場，我們很難去兼顧到其他機關的使用需求，所以我比較認同剛許超雲教授有提到跨部會輔導這部分。
- 對公務機關來講，光用 PPDR 涵蓋全臺灣的公共安全或是救難的通訊需求，光涵蓋成本、後續維護成本，可能都不是消防署有辦法負擔的。其實以消防署來講，目前本機關的編制大概不到 300 個人。其中，消防署資通作業中心承辦加我共 6 個人。實際上，根本不可能去維護這 1 萬座基地臺。
- 就應用需求來講，其實就目前自己的專用電信，無線電大概很大部分是通訊的一個手段，那服務以現在的一些用不管是固網或是現在的一個行動環境的部分，甚至地軌衛星等，也確實有一個比較大的突破，那麼這個救災的通訊孤島的時間會越來越少，第一時間會需要 PPDR 這一塊，目前真的可能還沒辦法取代傳統無線電。
- PPDR 跟無線電有一個很大的差異，PPDR 後續維護費用蠻高的，但無線電相對是便宜很多，我想這也是機關在爭取預算建置系統時的考量因素。

➢ **內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長：**

- 那首先回應主席提問站在警消角度，是否內部已有規劃 PPDR？就警察通訊所目前是沒有提到類似的討論，不確定警政署的其他單位內部是否有談，因為他們不會什麼都知會本所，就目前了解是沒有聽到相關討論。
- 就會議資料，因為他有 LTE 與 5G。那看從這個推測起來未來 PPDR 可能也是要有一定的行動網路，行動網路後面再牽涉到固定網路。就這個部分，我同意消防署科長講的網路規模跟網路數量，會直接牽涉到後續要維運的人力，我們所目前的量能應該是沒有辦法。

➢ **數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

- 假設 PPDR 若好用，每個單位都會說我是 PPDR 的一份子，每一個單位都會說他跟公共安全有關係，包含水利署、氣象局，以及有發災防簡訊的單位等，因此，很有可能不會有主責機關，可能各單位

都會說他們跟公共安全有關，所以不會有一個單位負責去確認各單位的需求是否屬於 PPDR。

- 什麼是適當的義務？例如韌性司的 PPDR 試驗，也許是對於所有得標業者或所有該負擔義務的業者，這些任務、義務可以是支援多業者核心網路（Multi-operator Core Network, MOCN）與支援 6G。因為我們自己可以看 6G 的規格（specification, SPAC），有 6G 規格的時候，現在 4G 叫超可靠低延遲通訊（ultra-reliable and low latency communications, URLLC），到時候又變成一個新名詞，就是你要能夠支援的這些東西，那你要能支援網路切片（network slice），而且你的網路切片要能夠跨網路的切片，這個 6G 應該是可以，我最近看完 3GPP Release 19，所以我相信 6G 應該可以。
- 我希望是在 119 年釋照的時候綁義務，而不要釋照完以後，再去立法加給電信業者義務，那個對電信業者不公平。我們現在可以討論，我亂寫義務電信業者一定不接受，所以重點是我能寫到什麼程度電信業者可以接受。另外，我釋照需要綁義務係因為 119 年標完後，接下來就是 15 到 20 年後才會有釋照和移頻。

➢ **台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

- 距離 119 年，還剩下 6 年，目前沒有主管機關負責 PPDR 我覺得是很奇怪的事情。

➢ **數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

- 我是預計給電信業者一個一般（general）的義務（obligation），並不是僅針對 PPDR。

➢ **臺灣大學電機工程學系張時中教授：**

- 我主要是想請教警消專家，現在警消的專用電信，剛才警消提到說，沒有要用大量的寬頻無線來取代現行的無線通訊。可是我的問題是，在實務上需求上我看到警消應該都有兩個管道，一個是剛才提到傳統的裝備，另外一個是行動通信（IMT）已經在用，只是我們現在有一個名詞叫做 PPDR，那既有這個部分，到底要不要算它叫做 PPDR？
- 我想請教一下，這方面是不是實際上警消已經在使用很多這方面的服務？是否有編列相關預算？目前實際上使用是什麼樣的情況？

➢ **內政部消防署資通作業中心吳忠家科長：**

- 消防機關第一線需要無線電回報現場的狀況，確實也需要寬頻回傳現場影像與資料等，會運用到寬頻的資料，但現在行動寬頻就可以

處理，或者無線可以連接到 Wi-Fi、固網，甚至是低軌衛星等，PPDR 需求只要是現場通訊沒問題，其實都可以達到一樣的效果。

➢ **內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長：**

- 在目前行動通信下，確實有警用自己通訊網路，那其中包含無線電。平常生活上看到的外勤警察，比較常看到拿無線電，不過這兩種都是屬於警政署內部封閉系統，跟目前在討論的 PPDR 寫的天災或極端狀況定義與定位不太一樣。

➢ **數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

- 我跟消防署與警政署意見雷同。使用者可以跟業者談方案，付多少錢就有多少服務。一定不是免費使用，要用的人要付錢給電信業者。現在問題是，要加什麼義務？
- 有沒有可能用戶說要付錢使用系統，業者卻說不支援？
- 建置各單位需求之 PPDR，基於使用者付費概念，如何設定相應使用付費？如何使業者提供服務給需求者？

➢ **大同大學電機工程學系許超雲教授：**

- 許多與災害相關的事皆與 PPDR 相關，電信業者能否開發應用，透過彼此互通通知公共處理等，對救災需求者災害救人要緊，對電信業者又能掌握數據，即大數據對維護社會安全之幫助，我認為電信業者的社會責任遲早會降臨。

➢ **財團法人電信技術中心巫國豪主任：**

- 關注重點為我國 PPDR 應用時間點？這邊提供研究團隊參考 ITU 於 2021 年 12 月發布之 Report ITU-R M229.19-2 報告，臚列許多與 PPDR 相關的應用，建議如果需要更聚焦我國 PPDR 應用的背景跟情境，可以 ITU 的表作為基礎，將我國情境需求臚列出來，或做優先評估。
- 另，REGION3 亞太電信社群有建議，跨境協調頻率亦為重要議題，若發生災害無法第一時間運用救災隊，將會很可惜，建議主辦單位簡報可以再多補強跨境協調頻率這部分。

➢ **財團法人資訊工業策進會李揚副主任：**

- 需要臨時建置之 PPDR 網路之思考，不管從技術、系統整合或需求，都需要另外思考。商網的權利義務於 PPDR 上需要有規範，商網扮演什麼角色？需要協助到什麼程度？臨時建置網路是否有權限問

題？如何做優先設定，也是個複雜的需求。

➢ **台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監：**

- 以設備商的角度，就技術面來說，Nokia 都可以符合，比如跟傳統網路的界接、專用共享頻譜都是符合的，只是維運上會碰到問題，像共享頻譜也必須是獨立核網，也就是 TTC 做的 MOCN 認證。主責機關有責任義務去思考該如何做，即使仰賴行動業者的無線網路。以設備商角度，只要頻率出來，要做專網等，技術上我沒有看到任何問題，只要在國際標準路徑上，我 Nokia 都會努力去符合 IMT 的特性，Nokia 在全世界各國做對於救災人員的人身安全、非人員的救災系統等有很多的經驗。

➢ **中華電信股份有限公司張維儒科長：**

- PPDR 要落地，既有網路是不可行的，需要是新的頻段及新的網路，從建設到維運到演進絕對跟電信業者脫不了關係。要做像 FirstNet 在專用頻率使用可能會有法規問題，如果以新頻率釋照，依據電管法是有釋照可以附加義務，但是要講清楚。不過各單位如何去界定需求，才會有辦法後續計算投資成本與價值。
- 另，釋出的時機點，從釋照觀點，目前我國 700-900MHz 頻段於頻率供應計畫表上都還沒動，如果再加上 800MHz，是否會全部一起釋出？若是可以提早釋出，所有 PPDR 低頻段、中頻段、高頻段，或許可以早一點實現 PPDR。

➢ **台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長：**

- 需要討論 SUB 1G 在釋照附加 PPDR 義務時，需考慮其於室內涵蓋，或發生事件時，都是很好用頻段。不僅是救難，附近民眾也會有與生命財產相關需求，不應整個頻段都給 PPDR，釋照時要考慮受災民眾，比較合適的方式為限制特定頻段讓受災用戶能持續使用。

➢ **遠傳電信股份有限公司賴建良資深經理：**

- 以會後補充的方式提供相關意見。

➢ **數位發展部韌性司羅鍵中科長：**

- 除了去年驗證，接下來兩年會驗證建置 PPDR 用什麼方式較合適？如何呈現在業者的協力角度？韌性司之前並沒有導入這樣的系統，透過驗證，跟 MOCN 方式與消防署或警政單位合作，觀察到其實很多消防單位實際上也會倒入一些穿戴式裝置，也就是說以運用寬

頻優勢這個技術來看，驗證也有其必要性。然在如何定位之前，跟業者、警消同仁等，至少目前潛在使用者一起共同合作，探討怎麼讓 PPDR 需求更明確，才能更順利發展。

➢ **數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

- 數位發展部的任務，產業發展，包含 IMT 的電信產業，站在政府角度需要幫電信業者謀福利，然 PPDR 這個概念，我們一直以來都看得太狹隘，看是不是單靠一套系統？其實任何人想要用到的需求，可能都是使用者。從使用者需求來看，從 0403 來說，只要救火的水能夠進去，透過衛星、IMT、固網等就可以滿足需求，但如果每個專用電信都建自己的系統，對於頻率管理的角度來說是非常浪費資源的。
- 本次討論有個重點，600MHz 這一段目前已經準備好，700、900MHz 頻段 119 年即將到期，回應剛剛中華電信問題，目前規劃至少 117 年就需要啟動，117 年前方案就要出來，我剩不到 3 年，已經非常趕。剩下唯一一段空白卡住了，806-816MHz 兩段加起來上下共 15MHz，如果可以拿出來使用可以給 PPDR、IMT 或其他人，回歸站在政府角度幫電信業者謀福利，能不能活用它，給 IMT 業者使用，業者可以拿到更大的頻段做室內涵蓋、地下搜救等。
- 以電信業者角度，大家希望不要增加成本，也希望開源，以主管機關角度，希望頻率使用效率越大越好，不要再花在一堆專用頻率。我國在考慮建置 PPDR 時，有需要建一套獨立的嗎？還是釋照的時候要先要求一定得支援一定的技術規格，用不用得到都沒關係，要用到時再向設備商開授權？但是至少要準備好在那，不要讓使用者有需求的時候，想要界接卻沒辦法直接來用。讓需求者來使用電信業者網路，每個人都需要通過電信業者的網路，有什麼不好嗎？在臺灣，衛星無法使用，HAPS 成本過高，固網綿密之情況下，IMT 能不能發展出一條路？
- 主責機關是誰是大家最關注的，但我剛剛提到的都跟主責機關無關，而是各部會都做好準備，等待主責機關做決定，或是現在沒有主責機關，但大家照樣搜救，大家做好準備，讓搜救更有效率，傳接球比較快。
- 我不知道從 IMT 角度出發，電信業者能不能在釋照前先整理出需要花費的成本？準備要跟警消介接時，讓他們預期要自己建一套，或透過 slicing 或授權開放，就不用自己建一套。從使用者角度出發，真的有必要自己建一套維運嗎？要這麼多頻率嗎？從 109 到 113 年要做頻率釋照，站在頻率角度就是要使用極大化，不管是固網還是行網，可以委託給專業的人來做。我希望可以藉這個場合來

討論，有沒有要建置一套網路給專用頻率？即使 PPDR 用 800MHz 頻段建專網，對我個人而言都是浪費。所以我認為現在這個時段給 IMT 用是最適合的方式。

➢ **台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

- 我想問科長腦中的圖像是美國還是澳大利亞版本？聽起來已經往澳大利亞走，希望 IMT 所有業者都進來，這會影響到參與的所有業者，凡參與都有義務，也影響到科長提到的介接成本評估，與一家業者介接跟與三家業者介接是不同的，會接三套不同的網路跟頻段，複雜度不一樣。澳大利亞看起來要如何接頻段也不曉得，只是讓業者們都先進來，目前還在發展中的階段。
- 另外，即使是災防簡訊都有一個主責機關，原因是因為我們是民間單位，每個部會都覺得自己重要，不論它社會責任多大，PPDR 一定有優先順序的排列，一定要有主責機關協調，不是電信業者能做的，我們沒有公權力，只能建網路，所以在上位者程序上怎麼跑，都必須在釋照前要有政策規劃，電信業者才會知道有沒有能力承接。而且所有人都想用電信業者網路，但是都不想付錢。

➢ **數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

- 兩者都不是。直接建一套對我來說非常浪費，另外，我自己的想法是，我一直認為對於使用者需求來看，使用者是電信業者很高級的企業客戶，電信業者把網路建好提供給需求者，然後這些企業客戶情況要求會高於一般人。

➢ **台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

- 如果是這樣那就不該納入義務了，如果是企業客戶的概念，主導權是電信業者，電信業者可以決定想跟誰合作，假設是企業客戶電信業者有主導權，但如果又是義務，就很矛盾，因為如果政府有 20 個部會，就必須收所有人，但電信業者沒有這樣的能量，如果是企業客戶，電信業者也有訂價權，那就不用等 117 年，現在有需要就來談，電信業可以馬上報價給需求者。但如果是義務，電信業就是負責建，但政策規則就要制定好，但如果是企業客戶，那跟頻譜義務就應該分離。

➢ **數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

- 我強烈邀請接下來還會辦很多座談會，請各位業者跟副秘書長務必參加。這樣我們後續才有討論的空間，討論到最後才可以把細節都確定。

第二節　意見彙整

一、我國 PPDR 應用情境？

（一）我國 PPDR 需求單位

- 我國 PPDR 的使用需求主要為警消單位，國外有些是鐵路控制、海岸巡防等使用。（台灣愛立信股份有限公司陳章胤經理）
- 國際電信聯合會（International Telecommunications Union, ITU）PPRD 規定中，軌道系統係 PPDR 一部分，以臺灣分工來說，海巡也是，不是只有消防、警政。（數位發展部資源管理司沈信雄專委）
- PPDR 較適合跨單位使用，以消防署而言，要規劃其他部會要用的系統不是那麼精確，反恐、國安單位或者海巡會依據不同特性有不同使用需求。（內政部消防署資通作業中心吳忠家科長）

（二）除天然災害、緊急危難救援作業或偶發性重大緊急事件之需求

- 除災防外，反恐、入侵者，甚至是人為惡意造成的問題也是 PPDR 須考慮的面向。（臺灣大學電機工程學系張時中教授）

二、我國 PPDR 應用需求？

（一）我國 PPDR 未來應用需求

- 現在 PPDR 以窄頻、低頻寬語音數據為主，未來包含無人機、自駕車、AR、VR、消防員穿戴裝備等，PPDR 應用將越來越廣泛。（台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監）
- 資訊權大概是現場救災同仁最需要的，現場放置哪些可燃性物質或救災手法，確實可以用 PPDR 技術傳輸到現場，快速做鏈接，掌握現場狀況。另外，IoT 設備、場域管控與人員穿戴設備等，都是未來會關心的方向，消防署同仁亦關心人員定位追蹤，這些設備可能以 PPDR 的 IoT 技術來處理。在需求部分，救災時經常要用到語音通訊，未來可能可以進階到文字、圖片、影像、資料傳輸等後續應用上會需要的服務，與寬頻技術有密切的關係。（內政部消防署資通作業中心吳忠家科長）
- ITU 於 2021 年 12 月發布之 Report ITU-R M229.19-2 報告臚列許多與 PPDR 相關應用，建議如果需要更聚焦我國 PPDR 應用的背景跟情境，可以 ITU 的表作為基礎，將我國情境需求臚列出來，或做優先評估。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）

（二）我國 PPDR 短期應用需求不高

- 以臺灣目前的情況而言，頻率並不是重點，各家電信業者於 5G 釋照後的容量及使用率上應該不到 20%，意即空間尚大，用戶需求還沒上來。以前述角度去看，中短期 PPDR 的需求應是不急迫的，中長期則是看未來 PPDR 的發展方向。（遠傳電信股份有限公司賴建良資深經理）
- 導入 MOCN 技術部分，在數位發展部韌性司及台灣電信產業發展協會領導下，三大電信業於 112 年 10 月執行在南投竹山執行 PPDR 通訊系統演練，使用 TTC 建置的核心網路連接至三大電信業者的核心網路以提供現場通訊。先決條件是回傳網路需完整，電力傳輸應為最迫切的需求。（遠傳電信股份有限公司賴建良資深經理）
- 消防機關第一線需要無線電回報現場的狀況，確實也需要寬頻回傳現場影像與資料等，會運用到寬頻的資料，但現在行動寬頻就可以處理，或者無線可以連接到 Wi-Fi、固網，甚至是低軌衛星等，PPDR 需求只要是現場通訊沒問題，其實都可以達到一樣的效果。（內政部消防署資通作業中心吳忠家科長）

三、我國公共安全與救難應變通訊系統目前使用（Project25, P25），屬窄頻技術，是否足以滿足 PPDR 應用需求？未來是否維持現有規劃，抑或有調整之需要？

（一）應用頻寬

- 國際 PPDR 以 LTE 為主，但美國與歐洲目前已在討論 5G 技術再演進，應用方面可更廣泛，不應侷限在窄頻，盡量邁向寬頻應用。（台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監）
- PPDR 使用寬頻是必然的，應藏利、藏安於民。（臺灣大學電機工程學系張時中教授）
- 我國 10 年前就已經討論要用寬頻做 PPDR，當時也覺得很重要，寬頻是未來的需求，而未來會有更多政府機關自行加入 PPDR 領域，政府要拒絕其他單位加入也不太實際，因為政府做的事情大部分與民眾權益有關，所以 PPDR 我覺得是各個政府應用的集合名詞，並建置在行動通信（IMT）上。（數位發展部資源管理司沈信雄專委）
- 消防署自己建立專用電信無線電平臺，警政署都用 Project 25（P25）技術；消防署則使用 3 個協定，包含數位行動無線電標準 P25、下一代數位窄頻（Next Generation Digital Narrowband, NXDN）與數位行動無線電（Digital Moblie Radio, DMR）協定。跨機關之間經常因為協定不同而產生問題，若透過 PPDR 平臺用業者服務取代也許是可行辦法，而現有的無線電機制還是會保留作為通訊備援。（內政

部消防署資通作業中心吳忠家科長）

- 警政署目前嘗試用轉接器進行試驗，使警政署無線電系統未來或可與消防系統互通，實現跨部會互通功能，未來將會持續關注引進 PPDR 功能與本身這套系統之差異或競合。（內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長）

四、我國目前保留806-816MHz 頻段與847-857MHz 頻段供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用，該頻段作為 PPDR 應用頻段之可行性與適用性？若作為 PPDR 應用頻段，應採專用頻段、專用網路模式（如南韓），抑或共享頻段、MOCN 模式（如美國）？

- 以頻段來看，PPDR 的使用及需求上涵蓋非常重要，而國際也以低頻段的趨勢為主，我國可考量 694-894MHz 頻段作為 PPDR 的應用。從頻率使用的效率來看，認同張時中教授曾提到的共享或共用的方式是更有效率的。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 台灣大哥大認為 800MHz 頻譜未使用確實很可惜，若下一次釋照將 600-900MHz 低頻段做完整規劃，讓頻段支援 PPDR 使用及提升臺灣行動通訊的室內涵蓋，類似的綜合規劃對消費者跟有專用需求的警消單位而言是有利的方向。此外，台灣大哥大認為以共享頻段會比較有效益，惟低頻是有限資源。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- 800MHz 上次沒有拍賣，理由為保留予 PPDR 使用，但是 119 年不能再用這個理由，勢必要拍賣 800MHz。然以國際案例來看，美國 FirstNet 以 800MHz 頻段為主，是否適用我國未來的架構？（數位發展部資源管理司沈信雄專委）
- 就 NOKIA 的而言，專頻有其好處，首先是較低頻的寬頻，其涵蓋及穿透力、所需要的站數也比中頻或高頻來得少，建置也更快速及容易。其次為 MOCN 模式是必要的，它可快速的達到高涵蓋，若單靠國家建設較為困難，與業者合作是必然的，不過在業者未能涵蓋或沒有基地臺的地方，寬頻可達到應急的功效，這應可列入考量。（台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監）

五、我國 PPDR 若採共享頻段、與多家業者合作之模式（如澳大利亞），應考量與留意的面向為何？

（一）加強規範 PPDR 導入優先使用權

- 未來若採用頻率共用共享模式，須強調 PPDR 導入單位的優先使用權，以確保頻率使用符合需求。共享模式也可以使用到其他行動通訊的頻段，當需求流量大的時候可達到使用效益。（中華電信股份有限公司張維儒科長）

（二）跨境協調頻率

- REGION3 亞太電信社群有建議，跨境協調頻率亦為重要議題，若發生災害無法第一時間運用救災會很可惜。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）

（三）維運分工議題

- 以設備商的角度，技術面 Nokia 都可以符合，比如跟傳統網路的界接、專用共享頻譜都是可以達成，只是維運上會碰到問題，像共享頻譜也必須是獨立核網，也就是 TTC 做的 MOCN 認證。另外即使仰賴行動業者的無線網路，主責機關仍有責任義務去思考該如何做。（台灣諾基亞通信股份有限公司張均百企業客戶業務總監）

（四）驗證/需求測試之必要性

- 透過驗證 MOCN 的方式與消防署或警政單位合作，觀察到其實很多消防單位實際上也會倒入一些穿戴式裝置，也就是說以運用寬頻優勢這個技術來看，驗證也有其必要性。（數位發展部韌性司羅鍵中科長）

六、其他建議？

（一）PPDR 應用情境與公共資源有效利用

- PPDR 不是頻譜與設備問題，重點是應用情境及公共資源如何合理使用，以及如何把數據、資訊變成決策。臺灣自許為 ICT 強國，更應把此事做好。日本的自動販賣機皆可充電，在發生地震即可用於充電。臺灣的防災、救災思維需要改變，不應被動的等待結果。（大同大學電機工程學系許超雲教授）

（二）應建立/設計誘因制度

- 美國聯邦政府希望讓各州 PPDR 通訊互通，FCC 提供的頻譜作為日常商用，並由電信業者負責維護網路及基地臺，惟在發生緊急事故時，頻譜須用於緊急救難。災防指揮官可用特定帳號徵收網路，傳送災防訊息，事後再由政府買單，不會讓業者白做。（臺灣大學電

機工程學系張時中教授）

- 「誘因設計」是另一部份，我認為屆時頻譜拍賣的附加義務是可以討論的。（數位發展部資源管理司沈信雄專委）
- PPDR 絕對不在電信業者義務範圍內，目前只有考慮在《全民防衛動員準備法（全動法）》情況下做概念性驗證（Proof of concepts, PoC），對電信業者而言，若 PPDR 要綁定義務，也應詳細說明要讓電信業者知道義務包含什麼，要如何維護、激勵，以及給予經費。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

（三）頻譜釋出規劃

- 政府應盤點 PPDR 網路多少單位需要使用，且是否需要完整的 PPDR 才有可能在新頻段做規劃，另 PPDR 與行動網路不同，它沒有漫遊，那頻段使用上是否一定要有國際共通標準？。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 目前我國 700-900MHz 頻段於頻率供應計畫表上都還沒動，如果再加上 800MHz，是否會全部一起釋出？若是可以提早釋出，所有 PPDR 低頻段、中頻段、高頻段，或許可以早一點實現 PPDR。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 600MHz 這一段目前已經準備好，700、900MHz 頻段 119 年即將到期，目前規劃至少 117 年就需要啟動頻譜釋出規劃，806-816MHz 兩段加起來上下共 15MHz，若可拿出來使用，可以給 PPDR、IMT 或其他人。以主管機關立場，希望頻率使用效率越大越好，若每個專用電信都建立自己的系統，對於頻率管理而言是非常浪費資源的。（數位發展部資源管理司陳威呈科長）

（四）PPDR 未來收費方式

- 基於使用者付費概念，電信業者建置各單位需求之 PPDR，如何設定相應使用付費？如何提供服務予需求者？（數位發展部資源管理司沈信雄專委）

（五）PPDR 法遵及法律議題

我國 PPDR 政策未成形，除了頻段之外，主管機關與使用情境/使用者會牽動後面的法遵及法律議題：

- 數位部勒性司目前執行的概念驗證係使用商用頻段，未來競標得來的頻段若被徵用用於 PPDR，就會連動到應用情景。我國《全動法》允許國家在發生戰爭時緊急徵收頻段用於緊急救難，與警消平時的應用不同；
- 將 PPDR 頻段共享的概念放入即將釋出的新頻段中，就牽涉到需求

單位及主管機關是誰，以及適用哪些法律。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

（六）頻譜拍賣設定附加義務

- 下次頻譜拍賣前，是否可以使1GHz頻段以下都要承擔PPDR義務，擔負這個平臺，是否有可行性？也許電信業者不是很喜歡，但有沒有可能未來政府有可能需要強制，或是否119年拍賣以前就先綁定附加義務，而不是取得頻段後才施加義務。什麼是適當的義務？例如韌性司的PPDR試驗，也許是對於所有得標業者或所有該負擔義務的業者，這些任務、義務可以是支援多業者核心網路（Multi-operator Core Network, MOCN）與支援6G。（數位發展部資源管理司沈信雄專委）
- 專委提到後續或許可以用義務來強制業者提供PPDR，我認為蠻值得推動。（內政部消防署資通作業中心吳忠家科長）
- 要做像美國FirstNet在專用頻率使用可能會有法規問題，如果以新頻率釋照，依據電管法是有釋照可以附加義務，但是要講清楚。不過各單位如何去界定需求，才會有辦法後續計算投資成本與價值。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- Sub 1GHz在釋照附加PPDR義務時，需考慮其於室內涵蓋，且不應整個頻段都給PPDR，釋照時要考慮受災民眾，比較合適的方式為限制特定頻段讓受災用戶能持續使用。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）

（七）PPDR主責機關界定

- 若PPDR頻段共享的概念放入即將釋出的新頻段中，即牽涉到需求單位及主管機關，即使是災防簡訊都有一個主責機關，原因是因為我們是民間單位，每個部會都覺得自己重要，不論它社會責任多大，PPDR一定有優先順序的排列，一定要有主責機關協調，不是電信業者能做的，我們沒有公權力，只能建網路，所以在上位者程序上怎麼跑，都必須在釋照前要有政策規劃，電信業者才會知道有沒有能力承接。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- PPDR涉及跨部會的合作，應由高階主管機關主責管理。（大同大學電機工程學系許超雲教授）
- 未來PPDR主管機關，警政署一定是潛在參與者，站在工作人員立場，未來PPDR團隊建立後，主管機關是誰？跟警政署一樣的工作人員參與者是誰？須釐清彼此之間的權利義務關係。（內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長）
- 很有可能不會有主責機關，可能各單位都會說他們跟公共安全有關，

所以不會有一個單位負責去確認各單位的需求是否屬於PPDR。(數位發展部資源管理司沈信雄專委)

(八)維運成本評估

- 以公務機關而言,光用 PPDR 涵蓋全台灣的公共安全或是救難的通訊需求,光涵蓋成本、後續維護成本,可能都不是消防署有辦法負擔的。而 PPDR 與無線電最大的差異為 PPDR 後續維護費用高昂,但無線電相對便宜很多,這也是機關在爭取預算建置系統時的考量因素。(內政部消防署資通作業中心吳忠家科長)
- 我同意消防署科長講的網路規模跟網路數量,會直接牽涉到後續要維運的人力,我們單位目前的量能應無法負荷。(內政部警政署警察通訊所陳嘉裕科長)
- 電信業者能不能在釋照前先整理出需要花費的成本?準備要跟警消介接時,讓他們預期要自己建一套,或透過 slicing 或授權開放,就不用自己建立一套。(數位發展部資源管理司陳威呈科長)

第三節　簽到表

台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討座談會 場次一簽到表			
時間：民國 113 年 5 月 14 日　下午 14:30 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）			
單位名稱	**姓名 （按姓名筆畫順序）**	**職稱**	**簽名處**
臺灣大學 電機工程學系	張時中	教授	張時中
大同大學 電機工程學系	許超雲	講座教授	許超雲
台灣電信產業 發展協會	劉莉秋	副秘書長	劉莉秋

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充
我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討座談會
場次一簽到表

時間：民國 113 年 5 月 14 日 下午 14:30
地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室
（台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）

單位名稱	簽名處
財團法人台灣經濟研究院	陳恩元 蔡孟珂 陳怡安 藍金枝 莊雅晴 王品予 吳小仲

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討座談會 場次一簽到表	
時間：民國 113 年 5 月 14 日 下午 14:30 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室（台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱 （按姓名/名稱筆畫順序）	**簽名處**
國家通訊傳播委員會	
數位發展部	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討座談會 場次一簽到表	
時間：民國 113 年 5 月 14 日 下午 14:30 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱 （按姓名/名稱筆畫順序）	**簽名處**
內政部消防署	吳忠容 劉嘉文
內政部警政署	陳嘉欽 林安正 [illegible]

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討座談會 場次一簽到表	
時間：民國 113 年 5 月 14 日 下午 14:30 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱 （按姓名/名稱筆畫順序）	**簽名處**
財團法人資訊工業策進會	李[illegible] [illegible] 姚家[illegible]
財團法人電信技術中心	賴[illegible] [illegible]

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討座談會 場次一簽到表	
時間：民國 113 年 5 月 14 日 下午 14:30 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
中華電信股份有限公司	張[illegible] 朱怡靜 洪書[illegible] [illegible]
台灣大哥大股份有限公司	彭振[illegible] [illegible]
遠傳電信股份有限公司	黃漢臣 楊[illegible] 陳睿承 賴建良 徐子[illegible]

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國公共安全與救難應變通訊系統適用頻率探討座談會 場次一簽到表	
時間：民國 113 年 5 月 14 日 下午 14:30 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
台灣恩益禧股份有限公司	
台灣愛立信股份有限公司	
台灣諾基亞通信股份有限公司	

第四節　照片



附圖 5.1　各界踴躍參加座談會



附圖 5.2　座談會現場情形

附錄六　113 年度座談會場次二

第一節　會議記錄

會議主題：我國高空平臺（HAPS）與高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）之頻譜需求及管理機制之探討
會議日期：113 年 8 月 15 日（四）14:00-17:00
會議地點：財團法人台灣經濟研究院本棟 208 會議室
（台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）
與會者：

與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[900]	
政府機構	• 數位發展部
智庫機構	• 工業技術研究院資訊與通訊研究所 • 財團法人電信技術中心
專家學者	• 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會） • 魏學文 教授（暨南國際大學電機系）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

➢**財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：**

●我從另外的角度提供一下產業的經驗、技術以及 WRC 的狀態更新，希望可以幫忙觸發不同想法跟看法。我們的 agenda 主要分三個部分，第一個部分包括產業發展跟技術上所觀察到一些技術的意義；第二部分跟各位分享我參加相關會議得到的資訊以及未來發展；最後會把我的看法跟建議綜整分享。

●從產業面來講，HAPS 和 HIBS 服務可以分成不同面向。從服務特性來看，它跟一般的行動通訊服務一樣，屬於長時間的通訊，是 long duration，在天空上飛可以飛至少幾天、幾星期或幾個月到年的通訊服務。它的高度不像衛星可以在低軌的高度，它的高度是在平流層的高度，大概 20 公里至 50 公里左右，這樣的特性導致它服務的種類跟行動通訊的特性會有些不一樣。它在高空的狀況，不像飛機一樣要飛哪裡就飛哪裡，是透過一些高空氣流順應它的方向進行飛行。

●另外，HAPS 和 HIBS 通常是非專用的軌道，並且取決於飛行器的種類；飛行器種類可以定義為氣球或飛船，不同飛行器種類在高空中滯空的時間、飛行高度，跟行進軌跡都會不一樣，引發出適用的行動通訊跟 HAPS、HIBS 的服務會非常不一樣。它也會有一般傳統飛

[900] 男女比為 14：14（含工作人員）

行器起飛、降落的感覺，跟它的飛行器種類也會有很大的關係，像氣球和飛船的起飛、降落是完全不一樣的。佈建 HAPS、HIBS 服務的時候，需要特別考量到這幾個差異，而跟傳統服務不一樣的是，它的飛機在飛行時沒有飛行員，基本上是自主地在空中飛行，然後經由一個設定的軌道，或是經過地面上的遠端控制，可以稍微做調整。

- 在實務上，會根據它飛行高度、特性跟飛行器種類的不一樣，產生出不一樣的實務議題。我簡單整理一下，它的飛行高度在平流層，會有濕度跟雨水等問題。這表示飛行在高空中維持它的服務，跟它服務所受到的影響都會不一樣。平流層會有紫外線、雷電天氣的干擾影響，這都是在實施固定量服務時所需要考量的議題，因為它是無人機在天空上，所以也有補給跟續航力的問題，從天空上往地上打無線電訊號的時候，會受到它下面的飛行器，或是它下面的雲層或雨層，會多一些無線電的干擾。也因為它在高空中發射範圍是不可控的，所以訊號遮蔽影響跟頻率相對的干擾都是值得注意的議題。
- 剛剛三點差異部分，就會有飛行器飛航安全以及高空中提供通訊平臺的平臺認證相關問題。我這邊取得 ITU 的 contribution 圖跟大家做分享，紅色部分是在地面上傳統行動通訊基地臺跟網路跟手機之間的通訊範圍，高空平臺飛到天空上是藍色框所框起來的部分。通常以產業紀錄上來看，平臺佈建者應該會跟地面上行動通訊是不同業者，當然不排除行動通訊業者同時也是平臺佈建者，但是因為它牽涉到不同的專業、營運跟服務，所以我們在討論技術問題時，把它分開來討論會比較清楚。因為是不同營運的服務，營業管理部分也會跟傳統地面上行動通訊有些不一樣。此外飛機在天空上飛所造成對生態干擾的影響，也是 ITU 特別提醒大家的。
- 飛機在天空上飛的軌道可能是特定或是不特定的，所以會有飛航器的導航聯繫跟空中交管的一些問題，這部分就是我把我這邊所 survey 到的一些非常 high-level 的資訊給大家做參考。將來如果數位部要佈建防災的時候，這些議題可能都需要稍微注意一下，不一定會面臨到，也不一定要解決，但是我們至少要知道相關議題。
- ITU 的部分，這邊做一個簡單的釐清。HIBS 最早是在 WRC-07 resolution 221 裡面特別提到 HAPS，原本是在 Fixed Service 的服務裡面，特別提到要開放在 HAPS 上提供給 IMT 服務，其實在這個時間點還沒有 HIBS 的名詞出現，他只是說 HAPS 可以提供 IMT 的服務，沒有提到那是 Base Station 還是其他的。也因此 WRC-07 之後，發展到 WRC-19，2019 年產業慢慢成型，才會在會議上有 247 決議，要 ITU 跟產業共同討論，把 IMT 的 Base Station 放在 HAPS 上面的

話，會產生什麼問題、如何透過法規來促進這樣產業的實現。所以 HIBS 名詞第一次出現在世界上是在 WRC-19。

- 就如剛才台經院團隊研究分享，2023 年做了非常多決議，包含 213、218、221 決議，分別針對不同的 band 有它不同的使用狀況跟限制。HIBS 將繼續往後走，在 2027 年的時候，有新的 Direct to Device。衛星要從高空中打到地面上的行動通訊。高空打到地面上的特性其實跟 HIBS 高空打到地面非常接近，只是高度不一樣。所以 ITU 就是基於 HIBS 的服務，從通訊特性去做研究，希望研究成果不管是 Spectrum Location、Shared Study 或其他的應用，能夠應用在未來 D2D 的設備上，所以現在 ITU 已經開始做基於 HIBS 通訊特性的研究。
- 在右邊的話，跟各位做一下分享，說不定 5D 已經決定開始 Initial HIBS Study，這上面的頻率就如同剛剛台經院研究團就報告的這幾個頻率，後面部分的話也會有 WRC-27 相關於這幾個頻率所牽涉到的無線電服務，分別影響到不同 working party 的不同技術跟服務。4C 的部分就是剛剛提到的 Direct to Devices 行動衛星的部分，7B 是 Progression 的部分，W5D 在這次的 6 月的會期裡面，因為研究剛開始有受到非常多的討論，目前還在討論當中。初步的結果是在這份報告裡面會包含一些 topic，會有 HIBS Based Station 相關參數，還有 HIBS Definition 系統的參數，證明跟系統會有一些不一樣，至少從法規角度來看會有一些不一樣，所以要分開來討論。還有在系統建置之下的相關參數，當然也會包括一些產業跟國家佈建經營也會在這個報告裡呈現。這東西就是進行中，現在只是開端。
- 特別跟各位做一下註解，在正式會議裡做了一個非常大的決議，HIBS 就是 as Base Station 被放在天空上，因為它被放在天空上，所以它所受到的保護應該會跟地面上的 Base Station 是一樣的。這是一個非常重要的突破，因為 Base Station 在地面上保護跟高空上保護其實是不同的 case，只是大家在研究之前先把這定調下來，只要是在 Base Station 受到保護就是一樣，一樣是-6dBw，會藉由這樣的假設和共識發展後面的討論，包括研究團隊提到有害干擾、不可以干擾到別人。在文字上都看得非常清楚，可是不知道裡面是什麼東西，就會取決於怎麼定義有害干擾、不可侵害的干擾，接下來這份報告會慢慢發展，有機會在年底或後年初的時候面世。
- 基於前面的資訊分享，簡單回應台經院團隊所關切的問題，應用面會有非常多的議題跟挑戰，都是發展 HIBS 服務或是規管時值得注意的事項。
- 頻率分配的部分，剛剛提到 WRC-07 就已經開始討論，其實它這個頻率跟應用跟服務已經發展很多年，而且現在 WRC-23 已經有決議，所以納入我們頻率分配表裡面我想這是沒有問題的，只是我們這邊

特別提及 ITU-R 針對 HIBS 頻率有非常多的研究正在進行當中，所以一旦要寫進去的話，也必須要考量這些相關的無線電可能受到的頻段跟影響。這是在寫到頻率分配表需要注意的，因為寫進去就不能動，所以這必須要稍微謹慎一點。

●釋出的部分，若數位部要去做釋出的評定，其實會有細節需要在裡面去做詳細的探討，這樣大家才能夠去 follow，ITU 這邊也是有些系統性的研究跟關注議題的發展，也是非常值得大家做參考。

●若要比較確定一點，資訊會定調下來可能是在 WRC-27 之前，可能就是 2026 年會有多一點的資訊做參考。至於其他部分，剛剛提到不管是 HAPS 還是 HIBS，它其實會有非常多的議題，不只是無線電，包含營運或是安全，有非常多的議題。建議討論這議題的時候，看可不可以邀請其他相關部會做整體性的討論，才能夠一次把相關問題解決，以上就是工研院簡單的分享跟報告，謝謝大家。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●另外，想請教工研院林經理，工研院有做飛行船的實驗，是貴所嗎負責的嗎？請跟我們分享一下。

➢財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：

●飛行船是工研院在 50 週年做廣告用的，我不確定有沒有做飛行船實驗，但是我非常確定我們機械所有在做無人機，不確定是不是把無人機的應用和技術放到飛船上。

➢財團法人電信技術中心巫國豪主任：

●今年 TTC 執行數發部計畫是高空平臺載具驗證，跟工研院的材料所合作，要做出不會因為氣壓爆炸或壞掉的高空平臺載具。飛機船載具是工研院材料所製作，TTC 則負責通訊模組。

●議題一有關情境的部分，我們有訪談日本 SoftBank，如台經院簡報裡面提到有固定翼式跟氣船式，基本上 SoftBank 是用固定翼式，最主要的原因是著眼目標比較長遠，載具本身可以更進一步的移動，有跨境的能力；而氣船型、氣球型亦可移動，只是可能會受限於氣流，在綁著繩子時，基本上固定不動的機率較高，這是固定翼式跟氣球式最大的差別。固定翼式包括 SoftBank、法國 Airbus 都有，但是費用非常高。

●若回到臺灣的使用情境來看，其實在都會區，甚至偏鄉地區的涵蓋都很高，我想可能只有一些山區、海事、漁船、船舶通訊有寬頻需求，比方說同仁要去澎湖或蘭嶼玩，也許出海不到 100 公尺訊號就有點薄弱，因此，未來 HAPS 和通訊平臺可以作為服務涵蓋的補充

用途，以及在災防時使用，以上兩點是使用的應用情境。

- 在研究 HAPS 時，有蠻多議題會牽涉到《民航法》，因為《民航法》對於東西能否升空？會不會影響航道？氣船會不會算是空中的障礙物？或是氣船算是飛行器？《民航法》應該都有相關的規範。
- 台經院團隊已經有整理納入頻率分配表是很好的參考。
- 有關 HAPS 跟 HIBS 頻率核配，我建議先從使用情境做思考。如果 HAPS 著眼在防災或是涵蓋補充，或許它的執照持有者、業者可能跟專用比較有關。如果以行動通信來講，要再去投資 HAPS 的機率應該不高，可以聽聽看行動業者的建議；我想可能投資 HIBS 基地臺的機率可能會比較高一點。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

- 剛剛您提到有去拜訪 SoftBank，是看他的飛行船實際使用？還是單純問他們飛行船的應用？

➢財團法人電信技術中心巫國豪主任：

- 我們是做初步線上會議交流。

➢台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理：

- 針對應用情形，高空載具發射無線電我們將它視作涵蓋補充，發射訊號下來做一般服務的涵蓋補充，或者是用於緊急救助區域。
- 我們現在跟少數幾家國際業者討論。第一個問題是成本高；第二個是基地臺設備還是放在高空上，現行法規很難進行審驗。尤其設備的所有權是業者，設備應該是會跨國使用，設備沒有辦法進行先審驗才發射。另外，HAPS 不是在一般商業航道上面飛行，它是滯留數 10 天在平流層約 30 至 50 公里的高空。
- 當初規劃應該是機隊，就是一臺下去之前，另外一臺會先上來，這種方式跟一般航空申請不太相似，所以很難進行。當初評估的時候困難重重，譬如法規、成本，可思考我們是否要作為涵蓋來使用？

➢中華電信股份有限公司張維儒科長：

- 第一個，以專用方式去處理，在頻段上 HIBS 應該會跟行動通訊的頻率是相同的，這邊建議使用 1.8GHz 沒有用到的 20MHz、10MHz 頻段，或許對於其他行動通訊網路頻率的干擾就比較不會有問題；第二個，如果 HAPS 形式用固定式的話，跟衛星的頻率可能有部分重疊。在頻段選擇上，可以先避開跟衛星重疊的頻段，畢竟兩種都在天空中，並且到地面的訊號強度都很弱。
- 若走到商用，同樣針對這兩個形式，我們認為 HIBS 也許就是一個

行動網路的延伸，就像一個行動基地臺在空中，所以大概就是跟行動執照釋出的規管，允許基地臺設在空中使用，畢竟是行動業者自己使用自己的頻率，所以干擾的問題，以及使用的區域等，應該是業者自己要處理的問題。

- 第二個，如果是釋出 HAPS 的形式，看起來就比較像衛星固定的應用，也許可以朝評審制執照釋出做思考。

➢遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理：

- 針對應用面，會覺得是先以災防優先，或者是把它當作是中繼站，或者是基地臺，都是保持這種開放的態度。那相較於台哥大先進所說的，有跟國際廠商來去做 HAPS 的研討，我們跟台哥大比較不同的地方是，我們沒有做到所謂 HAPS 研討，我們有跟一些 global 的廠商做衛星測試，放在行動車上面，兩家的方向比較不一樣。
- 頻率分配提到在 694MHz、960MHz、1710MHz、1980MHz、2110MHz、2100MHz 和 2600MHz 頻段，基本上都是業者標得的頻段。所以我們建議 HAPS 或 HIBS 頻段，不可對於現行業者的頻段造成干擾。如果要把它納入中華民國頻率分配表裡面，基於 WRC 已經有把它列入，這邊是沒有意見，我們建議就把它列入到備註欄。
- HAPS 跟 HIBS 我們公司內部思考應該是為公共電信網路的延伸，就如同中華電信先進所說的，這是基地臺的一個概念，所以 ITU 在 2019 年的 247 號決議，已經研擬把 HIBS 視為行動基地臺的概念，並研擬將這個地面行動基地臺使用相同的頻段。我們建議頻段方面，不希望在額外新增特別頻段去做標售，就先用電信業者既有的頻段來做，所謂 HAPS 或 HIBS 的研討或實驗；第二，我們會把它視為中繼或是基地臺延伸領域。
- 應該是以現行法規去做規管。在公眾電信網路或專用電信網路的範疇下，如果有其他業者要做，或是外來的業者想要去做所謂 HAPS 或 HIBS 的業務，那他一定會連接到公網，若是連接到公網，希望是採取跟電信業者相同服務、相同管制的做法，這是最重要的一點。
- 另外，是否要把 HAPS 或 HIBS 納入網路設置計畫跟電臺設置規劃書裡面？我們建議以獎勵的方式讓業者去做建設，而非把他寫到網路設置計畫跟電臺設計規劃書裡面，因為有可能會變成建設義務，變成業者必須要達到，或者說指定要蓋到多少數量。
- 若今天新頻段釋出，是不是要達到建設義務？如同台哥大先進所說，成本和建制費用較高且不易，比較難有後續發展。假設未來要標售頻譜給 HAPS 或 HIBS 使用，建議不要有建設義務。

➢台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：

●針對 HAPS 或 HIBS，我覺得電信業者並不會把它視為沒有需求。尤其是數發部一直提醒業者要提高韌性，在網路建設的韌性上，包含衛星的參與，還有 6G 開始要做 3D 的建設，也不斷地讓我們開始意識到整個技術發展已經從 2D 的平面式建設狀態要往立體的方向靠近。

●業者有在做高空訊號的補給，例如雷虎科技在訊號中斷的山區、113 年花蓮救災時，承載 10 公斤的 small cell，透過高空進行通訊傳輸。

●業者開始意識到，如何讓訊號從 2D 走上 3D，HIBS 就是未來技術的發展。正因如此，對於我們所標得的頻譜，業者並沒有畫地自限只做放在建築物上的基地臺建設，往上延伸的 HIBS 也會是業者未來規劃的方向。

●工研院林經理提及目前頻譜市場的相容性問題還在討論，尤其在高空去做 HIBS 基地臺建設訊號的傳遞，干擾問題就會越複雜。我們會認為就我們之前所標的行動寬頻的頻段，提供全區的服務，沒有說基地臺建設高度限於多少高度之下，會期待原本所擁有的行動寬頻頻段，向上延伸的 HIBS 都是可以做建設的部份，是最單純的方式，完全是原有的使用者透過補充的方式，可以去做變更網路設施計畫跟電臺的規劃書來做 HIBS 建設。當既有的電信業者受《電信管理法》規管，做基地臺 HIBS 的建設是非常單純的方式。

●若釋出新頻段，可能就會越來越複雜。新的頻段釋出他是做行動寬頻使用？還是只做 HIBS？或只做 HAPS？是用拍賣或審議？如同中華電信張科長做的補充，複雜度會很高。需思考做 HIBS 是不是就用本土的？不過 HIBS 其實也有辦法做到跨國的。

●若是三家行動寬頻業者使用，是最單純的狀態；如果當有新頻段釋出時，那麼取得頻段的人，需不需要根據《電信管理法》做電信事業登記？有沒有外資限制？若有外資限制，那他取得 HIBS 做基地臺建設有頻段，那就是依循《電信管理法》。不過若他想做跨境使用，又不符合《電信管理法》規定。

●如果我們的會員做 HIBS，可不可以做跨境合作？目的是要增加網路韌性，若業者跟日本 Docomo 合作，或跟日本 SoftBank 合作，日本業者的 HIBS 在 Okinawa 的訊號可以涵蓋到臺灣，這個合作是可存在的，是不是算有達到通信韌性？這個模式可以被允許嗎？

●基於增加網路韌性的政策方向，HIBS 可能是比衛星合作可能更容易達到的方式，但是 HIBS 是我自己建給自己用，做自己訊號的補充。但因為建置成本很高，我能不能自己建了之後，給我的競業用？或能不能自己建了之後，給我境外合作的電信業者使用；同樣的，境外合作電信業者他的 HIBS 能不能給臺灣業者做使用？

●在法規上若得到解決，HIBS 是不是會比 Starlink 或 OneWeb 更容易

且快速的提高網路韌性。若是如此，我認為政府應該大力的獎勵輔導電信業者去做 HIBS 建設或是應用，因為他是可以提高網路韌性的方式，但成本太高，以及他有可能產生比較多的干擾問題，所以會需要更大的獎勵輔導的力道跟措施，讓參與者有更大的意願。

- 特殊情境裡，按理說政府機關或其他單位在緊急危難的時候，他要用的是專用電信的頻段，若要徵用商用電信的頻段，按照法規就是徵收補償，以及頻率使用費的折扣，政策要有配套。
- 比較複雜的情境是 HAPS，對我們而言，很像是境外的衛星業者如何進入臺灣電信市場的問題。但是，HAPS 有另一種情況，就是只提供設備讓所有人來租用，它有很多的型態，租賃就是非常中立，因為你們要在 HAPS 做無人機、飛船等，要考量成本高、航道問題和《民航法》。
- 如果我要做韌性的備援，或是訊號補充，假設要使用 HAPS，我認為已經不是資源司在我們的頻譜計畫裡面放入備註欄的問題，而是與《電信管理法》有關。如果是只提供租賃的模型，租賃商只提供平臺設備讓你去做訊號的連接，沒有號碼、沒有頻段，這種供應商會受《電信管理法》的規管嗎？因為他可能不是第一類電信事業。租賃商的定位會是在談 HAPS 時，在法規政策上，我覺得可能需要對於他身份定義，以上是我對於這個案子初步的想法，謝謝。

➢**暨南國際大學電機工程學系魏學文教授：**

- 有關討論議題，我的看法跟前面的諸位先進想法相近，雖然高空平臺通訊的商業模式在臺灣目前看起來好像不是很樂觀，這其實也不是壞事，是代表臺灣三家電信業者覆蓋率做得太好，現在覆蓋率好像到 98%。另外，不管是 HAPS 還是 HIBS，它的成本比起現在的基地臺貴很多。
- 從我國現有的力量、財力或是三家電信業者的財力來看，我個人覺得是有可能發生的，HAPS 和 HIBS 沒有像衛星一樣貴，可用鼓勵的方式促進發展，不見得是蓬勃發展，至少可以讓它先有一些開始。衛星直連手機或是高空平臺直連手機，看起來都是很不錯的應用。
- 我個人建議在頻譜方面，對消費者應該要有一些誘因。純粹從干擾的角度來看，若我們開始慢慢的把 3D 頻譜釋照，譬如三家業者拿到的頻譜是不是自然而然就擁有高空平臺基地臺的權利？第一個好處是他們自己的系統，干擾問題可以很容易處理；第二個好處是他的高空平臺跟核心網路可以匯整成一個單一網路，對整個頻率使用效率、網路效率是最好的。另外，對監理單位的挑戰也相對輕微，也許可以逐步去推動。
- 第一種可行方式，就是找一些比較乾淨的頻段，像是 3GHz 或稍微

高頻一點，建立類似專用頻道的方式。這一類的頻譜釋出，我建議可以再深入去分析，是要用釋照的方式？還是專用電信的方式？因為頻譜是乾淨的，還有一種方式可能開放給所有業者先到先用，像這種方式都是未來可以考量的，都會促進它發生的可能性。

●有關急難救助或是偏遠地區的服務，我國比較擔心的是很難用商業模式的方式處理，但是我國有經費在支援這部分，我建議國家政策可以考量我們用什麼方式去做？一種做法是類似美國 Safety Band，用一個專用網路自己獨立獨網，這樣的網路韌性最佳，可是它的成本是要整個國家來承受，這是一個可能的方向，但需要考慮我們能不能維護得好。另外一個方向，就是透過現有的通信業者用共網方式來處理，成本相對會比較低，這兩個形態政策的決定會影響它將來頻譜的規劃。如果是第一種的話，我會比較建議國家可以單獨釋出一塊不用太寬且比較乾淨的頻譜來做 Safety Band；如果是後面那一種的話，我建議回到商用的頻譜執照來處理，這樣就可以盡量保護業者商業模式的獲利。另外一面，我們可以同時解決偏遠地區跟國家急難救助的需求，這大概是我的淺見，謝謝。

➢**臺灣大學電機工程學系鍾嘉德教授書面資料：**

●目前國內寬頻無線電信用之電波覆蓋及頻寬供應，在都會區、郊區及偏鄉居住區已有高比例之覆蓋及頻寬供應，未來 HAPS 及 HIBS 應用或為寬頻無線電信應用之輔助。HAPS 未來於寬頻無線電信應用或以覆蓋補充及後端網路接取為主，透過基站式、彎管及中繼三模式可輔助無線電信營運商提升覆蓋效率，此類應用可以商業運營模式促成。HIBS 則使用 IMT 地面頻段作為基站式寬頻電信服務，可用於寬廣偏僻區域或緊急特殊事件之商用電信、專用電信或緊急電信之用途，此類應用可以商業運營模式、公共或機關運營模式促成。

●為維持電波使用秩序，應備註既有使用者具有優先使用權，HAPS 和 HIBS 不得造成有害干擾。

●附議 HAPS 和 HIBS 頻段納入「中華民國無線電頻率分配表」備註欄之建議。並載明 HAPS 和 HIBS 於「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」。

●HAPS 若為專用性質，應可比照現行供專用電信網路使用之頻率用途核配申請方式。HAPS 若為商用性質，應可比照現行供衛星鏈路使用或供微波鏈路使用之頻率用途核配申請方式。

●HAPS 使用之頻段核配與管理機制，應加強「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」之管理及監理。已有獲頻率核配之既有使用者，其頻率使用若用於 HIBS，應加強「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」之管理及監理。

●為因應緊急危難通訊需求，政府機關或其他相關單位應可在取得頻率之電信業者同意下申請進口該頻段 HIBS 設備。
●共站共構、共頻共網、干擾處理措施均為開放 HIBS 應用之重要管理及監理課題。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**
●首先,工研院林博士說明在 ITU 的定義裡面 HAPS 算是固定的延伸。就您或是業者來看，請大家有意見可以提供我們。HAPS 應該是用 ITU 規定可以用的頻率，或者是其他頻率也可以？
●第一個問題，若算是固定業務的話，它其實就是兩個地面微波站，它現在只是中間多了一個類似透鏡的東西，就把它從一站反射到另外一站，若是這種情況，要使用 ITU 規定可以用的頻率？還是其他固定用的頻率都可以？
●第二個問題，針對中華電信說明目前來看是以專用頻段比較適合，這會有兩個問題。第一點，119 年的 1800MHz 頻段剩下來上下行的 20MHz 頻寬要不要拍賣？
●第三個問題，不管到時候要不要拍賣，至少到時候拍賣的時候，是不是應該本來供行動通信業務使用，那我需不需要一個包含空中平臺的 HIBS？那我也想請教各位的看法？
●第四個問題，想請教遠傳當初在板橋試過放氣球上去的情形，雖然沒有很高？

➢**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理：**
●我們之前在板橋試過的是放無人機巡檢而已。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**
●如果基地臺在天上的時候，它對地面時，一方面是手機的干擾，另外一方面是地面基地臺的干擾，如果各位有相關經驗，是不是可以提供一下？
●有關連接公網，因為災防時必然會連接公網。我也不認為災防的時候，電信業者說這是我的頻率就不能使用，這應該會被社會大眾一致譴責。所以災防的時候是不是可以連接公網，會涉及到莉秋長官講的急難救助的問題。
●我的想法是將急難救助分成兩種，一個是常態式的，一個是臨時式的。常態式的跟 PPDR 一樣是專門的，是政府自己建一個網路，那自己建一個網路的時候，其實就沒有連接公網的問題，因為它的網路一定會被許可連結公網，比如花蓮地震、88 風災，我想你們也不會反對它使用。

●反而急難救助時要討論，我的頻率是不是只服務中華電信用戶？有沒有人支持這種作法？我認為應該要所有業者都一起服務，畢竟是一個通訊環境中斷的環境，我不確定到時候空中的基地臺它的頻寬有多少。

●這會涉及兩個問題，第一種，若它能夠全頻寬，例如 1800MHz 從頭到尾整個都有，那所有業者的用戶都可以使用；第二種，例如它只能使用上下 20MHz 頻寬，結果我必須用中華電信的其中一段頻寬，那是不是會變成只能服務中華電信的用戶？還是說，到時候地面控制的時候，它那個基地臺開放漫遊？

●最後，比如 HIBS 是國外的或在日本與那國島上的，針對 HIBS 的部分，宜蘭這邊就順便收訊號？其實這狀況有點像在金門會收到中國移動的訊號。

➢台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：

●溢波是違法的。若要提高韌性，或許可以選擇跨國合作，如果允許境外衛星都可以落地我國。

➢數位發展部資源司沈信雄專委：

會變成臺灣的人在臺灣使用，結果是用漫遊。就使用者的觀點來看，我到金門去我就用中國移動聯絡大陸人，或是我在金門用中國移動聯絡臺灣人就變漫遊，那這種狀況怎麼處理？

➢台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：

●假設 HIBS 可以提高韌性，如果計畫是更高空的 OneWeb 或低軌衛星，但是因為 HIBS 成本很高，在高空沒有阻隔，除有濕度、颱風等因素外，不過 HIBS 可以涵蓋的範圍很大，約半徑 200 公里。在這樣的狀態下，如何降低 HIBS 的設備成本，是可以考量的方向。

●例如中華電信共站、共構，可能 HIBS 也可以做到共站、共構，但不是 HAPS 所謂的租賃商，我只是提出如何降低 HIBS 的成本。例如三家電信去做共站、共構，連 SoftBank 和 KDDI 也做共站、共構，成本就可以得到分攤，又可以提高韌性，不過可能不在《電信管理法》許可範圍。

●但是不管是 HIBS 或 HAPS，目前都有法規問題，所以針對這部分可以有急難救助、災防的問題或透過電信沙盒，我認為它是一個比較有可能提高韌性的方式，透過獎勵輔導或透過政策獎勵方式讓他建設成本可以得到分攤，我只是將 HAPS 租賃商的概念變成如果是電信供應商之間的合作呢？前提是假設這是可以提高韌性的方式。

政府獎勵政策可以繼續討論，我覺得除了評估頻譜之外，可以做獎勵政策的議題。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●電信服務打電話，網內是自己的沒有問題；網外，例如遠傳、台灣大、中華電信，在同一個地區裡都有網路，彼此之間就叫互連，但是有些地方遠傳沒有，就要用其他人的基地臺。

●另外，高空平臺算是延伸嗎？如果都是延伸，電信業者都有的話，算是彼此延伸嗎？這個接過來的算互連；但是假設在與那國島接收得到日本的服務，可是臺灣並沒有在日本提供服務，這個概念就是漫遊。漫遊跟互連的概念是，服務有沒有在這邊本地服務？沒有的就叫漫遊，服務有到的，就叫做互連。所以這不是單純頻率的問題，還涉及到電信事業彼此之間的拆帳的問題，互連跟漫遊的拆帳成本是不一樣的。

●回到沈專委的問題，金門那邊會不會打過去又再打過來，這還是回歸到電信事業彼此的拆帳的問題，你沒有跟他漫遊，即便打得到，他也不會跟你接，一樣是有一個平臺，所以現在回歸到高空平臺是什麼概念？是你中華電信或台灣大或遠傳打上去的？是屬於專用的或是 neutral host？提供一個平臺，大家都可以來租用，彼此之間的租用會發生租賃費用，即成本。回歸到商業機制是否為自己開的？而不管什麼商業機制，還是要有頻段。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●我們可以把它再細分成兩種情況：一種情況，例如遠傳用 SoftBank 的 HIBS 提供宜蘭地區服務，這個會需要 NCC 認定。遠傳在申請網路建設計畫的時候，NCC 會不會准許？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●有關設備審驗，即日本的設備能不能通過臺灣的審驗？包含資安防護計畫裡面的審驗問題。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●資安防護方面，在 4G 的時候，你人在臺灣，不過在聖塔克拉拉跟美國 AT&T 達成協議，他會只送回臺灣，視作在臺灣的收費可不可以？即網路設置計畫裡面，除了臺灣還有沒有聖塔克拉拉？我覺得這些應該要討論。

●另外一種情況，若是中華電信就在北部放一個高空平臺，比如說熱氣球，那可不可以去跟 Docomo 簽約說順便幫忙涵蓋？

●理論上，在臺灣的網路設置計畫應該是可以通過的。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●我覺得是共用設備，但用各自的頻段，就沒有所謂的跨國問題。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●我覺得不能用各自頻段，因為中華電信的涵蓋範圍不會只有中華電信，可能還有台哥大，假設頻段是台哥大的，那訊號打下來涵蓋整個宜蘭，就是侵犯到台哥大的權力。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●不會侵犯到台哥大的權力，除非他用到台哥大的頻段。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●若是中華電信的 HIBS 在天上提供與那國島 Docomo 用戶的服務，他幫 Docomo 提供他用戶的服務，不可能是專門去涵蓋與那國島，而是順便涵蓋，所以臺灣北部和與那國島打下來的頻率都是一樣的，不過要找一個是 Docomo 跟中華共有的頻率，這樣子才能在與那國島跟臺灣北部都能使用。不能中華電信下來的頻率，除了自己的頻率還有台哥大的頻率，在與那國島可能全部都是 Docomo 的頻率，至少在臺灣的部分他是使用台哥大的頻率。

●若 HIBS 是臺灣的比較好，我覺得 NCC 應該不會阻擋使用；但如果 HIBS 是外國的，這會是一個值得討論的問題。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●如果戰爭發生時，基地臺被打掉，該如何應對？

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●之前張時中老師教我，戰時就不要想所謂的 HAPS 或 HIBS，因為一發飛彈就打掉 HAPS 或 HIBS 了。我的意思是我們不用考慮戰時，我們應該要考慮的是灰色地帶的時候，例如之前馬祖海底電纜被挖斷，大家心知肚明他有本事把臺灣海底電纜全挖斷，到那個時候 HAPS 可不可以用？就像當初微波系統做備援幫忙臺馬空海中斷。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●HAPS 有更複雜的問題，會比用既有的頻段去做 HIBS 困難度更高。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●我覺得是用 HAPS 而不是用 HIBS，我覺得應該拿來做 HAPS。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●我覺得 HAPS 有很大的法規問題。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●為什麼？HAPS 是點對點微波中繼。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●前提是我的頻段是我的，原先業者拍的頻段是業者的。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●HAPS 的意思就是微波中繼的延伸點，所以它絕對不拍賣，那是專用電信或者是微波中繼單獨來申請的；HIBS 是用基地臺從天上打訊號下來，所以 HIBS 才是業者的頻率。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●我覺得需要講清楚，一個是專用，一個是商用，是要講專用還是商用？

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●商用是微波中繼，就是因為不能連接公眾電信網路，所以只好在做微波中繼。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●我舉個例子，就像是海纜中斷，就是用微波。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●HAPS 也沒有單純做只做中繼站，其實還是可以成為直連鏈路往地面發送訊號。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●直連鏈路，這次討論我們把 HIBS 跟 HAPS 分開，我也特別請問林博士，HAPS 在 ITU 就是用固定通信的頻段，ITU 就是把 HAPS 視成固定通信服務，則 HIBS 是行動通信服務，兩個是完全不一樣。

●今天拍賣給業者，如果拿了固定通信服務的頻率來拍賣，然後 ITU 的表裡面都沒有說可以行動通信服務，只有說可以固定通信服務，如果拿這個來拍賣一定會被業者反對。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●電信業者很珍惜自己的財產。

➢**中華電信股份有限公司張維儒科長：**

●第一個，剛剛提到 HAPS 照定義是固定通訊的延伸，所以它可用的頻率我覺得應該比較像無線用戶迴路的概念，就是固定網路裡面有一部分是用無線來處理，這個頻率已經國際上有定義 HAPS 的一些頻段，假設臺灣可以用這些 HAPS 頻段就使用，不一定要臺灣特別再出另外一個頻段。除非臺灣覺得 ITU 定義的頻段不太合適，在臺灣必須要設一個專門的頻段。

●第二個，HIBS 在未來釋照，我意見是 HIBS 其實在商用的部分就沒有獨立執照的釋出，它本身就包含在行動寬頻裡面的頻率，只是把它視為網路結構裡面的其中一種基地臺形式，這是我們剛剛要表達的意見。所以未來不論是在哪一個頻段的釋照，都沒有所謂的 HIBS 商用的執照，都是行動寬頻的執照，只是看業者要不要去做空中的基地臺而已。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●或者是在拍賣頻率的時候，用途是行動寬頻，我需不需要特別說包含高空平臺？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●我們 Default 認為它就是可以，因為現有的基地臺並沒有限制我高度多高、多低，所以應該是 Default 拍得既有的頻段就可以做 HIBS，所以剛才遠傳先進才很擔心會不會標註完之後，變成義務？我覺得效益上可以我就建，可是效益上不行，可能還是會等到設備比較便宜的時候或是有合作的時候再建。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●你們把標註看成是義務，我把它看成是一個實現現有義務的新方法，如果大家用 HIBS 來提供，其實還是行動寬頻服務，我們剛剛都一致同意的。那涵蓋率是不是該算到百分之百？

●相對來說，頻率使用費要不要算成百分之百？涵蓋率百分之百，是不是就有特別優惠涵蓋率高會減免，涵蓋 100%的時候是不是減免更多？另外，現在還有山林基地臺？你們要維護嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●山林基地臺我們得維護，但其實沒有獎勵。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●若用 HIBS 是不是可以節省維護成本？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●HIBS 我們也要維護啊。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●HIBS 你要維護，那是不是就不要管山林基地臺，就把山林基地臺拆掉。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●不是，因為山林基地臺已經建上去。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●但是其實山林基地臺都有使用壽命，建上去就差不多用 15 年至 20 年？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●如果針對我們建 HIBS 可以 49.9%的補助，我覺得這樣會更快速。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●那是另外一件事，我如果補助你 HIBS，那山林基地臺還要不要？那算不算普及率？我補助你 49.9%，結果頻率使用費又折扣，比如說 5%或 1%就好，就變成 50.9%。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●如果山林是折扣，無論用什麼樣的基地臺技術方式，只要維持山林的通訊就好，所以什麼樣技術方式維持山林的通訊，應該不用被限制。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●你們是不是覺得如果有 HIBS，淘汰山林基地臺能省維護費嗎？第二個，在算普及率的時候，將 HIBS 涵蓋範圍全部納入計算嗎？並擬定一個百分之百的頻率折扣辦法。第三個，現在的普及服務基金還要不要漲？不用現在有答案，大家可以發表對這件事情的看法，我覺得現在是發散期。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●回歸一點，現在講的高空平臺，技術很積極發展，乃至於日本 2026 年要商用化，但是它所謂的商用化並不是把它當作一般常態性的基地臺使用，它還是用在緊急救災的時候，是臨時性使用。偏鄉補助蓋得基地臺是有品質保證的，但是高空平臺還是會有天候因素的缺陷，所以現階段還會把它當作常態性的基地臺一個覆蓋力的手段來使用。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●所以不急，大家可以慢慢先發散，看到底還有多少問題。至於緊急救難，其實就是常態性的，上次花蓮救災的時候是所有業者都有服務嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●是所有業者都有服務。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●所以它是直接在上面就漫遊了嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●不是，有業者是用無人機，有業者是把行動車開上去使用。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●所以是大家各自解決嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●業者各自用不同的方式，我只是說有無人機，高空無人機去做訊號補強這件事我們都有在做，目前有業者是用無人機載的 10 公斤的 small cell 去做這件事，所以我只是要表達基地臺高度沒有限制，不能在高空就要另外拍賣給別人。另外，你們應該開研究案，繼續往下研究。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●我覺得剛剛有得到一個資訊，電信業者包含協會一致認為，當時給出去的頻率包含天空，看起來似乎沒有必要在頻率分配表裡面針對哪一些頻段可以用來做 HAPS、HIBS 額外做備註，大家是這樣認為嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●至少這幾年不用，因為除非有新的頻段要做 HIBS，不然其實行動寬頻，按理說 HIBS 就是基地臺建設的方式之一，不需要特別標註；但如果是新頻段釋出要做標註那就沒問題。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●如果是 HIBS 開放給 IMT 的話，就沒有必要標出來，因為那是屬於業者的手段之一。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●如果都是行動寬頻的標售，那就是通通都有。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●但專用電信是不是要這樣做？那就不一定了。所以我說這種是最單純的。

●如果政府想用電信業者高空的頻段去做基地臺，那就是徵收補償，我高空的頻段要租政府也是可以的。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●這個其實在引言簡報裡第七個議題，有關特殊情境，應該有特殊情境的做法。以這次 0403 花蓮大地震的狀況，即便各家業者有，他自己連得到，才能提供寬頻服務，可是在緊急情況 112 照樣打的出去，業者也都互通，我就算是遠傳用戶也可以連到台哥大，也是照樣連通。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●其實都沒有問題，現在有急難救助，業者其實都有做急難救助。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●結論來說，投影片頻率釋出的部分，台經院這邊有一個問題問大家，備註欄應該是否需要載明這件事？看起來如果是 HIBS 的話，似乎就不用特別做任何文字的限制，因為它是 IMT 網路的一部分；那 HAPS，它在外面，所以必須要去載明這件事。假設有用到 IMT 的頻段的話，那就變成固定微波的空中版，但還沒有到外太空去。還有一點是，剛剛熱烈討論的與那國島，我覺得大家可以從領土相接的國家，在領土周邊基地臺所提供服務的概念去思考這件事，一般大家會為了避免這個敏感的問題，會在周邊只針對自己的國土做涵蓋，刻意避開，現在是因為思考到通訊韌性的問題，要不要把它加進去？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●如果提到韌性，我覺得這個可能會比衛星還要務實一點，我認為是可以思考的政策方向。
●可以從急難救助者的公共利益角度先切入，這個是手段的問題，我倒覺得切入點還是找得到。現在的情況都還是做訊號補強，但是到底它可不可以在平流層一直滯留？滯留多久？然後它下來到底要不要維修？就是未來當技術不斷演進時候，它可能就是這個就會 down 下來。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**
●第八題議題，就是一種特殊的情境，因為我們也在思考單一一家 IMT 業者，如果要承擔這個東西成本過高，剛剛才會提到要跨國合作，就是要把分母拉大，然後讓大家支出的費用變少。若三家業者在國內一個 HIBS 在上面共頻、共站、共構、共網，就可以降低成本，把政府莊家也拉進來當分母之一，只是補助的財產在你們那裡，政府也不算莊家，而是把錢給你們，讓你們莊家更大。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**
●我替業者講我們鼓勵政府 100%，因為如果是業者 49.9%，財產在我的會員，他們會打架，因為就一個設備三家共有，在財產上有很多問題，所以不如就政府 100%補助我們，財產是政府的，然後我們來用。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**
●100%補助的話，或許中華電信熟悉採購法，可以跟我們一起做，但如果要另外兩家一起，可以嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**
●這兩家就委中華電信，直接做驗收，真的就直接這麼搞定。科長，可以嗎？

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**
●剛剛是從成本的角度出發，但角度不會只有成本，想要請教大家，除了成本以外，它有沒有其他的限制？法規有沒有哪裡不允許？因為我們往往都往應用情境去思考，就在應用議題第一題解決掉。
●議題討論我們還有兩題有關頻率釋出跟頻率核配，都沒有討論到。
●剛剛專委一開始跟林博士請教的，它其實也是類似的概念，如果我們把 HAPS 當成固定來看的話，那我要特別去定義它哪一個頻段嗎？

還是所有固定能用的頻率都能上 HAPS 去用？現在只是 ITU 還沒公布而已。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●剛剛中華電信的建議是都可以，不必把我國綁在 ITU 的頻段。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●或者政府直接佈建很多的 HIBS，然後租給電信業者也可以。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●不行，因為政府沒有名目收租金。

➢**數位發展部資源司廖啟文科長：**

●我想請問一下，現在中華電信的空中基地臺都有電臺執照嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●Small Cell 是登錄制的，向 NCC 那邊登錄，因為瓦數很小，都是線上網頁登記就結束，它超過 10 公斤就會跌下來。無人機有載基地臺上去不是執照，但我們有登錄，是合法的基地臺。

➢**數位發展部資源司廖啟文科長：**

●之後如果 HIBS 真的要釋出，不管是現在或者是以後，我想電臺執照或者是要登錄，NCC 他們的管理方式都是非常重要。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●所以我就說你們兩個部會合併起來不是會更好嗎？

➢**台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長：**

●剛剛陳科長提到，頻率供應計畫是因為 ITU 有把它變成備註，還有 HIBS 不得干擾既有的使用，所以我們才想說是不是要特別去做備註或是就 follow ITU，所以 ITU 怎麼做，我們就不用去選擇行動寬頻用途的頻率。假設未來，外資沒限制，但有其他人來競爭這些頻率，可能是 HAPS 業者或是 HIBS 的業者，假設我們法規都允許，然後他們跟電信業者一起競標頻譜，那 HIBS 不能限制既有的使用，需不需要把它列在備註裡面？

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●所以我剛剛才說，發行動寬頻執照的時候要不要給他含 HIBS 的應用？如果發執照的時候就已經含，就不會有別人可以用。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●這就有個問題，已經拿到執照的人，之前沒有寫，那是不是就變成新發出來執照有寫的話，是不是就代表否定先前的執照不能用？所以 Default 就是可以用，而且因為基地臺的高度沒有被限制，本來 HIBS 就是建基地臺的方式之一，那就不會有思豪副所長提到的干擾問題。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●你敢這樣講，那我們要用標準，兩萬公尺還算是我國的領空，所以就要接受我國的管制。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●從我角度看是這樣，因為我是個愛國主義者。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●他們下一次會討論到天上衛星的事情，到時候我就要撇清責任，我國領土只到大概兩萬五千公尺，這是上次國防部發布警報的依據。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●如果它要過我家門不得入，這可以，但是它不能過我家門去蒐我資料，那就會是親門踏戶的主權侵犯，除非它經過我同意才可以進來。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●衛星經過臺灣上空一直都沒有管制。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●所以我才會說，為什麼會一直仰賴我們沒有發言權的衛星？

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●我覺得我們還是尊重 ITU，所以我們要請教工研院林經理。

➢**財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：**

●我嘗試用我在 ITU 所理解到的資訊，用系統化的方式跟各位做說明。首先，像沈專委講的，HAPS 是固定服務的一部分，所以即使它在天空上，它的通訊就是點對點，它不是行動通訊，所以它有自己特定的頻譜，跟 IMT 沒有關係。事實上它已經包括低、中、高都有，那跟 HIBS 沒有關係。IMT 是行動通訊頻譜，也是一直以來都有，所以已經配置給你，擁有這個頻率發射跟接收的權利是沒有問題的。

●現在問題是出現 HIBS，那 HIBS 它比較特別的是，它把原本行動通訊頻譜的基地臺拉到天空上，原本發射的地方，還是可以打，只是它額外衍生的問題ITU-R要研究，打出來之後對其他無線電的影響，HIBS 後面的影響也要負責，所以這是兩件事情。

●想要透過解決數位韌性，除了 HAPS、HIBS 之外，其實有很多不同的方式。第一個是 HIBS 可以在高空上直接打給手機，這是解決災時的問題；第二個是 HAPS 在天空上，它可以打給地面上的點、行動車，它會點對點在地上透過 Wi-Fi 分享，這也可以解決數位韌性的問題；第三個是 Starlink 在天空上的衛星，它可以直接打給手機，就是接下來 WRC-27 會有直連裝置的問題，那是另外一個解決方案，這幾個解決方案都可以解決我們數位韌性的問題。

●事實上，我們現在數發部有在考慮有不同層面的影響，一個是技術可行、經濟可行、法規可行，還有最重要的是國際政治的現實可行，只是哪些方案適合？我想國家都有整體政治上的考量，但是從我的認知和技術上而言，我非常認同對我國來講 HIBS 是比較經濟、技術可行的方法；但若對美國來講，他們當然會覺得 Starlink 是沒問題的。

●另外，跨境的無線電波問題，必須回到我們能夠去行使的主權，除了土地之外，無線電波也是我們數位主權之一，所以在國境內發射、接收無線電都必須受到管制；如果跨境國外的部分，不是我們認證、不是我們允許的電波到國境內來，2 萬 5,000 公尺以下的話，我們都可以管。如果發生這種情況的話，我們國家當然可以去主張數位主權，跟鄰國去協調都沒有問題，但問題是我們現在沒有辦法申訴。剛剛有提到很有趣的想法是，透過日本的發射給我們，因為如果是一個正常的例子，這是不被正常國家所允許的，但是對我們國家而言，我覺得這反而是非常好的機會，只是實務上在平常的時候，如果要促成這樣的情形的確會有些困難，因為裝置不是我們認證，電波會打過來，但是如此的發射、這樣的服務會不會被鄰國所同意？這是不可保證的，所以這是一個實務上的問題和災防時的討論。

●剛剛提到衛星的部分，基本上衛星太空軌道雖然 ITU 有在管，但是它不是無線電波的規管，ITU 管兩個：一個是無線電波、一個是軌道。ITU 無法管軌道的原因是因為軌道和太空是全人類的共同遺產，是要全球共同來協調；但在無線電波方面，衛星發射進來的無線電波，電波打到國境內的話，算是數位主權，當然可以管，這是管的一個方式。這個是不同層面的問題，希望有幫助大家理解剛剛的討論跟一些重點，謝謝大家。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●跟林經理確認一下，在 ITU 裡面，高空平臺這些探討議題有 working group，它是屬於地面的通訊，還是衛星通訊部門？

➢財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：

●Fixed service 它有個 working group 是 5A，5A 會專屬於 Fixed Service，全部的 Fixed Service 都處理，其中有一個特別的 Application 叫 HAPS，它裡面有個特別的群組來討論。說實在 HAPS 已經發展很久，其實裡面討論不多，但是因為 HIBS 的進來，它裡面一些在無線電波所造成的影響，會引起另外一方面的討論，他們是分開做討論的。HAPS 的討論是在 5A，那 HIBS 討論在 5D，5D 就是管理行動通訊。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●算是地面通訊的那一塊嗎？

➢數位發展部資源司沈信雄專委：

●5D 沒有把 HIBS 跟地面通訊分開。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●因為以前地面通訊跟衛星通訊是兩個不同的部門。

➢財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：

●事實上，它中間有改組過，目前最新改組完的結果是，所有的 Fixed service，不管是地面還是天空上的，全部在 5A，是一起討論的；行動通訊 IMT 的部分，在地面的部分在 5D 做討論；在天空上的部分，最近在討論的 B2B 部分，那是在 4C 做討論，因為牽扯到衛星，但是都是行動通訊，他們是分開做處理的。

●另外，剛剛科長提到的，在頻率供應計畫裡面，要不要去註記 HIBS 這件事情，頻率供應計畫是登記紀錄，讓你能不能在這頻率做使用，但現在的問題是，能不能在這頻率上做使用？能不能讓這個裝置放到天空上？跟註記是為了讓你在天空上使用，這是兩個不同層次的問題。我個人認為應該要註記，但要另外處理的問題是，在天空上所引發出來的問題。因為如果不註記的話，原本在地面上沒有問題，那如果在天空上有問題，會沒辦法去做處理。所以有註記的話，才可以有不同樣的處理方式。

➢暨南國際大學電機工程學系魏學文教授：

●我想請教一下，因為我記得以前在 NCC 的時候，是認定所有的通訊系統叫做關鍵基礎設施，我們是不允許控制權落在國外，所以那時候只要是平臺層建設都沒有外資，但我不知道現在有沒有放寬？如

果沒有放寬，那剛剛講的情境不可能發生。其實那時候的觀念也很簡單，就是怕在危急的時候，那個控制平臺層的人做一些出乎意料的事，所以一直不敢放寬。如果像剛才三家業者講的，把 HIBS 的基地臺視為頻譜使用延伸的話，這些問題就會變得很單純，像共頻、共站、共構、共網，其實它的溢波問題也很好處理，所以我覺得可以逐步做。

●通訊監察部分，我國一直也很堅持，因為我們怕有些通訊看不到，即使是低軌衛星在我國天空飛來飛去，服務如果要落地的話，我們還是得要檢查，這個對我們來講是比較大的挑戰，因為現在的 SIM 卡已經不一定會綁實體。我想到一種情境，例如我國的民眾跑到美國申請一個 Starlink 的帳號，再回來臺灣打，其實也是打得通，可是我們天空監察不到，這個從安全問題來講是很危險的，就跟以前駭客最喜歡用黑莓機一樣。所以落地的問題在衛星部分，對我國來講是一個挑戰。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●Starlink 它的資費怎麼樣？

➢**暨南國際大學電機工程學系魏學文教授：**

●我網上查好像還蠻便宜的。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●因為它有美國國防部的經費補助，Starlink 是一個很特殊的案例。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●我先暫停這個話題，因為下一次他們的座談會會討論衛星直連的事，今天講完，那他們下次就要想其他題目了。

➢**暨南國際大學電機工程學系魏學文教授：**

●高空平臺先把它放在業者的手下，就是他們的基地臺，我們顧慮的那些問題就不會發生。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●剛剛工研院林博士跟思豪副所長都有提到，在頻率分配表裡，到底要不要把備註放上去這件事，它其實不單是 HIBS 所使用的是不是屬於 IMT 一部分這件事，而是如果當 HIBS 跟地面電臺產生干擾的時候，優先權誰要在前面？在 ITU 的定義是既有使用者，不管是地面所使用的 IMT 或是合法取得主管機關同意的電臺，它優先權都會

高於上面那些，所以我個人還是建議應該要放上來，不知道業者的看法怎麼樣？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●第一個，我已經標得的頻譜，誰可以在上面用？除非是境外的業者吧？境外的業者在我的領空用我的頻段去發射，到底是誰干擾誰？按理說，我的訊號強會比它強，我只是要表達這件事。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●我補充一下，不知道這是不是就是你們的看法，剛剛威呈科長的意思是，頻率分配表上面除了寫供行動寬頻使用之外，還要備註加上可以供 HIBS 使用，HIBS 不可以干擾行動寬頻，還要忍受行動寬頻干擾。就剛剛討論，至少莉秋長官的意思是根本就不要備註，因為 HIBS 的使用，也是行動寬頻業者才能用，而且中華電信也不能用台哥大的頻率，所以怎麼干擾都只有中華電信干擾自己，中華電信要干擾自己，是中華電信的問題，也不需要政府幫忙處理，這是兩個不一樣的看法。威呈科長的重點在於頻率分配表要不要加註記？就你們的看法是不要加。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●我們擔心註記會變成使用者被分離的概念，甚至是加了之後增加義務等，現在 HIBS 本來就是在發展中的技術，我們樂見其成 HIBS 的技術成熟。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●以商業頻段來講，有個專有名詞叫「排他性」，就是有人用了，別人不能用，這就是商用頻譜；那專用有專用的特性，不能干擾專用，如果是緊急意外，是另一個情境。

➢**財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：**

●我要回應剛剛莉秋副秘書長，其實 HIBS 的註記從 ITU 的角度來看，它不是處理對行動通信干擾的問題，它處理的是行動通信被放到天空上後，對其他無線電的影響，包括 Fixed Service 跟 Fixed Satellite Service，這些是在 ITU 的研究報告裡面有非常大篇幅的討論，之前沒有這個問題是因為放在地面上，暫時用不上，三大電信沒有碰到這樣的問題，但是當它放到天空上時問題會加劇，我會建議如果有興趣可以去參考一下 ITU 關於 HIBS 部分的相關研究，所以其實問題沒有那麼簡單。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●我想問一下，我用我的平臺放上去，你說的干擾是其他無線電嗎？你說的其他不是行動寬頻，是什麼？

➢**財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：**

●包括鄰頻、倍頻、同頻都有可能，這個是我去那邊我才知道的資訊，所以沒有那麼簡單。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●同頻的干擾可能性相對低，因為在下面功率也比較大，但倍頻的部分和鄰頻的固定或衛星等，這些都很干擾。因為你們的功率一直都很大，其實衛星下來的時候，功率已經到-100 多，那固定的接收端也到-120 左右，都是非常低的，意思是指不要去干擾到別人。電信業者在上面使用可能對自己絕對不會干擾，因為是自己網路，假如自己干擾到自己也就算了，但事實上有可能干擾到別人。他的意思是要保護其他的既有使用者，不一定是相同頻段。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●我其實想不太通，因為臺灣的情況跟外國差很多，臺灣的電信業者到處都是基地臺，跟國外有大片區域沒有基地臺不一樣，所以當大片區域沒有基地臺的時候，其實有些國家是那個頻段在沒有用的地方是可以給別人用的，不是電信業者的人用，這個時候上去會被干擾；第二個鄰頻的部分，我也有一點不能想像，不管是既有的什麼站臺，因為電信業者的基地臺很多，加上用戶的手機也是很多，能不被干擾到嗎？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●我們取得的行動寬頻頻譜，鄰頻都是電信業者。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●倍頻的部分，900MHz 的 double 就是 1800MHz。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●可是強度這麼強都沒干擾到它，那它下來強度是更弱的，我沒有說一定不會發生，但感覺可以起個研究案做實測。

➢**財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理：**

●沒有佈建上去之前都不曉得發生什麼事，只是別人已經有經驗了。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●基本上還有一點，臺灣在規劃行動頻譜的時候，其實還會有留一段，比如 700MHz 是 703-803MHz，但當初碰到的頻率是 698-805MHz，不管夠不夠，我覺得行動通信很長，所以如果旁邊鄰頻想不受干擾，事實上把它拉到天上也很難干擾到，光是地面的溢波就夠多干擾，不用看方向，因為臺灣的行動沒有方向。

➢**財團法人電信技術中心巫國豪主任：**

●延續剛才先進們和專家們的熱切討論，我們還是回到主題幫助研究團隊把這個題目給完成，關於頻率分配表是否要備註，我們這邊也是建議要備註，因為像 APT 第三區的社群在討論這件事的時候，印象中像伊朗也是有疑慮，覺得會影響到其他業務的使用，所以註記來講，我覺得可能還是可以做思考，有其必要性，那甚至為什麼只有運用在第三區？因為第一區好像就沒過，因為歐洲同樣也有可能開放 HIBS 會造成其他既有使用者的干擾，所以備註是可以做討論的。

●若將頻率核配用於 HIBS，是否能變更網路設置計畫？這點我贊成業界先進們的看法，就我的觀點就是把它包含空中的延伸使用，所以應該是可以直接變更網路設置計畫，但最好避免增加義務，因為它是補充性涵蓋的性質，應該沒有必要特別要求業者設置幾臺 HIBS 基地臺。

●另外，既有使用者無法自建 HIBS 網路，是否得組合自建及他人自建？例如三家電信業者合作一家 neutral host，可以降低大家的成本，這是針對議題五的看法。

●議題七特殊情境，為什麼會取得業者的同意，這點我有點不太懂，不太清楚原本的思考。中華電信張科長特別說到，HAPS 離地面有一定的高度，也難怪 SoftBank 是用高頻 30 幾 GHz 的頻段去做通訊使用，SoftBank 表達日本政府支持 NTT Docomo 發展 HAPS 的計畫，經費總共是 300 億日圓，如果我們國家也可以參考這樣的方式補助給業者與研究機構，大家都會很樂於發展 HIBS、HAPS，以上。

➢**中華電信股份有限公司張維儒科長：**

●關於頻率供應計畫表要不要加備註欄，可能要思考一下，我傾向不要加，看一下對飛機的頻段會不會有影響？如果沒有的話，我認為不會有什麼問題；第二個，如果加備註欄，感覺只有免執照頻段適用這個字眼，我覺得可能會影響，可以不用加。

➢**台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長：**

●今天的討論是，HAPS 屬於固定、HIBS 屬於行動，都是在既有用途下，頻率用途不用更改，即為原本既有的延伸，所以頻率分配表前面定義不需要調整，只是 ITU 有建議一些考量，所以還是建議要放，但這裡想詢問一下，應該不需要變更頻率許可？因為既有的頻率可以用行動寬頻使用。如果要變更的話，可能是 NCC 在網路設置計畫，其它設置形態可能需要變動，應該會是這個方向，所以頻率許可上就不需要再重新申請。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●先確定一件事，台哥大是不是也覺得不用加？

➢**台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理：**

●如果加註上去，頻段使用的權益會不會受到影響？如果標註上去會影響我既有的使用，那我們當然傾向不標。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●那如果沒有影響呢？

➢**台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理：**

●那就沒有關係，我們是針對電信業者已經標得的這段，標註上去後不得對既有的使用者有影響。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●那遠傳的先進呢？

➢**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理：**

●遠傳傾向不加，因為不加的話，我們要如何解釋就如何解釋，彈性相對比較大，但如果都要加，那我們就謹遵指示辦理。

➢**遠傳電信股份有限公司黃志雯副理：**

●我們建議持續進行多方面的討論與評估，可以給研究機構多一些經費進行討論，3 到 5 年之後再繼續進行討論。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●有關頻率分配表的修正，第一點，它是法規命令形式；第二點，在《電信管理法》第 52 條規定，如果真的要加註，絕對不是今天這場會議就可以解決的，所以後面修法也都會有座談會等，今天只是初

步看國內業者針對 ITU 的規定內法化的看法，看有沒有異議。ITU 原本是避免干擾的時候爭議處理這些事，而去加這個規定，但站在國內業者的角度看是，已經想到別的權利義務會受到這條備註而做變更，跟 ITU 出發點是不同的，那我想這個議題如果無法在這裡做決定，我們就之後再來處理。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●今天各位先進的意見，我們都會著實的記錄下來，提供委辦參考，最後請專委來替我們做個總結。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委：**

●感謝大家熱烈討論，我覺得這個議題大家都在收斂中，謝謝大家。

第二節　意見彙整

一、參照國際 HAPS 和 HIBS 相關報告和試驗案例，懇請在場與會先進就我國產業界實際技術面向（速率、涵蓋範圍等）、應用面向、佈署現況、商業模式和未來趨勢予以分享。

（一）國際標準

- ITU 最早在 WRC-07 resolution 221 提到 HAPS 是在 Fixed Service 的服務裡面，HAPS 可提供 IMT 服務。WRC-19 會議的 247 決議，ITU 跟產業共同討論把 IMT 的 Base Station 放在 HAPS，WRC-19 是 HIBS 名詞第一次出現在世界上。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- HIBS 於 2027 年將有新的 Direct to Device 討論。衛星要從高空中打到地面上的行動通訊特性其實跟 HIBS 高空打到地面非常接近，只是高度不同。現在 ITU 已經開始基於 HIBS 做通訊特性的研究，希望能夠應用在未來 D2D 的設備上。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- Fixed service 有個 working group 是 5A，包含地面和天空上的 Fixed Service，其中有一個特別的 Application 是 HAPS，HAPS 的討論是在 5A；HIBS 的討論在 5D，5D 是管理行動通訊，他們是分開做討論的。4C 是 Direct to Devices 行動衛星；7B 是 Progression。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 5D 已經決定開始 Initial HIBS Study，也會有 WRC-27 相關於這幾個頻率所牽涉到的無線電服務，分別影響到不同 working party 的不同技術跟服務。W5D 在 2024 年 6 月的會期裡面，初步的報告結果包含 HIBS Based Station 相關參數、HIBS Definition 系統的參數，還有在系統建置之下的相關參數，也包括一些產業跟國家佈建經營。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- ITU 在正式會議裡決議，HIBS 就是 as Base Station 被放在天空上，所以它所受到的保護應該會跟地面上的 Base Station 是一樣的，只要是在 Base Station 受到保護就是一樣是-6dBw，會藉由這樣的假設和共識發展後面的討論，例如干擾。接下來這份報告有機會在年底或後年初的時候面世。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- WRC-27 之前資訊會定調下來。HAPS、HIBS 有非常多的議題，不只是無線電，包含營運、安全等，應邀請其他相關部會做整體性的討論，才能夠一次把相關問題解決。（財團法人工業技術研究院林

咨銘技術經理）

（二）服務特性

- 從產業面來講，HAPS 和 HIBS 服務可以分成不同面向。從服務特性來看，它跟一般的行動通訊服務一樣，屬於長時間的通訊。它的高度是在平流層，大概 20 公里至 50 公里左右，導致它服務的種類跟行動通訊的特性會有些不一樣。它在高空的狀況，是透過一些高空氣流順應它的方向進行飛行。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- HAPS 和 HIBS 通常是非專用的軌道，並且取決於飛行器的種類；飛行器種類可以定義為氣球或飛船，不同飛行器種類在高空中滯空的時間、飛行高度，跟行進軌跡都不一樣，像氣球和飛船的起飛、降落是完全不一樣的。佈建 HAPS、HIBS 服務的時候，它的飛機在飛行時沒有飛行員是自主地在空中飛行，經由設定的軌道，或是經過地面上的遠端控制，可以稍微做調整。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 在實務上，根據飛行高度、特性跟飛行器種類會產生出不一樣的議題。它的飛行高度在平流層，會有濕度、雨水、紫外線、雷電天氣的干擾影響，這都是在實施固定量服務時所需要考量的議題，也有補給跟續航力的問題。從天空上往地上打無線電訊號的時候，會受到它下面的飛行器，或是雲層或雨層的干擾。訊號在高空中發射範圍是不可控的，所以訊號遮蔽影響跟頻率相對的干擾都是值得注意的議題。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 目前國內寬頻無線電信之電波覆蓋及頻寬，已有高比例之覆蓋及頻寬供應，未來 HAPS 及 HIBS 應用或為寬頻無線電信應用之輔助。HAPS 未來於寬頻無線電信應用或以覆蓋補充及後端網路接取為主，透過基站式、彎管及中繼三模式可輔助無線電信營運商提升覆蓋效率，此類應用可以商業運營模式促成。HIBS 則使用 IMT 地面頻段作為基站式寬頻電信服務，可用於寬廣偏僻區域或緊急特殊事件之商用電信、專用電信或緊急電信之用途，此類應用可以商業運營模式、公共或機關運營模式促成。（臺灣大學電機工程學系鐘嘉德教授書面資料）
- HAPS 在 ITU 就是用固定通信的頻段，ITU 就是把 HAPS 視成固定通信服務，則 HIBS 是行動通信服務，兩個是完全不一樣。（數位發展部資源司沈信雄專委）

（三）技術面向

- 高空平臺涉及飛行器飛航安全和平臺認證。平臺建設者通常與地面

行動通訊業者不同，因兩者專業、營運和服務範疇有差異，因此技術討論應分開進行。因為是不同營運的服務，營業管理部分也會跟傳統地面上行動通訊有些不一樣。飛機在空中飛行可能對生態環境產生干擾。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）

- 在臺灣，高空平臺通訊的商業模式不被看好，因為臺灣現有的電信覆蓋率已高達 98%，而且 HAPS 和 HIBS 成本遠高於傳統基地臺。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）

（四）佈署現況

1.《民航法》

- 高空飛行的軌道可能是特定或不特定的，涉及飛航器的導航聯繫和空中交通管理。防災時高空平臺的佈署需注意相關議題（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 研究 HAPS 時需考慮《民航法》中的規範，包括飛行器是否能升空、是否影響航道、氣船是否被視為障礙物或飛行器等（財團法人電信技術中心巫國豪主任）

2. 設備審驗

- 我們跟幾家國際業者討論。第一個問題是成本高；第二個是基地臺設備在高空上，現行法規很難審驗跨國使用的設備。此外，HAPS 在平流層飛行，不屬於一般商業航道。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）

3. 飛行船

- 113 年 TTC 執行數發部計畫是高空平臺載具驗證，跟工研院的材料所合作，要做出不會因為氣壓爆炸或壞掉的高空平臺載具。飛機船載具是工研院材料所製作，TTC 則負責通訊模組。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）
- 我們訪談日本 SoftBank 是用固定翼式，載具有跨境的能力；而氣船型、氣球型亦可移動，只是可能會受限於氣流，在綁著繩子時，基本上固定不動的機率較高，這是固定翼式跟氣球式最大的差別。固定翼式載具（例如 SoftBank、法國 Airbus）成本高。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）

（五）未來趨勢

1. 訊號往空中發展，提高網路韌性

- HAPS 與 HIBS 將成為電信業者未來規劃的一部分。隨著 6G 技術的發展，網路建設正從 2D 平面轉向 3D 立體結構，增強網路韌性。

（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

2. 鼓勵促進 HAPS 和 HIBS 發展

- 從我國現有的力量、財力或是三家電信業者的財力來看，我個人覺得是有可能發生的，因為 HAPS 和 HIBS 沒有像衛星一樣貴，可用鼓勵的方式促進發展衛星直連手機或是高空平臺直連手機的應用。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 建議多方面的討論與評估，可以給研究機構經費，3 到 5 年之後再繼續進行討論。（遠傳電信股份有限公司黃志雯副理）

3. 作為補充涵蓋、災防用途使用

- 針對應用情形，高空載具發射無線電我們將它視作涵蓋補充，發射訊號下來做一般服務的涵蓋補充，或者是用於緊急救助區域。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 當初規劃應該是以機隊的模式，跟一般航空申請不太相似。可思考高空平臺是否要作為補充涵蓋來使用？（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 高空平臺技術積極發展，乃至於日本 2026 年要商用化，並不是把它當作一般常態性的基地臺使用，它還是用在緊急救災的臨時性使用。偏鄉補助蓋得基地臺是有品質保證的，但是高空平臺還是會有天候因素的缺陷，現階段還會把它當作常態性的基地臺一個覆蓋力的手段。（台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長）
- 未來 HAPS 和通訊平臺可以作為服務涵蓋的補充用途，以及在災防時使用。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）
- 先以災防優先，或是把它當作是中繼站、基地臺。我們有跟一些 global 的廠商做衛星測試，放在行動車上面。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 業者有在做高空訊號的補給，例如雷虎科技在訊號中斷的山區、113 年花蓮救災時，承載 10 公斤的 small cell，透過高空進行通訊傳輸。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

二、為因應 WRC 決議新增 HAPS 和 HIBS 之頻段，我國未來須新增 HAPS 和 HIBS 頻段至「中華民國無線電頻率分配表」備註欄？並在備註欄註明既有使用者具有優先使用權，HAPS 和 HIBS 不得造成有害干擾？

（一）須新增 HAPS 和 HIBS 頻段至「中華民國無線電頻率分配表」備註欄

- WRC-07 就已經開始討論頻率分配，WRC-23 已經有決議，因此納入我國頻率分配表裡面我想是沒有問題的，ITU-R 針對 HIBS 頻率有非常多的研究正在進行當中，必須要考量相關無線電可能受到影響的頻段，一旦寫進去頻率分配表就不能動，必須要謹慎。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 為維持電波使用秩序，應備註既有使用者具有優先使用權。附議 HAPS 和 HIBS 頻段納入「中華民國無線電頻率分配表」備註欄之建議。並載明 HAPS 和 HIBS 於「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」。（臺灣大學電機工程學系鐘嘉德教授書面資料）
- 頻率供應計畫是登記紀錄，讓你能不能在這頻率做使用？跟能不能讓這個裝置放到天空上？這是兩個不同層次的問題。我個人認為應該要註記，但要另外處理在天空上所引發出來的問題，才可以有不同樣的處理方式。若不註記，原本在地面上沒有問題，但如果在天空上有問題，會沒辦法去做處理。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 當 HIBS 跟地面電臺產生干擾的時候，優先權誰要在前面？ITU 定義是既有使用者的優先權較高，不管是地面所使用的 IMT 或是合法取得主管機關同意的電臺，所以我個人建議應該要放上來，業者看法如何？（數位發展部資源司陳威呈科長）
- 我們建議要備註，因為像 APT 第三區社群討論時，印象中伊朗也是有疑慮，覺得會影響到其他業務的使用，我覺得註記有其必要性。但第一區好像沒過，歐洲同樣也有可能開放 HIBS 會造成其他既有使用者的干擾。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）
- HAPS 屬於固定、HIBS 屬於行動，都是在既有用途下，即為原本既有的延伸。頻率供應計畫是因為 ITU 有把它變成備註，還有 HIBS 不得干擾既有的使用，所以是建議依循 ITU 做備註。（台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長）

（二）不須新增 HAPS 和 HIBS 頻段至「中華民國無線電頻率分配表」備註欄

- 至少這幾年不用備註，因為除非有新的頻段要做 HIBS，不然其實行動寬頻，按理說 HIBS 就是基地臺建設的方式之一，不需要特別標註；但如果是新頻段釋出要做標註那就沒問題。我們擔心註記會變成使用者被分離的概念，甚至加了之後會增加義務，現在 HIBS

本來就是在發展中的技術，我們樂見其成 HIBS 的技術成熟。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

- 若是 HIBS 開放給 IMT 的話，就沒有必要在備註欄標出來，因為那是屬於業者的手段之一；若是 HAPS，它在外面，所以必須要去載明這件事。假設有用到 IMT 頻段的話，那就變成固定微波的空中版，但還沒有到外太空去。（數位發展部資源司陳威呈科長）
- 關於頻率供應計畫表要不要加備註欄，我傾向不要加，看一下對飛機的頻段會不會有影響？如果沒有的話，我認為不會有什麼問題；第二個，如果加備註欄，感覺只有免執照頻段適用這個字眼，可以不用加備註欄。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 若標註會影響我既有的頻段使用權益，那我們傾向不標。如果沒有影響就沒有關係，針對電信業者已經標得的這段，標註上去後不得對既有的使用者有影響。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 頻率分配提到在 694MHz、960MHz、1710MHz、1980MHz、2110MHz、2100MHz 和 2600MHz 頻段，基本上都是業者標得的頻段。我們建議 HAPS 或 HIBS 頻段，不可對於現行業者的頻段造成干擾。遠傳傾向不加，因為不加的話，我們要如何解釋就如何解釋，彈性相對比較大，但如果都要加，那我們就謹遵指示辦理。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 有關頻率分配表的修正，第一點，它是法規命令形式；第二點，在《電信管理法》第 52 條規定，如果真的要加註，後面修法也都會有座談會等，目前只是初步看國內業者針對 ITU 的規定內法化的看法，看有沒有異議。ITU 是避免干擾時的爭議，而去加這個規定；但站在國內業者的角度，已經想到別的權利義務會受到這條備註而做變更，跟 ITU 出發點是不同的。（數位發展部資源司陳威呈科長）

（三）僅提供租賃的模型，供應商會受《電信管理法》規管嗎？

- 如果 HAPS 做韌性的備援，或是訊號補充，我認為已經不是放入備註欄的問題，而是與《電信管理法》有關。如果是只提供租賃的模型，租賃商只提供平臺設備讓你去做訊號的連接，沒有號碼、沒有頻段，這種供應商會受《電信管理法》的規管嗎？因為他可能不是第一類電信事業。租賃商的定位會是在談 HAPS 時，在法規政策上，我覺得可能需要對於他身份定義。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

三、若我國未來引進 HAPS，頻率核配是否適用《電信管理法》第56條？

（一）專用性質/商用性質

- 以專用方式去處理，如果 HAPS 形式用固定式的話，跟衛星的頻率可能會有部分重疊。在頻段選擇上，可以先避開跟衛星重疊的頻段，畢竟在天空中到地面的訊號強度都很弱。如果釋出 HAPS，看起來比較像衛星固定的應用，也許可以朝評審制執照釋出做思考。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 第一種可行方式，就是找比較乾淨的頻段，像是 3GHz 或稍微高頻的頻段，建立類似專用頻道的方式。這一類的頻譜釋出，我建議可以再深入去分析，是要用釋照的方式？還是專用電信的方式？另一種方式，可能開放給所有業者先到先用，都是未來可以考量的。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- HAPS 若為專用性質，應可比照現行供專用電信網路使用之頻率用途核配申請方式。HAPS 若為商用性質，應可比照現行供衛星鏈路使用或供微波鏈路使用之頻率用途核配申請方式。（臺灣大學電機工程學系鐘嘉德教授書面資料）
- 有關 HAPS 頻率核配，如果 HAPS 著眼在防災或是涵蓋補充，或許它的執照持有者、業者可能跟專用比較有關。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）

（二）現行電臺設置使用管理辦法是否適用於 HAPS？

1. 現行電臺設置使用管理辦法適用於 HAPS

- 應該是以現行法規做規管。在公眾電信網路或專用電信網路的範疇下，如果有其他業者要做，或是外來的業者想要去做所謂 HAPS 或 HIBS 的業務，那他一定會連接到公網，若是連接到公網，希望是採取跟電信業者相同服務、相同管制的做法。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 理論上，在臺灣的網路設置計畫應該是可以通過的。我覺得不能用各自頻段，因為中華電信的涵蓋範圍不會只有中華電信，可能還有台哥大，假設頻段是台哥大的，那訊號打下來涵蓋整個宜蘭，就是侵犯到台哥大的權力。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 不會侵犯到台哥大的權力，除非他用到台哥大的頻段。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

2. 現行電臺設置使用管理辦法不適用於 HAPS

- 建議以獎勵的方式讓業者去做建設，而非把 HAPS 或 HIBS 寫到網路設置計畫跟電臺設計規劃書，因為有可能變成建設義務。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）

3. 設備審驗

- 有關設備審驗，即日本的設備能不能通過臺灣的審驗？包含資安防護計畫裡面的審驗問題。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 我覺得是共用設備，但用各自的頻段，就沒有所謂的跨國問題。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

四、考量 HAPS 發展趨勢，對於可供 HAPS 使用之頻段核配與管理機制其他建議。

（一）頻段建議

- ITU 定義 HAPS 是固定通訊的延伸，它可用的頻率我覺得應該像無線用戶迴路的概念，固定網路裡面有一部分是用無線來處理，國際上已有定義 HAPS 的頻段。除非臺灣覺得 ITU 定義的頻段不太合適，必須要設專門的頻段。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- HAPS 跟 HIBS 應該是為公共電信網路的延伸，建議頻段方面，不希望在額外新增特別頻段去做標售，就先用電信業者既有的頻段來做 HAPS 或 HIBS 的研討或實驗。我們會把它視為中繼或是基地臺延伸領域。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 如果拿了固定通信服務的頻率來拍賣給業者，然後 ITU 的表裡面都沒有說可以行動通信服務，只有說可以固定通信服務，若拿這個來拍賣一定會被業者反對。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- HAPS 是固定服務的一部分，所以即使它在天空上，它的通訊是點對點，有自己特定的頻譜，包括低、中、高都有。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- HAPS 使用之頻段核配與管理機制，應加強「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」之管理及監理。（臺灣大學電機工程學系鐘嘉德教授書面資料）

（二）設備租用和跨國合作

- HAPS 若只提供設備讓所有人來租用，有很多種型態，租賃是非常中立，因為你們要在 HAPS 做無人機、飛船等，要考量成本高、航道問題和《民航法》。如果政府想用電信業者高空的頻段去做基地臺，就是用徵收補償的方式。HAPS 情境較複雜，很像是境外的衛星業者如何進入臺灣電信市場的問題。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 若是中華電信就在北部放一個高空平臺，比如說熱氣球，那可不可以去跟 Docomo 簽約說順便幫忙涵蓋？（數位發展部資源司沈信雄專委）

（三）數位主權

- 兩萬公尺算是我國的領空，就要接受我國的管制；我國領土到大概兩萬五千公尺，這是上次國防部發布警報的依據。衛星經過臺灣上空一直都沒有管制。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 如果它要過我家門不得入，這可以，但是它不能過我家門去蒐我資料，那就會是主權侵犯，除非它經過我同意才可以進來。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 無線電波是我們數位主權之一，所以在國境內發射、接收無線電都必須受到管制；不是我們認證、不是我們允許的電波到國境內來，2 萬 5,000 公尺以下我們都可以管。我國可以主張數位主權，跟鄰國去協調，但問題是我們現在沒有辦法申訴。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）

五、若我國未來 HIBS 頻段已有獲頻率核配之既有使用者，其頻率使用證明是否可用於 HIBS（全區執照是否包含空中）？

（一）有關未來行動通信頻譜釋出

- 未來拍賣頻率時，若用途是行動寬頻，需不需要特別說包含高空平臺？如果發執照的時候就已經含，就不會有別人可以用。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 新發執照有寫含 HIBS 的話，已經拿到執照的人，之前沒有寫是不是就變成先前的執照不能用？（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 若 3D 頻譜釋照，譬如三家業者拿到的頻譜是不是自然而然就擁有高空平臺基地臺的權利？第一個好處是他們自己的系統，干擾問題可以很容易處理；第二個好處是他的高空平臺跟核心網路可以匯整成一個單一網路，對整個頻率使用效率、網路效率是最好的。另外，對監理單位的挑戰也相對輕微，也許可以逐步去推動。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）

（二）全區執照包含空中

- HIBS 在未來釋照，在商用就沒有獨立執照的釋出，它本身就包含在行動寬頻裡面的頻率，只是把它視為網路結構裡面的其中一種基地臺形式。未來無論是在哪一個頻段的釋照，都沒有所謂的 HIBS 商用的執照，都是行動寬頻的執照，只是看業者要不要去做空中的基地臺而已。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 我們 Default 認為它就是可以，因為現有的基地臺並沒有限制我高

度多高、多低，所以應該是 Default 拍得既有的頻段就可以做 HIBS。若效益上可以我就建，或是等到設備比較便宜的時候，或有合作的時候再建。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

- HIBS 比較特別的是，把原本行動通訊頻譜的基地臺拉到天空上，只是它額外衍生的問題 ITU-R 要研究，打出來之後對其他無線電的影響，HIBS 後面的影響也要負責。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 高空平臺先把它放在業者的手下，就是他們的基地臺。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）

（三）依據《電信管理法》第 37 條申請變更網路設置計畫、電臺設置規劃書，設置 HIBS。

1. 認同直接變更網路設置計畫

- 業者認為我們之前所標的行動寬頻頻段，提供全區服務，可以變更網路設施計畫跟電臺的規劃書來做 HIBS 建設。當既有的電信業者受《電信管理法》規管，做 HIBS 的建設是非常單純的方式。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 若將頻率核配用於 HIBS，是否能變更網路設置計畫？這點我贊成業界先進們的看法，就我的觀點就是把它包含空中的延伸使用，所以應該是可以直接變更網路設置計畫，但最好避免增加義務，因為它是補充性涵蓋的性質，應該沒有必要特別要求業者設置幾臺 HIBS 基地臺。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）
- 應該不需要變更頻率許可？因為既有的頻率可以用行動寬頻使用。如果要變更的話，可能是 NCC 在網路設置計畫，其它設置形態可能需要變動，頻率許可上就不需要再重新申請。（台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長）

2. 跨國業者涵蓋我國

- 例如遠傳用 SoftBank 的 HIBS 提供宜蘭地區服務，會需要 NCC 認定。遠傳在申請網路建設計畫的時候，NCC 會不會准許？（數位發展部資源司沈信雄專委）

（四）是否得組合自建及他人自建？或應採何種合作模式？

- 電信業者做 HIBS，可不可以做跨境合作？若業者跟日本 Docomo 合作，或跟日本 SoftBank 合作，日本業者的 HIBS 在 Okinawa 的訊號可以涵蓋到臺灣，這個合作算有達到通信韌性？這個模式被允許嗎？基於增加網路韌性的政策方向，HIBS 可能是比衛星合作更容易達到的方式，HIBS 是我自己建給自己用，做自己訊號的補充。

因為建置成本很高，我能不能自己建了之後，給我的競業用？或自己建了之後，給我境外合作的電信業者使用？同樣的，境外合作電信業者他的 HIBS 能不能給臺灣業者做使用？（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

- 若是中華電信的 HIBS 在天上提供與那國島 Docomo 用戶的服務，幫 Docomo 提供他用戶的服務，是順便涵蓋，所以臺灣北部和與那國島打下來的頻率都是一樣的，但要使用 Docomo 跟中華共有的頻率才行。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 若 HIBS 是臺灣的比較好，我覺得 NCC 應該不會阻擋使用；但如果 HIBS 是外國的，這會是一個值得討論的問題。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 因為我記得以前在 NCC 的時候，是認定所有的通訊系統叫做關鍵基礎設施，我們是不允許控制權落在國外，所以那時候只要是平臺層建設都沒有外資，但我不知道現在有沒有放寬？如果沒有放寬，那剛剛講的情境不可能發生。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 既有使用者無法自建 HIBS 網路，是否得組合自建及他人自建？例如三家電信業者合作一家 neutral host，可以降低大家的成本。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）

（五）需要考量之配套措施（例如，該頻段之建設義務及頻率使用費相關規定等）？

1. 山林基地臺

- 業者是不是如果有 HIBS，淘汰山林基地臺能省維護費嗎？山林基地臺都有使用壽命，建上去就差不多用 15 年至 20 年，就把山林基地臺拆掉。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 山林基地臺已經建上去，我們得維護，但其實沒有獎勵。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 如果山林是折扣，無論用什麼樣的基地臺技術方式，只要維持山林的通訊就好，所以什麼樣技術方式維持山林的通訊，應該不用被限制。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

2. 頻率使用費相關規定

- 頻率使用費要不要算成涵蓋率百分之百，是不是涵蓋率高會減免，涵蓋 100%的時候是不是減免更多？在算普及率的時候，將 HIBS 涵蓋範圍全部納入計算嗎？並擬定一個百分之百的頻率折扣辦法。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 如果針對我們建 HIBS 可以 49.9%的補助，我覺得這樣會更快速。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

3. 普及服務基金

- 現在的普及服務基金還要不要漲？不用現在有答案，大家可以發表對這件事情的看法，我覺得現在是發散期。（數位發展部資源司沈信雄專委）

六、考量 HIBS 發展趨勢，對於可供 HIBS 使用之頻段核配與管理機制的其他建議。

（一）HIBS 干擾處理

- 已有獲頻率核配之既有使用者，其頻率使用若用於 HIBS，應加強「不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用」之管理及監理。（臺灣大學電機工程學系鐘嘉德教授書面資料）
- 在法規上若得到解決，HIBS 是不是會比 Starlink 或 OneWeb 更容易且快速的提高網路韌性。若是如此，我認為政府應該大力的獎勵輔導電信業者去做 HIBS 建設或是應用，因為是可以提高網路韌性的方式，但成本太高，以及他有可能產生比較多的干擾問題。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

（二）依循行動執照釋出的規管

- 若走到商用，大概就是跟行動執照釋出的規管，允許基地臺設在空中使用，畢竟是行動業者自己使用自己的頻率，所以干擾的問題，以及使用的區域等，應該是業者自己要處理。（中華電信股份有限公司張維儒科長）

（三）新頻段釋出

- 若釋出新頻段，需思考做 HIBS 是不是就用本土的？因為 HIBS 有辦法做到跨國的。如果當有新頻段釋出時，那麼取得頻段的人，需不需要根據《電信管理法》做電信事業登記？有沒有外資限制？若有外資限制，那他取得 HIBS 做基地臺建設有頻段，那就是依循《電信管理法》。不過若他想做跨境使用，又不符合《電信管理法》規定。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

（四）由政府佈建 HIBS

- 建議政府直接佈建很多的 HIBS，然後租給電信業者。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 不行，因為政府沒有名目收租金。（數位發展部資源司沈信雄專委）

七、為因應緊急危難通訊需求，政府機關或其他相關單位是否可在取得頻率之電信業者同意下申請進口該頻段 HIBS 設備？

（一）同意申請進口 HIBS 設備

- 政府機關或其他相關單位應可在取得頻率之電信業者同意下申請進口該頻段 HIBS 設備。（臺灣大學電機工程學系鐘嘉德教授書面資料）
- HAPS 是點對點微波中繼，所以它絕對不拍賣，那是專用電信或者是微波中繼單獨來申請的；HIBS 是用基地臺從天上打訊號下來，所以 HIBS 才是業者的頻率。（數位發展部資源司沈信雄專委）

（二）專用網路/商用網路

- 我國對於急難救助和偏遠地區的通訊服務，可能難以依靠商業模式來處理，建議建立類似美國 Safety Band 的專用網路，雖然成本較高，但可提高通訊韌性。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 將急難救助區分為常態與臨時，常態性救助應建構專用網路，不涉及連接公網的問題。商用是微波中繼，因為不能連接公眾電信網路，所以只好做微波中繼。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 對於急難救助，需要明確區分商用和專用網路。（台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長）

（三）電信業者共同提供服務

- 急難救助時，應該讓所有電信業者共同提供服務。若可以使用整個頻段（例如 1800MHz 全頻段），那麼所有電信業者的用戶都可以共同使用這個頻寬；如果只能使用有限的頻寬（例如上下各 20MHz），那麼頻寬可能屬於某個特定業者，這種情況下，是否會讓該基地臺開放漫遊？讓其他業者的用戶也能使用該服務。（數位發展部資源司沈信雄專委）

（四）政府獎勵與補助政策

- HIBS 成本很高，可透過獎勵輔導或透過政策獎勵方式讓他建設成本可以得到分攤。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 日本政府支持 NTT Docomo 發展 HAPS，提供 300 億日圓的經費，若我國提供類似的補助，業者與研究機構可能會積極發展 HIBS、HAPS 技術。（財團法人電信技術中心巫國豪主任）

（五）通訊韌性

- 提到通訊韌性，我覺得高空平臺可能會比衛星還要務實一點。（台

灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

- 如海底電纜中斷時，HAPS 可否作為通訊的備援工具。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 對於我國而言，HIBS 是技術上較為經濟可行的方法，而美國可能更偏好使用 Starlink 等衛星技術。為解決數位韌性問題，例如 HIBS 可以在高空上直接打給手機；HAPS 在天空上，它可以打給地面上的點、行動車，它會點對點在地上透過 Wi-Fi 分享；Starlink 在天空上的衛星，它可以直接打給手機，接下來 WRC-27 會有直連裝置的解決方案。若透過日本的無線電波發射給我國，對我國而言是非常好的機會，只是實務上在平常的時候，如果要促成這樣的情形的確會有些困難，因為裝置不是我們認證，電波會打過來，這樣的服務會不會被鄰國所同意？這是實務上的問題和災防時的討論。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）

（六）法規挑戰

- 高空無人機去做訊號補強目前有業者是用無人機載的 10 公斤 small cell 去做，基地臺高度沒有限制，因此不能把高空另外拍賣給別人。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 在 HIBS 跨國訊號涵蓋的情境下，宜蘭接收到日本的訊號類似金門接收到中國移動訊號的情況，應從公共利益和政策層面解決這種跨國干擾問題。（數位發展部資源司沈信雄專委）

八、預期未來 HIBS 應用情境，需要考量之課題與建議（例如共站共構、共頻共網、干擾處理措施等）。

（一）共站共構、共頻共網

- 共站共構、共頻共網、干擾處理措施均為開放 HIBS 應用之重要管理及監理課題。（臺灣大學電機工程學系鐘嘉德教授書面資料）
- 例如中華電信共站共構，可能 HIBS 可以做到共站、共構，降低 HIBS 的成本，成本得到分攤，又可提高韌性，但不同於 HAPS 的租賃商。例如三家電信或 SoftBank 和 KDDI 做共站、共構，不過可能不在《電信管理法》許可範圍內。一個設備三家電信業者共有在財產上會有很多問題，我們鼓勵由政府 100%補助，然後電信業者來使用。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 若三家業者在國內一個 HIBS 在上面共站共構、共頻共網，就可以降低成本，或可能由政府補助電信業者。（數位發展部資源司陳威呈科長）
- 透過現有的通信業者用共網方式來處理，成本相對會比較低。我建

議回到商用的頻譜執照來處理，保護業者商業模式的獲利。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）

（二）HIBS 對其他無線電的干擾

- 把 HIBS 的基地臺視為頻譜使用延伸的話，像共頻、共站、共構、共網，其實它的溢波問題很好處理，我覺得可以逐步做。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- HIBS 的註記從 ITU 角度來看，它不是處理對行動通信干擾的問題，它處理的是行動通信被放到天空上後，對其他無線電的影響，包括 Fixed Service 跟 Fixed Satellite Service，這些是在 ITU 的研究報告有大篇幅的討論，當基地臺放到天空上時問題會加劇，可以參考 ITU 關於 HIBS 的相關研究。鄰頻、倍頻、同頻都有可能有干擾。（財團法人工業技術研究院林咨銘技術經理）
- 臺灣的情況跟外國差很多，國外大片區域沒有基地臺的時候，其實有些國家是頻段在沒有用的地方是可以給不是電信業者的人用，這個時候基地臺移到空中會被干擾；第二個鄰頻的部分，不管是既有的什麼站臺，因為電信業者的基地臺很多，加上用戶的手機也是很多，能不被干擾到嗎？倍頻的部分，900MHz 的 double 就是 1800MHz。（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 我們取得的行動寬頻頻譜，鄰頻都是電信業者。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

（三）政府補助、徵收補償、頻率使用費

- 特殊情境裡，按理說政府機關或其他單位在緊急危難的時候，他要用的是專用電信的頻段；若要徵用商用電信的頻段，按照法規就是徵收補償，以及頻率使用費的折扣，政策要有配套。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

（四）跨國合作、互聯/漫遊

- 若僅由一家 IMT 業者做，承擔的成本過高，跨國合作就是把大家支出的費用減少。（數位發展部資源司陳威呈科長）
- 就使用者的觀點來看，我到金門去我就用中國移動聯絡大陸人，或是我在金門用中國移動聯絡臺灣人就變漫遊，那這種狀況怎麼處理？（數位發展部資源司沈信雄專委）
- 漫遊跟互連的概念是，服務有沒有在這邊本地服務？沒有的就叫漫遊，服務有到的，就叫做互連。所以這不是單純頻率的問題，還涉及到電信事業彼此之間的拆帳問題，互連跟漫遊的拆帳成本是不一樣的。（台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長）

九、其它議題

（一）電臺執照

中華電信的空中基地臺係 Small Cell 是向 NCC 登錄，因為瓦數很小，都是採線上網頁登記，無人機有載基地臺上去不用執照，是合法的基地臺。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

第三節　簽到表

台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 HAPS 與 HIBS 之頻譜需求及管理機制之探討座談會 簽到表			
時間：民國 113 年 8 月 15 日　下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）			
單位名稱	**姓名（按姓名筆畫順序）**	**職稱**	**簽名處**
台灣電信產業發展協會	劉莉秋	副秘書長	
暨南國際大學電機工程學系	魏學文	教授	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 HAPS 與 HIBS 之頻譜需求及管理機制之探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 15 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱 （按姓名/名稱筆畫順序）	**簽名處**
數位發展部	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 HAPS 與 HIBS 之頻譜需求及管理機制之探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 15 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱 （按姓名/名稱筆畫順序）	**簽名處**
財團法人工業技術研究院 資通所	林咨銘
財團法人電信技術中心	王國[illegible] 楊[illegible]

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 HAPS 與 HIBS 之頻譜需求及管理機制之探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 15 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
中華電信股份有限公司	
台灣大哥大股份有限公司	
遠傳電信股份有限公司	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 HAPS 與 HIBS 之頻譜需求及管理機制之探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 15 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
財團法人台灣經濟研究院	陳恩孔 蔡孟訶 李玉璇 莊雅晴 王品予 葉仁軒 王[illegible] 徐聖惠 鄭[illegible] [illegible]

第四節　照片



附圖 6.1　各界踴躍參加座談會



附圖 6.2　座談會現場情形

附錄七　113 年度座談會場次三

第一節　會議記錄

會議主題：我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討
會議日期：113 年 8 月 20 日（二）9:00 至 12:00
會議地點：財團法人台灣經濟研究院台泥大樓 T401+T403 會議室（台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）
與會者：

與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[901]	
政府機構	• 國家通訊傳播委員會 • 數位發展部
專家學者	• 劉崇堅 教授（國立臺北大學經濟學系） • 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會） • 魏學文 教授（暨南國際大學電機工程學系）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司
衛星業者	• 愛爾康資料處理股份有限公司 • 隴華電子股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

➢ **數位發展部資源司沈信雄專委：**

● 針對衛星行動用途，有些事很複雜、有些事很單純，請大家盡量把想到的問題都提出來，讓我們對整個問題更清楚。像是以前就有的代理制度，跟剛剛看到 IMT 的部分，兩個會產生的問題不一樣，EchoStar、Inmarsat 或 Thuraya 系統或 IMT 的系統，衛星和 IMT 兩個各自的看法是什麼？比如說針對性的怎麼做？未來的考慮會比較周全？

➢ **中華電信股份有限公司張維儒科長：**

●從簡報 24 頁資料可以看到 MSS 在國際頻段上，大家比較建議 1980-2010MHz 和 2170-2200MHz 頻段，但在這次頻率供應計畫修訂草案中為「暫不開放」嗎？我想請教一下這個有特別的考量嗎？

➢ **數位發展部資源司沈信雄專委：**

●「暫不開放」是因為這是 IMT 的頻率，這次開放 MSS 跟開放 FSS 的假設是一樣的，即衛星的頻率是可以共用的，多家業者共用。但

[901] 男女比為 21：10（含工作人員）

今天說到 IMT，想問大家，第一個問題：有共用的可能性嗎？如果沒有共用的可能性，那還是用審議制嗎？例如，申請到了，他獨家擁有，這個狀況應該用審議制還是招標制？第二個問題：如果適用招標制的話，現在有需要招標嗎？如果招標制要考慮的是多少人會來標？還要接著考慮期限，就不太適用現在衛星是五年的換照期限，因為允許換照是基於衛星頻率或這顆衛星是可以多人共用的，沒有限定國內哪個廠商才能代理，如果用評選制，則是基於頻率可以共用的假設。

➢**中華電信股份有限公司張維儒科長：**

●這題我們在頻率供應計畫草案意見書裡或座談會再做一些討論，以上是第一個問題。中華電信在衛星行動電話有代理 Thuraya 跟 Inmarsat 的服務，以中華電信是行動業者的角色，從這些經驗來看，我們認為衛星電話服務跟行動電話不會是競爭取代關係，而是屬於互補的狀態。

●第一個：因為衛星的鏈路預算（link budget）已經有限度了，所以在室內這樣的通訊可能會有問題；

●第二個：衛星在天空，容量有限，比如在臺灣上空有幾個衛星，也可以知道地面上有多少基地臺，相比之下可以知道它提供的容量並不足以跟地面行動電話做取代性競爭。未來 Direct to Cell 技術發展，把通訊韌性從特定機關或固定形式拓展到全民狀態，隨身手機可以在緊急時做必要通訊聯絡，如果從這個角度來看，倘若未來要開放 MSS 頻率，我們建議比較有可能性的頻段為較低的頻段，在使用上會比較實際；

●第三個，這樣的技術在其他國家都屬觀察狀態，會建議政府可以先做 PoC。未來執照開放方面，可以選擇用評審制，執照也可以在試驗的狀態先做初步延緩待未來真的有比較大的突破跟發展，或許執照發放上再另外討論。

➢**財團法人台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●今天所謂的衛星直連手機，是以 Apple 的直連手機來做想像嗎？

➢**財團法人台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長：**

●是像智慧型手機。

➢**財團法人台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●在美國申請低軌衛星手機，臺灣也可以用，衛星屬於網內的概念，連接的是衛星網路，並非連接電信事業網路。而現在的問題是，比

如：即便在美國申請，到臺灣來接收也可以接收，但對電信事業或其他業者而言，就會面臨干擾問題。而有無 business model，是第二個層次，如果衛星要落地，單純放到臺灣，就是網內的概念；如果是用代理，新的衛星要進來，頻段的設定等，則是委辦關心的議題。

➢**台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理：**

●今天的會議就定義方面，個人看法覺得不是很明確，比如以美國為例，於手機上直接收衛星訊號，在美國定義設為電信商涵蓋補充的功能，所以 T-Mobile 找了 SpaceX，AT&T 和 Verizon 也開始找另外的廠商，他們的想法是以涵蓋補充為主，而不是另外的獨立事業，這是第一點。但簡報看起來好像是從行動衛星的方向去拓展業務，我感覺比較像 Apple、Globalstar 在手機上可以去解碼 decode、encode 衛星訊號，因為這是手機商 Apple 能夠全部掌握的，所以找一家衛星業者一個頻段就可以用了，可是其他家在模仿的時候，根本做不到，比如聯發科、Qualcomm 是晶片商，很難指定走某一家衛星業者把商業模式弄出來。聯發科前幾個月的會議上就表示，它們做的晶片賣不出去，因為這不是晶片商能跳出來選擇給衛星業者，大家就會跟著 follow 頻段之類的，這個很難。

●以台灣大哥大的立場，我認為在緊急救助的部分是功德無量，它對緊急救助的需求是非常好的。但我也擔心另一件事，像詐騙或犯罪，Data 能通訊的時候又是不同狀況，我認為模仿 Apple 這件事很難，可是會議看起來好像是這個方向。

●另外，提到 3GPP、WRC、NTN 看起來都是 IMT 領域延伸出去，在適用這些頻段的時候，跟原來 MSS 本質上有不同之處；手機在監管、干擾，其實都有定義了，包括手機形式認證、落地管理等，但 MSS 做行動的部分，其實很缺乏，比如英國之前有 MSS，也訂了一段頻段，但他們認為手機直連是 2027 年之後的事，並不是這些 MSS 業者現在即能做手機直連的業務，英國認為要等到 2027 年，當初核許的客群權限已經 expired 後，才考慮這件事。

●歐盟也訂了一段出來，band 1 中間那一段，包括中華的上行、遠傳的下行那段，還有中華的下行的右邊那段，其實這段對地面干擾的問題，我認為可能比中華想像得還要嚴重；舉例來說，AT&T 跟 Verizon 對 FCC 抗議，表示 SpaceX 跟 T-Mobile 做的衛星發射 1875.5MHz 中心頻段，光發射 5M 的頻段，模型跑出來後就造成它們的表現減少 8%。

●衛星想做手機直連，發射功率一定不是衛星的碟子做接收解碼的功能而已，手機要能解碼，發射能量並不是我們所想像的樣子。我們比較擔心的是干擾這件事，現在的干擾處理機制比較容易找到干擾

源，也有現有協調機制，但很難去跟衛星業者協調，尤其是跨國甚至找不到窗口。

●當初美國 T-Mobile 的執照測試，是 FCC 允許的，所以有一個專門指導干擾的單位；這個情境應該比較像中華和遠傳，因為它是 band 1 的鄰頻，這段如果受到干擾的話，那他要找誰？這是我覺得干擾上比較大的問題。

➢**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理：**

●題外話，我從股票的觀察中發現，衛星手機直連 D2D 是目前國外火熱的話題，從 Verizon 跟 AT&T 的合作廠商 AST SpaceMobile 來看，股價從今年大概 3 塊多漲到 38 塊。以國外的角度，它是要互補所謂偏鄉涵蓋不足的部分，因為國外地廣人稀，跟臺灣不一樣，因為臺灣的覆蓋率已經達到 99%以上，所以我認為我國針對衛星手機直連這塊可作為互補，但沒有急切迫切性；

●針對第一個問題，關於有什麼商業模式，如果透過 AST SpaceMobile，從我們的研究來看，它應該是採用訂閱方式，以兩家公司來講，他們採 revenue share 商業模型，就目前情況來看，眾所皆知 Apple 的緊急呼叫，是在沒有基地臺訊號的地方進行緊急通訊，這部分 Apple 並沒有針對後續收費有比較明確的時程。

●第二個議題是針對衛星頻段開放，我們建議是否要再等待或觀察一段時間？因以臺灣行動通信業務普及率、涵蓋率來說，已經相對比較高了，所以衛星和行動通訊應該會是互補關係，且不太可能以衛星取代，顯示某種程度上，地面行動通訊的重要性。所以以頻譜開放的方向來講，應以滿足地面行動通訊為主，後續再考慮衛星開放問題，而非現在先劃一段給衛星，就一定要給衛星使用。若按照衛星的分配，建議參考 3GPP 訂定的標準、WRC-23 及 WRC-27，待衛星頻率需求比較明確的時候再來評估衛星頻率分配，如果依目前各星鏈系統所使用的頻段去開放，可能比較雜亂無章。

●針對衛星直連，本公司有另外一個想法，其實電信事業在衛星上和在國際上是比較沒有話語權的一方，因為電信事業畢竟不是衛星的製造商或衛星擁有者。換個角度來看，我們應該要以電信監理、通訊監察，還有最近成立的打詐四法，是否符合這幾個面向的需求？如果以業務的限制或業務需求來講，衛星的部分我們比較建議以相同業務、相同管制。

➢**愛爾康資料處理股份有限公司林榮華經理：**

●現在要談衛星直連手機應用滿早的，不管在設備或其他國家也都還

沒有非常普及應用，估計可能在 2027 以後。剛剛遠傳提到，國際上電信事業對衛星來說較弱勢，但在臺灣是相反的，臺灣電信事業跟衛星業者比較起來，是電信業者較強勢，這方面我們也是覺得是互補關係，大家應該要互助，可以一起開發衛星的市場，在臺灣的商業應用也許沒有這麼急迫性；

●頻段部分建議，29500-31000MHz 這部分是用在軍用、政府用，如果列入這次 MSS 開放的頻段，是否要考量可能產生干擾？甚至跟國際接軌時，其他國家是否已經在軍用使用此頻段，會不會如果臺灣開放民用後，也遇上國際接軌的問題？這是我們比較想提出來的建議跟問題。

➢隴華電子股份有限公司沈安明顧問：

●從探討頻率的資源來看，不曉得 S 頻段為什麼被排除在外？現在 S 頻段在 3GPP 是最主要未來 B5G、6G 的頻率，有點不太理解臺灣為什麼將其排除在外。因為國外也有很多廠家、國際營運商已經開始做 S 頻段的直連，建議臺灣應該要開放 S 頻段，因為未來 S 頻段一定是主力，它不像 IMT 那麼多干擾問題，所以希望政府能在 S 頻段開放，起碼做測試。再補充，如果頻率沒有開放，連開始做行動實驗網路都沒辦法，個人建議至少開放實驗。

➢台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：

●就電信業者實務角度，我很清楚技術發展上，整個地球上只有三成陸地，有七成海面，電信業者建置基地臺只能在三成陸地上建置的情況下，6G 或是 Beyond 5G 已經開始往天空發展，上禮拜會議也可以看到這樣的趨勢，正因往天空發展，過往衛星的服務並非不存在於市場，但即便是固定衛星或行動衛星的衛星電話，跟行動通信市場仍不同，不論是海事通訊或船舶、航空器，都不是行動通信市場。

●接下來似乎衛星市場要跟行動通信市場產生融合技術方向，不論是 Apple，或 3GPP、WRC23 甚至是 Release17，接下來要如何跟 IMT 的設備連接？對電信業而言，可能更在乎的是：市場必須先做重新界定。

●頻譜要釋出的話，該如何釋出？過往衛星採審議，是因為它做海事通訊或特殊、特定場域，在 2C 市場其實並非商用，它不是行動通信市場，所以在市場規模份額的情況下，用審議的方式做稀有頻率的釋出，不論固定或行動都有它的緣由。

●當技術發展走向要跟 IMT 做結合時，以後的 device 可以連接陸地上基地臺訊號、平流層基地臺訊號及 LEO 基地臺訊號時，單一手機可來自不同訊號，而當單一手機的服務提供者不再單一時，之間產生

的競合問題會回到數發部長官所在乎的：頻譜要怎麼釋出？針對這題，我比較建議，技術發展走到那個地方，再來決定頻譜怎麼釋出？因為頻譜具有一定的稀有性，以行動通信市場的頻譜釋出，短則 15 年，長則 20 年，但以 3GPP 目前的技術規範看，還沒有看到很具體，我覺得市場要界定清楚，頻譜釋出所服務的市場到底是什麼？才能決定釋照的方式，這段時間如何滿足衛星業者想做的測試驗證，後續可以再討論。

- 另外，20 年來行動通信市場在國際上至少有三大勢力角力，歐洲的標準、美國的標準跟日本的標準，經過角力之後一同於歐盟標準的原因是：通信必須是標準統一的情況下，才有辦法連接跟互動，不論從 2G 走到 6G 都有個共通點，即：不論是美國、日本或中國想強行介入標準，他們都有共通的執念，即一定要相容於既有的 5G 或 6G，因為標準永遠是大一統的狀態。
- 正因如此 Apple 目前做的測試是獨家技術，它想做封閉式網路，以 Apple 為例，它完全逆行於過往對行動通訊標準的概念跟邏輯，今天的討論是立基於 Apple 在美國做過這樣的測試，雖然很模糊，但它幾乎成功且似乎已經有影響，不過，這樣的標準能否兼容於 3GPP 未來技術走向發展還很難說，所以還有很大的未知跟風險。
- 我覺得就主管機關而言，頻率必須先等到市場清楚，界定之後再做。再者從國際上看，如果標準設備無法統一，會有衛星干擾問題，且會是跨國性的干擾問題，所以除非 3GPP 在衛星干擾議題上跟各國談出可協調的方式，不然未來 MSS 服務提供者光處理衛星干擾問題，主管機關也一定會很痛苦，基於以上三個面向我認為這個議題應該要再做觀望。

➢暨南國際大學電機工程學系魏學文教授：

- 第一個，我國現在對衛星系統的掌握度算比較被動，整個手機直連商業模式目前看起來也不是很明朗，尤其臺灣的地面通訊系統做得太好，我們覆蓋率很高，所以臺灣將來在這方面需求多高，現在還很難預測。我個人的淺見傾向，有無可能採用逐步開放會比較安全？比如一些比較乾淨、無干擾、無顧慮的頻段，先開放一些看夠不夠用，之後再逐步調整，尤其像 2.5GHz 頻段，正好衛星系統跟地面通信系統是重疊的，衛星直連的干擾問題到現在還不是很清楚，嚴重與否有賴未來進一步研究，所以針對國家地面通信系統有重疊的部分，建議可以再進一步分析看業界先進建議，例如先用試驗網路也是個方法，不要貿然完整開放整個頻段，個人建議比較安全的做法是先把衛星系統看成是異質網路會比較好處理。業務方面如果沿用代理制度，推行上碰到的問題會比較輕，雖然衛星的表現不像單一

網路那麼好，但如果先從代理去擴充、著手，會是比較安全的做法。

●第二個議題，將 IMT 直接用衛星看成是高空基地臺，但是 IMT 這個模式要發揮最大功能要把衛星系統跟地面通信系統看成單一網路，不然其實它功能跟 FSS 差不多，但是我猜我國應該不太願意讓衛星系統碰到核心網路，所以雖然 IMT 很 fancy，但還是要持續觀察，到底能不能讓它發揮效果？

●頻譜釋放的部分，若用異質網路去看、利用代理制度的方式去看，第二個議題會相對比較簡單，如果牽涉到頻譜釋放或執照發放，我建議先考量地面廣義通信系統的頻譜問題，個人比較傾向 3D 發照，盡量垂直是同一個公司，這樣處理干擾問題比較簡單，雖然衛星系統沒辦法掌握，但比如地面某頻段是 A 公司掌握，衛星系統雖然是國外，可是如果有 A 公司去代理系統，會比較好處理；如果是另個 B 公司代理的話，將來干擾問題處理就會複雜化，那有無可能從法規方面做一些鼓勵或迴避？我建議可以深入分析一下。

●第三個議題，干擾是一個大問題，漫遊可能也是一個大問題，以前的漫遊很單純，可是現在衛星網路進來，漫遊情境會變得複雜，比如溢波漫遊，以前溢波漫遊不用太擔心，因為通常會發生在邊界，如金門，但現在衛星網路進來，溢波漫遊可能是整個國家都溢波了，所以建議主管機關或單位可以考慮一下，進一步處理。

●再來，衛星網路的討論這麼複雜，因為衛星網路跟戰略有關，不像通信系統純粹就是商用化，為了賺錢而已；簡單講，因為牽涉到戰略，我不相信會有全球統一的衛星通訊標準，因為只要牽涉戰略，每個國家絕對不讓人掌握，所以只要自認為是世界強國，一定會有一套衛星系統；我們國家比較小，所以最可憐，所有的系統都在我們天空上跑。對我們來講，將來也會造成很大的問題，所以如何處理這些干擾跟漫遊的問題？它的主次問題，有時候可能都不在我們可以控制的範圍之內，我都建議這些可以持續去觀察。

➢財團法人台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●國內假如真的要探討這個問題，可能需要有 PoC 實證，但即便要 PoC，也要考慮由哪個技術強項機關執行？在低軌衛星出來前，衛星市場的需求者主要都是政府部門，而衛星政策在國科會已經投入很大的編列預算，所以我覺得可以去申請補助做實驗驗證，像中華電信有中華電信研究院，有很強的技術能量，可能真的要找國內很強的通訊研究機關來做會比較徹底。

➢國立臺北大學經濟學系劉崇堅教授

●上禮拜出國在大陸深切體會到，如果不用申請漫遊，有手機應該很

方便，但今天聽起來沒那麼簡單，剛才講的設定是全部融成一個系統，衛星系統跟各國地面行動通訊、互聯，全部照一個標準融通的話，會是很輕鬆愉快的方式，但事實上沒那麼容易。

- 我就按照討論的提綱回答三個問題，第一個，這個新技術發展我樂觀其成，接下來第一點，我引用一家顧問公司叫 Bizwit Research and Consulting 2023 年出版研究系列的資料，簡單說，衛星系統如果做起來，從產品替代的角度來看，衛星系統有助於消除全球行動通信網路的盲區，即偏鄉、離島，甚至海運或飛機上，所以 MSS 未來可能會對全球通訊市場的需求有刺激；
- 另一方面，5G 發展到現在一直找不出 Killer Applications，第二點的第二個部分，衛星服務跟行動通訊做某種程度的融合，有無可能可以幫 5G 或 Beyond 5G 將來找到好一點的應用？如果將來接續能夠無縫涵蓋，創造出的需求或許對目前 5G 需求不足的狀態可以改善。目前各國政策跟監管問題，及 MSS 系統間缺乏相通性，各家標準不一致，對於在 2023 到 2030 年之間要有一些市場、結果，甚至商用，是構成挑戰的。
- 第二點，是消費者主權，比如東西做出來，不管技術多 fancy，東西多好，消費者只要不願意掏錢買，這東西就死了。整個資本主義經濟體系裡，決定產品的成敗、公司的存亡，在於消費者的一念之間，做出來的東西將來會如何，目前還不知道，希望大家在討論的時候，盡量朝商品化時，東西被認同、系統所產生的成本和各種障礙的排除，必須達到某種程度讓東西變得好用、Friendly，不然再多的想像、再好的技術也不一定能成。
- 第三個是競爭公平，若將來發展如預期，一切順暢，衛星行動通訊服務獲得廣大認同，business model 也出來了，接下來會出現的問題是：經營主體會屬於誰？不一定是地面會有利，也可能是大的衛星公司，情況將會變得複雜，如果大家提供的服務都相同，建議主管機關持相同服務相同管制的原則，建立公平的市場競爭環境，只要標準偏坦的話，另外一邊就很可能被完全取代。
- 是否採評審制？我認為要採評審制，因為這牽涉到跨國經營的特性，還有國家安全、主權的問題，所以評審制是最好。
- 可以同時開放申請，維持代理制度，平行應該可以增加競爭。
- 最後一個是，對我國衛星直連政策跟法規的建議，看了一些資料，大概共同的看法是：2027 年以前大概不會有太明顯的進步，我覺得研究團隊簡報第 21 頁觀察了兩點很好，我只加一句話：衛星直連手機技術運用均尚處於起步階段，其他我認同 21 頁的兩個觀察，我的建議是，東西還不成熟的時候，稍微看一下即可。

➢**國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長：**

●有關於議題部分，我想提幾個意見，簡報第 30 頁，有提到 87 年開放衛星行動通信業務，至少有三家業者來申請，包括中華電信，其中依《電信法》有一家取得特許執照，太一股份有限公司，當初情境發展為一些衛星公司有倒閉整合或通訊監察配合困難，造成當初在開放時沒有很順利，所以太一電信雖然取得特許執照，但後來廢止了，中華申請重設，後來也自動放棄。

●衛星行動這部分的開放，其實長久以來的經驗，NCC 都是採評審制；另外，目前發展到現在，其實衛星是一直都開放申請，只是都沒有人來申請。

●主要市場面有三大面向，因為它是小眾市場，市場規模不大，技術的演進到現在，目前大部分都是配合政府政策。在山林開放，中華就配合提供 Garmin inReach；海洋部分，海事的安全長久以來，從民國 70 幾年一直到 NCC 成立後，中華也配合提供 Inmarsat 海事的救難。另外，在陸地上，政府的緊急救難、通信需要，中華現在也配合申請方位的服務，等於市場規模目前大概有這三個面向。因為數發部在前年開放的 FSS 的頻率，有兩家業者也都進來，他們最主要提供海事衛星，目前還沒正式提供服務。

●另外是，討論未來是不是採雙軌？NCC 之前就一直想把代理制度關掉，因為我們認為這是一個小門，當初因為數發部還沒成立，像最近一次的代理核准，是在數發部成立前，中華提供 Garmin inReach 的服務。這部分我們要想要關起來是因為數發部成立，讓它當一個平地的落地權，取得正式管道，由數發部來核配，後續本會會有《電管法》37 條這邊的網路設置計畫或營運計畫的核准，這樣整個才是一套，所以我們想還是想回歸正統的申請程序。

●另外，衛星服務有業者需要去考慮的問題，一個是市場問題、一個是通訊監察的配合，像中華之前有申請提供銥衛星海事 SBD(Short Burst Data)短數據服務，因傳輸內容為 GPS 定位資料，無通話、發送簡訊及傳輸網路封包之功能，通訊監察建置機關認為與通訊監察無涉，故不須建置通訊監察系統，但基本上，如果簡訊、數據等等具備雙向的，它一定要求通訊監察的義務。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長：**

●在手機直連 early stage 的狀態下，先把大家找過來一起針對議題討論，只是先來看看各領域的大家對這件事有什麼看法，目的是早期蒐集意見。

●第一點，我先說明前期開放實驗這件事，事實上看各個國家的做法如何，目前在臺灣並非我宣示某個頻段可以做什麼實驗，大家才可

以進去做實驗；實驗的目的是為了研發創新，因此沒有頻段不能實驗，即政府無需做任何頻段宣示，所有人都可以在任何頻段做實驗，包含 IMT 業者使用的頻段及軍方使用的頻段，只要取得它的同意即可，這是最大的前提，例如：亞太電信之前標得持有的一個頻段，當時交大要使用亞太電信的頻段做行動通信的實驗，在 NCC 時代是允許他們的，因為有取得亞太電信的同意。這個例子提供給大家，政府不需要特別針對某一個頻段做開放宣示，才能去那個地方做實驗。

- 在我們目前頻率供應計畫的最後面，有說公共物聯網在 800MHz 或其他應用在某些頻段，這屬於政策推動產業往前的，比如：車聯網集中在哪些頻段？水空地災的物聯網在什麼頻段比較好？讓產業知道事實上頻段有聚焦，但這不因為我們的公告，在某頻段用這個技術而限制產業只能在那個頻段發展，這是第一點要澄清的。
- 第二個，大家都有談到其實衛星手機直連跟 IMT 之間不會是互相競爭關係，它是互補的狀態。舉一個很極端的例子，以 Apple 跟 Globalstar 合作的頻段來說，2483.5MHz 的前面是 Wi-Fi 的頻段，2500MHz 開始是 IMT 的頻段，它的主要的使用情境如：之前有網紅帶去坪林測試天空衛星的通信跟 Globalstar，原則上都是在 Band 53 上面，我這次去美國它們有特別提到 Globalstar 會繼續朝這個方向去發展，他們的目的是補充 Wi-Fi 跟 IMT 都沒有的情境下，才來做使用，還是設定在急難救助互補的狀態。所以這是呼應大家所提到的，衛星直連手機跟 IMT 之間不見得是競爭的角色，而是互補的，這是第二點。
- 第三點，愛爾康先進提到 29500-31000MHz，它是軍方在使用，這邊開放的話可能會有干擾。我覺得可能把即將開放給衛星行動這件事，跟衛星直連兩個議題放在一起，讓大家有所誤會，我認為這兩個放在一起是不會有衝突的，因為也許來申請的人就是給軍方用，這是第三點。
- 第四點，事實上在子議題裡有提到，我們在 TTC 計畫裡面做這些頻率開放給 MSS 使用的話，現行代理制度有沒有需要關門？因為這是從以前 NCC 時代到現在有數發部之後，跨部會一直在討論的議題。舊的那扇門有沒有需要關？或是如果我這邊開了，還有沒有需要這扇門？會不會哪天出了很緊急的狀況，因為這扇門關了，反而不得其門而入？所以今天台經院可能才會設定這一題，這一題其實跟衛星手機直連並沒有直接相關，今天的主題有把兩個議題 match 在一起讓大家有點看不太出來，不知道待會是否能針對這個階段的議題，提供我們一些意見跟看法，有沒有需要保留現行的代理制度？不然像剛剛王科長所提的，是不是就可以把它關掉了？

➢**財團法人台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長：**

●雖然這場是以直接衛星手機為出發，但是因為伴隨著 MSS 的頻譜在頻率供應計畫草案預告要開放，所以第二題的設定是以整個 MSS 核配的議題都放進來討論，代理制度的問題也跟核配有關。但也如同科長說的，想聽聽看在場先進對於就算不是直連衛星手機的情況下，對開放 MSS 頻段、核配的想法。

➢**財團法人台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長：**

●衛星直連手機的發展目前看到有 MSS 或 IMT 兩種申請方式，因為議題較大，所以拆成兩場，今天主要針對 MSS 做討論，下一場會針對 IMT 剛剛有提到像美國或加拿大，像是 SCS 的補充涵蓋方式，可能到時候是由電信事業來做補充，今天主要的議題在 MSS。

●MSS 這種形態過去是用代理的方式，簡報 32 頁有目前的代理方式，剛剛許多先進建議比照現在 FSS 評審制的方式去做，比如現在有同樣的路徑，那代理的制度是否需要保留？在討論的時候，有看到中華過去的方式可能有考量到一些緊急救難等重要因素，那代理制度是否需要有保留？還是現在走 MSS 申請的方式就可以處理了？

➢**隴華電子股份有限公司沈安明顧問：**

●衛星業者的看法，因目前 MSS 要與國際緊靠，臺灣雖然發展成自己的系統，我不認為短時間內會造成什麼影響，以業者身份來講，以後應該以代理方式，像 Inmarsat、Thuraya、EchoStar 等，以代理方式將國際衛星引進我國。

●另補充希望我國政府（數發部資源司）將 S-Band 開放，簡報上面寫國外沒有 S-Band 營運者，這是不對的，如果有需要國外營運者名單，我可以提供；另外，像國外代理 S-band 的營運商，若無開放 S-Band，國外業者會不願意進入，我國會受到非常大的制約，其他業者如 Inmarsat 都有開放，故強烈建議數發部資源司開放 S-Band。

➢**愛爾康資料處理股份有限公司林榮華經理**

●與隴華電子提出之意見類似。

➢**財團法人台灣經濟研究院劉柏立所長**

●表示我國衛星業者認為我國代理機制是必要的，強調 S-Band 開放的問題。

➢**隴華電子股份有限公司林文漢資深經理**

●就對於相同服務、相同管制的精神來看，如先前因整個時空背景所以中華電信當初走代理這條路申請，雖然大部分是為了服務國家政策，但如果是相同的狀況，我們也要去申請代理 Inmarsat、Iridium 是否可行？如果不可以，原因為何？因為相同服務、相同管制下，若其他業者可走這樣的路來申請，那隴華可不可以也走這條路申請？

➢台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理

●有關頻段要用評審或代理好像有一個問題，是不是衛星就是以評審或代理制，然後 IMT 為拍賣制？似乎不是這樣，我查了一下《預算法》預設就是拍賣或招標，僅某些特別法律允許之外，那《電信管理法》裡面有提到，如急難救助、廣播電視，也有提到衛星，不過他講衛星鏈路是在不同時間、不同地點重複使用或者是實驗電臺，上述幾項可以排除。再回來看現在 MSS 從代理開一個小門，現在 D2D 希望又再擴大，這件事情對電信事業會產生「是否申請代理」的問題而毋須競標，如鄰頻頻段 band 1 是否可以代理方式取得相同服務、相同監管？

●另外衛星監管相較於電信監管不容易，台哥大希望開放頻段讓電信業者代理，然同樣回到「主體是誰？」的問題，假設是衛星業者當然可以繼續走代理機制，但目前其適用的裝置（手機）已不同，且每個人皆可申請，那應該要付管理成本，並適用相同規管機制。也不像先前小眾的特殊緊急應用場景，可以省略管理成本，故若開放到 D2D 則應該偏向一般無線電的監管方式。

●若反過來以電信業者為主體，若要推廣衛星手機 D2D 應用的話，其實也很難去做，就算我們想做，但包含頻段、監管上畢竟不是電信業者的，所以我們很難證明建設、審驗，像是電臺審驗等無法做到，且以目前制度上假設要以 IMT 方向推廣的話，電信業者是有困難的，不該以適用範圍擴大但監管更鬆散，如以 Apple 的 Globalstar 來看，目前為止都是急難救助，Globalstar 一天能夠繞的時速也少、發射頻段的強度也很弱所以大家都還能接受。若這個頻段放大了、衛星次數繞多了，甚至他發射新的衛星紀錄上去也能夠發 data，那這時是否還是以現在的監管方式用申請代理就好？但我擔心因為它的鄰頻就是 2600MHz，所以這件事在緊急救難其實在《電信管理法》已有規範，可是當它走向公眾電信，大家可能要考慮是不是還是以原來衛星的監管方式，即以評議、申請或代理就好？因其受眾人不同，它已經是一般用戶，一般的手機皆可使用，那主體上來講是否還要開放則需考慮。

➢遠傳電信股份有限公司徐子祥經理

●針對代理制度，內部認為是有需要的，另外針對是否保留我們帶回討論。如果以 MSS 的服務來講，它與行動通訊基本上沒有太大的差異，所以業者應該要負擔的義務應該是要比照行動通信業者。基於相同業務相同管制的原則，如果未來政府是要開放 MSS 的相關應用，以申請資格頻率取得或是核配方式，應該要比照行動通信服務的電信事業來辦理。

➢**中華電信股份有限公司張維儒科長**

●針對代理這個議題，以商業上從兩個層面來看，一個是傳統電信業者跟衛星業者商業的合作，整個衛星的主體及服務的提供，絕大的掌控權還在衛星業者，這個部分中華就是代理，付費給衛星業者做臺灣的部分。

●若以法規層面來看，過去的歷史背景有這種代理的狀況，今天已經走到固定衛星開放新的頻率的申請辦法。我們覺得不論是頻率的主權或者是對於服務者、消費者服務的權益保障來看，在申請上還是可以回歸到現有申請的模式，然過去法規代理的模式可以再找時間點把此程序關閉，像中華電信已經代理既有的服務也許可找時間點做轉換，再有些新的頻率等等。我的意思即是在關閉的同時還是需要一點時間，不要立即把它趕出來，後面再找時間重新設計。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**

●針對代理部分，衛星市場與行動通信市場是很明顯不同的市場，所以《電信管理法》裡傳統的行動通信非常在地化，但衛星是完全去在地化，即現行的衛星服務很少提供陸地上的服務，當然有很少部分提供的是非陸地上的服務，但進入 MSS 之後其實它打破了此範例，所以才會提到市場界定沒有清楚之前，釋照方式就有很多討論的空間。

●在未來的 MSS 發展甚至 IMT 模式頻段的發展衛星都不再是現有的衛星市場，已經開始進入傳統行動通信的服務市場，那它到底是互補關係還是競爭關係，或者兩者都存在都有可能。我認為過往的代理制度是很純粹的，是作為陸地與非陸地通訊，其實他的服務提供者是境外業者，而臺灣的衛星還是與新加坡合作，故臺灣在衛星的主權上面本來就很薄弱，現行的衛星服務其服務提供者是境外業者，所以在主管機關的監理方面是一路管制的。

●接下來當進入 MSS 未來的技術發展，我國若還是以境外衛星服務業者提供本土的電信服務，那牽涉的問題就非常嚴重。因為我們都還是關鍵基礎設施業者，未來如果通信服務是境外的業者，由本土業者去做代理，低度管制代理身份到底能否符合現行所有法規對於

資訊安全、國土安全或行動通信相關的監理要求？我認為會直接有實質上的困難，當服務主體非本土業者且要符合現在高強度《電信管理法》的監理措施，身為一個國際業者要去符合我國法規義務是有實質困難。如果另外有本土業者做代理低度管制的代理商的話，應該回到《電信管理法》到底能不能達到監理政策的目的？如果不行，其實是因為市場重新被界定之後服務牽涉關鍵基礎設施、國土韌性及通訊主權的問題，所以這個制度應該要有落日。

➢暨南國際大學電機工程學系魏學文教授

●印象中代理的門檻較低，感覺它的管制力是比較低，以前在 NCC 經驗，當初衛星通訊代理的主要考量是因為通訊監察，因為通訊監察畢竟還是有成本，如果國內用戶人數太少的話，衛星服務就不願意落地，或是不願意拉一條通訊監察的專線，當時也很擔心衛星通訊開放但沒有任何一家申請，這不僅是商業問題，也可能對整個國家的策略都有問題。

●我的建議還是以階段性，所謂的階段性是：在沒有明朗化時，代理的門建議先不關閉，因為其實還不清楚國際衛星業者是否有把臺灣看在眼裡。而剛剛提到手機直連最大的問題是通訊系統的市場看起來會和現在地面通訊系統產生競合問題，當競合問題產生，管制力度就很悲觀，悲觀是指衛星系統不是我們為所欲為，所以當這個系統開始有一些競合問題的時候，我們是否可能在政策上或管理上做比較實務的考量，例如若現在把 3D 頻譜這個概念落實，如果頻譜屬於中華電信，將來如果國外衛星業者評估代理人讓他去談，應該也可以接受利用這個方式，可能比較不會產生問題。

●未來有無可能透過鼓勵措施或法規措施慢慢調整？將來當衛星的通訊系統侵蝕到國內通訊系統的時候，回歸到競標，因為執照只要發出去，就有執照擁有權了。代理制度的好處就是它有迴旋的餘地，也就是暫時提供使用，在產生一些糾紛困擾的時候就會很難處理干擾的問題，碰到干擾問題只要國外業者在 ITU 備案我們就沒有辦法了，我們對 ITU 來講就是一個黑戶。以先前 WiMAX 的經驗就是這樣，即使我們先釋照也沒用，只要跟國外的系統產生干擾問題，我們就很吃虧，將來這些干擾問題會越來越難處理，所以有沒有可能我國做比較周詳的考量，在某些地方可以解決、可以迴避的我們盡量先迴避。

➢國立台北大學經濟學系劉崇堅教授

●我在書面資料有建議雙軌並存，不過剛剛科長講說要關掉，我就在想要怎麼跟大家再來討論這個問題，魏教授的想法深得我心，我剛

才所講的把它關掉之後如果臨時有需求或是有些狀態它怎麼來因應，可能要再談一下，另外要讓代理進來的話，管制力太低對地面現在的行動通信業者會處於競爭上或管制規則上不利的地位。

●補充之前 WiMAX 曾經跟日本的衛星有干擾問題，後來我國費很大的勁處理這件事情，因此再討論下去，可能要特別重視干擾問題。

➢數位發展部資源司沈信雄專委

●我先說明今天這個問題有很多層面，第一個是獨立的 MSS 的地面臺，另一個是放在手機上另外一個系統的 MSS 地面臺，比如 Globalstar 最後面是跟手機用同樣系統的地面臺。

●就今天我們要開放 MSS 頻段，剛剛聽到大家說特殊狀況可以，一般來說好像不贊成，不是很清楚這些頻段是一般狀況也不贊成或是說每個頻段附加條件之下是可以開放的？剛剛台哥大的先進有提到救難或在地面系統沒有涵蓋的地方這種附加條件可以，各位知道我們核配頻率可以加附加條款，電信業者都被附加過。上面列的這幾個頻段哪一個反對開放或是哪一個認為要加什麼附加條款以後比較適合開放？或是根本就建議拿掉？

➢台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理

●第一個是有關干擾的問題，就目前為止看到的是 MSS 想要用 D2D 這個頻段，在使用的時候干擾問題是很可怕的，目前看到的歐盟、英國皆以 2027 年開放為目標。如果我們要開放的話，我認為第一個是從鄰頻來看，比如說 2500MHz 或者是 2100MHz 頻段，還有我們 28GHz 後面 29500MHz 那一段其實都要非常審慎，也就是已經發放的頻段到時候有造成干擾疑慮，我認為都必須要先考慮清楚再開放。

●第二個是開放的時候如果是以衛星業者為主體，也就是我們豁免的衛星業者為主體，有關監管的這些權利義務，還有建設的這些權利義務，它可能就不是我們目前為止所用的公共電信事業，這件事情其實切了一塊出來是給衛星的公共電信事業，感覺像是這一塊因為已經是 D2D，如果是這一塊要開放的話，我認為按照原來衛星的條件會對行動業者有直接的競爭，所以哪些附加條件我不敢講，我認為 MSS 以衛星為主體或是 IMT 用 NTN 頻段來發的話，其實它某種程度在兩個監管的中間，一般電信的監管非常嚴格，它的權利義務也非常多，而就目前看起來衛星比較鬆散，權利義務相對也比較少，那像這種夾在兩個中間的情況，不管是 IMT 的 NTN 或是用 MSS 發放頻段，我認為它應該要有幾乎一樣的監管、權利義務以及條件，比如到時候 NTN 發放的頻段跟 MSS 發放給 D2D 的頻段，我認為它的監管還有所有權利義務應該是接近的才對。

●總結第一個是頻段在鄰頻的時候，目前看到干擾的問題很可怕，所以我認為這個鄰頻發放的規劃要稍微晚一點；第二個是 IMT 的 NTN versus MSS 的 D2D 這兩個頻段其實在性質上幾乎是一樣的，應該要有相同的監管，假設這邊認為是申請或代理 NTN 理論上就應該會這樣，可是目前看《預算法》還有《電信管理法》好像必須要拍賣，所以我剛剛提到的意見，我認為這兩個應該權利義務應該是要相同的。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委**

●台灣大哥大先進的意思就我認知到的直接問一個問題就是其實第一個比如說 2483.5MHz Globalstar 這個部分，或者是 29500MHz 到 31000MHz 這個部分你是覺得應該要拿掉，因為我認為已經鄰頻了沒有關係，我先講我認知這兩個要拿掉，那其他的部分你也不建議放上去，我就直接講那 Inmarsat 怎麼辦？是不是像 Inmarsat 這種事情會導致你會堅持 NCC 目前的代理制繼續保留？那我們後面繼續用代理制是這樣一個方向。

➢**台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理**

●我是認為代理這件事情其實是一個漏洞，就《電信管理法》、《電信法》上面我認為不應該允許，那《預算法》本來就規定這個是拍賣的，我們突然弄了一個某種情境條件下開放代理，可是這個門看起來為了 MSS 繼續要開放，那因為它的受眾是手機，它的受眾已經擴大了，我認為法律在管理的時候，如果它是機率很小的，當然我們不希望花很大的管理成本在上面，那如果它是一個大眾都會使用的，就必須要賦予一些管理成本在上面。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委**

●第一點 Inmarsat 使用的頻段你建不建議開放？第二個，使用的頻段你建不建議開放？第三個，Thuraya 反正已經要暫時終止代理先不討論，我們直接就這兩個東西，那你的建議是他們使用的頻段要不要由我們再做一個所謂的 MSS 發照制度來核配給他頻率？或者是說現在這樣不要動我們繼續用 NCC 所謂代理制度，沒有頻率核配的方式？

➢**台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理**

●我認為需要有一個目前地面站衛星固定的監管條件，還有行動條件中間要放一個允許的核配方法，可是我現在看起來好像是代理其實是更鬆散的，比目前的申請審議還要簡單，所以基本上我是反對的，在沒有急難救助或鼓勵研發這種條件之下，實驗網路或是已經有的

廣播、電信這些其實都沒有符合的情況之下我們再開一個更鬆散的監管，然後希望放大到手機都能夠使用這件事情我基本上比較反對，可是我認為需要有一個監管的方位，且必須要是 NTN 跟 MSS 兩個 D2D。

➢**財團法人台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長**

●其實很簡單的概念就是談到頻譜使用的情況，乃至干擾的情況，它就有時間、空間跟頻段的立體概念，包含剛剛沈專委講的 Inmarsat 我們怎麼看，因為畢竟那是海事衛星，到目前為止它只有海事使用，不像我們現在一般的行動通訊密集度這麼高，這是密集度的問題，時間、空間還有頻段是決定它的一個干擾或是各個使用條件的問題，這是基本概念，我們建議業者可以再提書面資料直接回應沈專委。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委**

●我現在的問題是大家認為該怎麼處理 Inmarsat 的頻段？第二個問題，大家認為該怎麼處理 Iridium 的頻段？我把這兩個衛星分開問就是也許各位可以建議我直接在某一個頻段後面寫限 Inmarsat 申請，因為這是附加條款的問題，附加條款裡面我需要加什麼限制或者是說可以加一些比較大或比較鬆一點的限制，比如在沒有行動通信涵蓋的地區也是一種附加條款的形式，若是都不要開放，我們各類商船跟飛行器的公司應該會跳起來，因為這個其實就讓他們的設備要符合三種條件，不管是國際上 ICAO、IMO 的條件，及臺灣電信管理的條件，這個問題我們需要幫他解決嗎？不需要我們就不要管它，讓它都不符合國際標準，這是一條路。另外一條路是我們怎麼樣讓它能夠符合，第三條路是讓其他亂七八糟跟這些標準沒關係的衛星也 OK。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**

●換我請教專委，因為其實現在中華就有代理 Inmarsat，那現在其實在頻段上沒有開放，原因是因為代理的方式而沒有開放，所以現在應該是主管機關數發部要改變現狀，那改變現狀的目的是什麼？目的是因為 MSS 技術的發展要改變現狀，還是代理制度要關掉了所以要改變現狀？身為中華民國的國民我知道發展衛星這件事是顯學，我沒有要以卵擊石，我的困惑是現在中華電信代理的情況，在沒有做開放情況下已經可以代理，但如果假設數發部要去做改變現狀的事，一定是有現狀必須被改變的需求，那麼是因為 Inmarsat 提出不要用代理的方式他要進入市場？還是因為 MSS 的技術發展在 2027 年我們要做預先準備？還是代理確定要被關掉？我覺得這才是重點。

●我也是認為 2500MHz 這一段因為是鄰頻，我擔心沒有護衛頻段會干擾，就是針對 2483.5-2500MHz，我其實想問的是它都沒有護衛頻段會不會干擾？除了這一段之外，我想知道是政策上要把它開放是因為很明白的政策需求存在了，還是管制政策已經確定要轉向了，還是這些都是在管制政策跟政策需求出來之後才會配套被變化的？

➢數位發展部資源司沈信雄專委

●我們今天的頻率供應計畫修正可以分幾個層次的目標，第一個層次的目標是解決所謂雙軌制這件事情，這件事情要解決不解決我沒有意見，但要請問的是中華電信跟 NCC，中華電信現在用代理 OK 了以後要不要換照？以後如果要換照，那 NCC 願不願意再准它？或是說你沒有頻率核配所以不准，這個有兩種可能，但是我們是覺得如果今天固定衛星通信都是走這種程序，那雙軌制為什麼只限行動衛星？不管是數位部或是 NCC，我想大家都要有自己的說法，我覺得如果 MSS 使用代理制，那這個球就會丟回 NCC 去，到時候換照的時候他要怎麼決定，那看 NCC 現在能不能有看法。若不再用代理制，那現有使用代理制的中華電信繼續代理沒關係，但中華電信要不要換照？

➢國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王惠瓊科長

●Inmarsat 是政府賦予中華電信協助國內的海事義務，包括在《電信管理法》實施之後，數發部還沒成立前，我們核准 Garmin inReach 是因為政府開放山林政策，為山友山難發生時有緊急通信的需要，所以基本上我們當初《電信管理法》實施會在子法裡面第 7 條、第 15 條去訂所謂的代理衛星，那時候是預防因為數發部這邊的頻率開放還沒出來，轉軌的需要所以暫定第 7 條、第 15 條是在等待數發部頻率開放後我們就要把它刪除，所以如果各位有注意當初在《電信法》的時候代理是有條件的，有特殊的用途，所以就我講的有三個市場面，海事、緊急或登山需求，Inmarsat 它在陸地上中華電信是不准提供給個人申請使用的，因為 Inmarsat 沒辦法配合通訊監察，所以那個當初是兩個通訊監察機關同意召開會議，我們落在法規裡面去保護中華的行為，所以現在一切回歸正軌。現在 Inmarsat 已被 Viasat 併購，那有可能 Viasat 將來可以符合我們正常的途徑來配合，這是我們樂見的，所以我一直在等待數發部啟動這個機制，那我本來是去年就要動這兩條法規，但數發部有跟我這邊聯繫叫我等待，因為他們今年會開放這個頻率，所以我們相當樂見。

●補充一點，不管我們目前我講的數發部成立之後我們在等待著開放，所以有一些業者在今年一直有跟我們接觸，那我們原則上會請業者

依照《電信管理法》去跟數發部申請頻率核配，那數發部現在還沒開放，所以你去跟數發部申請也不行，本會現在是沒辦法動的。

➢**數位發展部資源司陳威呈科長**

●先初步回應為什麼這一段S-Band沒有開放，目前是現行的Inmarsat、Thuraya 沒有用這個頻段而不是 NTN，所以先把剛剛這整個會議前半段所提到的 D2D 連接，及台哥大提到的 D2D 先擺一邊，回到頻率開放的這個議題。

●最前面開放這些頻段的目的是為了讓中華電信代理的 Inmarsat、Thuraya有正常符合《電信管理法》的路可以走，目前的做法事實上是《電信管理法》沒有開放頻率的前提底下，讓它要提供國內的 IMT 或是專用電信的通信無法涵蓋到的需求服務而做的妥協，在《電信法》的時代，政府想怎麼做就怎麼做，因為第 48 條有很強的法規依據在，但是進入《電信管理法》後所有頻率必須按照《電信管理法》第 52 條第 2 項的規定，沒有經過核准不能用，也就是現在中華電信所代理的 Inmarsat、Thuraya 進到《電信管理法》之後不可使用，而現在以 NCC 提供代理制度，這個代理制度並非一般商用的代理，目前國內即便是福爾摩沙衛星八號（TASA）也不足以成熟到提供商業服務。

●相同管制相同服務在經過這次修法開放頻率之後，隴華、愛爾康或其他衛星服務提供者也可以像中華電信一樣開大門走大路，申請代理、組合他人網路（如隴華、Inmarsat、Thuraya）提供臺灣區域服務是可行的，所以本次修法開放頻率才可以讓大家在同一個平臺上做，其審議的作業程序會類似固定衛星，也就是這 2、3 年來取得固定衛星頻率的 SOP，可能會朝這個方式走。

●回到不一定鎖死在商用頻段，不管是 IMT 或商用衛星頻率一定都要按照《預算法》第 94 條的規定去做拍賣制，事實上在《電信管理法》第 54 條規定有拍賣制、審議制等等，本來就有空間讓主管機關各種考量後決定用哪一種方式釋出，所以不一定要使用拍賣制，這也是現在 28GHz，現行的四個衛星固定頻段不是走拍賣制的原因與依據。

●另外因為我國並非 ITU 會員，所以並不是我國沒有金援去維護衛星星系，而是我國根本無法申請衛星頻率與軌道，亦即在 ITU 下，我國必須透過組合他人網路自建對國內需求者提供服務。

●NCC 訂出暫時的路給國內業者，是給國內衛星需求者必須拿到頻率後再依照《電信管理法》第 37 條，然這件事是矛盾的，因此數發部才做衛星頻率開放。最基礎的門檻是我國現行的 Inmarsat、Thuraya 不會因為這次的頻率開放而服務中斷，這是最基本的需求，因此數發部還是要讓它符合《電信管理法》的架構，且開大門走大路，所

以才有這次的修法。

●D2D 跟數位部這次的頻率開放沒有直接關係，所以電信業者看到 MSS 的開放似乎有如驚弓之鳥，有人要搶我市場，各種說法拒絕，但需求在那，主管機關不開放，我還真找不到讓中華電信可以長久下去的方式，中華電信是為了滿足國內衛星通信需求政府給的專案核准，是要一路發專案核准一路發到我們進 ITU 嗎？所以數發部必須依照《電信管理法》的精神讓他們衛星通信有路可走，至於其實現在國內市場的情況，即便 Inmarsat、Thuraya 讓他可以走過中華電信的代理提供國內的市場服務，其實對 IMT 現在的市場沒影響，因為它太貴了，通信品質也沒我國電信業者好，所以我認為這次頻率開放是利大於弊，且沒有弊的，因為我們一定要往前面走，衛星服務這件事不管是電總時代或是 NCC 時代當時還沒有《電信管理法》的精神，可是現在進入《電信管理法》也許是第一次要做，必須要讓它有路可走，所以才做這次的頻率開放。

➢**中華電信股份有限公司張維儒科長**

●我想再釐清一點，頻率供應計畫裡面所寫的頻率它代表的意涵是衛星頻率這一次是所有都列上去，就可以申請嗎？因為 MSS 頻段不在裡面，那 MSS 頻段會怎麼做？行動通信的頻率供應計畫，它的定位有短、中、長期的規劃在衛星這邊，我們沒有看到這樣的規劃，所以不理解現在問哪些頻率該不該列上去，它代表的意義是只要列上去就可以馬上申請的意思嗎？

➢**數位發展部資源司陳威呈科長**

●不是，主管機關依據《電信管理法》第 53、54 條所訂出來的一個可能是管理規則釋出辦法，這部分是數發部另一個科在處理的，另外頻率的開放的確有一個隱憂，現在為了 Inmarsat、Thuraya 有路可走而做開放，是否到時候被認為它有商業價值的人擴大到電信業者不想要影響到公平競爭商業利益的局面是有可能的。所以是不是加條件，IMT 有的地方就不能提供服務等，但不管怎麼樣都不會影響現階段要開大門，而關掉不太符合《電信管理法》精神的那條路。

●補充一點我個人不建議在頻率分配表及頻率供應計畫加太多後面釋照的東西，因為這兩個表目的是避免頻率干擾，先把大原則講好，至於釋照當下那些規定應該回歸釋照，因為《電信管理法》第 53、54 條有授權去訂定。

➢**國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王惠瓊科長**

●前年數發部開放固定衛星用的頻率，那時候在另外那科開放它在裡

面的申請有附註頻率不能用在陸地移動通信使用，有一些限制條件，另外反映業界頻率的需求，剛剛在講直連手機，其實業者想要引進的是聯網設備，聯網設備是給一般行動電話可透過聯網設備連通訊網路，當然它涉及到是本會的型式認證，而型式認證就卡說有沒有衛星營運商提供這個服務，那他要去申請但跟數發部申請頻率就沒有開放，所以這個是另外一個因素，不是手機直連而已，可能是相關產業設備。國內其實衛星相關的設備有我們自己的廠商，很可惜在國內無法給國人使用，尤其他們去登山的時候，可以帶一個小巧的配備利用行動電話連上衛星通訊。

➢隴華電子股份有限公司沈安明顧問：

●補充兩點，第一點我認為衛星跟 B5G、6G 是兩個合起來的，所以是互補的，尤其在臺灣的話，衛星業者絕對不可能取代行動業者。第二點是假設隴華以後要做 B5G、6G 衛星部分的話，我們非常希望跟行動業者合起來，就像 Starlink 現在跟 T-Mobile，臺灣絕對是行動業者支配通信市場，所以 B5G 的時候衛星業者很願意與行動業者合作，至於怎麼管理，要看後面政府單位怎麼處理我們完全願意配合。

➢台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長

●我的疑惑是 1544-1545MHz 僅限用於遇險和安全通訊之外，其他的用途是不限嗎？為何不是全頻段皆用於遇險和安全通訊？

➢數位發展部資源司陳威呈科長

●補充說明為何數發部開衛星行動開了好幾段，只有單這幾段特別做這個標註，主要的原因是 ITU 有這個規定，因為 ITU 跟 IMO、ICAO，船舶跟航空器特別針對這些頻段要求最高優先權為緊急搜救，並且排除其他通信，即其他組一般通信也可以，但是這組只能用於救險通信，且是船舶 IMO 那邊他把它列定為 GMDSS 必載設備的必載頻段。

➢數位發展部資源司沈信雄專委

●我直接講 Inmarsat，Inmarsat 很簡單，IMO 覺得要建一個全球的衛星遇險通信的工具，不願意自己出錢，他就外包 Inmarsat 就去接起來做，那當然要有收入來源，不然怎麼維持遇險通信，所以其實整個 1518-1559MHz 是都 Inmarsat，但可以允許商用，惟其中 1544-1559MHz 是絕對不允許商用。

●另外一點規定，除了 1544-1545MHz 以外的其他頻段遇險時，其他通信都要 Block 掉，有災害的時候，這一段是優先給災害用途，還是

有一個優先權，但它沒有禁止商用。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長**

●按照剛才所說，我們是開放解決問題的部分，因為 2027 年還很久，這個時間若開放了就被鎖死了，可是如果我們是為了解決 Inmarsat 的問題，其實我們就把 Inmarsat 這個部分開放做安全通信，只開放做遇險、安全通信，後面當有 MSS 的發展或者是 D2D，政府有了政策之後再來做。

➢**數位發展部資源司沈信雄專委**

●1544-1545MHz 是規定只有遇險通信可以用，那在 1518-1559MHz 這整個範圍裡面是遇險優先使用，所以我們應該要開放僅限還是要開放優先？

➢**數位發展部資源司陳威呈科長**

●目前給七組或九組頻率開放出去並不全部都是給 GNDSS 或者是搜救使用，船舶、航空器在海外的時候不會 24 小時都在搜救的狀態，還是會有漁事通信的需求。

➢**國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王惠瓊科長**

●一點提醒，以目前的狀態如果數發部頻率不開放，本會代理這邊也是不通的，我們不會受理。

●另外，剛剛在講頻率開放，在海事部分現在已經很多國際非政府組織（NGO）來拜會，一直在推展漁工的人權、通信人權，這部分國內的漁業署行政司都在詢問，我國要跟外國評比的話這部分要加強，所以若頻率釋放一些給有興趣的業者來加入是好事。

➢**財團法人台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長**

●總結今天會議，第一個，頻譜資源有限，所以還是回歸到頻譜政策三原則，和諧使用原則即不干擾；公平使用原則，不管是對既有的 IMT 或者什麼樣的公平條件；第三個是頻譜資源有效應用，講起來很簡單，但是做起來是大哉問。因為我們頻譜資源就是有限，例如如何給 IMT 使用的同時又不會造成干擾？這就是一個大哉問的問題，所以頻率政策的議題要滾動發展下去。因為技術不斷創新，要如何讓頻譜支援新技術、新服務發展真的非常重要，尤其是放在數位發展部數位發展的命題，那 NCC 現在單純在監理，相對的未來要仰賴大家經常腦力激盪各種意見也提供我們主管機關，讓他們來做更完善的規劃。

第二節　意見彙整

一、衛星直連手機於技術面與市場面之發展現況、未來趨勢與見解。

（一）我國衛星直連手機市場角色定位

- 以中華經驗來看，衛星在天空，提供的容量並不足以跟地面行動電話做替代性競爭。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 以國外發展的角度來看，衛星直連手機是要補充偏鄉涵蓋不足的部分，國外地廣人稀，跟臺灣不一樣，臺灣行動通訊覆蓋率已經達到99%以上，我認為我國發展衛星直連手機可作為互補，但沒有急迫性。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 衛星市場似乎要跟行動通信市場產生融合技術發展方向，而對電信業而言，更在乎的是市場必須重新做界定。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 臺灣電信業者較強勢，我們認為衛星直連手機與行動通訊是互補關係，大家應該要互助，一起開發衛星市場。（愛爾康資料處理股份有限公司林榮華經理）
- 美國有特別提到 Globalstar 會繼續朝補充 Wi-Fi 跟 IMT 都沒有的情境下，來做使用的方向去發展，目的是設定在急難救助互補的狀態。呼應大家所提到：衛星直連手機跟 IMT 之間是互補關係。（數位發展部資源司陳威呈科長）

（二）衛星直連手機潛在干擾問題

- 我們比較擔心的是干擾問題，現在干擾處理機制可以容易找到干擾源，也有現有協調機制。但如果是衛星會很難協調，尤其是跨國的話，甚至找不到對接窗口。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 29500-31000MHz 頻段用於軍用、政府用，若列入 MSS 開放頻段，是否要考量可能產生干擾？甚至跟國際接軌時，其他國家是否已在軍用使用此頻段，會不會臺灣開放民用後，也遇到國際接軌問題？（愛爾康資料處理股份有限公司林榮華經理）
- 干擾是一個大問題，漫遊可能也是一個大問題，比如溢波漫遊，以前的溢波漫遊通常只會發生在邊界，但現在衛星網路進來，溢波漫遊可能是整個國家都溢波。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 之前 WiMAX 曾與日本衛星有干擾問題，我國費很大的勁處理這件事情，因此需要特別重視干擾問題。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

- 關於 29500-31000MHz 頻段，可能「即將開放給衛星行動」這件事，跟「衛星直連手機」兩個議題放在一起，讓大家有所誤會，我認為這兩者是不會有衝突的。（數位發展部資源司陳威呈科長）

（三）我國衛星直連手機技術發展

- 衛星直連手機技術在其他國家尚屬觀察狀態，會建議政府可以先做 PoC，執照也可以在試驗狀態得以延緩，待未來有比較大的突破跟發展後，再行討論。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 以 Apple 為例，它目前做的測試是獨家技術，是完全逆行於過往對行動通訊標準的概念跟邏輯，但這樣的標準能否兼容於 3GPP 未來技術發展走向還很難說，還有很大的未知跟風險。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 目前衛星直連手機技術運用均尚處於起步階段，116 年以前大概不會有太明顯的進步，我建議技術還不成熟時，稍微看一下、觀察一下即可。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）
- 政府不需要特別針對某一個頻段做開放宣示，目前頻率供應計畫中，有說公共物聯網在 800MHz 或其他應用在某些頻段，是屬於政策推動產業往前的，比如：車聯網集中在哪些頻段？讓產業知道使用頻段，並不因為我們的公告，在某頻段用這個技術而限制產業只能在那個頻段發展。（數位發展部資源司陳威呈科長）

二、探討國內 MSS 頻段相關頻譜需求及管理機制議題，數位發展部113年7月9日已預告「無線電頻率供應計畫」修正草案開放1518-1559MHz、1610-1660.5MHz、1668-1675MHz、2483.5-2500MHz、19700-21200MHz、29500-31000MHz、43500-47000MHz 電信事業申請設置使用同步／非同步衛星行動通信。

（一）我國衛星直連手機應用需求

- 衛星直連手機在緊急救助方面的需求是非常好的，但如果用於像詐騙或犯罪，又是不同狀況。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 針對衛星直連手機，本公司有另一個想法，電信事業在衛星和在國際上是比較沒有話語權的一方，因為電信事業畢竟不是衛星的製造商或衛星擁有者。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 我國現在對衛星系統的掌握度算比較被動，臺灣地面通訊系統做得太好，將來這方面需求多高，現在還很難預測。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）

- 如果從產品替代的角度來看，衛星系統有助消除全球行動通訊網路的盲區，MSS 未來可能會對全球通訊市場的需求有些刺激，而衛星服務跟行動通訊做某種程度的融合，有無可能可以幫 5G 或 Beyond 5G 找到好一點的應用？如果能接續無縫涵蓋，創造出的需求或許對目前 5G 需求不足的狀態可以改善。另外，以消費者主權的角度來看，資本主義經濟體系裡，決定產品的成敗、公司的存亡，在於消費者的一念之間，希望大家在討論的時候，盡量朝商品化時，讓商品被認同達到某種程度變得好用，不然再好的技術也不一定能成。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

（二）我國 MSS 應用頻段開放

- MSS 想要用 D2D 這個頻段，在使用的時候干擾問題是很可怕的，從鄰頻來看，比如 2500MHz 或 2100MHz 頻段，還有 28GHz 後面 29500MHz 那段等，也就是已經發放的頻段，可能有干擾疑慮，我認為都必須先考慮清楚再開放。（台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理）
- 從衛星業者的角度來看，目前 MSS 要與國際緊靠，臺灣雖然發展自己的系統，但我不認為短時間內會造成什麼影響，希望政府開放 S-Band，否則國外業者不願意進入，我國會受到非常大的限制。（隴華電子股份有限公司沈安明顧問）
- 從通訊韌性的角度來看，倘若未來要開放 MSS 頻率，建議開放較低的頻段，在使用上會比較實際。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 衛星頻段開放建議，希望以滿足地面行動通訊為主，並建議參考 3GPP、WRC-23 及 WRC-27 訂定標準，待衛星頻率需求較明確時，再評估衛星頻率分配。若依目前 Starlink 衛星系統所使用的頻段去開放，會比較雜亂無章。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 建議可以進一步分析業界先進建議，如先用試驗網路也是個方法，不要貿然完整開放整個頻段，個人建議比較安全的做法是先把衛星系統看成是異質網路會比較好處理。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 現行的 Inmarsat、Thuraya 沒有用 S-Band，不是 NTN。（數位發展部資源司陳威呈科長）

（三）我國現行衛星代理制度

- 不論是頻率主權或是對於服務者、消費者服務的權益保障來看，在申請上可以回歸到現有申請的模式，然過去法規的代理模式可以再找時間點把此程序關閉。像中華電信已經代理既有的服務，也許可

找時間點做轉換，但在關閉的同時還是需要一點時間處理。（中華電信股份有限公司張維儒科長）

- 我認為代理這件事其實是一個漏洞，就《電信管理法》、《電信法》上面我認為不應該允許，衛星監管相較於電信監管不容易，台哥大希望開放頻段讓電信業者代理，然同樣回到「主體是誰？」的問題，假設是衛星業者當然可以繼續走代理制度，但目前其適用的裝置（手機）已不同，且每個人皆可申請，那應該要付管理成本，並適用相同的規管機制。（台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理）
- 針對代理制度，內部認為是有需要的，另外針對是否保留代理制度，我們帶回討論。（遠傳電信股份有限公司徐子祥經理）
- 基於相同服務、相同管制的精神來看，先前因整個時空背景，所以中華電信當初走代理這條路申請，若業者可走這樣的路來申請，那隴華可不可以也走這條路申請？（隴華電子股份有限公司林文漢資深經理）
- 以業者身份來說，應該以代理方式將像 Inmarsat、Thuraya、EchoStar 等國際衛星業者引進我國。（隴華電子股份有限公司沈安明顧問）
- 進入 MSS 未來的技術發展，我國若還是以境外衛星服務業者提供本土的電信服務，那牽涉的問題就非常嚴重。未來如果通信服務是境外業者，由本土業者做代理，當服務主體非本土業者且需符合《電信管理法》的監理措施，身為國際業者要去符合我國法規義務是有實質困難。若由本土業者做低度管制的代理商的話，回到《電信管理法》能否達到監理政策的目的？如果不行，是因為市場重新被界定後服務牽涉關鍵基礎設施、國土韌性及通訊主權的話，那這個制度應該要有落日。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 建議沿用代理制度，推行上碰到的問題會比較輕，雖然衛星的表現不像單一網路那麼好，但如果先從代理去擴充、著手，會是比較安全的做法。代理制度的好處是它有迴旋的餘地，可以暫時提供使用。因為如果碰到干擾問題，國外業者只要在 ITU 備案，我們就沒有辦法了。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 把代理制度關掉後，如果臨時有需求或有狀態，該怎麼來因應，可能要再思考一下。另外如果以代理方式進來的話，管制力太低，對地面行動通訊業者將處於競爭、管制規則上不利的地位。建議可以同時開放申請，維持代理制度，平行應該可以增加競爭。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）
- NCC 之前就一直想把代理制度關掉，因為我們認為這是一個小門，我們想要關起來。後因數發部成立，作為頻率取得的正式管道，由數發部來核配，後續本會依《電信管理法》第 37 條的網路設置計畫或營運計畫的核准，這樣才是一套完整的流程，所以我們還是想

回歸正統的申請程序。（國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長）

- 如果為了 Inmarsat、Thuraya 有路可走而做開放，是否到時候被認為它有商業價值的人，擴大到電信業者不想要影響到公平競爭商業利益的局面是有可能的。但不論如何，都不會影響現階段要開大門，而關掉不太符合《電信管理法》精神的那條路。（數位發展部資源司陳威呈科長）

（四）我國 MSS 頻段核配釋照

- 頻段要用評審或代理好像有一個問題，是不是衛星就是以評審或代理制，然後 IMT 為拍賣制？相同規管機制原則必須是先決條件。對於 Inmarsat 頻段問題，我認為需要有地面站衛星固定的監管條件，即要有充分、嚴謹的條件，才會支持釋照，可是現在看起來好像代理其實是更鬆散的，比目前的申請審議還容易，所以基本上我是反對的。（台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理）
- 基於相同業務、相同管制原則，如果未來要開放 MSS 相關應用，以申請資格頻率取得或是核配方式，應該要比照行動通訊服務的電信事業來辦理。（遠傳電信股份有限公司徐子祥經理）
- 我建議技術發展走到哪，再來決定 MSS 頻譜怎麼釋出？因為頻譜具有一定的稀有性，以行動通訊市場的頻譜釋出，短則 15 年，長則 20 年，但以 3GPP 目前的技術規範看，還沒有看到很具體，我覺得要等市場界定清楚後，才能決定釋照方式，後續可以再討論。如果是為了解決 Inmarsat 的問題，其實可以把 Inmarsat 開放做為緊急救難的安全通信。當有 MSS 的發展或 D2D，政府有了政策之後再來做。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 建議先考量地面廣義通信系統的頻譜問題，個人傾向 3D 發照，盡量垂直是同一個公司，這樣干擾問題比較好處理，雖然衛星系統沒辦法掌握，但比如地面某頻段是 A 公司掌握，衛星系統雖然是國外，但如果 A 公司去代理系統，會好處理很多；如果是另個 B 公司代理的話，干擾處理就會複雜化，有無可能從法規方面做一些鼓勵或迴避？建議可以深入分析一下。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 我認為要採評審制，因為這牽涉到跨國經營的特性，還有國家安全、主權的問題。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）
- 衛星行動這部分的開放，長久以來的經驗，NCC 都是採評審制，目前發展到現在，其實衛星是一直都開放申請，只是都沒有人來申請。（國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長）
- IMT 或商用衛星頻率一定都要按照《預算法》第 94 條規定去做拍

賣制，但事實上在《電信管理法》第 54 條規定有拍賣制、審議制等方式，本來就有空間讓主管機關經各種考量後決定用哪一種方式釋出；另外，我個人不建議在頻率分配表及頻率供應計畫加太多釋照的規定，因為這兩個表目的是避免頻率干擾，先把大原則講好，至於釋照當下那些規定應該回歸釋照，因為《電信管理法》第 53、54 條有授權去訂定。（數位發展部資源司陳威呈科長）

三、我國未來衛星直連手機政策或法規之其他建議。

（一）衛星直連手機之監管問題

- IMT 領域延伸出去，使用這些頻段跟原來 MSS 本質上有不同之處，手機在監管、干擾等，都有定義，但 MSS 做行動的部分，這塊很缺乏；而像美國 T-Mobile 的執照測試，則是 FCC 允許的，因此有專門指導干擾的單位。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 印象中代理的門檻較低，它的管制力是比較低，以前在 NCC 經驗，當初衛星通訊代理的主要考量是因為通訊監察，因為通訊監察畢竟還是有成本，如果國內用戶人數太少的話，衛星服務就不願意落地，這不僅是商業問題，也可能對整個國家的策略都有問題。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 開放衛星服務需要考慮的問題，一是市場問題、一是通訊監察的配合，像中華之前有申請提供銥衛星海事 SBD（Short Burst Data）短數據服務，因傳輸內容為 GPS 定位資料，無通話、發送簡訊及傳輸網路封包之功能，通訊監察建置機關認為與通訊監察無涉，故無須建置通訊監察系統。但基本上，如果簡訊、數據等等具備雙向的，一定會要求通訊監察的義務。（國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長）
- 目前臺灣的衛星還是與新加坡合作，臺灣在衛星的主權上本來就很薄弱，現行的衛星服務其服務提供者是境外業者，主管機關監理能力有限。然未來 MSS 技術發展不再侷限於現有衛星市場，開始進入傳統行動通信服務市場，我國制度是否達到監理政策之目的，亦有待思考。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）

（二）MSS 與 IMT 之競爭公平原則

- IMT 的 NTN versus MSS 的 D2D，兩個頻段其實在性質上幾乎是一樣的，應該要有相同的監管，目前看《預算法》還有《電信管理法》好像必須要拍賣，我認為這兩個應該權利義務要相同。（台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理）

- 以業務的限制或業務需求來講，衛星部分我們比較建議以相同業務、相同管制，未來要開放 MSS 相關應用，應比照行動通訊服務的電信事業來辦理。（遠傳電信股份有限公司徐子祥經理）
- 當兩者競合問題產生，管制力度就很悲觀，我們是否可能在政策上或管理上做比較實務的考量，例如若把 3D 頻譜這個概念落實，若頻譜屬於中華電信，將來若國外衛星業者評估代理商，應該也可以接受利用這個方式，可能比較不會產生問題。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）
- 基於競爭公平原則，若將來 MSS 獲廣大認同，business model 也出來了，接下來會出現的問題是：經營主體會屬於誰？情況會變得複雜，如果大家提供的服務都相同，建議主管機關持相同服務、相同管制原則，建立公平的市場競爭環境，因為只要標準偏坦的話，另外一方很可能被完全取代。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）
- 相同服務、相同管制經過這次修法開放頻率後，隴華、愛爾康或其他衛星服務提供者也可以像中華電信一樣開大門走大路，申請代理、組合他人網路（如隴華、Inmarsat、Thuraya）提供臺灣區域服務是可行的，審議的作業程序會類似固定衛星，也就是這 2、3 年來取得固定衛星頻率的 SOP，可能會朝這個方式走。（數位發展部資源司陳威呈科長）

（三）衛星直連手機政策推動建議

- 通信必須是標準統一的情況下，才有辦法連接跟互通，不論從 2G 走到 6G 都有個共通點：不論是美國、日本或中國，都想強行介入標準，都有共通的執念，即一定要相容於既有的 5G 或 6G，因為標準永遠是大一統的狀態。就主管機關而言，頻率必須先等市場清楚界定後再做，再從國際上看，如果標準設備無法統一，可能有跨國性干擾問題。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 將 IMT 直接用衛星看成是高空基地臺，但是 IMT 這個模式要發揮最大功能要把衛星系統跟地面通信系統看成單一網路，不然其實功能跟 FSS 差不多，但我猜我國應該不太願意讓衛星系統碰到核心網路，所以還是要持續觀察，到底能不能讓它發揮效果？另外，衛星網路跟戰略有關，不像地面通信系統純粹商用化，為了賺錢而已；我不相信會有全球統一的衛星通訊標準，只要牽涉戰略，各國絕對不讓人掌握，只要自認是世界強國，一定會有一套衛星系統。（暨南國際大學電機工程學系魏學文教授）

數發部還沒成立前，我們因為政府開放山林政策核准 Garmin inReach，為山難發生時有緊急通信的需要，所以當初《電信管理法》實施在子法裡面第 7 條、第 15 條訂代理衛星，是預防因為數發

部這邊的頻率尚未開放，轉軌的需求，因此是在等待數發部頻率開放後就要刪除。當初在《電信法》代理是有條件的，有特殊的用途，舉例有三個市場面，海事、緊急或登山需求。Inmarsat 在陸地上，中華電信是不准提供給個人申請使用的，因為 Inmarsat 無法配合通訊監察，當初是兩個通訊監察機關同意召開會議，在法規裡保護中華的行為，所以現在應回歸正軌。（國家通訊傳播委員會平臺事業管理處王慧瓊科長）

第三節　簽到表

台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討座談會 簽到表			
時間：民國 113 年 8 月 20 日　上午 9:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）			
單位名稱	姓名 （按姓名筆畫順序）	職稱	簽名處
國立臺北大學 經濟學系	劉崇堅	教授	
台灣電信產業 發展協會	劉莉秋	副秘書長	
暨南國際大學 電機工程學系	魏學文	教授	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 20 日 上午 9:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	簽名處
國家通訊傳播委員會 平臺事業管理處	
數位發展部	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 20 日 上午 9:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	簽名處
中華電信股份有限公司	
台灣大哥大股份有限公司	
遠傳電信股份有限公司	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 20 日 上午 9:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	**簽名處**
愛爾康資料處理股份有限公司	林榮華 王家健
隴華電子股份有限公司	林文溪 沈安明

台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國衛星直連手機之衛星行動頻譜管理機制探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 8 月 20 日 上午 9:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	**簽名處**
財團法人台灣經濟研究院	陳恩豪 蔡孟珂 龔毅豪 莊雅晴 葉容豪 林楷芳 [illegible] 王品予 [illegible]

第四節　照片



附圖 7.1　各界踴躍參加座談會



附圖 7.2　座談會現場情形

附錄八　113 年度座談會場次四

第一節　會議記錄

會議主題：衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討
會議日期：113 年 9 月 11 日（三）14:00 至 17:00
會議地點：財團法人台灣經濟研究院台泥大樓 T401+T403 會議室（台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）
與會者：

與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[902]	
政府機構	• 國家通訊傳播委員會 • 數位發展部
智庫機構	• 財團法人工業技術研究院 • 財團法人電信技術中心
專家學者	• 劉崇堅 理事長（台灣通訊學會） • 劉莉秋 副秘書長（台灣電信產業發展協會）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●針對今天的議題，我們同仁針對四個議題，第一個是引進衛星直連手機的需求，第二個是有關頻段的規劃，第三個是管理機制，第四就是其他，關於議題的設定，研究同仁除了自己覺得重要的議題之外，也跟我們的委辦有做充分的溝通，所以初步設定這四個議題。

●今天通傳會也有出席，因為是主管機關之一，這也涉及到制度面的探討，除了這四個議題，不曉得您覺得這邊以通傳會的立場，有沒有還關心哪些議題，或是其他的還應該要留意的議題，我想我們也會來留意一下。

➢國家通訊傳播委員會綜合規劃處陳心元技正：

●議題目前來看起來是蠻完整的，想先聽聽先進們的意見。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●美國業者第一個是擔心干擾問題，針對 AT&T 跟 Verizon 提出干擾的疑慮，為什麼會有這個疑慮？具體上需要什麼要件才能夠排除這個疑慮？我們同仁會持續追蹤相關的命題。

[902] 男女比為 15：10（含工作人員）

➢**中華電信股份有限公司劉家宏資深研究員：**

●針對手機直連衛星，美國表達它是一個補充概念，主體還是在行動通訊上，不管從現在的衛星或是未來的 6G，目的都是要達到涵蓋無死角，比較偏向緊急通訊、急難救助、公共利益、個人安全等屬性；從經營的角度來看，並非以獲利為主，而是回到緊急通訊。

●在臺灣，我們人口涵蓋率已超過 99%，接下來往 6G 的方向走，要達到的是地理涵蓋率，讓一些山友在登山時，在緊急情況還能保有通訊途徑，不論衛星是透過特殊的終端或是藉由手機，還是可以做到緊急求助，以便有需要時能快速得到救援。

●中華電信其實兩年前就推出 Garmin inReach 的服務，需使用特定的終端，必須要換手機，且只能供緊急救助使用，那手機直連衛星最吸引的地方是不用換手機，使用既有終端就可以連接衛星，這對 Garmin inReach 可能是有影響。基本上它的用途應該是做緊急通訊使用，在經營方面不是以營利為目的。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●手機直連衛星它的功能並不是通訊主流，而是作為輔助性的角色，特別是在 MNO 沒有覆蓋到的地方，其中便利性就是不用再換手機，直接直連衛星。就以國內現行衛星代理的業務，它的使用情況怎麼樣？很普遍嗎？

➢**中華電信股份有限公司劉家宏資深研究員：**

●實際情況是比較少，主要是政府公部門，個人則是比較少，未來還有一些海事上的應用，這是比較有商機的部分。但是回到臺灣本島，主要還是以政府及部分企業為主。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●以衛星通訊來講，實務上很少個人申請使用，如果要確保通訊無虞，可能涉及到成本的問題，以個人的角度確保通訊無礙是可能的嗎？

➢**中華電信股份有限公司劉家宏資深研究員：**

●其實衛星通訊或 NTN 通訊還牽涉到網路韌性，馬祖曾出現整個對外通訊中斷，中華電信透過三層的傳輸網，第一層當然就是海纜，那時侯還很慢，我們就切到第二層的微波，但是微波仍然有限，所以最好還是有衛星進來，但衛星只靠我們自有的衛星 ST-2，容量有限，因為大部分都是提供給正規供應商，在緊急情況再調撥給馬祖做日常通訊使用，其實杯水車薪，所以才在最近幾年陸續引進

OneWeb、SES O3b，萬一未來再發生對外通訊問題時，衛星可以當作最後一道防線，所以衛星通訊還有一個用處就是在網路韌性，特別是針對離島日常對外通訊所需。

➢**台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理：**

●我們其實一直在關注衛星直連手機，不管從 3G 跟 NTN、手機、晶片商，大家都希望這個產業能夠好起來，因為它的量很大，我們認為這個需求一直都在，只是成本太高、要使用的頻段成本太高或要獨立建立網路的成本太高，所以這個服務目前只能在少數的應用場景上使用。

●第二個是頻段的關係，其實像 SpaceX 目前跟 T-Mobile 合作的案子，可以看出技術還在發展中，尤其越低頻的可能會更嚴重。反過來講，如果定義它是 SCS 補充涵蓋的話，理論上並非說它替代原來的地面網路，它的頻寬需求還沒需要這麼大。如何在成本降低的情況下讓這件事實現，現階段希望朝這方向發展，所以第一個需求是成本太高，應用上不太清楚，現階段能直接利用的，是如急難救助，如果比較大範圍的天災，比如一個區域失聯，我認為要靠它來做涵蓋補充也不可能，主要是容量的關係。以衛星打下來目前 3GHz 以下的頻段來看，它的涵蓋範圍可能是十公里到數十公里，範圍之內要讓這麼多人去使用，不管是 5M、10M、20M 的頻段，它的容量不太可能可以供裝一個區域，目前技術還達不到，未來 NTN 一定是往高頻走，因為容量、人數能夠增加的比較多，但現階段還在 30 幾 GHz 以下頻段。

●議題二的部分，是不是要先分配給 MSS 使用，以現階段衛星的發展來看，技術也都還在發展中，也有一些彈性，並非多一個頻段劃出來後才能用，衛星天線，當初就已有一些彈性，因為衛星壽命其實很短，換下來新一代又上去，如果管理成本、監管能夠適當放鬆，我認為會發展比較順利。

➢**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理：**

●議題一的部分，我國目前電波覆蓋率已超過人口 99%以上，且我們行動通訊的資費都非常低，都是吃到飽的概念，這種商業模式比較周全，其他國家很少有吃到飽資費，因此建議衛星直連服務著重在緊急通訊的部分。

●題外話，我有在觀察股票，AST SpaceMobile 從今年二三月份時，股價從 3 塊一路漲到 30 幾塊，預計明天要發售，但它從上禮拜漲到 30 幾塊後卻一路往下掉到大概 23 塊左右。一開始大家一頭熱覺得藍鳥衛星發射上去後，可以改善 dead zone，但到了上禮拜，有聲音說衛

星發射上去後，實際商業模式是什麼？要採用多少資費？可以容納多少用戶？目前 5 顆上去是可以先涵蓋全美，但實際上 5 顆涵蓋後，大家對它容量也是個未知數。

- 至於能不能完全涵蓋？又回到是否要先以緊急通訊為主？SpaceX 的老闆發表說，未來要先針對緊急通訊做全球開放，除非這個國家、政府機關不願意，否則只要能連接到 SpaceX 星鏈，即可做緊急服務，所以透過這兩家衛星公司來講，目前從 AST SpaceMobile 或 SpaceX，都會先從急難救助討論。
- 政府近年來注重網路韌性的建設，除了機房、海纜較容易受攻擊外，衛星具有佈署彈性跟機動性的優勢。以韌性來講，會與同業協定除了急難救助外，還有公共利益這些暫時的輔助。
- 針對議題二的部分，頻率是相對珍貴稀有資源，釋出時應該要有較明確的用途才能凸顯市場價值，所以如果透過備註欄的方式，在頻率使用可能有某種程度的限縮。
- 題目中有提到我國可能運用到的頻段為何，AST SpaceMobile 跟 AT&T 與 Verizon 是簽訂 850MHz 的租賃合約，以業者現有頻段做衛星直連。所以電信業者跟衛星業者的合作，先不以我們是否要取得多大的涵蓋，而是先把它當作是公司與公司之間的商業合作，而非先指配或招標某特定頻率。

➢台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：

- 衛星發展一開始並非來自於商業需求，而是來自國際間的角力、國防的需求，我覺得臺灣對衛星可能抱持過高的期待，衛星之於我國政府到底要放在什麼地方？就應用的部分還是要提到，而需求的部分，即使緊急通訊也好，或特殊的地理位置，如美國是國際強權，加拿大跟英國或澳大利亞等，都是因為他們本身的地理幅員非常廣大，需要透過衛星做補強，所以除國防或國際角力，大概緊急通訊是唯一目前看得出來比較有需要的部分。所以第二題的部分，是不是要在 WRC-27 之前就要急著去標註？我覺得其實應用的部分跟民生有關的，目前沒有強大的需求。
- 往管理機制的角度想，研究單位其實已經把國際狀況跟臺灣可能推的幾個方案都列出來，列得非常有條理且詳盡。事實上，研究單位在三個方案裡面也點出非常多問題，比如說為何方案一難度會是最高？以目前《電信管理法》的角度，做行動通信服務一定有外資限制，而衛星幾乎是國際間的國力角力，所以任何國際強權願不願意配合，以符合我國的《電信管理法》落地，我覺得這個是整個電信市場所謂的秩序維持的基本前提，這個前提對境外衛星業者要符合國內法規在方案一難度是非常高的，但其實相同服務、相同管制，

臺灣已經被線上 OTT 攻城掠地過一次，LINE 跟 Google 其實已經透過網際網路做電信服務，但他們已經擺脫《電信管理法》的規管，使得現在整個類似境外 OTT 所產生的電信服務，產生龐大的社會成本。所以未來衛星仍舊是境外的業者，當它提供的是本地服務時，如何讓歷史不重演，會是接下來在監管上面會提到的。

●我比較建議方案二跟方案三，以從業人員角度來看，由取得頻譜的行動通信業者為主導做後面服務的補充，甚至於法規配合，研究單位提出現在的頻率使用證明是否適用於衛星直連手機？其實可以看 WRC-23 已經把 HIBS 列為行動通信使用，隨著技術的發展，WRC 或 GSMA，其實已經將所謂的行動通信技術開始從蜂巢式往垂直橫向 3D 技術整合，或直接被視為行動通信使用。目前《電信管理法》沒有業務執照，我們拿的是行動寬頻的使用執照，也就是這個頻段我只要做行動寬頻使用，即符合取得政府使用執照的目的，所以 WRC-27 包含衛星訊號的提供，也視為行動寬頻訊號服務提供的樣態之一，其實這個問題就不存在了。

●而方案二跟方案三都有類似的想法，但我有一點不懂的是，是否可將衛星訊號納入涵蓋業務？目前《電信管理法》的法定義務，是以人口涵蓋率作為法定義務，不論 98%還是 95%的法定義務全部達到，但那是人口涵蓋率。衛星訊號是否可以加入涵蓋義務，是在完全不更改目前的法定涵蓋義務的定義情況下把它納進去呢？還是因為有了衛星訊號後，就要納入涵蓋義務，把人口涵蓋率改成地理涵蓋率？那會是完全不一樣的答案，如果在法定義務沒有改變的情況下，其實各家業者都已經達到人口涵蓋率，不需要透過衛星補充就已經達到 99%的人口涵蓋率，那還要問是否要納入衛星的人口涵蓋率，是要討論頻率使用費嗎？是為了得到更多的頻率使用費折扣，有衛星後，涵蓋的地方更廣了，99.99%的人口涵蓋率，可以得到更多的頻率使用費折扣，還是要提高的是法定義務？

●我想針對兩個子題做討論，一是干擾處理，假設 D2D 服務用的是 IMT 的頻段，它的干擾問題會是最嚴重的，勝於用衛星頻段，因為 IMT 頻段都比衛星頻段還要低，可能在中頻段，甚至可能往低頻段走，如果用 IMT 的頻段，干擾問題會很嚴重。對業者而言，問題的嚴重性在於政府有沒有能力訂干擾規範或干擾處理原則，當我遇到境外業者時，如果是方案一，可行性很低，因為干擾處理能不能被落實是個問題；如果是方案二、三，干擾處理還有一個對應的國內業者可以尋找。但如果是方案一，通信監察或治安防治，只要牽涉到境外業者都要動用公權力，還是無法達到干擾問題處理，電信業者會非常辛苦，假設要做干擾處理，要找對口，或需解決的對象是境外的大型衛星業者時，能不能得到對應的解決？這並非國內取得

頻譜的業者可以得到的答案，所以未來在做衛星直連服務提供時，干擾處理會是最嚴峻的問題。

●另外臺灣目前有一個政策叫做：行動寬頻專用電信，現在因為被封鎖在不可以介接公網的情況下，讓目前市場結構沒有崩解。但就我所知，NCC 主管機關跟數發部主管機關有委託幾個研究單位，目前有幾家廠商連動衛星業者，希望透過行動寬頻垂直專網的政策，也就是依《電信管理法》第 55 條、第 56 條去做 PPDR 服務，而 PPDR 因為是緊急救難需求，符合《電信管理法》第 55 條，它是社會公益的情況下，可被允許介接公眾電信網路，除接取網路外還要連接衛星，也就是所有的政府政策一定要併同看。現在 4.8、4.9GHz 往下移動到保留給 PPDR 的 800MHz，做所謂的專用電信的服務，因為 PPDR 介接公網後可以連接到境外衛星業者，形成一套連接衛星的 PPDR 服務。對我而言，這雖是一套管理機制，但同時連動現在的頻譜使用，除行動寬頻用拍賣的方式釋出外，還有一點透過圍堵的方式，突破它界線的行動寬頻專用電信的那部分，產業署正在考慮放寬，以 PPDR 的名義去介接公網連接衛星服務，這樣其實是一個不具任何法規義務就進入方案一的狀態的服務，這會造成整個結構性的傾斜。

●因為已經談到 800MHz，其實可以看到國際上衛星業者，剛好衛星有消息要開放 800MHz，沒有一定要連國內電信業者，可以直連衛星，那就變成是利用衛星來做 PPDR。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●第一個它的頻寬是一個問題，它絕對不是人手一機、針對 2300 萬用戶讓每個人都可以直連，它一定是具特定的用途。

➢台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：

●目前的行動寬頻專網是書面審查制，沒有頻率使用費，甚至用一個頻段它一樣是公用的。他們討論的邏輯是：要介接公網，如果國內電信業者不借，就去借衛星，他們要爭取 800MHz 頻段的釋出及可以連接公網，但他們願意在功能上做 PPDR 的服務，達到政府放手讓專網連接公網這件事有法源可以討論。

➢數位發展部資源管理司陳威呈科長：

●有兩點澄清，第一個是：剛剛提到拿 800MHz 來做 PPDR 這件事情，就我的理解，假設他是拿來做專用電信，又依《電信管理法》第 50 條第 5 項的規定，有一款可以做急難救助的話，是完全合法的。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●這是 9 月 9 日 TTC 座談會上針對混合型的專用電信座談會上提到，有兩家業者要求政府開放 800MHz，也跟數產署做了很多次溝通，希望政府開放 800MHz。800MHz 是保留給 PPDR 的，他們願意做 PPDR，但當不需要 PPDR 的時候，就要求商業使用，不要用招標的方式，要用專用電信的這條路去做。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●但那也只是專用電信給急難救助使用才可以使用，沒有平時不用的時候，他拿來做商業使用。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●該業者提到可以符合 PPDR，但我要連接公網跟衛星業者合作，目的在於要連接公網。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●我們後面還會再去追蹤這件事，因為事實上聽起來有點像要走美國 FirstNet 的 model 來占便宜進入這個市場，但也不太可能跨過資源管理司自己做。

●回到主題，投影片第 25 頁最下面有涵蓋義務計算，假設適用方案二，行動業者組合衛星網路自建自己的網路，並提供服務的 model。所謂涵蓋義務計算是指:衛星在那邊提供涵蓋，原則上就可以拿到頻率使用費的折扣，這裡是指在涵蓋義務定義不變的情況下；原本要拿到額外的頻率使用費折扣，申請者需要特別涵蓋不經濟地區，但現在如果跟衛星業者合作，那些地方是否也就涵蓋了？因為物理上變成百分之百涵蓋，就可以解決偏鄉涵蓋這一塊，那山屋這些就可以不用建了。至於現在建好的，是否要拆除，我沒有意見。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●義務的定義有時候會變動，因為百分之百人口涵蓋在蜂巢式的技術上是做不到的，所以當有衛星的時候，會不會很瘋狂的要變動涵蓋的定義，從人口涵蓋走向地理涵蓋，這是我們擔心的。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●還是回到拿到頻率的當下，附加在身上的義務是什麼？因為當時並沒有規定一定要用 IMT 基地臺做不經濟地區的涵蓋，既然可以找別的方法針對那個地方做涵蓋，原則上規則沒有變，還是可以滿足前面那項義務。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●如果這個邏輯沒有變的話，基於技術中立的情況下，我們當然認為它是應該要被計算的，前提是涵蓋義務定義沒有變的情況下。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●定義要改應該是在改變規則的當下，如果屆時你們也接受了，那再來談。

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●因為方案二裡，如果我們要加入衛星的話，我們需要更改事業計畫書、營運計畫書，這過程就很擔心要被加義務。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●數發部這邊申請的其中一個關卡在這，我想立場應該是一致啦，可是您剛剛有提到一個重點，網路設置計畫跟營運計畫的審查不在我們，那他們會不會在那個地方加些什麼，回到這個題目本身，並沒有要改變規則的意思。

➢**台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長：**

●補充一下，資源司另外的案子遇到的是，當初給頻率使用費折扣是因為大家要投入建設，所以投入的成本希望透過使用費折扣的方式減少，但當衛星可以完全涵蓋的情況下，不用額外再投入建設，因為現在馬上可以達到 100%，那之前很辛苦的達到 95%、98%、99%，現在馬上一下就達到，那原本是 5 年才會達到的東西，那這要該如何？

➢**台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長：**

●我認為衛星真的很貴，而頻率使用費可能會是 incentive，但可能都還是不夠。

➢**國家通訊傳播委員會綜合規劃處陳心元技正：**

●今天題目談衛星直連手機，跟目前衛星做的廣播跟固定衛星不太一樣，目前 NCC 應該還沒有正式的政策，畢竟這是一個未來的商業模式，這是第一點。

●第二個，個人先前任職於民營電信事業設計處除了關心網路設計以外，還會關心政策的問題，我試著從一個之前在民營電信事業的經驗來做一些回覆。

(個人名義)

從兩方面講，一個是先思考一下以後的網路型態，今天講的是手機支援，另外一個則是使用需求的部分。網路型態的話，3GPP 在談 NTN 的時候，還要先思考兩種方式，一種是把基地臺直接丟到衛星上，或至少把發射器丟在上面，這種做法可能會出現的狀況是基地臺可能是直接在衛星直連的情況下就自己 own 了。所以在發射衛星的時候，基地臺是自己買的，就直接裝在上面，就是它擁有的，那其實接著它的核網、它自己去控制，也就是它自己本身就是個網路，某種程度有點像是跟它做 roaming 的概念，也就是可以想像成其實它是在一個太空中的國家，或太空中的外國網路，然後它把它的服務送進來，把電波打下來給你提供服務，但你跟它是網路對網路的對接，所以變成中間是 roaming 的概念，如果它是外國的網路，那頻率是不是真的適合給它，這個可能是個可以思考的點。

- 另一種狀況，把基地臺放在地面，這是比較容易實現的方式，不管是 5G 或 6G 的基地臺，比較可能還是由地面網路業者來建，如果把這個頻率給外國公司，它也可以來臺灣建基地臺，再去連接到比如中華電信或台哥大的網路，但其實更可能應該是由我們的業者提供網路服務。從這兩個面向來看，比較像是需要從我們國內地面業者的角度來思考這個問題。
- 第二個從使用需求來看，剛剛大家提到臺灣行動寬頻涵蓋 99%，在美國的狀況不太一樣，但以臺灣來看，在中央山脈這種無人地帶才真的需要；海上的話，從臺灣開船到澎湖，其實中間都還斷斷續續，但海上的需求其實也沒有想像中的大，尤其是連網的需求，陸地的網路可能都可以涵蓋過去；那就會變成只有空中的需求，但空中需求我覺得可能也未必，目前看起來比較像是緊急救難，未來其實還可以再觀察一下，如果說哪天有空中部門的無人機，或許它會有些用途。
- 衛星的話，打得遠的訊號會衰弱，整個頻譜效率也不是很好，所以可以預計衛星不太可能取代地面，它其實有很多限制。從服務面來講，它還是地面行動網路的延伸，只是涵蓋上的補充，如果從未來通訊網路形態或從使用需求來講，數發部可以去思考這個面向，是否從行動業者角度去思考這個問題。
- 另一個方案是和諧共用，這個頻率同時也給地面的 operator，然後也給衛星業者，可不可以和諧共用，其實會碰到干擾問題，但我覺得干擾未必有想得那麼大，未來基本上用的還是 5G，是用 5G 的正交分頻多工(OFDMA)的概念，上面電波還是這樣跑；那在 4G、5G，用 OFDMA 技術來講，會發現現在做的地面網路，其實全部都已經是同頻的概念了，其實干擾概念已經不一樣，因為基本上 OFDMA 已經切了很多 subcarrier，拿到的 20M 其實是切了幾百個 subcarrier，

所以在指配給單一用戶的時候，其實是一個或幾個 subcarrier。所以以地面來講，除非 2 個基地臺都剛好就在各兩側的邊緣，又剛好用到那個 subcarrier，這種情況下才會打在一起，否則實際上表面看起來好像每個基地臺都發射相同的 20M，實務上是不會干擾的，所以我認為是否真的會發生干擾這件事是沒有那麼悲觀的。回到談論政府的政策，如果要把頻率真的分給兩邊，變成是把頻率加上空域的概念，比如有一個業者是拿只限於地面的這個頻率，有一個是只限於空中使用，兩者互相不跨域，因為未來手機搞不好頻率是給空中的，但其實在地面還是可以操作，這可能就會有管制上的問題。

●最後提到涵蓋率，只是一個提醒，如果有衛星後，是否山上網路就不要蓋?

但要思考，即便臺灣有這個手機直連衛星服務後，民眾手上的手機是否每支手機都可以，至少 50%至 80%的手機是可以連到空中，現在 NTN 至少是 R17 以後的東西，目前我們拿的手機都不是這樣子，幾年後真的有這樣的服務，到時候可能要去考慮，尤其說在緊急的狀況下，我覺得這是蠻實務的問題。

➢財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理：

●**(工研院)**衛星直連手機這個議題的源頭其實是在 WRC-27 裡面有議題要討論衛星直連手機，包括加拿大、英國、美國，其他國家都有一些政策討論，要討論在行動通訊衛星的業務越來越廣闊發展的同時，頻譜資源不夠，衛星想要用到 IMT 無線電頻譜，同時也要 IMT 手機裝置來疊升他們的服務，所以他們考慮的頻譜就是 IMT 頻譜，大概是 700-2700MHz，這裡面 IMT 頻譜希望能夠拿來挪給衛星直連手機來使用，這是背景部分。那跳回去說，他們想要擴展業務到行動通訊市場，所以目前為止這議題在 ITU-R 有進行一些討論，它牽涉頻率非常多段。另外簡報的兩邊也是跟今天議題有點關係，左邊的部分是衛星物聯網，它們的頻譜跟台經院研究有些重疊，就是在 1.8Gbps 跟 2Gbps 的頻率，其實都是屬於行動通訊衛星的範疇，只是服務不是手機而是物聯網，通訊特性不一樣，所以要另外拿出來討論；右邊的部分，衛星行動通訊服務越來越多，除了用到 IMT 頻譜之外，希望它有別的頻譜，也能夠加重它的使用，原本是 Secondary, 它希望把它變成 Primary，然後去拓展它的行動通訊業務，其實頻譜部分是有些重疊的，所以這部分我特別提出來跟大家做分享，這是資訊分享的部分。

●關於意見的部分，首先第一點是，衛星直連手機在我國的需求跟應用情境部分，其實資訊非常複雜，我提供一個簡單的概念給大家做分享，其實衛星直連手機的服務可以簡單分做三點模式來看：第一

種是改手機不改衛星，即我們的手機是用新的手機，但是衛星的基地臺是舊的基地臺，這部分就像現在的 Apple 手機連接 GlobalStar，它是用 Apple 的新手機，但是上面的 GlobalStar 的基地臺是舊的基地臺，這是第一種衛星直連手機的運用服務；第二種是改衛星不改手機，就是 Starlink 希望在天空上佈建越來越多新的衛星，從普遍行動通訊服務能夠支援到現存所有在全世界既存的手機，這是第二種衛星直連手機模式；第三種是改手機也改衛星，這就是 3GPP 所要推廣的 NTN，它希望藉由在未來 R17 以後的新版本，提供未來天空新的衛星的基地臺，手機同步更新，提供 Advanced 的衛星直連手機的服務。我用簡單的概念來討論衛星直連手機的部分，相信不管是在設備商提供這樣的服務或監管服務，也許可以簡單的做分類。

●至於頻段跟建議的部分，其實有非常多的頻段，根據台經院的分享，我國內有些有用到，有些沒有被用到，這部分我們建議還是要看電信業者或國內的需求的共識來進行規劃。現行法規對於這樣的合作模式有沒有窒礙難行的部分，這邊很基礎的分享一下建議，即除了政策推動，比如急難救助，或促進不管是手機或電信業者的發展之外，也要考慮一下行動通訊業者不管是跟別人談合作或自己佈建的話，它的投資報酬率的回收，我想這應該是非常重要的事情。而且這部分對設備商而言，它成本非常高，希望在做規管的時候，能夠確保衛星軌道跟無線電資源的使用能夠有效跟公平。

●最後第一部分是關於行動通訊頻譜的彈性使用，其他建議的部分，想特別強調一下 TN 跟 NTN 的整合，已經確定是接下來比較重要的趨勢。在 6G 裡面，我們建議還是希望大家留意一下接下來的產業發展，尤其是國際競爭的整合，誰又發射衛星？誰又跟誰整合？哪個電信業者跟哪個電信業者整備提供服務？這部分都會對接下來衛星直連手機應用服務會有很大的影響。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●談到手機直連衛星，它是一個技術進步，未來地面會跟這個衛星結合，那我們現在還沒有真正用到，事實上科長在規劃針對 6G 的需求，未來 6G 的發展，不僅僅是結合地面跟衛星，更重要的還包含 Business Model，乃至未來還會回歸到競標的形態改變，都很有可能會發生。

➢財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理：

●**（個人名義）**有關三大電信提到衛星直連手機服務的部分，希望是往非營利、非通訊組合，或急難救助的方向去發展，我個人認為其實衛星直連手機，它通訊的一端是手機服務，使用者是 end user，使

用者可以在外面買手機自己使用，應該是不能去限制只能做非商用，再往未來看的時候，我們要去享受技術的一些成果，其實在接下來的通訊技術發達，衛星會變得非常好用，使用者的手機如果能夠連到衛星訊號去延續行動通訊服務，不應該去限制它只能用在非商用或是公用。但電信業者也不用太悲觀，因為其實衛星直連手機它的商用基本上最主要的控制權，還是在三大電信業者的手上，即使開通某些特定服務，去支援我們的手機於急難時使用，比如說 short message 或手機訂閱，這都是商用，或要不要開通語音、數據通訊，決定權還是在通訊業者手中，無須擔心衛星手機開放商用時會對業務有太大影響。

●這三個方案共同點是，頻譜要配給其中同業者，三個方案都是這樣建議，不一樣的是三個業者在三個方案細部的部分會有不一樣的開放，我認為這是管制密度的差別，管制密度要管到這麼多，是想超前佈署，我相信這個立意當然是好的。以目前來看，大家都有不同的想法，如果以這三個方案來看，把這三個方案的前面第一個抓下來，就是 IMT 頻譜配置行動通訊業者，但是後面就不做細部規範，反而不管是數發部或是 NCC，落地的部分他們可以省掉一些麻煩，也許只要針對原本的 IMT 頻譜做一些重點的宣示或進行補充，即使把這些自主權跟彈性開放給行動通訊業者，其實開放也不是讓他隨便亂來，因為他也只有受到原本的頻率使用執照的規範，只要去強調它，並希望特別注意或是不要違反在衛星直連手機裡面的某些特點規範，我相信可以讓大家有一定的彈性解決開放衛星直連手機的問題。

●彈性使用這部分，後面有整理一些優缺點，以優點來看，不同的管理方式或是頻譜的協調複雜，這優點好像都在數發部；缺點的部分，比如說外國業者要符合電信規範或是設備審驗，感覺也是 NCC 的部分業務比較重，所以我還是鼓勵 NCC 的部分業務要稍微再著重一下，當然不是說數發部這邊就可以放鬆，有些管制密度的問題可以稍微考慮一下，也許有一些彈性的話，對政府單位也輕鬆，電信業者也可以比較舒緩提供服務。

●最後一個部分，簡報有提到「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條是否修改這件事，我這邊提供一下我自己的看法，針對這條法令而言，我們知道法令有明示跟暗示，如果因為這次衛星直連手機開放的頻率不在這一個法令上面，我想提醒一下第 17 條第 1 項第 4 款裡面，有「其他經主管機關公告的頻段」，所以我相信只要數發部公告，其實應該可以省去修法這些事情。

●另外再補充一下，我想強調一點比較不一樣的意見，在說明的部分，原本這一條是只有供第三人使用或是共用，在後面的修正條件說明

裡面也只有開放給其他的電信使用業者，其實是不包含國外的衛星業者。法令的解釋有三種，一種是文意解釋，一種是立法形成解釋，一種是歷史性的解釋，我不知道它的立法形成解釋，因為我沒去看它的原本的立法形成解釋，但其實從歷史性的解釋來看，當初在修這個法的時候，應該沒有考慮到國外的衛星業者，所以從這說明來看的話，應該是不包含給外國的電信業者使用的部分，所以這部分我想重申一下，發給外國電信業者使用，條款部分也許可以不用改，但在說明部分如果要開放也許需要做一些補充。

➢**台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長：**

●補充說明一下簡報第 21 頁我們這邊有把剛剛第 17 條的法源放上來給大家參考，它其實是依據第 58 條，所以兩個都必須是我國電信事業才能做提供使用或共用。

➢**財團法人電信技術中心徐玉珊副理：**

●針對今天的議題，我們從國際衛星直連手機應用案例可以發現，都是用作地面涵蓋補充之用，在這樣的前提下，我國地面涵蓋比率很高的情況下，它的應用場景有待討論。

●以它使用的頻率來說，目前國際間衛星直連手機使用的頻率可以分成兩種，一個是使用衛星行動的頻段，一個是使用 IMT 的頻段，兩者樣態並不相同。前者是以 Globalstar 跟蘋果手機的合作樣態，後者就是美國的 T-Mobile 跟 Starlink 的合作樣態。

●根據今天主辦單位的命題來說，要以 IMT 頻段的衛星直連手機樣態來做討論，可能應用的頻段，我們從美國或是加拿大目前的政策推動方向，我們可以看得到它並沒有限制一定是哪一個 IMT 頻段，是由業者評估使用哪個頻段會比較適合。這部分我們覺得可以再觀察，然後再由業者來提出申請，可能是比較恰當的方式。

●我國頻率使用應該符合「中華民國無線電頻率分配表」，因此有這樣的樣態要使用的話，必須要符合頻率分配表，使用頻段除了是行動通信用途以外，它是不是把 MSS 也列為次要用途，這是可以思考的方向。

●主辦單位有提到三個管制機制，事實上我在看這個題目的時候有一點困擾，這裡有提到方案一，把頻段分配給行動業者或者衛星業者，可是在這樣的命題上是不是先必須決定限定哪一個頻段，否則要如何做分配？那如果它要限定頻段的話，既然是 IMT 頻段，照過往釋出 IMT 頻段的時候，我們會有兩個重要的項目，第一個是不是要有網路涵蓋的要求？第二個是不是要納入「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條的單一事業可使用的頻寬上限問題？前者是為了確保取得

頻率資源的電信業者積極佈建網路；後者是為了避免資源過度集中而造成市場扭曲；這部分都是可以思考的方向。

●如果要分配給電信事業來說的話，若採組合他人自建網路，是符合《電信管理法》第 3 條第 2 項所謂的公眾電信網路的範圍。那如果是公眾電信網路的設置範圍的話，就必須要有網路管控能力。衛星直連手機的合作態樣，行動業者有管控能力嗎？這個是我的疑問，這是網路端的問題。

●頻率端的話，分配給電信事業使用的話，等於地面通信網路跟衛星網路要使用相同的頻率，那是不是就涉及到共用的問題？如果涉及到共用的問題，回到《電信管理法》第 58 條第 1 項的提供使用，電信事業將其獲配無線電頻率的一部分以出租、出借或其他方式，將無線電頻率以分時、分地或分頻方式提供其他事業使用。所以以衛星直連手機來說的話，不太可能做到分時、分地，只能做分頻，因此提供使用以分頻來說的話，似乎沒辦法達到共用，同一個時間點使用同一個頻段，那是否就不太適用《電信管理法》第 58 條第 1 項的提供使用。那如果它是使用第 58 條第 3 項的共用的話，目前要去思考「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條的規定，目前條文只有寫到三個頻段可以共用，若未來如果我們有想推動衛星直連手機的話，我們似乎必須先做法規的調適。

●再來有提到衛星直連手機是否要將衛星訊號計入涵蓋義務？針對這塊我在思考會不會因為行動業者跟衛星業者的合作對象不同，因為如果是低軌衛星，是會一直跑的，衛星不會每時每分都在提供我國訊號服務，在這樣的情況下，如果我們把這個訊號計入涵蓋義務，其實是會有問題，在現階段是比較不適合的。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●再補充一下，剛剛講漫遊的概念，其實漫遊就是講網路架構型態，剛剛講的是說一個電信事業完成服務，除非是網內，自己的網內完全沒問題，它有三種型態，一個是批發，一個是互聯，再一個是漫遊，漫遊是說我的服務沒有到，好比說偏鄉漫遊好了，在太平山，中華有基地臺、其他兩家沒有，那你們過去就算漫遊，因為他拒絕跟你連，你沒有蓋到的地方他不跟你連，那就是說個人，漫遊應該講說營業區域，我在這個地方沒有這邊營業區域，在非營業區完成互連的那叫漫遊。但是這個概念不是連到衛星，透過衛星連到美國的用戶，我們只是把它當作一個連接點，覆蓋點打上去，讓當地的用戶可以用得到，它的實際用途應該是這樣子。等於說你基地臺沒有的地方，我借用你的衛星，替代我的基地臺，在偏鄉或什麼地方完成服務，這個概念應該類似我借用它的衛星設備完成我的服務，

跟漫遊不一樣，漫遊是我的用戶打到你的那一邊的用戶，這個是漫遊或是互連，但是現在我們只是利用它的覆蓋率，利用它的衛星設備，來替代基地臺的不足。

➢**台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理：**

●先補充電信事業，所謂的共用應該是如台哥大跟中華，電信事業的用戶之間設備可以共用，比如台哥大曾經跟亞太在某些區域允許他使用，技術上他可以是漫遊，那跟台灣之星現在整合的是用 MORAN、MOCN 的方式，在整併過程中使用的技術手段叫共用，並不是說切一段出來給你用；第二個，衛星其實可以分地，以 beam 來講，衛星天線它根據波段是幾十公里的 beam，它可在中央山脈幾個地方分幾個 beam 打，其他不打，技術上是可以的。只是干擾的部份，如果訊號不夠乾淨的話，業者也不希望發射，相反，它發射的時候事實上是會干擾的，目前的技術是這樣。我認為所謂的共用是我跟中華、我跟遠傳的用戶之間可以共用，可是我跟衛星之間應該不叫共用，因為我是用它的技術當作我網路的一部分，所以這個應該不叫共用，因為這兩個合起來是組合成一個服務。

●第二個，前面工研院 part 的時候，很明確的說 D2D 是衛星事業希望能拓展他的業務，所以這個是有可能的，甚至也不是很好防，比如 Globalstar，當他想要開放的時候，頻段我們準備怎麼做，這些事情其實並不是沒有競爭、不會發生，它會發生，只是應用的場景是什麼樣？我們希望的是讓這種頻段直接拿來用，衛星也直接拿來用，還是我們希望它在地面網路的一部分中涵蓋，像 T-Mobile 跟 SpaceX，那頻段 Owner 其實是 T-Mobile 允許 SpaceX 使用，根據 FCC 的核准是這樣，並提供這個服務，所以它視為 T-Mobile 網路的一部分，當然也受 FCC 的監管。我認為主體上剛開始就很明確，當屬於 MSS 的業務行動業者的身分，需要去開放的時候，希望它跟電信業者有相同的權利跟義務；比如方案一是 MSS 用可以不用拍賣，然後電信業就要用拍賣的頻段，這聽起來我就覺得不太好，可是如果只管 IMT 整合在行動業者上面，那我認為這地方要讓衛星拓展應用的話，應該要讓監管方式，在符合這些原來的行動業者的監管條件之下適度的放寬，假設這個頻段是要允許才能使用，那可能大家就會縮手，那假設這個是要衛星的審核才能用，那我相信行動業者就會縮手，因為成本太高，那能夠提供的營收是非常低的。

●目前為止我們看到頻段容量的問題，在這個限制下，未來會往更高頻、會有更多頻段，所以絕對不是一定就會在行動業者上，我認為國外的衛星業者也會想進來，是否要開大門給他進來，現階段技術還不到，可是我們假設制度上就開放了，那很可能網路上一個人申

請，馬上就能使用，這樣我們可能就只能放棄監管。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●相同服務相同管制，涉及到通訊主權的問題，涉及到落地的問題，我們現在講的都是想像，但是很具體的就是 T-Mobile 跟 SpaceX 的一個合作模式，就把衛星的功能借過來補強它通訊服務的一塊，為什麼要放在 NCC 來做監管，就是要維持通訊的秩序，這個是它的正當性，但是做到多少老實講，那都是未來的東西了。

●美國的案例，例如 SpaceX 跟 T-Mobile 的具體合作的情況？

➢**台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長：**

●回應剛剛 TTC 的一些意見，關於分配表的部分，其實前面是劉副秘書長也有講到，到 WRC-27 的時候也不知道會不會變成 IMT 或其他樣態，所以這個其實要再關注，主要還是看我國有沒有需求要趕在 WRC-27 之前做這件事。那在現在的定義上，直連手機這樣的樣態就是屬於 MSS，所以會這樣需要讓大家來考量，我們有需求才需要去做這樣的事情，跑在國際協調完之前。

●另外一個是，為什麼我們會針對 IMT 來做討論，是這一系列座談會其實在前一場就先討論 MSS 的頻段了，所以這一場討論的是真的會重疊到現在 MNO 已經持有，甚至是未來可能會再釋出給 MNO 的頻段，所以在討論的主題上也是優先邀請 MNO 的業者來做這方面的探討。同樣在這每一個方案裡面，也是希望大家盡量提出可能會遇到的問題，包含組合他人自建網路，結果會不會我們對國外的衛星沒有控管能力，這也是問題，剛剛講到共用評估的部分，就是為什麼會把第 17 條列出來跟大家來討論。

●最後涵蓋義務的話，也是一方面要看技術能否達到我們對於義務的要求，另外也是合作對象能否符合對義務的要求，再來談它能否符合涵蓋義務。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●T-Mobile 跟 SpaceX 的合作模式是怎麼樣？

➢**台灣經濟研究院研究四所陳思豪副所長：**

●同樣是走現在美國 SCS 的方式，另外補充一下，方案一有提到 28GHz，現在目前行動用拍賣，同仁只是舉例說現在怎麼樣，我們討論其實主要是行動跟衛星都持有執照的狀況，可是如果它的服務市場相同，那就應該不是同樣的核配方式，只是同仁舉例的時候是以目前 28GHz 為例說明 FSS 的 28GHz 的頻段，所以如果它的市場是

跟行動 MNO 重疊的話，那可能同樣都採拍賣的方式去競爭可能是比較合理的方式，要強調一下，我們不是建議衛星都使用評審制。

➢**台灣通訊協會劉崇堅理事長：**

●牽涉新技術或新概念，一定會造成制度上的漏洞，自古以來從 1980 年接續這個問題，就是一直延燒到現在，從一類二類接續，我認為像這種制度上可能形成破口，可能需要特別注意些。第一題我的答案跟上一次的答案差不多，因為問有沒有需求，需求基本上就是水平面的替代，替代就是現在偏鄉、海上、空中，這些服務行動通訊業者不好蓋的地方，垂直的話就是衛星變成網路的一部分提供連接，或如把衛星業者當作「設備供應商」來看，不直接提供消費者服務，而是提供設備並租賃予電信業者；我所提的題目基本上從服務的型態切入，提供一個東西時，消費的時候可能是替代財，也可能是互補財，而在場又聽到很多包括 Roaming 的概念，變成網路之間的組合，就是另外一種型態的出現，這可能可以多一點思考的方向。

●第二題衛星直連手機這個部分，我的觀念比較簡單，其它國怎麼選取頻譜，技術有沒有可能持續進步，剛才也提到衛星技術進步非常快，我認為不必太早做決定，因為現在如果很精細的規劃結果不一定能用；另外剛剛有提到干擾不大，但我看了一些訊息，大概都說干擾要特別小心，特別是我借用 TTC 出的一篇有關澳大利亞的研究報告，裡面提到 ITU 的《無線電規則》第 4.4 條裡面提到無干擾無防護，這部分澳大利亞在做 public hearing 的時候，有單位、研究機構跟公共團體，特別提醒干擾未來是否造成在緊急通訊時的困擾，其他國家的智庫或公共團體有提出這樣的看法時，將來在規劃這塊需要特別小心。

➢**財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理：**

●我剛漏掉一點很重要想利用補充的機會跟大家分享一下，在 WRC-27 裡面，衛星直連手機的頻率是 700-2700MHz，剛剛也提到 2GHz 左右是美國跟加拿大主要關注跟研究的重點；美國部分特別強調把 2.5GHz 排除在 SCS 之外，我想針對這個頻率補充一些意見，即這個頻率其實是在衛星直連手機的頻率範圍裡，也是 ITU 的研究重點，雖然美國和加拿大沒有把它放在重點，但以地緣關係來看，日本對這個頻率是非常有興趣的，原因是這部分也是該國內的一個重點 TDD 的頻譜，我的觀察是他們也有請 ITU-R 注意 2.5GHz 在衛星直連手機的干擾問題，希望不要漏掉這個很重要的頻率項目。

➢**遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理：**

●針對議題三的部分，說明我們公司的想法，針對方案一，我們會建議採用方案一的目的是如果核配給衛星業者，那有衝突干擾的時候，衛星業者通常是非本土的企業，在溝通頻率的時候，應該非常不容易，所以不建議採用方案一，那之前魏教授講建議把頻率核配給單一業者，再做頻率的規管會較容易。

●方案二，同各位先進討論，不建議先釋出頻段，我們要先持續觀察，因為目前國家衛星的業務推動來看，在接軌國際、兼顧地面的需求，應該要考量各技術應用跟終端生態，不要顧此失彼，應該先以觀察為主，再者是因為現在行動通訊，業務普及率比較高，高於衛星業務，所以頻譜資源還是建議以行動通訊優先考量為主，而魏教授之前說過，把頻率分配給同一個業者，去做規管、頻率干擾協調會比較容易。不建議用方案二的另外考量點是，因為衛星如果記錄到涵蓋義務，衛星並非本土業者，而是國際業者，我們只是合作的一方，如果衛星業者礙於某種國際壓力不提供服務，那我們的義務達成率，就會是問題，同時電信業者會需要滿足服務契約，假設衛星業者服務中斷，並非我們可以掌控在手中，預計什麼時候修復就什麼時候修復，所以在服務契約這是個問題，不建議納入涵蓋以及方案二，因為主管機關釋出頻率皆有規定、用途及權利義務，若因情勢變得要考量調整相關的法規及對用戶的補償機制，這些都需要考量。

●方案三，同先進所提的要採用相同業務、相同管制，要求衛星業者登記成電信事業，並接受行動通訊業者所承擔的義務，同時，方案三有提到納入涵蓋，我們還是抱持同樣的觀念，就是衛星的涵蓋應該是有更好，沒有也沒關係的概念，因為衛星訊號來源是非本土業者，它掌控權在別人手中，那要電信業者把掌控權在別人手中的東西視為達成義務的一部分，並不公平；另外，要釐清是否屬於《電信管理法》第 58 條及「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條跟第 23 條的頻率提供使用或共用，若是，是否有需要調整相關法規？需訂定配套措施以符合此案例的應用情境，若非屬前開相關規範，是否需要重新訂定？補充另一個觀點，在第 17 條裡面，還有另一個叫「公眾電信網路設置申請及審查辦法」裡，如果今天要跟共用或公共，要組合其自建網路時，有一個很重要的是，「出具對該電信網路所使用之各項資源（包括硬體、軟體、網路功能、系統、頻率及電信號碼）不受他人影響之管控能力（含故障管理、組態管理、效能管理、帳務管理、安全管理等）之證明文件...」，如同剛才所說，跟其他人合作，這並非我們發射的衛星，我們沒辦法去做 5M 的控管，如果 5M 的控管在過往以共頻共網來說，過往跟亞太電信合作的時候，其實不管平臺處、基礎處，或者是區監理處，他們在 5M 都會要求電信業者出具相關一定程度的證明，所以建議還是不要把涵蓋率納到

義務裡面，回過頭，我們第一次的發言，先當作是公司對公司之間的商業合作。

➢**國家通訊傳播委員會綜合規劃處陳心元技正：**

●回答兩個問題，第一個是干擾，是看用什麼角度去看這件事，我記得之前在 5G 開臺時，那時主管機關告訴我，5G 那時候與第四臺的衛星有干擾問題，所以那時就說 5G 其實還不能跟，後來大量去蓋了以後，實務上也被完全 follow，也沒有真的出現什麼干擾問題，這是第一個。

●第二個，國外在講干擾問題，之前美國差不多在 10.5GHz 有一段頻率給衛星用，給現在那些低軌衛星用，因為美國有一些武器業者想把武器的頻段擴展到 10.5GHz 左右，所以其實兩邊是吵起來。我要表達的是，這某種程度其實是商業上的 comment，是不是真的有干擾？因為干擾說實在真的是看程度，什麼叫做有什麼叫做沒有？但我也可以理解業者的思考角度可能不太一樣，其實整個頻譜大致上還是從地面通信業者的角度出發，應該是比較合理的，如果真的要共頻，干擾沒有想像的那麼嚴重，所以我覺得不用太在意這件事。

●另外回應一下，為了新形態出來，這個通訊、法規上破口的問題，以 NCC 在做的所有的監理管制來說，到底以後通訊監察這個問題怎麼處理？因為落地 Gateway 設在國內，可是如果訊號轉化，也未必認得齊資料，因為真的東西其實是在核網，而衛星的核網可能在國外，這是一個狀況。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●干擾的議題，從 4G 的第三波開始，行政院方面就已經指示在做政策決定之前必須實證量測，當下必須從 Worst case 去判斷，所以當時才會在 5G 第一波釋出的當下訂一些很嚴苛的規定，讓業者在蚤黃區建置的當下非常痛苦，特別是在這個位置周邊，因為林森北路周邊高級飯店一大堆，非常難佈建，可是蚤黃區又不得不佈建，甚至有如剛剛陳先生所提到的，把它建下去甚至有點超標，為什麼還可以建，因為我們當時評估是 Worst Case 五間業者各三個基地臺，十五個基地臺在同一個點用 Worst Case 去做判斷，圖資系統跑出來的結果不能建，實際上也許可以在圖資系統沒過的情況下照樣可以建，原因在這。但如果作為政府，在放出頻段的當下，沒有設置這個閘道的話，那既有使用者的權益可能會受到損害，所以我認為這個是不得不做的決定，必須讓兩個都合法拿到頻率使用權的業者同時可以使用，在臨頻不干擾的情況下，這個是我覺得當時做的最大的放寬。

●針對衛星手機直連的議題，特別是使用 IMT 頻段的議題，大家今天給了非常多意見，也針對頻譜共用共享，第 57 條的共享、第 58 條的共用對應到子法的第 17 條共用，這個部分都有做很多討論。事實上如果就現行的法規要直接把手機直連衛星下來的話，剛剛所提的這幾條全部都要做調整，特別是執法要做很大幅度的調整，這點也是我們先召開這個會議收集大家意見的目的。衛星跟 IMT 之間，頻譜競合的議題做討論，讓我們得到很多的意見，這個我們後續也會納入法規及政策的修訂來做參考。

第二節　意見彙整

一、預期使用 IMT 頻段之衛星直連手機服務於我國的需求及應用情境。

（一）我國衛星直連手機需求與應用情境

- 衛星直連手機在美國是補充的概念，主體還是行動通訊，目的都是要達到涵蓋無死角，偏向緊急通訊、急難救助等公共利益，並非以獲利為主。但臺灣往 6G 方向走，要達到的是地理涵蓋率，在緊急情況還能保有最後的通訊途徑，基本上它的用途，應是緊急通訊使用，不是以營利為目的。而目前衛星代理使用情況主要是政府公部門，個人比較少。（中華電信股份有限公司劉家宏資深研究員）
- 我們認為衛星直連手機需求一直都在，只是成本太高，包括頻率使用成本太高或獨立建立網路的成本太高，所以此服務目前只能在少數的應用場景上使用。現階段能直接利用的場景如急難救助，但若大範圍的天災，比如區域失聯，我認為要靠它做涵蓋補充也不可能，主要是因為容量不足的關係。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 我國目前電波覆蓋率已超過人口 99%以上，且行動通訊的資費非常低，都是吃到飽的概念，此種商業模式周全，因此建議衛星直連服務著重在緊急通訊部分。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 衛星發展來自國際間的角力、國防的需求，臺灣對衛星抱持過高的期待。而需求面，緊急通訊或特殊地理位置，是因為需要透過衛星做通訊補強，所以緊急通訊看起來是重要的需求。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 需求基本上是水平面的替代，替代就是現在偏鄉、海上、空中，這些服務行動通訊業者不好涵蓋的地方，垂直的話就是衛星變成網路的一部分提供連結，或如把衛星業者當作「設備供應商」來看，不直接提供消費者服務，而是提供設備並租賃予電信業者。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）
- 衛星直連手機的服務可以簡單分做三種模式來看：第一種服務是改手機不改衛星，即用新的手機，但衛星的基地臺是舊的基地臺，就像 Apple 手機連接 GlobalStar，是用 Apple 的新手機，但上面的 GlobalStar 的基地臺是舊的基地臺；第二種是改衛星不改手機，Starlink 所提供希望在天空佈更多新的衛星，從普遍行動通訊服務能夠支援到現存所有在全世界既存的手機；第三種改手機也改衛星，是 3GPP 所要推廣的 NTN，希望藉由未來 R17 後的新版本，提供

未來天空新的衛星的基地臺，手機也可以同步更新，提供 Advanced 的衛星直連手機的服務。（財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理）

- 我個人認為衛星直連手機，因為通訊的一端是手機服務，使用者是 end user，不能限制只能做非商用，應享受技術成果，在接下來通訊技術發達，衛星會變得非常好用，使用者手機若能連到衛星訊號延續行動通訊服務，不應該限制只能用在非商用或是公用。但電信業者不用太悲觀，因為即使開通某些特定服務，支援我們的手機於急難時使用，如 short message 或手機訂閱，這都是商用，決定權在行動通訊業者手中，無須擔心衛星手機開放商用時會對業務有太大影響。（林咨銘先生）
- 從國際衛星直連手機應用案例可以發現，都是用作地面涵蓋補充，這樣的前提下，我國地面涵蓋比率很高的情況下，應用場景有待討論。（財團法人電信技術中心徐玉珊副理）
- 以臺灣來看，在中央山脈這種無人地帶才真的需要；海上的話，從臺灣開船到澎湖，中間還斷斷續續，但海上的需求其實沒有想像中的大，尤其是連網的需求，陸地的網路可能都可以涵蓋過去；就會變成只剩空中需求，目前看起來比較像是緊急救難，未來其實還可以再觀察一下。從服務面來講，衛星是地面行動網路的延伸，只是涵蓋上的補充，是否從行動業者角度去思考問題，數發部可以思考這個面向。（陳心元先生）

二、衛星直連手機應用頻段規劃建議。

（一）我國 IMT 頻段衛星直連手機可能之頻段

- 目前技術還達不到，未來 NTN 一定是往越高頻走，因為容量、人數增加的比較多，但現階段使用以 30 幾 GHz 以下的頻段為主。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- AST SpaceMobile、AT&T 跟 Verizon 是以簽訂租賃 850MHz 頻段的租賃合約，以電信業者現有頻段做衛星直連，所以電信業者跟衛星業者的合作，先不以要取得多大的涵蓋為前提，先當作公司與公司間的商業合作，而非先指配或招標某特定頻率。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 建議要看電信業者或國內需求的共識來進行規劃，現行法規對於這樣的合作模式有沒有窒礙難行的部分？除了政策推動，比如急難救助，或促進手機或電信業者的發展之外，也需考慮行動通訊業者，是跟別人談合作或自己佈建，它的投資報酬率的回收，這應該是非

常重要的事情。另外，在 WRC-27，衛星直連手機的頻率是 700-2700MHz，2GHz 左右是美國跟加拿大主要關注研究重點；但美國特別強調把 2.5GHz 排除在 SCS 架構之外，但這個頻率其實是衛星直連手機的頻率範圍裡，是 ITU 的研究重點，雖然美國和加拿大沒有把它放在重點，但以地緣關係來看，日本有在關注此頻率，因為這是日本重點 TDD 的頻譜，日本有請 ITU-R 注意 2.5GHz 在衛星直連手機的干擾問題，希望不要漏掉這個很重要的頻率項目。（財團法人工業技術研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理）

- 其他國家如何選取頻譜，技術有沒有可能持續進步，剛才也提到衛星技術進步非常快，我認為不必太早做決定，因為現在如果很精細的規劃結果不一定能用。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）
- 從美國或加拿大政策推動方向，可以看到它並沒有限制一定是哪個 IMT 頻段，是由業者評估使用哪個頻段比較適合？這部分可以再觀察，然後再由業者提出申請，可能是比較恰當的方式。（財團法人電信技術中心徐玉珊副理）

（二）分配 MSS 予次要使用建議

- 是否要先分配 MSS 使用，以現階段衛星的發展來看，技術都還在發展中，也有一些彈性，並非多一個頻段劃出來後才能用，衛星壽命很短，換下來新一代又上去，若管理成本、監管能適當放鬆，我認為會發展比較順利。（台灣大哥大電信股份有限公司林昭成部經理）
- 頻率是珍貴稀有資源，釋出時應要有明確的用途方能凸顯市場價值，所以若透過備註欄的方式，在頻率的使用可能有某種程度的限縮。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）
- 除國防或國際角力，緊急通訊是唯一目前看出來比較有需求的，所以需不需要在 WRC-27 之前急著標註次要使用，我覺得應用部分與民生有關，目前沒有強大的需求。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 可以想像衛星是在太空中的一個國家，或太空中的外國網路，它的服務進來，電波打下來給我國提供服務，但我國跟它是網路對網路的對接，所以變成是 roaming 的概念，若它是外國網路，頻率是否真的適合給它，這是可以思考的點。（陳心元先生）

三、若未來預期導入應用 IMT 頻段提供衛星直連手機服務，期望與國際衛星業者採取何種合作模式？現行法規有無窒礙之處？

（一）IMT 頻段提供衛星直連手機服務之合作模式

- 較建議方案二、三，較不建議方案一。以《電信管理法》的角度，行動通信服務一定有外資限制，國際強權要配合《電信管理法》落地，這是維持電信市場秩序的基本前提，但基於相同服務、相同管制，臺灣過去被線上 OTT 攻城掠地過一次，LINE 跟 Google 其實已透過網際網路去做電信服務，已經擺脫於《電信管理法》的規管，產生龐大的社會成本，若未來衛星仍是境外業者提供本地服務時，會是監管的挑戰。以從業人員角度看，由取得頻譜的行動通信業者做服務的補充、法規配合等較合理，建議於涵蓋義務定義無變動的情況下計算涵蓋義務。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 我認為主體一開始就很明確，當是屬於 MSS 業務行動業者的身分，需要開放的時候，希望它跟電信業者有相同的權利跟義務，我認為國外衛星業者會想進來，但是否要開大門，現階段技術還不到，可是我們假設制度上直接開放了，那很可能消費者於網路上申請，馬上就能使用，這樣我們可能只能放棄監管。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 不建議採方案一，因為電信業者跨國溝通衛星業者時，非常不容易，另把頻率核配給單一業者在頻率規管方面會較容易；建議需採相同服務、相同管制原則，且衛星涵蓋應是有更好，沒有也無妨的概念，因為衛星訊號來源是非本土業者，掌控權在別人手中，要求電信業者把掌控權在別人手中的東西視為達成義務的一部分，並不公平。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）

（二）政策與法規調適建議

- 臺灣目前有一個政策：行動寬頻專用電信，因為被封鎖在不可以介接公網的情況下，讓目前市場結構並沒有崩解，但就我所知，目前有廠商聯絡衛星業者，希望透過行動寬頻垂直專網的政策，做 PPDR 服務，產業署正在考慮放寬，以 PPDR 名義介接公網連接衛星服務，這樣不具任何法規義務，進入方案一的服務模式，這會造成整個結構性的傾斜。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 我認為三個方案的差異在管制密度的差別，若將 IMT 頻譜配置行動通信業者，或許只需針對原本 IMT 頻譜做重點宣示或進行補充，即使把自主權跟彈性開放給行動業者，只要去強調並希望特別注意或是不要違反衛星直連手機裡面的某些特點規範，我相信可以有一定的彈性解決開放衛星直連手機的問題。（林咨銘先生）
- 把頻段分配給行動業者或衛星業者，這樣的命題上是否必須先決定限定頻段，否則要如何做分配？如果要限定頻段，照過往釋出 IMT 頻段時，有兩個重要項目：第一，是否要有網路涵蓋要求？第二，是否納入「無線電頻率使用管理辦法」第 12 條之單一事業可使用

頻寬上限問題？就網路端來看，若分配給電信業者，採組合他人自建網路，衛星直連手機的合作態樣，行動業者會有管控能力嗎？就頻率端來看，地面通信網路跟衛星網路使用相同頻率，涉及到共用問題，如果適用《電信管理法》第 58 條第 3 項之共用，要思考「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條的規定，目前條文只有寫到三個頻段可以共用，若未來想推動衛星直連手機，似乎必須先做法規的調適。另外，針對衛星直連手機納入涵蓋義務，若行動業者跟衛星業者合作對象不同，因為如果是低軌衛星業者，衛星不會每時每分都在提供我國訊號服務，此情境下，若把訊號計入涵蓋義務會有問題，現階段比較不適合。（財團法人電信技術中心徐玉珊副理）

- 若把頻率分給兩邊，即把頻率加上空域的概念，比如一個業者拿只限於地面的頻率，一個是只限於空中使用，兩者互相不跨域，因為未來手機搞不好頻率是給空中的，但其實在地面還是可以操作，這可能就會有管制上的問題。（陳心元先生）

四、關於行動通信頻率之衛星直連手機應用與頻譜彈性使用制度之其他建議。

（一）IMT 頻段之衛星直連手機彈性使用

- 頻率和諧共用會遇到干擾問題，但我覺得干擾未必有想得那麼大，未來基本上用的還是 5G，是用 5G 的正交分頻多工（OFDMA）的概念，上面電波還是這樣跑，除非 2 個基地臺都剛好在各兩側的邊緣，又剛好用到 subcarrier，這種情況下才會打在一起，否則表面看起來每個基地臺都發射相同的 20M，實務上是不會干擾的，所以我不認為真的會發生干擾，沒有那麼悲觀。（陳心元先生）
- 彈性使用部分，以優點來看，不同的管理方式或是頻譜的協調複雜，優點好像都在數發部；缺點的部分，比如外國業者需符合電信規範或是設備審驗，感覺是 NCC 的部分業務比較重，所以建議 NCC 的部分業務要稍微著重，但兩邊有些管制密度的問題可以考慮一下，也許有彈性的空間，對政府單位也輕鬆，電信業者也可以比較舒緩提供服務。另外，針對共用或提供使用調整「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，我認為第 17 條第 1 項第 4 款裡面，有「其他經主管機關公告的頻段」，所以只要數發部公告，其實應該可以省去修法這件事。在說明的部分，原本這條是只有供第三人使用或共用，後面修正條件說明也只有開放給其他電信使用業者，其實是不包含國外衛星業者。就法令解釋之歷史來看，當初在修法時，應該沒有考慮到國外衛星業者，所以這部分我想重申一下，開放給外國電信

業者使用，條款部分也許可以不用改，但在說明部分，如果要開放也許需要做一些補充。（林咨銘先生）

- 我認為所謂的共用是指電信業者之間，用戶之間可以共用，可是電信業者跟衛星業者之間不叫共用，因為電信業者用衛星的技術當作網路的一部分，應該不叫共用，因為兩個合起來是組合成一個服務。（台灣大哥大股份有限公司林昭成部經理）
- 討論共用或提供使用而需調整「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，要釐清是否屬於《電信管理法》第 58 條及「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條跟第 23 條的頻率提供使用或共用。若是，是否有需要調整相關法規？需訂定配套措施以符合此案例的應用情境，若非屬前開的相關規範，是否需要再重新訂定？我認為先以當作公司對公司之間的商業合作就好。（遠傳電信股份有限公司徐子祥技術副理）

（二）IMT 頻段之衛星直連手機干擾問題

- 干擾問題一定要特別小心，我借用 TTC 一篇有關澳大利亞的研究報告，裡面提到 ITU 的《無線電規則》第 4.4 條裡面提到無干擾無防護，澳大利亞在做 public hearing 的時候，有單位、研究機構跟公共團體，特別提醒干擾未來是否造成在緊急通訊時的困擾，若有這樣的疑慮，其他國家的智庫或公共團體有提出此看法時，將來在規劃這塊需要特別小心。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）
- 假設 D2D 服務用的是 IMT 的頻段，干擾問題處理會是最嚴重的，甚於用衛星頻段，因為 IMT 頻段都比衛星頻段還要低，可能在中頻段，甚至可能往低頻段走，如果用 IMT 的頻段，干擾問題會很嚴重。對業者而言，問題的嚴重性在於政府有沒有能力訂定干擾規範或干擾處理原則；比如未來對接國外衛星業者做干擾處理，卻找不到對口、找不到對應解決方案。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 看用什麼角度去看干擾，我可以理解業者的思考角度可能不太一樣，整個頻譜大致上還是從地面通信業者的角度出發，是比較合理的。如果真的要共頻，干擾沒有想像的那麼嚴重，我覺得不用太在意這件事。（國家通訊傳播委員會綜合規劃處陳心元技正）

（三）IMT 頻段之衛星直連手機其他建議

TN 跟 NTN 的整合確定是接下來的趨勢，針對 6G，建議留意接下來的產業發展，尤其是國際競爭的整合，誰又發射衛星？誰又跟誰整合？哪個電信業者跟哪個電信業者整備提供服務？這部分都會對接下來衛星直連手機應用服務會有很大的影響。（財團法人工業技術

研究院資訊與通訊研究所林咨銘技術經理）

第三節　簽到表

台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討座談會 簽到表			
時間：民國 113 年 9 月 11 日　下午 14:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）			
單位名稱	姓名 （按姓名筆畫順序）	職稱	簽名處
台灣通訊學會	劉崇堅	理事長	劉崇堅
台灣電信產業發展協會	劉莉秋	副秘書長	劉莉秋

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 9 月 11 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	**簽名處**
國家通訊傳播委員會 綜合規劃處	陳[illegible]元
數位發展部	陳[illegible] [illegible]之

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 9 月 11 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	**簽名處**
財團法人工業技術研究院 資通所	林岳銘
財團法人電信技術中心	徐[illegible] 胡宸淳

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 9 月 11 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	**簽名處**
中華電信股份有限公司	劉家宏
台灣大哥大股份有限公司	
遠傳電信股份有限公司	陳子祥

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 衛星直連手機所涉 IMT 頻譜應用及彈性使用制度探討座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 9 月 11 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院台泥大樓 T401-T403 會議室 （台北市中山區德惠街 16-5 號 4 樓）	
單位名稱	**簽名處**
財團法人台灣經濟研究院	張熙堂 陳呈北 鍾銘泉 蔡孟珂 楊巡盛 莊雅晴 王政慧 葉宗豪 王品予 徐聖惠 杜碧森

第四節　照片



附圖 8.1　各界踴躍參加座談會



附圖 8.2　座談會現場情形

附錄九　113 年度座談會場次五

第一節　會議記錄

會議主題：我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制
會議日期：113 年 9 月 30 日（一）14:00 至 17:00
會議地點：財團法人台灣經濟研究院本棟 208 會議室
（台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）
與會者：

與會名單（按姓名/名稱筆畫順序）[903]	
政府機構	• 國家通訊傳播委員會 • 數位發展部
專家學者	• 劉崇堅 理事長（台灣通訊學會）
電信事業	• 中華電信股份有限公司 • 台灣大哥大股份有限公司 • 遠傳電信股份有限公司

資料來源：本研究彙整。

➢ **中華電信股份有限公司張維儒科長：**

●過往 3G 行動通訊頻譜屆期時，3G 有非常明顯的使用需求，頻率延續是勢必的，但當時也沒有以行政核配或是續照的方式處理，而是用重新拍賣的方式。以行動通訊頻率來看，當初釋照已經明顯寫出執照釋出的底線，也是大家爭取執照，甚至付出標金上的評估所形成的結果，當然未來也很多頻率，再釋出時同樣我們知道它會有延續使用的需求，甚至如果說能夠提早知道可以續照的話，對於頻率再有效利用、新技術投資，這個優勢對整體來講都非常有效的。

●若用續照或行政核配的方式，主管機關在採樣上面可能都需要承擔一些責任，也可能有很大的爭議存在，所以我們比較不敢做這樣的設想。

●另外當初在競標所核配的結果外，在開放轉讓以及經過合併案的結果，各家業者取得的頻率已經經過這樣的過程，不論是剛剛說的競標或者是合併案的審查，基於所有，這些頻段在執照期限內都要做出結果，這樣的組合已經改變了，也改變當初釋照讓大家競爭的情況。

●中華電信比較不傾向屆時直接以續照的方式處理，所以屆期之前比照過去，若提早於兩、三年釋出執照，甚至如果考慮到某些頻段有必要延續的話，可使用類似 3G 的做法讓部分頻段在一定頻率的位置上面能夠做既有頻率優先位置設計，這個是對大家都比較好一點。

[903] 男女比為 15：10（含工作人員）

另外，過去兩年一次釋照，事實上很多執照的期限可能會有不一的情況，甚至太多批次的情況，故未來在競標上或可考慮重新拍賣的時候，把那一批次的執照期限做些微調整，讓後續的可能不會再呈現那麼多次釋照的情況，整體上面，兩大 group、三大 group 的頻率規劃。

➢**遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理：**

●首先就第一題，關於頻率重新釋出的部分，我們可以看《電信管理法》第 54 條主管機關在重新釋照時，他會考量到真正目標市場，還有其他公共利益等的情況來做釋照，可以採評審制、公開招標、拍賣或其他適當的方式，但是可以看到近年一些頻率的使用，像是近年開放的專頻專網跟衛星服務，它都是主管機關透過核配的方式來提供，不是用公開招標或是拍賣制，電信事業自從在 3G 之後都是採用拍賣制，而且陸續都付出很高的標金，這個標金平均來看，在執照期限繳交的頻率使用費，大概都會到標金將近一半的程度，而且取得頻率使用費後，還要負擔像是普及服務、通訊監察、網路韌性、資安國安，甚至打詐，非常高強度的義務。相對於這些，其他不用支付標金的義務程度比較低的話，是處於比較不公平競爭的狀態，也不太符合比例原則，我們建議未來主管機關在考慮釋照的時候，不見得一定是用拍賣或是招標的方式釋出，也可以考慮用評審制或是核配的方式釋出，看是不是某種程度可以消弭市場上不公平競爭以及義務不均等的狀況。

➢**台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長：**

●有關 119 年屆期的執照重新釋出方式，從業者來看採評審或是續照對於標金上的壓力會較小，不過我們的確也如同中華先進這邊反映的，不太敢想，因為從 3G 開始就是競標的，預算法實務執行上是否能夠轉審議制，也怕到時候審查結果若無法符合參與者的預期，因參與者可能不只是既有三家電信業者，若審查結果沒有辦法符合參與者預期而有爭議的話，會造成更大的困擾，所以拍賣制雖然對標金是個壓力，但可以避免相關的爭議。

●至於使用期限部分，目前網路投資會持續因新技術的能力往高階的非獨立組網（Non-Standalone, NSA）、多輸入多輸出系統（multi-input multi-output, MIMO）去發展，同一套設備的價格就以好幾倍在成長，核心頻率越來越高，它配置天線的 Element 成本越來越高，整個投資成本高，營收成長也很難短時間內看到殺手級應用（killer application），台灣大哥大建議後續的使用期限能至少以 20 年來做規劃，會比較有辦法去評估相對投資的成本效力能不能收支平衡。

●有關於 122 年屆期的 2100、2600MHz 頻譜是否拉齊一併釋出，我們認為如果去討論一次釋出或分次釋出，存在幾個前提。第一是頻譜競標的上限會不會隨著一次釋出或分次釋出有不一樣的規範，如果一樣那當然一次釋出、分次釋出對業者來講就沒有什麼太大的驚喜，比較擔心的是一次釋出、分次釋出有不同的規定的話，就會有一些必須事先知道的資訊，所以我們建議是不管是一次釋出或分次釋出，700、900、1800MHz 頻段要釋出時 2100 跟 2600MHz 要怎麼釋出一併說明清楚，之前相關會議台灣大哥大提出 2600MHz 是否改成 TDD 的方式會有較完整的 190MHz 的頻寬，如果確定要用此方式，也要在 700、900、1800MHz 釋出時完整揭露後面的頻譜要怎麼規劃的資訊，這樣我們較有辦法評估這次是否為前面釋出的頻譜，要怎麼選擇，或是要留待後面的頻譜釋出時再去選擇後面的頻譜，這樣會較方便業者去評估最佳的頻譜選擇。

●有關 600、800MHz 的規劃，台灣大哥大認為低頻是一個蠻好用的頻率，可以的話我們希望 600、800MHz 併入低頻的頻譜一併釋出，尤其是 800MHz 頻譜的配置方式，有可能影響 700 跟 900MHz 的頻率選擇，因若是往 800MHz 配置的話，那 700 跟 800MHz 會有干擾，若是往 850MHz 配置的話，900 跟 850MHz 相鄰的部分也會有干擾的可能，這個是採用保留護衛頻段（Guard band）的方式，或是業者先預期這個位置會有干擾發生，因此我們希望 600、800MHz 能跟 700、900MHz 一併釋出，才能夠清楚評估這個標的頻譜的數量和標的位置，若我們要選擇可能被干擾的位置，那也要在標的同時知道 600、800MHz 會有干擾的情況發生。

●有關於 PPDR 的部分台灣大哥大認為以專頻的方式是一個較全責且清楚的方式，不管是專頻還是將業者的商用頻率全部投入做 PPDR，我們對於 PPDR 的業者要負擔的事項還不是非常清楚，所以目前在針對 PPDR 怎麼釋出的部分，我們建議持續研究，因為這完全是責任義務，還是有政府的補助，這個義務的上限到哪個程度。

●上次新竹的火災，他們的廣播有沒有問題，自己消防內部的人都有爭議，如果這個服務是業者來提供，若不幸發生，裡面到底有沒有聽到，業者的責任在什麼範圍，這是不知道的，尤其消防單位自己建置自己使用都會有爭議，若是變成民營業者使用，被責難的部分到哪一個程度，是我們也擔心的，這是目前有關於頻率釋出的議題提出的意見。

➢台灣通訊協會劉崇堅理事長：

●一、 頻率釋出議題

●關於 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz 頻段之重新釋出

方式及使用期限，建議依法規規定《電信管理法》第 54 條採公開招標制或拍賣制辦理較佳，以避免評審制可能之不透明干預。相關議題討論宜依循「效率」與「公平等公共政策目標」分開處理的原則，以免治絲益棼。另應藉此機會一併解決頻率使用費繳交所衍生之問題。

●關於 122 年屆期之 2100MHz、2500MHz、2600MHz 頻段與 119 年屆期頻譜，可考慮一併釋出，若一併釋出，建議拉齊屆期之時間點。至於執照期限仍以維持 20 年為原則。唯仍應保留適度之頻寬，以因應緊急或環境變動之需求。

●考量 PPDR 網路維運管理、延續性與我國國情之頻率用途規劃，若 PPDR 以電信事業所持有之行動通信頻譜提供，並由執行之電信事業建置，建議於行動通信頻譜釋照時，規範應配合 PPDR 主管機關需求配置 PPDR 網路，服務得以政府補助、標案方式提供。若 PPDR 以專頻規劃釋出 800MHz 予電信業者建置 PPDR 網路，並得提供商用，同意如簡報第 11 頁所提之短期建議與中長期建議，合併下一波頻譜一併釋出。不納入頻譜持有上限，但由電信業者負責 PPDR 系統平臺之建置與管理。數位部是否已有朝向採用英國模式（政府與民間共享網路與頻譜）的想法？

●關於未來釋照頻譜是否建議納入「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，當初設頻段提供使用或共用限制之理由為何？如再無其他設限之因素，建議先適度開放部分頻段。

●二、 NTN 發展趨勢議題

●關於 HIBS：依據 ITU WRC-23 決議於「中華民國無線電頻率分配表」備註可供行動通信頻段使用 HIBS 之頻段，於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用（短期建議）。

關於 D2D 之 MSS 次要用途納入 IMT 頻段：不須調整「中華民國無線電頻率分配表」（短期建議），長期而言則視 ITU《無線電規則》進展、衛星通訊發展與我國電信產業需求，評估是否將 D2D 之 MSS 次要用途納入 IMT 頻段（中長期建議）。

●關於 HIBS、D2D 於 IMT 應用之頻譜規劃做法同意如簡報第 15 頁之建議。唯關於 HIBS 之短期建議，「備註可供行動通信頻段使用 HIBS 之頻段，於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用（短期建議）。」是否可能影響「衛星直連行動服務」於緊急情況之運用，而損及通信網路之韌性？

●考量我國情境可能在中長期會有於偏鄉或緊急應用之用途，建議在此情境下，於「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條允許共用或提供使用之頻段，納入限於偏遠地區之 HIBS（短期或中期建議）及 D2D 之情境（中長期建議）

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●給大家集思廣益的一個角度，特別是 PPDR，大家請看一下第九頁，我們第九頁就是 800MHz，整個頻段加起來剛好 30MHz，剛剛前面三家業者都不好意思講是不是用行政核配，人家必定會考量到預算法的機制，那我個人的淺見也是提出給大家參考，因為剛好就是 800MHz 的頻寬，剛好有 30MHz 的頻寬，如果完全是在那，當然我們講未來 PPDR 怎麼做還不曉得，是不是用行政核配，基於公共利益行政核配三家各 10MHz，10MHz 並不是免費給他，好像給他是免費，可是當他要來提供 PPDR 的時候，使用者實際是警消，那費用就是另外一個問題，核配給他們，核配就相對於拍賣，拍賣沒有那麼高的資本支出，即便是免費核配給他，他還是要網路建設投入，那以後即便是做 PPDR，可能還要設計一個 APP 介面，像這些都是主流，這是不是可能為一種選項，這只是各種想法中的一個，因為我們是從 MVNO 的想法來看，MVNO 是用 MNO 的頻譜來做 PPDR，但是現在臺灣 MVNO 的空間很小，實際上我們就只有第一類 MNO 可以做，所以這只是一個頻段，那 10MHz 會有多少錢，可以把過去的拍賣來看，10MHz 我們國庫的收入大概有多少。

➢**數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

●這幾次的討論下來，我贊成中華電信之前的提議，以五年為一期，每一年試一次，20 年有四次，一定會有兩次剛好遇到 IMT 換代，後面兩次就是業者之前標不夠的，是不是還有機會再來補，我其實贊同這個建議，所以這邊可能要拜託三家業者，既然頻率可以分成四個 group，那大家的建議是什麼，請大家會後提供給台經院，讓台經院在期末報告裡正式提出建議，我覺得這是很合理的方式，這是第一點。

●第二點，關於剛剛台灣大哥大提到 800MHz 干擾，這是一件很嚴重的事情，這個會關係到 800MHz 的 band plan 怎麼畫，我也希望三家業者會後提供，比如說 700MHz 目前的話是到 803MHz，再上去要多少 Guard band 比較能接受，另外 900MHz 的部分，我們目前是從 885MHz 開始，那 885MHz 往下要保留多少 Guard band 比較合適，大家可以建議 Guard band，這樣 band plan 就很明顯，可以把上下各 10MHz 或上下各 15MHz，這上下各 15MHz 就是拜託各位給我一個 Guard band，我就知道該怎麼做，這是有關於剛剛的兩個建議。

●解釋一下，我沒有經過 CD2 的年代，只有遇過 GSM 延照，那 GSM 延照其實延了大概五年，臺灣的電信市場秩序主要來自於三家業者的競爭，這是服務品質的公平競爭，這都是因為三家業者沒有搞聯

合壟斷，造就今天臺灣電信市場其實很不錯，我們發展訊號的覆蓋範圍或是上網速度，其實在世界上的表現優秀，非常感謝三家業者，但不論如何我們還是會回到拍賣制，未來 6G 的頻率會越來越高，到時是不是還有必要單獨拍賣，還是跟某些頻段綁在一起，這個可以考慮，比如 700MHz 畫成 block、900MHz 畫成 block、1800MHz 畫成 block，那將來 7GHz 還需要畫 block 嗎？還是說 7GHz 綁定 1GHz 以下，1GHz 拿 1MHz，7GHz 可以拿 2MHz，這個可以考慮，不過這個還要看未來的演進，到時候可以再來討論，因為這次會預計釋放 600MHz，也請各位提供 600MHz 跟 700MHz Guard band 保留多少的建議，台經院最後在做研究報告時要做研究建議。

- 關於 PPDR，我非常認同劉委員講的系統跟頻率分開，哪一個單位要用就自己來當 MVNO，消防署就消防署的 MVNO，警政署就警政署的 MVNO，至於說剛剛劉委員有講到發生狀況時，依靠的其實是國防法，不是警察消防，警察跟消防是平時的事情，所以我支持劉委員的想法，系統與頻率分開，因為這樣有一個好處，綁 800MHz 的話勢必要綁價錢，讓大家討論價錢不太合適，我不確定美國的 FirstNet 標的時候有沒有抵價錢，至少臺灣在招標時抵價錢是不太可行的方式。另外一點，因為 FirstNet 是 PPDR 優先使用，剩餘頻寬可以拿去做商業用途，臺灣這種直接賦予業者時，比較像政府機關的公開招標，政府機關的公開招標以採購法來看，不太可能委託辦理的東西還可以拿去賺錢，所以我個人覺得臺灣不管是社經或是法治的方面來看，比較有可能是可以在釋照的時候要求業者符合某一個規格（SPEC），只要符合這個 SPEC 就可以提供 PPDR，我覺得比較可行，這是實際應用的方面。
- 避險的方面，PPDR 未來某一天臺灣一定會要求使用、要提供，只是要求的時間可能是 10 年、15 年、20 年，但是一定會有，與其在 119 年就要求把網路做好，結果做好 10 年沒人用也不太合理，所以我認為招標的時候要求各位到某一個 step，只要到這個 step，其實就有能力提供 PPDR，到時候警政署做 MVNO 去找業者談，甚至不需要警政署找某一個業者，可以讓縣市警察局自己找業者談，對警政署來講他也更難做，我的看法是這樣，最後 overall，MVNO 這種東西的基礎上，其實只是 planning 的問題，這件事情就會比較單純，這是我的看法。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

- 我追加一下，麻煩三間業者提供給我們參考的 plan 的時候，針對 800MHz 這一段請特別細緻化處理，因為有一項是移不走的，就是 AMI 智慧圖表的這一段，839-847MHz 這一段麻煩提出 800MHz 的

建議當下，必須要考慮這一段完全撼動不了的前提再提出建議，因為那段是越來越多，它是從 839MHz 慢慢往後面用，不是一次直接整個頻段覆滿然後開始核配，當時 NCC 方面講好是雖然 839-847MHz 保留給 AMI 用，但是他們用的話是從 839MHz 慢慢往上核配，這是第一個要請大家在提供 800MHz 具體建議的時候，可以把這個點給考量進去。

●第二個，座談會就是有各方不同的意見，即便是在數位發展部裡也會有不同的意見，我在想交叉十年還是交叉五年比較好，沈專委的意思是交叉五年分四段，它很大的前提是現在大家可預期的頻段，沒有加新的頻段進來，不然頻率的總數還有我們討論的基礎都會打破，再講具體一點是現在有釋出的頻段包含 700、900、1800、2100、2600MHz 還有 3.5 跟 28GHz，以這些為基礎去討論分成四個，個別五年來分，這樣就沒有其他頻段可以進來，2300MHz 之前曾經一度也有進來參與討論過，又或者是現在一直討論的 U6 頻段，麻煩請大家先就 119 年以及 122 年已知 IMT 使用計劃來做討論，先不要擴及到其他頻段來分四個軸線，我個人是比較偏向兩個軸線，就是每十年一次的這一軌，因為太頻繁釋出也跟行動通訊的世代沒有吻合，所以第一個問題是三間業者先回覆比較支持十年還是五年或是二十年，提出這個建議方案之後再來進入第二階段比較細緻化的，你們建議怎麼去做區分比較好的這一點，以上是我針對這兩題去做延伸。

●至於剛剛沈專委最後補充 600MHz 的部分請大家提供計劃，我想 600MHz 就目前所知，他幾乎沒什麼選擇權，但還是麻煩大家給我們一些看法，我覺得 600MHz 跳脫不掉，重點應該會是 800MHz，以上。

➢數位發展部資源管理司廖啟文科長：

●剛中華電信有講到，請我們採優先位置的設計，應該是 106 年的時候標 2100MHz，那時候是我們都沒有既有的位置，我想之後如果是 1800MHz 釋出的話那當然沒問題，但是 600、700、800、900MHz 釋出的時候會有一點麻煩，因為到時一個頻段就一家或兩家業者，而且那時還不一定是原本的標的，1800MHz 我覺得沒問題，我們可以想像三家業者各別自己的位置，但 600、700、800、900MHz 到時候可能存有狀況。

➢國家通訊傳播委員會基礎設施處陳炳華科長：

●我們僅就網路的技術部分提出一些看法，119 年到期的大部分都是 1GHz 以下，就是 700、900MHz 的部分，這部分因越低頻穿透力會越強，在偏遠地區是用佈建的基地臺，在都會區的話室內穿透力會

比較好，收訊會比較好，所以物理特性不大一樣，目前合併的時候有 1GHz 以下不能超過三分之一的問題，不曉得釋照是不是也會有相對的規範，因為業者如果要競爭達到公平，勢必要武器對等，至少資源的分配不會落差很大，這樣競爭就會更公平，相對的如果是用拍賣制，就可以各取所需、各盡所能，可以根據自己網路目前的缺失或優缺點去評估哪一段會比較多，但要的時候也不能贏者全拿，這是我們從技術方面提供一些看法。

●再來 PPDR 的部分，或許大家想的是警消的問題，但數位部思考的不是只有警校這部分，考慮到戰時的話就是核網，核網就是一下子被毀掉的話什麼都沒有，PPDR 也沒辦法發揮作用，數位部要先講好 PPDR 要做到什麼程度，聽說他們的核網要地下不知道多深，盡量戰爭的時候不要被損壞掉，這一部分勢必在招標時就要講清楚義務是什麼，建設的條件是什麼，不然標到後來發現建設比標到的成本還高，不符合經濟效益或者預期，至少在標的之前要讓投標者清楚知道一些資訊。

➢數位發展部資源管理司沈信雄專委：

●提醒大家，韌性司 PPDR 的 SPEC 跟國防有關，確定要把機密放在拍賣公告上？我覺得不適合，另一方面我不認為是業者義務，國家韌性就是國家的責任，既然是國家韌性當然是國家出錢。

➢國家通訊發展委員會綜合規劃處王雅筑技士：

●我們這邊主要是公平交易跟競爭法，頻譜的拍賣上除了付出沉重的交易金額，還要付出相應義務，可能會覺得沉重，有沒有可能在某些頻段增加一些前提，例如要提供義務，但在拍賣金上可以做一些減免、機制。

➢中華電信股份有限公司張維儒科長：

●第一個就頻率釋出部分，剛剛我們只點到頻譜重整（Reframing）部分，Reframing 部份我們只用拍賣方式去處理。

●第二個部分除了 Reframing 頻段之外，也提到 600、800MHz，甚至未來會討論的地上頻譜 6G 需求，我們建議在討論 Reframing 頻段時也可以思考沈專委所提到未來在整個頻譜釋出時可以用 5+5+5+5 的這個階段處理，10 年是一個世代，必須在市場的動態底下有機會做補充，整個架構上我們本來也有在做研究，會後這個部分我們可以很快提供給台經院及數位部做參考。

●第二個部分在 Guard band 這裡，800MHz 的部分，如果是分析過去在 TDD 或 TDD FDD 所需的 Guard band 研究，5MHz 左右的頻寬是

適當的，在 5G 上應該有一些規範，800MHz 頻段在 AMI 頻率能夠配合住的情況下，配置應該 809-834MHz、854-879MHz 上下各 25MHz 的頻寬，可以保持住 Guard band 以及 AMI 的位置，這是我們先做的規劃及建議，會後我們會再提供補充。

●就 800、600MHz 釋出的時間，我們不建議跟 700、900MHz 所有的低頻一併釋出，低頻的資源是重要的，如果一次釋出，整個 20 年在低頻上的供應跟調整會比較困難，我們建議 700、900MHz 一個批次、600、800MHz 一個批次做處理，這是我們的建議。

●關於頻率位置優先，過去 3G 確實是這樣做，未來在 4G、5G 有很多的頻段，不一定每個頻段都這樣設計，或許業者在某一個頻段可以有選擇權，只要能夠維持既有的系統，達到頻段維持，就能達到服務延續需求。

●PPDR 部分，我同意 PPDR 的推動，當然 MVNO 也是一個方式，只是在同時間的系統整合，各種不同的消防、警消、醫療做系統上的整合可能會缺乏效率，但是可行，如果釋照的規範是把義務放在新的頻段上，就法規來看應該可以把釋照的頻段在這裡講清楚，只是義務要怎麼做規範？多少需求？如何讓競標者做評估？這必須要統合出各部分的需求。

●FirstNet 在國際上是非常成功的案例，目前看起來幾乎各州救援的加入照片就是證明成功的模式，當初一些規範以及後續可以參考，如果有機會可以幫大家打底。

●在 NTN 的部分，過去我們幾次討論 HIBS 做基地臺的地面延伸，NTN 的部分是業者的服務延伸，所以在頻率的釋出上，我們比較傾向行動寬頻的延伸，如果頻譜分配表要做比較大的規範，原則上沒有特別的看法。

➢台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長：

●有關於剛剛沈專委提出的幾個方向，我們會討論一些意見再提給台經院，不過這邊想要先請示一下長官，600MHz 的部分目前數位部這邊的方向是 N71 頻段還是 APT600MHz，有比較明確的想法嗎？因為目前實際上也只有 N71 有設備，那只是臺灣保證又是掛在 APT600MHz，APT600MHz 跟 N71 頻段有點不太一致。

➢數位發展部資源管理司陳威呈科長：

●原則上跟 N71 頻段比較接近。

➢台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長：

●收到，謝謝，我們就以此方向提出一些建議。

●關於 NTN 的部分，如同中華先進提到，台灣大哥大也認為不管是 HIBS 或衛星的 D2D，都是地面網路的補充，至少現階段能夠提供的是地面網路的補充，可以被視為行動寬頻的延伸，所以目前的建議方向我們覺得 OK，這是基於目前 available 的技術，不管是 HIBS 或衛星的 D2D 進度都蠻快的，後續的發展還要看是否還有其他新的衛星業者會發射更多衛星，具有新技術去發展，以目前來講這兩個都是跟地面網路一起合作，才有辦法提供服務，所以應視為既有行動寬頻業務的延伸。

➢遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理：

●先就釋照的部分進行補充，關於釋照的時間跟方式我們建議間期時間相近的頻率可以一次釋出，理由是每次的釋照不論對於主管機關或電信業者都會花很多的時間、精力跟人力，也會製造很多碳排，如果可以在間期時間相近的頻段一次釋出，可以節省主管機關的精力，對建築或許有一些貢獻。

●低頻的部分，600、800MHz 的釋出我們建議跟 700、900MHz 一起釋出，可以讓業者有整體的規劃跟考量。

●PPDR 的部分，PPDR 的觀點在於使用者的需求是什麼？我們認為應該先提出使用者需求到底是什麼，再來評估是用什麼方式釋出。另外 PPDR 的釋出方式，這個可以再研議，但既然要使用到頻率，還是就頻率使用費的部分依照行動通訊來收取，如果是採拍賣制，建議在下一波頻譜營運的釋出年限應該要拉齊。

●對於頻譜共用，法規已經針對頻譜共用的頻率有所限制，除非法規有調整，不然還是要維持現在的法規，如果未來有新的頻譜可以納入共用範圍，這部分可能要多跟利益相關人做充分討論，讓利益相關人能夠評估頻譜共用的價值跟影響。

●關於釋照，我們認為釋照期限距離現在還有不短的時間，應該持續收集關係人的意見，在還沒有很明確之前要持續的討論。

➢遠傳電信股份有限公司徐子祥副理：

●針對 NTN 部分的發展議題趨勢，遠傳電信同中華跟台哥大的看法，HIBS 是屬於基地臺延伸，因為地面通訊網路的品質跟運營上合法頻段的權益，先把它擺在比較前面的地方，在 IMT 頻段導入其他技術利用，避免非必要干擾發生。

➢台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：

●就一般電信技術來講，特別是地面的，有沒有干擾都很容易掌握，高空中特別是游離層，我們對游離層干擾做的電信研究並不多，這

是很大的變數，一般以技術干擾研究的文獻來講，游離層的部分相對較少。

➢**數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

●2500、2600MHz 台灣大哥大建議整個用 TDD 作 band plan，這一點也麻煩看三家業者有沒有人反對，要用 FDD 或是全用 TDD。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●投影片第十二頁，以前《電信法》沒有共用的概念，進入《電信管理法》後才有公用共用的概念，那個時間點第一波遇到的是 5G，頻率因公用共用而導致當時亞太沒有 3G 電路交換語音回退（CSFB）專屬頻段可以使用，2100MHz 只能用於語音共用，假設在 119 年或是 122 年屆期的頻段要拉出一起釋照，全都在《電信管理法》以下做，所有給 IMT 使用的頻段都可以共用，符合《電信管理法》的精神的話，原則上大家都可以共用，有三種處理方式：第一種，逐步正面表列增加進來，沒列進來的個別再來談處理方式；第二種，完全符合《電信管理法》精神，所有 IMT 頻段全部共用；第三種，負面表列哪一些頻段不得共用；又或是特殊情況，2100MHz 是特殊時空背景底下的產物，必須有僅限語音的共用頻段。

●如果按照《電信管理法》精神，所有頻段都活化，會不會有業者間共用是後面的議題，而在前端，要不要讓這些頻率再活化起來？

➢**台灣通訊協會劉崇堅理事長：**

●「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條印象中有競標後的問題待處理，後來才加這幾款。

➢**數位發展部資源管理司陳威呈科長：**

●目前看到的第二款跟第三款是在《電信管理法》上路之後，執法訂定的當下就有，當時的標的已經很清楚，5G 就是試這兩段，當時也沒法把 1800MHz 加進來，這是第一個。

●第二個是 2100MHz 當時有合併前的共用期，為了讓頻譜活化加了 2100MHz，可是 2100MHz 的共用一開開太大，就只是為了 3G 網路 CSFB 可以續存，在共存案底下才特別加限制版。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●就「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條，確實就頻譜有效利用，業者既然標得頻譜，頻譜是你的私財，那在使用期間是你的，我要如何無償或有償提供共用，這點存在很大的空間，當時我們講亞太漫

遊事件，後來就連限定以偏鄉漫遊，這一條的精神是讓我們業者有更寬的頻譜使用空間。

➢**中華電信股份有限公司張維儒科長：**

●第一個，這幾個頻段當初表列的方式，加上 2100MHz 的背景，回歸《電信管理法》的精神，如果是整個 refarm 的時間點，或者下一波釋照的時間點再做調整的話，我想可以回到《電信管理法》的全部都可共用。

●再來是技術性的一步，在計算頻寬上限時，共用是算在裡面嗎？這個部分到時候細部上再討論，如果空間限縮得非常小，全部限縮的要攤開來再細部討論。

➢**台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長：**

●對於頻率共用，我們的角度是韓國的經驗，韓國在建設 5G 時，幾個都會區大家不斷衝動蓋基地臺，但離開都會區後是分成三個區域，SKT、KT、LG，蓋的時候因 3.5GHz 的頻段是相近的，所以類似共用 MVNO 的方式，當頻率越來越高，建設成本也越來越高，在一些地區三個業者全部投入建設也並不是那麼合經濟效益，我覺得頻率共用的場景會存在，但較有可能是不經濟區域的共用，所以我們認同開放這些頻率的共用是比較好的經濟建設規模，可是頻譜怎麼計算，使用的頻寬，這也是覺得傷腦筋的地方。

➢**遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理：**

●現行條文第 4 項裡有其他主管機關已經公告的頻段，有它的意義存在，因我們很難推估未來會釋出哪些頻譜，會怎樣共用，包括像地面網路（TN）跟 NTN 或未來共用的情況現在就不知道，如果我們開放所有頻譜都可以共用，是不是會有風險，所以我們認為依照「無線電頻率使用管理辦法」第 7 條及第 17 條第 4 項主管機關宣傳公告頻段，若有需要共用的頻段，可以依照當時時空環境的情況來討論，再放進「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條裡允許他共用。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●補充一下，三家業者本身就是競爭業者，理論上競爭業者不會把經營資源提供到市場給大家共用，依據經濟市場的準則，付費等，都是彼此間合意的前提，沒有強制，是自由空間。

➢**數位發展部資源管理司廖啟文科長：**

●共用這個議題，三家業者的共用就現況來講幾乎不可能，若以後有

偏鄉高頻的共用，是為促進普及、節省成本，119 年做開放申請公告的規定就是為了偏鄉。

●共用除了三家電信事業，另一種可能性是第三類第四類 MVNO，之前講提供使用和共用這一類才是，主要還是第三類第四類，因為現在都是第二類，是否有機會去建互聯網、基地臺等，現在還沒有存在，以後如果有這種 MVNO 出現，包含低頻使用的話，可以放寬很快。

●PPDR 剛才講開放的問題，之前災防告警細胞廣播訊息系統（PWS)的開放議程，是先把 SPEC 建起來，現在也經過好幾年才有現在的資料，所以大家能夠享受 PPDR 的時間會更久。

➢**台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長：**

●確認一下，目前在討論議題二裡的建議，是否各位先進都同意目前的方向，除了剛有補充說明的地方之外，因為我們裡面有一些是對於分配表的建議或是像「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條要不要納入偏遠地區的 HIBS 或 D2D，各位先進如果有相關意見的話，請補充說明，謝謝。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●這次是 NTN 要不要納入，剛才按照廖科長講的，業者間的共用不在他的想像，因為業者間彼此存在競爭的關係，但是如果是講 MNO，通常對第一類的 MVNO 提供服務不會講是共用，它是批發，我們現在可能想像低軌衛星要上來中華或台灣大或遠傳，它跟上面的那顆衛星要連接。

➢**數位發展部資源管理司廖啟文科長：**

●我們之前把 MVNO 分成四類，第一類跟第二類不需要去建基地臺，所有的服務基本上都由行動業者提供，其實國外有些業者就是 MVNO，可以有自己的號碼、基地臺，他跟行動業者去批發，就買他的頻率自己建一個基地臺，那種就需要跟我們申請，因為他涉及到頻率的自己使用。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●涉及到頻率在一般的概念就是他們有號碼，但既然是 MVNO，號碼跟頻率一定是從 MNO 過來，我們講的網路架構在 layer 2 的地方，日本最大的就是 IIJ 還有日本通信，並沒有給他們頻譜，拿到頻譜來開發他的服務，一般最多就做到 L2。

➢**台灣通訊協會劉崇堅理事長：**

●現在法規體制下的共用已經跨出 MNO 之間，那 MNO 可以借用頻譜，現在國內這個算定義裡面。

➢**數位發展部資源管理司廖啟文科長：**

●這應該就是頻率提供使用或共用。

➢**台灣通訊協會劉崇堅理事長：**

●不限期的，也就是說頻率提供使用或共用不限於 MNO 或其他固網裡面。

➢**數位發展部資源管理司廖啟文科長：**

●只要申請電信事業基本上就可以，依「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條規定。

➢**數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

●我可以直接提供一個例子，就是 T-Mobile 跟 Starlink 的例子。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●他本身可能有相互的，我們講這就是一個新的 visual model。

➢**台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長：**

●補充 NTN 的第二題，裡面講到偏遠地區這種概念，主要是考量 HIBS，如果成本太高，一家業者自己去使用，在成本上考量比較不現實，也許兩家甚至三家一起使用同一個 HIBS，去提供涵蓋服務的情況下，是不是有可能有這樣的情境跟需求去共用評估。

➢**數位發展部資源管理司沈信雄專委：**

●可以看作是基地臺共構，HIBS 還是三個，有一個是基地臺共構，比如說 HIBS 上發射的就是 1800MHz 的整片頻率，各家用各家的頻率，或是一家只標到一種頻率，600MHz 或 700MHz 或 800MHz 或 900MHz，結果大家共用。

➢**中華電信股份有限公司張維儒科長：**

●《無線電管理頻率辦法》第 17 條第 4 項，其他主管機關公告的地方，都有可能有 case 用的頻率，因為 2100MHz 跟 3500MHz 都不是目前我們用的 HIBS，所以未來我們用 1800MHz 或 700MHz 或 900MHz，這時主管機關就會公告頻段 HIBS 的計算，就會是這個頻率共用，那因為現有法條是只有三個領域的頻段，加入第四項，那

實際上你使用的 HIBS 頻段不屬於前面三個領域頻段，要經過程序是主管機關要通告哪一個頻段是 HIBS 而且允許在偏遠地區做共用。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●前一二三已經是主管機關公告，那第四個就等於說主管機關表明，未來政策目的要出來，有需要就公告，沒有需要就按照一二三，一二三固然是讓業者有共用的彈性空間，第四個就是主管機關配合他的依據、政策目的，就可以放出來給大家，也讓大家更有彈性。

➢**台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長：**

●補充一下，D2D 可能會是某個業者的某個 MNO，把它的頻率提供給衛星業者發射，那真正會用到衛星的涵蓋是在沒有訊號的時候，譬如說假設中華已經談了某一個衛星業者，然後也把他的某個頻率允許在臺灣上空可以發射下來，那中華沒訊號的時候切換上去，假設中華可以提供給台哥大跟遠傳使用的機會，那它會比較接近漫遊，就是台哥大沒訊號的時候才會上到衛星，因為訊號很好大概也上不去，如果算漫遊，就不算是共用頻率，這種場景它還是會發射。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●我們要完成服務，三家業者彼此之間有網路互聯，要互聯才可以打過去，但好比在琉球沒有網路，打到琉球去就要跟當地發生漫遊，為什麼叫偏鄉漫遊，因為在偏鄉沒有網路，沒有網路你的東西去了就變成漫遊，這是漫遊。另外我們講批發，電信事業提供批發服務不必然是 MNO，也可以變成 MVNO，批給你就是 MVNO，批發、漫遊、互聯，就是我們在談的競爭政策。

●現在講衛星，低軌衛星只有上去跟下來，變成一個基地臺，藉由低軌衛星當作基地臺的覆蓋，打下來它還是你的用戶。我們看到日本的服務就是 KDDI，KDDI 代理衛星必須先做很多實證，確定沒有任何干擾問題，才可以提供衛星代理服務，這會不會變成漫遊？

➢**數位發展部資源管理司廖啟文科長：**

●基本上我們會看頻率使用證明上面寫的頻率用途，現在頻率用途是行動通訊，那 NTN 的時候衛星發射的頻率算是行動通訊還是衛星通訊，這個需要去理解，如果算是行動通訊就是衛星組合進行，但如果頻率用途是衛星通訊，那就不能使用行動通訊的用途供衛星通訊使用，衛星通訊必須要核配，經過我們核配給衛星業者，衛星業者跟三家業者講好把它當作行動通訊來看，那行動通訊就三家業者管自己的頻率。

➢**台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長：**

●我們今天非常感謝大家熱烈的討論，那麼就像我們剛剛委辦提到的，希望各位業者能夠盡量的詳細的補充，提供你們的書面資料，來提供我們未來的參考。

第二節　意見彙整

一、建議 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz 頻段之重新釋出方式（採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式）？使用期限？另是否建議 122 年屆期之 2100MHz、2500MHz、2600MHz 頻段與 119 年屆期頻譜一併釋出？若一併釋出，是否建議拉齊屆期之時間點？

（一）一併釋出/分段釋出

- 低頻段資源非常重要，若採用一次全部釋出，整個 20 年在低頻段上的供應與調整較為困難，中華電信建議 700MHz、900MHz 一個批次；600MHz、800MHz 另一個批次做分段釋出。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 關於釋照的時間跟方式我們建議屆期時間相近的頻率可以一次釋出，理由是每次的釋照不論對於主管機關或電信業者都會花費很多的時間、精力與人力，也會製造很多碳排，若可以在屆期時間相近的頻段一次釋出，可以節省主管機關的精力。（遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理）
- 112 年與 119 年屆期之頻譜或可考慮一併釋出。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

（二）釋出方式

- 中華電信比較不傾向屆時直接以續照的方式處理，屆期前或可參考過去提早於兩、三年釋出，並採用拍賣制。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 有關 119 年屆期的執照重新釋出方式，從業者來看採評審或是續照對於標金上的壓力會較小，不過台哥大如同中華先進反映的不太敢想，因為從 3G 開始就是競標。拍賣制雖然對標金是個壓力，但可以避免相關爭議。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- 建議依《電信管理法》第 54 條採公開招標制或拍賣制尤佳，以避免評審制之不透明干預。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

（三）使用期限

- 台灣大哥大建議後續的使用期限能至少 20 年來做規劃，會比較有辦法去評估相對投資的成本效力能不能收支平衡。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- 執照期限建議仍以 20 年為原則。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

（四）釋出形式應事前揭露

- 700MHz、900MHz、1800MHz 頻段要釋出時 2100MHz 跟 2600MHz 要怎麼釋出一併說明清楚，上次會議台灣大哥大提出 2600MHz 是否改成 TDD 的方式會有較完整的 190MHz 的頻寬，如果確定要用此方式，應於 700MHz、900MHz、1800MHz 釋出時完整揭露後面的頻譜要如何規劃等資訊。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）

（五）屆期時間點拉齊

- 119 年與 122 年屆期頻段若可行的話建議拉齊屆期之時間點，惟釋出頻段時仍不建議所有頻譜一次釋出，以備不時之需。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

二、我國行動通信業者是否有 600MHz、800MHz 頻譜需求？建議釋出時間點為何？

（一）600MHz、700MHz、800MHz、900MHz 一併釋出

- 台灣大哥大認為低頻頻段是一個蠻好用的頻率，希望 600MHz、800MHz 併入低頻的頻譜一併釋出，尤其以 800MHz 頻譜的配置方式，有可能影響 700MHz、900MHz 的頻率選擇。若是往 800MHz 配置，700MHz、800MHz 會有干擾情形；若是往 850MHz 配置，900MHz、850MHz 也會有鄰頻干擾的機率，這個是採用保留護衛頻段（Guard band）的方式，或是業者先預期這個位置會有干擾發生。因此我們希望 600MHz、800MHz 能與 700MHz、900MHz 一併釋出，才有助於評估預計要標的頻譜數量、位置，若我們要選擇可能被干擾的位置，也要在標的同時知道 600MHz、800MHz 會有干擾的情況發生。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- 600MHz、800MHz 的釋出我們建議與 700MHz、900MHz 一起，可以讓業者有整體的規劃與考量。（遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理）

（二）800MHz 頻段應評估免干擾 AMI 智慧圖表（839-847MHz）頻段位置

- 針對 800MHz 頻段規劃，煩請業者針對 AMI 智慧圖表（839-847MHz）頻段位置無法挪動的前提下提出具體建議。（數位發展部資源管理司陳威呈科長）
- 800MHz 頻段在 AMI 頻率能夠配合的情況下，應可配置 809-834MHz、854-879MHz 上下各 25MHz 的頻寬，可維持護衛頻段

（Guard band）以及 AMI 智慧圖表的位置。（中華電信股份有限公司張維儒科長）

三、若 PPDR 以電信事業所持有之行動通信頻譜提供，並由執行之電信事業建置：是否建議於行動通信頻譜釋照時，規範應配合 PPDR 主管機關需求配置 PPDR 網路，服務得以政府補助、標案方式提供？

（一）PPDR 釋出方式

1. 建議持續研究

- 針對 PPDR 如何釋出，台哥大建議持續研究，因其涉及責任義務，以及是否有政府補助？其義務上限到哪個程度仍有待商榷。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- PPDR 於會前所提的建議方式基本上同意，我的共識就是尊重大家的共識。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

2. 應先行考量 PPDR 使用需求再研議

- PPDR 的部分，PPDR 的觀點在於使用者的需求是什麼？遠傳電信認為應該先釐清使用者需求，故釋出方式待研議。（遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理）

四、若 PPDR 以專頻規劃釋出 800MHz 予電信業者建置 PPDR 網路，並得提供商用：建議採評審制、公開招標制、拍賣制或其他適當方式？若採拍賣制，是否與下一波頻譜一併釋出？頻譜執照年限是否同樣以 20 年作設計？是否應納入頻譜持有上限？

（一）PPDR 建置方式

1. MVNO 提供網路與管理

- 關於 PPDR，我非常認同系統與頻率分開，哪一個單位要用就自己當 MVNO，至少我國在招標時抵價錢是不太可行的方式，另外一點，因為 FirstNet 是 PPDR 優先使用，剩餘頻寬可以做為商業用途，然這種直接賦予業者的形式套用於我國比較像政府機關的公開招標，政府機關的公開招標以《政府採購法》來看，不太可能委託辦理同時可以賺錢，所以我個人認為我國不管以社經或法治方面來看，比較有可能是可以在釋照的時候要求業者符合某個特殊目的，只要符合特殊目的就可以提供 PPDR，我覺得比較可行，這是實際應用方面。（數位發展部資源管理司沈信雄專委）

- 以 MVNO 方式提供 PPDR 可行，然同時間不同單位如消防、警消、醫療等系統上的整合可能會缺乏效率，若釋照的規範為添加義務於新的頻段上，就法規而言應可提前告知欲釋出的頻段，如何規範其義務？PPDR 使用需求為何？如何讓競標者做評估？應事先統合各方需求。（中華電信股份有限公司張維儒科長）

2. 採用核網建置（如為戰時提供使用）

- 考慮到暫時使用的話就是以核網建置，核網就是一下子被毀掉的話什麼都沒有，PPDR 也無法發揮作用，這部分勢必在招標時就要講清楚義務、建設條件，若標到頻譜後發現建設成本比標金高，會不符經濟效益或預期，至少在競標之前要讓投標者清楚知道相關資訊。（國家通訊傳播委員會基礎設施處陳炳華科長）
- 韌性司與國防有關，似乎不適合將國家機密放置於拍賣公告上，另一方面 PPDR 應不屬於業者義務，國家韌性就是國家的責任，既然是國家韌性則以國家出資金較為妥適。（數位發展部資源管理司沈信雄專委）

3. 專頻方式釋出予業者

- 有關 PPDR，台哥大認為以專用頻率的方式釋出全責較為清楚，不管是專用頻率或將業者的商用頻率全部投入做 PPDR，業者對於 PPDR 要負擔的事項還不是非常清楚。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- 若採用拍賣制，建議在下一波頻譜營運的釋出年限應該要拉齊。（遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理）
- 同意簡報 P.11 提及之中長期建議，PPDR 合併下一波頻譜一併釋出，且不納入頻譜持有上限，然 PPDR 系統之建置與管理皆由電信業者負責。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

4. 採行政核配

- 因為 PPDR 剛好就是 800MHz 的頻寬，剛好有 30MHz 的頻寬，是不是基於公共利益將頻率行政核配予三家電信業者各 10MHz，而 10MHz 並不是免費提供予業者，另頻率使用費則為另一問題，核配就相對於拍賣制沒有那麼高的資本支出，即便是免費核配予業者，業者還是要投入網路建設，甚至未來可能需要設計一個 APP 介面。（台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長）

（二）PPDR 頻率使用費收取模式應依行動通信模式收取

- PPDR 頻率使用費部分建議依照行動通訊模式收取。（遠傳電信股

份有限公司黃漢臣經理）

五、電信事業可申請提供使用或共用之頻段建議：未來釋照頻譜是否建議納入「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條可提供使用或共用？依據《電信管理法》精神，是否建議開放更多頻段（例如哪些頻段）？或是否建議廢除頻段限制？

（一）維持現行法規

- 對於頻譜共用，法規已經針對頻譜共用的頻率有所限制，除非法規有調整，不然還是維持現在的法規，若未來有新的頻譜可以納入共用範圍，這部分可能要多與利益相關人做充分討論，讓利益相關人能夠評估頻譜共用的價值與影響。（遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理）

（二）廢除頻段限制

- 若要符合《電信管理法》的精神，原則上大家都可以共用，有三種處理方式：第一種，逐步正面表列增加進來，沒列進來的個別再來談處理方式；第二種，完全符合《電信管理法》精神，所有 IMT 頻段全部共用；第三種，負面表列哪一些頻段不得共用；又或是特殊情況，2100MHz 是特殊時空背景底下的產物，必須有僅限語音的共用頻段。（數位發展部資源管理司陳威呈科長）
- 回歸《電信管理法》的精神，若是整個頻譜重整（refarm）的時間點，或下一波釋照的時間點再做調整的話，或可回到《電信管理法》精神，全部頻段皆可共用。再來是技術性的一步，在計算頻寬上限時，共用是否算在裡面？若空間限縮非常小，全部限縮的要攤開來再細部討論。（中華電信股份有限公司張維儒科長）

（三）由主管機關公告共用頻段

- 如果我們開放所有頻譜都可以共用，是不是會有風險，所以遠傳認為依照「無線電頻率使用管理辦法」第 7 條與第 17 條第 4 項主管機關公告頻段，若有需要共用的頻段，可以依照當時時空環境的情況討論，再放進「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條允許頻率共用。（遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理）
- 「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條第 4 項就是主管機關配合它的依據、政策目的，就可以放出來給大家，也讓大家更有彈性。（台灣經濟研究院研究四所劉柏立所長）
- 如無其他設限因素，建議初期適度開放部分頻段提供使用或共用。

（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

（四）未來頻譜共用可能限縮於不經濟區域

- 借鏡南韓經驗，頻率共用的場景會存在，但較有可能是不經濟區域的共用，所以台哥大認同開放這些頻率的共用是比較好的經濟建設規模，然頻譜使用頻寬的計算仍有待持續研析。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- 頻譜共用議題，三家電信業者的共用就現況來講幾乎不可能，若以後有偏鄉高頻的共用，是為促進普及服務、節省成本。（數位發展部資源管理司廖啟文科長）

六、其他關於屆期頻率及未來釋照之建議。

（一）頻率優先位置設計

- 中華電信比較不傾向屆時直接以續照的方式處理，所以屆期之前比較過去作法，若提早於兩、三年釋出執照，甚至若考慮到某些頻段有必要延續的話，可使用類似 3G 的做法讓部分頻段在一定頻率的位置上面能夠做既有頻率優先位置設計，讓業者在某一個頻段可以有選擇權，只要能維持既有的系統，達到頻段維持、服務延續的需求。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 方才中華電信提及採優先位置的設計，應該是 106 年的時候 2100MHz 無既有的位置，未來若 1800MHz 釋出的話可採用此種方式，惟 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz 釋出時會有一點麻煩，因為屆時一個頻段僅一家或兩家業者取得，且不一定是原本的標的，1800MHz 我覺得沒問題，可以想像三家業者各別的位置，但 600MHz、700MHz、800MHz、900MHz 到時候可能存有狀況。（數位發展部資源管理司廖啟文科長）

（二）提前公告續照有助於頻譜規劃與再有效利用，俾利新技術投資

- 未來有很多頻率再釋放的時候，我們知道它會有延續使用的需求，若可提前預告頻譜可自動續照，對於頻率的再有效利用、新技術投資，這個優勢對整體來講都是非常有效的。（中華電信股份有限公司張維儒科長）

（三）頻譜屆期再釋出方式

- 建議未來主管機關在考慮釋出執照時，不見得一定是用拍賣或招標的方式釋出，也可以考慮用評審制或是核配的方式釋出，看是不是

某種程度可以消弭市場上不公平競爭以及義務不均等的狀況。（遠傳電信股份有限公司黃漢臣經理）

- 無論如何未來釋照還是會回到拍賣制，未來 6G 的頻率會越來越高，屆時是否還有必要單獨拍賣，或與某些頻段綁在一起，這個可以考慮。（數位發展部資源管理司沈信雄專委）
- 若使用拍賣制，業者可各取所需、各盡所能，可以根據業者既有網路的缺失或優缺點評估哪一段會比較多，但拍賣時也不建議資金充裕者贏者全拿，避免頻譜集中於同一業者，這是技術方面的一些看法。（國家通訊傳播委員會基礎設施處陳炳華科長）

（四）Sub-1GHz 超頻議題

- 先前合併案時有 1GHz 以下低頻段不得超過三分之一之限制，未來釋照時是否會有相應規範？若業者要達到公平競爭勢必要武器對等，至少資源的分配不會落差很大，這樣競爭就會更公平。（國家通訊傳播委員會基礎設施處陳炳華科長）

（五）頻率使用費議題

- 下次在討論頻率釋出的時候，要把頻率使用費的處理好，或其他公共政策及社會覆蓋的部分要處理乾淨，競標才會有意義。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

（六）現有中長期頻率釋出規劃係以無新頻段加入為前提

- 目前中長期頻率釋出規劃的前提是現在大家可預期的頻段，沒有加新的頻段進來，不然頻率的總數還有我們討論的基礎都會打破，再講具體一點是現在有釋出的頻段包含 700MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2600MHz 還有 3.5GHz、28GHz，以這些為基礎去討論分成四個 Group，個別五年來區分。（數位發展部資源管理司陳威呈科長）

（七）拍賣標金抵免機制

- 未來有沒有可能在拍賣時某些頻段增加一些前提，例如要提供義務，但在拍賣金上可以做一些減免機制。（國家通訊發展委員會綜合規劃處王雅筑技士）

七、前揭有關 HIBS、D2D 於 IMT 應用之頻譜規劃做法是否已達共識？

（一）HIBS 頻譜規劃傾向以行動寬頻作為延伸

- 在 NTN 的部分，過去我們幾次的 HIBS 是做基地臺的地面延伸，NTN 的部分是業者的服務延伸，所以在頻率的釋出上，我們比較傾向行動寬頻的延伸，如果頻譜分配表要做比較大的規範，原則上沒有特別的看法。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 關於 NTN 的部分，如同中華先進提到，台哥大也認為不管是 HIBS 或衛星的 D2D，皆屬於地面網路的補充，應視為既有行動寬頻業務的延伸。（台灣大哥大股份有限公司彭振坤處長）
- 針對 NTN 部分的發展議題趨勢，遠傳電信同中華、台哥大的看法，HIBS 是屬於基地臺延伸，因為地面通訊網路的品質、運營上合法頻段的權益，先擺在比較前面的地方，在 IMT 頻段導入其他技術利用，避免非必要干擾發生。（遠傳電信股份有限公司徐子祥副理）

（二）通信網路韌性

- 如依 ITU WRC-23 決議可供 HIBS 於不得干擾合法通訊且須忍受合法通信干擾之條件下使用，是否可能影響衛星直連行動服務於緊急情況運用，而損害通信網路之韌性。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

八、考量我國情境可能在中長期會有於偏鄉或緊急應用之用途，是否建議在此情境下，於「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條允許共用或提供使用之頻段，納入限於偏遠地區之 HIBS（短期或中期建議）及 D2D 之情境（中長期建議）？

- 考量 HIBS 如果成本太高，一家業者自己去使用，在成本上考量比較不現實，也許兩家業者甚至三家業者一起使用同一個 HIBS，去提供涵蓋服務的情況下，是不是有可能有這樣的情境跟需求去做頻率共用評估。（財團法人台灣經濟研究院研究四所蔡孟珂組長）
- 因為現有「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條是只有三個領域的頻段，實際上 HIBS 使用的頻段屬於第四項，要經過主管機關程序公告哪一個頻段是 HIBS 而且允許在偏遠地區共用。（中華電信股份有限公司張維儒科長）
- 同意於「無線電頻率使用管理辦法」第 17 條允許共用或提供使用之頻段，納入限於偏遠地區之 HIBS（短期或中期建議）及 D2D 之情境。（台灣通訊協會劉崇堅理事長）

第三節　書面訪談彙整

一、我國未來行動釋照間隔與護衛頻段書面意見

為蒐集我國頻率資源規劃所涉利益相關人意見，完善並及早辦理即將屆期頻譜與未來釋照規劃，研究團隊於 113 年 9 月 30 日舉辦「我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制」座談會，於座談中討論熱烈，進一步帶出幾項重要議題。因此，研究團隊另於此次會議後針對未來釋照間隔、護衛頻段規劃、TDD 釋出規劃等面向新增問向意見表，請業者提供書面意見，其涵蓋議題包含我國已釋出或未釋出之行動寬頻商用頻譜未來釋出間隔方式(5、10、15 或 20 年)、600MHz 與 800MHz 未來釋出欲保留之護衛頻段、2500MHz 與 2600MHz 以 TDD 釋出之規劃建議。研究團隊就業者回復意見彙整如下。

（一）我國未來行動釋照間隔

為考量未來行動釋照包含已釋出之行動通信頻譜，即 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz；122 年屆期之 2500MHz、2600MHz、2100MHz；129 年屆期之 3500 及 28000MHz，以及潛在釋出頻段 600MHz、800MHz（如下附表 9.1），就未來釋照之間隔方式以及釋出順序給予意見。

附表 9.1　我國已釋出之行動寬頻商用頻譜

屆期時間	釋出頻段	釋出時間及方式
119 年	700、900 及 1800MHz（4G，原 2G 頻段）	102 年拍賣（SMRA）
122 年	2500 及 2600MHz 配對區塊（4G）	104 年拍賣（SMRA）
	2100MHz（4G，原 3G 頻段）	106 年拍賣（SMRA 改良版，兩階段）
129 年	3500 及 28000 MHz（5G）	108 年拍賣（SMRA 改良版，兩階段）
潛在釋出頻譜		
600MHz、800MHz		

資料來源：本研究繪製。

1.　中華電信

中華電信認為 IMT 頻譜釋出應以 5 年，並分為 4（Group1 至 4）+1（Group0）個 Group 作為釋照間隔（如下附表 9.2），以行動通信技術演進觀之，可因應每 10 年一個新世代的技術發展，並為同一技術

世代發展過程增補頻率需求，有利行動通信新技術的平順升級與整體服務品質提升，如釋照以 10 年為間隔，將無法滿足用戶使用量快速增長之需求，同時頻率資源分配長期無變化恐削弱市場競爭。

附表 9.2　中華電信釋照間隔劃分依據

釋照間隔	說明
Group0	5G+：以增補 5G 頻段為主，使用期限為 115 至 129 年
Group1	6G：釋出 6G 頻段，使用期限為 120 至 129 年
Group2	6G+：以增補 6G 頻段為主，使用期限彈性調整為 123 至 144 年
Group3	7G：釋出 7G 頻段，使用期限 130 至 149 年
Group4	7G+：以增補 7G 頻段為主，使用期限為 135 至 154 年

資料來源：本研究繪製。

中華電信以電波傳播物理特性說明，行動通信基本頻段以提供涵蓋為主之低頻段、提供容量為主之中頻段，以及頻率資源相對充足之高頻段為主，頻率釋出時可依需求彈性搭配，而每一世代技術發展初期應以提供低頻段（涵蓋）+中頻段（容量）為宜，而 5 年後頻率增補則以中頻段為主（如下附表 9.3）。

附表 9.3　中華電信建議之行動釋照間隔

	Group0	Group1	Group2	Group3	Group4
中華電信（以5年為間隔）	600MHz、800MHz、4700MHz	700MHz、900MHz、1800MHz、6800MHz（6G關鍵頻率U6頻段）	2100MHz、2600MHz、2300MHz	500MHz、600MHz、800MHz、3500MHz、3700MHz、4700MHz	4400MHz、7500MHz

資料來源：本研究繪製。

基於上述規劃原則，Group0 係以 600MHz、800MHz 與新增頻率供應計畫列為短／中期優先順序之 4700MHz 劃分；Group1 以低頻段 700MHz、900MHz、中頻段 1800MHz 以及 6G 關鍵頻率 6800MHz 劃分；Group2 以中頻段 2100MHz、2600MHz（二者皆為 refarm 頻段）並新增頻率供應計畫列為長期優先順序之 2300MHz 劃分；Group3 以低頻段 600MHz、800MHz（二者為 refarm 頻段）與新增之 500MHz，3500MHz、4700MHz（二者為 refarm 頻段）與新增頻率供應計畫納入評估之中頻段 3700MHz 劃分；Group4 以 WRC-27 探討之中頻段 4400-4800MHz、7125-8400MHz 劃分。

2. 台灣大哥大

台灣大哥大認為 IMT 頻譜釋出應以 5 年，並分為 4 個 Group 作

為釋照間隔（如下附表 9.4），與中華電信持相似建議，行動通信系統約每隔 10 年換代一次，新世代技術發展初期之技術能力與使用者需求不確定性較高，須經由一段時間確認實際可提供容量與市場需求，故以 5 年作為釋照間隔有助於業者評估所需頻段與補充容量需求頻寬，且 5 年間隔亦接近系統設備硬體更新汰換週期，適時釋出新頻率有助於提供穩定網路服務、評估所需頻率以及系統設備升級。如以 10 年作為釋照間隔，恐導致過去頻譜閒置造成頻譜資源低效率使用之情形，另建議應於頻率屆期前 2 年即著手規劃釋照作業，以利業者評估使用中的頻段是否須進行設備更新、Refarm 升級，或須將該頻率上服務轉移至其他頻率以維持服務穩定性。

附表 9.4　台灣大哥大建議之行動釋照間隔

	Group1	Group2	Group3	Group4
台灣大哥大（以5年為間隔）	700MHz、900MHz、1800MHz、600MHz、800MHz	2100MHz、2600MHz、已納入6G規劃並完成清頻之新頻段	3.5GHz、28GHz、可適時納入已規劃之7G頻段	納入7G規劃之新頻段

資料來源：本研究繪製。

台灣大哥大建議 Group1 以 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz 以及潛在釋出頻段 600MHz、800MHz 劃分；Group2 以 122 年屆期之 2100MHz、2600MHz 以及 7GHz 等已納入 6G 規劃並完成清頻之頻段劃分；Group3 以 129 年屆期之 3.5GHz、28GHz，並可適時納入已規劃之 7G 頻段劃分；Group4 以納入 7G 規劃之新頻段為主。

3. 遠傳電信

遠傳電信認為 IMT 頻譜釋出應以 10 年，並分為 2 個 Group 作為釋照間隔（如下附表 9.5），其考量係以頻繁的釋照作業將耗費主管機關與業者大量時間、人力，不符簡政便民之原則，另與中華電信、台灣大哥大持相反意見，通信技術以 10 年為一新世代，釋照間隔較短（5 年內）或較長（10 年以上）皆難以通盤考量前後世代技術演進與長遠網路建置規劃。

附表 9.5　遠傳電信建議之行動釋照間隔

	Group1	Group2
遠傳電信（以10年為間隔）	700MHz、900MHz、1800MHz、2100MHz、2600MHz、600MHz、800MHz	3.5GHz、28GHz

資料來源：本研究繪製。

另以建置成本與市場接受度觀之，行動通信網路建置相較於專用網路建置之維運成本極高，且專用網路可隨建隨撤，業者勢必會以

能否獲利作為考量，而檢視現階段 5G 發展，新技術與新服務須經過時間驗證市場接受度。

故遠傳電信建議 Group1 以 119 年屆期之 700MHz、900MHz、1800MHz、122 年屆期之 2100MHz、2600MHz 以及潛在釋出頻段 600MHz、800MHz 劃分；Group2 則以 129 年屆期之 3.5GHz、28GHz 劃分，另 6GHz 或 mmWave 頻段建議關注國際技術標準發展及設備成熟度再為釋出。

（二）我國未來釋出 600MHz 建議保留之護衛頻段

1. 中華電信

中華電信建議我國未來釋出 600MHz 時採用 n71 釋出至少 20MHz×2，n71 於美國等其他國家已提供商用服務，設備成熟度較佳，另依據數發部頻率供應計畫，600MHz 頻段可釋出之頻率（20MHz×2）有限，如以 n105 釋出，應以 40MHz×2 較能充分運用 600MHz。

- **600MHz 上半部**

中華電信建議因 600MHz 配置包含 n71 與 n105，皆採用上半部為上行鏈路（Uplink）之規劃，而相鄰之 700MHz 頻段（n28）下半部同為 Uplink，兩者間無干擾之虞，故 600MHz 上半部毋須預留護衛頻段。

- **600MHz 下半部**

中華電信建議因 600MHz 下半部緊鄰廣播電視頻段，且廣播電視為單向傳播，接收端位置無法掌握且部分信號強度較微弱，難以實施護衛空間（Guard zone）、自動頻率協調等措施，故 600MHz 下半部須預留適當之護衛頻段，然參酌 FCC 規範，其建議之護衛頻段約 7MHz，而亞太電信組織（Asia-Pacific Telecommunity, APT）技術分析報告則建議保留 4MHz。

2. 台灣大哥大

台灣大哥大建議 600MHz 釋出 20MHz×2 頻寬（632-652MHz+678-698MHz）以及於 700MHz 預留 5MHz 之護衛頻段。

3. 遠傳電信

- **相鄰頻段同為 IMT 技術**

如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護衛頻段則已足夠。可參考如目前 2600MHz FDD 與 TDD 頻段前後各 5MHz 護衛頻段。

- **相鄰頻段為其他通訊技術**

如相鄰頻段為其他通訊技術，其干擾程度將依其他通訊系統之

發射功率、頻段遮罩設計及敏感度而不同，建議保留至少 5MHz 護衛頻段，亦可安排測試驗證，確保釋出頻段不受鄰頻干擾。

（三）我國未來釋出 800MHz 建議保留之護衛頻段

1. 中華電信

中華電信建議 800MHz 規劃採美規 B5、B26、B27 配置，釋出 809-834MHz、854-879MHz 共計 25MHz×2 頻寬，並預留各約 5MHz 護衛頻段。

800MHz 下半部（Uplink）與 700MHz 上半部（Downlink）相鄰、800MHz 上半部（Downlink）與 900MHz 下半部（Uplink），上、下半部皆存在鄰頻干擾議題，而此干擾情境類似於 2600MHz 頻段 TDD/FDD 鄰頻干擾，建議參考其規範，分別於上、下半部預留 5MHz 護衛頻段，然參考 APT 報告，如安裝基地臺時採用昂貴濾波器，則護衛頻段可縮減至 1.6-2MHz。

2. 台灣大哥大

台灣大哥大建議 800MHz 釋出 814-829MHz、859-874MHz 共計 15MHz×2 頻寬，以及於 900MHz 預留 11MHz 之護衛頻段。

保留 11MHz 護衛頻段原因係其屬於下半部（Downlink），對上半部（Uplink）間干擾較大，至少須預留 10MHz 以上頻寬作為護衛頻段。同時，智慧讀表基礎建設（Advanced Metering Infrastructure, AMI）使用之頻段（839-847MHz）分別具備 10MHz 與 12MHz 之保護頻段，可避免不同技術間發射功率過大產生的干擾。

3. 遠傳電信

如上述提供 600MHz 之建議，如相鄰頻段同為 IMT 技術，保留 5MHz 護衛頻段已足夠。如相鄰頻段為其他通訊技術，建議保留至少 5MHz 護衛頻段。

（四）我國採用分時雙工（TDD）釋出 2500、2600MHz 頻段之規劃建議

1. 中華電信

中華電信建議 2500、2600MHz 頻段不採用 TDD 規劃釋出，其考量為該頻段目前以分頻雙工（FDD）為主，如未來改為 TDD 配置，將造成業者於核配效期內（即 122 年底）不再繼續投資 FDD 設備更新與技術升級，將影響消費者權益與減損業者投標之頻率價值，另該頻段如變更頻譜位置，可能造成中華（下行 2665-2690MHz 供 LTE 基

地臺使用）與日方 N-Star 衛星（2500-2535MHz、2665-2690MHz）干擾疑慮。

2. 台灣大哥大

台灣大哥大建議 2500、2600MHz 頻段全採用 TDD 釋出，其優勢為如原 B7、B38 間共 10MHz 之護衛頻段（2570-2575MHz、2615-2620MHz）可供釋出，其釋出頻寬可增加至 190MHz；而以 TDD 技術觀之，目前 NR 即以 TDD 為主流，如 2500、2600MHz 頻段採用 TDD，不僅可增加 40%至 80%下行頻段容量，另搭配有源天線（Active Antenna）、大規模 MIMO（Massive MIMO）技術，其容量可再增加 8 倍。

3. 遠傳電信

自技術角度觀之，TDD 相較於 FDD 有較充足之頻譜使用效率，且具靈活性，可滿足上、下行不對稱業務需求，然以成本角度觀之，因現行釋出頻段已含 FDD，若 2500、2600MHz 頻段採用 TDD 釋出，業者原有 FDD 設備則無法復用，其損失成本應納入考量。

（五）其他建議

遠傳電信指出，因 119 年屆期之頻率尚有數年時間，建議釋照議題應廣納電信產業等利益相關人之意見，如各方意見尚未有共識則不宜太快做出最後決議。

另台灣大哥大建議 1800MHz 頻段目前僅 65MHz×2 商用中，尚有 10MHz×2 頻寬可供釋出，建議保留 5MHz×2 頻寬供實驗用途，多餘 5MHz×2 頻寬則整合為 70MHz×2 一齊釋出。

第四節　簽到表

台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制座談會 簽到表			
時間：民國 113 年 9 月 30 日　下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）			
單位名稱	**姓名（按姓名筆畫順序）**	**職稱**	**簽名處**
台灣通訊學會	劉崇堅	理事長	劉崇堅
台灣電信產業發展協會	劉莉秋	副秘書長	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 9 月 30 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
國家通訊傳播委員會 基礎建設處	陳炳華
國家通訊傳播委員會 綜合規劃處	王子雅
數位發展部	沈信雄 陳威 廖以文

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 9 月 30 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
中華電信股份有限公司	
台灣大哥大股份有限公司	
遠傳電信股份有限公司	

國際頻率資源管理政策觀測及研究委託研究後續擴充 我國 IMT 頻率資源規劃與釋出機制座談會 簽到表	
時間：民國 113 年 9 月 30 日 下午 14:00 地點：台灣經濟研究院本棟 208 會議室 （台北市中山區德惠街 16-8 號 2 樓）	
單位名稱	**簽名處**
財團法人台灣經濟研究院	陳兄弘 蔡孟珂 莊雅晴 李亞璇 葉兆君 王品宇 徐潤森

第五節　照片



附圖 9.1　各界踴躍參加座談會



附圖 9.2　座談會現場情形

附錄十　112 年度座談會場次一意見彙整

詳細辦理情形可參照 112 年研究報告附錄別冊附錄一至附錄三（逐字稿、簽到表、照片）。

一、未來我國潛在的衛星應用需求及可能的合作樣態

（一）需求面

- 目前合作的衛星通信供應商同時是同步軌道衛星跟中軌道衛星的業者，營運偏向 B2B 市場，並預計兩年內建立自己的地球電臺。（愛爾康資料處理股份有限公司）
- 就現在的市場狀況而言，可以是 B2C，對電信業者可能是基地臺傳輸、涵蓋或是備援機制。（亞太電信股份有限公司）
- 和一般商用手機直接通訊的衛星應用，與業者合作提供漫遊服務或直連通訊服務亦為目前評估方向。（亞太電信股份有限公司）
- 在 6G 服務方面，尤其是大規模物聯網應用，跟手機直連一般用戶的通訊服務應用，看起來將來在通訊監理上，對我國政府衝擊較大。（暨南國際大學電機工程學系魏教授學文）
- 一個很大的潛在機會是企業，每個企業要如何增加連網的抗耐性，每個企業考量不一樣，有些企業願意租用衛星服務，作為備援服務。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）
- 大家在衛星通訊對於整個臺灣要變成多元韌性或更健康的通訊競爭環境，是有共識的，未來的應用在商業上鎖定在海事、空中，而在島內則用於偏鄉、防災、戰時韌性，甚至是備援等。（台灣野村總研陳資深顧問韋伶）

（二）航空航海

- 目前臺灣唯一有做全球同步衛星海洋涵蓋的公司，在全球有 12 個 Ku 頻段衛星波束，加上 6 個主要地面主站，提供全球的同步衛星的海洋頻寬，已營運四、五年是很穩定的系統。（隴華電子股份有限公司）
- 以同步衛星為主，提供通訊服務，佈局重點在發展海事衛星，海事衛星需求是目前的發展重點。（台亞衛星通訊股份有限公司）
- 商用部分因臺灣的地面網路涵蓋率幾乎是百分之百，單純上網的商機是有限的，海事、航空及高山上面較有需求，所以衛星網路跟地面網路一直互補的關係，目前正推廣海事服務，新增「商港區船舶小修業」營業項目。（中華電信股份有限公司）
- 在空中跟海上的衛星應用應該是我國未來可優先推動的部分。（遠

傳電信股份有限公司）

- 如果衛星通訊提供類似服務，可以補充山川、偏遠地區、海洋及航空部分。在航運方面，寬頻業者也可以做通訊、電話，甚至是動畫及各種船舶操作需要的資訊，將來應該也是很大的市場。（台灣通訊學會劉理事長崇堅）

（三）未來衛星可作為備援，提升網路韌性

- 業者因考慮到臺灣通訊突發事件，例如馬祖幾乎每年會有兩、三次的斷纜事件，所以需要時時為此做準備。至於微波鏈路容量已擴充到 10GB，是馬祖一天需要的流量（throughput），但考慮到衛星亦須作為備援，因此預計引進非同步軌道衛星，未來也許會在 C-RAN 機房，利用衛星做多元備援方案，提高行動網路韌性。（中華電信股份有限公司）
- 目前主要規劃為利用衛星特性，做為基地臺的後端網路（backhaul），或是重點骨幹網路（backbone）的備援，目前規劃方向不會自主持有或入股衛星設備。（台灣大哥大股份有限公司）
- 臺灣地狹人稠，大家對行動通信的需求主要在容量，且臺灣行動通信涵蓋率已經達到九成以上，所以在衛星通信上可能需求沒有這麼明確，主要的應用會在航空、海事、緊急、戰時、災難的情況，或有需要備援時，才會有需要用到衛星通訊的部分。（台灣之星電信股份有限公司）
- 以偏鄉、海事、航空，另外也提到很重要的網路韌性，來做未來潛在可能的合作態樣。（電信技術中心巫主任國豪）
- 只有韌性可以作為其他通信的備援，這是目前看起來衛星最大的角色。（台灣電信產業發展協會）
- 政府以整個國家國土管理及增加韌性，以我國所處的狀況增加韌性，可能值得考慮建立一個山林物聯網骨幹網路，比如說簡報資料提到的兩家衛星服務公司 Lynk Global 和 AST SpaceMobile，他們用 UHF 頻段提供衛星服務。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）

二、未來我國衛星應用將有哪些新興頻譜需求

（一）熱門討論頻段及我國使用頻段

- 頻率以 GEO 衛星 Ka、Ku 頻段為主。（台亞衛星通訊股份有限公司）
- 之前已經釋出 28GHz 頻段，但目前 28 GHz 生態系尚不夠成熟，所以在應用上還是非常緩慢，會遇到困難，建議政府在推動衛星應用時，可以多從已經釋出的 28GHz 頻段著手，國外業者多使用已經釋出的 28GHz 頻段。（遠傳電信股份有限公司）

- 國外像 Starlink 已經有一些討論，如使用 V band、E band，但必須要思考，我國業者使用衛星應用的頻段需求。（電信技術中心巫主任國豪）
- 全世界慢慢朝 10GHz 以上的高頻段去發展，包括 14GHz 和 36GHz，所提供的傳輸速率越來越快，所以將來的新興頻譜需求，可會朝高頻的方向發展。（台灣通訊學會劉理事長崇堅）

（二）共用行動通信頻段

- 如果要用到行動通信的頻段，已經核發的頻段可以透過跟業者合作的方式，如果直接對行動通信的用戶提供服務，跟現在地面通訊的相同服務、相同管制是在同一個管制水準上。在不干擾的前提下，頻率可以跟行動通訊共用。（台灣之星電信股份有限公司）
- 不要使用目前行動電信用的頻譜就好，假設設備（device）技術的進步，手機都能夠和低軌衛星做行動通訊，且電池也可以支援很久，有很多消費者使用，會不會需要新興頻譜，可能要再觀察。（臺灣大學電機工程學系鐘特聘教授嘉德）
- 贊成衛星業者可能可以共用地面行動通訊業者的頻譜，只要業者的頻譜是競標來的，應該有權決定怎麼用，他要跟衛星業者合作、收錢，那是他的權利。有衛星業者想要跟他合作，是他可以自由的商業考量。（陽明交通大學科技管理研究所虞教授孝成）

（三）難以判斷、關注 ITU 動向

- 以我們的能力目前是比較難判斷的，還是以整個市場普及的狀況，還有衛星業者支援設備的狀況來看會比較洽當。（亞太電信股份有限公司）
- ITU WRC 在衛星通訊討論的頻譜是什麼，在討論的過程當中，我們就能夠跟隨住，這是比較好的安排。（暨南國際大學電機工程學系魏教授學文）

三、為因應衛星應用趨勢，我國頻率管理政策之挑戰

（一）管制方式

- 與國外衛星業者洽談 LEO 衛星的佈局，在臺灣的運用及發展，也牽涉到國內的法規面向，例如獨資的相關限制，導致無法在臺灣落地，這些問題以後需要克服。（台亞衛星通訊股份有限公司）
- 觀察國外業者衛星的應用都必須符合當地法規相關規定，若應用已經接近行動通信，是否電信事業登記執照申請都必須符合國安、資安、通訊監察，還有消保等要求才能提供服務。如果未來有空中跟

海上服務的合作，避免外來服務提供公司影響國安、資安、數據主權，因此要有相當程度的管理。未來若偏鄉真的有些地區是行動通信達不到的地方，必須接受衛星通訊提供服務，應該要考量納入普及服務基金來管理及分攤。（遠傳電信股份有限公司）

- 關於衛星的頻率使用費，有提到衛星分為空中跟船舶，在處理涉外事務上應會遇上比較多的困難及成本，這部分希望反映在頻率使用費裡，才會有相同服務、相同管制的精神。（遠傳電信股份有限公司）
- 舊有的法律要適應新的科技、新的應用，會有非常大窒礙難行的地方。（陽明交通大學科技管理研究所虞教授孝成）
- 如果要在臺灣經營事業的話，應該依照《電信管理法》登記電信事業，然後依循第 26 條相關資安管理等要求。但這裡面其實有個問題，除了國家安全，還有數據主權的問題，所有用戶資料都要上去。（台灣通訊學會劉理事長崇堅）
- 應加強控管，業者不一定是要國家的，希望政府在這方面能夠改進，加強在控管，而不是不放開，這是倒退的看法。（隴華電子股份有限公司）

（二）頻譜核配

- 未來政府若因戰時韌性的需要，需要增加新的頻率應該考慮釋照的公平性。未來有低軌衛星國際業者進到臺灣提供服務，希望政府主動塑造一個平等、合作的環境，不要最後變成獨家代理、獨家提供服務的狀況。（遠傳電信股份有限公司）
- 我們一直滿在意整個頻譜使用的狀況，尤其是現在在一些程序當中，當然包含取得的 mmWave 頻段，這個後面要怎麼處理，包含新進業者進來的條件是什麼？我覺得這個部份還是要仰賴政府機關的協助。（亞太電信股份有限公司）

（三）干擾處理

- 希望未來無論固定式或移動式的衛星終端，干擾管理需要明確的做法，而且不能影響到既有商用頻譜的權益。（遠傳電信股份有限公司）
- 落地問題跟干擾處理我們是無法迴避的，但是如果能夠透過市場面進行協調，像是透過第一類電信業者的代理進口，會比較好處理。（暨南國際大學電機工程學系魏教授學文）
- 干擾處理是一個非常困難的問題，除非上鏈允許用地面的電信頻段，但下一步又不准它下鏈到手機、下鏈到地面或下鏈到透過基地臺或閘道站（gateway），然後再由閘道站打到手機。如果是後者的話也

許還有可能，干擾處理不會那麼嚴重，事情比較單純；但是如果說要用行動通信的頻段，就要考慮類似的事情，如果是用 MSS 就用 MSS，訂頻段的時候，就要考慮避免干擾問題。（臺灣大學電機工程學系鐘特聘教授嘉德）

附錄十一　112 年度座談會場次二意見彙整

詳細辦理情形可參照 112 年研究報告附錄別冊附錄四至附錄六（逐字稿、簽到表、照片）。

一、我國頻率資源管理於制度面（如政策機關與監理機關之分工與定位、電臺及設備管理機制）存在哪些待解決課題？

（一）頻率執照發放制度

- 大部分的國家不會只採單一制度，大概已經是三個都合在一起。可以去釐清，到底各國的主管機關，在決定要採行政控制、市場導向、或共用模式時，他們想法是什麼、政策的因素是什麼？（理律法律事務所簡律師維克）

（二）定期調查頻率使用效益或運用效率

- 我國頻率資源管理政策架構完整，惟應定期調查評析已核發的頻率使用效益或運用效率，並設計不符合預定使用效益或運用效率之頻率回收及再分配、核配、核發機制。（臺灣大學電機工程學系鐘教授嘉德）
- 此外對於已釋出頻率之使用效率，如經濟效率、技術效率、社會效率之評估，以及執照屆期前之回收措施，目前似無完整之機制可供依循。（台灣通訊學會劉理事長崇堅）

（三）制定頻譜評估政策

- 關於我國頻率資源管理的制度面，有兩個特點是我覺得可能會考慮，一個是跨部會協商的效率跟時間，另一個，因為我們現在的頻譜的使用跟管理，隨著國際的整個發展，日新月異、變化太快，未來可以制定一個比較可長、可短的評估政策，盡量去減少立法程序的變動。（暨南國際大學電機工程學系魏教授學文）

（四）國安面向

- 從頻譜共享的角度來講，一方面是藏富於民，另外一方面是我們需要有國際助力的時候，我們的頻譜裡面，能夠有其他更多的管道，使別人可以跟我們連上線。它最重要的事情，變成是我們的監理單位，要有好的頻率管理的系統，監管和管理（Monitoring and Management）的系統，我呼籲國家能夠增加這方面的投資，也是提升我們的國安。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）

二、我國頻率資源管理政策優先議題之建議。

（一）頻率執照發放制度

- 在臺灣《電信管理法》裡面，包括專用電信的這個辦法，或是電波監理辦法，把行政控制、市場導向、或共用模式的相關機制都建立起來，當然會變比較具體的個案，我們實際在操作上面、或者其他國家在實際操作上面，針對這三個模式的混用情況下，需要特別留意的地方，可能是可以進一步研究的部分。（理律法律事務所簡律師維克）
- 應明訂頻譜管理政策三大目標之權衡法則，並檢視具重大經濟或社會效益之頻譜規劃及核配、以及閒置或過度分配之頻譜，進行檢討及改善。（臺灣大學電機工程學系鐘教授嘉德）

（二）頻譜政策

- 頻譜政策最好可以拉到部會以上，能夠從國家的角度來看，有沒有一個比較完整性的頻譜政策，各個部會根據這個主軸再來做後面的分析，會不會整個效率比較好。（暨南國際大學電機工程學系魏教授學文）
- 對頻譜管理、頻譜資源的管理，建議從短期來講，應該持續的爭取機會，特別是能夠跟主管的政務委員，能夠去做一些說明和報告，可能可以產生一些效果。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）
- 建議大家群策群力，來讓行政院能夠更加了解頻譜的重要性，需要增加投入適當的資源。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）

（三）數位轉型

●數位轉型的持續推進，為建立「新數位生活常態」與維持乃至於發展經濟活動之所必需。數位轉型時代中，對於頻率資源管理政策的期望與挑戰以及有效利用頻率資源目標設定與實現措施，應列為優先考量事項，所以優先議題之建議，包含：

－頻率資源使用未來前景之探討；

－數位轉型時代頻率資源政策議題之研擬；

－數位轉型時代頻率資源有效利用的目標設定與具體實施措施。（台灣通訊學會劉理事長崇堅發言）

附錄十二　112 年度座談會場次三意見彙整

詳細辦理情形可參照 112 年研究報告附錄別冊附錄七至附錄九（逐字稿、簽到表、照片）。

一、《電信法》子法對 ISM 頻段及免執照設備頻率之使用無須主管機關指配，有明文規範（「電波監理業務管理辦法」第10條），因迄今皆未廢除，相關條文是否依然有其法律效力？

（一）適用現行法規

- 《電信管理法》第 52 條第 8 項係參照《電信法》第 48 條第 1 項制定，具授權規定，且觀察《電信管理法》立法過程、NCC 對外公開說明文件，及行政院將依《電信法》第 48 條第 1 項授權訂定之「電波監理業務管理辦法」第 10 條之 NCC 權責事項改由數位部管轄，而依《電信法》第 48 條第 4 項授權訂定之「工業、科學醫療用電波輻射性電機管理辦法」權責主管機關仍為國家通訊傳播委員會（中華民國一百十一年八月二十四日行政院院臺規字第 1110184307 號公告參照），可知 ISM 頻段及免執照設備頻率並未欠缺法源依據，亦無授權不明確、法位階之爭議。若為 ISM 頻段和諧共用再於《電信管理法》增加新條文恐治絲益棼，建議維持現狀，依既有法規命令處理。（太穎國際法律事務所謝律師穎青）

（二）法規調適建議

- 未來假使《電信法》會廢止，原來根據《電信法》所定的法規命令，以及行政院在兩個主管機關數位部跟通傳會之間所訂的權責劃分，勢必要再調整，再調整的時候勢必從大處著眼，牽涉到的是電信監理，將來會是單一主管機關，還是繼續維持雙頭馬車。另傾向於目前監管的狀態，有法規命令照著做沒有問題，將來假使有必要去調整《電信管理法》跟《電信法》，尤其是《電信法》要廢止，如何銜接，先處理組織分工，再處理頻率的和諧共用。（太穎國際法律事務所謝律師穎青）
- 依《電信管理法》第 52 條第 7 項，由行政院指定機關去指定 ISM 頻段之作法並非一蹴可幾，由數位部依《電信管理法》制定之「無線電頻率使用管理辦法」第 5 條增加但書之作法比較快，雖然兩種解決方式俱佳，但是應該朝向更快可以進行法規調適及具體明確之方向進行，俾利本爭議可自《電信法》過渡至《電信管理法》適用後解決。（理律法律事務所簡律師維克）
- 依據兩大律師提出之法律意見，《電信管理法》第 52 條第 8 項所訂

定之「無線電頻率使用管理辦法」即為同條第 2 項之「本法另有規定」，則本部無須修正《電信管理法》處理 ISM 頻段及免執照設備頻率問題，可逕修正「無線電頻率使用管理辦法」第 5 條，而考量《電信法》第 48 條第 1 項授權訂定之「電波監理業務管理辦法」第 10 條第 1 款「工業科學醫療用電波輻射性電機」與第 2 款「低功率電波輻射性電機」並未納入「無線電頻率使用管理辦法」第 5 條但書明文規範，或可納入法規命令修正方向。（數位發展部資源管理司陳科長）

- 有些像監獄為了避免犯人亂使用手機、或是國慶怕遙控炸彈，國安單位使用手機的遮蔽器，此種非持續使用且僅在特定時間、區域使用之情況，可以透過專案核准排除，讓廠商或是其他機關有可以處理的方式。（國家通訊傳播委員會基礎設施處謝科長志昌）

二、《電信管理法》對 ISM 頻段及免執照設備頻率之使用似無明確規範，現行之頻率使用依據為何？

（一）授權明確化之看法

- 《電信管理法》立法時係考量因應科技及產業變遷，秉持鬆綁管制精神故未將細節具體明確，而當法規越具體明確時，即失去模糊或解釋之空間，考量未來 ISM 頻段應用五花八門，故建議不應將法規訂得如此具體明確。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）
- 授權明確化之可行方案一，無須在條文上把它看死，避免將來沒有辦法因應科技跟產業發展之高度。另外，若要送立法院是一件大工程，若現行子法或者是法規命令夠用，由上級行政院做某種方式的指定或者可以如何用，可暫時先這樣使用。（臺灣通訊學會劉理事長崇堅）
- 我建議要不管是國家通訊傳播委員會還是數位部，可以訂相關的辦法或核准，不然權責不明確對廠商也不好，要訂清楚。但不是什麼都要明確化，而是業務分工，機關業務明確化，可以訂一個明確化的法規，這樣會讓廠商比較好遵守。有些例外狀況，像專案保有彈性。（國家通訊傳播委員會基礎設施處謝科長志昌）
- 《電信管理法》在立法的時候，從《電信法》當中摘取未來有需要的到《電信管理法》。《電信法》第 48 條第 1 項很明確的授權規定，其實是移到《電信管理法》第 52 條第 8 項，所以不認為免執照頻譜或 ISM 欠缺法源依據，再加上在《電信管理法》完成立法之後，行政院將原來《電信法》第 48 條第 1 項，所授權訂定的「電波監理業務管理辦法」權責機關從通傳會移至到數位部，所以現行適用法規上，應該沒有授權不明確，或者說法位階有問題。（太穎國際

法律事務所謝律師）

（二）核配原則

- 為給予未來因應科技與產業發展合法空間，傾向採取研究團隊提出之以下建議：《電信管理法》第 52 條第 8 項授權主管機關訂定無線電頻率之「核配原則」，「核配原則」應能包含無須頻率核配或取得頻率使用證明之情況，故可由主管機關根據現行法規，訂定 ISM 頻段及免執照設備頻率無須經核配即可使用之規定。（臺灣通訊學會劉理事長崇堅）

三、我國 ISM 頻段及免執照設備頻率管理之其他建議。

（一）干擾問題

- 法規配套措施現階段仍未完備，越來越多的連網裝置透過 ISM 頻段、或免執照頻段連網，這些頻段的好處是免費，只要終端設備符合主管機關的規範即可使用，但各種裝置一窩蜂擠在相同的頻段上，造成彼此干擾，甚至影響頻段既有使用者的權益，引發干擾的議題。（大同大學電機工程學系許教授超雲）
- 因為目前使用需求越來越多，物聯網（Internet of Things, IoT）亦越來越多，恐怕熱門的頻段總是會出現壅塞和干擾。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）
- 免頻率執照、免電臺執照，實際上存在很多干擾，且會隨著技術的進步，設備（device）的使用越來越多越嚴重，建議再規劃法規。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）

（二）相關頻段應用

- 創造專用頻段，例如 LoRa 跟 Sigfox 的 920 跟 925MHz。最後，無論是使用 Wi-Fi 降載，或是 LoRa、Sigfox 專用頻段，對有限的頻譜資源而言都是壓力挑戰，如何和諧有效共用頻譜資源，使 ISM 頻段在商業管理上有規矩可循，實在值得研究。（大同大學電機工程學系許教授超雲）
- 除了 ISM 頻段（band）之外，他國亦有創新頻段（Innovation Band）。我們有實驗頻譜的相關辦法，但過去這些年來 ISM 頻段（band）最有利於創新，且不用申請特別的實驗執照。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）
- 是否釋出 U6 頻段提供 ISM 使用，其中涉及大集團間利益糾葛、國家利益等，必須要有前瞻的思考。（臺灣大學電機工程學系張教授

時中）

（三）需求測試

- 既然 ISM 頻段很大目的是為了讓既有與未來新興應用使用，應和諧共用，所以應該更深入地做需求預測，包括既有的各種應用和服務所造成的流量和需要，以計量為基礎的方式做相關評估。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）

（四）規範清晰化

- 設備產品執照或者頻率核配規範於座談會議裡的決議事項，對一般的業者或民眾而言，難以查找相關規範，因此，若數位部長官打算修頻率分配表，或者在《電信管理法》裡會有相關的子法，建議可以把相關的具體設備，比如設備功能、查驗、執照等直接規範於相關規定裡，用表的形式呈現。在透過單一的文件或規定，可以讓民間的業者或相關的進出口廠商較易於查找所需規範，裨益於未來 ISM 頻段管理。（理律法律事務所簡律師維克）

附錄十三　112 年度座談會場次四意見彙整

詳細辦理情形可參照 112 年研究報告附錄別冊附錄十至附錄十二（逐字稿、簽到表、照片）。

一、國際上有三種主流的 PPDR 模式（例如，專用頻譜專用網路、專用頻譜共享網路以及共享頻譜共享網路），是否皆適用於我國的情況？對我國而言，最適宜的模式為何？

（一）業務單位需求

- 在消防使用單位的需求上面，我們設定是在極端的狀況，需要大規模，很多公眾頻寬是被壅塞的狀況。這樣前提之下，我們在救災方面，除了我們內部消防單位自己內部的無線電通訊工具的使用。另外一部分像醫療、交通還有警察、水電管線、其他救災單位，我們也必須要持續保持聯繫。所以我們另外有一個議題是無線電之間的互通。（內政部消防署資通作業中心冷主任家宇）
- 我們就跟消防署一樣是後端的使用者，這邊，將有賴上級機關決定的模式，我們皆表示尊重。嚴格講起來，PPDR 在平時的時候其實用不太到，所以我才會想說 PPDR 是不是要把它界定成是緊急，像是山難，或者剛剛所說大型火災發生的時候，我們才啟動這個 PPDR 系統讓它去運作。（內政部警政署警察通訊所劉秘書耀隆）
- 研究團隊所提出來的三種模式都很好，建議可以看看需求方對於 PPDR 的想像是什麼。（財團法人電信技術中心研究企劃組巫主任國豪）
- 要調查 PPDR 使用單位的使用需求，就像 FirstNet 把這個需求給開出一個標案出來。（中華電信股份有限公司張科長維儒）
- 不管是採用哪一種模式，或甚至為了要符合臺灣的需求，可能會創造出另外一種模式，這個都要尊重需求單位的決定。（遠傳電信股份有限公司黃經理漢臣）

（二）專用頻譜專用網路（南韓 K-SafeNet）

- 在專用電信部分，我想它的必要性就不是那麼的強烈，甚至如果說你指配一個專用頻率去使用，特別是需要一個低頻段，我想這些在頻率資源上面珍稀資源的使用不是那麼一件有效率的事情。專用網路、專用頻率這個模式（model）是我們比較不建議的。（中華電信股份有限公司張科長維儒）

（三）專用頻譜共享網路（英國 Emergency Services Network）

- 既有業者的頻率執照有期限，是到 119 年到期，那到期之後誰能保證能夠再拿著原來的頻寬，所以如果以這個模式（model）繼續走下去的話，商用網路的服務到 119 年還會出現一個更大的風險，必須要去重構這個 PPDR 的風險，我想這個是英國模式非常大的議題，我們認為不是那麼恰當。（中華電信股份有限公司張科長維儒）
- 緊急的時候去徵用三大電信的頻率跟接取網路，我們認為這樣的模式可能是比較適合臺灣的發展現況，只是說現在數位部規劃 MOCN 模式，它現在是在一個 PoC 的架構下，可能比較不會受限相關的法定規範，比較有它的彈性空間。（台灣大哥大股份有限公司曾高級管理師筱媛）

（四）共享頻譜共享網路（美國 FirstNet）

- 我們建議應該是美國的模式，由政府盡快競價（bid）一個頻段。（中華電信股份有限公司張科長維儒）
- 因應這種緊急狀況的時候，我比較主張的是採用共享的方式。政府要開一段新的頻譜作為誘因，因為共享、共用是要有誘因的，這個部分是由政府提出，像美國模式。（臺灣大學電機工程學系張教授時中）

（五）衛星通訊

- 這三種模式都可行，但是資安我們的內部在討論的時候，事實上有提到衛星通訊。但衛星通訊的頻寬受限於使用的場景跟技術，或許他可能沒有辦法全面性的，他只是堪用，但你要廣泛的來使用，很多的應用可能會有他的限制在，這部分也是數位韌性的一環，我覺得之後也有機會可以納入考量。（遠傳電信股份有限公司楊技術經理東閔）

（六）臺版 PPDR

- 現在的方向相對比較可行的是 MORAN 而不是 MOCN，換句話說它也不是所謂的公司擁有、公司營運（Company Owned Company Operated, CoCo）模式，市場的說法叫做臺版 PPDR。我覺得應該由政府先主導。將目標、預算以及主責單位先確認釐清之後，再透過評議也好、審議也好，或透過委辦的方式也好，請電信業者去做後段的協助，這個模式可能相較會更好。（台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋）

二、如欲採用最適宜我國的 PPDR 模式，現行法規制度是否足以作為法源依據？若有不足之處，建議應如何調整我國的法規制度？抑或

是否需要訂定新的法規制度？

（一）現有管理辦法

- 如果說以比較快速或是有效率的角度來講，或許可以考慮用行動電信專頻專網 4.8-4.9GHz 的頻率，或是已經有的管理辦法來設置，會不會比較快或有效率？（遠傳電信股份有限公司黃經理漢臣）
- 我覺得這個可能要靠法規的解釋。「專用電信網路設置使用管理辦法」第 4 條：在緊急狀況可能不受第 50 條的規範，因為第 50 條有例外規定；可不可以反過來想說，他是平常網路，只是某些時候去做特殊的情形。數發部它應該也是以戰時作為藍圖，戰時的需求應該不會多成那個樣子，它不會是一般的生活狀況，在這樣子限縮的情形之下，解釋它是徵用，然後去補助，我覺得也許可以考慮看看。（高雄科技大學科技法律研究所程教授法彰）
- 數位部現在 PoC 驗證，一開始提到是在《全民防衛動員準備法》的機制下，在戰時緊急狀況徵用，其實使用需求已經有比較明確的區分，數位部這兩年的 PoC 計畫如果確實驗證成功可行的話，是很值得做為未來政策擬定的參考方向。（台灣大哥大股份有限公司曾高級管理師筱媛）
- 我覺得數位部的 PoC 跟消防署、警消單位的 PPDR 需求是兩件事，也就是說他們想要平時就有一套 PPDR 可以用，那頻譜由政府來做，就全部像南韓模式，還是美國模式，就是政府再釋出一個 PPDR 頻段，它不用是專用電信，就可以避開第 50 條的框架。我們希望專用電信不要有破口，因為現在有垂直專網在用《電信管理法》第 50 條，我們認為 50 條有其界限在，所以釋出新的頻段給 PPDR 很好，因為它很乾淨清楚明白。（台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋）

（二）主政機關

- 可能政府機關需要有一個主政的機關，負責對因應相關的狀況，來排定優先使用的順位。（內政部警政署警察通訊所劉秘書耀隆）

三、有關我國 PPDR 頻率管理機制之其他建議？

（一）頻譜拍賣設定附加義務

- 因為 PPDR 是有特規的需求，建議我們未來要做拍賣，針對這個頻譜假設要設定一些附加的義務。（財團法人電信技術中心研究企劃組巫主任國豪）

（二）國際協調一致

- 建議是國際協調一致。ITU 的三個區域，基本上 694-894MHz 是同時適用三區域的 PPDR 寬頻應用。（財團法人電信技術中心研究企劃組巫主任國豪）

（三）局部試點

- 現在數位部這樣一個做法很好，先從局部試點開始，從實驗網讓需求單位比較知道說 PPDR 到底對他們有什麼幫助。這樣可能會更有助於 PPDR 網路的推動。建議現在三大業者，是不是一家負責兩都，六都就開始先做這個實驗網。先從實驗上做給警消看，當然也是要警消這邊有需求，且有意願去跟行政院申請預算，然後看能不能做一些實驗網。（財團法人電信技術中心研究企劃組巫主任國豪）

（四）頻譜整備

- 頻譜整備的這個事情要去做。（中華電信股份有限公司張科長維儒）

（五）不同部門需求整合

- 在不同部門之間需求上面的整合，後端平臺要有一個主導方案出來寫下分析。（中華電信股份有限公司張科長維儒）

（六）PPDR 系統演練

- 平時雖然不用，但是要 PPDR 系統準備（ready）可以測試、可以演習、可以演練（practice）。（內政部消防署資通作業中心冷主任家宇）

附錄十四　112 年度座談會場次五意見彙整

詳細辦理情形可參照 112 年研究報告附錄別冊附錄十三至附錄十五（逐字稿、簽到表、照片）。

一、電信事業於我國提供衛星通信服務之商業模式，於現行法律規範適用上是否有遇到窒礙之處？對現行法規有哪些調適建議？

（一）維持現行法律規範與外資比例

- 鑑於臺灣電信市場過度競爭，不宜過度開放市場，故建議維持現行外資比例及董事長應為我國國籍的規定。（中華電信）
- 考量信賴保護原則，應維持外資限制，建議未來衛星事業可透過與電信事業合資或代理進入臺灣市場。（遠傳電信）
- 建議維持目前外資政策，應以我國業者為標準。（隴華電子）
- 若以商業需求視之，不希望打破既有法規，包含外資限制以及其他部分。（台灣電信產業發展協會劉莉秋副秘書長）
- 關鍵必要服務會連到要用如何透過特許執照或者是外資限制，確保服務之穩定性，以及如何落實行政檢查。這兩點都會導向同一個答案，那就是不可能 100%或更高的外資比例。（清華大學科技法律研究所彭教授心儀）
- 我們接觸到的一些衛星通信業者，本身並沒有排斥適用《電信管理法》外資限制，因此若單獨針對外資限制做額外的開放，會有量身訂做之疑慮。（理律法律事務所簡律師維克）

（二）單一窗口申請、審查

- 對業者而言，更希望有單一窗口之設置，意即在提出相關的申請，單一窗口受理專案集中審查，相信不管對哪一家業者，未來在申請衛星頻率時，行政流程可更有效率。（中華電信）
- 因應現行數位部與國家通訊傳播委員會職權分工，無法以單一窗口逕為受理，惟為避免歧異，受理衛星業者申請頻率即頻率使用規劃送件時，將請 NCC 相關人員一同審查，於頻率規劃審查階段將後續電臺管理、設備機置購等納入考量。（數位發展部陳威呈科長）

（三）電臺執照之監管

- 「衛星地球電臺設置使用管理辦法」第 3 條修正後，電信業者須申請核准及電臺執照，惟實務上，較小型的衛星地球電臺（VSAT、衛星行動車）天線為直徑三公尺以下仍須受電臺執照規範，即須先向數位部申請頻率使用證明，再向國家通訊傳播委員會申請電臺執

照，似無實益。建議修法限定此種電臺不論天線大小皆須取得電臺執照，而非擴大規管至其他小型衛星地球電臺。（中華電信）

- 「衛星地球電臺設置使用管理辦法」第 3 條第 4 項在立法上已考量使用者使用量較大，登錄旨在打擊詐騙犯罪，減少電信業者詐騙防制之勞費，且並非每設置一個 VSAT 即須再申請頻率使用權，僅須審驗即可。（數位發展部陳威呈科長）
- 為簡政便民，真正納管的係指設置者所設置的電臺，若為設置者所租用的終端設備，例如手機或者小型衛星地面站予用戶端，只需登錄，並非每設置一個小型衛星地面站就要再申請頻率，因為當初申請的頻率是一個頻段。（國家通訊傳播委員會陳炳華科長）

二、衛星行動通信使用現有機制調適及未來機制建議

（一）頻段核配

- 衛星通信使用旨在於彌補行動通信網路涵蓋之不足，比如山區、偏鄉等，因此衛星通信若需使用行動通信頻譜提供衛星手機直連服務，應在頻率釋出時公告可同時作為行動與衛星通信使用，且應由行動通信業者主標頻率使用權，並在得標後以自己名義提供行動與衛星通信服務。（中華電信）
- 建議頻段應該以競標的方式釋出，因 28GHz 是透過競標的方式核配頻率，目前 28GHz 生態系尚未成熟，所以很難有相關應用，因此，未來可以提供給衛星業者。未來應該要以競標的方式釋出新的衛星頻段，才符合市場公平性。（遠傳電信）

（二）執照效期

- 除了拉齊 2 年跟 5 年頻譜期限外，那 2 年、5 年期限較短，對投資人而言較不合適的。（清華大學科技法律研究所彭教授心儀）
- 因為之前執照兩年是因為低軌衛星是蠻新的服務，所以需要用比較短的時間加以檢視，包括干擾或者服務存續性，然確實把低軌衛星跟同步衛星執照期限限為兩年有點不合理，數位部已經有規劃納入檢討。（數位發展部廖科長啟文）

（三）頻率供應計畫、相關配套措施

- 期主管機關能規劃頻率供應計畫，且相關子法能有一個配套措施，因應新興衛星技術落地使用。未來的行動寬頻會包含衛星運用之技術發展，因此無線電頻率供應計畫應考量這樣的趨勢。（台灣大哥大）
- Thuraya Inmarsat 為《電信法》及《電信管理法》下，持續進行的代

理機制，若主管機關想要調整現行衛星行動通信監管方式，應確保中華電信的信賴利益，仍可繼續提供既有用戶服務。（中華電信）

（四）管制方式

- 若使用衛星與行動通信頻率作為衛星直連使用，建議適用既有電波干擾處理機制處理與既有行動通信業者的干擾問題。（中華電信）
- 頻譜管理跟法規適用之問題，提出三點建議，第一點就是如果採衛星專用的頻譜，去提供衛星行動通訊服務時，若衛星專用頻率跟行動通信業者重疊，例如現有 28GHz 頻段就有發現重疊的問題，國際上已經有一些頻段互用之建議，比如可以採取以下三點原則，第一個是事先溝通，後進的業者應該是要跟既有頻率使用權業者達成協商，包括頻率的發射密度、發射功率等，以避免干擾的問題，這是大原則；第二個就是行動優先，行動通信業者應該優先於後進的衛星通信服務；第三個是公開資訊，公開衛星服務使用頻率的地點，避免衛星跟行動之間產生干擾。（台灣大哥大）
- 衛星不應干擾既有使用者。另考量相同服務相同管制原則，衛星業者普遍為跨國大業者，資本雄厚，初期進入臺灣市場，可能由一兩家衛星業者壟斷市場，對此應被認定為特定的服務市場，並以市場顯著地位者管制。（遠傳電信）
- 考量衛星提供服務無死角，衛星應會以偏遠地區作為開始提供通訊服務，故應分攤我國普及服務基金。（遠傳電信）
- 對電信業者而言，行動衛星地面站（Earth Stations in Motion, ESIM）是非常大的隱憂。像是 Apple 終端有 ESIM，可以做跨國境的衛星服務，以及自主提供電信服務產生的特殊案件，完全不須經過本土電信業者，透過衛星去做通訊服務。未來主管機關尤其是 NCC，對於通訊監察、資訊安全，還有詐騙防治的大破口。且透過 ESIM 或者是直連的業者須要求落地，方能提供服務，為國家通訊安全之基本要求。（台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋）
- 目前衛星跟行動之間的和諧共用，例如 27GHz 到 29GHz，行動跟衛星業者的協調，需強化協調使用機制。若未來手機跟衛星的直連技術成熟後，是否應考慮開放更多的和諧共用頻譜。（清華大學科技法律研究所彭教授心儀）
- 不管是電信事業的認定，或申請執照登記成為電信事業，國外的衛星通信業者應比照處理。所以需要探討衛星通信服務跟目前電信服務之競合，包括替代性、需求端。在頻率核配政策或管理政策上，視為相同競爭者進行相同管制。另，數位部在戰時網路韌性上，針對特定目標導向之衛星網路，需額外規定。（理律法律事務所簡律師維克）

- 衛星服務提供船舶、郵輪上的寬頻傳輸服務，凡是在我國的領空、領海的船、飛機等亦應遵守我國頻率相關法律，以避免干擾。（清華大學科技法律研究所彭教授心儀）

（五）衛星業者與我國電信事業合作

- 期政府促進來臺的衛星業者，能夠多方且對等的與電信事業合作，以免未來形成獨家合作或一家獨大的情況，對電信事業之用戶需求跟權利不公平。低軌衛星具有備援跟強化網路韌性之特性，若只有一家能夠提供服務，其實有違備援與強化網路之特性。（遠傳電信）
- 除了 100%外資外亦有很多引入服務的方式，不管是合資或代理，現行法都有很大的空間、沒有太明顯的阻礙，因此，現行法對市場的參進，已經是相當充分、足夠。（清華大學科技法律研究所彭教授心儀）

三、我國衛星頻率核配政策及管理機制之其他建議

（一）我國衛星服務之需求

- 境外跨境衛星服務業者進入本土市場時，政府應思考臺灣有沒有需要低軌衛星或是衛星通信服務。應探討為商業、國家安全還是緊急救難之需求。若為商業需求，其實四家電信業者提到，沒有人希望打破既有的法律框架，因為臺灣有百分之兩百的通訊涵蓋率。（台灣電信產業發展協會劉副秘書長）
- 應了解開放境外衛星業者之目的。（高雄科技大學程教授法彰）

（二）資通安全隱憂

- 跨境資料外傳出去，資訊保護的機制為何。（台灣電信產業發展協會劉副秘書長莉秋）
- 衛星間的互連會是網路攻擊很好的對象，因為是衛星星座，所以既然是網攻的對象，資安、國安的議題就要相當地敏銳與謹慎。（清華大學科技法律研究所彭教授心儀）
- 未來個人資料保護委員會成立後，我國個資保護規範需與歐盟一致，故非暫時性透過衛星通信進行資料傳輸時，原則應經主管機關核准，則核准機關（通傳會、公平會或個人資料保護委員會）及核准程序有待確認。（高雄科技大學程教授法彰）

（三）相關附加義務

- 普及服務、通訊監察都是重點，因為不管用合資、共建的各種方式，其實執照都應附加條件，另亦需包括太空永續概念，不管是美國

FCC、英國與歐盟，皆在太空相關的衛星服務執照上，以執照條件要求業者須清理碎片，我國將來執照設計應考慮此面向。（清華大學科技法律研究所彭教授心儀）

國外 Eutelsat 或是 OneWeb 真的可以申請的情況下，我們可以去要求他，但若還存在外資限制，沒有辦法要求國內電信事業。（數位發展部廖科長啟文）

附錄十五　主要國家衛星直連手機應用 MSS 頻段管理機制

本研究彙析英國、澳大利亞及歐盟等國際主要國家/地區衛星直連手機應用衛星行動業務（Mobile Satellite Service, MSS）應用頻段、管理機制及未來規管方向分述之。

一、英國

（一）應用頻段

本研究彙整英國頻率分配表（UK Frequency Allocation Table, UKFAT）3GHz 以下之 MSS 頻段（不包含海上行動衛星頻率）如下附表 15.1 與下附圖 15.1 所示。相關頻段是否得以授權予陸地行動衛星系統（land mobile satellite systems）使用，仍須視《2016 年介面要求（Interface Requirements 2016）》[904]規範[905]。

附表 15.1　英國頻率分配表（UKFAT）3GHz 以下之 MSS 頻段分配（不包含海上行動衛星頻率）

頻率範圍
137-138MHz*
148-150.5MHz
156.7625-156.7875MHz
156.8125-156.8375MHz
161.9625-161.9875MHz
162.0125-162.0375MHz
162.0125-162.0375MHz
235-328.6MHz*
335.4-399.9MHz*
399.9-400.05MHz*
400.15-401MHz*
406-406.1MHz（僅限於低功率衛星應急指位無線電示標（emergency position-indicating radio beacons, EPIRB）使用）
1518-1559MHz
1610-1660.5MHz
1668-1675MHz

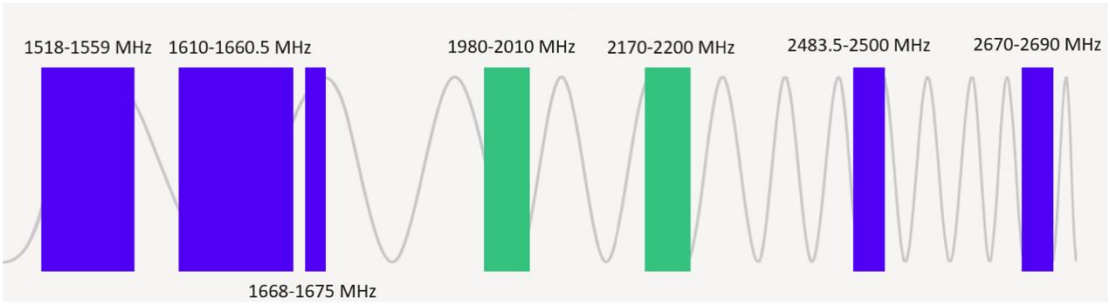
[904] Ofcom, 2018. UK Interface Requirements 2016 2016.1 to 2016.9: Land mobile satellite systems. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/spectrum/interface-requirements/ir2016.pdf?v=335190

[905] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

頻率範圍
1980-2010MHz
2170-2200MHz
2483.5-2500MHz
2670-2690MHz

註：標示「*」的頻段屬「UK2.1」頻率，由英國國防部提供授權。

資料來源：Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909



資料來源：Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

附圖 15.1　英國頻率分配表（UKFAT）3GHz 以下之 MSS 頻段分配（不包含海上行動衛星頻率）

其中，上圖以綠色標示的 2GHz 頻段（1980-2010MHz、2170-2200MHz）係英國通訊管理局（Office of Communication, Ofcom）根據歐盟 2009 年發布之第 2009/449/EC 號決定，對衛星通信服務業者 Inmarsat（現為 Viasat）與 Solaris（現為 EchoStar）提供授權，於歐洲提供 MSS 服務。前述業者持有的既有 2GHz MSS 頻段授權將於 2027 年 5 月屆期；Ofcom 現正審查應用現況，以利未來就該頻段的後續授權規劃進行諮詢[906]。

（二）管理機制

英國現行的衛星網路授權機制涵蓋太空組件（space component）與地上組件（ground component）兩大部分。就太空組件部分，除 Ofcom 對 Viasat 與 EchoStar 的 2GHz MSS 頻段授權外，Ofcom 並未就衛星於太空進行無線電傳輸核發執照，相關規範的法源依據為 ITU《無線電規則（Radio Regulations, RR）》[907]；衛星通信業者於太空中使用頻

[906] 同上註。

[907] ITU, n.d. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR

段，須根據 ITU RR 第 9 條與第 11 條，與使用相同頻段的其他衛星服務業者進行頻率協調[908]。

地上組件部分則分為遙測、追踪和指令系統（Telemetry, Tracking and Command, TT&C）、閘道器衛星地球電臺（gateway earth station）、使用者終端及衛星固定服務（Fixed Satellite Services, FSS）終端，具體授權機制如下[909]：

- **TT&C、閘道器衛星地球電臺**：透過個別執照進行授權。
- **使用者終端**：透過衛星地球電臺網路（Earth Station Network, ESN）執照進行授權，或取得執照豁免（licence exempt）。若設備之安裝或使用，較無造成不當干擾（undue interference）、降低頻譜效率或阻礙有效頻譜共享發展之疑慮，則通常可取得執照豁免。
- **FSS 服務終端**：FSS 服務終端通常透過 ESN 執照進行授權，然根據英國《2016 年介面需求》，應用 MSS 頻段之終端可取得執照豁免。Ofcom 於太空頻譜策略（Space Spectrum Strategy）述及，考慮將 MSS 終端轉移到 ESN 授權。

（三）未來規管方向

英國地面行動通訊網路發展成熟、4G 服務涵蓋率高（約 92%的土地由至少一個 4G 網路提供服務）[910]，與地面行動網路發展較為緩慢的國家相比，直連設備（direct-to-device, D2D）[911]服務為英國消費者、企業及公共部門帶來的潛在益處恐相對有限，然 Ofcom 仍強調推動 D2D 服務具有潛在益處[912]。

有鑑於此，Ofcom 於 2024 年 7 月就 MSS 服務與 D2D 服務應用

[908] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

[909] 同上註。

[910] Ofcom, 2022. Connected Nations 2022: UK report. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/research-and-data/multi-sector/infrastructure-research/connected-nations-2022/connected-nations-uk-report.pdf?v=321647

[911] 英國對直連設備（D2D）服務之定義為透過衛星或空中平臺（airborne platform）向大眾市場智慧型手機提供語音、簡訊及/或數據服務。Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

[912] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

頻段之供需徵詢利益相關人意見[913]，旨在評估未來是否針對前述頻段接取研提新的授權機制，包含應用 MSS 頻段或 IMT 頻段；重點徵詢議題如下[914]：

- 於英國提供透過衛星或空中平臺（airborne platforms）提供 D2D 服務之意願；
- 支援 D2D 服務之潛在頻譜需求；
- 新興技術改善 D2D 服務間、D2D 服務與既有頻段使用者間頻譜共享（spectrum sharing）之潛力；
- 既有或正在開發的 MSS 對 MSS 頻段的潛在需求變化；
- 高空平臺（High Altitude Platform Station, HAPS）於提供 D2D 行動服務中可能扮演的角色。

徵詢文件指出，應將 MSS 服務與 D2D 服務的潛在需求及益處納入考量，同時透過頻譜效率及與其他服務共享頻譜，達到頻譜應用最佳化。然 Ofcom 強調，由於事關國內或國際頻譜監管機制，其現階段不會提議建立新的頻譜授權機制，後續將依循法定職責與監管原則，就相關政策變更或新授權機制的建議，進行諮詢流程（包括影響評估）。

Ofcom 於徵詢文件中，亦初步研提 D2D 服務應用 MSS 頻段未來規管方向，指出目前智慧型手機應用 MSS 頻段時，若符合衛星終端的既有執照豁免條件，則可運行。未來考慮針對 D2D 服務應用 MSS 頻段，撤銷現行的行動終端執照豁免，建立新的授權機制[915]。此外，Ofcom 同時關注同頻 MSS 頻譜共享、干擾風險等兩大議題，本研究彙整上述議題與說明重點如下附表 15.2。

附表 15.2　Ofcom 關注議題

議題	重點說明
同頻 MSS 頻譜共享	● 為避免系統間的干擾，MSS 頻段通常於業者間按頻率進行分段（segmentation）；展望未來，若新興服務具 MSS 頻段的需求，則可能需於 MSS 頻段進行同頻共享（co-channel sharing）。

[913] 該徵詢於 2024 年 9 月 13 日截止，Ofcom 並預計將於 2024 年第 4 季發布後續規劃。

[914] 同上註。

[915] Ofcom 在太空頻譜策略（Space Spectrum Strategy）中提及考慮將 MSS 業者轉移至輕度網路執照（light network licensing），輕度執照制度下每個業者只需持有單一持照，其於英國的所有終端設備皆獲得授權。Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909; Ofcom, 2022. Space spectrum strategy. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/233841-space-spectrum-strategy/associated-documents/statement-space-spectrum-strategy.pdf?v=328728

議題	重點說明
	● 同頻共享的模式雖常見於分配予 FSS 服務的頻段，但受限於應用 MSS 頻段的系統天線無法引導波束（beam）、進而共享頻譜，同頻共享於 MSS 頻段尚不常見。 ● Ofcom 已就 MSS 頻段，於此次意見徵詢探討提升頻譜效率的技術發展與頻譜共享的可能性，並將關注能於 MSS 頻段實現同頻共享的技術，以提升頻譜效率。
干擾風險	● 隨應用 MSS 頻段的新興服務發展，干擾風險亦日益嚴峻，MSS 頻段使用者可能因推動 D2D 服務而成長，除可能對既有使用者造成干擾，頻譜共享亦有造成 D2D 服務業者間干擾的風險。 ● Ofcom 認為評估 D2D 的潛在益處時，應考慮如何最大程度地降低造成有害干擾（harmful interference）的風險，以確保地面網路的服務品質、保護既有使用者。

資料來源：Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

二、澳大利亞

（一）應用頻段

本研究彙整澳大利亞《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望（Five-year spectrum outlook 2023–28）》之 MSS 頻段分配如下附表 15.3，主要頻段包含 1.5GHz 擴展 MSS L 頻段與 2GHz 頻段。

附表 15.3　澳大利亞《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》之 MSS 頻段分配

頻段	說明
1.5GHz 擴展 MSS L 頻段（1518–1525MHz、1668–1675MHz）	● MSS 得在對同一（in-band）或相鄰（adjacent）頻段執照及服務「無干擾（no interference）、無保護（no protection）」的前提下，1518-1525MHz 與 1668-1675MHz 頻率範圍內運行。 ● 澳大利亞通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）於 2023 年 12 月發布的諮詢結果文件中指出，將考慮對此一頻段的新進 MSS 服務採取必要的監管措施，以達成與既有及潛在的同一或相鄰頻段服務之

頻段	說明
	共存。
2GHz (1980–2010MHz、2170–2200 MHz)	● ACMA 已於 2024 年 2 月結束就 2GHz MSS 的技術參數（technical parameter）與需求考量的諮詢。 ● 根據 ACMA 於 2024 年 7 月發布的年度進度文件，為將前述諮詢結果納入考量，2GHz MSS 的技術框架與分配工具（allocation instruments）的諮詢自 2024 年第 2 季延遲至 2024 年第 4 季，MSS 執照的分配時程亦自 2024 年第三季後延至 2025 年下半年。

資料來源：ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28 and 2023–24 work program. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-10/five-year_spectrum_outlook_2023-28.pdf

（二）管理機制

澳大利亞 MSS 衛星直連手機服務（MSS direct-to-mobile service）[916]應用已分配予 MSS 之頻段，爰得在該智慧型手機符合所有法定要求的前提下，依一般流程取得授權。倘 MSS 業者已取得於澳大利亞 MSS 執照，且相關服務之營運符合該執照的條件，則不需要取得額外的執照[917]。

（三）未來規管方向

澳大利亞通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）於《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》中表示，衛星直連手機尚處起步階段，其已密切追蹤相關技術與政策發展，並相當關注衛星直連手機規管議題，包含干擾管理及地域授權等[918]。

ACMA 已於 2023 年 11 月就衛星直連手機規管議題啟動意見徵詢，並於 2024 年 2 月結束[919]。此次徵詢旨在評估現行規管框架之妥適性，面向包含現行頻譜管理框架管理新興衛星服務之妥適性，以及其他商業、規管或公眾利益之潛在考量[920]。ACMA 已於 2024 年 3 月

[916] 澳大利亞對 MSS 衛星直連手機服務（MSS direct-to-mobile service）之定義為消費者行動智慧型手機直接與衛星系統通訊並應用 MSS 頻段之服務。ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28 and 2023–24 work program. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-10/five-year_spectrum_outlook_2023-28.pdf

[917] 同上註。

[918] 同上註。

[919] ACMA, 2024. Five-year spectrum outlook 2023–28: Annual progress report. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-07/FYSO%202023-28_annual%20progress%20report.pdf

[920] ACMA, 2023. Satellite direct-to-mobile services: regulatory issues. https://www.acma.gov.au/consultations/2023-11/satellite-direct-mobile-services-regulatory-issues

公布意見徵詢結果[921]，然尚未發布回應文件，且此次徵詢主要著重於IMT衛星直連手機服務（IMT direct-to-mobile service），相關徵詢結果並不適用於MSS衛星直連手機服務。

值得注意的是，ACMA於《2023年至2028年5年頻譜展望》中指出，鑒於IMT衛星直連手機服務應用地面服務使用的頻段，與MSS衛星直連手機服務相比，須考量較多技術與規管面向。自《2023年至2028年5年頻譜展望》與前述意見徵詢均可看出，ACMA目前首重IMT衛星直連手機服務規管，而非MSS衛星直連手機服務，暫無另就MSS衛星直連手機服務規管研提未來規管方向。

三、歐盟

（一）應用頻段

歐盟於2009年發布之第2009/449/EC號決定，擇定衛星通信服務業者Inmarsat（現為Viasat）與Solaris（現為EchoStar）於歐洲提供行動衛星服務，就2GHz MSS頻段（1980-2010MHz、2170-2200MHz）提供授權（附表15.4），執照效期為擇定日起18年，爰Viasat與EchoStar目前持有之執照將於2027年5月屆期[922]。

附表15.4　Viasat與EchoStar持有之2GHz MSS頻段

業者	持有之2GHz MSS頻段
Viasat	1980-1995MHz（地對空）、2170-2185MHz（空對地）。
EchoStar	1995-2010MHz（地對空）、2185-2200MHz（空對地）。

資料來源：EU, 2020. Selection and authorisation of mobile satellite services (MSS). https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/selection-and-authorisation-of-mobile-satellite-services-mss.html

（二）管理機制

歐盟執委會（European Commission, EC）於2007年發布第2007/98/EC號決定，成員國須將1980-2010MHz、2170-2200MHz指定為MSS頻段，該頻段之其他應用不得造成有害干擾，且不得對MSS造成之有害干擾提出索賠[923]。

EC後續透過2008年發布之第626/2008/EC號決定，建立歐盟層

[921] 同上註。

[922] EU, 2009. 2009/449/C: Commission Decision of 13 May 2009 on the selection of operators of pan-European systems providing mobile satellite services (MSS) (notified under document number C(2009) 3746). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009D0449

[923] EU, 2007. 2007/98/EC: Commission Decision of 14 February 2007 on the harmonised use of radio spectrum in the 2 GHz frequency bands for the implementation of systems providing mobile satellite services (notified under document number C(2007) 409). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32007D0098

面的 MSS 業者授權機制[924]，即 EC 公開招標後，提出申請之衛星業者須符合相關條件與承諾事項（包含自提供 MSS 服務當日起，涵蓋率應至少達整體成員國總土地面積之 60%）。擇定程序評估面向包含對申請業者的技術與商業能力、以及所提供的 MSS 技術與商業品質的評估。EC 公布擇定的業者名單後，業者須取得歐盟成員國的國家級授權[925]。

（三）未來規管方向

歐盟無線頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG）於 2024 年 2 月發布《2027 年後 MSS 使用 1980-2010MHz 與 2170-2200MHz 頻段潛在場景評估之 RSPG 意見（RSPG Opinion on assessment of different possible scenarios for the use of the frequency bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz by the Mobile Satellite Services beyond 2027）》（下稱「《RSPG 意見》」），探討現行 2GHz MSS 頻段執照於 2027 年屆期後，相關頻段的潛在應用情境[926]。

《RSPG 意見》指出，Deutsche Telekom、EchoStar、SpaceX 及 Vodafone 等眾多利益相關人提出或可將 2GHz MSS 頻段的一部分用於 D2D 服務[927]；其並將 D2D 納入 2GHz MSS 頻段執照屆期後的潛在應用情境之一。然 RSPG 亦指出，D2D 服務應用尚在初步發展階段，仍須透過進一步的技術性研究確立多種技術架構之妥適性[928]。

鑒於 2027 年執照屆期後，若不就 2GHz MSS 頻段進行分段（segmentation），恐排除其他利益相關人或用途，進而限制 MSS 服務市場競爭及創新發展，爰 RSPG 建議進行頻段分段，同時保留特定分段予既有業者，以確保自既有規管框架平順轉軌至新框架；本研究彙整《RSPG 意見》2GHz MSS 頻段分段範例如下附表 15.5。

---

[924] EU, 2008. Decision No 626/2008/EC of the European Parliament and of the Council of 30 June 2008 on the selection and authorisation of systems providing mobile satellite services (MSS). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008D0626

[925] 同上註。

[926] EC, 2024. RSPG Opinion on assessment of different possible scenarios for the use of the frequency bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz by the Mobile Satellite Services beyond 2027. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/b1f597f2-d6b5-44e5-878d-ea09bdd8a1d7_en?filename=RSPG24-007final-RSPG-Opinion-MSS-public_version.pdf&prefLang=it

[927] 歐盟對直連設備（Direct-to-device, D2D）服務定義為直接與個別使用者連接。EC, 2024. RSPG Opinion on assessment of different possible scenarios for the use of the frequency bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz by the Mobile Satellite Services beyond 2027. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/b1f597f2-d6b5-44e5-878d-ea09bdd8a1d7_en?filename=RSPG24-007final-RSPG-Opinion-MSS-public_version.pdf&prefLang=it

[928] EC, 2024. RSPG Opinion on assessment of different possible scenarios for the use of the frequency bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz by the Mobile Satellite Services beyond 2027. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/b1f597f2-d6b5-44e5-878d-ea09bdd8a1d7_en?filename=RSPG24-007final-RSPG-Opinion-MSS-public_version.pdf&prefLang=it

附表 15.5 《RSPG 意見》2GHz MSS 頻段分段範例

業者	持有之 2GHz MSS 頻段
Viasat	1980-1995MHz、2170-2185MHz。
EchoStar	1995-2010MHz 、2185-2200MHz。

資料來源：EC, 2024. RSPG Opinion on assessment of different possible scenarios for the use of the frequency bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz by the Mobile Satellite Services beyond 2027. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/b1f597f2-d6b5-44e5-878d-ea09bdd8a1d7_en?filename=RSPG24-007final-RSPG-Opinion-MSS-public_version.pdf&prefLang=it

此外，《RSPG 意見》亦就 D2D 服務應用 MSS 頻段，關注頻譜需求、頻譜共享（spectrum sharing）及涵蓋範圍 3 大議題；本研究彙整議題與說明重點如下附表 15.6。

附表 15.6 《RSPG 意見》關注議題

議題	重點說明
頻譜需求	● 使用 3GPP 頻段 n256 中的頻率配對（frequency pairing）達到 5G MSS 非地面網路（NTN）服務所需的頻譜為 2×5MHz 的倍數，爰理想的頻譜區塊大小為 2×15MHz。 ● 透過 2×10MHz 的最小頻寬提高競爭力，並向支援 NTN-D2D 的衛星服務授予額外執照。 ● 為確保與行動終端相容，頻段的較低部分為首選，因其與電信業者用於 LTE 服務的頻段相鄰，有利於在無法佈署地面服務或佈署成本過高的地區提供涵蓋。
頻譜共享（spectrum sharing）	● 為達到智慧型手機無所不在的 5G 連接，需於服務區域內專屬（exclusive use）頻段，以確保適當的鏈路品質，爰應劃分頻譜、由不同的業者獨佔頻譜，以避免干擾。 ● 有論者建議，業者或可透過頻譜租賃（spectrum leases）或其他協議，與應用相同頻段的另一業者協調共存，然此一模式仍建立於特定頻段同時僅有一個使用者的基礎之上。
涵蓋範圍	● D2D 服務應用 MSS 頻段可利用 MSS 2GHz 頻段的國際協調性，達到全球性涵蓋的範圍。 ● 相關架構可以低軌衛星（Low Earth Orbit, LEO）與/或中軌衛星（Medium Earth Orbit, MEO）為基礎，初期將即可涵蓋大多數的歐盟成員國。

資料來源：EC, 2024. RSPG Opinion on assessment of different possible scenarios for the use of the frequency bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz by the Mobile Satellite Services beyond 2027. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/b1f597f2-d6b5-44e5-878d-ea09bdd8a1d7_en?filename=RSPG24-007final-RSPG-Opinion-MSS-public_version.pdf&prefLang=it

附錄十六　主要國家衛星直連手機應用 IMT 頻段管理機制

本研究彙析美國、加拿大、英國及澳大利亞等主要國家衛星直連手機應用行動通訊系統（International Mobile Telecommunications, IMT）之應用頻段、管理機制及未來規管方向，以下分述之。

一、美國

（一）應用頻段

美國聯邦通信委員會（Federal Communications Commission, FCC）於 2024 年 3 月 14 日通過太空補充涵蓋（Supplemental Coverage from Space, SCS）授權機制，允許此前核配予地面行動網路服務的頻譜進行衛星通信。SCS 頻段分配如下附表 16.1。

附表 16.1　美國 SCS 頻段分配

頻段	頻段範圍
600MHz	614-652MHz、663-698MHz。
700MHz	698-769MHz、775MHz-799MHz、805-806MHz。
800MHz	824-849 MHz、869-894 MHz。
Broadband PCS	1850-1915MHz、1930-1995MHz。
AWS-H Block	1915-1920MHz、1995-2000 MHz。

資料來源：FCC, 2024. Single Network Future: Supplemental Coverage from Space. https://www.fcc.gov/document/fcc-advances-supplemental-coverage-space-framework-0

FCC 表示，上述頻段最初係分配及核配予地面行動網路服務，目前已有佈署商用無線服務，且上述頻段均包含至少一個既有執照持有者之權利足以讓衛星業者符合參與標準的頻譜區塊（spectrum block），符合「無主要既有使用者、非彈性用途既有使用者」之條件[929]。FCC 強調，將對申請者提交的技術資料進行嚴格分析，並非將對前述範圍內的所有頻段提供授權，以 614-617MHz 頻段為例，該頻段無對既有使用者的護衛頻段（guard band），並不適用於 SCS 授權[930]。

美國 FCC 另就特定頻段是否納入 SCS 頻段分配，簡述其政策考量如下附表 16.2。

[929] FCC, 2024. Single Network Future: Supplemental Coverage from Space. https://www.fcc.gov/document/fcc-advances-supplemental-coverage-space-framework-0

[930] 同上註。

附表 16.2　美國 SCS 頻段分配評估

納入 SCS 頻段分配	
頻段	**FCC 評估**
700MHz 公共安全寬頻頻段（758-769MHz、788-799MHz）	● 可望提升 FirstNet 公共安全使用者（如救難人員）的通信量能，包含地面網路涵蓋率較低的偏鄉地區，強化 FirstNet 網路的效益。 ● 鑒於此一頻段係由獨立的法規監管，組織與授權架構不適用於 SCS 的租賃機制，可透過非租賃機制（non-leasing mechanism）符合 SCS 參與標準。
不納入 SCS 頻段分配	
頻段	**FCC 評估**
1670-1675MHz 頻段 1695-1710MHz 頻段	● 相關頻段包含既有頻照使用者，不利於快速推動 SCS 與降低有害干擾的風險。
1.4GHz 頻段（1390-1392MHz、1392-1395MHz、1432-1435MHz）	● 既有用途為無線醫療遙測服務（Wireless Medical Telemetry Service, WMTS）系統，用於監測美國數千家醫院及其他醫療機構病患健康情況，包括測量病患生命徵象相關指數的設備，干擾保護的技術過於複雜。 ● 1390-1400MHz 頻段禁止機載（airborne）與空對地（space-to-earth）用途，提高佈署 SCS 的複雜度。
無線通信服務（WCS）頻段（2305-2320MHz、2345-2360MHz）	● SCS 對既有應用（如無線電天文學與航空行動遙測）造成有害干擾的風險大於益處。 ● 鑒於干擾保護規範無法解決相關擔憂，且考量 FCC 規劃短期內提供 SCS 授權，目前尚不會將 WCS 頻段納入 SCS 適用範圍。
2.5GHz 頻段（2496-2690MHz）	● 此一頻段支援廣泛的用途，包含 2 種執照機制不同的無線電服務，且目前頻段大部分屬於半徑 35 英里（56.327 公里）地理區域服務的既有執照，其中有許多不規則狀的區域。

資料來源：FCC, 2024. Single Network Future: Supplemental Coverage from Space. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-24-28A1.pdf

（二）管理機制

美國 FCC 採用於美國頻率分配表新增註腳方式建立 SCS 授權機制，針對無主要既有使用者、非彈性用途既有使用者（no primary, non-flexible use incumbent operations）之頻段，授予雙向（bi-directional）

的次要衛星直連手機服務（secondary mobile-satellite service）[931]。

SCS 授權條件為該頻段的一個或多個地面服務執照持有者，持有特定地理獨立區域（geographically independent area, GIA）內相關頻率的所有地面服務執照，將其頻譜接取租賃予參與的非同步衛星業者（non-geostationary satellite operators, NGSO），且該衛星業者的 Part 25 執照範圍包含相關頻段與地理獨立區域。

（三）未來規管方向

儘管 ITU WRC-27 將評估衛星行動業務（Mobile Satellite Service, MSS）直連地面 IMT 使用者終端是否可以應用特定的 IMT 頻段，目前就 SCS 之議題尚未獲得國際共識，惟 FCC 強調應先行推動 SCS，促進頻譜效率，並奠定美國於頻譜領域的領導地位，後續亦將持續發揮自身於 ITU 等國際組織的影響力，奠定 SCS 的國際代表性[932]。

FCC 於 SCS 領域取得先機之餘，仍積極健全該機制。由於促進衛星涵蓋率的創新解決方案未必符合 SCS 的監管框架，FCC 將以個案形式考慮利益相關人提交的 SCS 豁免或特殊暫時性執照（Special Temporary Authority, STA）申請，包含就 SCS 範圍外的頻段提供授權，滾動式評估並視情形調整 SCS，未來有望於更多頻段與應用情境推動 SCS[933]。

此外，FCC 相當重視 SCS 的有害干擾（harmful interference）風險，強調 SCS 係以輔助為基礎（secondary basis）於美國運行，相關電臺不得對主要業務電臺造成有害干擾，亦不得要求保護其免受主要業務電臺之有害干擾，相關參與標準及申請流程將保護既有使用者，且 SCS 仍須遵循 ITU《無線電規則（Radio Regulations, RR）》[934]、相關條約或協議等的國際義務，SCS 執照持有者不應對其他國家符合 ITU RR 的運行造成有害干擾，並且需立即消除所有有害干擾。關於 SCS 對無線電天文學造成有害干擾風險之議題，FCC 表示將透過 Part 25 執照流程落實對無線電天文學的保護，並鼓勵 SCS 申請人提前與相關聯邦單位合作，包含分析潛在影響，俾利後續審查作業[935]。

---

[931] 同上註。

[932] 同上註。

[933] 同上註。

[934] ITU, n.d. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR

[935] FCC, 2024. Single Network Future: Supplemental Coverage from Space. https://www.fcc.gov/document/fcc-advances-supplemental-coverage-space-framework-0

二、加拿大

（一）應用頻段

加拿大創新、科學暨經濟發展部（Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED）於 2024 年 6 月 24 日針對衛星補充行動涵蓋（Supplemental Mobile Coverage by Satellite, SMCS）[936]的頻譜政策框架啟動徵詢[937]。ISED 研提 SMCS 適用頻段之政策考量臚列如下[938]：

- **區域與國際協調**：ISED 提供頻譜予衛星與商用行動服務應用時，除將國際頻譜應用納入考量，亦評估相關服務的設備生態系與技術標準之發展及可用性（availability）。
- **利益相關人之利益**：SMCS 乃建立於行動服務業者與衛星業者間的合作，爰 ISED 亦將利益相關人就 SMCS 開發的頻段納入考量。
- **對加拿大國民之益處**：ISED 評估不同頻段的整備（readiness），以盡快向加拿大國民提供 SMCS 服務。
- **最大限度降低潛在干擾風險**：ISED 強調，各服務間的共存（coexistence）乃為推動新興服務時的關鍵考量，爰將評估與同一頻段及相鄰頻段的潛在干擾風險。
- **技術趨勢與潛在限制**：ISED 於頻譜政策採取技術中立（technology neutral）之作法，以保留業者選擇適用技術的彈性，進而推動創新與加速佈署 SMCS，並監測技術趨勢，未來可能將納入更多 SMCS 適用頻段。

ISED 研提之 SMCS 頻段分配如下附表 16.3。

附表 16.3　加拿大 SMCS 頻段分配提案

頻段	頻率範圍：上行鏈路（行動發射）	頻率範圍：下行鏈路（基地臺發射）
600MHz	617-652MHz	663-698MHz
700MHz	698-756MHz	777-787MHz

[936] 加拿大對衛星補充行動涵蓋（Supplemental Mobile Coverage by Satellite, SMCS）之定義，係利用分配予彈性使用和（或）商用行動服務的頻段提供直連設備（Direct-to-device, D2D）服務，以支援透過衛星擴大涵蓋範圍。資料來源：Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite

[937] Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite

[938] 同上註。

800MHz	824-849MHz	869-894MHz
PCS	1850-1915MHz	1930-1995MHz
AWS-1	1710-1755MHz	2110-2155MHz
AWS-3	1755-1780MHz	2155-2180MHz

資料來源：Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite

加拿大 ISED 另就特定頻段是否納入 SMCS 頻段分配，概述政策考量如下附表 16.4。

附表 16.4　加拿大 SMCS 頻段分配評估

納入 SMCS 頻段分配	
頻段	**ISED 評估**
800MHz （824-849MHz、869-894MHz）	● ISED 規劃提升農村與偏遠地區接取未使用頻段，包含 800MHz 頻段與 PCS 頻段，旨在推動前述地域的寬頻服務與新興工商應用。 ● ISED 表示，將於確保前述政策措施受到保護的前提下推動 SMCS。
PCS （1850-1915MHz、1930-1995MHz）	
不納 SMCS 頻段分配	
頻段	**ISED 評估**
公共安全寬頻 700MHz （758-763MHz、788-793MHz、763-768MHz、793-798MHz）	● ISED 將針對 700MHz 公共安全寬頻頻段的執照框架進一步磋商，包含資格標準、執照申請條件等，爰建議暫不將 700MHz 頻段用於 SMCS，然未來或可納入徵詢範圍。

資料來源：Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite

（二）管理機制

加拿大現行衛星網路授權機制涵蓋太空電臺（space station）頻譜執照與地球電臺（earth station）頻譜執照兩大部分[939]。

就太空電臺頻譜執照部分，執照持有者可於加拿大範圍內以及適用《無線電通訊法（Telecommunications Act）》[940]的加拿大空域及水域內提供服務，若於加拿大以外提供服務，則須遵守相關國家的法規。

地球電臺頻譜執照則係授權一個或多個地球電臺使用頻段，執照持有者可於加拿大範圍內以及適用《無線電通訊法》的加拿大空域及水域。地球電臺頻譜執照授權機制又分為按電臺核准（site-approved）與通用執照（generic）：

- **按電臺核准**：各地球電臺的位置均須得到 ISED 核准。
- **通用執照**：要適用於符合條件之使用者終端與行動地球電臺，僅有特定例外具通知 ISED 地球電臺的位置之義務。

此外，加拿大亦有外國衛星核准（Foreign Satellite Approvals, FSA），授權予於其他國家持有執照的衛星業者在加拿大範圍內以及《無線電通訊法》適用的加拿大空域與水域內提供服務[941]。

（三）未來規管方向

ISED 於 2024 年 6 月 24 日針對 SMCS 政策框架徵詢利益相關人的意見，該徵詢將於該年 10 月 25 日截止，徵詢主要面向包含 SMCS 頻段分配，以及於加拿大頻率分配表（Canadian Table of Frequency Allocations, CTFA）新增註腳方式推動 SMCS。ISED 認為，鑒於地面服務佈署未來的成長空間，即使未來分配頻段予 SMCS，相關頻段仍須以商用行動服務為主，SMCS 之應用將遵循輔助（secondary）、無干擾（no-interference）及無保護（no-protection）之原則[942]。

---

[939] Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite; Government of Canada, n,d. Satellite services. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/licences-and-certificates/satellite-services

[940] Government of Canada, 2023. Telecommunications Act. https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/T-3.4.pdf

[941] Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite; Government of Canada, n,d. Satellite services. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/licences-and-certificates/satellite-services

[942] Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-

ISED 認為 SMCS 屬新興技術、尚處於發展階段，建議遵循既有 MSS 執照框架，就衛星與地球電臺兩大面向，建立個別的 SMCS 授權機制，欲提供 SMCS 服務者須取得衛星執照與通用地球電臺頻譜執照；本研究彙整如下附表 16.5。

附表 16.5　加拿大 SMCS 執照框架提案

執照	適用對象	資格條件
SMCS 衛星執照	ISED 建議授權太空電臺頻譜執照予規劃於加拿大及/或國際提供服務的加拿大衛星業者，或授權外國衛星核准與取得外國執照、規劃於加拿大提供服務的外國衛星業者。	● SMCS 屬補充（supplemental）性質，SMCS 佈署與共存有賴加拿大行動業者推動，爰 ISED 建議要求規劃於加拿大提供服務的行動業者與衛星業者簽訂 SMCS 協議（SMCS Agreement）；其中，若屬規劃於加拿大提供服務的外國衛星業者，則需先簽訂 SMCS 協議方能提交外國衛星批准申請。 ● 若屬規劃於國際提供服務的加拿大衛星業者，不需簽訂 SMCS 協議，僅需遵循相關國家的法規。
SMCS 通用地球電臺頻譜執照	ISED 建議提供通用 SMCS 地球電臺頻譜執照予規劃提供 SMCS 服務、符合資格之彈性使用（flexible use）執照持有者，包含次級執照（subordinated licence）持有者。	● 申請者須為屬於彈性使用執照持有者、遵守相關規範情形良好的行動服務業者。 ● ISED 建議要求行動服務業者與衛星業者簽訂 SMCS 協議，並於提交 SMCS 地球電臺頻譜執照申請前，提交該協議的特定條款（註）予 ISED 審查。 ● 若行動服務業者規劃與不同衛星業者合作，則需與各衛星業者簽訂單獨的 SMCS 協議，並另外提交 SMCS 地球電臺頻譜執照的申請。

註：根據加拿大 SMCS 執照框架提案，SMCS 協議應包含下列條款：相關彈性使用頻譜執照的完整識別（full identification）；將提供 SMCS 服務的特定頻段區塊及區域（須為行動服務業者持有頻段的一部分）；涉及干擾管理、協調、遵循技術規範、促進遵守 SMCS 地球電臺執照條件所需的措施與/或涉及頻譜管理相關規範。

資料來源：Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite

根據 ISED 的初步提案，為持續符合 SMCS 執照之資格條件，申

telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite

請者須維護具有效力的 SMCS 協議、SMCS 太空電臺執照或 SMCS 外國衛星核准，以及 SMCS 地球電臺執照[943]。其中，倘 SMCS 終止、取消或更改，則 SMCS 執照持有者須通知 ISED；若 SMCS 協議終止或取消，則所有相關的 SMCS 執照立即撤銷。此外，為促進市場競爭並推動 SMCS 佈署，ISED 建議禁止行動服務業者與衛星業者簽訂排他性協議（exclusive agreement）[944]。

ISED 本次徵詢研提之 SMCS 框架提案預計在 ISED 公布徵詢決議後，於 2025 年 4 月 1 日生效。值得注意的是，基於 SMCS 測試、試點或早期佈署為加拿大國民與緊急通訊服務帶來的潛在益處，ISED 規劃在 SMCS 框架生效前，以個案形式、並遵循本次徵詢提案概述之資格條件，考慮提供 SMC 暫時授權（interim authorization）；ISED 後續公布徵詢決議後，將根據該決議更改或取代暫時授權[945]。

展望未來，ISED 除將監測 WRC-27 議程項目 1.13 等國際動向並酌情調整相關頻譜政策，亦不排除未來開放額外頻段予 SMCS 之可能性。ISED 指出，分時雙工（Time Division Duplex, TDD）技術所需保護時間（guard period）較長、干擾管理複雜性高、頻譜效率低等特性，雖常見於地面行動通訊服務，但鮮少應用於衛星通信，爰初步研提之 SMCS 頻段優先考量支援分頻多工（Frequency Division Duplexing, FDD）技術規劃的頻段，未來將視技術發展，藉公眾意見徵詢評估是否透過支援 TDD 技術的頻段提供 SMCS 商用行動服務[946]。研究團隊以為，ISED 未來評估開放額外頻段予 SMCS 時，仍會基於前文所述之政策考量，包含區域與國際協調、潛在干擾風險等。

ISED 關注多項議題，本研究彙整議題與說明重點如下附表 16.6。

附表 16.6　加拿大 ISED 關注議題

議題	重點說明
商用行動使用者終端技術性要求	● 本次徵詢提案的 SMCS 框架將利用既有的使用者終端，消費者毋需投資新裝置、亦毋需重新進行認證，以利於無服務或服務不足的地區快速提供行動無線連線。 ● 就 SMCS 地球電臺執照的使用者終端，ISED 建議維持既有地面服務技術要求，後續將根據 SMCS 實施情形與利益相關人評估修改技術要求之必要性。 ● SMCS 使用者終端除遵循技術要求外，亦須確保不對任何服務產生干擾。若發生干擾，將以行動服務業者為主、衛星業者為輔，管理共存與防止干擾，爰行動服務業者應確保其與衛星業者簽訂之協議條款足以推動所需之相關措施。

[943] 同上註。
[944] 同上註。
[945] 同上註。
[946] 同上註。

議題	重點說明
SMCS 太空電臺技術性要求	● 由於 SMCS 將補充商用行動服務並擴大其既有涵蓋範圍，ISED 建議將適用於各頻段的地面基地臺技術要求應用於 SMCS 太空電臺，以利地面服務業者於各自持有執照之頻譜區塊與區域內獲得相同的保護，衛星業者則須採取措施以確保遵循既有技術要求。 ● ISED 就既有技術要求之妥適性（是否足以推動 SMCS 並促進與地面服務共存）、既有共存措施的潛在挑戰以及另外制定技術性要求之必要性（是否需要針對 SMCS 太空電臺制定具體技術性要求）徵詢意見。
同一頻段不同 SMCS 太空電臺之共存	● 由於 SMCS 在 WRC-27 前尚無國際框架，因此 ISED 呼籲 SMCS 衛星業者提前進行協調並解決潛在干擾。
與無線電天文學服務之共存	● 無線電天文學服務主要應用 608-614MHz 之頻率範圍，與本次徵詢提案的 600MHz 頻段相鄰，且本次徵詢提案的 700MHz 與 800MHz 頻段產生之諧波（harmonics）恐影響無線電天文學服務。 ● ISED 建議要求 SMCS 衛星業者遵循 ITU-R RA.769-2 建議書[947]與 ITU-R RA.1513-2 建議書[948]規範之無線電天文學保護標準，並實施 ITU-R M.1583-1 建議書[949]研提之措施。
跨境共存與國際義務	● 基於既有跨國協議尚未明確提及 SCMS 應用商用行動服務頻段，且 SMCS 旨在補充既有地面商用行動網路，在建立 SMCS 相關跨境協議前，ISED 認為就鄰近加拿大邊境的 SMCS 服務，應暫時應用地面商用行動業務跨境共存的既有技術要求。此外，SMCS 地球電臺執照持有者仍須負責緩解對其他領土之無線電通信服務的有害干擾。

資料來源：Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite

[947] ITU, 2003. Recommendation ITU-R RA.769-2. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/ra/R-REC-RA.769-2-200305-I!!PDF-E.pdf

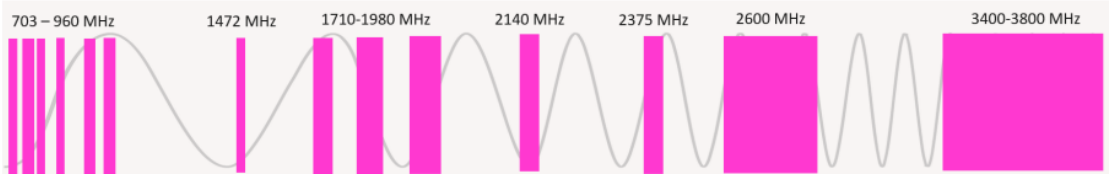
[948] ITU, 2015. Recommendation ITU-R RA.1513-2. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/ra/R-REC-RA.1513-2-201503-I!!PDF-E.pdf

[949] ITU, 2007. Recommendation ITU-R M.1583-1. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.1583-1-200710-I!!PDF-E.pdf

三、英國

（一）應用頻段

英國行動網路業者所使用之 3GHz 以下已授權頻段如下圖 3.1 所示；電信業者持有之向消費者提供通訊服務的執照，授權範圍不包含自太空進行傳輸，且對智慧型手機之執照豁免尚不適用於與衛星的直接通訊，智慧型手機須符合《2016 年介面要求（Interface Requirements 2016）》[950]規範並連接至已授權的網路，方能於沒有取得執照的情形下，使用電信業者已取得執照的頻段（上行鏈路）[951]。



資料來源：Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

附圖 16.1　英國行動網路業者所使用之 3GHz 以下已授權頻段

（二）管理機制

英國現行衛星網路授權機制涵蓋太空組件（space component）與地上組件（ground component）兩大部分。

就太空組件部分，除 Ofcom 對 Viasat 與 EchoStar 的 2GHz MSS 頻段授權外[952]，Ofcom 並未就衛星於太空進行無線電傳輸核發執照，相關規範的法源依據為 ITU《無線電規則（Radio Regulations, RR）》[953]；衛星通信業者於太空中使用頻段，須根據 ITU RR 第 9 條與第 11 條，與使用相同頻段的其他衛星服務業者進行協調[954]。

---

[950] Ofcom, 2018. UK Interface Requirements 2016 2016.1 to 2016.9: Land mobile satellite systems. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/spectrum/interface-requirements/ir2016.pdf?v=335190

[951] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

[952] 英國通訊管理局（Office of Communication, Ofcom）根據歐盟 2009 年發布之第 2009/449/EC 號決定，對衛星通信服務業者 Inmarsat（現為 Viasat）與 Solaris（現為 EchoStar）提供 2GHz MSS 頻段授權。Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

[953] ITU, n.d. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR

[954] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device

地上組件部分則分為遙測、追踪和指令系統（Telemetry, Tracking and Command, TT&C）、閘道器衛星地球電臺（gateway earth station）、使用者終端及衛星固定服務（Fixed Satellite Services, FSS）終端，具體授權機制如下[955]：

- **TT&C、閘道器衛星地球電臺**：透過個別執照進行授權。
- **使用者終端**：透過衛星地球電臺網路（Earth Station Network, ESN）執照進行授權，或取得執照豁免。若設備之安裝或使用，較無造成不當干擾（undue interference）、降低頻譜效率或阻礙有效頻譜共享發展之疑慮，則通常可取得執照豁免。
- **FSS 終端**：通常透過 ESN 執照進行授權，然根據英國《2016 年介面需求》，應用 MSS 頻段之終端可取得執照豁免。

（三）未來規管方向

英國通訊管理局（Office of Communication, Ofcom）於 2024 年 7 月就 MSS 服務與直連設備（direct-to-device, D2D）[956]服務應用頻段之供需徵詢利益相關人的意見，旨在評估未來是否針對前述頻段接取研提新的授權機制，包含應用 MSS 頻段或 IMT 頻段；與應用 IMT 頻段相關之面向包含：

- WRC-27 前英國對 D2D 服務之需求，並於 WRC-27 前進行授權為英國消費者與企業帶來的潛在服務與益處。
- 就衛星 D2D 服務，是否有任何應優先考慮的 IMT 頻段。
- 衛星 D2D 服務應用 IMT 頻段是否將為既有系統帶來更大的有害干擾（harmful interference）風險，以及是否應避免使用特定 IMT 頻段以降低相關風險。

徵詢文件指出，應將 MSS 服務與 D2D 服務的潛在需求及益處納入考量，同時透過頻譜效率及與其他服務共享頻譜，達到頻譜應用最佳化。Ofcom 強調，將依循法定職責與監管原則，就相關政策變更

---

and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

[955] 同上註。

[956] 英國對直連設備（D2D）服務之定義為透過衛星或空中平臺（airborne platform）向大眾市場智慧型手機提供語音、簡訊及/或數據服務。資料來源：Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

或新授權機制的建議，進行諮詢流程（包括影響評估）。此外，Ofcom 關注干擾風險與 ITU 相關頻段分配規劃兩大議題。本研究彙整議題與說明重點如下附表 16.7。

附表 16.7　Ofcom 關注議題

議題	重點說明
干擾風險	● 為避免衛星使用 IMT 頻段與既有執照持有者 MNO 的地面基礎設施之間干擾的風險，衛星服務業者須與持有 IMT 頻段的 MNO 進行協調。 ● 另為避免對其他相同頻段、鄰近頻段及跨境頻譜使用產生有害干擾，或需建立禁區（exclusion zone）以保護該頻段的非 MNO 既有使用者。
ITU 相關頻段分配規劃	● ITU RR 尚未將地面行動網路使用的 3GHz 以下 IMT 頻段分配予 MSS，然其將於 2027 年舉行的 WRC-27 議程項目 1.13，探討衛星 D2D 服務與地面行動服務共存的新研究成果，並可能決定將 MSS 納入特定 IMT 頻段；ITU 現正研究可能分配予 MSS 的頻段範圍為 694/698MHz 至 2.6GHz 頻段。 ● 在 WRC-27 前，欲建立衛星 D2D 服務應用 IMT 頻段授權機制的主管機關，須以 ITU RR 第 4.4 條（註）為法源依據，遵循「無干擾（no interference）、無保護（no protection）」原則，以申請 ITU RR 尚未分配予衛星業務的頻段。

註：ITU RR 第 4.4 條載明，成員國主管機關核配予電臺之頻率，應符合該章節頻率分配表或該規則其他規範，除非使用該頻率時，不對遵循《組織法》、《公約》和該規則的電臺造成有害干擾，並不得對面臨之干擾提出保護要求。

資料來源：Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

Ofcom 於徵詢文件中指出，其現正評估於 WRC-27 前建立 D2D 服務授權機制的潛在選項，持續參與 ITU 與 D2D 服務相關的研究及交涉，並將根據 WRC-27 決策審查相關授權機制，然目前尚未見公開資料闡明 Ofcom 評估的潛在選項[957]。該徵詢業於 2024 年 9 月 13 日截止，Ofcom 預計將於同年第 4 季發布後續規劃。

四、澳大利亞

[957] Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space: Spectrum for Direct to Device and Mobile Satellite Services. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909

（一）應用頻段

本研究彙整澳大利亞現行 IMT 頻段分配如下附表 16.8；值得注意的是，Optus、Telstra 以及 TPG 預計於 2024 年 10 月 28 日關閉 3G 服務，並將相關頻段用於 4G 與 5G[958]。

附表 16.8　澳大利亞現行 IMT 頻段分配

頻譜性質	低頻段（1GHz 以下）	中頻段（1GHz-6Hz）	高頻段（6GHz 以上）
頻段範圍	700MHz 850MHz 900MHz	1.8GHz 2.1GHz 2.3GHz 2.6GHz 3.5GHz	26GHz
MNO 應用情形	Optus：3G、4G、5G Telstra：3G、4G、5G TPG：3G、4G、5G	Optus：3G、4G、5G Telstra：3G、4G、5G TPG：3G、4G、5G	Optus：5G Telstra：5G TPG：5G

資料來源：ACCC, 2023. Mobile Infrastructure Report 2023. https://www.accc.gov.au/system/files/Mobile%20Infrastructure%20Report%202023.pdf

（二）管理機制

澳大利亞 IMT 衛星直連手機服務[959]應用已分配予 IMT 之頻段，得在該智慧型手機符合所有法定要求的前提下提供服務，毋需取得 ACMA 額外的核准[960]。惟根據 ITU RR 第 4.4 條規定，由於 ITU 並無分配 IMT 頻段予衛星服務，IMT 衛星直連手機服務須遵循「無干擾、無保護」之原則，發生干擾時，須停止或改變運行[961]。

（三）未來規管方向

澳大利亞通訊及媒體管理局（Australian Communications and

---

[958] ACCC, 2023. Mobile Infrastructure Report 2023. https://www.accc.gov.au/system/files/Mobile%20Infrastructure%20Report%202023.pdf

[959] 澳大利亞對 IMT 衛星直連手機服務（IMT satellite direct-to-mobile service）之定義，係為智慧型手機直接與衛星系統通訊並應用分配予 IMT 等地面行動服務頻段之服務；且前述智慧型手機並無額外的衛星通信功能。資料來源：ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28 and 2023–24 work program. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-10/five-year_spectrum_outlook_2023-28.pdf

[960] 目前僅有外國衛星系統（ACMA 尚未向 ITU 提交申請的衛星系統）提供 IMT 衛星直連手機服務；由於「2015 年無線電通訊（太空物體通訊）類別執照（Radiocommunications（Communication with Space Object）Class Licence 2015）」頻段不包含 IMT 衛星直連手機服務的潛在頻段，根據「2014 年無線電通訊（外國太空物體）決定（Radiocommunications（Foreign Space Objects）Determination 2014）」，外國衛星系統不屬於外國太空物體，爰此類衛星系統不適用於《無線電通訊法》之授權機制。資料來源：ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28 and 2023–24 work program. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-10/five-year_spectrum_outlook_2023-28.pdf

[961] ITU, n.d. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR

Media Authority, ACMA）於《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望（Five-year spectrum outlook 2023–28）》[962]中表示，衛星直連手機尚處於起步階段，其已密切追蹤相關技術與政策發展，並相當關注衛星直連手機規管議題，包含干擾管理及地域授權等[963]。

ACMA 已於 2023 年 11 月就衛星直連手機規管議題啟動意見徵詢；並於 2024 年 2 月結束徵詢[964]。此次徵詢旨在評估現行規管框架之妥適性，面向包含現行頻譜管理框架管理新興衛星服務之妥適性，以及其他商業、規管或公眾利益之潛在考量[965]。ACMA 已於 2024 年 3 月公布意見徵詢結果[966]，然尚未發布回應文件。然自《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》推估，澳大利亞目前朝運用既有澳大利亞範圍頻譜執照授權機制規管 IMT 衛星直連手機服務[967]。

ACMA 於《2023 年至 2028 年 5 年頻譜展望》中表示，鑒於衛星服務的涵蓋範圍廣，IMT 衛星直連手機服務未來規管應基於澳大利亞範圍（Australia-wide）的頻譜執照（如 700MHz、850/900MHz、800MHz 及 2.5GHz 等頻段），涵蓋的最大地理區域可延伸至澳大利亞頻譜地圖網格（ASMG）的邊界。就 ASMG 範圍外的區域，即使公共電信服務（Public telecommunications service, PTS）設備執照（apparatus licence）適用於地面無線寬頻服務之授權，惟 PTS 設備執照並未授權 IMT 衛星直連手機服務。對此，ACMA 表示，希望頻譜執照持有者能自行調查地域性授權的範圍及相關影響[968]。

此外，ACMA 亦指出，澳大利亞頻譜執照與 ITU RR 的干擾管理框架並未將太空發射（如太空的基地臺）納入考量，爰敦促 IMT 衛星直連手機服務潛在業者盡快與無線電天文學界（radio astronomy）等有共存考量的頻譜使用者交流，並呼籲頻譜執照持有者進行盡職調查（due diligence），妥善管理與其他頻譜用途及使用者共存[969]。

---

962 ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28 and 2023–24 work program. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-10/five-year_spectrum_outlook_2023-28.pdf

963 同上註。

964 ACMA, 2023. Satellite direct-to-mobile services: regulatory issues. https://www.acma.gov.au/consultations/2023-11/satellite-direct-mobile-services-regulatory-issues

965 同上註。

966 同上註。

967 ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28 and 2023–24 work program. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-10/five-year_spectrum_outlook_2023-28.pdf

968 同上註。

969 同上註。

附錄十七　衛星間鏈路趨勢分析

一、衛星間鏈路

（一）前言

一般衛星通訊系統，衛星須與地面電臺連接後方可提供服務，然一個衛星系統會有數百顆至數千顆衛星，以致需要建置很多地面電臺，爰此近年來興起的衛星間鏈路（Inter-Satellite Link, ISL）技術，可讓衛星與衛星之間相互連接，實現更直接、更快速的通訊形式，最後連接至郊區的地面電臺，提供衛星通訊服務。

衛星業者 SpaceX 的 Direct to Cell、Amazon 的 Project Kuiper 低軌衛星計畫、Telesat 的 Telesat Lightspeed 等目前正積極推動 ISL 的發展。

（二）使用頻率

WRC-23 議程 1.17 旨在討論衛星間鏈路對 11.7-12.7GHz、18.1-18.6 GHz、18.8-20.2 GHz 和 27.5-30 GHz 頻段，與相鄰頻段的現有業務的衛星到衛星傳輸進行共用和相容性研究，最終確定將 Ka 頻段頻率分配予衛星間鏈路，用於太空研究、太空操作及地球觀測，其中包括將頻率擴展至 29.5-30GHz，以確保對地面業務的保護[970]。

各國主管機關及業者應有共識，於無不當限制的情況下將固定衛星服務（Fixed-Satellite Service, FSS）頻譜用於 ISL，同時須保護其他可能受影響的 GSO、NGSO、地面及地球觀測等服務不受影響。ITU 將以 1.17 議程項目為基礎，於 WRC-27 議程項目中討論其他現有衛星頻段如 MSS、C 頻段和其他 FSS 頻段用於衛星中繼服務。

針對議程 1.17 議項，各國於 WRC-23 會前意見彙整如下附表 17.1。

附表 17.1　WRC-23 議程 1.17 會前意見彙整

議項	內容
1.17	**在 ITU-R 根據第 773 號決議（WRC-19）展開的研究基礎上，酌情增加衛星與衛星間通信用途（inter-satellite service）分配，以於特定頻段或其部分頻段內提供衛星間鏈路服務，確定並執行適當規範行動。**
國家	**意見內容**
美國	美國支持根據第 773 號決議（WRC-19）提出的研究，包括評估頻譜需求、技術和營運特性的發展，進行共用和相容性研究，以確保在這些頻段及相鄰頻段保護主要分配的通信用途，包括無需引入額外的法規或技術約束的無源通信用途。美國

[970] ITU, 2024. Final Acts. https://www.itu.int/hub/publication/r-act-wrc-16-2024/

議項	內容
1.17	**在 ITU-R 根據第 773 號決議（WRC-19）展開的研究基礎上，酌情增加衛星與衛星間通信用途（inter-satellite service）分配，以於特定頻段或其部分頻段內提供衛星間鏈路服務，確定並執行適當規範行動。**
國家	**意見內容**
	也認為，在考慮本議項時，有關空對空操作的研究應該限於在當前分配給衛星固定通信用途的相應頻段中進行的傳輸方向。基於這些研究的結果，美國支持在 WRC-23 上考慮針對第 773 號決議（WRC-19）在 11.7-12.7 GHz、18.1-18.6 GHz、18.8-20.2 GHz 和 27.5-30 GHz 的頻段或其中的特定部分制定適當的技術和法規規定。
日本	日本不支持在第三區域分配 11.7-12.2GHz 頻段的衛星間鏈路（支持不改變 ITU RR）。此外，日本支持限制應用於第二區域衛星間鏈路分配的 pfd 值在 11.7-12.2GHz 頻段，在第三區域的地球表面處 147dB(W/(m2 · 27MHz))。此外，日本支持 ITU-R 關於共享和相容性的研究，並為 11.7-12.7GHz、18.1-18.6GHz、18.8-20.2GHz 衛星間鏈路操作的使用制定技術條件和監管規定決議。（WRC-19），27.5-30 GHz 頻段的使用應確保保護在該頻段和相鄰頻段分配的主要通信用途。日本也認為，根據 WRC-23 議程第 1.17 項制定的技術條件和監管規定應確保不會對 27.5-29.5GHz 頻段內運作的陸地通信用途造成不可接受的干擾。
南韓	由於南韓支持 18.1-18.6GHz、18.8-20.2GHz 和 27.5-30GHz 頻段或其部分 FSS 劃分內的衛星間鏈路的技術條件和監管規定，並附加「空對地」指標「太空」僅限於在目前 FSS 分配中為「涵蓋範圍內」操作概念提供的相同傳輸方向上操作的鏈路，可以支持與 CPM 報告草案中的 B1 相關的方法 B5。南韓也認為，27.5-29.1GHz 和 29.1-29.5GHz 頻段內的發射非 GSO FSS 太空電臺不得對 27.5-29.5GHz 頻段內運作的陸地通信用途造成不可接受的干擾。因此，南韓支持 CPM 報告草案中規定的關於 27.5-29.5GHz 頻段最大功率通量密度 (pfd)限制的選項 2。
中國大陸、香港	中國大陸支持制定一個法規框架，以允許衛星之間的鏈路在 11.7-12.7 GHz、18.1-18.6 GHz、18.8-20.2GHz 和 27.5-30GHz 頻段內進行操作，或其中的部分，同時確保保護在相同頻段和相鄰頻段內的現有主要通信用途。中國大陸認為，衛星之間的鏈路傳輸應符合現有 FSS 分配中的方向性指標（地對空=從用戶太空電臺到通信用途提供者太空電臺，空對地=從通信用途提供者太空電臺到用戶太空電臺）。中國大陸關注「擴大錐體」概念的使用以及實際和/或潛在的困難/問題，包括使用該概念可能對其他 FSS 使用造成不可接受的干擾。據此，中國大陸支持 CPM 案文草案議項 1.17 的方法 B1。

資料來源：本研究彙整。

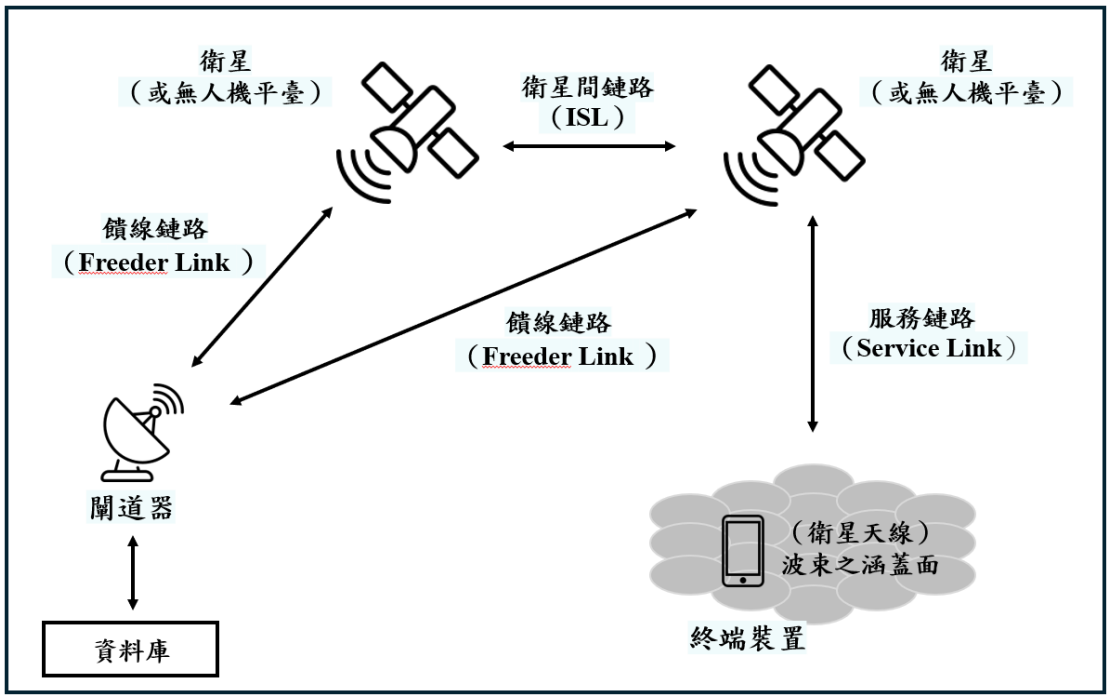
（三）技術發展

ITU 定義 ISL 為衛星與衛星之間直接相互通訊的技術，利用光學連接不同軌道上的低軌衛星，形成網狀網路（mesh network）為地球提供網路涵蓋，無須透過地面電臺路由訊號。

ISL 可直接減少資料傳送所需時間和能量，藉此提高資料傳輸效率。除減少延遲之外，ISL 亦能提高衛星網路的冗餘性和彈性，若地面電臺發生故障或停機，衛星可以使用 ISL 透過其他衛星重新路由資料以到達目的地，使整體通訊網路更加穩健和容錯[971]。

[971] ITU, 2023. Regulation of NGSO Satellite Constellations. https://digitalregulation.org/regulation-of-ngso-satellite-constellations/

在低軌衛星產業急速發展之際，ISL 可協助低軌衛星對於地面閘道器的依賴，改以光學建立衛星與衛星之間的通訊，搭建衛星間訊息傳遞的鏈路，減少衛星與地面閘道器的鏈路數量；附圖 17.1 為 ISL 的運作架構。



資料來源：本研究改繪自 5G Americas, 2022. 5G And Non-Terrestrial Networks. https://www.5gamericas.org/5g-and-non-terrestrial-networks/

附圖 17.1　ISL 的運作架構

（四）服務發展與趨勢

SpaceX、Amazon、Telesat 的 Direct to Cell、Amazon 的 Project Kuiper 低軌衛星計畫、Telesat 的 Telesat Lightspeed 等，以下說明主要業者 SpaceX、AST SpaceMobile 及 Lynk 等主要衛星業者的服務發展。

1. SpaceX

SpaceX 採用衛星間鏈路、使用可持續電力推動機動和主動離軌等技術，有助擔提倡太空永續發展及安全性[972]，然近年最經典的應用係於烏俄戰爭期間，為烏克蘭提供 Starlink 通訊服務，惟烏克蘭沒有低軌衛星地面電臺或閘道器。Starlink 利用具備 ISL 功能的低軌衛星，將訊號轉至波蘭或是更遠的地面電臺閘道器，為烏克蘭提供網路連接[973]。

在商業通訊服務方面，Starlink 於 2023 年使用衛星間鏈路技術，

[972] SpaceX, 2022. SPACEX'S APPROACH TO SPACE SUSTAINABILITY AND SAFETY. https://www.spacex.com/updates/#sustainability

[973] NCC， 2024。強化緊急應變　鼓勵研發創新-衛星網路技術發展與應用實務。https://nccnews.com.tw/202403/ch2.html

測試「全球漫遊（Global Roaming）」網路服務，除基本方案 599 美元（約新臺幣 18,216 元）外，每月須額外支付 200 美元（約新臺幣 6,082 元），用戶可隨時暫停全球漫遊服務；如今該服務已正式投入服務[974]。

2. Amazon

美國 Amazon 的 Project Kuiper 低軌衛星計畫於 2023 年 10 月 6 日發射兩顆衛星[975]，後續於 2023 年 11 月利用光學衛星間鏈路之太空雷射技術建立頻寬達 100Gbps 的衛星間網狀網路，成功在相距 1,000 公里的兩顆衛星之間進行連線。[976]。

Project Kuiper 的衛星外配備多個光學終端器，以便一次連接多顆衛星，建立高速雷射交叉鏈路，從而在太空中形成安全及有彈性的網狀網路，提高衛星的吞吐量及減少延遲。

3. Telesat

加拿大衛星業者 Telesat 於 2023 年啟動 Telesat Lightspeed 低軌衛星網路計畫，規劃採用光學衛星間鏈路、混成軌域、太空資料處理及相位陣列天線等技術提供衛星通訊[977]。

Telesat Lightspeed 的衛星間鏈路技術，係透過每顆衛星上所配備 4 個光學衛星間鏈路終端，在太空中創建網狀網路以提供多個資料路徑（data path）路由，藉此將太空中不同軌道位置的衛星相互連接，以實現低延遲互連、高韌性和安全性，並減少地面基礎設施的投資[978]。

加拿大創新、科學及經濟發展部（Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED）也於 2024 年 4 月加入投資 Telesat Lightspeed 的低軌衛星通訊計[979]。

（五）小結

一般通訊衛星須與地面電臺直連接方可提供通訊服務，如今低軌衛星的數量日漸增加且軌道位置下降，以致地面電臺需求量逐漸上升。而衛星間鏈路的技術係採用光學技術，讓訊息從一顆衛星傳送至

[974] SpaceX, n.d. ROAM WITH STARLINK. https://www.starlink.com/roam
[975] Amazon, 2023. The latest updates from Project Kuiper's satellite test mission. https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/amazon-project-kuiper-latest-updates
[976] Amazon, 2023. Amazon's Project Kuiper completes successful tests of optical mesh network in low Earth orbit. https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/amazon-project-kuiper-oisl-space-laser-december-2023-update
[977] Telesat, 2023. Telesat Lightspeed™. https://www.telesat.com/leo-satellites/
[978] Telesat, 2023. Why the Telesat Lightspeed network is so efficient. https://www.telesat.com/blog/why-the-telesat-lightspeed-network-is-so-efficient/
[979] Telesat, 2024. Telesat and Government of Canada Agree to Terms on C$2.14 Billion Loan in Support of Telesat Lightspeed. https://www.telesat.com/press/press-releases/telesat-and-government-of-canada-agree-to-terms-on-c2-14-billion-loan-in-support-of-telesat-lightspeed/

另一顆衛星，直至衛星連接至地面電臺，包括偏遠的海岸或郊區的地面電臺，有助解決地面電臺供不應求的問題，同時減少建置地面電臺的成本。

以 SpaceX 為例，於烏俄戰爭期間為烏克蘭提供 Starlink 通訊服務，惟烏克蘭沒有可接收訊號的低軌衛星地面電臺或闡道器，於是 Starlink 利用 ISL 技術，轉至鄰國的地面電臺闡道器，將通訊網路連接至烏克蘭。然而同樣要關注的是，跨國或跨區域的低軌衛星與地面電臺連接所產生的網路安全問題，包括語音竊聽、數據操縱等。

綜上所述，ISL 技術有利有弊，未來發展成下世代衛星通訊技術且逐漸普及，其國際或國家監理規則及作業要點應慎重以待。

附錄十八　主要國家 HAPS、HIBS 技術發展和服務發展與趨勢

一、技術發展

（一）美國

美國 HAPS 材料科學公司 Sceye 期望以 HAPS 技術進行氣候變化監測、自然資源管理、森林火災監測等[980]。Sceye 於 2021 年 5 月 21 日與美國 Sacred Wind、SBi 等地區性電信業者和大學合作，成功使 HAPS 於 64,600 英呎高空飛行，且提供飛行距離記錄為 140 公里，涵蓋範圍達 27,000 平方英里的區域[981]。Sceye 在 2021 年 10 月 30 日的飛行實驗中，成功將 HAPS 連接至地面通信設備中[982]。此外。Sceye 致力於 HAPS 於環境保護之應用，在 2021 年 8 月 13 日與美國國家環境保護局（U.S. Environmental Protection Agency, EPA）、新墨西哥州環境保護署（New Mexico Environment Department, NMED）以及新墨西哥州經濟發展署（Economic Development Department, EDD）簽署合作瞭解備忘錄（Memorandum of understanding, MOU）及為期 5 年的聯合研究（2022 年起），於新墨西哥州上空 65,000 英呎處設立 HAPS，以協助政府追蹤空氣污染來源（甲烷排放）[983] [984]。

（二）日本

Softbank 於 2021 年 9 月 30 日宣布從 Alphabet 旗下的 Loon 收購約 200 項 HAPS 專利，其中包括正在申請的專利。Softbank 及其子公司 HAPSMobile 共同擁有約 500 項 HAPS 相關專利，進一步確立其作為 HAPS 產業智慧財產權領導者的地位[985]。

---

[980] Business wire, 2021. Sceye Reaches Stratosphere; Flies at 64,000 Ft. Sets Long Range Record in Data Connection. https://www.businesswire.com/news/home/20210521005050/en/Sceye-Reaches-Stratosphere-Flies-at-64000-Ft

[981] Business wire, 2021. Sceye Reaches Stratosphere; Flies at 64,000 Ft. Sets Long Range Record in Data Connection. https://www.businesswire.com/news/home/20210521005050/en/Sceye-Reaches-Stratosphere-Flies-at-64000-Ft

[982] SCEYE, 2021. SCEYE DEMONSTRATES BROADBAND FROM STRATOSPHERE. https://www.sceye.com/sceye-press-releases/sceye-demonstrates-broadband-from-stratosphere/

[983] EPA, 2021. EPA, New Mexico collaborate with Sceye on air quality monitoring initiative. https://www.epa.gov/newsreleases/epa-new-mexico-collaborate-sceye-air-quality-monitoring-initiative

[984] SCEYE, 2021. SCEYE DEMONSTRATES BROADBAND FROM STRATOSPHERE. https://www.sceye.com/sceye-press-releases/sceye-demonstrates-broadband-from-stratosphere/

[985] Softbank, 2021. SoftBank Corp. Acquires High Altitude Platform Station (HAPS) Patents from Loon https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2021/20210930_03/

Softbank 與日本電機公司尼得科（Nidec Corporation）於 2023 年 6 月 27 日發布共同研發出可滿足太陽能 HAPS 的輕量、高效率、高可靠性的軸向磁通馬達[986]，實現在平流層低壓環境下穩定飛行所需的高效散熱性，亦符合 Softbank 為 HAPS 開發的無人機系統「Sunglider」所要求的規格。另外，還採用特殊的電機組裝方法實現輕量化轉矩密度為 12.5N・m/kg[987、988]。

Softbank 於 2023 年 9 月宣布已在北海道航太港成功使用 Softbank 開發的 5G 圓柱形天線，進行 HAPS 平流層無線通訊系統的現場試驗。此次試驗成功驗證涵蓋區域最佳化技術，可最大限度地提高 HAPS 涵蓋整個通訊區域的通訊容量。

此外，無人機系統「Sunglider」可以涵蓋最大直徑達 200 公里的廣大區域，透過數位波束成形技術使用波束成形和控制方位，Softbank 正在開發區域優化技術，該技術根據包括地面用戶分佈在內的資訊將波束集中在人口密度和交通量高的區域。未來，將利用本次現場試驗所獲得的知識和數據，實現 HAPS 的實際應用並增強其通訊網路[989]。

（三）德國

Telekom 於 2020 年 10 月 19 日宣布與英國平流層平臺公司（Stratospheric Platforms Limited, SPL）建立合作夥伴關係[990]，成功進行全球首次 LTE/4G 語音和數據連接平臺測試，在平流層飛行並整合到商業行動網路中。該測試在德國巴伐利亞州使用飛機系統在約 14 公里的高空進行，測試期間，係使用智慧型手機透過飛機上的天線連接到 Telekom 的地面行動網路。測試結果顯示，在 10MHz 頻寬和 2.1GHz 範圍內，下載速度為 70Mbps，上傳速度為 20Mbps，飛機藉由使用特殊天線提供無線電通信涵蓋直徑可達 100 公里，以補充地面的行動通信網路。

SPL 於 2022 年 2 月 5 日在沙烏地阿拉伯西海岸進行世界上首次使用飛機擴展 5G 服務的 HAPS 試驗，試驗使用德國飛機公司 Grob

[986] 永磁同步馬達（Permanent Magnet Synchronous Motor, PMSM）可依主磁場方向分為徑向及軸向磁通兩種架構，其中軸向磁通永磁同步馬達為扁平薄型化電動機，有別於徑向磁通馬達輸出力矩與疊積長度成正相關的特性，軸向磁通力矩與外徑相關，因此通常會有較大的外徑、較短的軸向厚度，這種扁平化的外型使其適合應用在軸向空間受限之場合。

[987] 轉矩密度是指單位體積上電機軸上輸出的額定轉矩。

[988] Nidec，2023。軟銀與尼得科共同研發面向 HAPS 的輕量、高效率、高可靠性的電機。https://www.nidec.com/cn/product/news/2023/news0627-01/

[989] SoftBank, 2023. SoftBank Corp. Successfully Tests Coverage Area Optimization Technology that Realizes Communication Capacity Maximization for HAPS. https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2023/20231220_01/

[990] Telekom, 2020. Cellular communications service from the stratosphere Cellular communications service from the stratosphere. https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/cellular-communications-service-from-the-stratosphere-609932

Aircraft 製造的長航時飛機，涵蓋 450 平方公里的地理區域。可見 5G HAPS 技術已經得到驗證，未來目標將朝向商業開發前進[991]。

（四）我國

我國工業技術研究院（簡稱工研院）於 112 年 12 月資通訊科技日（2023 TechDay）展示 HAPS 技術，包括飛船系統的高空通訊平臺應用技術成果，以飛船載具解決方案說明飛船具有滯空時間較長、空運能力較佳以及成本較低等優勢[992]。

近年來，為精準控制酬載[993]指向以維持較長時間的穩定連線，對準追蹤控制技術（Pointing-Acquisition-Tracking, PAT）成為高空飛船透過無線光通訊傳輸的關鍵技術。

工研院在會場中展示光通訊傳輸效能之突破，透過在飛船滯空飛行操作時，實際使用 Sony 4K 相機進行即時影像拍攝，飛船透過影像擷取器，取得相機提供出的 RAW 影像[994]，並透過擷取盒將影像擷取入酬載電腦中，而酬載電腦則將該影像透過高效率影像編碼（High Efficiency Video Coding,HEVC）方式壓縮，並透過光通訊高速無線網路串流數據傳輸至 4K 電視進行影像即時監測，資料傳輸最高達 100Mbps，且讓延遲可以維持在一秒以內。為確保飛船在戰時及救災需求下可以快速佈署臨時通訊連結，協助人員傳輸重要資訊，進行緊急調度與監控任務。

同時，工研院展示高空偵察飛船的應用情境及其系統架構，飛船系統包括飛船操作系統、數據傳輸鏈路和影像偵蒐系統三個部分。飛船操作系統能自動控制飛船的飛行和停留在特定軌道上；數據傳輸鏈路採用高速光通訊設備，用於即時傳輸影像和偵察訊息；影像偵察酬載包括各種感測器和照相機等設備，能監測環境條件並拍攝高解析度的地面照片。

---

[991] Unmannedairspace, 2022. Stratospheric Platforms “successfully trials 5G network coverage from HAPS vehicle”. https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/stratospheric-platforms-successfully-trials-5g-network-coverage-from-haps-vehicle/

[992] Ictjournal，2023。韌性網路的通訊技術。https://ictjournal.itri.org.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0M236556470056558161&sid=0N3486322039540855532

[993] 酬載通常在飛機上是指可消耗、可運送或可做為達成某些專門任務目的之負荷。

[994] RAW 是一種影像檔案格式的名稱。

二、服務發展與趨勢

（一）美國

2020 年 Google 子公司 Loon 美國測試利用氣球的 4G 網路服務為 35,000 客戶供服務，初步涵蓋面積約 50,000 平方公里，為肯亞偏遠地區提供網路接取，促進 HAPS 用於科學研究、特殊通訊需求和大氣監測。

國際 NTN 服務業者 Skylo 於 2024 年 1 月 30 日宣布正式在美國和加拿大推出其衛星網路服務。Skylo 的 NTN 解決方案係基於 3GPP Release-17 標準，利用其自有的 RAN，為用戶提供手機和物聯網蜂巢式設備直連衛星服務，並利用電信業者現有的衛星和頻譜，為數十億設備提供服務[995]。

美國衛星業者 Iridium 於 2024 年 1 月 10 日宣布推出星塵計畫（Project Stardust），該計畫旨在直接促進設備對設備（device to device, D2D）通信策略，並基於 3GPP 5G 標準開發窄頻物聯網（Narrowband Internet of Things, NB-IoT）非地面網路（NB-NTN）服務，Iridium 預計將於 2025 年開始測試，並於 2026 年提供服務[996]。

美國衛星通訊業者 Omnispace 與非洲最大行動網路業者 MTN 於 2024 年 3 月 12 日宣布合作，開發和佈署衛星物聯網和 5G NTN 服務，此次合作將探索 S 頻段用於衛星服務，並計劃將 MTN 的地面行動網路與 Omnispace 的 NTN 網路整合，為消費者行動和企業物聯網服務[997]。

（二）日本

日本樂天行動、KDDI、NTT Docomo 及 Softbank 等電信業者推動衛星直連電話技術發展，目標於 2026 年之前實現衛星直連智慧型手機服務，無須使用專用接收器，以及在 2025 年推出 HAPS 行動通信服務，以擴大涵蓋範圍且可在發生自然災害時使用[998]。

太空服務應用監理框架仍未完善，國際組織會議將討論相關服務的頻段應用，日本總務省也將考量其技術要求[999]。

---

[995] Skylo, 2024. Skylo Launches its Direct-to-Device Service in the US & Canada. https://www.skylo.tech/newsroom/skylo-launches-its-direct-to-device-service-in-the-us-canada

[996] Iridium, 2024. Iridium Unveils Project Stardust; Developing the Only Truly Global, Standards-Based IoT and Direct-to-Device Service. https://investor.iridium.com/2024-01-10-Iridium-Unveils-Project-Stardust-Developing-the-Only-Truly-Global,-Standards-Based-IoT-and-Direct-to-Device-Service

[997] Omnispace, 2024. Omnispace and MTN Announce a Collaboration to Develop and Deploy Satellite IoT and 5G NTN Services. https://omnispace.com/omnispace-and-mtn-announce-a-collaboration-to-develop-and-deploy-satellite-iot-and-5g-ntn-services/

[998] Rakuten, 2024. Rakuten Mobile Announces Plans to Provide Satellite-to-Mobile Service in Japan with AST SpaceMobile Starting in 2026. https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2024/0216_01/

[999] NTT, 2023. Space Compass, NTT Docomo, NTT and SKY Perfect JSAT to Develop Direct-to-Device

（三）德國

德國航空中心（Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, DLR）旨在建立 HAPS 系統之專業知識，並開發、建構和運行一個整體之系統[1000]。該 HAPS 飛機飛行速度非常慢，但在推進力（propulsion）和空氣動力學（Aerodynamics）方面非常有效率，並藉由太陽能供電。

DLR 與德國太陽能公司 Elektra Solar GmbH 和瑞士公司 SolarXplorers SA 密切合作，在 Solarstratos 專案範圍內，已於 2017 年 5 月完成 HAPS 首次試飛[1001]。DLR 預估可應用在建立通訊網路與長期記錄天氣和環境數據。

DLR 於 2022 年 11 月 19 日宣布最新 HAPS 系統，其 HAPS 飛機在設計方面，提供大面積的太陽能板安裝空間（機翼為 27 公尺），同時保有非常輕之重量（136 公斤）[1002]。

（四）我國

我國財團法人電信技術中心（TTC）通過數位發展部評選，並於 112 年 7 月 6 日簽訂「應變或戰時應用新興科技強化通訊網路數位韌性驗證計畫」契約，以完善我國通訊網路韌性。基於前述目標，TTC 計劃於 113 年至 114 年建立我國近地 NTN 通訊技術與應用服務驗證環境，完成數位韌性應用服務驗證與優化，並透過完成近地（<2km）高空平臺發展非地面通訊新興應用服務，包括解決通訊盲點、支援災害應變、提供高通訊服務品質促進科技應用於偏遠區域等概念驗證。

此外，我國數位發展部於 112 年 9 月[1003]發布「業務概況報告」，並於 113 年 3 月[1004]發布更新版本，皆提及為保障數位通傳資源充分供給及和諧，運用數位通傳資源前瞻規劃，推動非地面通訊關鍵技術與應用。113 年發展建立我國近地（<2km）NTN 通訊技術與應用服務驗證環境，並進行國際 HAPS 關鍵技術與應用發展趨勢研析，完成高空平臺以氣球為主之測試載具設計與建置，及應用服務情境規劃等工作，以利後續推動國內近地高空平臺通訊規劃與技術驗證，同時提升

Service via Space-based Non-terrestrial Network. https://group.ntt/en/newsrelease/2023/12/07/231207a.html

[1000] DLR, 2024. Un-crewed High-Al-ti-tude Plat-form (HAP). https://www.dlr.de/en/research-and-transfer/projects-and-missions/uncrewed-high-altitude-platform-hap

[1001] DLR, 2022. High-Altitude Platforms. https://www.dlr.de/en/rm/research/expertise/autonomy/high-altitude-platforms

[1002] DLR, 2022. Earth observation - aeroelasticity for the design of the High Altitude Platform HAP. https://www.dlr.de/en/ae/latest/news/earth-observation-aeroelasticity-for-the-design-of-the-high-altitude-platform-hap

[1003] 立法院，2023。數位發展部業務概況報告。https://www-api.moda.gov.tw/File/Get/moda/zh-tw/eLCo64A2SmfUNrv

[1004] 立法院，2024。數位發展部業務概況報告。https://ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2024022951/5120030022012046002.pdf

相關領域與產業自主研發能力。

三、小結

觀察近年 HAPS 發展，GSMA 與德國電信 Telekom 和其他行動通信業者於 2021 年 6 月 30 日共同發布「高空平臺（High Altitude Platform Systems）」白皮書，旨在促進 HAPS 的使用[1005]，該報告分析之應用案例包含日本與德國。此外，歐盟歐洲國際邊界管理署（Frontex）於 2022 年發表 HAPS 市場報告（HAPS Market Report）[1006]，預測 2019 年至 2029 年之間 HAPS 在全球的累積產值將達到 35 億歐元，HAPS 市場在北美最大、歐洲次之。因此，參考國際 HAPS 發展趨勢與相關資料，本研究以美國、日本、德國與我國 HAPS 發展進行分析。

為掌握國際 HAPS 發展趨勢，本研究探討主要國家在 HAPS 已進行測試之進展。綜整上述，本研究歸納出主要國家中，包含美國、日本、德國，以及我國皆已開始試驗 HAPS 技術，參照附表 18.1。

附表 18.1　主要國家 HAPS 發展現況

國家	HAPS 技術發展	HAPS 服務發展
美國	● 美國 HAPS 材料科學公司 Sceye 於 2021 年 5 月 21 日成功使 HAPS 於 64,600 英呎高空飛行，且提供飛行距離記錄為 140 公里，涵蓋範圍達 27,000 平方英里的區域。 ● Sceye 在 2021 年 10 月 30 日的飛行實驗中，成功將 HAPS 連接至地面通信設備中。 ● Sceye 於 2022 年起，於新墨西哥州上空 65,000 英呎處設立 HAPS，以協助政府追蹤空氣污染來源。	● 2020 年 Google 子公司 Loon 美國測試利用氣球的 4G 網路服務為 35,000 客戶供服務，初步涵蓋面積約 50,000 平方公里，為肯亞偏遠地區提供網路接取，促進 HAPS 用於科學研究、特殊通訊需求和大氣監測。
日本	● Softbank 與日本電機公司尼得科於 2023 年 6 月 27 日發布共同研發出可滿足太陽能 HAPS 的輕量、高效率、高可靠性的軸向磁通馬達，實現高效散熱性。 ● Softbank 於 2023 年 9 月宣布已在北海道航太港成功使用 Softbank 開發的 5G 圓柱形天線，進行 HAPS 平流層無線通訊系統的現場試驗。 ● 無人機系統「Sunglider」可以涵蓋	● 日本樂天行動、KDDI、NTT Docomo 及 Softbank 等電信業者推動衛星直連電話技術發展，目標於 2026 年之前實現衛星直連智慧型手機服務，無須使用專用接收器，以及在 2025 年推出 HAPS 行動通信服務，以擴大涵蓋範圍且可在發生自然災害時使用。

[1005] Telekom, 2021. GSMA and Deutsche Telekom publish whitepaper for High Altitude Platform Systems (HAPS). https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/gsma-and-deutsche-telekom-white-paper-haps-630800

[1006] Frontex, 2022. HAPS Market Report (4.1 MB) - Frontex - European Union. https://www.frontex.europa.eu/assets/EUresearchprojects/2023/FX_HAPS_WP1_-_Market_Report_V4.pdf

國家	HAPS 技術發展	HAPS 服務發展
	最大直徑達 200 公里的廣大區域，透過數位波束成形技術使用波束成形和控制方向。	● 太空服務應用監理框架仍未完善，國際組織會議將討論相關服務的頻段應用，日本總務省也將考量其技術要求。
德國	● Telekom 於 2020 年 10 月 19 日宣布與英國平流層平臺公司（Stratospheric Platforms Limited, SPL）建立合作夥伴關係，該飛機測試在約 14 公里的高空進行，測試期間，係使用智慧型手機透過飛機上的天線連接到 Telekom 的地面行動網路。結果顯示，飛機藉由使用特殊天線提供無線電通信涵蓋直徑可達 100 公里。 ● SPL 於 2022 年 2 月 5 日使用飛機擴展 5G 服務的 HAPS 試驗，試驗使用德國飛機公司 Grob Aircraft 製造的長航時飛機，涵蓋 450 平方公里的地理區域。	● 德國航空中心（DLR）與德國太陽能公司 Elektra Solar GmbH 和瑞士公司 SolarXplorers SA 密切合作，在 Solarstratos 專案範圍內，已於 2017 年 5 月完成 HAPS 首次試飛。 ● DLR 於 2022 年 11 月 19 日宣布最新 HAPS 系統，其 HAPS 飛機在設計方面，提供大面積的太陽能板安裝空間（機翼為 27 公尺），同時保有非常輕之重量（136 公斤）。
我國	● 我國工業技術研究院於 112 年 12 月資通訊科技日（112 TechDay）展示 HAPS 技術，包括飛船系統的高空通訊平臺應用技術成果。 ● 工研院在會場中展示光通訊傳輸效能之突破，透過在飛船滯空飛行操作時，實際使用 Sony 4K 相機進行即時影像拍攝，飛船透過影像擷取器，取得相機提供出的 RAW 影像。	● 我國數位發展部於 113 年 3 月發布為保障數位通傳資源充分供給及和諧，推動非地面通訊關鍵技術與應用。113 年發展建立我國近地（<2km）NTN 通訊技術與應用服務驗證環境，並進行國際 HAPS 關鍵技術與應用發展趨勢研析。 ● 基於前述目標，TTC 計劃於 113 年至 114 年建立我國近地 NTN 通訊技術與應用服務驗證環境，完成數位韌性應用服務驗證與優化，並透過完成近地（<2km）高空平臺發展非地面通訊新興應用服務，包括解決通訊盲點、支援災害應變、提供高通訊服務品質促進科技應用於偏遠區域等概念驗證。

資料來源：本研究彙整。

附錄十九　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HIBS）

附表 19.1　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HIBS）

修正規定				現行規定		
貳、無線電用途分配表				貳、無線電用途分配表		
	ITU 無線電規則	中華民國規定		ITU 無線電規則	中華民國規定	
	第三區域	頻段業務分配	備註	第三區域	頻段業務分配	備註
MHz	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	694-960 WRC-23 決議可供 IMT-2000 高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 703 - 803 供行動通信使用 790 - 960 WRC-07 決議可供 IMT 使用 614 - 703、748 - 758、794 - 806 供低功率無線電麥克風及無線耳機 於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用 839-847 供民生公用事業之智慧型讀表系統使用	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	610-890 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	703 - 803 供行動通信使用 790 - 960 WRC-07 決議可供 IMT 使用 614 - 703、748 - 758、794 - 806 供低功率無線電麥克風及無線耳機 於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用 839-847 供民生公用事業之智慧型讀表系統使用
	890-942 固定（主） 行動（主）	890-942 固定（主） 行動（主）	885 - 915, 930 - 960 供行動通信使用 920 - 925 供低功率物聯網設備（低功率射頻	890-942 固定（主） 行動（主）	890-942 固定（主） 行動（主）	885 - 915, 930 - 960 供行動通信使用

修正規定				現行規定		
	廣播（主） 無線電定位（次）	廣播（主） 無線電定位（次）	電機）在次要條件下使用 920 - 928 供無線射頻辨識系統（RFID）使用 922 - 926 供國道高速公路收費系統使用 926 - 928 供 0.5W 以下低功率海上活動示標器在海上以次要條件使用	廣播（主） 無線電定位（次）	廣播（主） 無線電定位（次）	920 - 925 供低功率物聯網設備（低功率射頻電機）在次要條件下使用 920 - 928 供無線射頻辨識系統（RFID）使用 922 - 926 供國道高速公路收費系統使用 926 - 928 供 0.5W 以下低功率海上活動示標器在海上以次要條件使用
	942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）		942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	942-960 固定（主） 行動（主） 廣播（主）	
	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710 - 1885 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 1710 - 1785, 1805 - 1880 供行動通信使用 1880 - 1895 供室內用無線專用交換機（Wireless PABX）及家用有線電話無線主副機（ Cordless Phone）使用 1790 - 1805 供低功率無線電麥克風及無線耳機於不得干擾行動通信且須忍受行動通	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710-1980 固定（主） 行動（主）	1710 - 1885 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 1710 - 1785, 1805 - 1880 供行動通信使用 1880 - 1895 供室內用無線專用交換機（ Wireless PABX）及家用有線電話無線主副機（ Cordless Phone）使用 1790 - 1805 供低功率無線電麥

修正規定				現行規定		
	2010-2025 固定（主） 行動（主）	2010-2025 固定（主） 行動（主）	信干擾之條件下使用 1885 - 1980, 2010 - 2025 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 1710-1980 WRC-23 決議可供高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 1920 - 1980 供行動通信使用 1980 – 2010 WARC-92 決議供衛星行動通信使用	2010-2025 固定（主） 行動（主）	2010-2025 固定（主） 行動（主）	克風及無線耳機於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用 1885 - 1980, 2010 - 2025 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 1920 - 1980 供行動通信使用 1980 - 2010 WARC-92 決議供衛星行動通信使用
	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110 - 2200 計劃供 IMT-2000 使用 2110 - 2170 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 2110 - 2170 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 2110 - 2170 供行動通信使用 2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110-2120 固定（主） 行動（主） 太空研究（深太空）（地球對太空）（主）	2110 - 2200 計劃供 IMT-2000 使用 2110 - 2170 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 通信高空平臺（HAPS）使用 2110 - 2170 供行動通信使用 2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用 WARC-92 決議供衛星數位語音

修正規定				現行規定		
			WARC-92 決議供衛星數位語音廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用 WARC-92 決議供衛星行動通信使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用			廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用 WARC-92 決議供衛星行動通信使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用
	2120-2170 固定（主） 行動（主）	2120-2170 固定（主） 行動（主）		2120-2170 固定（主） 行動（主）	2120-2170 固定（主） 行動（主）	
	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500-2655 WRC-23 決議可供高空平臺用作國際行動通信系統基地臺（HIBS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用 WARC-92 決議供衛星數位語音廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500 – 2520 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星行動（太空對地球）（主）	2500 - 2690 WRC-07 決議可供 IMT 使用，WRC-2000 決議可供 IMT-2000 使用 2500 - 2690 供行動通信使用 2500 - 2520 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用 WARC-92 決議供衛星數位語音廣播使用 2630 - 2655 WRC-03 決議供衛星數位語音廣播（非同步衛星）使用

修正規定				現行規定		
			WARC-92 決議供衛星行動通信使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用			WARC-92 決議供衛星行動通信使用 2670 - 2690 WRC-2000 決議可供 IMT-2000 衛星通信使用
	2520-2535 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	2520-2535 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）		2520-2535 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	2520-2535 固定（主） 衛星行動（太空對地球）（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	
	2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）		2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	2535-2655 固定（主） 行動（主），航空行動除外 衛星廣播（主）	

資料來源：本研究彙整。

附錄二十　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HAPS）

附表 20.1　中華民國無線電頻率分配表修正建議（HAPS）

修正規定				現行規定		
貳、無線電用途分配表				貳、無線電用途分配表		
	ITU 無線電規則	中華民國規定		ITU 無線電規則	中華民國規定	
	第三區域	頻段業務分配	備註	第三區域	頻段業務分配	備註
GHz	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	31-31.3 WRC-19 決議可供通信高空平臺（HAPS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	31-31.3 固定（主） 行動（主） 衛星標準頻率與時間信號（太空對地球）（次） 太空研究（次）	-
	38-39.5 固定（主） 衛星固定（太空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探	38-39.5 固定（主） 衛星固定（太空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探	37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 37 - 37.4 供公眾通信中繼網路使用 37 - 40 WRC-2000 決議可供高密度固定通信（HDFS）使用 WARC-92 決議供衛星地球探測使用 37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 38-39.5 WRC-19 決議可供通信高空平臺	38-39.5 固定（主） 衛星固定（太空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探	38-39.5 固定（主） 衛星固定（太空對地球）（主） 行動（主） 衛星地球探測	37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 37 - 37.4 供公眾通信中繼網路使用 37 - 40 WRC-2000 決議可供高密度固定通信（HDFS）使用 WARC-92 決議供衛星地球探測

修正規定				現行規定		
	測（太空對地球）（次）	測（太空對地球）（次）	（HAPS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用 38.3 - 38.7 供公眾通信中繼網路使用	測（太空對地球）（次）	（太空對地球）（次）	使用 37 - 38 WARC-92 決議供太空研究使用 38.3 - 38.7 供公眾通信中繼網路使用
	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	47.2-47.5, 47.9-48.2 WRC-19 決議可供通信高空平臺（HAPS）於不得干擾合法通信且須忍受合法通信干擾之條件下使用	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	47.2-50.2 固定（主） 衛星固定（地球對太空）（主） 行動（主）	-

資料來源：本研究彙整。

附錄二十一　主要國家 PPDR 之應用頻段、管理機制、發展現況及未來趨勢

本研究彙析美國、英國、日本、歐盟、德國、法國、南韓、新加坡、香港、澳大利亞、中國大陸及我國等國際主要國家／地區 PPDR 之應用頻段、管理機制、發展現況及未來發展趨勢分述之。

一、美國

（一）應用頻段

美國 PPDR 應用頻段包含特高頻（very high frequency, VHF）、220MHz 頻段、超高頻（ultra high frequency, UHF）、T 頻段（T-Band，包括 470-512GHz）[1007]、窄頻應用的 700MHz 頻段、寬頻應用的 700MHz 頻段、800MHz 頻段、4.9GHz 頻段以及 5.9GHz 頻段等（見附表 10.1），旨為滿足警察、消防人員與緊急醫療服務（emergency medical service, EMS）提供者等急救人員執行任務時、以及州和地方政府公共安全相關的通訊需求[1008]。

附表 21.1　美國公共安全應用頻段

頻段	頻率範圍
交通廣播（travelers information station, TIS）	530kHz-1700kHz
災害通訊（disaster communications）	2MHz-10 MHz
低頻段（Low Band）	25MHz-50MHz
72-79MHz 頻段	72MHz-76MHz
特高頻（very high frequency, VHF）	150MHz-174MHz
220MHz 頻段服務（220MHz Service）	220MHz-222MHz
超高頻（Ultra High Frequency, UHF）	450MHz-470MHz
T 頻段（T-Band）	470MHz-512MHz
寬頻應用的 700MHz 頻段（700MHz Broadband）	758-769/788-799MHz
窄頻應用的 700MHz 頻段（700MHz Narrowband）	768-775/798-805 MHz
800MHz 美國國家公共安全規劃諮詢委員會頻段（800MHz NPSPAC spectrum）	806-809/851-854MHz
800MHz 頻段	809-815/854-860MHz
1.4GHz 頻段（遙測）	1427-1431MHz

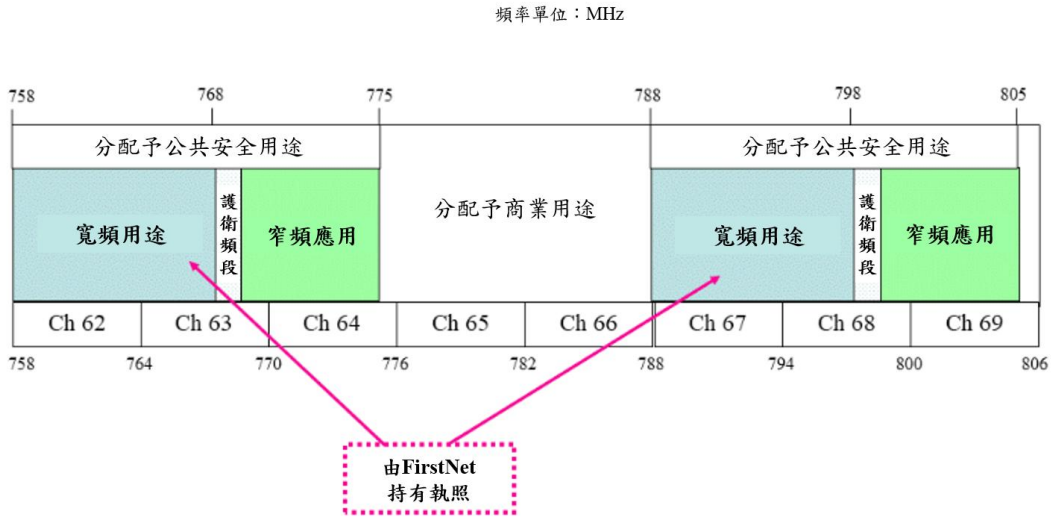
[1007] FCC, 2018. Public Safety T-Band Fact Sheet. https://www.fcc.gov/file/14462/download; FCC. 2021. Reallocation of 470-512 MHz (T-Band) Spectrum). https://www.fcc.gov/document/reallocation-470-512-mhz-t-band-spectrum

[1008] FCC, n.d. Public Safety Spectrum. https://www.fcc.gov/public-safety/public-safety-and-homeland-security/policy-and-licensing-division/public-safety-spectrum

頻段	頻率範圍
與工科醫（ISM）設備共享	2450-2483.5MHz
4.9GHz 頻段	4940MHz-4990MHz
專用短距離無線通訊（Dedicated Short Range Communication, DSRC DSRC）的 5.9GHz 頻段	5850MHz-5925MHz
微波執照（Microwave Licensing）	900MHz 以上

資料來源：FCC, n.d. Public Safety Licensing. https://www.fcc.gov/public-safety-licensing

其中，700MHz 頻段傳播（Propagation）特性良好，穿透性和涵蓋率皆高於高頻段；其公共安全應用的頻段包含寬頻用途的 758-768MHz/788-798MHz（共 2×10MHz）、窄頻應用的 769-775MHz/799-805MHz（共 2×6MHz）及護衛頻段（Guard Band）的 768-769MHz/798-799MHz[1009]。下圖描繪美國國會（United States Congress）2012 年頒布《中產階級稅收減免和就業復原法案（頻譜法）（the Middle Class Tax Relief and Job Recovery Act of 2012（Spectrum Act））》後 700MHz 頻段分配予公共安全的頻段[1010]。



資料來源：FCC, 2020. 700 MHz Public Safety Spectrum. https://www.fcc.gov/700-mhz-public-safety-narrowband-spectrum

附圖 21.1　美國 700MHz 頻段公共安全規劃

如上圖所示，758-769MHz 頻段與 788-799MHz 頻段執照係由 FirstNet 管理局（First Responder Network Authority, FirstNet Authority）持有，由 FirstNet 管理局負責建立和營運全國性的公共安全寬頻網路

[1009] NCC，2017。配合 5G、IoT 等技術研發測試與導入之專用電信法規制度研究。https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/19122/3923_42423_191225_1.pdf

[1010] motc.gov, 2019. CONSULTATION PAPER Spectrum Optimization of the 850 MHz Band 2019. https://www.motc.gov.mm/sites/default/files/Consultation%20Paper%20for%20Spectrum%20Optimizationof%20the%20850MHz%20Band.pdf

[1011]。

綜前所述，美國分配予公共安全用途的應用頻段為數眾多，然其中又屬全國性寬頻 PPDR 機制的 FirstNet 最具代表性，其公私協力的管理機制參考價值亦相當高，爰以下管理機制、發展現況及未來發展趨勢將聚焦於 FirstNet。

（二）管理機制

FirstNet 法源依據為美國國會（United States Congress）於 2012 年 2 月頒布的《頻譜法》，與公共安全頻段規劃相關事項包括：一、指示 FCC 將 D-Block（758-763MHz/788-793MHz）分配予公共安全使用；二、成立獨立機構 FirstNet 管理局，負責佈署和營運全國公共安全寬頻網路，並將持有現有公共安全寬頻頻段（763-769MHz/793-799MHz）和重新分配的 D Block 執照；三、向 FirstNet 撥款 70 億美元（約新臺幣 2,178 億元），用於建設全國性公共安全寬頻網路[1012]。

美國 FirstNet 管理採公私合作（Public-Private Partnership, PPP）機制，FirstNet 管理局透過公開的採購流程[1013]，於 2017 年 3 月與當地電信業者 AT&T 簽署為期 25 年的合約，AT&T 須建立、營運、維護及強化公共安全寬頻網路 FirstNet，由 FirstNet 管理局根據逾 1,000 項合約目標與要求評估 AT&T 的績效與進度，可交付成果類別包含網路涵蓋範圍與網路量能統計數據等[1014]。該合約的重點條款如下[1015]：

- FirstNet 管理局於 5 年內提供 20MHz 的高價值電信頻段，並根據建設成果支付共 65 億美元（約新臺幣 2,025 億元）的款項，以支持網路建設；相關資金源自此前 FCC 的頻譜拍賣。
- AT&T 將於履約期間挹注 400 億美元（約新臺幣 1.25 兆元）建設、佈署、營運及維護 FirstNet 網路，並確保其涵蓋範圍。

美國 FirstNet 網路為唯一具有公共安全專用頻段 Band 14（即美

[1011] FCC, n.d. Public Safety Spectrum. https://www.fcc.gov/public-safety/public-safety-and-homeland-security/policy-and-licensing-division/public-safety-spectrum
[1012] FCC, 2020. 700 MHz Public Safety Spectrum. https://www.fcc.gov/700-mhz-public-safety-narrowband-spectrum
[1013] FirstNet, 2020. FirstNet is Interoperability. https://firstnet.gov/newsroom/blog/firstnet-interoperability
[1014] FirstNet, 2022. FirstNet Authority: Federal oversight and validation of the FirstNet network. https://www.firstnet.gov/sites/default/files/FirstNet%20Authority%20Oversight%20and%20Validation%208-15-2022.pdf
[1015] FirstNet, 2017. FirstNet Partners with AT&T to Build Wireless Broadband Network for America's First Responders. https://2014-2018.firstnet.gov/news/firstnet-partners-att-build-wireless-broadband-network-americas-first-responders?_gl=1*1edj9wg*_ga*MTk4MzE1NjE2MC4xNzA5NTE1NDE2*_ga_RMMG6T0VWC*MTcwOTYyNjM4Ny4yLjEuMTcwOTYyNjk4Ny4wLjAuMA..

國政府專門為 FirstNet 預留的頻段）的寬頻網路[1016]，功能包括[1017]：

- 於緊急情況時快速、可靠地連接到現場以及其他機構和司法管轄區的救難人員；
- 追蹤資產與人員；
- 在必要時將所有用戶提升到更高的優先級狀態；
- 將大量數據(包括影片、照片和文字)傳輸至公共安全應答點(Public Safety Answer Point, PSAP）或緊急通訊中心（Emergency Communication Center, ECC)。

值得注意的是，根據紐約州政府網站有關 FirstNet 的公開資料[1018]，FirstNet 管理局選擇 AT&T 合作的關鍵原因包含 AT&T 承諾除提供 Band 14 頻段中 20MHz 的頻段優先使用權予 FirstNet 使用者外，另提供其整個商業頻段的優先使用權予 FirstNet 使用者，意即大幅擴充 FirstNet 頻譜資源，提供逾 100MHz 的頻段使用權予 FirstNet 使用者。此外，AT&T 亦於提案中承諾將於履約期間挹注 400 億美元（約新臺幣 1.25 兆元）於 FirstNet，遠高於《頻譜法》撥款予 FirstNet 的 70 億美元（約新臺幣 2,178 億元)（見前文)。另 AT&T 持續推動商用行動寬頻網路與技術，亦被視為有利於推動公共安全的重要考量[1019]。

（三）發展現況

觀察 FirstNet 發展現況，FirstNet 推動有成，除已廣為使用外，相關服務亦持續完善中。AT&T 自 2018 年開始建立 FirstNet，並陸續完善相關服務，包含於 2022 年 5 月挹注資金強化公共安全通訊的室內涵蓋（In-Building Coverage)，如消防局和應變中心等[1020]。FirstNet 網路已於 2023 年完成為期 5 年的初期建設及相關驗證[1021]，迄今美國人口涵蓋率逾 99%，2023 年國土涵蓋面積逾 291 萬平方英里，較 2022 年成長 10 萬平方英里[1022]。截至 2024 年 2 月，共有 2.75 萬公共安全單位和組織使用 FirstNet，且其網路連線(Network Connection)達 550

[1016] FirstNet, n.d. Top 10 Frequently Asked Questions. https://www.firstnet.gov/system/tdf/Top%2010%20FAQs%202022.pdf?file=1&type=node&id=679&force=0

[1017] FirstNet, 2022. 9-1-1/Emergency Communications. https://www.firstnet.gov/public-safety/firstnet-for/9-1-1-emergency-communications

[1018] New York State, n.d. Public Safety Broadband. https://www.dhses.ny.gov/public-safety-broadband

[1019] 同上註。

[1020] FirstNet, 2023. Advancing Public Safety Communications Through Innovation and Insight. https://www.firstnet.gov/sites/default/files/FirstNetAuthority_AnnualReport_FY2022.pdf

[1021] AT&T, 2023. FirstNet: Initial Buildout of Public Safety's Network Verified, Delivering for America's First Responders. https://about.att.com/blogs/2023/firstnet-network-validation.html

[1022] FirstNet, 2023 FirstNet, Built with AT&T surpasses 2.91 million square miles. https://www.firstnet.com/community/news/firstnet-built-with-att-surpasses-2190000-square-miles.html

萬個[1023]。

儘管 FirstNet 的 5G 環境尚未完全成熟，AT&T 已於 2021 年 4 月升級其網路核心，並開放高頻段 5G 服務，隨後於同年開放低頻段 5G 服務、於 2022 年宣布開放中頻段 5G 服務[1024]。FirstNet 管理局強調，推動 FirstNet 完全過渡至 5G 網路、據此提升服務品質的同時，現行的 FirstNet 4G LTE 網路將保持全面運作[1025]。

（四）未來發展趨勢

展望未來，根據 FirstNet 管理局於 2023 年 4 月發布之 FirstNet 管理局藍圖（FirstNet Authority Roadmap），其未來將著重的 3 大目標如下[1026]：

- **支援確保可靠網路（dependable network）的解決方案**：透過全面的涵蓋解決方案發展網路，確保可靠的室內與室外連接，並升級基礎核心網路。
- **確保應變人員間之連接**：啟用關鍵功能及解決方案，允許應變人員、機構、管轄區之間傳輸與存取常規資料及關鍵任務資料。
- **為應用先進技術做好準備**：推動物聯網（Internet of Things, IoT）、感測器（sensors）及人工智慧（artificial intelligence, AI）等先進技術發展並授權公共安全運用新興技術。

FirstNet 管理局與 AT&T 更於 2024 年 2 月宣布 80 億美元（約新臺幣 2,500 億元）、為期 10 年的投資發展並擴展 FirstNet，相關目標如下[1027]：

- 自 2024 年 3 月起，為 FirstNet 的急救人員提供橫跨所有 AT&T 5G 商用頻段的優先與搶占（preemption）功能。
- 於全美各地建立數千個新的 FirstNet 基地臺，包括未來 2 年內的 1,000 個新站點。

[1023] FirstNet, 2024. FirstNet Authority, AT&T announce 10-year investment to transform America's public safety broadband network. https://www.firstnet.com/community/news/att-10-year-investment-transform-public-safety-broadband-network.html

[1024] AT&T, 2022. FirstNet & 5G: Reliably Connecting First Responders to Help Save Lives. https://about.att.com/blogs/2022/firstnet-schwartz.html

[1025] FirstNet, 2024. FirstNet Authority, AT&T announce 10-year investment to transform America's public safety broadband network. https://www.firstnet.com/community/news/att-10-year-investment-transform-public-safety-broadband-network.html

[1026] FirstNet, 2023. First Responder Network Authority Roadmap. https://www.firstnet.gov/sites/default/files/Roadmap_2023.pdf

[1027] FirstNet, 2024. FirstNet Authority, AT&T announce 10-year investment to transform America's public safety broadband network. https://www.firstnet.com/community/news/att-10-year-investment-transform-public-safety-broadband-network.html

- 於未來 10 年內進行更多投資，以增強 Band 14 頻段的涵蓋範圍、支援公共安全應變。
- 建立獨立 5G 核網，強化現行 5G 功能，並支援公共安全的 Band 14 頻段自 LTE 過渡至 5G。
- 擴展關鍵任務服務（語音、視訊、數據及位置），以透過可靠的無線連接，完善公共安全的區域化純語音無線電系統。
- 透過 5G 連線，升級公共安全的專用可佈署網路資產，以提高營運安全性及韌性。
- 為 Beyond 5G（B5G）做好準備，同時持續關注公共安全的獨特需求及新興要求。

二、英國

（一）應用頻段

英國內政部(Home Office)於 2000 年透過公開採購委託 Airwave Solutions 建立 PPDR 機制 Airwave 提供緊急服務[1028]，應用頻段如下[1029]：

- **300MHz 頻段**：380-385MHz、390-395MHz。
- **400MHz 頻段**：410-412MHz、412-414MHz、420-422MHz、422-424MHz。

後續英國內政部為降低成本並提升緊急服務的語音與數據服務品質[1030]，於 2015 年推動使用英國電信業者 EE 的 4G 網路，運用商用網路的 4G 技術，建立「緊急服務網路（Emergency Service Network, ESN）」，以期於 2019 年取代 Airwave[1031]，EE 遂申請並成功變更頻段執照，將應用其 4G 頻段於 ESN[1032]：

[1028] GOV.UK, 2022. CMA issues proposals to address overcharging for emergency service radio network. https://www.gov.uk/government/news/cma-issues-proposals-to-address-overcharging-for-emergency-service-radio-network

[1029] CMA, 2023. Mobile radio network services: Final Report. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6438261f773a8a0013ab2c1e/Final_report_April.pdf; Ofcom, 2021. Setting licence fees for 412 MHz spectrum: Decision to apply Administered Incentive Pricing for the frequency band 412–414 MHz paired with 422–424 MHz. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0018/225081/statement-412-mhz-licence-fees.pdf

[1030] GOV.UK, 2024. 30 October 2021: Emergency Services Mobile Communications Programme (ESMCP) accounting officer memorandum. https://www.gov.uk/government/publications/home-office-major-programmes-accounting-officer-assessments/accounting-officer-memorandum-emergency-services-mobile-communications-programme-esmcp

[1031] National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network Report – Value for money. https://www.nao.org.uk/reports/progress-with-delivering-the-emergency-services-network/

[1032] Ofcom, 2017. EE application for licence variations in support of enhanced mobile communications

- **800MHz 頻段**：796-801MHz、837-842MHz。
- **1800MHz 頻段**：1736.7-1781.7MHz、1831.7-1876.7MHz。
- **1900MHz 頻段**：1899.9-1909.9MHz。
- **2600MHz 頻段**：2655–2690MHz-2535-2570MHz。

惟目前 Airwave 停用時程延宕，目前已推遲至 2026 年[1033]，ESN 網路取代 Airwave 的確切日期仍不明朗[1034]（見下文）。此外，英國通訊管理局（Office of Communication, Ofcom）於 2023 年 12 月表示將 1899.9-1909.9MHz 頻段用於 ESN 閘道非最佳的頻譜應用，後續將視情形與相關利益關係者合作尋找替代解決方案[1035]，故 ESN 是否將應用該一頻段仍有待觀察；研究團隊將持續追蹤後續發展。

（二）管理機制

英國內政部於 2015 年推出 ESN，期以於 2019 年完全取代 Airwave[1036]，使用 EE 的 4G 網路，優先處理緊急服務的通訊需求，使處於緊急情況前線的急救人員得已存取所需的數據、圖像和資訊，並改善 4G 網路的涵蓋率，使位於英國偏遠地區的民眾亦能透過 4G 行動電話撥打緊急專線 999[1037]。

---

for the emergency services. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0032/96566/Statement-EE-application-for-licence-variations-in-support-of-enhanced-mobile-communications-for-the-emergency-services.pdf; EE, n.d. EE 4G&ESN. https://business.ee.co.uk/large-business/esn/esn-ee/; House of Commons, 2015. The UK 4G spectrum auction and mobile coverage. https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/SN06383/SN06383.pdf; Ofcom, 2021. SA 800 MHz – 2.6 GHz LICENCE – EE 0943533. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0018/83223/SA-800-2.6-LICENCE-EE-0943533.pdf; Panorama Antennas, n.d. Antennas for The New Emergency Service Network (ESN). https://panorama-antennas.com/esn-antennas/; EE, n.d. 4G LTE Bands. https://community.ee.co.uk/t5/Archived-Posts/4g-LTE-Bands/td-p/1036760#:~:text=EE%20have%204G%20on%20Bands,improve%20performance%2C%20is%20widely%20used.

[1033] National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network. https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2023/03/progress-with-delivering-the-emergency-services-network.pdf; The Guardian, 2023. Home Office unable to say when emergency services network will launch. https://www.theguardian.com/society/2023/mar/08/home-office-unable-when-emergency-services-network-launch

[1034] 此為本研究撰寫期間之最新公開資訊。National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network. https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2023/03/progress-with-delivering-the-emergency-services-network.pdf

[1035] Ofcom, 2023. Enabling future use of the unpaired 2100 MHz (1899.9–1920 MHz) Spectrum. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/272434/statement_future-use-unpaired-2100-mhz.pdf

[1036] National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network Report – Value for money. https://www.nao.org.uk/reports/progress-with-delivering-the-emergency-services-network/

[1037] GOV.UK, 2023. Emergency Services Network: overview.

ESN 網路雖規劃共用 EE 的 4G 網路，然其具專用核心網路以及額外的端到端加密（End-to-End Encryption）措施[1038]。除提供緊急服務相關的最新產品和應用程式外，ESN 亦具備下列功能[1039]：

- 提供緊急服務和其他急救人員安全、具韌性的關鍵任務通訊；
- 提供緊急服務得已改善前線運作的現代化語音和數據平臺；
- 提供緊急服務能於緊急情況下分享數據的合作平臺。

ESN 的網路基礎設施係由 EE 負責建設，其除升級約 1.9 萬個天線桅杆（Masts）的現有網路、並於偏遠地區額外佈署 700 餘個 4G 桅杆外，更建設新桅杆，英國內政部亦正建設 292 個 4G 桅杆，提供擴展區域服務（Extended Area Service, EAS），以提升英國偏遠和農村地區的緊急服務涵蓋率[1040]。其他電信業者將可於「農村共享網路（Shared Rural Network, SRN）」計畫[1041]的框架下，使用 EAS 桅杆提供商用服務[1042]。

（三）發展現況

ESN 的潛在用戶包括 30 萬名警察、消防、救援、救護車等單位的使用者[1043]，然推動場域涵蓋率的進展不如預期，且截至 2023 年 3 月，仍有 42 項桅杆建設項目尚未獲得規劃許可[1044]，而英國內政部雖原訂於警察、消防與救護車緊急服務皆完全轉移至 ESN 後關閉舊有的緊急服務網路[1045]，但截至本研究撰寫期間，ESN 仍未取代

---

https://www.gov.uk/government/publications/the-emergency-services-mobile-communications-programme/emergency-services-network#:~:text=ESN%20will%20enable%20fast%2C%20safe,and%20emergencies%20on%20the%20frontline.

[1038] EE, n.d. EMERGENCY SERVICES NETWORK delivered by EE. https://business.ee.co.uk/large-business/esn/

[1039] 同上註。

[1040] Home Office, 2023. Emergency Services Network: overview. https://www.gov.uk/government/publications/the-emergency-services-mobile-communications-programme/emergency-services-network

[1041] GOV.UK, 2020. Shared Rural Network. https://www.gov.uk/government/news/shared-rural-network

[1042] GOV.UK, 2023. Emergency Services Network: overview. https://www.gov.uk/government/publications/the-emergency-services-mobile-communications-programme/emergency-services-network#:~:text=ESN%20will%20enable%20fast%2C%20safe,and%20emergencies%20on%20the%20frontline.

[1043] 同上註。

[1044] 此為本研究撰寫期間之最新公開統計。National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network. https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2023/03/progress-with-delivering-the-emergency-services-network.pdf

[1045] EE, n.d. EMERGENCY SERVICES NETWORK delivered by EE. https://business.ee.co.uk/large-business/esn/

Airwave[1046]。

根據英國國家審計署（National Audit Office, NAO）於 2023 年 3 月發布之《ESN 建設進展（Progress with Delivering the Emergency Services Network）》報告，英國內政部已挹注近 20 億英鎊（約新臺幣 767 億元）於 ESN 網路，另挹注 29 億英鎊（約新臺幣 1,113 億元）維護 Airwave 網路，若維持 Airwave 服務至 2030 年，費用據估將達 2.5 億英鎊（約新臺幣 96 億元）[1047]。

（四）未來發展趨勢

英國各警察單位將自行決定停止使用 Airwave、改為使用 ESN 的時間點，目前 Airwave 停用時程自 2022 年推遲至 2026 年[1048]，然截至 2023 年 6 月，ESN 網路取代 Airwave 的確切日期仍不明朗[1049]。

另，英國內政部正製定一項新的商業計畫劃書（business case），將臚列出修訂後的時間表、成本核算（costing）及持續執行該計畫的策略等，預計將於 2024 年提出，然截至本研究撰寫期間尚未見相關公開資料。此外，NAO 亦呼籲內政部改善相關管理資訊，以利管控進度並確立尚須採取行動之處[1050]；研究團隊將持續追蹤後續發展。

[1046] 此為本研究撰寫期間之最新公開資訊。National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network. https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2023/03/progress-with-delivering-the-emergency-services-network.pdf

[1047] 同上註。

[1048] National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network. https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2023/03/progress-with-delivering-the-emergency-services-network.pdf; The Guardian, 2023. Home Office unable to say when emergency services network will launch. https://www.theguardian.com/society/2023/mar/08/home-office-unable-when-emergency-services-network-launch

[1049] 此為本研究撰寫期間之最新公開資訊。National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network. https://www.nao.org.uk/wp-content/uploads/2023/03/progress-with-delivering-the-emergency-services-network.pdf

[1050] 同上註。

三、日本

（一）應用頻段

日本目前用於災害聯絡內部通訊的頻段為 150MHz，用於防災的頻段則為 150MHz 和 400MHz[1051]。

（二）管理機制

日本 PPDR 由總務省管理，其規劃採PS-LTE 網路，使用商用行動電話網路，確保基本通訊功能和區域涵蓋[1052]，提供警消、救難人員、國家基礎設施以及國防等相關組織使用，確保災害情境下通訊順暢，可發送和接收語音、圖像以及影片[1053]。

（三）發展現況

日本當局於 2023 財年持續與相關單位合作，依 2022 財年執行技術驗證的基礎，仔細研究應提供的功能，並執行更多技術驗證、發布 PS-LTE 應用案利[1054]，以利儘早推動 PS-LTE 之營運[1055]，惟截至本研究撰寫期間，尚未見公開資料闡述具體推動進展。

（四）未來發展趨勢

日本 PS-LTE 網路目前預計於 2024 年開始營運[1056]，並規劃導入 5G，透過其高速和低延遲等特性，傳輸 4K 影片等大量數據[1057]；截至本研究撰寫期間，查無公開資料說明日本 PS-LTE 網路 2024 年佈署進程；研究團隊將持續追蹤後續發展。

[1051] 電子情報通信学会，2023。我が国の電波政策の最近動向——周波数再編アクションプラン（令和 4 年度版）の取組み—。https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/17/1/17_88/_pdf

[1052] 総務省，n.d.。公共安全 LTE（PS-LTE）。https://www.soumu.go.jp/main_content/000723656.pdf

[1053] soumu.go.jp，2017。LTE 方式を利用した自営用移動通信システムの国際動向。https://www.soumu.go.jp/main_content/000810720.pdf; 総務省，2020。情報通信白書令和 5 年版。https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/pdf/index.html

[1054] ビジネスネットワーク，2023。公共安全 LTE（PS-LTE）導入に向けた実証 横浜市、沖縄県などで 10 月から実施。https://businessnetwork.jp/article/17087/

[1055] デジタル庁，2023。デジタル社会の実現に向けた基本的な施策に係る施策集。https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/1f29f2f7/20230609_policies_priority_outline_09.pdf

[1056] 同上註。

[1057] 国土交通省関東地方整備局，2023。関東地方整備局インフラ DX 取組。https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000852889.pdf

四、歐盟

（一）應用頻段

歐盟 PPDR 應用頻段如下：

- **380-400MHz 頻段**[1058]：380-385MHz（PPDR 上行傳輸）、390-395MHz（PPDR 下行傳輸）。
- **450-470MHz 頻段**[1059]：450.5-456.0MHz（PPDR 上行傳輸）、452.0-457.5MHz（PPDR 上行傳輸）、460.5-466.0MHz（PPDR 下行傳輸）、462.0-467.5MHz（PPDR 下行傳輸）。
- **700MHz 頻段**[1060]：698-703MHz（PPDR 上行傳輸）、733-736MHz（PPDR 上行傳輸）、753-758MHz（PPDR 下行傳輸）、788-791MHz（PPDR 下行傳輸）、Band 68（698-728MHz／753-783MHz）[1061]。

（二）管理機制

歐盟各成員國之 PPDR 由各國主管機關管理，其用途包括[1062]：

1. **公共安全（Public Protection, PP）**：涵蓋負責維護法律與秩序、保護生命和財產以及緊急服務等相關組織之通訊。
2. **防災（Disaster Relief, DR）**：涵蓋處理社會運作的嚴重破壞、對人類生命、健康以及財產或環境構成重大威脅等相關組織之通訊。

（三）發展現況

觀察歐盟 PPDR 發展現況，截至 2017 年，歐盟 PPDR 用戶數量已達 210 萬，佈建的基地臺數量達約 2.3 萬。其中，現已有部分主要

[1058] ITU-R, 2015. Frequency arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in UHF bands in accordance with Resolution 646 (Rev.WRC-12). https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2015-1-201502-S!!PDF-E.pdf

[1059] ETSI, 2016. PPDR with New Regulation. https://docbox.etsi.org/workshop/2016/201609_PPDR_WORKSHOP/S04_FUTURE_CHALLENGES/PPDR_WITH_NEW_REGULATION_MEGE_AIRBUS_DS.pdf

[1060] EU, 2019. Best Practice Report on Releasing and Reassignment of the 700 Mhz Band: Best Practices Related to Approach on the DDT and PMSE Reassignment, Cross-Border Coordination and Spectrum Authorisation. https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2020/11/EU-best-practice-report-on-releasing-and-reassignment-of-the-700-MHz-band.pdf

[1061] ETSI, 2016. PPDR with New Regulation. https://docbox.etsi.org/workshop/2016/201609_PPDR_WORKSHOP/S04_FUTURE_CHALLENGES/PPDR_WITH_NEW_REGULATION_MEGE_AIRBUS_DS.pdf

[1062] CEPT, 2016. ECC Decision 16(02). http://spectrum.welter.fr/international/cept/ecc-decisions/ecc-decision-(16)02-BB-PPDR.pdf

PPDR 單位規劃使用寬頻技術；成員國將可各自決定採專頻、頻譜共用或混合式頻譜共用[1063]。

多數國家的窄頻 PPDR 使用 380-400MHz 的地面中繼式無線電（Terrestrial Trunked Radio, TETRA）或 TETRAPOL 網路，且大多數國家的 PPDR 使用的係商用行動網路業者的網路[1064]。就寬頻 PPDR 部分，歐盟尚無提供 PPDR 行動寬頻服務的統一策略，儘管部分成員國已拍賣 700MHz 頻段，大多數成員國仍在評估如何處理 700MHz 頻段[1065]。

此外，愈來愈多國家將 Band 68 的 2×5MHz 頻段用於全國或區域性涵蓋等情境，提升急救人員執行任務的韌性和量能；愛立信（Ericsson）亦已於 2023 年 5 月舉行的 2023 年世界緊急通訊大會（Critical Communication World, CCW）上現場展示使用 Band 68 佈署任務關鍵型通訊（Mission-Critical Communication）服務[1066]。

（四）未來發展趨勢

歐盟於 2016 年發布之「5G 行動計畫（5G Action Plan）」即鼓勵成員國考慮使用 5G 基礎設施改善公共安全相關的通訊服務，如寬頻 PPDR 等[1067]。關鍵通訊協會（The Critical Communications Association, TCCA）認為，現今歐洲專用寬頻頻譜分配不均且不足，無法滿足 PPDR 單位的長期需求，故或可考慮於 2023 年前分配 470-694MHz 頻段予行動服務，以裨益完善 PPDR[1068]。然截至本研究撰寫期間，查無歐盟後續針對 PPDR 發布之藍圖；研究團隊將持續追蹤後續發展。

五、德國

（一）應用頻段

德國 PPDR 應用頻段為 380-385MHz（PPDR 上行傳輸）、390-

[1063] TCCA, 2022. TCCA Spectrum Position on World Radio Conference 2023 Agenda Item 1.5, July 2022. https://tcca.info/documents/July-2022-TCCA-spectrum-position.pdf/

[1064] EC, 2017. EU Interoperable Broadband Communication Applications and Technology for Public Safety: Transition Roadmap and Pre-Commercial Procurement Specification. https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b22af60f&appId=PPGMS

[1065] 同上註。

[1066] Ericsson, 2023. Band 68 spectrum: a lifeline for public safety services in Europe. https://www.ericsson.com/en/news/2023/5/band-68-spectrum-a-lifeline-for-public-safety-services-in-europe

[1067] EC, 2016. 5G for Europe: An Action Plan. https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=17131

[1068] 同上註。

395MHz（PPDR 下行傳輸）以及 406.1-410MHz[1069]。

（二）管理機制

德國 PPDR 為 Digitalfunk BOS（Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, BOS），由聯邦政府、州政府以及 BOS 監理單位 BDBOS（Bundesanstalt für den Digitalfunk der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben, BDBOS）共同營運，並由 BDBOS 負責協調與確保所有相關服務的技術一致性[1070]，供警消和緊急服務等人員使用[1071]。

Digitalfunk BOS 獨立於商用行動電話網路[1072]，目前使用窄頻技術 TETRA[1073]，包括地面中繼式無線電（Terrestrial Trunked Radio, TETRA）網路[1074]，為全球最大植基於國際 TETRA 標準的無線電網路[1075]。

與商用行動電話網路不同，Digitalfunk BOS 具團體通訊之優勢，可同時將無線電訊息寄予特定團體內的所有成員，並可集中管理、互連 BOS 系統中的緊急服務；此外，Digitalfunk BOS 亦因空中介面加密（air interface encryption, AIE）及端至端加密（end-to-end encryption）而具有防竊聽（eavesdropping）之優勢[1076]。

1069 Bundesnetzagentur, n.d. BOS-Funk. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Firmennetze/BOS-Funk/bos-funk-node.html#:~:text=Bundesweit%20einheitlicher%20digitaler%20Sprech%2D%20und,%2C1%2D410%20MHz%20ausgewiesen; BDBOS, n.d. Digitalfunk BOS – Fragen und Antworten. https://www.bdbos.bund.de/DE/Service/FragenUndAntworten/FAQDigitalfunkBOS/faqdigitalfunkbos_node.html#

1070 BDBOS, n.d. Digitalfunk BOS – Fragen und Antworten. https://www.bdbos.bund.de/DE/Service/FragenUndAntworten/FAQDigitalfunkBOS/faqdigitalfunkbos_node.html#

1071 BDBOS, n.d. Federal Agency for Public Safety Digital Radio, BDBOS. https://www.bdbos.bund.de/EN/federal_agency/bdbos_node.html

1072 BDBOS, n.d. Stärken des Digitalfunks BOS. https://www.bdbos.bund.de/DE/Digitalfunk_BOS/Staerken/staerken_node.html

1073 BDBOS, n.d. Stärken des Digitalfunks BOS. https://www.bdbos.bund.de/DE/Digitalfunk_BOS/Staerken/staerken_node.html; TUViT, 2022. Study to determine the broadband frequency spectrum demand of the German public safety organisations in mobile broadband networks. https://www.bdbos.bund.de/SharedDocs/Downloads/EN/220511_study_broadband.pdf?__blob=publicationFile&v=2

1074

1075 BDBOS, n.d. Der Digitalfunk BOS. https://www.bdbos.bund.de/DE/Digitalfunk_BOS/digitalfunk_bos_node.html

1076 BDBOS, n.d. Der Digitalfunk BOS im Überblick. https://www.bdbos.bund.de/DE/Aufgaben/DigitalfunkBOS/DigitalfunkBOSimUeberblick/digitalfunkbosimueberblick_node.html

（三）發展現況

截至 2023 年 7 月，Digitalfunk BOS 基地臺達 5,000 個，全國涵蓋率達 99.2%、平均網路可用性達 99.97%，註冊設備約達 120 萬個[1077]，為全球規模最大的 TETRA 網路[1078]。值得注意的是，有鑑於公共安全緊急相關服務具低延遲、乃至於即時大量數據傳輸之需求，部分聯邦區域使用商業行動網路，惟商業行動網路仍有安全性等隱憂，爰 BDBOS 正著手推動 BOS 寬頻網路（見下文）[1079]。

（四）未來發展趨勢

觀察德國 PPDR 未來發展趨勢，基於 TETRA 的德國公共安全行動無線電網路規劃於 2030 年停用，屆時相關頻段使用權將按頻率規劃歸還予軍方[1080]，儘管如此，當局仍積極推動 Digitalfunk BOS 現代化、過渡至 IP（Internet Protocol）[1081]，亦與德國 Vodafone 合作進行寬頻服務測試[1082]，期以據此推動寬頻通訊[1083]。其中，下薩克森州（Lower Saxony）地區的過渡作業預計將於 2024 第一季完成[1084]，然截至本研究撰寫期間，未見公開資料闡述相關成果。

六、法國

[1077] 此為本研究撰寫期間之最新公開統計。BDBOS, n.d. Der Digitalfunk BOS im Überblick. https://www.bdbos.bund.de/DE/Aufgaben/DigitalfunkBOS/DigitalfunkBOSimUeberblick/digitalfunkbosimueberblick_node.html; BDBOS, n.d. Digitalfunk BOS – Fragen und Antworten. https://www.bdbos.bund.de/DE/Service/FragenUndAntworten/FAQDigitalfunkBOS/faqdigitalfunkbos_node.html#answer-83772

[1078] PwC, 2022. Navigating the chasm: The shortest critical path to Next-Generation Public Safety Networks. https://www.pwc.com/m1/en/services/consulting/technology/cyber-security/documents/critical-communications-world.pdf

[1079] BDBOS, n.d. In vier Phasen zum BOS-eigenen Breitbandnetz. https://www.bdbos.bund.de/DE/Aufgaben/DigitalfunkBOS/Breitband/breitband_node.html

[1080] 同上註。

[1081] BOS-Digitalfunk Baden-Württemberg, 2022. Sachstand zur Modernisierung des Digitalfunks BOS. https://digitalfunk.baden-wuerttemberg.de/aktuelles/nachricht/sachstand-zur-modernisierung-des-digitalfunks-bos

[1082] Vodafone, n.d. Zukunft der Breitbandkommunikation im Digitalfunk BOS. https://www.vodafone.de/media/downloads/pdf/whitepaper-bdbos.pdf

[1083] BDBOS, n.d. Netzmodernisierung. https://www.bdbos.bund.de/DE/Aufgaben/DigitalfunkBOS/Netzmodernisierung/netzmodernisierung_node.html

[1084] BDBOS, 2023. Wellenreiter, Ausgabe: Winter 2023. https://www.bdbos.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/wr2023-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4

（一）應用頻段

法國 PPDR 應用頻段如下：

- **400MHz**[1085]：410-430MHz、450-470MHz。
- **700MHz**[1086]：2x3MHz（733-736MHz 與 788-791MHz）、2x5MHz（698-703MHz 與 753-758MHz）[1087]。

（二）管理機制

法國 PPDR 管理機制由法國內政部（Ministère de l'Intérieur）及法國電信與郵政監理機關（Autorité de régulation des communications électroniques et des postes, ARCEP）管理[1088]，除供當地警消使用外，亦供負責道路、港口以及水道等管理部門使用[1089]。

法國為確保與其他歐洲國家於專用網路佈署 PPDR 之應用頻段保持達到頻率協同，應用 400MHz 及 700MHz 兩個頻段[1090]。

法國共有 2 個 PPDR 網路，均使用窄頻技術[1091]：

1. **國家共享傳輸基礎設施（Infrastructure Nationale Partageable des Transmission, INPT）**：供警消、海關以及司

[1085] ANFR, n.d. Le cas particulier des réseaux de sécurité et de secours. https://www.anfr.fr/gerer/reseaux-professionnels-pmr/les-reseaux-mobiles-professionnels-pmr/le-cas-particulier-des-reseaux-de-securite-et-de-secours

[1086] EU, 2019. Best Practice Report on Releasing and Reassignment of the 700 Mhz Band: Best Practices Related to Approach on the DDT and PMSE Reassignment, Cross-Border Coordination and Spectrum Authorisation. https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2020/11/EU-best-practice-report-on-releasing-and-reassignment-of-the-700-MHz-band.pdf

[1087] Ministère de l'Intérieur, 2016. Réseau radio du futur (RRF) Preliminary ideas. https://docbox.etsi.org/Workshop/2016/201609_PPDR_WORKSHOP/S03_NATIONAL_CASE_STUDIES/FRANCE_JUILLARD_DUPLAQUET_MINIST_INTERIOR_FRANCE.pdf; ANFR, 2017. TNRBF : nouvelle 877 epartition des bandes de fréquences arrêtée par le Premier ministre. https://www.anfr.fr/liste-actualites/actualite/tnrbf-nouvelle-repartition-des-bandes-de-frequences-arretee-par-le-premier-ministre

[1088] ANFR, n.d. Le cas particulier des réseaux de sécurité et de secours. https://www.anfr.fr/gerer/reseaux-professionnels-pmr/les-reseaux-mobiles-professionnels-pmr/le-cas-particulier-des-reseaux-de-securite-et-de-secours

[1089] ANFR, n.d. Le cas particulier des réseaux de sécurité et de secours. https://www.anfr.fr/gerer/reseaux-professionnels-pmr/les-reseaux-mobiles-professionnels-pmr/le-cas-particulier-des-reseaux-de-securite-et-de-secours

[1090] ANFR, n.d. Le cas particulier des réseaux de sécurité et de secours. https://www.anfr.fr/gerer/reseaux-professionnels-pmr/les-reseaux-mobiles-professionnels-pmr/le-cas-particulier-des-reseaux-de-securite-et-de-secours

[1091] Ministère de l'Intérieur, 2016. Réseau radio du futur (RRF) Preliminary ideas. https://docbox.etsi.org/Workshop/2016/201609_PPDR_WORKSHOP/S03_NATIONAL_CASE_STUDIES/FRANCE_JUILLARD_DUPLAQUET_MINIST_INTERIOR_FRANCE.pdf; EC, 2017. EU Interoperable Broadband Communication Applications and Technology for Public Safety: Transition Roadmap and Pre-Commercial Procurement Specification. https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b22af60f&appId=PPGMS

法部門使用。

2. **RUBIS**：供法國國家憲兵（Gendarmerie Nationale）和海軍（Marine Nationale）使用。

（三）發展現況

截至 2022 年，INPT 和 RUBIS 的使用者達 22 萬[1092]。值得注意的是，法國係唯一將 700MHz 分配予 PPDR 的歐盟國家，惟其分配的為商用設備通常不支援的保護頻段（Guard Band）[1093]。

（四）未來發展趨勢

法國內政部於 2020 年就「未來無線電網路 Réseau Radio du Futur（RRF）計畫」啟動公共採購，總預算達約 7 億歐元（約新臺幣 231 億元），旨在建立與行動網路業者（Mobile Network Operators, MNOs）共享網路的公共安全行動寬頻服務，將使用 700MHz 頻段[1094]。法國內政部後續於 2022 年與空中巴士（Airbus）、凱捷諮詢（Capgemini）、Orange、Bouygues 及源訊科技（Atos）等業者簽訂合約，並於 2023 年成立 ACMOSS（Agence des Communications Mobiles Opérationnelles de Sécurité et de Secours）實施、營運 RRF[1095]。法國當局希望於 2024 年法國舉行奧運時啟動 RRF，並於 2025 年前將所有 INPT 和 RUBIS 網路的公共安全使用者遷移至 RRF[1096]；研究團隊將持續追蹤後續發展。

[1092] ITS, 2022. The role of mobile network operators in nextgeneration public safety services. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/265667/1/Savunen-et-al.pdf

[1093] 同上註。

[1094] Sénat, 2022. Orientation et programmation du ministère de l'intérieur. https://www.senat.fr/leg/etudes-impact/pjl21-876-ei/pjl21-876-ei.html#_Toc113371078

[1095] Ministère de l'Intérieur, 2022. Lancement du projet "Réseau Radio du Futur" (RRF), le réseau très haut-débit souverain des services de sécurité et de secours. https://www.interieur.gouv.fr/actualites/communiques/lancement-du-projet-reseau-radio-du-futur-rrf-reseau-tres-haut-debit; ITS, 2022. The role of mobile network operators in nextgeneration public safety services. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/265667/1/Savunen-et-al.pdf; Les Echos, 2022. Atos, Bouygues Telecom, Orange, Airbus et Capgemini retenus pour le Réseau Radio du Futur. https://investir.lesechos.fr/actu-des-valeurs/la-vie-des-actions/atos-bouygues-telecom-orange-airbus-et-capgemini-retenus-pour-le-reseau-radio-du-futur-1869291; ACMOSS, n.d. ACMOSS. https://www.acmoss.fr/

[1096] ANFR, n.d. Le cas particulier des réseaux de sécurité et de secours. https://www.anfr.fr/gerer/reseaux-professionnels-pmr/les-reseaux-mobiles-professionnels-pmr/le-cas-particulier-des-reseaux-de-securite-et-de-secours; Ministère de l'Intérieur, 2022. Lancement du projet "Réseau Radio du Futur" (RRF), le réseau très haut-débit souverain des services de sécurité et de secours. https://www.interieur.gouv.fr/actualites/communiques/lancement-du-projet-reseau-radio-du-futur-rrf-reseau-tres-haut-debit; ITS, 2022. The role of mobile network operators in nextgeneration public safety services. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/265667/1/Savunen-et-al.pdf

七、南韓

（一）應用頻段

南韓 PPDR 機制 Safe-Net 應用頻段為 700MHz 頻段，包含 718-728MHz 與 773-783MHz[1097]，合計 20MHz 頻寬。

（二）管理機制

南韓行政安全部（행정안전부）與 SK Telecom 及 KT 等業者合作建立 Safe-Net[1098]，採專頻專網、使用 LTE 技術，供警消、軍方以及救難人員等公職人員於一般和緊急情況下用於災害和安全管理[1099]。Safe-Net 針對公共安全、鐵路以及海上分別建有 PS-LTE、LTE-R、LTE-M 等 3 個分開的網路[1100]，並由電信業者（mobile network operators, MNO）負責佈署與維護專網[1101]，前述 PS-LTE 網路、LTE-R 網路及 LTE-M 網路共享無線接取網路（Radio Access Network, RAN），商用業者的骨幹網路（Backbone）則用做後端網路（Backhaul）[1102]。

為確保全國涵蓋率，Safe-Net 使用 4 種解決方案，針對國家基礎設施、主要道路、人口密集地區建立基地臺，山區、農村及漁村地區則透過行動基地臺支援通訊，並分別於首爾、大邱以及濟州設立 24 小時的營運中心[1103]。

（三）發展現況

Safe-Net 自 2017 年分 3 個階段進行網路建設，於 2021 年完成全

[1097] EC, 2017. EU Interoperable Broadband Communication Applications and Technology for Public Safety: Transition Roadmap and Pre-Commercial Procurement Specification. https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b22af60f&appId=PPGMS

[1098] 행정안전부，無日期。재난안전통신망。https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b11/policyBriefingView/screen.do; LightReading, 2023. UK's ESN watches on as LTE public safety networks proliferate UK's ESN watches on as LTE public safety networks proliferate. https://www.lightreading.com/security/uk-s-esn-watches-on-as-lte-public-safety-networks-proliferate

[1099] Ministry of the Interior and Safety, Disaster and Safety Communications Network (Korea SafeNet). https://www.mois.go.kr/eng/sub/a03/bestPractices7/screen.do; EC, 2017. EU Interoperable Broadband Communication Applications and Technology for Public Safety: Transition Roadmap and Pre-Commercial Procurement Specification. https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b22af60f&appId=PPGMS

[1100] PwC, 2023. Accelerating towards next-generation mission-critical services. https://www.pwc.com/m1/en/services/consulting/documents/ccw-2023-mission-critical-communication-paper.pdf

[1101] ITS, 2022. The role of mobile network operators in nextgeneration public safety services. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/265667/1/Savunen-et-al.pdf

[1102] 同上註。

[1103] 행정안전부，無日期。https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b11/policyBriefingView/screen.do

國網路建設[1104]，提供服務予逾 330 個公共安全組織、24 萬名人員[1105]，為國際間最為先進的公共安全 LTE 網路之一[1106]。相關單位除可快速進行跨單位進行一般通訊與團體通訊外，亦可透過傳送照片、影片等多媒體即時分享現場資訊[1107]。截至 2021 年，南韓 PS-LTE 用戶設備約為 24 萬臺，LTE-R 用戶設備約為 1 萬臺，LTE-M 用戶設備約為 3.5 萬臺[1108]。

（四）未來發展趨勢

南韓 Safe-Net 未來發展領域包括：裝置間通訊（Device-to-Device Communications）、空對地通訊（Air-to-Ground Communications）、將物聯網感測器（IoT Sensors）用於公共安全以及逐步導入 5G。其中，就導入 5G，南韓廣播通訊院（한국방송통신전파진흥원）於 2019 年發布的報告中指出，Safe-Net 目前係採 3GPP Rel.13 之國際標準建設，未來將擴展至 Rel.14、Rel.15 等，以導入 5G[1109]。

八、新加坡

（一）應用頻段

據新加坡資訊通信媒體發展局（IMDA）於 2019 年發布的公眾諮詢文件，800MHz 頻段（806-834MHz/851-879MHz）為大眾對於 PPDR 有興趣的頻段[1110]。

[1104] 국립재난안전연구원，2023。재난안전 통신분야 국내외현황 분석 및 활용사례 연구。https://www.ndmi.go.kr/home/board/download.do?menukey=6039&fno=7424&bid=5&did=1682249

[1105] Deloitte, 2023. Next Generation Mission Critical Networks. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/technology-media-telecommunications/TEE/gTEE-Whitepaper-Next-Generation-Mission-Critical-Networks.pdf; 연합뉴스，2018。재난안전망 경쟁 승자는 KT…A·B 구역 우선협상자 선정。https://www.yna.co.kr/view/AKR20181018075400017

[1106] PwC, 2023. Accelerating towards next-generation mission-critical services. https://www.pwc.com/m1/en/services/consulting/documents/ccw-2023-mission-critical-communication-paper.pdf

[1107] 행정안전부，無日期。https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b11/policyBriefingView/screen.do

[1108] 此為本研究撰寫期間之最新公開統計。ITS, 2022. The role of mobile network operators in nextgeneration public safety services. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/265667/1/Savunen-et-al.pdf

[1109] 한국방송통신전파진흥원，2019。통합 공공망(PS-LTE)전파 혼간섭 모니터링 연구。https://www.kca.kr/fileDownload.do?action=fileDown&mode=&boardId=REPORT&seq=5832777&fileSn=1

[1110] IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority on Proposed Policy Frameworks for the Allocation of 800 Mhz, TDD 1900 Mhz and FDD 2100 Mhz Spectrum Bands. https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Public-Consultation-Paper-for-800-MHz.pdf; GSMA, 2022. Roadmaps for Awarding 5G Spectrum in the APAC Region. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/04/Roadmaps-for-awarding-5G-spectrum-in-the-APAC-region.pdf

IMDA 後續於 2023 年 6 月發布針對前述公眾諮詢結果的回應，表示將不再拍賣 800MHz 頻段與 1900MHz 頻段，以運用 LTE 技術提供關鍵任務語音與數據服務，然為確保服務不中斷（service continuity），IMDA 已允許既有業者 GRID Communications 繼續使用 800MHz 頻段中的 2×5MHz 頻段佈署使用 LTE 技術的公共安全網路[1111]。

（二）管理機制

新加坡 PPDR 相關規劃雖暫不明朗，然觀察其目前發展進程，發布 PPDR 應用頻段相關公開資訊之主管機關為 IMDA，故 IMDA 或將於 PPDR 管理機制扮演舉足輕重的角色。

（三）發展現況

新加坡 PPDR 尚處測試階段[1112]；研究團隊將持續追蹤後續發展。

（四）未來發展趨勢

如前所述，IMDA 將保留頻段予 PPDR 服務，此外，新加坡規劃 PPDR 採專頻專網[1113]。

九、香港

（一）應用頻段

香港 PPDR 應用頻段為 406.1-430MHz[1114]、4940-4990MHz[1115]。

（二）管理機制

香港 PPDR 相關規劃暫不明朗，觀察其發展現況，發布 PPDR 相

[1111] IMDA, 2023. Public Consultation on Allocation of Spectrum for Enterprise and Public Mobile Use. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licences/regulations/consultations/consultation-papers/2019/public-consultation-on-allocation-of-spectrum-for-enterprise-and-public-mobile-use

[1112] ITU, 2019. Status and Trends of Public Protection and Disaster Relief (PPDR) Communications. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0a/0E/R0A0E0000CB0001PDFE.pdf

[1113] 同上註。

[1114] SSAC, 2016. RADIO SPECTRUM AND TECHNICAL STANDARDS ADVISORY COMMITTEE World Radiocommunication Conference 2015 Decisions. https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_1_2016.pdf; OFCA, 2015. Progress Report on Preparation for World Radiocommunication Conference 2015 (WRC-15). https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_2_2015.pdf

[1115] OFCA, 2021. Joint Statement of the Communications Authority and the Secretary for Commerce and Economic Development. https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/en/upload/555/4_9_ghz_statement.pdf; OFCA, 2015. Progress Report on Preparation for World Radiocommunication Conference 2015 (WRC-15). https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_2_2015.pdf

關公開資訊之主管機關為通訊事務管理局辦公室（Office of the Communications Authority, OFCA），故其或將於 PPDR 管理機制扮演重要角色。

（三）發展現況

儘管 GSMA 於 2018 年發布的報告指出香港已有分配頻譜予寬頻 PPDR[1116]，然目前香港通訊事務管理局辦公室公開資料主要闡述 4940-4990MHz 頻段其他應用發展現況[1117]，截至本研究撰寫期間，未見公開說明 PPDR 應用發展現況。

（四）未來發展趨勢

目前香港通訊事務管理局辦公室公開資料主要闡述 4940-4990MHz 頻段其他應用未來發展趨勢[1118]，截至本研究撰寫期間，未見說明 PPDR 應用未來發展趨勢。

十、澳大利亞

（一）應用頻段

澳大利亞 PPDR 應用頻段包括 400MHz 頻段（403-420MHz、450-520MHz）[1119]、4.9GHz（4940-4990MHz）、特高頻（Very High Frequency, VHF）與超高頻（Ultra High Frequency, UHF）等。其中，針對 4940-4990MHz 頻段，澳大利亞設有澳大利亞公共安全和緊急應變（Public Safety and Emergency Response, PSER）類別執照（Class Licence）[1120]，用於區域性的非蜂巢式（Non-Cellular）無線寬頻應用，並於 2012 年透過類別執照核配予公共安全單位使用[1121]，然根據澳大利亞政府委

[1116] GSMA, 2018. Securing the Digital Dividend Across the Entire ASEAN: A Report on the Status of the Implementation of the APT700 Band for ATRC. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2018/08/GSMA_700MHz_ASEAN_Executive_Summary_Aug2018.pdf

[1117] 同上註。

[1118] 通訊事務管理局，2018。通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聯合聲明：關於指配 3.3 吉赫及 4.9 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排。https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/482/joint_statement_st_072018_tc.pdf; 通訊事務管理局辦公室，2022。用於政府服務的頻譜使用效率第五次檢討。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_879/govt_review_2022_c.pdf

[1119] ACMA, 2022. Technical details for land mobile licences. https://www.acma.gov.au/technical-details-land-mobile-licences

[1120] Australian Government, 2021. Radiocommunications (Public Safety and Emergency Response) Class Licence 2013. https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00640

[1121] DITRDCA, 2023. Public Safety Mobile Broadband (PSMB) – Program Fact Sheet – December 2023. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20-%20Program%20Fact%20Sheet%20-%20December%202023.pdf

託的獨立審查員調查[1122]，澳大利亞部分地區不知道該頻段或不確定該頻段的使用範圍，且部分利益相關人表示類別執照相關限制降低公共安全單位應用該頻段的意願，公共安全相關緊急服務目前仍仰賴應用 400MHz 頻段的陸地行動無線電（Land Mobile Radio）網路。

（二）管理機制

澳大利亞公共安全和緊急應變（Public Safety and Emergency Response, PSER）類別執照（Class Licence）的頻段為 4940-4990MHz[1123]，供地方公共安全單位用於區域性的非蜂巢式（Non-Cellular）無線寬頻應用[1124]。為建立蜂巢式的寬頻量能，澳大利亞政府已於 2012 年保留 2×5MHz 的 800MHz 頻段用於全國性的公共安全行動寬頻（Public Safety Mobile Broadband, PSMB）量能[1125]，由澳大利亞內政安全部（Department of Home Affairs）轄下的國家緊急管理署（National Emergency Management Agency, NEMA）[1126]主導推動。

（三）發展現況

如前所述，澳大利亞公共安全相關緊急服務目前主要仰賴 LMR 進行通訊，部分緊急服務則使用商用行動寬頻網路傳輸數據和支援現行系統[1127]。在 PSMB 部分，新南威爾斯州（New South Wales, NSW）

[1122] 同上註。

[1123] Australian Government, 2021. Radiocommunications (Public Safety and Emergency Response) Class Licence 2013. https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00640

[1124] DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[1125] ACMA, 2022. Five-year spectrum outlook 2022–27 and 2022–23 work program Draft for consultation. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2022-03/Draft%20FYSO%202022-27%20for%20consultation.pdf; Australian Government, 2014. Australian Government response to the Parliamentary Joint Committee on Law Enforcement report: Spectrum for public safety mobile broadband. https://www.aph.gov.au/-/media/wopapub/senate/committee/le_ctte/completed_inquiries/2010-13/spectrum_mobile_broadband/gov_response.pdf?la=en&hash=FD65DD4FFF9A592FFC53A8474C8AC50F31751233; DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf

[1126] DITRDCA, 2023. Release of the Public Safety Mobile Broadband Review and the Government Response. https://www.infrastructure.gov.au/department/media/news/release-public-safety-mobile-broadband-review-and-government-response

[1127] NSW Telcom Authority, 2022. Annual Report 2021/22. https://www.nsw.gov.au/sites/default/files/2022-12/nsw-telco-authority-annual-report-2021-22.pdf;DITRDCA, 2023. Public Safety Mobile Broadband (PSMB) – Program Fact Sheet – December 2023. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20-%20Program%20Fact%20Sheet%20-%20December%202023.pdf

政府與諾基亞（Nokia）、Optus 以及 TPG 合作，自 2021 年開始進行 PSMB 概念性驗證（Proof of Concepts, PoC），已於 2022 年 12 月完成，期間已成功測試 PSMB 的核心和無線電網路功能[1128]；相關成果將用於設計全國性的 PSMB，然截至本研究撰寫期間，未見公開資料說明 PoC 整體成果。

（四）未來發展趨勢

澳大利亞通訊及媒體管理局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）指出，由於 4940-4990MHz 頻段已被納入 5G 技術標準中，故澳大利亞公共安全單位未來有望於 PSER 類別執照下佈署 5G 功能[1129]。

此外，就 ACMA 保留 10MHz 的 800MHz 頻段，澳大利亞政府表示，鑑於 ITU 第三區（Region 3）將 800MHz 頻段視為適合 PPDR 的頻段，ACMA 此舉有利於澳大利亞相關業者進軍亞太設備供應市場[1130]。澳大利亞政府亦表示，將分析成本效益，以確立採取完全商業化的國家公共安全行動寬頻網路、專用國營網路或者結合上述兩者，以確立是否應用額外的頻譜[1131]。

澳大利亞政府後續於 2023 年 5 月表示，將於 2023 至 2024 財年、2024 財年至 2025 財年挹注 1,010 萬澳幣（約新臺幣 2.05 億元）推動 PSMB 發展，除將建立工作小組，亦將與各州合作，確保公共安全單位具現代技術與數位互聯互通（digital connectivity）之量能[1132]。截至本研究撰寫期間，尚未公布後續執行情形，研究團隊將持續追蹤後續發展。

十一、中國大陸

（一）應用頻段

[1128] 同上註；NSW Government, n.d. Public Safety Mobile Broadband. https://www.nsw.gov.au/telco-authority/public-safety-mobile-broadband

[1129] ACMA, 2022. Five-year spectrum outlook 2022–27 and 2022–23 work program Draft for consultation. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2022-03/Draft%20FYSO%202022-27%20for%20consultation.pdf

[1130] Australian Government, 2014. Australian Government response to the Parliamentary Joint Committee on Law Enforcement report: Spectrum for public safety mobile broadband. https://www.aph.gov.au/-/media/wopapub/senate/committee/le_ctte/completed_inquiries/2010-13/spectrum_mobile_broadband/gov_response.pdf?la=en&hash=FD65DD4FFF9A592FFC53A8474C8AC50F31751233

[1131] 同上註。

[1132] DITRDCA, 2023. Release of the Public Safety Mobile Broadband Review and the Government Response. https://www.infrastructure.gov.au/department/media/news/release-public-safety-mobile-broadband-review-and-government-response; NEMA, n.d. Public Safety Mobile Broadband. https://nema.gov.au/Public-Safety-Mobile-Broadband

中國大陸 PPDR 相關之應用頻段如下：

- **中國大陸公安無線通信專網**：350MHz 頻段[1133]。
- **僅限於「遇險和安全通信」衛星（空對地）業務**：1544-1545MHz 頻段[1134]。
- **政務寬頻專網**：1.4GHz 頻段[1135]。

（二）管理機制

觀察中國大陸 PPDR 相關發展現況，發布 PPDR 應用頻段相關公開資訊之主管機關為中國大陸工業和信息化部，可見其於 PPDR 管理機制扮演重要角色，然查無公開資料說明其具體管理機制。

（三）發展現況

中國大陸公安無線通信專網係供公安機關執法使用[1136]，然亦未見中國大陸主管機關公開資料闡述具體發展現況。

就「遇險和安全通信」部分，截至 2023 年 7 月，未見中國大陸主管機關公開資料闡述具體內容，然《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》針對「遇險和安全通信」頻段，規定其他業務不得對「遇險和安全通信」相關業務產生有害干擾[1137]。

就政務寬頻專網部分，中國大陸工業和信息化部於 2022 年核准深圳市智慧城市通信有限公司使用 1.4GHz 頻段，將用於深圳市公共安全和緊急救援等[1138]。

（四）未來發展趨勢

截至本研究撰寫期間，未見中國大陸主管機關公開資料闡述具體內容；研究團隊將持續追蹤相關發展。

十二、我國

[1133] 中國信通院，2022。中国无线经济发展研究报告。http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202303/P020230316615844330241.pdf

[1134] 工业和信息化部，2023。中华人民共和国无线电频率划分规定。https://www.zyx.gov.cn/UploadFiles/akjyhfj72/file/20230628/20230628155447_5681.pdf

[1135] 深圳市，2022。“1.4GHz 頻段頻率”無線電頻率使用許可證頒發助力智慧城市建設。http://gxj.sz.gov.cn/gkmlpt/content/10/10152/post_10152571.html#3115

[1136] 中國信通院，2022。中国无线经济发展研究报告。http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202303/P020230316615844330241.pdf

[1137] 工业和信息化部，2023。中华人民共和国无线电频率划分规定。https://www.zyx.gov.cn/UploadFiles/akjyhfj72/file/20230628/20230628155447_5681.pdf

[1138] 深圳市，2022。“1.4GHz 頻段頻率”無線電頻率使用許可證頒發助力智慧城市建設。http://gxj.sz.gov.cn/gkmlpt/content/10/10152/post_10152571.html#3115

（一）應用頻段

我國尚未確立 PPDR 應用頻段，目前僅確立公共安全與救難應變（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）專屬無線通信系統實驗網路之用頻段為 806-816MHz 及 847-857MHz 頻段[1139]。

（二）管理機制

我國 PPDR 尚未有主管機關，但數位發展部目前有相關計畫積極推動 PPDR 建設與發展（見下文）。

（三）發展現況

根據數位發展部 112 年業務概況報告[1140]，以強化通訊傳播網路韌性，普及通訊傳播服務為目標，其中陸地通訊方面，數位發展部推動驗證供消防單位使用之 PPDR 通訊系統可行性，透過運用行動通信系統多營運商核心網路（Multi-Operator Core Network, MOCN）技術，並整合多家電信業者既有之行動通信基地臺、固定通信傳輸網路及政府設置之專屬行動通信核心網路，辦理「運用多營運商核心網路技術建置公共安全與救難應變通訊系統概念性驗證計畫」，進行我國 PPDR 通訊系統概念性驗證。

爾後內政部消防署於 112 年推動「建構數位韌性防救災緊急通訊系統計畫」中之「災害防救緊急通訊強韌計畫」，規劃於建置期間辦理關於國際通訊的專業培訓，配合新興通訊系統如低軌衛星、PPDR 等發展[1141]。

（四）未來發展趨勢

數位發展部、內政部消防署及國內三大電信業者於 112 年 10 月 20 日共同實施「公共安全與救難應變（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）」通訊系統演練[1142]，針對緊急狀況時的通訊運作進行模

[1139] 數位發展部，2023。無線電頻率供應計畫。https://www-api.moda.gov.tw/File/Get/moda/zh-tw/3fdvO1YMOUlS7Wt

[1140] 數位發展部，2023。數位發展部業務概況報告。https://ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2023092507/27023601072009109002.pdf

[1141] 內政部消防署，2023。「建構數位韌性防救災緊急通訊系統」中程計畫。https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?act=article&code=search&keyword=%E3%80%8C%E5%BB%BA%E6%A7%8B%E6%95%B8%E4%BD%8D%E9%9F%8C%E6%80%A7%E9%98%B2%E6%95%91%E7%81%BD%E7%B7%8A%E6%80%A5%E9%80%9A%E8%A8%8A%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E3%80%8D%E4%B8%AD%E7%A8%8B%E8%A8%88%E7%95%AB&postFlag=1

[1142] 數位發展部，2023。數位部攜手內政部消防署及電信業首次演練救災通訊系統 確保緊急狀況時救災單位優先通訊。https://moda.gov.tw/press/press-releases/8571

擬。於南投縣竹山鎮舉行之「112 年災害防救科技成果展」活動上，透過數位發展部建置的 PPDR 通訊系統，進行強震時的通訊演練，包含使用「遠距醫療」、「無人機勘災」等災難救助演練。

此外，數位發展部於 112 年表示，將採傾向採英國共享網路共享頻譜之模式，由政府主導核心網路之建設，介接 3 大電信業者基地臺，於緊急情境時將行動網路部分頻寬調撥予警消單位，並預計於 113 至 114 年在六都進行 PPDR 技術驗證，並提出修法評估報告[1143]。

數位發展部規劃在 113 至 114 年持續進行 PPDR 通訊系統建置計畫，除進行基地臺介接，亦將展開救災教育訓練，同時研析 PPDR 網路提供多個機關使用之可行性，以分析佈署機制之成本效益，有助未來發展救災優先通訊，提升我國救災能量。

[1143] 中央社，2023。數位部規劃台版 PPDR 拚救災通訊優先穩定。https://www.cna.com.tw/news/afe/202310290035.aspx

附錄二十二　其他工作執行情形

為讓委辦單位方便管考本案，研究團隊研擬研究計畫執行期程，俾利委辦單位有效追蹤本案研究進度與研究內容。為確保研究方向與內容符合委辦需求，計畫執行期間，研究團隊與委辦單位定期召開工作會議，除回報研究進度外，讓委辦單位及時了解執行狀況，並釐清各項研究問題。會後，研究團隊亦針對委辦單位疑義問題，提供相關回覆，工作會議召開情形如附表 22.1。

附表 22.1　工作會議召開情形

場次	時間
啟動會議	**113 年 3 月 7 日**
第一次工作會議	**113 年 4 月 2 日**
第二次工作會議	**113 年 4 月 30 日**
第三次工作會議	**113 年 5 月 20 日**
第四次工作會議	**113 年 7 月 23 日**
第五次工作會議	**113 年 8 月 9 日**
第六次工作會議	**113 年 8 月 29 日**
第七次工作會議	**113 年 9 月 23 日**

資料來源：本研究整理。

本案常駐履約人員已於 113 年 2 月 26 日始派至貴部，派駐時間亦可配合委託單位需求辦理。本研究以專屬團隊執行計畫，並研究人員主責國家及領域分工，為專案辦公室規格提供幕僚服務，配合委辦協助相關項目及諮詢服務如附表 22.2，截至 113 年 10 月 25 日已完成 9 次協助項目及諮詢服務。

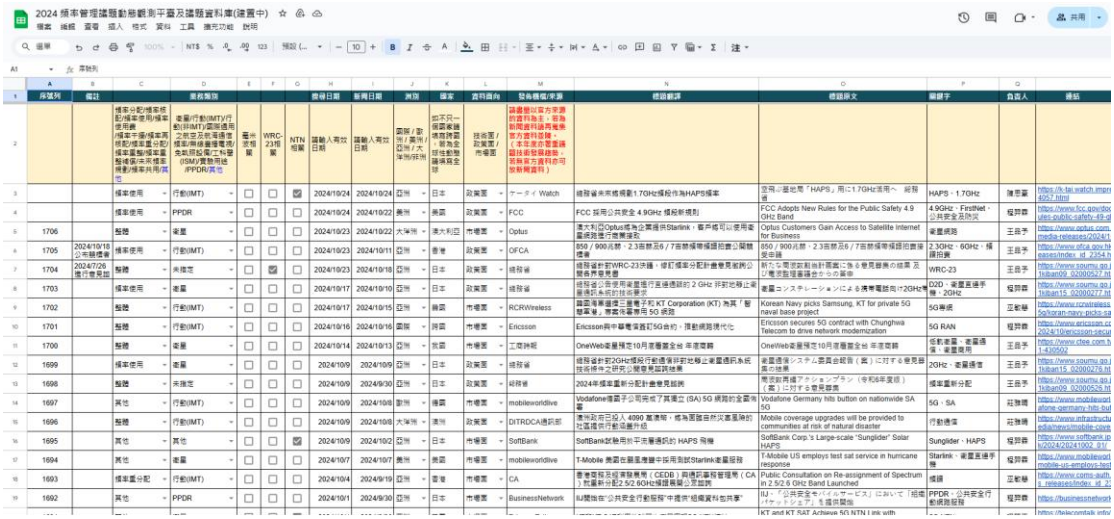
附表 22.2　配合協助項目及諮詢服務

交辦日期	回覆/完成日期	協助項目
113 年 1 月 31 日	113 年 1 月 31 日	主要國家衛星執照規範
113 年 2 月 22 日	113 年 2 月 22 日	確認英文名詞翻譯
113 年 2 月 23 日	113 年 2 月 26 日	協助追蹤信件
113 年 2 月 23 日	112 年 2 月 27 日	查詢 2024 年電信相關國際會議
113 年 2 月 26 日	113 年 2 月 29 日	參與「114 年科技計畫撰寫說明會」
113 年 5 月 15 日	113 年 5 月 30 日	資料整理：美國 NTIA 與 FCC 各部門業務對應數位部業務、提供討論議題
113 年 5 月 31 日	113 年 5 月 31 日	修正資料

交辦日期	回覆/完成日期	協助項目
113 年 5 月 16 日	113 年 5 月 22 日	推薦 2024 年的國際電信會議
113 年 6 月 17 日	113 年 6 月 19 日	NTIA、FCC 對應數位部業務與議題發想 製作簡報

資料來源：本研究整理。

研究團隊為即時掌握國際無線電頻率資源相關資訊，每日追蹤國際發展動向，將與研析議題有關之各國、國際組織頻率政策、技術及市場相關資料、發展趨勢，透過雲端表單建置「頻率管理議題動態觀測平臺及議題資料庫」，以蒐集即時資料供委託單位參考，如附圖 22.1。



資料來源：本研究整理。

附圖 22.1　頻率管理議題動態觀測平臺及議題資料庫螢幕截圖

參考書目

中文文獻

1. c114，2024。中國電信完成「三全」5G RedCap 商用驗證開啟 5G 輕量化新篇章。https://www.c114.com.cn/news/117/a1260140.html
2. c114.com.cn，2023。三星獲得日本 KDDI 5G SA 核心網路合約。https://www.c114.com.cn/news/116/a1223028.html
3. CA，2022。鼓勵及早使用 5G 技術。https://www.5g.gov.hk/tc/what-is-5g/deployment.html
4. CCIA，2023。中国代表团全方位深度参与世界无线电通信大会。http://www.ccia.org.cn/news_show.php?id=10143
5. CCIA，2024。中国信科陈山枝：手机直连卫星的发展与展望。http://www.ccia.org.cn/news_show.php?id=10165
6. Dvbcn，2023。700MHz 完成 RedCap 商用效能測試，中國廣電 5G 將協助產業融合服務場景實現。http://www.dvbcn.com/p/140272.html
7. Ericsson，2024。5G 網路切片 。https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/mobility-report/articles/exploring-differentiated-services-with-5g-networks
8. Ericsson，2024。Telstra 與愛立信合作完成網路切片無線業務編排。https://www.ericsson.com/zh-cn/press-releases/7/2024/telstra-and-ericsson-partner-to-orchestrate-wireless-services-for-network-slicing
9. FTC，2021。國內首宗，遠傳與亞太 3.5GHz 頻率與網路共用合作案，公平會不禁止但附加附款通過。https://www.ftc.gov.tw/internet/main/doc/docDetail.aspx?uid=1932&docid=17270
10. hk.chinamobile，2020。中國移動香港率先啟動 5G 獨立組網 助力行業智慧轉型 掌握業務發展先機。https://www.hk.chinamobile.com/tc/home/news/20201126pr
11. Ictjournal，2023。韌性網路的通訊技術。https://ictjournal.itri.org.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0M236556470056558161&sid=0N348632203954085532
12. IEK 產業情報網，2021。 5G 毫米波應用機會與挑戰。https://ieknet.iek.org.tw/iekrpt/rpt_more.aspx?actiontype=rpt&indu_idno=3&domain=43&rpt_idno=64320101
13. ITRI，2023。韌性網路的通訊技術。

https://ictjournal.itri.org.tw/xcdoc/cont?xsmsid=0M236556470056558161&sid=0N348632203954085532
14. ITU，2024。WRC-23 最后文件。https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/act/R-ACT-WRC.16-2024-PDF-C.pdf
15. ITU-R SM，2021。国家频谱管理规章制度指南。https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-SM.2093-4-2021-PDF-C.pdf
16. Legco.gov，2021。《電訊(以拍賣方法釐定頻譜使用費)規例》。https://www.elegislation.gov.hk/hk/cap106AC!en-zh-Hant-HK.pdf
17. Mediatek，2023。聯發科技推出 5G RedCap 解決方案，將優異能效帶入消費性、企業用及工業用等廣泛的物聯網裝置。https://corp.mediatek.tw/news-events/press-releases/mediatek-unveils-redcap-solutions-to-deliver-5g-data-rates-and-impressive-power-efficiency-to-a-broad-range-of-iot-devices#
18. MIIT，2021。《工业和信息化部关于加强 5G 公众移动通信系统无线电频率共享管理有关事项的通知》解读。https://ythxxfb.miit.gov.cn/ythzxfwpt/hlwmh/zcwj/xzxk/wxdhwxtx/art/2022/art_944be344265c444aa2af8756aee135a0.html
19. MIIT，2021。工业和信息化部关于加强 5G 公众移动通信系统无线电频率共享管理有关事项的通知。https://www.miit.gov.cn/jgsj/wgj/wjfb/art/2021/art_c178073ebf0c44bea2a18dd6941124d2.html
20. MIIT，2022。工業和信息化部重耕 900MHz 頻段頻譜資源進一步推動中國大陸 5G 高質量發展。http://www.gov.cn/xinwen/2022-11/04/content_5724518.htm
21. MIIT，2023。工業與資訊化部發布新版《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》 率先在全球將 6GHz 頻段劃分用於 5G/6G 系統。https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202306/content_6888759.htm
22. MIIT，2023。公開徵求《900MHz 頻段無線射頻辨識（RFID）設備無線電管理規定（徵求意見稿)》及《超寬頻（UWB）設備無線電管理規定（徵求意見稿)》的意見。https://www.miit.gov.cn/gzcy/yjzj/art/2023/art_42a55669ef094373a01a838e235088c1.html
23. MIIT，2024。《900MHz 频段射频识别（RFID）设备无线电管理规定》解读。https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2024/art_e71f6530f9df480e9a79a6bc79857587.html
24. MIIT，2024。《超宽带（UWB）设备无线电管理暂行规定》解读。https://www.miit.gov.cn/zwgk/zcjd/art/2024/art_86d0f5c0f23545fcb0

10297a188c7d62.html
25. MODA，2019。公告修正「受理申請經營行動寬頻業務有關事項」，並自中華民國 108 年 9 月 3 日生效。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/mobile/mhz01/2880
26. MODA，2023。整體資源規劃政策。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/operations/274
27. Moda，2024。公開意見徵詢。 https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/resource-plan/plan002/10628
28. MODA，2024。修正草案預告及說明文件。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/resource-plan/plan002/13062
29. moneydj，2021。陸工信部：新進網 5G 終端將默認開啟 5G SA 功能。https://www.moneydj.com/kmdj/news/newsviewer.aspx?a=af5cf57e-743b-4ac5-ac8f-e2b14c9c3e7f
30. Montnets，2020。中國電信：從 6 月 1 日起逐步關閉 3G 網路。https://www.montnets.com/wap/index.php/show-607.html
31. Mydrivers，2023。中國廣電：開機選網優先 5G 不支援 2G、3G 網路。https://news.mydrivers.com/1/883/883078.htm
32. NCC，2014。第 11 梯次第 1 階段廣播電臺釋照競價規劃研究。https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/15052/3359_33648_150525_1.pdf
33. NCC，2017。配合 5G、IoT 等技術研發測試與導入之專用電信法規制度研究。https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/19122/3923_42423_191225_1.pdf
34. NCC，2024。NCC 通過「低功率射頻器材技術規範」第五點修正草案，滿足民眾使用最新電信技術設備需求。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&cate=0&keyword=%e9%a0%bb%e7%8e%87&is_history=0&pages=0&sn_f=49839
35. NCC，2024。何時關閉 3G 網路。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5685&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=50106
36. NCC，2024。強化緊急應變 鼓勵研發創新-衛星網路技術發展與應用實務。https://nccnews.com.tw/202403/ch2.html
37. Nidec，2023。軟銀與尼得科共同研發面向 HAPS 的輕量、高效率、高可靠性的電機。https://www.nidec.com/cn/product/news/2023/news0627-01/

38. OFCA，2007。無線電頻譜政策綱要（二零零七年四月）。https://www.cedb.gov.hk/assets/resources/ccib/policies/spectrum_chi.pdf
39. OFCA，2017。就以行政方法指配的頻譜實施徵收頻譜使用費計劃。https://www.legco.gov.hk/yr16-17/chinese/panels/itb/papers/itb20170508cb4-968-1-c.pdf
40. OFCA，2018。26 吉赫及 28 吉赫頻帶發牌。https://www.ofca.gov.hk/tc/industry_focus/radio_spectrum/administrative_assignment_of_spectrum/26_ghz_and_28_ghz_bands_licensing/index.html
41. OFCA，2018。無線電頻譜及技術標準諮詢委員會（SSAC）。https://www.ofca.gov.hk/tc/about_us/advisory_committees/SSAC/terms_of_reference/index.html
42. OFCA，2018。專用無線電系統牌照申請指引。https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/447/gn052018c.pdf
43. OFCA，2019。26 吉赫及 28 吉赫頻帶共用頻譜開始接受申請。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_1953.html
44. OFCA，2019。3.3 吉赫頻帶的 5G 頻譜拍賣順利完成。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2023.html
45. OFCA，2021。地區性無線寬頻系統（專用）牌照。https://www.ofca.gov.hk/tc/industry_focus/radio_spectrum/administrative_assignment_of_spectrum/26_ghz_and_28_ghz_bands_licensing/LWBS_private/index.html
46. OFCA，2021。通訊事務管理局新設地區性無線寬頻系統（專用）牌照。https://www.ofca.gov.hk/tc/industry_focus/radio_spectrum/administrative_assignment_of_spectrum/26_ghz_and_28_ghz_bands_licensing/LWBS_private/index.html
47. OFCA，2021。六個數碼電視節目台十二月一日起轉用新發射頻率。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2257.html
48. OFCA，2021。角色及職能。https://www.ofca.gov.hk/tc/about_us/roles_and_functions/index.html
49. OFCA，2023。通訊事務管理局辦公室二零二三至二四年度主要工作和計劃。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_92/majortasks_23-24_c.pdf

50. OFCA，2024。850／900 兆赫、2.3 吉赫及 6／7 吉赫頻帶頻譜拍賣接受申請。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2354.html
51. OFCA，2024。無線通訊服務。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/data_statistics/mobile_services/wireless_services/index.html
52. OFCA，2024。通訊局公布用以提供 5G 服務的 26 吉赫及 28 吉赫頻帶頻譜第二輪指配結果。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/press_releases/index_id_2350.html
53. OFCA，2024。二零二四至二零二六年的頻譜供應表。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_144/spectrum_plan2024_tc.pdf
54. OFCA，2024。二零二四至二零二五年度主要工作和計劃。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_92/majortasks_24-25_c.pdf
55. Samsung，2023。三星與聯發科透過三個發射天線實現 5G 上行傳輸的革命性創新。https://news.samsung.com/tw/%E4%B8%89%E6%98%9F%E8%88%87%E8%81%AF%E7%99%BC%E7%A7%91%E9%80%8F%E9%81%8E%E4%B8%89%E5%80%8B%E7%99%BC%E5%B0%84%E5%A4%A9%E7%B7%9A%E5%AF%A6%E7%8F%BE5g%E4%B8%8A%E8%A1%8C%E5%82%B3%E8%BC%B8%E7%9A%84%E9%9D%A9
56. SCCR，2023。工业和信息化部重耕 800MHz 频段频谱资源 持续推动我国 5G 高质量发展。https://www.srrc.org.cn/article30696.aspx
57. SGS，2023。ITA 最新動態快報 - 新加坡正式開放 WI-FI 6E。https://www.sgs.com.tw/news-media-resources-content/page?id=869
58. Sina，2023。真快！中國電信已基本完成了 3G 退網其他兩家呢？https://finance.sina.cn/tech/2023-06-16/detail-imyxnrxe4785126.d.html
59. 台灣大哥大，2021。技術領先 台灣大率先通過 5G SA 技術官方驗證 SA 解鎖 5G 強大功能 企用專屬基地臺與核心網路服務同步推出。https://corp.taiwanmobile.com/press-release/news/press_20211022_882781.html
60. 台灣大哥大，2022。全台首次！ 台灣大以 5G SA 真實網路環境展出智慧應用 NCC 高雄亞灣 5G 垂直場域體驗活動 台灣大展身手。https://corp.taiwanmobile.com/press-

release/news/press_20220505_738955.html
61. 台灣大哥大，2024。3G 網路將於 2024/6/30 關閉。https://www.taiwanmobile.com/events/3Gupgrade4G/
62. 通訊事務管理局，2018。通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聯合聲明：關於指配 3.3 吉赫及 4.9 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排。https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/482/joint_statement_st_072018_tc.pdf
63. 通訊事務管理局辦公室，2007。無線電頻譜政策綱要。https://www.cedb.gov.hk/assets/resources/ccib/policies/spectrum_chi.pdf
64. 通訊事務管理局辦公室，2022。用於政府服務的頻譜使用效率第五次檢討。https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/tc/content_879/govt_review_2022_c.pdf
65. 通訊事務管理局及商務及經濟發展局，2018。通訊事務管理局與商務及經濟發展局局長聯合聲明—關於指配 3.4 – 3.6 吉赫頻帶頻譜用作提供公共流動服務和相關頻譜使用費的安排。https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/tc/upload/481/joint_statement_st_062018_tc.pdf
66. 內政部消防署，2023。「建構數位韌性防救災緊急通訊系統」中程計畫。https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?act=article&code=search&keyword=%E3%80%8C%E5%BB%BA%E6%A7%8B%E6%95%B8%E4%BD%8D%E9%9F%8C%E6%80%A7%E9%98%B2%E6%95%91%E7%81%BD%E7%B7%8A%E6%80%A5%E9%80%9A%E8%A8%8A%E7%B3%BB%E7%B5%B1%E3%80%8D%E4%B8%AD%E7%A8%8B%E8%A8%88%E7%95%AB&postFlag=1
67. 立法院，2023。數位發展部業務概況報告。https://www-api.moda.gov.tw/File/Get/moda/zh-tw/eLCo64A2SmfUNrv
68. 立法院，2024。數位發展部業務概況報告。https://ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2024022951/5120030022012046002.pdf
69. 中央銀行，2024。我國與主要貿易對手通貨兌美元之匯率資料。https://www.cbc.gov.tw/Public/Data/economic/statistic/fx/PDF-%E6%97%A5%E8%B3%87%E6%96%99%20(2002%E5%B9%B4%E8%BF%84%E4%BB%8A).pdf
70. 國家無線電監測中心檢測中心，n.d。SRTC 簡介。https://srtc.org.cn/zhongxinjianjie.aspx?id=33

71. 國家通訊傳播委員會，2021。NCC 與電信業者公私協力 普建 5G 網路建設 辦理垂直場域體驗週活動展現 5G 應用服務成果。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=46962
72. 國家通訊傳播委員會，2023。通訊供給統計。https://commsurvey-chart.ncc.gov.tw/xcstatistics?xsmsid=0M357430546629526750&ccode=1
73. 國家通訊傳播委員會，2023。行動通信業務基地臺統計數。https://www.ncc.gov.tw/chinese/opendata_item.aspx?menu_function_sn=208
74. 工業技術研究院，2024。以軟帶硬跨國推動，毫米波技術產業化。https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=18_content&SiteID=1&MmmID=1036452026061075714&MGID=1254122743122515215
75. 工信部，2023。《中華人民共和國無線電頻率劃分規定》解讀。https://www.srrc.org.cn/article30495.aspx
76. 工信部，2023。無線電頻率使用許可--法人。https://ythzxfw.miit.gov.cn/lawGuide?data=dfb40fbed0b4447f905c5a458d444326
77. 工信部，2023。工业和信息化部发布新版《中华人民共和国无线电频率划分规定》率先在全球将 6GHz 频段划分用于 5G/6G 系统。https://www.gov.cn/lianbo/bumen/202306/content_6888759.htm
78. 工商時報，2024。數字看中國｜第一季 5G 手機出貨量達 5,643 萬支。https://www.ctee.com.tw/news/20240419700032-430805
79. 工业和信息化部，2023。中华人民共和国无线电频率划分规定。https://www.zyx.gov.cn/UploadFiles/akjyhfj72/file/20230628/20230628155447_5681.pdf
80. 行政院，2019。新聞稿。https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&cate=0&keyword=&is_history=1&pages=0&sn_f=41208
81. 行政院，2019。我國 5G 頻譜政策與專網發展。https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/3d06fd55-f6f2-4743-a6f8-fa44476487cc
82. 行政院全球資訊網，2024。「中新二號衛星騰讓頻譜補償計畫（3⁄4）」核定版。https://www.ey.gov.tw/File/4A9ECC42D42600AE
83. 交通部，2019。「台灣第五代行動通訊（5G）推動及釋照情況，

相關配套子法修正進度及垂直應用場域規劃」專題報告。https://ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2019092005/2103090905129018800 0.pdf
84. 經濟日報，2023。基地臺都快蓋滿，消費者滲透卻只有 25%，台灣 5G 開台三週年總體檢。https://money.udn.com/money/story/123317/6948773
85. 全國法規資料庫，2020。電信事業申請無線電頻率核配辦法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060112
86. 全國法規資料庫，2022。《國家通訊傳播委員會組織法》第十四條。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=P0000008
87. 全國法規資料庫，2023。無線電頻率使用管理辦法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060123
88. 全國法規資料庫，2023。電信管理法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060111
89. 全國法規資料庫，2024。頻率使用費收費標準。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060151
90. 全國法規資料庫，2024。附件一依電信管理法第五十六條第一項申請核配頻率相關事項一覽表。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawGetFile.ashx?FileId=0000371038&lan=C
91. 全國法規資料庫，2024。電信管理法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060111&kw=%e9%9b%bb%e4%bf%a1%e7%ae%a1%e7%90%86%e6%b3%95
92. 全國法規資料庫，2024。規費法。https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=G0340107&kw=%e8%a6%8f%e8%b2%bb%e6%b3%95
93. 係根據中國大陸《無線電管理收費規定》第九條規定。中华人民共和国国家发展和改革委员会，1998。《无线电管理收费规定》。https://zfxxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=1875
94. 香港特別行政區立法會，2021。《電訊（頻譜使用費的水平）（以行政方式指配的頻譜）規例》。https://www.legco.gov.hk/yr20-21/chinese/subleg/negative/2021ln061-c.pdf
95. 香港通訊事務管理局，2023。2022/23 年報。https://www.coms-auth.hk/annual_report/2223/pdf/tc/5.pdf
96. 香港通訊事務管理局辦公室，2020。2019／20 年營運基金報告書。https://www.ofca.gov.hk/trade_fund_report/1920/tc-chapter3.htm

97. 香港通訊事務管理局辦公室，2024。電訊里程碑。https://www.ofca.gov.hk/tc/news_info/milestones/index.html
98. 中國無線電管理，2010。 中國無線電管理機構職責。https://www.srrc.org.cn/article2011.aspx
99. 中國無線電管理，2017。國內外 5G 毫米波研究最新進展（上）。http://www.srrc.org.cn/article19574.aspx
100. 中國無線電管理，2024。中國大陸工業和信息化部無線電管理局發布新版地面、空間無線電業務相關行政許可申請指南。https://www.srrc.org.cn/article31547.aspx
101. 中國信通院，2022。中国无线经济发展研究报告。http://www.caict.ac.cn/english/research/whitepapers/202303/P020230316615844330241.pdf
102. 中國信息通信研究院，2021。6G 總體願景與潛在關鍵技術白皮書。http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/ztbg/202106/P020210604552572072895.pdf
103. 中國移動，2022。終端先行助推 5G 規模發展。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_43638.html
104. 中國移動，2024。中國移動完成全球最大規模 RedCap 現網規模試驗。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_48946.html
105. 中國移動，2024。超 300 城市年內啟動佈署！中國移動發布 5G-A 商用計劃。https://www.10086.cn/aboutus/news/groupnews/index_detail_49026.html
106. 中國移動香港，2023。中國移動香港、中信國際電訊、澳門電訊攜手完成測試，實現港澳地區首個 5G SA+VoNR 漫遊服務。https://www.hk.chinamobile.com/tc/home/news/20231211pr
107. 中華電信，2023。中華電信、KKBOX 打造全台萬人演唱會首次 5G x 生成式 AI 共演 第 18 屆 KKBOX 風雲榜 9/2 登場 MOD、Hami Video 獨家多視角直播。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2023/0831-1400
108. 中華電信，2023。中華電信跨國結盟新加坡電信 Singtel 整合式 5G 創新應用服務接軌國際。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2023/1204-1500
109. 中華電信，2023。中華電信與諾基亞簽署 5G Advanced/6G 暨 ESG 新技術應用合作備忘錄 在既有優質 5G 領先基礎上不斷前進 領航 5G 新世代並實踐節能永續。https://www.cht.com.tw/zh-

tw/home/cht/messages/2024/0228-1000
110. 中華電信，2024。中華電信應用 5G 智慧網路切片啟發創新價值 中華電信攜手諾基亞導入智慧網路切片技術 助力企業客戶 AI 應用。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2024/0226-1000
111. 中華電信，2024。中華電信與通傳會產官協力 將於 113 年 6 月底關閉 3G 網路服務 服務升級提供更優質體驗 全民齊心減碳愛地球。https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2024/0329-0940
112. 中華人民共和國司法部，2015。中華人民共和國無線電頻率劃分規定。http://www.moj.gov.cn/pub/sfbgw/flfggz/flfggzbmgz/201503/t20150306_145442.html
113. 中华人民共和国国家发展和改革委员会，1998。《无线电管理收费规定》。https://zfxxgk.ndrc.gov.cn/web/iteminfo.jsp?id=1875
114. 中华人民共和国工业和信息化部，2021。部长信箱 我国开放的 5G 频段。https://bzxx.miit.gov.cn/bzxx/reply/detail?id=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d&appellateId=ff8080817955d8c801797ee9dcf80b5d
115. 中华人民共和国中央人民政府，2016。中华人民共和国无线电管理条例。http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/content/2016-11/25/content_5137687.htm
116. 中华人民共和国中央人民政府，2018。国家发展改革委 财政部关于降低部分无线电频率占用费标准等有关问题的通知。http://big5.www.gov.cn/gate/big5/www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5434042.htm
117. 中华人民共和国中央人民政府，2023。无线电台（站）频率占用费年度收费标准表。http://www.scpc.gov.cn/public/6601881/13890770.html
118. 中央通訊社，2023。電信三雄拚 5G 建設 盼微型基地臺小兵立大功。https://www.cna.com.tw/news/afe/202301010096.aspx
119. 中央通訊社，2023。數位部規劃台版 PPDR 拚救災通訊優先穩定。https://www.cna.com.tw/news/afe/202310290035.aspx
120. 中央社，2021。5G 建設百億補助金落誰家 有望 11 月底揭曉。https://www.cna.com.tw/news/afe/202109090232.aspx
121. 中央社，2023。數位部規劃台版 PPDR 拚救災通訊優先穩定。https://www.cna.com.tw/news/afe/202310290035.aspx
122. 中央銀行，2020。什麼是國庫存款？https://knowledge.cbc.gov.tw/front/qa/inpage/341D0A0B-613B-

EB11-80EB-000C29A1B907
123.深圳市，2022。“1.4GHz 頻段頻率”無線電頻率使用許可證頒發助力智慧城市建設。http://gxj.sz.gov.cn/gkmlpt/content/10/10152/post_10152571.html#3115
124.數位發展部，2022。數位發展部與電信業者攜手創建 5G 創新應用。https://moda.gov.tw/press/press-releases/2928
125.數位發展部，2023。無線電頻率供應計畫。https://www-api.moda.gov.tw/File/Get/moda/zh-tw/3fdvO1YMOUlS7Wt
126.數位發展部，2023。數位部攜手內政部消防署及電信業首次演練救災通訊系統 確保緊急狀況時救災單位優先通訊。https://moda.gov.tw/press/press-releases/8571
127.數位發展部，2023。數位發展部業務概況報告。https://ppg.ly.gov.tw/ppg/SittingAttachment/download/2023092507/27023601072009109002.pdf
128.數位發展部，2024。5G 釋照作業規劃及頻譜整備改善措施計畫。https://moda.gov.tw/digital-affairs/resource-management/programs/304
129.數位發展部，2024。中華民國 113 年度 中央政府總預算案 數位發展部單位預算。https://www-api.moda.gov.tw/File/Get/moda/zh-tw/f0YdNLoNxKxY18Z
130.數位發展部，2024。數位部攜手電信業者前進屏東展示 5G 創新應用 引導產業數位轉型。https://moda.gov.tw/press/press-releases/8831
131.數位發展部，2024。數位發展部公告：預告「無線電頻率供應計畫」修正草案。https://join.gov.tw/policies/detail/2ba94b5c-0804-4b0d-b6a5-6d64c81aa710
132.數位發展部主管法規共用系統，2023 年。「無線電頻率供應計畫」（112 年 3 月修正）。https://law.moda.gov.tw/Download.ashx?FileID=529
133.人民網，2023。2024 年度 5G 輕量化貫通行動啟動。http://finance.people.com.cn/BIG5/n1/2024/0425/c1004-40223699.html
134.材料世界網，2020。5G 毫米波通訊市場趨勢。https://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=45339
135.亞灣新創園，2021。B5G 世代非地面網路技術發展趨勢：以高空通訊平臺為例。https://www.yawan-startup.tw/News_Card_Content.aspx?n=1494&s=4193
136.亞灣新創園，2022。連網大增 頻譜資源拉警報。https://www.yawan-

startup.tw/News_Card_Content.aspx?n=1494&s=4482
137.遠傳電信，2023。遠傳前進 MWC 2023 展台灣 5G 實力！攜手愛立信秀全台第一個 5G SA 網路切片商用案例。https://www.fetnet.net/content/cbu/tw/lifecircle/tech/2023/02/MWC2023.html
138.遠傳電信，2024。台灣 3G 網路將於 6/30 全面關閉。https://www.fetnet.net/content/cbu/tw/postpaid/3g-sunset.html?WTshort_k=evyl0Q&WTchannel=SMS&CMP
139.遠傳電信，2024。遠傳展 5G 研發力！前進 MWC 2024 秀肌肉救援者應用「SA 網路切片 5G 救護車」獲好評。https://corporate.fetnet.net/content/corp/tw/LatestNews/LatestNews_Contents.html?uuid=9978911a-560e-4aff-9ae4-7d787acf1586

外文文獻

1. 3GPP, 2019. TS 38.101-1 v15.5.0 Table 5.1-1. https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138100_138199/13810101/15.05.00_60/ts_13810101v150500p.pdf
2. 3GPP, 2024. Non-Terrestrial Networks (NTN). https://www.3gpp.org/technologies/ntn-overview
3. 3GPP, 5G System Overview. https://www.3gpp.org/technologies/5g-system-overview
4. 5G Americas, 2020. Understanding mmWave for 5G Networks. https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2020/12/InDesign-Understanding-mmWave-for-5G-Networks.pdf
5. 5G Americas, 2023. Introduction Device Characteristics. https://www.5gamericas.org/wp-content/uploads/2023/10/Evolving-Devices-for-5G-Adoption-FINAL-Id.pdf
6. 5G Americas, 2023. Nokia, BT Group and MediaTek trial 5G RedCap technology to accelerate the Internet of Things. https://www.5gamericas.org/nokia-bt-group-and-mediatek-trial-5g-redcap-technology-to-accelerate-the-internet-of-things/
7. 5G Americas, 2024. 3GPP Technology Trends. https://www.5gamericas.org/3gp-technology-trends/
8. 5G Americas, 2024. WRC-23 Challenges Set the Stage for North American Drive Towards 5G-Advanced and 6G. https://www.5gamericas.org/wrc-23-challenges-set-the-stage-for-north-american-drive-towards-5g-advanced-and-6g/
9. 5G.CO.UK., 2024. 5G Coverage. https://5g.co.uk/coverage/ee/
10. 5GAmericas, 2022. 5G And Non-Terrestrial Networks. https://www.5gamericas.org/5g-and-non-terrestrial-networks/
11. 5gobservatory.eu, 2023. Deutsche Telekom says its 5G network

reaches 95% of the population. https://5gobservatory.eu/deutsche-telekom-says-its-5g-network-reaches-95-of-the-population/
12. 5gobservatory.eu, 2024. Vodafone Germany says 5G network now reaches 90% of the population. https://5gobservatory.eu/vodafone-germany-says-5g-network-now-reaches-90-of-the-population/
13. ACCC, 2023. Mobile Infrastructure Report 2023. https://www.accc.gov.au/system/files/Mobile%20Infrastructure%20Report%202023.pdf
14. ACCC, 2024. ACCC will not oppose Optus and TPG regional mobile network and spectrum sharing. https://www.accc.gov.au/media-release/accc-will-not-oppose-optus-and-tpg-regional-mobile-network-and-spectrum-sharing
15. ACMA, 2017. Draft spectrum reallocation recommendation for the 3.6 GHz band Metropolitan and regional areas of Australia. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2020-06/Draft%20spectrum%20reallocation%20recommendation%20paper-FINAL.pdf
16. ACMA, 2020. Future use of the 1.5 GHz and 3.6 GHz Bands. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2020-02/Future%20use%20of%20the%201.5%20GHz%20and%203.6%20GHz%20bands.pdf
17. ACMA, 2020. Policy on apparatus licence renewals. https://www.acma.gov.au/policy-apparatus-licence-renewals
18. ACMA, 2020. Register a radiocommunications device under a spectrum licence. https://www.acma.gov.au/register-radiocommunications-device-under-spectrum-licence
19. ACMA, 2021. 26 GHz band auction results. https://www.acma.gov.au/26-ghz-band-auction-results
20. ACMA, 2021. About spectrum auctions. https://www.acma.gov.au/about-spectrum-auctions
21. ACMA, 2021. Australian Radiofrequency Spectrum Plan 2021. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2021-07/Australian%20Radiofrequency%20Spectrum%20Plan%202021_Including%20general%20informatiin.pdf
22. ACMA, 2022. Apparatus licences. https://www.acma.gov.au/apparatus-licences
23. ACMA, 2022. Exploring future use of the 1.9 GHz band - consultation 40/2021. https://www.acma.gov.au/consultations/2021-11/exploring-future-use-19-ghz-band-consultation-402021
24. ACMA, 2022. Five-year spectrum outlook 2022–27 and 2022–23 work program Draft for consultation. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2022-03/Draft%20FYSO%202022-27%20for%20consultation.pdf

25. ACMA, 2022. Technical details for land mobile licences. https://www.acma.gov.au/technical-details-land-mobile-licences
26. ACMA, 2023. Aircraft licence. https://www.acma.gov.au/licences/aircraft-licence
27. ACMA, 2023. Apparatus licences. https://www.acma.gov.au/apparatus-licences
28. ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28 and 2023–24 work program. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-10/five-year_spectrum_outlook_2023-28.pdf
29. ACMA, 2023. Five-year spectrum outlook 2023–28. https://www.acma.gov.au/publications/2023-10/five-year-spectrum-outlook-2023-28
30. ACMA, 2023. Give up your licence. https://www.acma.gov.au/give-your-licence
31. ACMA, 2023. Replanning of the 1880-1920 MHz band. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2023-11/Replanning%20of%20the%201880-1920%20MHz%20band_Outcomes%20paper.docx
32. ACMA, 2023. Satellite direct-to-mobile services: regulatory issues. https://www.acma.gov.au/consultations/2023-11/satellite-direct-mobile-services-regulatory-issues
33. ACMA, 2023. Spectrum auctions. https://www.acma.gov.au/spectrum-auctions
34. ACMA, 2023. Spectrum licence taxes. https://www.acma.gov.au/spectrum-licence-taxes
35. ACMA, 2023. Spectrum licences. https://www.acma.gov.au/spectrum-licences
36. ACMA, 2023. Trade your spectrum licence. https://www.acma.gov.au/trade-your-spectrum-licence
37. ACMA, 2024. 2 GHz MSS technical parameters and demand considerations. https://www.acma.gov.au/consultations/2023-11/2-ghz-mss-technical-parameters-and-demand-considerations
38. ACMA, 2024. 2024–29 draft five-year spectrum outlook. https://www.acma.gov.au/consultations/2024-03/2024-29-draft-five-year-spectrum-outlook
39. ACMA, 2024. 26 GHz and 28 GHz bands. https://www.acma.gov.au/26-ghz-band
40. ACMA, 2024. ACMA lays out draft plan for future of Australian airwaves. https://www.acma.gov.au/articles/2024-03/acma-lays-out-draft-plan-future-australian-airwaves
41. ACMA, 2024. Aeronautical licence. https://www.acma.gov.au/licences/aeronautical-licence
42. ACMA, 2024. Apparatus licence fee schedule.

https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-04/Apparatus%20licence%20fee%20schedule%20%28April%202024%29.pdf
43. ACMA, 2024. Apply to be an accredited person. https://www.acma.gov.au/apply-be-accredited-person
44. ACMA, 2024. Class licences. https://www.acma.gov.au/class-licences
45. ACMA, 2024. Five-year spectrum outlook 2023–28: Annual progress report. https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-07/FYSO%202023-28_annual%20progress%20report.pdf
46. ACMA, 2024. Five-year spectrum outlook. https://www.acma.gov.au/five-year-spectrum-outlook
47. ACMA, 2024. Planning options in the upper 6 GHz band. https://www.acma.gov.au/consultations/2024-05/planning-options-upper-6-ghz-band
48. ACMA, 2024. Regulatory guide: Operation of an IMT satellite direct-to-mobile service. https://www.acma.gov.au/publications/2024-09/guide/regulatory-guide-operation-imt-satellite-direct-mobile-service
49. ACMA, 2024. Satellite direct-to-mobile services: regulatory issues. https://www.acma.gov.au/consultations/2023-11/satellite-direct-mobile-services-regulatory-issues?utm_medium=email&utm_campaign=Consultation%20reminder%20Satellite%20direct-to-mobile%20services&utm_content=Consultation%20reminder%20Satellite%20direct-to-mobile%20services+CID_8276dafc30571cbe3d1f126bc903c55b&utm_source=SendEmailCampaigns&utm_term=consultation%20on%20satellite%20direct-to-mobile%20services
50. ACMOSS, n.d. ACMOSS. https://www.acmoss.fr/
51. Amazon, 2023. Amazon's Project Kuiper completes successful tests of optical mesh network in low Earth orbit. https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/amazon-project-kuiper-oisl-space-laser-december-2023-update
52. Amazon, 2023. The latest updates from Project Kuiper’s satellite test mission. https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/amazon-project-kuiper-latest-updates
53. ANAO, 2020. Management of Spectrum Reallocation to Support the Deployment of 5G Services. https://www.anao.gov.au/work/performance-audit/management-spectrum-reallocation-to-support-the-deployment-5g-services
54. ANFR, 2017. TNRBF : nouvelle 904epartition des bandes de fréquences arrêtée par le Premier ministre. https://www.anfr.fr/liste-

actualites/actualite/tnrbf-nouvelle-repartition-des-bandes-de-frequences-arretee-par-le-premier-ministre
55. ANFR, 2021. La bande 3490-3800 MHz. https://www.anfr.fr/gestion-des-frequences-sites/bande-3490-3800-mhz/
56. ANFR, 2022. Spectrum Sharing in Europe/France Eric Fournier. https://winnf.memberclicks.net/assets/Proceedings/2022Virtual/WInnComm%202022%20International%20Panel%20Fournier.pdf
57. ANFR, 2024. La protection des radioaltimètres vis-à-vis de la 5G dans la bande 3,4-4,2 GHz. https://www.anfr.fr/liste-actualites/actualite/la-protection-des-radioaltimetres-vis-a-vis-de-la-5g-dans-la-bande-34-42-ghz
58. ANFR, 2024. Les résultats de la CMR-23. https://www.anfr.fr/liste-actualites/actualite/les-resultats-de-la-cmr-23
59. ANFR, 2024. Tableau national de répartition des bandes de fréquences. https://www.anfr.fr/fileadmin/TNRBF/TNRBF_2024-03-13.pdf
60. ANFR, n.d. About us. https://www.anfr.fr/en/a-propos-de-lanfr/about-us
61. ANFR, n.d. Cartoradio La carte des sites et des mesures radioélectriques. https://cartoradio.fr/#/
62. ANFR, n.d. C'est quoi le spectre des fréquences ? https://www.anfr.fr/anfr/cest-quoi-le-spectre-des-frequences
63. ANFR, n.d. Le cas particulier des réseaux de sécurité et de secours. https://www.anfr.fr/gerer/reseaux-professionnels-pmr/les-reseaux-mobiles-professionnels-pmr/le-cas-particulier-des-reseaux-de-securite-et-de-secours
64. ANFR, n.d. Le fonds de réaménagement du spectre. https://www.anfr.fr/planifier/le-fonds-de-reamenagement-du-spectre
65. ANFR, n.d. Qu'est-ce qu'un brouillage. https://www.anfr.fr/controler/traitement-des-brouillages/quest-ce-quun-brouillage
66. Apple, 2022. Apple debuts iPhone 14 Pro and iPhone 14 Pro Max. https://www.apple.com/newsroom/2022/09/apple-debuts-iphone-14-pro-and-iphone-14-pro-max/
67. APT, n.d. About APT. https://apt.int/APT-Introduction
68. Arcep, 2016. L'attribution des fréquences de la bande 700 MHz. https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/les-frequences-en-france/attribution-frequences-bande-700mhz.html
69. ARCEP, 2019. 5G trial platforms in the 26 GHz band: Agnès PANNIER-RUNACHER and Arcep present the first 11 projects selected. https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/5g-19.html
70. ARCEP, 2019. Réseaux du futur－Gestion dynamique du spectre.

https://www.arcep.fr/uploads/tx_gspublication/reseaux-du-futur-gestion-dynamique-du-spectre-juillet2019.pdf
71. Arcep, 2020. Arcep awards the winning candidates with licences to use 3.4 – 3.8 GHz band frequencies. https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/5g-131120.html
72. ARCEP, 2021. Décision n° 2021-1589. https://www.arcep.fr/uploads/tx_gsavis/21-1589.pdf
73. Arcep, 2022. Guichet d'attribution des fréquences de la bande 2,6 GHz TDD. https://www.arcep.fr/mes-demarches-et-services/entreprises/fiches-pratiques/transformation-numerique-des-entreprises/guichet-dattribution-des-frequences-de-la-bande-26-ghz-tdd.html
74. Arcep, 2023. Arcep specifies the rules enabling the coexistence of 5G networks and fixed satellite services in Metropolitan France (3.4 – 3.8 GHz and 3.8 – 4.2 GHz bands). https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/frequencies-160922.html
75. Arcep, 2023. Barème des redevances de gestion et de mise à disposition des fréquences. https://www.arcep.fr/demarches-et-services/professionnels/les-taxes-et-redevances/les-redevances-dutilisation-de-frequences.html
76. ARCEP, 2023. Les fréquences en France. https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/les-frequences-en-france.html
77. ARCEP, 2024. Couverture mobile. https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiques/detail/n/couverture-mobile-190324.html
78. ARCEP, 2024. Frequencies. https://en.arcep.fr/news/press-releases/view/n/frequencies-230724.html
79. ARCEP, 2024. Le "portail bandes libres". https://www.arcep.fr/la-regulation/grands-dossiers-reseaux-mobiles/le-guichet-start-up-et-innovation/le-portail-bandes-libres.html
80. ARCEP, 2024. Les formulaires de demandes d'autorisation, de modification ou de suppression d'utilisation de fréquences. https://www.arcep.fr/mes-demarches-et-services/entreprises/fiches-pratiques/les-formulaires-de-demandes-dautorisation-de-modification-ou-de-suppression-dutilisation-de-frequences.html
81. ARCEP, 2024. Mobile Coverage. https://www.arcep.fr/actualites/actualites-et-communiques/detail/n/couverture-mobile-020924.html
82. Arcweb, 2024. US Government Releases National Spectrum Strategy Implementation Plan. https://www.arcweb.com/blog/us-government-releases-national-spectrum-strategy-implementation-plan
83. AST SpaceMobile, 2023. AST SpaceMobile Makes History in

Cellular Connectivity, Completing the First-Ever Space-Based Voice Call Using Everyday Unmodified Smartphones. https://ast-science.com/2023/04/25/ast-spacemobile-makes-history-in-cellular-connectivity-completing-the-first-ever-space-based-voice-call-using-everyday-unmodified-smartphones/

84. AST SpaceMobile, 2024. AST SpaceMobile Provides Interim Business Update to Confirm Upcoming Orbital Launch and Warrant Redemption. https://feeds.issuerdirect.com/news-release.html?newsid=8918484623568941
85. AST SpaceMobile, 2024. AST SpaceMobile Updates Licensing Administration of its Satellite Constellation. https://feeds.issuerdirect.com/news-release.html?newsid=7875975007622380
86. AST SpaceMobile, 2024. AT&T and AST SpaceMobile Announce Definitive Commercial Agreement. https://feeds.issuerdirect.com/news-release.html?newsid=6284164181957884
87. AST SpaceMobile, 2024. FCC Approves AST SpaceMobile Launch of First Commercial Satellites, Each the Largest-Ever Communications Array to be Deployed Commercially in Low Earth Orbit. https://feeds.issuerdirect.com/news-release.html?newsid=7762001317715804
88. AT&T, 2019. 2019 Annual Report. https://investors.att.com/~/media/Files/A/ATT-IR/financial-reports/annual-reports/2019/complete-2019-annual-report.pdf
89. AT&T, 2021. Let's Talk Abot Interoperability. https://about.att.com/innovationblog/2021/fn_interoperability.html
90. AT&T, 2022. FirstNet & 5G: Reliably Connecting First Responders to Help Save Lives. https://about.att.com/blogs/2022/firstnet-schwartz.html
91. AT&T, 2022. FirstNet Makes Mission-Ready Communications Accessible to All First Responsders. https://about.att.com/innovationblog/2022/porter-firstnet-communications.html
92. AT&T, 2023. 5G for Internet of Things Gains Ground. https://about.att.com/blogs/2023/5g-redcap.html
93. AT&T, 2023. FirstNet: Initial Buildout of Public Safety's Network Verified, Delivering for America's First Responders. https://about.att.com/blogs/2023/firstnet-network-validation.html
94. AT&T, 2023. Teeing Up FirstNet for Connectivity. https://www.attconnects.com/teeing-up-firstnet-for-connectivity/
95. Australian Government Federal Register of Legislation, 2021. Radiocommunications Accreditation (General) Rules 2021.

https://www.legislation.gov.au/F2021L00748/latest/text
96. Australian Government Federal Register of Legislation, n.d. Radiocommunications Act 1992. https://www.legislation.gov.au/C2004A04465/2021-09-01/text
97. Australian Government, 2014. Australian Government response to the Parliamentary Joint Committee on Law Enforcement report: Spectrum for public safety mobile broadband. https://www.aph.gov.au/-/media/wopapub/senate/committee/le_ctte/completed_inquiries/2010-13/spectrum_mobile_broadband/gov_response.pdf?la=en&hash=FD65DD4FFF9A592FFC53A8474C8AC50F31751233
98. Australian Government, 2021. Radiocommunications (Public Safety and Emergency Response) Class Licence 2013. https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00640
99. Australian Government,2022. Radiocommunications (Spectrum Licence Tax) Determination 2021. https://www.legislation.gov.au/Details/F2022C01062
100. b5g.jp，2023。NTN 技術ロードマップ。https://b5g.jp/w/wp-content/uploads/2023/05/scal_2305_ntnroadmap.pdf
101. BAF, n.d. Aufgaben. https://www.baf.bund.de/DE/BAF/Aufgaben/aufgaben_node.html;jsessionid=88811EBDC9F31FBAA7E118380B889A51.live11311
102. BDBOS, 2023. Wellenreiter, Ausgabe: Winter 2023. https://www.bdbos.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/wr2023-2.pdf?__blob=publicationFile&v=4
103. BDBOS, n.d. Der Digitalfunk BOS im Überblick. https://www.bdbos.bund.de/DE/Aufgaben/DigitalfunkBOS/DigitalfunkBOSimUeberblick/digitalfunkbosimueberblick_node.html
104. BDBOS, n.d. Der Digitalfunk BOS. https://www.bdbos.bund.de/DE/Digitalfunk_BOS/digitalfunk_bos_node.html
105. BDBOS, n.d. Digitalfunk BOS – Fragen und Antworten. https://www.bdbos.bund.de/DE/Service/FragenUndAntworten/FAQDigitalfunkBOS/faqdigitalfunkbos_node.html#
106. BDBOS, n.d. Federal Agency for Public Safety Digital Radio, BDBOS. https://www.bdbos.bund.de/EN/federal_agency/bdbos_node.html
107. BDBOS, n.d. In vier Phasen zum BOS-eigenen Breitbandnetz. https://www.bdbos.bund.de/DE/Aufgaben/DigitalfunkBOS/Breitband/breitband_node.html
108. BDBOS, n.d. Netzmodernisierung. https://www.bdbos.bund.de/DE/Aufgaben/DigitalfunkBOS/Netzmodernisierung/netzmodernisierung_node.html

109. BDBOS, n.d. Stärken des Digitalfunks BOS. https://www.bdbos.bund.de/DE/Digitalfunk_BOS/Staerken/staerken_node.html
110. BMDV, 2022. Gigabitstrategie der Bundesregierung verabschiedet. https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Pressemitteilungen/2022/050-wissing-gigabitstrategie-der-bundesregierung-verabschiedet.html
111. BNetzA, 2003. Vfg 76 / 2003 Allgemeinzuteilung von Frequenzen in den Frequenzteilbereichen gemäß Frequenzbereichszuweisungsplanverordnung (FreqBZPV), Teil B: Nutzungsbestimmungen (NB) D138 und D150 für die Nutzung durch die Allgemeinheit für ISM-Anwendungen. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/SonstigeFunkanwendungen/2003_76_ISM_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1
112. BNetzA, 2016. Vfg Nr. 5/2016 Allgemeinzuteilung der Frequenz 150,00 MHz für ISM1 -Anwendungen im Rahmen der Hochfrequenzmagnetfeld-Therapie zur Nutzung durch die Allgemeinheit. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/SonstigeFunkanwendungen/2016_05_ISM_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1
113. BNetzA, 2019. Frequenzauktion 2019. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Breitband/MobilesBreitband/Frequenzauktion/2019/Auktion2019-node.html
114. BNetzA, 2019. Drafting the Basic Framework for 5G Applications in the 26 GHz Range (24.25-27.5 GHz). https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/20191220_EntwurfGrundlegendeRahmenbedingen26GHz.pdf?__blob=publicationFile&v=3.
115. BNetzA, 2021. PERSPEKTIVEN ZUR NUTZUNG DES UHF-BANDS 470-694 MHZ NACH 2030. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/Studien/StudieZukunftUHFBand.pdf?__blob=publicationFile&v=1
116. BNetzA, 2022. Coverage and competition with a "spectrum swap". https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/EN/Areas/Telecommunications/Companies/TelecomRegulation/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/ExplanantionsPositionsPaper2022.pdf?__blob=publicationFile&v=1

117. BNetzA, 2022. Künftig verfügbare Frequenzen. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Breitband/MobilesBreitband/start.html
118. BNetzA, 2023. Bundesnetzagentur registers progress in 5G rollout. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2023/20231219_5GAusbau.html
119. BNetzA, 2023. Untersuchung der Wettbewerbsverhältnisse im Mobilfunkmarkt. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2023/20230704_GutachtenMobilfunk.html
120. BNetzA, 2024. Allgemeinzuteilungen. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Allgemeinzuteilungen/start.html
121. BNetzA, 2024. Consultation on extending mobile spectrum usage rights. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/EN/2024/20240513_PKE.html?nn=694186
122. BNetzA, 2024. Frequenzen. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/start.html
123. BNetzA, 2024. Frequenzschutzbeiträge. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Grundlagen/Frequenzschutzbeitraege/start.html
124. BNetzA, 2024. Konsultation zur Verlängerung von Mobilfunkfrequenzen. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2024/20240513_Pressekonferenz.html?nn=659670
125. BNetzA, 2024. Spectrum for wireless access for the provision of telecommunications services. https://www.bundesnetzagentur.de/EN/Areas/Telecommunications/FrequencyManagement/ElectronicCommunicationsServices/start.html
126. BOS-Digitalfunk Baden-Württemberg, 2022. Sachstand zur Modernisierung des Digitalfunks BOS. https://digitalfunk.baden-wuerttemberg.de/aktuelles/nachricht/sachstand-zur-modernisierung-des-digitalfunks-bos
127. Bundesamt für Justiz, 2021. Verordnung über Beiträge zum Schutz einer störungsfreien Frequenznutzung (Frequenzschutzbeitragsverordnung - FSBeitrV). https://www.gesetze-im-internet.de/fsbeitrv/BJNR095800004.html
128. Bundesministerium der Justiz, 2004. Verordnung über Beiträge zum Schutz einer störungsfreien Frequenznutzung (Frequenzschutzbeitragsverordnung - FSBeitrV). https://www.gesetze-im-internet.de/fsbeitrv/BJNR095800004.html

129. Bundesministerium der Justiz, 2021. Besondere Gebührenverordnung der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen für Frequenzzuteilungen (Besondere Gebührenverordnung Bundesnetzagentur - Frequenzzuteilungen – - BNetzA BGebV-FreqZut). https://www.gesetze-im-internet.de/bnetzafreqzutbgebv/BJNR451500021.html
130. Bundesministerium der Justiz, 2021. Telekommunikationsgesetz. https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/
131. Bundesministerium der Justiz, 2024. Gesetz über Gebühren und Auslagen des Bundes (Bundesgebührengesetz - BGebG) § 1 Gebührenerhebung. https://www.gesetze-im-internet.de/bgebg/__1.html
132. Bundesnetzagentur, n.d. BOS-Funk. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/Telekommunikation/Frequenzen/Firmennetze/BOS-Funk/bos-funk-node.html#:~:text=Bundesweit%20einheitlicher%20digitaler%20Sprech%2D%20und,%2C1%2D410%20MHz%20ausgewiesen
133. Bureau of Justice Assistance, n.d. The Communications Act of 1934. https://bja.ojp.gov/program/it/privacy-civil-liberties/authorities/statutes/1288
134. Business Network, 2023. 公共安全 LTE（PS-LTE）導入に向けた実証 横浜市、沖縄県などで 10 月から実施 https://businessnetwork.jp/article/17087/
135. Business Network, 2024. スマホで公共安全 DX 「PS-LTE」が衣替えして 2024 年実用化へ https://businessnetwork.jp/article/18379/
136. Business wire, 2021. Sceye Reaches Stratosphere; Flies at 64,000 Ft. Sets Long Range Record in Data Connection. https://www.businesswire.com/news/home/20210521005050/en/Sceye-Reaches-Stratosphere-Flies-at-64000-Ft
137. CA, 2024. Public Consultation on Re-assignment of Spectrum in 2.5/2.6 GHz Band Launched. https://www.coms-auth.hk/en/media_focus/press_releases/index_id_2358.html
138. CEPT ECC, 2015. ECC Recommendation (15)04. https://docdb.cept.org/download/1771
139. CEPT ECC, n.d. LSA Implementation. https://www.cept.org/ecc/topics/lsa-implementation#Background
140. CEPT, 2016. ECC Decision 16(02). http://spectrum.welter.fr/international/cept/ecc-decisions/ecc-decision-(16)02-BB-PPDR.pdf
141. CEPT, 2024. ECC Consultation. https://cept.org/ecc/tools-and-services/ecc-public-consultation

142.CEPT, Background. https://www.cept.org/cept/background
143.CEPT, n.d. About CEPT. https://www.cept.org/cept
144.CFR47, 2024. §15.255 Operation within the band 57-71 GHz. https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-15/subpart-C/subject-group-ECFR2f2e5828339709e/section-15.255
145.CISA, 2022. Land Mobile Radio/Long Term Evolution (LMR/LTE) Integration: Best Practices. https://www.cisa.gov/sites/default/files/video/safecom_ncswic_lmr_lte_best_practices_22_0502_final_508c.pdf
146.CISA, n.d. National Council of Statewide Interoperability Coordinators. https://www.cisa.gov/safecom/NCSWIC
147.CITEL, n.d. About CITEL. https://www.oas.org/ext/en/main/oas/our-structure/agencies-and-entities/citel/About/Details/category/citel/about-citel
148.CITEL, n.d. Structure of CITEL. https://www.oas.org/ext/en/main/oas/our-structure/agencies-and-entities/citel/About/Details/category/citel/structure-of-citel
149.CMA, 2023. Mobile radio network services: Final Report. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/6438261f773a8a0013ab2c1e/Final_report_April.pdf
150.commerce.gov, 2023. Biden-Harris Administration Launches National Spectrum Strategy To Advance U.S. Wireless Leadership. https://www.commerce.gov/news/press-releases/2023/11/biden-harris-administration-launches-national-spectrum-strategy-advance
151.Congress, 2012. Middle Class Tax Relief and Job Creation Act of 2012. https://www.congress.gov/112/plaws/publ96/PLAW-112publ96.pdf
152.Cornell Law School, n.d. 47 U.S. Code § 1424 - Establishment of the First Responder Network Authority. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/1424
153.Cornell Law School, n.d. 47 U.S. Code § 1426 - Powers, duties, and responsibilities of the First Responder Network Authority. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/1426
154.Cornell Law Schoool, n.d. 47 U.S. Code § 1457 - Public Safety Trust Fund. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/1457
155.CRMS，n.d。검사개요。 https://www.crms.go.kr/lay1/S1T49C50/contents.do
156.CRMS，n.d。전파사용료。 https://www.crms.go.kr/lay1/S1T40C53/contents.do
157.CRMS，n.d。주요업무。 https://www.crms.go.kr/lay1/S1T134C135/contents.do
158.CTIA, 2022. What to Know About the Sunsetting of 2G/3G

Networks in Preparation for 5G. https://www.ctia.org/consumer-resources/what-to-know-about-the-sunsetting-of-2g-3g-networks-in-preparation-for-5g
159. CTIA, 2024. America's Spectrum Policy: A Roadmap for Action in 2024. https://www.ctia.org/news/americas-spectrum-policy-a-roadmap-for-action-in-2024
160. DCD, 2023. Bouygues Telecom outlines 2G and 3G switch-off plans. https://www.datacenterdynamics.com/en/news/bouygues-telecom-outlines-2g-and-3g-switch-off-plans/
161. Delloro, 2024. MEC and 5G MCN Lone Bright Spots. https://www.delloro.com/news/mobile-core-market-stagnant-due-to-lack-of-5g-standalone-deployments/
162. Deloitte, 2023. Next Generation Mission Critical Networks. https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/pt/Documents/technology-media-telecommunications/TEE/gTEE-Whitepaper-Next-Generation-Mission-Critical-Networks.pdf
163. Department of Communications and the Arts, 2018. Spectrum pricing—review. https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/spectrum-pricing-review_0.pdf
164. Department of Communications, 2024. New mobile industry working group to support 3G switchover. https://minister.infrastructure.gov.au/rowland/media-release/new-mobile-industry-working-group-support-3g-switchover
165. Digitalregulation, 2020. Spectrum management: Key applications and regulatory considerations driving the future use of spectrum. https://digitalregulation.org/spectrum-management-key-applications-and-regulatory-considerations-driving-the-future-use-of-spectrum/
166. digitaltoday.co.kr，2024。과기정통부, 4 차 전파진흥기본계획 5 월 발표。 https://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=507103
167. Digitaltveurope, 2023. SFR first with 5G SA slicing for live-streaming of football match. https://www.digitaltveurope.com/2023/12/19/sfr-first-with-5g-sa-slicing-for-live-streaming-of-football-match/#close-modal
168. DITRDCA, 2014. Australian Government response to the Parliamentary Joint Committee on Law Enforcement report: Spectrum for public safety mobile broadband. https://www.infrastructure.gov.au/sites/default/files/Government_response_to_PJC_on_Law_Enforcement_enquiry.pdf
169. DITRDCA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-

files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf
170. DITRDCA, 2023. Australian Government Response to the Public Safety Mobile Broadband Strategic Review Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Australian%20Government%20Response%20to%20the%20Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Strategic%20Review%20Final%20Report.pdf
171. DITRDCA, 2023. Public Safety Mobile Broadband (PSMB – Program Fact Sheet – December 2023. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20-%20Program%20Fact%20Sheet%20-%20December%202023.pdf
172. DITRDCA, 2023. Release of the Public Safety Mobile Broadband Review and the Government Response. https://www.infrastructure.gov.au/department/media/news/release-public-safety-mobile-broadband-review-and-government-response
173. DITRDCA, 2024. 3G network switch offs. https://www.infrastructure.gov.au/department/media/news/3g-network-switch-offs
174. DLR, 2022. Earth observation - aeroelasticity for the design of the High Altitude Platform HAP. https://www.dlr.de/en/ae/latest/news/earth-observation-aeroelasticity-for-the-design-of-the-high-altitude-platform-hap
175. DLR, 2022. High-Altitude Platforms. https://www.dlr.de/en/rm/research/expertise/autonomy/high-altitude-platforms
176. DLR, 2024. Un-crewed High-Al-ti-tude Plat-form (HAP). https://www.dlr.de/en/research-and-transfer/projects-and-missions/uncrewed-high-altitude-platform-hap
177. Docomo，2022。「5G SA」サービス 注意事項説明書。 https://www.docomo.ne.jp/binary/pdf/service/5g_sa/notice.pdf?ver=1661297413
178. Docomo，2022。快適な 5G 体験を！「5G SA」とは？ https://www.docomo.ne.jp/special_contents/5g/realization/articles/article_37/
179. DSIT, 2023. Policy paper Spectrum statement. https://www.gov.uk/government/publications/spectrum-statement/spectrum-statement
180. EC, 2012. Digital Agenda: Commission welcomes step forward for wireless broadband with adoption of Radio Spectrum Policy Programme.

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_12_141
181. EC, 2016. 5G for Europe: An Action Plan. https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=17131
182. EC, 2017. EU Interoperable Broadband Communication Applications and Technology for Public Safety: Transition Roadmap and Pre-Commercial Procurement Specification. https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5b22af60f&appId=PPGMS
183. EC, 2021. RSPG Opinion on a Radio Spectrum Policy Programme (RSPP). https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/system/files/2023-01/RSPG21-033final-RSPG_Opinion_on_RSPP.pdf
184. EC, 2022. EU radio spectrum policy for wireless connections across borders. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/eu-radio-spectrum-policy
185. EC, 2024. Progress Report of the RSPG Sub Group on Strategy on the future use of the frequency band 470-694 MHz beyond 2030 in the EU. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/system/files/2023-06/RSPG23-020final-Progress_report_UHF_beyond_2030.pdf
186. EC, 2024. RADIO SPECTRUM POLICY GROUP Work Programme for 2024 and beyond. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/d4e46670-313b-4bac-8d8d-760d92f4649b_en?filename=RSPG24-008final-RSPG_WP24_and_beyond_0.pdf
187. EC, 2024. RSPG Opinion on assessment of different possible scenarios for the use of the frequency bands 1980-2010 MHz and 2170-2200 MHz by the Mobile Satellite Services beyond 2027. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/b1f597f2-d6b5-44e5-878d-ea09bdd8a1d7_en?filename=RSPG24-007final-RSPG-Opinion-MSS-public_version.pdf&prefLang=it
188. EC, 2024. Study on Radio Spectrum Policy Programme: taking stock and discussing future scenarios. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/study-radio-spectrum-policy-programme-taking-stock-and-discussing-future-scenarios
189. EC, 2024. The Radio Spectrum Committee. https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/radio-spectrum-committee
190. EE, 2024. EE COMPLETES FIRST STAGE OF SHARED RURAL NETWORK AHEAD OF SCHEDULE. https://newsroom.ee.co.uk/ee-completes-first-stage-of-shared-rural-network-ahead-of-schedule/
191. EE, 2024. WE'RE SAYING GOODBYE TO 3G IN 2024.

https://ee.co.uk/3g-switch-off
192. EE, n.d. 4G LTE Bands. https://community.ee.co.uk/t5/Archived-Posts/4g-LTE-Bands/td-p/1036760#:~:text=EE%20have%204G%20on%20Bands,improve%20performance%2C%20is%20widely%20used.
193. EE, n.d. EE 4G&ESN. https://business.ee.co.uk/large-business/esn/esn-ee/
194. EE, n.d. EMERGENCY SERVICES NETWORK delivered by EE. https://business.ee.co.uk/large-business/esn/
195. e-GOV, n,d. 電気通信事業法施行規則（昭和六十年郵政省令第二十五号）。https://laws.e-gov.go.jp/law/360M50001000025/20240401_506M60000008031
196. e-Gov 法令検索，2024。電波法（昭和二十五年法律第百三十一号）。https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=325AC0000000131
197. EPA, 2021. EPA, New Mexico collaborate with Sceye on air quality monitoring initiative. https://www.epa.gov/newsreleases/epa-new-mexico-collaborate-sceye-air-quality-monitoring-initiative
198. Ericsson, 2021. Vodafone partners with Ericsson to deploy Europe's largest commercial 5G Standalone network. https://www.ericsson.com/en/news/3/2021/vodafone-partners-with-ericsson-for-europes-largest-commercial-5g-standalone-network
199. Ericsson, 2021. What is reduced capability (RedCap) NR and what will it achieve? https://www.ericsson.com/en/blog/2021/2/reduced-cap-nr
200. Ericsson, 2022. 5G Advanced: Evolution towards 6G. https://www.ericsson.com/zh-tw/reports-and-papers/white-papers/5g-advanced-evolution-towards-6g
201. Ericsson, 2022. Exploring differentiated services with 5G networks. https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/articles/exploring-network-slicing-with-5g
202. Ericsson, 2022. Public safety going 4G and 5G broadband – the latest industry trends. https://www.ericsson.com/en/blog/2022/7/public-safety-going-4g-and-5g-broadband-the-latest-industry-trends
203. Ericsson, 2023. Band 68 spectrum: a lifeline for public safety services in Europe. https://www.ericsson.com/en/news/2023/5/band-68-spectrum-a-lifeline-for-public-safety-services-in-europe
204. Ericsson, 2023. Ericsson Mobility Report November 2023. https://www.ericsson.com/48dc10/assets/local/about-ericsson/company-facts/wordwide/taiwan/doc/mobility-report/emr-november-2023_report_tcn_final.pdf
205. Ericsson, 2023. Optus preps network for 5G wearables in Australia with Ericsson's RedCap. https://www.ericsson.com/en/press-

releases/2/2023/8/optus-preps-network-for-5g-wearables-in-australia-with-ericssons-redcap
206. Ericsson, 2023. RedCap -Expanding the 5G device ecosystem for consumers and industries. https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/white-papers/redcap-expanding-the-5g-device-ecosystem-for-consumers-and-industries。
207. Ericsson, 2024. Optus readies to deploy multi-operator 5G Radio Dot System. https://www.ericsson.com/en/press-releases/7/2024/optus-readies-to-deploy-multi-operator-5g-radio-dot-system
208. ETNO, 2023. The State of Digital Communications 2024. https://etno.eu/library/reports/117-state-of-digital-2024.html
209. ETSI, 2016. PPDR with New Regulation. https://docbox.etsi.org/workshop/2016/201609_PPDR_WORKSHOP/S04_FUTURE_CHALLENGES/PPDR_WITH_NEW_REGULATION_MEGE_AIRBUS_DS.pdf
210. EU, 2007. 2007/98/EC: Commission Decision of 14 February 2007 on the harmonised use of radio spectrum in the 2 GHz frequency bands for the implementation of systems providing mobile satellite services (notified under document number C(2007) 409). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32007D0098
211. EU, 2008. Decision No 626/2008/EC of the European Parliament and of the Council of 30 June 2008 on the selection and authorisation of systems providing mobile satellite services (MSS). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32008D0626
212. EU, 2009. 2009/449/C: Commission Decision of 13 May 2009 on the selection of operators of pan-European systems providing mobile satellite services (MSS) (notified under document number C(2009) 3746). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32009D0449
213. EU, 2019. Best Practice Report on Releasing and Reassignment of the 700 Mhz Band: Best Practices Related to Approach on the DDT and PMSE Reassignment, Cross-Border Coordination and Spectrum Authorisation. https://eufordigital.eu/wp-content/uploads/2020/11/EU-best-practice-report-on-releasing-and-reassignment-of-the-700-MHz-band.pdf
214. eur-lex, 2002. Decision No 676/2002/EC of the European Parliament and of the Council of 7 March 2002 on a regulatory framework for radio spectrum policy in the European Community (Radio Spectrum Decision). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:32002D0676
215. EUR-Lex, 2007. On the harmonised use of radio spectrum in the 2 GHz frequency bands for the implementation of systems providing mobile satellite services. https://eur-lex.europa.eu/legal-

content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32007D0098
216. EUR-Lex, 2018. European Electronic Communications Code. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02018L1972-20181217
217. EUR-Lex, 2023. Summaries of EU Legislation European Electronic Communications Code. https://eur-lex.europa.eu/EN/legal-content/summary/european-electronic-communications-code.html
218. European Parliament, 2024. New Radio Spectrum Policy Programme. https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-europe-fit-for-the-digital-age/file-new-radio-spectrum-policy-programme
219. European Union, n.d. Directive (EU) 2018/1972 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code (Recast) (Text with EEA relevance). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L1972
220. FCC, 2014. FCC 14-63. https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-14-63A1.pdf
221. FCC, 2017. How It Works: The Incentive Auction Explained. https://www.fcc.gov/about-fcc/fcc-initiatives/incentive-auctions/how-it-works
222. FCC, 2018. Public Safety T-Band Fact Sheet. https://www.fcc.gov/file/14462/download
223. FCC, 2020. 700 MHz Public Safety Spectrum. https://www.fcc.gov/700-mhz-public-safety-narrowband-spectrum
224. FCC, 2020. Auction 103 Long-form Applications Granted. https://www.fcc.gov/document/auction-103-long-form-applications-granted-1
225. FCC, 2020. FCC Establishes Procedures for 3.5 GHz Band Auction. https://www.fcc.gov/document/fcc-establishes-procedures-35-ghz-band-auction-0
226. FCC, 2021. America's 5G Future. https://www.fcc.gov/5G
227. FCC, 2022. Auctions Summary Completed Spectrum Auctions. https://www.fcc.gov/auctions-summary
228. FCC, 2022. FY 2022 Regulatory Fees Report and Order. https://www.fcc.gov/document/fy-2022-regulatory-fees-report-and-order
229. FCC, 2022. IB Grants Lynk Global, Inc. Space Station Application. https://www.fcc.gov/document/ib-grants-lynk-global-inc-space-station-application
230. FCC, 2022. Millimeter Wave 70/80/90 GHz Service. https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/broadband-division/microwave-services/millimeter-wave-708090-ghz-service-0

231. FCC, 2022. Remarks of Chairwoman Jessica Rosenworcel FirstNet 10-Year Anniversary Celebration. https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-380562A1.pdf
232. FCC, 2023. 3.5 GHz Band Overview. https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/35-ghz-band/35-ghz-band-overview
233. Fcc, 2023. Application Processing Fees. https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees/application-processing-fees
234. FCC, 2023. FCC ALLOCATION HISTORY FILE Revised on September 22, 2023. https://www.fcc.gov/sites/default/files/fahf.pdf
235. FCC, 2023. FCC Proposes Framework to Facilitate Supplemental Coverage From Space. https://www.fcc.gov/document/fcc-proposes-framework-facilitate-supplemental-coverage-space-0
236. Fcc, 2023. Regulatory Fees. https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees/regulatory-fees
237. FCC, 2024. FCC Advances Supplemental Coverage from Space Framework. https://www.fcc.gov/document/fcc-advances-supplemental-coverage-space-framework-0
238. FCC, 2024. FCC ALLOCATION HISTORY FILE Revised on April 4, 2024. https://www.fcc.gov/file/21472/download
239. FCC, 2024. FCC Unlocks Spectrum to Support Advanced Satellite Services. https://www.fcc.gov/document/fcc-unlocks-spectrum-support-advanced-satellite-services
240. FCC, 2024. Fees. https://www.fcc.gov/licensing-databases/fees
241. FCC, 2024. Single Network Future: Supplemental Coverage from Space. https://www.fcc.gov/document/fcc-advances-supplemental-coverage-space-framework-0
242. FCC, n.d. Incentive Auctions. https://www.fcc.gov/general/incentive-auctions-0
243. FCC, n.d. Public Safety Spectrum. https://www.fcc.gov/public-safety/public-safety-and-homeland-security/policy-and-licensing-division/public-safety-spectrum
244. FCC, n.d. Radio Spectrum Allocation. https://www.fcc.gov/engineering-technology/policy-and-rules-division/general/radio-spectrum-allocation
245. FCC, n.d. What We Do. https://www.fcc.gov/about-fcc/what-we-do
246. FCC. 2021. Reallocation of 470-512 MHz (T-Band) Spectrum). https://www.fcc.gov/document/reallocation-470-512-mhz-t-band-spectrum
247. Federal Communications Commission, n.d. Telecommunications Act of 1996. https://www.fcc.gov/general/telecommunications-act-1996
248. Federal Ministry of Justice, 2022. Telekommunikationsgesetz,

https://www.gesetze-im-internet.de/tkg_2021/
249. Federal Register, 2015. Shared Commercial Operations in the 3550-3650 MHz Band. https://www.federalregister.gov/documents/2015/06/23/2015-14494/shared-commercial-operations-in-the-3550-3650-mhz-band
250. Federal Register, 2022. Assessment and Collection of Regulatory Fees for Fiscal Year 2022, Report and Order. https://www.federalregister.gov/documents/2022/09/14/2022-19743/assessment-and-collection-of-regulatory-fees-for-fiscal-year-2022-report-and-order
251. FirstNet Authority, 2018. Securing Public Safety. https://www.firstnet.com/content/dam/firstnet/white-papers/FirstNet_Security_eBookFinal-social.pdf
252. FirstNet Authority, 2024. Delivering on the Promise: Deploying the Nationwide Public Safety Broadband Network. https://firstnet.gov/sites/default/files/FirstNetAuthority_AnnualReport_FY2023.pdf
253. FirstNet Authority, 2024. Update on February 22 Network Outage. https://www.firstnet.gov/newsroom/blog/update-february-22-network-outage
254. FirstNet Authority, n.d. FirstNet in Action. https://firstnet.gov/network/firstnet-in-action
255. FirstNet Authority, n.d. History. https://www.firstnet.gov/about/history
256. FirstNet Authortiy, n.d. Deployables. https://www.firstnet.gov/network/TT/deployables
257. FirstNet. 2017. FirstNet and AT&T Advance Nationwide Broadband Network for Public Safety; Release Buildout Plans for States and Territories. https://2014-2018.firstnet.gov/news/firstnet-and-att-advance-nationwide-broadband-network-public-safety-release-buildout-plans?_gl=1*wqbpj6*_ga*MTk4MzE1NjE2MC4xNzA5NTE1NDE2*_ga_RMMG6T0VWC*MTcxMDQwNzQwNi43LjEuMTcxMDQwNzY1MC4wLjAuMA
258. FirstNet, 2017. FirstNet Partners with AT&T to Build Wireless Broadband Network for America's First Responders. https://2014-2018.firstnet.gov/news/firstnet-partners-att-build-wireless-broadband-network-americas-first-responders?_gl=1*1edj9wg*_ga*MTk4MzE1NjE2MC4xNzA5NTE1NDE2*_ga_RMMG6T0VWC*MTcwOTYyNjM4Ny4yLjEuMTcwOTYyNjk4Ny4wLjAuMA.
259. FirstNet, 2019. Taking FirstNet connectivity to new heights. https://www.firstnet.com/community/news/taking-firstnet-

connectivity-to-new-heights.html
260. FirstNet, 2020. FirstNet is Interoperability. https://firstnet.gov/newsroom/blog/firstnet-interoperability
261. FirstNet, 2022. 9-1-1/Emergency Communications. https://www.firstnet.gov/public-safety/firstnet-for/9-1-1-emergency-communications
262. FirstNet, 2022. FirstNet Authority: Federal oversight and validation of the FirstNet network. https://www.firstnet.gov/sites/default/files/FirstNet%20Authority%20Oversight%20and%20Validation%208-15-2022.pdf
263. FirstNet, 2023 FirstNet, Built with AT&T surpasses 2.91 million square miles. https://www.firstnet.com/community/news/firstnet-built-with-att-surpasses-2190000-square-miles.html
264. FirstNet, 2023. Advancing Public Safety Communications Through Innovation and Insight. https://www.firstnet.gov/sites/default/files/FirstNetAuthority_AnnualReport_FY2022.pdf
265. FirstNet, 2023. Demystifying Band 14 Spectrum: Why It Exists and What It Means For Public Safety. https://www.firstnet.com/content/dam/firstnet/white-papers/firstnet-demystify-band-14.pdf
266. FirstNet, 2023. First Responder Network Authority Roadmap. https://www.firstnet.gov/sites/default/files/Roadmap_2023.pdf
267. FirstNet, 2024. FirstNet Authority, AT&T announce 10-year investment to transform America's public safety broadband network. https://www.firstnet.com/community/news/att-10-year-investment-transform-public-safety-broadband-network.html
268. FirstNet, n.d. Case studies. https://www.firstnet.com/community/case-studies.html
269. FirstNet, n.d. CRD™ and miniCRD™ for FirstNet®. https://www.firstnet.com/coverage/coverage-enhancements/compact-rapid-deployable.html
270. FirstNet, n.d. Featured Apps from the App Catalog. https://www.firstnet.com/apps/featured-apps.html
271. FirstNet, n.d. Top 10 Frequently Asked Questions. https://www.firstnet.gov/system/tdf/Top%2010%20FAQs%202022.pdf?file=1&type=node&id=679&force=0
272. FirstNet, n.d. Understanding the FirstNet Deployable Program. https://firstnet.gov/sites/default/files/FirstNet_Deployables.pdf
273. Frontex, 2022. HAPS Market Report (4.1 MB) - Frontex - European Union. https://www.frontex.europa.eu/assets/EUresearchprojects/2023/FX_HAPS_WP1_-_Market_Report_V4.pdf

274. GII, 2022. High Altitude Platforms (HAPs) Market - Growth, Future Prospects and Competitive Analysis, 2022 – 2030. https://www.gii.tw/report/act1180646-high-altitude-platforms-haps-market-growth-future.html
275. Globalstar, 2022. Emergency SOS via satellite on iPhone 14 and iPhone 14 Pro lineups made possible by $450 million Apple investment in US infrastructure. https://investors.globalstar.com/news-releases/news-release-details/emergency-sos-satellite-iphone-14-and-iphone-14-pro-lineups-made
276. GMSA, 2023. European Spectrum Policy for the Digital Decade. https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/gsma_resources/european-spectrum-policy-for-the-digital-decade/
277. GoBusiness, 2024. Apply for General Radio-comm (Mobile Station). https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/general-radio-comm-(mobile-station)
278. GoBusiness, 2024. Apply for Satellite Communication Station Licence. https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/satellite-communication-station-licence
279. GoBusiness, 2024. Apply for Special Purpose Station. https://www.gobusiness.gov.sg/browse-all-licences/infocomm-media-development-authority-(imda)/special-purpose-station
280. GoBusiness, 2024. Browse all licences. https://www.gobusiness.gov.sg/licences/find-licence-by-agency/
281. GOV.UK, 2020. Shared Rural Network. https://www.gov.uk/government/news/shared-rural-network
282. GOV.UK, 2022. CMA issues proposals to address overcharging for emergency service radio network. https://www.gov.uk/government/news/cma-issues-proposals-to-address-overcharging-for-emergency-service-radio-network
283. GOV.UK, 2023. Emergency Services Network: overview. https://www.gov.uk/government/publications/the-emergency-services-mobile-communications-programme/emergency-services-network#:~:text=ESN%20will%20enable%20fast%2C%20safe,and%20emergencies%20on%20the%20frontline.
284. GOV.UK, 2024. 30 October 2021: Emergency Services Mobile Communications Programme (ESMCP) accounting officer memorandum. https://www.gov.uk/government/publications/home-office-major-programmes-accounting-officer-assessments/accounting-officer-memorandum-emergency-services-mobile-communications-programme-esmcp

285. GOV.UK, 2024. CMA sets out provisional view on Vodafone / Three merger. https://www.gov.uk/government/news/cma-sets-out-provisional-view-on-vodafone-three-merger
286. gov.uk, 2024. Policy paper Spectrum statement. https://www.gov.uk/government/publications/spectrum-statement/spectrum-statement
287. Gov.uk, 2024. UK government's 4G rollout signals end of mobile blackspots in rural Wales. https://www.gov.uk/government/news/uk-governments-4g-rollout-signals-end-of-mobile-blackspots-in-rural-wales
288. Government of Canada, 2023. Telecommunications Act. https://laws-lois.justice.gc.ca/PDF/T-3.4.pdf
289. Government of Canada, n,d. Satellite services. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/licences-and-certificates/satellite-services
290. Government of Canda, 2024. Consultation on a Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite. https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-policy-licensing-and-technical-framework-supplemental-mobile-coverage-satellite
291. GPO, 2012. MIDDLE CLASS TAX RELIEF AND JOB CREATION ACT OF 2012. https://www.govinfo.gov/content/pkg/PLAW-112publ96/pdf/PLAW-112publ96.pdf
292. GSA, 2024. 5G - 5G-MarketSnapshot May 2024. https://gsacom.com/paper/5g-marketsnapshot-may-2024/
293. GSMA, 2015. Holistic Approach to Refarming: Licensing Considerations from the Asia Pacific Perspectives. https://www.gsma.com/connectivity-for-good/spectrum/wp-content/uploads/2015/03/GSMA-Presentation.-ASPG-March-2015.pdf
294. GSMA, 2018. Securing the Digital Dividend Across the Entire ASEAN: A Report on the Status of the Implementation of the APT700 Band for ATRC. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2018/08/GSMA_700MHz_ASEAN_Executive_Summary_Aug2018.pdf
295. GSMA, 2019. Infographic. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/07/mmWave-5G-Regional-Spotlights-SEA.pdf
296. GSMA, 2019. Infrastructure Sharing: An Overview. https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/infrastructure-sharing-an-overview/
297. GSMA, 2021. High Altitude Platform Systems: Towers in the Skies. https://www.gsma.com/solutions-and-

impact/technologies/networks/gsma_resources/high-altitude-platform-systems-haps-whitepaper-2021/
298. GSMA, 2021. Spectrum Sharing GSMA Public Policy Position. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2021/06/Spectrum-Sharing-Positions.pdf
299. GSMA, 2022. 5G Drives French Digital Transformation. https://www.gsma.com/get-involved/gsma-membership/gsma_resources/5g-drives-french-digital-transformation/
300. GSMA, 2022. High Altitude Platform Systems. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/technologies/networks/wp-content/uploads/2021/06/GSMA-HAPS-Towers-in-the-skies-Whitepaper-2021.pdf
301. GSMA, 2022. High Altitude Platform Systems: Towers in the Skies (Version 2.0). https://www.gsma.com/solutions-and-impact/technologies/networks/gsma_resources/high-altitude-platform-systems-towers-in-the-skies-version-2-0/
302. GSMA, 2022. Infographic. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/07/5GmmWave_infographic.pdf
303. GSMA, 2022. Roadmaps for Awarding 5G Spectrum in the APAC Region. https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2022/04/Roadmaps-for-awarding-5G-spectrum-in-the-APAC-region.pdf
304. GSMA, 2023. The Mobile Economy Europe 2023. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/mobile-economy/wp-content/uploads/2023/11/GSMA-Mobile-Economy-Europe-2023.pdf
305. GSMA, 2024. 5G Momentum Continues with 1.6 Billion Connections Worldwide, Rising to 5.5 Billion by 2030, According to GSMA Intelligence. https://www.gsma.com/newsroom/press-release/5g-momentum-continues-with-1-6-billion-connections-worldwide-rising-to-5-5-billion-by-2030-according-to-gsma-intelligence/
306. GSMA, 2024. European Mobile Operators and GSMA Unveil a Pioneering Manifesto for Europe's Digital Future. https://www.gsma.com/newsroom/press-release/european-mobile-operators-and-gsma-unveil-a-pioneering-manifesto-for-europes-digital-future/
307. GSMA, 2024. Spectrum Policy Trends 2024. https://www.gsma.com/spectrum/resources/spectrum-policy-trends-2024/
308. GSMA, 2024. The Mobile Economy China 2024. https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/mobile-economy/china/

309. HAPS Alliance, 2024. Creating an Enabling Regulatory Environment for HAPS Deployment. https://hapsalliance.org/wp-content/uploads/formidable/12/HAPS_Alliance_TWG_Regulatory_Positions_Paper_2024.pdf
310. HAPS Alliance, 2024. HAPS Certification Pathways white paper. https://hapsalliance.org/wp-content/uploads/2024/02/HAPS_Certification_Pathways_2024.pdf
311. Home Office, 2023. Emergency Services Network: overview. https://www.gov.uk/government/publications/the-emergency-services-mobile-communications-programme/emergency-services-network
312. House of Commons, 2015. The UK 4G spectrum auction and mobile coverage. https://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/SN06383/SN06383.pdf
313. ICAO, n.d. About ICAO. https://www.icao.int/about-icao/Pages/default.aspx
314. IDA. 2014. CONSULTATION PAPER ISSUED BY THE INFO-COMMUNICATIONS DEVELOPMENT AUTHORITY OF SINGAPORE PROPOSED AMENDMENTS TO THE TELECOMMUNICATIONS (RADIOCOMMUNICATION) REGULATIONS. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/inner/pcdg/consultations/20141217_telcomregulations/consultationpaper.pdf
315. IDTechEx research, 2023. MmWave Development in 2023: Where's It Going & What Are the Challenges. https://www.idtechex.com/en/research-article/mmwave-development-in-2023-wheres-it-going-and-what-are-the-challenges/29010
316. IEEEXplore, 2020. Public Safety Networks from TETRA to Commercial Cellular Networks. https://ieeexplore.ieee.org/document/9116626
317. IIJ, 2024.「IIJ 公共安全モバイルサービス」において「組織パケットシェア」を提供開始。 https://www.iij.ad.jp/news/pressrelease/2024/0930.html
318. IMDA, 2012. Licence for use of Satellite Orbital Slot. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/licence-for-use-of-satellite-orbital-slot
319. IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications Media Development Authority—Second Consultation on 5G Mobile Services and Networks. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licences/regulations/consultations/consultation-papers/2019/second-public-consultation-on-5g-mobile-services-and-networks
320. IMDA, 2019. Consultation Paper Issued by the Info-Communications

Media Development Authority on Proposed Policy Frameworks for the Allocation of 800 Mhz, TDD 1900 Mhz and FDD 2100 Mhz Spectrum Bands. https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Public-Consultation-Paper-for-800-MHz.pdf
321. IMDA, 2019. Policy for Fifth-Generation (5G) Mobile Networks and Services in Singapore. https://www.scribd.com/document/607208834/Policy-for-5G-mobie-network-and-service-in-Singapore
322. IMDA, 2019. SECOND CONSULTATION ON 5G MOBILE SERVICES AND NETWORKS. https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/Second-5G-Public-Consultation-7-May-2019-Final.pdf
323. IMDA, 2020. 5G Call for Proposal ("5G CFP 2020") - 3.5 GHz Spectrum Rights, mmWave Spectrum Rights. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-rights-auctions-and-assignment/5g-cfp-2020
324. IMDA, 2021. Auction of 2.1 GHz Spectrum Rights (2022) for 5G. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-rights-auctions-and-assignment/auction-of-2-1-ghz-spectrum-rights-2022-for-5g
325. IMDA, 2022. GENERAL RADIO-COMMUNICATION STATION LICENCE (BROADCAST STATION) https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulations-and-Licensing/Licensing/Broadcast/General-Radio-communication-Station/GuideRCBC.pdf
326. IMDA, 2022. General Radio-Communication Station Licence Application Guidelines. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulations-and-licensing/licensing/telecommunication/general-radio-communication/guidegenradiocommlic.pdf
327. IMDA, 2022. Spectrum Management Handbook. https://www.imda.gov.sg/-/media/imda/files/regulation-licensing-and-consultations/frameworks-and-policies/spectrum-management-and-coordination/spectrummgmthb.pdf
328. IMDA, 2023. Media Factsheet - Allocation of 6 GHz Band in Singapore. https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/factsheets/2023/imda-to-allocate-more-radio-frequency-spectrum-for-wi-fi-connectivity-in-singapore
329. IMDA, 2023. Public Consultation on Allocation of Spectrum for

Enterprise and Public Mobile Use. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licences/regulations/consultations/consultation-papers/2019/public-consultation-on-allocation-of-spectrum-for-enterprise-and-public-mobile-use
330. IMDA, 2023. Spectrum Right Issued. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-right-issued
331. IMDA, 2023. Technical / Reference Specifications & Documents for Public Comments. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/ict-standards-and-quality-of-service/telecommunication-and-security-standards/tech-ref-specs-and-docs-for-public-comments
332. IMDA, 2024. 3G services to retire in phases, starting with M1's network in Aug 2024. https://www.imda.gov.sg/resources/press-releases-factsheets-and-speeches/press-releases/2024/3g-services-to-retire
333. IMDA, 2024. Fifth Generation Mobile Networks ("5G"). https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-planning/5g-technology
334. IMDA, 2024. TV White Space Technology. https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-planning/tv-white-space
335. IMDA, 2024. World Radiocommunication Conference 2027 (WRC-27). https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management/spectrum-planning/world-radiocommunication-conference-2019-wrc-19
336. IMO, n.d. Introduction to IMO. https://www.imo.org/en/About/Pages/Default.aspx
337. IMO, n.d. Structure of IMO. https://www.imo.org/en/About/Pages/Structure.aspx
338. In "A Europe Fit for the Digital Age". https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/spotlight-JD%2023-24/file-new-radio-spectrum-policy-programme
339. Iridium, 2024. Iridium Unveils Project Stardust; Developing the Only Truly Global, Standards-Based IoT and Direct-to-Device Service. https://investor.iridium.com/2024-01-10-Iridium-Unveils-Project-Stardust-Developing-the-Only-Truly-Global,-Standards-Based-IoT-and-Direct-to-Device-Service
340. ITS, 2022. The role of mobile network operators in nextgeneration public safety services. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/265667/1/Savunen-et-al.pdf
341. ITU&World Bank , 2020. The role of the regulator on national

spectrum issues. https://digitalregulation.org/the-role-of-the-regulator-on-national-spectrum-issues/
342. ITU, 2003. Recommendation ITU-R RA.769-2. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/ra/R-REC-RA.769-2-200305-I!!PDF-E.pdf
343. ITU, 2014. ICT Regulation Toolkit. https://digitalregulation.org/wp-content/uploads/ITU_Infodev_WB_ICT_Regulation_Toolkit.pdf
344. ITU, 2014. LTE – new challenges. https://www.itu.int/en/itu-d/regional-presence/cis/documents/events/2014/03_moscow/session_2_biskupski.pdf
345. ITU, 2014. Spectrum redeployment as a method of national spectrum management. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/sm/R-REC-SM.1603-2-201408-I!!PDF-E.pdf
346. ITU, 2015. Handbook on National Spectrum Management. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/hdb/R-HDB-21-2015-PDF-E.pdf
347. ITU, 2015. Recommendation ITU-R RA.1513-2. https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/ra/R-REC-RA.1513-2-201503-I!!PDF-E.pdf
348. ITU, 2016. Assignment and use of radio spectrum - policy guidelines and economic aspects. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.RAD_SPEC_GUIDE-2016-PDF-E.pdf
349. ITU, 2016. Future use of millimetre waves for 5G. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/Europe/Documents/Events/2017/Spectrum%20Management/Simoni%20-%20Future%20use%20of%20millimetre%20waves%20in%205G%20v1.1.pdf
350. ITU, 2017. Radiocommunication objectives and requirements for Public Protection and Disaster Relief (PPDR). https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2377
351. ITU, 2018. Economic aspects of spectrum management. https://www.itu.int/pub/R-REP-SM.2012-6-2018
352. ITU, 2018. M.2015 : Frequency arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in accordance with Resolution 646 (Rev.WRC-15). https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2015-2-201801-I!!PDF-E.pdf
353. ITU, 2019. Status and Trends of Public Protection and Disaster Relief (PPDR) Communications. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0a/0E/R0A0E0000CB0001PDFE.pdf
354. ITU, 2020. Radio Regulations 2020. https://www.itu.int/hub/publication/r-reg-rr-2020/

355. ITU, 2020. Radio Regulations, edition of 2020. https://www.itu.int/en/history/Pages/RadioRegulationsA.aspx?reg=1.44
356. ITU, 2020. Resolution 646 (Rev.WRC-19). https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/oth/0a/06/R0A060000A80001MSWE.docx
357. ITU, 2022. HAPS – High-altitude platform systems. https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/High-altitude-platform-systems.aspx
358. ITU, 2022. IMT general aspects. https://www.itu.int/wrs-22/wp-content/uploads/sites/25/2022/10/IMT_general_aspects_WRS-22-2.pdf
359. ITU, 2023. Direct satellite connectivity to mobile. https://www.itu.int/hub/2023/10/direct-satellite-connectivity-to-mobile/
360. ITU, 2023. Regulation of NGSO Satellite Constellations. https://digitalregulation.org/regulation-of-ngso-satellite-constellations/
361. ITU, 2023. Report ITU-R M.2377-2. https://www.itu.int/dms_pub/itu-r/opb/rep/R-REP-M.2377-2-2023-PDF-E.pdf
362. ITU, 2023. RIS-AIDED MMWAVE BEAM-FORMING FOR TWO-WAY COMMUNICATIONS OF MULTIPLE PAIRS. https://www.itu.int/dms_pub/itu-s/opb/jnl/S-JNL-VOL4.ISSUE1-2023-A08-PDF-E.pdf
363. ITU, 2023. World Radiocommunication Conference revises the ITU Radio Regulations to support spectrum sharing and technological innovation. https://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/PR-2023-12-15-WRC23-closing-ceremony.aspx
364. ITU, 2024. Final Acts WRC-23. https://www.itu.int/en/publications/ITU-R/pages/publications.aspx?parent=R-ACT-WRC.16-2024&media=electronic
365. ITU, 2024. Final Acts. https://www.itu.int/hub/publication/r-act-wrc-16-2024/
366. ITU, n.d. About International Telecommunication Union (ITU). https://www.itu.int/en/about/Pages/default.aspx
367. ITU, n.d. Mobile network coverage. https://www.itu.int/itu-d/reports/statistics/2022/11/24/ff22-mobile-network-coverage/
368. ITU, n.d. Radio Regulations. https://www.itu.int/pub/R-REG-RR
369. ITU,2020. Spectrum management: Key applications and regulatory considerations driving the future use of spectrum. https://digitalregulation.org/spectrum-management-key-applications-

and-regulatory-considerations-driving-the-future-use-of-spectrum/
370. ITU-R, 2015. Frequency arrangements for public protection and disaster relief radiocommunication systems in UHF bands in accordance with Resolution 646 (Rev.WRC-12). https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2015-1-201502-S!!PDF-E.pdf
371. JTOWER，2024。JTOWER、総務省「デジタルビジネス拡大に向けた電波政策懇談会 5G 普及のためのインフラ整備推進ワーキンググループ報告書（案）」に対して意見書を提出。 https://www.jtower.co.jp/2024/17000/
372. KBS，2020。강원 영월 상동교 철거 중 붕괴…5 명 사상。 https://news.kbs.co.kr/news/pc/view/view.do?ncd=5003932
373. Korea Radio Promotion Association，2019。주파수 분배현황。 https://www.spectrum.or.kr/bbs/board.php?bo_table=frequency
374. Legal information institute, 2018. 47 U.S. Code § 159 - Regulatory fees. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/159
375. Legifrance, 2007. Arrêté du 24 octobre 2007 portant application du décret n° 2007-1532 du 24 octobre 2007 relatif aux redevances d'utilisation des fréquences radioélectriques dues par les titulaires d'autorisations d'utilisation de fréquences délivrées par l'Autorité de régulation des communications électroniques et des postes. https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000791516
376. Legifrance, 2023. Code des postes et des communications électroniques. https://www.legifrance.gouv.fr/codes/texte_lc/LEGITEXT000006070987/
377. Legislation.goiv.uk, 1971. The Wireless Telegraphy (Control of Interference from Radio-Frequency Heating Apparatus) Regulations 1971. https://www.legislation.gov.uk/uksi/1971/1675/made
378. legislation.gov.au, 2020. Radiocommunications (Spectrum Re-allocation—850/900 MHz Band) Declaration 2020. https://www.legislation.gov.au/Details/F2020L01407
379. legislation.gov.au, 2022. Radiocommunications (Spectrum Re-allocation – 3.4 GHz and 3.7 GHz Bands) Declaration 2022. https://www.legislation.gov.au/F2022L00983/latest/text
380. Legislation.gov.uk, 2010. The Wireless Telegraphy (Licensing Procedures) Regulations 2010. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2010/1823/contents/made
381. Legislation.gov.uk, 2016. The Wireless Telegraphy (Licensing Procedures) (Amendment) Regulations 2016. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2016/418/contents/made
382. legislation.gov.uk, 2020. The Wireless Telegraphy (Licence Charges)

Regulations 2020 SCHEDULE 2. https://www.legislation.gov.uk/uksi/2020/1068/schedule/2/made
383. legislation.gov.uk, n.d. Wireless Telegraphy Act 2006. https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2006/36/contents
384. Les Echos, 2022. Atos, Bouygues Telecom, Orange, Airbus et Capgemini retenus pour le Réseau Radio du Futur. https://investir.lesechos.fr/actu-des-valeurs/la-vie-des-actions/atos-bouygues-telecom-orange-airbus-et-capgemini-retenus-pour-le-reseau-radio-du-futur-1869291
385. LightReading, 2023. UK's ESN watches on as LTE public safety networks proliferate UK's ESN watches on as LTE public safety networks proliferate. https://www.lightreading.com/security/uk-s-esn-watches-on-as-lte-public-safety-networks-proliferate
386. LII, n.d. 47 U.S. Code § 308 - Requirements for license. https://www.law.cornell.edu/uscode/text/47/308
387. Lynk, 2023. Lynk Signs Letter of Intent to Become Publicly-Listed, Leading Satellite-to-Phone Company Through a Business Combination with Slam Corp. https://lynk.world/news/lynk-signs-letter-of-intent-to-become-publicly-listed-leading-satellite-to-phone-company-through-a-business-combination-with-slam-corp/
388. MEF, 2022. 5G industrielle - Remise du rapport de Philippe Herbert et annonce de nouvelles mesures. https://presse.economie.gouv.fr/03-03-2022-5g-industrielle-remise-du-rapport-de-philippe-herbert-et-annonce-de-nouvelles-mesures/
389. Ministère de l'Intérieur, 2016. Réseau radio du futur (RRF) Preliminary ideas. https://docbox.etsi.org/Workshop/2016/201609_PPDR_WORKSHOP/S03_NATIONAL_CASE_STUDIES/FRANCE_JUILLARD_DUPLAQUET_MINIST_INTERIOR_FRANCE.pdf
390. Ministry of Internal Affairs and Communications, n.d. Radio Law. https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/eng/Resources/laws/2003RL.pdf
391. Ministry of the Interior and Safety, 2023. Rapid Response to Large Wildfires by Mastering the Use of Korea Safe-Net. https://www.mois.go.kr/eng/bbs/type001/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000019&nttId=105621
392. Ministry of the Interior and Safety, Disaster and Safety Communications Network (Korea SafeNet). https://www.mois.go.kr/eng/sub/a03/bestPractices7/screen.do
393. MIST, 2024. 6th Generation Mobile Telecommunication Removes the Boundary of Communication. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=2&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=1011&searchOpt=ALL

&searchTxt=
394. Mobile world live, 2024. Fuelling a more connected future with 5G RedCap. https://www.mobileworldlive.com/fuelling-a-more-connected-future-with-5g-redcap/
395. mobile.rakuten，2024。楽天モバイル、“プラチナバンド” 700MHz 帯の基地局展開においてノキア社製の無線機を採用。 https://corp.mobile.rakuten.co.jp/news/press/2024/0227_02/?l-id=corp_top_press_20240227_02
396. Mobileworldlive, 2024. Feature: What is slowing 3G shutdowns in Asia? https://www.mobileworldlive.com/regulation/feature-what-is-slowing-3g-shutdowns-in-asia/
397. Mobileworldlive, 2024. NTN providers form satellite industry association. https://www.mobileworldlive.com/network-tech/ntn-providers-form-satellite-industry-association/
398. motc.gov, 2019. CONSULTATION PAPER Spectrum Optimization of the 850 MHz Band 2019. https://www.motc.gov.mm/sites/default/files/Consultation%20Paper%20for%20Spectrum%20Optimizationof%20the%20850MHz%20Band.pdf
399. MSIT, 2018. 5G 주파수 경매에 대한 모든 것. https://blog.naver.com/with_msip/221296313233
400. MSIT, 2022. As for 5G 28GHz Spectrum, license duration reduced on SKT, and assignment cancelled on LG Uplus and KT. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=753&searchOpt=ALL&searchTxt=
401. MSIT, 2023. Spectrum Bands for 6G Successfully Identified at WRC-23, Paving the Way for a New Era of 6G. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=953&searchOpt=ALL&searchTxt=
402. MSIT, 2024. Korea Takes the First Step Towards the Low-Earth Orbit Satellite Communications Era. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=4&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=998&searchOpt=ALL&searchTxt=
403. MSIT, 2024. Korea-Japan-China Cooperation on Radio for WRC-27 Begins in Full Swing. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&pageIndex=5&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=1004&searchOpt=ALL&searchTxt=
404. MSIT, 2024. MSIT Announces Stage X as Winner of 28 GHz Band

Frequency Allocation. https://www.msit.go.kr/eng/bbs/view.do?sCode=eng&mId=4&mPid=2&bbsSeqNo=42&nttSeqNo=966
405. MSIT, 2024. 과기정통부,「대한민국 스펙트럼 계획」 발표. https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156648320&pageIndex=1&repCodeType=&repCode=&startDate=1970-01-01&endDate=2024-09-27&srchWord=%EA%B3%B5%EA%B3%B5%EC%9A%A9%20%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98&period=all
406. MSIT, 2024. 과기정통부,「제 4 차 전파진흥기본계획(안)」 공청회 개최. https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3184936
407. MSIT，2019。전파시험인증센터, 5 세대(5G) 및 밀리미터파 시험시설 구축으로 전파시험 서비스 제공。https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156367083&pageIndex=1&repCodeType=%EC%A0%95%EB%B6%80%EB%B6%80%EC%B2%98&repCode=A00033,C00005&startDate=1970-01-01&endDate=2023-07-17&srchWord=%EB%B0%80%EB%A6%AC%EB%AF%B8%ED%84%B0%ED%8C%8C&period=all
408. MSIT，2021。‘5G 28㎓’ 기반으로 지하철 와이파이 속도 높인다。https://www.korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148893659
409. MSIT，2023。2023 년 공공용 주파수 수급계획 수립。https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156543863&pageIndex=1&repCodeType=%EB%B6%80%EC%B2%98&repCode=A00033,C00005&startDate=2021-12-25&endDate=2022-12-25&srchWord=&period=year
410. MSIT，2023。2023 년 통신서비스 커버리지 점검 및 품질평가 결과 발표。 https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3183897
411. MSIT，2023。디지털 심화 시대에 전파의 미래를 그리다。https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156575310&pageIndex=3&repCodeType=%EC%A0%95%EB%B6%80%EB%B6%80%EC%B2%98&repCode=A00033,C00005,C00001,C00019&startDate=2022-06-23&endDate=2023-06-23&srchWord=&period=year
412. MSIT，2024。LTE 트래픽 감소세…정부, 2.6㎓ 대역 활용법

고심。https://www.etnews.com/20240826000270
413.MSIT，2024。과기정통부,「대한민국 스펙트럼 계획」 발표。https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3184873
414.MSIT，2024。이동통신 신규사업자 필요서류 검토결과。https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&pageIndex=6&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3184607&searchOpt=ALL&searchTxt=
415.National Audit Office, 2023. Progress with delivering the Emergency Services Network Report – Value for money. https://www.nao.org.uk/reports/progress-with-delivering-the-emergency-services-network/
416.NCC, 2022. AT&T is shutting down its 3G network. Here's how it could impact you. https://edition.cnn.com/2022/02/22/tech/att-3g-network-shutdown/index.html
417.NCSWIC, 2022. Land Mobile Radio/Long Term Evolution (LMR/LTE) Integration: Best Practices. https://www.cisa.gov/sites/default/files/video/safecom_ncswic_lmr_lte_best_practices_22_0502_final_508c.pdf
418.NEMA, 2022. Public Safety Mobile Broadband Strategic Review – Final Report. https://nema.gov.au/sites/default/files/inline-files/Public%20Safety%20Mobile%20Broadband%20%28PSMB%29%20Review%20-%20Final%20Report.pdf
419.NEMA, n.d. Public Safety Mobile Broadband. https://nema.gov.au/Public-Safety-Mobile-Broadband
420.New York State, n.d. Public Safety Broadband. https://www.dhses.ny.gov/public-safety-broadband
421.NFPA, 2022. U.S. fire department profile. https://www.nfpa.org/education-and-research/research/nfpa-research/fire-statistical-reports/us-fire-department-profile
422.NICT, n,d. NICT 発技術で現場の課題を解決。https://www.nict.go.jp/riac/usecase_Diehard_ver1.html?_gl=1*1av6eov*_ga*MTA2OTI0NTA4OC4xNzI4MjIzOTI4*_ga_GRHV5QN75N*MTcyODIyNjY1MC4yLjEuMTcyODIyODA5NS4wLjAuMA..*_ga_H10Z448G8R*MTcyODIyNjY1MC4yLjEuMTcyODIyODA5NS4wLjAuMA
423.Nperf, 2024. AT&T Mobility's 3G / 4G / 5G coverage map in United States. https://www.nperf.com/en/map/US/-/2420.ATT-Mobility/signal/?ll=39.06184913429154&lg=-97.97607421875&zoom=5
424.NSW Government, n.d. Public Safety Mobile Broadband. https://www.nsw.gov.au/telco-authority/public-safety-mobile-

broadband
425. NSW Telcom Authority, 2022. Annual Report 2021/22. https://www.nsw.gov.au/sites/default/files/2022-12/nsw-telco-authority-annual-report-2021-22.pdf
426. NTIA, 2023. Joint Statement by the U.S. Department of Defense and the National Telecommunications and Information Administration on the U.S. Proposal to Identify the Use of 5G Mobile Services in the 3300-3400 MHz Band in the Americas Region. https://www.ntia.gov/press-release/2023/joint-statement-us-department-defense-and-national-telecommunications-and
427. NTIA, 2024. Advanced Dynamic Spectrum Sharing Demonstration in the National Spectrum Strategy. https://www.ntia.gov/issues/national-spectrum-strategy/advanced-dynamic-spectrum-sharing-demonstration-in-the-national-spectrum-strategy
428. NTIA, 2024. Implementing the National Spectrum Strategy. https://www.ntia.gov/speechtestimony/2024/implementing-national-spectrum-strategy
429. NTIA, 2024. Next Steps for Innovative Spectrum Sharing. https://www.ntia.gov/speechtestimony/2024/next-steps-innovative-spectrum-sharing
430. NTIA, 2024. NTIA Charter Of The Interagency Spectrum Advisory Council. https://www.ntia.gov/other-publication/2024/ntia-charter-interagency-spectrum-advisory-council
431. NTIA, 2024. WRC-23 Results & WRC-27 Outlook. https://www.wirelessinnovation.org/assets/International-spectrum-sharing-workshop-2024/Thursday%20Lee.pdf
432. NTIA, n.d. About NTIA. https://www.ntia.gov/page/about-ntia
433. NTIA, n.d. Manual of Regulations for Federal Radiofrequency Spectrum Management, Chapter 1 Authority and Organization. https://www.ntia.gov/publications/redbook-manual
434. NTT, 2023. NTT Succeeded in Low Power Consumption of 5G Virtualized Radio Base Station (vRAN). https://group.ntt/en/newsrelease/2023/05/24/230524b.html
435. NTT, 2023. Space Compass, NTT Docomo, NTT and SKY Perfect JSAT to Develop Direct-to-Device Service via Space-based Non-terrestrial Network. https://group.ntt/en/newsrelease/2023/12/07/231207a.html
436. Numerama, 2023. SFR commence à tester la vraie 5G, mais il va falloir être patient pour la capter. https://www.numerama.com/tech/1590492-sfr-commence-a-tester-la-vraie-5g-mais-il-va-falloir-etre-patient-pour-la-capter.html
437. NVIDIA, 2023. NVIDIA Works With NTT Docomo to Launch

World's First GPU-Accelerated 5G Network. https://blogs.nvidia.com/blog/ntt-docomo-gpu-accelerated-5g-network/
438.2 Telefónica, 2024. O2 Telefónica sets new impulses in the core network together with Nokia and AWS. https://www.telefonica.de/news/press-releases-telefonica-germany/2024/05/first-5g-core-network-in-the-cloud-for-an-existing-operator-o2-telefonica-sets-new-impulses-in-the-core-network-together-with-nokia-and-aws.html
439.Ocworkbench, 2023. Singapore telcos will end 3G service on 31 July 2024. https://en.ocworkbench.com/singapore-telcos-will-end-3g-service-on-31-july-2024/#google_vignette
440.OECD, 2022. Developments in spectrum management for communication services. https://www.oecd.org/en/publications/developments-in-spectrum-management-for-communication-services_175e7ce5-en.html
441.OFCA, 2015. Progress Report on Preparation for World Radiocommunication Conference 2015 (WRC-15). https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_2_2015.pdf
442.OFCA, 2021. Joint Statement of the Communications Authority and the Secretary for Commerce and Economic Development. https://www.coms-auth.hk/filemanager/statement/en/upload/555/4_9_ghz_statement.pdf
443.Ofca, 2024. Applications Open for Second Round Assignment of Spectrum in 26 GHz and 28 GHz Bands for Provision of 5G Services. https://www.ofca.gov.hk/en/news_info/press_releases/index_id_2340.html
444.OFCA, 2024. RADIO SPECTRUM AND TECHNICAL STANDARDS ADVISORY COMMITTEE World Radiocommunication Conference 2023 Decisions. https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_1_2024.pdf
445.Ofcom, 2010. Licence-exempt radio use. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/rules/licence-exempt-radio-use
446.Ofcom, 2017. EE application for licence variations in support of enhanced mobile communications for the emergency services. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0032/96566/Statement-EE-application-for-licence-variations-in-support-of-enhanced-mobile-communications-for-the-emergency-services.pdf
447.Ofcom, 2018. 700 MHz Clearance Programme Timescale Review Review of Progress, Risks and Readiness.

https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0027/129933/Statement-700-MHz-clearance.pdf
448. Ofcom, 2018. PMSE Clearing the 700 MHz Band Participating in the Funding Scheme. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0013/130243/PMSE-clearing-the-700-MHz-band-Participating-in-the-funding-scheme.pdf
449. Ofcom, 2018. UK Interface Requirements 2016 2016.1 to 2016.9: Land mobile satellite systems. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/spectrum/interface-requirements/ir2016.pdf?v=335190
450. Ofcom, 2018. Wireless Telegraphy Act Licensing Policy Manual: A practical user guide to licensing policy. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0025/77209/licensing.pdf
451. Ofcom, 2019. Shared access licences. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/frequencies/shared-access/
452. Ofcom, 2019. Statement: Enabling wireless innovation through local licensing. https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-1/enabling-opportunities-for-innovation
453. Ofcom, 2020. Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum bands. (Information Memorandum). https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0019/192412/information-memorandum-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf
454. Ofcom, 2021. Award of 700 MHz and 3.6-3.8 GHz spectrum by auction. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/spectrum-awards/700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-auction
455. Ofcom, 2021. SA 800 MHz – 2.6 GHz LICENCE – EE 0943533. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0018/83223/SA-800-2.6-LICENCE-EE-0943533.pdf
456. Ofcom, 2021. Setting licence fees for 412 MHz spectrum: Decision to apply Administered Incentive Pricing for the frequency band 412–414 MHz paired with 422–424 MHz. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0018/225081/statement-412-mhz-licence-fees.pdf
457. Ofcom, 2022. Business Radio Technical Frequency Assignment Criteria. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0023/59432/ofw164.pdf
458. Ofcom, 2022. Connected Nations 2022: UK report. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/research-and-data/multi-sector/infrastructure-research/connected-nations-2022/connected-nations-uk-report.pdf?v=321647

459. Ofcom, 2022. Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/237135-enabling-mmwave-spectrum-for-new-uses/may-2022-documents/mmwave-spectrum-condoc.pdf?v=327827
460. Ofcom, 2022. Frequency bands designated for industrial, scientific and medical (ISM) use: UK Frequency Allocation Table. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/103297/fat-ism-frequencies.pdf
461. Ofcom, 2022. Space spectrum strategy. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/233841-space-spectrum-strategy/associated-documents/statement-space-spectrum-strategy.pdf?v=328728
462. Ofcom, 2022. Spectrum Roadmap Delivering Ofcom's Spectrum Management Strategy. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/234633/spectrum-roadmap.pdf
463. Ofcom, 2023. Connected Nations. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/273721/connected-nations-2023-uk.pdf
464. Ofcom, 2023. Enabling 5G in the UK. https://www.ofcom.org.uk/phones-and-broadband/coverage-and-speeds/enabling-5g-uk/
465. Ofcom, 2023. Enabling future use of the unpaired 2100 MHz (1899.9–1920 MHz) Spectrum. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/272434/statement_future-use-unpaired-2100-mhz.pdf
466. Ofcom, 2023. Enabling mmWave spectrum for new uses: Making the 26 GHz and 40 GHz bands available for mobile technology. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/255030/03-23-statement-and-consultation-mmwave.pdf
467. Ofcom, 2023. Exploring future use of the unpaired 2100MHz (1900 - 1920 MHz) spectrum. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0028/255835/future-use-2100-MHz-spectrum-condoc.pdf
468. Ofcom, 2023. Ofcom's Tariff Tables. https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0015/256002/2023-24-tariff-tables.pdf
469. Ofcom, 2023. Spectrum management for next generation wireless broadband: a discussion paper. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/innovative-use-of-spectrum/spectrum-management-for-next-generation-wireless-broadband/

470. Ofcom, 2023. Statement and further consultation: Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/237135-enabling-mmwave-spectrum-for-new-uses/may-2023-documents/03-23-statement-and-consultation-mmwave2.pdf?v=329329
471. Ofcom, 2024. Call for input: Improving mobile connectivity from the sky and space. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/
472. Ofcom, 2024. Consultation: Amazon Kuiper Services Europe SARL application for a non-geostationary earth station network licence. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/kuiper-application-for-an-ngso-earth-station-network-licence/
473. Ofcom, 2024. Consultation: Hybrid sharing: enabling both licensed mobile and Wi-Fi users to access the upper 6 GHz band. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/innovative-use-of-spectrum/hybrid-sharing-to-access-the-upper-6-ghz-band/
474. Ofcom, 2024. Enabling mmWave spectrum for new uses. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/frequencies/mmwave-spectrum-for-new-uses/
475. Ofcom, 2024. Fees for Wireless Telegraphy Act licences. https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/mobile-wireless-broadband/fees
476. Ofcom, 2024. Final decisions on the design of the auction. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/237135-enabling-mmwave-spectrum-for-new-uses/associated-documents/statement-enabling-mmwave-spectrum-new-uses.pdf?v=321952
477. Ofcom, 2024. Improving mobile connectivity from the sky and space. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-2-6-weeks/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space/main-documents/call-for-input-improving-mobile-connectivity-from-the-sky-and-space.pdf?v=370909
478. Ofcom, 2024. Local access guidance document. https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/129951--enabling-opportunities-for-innovation/associated-documents/local-access-licence-guidance.pdf
479. Ofcom, 2024. Spectrum awards. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-awards/700-mhz-and-3.6-3.8-ghz-auction
480. Ofcom, 2024. Statement and consultation: Increasing use of the 27.5

– 30 GHz band. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/space-and-satellites/increasing-use-of-the-27-5-to-30-ghz-band/
481. Ofcom, 2024. Switching off the UK's 3G mobile networks: what you need to know. https://www.ofcom.org.uk/phones-telecoms-and-internet/advice-for-consumers/advice/3g-switch-off
482. Ofcom, n.d. Ofcom Spectrum Advisory Board (OSAB). https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/how-ofcom-is-run/committees/ofcom-spectrum-advisory-board
483. Ofcom, n.d. Rules on using radio equipment. https://www.ofcom.org.uk/spectrum/rules
484. Ofcom, n.d. Senior Management Team (SMT). https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/how-ofcom-is-run/smt
485. Ofcom, n.d. Shared access licences. https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/shared-access
486. Ofcom, n.d. Spectrum management costs & fees. https://www.ofcom.org.uk/about-ofcom/annual-reports-and-plans/spectrum-management-costs-and-fees
487. Ofcom, n.d. United Kingdom Plan for Frequency Authorisation. https://static.ofcom.org.uk/static/fap/maintabs/all.htm
488. Office of the Law Revision Counsel, n.d. United States Code-Title 47. https://uscode.house.gov/browse/prelim@title47&edition=prelim
489. Omnispace, 2024. Omnispace and MTN Announce a Collaboration to Develop and Deploy Satellite IoT and 5G NTN Services. https://omnispace.com/omnispace-and-mtn-announce-a-collaboration-to-develop-and-deploy-satellite-iot-and-5g-ntn-services/
490. Optus, 2022. Optus switches on 5G Standalone. https://www.optus.com.au/connected/leaders-insights/optus-switches-on-5g-standalone
491. Optus, 2024. Our 3G network is switching off from 28 October 2024. https://www.optus.com.au/support/mobiles-tablets-wearables/important-changes-3g?id=20111
492. OPTUS, 2024. TPG Telecom and Optus sign network sharing agreement marking new era of mobile services for regional Australia. https://www.optus.com.au/about/media-centre/media-releases/2024/04/tpg-telecom-and-optus-sign-network-sharing-agreement
493. Orange, 2022. Orange announces a new milestone in the transformation of its mobile networks in Europe, phasing out 2G and 3G by the end of the decade. https://newsroom.orange.com/orange-announces-a-new-milestone-in-the-transformation-of-its-mobile-networks-in-europe-phasing-out-2g-and-3g-by-the-end-of-the-

decade/
494. Orange, 2024. Access the Orange Mobile Access Network in France by controlling your autonomy. https://wholesalefrance.orange.fr/en/our-networks/mobile/
495. Panorama Antennas, n.d. Antennas for The New Emergency Service Network (ESN). https://panorama-antennas.com/esn-antennas/
496. Parliament of Australia, n.d. Commonwealth of Australia Constitution Act Chapter IV. Finance And Trade. https://www.aph.gov.au/About_Parliament/Senate/Powers_practice_n_procedures/Constitution/chapter4
497. Pipelinepub, 2024. French 5G Framework Deployed To Test A New Post-OFDM Multicarrier Waveform. https://www.pipelinepub.com/news/french-5g-framework-deployed-to-test-a-new-post-ofdm-multicarrier-waveform
498. PwC, 2022. Navigating the chasm: The shortest critical path to Next-Generation Public Safety Networks. https://www.pwc.com/m1/en/services/consulting/technology/cyber-security/documents/critical-communications-world.pdf
499. PwC, 2023. Accelerating towards next-generation mission-critical services. https://www.pwc.com/m1/en/services/consulting/documents/ccw-2023-mission-critical-communication-paper.pdf
500. Qualcomm, 2022. 5G mmWave making waves in Japan. https://www.qualcomm.com/news/onq/2022/07/5g-mmwave-making-waves-in-japan
501. Qualcomm, 2024. Engineering human progress: Our commitment to inclusive 5G innovation. https://www.qualcomm.com/news/onq/2024/03/engineering-human-progress-our-commitment-to-inclusive-5g-innovation
502. Rakuten Mobile, 2023. Rakuten Mobile and NEDO Complete Successful Development and Testing of 5G Stand-Alone Wireless Access Equipment Using Virtualization Technology. https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2023/0801_01/
503. Rakuten, 2024. Rakuten Mobile Announces Plans to Provide Satellite-to-Mobile Service in Japan with AST SpaceMobile Starting in 2026. https://corp.mobile.rakuten.co.jp/english/news/press/2024/0216_01/
504. Rakuten，2024。3G サービスは使えますか？ https://network.mobile.rakuten.co.jp/faq/detail/10000773/
505. RCR, 2024. O2 Telefonica already deployed 10,000 base stations in Germany. https://www.rcrwireless.com/20240325/5g/o2-telefonica-already-deployed-10000-base-stations-in-germany
506. RRA, n.d. RRA Introduction.

https://www.rra.go.kr/en/intro/object.do
507. RSPG, 2024. RSPG Report on the result of the ITU-R World Radiocommunication Conference 2023. https://radio-spectrum-policy-group.ec.europa.eu/document/download/3d8d393b-2067-48c4-98f9-b95f4d8ed960_en?filename=RSPG24-017final-RSPG_Report_%20WRC23.pdf&prefLang=fr
508. Samsung, 2021. Samsung and KT Launch First Commercial 5G SA Network in Korea. https://news.samsung.com/global/samsung-and-kt-launch-first-commercial-5g-sa-network-in-korea
509. Samsung, 2023. KDDI and Samsung Form 5G Global Network Slicing Alliance. https://news.samsung.com/global/kddi-and-samsung-form-5g-global-network-slicing-alliance
510. Samsung, 2024. Samsung's 5G Standalone Core Goes Live in KDDI's Nationwide Commercial Network. https://news.samsung.com/global/samsungs-5g-standalone-core-goes-live-in-kddis-nationwide-commercial-network
511. SCEYE, 2021. SCEYE DEMONSTRATES BROADBAND FROM STRATOSPHERE. https://www.sceye.com/sceye-press-releases/sceye-demonstrates-broadband-from-stratosphere/
512. Sénat, 2022. Orientation et programmation du ministère de l'intérieur. https://www.senat.fr/leg/etudes-impact/pjl21-876-ei/pjl21-876-ei.html#_Toc113371078
513. Singtel, 2023. Singtel first to successfully trial 5G RedCap technology for IoT devices in Singapore. https://www.singtel.com/about-us/media-centre/news-releases/Singtel-first-to-successfully-trial-5G-RedCap-technology-for-IoT-devices-in-Singapore
514. Singtel, n.d. Singtel 5G. Now available where it matters most. https://www.singtel.com/personal/products-services/mobile/5g
515. SK Telecom, 2023. SK Telecom develops 5G IoT tech RedCap. https://www.kedglobal.com/tech%2C-media-telecom/newsView/ked202308170003
516. Skylo, 2024. Skylo Launches its Direct-to-Device Service in the US & Canada. https://www.skylo.tech/newsroom/skylo-launches-its-direct-to-device-service-in-the-us-canada
517. Softbank, 2021. SoftBank Corp. Acquires High Altitude Platform. https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2021/20210930_03/
518. Softbank, 2021. SoftBank Corp. First Carrier in Japan to Provide 5G Standalone Commercial Services. https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2021/20211019_01/
519. SoftBank, 2023. SoftBank Corp. Successfully Tests Coverage Area

Optimization Technology that Realizes Communication Capacity Maximization for HAPS. https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2023/20231220_01/
520. Softbank, 2024. SoftBank Corp. to Postpone Discontinuation of 3G Services. https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2024/20240117_02/
521. Softbank, 2024. Stable Telecommunication for All People and Things HAPS High Altitude Platform Station. https://www.softbank.jp/en/corp/philosophy/technology/special/ntn-solution/haps/
522. soumu.go.jp，2017。LTE 方式を利用した自営用移動通信システムの国際動向。 https://www.soumu.go.jp/main_content/000810720.pdf
523. Spacenews, 2024. Satellite operators join forces to chase direct-to-smartphone opportunity. https://spacenews.com/satellite-operators-join-forces-to-chase-direct-to-smartphone-opportunity/
524. SpaceX, 2022. SPACEX'S APPROACH TO SPACE SUSTAINABILITY AND SAFETY. https://www.spacex.com/updates/#sustainability
525. SpaceX, 2024. BY ELECTRONIC FILING. https://www.fcc.gov/ecfs/document/1030712968789/1
526. SpaceX, n.d. ROAM WITH STARLINK. https://www.starlink.com/roam
527. Srinuan, Chalita&Bohlin, Erik, 2018. A country comparative study of spectrum re-farming: Implication for Thailand. https://www.econstor.eu/handle/10419/190333
528. SSAC, 2016. RADIO SPECTRUM AND TECHNICAL STANDARDS ADVISORY COMMITTEE World Radiocommunication Conference 2015 Decisions. https://www.ofca.gov.hk/filemanager/ofca/en/content_751/SSAC_Paper_1_2016.pdf
529. Starlink, 2024. SPACEX SENDS FIRST TEXT MESSAGES VIA ITS NEWLY LAUNCHED DIRECT TO CELL SATELLITES. https://api.starlink.com/public-files/DIRECT_TO_CELL_FIRST_TEXT_UPDATE.pdf
530. Station (HAPS) Patents from Loon https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2021/20210930_03/
531. Statista, 2024. Number of 5G base stations in European Union (EU) countries 2023. https://www.statista.com/statistics/1427492/number-

of-5g-base-stations-in-eu-countries/
532. TCCA, 2022. TCCA Spectrum Position on World Radio Conference 2023 Agenda Item 1.5, July 2022. https://tcca.info/documents/July-2022-TCCA-spectrum-position.pdf/
533. Techblog, 2021. ITU-R Future Report: high altitude platform stations as IMT base stations (HIBS). https://techblog.comsoc.org/2021/02/17/itu-r-future-report-high-altitude-platform-stations-as-imt-base-stations-hibs/
534. Techtarget, 2023. 5G NSA vs. SA: How do the deployment modes differ? https://www.techtarget.com/searchnetworking/feature/5G-NSA-vs-SA-How-does-each-deployment-mode-differ
535. Telefonica, 2021. O2 deactivates last 3G sites in its network. https://www.telefonica.de/news/press-releases-telefonica-germany/2021/12/the-end-of-umts-in-germany-o2-deactivates-last-3g-sites-in-its-network.html
536. Telefonica, 2023. O2 Telefónica activates latest network technology for the digitization of Germany. https://www.telefonica.de/news/press-releases-telefonica-germany/2023/10/5g-plus-launches-across-o2-s-5g-network-o2-telefonica-activates-latest-network-technology-for-the-digitization-of-germany.html
537. telegraphic, 2023. A Look at the Current Status of 5G and Millimeter Waves at Home and Abroad [Part 2]. https://www.telegraphic.jp/en/2023/12/107/
538. Telekom, 2020. 3G geht, LTE für alle kommt: Die zehn wichtigsten Fragen. https://www.telekom.com/de/blog/netz/artikel/3g-abschaltung-608274
539. Telekom, 2020. Cellular communications service from the stratosphere Cellular communications service from the stratosphere. https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/cellular-communications-service-from-the-stratosphere-609932
540. Telekom, 2021. GSMA and Deutsche Telekom publish whitepaper for High Altitude Platform Systems (HAPS). https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/gsma-and-deutsche-telekom-white-paper-haps-630800
541. Telekom, 2024. Stetig steigender Datenbedarf erfordert mehr Frequenzen für Mobilfunk. https://www.telekom.com/de/konzern/details/stetig-steigender-datenbedarf-erfordert-mehr-frequenzen-fuer-mobilfunk-1057790
542. Telekom, 2024. Telekom baut Mobilfunk an 772 Standorten aus. https://www.telekom.com/de/medien/medieninformationen/detail/tele

kom-baut-mobilfunk-an-772-standorten-aus-1061508
543. Telekom, 2024. Telekom's 5G network slicing brings mobile TV teams live to the network. https://www.telekom.com/en/media/media-information/archive/5g-live-video-production-1049254
544. Telekom, 2024. Türk Telekom and Deutsche Telekom Global Carrier Agree on 5G SA Low-Latency Roaming Trial. https://globalcarrier.telekom.com/newsroom/news/news-pages/turk-telekom-and-deutsche-telekom-global-carrier-agree-on-5g-sa-low-latency-roaming-trial
545. Telesat, 2023. Telesat Lightspeed™. https://www.telesat.com/leo-satellites/
546. Telesat, 2023. Why the Telesat Lightspeed network is so efficient. https://www.telesat.com/blog/why-the-telesat-lightspeed-network-is-so-efficient/
547. Telesat, 2024. Telesat and Government of Canada Agree to Terms on C$2.14 Billion Loan in Support of Telesat Lightspeed. https://www.telesat.com/press/press-releases/telesat-and-government-of-canada-agree-to-terms-on-c2-14-billion-loan-in-support-of-telesat-lightspeed/
548. Telstra, 2023. Telstra Broadcast Services Successfully Trials Live Broadcast Contribution Over 5G. https://www.telstra.com.au/business-enterprise/news-research/articles/telstra-broadcast-services-successfully-trials-live-broadcast-contribution-over-5g
549. Telstra, 2024. 3G is closing - act now. https://www.telstra.com.au/support/mobiles-devices/3g-closure
550. The Electronic Code of Federal Regulations, n.d. Subpart F—Wireless Radio Services Applications and Proceedings. https://www.ecfr.gov/current/title-47/chapter-I/subchapter-A/part-1/subpart-F
551. The Electronic Code of Federal Regulations, n.d. Title 47. https://www.ecfr.gov/current/title-47
552. The Guardian, 2023. Home Office unable to say when emergency services network will launch. https://www.theguardian.com/society/2023/mar/08/home-office-unable-when-emergency-services-network-launch
553. The White House, 2023. FACT SHEET: Biden-Harris Administration Issues Landmark Blueprint to Advance American Innovation, Competition and Security in Wireless Technologies. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/11/13/fact-sheet-biden-harris-administration-issues-landmark-blueprint-to-advance-american-innovation-competition-and-security-in-wireless-technologies/

554. The World Bank, n.d. Mobile cellular subscriptions (per 100 people) - European Union. https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS.P2?locations=EU
555. thelec.kr，2023。과기정통부 2024 년 공공용 주파수 수급계획 확정。https://www.thelec.kr/news/articleView.html?idxno=24856
556. T-Mobile, 2022. T-Mobile Network Evolution. https://www.t-mobile.com/support/coverage/t-mobile-network-evolution
557. T-Mobile, 2023. T-Mobile Advances 5G Standalone to Deliver Faster Speeds and Enhanced Performance. https://www.t-mobile.com/news/network/t-mobile-advances-5g-standalone-to-deliver-faster-speeds-and-enhanced-performance
558. T-Mobile, 2024. T-Mobile Conducts the First Ever Wireless Emergency Alert Via Satellite. https://www.t-mobile.com/news/network/t-mobile-first-satellite-wea
559. T-mobile,2022. T-Mobile Takes Coverage Above and Beyond With SpaceX. https://www.t-mobile.com/news/un-carrier/t-mobile-takes-coverage-above-and-beyond-with-spacex
560. TPG Telecom, 2024. TPG Telecom signs regional network sharing agreements with Optus. https://www.tpgtelecom.com.au/sites/default/files/media-release/Mediarelease-TPGsignsregionalsharing.pdf
561. Tpgtelecom, 2022. TPG Telecom confirms December 2023 switch off for 3G network. https://www.tpgtelecom.com.au/sites/default/files/media-release/Mediarelease_TPGTelecomconfirmsDecember2023switchofffor3Gnetwork.pdf
562. TUViT, 2022. Study to determine the broadband frequency spectrum demand of the German public safety organisations in mobile broadband networks. https://www.bdbos.bund.de/SharedDocs/Downloads/EN/220511_study_broadband.pdf?__blob=publicationFile&v=2
563. Unmannedairspace, 2022. Stratospheric Platforms “successfully trials 5G network coverage from HAPS vehicle”. https://www.unmannedairspace.info/latest-news-and-information/stratospheric-platforms-successfully-trials-5g-network-coverage-from-haps-vehicle/
564. Verizon, 2022. 3G CDMA Network Shut off date set for December 31, 2022. https://www.verizon.com/about/news/3g-cdma-network-shut-date-set-december-31-2022
565. Verizon, 2024. Verizon International Coverage. https://verizon.cellmaps.com/
566. virginmediao2, 2023. Virgin Media O2 Business is UK’s first telco to

launch commercial plug-and-play 5G SA Private Network. https://news.virginmediao2.co.uk/virgin-media-o2-business-is-uks-first-telco-to-launch-commercial-plug-and-play-5g-sa-private-network/
567. Vodafone, 2021. Noch ein Tag bis zur 3G-Abschaltung. https://newsroom.vodafone.de/netz/noch-ein-tag-bis-zur-3g-abschaltung
568. Vodafone, 2023. 5G Ultra: Everything you need to know. https://www.vodafone.co.uk/newscentre/our-network/what-is-5g-ultra/
569. Vodafone, 2023. 5G: Everything you need to know. https://www.vodafone.co.uk/newscentre/smart-living/everything-you-need-to-know-about/5g-everything-you-need-to-know/
570. Vodafone, 2023. Vodafone, Ericsson and Qualcomm in First European Test of New 5G Radio Technology. https://www.vodafone.com/news/technology/vodafone-ericsson-and-qualcomm-in-first-european-test-of-new-5-g-radio-technology
571. Vodafone, 2024. Say goodbye to 3G and hello to better connections. https://www.vodafone.co.uk/help-and-information/3g-switch-off
572. Vodafone, 2024. Vodafone UK successfully switches off 3G across the UK – boosting 4G and 5G. https://www.vodafone.co.uk/newscentre/press-release/3g-successful-switch-off-uk/
573. Vodafone, n.d. Zukunft der Breitbandkommunikation im Digitalfunk BOS. https://www.vodafone.de/media/downloads/pdf/whitepaper-bdbos.pdf
574. WhistleOut, 2023. AT&T coverage Map: How It Compares. https://www.whistleout.com/CellPhones/Guides/att-coverage-map
575. X, 2024. First video call on @X completed through @Starlink Direct to Cell satellites from unmodified mobile phones! https://x.com/SpaceX/status/1792981845296160791?ref_src=twsrc%5Etfw
576. ケータイ Watch，2017。ドコモ、再編される 1.7GHz/3.4GHz 帯の追加割当を申請へ(1/2)。https://k-tai.watch.impress.co.jp/img/ktw/docs/1096/309/html/1734001_o.jpg.html
577. デジタル庁，2023。デジタル社会の実現に向けた基本的な施策に係る施策集。https://www.digital.go.jp/assets/contents/node/basic_page/field_ref_resources/5ecac8cc-50f1-4168-b989-2bcaabffe870/1f29f2f7/20230609_policies_priority_outline_09.pdf
578. ビジネスネットワーク，2023。公共安全 LTE（PS-LTE）導入

に向けた実証 横浜市、沖縄県などで 10 月から実施。
https://businessnetwork.jp/article/17087/
579.국가법령정보센터，2021。지능형 해상교통정보서비스의 제공 및 이용 활성화에 관한 법률。
https://www.law.go.kr/%EB%B2%95%EB%A0%B9/%EC%A7%80%EB%8A%A5%ED%98%95%ED%95%B4%EC%83%81%EA%B5%90%ED%86%B5%EC%A0%95%EB%B3%B4%EC%84%9C%EB%B9%84%EC%8A%A4%EC%9D%98%EC%A0%9C%EA%B3%B5%EB%B0%8F%EC%9D%B4%EC%9A%A9%ED%99%9C%EC%84%B1%ED%99%94%EC%97%90%EA%B4%80%ED%95%9C%EB%B2%95%EB%A5%A0/(16901)
580.국립재난안전연구원，2023。재난안전 통신분야 국내외현황 분석 및 활용사례 연구。
https://www.ndmi.go.kr/home/board/download.do?menukey=6039&fno=7424&bid=5&did=1682249
581.電子情報通信学会，2023。我が国の電波政策の最近動向――周波数再編アクションプラン（令和 4 年度版）の取組み―。
https://www.jstage.jst.go.jp/article/bplus/17/1/17_88/_pdf
582.内閣府，2017。終了促進措置。https://www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/suishin/meeting/wg/toushi/20170330/170330toushi04.pdf
583.国土交通省関東地方整備局，2023。関東地方整備局インフラＤＸ取組。
https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000852889.pdf
584.韓國政府立法部，2022。전파사용료 산정기준(제 90 조제 1 항 관련) 。
https://www.law.go.kr/LSW/flDownload.do?gubun=&flSeq=113352855&flNm=%5B%EB%B3%84%ED%91%9C+8%5D+%EC%A0%84%ED%8C%8C%EC%82%AC%EC%9A%A9%EB%A3%8C+%EC%82%B0%EC%A0%95%EA%B8%B0%EC%A4%80%28%EC%A0%9C90%EC%A1%B0%EC%A0%9C1%ED%95%AD+%EA%B4%80%EB%A0%A8%29
585.経済産業省，2015。J55011（H27）工業，科学及び医療用装置からの妨害波の許容値及び測定法。
https://www.meti.go.jp/policy/consumer/seian/denan/file/04_cn/ts/js/j55011_h27_151008.pdf
586.総務省，2011。主要国の電波利用料等の概要。
https://www.soumu.go.jp/main_content/000217435.pdf
587.総務省，2016。電波政策 2020 懇談会制度ＷＧ（第２回）。
https://www.soumu.go.jp/main_content/000398967.pdf
588.総務省，2018。開設計画及び認定開設者合意における記載概

要（第４世代移動通信システムの普及のための特定基地局の開設計画の認定に係る終了促進措置に関する四半期報告）終了促進措置（周波数移行）の概要。https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/system/ml/mobile/1700_3400/h30_1q_1700-2.pdf
589.総務省，2019。1.7GHz/3.4GHz 帯の周波数再編のための終了促進措置。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/ml/mobile/1700_3400/index.htm
590.総務省，2019。第 5 世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html
591.総務省，2020。令和 2 年版 情報通信白書。https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/pdf/n1300000.pdf
592.総務省，2020。情報通信白書令和 5 年版。https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r05/pdf/index.html
593.総務省，2021，第 5 世代移動通信システム（5G）の普及のための 特定基地局の開設計画の認定。https://www.soumu.go.jp/main_content/000745465.pdf
594.総務省，2021。情報通信審議会 情報通信技術分科会 新世代モバイル通信システム委員会報告 概要「新世代モバイル通信システムの技術的条件」のうち「2.3GHz 帯における移動通信システムの技術的条件」。https://www.soumu.go.jp/main_content/000745695.pdf
595.総務省，2022。「新たな携帯電話用周波数の割当方式に関する検討会 取りまとめ」及び意見募集結果の公表。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000452.html
596.総務省，2022。電波利用料の見直しに係る料額算定の具体化方針。https://www.soumu.go.jp/main_content/000791196.pdf
597.総務省，2022。携帯電話用周波数の再割当てに係る円滑な移行に関するタスクフォース報告書 概要。https://www.soumu.go.jp/main_content/000854018.pdf
598.総務省，2022。周波数再編アクションプラン（令和４年度版）概要。https://www.soumu.go.jp/main_content/000846640.pdf
599.総務省，2023。５Ｇの整備状況（令和４年度末（2022 年度末））。https://www.soumu.go.jp/main_content/000894733.pdf

600.総務省，2023。周波数再編アクションプラン（令和5年度版）の公表。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000500.html
601.総務省，2024。新たな周波数割当計画案に係る意見募集。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000516.html
602.総務省，2024。周波数再編アクションプラン（令和6年度版）。https://www.soumu.go.jp/main_content/000969387.pdf
603.総務省，2024。衛星コンステレーションによる携帯電話向け2GHz帯非静止衛星通信システムの技術的条件。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban15_02000277.html
604.総務省，2024。衛星通信システム委員会報告（案）に対する意見募集。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/02kiban15_04000517.html
605.総務省，2024。衛星通信システム委員会報告（案）に対する意見募集の結果。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban15_02000276.html
606.総務省，n.d. 電波利用料制度の目的等。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/fees/purpose/index.htm
607.総務省，n.d.。特定小電力無線局。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/ml/small/
608.総務省，n.d.。個別の設置許可が必要な高周波利用設備の例。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/highfre/list/index.htm
609.総務省，n.d.。公共安全LTE（PS-LTE）。https://www.soumu.go.jp/main_content/000723656.pdf
610.総務省，n.d。無線局免許手続様式。https://www.tele.soumu.go.jp/j/download/proc/
611.総務省。電波有効利用促進センター。https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/others/sokusin/
612.總務省，2021。デジタル変革時代の電波政策懇談会 事業者ヒアリングについて。https://www.soumu.go.jp/main_content/000729530.pdf
613.總務省，2023。国際電気通信連合(ITU) 2023年世界無線通信会議(WRC-23)の結果。https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban10_02000045.html
614.總務省，2023。公共安全モバイルシステムについて～災害発生時等における非常通信の確保と 公共安全モバイルシステム～https://www.soumu.go.jp/main_content/000918070.pdf
615.總務省，2024。「衛星コンステレーションによる携帯電話向け

2GHz 帯非静止衛星通信システムの技術的条件」の検討開始について。https://www.soumu.go.jp/main_content/000926728.pdf
616.總務省，2024。Beyond 5G の国際標準化に関する動向・取組について。https://www.soumu.go.jp/main_content/000928362.pdf
617.總務省，2024。非地上系ネットワークの現状と将来像。https://www.soumu.go.jp/main_content/000930519.pdf
618.總務省，n,d. 提供機能・仕様 https://www.tele.soumu.go.jp/j/others/psms/kino/index.htm
619.總務省，n.d。免許。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/proc/type/aptoli/
620.總務省，n.d。地方支分部局。https://www.soumu.go.jp/menu_kyotsuu/chihou.html
621.總務省，n.d。情報通信審議会。https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/index.html
622.總務省，n.d。周波数割当てプロセス。https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/freq/process/index.htm
623.總務省，n.d。総合通信基盤局の紹介。https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/sogo_kiban/index.html
624.연합뉴스，2018。재난안전망 경쟁 승자는 KT…A·B 구역 우선협상자 선정。https://www.yna.co.kr/view/AKR20181018075400017
625.정보통신신문，2021。“물리적 조치 vs 무선 망 공유” 전파간섭 두고 동상이몽。https://www.koit.co.kr/news/articleView.html?idxno=89754
626.주식회사 연합뉴스，2022。국가통합공공망 정책협의회 개최…해상-재난-철도망 협력체계 강화。https://www.yna.co.kr/view/AKR20220626001200003
627.한국방송통신전파진흥원，2019。통합 공공망(PS-LTE)전파 혼간섭 모니터링 연구。https://www.kca.kr/fileDownload.do?action=fileDown&mode=&boardId=REPORT&seq=5832777&fileSn=1
628.한국통신기술협회，2019。표준소개통합공공망 주파수 공유 및 상호연동 요구사항。https://www.tta.or.kr/data/androReport/ttaJnal/181-2-2.pdf
629.해양수산부，2020。해상-재난-철도망 간 무선자원 공유체계 출범。https://www.mof.go.kr/doc/ko/selectDoc.do?docSeq=36230&menuSeq=971&bbsSeq=10

630. 행정안전부，2020。보도자료。 https://mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttId=79690
631. 행정안전부，2022。제 1 차 재난안전통신망 기본계획。 https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00113180GSSLYEM&fileSn=0
632. 행정안전부，n.d.。재난안전통신망。 https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b11/policyBriefingView/screen.do
633. 행정안전부，n.d.。재난안전통신망리플렛。 https://www.mois.go.kr/cmm/fms/FileDown.do?atchFileId=FILE_00102400lcJ8R5h&fileSn=0
634. 행정안전부，n.d.。재난안전통신망。 https://www.mois.go.kr/frt/sub/a06/b11/policyBriefingView/screen.do