

## 第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析

5G 世代隨著更多樣化且創新應用的持續推出，對頻率資源的需求也隨之增加。於法制面上，則因此涉及包含頻譜共享、重新分配規劃在內之頻譜分配政策，以及頻率資源許可制度、電臺設備審驗等議題。本章節即基於未來頻譜整備、頻譜資源近用法規修正，及未來三年期程電信資源政策建議之提出，本研究針對 5G O-RAN、車聯網以及非地面網路（NTN）之頻譜政策、頻率許可及電臺審驗制度進行研析。

### 第一節 國際 5G O-RAN 頻譜政策趨勢

開放式無線存取網路 O-RAN 將 RAN 依功能拆分為射頻單元 RU、分散式單元 DU、集中式單元 CU，以達到改變過往電信設備市場由諾基亞（Nokia）、愛立信（Ericsson）、三星（Samsung）、華為（Huawei）與中興（ZTE）等大廠所領導之現況，使更多伺服器、網通業者、系統整合業者能進入該市場。自 2018 年起，在美中貿易戰之情勢下，為避免過度依賴單一非美國供應商，美國即成為國際間 O-RAN 之主要推動者。而隨著近期美國電信營運商 AT&T 與電信設備商 Ericsson 簽訂總價額 140 億美元之協議，擬於 2026 年前將其 70% 的無線流量移轉至 O-RAN 架構<sup>45</sup>，似顯示 O-RAN 技術發展已相對成熟，並為市場所接受。

然而相較於將 O-RAN 布建於公網之最終願景，考量到成本、穩定度以及國家政策支持，目前 O-RAN 之發展仍以布建於專網內居多。就我國而言，5G 專網亦被認為是驗證國產 Open RAN 設備、布建國產 5G 核心網路並帶動國內產業發展之最佳場域。根據數位發展部之調查，自 2023 年 6 月開放 5G 專網申請以來，截止 2024 年 4 月 15 日，已有 87 案通過審查會議，其中台灣廠牌之基地台數量為 78，比例為 89%；國產 5G 核心網路方面數量達 13，比例為 15%；國產 5G 核心網路軟體數量則為 31，比例為 35%<sup>46</sup>，顯示 5G 專網帶動 O-RAN 產業發展已初具成效。綜上所述，目前 O-RAN 之發展仍以布建於專網內居多，並以專網相關規範為布建基礎。因此於探

---

<sup>45</sup> Mike Dano, AT&T's \$14B open RAN commitment with Ericsson snubs Nokia, LightReading, Dec. 5, 2023, <https://www.lightreading.com/open-ran/at-t-s-14b-open-ran-commitment-with-ericsson-snubs-nokia> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>46</sup> 謝承學，〈5G 專頻專網辦法上路近週年 垂直場域、國產 O-RAN 落地進展如何？〉，Digitimes，2024/05/14，[https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?utm\\_source=MemkeywordNews&utm\\_medium=Email&utm\\_campaign=DT\\_UTM&f=Y&ct=b&id=0000690246\\_1BS110RN50JYYN57IZXNS](https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?utm_source=MemkeywordNews&utm_medium=Email&utm_campaign=DT_UTM&f=Y&ct=b&id=0000690246_1BS110RN50JYYN57IZXNS)

討 O-RAN 時，需納入各國專網與頻譜政策一併研析，是以本報告將以美國、歐盟、英國、日本與韓國之 5G 商用與專用頻譜之釋出現況，面臨之挑戰與未來規劃為主軸，探求目前各國 5G 專網之發展趨勢，以及整體 5G、6G 下世代通訊頻譜之未來動向。

## 一、 美國

### (一)、 5G 商用頻譜狀況

美國分配多個頻段供 5G 使用，在高頻段部分，FCC 將拍賣高頻段頻譜作為優先事項，至今已陸續完成對 28GHz (27.5-28.35GHz)、24GHz (24.25-24.35GHz 24.25-24.45 GHz、24.75-25.25 GHz)，以及上層 37 GHz (37.6-38.6 GHz)、39 GHz (38.6-40 GHz)、47 GHz band (47.2-48.2 GHz) 頻段之拍賣。FCC 並就釋出 26GHz (25.25-27.5 GHz) 與 42GHz (42-42.5 GHz) 共計 2.75GHz 的頻段供 5G 使用向公眾進行多次意見徵詢<sup>47</sup>，2023 年 7 月 31 日，FCC 提出「42-42.5 GHz 頻段共享使用」(Shared Use of the 42-42.5 GHz Band) 規則提案，就 (1) 如何在 42GHz 布建創新、非專用的頻譜接取模型，以促進小型或新興無線服務供應商的近用，並支持對此頻段的高效密集使用，以及 (2) 潛在共享與許可制度如何降低此些供應商的近用障礙、鼓勵競爭及預防頻譜倉儲 (warehousing) 尋求意見<sup>48</sup>。同時，FCC 致力於修正 70/80/90GHz (71-76 GHz、81-86 GHz、92-94 GHz 與 94.1-95 GHz) 波段適用之規則，2024 年 1 月 26 日，FCC 發布「現代化及擴張對 70/80/90GHz 頻段接取」(Modernizing and Expanding Access to the 70/80/90 GHz Bands) 報告與命令與進一步法規預告 (Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking)，其內容包含透過授權在 70/80GHz 波段與行動終端建立特定點對點鏈路，促進飛機或船機接取寬頻服務；更新既有規則許可更小型或低成本的天線，促進在 70/80GHz 波段提供回程傳輸 (backhaul) 等，以滿足無線寬頻連結性不斷成長之需求及彌平數位落差<sup>49</sup>。

在中頻段部分，由於中頻段具有較(低頻段)高速度覆蓋合理範圍之均

---

<sup>47</sup> Upper Microwave Flexible Use Service (UMFUS), Federal Communications Commission [FCC], <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/broadband-division/upper-microwave-flexible-use-service-umfus> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>48</sup> Shared Use of the 42-42.5 GHz Band, Federal Register, <https://www.federalregister.gov/documents/2023/07/31/2023-16167/shared-use-of-the-42-425-ghz-band> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>49</sup> FCC, *FCC Modernizing and Expanding Access to the 70/80/90 GHz Bands Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking* (2024), at 1-2, <https://www.fcc.gov/document/fcc-updates-rules-708090-ghz-bands-0> (last visited Jun. 4, 2024).

衡特性，而成為 5G 建設之目標。目前 FCC 已拍賣 2.5GHz(2496-2690 MHz)、3.7GHz (3.7-3.98 GHz)，並通過 3.5GHz (3.55-3.7GHz) 共享商業使用的規則，提供超過 600MHz 供 5G 布建。而在低頻段部分，FCC 正採取行動，透過頻譜重整 (Refarming) 或重新配置，改善 5G 服務於 600MHz、800MHz 與 900MHz 低頻段頻譜之使用<sup>50</sup>。

## (二)、5G 專網頻段

就法制層面而言，美國並未明定供 5G 專網使用之頻段與相關規劃。而就技術層面而言，5G 專網可透過授權、不需經授權與共享頻譜之機制建立，其中，美國公民寬頻無線電服務 (Citizens Broadband Radio Service, CBRS) 之 3.5GHz 頻段即屬於共享頻段，允許任何組織利用相對較為簡易 (但須共用頻譜) 之授權運行其 5G 專網<sup>51</sup>。同時，CBRS 具有提高室外廣域 (wide-area) 覆蓋之優勢，以 CBRS 為基礎之每一蜂巢式無線基地臺 (Access Point, AP)，其覆蓋區域高於 Wi-Fi AP。另一方面，企業基於改善網路分段，或改善布建在相對乾淨頻譜上運行之單獨、疊加網路之能力等原因選擇於該頻段上布建專用網路，尤其針對關鍵流量相關應用，如製造業或工業網路、員工之獨立語音通訊網路或零售銷售點設備<sup>52</sup>。因此，本章節將對 CBRS 之頻率授權框架進行簡要介紹。

2015 年，FCC 通過 3550-3700 MHz (3.5GHz) 頻段共享商業使用規則 (47 CFR Part 96)，建立 CBRS 與三層級之近用與授權框架，為聯邦與非聯邦共享該頻段提供基礎。對該頻段之近用、經營，以及各該層級使用者之協調，將由頻譜存取系統 (Spectrum Access System, SAS) 合併來自環境感測能力 (Environmental Sensing Capability, ESC) 資訊進行管理。

ESC 為由許多感測器組成之系統，主要用於監測 CBRS 頻段中頻譜資源使用情況。由於 CBRS 頻段共分成三個層級使用者，ESC 即是要確保既有近用使用者在使用頻譜時不受其他層級之使用者干擾，例如當 ESC 感測到美國國防部 (Department of Defense, DOD) 雷達正在運作時 (既有近用使用者)，ESC 即會通知 SAS，使系統能以動態方式協調該區域其他用戶頻譜使用情形，避免對既有近用使用者產生影響，也兼顧頻譜資源之有效利用<sup>53</sup>。

<sup>50</sup> America's 5G Future, FCC, <https://www.fcc.gov/5G> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>51</sup> Private LTE/5G Spectrum Bands, monogoto, <https://monogoto.io/private-lte-5g-spectrum-bands/> (last visited Jul. 10, 2024).

<sup>52</sup> What is CBRS?, HPE, <https://www.arubanetworks.com/faq/what-is-cbrs/> (last visited Jul. 10, 2024).

<sup>53</sup> Notes from the Path to Deployment: ESC Testing & Certification, OnGo Alliance,

美國 CBRS 頻段目前之 ESC 營運商包含：CommScope、Federated Wireless、Google、Key Bridge；而受許可之 SAS 經營商則包含 Amdocs、Federated Wireless、Google、Sony 與 Key Bridge<sup>54</sup>（如表 3-1 所示）。

表 3-1、CBRS 頻段之 ESC 與 SAS 經營商列表

ESC 經營商	SAS 經營商
Federated Wireless	
Google	
Key Bridge	
CommScope	Amdocs
	Sony

資料來源：FCC，2024 年 12 月

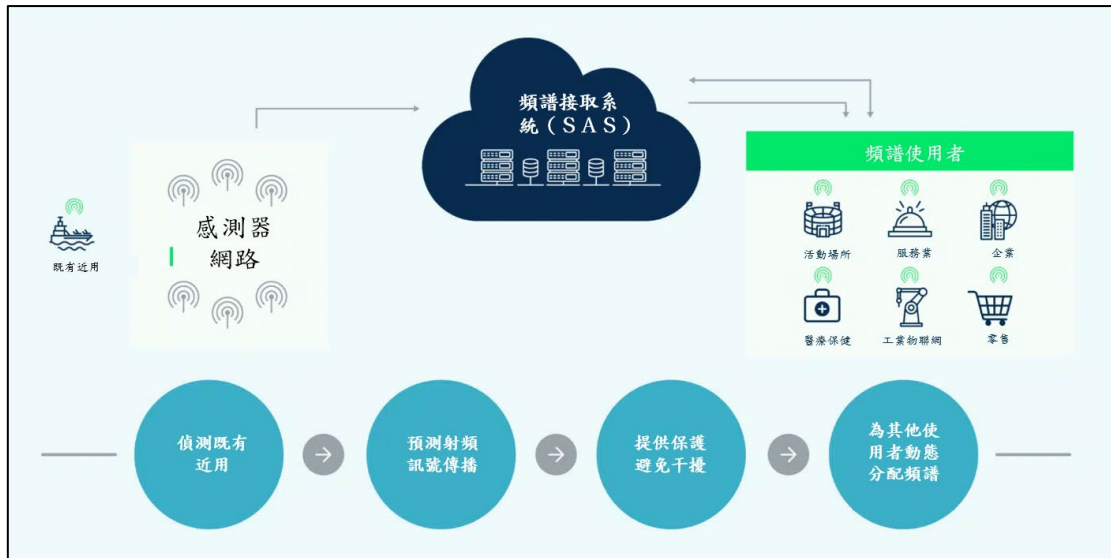
ESC 營運許可需經過 FCC 轄下無線電信局（Wireless Telecommunications Bureau, WTB）、工程及技術辦公室（Office of Engineering and Technology, OET）、國家電信暨資訊管理局（National Telecommunications and Information Administration, NTIA）及國防部（DOD）共同審查，營運商必須提交 ESC 提感測器位置、配置及 DPA 覆蓋範圍等資料，並需通過 ESC 實驗室測試（laboratory testing），於獲得批准後才可以進行 ESC 營運。此外，WTB 與 OET 等主管機關要求 ESC 營運商須至少與一個獲批准之 SAS 合作營運<sup>55</sup>。

因此，本計畫推測 ESC 可分為二種營運方式（如圖 3-1 所示），一為同時經營 ESC 與 SAS 服務之業者，由向非既有近用使用者之頻譜使用者提供動態頻譜協調解決方案之方式進行營運；另外 ESC 營運商亦藉由其布建之感測器所蒐集之資料，經營資料庫服務，提供其它 SAS 經營商近用，藉此進行獲利。

<https://ongoalliance.org/notes-from-the-path-to-deployment-esc-testing-certification/> (last visited Dec. 04, 2024).

<sup>54</sup> 3.5 GHz Band Overview, FCC, <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/35-ghz-band/35-ghz-band-overview> (last visited Dec. 04, 2024).

<sup>55</sup> WIRELESS TELECOMMUNICATIONS BUREAU AND OFFICE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY ANNOUNCE THE APPROVAL OF ENVIRONMENTAL SENSING CAPABILITIES FOR THE 3.5 GHZ BAND, FCC, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-352A1.pdf> (last visited Dec. 04, 2024).



資料來源：Federated Wireless<sup>56</sup>、本研究整理，2024 年 12 月  
圖 3-1、ESC 及 SAS 運作架構圖

3.5GHz 頻段內之使用者分為既有近用（Incumbent Access）使用者、優先近用執照（Priority Access License, PAL）使用者，以及一般授權近用（General Authorized Access, GAA）使用者。2019 年 9 月 16 日，FCC 轄下無線電信局（WTB）與工程及技術辦公室（OET）許可 5 個 SAS 管理者進行初步商業布建<sup>57</sup>（Initial Commercial Deployments），使商業經營者得以透過 GAA 對 CBRS 頻段進行利用。而後於 2020 年 7 月 23 日，FCC 進一步對 22,631 個 PAL 進行拍賣<sup>58</sup>，正式開啟對 CBRS 三層級近用與授權框架之實踐。

三階層使用者其個別介紹簡述如下：

- 既有近用：此層級之使用者包含經授權之聯邦政府使用者（3550-3700 MHz）、FSS（空對地）地面站（3600-3650 MHz），以及有限期間內之傳統式無線寬頻執照持有人（Grandfathered Wireless Broadband Licensees）（3650-3700 MHz），本層級之使用者受保護免於其他二層級之有害干擾。
- 優先近用：PAL 以行政區域（county）為基礎，透過競標方式取得，每一 PAL 由 3550-3650 MHz 內之 10MHz 頻寬構成，任一區域拍賣

<sup>56</sup> 3.5 GHz CBRS Spectrum Access System (SAS), Federatedwireless, <https://www.federatedwireless.com/cbrs/>, (last visited Dec. 4, 2024).

<sup>57</sup> FCC, WIRELESS TELECOMMUNICATIONS BUREAU AND OFFICE OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY APPROVE FIVE SPECTRUM ACCESS SYSTEM ADMINISTRATORS TO BEGIN INITIAL COMMERCIAL DEPLOYMENTS IN THE 3.5 GHZ BAND (2019), <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-19-915A1.pdf> (last visited Jul. 10, 2024).

<sup>58</sup> Auction 105: 3.5 GHz Band, FCC, <https://www.fcc.gov/auction/105> (last visited Jul. 10, 2024)

之 PAL 不得超過 70MHz (即 7 個 PAL)，許可年限為 10 年並可展延。PAL 必須保護並接受既有近用使用者之干擾，但可免受 GAA 使用者之干擾。

- 一般授權近用：GAA 層級以依規則授權 (licensed-by-rule) 之方式，許可廣泛潛在使用者團體開放、有彈性地近用該頻段 (3550-3700 MHz)。GAA 使用者不應造成既有近用層使用者與 PAL 使用者之有害干擾，反之必須接受來自上述二層級之干擾；同時也不得預期能免於其他 GAA 使用者之干擾<sup>59</sup>。

由於布建 5G 專網高度仰賴與該技術相關之專業知識，因此企業多半透過服務供應商如電信公司 (Telecommunications Company, Telco)、私有無線網路供應商 (Private Wireless Network Vendor)、原始設備製造商 (Original Equipment Manufacturer)、系統整合商 (Systems Integrators)，以及大型雲端服務供應商 (Major Cloud Players) 協助專網建置<sup>60</sup>。

而隨著技術演進、5G 專網應用需求之增加，2024 年 6 月 12 日 FCC 發布管理 CBRS 商業營運之新規則<sup>61</sup>，縮小於海岸線和聯邦設施附近「動態保護區」(Dynamic Protection Area, DPA) 之範圍。原先，為保護聯邦設備如軍用雷達免受其他 CBRS 設備影響，FCC 規劃出 DPA，以阻絕干擾。而此次新規則將縮小 DPA 範圍，使更多設備能在不影響聯邦設施操作情況下繼續運行。此外，FCC 也將減少 DPA 啟動時 CBRS 設備須暫停之數量，FCC 表示以上調整將可使 7200 萬人受益，體驗更穩定且快速的網路服務，縮小國內之數位鴻溝。而後於同年 8 月 16 日，FCC 進一步發布 CBRS 修正之法規預告 (Notice of Proposed Rulemaking, NPRM)，針對 CBRS 頻段之管理方式、設備申請程序、是否將於美國大陸以外領土提供 CBRS、是否引入更高功率設備，以及是否應開放低功率室內操作等內容，向大眾徵詢意見。

## 1. 動態保護區之管理

FCC 希望能以更靈活方式協調使用者，最大化資源的使用效率，故提議針對 DPA 做出以下調整：(1) 將沿海動態保護區 (Coastal DPAs) 正式定義於新規則中，要求現有或未來頻譜接取系統 (SAS) 根據新規則保護聯

---

<sup>59</sup> 3.5 GHz Band Overview, FCC, <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/35-ghz-band/35-ghz-band-overview> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>60</sup> Who's selling private 5G and what do you get?, NETWORKWORLD, <https://www.networkworld.com/article/971314/whos-selling-private-5g-and-what-do-you-get.html> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>61</sup> Modified Aggregate Interference Model Announced in 3.5 GHz Band, FCC, <https://www.fcc.gov/document/modified-aggregate-interference-model-announced-35-ghz-band> (last visited Oct. 14, 2024).

邦設備運作；(2) 為了最大限度提升國防設施於 CBRS 頻段之近用權利，FCC 提議於頻段「共享商業使用規則」(47 CFR Part 96) 加入「由門戶啟動之動態保護區<sup>62</sup>」(Portal-Activated DPAs, P-DPA)，SAS 管理者需要定期與門戶 (Portal) 進行通訊，以方便得知頻率的共享使用狀況；(3) 於某些重要之地面雷達站點，使用永久啟用 (Always Activated) 之 DPA 以避免對商業布建的延誤，同時保護聯邦雷達系統免受干擾。

除了 DPA 外，為簡化管理及提高商業部署的效率，FCC 也在考慮是否需要讓 CBRS 及 3.45GHz<sup>63</sup> 採取相同頻率共用管理框架。

## 2. 環境感測能力感測器審核程序及公民寬頻無線電服務裝置布建要求

針對用於管理頻率資源的環境感測能力 (ESC) 的感測器，FCC 提到目前無線電信局 (WTB) 及工程科技辦公室 (OET) 制定之 ESC 感測器註冊程序中<sup>64</sup>，並未要求 ESC 營運商評估關於競爭或市場影響，如運行中對 CBRS 使用者、在 ESC 感測器附近尋求啟動操作者之潛在風險。此外，ESC 經營商目前也不需要使其服務對非附屬於 SAS 的管理者可用。因此 FCC 透過 NPRM 詢問目前的許可程序是否有需要修正。而關於公民寬頻無線電服務裝置 (Citizen Broadband Radio Service Devices, CBSD)，FCC 將要求上述設備應向經認證的 SAS 管理者註冊，得到授權後方得運作裝置，並且 CBSD 使用者須應 SAS 管理者要求，提供設備接收訊號之強度和其他測量參數，以便 SAS 監控頻譜狀況。

## 3. 更高功率基地臺及裝置引入

為加強訊號強度及品質，針對 CBSD 基地臺及終端用戶裝置 (End User Device, UE)，FCC 向大眾徵詢是否應該允許於 CBRS 頻段內使用更高功率的 CBSD 基地臺及 UE，即從目前的 23dBm 提升至 26dBm 與 3GPP 標準一致。同時詢問若提高功率，後續會對同頻段或相鄰頻段的服務產生什麼樣

---

<sup>62</sup> 指位於指定聯邦設施或沿海地區之地理保護區域，這些區域使用專門的調度門戶 (Scheduling Portal) 來規劃和管理聯邦在 3.5 GHz 頻段中相關操作，當需要進行聯邦操作時調度門戶會傳送訊號至 SAS 確保聯邦設備運作不受其他用戶干擾，當沒有聯邦操作時，其他用戶就可以繼續使用該頻段。

<sup>63</sup> 3.45-3.55 GHz 頻段目前以制定「合作規劃區域」(Cooperative Planning Areas, CPAs) 及「定期使用區域」(Periodic Use Areas, PUA) 的方式確保既有近用使用者於特定地理區域內可不受干擾使用頻率資源。

<sup>64</sup> ESC 許可程序首先會要求所有來申請的 ESC 經營商提交一份提案，描述其 ESCs 的功能與能力，並說明其系統如何遵循所有適用的 FCC 規則、WTB/OET 技術要求與指令，經 WTB/OET 審查並有條件許可其提案後，所有來申請的 ESC 經營商可以提交其 ESC 進行認證程序

的影響。

#### 4. 於美國大陸以外領土布建 CBRS

在阿拉斯加、夏威夷等「美國大陸以外之領土」(Outside of the Continental United States, OCONUS)，FCC 已發放 PAL、GAA 執照，並於該區域認證 SAS 管理者。因此 FCC 想徵詢如何克服於該區布建 ESC 可能遭遇之操作及經濟阻礙，並考慮於如墨西哥灣之近海區域 (offshore areas) 開放 3.65-3.7 GHz 作為 CBRS 頻段使用。

#### 5. 開放低功率室內操作

FCC 考慮到近年來關於室內低功率操作需求，如智慧工廠或於室內設施內操作無人機應用之增加，加上因室內操作會產生訊號衰減 (attenuation) 現象，相較之下對其他層級使用者的干擾可能較少，因此 FCC 也正考慮對是否要預留一部分資源供有興趣的企業或製造業申請 GAA 於室內進行相關應用。

在徵詢完大眾意見後，FCC 將根據意見內容對規則進行修改及調整，並將持續與 NTIA 及國防部等機關協調，再行發布最終規則<sup>65</sup>。

### (三)、O-RAN 發展趨勢

作為 O-RAN 技術之主要推動國家，美國積極透過國際協議、國內政策與產業合作促進 O-RAN 之布建。2023 年 1 月 13 日，美國主要電信標準組織電信產業解決方案聯盟 (Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS) 與開放式 RAN 聯盟 (O-RAN ALLIANCE) 簽署瞭解備忘錄 (memorandum of understanding, MoU)，宣布將合作推動開放式無線電接入網路的最新技術，包含 O-RAN 安全性與利害關係人之要求，以促進產業朝向更智慧、開放、虛擬化及符合全球標準之行動網路發展，並提供機會將開放式 RAN 聯盟之規格引入北美<sup>66</sup>。

2023 年 6 月 22 日，美國白宮 (White House) 發布與印度之聯合聲明，

---

<sup>65</sup> Federal Communications Commission, FCC Proposes Updates to Citizens Broadband Radio Service Rules, <https://www.fcc.gov/document/fcc-proposes-updates-citizens-broadband-radio-service-rules> (last visited Sep. 29, 2024).

<sup>66</sup> ATIS and O-RAN ALLIANCE Broaden Cooperative Efforts, atis, Jan. 13, 2023, <https://atis.org/press-releases/atis-and-o-ran-alliance-broaden-cooperative-efforts/> (last visited Jul. 12, 2024).

指出兩國領導人承諾將在可信任之基礎上，促進開放、可近用與安全的技術生態系統，以深化兩國共同之價值觀與民主制度。為此，兩國成立 O-RAN 聯合工作小組，由印度 Bharat 6G 聯盟 (Bharat 6G Alliance) 與 ATIS 倡議之 Next G 聯盟 (Next G Alliance) 共同領導，推動 O-RAN 之場域試驗與產品提供，包含在兩國經營商與供應商市場進行規模布建。同時，兩國領導人亦歡迎印度企業加入美國之「去除與替換計畫」(Rip and Replace Program)，以移除網路中被認為不安全的設備<sup>67</sup>。而後在 2024 年 1 月 17 日，印度通訊部 (Ministry of Communications) 發布聲明，指出在與美國國家安全局 (National Security Agency, NSA) 會談後，兩國制定並發布「美國－印度開放式 RAN 加速路線圖」(US-India OpenRAN Acceleration Roadmap)。而此一里程碑式的協議將促進在 O-RAN 產品互操作性與規模布建面向上之合作，並彰顯美國與印度在下世代通訊技術共同努力、推動全球技術進步之承諾<sup>68</sup>。

2023 年 9 月 25 日，美國與韓國發布聯合聲明，指出其於「美韓資通訊技術政策論壇」(U.S.-ROK Information and Communications Technology Policy Forum 2023) 中，再次重申兩國共同推動開放、互操作、可靠與安全之數位連結性和資通訊技術，以支持數位經濟創新與競爭力成長之承諾。為此，兩國將在多個領域進行合作，包含以下：(1) 與兩國之電信經營商與供應商協調，並根據「有關電信供應商多元化之布拉格提案」(Prague Proposals on Telecommunications Supplier Diversity) 促進印太地區第三國電信供應商多元化的可信任選項，包含 O-RAN 4G/5G 無線網路。為實現前述目的，美韓可能需共同提供技術協助與計畫準備活動，如可行性研究、實驗示範、測試與整合基礎設施的支持，以及商業布建的財政支持。(2) 擴張現行工作流程，如針對目前正進行之 O-RAN 技術討論，美韓將探索在 5G 與 6G (包含 O-RAN 等開放與互操作架構方法) 領域共同研究與開發之機會<sup>69</sup>。

而在資金補助部分，美國聯邦商務部 (Department of Commerce, DOC) 轄下國家電信暨資訊管理局 (NTIA) 透過「公共無線供應鏈創新資金」(Public Wireless Supply Chain Innovation Fund) 推動 O-RAN 技術之研發，

---

<sup>67</sup> Joint Statement from the United States and India, FCC, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/06/22/joint-statement-from-the-united-states-and-india/> (last visited Jul. 12, 2024)

<sup>68</sup> Secretary, Department of Telecommunications Transformative visit to USA, Ministry of Communications, Jan. 17, 2024, <https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=1996867> (last visited Jul. 12, 2024).

<sup>69</sup> U.S.-ROK Information and Communications Technology Policy Forum 2023, U.S. Department of State, Sep. 25, 2023, <https://www.state.gov/u-s-rok-information-and-communications-technology-policy-forum-2023/> (last visited Jul. 12, 2024).

並列出以下四項目標：(1) 促進 5G 及未來通訊技術之安全、開放與虛擬化；(2) 推進開放與互操作設備的布建；(3) 支持複數品牌設備網路之整合；以及(4) 確定設備是否需依循開放標準之準則<sup>70</sup>。自 2023 年 8 月 8 日起，陸續於 2023 年 11 月 28 日、2024 年 1 月 10 日、2024 年 2 月 12 日與 2024 年 5 月 7 日提供多筆資金用於補助 O-RAN 技術之創新與商業化<sup>71</sup>。

除了政府積極發展 O-RAN 外，在產業發展部分，美國電信業者 AT&T 於 2020 年 10 月 14 日宣布將與愛立信合作於 CBRS 頻段上以多接取邊緣運算 (MEC) 技術及愛立信的 Industry Connect 平台，依照客戶需求為其工廠、倉庫等區域提供專網<sup>72</sup>。2024 年 9 月 12 日電信業者 Comcast 也表示公司已於 CBRS 頻段上進行 5G 網路測試，並且表示公司將以該頻段為基礎，為客戶提供更良好的網路服務<sup>73</sup>。Verizon 亦於 2022 年 6 月 14 日宣布將於 CBRS 上部署 5G<sup>74</sup>。2024 年 1 月，在 NTIA 的資助下，美國 EchoStar 公司推出 O-RAN 測試及開發計畫 ORCID，EchoStar 提供網路供應商於 EchoStar 即時 O-RAN 5G 網路以進行相關技術之測試，促進行業標準及無線網路之發展，此外公司也表示將重塑旗下部門 Boost Mobile 開拓 5G 業務，希望成為全美第四大行動網路營運商，減少對 T-Mobile 及 AT&T 之依賴<sup>75</sup>。

#### (四)、挑戰與未來發展願景

有鑑於無線電頻譜資源之稀缺及重要性，美國聯邦商務部 DOC 轄下國家電信暨資訊管理局 NTIA 於 2023 年 11 月 13 日公布「國家頻譜戰略」(National Spectrum Strategy)，制定有改善頻譜管理與頻譜近用行動之藍圖，包含對 2,786MHz 的頻譜潛在重新利用進行研究，以幫助公私部門擁有對美國所有群體提供關鍵服務的充分資源。「國家頻譜戰略」並將指導做出如何分配有限頻譜資源的決定，以及確保此些決定係透過嚴格、透明的程

<sup>70</sup> Public Wireless Supply Chain Innovation Fund, National Telecommunications and Information Administration, <https://www.ntia.gov/program/innovation-fund> (last visited Jul. 12, 2024).

<sup>71</sup> News and Publications, National Telecommunications and Information Administration, <https://www.ntia.gov/newsroom?type=All&tid=135> (last visited Jul. 12, 2024).

<sup>72</sup> AT&T, AT&T Offers Private Cellular Networks on CBRS Spectrum with Ericsson, [https://about.att.com/story/2020/att\\_ericsson.html](https://about.att.com/story/2020/att_ericsson.html) (last visited Oct. 16, 2024).

<sup>73</sup> Comcast, Comcast in Wireless – Building a Strategy for Sustained Growth, <https://corporate.comcast.com/stories/comcast-wireless-building-strategy-sustained-growth>(last visited Oct. 16, 2024).

<sup>74</sup> Verizon, Verizon to expand 5G Ultra Wideband availability using CBRS spectrum, <https://www.verizon.com/about/news/verizon-5g-ultra-wideband-availability-cbrs-spectrum?msockid=33405d2a438e658422ee4ebd42f36418>(last visited Oct. 16, 2024).

<sup>75</sup> LightReading, EchoStar VP: open RAN's 'flexibility is priceless', <https://www.lightreading.com/open-ran/echo-star-vp-open-ran-s-flexibility-is-priceless->(last visited Oct. 16, 2024).

序做成。

由於科技發展需要頻譜被更有效率的使用，為在先進與新興技術領域維持美國的頻譜領導地位，戰略宣布將於兩年內完成 3.1-3.45 GHz、5.03-5.091 GHz、7.125-8.4 GHz、18.1-18.6 GHz 與 37.0-37.6 GHz 頻段的深入研究，以實現潛在的重新利用，此些頻段組合可支援多用途之使用，包含無線寬頻、無人機與衛星運行。另外，不論係私人利害關係人或政府機構，皆需透過頻譜提供基本產品與服務，加上對頻譜之需求會隨著技術或國家政策之發展而不斷變化，因此關於頻譜分配的長期決策勢必涉及廣泛的意見與透明程序。對此，戰略宣布將為長期之頻譜規劃建立協調、協同框架，於頻譜分配決定中納入產業利害關係人、聯邦機構與顧問小組的意見，並以實證之方式做成頻譜分配決定，即發展價值型 (values-based) 模型、技術與經濟分析之最佳做法，以量化不同頻譜分配選項的利益。同時戰略亦將根據收到之廣泛利害關係人意見，定期對戰略進行更新，以確保支持有效協調、處理頻譜政策中之落差，及促進美國在頻譜領域之領導地位。最後，尖端之頻譜技術 (如頻譜共享) 將在頻譜有限之情況下，為促進頻譜有效使用、確保所有使用者皆能獲得其所需頻譜資源之願景帶來希望。因此，戰略指出美國政府將在 12-18 個月內推動研究、建立投資誘因，並闡明推進頻譜接取技術之可衡量目標。此一工作將透過與產業界之共同合作達成，具體項目包含建立國家動態頻譜共享測試平台、探索建立頻譜沙盒 (sandboxes) 之可能性、制定國家頻譜研發計畫，以及鼓勵公私協力，透過雲端頻譜管理、AI 等創新技術進行動態頻譜共享<sup>76</sup>。

2024 年 3 月 14 日，NTIA 進一步發布「國家頻譜戰略實施計畫」(National Spectrum Strategy Implementation Plan)，說明「國家頻譜戰略」各項具體目標之產出、負責之聯邦機構、具貢獻之利害關係人，以及開始與結束之時程表<sup>77</sup>。根據該時程表之排序，各該頻段之研究完成時序分別為 37.0-37.6 GHz (2024 年 11 月)、18.1-18.6 GHz (2025 年 5 月)、5030-5091 MHz (2026 年 3 月)，以及 3.1-3.45 GHz、7.125-8.4 GHz (2026 年 10 月)，惟相對其他研究頻段，實施計畫另外為 3.1-3.45 GHz 設定動態頻譜共享之研究項目，要求於 2025 年 9 月前完成 DSS 示範之開發<sup>78</sup>。

---

<sup>76</sup> Fact Sheet: Biden-Harris Administration Issues Landmark Blueprint to Advance American Innovation, Competition and Security in Wireless Technologies, National Telecommunications and Information Administration [NTIA], <https://www.ntia.gov/other-publication/2023/fact-sheet-biden-harris-administration-issues-landmark-blueprint-advance> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>77</sup> National Spectrum Strategy Implementation Plan, NTIA, <https://www.ntia.gov/report/2024/national-spectrum-strategy-implementation-plan> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>78</sup> NTIA, National Spectrum Strategy Implementation Plan (2024), at A6-A12, <https://www.ntia.gov/sites/default/files/publications/national-spectrum-strategy-implementation-plan.pdf>

究其原因，相較於低頻段之傳播距離廣但穿透力低、高頻段之傳播距離短但穿透力高，3.1-3.45GHz 頻段在傳播距離與穿透能力表現上較為平衡，而備受 5G 網路供應商之青睞。隨著全球電信社群將 3.1-3.45GHz 頻段視為關鍵中頻段頻譜，3GPP 設備正使用此一頻段進行標準化。據此，國際非營利性組織無線產業協會（Cellular Telecommunications Industry Association - The Wireless Association, CTIA - The Wireless Association）指出，3.1-3.45GHz 頻段有助於美國無線公司維持國際社群的領導地位，並得以滿足隨著 5G 技術不斷提升的使用者需求，且透過對 3.1-3.45GHz 頻段之利用，美國無線公司將能參與國際標準並提升創新<sup>79</sup>。

依循「國家頻譜戰略」與「國家頻譜戰略實施計畫」之理念，美國國防部（DOD）於 2024 年 4 月 3 日公布「新興中頻段雷達頻譜共享」（Emerging Mid-Band Radar Spectrum Sharing, EMBRSS）可行性評估報告之刪減版本，探討釋出 3100-3450 MHz 頻段供聯邦政府與 5G 產業共享之可能性。3100-3450 MHz 頻段目前係供國防部、國土安全部（Department of Homeland Security, DHS）、國家航空太空總署（National Aeronautics and Space Administration, NASA）等重要國防任務使用，因此經國防部評估後，認為雖不排除透過 DSS 方案實現政府與私部門在此頻段之頻譜共享，惟需於拍賣前採取嚴謹、深入與真實的全面操作測試，確認符合特定條件如國防部保留監管之主要地位、維持國家緊急優先適用政策、改善既有之 CBRS、解決資訊與資通安全問題、建立干擾保護措施與資源需求等。後續國防部並將依「國家頻譜戰略實施計畫」之時程規劃，與其他政府部門之利害關係人共同開發 3100-3450 MHz 頻段之頻譜共享解決方案<sup>80</sup>。

除「國家頻譜戰略」已提出之各頻段外，參議院商務委員會（Commerce Committee）首席議員（Ranking Member）Ted Cruz 與通訊、媒體暨廣播小組委員會（Subcommittee on Communications, Media, and Broadband）首席議員 John Thune 基於在下一代無線技術中佔首要之地位、推動強勁之經濟發展等理由，於 2024 年 3 月 11 日提出《2024 年頻譜管道法案》（Spectrum Pipeline Act of 2024）。該法案將恢復 FCC 自 2023 年 3 月 9 日失效的頻譜拍賣權限（auction authority），於未來 5 年內確認 1.3 GHz 至 13.2 GHz 頻段內之 2,500 MHz 頻段／未來 2 年確認至少 1,250MHz，並於未來數年內透過

---

(last visited Jun. 4, 2024).

<sup>79</sup> Defense Department Offers Olive Branch for Cooperation on Commercial Spectrum, BROADBANDBREAKFAST, <https://broadbandbreakfast.com/defense-department-offers-olive-branch-for-cooperation-on-commercial-spectrum/> (last visited Jun. 4, 2024).

<sup>80</sup> U.S. Department of Defense [DOD], Emerging Mid-Band Radar Spectrum Sharing (2023), at ii-iii, <https://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/Library/DoD-EMBRSS-FeasibilityAssessmentRedacted.pdf> (last visited Jun. 4, 2024).

拍賣或重新分配之方式，確保關鍵中頻段頻譜可用於或與商業 5G、先進 Wi-Fi 共享，具體規劃包含要求 FCC 於未來 6 年內拍賣至少 1,250MHz 之頻譜／未來 3 年內拍賣至少 600MHz，供包含 5G 在內之全功率（full-power）商業無線服務使用；要求 FCC 分配至少 125MHz 之額外頻譜予不需經授權服務使用，以擴大美國在不需經授權創新領域之領導地位；以及確保剩餘之 1,125MHz 可透過授權或不需經授權之方式取得，以為技術中立創新提供進一步機會<sup>81</sup>。

同樣希望能恢復 FCC 之頻譜拍賣權力，並確保國內頻譜安全，美國參議院議員 Maria Cantwell 於 2024 年 4 月 30 日提出《2024 年頻譜與國安法案》（Spectrum and National Security Act of 2024）。法案中指出希望能恢復 FCC 自 2023 年 3 月 9 日因政治分歧原因失效之頻譜拍賣權、授權 FCC 延長該權力至 2029 年 9 月 30 日外，尚包含以下內容：

- **實現聯邦頻譜管理現代化：**

法案將創造平衡過程，確保國內頻譜能最大限度地被利用，協調跨機構間頻譜之利用以及促進機構間之合作。

- **擴大頻譜管道：**

法案指定國家電信暨資訊管理局（NTIA）與其他使用頻譜之聯邦機構合作，共同查找未被使用之頻段，並進行是否可提供給政府或企業使用之可行性評估。

- **投資創新技術：**

法案鼓勵政府投資無線電技術之創新，例如動態頻譜共享（DSS），促進有限資源之最大化利用。

- **支持人才培育計畫：**

法案將創建一項電信工作培訓補助計畫，補助美國各大學制定教育及職業培訓計畫，以培養電信人才。

- **促進技術中心和科學：**

為國內「建立有助於生產半導體的激勵措施」（Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors, CHIPS）計畫及其他科學計畫提供資金，持續推動新興技術研發。

- **延續美國家庭寬頻服務補助：**

國內約有超過 2300 萬家庭於日場生活中依靠「可負擔連結性計畫」

---

<sup>81</sup> Sens. Cruz and Thune Unveil New Spectrum Pipeline Legislation to Spur Job Growth, Economic Prosperity, U.S. SENATE COMMITTEE ON COMMERCE, SCIENCE, & TRANSPORTATION, <https://www.commerce.senate.gov/2024/3/sens-cruz-and-thune-unveil-new-spectrum-pipeline-legislation-to-spur-job-growth-economic-prosperity> (last visited Jun. 4, 2024).

(Affordable Connectivity Program, ACP) 提供電信服務，因此法案將提供 70 億美金以支持該計畫繼續進行。

- **保護美國網路並支援偏遠地區電信服務業者：**

美國為確保國家網路安全，擬持續移除華為 (Huawei) 及中興 (ZTE) 廠牌之設備，惟為避免對向國內偏遠地區提供電信服務之業者造成財政負擔，並使其能持續為偏遠地區人民提供服務，法案將提供 30 億美元資助執行移除計畫之廠商。

投資 911 系統升級：

- **據 FCC 統計，每年國家 911 緊急應變系統需接聽超過 2 億通電話，為提升系統之速度、韌性以及其他功能，法案將投資 20 億美元以利系統升級<sup>82</sup>。**

最後，美國政府與產業界亦著眼於下世代通訊技術 (6G) 之發展，預先就 6G 研發原則、應用特性與使用頻譜開啟討論。2022 年 2 月 3 日，由北美地區通訊業者、政府及學界專家共同組成，以提升北美無線技術領導地位為目標之產業聯盟 Next G Alliance 公布「6G 路線圖<sup>83</sup>」(Roadmap to 6G)，旨在概述北美地區 6G 發展願景，並考慮社會及經濟需求提出六項發展目標。該六項發展目標分別為：(1) 增強通訊信任、安全及韌性：6G 系統應提供用戶更全面之資料隱私保護，以及足以面對更多設備和應用安全挑戰之能力；(2) 增強數位體驗：6G 將支援更多人類感官互動，改變人與人、人與機器間互動方式，推動工作、教育與娛樂等領域之革新；(3) 增進技術部署效率：6G 網路之部署將更講求效率，並能滿足城市、偏遠地區等多樣化環境之服務需求；(4) 發展分散式雲 (Distributed Cloud) 及通訊系統：即發展虛擬化技術實現混合實境 (Mixed Reality)、超可靠度和低延遲通訊 (Ultra-reliable and Low Latency Communications, URLLC) 及互動遊戲等相關應用；(5) 發展 AI 原生網路：於網路核心設計中加入人工智慧技術，提高無線技術之效率及穩定性，以應對未來更複雜頻譜環境；以及 (6) 確保技術永續性：在國際行動通訊 (IMT) 技術發展同時，實現於 2040 年該技術營運達碳中和 (carbon neutra) 之目標。

在使用頻譜部分，該路線圖提出二關鍵頻段，分別為太赫茲/亞太赫茲 (THz/Sub-THz) 頻段與毫米波頻段。前者係指 100-300GHz，此頻段可提供高速且大容量之傳輸，因此具支援許多 6G 新應用之潛力；而後者並未提

---

<sup>82</sup> Congress.gov, Spectrum and National Security Act of 2024, <https://www.congress.gov/bill/118th-congress/senate-bill/4207/text> (last visited Sep. 29, 2024).

<sup>83</sup> Next G Alliance, Roadmap to 6G, [https://nextgalliance.org/white\\_papers/roadmap-to-6g/](https://nextgalliance.org/white_papers/roadmap-to-6g/) (last visited Oct. 29, 2024).

及具體頻段，僅表示毫米波頻段已於 5G 中使用，6G 技術則可以此為基礎，在此頻段上利用波束成形（Beamforming）、波束追蹤（Beam Tracking）等技術，提供用戶覆蓋範圍更廣且更加穩定之網路服務。

此外，考量到頻譜資源之有限性，頻譜共享（Spectrum Sharing）、用於提高資料傳輸吞吐量之先進多重輸出入（Multiple Input Multiple Output, MIMO）、技術、能於同時進行訊號發送與接收之雙工方案（Duplexing Schemes）等技術，皆被認為有助於 6G 發展。

2024 年 2 月 26 日，美國白宮（White House）發布「支持 6G 原則的聯合聲明：設計安全、開放與韌性<sup>84</sup>」（Joint Statement Endorsing Principles for 6G: Secure, Open, and Resilient by Design）聲明，指出美國、澳洲、加拿大、捷克等十個國家已就 6G 無線通訊系統的研發原則達成協議，並承諾於各自國家內採取相關政策，推動 6G 網路的研究、發展與標準化，以建立更具包容性、永續性、安全與和平的未來。聲明中提及之六項原則說明如下：

- **能保護國家安全的可信任技術：**

6G 受到安全與韌性技術的支持，將做為可信任通訊生態系統的一部分，提高政府與其合作夥伴保護國家安全的能力。

- **安全、韌性與隱私保護：**

為使 6G 達到保護個人隱私與提供通訊網路高度安全性之目標，聲明提出數項具可靠性、韌性之方法，包含由擁有系統性資安措施的組織執行 6G 開發作業、透過設計安全（security-by-design）確保必要服務的可用性，以及將系統設計為可快速復原及具失效安全（fail safely）特性等。

- **全球產業主導、具融合性的標準制訂與國際合作：**

6G 標準、介面與規格制定需以開放、透明、公正且具共識的決策制定程序為之，同時需尊重智慧財產權，以促進 6G 技術的永續性、可近用性、融合性參與、互操作性、競爭力、開放與安全性。

- **合作以實現開放且可互相操作的創新：**

承接前一原則，透過對全球產業主導、具融合性標準、介面與規格之採用，將能實現不同供應商軟硬體產品間之無縫互操作性，進而使 6G 技術受惠於聯合研究、開發與測試。

- **負擔能力、永續性與全球連結性：**

透過具能源效率之布建與操作，6G 技術將能提供環境永續性、設備的可修復性與可再利用性，以及支持社會永續性所必要的負擔能力。另一方

---

<sup>84</sup> White House, Joint Statement Endorsing Principles for 6G: Secure, Open, and Resilient by Design, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2024/02/26/joint-statement-endorsing-principles-for-6g-secure-open-and-resilient-by-design/> (last visited Oct. 29, 2024).

面，6G 將邁向地空整合，透過非地面網路技術、規模經濟機制，將可為偏遠地區、開發中國家提供具有一定品質之可靠覆蓋，幫助全球連結性與彌平數位落差等目標的實現。

### ● 頻譜與製造：

在頻譜面向上，除新分配頻譜供 6G 技術應用外，亦可透過頻譜共享機制，有效利用既有已分配予無線服務之頻譜，而與既有服務提供者共存。又在製造面向上，聲明指出 6G 技術可與多家軟硬體供應商合作，促進 ICT 價值鏈（value chain）相關全球競爭市場，同時強調 6G 技術應具有安全、韌性之供應鏈。

另於 2024 年 6 月 25 日，Next G Alliance 發布「6G 頻譜需求<sup>85</sup>」（Spectrum Needs for 6G）報告，利用場景之特定關鍵性能指標（Key Performance Indicators, KPI）及應用特定之技術性能要求（Technical Performance Requirements, TPRs），推導各應用場景需要之資料傳輸速率，進而得出不同 6G 應用場景下之頻譜需求。

報告依據生活、體驗、關鍵應用及社會需求四個領域，設定不同 6G 應用場景，因此每個場景下之頻譜需求也有所不同。研究團隊以北美地區為例，選取三個頻段 3.1-3.45 GHz、7.125-8.5 GHz 及 12.7-13.25 GHz，並模擬於偏遠地區設置大型基地台（Rural Macrocell, RMa）、城市地區設置大型基地台（Urban Macrocell, UMa）、人口密集城市設置微形基地台（Urban Microcell, UMi）情況下，6G 技術之表現。模擬結果顯示於高負載情形下，用戶體驗及資訊傳輸效率存在明顯差異，因此報告說明 6G 頻譜之配置需要以靈活方式進行，以適用不同場景之需求。

一般而言，頻譜需求可透過增加頻譜資源或提高頻譜使用效率等方式滿足，但報告指出，由於目前 6G 還處於發展階段，相關技術規範尚未確定，因此本次研究還未能完全考慮現實世界實際變化，以及未來可能實施之法規限制。此外，6G 網路未來可能會被部署於室內，但是本次研究也未將此情況納入考量。儘管存在以上限制，本次研究仍顯示出未來 6G 技術發展對額外頻譜資源之需求，並且報告也建議應發展新穎頻譜接取機制以及於多個頻段上發展 6G 技術，以因應不同場景中不同的使用需求，使 6G 技術最終能順利商業化。

2024 年 9 月 18 日，美國產業貿易組織 5G Americas 發布「國際電信聯盟的 IMT-2030 願景：邁向美國 6G」（ITU's IMT-2030 Vision: Navigating Towards 6G in the Americas）白皮書，探討由 ITU 制定之 6G 通訊技術框架

---

<sup>85</sup> Next G Alliance, Spectrum Needs for 6G, [https://nextgalliance.org/white\\_papers/spectrum-needs-for-6g/?ref=broadbandbreakfast.com](https://nextgalliance.org/white_papers/spectrum-needs-for-6g/?ref=broadbandbreakfast.com) (last visited Oct. 29, 2024).

(IMT-2030) 對美國可能產生之影響<sup>86</sup>。

ITU 之 IMT-2030 框架為 6G 行動通訊之創新、標準及全球合作奠定基礎，其願景為擴展當前通訊產業 5G 技術邊界，並持續進步朝 6G 邁進。據此，5G Americas 於白皮書提出以下 6G 發展重點：(1) 增強性能：即加快資訊傳輸效率、降低傳輸延遲並穩定通訊品質，為用戶提供更高品質網路通訊服務；(2) 新場景應用：實現更多相關應用，如沉浸式多媒體服務、智慧工廠、數位學生等使用案例；(3) 全球協調：促進全球頻譜標準、政策及監管框架之一致性，確保互操作性之 6G 開發方法；(4) 推動 6G 策略計畫；以及 (5) 永續及安全：確保 6G 技術發展以節能、保障國家重要隱私及資料之方式進行。

白皮書亦列舉 6G 技術可能使用之頻段，包含(1)中頻段上半部(Upper Mid-Band Spectrum)：即 7.125 至 15.35GHz，ITU 已認為其係未來通訊系統之重要資源，並預計在 WRC-27 中討論；(2) 厘米波頻譜 (Centimeter-wave spectrum, FR3)：即介於 FR1 (最高達 7.125 GHz) 及 FR2 (24.25-71 GHz) 之間頻段，此頻段由於具備覆蓋範圍廣及大頻寬之特性，因此被認為是發展 6G 技術之關鍵頻段；(3) 100 GHz 以上之次太赫茲 (sub-THz) 和太赫茲 (THz) 頻段；以及 (4) 在既有之 5G 頻段上，透過分散式天線系統 (Distributed antenna systems) 改善訊號覆蓋範圍及網路容量、多元無線接取頻譜共享 (Multiple Radio Access Spectrum Sharing, MRSS) 使多代通訊技術能共用同一頻段資源，已達更高之頻譜利用效率。

---

<sup>86</sup> 5G Americas, ITU's IMT-2030 Vision: Navigating Towards 6G in the Americas, [https://5gamericas.org/wp-content/uploads/2024/08/ITUs-IMT-2030-Vision\\_Id.pdf](https://5gamericas.org/wp-content/uploads/2024/08/ITUs-IMT-2030-Vision_Id.pdf) (last visited Oct. 29, 2024).

## 二、 歐盟

### (一)、 5G 商用頻譜現況

歐盟目前已釋出三段頻段供 5G 商用，分別為 700 MHz(694-790 MHz)、3.6 GHz (3.4-3.8 GHz) 與 26 GHz (24.25-27.5 GHz)。2016 年 9 月 14 日，歐盟執委會(European Commission)公布「歐洲 5G 行動計畫」(5G for Europe: An Action Plan)，指出 5G 商用服務的啟動需要大量投資、適當數量頻譜之可用，以及電信商業者和關鍵使用者產業間的密切合作，因此歐盟若希望在技術及頻段選擇、領導 5G 應用有效性上形塑全球共識，則首先必須進行歐盟跨境協調與規劃，以避免歐盟內部產生頻譜可用性、服務跨境提供的持續性（如聯網車輛）與標準執行上產生碎片化之現象。基此，為盡早於 2018 年實現 5G 的普及，「歐洲 5G 行動計畫」提出一組具不同特性之先鋒頻段頻譜組合，以處理各種功能的 5G 需求。該頻段組合包含：(1) 低於 1GHz 的頻譜，重點關注 700MHz 頻段，由於該頻段特別適用於確保寬頻服務在偏鄉地區的提供，並同時能滿足視聽媒體傳播的特定需求，因此 700MHz 是否於 2020 年前受協調指定與授權，對 5G 之成功至關重要<sup>87</sup>；(2) 1 GHz 至 6 GHz 之間的頻譜，其中 3.4-3.8 GHz 在布建密集且高速之無線寬頻網路，以向終端使用者提供創新電子通訊服務方面，具有巨大的潛力；〈修正第 2008/411/EC 號決定關於供地面系統在共同體內提供電子通訊服務之 3400-3800 MHz 頻率頻段協調之執委會執行決定〉(Commission Implementing Decision on amending Decision 2008/411/EC on the harmonisation of the 3 400-3 800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community, 2014/276/EU) 第 2 條亦指出成員國應在未損害對既有頻段使用之保護與持續運行的前提下，指派並於非專用基礎下提供 3400-3800 MHz 頻率頻段供電子通訊使用<sup>88</sup>；(3) 6GHz 以上之頻譜，具體頻段將根據 2019 年 WRC 決議進行確認<sup>89</sup>。

基於上述「歐洲 5G 行動計畫」及無線電頻譜政策小組(Radio Spectrum Policy Group, RSPG)對先鋒頻段之確認與研究，歐盟執委會於 2017 年 5 月

<sup>87</sup> Proposal for a Decision of the European Parliament and of the Council on the use of the 470-790 MHz frequency bands in the Union, COM (2016) 43 final

<sup>88</sup> COMMISSION IMPLEMENTING DECISION of 2 May 2014 on amending Decision 2008/411/EC on the harmonisation of the 3 400-3 800 MHz frequency band for terrestrial systems capable of providing electronic communications services in the Community, EUR-Lex, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2014.139.01.0018.01.ENG](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=uriserv:OJ.L_.2014.139.01.0018.01.ENG) (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>89</sup> COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS 5G for Europe: An Action Plan, at 3-5, COM (2016) 588 final (Sept. 14, 2016).

17 日通過《在歐盟內使用 470-790 MHz 頻率頻段之第 2017/899 號決定<sup>90</sup>》(Decision (EU) 2017/899 on the use of the 470-790 MHz frequency band in the Union)，再次強調該頻段對提供偏鄉地區寬頻服務、從而實現規模經濟之潛力。而 Decision (EU) 2017/899 第 1 條更明確規定，成員國應於 2020 年 6 月 30 日前，在符合具體協調技術條件之情況下，允許地面系統使用 700MHz 頻率頻段以提供無線寬頻電子通訊服務。

隨後，執委會於 2019 年 1 月 24 日通過〈修正第 2008/411/EC 號決定、更新適用於 3400-3800 MHz 頻率頻段相關技術條件之第 2019/235 號執委會執行規則<sup>91</sup>〉(Commission Implementing Decision (EU) 2019/235 on amending Decision 2008/411/EC as regards an update of relevant technical conditions applicable to the 3 400-3 800 MHz frequency band)，指出 RSPG 認為 3400-3800 MHz 是適合於 2020 年前引入 5G 為基礎服務之主要頻段，且該頻段已基於供行動網路使用之目的完成協調，具高達 400 MHz 的連續頻譜，而有促使歐盟走在 5G 布建前沿的潛力<sup>92</sup>。然而，不同於 700MHz 之專供 5G 使用，Commission Implementing Decision (EU) 2019/235 指出利用 3400-3800 MHz 之法律框架不需進行調適，以維持對既有地面電子通訊網路外服務之保護，特別是針對 FSS (空對地) 地面站，應以個案形式對國家管理之系統與無線寬頻網路進行妥適協調。Commission Implementing Decision (EU) 2019/235 第 1 條規定「成員國應在未損害對既有頻段使用之保護與持續運行的前提下，指派並於非專用基礎下提供 3400-3800 MHz 頻率頻段供電子通訊使用」；而實踐時程則規定於 2018 年 12 月 11 日通過之《建立歐洲電子通訊規範之第 (EU) 2018/1972 號指令<sup>93</sup>》(Directive (EU) 2018/1972 of establishing the European Electronic Communications Code) 第 54 條，該條明文要求「成員國於 2020 年 12 月 31 日前，對於可提供無線寬頻服務之地面系統，於必要時採取妥適之措施，以促進 5G 之推廣，該措施包含重組並允許充分區塊之 3.4-3.8GHz 頻段使用」。

---

<sup>90</sup> Decision (EU) 2017/899 of the European Parliament and of the Council of 17 May 2017 on the use of the 470-790 MHz frequency band in the Union, EUR-Lex, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32017D0899> (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>91</sup> Commission Implementing Decision (EU) 2019/235 of 24 January 2019 on amending Decision 2008/411/EC as regards an update of relevant technical conditions applicable to the 3400-3800 MHz frequency band, EUR-Lex, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1549615962331&uri=CELEX:32019D0235> (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>92</sup> Radio spectrum policy group, RADIO SPECTRUM POLICY GROUP STRATEGIC ROADMAP TOWARDS 5G FOR EUROPE Opinion on spectrum related aspects for next-generation wireless systems (5G) 3 (2016).

<sup>93</sup> Directive (EU) 2018/1972 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 establishing the European Electronic Communications Code, EUR-Lex, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32018L1972> (last visited Jun. 2, 2024).

同樣基於技術與服務中立性原則，執委會於 2019 年 5 月 14 日通過〈協用於地面系統以在歐盟提供無線寬頻電子通訊服務之 24.25-27.5GHz 頻率頻段之第 2019/784 號執委會執行決定<sup>94</sup>〉(Commission Implementing Decision (EU) 2019/784 on harmonisation of the 24,25-27,5 GHz frequency band for terrestrial systems capable of providing wireless broadband electronic communications services in the Union)，指出 24.25-24.5GHz 於歐盟層級被指派用於運輸與交通遠程資訊服務 (telematics) 設備、24.25-27GHz 被用於無線電定位 (radio determination) 設備、25.25-27.5GHz 在全球以共同主要服務 (co-primary) 之模式分配予行動服務使用，而更有部分頻段被用於太空與衛星服務，包含 25.5-27GHz 頻率頻段內運行的地球探測衛星服務 (Earth Exploration Satellite Service, EESS) 與太空研究服務之空對地通訊、24.65-25.25GHz 頻率頻段內運行之 FSS 地對空通訊，以及 24.45-24.75GHz 和 25.25-27.5GHz 頻率頻段內運行之衛星間通訊。因此 Commission Implementing Decision (EU) 2019/784 第 1 條、第 2 條規定「成員國應於 2020 年 3 月 30 日前，指派並在非專用基礎下提供 24.25-27.5GHz 頻率頻段，提供無線寬頻電子通訊服務之地面系統使用；成員國並應根據所適用之授權制度，分析是否有必要施行額外的技術條件，以確保與該頻段內的其他服務妥適共存」。

然而，綜歐盟層級已在一致性之技術條件下指定 5G 使用之特定頻段，並提出頻譜協調、時程等要求。惟頻譜之授權、管理與使用之執行，屬各成員國之規管範圍，因此在 5G 頻段之推出與應用上，各國仍呈現有進度不一之情況。以相鄰之德法為例，德國於 2015 年對 700 MHz 頻段進行拍賣，成為歐洲首個分配此頻段之國家，後於 2019 年 6 月拍賣 3.4 – 3.7 GHz 頻段<sup>95</sup>；法國則於 2015 年 11 月完成 700 MHz 頻段之拍賣，並於 2020 年 10 月完成 3.4—3.8 GHz 拍賣<sup>96</sup>。

---

<sup>94</sup> Commission Implementing Decision (EU) 2019/784 of 14 May 2019 on harmonisation of the 24,25-27,5 GHz frequency band for terrestrial systems capable of providing wireless broadband electronic communications services in the Union, EUR-Lex, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019D0784> (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>95</sup> RESEARCH NOTES – Germany, PolicyTracker, <https://www.policytracker.com/spectrum-dashboard/germany-2023/> (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>96</sup> RESEARCH NOTES – France, PolicyTracker, <https://www.policytracker.com/spectrum-dashboard/france-2023/> (last visited Jun. 2, 2024).

## (二)、5G 專網頻段：以德國為例

同樣的，歐盟層級並未就供 5G 專網使用之專用頻段進行規定，而留給各國自行規劃。以德國為例，德國聯邦網路局 (Bundesnetzagentur, BNetzA) 於 2019 年 3 月 11 日公布「適用於無線網路近用之 3700-3800MHz 範圍之未來申請程序基本框架」(Grundlegende Rahmenbedingungen des zukünftigen Antragsverfahrens für den Bereich 3.700 MHz – 3.800 MHz für Anwendungen des drahtlosen Netzzugangs) 文件，說明由於 5G 在工業領域具有巨大之潛力，因此 BNetzA 擬根據不同規模、商業模式企業之需要，提供本地網路<sup>97</sup> (lokale Netze) 頻率。100MHz (3700-3800MHz) 頻寬之頻率可應用於工業自動化或工業 4.0、農業及林業，使各該領域受益於創新 5G 應用。對於 3700-3800MHz 頻段，將以每區塊 10MHz 之頻寬進行配置，且不另外設置保護頻段、僅能以時分雙工 (TDD) 技術建制<sup>98</sup>。

同年 7 月 2 日，BNetzA 公布「針對 3700-3800MHz 頻率範圍本地頻率申請之頻率核配行政規則」(Verwaltungsvorschrift für Frequenzuteilungen für lokale Frequenznutzungen im Frequenzbereich 3.700-3.800 MHz, VV Lokales Breitband)，指出 3700-3800MHz 範圍內之頻率以技術中立之方式進行核配，受核配者有義務確保其網路具高效率且能不受干擾地使用，同時規定核配申請需提供之文件及限制，前者包含頻率使用概念、區域分配或基地臺位置使用參數確認之申請，以及專業知識、能力和可靠性之認證等；後者則限於場所之所有權人、使用權人 (如承租) 或具有上述權利者之委託<sup>99</sup>。此一頻率核配許可之有效期限為 10 年，但不得超過 2040 年 12 月 31 日，且依《電信法》(Telekommunikationsgesetz) 第 102 條規定，若受核配者未於取得頻率一年後投入使用，或未根據分配目的使用該頻率超過一年，則 BNetzA 可撤銷其頻率核配，以符合 Use-it-or-lose-it 原則<sup>100</sup>。

除 3700-3800MHz 外，BNetzA 於 2019 年 12 月 20 日公布「26GHz

<sup>97</sup> 即專網。

<sup>98</sup> Bundesnetzagentur [BNetzA], Grundlegende Rahmenbedingungen des zukünftigen Antragsverfahrens für den Bereich 3.700 MHz – 3.800 MHz für Anwendungen des drahtlosen Netzzugangs (2019), at 1, 10, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/20190311GrundlegendeRahmenbedingungen\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/20190311GrundlegendeRahmenbedingungen_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (last visited Jun. 2, 2024); Bundesnetzagentur veröffentlicht Rahmenbedingungen für lokale 5G-Anwendungen, BNetzA [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/20190311\\_LokaleFrequenzen.html](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2019/20190311_LokaleFrequenzen.html) (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>99</sup> BNetzA, Verwaltungsvorschrift für Frequenzuteilungen für lokale Frequenznutzungen im Frequenzbereich 3.700-3.800 MHz, VV Lokales Breitband (2023), at 3-5, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/Verwaltungsvorschrift3.7-3.8GHz\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/Verwaltungsvorschrift3.7-3.8GHz_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>100</sup> *Id.* at 11.

(24.25-27.5GHz)範圍 5G 應用之基本框架草案 (Entwurf der grundlegenden Rahmenbedingungen für 5G Anwendungen im Bereich 26 GHz (24,25 - 27,5 GHz))，表示 26GHz 為歐洲引入 5G 的先鋒頻段之一，而其毫米波與大頻寬之特性，將有助於滿足不同商業模式與頻率之要求，除工業 4.0 與農林業外，尚可應用於補充現有公共行動網路之高容量、小型蜂巢式熱點，或作為農村地區最後一哩路固定無線接取 (FWA) 之補充，以實現農村地區的寬頻覆蓋。因此其規劃提供 26GHz 頻段供本地網路使用，並將頻段依應用類型進行大致區分，即供行動寬頻 (如熱點) 使用的本地、跨場所應用之 24.25-26.5GHz；以及主要供本地、場所本身應用 (如工業、農林業) 之 26.5-27.5GHz<sup>101</sup>。

2020 年 12 月 17 日，BNetzA 公布「24.25-27.5GHz 頻率範圍內本地、寬頻頻率使用之頻率核配行政規則」(Verwaltungsvorschrift für Frequenzuteilungen für lokale, breitbandige Frequenznutzungen im Frequenzbereich 24,25 - 27,5 GHz, VV Lokales Breitband 26 GHz)，並自 2021 年年初開始受理 26GHz 頻段之頻率分配<sup>102</sup>。由於 26GHz 頻段基於技術與服務中立原則，需與既有之其他服務共用，故 VV Lokales Breitband 26 GHz 要求在重新核配頻率供本地、寬頻使用時，必須在無線電服務間進行協調。而在申請頻寬上，VV Lokales Breitband 26 GHz 並未對頻寬大小進行限制，惟所申請之頻寬越大，則對其合理性之說明即必須越詳細，且同樣適用 TKG 第 102 條關於未投入使用之撤銷規定<sup>103</sup>。

以上述專網相關規範為基礎，德國行動網路經營商 1&1 與日本網路經營商 O-RAN 於 2021 年 8 月 4 日開啟合作關係，以建立歐洲第一個以 O-RAN 標準為基礎之完全虛擬化行動網路為目標。2023 年 12 月 8 日，1&1 成功啟動歐洲首個雲端原生 (cloud-native) O-RAN 網路，並為全國消費者提供服務。而 1&1 的成功亦成為標竿案例，為歐洲電信未來以雲端原生、自動化與開放介面為發展方向之願景奠定基礎<sup>104</sup>。2024 年 6 月 13 日，

<sup>101</sup> BNetzA, Entwurf der grundlegenden Rahmenbedingungen für 5G Anwendungen im Bereich 26 GHz (24,25 - 27,5 GHz) (2019), at 1, 5, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/20191220\\_EntwurfGrundlegendeRahmenbedingungen26GHz.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=1](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/20191220_EntwurfGrundlegendeRahmenbedingungen26GHz.pdf?__blob=publicationFile&v=1) (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>102</sup> 1 Jahr 5G Campusnetzplaner, 5G.NRW, <https://5g.nrw/1-jahr-5g-campusnetzplaner/> (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>103</sup> BNetzA, Verwaltungsvorschrift für Frequenzuteilungen für lokale, breitbandige Frequenznutzungen im Frequenzbereich 24,25 - 27,5 GHz (2023), at 5, [https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen\\_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/Verwaltungsvorschrift26GHz\\_pdf.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Telekommunikation/Unternehmen_Institutionen/Frequenzen/OffentlicheNetze/LokaleNetze/Verwaltungsvorschrift26GHz_pdf.pdf?__blob=publicationFile&v=5) (last visited Jun. 2, 2024).

<sup>104</sup> A landmark occasion for telecom: 1&1 and Rakuten launch Europe's first Open RAN mobile services, Rakuten Symphony, Dec. 8, 2023, <https://symphony.rakuten.com/blog/1-und-1-rakuten-launch-europe->

Deutsche Telekom 宣布其已成功在工業環境試驗 26GHz 毫米波範圍內的 5G 頻率，基於毫米波大頻寬與高速度特性，在未來工業客戶進行 5G 專網應用上具有巨大之潛力，包含具有大量資料傳輸、即時傳輸需求之自動駕駛汽車、場區內之自主機器人等應用<sup>105</sup>。另在德國數位暨交通部（Bundesministerium für Digitales und Verkehr, BMDV）「Smarter Weinberg」計畫資金補助下，Deutsche Telekom 於 2024 年 9 月 9 日宣布其已於 3.7-3.8GHz 頻段內，完成智慧葡萄園 5G 園區（campus）網路之建立，為機器人、AI 與影像識別應用提供支持<sup>106</sup>。

而除透過編列計畫資金補助 5G 專網與 O-RAN 發展外，德國內政部（Bundesministerium des Innern und für Heimat, BMI）在 2024 年 7 月 11 日發布聲明，指出其考量 5G 行動網路之關鍵基礎設施特性，為保護德國能源、運輸、醫療與金融等部門之安全、韌性、技術與數位主權，應避免對單一供應商之依賴。因此 BMI 與三家行動網路經營商 Deutsche Telekom、Vodafone 及 Telefónica 簽署協議，要求行動網路經營商於 2026 年年底前，停止在其 5G 核心網路中使用華為與中興製造之關鍵零件，並在 2029 年年底前，以其他製造商之技術解決方案，替換 5G 行動網路之接取與傳輸網路中華為與中興之 5G 網路管理系統。同時，協議中亦提到未來將建立一包含聯邦政府、5G 網路經營商、產業夥伴與製造商之論壇，以共同研究如何執行與促進契約目標，並確保就開放介面、6G 標準、網路保護、資訊與網路安全等議題進行結構性對話<sup>107</sup>。

### （三）、挑戰與未來發展願景

有鑑於歐盟層級未具有一致性之頻譜、既有已分配之頻譜隨著新型態應用出現可能不足等現象，歐盟執委會及歐洲理事會（European Council）於 2024 年陸續公布相關研究報告，並針對目前歐盟頻譜政策推動所面臨之問題進行剖析及提出建議。

2024 年 2 月 21 日，歐盟執委會公布「如何掌握歐洲數位基礎設施需

---

[first-open-ran-mobile-services](#) (last visited Jul. 12, 2024).

<sup>105</sup> Telecoms.com, Deutsche Telekom looking to flog 5G mmWave to industrial sector, <https://www.telecoms.com/5g-6g/deutsche-telekom-looking-to-flog-5g-mmwave-to-industrial-sector> (last visited Oct. 29, 2024).

<sup>106</sup> Telecoms.com, 5G powered robot put to work in German vineyard, <https://www.telecoms.com/5g-6g/5g-powered-robot-put-to-work-in-german-vineyard> (last visited Oct. 29, 2024).

<sup>107</sup> Bundesministerium des Innern und für Heimat [BMI], Stärkung der Sicherheit und technologischen Souveränität der deutschen 5G-Mobilfunknetze: Bundesregierung schließt Verträge mit Telekommunikationsunternehmen, <https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/pressemitteilungen/DE/2024/07/5g.html> (last visited Oct. 29, 2024).

求？」(How to master Europe's digital infrastructure needs?) 白皮書，指出歐洲經濟的所有領域之未來競爭力皆仰賴先進之數位網路基礎設施與服務，固定與行動寬頻布建之提升與經濟發展具有密切之關聯性。然而觀察歐盟目前 5G 之布建情況，雖 5G 人口覆蓋率已達 81% (其中農村地區人口覆蓋率僅 51%)，惟大多數布建之 5G 並非 5G SA。5G SA 將能為工業使用案例帶來高可靠性、低延遲之前景，但目前此類網路之布建區域小於歐盟人口區域的 20%，而此種現象可能與 3.6GHz 布建的早期階段相關<sup>108</sup>。另一方面，歐盟目前並無單一之電子通訊網路與服務市場，27 個國家市場具有不同之供應與需求條件、網路架構、非常大容量網路覆蓋程度、監管方法，以及國家頻譜授權程序、條件與時程，而不同的頻譜管理及使用方法，如新無線技術或服務的發展時間不同，或有害的跨境干擾，皆可能對歐盟整體內部市場之競爭力、可信賴程度與技術領導地位產生有害影響<sup>109</sup>。

白皮書觀察到，歐盟成員國間對 5G 布建的頻譜授權存在差異與延遲，使得歐洲在 5G 普及上落後於其國際競爭對手。因此，考慮到完成 5G 布建與即時布建 6G 的必要性，白皮書呼籲所有成員國應以更協調的方式進行頻譜管理，以最大化頻譜資源之社會與經濟價值，建議採取之行動如下：

(1) 於歐盟層級規劃充足的頻譜供未來應用案例使用；(2) 強化歐盟層級對拍賣時間的協調；以及 (3) 考慮更一致性的頻譜授權格局。具體而言，白皮書認為在提供充足之頻譜供未來之新技術與應用使用面向上，頻譜的協調釋放與頻譜重整 (refarming) 至關重要，同時亦應進一步強化頻譜使用之效率，以滿足快速成長之需求，例如可考慮對頻譜使用權附加更嚴格的條件 (包含 use it or lose it 原則)，以避免造成市場進入障礙或稀缺頻譜資源的低效率核配；亦可透過以創新與動態解決方案共享或靈活使用頻譜，或新的許可形式、使用方法 (如利用資料庫、人工智慧等) 以實現效率。而為避免在下世代新通訊技術布建與無線通訊許可證更新上，再次發生拍賣與授權時間表具有巨大差異之情況，白皮書建議或可考慮建根據 Directive (EU) 2018/1972 第 32 條建立通知機制，以加強對內部市場在頻譜使用方面授權程序與條件之協調。最後，考慮到歐盟層級需制定之無線電頻譜任務範圍，尤其在協調、一致性或共通選擇 (common selection)、共通授權方面可能之擴張，以及在國際法角度下，對歐盟數位主權與對外利益之確保，皆導出應在歐盟層級建立整體性的頻譜治理機制，並保留對歐盟頻譜使用決策完整控制之建議<sup>110</sup>。

<sup>108</sup> European Commission, How to master Europe's digital infrastructure needs? 3, 5-6 (2024).

<sup>109</sup> *Id.* at 13.

<sup>110</sup> *Id.* at 28-30.

同樣聚焦於歐盟內部市場頻譜政策破碎化之議題，由歐洲理事會委託義大利前總理 Enrico Letta 撰寫之「不只是一個市場：速度、安全與團結」（Much more than a market: Speed, Security, Solidarity）歐盟單一市場委託研究報告於 2024 年 4 月 18 日公布，其中指出目前歐盟關於行動通訊與行動固網服務（fixed-mobile services）頻率使用的頻譜政策仍然破碎，而缺乏國家層級一致性頻譜核配規則，實質影響行動經營商提供泛歐服務的能力，進而剝奪歐洲公民與企業近用創新、高品質連結性與服務的機會，因此呼籲採取一致性的歐盟頻譜政策。但報告亦指出，對目前國家頻譜使用權（如 3.4-3.6GHz）之程序進行最佳化為一相當困難之過程，故歐盟或可考慮採取更前瞻性、單一市場友好之策略，即簡化未來 6425-7125 MHz 政策決定相關之頻譜管理規範。此一方法能夠不受先前分配之影響，從而為政策與監管框架之制定提供全新的開始。基此，研究報告制定路線圖期望於 2027 年前使無線電頻譜政策達成一致，以支持電子通訊單一市場的有效發展，聚焦於 5G 發展和未來技術；並於 2029 年前為分配予 IMT 的 6425-7125 MHz 頻段提供一致性分配與拍賣框架<sup>111</sup>。

另一方面，歐盟執委會於 2024 年 4 月 22 日發布「無線電頻譜政策計畫研究：盤點及討論未來情境」報告（Study on Radio Spectrum Policy Programme: taking stock and discussing future scenarios），針對無線電頻譜政策計畫（Radio Spectrum Policy Programme, RSPP）決定之修訂進行評估，指出於 2012 年制定的 RSPP 決定中有相當多內容已不符合現況，且難以達到「2030 年數位十年」（2030 Digital Decade）等歐盟數位轉型目標。具體之議題包含歐盟在頻譜一致性上面臨的主權挑戰、與非歐盟國家協調頻譜失敗可能導致之跨境有害干擾、低度採用頻譜共享與彈性許可制度，以及支援未來需求（如無線寬頻）的頻譜可用性較低<sup>112</sup>。

報告針對上述提及之潛在風險，分別提出可能之政策建議。在歐盟頻譜主權議題部分，由於此挑戰主要係基於歐洲郵電管理委員會（Confederation of European Posts and Telecommunications, CEPT）並非全由歐盟國家所組成，因而引發非歐盟國家影響歐盟決策過程之擔憂，故報告建議採取之政策方法為於有必要時將 CEPT 列為可選之角色，以維護歐盟之主權。特別是在歐盟或其成員國之重要工業、技術或經濟利益可能受影響時，歐盟執委會將最大程度地考慮 RSPG 與無線電頻譜委員會（Radio Spectrum Committee）之意見，以決定是否授權 CEPT 制定無線電頻譜可用

---

<sup>111</sup> European Council, Much more than a market: Speed, Security, Solidarity 57-58, 60 (2024).

<sup>112</sup> European Commission, Study on Radio Spectrum Policy Programme: taking stock and discussing future scenarios- Executive Summary 10-13 (2024).

性與有效使用之一致性條件；若不授權 CEPT 進行此項任務，歐盟執委會將成立一由歐盟國家電信管理機構組成之特設小組，代替 CEPT 執行此任務<sup>113</sup>。

而在應對來自第三國有害干擾之議題上，報告建議加強《歐洲電子通訊規範》第 28 條第 5 項與 RSPP Decision 第 10 條第 2 項之既有無線電頻譜協調機制，即除了因應受第三國有害干擾之成員國要求，提供法律、政治與技術支援外，尚需於國際機構如 ITU 與任何層級的協商與討論期間提供協助。此外，亦可透過使 RSPG 斡旋小組與成員國、執委會共同決定工作計畫、協商目標、時程表與達到目的之行動等內容，確保協商相關行動保持一致性<sup>114</sup>。

又關於頻譜共享與彈性許可制度，報告建議歐盟成員國與執委會合作，透過創新技術解決方案與監管方法的採用，促進頻譜共享成為主流模式。此脈絡下之頻譜共享尤其適用於不同使用案例與技術，而非傳統僅適用於提供相同服務之競爭者間，並成為無線電頻譜授權、執行《無線電設備指令》(Radio Equipment Directive) 與〈無線電頻譜決定〉(Radio Spectrum Decision) 第 4 條，以及國際標準化組織與歐洲標準制定的重點。對不同使用案例與技術的頻譜共享方案將有助於強化信任與信心，同時最大化頻譜使用的效率、最小化有害干擾的風險。此外，報告亦建議成員國與執委會合作，透過使用新技術、數位化與自動授權程序、執行互相補充之國家與地方授權（包含先到先得方法）、執行一般性授權與簡易授權機制等方式，共同促進彈性許可解決方案。此些應用不僅將提高許可解決方案的彈性與適應性，並能支援頻譜共享機制、使頻譜使用更具效率，同時促進新技術與服務的布建<sup>115</sup>。

另外，在頻譜可用性部分，報告建議建立頻譜可用性之優先次序，並為允許使用歐盟一致性頻率頻段設立最終期限。此一提案建議在成員國與執委會之間建立合作機制，以即時分配充分且妥適的頻譜支持歐盟政策目標，尤其在數位與環境領域，透過支持促進環境能源有效利用與減少環境足跡的技術，將能鼓勵頻譜使用者合作以最大化環境效益之方式，發展其服務與網路。報告並建議制定一持續發展的歐盟層級頻譜路線圖，考慮到歐盟政策（如內部市場、環境、能源與太空等）之執行，執委會將被賦予權限通過授權法規支持 RSPP Decision，確認歐盟一致性頻率頻段適用實施何種類

---

<sup>113</sup> European Commission, Study on Radio Spectrum Policy Programme: taking stock and discussing future scenarios-Final report 85 (2024).

<sup>114</sup> *Id.* at 86-87.

<sup>115</sup> *Id.* at 89.

型之技術與服務，以及為成員國允許使用此些頻率頻段設定最終期限<sup>116</sup>。

最後，考量到 3.8-4.2GHz 已成為歐洲事實上之垂直應用頻段，歐盟無線電頻譜委員會（Radio Spectrum Committee, RSC）於 2021 年底授權 CEPT 針對「在歐盟以地面無線寬頻系統提供本地網路連結性之 3.8-4.2GHz 頻率頻段共享使用技術條件」（technical conditions regarding the shared use of the 3.8—4.2 GHz frequency band for terrestrial wireless broadband systems providing local-area network connectivity in the Union）進行研析，確保無線電高度表（Radio altimeter, RA）、固定衛星服務（fixed satellite services）、相鄰頻段之國家公共網路能與行動專用本地服務（private local mobile services）共存<sup>117</sup>。

2024 年 4 月，CEPT 下電子通訊委員會（The Electronic Communications Committee, ECC）發布關於 3.8-4.2GHz 頻段之頻率共享可行性報告（ECC Report 358），確認無線電高度表與低／中功率行動專用本地服務可在 3.8 - 4.2 GHz 頻段共存。報告指出，在適當的功率限制下，本地無線網路部署不會對高度表的操作產生有害干擾。而該區域內之基地臺等效全向輻射功率（Equivalent Isotropically Radiated Power, EIRP）功率限制，則應依循 ECC 關於 IMT 研究專案小組（Project Team 1, PT1）所商定並用於共存分析之數值，並於後續一致性技術條件報告中，明確定義低／中功率。但在滿足於有特殊正當理由案例中使用個案方法、維持本地區域覆蓋（而非全國範圍覆蓋）、考慮既有服務之長期發展而於妥適情況下進行保護，以及於需要之情況下先行完成協調等條件時，亦不排除具體情境下之例外<sup>118</sup>。

而關於 3.8-4.2 GHz 頻段與其它既有或相鄰服務之共享使用技術條件，相關文件與決定（ECC Report 88、draft ECC Decision (24)01、draft ECC Report 362）皆已提交至 CEPT<sup>119</sup>，並於 2024 年 11 月 8 日通過（ECC Decision (24)01）。決定開頭即指出，協調頻率安排（Harmonised Frequency Arrangement）與最低限制技術條件（Least Restrictive Technical Conditions, LRTC）皆是基於以下目標制定，即透過低／中功率地面無線寬頻系統（Low/Medium Power Terrestrial Wireless Broadband Systems, WBB LMP）提

---

<sup>116</sup> *Id.* at 89-90.

<sup>117</sup> Policy Tracker, CEPT finalises studies of local networks in the 3.8—4.2 GHz band, <https://www.policytracker.com/cept-finalises-studies-of-local-networks-in-the-3-8-4-2-ghz-band/> (last visited Oct. 29, 2024).

<sup>118</sup> Policy Tracker, ECC agrees on coexistence with altimeters in 3.8—4.2 GHz band, <https://www.policytracker.com/ecc-agrees-on-coexistence-with-altimeters-in-3-8-4-2-ghz-band/> (last visited Oct. 29, 2024).

<sup>119</sup> Policy Tracker, France opens up 3.8—4.2 GHz for private 5G and 3.4 GHz for MNOs, <https://www.policytracker.com/france-opens-up-3-8-4-2-ghz-for-private-5g-and-3-4-ghz-for-mnos/> (last visited Oct. 29, 2024).

供本地區域網路連結性，對 3.8-4.2GHz 進行共享使用。因此，其所提出之協調技術條件，於定義上即以尊重 WBB LMP 運行之技術中立性為原則，並需能保護 3.8-4.2GHz 之既有業務，包含固定服務 (Fixed Service, FS)、固定式衛星服務 (FSS) 與上述提及之無線電高度表，以及能保護相鄰頻段之國家行動服務。

而決定參酌先前提出之 ECC Report 358 結論，認為不可能存在一所有 CEPT 主管機關可在任何情境下保護 FS 和 FSS 的通用技術條件。相反地，決定認為應透過具體個案分析，並結合適當地減緩技術實現共存，如 (1) 地理／頻率分隔；(2) 定義 WBB LMP 許可邊界最大可允許的功率等級；(3) 依 WBB LMP 與固定／行動通訊網路的相對位置，定義 3.8GHz 內最大不必要發射 (Unwanted Emissions<sup>120</sup>) 等做法。就此，CEPT 正制定 ECC 建議，以提供主管機關相關機制／解決方法，於國家層級處理 3.8-4.2GHz 的共存議題。最後，決定於通過當日 (2024 年 11 月 8 日) 即生效，並建議妥適的施行時間為 2025 年 5 月 8 日<sup>121</sup>。

---

<sup>120</sup> 指包含混附發射及頻帶外發射；混附發射 (Spurious emission) 指於發射之必需頻帶寬度外產生之輻射或頻率，其位準降低而不致影響所傳送之信息，包括諧波發射、寄生發射、相互調變及頻率轉換所產生者，但頻帶外之發射不包括在內；頻帶外發射 (Out-of-band emission) 指除混附發射外，因調變過程而產生在必需頻帶外之一個或數個頻率之發射。國家通訊傳播委員會，〈業餘無線電機技術規範〉，<https://ncclaw.ncc.gov.tw/FLAW/FLAWDOC01.aspx?id=FL052946&flno=3> (最後瀏覽日：2024/12/05)。

<sup>121</sup> ECC, Harmonised technical conditions for the shared use of the 3800-4200 MHz frequency band by low/medium power terrestrial wireless broadband systems (WBB LMP) providing local-area network connectivity (2024), <https://docdb.cept.org/document/28628> (last visited Dec. 5, 2024).

## 三、 英國

### (一)、 英國 5G 政策

英國為確保成為 5G 世代之領導者，於 2017 年 3 月 8 日發布「下一代行動技術：英國的 5G 戰略」(Next Generation Mobile Technologies: A 5G Strategy for the UK)<sup>122</sup>文件，旨在支持 5G 技術發展提升大眾生活便利性，創造新穎商業模式為英國創造經濟效益，根據該文件，英國針對 5G 網路建構之工作面向包含：

#### 1. 創造經濟用例

為加速 5G 網路之布建及最大化相關應用及服務，英國政府提出建立 5G 測試平台及試驗計畫。根據「未來通訊挑戰小組」(Future Communications Challenge Group)提出之「軸輻式模型」(hub and spoke model)政府首先將建立核心網路基礎設施 (core network infrastructure) 作為 5G 網路發展之軸心，再從自軸心發散，分別於不同地點和場域建立測試場域，進行 5G 各領域如製造、醫療、運輸等之應用案例測試。

#### 2. 制定合適法規

為確保監管規範能跟上新興技術之進展，英國政府將以靈活方式制定監管框架，另外考量到布建 5G 網路需大量小型基地臺 (small cell)，政府將放寬對小型基地臺選址和安裝之限制，例如取消於商用建築物上放置小型蜂窩天線閾值 (threshold) 限制以及實施新建築法規，要求新建之基礎設施能提供超過 30Mbps 之高速頻寬等措施，幫助電信業者提供更高網路容量，此外亦計劃針對「電子通訊法規」(Electronic Communications Code) 進行修正，包含設定新的估值基礎以降低設施布建成本，並鼓勵各界投資以及賦與營運商更大權能進行設施之共享及升級。

#### 3. 提升地方政府管理能力

英國政府認為當地政府在 5G 產業之發展扮演至關重要角色，因此希望地方政府能：

---

<sup>122</sup> Department for Science, Innovation and Technology, Department for Digital, Culture, Media & Sport, *Next Generation Mobile Technologies: A 5G strategy for the UK (2017)*, <https://www.gov.uk/government/publications/next-generation-mobile-technologies-a-5g-strategy-for-the-uk> (last visited May. 14, 2024).

- **提供適當基礎設施：**

協助中央繪測 5G 網路地圖，協助網路規劃人員識別出當地可能削弱或阻礙訊號塔傳輸之樹木、建築物，以利後續建造站點以確保網路能順利擴展並滿足使用需求。

- **與當地業者合作：**

英國政府希望地方政府可與當地電信業者及其他利害關係人組成工作小組，藉由意見交流制定符合需求之 5G 網路布建計畫。

#### 4. 確保網路安全

除了提升國內網路品質外，英國政府亦將致力於提供安全網路系統，因此針對 5G 網路建置，國家網路安全中心（National Cyber Security Centre, NCSC）將與各機構合作：

- **開發符合需求之 5G 安全系統**

除了提升網服務品質外，政府亦須確保 5G 網路使用上安全無疑，因此 NCSC 將與其他機構組織合作開發符合大眾及 5G 應用需求之安全網路架構。另外亦將協助系統開發商及其他業者提供安全電子系統及服務，共同制定指南最佳做法，作為業界標準，確保網路安全；

- **提升大眾認知**

由於目前大眾對於 5G 尚未充分了解，因此政府亦將積極展開試驗計畫並進行宣導，以利大眾了解 5G 網路益處以及與其相關之應用及服務。

## (二)、 頻譜資源分配方式

由於頻譜可用性為布建 5G 網路之成功關鍵，戰略文件中英國政府表示未來將與通訊傳播管理局（The Office of Communications, Ofcom）合作，即時且有效的分配國內頻譜資源。首先，英國將以 700 MHz、3.4-3.8 GHz 及 24.25-27.5 GHz 作為 5G 網路之先驅頻段（pioneer band），並於同年 7 月 28 日發布聲明確認將釋出 3.6-3.8 GHz 頻段用於提供 5G 網路業務<sup>123</sup>，此外亦將持續進行「公共部門頻譜發布」（Public Sector Spectrum Release, PSSR）計畫，將公部門目前使用的頻譜釋放，提供私營使用，並且第一步將以 26.5-27.5 GHz 頻段作為優先考慮之選項。2019 年 2 月 1 日，Ofcom

---

<sup>123</sup> The Office of Communications, *Statement: Improving consumer access to mobile services at 3.6 GHz to 3.8 GHz* (2017), <https://www.ofcom.org.uk/consultations-and-statements/category-1/future-use-at-3.6-3.8-ghz> (last visited May.14, 2024).

發布「無線電創新於支持英國產業擴大之作用」(Supporting the expanding role of wireless innovation in UK industry) 討論文件<sup>124</sup>中提出 3 種商業模式，以滿足不同規模企業對於網路之需求：

### 1. 公共網路 (Public networks)：

在此模式中，網路可由行動網路營運商 (Mobile Network Operators, MNO) 或第三方例如系統整合商提供，前者可提供有大範圍網路連接需求之客戶，例如需要追蹤整個道路情況之車隊業者；後者則可以藉由聚集有相似網路需求之客戶，建立共享平台，使平台內客戶可共享網路。

### 2. 專用網路 (Private networks)：

而當企業或組織仰賴封閉式網路時，則可選擇利用專用網路，並且企業得使用自建專用網路 (Self-deployed private network)，自行選擇網路覆蓋範圍如全國或地理定義，室內和室外；或者企業亦可委託「第三方<sup>125</sup>為其建置專用網路」(Private network delivered by a third party)。

### 3. 混合方案 (Hybrid solutions)：

但某些情況下，企業或組織之需求可能同時包含專用網路和公共網路間之連接，例如物流業者可能需要倉庫間之封閉網路連結以管理包裹，但當包裹離開倉庫後出貨後，業者可能就需仰賴廣域公共網路進行後續配送管理，此時可能就需要仰賴第三方供應商同時取得行動網路營運商提供之公共網路與專用網路之近用 (access) 權，以此提供企業混合網路。

---

<sup>124</sup> The Office of Communications, *Supporting the expanding role of wireless innovation in UK industry: a discussion paper* (2019), <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/spectrum-management/supporting-role-wireless-innovation-uk-industry#:~:text=Supporting%20the%20expanding%20role%20of%20wireless%20innovation%20in,UK%E2%80%99s%20Communications%20regulator%20Ofcom%20manages%20the%20UK%E2%80%99s%20Airwaves> (last visited May. 13, 2024).

<sup>125</sup> 第三方可為 MNO 或系統整合商。

## (三)、 頻譜分配現況

### 1. MNO 持有頻段

Ofcom 首先於 2018 年完成 2.3 GHz<sup>126</sup>及 3.4 GHz<sup>127</sup> 頻段之拍賣，結果分別由三家英國 MNO 巨頭 Telefonica、Vodafone 及 EE 取得部分頻段，以提供 5G 網路服務。隨後 Ofcom 認知到 5G 網路需求之增加，目前國內可提供之用量已逐漸不堪負荷，因此於 2020 年 11 月 4 日發布即將拍賣 700 MHz 及 3.6-3.8 GHz 頻段之聲明<sup>128</sup>，其中提到本次預計拍賣之 3.6-3.8 GHz 頻段其特性適合行動裝置如手機之大量連接，並可提供高速度及容量資料傳輸，亦已被指定為提供歐洲 5G 服務之主要頻段，2021 年 4 月 27 日 Ofcom 即完成拍賣，由電信業者 EE、Hutchison 3G、Telefónica、Vodafone 取得部分頻段，以提供 5G 行動業務所使用。

### 2. 共享頻段

但隨著 5G 相關需求持續增加，2019 年 7 月 25 日 Ofcom 發布聲明<sup>129</sup>，宣布頻譜共享框架，以提供欲導入 5G 相關應用之公司企業共同使用，並且將共享方式分為「區域近用執照」(Local Access Licences, LSL<sup>130</sup>) 及「共享近用執照」(Shared Access Licences, SAL<sup>131</sup>) 兩種：

#### (1) 區域近用執照<sup>132</sup>：

目前適用此類執照的頻段由 MNO 持有，但 Ofcom 為更有效運用頻譜資源，決定將尚未有針對特定區域使用計畫之頻段釋出，提供給欲導入 5G 應用之企業使用，執照使用期限原則上為三年，但若企業想延長期限亦可

---

<sup>126</sup> 2.35-2.39GHz

<sup>127</sup> 3.41-3.48GHz 和 3.50-3.58GHz

<sup>128</sup> The Office of Communications, *Statement on the final regulations for the award of spectrum in the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz frequency bands* (2020), [https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf\\_file/0021/205554/statement-final-regulations-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum-award.pdf](https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0021/205554/statement-final-regulations-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum-award.pdf) (last visited May. 13, 2024).

<sup>129</sup> The Office of Communications, *Enabling wireless innovation through local Licensing* (2019), [https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf\\_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf](https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf) (last visited May. 13, 2024).

<sup>130</sup> The Office of Communications, *Local Access Licence Guidance document* (2019), [https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf\\_file/0037/157888/local-access-licence-guidance.pdf](https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0037/157888/local-access-licence-guidance.pdf) (last visited May. 13, 2024).

<sup>131</sup> The Office of Communications, *Shared access licences* (2022), <https://www.ofcom.org.uk/manage-your-licence/radiocommunication-licences/shared-access> (last visited May. 13, 2024).

<sup>132</sup> 此執照適用之頻段包含 700MHz、800MHz、900MHz、1400MHz、1800MHz、2350-2390MHz、2.6 GHz 及 3.4-3.8 GHz 頻段。

和 MNO 進一步協商，執照之交易方式分為兩種：

- 完全交易 (Outright total trades)：即 MNO 將持有該頻段之權利義務完全移轉給一位執照持有者。
- 並存交易 (Concurrent total trades)：此類型交易中，MNO 將其持有頻段之權利義務完全移轉給二位以上執照持有者。

## (2) 共享近用執照<sup>133</sup>：

此執照是用的頻段將由 Ofcom 釋出，並 Ofcom 將以「先到先得原則」(first come first served basis) 受理企業受理之申請，此執照依設置不同基地臺又再細分兩種類型：

- 低功率執照 (Low power licence)：執照持有者可於註冊地點圓形半徑 50 公尺內不限數量布建所需之基地臺或連接網路所需之相關固定或移動裝置。
- 中等功率執照 (Medium power licence)：考量到此執照可建造的基地臺發射功率較大<sup>134</sup>，執照持有者僅得於指定地點設置一基地臺，相關裝置之設置數量則不限。

## (四)、5G 技術相關應用及創新試驗

除了 Ofcom 展開對頻率資源的分配及管理外，相關政府部門、產業產業也開始於英國進行 5G 技術之實際應用及實驗。愛立信於 2023 年 11 月 1 日發布新聞稿，表示將與網路服務供應商 British Telecom 合作於英國泰恩港部署 4G 及 5G 專網及智慧港口技術，以進行未來港區內自動車牌辨識 (Automatic Number Plate Recognition, ANPR)、遠端起重機操作、自駕車、無人機監測及延展實境 (XR) 技術之相關應用<sup>135</sup>。2023 年 9 月 14 日，英國科學創新及科技部 (Department for Science, Innovation and Technology) 宣布舉辦開放網路生態系統競賽 (Open Networks Ecosystem competition)，旨在透過研發計畫促進開放網路之技術及產業發展，並且科學創新及科技部將投入 800 萬英鎊之資金支持獲選的專案，並持續進行下一階段研發工

<sup>133</sup> 此執照適用之頻段包含 1800 MHz、2.39-2.4GHz、3.8-4.2 GHz 及 24.25-26.5 GHz (此頻段僅限室內布建) 頻段。

<sup>134</sup> 此類基地臺較適合於偏遠地區設置。

<sup>135</sup> Ericsson, *Port of Tyne goes live with UK's first site-wide private network deployment*, <https://www.ericsson.com/en/press-releases/3/2023/port-of-tyne-goes-live-with-uks-first-site-wide-private-network-deployment>(last visited Oct. 16, 2024).

作<sup>136</sup>。2024年2月，英國行動網路經營商 Three 宣布於在 Glasgow 推動小型蜂巢式基地台之 SCONDA 計畫，計畫首先將於 Glasgow 地區部署 51 個小型基地台，並進行 O-RAN 技術之測試，該技術有望提升英國網路品質，並且減少對大型網路供應商之依賴，促進產業競爭及創新，Three 表示若該項目成功將可能成為未來 O-RAN 的應用方案之一<sup>137</sup>。

## (五)、未來規劃

依據 Ofcom 於 2024 年 4 月 16 日發布之聲明<sup>138</sup>表示，即將以共享方式釋出 26 GHz 及 40 GHz<sup>139</sup>進行，此舉將有助提升國內 5G 應用之量能，以協助傳輸大量資料、支援虛擬實境、工廠自動化運作技術及提升擁擠區域如火車站、散場的足球場及音樂會場地之移動效率，並針對高密度地區（high density areas）即國內 68 個重要城市，和低密度地區（low density areas）如鄉村地區設計不同共享方式：

- 26 GHz 頻段<sup>140</sup>：Ofcom 計劃於高密度地區（high density areas）以拍賣方式授予得標業者全市性範圍執照（citywide licences）；於低密度地區（low density areas）則開放業者申請共享近用執照。
- 40 GHz 頻段<sup>141</sup>：於高密度地區，Ofcom 則計劃開放區域近用執照，另外若業者有設置高功率基地臺之需求，則透過拍賣方式取得全市性範圍執照；於低密度地區，則以開放業者申請共享近用執照。

目前 Ofcom 已發布關於釋出兩頻段之相關資料，並且針對拍賣所需之相關文書向大眾進行意見徵詢並預計於 2024 年 5 月 28 日截止，以利後續程序進行。

又 Ofcom 於 2024 年 5 月 21 日發布「行動網路與 Wi-Fi 共享上 6 GHz 頻段之重要性」（Mobile and Wi-Fi in Upper 6 GHz - Why hybrid sharing matters）文件，說明於 WRC-23 確定用於 IMT 之 6GHz（6425-7125 MHz）頻段上同時支援行動網路與 Wi-Fi 服務之重要性，以及未來可能採取之相

---

<sup>136</sup> Department for Science, Innovation and Technology, Open Networks Ecosystem competition: successful projects, <https://www.gov.uk/government/publications/open-networks-ecosystem-competition-successful-projects>(last visited Oct. 16, 2024).

<sup>137</sup> CCS Insight, *Three Trials Small Cells in Glasgow to Plug Connectivity Gaps*, <https://www.ccsinsight.com/blog/three-trials-small-cells-in-glasgow-to-plug-connectivity-gaps/>(last visited Oct. 16, 2024).

<sup>138</sup> The Office of Communications, *Making mmWave spectrum available – updates on auction design* (2023), <https://www.ofcom.org.uk/news-centre/2024/making-mmwave-spectrum-available-updates-on-auction-design> (last visited May. 16, 2024).

<sup>139</sup> 此兩頻段又稱為毫米波（millimeter-wave, mmWave）。

<sup>140</sup> 25.5-27.5 GHz 頻段。

<sup>141</sup> 40.50-43.50 GHz 頻段。

關機制<sup>142</sup>。

為在 6GHz 頻段上以協調、靈活之方式，使 Wi-Fi、行動網路及軍事、氣象衛星等既存使用者能共進行頻段共享，Ofcom 於 2023 年提出「混合共享」(hybrid sharing) 頻譜共享機制，並對該機制之實施進行評估。評估之面向包含以下：(1) 業者需投入處理潛在干擾問題之成本、(2) 對消費者最大利益之實現、(3) 商業吸引力與可行性、(4) 與既有使用者之共存可能、(5) 整體時程安排，以及 (6) 如何在與國際保持一致之同時，反應國內頻譜需求。

於綜合考量 Wi-Fi 和行動網路個別之特性，即 Wi-Fi 主要用於室內大量資料之傳輸，而行動網路則用於戶外資訊之傳送，以及前述提及之各因素後，Ofcom 提出二種實施方式。分別為可變頻譜分割 (Variable spectrum split) 與室內外分割 (Indoor/outdoor split)，前者將分割 6GHz 頻段為 Wi-Fi 及行動網路優先頻段，Wi-Fi 及行動網路可於各自之優先頻段內布建，並於二技術皆具備「感知與迴避」(sense and avoid) 功能，不致干擾對方之前提下，於分配予對方之頻段內，優先於其他應用布建；後者則以建築物作為 Wi-Fi 及行動網路之分界點，由於 Wi-Fi 路由器多設置於室內、為特定家庭服務，而行動基地臺則多數設置於戶外，以提供廣泛區域的覆蓋，故 6GHz 頻段可優先規劃為室內供 Wi-Fi 布建、室外供行動網路使用，以避免二者重疊<sup>143</sup>。

而在政府補助計畫方面，英國科學、創新與技術部 (Department for Science, Innovation and Technology, DSIT) 於 2025 年 3 月前為多項頻譜共享沙盒試驗提供資金，以探索新的頻段共享技術發展可能性<sup>144</sup>。

又頻譜解決方案公司 LS telcom 受產業協會頻譜政策論壇 (Spectrum Policy Forum, SPF) 委託，於 2024 年 7 月 24 日公布「探索英國共享國防頻譜之新框架」(Exploring a new framework for defence spectrum sharing in the UK) 報告，旨在改善公民對國防部頻譜的近用，並評估公民與軍隊使用者共享頻譜之未來<sup>145</sup>。

---

<sup>142</sup> Vision for sharing upper 6 GHz spectrum between Wi-Fi and mobile, Ofcom, <https://www.ofcom.org.uk/news-centre/2024/vision-for-sharing-upper-6-ghz-spectrum-between-wi-fi-and-mobile#:~:text=Ofcom%20has%20today%20set%20out%20its%20vision%20for,lives%2C%20there%20are%20increasing%20demands%20on%20radio%20spectrum> (last visited Jun. 5, 2024).

<sup>143</sup> Ofcom, *Mobile and Wi-Fi in Upper 6 GHz - Why hybrid sharing matters* (2024), [https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf\\_file/0023/285710/mobile-and-wi-fi-in-upper-6-ghz.pdf](https://www.ofcom.org.uk/data/assets/pdf_file/0023/285710/mobile-and-wi-fi-in-upper-6-ghz.pdf) (last visited Jun. 5, 2024).

<sup>144</sup> Ofcom, *supra* note 142.

<sup>145</sup> LS Telcom, *Exploring a new framework for defence spectrum sharing in the UK*, <https://www.wired.gov.net/wg/news.nsf/articles/uk+spf+report+exploring+a+new+framework+for+defence+spectrum+sharing+in+the+uk+25072024112500?open> (last visited Sep. 29, 2024).

報告提到英國國防部 (Ministry of Defence, MoD) 目前擁有英國最大部份的公共頻譜資源，涵蓋低頻至高頻的波段，用於進行通訊、雷達系統運作及電子戰等工作。但從民用角度而言，部分官方頻譜的使用效率相當低落，故希望軍方能釋出部分具備商業潛力之頻段，以便進行更實際之商業應用。根據報告，民間希望軍方可以考慮釋出工商用或與產業界共享的頻段包含：(1) 2.3 GHz 低頻段 (2300-2350 MHz)：該頻段於 2016 年被確定為「公共部門頻譜釋出 PSSR<sup>146</sup>」計畫的頻段，但目前尚未完全實施，電信公司希望取得此頻段，以進行 5G 和未來 6G 技術之布建；(2) 400.15-401MHz 頻段：該頻段目前主要進行衛星和太空研究，物聯網及衛星運營商有興趣對此頻段進行商業應用；(3) 4400-4800 MHz 及 7125-8400 MHz：此頻段可能做為國際行動通訊 IMT 使用，而相關問題將於 2027 年全球無線電通訊 WRC-27) 進行討論；(4) 1350-1400 MHz：此頻段為北大西洋公約組織 (North Atlantic Treaty Organization, NATO) 共同協調出之頻段，目前用於運作軍事系統，電視、廣播等節目製作和特別活動 (Programme Making and Special Events, PMSE) 業者期望未來能使用此頻段進行相關應用。

但對軍方而言，部分頻段的控制權仍具備軍事上重要性，並且英國國防部與其他公共部門、民用用戶已共用其持有約 80-85% 的頻譜資源，加上隨著現代軍事系統的發展，例如無人機或其他自動化武器對於頻譜使用需求之增加，因此鑒於保衛國家安全的考量，MoD 可能無法再斷然釋放過多的資源。根據以上情況，報告初步提供四種處理方案如下：(1) 維持現狀：維持目前頻譜共享的運作方式，但此舉並無法滿足產業界希望加強頻率資源使用的需求；(2) 擴展 Ofcom 提出之 SAL：由於 Ofcom 的 SAL 共享框架已設有關於用戶如何近用資源之相關規則，若能適用在上述頻段，或許有助於管理目前複雜的共享情形；(3) 自動化動態頻譜共享：報告建議或可開發自動化動態頻譜 (Automated Dynamic Spectrum) 共享系統，但 MoD 可能需要考慮成本問題，此外也要思考關於系統監控及維護的問題；(4) 由 MoD 直接管理頻譜：此舉相比其他選項或許可使 MOD 更方便對頻譜資源進行管理，但也會使 MoD 需要承擔更多責任，亦會涉及其與 Ofcom 的協調。

由於頻譜共享具相當之複雜性，同時涉及許多利害關係人，因此報告結論指出目前尚無法決定何者為最佳的方案，仍須未來進一步對此議題進行研究，同時提出以下建議面向。

---

<sup>146</sup> PSSR 為英國政府發起的一項計畫，旨在釋放由公共部門 (例如國防部和其他政府機構) 持有的部分頻譜資源，以供商業用途。

## **1. 確保頻譜共享機制擴展的需求及事前評估：**

報告建議，共享機制的擴展或變更應是建立在充足的需求基礎上，並且應以漸進式、不損害目前用戶的方式，在經資料的蒐集及評估後始得為之，以避免過度擴展造成資源浪費或管理混亂。此外，針對頻譜資源有需求之新用戶，例如 PMSE 業者，建議由 Ofcom 對該用戶進行需求必要性的驗證，並且報告也建議 Ofcom 應針對國內不同的頻譜共享框架進行審查，確認是否有統一框架的必要性，以提升管理效率。

## **2. 頻譜授權申請流程改善：**

文內提出應釐清 Ofcom 的職責，強調 Ofcom 同時作為（1）民間用戶接取 MoD 頻段及（2）所有用戶接取民用頻段的管理機關，負有統一管理頻率資源之職責。此外，報告亦建議 Ofcom 應公開頻譜申請案件中遭否決之部分，以便大眾確認哪些頻譜之應用需要進行改進或調整。另當 MoD 與 Ofcom 進行關於頻譜使用之協調時，應確保不會公開過於詳細的資料或說明，以避免 MoD 的頻譜使用資料遭外洩，進而威脅到 MOD 的機密操作。

## **3. MoD 頻譜使用規劃：**

報告建議 MoD 應制定全面路線圖，說明未來關於頻譜使用的相關規劃，並且內容需要考量到國際的頻譜管理發展、作戰需求、新興技術的影響，以及相關軍事設備的生命周期等，預測未來頻譜資源的潛在需求及管理方式。而 Ofcom 與 MoD 兩者應對彼此的角色及職責進行更明確的劃分，確保清楚的責任分配、避免雙方在頻譜使用上相互干擾；也建議 MoD 可持續與其他政府機構合作研究頻譜的共享機制，於此領域保持領先地位。

## **4. MoD 與 Ofcom 持續合作：**

報告也建議，MoD 及 Ofcom 應積極參與各式頻譜監管及政策制定之國際論壇，與其他國家共同推動最佳做法，確保英國的頻譜共享框架能與國際標準保持一致。此外，亦可與 NATO 共同分享研究結果，關注彼此的工作情形，廣泛從各國經驗中學習。而對於 2027 年之全球無線電通訊大會 WRC-27 報告也建議 MoD 及 Ofcom 應確保投入足夠資源，於會議前做足充分準備工作，以在國際頻譜政策的制定中發揮影響力，確保國防需求能得到充分的考慮。

## 四、日本

### (一)、5G 通訊發展概述

日本 5G 服務分為 Public 5G、Private 5G、Local 5G。Public 5G 係指電信業者在國內布建提供大眾使用的 5G 通訊服務；Private 5G 係指電信業者為企業、地方自治團體個別建立的 5G 網路通訊服務，使用的是電信業者的頻率，企業、地方自治團體無須自行申請頻率使用許可及電臺執照；Local 5G 則是電信業以外之企業、地方自治團體自己建立供特定區域、建築物、園區、廠區內專用的 5G 網路，該企業、地方自治團體須自行依法申請頻率使用許可及電臺執照<sup>147</sup>，相當於我國的「5G 專網」。

日本於 2019 年 4 月實施 5G 頻率分配<sup>148</sup>，同年 12 月實施 Local 5G 頻率分配<sup>149</sup>，2020 年 12 月擴大 Local 5G 的頻段<sup>150</sup>。

### (二)、5G 無線電頻率分配現況

日本總務省轄下的 5G 普及基礎建設推進工作小組（5G 普及のためのインフラ整備推進ワーキンググループ）於 2024 年 7 月 19 日發布 5G 進度報告文件<sup>151</sup>，說明日本 5G 網路的發展現況。

進度報告中首先說明日本目前已分配用於 5G 的頻段包含：(1) 白金頻段：指 700MHz-900MHz 頻段；(2) 中頻段：指 1.5GHz、1.7GHz、2GHz、2.3GHz、3.4GHz、3.5GHz 頻段；(3) sub-6 頻段：指 3.7GHz、4.5GHz、4.9GHz 頻段；以及 (4) 毫米波頻段：指 26GHz、28GHz、40GHz 頻段。並且其中 700MHz、1.7GHz、3.4GHz、3.5GHz 為自 2020 年 8 月日本政府開放進行轉用（轉用）後，將原先分配給 4G 使用的頻率轉做為 5G 之相關使用，以加速該技術普及速度。

上開頻段，依申請將 3,600MHz—3,700MHz、4,500MHz—4,600MHz 及 27.4GHz—27.8GHz 分配給 NTT DOCOMO；將 3,700MHz—3,800MHz、4,000MHz—4,100MHz 及 27.8GHz—28.2GHz 分配給 KDDI；將 3,900MHz—4,000MHz 及 29.1GHz—29.5GHz 分配給 Softbank；將 1,860MHz—

<sup>147</sup> 〈ローカル 5G とは？プライベート 5G との違いについて解説〉，Panasonic，<https://panasonic.co.jp/ew/pewnw/solution/column/network/011.html>（最後瀏覽日：2024/05/14）。

<sup>148</sup> 總務省告示第 20 号。

<sup>149</sup> 總務省告示第 301 号。

<sup>150</sup> 總務省告示第 408 号。

<sup>151</sup> 〈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〉，總務省，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000958717.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000958717.pdf)（最後瀏覽日：2024/10/01）。

1,880MHz、3,800MHz－3,900MHz 及 27.0GHz－27.4GHz 分配給樂天 Mobile<sup>152</sup>。

Local 5G 則是使用 4600－4900MHz、28200－29100MHz<sup>153</sup>，其中 4600－4800MHz 與公共業務用無線電臺、超頻寬無線系統共用<sup>154</sup>；28200－29000MHz 與電子通訊業務、超寬頻無線系統共用<sup>155</sup>。截至 2023 年 11 月 30 日已有 152 間業者申請使用<sup>156</sup>。

### (三)、5G 無線電頻率發展規劃

總務省 2023 年 12 月公布的「無線電頻率重整行動計畫」(周波数再編アクションプラン(令和 5 年度版))<sup>157</sup>提到，為推動 5G 通訊之普及須確保其有足夠的頻率能夠使用，目前正考慮進行現有系統移頻策略及頻譜共享等，期於 2025 年底前讓 5G 及 Local 5G 能夠使用 2.3GHz 頻段、4.9GHz 頻段、26GHz 頻段、40GHz 頻段<sup>158</sup>。

2.6GHz 頻段(2645－2665MHz)方面，根據現有衛星行動通訊系統移頻至進階系統之狀況等，慮及對既有無線系統之影響，將同步就與動態頻率(ダイナミック周波数)共享以推動行動通訊系統導入可能性進行討論。<sup>159</sup>

4.9GHz 頻段(4.9－5.0GHz)方面，為了在 2025 年底前將之分配給 5G，將能夠新開設現有 5GHz 頻段無線接取系統(註冊站)之期限設定在 2025 年底，並在 2023 年內匯整導入至該頻段之 5G 技術條件，對於現有無線系統，將考慮透過採取促進終止措施移頻至其他無線系統上<sup>160</sup>。

---

<sup>152</sup> 〈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〉，總務省，2019/04/10，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban14\\_02000378.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html) (最後瀏覽日：2024/05/13)、〈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〉，總務省，2022/04/14，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban14\\_02000500.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000500.html) (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>153</sup> *supra* note 149

<sup>154</sup> 〈使用状況の詳細(令和 6 年 3 月 1 日) 3400MHz～10000MHz〉，電波利用ホームページ，<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/10000m.pdf> (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>155</sup> 〈使用状況の詳細(令和 6 年 3 月 1 日) 10GHz 超〉，電波利用ホームページ，<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/search/myuse/use/10g.pdf> (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>156</sup> 〈電波政策の最新動向〉，總務省，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000932571.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000932571.pdf) (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>157</sup> 〈周波数再編アクションプラン(令和 5 年度版)の公表〉，總務省，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban09\\_02000500.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000500.html) (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>158</sup> 〈周波数再編アクションプラン(令和 5 年度版)〉，總務省，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000918339.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000918339.pdf) (最後瀏覽日：2024/05/15)。

<sup>159</sup> *Id.*

<sup>160</sup> *Id.*

26GHz 頻段 (25.25–27GHz) 及 40GHz 頻段 (37.0–43.5GHz) 方面，考慮具體需求及行動電話業者利用 28GHz 頻段之狀況，自 2023 年起實施與動態頻譜共享應用頻段及共享管理系統要件等技術測試，並已開始進行與 22GHz 頻段 FWA 相關之進階技術測試 (為該頻段中現有無線系統移頻之候選方案)<sup>161</sup>。此外，預計 2025 年底將上述頻段以有條件拍賣方式釋出，分配給 5G 業務使用<sup>162</sup>

另，Local 5G 所使用的 4.6~4.9GHz、28.2~29.1GHz 已於 2023 年 8 月進行制度整頓以利靈活運用，如 Local 5G 共享使用之導入及簡化執照申請程序等<sup>163</sup>。此外，2024 年 4 月總務省資訊通訊審議會 (情報通信審議会) 已先提出「海上用 Local 5G 之技術條件」(ローカル 5G の海上利用に係る技術的条件等) 草案<sup>164</sup>，未來將為能在海上使用 Local 5G 持續進行討論。

中央政府在釋出 5G 頻譜的同時，地方政府也開始推出相關政策，以東京為例，該都於 2019 年 8 月 29 日推出「TOKYO Data Highway 基本策略」，以支持東京都內 5G 網路的建置，不僅開放 15000 處土地及建築物供電進業者建置 5G 網路基地台，更成立一站式窗口，專門處理電信業者有關基地台申請的相關問題，統計至 2023 年 9 月止，東京都已擁有 250 座 5G 基地台<sup>165</sup>。除了建置相關基礎設施，國內電信業者亦紛紛展開 5G 技術的試營運，例如 2019 年 NTT DoCoMo 即於橄欖球世界盃 (Rugby World Cup) 舉辦時以 5G 技術在東京及九州地區提供球賽轉播服務<sup>166</sup>；軟銀 (SoftBank) 亦於同年舉行的軟銀冬季杯：日本高中籃球錦標賽中以 5G 網路將比賽資料、影像資料顯示至場內螢幕上，提供觀眾更寬廣的觀賽視角<sup>167</sup>。除了 5G 相關應用的試營運外，NTT DoCoMo、KDDI、軟銀 (SoftBank) 及樂天移動 (樂天モバイル) 亦於自 2020 年起陸續開始提供 5G 電信服務<sup>168</sup>，日本

---

<sup>161</sup> *supra* note 158

<sup>162</sup> 〈周波数再編アクションプラン (令和 6 年度版) (案)〉，總務省，  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000969387.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000969387.pdf) (最後瀏覽日：2024/10/21)。

<sup>163</sup> *supra* note 158

<sup>164</sup> 〈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 (第 29 回)〉，總務省，  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/joho\\_tsusin/policyreports/joho\\_tsusin/5th\\_generation/02kiban14\\_04\\_001120.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/policyreports/joho_tsusin/5th_generation/02kiban14_04_001120.html) (最後瀏覽日：2024/05/15)。

<sup>165</sup> 〈「スマート東京」実現に向けた「つながる東京」の取組について〉，總務省，  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000937268.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000937268.pdf) (最後瀏覽日：2024/10/01)。

<sup>166</sup> 蔣士棋，〈異業合作、共創價值：NTT DoCoMo 的 5G 戰略〉，北美智權報，  
[http://www.naipo.com/Portals/1/web\\_tw/Knowledge\\_Center/Industry\\_Economy/IPNC\\_191009\\_0706.htm](http://www.naipo.com/Portals/1/web_tw/Knowledge_Center/Industry_Economy/IPNC_191009_0706.htm)  
(最後瀏覽日：2024/10/01)。

<sup>167</sup> 〈「SoftBank ウインターカップ<sup>o</sup>2019」で 5G プレサービスを提供〉，ソフトバンク株式会社  
[https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20191209\\_02/](https://www.softbank.jp/corp/news/press/sbkk/2019/20191209_02/) (最後瀏覽日：2024/10/01)。

<sup>168</sup> 〈第 1 部 5G が促すデジタル変革と新たな日常の構築〉，總務省，  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r02/html/nd112310.html> (最後瀏覽日：

電信公司 NTT Docomo 還於 2024 年 8 月 1 日宣布於東京及神奈川縣特定區域將推出目前日本最快的 5G 通訊服務，該服務使用 3.7GHz、4.5GHz 和 28GHz 頻段結合新無線電雙連線（New Radio Dual Connectivity, NR-DC）技術同時連接 2 個基站實現更高的資料傳輸效率<sup>169</sup>，而在設備的發展方面，根據總務省統計國內生產支援 5G 通訊的手機數量也從 2021 年的 1753 萬部，預計於 2027 年將增加到 3218 萬部<sup>170</sup>。

#### (四)、5G 專網之建置

除了 5G 電信服務外，日本政府也注意到 5G 技術在智慧工廠、遠端農業管理、河川監控等帶來之益處，積極推動國內 5G 專網的建立，目前日本分配 4.6-4.9GHz、28.2-29.1GHz 頻段做為 5G 專網的使用頻段，欲申請專網者首先需要依《電波法》第 4 條及《無線電台許可程序規則》（無線局免許手續規則）向總務省申請無線基地台的架設許可，申請人需要繳交之文件包含無線基地台使用計畫、施工設計檔案等文件，此外電台的營運方式共分為三種：

- **在自有土地架設基地台：**

指申請者的基地台是設置在申請人之自有土地上或建築物內，此時申請者可優先使用專網並不受其他使用者干擾，若選擇此類營運方式者，在申請許可時須提交該土地所有權或使用權之證明文件。

- **利用他人土地架設電台：**

指申請者是在他人土地上設置基地台，此時若土地上還有以前述方式架設之基地台，則申請人需要事先與其進行協調，若協調不成，則利用他人土地申請基地台者需要確保不干擾前述申請者基地台之運作。

- **共用電台：**

除了前兩種營運方式，總務省於 2023 年 8 月引入另一種新模式，允許多個用戶在相同電台上共用 5G 專網，用戶間可更靈活分配電台的使用。

而選擇好營運模式並提交所需文件後，總務省會根據無線設備是否符合技術標準、土地使用合法性等內容進行審核，審查約會在 1.5 個月內完

---

2024/10/01)。

<sup>169</sup> Policy Tracker, NTT Docomo launches high-speed 5G amid government concern <https://www.policytracker.com/ntt-docomo-launches-high-speed-5g-amid-government-concern/> (last visited Oct. 01, 2024).

<sup>170</sup> *supra* note 167

成，在通過申請開始營運後，申請人需要再向總務省提交「無線基地台開始營運通知」(無線局の運用開始等の届出書)並且還需要於開始營運的次月 15 日提交投入營運的基地台數量，若有新增基地台數量者，則需在增加電台之次月 15 日前提交報告，此外營運者亦需要定期檢查電台。統計至 2024 年 4 月底，日本國內以已經有 170 個持有專網電台運作許可的持牌人<sup>171</sup>。

---

<sup>171</sup> 〈電波利用システム〉，總務省，  
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/ml/mobile/local5g/index.htm> (最後瀏覽日：2024/10/01)。

## 五、 韓國

### (一)、 5G 相關政策

韓國科學與資訊通訊科技部（Ministry of Science and ICT, MSIT）於 2019 年 4 月 8 日發布 5G+ 策略<sup>172</sup>，致力於成為全球首個啟用 5G 網路之國家，其策略內容包含<sup>173</sup>

- **投入資金導入 5G 相關應用，以改善人民生活品質：**

韓國政府希望藉由 5G 技術提高公共設施管理效率及安全性，例如推動智慧城市，改善大眾生活品質。

- **建構 5G 測試場域，以利相關技術研發：**

此外，政府亦期望廣設 5G 測試平台，以促進 5G 相關應用商業化，推動「5G 內容旗艦專案」提升國內於媒體使用、通訊品質、生活應用、產業效率、公共服務五大面向之體驗<sup>174</sup>。

- **確保健全生態體系，於支持 5G 產業發展之同時保護消費者：**

對此政府希望建立安全 5G 網路系統，確保通訊穩定性，並以優惠費用吸引公眾啟用 5G 服務，同時改進相關法規，鼓勵產業創新。

- **積極培育專業人才及扶植新創企業：**

為持續握有優勢，政府將加強 5G 相關技術及設備之研發，並打造 5G 技術創業生態系統，培養專業人才及新創企業。

- **拓展海外市場，提供全球 5G 技術及相關服務：**

首先政府將通過組建 5G 企業聯盟，於實現產業商業化目標後積極參與國際重要展覽，與各國企業建立夥伴關係，促成相關議題之國際會議及取得外銷訂單。

2021 年 4 月 15 日，MSIT 與國內三大電信公司 SK Telecom、KT 和 LG

---

<sup>172</sup> Ministry of Science and ICT, *Korea to Announce 5G+ Strategy Pledging to Provide World's Best 5G Service Based on World's First 5G Commercialization* (2019), <https://www.msit.go.kr/eng/newsLetter/view.do?sCode=&mId=&mPid=&pageIndex=3&newsLetterSeqNo=41&searchOpt=> (last visited May. 13, 2024).

<sup>173</sup> 〈5G (5 세대 이동통신)〉, 정책브리핑, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148863556#L4> (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>174</sup> 提升媒體使用如 VR 體育廣播、通訊品質如全息影像視訊通話、生活應用如 VR 購物平台、產業效率如智慧工廠、公共服務如提升設施運作效率。

U+共同宣布展開於農漁村地區共同建設 5G 網路之計畫，希望縮小城市與農漁村之間的數位差距。三大電信公司預計於 2024 年上半年之前完成全國 131 個農漁村地區 5G 網路的建置，而分別負責不同區域：SK Telecom 將於世宗市、仁川市和京畿道等區域；KT 負責江原道、慶尚南道、忠清北道等區域；LG Uplus 則負責江原道全羅南、濟州島等農漁村地區。三家公司將共同建置使用 3.5GHz 頻段的 5G 基地台，並採用統一標準，根據隧道、道路等地形特性定製 5G 設備，在任務完成後共享公司間所建置的網路設施。此外，其將利用「多營運商核心網」(Mutli Operator Core Network, MOCN) 技術，在各自營運核心網路的狀況下，共享基地台，希望提高農漁村地區的 5G 網路覆蓋率。MSIT 部長強調，此項合作模式為消除 5G 死角並推動數位發展的重要關鍵，並表示此計畫做為全球首個於偏遠地區全面建置 5G 網路的計畫，將使韓國於 5G 基礎建設方面保持領先地位<sup>175</sup>。

2022 年 7 月 20 日，MSIT 宣布正式啟動該計畫的第一階段商用化服務，在這之前，三大業者已進行網路品質的分析及穩定性測試<sup>176</sup>，第一階段最終使 5G 網路涵蓋 54 個地區。2023 年 6 月 20 日，第二階段商業化也正式啟動，最終於 2024 年 4 月 18 日發布新聞稿，表示該計畫已完成，並補充說明政府將持續監管 5G 網路的穩定性和品質，並鼓勵用戶以手機應用程式參與網路速度和品質的評估，協助 5G 網路服務進步<sup>177</sup>。

為達成前述策略願景，MSIT 於 2018 年 6 月完成釋出 3.5 GHz<sup>178</sup>與 28 GHz<sup>179</sup>頻段之拍賣，並由國內 MNO 包含 SKT、KT 及 LGU+ 各自取得部分頻段，為布建 5G 網路做好準備，惟其中 28 GHz 頻段之相關設施布建情況卻不甚理想，MSIT 發現前述 3 家業者並未遵守其布建義務，因此於 2022 年 12 月及 2023 年 5 月分別撤銷原本核發之執照，並且於 2023 年 7 月重新將 28 GHz 釋出，連同新增的 700MHz 頻段共同拍賣，並於近期再次釋出，最終於 2024 年 1 月 31 日完成拍賣<sup>180</sup>，由新進業者 Stage X 得標<sup>181</sup>。

---

<sup>175</sup> 〈이통 3 사, 2024 년까지 '농어촌 5G 망' 공동 구축〉, 전자신문, <https://www.etnews.com/20210415000218> (最後瀏覽日：2024/10/02)。

<sup>176</sup> 〈농어촌 5 세대 이동통신(5G) 공동이용 1 단계 1 차 상용화 개시〉, 과학기술정보통신부, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3181939> (最後瀏覽日：2024/10/02)。

<sup>177</sup> 〈농어촌 5 세대 이동통신(5G) 공동이용 상용화 완료〉, 과학기술정보통신부, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=238&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3184369&searchOpt=ALL&searchTxt> (最後瀏覽日：2024/10/02)。

<sup>178</sup> 3.42-3.7GHz。

<sup>179</sup> 26.3-28.9GHz。

<sup>180</sup> 本次拍賣 28GHz 僅釋出 26.5-27.3GHz。

<sup>181</sup> 〈28 GHz 대역 주파수 할당대상법인으로 (주)스테이지엑스 결정〉, 과학기술정보통신부, <https://doc.msit.go.kr/SynapDocViewServer/viewer/doc.html?key=5496da00687046cb8677ca6aaddcebe>

## (二)、5G 專網政策

除 5G 網路建設與普及推動外，MSIT 亦跟進國際間關於 5G 專頻專網之發展政策，於 2020 年 1 月 26 日發布「制定 5G 專用網路政策」<sup>182</sup>，指出韓國目前 5G 網路之相關建設皆由大型電信公司掌握，不但投資及建置速度似乎不如預期，未來也有可能產生市場競爭不足之情形，因此若能增加 5G 網路的建置者，將可以促進更多企業參與其中，並且推動技術創新促進產業發展。因此 MSIT 研訂修改布建專網之資格，開放非電信業者<sup>183</sup>布建專網，允許企業和公共機構在特定區域如工廠、辦公室、港口等區域使用專屬的 5G 網路，推動 5G 技術於工業自動化、智慧城市等領域之應用，促進國家數位發展，並規劃以 28.9GHz-29.5GHz 作為 5G 專網之專用頻段。

政策文件中提到，政府將推動 3 大措施來推動 5G 專網：

### 1. 擴大 5G 的建設主體：

除電信業者外，本次政策也支持企業或其他第三方機構自行建構專網，或成為 5G 專網的通訊業務營運商，企業可依據自身需求選擇專網的建制方式。

#### (1) 自行建置網路者：

此類企業建置專網僅供企業內部員工或工作使用，欲申請者需向 MSIT 無線電管理辦公室提交 5G 網路之使用理由、建築物或土地之所有權證明文件、技術及商業營運證明文件等，接下來辦公室會依照頻率分配的可行性、是否符合技術標準，以及文件完整度進行審核，批准後，辦公室還會對設施是否能進行正常營運進行檢查，開始營運後亦會對設施再次進行檢查及審核，必要時會要求企業改進設施<sup>184</sup>。

#### (2) 通訊業務營運商：

若企業使希望其所建置之 5G 網路是可供外部客戶或其他合作企業或團體使用時，除了需要提供前一類企業需提交之文件外，還需要另外提交

---

&convType=html&convLocale=ko\_KR&contextPath=/SynapDocViewServer/ (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>182</sup> 〈5세대(5G) 특화망 정책방안 수립〉, 특화망정책방안수립, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3179846>, (最後瀏覽日：2024/05/14)。

<sup>183</sup> 指有需求之企業或第三方企業 (如系統整合商)。

<sup>184</sup> 〈자가전기통신설비 설치자 이용 절차〉, 한국방송통신전파진흥원, <https://eum5gportal.kr/about/jointuseEval/about3/part1.do> (最後瀏覽日：2024/10/02)。

企業營運此業務之計畫、財務資料、技術解決方案等文件，而在設置 5G 設備時，無線電管理辦公室會對相關設備進行更詳細之檢查，也會要求企業在進行設施安裝時要經過一定申報程序，在營運時，企業也需要確保能為多個客戶提供通訊服務，還要進行涉及使用資源及設施之相關協調工作<sup>185</sup>。

## 2. 頻譜釋出：

MSIT 將提供 28GHz 頻段中 600MHz，供企業建造自己的專屬網路。

## 3. 滿足市場需求：

透過實施試點計畫及公私部門的合作，MSIT 將積極推動相關設備和應用的落地，在特定場景如港口、國防領域示範 5G 技術之潛力。

而後於同年 6 月 29 日發布之頻譜供應計畫<sup>186</sup>中，確認非電信業者可於特定區域建構小規模 5G 專用網路<sup>187</sup>，除大幅降低頻率分配和無線電使用費外，尚新釋出 4.72-4.82GHz 頻段，提供充分資源加速國內企業發展 5G 相關應用。同年 10 月 28 日，MSIT 正式開放各產業進行 5G 專網之布建，且於 12 月 28 日宣布將 5G 專網正名為「e-Um 5G」以突顯其增強型行動寬頻（Enhanced Mobile Broadband, eMBB）、超可靠低延遲通訊（URLLC）、可進行大規模機器型通訊（Massive Machine Type Communication, mMTC）特性，並且表示 e-Um 5G 為專為特定區域如大樓、工廠等特定區域所設計之網路<sup>188</sup>，並為企業提供 2 種布建方式<sup>189</sup>：

### (1) 透過 5G 專網營運商（private 5G Operator）<sup>190</sup>布建：

企業可向獲 MSIT 批准而成立之 5G 專網營運商，尋求建立 5G 專網之

---

<sup>185</sup> 〈기간통신 사업자 이용 절차〉, 한국방송통신전파진흥원,

<https://eum5gportal.kr/about/jointuseEval/about4/part1.do> (最後瀏覽日：2024/10/02)。

<sup>186</sup> 〈비통신사도 5G 망 구축 길 열렸다...특화망 주파수 공급방안 확정〉, 정책브리핑,

<https://korea.kr/news/policyNewsView.do?newsId=148889379> (最後瀏覽日：2024/05/15)。

<sup>187</sup> 因此根據目前規定 MNO 還是可以運用網路切片（Network Slicing）技術於公共網路頻段建立專網，而企業或 5G 專網營運商則可直接於專網頻段部屬所需專網，但前者所需成本高於後者。

<sup>188</sup> 〈세상을 이어주는 ‘이음 5세대(5G)’ 시대, 드디어 시작!〉, 정책브리핑,

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3181220> (最後瀏覽日：2024/05/15)。

<sup>189</sup> Netmanias, *Private 5G Frequency Allocation Status in Korea* (2021),

<https://www.netmanias.com/en/private-5g/private-5g-deployment-cases/1796/> (last visited May. 15, 2024).

<sup>190</sup> 為防止壟斷，韓國政府禁止行動網路營運商（Mobile Network Operators, MNO）如 SK Telecom、KT 和 LG U+成為 5G 專網營運商。

服務，營運商會向企業客戶提供免費 5G 設備及為其建置專網並向客戶收取務費。

## (2) 企業自行布建：

企業亦可直接向 MSIT 申請，於取得分配頻段後，自行購買相關設備並建構 5G 專網。

此外，韓國政府也於 2021 年投入 1279 億韓元用於 5G 相關設備及解決方案之開發，並鼓勵私人企業參與 5G 技術的研發和試驗<sup>191</sup>。2021 年 12 月 28 日，MSIT 宣布韓國科技公司 Naver Cloud 完成國內首例 5G 專網之申請及註冊，該公司自行建造供內部公司使用的專網，該公司申請於公司建築物二樓的辦公室內建置專網，結合其自行開發之無腦機器人 (Brainless Robot) 一起運作<sup>192</sup>，機器人利用 5G 技術進行雲端計算的工作，MSIT 表示本次的申請僅費時 1 個月即完成，此外在費用的部分 Naver Cloud 在未來五年的需繳交的使用費用僅 1473 萬韓元 (約 35 萬台幣)，相比仰賴電信公司提供的 5G 網路而需要繳交的費用有明顯之優惠，MSIT 也表示政府將持續推廣各種 5G 融合服務，加速國家數位轉型<sup>193</sup>。

---

<sup>191</sup> 〈5G 특화망정책방안수립〉, 과학기술정보통신부, [https://doc.msit.go.kr/SynapDocViewServer/viewer/doc.html?key=27e566556dd048d8ae254c9bacb651ac&convType=html&convLocale=ko\\_KR&contextPath=/SynapDocViewServer/](https://doc.msit.go.kr/SynapDocViewServer/viewer/doc.html?key=27e566556dd048d8ae254c9bacb651ac&convType=html&convLocale=ko_KR&contextPath=/SynapDocViewServer/) (最後瀏覽日：2024/10/02)。

<sup>192</sup> 〈모든 기기를 이어주는 5G 특화망, 앞으로 '이음(e-Um)5G'로 불러 주세요〉, (주)더비엔, <https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=103740> (最後瀏覽日：2024/10/02)。

<sup>193</sup> 〈네이버 '이음 5G' 할당 대가 1473 만원〉, 전자신문, <https://www.etnews.com/20211228000177> (最後瀏覽日：2024/10/02)。

### (三)、頻譜相關應用及未來規劃

於 2021 年開放布建後，各行各業皆導入 5G 網路之相關應用，例如韓國樂天世界遊樂園 (Lotte World Adventure) 於即透過 5G 營運商 NewGens 於取得 5G 專網後於園區內之「5G 亞特蘭提斯」(5G Atlantis) 遊樂設施上運用 5G 網路技術，結合其他感測器、運動模擬器等設備，提供遊客沉浸式遊樂體驗，並且已於 2024 年 4 月 3 日啟用<sup>194</sup>；位於韓國坡州之 Yes24 物流中心亦於貨倉內透過 5G 專網使用自動引導車 (Auto Guided Vehicle, AGV) 和 AMR 進行倉儲管理作業<sup>195</sup>；2022 年 3 月電信業者 KT 與韓國情報化振興院 (National Information Society Agency, NIA) 成立韓國首座 5G 專網測試平台，提供仍處於開發階段之 5G 專網相關設備或解決方案進行測試及驗證，平台配備 10 個室內基地臺，可供申請者使用。雖然 KT 作為韓國 MNO，為避免壟斷產業，依法不得成為 5G 專網營運商，但實際上除非是擁有充足人力及基礎設施之大公司，否則要靠一般企業自行建構 5G 專網並不容易，因此 KT 本次與 NIA 的合作另一方面也是為了探索將來推出 5G 專網相關服務之可能性<sup>196</sup>；另外韓國工業園區公社 (Korea Industrial Complex Corporation) 亦與政府預計於 2024 年 8 月合作建立以 5G 及太陽能為基礎之創新工業園區，預計將以太陽能發電作為供電來源，此外園區將以 5G 專網支援企業生產活動，並且運用智慧監控與安全管理系統，提升園區安全<sup>197</sup>。

另外，在 5G 相關發展已具備一定成熟度之情況下，韓國科學技術情報通信部 (MSIT) 亦開始著眼於下世代通訊技術 (6G) 之研發與標準制定。MSIT 於 2023 年 11 月宣佈啟動未來 6G 網路研發計畫，以 7GHz 至 24GHz 中高頻段應用為目標，針對無線通訊、行動核心網路、6G 有線網路、6G 系統和 6G 標準化等項目進行研析。後於 2024 年 2 月公布「K-Network 2030 戰略」，進一步促進公私部門的 6G 技術合作，並強化網路供應鏈<sup>198</sup>；2024

<sup>194</sup> Netmanias, Real-time virtual experience will be possible through the 28GHz 5G specialized network: Opened a 28GHz experience facility built by the e-um 5G demonstration project of the Ministry of Science and ICT (2024), [https://www.netmanias.com/ko/?m=view&id=operator\\_news&no=16132](https://www.netmanias.com/ko/?m=view&id=operator_news&no=16132) (last visited May. 15, 2024).

<sup>195</sup> Netmanias, Real-world use cases of private 5G in South Korea - Investigated 31 cases (2024), <https://www.netmanias.com/en/?m=view&id=oneshot&no=15985> (last visited May. 15, 2024).

<sup>196</sup> 〈KT-NIA, 국내 최초 '이음 5G' 테스트베드 구축〉, 전자신문, <https://www.etnews.com/20220321000157> (最後瀏覽日：2024/05/15)。

<sup>197</sup> 〈한국산업단지공단, 인천 계양산업단지내 5G 특화망을 구축 ...디지털 전환 대응〉, 통신사 뉴스, [https://www.netmanias.com/ko/?m=view&id=operator\\_news&no=16126](https://www.netmanias.com/ko/?m=view&id=operator_news&no=16126) (最後瀏覽日：2024/05/15)。

<sup>198</sup> 〈KT 與諾基亞合作 6G 商業化最快 2028〉, Digitimes, [https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?utm\\_source=MemkeywordNews&utm\\_medium=Ema](https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?utm_source=MemkeywordNews&utm_medium=Ema)

年 7 月，MSIT 集結行動通訊、衛星通訊領域之產學研專家，成立「6G 協會」(6G Society)，期望主導 6G 標準並於 2029 年實現 6G 商用化<sup>199</sup>。

對此，產業界一方面認為目前韓國的通訊市場已接近飽和，在 6G 技術的布建上應採取更加審慎之作法，如以熱點 (Hot Spot) 為中心提供服務，後於低頻段開始逐步擴大覆蓋率，以避免如先前 5G 推動產生通訊品質、覆蓋率不佳等問題<sup>200</sup>。另一方面，產業界亦期待透過先進技術之早期研發，能於國際市場建立主導地位。如韓國電信經營商 KT 與設備商 Nokia 於 2024 年 5 月達成協議，宣布將合作研發 6G Open RAN、超寬頻無線存取等相關技術，並致力於探索 6G 創新服務與基礎設施<sup>201</sup>；以及韓國電信商 SK Telecom 於 2024 年 10 月 15 日發布「SK 電信 6G 白皮書：關於未來 AI 電信基礎設施之觀點」(SK Telecom 6G White Paper: View on Future AI Telco Infrastructure)，說明 AI 與電信融合之無線與有線基礎設施之發展，聚焦於如何透過電信邊緣 AI 基礎設施 (Telco Edge AI) 重新定義網路基礎設施的價值，同時實現即時資料處理與 AI 服務的交付，並強調在 AI 時代下，有必要建立全球生態系統，發掘有前景的商業模式，並推動技術演進<sup>202</sup>。

---

il&utm\_campaign=DT\_UTM&f=Y&ct=b&id=0000692353\_L962NQCM6IU5VT2R1GHUR (最後瀏覽日：2024/10/29)。

<sup>199</sup> 〈南韓拚 2029 年 6G 商用化 通訊業憂重蹈 5G 覆轍〉，Digitimes，[https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?utm\\_source=MemkeywordNews&utm\\_medium=Email&utm\\_campaign=DT\\_UTM&f=Y&ct=b&id=0000697386\\_OID45HGR7MBEWF7D1V7BM](https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?utm_source=MemkeywordNews&utm_medium=Email&utm_campaign=DT_UTM&f=Y&ct=b&id=0000697386_OID45HGR7MBEWF7D1V7BM) (最後瀏覽日：2024/10/29)。

<sup>200</sup> *Id.*

<sup>201</sup> *supra* note 198

<sup>202</sup> SK Telecom, SK Telecom Publishes White Paper on How the Future Telco Infrastructure Will Evolve in the AI Era, <https://news.sktelecom.com/en/1581> (last visited Oct. 29, 2024).

## 第二節 國際車聯網頻譜政策與監管制度

隨著物聯網技術的急速發展，車聯網(V2X)已成為智慧交通和智慧汽車領域的重要部分。車聯網有助於提升交通安全，減少交通事故和壅塞。其次，車聯網能夠優化交通管理，提升交通運輸效率，降低能源消耗和環境污染。此外，車聯網為實現更高等級自動駕駛技術的基礎。而發展車聯網的速度對國家的其他政策和領域也有深遠影響。例如，車聯網的快速發展可以促進智慧城市的建設，推動5G和人工智慧等技術的應用，進一步強化國家在全球科技競爭中的地位。也因此，各國積極發展此項技術應用。然而過往因車聯網通訊技術發展尚未成熟，且有不同技術間的競爭，又受疫情影響，其布建時程較各國與產業界預期的緩慢。

車聯網通訊技術主要分為兩種：專用短程通訊(DSRC)和蜂巢式車聯網(C-V2X)。DSRC技術發展於1990年代末，基於IEEE 802.11p標準，具有低延遲、高可靠性的特點，已在北美、歐洲多個國家及日本進行了多年的測試和部署。其優勢在於成熟的技術體系和可靠的性能，劣勢則在於覆蓋範圍有限，大量布建的成本高，難以滿足大規模車聯網應用需求<sup>203</sup>。

相較之下，C-V2X技術由3GPP組織推動，基於蜂巢式網路(cellular network, 4G LTE和5G NR)，在2017年首次標準化。C-V2X分為直接通訊(PC5)和基於蜂巢式網路的通訊(Uu)兩種模式，具有更廣的覆蓋範圍和更強的網路支持能力。其優勢在於可以利用現有的蜂巢式網路基礎設施，支持更高的數據速率和更遠的通訊距離，同時具有更好的擴展性，適應未來5G技術的發展。劣勢則主要體現在其技術尚在發展初期，全球範圍內的標準化和商業化部署仍在推進中<sup>204</sup>。

2019年，美國聯邦通訊委員會(FCC)有鑑於DSRC技術過去20年的發展緩慢、普及率仍低，且考量疫情後Wi-Fi使用需求，重新檢討已為全球公認的車聯網頻段5.9GHz的規劃。其於2021年決定僅保留5895-5925MHz供安全功能使用並指定C-V2X技術，涵蓋中國於2018年底釋出的20MHz頻寬C-V2X頻段，似有推動各國加速發展車聯網布建政策及頻譜監管法制的影響，而2023年底更為車聯網加速布建與頻譜法制調適規劃的關鍵分水嶺。

美國FCC於2021年針對5.9GHz頻譜重新規劃的決策，歷經相關訴訟勝訴，於2023年4月起核准三批聯合豁免申請，在尚未調修C-V2X相關

<sup>203</sup> CTIMES,〈車聯網大道之行 智慧交通新契機〉, 2022/12/26, <https://www.ctimes.com.tw/DispArt/tw/%E8%BB%8A%E8%81%AF%E7%B6%B2/22122614282L.shtml> (最後瀏覽日: 2024/06/04)。

<sup>204</sup> *Id.*

電信規範下，透過豁免許可制度允許 C-V2X 開始布建。而美國運輸部（USDOT）更在 2023 年 10 月 26 日公布加速車聯網布建的十年計畫草案，並於 2024 年 8 月 16 日正式公布，其中目標於 2028 年前完成 C-V2X 射頻器材技術標準、頻率使用許可與電臺監管規範的調修；5GAA 亦同步於 2023 年 10 月 23 日公布「美國 V2I 通訊；Day 1 布建指引」（United States Vehicle-to-Infrastructure Communications; Day One Deployment Guide）技術報告<sup>205</sup>。FCC 於 2024 年 7 月 17 日宣布近期將投票表決 C-V2X 相關規則。

韓國國土交通部與科技資通訊部於 2021 年底起攜手合作，公布「C-ITS 試驗計畫頻率部署方案」，積極測試 DSRC 及 LTE-V2X 兩種車聯網通訊技術，並於 2023 年 12 月 12 日公告指定 LTE-V2X 作為韓國 C-ITS 的統一通訊技術，預計於 2024 年擬定相關技術規範。科技資通訊部於 2024 年 10 月 16 日公布「第四次無線電振興基本計畫」草案，預計 2027 年全面淘汰 DSRC；2025 年起評估 LTE-V2X 鄰近頻段（共 20MHz）供 5G-V2X 使用。

日本則於 2020 年起探討是否將目前廣播事業使用的 5.9GHz 頻段清出供車聯網通訊使用，與國際車聯網頻譜規劃趨勢對齊，並於 2023 年 12 月 20 日公布頻率調整行動計畫，確立 2027 年前完成分配 5895-5925MHz 供車聯網使用。總務省於 2024 年 7 月 16 日進一步公布《自動駕駛時代的「新一代 ITS 通訊」研究小組期中報告（草案）（第二期）》，針對 5.9GHz 提出電台執照申請簡化方案、移頻具體計畫，以及車聯網布建擴張策略。

歐盟於 2020 年 10 月公告 5.9GHz 頻段供智慧型運輸系統（Intelligent Transportation System, ITS）使用後，歐盟新車安全評鑑組織（European New Car Assessment Programme, Euro NCAP）於 2022 年 11 月公布 2030 年展望，目標 2029 年將 V2X 納入車輛安全評分；而歐盟亦於 2023 年 11 月 22 日通過 ITS 指令修正草案<sup>206</sup>，以加速包含車聯網在內的 ITS 布建；歐盟車聯網布建平台 C-Roads，更於 2024 年 4 月 16 日公布 C-ITS 路線圖，目標 2026 年前進入 V2I 營運階段。

從前述政策文件的密集公布，可見國際上有加速車聯網布建的趨勢，而相關頻譜規劃與電臺監管法制的調修，在其中扮演關鍵角色，為各國布建前期的首要工作項目，也是車聯網落地發展的基礎。本研究旨在深入研

---

<sup>205</sup> 5GAA, *United States Vehicle-to-Infrastructure Communications; Day One Deployment Guide* (2023), <https://5gaa.org/content/uploads/2023/10/5gaa-wi-usdploy-231667-technical-report-guidance-day-1.pdf> (last visited May 27, 2024).

<sup>206</sup> Directive (EU) 2023/2661 amending Directive 2010/40/EU on the framework for the deployment of Intelligent Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport, ESO, <https://www.europeansources.info/record/proposal-for-a-directive-amending-directive-2010-40-eu-on-the-framework-for-the-deployment-of-intelligent-transport-systems-in-the-field-of-road-transport-and-for-interfaces-with-other-modes-of-transp/> (last visited May 27, 2024).

究車聯網頻譜政策、頻率許可及電臺監管法制的趨勢，分析國內外在該領域的政策動向和實務經驗。透過對相關政策文件和法規的梳理，探討如何分配頻譜資源及透過適當的監理規範，確保國內車聯網生態系的健全發展。

本文以下將整理車聯網主要國家（美國、歐盟、韓國、日本、中國）以及非車輛產業大國（加拿大<sup>207</sup>）的相關政策文件與法規的發展，分析車聯網頻譜政策、頻率許可及電臺監管法制的整體趨勢。期待本報告的研究，能提供政府部門、產業界及科研機構有價值的參考，推動車聯網頻譜政策和法制環境的最佳化，共同迎接智慧交通時代的到來。

## 一、 美國

### （一）、 車聯網頻譜規劃與政策發展

FCC 於 1999 年首次宣布將 5.9GHz 頻段分配予 DSRC，同時訂定 DSRC 的基本技術標準，並於 2003 年公佈頻率許可與服務相關規則<sup>208</sup>。然而，FCC 於 2019 年宣布將重新評估 5.9GHz 頻段分配予 DSRC 的適切性<sup>209</sup>。在 2020 年 11 月 20 日，FCC 釋出了「第一次報告與命令、規則制定提案通告及規則調整命令<sup>210</sup>」，將 5G 智慧運輸系統使用的頻段範圍從「5.850GHz-5.925GHz」再切分為「5.850GHz-5.895GHz(前 45 百萬赫茲)」及「5.895GHz-5.925GHz(後 30 百萬赫茲)」兩個段落。前者用於室內非授權頻譜（如 Wi-Fi）使用，後者則繼續作為智慧運輸系統（ITS）目的使用。此外，FCC 要求智慧運輸系統在轉移過程中全部改採蜂巢式車聯網技術（C-V2X），以達到頻段利用的最大效率。最終，FCC 於 2021 年 5 月 3 日公布其最終規則<sup>211</sup>，維持前述安排，並於 2021 年 7 月 2 日生效。

此決定也意味著 DSRC 相關設備將逐漸在美國被淘汰。依法，2021 年 7 月 2 日前取得許可的 DSRC 可持續使用 5850-5925MHz 至 2022 年 7 月 5 日<sup>212</sup>，後續須移至 5895-5925MHz 並提前十五天通知 FCC 其完成移頻，否

---

<sup>207</sup> 我國資通訊產業雖強盛，然而車輛產業較為薄弱，因此除了觀測車聯網主要國家的政策法制發展，更納入加拿大作為對照組參考其因應對策。

<sup>208</sup> FCC, *Dedicated Short Range Communications (DSRC) Service*, <https://www.fcc.gov/wireless/bureau-divisions/mobility-division/dedicated-short-range-communications-dsrc-service> (last visited March

<sup>209</sup> FCC, *Notice of Proposed Rulemaking Federal Communications Commission*, ET Docket No. 19-138, FCC 19-129, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/FCC-19-129A1.pdf> (last visited May 27, 2024).

<sup>210</sup> FCC, *First Report and Order and Order of Proposed Modification*, ET Docket No. 19-138, FCC 20-164, adopted November 18, 2020, released November 20, 2020.

<sup>211</sup> FCC, *Use of the 5.850-5.925 GHz Band FINAL RULE*, ET Docket No. 19-138, FCC 20-164, <https://www.federalregister.gov/documents/2021/05/03/2021-08802/use-of-the-5850-5925-ghz-band> (last visited May 27, 2024).

<sup>212</sup> 47 CFR 90.370(b), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90#p-90.370\(b\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90#p-90.370(b)) (last visited April 2, 2024).

則頻率使用許可將自動終止<sup>213</sup>；2022年7月5日後，不再核發 DSRC 相關設備認證<sup>214</sup>。

FCC 重新配置 5.9GHz 頻段的原因主要有兩點：首先，在疫情影響下，線上會議和遠距醫療的 Wi-Fi 連線服務需求急劇增加。其次，智慧運輸技術發展緩慢，儘管 DSRC 已有二十年的發展時間，但成果仍不明顯。FCC 考慮到社會需求的整體變化，並根據相關研究顯示 30MHz 足以支持當前 C-V2X 安全技術的發展，因此決定重新分配 5.9GHz 頻段的使用，以最大化公共利益<sup>215</sup>。

為因應這項變革，美國智慧運輸協會（ITS America）和美國州政府公路運輸部門聯合會（The American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO）於 2021 年 6 月 2 日在哥倫比亞特區聯邦巡迴上訴法院對 FCC 提出訴訟，要求撤回 FCC 重新分配 5.9GHz 頻段的命令<sup>216</sup>。然而法院於 2021 年 11 月 19 日公布的判決結果支持 FCC 的決定<sup>217</sup>，並於 2022 年 8 月 12 日駁回本案之上訴<sup>218</sup>。

法院支持 FCC 決定的理由在於—首先，FCC 的決策基於專家研究，並非武斷。法院指出，雖然研究顯示，縮小車聯網專用頻段的決策，對非安全性功能的車聯網服務可能會有干擾，然而以大眾利益而言，車聯網安全性功能的發展才是真正迫切者。而歐盟、IEEE 等研究顯示 30MHz 頻寬對於提供安全性功能的車聯網服務已充足，中國、日本分配給車聯網安全性功能的頻寬甚至小於 30MHz。其次，FCC 有依專業決策的自由。法院指出，歐盟決定保障車聯網非安全性功能的發展，不代表美國 FCC 亦須遵照。各國法規和考量各異，美國 FCC 有權依專業判斷何謂對美國社會最有益處的頻譜規劃。最後，有鑑於車聯網應用發展緩慢且普及率甚低，多數民眾無法受惠的事實，法院認為 FCC 將部分頻段重新分配作室內非授權頻譜（如 Wi-Fi）使用，可回應疫情後線上開會和遠距醫療急增的需求，特別是提升偏鄉網路服務，整體而言較有利於社會大眾<sup>219</sup>。

目前，頻率重新分配規則已於 2021 年 7 月 2 日生效，然而 C-V2X 許

---

<sup>213</sup> 47 CFR 90.372, <https://www.ecfr.gov/current/title-47/section-90.372> (last visited April 2, 2024).

<sup>214</sup> 47 CFR 90.203(a)(2), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90#p-90.203\(a\)\(2\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90#p-90.203(a)(2)) (last visited April 2, 2024).

<sup>215</sup> *Id.*

<sup>216</sup> *Intelligent Transportation Soc, et al v. FCC, et al*, No. 21-1130 (June 2, 2021), <https://dockets.justia.com/docket/circuit-courts/cadc/21-1130> (last visited May 27, 2024).

<sup>217</sup> *Intelligent Transportation Soc, et al v. FCC, et al*, No. 21-1130 (Nov. 19, 2021).

<sup>218</sup> *Intelligent Transportation Soc, et al v. FCC, et al*, No. 21-1130 (Aug. 12, 2022), [https://www.cadc.uscourts.gov/internet/opinions.nsf/03F761E593EC43F58525889C0053F27C/\\$file/21-1130-1959069.pdf](https://www.cadc.uscourts.gov/internet/opinions.nsf/03F761E593EC43F58525889C0053F27C/$file/21-1130-1959069.pdf) (last visited May 27, 2024).

<sup>219</sup> *Intelligent Transportation Soc, supra* note 217, at 7-21.

可核准規則仍在草擬階段。在這段過渡期間內，FCC 透過核准特定規範的豁免申請，允許進行 C-V2X 相關試驗與布建<sup>220</sup>。FCC 已於 2023 年 4 月 24 日核准第一件聯合豁免申請，受核准的單位共 14 個，包含 3 個車廠、2 個州交通局與 9 個設備製造商<sup>221</sup>。受核准的單位僅得使用其當初申請的頻率範圍 5905-5925MHz<sup>222</sup>，且 OBU 和 RSU 的運作應符合豁免條件中的技術要求<sup>223</sup>，以及現行法中非僅基於 DSRC 技術所制定的規範<sup>224</sup>。FCC 於 2023 年 8 月 26<sup>225</sup>及 2023 年 11 月 3 日<sup>226</sup>再度核准兩批申請案，共 25 個申請單位，其中有 17 個申請單位為地方政府。至 2024 年 4 月為止，FCC 共核准了 50 件申請<sup>227</sup>。從前述廠商與各州豁免許可申請量，可見 C-V2X 於美國實驗、測試及布建有加速的趨勢。

同時，美國交通部於 2023 年 10 月 26 日公布加速布建車聯網的計畫草案<sup>228</sup> (Saving Lives with Connectivity: A Plan to Accelerate V2X Deployment Draft)，並於 2024 年 8 月 26 日正式公布<sup>229</sup>，期待透過此計畫加速全國性車聯網的布建，以發展安全、有效率且永續的運輸系統<sup>230</sup>。其提出目前車聯網布建面臨的挑戰，包含頻譜使用、跨區域協調、產業參與、公部門能力和預算、隱私和安全等。針對頻譜使用的挑戰，計畫中說明頻率資源有限的情況下，低延遲、安全相關應用需要使用 FCC 於 5.9 GHz 頻段保留供車

---

<sup>220</sup> FCC, *supra* note 211.

<sup>221</sup> FCC, Request for Waiver of 5.9GHz Band Rules to Permit Initial Deployment of Cellular Vehicle-to-Everything Technology, ET Docket No. 19-138, DA 23-343, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-23-343A1.pdf> (last visited March 27, 2024).

<sup>222</sup> 若隨著車聯網的發展，未來欲使用 5895-5904MHz，則須另提出豁免申請。Letter from the C-V2X Joint Waiver Parties to Marlene H. Dortch, Secretary, FCC, ET Docket No. 19-138 (filed Apr. 20, 2022) (Joint Waiver Request Supplement), at 3, note 7, <https://www.fcc.gov/ecfs/document/104201266008794/1>. (last visited May 30, 2024).

<sup>223</sup> 2023 年 7 月 5 日 FCC 依申請者請求，修改相關要求。Request to Modify April 24, 2023 Waiver Order of the 5.9 GHz Band Rules to Permit Initial Deployment of Cellular Vehicle-to-Everything Technology, FCC, ET Docket No. 19-138, DA 23-586, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-23-586A1.pdf> (last visited March 27, 2024).

<sup>224</sup> FCC, *supra* note 221, at 8-9.

<sup>225</sup> FCC, Request for Waiver of 5.9GHz Band Rules to Permit Initial Deployment of Cellular Vehicle-to-Everything Technology, ET Docket No. 19-138, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-396083A1.pdf> (last visited March 27, 2024).

<sup>226</sup> *Id.*

<sup>227</sup> USDOT, *Saving Lives with Connectivity: A Plan to Accelerate V2X Deployment* (2024), at 6, [https://www.its.dot.gov/research\\_areas/emerging\\_tech/pdf/Accelerate\\_V2X\\_Deployment\\_final.pdf](https://www.its.dot.gov/research_areas/emerging_tech/pdf/Accelerate_V2X_Deployment_final.pdf). (last visited Oct 20, 2024).

<sup>228</sup> USDOT, *Saving Lives with Connectivity: A Plan to Accelerate V2X Deployment Draft* (2023), [https://www.its.dot.gov/research\\_areas/emerging\\_tech/pdf/Accelerate\\_V2X\\_Deployment.pdf](https://www.its.dot.gov/research_areas/emerging_tech/pdf/Accelerate_V2X_Deployment.pdf) (last visited May 20, 2024).

<sup>229</sup> USDOT Releases National Deployment Plan for Vehicle-to-Everything (V2X) Technologies to Reduce Death and Serious Injuries on America's Roadways, USDOT, <https://www.transportation.gov/briefing-room/usdot-releases-national-deployment-plan-vehicle-everything-v2x-technologies-reduce> (last visited Oct 20, 2024).

<sup>230</sup> *supra* note 227, at 7.

聯網使用的 30MHz 頻寬，然而其他車聯網應用則需要發展出能使用其他頻段的解決方案<sup>231</sup>。

本計畫將車聯網布建分為三階段：短期（2024 年至 2028 年）目標讓領頭企業的車聯網布建開始營運；中期（2027 年至 2031 年）聚焦於車聯網布建群體的成長；長期（2030 年至 2036 年）則預計進入全國性互通的車聯網布建與營運<sup>232</sup>。其中重點關注基礎設施布建、車輛、頻譜法制與應用、互操作性、效益與技術輔導等推動面向。

頻譜使用的時程上，FCC 預計於短期內（2024 年至 2028 年）公告 C-V2X 相關電信規範，而交通部將持續進行 V2X 頻率測試，提供 FCC 和美國國家電信暨資訊管理局（NTIA）擬定規範所需資料。同時，交通部目標於 5.9GHz 頻段發展 2 種 V2X 示範用例，以及於 5.9GHz 頻段以外發展 2 種 V2X 示範用例<sup>233</sup>；中期時程（2027 年至 2031 年），交通部目標於 5.9GHz 頻段發展 5 種 V2X 示範用例，並於 5.9GHz 頻段以外發 5 種 V2X 示範用例，且前述用例皆應落實資安憑證管理系統<sup>234</sup>；長期時程（2030 年至 2036 年），交通部目標全美 50 州各於 5.9GHz 頻段發展 5 種 V2X 營運用例，以及至少 5 個州各於 5.9GHz 頻段以外發 5 種 V2X 營運用例<sup>235</sup>。

## （二）、車聯網頻率許可及電臺監管法制

### 1. 既有頻率許可及電臺規範簡介

隨著美國 FCC 於 2021 年 5 月 3 日 5.9GHz 頻段重新分配與指定 C-V2X 的最終規則頒佈，FCC 將重新擬定車聯網 C-V2X 頻率許可與服務規範，而美國 DSRC 車聯網設備也將逐漸被 C-V2X 設備取代。在法規正式修訂前，FCC 透過核准特定規範的豁免申請，允許進行 C-V2X 相關試驗與布建<sup>236</sup>。雖然新的法規尚未制定，受核准的單位仍須遵守現行法規中有關頻率許可、RSU 註冊等規範<sup>237</sup>，可見非 DSRC 技術專屬的制度性規範仍具有一定的參考性，以下簡述之。

依法，OBU 採型式認證制度。其須依照 DSRC 車載設備法規中載明的

---

<sup>231</sup> *Id.*, at 9-10.

<sup>232</sup> *Id.*, at 7.

<sup>233</sup> *Id.*, at 12.

<sup>234</sup> *Id.*, at 13.

<sup>235</sup> *Id.*, at 14.

<sup>236</sup> FCC, *supra* note 211.

<sup>237</sup> FCC, *supra* note 221, at 8-9.

頻率、最大發射功率、技術規範等技術需求<sup>238</sup>，以及一般設備授權的管理規範<sup>239</sup>，進行射頻器材認證。設備須經過 FCC 認可的測試實驗室進行符合性測試合格，並向 FCC 承認的電信認證機構（Telecommunication Certification Body, TCB）提交相關資料，進行認證申請。TCB 若決定對產品進行認證，會將相關資料上傳至 FCC 設備授權電子系統（Equipment Authorization Electronic System, EAS），並於系統中頒發認證。取得認證的設備即可合法使用，無須另行申請頻率使用許可。

至於 RSU，除了設備須符合法規中指定的相關技術規範，尚須申請頻率使用許可，並進行電臺註冊程序。車聯網 5.9GHz 頻率使用許可為非專屬地理範圍許可。申請 FCC 許可前需先透過 FCC 註冊系統（Commission Registration System, CORES），提供組織和聯繫窗口資訊，取得 FCC 註冊號碼（FCC Registration Number, FRN）<sup>240</sup>。申請者可於獲准範圍內自由使用核准的頻段，亦無對 RSU 設置數量的限制，然而 FCC 亦未限制同一地理範圍內的許可申請數量，因此受核准者須與其他許可持有人共享頻率資源及調解干擾。該頻率許可有效期十年，且可申請展延期限<sup>241</sup>。

使用許可範圍將因申請者是否為公部門單位而異——申請人若為政府單位，其許可範圍為其有法律管轄權之地緣區域<sup>242</sup>；私人申請則限於受核准的申請範圍<sup>243</sup>。同時，針對安全相關 RSU，若私人 RSU 營運商欲提供相關服務，須先獲得道路營運者或交通安全主管機關的間接或非正式認可，並於頻率許可申請表中揭示真正的利害關係當事人（real party in interest），例如維吉尼亞州交通局<sup>244</sup>。

FCC 建議申請者於申請表中選擇專用電信為其電信服務型態，因通常申請者為「純粹為內部業務目的或公共安全通信使用電信服務，而非為租賃或盈利目的」<sup>245</sup>。若 FCC 判斷申請案在特定位置的使用不符合公共利益，可拒絕核發頻率使用許可；同時，FCC 得於必要時，限制頻率使用的特定地理區域、最大功率等操作條件，或於電臺註冊核准時附加相關限制條件

---

<sup>238</sup> 47 CFR Part 95 Subpart L, <https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-95/subpart-L>

<sup>239</sup> 47 CFR Part 2 Subpart J, <https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-2/subpart-J>

<sup>240</sup> U.S. Department of Transportation, Recommended Practices for DSRC Licensing and Spectrum Management: A Guide for Management, Regulation, Deployment, and Administration for a Connected Vehicle Environment (2015), at 22, [https://live-its-america.pantheonsite.io/wp-content/uploads/2020/04/December-2015-Reccomended-Practices-for-DSRC-Licensing\\_Spectrum.pdf](https://live-its-america.pantheonsite.io/wp-content/uploads/2020/04/December-2015-Reccomended-Practices-for-DSRC-Licensing_Spectrum.pdf) (last visited May 30, 2024).

<sup>241</sup> Id.

<sup>242</sup> 47 CFR 90.375(a), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.375\(a\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.375(a))

<sup>243</sup> Id.

<sup>244</sup> U.S. Department of Transportation, *supra* note 240, at 25.

<sup>245</sup> Id.

至於個別 RSU 的註冊，法規要求非專屬地理區域許可持有人於 FCC 許可資料庫中登錄個別 RSU 的資訊，包含製造商、型號、設置地點、天線架構、環境影響評估和使用頻道等<sup>247</sup>。同時，註冊的核准幾近為自動化程序，通常一個工作日內即完成<sup>248</sup>；惟若 RSU 設置地點靠近美國軍事雷達站，須額外進行協調，取得 NTIA 的核准<sup>249</sup>。

RSU 註冊經 FCC 核准並公告後，申請者方可開始建置和運營 RSU。其建置依法須於一年內完成，並提供 FCC 建置完成的證明<sup>250</sup>。若建置者未於一年內提供相關公告，且未申請展延，該 RSU 的註冊將於系統內自動終止<sup>251</sup>。除此之外，註冊者有義務將停用的 RSU 從註冊資料庫中移除<sup>252</sup>。

考量車聯網安全功能應用涉及生命安全、交通安全與公共利益，於資源分配上，與生命安全相關通訊，例如 V2V 或 V2I 防碰撞資訊，享有頻率最優先使用權<sup>253</sup>；其次為公共安全相關通訊，包含事故資訊、緊急車輛優先號誌等，政府營運的 RSU，原則上將被預設為公共安全相關通訊<sup>254</sup>。前述兩種安全通訊的優先使用權已透過頻道規劃（5855-5865 MHz 及 5915-5925 MHz 僅限安全功能車聯網通訊使用<sup>255</sup>）及技術規範落實於技術層面<sup>256</sup>，而同類訊息的優先權則由聯邦或地方交通單位互相協調<sup>257</sup>。

在頻率使用優先權框架中排序最後者為非安全相關通訊，其中包含機場、港口等非關鍵公共安全服務<sup>258</sup>。不同的非安全通訊間之優先使用權則以 RSU 註冊時間點判定<sup>259</sup>。後來者須配合先註冊者，調整其運作設定以排除干擾問題<sup>260</sup>。若仍有干擾，先註冊者可向 FCC 投訴，請求 FCC 協助協調<sup>261</sup>。應特別留意，在新的頻譜分配下，5895-5925MHz 僅保留給安全相關通訊使用，因此可預期 FCC 未來公告的規則中，頻率優先權框架的設計將有所調整，然而其設計邏輯仍有參考之處，故在此說明。

<sup>246</sup> 47 CFR 90.377(c), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377\(c\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377(c))

<sup>247</sup> 47 CFR 1.923, <https://www.ecfr.gov/current/title-47/section-1.923>

<sup>248</sup> U.S. Department of Transportation, *supra* note 240, at 22.

<sup>249</sup> 47 CFR 90.375(b), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.375\(b\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.375(b))

<sup>250</sup> U.S. Department of Transportation, *supra* note 240, at 30.

<sup>251</sup> U.S. Department of Transportation, *supra* note 240, at 27.

<sup>252</sup> 47 CFR 90.375(b), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.375\(b\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.375(b))

<sup>253</sup> 47 CFR 90.377(d)(1), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377\(d\)\(1\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377(d)(1))

<sup>254</sup> 47 CFR 90.377(d)(2), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377\(d\)\(2\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377(d)(2))

<sup>255</sup> 47 CFR 90.377(b), <https://www.ecfr.gov/current/title-47/section-90.377>

<sup>256</sup> 47 CFR 90.377(d)(2), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377\(d\)\(2\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377(d)(2))

<sup>257</sup> U.S. Department of Transportation, *supra* note 240, at 11.

<sup>258</sup> U.S. Department of Transportation, *supra* note 240, at 25.

<sup>259</sup> 47 CFR 90.377(e), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377\(e\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377(e))

<sup>260</sup> *Id.*

<sup>261</sup> 47 CFR 90.377(f), [https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377\(f\)](https://www.ecfr.gov/current/title-47/part-90/subpart-M#p-90.377(f))

## 2. C-V2X 頻譜規則法規調修之議題與進度

為制定 C-V2X 初步的技術和操作規則 (5.9 GHz Second Report & Order)，並確認 FCC 處理豁免許可的情形，DOT、NTIA 和 FCC 達成協議，2024 年起，每月舉行一次技術討論會議。第一次會議於 2024 年 1 月 10 日召開，審查討論車聯網測試計畫的反饋，作為制定規則的參考。FCC 表示因其有其它優先事項，無法在 USDOT 的「加速布建車聯網的計畫」中承諾特定期限；USDOT 則溝通，希望 FCC 將 5.9 GHz Second Report & Order 設定為優先事項，期待 2024 年秋季提出草案，年底前 FCC 可開始跑內部流程及公告程序<sup>262</sup>。

為了因應來自 5895-5925 MHz 前後的免授權國家資訊基礎設施 (Unlicensed National Information Infrastructure, U-NII) 的潛在干擾問題，USDOT 的 V2X 團隊於 3 至 4 月對帶外發射 (Out of band emission, OOB) UNII-4 和 UNII-5 進行測試<sup>263</sup>，且特別關注 UNII-5 頻段的 OOB 目標。FCC 請 USDOT 測試是否能透過提高 LTE-V2X 設備功率，克服 UNII 干擾<sup>264</sup>。

前述干擾議題<sup>265</sup>，特別是 5.925-6.425 GHz 免授權頻段 (例如 Wi-Fi) 的使用可能對 C-V2X 通訊造成的影響，FCC 自 2023 年即有進行相關意見徵詢。NTIA 和 DOT 向 FCC 提出測試報告，指出超低功率可攜帶式裝置的 OOB 於 5.925 GHz 至少要限制在 -37 dBm/MHz，以保護車聯網服務不受干擾，確保交通安全。代表主要汽車製造商的汽車創新聯盟 (The Alliance for Automotive Innovation)、5G 汽車協會 (5GAA) 及美國智慧運輸協會 (ITS America) 亦質疑 FCC 草擬的 OOB -27 dBm/MHz 限制規範無法有效保護車聯網的運作，並主張至少要有 -37 dBm/MHz 的 OOB 限制<sup>266</sup>。然而 FCC 最終仍認為於 5.925 GHz 要求的 OOB -27 dBm/MHz 限制已經足以保障車聯網運作，並於 2024 年 1 月 8 日正式公告此最終規則，此規則於同年 3 月

<sup>262</sup> OmniAir Consortium, OmniAir Monthly Membership Meeting - February 2024, <https://www.youtube.com/watch?v=GOQilj5SjFI> (last visited Aug. 29, 2024).

<sup>263</sup> UNII-4 (Wi-Fi 5.9 GHz): 5.85-5.895 GHz; UNII-5 (Wi-Fi 6E): 5.925-6.425 GHz

<sup>264</sup> *supra* note 263

<sup>265</sup> 此議題於歐盟亦有討論，然而歐盟 5915-5935 MHz 主要供鐵路安全 ITS 使用，因此於歐盟電子通訊委員會 (The Electronic Communications Committee, ECC) 於 2024 年 5 月 10 日公布的 ECC 報告中，探討的是 5945-6425 MHz 超低功率無線存取系統對鐵路安全 ITS 系統的干擾影響。CEPT ECC, ECC Report 355: Measurement-based compatibility studies assessing interference from Very Low Power (VLP) Wireless Access Systems including Radio Local Area Networks (WAS/RLAN) operating in 5945-6425 MHz to Communication Based Train Control (CBTC) systems operating in 5915-5935 MHz (2024), <https://docdb.cept.org/download/4485> (last visited Oct. 30, 2024).

<sup>266</sup> DOT Raises Concerns on Part of FCC's Proposed Changes to 6 GHz Rules, Communications Daily, <https://communicationsdaily.com/news/2023/10/12/DOT-Raises-Concerns-on-Part-of-FCCs-Proposed-Changes-to-6-GHz-Rules-2310110060> (last visited Aug. 29, 2024).

8 日生效<sup>267</sup>。

FCC 認為 C-V2X 本來就需要克服鄰近車聯網設備間（如 OBU 之間、OBU 和 RSU 間）的干擾問題，而這些 OOB 皆比 -27 dBm/MHz 還高，因此車聯網通訊設備的設計上，本應有能力與其他通訊設備共存。同時，FCC 認為並無超低功率裝置發射總和可能會產生頻率干擾的情形，因為此類裝置在車輛中不多，且超低功率裝置發射的功率亦會比法定最大功率小許多，就算將多個裝置的 OOB 加總，也不會比 C-V2X 本身的訊號量高。最後，FCC 認為 C-V2X 相關管理規則尚在草擬中，因此階段上，亦不宜過度限制 5.925-6.425 GHz 免授權頻段的設備使用。然而，FCC 說明將進一步針對車輛中使用超低功率裝置進行研究，包含此對 C-V2X 性能可能的影響，及是否需要調整此情況下的 OOB 限制或其他技術及操作要求<sup>268</sup>。

USDOT 於 2024 年 4 月 23 日更針對 5.9GHz 規則擬定之相關議題舉辦聽證會，討論議題包含：OOB、頻道規劃、標準、為了與聯邦系統共存的電子圍籬（geofencing）、長期演進車聯網技術（LTE-V2X）設備參數（功率、帶外發射、天線高度）、訊息優先權、將 5895-5925 MHz 限定於「生命安全」或「安全相關」或更廣泛的用途、設備認證或授權應由 FCC 或 OmniAir 進行、DSRC 規則、額外頻譜、額外的豁免申請<sup>269</sup>。

此外，NTIA 建議沒有電子圍籬功能的 OBU 設備，採更嚴格的等效全向輻射功率（EIRP）限制；而針對有電子圍籬功能的 OBU 設備，當其位於聯邦無線定位服務站協調區域之外時，可使用更高的功率。因應此建議，FCC 於 2024 年 6 月 11 日公布「工程技術辦公室徵求 C-V2X 車載設備功率限制的補充意見」（Office of Engineering and Technology Seeks Additional Comment on On-Board Unit Power Limits for C-V2x Operations），進行意見徵詢<sup>270</sup>。

綜合上述意見討論，FCC 於 2024 年 7 月 17 日宣布近期 FCC 將投票表決 C-V2X 汽車安全頻譜規則<sup>271</sup>，雖然草案內容尚未正式公布，官方新聞稿中透露規則的重點內容如下：

---

<sup>267</sup> Unlicensed Use of the 6 GHz Band; and Expanding Flexible Use in Mid-Band Spectrum Between 3.7 and 24 GHz, FCC, <https://www.federalregister.gov/documents/2024/01/08/2023-28006/unlicensed-use-of-the-6-ghz-band-and-expanding-flexible-use-in-mid-band-spectrum-between-37-and-24> (last visited Aug. 29, 2024).

<sup>268</sup> Id.

<sup>269</sup> 5.9 GHz Listening Session. Come Join Us!, USDOT, [https://its.dot.gov/press/2024/5\\_9ghz\\_session.htm](https://its.dot.gov/press/2024/5_9ghz_session.htm) (last visited Aug. 29, 2024).

<sup>270</sup> FCC, OET Seeks Comment on On-Board Unit Power Limits For C-V2X Operations, <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DA-24-538A1.pdf> (last visited Aug. 29, 2024).

<sup>271</sup> FCC, *FCC to Vote on Auto Safety Spectrum Rules* (2024), <https://docs.fcc.gov/public/attachments/DOC-404027A1.pdf> (last visited Aug. 29, 2024).

- 頻譜使用效率：注重推廣 5.9 GHz 頻段中 30MHz 的有效使用，專門用於智慧交通系統 (ITS)，帶來實質安全效益。
- C-V2X 技術參數將包含功率、發射限制、訊息優先順序。
- 靈活性：提供產業使用頻率資源的靈活性，可選擇各別使用三個 10MHz 頻道，或將其組合為 20MHz 頻道，或單獨為 30MHz 頻道使用。
- 通訊優先權：將建立生命安全通訊的優先權。
- 過渡期：已透過豁免許可經營 C-V2X 者，無需改變目前部署的系統。而使用 DSRC 通訊技術的設備，將提供兩年過渡期進行淘汰。
- 地理圍欄技術：允許車載設備使用地理圍欄技術，使 C-V2X 設備在聯邦無線電定位站周圍的保護區以外，以更高的功率傳輸，以充分發揮聯網車輛技術的效益。

## 二、 加拿大

### (一)、 車聯網頻譜規劃與政策發展

加拿大創新、科學和經濟發展局 (Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED) 於 2022 年 1 月 24 日至同年 4 月 29 日針對是否重新分配原先於 2004 年公告供智慧運輸系統 ITS 的頻段 5850-5925 MHz 進行意見徵詢<sup>272</sup>，並於 2022 年 12 月 20 日公告其重新分配的決定(Decision on the Technical and Policy Framework for Radio Local Area Network Devices in the 5850-5895 MHz Band and for Intelligent Transportation Systems in the 5895-5925 MHz Band)<sup>273</sup>，將頻段分為兩部分，僅保留 5895-5925 MHz 供智慧運輸系統使用，並指定 C-V2X 技術；而 5850-5895 MHz 頻段則改提供予免許可的 Wi-Fi 使用。

ISED 重新分配頻譜規劃與指定單一通訊技術的理由綜整如下：

1. 提升頻率資源的使用效率：因 ITS 過去二十年於 5850-5895 MHz 的使用量低且技術發展緩慢，以及 COVID-19 疫情後無線區域網路需求急增、物聯網產品與應用的普及，ISED 決定僅保留 30MHz 供 ITS 使用。
2. 確保與鄰國車聯網系統的互操作性：加拿大與美國邊境每年有三千萬輛車輛過境，ISED 認為與美國採用相同的單一技術標準將有助於兩國車輛間的通訊互操作性。
3. 降低市場進入門檻：有鑑於加拿大非汽車產業強國且車聯網技術發展速度較慢，ISED 例外未保持技術中立，指定技術以確保通訊互操作性，以降低市場進入門檻，加速國內導入新設備和技術。
4. 提升車聯網布建信心：指定單一技術可給予車輛與 ITS 裝置製造商發展該市場的信心，促進 ITS 服務的開發與布建。
5. 鼓勵國際技術合作：指定單一技術可促進國際技術開發合作、創設更有效率的設備驗證流程，加速上市銷售，亦能確保車輛在其他國家運行的安全。

---

<sup>272</sup> Innovation, Science and Economic Development Canada (ISED), *Consultation on the Technical and Policy Framework for Radio Local Area Network Devices and Intelligent Transportation Systems* (2022), <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/consultations/consultation-technical-and-policy-framework-radio-local-area-network-devices-and-intelligent> (last visited May 30, 2024).

<sup>273</sup> Innovation, Science and Economic Development Canada (ISED), *Decision on the Technical and Policy Framework for Radio Local Area Network Devices in the 5850-5895 MHz Band and for Intelligent Transportation Systems in the 5895-5925 MHz Band* (2022), <https://ised-isde.canada.ca/site/spectrum-management-telecommunications/en/learn-more/key-documents/decision-technical-and-policy-framework-radio-local-area-networks-devices-5850-5895-mhz-band-and> (last visited May 30, 2024).

## (二)、車聯網頻率許可及電臺監管法制

加拿大創新、科學和經濟發展局(ISED)於2022年初進行的5850-5925 MHz 頻段重新分配意見徵詢中，亦同時詳細討論 OBU 及 RSU 的監管方式<sup>274</sup>，並於2022年12月20日公告意見徵詢結果與 ISED 相應的決定<sup>275</sup>。

ISED 認為 OBU 持續採取型式認證免頻率許可申請的方式較為妥當。主要理由如下<sup>276</sup>：首先，OBU 非固定式電臺，具有很高的移動性，同時，在落地商用時，OBU 數量將非常龐大。若要對每個 OBU 進行個別電臺許可，將會造成巨額的行政負擔，且此種負擔並不合理，無法帶來相應的監管效益。型式認證制度可避免繁瑣費時的個別許可程序，且能有效降低市場進入門檻，較能鼓勵更多廠商進入市場提供服務，促進智慧運輸系統的落地，讓人民可更快享受到車聯網帶來的社會效益。再者，加拿大與美國相鄰，每年有數百萬輛車輛穿越美加邊境。透過型式認證的免許可方式可提供最大的彈性，且與美國制度相同，有助於滿足跨境交通需求。

至於 RSU，ISED 認為須採取頻率許可制度(例如地理範圍頻率許可)，且須為 RSU 另立許可框架。取得 RSU 頻率使用許可者，只要符合 ISED 政策和技術標準，即可在指定的地理區域內修改、移動或增加設施，而無須經 ISED 事前審查。其理由如下<sup>277</sup>：首先，RSU 涉及交通安全資訊的發布，須有效管理干擾。透過課予許可持有人提供位置、運營和技術數據等義務，能有效協調和管理干擾，對 RSU 的長期有效運作極為重要。同時，可透過限制 RSU 營運商的資格等規範，確保車聯網頻段內安全有效的運作，並透過技術規則和營運限制保護其他無線電服務免受干擾。再者，考量加拿大與美國車輛跨境需求大，ISED 認同多數利害關係人呼籲加拿大頻率許可制度應盡可能與美國制度調和的意見。最後，儘管一些意見回覆提及行政負擔可能造成市場障礙，不利於新進業者投入提供車聯網服務，然而 ISED 認為無需事前審查批准 RSU 數量及地點的頻率許可制度已經比各別電臺許可制度的行政負擔小，且有交通安全考量的正當性。

然而，考量意見徵詢結果對於 RSU 頻率使用許可制度的設計尚未有共識，ISED 說明未來將針對 RSU 頻率許可制度細節進行進一步的意見徵詢，例如是否應採先到先贏或共享頻率的模式、何為核配頻率最有效的方式、為有效管理干擾而應考慮的許可條件等<sup>278</sup>。截至目前為止，ISED 尚未針對

---

<sup>274</sup> ISED, *supra* note 272.

<sup>275</sup> ISED, *supra* note 273.

<sup>276</sup> *Id.*

<sup>277</sup> *Id.*

<sup>278</sup> *Id.*

此議題進行新的意見徵詢，有待持續觀測。

補充說明，在 ISED 的意見徵詢文件中，其有初步提到不同頻率許可模式的利弊：先到先贏模式可提供許可持有人頻率使用的確定性，可考量個別干擾情況；共享使用許可模式可能可以吸引更多營運商投入建設，進而促進競爭與創新，提供更廣佈全國的服務。然而，此可能會導致與其他營運商在同一區域內營運時的頻率干擾問題，進而產生交通安全的疑慮。因此 ISED 亦有考慮限制特定區域內核配許可的數量，且可能考量城鄉差異<sup>279</sup>。

---

<sup>279</sup> ISED, *supra* note 272.

### 三、 歐盟

#### (一)、 車聯網頻譜規劃與政策發展

2008年8月5日，歐盟執委會（European Commission）決議將5875-5905 MHz分配給ITS的安全相關應用<sup>280</sup>。2008年，歐盟電子通訊委員會（ECC）發布決議<sup>281</sup>，核配5905-5925MHz供未來ITS應用，並建議將5855-5875MHz核配供ITS非安全相關應用使用<sup>282</sup>。2020年3月，ECC通過前述頻譜規劃，並採技術中立原則。後續，歐盟執委會於同年10月通過立法支持ECC的決策，以此取代2008年的決議<sup>283</sup>。

應特別留意，歐盟的ITS頻段非僅供車聯網使用。其中，5915-5925MHz鐵路安全ITS優先於道路安全ITS的使用，而5925-5935MHz僅供鐵路安全ITS使用<sup>284</sup>。因此，車聯網實際可使用頻段為5855-5925MHz，車聯網可優先使用的頻段為5855-5915MHz。另，車聯網可使用的頻段又以是否為安全功能區分頻段的使用，將5875-5925MHz專供安全應用（如圖3-2所示）。



資料來源：本研究自行整理，2024年5月

圖 3-2、歐盟智慧運輸系統 5.9GHz 頻段規劃

<sup>280</sup> EUROPEAN COMMUNITIES, COMMISSION DECISION of 5 August 2008 on the harmonised use of radio spectrum in the 5 875-5 905 MHz frequency band for safety-related applications of Intelligent Transport Systems (ITS), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32008D0671> (last visited May. 30, 2024).

<sup>281</sup> ECC Decision (08)01.

<sup>282</sup> ECC Recommendation (08)01.

<sup>283</sup> Commission Implementing Decision (EU) 2020/1426 of 7 October 2020 on the harmonised use of radio spectrum in the 5 875-5 935 MHz frequency band for safety-related applications of intelligent transport systems (ITS) and repealing Decision 2008/671/EC (notified under document C(2020) 6773), OJ L 328, 9.10.2020, p. 19–23.

<sup>284</sup> 鐵路安全 ITS 應用與歐盟鐵路「全球行動通訊系統—鐵路」（Global System for Mobile Communications – Railway, GSM-R）無線電通訊系統之應用不同。鐵路安全 ITS 於歐盟的主要使用通訊式列車控制系統（Communications Based Train Control System, CBTC）系統，提供火車與鐵道設備間的通訊，進行交通管理與基礎設施控制應用，例如我國台北捷運文湖線即採用此系統；GSM-R 則是提供鐵路營運通訊服務，用於促進火車駕駛與交控中心之間的通訊，可提供群組通訊、通訊優先權、鐵路緊急通話、調車通訊等。此外，其使用的頻段亦不同，GSM-R 火車至地面資料傳輸使用 876-880 MHz 頻段，地面至火車則使用 921-925 MHz 頻段。Radio Communication, European Union Agency for Railways, [https://www.era.europa.eu/domains/infrastructure/european-rail-traffic-management-system-ertms/radio-communication\\_en](https://www.era.europa.eu/domains/infrastructure/european-rail-traffic-management-system-ertms/radio-communication_en) (last visited Oct. 30, 2024); ECC, ECC Report 294: *Assessment of the spectrum needs for future railway communications* (2019), <https://docdb.cept.org/download/1377> (last visited Oct. 30, 2024); asmag, 通訊式列車控制系統(CBTC)已成國際列車控制系統發展主流，<https://www.asmag.com.tw/showpost/12525.aspx>（最後瀏覽日：2024/10/30）。

此頻譜規劃對歐盟會員國有直接效力。同時，車聯網相關射頻器材須符合 ETSI 制定的技術標準（ITS-G5<sup>285</sup>和 LTE-V2X<sup>286</sup>皆有對應標準），依照《無線電設備指令》（Radio Equipment Directive, RED）（2014/53/EU）取得歐盟認證，始得於歐盟和歐洲經濟區（European Economic Area, EEA）市場上銷售<sup>287</sup>。至於 RSU 頻率許可的核配制度與電臺監管，則依歐盟各會員國的規範管理。

在車聯網基礎設施部署推動上，C-ROAD 於 2024 年 4 月 16 日公布 C-ITS 路線圖（C-Roads C-ITS Roadmap）<sup>288</sup>，目標 2026 年前進入 V2I 營運階段。其於時程上區分不同 V2X 用例，預計特殊道路資訊相關用例，例如事故、特殊天氣警告、塞車、道路上出現行人或動物、障礙物、逆向警告等資訊，於 2023 年後進入營運階段；2026 年後營運項目將擴展至路口號誌資訊、車輛運行速度建議、違規警告等。有關緊急車輛的資訊與其優先號誌請求等應用，則於 2021 年後已陸續進入 V2I 營運階段<sup>289</sup>。有鑑於 ITS-G5 車聯網通訊技術於歐盟發展較早，上述時程預估以 ITS-G5 為主<sup>290</sup>。

至於車輛端的推動，根據 NCAP 於 2022 年 11 月公布的 2030 年展望（Euro NCAP Vision 2030）<sup>291</sup>，其目標於 2029 年將 V2X 納入其車輛安全評分項目，且整體評分系統從 2026 年後改為每三年調整更新一次<sup>292</sup>。無論是基礎設施或車輛端的推動，皆強調其保持技術中立，注重 ITS-G5 與 C-V2X 並存發展的部署與技術中立的評分<sup>293</sup>。

---

<sup>285</sup> ETSI EN 302 663 V1.3.1 (2020-01), Intelligent Transport Systems (ITS); ITS-G5 Access layer specification for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band, <https://cdn.standards.iteh.ai/samples/56807/2032d00fbc644c00b156eb5d74cb355a/ETSI-EN-302-663-V1-3-1-2020-01-.pdf>

<sup>286</sup> ETSI EN 303 613 V1.1.1 (2020-01), Intelligent Transport Systems (ITS); LTE-V2X Access layer specification for Intelligent Transport Systems operating in the 5 GHz frequency band, [https://www.etsi.org/deliver/etsi\\_en/303600\\_303699/303613/01.01.01\\_60/en\\_303613v010101p.pdf](https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/303600_303699/303613/01.01.01_60/en_303613v010101p.pdf)

<sup>287</sup> Directive 2014/53/EU of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on the harmonisation of the laws of the Member States relating to the making available on the market of radio equipment and repealing Directive 1999/5/EC Text with EEA relevance (Radio Equipment Directive, RED), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0053&qid=1672991395673>

<sup>288</sup> C-Roads, *C-Roads C-ITS Roadmap* (2024), [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/C-ROADS\\_C-ITS\\_Roadmap\\_v1.0.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-ROADS_C-ITS_Roadmap_v1.0.pdf) (last visited May. 30, 2024).

<sup>289</sup> *Id.*, at 4.

<sup>290</sup> C-Roads, *supra* note 288, at 3.

<sup>291</sup> Euro NCAP, *Euro NCAP Vision 2030* (2022), <https://cdn.euroncap.com/media/74190/euro-ncap-vision-2030.pdf> (last visited May. 30, 2024).

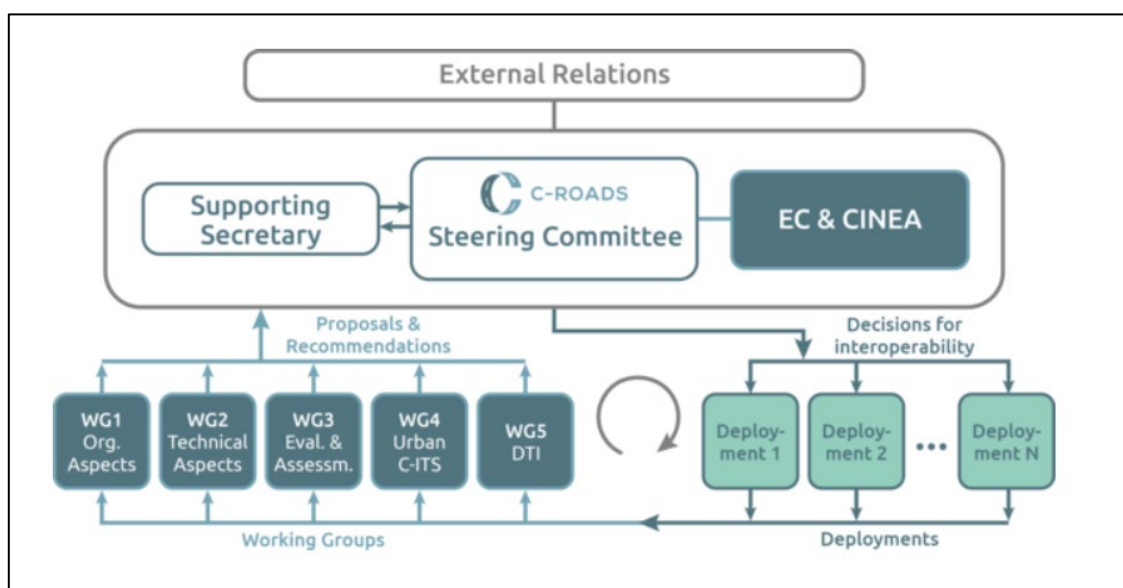
<sup>292</sup> *Id.*, at 6.

<sup>293</sup> C-Roads, *supra* note 288, at 3; Euro NCAP, *supra* note 291, at 6.

## (二)、車聯網頻率許可及電臺監管法制

C-Roads 平台於 2016 年 10 月 4 日正式啟動，試驗資金由歐盟共同補助，旨在協調全歐洲「協同智慧運輸系統 C-ITS」之布建活動，連結各國 C-ITS 進行測試以及於歐洲各地進行 C-ITS 試點 (pilot) 計畫，並建立統一規範，為無縫接軌的跨境 C-ITS 服務營運及聯網自駕車奠定基礎<sup>294</sup>。目前有十八個國家參與，包含德國、法國、比利時、奧地利、挪威、瑞典、芬蘭、丹麥、荷蘭、西班牙、葡萄牙、義大利、希臘、匈牙利、捷克共和國、斯洛維尼亞、愛爾蘭、英國<sup>295</sup>。

組織上，C-Roads 平台主要受 C-Roads 指導委員會 (C-Roads Steering Committee) 主導。指導委員會依照支援秘書處 (Supporting Secretariat)、歐盟執委會 (European Commission)、歐盟氣候、基礎設施和環境執行機構 (European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency, CINEA) 提供的意見及法律框架，再彙整指導委員會轄下的工作小組中，各方專家的提案及建議，進行相關決策，C-Roads 平台組織架構如圖 3-3。其決策內容包含 C-ITS 各單一試點 (pilot) 活動的地點、採購等內容<sup>296</sup>。



資料來源：C-ROADS 官網，2024 年 5 月

圖 3-3、C-ROADS 平台組織架構

<sup>294</sup> C-ROADS, HARMONISATION OF C-ITS RELATED DEPLOYMENTS THROUGHOUT EUROPE, [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/C-Roads-Kickoff\\_04102016.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads-Kickoff_04102016.pdf) (last visited May. 30, 2024).

<sup>295</sup> C-ROADS, *Annual pilot overview report 2022*, [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/Annual\\_pilot\\_overview\\_report\\_2022.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/Annual_pilot_overview_report_2022.pdf) (last visited May. 30, 2024).

<sup>296</sup> C-ROADS, HARMONISATION OF C-ITS RELATED DEPLOYMENTS THROUGHOUT EUROPE, <https://www.c-roads.eu/platform/about/about.html> (last visited May. 30, 2024).

## 1. C-Roads 部署與技術中立原則

隨著歐盟執委會於 2008 年分配頻段供 ITS 使用，及 2013 年 ITS-G5 完整標準的釋出，歐盟執委會於 2016 年 11 月 30 日公布的「協同智慧運輸系統策略」(A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, A Milestone Towards Cooperative, Connected and Automated Mobility)<sup>297</sup>提及，雖 ITS-G5 和現有的蜂巢式網路的混合通訊方式為實現初步 C-ITS 系統服務的最佳組合，ITS 安全應用的初期部署仍將先以既有技術 ITS-G5 展開<sup>298</sup>，對此各成員國也紛紛採購使用 ITS-G5 技術之相關設備。然而，3GPP 則開始對另一種短距離通訊技術 LTE-V2X<sup>299</sup>進行標準化。基於互通性原則，C-Roads 平台於 2017 年 9 月公布其立場<sup>300</sup>，強調設備之布建須遵守「反向相容性」(backwards compatibility)之標準，即新設備之布建須確保能與既存設備相容且不對其產生干擾<sup>301</sup>。C-Roads 指導委員會認為，5.9GHz 頻段中 LTE-V2X 技術之應用，應以不干擾既存以 ITS-G5 技術布建之設施為原則設立；或使用適合 5G 部署的 3.4-3.8 GHz 頻段，布建 LTE-V2X 技術，以避免造成訊號間之干擾<sup>302</sup>。

## 2. 車聯網試點推動與成果

根據歐盟「協同智慧運輸系統策略」，於歐盟範圍內提供終端使用者 (end-users) 連續性服務為快速布建 C-ITS 服務最重要之因素，因此應盡可能廣泛於歐盟布建 C-ITS 基礎設施或車輛等相關設備。因此第一階段，應先布建與 C-ITS 相關的交通警告及標誌設施；並於第二階段設置有關車輛加油站、停車位、導航及路況的通知系統<sup>303</sup>。

C-Roads 第一個試點計畫於 2016 年展開，該次試驗範圍涵蓋從奧地利維也納延伸到薩而斯堡之高速公路路段，全長約 2250 公里，該計畫至 2021 年底，已於試驗範圍內布建 175 個使用 ITS-G5 技術之 RSU 並於 2023 年布

<sup>297</sup> COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A European strategy on Cooperative Intelligent Transport Systems, a milestone towards cooperative, connected and automated mobility, COM(2016) 766, [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/C-ITS\\_Strategy\\_of\\_the\\_EC.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/C-ITS_Strategy_of_the_EC.pdf) (last visited May. 30, 2024).

<sup>298</sup> *Id.*, at 9.

<sup>299</sup> 亦稱為 5G Sidelink。

<sup>300</sup> C-ROADS, Radio frequencies designated for enhanced road safety in Europe - C-Roads position on the usage of the 5.9 GHz band, [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/C-Roads\\_Position\\_paper\\_on\\_59GHz\\_final.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/C-Roads_Position_paper_on_59GHz_final.pdf)(last visited May. 30, 2024).

<sup>301</sup> *Id.*, at 2.

<sup>302</sup> *Id.*, at 4.

<sup>303</sup> European Commission, *supra* note 297.

建 100 輛搭載 ITS-G5 之 OBU 之車輛；而 2016 年 2 月至 2021 年 12 月於捷克之試點計畫則進行涵蓋 3 個城市範圍之測試，總計布建了 115 個路側設施(RSU)、7 輛電車及巴士等相關設施。另外，挪威試點計畫則分為 2017 年至 2020 年及 2019 年至 2023 年兩部分，計畫範圍除挪威外尚涵蓋丹麥、芬蘭、瑞典另外三個北歐國家，兩次試點計畫執行項目包含針對 C-ITS 服務之應用以及繪製及規劃路線上連網和自駕車基礎設施布建情況之地圖<sup>304</sup>。除上述計畫外，歐洲其他地區之試點計畫亦同步展開。

2023 年 11 月底公布的「2022 年試點綜覽報告」(Annual Pilot Overview Report 2022) 顯示，C-Roads 平台至今已於超過 50 個歐洲城市執行不同計畫<sup>305</sup>。通訊技術面，共有 13 個國家採取混和通訊技術的試點計畫，以及 4 個國家以 C-V2X 技術為主的各項試點計畫。截止，各國設置 ITS-G5 短距離 V2X 技術的路段總長約 20,000 公里，設置長距離 C-V2X 蜂巢式通訊技術的路段總長約 10,000 公里。RSU 總共設置約 2300 臺，裝有 OBU 的車輛則至少有一百萬臺<sup>306</sup>。

目前最新的試點成果為希臘試點計畫，於 2023 年 6 月公布成果。其於 2019 年 6 月啟動，此次計畫還特別研發一套專用行動應用程式，駕駛員可透過應用程式取得交通相關資訊，藉此避開擁塞路段，並選擇程式建議之替代道路。此外本次試點計畫採取混合通訊技術，此外試驗範圍涵蓋 Attika Odos 及 Egnatia Odos 公路兩部分。前者於涵蓋之 20 公里道路上設置 12 個 RSU 以及 11 個 OBU；後者則於 30 公里範圍內設置 26 個 RSU 及 10 個 OBU<sup>307</sup>，ITS 訊息成功透過 ITS-G5 技術提供之短程通訊及蜂巢式網路提供之長程通訊於 Egnatia Odos 公路傳送至用戶端，使用戶同時受益於蜂巢式網路覆蓋範圍廣以及 ITS-G5 低延遲之優勢接收即時道路訊息<sup>308</sup>。

---

<sup>304</sup> C-ROADS, *supra* note 295, at 7-8.

<sup>305</sup> *Id.*, at 8

<sup>306</sup> *Id.*

<sup>307</sup> C-ROADS, C-Roads Greece Factsheet, [https://www.c-roads.eu/fileadmin/partner\\_upload/greece/C-Roads\\_Greece\\_Factsheet.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/partner_upload/greece/C-Roads_Greece_Factsheet.pdf) (last visited May. 30, 2024).

<sup>308</sup> C-ROADS, Press release on the final results of C-Roads Greece, [https://www.c-roads.eu/fileadmin/user\\_upload/media/Dokumente/CROADS\\_Greece\\_Press\\_Release\\_results\\_v4\\_fin.pdf](https://www.c-roads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/CROADS_Greece_Press_Release_results_v4_fin.pdf) (last visited May. 30, 2024).

### (三)、產業的聲音—5GAA

因應歐盟 C-V2X 測試與布建，為確保智慧交通系統運作得以不受干擾，5GAA 於 2021 年 6 月 10 日公布「C-V2X 5.9GHz 頻段配置立場書」(Deployment band configuration for C-V2X at 5.9 GHz in Europe Position Paper)<sup>309</sup>，提出 5.9 GHz 頻段之「特定頻道 (specific channels) 利用配置」<sup>310</sup>。其建議歐盟 C-V2X 布建頻段應與其他國家盡可能相同，特別是美國與中國兩大市場皆使用 5895-5925MHz 區間內頻段，然而建議未被歐盟頻率主管機關採納。

5GAA 於 2023 年 9 月公開聲明其成員對 5G-V2X 直接通訊的支持<sup>311</sup>。其中，歐盟多數車輛製造商(歐盟汽車市佔率 70%)，Audi, BMW, Ford, Jaguar Land Rover (JLR), Mercedes-Benz, Renault Group, Stellantis, Volkswagen (VW)，公開共同聲明發展 5G-V2X 直接通訊的共識，目標 2026-2029 推出搭載 5G-V2X PC5 介面的新車型<sup>312</sup>。

此外，因應歐盟採技術中立，且 ETSI 尚無法擬定不同技術共用頻道之共存機制，5GAA 於 2024 年 3 月再次提出 (5.9 GHz band configuration for road-ITS deployment in Europe Position Paper)「歐盟布建道路智慧運輸系統 5.9 GHz 頻段配置立場書」<sup>313</sup>，建議產業自行協商頻道規劃，以最小化不同技術間的干擾風險。其建議 5875-5895 MHz 供 5G-V2X 使用，如圖 3-4 所示，然而若 5G-V2X 需要使用 20MHz 頻寬的頻道，仍需修法，因目前歐盟僅允許 10MHz 頻寬之頻道<sup>314</sup>。同時，立場書中呼籲，5GAA 期待 5915-5925 MHz 頻段未來能供 V2V 使用，然而因 ETSI 尚未定義道路 ITS 與鐵路 ITS 共享頻率的機制，至今無法使用<sup>315</sup>。

---

<sup>309</sup> 5GAA, *Deployment band configuration for C-V2X at 5.9 GHz in Europe* (2021), [https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA\\_S-210019\\_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X\\_final.pdf](https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA_S-210019_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X_final.pdf) (last visited Dec. 12, 2024).

<sup>310</sup> 5GAA 建議歐盟 5855-5875 MHz 供非安全相關駕駛使用；5875-5895 MHz 供安全相關駕駛使用；5895-5905 MHz 無建議；5905-5915 MHz 供 LTE-V2X Day 1 基本安全功能使用 (10 MHz 頻率)；5915-5925 MHz 供 LTE-V2X I2V 安全功能使用。

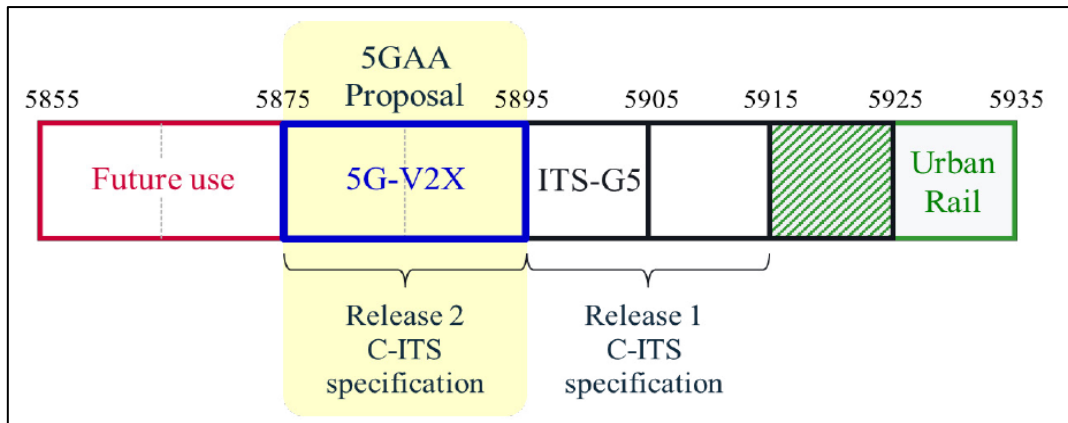
<sup>311</sup> Open statement: Europe Converging towards 5G-V2X Including Direct Communications, 5GAA, <https://5gaa.org/open-statement-europe-converging-towards-5g-v2x-including-direct-communications/> (last visited Oct 20, 2024).

<sup>312</sup> 5GAA, *Open statement: Europe Converging towards 5G-V2X Including Direct Communications* (2023), <https://5gaa.org/content/uploads/2024/10/5gaa-open-letter-september-2023.pdf> (last visited Oct 20, 2024).

<sup>313</sup> 5GAA, *5.9 GHz band configuration for road-ITS deployment in Europe* (2024), <https://5gaa.org/content/uploads/2024/03/5gaa-position-paper-european-road-its-deployment.v3.pdf> (last visited Oct 20, 2024).

<sup>314</sup> Id, 9-11.

<sup>315</sup> Id, at 10.



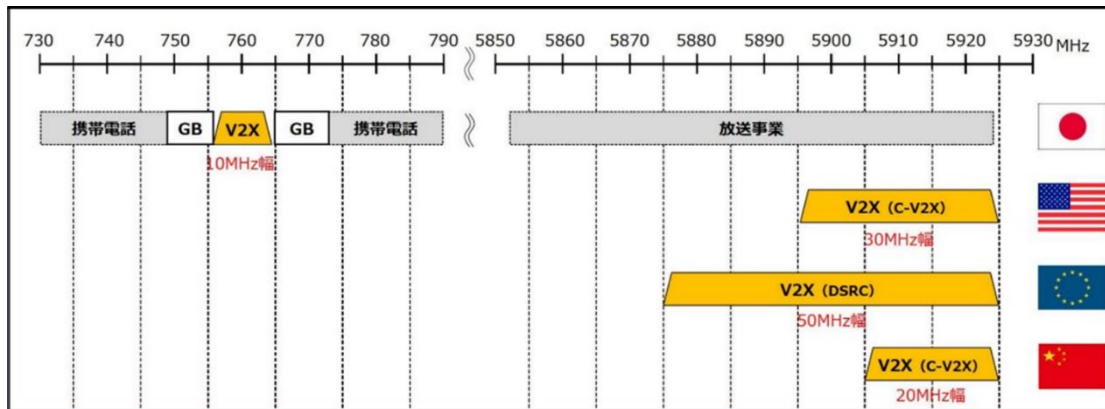
資料來源：5.9 GHz band configuration for road-ITS deployment in Europe，  
5GAA，2023年2月

圖 3-4、歐盟 5.9 GHz 頻段配置之 5GAA 立場

## 四、日本

### (一)、車聯網政策與頻譜規劃發展

日本總務省在 2001 年將 5.8GHz 頻段（5770-5850MHz）分配給 DSRC<sup>316</sup>，主要使用 DSRC 提供道路使用電子道路收費系統（Electronic Toll Collection, ETC）、道路資訊及導航等服務。2012 年 12 月，總務省將 755.5-764.5MHz 頻段劃分給 ITS 的道路安全應用，共 9MHz 頻寬<sup>317</sup>，為全世界唯一使用 760MHz 頻段之車聯網系統，如圖 3-5 所示。



資料來源：〈自動運転時代の ITS 通信をめぐる現状など〉，總務省，2023 年 2 月

圖 3-5、日、美、歐、中車聯網頻段使用現況

有鑑於 5.9GHz 頻段供車聯網使用為國際趨勢，然而該頻段長久以來供電視與廣播事業使用，經多年研究與討論，總務省於 2023 年 12 月 20 日公布「頻率調整計畫（2023 年度版）」，提出在現有 ITS 用頻段之基礎上，於 2027 年前另外將 5895-5925MHz（共 30 MHz 頻寬），分配給 V2X 通訊使用<sup>318</sup>。並於 2024 年 7 月 16 日提出具體移頻計畫，預計配合 L4 自駕卡車實證需求，分階段依照地理範圍進行移頻作業<sup>319</sup>。

內閣府於 2014 年展開 SIP-adus 自動駕駛計畫，其中，SIP-adus「協調型自動駕駛通訊方式檢討任務小組」（協調型自動運転通信方式検討 TF）

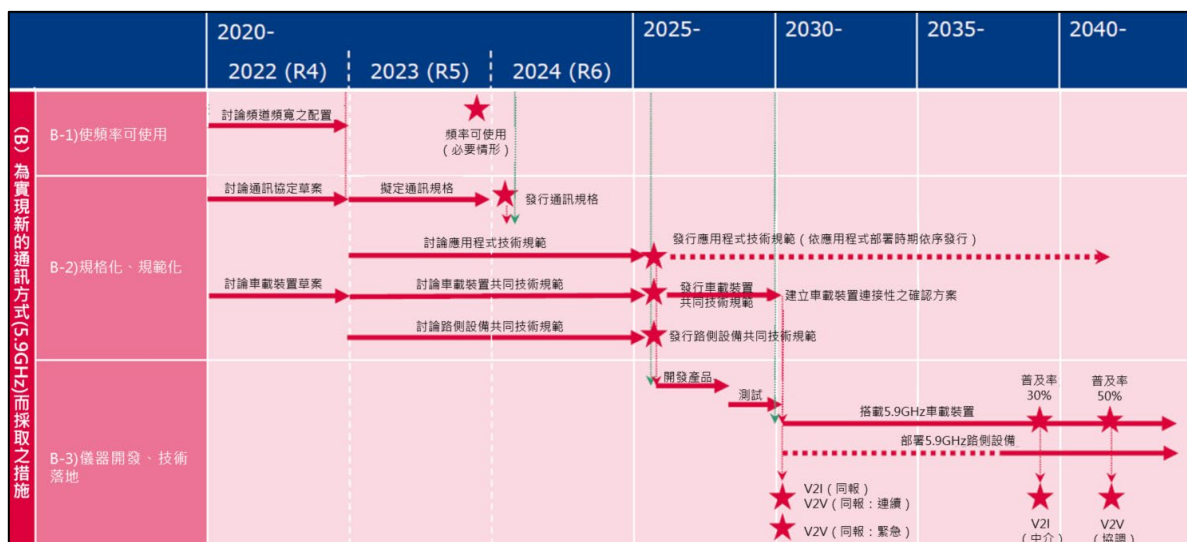
<sup>316</sup> 電波法施行規則及び無線設備規則の一部を改正する省令一条による改正（平成 13 年 2 月 23 日総務省令第 15 号）；〈総務省の ITS に関する最新動向〉，總務省，[https://www.cic-infonet.jp/section/activity/pdf/110303\\_1.pdf](https://www.cic-infonet.jp/section/activity/pdf/110303_1.pdf)（最後瀏覽日：2024/06/01）。

<sup>317</sup> 電波法施行規則等の一部を改正する省令（平成 23 年総務省令第 162 号）。

<sup>318</sup> 〈周波数再編アクションプラン（令和 5 年度版）〉，總務省，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000918339.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000918339.pdf)。（最後瀏覽日：2023/06/01）。

<sup>319</sup> 〈総務省，自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会（第二期）中間取りまとめ概要〉（2024），第 22-23 頁，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000967721.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000967721.pdf)（最後瀏覽日：2024/10/14）。

於 2020 年提出 25 個「協調型自動駕駛用例」，即須 V2X 輔助的自動駕駛的用例<sup>320</sup>，並於 2022 年 3 月提出「協調型自動駕駛通訊方式計畫期程」（如圖 3-6 所示），確立以下方向：前期用例應充分利用現有 ITS 無線通訊頻段（760MHz 帶）；2030 年起須將 V2X 頻段移至 5.9GHz 頻段，以實現 2040 年預期的應用發展<sup>321</sup>。



資料來源：SIP-adus 〈SIP 協調型自動運転の通信方式ロードマップ-2021 年度協調型自動運転通信方式検討 TF 活動報告〉，2022 年 3 月  
圖 3-6、日本協調型自動駕駛通訊方式計畫期程

總務省曾於 2020、2021 年度委託民間企業進行「5.9GHz 頻段 V2X 通訊系統相關技術檢討<sup>322</sup>」(5.9GHz 帶 V2X 用通信システムに関する技術的検討)，研究「V2X 通訊系統如何與 5.9GHz 頻段既有使用者共用頻段」。研究結論指出，V2X 通訊系統與放送業者共用同一頻段的難度高；而使用前半段（5888~5925MHz）的既有無線電臺較可能遷移，但使用下半段（5850~5888MHz）的難以遷移。

有鑑於歐盟、美國等主要國家的車聯網系統均採用 5.9GHz 頻段，以及考量未來自駕車與車聯網產品的進出口，總務省在「無線電再分配行動計畫（2022 年度版）」中指出，有必要將本國的 V2X 通訊頻段調整至國際標

<sup>320</sup> 〈SIP 協調型自動運転ユースケース -2019 年度協調型自動運転通信方式検討 TF 活動報告〉，自動運転 SIP-adus，<https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/usecase.pdf>（最後瀏覽日：2024/06/01）。

<sup>321</sup> 〈SIP 協調型自動運転の通信方式ロードマップ-2021 年度協調型自動運転通信方式検討 TF 活動報告〉，自動運転 SIP-adus，<https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/roadmap.pdf>（最後瀏覽日：2023/06/01）。

<sup>322</sup> 〈令和 3 年度周波数ひっ迫対策技術試験事務成果報告書概要—5.9GHz 帶 V2X 用通信システムに関する技術的検討〉，總務省，[https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/fees/purpose/pdf/R3\\_TE03.pdf](https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/fees/purpose/pdf/R3_TE03.pdf)（最後瀏覽日：2024/06/01）。

準。重新分配頻段使用將根據國際標準和技術趨勢，並以合理分配和利用頻段為基礎，預計 2023 年 4 月 1 日至 2024 年 3 月 31 日間提出更具體的頻譜規劃政策。

總務省於 2023 年 2 月宣布成立「自動駕駛時代的『次世代 ITS 通訊』研究小組」(自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会，下稱 ITS 研究小組)，以擬定將 V2X 通訊移至 5.9GHz 頻段的具體計畫<sup>323</sup>。其於 2023 年有四大討論重點<sup>324</sup>：首先，討論聚焦於「次世代 ITS 通信」的應用場景，著重於 760MHz 頻段及 5.9GHz 頻段的 V2X 通訊，以及汽車對網路(Vehicle-to-Network, V2N) 通訊(5G/B5G) 等新一代通信技術下的應用場景和發展之優先順序，並以 SIP-adus 的自動駕駛應用場景、計畫進度和國外趨勢為討論基礎。第二個討論焦點為 V2X 與 V2N 通訊之協同策略，特別是 V2V、V2N、V2I 之間的協同關係和應用場景。第三個焦點則是基於前兩點討論的基礎上，制定 5.9GHz 頻段 V2X 應用的頻段分配方針和導入計畫進度。最後，第四個焦點探討 5.9GHz 頻段既有使用者(電視、廣播等業者)移頻的具體執行方式和費用負擔、該頻段 V2X 應指定 C-V2X 或 DSRC 通訊技術等挑戰。

經過多次討論，ITS 研究小組於同年 8 月公布了「期中報告」(自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会中間とりまとめ)<sup>325</sup>，彙整上半年討論的重點內容。其重點如下<sup>326</sup>：首先，OBU 的普及對於在 2040 年左右實現協調型自動駕駛至關重要。導入期間內將以保護弱勢道路使用者(如行人、自行車等)為優先應用場景，以建立安全、暢通的交通環境為目標；而普及期則聚焦於 V2I 和 V2V 如何輔助協調型自動駕駛應用場景。因此，車聯網將作為重要基礎設施，且須研究其與其他現有 ITS 基礎設施的合作方式。

再者，期中報告指出應充分利用 V2X 和 V2N 各自的優勢以彌補自身缺陷。日本的 V2X 通訊使用 ITS 專用頻段(760MHz 頻段、5.9GHz 頻段等)，雖然通訊範圍較小，但不受行動網路故障的影響；V2N 通訊則使用行動電話專用頻段(不包括 5.9GHz 頻段)，通訊範圍較廣，但容易受行動網

---

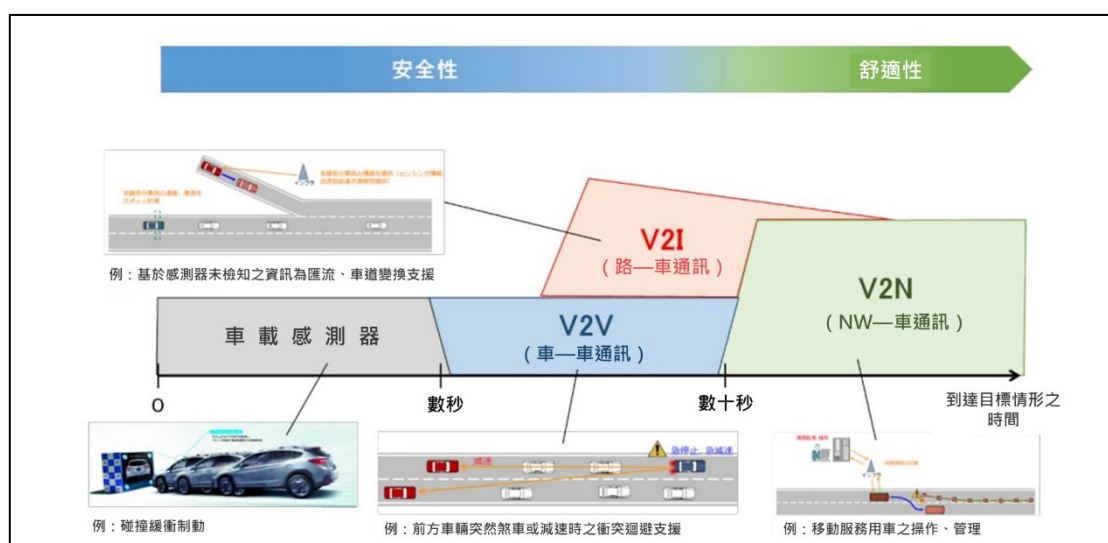
<sup>323</sup> 〈「自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会」の開催〉，総務省，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban14\\_02000573.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000573.html) (最後瀏覽日：2024/06/01)。

<sup>324</sup> 〈自動運転時代の ITS 通信をめぐる現状など〉，総務省，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000861967.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000861967.pdf) (最後瀏覽日：2024/06/01)。

<sup>325</sup> 〈「自動運転時代の“次世代 ITS 通信”研究会中間取りまとめ」及び意見募集の結果の公表〉，総務省，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban14\\_02000613.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000613.html) (最後瀏覽日：2024/06/01)。

<sup>326</sup> 〈自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会中間取りまとめ〉，総務省，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000894774.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000894774.pdf) (最後瀏覽日：2024/06/02)。

路故障的影響。相對於 V2N 通訊，V2X 通訊更容易確保通訊速度並避免通訊延遲的情況。由於 OBU 須長時間且穩定的運作，研究小組建議根據 V2X 通訊和 V2N 通訊的優缺點，決定其於車聯網中各自扮演的角色。例如 V2X 通訊負責安全性功能，V2N 通訊負責娛樂性功能（如圖 3-7）。同時，ITS 研究小組建議考量商用車與私人轎車的應用差異。例如將 V2N 通訊用於限定區域的無人自動駕駛巴士的遠端監控，而將 V2X 通訊用於自駕車的分匯流支援功能等。此外，應建立最小程度的備援以確保通訊不會中斷，並為通訊故障的發生做準備。



資料來源：〈自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会中間取りまとめ〉，総務省，2023 年 8 月

圖 3-7、V2X (V2I、V2V) 通訊、V2N 通訊之角色分配、合作示意圖

ITS 研究小組建議在不妨礙既有無線電臺的前提下，將 ITS 頻譜調整至 5.9GHz 頻段。在頻譜分配方面，為實現 SIP-adus 提出的協調型自動駕駛應用場景，必須確保提供 20MHz 以上的頻寬供 V2X 通訊使用。考量到頻率遷移的困難度，以及對既有無線電臺的干擾，其建議考慮將 5.9GHz 頻段後段約 30MHz 的頻寬分配給 V2X 通訊使用。然而，5.9GHz 頻段目前由電視、廣播業者使用，將無法立即分給 V2X 通訊使用，且估計頻段遷移須花費很長的時間。

在國內無線電使用環境方面，相關開發在國內須驗證之項目眾多，例如汽車製造商之 V2V 通訊和 V2I 通訊與既有基礎設施的連結情況。此外，各應用場景所需的服務等級和操作適用範圍（Operational Design Domain, ODD）將隨時間變化，必須加以考量。

最後，ITS 研究小組指出，2023 年下半年將討論 V2X 通訊移至 5.9GHz

頻段的具體方式和時程規劃。透過政府和私營部門的利害關係人，深入研究 5.9GHz 頻段 V2X 通訊的應用場景，如通訊方式和擴張策略等；同時與電視、廣播業者等討論無線電臺的具體遷移頻段和遷移策略。其指出，為實現自動駕駛和「數位田園都市國家構想」(デジタル田園都市国家構想)，需要各部會合作協調及建設必要基礎設施。

基於前述建議，總務省於 2023 年 12 月 20 日公布最新的「頻率調整行動計畫<sup>327</sup>」，宣布預計於 2026 年 4 月 1 日至 2027 年 3 月 31 日的期間內，將 5895-5925MHz (共 30 MHz 頻寬)，分配給 V2X 通訊使用，然而尚未擬定具體移頻計畫。後續，總務省於 2024 年 7 月 16 日公布的《自動駕駛時代的「新一代 ITS 通訊」研究小組期中報告(草案)(第二期)》<sup>328</sup>中提出 5.9 GHz 既有使用者(廣播事業)的具體移頻計畫，預計分階段依照地理範圍開始移頻作業(如表 3-2 所示)<sup>329</sup>。

表 3-2、日本 5.9GHz 頻段 V2X 通訊環境配合自駕卡車實證擴展綜整

	Step1	Step2	Step3	Step4
自動駕駛卡車實證等計畫 (數位生命線全國綜合整備計劃)	早期收穫計畫		短期	中長期
	新東名高速公路 (駿河灣沼津～濱松)		東北自動 車道等	東北～九州 (考慮物流需求的區 段)
確保 5.9GHz 頻段 V2X 通訊 環境的措施	運用調整	頻率遷移與 運用調整的 組合	頻率遷移與 運用調整的 組合	頻率遷移
5.9GHz 頻段 V2X 通訊的預 定使用區 域	濱松服務 區周邊	新東名高速 公路 (駿河灣沼 津～濱松)	東北自動 車道	東北～九州的幹線網

<sup>327</sup> 〈周波数再編アクションプラン(令和5年度版)の公表〉, 総務省, [https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban09\\_02000500.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000500.html) (最後瀏覽日: 2024/05/03)。

<sup>328</sup> 〈総務省, 自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会(第二期)中間取りまとめ〉(2024), [https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000967720.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000967720.pdf) (最後瀏覽日: 2024/10/14)。

<sup>329</sup> *Id.*

進行頻率遷移的對象無線電基地台範圍	—	含新東名高速公路周邊在內之東海區域管轄範圍內	含東北自動車道周邊在內的關東區域管轄範圍內	東北、近畿管轄範圍內+其他地區
<p style="text-align: center;">※在全國範圍內進行頻譜重整時，須同時考量新的頻率遷移與重編計畫等方案</p>				

資料來源：〈自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会（第二期）中間取りまとめ〉，総務省，2024年7月

同時，該報告中說明未來將繼續研討 5.9GHz 頻段 V2X 通訊系統部署的擴張策略，包含：(1) 重新檢視 2022 年擬定的「協作式自動駕駛通訊方法路線圖」<sup>330</sup>，參考近期歐美車聯網相關發展趨勢進行調整；(2) 釐清並規劃 760MHz 頻段與 5.9GHz 頻段分別適合部署的用例；(3) 考量未來 L4 自駕車將蒐集大量交通環境資料，研究回傳相關資料給交通或道路管理者及分享給其他車輛的機制；(4) 有鑑於不同車聯網通訊技術可提供的功能與服務各異，建議對 V2X 通訊（760MHz 頻段、5.8GHz 頻段、5.9GHz 頻段）的特性進行評估，並利用現有網路進行車對網路（V2N）通訊的實證與評估（目前 V2N 通訊有時不穩定），同時考量與國際調和<sup>331</sup>。

<sup>330</sup> SIP-adus，〈SIP 協調型自動運転の通信方式ロードマップ-2021 年度協調型自動運転通信方式検討 TF 活動報告〉（2022），<https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/roadmap.pdf>（最後瀏覽日：2024/10/14）。

<sup>331</sup> *supra* note 328, at 27-29.

## (二)、車聯網頻率許可及電臺監管法制

### 1. 車聯網無線電臺之開設程序

若要在日本開設車聯網無線電臺(下稱電臺),須依據《無線電法》(電波法)相關規定申請執照<sup>332</sup>,惟 DSRC 的陸上移動電臺(OBU)及測試用電臺<sup>333</sup>與 700MHz 頻段高度道路交通系統的陸上移動電臺<sup>334</sup>屬發射無線電極弱的電臺,例外得不申請執照<sup>335</sup>。程序大致包括申請無線電站執照、審查、取得臨時執照、竣工檢查、核發正式執照等。應注意者,若開設目的係提供電信業務,申請主體必須為電信業者<sup>336</sup>。

申請人應檢具申請書以及記載有下列事項之文件向總務省提出申請<sup>337</sup>:①開設目的(如有兩個以上之目的且可分為主要目的及次要目的,應包含主、次要之區別);②開設之必要性;③通訊對象及通訊事項;④電臺無線設備之設置場所,電臺會移動者,其移動範圍;⑤無線電之型式、期望的頻率範圍及天線功率(空中線電力);⑥期望的運用允許時間;⑦無線設備之工程設計及工程落成之預定日期;⑧開始運用之預定日期;⑨若有為避免與他人互相干擾或妨礙就必要措施而簽訂契約之情形,該契約之內容。若開設電臺之目的係執行電子通訊業務,須在總務省公告之期間內提出申請。

總務省受理申請後,應即審查:①工程設計是否符合本法所定技術標準;②所期望頻段是否可分配;③具主要目的及次要目的者,遂行次要目的時是否妨礙主要目的之遂行;④是否符合電臺設立之基本標準<sup>338</sup>。關於可分配之無線電頻段,總務省依本法第 26 條規定訂定〈頻段分配計畫〉(周波数割当計畫),申請人可事先確認所期望頻段是否與該計畫相符。若申請經審查符合上開事項,總務省會發給「暫時執照」(予備免許),並指定工程落成之期限、無線電型式及頻段、呼號(含標識符號)、天線功率以及運用允許時間<sup>339</sup>,待竣工檢查完成後始發給正式執照<sup>340</sup>。

獲得暫時執照者,於工程完工後應向總務省回報並接受檢查,檢查內

<sup>332</sup> 電波法第 4 條。

<sup>333</sup> 電波法施行規則第 6 條第 4 項第 7 號。

<sup>334</sup> 電波法施行規則第 6 條第 4 項第 10 號。

<sup>335</sup> 電波法第 4 條第 1 號。

<sup>336</sup> 電波法第 76 條第 7 項。

<sup>337</sup> 電波法第 6 條第 1 項、第 8 項。

<sup>338</sup> 電波法第 7 條第 1 項。

<sup>339</sup> 電波法第 8 條第 1 項。

<sup>340</sup> 電波法第 12 條。

容包括無線設備、無線電從業人員之資格及人數、計時器、資料等<sup>341</sup>。檢查結果若符合所核准暫時執照時之工程設計，且無線電從業人員、計時器和資料等皆無違反法令，即可核發正式執照<sup>342</sup>，並應交付執照給申請人<sup>343</sup>。有效期限不超過5年<sup>344</sup>。

## 2. 無線電頻段申請流程

為確保無線電使用之公平性及有效利用，總務省依《電波法》第26條規定應訂定並公布〈頻段分配計畫〉供公眾閱覽，申請人向總務省提出期望之頻段，總務省審查後視所期望頻段是否可分配後核發無線電站執照時分配頻段。

## 3. 車聯網無線設備管理

車聯網電臺的無線設備均須符合總務省訂定之技術標準，電臺申請人得向經總務省認可之單位<sup>345</sup>（原文以「登錄證明機關」稱之，下稱認證單位）請求為「技術標準符合證明」（技術基準適合証明），認證單位應即就申請人提出之設備是否符合各該技術標準<sup>346</sup>為判斷，認證單位認為所提出設備符合技術標準時應向申請人發給技術標準符合證明，並向總務省報告：①申請人之姓名、名稱及住所，為法人者，其代表人姓名；②無線設備之種類、型式、名稱；③證書編號；④無線電型式、頻率、天線功率；⑤發給證書之日期等<sup>347</sup>。日後總務省得於執行法律所必要之範圍內檢查受技術標準符合證明者提出報告書、進入其處所檢查經證明之無線設備<sup>348</sup>。

## 4. 車聯網 5.9GHz 電臺執照簡化程序提案

為實現 5.9GHz 頻段 V2X 通訊之落地商用，須在高速公路、一般道路、匯流段、交叉路口等各種道路環境中進行實證實驗，以取得相關資料。然

---

<sup>341</sup> 電波法第 10 條。

<sup>342</sup> 電波法第 12 條。

<sup>343</sup> 電波法第 14 條。

<sup>344</sup> 電波法第 13 條第 1 項、電波法施行規則第 7 條。

<sup>345</sup> 目前日本國內之認證單位共 16 間，包括財團法人、社團法人、公司等，詳參總務省網站：  
<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/equ/tech/index.htm>。

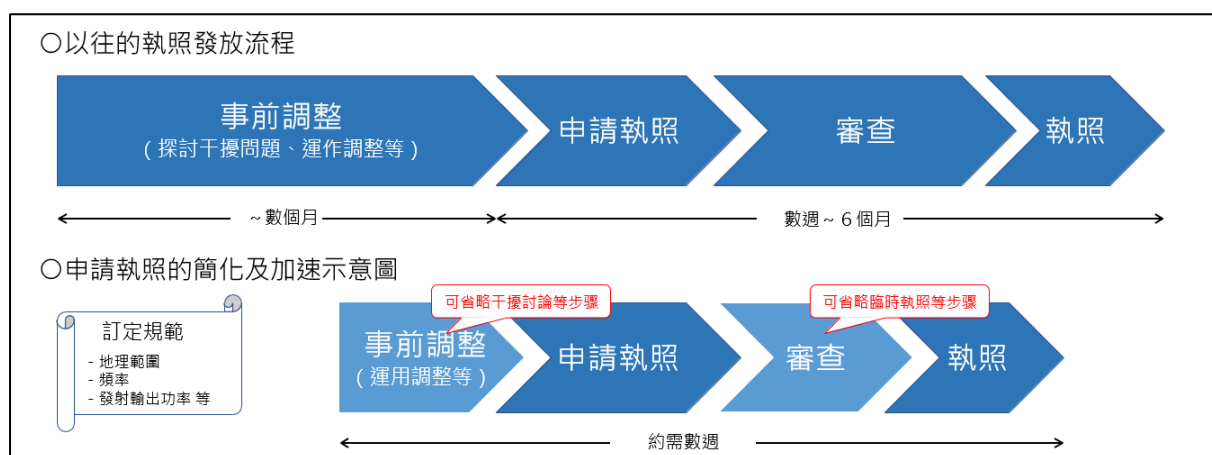
<sup>346</sup> DSRC 之技術標準規定於〈無線設備規則〉第 49 條の 26；700MHz 頻段高度道路交通系統之技術標準規定於同設備規則第 49 條の 22 の 2。

<sup>347</sup> 電波法第 38 條の 6 第 1 項、特定無線設備の技術基準適合証明等に関する規則第 6 條第 4 項。

<sup>348</sup> 電波法第 38 條の 20 第 1 項。

而，目前日本車聯網電臺執照的申請可長達半年以上，將有礙於相關實驗的加速推進。

因此，日本總務省於 2024 年 7 月 16 日公布的《自動駕駛時代的「新一代 ITS 通訊」研究小組期中報告（草案）（第二期）》中，提出 5.9GHz 頻段 V2X 電臺執照申請流程之簡化方案，期待利用現存的「特定實驗試驗局制度」，藉由事先公告使用區域範圍、可用頻率、發射輸出功率等規範，省略與簡化事前調整（干擾協調）與執照審查（審略暫時執照發放與竣工檢查）之部分流程，以簡化並加速電臺執照申請作業流程，預計將執照申請至核發的時間縮短至兩週內<sup>349</sup>（如圖 3-8 所示）。



資料來源：〈自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会（第二期）中間取りまとめ〉，總務省，2024 年 7 月

圖 3-8、5.9GHz 頻段 V2X 實驗試驗局執照申請流程簡化前後示意圖

此「特定實驗試驗局制度」於 2004 年開始實施，2008 年進行修訂，將執照的有效期限延長至最長 5 年<sup>350</sup>。此制度除了簡化電臺執照申請程序，亦省略無線電設備設置場所及設備變更的檢查程序，且免除一些文件化（例如無線電檢查紀錄與工作日誌）的要求<sup>351</sup>（如圖 3-9 所示）。

<sup>349</sup> *supra* note 328, at 16-19.

<sup>350</sup> 特定實驗試驗局關係，總務省電波利用ホームページ，<https://www.tele.soumu.go.jp/j/sys/spexp/index.htm>；總務省電波利用ホームページ，特定實驗試驗局制度の概要，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000901990.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000901990.pdf)

<sup>351</sup> *Id.*



資料來源：〈自動運転時代の“次世代の ITS 通信”研究会（第二期）中間取りまとめ〉，総務省，2024年7月

圖 3-9、特定實驗試驗局制度電臺執照申請流程

## 5. 車聯網通訊設備基礎設施建置議題討論

為了實現自動駕駛技術應用，日本國土交通省道路局、警察廳交通局及總務省綜合通信基盤局於 2024 年 6 月 27 日召開第一次「自動駕駛基礎設施研討會」<sup>352</sup>，探討與自動駕駛相關的道路結構、車路協調系統、道路交通訊息的收集與提供體制，以及通訊設備等基礎設施的未來發展方向。其中與會者建議持續研討的車聯網路側設施議題包含：(1) 如何有效利用 V2N 及 V2I 通訊方式；(2) 如何降低基礎設施建設成本，同時考量未來維護與管理議題，以確保整體建設方案的經濟、效率與永續；(3) 考量基礎設施的公共性，成本分攤模式應公平且永續；(4) 車聯網路側設施建設的優先順序；(5) 建立車聯網通訊協議。

<sup>352</sup> 国土交通省，「自動運転インフラ検討会」の設置・開催について，  
[https://www.mlit.go.jp/report/press/road01\\_hh\\_001816.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_001816.html)（最後瀏覽日：2024/10/14）。

## 五、韓國

### (一)、車聯網政策與頻譜規劃發展

韓國 MSIT 於 2016 年公告將 5.9GHz 頻段(5855-5925MHz, 共 70MHz) 分配供 V2X 使用<sup>353</sup>。2021 年 8 月, 國土交通部與科學與資訊科技部成立跨部會 C-ITS 聯合工作小組<sup>354</sup>, 共同擬定未來十年的 ITS 基礎計畫, 而國土交通部於 2021 年 10 月公布「2030 年 ITS 基礎計畫<sup>355</sup>」。

2022 年 3 月 15 日, 為因應國土交通部「2030 年汽車公路 ITS 基礎計畫」<sup>356</sup>同時進行 C-V2X、DSRC 試驗的需求, 科學與資訊科技部公告「C-ITS 試驗計畫頻率布建方案」<sup>357</sup>, 如圖 3-10 所示, 將 5855-5875MHz 共 20 MHz 頻寬分配予 LTE-V2X 使用; 將 5895-5925 MHz 共 30 MHz 頻寬分配予 WAVE<sup>358</sup>使用。而 5.9GHz 頻段中間的 5875-5925MHz 共 20 MHz 頻寬則作為護衛頻帶, 以避免兩通訊技術實驗時互相干擾, 同時規劃供研發 5G-V2X 車聯網通訊技術使用<sup>359</sup>。

- 
- 353 대한민국 주파수 분배표, [https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99/%EB%8C%80%ED%95%9C%EB%AF%BC%EA%B5%AD%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%EB%B6%84%EB%B0%B0%ED%91%9C/\(2019-87.20191018\)](https://www.law.go.kr/%ED%96%89%EC%A0%95%EA%B7%9C%EC%B9%99/%EB%8C%80%ED%95%9C%EB%AF%BC%EA%B5%AD%EC%A3%BC%ED%8C%8C%EC%88%98%EB%B6%84%EB%B0%B0%ED%91%9C/(2019-87.20191018)) (此系統可查詢當年公告之頻率分配表)。
- 354 과학기술정보통신부, 과기정통부-국토부 맞손, 차세대지능형교통체계(C-ITS) 전국 구축 시동, [https://doc.msit.go.kr/SynapDocViewServer/viewer/doc.html?key=b9681ab0231d40b18bbb4a469da3aca5&convType=html&convLocale=ko\\_KR&contextPath=/SynapDocViewServer/](https://doc.msit.go.kr/SynapDocViewServer/viewer/doc.html?key=b9681ab0231d40b18bbb4a469da3aca5&convType=html&convLocale=ko_KR&contextPath=/SynapDocViewServer/) (最後瀏覽日: 2024/05/03)。
- 355 국토교통부, 지능형교통체계 기본계획 2030('21~'30) 수립, [https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m\\_71/dtl.jsp?lmspage=3&id=95086099](https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lmspage=3&id=95086099) (最後瀏覽日: 2024/05/03)。
- 356 *Id.*
- 357 과기정통부, 차세대지능형교통체계(C-ITS) 시범사업 주파수 배치안 확정, <https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156499601&pageIndex=21&repCodeType=&repCode=&startDate=2021-03-24&endDate=2022-03-24&srchWord=&period=> (最後瀏覽日: 2024/04/02); Smart Korea City, MSIT confirms frequency allocation plan for next-generation intelligent transportation system (C-ITS) pilot project, <https://smartcity.go.kr/en/2022/03/16/%EA%B3%BC%EA%B8%B0%EC%A0%95%ED%86%B5%EB%B6%80-%EC%B0%A8%EC%84%B8%EB%8C%80%EC%A7%80%EB%8A%A5%ED%98%95%EA%B5%90%ED%86%B5%EC%B2%B4%EA%B3%84c-its-%EC%8B%9C%EB%B2%94%EC%82%AC%EC%97%85-%EC%A3%BC%ED%8C%8C/> (last visited May. 30, 2024).
- 358 WAVE 為 Wireless Access in Vehicular Environment 的縮寫, 為 Dedicated Short Range Communication (DSRC)車聯網通訊技術的別稱。
- 359 *Id.*

[MHz]	5,855	5,865	5,875	5,885	5,895	5,905	5,915	5,925
頻率的 部署方案	LTE-V2X		護衛頻帶 (5G-V2X 技術研發)		WAVE			

資料來源：本研究編譯整理，2024 年 5 月  
圖 3-10、韓國 C-ITS 試驗計畫頻率布建方案

經過近兩年的實驗研究比較，以及相關技術測試和公聽會，科學與資訊通訊科技部與國土交通部於 2023 年 12 月 12 日共同宣布指定 LTE-V2X 作為 C-ITS 的單一通訊方式<sup>360</sup>，以加速後續車聯網的布建，以及車聯網產品的研發與外銷，並為 2027 年實現 L4 自駕車商用落地鋪路<sup>361</sup>。因應此決策，科學與資訊通訊科技部將於 2024 年展開修正 V2X 射頻器材技術規範的計畫<sup>362</sup>。而國土交通部則預計擬訂 RSU 建置標準<sup>363</sup>，並開始於主要交通幹道設置 RSU，目標於 2030 年達成主要幹道的 100% 的 RSU 布建率<sup>364</sup>。

國土交通部於 2024 年 5 月公布「2024 年智慧運輸系統 (ITS) 實施計畫」(2024 년도 지능형교통체계 (ITS) 시행계획)，公布 2025 年高速公路及市區道路之車聯網布建計畫<sup>365</sup>；科技資通訊部則於 2024 年 10 月 16 日公布中長期頻譜政策藍圖「第四次無線電振興基本計畫」<sup>366</sup>，其中有關車聯網的計畫，預計 2027 年全面淘汰 DSRC 通訊設備，並參考國際趨勢，5G-V2X 將需要規劃至多 40MHz 頻寬，因此於 2025 年起預計評估 LTE-V2X 鄰近頻段 (共 20MHz) 供 5G-V2X 使用。韓國車聯網政策法制發展大

<sup>360</sup> C-ITS 단일 통신방식 결정 전문가 위원회, C-ITS 단일 통신방식을 LTE-V2X 로 하기로, 과학기술정보통신부, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3183802> (最後瀏覽日: 2024/05/22)。

<sup>361</sup> 국토교통부, *supra* note 355.

<sup>362</sup> *Id.*

<sup>363</sup> *Id.*

<sup>364</sup> 국토교통부, 제 2 차 자동차·도로교통분야 지능형교통체계(ITS)기본계획 2030, <https://m.blog.naver.com/itskplan/222705264971> (最後瀏覽日: 2024/05/22)。

<sup>365</sup> 국토교통부, 2024 년도 지능형교통체계(ITS) 시행계획(2024), [https://www.molit.go.kr/portal/common/download/DownloadMltm2.jsp?FilePath=portal/DextUpload/202407/20240702\\_161810\\_455.pdf&FileName=2024%EB%85%84%EB%8F%84%20%EC%A7%80%EB%8A%A5%ED%98%95%EA%B5%90%ED%86%B5%EC%B2%B4%EA%B3%84\(ITS\)%20%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B3%84%ED%9A%8D.pdf](https://www.molit.go.kr/portal/common/download/DownloadMltm2.jsp?FilePath=portal/DextUpload/202407/20240702_161810_455.pdf&FileName=2024%EB%85%84%EB%8F%84%20%EC%A7%80%EB%8A%A5%ED%98%95%EA%B5%90%ED%86%B5%EC%B2%B4%EA%B3%84(ITS)%20%EC%8B%9C%ED%96%89%EA%B3%84%ED%9A%8D.pdf) (最後瀏覽日: 2024/9/22)。

<sup>366</sup> 전파로 확장하는 디지털 번영 대한민국! 과기정통부, 「제 4 차 전파진흥기본계획」 발표, 과기정통부, [https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mPid=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3185007&formMode=&pageIndex=&searchCtgr1=&searchCtgr2=&searchCtgr3=&RLS\\_YN=&searchOpt=ALL&searchTxt=](https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mPid=113&mPid=238&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3185007&formMode=&pageIndex=&searchCtgr1=&searchCtgr2=&searchCtgr3=&RLS_YN=&searchOpt=ALL&searchTxt=) (最後瀏覽日: 2024/9/22)。

事記及目標，如表 3-3 所示。

表 3-3、南韓車聯網政策法制發展大事記及目標

年份	事件 / 目標
2021.08	國土交通部與科學與資通訊科技部成立跨部會工作小組
2021.10	國土交通部公佈「2030 年 ITS 基礎計畫」
2022	進行 LTE-V2X、DSRC 試驗以指定統一通訊技術
2023	指定 LTE-V2X 為車連網統一通訊技術
2024	科學與資通訊科技部：公布「第四次無線電振興基本計畫」草案、預計修改車聯網射頻器材技術規範 國土交通部：擬定 RSU 建置標準、重要幹道建置 RSU
2025	預計評估 5G-V2X 頻段
2027	L4 自駕車商用化、預計 2027 全面淘汰 DSRC
2030	主要幹道 100%安裝有 RSU

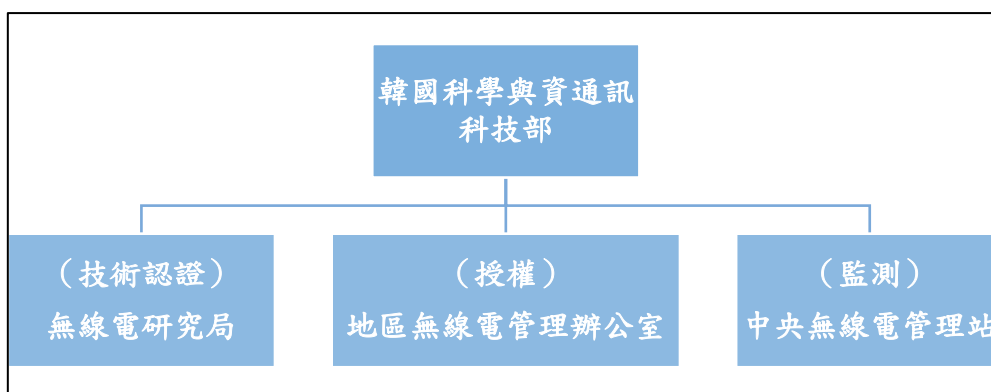
資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

## (二)、車聯網頻率許可及電臺監管法制

### 1. 主管機關權責劃分

韓國關於電信管理根據 1961 年制定的《無線電波法》(Radio Wave Act) 規定由韓國科學與資通訊科技部及其轄下機構負責管理，其分工如圖 3-11<sup>367</sup>：

<sup>367</sup> International Telecommunication Union, *Guidance on the regulatory framework for national spectrum management*, (2018), <https://www.itu.int/hub/publication/r-rep-sm-2093-3-2019/> (last visited May. 10, 2024).



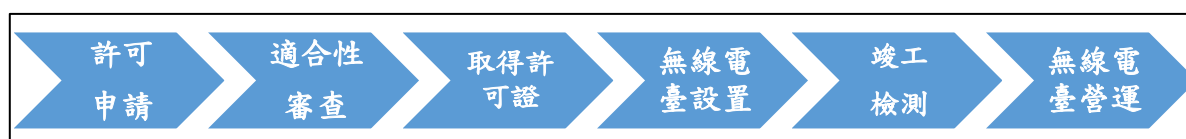
資料來源：International Telecommunication Union，2018 年 6 月

圖 3-11、韓國電臺管理分工圖

各機構職責概述如下：韓國 MSIT 負責通訊、頻譜分配、頻率分配及技術標準之相關政策制定，並對頻譜許可以及無線電行業之發展負最終責任（final responsibility）；無線電研究局（Radio Research Agency, RRA）代表 MSIT 制定資訊和通訊技術之細項規範、標準以及資訊和通訊設備之認證標準；地區無線電管理辦公室（Regional Radio Management Offices, RRMO）及中央無線電管理站（Central Radio Management Station, CRMS）則代表 MSIT 進行無線電臺建造許可證之授予、修改、更新等，並且管理無線電臺頻率干擾及非法使用等問題。

## 2. 一般無線電管理制度

### (1) 無線電臺設置流程<sup>368</sup>



資料來源：Central Radio Management Station，2024 年 5 月

圖 3-12、韓國無線電臺設置流程圖

### (2) 許可之重新授權或變更規範<sup>369</sup>

- **重新授權**：許可證之一般其原則上不超過 5 年，業者若想繼續經營

<sup>368</sup> Central Radio Management Station, Establishment of wireless station, <https://www.crms.go.kr/lay1/S1T41C42/contents.do> (last visited May. 21, 2024).

<sup>369</sup> *Id.*

則須於有效期屆滿前 2 至 4 個月提出申請，期限屆滿後須重新申請許可證

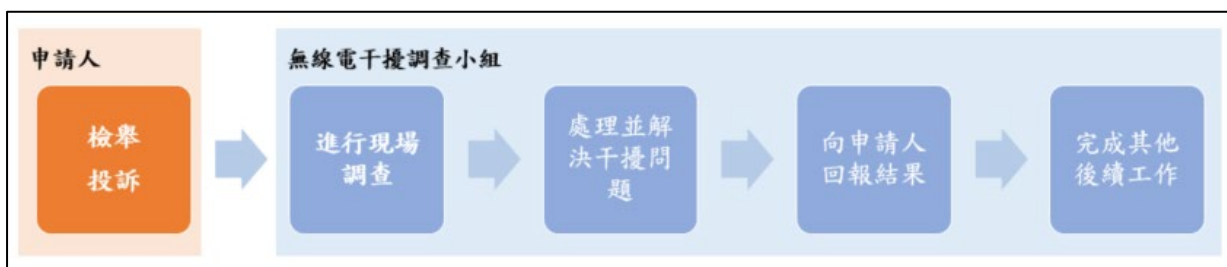
- **變更**<sup>370</sup>：若需變更者，則須依無線電管理辦公室規定提供變更所需文件<sup>371</sup>，以取得同意<sup>372</sup>。

### (3) 電臺檢測規範

根據《無線電波法》第 24 條，無線電臺須接受韓國通訊機構（Korea Communications Agency, KCA）檢測，檢測類型包含四種：

- 竣工檢測：電臺竣工後須接受檢測
- 定期檢測：電臺每五年需接受一次定期檢測
- 變更檢測：電臺若經變更及須接受檢測
- 臨時檢測：當 MSIT 認為有必要或特殊情形以利無線電波管理時，可進行檢測

### (4) 電臺訊號干擾之處理流程<sup>373</sup>



資料來源：Central Radio Management Station，2024 年 5 月

圖 3-13、電臺訊號干擾處理流程圖

## 3. 車聯網無線電設備技術標準

於 2023 年 4 月 3 日施行之「簡易無線電臺、航太局、地球站、無線電探測設備和其他商業無線電設施的無線電設備技術標準」（Technical

<sup>370</sup> 變更指關於電臺使用目的、安裝位置、電波類型、頻率範圍、營業時間、設備擴展之改變。

<sup>371</sup> (1)無線電波應用設施變更申請書、(2)無線電波設施施工設計圖、(3)發射裝置之系統圖、(4)屏蔽圖和接地圖等。

<sup>372</sup> Central Radio Management Station, I would like to obtain permission to (change) the radio wave application equipment. What documents do I need to submit?, [https://www.crms.go.kr/lay1/bbs/S1T123C131/A/23/view.do?article\\_seq=17164&cpage=2&rows=10&condition=&keyword=&cat=](https://www.crms.go.kr/lay1/bbs/S1T123C131/A/23/view.do?article_seq=17164&cpage=2&rows=10&condition=&keyword=&cat=) (last visited May. 21, 2024).

<sup>373</sup> Central Radio Management Station, *Introduction of Radio Interference Investigation Team*, <https://www.crms.go.kr/lay1/S1T80C81/contents.do> (last visited May. 21, 2024).

Standards for Radio Facilities of Simple Radio Station, Space Agency, Earth Station, Radio Detection Equipment, and Other Business Radio Facilities) 第 19 條設有關於 ITS 無線設備技術標準<sup>374</sup>。

使用 5855 至 5875 MHz 頻段無線電波的智慧交通系統無線設備技術標準如下：

- 佔用的頻率頻寬應小於 20 MHz
- 調變方式應為數位調變 (Digital Modulation)，連接方式應為正交頻分多址接取方式 (Orthogonal Frequency Division Multiple Access Method, OFDMA)
- 發射無線電波的核心頻率 (Core Frequency) 應為 5865 MHz
- 天線供電功率應小於 200mW，等效隔離 (Equivalent Isoradiated) 功率應小於 4W
- 允許頻率偏差應在中心頻率 (Central Frequency) 的 $\pm 0.1 \times 10^{-6}$  以內
- 非必要觸發 (Unnecessary Firing) 必須低於特定標準值

使用 5895 至 5925MHz 頻段無線電波的智慧交通系統無線設備技術標準如下：

- 佔用的頻率頻寬應小於 10 MHz
- 調變方式應為數位調變，連接方式應為載波偵測多重連接/衝突避免方式 (Carrier Detection Multiple Connection/Collision Avoidance Method, CSMA/CA)
- 發射無線電波的中心頻率應為 5900 MHz、5910 MHz、5920 MHz
- 天線供電功率小於 100mW，等效隔離功率小於 2W
- 允許頻率偏差應在中心頻率的 $\pm 20 \times 10^{-6}$  以內
- 非必要觸發必須低於特定標準值

因應 2023 年年底指定 LTE-V2X 作為 C-ITS 的單一通訊方式<sup>375</sup>，科學與資通訊科技部將於 2024 年擬定 LTE-V2X 射頻器材技術規範<sup>376</sup>。

<sup>374</sup> National Radio Research Agency, Technical Standards for Radio Facilities of Simple Radio Station, Space Agency, Earth Station, Radio Detection Equipment, and Other Business Radio Facilities, <https://law.go.kr/LSW/admRulInfoP.do?admRulSeq=2100000221330#J19-0:0> (last visited May. 21, 2024).

<sup>375</sup> ‘C-ITS 단일 통신방식 결정 전문가 위원회’, C-ITS 단일 통신방식을 LTE-V2X 로 하기로, 과학기술정보통신부, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3183802> (最後瀏覽日：2024/05/21)。

<sup>376</sup> C-ITS 단일 통신방식을 LTE-V2X 로 하기로, *supra* note 360.

## 六、 中國

### (一)、 車聯網政策與頻譜規劃發展

中華人民共和國工業和信息化部無線電管理局 2018 年 11 月公布「車聯網（智慧網聯汽車）直連通信使用 5905-5925MHz 頻段管理規定（暫行）」<sup>377</sup>（下稱管理規定），將 5905-5925MHz（下稱該頻段）分配給 LTE-V2X 技術。其中，前 10 MHz 頻段（5905-5915 MHz）供 V2V 通訊；後 10 MHz 頻段（5915-5925 MHz）提供 I2V 或 V2I 通訊<sup>378</sup>。

中國工業和信息化部於 2023 年 8 月 23 日公布「國家車聯網產業標準體系建設指南（智能網聯汽車）（2023 版）」<sup>379</sup>，在 2017 版本的基礎上擴充智慧網聯汽車標準系統的技術邏輯、框架及內容，以涵蓋高度自動駕駛系統的功能目標，以及新技術的發展。車聯網部分預計研擬車聯網相關定義、LTE-V2X 和 5G-NR 聯網技術與功能規格要求。整體工作目標亦從 2025 年延伸至 2030 年，期待 2030 年完善能支持單車智慧及多車聯網發展的標準體系<sup>380</sup>。

此外，中國國家市場監督管理總局與國家標準化管理委員會於 2024 年 8 月 23 日批准發布工業和信息化部制定的 GB 44495—2024《汽車整車資訊安全技術要求》、GB 44496—2024《汽車軟體升級通用技術》要求和 GB 44497—2024《智慧網聯汽車自動駕駛資料記錄系統》三項國家標準，將於 2026 年 1 月 1 日實施<sup>381</sup>。前述標準與 UN R155《網路安全及網路安全系統》（Cyber security and cyber security management system）和 UN R156《軟體更新及軟體更新管理系統》（Software update and software update management system）等國際法規調和<sup>382</sup>。

---

<sup>377</sup> 工業和信息化部關於印發《車聯網（智能網聯汽車）直連通信使用 5905-5925MHz 頻段管理規定（暫行）》的通知，中華人民共和國中央人民政府，[https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content\\_5442658.htm](https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2018-12/31/content_5442658.htm)

<sup>378</sup> 5GAA, *Deployment band configuration for C-V2X at 5.9 GHz in Europe* (2021), [https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA\\_S-210019\\_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X\\_final.pdf](https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA_S-210019_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X_final.pdf) (last visited May. 12, 2024).

<sup>379</sup> 中華人民共和國工業和信息化部，《國家車聯網產業標準體系建設指南（智能網聯汽車）（2023 版）》，<https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202307/P020230727459713380334.pdf>（最後瀏覽日：2024/10/20）。

<sup>380</sup> CATARC, *Guideline of Intelligent and Connected Vehicle Standard System (The new version released in 2023)* (2023), <https://unece.org/sites/default/files/2023-09/GRVA-17-27e.pdf> (last visited Oct. 12, 2024).

<sup>381</sup> 三項智能網聯汽車強制性國家標準正式發布，中華人民共和國工業和信息化部，[https://wap.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2024/art\\_9fa0f052fe7d4a4683e366eb1aff952.html](https://wap.miit.gov.cn/xwdt/gxdt/sjdt/art/2024/art_9fa0f052fe7d4a4683e366eb1aff952.html)（最後瀏覽日：2024/10/20）。

<sup>382</sup> *Id.*

## (二)、車聯網頻率許可及電臺監管法制

### 1. 中國無線電頻率管理規範概述

為保障無線電頻率之合理開發與利用並維持無線電頻率使用秩序，中國政府於 1993 年 9 月 11 日制定《中華人民共和國無線電管理條例》(下稱管理條例)<sup>383</sup>，為因應無線電技術在社會生活各領域之廣泛應用，於 2016 年進行修正並於同年 11 月 25 日公布、12 月 1 日施行。修訂後條例涵蓋無線電頻率管理、電臺管理、發射設備管理、無線電涉外管理等。

按管理條例規定，凡在中國境內使用無線電頻率者須向國家無線電管理機構(下稱中央主管機關)申請無線電頻率使用許可<sup>384</sup>，並在省、自治區、直轄市無線電管理機構(下簡稱地方主管機關)之管理下依許可使用頻率<sup>385</sup>；設置、使用無線電臺者須向地方無線電管理機構申請無線電臺執照<sup>386</sup>；生產或銷售在國內銷售、使用的無線電發射設備者，應向中央主管機關申請機型核准<sup>387</sup>。

### 2. 車聯網頻率與電臺使用管理規範

依工業和信息化部無線電管理局 2018 年 11 月公布的「車聯網(智慧網聯汽車)直連通信使用 5905-5925MHz 頻段管理規定(暫行)」(下稱管理規定)，車聯網電臺分為 RSU 與 OBU。欲於該頻段設置、使用 RSU 者，應依管理條例規定申請該頻段之頻率使用許可及無線電臺執照即可<sup>388</sup>；設置、使用 OBU 者則依地面公眾移動通訊終端管理，採豁免許可制度，無須取得頻率使用許可與無線電臺執照<sup>389</sup>。至於車聯網無線電發射設備之生產或進口在國內銷售、使用，同樣須依管理條例申請並取得無線電發射設備型號核准<sup>390</sup>。以下概述中國車聯網路側設施之頻率使用許可與電臺申請程序。

#### (1) 車聯網頻率使用許可申請程序

欲申請於該頻段用於車聯網應用者，須向中央主管機關申請無線電頻

<sup>383</sup> 5GAA, *Deployment band configuration for C-V2X at 5.9 GHz in Europe* (2021), [https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA\\_S-210019\\_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X\\_final.pdf](https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA_S-210019_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X_final.pdf) (last visited May. 12, 2024).

<sup>384</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 14 條。

<sup>385</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 18 條。

<sup>386</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 27 條。

<sup>387</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 44 條。

<sup>388</sup> 車聯網(智慧網聯汽車)直連通信使用 5905-5925MHz 頻段管理規定(暫行)第 2 點。

<sup>389</sup> 車聯網(智慧網聯汽車)直連通信使用 5905-5925MHz 頻段管理規定(暫行)第 3 點。

<sup>390</sup> 車聯網(智慧網聯汽車)直連通信使用 5905-5925MHz 頻段管理規定(暫行)第 4 點。

率使用許可，中央主管機關自受理申請之日起 20 個工作天內審查以下條件，並綜合考量國家安全需要與可用頻率情況，作出准駁決定：

- 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
- 使用無線電頻率的技術方案可行
- 有相應的專業技術人員
- 對依法使用的其他無線電頻率不會產生有害干擾

予以許可者，應核發無線電頻率使用許可證，並載明無線電頻率的用途、使用範圍、使用率要求、使用期限等事項；不予許可者，應以書面通知申請人並說明理由<sup>391</sup>。無線電頻率使用許可期限之上限為 10 年，期限屆滿後欲繼續使用者，應於期限屆滿前 30 個工作天申請延長使用期限<sup>392</sup>。

## (2) 車聯網電臺執照申請程序

欲申請於該頻段設置、使用路側無線電設備者，應向地方主管機關申請取得無線電臺執照，地方主管機關應自受理申請之日起 30 個工作天內審查以下條件，並為准駁決定：

- 有可用的無線電頻率
- 所使用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
- 具熟悉無線電管理規定及具備相關業務技能之人員
- 有具體明確用途且技術方案可行
- 有能確保無線電臺正常使用之電磁環境，擬設置之無線電臺對其他依法使用的無線電臺不會產生有害干擾

予以許可者，應核發無線電臺執照，並載明無線電臺（站）的臺址、使用頻率、發射功率、有效期限、使用要求等事項，需要使用無線電臺識別碼者，同時核發無線電臺識別碼；不予許可者，應以書面通知申請人並說明理由<sup>393</sup>。

無線電臺執照之效期不得超過無線電頻率使用許可證之期限，期限屆滿後需繼續使用無線電臺者，應於期限屆滿前 30 個工作天申請更換無線電臺執照<sup>394</sup>。

<sup>391</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 15 條、第 16 條。

<sup>392</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 19 條。

<sup>393</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 28 條、第 31 條。

<sup>394</sup> 中華人民共和國無線電管理條例第 33 條。

### 第三節 國際非地面網路（NTN）頻譜政策與監管制度

近年衛星通訊服務相關技術與應用蓬勃發展，各國開始調整相關衛星頻譜推動政策，以利滿足變動快速的衛星通訊發展。如美國聯邦通訊委員會（FCC）於 2023 年 9 月 21 日通過「為非聯邦太空活動發射操作分配頻譜」（Allocation of Spectrum for Non-Federal Space Launch Operations）之新規定，確保商業太空發射能夠取得具備可靠通訊所需的頻譜資源，並提供發射操作所需的可預測性。而在高空通訊平台（HAPS）部分，亦有如英國電信與通訊公司 Stratospheric Platforms 於 2023 年 1 月 30 日啟動「以 HAPS 擴大 5G 覆蓋範圍」之實驗，期望透過相關實驗的進行為英國偏遠地區和難以到達地區提供 5G 覆蓋；日本通訊公司 SoftBank 亦於 2023 年 9 月宣布，其成功利用柱形天線（Cylindrical Antenna）執行平流層 HAPS 無線通訊實驗等產業自主運作與發展推進。

因此本研究擬以國際電信聯盟（ITU）、美國、加拿大、英國與日本為觀測標的，蒐整與衛星通訊及 HAPS 相關頻率資源法制趨勢，並提出可供我國參酌之建議。

#### 一、 國際電信聯盟

國際電信聯盟 ITU 於 2023 年 11 月 20 日至 12 月 15 日辦理 2023 年世界無線電大會 WRC-23，並做成多項非地面通訊相關決議，分別說明如下。

##### （一）、 高空行動通訊基地台

高空行動通訊基地台（HIBS）為高空通訊平台（HAPS）的一種，將 HAPS 作為行動基地臺，如同空中飄浮的基地臺，可如同地面行動網路一般直接與地面上的設備通訊<sup>395</sup>。

根據 ITU《無線電規則》（RR）第 1.66A 條，HAPS 的定義為位於海拔高度 20 至 50 公里之間，且設置於相對地球的特定位置上的無線電臺<sup>396</sup>。其載體型態包含氣球、高空飛船及固定翼飛行器。其用途除了前述 HIBS，亦可作為衛星通訊中繼站或空中持續性監測站<sup>397</sup>。

<sup>395</sup> HIBS, PolicyTracker, <https://www.policytracker.com/glossary/high-altitude-imt-base-stations/>

<sup>396</sup> HAPS – High-altitude platform systems, ITU, <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/High-altitude-platform-systems.aspx>

<sup>397</sup> MIC, 「B5G 世代非地面網路技術發展趨勢：以高空通訊平台為例」(2021/09), [https://tdpsi.org.tw/uploadPdf/B5G%E4%B8%96%E4%BB%A3%E9%9D%9E%E5%9C%B0%E9%9D%A2%E7%B6%B2%E8%B7%AF%E6%8A%80%E8%A1%93%E7%99%BC%E5%B1%95%E8%B6%A8%E5%8B%A2\\_%E4%BB%A5%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%80%9A%E8%A8%8A%E5%B9%B3%E5%8F%B0%E7%82%BA%E4%BE%8B\\_1639637775.pdf](https://tdpsi.org.tw/uploadPdf/B5G%E4%B8%96%E4%BB%A3%E9%9D%9E%E5%9C%B0%E9%9D%A2%E7%B6%B2%E8%B7%AF%E6%8A%80%E8%A1%93%E7%99%BC%E5%B1%95%E8%B6%A8%E5%8B%A2_%E4%BB%A5%E9%AB%98%E7%A9%BA%E9%80%9A%E8%A8%8A%E5%B9%B3%E5%8F%B0%E7%82%BA%E4%BE%8B_1639637775.pdf)

HAPS 和 HIBS 的概念早在 1990 年代中後被提出，WRC-97, WRC-00, WRC-12 陸續分配 47/48 GHz, 2 GHz, 27/31 GHz 和 6 GHz 供 HAPS 使用，同時 WRC-00 決議分配 1885-1980, 2010-2025 和 2110-2170 MHz 供 HIBS 使用，然而過去因技術限制發展不多，而近年因為 Google Loon 計劃才開始受到大眾關注。

HIBS 應用情境包含支援 5G 地面網路尚未覆蓋的區域、提供災害緊急通訊、因應演唱會等大型活動之專用網路需求、提供物聯網服務等<sup>398</sup>。目前由日本積極推動，而日本兩大電信商 SoftBank 和 NTT Docomo 皆領先投入研發應用<sup>399</sup>。因應技術進步及發展需求，WRC-19 新增 HAPS 頻段，而 WRC-23 新增 HIBS 頻段（如表 3-4 所示）<sup>400</sup>。HIBS 技術雖尚未商業化，然而 WRC-23 決議可能促進全球投資和應用的發展。

表 3-4、WRC-19/23 HAPS 和 HIBS 頻段分配

決議年份	服務類型	頻率範圍	鏈路方向 / 備註
WRC-19	固定衛星 HAPS	27.9-28.2 GHz	下行
		31-31.3 GHz	雙向
		39-39.5 GHz	雙向
		47.2-47.5 GHz	雙向
		47.9-48.2 GHz	雙向
WRC-23	行動衛星 HIBS	694-960 MHz	上行（僅第一、二區部分 國家開放）
		1710-1980 MHz	雙向（1710-1815 上行） （擴張 WRC-00 的分配）
		2010-2025 MHz	雙向（WRC-00 已分配）
		2110-2170 MHz	下行（WRC-00 已分配）
		2500-2655 MHz	雙向（2500-2535 上行）

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

## (二)、移動式衛星地球電臺

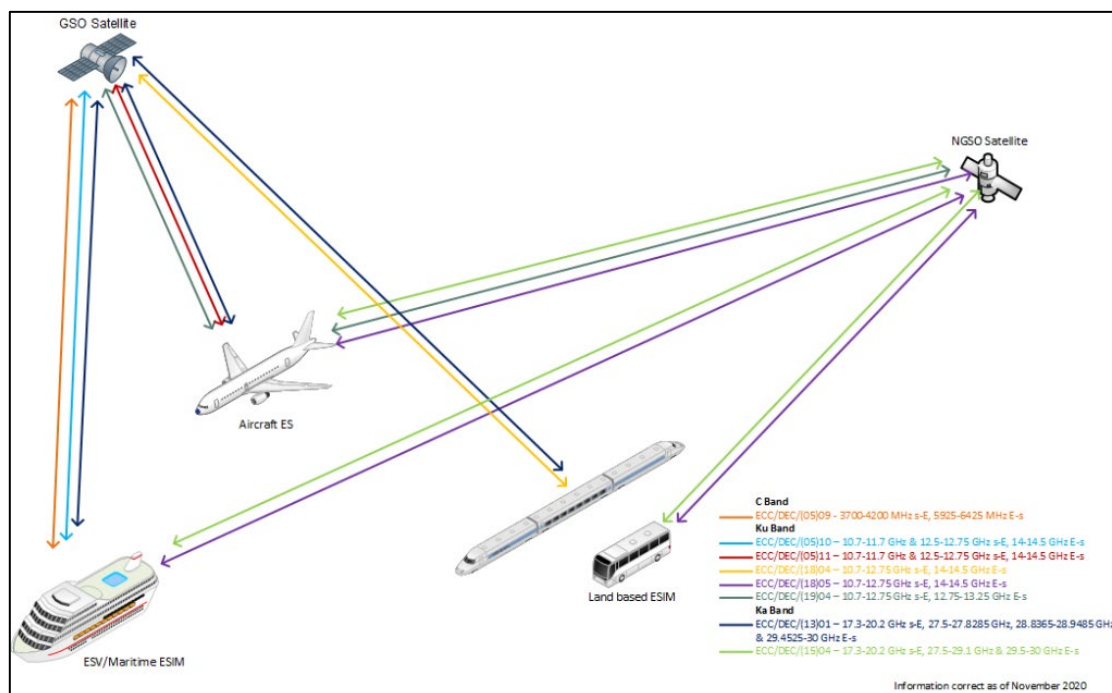
地球電臺是一種位於地球表面或大氣層中的無線電站（即一組發射器

<sup>398</sup> Japan takes the lead on licensing HIBS spectrum, PolicyTracker, <https://www.policytracker.com/japan-takes-the-lead-on-licensing-hibs-spectrum/>

<sup>399</sup> NTT Docomo to launch airborne telecom base stations in 2026, NIKKEI ASIA, <https://asia.nikkei.com/Business/Technology/NTT-Docomo-to-launch-airborne-telecom-base-stations-in-2026>; SoftBank's SunGlider Successfully Achieves Stratospheric Flight: A Leap in HAPS Technology, PUNE.NEWS, <https://pune.news/business/softbanks-sunglider-successfully-achieves-stratospheric-flight-a-leap-in-haps-technology-245395/>

<sup>400</sup> WRC-23 Final Acts, Resolution 213, 218, 221.

和接收器)，負責與位於太空中的無線電站（例如太空站）進行通訊。當地球電臺設置在移動平台上，則稱為移動地球電臺（Earth Station in Motion, ESIM）。ESIM 依照其裝載的移動平台種類，分為三種類型：航空 ESIM（裝載於飛機）、海事 ESIM（裝載於船隻上）和陸地 ESIM（裝載於陸地載具上）<sup>401</sup>，如圖 3-14 所示。



資料來源：CEPT，2024 年 10 月

圖 3-14、ESIM 應用示意（頻段僅包含 2020 年前分配者）

ESIM 面臨的挑戰在於如何為這些移動中的載具提供可靠、不間斷且高頻寬的網路。尤其是船隻或飛機航行超出地面網路覆蓋範圍時，就需要倚賴 ESIM 系統提供連網服務。陸地 ESIM 亦可滿足火車、巴士、貨車等載具的連網需求，特別是在地面移動網路無法覆蓋的區域。同時，自然災害導致通訊基礎設施中斷時，陸地 ESIM 亦可發揮關鍵作用<sup>402</sup>。

ESIM 過往主要依賴移動衛星服務(MSS)中營運的衛星系統提供通訊，然而隨著衛星製造技術和地球電臺技術的進步，例如使 ESIM 能夠在固定衛星服務(FSS)的特性範圍內運作，ESIM 可提供更快速（網路終端數據速率通常超過 100 Mbit/s）、穩定和持續的網路服務，變得更加普遍且實用<sup>403</sup>。

<sup>401</sup> Satellite issues: Earth stations in motion (ESIM), ITU, <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/Earth-stations-in-motion-satellite-issues.aspx> (last visited Oct 9, 2024).

<sup>402</sup> *Id.*

<sup>403</sup> *Id.*

為因應 ESIM 不斷增長的需求，WRC-15 和 WRC-19 已先分配頻段供所有載具類型使用。其同步軌道衛星空對地頻率為 17.7-19.7 GHz (WRC-19) 和 19.7-20.2 GHz (WRC-15)；地對空頻率則為 27.5-29.5 GHz (WRC-19)、29.5-30 GHz (WRC-15)。WRC-23 則針對同步軌道衛星之航空與海事 ESIM，延伸分配地對空 12.75-13.25 GHz，並新增非同步軌道衛星的頻段，包含空對地 17.7-18.6 GHz、18.8-19.3 GHz、19.7-20.2 GHz，以及地對空 27.5-29.1 GHz、29.5-30 GHz (如表 3-5 所示)。

表 3-5、WRC-15/19/23 移動式地球電臺 (ESIM) 分配頻段

衛星類型	ESIM 應用領域	頻率範圍	鏈路
同步 軌道衛星	任何航空、海 事、陸地載具	17.7-19.7 GHz (WRC-19)	下行
		19.7-20.2 GHz (WRC-15)	
	12.75-13.25 GHz	上行	
			27.5-29.5 GHz (WRC-19)
非同步 軌道衛星	限航空、海事 (WRC-23)	29.5-30 GHz (WRC-15)	上行
		17.7-18.6 / 18.8-19.3 GHz	
		19.7-20.2 GHz	
		27.5-29.1 / 29.5-30 GHz	上行

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

而 WRC-27 議程和 WRC-31 暫訂議程皆會持續討論航空及海事 ESIM 新頻段分配與技術監管規範 (如表 3-6 所示)<sup>404</sup>，可見此應用趨勢將不斷擴展。

表 3-6、WRC-27/31 航空及海事移動式地球電臺 (ESIM) 預計討論頻段

	頻率範圍	備註
WRC-27	47.2-50.2 GHz 50.4-51.4 GHz	地對空 / GSO NGSO
WRC-31	12.75-13.25 GHz	地對空 / NGSO

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

由於 WRC-19 及 WRC-23 分配的頻段須與 5G、固定衛星或移動衛星服務共享，其干擾議題顯著，WRC-19 針對陸海空制定不同規範，例如功率限制、海上 ESIM 鄰近陸地時除與該國協調不得使用、陸地應用不受干擾保護等，WRC-23 更明訂此次分配的頻段不適用陸地 ESIM。應特別注意，

<sup>404</sup> 這些頻段本來就是 FSS 的主要頻段，且已有 GSO 和 NGSO 運行或預計運行。

ESIM 的運作必須取得各國政府的許可，包括領地、領空和領海。且 ESIM 不得用於生命安全類型的應用，也不得對既有應用主張保護或課予他人限制。

### (三)、 衛星間通訊服務

低軌衛星為非同步軌道衛星，因其繞行地球的速度極快，其與同一個地球電臺通訊的時間極短。而在地球電臺覆蓋率有限的情況下，低軌衛星能與地球電臺通訊的整體時間亦不多。若能允許衛星間通訊 (Inter-Satellite Service, ISS)，使低軌衛星將資料傳給與地球電臺正在通訊範圍內的低軌衛星或更高軌道的非同步軌道衛星，透過此衛星將資料回傳至地球電臺，則可建立一個持續性通訊的網路，提升低軌衛星的通訊效率及相關 FSS 頻譜的使用效率<sup>405</sup>。換言之，衛星間通訊服務提供非地面網路衛星中繼服務。

WRC-23 決議分配 FSS 頻段 18.1-18.6 GHz、18.8-20.2 GHz 及 27.5-30.0 GHz 供衛星間通訊服務使用 (29.1-29.5 GHz 頻段僅能進行 NGSO 和 GSO 間的通訊，其餘頻段亦可進行 NGSO 間通訊) 並制定相關監管程序及避免干擾的技術規範<sup>406</sup>。前述頻段的衛星間通訊服務限於太空研究、太空營運、地球探索衛星應用、太空中的工業和醫療活動衍伸的資料傳輸<sup>407</sup>，因此對於 SpaceX、OneWeb 等業者發展低軌衛星巨型星系計畫的幫助有限。然而 WRC-27 將討論 MSS 空對空頻段的分配，而 WRC-31 暫定討論分配更多 FSS 頻段供非同步軌道衛星與同步軌道衛星間的通訊服務<sup>408</sup>，是否能回應低軌衛星巨型星系計畫相關發展需求，尚待持續觀察。此次分配的頻段與 WRC-27 和 WRC-31 預計討論的頻段表列如表 3-7。

---

<sup>405</sup> WRC-23 Final Acts, Resolution 249.

<sup>406</sup> ITU Radio Regulation (RR) 5.521A.

<sup>407</sup> *Id.*

<sup>408</sup> WRC-23 Final Acts, Resolution 249, 814.

表 3-7、WRC-23/27/31 衛星間通訊相關服務之（預計）頻段分配

	服務類型	頻率範圍	衛星類型
WRC-23 決議	FSS (衛星間通訊 服務)	18.1-18.6 GHz 18.8-20.2 GHz 27.5-30.0 GHz	29.1-29.5GHz 限於 NGSO-GSO 其餘頻段亦可進行 NGSO 間通訊
WRC-27 議程	MSS (空對空)	1518-1544 MHz 1545-1559 MHz 1610-1645.5 MHz 1646.5-1660 MHz 1670-1675 MHz 2483.5-2500 MHz	NGSO-GSO
WRC-31 暫定議題	FSS (衛星間通訊服 務)	3700-4200 MHz 5925-6425 MHz	NGSO-GSO

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

## 二、 美國

美國聯邦通訊委員會 FCC 於 2024 年 3 月 14 日通過「單一網路未來：衛星擴充覆蓋」(Single Network Future: Supplemental Coverage from Space, SCS) 報告、命令與進一步法規預告 (Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking)，指出本次通過之監管框架為全球首個促使衛星經營者與地面服務供應商合作，利用先前僅分配供地面服務使用之頻譜，直接向消費者之手持設備提供無處不在之連結性服務。透過 SCS 框架之踐行，期望達到於更偏遠地區提供連結性與緊急支援等通訊服務；促進以太空為基礎之前端技術發展，以奠定美國於該領域之全球領導者地位；以及促進對美國頻譜資源的創新與有效使用，推動使用者間創造性合作等公益性目的。

因此，為允許在先前僅分配予地面服務使用之頻譜進行衛星通訊，將修訂聯邦法規電信專章 (Title 47 of Code of Federal Regulation)，並於美國頻率分配表 (US frequency allocation table) 中以註腳形式，於以下頻段新增可供行動衛星服務 MSS 進行次要使用之註記，允許該頻段被衛星經營者使用。釋出之頻段包含：(1) 600MHz：614-652 MHz／663-698 MHz、(2) 700MHz：698-769 MHz／775-799 MHz／805-806 MHz、(3) 800MHz：824-849MHz／869-894 MHz、(4) 寬頻個人通訊系統 (Broadband Personal communication systems, PCS)：1850-1915 MHz／1930-1995 MHz，以及 (5) 進階無線服務 (Advanced Wireless Service, AWS) 之 H 頻段：1915-1920 MHz／1995-2000 MHz。惟由於係以次要使用註記，故不得對其它主要使用類型之基地臺造成干擾或尋求保護。此外，FCC 亦將於 SCS 申請提交後，對其所提供之技術資料進行嚴格分析，以確保符合所適用之規則、要求與標準。

另一方面，縱使期望透過 SCS 之快速布建實現前述公益目標，FCC 亦相當重視有害干擾的防免，尤其在相鄰許可地區之潛在同頻 (co-channel) 干擾問題。因此 SCS 監管框架嘗試於 SCS 之快速布建與制定可最小化有害干擾風險之責任間取得平衡，進而為 SCS 之布建設定限制，包含單一或多個地面被許可者需 (共同) 持有六個獨立地理區域 (Geographically Independent Area, GIA) 中，其一 GIA 相關頻段的所有同頻執照；尋求提供 SCS 的衛星經營者若欲申請 SCS 太空基地臺授權，則必須持有非地球同步軌道衛星或地球同步軌道衛星許可，或進入美國市場之許可，且需與前述地面被許可者簽訂頻譜管理、事實上 (de facto) 轉讓租賃 (transfer leasing) 或分租 (subleasing) 協議 (47 CFR §1.9047、§25.125)；以及用於 SCS 之地球基地臺，必須符合 47 CFR 第一章節第 25 部份規定，以及第 22、24 與

27 部分任一之技術參數與設備認證要求。

FCC 認為，將 SCS 之授權限制在六個 GIA<sup>409</sup>中，可最小化對地理相鄰、同頻許可區域潛在干擾之風險。由於目前並無 FCC 許可之陸地區域與此六個 GIA 相鄰，且各 GIA 間具有地理區隔，故可確保 SCS 服務提供之同時，不生同頻被許可人需進行干擾保護之情況，對初步的 SCS 監管框架具有必要性。未來隨著 SCS 市場之發展，FCC 將以現有框架為基礎，滾動式開放更多頻段與情境供 SCS 布建，並將透過豁免之形式對不完全符合現有框架之案件進行許可<sup>410</sup>。

---

<sup>409</sup> 分別為 (1) 美國本土、(2) 阿拉斯加、(3) 夏威夷、(4) 美屬薩摩亞、(5) 波多黎各／美屬維爾京群島與 (6) 關島／北馬里亞納群島 (47 CFR § 25.103)。

<sup>410</sup> Federal Register, Single Network Future: Supplemental Coverage From Space; Space Innovation, <https://www.federalregister.gov/documents/2024/04/30/2024-06669/single-network-future-supplemental-coverage-from-space-space-innovation#page-34167> (last visited Oct. 15, 2024).

### 三、 加拿大

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 日發布「以衛星擴充行動覆蓋之政策、授權與技術框架」(Policy, Licensing and Technical Framework for Supplemental Mobile Coverage by Satellite (SMCS)) 公眾意見徵詢，指出無線服務已是加拿大人生活的重要組成，然而在部分道路、高速公路沿線，以及偏遠地區仍存有服務落差。為避免此一現象可能帶來之嚴重公共安全風險、對經濟成長與社會融合之抑制，加拿大自 2019 年 5 月起，即公布「加拿大數位憲章：建立信任基礎」(Canada's Digital Charter: Building a foundation of trust)、「全民高速近用：加拿大的連結性策略」(High-Speed Access for All: Canada's Connectivity Strategy) 等文件，強調應讓所有加拿大人都可使用寬頻連線，以平等地參與數位世界。

而衛星直連手機技術的出現，將有望縮小行動通訊覆蓋範圍的落差，並有效擴充行動通訊網路。因此 ISED 提出四項擬藉由 SMCS 框架達成之目標：(1) 擴大行動服務，特別是在尚無服務、服務不足之區域如農村、偏遠地區與原住民族社區；(2) 促進無線服務提供之競爭性，使消費者與企業受益於更多的選擇與有競爭力的價格；(3) 支持提升電信服務的可靠性與韌性；以及 (4) 透過開發創新與新興應用促進無線網路的投資與發展。

在此基礎上，意見徵詢文件首先對 SMCS 的頻譜政策框架進行說明，指出本部分重點乃考量 SMCS 的頻譜分配與利用政策，因而需對區域／國際協調、利害關係人利益、加拿大人民之利益、最小化潛在之干擾，以及技術趨勢與潛在限制等因素進行綜合評估後，提出適宜提供 SMCS 商業化服務使用之行動通訊頻段，分別為 (1) 600MHz：617-652 MHz/663-698 MHz、(2) 700 MHz：698-756 MHz/777-787 MHz portions、(3) 800MHz cellular：824-849 MHz/869-894 MHz、(4) 進階無線服務一 (Advanced wireless services-1, AWS-1)：1710-1755 MHz/2110-2155 MHz、(5) 進階無線服務三 (Advanced wireless services-3, AWS-3)：1755-1780 MHz/2155-2180 MHz，以及 (6) 個人通訊系統 (Personal communication systems, PCS)：1850-1915 MHz/1930-1995 MHz。此外，意見徵詢文件補充，有鑑於 SMCS 之補充性質，以及地面布建未來可能再為擴張，因此 ISED 認為在被同時分配予商業行動服務與 SMCS 服務之頻率頻段，應始終將商業行動服務列為主要使用。相對地，ISED 建議以註腳形式，於加拿大頻率分配表 (Canadian Table of Frequency Allocations, CTFA) 中，將許可 SMCS 服務提

供之頻率頻段註記 MSS 為次要使用。ISED 更進一步提案，認為 SMCS 僅能於不對其他無線電服務造成干擾、不受任何保護之情況下被許可。

其次，ISED 指出由於 SMCS 之本質為補充地面行動網路，因此將建立一監管框架以維護並保護於既有頻率頻段中用於提供商業行動服務之地面行動服務。又考量到 SMCS 於定義上屬於 MSS，因此 ISED 於審視既有 MSS 框架後，認為該框架可適用於 SMCS，僅需另對衛星與地球基地臺（如手機）各別授權。

在 SMCS 衛星基地臺許可授予部分，文件指出為維持 SMCS 之補充性質，並認知到 SMCS 之布建有賴加拿大行動服務供應商促進共存，因此 ISED 提案要求加拿大行動服務供應商與衛星經營商之間必須簽訂執行協議 (SMCS Agreement)。而由於加拿大太空基地臺頻譜許可係授權加拿大以外之經營商於加拿大提供服務，是以 ISED 提案要求 SMCS 協議應於向 ISED 提交外國衛星申請、獲得 SMCS 授權前完成。根據意見徵詢文件內容，SMCS 協議包含以下項目：(1) 相關的彈性使用頻譜許可 (flexible use spectrum licences)、(2) 提供 SMCS 的具體頻段與區域（必須屬於行動服務供應商持有頻譜的一部分）、(3) 說明 SMCS 協議屬非排他性之條款、(4) 與干擾管理、協調、遵循技術規則相關之條款、(5) 促使 SMCS 地球基地臺符合許可條件之措施、(6) 任何與頻譜管理相關之內容、(7) 簽名頁，以及 (8) 協議期限相關條款。

另一方面，針對 SMCS 地球基地臺許可授予，ISED 認知到加拿大行動服務供應商將在其被授權之頻段內，驅動並直接運營 SMCS 服務，因此僅具備彈性使用頻譜許可且資格完備之行動服務供應商，方具有申請 SMCS 地球基地臺之資格。同樣地，ISED 提案要求於 SMCS 地球基地臺許可申請前，完成與衛星經營商之 SMCS 協議。在此，意見徵詢文件以 SMCS 框架之目的為基礎，將上述之行動服務供應商定義為利用其彈性使用頻譜許可，在 SMCS 框架所適用之頻率頻段中，運營地面網路積極向公眾提供商業行動無線服務者。

最後，意見徵詢文件針對 SMCS 之技術考量因素進行說明。在終端設備部分，指出根據本文件定義之 SMCS 將利用既有的終端設備，以確保行動無線連結性可在無服務或服務不足的區域被快速提供。因此使用者將不需投資購買新設備，且設備亦不需為與衛星進行通訊重新認證。另在 SMCS 太空基地臺部分，為促進不同地面商業行動服務在相鄰區域的同頻操作共存，ISED 通常會於許可區域邊界執行最大許可之場域強度 (maximum allowable field strength) 或功率通量密度 (power flux-density)。而由於 SMCS

被預設用於補充商業行動服務，並擴張其既有覆蓋範圍。ISED 提案應使提供 SMCS 之太空基地臺適用與地面基地臺相同之技術要求，同時就既有技術要求是否足以實現 SMCS、促進與地面行動通訊服務之共存徵求意見。

有鑑於完成本次公眾意見徵詢與實施新程序所需之時間，ISED 預計在本次公眾意見徵詢之決定公布後，於 2025 年 4 月 1 日使新的 SMCS 框架生效。同時，考量到 SMCS 之試驗、試點或早期布建對加拿大人帶來的利益，ISED 將考慮在本文件發布後，在新 SMCS 框架生效前，以個案形式根據文件內之資格要求授予暫時性之 SMCS 許可<sup>411</sup>。

---

<sup>411</sup> Innovation, Science and Economic Development Canada [ISED], 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> (last visited Oct. 15, 2024).

## 四、英國

英國作為具備先進通訊技術之國家，近年亦有針對 NTN 及相關技術進行推動。在政府部分，主要由頻率資源主管機關通訊傳播管理局 Ofcom 以公眾意見徵詢之形式，向利害關係人徵集 NTN 創新應用法制推動方向之建議。而在政府部分，則有政府支持之產業聯盟英國電信創新網路（UK Telecoms Innovation Network, UKTIN）針對 NTN 應用趨勢進行研析與建議提出，以及企業自主執行相關實驗。

### （一）、政府法制推進

英國頻率主管機關 Ofcom 於 2024 年 7 月 23 日發表「改善來自天空及太空之行動連接」（Improving mobile connectivity from the sky and space）文件<sup>412</sup>，旨在向利害關係人徵詢有關提供衛星直連裝置（Direct-to-device, D2D）服務，以及行動衛星服務 MSS 之需求及意見，並且初步闡述 Ofcom 針對此服務考慮之相關問題及管理方式。

文件中提到，近幾年不論是國際社會透過 WRC 或國內，皆有越來越多關於 D2D 及 MSS 此類主題之討論。考量到 NTN 能有效擴展網路覆蓋範圍、改善偏遠地區之網路品質，使英國更多企業及消費者受益，身為頻譜管理機構，Ofcom 將研議如何發展此類技術及訂定相關規範，確保頻率資源之有效利用。

Ofcom 總結出兩種 D2D 之服務模型，以及若採取個別模式時，Ofcom 可能需考慮之問題及管理措施。具體說明如下：

- **推出新型態手機，並且利用衛星及現在衛星業務所使用之頻率，進行通訊（D2D in MSS spectrum）：**

ITU 已分配部分頻段供飛機、船舶、衛星電話通訊等 MSS 技術使用，而隨新技術持續發展，大眾手機市場也已推出可支援 MSS 頻段通訊之新型手機。但若採取此類服務模式，可能導致 MSS 頻段之用戶增加，彼此間干擾增加，因此 Ofcom 考慮引入牌照制度，限制使用者數量，同時 Ofcom 亦希望於 MSS 頻段內發展頻譜共享（Co-channel MSS Spectrum Sharing）之技術，最大化該頻段之使用效率。

---

<sup>412</sup> Ofcom, 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> (last visited Sep. 25, 2024).

- 以現有手機、衛星和航空平台 (airborne platform) 及手機行動網路使用之頻段，進行通訊 (D2D in Mobile spectrum)：

文件表示，以此方式進行通訊將可使全球現存之數十億手機使用者受益，尤其是對難以進行地面通訊之地區而言。同時，低軌衛星技術發展和部分公司（例如 Lynk、Starlink、AST Space Mobile）正開發在利用航空平台支援現有手機之通訊服務，皆顯示此項服務發展可能性。惟若擬利用既有行動通訊頻段進行 D2D 通訊，則會涉及現行行動網路營運商 (MNO) 所持之牌照未授權 MNO 進行太空傳輸、牌照中之豁免條款亦無涵蓋直接與衛星通訊之情況，以及是否會造成相同、鄰近頻段或跨境使用者之干擾等問題，而須進一步與衛星經營商、相關頻段既有使用者進行協調，或考慮設置排除區保護使用安全。

Ofcom 指出，其預計於 2024 年 9 月 13 日意見徵詢結束後整理各界意見，並於第三季發布更新報告，進一步闡述 Ofcom 後續之工作步驟。

## (二)、產業自主發展

在產業自主發展部分，由政府支持之產業聯盟英國電信創新網路 (UKTIN) 於 2023 年成立 NTN 專家工作小組 (NTN Expert Working Group)，該工作小組以探索一系列非地面網路技術之相關應用為宗旨，並為瞭解 NTN 當前之發展、英國在此領域之優勢及未來可能面對的挑戰，於 2024 年 4 月 16 日發布「非地面網路未來能力」(Future Capability Paper Non-Terrestrial Networks) 報告<sup>413</sup>。

報告中指出，全球近年對於數位通訊需求快速增加，非地面通訊技術將成為未來通訊的重要組成部分，並提供覆蓋範圍廣、低延遲、高速資料傳輸服務。而由於英國有完善之衛星製造及營運能力，具涵蓋衛星營運商、地面基礎設施製造商及終端系統供應商之完整產業鏈；政府積極投資相關研究，如高級電信系統研究 (Advanced Research in Telecommunications Systems) 計畫，在相關領域之學術研究具優秀之表現；擁有吸引新創企業及外資進入之良好金融環境；並具備成熟廣播、數位媒體、通訊服務產業，為非地面網路技術提供創新應用及發展之商業機會。

然而，報告亦就英國推廣 NTN 技術上存在之挑戰進行說明，例如在學術研究方面雖有研究結果之產出，但由於推廣力度不足且欠缺與業界互動，

---

<sup>413</sup> UKTIN, Future Capability Paper Non-Terrestrial Networks, <https://uktin.net/whats-happening/news/everything-you-need-know-about-uktin-ntn-expert-working-group-future>(last visited Sep. 25, 2024).

故缺乏對產業的實際影響力。另外，國內非地面網路技術背景之專業人才不足、缺乏關鍵零件及設施製造（如半導體、晶片、衛星發射器等）之製造能力，加上大眾對衛星系統是否環保或對環境產生影響存在質疑，皆可能影響市場接受度。針對上述優點及挑戰，報告分別對政府與產業界提出不同建議：

## 1. 針對政府之建議

- 設立 NTN 中心以促進學界及產業間知識共享，並推動共同制定 NTN 技術標準；
- 提供國家研發資金，擴大對相關技術的研發資助，以更大規模的與產學界合作推動 NTN 發展；
- 針對缺失部分培訓專業技術人才，提供更多 NTN 培訓資源與研究課程，滿足產業對人才的迫切需求；
- 建議 Ofcom 積極參與國際有關 NTN 頻譜分配及適當技術條件之制定進程，確保 NTN 營運商於全球範圍內皆能快速有效提供服務，避免市場碎片化。

## 2. 針對產業界之建議

- 英國業者應與 3GPP 等國際組織合作，確保 NTN 相關技術規格的一致性，並且確保地面網路及非地面網路技術間的連續性；
- 識別可能導致限制產業發展或 NTN 技術採用時之潛在阻礙，再與相關標準及監管機關協調，快速解決問題以便即時跟上商業發展趨勢。

在報告的最後，NTN 專家工作小組表示將持續關注相關研究及發展、分析 NTN 各種架構及應用，並重點關注 NTN 商業模式、產業永續性、NTN 未來架構及設備、6G 技術、頻譜監管、人才培訓六大主題，於未來提出分析報告。

另一方面，各別業者亦自主針對 NTN 技術進行實驗與研究。2023 年 1 月 31 日，英國電信服務供應商 British Telecommunications (BT Group) 與 HAPS 開發商 Stratospheric Platforms Ltd (SPL) 展開實驗，測試 5G HAPS 的通訊演示系統，將 SPL 開發之通訊天線放置在類比 HAPS 的高樓，測試使天線與 BT Group 的 5G Open RAN 網路測試平台連線，並初步觀察兩者間的通訊狀況<sup>414</sup>。在此之後，SPL 又於 2023 年 11 月 15 日宣布與飛機製

---

<sup>414</sup> British Telecommunications, BT Group and SPL look to the stratosphere to deliver 4G and 5G coverage to hard-to-reach areas of the UK, <https://newsroom.bt.com/bt-group-and-spl-look-to-the-stratosphere-to->

造商 Britten-Norman 合作，實驗使一架配備天線系統之氫能無人機飛至北海上空，並與位於英格蘭的 Adastral 塔臺通訊中心進行網路通訊<sup>415</sup>，該飛行實驗於 2024 年 7 月 18 日取得成功，為 NTN 技術的發展奠定基礎<sup>416</sup>。

---

<sup>415</sup> deliver-4g-and-5g-coverage-to-hard-to-reach-areas-of-the-uk/(last visited Sep. 25, 2024).  
Stratospheric Platforms, DEMONSTRATING 5G INFRASTRUCTURE FROM THE SKY,  
<https://www.stratosphericplatforms.com/news/demonstrating-5g-infrastructure-from-the-sky/>(last visited Sep. 25, 2024).

<sup>416</sup> Stratospheric Platforms, SUCCESSFUL FLIGHT TRIALS DEMONSTRATE 5G TELECOMMUNICATIONS FROM THE SKY, <https://www.stratosphericplatforms.com/technology/flight-trials-demonstrate-5g-telecommunication/>(last visited Sep. 25, 2024).

## 五、日本

日本之地理環境具有位處地震帶、四面環海與國內島嶼眾多等特性，除經常面臨天災威脅外，島嶼內、島嶼間以及島嶼和本島間通訊之建立，亦有相當之挑戰。儘管日本自 2020 年就已開始推出 5G 的商用服務，但 5G 普及基礎建設推進工作小組於報告中表示國內 5G 的發展至今已進入技術成熟度曲線 (Hype Cycle) 的泡沫化低谷期 (Trough of Disillusionment)<sup>417</sup>，加上國內相關設備覆蓋率仍不足，尤其是在偏遠地區，導致民眾並無法深刻感受到 5G 技術為生活帶來的益處。因此，報告建議應加快全國基礎設施及非地面網路技術 (NTN) 的建置，由政府協助電信業者加快全國 5G 基礎設施的建造速度，並且針對 Sub-6 及毫米波頻段應制定更明確的工作目標。此外，由於 NTN 技術有助於補足地面基地台訊號覆蓋的範圍，工作小組表示，政府可與民間合作共同針對 NTN 技術進行研究並探索該技術之可行性。在此通訊需求快速增加之背景下，日本政府透過政策、政府計畫與公私協力，嘗試利用高空通訊平台 (HAPS)、高空行動通訊基地台 (HIBS) 或低軌衛星等非地面通訊形式，於偏遠或災後地區提供韌性通訊服務。

### (一)、高空通訊平台 (HAPS)

#### 1. 總務省「擴大電波資源的研究開發」計畫

自 2023 年至 2024 年期間，日本國內對通訊之需求量已增加 1.1 倍，為解決此一逐年攀升的通訊需求，總務省綜合通訊基盤局之電波政策科於 2020 年至 2024 年進行「擴大電波資源的研究開發」(電波資源拡大のための研究開発) 計畫，指出日本將針對最大化利用頻譜資源、促進頻譜資源共享，以及高頻率頻譜資源之運用，共三個面向進行相關技術之研究及開發。其中，即包含對作為非地面網路 (NTN) 技術通訊過程所需之高空載體—高空通訊平台 (HAPS) 之開發。

計畫中提到，HAPS 之開發將提供救災通訊使用，並且能加強國內偏遠地區之無線通訊，以便更有效利用頻率資源。計畫書內提出兩種通訊模式之研究，包含固定通訊系統，即 HAPS 可與地面固定基地臺進行通訊；另一種則為行動通訊系統，即 HAPS 可與地面會移動的基地臺 (如車輛、手機等) 進行通訊。此外，HAPS 的整體設計、傳輸試驗、通訊、防止降雨干

---

<sup>417</sup> *supra* note 151

擾等相關技術，亦為本研究之範圍<sup>418</sup>。

2024年5月28日，日本SKY Perfect JSAT 衛星通訊公司、NTT DoCoMo 電信公司、Panasonic 及國家資訊通訊科技研究所（国立研究開発法人情報通信研究機構）即根據此計畫，共同完成以小型飛機模擬 HAPS 從高度 4 公里之高空，利用 38GHz 頻段完成 5G 通訊之示範實驗，研究團隊利用天線系統與地面設置的 3 個基地臺進行通訊，克服 38GHz 頻段容易受到降雨影響的問題，成功進行通訊並確保品質的穩定性<sup>419</sup>。

## 2. 民間企業展開 HAPS 實驗

除政府研究計畫外，日本企業間亦合作展開 HAPS 相關實驗。

### (1) 日本 Softbank 集團（SoftBank Group Corp）

2019年4月25日，日本 Softbank 集團與美國科技公司 AeroVironment 合作開發第一台太陽能 HAPS 「HAWK30<sup>420</sup>」。同年9月11日，HAWK30 成功於美國加州之美國太空總署（NASA）阿姆斯壯飛行研究中心（Armstrong Flight Research Center, AFRC）完成試飛。以 HAWK30 為基礎，Softbank 後續開發名為「Sunlider」的 HAPS，並於 2020 年 9 月 21 日於美國太空港進行試飛，並在第五次試飛時首次成功到達平流層，最高飛行高度約 19 公里、持續飛行 20 多個小時。Softbank 集團說明，Sunlider 可繞著地球上空的平流層飛行，並將無線電波傳至地面上的手機，使位處偏遠地區或地面通訊設施難以傳輸訊號之地區順利與外界通訊，在災害發生而導致地面基設施無法正常運作時，此類通訊方式便相當重要<sup>421</sup>。

除以飛機作為載體之外，Softbank 集團亦與美國公司 Altaeros Energies 合作，開發「自主繫流漂浮器」（Autonomous Aerostat），並於 2022 年 6 月 22 日於北海道太空港完成初步測試。漂浮器配備自主控制裝置，避免漂浮器發生滾動、偏航等狀況，可最高於 305 公尺的上空進行有效的通訊，實

---

<sup>418</sup> 〈電波資源拡大のための研究開発〉，総務省総合通信基盤局電波部電波政策課，<https://www.tele.soumu.go.jp/resource/j/fees/purpose/pdf/r5kenkyukaihatsu.pdf>（最後瀏覽日：2024/09/25）。

<sup>419</sup> 〈世界初、高度約 4 km 上空から 38 GHz 帯電波での 5G 通信の実証実験に成功〉，Panasonic Group，<https://news.panasonic.com/jp/press/jn240528-2> Holdings Corporation（最後瀏覽日：2024/09/25）。

<sup>420</sup> AeroVironment, AeroVironment Announces Initial Milestone in Solar HAPS Program - Assembly of First HAWK30 Solar HAPS, <https://www.avinc.com/resources/press-releases/view/aerovironment-announces-initial-milestone-in-solar-haps-program-assembly-of> (last visited Sep. 25, 2024).

<sup>421</sup> SoftBank, HAPSMobile's Stratospheric Test Flight Opens A New Chapter for the Internet, [https://www.softbank.jp/en/sbnews/entry/20201013\\_01](https://www.softbank.jp/en/sbnews/entry/20201013_01) (last visited Sep. 25, 2024).

現更大範圍區域之網路覆蓋以及通訊穩定性。

除於美國及國內進行實驗外，Softbank 於 2023 年 6 月 28 日與盧安達政府教育部（Government of Rwanda's Ministry of Education, MINEDUC）合作，於當地以非地面網路提供教育技術（EdTech）服務，透過網路服務提供幫助當地學生學習及接受教育<sup>422</sup>。作為專案之一部分，Softbank 並於 2023 年 9 月 24 日成功使太陽能 HAPS 於盧安達空域之平流層完成 5G 通訊，該 HAPS 於高達 16.9 公里之高空持續運行 73 分鐘，並以 5G 手機進行 Zoom 視訊通話。Softbank 執行長表示，此次實驗測試之成功為 5G 技術發展重要里程碑，HAPS 的發展具備縮短各國間數位鴻溝之潛力<sup>423</sup>。

## (2) NTT DoCoMo

電信公司 NTT DoCoMo 與歐洲航空公司 Airbus 合作，開發名為「Zephyr S」的 HAPS，2021 年 8 月 25 日至 9 月 13 日，兩家公司於美國亞利桑那州利用 450 MHz 和 2 GHz 頻段，進行從平流層到地面接收天線之無線電波傳播測量實驗。該次測試中 Zephyr S 到達天空平流層飛行高度約 23 公里，打破當時國際航空聯合會（Federation Aeronautique Internationale, FAI）之歷史紀錄。此次的飛行共持續 18 天，證明即便處於溫度極低之平流層，HAPS 仍可持續向地面手機提供通訊服務<sup>424</sup>。

## (3) 歐洲航空公司 Airbus 與日本業者合作

2022 年 1 月 14 日，歐洲航空公司 Airbus 與日本衛星通訊公司 SKY Perfect JSAT、電信公司 NTT、NTT Docomo 合作簽署 MoU，共創合作系統進行 HAPS 之相關研發及實驗，以共同促進 HAPS 的早期商業化。四家公司表示，彼此將共同合作，擴張 5G 之覆蓋範圍使其涵蓋空中、海上及太空，並增加人口密集地區之通訊容量、協助遠端控制建築工地重型機械及救災等工作。

除了專注 HAPS 於平流層之通訊技術開發外，四間公司亦將致力於 HAPS 機身設計、HAPS 營運標準及制度之開發，並且探索 HAPS 相關的商

---

<sup>422</sup> SoftBank, SoftBank Corp. and Rwanda's Ministry of Education Sign Agreement to Provide Educational Technology Service in Rwanda That Utilizes Non-Terrestrial Network Solutions, [https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2023/20230721\\_01/](https://www.softbank.jp/en/corp/news/press/sbkk/2023/20230721_01/) (last visited Sep. 25, 2024).

<sup>423</sup> GSM Association, Government of Rwanda in Partnership with SoftBank Corp. Successfully Delivers World's First 5G Connectivity from the Stratosphere, <https://www.mwckigali.com/press-releases/government-of-rwanda-in-partnership-with-softbank-corp-successfully-delivers-worlds-first-5g-connectivity-from-the-stratosphere> (last visited Sep. 25, 2024).

<sup>424</sup> 〈ドコモとエアバス、高高度無人機で成層圏からの通信サービス実証〉, Impress Watch, <https://www.watch.impress.co.jp/docs/news/1366383.html> (最後瀏覽日：2024/09/25)。

業模式。同時，其他與 NTN 技術相關之載體，如地球同步軌道衛星、低軌衛星等，亦為四家公司有意願開發之業務項目<sup>425</sup>。

## (二)、 高空行動通訊基地台 (HIBS)

除 HAPS 外，日本政府亦針對發展 HIBS 做出準備。自 WRC-23 決議確認 694-960 MHz、1710-1885 MHz 及 2500-2690MHz 為 HIBS 頻段後，日本總務省於 2024 年 7 月 26 日即發布新版之頻率分配表，計劃將 1710-1885MHz 分配給 HIBS 使用，並向大眾徵詢意見<sup>426</sup>。同時，總務省也將制定關於此技術之相關標準和政策；而日本交通部也正討論該如何修訂《航空法》(航空法)以支持 HIBS 發展<sup>427</sup>。

---

<sup>425</sup> 〈エアバス、NTT、ドコモ、スカパーJSAT の 4 社が HAPS の早期実用化に向けた研究開発などの推進を検討する覚書を締結〉，NTT DOCOMO，[https://www.docomo.ne.jp/info/news\\_release/2022/01/17\\_01.html](https://www.docomo.ne.jp/info/news_release/2022/01/17_01.html) (最後瀏覽日：2024/09/25)。

<sup>426</sup> 〈新たな周波数割当計画案に係る意見募集〉，総務省，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban09\\_02000516.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000516.html) (最後瀏覽日：2024/09/27)。

<sup>427</sup> PolicyTracker, Japan takes the lead on licensing HIBS spectrum <https://www.policytracker.com/japan-takes-the-lead-on-licensing-hibs-spectrum/> (last visited Sep. 25, 2024).

## 六、 澳洲

澳洲通訊及媒體局（Australian Communications and Media Authority, ACMA）於 2024 年 9 月 24 日發佈「IMT 衛星直連行動服務操作之監管指引」（Operation of an IMT satellite direct-to-mobile service - Regulatory guide）文件，同樣指出 D2D 服務依照所使用之頻段分為兩種應用類型。其一為使用 ITU 和「澳洲無線電頻率頻譜計畫」（Australian Radiofrequency Spectrum Plan）中，已分配給 MSS 使用之頻段，而要求手機必須具備使用 MSS 頻段之衛星通訊功能者。而由於該應用所使用之頻段本身即分配予 MSS 使用，因此經營此項服務可利用既有許可程序授權，若一 MSS 經營商已取得在澳洲經營 MSS 之許可，且 D2D 服務提供不超脫許可證之條件，則不需額外許可，因此監管指引文件將不對此類型多做討論。

另一應用類型擬使用被分配予地面行動寬頻服務之頻段（即 IMT 頻段）與標準手機，而由於此些頻段並未分配予支持 MSS 服務使用，因此在國際上，在此些頻段提供 MSS 服務多以不得造成干擾、不受保護原則運作，且若干擾發生，即需停止或改變操作。又根據澳洲「澳洲無線電頻率頻譜計畫」，除非許可證中特別標註為次要使用服務，否則許可證所授權之服務皆被視為主要使用服務，意即在 IMT 衛星直連手機服務頻譜許可下運作之手機，將被作為主要服務的一部分運行<sup>428</sup>。

參考 ACMA 認為在頻譜許可之範圍內進行傳輸前，最佳做法為 IMT 衛星直連手機服務經營商與 MNO 先行達成協議，協議的類型與條款，則由協議各方自行決定，以貼合其需求與釐清責任；以及若未先行達成協議，則該傳輸將有被 ACMA 視為干擾並採取行動之可能<sup>429</sup>。在此或可理解為，MNO 作為國內新型態通訊服務之提供者，其有責任確保消費者之 IMT 衛星直連手機服務不受其它頻譜使用者干擾，同時亦確保其服務不對其它頻譜使用者造成干擾，進而實質與國際頻譜規範所要求之「不得造成干擾、不受保護原則」相符。

而在潛在適用頻段部分，首先需探討頻譜許可之範圍。考量到衛星服務的廣泛覆蓋，ACMA 認為，在澳洲提供 IMT 衛星直連行動服務，僅在具備全澳範圍頻譜許可的情況下才具有可行性。主要原因係在此情境下，衛星經營商僅需跟單一被許可電信業者協調，而不需考慮複數被許可電信

---

<sup>428</sup> Australian Communications and Media Authority [ACMA], *Operation of an IMT satellite direct-to-mobile service - Regulatory guide* (2024), at 4-6, <https://www.acma.gov.au/sites/default/files/2024-09/Regulatory%20guide%20Operation%20of%20an%20IMT%20satellite%20direct-to-mobile%20service.pdf> (last visited Oct. 28, 2024).

<sup>429</sup> *Id.* at 9.

業者，也不會有必須限制在一定的地理邊界內傳輸之議題。然而，考慮到目前澳洲頻率許可情況，在非全澳洲範圍的頻譜許可下提供 IMT 衛星直連手機服務亦非不可行，但須額外考慮許可範圍外的潛在干擾問題，並採取相關減緩措施。

在此基礎上檢視既有 IMT 頻段，有鑑於 700 MHz、800 MHz、850/900 MHz 與 2.5 GHz 支持分頻雙工（frequency division duplexing），並能以全澳洲範圍頻譜許可被授權給行動網路經營商（MNO），被 ACMA 認為適合供 IMT 衛星直連手機服務使用。另外，理論上 1800 MHz 與 2 GHz 亦可支援 IMT 衛星直連手機服務，但此二頻段並未被授權全澳洲範圍使用，因而在布建上可能產生技術挑戰（干擾議題）。

最後，由於目前 IMT 頻譜許可的干擾管理框架於設計之初，並未設想有太空基地臺干擾之可能性，因此 ACMA 期望提供 IMT 衛星直連手機服務之頻譜被許可人應進行自我審查，以與其他頻譜使用和使用使用者共存<sup>430</sup>。

---

<sup>430</sup> *Id.* at 7-9.

## 第四節 小結

### 一、 國際 5G 頻譜政策趨勢

觀各國近期之 5G 頻譜政策，可發現主要趨勢如下。首先，3.4-3.8GHz 之中頻段基於其平衡覆蓋範圍與速度之特性，於各國皆有規劃釋出供 5G 商用，並在部分國家如英國（3.4-3.8 GHz 僅限室內布建）、德國（3.7-3.8GHz）與美國（3.55-3.7GHz）更是釋出供 5G 專網布建，可認為 3.4-3.8GHz 屬於全球 5G 之主力頻段。

與此同時，全球對中頻段（如 2GHz、6GHz）之需求亦隨著科技發展與資料傳輸量之提升而增加，WRC-23 決議基於支援 5G-Advanced 時代資料流量增長，將 6.425-7.125GHz 此一中頻段頻譜規劃為未來 IMT 使用。各國亦透過頻譜管理政策或未來規劃，積極推動中頻段頻譜有效利用之研究或機制，如美國「國家頻譜戰略」及其實施計畫以改善頻譜管理為目標，對 3.1-3.45 GHz、5.03-5.091 GHz、7.125-8.4 GHz 等頻段進行研究；美國參議員提出《2024 年頻譜管道法案》，要求對 1.3 GHz 至 13.2 GHz 頻段內之 2,500 MHz 頻段進行拍賣或重分配；英國 Ofcom 探討於 6.425-7.125GHz 頻段上同時支援行動網路與 Wi-Fi 服務之可能性；日本總務省預計於 2025 年底前讓 5G 及 5G 專網能夠使用 2.3GHz、4.9GHz 等頻段；而在歐盟部分，亦於「如何掌握歐洲數位基礎設施需求？」白皮書中，建議於歐盟層級規劃充足的頻譜供未來應用案例使用。觀上述發展，可發現對中頻段頻譜之需求，以及如何透過頻譜有效利用或釋出滿足此一需求，將是各國未來頻譜管理制度之重點項目。

其次，承接上述討論，為實現頻譜之有效利用，則需透過政策進行推動。目前各國主要聚焦於頻譜共享與重新釋出相關機制。就美國而言，其對 3.1-3.45 GHz、5.03-5.091 GHz、7.125-8.4 GHz 等頻段進行研究如前述，並針對 3.1-3.45 GHz 設定 DSS 之研究項目。國防部亦針對將此一頻段供聯邦與非聯邦 5G 共享，探討透過 DSS 與事前之嚴謹評估程序實施之可行性。另外，FCC 公布關於 CBRS 修正之法規預告，針對 CBRS 頻段之管理方式、設備申請程序、是否將於美國大陸以外領土提供 CBRS、是否引入更高功率設備，以及是否應開放低功率室內操作等內容徵集公眾意見。

歐盟執委會發布之「無線電頻譜政策計畫研究：盤點及討論未來情境」研究報告，指出促進頻譜共享，尤其係針對不同案例與技術間之共享，將成為未來之主流。英國則為 26GHz 與 40GHz 頻段共享設計不同之執照申請機制，探討於 6GHz 頻段使 Wi-Fi 與行動網路得以進行頻譜共享之可能

解決方案；同時，頻譜解決方案公司 LS telcom 發布「探索英國共享國防頻譜之新框架」報告，列出數個希望國防部與民間共享之頻段，並提出利用 SAL 機制或開發自動化動態頻譜共享系統等建議。

日本總務省於「無線電頻率重整行動計畫」中，指出其考慮透過移頻或頻譜共享等機制，於 2025 年前完成使 5G 商業與專用網路與既有使用者共享 2.3GHz、4.9GHz、26GHz 以及 40GHz 頻段之目標；而韓國則提出透過撤銷布建情況不理想者執照之方式，對已分配之頻段進行清理與重新釋出。綜上所述，頻譜共享與收回重分配在頻譜資源有限、各國皆追求對頻譜之最高效利用之情況下，勢必將是各國未來的重點討論議題，而有持續關注之必要。

最後，隨著 5G 發展已邁入成熟期，以美國政府與產業界為主之相關聯盟陸續公布 6G 發展方向與可能頻譜釋出趨勢，如 Next G Alliance 公布「6G 路線圖」與「6G 頻譜需求」文件，概述美國 6G 發展目標、可能使用頻段與有助 6G 發展之頻譜共享等技術，並說明不同 6G 應用場景下可能存在不同之頻譜需求；白宮發布「支持 6G 原則的聯合聲明：設計安全、開放與韌性」聲明，說明其與澳洲、加拿大等國家就 6G 無線通訊系統的研發原則達成之協議；5G Americas 發布「國際電信聯盟的 IMT-2030 願景：邁向美國 6G」白皮書，探討由 ITU 制定之 6G 通訊技術框架（IMT-2030）對美國可能產生之影響，同時亦提及 6G 技術可能使用之頻段。

而韓國為確立 6G 技術與標準研發之主導地位，亦積極促成國內相關政策與研究推進。包含啟動「未來 6G 網路研發計畫」，以中高頻段應用為目標，研究 6G 相關技術與標準化進程；公布「K-Network 2030 戰略」，進一步促進公私部門的 6G 技術合作，並強化網路供應鏈；於 2024 年 7 月集結 NT 與 NTN 產學研專家，成立「6G 協會」，期望主導 6G 標準並於 2029 年實現 6G 商用化。

對於下世代通訊（6G）相關標準與技術，國際組織、通訊發展前沿國家皆已初步進行探索，如 ITU 公布「IMT-2030 與未來國際行動電信之發展框架與總體目標」（Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond），說明未來 6G 技術將能實現之目標、應用場景與所需技術，以及前述提及國家之政策或產業自主行動。對此，我國亦應及早進行相關準備，觀測國際下世代通訊（6G）頻率資源分配法制動向，推動我國頻率資源整備。

## 二、 國際車聯網頻譜政策與監管制度趨勢

綜觀美國、加拿大、歐盟、日本、韓國及中國的車聯網頻譜政策與監管制度近期發展，本研究提出以下三點趨勢分析，供我國參考。

### (一)、 5.9GHz 頻段為各國分配供車聯網使用的一致頻段，其中 5895-5925 MHz 頻段，受美國縮減頻段的影響，似有供車聯網安全功能使用的趨勢

自 1999 年以來，各國陸續公告 5.9GHz 頻段供 ITS 或車聯網使用；2021 年起，美國及加拿大決定僅保留 5895-5925MHz 供車聯網安全功能使用。美國主要考量疫情後 Wi-Fi 使用需求急增，又過去車聯網發展緩慢。而加拿大除了上述原因，主要考量與美國的跨境車輛通行需求，故跟進美國的決策。而自 2012 年以來使用 755.5-764.5MHz 頻段進行車聯網應用的日本，因考量未來自駕車與車聯網產品的進出口，於 2020 年開始研究與 5.9GHz 頻段的共享或移頻可能性。2023 年底，日本總務省宣布將於 2026 年額外分配 5895-5925MHz 供車聯網使用。

歐盟早已於 2020 年規劃 5875-5925 MHz 頻段供道路安全 ITS 使用，其中 5915-5925 MHz 頻段優先供鐵路安全 ITS 使用。5GAA 曾因應美國縮減頻段的決策，於 2021 年 6 月建議歐盟重新規劃車聯網頻段各頻道的用途，將 5905-5925MHz 供 C-V2X 安全應用布建，以利產品進出口，然而未被歐盟採納。其於 2024 年 3 月再次提出建議時，似已放棄此訴求，說明因 ECC 針對此頻段至今尚未擬定道路安全 ITS 與鐵路安全 ITS 系統共存機制，使用 5915-5925 MHz 頻段進行車聯網佈署因恐較晚，建議廠商先於 5905-5915 MHz 進行布建（DSRC 安全應用主要使用 5895-5905 MHz）<sup>431</sup>。

觀察前述發展，美國於 2021 年縮減車聯網原分配頻寬的決策，未全面帶來縮減車聯網頻段的效應，但有明確化 5895-5925MHz 供安全功能 V2X 使用的作用，對日本近年加速決策 5.9GHz 移頻計畫有其影響性。而歐盟與韓國未來是否將重新規劃 5855-5925MHz 頻段中各頻道的用途，進一步將 5895-5925MHz 頻段保留供安全功能 V2X 專門或優先使用，值得我國持續關注。

---

<sup>431</sup> 5GAA, *Deployment band configuration for C-V2X at 5.9 GHz in Europe* (2021), [https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA\\_S-210019\\_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X\\_final.pdf](https://5gaa.org/content/uploads/2021/06/5GAA_S-210019_Position-paper-on-European-deployment-band-configuration-for-C-V2X_final.pdf) (last visited May 30, 2024).

## (二)、 受中美政策影響，除汽車產業大國，他國有跟進指定 C-V2X 的可能性

中國於 2016 年，隨後美國於 2021 年分別指定 LTE-V2X 為車聯網通訊技術。考量與美國相鄰，車聯網系統有互操作的必要性，加拿大於 2022 年底亦公布指定 C-V2X 為 C-ITS 通訊技術。而韓國為加速 V2X 研發、布建與外銷，於 2024 年底亦指定 C-V2X 為 C-ITS 採用的通訊技術。

歐盟和日本則未受美國的決策影響，目前仍保持技術中立，然而企業有逐漸轉向 C-V2X 的趨勢。歐盟新車安全評鑑組織(Euro NCAP)公布 2030 年展望，目標 2029 年將 V2X 納入車輛安全評分，強調評鑑時針對兩種車聯網通訊技術的評比，應以保持技術中立的方式進行；C-ROAD 公布 C-ITS 路線圖，亦強調技術中立及互操作性。然而，多數歐洲車廠於 2023 年 9 月公開聲明支持 5G-V2X 直接通訊，預計 2026-2029 年推出相關新車型。日本雖未有明確的聲明，但目前仍採技術中立原則，探討不同技術與頻段的最佳配搭應用模式。然而 2024 年 9 月 13 日公布的《自動駕駛時代的「新一代 ITS 通訊」研究小組期中報告(草案)(第二期)》意見徵詢結果，有不少業者建議日本政府參考國際趨勢，指定布建成本較低的 C-V2X 技術。

本研究認為，歐盟和日本等車廠大國，因其過往已大量投資研發，並於車輛和基礎設施端部署 DSRC 設備，其全面捨棄 DSRC 替換為 C-V2X 的成本過高，因此透過技術中立政策讓市場逐步篩選技術。韓國和加拿大因未如歐盟和日本大規模投入 DSRC，技術轉換成本相對較小，其指定 C-V2X 的阻力較小，又能達成加速布建或外銷等目標，因此例外選擇特定技術。其他國家是否亦會指定 C-V2X，則尚待觀察。

## (三)、 近年各國為加速布建，OBU 型式認證技術規範、RSU 頻率許可及電台監管規範將陸續調修，值得我國關注

車聯網主要國家針對車聯網車載設備(OBU)皆採免許可的型式認證制度，只需符合技術規範並取得無線電設備認證即可銷售及使用。其制度設計的主因為 OBU 具有隨車移動的特性，且未來車聯網商用落地後，其無線電器材數量龐大，如需個別電台許可，將造成龐大的行政負擔，不利於車聯網的推廣。而美國 FCC 於 2024 年 7 月宣布近期將針對 C-V2X 頻率規則進行表決，相關技術參數、電子圍籬等管理方式值得關注。

路側設施(RSU)方面，由於其有發布交通資訊的功能，涉及生命及公共安全，各國對 RSU 的管理要求較 OBU 嚴格，須通過技術認證，並申請

頻率許可及電台執照以避免頻率干擾。美國的 RSU 監管模式相對寬鬆，採電台註冊制，透過技術標準確保安全訊息優先傳輸，可有效降低監管成本。這樣的模式有助於減少行政負擔，值得我國借鏡。

而其他國家雖尚未為 RSU 制定專屬頻率電台監管規範，但已有相應趨勢。例如加拿大在 2022 年宣布將為 RSU 頻率核配與電台管理制定專法；韓國則於 2023 年底宣布將制定 C-V2X 相關管理規範，以推動 RSU 基礎設施建設；日本則於 2024 年 7 月提出簡化 5.9GHz 頻段電台申請流程的方案，期待藉由縮短手續辦理時間，加速實驗進行，然而未來是於正式公告 5.9 GHz 頻段後制定相關規範仍待持續觀察。

### 三、 國際非地面網路（NTN）頻譜政策與監管制度

觀國際間 NTN 相關頻率資源發展，大致上可歸類為三個層級。首先，在國際頻率協調層級，全球各國原則上皆係以國際電信聯盟 WRC 決議為基準，劃定國內頻率資源分配表，以避免於頻率使用上與他國產生不一致。而在 2023 年 11 月 20 日至 12 月 15 日辦理之 WRC-23 中，針對非地面通訊（包含 HIBS、ESIM 與 ISS）做出多項決議。

其次，於國家法制層級，近期聚焦於以低軌衛星、HAPS 擴充地面行動通訊網路範圍之應用，如美國 FCC 於 2024 年 3 月 14 日通過「單一網路未來：衛星擴充覆蓋」報告、命令與進一步法規預告，修訂聯辦法規電信專章，於美國頻率分配表中供行動通訊服務使用之頻段，以次要使用形式註記，允許該頻段被衛星經營商使用；加拿大 ISED 於 2024 年 6 月 24 日發布「以衛星擴充行動覆蓋之政策、授權與技術框架」公眾意見徵詢，於文件中指出規劃提供 SMCS 商業化服務使用之行動通訊頻段、基地臺許可監管框架，以及技術考量因素；英國頻率主管機關 Ofcom 亦於 2024 年 7 月 23 日發表「改善來自天空及太空之行動連接」（Improving mobile connectivity from the sky and space）文件，初步闡述衛星直連手機之兩種類型，以及各類型可能涉及之監管議題；日本部分，則主要聚焦於 HAPS 之應用推廣，如總務省於「擴大電波資源的研究開發」計畫中，明確指出應針對 NTN 技術通訊過程所需之高空載體進行研發，並於 WRC-23 確立 HIBS 使用頻段後，及規劃制定 HIBS 技術之相關標準和政策，同時交通部亦討論該如何修訂《航空法》以支持 HIBS 發展；至於澳洲部分，ACMA 於 2024 年 9 月 24 日發佈「IMT 衛星直連行動服務操作之監管指引」，同樣針對於 IMT 頻段使用之衛星直連服務相關監理規範進行探討，於指引文件中說明可能之干擾協調因應與潛在適用頻譜。

最後，則是產業自主推動層級，如英國產業聯盟電信創新網路為瞭解 NTN 相關應用與發展，於 2023 年成立 NTN 專家工作小組，並於 2024 年 4 月 16 日發布「非地面網路未來能力」，說明 NTN 技術所帶來之優點與挑戰，並分別針對政府與產業界提出具體建議。而日本企業則透過合作之形式，多方展開 HAPS 實驗，包含日本 Softbank 集團與美國科技公司 AeroVironment 合作開發第一台太陽能 HAPS「HAWK30」、與美國公司 Altaeros Energies 合作，開發「自主繫流漂浮器」；電信公司 NTT DoCoMo 與歐洲航空公司 Airbus 合作，開發名為「Zephyr S」的 HAPS；以及歐洲航空公司 Airbus 與日本衛星通訊公司 SKY Perfect JSAT、電信公司 NTT、NTT Docomo 合作簽署備忘錄等。

從上述國際趨勢中，可發現不論是政府或產業界，對於透過 NTN 技術彌平偏遠地區之連結性、於災難時提供緊急支援，甚至達成未來 6G 串聯陸海空之萬物連網願景皆抱有相當之期待，並積極推動頻率資源分配與管理法制之制定，以及 NTN 技術研發。就此，NTN 應用於我國未來是否有引入之需要，以及於引入後相關規範需如何建立或調適，或為後續我國需重點關注之面向。

## 第四章 座談會辦理及資源近用建議方案

### 第一節 座談會辦理

#### 一、 座談會(一)：國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察

隨著 5G 布建及應用日漸成熟，6G 發展日益興盛，各大國際組織及大型通訊展會持續探索 5G/6G 新應用情境，本次會議從 3GPP 及 ITU 等國際標準組織進行追蹤，搭配世界行動通訊大會 MWC 2024 等大型展會之通訊創新應用與情境。協助台灣通訊產業隨時掌握最新動態並同時跟進標準，加速與國際接軌及探索潛力應用情境，亦強化爭取成為未來 6G 競局之關鍵。

#### (一)、 活動資訊

- 活動時間：2024 年 4 月 26 日（五） 10:30~12:30
- 活動地點：實體(資策會民生科服大樓 103 會議室)+線上(Microsoft Teams)
- 參與對象：電信商、網通設備商、系統整合商、電子資訊業、法人、學校
- 活動議程：表 4-1

表 4-1、座談會(一)「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」議程規劃

時間	議題	主講人
10:00~10:30	來賓報到	
10:30~10:40	開場致詞	數位發展部資源司 沈信雄 專委
10:40~11:20	主題一： 國際 IMT 最新動態	資策會 連紹宇 總監
11:20~12:00	主題二： MWC 2024 通訊大會動態觀察	資策會 鍾曉君 資深經理
12:00~12:30	議題交流	
12:30~	散會	

資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

● 活動 eDM：圖 4-1

# 國際 5G/6G 技術發展趨勢 動態觀察座談會

📍 座談會時間：4月26日(五)上午10:00~12:30  
📍 座談會地點：民生科服大樓103會議室(臺北市松山區民生東路四段133號1樓)  
 線上(Microsoft Teams)  
📍 座談會簡介：

隨著5G佈建及應用日漸成熟，6G發展日益興盛，各大國際組織及大型通訊展會持續探索5G/6G新應用情境，本次會議從3GPP及ITU等國際標準組織進行追蹤，搭配MWC 2024等大型展會之通訊創新應用與情境。協助台灣通訊產業隨時掌握最新動態並同時跟進標準，加速與國際接軌及探索潛力應用情境，亦強化爭取成為未來6G競局之關鍵。

時間	議題	主講人
10:00~10:30	來賓報到	
10:30~10:40	主席致詞	數位部 沈信雄 專門委員
10:40~11:20	主題一：國際IMT最新動態	資策會 連紹宇 總監
11:20~12:00	主題二：MWC2024通訊大會動態觀察	資策會 鍾曉君 資深經理
12:00~12:30	議題交流	資策會 李穎芳 組長
12:30~	散會	

指導單位：

數位發展部  
MINISTRY OF DIGITAL AFFAIRS

主辦單位：

財團法人資訊工業策進會  
INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY

資料來源：本研究整理，2024年6月  
圖 4-1、座談會(一)「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」eDM

## (二)、活動成果

- 參與人數：總計 115 人，現場 32 人（男性 23 人，女性 9 人），線上 83 人
- 與會組成：系統整合商 12 家、網通設備商 2 家、電子業廠商 6 家、資訊業廠商 5 家、協會/法人 5 家、學校 10 間、公部門 1 單位、電信商 3 家
- 現場活動照片：如圖 4-2 及圖 4-3
- 線上會議照片：如圖 4-4



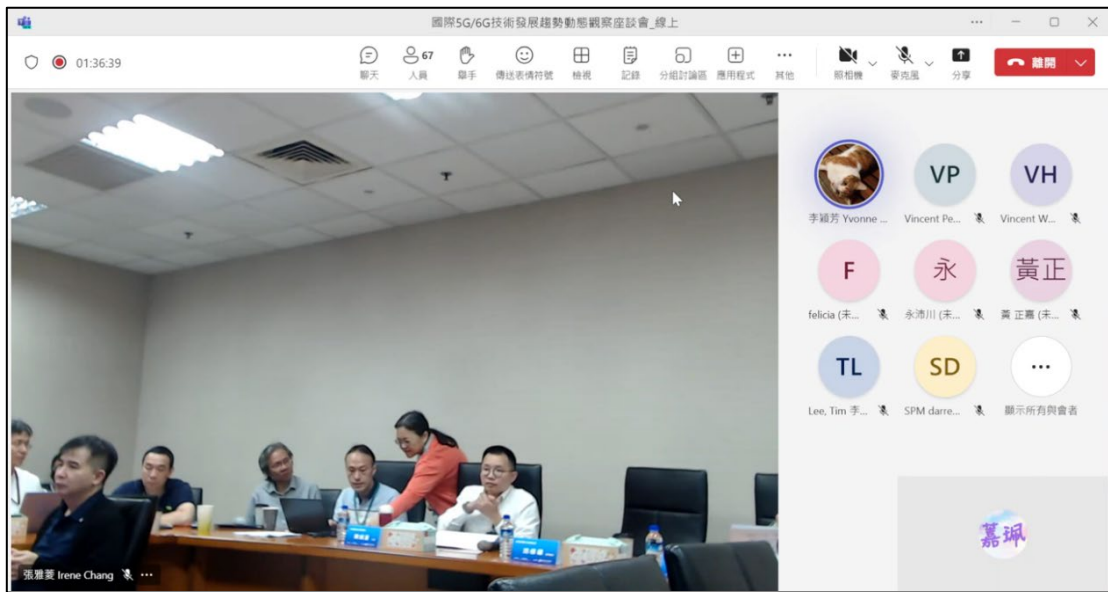
資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

圖 4-2、座談會(一)「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」現場活動照片-



資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

圖 4-3、座談會(一)「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」現場活動照片-  
2



資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

圖 4-4、座談會(一)「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」線上會議照片

### (三)、 議題說明

本次座談會共計兩項主題分享，分別為「國際 IMT 最新動態」及「MWC 2024 通訊大會動態觀察」，議題說明如後，講師簡報請參閱附錄三。兩主題之講師簡報皆公開提供予報名參與座談會之與會者。

#### 1. 主題一：國際 IMT 最新動態

##### (1) 下世代行動網路標準制定階段

下世代行動網路標準制定分為四個階段，如圖 4-5，在 Vision 想像階段，各界針對下世代通訊幻想會有哪些未來應用，例如：自駕車、無人工廠、機器人、虛擬實境等。有了對未來的幻想後，即會進入 Technology Trend 科技趨勢階段，藉由發展出新興科技技術，將幻想中的未來生活一一達成，而藉由 Requirement (Recommendation) 規範階段，定義出各項科技技術應該達到的技術指標，以釐清應使用何段頻譜及多少頻寬才能支援各項科技技術，最終藉由 Evaluation 評估階段，評估已完成的技術是否能符合當初所訂定的標準，當所有條件都達成後，下世代行動網路標準即制定完成。



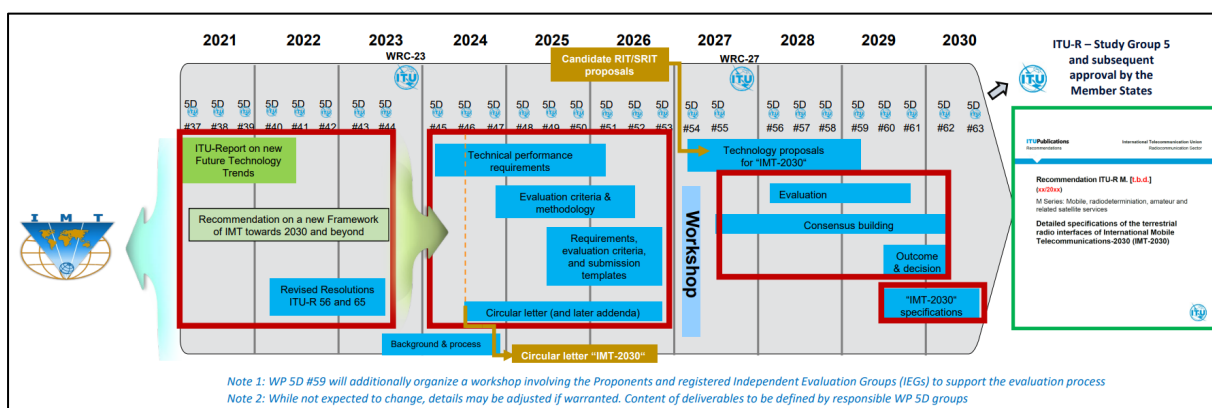
資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

圖 4-5、下世代行動網路標準制定階段

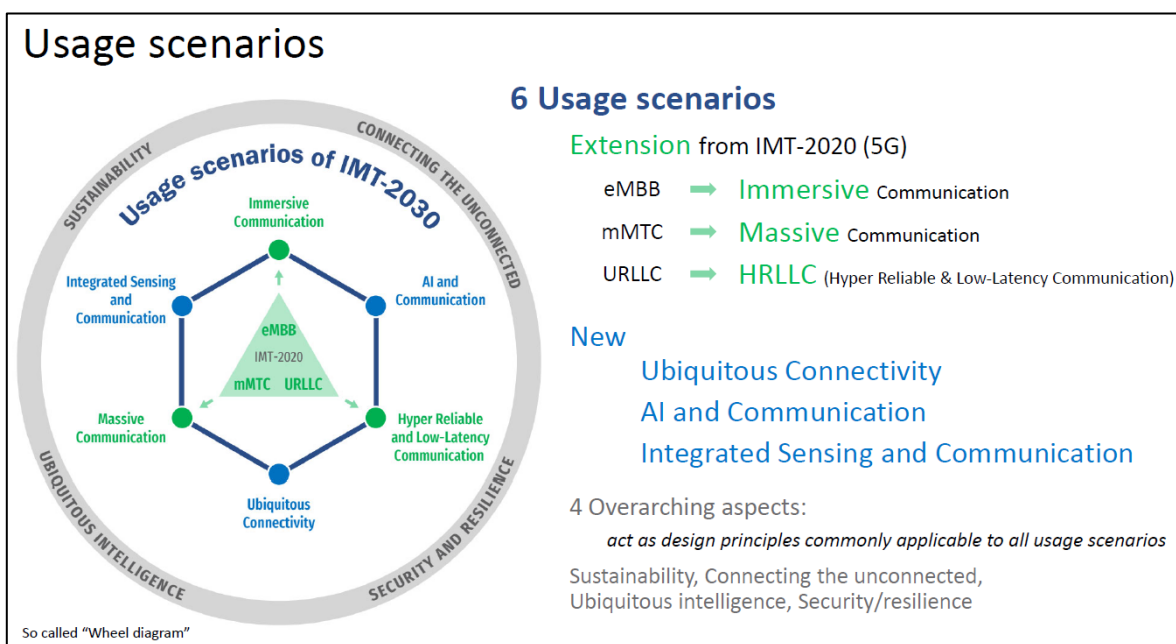
在 2018 至 2022 年之間，5G 部署尚未回本之時，6G 仍是非常遙遠的科技，同時有多個倡議組織成立，如：歐洲 6G IA、美國的 Next Generation Alliance 等，開始定義未來下世代生活樣態。多個工業界組織也開始提出需要通訊技術如何支援新興技術的發展，以釐清下世代通訊如何協助各項產業持續發展與創新。同時，多個各別公司、產學單位、政府組織等，發布各式各樣的白皮書，以說明各式公司、各式產業組織及各式政府單位對未來下世代通訊的看法及願景為何。

IMT 定義在 2030~2070 階段 6G 將開始標準化，並在 2022 年六月訂出關於 6G 發展的時間軸，如圖 4-6，且於 2023 年底發表了 ITU-R M.2260-0

Framework and overall objective of the future development of IMT for 2030 and beyond 文件，提出對 6G 的相關應用場景標準，如圖 4-7，其將 5G 的三大場景 eMBB、mMTC、URLLC 進行技術深化，eMBB 將更名為沉浸式通訊 Immersive Communication，即為資料傳輸率更高；mMTC 將更名為大規模機器型通訊 Massive Communication，即為可連結通訊的設備數量更多；URLLC 將更名為超可靠和低延遲通訊 Hyper Reliable & Low Latency Communication，即為延遲率較 5G 更低且可靠度更高。而除了深化三個原有的 5G 場景外，6G 也增加了三個新的技術場景，包含：AI 和通訊融合 (AI and communication)、無所不在的連接 (Ubiquitous Connectivity) 及感測和通訊融合 (Integrated Sensing and Communication)。



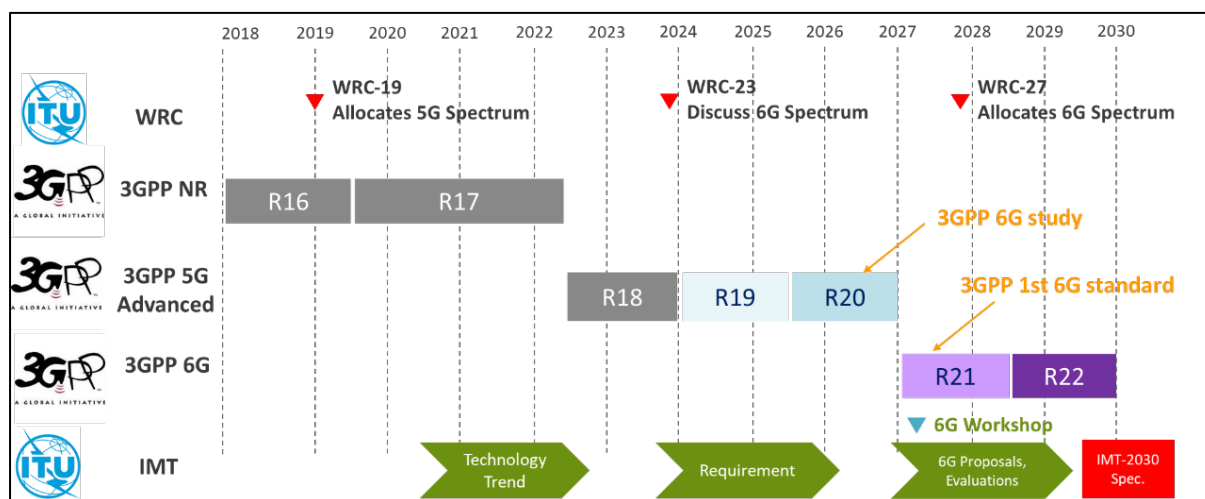
資料來源：IMT、本研究整理，2024 年 6 月  
 圖 4-6、IMT 定義 6G 發展時間軸



資料來源：ITU，本研究整理，2024 年 6 月  
 圖 4-7、ITU 六大 6G 應用場景

## (2) 3GPP 5G Advanced 標準制定時間規劃

3GPP 5G Advanced 標準制定時間規劃如圖 4-8，5G 的頻譜於 WRC-19 皆已釋放完畢，而 WRC-23 開始討論 6G 頻譜的使用。3GPP 每 18 個月更新一次規格制定，並將 R15、R16 及 R17 命名為 3GPP NR，R18、R19 及 R20 命名為 5G advance，6G 規格之研析將於 Release 20 開始，但 6G 的第一的規格版本將於 Release 21 正式出現。



資料來源：ITU、3GPP、本研究整理，2024 年 6 月  
圖 4-8、3GPP 5G Advanced 標準制定時間規劃

## (3) 3GPP 5G-Advanced Release 19

R19 所探討的技術議題數量相較於 R18 有大幅縮減的趨勢，因 R19 目標為朝向 6G 發展，故對於 5G-Advanced 的討論開始逐漸收斂。

AI/ML 是 6G 必要的技術之一，故在 R18 及 R19 皆為熱烈討論的技術議題，而目前討論度最高的兩應用面向分別為 AI/ML 應用於 Air Interface 及下世代無線接取網路 (Next Generation Radio Access Network, NG-RAN)。Air Interface 方面，討論包含 AI/ML 可以提供 5G 及 6G 什麼樣的優勢，並聚焦於增強回饋通道狀態資訊 (Channel state information, CSI)、增強波束成形、定位以及移動性，以加強 5G 及 6G 通訊的基地台換手能力。而在 NG-RAN 討論則聚焦於增強移動性、提高能源效率及負載平衡等議題。Ambient IoT 環境物聯網及整合式感測與通訊 (Integrated Sensing and Communication, ISAC) 則為較新興的技術議題。

NTN 也為重要議題之一，從 R15、R16、R17、R18 到 R19 都持續被討論，3GPP 期望先將地面通訊定義完整後，再將所有地面通訊協議移至 NTN 使用，並觀察是否適用後，逐一修正不適用之處。

## 2. 主題二：MWC2024 通訊大會動態觀察

### (1) 5G-Advanced 為邁向商用準備

5G 商用化以來，電信商布建的核網仍是 4G 核網，時至今日全球只有 50 家左右的業者已真正升級為 5G 核網，以至於各界對 5G 的技術期望在非 5G 核網下是無法達成的，例如網路切片技術。故全球電信商規劃於 2024 年開始部署 5G SA，以達到將 5G 真正貨幣化，並期望 2026 年 5G-Advanced 能成為行動通訊最新技術，為 2030 年後的 6G 部署奠定基礎。與之前的世代一樣，預計 6G 的推出將是漸進的，因此 5G-Advanced 將在從 5G 到 6G 的過渡中發揮重要作用。許多 5G-Advanced 技術組件和創新將被視為 6G 基石的前身。在 6G 完全數據驅動的架構和未來智能網路平台中，人工智慧可能將發揮尤其重要的作用。儘管一些行動運營商可能會直接跳到 6G，但大多數運營商的基礎將通過 5G-Advanced 建立。

各大廠商於 MWC 2024 展會也推出符合 3GPP R18 規範的產品，永續及高效將是所有供應商提供給電信商或通訊基礎建設業者的產品開發首要標準，以達到節能減排的要求。

Ericsson 的新旗艦 32TR 時分雙工（TDD）mMIMO AIR 3255，由於採用了新的 mMIMO ASIC、更高效的功率放大器和新的小型金屬濾波器，其能耗比上一代產品減少了 25% 技術。

### (2) 人工智慧融入電信通訊

人工智慧亦是 MWC 2024 的一個關鍵主題，對電信商而言，AI 將是一個工具，協助提升網管效率、優化網路效能、自我修復網路故障問題，以達到節省人力及成本。而對產業而言，AI 可以協助使用專網業者在整體網路建設中進行檢測，提供更優質的專網解決方案。

而在 MWC 2024，非常多的系統業者開始提供各自的 AI 解決方案，如：華為提供通訊大模型，為電信商實現電信故障處理自動化率達 90%；Fujitsu 提供 AI 驅動無線接取網路解決方案，以優化網路效能實現營運自動化。NOKIA 提供數位網路雙生技術，以得知各區域的網路流量，進行各區最適配的基地台配置規劃。

電信商也關注於 AI 應用發展，韓國 KT 發展多項 AIoT 應用，提供共享充電車 AI 預測調配，透過預測各區域的使用人流，建設合適的充電樁數量。SK Telecom 則開始開發屬於自己的大語言模型，加速電信業務 AI 轉型，以 AI 驅動模型開發新興應用。

### (3) Open RAN 的未來

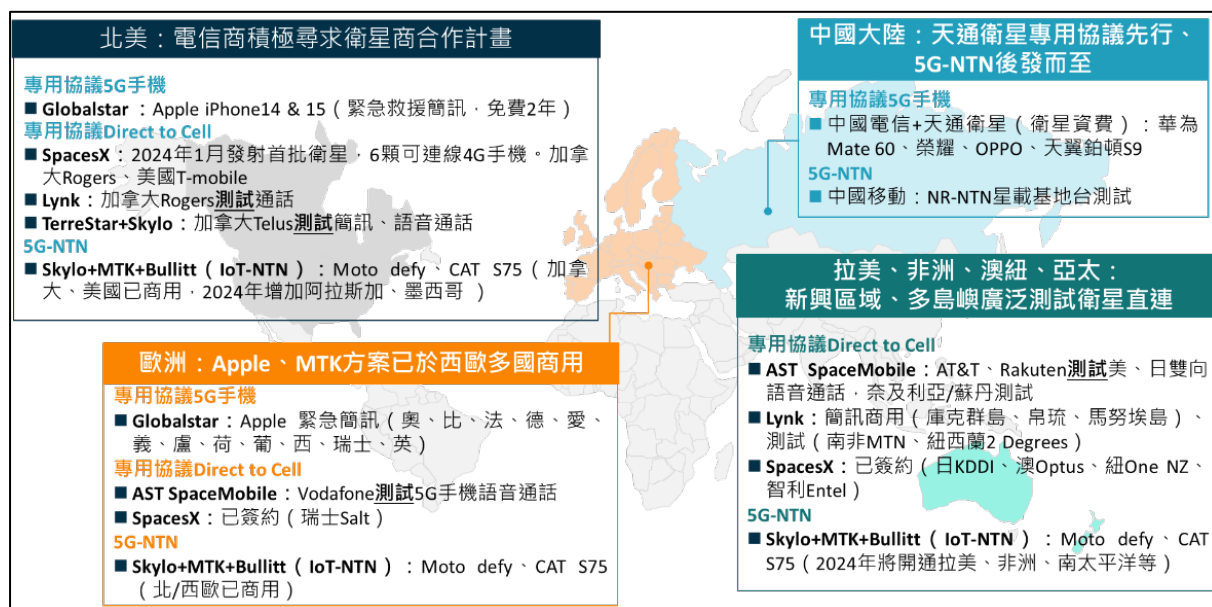
傳統電信業者願意逐步嘗試加入 O-RAN，但現階段並不會大量布建，而對傳統供應商而言，O-RAN 是搶分生意的議題。

Ericsson 大廠加入 O-RAN 市場競局，在 2023 年與 AT&T 合作，幫助 AT&T 在 2026 年之前將多達 70% 的無線流量轉移到 O-RAN 網路架構，該協定可能在五年內花費高達 140 億美元。同時，Verizon 表示已部署 13 萬個支援 O-RAN 的無線電。

O-RAN 定義一直包含單供應商 O-RAN，但值得注意的是，並非每個人都對單供應商與多供應商定義持有相同的觀點，越來越多的人認為單一供應商 O-RAN 確實將發揮重要作用。最終，O-RAN 的總體目標是增強供應商多樣性並賦予營運商更多權力。

### (4) 環繞衛星通訊的議題仍為焦點

近一兩年來，Direct to Cell 議題被廣泛討論，各國已陸續定義針對 Direct to Cell 的相關協議及實際落地的應用，如圖 4-9。衛星業者也開始與電信業者合作，其與傳統衛星業者及平台業者合作的差異為，與電信業者合作能取得頻譜使用權，以真正達到使用一般 4G 及 5G 手機即可藉由衛星訊號進行傳輸簡訊等功能，而不須使用符合 3GPP R17 規範的特殊手機。



資料來源：各業者、MIC、本研究整理，2024年6月

圖 4-9、各國 Direct to Cell 服務發展狀況

整體而言，衛星網路及地面網路的結合是必經的趨勢，Direct to Cell 也將成為關鍵重點技術之一，但仍有相當多的技術規範仍待整合，且其變現能力如何也尚待觀察，真正要商用化還有相當長遠的距離。

### (5) 6G 潛在技術與應用之展望

各大廠在 MWC 2024 針對 6G 議題陸續開發出突破性技術與應用，天線、ISAC、可重置智慧面（Reconfigurable Intelligent Surface, RIS）等技術更有新突破。

Qualcomm 開發 Giga-MIMO 系統支援 Upper Midband，可容納 4,096 個天線單元，提高現有 <7GHz 和毫米波頻段的 5G 系統效率，並針對開創性 6G 解決方案進行先進研究，Qualcomm 也透過數位雙生網路技術提供更好的預測移動性、增強定位和確定性網路改造。

Ericsson 則在現場展示 6G 基地台與 6G 終端原型機互連測試，以數位雙生技術模擬 6G 在 7-15GHz 的傳輸覆蓋。

南韓 SK Telecom 發展 AI-based 6G 模擬器，將 AI 融入基地台無線傳輸和接收技術，模擬不同技術下的傳輸表現。KT 則積極支持推動融合下一代網路技術的城市空中交通應用。

Docomo 則著重於人體強化平台共享發展，開發出多項味覺共享、觸覺共享及嗅覺共享等應用。

## 3. 小結

本次座談會議題聚焦於國際對 5G 及 6G 之通訊創新應用與情境發展，各界對未來 6G 世代的技術應用已有相關期望，國際 IMT 則定義在 2030~2070 階段 6G 將逐漸開始標準化，並在 2022 年六月訂出關於 6G 發展的時間軸。ITU-R 已於 2023 年底發布 IMT-2030 framework & objective，IMT-2030 recommendations 輪廓也已清晰，而 3GPP 將在 R20 才開始研析制訂 6G 相關規格，但 6G 的第一個正式標準將出現於 R21。3GPP 目前針對 5G 議題傾向於收尾的態度，並朝 6G 開始研析，且著重於衛星、AI/ML 等新興應用議題之討論。

縱觀 MWC 2024 整體展會，各國應該加速 5G SA 的實際布建，才能真正邁入 5G Advanced，為 2030 年後的 6G 部署奠定基礎。AI 及大語言模型對電信通訊業來說越來越被重視，使業者合作結盟搶市場先機，各國業者皆著重於發展各自的 AI 解決方案，大多應用在優化故障排除等營運管理工

作，期望藉由 AI 的導入可以達到節省人力及成本之目的。

多個大廠也開始加入 O-RAN 市場競局，如：Ericsson，但實際會為 O-RAN 市場，雖有助於加速市場部署進度，但也衝擊 O-RAN 多供應商之願景，會帶來甚麼樣的影響仍受待觀察，是否會有更多第三方業者加入也值得關注。衛星直連手機之技術仍持續被熱烈討論，但其變現能力如何才是否能真正落地普及化使用的關鍵原因。

綜上所述，各國在 5G 及 6G 技術研究仍有許多亮眼的突破，如：AI、天線、ISAC、RIS、NTN 等技術皆有新突破，但整體產業仍須加速 5G-Advanced 之發展，才能正式邁向 6G 世代。

## 二、座談會(二)：車聯網產業意見募集

為帶動智慧交通蓬勃發展，加速我國車聯實驗網發展進程，故邀請車聯網相關產業進行意見募集，以期持續研提與推動無線電頻率的合理規劃以促進數位轉型的產業發展方案。

### (一)、活動資訊

- 活動時間：2024年5月27日（一） 14:30~16:30
- 活動地點：資策會民生科服大樓2樓 Living Lab+
- 參與對象：車聯網相關廠商、協會/法人、公部門、電信商
- 活動議程：表 4-2

表 4-2、座談會(二)「車聯網產業意見募集」議程規劃

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	開場致詞	數位發展部資源司 沈信雄 專委
14:40~15:00	從創新實驗到商用落地—車聯網頻譜國際法制趨勢與我國現況	資策會科法所 陳箴 副法律 研究員
15:00~16:30	議題交流	
16:30~	散會	

資料來源：本研究整理，2024年6月

● 活動 eDM：圖 4-10

# 車聯網產業意見募集 座談會

 座談會時間：5月27日(一)下午14:30~16:30 (14:00開始報到)

 座談會地點：民生科服大樓Living Lab(臺北市松山區民生東路四段133號2樓)

 座談會簡介：

為帶動智慧交通蓬勃發展，加速我國車聯實驗網發展進程，故邀請車聯網相關產業進行意見募集，以期持續研提與推動無線電頻率的合理規劃以促進數位轉型的產業發展方案。

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	主席致詞	數位部 沈信雄 專門委員
14:40~15:00	從創新實驗到商用落地—車聯網頻譜國際法制趨勢與我國現況	資策會 陳箴 副法律研究員
15:00~16:30	議題交流	資策會 李穎芳 組長
16:30~	散會	



指導單位： 數位發展部  
MINISTRY OF DIGITAL AFFAIRS
主辦單位： 財團法人資訊工業策進會  
INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY

資料來源：本研究整理，2024年6月  
圖 4-10、座談會(二)「車聯網產業意見募集」eDM

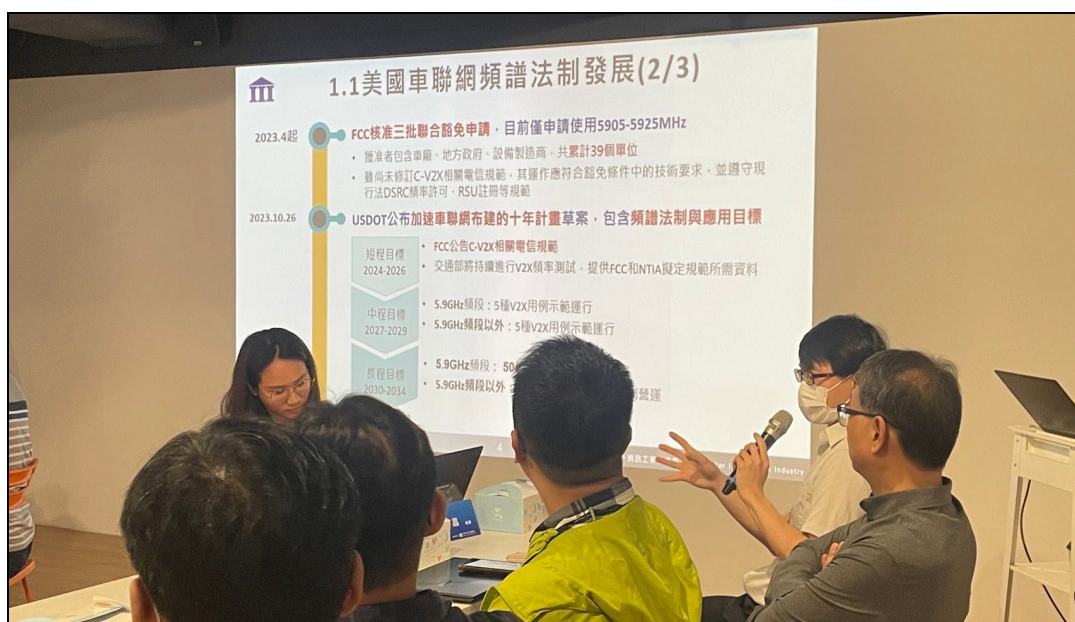
## (二)、活動成果

- 參與人數：總計 40 人（男性 27 人，女性 13 人）
- 與會組成：車聯網相關廠商 6 家、協會/法人 4 家、公部門 2 單位、電信商 2 家
- 現場活動照片：如圖 4-11 及圖 4-12



資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

圖 4-11、座談會(二)「車聯網產業意見募集」現場活動照片-1



資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

圖 4-12、座談會(二)「車聯網產業意見募集」現場活動照片-2

### (三)、 議題說明

本次座談會於「從創新實驗到商用落地—車聯網頻譜國際法制趨勢與我國現況」之議題說明，引導座談會與會來賓針對四項議題進行開放式討論。綜整介紹國際車聯網頻譜法制趨勢，並點出我國車聯網頻譜法制現況與面臨之挑戰，也列舉美國 OBU 與 RSU 電臺監管模式，作為我國可參考之借鏡，詳細內容可參考第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析之第二節 國際車聯網頻譜政策與監管制度。

講師簡報請參閱附錄五，講師簡報公開提供予參與座談會之與會來賓。此次議題分享之內容及簡報，講師沿用並分享於 2024 年 6 月 14 日台灣資通產業標準協會舉辦之第 29 次車聯網與自動駕駛技術工作委員會工作會議中。

#### (四)、議題討論

綜合本次座談會之議題討論紀錄，如表 4-3，彙整各與談專家對於議題相關意見如下：

##### 1. 我國 RSU 布建模式：政府主導？商業模式？

- RSU 為路側設施，必與道路及智慧交通有所關連，且為基礎設施，當牽扯到道路權益、未來的營運管理及布建設置干擾時，應在初期產業較不興盛之時，由政府主導。
- 以各國為例，RSU 多為招標模式進行布建，營運上除政府主導外，也存在提供車聯網服務的商業模式。
- 除了 RSU 布建外，後續維運及更新由誰負責亦是一大困難且成本高的議題，故後續車聯網部署與營運時，可參考美國導入基礎設施擁有管理者（Infrastructure Owner Operator, IOO）角色，以解決網路維護管理的議題。

##### 2. 我國 RSU、OBU 是否需要別於目前專用電信網路的監管制度設計？為什麼？有何制度建議？

- 建議對通訊協議及資安考量進行完整的規劃制定，採用型式審驗或委外驗證，審驗界面應有公開且一致性的標準，可參考國際組織所訂定的審驗標準。
- RF 未來是否可以比照車輛採型式認證方式進行審驗辦理，考量業務屬性建議數位發展部可再與權責機關 NCC 討論確認。

##### 3. 我國釋出車聯網頻段的最佳時機為何？

- 我國可以觀察各國的車聯網正式公告（如：韓國及美國），做為我國參考跟進的時機點。
- 考量以車輛角度發展車聯網應用尚有一段距離，若國內車聯網產業有具體明確之相關需求，且相關技術較為成熟並克服瓶頸及朝落地應用為發展目標時，再共同討論頻段最佳時機。
- 開放車聯網頻段較類似政策宣示動作，代表國家支持自駕車及車聯網發展，開放前建議辦理公聽會，廣納各界意見。

4. 公告「車聯網創新實驗網路頻率特定實驗場域及其他測試條件」後，實務上遇到（或可能）發生的問題？

- 因「車聯網創新實驗網路頻率特定實驗場域及其他測試條件」公告後之實際運行時程尚短，故希望後續請實際申請或已上路測試的廠商或公協會，隨時可提供數位發展部相關回饋意見。

表 4-3、座談會(二)「車聯網產業意見募集」議題討論紀錄表

主題： 車聯網產業意見募集座談會	座談會日期：2024 年 5 月 27 日 座談會時間：14:30~17:30(延長一小時) 座談會地點： 資策會民生科服大樓 Living Lab+
<b>會議紀錄</b>	
議題討論 1：我國 RSU 布建模式：政府主導？商業模式？	
<p><u>華電聯網 吳○煌 總經理特助：</u></p> <p>智慧電動車應為產業自行主導及自主開發。RSU 為路側設施，其必與道路及智慧交通有所關連，且為基礎設施，當牽扯到道路權益、未來的營運管理及布建設置干擾時，應在初期產業較不興盛之時，由政府主導。</p>	
<p><u>財團法人車輛安全審驗中心 洪○益 經理：</u></p> <p>財團法人車輛安全審驗中心刻正在協助交通部訂定國內自駕公車戰略目標，分為短中長期，優先聚焦大眾運輸為發展自駕化。</p> <p>國際以韓國所訂目標為例，係以國家帶領實現 L4 自駕車商轉的角度下逐步於 2030 年完成車聯網 RSU 布建。而台灣 RSU 之布建，因應國際聯網技術皆尚在發展階段，國內市場供需尚未發展成熟，故是否可先由政府帶領國內產業解決需挑戰之問題，如環境遮蔽、封包遺失等，透過實驗找出實際環境聯網布建等問題，再討論應由政府建置或與產業合作等課題。</p> <p>各國在 DSRC 及 C-V2X 之技術發展及議題討論皆不相同，且考量 LTE、5G、6G、V2N、C-ITS 及低軌道衛星等通訊應用發展，都是新的技術議題，如何讓設備及新技術相容，應在大量布建之前須進行盤點及解決之議題。</p>	
<p><u>數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：</u></p> <p>以自駕公車而言，依照目前台灣之制度，適用自駕公車且並無問題。目前頻率授予方式：</p>	

1. 授予法人，由 NCC 審查。
2. 電信業者競標，電信業者與一般授予不同之處為，電信業者使用型式驗證即可，因其多為公眾電信網路的終端設備，且手機未收到基地台訊號時則其不會發射訊號。
3. 低功率射頻器材免執照認證，如遙控器等，只需透過型式認證，即可公開自由上市販售，但其認證僅針對無線電部分，而不牽扯到通訊協定。

交通部運輸研究所 周○慶 博士：

會中有先進表示後續各縣市發展車聯網應用時，可能產生縣市間無法互通疑慮部分，近年來交通部與產業界合作參考美規 SAE 標準發展我國車聯網環境與相關標準，我國車聯網訊息標準可參考台灣車聯網產業協會 (Taiwan Telematics Industry Association, TTIA) 所發布之「台灣協同智慧運輸車聯網路側設施資通訊開放標準 (2024)」；至於通訊技術部分，則參考國際發展趨勢逐步由原採用專用短距通訊 (DSRC) 方式轉換為以蜂巢式通訊 4G LTE/C-V2X 方式，至於未來 5G NR/V2X 則視產業界發展再行評估。在此發展模式下，應不至於發生縣市間車聯網服務無法互通情形。

美國運輸部在 DSRC 車聯網發展上，與產業界合作投入許多心力與經費在標準研擬與交通安全測試/應用的機制建立，並將 5.9 GHz 定義為 Safety-Band。近年來美國運輸部因應美國 FCC 對於 5.9 GHz 中原 75 MHz 頻寬調整為 30 MHz，並採用 C-V2X 通訊技術正積極進行 30 MHz 與 C-V2X 通訊環境下的交通安全應用效能評估。我國或可參考美國發展，將 5.9 GHz 定義為交通安全應用頻段，至於頻寬是否要參採美國的 30 MHz 或歐盟的 75 MHz，建議後續由國內各界來進行探討。

有關我國 RSU 布建模式為政府主導或採商業模式部分，多年前 3GPP 與 5GAA 在推廣 C-V2X 的論述之一為在行動通訊網路基礎建設上導入 V2N 車聯網服務，政府可以減少基礎設施投資，然在目前 C-V2X 車聯網服務以 PC5 的 V2V 與 V2I 交通安全應用為主下，可能不易產生具商機的商業模式來吸引業者投入，同時後續的維運與更新也是一個挑戰。美國運輸部在 2024 年至 2034 年車聯網 (V2X) 國家基礎設施部署 (Deployment) 的短中長期發展規劃上，除運輸部與私部門角色外，同時導入 IOO 角色，我國或可納入後續車聯網部署或建設時的參考。

DEKRA 德凱 余○華 總經理：

台灣應該會採納 C-V2X，與車聯網相關的頻譜一定是專網，因為跟

安全有關。RSU 布建部分，國內勢必要考慮到 TCROS 及使用模式進行調適，是否應該選出示範範圍？大多國家多以高速公路及複雜路段做為示範場域，而 RSU 布建多為招標模式，並不限定為政府主導，而是可與商業模式並行，且在 RSU 及 OBU 初期布建階段，會根據本土環境透過數據收集，逐步調整為適合各國環境使用之模式，而各國如何採集相關數據也大多採取較開放的方式，在特定場域內只要是認證過或適用法規的 OBU 都可與 RSU 連結，且在示範期間內是不用收費可直接進行測試，或許台灣也可參考。

遠傳電信 莊○忠 經理：

C-V2X 及 DSRC 的主要目的是增進汽車行車安全，大量推動 C-V2X 或 DSRC 的國家，一般都是汽車產業發達之國家，國外路側等設施布建大多都是車廠、地方交通局及新創業者一同建置，但台灣較缺少發展 TIER1 及 TIER2 的車廠，故以電信業者的角度而言，這樣的發展模式與國外較不相同。

據統計，2019 年台灣進口車數量高達 50% 以上，故現階段較不需要討論由誰負責發展建置，而是頻譜法規制度等需先定義完整並與國際接軌，以讓國外車商或電信業者認為台灣適合發展 C-V2X 相關服務，或許會有國際車廠與台灣電信商相互合作一同發展出完整且合適台灣的 C-V2X 服務。

台灣有很多資訊廠商，皆有多項與 C-V2X 及 DSRC 相關的關鍵零組件輸往國際，故若台灣的 C-V2X 環境能與國際接軌，對廠商來說會是一大益處，台灣是否在 5.9GHz 能有明確方向，業者就不用擔心海外銷售的使用頻率不相同的問題。

綜上所述，若台灣的法規制度能完善並提供良好的環境，勢必能讓國際車廠有意願將 V2X 相關服務帶進台灣。

台灣大哥大 吳○億 高級管理師：

台灣市場在 C-V2X 都還在試驗階段，若國外車廠願意導入或政府願意布建 C-V2X 的話，電信業者都願意配合，但若要擴展至頻譜定義，政府還是應該強化相關規範，讓整個產業可以有較統一的发展機制，也有利於後續商業模式的擴展。

議題討論 2：

我國 RSU、OBU 是否需要另有別於目前專用電信網路的監管制度設計？  
為什麼？有何制度建議？

工業技術研究院 胡○祥 經理：

RSU 與道路安全有所相關，應由政府進行主導監控，故應該思考如何管理及監控，避免有惡意封包影響的狀況發生。車聯網技術不斷在演進，從 DSRC 到 C-V2X 再到未來的 5G NR 技術，其實技術與技術間是不相容的，而應該等待各項技術發展到甚麼樣的程度才会有較大量且持續的應用發生？國內車聯網應用多以應用層為主進行討論，較少討論底層技術，但若長久穩定使用，應該著重於底層技術，故應該思考國際間的技術在何種條件下可以真正進入到大量布建階段。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

台灣將 5850-5925GHz 保留給所有車聯網實驗皆可使用，但以車聯網設備商角度而言，究竟要投入到什麼程度或市場成熟度如何時，才可呼籲政府開放正式商用？是否有需要數位發展部在何時正式開放 5850-5925GHz 給車聯網專屬使用，而非實驗，若開放使用是否有需設立哪些規則？

亞勳科技 紀○宇 技術經理：

建議對通訊協議及資安考量進行完整的規劃制定，因設備廠商會建議採用型式審驗或委外驗證，故或許可由交通部或數位發展部認可委外的實驗室負責驗證 OBU 及 RSU，審驗標準建議可以參考國際組織所訂定的審驗標準，若能以國際標準抵免國內標準，可增加廠商意願。建議審驗界面應有公開且一致性的標準，才能方便廠商導入與適配。未來 OBU 及 RSU 審驗期望能類比國外審驗機制，應不限於審驗 RF 相關之標準，可讓整體審驗標準更加明確化。

華電聯網 吳○煌 總經理特助：

探討車聯網頻譜問題時應該以交通運輸的角度出發，但也牽扯到 ICT 產業以及國內外市場的發展，交通運輸會與安全、便捷、舒適及節能相關聯，而安全為重中之重，故現在探討之議題，在安全範疇下哪些是必須被保留的，是須被釐清的問題。而每一個 RSU 及 OBU 都視為一個基地台的話，會容易造成審驗卡關。

此議題並非單一部會就可解決，必定需要跨部會協調。

華電聯網 楊○凱 資深經理：

在審驗申請行政困難部分，未來數位發展部應該會逐步開放各縣市進行類示範沙盒實驗，如何能勾勒出沙盒以外有益於商業模式的審驗方式，是值得討論的議題，而若 RF 可透過大量型式審驗通過，則需考量未來在維護保護時，若要抽換 RF，是否需重新審驗？

未來車聯網在類出沙盒階段之時，亦為大量資料收集階段，頻寬若能越乾淨越好，則有無機會在場域內知道有多少人或廠商已申請相關應用。

財團法人車輛安全審驗中心 洪○益 經理：

RF 未來是否可比照車輛採型式進行審驗方式辦理一項，考量業務屬性建議數位發展部可再與權責機關 NCC 討論確認。另針對與會代表所提車聯網設備涉及跨部會型式認證部分，中心係協助交通部辦理車輛型式安全審驗業務，分享國內安全帶零組件之安全管理，經濟部標準檢驗局針對所有於國內販售之安全帶零組件將其列為應施檢驗商品，以及交通部車輛型式安全審驗將新車車輛之安全帶納入對象管理，考量避免業者重複依相同規定申請檢測審驗，安審管理辦法已有規定得檢附標檢局驗證證明作為車輛安全檢測基準符合性證明文件，經濟部標準檢驗局亦將已申請取得交通部車輛型式安全審驗之審查報告，排除適用其應施檢驗之範圍。

議題討論 3：我國釋出車聯網頻段的最佳時機為何？理由？

華電聯網 吳○煌 總經理特助：

5.850~5.925GHz 頻段其實相當窄，整體上其符合國際發展趨勢且不佔用頻寬資源，已經可往下一步發展，產業才可在政府政策的驅使下投入相關發展。

車聯網目前多以靜態測試為考量，但最困難的是最終的動態測試(場域測試)，故開放這些頻段較類似政策宣示動作，代表國家支持自駕車及車聯網發展。

華電聯網 楊○凱 資深經理：

目前韓國已宣示在今年 2024 年底全面將 DSRC 技術改為 C-V2X。美國未來的十年計劃，將訂定所有廠商一致性驗證方案。歐洲則在 2023 年 11 月公告準則，使用一致性資安憑證及互通性規範。故我國可以觀察韓國及美國的正式公告，做為我國參考跟進的時機點。

財團法人車輛安全審驗中心 洪○益 經理：

國內目前車聯網頻段區域為 5850~5920MHz，多已含括其他先進國家之頻段範圍且尚未移作他用，考量以車輛角度發展車聯網應用尚有一段距離，聯網車輛技術亦持續發展中，若國內車聯網產業有具體明確之相關需求，可向數位發展部提出及討論，未來待相關技術較為成熟並克服瓶頸及朝落地應用為發展目標時，再共同討論頻段最佳時機。

交通部運輸研究所 周○慶 博士：

建議掌握在目前我國在 5.9 GHz 頻段車聯網應用管理方式，對於政府車聯網先導計畫執行與產業界車聯網設備(含國際市場)研發是否造成限制或衝擊；若有，可進一步評估可能對策，若尚無，則考量目前各國在車聯網頻段雖集中於 5.9 GHz，但頻寬尚未統一，同時在我國交通混合車流與交通事故特性下，車聯網頻寬的最適需求仍有進一步探討空間，因此建議可待此課題釐清後再正式進行車聯網頻段的釋出。

我國目前車聯網頻段使用需求多搭配自駕車運行實驗計畫，然國外的自駕車於開放道路商業運行或實驗計畫，雖然車聯網 V2I 服務有助於其自駕車安全運行，但似未必一定要搭配車聯網服務，而道路主管機關也未必搭配建置 RSU 設備來提供 V2I 服務，因此我國車聯網頻段釋出考量上，可從我國道路交通特性與交通安全面向來考量是否須同步納入自駕車運行需求。

DEKRA 德凱 余○華 總經理：

若台灣未來要發展到自駕車 Level 3 以上，則頻譜開放勢必有必要性，而開放時程及切入時間點議題，不該盲目做決定，或許可在開放前辦理公聽會，廣納各界意見。

勤崙國際 蔡○裕 專案經理：

以淡海自駕公車實驗為例，其實車聯網資訊是相當必要的，尤其在自駕車車隊管理方面可以提升效率。完善的號誌即時狀態及其他路況廣播，有助於維持車輛列隊效果，免於遇到截斷且可以優化停煞車舒適度。若能加速開放車聯網頻段設備之廣設，有利自駕運輸發展。

議題討論 4：

公告「車聯網創新實驗網路頻率特定實驗場域及其他測試條件」後，實務上遇到(或可能)發生的問題？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

針對此議題，請實際申請或已上路測試的廠商或公協會，提供數位發展部相關回饋意見，如：是否有需幫助的地方？遇到哪些問題？

亞勳科技 紀○宇 技術經理：

針對車聯網實驗審驗，建議可藉由第三方實驗統一進行審驗，避免測試設備不一致問題。

資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

### 三、座談會(三)：5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集

數位發展部推動 5G 專頻專網辦法上路滿一年，5G 專網成為賦能產業轉型的關鍵技術，為了加速 5G 專網在台穩定發展、持續強化，故邀請網通相關產業進行意見募集，以期持續研提與推動頻率應用的合理規劃以促進數位轉型的產業發展方案。

#### (一)、活動資訊

- 活動時間：2024 年 8 月 16 日（五） 14:30~16:30
- 活動地點：資策會民生科服大樓 1 樓 102 會議室
- 參與對象：協會/法人、網通設備商、系統整合商、電信商
- 活動議程：表 4-4

表 4-4、座談會(三)「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」議程規劃

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	開場致詞	數位發展部資源司 沈信雄 專委
14:40~15:00	O-RAN 產業發展趨勢觀測- 專頻專網頻率資源規劃國際 法制與我國現況	資策會科法所 羅文妘 法律 研究員
15:00~16:30	議題交流	
16:30~	散會	

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

- 活動 eDM：圖 4-13

# 5G O-RAN及專網頻率資源 產業意見募集座談會

 座談會時間：8月16日(五)下午14:30~16:30(14:00開始報到)

 座談會地點：民生科服大樓102會議室(臺北市松山區民生東路四段133號1樓)

 座談會簡介：

數位發展部推動5G專頻專網辦法上路滿一年，5G專網成為賦能產業轉型的關鍵技術，為了加速5G專網在台穩定發展、持續強化，故擬邀請網通相關產業進行意見募集，以期持續研提與推動頻率應用的合理規劃以促進數位轉型的產業發展方案。

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	開場致詞	數位部 沈信雄 專門委員
14:40~15:00	O-RAN產業發展趨勢觀測-專頻專網頻率資源規劃國際法制與我國現況	資策會 羅文妏 法律研究員
15:00~16:30	議題交流	資策會 李穎芳 組長
16:30~	散會	



資料來源：本研究整理，2024年10月

圖 4-13、座談會(三)「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」eDM

## (二)、活動成果

- 參與人數：總計 45 人（男性 33 人，女性 12 人）
- 與會組成：協會/法人 1 家、網通設備商 5 家、系統整合商 7 家、電信商 3 家
- 現場活動照片：如圖 4-14 及圖 4-15



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-14、座談會(三)「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」現場活動照片-1



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-15、座談會(三)「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」現場活動照片-2

### (三)、 議題說明

本次座談會於「O-RAN 產業發展趨勢觀測-專頻專網頻率資源規劃國際法制與我國現況」之議題說明，引導座談會與會來賓針對四項議題進行開放式討論。介紹包含 5G O-RAN 及專頻專網兩個議題，針對 5G O-RAN 綜整國際政策趨勢以及國際與國內的產業發展趨勢；針對專頻專網綜整國際頻譜分配與法制作法以及國際與國內的頻譜分配法制比較，點出我國「行動寬頻專用電信網路設置使用管理辦法」與其他國家之制度差異，作為我國可參考之借鏡，詳細內容可參考第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析之第一節 國際 5G O-RAN 頻譜政策趨勢。講師簡報請參閱附錄七，講師簡報公開提供予參與座談會之與會來賓。

#### (四)、 議題討論

綜合本次座談會之議題討論紀錄，如表 4-5，彙整各與談專家對於議題相關意見如下：

##### 1. 現有頻譜使用是否充足？是否有干擾發生？

- 4.8-4.9GHz 的 100MHz 使用量似乎較不足用，如若申請者之間距離較近時，極容易有干擾發生。
- 目前規範申請者須自行證明無與警消有干擾之問題，對於申請者而言有所困擾，建議政府應有明確規範如何測試是否有干擾之程序。
- 期望明確公開警消移頻何時完成之時間規劃，以及移頻前業者須自證無干擾才可發射訊號之明確條件。

##### 2. 為擴大產業應用情境，是否希望額外釋出頻譜/頻段？

- 建議參考國際在低中高頻皆有部分頻譜可供專網使用，以助於資通訊產業發展。
- 建議可將 PPDR 的 20MHz 頻段中，民生物聯網 5MHz 頻段擴增為 10-20MHz 供低頻物聯網應用使用。
- 高頻部分因設備成熟性不足之問題，故目前對產業發展而言高頻並無相關專網使用需求。
- 考慮到未來的商業規模，政府應開放非過於獨特的頻段。
- 專頻專網對未來商業模式而言是具有彈性的，業者與電信商異業合作共同創造市場價值，才是產業正向發展的方向。

##### 3. 政府對於 O-RAN 應用發展可協助之處？以產業角度，O-RAN 下個階段技術走向與產業需求為何？

- 台灣是一個很好的試驗場域，建議先以實驗方式逐步彈性開放，並透過政府的資源挹注，協助產業有效發展。
- O-RAN 必然是未來的趨勢，各國都相信 O-RAN 會持續發展下去，且各國都有發展的領頭羊廠商，故 O-RAN 必然需有大廠投入一定資本帶動發展。
- 政府如何從法規面及補助面支援企業，並透過結合供應商及電信商共同合作發展，才能成功扶持 O-RAN 發展。

#### 4. 5G 專網頻率應用中，是否有上述未提及之建議？

- 專頻專網管理辦法公告實施後，連接雲端服務的資通安全規範要求會相對較高，期望資安規範能更為明確且嚴謹。
- 一般企業對於專網僅在 POC 階段需執行大規模的資安驗證投資，故當開始大量布建時，建議降低規範門檻，不應重複驗證才能達到快速布建。
- 針對專網連接公眾網路之規範，政府應該思考如何放寬規範，以減少企業主申請時的成本及程序。

表 4-5、座談會(三)「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」議題討論紀錄表

<p>主題： 5G O-RAN 及專網頻率資源 產業意見募集座談會</p>	<p>座談會日期：2024 年 8 月 16 日 座談會時間：14:30~17:00(延長半小時) 座談會地點：資策會民生科服大樓 102 會議室</p>
<p><b>會議紀錄</b></p>	
<p>議題討論 1：現有頻譜使用是否充足？是否有干擾發生？</p>	
<p><u>雲達科技 蔡○佑 特助：</u> 現有警消 N79 移頻的進度是否可以公告給相關業者知悉，希望能夠盡快清頻以免阻礙 N79 專網發展。</p>	
<p><u>和碩科技 黃○于 副總：</u> 台灣已釋出 N79 的 4.8~4.9GHz 頻段供專頻專網申請使用，這兩年申請使用通過機率較前幾年高，但 100MHz 的使用量似乎較不足用，相較國外以 10MHz 為單位進行使用，當台灣的使用率高時，雖不會與電信商的商用頻段有所競爭，但如若申請者之間距離較近時，極容易有干擾發生，且若單一申請者有跨區域使用需求，如：跨域多廠區，廠區與廠區間有其他申請者的基站，就會有干擾問題發生，故 100MHz 明顯不足用。而國際多推行使用毫米波，但台灣並沒有規劃將毫米波納入，雖然有技術困難需克服，但 7GHz~10GHz 頻段目前是閒置可使用的，或許可將此頻段納入開放使用的頻段之一。</p>	
<p><u>亞旭電腦 周○峯 特助：</u> 目前 N79 頻譜有兩大問題： (1) 室外頻譜開放問題，警消移頻進度為何？何時會移頻完成？何時可</p>	

正式開放使用?等問題皆沒有明確的答案及時間表，目前現階段於室外使用基站，需透過自清證明並無干擾之問題才可使用，警消的專頻使用情形並不會公開公布，因此專頻專網使用者需要自行進行費時費力的掃頻作業，對於大量商業化的推動成本及效益皆有所影響，故希望能明確知道警消移頻何時會完成，以及移頻前所提之確保無干擾才可發射訊號，其明確條件為何?

- (2) 限制專網區域邊界無線電波功率需小於-125dBm之規定，其為極弱的訊號規範，在場域使用時，相對需要高功率的RSRP使其能有更佳的性能表現，在此條件下，很難達到跨過規範界線後立即將訊號強度降為-125dBm，若要達到，則需要進行隔離或將訊號範圍內縮。國際針對此類干擾問題，多以協商為主，如若沒有干擾發生，並不會嚴格規範訊號強度，而台灣法規訂定過於嚴謹，建議主管機關針對頻譜干擾議題，可否以專業方式處理，而非定義明確數值進而導致網路規劃上的困難。

台灣大哥大 黃○源 高級工程師：

台灣大哥大於松菸案場中有國發會科專，在申請戶外頻譜時需確認警消頻率沒有干擾，因此與警政署、消防署及臺北市警察局一同進行干擾測試計畫，然而進行干擾測試需有RAN才可發射訊號，而RAN的申請有一定程序，戶外頻譜申請尚未通過即不會有RAN可進行測試，故本案當時委請雲達科技協助借用RAN以進行干擾測試，整體過程包含擬訂計畫及修改計畫等來回程序相當耗時。

針對上述經驗，認為既已釋出4.8~4.9GHz頻段供產業及公眾使用，卻同時將證明無干擾的責任交由申請者自行執行，對於申請者而言有所困擾，建議政府應有相關配套措施。

華電聯網 楊○福 協理：

松菸案場從申請到干擾評估數位發展部協助協調相當多問題。而針對室外專網頻譜使用議題，當已開放室外使用時，卻只有100MHz可供使用，則所有科專計畫案皆會使用100MHz進行計算效能，當100MHz全數使用時即會有干擾問題發生，不太可能在全功率發射將訊號覆蓋達到一定程度下保持一定效能，若能有足夠頻譜開放專頻專網使用，參考國際分別開放低中高频皆有部分頻譜可供使用，相信能更有助於資通訊產業的發展。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

針對警消移頻問題，警消在調整的過程當中花費相當多的時間，原規

劃為今年 2024 年年底才能移頻完成，但為了因應產業需求，故去年 2023 年先行開放讓產業可開始申請專頻專網使用，才会有干擾的問題發生，若警消移頻計畫沒有延期，理應今年 2024 年年底即能完成。

針對專頻專網 100MHz 是否足用問題，若不足用則多少頻段才可足用？釋出何頻段是較符合產業需求的？是以 4.8~4.9GHz 頻段之前後開放，還是開放毫米波或低頻段較合適？

議題討論 2：為擴大產業應用情境，是否希望額外釋出頻譜／頻段？

雲達科技 蔡○佑 特助：

因頻譜釋出牽涉許多法規與規劃，又需要花費長時間討論與制定，建議把資源用在擴大應用或法規鬆綁對產業比較有利。

亞旭電腦 周○峯 特助：

若專網未來走向欲較具有獨特性，如物聯網應用為主，則會有較低頻的頻譜使用需求，且不需要較大的頻譜，故低頻部分，建議是否有機會將 PPDR 的 20MHz 中民生物聯網 5MHz 頻段擴增為 10-20MHz 供低頻物聯網應用使用，以達到大範圍的覆蓋。而在中高頻部分，目前 4.8~4.9GHz 為主要的移動式應用及智慧工廠常用頻段，現階段 100MHz 理應足用，因目前應用密度並不高，只要控制網路資源密度就可達到。

5G 技術若要跟其他技術競爭，期望能在 3.5GHz 頻段及更高頻的 mmWave 附近考慮開放予專頻專網使用，以利與 Wi-Fi 有所區隔化。

期望政府能從專網的角度分別考量低中高頻的使用情境，並依照頻率需求來規劃不同頻段給專網使用，會使應用上更為多元。

華電聯網 楊○福 協理：

以產業的發展來看，專頻專網一定有低頻的使用需求，而高頻部分目前設備成熟性不足，無設備可使用高頻段，國際大廠也沒有發展高頻段設備，故目前對產業發展而言高頻並無相關需求。因此在資源可控管情況下，低中頻有擴展給產業使用的需求，而高頻則需視國際趨勢而定。

亞旭電腦 周○峯 特助：

回應高頻段沒有設備之原因是因為其為市場價格所決定，mmWave 無設備可用之原因為開放的頻段較為冷門所致，故開放頻譜時，頻譜的選擇相當重要。

台灣沒有設備是因為營運商標走頻譜但沒有建置，國外有相關市場，國內則沒有。當政策符合經濟規模，才会有認證需求，因此回歸商業規模時，政府應開放非過於獨特的頻段。

遠傳電信 黃○雯 副理：

頻譜議題相當重要，且台灣並非國際重要通訊聯盟或技術成員國，因此在規劃及整備時應該更為審慎思考與評估，以免稀有頻譜有過於細分化的問題。

台灣大哥大 黃○源 高級工程師：

低頻部分應交由三大電信業者負責，因覆蓋使用需付費，專頻專網需要規劃使用範圍，在審核時會進行檢測是否有超出原規劃範圍。

回歸 4.8~4.9GHz 的 100MHz 頻段是否足用問題，以現階段而言，夠用但不能說完全足用，應該要以長期使用為目標再行研究，而是否有干擾，就要視個案為準。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

數位發展部並沒有保證承諾低頻段給 IMT 使用，數位發展部需要兼顧所有產業的使用權利。

現有頻譜是否足用的問題，在警消移頻完成前，干擾議題並不大，期望移頻能如期完成。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

設備製造商、基礎網路商與應用系統商的看法角度都不相同，系統商若有低頻使用需求時，是否可請電信業者支援，共同合作雖困難但有必要性，有風險收益才會大，因此建議各業者可進行跨域合作。

亞旭電腦 周○峯 特助：

運營商期望不要因過度競爭而產生利益極小化，但反觀國際趨勢，商頻專網及專頻專網並非對立，希望能在不同情境下給客戶更多的選擇，因此專頻專網對未來商業模式而言是具有彈性的，如何與市場上的其他業者共同創造市場價值，才是產業正向發展的方向。

中華電信 張○儒 科長：

希望主管機關對低中高頻能有長期的協調使用規劃，最困難的還是低頻問題，因為資源有限，以電信業者的角度而言，期待專網能有更好的發展。

議題討論 3：政府對於 O-RAN 應用發展可協助之處？以產業角度，O-RAN 下個階段技術走向與產業需求為何？

雲達科技 蔡○佑 特助：

O-RAN 因 R15、R16、R17 等而有不同的發展，因此仍需要政府支持。畢竟台灣市場規模並沒有這麼廣泛，不需要一次開放全部頻譜，台灣是一個很好的試驗場域，可先以實驗方式彈性開放。

全世界 O-RAN 市場並沒有發展得非常快速，專網管理辦法限制也非常多，因此對於專頻專網 5G 創新應用而言，應可以有一些讓業者能彈性應用的方式，例如以個案方式處理，讓產業能在台灣就做好練兵，再往國際市場發展，若能有政府的資源挹注，一定能協助產業更加有效發展。

希望政府可持續投注資源於 5G O-RAN 產業與應用發展，因通訊電信產業發展屬長期投資，又頻譜申請與使用都須政府核准，政府若不放資源挹注或協助產業，國產業者投入意願則不高，國內產業也只能購買國際大廠產品付出更多代價，若無法在國內先行驗證輸出國際的成本更高，產業發展更不易。

這幾年政府的挹注產生了很多有意義的應用，未來也期待政府能有持續且更多的挹注給 5G 及 O-RAN 的發展。

智宏網 韓○光 副總：

期望政府在整體規劃時，能朝向商用化發展，應著重於讓應用可發展成熟完整，需有專網應用情境及使用場域才能有商業模式。

光寶科技 董○豪 資深經理：

O-RAN 議題在三年前開始被廣泛討論，但近期發展卻有所瓶頸，有很多議題需要克服，但 O-RAN 必然是未來的趨勢，各國都相信 O-RAN 會持續發展，且各國都有發展的領頭羊廠商，故台灣必然也需有大廠投入一定資本才能帶動 O-RAN 整體發展。

回歸產品整合，還有許多技術仍須開發，持續需要政府協助，以鼓勵各廠投入研發。

和碩聯合 黃○于 副總：

台灣政府對 O-RAN 發展相當支持，許多 POC 計畫案都持續進行中，而如何協助小廠商可以將 O-RAN 發展成熟並往國際推廣，仍取決於經驗累積，然而多數 POC 案件結束後即停擺，故政府如何從法規面及補助面支援企業，並透過結合供應商及電信商共同合作，才能成功扶持 O-RAN 持續發展。

和碩科技 黃○裕 專案經理：

台灣在 O-RAN 的產業發展有一定的水準及技術，政府近幾年也很積極協助廠商研發，但各界希望接下來能形成真正的商業行為，政府有無思考在可以支持的狀況下，能從政府相關的機構或是教育體系開始推行專網應用，舉例：異地共學等應用，以技術層面來看，現階段台廠皆可達到，故希望政府在此類型技術可達到的應用上開始進行公家機關商業化嘗試，逐步建立商業規模。

亞旭電腦 王○淵 資深專案經理：

以台灣的企業角度而言，政府能否評估開放專網可連接公網的限制？

華電聯網 楊○福 協理：

O-RAN 的發展很重要的即為應用，若台灣能有更多的試驗場域，才可發展出更多的應用，而政府的支持極為重要，近幾年台灣政府重視且支持相關發展，但仍有許多法規上的限制，如：特別申請等，藉由特別應用的試驗才能發展出合適的應用商業模式，故政府的支持是非常關鍵的，如若台灣政府認為 O-RAN 是一個好的發展機會而能有所支持，願意投入支援挹注予廠商，O-RAN 才能真正發展起來，且趕上國際大廠的腳步，因此政府的支持以及技術及應用的配合，才是 O-RAN 發展的正確推力。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

申請流程的簡化、政府資金持續挹注等意見，都會帶回部內討論，不得連接公網的問題，異業合作或許是其中一個解套方案。

議題討論 4：5G 專網頻率應用中，是否有上述未提及之建議？

雲達科技 蔡○佑 特助：

5G 專網為 5G 的創新應用，建議初期應以創新應用發展為主，除資安與頻譜干擾限制，相關費用與法規限制（如：不可介接公網等）建議可從寬處理，使各項應用可以百花齊放，促進產業發展優先。

訊勢科技 易○揚 經理：

以資安業者而言，專頻專網管理辦法公告實施後，連接雲端服務的資通安全規範要求會相對較高，如：須提供資通安全維護計畫及應用情境規劃說明等。以經驗而言，當核心網路或 IoT 應用有需連接雲端網路時，皆會適用於專網管理辦法第十二條-須提供資通安全維護計畫之規定，但實務上主管機關也不清楚資通安全維護計畫中所需內容包含哪些，因此以資安業者的角度而言，期望部分管理辦法，如：政府採購案、科專實施辦法等，能規範的較為簡單，並嚴格執行實施。

英菲達 陳○偉 副總：

以核網的角度而言，期望資安規範能更為嚴謹。

亞旭電腦 周○峯 特助：

亞旭與多家業者合作，透過智慧製造科專計畫案證明專網如何在符合規定的安全規範下達到市場要求，但這樣的需求對未來大量布建時並不符合成本效益，一般企業對於專網僅在 POC 驗證時需要執行此大規模的投資，故當開始大量布建時，應降低門檻，已證明有效就不應重複驗

證，才能達到快速布建。

富鴻網 何○滄 資深產品經理：

目前專網頻率應該足用，而針對資安問題，有連接公眾網路的需求即有較高強度的資安要求，特別審驗時需提供資通安全維護計畫，並分為兩次審驗，對台灣中小企業而言，法令下的資安要求的成本壓力非常大，對應用廠商而言也會造成應用達成不易執行，如：AI 應用多以雲端為主，O-RAN 未來若與 AI 結合，政府應該思考如何放寬規範，以減少企業主申請時的成本及程序。

資拓宏宇 蕭○恩 處長：

呼應政府若要扶持企業願意在商用環境使用專網，申請流程及補助部分期望能更為彈性，並希望能增加補助計畫數量，以加速推廣發展。

伸波通訊 蘇○宏 經理：

期待 2024 年底室外 4.8~4.9GHz 能真正落地使用，才能有更多的實驗，讓各家公司實現產品技術，並以利後續行政規則的協調。

台灣大哥大 黃○源 高級工程師：

以 5G 專頻專網應用部分，期望各企業能多多支持生產 N79 的 UE。

富鴻網 何○滄 資深產品經理：

針對 N79 終端問題，以 SI 的角度而言，N79 越來越普及，應該先區隔支援 N78 及 N79 的 SA 網路，並期望三大電信業者能開放 SA 網路，以提供終端能透過 SA 支援 N79 的相關功能。

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

#### 四、座談會(四)：非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集

國際衛星業者帶動太空產業的新契機，而各種非地面網路技術更可供地面通訊的補充與備援應用，落地服務對其發展至關重要；為了加速「非地面網路」在台穩定發展、持續強化，故邀請相關產業進行意見募集，以期持續研提與推動頻率應用的合理規劃以促進扶植產業發展方案。

##### (一)、活動資訊

- 活動時間：2024年9月23日（一）14:30~16:30
- 活動地點：資策會民生科服大樓1樓102會議室
- 參與對象：協會/法人、網通設備商、系統整合商、電信商
- 活動議程：表4-6

表4-6、座談會(四)「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」議程規劃

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	開場致詞	數位發展部資源司 沈信雄 專委
14:40~15:00	議題分享一： 非地面網路(NTN)技術與法制發展趨勢	資策會軟體院 李揚 副主任
15:00~15:20	議題分享二： 高空平台(HAPS)國際發展趨勢及台灣潛在機會	財團法人電信技術中心 郭作麟 主任
15:20~16:30	議題交流	
16:30~	散會	

資料來源：本研究整理，2024年10月

● 活動 eDM：圖 4-16

# 非地面網路(NTN)頻率資源 產業意見募集座談會

座談會時間：9月23日(一)下午14:00~16:30 (14:00開始報到)

座談會地點：民生科服大樓102會議室(臺北市松山區民生東路四段133號1樓)

座談會簡介：

國際衛星業者帶動太空產業的新契機，而各種非地面通訊技術更可供地面通訊的補充與備援應用，落地服務對其發展至關重要；爲了加速「非地面網路」在台穩定發展、持續強化，故擬邀請相關產業進行意見募集，以期持續研提與推動頻率應用的合理規劃以促進扶植產業發展方案。

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	開場致詞	數發部 沈信雄 專門委員
14:40~15:00	議題分享一： 非地面網路(NTN)技術與法制發展趨勢	資策會 李揚 副主任
15:00~15:20	議題分享二： 高空平台(HAPS)國際發展趨勢及台灣潛在機會	財團法人電信技術中心 郭作麟 主任
15:20~16:30	議題討論	資策會 李穎芳 組長
16:30~	散會	



指導單位：mod<sup>a</sup> 數位發展部  
MINISTRY OF DIGITAL AFFAIRS

主辦單位：財團法人資訊工業策進會  
INSTITUTE FOR INFORMATION INDUSTRY

資料來源：本研究整理，2024年10月

圖 4-16、座談會(四)「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」eDM

## (二)、活動成果

- 參與人數：總計 32 人（男性 22 人，女性 10 人）
- 與會組成：協會/法人 1 家、網通設備商 3 家、系統整合商 3 家、電信商 3 家
- 現場活動照片：如圖 4-17 及圖 4-18



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-17、座談會(四)「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」現場活動照片-1



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-18、座談會(四)「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」現場活動照片-2

### (三)、 議題說明

本次座談會共計兩項主題分享，分別為「非地面網路 (NTN) 技術與法制發展趨勢」及「高空平台 (HAPS) 國際發展趨勢及台灣潛在機會」，以引導座談會與會來賓針對三項議題進行開放式討論，議題說明如後，講師簡報請參閱附錄九。兩主題之講師簡報皆公開提供予參與座談會之與會者。

#### 1. 非地面網路 (NTN) 技術與法制發展趨勢

綜整介紹國際 NTN 標準規範發展近況以及各大廠商應用案例，並盤點 3GPP 及我國 2024 年度最新 NTN 相關頻譜規劃，同時分析鄰頻、共存的干擾情境，最後針對衛星直連手機服務研析國際法制規劃及干擾議題，作為我國可參考之借鏡詳細內容可參考第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析之第三節 國際非地面網路 (NTN) 頻譜政策與監管制度。

#### 2. 高空通訊平台 (HAPS) 國際發展趨勢及台灣潛在機會

##### (1) 高空通訊平台 (HAPS) 國際發展趨勢

高空通訊平台 (HAPS) 透過搭載通訊模組以及各式感測模組，能提供持續、大範圍對地面的通訊、監測等服務，並發展出多樣的應用情景，包含行動通訊、軍事通訊、災難通訊、空氣監測、環境監測等。

HAPS 因涉及「無線電頻率」與「飛航」兩大領域，故由不同的國際管理組織針對兩大領域訂定相關規範，無線電頻率部分由國際電信聯盟 (ITU) 管理無線電頻率，飛航管理則由國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO) 制定相關載體操作標準，如表 4-7。

表 4-7、ITU 及 ICAO 對 HAPS 之定義及標準推動

項目	國際電信聯合會 (ITU)	國際民航組織 (ICAO)
HAPS 定義	位於海拔高度 20 至 50 公里之間，設置在相對於地球特定位置上之電臺。(ITU 無線電規則第 1.66A 條)	能夠長時間飛行，且提供如通訊、監測與地球觀測等類似於衛星服務之無人飛行器。

分類	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 固定通訊系統：高空通訊平台(HAPS)</li> <li>● 行動通訊系統：高空行動基地台(HIBS)</li> </ul>	更高空域操作(Higher Airspace Operation, HAO)
載體型態	繫留氣球、高空飛船、固定翼飛行器	長時間飛行之無人氣球、其他類型之飛行器
推動進程	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分配全球各區 HAPS、HIBS 開放頻譜。</li> <li>● 提擬 HAPS 關鍵用途，包含衛星通訊中繼站、空中行動通訊基地臺、獨立操作。</li> <li>● HAPS 可應用情境，包含(1)固定寬頻連接、(2)行動後傳網路、(3)災害救援及復原任務、(4)臨時性之商業寬頻服務、(5)物聯網(IoT)</li> </ul>	<p>依據第 41 屆國際民航組織大會 A41-9 號決議「新進者(New entrants)」啟動 HAO 研究計畫，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 成立線上 HAO 專區</li> <li>● 啟動三年期之 HAO 政策及操作指引研究計畫(自 2024 年起啟動)</li> <li>● 調查國際各國於 HAO 既有策略規劃及實際執行現況</li> </ul>

資料來源：ITU、ICAO、TTC 整理，2024 年 9 月

綜觀國際對 HAPS 之推動現況，美國、日本及歐盟為目前積極推動 HAPS 相關應用之重點國家及區域組織，皆針對 HAPS 規劃專屬頻段，綜整資料如表 4-8。

表 4-8、歐美日高空通訊平台(HAPS)推動現況

	美國	日本	歐盟
HAPS 定義	採用 ITU 定義，位於海拔高度 20 至 50 公里之間，設置在相對於地球特定位置上之電臺。	歸類於無人駕駛飛行器操作。根據日本航空法第 87 條，無人駕駛情況下仍能合法飛行之飛行器。	稱作高空偽衛星，透過自主執行於海拔高度 18 至 22 公里之平流層空域，可實現通訊連續性、環境監控及災難應變之無人駕駛飛行系統。

主管機關	頻譜管理	聯邦通訊委員會 (FCC)	總務省總合通信基盤局	各國通訊主管機關
	平流層空域管理	聯邦航空總署 (FAA)、國家航空暨太空總署 (NASA)	國土交通省航空局	歐盟航空安全局 (European Union Aviation Safety Agency, EASA)、歐洲防衛局 (European Defence Agency, EDA)
開放/規劃頻段	(HAPS)71-76 GHz、81-86 GHz	(HAPS)38-39.5GHz (HIBS)700-900 MHz、1.7-2.1 GHz、2.6 GHz	(HAPS)47.2-47.5 GHz、47.9-48.2 GHz	
規劃用途	擴大網路涵蓋	5G 後傳網路、災害應變	軍事用途(高空情報、監視及偵察)	
國家推動進程	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分配 HAPS 使用頻段，並持續研析其他候選開放頻譜。</li> <li>● 提擬 70/80/90 GHz 頻率使用管理辦法。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分配 HAPS、HIBS 使用頻段。</li> <li>● 推動國際法規政策制定。</li> <li>● 啟動國家研發計畫，投入高空通訊平臺技術研發與測試資源。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 分配 HAPS 使用頻段。</li> <li>● 持續研析 HAO 監管框架(包括制定申請條件、頻譜需求、適航規範等)。</li> </ul>	

資料來源：各國、TTC 整理，2024 年 9 月

## (2) 台灣發展 HAPS 潛在機會

台灣發展 HAPS 之潛在機會，可從四大面向探討：

### ● 緊急通訊與災害復原

HAPS 具有布建時間短及涵蓋範圍廣的優勢，針對因重大災害導致網路中斷地區，可透過 HAPS 提供臨時性網路訊號，以維持第一線災防通訊量能。且 HAPS 使用頻率或飛航範圍無涉向 ITU 申請程序問題，為我國可自主掌控之通訊系統。

## ● 擴大海上網路涵蓋

HAPS 可為我國領海與離島提升網路涵蓋，以強化特殊離島通訊韌性，減少國土通訊死角。亦可結合長期之國土監測，蒐集相關觀測數據，並即時發現侵入領海之單位，以做出相對應之處置。

## ● 地面站臺後傳鏈路

針對離島或地質特殊區域，若以光纖或纜線布建網路之成本較高，藉由 HAPS 作為地面站臺後傳鏈路，可減少於地質特殊區域作業之距離，可降低相關成本，亦可延續通訊韌性。

## ● 結合空中應用

相較於地面行動網路天線角度多為向地面傾斜，HAPS 可提供由上而下的網路涵蓋，能提供飛行於空中載具之穩定的連網需求。

綜上所述，相較於非同步軌道衛星主要由國際業者掌控，建置使用須具備完整星系（低軌道衛星至少需 120 顆，中軌道衛星至少 6 顆），且至少需數年方能完成星系部署，HAPS 具有建置成本低、我國自主性高級部署建置速度快等優勢，可做為達到我國通訊需求的非地面網路解決方案之一。

因應 HAPS 發展優勢，我國陸續有業者或學研單位皆投入 HAPS 載具及通訊設備之研發，我國雖具備高空載具供應鏈，惟過往囿於市場規模，投入 HAPS 載具之業者有限、規格較為基礎，且商用基地臺國內尚未有完整生態鏈，若加以輔導，期望發展完整之我國業者自行控制的高空載具搭載通訊設備解決方案，以建立國產國造之 HAPS。

## (四)、 議題討論

綜合本次座談會之議題討論紀錄，如表 4-9，彙整各與談專家對於議題相關意見如下：

### 1. 您認為除了目前預告的頻段以外，有無建議專門做為 NTN 實驗及測試認證的頻率？

- D2D 因不需太多的基礎建設、設備投資及技術成分，即可將韌性網路快速擴展予全民使用，故建議可作為國內韌性網路或衛星通訊優先考慮發展的技術。
- 3GPP 於 R17 雖已釋出 N256 供衛星行動服務使用，但因 N256 易有業者間相互干擾之問題，故須待國外測試是否會有干擾及如何避

免干擾後，才可作為國內是否開放的參考。

- 針對國內頻率監管議題上，未來將由何者公部門單位控管並主責訂定干擾協調處理機制，因台灣非 ITU 會員國，故此問題上目前無法解決。

## 2. 政府對於非地面通訊應用發展可協助之處？以產業角度，非地面通訊下個階段技術走向與產業需求為何？

- 台灣太空產業被少數衛星業者所壟斷，終端發展相對不容易，建議政府主導國家型的衛星通訊計畫，並由產業界承接專案，以此來促進國內衛星通訊的發展。
- 衛星產業應用目前多掌控於少數的國外業者，期望政府能針對國內技術有相關規劃。

## 3. 非地面通訊頻率應用中，有無上述未提及之建議？

- 日本有許多針對 HAPS 的發展，但對業者而言真正關心的是有無商轉價值以投入技術及時間資源進行開發，故業者大多仍在觀望中。
- 無人機專有頻率部分，國際尚在討論階段，故台灣也仍在觀望中。

表 4-9、座談會(四)「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」議題討論紀錄表

主題： 非地面網路(NTN)頻率資源 產業意見募集座談會	座談會日期：2024 年 9 月 23 日 座談會時間：14:30~17:00(延長半小時) 座談會地點：資策會民生科服大樓 102 會議室
<b>會議紀錄</b>	
議題討論 1：您認為除了目前預告的頻段以外，有無建議專門做為 NTN 實驗及測試認證的頻率？	
<u>仁寶電腦 莊○毅 總監：</u> 未來無論是韌性網路或衛星通訊，以國內電信業者、網通業者及國家安全廣泛可用性而言，D2D 可能是可以優先考慮的技術，因為其不需要太多的基礎建設、設備投資及技術成分，就可將此技術方案快速擴展到全民使用，並將韌性網路快速擴及到每個終端使用者，而頻率的部份則尚須	

再討論。

伸波通訊 蘇○宏 經理：

目前無論是 NTN 或其他技術，只要牽涉到室外使用，在審驗階段或 POC 時，是否皆傾向以實驗研發專用電信網路設置使用管理辦法進行申請？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

今年 7/9 有進行衛星頻率釋出，包含衛星固定頻率增加、衛星行動頻率開放等，約略再過兩個月可進行商業服務。

兆赫電子 江○憲 副總：

國內有無明定低軌道衛星商用頻率？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

國科會的太空計畫所使用的頻段目前已全數涵蓋在本次公告的草案當中，無論是目前須做實驗或未來要商轉都可使用。

資策會 李○ 副主任：

N256(1980-2010MHz)頻段似乎沒有在目前的草案規劃中，是否有其他規劃應用？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

此頻段是國際大量投入開發的頻段，故目前數位發展部仍在觀望中，未來可能會先開放實驗，同步觀察國際趨勢，再做下一步決定。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

N256 易有業者間相互干擾之問題，行動業者也提出了相同的干擾疑慮，故須待國外測試是否會有干擾及如何避免干擾後，才可作為國內是否開放的參考，N256 頻段若不開放但保留給特殊用途使用或許可作為另一個參考方向。

國家太空中心 楊○琪 副研究員：

政策法制方面，在衛星頻率干擾議題部分，目前的機制尚無法確認在商用或實驗用時是否有進行頻率協調，反觀英國及美國，其以衛星營運執照來控管是否進行頻率協調的問題，故在頻率監管議題上，未來數位發展部或其他部門是否有將其列入考量？

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

ITU 有一套完整的干擾問題回報、協調處理機制，但台灣不是 ITU 會員國，故此問題上目前無法解決。

仁寶電腦 莊○毅 總監：

在簡報中，Ku Band 台灣目前並沒有規劃商用，但 Starlink 及 Oneweb

都有大量使用 Ku Band，想請教為何沒有將 Ku Band 放入考量？

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

簡報中為衛星行動 MSS 頻率規劃表，Ku Band 則是屬於衛星固定使用，在 2019 年已開放 Ku Band 使用。

議題討論 2：政府對於非地面通訊應用發展可協助之處？以產業角度，非地面通訊下個階段技術走向與產業需求為何？

奇邑科技 鄭○泓 協理：

奇邑目前在 NTN 是以海上衛星通訊為主的開發，政府是否在此領域有無相關指導？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

數位發展部針對衛星通訊主要以開放衛星頻段為主，期望各界可在本次衛星頻段開放之後，於已開放頻段上進行各種廣泛應用，物聯網也是相當重要的發展之一，但目前仍多以搜救及緊急通訊等需求為主。計畫面支援方面，目前數位發展部僅有一支針對非衛星 NTN 為主的布局測試計畫，可能國科會在太空中有相對較多的相關計畫，但因為台灣沒有衛星自主權，故大多需透過中華電信等使用衛星代理的方式為國內提供衛星服務，如若需發展各項衛星服務，需透過中華電信等有代理的衛星服務以提供國內垂直應用發展，也因每一組衛星星系的通訊目標皆不相同，故數位發展部開放多組不同的頻段以支持不同的衛星服務。

仁寶電腦 莊○毅 總監：

仁寶以 UE 為主要的發展，太空產業在台灣是被少數衛星業者所壟斷，故終端發展相對不容易，若政府能出面主導國家型的衛星通訊計畫，由產業界來承接專案，以此來促進國內衛星通訊的發展，對無論是天上的衛星基地台通訊或衛星終端發展而言，皆會有相當大的助益。

華電聯網 楊○福 協理：

目前針對非地面通訊頻率都已開放，且以韌性網路為主，這幾年也都有許多政府專案在運行，但產業應用方面多掌控於少數的國外業者，以國內技術走向而言，政府是否有後續的其他規劃？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

在 2024/10/14 將召開衛星通訊 SRB 會議，將廣蒐各產業在衛星通訊的意見，歡迎大家多多參與並發表相關意見。

議題討論 3：非地面通訊頻率應用中，有無上述未提及之建議？

仁寶電腦 張○奕 業務總監：

日本有許多針對 HAPS 的發展，但對業者而言真正關心的是有無商

轉價值以投入技術及時間資源進行開發，故業者大多仍在觀望中。

之前衛星服務在台灣有限定相關服務類別，必須是衛星通訊執照提供商才可提供服務，故目前仁寶是透過中華電信合作以進行服務提供，是否未來會將衛星應用擴展到軍事或公家以外的商業範圍，以及放寬申請程序，可不須再透過特定的衛星執照商即可提供衛星服務。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

過往以來衛星的發展多針對搜救，因此台灣在衛星的發展很慢，故數位發展部開放衛星行動頻率的目的是讓有意願發展衛星行動的業者能有發展的機會，台灣在無法發射衛星的情況下，必定需要透過國外衛星業者既有的衛星才可對國內提供服務，在 6G 低空整合的時代，衛星必不會缺席，故未來也會有更多業者投入。

兆赫電子 江○憲 副總：

在無人機通訊的頻率部分，數位發展部有無應用、認證及實驗申請要求等相關規劃？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

無人機專有頻率部分，國際尚在討論階段，故數位發展部也仍在觀望中。

無人機通訊部分，若視為高空載台，即不會特別限制，無論是 HAPS 或 HIBS，原有的衛星及 IMT 使用頻率皆會是未來高空平台可使用的頻率範疇。

認證可分為兩個部分，無人機認證為民航局主責，RF 認證部分原則上為國際需先開出使用頻率，再由 NCC 訂出無人機專屬頻率驗測規範。

認證後的市場推廣問題，因為頻率尚未訂定，故現階段討論言之過早。

華電聯網 楊○福 協理：

針對 HAPS 及 HIBS 系統整合商都相當有興趣，如何能有機會參與類似的計畫發展？系統整合商能作為何種角色一同參與？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

主要需視有無政策經費補助，目前尚無任何規劃，僅作韌性提升。

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

## 五、座談會(五)：頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢

數位發展部「國內頻率資源創新應用調查及研究計畫」蒐整國內創新應用之頻譜資源使用現況，並評估短中期使用需求，進而因應新應用模式具體提出資源近用建議方案，並擬提法規修正建議，以期持續研提與推動頻率應用的合理規劃以促進扶植產業發展。

### (一)、活動資訊

- 活動時間：2024年10月15日(二) 14:30~16:30
- 活動地點：資策會民生科服大樓1樓102會議室
- 參與對象：協會/法人、車聯網相關廠商、網通設備商、系統整合商、電信商
- 活動議程：表4-10

表4-10、座談會(五)「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」議程規劃

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	開場致詞	數位發展部資源司 沈信雄 專委
14:40~15:10	主題一：非地面 網路(NTN)	資策會科法所 羅文妘 法律研究員 資策會科法所 陳箴 法律研究員 資策會軟體院 李穎芳 組長
15:10~15:50	主題二：5G O- RAN 及專網	
15:50~16:30	主題三：車聯網	
16:30~	散會	

資料來源：本研究整理，2024年10月

● 活動 eDM：圖 4-19

# 頻率資源應用法規修正建議 產業意見徵詢座談會

座談會時間：10月15日(二)下午14:30~16:30(14:00開始報到)

座談會地點：民生科服大樓102會議室(臺北市松山區民生東路四段133號1樓)

座談會簡介：

數發部「國內頻率資源創新應用調查及研究計畫」蒐整國內創新應用之頻譜資源使用現況，並評估短中期使用需求，進而因應新應用模式具體提出資源近用建議方案，並擬提法規修正建議，以期持續研提與推動頻率應用的合理規劃以促進扶植產業發展

時間	議題	主講人
14:00~14:30	來賓報到	
14:30~14:40	開場致詞	數位部 沈信雄 專門委員
14:40~15:10	主題一：非地面網路(NTN)	頻率資源應用研析成果 法規修正建議分享 議題交流
15:10~15:50	主題二：5G O-RAN及專網	
15:50~16:30	主題三：車聯網	
16:30~	散會	



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-19、座談會(五)「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」eDM

## (二)、活動成果

- 參與人數：總計 36 人（男性 25 人，女性 11 人）
- 與會組成：協會/法人 2 家、車聯網相關廠商 4 家、網通設備及系統整合商 5 家、電信商 3 家
- 現場活動照片：如圖 4-20 及圖 4-21



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-20、座談會(五)「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」現場活動照片-1



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-21、座談會(五)「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」現場活動照片-2

### (三)、 議題說明

本次座談會針對非地面網路 (NTN)、5G O-RAN 及專網、車聯網等三個議題分別進行介紹及議題討論，皆研析簡介最新國際法制趨勢，並綜整前三場對應座談會之意見，提出頻率資源法制建議，以引導座談會與會來賓針對三項主題進行開放式討論。講師簡報請參閱附錄十一，講師簡報公開提供予參與座談會之與會來賓。

### (四)、 議題討論

綜合本次座談會之議題討論紀錄，如表 4-11，彙整各與談專家對於議題相關意見如下：

#### 1. 主題一：非地面網路 (NTN)

(1) 資源司參考 WRC-23 決議與 3GPP NTN 規格，於 7 月 9 日公告「無線電頻率供應計畫」修正草案，開放 12 個衛星固定頻段與 7 個衛星行動頻段，供衛星通訊商業使用。目前公告擬開放頻段、頻寬是否充足／是否有造成干擾可能，或是否有其他建議？

- 目前觀察國際業者現況，確實有相互干擾的狀況發生，建議應多進行觀察及實際測試，以作為干擾防治的參考。
- 建議可將現有部分微波頻段資源共享給衛星實驗使用，並研擬給競標所得頻段擁有之電信業者的回饋方案。
- 建議應著重於實驗階段如何讓實驗管道保持暢通、讓實驗可以加速進行以及加速衛星產業商業化。

(2) 國際間逐步發展衛星直連手機 (D2D) 應用，並 (規劃) 開放既有電信業者頻段供 NTN 業者共享、租用，我國是否有 D2D 商業需求？若有，是否有建議開放頻段？

- 台灣因為行動通訊覆蓋率高，故我國對 D2D 是否有強烈的商業需求仍須評估。
- D2D 為行動網路應用的一種，故 D2D 頻率不應影響公眾電信網路頻段。
- 目前無線電頻率使用管理辦法僅有共頻共用之規範，尚沒有電信業者出租頻段給衛星業者使用的案例，期望能遵守通傳會與數位發展部的現行相關法規，並審慎評估規劃未來相關頻段是否可進行租用或共用之規範。

(3) 是否有其他與 NTN 相關之頻率資源法制建議？

- 我國非 ITU 會員國，在低軌衛星尚未成熟時，建議不宜過早開放

新興頻段，以漸少後續推動風險，如後續清頻等。

- 三大電信業者皆同意開放 N256 頻段予衛星行動做為實驗使用，將對衛星產業發展及後續擴充有相當大的助益。
- 針對衛星實驗頻段，建議實驗單位在實驗前能提供電信業者國外相關測試數據，並於實驗時能讓既有頻段使用者知道是否有干擾產生。

## 2. 主題二：5G O-RAN 及專網

(1) 對於未來頻率資源釋出規劃，參考國際發展趨勢，於毫米波部分優先考慮開放 24.25-27.5GHz 供 5G 專網使用，並持續關注 1GHz 以下頻段之商用需求，是否有選擇頻段或釋出時程上之建議？

- 毫米波目前商用需求不高，可以實驗方式先開放，建議盡量採取國際上通用採用的頻譜，不要開國際冷門沒市場的頻段，會沒有市場投資效益回饋。
- 建議針對中頻段增加開放頻段，以減少 N79 頻段切頻使用時的頻段不足及干擾問題。
- 而在低頻方面，建議先以實驗網方式讓各界測試評估是否有使用需求，並作為未來是否開放低頻的考量依據。

## 3. 主題三：車聯網

(1) 目前各國皆視 RSU 為基礎設施，由政府主導布建。有關我國 RSU 布建模式，是否建議初期由政府主導推動，並持續觀測國際趨勢，研討後續營運模式？V2V V2I V2P（如 DSRC, C-V2X PC5）和 V2N2X（如 C-V2X Uu）兩者布建模式是否有差異？此對頻率資源法制有何影響？

- 我國規範有專網不得連接公網的問題，期望交通部、數位發展部及 NCC 可以開立三方會議進一步討論，並一同承擔。
- RSU 不一定由政府，但必須是公部門主責，建議初期由公部門或政府規劃，再讓 RSU 供應商依循規劃執行。
- V2V V2I V2P (PC5) 和 V2N2X (Uu) 的通訊方式不同，應於頻譜及技術選用確認後，再依不同使用情境的應用需求進行研議討論。
- 應從法源解決專網和商網如何界接和協作之議題，才能真正推動車聯網發展。

- (2) 目前各國皆已公告車聯網專用頻譜。是否建議先持續參考國際趨勢並配合交通部政策適時公告？請問車聯網專用頻譜公告時間點之早晚，對社會、政府、產業的具體影響為何？其他建議？
- 太晚公布可能會阻礙產業發展，過早公布可能會造成資源浪費，建議除了參考國際趨勢外，可配合國內車聯網技術發展、產業狀況、市場需求等進行評估。
- (3) 目前中國、美國、韓國與加拿大指定 C-V2X 為其採用的車聯網通訊技術，歐盟與日本則保持技術中立。請問是否建議我國持續保持技術中立，或例外指定 C-V2X？理由為何？請問是否建議劃分安全/非安全/DSRC/LTE-V2X/5G-V2X 頻道？
- C-V2X 目前為主流技術，然而許多國際廠商認為技術已發展至 5G，故更願意投資 5G-V2X。
  - 贊成技術指定：為確保設備互通，且考量我國市場較小，建議選定一項技術發展（有認為 C-V2X、有認為選定其一即可）。
  - 贊成技術中立：考量對各技術的保障、基礎建設成本高，且某些車廠僅支援特定技術，建議保持技術中立。
- (4) 是否建議我國參考國際趨勢，未來 OBU 採型式認證；RSU 則另立專法，由數位發展部、NCC 及交通部共同擬訂？其他建議？
- 我國目前的審查機制與日本相似，建議參照日本的作業方式以縮短審查期程。
  - 建議 OBU 可採用型式認證，RSU 部分若無法單採形式認證，則可另立專法，申請方式可參考國外以指定區域與使用期間的方式，以簡化申請及審驗的程序。

表 4-11、座談會(五)「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」議題討論紀錄表

主題： 頻率資源應用法規修正建議 產業意見徵詢座談會	座談會日期：2024 年 10 月 15 日 座談會時間：14:30~17:30(延長一小時)
	座談會地點：資策會民生科服大樓 102 會議室
<b>會議紀錄</b>	
主題一：非地面網路(NTN)	
議題討論 1：資源司參考 WRC-23 決議與 3GPP NTN 規格，於 7 月 9 日公告「無線電頻率供應計畫」修正草案，開放 12 個衛星固定頻段與 7	

個衛星行動頻段，供衛星通訊商業使用。目前公告擬開放頻段、頻寬是否充足／是否有造成干擾可能，或是否有其他建議？

國家太空中心 黃○台 正工程師：

2024/10/14 國科會舉辦一場衛星通訊相關的 SRB 會議，並於會中決議衛星寬頻及 NTN 將會並行，也決定提供實驗平台供國內產業界使用。想請教新發展的通訊衛星、無人機平台及 HAPS 平台等，如若原先衛星平台使用的通訊酬載，欲放置無人機或 HAPS 平台使用時，頻段卻屬於衛星使用，與頻率分配表上所標示之原用途不同，是否仍可以在無人機或 HAPS 平台上使用並申請實驗網域呢？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

實驗為政府協助研發創新，故管制強度一定沒有商用嚴格，不會要求與頻率分配表上標示之用途完全一致，且在無法於衛星上直接實驗故採用替代平台進行模擬衛星實驗的前提下，並不會因為與頻率分配表所述有所差異而被否決，即便該實驗頻段已有既有使用者，只要有與其協調且既有使用者同意，即可進行實驗。綜上所述，實驗頻率的申請及實驗網路的設置，其目的為鼓勵創新研發，故會盡量協助產業，並以個案進行判定。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

頻率分配表中有部分頻段為衛星固定及行動兩用頻段，故頻率分配表的判定並沒有誰可誰不可的判定，僅需考量不要干擾既有使用者，或與其協調後即可進行實驗。

台灣大哥大 林○成 經理：

台灣 NTN 目前公告的部分頻段與 3GPP 頻段有所相符 (N253、N254 及 N256 等)，也與 IMT 頻段有所連接。目前觀察國際業者現況，確實有相互干擾的狀況發生，且實驗結果也顯示會有互相干擾，美國認為衛星如要放大功率會干擾到地面頻段。且如若地面頻段使用者多，易有鄰頻干擾問題，則衛星發射的頻段接收品質也會不佳。

綜上所述，頻寬是否有干擾，以目前技術上觀察而言，是有所干擾的，但誰干擾誰要視發射功率而論。

遠傳電信 徐○祥 技術副理：

初步認為因為我國行動通訊覆蓋及普及率高，即使我國已開放 12 個衛星固定 7 個衛星行動頻段，仍建議待 WRC-23 及 WRC-27 之組織對衛星頻率的需求較明確時，多觀察是否會有干擾議題發生。保險起見應充分進行測試，避免產生干擾，如服務產生干擾也應迅速排除。

中華電信 廖○祥 資深工程師：

干擾與否應該要以其為持續性干擾或偶爾干擾、頻段接近程度、對發射器及接受器功率覆蓋狀況等多重因素判定，故干擾情況是必然有可能發生，而當有干擾發生時，如何防治及預防才是未來導入前應重點討論的

議題，也建議應多進行觀察及量測，以作為干擾防治的參考。

和碩聯合 黃○于 副總：

衛星產業在台灣尚未蓬勃發展，仍處於實驗性階段，國際針對衛星有多段頻段的開放，台灣能參考國際並跟進同步開放是正確且基礎的做法，三大電信業者皆有透過競標擁有微波部分頻段之使用權，而在這些微波頻段的商業化比例似乎不高，建議藉由現有資源共享給衛星實驗使用，而如何回饋予競標所得之頻段擁有的電信業者，是值得思考及討論的議題，期望不要浪費及空置這些頻段。目前應著重於實驗階段如何讓實驗管道保持暢通、讓實驗可以加速進行以及加速衛星產業商業化。

是否有所干擾應針對在何處受到干擾、提供何種服務及有何影響等面向以個案進行討論。

NTN 是有明確發展方向的，國際技術發展的速度足以讓衛星布局加速，台灣為國際技術發展及生產的重要伙伴之一，故台灣必然會跟上國際發展的腳步，以台灣設備商而言會著重於 NTN 的設備研發及設計，但依照目前法規，台灣廠商要與國際 NTN 外資廠商合作必須要有共資或合資，而國際衛星組織數量又有限，若台灣有與國際衛星組織有所合作時，期望能有更彈性的作法。

#### 主題一：非地面網路(NTN)

議題討論 2：國際間逐步發展衛星直連手機 (D2D) 應用，並 (規劃) 開放既有電信業者頻段供 NTN 業者共享、租用，我國是否有 D2D 商業需求？若有，是否有建議開放頻段？

台灣大哥大 林○成 經理：

台灣目前並沒有很明確將 D2D 歸類於衛星或地面頻段使用，因其夾在衛星及地面頻段之間，而國際業者如 AST、Lynk 及 Starlink 等，其使用的天線可調整發射頻段，假設業者已有與 AST 同頻段的 700MHz 使用權，是否可以與 AST 合作並使用 700MHz 頻段呢？還是仍須先申請 MSS 頻段才可與 AST 合作呢？希望明確定義業者該以衛星業者或地面頻段擁有業者之角色進行申請 D2D 使用，例如應先申請某段 MSS 頻段，再跟業者協調哪年可以發射。

遠傳電信 徐○祥 技術副理：

我國行動通訊涵蓋 99% 以上，且在數位發展部的多項韌性建設計畫推行之下，陸續針對山區及山林步道等建設完善通訊環境，故我國對 D2D 的商業模式需求可能不如歐美高，因歐美地區部分偏遠區域是完全沒有網路覆蓋的，故我國對 D2D 是否有強烈需求仍須評估，若有其商業需求，應該保持以下兩點：

- (1) D2D 頻率不應影響公眾電信網路頻段。
- (2) 無線電頻率使用管理辦法第 17 條規定，僅 3.5GHz 及 28GHz 頻率可作為共頻共網使用，或依主管機關公告指示核准才可共用。

而美國 AT&T 將頻譜出租給 SpaceMobile 使用，台灣是否可參考此種公司間的頻譜租用方式，尚待考量及討論，目前沒有電信業者出租頻段給衛星業者使用的案例，現階段僅有共頻共網機制。

綜上所述，建議未來衛星有需使用到的頻率，能以公司對公司間進行商業協商提供頻率予衛星業者使用，做為未來的可行方式之一。

中華電信 廖○祥 資深工程師：

D2D 雖然能提供便利性，但仍然是行動網路應用的一種，電信業者使用的頻段是透過競標所得，如若提供予 D2D 業者使用，做為行動通訊網路的一環進行租用或享用，我國無線電頻率使用管理辦法有共頻共用之規範，期望能遵守通傳會與數位發展部的現行相關法規。

仁寶電腦 莊○毅 總監：

D2D 連線終端設備之市場潛力遠超物聯網十倍以上，故未來相關頻段是否可進行租用或共用或其他方法，是需要重點討論的議題。

伸波通訊 吳○傑 經理：

目前 NTN 所使用頻段仍以低頻為主，故在 D2D 應用還是偏向在急難救助或偏遠地區部署等大範圍應用，但實際資料應用情境上則會用 HTS 衛星，多使用較高的頻段，且較容易受到氣候或雲朵等影響，而台灣因為行動通訊覆蓋率高，故在衛星發展頻段上建議參考國際開放頻段進行同步開放。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

電信業者所擁有的頻段是透過競標所得，是否可將頻段租用給非電信類的第三方業者進行營利使用，以法規面來論可能性不大，因為電信業者在擁有頻段使用權的同時，還須遵守高資安要求和普及義務，如若租用給第三方業者，則其是否也要同時遵守這些義務？全權將義務轉移貌似也不合理。以現行法規而言，電信業者間可以共享共用各自擁有的頻段，但不能給與非電信業者使用，故較合適的作法應為電信業者自行與衛星業者接洽，透過衛星將自己的訊號從空中往地面打，在這個前提下，干擾問題僅會是電信業者對自己的干擾，也能自行解決干擾問題，不會影響其他使用者。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

根據電信管理法第 58-59 條，電信業者所擁有的 IMT 頻段並不能共享給衛星業者，其原因為共享對象必須登記為電信業者，才能提供不特定對象電信服務，且核配頻率給三大電信業者的當下，並沒有將衛星服務納入，僅有提及 TN 行動通訊使用，因此目前並不能直接供衛星使用，唯一特例解決方案即為將衛星作為行動通訊的平台使用 IMT 頻率，除此之外以 D2D 直連或作為轉發器使用衛星頻率都是不可行的。故目前並沒有此類議題，但未來頻率重新釋照時，政府可能就會從新考量是否只限定 TN IMT 使用。

主題一：非地面網路(NTN)

議題討論 3：是否有其他與 NTN 相關之頻率資源法制建議？

遠傳電信 徐○祥 技術副理：

我國非 ITU 會員國，在低軌衛星尚未成熟時，建議不宜過早開放新興頻段，以漸少後續推動風險，如後續清頻等。

中華電信 廖○祥 資深工程師：

衛星產業的提供及發展，在頻段開放方面相當重要，同時行動寬頻用戶數量持續增長，故行動寬頻的頻寬需求也越來越大，故建議主管機關同步盤點行動網路的頻寬需求是否足用，中華電信認為其中開放的 N256 之 1980-2010MHz 地對空及 2170-2200MHz 空對地頻段，建議初步納入實驗網路頻段供 NTN 使用，後續再視國際及產業的發展進行下一步規劃。

伸波通訊 吳○傑 經理：

台灣沒有既有衛星，必然必須使用國際業者所發射的衛星，但礙於法規規範，部分國際業者的衛星訊號在台灣是無法接收的，且因為台灣為島國，部分衛星在台灣上空通過時間非常短，同時也沒有足夠的地面站進行訊號接收，故建議能有一個平台讓業者可以進行實驗。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

N256 頻段，進行實驗理論上不會有所問題，如若太空中心有需求欲進行實驗，建議與電信業者合作，同時能解決是否有干擾的問題。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

在本次衛星頻段修正草案中，第一次公告並沒有將 N256 開放，第二次公告之版本已有納入，但並非直接開放 MSS 行動使用，而是以實驗的方式先開放，再觀測國際未來發展。藉此詢問三大電信是否同意開放予衛星行動做為實驗使用？

現行開放之 19 組衛星使用頻段，如若未來跟 IMT 發生頻譜競合，我國因為國際地位，商用衛星不會是國內自主，故政府必然會偏向 IMT 優先，且目前開放的固定衛星和衛星行動頻率有載明必須以 IMT 優先且不得干擾 IMT。

中華電信 廖○祥 資深工程師：

針對是否同意開放 N256 頻段予衛星行動做為實驗使用，中華表示贊成，因其對衛星產業發展及後續擴充有相當大的助益。

台灣大哥大 林○成 經理：

針對是否同意開放 N256 頻段予衛星行動做為實驗使用，N256 之鄰頻為中華電信所有，故台灣大哥大無意見。

但針對其他衛星實驗頻段，若有單位要設置實驗使用，建議在實驗前能提供電信業者國外相關或相對應的數據，並在實驗時能讓電信業者知道對鄰頻是否真正有干擾，以讓既有頻段使用者能知道衛星發射何種功率時會對地面有干擾產生，且因 LEO 衛星移動速度快，故其訊號傳送至

地面時可能已經產生偏移，故電信業者也很期望能知道其對地面干擾會有多大。

遠傳電信 徐○祥 技術副理：

針對是否同意開放 N256 頻段予衛星行動做為實驗使用，遠傳目前認為沒有太大影響，且遠傳持有之頻段也非 N256 鄰頻，故目前無意見。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

三大電信業者都同意，則原則上會開放 N256 頻段予衛星行動做為實驗使用。

華電聯網 楊○福 協理：

HIPS 及 HABS 可能為國內較有可涉略的技術，針對使用頻段之議題，後續若有未被包含在本次開放的頻段使用需求，是否會開放以讓這些新的技術需求能進行實驗？是否有相關規劃或程序？

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

政策或正在發展中的 NTN，必須逐步開放，衛星行動也是至今才開放 7 組頻段，如不在本次開放的範圍內之頻段，即代表不能商用，僅能滾動式調整。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

目前 3GPP 在 3GHz 以下之衛星頻段台灣本次都已釋出，只有 600MHz、800MHz 及 1800MHz 未開放，但這些頻段在 2030 年應該會釋出重新競標。

## 主題二：5G O-RAN 及專網

議題討論 1：對於未來頻率資源釋出規劃，參考國際發展趨勢，於毫米波部分優先考慮開放 24.25-27.5GHz 供 5G 專網使用，並持續關注 1GHz 以下頻段之商用需求，是否有選擇頻段或釋出時程上之建議？

亞旭電腦 周○峯 特助：

高頻段從無論是國內示範計畫案及國外應用案例等，都可以發現毫米波在業界趨勢，毫米波因頻譜特性在室內型移動式場景應用中布建效果不如 Sub6，因為阻隔問題無法像 Sub6 這麼容易布建，但毫米波卻有比 Sub6 更好的低延遲、高頻寬及抗干擾表現，故未來確實有毫米波的使用需求，但在目前產業規模不足的情況下，雖然毫米波有它的市場優勢，卻並沒有立即開放毫米波給專網使用的需求，未來可能會與 Sub6 搭配成為雙頻網使用。在毫米波頻段開放選擇方面，建議盡量採取國際上通用採用的頻譜，不要開國際冷門沒市場的頻段，會沒有市場投資效益回饋。

智宏網 韓○光 副總：

針對中頻段部分，台灣已開放有 100MHz 之頻寬可使用，且許多場域都已在使用的，貌似也夠用，但都為小型 POC 而非大量大規模商用，100MHz 若在多基站大規模範圍使用時，可能就要考慮是否會有自我干擾的問題發生，需進行切頻使用，以至於可用資源受限，且未來企業相鄰的

公司也容易有干擾問題，故在中頻方面建議可多放寬頻率，若有多頻段可進行選擇，相信能降低干擾的問題。

而在低頻方面，建議先以實驗網方式進行推動，例如警消救災或海上作業等，4.8-4.9GHz 的覆蓋範圍不大，建築物穿透力低，在救災、海上作業時容易不敷使用，或許可用實驗方式讓各界測試評估是否有機會使用低頻，並作為未來是否開放低頻的考量依據。

高頻部分與亞旭同意見，毫米波在國外尚未有真正的使用案例，且建置成本相對高，對企業專網推動難度相對更高。

和碩科技 黃○于 副總：

N79 頻段之開放應用足夠，但有時需切頻使用時會有不足的問題，目前台灣多數 5G 專網都是 POC，未來要擴大布建時由三大電信商負責會較為合適，因三大電信商有較足夠的資源、頻率及優勢，若未來設備商能與電信業者一同合作，才能將台灣 5G 更快速的布建商業化。

5G O-RAN 最大對手就是 Wi-Fi，因為 5G 建置成本高，但其優勢為移動性佳，而毫米波建置又比 5G 更貴，也會比 5G 更難推動，但其有高速的利基點，雖然目前應用不多，但部分場域仍會有毫米波的使用需求，當未來對速度及頻寬需求提升時，毫米波的市場需求也會提升，毫米波的應用是未來必然的趨勢，故政府若能先開放進行實驗，相信對整體產業發展會有所幫助。

仁寶電腦 莊○毅 總監：

毫米波商用需求目前並不高，但實驗性質而言是有需求的。而以 O-RAN 市場而言，越低頻相對應用範圍會越高，也較符合行動網路的特性，業界需求也較有發揮空間。

華電聯網 楊○福 協理：

低頻段開放使用可能性較低，但建議可以實驗方式先開放。

中頻段部分，期望能多開放一些頻段，會對目前許多應用有所幫助，如大範圍戶外應用，100MHz 容易產生自我干擾的問題，若能開放更多中頻，對戶外特殊應用的幫助會相當大，且若能開放國際主流頻段，台灣廠商在生產上會更有意願。

高頻段部分，目前連三大電信的高頻段應用也不多，目前觀察較沒有實際需求，毫米波整體成本降不下來，專網使用的機率相對小。

伸波通訊 吳○傑 經理：

毫米波頻段部分，在其他國家的發展不多，未來發展可能也偏向 FWA 較有可行性。

中頻段部分，在大範圍場域有很多基站同時進行 Handover 時容易有干擾產生，導致效能降低，而是外型基站功率較高，容易有蓋台的狀況發生。

台灣大哥大 林○成 經理：

專網大面積覆蓋使用低頻段的需求看似並不高，且低頻段為珍貴資源，故建議低頻段若要開放需更謹慎的考量。

中華電信 廖○祥 資深工程師：

頻譜分配非常重要，尤其低頻段為非常珍貴的資源，毫米波技術應用都還在發展，若現在就開放，以後有新的應用出來時，頻譜可能會變得過於零散，要再進行頻譜整併，對國家資源及產業發展並沒有好處，建議沒有迫切需求時應先觀察再滾動式修正。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

數位發展部作為頻率規劃及核配機關，因頻率資源有限，秉持頻率使用效率，故只能讓多數使用者拿到最大的頻寬。

800MHz 頻段是否能開放，因其為各界都希望使用的頻段，以至於無法直接開放使用，直至 2030 年重新釋照前可能都無法開放，數位發展部也會持續努力。

### 主題二：5G O-RAN 及專網

議題討論 2：為助力我國 5G O-RAN 產業發展推動，是否有其他希望資源司協助，於頻率資源法制上建議採取之措施？

無提出討論。

### 主題三：車聯網

議題討論 1：目前各國皆視 RSU 為基礎設施，由政府主導布建。有關我國 RSU 布建模式，是否建議初期由政府主導推動，並持續觀測國際趨勢，研討後續營運模式？V2V V2I V2P（如 DSRC, C-V2X PC5）和 V2N2X（如 C-V2X Uu）兩者布建模式是否有差異？此對頻率資源法制有何影響？

華電聯網 楊○凱 資深經理：

歐美日韓都是由交通部等交通性質政府部門主導，美國的頻段部分則是由 FCC 負責進行總規劃，與台灣類似，交通部與 NCC 都認為對方應先做出決議及總規劃。布建方式首先要回歸到國內法治調整方面，有沒有可能針對專網專用在車聯網有另外的處理方式？因我國規範有專網不得連接公網的問題，國際多國家都將車聯網定義為交通安全或公共性質網路，同時需要受到控管，與台灣目前的專頻專網性質不相同，故期望交通部、數位發展部及 NCC 可以開立三方會議進一步討論，並一同承擔。

亞動科技 紀○宇 技術經理：

亞動支持由政府主導，承如主講人介紹 USDOT 已在今年八月宣布國家級車聯網布建計畫，有明確的短中長期 Roadmap，因此也想詢問一下部會未來是否有對車聯網布建進行類似的 Roadmap 規劃以及期程？

有此詢問是因為第二點提及營運部分，我們從過往國外經驗來看，在首要的頻譜確定、技術選用，以及後續協定疊選用、以及布建需採用之協

定疊版本指引、驗測標準、驗測方式等，都尚未確定的情況下，營運模式可能都是研究型性質，非如同歐洲既有以及 USDOT 今年開始的大規模基礎布建計畫，從而讓廠商對於投入有所疑慮。

若先有規劃、研議這些，能讓整合廠商有所依循才能提升投入資源部分，我們也觀察到若為單點 POC 或者研究案將無法跨場域形成有效規模，並造成重複投入的資源浪費，目前歐美案場業主已經往跨場域由點往面的大規模場域進行串聯、治理計畫進行。

同時，亞勳觀察到在政府主導推動的部分，因為車聯網有很多層面、跨領域以及應用，例如緊急救護車輛優先通行的救護車輛管轄、未來 V2X 基礎的電子收費、弱勢用路人等應用要達成應用背後權責是需要跨部會協作，因此目前或者未來是否有規劃主導的部門？以及未來是否考量由應用導向來制訂規劃？應用導向指的是針對台灣需要解決的都市交通治理、行人、行車安全，來研議出明確需要解決的場景，如 Join-Program Office 以及國家運輸安全委員會（National Transportation Safety Board, NTSB）等部門以及應用規劃的方式。

關於 V2N，其實一切需求都來自於應用，也就是交通待解決的問題場景是什麼以及應用容忍的時間 delay，如駕駛人收到警訊後的反應時間，如果以全球最新的消息，以歐洲的 C-Road 與 ITS-America 來看，C-Road 在九月底舉辦的 Urban C-ITS Deployments、ITS-America 十月初對於弱勢用路人場景的研討會（Connectivity Solutions for Vulnerable Road Users），以各國案場、車廠、tire1、整合商，皆已就應用面確認 V2X 的即時性是近距離應用（尤其 V2V、V2I 偵測部分）的剛性需求以及合適方案，並提供了相關系統架構給予大家參考，而 V2N 的方案我們觀察到比較像是針對兩類場景：

第一類是無 RSU 路口協助偵測的部分、VRU 使用手機，非透過 UU 而是採 4G/5G 的傳統通訊方案，透過私人企業的私有雲提供專屬 APP 服務來達成較不具有及時性的應用。

第二類則是固定訊息的發送如圖資、標牌等，或者較遠距的偵測等應用，但應用端會依據來源做優先權判定，以 DSRC 或 PC5 訊號為高優先級。

因此我想當頻譜、技術選用確認後，後續在協定疊以及應用的相關討論會議中，建議部會可以評估邀請相關車廠、Tire1、弱勢用路人團體的部分一起進行研議討論。

勤崙國際 張○偉 專案經理：

RSU 由政府主導建置，對廠商而言是樂觀其成，但是未來會是由中央直接規劃執行，或是由地方提出需求（類似內政部高精地圖做法）？為了能讓全國一致通用，應有一定的標準，但由於各地對於路側設備的需求可能都有不同，實際做法還需要審慎評估。

V2V V2I V2P (PC5) 和 V2N2X (Uu) 的通訊方式不同，前者依靠直接短距離無線通信，訊號處理的延遲時間較短；後者則透過網際網路方式，會有較長的回應時間。要採用何者主要需考量的點仍然是不同使用情境的需求。

台灣車聯網產業協會 鄭○晃 秘書長：

台灣車聯網產業協會主要負責協助協調各會員間的資訊及與政府間的溝通，以及與國外作界接。協會希望政府對 RSU 能有更明確的主導推動，也期望車聯網場域能有所擴充，另外，產官學多方協作也相當重要，協會也會努力促成。

政府能主導智慧建設，也能透過公協共同推動，未來讓民間及廠商都能一同參與國家智慧建設的推動，期望政府能加速推動法規，讓產業能盡早參與、完成相關義務並從中得到商機。

智慧駕駛及智慧交通有相當大的資安議題，民眾因此有相當多的猶豫及顧慮，希望政府能多推動智慧交通的透明度及增加公眾參與。

華電聯網 吳○煌 總經理特助：

今天討論的為 RSU 的基礎建設為政府或民間主導，當牽扯道路，就應該為政府職權主導，以安全的角度出發政府責無旁貸，故 RSU 必然需由政府主導。

而 V2X、V2I、V2V 及 V2N 等，應該從應用的角度出發，而與安全有決對關聯的應用，必為 V2I，必須很仔細探討，並由政府主導。

德凱 余○華 總經理：

2024 年 9 月於杜拜舉辦第 30 屆智慧運輸世界大會 (ITS World Congress 2024)，各國在此會議中也提出了各自對 ITS 的想法及技術發展狀況，ITS 的發展重點為服務自動駕駛，自動駕駛要能提升到 Level3 或 3.5 以上必須有車聯網技術的介入，而車聯網的介入最重要的即是 ITS 的布建，而車聯網及 ITS 之間的關係即可牽涉到 RSU 於都市中如何進行合理規劃，因此 RSU 由誰主導之問題，不一定由政府，但必須是公部門主責，是各界的共識，因為 RSU 布建牽扯到生命安全、資訊安全及國家政策，因此必須由公部門主責，但由公部門負責會產生公私部門協力 (Public-Private-Partnership, PPP)，即為初期必須由公部門或政府規劃，再讓 RSU 供應商依循規劃執行。例如，在 V2X 中最重視的議題為何？是改善交通還是提升安全？是私有車必須有車聯網應用，還是大眾運輸或緊急車輛必須有車聯網應用？這些議題都是政府必須先行提出，再由廠商執行。

5G 的介入應該可以降低車聯網的延遲率，實際效能仍要經過實驗證實，但，故使用商網取代部份的 V2X 應用是合理且可行的。

車聯網涉及安全應用，故覆蓋率是重點考量之一，O-RAN 具有跨平台的優勢，因此在部分營運商無法覆蓋的地方可由 O-RAN 跨平台方式解

決，但跨平台間的訊號及資料換手該如何解決仍是各界都在努力克服的技術問題。

亞旭電腦 周○峯 特助：

RSU 應由政府主導，因為建設 RSU 需與地方政府相關部門協同合作，故政府責無旁貸，交通安全及交通效率主管機關都應該是交通部門主責，故車聯網應該要由交通部召集各部會討論。

單以車聯網的路側部分，V2I 及 V2N 都可分為兩種網路架構，一個為 V2V (歸屬於專網)，一個是 Uu (歸屬於商網)，而 Uu 大多由營運商主導，故商網和專網需要能夠連結，專網管理辦法應該要修正無法連接公網之規定，不然不可能達成車聯網應用需求。此外如果沒有規模經濟就很難國產化，目前與國際接軌將是很好的推動關鍵，因為 RSU 國內市場目前並不大，但 OBU 市場量大，因為車用電子廠商會大量銷售給國外 TIER 1 廠商，故若能在國內場域有所試煉，必然會成為外銷國際市場的加分優勢。綜上所述，從法源應先解決專網和商網如何界接和協作，才能真正推動車聯網發展。

台灣大哥大 林○成 經理：

在車聯網中，目前聯網車相對蓬勃發展，汽車製造商客戶並沒有急迫需求，而頻段與技術是由汽車製造商或聯盟所主導，但從 LTE 開台以來就一直在討論車聯網的頻段與技術，至今卻未整合成功，預期未來三年內也很難成功。

RSU 理應由政府主導，但在頻段及技術尚未確立之前，建議不要領先其他國家確立選用何技術頻段並投入建設，因為基礎建設資金不低，且所選擇的技術可能只有某些汽車有支援，故現在討論此議題尚言之過早，建議可以持續觀察。

台灣車聯網產業協會 鄭○晃 秘書長：

補充公網和專網跨接之議題，車聯網必然會有，故期望能有所解決。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

資安議題確實存在，RSU 必須得到紅綠燈資料，其資安問題是必然，如若大家能有相關資安規範的資料，歡迎提供給資策會或資源司，以供參考。

請電信業者能有所準備，車聯網必然會連接公網，只是何時以及政府用何種方式開放，希望電信業者能有所看法及準備，必然生命安全為優先條件。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

專網不得連接公網之規範只有台灣才有，但連接公網的需求是必然的。

針對驗測問題，顯然會是跨部會議題，但是由單一部會統一驗證，或各自驗證，都是待討論的議題。

主題三：車聯網

議題討論 2：目前各國皆已公告車聯網專用頻譜。是否建議先持續參考國際趨勢並配合交通部政策適時公告？請問車聯網專用頻譜公告時間點之早晚，對社會、政府、產業的具體影響為何？其他建議？

德凱 余○華 總經理：

臺北市已爭取到 2029 年舉辦第 31 屆智慧運輸世界大會 (ITS)，代表全世界已經關注台灣在車聯網及 ITS 上的發展，故產業輸出不應該只考慮到零組件，而是應該考量完整系統的輸出，台灣絕對有能力、有晶片、有人才，如果台灣可以整合出完整的 ITS 解決方案，是可以由城市技術輸出到另一個城市，以上必然需要政府的大力支持。

亞勳科技 紀○宇 技術經理：

我想我們可以反過來看 USDOT national plan 的規劃，如果我們要類似達成短期階段，逆推回來我們需要何時確認頻譜？以及我國已經取得 ITS-WC 2029 年的舉辦權，那麼在 2029 年的大會上我們可以宣布我們在什麼時候開始公告以及推行相關 V2X 目標？

勤崑國際 張○偉 專案經理：

太晚公布可能會阻礙產業發展，過早公布可能會造成資源浪費，建議除了參考國際趨勢外，可配合評估國內車聯網技術發展、產業狀況、市場需求等，再由交通部公告。

台灣車聯網產業協會 鄭○晃 秘書長：

關於頻譜公告，建議提早。

數位發展部 資源管理司 沈○雄 專門委員：

5850-5925MHz 不會開放給其他人使用，會保留給車聯網。

主題三：車聯網

議題討論 3：目前中國、美國、韓國與加拿大指定 C-V2X 為其採用的車聯網通訊技術，歐盟與日本則保持技術中立。請問是否建議我國持續保持技術中立，或例外指定 C-V2X？理由為何？請問是否建議劃分安全/非安全/DSRC/LTE-V2X/5G-V2X 頻道？

華電聯網 吳○煌 總經理特助：

DSRC 之所以逐漸被放棄使用，原因為建置成本太高，故建議採用 C-V2X 發展。

德凱 余○華 總經理：

多國家開始推行 LTE-V2X，但國際許多 OBU 及 RSU 供應商皆認為技術已發展至 5G，而 LTE 為現有技術，故更願意投資於 5G-V2X。

台灣車聯網產業協會 鄭○晃 秘書長：

在頻段部分，各國以往 C-V2X 靠攏，從協會角度來看，台灣很小，勢必要選一個技術進行發展，C-V2X 是國際趨勢，且台灣的現行市場小、

政府資源也有限，故建議選用 C-V2X。

亞勳科技 紀○宇 技術經理：

對於技術選用亞勳認為皆可，但建議訂定後全國實際運行之案場需統一採用，來讓各案場能夠相互串聯，這樣才不會車子在 A 路口可以顯示前方紅綠燈號，但開一開到 B 路口卻又無法接收到紅綠燈號，以及明訂起始日。

勤崑國際 張○偉 專案經理：

雖然部分國家指定 C-V2X 為主要的車聯網技術，目前趨勢來看也的確會是主流，但是為了保障各種技術的發展，建議可先保持技術中立，由市場機制來決定要使用哪些技術、哪些技術不再使用。

數位發展部 資源管理司 陳○呈 科長：

技術中立問題，FCC 回饋美國之所以選定 C-V2X 推動，是因為車聯網發展很快，如若沒有特定聚焦於單一技術，擔心其無法順利推動。而台灣 NCC 通常不會選定特別技術，因為技術的更迭快速，若選定單一技術，未來有新技術出現時，不可能淘汰舊技術，而是多種新舊技術會同時存在，故應該會傾向技術中立的方式推動，以保留後續可以擴充的空間。

### 主題三：車聯網

議題討論 4：是否建議我國參考國際趨勢，未來 OBU 採型式認證；RSU 則另立專法，由數位發展部、NCC 及交通部共同擬訂？其他建議？

華電聯網 吳○煌 總經理特助：

RSU 若由政府主導並建置，但目前的審查機制與日本相似，可是日本在空間的規範之外還有許多彈性，建議進一步探討日本作業方式，可參照其作法以縮短審查期程。另外使用期限也建議嚴懲，讓 POC 及 POS 能更有效益。

華電聯網 楊○凱 資深經理：

交通部有開放在 2024 年有公告未來四年開放予各縣市申請車聯網示範，已經不再僅限於實驗創新，而是開始收集資訊，勢必一次運行期程就為四年，總不能每半年就申請一次執照，相當耗時間和人力。另外財團法人車輛研究測試中心在經濟部的支持下，也確定要在其自己的場域建置類似淡海新市鎮的車聯網試驗認證場域，且將會是有營運的，在這樣的條件下也不符合實驗定義，期望政府能有相關的處理方式。

勤崑國際 張○偉 專案經理：

國內目前對於 RSU 跟 OBU 都是採用個別申請電台許可的方式，未來若能簡化既有實驗研發專用電信網路及電台審驗的過程，對車聯網廠商來說可以節省很多的處理時間及成本，因此建議 OBU 可採用型式認證，RSU 部分若無法單採形式認證，則可另立專法，申請方式則可參考國外以指定區域與使用期間的方式，以簡化申請及審驗的程序。

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

## 第二節 資源近用建議方案

本研究以 NTN、5G O-RAN 與車聯網為研析主題，參酌重要國際組織、國家之頻率資源分配法制現況後，考量不同主題在技術成熟度、於我國之商業應用明確程度皆有所差異，故依據所提出建議之具體程度，由淺至深各別說明。

### 一、非地面網路 (NTN)：我國頻率資源創新應用核配及管理法制修正建議方向

首先，於 NTN 部分，有鑑於我國並非 ITU 之成員國，在國際頻譜協調上較難進行意見提出，而為使我國 NTN 相關產業未來能進入國際市場，即有必要使我國相關頻譜分配與國際趨勢保持一致。就此，數位發展部於 2024 年 7 月 9 日公告「無線電頻率供應計畫」修正草案，釋出 3610-4200 MHz、5091-5250 MHz、5925-6725 MHz、10.7-13.25 GHz、13.75-14.8 GHz、17.3-21.2 GHz、27.5-31 GHz、37.5-43.5 GHz、47.2-50.2 GHz、50.4-52.4 GHz、71-76 GHz 與 81-86 GHz 共計 12 頻段供衛星固定通訊使用，以及 1518-1559 MHz、1610-1660.5 MHz、1668-1675 MHz、2483.5-2500 MHz、19.7-21.2 GHz、29.5-31 GHz 與 43.5-47 GHz 共計 7 頻段供衛星行動使用。前述頻段涵蓋 3GPP 之 R17、18 所提及適用 NTN 之頻段，以及 WRC-23 決議、WRC27 及 31 議程討論之 NTN 相關頻段，顯示我國發展 NTN 產業並與國際頻率資源應用法制保持一致之立場，如表 4-12 所示。

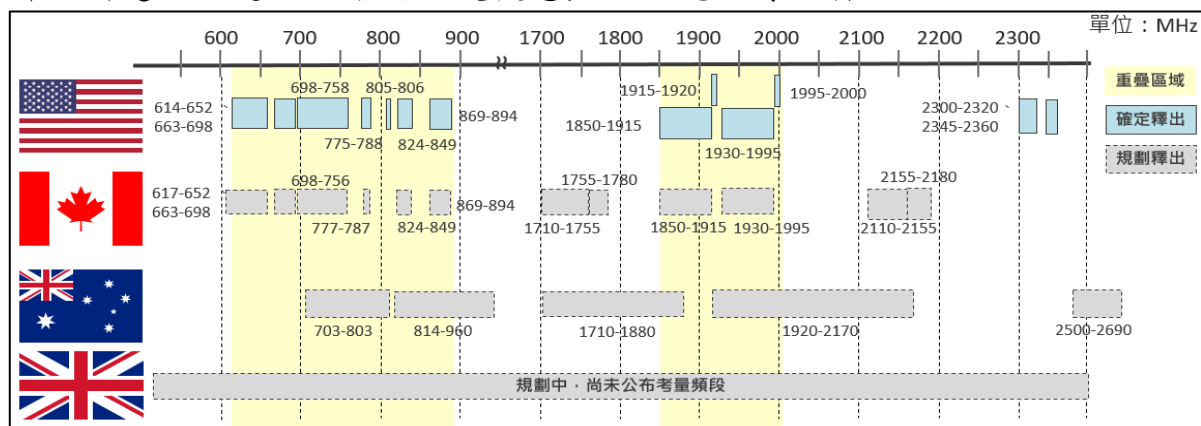
表 4-12、3GPP、WRC 與我國頻率規劃對照

	7/9無線電頻率供應計畫	3GPP NTN			WRC	
L	1518-1559 衛星行動(空對地)(主)	N253 (IoT)	1518-1525 (DL)	R18	1518-1544	WRC-27衛星間通訊 NGSO-GSO MSS (Space to space)
		N255	1525-1559 (DL)	R17	1545-1559	
	1610-1660.5 衛星行動(地對空)(主)、衛星水上行動(空對地)(主)、衛星行動(空對地)(次)	N254	1610-1626.5 (UL)	R18	1610-1645.5	
		N255	1626.5-1660.5 (UL)	R17	1646.5-1660	
	1668-1675 衛星行動(地對空)(主)	N253 (IoT)	1668-1675 (UL)	R18	1670-1675	
S	8/23「無線電頻率供應計畫」修正草案公開說明會納入-以實驗形式開放	N256	1980-2010 (UL)	R17	1980-2010	WRC-19、23衛星行動(地對空)
		N256	2170-2200 (DL)	R17	2170-2200	WRC-23衛星行動(空對地)
	2483.5-2500 衛星行動(空對地)(主)	N254	2483.5-2500 (DL)	R18	2483.5-2500	WRC-27衛星間通訊 NGSO-GSO MSS (Space to space)
	3610-4200 衛星固定(空對地)(主)				3700-4200	WRC-31 NGSO-GSO / FSS (ISS)
C	5091-5250 衛星固定(地對空)(主)				5091-5150 5150-5250	WRC-15 固定衛星(地對空)(受行動衛星服務NGSO系統內之饋線鏈路限制)
	5925-6725 衛星固定(地對空)(空對地)(主)				5925-6425	WRC-31 NGSO-GSO / FSS (ISS)
X、Ku	10.7-13.25 G 衛星固定(空對地)(主) 13.75-14.8 G 衛星固定(地對空)(主) 衛星行動(地對空)(次)		10.7G - 12.75G(DL) 12.75G - 13.25G & 13.75G - 14.5G (UL)	R19 Requested	12.75G-13.25G	WRC-23航空/海事移動式衛星地球電臺(GSO/UL) WRC-31航空/海事移動式衛星地球電臺(NGSO/UL)
					13.75G-14G	WRC-27小型天線FSS地球電臺
K	17.3-21.2G 衛星固定(地對空)(空對地)(主) 衛星行動(空對地)(主)(次)				17.7-19.7G	WRC-19航空/海事/陸地移動式衛星地球電臺(GSO/DL)
					17.7-18.6G 18.8-19.3G	WRC-15航空/海事/陸地移動式衛星地球電臺(GSO/DL)
					19.7-20.2G 18.1-18.6G 18.8-20.2G	WRC-23航空/海事移動式衛星地球電臺(NGSO/DL) WRC-23 NGSO間通訊 / FSS (ISS)
	19.7G-21.2G 衛星固定(空對地)(主) 衛星行動(空對地)(次)	N51x	17.7-20.2G (DL)	R18	18.8G-20.2G 19.7G-20.2G	WRC-23衛星間通訊(NGSO間) / FSS (ISS) WRC-15 航空 / 海事 / 陸地 移動式 衛星 地球 電臺 (GSO/UL) WRC-23航空/海事移動式衛星地球電臺(NGSO/DL)
Ka	27.5-31 G 衛星固定(地對空)(主) 衛星行動(地對空)(主)(次)	N510	27.5G-28.35G (UL)	R18	27.5G-29.5G	WRC-19航空/海事/陸地移動式衛星地球電臺(GSO/UL)
					27.5G-29.1G	WRC-23航空/海事移動式衛星地球電臺(NGSO/UL)
	29.5G-31G 衛星固定(地對空)(主) 衛星行動(地對空)(主)(次)	N511	28.35G-30G (UL)	R18	27.5G-30G	WRC-23衛星間通訊(NGSO間) / FSS (ISS)
		N512	27.5G-30G (UL)	R18	27.9G-28.2G 29.5G-30G	WRC-19固定衛星/HAPS(DL) WRC-15 航空 / 海事 / 陸地 移動式 衛星 地球 電臺 (GSO/UL)
Q/V	37.5-43.5 G 衛星固定(空對地)(地對空)(主) 衛星行動(空對地)(主)				39-39.5G	WRC-19固定通信HAPS(雙向)
					37.5-42.5G 42.5-43.5G	WRC-27 FSS公平接取技術規範研究(非洲國家提出)
	43.5G-47G 衛星行動(主)				43.5G-47G	WRC-2000衛星行動
	47.2-50.2G 衛星固定(地對空)(主)				47.2-47.5G 47.9-48.2 G	WRC-19固定通信HAPS(雙向)
					47.2-50.2G	WRC-27 A/M-ESIM - FSS WRC-27 FSS公平接取技術規範研究(非洲國家提出)
	50.4-52.4G 衛星固定(地對空)(主) 衛星行動(地對空)(次)				50.4-51.4 G	WRC-27 A/M-ESIM - FSS WRC-27 FSS公平接取技術規範研究(非洲國家提出)
				51.4-52.4 G	WRC-27網關(GW) NGSO FSS 地球電臺	
71-76G 衛星固定(空對地)(主) 衛星行動(空對地)(主)				71-74G	固定衛星(空對地)、移動衛星(空對地)	
				74-76G	WRC-2000固定衛星(空對地)(主)	
W	81-86G 衛星固定(地對空)(主) 衛星行動(地對空)(主)				81-84G	WRC-2000固定衛星(地對空)(次)、移動衛星(地對空)(次)
					84-86G	WRC-2000固定衛星(地對空)(次)

7/9公告釋出MSS頻率 7/9公告釋出FSS頻率

資料來源：本研究整理，2024年10月

另一方面，國際間近期重點發展衛星直連手機應用，美國、英國、加拿大與澳洲皆釋出／規劃釋出目前僅供 IMT 使用之頻段，如圖 4-22 所示，使衛星通訊經營商得以租用、共享之方式提供衛星直連手機服務，期望達到解決偏遠地區連結性不足、支援急難救助應用等目標。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-22、各國衛星直連手機頻段

考量到我國地狹人稠之特性，加之政府對通訊普及之積極推動，產業界多數對於是否有需要透過衛星直連手機，對地面行動通訊範圍進行擴充，抱持保守之態度。然而，下世代通訊（6G）以透過無所不在、高可靠、低延遲之通訊連結，做為全域物聯網建立、智慧交通、智慧醫療等新型態應用之基礎，並已明確指出 NT 與 NTN 之整合為未來發展趨勢。

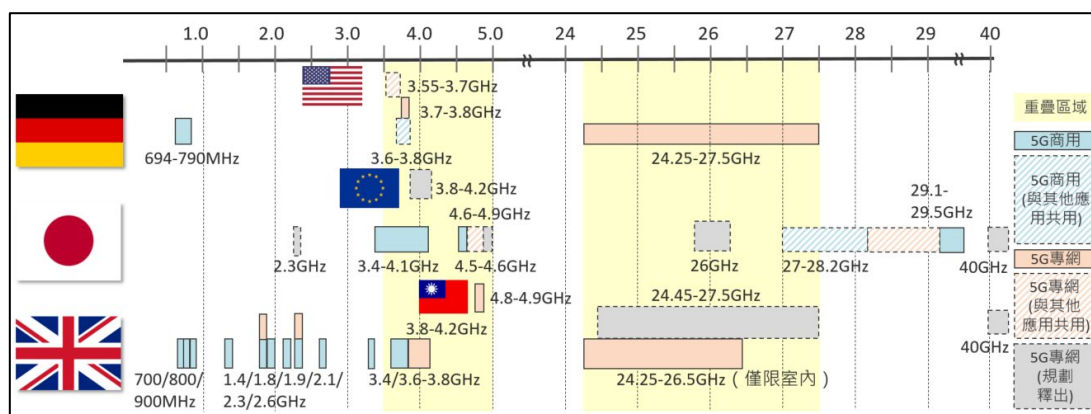
此外，從我國整體產業發展面向出發，2022 年時我國太空產業產值為 2158 億元，其中衛星地面設備佔 98.7% 約 2129 億元。在國際太空技術與應用持續發酵之情況下，我國衛星地面設備相關產值於 2025 年有望達到 3000 億元<sup>432</sup>。承前述第一章第十三節之說明，我國衛星地面設備業者承襲過往在衛星電視與高軌通訊的研發實績與經驗，在此一太空產業之次級產業中別具優勢。因此，對衛星地面設備之製造商而言，我國在 NTN 頻譜上未來若能與國際對標、開放與使用相同之頻段，將能減少製造商在不同頻段間進行設備開發與驗證之成本，進而幫助我國業者打入國際供應鏈與市場。

因此，就是否開放目前未釋出／僅供行動通訊、實驗網路使用之頻段，提供衛星直連手機服務，或需持續觀察產業需求與國際發展，瞭解是否有更多國家釋出 IMT 頻段供衛星直連手機使用、所釋出之頻段為何，以及衛星直連手機或其他新興 NTN 商業應用情境發展情況，滾動式調整我國「無線電頻率供應計畫」等頻率資源釋出法制。

<sup>432</sup> 張瓊，〈國科會：太空地面設備產值 拚 2025 年近 3000 億元〉，中央通訊社，2023/05/29，<https://www.cna.com.tw/news/afc/202305290280.aspx>（最後瀏覽日：2024/12/04）。

## 二、 5G O-RAN：我國頻率資源創新應用核配及管理法制修正建議方向

第二，於 5G O-RAN 面向，由於我國現階段 O-RAN 之發展仍以專頻專網市場為主，故仍以專頻專網頻率資源法制之調適，作為我國發展 5G O-RAN 之建議。參酌國際間釋出供專頻專網使用之頻段，可發現主要聚焦於 3.5-5GHz（中頻段）與 24.25-27.5GHz（毫米波）頻段，如圖 4-23 所示。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月  
圖 4-23、各國專頻專網頻率資源分配現況

以頻段特性而言，低頻段頻譜具有傳播距離遠、覆蓋範圍廣但穿透力低之特性，適用於低人口密度之廣大區域的覆蓋，為實現數位平等的重要資源。毫米波則較易取得大頻寬，並具有穿透力強、低延遲之特性，適合室內高速低延遲要求應用。而中頻段在傳播距離與穿透能力表現上較為平衡，為各國專頻專網頻率釋出之首選。

研究團隊於計畫執行期間，於 2024 年 8 月 16 日辦理「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集座談會」，會中搜集產業界針對專頻專網頻率資源釋出之建議。建議主要聚焦於二面向，即既有專網頻段擴充與不同特性頻段提供。前者相關意見包含目前 100MHz 頻寬於申請者間之距離較近時，極容易有干擾發生，以及隨著未來應用資料傳輸需求之提升，目前 4.8-4.9GHz 共 100MHz 之頻寬或將面臨不足之情況。後者則有建議分別開放低中高頻皆有部分頻譜可供專網使用，以助於資通訊產業發展；考慮未來大規模商業之發展潛力，政府應開放非過於獨特的頻段；以及建議可將 PPDR 的 20MHz 頻段中，民生物聯網 5MHz 頻段擴增為 10-20MHz 供低頻物聯網應用使用。

就此，參酌國際發展趨勢，併座談會中所搜集之回饋意見，初步提出未來 5G O-RAN 頻率資源整備建議如下：


















## ● 頻譜有效利用：

觀國際發展趨勢，隨著 5G 應用、6G 技術的持續開展，如何有效地使用有限的頻譜資源為各國重點關注之議題。對此，國際間目前規劃之處理做法大致上可分為二面向。於政策面部分，主要涉及頻率資源盤點與頻譜共享制度，包含檢視與確認頻譜釋出情況、頻譜收回重分配及拍賣規劃，以及是否可透過與既有使用者（如國防部）共用之方式，促進頻譜之有效利用。而在技術面部分，則係針對可能的頻譜共享技術進行研析，如不同電信服務使用頻率之感知與迴避技術，或頻譜皆取系統、自動化頻譜共享系統等動態頻譜共享技術。我國或可參考國際趨勢，全面性盤點目前頻率使用狀況，並推動相關頻譜共享技術之引入，以最佳化頻率資源的有效利用。

## ● 5G 專網頻段釋出／擴充

- 毫米波頻段：目前國際間如德國釋出 24.25-27.5GHz、日本釋出 28.2-29.1GHz 並規劃釋出 26GHz，而英國目前釋出 24.25-26.5 供室內應用，並規劃釋出 24.45-27.5 供室內外使用。然而目前毫米波頻段之設備成熟性不足，且使用情境亦由於毫米波覆蓋範圍小之特性，對於移動式應用表現不佳而多限於室內，在未能商業化之情境下，難以對設備研發進行推動。因此建議可持續觀測毫米波商業應用之發展，若有於毫米波頻段開放 5G 專網頻段之需求，則建議優先釋出 24.25-27.5GHz，以與國際趨勢保持一致，並減少設備驗證之障礙。
- 中頻段：我國目前已開放 n79（4.8-4.9GHz）頻段供 5G 專網實驗使用，暫時似無迫切之擴充需求，故建議未來持續觀測產業使用情況，因應大量資料傳輸應用之出現或布建密度上升帶來之相鄰干擾，進行後續之頻寬擴充。
- 低頻段：有鑑於低頻段大覆蓋範圍之特性，產業界期望能開放更多 1GHz 以下之頻段供 5G 專網使用。惟參考目前國際趨勢，電信發展先進國家所釋出供 5G 專網使用之頻段，多聚焦於 3.5-5GHz（中頻段）與 24.25-27.5GHz（毫米波）頻段，而其中有釋出較低頻段者，如日本（規劃釋出 2.3GHz）、英國（1.8GHz、2.3GHz），亦無釋出 1GHz 以下之頻段。全球僅巴西（703-708/758-796MHz）等少部分國家釋出低頻段供專網使用，如圖 4-24 所示。且我國 1GHz 以下頻段目前多由電信業者拍賣供行動通訊服務使用，若要釋出更多頻譜或有一定之困難。因此針對低頻段部分，本研究認為，我國目

前已釋出 Band 20(816-821MHz/857-862MHz)供民生物聯網實驗，該頻段亦可用於涉及物聯網之 5G 專網實驗。因此建議業者先以該頻段進行相關實驗驗證，而政府部分則以產業推動之成果與發展情況為基礎，持續評估未來商用需求及效益。

 USA	3.5 GHz CBRS, exclusive & shared licenses 37 - 37.6 GHz shared spectrum/local licenses, under evaluation	 Chile	2300 - 2325 MHz (already has requests from ports and mining sectors) 3.75 - 3.8 GHz
 Germany	3.7 - 3.8 GHz 24.25 - 27.5 GHz, local licenses	 Australia	1755-1785 MHz in remote areas under PMTS Class B 1920-1980 MHz in remote areas 3.7 - 3.8 GHz in remote areas + 3.8 - 4.0 GHz nationwide for local area wireless broadband (LA WBB) 24.25 - 27.5 GHz and 27.5 - 29.5 GHz for local licensing
 U.K.	3.8 - 4.2 GHz 1781.7-1785/1876.7-1880 MHz 2390 - 2400 MHz 24.25 - 26.5 GHz, local licenses	 New Zealand	Licenses in 2575 - 2620 MHz may be assigned for localized use
 Sweden	1780-1785/1875-1880 MHz 3720 - 3800 MHz 24.5 - 25.1 GHz	 Singapore	Each operator has acquired 800 MHz of 26/28 GHz spectrum to deploy local networks
 Finland	2300 - 2320 MHz Sub-licensing of 3.4 - 3.8 GHz 24.5 - 25.1 GHz	 Hong Kong	27.95 - 28.35 available for local licenses
 Netherlands	3410 - 3450 MHz for local industrial use 3750 - 3800 MHz available with restrictions 2.3 - 2.4 GHz (licensed shared access online booking system) Local private service to migrate to 3400-3450 MHz or 3750-3800 MHz by 2026	 Japan	2.575 - 2.595 MHz and 1.888.5 - 1.916.6 MHz (NSA anchor) 4.6 - 4.9 GHz (4.6 - 4.8 GHz indoor only, 4.8 - 4.9 GHz outdoor possible) & 28.2 - 29.1 GHz (Outdoor use; total 250 MHz 28.2 - 28.45 MHz) Uplink heavy TDD config. using semi-sync allowed in sub-6 & 28 GHz
 France	2575 - 2615 MHz 26.5 - 27.5 GHz (test licenses)	 South Korea	4.72 - 4.82 GHz and 28.9 - 29.5 GHz for 5G specialized local applications
 Czech Republic	3.4 - 3.6 GHz, 2*20 MHz, Allocated in 2020 with a leasing option	 Taiwan	4.8 - 4.9 GHz for 5G local private and enterprise licenses
 Brazil	703 - 708 / 758 - 763 MHz (Infrastructure segment) 1487 - 1517 MHz, 2390-2400 MHz, 2485 - 2495 MHz 3.7 - 3.8 GHz 27.5 - 27.9 GHz		

Confidential & Proprietary - 2024

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-24、全球專網布建頻段概覽<sup>433</sup>

<sup>433</sup> Alliance for private network, Exploring Spectrum Availability for Private Networks, <https://www.mfa-tech.org/2024/08/27/exploring-spectrum-availability-for-private-networks/> (last visited, Dec. 03, 2024).

### 三、 車聯網：我國頻率資源創新應用核配及管理法制修正建議方向

車聯網部分，我國 2018 年 5 月公告修正「頻率供應計畫」新增車聯網創新實驗網路，然而有鑑於車聯網技術與應用逐漸成熟、近一年來國際間有加速布建車聯網的趨勢，且國內車聯網的應用發展亦逐漸脫離創新實驗階段，本研究綜整國際趨勢、訪談及 2024 年 5 月 27 日及 10 月 15 日舉辦之座談會所蒐集的意見，針對我國車聯網是否使用專用或商用頻段、專用頻段之頻寬及頻道規劃、是否指定特定技術何時正式公告車聯網專用頻段，以及車聯網電信法制（如電臺監管）法規調適需求，初步提出車聯網頻率資源整備建議如下：

#### **(一)、 專用或商用頻段：RSU 涉及交通安全，被各國視為基礎設施，且 5G V2N 的發展無法完全滿足 V2I 更低延遲的需求，因此建議我國仍保留車聯網專用頻段的規劃**

車聯網路側設施（RSU）的布建模式將影響頻譜規劃方向，因此本計畫首先探討 RSU 於國際上及國內的定性。目前各國皆視 RSU 為基礎設施，由政府主導布建（如表 4-13 所示），因此我國目前規劃車聯網專用頻段較商用頻段合適。此外，若車聯網安全訊息發生延遲，將涉及生命安全或公共安全，因此，採用專用電信網路比公眾電信網路較能確保其通訊品質。然而，近期有聽聞主張未來只要用 5G 基地臺，不用另外耗費經費布建 RSU，就可以實現車聯網應用。若依據此說法，則不需要保留車聯網專用頻段，透過公眾電信網路即可進行車聯往應用。

本研究透過資料研析、訪談及座談會釐清此主張的合理性，發現此論點實屬對車聯網通訊技術與應用因誤解而衍伸的觀點。以 C-V2X 通訊技術為例，其分為兩種介面，PC5 和 Uu。目前應用發展較快的為 PC5 直接通訊，主要應用於 V2V、V2I 及 V2P；而 V2N 則為 Uu 介面。由於涉及生命或公共安全的資訊傳遞需要非常低延遲的傳輸，僅透過 V2V、V2I 及 V2P（PC5 介面）短距離直接通訊（使用 5.9GHz 車聯網專用頻段）始能滿足此應用需求；V2N 則透過電信商營運得標的頻譜傳輸訊號，會有較長的訊號回應時間，因此多應用於較能容忍延遲的應用情境，例如透過網路傳輸「前方兩公里有事故」的資訊給鄰近車輛。兩者之間相輔相成，非 V2N2X 可以取代 V2V、V2I 及 V2P 直接通訊的應用。

綜上所述，本研究建議我國政府維持 5850-5925MHz 作為車聯網專用

頻段的規劃，並持續追蹤 5G V2N 的發展，了解未來公眾電信網路於車聯網應用中扮演的角色與比重。

表 4-13、車聯網路側設施布建模式之國際趨勢及國內專家意見

<p>國際趨勢</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 韓國國土交通部於 2021 年 10 月公布 2030 年 ITS 基礎計畫，包含 RSU 基礎設施的建置目標</li> <li>● 美國運輸部於今年 8 月正式公布加速車聯網布建計畫(2024-2036)，由政府推動建置 RSU；美國 DSRC 規則規定（雖 C-V2X 規則尚未公布，制度上仍有其參考性）：             <ul style="list-style-type: none"> <li>- RSU 原則上由政府設置營運，私人營運須獲政府交通單位直接或非正式認可，須於註冊 RSU 時註明真正利害關係人</li> <li>- 政府營運的 RSU 被預設為與公共安全相關通訊，享頻率最優先使用權</li> <li>- 核准予政府單位的頻率許可範圍較私人申請者大</li> </ul> </li> <li>● 日本交通、警察及電信主管機關於 2024 年 6 月召開第一次「自動駕駛基礎設施研討會」，討論 V2X 基礎設施布建及收費模式，強調 RSU 的公共性特</li> <li>● 德國目前車聯網布建最廣泛的漢堡市（共 180 個 RSU，路口布建率 10%；OBU 裝載於 20%公車），RSU 由漢堡市百分之百持股的公營企業 Hamburg Verkehrsanlagen GmbH（漢堡交通設施有限公司）布建營運。</li> </ul>
<p>5/27 座談會意見</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● RSU 涉及道路與智慧交通，為基礎設施，各國多以招標模式進行布建，初期應由政府主導</li> <li>● RSU 後續維運權責須再釐清，且維運成本高，或可參考美國提出之基礎設施擁有管理者概念</li> <li>● 電信業者認為我國欠缺車廠，若能完備相關法制，將有助於吸引國外車廠提供 V2X 服務</li> </ul>

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

**(二)、車聯網專用頻段之頻寬及頻道規劃：由於美國縮減頻段的決策未全面影響其他國家的規劃，建議我國仍保留 5850-5925 MHz 供車聯網使用，並留意國際上車聯網安全功能頻道與 5G-V2X 頻道規劃的發展，作為未來規劃頻道的參考**

美國 FCC 於 2021 年 5 月重新分配 5.9 GHz 頻段，將原先 5850-5925MHz (共 75MHz 頻寬) 的車聯網專用頻段縮減至 5895-5925MHz (共 30MHz 頻寬)，並僅限車聯網安全功能使用。本研究觀察，此決策並未全面影響各國對車聯網 (或 ITS) 專用頻段之總頻寬的規劃，僅鄰國加拿大考量車輛過境需求，於 2022 年底比照縮短頻段。

歐盟及韓國至今未提出縮短 5.9GHz 頻段的政策，且近期政策文件中顯示仍持續規劃使用。5GAA 建議歐盟規劃 5875-5895 MHz 為單一頻道供 5G-V2X 使用；韓國則規劃 2025 年起評估 LTE-V2X 鄰近頻段共 20MHz 頻寬 (雖未明說，但應為 5875-5895 MHz) 供 5G-V2X 使用。而日本因其 5.9GHz 頻段原提供廣播業者使用，經過多年討論，僅先釋出與美國縮減後頻段一致的 5895-5925MHz 頻段供 V2X 使用，以顧及頻段既有使用者的利益與需求，然而尚維持其它既有車聯網頻段的使用，亦未直接排除未來擴張 5.9GHz 頻段總頻寬的可能性。綜上所述，本研究建議我國持續保留 5850-5925MHz 供車聯網使用。

此外，從前述日本的發展，亦可看出美國縮減頻段似有強化 5895-5925MHz 供車聯網安全功能使用的發展。此頻段與中國於 5905-5925MHz 重疊，亦與歐盟供車聯網安全功能使用的頻段重疊 (5895-5915MHz 供道路安全 ITS 使用；5915-5925MHz 鐵路安全 ITS 優先)，已涵蓋全球主要車廠國家及銷售市場。然而有鑑於各國頻道規劃尚未完全一致，本研究建議我國持續觀察相關發展，特別是同樣保留較寬頻段的韓國和歐盟，其對安全頻道和不同通訊技術 (DSRC、LTE-V2X、5G-V2X) 區分頻道的規劃，作為未來評估是否及如何規劃車聯網專用頻段之頻道的參考。

**(三)、是否指定特定技術：目前 C-V2X 看似主流技術，然而歐盟和日本仍保持技術中立，且仍有車廠採用 DSRC，因此建議我國現階段保持技術中立，並持續觀察相關技術發展趨勢**

目前受中國及美國指定 C-V2X 的政策影響，韓國與加拿大亦跟進指定，然而兩國考量的因素不同—南韓主要考量指定技術可加速國內 V2X 研

發、布建，且能外銷中美市場；加拿大則考量 DSRC 技術發展過慢、與美國相鄰 V2X 有互通必要性、非車廠大國希望能盡快進口產品，而指定 C-V2X 作為車聯網的統一通訊技術。

然而，歐盟與日本仍保持技術中立—歐盟積極發展兩技術間的互操作性框架，日本則規劃研究不同通訊技術與頻段特性適合的用例，並持續觀察國際趨勢。探究其背後原因，可能是考量各車廠過去發展的技術不同，且既有建置的 RSU 多為 DSRC，因此選擇在相關規範與政策發展上，保持技術中立，不干預市場競爭與篩選的機制。

而我國產業對於是否指定特定技術意見歧異。支持指定 C-V2X 技術者，認為指定技術將有助於加速布建車聯網服務，且可避免設備不能互通的風險，特別是車輛有跨區行駛的需求，又涉及交通安全，更需盡可能降低相關風險。反對者則認為，目前 C-V2X 雖為主流，然而考量指定特定技術有選錯技術的風險，未來轉換其它技術的成本會較高，以及市場本身有其競爭淘汰的機制，且交通主管機關亦可透過計畫補助要求方式要求布建特定技術，因此不建議數位發展部現階段指定特定技術。有鑑於前述國際趨勢及產業意見，本研究建議我國現階段保持技術中立，並持續觀察相關技術發展趨勢。

#### **(四)、公告車聯網專用頻段的時機：有鑑於各國已公告車聯網專用頻段，且國內車聯網發展已脫離實驗階段，逐漸有長期營運需求，建議數位發展部即早向交通部確認未來可能的政策規劃，以預備專用頻段公告涉及之法制工作**

目前美國、歐盟、加拿大、中國、韓國等已公告 5.9GHz 頻段供車聯網使用，日本亦預計 2027 年完成公告(如表 4-14 所示)。我國雖已公告 5.9GHz 供車聯網實驗使用，然而國內車聯網相關計畫補助，已逐漸朝向長期營運的發展，且實驗頻段適用「實驗研發專用電信網路設置使用管理辦法」，其頻率許可及電臺執照效期較短，且程序較繁複，若正式公告，並參考國際趨勢，OBU 採型式審驗，RSU 則採用較符合車聯網射頻器材管理效益的監管方式，將能有效降低電臺監管相關行政成本，有助於加速我國車聯網落地發展。

此外，我國近期取得 ITS-WC 2029 年的舉辦權，在 2029 年可能需要對外宣布我們何時公告及推行相關 V2X 目標，以國外法制政策發展路徑觀之，必然包含車聯網專用頻段的是初級相關電信法規的調修。因此本研究

建議頻率主管機關即早向交通主管機關確認未來可能的政策規劃，以預備專用頻段公告事宜，並與交通部和 NCC 共同討論研議 OBU 及 RSU 相關規範。

表 4-14、車聯網專用頻段公告之國際趨勢及國內專家意見

國際趨勢	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 美國、加拿大、歐盟、韓國、中國皆已公告 5.9GHz 頻段供車聯網使用，日本預計 2027 年完成公告</li> <li>● 美國縮小 V2X 頻段的決策，可能奠定 5895-5925MHz 供安全功能 V2X 使用的方向</li> <li>● 日本 2023 年底確立移頻政策：5895-5925MHz 供 V2X 使用</li> <li>● 歐盟及南韓仍保留 5855-5925MHz，可觀察未來是否將 5905-5925MHz 指定供 V2X 安全使用</li> </ul>
5/27 座談會意見	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 產業認為公告車聯網專用頻段有政策宣示作用，且能降低目前實驗電臺執照申請行政成本</li> <li>● 財團法人車輛安全審驗中心（Vehicle Safety Certification Center, VSCC）及運研所建議產業提出明確落地應用發展目標，再討論車聯網專用頻段公告之最佳時機</li> </ul>
10/15 座談會意見	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 產業：我國已取得 ITS-WC 2029 年的舉辦權，在 2029 年我國可能需要宣布我們何時公告及推行相關 V2X 目標</li> <li>● 產業：我國交通部 2025-2028 年將補助各縣市政府車聯網計畫，且經濟部支持 ARTC 建立封閉驗證場域，目標為營運，非短期實驗，因此我國車聯網發展階段上已逐漸脫離實驗階段，建議正式公告車聯網專用頻段</li> </ul>

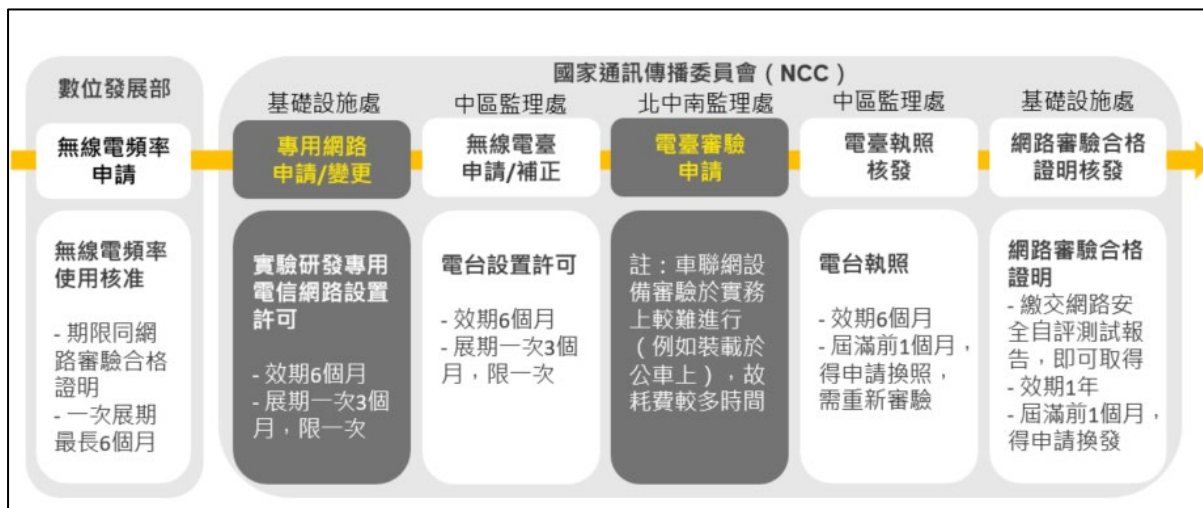
資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

**(五)、車聯網電信法制(如電臺監管)法規調適：參考國際趨勢，建議我國未來 OBU 採型式認證制度，RSU 則另立專法，由數位發展部、NCC 及交通部共同擬定。**

有鑑於 OBU 隨車移動的特性，為降低監管成本並兼顧監管目的之達成，目前各國 OBU 皆採免許可之型式認證制度(如表 4-15 所示)，如美國、加拿大、歐盟、日本、韓國、中國；而各國 RSU 近期多有法規調修規劃，主要考量干擾議題(生命與公共安全)、簡化程序(降低行政成本)，且因車聯網的管理涉及電信及交通主管機關，各國皆有建立跨部會合作的機制。

例如：美國 FCC、NTIA 和 USDOT 於 2024 年起每月舉行技術會議，研擬汽車安全頻譜規則；4 月 USDOT 配合 FCC 測試與 Wi-Fi 频段干擾的問題；6 月 FCC 針對 OBU 功率限制進行意見徵詢；7 月 FCC 公布將於近期投票決議此規範。日本總務省於今年 7 月提出 5.9GHz 频段 V2X 電臺執照申請流程簡化方案，期待利用現行「特定實驗試驗局制度」，省略暫時許可（類似我國電臺架設許可）及電臺竣工檢測（類似我國電臺審驗），將至少半年的申請時程縮短至兩週內，以加速車聯網商用落地，且執照效期最長五年。韓國科技資通訊部規劃於 2024 年底前修改 V2X 射頻器材技術規範。加拿大則尚在研擬 RSU 管理專法，目前確立之方向為「申請人可於申請區域範圍內自由增加調整 RSU，不須事前取得 ISED 之許可」，但細節仍待擬定。

目前我國 OBU 及 RSU 皆採個別電臺許可制，相較於他國法制，電臺執照及網路審驗合格證的申請程序較繁複、行政成本高，且執照效期較短（電臺執照效期半年，網路審驗合格證明效期一年，頻率許可期限同網路審驗合格證明），不利我國車聯網實驗與布建的進行，有法規調適的需求。車聯網業者亦表達目前實驗進行時，皆遇到計畫進度因電臺執照申請時程長且效期短，而無法如期進行，且必須負擔較高的行政成本的問題。我國現行技術實驗研發專用電信網路及電台設置管理程序如圖 4-25 所示。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 4-25、我國技術實驗研發專用電信網路及電台設置管理程序

除此之外，我國電信管理法第 50 條第 5 項規定「專用電信網路不得連接公眾電信網路」，然而車聯網的應用必須透過專用電信網路連接公眾電信網路才能實現，且車聯網涉及數位發展部、NCC 及交通部的監管權責。綜

合以上原因，本研究建議數位發展部、NCC 及交通部跨部會協調擬定 RSU 管理專法，而 OBU 則建議 NCC 參考美國相關技術規範，建立免許可型式認證制度。

表 4-15、我國與他國車聯網頻率、技術、OBU 及 RSU 電台監管模式比較

	臺灣	美國	加拿大	歐盟	日本	韓國	中國
頻率	5850-5925MHz (實驗網路)	5895-5925MHz	5895-5925MHz	5855-5925MHz (鐵路 ITS 專用： 5925-5935MHz)	ETC: 5770-5850MHz V2X: 755.5-764.5MHz 預計 5895-5925MHz	5855-5925MHz	5905-5925MHz
用途	車聯網	ITS 車輛安全	ITS 車輛安全	ITS 道路與鐵路安全/非安全頻道	道路安全 ITS	汽車公路 C-ITS	車聯網
技術	技術中立	C-V2X	C-V2X	技術中立	技術中立	LTE-V2X	LTE-V2X
OBU 電台監管	個別電台許可制 (含竣工審驗)	豁免許可；型式認證 (OBU 符合技術規範要求，通過認證即可銷售及使用)					
RSU 電台監管	個別電台許可制 (含竣工審驗)	電台註冊制 (設備須先通過技術認證； 無竣工檢測)	研擬專法中 (參考美規)	依各會員國規範	個別電台許可制(設備須先通過技術認證； 含竣工檢測) →未來可能有法規調適計畫	個別電台許可制 (設備須先通過技術認證； 無竣工檢測)	

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

### 第三節 三年期法制政策規劃

#### 一、 非地面網路 (NTN)

關於 NTN 之頻率資源整備，本研究團隊於前述章節提出兩面向之建議。其一為持續關注國際間 NTN 頻率協調、整備情況，並於不影響我國產業發展之前提下，滾動式調整我國頻率資源分配表與無線電供應計畫，以與國際頻率資源應用法制保持一致，並使產業界得以我國為發展之立足點，並以最小障礙進入國際市場。而為踐行滾動式調整作業，勢必需持續關注國際組織如 3GPP、ITU 相關文件、決議、標準，並檢視我國需要進行調整，故此一整備作業將為一橫跨三年期之政策。

其二，針對目前 NTN 技術最受討論之衛星直連手機應用，則可進一步拆解為需求與管理二議題，前者考量到我國地狹人稠之地理環境，以及政府積極推動行動網路基礎建設普及、山區連結性建立等政策之成果，我國對於衛星直連手機應用之需求程度為何、相關法制推動之急迫性，以及是否有未來可能之潛在商業應用，可於我國進行推廣，或將為第一年的主要研析議題。另一方面，於下世代通訊 (6G) 發展下，整合地面固定、行動通訊與非地面網路，已是為全球提供高速且無縫連結性之趨勢。縱使我國對以 NTN 提供山區、偏遠地區連結性並無迫切需求，亦需與國際發展介接，因此需對 TN 與 NTN 之整合、頻率共享、干擾等議題進行進一步之研析。是以本研究建議於第二年開始，研析國際間釋出 IMT 頻譜供衛星直連手機使用之情況、所釋出頻段為何、產業界應用情況、該頻段於我國目前是否有釋出／目前用途為何，並搜集我國電信業者之意見，決定釋出／重分配哪些頻段供衛星直連手機使用。最後於第三年期間，針對確定釋出之頻段，制定頻譜管理政策，除參考國際間透過租用、協議等共享機制，以及我國《電信管理法》第 58 條共用規定，制定衛星直連手機頻率申請、共享相關機制外，並應對頻率干擾協調、相關設備認驗證管理規範進行研析。

## 二、 5G O-RAN

考量我國 O-RAN 產業目前仍多用於 5G 專網場域中，透過持續之效能試煉，期望未來可進入國際市場與生態系中。同時，參酌國際組織與各國、產業界對下世代通訊技術（6G）之推動，可發現在頻率資源應用議題上，亦開始出現聚焦於 6425-7125MHz、毫米波與太赫茲／亞太赫茲之趨勢，故提出以下三年期規劃。

首先，於第一年應以既有專網頻段（4.8-4.9GHz）之應用情況為評估標的，持續關注頻率資源利用情況與商業需求，釐清目前釋出之頻率資源是否充足、是否頻繁產生干擾而有必要釋出更多的頻段供 5G 專網使用。於第二年時，雖於先前座談會中，有部分業者提出 5G 物聯網應用為未來之發展趨勢，而希望釋出更多低頻段頻譜供 5G 專網應用。然而自國際趨勢之觀測中，亦可發現目前各電信先進國家並未釋出 1GHz 以下之低頻段供 5G 專網使用。因此本研究建議業者先行利用目前既已釋出之民生物聯網實驗頻段 Band 20（816-821MHz / 857-862MHz），並由政府部門持續關注廠商相關實驗之推動成果、發展情況、商業需求及效益，以 2030 年將重分配 1GHz 以下頻段為目標，對是否需釋出更多 1GHz 以下頻段供 5G 專網使用進行進一步之評估。而有鑑於毫米波頻段目前設備成熟性不足，以及商業應用尚未明確之情況，擬將對毫米波頻段商業應用需求之研析置於第三年，若研析結果確有釋出毫米波頻段供 5G 專網應用之需求，則可考慮依循國際頻率資源法制，優先釋出 24.25-27.5GHz，以與國際趨勢保持一致，並減少設備驗證之障礙。

最後，頻率資源之有效性為一長期性議題，隨著下世代通訊技術應用對資料傳輸需求的提升，或將有需要持續檢視與確認我國頻率資源分配情況，納入國際間對於 6G 技術應用頻率頻段之規劃，並研析於我國研發或引入動態頻譜共享系統等技術之適用性。

### 三、 車聯網

因應全球車聯網技術與應用的發展趨勢，我國交通部於 2018 年 5 月公告修正「頻率供應計畫」，新增車聯網創新實驗網路。而頻率主管機關於 2021 年 8 月改為數位發展部，其於 2024 年 4 月公告並實施「車聯網創新實驗網路頻率（5850—5925 MHz）特定實驗場域及其他測試條件」，以簡化實驗階段電台相關行政程序，促進我國車聯網相關實驗計畫的進行。然而實驗頻段的頻率許可及電臺執照效期較短，且程序較繁複，將無法滿足我國車聯網服務現階段逐漸朝向長期營運發展的需求，且參考各國陸續規劃簡化車聯網頻率核配及電台管理法制之趨勢，因此未來有相關法規調修的需求。

除了前述國內發展需求，有鑑於國際車聯網先進國家皆已公告 5.9GHz 頻段供車聯網使用，且政策上皆強調加速布建車聯網服務，又我國近期獲得 2029 年 ITS 世界大會主辦權，因此建立健全的頻率分配與管理制度不僅是國內智慧交通發展的重要步驟，更是向國際展示我國技術與應用實力的重要機會。因此，本研究擬定未來三年內車聯網頻率核配及電台監管法制的政策推動路徑，期待為我國在全球智慧交通競爭中佔有一席之地，提供強而有力的基礎。以下為本研究擬提之車聯網頻率核配或管理法制政策三年期程規劃。

#### （一）、 第一年：車聯網頻率規劃政策確認與法規調修框架研議

第一年，主要工作集中在確認車聯網頻率規劃政策和相關法規框架的研議。首先，數位發展部需要了解交通部對於車聯網發展的政策規劃，並確認其對專用頻段的需求，建議保留 5850-5925MHz 頻段，並進一步協商頻道配置、技術指定、頻率公告和相關法規調修的時程。此外，還需與 NCC（國家通訊傳播委員會）討論《電信管理法》第五十條第五項但書第二款是否適用於車聯網，確定是否可以透過 NCC 的解釋，讓車聯網例外連接公共網路，或需要透過訂定專法排除此規範的適用。

此外，法規調修框架的研議亦為第一年的重要工作項目。首先，需要與交通部及 NCC 研議車聯網管理專法的架構，包含確認此專法除了電信管理規範外，是否包含資安、產品型式認證，以及後續設備的維運規範，並進一步協調各部會之間的權責分配，例如資安憑證管理系統應由哪個機構負責、OBU 射頻器材型式認證是否與車聯網產品型式認證合併發證等議題。與此同時，尚須研議 RSU（路側設施）的頻率核配及電台管理制度，建議參考美國 FCC 近期將公告的 C-V2X 頻譜規則和日本近期提出的 5.9GHz 頻段電

台執照申請程序簡化方案，以制定我國車聯網無線電設備技術規範及相關頻率電台管理制度。針對這些議題，還需蒐集專家與產業界的意見，透過訪談及辦理座談會，確保規劃方向與需求吻合。

技術中立的政策亦建議在第一年與第二年持續進行討論，舉辦座談會邀請交通部和業界，共同探討是否應採取技術中立，讓業界可以自主選擇 C-V2X 或 DSRC 等技術，避免對市場競爭造成不當干預。此外，建議數位發展部持續觀察國際趨勢，特別是美國、歐盟、日本、韓國等國的車聯網頻譜政策，作為前述討論的參考。

## **(二)、 第二年：車聯網專用頻段公告與相關法規草案制定**

第二年的重點將轉向車聯網專用頻段的公告及相關法規草案的制定。建議數位發展部在前一年與交通部協商的車聯網專用頻段規劃方向之基礎上，預備正式公告車聯網專用頻段的相關程序，以確保 V2V、V2I 及 V2P 通訊的低延遲需求，而 V2N 則可使用電信商的頻譜進行相關應用的發展。同時，建議數位發展部持續關注國際先進國家，如美國、歐盟、日本及韓國等，是否對特定技術進行指定，適時調整我國的技術策略。

法規草案方面，數位發展部與 NCC 及交通部須共同研議 RSU 的頻率核配及電台監管規範，研究相關技術要求，如功率限制、天線高度等，並參考美國、日本等國的相關規範。於 OBU（車載設備）型式認證制度，數位發展部可扮演輔助 NCC 及交通部制定相關技術規範的角色，將 OBU 技術規範納入「低功率射頻器材技術規範」，始能適用免申請頻率許可及電台執照的規範，從而降低行政成本，加速設備的上市。此外，須針對車聯網管理專法的其它領域，依據第一年確立的法規架構，研擬網路安全及資安憑證的管理制度草案，確保資安系統的有效管理。

## **(三)、 第三年：車聯網管理專法草案公布與公開諮詢**

第三年將進入法規草案公布與公開諮詢的階段。此階段將公布車聯網管理專法草案，並進行公開諮詢，廣泛蒐集來自產業和社會各界的意見，作為草案調整的參考依據。若一切順利，預計第四年即可完成法規的立法程序，為我國於 2029 年舉辦 ITS 世界大會，做好充分的法制環境整備工作。

## 第四節 小結

### 一、 座談會辦理

本年度已完成五場次座談。第一場次「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」採公開報名制度，並同步以現場+線上形式辦理，主要以主題分享形式，探索 5G/6G 技術發展趨勢，各國對 5G 議題的探討已逐步收斂，並朝 6G 發展邁進，但實際 5G 的真實布建尚未完善，各國應該加速 5G SA 的布建，才能將 5G 真正貨幣化，亦是未來 6G 發展之關鍵。

第二~五場次皆採邀約制度，僅以現場形式辦理，透過第二~四場分別針對非地面網路 (NTN)、5G O-RAN 及專網、車聯網等三大議題廣納各界意見，並於第五場次「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」提出法制建議，並邀請業者針對建議進行意見回饋，以作為資源進用建議方案之參考。

## 二、資源近用建議方案

本研究針對 5G O-RAN、車聯網和非地面網路 (NTN) 等三大議題提出資源近用建議方案及法制修正建議，並規劃三年期程的法規推動路徑。

非地面網路 (NTN) 部分，因應台灣並非 ITU 成員國，在國際頻譜協調上較為弱勢。為使台灣 NTN 相關產業能進入國際市場，建議參考國際趨勢，滾動式調整「無線電頻率供應計畫」與頻率資源釋出法制，與國際頻率資源應用法制保持一致。針對國際間熱絡討論之衛星直連手機應用，建議先於評估台灣的實際需求和潛在商業應用，並研析國際間釋出 IMT 頻譜供衛星直連手機使用的情況，制定頻譜管理政策，參考國際共享機制，制定衛星直連手機頻率申請、使用、認驗證相關管理規範。

5G O-RAN 部分，整體而言，台灣 5G O-RAN 發展以專頻專網市場為主，建議參考國際趨勢，調整專頻專網頻率資源法制；並參考產業意見，評估既有專網頻段 (4.8-4.9GHz) 的利用情況和商業需求，確認頻率資源是否充足；進而加入對民生物聯網實驗頻段 Band 20 (816-821MHz /857-862MHz) 的利用情況和低頻段 5G 專網商業應用需求的評估；同時持續研析毫米波頻段的商業應用需求，若有需求，可考慮與國際趨勢同步優先釋出 24.25-27.5GHz。

車聯網部分，維持 5850-5925 MHz 作為車聯網專用頻段，以確保車聯網安全訊息的低延遲傳輸；持續追蹤 5G V2N 的發展，了解其在車聯網應用中的角色和比重；同時維持技術中立，持續觀察 C-V2X 和 DSRC 等技術發展趨勢，避免干預市場競爭；儘早公告車聯網專用頻段，滿足產業長期營運需求，並參考國際趨勢，完善車聯網電信法制。






## 第五章 結論

### 第一節 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談

#### 一、 5G O-RAN

國內頻率資源創新應用仍以 5G 相關應用為最大宗，5G 專網與開放架構堪稱是當前 5G 領域熱度最高的兩個議題，前者是 5G 技術在性能與效能持續精進後，終將面對垂直領域市場應用的必然趨勢；後者則是 5G 技術在虛擬化與雲端化發展更加成熟後，連帶對營運商和供應鏈造成產業生態的解構與變革。藉由垂直場域實證的過程中，持續發掘 5G 應用瓶頸、形塑商業模式與法令限制，作為未來政策檢討與法規調整參考，以利 5G 新興垂直應用生態系之發展，帶動 5G 產業茁壯發展。

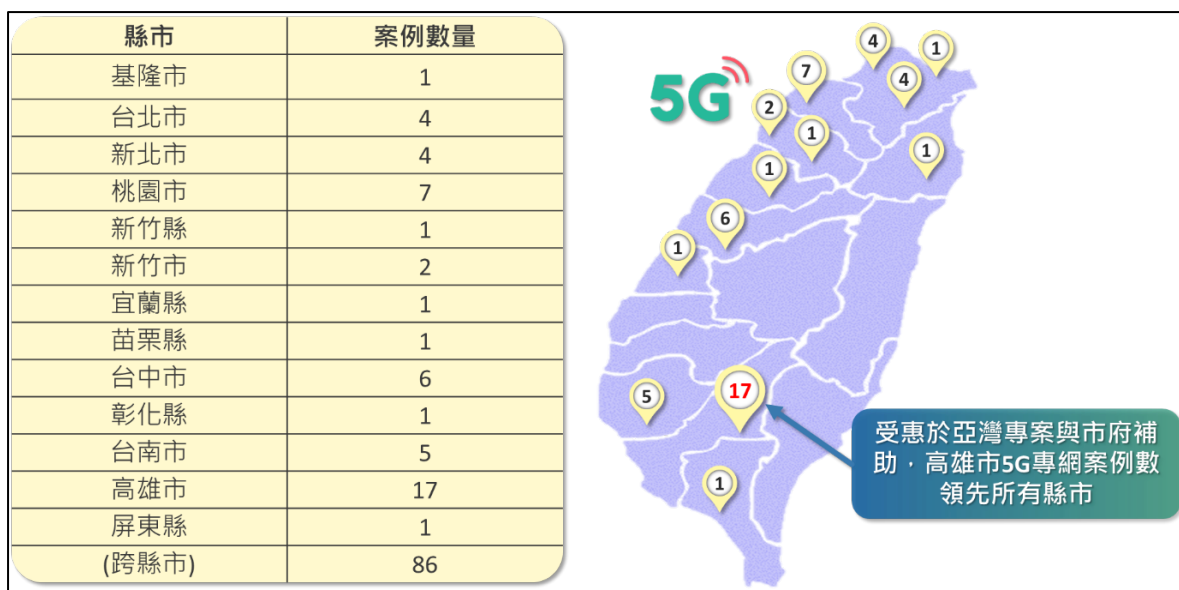
本研究盤點截至 2023 年 12 月，我國 5G 專網補助案例共 137 案（包含經濟部產業發展署 42 案、數位發展部 34 案、國家發展委員會 23 案、經濟部技術處 22 案、及國家通訊傳播委員會 16 案），並綜整各案相關資料如圖 5-1 所示。

137案5G專網補助單位		5G專網案例盤點資料說明			
 經濟部 產業發展署 Industrial Development Administration, MOEA	42案	<b>補助單位</b> 經濟部產發署、數位部、國發會、技術處、NCC	<b>補助類型</b> 專網案例補助之經費來源計畫	<b>補助類型</b> 專網案例補助之經費來源計畫	<b>補助類型</b> 專網案例補助之經費來源計畫
 數位發展部 Ministry of Digital Affairs	34案	<b>專網場域</b> 場域主、場域地點 專網場域所有人及專網實施地點	<b>應用領域</b> 應用領域分類，如智慧製造、展演、娛樂等	<b>應用領域</b> 應用領域分類，如智慧製造、展演、娛樂等	<b>應用領域</b> 應用領域分類，如智慧製造、展演、娛樂等
 國家發展委員會 NATIONAL DEVELOPMENT COUNCIL	23案	<b>使用頻段</b> 申請/使用頻段 包含5G專頻(N79)、實驗頻段以及電信商頻段	<b>主導廠商</b> 計畫申請主導廠商，可為場域主、SI、OT業者	<b>主導廠商</b> 計畫申請主導廠商，可為場域主、SI、OT業者	<b>主導廠商</b> 計畫申請主導廠商，可為場域主、SI、OT業者
 經濟部技術處 Ministry of Economic Affairs	22案	<b>專網設備商</b> 核網、CU/DU、RU 各專案中 E2E 網通軟硬體提供商	<b>計畫存廢</b> 計畫起訖年月 判定專網是否仍存續	<b>計畫存廢</b> 計畫起訖年月 判定專網是否仍存續	<b>計畫存廢</b> 計畫起訖年月 判定專網是否仍存續
 國家通訊傳播委員會 NATIONAL COMMUNICATIONS COMMISSION	16案	<b>計畫特點</b> 計畫特點、備註 專網應用的計畫特色，以及特別應用備註			

資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

圖 5-1、國內 5G 專網案例盤點

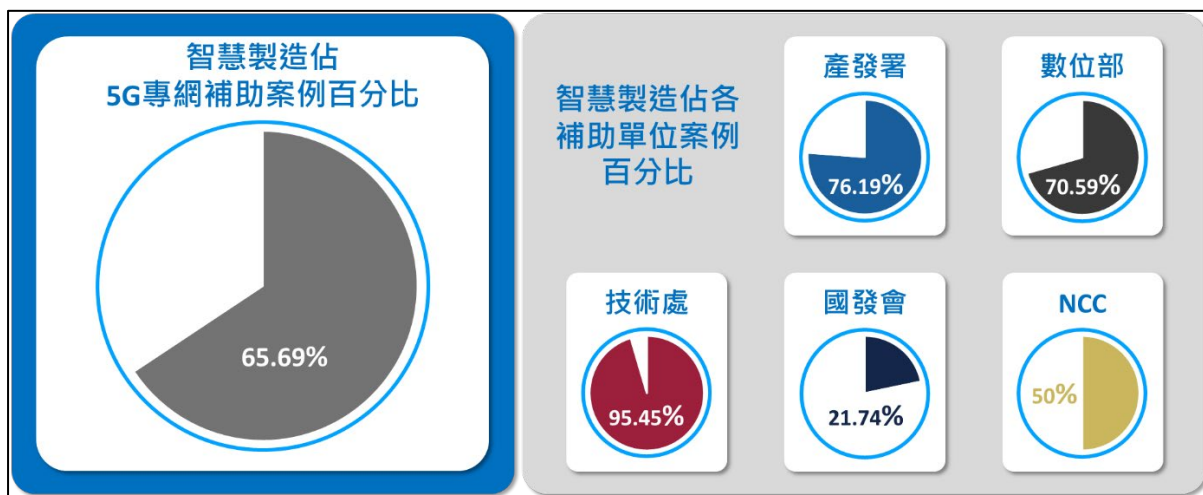
地理分布而言，5G 專網絕大多數分布於台灣西部，東部地區僅宜蘭一例；以縣市分布來看，高雄市受惠於亞灣專案與市府補助，5G 專網案例數領先所有縣市。而其中又因大型企業集團專網需求，有 86 例為跨縣市 5G 專網，如圖 5-2 所示。



資料來源：本研究整理，2024年3月

圖 5-2、國內 5G 專網案例分布

以目前 5G 專網已完成之導入案例來看，對於 5G 專網之導入投入最多者應屬製造業領域，如圖 5-3 所示。5G 專網能使場域內部設備的串連更加穩定，與重視生產排程的製造業之需求十分契合。除國發會補助案所徵集之案例外，智慧製造為各補助單位補助項目主要資源投入應用領域，各單位補助案例差異性較低。



資料來源：本研究整理，2024年3月

圖 5-3、國內 5G 專網案例應用領域

而以組網方式來看（如表 5-1 所列），單純的 5G 專網組網多採用開放式架構 5G 設備，可針對不同客戶型態及場域需求（如：智慧製造中要求的

低延遲、智慧展演中需求的大流量、物聯網應用中所需的廣覆蓋等)，以驗證不同組網方式的商用可行性。而部分企業專網，考量其韌性組網備援需求，或是考慮整合既存 Wi-Fi 網路，會採用多元異質網路組網的模式，最常見的為智慧工廠中的 5G+Wi-Fi 組合；5G 專網與 Wi-Fi 技術雙方各自擁有不同優勢，5G 專網在移動性、穩定性、安全性上較有保障，而 Wi-Fi 的優勢則在於便利性與低廉的成本；參考日本系統整合業者富士通<sup>434</sup>之建議，並參考各應用領域構想，可歸納出 5G 專網較適合作為範圍廣之場域、即時性高且需穩定運作之應用的網路架構；Wi-Fi 則適合用於室內環境，並且串聯數據傳輸速率較低之應用。最後，是大型企業採用跨地理區域多場域的 5G 專網（包含企業自有 5G 核網或共用核網），涵蓋集團內總公司及分公司的 5G 網路或跨廠區的 5G 網路，受限於法規限制專用電信不得連接公眾網路，多個企業專網間需以固接網路專線連接，但專線費用所費不貲，此仍為各專網場域業者期盼能在法規上有所突破之處。

表 5-1、國內 5G 專網案例組網模式

	5G 組網方式	研析重點	說明
1	採用開放系統架構 (Open System Architecture)，多核網連結及多場域驗證	針對不同客戶型態及需求，以驗證不同組網方式的商用可行性	<ol style="list-style-type: none"> <li>雲端核網組網（如：AP5GC）</li> <li>在地核網組網（如：Druid）</li> <li>客製化核網網管(如：國產泰雅科技)，可整合 Wi-Fi</li> </ol>
2	韌性組網方案驗證	因應專網場域特性，搭配多元網路組網 (5G+中低衛星、5G+DAS、耐低溫 5G 設備(DU/CU 等)	<ol style="list-style-type: none"> <li>特定區域公網涵蓋不足 (如離岸風電廠等)</li> <li>場域訊號限制(如隧道)或干擾多(如鋼鐵廠)</li> <li>特殊氣候環境(低溫、多粉塵、防爆等)</li> </ol>
3	5G 專網涵蓋多廠區/多據點	涵蓋集團內總公司及分公司的 5G 網路 或 跨廠區的 5G 網路	跨地理區域多場域的 5G 專網 (企業自有 5G 核網或共用核網)

資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

<sup>434</sup> FUJITSU，ローカル 5G と Wi-Fi、どう違う？ どう棲み分ける？疑問を担当者に直撃，  
<https://www.fujitsu.com/jp/innovation/5g/usecase/blog/2022-1/>

5G O-RAN 等開放架構在政策輔導下大量倒入 5G 專網系統，其訴求的兩大效益分別是「低成本」和「布建彈性」。長期以來設備採用的主導權被掌握在國際大廠傳統封閉型設備商手中，營運商/系統整合商從 4G 時代即積極尋思突破壟斷的解決方案。開放架構將基礎設備的軟硬體解構並且分散式部署，營運商/系統整合商就能面對一個多元供應商的環境，掌握議價的權力，如此一來，電信設備採購將從賣方市場轉變為買方市場。然而於 5G 專網初期，在案場實際導入後，初步的觀測發現問題多半出在「整合」、「效能」、「穩定」三項基本卻又關鍵的因素，整合耗時費工，又無法測得期望效能和穩定，形成付出比以往更高成本與費用的窘境。同時，走向開放架構之後，必然需要增加更多的資安防護措施，否則核心網路將曝露在高度資安風險中。

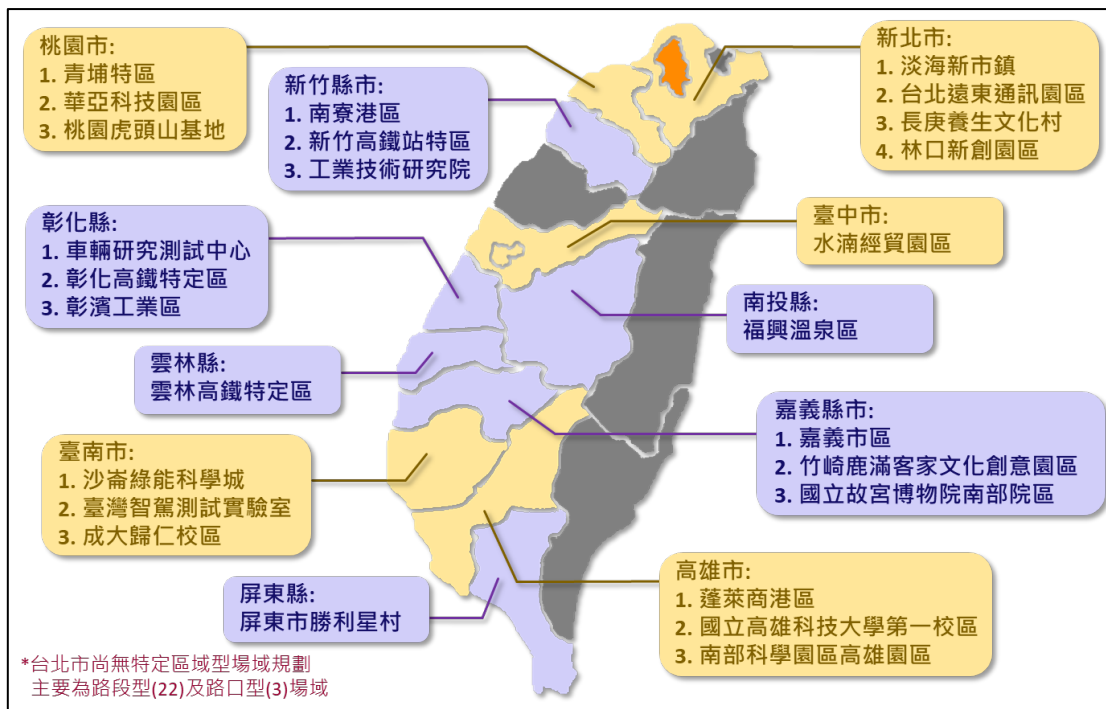
觀察 O-RAN 自 2018 年至今的發展，主要可將市場分為兩塊：專網（Private Network）和公網（Public Network）。有鑑於公網部署複雜度高且性能要求更加嚴苛，O-RAN 初期以規模較小的專網作為主要市場，不過，近期電信營運商和傳統基地台設備商的合作頻傳，也為大規模商用服務轉向 O-RAN 架構指出更明確的方向。

## 二、車聯網

車聯網部分，其整體架構包括智慧車輛、基礎建設、通訊、聯網等範疇，其中「車聯網 V2X」技術被視為重要的核心，透過有線或無線通訊技術將車輛與網路進行連接，以車內網、車間網與車載行動網路為基礎，根據約定的通訊協議與數據交互標準，為車與車、路、人與網際網路之間進行無線通訊和資訊的系統。在交通部支持下，台灣於淡海新市鎮建置全台第一個開放式的車聯網試驗場域，以輻射狀發展電動自駕車的點對點接駁服務，亦同步以 AI 技術改善當地交通；臺南市政府亦在交通部補助之下，已在沙崙、南科兩園區打造智慧道路；中華電信也致力提供「智慧道路指引」服務，透過即時轉換紅綠燈狀態，通知往來車輛讓道，以利於救護車通行順暢，爭取救護時間。

無人載具應用部分，目前我國刻正推動之垂直應用場域，多以智慧交通為主，並以自駕車及無人機為大宗。以高雄市為例，高雄市政府於 2017 年率先全台，首度引進無人駕駛巴士，並於駁二特區專用道路上試行，然礙於現行道路交通管理法規（如公路法、道路交通管理處罰條例、道路交通安全規則等），主體以駕駛人角度為設計基礎，在法律規範不夠完備的情形下，導致無人載具無法實際上路，僅能在私人封閉式場域運行。

數位發展部於 2024 年 4 月底透過公告車聯網頻率特定實驗場域，案例分布如圖 5-4 所示，期盼可將平均 84 日的車聯實驗網申請期程縮減為 29 日（等同最佳可縮減期程 64%）。2024 下半年度亦將併同檢討修正無人載具（車輛、船舶、航空器）頻率之實驗地理範圍及條件，預期將吸引更多創新團隊參與其中，進行各種前瞻性的研發與實驗項目；同時，在交通部以及台灣車聯網相關業者的共同努力下，新北淡海新市鎮的車聯網動態驗證場域，也可望在 2024 年進一步擴大範圍，並進入 PoS 階段。期盼持續在車聯網領域進行各種前瞻性的研發與實驗項目，促進產業跨界合作與技術交流，同時確保各項新技術可以更迅速的透過實驗來驗證可行性並調整精進服務品質。



資料來源：數位發展部，2024 年 4 月

圖 5-4、國內車聯網案例分布

### 三、 非地面網路 (NTN)

俄烏、以巴衝突持續拉高地緣政治風險，各國政府開始思索面對地面通訊網路，遭到實體破壞或網路攻擊癱瘓無法提供通訊時，戰備通訊模式跟針對民生領域的通訊基礎建設該如何建置，以提升國家安全與通訊韌性。從災前預防、災害發生救援、災後復原的觀念日漸受到重視，也成為各國政府在制定相關政策上的首要任務，陸續提出相關對於通訊韌性的政策與整備，地方政府與民間也積極開發新興通訊技術與創新應用解決方案，包括 HAPS 與低地低軌道衛星通訊等技術也因此受到相當程度的關注。除了緊急用途外，善用各類通訊技術來促進寬頻網路使用、同時鼓勵企業創新應用，非地面網路將是確保「通訊韌性」的重要一環。

根據 MIC 產業情報研究所在 2024 年 10 月所發表之「2024 台灣網通業之 B5G 技術趨勢調查」<sup>435</sup>；在衛星寬頻應用部分，看好此商用服務發展之廠商認為 NTN 近年討論熱烈，例如提供海事、偏遠地區服務，也覺得此服務能滿足韌性網路與緊急災難應變需求，包含戰爭、天災場景；對此保持疑慮的廠商則提出 NTN 商業模式還不明朗、不見得有大規模應用的可能性，且與衛星公司的合作管道尚待建立與持續經營。

隨著數位發展部推動非同步軌道衛星通訊強化我國通訊數位韌性，包括 SES 中軌衛星及 OneWeb 低軌衛星通訊已涵蓋臺灣，包括金門、馬祖、澎湖等外島。同時數位發展部為促進我國衛星服務與產業發展，參考國際電信聯合會 (ITU) 無線電規則，以及國際衛星系統商主流使用頻段，並盤點國內相關頻段的既有使用者現況，於 2024 年 7 月預告「無線電頻率供應計畫」修正草案，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，並開放 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，除期盼提升國際成熟衛星系統商進入國內市場意願，也可望帶動國內衛星服務與產業發展商機。

---

<sup>435</sup> 2024 台灣網通業之 B5G 技術趨勢調查，MIC 產業情報研究所，2024/104/10

## 第二節 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析

### 一、 5G O-RAN

比較目前各國之 5G 商用與供 5G 專用網路使用頻段釋出情況如表 5-2，可觀察出各國應對其技術需要，而釋出不同頻段之頻率供 5G 使用，如美國、英國與歐盟，由於其國土幅員較為遼闊，為促進偏鄉地區之連結性，故釋出具有廣域覆蓋特性之 600-900MHz 供 5G 商業服務使用。另一方面，3.4-3.8GHz 之中頻段基於其合理覆蓋範圍下較低頻段高之速度，於各國皆有規劃作為 5G 商用甚至供專網布建使用，可認為屬於全球 5G 之主力頻段。

表 5-2、各國 5G 商用與專用頻段釋出情況比較表

	5G 商用頻段	供 5G 專網使用頻段
日本	3.4-4.1MHz、4.5-4.6GHz、27-28.2GHz (27-28.2GHz 與超廣頻寬無線系統共用)、29.1-29.5GHz	4.6-4.9GHz (4.6-4.8GHz 與公共業務用無線電臺、超廣頻寬無線系統共用)、28.2-29.1GHz (28.2-29GHz 與電子通訊業務、超廣頻寬無線系統共用)
韓國	3.5GHz (3.42-3.7GHz)、28 GHz (與地鐵 Wi-Fi 共用，2018 年拍賣 26.3-28.9GHz，後續因成效不彰收回後，於 2023 年重新拍賣 26.5-27.3GHz)	4.72-4.82GHz、28.9-29.5GHz
英國	LAL (已釋出) ● 800MHz (791-821 MHz 與 832-862 MHz)、 ● 900MHz (880-915 MHz and 925-960 MHz)、 ● 1.4GHz (1.452-1.492GHz ● 1.8GHz (1.710-1.7817 GHz 和 1.805-1.8767GHz ● 1900 MHz (1900-1920 MHz) ● 2100 MHz (1920-1980	SAL (已釋出) ● 1800 MHz (1781.7-1785 MHz 與 1876.7-1880 MHz) ● 2300 MHz (2390 to 2400 MHz) ● 3.8-4.2 GHz ● 24.25-26.5 GHz (僅限室內布建) (預計釋出) ● 26 GHz (24.45-25.10 GHz 高密度地區)

	5G 商用頻段	供 5G 專網使用頻段
	<p>MHz 和 2110-2170 MHz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2300 MHz (2350-2390 MHz)</li> <li>● 2600 MHz (2500-2690 MHz)</li> <li>● 3.4 GHz (3410-3600 MHz) (預計釋出)</li> <li>● 40 GHz (40.50-43.50 GHz 高密度地區)</li> </ul> <p>(非 LAL 但由電信業者持有頻段)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 700 MHz (738-788 MHz)</li> <li>● 3.6-3.8 GHz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 26 GHz (24.45-27.5 GHz 低密度地區)</li> </ul>
歐盟	<p>700 MHz (694-790 MHz)、3.6 GHz (3.4-3.8 GHz, 與固定衛星服務共用)、26 GHz (24.25-27.5 GHz, 與運輸與交通遠程資訊服務、無線電定位、太空與衛星服務等共用)</p>	<p>(德國)</p> <p>3.7-3.8GHz、24.25-27.5GHz</p>
美國	<p>600MHz、800MHz、900MHz、2.5 GHz (2496-2690 MHz)、3.5 GHz (3.55-3.7GHz)、3.7GHz (3.7-3.98 GHz)、28GHz (27.5-28.35GHz)、24GHz (24.25-24.35GHz、24.25-24.45 GHz、24.75-25.25 GHz)、upper 37 GHz (37.6-38.6 GHz)、39 GHz (38.6-40 GHz)、47 GHz band (47.2-48.2 GHz)、70/80/90GHz (71-76 GHz、81-86 GHz、92-94 GHz 與 94.1-95 GHz)</p> <p>(規劃釋出) 26GHz (25.25-27.5 GHz)、42GHz (42-42.5 GHz)</p>	<p>3.5 GHz (3.55-3.7GHz, 與既有聯邦使用者、FSS、傳統無線寬頻執照、優先近用執照持有人共同使用)</p>

資料來源：本研究自行彙整，2024 年 10 月

在 2023 年 11 月 20 日至 12 月 15 日舉辦之 WRC-23 中，關於行動頻譜之討論亦聚焦於中低頻段。決議指出，低頻段頻譜適用於低人口密度之廣大區域的覆蓋，為實現數位平等的重要資源。而 GSMA 補充，對連結性的近用不應取決於個人的居住地，因此低頻段頻譜的進展將有助於確保在都市與鄉村地區達到數位平等。在中低收入國家，居住在鄉村地區的人民與都市地區人民相比，成年人使用行動網路的可能性低於 29%，是以提升低頻段容量有助於支援更好的鄉村網路。其次，決議認為城市範圍的容量需要由中頻段頻譜提供，以滿足主要之連結性需求，3.5GHz 頻段是 5G 的發源地，且已在超過 80 個國家受分配，WRC-23 對該頻段範圍的進一步協調，將允許更多國家利用行動生態系統的規模經濟，並使各國受益於該廣泛頻譜管道所能提供的更快速度。另一方面，到 2030 年時，全球每一市場皆需要 2GHz 的中頻段頻譜，以滿足城市內市民與企業的需求。而 6GHz 頻段係唯一可用以回應 5G-Advanced 時代下資料流量成長需求的中頻段頻譜，WRC-23 在每一 ITU 區域一致性 6GHz 頻段之決議為關鍵里程碑，讓數十億人口享有一致性的 6GHz 行動覆蓋範圍，並促進 6GHz 設備生態系統製造商的發展<sup>436</sup>。

與 WRC-23 關於 3.5GHz、6GHz 頻段之頻率協調決議相呼應，在美國，國家電信暨資訊管理局（NTIA）於 2023 年 11 月公布之「國家頻譜戰略」及後續於 2024 年 3 月公布之「國家頻譜戰略實施計畫」為確保頻譜被更有效地利用，宣布將於兩年內透過對 3.1-3.45 GHz、5.03-5.091 GHz、7.125-8.4 GHz 等頻段之研究，實現改善頻譜管理、頻譜近用，以及重新利用頻譜之目標。參議院商務委員會首席議員 Ted Cruz 與通訊、媒體暨廣播小組委員會首席議員 John Thune 於 2024 年 3 月提出《2024 年頻譜管道法案》，要求於未來 5 年內確認 1.3 GHz 至 13.2 GHz 頻段內之 2,500 MHz 頻段，並於未來數年內透過拍賣或重新分配之方式，確保關鍵中頻段頻譜可用於或與商業 5G、先進 Wi-Fi 共享。

在英國，Ofcom 於 2024 年 5 月發布「行動網路與 Wi-Fi 共享上 6GHz 頻段之重要性」文件，探討於 WRC-23 確定用於 IMT 之 6.425-7.125GHz 頻段上，同時支援行動網路與 Wi-Fi 服務之可能性與重要性。

在日本，總務省於 2023 年 12 月公布之「無線電頻率重整行動計畫」亦提到，為推動 5G 通訊之普及，須確保其有足夠的頻率能夠使用，因此預計於 2025 年底前讓 5G 及 5G 專網能夠使用 2.3GHz、4.9GHz 等頻段。

---

<sup>436</sup> GSMA hails groundbreaking spectrum decisions at WRC-23, GSMA, <https://www.gsma.com/newsroom/press-release/gsma-hails-groundbreaking-spectrum-decisions-at-wrc-23/> (last visited Jun. 5, 2024).

而在歐盟，由於其國家聯盟之定位，雖無如上述國家般制定有明確之頻譜分配、管理規劃，惟於其在 2024 年 2 月由執委會公布之「如何掌握歐洲數位基礎設施需求？」白皮書中，亦建議於歐盟層級規劃充足的頻譜供未來應用案例使用；由歐洲理事會委託義大利前總理 Enrico Letta 撰寫，在 2024 年 4 月公布之「不只是一個市場：速度、安全與團結」委託研究報告，則建議以 6425-7125 MHz 頻段為標的，於各成員國採取一致性之頻譜管理規範，以支援行動經營商提供泛歐服務，並為歐盟公民與企業提供高品質之連結性。綜觀上述國家／歐盟之頻譜管理法制發展規劃，可推測未來對中頻段頻譜之釋出與有效利用，將是各國頻譜管理制度之重點項目。

而為將既有釋出之頻譜或由於使用效率不佳、抑或具合適特性之頻譜重新釋出，以供新技術與服務之使用，即需透過政府政策推動以促進頻譜彈性利用。美國「國家頻譜戰略」與「國家頻譜戰略實施計畫」中，針對 3.1-3.45 GHz、5.03-5.091 GHz、7.125-8.4 GHz、18.1-18.6 GHz 與 37.0-37.6 GHz 等頻段之深入研究訂定具體之研究時序與成果，其中更針對 3.1-3.45 GHz 設定 DSS 之研究項目，要求於 2025 年 9 月前完成 DSS 示範之開發。在技術層面，CBRS 頻段目前透過頻譜接取系統，對該頻段三層級使用者之近用進行協調管理，考量到 CBRS 機制推行後之技術變化、對 5G 專網需求之增加，FCC 於 2024 年 8 月 16 日發布 CBRS 修正之法規預告，針對是否需修正環境感測能力系統之審查程序、是否允許於 CBRS 頻段內使用更高功率的 CBSD 基地臺及終端用戶裝置，以及是否預留頻率資源供室內低功率操作等議題，徵詢公眾之意見。同時，國防部亦探討透過 DSS 與事前之嚴謹評估機制，使聯邦與非聯邦之 5G 產業共享 3100-3450 MHz 之可能性。

歐盟執委會發布「無線電頻譜政策計畫研究：盤點及討論未來情境」研究報告，指出促進頻譜共享，尤其係針對不同使用案例與技術間之共享，將成為未來之主流，而可利用數位化與自動化之授權程序、建立簡易授權機制等方式，於提供許可程序韌性之同時，支援頻譜共享機制。

英國則以人口密度為區分，為 26GHz 與 40GHz 頻段共享設計不同之執照申請機制，即低人口密度地區開放業者申請共享近用執照，而高人口密度地區，則依頻段與需求之不同，開放業者申請區域近用執照或以拍賣方式使業者取得全市性範圍執照；同時，Ofcom 針對 6GHz 頻段之 Wi-Fi 與行動網路頻譜共享技術進行研究，提出可變頻譜分割與室內外分割二種可能之解決方案，以促進頻譜資源的使用效率。此外，英國產業界同樣有開放國防部既有頻譜與民間共享之聲音。由產業協會頻譜政策論壇委託、LS

telcom 公司發布之「探索英國共享國防頻譜之新框架」中，即列出包含 2.3 GHz 低頻段（2300-2350 MHz）、400.15-401MHz 頻段、4400-4800 MHz／7125-8400 MHz，以及 1350-1400 MHz 希望國防部與民間共享之頻段，並提出利用 SAL 機制或開發自動化動態頻譜共享系統等建議。

而日本總務省之「無線電頻率重整行動計畫」中，提及為於 2025 年前讓 5G 商業與專用網路可使用 2.3GHz、4.9GHz、26GHz 以及 40GHz 頻段，其考慮實行移頻或頻譜共享等機制，如於 2.6GHz 頻段，即擬根據現有衛星行動通訊系統移頻至進階系統之狀況、對既有無線系統之影響，探討以動態頻率共享推動導入行動通訊系統之可能性；抑或於 26GHz 與 40GHz 頻段，將以於 2025 年底分配予 5G 使用為目標，探討與既有之無線系統進行共享之相關機制，並於 2023 年起實施與動態頻譜共享應用頻段及共享管理系統要件等相關之技術測試。而韓國部分，則透過撤銷布建情況不理想者執照之方式，對已分配之頻段進行清理與重新釋出。綜觀上述各國／歐盟之發展，可想見頻譜共享與收回重分配，勢必是未來各國在頻譜資源有限、新興技術與應用持續推出之情況下，為充分利用既有頻譜，而將持續發酵之重點討論議題。

而於下世代行動通訊（6G）部分，ITU、美國產業聯盟及韓國亦已針對頻率資源釋出提出初步之可能頻段，具體整理如表 5-3。

表 5-3、ITU、美國產業聯盟及韓國 6G 頻率資源釋出可能頻段

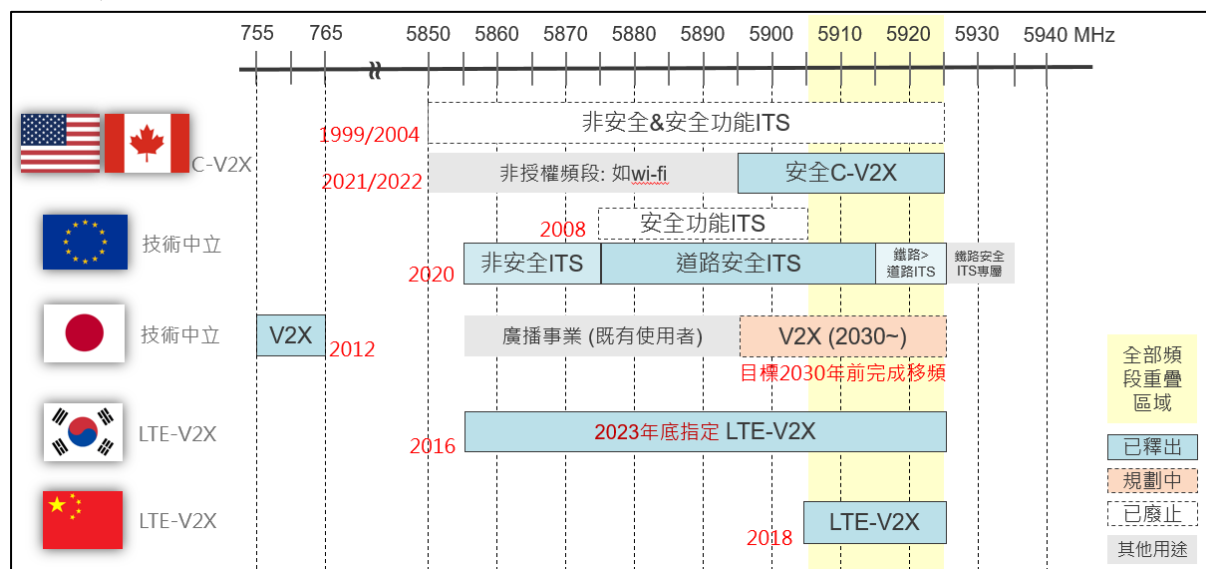
國際組織／國家	法制政策文件	潛在應用頻率
ITU	WRC-23 決議	6425-7125MHz 在 6G 持續且無縫覆蓋特性下扮演重要角色
Next G Alliance	「6G 路線圖」	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 太赫茲/亞太赫茲 (THz/Sub-THz) 頻段：100-300GHz</li> <li>● 毫米波頻段</li> </ul>
5G Americas	「國際電信聯盟的 IMT-2030 願景：邁向美國 6G」	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 中頻段上半部：7.125 至 15.35 GHz</li> <li>● 厘米波頻譜：即介於 FR1（最高達 7.125 GHz）及 FR2（24.25-71 GHz）之間</li> <li>● 100GHz 以上之次太赫茲和太赫茲頻段</li> <li>● 既有之 5G 頻段：透過頻譜共享技術進行共用</li> </ul>
韓國	「未來 6G 網路研發計畫」	7GHz 至 24GHz 中高頻段

資料來源：本研究自行彙整，2024 年 10 月

## 二、車聯網

### (一)、車聯網頻譜政策趨勢

本研究將車聯網主要國家公告的頻段與通訊技術綜整，如圖 5-5 所示。明顯可見 5.9GHz 供車聯網使用為各國一致頻譜規劃，而 5905-5925MHz 為各國車聯網頻段皆重疊的區段。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 5-5、車聯網主要國家頻段與指定通訊技術比較圖

本研究觀察國際車聯網頻譜政策有以下兩點趨勢：首先，美國縮小 V2X 頻段的決策，似有明確化 5895-5925MHz 供安全功能 V2X 使用的作用；再者，受中美政策影響，除汽車產業大國保持技術中立，他國有跟進指定 C-V2X 的可能性。以下詳述之。

#### 1. 美國縮小 V2X 頻段的決策，似有明確化 5895-5925MHz 供安全功能 V2X 使用的作用

早在 1999 年至 2018 年間，美國、加拿大、歐盟、韓國和中國已陸續釋出 5.9GHz 頻段供 ITS 或車聯網使用，各國家車聯網頻段規劃歷程綜整如表 5-4 所示。其中，除了中國僅規劃 20MHz 頻寬，其餘皆規劃至少 70MHz 頻寬。而美國 FCC 於 2019 年預告重新評估 5.9GHz 頻段規劃之妥適性，並於 2021 年 5 月正式決定僅保留 5895-5925MHz，共 30MHz 頻寬，供車聯網安全功能使用。

隨後，加拿大於 2021 年初針對是否縮短車聯網頻段進行意見徵詢，並

於 2022 年底決定僅保留 5895-5925MHz，共 30MHz 頻寬，供車聯網安全功能使用。除 ITS 過去發展緩慢及疫情後頻率資源分配效率的考量（與美國相同），其考量加拿大與美國車輛過境需求，採同一頻段對車聯網系統的互操作性較有利。

歐盟於 2020 年規劃 5875-5925 MHz 頻段供道路安全 ITS，其中 5915-5925 MHz 優先供鐵路安全 ITS。5GAA 因應美國決策，建議歐盟將 5905-5925MHz 頻段供 C-V2X 應用，但未被採納，並於 2024 年再次提出建議，表示因 5915-5925 MHz 之鐵路及道路安全 ITS 共存機制尚未確立，C-V2X 安全應用應先於 5905-5915 MHz 進行布建（DSRC 安全應用主要使用 5895-5905 MHz）。

而自 2012 年以來使用 755.5-764.5MHz 頻段進行車聯網應用的日本，因考量未來自駕車與車聯網產品的進出口，於 2020 年開始研究車聯網與 5.9GHz 頻段既有使用者共享頻段或移頻的可能性。2022 年 3 月，內閣府提出「協調型自動駕駛通訊方式計畫期程」，確立 2030 年起將 V2X 頻段移至 5.9GHz 頻段的共識，以實現 2040 年自駕車的應用發展。2023 年底，總務省正式宣布將於 2026 年額外分配 5895-5925MHz 供車聯網使用，終結多年針對是否清出 5.9GHz 頻段供車聯網使用的討論。

本研究觀察，美國的決策未全面帶來縮減車聯網頻段的效應，僅加拿大基於鄰國跨境車輛通行需求而同步縮減頻寬。然而，因其指定的頻段與中國的 5905-5925MHz 重疊，且中美為兩大車輛產業大國與銷售市場，本研究認為美國縮減頻段的決定，有明確化 5895-5925MHz 供安全功能 V2X 使用的作用，對日本近年加速討論並正式公布 5.9GHz 移頻計畫，有一定的影響。在此趨勢下，未來歐盟與韓國是否將重新規劃頻段用途，將 5895-5925MHz 保留供安全功能 V2X 使用，值得持續追蹤觀測。

表 5-4、車聯網主要國家頻段規劃歷程綜整

國家	頻段	ITS/車聯網頻譜規劃歷程
美國	5895-5925MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 1999 年，美國 FCC 首次公告因應 ITS 需求將 5.9GHz 頻段（5850-5925MHz，共 75MHz）分配予 DSRC，並訂定 DSRC 的基本技術標準；其於 2003 年公告 DSRC 相關許可制度和服務規則。</li> <li>● 2019 年，FCC 預告將重新評估 5.9GHz 頻段規劃之妥適性，並於 2020 年 11 月，FCC 公告頻率重分配之規劃，將 5850-5895MHz（前 45MHz）改供室內非授權頻譜（如 Wi-Fi）使用；僅 5895-5925MHz（後 30MHz）繼續供 ITS 車輛安全目的使用，並指定改採蜂巢式車聯網通訊技術 C-</li> </ul>

國家	頻段	ITS/車聯網頻譜規劃歷程
		<p>V2X，以便更有效利用頻率資源。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● FCC 於 2021 年 5 月 3 日公布上述重分配之最終規則，維持前述安排，於 2021 年 7 月 2 日生效；然而因 C-V2X 相關規範尚待擬定，過渡期間，透過豁免制度允許 C-V2X 的布建。</li> <li>● FCC 於 2023 年核准三批聯合豁免申請(獲准者包含車廠、地方政府、設備製造商，共累計 39 個單位)，OBU 和 RSU 的運作應符合其豁免條件中的技術要求，以及現行法中非僅基於 DSRC 技術所制定的規範。</li> <li>● DSRC 後續安排:2021 年 7 月 2 日前取得許可的 DSRC 可持續使用 5850-5925MHz 至 2022 年 7 月 5 日，後續須移至 5895-5925MHz 並提前十五天通知 FCC 其完成移頻，否則頻率使用許可將自動終止；2022 年 7 月 5 日後，不再核發 DSRC 相關設備認證。</li> </ul>
加拿大	5895-5925MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2004 年公告 5850-5925 MHz 供 ITS 使用</li> <li>● 2022 年 1 月針對重新分配 5.9GHz 進行意見徵詢</li> <li>● 2022 年 12 月決定保留 5895-5925MHz 供 ITS 使用，指定 C-V2X 為 C-ITS 通訊技術</li> <li>● 後續預計修改 V2X 射頻器材技術規範，並針對 RSU 頻率許可及電臺監管模式進行意見徵詢</li> </ul>
歐盟	5855-5925MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2020 年 3 月，歐盟 ECC 指定 5855-5935MHz 供 ITS 使用。此規劃於同年 10 月經歐盟執委會 (European Commission) 通過立法支持，並依歐盟慣例採技術中立原則，目前尚有 DSRC、C-V2X 通訊技術的使用。</li> <li>● 其中，5855-5875MHz 供非安全道路 ITS 應用；安全相關 ITS 應用則分配 5875-5925MHz：5875-5915MHz 優先用於道路 ITS，5915-5925MHz 優先用於鐵路 ITS，而 5925-5935MHz 專用於鐵路 ITS。</li> </ul>
日本	5770-5850 MHz 755.5-764.5 MHz 預計 5895-5925 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 日本總務省在 2001 年將 5.8GHz 頻段 (5770-5850MHz) 劃分為 DSRC 頻道，主要為道路收費 (ETC) 用途</li> <li>● 2012 年 12 月，總務省將 755.5-764.5MHz 頻段劃分給 ITS 的道路安全應用，頻寬為 9MHz</li> <li>● <b>2023 年 12 月 20 日公布「頻率調整計畫 (2023 年度版)」</b>，提出在現有 ITS 用頻段之基礎上，另外分配國際上正進行討論之 5.9GHz 頻段 (5850~5925MHz) 給 ITS，目標於 2027 年前完成分配。</li> </ul>

國家	頻段	ITS/車聯網頻譜規劃歷程
韓國	5855-5925MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2016 年，韓國科學與資訊通訊科技部公告 5855-5925MHz(共 70MHz) 供車聯網使用</li> <li>● 2022 年 3 月 16 日，科學與資訊通訊科技部公告「C-ITS 試驗計畫頻率布建方案」，將 5855-5875MHz 供 LTE-V2X 車聯網試驗使用、5895-5925MHz 供 DSRC 車聯網試驗使用，並將 5875-5895MHz 作為護衛頻帶，且保留供 5G-V2X 使用。</li> <li>● <b>2023 年 12 月 12 日，科學與資訊通訊科技部與國土交通部共同指定 LTE-V2X 為韓國 C-ITS 通訊技術</b></li> </ul>
中國	5905-5925MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2017 年 12 月，中國工業和資訊化部與國家標準委員會公佈「國家車聯網產業標準體系建設指南(智慧網聯汽車)」，確立車聯網建設目標。</li> <li>● 2018 年 11 月，中國工業和信息化部公告分配 5905-5925MHz(共 20MHz)供 LTE-V2X 車聯網通訊技術使用，並公布相關技術標準與頻率許可制度。</li> <li>● 2020 年 2 月國家發展和改革委員會等部門公佈「智能汽車創新發展戰略」<sup>437</sup>，明確車聯網發展願景。</li> </ul>

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

## 2. 受中美政策影響，除汽車產業大國，他國有跟進指定 C-V2X 的可能性

中國早於 2016 年指定 LTE-V2X 做為其車聯網通訊的單一技術，美國則於 2021 年指定 LTE-V2X 作為車聯網的通訊技術。隨後，韓國於 2022 年初擬定計畫進行 C-V2X、DSRC 試驗、研究與公聽會，探討韓國未來全面布建車聯網要採何種通訊技術，並於 2024 年底指定 LTE-V2X 為韓國 C-ITS 通訊技術。韓國決定指定 LTE-V2X 的理由，除了比較兩種技術的試驗結果，亦有整體國家政策上的考量，例如可加速 V2X 研發、布建與外銷，特別是中國與美國車輛市場大，若指定同一技術，將更能達成其外銷相關產品的目標。

加拿大則於 2022 年初針對是否重新分配 5.9GHz 頻段並指定 C-V2X 通訊技術進行意見徵詢，並於 2022 年底公布指定 C-V2X 為 C-ITS 通訊技術的決策。此決定乃基於考量其與美國相鄰，車聯網系統有互操作的必要性。同時，其非車廠大國，指定技術可降低市場進入門檻，加速國內導入新設

<sup>437</sup> 〈关于印发《智能汽车创新发展战略》的通知〉，中华人民共和国国家发展和改革委员会，  
[https://www.gov.cn/xinwen/2018-11/13/content\\_5339936.htm](https://www.gov.cn/xinwen/2018-11/13/content_5339936.htm)。

備和技術，讓人民可及早享受車聯網帶來的社會效益。此外，指定單一技術可加速國內布建，並促進國際技術開發合作、創設更有效率的設備驗證流程，加速上市銷售。

而歐盟和日本政策上目前則未受美國的決策影響，然而企業則有逐漸轉向 C-V2X 技術的現象。歐盟 Euro NCAP 公布 2030 年展望，目標 2029 年將 V2X 納入車輛安全評分，強調評鑑時針對兩種車聯網通訊技術的評比，應以保持技術中立的方式進行。同時，協調全歐洲「協同智慧運輸系統 C-ITS」布建活動的 C-Roads，自 2016 年的試點計畫亦強調 ITS-G5 和 LTE-V2X 並行的方式進行，且於 2024 年 4 月公布的 C-ITS 路線圖中，重申 C-ITS 部署應保持技術中立，然而將先以發展較早的 ITS-G5 開始進入營運階段。而歐盟多數車輛製造商則於 2023 年 9 月公開聲明對 5G-V2X 直接通訊的支持，預計 2026-2029 年推出裝載 5G-V2X PC5 介面的新車型。

日本雖未如歐盟有上述明確的聲明，且 2024 年 9 月公布的相關意見徵詢結果，顯示不少廠商考量國際趨勢及布建成本，建議政府指定 C-V2X 為車聯網統一使用的通訊技術，然而觀察近期政策討論著重不同通訊技術與不同頻段使用的最佳搭配，以及政府對前述意見徵詢結果的回應而論，日本政策上目前仍採技術中立，未來是否要指定 C-V2X 作為車聯網通訊技術尚待持續觀察。

本研究觀察分析認為，歐盟和日本等車廠大國（或經濟體），因其過往已大量投資研發 DSRC 技術，並於車輛和基礎設施端部署 DSRC 設備，其全面捨棄 DSRC 替換為 C-V2X 的成本過高。特別是，歐盟涉及不同國家之間的合作，又有多間車廠採取不同的技術，再加上過往已大量投入混合通訊技術的研發與實驗成本，因此可期待歐盟將持續保持技術中立，由市場機制逐漸篩選出較優勢的技術。至於韓國和加拿大，因未如歐盟和日本過往投入大量資源於 DSRC，相對來說轉換技術的成本較小，因此指定 C-V2X，更能加速國內部署並攻佔外銷市場。其他國家是否亦會指定 C-V2X，則待持續觀察。

## （二）、國際車聯網頻率許可及電臺監管法制趨勢

車聯網主要國家中，針對 OBU 皆採免許可之型式認證制度，各國家 OBU 與 RSU 之頻率許可及電臺監管模式綜整如表 5-5 所示。只要 OBU 符合相關技術規範要求，並取得無線電設備認證，即可銷售及使用。此主要考量 OBU 為非固定式電臺，除了有隨車移動的特性，未來於車聯網落地商用時，更有龐大的數量。若進行個別電臺許可，將會造成巨額的行政負擔，

將耗費公部門行政資源，且不利車聯網服務落地發展。

至於 RSU，考量其有發布交通資訊的功能，各國除須透過認證證明符合相關技術規範要求，尚有頻率許可與電臺註冊或電臺執照申請等相關監管制度，以避免頻率干擾導致交通事故。其中，美國 RSU 採電臺註冊方式，較日本、韓國及中國的電臺執照申請制度寬鬆。其透過法規定義頻率優先使用權，且透過技術標準落實相關機制，確保關鍵安全相關訊息能相較不重要的流量或設備獲得優先權，以較低的行政成本，達成避免干擾的監管目的，值得我國參考。

此外，除了美國外，各國皆未針對 RSU 另訂頻率許可及電臺監管之專屬規範。從各國近年宣布的車聯網發展政策中觀之，有預計擬定 RSU 技術規範的趨勢。韓國因應 2023 年底指定 C-V2X 為車聯網通訊技術，預計 2024 年擬定相關射頻器材技術規範及 RSU 建置標準，以加速展開重要幹道 RSU 基礎設施的布建；日本於 2022 年提出「協調型自動駕駛通訊方式計畫期程」，其中預計 2025 年至 2030 年擬定 RSU 技術規範。然而擬定規範的範疇是否包含頻率許可及電臺監管制度的車聯網特別規定，尚無從得知。目前僅加拿大於 2022 年底明確表示將針對 RSU 另訂專法的方向，其他國家是否未來會另訂專法，則待持續觀察。

表 5-5、車聯網主要國家 OBU 與 RSU 之頻率許可及電臺監管模式綜整

國家	車載設備 (OBU) 監管模式	路側設施 (RSU) 監管模式
美國	採豁免許可制度；通過 OBU 設備型式認證即可銷售及使用	<p><b>RSU 另立專法：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取得設備認證，符合技術規範</li> <li>2. 申請非專屬地理範圍頻率使用許可</li> <li>3. 註冊電臺</li> </ol> <p>優先使用權：生命安全&gt;公共安全&gt;非安全（先註冊&gt;後註冊）</p> <p>此規範架構為過往 DSRC 的規範，然而仍有其參考性；C-V2X 規範預計 2026 年前完成制定</p>
加拿大	採豁免許可制度；通過 OBU 設備型式認證即可銷售及使用	<p><b>RSU 將另立專法：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 取得設備認證，符合技術規範</li> <li>2. 申請地理範圍頻率使用許可(可在指定的地理區域內修改、移動或增加 RSU，而無須經 ISED 事前審查)</li> </ol> <p>RSU 監管制度細節尚待研擬，預計進行</p>

國家	車載設備 (OBU) 監管模式	路側設施 (RSU) 監管模式
		<b>相關意見徵詢</b>
歐盟	須依照《無線電設備指令》(Radio Equipment Directive, RED)(2014/53/EU)取得歐盟認證，始得銷售及使用	依歐盟各會員國的規範管理
日本	設備須取得技術標準符合證明；路上移動電臺例外得不申請電臺執照	<b>RSU 適用一般性規範：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>設備須取得技術標準符合證明</li> <li>申請頻率使用許可</li> <li>申請電臺執照、審查、取得暫時執照、竣工檢查、核發正式執照 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 期限：至多 5 年</li> </ul> </li> </ol> <b>預計 2030 年前擬定特別規範</b>
韓國	須取得設備認證，符合技術規範	<b>RSU 適用一般性規範：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>取得設備認證，符合技術標準</li> <li>申請頻率使用許可 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 期限：至多 5 年</li> <li>● 得申請展延</li> </ul> </li> <li>無線電臺設置、竣工檢測、核發執照</li> </ol> <b>預計 2024 年擬定特別規範</b>
中國	依地面公眾移動通訊終端管理，採豁免許可制度；取得無線電發射設備型號核准證即可銷售及使用	<b>RSU 適用一般性規範：</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>取得無線電發射設備型號核准證</li> <li>申請頻率使用許可 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 期限：至多 10 年</li> <li>● 得申請展延</li> </ul> </li> <li>申請電臺執照 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 期限不得超過頻率使用許可</li> <li>● 得申請展延</li> </ul> </li> </ol>

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

### 三、 非地面網路 (NTN)

本研究研析國際 NTN 應用相關頻率資源法制趨勢，主要分為 HAPS 與衛星直連手機兩大應用。在 HAPS 部分，ITU 自 WRC-97 起即陸續分配相關頻段供 HAPS 使用，並於 WRC-23 決議中，新增供 HIBS 使用之 694-960 MHz、1710-1980 MHz 等頻段，如表 5-6 所示。

表 5-6、國際 HAPS/HIBS 頻率資源法制發展趨勢

國際組織／國家	主題	內容
ITU	WRC-19	(固定衛星 HAPS) 27.9-28.2 GHz、31-31.3 GHz、39-39.5 GHz、47.2-47.5 GHz、47.9-48.2 GHz
	WRC-23	(行動衛星 HIBS) 694-960 MHz、1710-1980 MHz、2010-2025 MHz、2110-2170 MHz、2500-2655 MHz
日本	「擴大電波資源的研究開發」計畫 (2020-2024)	研析 HAPS 整體設計、傳輸試驗、通訊、防止降雨干擾等相關技術 公私協力利用 38GHz 頻段完成 HAPS 實驗
	發布新版「頻率分配表」	規劃分配 1710-1885MHz 予 HIBS 使用
	其它	(總務省) 制定 HIBS 相關標準與政策 (交通部) 討論修訂《航空法》

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

在我國，基於地震、颱風相關天災發生之頻率，以及地緣政治下可能發生之通訊中斷議題，建立韌性通訊即具有相當之重要性。若擬以我國自主低軌道衛星達到全日通訊，需超過布建超過 120 顆以上之低軌衛星，就我國政府與產業發展而言，短時間內較難以達成此目標。是以我國數位發展部亦積極推動 HAPS 相關實驗，期望透過自製高空通訊平台，於戰時或救災需求下，提供特定範圍之通訊。就此，於頻率資源分配法制而言，依照「無線電頻率分配表」規定，2010-2025MHz、2110-2120MHz 與 2120-2170MHz 之備註中，說明「WRC-2000 決議可供 IMT-2000 高空通訊平台 HAPS 使用」，顯示我國在此部分同樣依循國際決議。另一方面，我國「無

線電頻率供應計畫」針對實驗網路頻段進行規劃，包含供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之 806-816、847-857MHz，以及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 3.8-4.2GHz 與 37-40GHz 等，亦可供 HAPS 此種尚在發展中之新技術實驗應用。

而除 HAPS 外，國際間近期關於 NTN 之探討，則主要聚焦於衛星直連手機，如表 5-7 所示。美國 FCC 於 2024 年 3 月 14 日通過「單一網路未來：衛星擴充覆蓋」報告、命令與進一步法規預告，修訂聯邦法規電信專章，於美國頻率分配表中供行動通訊服務使用之頻段，以次要使用形式註記，允許該頻段被衛星經營商使用。加拿大 ISED 於 2024 年 6 月 24 日發布「以衛星擴充行動覆蓋之政策、授權與技術框架」公眾意見徵詢，於文件中指出規劃提供 SMCS 商業化服務使用之行動通訊頻段、基地臺許可監管框架，以及技術考量因素。英國頻率主管機關 Ofcom 亦於 2024 年 7 月 23 日發表「改善來自天空及太空之行動連接」(Improving mobile connectivity from the sky and space) 文件，初步闡述衛星直連手機之兩種類型，以及各類型可能涉及之監管議題。澳洲部分，ACMA 於 2024 年 9 月 24 日發佈「IMT 衛星直連行動服務操作之監管指引」，同樣針對於 IMT 頻段使用之衛星直連服務相關監理規範進行探討，於指引文件中說明可能之干擾協調因應與潛在適用頻譜。

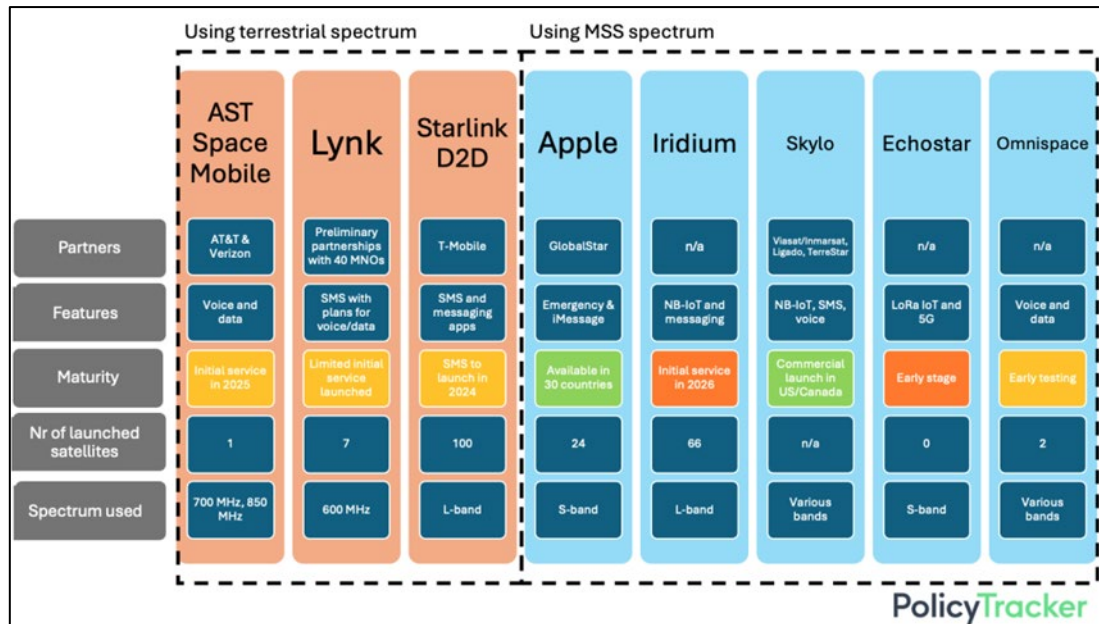
表 5-7、各國衛星直連手機釋出／規劃釋出頻段

國家	規範／指引	釋出／規劃釋出頻段
美國	「單一網路未來：衛星擴充覆蓋」報告、命令與進一步法規預告	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 600MHz：614-652 MHz／663-698 MHz</li> <li>2. 700MHz：698-769 MHz／775-799 MHz／805-806 MHz</li> <li>3. 800MHz：824-849MHz／869-894 MHz</li> <li>4. 寬頻個人通訊系統 (Broadband Personal communication systems(PCS))：1850-1915 MHz／1930-1995 MHz</li> <li>5. 進階無線服務 (Advanced Wireless Service, AWS) 之 H 頻段：1915-1920 MHz／1995-2000 MHz</li> </ol>
加拿大	「以衛星擴充行動覆蓋之政策、授權與技術	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 600MHz：617-652 MHz/663-698 MHz</li> <li>2. 700MHz：698-756 MHz/777-787 MHz portions</li> </ol>

國家	規範／指引	釋出／規劃釋出频段
	「框架」公眾意見徵詢	3. 800MHz cellular：824-849 MHz/869-894 MHz 4. 進階無線服務一（Advanced wireless services-1, AWS-1）：1710-1755 MHz/2110-2155 MHz 5. 進階無線服務三（Advanced wireless services-3, AWS-3）：1755-1780 MHz/2155-2180 MHz 6. 個人通訊系統（Personal communication systems, PCS）：1850-1915 MHz/1930-1995 MHz
英國	「改善來自天空及太空之行動連接」文件	未提出頻譜規劃
澳洲	「IMT 衛星直連行動服務操作之監管指引」	1. 較適合：700 MHz、800 MHz、850/900 MHz 與 2.5 GHz 2. 可布建但有干擾議題：1800 MHz 與 2 GHz

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

其中，由於美國衛星直連手機規定已透過修訂聯邦法規電信專章落實，因此衛星通訊服務公司如 AST Space Mobile、Lynk 等即與地面通訊服務公司如 AT&T 合作，於 600MHz、700MHz、850MHz 與 L Band 提供衛星直連手機服務，如圖 5-6 所示。



資料來源：Policy Tracker<sup>438</sup>，2024 年 10 月

圖 5-6、國際大廠衛星直連手機使用頻段

而對照我國，目前 600MHz 並未釋出，而係視國際發展及國內使用需求再作評估規劃；700、850MHz 乃供行動寬頻業務使用，執照期限至 2030 年；847-857MHz 為供公共安全與救難應變專屬無線通信系統實驗網路之用；而 857-862MHz 係供民生公共物聯網實驗網路之用。因此未來是否將進一步釋出 600MHz，或於既有 IMT 頻段納入衛星直連手機應用，或需透過持續觀測國際趨勢與我國規範調適研析進一步確認。

從上述國際趨勢中，可發現對於透過 NTN 技術彌平偏遠地區之連結性、於災難時提供緊急支援，甚至達成未來 6G 串聯陸海空之萬物連網願景皆抱有相當之期待，並積極推動頻率資源分配與管理法制之制定，以及 NTN 技術研發。就此，NTN 應用於我國未來是否有引入之需要，以及於引入後相關規範需如何建立或調適，或為後續我國需重點關注之面向。

<sup>438</sup> Policy Tracker, Overview of the satellite direct-to-device market, <https://www.policytracker.com/spectrum-dashboard/overview-of-the-satellite-direct-to-device-market-2/> (last visited\_Oct. 30, 2024)

### 第三節 座談會辦理及資源近用建議方案

#### 一、 座談會辦理

本年度計畫共計完成五場次座談。第一場次「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」與會人數現場 32 人，線上 83 人，包含：系統整合商 12 家、網通設備商 2 家、電子業廠商 6 家、資訊業廠商 5 家、協會/法人 5 家、學校 10 間、公部門 1 單位、電信商 3 家。座談會議題聚焦於國際對 5G 及 6G 之通訊創新應用與情境發展，各界已開始逐步將 6G 標準化，但以實際面來看，各國應該加速 5G SA 的布建，才能真正邁入 5G Advanced，並為 2030 年後的 6G 部署奠定基礎。

第二場次「車聯網產業意見募集」與會人數 40 人，包含：車聯網相關廠商 6 家、協會/法人 4 家、公部門 2 單位、電信商 2 家。座談會議題聚焦於參照車聯網頻譜國際法制趨勢，研討我國車聯網頻譜法制現況與建議，各來賓在我國 RSU 布建模式是由政府主導或採商業模式之議題，尚無統一結論，但多數來賓皆認為 RSU 必與道路及安全有所關聯，若不由政府主責布建，則需由政府負責統一招標，以避免開放的商業模式有危及交通安全的可能性。而針對我國 RSU 及 OBU 審驗制度之探討，建議參考國際審驗制度，制定公開且一致性的標準。我國可參考各國車聯網正式公告時間，並同步參考國內車聯網產業有具體明確之相關需求時，作為我國最佳車聯網頻段釋出時機。

第三場次「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」與會人數 45 人，包含：協會/法人 1 家、網通設備商 5 家、系統整合商 7 家、電信商 3 家人。座談會議題聚焦於參照國際政策、產業發展趨勢及頻譜分配與法制作法，點出我國「行動寬頻專用電信網路設置使用管理辦法」與其他國家之制度差異。各來賓在現有頻譜使用是否充足及干擾議題上，皆認為 N79 目前雖足用，但容易與鄰近使用者發生干擾，故建議參考國際分別開放低中高頻皆有部分頻譜可供專網使用，並考慮到未來的商業規模，政府應開放非過於獨特的頻段。另外，O-RAN 為未來發展趨勢，建議應先以實驗方式逐步彈性開放，並透過政府的資源挹注，協助產業有效發展。

第四場次「非地面網路 (NTN) 頻率資源產業意見募集」與會人數 32 人，包含：協會/法人 1 家、網通設備商 3 家、系統整合商 3 家、電信商 3 家。座談會議題聚焦於非地面網路 (NTN) 國際標準規範及我國 NTN 相關頻譜規劃比較，同時分析衛星直連手機服務的國際法制規劃及干擾議題，並綜觀高空通訊平台 (HAPS) 國際發展趨勢及台灣潛在機會。各來賓針對

國內頻率監管議題，因台灣非 ITU 會員國，故此問題上目前無法解決，且衛星產業應用目前多掌控於少數的國外業者，期望政府能針對國內技術有相關規劃。

第五場次「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」與會人數 36 人，包含：協會/法人 2 家、車聯網相關廠商 4 家、網通設備及系統整合商 5 家、電信商 3 家。透過前面第二~四場座談會分別針對非地面網路 (NTN)、5G O-RAN 及專網、車聯網等三大議題廣納之各界意見，於本場次提出法制建議。

針對 NTN 議題，與會來賓皆認為綜觀目前國際業者現況，確實有相互干擾的問題，建議應多進行觀察及實際測試，以作為干擾防治的參考。而對於 D2D 發展方面，因應目前無線電頻率使用管理辦法僅有共頻共用之規範，尚沒有電信業者出租頻段給衛星業者使用的案例，期望能遵守通傳會與數位發展部的現行相關法規，並審慎評估規劃未來相關頻段是否可進行租用或共用之規範。另外，於會中得到三大電信業者之共識，將開放 N256 頻段予衛星行動做為實驗使用。

針對 5G O-RAN 及專網議題，與會來賓皆認為毫米波目前商用需求不高，但因應其未來發展，建議可以實驗方式先開放，且在頻率釋出方面，應盡量採取國際上通用的頻譜，不要開放國際冷門沒市場的頻段。中頻段部分，多業者皆建議增開使用頻段，以解決 N79 頻段因切頻時的不足用及干擾問題。低頻段部分，因低頻屬於稀有資源，建議先以實驗網方式讓各界測試評估是否有使用需求，並作為未來是否開放低頻的考量依據。

針對車聯網議題，與會來賓皆認同 RSU 不一定需由政府但必須是公部門主責，因其牽涉到交通及人生安全，故政府責無旁貸。而在技術選用方面，來賓對於技術指定或技術中立仍有所分歧，前者認為考量我國市場較小且為確保設備互通，應擇一技術選用，以避免資源分散；後者則認為因技術演進跟跌快速且基礎建設成本高，為確保對各技術的保障，建議保持技術中立，由市場機制來決定使用之技術。多位來賓也提及審查機制費時之議題，建議 OBU 可採用型式認證，RSU 部分若無法單採形式認證，則可另立專法，申請方式可參考國外以指定區域與使用期間的方式，以簡化申請及審驗的程序。

## 二、資源近用建議方案及三年期程法治政策規劃

### (一)、國際非地面網路 (NTN)

在 NTN 部分，由於我國並非 ITU 成員國，因此在國際頻率規劃上，需與國際頻譜協調決議保持一致，而需持續關注國際發展，並於不影響我國產業發展之前提下，持續滾動式調整我國頻率分配表與無線電供應計畫，以降低我國 NTN 產業進入國際市場之障礙。

另觀察國際 NTN 相關發展趨勢，可發現衛星直連手機應用近幾年相當受各國關注，並有部分國家如美國、加拿大、英國等，已制定或規劃制定相關頻率資源分配與管理規範。同時，NT 與 NTN 之整合已被認為屬未來 6G 發展之重要趨勢。FCC 主席亦指出，未來單一網路將有賴以太空為基礎之通訊與地面通訊整合，借以達到無通訊死角之願景<sup>439</sup>。對此，考量到我國 NTN 產業仍處於起步階段，且商業應用案例仍不明確，故建議於第一年先釐清我國對衛星直連手機之實際需求，並規劃後續頻率釋出、管理規範制定相關時程。於第二年開始，則參考國際發展情況，進一步研析國際頻譜釋出情況，對照我國頻譜資源法制與應用現狀，並參考我國電信業者之意見，決定是否釋出新頻段或既有僅供 IMT 使用之頻段，供衛星直連手機應用，以及未來頻譜重新分配時，IMT 頻段是否已和 NTN 共用為前提。最後，於第三年時除參考國際間衛星直連手機管理法制（如租用、協議等），以我國《電信管理法》第 58 條共用規定為基礎，進一步制定衛星直連手機共享機制外，針對未來可能更受廣泛應用之 NTN，制定頻率申請、使用、干擾協調、設備認驗證等相關管理規範，如表 5-8 所示。

表 5-8、三年期法制政策規劃表—NTN

	第一年	第二年	第三年
NTN	<ul style="list-style-type: none"><li>● 釐清我國之衛星直連手機商業之需求與產業發展情況</li><li>● 規劃未來頻率釋出、管理規範制定相關時程</li></ul>	盤點國際衛星直連手機頻率分配法制、產業使用之頻段、搜集我國產業界意見，並規劃釋出／重新分配特定頻段供衛星直連手機或相關 NTN 應用使用	參考國際法制，制定我國衛星直連手機、更廣泛 NTN 應用相關之頻率申請、使用、共享、干擾協調、設備認驗證等具體規定
	持續關注國際 NTN 頻率協調與分配法制，滾動式調整我國頻率分配表與無線電供應計畫。		

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

<sup>439</sup> The Register, FCC chair: Mobile dead spots will end when space-based and ground comms merge, [https://www.theregister.com/2024/10/29/fcc\\_chair\\_gives\\_a\\_taste/](https://www.theregister.com/2024/10/29/fcc_chair_gives_a_taste/) (last visited Oct. 30, 2024).

## (二)、5G O-RAN

在 5G O-RAN 部分，由於我國現階段 O-RAN 之發展仍以專頻專網市場為主，故仍以專頻專網頻率資源法制之調適，作為我國發展 5G O-RAN 之建議，同時考量下世代通訊技術（6G）發展之進程，參考國際發展趨勢，將 6G 相關頻譜整備研析納入規劃。而參考目前國際發展情況，以及先前座談會蒐集我國業者之建議，本研究團隊認為應透過以下面向進行推動。第一，為確保有限頻率資源的有效利用，應持續性關注我國頻率資源分配與使用情況、檢視是否有透過政策制定使既有使用者與新使用者共用頻段之需要，並研發感知與迴避技術，或頻譜皆取系統、自動化頻譜共享系統等動態頻譜共享技術。

其次，針對 5G 專網頻段之釋出，則建議以低頻段、中頻段與毫米波之不同頻段特性，以及相關設備、商業應用發展之成熟度為區隔，分階段評估是否需進一步擴充既有頻段，或新開放頻段供 5G 專網使用，如表 5-9 所示。

最後，在 6G 頻譜整備部分，則參考國際間關於相關應用、需求以及潛在可能頻率頻段之發展，研析我國未來頻率整備之規劃方向。

表 5-9、三年期法制政策規劃表－5G O-RAN

	第一年	第二年	第三年
5G O-RAN	以 4.8-4.9GHz 為標的，關注頻率資源利用情況與商業需求，釐清是否有擴充之需要，以及是否有干擾產生、干擾頻率與原因	研析 Band 20 之應用情況，以 2030 年將重分配 1GHz 以下頻段為目標，評估是否有擴充既有頻段或新增頻段，供 5G 專網進行物聯網應用之需要	研析毫米波頻段之 5G 專網商業應用發展與需求，釐清是否有釋出毫米波頻段供 5G 專網應用之需要，若有則可考慮優先釋出與國際趨勢一致之 24.25-27.5GHz 頻段
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 盤點我國頻率資源應用情況</li> <li>● 研發動態頻譜共享技術</li> <li>● 持續觀測國際下世代通訊技術（6G）發展進程與潛在應用頻率</li> </ul>		

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

### (三)、車聯網

我國於 2018 年修訂「無線電頻率供應計畫」，引入車聯網創新實驗網路，但隨著技術發展成熟，國際間車聯網布建加速，我國的應用也逐漸脫離實驗階段。經過資料蒐集、訪談與座談會，本研究針對我國車聯網專用或商用頻段、專用頻段之頻寬及頻道規劃、技術指定頻段公告時間以及車聯網電信法制法規調適提出建議。

首先，關於專用或商用頻段的選擇，由於車聯網路側設施 (RSU) 被視為交通安全的基礎設施，且 V2N 的 5G 發展無法滿足 V2I 所需的極低延遲需求，因此本研究建議維持 5850-5925MHz 為車聯網專用頻段。目前各國普遍將 RSU 視為政府主導的基礎設施，若使用商用頻段，延遲問題可能會影響公共安全。因此，建議我國透過專用頻段進行 V2V、V2I 及 V2P 的直接通訊，更能確保訊息傳遞的低延遲需求。V2N 則可透過電信商頻譜發展，主要應用於容忍較高延遲的情境。

第二，車聯網專用頻段之頻寬及頻道規劃方面，本研究觀察美國縮減頻段的決策未全面影響其他國家的規劃，歐盟和韓國未提出縮短頻段的政策，僅加拿大因車輛跨境需求比照辦理，因此本研究建議我國持續保留 5850-5925 MHz 供車聯網使用。同時，歐盟和韓國未來可能規劃 5875-5895 MHz 供 5G-V2X 使用，而美國縮減頻段似強化 5895-5925 MHz 供車聯網安全功能使用的趨勢，該頻段與中國及歐盟重疊，日本亦於 2023 年底宣布將公告此頻段供車聯網使用。然而有鑑於各國頻道規劃尚未完全一致，本研究建議我國持續觀察各國對安全頻道和不同通訊技術 (DSRC、LTE-V2X、5G-V2X) 區分頻道的規劃，以供未來規劃參考。

第三，針對應否指定特定技術，本研究建議暫時保持技術中立，並持續觀察技術發展趨勢。儘管中國、美國、加拿大及韓國相繼指定 C-V2X 技術，目前此技術看似為車聯網主流通訊技術，然而歐盟與日本仍保持技術中立，考量部分車廠仍使用 DSRC 通訊技術，且過去布建的 RSU 基礎設施亦有採 DSRC 設備。同時，我國產業對於是否指定特定技術存在分歧意見，支持者認為目前 C-V2X 已為國際車聯網布建主流趨勢，指定 C-V2X 技術可以提供廠商明確的發展方向，有利於加速布建，且可避免設備不能互通的風險，例如車輛行駛跨越不同行政區域時，服務可能因此暫停。且就算如歐盟發展互通機制，國家及企業亦須承擔同時須支援多種技術的基礎設施和設備所延伸的額外成本。反對者則認為目前仍有車廠尚採用 DSRC 技術，且我國非車廠大國倚賴進口車輛，現階段保持技術中立，較能保障消費者權益。同時，若選錯技術，會導致未來轉換技術的成本提高，因此建議

保持技術中立，持續觀察技術發展趨勢。

第四，有關車聯網專用頻段公告的時機，目前美國、加拿大、歐盟、韓國等國已公告 5.9GHz 頻段供車聯網使用，日本也預計在 2027 年完成公告。我國現已公告 5.9GHz 作為車聯網實驗用途，然而隨著我國車聯網發展趨於長期營運階段，實驗頻段的電台執照申請程序繁瑣且頻率許可和電台執照效期較短，若正式公告專用頻段，並同時參考國際趨勢簡化 OBU 與 RSU 的監管方式，將有效降低行政成本，促進車聯網落地發展。此外，我國取得了 2029 年 ITS 世界大會的主辦權，屆時可能有宣布車聯網相關政策目標的需求，本研究建議頻率主管機關及早與交通主管機關確認相關政策規劃，提前進行專用頻段公告與相關法規調修的準備工作。

最後，車聯網電信法制（如電臺監管）法規調適方面，由於 OBU 隨車移動，監管成本高，目前各國如美國、加拿大、歐盟等多採型式認證制度，RSU 的管理則因涉及生命安全與行政成本考量，各國多有調整法規，簡化申請流程。目前我國 OBU 與 RSU 均需個別申請電臺許可，行政成本較高且程序繁瑣，不利車聯網的布建與發展，此外，我國電信管理法第 50 條第 5 項規定「專用電信網路不得連接公眾電信網路」，與車聯網應用的技術本質相違背。再者，車聯網涉及數位發展部、NCC 及交通部的監管權責。因此本研究建議頻率、電信與交通主管機關共同研擬 RSU 管理專法，或於相關法律授權訂定子法，並對 OBU 實施免許可的無線電設備型式認證制度，以加速車聯網服務的布建進程。特此敘明，數位發展部於前述法規調適，僅主責車聯網專用頻段的公告、頻率核配規範，以及車聯網網路安全管理可能涉及其身為資安主管機關之權責，其餘有關電台監管的規範，為 NCC 之權責，數位發展部僅扮演輔助角色。

綜上所述，我國應維持 5850-5925 MHz 作為車聯網專用頻段，保持技術中立，並積極推動車聯網專用頻段公告和電信法制法規調適，為車聯網的長期發展奠定基礎。本研究以前述意見為基礎，提出我國車聯網頻率核配或管理法制政策三年期程規劃，如表 5-10 所示。

表 5-10、三年期法制政策規劃表－車聯網

	第一年	第二年	第三年
目標	車聯網頻率規劃政策確認與法規調修框架研議	車聯網專用頻段公告與相關法規草案制定	車聯網管理專法草案(或於相關法律授權訂定子法)公布與公開諮詢
具體工作項目	<p>與交通部協商，確認對車聯網專用頻段的需求，協商頻道配置、技術指定、頻率公告及相關法規調修時程。</p> <p>輔助 NCC 討論《電信管理法》第 50 條第 5 項但書第二款的適用性，確定是否須透過另訂專法排除「專用電信網路不得連接公眾電信網路」的限制。</p> <p>輔助交通部及 NCC 共同研議車聯網管理專法架構(或於相關法律授權訂定子法)，確認除了電信管理法制，是否涵蓋資安、產品型式認證及設備維運等監管面向。</p> <p>協調各部會間的權責分配，如確認資安憑證管理系統的管理機構、無線電設備型式認證發證單位等議題。</p> <p>參考國際經驗與法制趨勢，研議 RSU 頻率核配及電台管理制度框架。</p>	<p>預備正式公告車聯網專用頻段的程序，並完成公告</p> <p>輔助 NCC 及交通部研擬 OBU 型式認證制度草案，制定相關技術規範，將其納入「低功率射頻器材技術規範」。</p> <p>與 NCC 及交通部共同研議 RSU 頻率核配與電台監管規範，以及功率限制、天線高度等技術要求。</p> <p>在前一年確立的框架上，研擬車聯網管理專法(或於相關法律授權訂定子法)的其他規範領域草案，可能議題包含網路安全、資安憑證管理制度。</p> <p>持續觀察國際政策發展，特別是歐盟和日本對特定技術的指定情形，以及各國車聯網頻率核配與電台法制發展趨勢。</p> <p>就前述法規草案辦理相關專家與產業座談</p>	<p>公布車聯網管理專法草案(或於相關法律授權訂定子法)，進行公開諮詢，廣泛蒐集來自產業與社會的意見，作為草案調整的參考。</p> <p>若順利，預計隔年完成立法程序，為 2029 年 ITS 世界大會做好法制環境的整備工作。</p>

	第一年	第二年	第三年
	<p>持續觀測國際車聯網頻段技術中立政策的發展趨勢。</p> <p>就前述政策與法規調適框架辦理專家與產業座談會，蒐集各方意見，進行調整。</p>	<p>會，蒐集各方意見，進行調整。</p>	

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月