

113 年委託研究報告

國內頻率資源創新應用調查及研究
委託研究後續擴充
期末報告

計畫委託機關：數位發展部

中華民國 113 年 12 月

113 年委託研究報告

PG11302-0036

國內頻率資源創新應用調查及研究
委託研究後續擴充
期末報告

受委託單位

財團法人資訊工業策進會

計畫主持人

李揚

共同主持人

吳明儒

研究員

李穎芳、王德仁、張雅菱、黃宇笙、林威志、翁浩耿、莊傳賢、

王自雄、柯亦儒、羅文妘、陳箴、呂柏萱

研究期程：中華民國 113 年 2 月至 113 年 12 月

研究經費新台幣 9,651,500 元

本報告不必然代表數位發展部意見

中華民國 113 年 12 月

查核點對照表

編號	內容	期末報告內容對照
1-1	<p>調查整理重大政策(前瞻計畫/亞洲·矽谷計畫/科發基金計畫)中，涉及頻率資源創新應用之計畫名稱、委託機關、受委辦廠商</p> <p>(期中成果併入期中報告，全程成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)。</p>
1-2	<p>前揭計畫之目標、使用頻率資源之無線通訊技術、軟硬體整合之方式；目前進程、完成時程、後續應用規劃</p> <p>(期中成果併入期中報告，全程成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)</p>
1-3	<p>調研各部會頻率資源創新應用計畫受委辦廠商之研發重點及主要功能之合作廠商</p> <p>(期中成果併入期中報告，全程成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)</p>
1-4	<p>調研 5G/B5G(含 O-RAN、非地面通訊及車聯網等)發展架構及產業生態鏈，調查國內自主研發之項目及生態鏈位置</p> <p>(期中成果併入期中報告，全程成果併入期末報告)</p>	<p>期詳見報第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)</p>
1-5	<p>篩選具商用化潛力之計畫，進行累計 5 組之委託機關及受委辦廠商之深度訪談，並詢問頻率需求及使用時程</p> <p>(成果併入期中報告)</p>	<p>詳見報告第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)</p>

編號	內容	期末報告內容對照
1-6	<p>篩選具商用化潛力之計畫，進行累計 10 組之委託機關及受委辦廠商之深度訪談，並詢問頻率需求及使用時程</p> <p>(成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報告第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)</p>
1-7	<p>整理訪談紀錄，整理技術應用之種類、流程及產出，研析國內廠商之可能參與項目，了解廠商於頻率資源創新應用之需求與障礙，並提出協助方案</p> <p>(期中成果併入期中報告，全程成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)</p>
1-8	<p>透過協助方案完成至少 2 間具商用化潛力廠商之問題解決</p> <p>(成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報告第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談。(P.29)</p>
2-1	<p>蒐整重要國家或國際組織之頻率資源創新應用核配及管理法制政策，以及國內相關主管機關之法令措施</p> <p>(期中成果併入期中報告，全程成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報告第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析。(P.181)</p>
2-2	<p>調研頻率資源創新應用(如：O-RAN、物聯網(含車聯網)、NTN 等)國內潛在之環境或法規障礙</p> <p>(期中成果併入期中報告，全程成果併入期末報告)</p>	<p>詳見報告第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析。(P.181)</p>
2-3	<p>蒐整並研析兩個頻率資源創新應用，並觀測至少五個重要國家或國際組織進入商用階段之法制發展現況</p> <p>(成果併入期中報告)</p>	<p>詳見報告第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析。(P.181)</p>

編號	內容	期末報告內容對照
2-4	蒐整並研析累計三個頻率資源創新應用，並觀測至少五個重要國家或國際組織進入商用階段之法制發展現況 (成果併入期末報告)	詳見報告第三章 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析。(P.181)
3-1	辦理頻譜創新應用相關研習或座談活動累計至少 2 場次 (成果併入期中報告)	詳見報告第四章 座談會辦理及資源近用建議方案。(P.298)
3-2	辦理頻譜創新應用相關研習或座談活動累計至少 5 場次 (成果併入期末報告)	詳見報告第四章 座談會辦理及資源近用建議方案。(P.298)
3-3	完成我國頻率資源創新應用核配或管理法制修正方向建議 (成果併入期末報告)	詳見報告第四章 座談會辦理及資源近用建議方案。(P.298)
3-4	提出至少 3 年期程之進度規劃表 (成果併入期末報告)	詳見報告第四章 座談會辦理及資源近用建議方案。(P.298)

期末審查委員審查意見對照表

	審查意見	期末報告修正內容對照
國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談		
1	關於業者提到 N79 寬頻不足的建議，主要發生在什麼業種或什麼應用，是否有技術面的解法也請補充。	業者提到 N79 寬頻不足的建議，主要發生在影音展演相關應用(如沉浸式展演體驗、互動式數位展示、高畫質直播等)。以本年度案例研析之 5G 系統整合加值推動計畫「5G 多人自主移動 VR 協同作業」；經訪談受委辦單位，其表示目前 100MHz 頻寬下的 VR 應用，若採用 4K 畫質，至多可到 15-17 組終端，若能有更大頻寬才有可能擴充更多的使用者或是更豐富的應用。 經計畫團隊研究，此案採用之 Slot format 為 DDDSU，平均流量為 DL 519 Mbps / UL 94 Mbps；而 VR 頭盔採用 4K 畫質所需網路流量約為 DL 25.51 Mbps / UL 3.07 Mbps。在固定頻寬的情況下，建議改由軟體強化影音壓縮技術，並加強終端運算能力，達到所需的影音品質。
2	頁 33，表 2-1 第 8 項之計畫名稱「鍊」應為「煉」。	經查詢，其計畫名稱確為「A+企業創新研發淬鍊計畫」，故不須修正文字。 詳見報告第二章第一節之二「經濟部產業技術司「A+企業創新研發淬鍊計畫」章節。(P.32)
3	頁 117，第(2)項「協議棧」指的是什麼？能否附英文原名？。	已修正為協定疊 (Protocol stack)。 詳見報告第二章第七節四之(二)「訪談記錄」章節。(P.111)
4	研析案例八建議公告版刪除節名及內容，並標註不公開。	已依據委員建議刪除研析案例八。

	審查意見	期末報告修正內容對照
5	訪談及調研頻譜創新應用案例，建議除瞭解創新作法外，應能協助處理其所遭遇困難。	計畫團隊透過案例研析並深度訪談委辦/受委辦單位，除調研創新技術應用種類、特性及成熟度等，蒐整其頻譜資源使用現況並評估短中期使用需求，提出我國法規調適建議；並篩選出其中三起具商用化潛力計畫，提供協助方案進行協助。 詳見報告第二章第十四節之「具商用化潛力廠商之問題解決」章節。(P.174-177)
6	格式及錯別字修正。	已依據委員建議於全篇報告修正。
國際頻率資源創新應用法制趨勢研析		
1	頁 189 第 2 點「ESC 營運商」，請問這些營運商的收入來源？ESC 在 CBRS 中的功能為何？	感謝委員建議。針對 ESC 之可能收入來源與功能說明如下： 環境感測能力感測器 (Environmental Sensing Capability, ESC) 為由許多感測器組成之系統，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 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。因此，當 ESC 偵測到既有近用使用者在使用頻譜時，即會通知頻譜接取系統 (Spectrum Access System, 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，同時確保其他使用者能正常使用此頻段之資源。此外，主管機關如美國聯邦通訊委員會 (Federal Communications Commission, FCC) 無線電信局 (Wireless Telecommunications

	審查意見	期末報告修正內容對照
		<p>Bureau, WTB)、工程及技術辦公室 (Office of Engineering and Technology, OET) 等，要求 ESC 營運商須至少與一個獲批准之 SAS 合作營運。因此在營運模式部分，本計畫推測可分為以下二類，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。</p> <p>詳見報告第三章第一節一之(二)「5G 專網頻段」章節。(P.183-186)</p>
2	<p>頁 233 內文說明本案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)的相關政策文件，惟期末報告中無加拿大相關內容，建議將期中報告內容精進後納入期末報告。</p>	<p>感謝委員提醒，已將加拿大內容補充入期末報告。</p> <p>詳見報告第三章第二節之二「加拿大」章節。(P.241-243)</p>
3	<p>頁 239 內文提到「FCC、NTIA 和 FCC 達成協議，2024 年起，每月舉行一次技術討論會議。」，其中第三個協議機關有誤，請修正。</p>	<p>感謝委員提醒，其一 FCC 為誤植，應為 DOT，已依照建議修正。</p> <p>詳見報告第三章第二節一之(二)「車聯網頻率許可及電臺監管法制」章節。(P.238)</p>
4	<p>頁 259, 第二段「WAVE」為何？</p>	<p>感謝委員提問，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，補充於註腳 358。</p>

	審查意見	期末報告修正內容對照
		詳見報告第三章第二節五之(一)「車聯網政策與頻譜規劃發展」章節。(P.261)
5	文字調整、格式及錯別字修正。	已依據委員建議於全篇報告修正。
座談會辦理及資源近用建議方案		
1	頁 374 倒數第 10 行，「《電信管理法》第五項但書第二款」，請確認是否修正為「《電信管理法》第五十條第五項第二款」。	感謝委員指正，已將誤刪的條號新增於文中。 詳見報告第四章第三節三之(一)「第一年：車聯網頻率規劃政策確認與法規調修框架研議」章節。(P.378)
2	頁 404 國際上尚未有開放 sub-1GHz 頻段供 5G 專網之實例或規劃，相關建議請補強論述	感謝委員建議，本計畫在第 404 頁所提之建議，考量到國際間尚未有開放 sub-1GHz 頻段供 5G 專網之實例或規劃，因此針對產業界希望開放之意見，仍建議以評估和持續觀測國際動向為主，暫不建議直接開放 sub-1GHz 頻段供 5G 專網使用。為避免誤解，本計畫調整報告第四章第二節二之「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」章節 (P.365-3687)、第三節二之「5G O-RAN」章節 (P.376) 部分用語，強化所提建議內容僅為對開放之可能性進行評估之論述。
3	頁 406 車聯網議題涉及交通部、本部、NCC 等相關單位，是否列入未來法治政策規劃建議，應再細緻區分。	感謝委員建議，已調整敘述用語，強調哪些規劃僅為輔助角色，非數位發展部職責。 詳見報告第五章第三節二之(三)「車聯網」章節。(P.408-411)
4	請補充說明車聯網 RSU 在頻率使用及射頻設備管理上，交通部及各縣市政府交通局扮演的角色為何？	感謝委員建議。車聯網 RSU 在頻率使用及射頻設備管理上，各國非由交通主管機關管理，而是由無線電頻率主管機關。交通主管機關通常

	審查意見	期末報告修正內容對照
		<p>會提出頻率使用需求，並協助測試制定技術規範。我國交通部的角色為智慧運輸系統政策擬定與推動者，可提供頻率主管機關溝通頻率使用需求，而各縣市政府交通局的角色為推動相關 ITS 應用者，以及未來可能管理維護 RSU 設備，以現行法規架構，並不涉及頻率使用及射頻設備管理的管理，此為 NCC 職權。若為討論未來交通部及各縣市政府交通局於此扮演的角色，本研究認為此為未來部會間權責協調事宜，較不適合由納入本研究。若委員認為仍須補充說明於本研究中，煩請再指導。</p>
5	<p>頁 XXVI 及 450 車聯網訂專法，建議在相關法律內訂授權制訂子法(規則、辦法)較有彈性。</p>	<p>感謝委員建議，已依照建議調整敘述。 詳見報告第五章第三節二之(三)「車聯網」章節。(P.408-411)</p>
6	<p>在 NTN 產業發展上，開放我國 NTN 頻譜對 NTN 相關製造業助長程度，請研究團隊補充說明。</p>	<p>感謝委員建議，我國太空產業產值中，以地面設備佔最大宗，因此我國頻譜規劃若能與國際 NTN 頻譜規劃進行調和，並滾動式調整我國無線電頻率分配表與頻率供應計畫，將有助衛星地面設備之製造商降低其於不同頻段間開發、驗證設備之成本，進而促進其打入國際供應鏈與市場。詳見報告第四章第二節之一「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」章節。(P.362-364)</p>
7	<p>報告內有關 5G 專網頻寬不足部分，應進一步分析是哪些服</p>	<p>詳見「國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談」問題 1 回覆內</p>

	審查意見	期末報告修正內容對照
	務需要大頻寬？以及是否有其他方式處理，而非僅用「需增加開放頻寬」帶過。	容。
8	5G 專網業界有認為頻寬不足之情形，但研究團隊認為暫無增加之需求，請補充說明理由為何？	<p>5G 專網業界有認為頻寬不足之情形，但研究團隊認為暫無增加之需求，主要在於不論是國際或在台灣，5G 專網市場發展皆聚焦在製造業領域，著重於高可靠低延遲之應用需求。而次之的影音展演應用領域，雖有大流量需求，可參考「國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談」問題 1 回覆內容，建議由軟體壓縮技術降低頻寬需求。</p> <p>是以，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，分階段研析是否需進一步擴充既有頻段，或新開放頻段供 5G 專網使用。</p> <p>詳見報告第五章第三節二之(二)「5G O-RAN」章節。(P.407)</p>
9	「5G 專網使用限制的鬆綁」這個建議已被提到多年，應進一步提供補鬆綁的情況下會影響多少產值及市場，讓這個建議更有著力點。	<p>截至 2024 年 10 月底，根據台灣行動寬頻專網推動辦公室之統計數據，目前通過 5G 專頻專網申請之案件數量累積已達 121 件。</p> <p>對企業專網應用而言，在技術層面，企業希望能實現跨場域的統一網路管理，確保不同地點的 5G 網路能夠統一配置和監控。其次是 5G 專網與公司內網的無縫整合，使設備能夠在不同網路環境中順暢切換。現階段必須透過租用 VPN 專線方式連結，成本高昂一直是阻礙企業建置</p>

	審查意見	期末報告修正內容對照
		的主要因素。 就企業角度而言，放寬 5G 專網使用限制，將促進企業數位轉型，提升生產力，並帶動相關設備、軟體與服務的需求，同時進一步推動台灣通訊產業的成長。
10	格式及錯別字修正。	已依據委員建議於全篇報告修正。
其他		
1	內文提到本部名稱有「數位部」、「數發部」及「數位發展部」，請統一修正為「數發部」或「數位發展部」。	已依據委員建議，於全篇報告統一修正使用「數位發展部」。
2	全篇研究報告中，應注意不可使用非我國用名詞，如：網關、互聯網、網絡等，請修正。	已依據委員建議於全篇報告修正。
3	頁 4 內容中提到 WRC-23 決議 IMT 頻段中低頻頻段為「470-90MHz」，請確認是否有誤植。	已修正為「470-960MHz」。 詳見報告第一章第二節之一「國際頻譜資源管理相關重要應用趨勢」章節。(P.4)
4	頁 5，WRC-23 為 HIBS 設定了 2GHz 及 2.6GHz 的頻段，請問有 1GHz 以下的頻段嗎？	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。WRC-23 決議中，新增供 HIBS 使用之 694-960 MHz (限上行鏈路，僅第一、二區部分國家開放，我國所屬第三區(Region 3)未開放)、1710-1980 MHz (擴張 WRC-00 的分配，第三區 1710-1815 MHz 頻段限上行鏈路使用) 及 2500-2655 MHz (雙向鏈路，2500-2535 上行) 等頻段。 因我國所屬 Region 3，於 WRC-23 確立 2GHz (2010-2025 MHz) 及 2.6GHz 的頻段為 HIBS 使用。

	審查意見	期末報告修正內容對照
		詳見報告第三章之第三節「國際非地面網路（NTN）頻譜政策與監管制度」章節。(P.270-290)
5	頁 12 內文提到「產學研界均須基於此頻率供應計畫並依照相關法規向通訊傳播委員會申請頻率核配使用」，頻率核配之主管機關有誤，請修正。	已修正為「向數位發展部申請頻率核配使用」。 詳見報告第一章第二節之二「我國頻率資源相關說明文件與政策」章節。(P.12)
6	應注意完整期末報告須包含中文版本及精簡英文版本（中文摘要 3,000 字至 3,500 字，英文摘要 1,000 字左右）。	已依據委員提醒，一併於審查修正後之期末報告中提供。
7	格式及錯別字修正。	已依據委員建議於全篇報告修正。

目次

查核點對照表.....	I
期末審查委員審查意見對照表.....	IV
目次.....	XII
表次.....	XVIII
圖次.....	XXI
摘要.....	XXVI
專業詞彙中英對照表.....	XXXIII
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起.....	3
第二節 文獻評析.....	4
一、 國際頻譜資源管理相關重要應用趨勢.....	4
二、 我國頻率資源相關說明文件與政策.....	12
三、 112年計畫執行成果.....	17
第三節 研究方法.....	22
一、 分項一：國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談.....	23
二、 分項二：國際頻率資源創新應用法制趨勢研析.....	25
三、 分項三：座談會辦理及資源近用建議方案.....	27
第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談.....	29
第一節 重大政策中，涉及頻率資源創新應用之計畫.....	30
一、 前瞻基礎建設計畫.....	30
二、 經濟部產業技術司「A+企業創新研發淬鍊計畫」.....	32
三、 國家發展委員會「亞洲·矽谷2.0/3.0推動計畫」.....	34
四、 行政院「亞灣5G AIoT創新園區推動方案」.....	39
五、 交通部「5G帶動智慧交通技術與服務創新及產業發展計畫」.....	44
六、 經濟部「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」.....	45
七、 調研頻率資源創新應用案例篩選準則.....	47
第二節 創新應用研析案例一：亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台.....	49
一、 「亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」計畫簡介.....	49
二、 「亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析.....	51
三、 「亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」全面商用之可能方向及成功率研究、產值分析.....	56
四、 「亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」受委	

	辦廠商深度訪談.....	58
第三節	創新應用研析案例二：5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫..	62
一、	「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」計畫簡介.....	63
二、	「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」網路架構、資料流及 主要功能廠商研發重點研析	66
三、	「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」全面商用之可能方向、 成功率研究、產值分析	68
四、	「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」受委辦廠商深度訪談	70
第四節	創新應用研析案例三：5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用	72
一、	「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」計畫簡介.....	72
二、	「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」網路架構、資料流及 主要功能廠商研發重點研析	74
三、	「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」全面商用之可能方 向及成功率研究、產值分析	77
四、	「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」受委辦廠商深度訪 談.....	79
第五節	創新應用研析案例四：5G 系統整合加值推動計畫「5G 多人自 主移動 VR 協同作業」	82
一、	「5G 多人自主移動 VR 協同作業」計畫簡介.....	82
二、	「5G 多人自主移動 VR 協同作業」網路架構、資料流及主要 功能廠商研發重點研析	83
三、	「5G 多人自主移動 VR 協同作業」全面商用之可能方向、成 功率研究、產值分析	87
四、	「5G 多人自主移動 VR 協同作業」受委辦廠商深度訪談.....	89
第六節	創新應用研析案例五：5G 智慧場館會展創新應用整合平台	91
一、	「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」計畫簡介	91
二、	「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」網路架構、資料流及 主要功能廠商研發重點研析	92
三、	「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」全面商用之可能方向、 成功率研究、產值分析	96
四、	「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」受委辦廠商深度訪談	98
第七節	創新應用研析案例六：新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫	99
一、	「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」計畫簡介	102

二、	「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析	104
三、	「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」全面商用之可能方向及成功率研究、產值分析	107
四、	「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」受委辦廠商深度訪談.....	110
第八節	創新應用研析案例七：新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫.....	121
一、	「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」計畫簡介.....	121
二、	「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析	124
三、	「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析	129
四、	「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」受委辦廠商深度訪談.....	131
第九節	創新應用研析案例八：「本研析案例資料不公開」	137
第十節	創新應用研析案例九：5G 帶動智慧交通技術與服務創新推動與管理「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」	138
一、	「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」計畫簡介.....	138
二、	「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析 ..	140
三、	「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析	146
四、	「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」受委辦廠商深度訪談	147
第十一節	創新應用研析案例十：智慧消費性電子產業發展計畫 ...	148
一、	「智慧消費性電子產業發展計畫」計畫簡介	148
二、	「智慧消費性電子產業發展計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析	149
三、	「智慧消費性電子產業發展計畫」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析	157
四、	「智慧消費性電子產業發展計畫」受委辦廠商深度訪談 ..	159
第十二節	創新應用研析案例之委辦單位訪談	161
第十三節	頻率創新應用產業生態鏈研析.....	165
一、	5G O-RAN	165

二、	車聯網.....	168
三、	非地面網路 (NTN)	171
第十四節	具商用化潛力廠商之問題解決.....	174
一、	華電聯網 (交通部 5G 車聯網計畫)	174
二、	亞旭電腦 (國發會 5G AIoT 智慧製造跨場域應用計畫)	176
三、	Matter 產業聯盟 (經濟部產業發展署 智慧消費性電子產業發展計畫)	177
第十五節	小結.....	178
第三章	國際頻率資源創新應用法制趨勢研析	181
第一節	國際 5G O-RAN 頻譜政策趨勢.....	181
一、	美國.....	182
二、	歐盟.....	198
三、	英國.....	209
四、	日本.....	218
五、	韓國.....	223
第二節	國際車聯網頻譜政策與監管制度.....	230
一、	美國.....	232
二、	加拿大.....	241
三、	歐盟.....	244
四、	日本.....	251
五、	韓國.....	261
六、	中國.....	267
第三節	國際非地面網路 (NTN) 頻譜政策與監管制度.....	270
一、	國際電信聯盟.....	270
二、	美國.....	276
三、	加拿大.....	278
四、	英國.....	281
五、	日本.....	285
六、	澳洲.....	289
第四節	小結.....	291
一、	國際 5G 頻譜政策趨勢.....	291
二、	國際車聯網頻譜政策與監管制度趨勢	293
三、	國際非地面網路 (NTN) 頻譜政策與監管制度	296
第四章	座談會辦理及資源近用建議方案	298
第一節	座談會辦理.....	298
一、	座談會(一)：國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察.....	298
二、	座談會(二)：車聯網產業意見募集.....	310

三、	座談會(三)：5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集	...321
四、	座談會(四)：非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集	....333
五、	座談會(五)：頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢	...344
第二節	資源近用建議方案	.....362
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	.....362
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	.....365
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	.....368
第三節	三年期法制政策規劃	.....375
一、	非地面網路 (NTN)	.....375
二、	5G O-RAN	.....376
三、	車聯網	.....377
第四節	小結	.....379
一、	座談會辦理	.....379
二、	資源近用建議方案	.....380
第五章	結論	.....381
第一節	國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談	.....381
一、	5G O-RAN	.....381
二、	車聯網	.....385
三、	非地面網路 (NTN)	.....387
第二節	國際頻率資源創新應用法制趨勢研析	.....388
一、	5G O-RAN	.....388
二、	車聯網	.....393
三、	非地面網路 (NTN)	.....400
第三節	座談會辦理及資源近用建議方案	.....404
一、	座談會辦理	.....404
二、	資源近用建議方案及三年期程法治政策規劃	.....406
附錄		.....412
附錄一、	座談會(一)：「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」-實體簽到表	.....412
附錄二、	座談會(一)：「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」-線上簽到表	.....416
附錄三、	座談會(一)：「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」-講師簡報	.....419
附錄四、	座談會(二)：「車聯網產業意見募集」-簽到表	.....449
附錄五、	座談會(二)：「車聯網產業意見募集」-講師簡報	.....453

附錄六、座談會(三)：「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」-簽到表.....	464
附錄七、座談會(三)：「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」-講師簡報.....	468
附錄八、座談會(四)：「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」-簽到表.....	476
附錄九、座談會(四)：「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」-講師簡報.....	479
附錄十、座談會(五)：「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」-簽到表.....	507
附錄十一、座談會(五)：「頻率資源應用法規修正建議產業意見徵詢」-講師簡報.....	510
參考書目	526

表次

表 1-1、我國行動通訊頻段供應現況與規劃	12
表 1-2、我國衛星通訊頻段供應現況	15
表 2-1、經濟部產業技術司「A+企業創新研發淬鍊計畫」2018-2024 年核定計畫中涉及頻率使用之名單	32
表 2-2、國發會「促進 5G 及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫」2021-2022 年核定通過名單	35
表 2-3、國發會「促進 5G 及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫」2023 年核定通過名單	36
表 2-4、2022 年 5G AIoT 補助提案列表	40
表 2-5、2023 年「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」補助提案列表	42
表 2-6、10 組研析案例綜整表	48
表 2-7、中興保全科技及亞旭電腦企業訪談記錄表	59
表 2-8、大同世界科技、台灣國際造船訪談紀錄表	70
表 2-9、仁寶電腦訪談紀錄表	79
表 2-10、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」電信設備列表	84
表 2-11、富鴻網企業訪談記錄表	90
表 2-12、高雄展覽館與國際會展之 5G 網路比較	97
表 2-13、仁寶電腦工業股份有限公司訪談紀錄表	98
表 2-14、美國 V2X 試辦計畫統整	107
表 2-15、智駕車 V2X 市場規模調查報告表	108
表 2-16、亞勳科技企業訪談記錄表	112
表 2-17、V2V 功能實施項目	125
表 2-18、智駕電動巴士主要規格	126
表 2-19、智駕電動巴士環線多車服務測試結果	129
表 2-20、勤崴國際企業訪談記錄表	132
表 2-22、亞太電信股份有限公司訪談紀錄表	147
表 2-23、中華電信及中興保全企業訪談紀錄表	159
表 2-24、經濟部產業發展署「高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新應用補助計畫」訪談紀錄表	161
表 2-25、經濟部產業技術司「A+企業創新專案辦公室」訪談紀錄表	163
表 2-26、經濟部產業發展署「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫辦公室」訪談紀錄表	163

表 2-27、交通部「交通科技及資訊司」訪談紀錄表.....	164
表 2-28、美國汽車工程師協會 (SAE) 定義之自動駕駛等級分類系統..	168
表 2-29、創新應用案例與 IMT-2030 之 6 大應用情境歸納表.....	179
表 3-1、CBRS 頻段之 ESC 與 SAS 經營商列表.....	184
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 ...	255
表 3-3、南韓車聯網政策法制發展大事記及目標.....	263
表 3-4、WRC-19/23 HAPS 和 HIBS 頻段分配.....	271
表 3-5、WRC-15/19/23 移動式地球電臺 (ESIM) 分配頻段.....	273
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	273
表 3-7、WRC-23/27/31 衛星間通訊相關服務之 (預計) 頻段分配.....	275
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 ...	299
表 4-2、座談會(二)「車聯網產業意見募集」議程規劃.....	310
表 4-3、座談會(二)「車聯網產業意見募集」議題討論紀錄表.....	315
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	321
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.....	326
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	333
表 4-7、ITU 及 ICAO 對 HAPS 之定義及標準推動.....	336
表 4-8、歐美日高空通訊平台(HAPS)推動現況.....	337
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.....	340
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	344
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.....	349
表 4-12、3GPP、WRC 與我國頻率規劃對照.....	363
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.....	369
表 4-14、車聯網專用頻段公告之國際趨勢及國內專家意見.....	372
表 4-15、我國與他國車聯網頻率、技術、OBU 及 RSU 電臺監管模式比較	374
表 5-1、國內 5G 專網案例組網模式.....	383

表 5-2、各國 5G 商用與專用頻段釋出情況比較表	388
表 5-3、ITU、美國產業聯盟及韓國 6G 頻率資源釋出可能頻段	392
表 5-4、車聯網主要國家頻段規劃歷程綜整	394
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	398
表 5-6、國際 HAPS/HIBS 頻率資源法制發展趨勢	400
表 5-7、各國衛星直連手機釋出／規劃釋出頻段	401
表 5-8、三年期法制政策規劃表－NTN	406
表 5-9、三年期法制政策規劃表－5G O-RAN	407
表 5-10、三年期法制政策規劃表－車聯網	410

圖次

圖 1-1、全球行動網路流量趨勢，2018-2029.....	1
圖 1-2、WRC-23 IMT 議程決議綜覽.....	5
圖 1-3、3GPP Release 18 工作時間表.....	7
圖 1-4、3GPP、ITU 的 6G 工作時間表.....	8
圖 1-5、全球專網部署數量.....	18
圖 1-6、國內頻率資源創新應用調查及研究.....	22
圖 1-7、國內頻率資源創新應用生態鏈研析研究方法.....	23
圖 1-8、國內頻率資源創新應用產業訪談研規劃.....	24
圖 1-9、法制議題研析範圍及產出.....	25
圖 1-10、法制議題研析方法及流程.....	26
圖 1-11、座談會辦理規劃.....	27
圖 1-12、資源近用方案執行方法.....	28
圖 2-1、前瞻計畫 2.0 推動重點.....	30
圖 2-2、智慧服務項目.....	35
圖 2-3、國家發展委員會「亞洲·矽谷 3.0 推動方案」計畫架構.....	38
圖 2-4、經濟部產業發展署「高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新應用補助計畫」 計畫架構.....	39
圖 2-5、經濟部產業發展署 2023 年「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」 目標.....	42
圖 2-6、「5G 帶動智慧交通技術與服務創新及產業發展計畫」應用面向..	44
圖 2-7、「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」推動策略.....	45
圖 2-8、「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」重點推動領域.....	46
圖 2-9、調研頻率資源創新應用案例篩選準則.....	47
圖 2-10、「亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」計畫簡介	49
圖 2-11、「亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」計畫架構	50
圖 2-12、「亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」網路架構	52
圖 2-13、「亞灣數治-5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」軟體功能模組	53
圖 2-14、「亞灣數治-5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」空地管理資訊	

模組.....	53
圖 2-15、「亞灣數治-5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」智慧工地資訊 模組	54
圖 2-16、「亞灣數治-5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」智能建築資訊 分析系統	54
圖 2-17、「亞灣數治-5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」足跡盤查資訊 分析模組	55
圖 2-18、5G AIoT 次世代智慧船廠建置需求說明.....	64
圖 2-19、創新應用整合型服務方案	65
圖 2-20、5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫網路架構.....	66
圖 2-21、巨型吊車及搬運車高解析度鏡頭示意圖	68
圖 2-22、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」實證場景.....	73
圖 2-23、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」飛手 5G MR 眼鏡畫面	73
圖 2-24、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」計畫網路架構.....	74
圖 2-25、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」以 UWB 輔助快速換手	75
圖 2-26、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」飛競區小基站布建距離與 終端傳輸率模擬.....	76
圖 2-27、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」場域實際情形	83
圖 2-28、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」網路架構.....	85
圖 2-29、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」5G 導入前後差異.....	86
圖 2-30、受委辦廠商富鴻網公司簡介	89
圖 2-31、高雄展覽館 5G O-RAN 專網架構.....	92
圖 2-32、3D 人/物/場即時動態會展創新詮釋應用類別-扣件工廠沉浸製程	93
圖 2-33、3D 人/物/場即時動態會展創新詮釋應用類別-XR 創作大道.....	94
圖 2-34、會議論壇智慧製播應用類別-線上會議 360°展會實況.....	94
圖 2-35、會議論壇智慧製播應用類別-一對一即時翻譯櫃台系統.....	95
圖 2-36、新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫之範圍與淡海新市鎮智慧 交通場域試驗研究計畫	99
圖 2-37、TCROS 號誌控制器布設點位	100
圖 2-38、RSU 路側設施布設點位	101
圖 2-39、AI CCTV 施布設點位	101
圖 2-40、輕軌系統的最後一哩交通服務路線	103
圖 2-41、研析案例對接之車路整合實體架構	104

圖 2-42、研析案例對接之車路整合系統架構.....	105
圖 2-43、智駕巴士數據流運用之實際場景.....	106
圖 2-44、智駕電動巴士環線多車服務路線.....	122
圖 2-45、智駕電動巴士環線多車服務網路架構.....	124
圖 2-46、智駕電動巴士實車圖.....	125
圖 2-47、新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務行駛事件（一）.....	126
圖 2-48、新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務行駛事件（二）.....	127
圖 2-49、智駕電動巴士環線多車服務資料流研析.....	128
圖 2-50、台中港固定式空氣品質監測站點.....	139
圖 2-51、運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫網路架構.....	140
圖 2-52、運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫網路設施分布圖.....	141
圖 2-53、運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫資料流.....	142
圖 2-54、抗風型無人機機體結構.....	143
圖 2-55、多場景複雜環境船隻偵測成果示意圖.....	144
圖 2-56、船隻航行軌跡與碰撞偵測預警示意圖.....	144
圖 2-57、油汙船舶偵測成果示意圖.....	145
圖 2-58、智慧消費性電子產業發展計畫全景.....	148
圖 2-59、Matter 網路架構.....	149
圖 2-60、Matter 標準對應設備支援類型.....	156
圖 2-61、計畫促成之國內 Matter 產業鏈.....	157
圖 2-62、5G O-RAN 產業生態鏈.....	166
圖 2-63、車聯網及智慧車駕產業生態鏈.....	169
圖 2-64、非地面網路（NTN）產業生態鏈.....	172
圖 2-65、華電聯網於交通部 5G 車聯網計畫所遭遇問題.....	174
圖 2-66、協助華電聯網於交通部 5G 車聯網計畫之問題解決.....	175
圖 2-67、亞旭電腦 5G AIoT 智慧製造跨場域應用計畫之問題解決.....	176
圖 2-68、IMT-2030 6G 六大使用情境.....	178
圖 3-1、ESC 及 SAS 運作架構圖.....	185
圖 3-2、歐盟智慧運輸系統 5.9GHz 頻段規劃.....	244
圖 3-3、C-ROADS 平台組織架構.....	246
圖 3-4、歐盟 5.9 GHz 頻段配置之 5GAA 立場.....	250

圖 3-5、日、美、歐、中車聯網頻段使用現況.....	251
圖 3-6、日本協調型自動駕駛通訊方式計畫期程.....	252
圖 3-7、V2X (V2I、V2V) 通訊、V2N 通訊之角色分配、合作示意圖.....	254
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.....	259
圖 3-9、特定實驗試驗局制度電臺執照申請流程.....	260
圖 3-10、韓國 C-ITS 試驗計畫頻率布建方案.....	262
圖 3-11、韓國電臺管理分工圖.....	264
圖 3-12、韓國無線電臺設置流程圖.....	264
圖 3-13、電臺訊號干擾處理流程圖.....	265
圖 3-14、ESIM 應用示意 (頻段僅包含 2020 年前分配者).....	272
圖 4-1、座談會(一)「國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察」eDM.....	300
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-1	301
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	302
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	302
圖 4-5、下世代行動網路標準制定階段.....	303
圖 4-6、IMT 定義 6G 發展時間軸.....	304
圖 4-7、ITU 六大 6G 應用場景.....	304
圖 4-8、3GPP 5G Advanced 標準制定時間規劃.....	305
圖 4-9、各國 Direct to Cell 服務發展狀況.....	307
圖 4-10、座談會(二)「車聯網產業意見募集」eDM.....	311
圖 4-11、座談會(二)「車聯網產業意見募集」現場活動照片-1.....	312
圖 4-12、座談會(二)「車聯網產業意見募集」現場活動照片-2.....	312
圖 4-13、座談會(三)「5G O-RAN 及專網頻率資源產業意見募集」eDM.....	322
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.....	323
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.....	323
圖 4-16、座談會(四)「非地面網路(NTN)頻率資源產業意見募集」eDM.....	334
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.....	335
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.....	335
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	345
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.....	346
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.....	346
圖 4-22、各國衛星直連手機頻段	364
圖 4-23、各國專頻專網頻率資源分配現況	365
圖 4-24、全球專網布建頻段概覽	367
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.....	373
圖 5-1、國內 5G 專網案例盤點	381
圖 5-2、國內 5G 專網案例分布	382
圖 5-3、國內 5G 專網案例應用領域	382
圖 5-4、國內車聯網案例分布	386
圖 5-5、車聯網主要國家頻段與指定通訊技術比較圖	393
圖 5-6、國際大廠衛星直連手機使用頻段	403

摘要

關鍵詞：頻率應用、5G O-RAN、車聯網、非地面網路

一、研究緣起

在數位內容、企業轉型發展下，全球無線數據傳輸需求雖推動相關產業、通訊服務成長，但也造成原本就稀缺的頻率資源更窘迫。在通訊技術的演進下，雖已有許多提升頻率使用效率的工具與方法，但各種無線傳輸需求大幅增加，仍促使通訊服務間須爭奪有限的頻率資源。在此發展趨勢下，如何貼近產業需求，進而有效規劃、分配、管理包含頻率等電信資源為政策上致力解決的重要議題。

二、研究方法及過程

本研究主要分為三大面向進行：

1. 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談：盤點過去重大政策中，涉及頻率資源創新應用的計畫內容，針對第五代行動通訊技術（5th Generation Mobile Networks, 5G）開放式無線接取網路（Open Radio Access Network, O-RAN）、車聯網與非地面網路（Non Terrestrial Network, NTN）等盤點與分析相關計畫，篩選具商用化潛力之廠商進行深度訪談，了解廠商於頻率資源創新應用之需求與障礙，並擬定協助方案。
2. 國際頻率資源創新應用法制趨勢研析：聚焦近年備受國際矚目的頻率資源創新應用—5G O-RAN、非地面網路（NTN）及車聯網，擇定至少五個重要國家或國際組織，研析相關政策法制趨勢，同時檢視國內法制現況，透過比較分析法探究頻率資源創新應用與政策法制發展差異之可能原因。
3. 座談會辦理及資源近用建議方案：針對上述等工作項目，辦理座談會公開諮詢產官學研的意見，掌握議題動態調整聚焦重點，並綜整各面向提出資源近用建議方案。

三、重要發現

1. 5G O-RAN 主要以 5G 專網應用為主場，但仍面臨挑戰：國內 5G 專網案例主要集中在智慧製造領域，顯示其應用潛力。然而，實際

導入後發現整合、效能和穩定性是三大挑戰。頻率應用部分，業者多希望能降低申請流程，並明定干擾評估準則。

2. 車聯網技術於實驗網階段已達成熟，但應用發展仍有待轉型商業營運：淡海新市鎮建置了車聯網試驗場域，並積極發展自駕車和道路安全相關應用。然政策面商業營運模式規劃尚未完備，導致僅能在封閉式場域運行。
3. 全球非地面網路技術應用發展日益蓬勃，而國內的發展現況在中低軌衛星持續發展中，非同步軌道衛星通訊包括 SES 中軌衛星、OneWeb 低軌衛星通訊服務已涵蓋全台，並分別由代理商準備在國內推出商業化服務；同時數位發展部亦預告新增使用頻段所以目前呈現一波衛星應用的討論熱潮。惟在衛星產業的應用的初期發展過程，若涉及對太空活動之監管、媒合國內設備與應用服務業者進入國際太空產業供應鏈之相關政策與產業推動應需要再多做著墨，以利衛星產業鏈的開展。

四、 主要建議事項

(一)、 立即可行之建議

5G O-RAN 部分，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。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。

車聯網部分，於四月底公告「車聯網無線電頻率特定實驗場域及其限制」後，尚需協助業者跨部會溝通，研議確認車聯網頻率規劃政策和相關法規框架的研議，訂定車聯網管理專法(或於相關法律授權訂定子法)的架構，並進一步協調各部會之間的權責分配。

非地面網路部分，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。針對最受討論之衛星直連手機應用，則可先觀測應用之需求程度為何，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。

(二)、 中長期性建議

5G O-RAN 部分，有鑑於座談會中部分業者提出 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，建議加入對民生物聯網實驗頻段 Band 20 (816-821MHz/857-862MHz) 之利用情況，以及低頻段 5G 專網商業應用需求，以 2030 年將重分配 1GHz 以下頻段為目標進行評估。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，可持續觀測釋出毫米波頻段供 5G 專網應用之需求，或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。

車聯網部分，加速強化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。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。

非地面網路部分，對於頻率資源、設備架設和跨境應用等議題，制定統一的設備標準，確保各類非地面網路設備在性能和兼容性方面達到要求，同時建立跨境合作機制，與利害關係國家就頻率使用和設備架設進行協調，解決跨境應用中的潛在問題。同時釐清衛星直連手機之商業需求後，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，決定釋出適用頻段，制定頻譜管理政策，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、使用、認驗證相關之管理規範。

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，仍需持續關注國際在新興技術上的趨勢與發展，研究新技術對頻率使用的需求與影響，並佈局規劃頻率配置、申請、審驗等流程的因應之道與協調工作，以利台灣電信與通訊產業之發展能儘早進行完善策略布局，加強儲備頻率試驗和試商用探索相關工作，無論在技術研究、產品開發上都能更快地反應本土與國際之需求。

Abstract

Keywords : Frequency Application, 5G O-RAN, V2X, NTN

1. Research Background :

With the growth of digital content and enterprise transformation, global demand for wireless data transmission has significantly spurred the related industries and communication services. However, it has also exacerbated the scarcity of frequency resources. Despite the evolution of communication technologies, which has introduced many tools and methods to enhance spectrum efficiency, the sharp increase in wireless transmission needs has created competition among communication services for these limited resources. In light of these developments, effective planning, allocation, and management of telecommunications resources, including frequency, to align with industry needs has become a critical policy focus.

2. Research Methods and Process :

This study is conducted from three main perspectives:

- **Analysis of Domestic Frequency Resource Innovation Ecosystem and Industry Interviews:** This component reviews major past policy initiatives related to innovative frequency applications, focusing on 5G Open Radio Access Network (O-RAN), Vehicle-to-everything (V2X), and Non-Terrestrial Networks (NTN). Potential commercial entities were selected for in-depth interviews to understand their needs and challenges regarding innovative frequency resource applications, and supportive strategies were formulated accordingly
- **Analysis of International Trends in Frequency Resource Innovation and Regulation:** This section focuses on globally notable frequency applications such as 5G O-RAN, NTN, and V2X. Analyzing policies and regulatory trends in at least five major countries or organizations, we also examine domestic regulatory conditions to identify possible reasons for differences through comparative analysis.
- **Workshops and Access Recommendation Plans:** Workshops were held to gather opinions from industry, government, academia, and research sectors,

enabling dynamic adjustments to focus areas. Recommendations for resource access were subsequently formulated based on the various perspectives collected.

3. Key Findings :

- **5G O-RAN Primarily Targets Private Networks but Faces Challenges:** Domestic 5G private network applications mainly center on smart manufacturing, showcasing potential. However, practical implementations reveal integration, performance, and stability challenges. Industry players are keen on simplified application processes and defined interference assessment criteria.
- **V2X Technology Maturity in Experimental Networks with Commercialization Gaps:** A test field for V2X has been established in Tamsui New Town to develop autonomous vehicle and road safety applications. However, incomplete policy frameworks for commercial models limit operations to controlled environments.
- **The global development of non-terrestrial network (NTN) technology is thriving, with continuous progress in domestic low and medium Earth orbit satellite advancements.** Asynchronous orbit satellite communications, including SES's medium Earth orbit (MEO) satellites and OneWeb's low Earth orbit (LEO) satellite communication services, have already covered the entire region of Taiwan, with commercial services being prepared by local agents. Simultaneously, the Ministry of Digital Affairs has announced new frequency bands, sparking a wave of discussion on satellite applications. However, during the early stages of satellite industry development, additional focus should be placed on policies related to space activity regulation and facilitating domestic equipment and service providers' entry into the global space industry supply chain to support the development of the satellite industry ecosystem. High Altitude Platform Stations (HAPS) have also emerged as a popular communication technology option for resilient networks in recent years. Although HAPS remains in the conceptual and service verification phase, once the technology and industry reach maturity, it can be applied to remote areas, addressing current digital divide issues and achieving more widespread communication services.

4. Key Recommendations :

A. Immediate Feasible Recommendations :

For 5G O-RAN, given its current focus on private networks, ongoing performance trials are essential for potential entry into international markets. Monitoring the application of existing private network frequencies (4.8-4.9GHz) will clarify whether current allocations are sufficient or if additional frequencies are needed.

For V2X, following the " Specific Experimental Fields and Limitations for V2X Radio Frequencies" announced on April, the immediate priority is cross-ministerial communication to confirm V2X frequency policies and related regulatory frameworks. Then, the frequency, telecommunications, and transportation authorities jointly draft dedicated legislation or establish regulations authorized by relevant laws.

For NTN, continuously monitor international frequency coordination efforts, updating domestic allocations as necessary to align with global regulatory trends. Specifically, observe the demand for satellite-to-mobile applications, evaluating future potential for commercialization in Taiwan.

B. Medium to Long-Term Recommendations :

For 5G O-RAN, consider opening additional low-frequency bands (e.g., Band 20) for Internet of Things (IoT) applications in response to industry feedback. Evaluate the demand for millimeter-wave frequencies for private network applications, aligning with international standards for smoother integration.

For V2X, expedite policies on frequency allocation and station licensing for V2X, essential for Taiwan's competitive positioning in intelligent transportation. Recent developments in the 5.9GHz band worldwide underscore the need for robust domestic policies as Taiwan prepares to host the 2029 ITS World Congress.

For NTN, establish unified equipment standards to ensure compatibility and performance, enabling cross-border cooperation on frequency use and equipment deployment. Evaluate the commercial demand for satellite-to-mobile frequencies,

and develop frequency management policies that leverage international sharing mechanisms.

Lastly, the effectiveness of frequency resources is a long-term issue. With the increasing demand for data transmission driven by next-generation communication technologies, it is essential to continue monitoring international trends and developments in emerging technologies. This includes researching the demand and impact of new technologies on spectrum usage. It is also important to regulate the processes for frequency allocation, application, testing, and other related tasks. These efforts will help ensure that Taiwan's communication industries can implement a comprehensive strategic plan as early as possible. Additionally, it will enhance the reserve of frequency for testing and pilot commercialization, enabling a quicker response to both domestic and international demands in areas such as technological research and product development.

專業詞彙中英對照表

英文縮寫	英文	中文
2D	Two Dimensions	二維空間
3D	Three Dimensions	三維空間
3G	3th Generation Mobile Networks	第三代行動通訊技術
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作夥伴計畫
4G	4th Generation Mobile Networks	第四代行動通訊技術
5G	5th Generation Mobile Networks	第五代行動通訊技術
5G NR	5G New Radio	5G 新無線電
5GAA	5G Automotive Association	5G 汽車聯盟
5GC	5G Core Network	5G 核心網路
6G	6th Generation Mobile Networks	第六代行動通訊技術
6G-IA	6G Smart Networks and Services Industry Association	6G 智慧網路與服務產業協會
6LoWPAN	IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks	IPv6 低功率無線個人區域網路
AASHTO	The American Association of State Highway and Transportation Officials	美國州政府公路運輸部門聯合會
ACMA	Australian Communications and Media Authority	澳洲通訊及媒體局
ACP	Affordable Connectivity Program	可負擔連結性計畫
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems	高級駕駛輔助系統
AFRC	Armstrong Flight Research Center	阿姆斯壯飛行研究中心
AGV	Auto Guided Vehicle	自動引導車
AI	Artificial Intelligence	人工智慧
AI/ML	Artificial Intelligence/Machine learning	人工智慧與機器學習
AIoT	The Artificial Intelligence of Things	人工智慧物聯網
AIS	Automatic Identification System	船舶自動識別系統
AM	Additive Manufacturing	積層製造
AMP	AirWave Management Platform	AirWave 網管軟體平台
AMR	Autonomous Mobile Robot	自主移動機器人
ANPR	Automatic Number Plate Recognition	自動車牌辨識
AP	Access Point	基地台
API	Application Programming Interface	共享開放應用程式介面
APP	Application	應用程式
APT	Asia Pacific Telecom	亞太電信股份有限公司

英文縮寫	英文	中文
AR	Augmented Reality	擴增實境
ATIS	Alliance for Telecommunications Industry Solutions	電信產業解決方案聯盟
AWS	Advanced Wireless Service	進階無線服務
B2C	Business to Consumer	企業對消費者
B5G	Beyond 5G	後 5G
BBU	Baseband Unit	基頻模組
BLE	Bluetooth Low Energy	低功耗藍牙
BLER	Block Error Rate	誤塊率
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr	德國數位暨交通部
BMI	Bundesministerium des Innern und für Heimat	德國內政部
BNetzA	Bundesnetzagentur	德國聯邦網路局
BWP	Bandwidth Part	部份頻寬
CAD	Computer Aided Design	電腦輔助設計
CBRS	Citizens Broadband Radio Service	公民寬頻無線電服務
CBSD	Citizen Broadband Radio Service Devices	公民寬頻無線電服務裝置
CCTV	Closed-Circuit Television	閉路電視監控
CEPT	Confederation of European Posts and Telecommunications	歐洲郵電管理委員會
CHIP	Project Connected Home over IP	IP 互聯家庭專案
CHIPS	Creating Helpful Incentives to Produce Semiconductors	建立有助於生產半導體的激勵措施
CINEA	European Climate, Infrastructure and Environment Executive Agency	歐盟氣候、基礎設施和環境執行機構
C-ITS	Cooperative Intelligent Transportation Systems	協同式智慧運輸系統
cmWave	Centimeter wave	厘米波
CNN	Convolutional Neural Network	卷積神經網路
CORES	Commission Registration System	FCC 註冊系統
CPE	Customer Premise Equipment	客戶終端設備
CPS	Cyber-Physical System	虛實整合系統
CRMS	Central Radio Management Station	中央無線電管理站(韓國)
CSA	Connectivity Standards Alliance	連網標準聯盟
CSI	Channel state information	增強回饋通道狀態資訊

英文縮寫	英文	中文
CSMA/CA	Carrier Detection Multiple Connection/Collision Avoidance Method	載波偵測多重連接/衝突避免方式
CTFA	Canadian Table of Frequency Allocations	加拿大頻率分配表
CTIA - The Wireless Association	Cellular Telecommunications Industry Association - The Wireless Association	國際非營利性組織無線產業協會
CTP	Certification Transfer Program	認證轉移計畫
CU	Central Unit	集中式單元
CUS	Collective Use of Spectrum	頻譜集體使用
C-V2X	Cellular Vehicle-to-Everything	蜂巢式車聯網通訊
D2D	Direct-to-device	衛星直連裝置
DHS	Department of Homeland Security	美國國土安全部
DNN	Deep Neural Network	深度神經網路
DoC	Declaration of Conformity	符合性自我宣告書
DOC	Department of Commerce	美國聯邦商務部
DOD	Department of Defense	美國國防部
DPA	Dynamic Protection Area	動態保護區
DSIT	Department for Science, Innovation and Technology	英國科學、創新與技術部
DSM	Dynamic Spectrum Management	行動態頻譜管理
DSP	Digital Signal Processor	數位訊號處理器
DSRC	Dedicated short-range communications	專用短距離通訊
DSS	Dynamic Spectrum Sharing	動態頻譜共享
DU	Distributed Unit	分散式單元
E2E	End-To-End	端到端
EAS	Equipment Authorization Electronic System	設備授權電子系統
EASA	European Union Aviation Safety Agency	歐盟航空安全局
EC	European Commission	歐盟執委會
ECC	Electronic Communications Committee	歐盟電子通訊委員會
EDA	European Defence Agency	歐洲防衛局
EEA	European Economic Area	歐洲經濟區
EESS	Earth Exploration Satellite Service	地球探測衛星服務
EIRP	Equivalent Isotropically Radiated Power	等效全向輻射功率
eMBB	Enhanced Mobile Broadband	增強型行動寬頻

英文縮寫	英文	中文
EMBRSS	Emerging Mid-Band Radar Spectrum Sharing	新興中頻段雷達頻譜共享
eMTC	Enhanced Machine Type Communication	增強機器型通訊
ERP	Enterprise resource planning	企業資源計劃
ESA	European Space Agency	歐盟太空總署
ESC	Environmental Sensing Capability	環境感測能力
ESG	Environment、Social、Governance	環境保護、社會責任、公司治理
ESIM	Earth Station in Motion	移動地球電臺
ETC	Electronic Toll Collection	電子道路收費系統
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	歐洲電信標準協會
Euro NCAP	The European New Car Assessment Programme	歐盟新車安全評鑑組織
FAI	Federation Aeronautique Internationale	國際航空聯合會
FCAPS	Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security	錯誤、配置、計帳、性能和安全
FCC	Federal Communications Commission	美國聯邦通訊委員會
FPV	First-Person View	第一人稱視角
FRN	FCC registration Number	FCC 註冊號碼
FS	Fixed Service	固定服務
FSS	Fixed Satellite Service	固定式衛星服務
FWA	Fixed Wireless Access	固定無線接取
GAA	General Authorized Access	一般授權近用
GDP	Gross Domestic Product	國內生產毛額
GEO	Geostationary Orbit	地球同步軌道
GIA	Geographically Independent Area	獨立地理區域
GIS	Geographic Information System	地理資訊系統
GPS	Global Positioning System	全球衛星定位系統
GPU	Graphics Processing Unit	圖形處理器
GSA	General Service Administration	美國聯邦總務署
GSMA	Group Special Mobile Association	全球行動通訊系統協會
HAO	Higher Airspace Operation	更高空域操作
HAPS	High Altitude Platform Station	高空通訊平台
HIBS	High-altitude Platform Stations as IMT Base Stations	高空行動通訊基地台

英文縮寫	英文	中文
I2V	Infrastructure-to-Vehicle	基礎設施到車輛
ICAO	International Civil Aviation Organization	國際民航組織
IMT	International Mobile Telecommunications	國際行動通訊
IOO	Infrastructure Owner Operator	基礎設施擁有管理者
IoT	Internet of Things	物聯網
IoT-NTN	Internet of Things - Non Terrestrial Network	物聯網裝置使用之非地面網路無線通訊技術
IP	Internet Protocol	網際網路協定
IP Cam	IP camera	網路監控攝影機
IPC	Industrial Personal Computer	工業電腦
IPv6	Internet Protocol version 6	網際網路協定第 6 版
ISAC	Integrated Sensing and Communication	整合式感測與通訊
ISED	Innovation, Science and Economic Development Canada	加拿大創新、科學和經濟發展局
ISS	Inter-Satellite Service	衛星間通訊
ITS	Intelligent Transportation System	智慧型運輸系統
ITU	International Telecommunication Union	國際電信聯盟
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunication Sector	國際電信聯盟無線電通信部門
JDM	Joint Design Manufacturer	共同設計開發製造
KCA	Korea Communications Agency	韓國通訊機構
KPI	Key Performance Indicators	關鍵性能指標
LEO	Low-Earth Orbit	低地球軌道
LRTC	Least Restrictive Technical Conditions	最低限制技術條件
LSA	Licensed Shared Access	授權共享近用
LSL	Local Access Licences	區域近用執照
LTE	Long Term Evolution	長期演進技術
Massive MIMO	Massive Multiple-Input Multiple-Output	大規模陣列天線
MEC	Multi-access edge computing	行動邊緣運算
MiFi	Mobile Wi-Fi	攜帶型寬頻無線裝置
MIMO	Multiple Input Multiple Output	多重輸出入
MINEDUC	Government of Rwanda's Ministry of Education	盧安達政府教育部
mMTC	Massive Machine Type Communication	大規模機器型通訊
MNO	Mobile Network Operators	行動網路營運商
MOCN	Mutli Operator Core Network	多營運商核心網

英文縮寫	英文	中文
MoD	Ministry of Defence	英國國防部
MoU	Memorandum of Understanding	瞭解備忘錄
MR	Mixed Reality	混合實境
MRSS	Multiple Radio Access Spectrum Sharing	多元無線接取頻譜共享
MSIT	Ministry of Science and ICT	韓國科學與資通訊科技部
MSS	Mobile Satellite Service	衛星行動服務
MWC	Mobile World Congress	世界行動通訊大會
NASA	National Aeronautics and Space Administration	美國國家航空太空總署
NATO	North Atlantic Treaty Organization	北大西洋公約組織
NB-IoT	Narrow Band Internet of Thing	窄頻物聯網
NCC	National Communications Commission	國家通訊傳播委員會
NCSC	National Cyber Security Centre	英國國家網路安全中心
Near-RT RIC	Near-Real Time RIC	近即時 RAN 智慧控制器
NG-RAN	Next Generation Radio Access Network	下世代無線接取網路
NIA	National Information Society Agency	韓國情報化振興院
Non-RT RIC	Non-Real Time RIC	非即時 RAN 智慧控制器
NPRM	Notice of Proposed Rulemaking	法規預告
NR-DC	New Radio Dual Connectivity	新無線電雙連線
NR-NTN	New Radio - Non Terrestrial Network	新無線電-非地面網路
NSA	National Security Agency	美國國家安全局
NTIA	National Telecommunications and Information Administration	國家電信暨資訊管理局
NTN	Non Terrestrial Network	非地面網路
NTSB	National Transportation Safety Board	國家運輸安全委員會
OA	Open Access	開放近用
OBU	On Board Unit	車載單元
OCONUS	Outside of the Continental United States	美國大陸以外之領土
ODD	Operational Design Domain	操作適用範圍
ODM	Original Design Manufacturer	原廠委託設計代工
OEM	Original Equipment Manufacturer	原廠委託生產代工
OET	Office of Engineering and Technology	工程及技術辦公室
Ofcom	The Office of Communications	英國通訊傳播管理局
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access Method	正交頻分多址接取方式
OOBE	Out of band emission	帶外發射

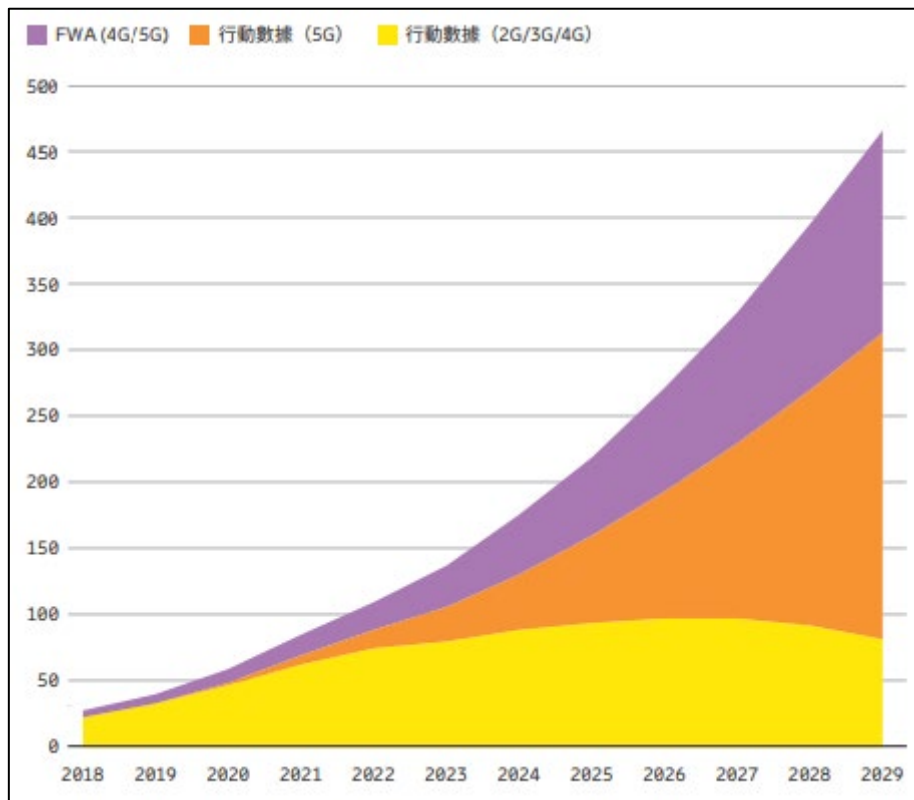
英文縮寫	英文	中文
O-RAN	Open Radio Access Network	開放式無線存取網路
OTA	Over-The-Air	空中下載技術
OTIC	Open Testing and Integration Centre	開放測試與整合中心
OTT	Over-the-top	過頂
PAL	Priority Access License	優先近用執照
PCG	Project Coordination Group	項目協作組
PCS	Broadband Personal communication systems	寬頻個人通訊系統
P-DPA	Portal-Activated DPAs	由門戶啟動之動態保護區
PKI	Public Key Infrastructure	公開金鑰基礎建設
PM	Particulate Matter	細懸浮微粒
PMSE	Programme Making and Special Events	電視、廣播節目製作和特別活動
PoB	Proof of Business	商業化驗證
PoC	Proof of Concept	概念驗證
PoS	Proof of Service	服務驗證
PPDR	Public Protection and Disaster Relief	公共安全與救難應變通訊系統
PPP	Public-Private-Partnership	公私部門協力
PSSR	Public Sector Spectrum Release	英國公共部門頻譜發布
PT1	Project Team 1	研究專案小組
QoS	Quality of Service	服務品質
RA	Radio altimeter	無線電高度表
RAN	Radio Access Network	無線存取網路
RED	Radio Equipment Directive	無線電設備指令
RF	Radio Frequency	射頻
RFID	Radio Frequency Identification	無線射頻識別系統
RIC	Radio Access Network intelligent controller	無線存取網路智慧控制器
RIS	Reconfigurable Intelligent Surface	可重置智慧面
RMa	Rural Macrocell	偏遠地區設置大型基地台
RR	Radio Regulations	國際無線電規則
RRA	Radio Research Agency	無線電研究局(韓國)
RRMO	Regional Radio Management Offices	地區無線電管理辦公室(韓國)
RRU	Remote Radio Unit	無線電單元

英文縮寫	英文	中文
RSC	Radio Spectrum Committee	歐盟無線電頻譜委員會
RSPG	Radio Spectrum Policy Group	歐洲無線電頻譜政策小組
RSPP	Radio Spectrum Policy Programme	歐洲無線電頻譜政策計畫
RSU	Road-Side Unit	路側設施
RU	Radio Unit	射頻單元
SA	Standalone	獨立組網網路
SAL	Shared Access Licences	共享近用執照
SAS	Spectrum Access System	頻譜接取系統
SCMS	Security Credential Management System	安全憑證管理系統
SCS	Single Network Future: Supplemental Coverage from Space	單一網路未來：衛星擴充覆蓋
SDK	Software Development Kit	軟體開發套件
SDN	Software-Defined Networking	軟體定義網路
SI	System Integration	系統整合廠商
SIG	Special Interest Group	關鍵技術委員會
SMCS	Supplemental Mobile Coverage by Satellite	衛星擴充行動覆蓋
SMO	Service Management Orchestration	服務管理和編排
SNS JU	Smart Networks and Services Joint Undertaking	智慧網路與服務聯合倡議
SPaT	Signal Phase and Timing	即時號誌時相應用
SPF	Spectrum Policy Forum	頻譜政策論壇
SS-RSRP	Synchronisation Reference Signal Receiving Power	同步訊號參考訊號接收功率
Sub-GHz	sub-Gigahertz	次吉赫
Sub-THz	sub-Terahertz	次太赫茲
TCB	Telecommunication Certification Body	電信認證機構
TCROS	Taiwan C-ITS Roadside Open Standards	臺灣協同智慧運輸車聯網路側設施資通訊開放標準
TDD	Time-Division Duplexing	時分雙工
Telco	Telecommunications company	電信公司
THz	Terahertz	太赫茲
TN	Terrestrial Network	地面網路
TPF	Total Power Factor	總功率因數
TPRs	Technical Performance Requirements	技術性能要求
TTIA	Taiwan Telematics Industry Association	台灣車聯網產業協會
UDP	User Datagram Protocol	使用者封包通訊協定

英文縮寫	英文	中文
UE	End User Device	終端用戶裝置
UKTIN	UK Telecoms Innovation Network	英國電信創新網路
UMa	Urban Macrocell	城市地區設置大型基地台
UMi	Urban Microcell	人口密集城市設置微形基地台
U-NII	Unlicensed National Information Infrastructure	免授權國家資訊基礎設施
URLLC	Ultra-Reliable and Low Latency Communications	超可靠低延遲通訊
USDOT	United States Department of Transportation	美國運輸部
UWB	Ultra-wide band	超寬頻
V2I	Vehicle-to-Infrastructure	車輛與基礎設施
V2N	Vehicle-to-Network	汽車對網路
V2P	Vehicle-to-Pedestrian	車輛與其他道路使用者
V2V	Vehicle-to-Vehicle	車輛與車輛
V2X	Vehicle-to-Everything	車聯網
VOCs	Volatile Organic Compound	揮發性有機物
VR	Virtual Reality	虛擬實境
VRU	Vulnerable Road Users	弱勢用路人資訊
VSAT	Very Small Aperture Terminal	小型地球電臺
VSCC	Vehicle Safety Certification Center	財團法人車輛安全審驗中心
WBB LMP	Low/Medium Power Terrestrial Wireless Broadband Systems	低／中功率地面無線寬頻系統
Wi-Fi	Wireless Fidelity	無線相容性認證
WRC	World Radiocommunication Conference	全球無線電通訊大會
WTB	Wireless Telecommunications Bureau	無線電信局
XR	Extended Reality	延展實境

第一章 緒論

行動通訊的迭代發展過程中，新頻譜資源的需求、整備與分配，一直是新世代行動通訊提供更高流量、更快速傳輸表現之新服務的重要關鍵。因此不難發現，從第三代行動通訊技術（3th Generation Mobile Networks, 3G）、第四代行動通訊技術（4th Generation Mobile Networks, 4G）發展至第五代行動通訊技術（5G），對頻譜的需求不斷增長，期望能滿足每個系統提供服務的需求。尤其，5G 世代，頻譜需求從低頻朝中頻與毫米波邁進，期望藉著更大的頻寬提供更多樣化且創新的服務。根據「愛立信行動趨勢報告」¹ 統計，如圖 1-1 所示，隨著全球 5G 用戶數持續成長，新型應用不斷出現，推升數據量進一步成長。受到終端裝置效能提升、數據密集型內容增多、以及網路性能不斷優化等因素驅動下，預測在 2023 年底到 2029 年底之間，全球行動數據量將有近三倍成長，達到每月 313EB，且截至 2023 年底，5G 流量在行動數據總流量中的占比已從 2022 年底的 17% 上升至 25%。預計 2029 年將成長到約 75%，顯示了用戶對高性能行動寬頻應用的強大需求。



資料來源：Ericsson，本研究整理，2024 年 10 月

圖 1-1、全球行動網路流量趨勢，2018-2029

¹ Ericsson Mobility Report，<https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/mobility-report/reports/june-2024> (2024 年 6 月)

毫無疑問地，隨著科技的迅速發展，無線通訊技術已經成為現代社會不可或缺的一部分。5G 技術的普及尚未完全實現，第六代行動通訊技術(6th Generation Mobile Networks, 6G) 的研究已經開始展開。但鑑於 5G 貨幣化之成效不彰，對於 6G 未來之發展，也開始需思索驅動 6G 經濟價值之動力為何之疑問。也因此，針對 6G 通訊之發展，國際不再只是關注通訊網路的技術性能指標與在不同場域或產業可實現之能力，而是更進一步地提出關鍵價值指標之概念，透過經濟、環境和社會影響及永續性來進一步地定義與思考，幫助產業確定前進的道路，驅動 6G 世代關鍵技術、標準與用例之發展，從而最大限度地發揮其創造的價值。

在數位內容、企業轉型發展，甚至 6G 通訊研究蓬勃發展下，全球無線數據傳輸需求雖推動相關產業、通訊服務成長，但也造成原本就稀缺的頻率資源更窘迫。在通訊技術的演進下，雖已有許多提升頻率使用效率的工具與方法，但各種無線傳輸需求大幅增加，仍促使通訊服務間須爭奪有限的頻率資源。在此發展趨勢下，如何有效規劃、分配、管理包含頻率等電信資源為政策上致力解決的重要議題。在頻率管理技術的發展下，已可透過相關技術協助政府監督、授權與動態管控頻率資源，如何強化新興技術在電信資源管理的運用是未來政策上將持續關注的領域。

第一節 研究緣起

我國已於 2023 年 8 月修正並施行「中華民國無線電頻率分配表」及「無線電頻率供應計畫」；同時因應技術發展，第三代合作夥伴計畫（The 3rd Generation Partnership Project, 3GPP）發布 R17、18 說明 NTN 適用頻段，國際間亦透過 2023 年全球無線電通訊大會（World Radiocommunication Conference 2023, WRC-23）決議達成初步共識，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，新增衛星固定與衛星行動用途頻率分配，調整我國頻率分配以契合國際趨勢。其規劃雖足以提供國內通信傳播產業借鏡使用，惟考量 5G（行動通訊）、低軌道衛星（非地面）通訊、元宇宙、物聯網（Internet of Things, IoT）、車聯網、智慧醫療、智慧製造等各種技術發展快速、日新月異，仍應即時掌握國內新興創新應用與技術之發展趨勢及評估短中期電信資源之使用需求，並透過深度訪談篩選出具商用化潛力計畫及提出協助方案，促成整體通傳產業新創發展，據以提升國內資通訊產業之國際競爭力，以持續往「數位國家、智慧島嶼」之國家發展願景方向邁進。

是以，整體計畫工作目標如下：

- 參酌過往重大政策（前瞻計畫/亞洲·矽谷計畫/科發基金計畫）中，涉及頻率資源創新應用之計畫內容，據以作為後續國內頻譜資源研究之規劃基準。
- 調查研析 5G/後 5G（Beyond 5G, B5G）、低軌衛星之架構及產業生態鏈，積極瞭解國內自主研發之項目及生態鏈位置。
- 篩選至少兩間具商用化潛力之業者進行焦點訪談，解決產業發展創新應用及商用落地時於頻率資源利用上之需求及潛在障礙，以作為未來推動前瞻頻率資源規劃及管理，有效精進運用頻率資源之基礎。
- 研析重要國家或國際組織於頻率資源創新應用之核配或管理制度，並釐清我國相關法令及程序規定，進行差異分析並提出我國法規調適建議。

第二節 文獻評析

一、國際頻譜資源管理相關重要應用趨勢

現今資通訊產業蓬勃發展之際，5G 技術標準正推動著無線電通訊產業的前進，而 2030 年 6G 的演化進程也越來越受到國際關注，其相關的各式無線電頻譜議題也持續成為全球焦點。

全球無線電通訊大會（World Radiocommunication Conference, WRC）每三至四年舉行一次，負責審議並在必要情況下修訂在全球具有普遍法律約束力、規範無線電頻譜和對地靜止衛星及非對地靜止衛星軌道使用的國際條約「無線電規則」。2019 年全球無線電通訊大會（WRC-19）後，全球無線電新頻譜配置與下階段發展已大抵成形，各式新興無線電系統將陸續提供服務以滿足需求，並往下一個階段邁進。由於無線電頻譜為無線電服務發展之基石，經常涉及國家以及特定區域的產業與經濟議題，相關的討論與決議更是受到多方關切。

而 WRC-23²世界無線電通信大會於 2023 年 11 月 20 日至 12 月 15 日在阿拉伯聯合大公國杜拜舉辦，大會決議中確立了新增在世界或區域範圍內針對國際行動通訊（International Mobile Telecommunications, IMT）頻率之劃分，包含低頻頻段 470-960MHz，中頻的 3300-3400MHz、3600-3800MHz、4800-4900MHz，以及備受矚目的 6GHz 上段（6425-7125MHz）頻譜資源。同時也決議於 2027 年度的 WRC-27 大會中，針對 6G 候選頻段進行討論，以確定未來 5-10 年全球無線電頻譜資源開發利用的重點方向。

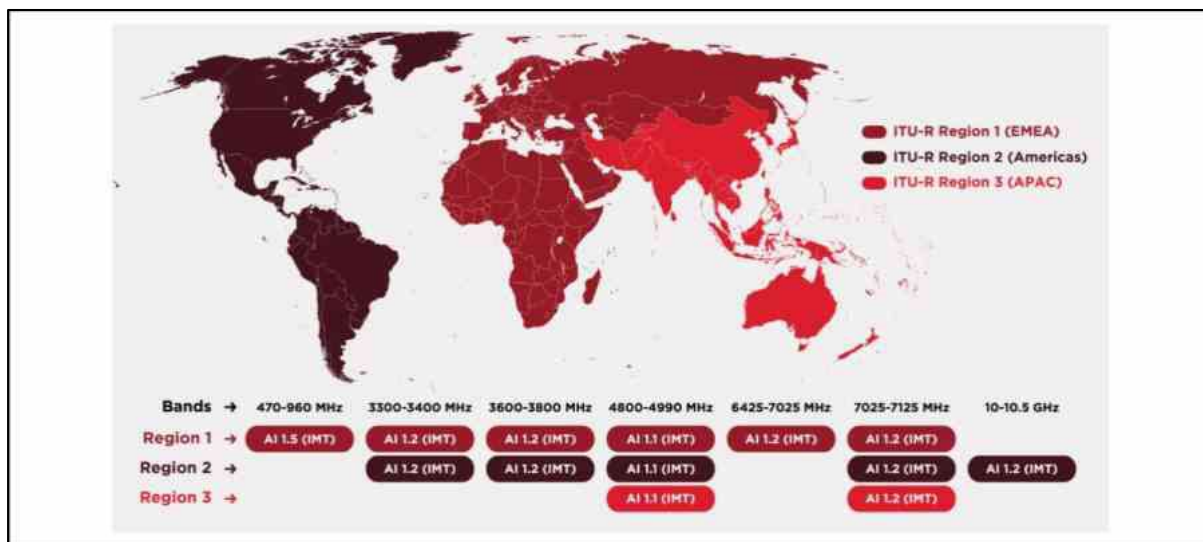
WRC-23³針對 IMT 頻譜，也就是行動通訊所需頻譜資源的分配上，其決議結果，如圖 1-2。包含了<1GHz 低頻頻段（470-960MHz），分配給第一區國家；3.5GHz 中頻頻段，則主要協調 3300-3400MHz、3600-3800MHz。另外將全球性地分配 4800-4900MHz，以及一級僅針對第二區國家配給的 10-10.5GHz。而最受矚目的 6GHz 頻段，最終也決議上段範圍的 6425-7125MHz（共 700MHz 頻寬）用於 IMT。

針對 IMT 頻譜需求，WRC-23 的決議其實滿足行動通訊目前發展的主要訴求：首先是廣覆蓋，確立 470-694MHz 低頻段的分配，雖然主要針對歐洲、中東、非洲等第一區國家，但此決議無非是為了透過低頻可以實現廣域覆蓋，讓第一區域中明顯有著經濟差距的國家，在能滿足地廣人稀區域網路覆蓋的前提下，一步步地降低因網路建設落後而造成的數位落差。至

² Final Acts WRC-23, <https://www.itu.int/pub/R-ACT-WRC.16-2024#gsc.tab=0>

³ ITU WRC-23 的 5G/6G 頻譜關鍵決議之觀察與分析，資策會產業情報研究所 鍾曉君

於中頻段作為 5G 的精華頻段，能同時滿足必要的網路覆蓋與傳輸容量，並支援城市熱區的連網需求。在全球行動通訊系統協會（Group Special Mobile Association, GSMA）的研究中，預計到 2030 年行動通訊若要滿足全球城市公網和企業專網需求，至少需要 2GHz 頻寬的中頻譜。也因此，中頻段頻譜資源的國際協調成為各方關注焦點。另值得關注的是，若進一步衡量不同頻段下帶來的 5G 經濟效益，根據 GSMA 估計，5G 在 2030 年將為全球經濟帶來 9,600 億美元的額外國內生產毛額（Gross Domestic Product, GDP）附加價值；其中，採用中頻段頻譜 5G 的貢獻為 6,100 億美元，相當於總體 5G 效益的 65%。因此，在電信通訊產業的關注下，WRC-23 也慎重地針對本次議程中各個中頻頻段進行探討，並做出決議。而從決議結果可觀察到關於 IMT 所需頻譜資源，多聚焦在 3-10GHz 頻段範圍。



資料來源：GSMA，2024 年 1 月

圖 1-2、WRC-23 IMT 議程決議綜覽

為了擴展行動網路到偏遠地區並增加全球網路的覆蓋面，NTN 的關注度在近年來不斷提高。因此，WRC-23 針對 NTN 通訊⁴開設了新的頻譜。特別是，WRC-23 為部署於高空的行動通訊基地台（High-altitude platform stations as IMT base stations, HIBS）設定了 2GHz 與 2.6GHz 的頻段，並確立了運行準則。HIBS 技術有助於消滅數位差距，並可在災害緊急情況下，藉由其靈活可移動的部署提供網路援助。此外，WRC-23 亦為地面移動基地台（Earth Stations in Motion），用於非同步軌道衛星服務，確定了新的頻率範圍，使得航空載具、火車和其他移動車輛能夠提供高速寬頻服務。在未

⁴ WRC-23 落幕 非地面通訊頻譜規劃成焦點，新通訊元件雜誌 范語瑄

盡議題部分，國際電信聯盟無線電通訊部門(International Telecommunication Union Radiocommunication Sector, ITU-R) 的研究小組將持續研究包括衛星基地台與行動裝置間的直接連接及為低速率非同步軌道衛星通訊系統分配新頻譜和制定規範等多項議題。

整體而言，WRC-23 大會針對 IMT 的相關決議，在 3.5GHz 頻段範圍方面基本上與現階段台灣已競拍使用於 5G 商用網路頻譜相吻合；且針對 4800-4900MHz 頻段，台灣也早已將其作為 5G 專用頻段使用。在 6GHz 頻段部分，如前述，現階段數位發展部已確立在下段的 5945-6425MHz 供無線相容性認證 (Wireless Fidelity, Wi-Fi) 6E 使用；但根據「無線電頻率供應計畫」現階段條文，僅修正增加特定實驗頻率 (6425-7125MHz) 在不干擾合法通信，且須忍受合法通信干擾之條件下供行動通信、免執照低功率無線資訊傳輸設備等低功率射頻器材測試實驗網路之用。

隨著 WRC-23 大會已確定 6425-7125MHz 作為 IMT 頻率之決議，而國內產學研端對 6GHz 上半頻段資源使用方式，考量 6GHz 涉及未來 5G 中頻段頻寬是否足夠，多傾向以發揮最大頻譜使用效益與抬升產業價值前提。而對於 6G 的候選頻段，WRC-23 既然已有雛形，也值得持續關注國際在相關技術上的發展。也因此，國內相關主管機關勢必加速研擬頻譜規劃使用方向，以利台灣電信通訊產業朝 B5G/6G 通訊之發展能儘早進行完善策略布局，加強儲備頻率試驗和試商用探索相關工作，無論在技術研究、產品開發上都能更快地反應本土與國際之需求。

而在 B5G 標準發展部分，3GPP 在 2019 年針對 Release 17⁵初步討論時即首度納入 5G 新無線電 (5G New Radio, 5G NR) 增強的規範性工作以支援非地面網路存取，包含衛星和高空通訊平台 (High Altitude Platform Station, HAPS)⁶，並對物聯網進行支援，為窄頻物聯網 (Narrow Band Internet of Thing, NB-IoT) 和增強機器型通訊 (Enhanced Machine Type Communication, eMTC) 引入衛星支援做好準備。因受到新冠肺炎 (COVID-19) 影響，標準制訂的時程向後推遲，Release 17 相關會議⁷於 2022 年 3 月 18 日成功凍結，並在 2022 年 6 月 10 日公布新版本⁸。

緊接著，3GPP 亦於 2021 年 4 月 27 日之項目協作組 (Project Coordination

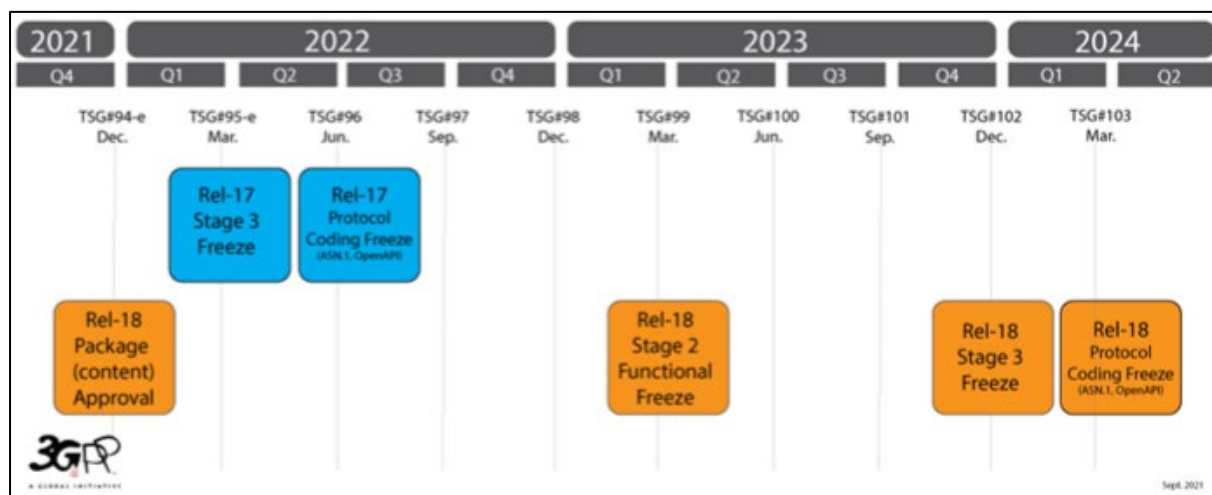
⁵ 3GPP, “5G in Release 17 – strong radio evolution,” <https://www.3gpp.org/news-events/2098-5g-in-release-17-%E2%80%93-strong-radio-evolution> (Latest accessed on Feb.18, 2022.)

⁶ ITU RESOLUTION 165 (WRC-19), Use of the frequency band 21.4-22 GHz by high-altitude platform stations in the fixed service

⁷ 3GPP SA#95 會議, https://www.3gpp.org/ftp/tsg_sa/TSG_SA/TSGS_95E_Electronic_2022_03/Report/, (Latest accessed on Feb.18, 2022.)

⁸ 3GPP, “Release timelines,” <https://www.3gpp.org/specifications/67-releases> (Latest accessed on Feb.18, 2022.)

Group, PCG) 會議上，正式確立 R18 為 5G 演進的第一個版本，且確定其名稱為「5G-Advanced」。依據現行 3GPP 公布之時間表，如圖 1-3 所示，現時 R18 之功能也已於第 94 次 3GPP 技術規範組全體會議⁹完成進行 R18 包裹核准 (Package Approval)，於 2023 年 3 月完成第二階段與第三階段的功能凍結。

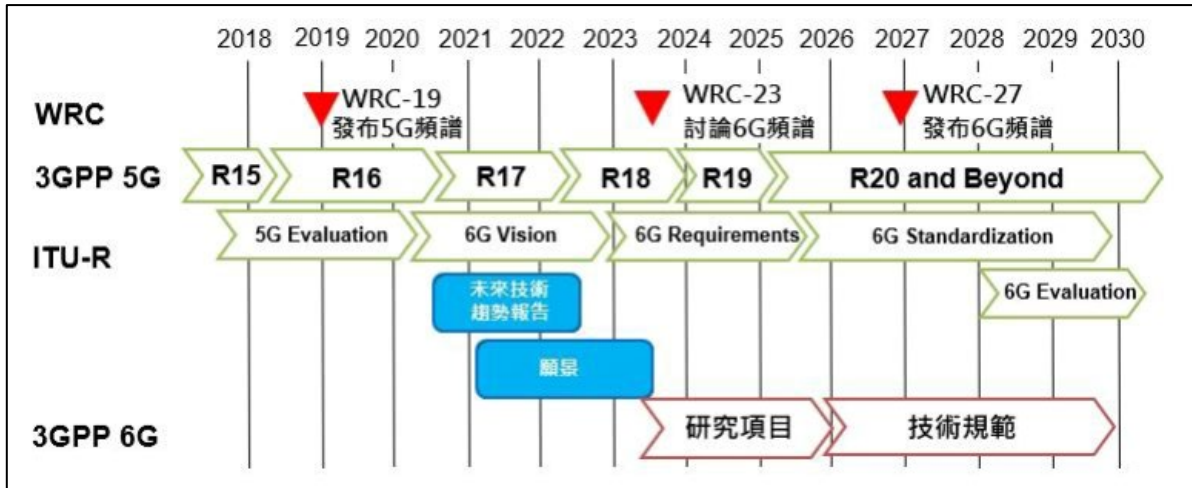


資料來源：3GPP，2023 年 02 月
圖 1-3、3GPP Release 18 工作時間表

5G 已於 2019 年進入商轉，標準制定工作隨著 R18 以及 R19 持續進行，而 6G 標準有可能在 R20 與其後之版本進行討論，並於 2026 年完成首批標準制定研究，如圖 1-4 所示。根據進程推估¹⁰，首批 6G 技術推估將於 2028 年完成標準制定，並於 2029 年先期實現商轉，以促使 6G 服務於 2030 年面市。另一方面，WRC-19 做成 5G 頻譜之配置決議後，緊接著 WRC-23 亦開啟 6G 相關頻譜之研究討論，促使 2027 年全球無線電通訊大會 (WRC-27) 可依據 6G 之標準制定時程，順應完成 6G 頻譜之確定發布。

⁹ 3GPP TSG#94 會議，https://www.3gpp.org/ftp/TSG_RAN/TSG_RAN/TSGR_94e/Report (Latest accessed on Feb.18, 2022.)

¹⁰ 聯發科，「6G 願景白皮書」，<https://www.mediatek.tw/whitepapers>, (Latest accessed on Feb.18, 2022.)



資料來源：3GPP、ITU，2023年06月

圖 1-4、3GPP、ITU 的 6G 工作時間表

而非地面網路部分，5G 世代的衛星通訊已成為熱門議題與關鍵發展標的，且 3GPP 從 R-15 就先聚焦衛星通訊進行研究，並於 R-17 實現了 5G 接取衛星架構研究與標準化，促使產業界在物聯網裝置使用之非地面網路無線通訊技術（Internet of Things - Non Terrestrial Network, IoT-NTN）或新無線電-非地面網路（New Radio - Non Terrestrial Network, NR-NTN）等技術領域積極進行研發。接續的 3GPP R-18、R-19 標準制訂無論是朝向增強 5G 與衛星接取性能邁進或側重智慧終端與物聯網接取能力；抑或是聚焦 NTN for NR/IoT 演進技術邁進，提升 NTN 新服務場景需求之研究。但就現實面而言，雖然衛星直連終端技術之相關測試甚至商用自 2023 年以來持續小有所成，2024 年更可望在全球加速測試落地；但實際上現階段絕大多數並非採用 3GPP 的 5G NTN 標準規格。短期而言，3GPP 5G NTN 標準與已經規模商用的衛星專屬技術仍處於雙軌並進發展之態勢。且即便 5G NTN 技術標準將逐漸確認、問世，但無論在政策監管規範、解決方案和產業成熟度、商用服務定位與模式各方面，仍有諸多挑戰需要克服。也因此，5G NTN 之發展現階段可說是扮演著為 6G NTN 建立基礎的角色。隨著 3GPP 6G 標準時程開始研擬，基於 ITU-R 對 6G NTN 之發展願景，例如借助太空網路「始終保持連接」的能力，融合 NTN 和地面網路（Terrestrial Network, TN），使 6G 成為最具韌性網路；讓 NTN 為陸地通訊技術的替代品或補充，提供行動通訊無法覆蓋地區之連接選項，滿足用戶任何時地之傳輸容量與覆蓋需求；以及提升寬頻網路部署速度，進而減少城市與偏鄉採用新技術的時間差，增加聯網人口數、降低數位落差。各方利益關係人已提前思考 6G NTN

技術之發展方向與應用情境樣貌。

參考歐洲電信標準協會（European Telecommunications Standards Institute, ETSI）於 2024 年 4 月 3-4 日於法國 Sophia Antipolis，協同歐洲太空總署（European Space Agency, ESA）、6G 智慧網路與服務產業協會（6G Smart Networks and Services Industry Association, 6G-IA）、歐盟執委會（European Commission, EC）支持之智慧網路與服務聯合倡議（Smart Networks and Services Joint Undertaking, SNS JU），辦理「非地面網路，6G 的原生元件（Non-Terrestrial Networks, a Native Component of 6G）」研討會¹¹中，在頻譜資源方面分別就對智慧型手機、車用/無人機裝置和低成本物聯網設備實現窄頻/寬頻連接，以及廣域連接至車載/無人機裝置以及大型航空、海洋平台，兩領域的 6G NTN 頻譜需求提出想法¹²。在智慧型手機、車用/無人機裝置和低成本物聯網設備實現窄頻/寬頻連接方面，5G NTN 的衛星通訊頻段主要採用 FR1 頻譜範圍，也就是固定式衛星服務（Fixed Satellite Service, FSS）與衛星行動服務（Mobile Satellite Service, MSS）之 L / S 頻段分配。未來 6G NTN 的頻段需求，將著眼在與 5G-NTN 相同頻段外，增加 FR1 頻段的額外衛星服務頻譜資源之分配。至於廣域連接至車載/無人機裝置以及大型航空、海洋平台的頻譜資源需求，5G NTN 主要採用 10 GHz 以上 Ka 頻段的 FSS 和 MSS 分配，而 6G NTN 所需頻譜資源，除了和 5G-NTN 相同頻段外，還瞄準 Ku 和 Q/V 頻段的額外衛星服務分配。

從頻譜需求觀察，可發現支持在相同授權頻段中運行的 6G NTN 和 5G NTN 之間的有效共存是必須的。也因此，在技術上發展上就呼應前述，需要將 NTN 視為 6G 網路原生元件進行開發。所以，3GPP 進展到 6G 標準也就是 R-21 版本時，必須開始制訂能實現 TN/NTN 之間的深度整合，開發向前相容且統一的無線接取介面。因此，由前述可知各個國際組織與關鍵國家產官學研對 6G-NTN 技術標準發展之共識，便是 6G NTN 無庸置疑地不只是 5G NTN 的演進標的，更將進一步且實際地將現階段 5G NTN 無法以更好的狀態與表現所支援的各種創新應用案例發展成熟，以致於落地商用。因此，地面網路、衛星和太空領域的產官學研之間的廣泛合作至關重要，需確保 NTN 和 TN 社群與生態體系之間的良好合作。

而 6G 發展進程的部份，6G 時代需要更多頻譜無庸置疑，而太赫茲（Terahertz, THz）雖為 6G 發展初期倍受矚目的標的，但能實現良好的覆蓋

¹¹ Conference on “Non-Terrestrial Networks, a Native Component of 6G”, <https://www.etsi.org/events/2306-etsi-ntn-conference>

¹² Vision on Non-Terrestrial Networks in 6G system (or IMT-2030), <https://www.6g-ntn.eu/scientific-publications/>

率，且仍有足夠頻寬容量的厘米波（Centimeter wave, cmWave），也就是 7-15GHz，更被視為 6G 世代的「必要」頻譜資源。此外，國際產學研在面對更多元化的應用場景發展態勢下，有鑑於頻譜資源稀缺，更期望能朝頻譜共享方式，讓 6G 世代的頻譜採用更為彈性，以利應用之發展。有了 5G 發展低頻、中頻與毫米波，甚至於非公眾網路之專頻經驗，國際電信聯盟（International Telecommunication Union, ITU）與各國政府對於 6G 頻譜資源需求與後續整備的態度更為謹慎。雖然初期探索 6G 階段對於次太赫茲（sub-Terahertz, Sub-THz）、THz 頻段所具備的潛力寄予厚望，但不可否認的是，若要使用更高頻段的頻譜，面臨的技術挑戰以及商用可行性越值得謹慎以待。

此外，在 2023 年 2 月 GSMA 發表的「2023 頻譜政策趨勢」內容中，也特別提及 6G 引起新的頻譜資源需求考量。其中包括需要額外的容量和頻率範圍，不侷限於極高頻段，而是從低頻段到極高頻段都有其需求，以支援下世代通訊服務。其中，也受矚目的新頻譜頻段範圍便是 7-24GHz，尤其特別關注 7-15GHz。

因此，產學研各方在持續思考 6G 頻譜資源需求過程中，逐漸將目光聚焦在厘米波，也就是 7-15GHz，甚至將此頻段視為 6G 的新黃金頻段，主因無非是這段頻譜有望在 6G 世代作為新興頻段，能實現良好的覆蓋範圍（包含更有可能穿透建物和其他結構的遮蔽物，從而實現室內覆蓋）與傳輸容量。雖然根據物理定律，7-15GHz 仍無法如 4G/5G 的中低頻頻段傳輸更遠，但其傳輸容量優勢將有利於滿足 6G 世代所擘劃的全息通訊和大規模數位雙生等新應用之發展。

不斷提升之連網需求與頻寬，意味著必須增加通訊基礎建設之數量與品質。在各式通訊技術之發展演進下，目前已經形成有線網路、無線網路、行動網路與衛星網路等各種通訊技術所組成的異質網路整合通訊系統，滿足無所不在的連網需求。IoT 設備的新興大規模連接加速頻譜稀缺危機。根據歐盟的辨識與量化社會經濟數據以支持歐洲 5G 戰略計畫技術報告中評估，若要提供涵蓋醫療、運輸、公共事業等領域之廣泛的連網服務，至少需要 76GHz 的頻譜資源。隨著全球對頻譜的需求遽增，需要更有效的頻譜資源管理方式。

對於無線電頻率資源分配而言，傳統上頻譜資源是通過固定的方式進行分配的。主要分配策略之一是允許用戶獨占其頻段，無論該頻段使用者之系統或裝置是否持續使用，未經許可的用戶不能使用這些頻段。然而在頻率資源稀缺狀況下，固定方式的頻譜資源分配可能導致頻率使用不效率，

造成頻譜的閒置與浪費。

故異質行動網路頻譜共享的需求逐漸成形，要求 4G 與 5G 系統在共享頻譜的前提下，以動態快速分配頻譜的方式提供使用者使用共享頻譜，以便在不同服務的傳輸要求間進行接取技術的轉換，進而提升頻譜使用效能，強化網路的服務品質。依據前述歐盟辨識與量化社會經濟數據以支持歐洲 5G 戰略計畫技術報告指出，若是頻譜資源可達到 100% 共享情形下，則總頻寬需求可從 76GHz 降至 19GHz。而透過人工智慧與大數據的輔助，可有效進行動態頻譜管理 (Dynamic Spectrum Management, DSM)，如時間、頻率、空間及識別訊息等數據，可用於預測頻譜狀態及訓練深度神經網路 (Deep Neural Network, DNN)。在用戶數據交換環境下，可選擇合適的策略，使頻譜效率、能量消耗及干擾水準等可以達到最佳化。

透過機制之設計，亦能促進頻譜的有效使用與管理。如歐盟積極推動頻譜共享政策，目的為促進競爭及提升網路連結性，增加公民與企業數位福祉。歐盟認為可從頻譜集體使用 (Collective Use of Spectrum, CUS) 及授權共享近用 (Licensed Shared Access, LSA) 等兩種監管形式落實頻譜共享。其中 CUS 通常使用於免執照頻譜的共享，主要提供短距離傳輸裝置應用，如無線射頻識別系統 (Radio Frequency Identification, RFID)、汽車短距雷達、Wi-Fi 及超寬頻 (Ultra-wide band, UWB) 等；LSA 則由監管機構確保共享頻譜的近用權，每個用戶皆需個別的執照授權才能近用特定頻段資源。

二、我國頻率資源相關說明文件與政策

根據電信管理法第 52 條第 3 項規定，現行我國頻率資源分配與供應規劃相關說明文件包含中華民國無線電頻率分配表及無線電頻率供應計畫等兩類，由行政院指定機關擬定，邀集相關機關協商訂定，並定期檢討修正。

其中，中華民國無線電頻率分配表為我國頻率規劃及管理，確保頻率和諧有效使用與符合公眾利益的基礎，其制定參考 ITU 之國際頻率分配表及各屆國際無線電大會之決議與建議案，並考量公私部門頻率需求，進行分配表之修正與公告。其內容包含使用說明、無線電波之特性與用途、無線電用途分配表相關說明包含 ITU 區域劃分、名詞解釋等，並劃分 0KHz-275GHz 的頻率用途與備註說明。

無線電頻率供應計畫依照國際頻率規劃趨勢與頻率使用需求，說明我國需申請核配的電信頻率資源，如行動通信、廣播電視及衛星通信等用途之頻率範圍、頻率使用現況、頻率開放說明與未來規劃。該計畫屬實質法規命令性質，作為我國短、中、長期頻率規劃與釋出的主要文件。產學研界均須基於此頻率供應計畫並依照相關法規向數位發展部申請頻率核配使用。

行動通訊頻率部分，已釋出次吉赫 (sub-Gigahertz, Sub-GHz)、中頻與毫米波等區間內數個頻段使用，同時也規劃中、長期將供應之重點頻率供各界掌握相關頻率資源釋出動向，如表 1-1 所示。

表 1-1、我國行動通訊頻段供應現況與規劃

類型	頻段 (MHz)	使用現況	開放說明	未來規劃
既供應	703-748 758-803	供行動寬頻業務使用，執照期限至 2030 年	自 2013 年 12 月起開放使用不指定系統，釋出區塊間干擾問題由業者自行協調解決；本頻段中，794-803MHz 已有現存低功率射頻電機設備(低功率無麥克風)	待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃

類型	頻段 (MHz)	使用現況	開放說明	未來規劃
既供應	885-915 930-960	供行動寬頻業務使用，執照期限至 2030 年	自 2013 年 12 月起開放使用不指定系統，釋出區塊間干擾問題由業者自行協調解決	待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃
既供應	1710-1775 1805-1870	供行動寬頻業務使用，執照期限至 2030 年		
既供應	1920-1980 2110-2170	供行動寬頻業務使用，執照期限至 2033 年	自 2017 年起開放使用不指定系統，釋出區塊間(包含 2013 年釋出之 1800MHz 頻段)干擾問題由業者自行協調解決；得標業者應於事業計畫書載明逐年增加偏遠地區高速基地台建置數量及人口涵蓋率時程計畫，既有業者須優於得標前規劃	待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃
既供應	2500-2690	供行動寬頻業務使用，執照期限至 2033 年	自 2015 年起開放使用不指定系統，釋出區塊間干擾問題由業者自行協調解決；單一區塊內 (2570-2620MHz) 護衛頻段兩端各以 5MHz 為限	待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃
既供應	3300-3570	供行動寬頻業務使用，執照期限至 2040 年	自 2019 年 7 月起開放使用不指定系統，釋出區塊間	待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃

類型	頻段 (MHz)	使用現況	開放說明	未來規劃
			干擾問題由業者自行協調解決；3570-4200MHz 現供衛星固定通信、衛星廣播電視等使用，需與既設電臺和諧共用	
既供應	27900-29500	供行動寬頻業務使用，執照期限至 2040 年	自 2019 年 7 月起開放使用不指定系統，釋出區塊間干擾問題由業者自行協調解決；自 2022 年起與本頻段既有行動寬頻業者完成協議，並經主管機關核准，得供衛星通信使用	待本頻段核配之使用期限屆滿進行後續規劃
短／中期規劃	4700-4800 4900-5000	供公部門中繼微波系統使用	無	與既有使用者協商，進行清移頻規劃
中期規劃	37000-40000	無	無	視國際發展及國內使用需求再作評估規劃
長期規劃	632-652 678-698	無	無	
長期規劃	2300-2390	無	無	
長期規劃	3700-4200	供衛星廣播電視使用	無	試衛星廣播電視頻段核配期限屆滿或與既使用者達成共識，待清移頻作業完成後再

類型	頻段(MHz)	使用現況	開放說明	未來規劃
				評估規劃供行動通訊使用
長期規劃	24250-27000	無	無	視國際發展長及國內使用需求再作評估規劃

資料來源：無線電頻率供應計畫，本研究整理，2024年1月

廣播電視部分，包含 0.5265-1.6065MHz、88-108MHz 等調幅廣播電臺使用頻率，及數位廣播使用的 210-216MHz、219-223MHz；無線電視使用頻段則涵蓋 530-536MHz、542-548MHz、554-560MHz、566-572MHz、578-584MHz 及 590-596MHz 等頻段。前述三種類型用途頻段之使用期限皆為 9 年，屆期可申請換發。

2022 年 3 月公告之無線電頻率供應計畫中，因應國際趨勢，新增衛星通訊使用頻段，初期執照期限為 2 年，後續將視國際趨勢與國內使用需求進行調整與修正，如表 1-2 所示。

表 1-2、我國衛星通訊頻段供應現況

頻段類型	頻段(MHz)	使用現況	開放說明	未來規劃
既供應	10700-12700 13750-14500		自 2022 年起開放，採分階段釋出，第一階段開放電信事業申請同步／非同步衛星固定通信，使用期限為 2 年；既有使用者仍受原執照規範；除固定衛星地球電臺外，另包含航空器與船舶等衛星地	第一階段開放使用期限屆滿前進行後續檢討
既供應	17700-20200 27500-30000	供行動通信、數位微波、衛星固定通信、衛星廣播電視使用		

頻段類型	頻段(MHz)	使用現況	開放說明	未來規劃
			球電臺；非 同步衛星間 應和諧共用 且不得干擾 同步衛星； 27900- 29500MHz 應與既有行 動寬頻業者 協議經主管 機關核配才 可使用	
中期規劃	12750-13250	供衛星廣播 電視使用	無	視 2022 年後 開放之同步/ 非同步衛星固 定通信使用需 求進行後續規 劃
中期規劃	37500-42500 47200-50200 50400-52400	供 固 定 微 波、行動微 波、區域多 點分散式服 務微波、高 速無線傳輸 使用	無	視 同 步 / 非 同 步衛星通信系 統實驗情形進 行後續規劃
中期規劃	71000-76000 81000-86000			

資料來源：無線電頻率供應計畫，本研究整理，2024 年 1 月

三、 112 年計畫執行成果

112 年度「國內頻率資源創新應用調查及研究」案，於產業生態鏈研析部分，共完成六個重大政策下通訊相關應用及驗證計畫研析，包含 5G 人工智慧物聯網（The Artificial Intelligence of Things, AIoT）智慧製造跨場域應用計畫（亞旭電腦股份有限公司，國家發展委員會促進 5G 及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫）、元宇宙之究極奧義-無限列車（高雄捷運股份有限公司，經濟部產業發展署高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新應用補助計畫）、5G 專網結合可移動衛星之數位韌性通訊系統（和碩聯合科技股份有限公司，國家發展委員會促進 5G 及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫）、淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫（華電聯網股份有限公司，交通部）、5G 遠距腹部超音波遙控診療計畫（仁寶電腦股份有限公司、智宏網股份有限公司，數位發展部數位產業署）、5G 智慧影音沉浸式展演計畫（智宏網股份有限公司，經濟部產業發展署）等，涵蓋智慧製造、智慧醫療、智慧交通、非地面網路、智慧展演等應用領域；並依期中審查委員見，加入 2 例電信商企業專網研析，分別為智慧鋼廠及智慧校園相關應用。

國際新應用模式研析部分，完成固定無線接取（Fixed Wireless Access, FWA）、公共安全與救難應變通訊系統（Public Protection and Disaster Relief, PPDR）、車聯網及低軌道衛星通訊之國際案例研析及綜整分析，並研析我國產業生態鏈位置及可能發展架構。

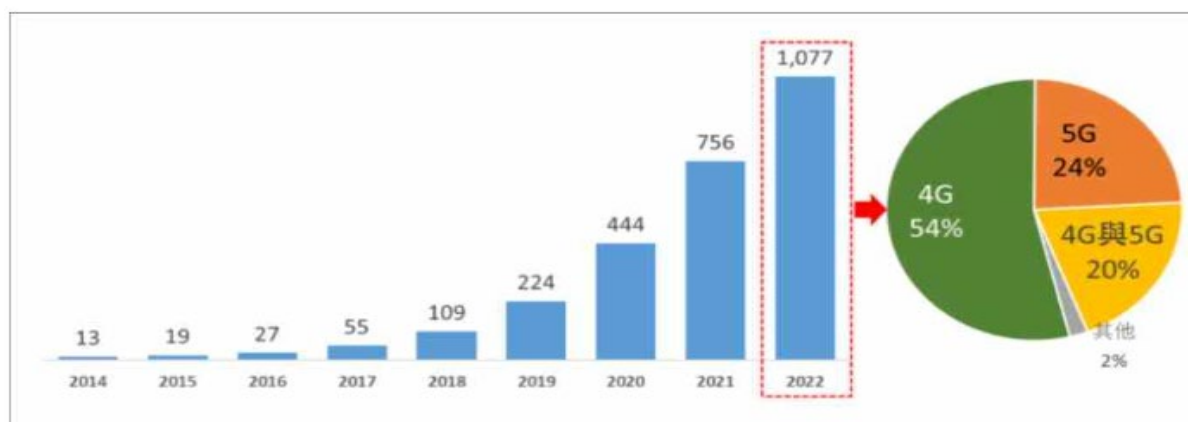
產業訪談部分，完成計完成 6 組計畫（含委託機關及受委辦廠商）之深度訪談，並依期中審查委員意見，增加訪談三大電信營運商（中華電信、台灣大哥大、遠傳電信）及數位電視產業之次世代電視暨智慧應用發展協會，彙整需求並提出協助方案。座談會辦理部分，共完成 5 場次，包含 5G 新應用、數位韌性下的 5G 非地面通訊、國際下世代通訊趨勢、國際 5G 新應用趨勢及頻率資源應用法規修正建議；邀請各議題之相關利害關係者與會，蒐集國內現況及產官學等之意見。

最後綜上研究；研析國際電信資源規劃相關議題，其使用範疇、頻率與運用技術等，並將國際電信資源規劃與國內頻率資源使用既有狀態相比對，找出現有制度或頻率資源供給上有無稀缺、供應不足或潛在難以回應產業市場需求之頻段，並研析相關法規及管理辦法；研提國內資源近用建議方案所需之法規修正建議，並提出我國未來三年期程電信資源政策建議，協助主管機關完善我國電信資源近用政策與法規制度環境，為創新應用建構一個充分提供良好發展契機之基礎環境。

整體而言，透過研析重大政策下各部會通訊相關應用及驗證計畫，訪談頻率使用及創新應用相關產業，盤點國內 5G/B5G 通訊技術、低軌衛星通訊、無線網路技術（如：Wi-Fi、智慧型運輸系統 Intelligent Transportation System, ITS 等）等發展架構及產業生態鏈，調研創新技術應用種類、特性及成熟度等，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，透過深度訪談篩選出具商用化潛力計畫擬提協助方案，促成整體通傳產業新創發展。

根據美國聯邦總務署（General Service Administration, GSA）於 2023 年 2 月份的報告¹³，截至 2022 年底，全球企業專網的部署數量已達 1,077 座，如圖 1-5 所示，較 2021 年的 756 座成長 42.4%，2023 年亦呈現穩定增加的趨勢，顯示全球在企業專網部署上，雖然尚未達到指數成長的幅度，但仍仍是穩健成長未來可期的市場。

在專網採用的技術方面，GSA 的資料顯示，目前全球專網約有 54%採 4G 技術，24%採 5G 技術，20%採 4G 及 5G 技術，全球合計有 44%的專網為 5G 專網；相較 GSA 於 2022 年 2 月的報告，當時全球 656 座專網中，合計有 38%的專網為 5G 專網，顯示在過去一年，5G 專網的占比呈現小幅提升的趨勢。



資料來源：GSA，本研究整理，2024 年 1 月
圖 1-5、全球專網部署數量

隨各國專用頻譜陸續釋出，數位發展部也在 2023 年 6 月 1 日正式公告行動寬頻專用電信網路設置使用管理辦法，明訂申請者資格、使用場域、審查審驗方式、每年頻率使用費計算方式，並於 6 月 5 日起開放受理企業申請，台灣將正式邁入 5G 專頻專網時代；系統整合及網路服務商可直接參與 5G 專網市場，向場域業者提供總體解決方案，同時雲端大廠也可藉既有

¹³ Private Mobile Networks - Private-Mobile-Networks February-2023 Summary Report, <https://gsacom.com/paper/private-mobile-networks-february-2023-summary-report/>

之雲端和行動邊緣運算 (Multi-access edge computing, MEC) 選擇合作夥伴切入此市場。隨系統整合及網路服務商之企業規模、所在位置之不同，各業者亦採取不同之市場切入策略，並建立所需之合作關係，以強化本身 5G 專網解決方案之服務能量。

5G 專網建置過程中，除涉及專網設備如核心網路 (Core)、無線接取設備 (Radio Access Network, RAN) 的部署外，部署前的網路規劃、部署過程中的系統整合、及部署後的維運管理等服務面向，亦是 5G 專網從無到有的關鍵環節之一，提供端到端專網解決方案之設備業者或專網系統整合業者，已多將相關服務管理納入其方案中，以降低場域業者在部署上的負擔。

台灣目前已有數家系統整合商及有線電視業者參與專網建置，藉由重大政策下各部會對於頻率應用場域驗證補助案，累積服務經驗與應用案例，促成現今專頻專網辦法正式上路後的銷售能量。觀測近年 5G 專網及各頻率應用場域實證經驗，如何降低導入成本、開發應用場景、說明導入效益，仍是場域業者是否願意部署專網之重點。而系統整合及網路服務商做為與場域業者密切接觸之服務供應商，如何經營彼此合作關係，預期也將是關鍵之一。

是以，本計畫 112 年度執行成果，調研國內 5G/B5G (O-RAN、NTN) 架構及產業生態鏈及生態鏈位置，包含電信營運商、電信設備商、應用服務業者及系統整合商等，觀測以下趨勢：

● 電信營運商透過跨域結盟，強化自有專網解決方案能量

過往在專網市場，多局限於電信營運商及系統整合業者協助專網客戶之網路部署、維運；但隨著 5G 專網架構及應用的多元性，搭配開放式架構 (如 5G O-RAN) 及相關軟硬體技術的發展，雲端服務平臺業者和網通設備供應商也有加入市場的機會。

無論是電信營運商或系統整合業者，對於如何拓展 5G 專網市場，扮演好合作夥伴間的協調者角色、促進應用發展的討論，皆是不可或缺的作為。特別是 5G 應用與場域業者的需求之間，存在著互為因果的關係，如何讓應用與需求更為具體的浮現便成為重點之一。隨著對場域端熟悉度的增加，未來有望在營運商及系統整合業者上看到更多的進展。

● 電信設備商焦點著墨於專網部署效益與部署彈性

過去行動網路設備依賴大廠提供專賣的軟硬體，運營商的設備採購與可提供的服務均需仰賴設備商，導致無法為客戶提供彈性/快速、客製、差異化的服務。5G 技術因具備可客製化專用網路的特性，如 O-RAN 系統架

構即是開放介面、開放軟/硬體讓硬體設備容易採購與升級，並藉由軟體創作，快速部署應用服務、滿足不同客戶需求，增加營收項目。就好比在 iOS 或 Android 開放平台上所締造的豐富產業鏈、創造的新應用，消費者可選購各家製造的手機，可安裝各種的應用程式。

同時，在各領域專網應用中，為了讓用戶能掌握跨域異質資源之運行品質與狀態，透過網路管理系統定期監控基站網路及終端裝置的流量使用狀況，進而搭配人工智慧（Artificial Intelligence, AI）演算法將終端裝置重新導向至特定基站等設計，提供更彈性化的網路部署及更高的服務品質。

- **應用服務業者整合自家服務及異質網路管理平台，對應多元場景需求**

5G 專網為獨立運作的網路型態，能提供企業於特定區域內專用，與公用網路隔離，無需共享網路資源且免受外界干擾，更可針對企業不同場域應用需求，量身打造適切的 5G 專網，助企業進行數位轉型。

- **系統整合商鎖定特定領域，推出垂直應用服務**

應用案例需要投入資源開發，如何刺激有意義的應用及擴大採用範圍，將是建立完整產業生態系的關鍵之一。對系統整合業者來說，目前在 5G 專網上尚未出現殺手級應用，這也影響場域業者對於導入 5G 專網之意願。除針對各應用領域推出更多元垂直應用服務以外，系統整合商搭配網通設備商多元設備樣態，推出攜式 5G 專網，藉降低部署成本、可快速完成布建等誘因，刺激場域業者先嘗試導入，再摸索可能之應用，亦成為另一種市場開拓方式。此外，相對於電信營運商之 5G 專網，系統整合業者所推動之 5G 專網解決方案預期將更著重於專頻專網；2023 年正式上路之 5G 專網管理辦法，將有利於場域業者申請專用頻譜進行 5G 應用，而不需侷限於頻譜使用許可時間相對較短的實驗頻譜辦法。對系統整合商來說，也期待可藉此進一步降低場域業者對申設 5G 專網之顧慮。

自 2020 年國際行動通訊 IMT 之 IMT-2020 全球 5G 標準於 ITU 國際電信聯盟底定，國際產業組織便在此基礎下，接著研發 B5G 行動通訊技術，期盼迎接在 2030 年到來的 6G 各式新興應用。台灣產業，以輸出半導體、零組件與相關技術為主，居於全球資通訊產業之基礎供應鏈地位上，也將持續追隨國際發展情勢，利用自身產業與技術優勢，協助促進全球 6G 通訊產業發展。

概觀下世代 B5G 全球無線電之發展，以行動通訊於地面與非地面之應用發展為主，WRC 世界無線電通信大會更是積極討論拓展各式相關之頻譜

議題，以期在促進公平合理有效率使用頻譜資源之條件下，和諧穩定的拓展全球無線電系統與服務 ITU-R 也接受 WRC-19 委託，於 2023 年初完成相關的頻譜研究與建議，以其作為修訂國際無線電規則 (Radio Regulations, RR) 之討論參考。而預計於 2023 年底召開的 WRC-23 大會上將基於 ITU-R 之研究，進一步討論協議各項涉及行動通訊的頻譜配置與使用。

經由對國際間各單位為 WRC-23 頻譜決議發展所進行之準備，不難窺見下世代行動通訊系統將朝向資料更快速，應用更多元，涵蓋更寬廣的發展方向進行。IMT 國際行動電信除了將在 WRC-23 取得更大量與更多樣的頻譜資源外，也將透過持續的營運與服務的創新，繼續將 B5G 行動通訊服務拓展至更寬廣的陸、海、空區域。建議持續關注 IMT 國際行動電信於各頻段之議題發展、高空行動基地台 HIBS 之議題發展，以及 WRC-23 之討論與決議，以作為後續資源近用建議方案之依據，並供無線電通訊產業發展參考。

第三節 研究方法

依據上述研究範圍與重點方向，為推進我國 5G O-RAN、非地面網路與車聯網等頻率資源應用能夠接軌國際，藉以加速國內應用服務落地與產業發展，相關電信資源整備與供應時須以宏觀視野進行完整探討與妥適因應。

對此，本計畫以下列三個重點方向開展研究，如圖 1-6 所示：

國內頻率資源創新應用調查及研究		
分項一	分項二	分項三
國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談 <ul style="list-style-type: none"> 調查整理重大政策(前瞻計畫/亞洲-矽谷計畫/科發基金計畫)中，涉及頻率資源創新應用之計畫名稱、委託機關、受委辦廠商 前揭計畫之目標、使用頻率資源之無線通訊技術、軟體整合之方式；目前進程、完成時程、後續應用規劃 調研各部會頻率資源創新應用計畫受委辦廠商之研發重點及主要功能之合作廠商 調研5G/B5G(含O-RAN、非地面通訊及車聯網等)發展架構及產業生態鏈，調查國內自主研發之項目及生態鏈位置 篩選具商用化潛力之計畫，進行至少 10 組之委託機關及受委辦廠商之深度訪談，並詢問頻率需求及使用時程 整理訪談紀錄，整理技術應用之種類、流程及產出，研析國內廠商之可能參與項目，了解廠商於頻率資源創新應用之需求與障礙，並提出協助方案 透過協助方案完成至少2間具商用化潛力廠商之問題解決 	國際頻率資源創新應用法制趨勢研析 <ul style="list-style-type: none"> 蒐整重要國家或國際組織之頻率資源創新應用核配及管理法制政策，以及國內相關主管機關之法令措施 調研頻率資源創新應用(如：O-RAN(Open Radio Access Network)、物聯網(含車聯網)、NTN(Non-Terrestrial Network)等)國內潛在之環境或法規障礙 擇定至少五個重要國家或國際組織，調研其頻率資源創新應用(如：O-RAN、物聯網(含車聯網)及NTN 等)於進入商用階段之電信資源和法制發展現況，並比較其與我國法制或管理機制之差異 	座談會辦理及資源近用建議方案 <ul style="list-style-type: none"> 參酌國際發展經驗及前揭蒐集資料，辦理頻譜創新應用相關研習或座談活動至少5場次，邀請議題之相關利害關係者與會，蒐集國內現況及產官學等意見(並注意參與者之性別均衡) 完成我國頻率資源創新應用核配或管理法制修正方向建議 提出至少3年期程之進度規劃表

資料來源：本研究整理，2024 年 1 月

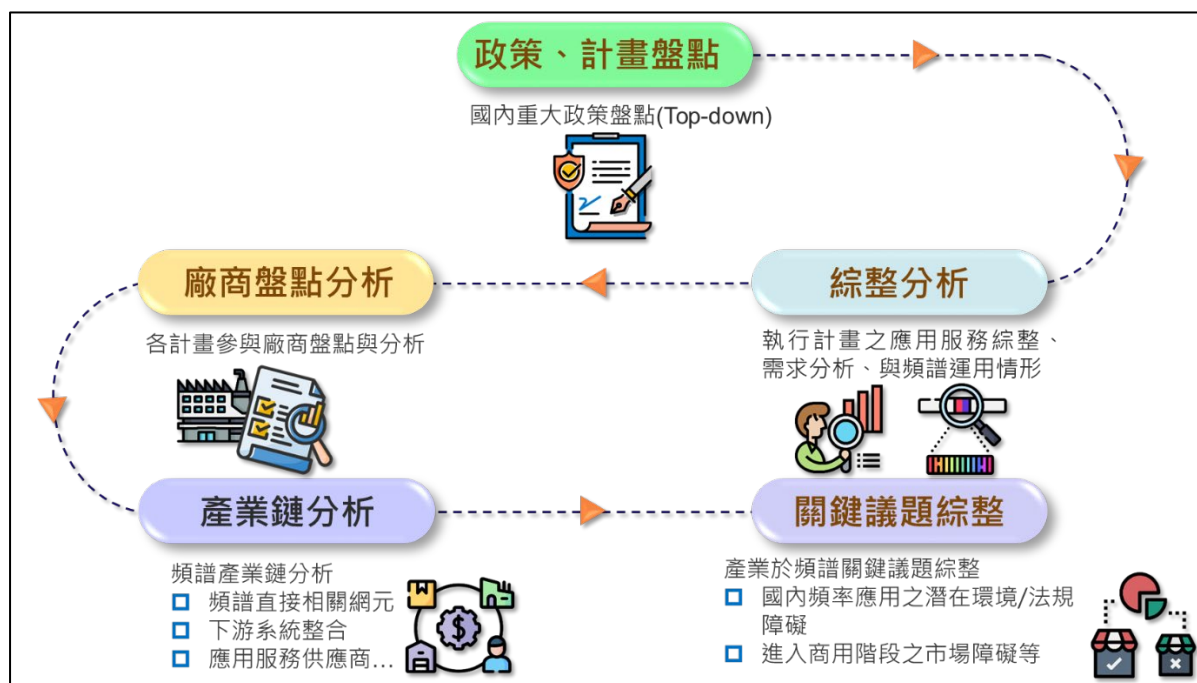
圖 1-6、國內頻率資源創新應用調查及研究

一、 分項一：國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談

參酌過往重大政策(如:前瞻計畫、亞洲·矽谷計畫、科發基金計畫)中，涉及頻率資源創新應用之計畫內容，據以作為後續國內頻譜資源研究之規劃基準。同時調查研析 5G/B5G/6G 通訊技術、非地面網路(如：低軌衛星通訊、HAPS 等)、物聯網(如：車聯網)之架構及產業生態鏈，積極瞭解國內自主研發之項目及生態鏈位置，如圖 1-7 所示。

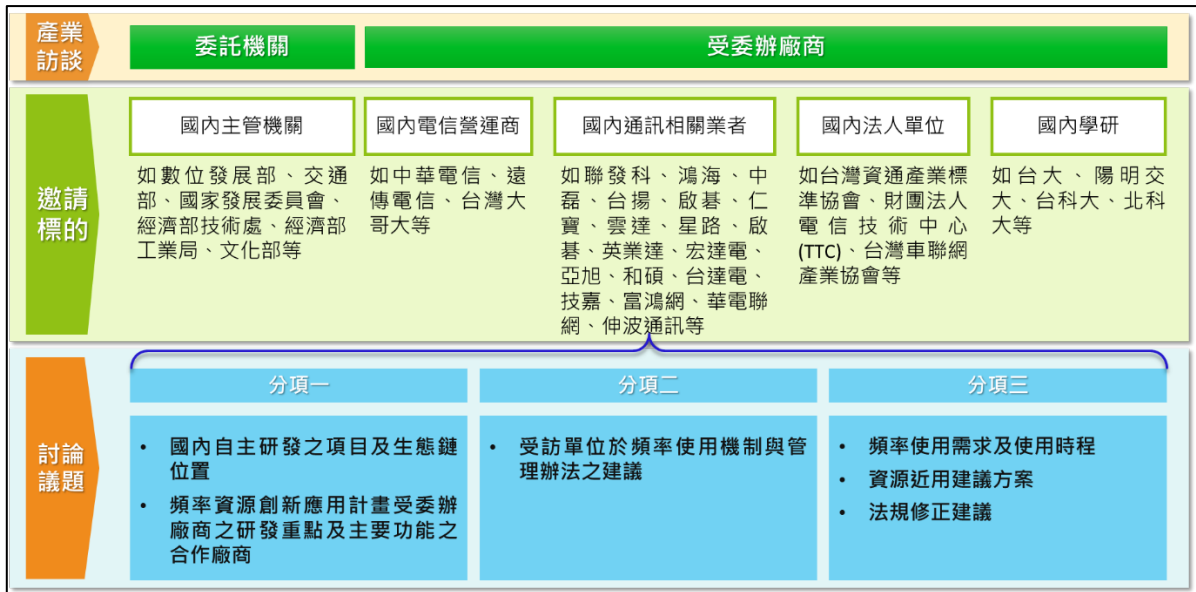
透過研析重大政策下各部會通訊相關應用及驗證計畫，訪談頻率使用及創新應用相關產業，盤點國內 5G/B5G/6G 通訊技術、非地面網路(如：低軌衛星通訊、HAPS 等)、物聯網(如：車聯網、智慧家庭聯網標準 Matter 等)等發展架構及產業生態鏈，調研創新技術應用種類、特性及成熟度等，蒐整國內創新應用之頻譜資源使用現況並評估短中期使用需求，透過深度訪談篩選出具商用化潛力計畫擬提協助方案，促成國內整體通傳產業創新發展。

最後，藉由上述盤點研析之成果，於其中篩選具商用化潛力之廠商進行深度訪談，並與廠商及委辦方進行頻譜需求及相關時程規劃之訪談擬定協助方案，以推動前瞻頻率資源規劃及管理，有效精進運用頻率資源。並依產業及應用需求，作為研擬我國頻譜創新應用推動策略之依據，如圖 1-8 所示。



資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

圖 1-7、國內頻率資源創新應用生態鏈研析研究方法



資料來源：本研究整理，2024年3月

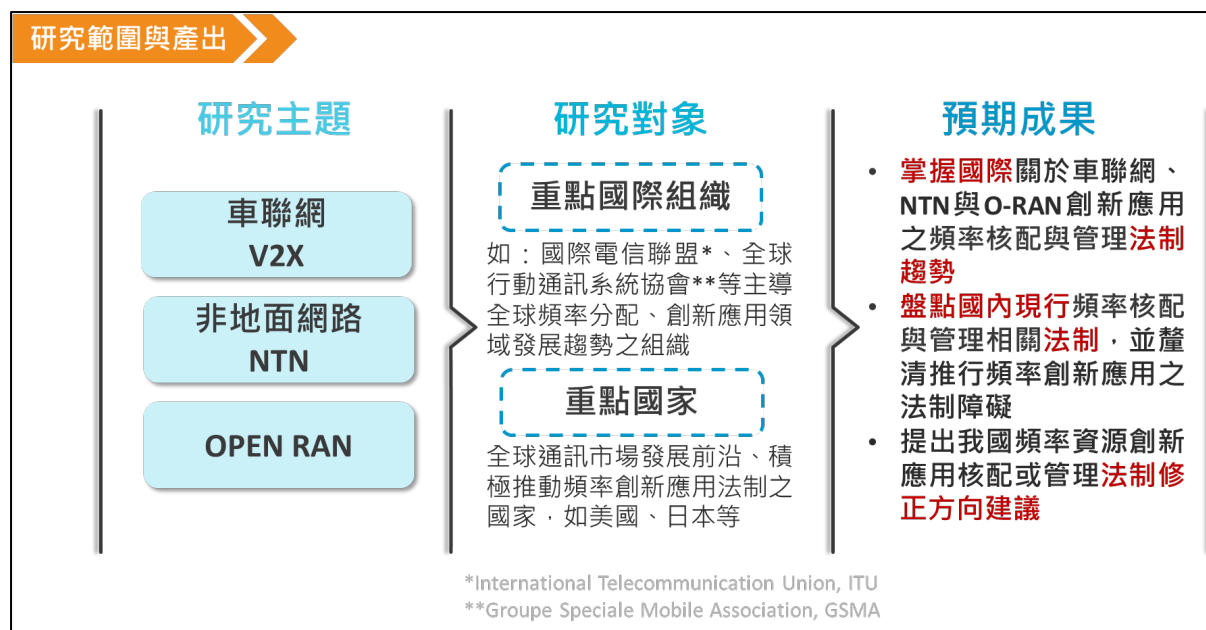
圖 1-8、國內頻率資源創新應用產業訪談研規劃

二、 分項二：國際頻率資源創新應用法制趨勢研析

5G 商轉之際，國際主要國家、學研機構、資通訊大廠等已著手 B5G 甚至 6G 技術應用領域之研究，擘劃下個十年 5G/B5G/6G 世代的通訊技術支援多元化創新應用場景。

為支應未來多元應用情境，可預期 5G/B5G/6G 世代之通訊將更趨智慧化，且支援多功能通訊，達成陸地、海洋、天空，甚至太空之完整廣域通訊覆蓋，故除採用衛星，亦包含熱氣球、HAPS 等通訊載體。藉由提供無所不在的智慧連網技術，刺激各式各樣垂直應用發展、促進社經產業的數位轉型。

同時，5G/B5G/6G 世代通訊技術下的多元應用情境之通訊流量，需要大量頻寬與彈性配置來支持，將需要更有效的頻譜資源分配與利用。本研究聚焦近年備受國際矚目的頻率資源創新應用—5G O-RAN、NTN 及車聯網，將擇定至少五個重要國家或國際組織，研析相關政策法制趨勢，做為我國頻率資源創新應用政策法制擬訂之參考，如圖 1-9 所示。



資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

圖 1-9、法制議題研析範圍及產出

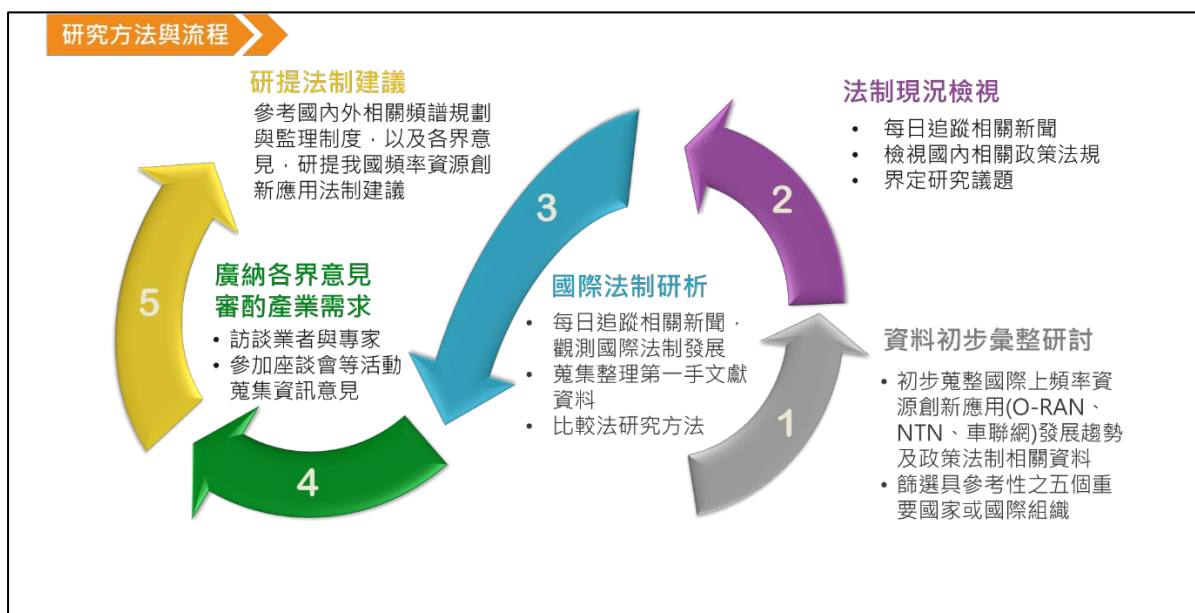
本研究之法制議題研析方法及流程如圖 1-10 所示，首先初步觀測蒐集國際上頻率資源創新應用發展趨勢及政策法制文件，評估其參考性並擇定至少五個重要國家或國際組織。再者，本研究將檢視國內法制現況，並進一步蒐集、整理並研析前述擇定之國家或國際組織相關規定與實務運作現

況，分析國際頻率資源創新應用法制趨勢。本研究將蒐整的文獻資料來源可能包含各國政府單位的法令規範、政策文件、工商業界研究、文件紀錄資料庫、企業組織資料、圖書館中的書籍、論文與期刊、報章新聞等。最後，本研究於必要時，將透過比較分析法探究前述擇定之國家或國際組織之頻率資源創新應用與政策法制發展差異之可能原因，並配合產業訪談及座談會蒐集之意見內容回饋，以作為形塑第三分項之我國相關頻率資源與法制政策建議的基礎。

初步羅列工作項目如下：

- 蒐整重要國家或國際組織之頻率資源創新應用核配及管理法制政策，以及國內相關主管機關之法令措施
- 調研頻率資源創新應用（如：O-RAN、物聯網（含車聯網）、NTN 等）國內潛在之環境或法規障礙

擇定至少五個重要國家或國際組織，調研其頻率資源創新應用（如：O-RAN、物聯網（含車聯網）及 NTN 等）於進入商用階段之電信資源和法制發展現況，並比較其與我國法制或管理機制之差異



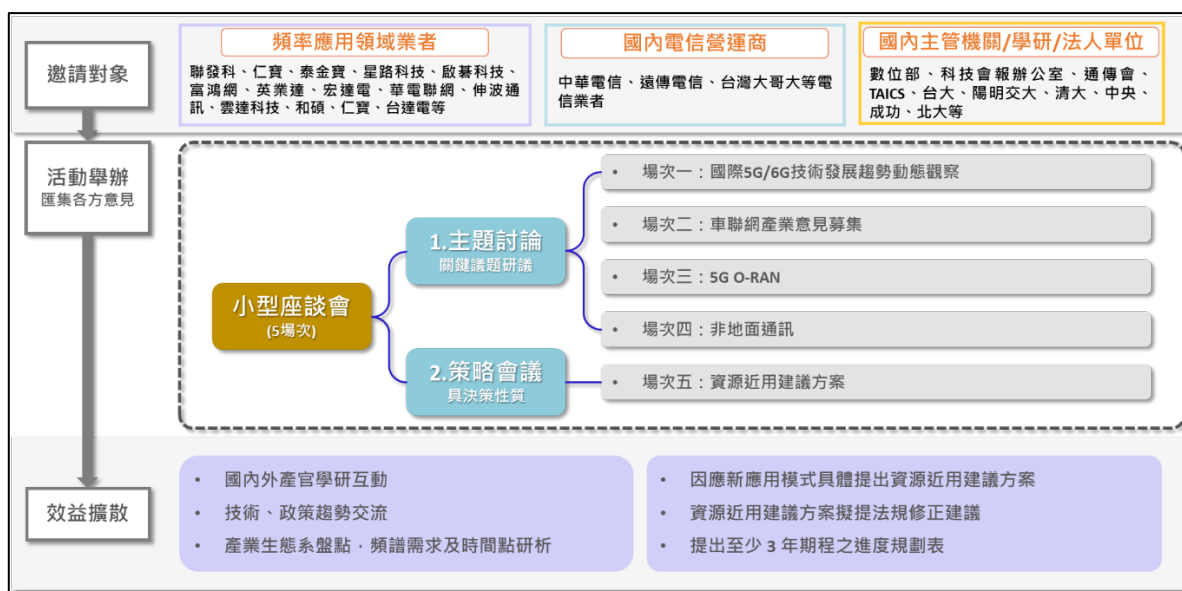
資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

圖 1-10、法制議題研析方法及流程

三、 分項三：座談會辦理及資源近用建議方案

座談會辦理的目的，在於針對兩大議題「國內頻率資源創新應用及產業生態鏈研析」、「國際頻率資源創新應用法制趨勢研析」等前述工作項目，公開諮詢產官學研的意見，以作為台灣頻率規劃參考，加速台灣頻譜創新應用落地發展。其次，呈現研究成果之完整結論，並分享國內外頻率資源創新應用動態，及計畫研究之成果。第三，希望藉此補充文獻探討遺漏的重點，並掌握各面向利害關係人目前關注之議題動態調整聚焦重點。

座談會辦理規劃如圖 1-11 所示，擬針對關鍵議題，如 5G O-RAN、非地面網路、車聯網焦點技術、新興無線通訊服務與應用項目等及我國發展方向；併同從各國新興技術與垂直應用之頻譜需求、創新應用頻譜資源規劃和供應、與頻譜整備作法，進行深度討論與分析。最後，參酌國際經驗與我國情勢，提出我國 5G/B5G/6G 相關頻譜規劃政策建議及資源近用方案。5 場次議題規劃包含創新應用研習之產業資訊分享一場次（如：國際 5G/6G 技術發展趨勢動態觀察）；3 場次領域型主題（車聯網、5G O-RAN、非地面網路等），邀請標竿型廠商或主辦單位代表，以圓桌論壇方式進行意見交流。第 5 場次以完成期末重要成果為前提，進行法規調適議題及 3 年期程之進度規劃之意見交流。



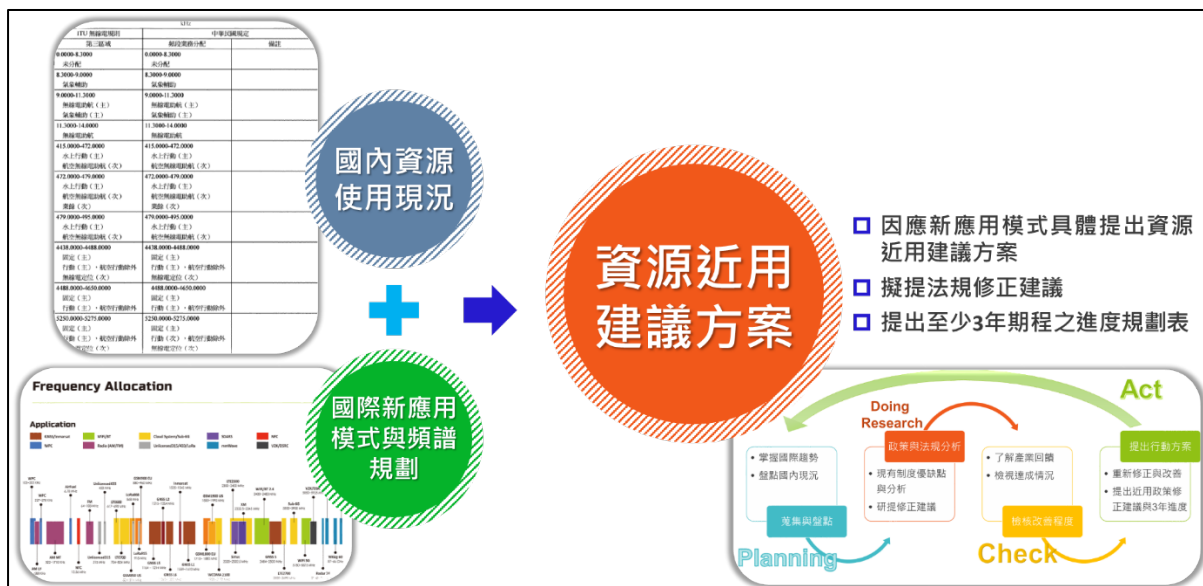
資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

圖 1-11、座談會辦理規劃

資源近用建議方案執行方法如圖 1-12 所示，藉由前揭分項之研究成果，從國內產業鏈生態體系對電信資源之需求，以及國際間創新應用案例之分

析與評估，蒐集與盤點初步成果後，分析現有電信資源近用制度與法規之優缺點及可能對創新應用造成之限制，研提初步解決方案與政策建議，再透過重大政策計畫訪談及 5 場次座談會進行意見蒐集方式，了解各界對於精進我國資源近用之看法後，完善本計畫提出之近用建議方案修正建議。其後，再透過了解產業回饋等作法，檢視建議方案是否可能達成原先設定目標，再進行重新修正與改善建議，包含資源近用建議方案與法規修正建議，並提出至少 3 年期程之進度規劃表。

資源近用建議方案、擬提法規修正建議，及至少 3 年期程之進度規劃表之研究流程與方法，主要依循國際間制度管理上常採用之 PDCA 循環，包含四大概念：計畫（Plan）、執行（Do）、檢核（Check）與行動（Act）等，以此精進我國電信資源近用政策與法規制度。



第二章 國內頻率資源創新應用生態鏈研析及產業訪談

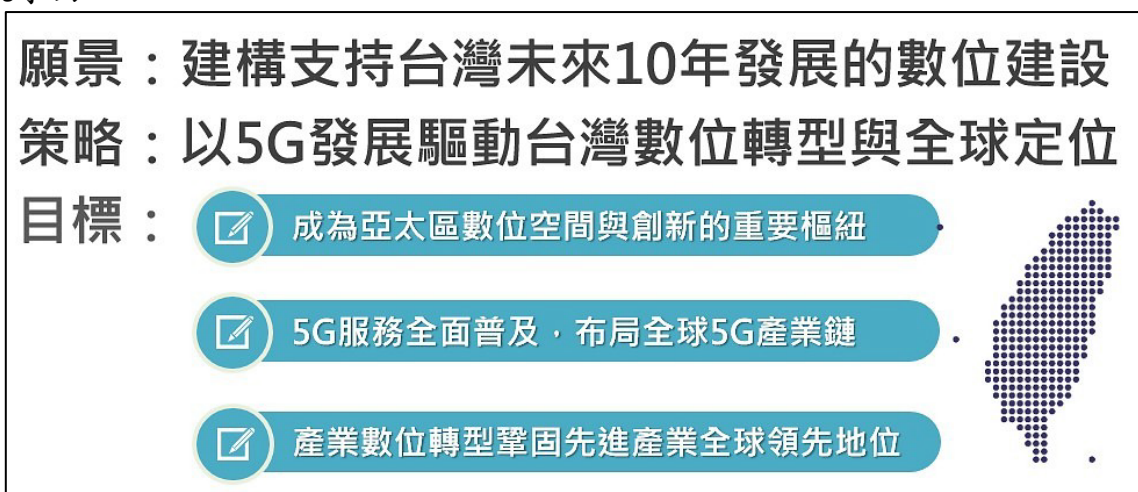
行政院自 2019 年起開始執行統合科發基金計畫、新興科技計畫、前瞻基礎建設計畫、及部會計畫等資源積極推動建構 5G 應用與產業創新環境、並加速推動我國的 5G 技術與產業發展，精進我國在全球 5G 產業鏈之關鍵價值。是以，擬定「推動 5G 垂直應用場域實證」、「建構 5G 創新應用發展環境」、「完備 5G 技術核心及資安防護能量」、「規劃釋出符合整體利益之 5G 頻譜」、及「調整法規以創造 5G 發展有利環境」等五大主軸，協調各部會研議發展目標與具體推動措施。

第一節 重大政策中，涉及頻率資源創新應用之計畫

參酌過往重大政策中，涉及頻率資源創新應用之計畫內容，據以作為後續國內頻譜資源研究之規劃基準。依據本次計畫研究重點 5G O-RAN、車聯網與非地面網路等頻率資源應用項目，初步整理相關計畫如下：

一、 前瞻基礎建設計畫

「前瞻基礎建設計畫」數位建設部分（如圖 2-1 所示），前 4 年（2017 至 2020 年）後，因應後疫情時代，人們生活習慣將大幅改變，全球產業鏈也將重新定位，同時，零接觸經濟也加速產業的數位轉型，擴大國家數位基礎建設需求，後續 5 年（2021-2025 年）以「建構支持台灣未來 10 年發展的數位建設」為願景，以「5G 發展驅動台灣數位轉型與全球定位」為策略，推動 11 大主軸，54 項重點建設項目，協助「六大核心戰略產業」發展，發展「智慧國家」的基石，加速台灣數位轉型，累積後疫情時代的國家數位競爭力。



資料來源：國家發展委員會、本研究整理，2024 年 1 月

圖 2-1、前瞻計畫 2.0 推動重點

為因應數位經濟之到來，有必要在寬頻網路建設加強投資，一方面確保產業發展之需求，一方面確保民眾的網路公民權因此特別著重城鄉網路落差的縫合，數位內容的發展以及數位學習環境的整備。推動資安基礎建設提供網路安心服務，完備數位包容保障寬頻人權，發展數位文創普及高畫質服務，建構開放政府及智慧城鄉服務，建設下世代科研與智慧學習環境，強化數位基礎建設環境，產業數位轉型，數位人才淬煉，5G 基礎公共建設，縮短 5G 偏鄉數位落差及推廣數位公益服務。

為加速推動超寬頻網路社會相關基磐建設，針對普及 5G 寬頻服務「助弱平權、5G 遍地、山區偏鄉無落差」、民生公共物聯網「民眾安居好生活-智慧空港、智慧海港、智慧鐵路、智慧公路」、普及智慧城鄉生活「企業賦能計畫-中央提供資源 X 地方開放場域 X 產業淬鍊服務」、以 5G O-RAN 為主題之創新應用服務「亞洲 矽谷 5G 創新應用計畫」、網路建設「基礎通訊整備計畫-基礎建設、臺灣光纜通道、頻譜管理、防災救護、強化通訊安全及韌性」等各主軸進行建設推動，同時深耕 5G 自主技術，建立新世代寬頻通訊完整產業鏈。以期人人能普遍使用智慧服務並享有數位創新學習環境來改善整體生活品質，同時帶動數位文創產業商機。

二、經濟部產業技術司「A+企業創新研發淬鍊計畫」

經濟部產業技術司自 1997 年起推動業界科專計畫，提供業界研發補助等投入研發創新之誘因，提高企業投入技術研發之意願、強化企業科技創新應用能力。為符合國際創新政策趨勢，引導業者投入具潛力的前瞻產業技術開發，並鼓勵進行跨領域整合，以完備我國產業生態發展，推動「A+企業創新研發淬鍊計畫」，補助企業投入創新研發業務。依據「經濟部協助產業創新活動補助及輔導辦法」，推動前瞻技術研發計畫，誘發企業投入高階先進技術開發，促使我國產生領導型技術、或能大幅提升我國產業之附加價值與國際市場競爭力，並鼓勵在研發過程中積極配合淨零碳排趨勢，亦應同時考量節能與減碳，以達成永續發展之願景。

本研究盤點計畫補助範圍中涉及頻率資源創新應用之計畫，多為 5G 通訊技術相關之研發，並整理 2018 年至今之計畫列表如表 2-1：

表 2-1、經濟部產業技術司「A+企業創新研發淬鍊計畫」2018-2024 年核定計畫中涉及頻率使用之名單

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
1	低碳 5G 智慧製 造高性能金屬 締結件生產研 發計畫	鉍昇實業、佳 研智聯、誼卡 科技顧問、台 灣基礎開發 科技	130,806	181,194	312,000	2024/04
2	B5G/6G 節能 多功可重置智 慧反射面板開 發計畫	円通科技股 份有限公司	12,076	18,114	30,190	2023/11
3	可信賴 5G 共享 網路開發計畫 (Trustworthy 5G shared network)	瑞祺電通股 份有限公司、 邊信聯科技 股份有限公 司	6,500	10,700	17,200	2023/10
4	高雄元宇宙創 新服務應用暨 5G AIoT 生態 系技術整合實 證計畫	宏達國際電 子	65,560	98,340	163,900	2022/11
5	5G 專網及室內 外 Wi-Fi6 之技 術整合計畫	亞旭電腦股 份有限公司	30,500	56,500	87,000	2022/10

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
6	亞灣5G智慧園區應用淬鍊計畫	仁寶電腦工業、思納捷科技、日辰資訊	80,000	220,000	300,000	2022/06
7	B5G O-RAN E2E 專網系統開發計畫	和碩聯合科技股份有限公司	124,000	286,632	410,632	2021/07
8	5G專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用計畫	仁寶電腦工業股份有限公司、愛卡拉互動媒體股份有限公司、獨角獸娛樂股份有限公司	100,000	199,000	299,000	2020/12
9	5GAi 智慧巡檢共用平台技術開發計畫	國眾電腦股份有限公司、公元資訊股份有限公司、新科際整合有限公司	38,000	62,000	100,000	2020/12
10	建構新世代全球5G通訊與擴增實境個人化行動裝置暨社群電子商務平台	未來市股份有限公司	208,000	442,000	650,000	2018/06
11	配合5G通訊之新世代機器人作業系統用於未來工廠研發計畫	凌華科技股份有限公司、友嘉實業股份有限公司	73,254	83,314	156,568	2018/04
總金額			868,696	1,657,794	2,526,490	

資料來源：經濟部產業技術司、本研究整理，2024年1月

三、 國家發展委員會「亞洲·矽谷 2.0/3.0 推動計畫」

「亞洲·矽谷 2.0」部分，2021-2024 年以「打造台灣成為亞洲數位創新的關鍵力量」為願景，除加速人工智慧物聯網 AIoT 關鍵技術研發外，更推動國產化 5G 開放網路，強化整合 5G、人工智慧 AI 數位科技應用，以及促成智慧城鄉跨域合作。

針對國產化 5G 開放網路之推動，計畫建置 5G 開放網路驗測實驗室，以強化檢測能量及提升服務品質，達到設備互通性驗證，並加速業者 5G 設備取得國際認證，於桃園青埔成立亞洲第一個國際 O-RAN 聯盟認證的開放測試與整合中心（Open Testing and Integration Centre, OTIC），已有 16 家業者參與驗測，爭取全球商機。同時提出端到端（End-To-End, E2E）測試高可靠度解決方案，提供包含網元互通性測試、效能及壓力測試及資安檢測等實驗室檢測，以及效能測試、壓力測試、穩定性測試、資安評估檢測等實網測試，以提高 5G 開放網路的安全性，並於桃園、台南及高雄等地進行垂直應用發展的場域實證。

在強化 5G、AI 數位科技應用方面，國家發展委員會配合行政院核定之「亞洲·矽谷-5G 創新應用計畫」規劃，為整合 5G 智慧城市發展之相關需求，依據 5G 科技特性，善用台灣高科技產業優勢，於國內場域導入 5G 及 AIoT 技術，發展 5G 開放網路實證場域智慧化創新服務。期望完備 5G 應用示範基礎環境，形成可複製擴散之應用模式，並建構 5G 開放網路生態系及國產化自主產業鏈，打造安全可靠之示範性 5G 開放網路。同時，為促進 5G、AIoT 等技術之整合運用，國家發展委員會自 2021 年 5 月推動「促進 5G 及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫」，結合在地場域進行應用服務與商業模式概念驗證，以發展智慧城鄉 2.0 之 5G 創新應用，加速業者投入智慧健康、智慧製造、智慧展演等相關領域，進而帶動國內 5G 垂直應用系統需求，提升我國 5G 產業技術自主能力與加速國產化腳步。

隨著疫情改變生活樣貌、工作模式，為全球經濟、產業與社會帶來不可逆的變化，加速 5G、AIoT 等創新應用的需求，促使民眾力行新生活模式、產業推展新商業模式，「促進 5G 及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫」以 5G 智慧城鄉推動經驗與前期成果為基礎，本於台灣科技島理念，鼓勵國內資通訊產業深化在 5G 及 AIoT 應用推動與擴散，除對現有生活面改善與未來新生活型態提出創新應用服務，同時對於國內產業在數位轉型提供產業創新動能。

2021-2022 年推動 25 家業者發展 17 項智慧服務（如圖 2-2 所示），涵蓋智慧治理、農業、交通、健康、教育 5 大領域。同時推動 5G 開放網路為

核心之智慧城鄉應用，推動 9 案 5G 智慧城鄉在地場域試煉。

		
<p>AI數據分析打造跨區環境督察</p>	<p>AI病媒蚊辨識標定防疫熱區</p>	<p>無人機偏鄉後勤補給</p>
<ul style="list-style-type: none"> •即時、跨縣市偵測 4 項空氣汙染 (工廠、廢棄物、畜牧業、燃燒濃煙) •涵蓋6縣市：基隆、桃園、雲林、嘉縣、屏東、花蓮 •輸出規劃：韓、馬、泰 	<ul style="list-style-type: none"> •AI卵蟲影像判斷與幼卵計數模型自動分辨品種及數量並即時通報 •涵蓋3縣市：臺南、嘉縣、花蓮 •輸出規劃：與Certis、微軟合作，瞄準新加坡NEA、東南亞城市 	<ul style="list-style-type: none"> •無人機自動配送輕量包裹/物資至偏鄉難到達地區及高雄港區 •涵蓋2縣市：新竹、高雄 •輸出規劃：日本電商樂天高山物流配送

資料來源:國家發展委員會，2022 年 10 月

圖 2-2、智慧服務項目

2021-2022 年核定通過 9 件，計畫名稱及補助金額如表 2-2：

表 2-2、國發會「促進 5G 及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫」2021-2022 年核定通過名單

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
1	5G 運輸智慧即時監控平台	大同世界科技、伸波通訊	30,000	資料未公開	2021/09	
2	5G 高雄榮家智慧長照計畫	中華系統整合	18,000			
3	5G 精準聯網醫療暨緊急救護系統計畫	中華電信	21,000			
4	中南部節目頻道 5G 直播互動暨影音驗證場域服務計畫	臺灣基礎開發	3,500			
5	電線電纜智慧工廠 5G 專頻專網彈性生產整廠解決方案計畫	先鋒機械、大亞電線電纜	20,000			
6	5G 跨平台 OMO 多功能互動系統計畫	光禾感知、超現實科技	15,000			
7	5G O-RAN 專網結合可移動	和碩聯合、伸波通訊	40,000			

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定 年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
	衛星之數位韌性通訊系統					
8	智慧風電虛實整合模擬訓練系統建置計畫	華電聯網	14,000			
9	智慧展演-VR360度環景演唱會	緯謙科技、緯創資通	30,000			
	總金額		191,500			

資料來源：本研究整理，2024年1月

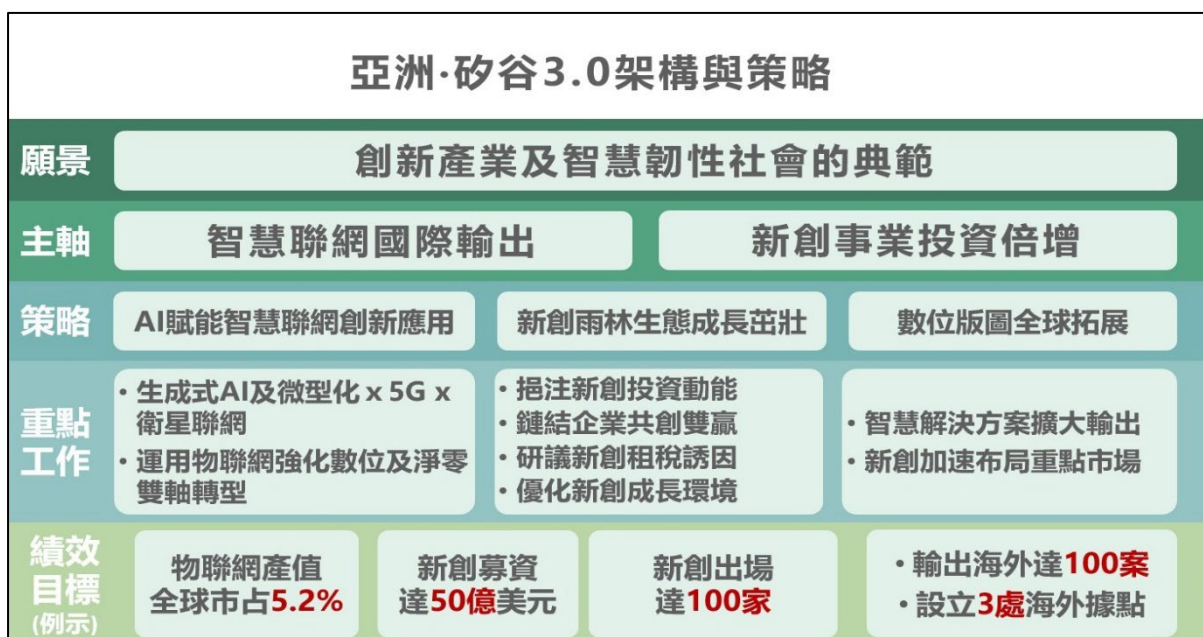
2023年核定通過14件(23家)，計畫名稱及補助金額如表2-3：
表2-3、國發會「促進5G及人工智慧導入智慧城鄉物聯網創新應用補助計畫」2023年核定通過名單

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定 年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
1	5G專網實踐ESG典範-霧峰生態智慧化球場計畫	大屯有線電視、互動國際數位、元扶企業	27,220			資料未公開 2023/03
2	5G元宇宙科技推動城市行銷服務創新發展計畫	中華電信	45,800			
3	以5G車聯網技術建構輕軌路口安全智慧輔助系統	中華電信	37,410			
4	5G專網古蹟場域智慧應用整合與開發計畫-以松山文創園區為例	台灣固網、緯創資通	38,480			
5	基於5G技術之輔助心臟醫療影像開發計畫	巨量移動科技	29,930			

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定 年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
6	360 自由全視 角立體好球帶 5G 智慧棒球 場域建立計畫	光陣三維	18,000			
7	5G 智慧教育 元宇宙城鄉共 享前瞻製播平 台	宏達電、智宏 網	23,160			
8	5G AIoT 智慧 製造跨場域應 用計畫	亞旭電腦、華 碩電腦	42,750			
9	5G O-RAN 專 網系統結合低 軌衛星通訊於 貨輪之應用	和碩聯合、伸 波通訊	40,500			
10	綠色競爭力 ESG 數位轉型 5G 智慧製造 AI 增效節能技 術平台	國眾電腦	18,000			
11	5G 偏鄉智慧 VR/AR 情境式 遊戲化教學與 校園智慧安全 守護計畫	新永安有線 電視、國興資 訊	20,300			
12	離岸風電場結 合國產 5G 專 網應用計畫	資拓宏宇	39,900			
13	運用 5G O- RAN 通訊發 展大型工業物 件數位雙生維 護檢測計畫	精誠軟體、萬 潤科技	24,000			
14	整合全方位綠 色 5G 專網的 AIOT 智慧農 業應用及規劃 全球市場推廣 計畫	麗臺科技、華 電聯網	32,000			
	總金額		437,450			

資料來源：本研究整理，2024 年 1 月

接續亞洲·矽谷 2.0 動方案之成果，行政院院會於 2024 年 5 月 22 日由國家發展委員會報告「亞洲·矽谷 3.0 推動方案」(如圖 2-3 所示)。因應生成式 AI 時代的來臨，以及產業面臨數位及淨零雙轉型挑戰，政府在「亞洲·矽谷計畫」既有基礎上，提出亞洲·矽谷 3.0 精進作法，除將聚焦 5G 專網及 AI 微型化技術發展，發展淨零排放試驗場域外，也將鼓勵民間資金投入，透過突破性作法，如研議提供租稅等誘因，促進新創募資與出場倍增，並加速布局新創海外重點市場，2024 年將在日本東京、美國矽谷等地設立據點，推動我國新創邁向國際，加速培育更多準獨角獸。



資料來源：本研究整理，2024 年 1 月

圖 2-3、國家發展委員會「亞洲·矽谷 3.0 推動方案」計畫架構

四、 行政院「亞灣 5G AIoT 創新園區推動方案」

經濟部產業發展署「高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新應用補助計畫」(如圖 2-4 所示)以開放跨領域場域，導入 5G 軟硬體設備整合垂直應用服務，加速 5G AIoT 產品或服務落地驗證，透過政府既有補助政策工具，輔導建構前瞻科技試煉示範案例，並透過在地產業發展 5G 垂直應用服務，從亞灣進一步擴及高雄全領域類型場域。

打造亞洲新灣區 5G AIoT 亮點示範案場，先行接洽各類應用場域(如：高雄車站、駁二特區／棧庫群、文化中心、衛武營特區、高雄圖書館總館等)營運單位需求，提前進行各類 5G AIoT 合作可能研商，針對 5G 發展重點項目，吸引資通訊業者、系統整合商前來發展。

同時部署規模化場域，以大規模及多應用整合，打造城市級 5G 專網服務。透過公私部門合作，整合網通設備及系統整合業者能量，降低 5G 部署障礙測試都會區具高成本效益的 5G 基礎設施部署模式以及 5G 專網測試大平台，推動完整 5G 智慧城市場景，如：教育、展覽、娛樂、公共服務、公共安全、醫療健康等。

最後研析亞洲新灣區具利基發展優勢(如：科技海洋、智慧製造、電子競賽等)與商業化可行之 5G 創新應用商業化實證主題項目，以在地產業需求出發，規劃 5G 創新應用商業化驗證(Proof of Business, PoB)主題項目。



資料來源：本研究整理，2024年1月

圖 2-4、經濟部產業發展署「高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新應用補助計畫」計畫架構

2022年透過經濟部「產業升級創新平台輔導計畫」項下主題式研發計畫「高雄亞灣5G AIoT創新應用補助計畫」，鼓勵開放跨領域場域，積極導入5G軟硬體設備整合垂直應用服務，加速5G產品或服務落地驗證，透過政府既有政策補助工具，補助符合亞灣區內之各類5G垂直應用服務需求，透過在地群聚發展5G垂直應用服務，從亞灣區5G AIoT創新園區進一步擴及全領域類型場域。其高雄亞灣5G AIoT實證及產業群聚重點場域。2022年計畫核定名單（2022/10/21核定，共計12案）如表2-4。

表 2-4、2022 年 5G AIoT 補助提案列表

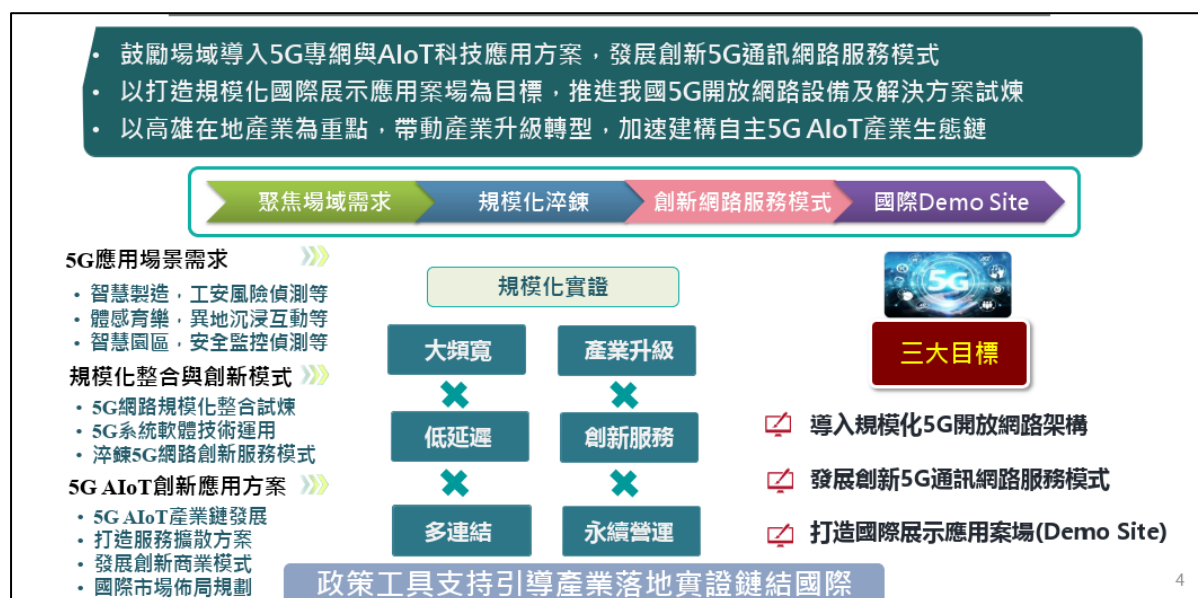
	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定 年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
1	XR 影視內容產製創新計畫	夢想創造股份有限公司、大塊文化出版股份有限公司、福利事國際有限公司	資料未公開			2022/10
2	5G 全息裸眼元宇宙商用平台	光禹國際數位娛樂開發股份有限公司、和合佰納媒體事業股份有限公司、鴻州企業有限公司				
3	5G AIoT 工業元宇宙智慧安防技術平台	國眾電腦股份有限公司、宏達國際電子股份有限公司、坤眾科技股份有限公司				
4	5G 封測製程高質化前瞻關鍵技術發展計畫	碩邦科技股份有限公司、資拓宏宇國際股份有限公司、華電聯網股份有限公司、愛吠的狗娛樂股份有限公司				
5	5G AIoT 全方位智慧工業整合型服務方案	鑫蘊林科技股份有限公司、邁森科技股份有限公司、好想股份有限公司				
6	智慧工安風險管理創新服務-5G 智能巡檢	萬潤科技股份有限公司、中華電信股份有限公				

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定 年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
		司、佐翼科技有 限公司				
7	5G 全息遠距智 匯醫護行動小 棧計畫	豪勉科技股份有 限公司、翰揚生 理感測股份有限 公司、瑞德感知 科技股份有限公 司、慧誠智醫股 份有限公司				
8	智慧工安風控 支援決策整合 服務計畫	雲高科技股份有 限公司、大綜電 腦系統股份有限 公司、晶新資訊 股份有限公司				
9	全球首座 5G 智 慧遊艇碼頭營 運建置計畫	亞果遊艇開發股 份有限公司、力 新國際科技股份 有限公司、燦星 國際旅行社股份 有限公司				
10	5G 沉浸式互動 展演平台	亞旭電腦股份有 限公司、鼎拉斯 數位股份有限公 司、十三行互動 有限公司				
11	5G 智慧場館會 展創新應用整 合平台	高雄展覽館股份 有限公司、仁寶 電腦工業股份有 限公司、光陣三 維科技股份有限 公司				
12	元宇宙之究極奧 義~無限列車!	高雄捷運股份有 限公司、方陣聯 合數位科技股份 有限公司、佳駿 科技股份有限公 司				

資料來源:經濟部產業發展署，2022 年 10 月

2023 年「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」著重於組成台灣 5G O-RAN 旗艦隊建立國際級 Demo Site，如圖 2-5 所示，成為全球可信賴 5G 供

應鏈合作夥伴，爭取未來國際規模化部署商機為目標。鼓勵場域導入 5G 專網與 AIoT 科技應用方案，發展創新 5G 通訊網路服務模式，以打造規模化國際展示應用案場為目標，推進我國 5G 開放網路設備及解決方案試煉，同時以高雄在地產業為重點，帶動產業升級轉型，加速建構自主 5G AIoT 產業生態鏈。2023 年「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」計畫核定名單如表 2-5。



資料來源：本研究整理，2023 年 10 月

圖 2-5、經濟部產業發展署 2023 年「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」目標

表 2-5、2023 年「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」補助提案列表

	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
1	亞灣煉油廠 5G AIoT 智慧 園區工安應用	華電聯網	資料未公開			2023/10
2	5G 智慧工廠 360 自主 IC 縫 合沉浸式 AI 戰情控制室暨 展會應用研發 計畫	信驊科技				
3	5G 智慧碼頭 船舶吊掛安全 輔助及乾式泊	般若科技				

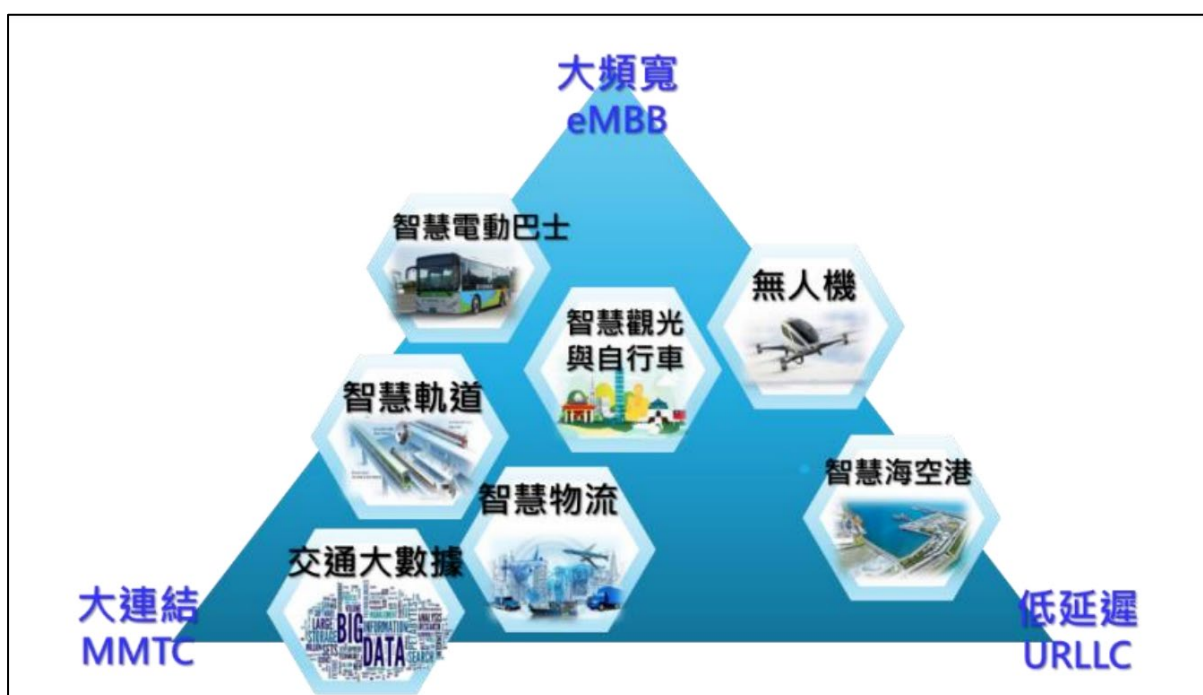
	計畫名稱	公司名稱	經費金額			核定 年月
			補助款 (千元)	自籌款 (千元)	總經費 (千元)	
	式管理平台計畫					
4	亞灣 5G AIoT 愛河智慧無人船清運計畫	中投、慶聯				
5	亞灣 數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台	中興保全				
6	5G AIoT 次世代智慧船廠建置	大世科、台船				
7	智慧校園安全守護與人才培育計畫	互動國際				
8	亞灣 2.0 5G AIoT 規模化 加值體感育樂 服務創新應用計畫	宏達電、富鴻網				
9	5G 專網奇幻互動體驗	亞旭電腦				

資料來源:經濟部產業發展署, 2023 年 10 月

五、交通部「5G 帶動智慧交通技術與服務創新及產業發展計畫」

交通部是為交通運輸及相關場域之主管機關，對產業發展亦有關鍵影響力，是以於 2019 年成立交通科技產業會報，建立跨域溝通平台，整合相關資源能量，推動交通科技產業創新，並編訂交通科技產業政策白皮書，作為施政重要依據。為應用 5G 創新技術以落實「台灣 5G 行動計畫」所定策略措施，「5G 帶動智慧交通技術與服務創新及產業發展計畫」（2021-2025 年）針對智慧鐵道、智慧旅運、智慧車聯網、智慧海空港、無人機等產業所需（如圖 2-6 所示），規劃政府出題、產業解題之由上而下引導方式，以及產業自訂研發主題、由下而上提供解決方案等兩種推動作法，鼓勵企業投入研發與創新，開發具市場競爭力之產品或服務，提升自主研發能量技術，期以提升我國產業附加價值、產業結構優化，並鏈結國際市場。

目的在推動 5G 智慧交通應用實證，並由實驗場域引動國內新興智慧交通服務發展的同時，亦將連結人工智慧、物聯網與 5G 技術，形成跨領域整合，使設備技術多元、服務跨域，擴大智慧運輸產業生態圈，從標準化感測通訊設備、數位內容匯流格式及共通開放平台等，期以場域中的新興科技應用實證為基石，拓展智慧運輸產業標準、營造創新產業生態系。



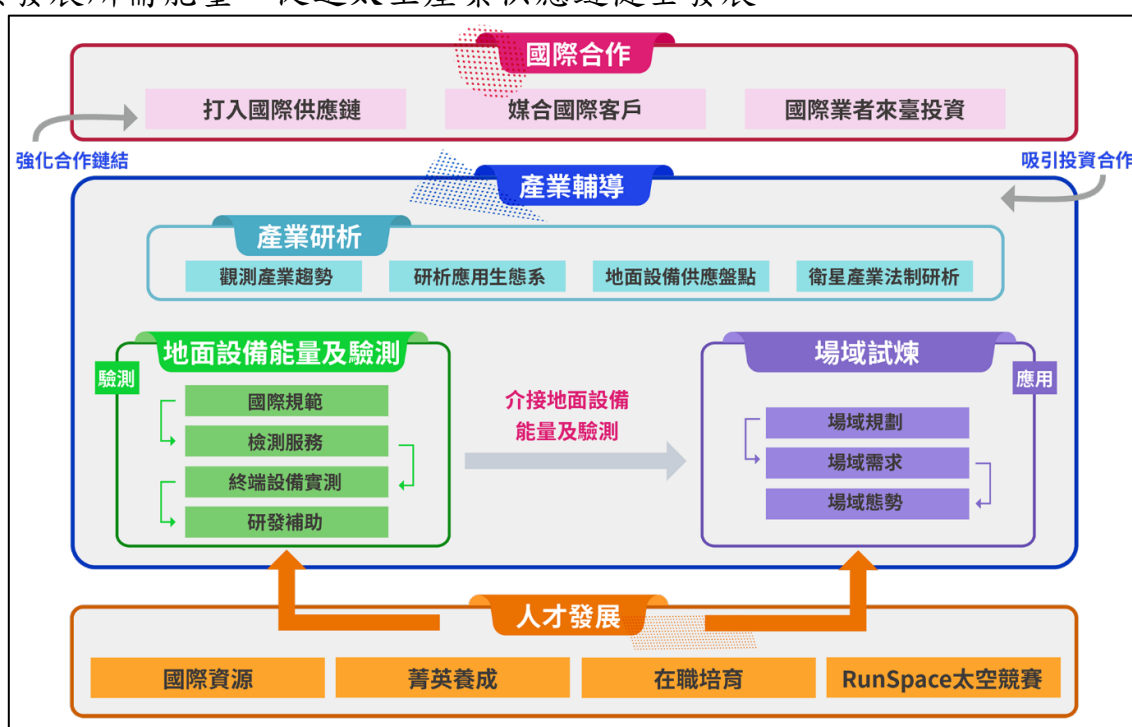
資料來源：交通部，2024 年 04 月

圖 2-6、「5G 帶動智慧交通技術與服務創新及產業發展計畫」應用面向

六、 經濟部「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」

自 2021 年 5 月 31 日，立法院三讀通過「太空發展法」，劃下了台灣太空產業代表性的里程碑。政府也宣布，太空產業將成為台灣「六大核心戰略產業」中的關鍵項目，誓言以打進全球產業鏈為目標。

依據「太空發展法」發布施行，提升我國太空相關產業的競爭力。經濟部產業發展署推動「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」(如圖 2-7 及圖 2-8 所示)，主要以「促進人才投入網通產業研發」、「衛星地面設備供應鏈發展推動」、「衛星跨域應用實證暨國際產業合作推動」、「太空產業發展推動策略研析」，加速我國衛星產業設備與應用服務供應鏈整備，提升產業發展所需能量，促進太空產業供應鏈健全發展。



資料來源：計畫網站¹⁴，2024 年 6 月

圖 2-7、「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」推動策略

¹⁴ 「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」網站 <https://www.satcom.org.tw/zh-tw>



資料來源：計畫網站，2024 年 6 月

圖 2-8、「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫」重點推動領域

我國在衛星地面設備製造現以元件供應為主，相對缺乏系統整合能量，未來應持續推動國內業者奠基衛星通訊相關關鍵技術、產品及應用等領域專業及整合能量，可藉由政府補助資源運用，引進國內外產學研技術，鼓勵業者投入衛星地面終端設備系統整合能量與關鍵技術開發，發展擴散製造業量產驗測技術，以助擴大我國相關零組件/設備切入國際衛星供應鏈。

針對全球衛星應用發展商機，可規劃設置跨域衛星應用實證試煉場域，引進國際資源與創新服務合作，邀集國內企業共同參與（系統、應用、終端、驗測平台等），進行系統/設備/服務試煉，累積提升我國衛星服務解決方案與規模，並爭取輸出國際機會。因應太空產業發展之需要，導引產學研單位投入研發實戰，導入國際資源，可透過如工作實戰訓練、主題工作坊、技術研討、主題競賽等形式活動，培養產業具備國際化接軌之能力，協助提升產業發展所需核心研發能量。

七、 調研頻率資源創新應用案例篩選準則

藉由盤點上述重大政策中，涉及頻率資源創新應用之計畫成果，於其中篩選具商用化潛力之廠商進行深度訪談，並與廠商及委辦方進行頻譜需求及相關時程規劃之訪談擬定協助方案，以推動前瞻頻率資源規劃及管理，有效精進運用頻率資源。並依產業及應用需求，作為研擬我國頻譜創新應用推動策略之依據。以下為本案篩選研析案例之準則依據(如圖 2-9 所示):



資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

圖 2-9、調研頻率資源創新應用案例篩選準則

首先，「創新和技術進步」是評選的首要準則。創新頻率應用解決方案的出現，往往能夠顛覆或突破現有的產業生態；是以，需考量其應用創新性，以及在無線通訊領域是否有重大技術進步，能顯著提升性能、效率或可靠性，並且具備技術擴散之潛力。

其次，「市場潛力」亦為篩選準則之一；技術的營運可能性和可持續性至關重要，該頻率資源創新應用計畫是否有明確的商業運營潛力，能夠滿足市場需求並找到具體的商業模型。

此外「可行性與持續性」也是考量因素之一，評估其是否能在市場上保持競爭力並實現盈利，該技術是否具有跨行業或跨地區應用的潛力，能否擴展到更大的市場規模，都是評估的重要方面。技術的可行性需要充分驗證，確保其能夠在實際應用中穩定運行。資源取得方面，技術所需的硬體、軟體和人力資源是否容易獲得，供應鏈是否穩定，都是評估的一部分。長期維運方面，案例場域的長期運營和維護是否有明確的計畫和保障措施，是否具備應對未來挑戰和變化的能力，也是關鍵考量因素。

最後，「法規適從性和法規形成力」是技術合規性與長期商轉的重要保

障。技術必須完全遵守當前的法規要求，並且經過充分的合規性評估和認證。同時，技術的法規形成力確認其是否具有潛力影響未來的法規框架，是否能夠引導或推動相關法規的制定和完善，都是需要考量的方面。

綜上所述，本案據以研析下列章節所提之頻率資源創新應用案例，分析其發展架構及產業生態鏈，調研創新技術應用種類、特性及成熟度等，於 2024 上半年度，針對 5G O-RAN 及車聯網應用篩選具商用化潛力之計畫，進行累計 5 組之案例研究及委託機關、受委辦廠商之深度訪談，整理訪談紀錄，並整理技術應用之種類、流程及產出，並提出全面商用之可能方向及成功率研究、產值分析。

2024 下半年度，將著重於非地面網路相關應用，並持續尋找 5G O-RAN 及車聯網關鍵應用，進行累計 10 組之案例研析及訪談，以期了解廠商於頻率資源創新應用之需求與障礙，並提出協助方案，總計 10 組研析案例綜整表如表 2-6 所示。

表 2-6、10 組研析案例綜整表

案例	計畫名稱	應用分類	參閱
一	亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台	5G O-RAN	第二節 P.49
二	5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫		第三節 P.62
三	5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用		第四節 P.72
四	5G 多人自主移動 VR 協同作業		第五節 P.82
五	5G 智慧場館會展創新應用整合平台		第六節 P.91
六	智駕電動巴士系統測試運行計畫	車聯網	第七節 P.99
七	智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫		第八節 P.121
八	本案例資料不公開	非地面網路	第九節 P.137
九	運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫	非地面網路、5G O-RAN	第十節 P.138
十	智慧消費性電子產業發展計畫	其他	第十一節 P.148

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

第二節 創新應用研析案例一：亞灣數治 - 5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台

一、「亞灣數治 - 5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」計畫簡介

「亞灣數治 - 5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」計畫，期程為 2023 年 11 月至 2025 年 04 月，主導廠商為中興保全及亞旭電腦，藉由以高雄亞洲新灣區為中心的規劃，目的在於推進台灣 5G 網通產業國際競爭力，以打造國際化展示應用案場（Demo Site）為目標。計畫中以「智慧化土地利用資訊模組」的解決方案，透過跨領域合作提升該計畫的創新性與附加價值。這項解決方案包含閒置土地資訊整合、智慧工地監控預警系統研發，以及智慧樓宇監控分析系統研發三種應用，並結合高雄亞灣 5G AIoT 創新園區的創新實證場域，效益為土地特性彈性的整合管理系統及智慧化應用，將為台灣的 5G 產業帶來更加全面的發展，計畫簡介如圖 2-10 所示。



資料來源：中興保全¹⁵，計畫團隊整理，2023 年 11 月

圖 2-10、「亞灣數治 - 5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」計畫簡介

計畫架構如圖 2-11 所示，期望藉由「智慧化土地利用資訊模組」解決方案的成功實施，透過智慧化土地利用資訊模組，台灣將能夠更好地規劃土地利用，推動城市發展和區域經濟增長，提高土地資源的利用效率。其次，智慧工地監控預警系統的應用，將有助於提升工地安全管理水平，降

¹⁵ 中興保全 <https://news.secom.com.tw/>

低事故風險，維護勞工權益。最後，智慧樓宇監控分析系統的研發將有助於節能減排，提高企業運營效率，同時也能改善辦公環境，提升員工工作舒適度和生產力。也有助於塑造台灣為具國際競爭力的 5G 網通產業研發重鎮。透過高雄亞灣 5GAIoT 創新園區的實證場域，將確保解決方案的實施效果和效益，同時促進產業與研究機構合作，加速產業升級轉型，推進我國 5G 產業與國際生態鏈的合作，提升台灣在全球 5G 市場中的地位和競爭力。



資料來源：中興保全，計畫團隊整理，2023 年 11 月

圖 2-11、「亞灣數治 - 5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」計畫架構

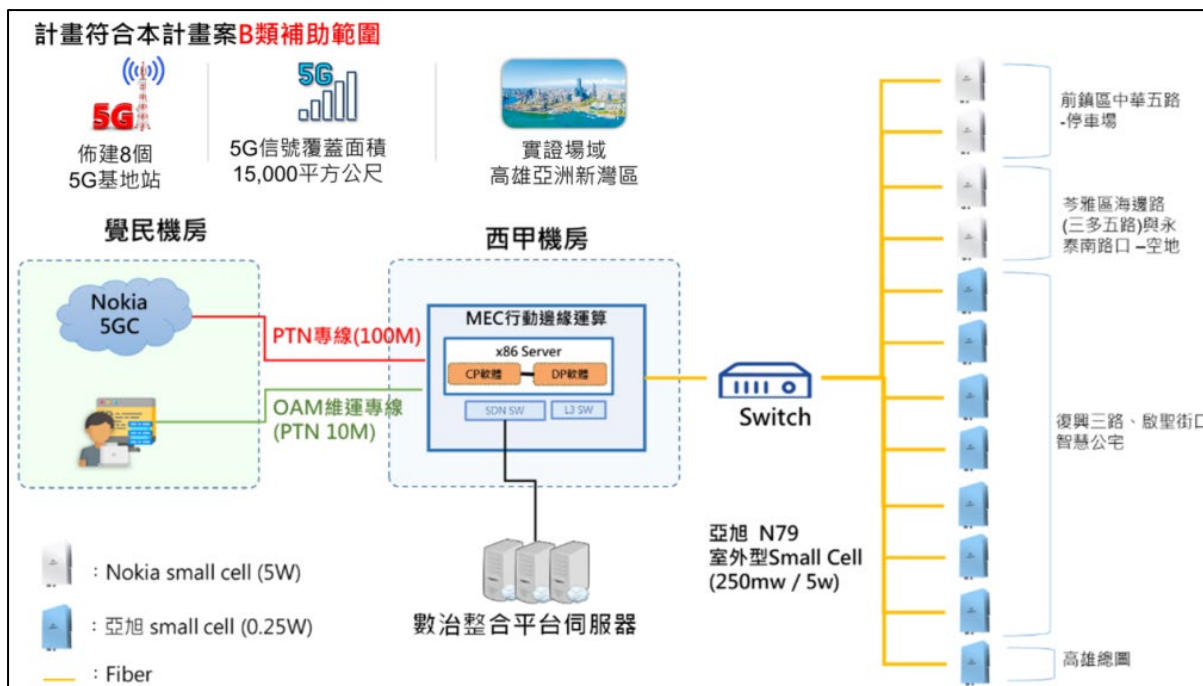
二、「亞灣數治 -5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

本研析案例包含多點場域現場影像傳送與處理，無論是 4K 影像或是高速傳輸，需要高品質的網路容量，因此在網路規劃部署上，需採用較密集的基站布建方式。此外，空地及工地場域幅員廣闊，再加上全方位畫面資訊擷取需求，有更多的設備接入並使用 5G 網路傳輸，因此需要大規模基站部署，以維持場域內高頻寬與低延遲的網路需求。

同時在場域規劃上採用多廠商混合式組網，本研析案例透過多點影像+AI 數據雲平台，串接三個指標場域，包含亞灣區內一處停車場+閒置空地、一處營建工地及一棟建築大樓。在各場域使用的 5G 及 AIoT 聯網設備分屬不同台灣廠商，本研析案例串聯與整合各家不同台灣廠商設備，藉此驗證 5G 國產設備互通性之能力與混合式網路效能測試。

專網網路設備由中華電信提供並採租賃方式予本研析案例使用，期能讓使用者依據需求選擇租賃時間，以符合預算方式引進 5G 專網，逐步數位化與智慧化，而中華電信另一角色為負責整合國產設備與國際大廠之 5G 設備相容性及介面整合工作，主動協助國產業者進行韌體除錯、系統升版缺陷改善等，租賃期間中華電信將負責網路維護、軟體升版、緊急搶修工作，確保本專網能順利運作。

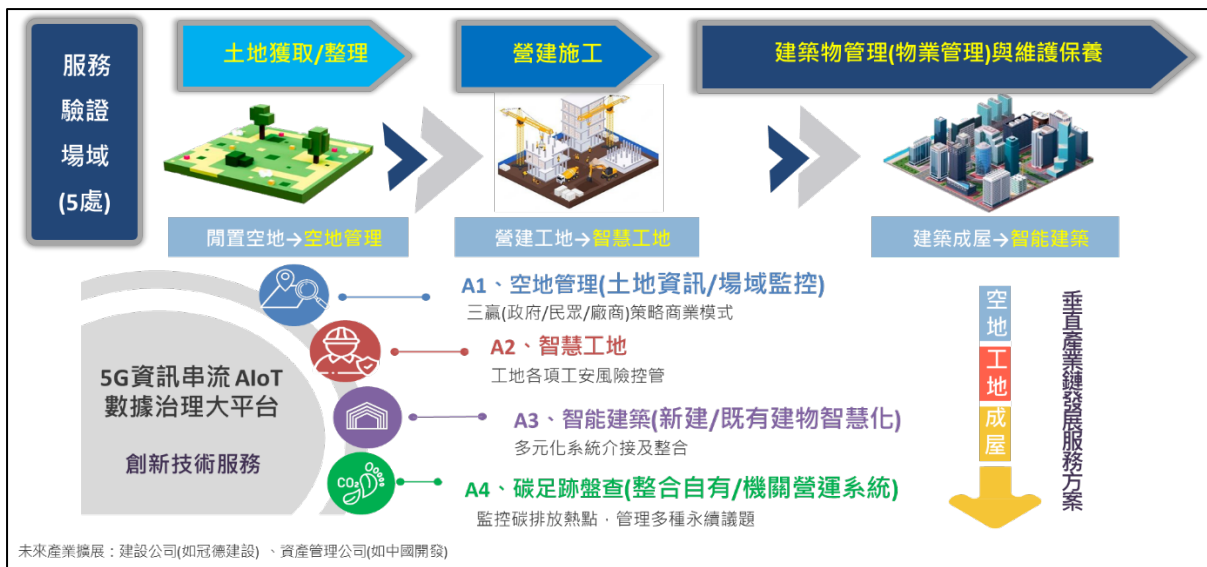
專網設備方面，本研析案例專網採用國際大廠結合國產 O-RAN 及 MEC 設備，小功率基地台為亞旭開發，其符合 O-RAN 定義之 Option 8 開放網路基地台架構，而大功率基地台則採用國際大廠諾基亞戶外型、且具大規模陣列天線（Massive Multiple-Input Multiple-Output, Massive MIMO）+Beamforming 功能之大型基站，搭配部署於亞灣區的中華電信機房中諾基亞輕量版核網，該核網亦同時提供亞灣區其它智慧應用專案使用，而為使網路延遲降低，本研析案例採用中華電信研發之 MEC 伺服器，將用戶面（User Plane）資料進行本地卸載可即時進行運算及決策回饋。本研析案例網路架構圖如圖 2-12：



資料來源：中興保全，計畫團隊整理，2023年11月

圖 2-12、「亞灣數治 - 5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」網路架構

本研析案例提供「土地生命週期創新運用與碳足跡分析管理」之解決方案，其組成包括：空地管理（土地資訊/場域監控）、智慧工地（各項工安風險控管）、智能建築（新建/既有建物智慧化）及碳足跡盤查（整合自有/機關營運系統）等應用服務。並透過數治整合平台整合各項子系統，提供前端應用系統建置，根據場域需求提供對應之系統、整合平台以及後續的代運營管理（異常監控、通報、派工、回報），讓市府與中興保全科技，能夠彼此專業分工、合作，達到良好的運作機制，提升整體效率。打造整合子系統應用模組，加速服務創新，軟體研發項目如下（如圖 2-13）：



資料來源：中興保全，2023年11月

圖 2-13、「亞灣數治-5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」軟體功能模組

- 空地管理資訊模組（圖 2-14）：依據市府提供之閒置空地資訊，盤點現場可介接之監測設備數量及位置。於空地內部監控是否有人員入侵，空地外路口處規劃試練人、車違規偵測，以 5G 即時傳訊供平台即時接收資訊分析整合。



資料來源：中興保全，2023年11月

圖 2-14、「亞灣數治-5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」空地管理資訊模組

- 智慧工地資訊模組（圖 2-15）：針對新建案場布建智慧工地相關偵測系統，路口處亦規劃試練行車/行人 AI 偵測。因工地皆無網路亦無法申請固網，故以 5G 即時傳訊供遠端平台即時接收事件與警告資訊。後續可延伸應用於移動式工程管理及整場完工後，系統/設備移轉至另一工地使用。



資料來源：中興保全，2023 年 11 月

圖 2-15、「亞灣數治-5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」智慧工地資訊模組

- 智能建築資訊分析系統（圖 2-16）：整合既有建物各項資訊，不足之處另規劃劃布建，可提供社會宅/智能建築管理相關數據應用，後續可延伸應用於主動式建築標的維保服務。



資料來源：中興保全，2023 年 11 月

圖 2-16、「亞灣數治-5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」智能建築資訊分析系統

- 足跡盤查資訊分析模組（圖 2-17）：以物聯網平台介接、共享開放應用程式介面（Application Programming Interface, API）資料介接等方式，串接各場域之子系統，進行碳排資料統計及建置碳管理平台，碳排係數庫&資料對應建立，計算模型&計算設定檔建立&分析報表產出，後續可提供地方政府便利碳足跡盤查方式，供後續減碳規劃、碳權申請之參考。



資料來源：中興保全，2023 年 11 月

圖 2-17、「亞灣數治-5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」足跡盤查資訊分析模組

三、「亞灣數治 -5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」全面商用之可能方向及成功率研究、產值分析

本研析案例於 5G 專網網通部分採用電信商租賃式專網（中華電信），其特點在於使用者可依需求選擇租賃時間，以符合預算方式引進 5G 專網，實現數位化與智慧化。同時搭配電信商負責國產與國際大廠之 5G 設備相容性及介面整合工作，提供國產設備接軌國際之技術驗證及效能提昇，同時於租賃期間提供網路維護、軟體升版、緊急搶修工作，確保專網能順利運作。

參考中華電信在「5G 租賃專網新商模-電路板產業智慧製造論壇」¹⁶中對於租賃式專網的成功率及產值發表；5G 企業專網的網路型態可根據不同需求建置，目前市面上主要可分成幾種類型。專屬 1 型屬於共享型，採取專用/共享基站；專屬 2 型為專用型，包含專用/共享基站加上專用 MEC，這類模式也是多數中小企業會選擇的模式，MEC 設備放置在公司內，頻寬獨用不共享，不用買核網可以減低成本。最後一種專屬 3 型是獨立型，也就是導入的場域有專用基站加上專用核網，核網未來要業者自己維運、升級或再委外服務，使用這項方案的業者多半來自產業龍頭業者；上述的三種類型電信商都能彈性提供，搭配應用在提供雲、網、端三個層次，協助導入端可找到最適合方案。而產業在導入企業專網，會考量成本結構以及如何計算費用；企業專網資費計算邏輯，包含基地台、核網、MEC、施工勞務等一次性成本計算，並於租期內另會有設備及線路維護等費用，長期來看，租賃成本比買斷對企業更為有利。

而應用服務部分，透過「智慧化土地利用資訊模組」，台灣將能建立一個全面、準確的土地資源數據庫，有助於政府、企業和投資者更精確地了解土地特性、利用狀況和潛在價值。此種準確的能量建立將提供更可靠的資訊支持，使決策更科學化和有效率，進而推動土地利用和開發的優化。導入 5G 網通技術，則使「智慧化土地利用資訊模組」能夠實現即時監控和大數據分析，推動相關技術的升級和改進，增強解決方案的穩定性和效能，並提供更高效的土地利用資訊服務。

可行性及產值部分，「智慧化土地利用資訊模組」具有明顯的市場可行性。融合了 5G 專網、物聯網、大數據分析等先進技術，針對土地利用和開發領域提供全面、準確的土地資訊和應用解決方案。其成功率及產值主要體現在以下幾個方面：

- 市場需求：隨著都市化進程不斷加快，土地資源的合理利用和開發

¹⁶5G 租賃專網新商模-電路板產業智慧製造論壇，<https://tw.tpcashow.com/intelligentmanufacturesummittw/>

成為各地政府和企業迫切關注的問題。而在這背景下，「智慧化土地利用資訊模組」的解決方案恰能滿足市場對於更準確、高效的土地利用資訊需求。市場對於這類技術解決方案的需求將持續增加。

- 技術成熟度：本研析案例所採用的 5G 網通技術、物聯網和大數據分析等技術已經相對成熟，且持續發展中。這些先進技術的應用將為「智慧化土地利用資訊模組」的實現提供堅實的技術基礎，提高解決方案的可行性。
- 環保意識提升：全球氣候變遷和環境議題日益凸顯，政府和企業對於碳足跡和環保的關注持續增加。在高雄亞灣園區，許多企業將把減碳和綠色發展納入經營策略，尋求解決方案來降低碳排放，以滿足環保法規要求和綠色形象。
- 政策支持：政府對於城市規劃、土地管理和資源利用有著重要的角色。本研析案例解決方案的目標與政府的發展目標相吻合，政府在政策層面將提供積極支持和推動，這將有助於加快解決方案在市場上的擴散應用。
- 產業合作：「智慧化土地利用資訊模組」解決方案的實現涉及多個產業環節，包括 5G 技術供應商、感測器製造商、監控系統開發者等。解決方案的市場可行性得益於這些不同產業之間的合作，形成完整的供應鏈。
- 創新商機：本研析案例解決方案的創新性將為市場帶來新的商機。政府和企業將願意投入資源來採用這種先進技術解決方案，進行土地利用規劃、開發和監控，從而提高效率、節約成本，並在市場上取得競爭優勢。

四、「亞灣數治 -5GAIoT 與淨零碳的土地資源整合平台」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---中興保全科技

「中興保全科技股份有限公司」¹⁷，簡稱中保科技，由保全業務起家。2015年推出「中保無限+」品牌，把中保行銷模式推展至虛實整合（Online to Offline）型態。進而投入 AI 智慧城市的應用，透過物聯網技術進行連動性工作，發展六大特色應用—台灣第一套動態追蹤無人機、台灣首套可刷臉的自主式移動機器人（Autonomous Mobile Robot, AMR），以及全台第一套的 AI 交通智慧桿；另外為了落實環境保護、社會責任、公司治理（Environment、Social、Governance, ESG），中保科在開發應用服務上也朝保護環境努力，像是所以提供工地、城市淹水預警、甚至透過 AI 幫你抓隨地丟垃圾菸蒂，都是為了落實提供民眾美好生活而努力，開幕首日行政院副院長鄭文燦更受邀來到中保科技 ESG 論壇，以打造韌性永續智慧城市政府與產業的創新為主題。

(二)、廠商簡介---亞旭電腦

「亞旭電腦股份有限公司」¹⁸成立於 1989 年，為華碩集團一員，深耕網路通訊開發及電子產品製造。近年除專注於網路通訊開發及電子產品製造外，更聚焦 5G、Wi-Fi 6 專網應用；透過 5G 及 Wi-Fi 6 端到端異質網路整合的專網解決方案，提供工業等級專網一站式服務，並運用低總擁有成本、簡易部署與管理、高效卓越性能等三項關鍵優勢，滿足各項專網應用需求。以自身研發的 5G 小基站、5G 終端設備、Wi-Fi 6/6E 無線網路設備、Wi-Fi 7 路由器等，藉由零死角的無線訊號覆蓋、連結更多的無線接取設備、大幅降低網路傳輸延遲時間等特性，可備援網路支援不中斷服務，搭配 AirWave 網管軟體平台（AirWave Management Platform, AMP）及第三方物聯網設備與 5G 核心網路相結合，實現高頻寬、低延遲、多連結、高資安的 5G 端到端專網解決方案，積極打造 5G 專網場域及實證案例，陸續切進監測水中生態、智慧製造及沉浸式展演等應用。

¹⁷ 中興保全科技股份有限公司 <https://www.secom.com.tw/>

¹⁸ 亞旭電腦股份有限公司 <https://www.askey.com.tw/tw/>

(三)、訪談記錄

表 2-7、中興保全科技及亞旭電腦企業訪談記錄表

公司	中興保全科技股份有限公司、亞旭電腦股份有限公司
訪談日期	2024 年 03 月 20 日
訪談人員	<ul style="list-style-type: none"> • 中興保全科技：周○律 經理 • 亞旭電腦：周○峰 特別助理、王○淵 經理 • 資策會：李揚 副主任、李穎芳 組長
訪談內容	<p>中興保全科技：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 為了落實 ESG，中保科在開發應用服務上也朝保護環境努力，中興保全科技協助在亞灣新創園區打造數治 5G AIot 與淨零碳的土地資源整合平臺，展示高雄亞灣區三種場域，分別是空地、工地、建築布建相關 AIoT 設備，再以 5G O-RAN 開放網路基地台架構即時資訊串連，以「智慧化土地利用資訊模組」提供市府跨場域創新整合平台方案，這將帶給政府提高土地資源利用效率、提升工地安全管理水平、提高企業運營效率與減少跨部門溝通時程，有利於市政管理者後續決策執行。 2. 5G 其他相關應用，中興保全科技也有投入 5G 交通智慧桿設計，符合 ESG 的價值觀也榮獲 IF 等世界設計大獎，透過智慧的監控系統和 AI 科技，在道路交通執法、環境保護，利用科技幫助城市運作效率，打破過去醜陋的電線桿的觀感，透過模組化確提供 AI 交通科技執法，所以從道路上的交通執法、工地管理、淹水預警、甚至透過 AI 幫你抓隨地丟垃圾菸蒂，為城市的發展與 ESG 目標助力。 <p>亞旭電腦：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 5G 專網建置：亞旭電腦在此案中為設備供應商角色，提供 All-in-one 小型基地台，符合 O-RAN 定義 Option 8 開放網路基地台架構。能在大型專網網路架構中與國際大廠設備界接，證明國產設備的品質亦不斷在提昇。 2. 數位治理相關應用：亞旭電腦投入多項強化城市基礎建設並提升數位治理能力相關應用，除了此案外，亦與科技部攜手開發民生公共物聯網解決方案，目前多方部署於港口

河岸、洪水易發區、農場與溫室等地。並透過微氣候管理，形成區域性的溫溼度控制，可應用於花卉、蔬菜智慧栽種等多元場域。亞旭在 2022 年也攜手高雄市政府，於壽山動物園建置「5G 動物園開放平台」，透過與國際級 Tier 1 的 5G 核網、5G 基地台合作建構 5G 網路環境，並響應高市府的「新動物園運動」，結合園區導覽與網通虛實整合，遊逛動物園之餘還可透過手機進行動物餵食遊戲、擴增實境（Augmented Reality, AR）尋寶解謎與專屬客制動物創作等智慧科技加持，壽山動物園將有全新的互動科技體驗。

3. 對頻率相關應用之看法：

(1). 在此案中多為戶外行專網場域，專網頻譜定義-125dBm 的強度範圍，很容易超標，若要低於-125dBm 只能降低訊號發射強度，但會導致範圍內的效能不佳，很難達到這樣的標準。在專網服務的初期，對此種應用類型應有彈性或者協調機制，以利 5G 專網應用的發展。

(2). 專網的監理及干擾協調屬於國家通訊傳播委員會（National Communications Commission, NCC）或數位發展部，目前審理方式為自評測試報告或是由監理單位抽審至現場量測似乎還在制定標準程序。干擾協調部分也建議由政府統一測試定義如何會干擾，明確定出干擾標準。

(3). 現階段 5G 專網只能自用不可盈利及不可連接公眾網路之規範，以數位治理角度來看，若本案要達到數據公開的目的，就要能連上公眾網路，才會有大量複製的開發潛力，建議再次彈性思考連結外網的規定。

4. 對頻譜管理政策的看法：

(1). 5G 專網所使用之 N79 頻譜仍有不足。因應 5G 專網應用的大量出現，應該擴大專網頻譜。例如若在同一地區（如高雄展覽館等大型場館）有多個不同企業營運的專網運行，干擾問題將無可避免；若能更有餘裕的頻寬可以使用時，可藉由頻率配置的方式避免干

	<p>擾問題。另外，現行 100MHz 的頻寬對於影音應用上也不足以支撐大量的應用終端。</p> <p>(2). 應以扶持國內資通訊與新創產業、創造社會新價值的角度進行規範頻譜的有效使用。</p>
--	--

資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

第三節 創新應用研析案例二：5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫

依據行政院於 2021 年 5 月 21 日所核定「亞灣 5G AIoT 創新園區推動方案」，規劃以高雄亞洲新灣區為中心發展 5G AIoT 智慧科技，結合周邊場域整體開發，型塑南台灣成為重要科技產業發展聚落。爰此，特規劃「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」，以 5G 及「人工智慧物聯網 AIoT」應用服務為發展主軸，推動高雄亞洲新灣區以 5G AIoT 應用創新邁向高值化與轉型，建構台灣自主 5G AIoT 創新產業環境與供應鏈，打造高雄亞灣區成為新世代科技應用先驅，帶動南台灣產業 5G 數位轉型。以達成以下目標：

- 完善亞洲新灣區 5G AIoT 創新科技與實證環境，建立具主軸特色之標竿應用
- 優化國際新創園實證場域，打造 5G、AIoT 跨域新形態實證應用典範
- 建構自主 5G AIoT 產業規模化生態系

一、「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」計畫簡介

本節研析案例為經濟部產發署辦理「主題式-亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」下，由大同世界科技股份有限公司主導，以及台灣國際造船股份有限公司聯合提案之「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」。計畫全程經費規模為 6,000 萬元，計畫期程為 2023 年 11 月 1 日至 2025 年 4 月 30 日。

本研析之對象為台灣規模最大的造船廠-台灣國際造船股份有限公司之船體工廠為驗證場域，其造船廠之造船及造艦工程技術為世界大型船廠水準。在本案中，期望透過我國造船工業頂級製造商，作為領頭資通訊科技整合 5G AIoT 物聯創新應用示範驗證，為國內外船舶產業及下游業者提供效能改善方案，幫助船舶產業轉型升級，帶動船舶產業物聯網產業應用，以此構築船舶產業 5G AIoT 技術開發與互動創新網路技術在亞灣聚落內流動擴散，進一步加速造船業的創新發展。計畫目的兩大目標為¹⁹：

- 船舶產業與 5G 產業能量接軌：將亞灣區已形成的船舶產業聚落與 5G 產業的能量進行接軌，增強造船產業與資訊科技之間的鏈結，促使跨產業之間產生互補作用，並衍生出新的競合模式。
- 船舶智慧製造自主創新引領基地：利用船廠三維空間（Three Dimensions, 3D）建模數位分身、導入先進控制技術、高效 3D 視覺化管理系統、智慧排程與 5G 通訊等技術，推動船舶製造的數位轉型成果。期望在台船公司的引領下，帶動船舶維修及裝備聚落的升級發展。

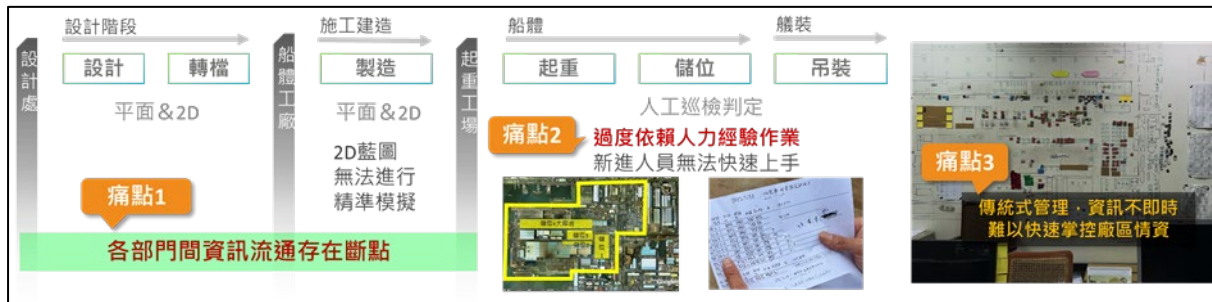
本研析之案例的船舶生產程序，大致是由設計處開始（設計→轉檔），經過船體工廠（施工製造），再到起重工廠完成艙裝（船體起重→船體儲位→吊裝），所面臨的課題為（如圖 2-18 所示）：

- 各部門間的資訊流通存在斷點：船圖設計由 3D 視圖模型轉換為二維空間（Two Dimensions, 2D）製造藍圖，工班進行不同船殼零件的打造。然而不同船段完成後，需安排船殼大組、小組作業，涉及起重排程、儲位分配、吊裝排程等。雖然各部門皆有相關系統規劃作業分配，但彼此系統間並不相容，無法建立統一的資訊流通系統，導致整體作業存在許多時間、空間與效率的斷點。
- 過度依賴人力經驗作業，新進人員無法快速上手：船廠內的儲位和組件吊裝運送主要依賴人工巡檢經驗來判斷船體是否已放置到位，以及哪些船體尚未放置到位，再進行儲位規劃與派工。人工巡檢耗時且易出錯，新進人員需要一段時間學習。若儲位變動或與原排程

¹⁹ 據經濟部工業局-造船產業(含國防船艦) 2023-2025 專業人才需求推估調查

有出入，管理單位無法即時掌握儲位利用與艙裝進度。

- 傳統式管理，資訊不即時難以快速掌控廠區情資：船廠內各部門系統無法串接，管理部門無法即時掌握整體作業排程與廠區現況。僅能利用傳統方式在船體工場牆面上標出儲位狀態，無法提供管理者即時監控與快速決策。



資料來源: 5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫/本計畫整理，2024 年 6 月
圖 2-18、5G AIoT 次世代智慧船廠建置需求說明

為此，該案例之導入 5G 網路規模化整合，並提供 3 大創新應用整合型服務方案（如圖 2-19 所示）：

- 5G 網路規模化整合試煉：建立規模化的 5G 開放網路架構涵蓋系統，提供專頻專網的升級通訊服務，解決過度依賴人力經驗和無法有效即時掌控廠區整體情資與效率的問題。布建於台船場域的 5G 網路設施，由 11 個一體式基站，包含：射頻單元 (Radio Unit, RU)、分散式單元 (Distributed Unit, DU)、集中式單元 (Central Unit, CU)，串接 5G SA 虛擬化核心網路，與周邊的國產硬體設備，訊號涵蓋面積超過 15,000 平方公尺，場域訊號覆蓋之同步訊號參考訊號接收功率 (Synchronization Reference Signal Receiving Power, SS-RSRP) $\geq -100\text{dBm}$ ，達規範需求區域面積 90%。此網路規劃將可提供定點下載速率為 600Mbps、上傳速率為 80Mbps 以上。提供場域內移動設備連續性通訊，保障更高的安全防護與災害預防。
- 虛實整合船殼資料圖資與船段管理：透過船體資料管理系統進行積層製造 (Additive Manufacturing, AM) 及 3D 電腦輔助設計 (Computer Aided Design, CAD) 轉檔管理，提供設計圖標準化，同時將相關船段、艙品 3D 屬性參數建模管理，進行檔案彙整等資料關聯性處理，並建置「AR 船體工廠巡檢」行動應用程式 (Application, APP)，將定位數據與 3D 虛擬船段及船廠設備相對應，實現地理空間與船體巡檢任務的精確對應。此應用幫助現場人

員與船體工廠工程師建立智慧型定位及地圖工項管理確認，並進行船段部件、相關管線及艙品模型的可視化。

- 船廠數位建模與 AI 辨識智慧巡檢：透過虛實整合系統（Cyber-Physical System, CPS）結合 5G、IoT、全球衛星定位系統（Global Positioning System, GPS）及廠區地理資訊系統 GIS 圖資等技術，建構船廠數位分身模型，同時規劃 3D 數位模型，以進行船隻建造分析、船殼生產規劃分析、船段組裝分析和 3D 建模流程；運用人工智慧與邊緣運算，辨識於巨型吊車與搬運車上拍攝之高解析度影像內容，以利於儲位間行駛的巡檢車輛，使用影像與光達來自動辨識船體儲放於儲位與否。
- 智慧儲位管理與一元化整合營運中心：作為戰情室內容呈現，串接船廠現有資料庫與數據介面、船廠實體設備資料動態連接同步，呈現管理者與執行者的所有資訊（包括船段可視化、3D 廠區資料、智慧派工管理後台、AI 智慧 3D 視覺後台以及儲位相關資訊）；智慧儲位管理則提供儲位空間與船段尺寸判別，以彙整船殼組裝排程進度與台船既有企業資源計劃（Enterprise resource planning, ERP）系統。



資料來源: 5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫/本計畫整理，2024 年 6 月

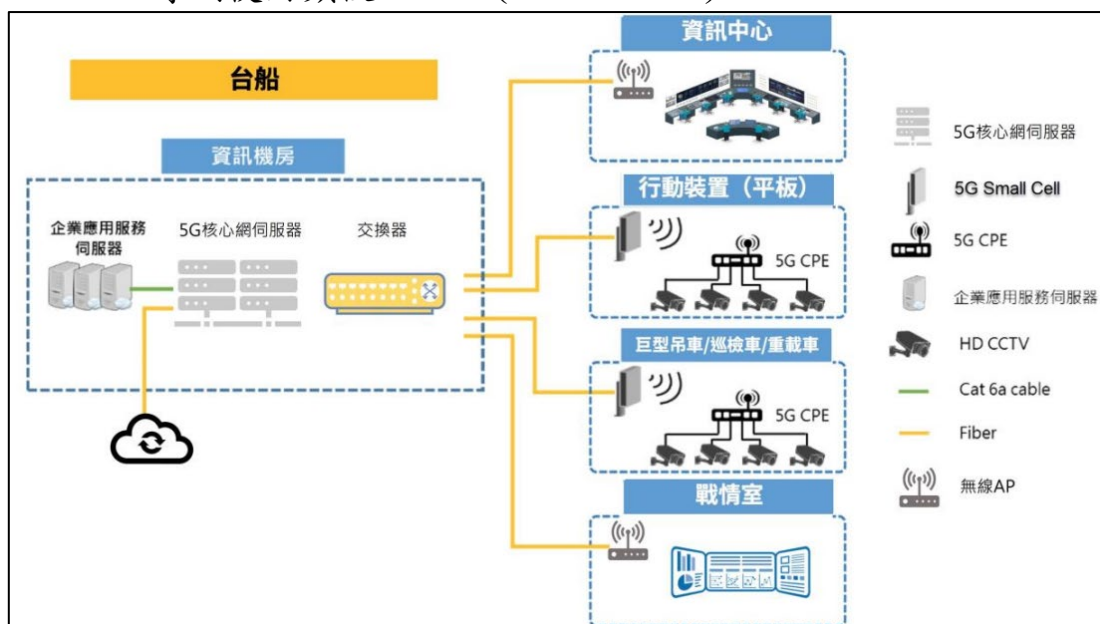
圖 2-19、創新應用整合型服務方案

二、 「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)、 「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」網路架構

本研析案例以 5G 開放網路設備提供場域通訊服務，網路架構如圖 2-20 所示，場域上布建了一體式基站設備，該基站包含 CU、DU 與 RU 功能。專網基地台會連接至 5G 核心網 (5G Core Network, 5GC)，並與企業應用服務伺服器相連，以實現場域應用中的 CCTV 影像內容直接回傳至資訊機房，進行即時影像分析、辨識處理及決策回饋。通過在場域內提供的服務訊號涵蓋，影像處理後的資訊可經由客戶終端設備 (Customer Premise Equipment, CPE) 傳送至終端設備。應用場域為台船作業區的巨型吊車、巡檢車及重載車的網路監控攝影機 (IP camera, IP Cam) 監控系統，透過 5G 專網，將接收的影像即時傳送至企業內網，並且可以傳送影像至其他需要的地方儲存，以便後續回放與進一步分析處理。以下是本案的使用頻率：

- 5G 專網使用頻段：N79 (4.8~4.9GHz)



資料來源: 5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫/本計畫整理，2024 年 6 月

圖 2-20、5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫網路架構

(二)、 「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」主要功能廠商研發重點

5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫中，主要功能分為 5G 網路建置整合與創新應用整合型服務兩類：5G 網路建置整合中，5G 一體化基站（CU+DU+RU）由亞旭公司自主研發、5G SA 虛擬化核心網路由美國微軟研發、5G Gateway 與工業電腦（Industrial Personal Computer, IPC）為研華工業電腦設備、伺服器設備為戴爾股份有限公司提供、智慧船廠 5G AIoT 設備則由伸波通訊股份有限公司建置；在創新應用整合型服務中，AI 智慧 3D 視覺系統由洞視科技有限公司建置、3D 圖資與 AR 虛實整合系統由嘉堂資訊有限公司建置。

(三)、 「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」資料流研析

本研析案例運用 5G 技術提供即時數據流傳輸，不僅支持巨型吊車、巡檢車和重載車上的影像數據進行上行傳輸，高解析度鏡頭示意圖如圖 2-21 所示，亦讓所有廠內現況資訊可即時同步。無論是管理端、巡檢端還是現場工班人員端，皆可透過相關應用設備掌握最新的下行傳輸數據：

- 船段/船殼的相關資訊
- 搬運車位置資訊
- 儲位即時資訊
- 船塢船隻即時資訊
- 日期與時間即時資訊
- 天氣氣候即時資訊

使用者能在精準測繪的 3D 船廠模型頁面上獲取船廠內的即時資訊，從而提升作業效率。



資料來源: 5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫/本計畫整理，2024 年 6 月
圖 2-21、巨型吊車及搬運車高解析度鏡頭示意圖

三、「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析

「造船產業」是資本密集與技術密集產業，且有群聚效應，依據經濟部工業局「造船產業（含國防船艦）2023-2025 專業人才需求推估調查」²⁰與國家發展委員會「民國 112-114 年重點產業人才供需調查及推估」²¹報告顯示，2022 年船舶產業產值為新臺幣 688 億元，預測至 2025 年，台灣船舶產業產值預計突破 900 億元。然而，觀測 2022 年的從業人員數為 26,800 人，專業人才比率為 37%。但相較 2021 年，專業人才下降了約十二個百分比，供需狀況顯示，逾半數 56.3% 受調廠商反映，就業市場人才需求遠超過人才供給不足。此外，從造船產業中人才短缺的職位列表可見²²，人才欠缺主要原因，在職人員技能不符占了八成。

本案例 5G AIoT 次世代智慧船廠解決方案，通過跨領域的整合合作，推動智慧船廠在資服、軟硬體系統供應鏈的聯接，開創 5G 新應用模式，象徵著以大帶小，聯動產業聚落的升級發展，形塑智慧船廠前瞻領頭羊。在創新應用整合方面，助力國內造船產業升級轉型，提升競爭力，縮短製程

²⁰ 據經濟部工業局-造船產業(含國防船艦) 2023-2025 專業人才需求推估調查

²¹ 國家發展委員會-112-114 年重點產業人才供需調查及推估

²² 據經濟部工業局-造船產業(含國防船艦) 2023-2025 專業人才需求推估調查

時間，降低人力成本，減少對人力經驗的依賴。其輔助判斷和組裝的功能從局部到整體，能有效掌握製程績效與成果，並且具有極大潛力邁向創新商業模式驗證。因而需更全面評估 5G 專網之維運成本的挑戰（包括基地台、核網和終端等設備），倘若未來，隨著生態系統的逐步成熟和市場需求的增長，這也將推動專網設備的產品開發進程，同時降低相關成本，亦能順水推舟地促進智慧船廠的廣泛應用。

從商業角度來看，本案的創新應用有望帶來巨大的商業價值和市場潛力，由本案預估將創造 7,000 萬產值。本案設計了多項創新應用，包括 5G 網路規模化整合、虛實整合船殼資料圖資與船段管理、船廠數位建模與 AI 辨識智慧巡檢等，進一步推動了船廠的智慧製造和管理。這些應用的實施，將有助於改善船舶製造過程中的資訊流通、人力依賴問題，並提高船舶製造的精準度和效率。

此外，本案中的關鍵優勢，即專為戶外移動載具而設計的 5G 專網，相較於固定點終端的 IoT 回傳資訊的情境，該情境設計在巨型吊車和重載車等移動載具上的應用中具有靈活性的優勢，尤其是在大型製造場地中，5G 專網所涵蓋的範圍內都能提供應用價值，提高成本效益。其次，5G 終端可依據載具通過自身發電系統提供電力，從而確保 5G 專網的持續運行和通訊效率，同時保障船廠製程的順利和資料即時傳輸。

總的來說，常見的 5G 專網會礙於使用情境、設備成本與法規限制，相對於創新服務方案，通常創新服務更能有機會取得的發展優勢。然而在本案例中，5G 專網與創新服務相輔相成，並且若能如計畫所規劃，在大規模場域內的移動情境進行量測，達到 80% 的量測時間內端對端 ping 小於 25ms，且 80% 的覆蓋範圍內訊號接收功率不低於 -100dBm，將代表著台廠在短短幾年內便已取得 5G 網路性能開發的顯著成就，同時也將歸功於我國政府對產業扶持有成，並且能聯動其他產業領域提供價值參考。

四、「5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---大同世界科技

「大同世界科技股份有限公司」²³成立於 2000 年，主要代理銷售世界知名電腦通訊產品及提供產品服務，擁有豐富的電腦網路技術、通訊技術及其技術整合服務經驗，亦投入於企業私有雲技術建置、公有雲介接、雲端服務部署、客服中心、高效能運算、整合通訊、應用軟體開發等領域，並結合至大同世界科技所代理各領域知名資訊通訊軟硬體產品，為企業客戶規劃建置資訊通訊系統架構。近年來以先進數位技術協助政府及企業進行永續與數位的雙軸轉型，並以創新數位方案協助企業邁向環境保護、社會責任與公司治理的 ESG 治理目標。

(二)、廠商簡介---台灣國際造船

「台灣國際造船股份有限公司」²⁴成立於 1973 年，為台灣最大的造船公司，主要提供商船、海軍艦艇與公務船建造和商維、大型鋼結構和機械製造、海上工程製造、組裝、運輸、吊裝、商維和其他核心業務項目等產品和服務。台灣國際造船階段營運定位於商船製造與維修、海軍艦艇與公務船製造與維修、離岸風電海工業務三大範疇，為航運業、國防與海工事業發展提供強力的支持，持續精進發展提供船舶與海洋產業全方位解決方案，以增進國家安全及促進社會福祉。

(三)、訪談記錄

表 2-8、大同世界科技、台灣國際造船訪談紀錄表

公司	大同世界科技股份有限公司、台灣國際造船股份有限公司
訪談日期	2024 年 08 月 08 日
訪談人員	<ul style="list-style-type: none">資策會：李揚、李穎芳大同世界科技：邱○○處長台灣國際造船：黃○○處長
訪談內容	1. 隨著 5G 網路和 AIoT 技術的發展，傳統的製造業面臨轉型升級的契機，船舶產業亦需要透過數位化和智慧化手段來

²³ 大同世界科技 <https://www.etatung.com/>

²⁴ 台灣國際造船 <https://www.csbcnet.com.tw/>

	<p>提升作業效率。</p> <ol style="list-style-type: none"><li data-bbox="395 257 1385 459">2. 在這次計畫中，計畫團隊聯手探討 5GAIoT 技術在船廠的應用場景及潛在商機。並期盼搭建產業與新創之交流平台，在地企業大廠分享產業數位化轉型之趨勢及發展需求，推動產業以大帶小串聯南部在地產業與新創相互交流。<li data-bbox="395 470 1385 667">3. 對於頻率、頻寬等資源需求，以目前應用而言尚且夠用；但技術團隊同步關注國際間毫米波專網相關應用，作為後續更多大頻寬需求應用（如：多人、多角度沉浸式共同設計）時技術方向。
--	--

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

第四節 創新應用研析案例三：5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用

一、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」計畫簡介

本研析案例為經濟部產業技術司 A+企業創新研發淬鍊計畫所核定之前瞻技術研發計畫，執行期程為 2020 年 12 月至 2022 年 12 月，計畫執行團隊包括：仁寶電腦工業股份有限公司、愛卡拉互動媒體股份有限公司及獨角獸娛樂股份有限公司，計畫目標於飛競場館內架設本研析案例研發及整合的 5G 飛競專網含 5G 小基站、專網管理與整合及無線接取網路智慧控制器（Radio Access Network Intelligent Controller, RIC）。飛手在 5G 專網環境下，透過時速 60 公里的障礙穿越競賽驗證低延遲的高品質圖傳及低延遲飛控傳輸，飛競無人機上裝置的本研析案例所研發及整合的第一人稱視角（First-Person View, FPV）5G 相機及低延遲影像傳輸技術，透過 5G 專網提供即時影像至飛手的混合實境（Mixed Reality, MR）頭戴顯示器，實證場景及飛手 5G MR 眼鏡畫面如圖 2-22 及圖 2-23 所示。

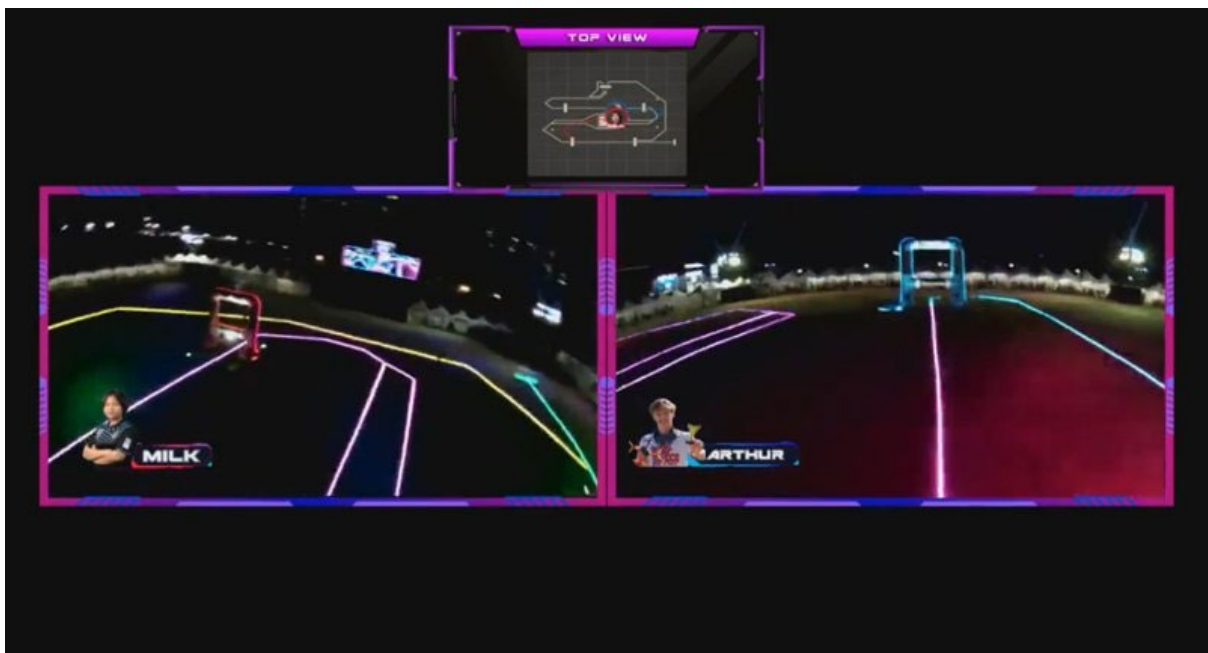
在本次競賽環境中，無人機最高時速可到達 60km/h（即 16.7m/s），以每個基地台覆蓋 50 公尺長度場域計算，在直線飛行時每 2.99 秒（即： $50/16.7=2.99$ ）即可能發生一次 Handover。因此需要快速的 Handover 機制來避免 Handover 失敗而造成參賽者不良的使用體驗。另一方面，5G 基地台上行流量約為 200Mbps，為了滿足架無人機的上行流量需求，場域需至少建置 2 套基地台。當各無人機快速移動時，基地台之間需即時進行干擾協調，以避免相互干擾造成傳輸品質下降。因此，在無人機飛行途中，為達到準確換手與低中斷延遲之目的，利用超寬頻 UWB 定位技術輔助 Handover 機制（UWB-Assisted Handover），並利用部份頻寬（Bandwidth Part; BWP）技術，進行資源配置以及干擾協調（Dynamic BWP Allocation）。最後，於計畫結束前舉辦飛競比賽作為最終研發技術之驗證。

綜上技術規劃，本研析案例中所使用之頻率包括：

- 5G 專網：4.8-4.9 GHz
- UWB：2.4 GHz



資料來源：仁寶電腦提供²⁵，2023 年 12 月
圖 2-22、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」實證場景



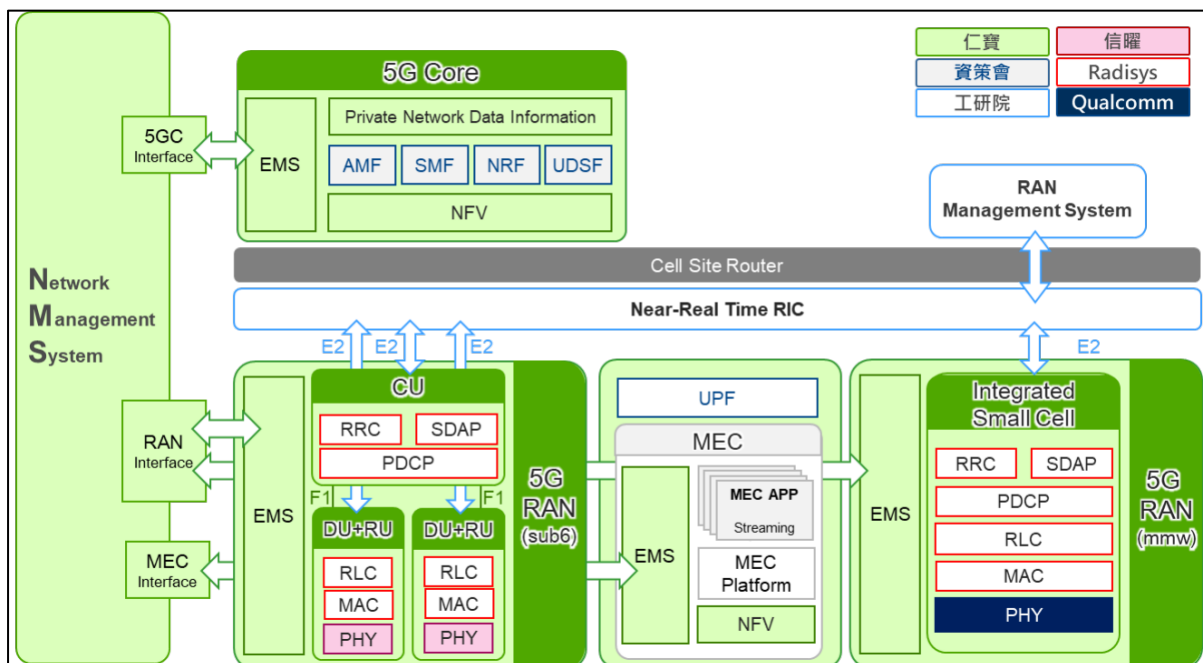
資料來源：仁寶電腦提供，2023 年 12 月
圖 2-23、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」飛手 5G MR 眼鏡畫面

²⁵ 仁寶電腦 <https://www.compal.com/>

二、 「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)、 5G 飛競專網網路架構

5G 飛競專網中規劃建置獨立組網網路架構 (Standalone, SA) 之 5G 基地台加 5G 核心網來符合飛競競賽低延遲的需求，網路架構如圖 2-24 所示。為了避免參賽者於飛競比賽有不良的 5G 使用體驗，將於 5G 飛競專網中規劃建置 RAN 智慧控制器來提供快速換手機制與干擾協調機制。5G 飛競專網架構中亦規劃一套網路管理系統來監控 5G 飛競網路的現況，進而達到提升 5G 飛競專網的穩定性與改善網路效率。接下來將分別針對 5G 專網之關鍵技術；5G 小基站、專網管理與整合及 RIC 來做說明。

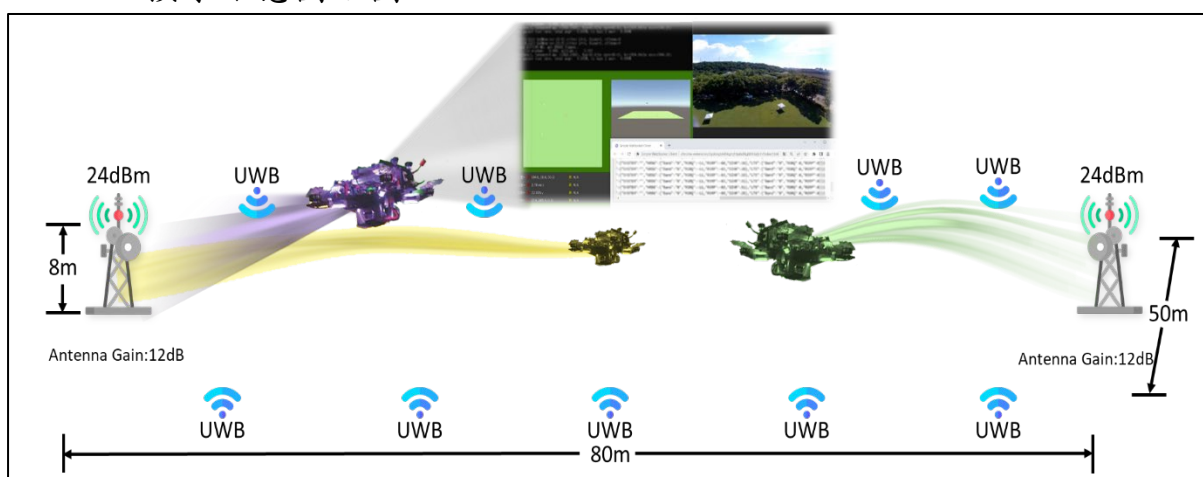


資料來源：仁寶電腦，2020 年 10 月

圖 2-24、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」計畫網路架構

(二)、5G 飛競專網開發技術說明

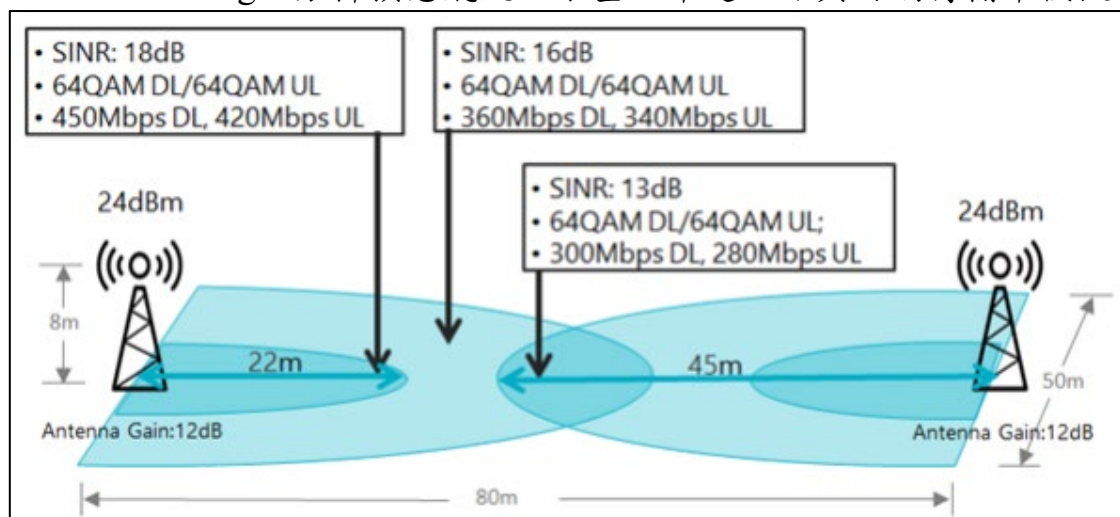
- 無線傳輸低延遲：能讓飛手與觀眾身歷其境參與或投入比賽，其中要克服的就是高速飛機上的影像傳輸延遲問題，本研析案例目標是以最大傳輸封包（約 1500 Bytes）透過 5G 專網無線傳輸至目標終端約 8ms，只占在整個傳輸路徑總時間的 1/5 左右。
- 高移動性無線場域：在此所規劃之無人機最高飛行時速為 60 公里，其挑戰來自於終端高移動性下必須保持連線，且資料在兩基地台的切換，也必須快速且精準換手、傳輸延遲也能控制。由於無線傳輸高移動性需求，除了布建需考量移動性，也需客製以 UWB 技術達到更準確的位置輔助定位，加強基站間換手機制，UWB 輔助快速換手示意圖如圖 2-25：



資料來源：仁寶電腦，2020 年 10 月

圖 2-25、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」以 UWB 輔助快速換手

- 網域布建的資料傳輸頻寬保證：飛競場域需求是上行需求，無人機影像透過基地台上行傳輸到核心網路；觀眾直播場域是下行需求，即時飛競影像由 MEC 處理完畢，透過核心網路與基地台，下行傳輸至觀眾頭戴顯示終端。本研析案例規劃以 FR1 基地台布建於飛競場域，提供上行傳輸，並考量未來場域的擴充性。換言之，同頻干擾抑制機制就必須設計於其中。調高上行傳輸方案符合 5G R15 新規格，設定高上行的資源配置，並且搭配 RIC 和基站部分頻寬（BWP）技術降低同頻干擾影響，以滿足飛競場域內上行最低達 280Mbps 傳輸量。終端部分距離小基站 22 公尺，訊雜比約 18dB，上行傳輸率約 420Mbps（Slot pattern 是 DDSU，D 代表下行時槽、U 代表上行時槽、S 代表保護間隔）；終端距離小基站 30 公尺，訊雜比約 16dB，上行傳輸率約 340Mbps；終端距離小基站 45 公尺，訊雜比約 12dB，上行傳輸率約 280Mbps。如圖 2-26 表示依上述 Link budget 分析預想飛競區小基站布建距離與終端傳輸率模擬結。



資料來源：仁寶電腦，2020 年 10 月

圖 2-26、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」飛競區小基站布建距離與終端傳輸率模擬

- 專網管理系統：高可靠度網路不僅需要高可靠度的設備，也需要網路管理系統輔助，本研析案例採用 O-RAN 的 RIC 規劃，打造即時/非即時控制伺服器，包括網點監控、網點失效偵測與回復、軟體升級、與干擾管理等。本研析案例規劃的專網與管理系統，包含網路控制、資料獨立與安全性管理等功能，相較於公共網路，資料獨立的特性為 5G 專網的優勢。

三、 「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」全面商用之可能方向及成功率研究、產值分析

仁寶電腦的網通設備，藉由此一政策工具補助，強化其產品效能外，更藉由公開展示技術應用整合，強化其於 O-RAN 產業生態鏈中位置。於 2024 年世界行動通訊大會 (Mobile World Congress, MWC) 期間，仁寶和波蘭電信 EXATEL 合作，將 5G 專網落地歐洲，並且已於 3 月初和 EXATEL 共同啟用位於波蘭華沙的 5G 專網智慧應用「5G ZONE」專區。

以網通設備角度來看，公網龐大的市場機會也將是仁寶接下來越來越重視的發展面向。O-RAN 設備若要由專網進入公網領域，短期內，預期 O-RAN 公網布建仍將由傳統設備商主導。在此模式下，分散式單元 (DU) 及集中式單元 (CU) 應主要還是由傳統設備商提供，其他業者比較有機會從射頻單元 (RU) 切入公網；同時在傳統基地台設備商數量有限的情況下，RU 代工可能還是台灣的主要機會點，不過，由於台灣具有提早投入 O-RAN 的技術能量，可以做到共同設計開發製造 (Joint Design Manufacturer, JDM)、原廠委託設計代工 (Original Design Manufacturer, ODM)，相較原廠委託生產代工 (Original Equipment Manufacturer, OEM) 更上一階。

而以此案例之應用面向分析，為多元型態拓展 5G 專網應用，加速淬煉國產 5G 設備，經濟部不僅推動 5G 文化展演，更進而延伸 5G 電競運動，計畫中競技無人機的創新應用，除仰賴 5G 專網系統外，也需搭配高速定位、傳輸、運算、渲染等軟硬整合技術，展現企業專網、小基站的商業潛力。

未來商用方向可與電競設備商及遊樂園合作，布建於商用場域，讓此項娛樂深入普羅大眾，希望將 5G 技術開發結合無人機競賽的應用服務與互動娛樂，帶起國內無人機從軟硬體及相關轉播、資源產業的發展，未來能推動競技無人機賽事環境整套解決方案輸出，協助業者進軍國際市場拓展商機。

成功率研究、產值分析而言，技術層面來看，5G 專網提供的高速度、低延遲和大連接數特性非常適合影音直播應用，尤其是對於要求即時互動和高質量影像的飛競直播。市場需求面，無人機市場正在快速增長，飛競作為一個新興的運動和娛樂形式，吸引了大量的科技愛好者和專業選手。隨著科技的進步和相關活動的增多，對於高品質的直播服務的需求將持續增長。盈利模式分析，商用化的盈利模式可能包括直播訂閱費、廣告收入、品牌贊助以及相關衍生商品的銷售等。此外，5G 專網服務提供商還可以藉由提供租賃式專網技術支援和服務予相關賽事組織者來開拓收入。最後，

法規遵守部分，必須考慮到無人機飛行的安全法規、數據隱私保護規定等法律問題。商業運營需獲得相關部門的批准和監管，以確保合法合規地提供服務。

四、「5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---仁寶電腦

全球筆電代工大廠「仁寶電腦工業股份有限公司」²⁶，自 2018 年開始布局 5G 技術發展與應用，鎖定智慧製造、雲端遊戲、健康醫療與智慧教育 4 大領域，提供 5G 智慧應用完整解決方案。2020 年推出 5G 小基站、5G 通訊模組、5G 無線網路分享器、5G 智慧穿戴裝置等，並首創開放式延展實境 (Extended Reality, XR) Cube 邊緣運算解決方案，實際應用案例則包含，在日月光高雄首座 5G 專網工廠導入 MR 眼鏡，與華電聯網合作打造全球首創的 5G XR 風電虛實整合模擬訓練系統。

仁寶持續發展符合 O-RAN 規格的 5G 基站產品，並攜手合作夥伴，提供端到端 5G O-RAN 一站式解決方案，相關應用也已落實在智慧醫療、智慧工廠、智慧展演等應用上。持續擴大 5G 應用在智慧展演領域，包含與高雄市政府和經濟部合作 5G MR 無人機競賽，此外，智慧醫療應用上也持續與資策會、工研院共同發表 5G 遠距腹部超音波遙控診斷驗證等遠距醫療成果。

(二)、訪談記錄

表 2-9、仁寶電腦訪談紀錄表

公司名稱	仁寶電腦股份有限公司
訪談日期	2024 年 03 月 08 日
與談人	<ul style="list-style-type: none">仁寶電腦 莊○毅 總監、林○茂 資深經理資策會：李穎芳 組長、陳正昌 組長
訪談內容	<p>1. <u>仁寶 5G 應用</u></p> <p>仁寶電腦做為全球智慧裝置領導大廠，從雲、網、端全面開展，全球第一款 APAL 5G 攜帶型寬頻無線裝置 (Mobile Wi-Fi, MiFi)、APAL 5G 混合實境智慧眼鏡、XR Cube 雲端服務平台等陸續整合上線，除了 5G 端到端的網</p>

²⁶ 仁寶電腦工業股份有限公司 <https://www.compal.com/>

路產品外，更整合應用打入電競娛樂、數位教育、未來工廠、遠距醫療，推波元宇宙在各產業的實現速度。

2. 5G 無人機電競應用

仁寶連續 2 年 (2022-2023) 分別在新竹與高雄登場的 5G 無人機競賽，透過與資策會、工研院在為經濟部產業技術司支持下開始技術上的合作，開發出全球首套 5G 無人機電競系統，輕量化 5G 攝影機與超低延遲數位圖像傳輸，實證 5G 專網大頻寬、低延遲特性，展現無人機高速定位、5G 傳輸影像串流、混合實境 MR 運算等技術能量與商業化驗證。

3. 5G 混合實境應用

仁寶現在的 APAL 5G 混合實境智慧眼除了應用在電競娛樂產業，也適合導入智慧工廠做為人機協作工具。目前在日月光高雄 5G 智慧工廠內，可以看到穿著無塵衣的工程師帶著仁寶電腦的 5G MR 智慧眼鏡，透過虛實疊加畫面，雙手操作設備設定，達成遠端協作效果，也是目前全球唯一具有 5G 通訊功能的 MR 智慧眼鏡，未來勢必能在智慧工廠、工業製造、教育訓練、技術維修與大型演唱會視聽體驗及研討會等產業大有可為。

4. 5G 遠距醫療應用

仁寶將 5G 小基站結合旗下的神寶醫資的遠距醫療超音波影像傳輸系統，打造行動醫療專車，遠距深入新竹縣尖石鄉，為偏鄉民眾進行腹部超音波掃描檢查，大幅推進遠距及行動醫療應用模式，進行即時傳輸影像，快速提供醫療建議，將大型醫院專科醫師的診療能量帶入偏鄉。

5. 頻率資源相關回饋及建議

(1). 專網不得連接公共電信網路，對於特殊應用情境的專網，如前面所提及的行動醫療車應用，在實際應用情境上不符合需求。建議可針對特定應用情境 (警消、醫護

	<p>等公共利益相關領域優先，再擴及民生應用)研議開放連接公共網路以及連接雲端的限制。</p> <p>(2). 現在專網的建置都需要在申請時即明定設置區域及使用電波涵蓋區域，但 5G 飛競展演在實務上每次的地點都不一樣，是以同上建議，期望能研議針對特定應用研議更彈性的管理方式。</p> <p>(3). 室內室外的專網應用整合仍有些挑戰，限制專網區域邊界的無線電波功率小於-125dBm 等。高雄亞灣 5G AIoT 創新園區 5G 戶外實驗專網，提供 5G 無人載具運行驗證，也是用實驗網形式，無法做為長期商業使用的模式，期待在室內銜接戶外專網應用上，也能有更明確的作法跟管理方式。</p> <p>(4). 專網頻率使用許可申請流程繁複，5G 飛競展演為短時間使用，但申請程序費時長達數個月，若要發展為商業模式，將造成一大障礙。</p>
--	---

資料來源：本研究整理，2024 年 03 月

第五節 創新應用研析案例四：5G 系統整合加值推動計畫「5G 多人自主移動 VR 協同作業」

一、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」計畫簡介

本計畫緣起於經濟部產業發展署「5G 系統整合加值推動計畫」，針對國內產業在海外布局之應用發展需求及國際 5G 垂直應用方案之潛力應用場景，完成 5G 開放網路垂直應用整合技術實證。目的在於對焦海外國際 5G 專網應用需求規格，包括技術驗證規格及服務需求規格，透過在臺灣復刻海外應用場域特性進行服務驗證（Proof of Service, POS），提升可對接海外市場的 5G 應用方案整合能量。經公開招標並召開審查會議，本計畫由富鴻網股份有限公司得標，採用智宏網股份有限公司之 O-RAN 網通設備，並由協力廠商維亞娛樂提供虛擬實境（Virtual Reality, VR）互動體感內容，於高雄義大世界購物中心進行場域實證。

本案目的在於利用 5G 專網高傳輸及低延遲特性，創建一款具有高度互動性和協同作業能力的虛擬實境團隊對戰射擊遊戲，遊戲將提供玩家在虛擬世界中自由移動和共同作戰的特殊互動體驗外，透過精準定位的技術，玩家可以實現不受傳統線材限制，將真實的跑跳、蹲躲、趴閃等等動作同步零時間差整合至虛擬世界。因應以上應用內容，整體技術需求如下：

● 高速低延遲的網路連結

5G 技術提供了比傳統網路更快的速度和更低的延遲，這對於 VR 應用至關重要。多人協同作業需要即時的互動和同步，而 5G 的特性使得這種互動更加流暢和真實。

● 多人自主移動的 VR 設備

VR 設備的進步使得使用者可以在虛擬世界中自由移動，而不受限於有線連接或固定位置。這種自主移動性增加了在更大範圍內進行協同作業的可能性，例如在整個建築物內或者在戶外空間。

● 跨地理位置的異動體驗

5G 的全球覆蓋和高速連接性質使得跨地理位置的多人協同作業成為現實。團隊成員可以在不同的城市甚至國家，利用 VR 技術進行即時的協作和互動。

二、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」網路架構

本案研發重點在於利用 5G 專網的高傳輸低延遲特性，整合 VR 應用，設計一款具有高度互動性和協同作業能力的虛擬實境團隊對戰射擊遊戲；遊戲將提供玩家在虛擬世界中自由移動和共同作戰的特殊互動體驗外，透過精準定位的技術，玩家可以實現不受傳統線材限制，將真實的跑跳、蹲躲、趴閃等動作，在等多個使用者玩家的情況下，透過 5G 專網，將所有人的動作、視角資訊同步零時間差整合至虛擬世界。

本案的場地設計以輸出方式將圖形辨識符號遍佈遊戲場域全區（如圖 2-27 所示），讓玩家在安全的遊戲區域內，可安全自由的移動遊玩。資料流部分，VR 頭盔透過 5G 專網連結至定位伺服器及應用內容伺服器，藉由辨識符號，不僅在走動上能引導玩家精準移動，更可以在動態遊玩的情境下，透過快速傳輸的方式回傳正確定位，讓每一位玩家都能即時看到其他玩家的動態動作，進而體會到同時同地作戰的樂趣。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月
圖 2-27、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」場域實際情形

在網路架構部分，5G 專網除核心網路軟體外，皆採用國產品牌及設備（清單如表 2-10），5G 接取網路採用 HTC 智宏網的 5G-O-RAN 企業專網解決方案「REIGN CORE」，其符合 3GPP Rel 15 及 O-RAN 規範，並採通

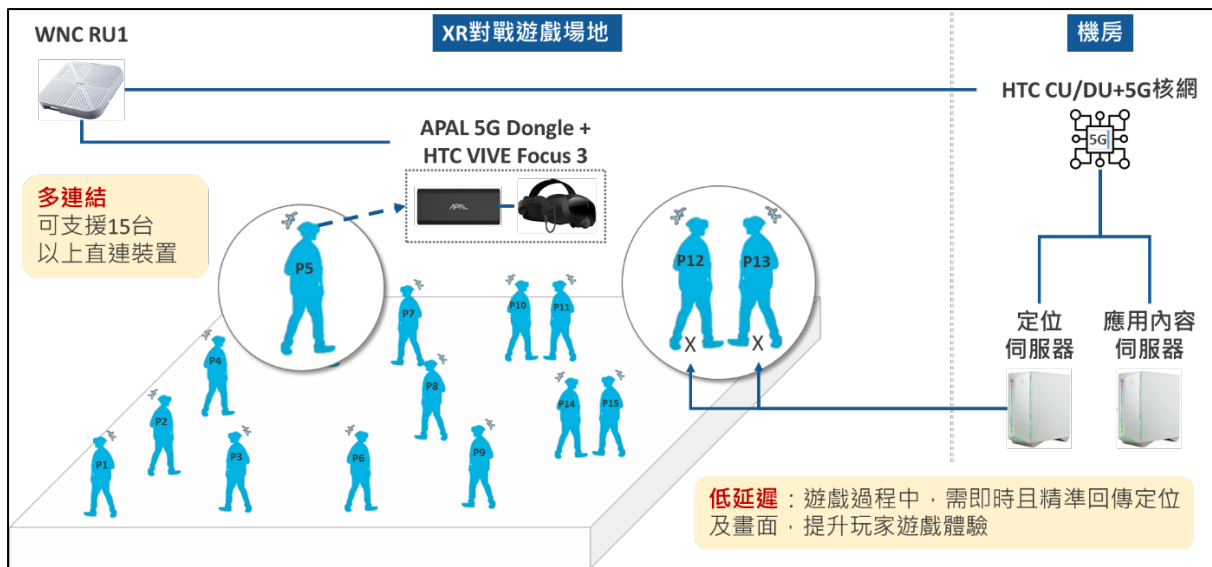
用型 x86 架構的伺服器組成 5G 網路系統。組成包含 5G 核網、基頻模組 (Baseband Unit, BBU) 伺服器、無線電單元 (Remote Radio Unit, RRU) 以及 Layer 3 交換機，其中 BBU 伺服器承載著由 G REIGNS 所研發的 RAN 軟體。其優勢在於可透過高度整合的可攜式行動專網，於 30 分鐘內快速布建，也可透過高度客製化的服務來布建大場域的完整覆蓋。

在本案的 5G 專網建置中，採用一 1 組 CU/DU 搭配 2 組啓碁科技的 RU，達到大範圍覆蓋的目的，同時驗證在多名玩家自主移動的狀態下，可快速在 RU 間進行無縫換手 (Seamless Handover)，保持訊號不中斷的服務體驗。並藉由 5G 專網超低延遲、超大頻寬的即時串流，將龐大的資料無線傳輸至 VR 頭盔，以視覺化、3D 立體圖像化的方式來呈現產品設計，同時可透過多人連線來進行檢視、討論、驗證等工作，以改善製作實體模型的等待時間，還可大幅縮短產品設計的開發驗證期，網路架構圖如圖 2-28 所示。

表 2-10、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」電信設備列表

電信設備	廠牌	型號	生產地
5G 核心網軟體	Druid(愛爾蘭)	Raemis-5.2.4.0-1	愛爾蘭
5G 核心網硬體	美超微(美國)	1019P-FHN2T	臺灣
CU/DU 軟體	智宏網(臺灣)	HPFG-0	臺灣
CU/DU 硬體	美超微(美國)	1019P-FHN2T	臺灣
RU 硬體	啓碁(臺灣)	R1220-079L	臺灣

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月
圖 2-28、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」網路架構

(二)、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」資料流研析及主要功能廠商研發重點

在導入 5G 專網之前，在採用的 Wi-Fi 6 技術架構下，設計多人互動的 VR 遊戲仍面臨一定的技術瓶頸；Wi-Fi 6 雖然在單一設備連接和小規模網路環境中表現出色，但在大規模多人互動場景中，其穩定性和性能仍需進一步提升。VR 遊戲對高質量視覺和音頻的需求日益增長，僅依靠 Wi-Fi 6 技術難以滿足這些需求。在多玩家同時連線的情況下，網路延遲和數據傳輸速率成為影響遊戲體驗的關鍵因素。在本案中採用 HTC FOCUS 頭顯設備，這款設備配備了高解析度顯示屏與高刷新率，能夠減少畫面延遲和暈眩感。其輕量化設計確保玩家在長時間遊戲過程中仍能保持舒適，並提供 360 度全方位的動作追蹤，確保玩家動作的準確反應。同時，本案目標為提供可容納 15 人的 VR 互動射擊遊戲平台，讓玩家能夠自由無拘束地在大場域空間移動和互動。遊戲平台將提供多種遊戲模式，包括競技模式、合作模式和探索模式，滿足不同玩家的需求。透過高解析度的視覺效果和環繞聲音效，提升玩家的沉浸感，並配合觸覺反饋技術，讓玩家在遊戲中能夠感受到真實的碰撞和震動，進一步增加遊戲的真實感。

於 5G 專網導入後，5G 技術提供更高的數據傳輸速率，遠超過 Wi-Fi 6 更高品質的視覺和音頻傳輸，能更細膩地傳遞遊戲的沉浸感。同時基於 5G 網路的低延遲特性，大幅降低遊戲過程中的時間差及網路延遲，確保多位玩家同時且即時互動，也確保玩家在操作上的反應能夠迅速且準確地反應

在遊戲中。在廣連結特性部分，5G 網路支持更多設備同時連接，針對群戰遊戲中大規模多人互動場景。此外，對於高移動性的支援，基於 5G 的換手服務提供高速移動中的穩定連接，使得玩家可以在更大範圍內自由移動，而不會因網路連接問題而受到限制；對比於 Wi-Fi 技術，在不同的 Wi-Fi 基地台間切換時仍常有斷網在重新連線入網的問題，5G 技術更能夠提供穩定且高速的網路連接，滿足各種複雜場景的需求。在佈網彈性的部份，5G 專網為時分雙工 (Time-Division Duplexing, TDD) 模式，時槽的時間可多樣變化，藉由調整上下鏈路時槽的比例，靈活配置傳輸資源並依照場域需求配置上下行比例；以本案需求為例，VR 遊戲所需的是大量的下行資料與極少量的上行資料，在一般的公眾電信網路或是 Wi-Fi 網路中採用標準上下行配比，無法讓網路資源達到最有效的配置。5G 導入前後差異如圖 2-29 所示。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-29、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」5G 導入前後差異

三、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析

儘管 VR 槍戰遊戲近年來已屢見不鮮，但始終未能突破遊玩人數的限制，目前多數遊戲機台為單人與電腦對戰，使用 Wi-Fi 支援也僅能擴展到最多 6 至 7 人分組對戰。然而，運用 5G 專網技術作為傳輸方案，即可將遊戲參與人數擴增至 15 人以上，為過去的兩倍之多。憑藉著 5G 高速率、多連結和低延遲的特性，使用者在戴上 VR 頭盔後可看見 4K 解析度的擬真畫面，90Hz 刷新率也有助於擺脫頭暈不適感，且在極短時間（30 毫秒）內，5G 還可精準定位所有玩家的位置，使遊戲進行更加順暢。

5G 通訊與 VR 的技術結合不僅可應用在娛樂產業，也可以作為國際間許多應用情境的解方。本次義大世界購物廣場首創 5G 結合 VR 沉浸式槍戰遊戲，其成果已驗證了 VR 應用於多人移動式情境的技術可行性。除了前述優勢，5G 專網的高度穩定性也可達到連續運作至少 48 小時，且有效涵蓋標準化場地逾 250 平方公尺。未來在國內外主題樂園、軍警任務訓練和救災安防演練等多元情境中，皆有潛力以此示範案例為核心技術，作為延伸解決方案。

在本案中，經濟部產業發展署除協助扶植 5G 產業的發展和實證應用，也積極瞄準國際需求，將台灣業者的技術成果推向國際。「5G 多人自主移動 VR 協同作業」計畫於 2024 年 9 月底，於義大世界購物中心舉辦「VR 決戰未來」快閃對戰活動，讓國內相關業者與民眾第一線感受我國 5G 和 VR 之技術整合實力，後續持續爭取日本、菲律賓、印尼、馬來西亞和墨西哥等地的市場，以期將大場域、多人移動式 VR 技術的應用輸出國際，使更多產業場景受益，並開啟台灣在 5G 產業的世界知名度。而本案展示的沉浸式 VR 多人槍戰遊戲，為傳統商場帶來了全新的娛樂模式，吸引了大量人潮，也促進更多商家進駐，帶動相關產業紛紛效仿。5G 開放架構的技術展現了極為多元的應用潛力，隨著政府的大力推動，國內的 5G 生態系統將持續擴展，未來隨著更多業者獲得輔導資源，商業實證能量將持續累積，這將加速台灣在全球市場上的競爭力，搶攻新型 5G 通訊應用的商機。

未來全面商用方向包括：

● 企業應用

在建築、製造、設計等行業中，多人自主移動的 VR 協同作業可以大大提高團隊間的協作效率和溝通效果。例如，在虛擬大型災害演練現場，各專業救災人員可以同時在虛擬災害現場討論和研擬救災應變策略，而不需要再大費周章、費時費力的真實重現災害情境。

- **教育和培訓**

在教育領域，這種技術可以模擬真實情境，讓學生在虛擬環境中進行實驗和協同學習。例如，醫學生可以在虛擬手術室中進行手術模擬，學習各種手術技術。

- **娛樂和文化體驗**

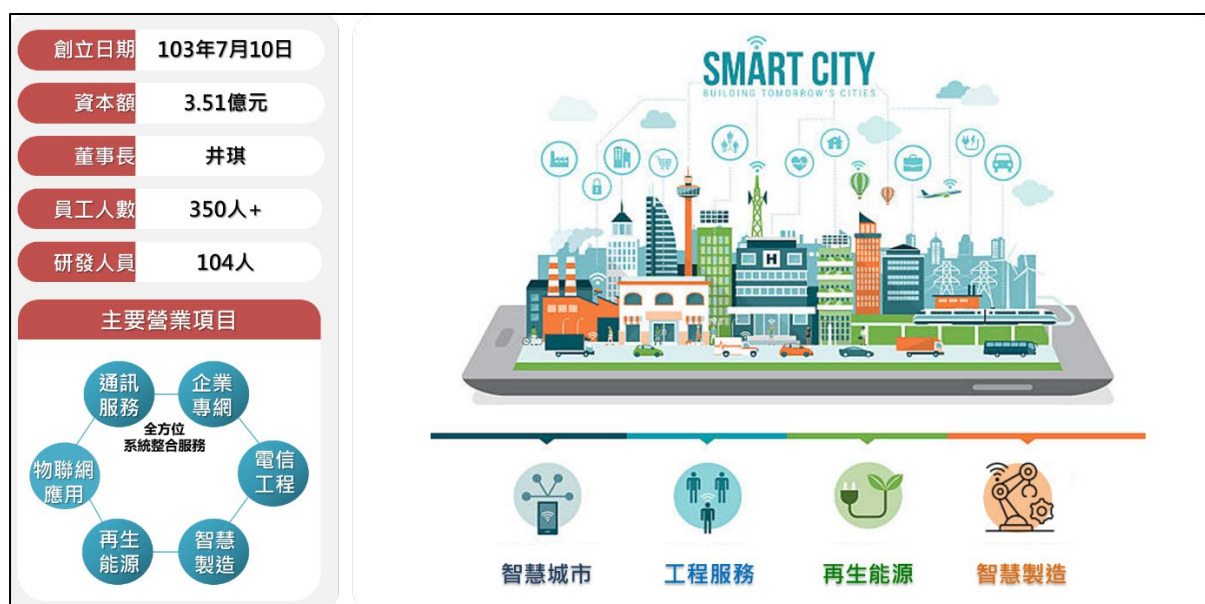
在娛樂領域，多人自主移動的 VR 協同作業可以提供更加豐富和互動性的遊戲和娛樂體驗。玩家可以透過 VR 設備，全程自主移動的體驗模式，參與多人遊戲或虛擬景點的探索，讓虛擬世界的互動更加貼近真實世界的感受。

四、「5G 多人自主移動 VR 協同作業」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---富鴻網股份有限公司

富鴻網股份有限公司²⁷主要股東結構為遠傳電信、鴻海集團、中鋼集團。公司自成立以來，專注於資通訊及產業數位轉型，藉由集團資源整合及多年產業經驗，以市場、客戶需求為導向提供全方位解決方案，致力成為客戶首選之系統整合商，支持電信運營商、政府機關、醫療體系、再生能源、製造、交通、物流、零售、建築等各行業數位化轉型實踐，如圖 2-30 所示。

富鴻網做為 5G 專網應用中，扮演系統整合商的角色，基於擁有企業、電信、公共工程的豐富經驗、多樣化的服務類型，讓富鴻網儲備了大量的系統整合、規劃及專案管理之能量。



資料來源：富鴻網，2024 年 10 月

圖 2-30、受委辦廠商富鴻網公司簡介

²⁷ 富鴻網股份有限公司 <https://www.fhnet.com.tw/>

(二)、訪談記錄

表 2-11、富鴻網企業訪談記錄表

公司名稱	富鴻網股份有限公司 智宏網股份有限公司
訪談日期	2024 年 03 月 08 日
與談人	<ul style="list-style-type: none">富鴻網：何○滄 資深產品經理智宏網：韓○光 副總資策會：李穎芳 組長
訪談內容	<p><u>富鴻網 何○滄 資深產品經理</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. 頻率資源需求部分，VR 應用中就是針對 100MHz 頻寬所能承載的終端數量下去做設計，若能有更大頻寬自然能讓應用更豐富2. 針對連接公網及雲端問題，對應用廠商而言造成應用達成不易執行，如：影音應用多以雲端為主，未來若 O-RAN 與更多 AI 應用結合，政府應該思考如何放寬規範，以擴大企業應用情境3. N79 終端種類仍受限；目前 VR 頭盔採用外接 5G 終端，但在其他應用領域中仍有相當限制 <p><u>智宏網 韓○光 副總</u></p> <ol style="list-style-type: none">1. 期望政府在整體規劃時，能朝向「長期商用化營運」方向思考，著重於讓應用可發展成熟完整的角度進行資源規劃

資料來源：本研究整理，2024 年 3 月

第六節 創新應用研析案例五：5G 智慧場館會展創新應用整合平台

一、「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」計畫簡介

本節研析案例來自經濟部「產業升級創新平台輔導計畫」之主題式研發計畫。計畫由高雄展覽館股份有限公司主導，以及仁寶電腦工業股份有限公司與光陣三維科技股份有限公司聯合辦理。

實施場域為高雄展覽館，與會展主辦單位合作應用實證，高雄展覽館公司負責主導本計畫之智慧場館管理營運，提供 5G 專網場域驗測實證空間，技術解決方案研發團隊仁寶電腦和光陣三維負責 5G 核心網路串接、邊緣運算平台與應用服務方案。計畫期程為 2022 年 07 月 01 日至 2023 年 12 月 31 日，以「場館即平台，科技即服務」為定位：

- 高雄展覽館位於亞灣核心，結盟科技產業與新創團隊、建立會展科技生態系。
- 轉型 5G 智慧場館，成為推動亞灣發展 5G AIoT 創新科技示範平台。讓企業可在無干擾的狀況下進行 5G 應用測試，透過 5G 智慧場館達到最大的示範效益。

該計畫以智慧場館為根基，會展應用創新服務為骨幹，串聯國內相關之網路通訊、3D 模型、軟體開發、終端設備、影像製播、AI 應用、高速運算等產業廠商，為亞灣地區推動產業群聚。並且提供 5G 專網場域驗測實證空間，結合即時擬真 3D 建構展示創新以及即時智慧製播應用，作為創新會展文化 IP 引擎，提供永續動能。計畫目的為：

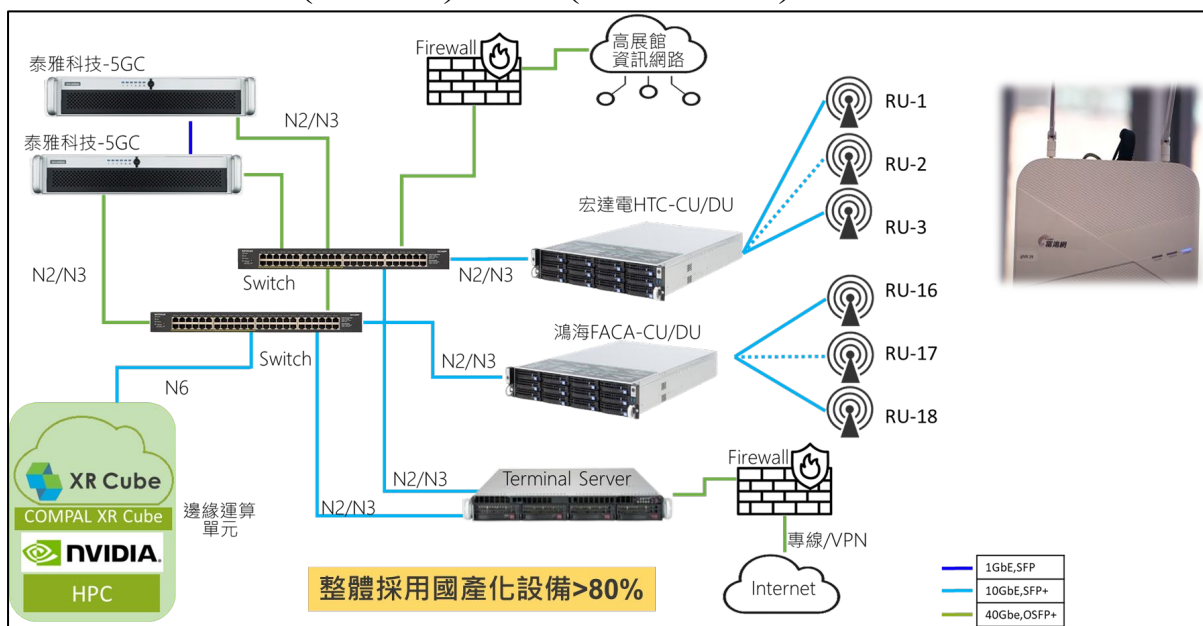
- 降低大型展覽成本：大型且多樣化展品的運輸與製作成本高昂，加上空間成本的限制，使展品數量受限，展示方式也顯得單一缺乏互動性，進而削弱廠商擴大參展的意願，阻礙展覽規模和內容的成長。
- 以數位化延伸商務效益：實體展會體驗有助於提升成交意願，但受疫情影響，參與人數下降，導致商務交流的效益無法延續至展會結束後，會展產值也難以持續擴散。
- 實體會展文化 IP 無法有效即時轉譯成適合遠端線上參與的內容，經濟產值受限場館空間，IP 價值無法有效即時擴散。

二、「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)、「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」網路架構

本節研案例中的實體網路架構採用 5G O-RAN 專網環境，整合國內網通廠商投入的軟硬體設備建置及場域創新技術應用測試，如圖 2-31 所示。整體國產化設備佔比超過 80%，場域主要以 5G 專網系統以及支援 XR 應用簡化部署的雲端/邊緣運算系統為核心，以便策展商或開發者打造更豐富多樣的延展實境服務。場域內由富鴻網整合多家資通訊公司之 5G O-RAN 專網設備，包括鴻海科技集團和宏達電的分散式單元 (DU) 與無線電單元 (RU)、思科的時間同步 (TimeSync) 設備、泰雅科技的 5G 核心網路，以及仁寶的邊緣運算 XR Cube。此外，與國際大廠 NVIDIA 及 Qualcomm 合作，利用 NVIDIA GRID 技術方案，最大化伺服器上圖形處理器 (Graphics Processing Unit, GPU) 的效能；並以 Qualcomm 晶片終端支援場域內多元終端設備的整合測試。場域使用的頻段如下：

- 5G：n78 (3.5GHz)、n79 (4.8-4.9 GHz)



資料來源：5G 智慧場館會展創新應用整合平台計畫/本研究整理，2024 年 10 月

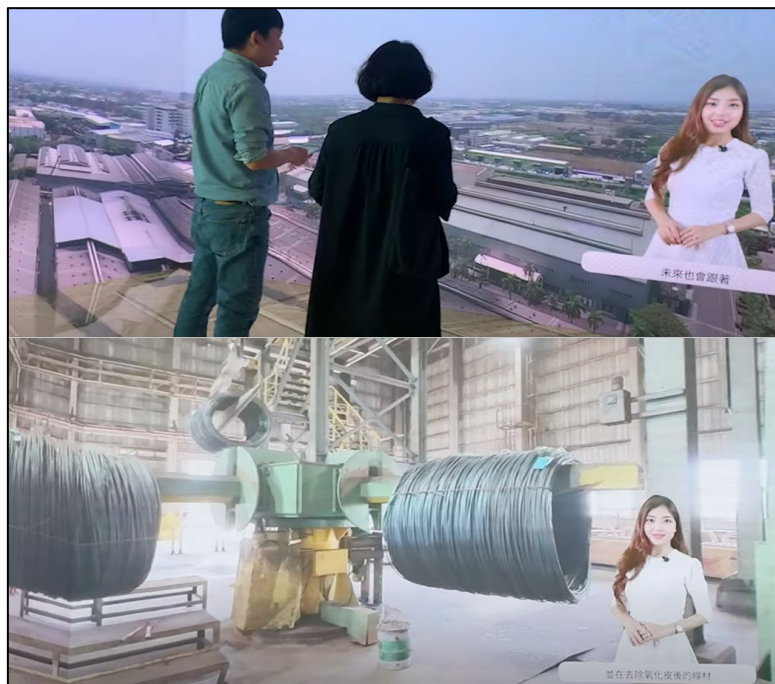
圖 2-31、高雄展覽館 5G O-RAN 專網架構

(二)、 「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」 資料流研析及主要功能廠商研發重點

該計畫的主要功能涵蓋三類別服務應用，分別是 3D 人/物/場即時動態會展創新詮釋、會議論壇智慧製播、會展文化元宇宙。計畫由光陣三維負責整合各項創新服務，導入 3D 4K 影像建模與先進科技展示技術，並結合聲邁科技的 AI 翻譯功能、集仕多的 AI 主播應用研發。此外，計畫與 HTC VIVERSE 及 XR SPACE 合作，推動元宇宙平台上的會展文化發展，為參觀者提供沉浸式互動體驗。

1. 3D 人/物/場即時動態會展創新詮釋

將展品/人物/場景空間，於展覽現場進行高畫質、低延遲動態成像，結合影像 AI 渲染技術、套疊互動、骨架動作、聲模、深度偽造 (Deep Fake)，提升感官體驗娛樂性及參與價值。此類別應用服務以高雄展覽館展出展項之一為例，展示讓參觀者進入角型顯示器內，透過 360 度攝影機的視角，全面瀏覽春宇集團工廠的空間建模效果 (如圖 2-32 所示)。此展示中，AI 專家人形建模進行導覽，參觀者不僅能身處虛擬場域，更可藉由平板自由控制視角和場景變換，增添沉浸感。此外，該應用服務亦提供應用延伸，於展覽區域內設置了「XR 創作大道」(如圖 2-33 所示)，吸引台南科技大學、高雄大學及中國科技大學數位創作科系的師生參與，展示其創作成果。



資料來源：高展館官方資料/本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-32、3D 人/物/場即時動態會展創新詮釋應用類別-扣件工廠沉浸製程



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-33、3D 人/物/場即時動態會展創新詮釋應用類別-XR 創作大道

2. 會議論壇智慧製播：

以多台 4K 攝影機同時拍攝舞台的全景畫面，形成動態 360° 影像拼接，並將現場演出者的聲音傳送至雲端翻譯系統進行 AI 即時轉譯，經由 5G 專網高速低延遲的特性，傳輸至 XR Cube 進行影像縫合。經縫合後的影像進一步於導播台完成字幕（包含轉譯字幕）、音效（含轉譯後語音）及特效疊加，最終製作完成的影像再透過過頂（Over-the-top, OTT）或其他平台傳送給終端用戶，即時提供高品質沉浸式觀賞體驗。高雄展覽館以此呈現直播畫面，提供會議直播中的自由視角，與會者可透過不同終端設備，如筆電、手機等，即時掌握 360° 展會實況（如圖 2-34 所示）。此外，AI 即時轉譯適用於線上與線下的商務會議及研討會場景，可即時收聽中、英、日、韓四種語言的語音翻譯內容，並可與影音內容同步，提供隨講隨翻的字幕翻譯服務，有效提升會議和導覽活動的溝通成效。



資料來源：高展館官方資料/本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-34、會議論壇智慧製播應用類別-線上會議 360° 展會實況

線下則作為一對一即時翻譯櫃台系統（如圖 2-35 所示），透過 AI 即時翻譯系統的雲端運算與 5G 網路的高速傳輸整合，展會貴賓可即時在螢幕上查看翻譯回應內容，有效消除國際展會中因語言不同帶來的溝通障礙。此系統適用於展會服務台及展攤洽談情境，讓國外貴賓及參展商輕鬆突破語言限制，全面接收展會資訊，提升互動效果。



資料來源：高展館官方資料/本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-35、會議論壇智慧製播應用類別-一對一即時翻譯櫃台系統

3. 會展文化元宇宙

以 3D 為實體展示與虛擬展會共同基礎，透過開放軟體開發套件（Software Development Kit, SDK）開發元宇宙虛擬會展，結合 HTC VIVERSE 打造會展元宇宙平台，並建構一座虛擬高雄展覽館，除了將主辦單位將實體展覽同步建置虛擬展覽在線上外，同時實現上敘述兩類別服務應用「3D 人/物/場即時動態會展創新詮釋」，以及「會議論壇智慧製播」於元宇宙空間，創造虛實同步體驗。整體運作基於 5G 高速傳輸與高效能運算，能同步連結線上線下的創新展會內容與沉浸式感官體驗。

三、「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析

隨著新興科技（如 AR、VR、AI、大數據、5G）的發展，全球的會展產業正逐漸從傳統的實體展覽模式轉向虛實混合模式。根據 Global Market Insights 的展覽市場分析報告顯示，虛實混合和數位轉型在提升參展體驗及市場成長方面是作為關鍵成長動力之一，預測 2024-2032 年複合年增長率將超過 7% 以上，市場規模將達 690 億美元。全球的展覽業正逐漸融合實體和數位元素，形成虛實混合活動展會模式。這種模式不僅擴大了展覽的參與範圍，讓更多地區和不同需求的參觀者得以參與，大幅增強了展會活動的規模化與靈活性，能夠應對各種突發情況，例如疫情或地緣政治的變化。虛實混合模式的核心在於利用 5G 通訊、VR、AI、大數據分析等，來提升參展者的互動性和沉浸感。不僅能讓參觀者遠程參加展會，還能即時獲取定製化的資訊，提升參展商和參觀者的匹配效率。例如，通過 AI 技術分析參觀者行為，展覽方可以個性化展覽內容，最大化每個參觀者的體驗效果。

在 5G 智慧場館會展創新應用整合平台的數位轉型改變了傳統展覽的運作方式，不僅能降低活動成本，增加參展效益，還能為展覽業者帶來新的收入來源，使展覽模式更符合國際趨勢，具備可持續性和市場競爭力。在全球會展數位產業轉型的佼佼者中，以德國漢諾威 Deutsche Messe AG 為例，亦是借助 5G 專網技術優勢，使會展場館業者從原本的空間出租者以及展覽品牌營運者轉型為企業提供測試和展示 5G 技術產品及解決方案的創新場域。不僅促進了會展場館自身的數位化轉型，亦協助鄰近產業的發展，以下以高雄展覽館公司、德國 Deutsche Messe AG 場域進行分析比較可見，這兩個場館在 5G 技術應用上均採用雙頻段配置，確保在高密度終端環境中的高效訊號覆蓋與穩定的網路連接。其頻寬設計相近，滿足了高需求的數據傳輸需求，包括展場內的多設備連線、AR/VR 互動應用，以及即時大數據傳輸等應用場景，如表 2-12 所示。

表 2-12、高雄展覽館與國際會展之 5G 網路比較

	臺灣高雄展覽館 Kaohsiung Exhibition Center	德國漢諾威 Deutsche Messe AG
上市/規模	<ul style="list-style-type: none"> • 2014 年 	<ul style="list-style-type: none"> • 1947 年 • 經費規模約為高展館 50 倍以上
5G 專網比較	<ul style="list-style-type: none"> • 5G 企業專網 • 5G 專網 	<ul style="list-style-type: none"> • 5G 公網 • 5G 專網
5G 專網完成布 建時間	<ul style="list-style-type: none"> • 2022 年 9 月 	<ul style="list-style-type: none"> • 2021 年 9 月
5G 頻段	<ul style="list-style-type: none"> • N78 • N79 	<ul style="list-style-type: none"> • 3.6 GHz • 3.7~3.8 GHz
5G 頻寬	<ul style="list-style-type: none"> • 180MHz 	<ul style="list-style-type: none"> • 190 MHz
5G 通訊架構	<ul style="list-style-type: none"> • O-RAN 	<ul style="list-style-type: none"> • O-RAN+NSA
5G 涵蓋面積	<ul style="list-style-type: none"> • 2.5 萬平方公尺 	<ul style="list-style-type: none"> • 150 萬平方公尺

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

四、「5G 智慧場館會展創新應用整合平台」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---仁寶電腦

仁寶電腦工業股份有限公司 (Compal Electronics, Inc.)²⁸是台灣的筆記型電腦、手機代工大廠，全球第一大筆記型電腦製造商，從電腦周邊製造發展成長，至今已成為橫跨通訊/數位媒體/智慧型裝置/車用電子產品/機構零組件/面板/網通等 5C 領域的整體性解決方案提供者。

(二)、訪談記錄

表 2-13、仁寶電腦工業股份有限公司訪談紀錄表

公司名稱	仁寶電腦工業股份有限公司
訪談日期	2024 年 10 月 15 日
與談人	<ul style="list-style-type: none">仁寶電腦工業股份有限公司：莊○毅 總監資策會：李揚 副主任、黃宇笙 規劃師
訪談內容	<ol style="list-style-type: none">高雄展覽館的應用情境規劃是為了強調 5G 專網的特性，有高度的應用頻寬需求。然而，卻規劃了極端高密度的終端裝置使用，造成需要克服應用中的同頻干擾問題確保系統穩定性，除了對 5G 網元的設計優化外，同時使用 N78、N79 亦是在場域中舒解頻率干擾問題的方式之一。在高雄展覽館的異地同步演出應用中，需長時間維持低延遲且高度同步，對誤塊率 (Block Error Rate, BLER) 的容忍度極低，幾乎無法容忍任何誤塊發生。一旦出現誤塊率過高，將影響即時展演的商業推廣效果，因此現有通訊網路難以支撐此類特殊應用需求。

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

²⁸ 仁寶電腦工業股份有限公司 <https://www.compal.com/ESG/ZH/>

第七節 創新應用研析案例六：新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫

本節將研析的對象是「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」，該計畫介接了交通部辦理之「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」相關設備整合。交通部「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」的整體發展建置範圍規劃分為三期，並逐步擴大場域範圍：第一期從 2020 年 1 月至 2021 年 12 月，第二期從 2022 年 6 月至 2024 年 6 月，第三期則尚在商議中。本節研析的場域範圍位於新北市淡海新市鎮，是全台首個開放式車聯網試驗場域，亦為新北市智駕車的沙盒實驗場域。開放式車聯網試驗場域主要部份包括智慧巴士、智慧道路。智慧巴士是交通部支持新北市政府在淡海新市鎮建置，場域內的智慧道路是由交通部親自主導，委由華電聯網建置。新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫於淡海新市鎮之範圍如圖 2-36：

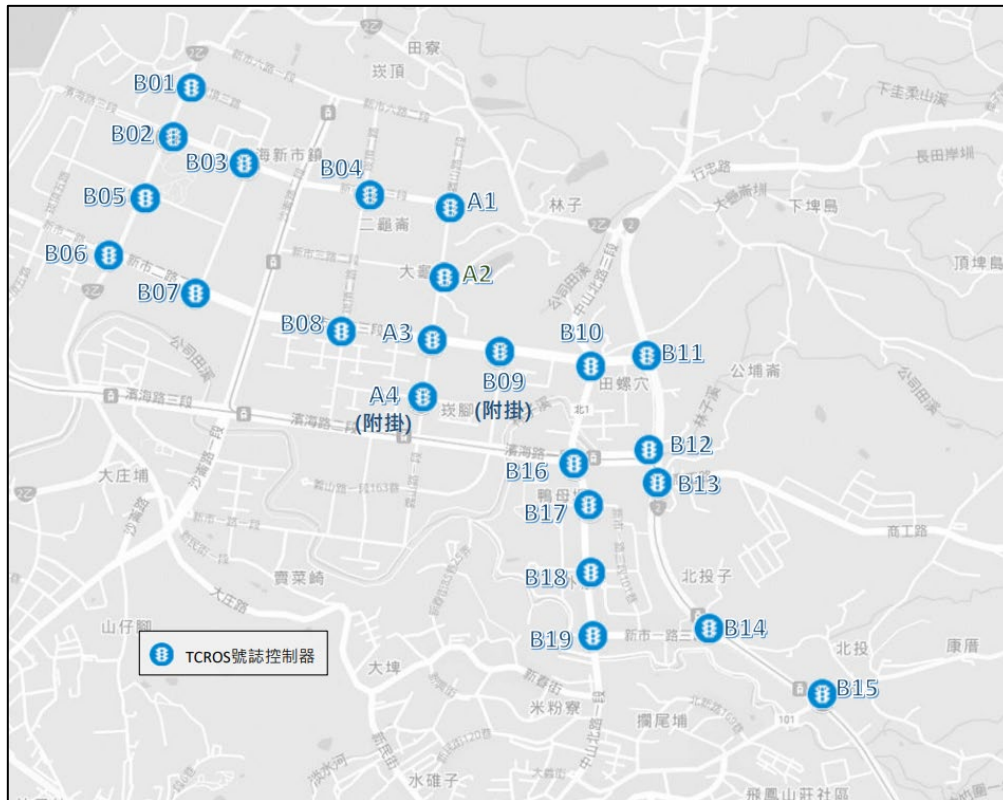


資料來源：華電聯網/本研究整理，2024 年 6 月

圖 2-36、新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫之範圍與淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫

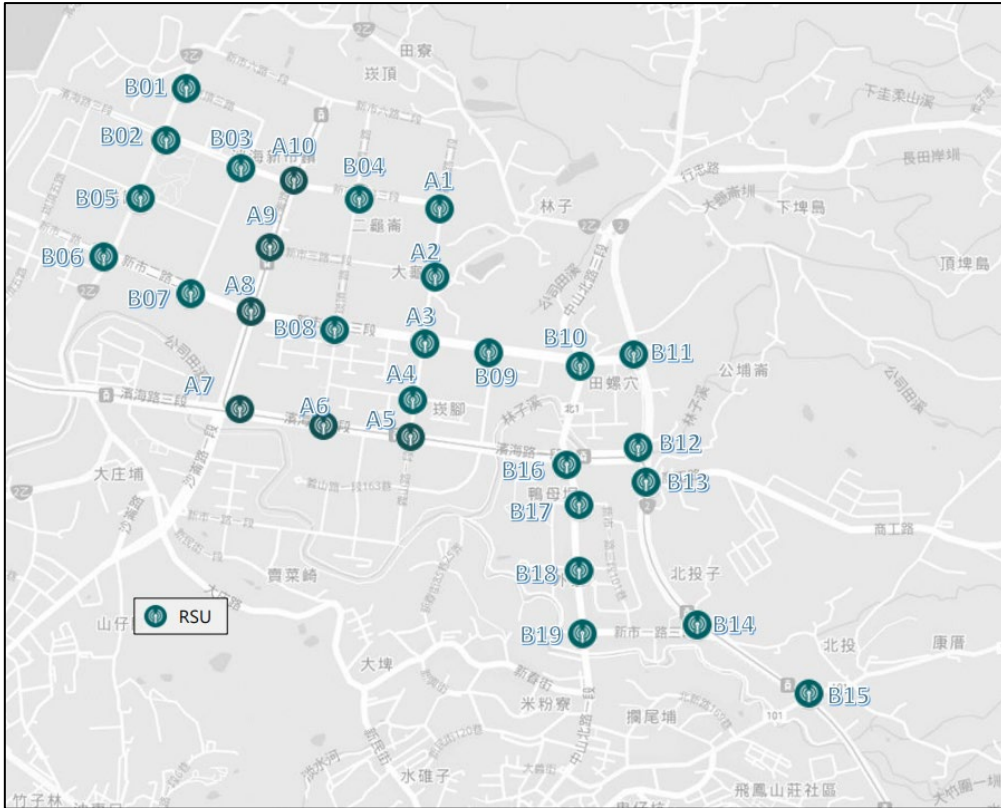
隨著重大建設的逐步完成，該地區的人口持續增長。經過多年的發展，吸引了更多台灣業者共同參與建設，整體場域內的路側基礎設施變得多元且相對完善，技術和經驗也更加成熟。路側設備的數量與範圍持續增長，從淡海第一期到第二期，新增的台灣協同智慧運輸車聯網路側設施資通訊

開放標準（Taiwan C-ITS Roadside Open Standards, TCROS）號誌控制器數量從 4 組增長至約 23 組（如圖 2-37 所示），智慧路口的路側設施（Road-Side Unit, RSU）數量從 10 組增長到約 29 組（如圖 2-38 所示），AI 閉路電視監控（Closed-Circuit Television, CCTV）則從 16 組增長至約 44 組（如圖 2-39 所示），以下說明路口位置、所對應之設備：



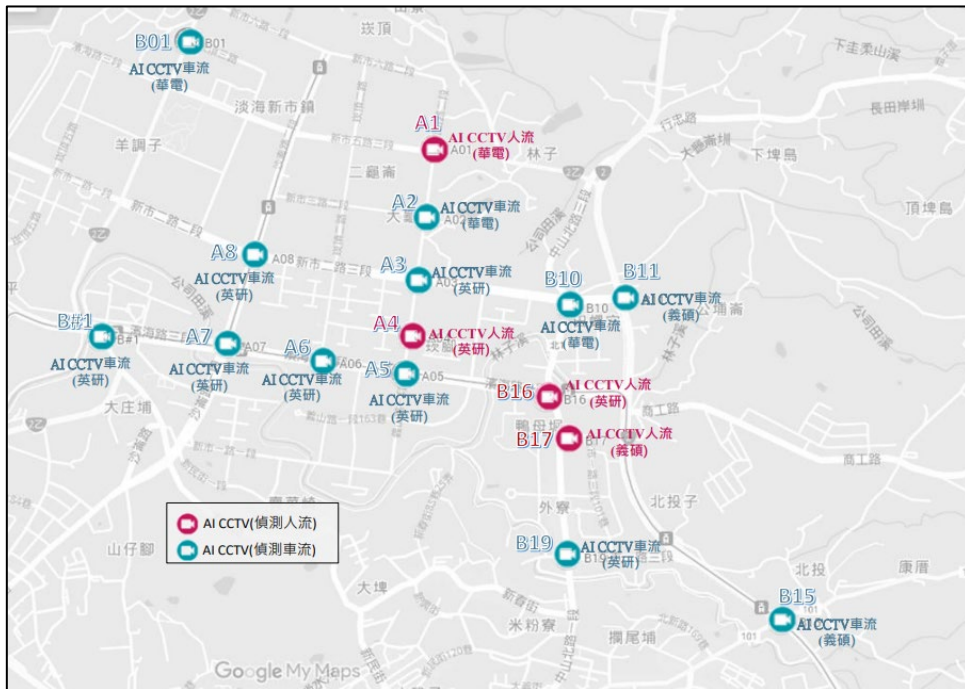
資料來源：淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究二期計畫路側設備清單，
2023 年 6 月

圖 2-37、TCROS 號誌控制器布設點位



資料來源：淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究二期計畫路側設備清單，
2023 年 6 月

圖 2-38、RSU 路側設施布設點位



資料來源：淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究二期計畫路側設備清單，
2023 年 6 月

圖 2-39、AI CCTV 施布設點位

此外，場域內建構了 5G 小基站公網通訊環境和光纖引出點，供回程網路應用。同時，淡海新市鎮具備多樣化的交通工具和人流變化的環境，擁有輕軌、公車、機車、汽車等混合車流，不同於其他封閉式場域，可於真實道路上進行各種測試、數據收集及實證服務模式。因此，其成為 5G 車聯網的道路環境測試的首選。

一、「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」計畫簡介

研析案例為新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫-輕軌系統的最後一哩交通服務，為全國第一個將智駕電動巴士導入公共運輸系統接駁，計畫宗旨為蒐集完整智駕電動巴士測試運行期間人、車、路數據及民眾接受度，並作為新北市推動智駕電動巴士政策方向及提供中央制定規範標準之參考依據。計畫由中央交通部補助 3,750 萬元，新北市政府自籌 1,250 萬元。計畫期程為 2019 至 2021 年，計畫目的²⁹為：

- 測試智動駕駛電動巴士持續運行可能遭遇情境
- 智駕車感測系統受天候影響程度
- 基於上述以評估後續發展之可行性

此計畫為發展淡海輕軌周邊提供接駁服務，以輕軌炭頂站及大型購物中心作為起迄點，期以透過新興科技與大眾運輸系統結合，改善運輸業勞動力短缺問題及提升新興市鎮大眾運輸路網，服務資訊如下：

- 服務時間：星期二至星期日，上午 11:00 至晚上 9:30，每 20 分鐘一班車次。
- 服務路線：自輕軌炭頂站，經新市六路二段與炭頂二路號誌化路口、美麗新廣場停車場出入口，右轉義山路二段至美麗新廣場站為繞行去程；上、下客後迴轉至義山路二段北向，左轉新市六路二段，經新市六路二段與炭頂二路號誌化路口，至沙崙路二段號誌化路口迴轉，來回共 1.2 公里，如圖 2-40 所示。
- 技術驗證目標：智駕巴士接駁服務與智慧化路口車路整合應用實驗。根據 SAE J2735/TCROS 標準，交通信號燈訊息可透過 RSU 使用蜂巢式車聯網通訊 (Cellular Vehicle-to-Everything, C-V2X) 技術即時傳輸給智慧駕駛車輛；同時加強弱勢用路人識別，對智慧駕駛車輛進行提醒和警告，以及路口狀況偵測。

²⁹ 新北市政府交通局-綜合規劃科-新北智駕電動巴士專區公告

- 此計畫完成不載客 3 個月及載客 5 個月測試，民眾搭乘滿意度：92%，測試運行成果如下：
 - 總行程距離：6,768.3 公里
 - 總乘客人數：15,462 人
 - 實驗智駕巴士時速範圍：最高時速 30 公里。
 - 總行程數：6,618 次
 - 準點率：95%



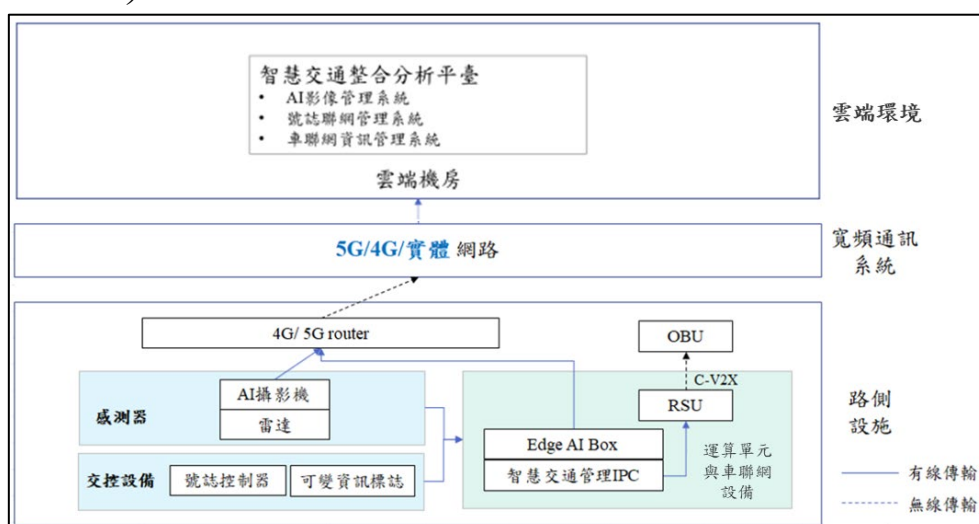
資料來源：經濟部-無人載具科技創新實驗資訊揭露，2020 年 5 月 18 日

圖 2-40、輕軌系統的最後一哩交通服務路線

二、「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)、「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」網路架構

本研析案例與「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」進行車路整合應用實驗，運用場域中的網路實體架構設計分為三個部分（如圖 2-41 所示）：雲端環境、寬頻通訊系統和路側設施。雲端環境是智慧交通整合分析平台，包含 AI 影像管理系統、號誌聯網管理系統和車聯網資訊管理系統；路側設施包括感測器、交通控制設備、運算單元和車聯網設備；感測器包括 AI 攝影機和雷達，交通控制設備包括號誌控制器和可變資訊標誌，車聯網設備則為 RSU 路側單元，使用頻率範圍：5855~5925MHz；Edge AI box 則是用於交通資訊的邊緣運算單元；寬頻通訊系統通過 5G/4G/實體網路，在路側設施和雲端環境之間傳輸資訊，5G 公網使用頻段：N78（3.3~3.8GHz）。



資料來源：淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫/本計畫整理，2024 年 6 月

圖 2-41、研析案例對接之車路整合實體架構

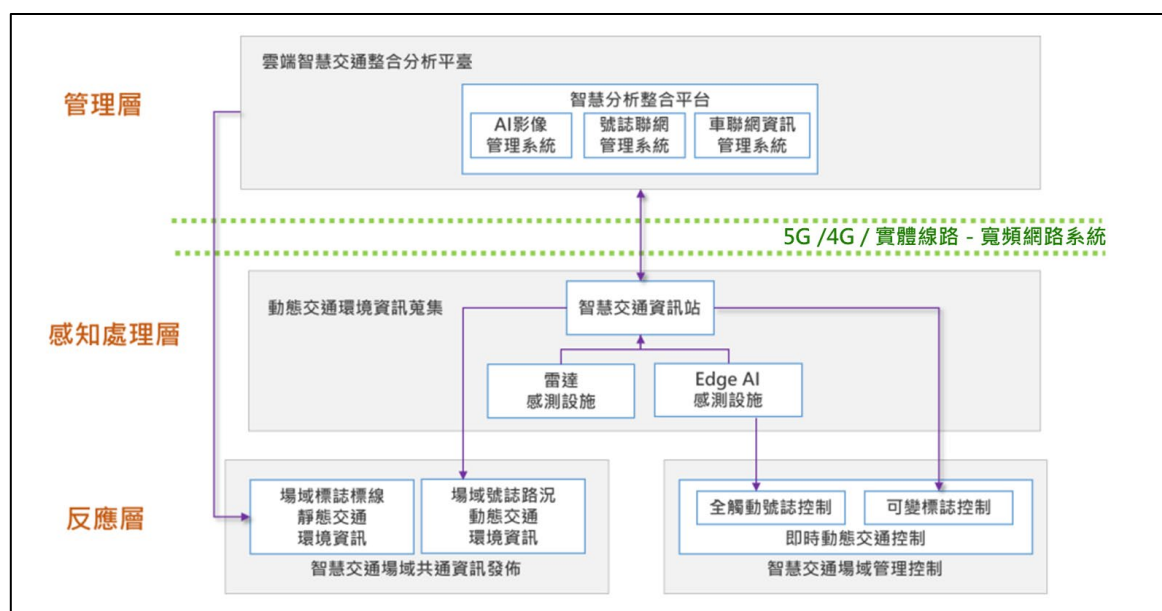
(二)、「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」主要功能廠商研發重點

新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫-輕軌系統的最後一哩交通服務中，主要功能分為智慧車載設備與智慧路側設備兩類：智慧車載設備中，智駕巴士解決方案由勤崑國際科技股份有限公司整合研發；智慧路側設備中，RSU 為亞勳科技股份有限公司研發、TCROS 號誌控制器品牌分別為山

崧企業有限公司、良基電子工程有限公司及萊康企業股份有限公司，AI CCTV 閉路攝影機品牌分別為義碩智能股份有限公司、英研智能移動股份有限公司及華電聯網股份有限公司。

(三)、 「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」資料流研析

場域中整體運作架構可分為三層(如圖 2-42 所示):管理層、感知處理層和反應層。感知處理層主要負責動態交通環境資料的收集,利用 Edge AI 和雷達感測設施來實現;管理層則是雲端智慧交通整合分析平台,包括 AI 影像管理系統、號誌聯網管理系統以及車聯網資訊管理系統;反應層則負責場域的資訊發布和管理控制,具體需求包括場域內的動靜態資訊發布和即時動態交通控制。



資料來源：淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫/本計畫整理，2024 年 6 月

圖 2-42、研析案例對接之車路整合系統架構

在智駕電動巴士系統測試運行計畫的數據流分析中,智駕巴士的車載單元(On Board Unit, OBU)根據 SAE J2735/TCROS 標準,接收來自 RSU 的下行資訊。運用之實際場景如圖 2-43 所示,其應用的數據包括:

- 即時號誌時相應用(Signal Phase and Timing, SPaT):提供交通信號燈的相位和剩餘時間訊息,幫助智駕巴士準確了解即將變換的信號燈狀態,以便做出適當的駕駛決策,如減速、停止或通過路口。

- 弱勢用路人資訊 (Vulnerable Road Users, VRU)：以 RSU 結合攝影機，偵測行人、騎自行車者和其他弱勢用路人的相關訊息，以增強智駕巴士對周圍環境的感知，並於危險時像車端拋送提醒和警告，以提高行駛安全。



資料來源：勤崑國際-V2V platooning operation on New Taipei Autonomous Bus，2023 年 11 月

圖 2-43、智駕巴士數據流運用之實際場景

三、 「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」全面商用之可能方向及成功率研究、產值分析

本次研析的對象「新北市的智駕電動巴士系統測試運行計畫」，雖然規模較小，但卻非常具有代表性和示範意義。智駕電動巴士系統的測試運行，正是考量的接駁公益與通過車聯網技術手段，作為提升城市運輸效率、減少排放、改善居民生活的有益嘗試之方向與國際先進國家一致。

若考量全面商用的智慧駕駛車聯網服務發展需求，實務上必須優先對車聯網的路側公共資源進行大規模擴建，將有助於實現車輛與基礎設施之間的互通互聯，包含：車輛對基礎設施 (Vehicle-to-Infrastructure, V2I) 及基礎設施到車輛 (Infrastructure-to-Vehicle, I2V)，不僅能為公眾帶來更多便利，同時也能突顯智慧駕駛在公眾運輸上的整體經濟效益。然而，建設這些設備需要巨大的資金投入，需要仰賴政府的投資和政策支持，才能夠確保這些基礎設施順利建成並投入使用。以美國交通部對車聯網 (Vehicle-to-Everything, V2X) 功能設施的布建規劃為例，其規劃了包括短程 (2024-2026 年) 覆蓋 12 州、中程 (2027-2029 年) 覆蓋 25 州、以及長程 (2030-2034 年) 覆蓋全國的布建。以下提供三個美國場域案例作為比對參考 (表 2-14)：

表 2-14、美國 V2X 試辦計畫統整

計畫名稱	安裝路側單元 RSU 數量	商業運營車輛搭載 OBU 數量	現象	場域類型	應用情境
紐約試辦計畫	470 套	14 輛 (公車)	涉及行人的道路死亡率高 (73%)	區域型	V2I/I2V Safety：限速、彎道限速、施工區限速、闖紅燈警告、禁行大型車、緊急通訊和疏散訊息、號誌路口行人告警
坦帕高速公路試辦計畫	47 套	20 輛 (公車、街車)	塞爾蒙調撥快速道中發生撞、誤闖狀況	路段型	V2I/I2V Safety：匝道終點減速警告、逆向行駛警告、行人碰撞警告、大眾運輸優先號誌

計畫名稱	安裝路側單元 RSU 數量	商業運營車輛搭載 OBU 數量	現象	場域類型	應用情境
懷俄明州試辦計畫	76 套	327 輛 (商用拖車組合、除雪車、公路巡邏車)	在冬季氣候惡劣時，80 號州際公路 (I-80) 常發生車輛翻覆的問題	路段型	V2I/I2V Safety：路況感知、施工區告警、天氣預警

資料來源：淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫/本計畫整理，2024 年 6 月

與此同時，美國交通部持續推動計畫，在 2022 年至 2026 年的五年內撥款 50 億美元，試驗使用 C-V2X (5.905 – 5.925 GHz) 技術，為公共車隊車輛提供相關應用。同時，根據 P&S Intelligence 市場調查公司的《智駕車 V2X 市場規模》報告顯示 (表 2-15)：2023 年 V2X 市場收入為 6.338 億美元，預計 2024-2030 年複合年增長率為 49.9%，到 2030 年將達到 102.255 億美元。當中，根據 V2X 的車輛類型，商業運營車類別的市場複合年增長率最高，預計 2024 年至 2030 年將達到 54%。商業運營車輛包括輕型和重型商用車，如巴士、貨車和大型卡車等大容量車，這些車輛用於運輸貨物或是提供乘客，更有機會建立創新商業模式。在場域路側設施的部分 (如：RSU、AICCTV、號誌控制器等)，均由國內自主研發製造，在未來廣泛部署時，有機會減少對國外技術的依賴。因此，可以預見，未來大力發展智慧運營車輛與智慧道路領域的整合，將成為台灣產業成功的方向之一。

表 2-15、智駕車 V2X 市場規模調查報告表

報告屬性	細節
2023 年市場規模	6.338 億美元
2024 年市場規模	9.025 億美元
2030 年市場規模	102.255 億美元
成長率	複合成長率 49.9%
歷史年份	2017-2023
預測年份	2024-2030

資料來源：P&S Intelligence/本計畫整理，2024 年 6 月

新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫是一個具有前瞻性和示範意義的智慧交通應用案例，為因缺乏人力與專業司機，為交通缺口提供適切的載具運輸方式。通過在淡海新市鎮開放式車聯網試驗場域內進行的車路融合測試，展示了智駕駛技術與公共交通系統的融合潛力，以輕軌接駁最後一里路服務中奠定路段型服務的基礎，為後續的區域型服務，提供了實踐經驗和數據支持。

其次，實驗數據顯示出居民對智駕電動巴士的高接受度和滿意度，證明了該技術在實際應用中的可行性和受歡迎程度。然而，全面推廣這一系統仍面臨諸多挑戰。基礎設施的建設和維護需要大量資金和政策支持。國際經驗顯示，大規模部署車聯網設備和實現車輛與基礎設施之間的互通互聯（V2I/I2V）需要多方協作和持續投入。以美國為例，其逐步推進的V2X功能設施布建計畫和市場規模的預期增長，為台灣提供了寶貴的參考。

此外，產業訪談結果也指出，台灣在制定頻譜規範、引入國際驗證標準、推動型式認證體系和加強資安憑證管理方面仍有改進空間。這些措施的實施將有助於促進國內車聯網技術的發展和商用落地，進而提升整體智慧交通系統的效能和安全性。

在未來，智慧運營車輛與智慧道路領域的整合將成為推動智慧城市建設的重要方向，預期帶來顯著的經濟和社會效益。

四、「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---亞勳科技

「亞勳科技股份有限公司」³⁰成立於 1997 年，是一家綜合硬體設計、軟體開發及授權服務供應商，致力於發展嶄新的 V2X 技術和硬體方案，提供車聯網和物聯網硬體、韌體、軟體及整合服務。亞勳科技投入車聯網技術研發已有近 10 年的經驗，提供專用短距離通訊（Dedicated short-range communications, DSRC）和 C-V2X 技術，亞勳科技目前實際量產的車聯網相關產品多為商用車種，且大多應用於半封閉性場域，如礦區、農業應用等，在全球車聯網車載設備市佔率超過 70%。

(二)、訪談記錄

亞勳針對台灣車聯網產業的發展提出了多項建議，強調需制定明確的頻譜規範、引入國際驗證標準、推動型式認證體系，以及加強資安憑證管理，以促進國內車聯網技術的進一步發展和商用落地，訪談記錄參表 2-16。

● C-V2X 審驗標準

業者探詢國內 C-V2X 審驗標準是否依循美國規範或法規條文，如美國運輸部（United States Department of Transportation, USDOT）的聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）的中心頻率、頻譜遮罩、輸出功率等測試項目。目前的預期流程規範、申請文件及審驗項目尚待明確。

● 專案設備審驗流程

在 NCC 專案設備的審驗過程中，業者觀察到以下問題：

- 測試單位與業界實驗室測試方法資訊不對稱
- 書面審查過程過於嚴苛，疑只接受特定測試設備之測試結果
- 案場中的審驗方式，採逐個拔除審驗，不利於大規模推廣

業者建議能參考國外的審驗標準，並希望能進行型式認證，送往第三方實驗室測試。

³⁰ 亞勳科技 <https://unex.com.tw/about-unex/>

● 未來型式認證與第三方實驗室建議

建議未來允許案場送往第三方機構進行測試，按照法規進行測試後取得核可 ID。若台灣承認國外實驗室測試結果，國外廠商可直接在台銷售相關產品，減輕主管機關負擔。

● 國內資安憑證管理制度

在技術實務面：2023 年末，亞勳協同中華電信研究院於 OmniAir Taipei Plugfest 通過一致性驗證。交通部委請中華電信研究院依循 IEEE 1609.2 與 1609.2.1 訂定「國內車聯網認證暨資安憑證管理指引」，預計 2024 年 Q4 進入下一階段。

在國內瓶頸方面：業者認為國內缺乏正式資安憑證規範及一致公開測試介面，未認可相關國際組織之審驗標準。建議未來國內發展自有規範時，可依據國際審驗標準或部分認可，並提供指引對照表進行抵免。同時，採用國際公開的開放源碼測試介面，如 Test Control Interface Version3 (TCIv3, Apache License Version 2.0)。

● 自駕車市場和技術標準的觀察

亞勳觀察到美國自駕車市場存在不同州之間，存在有因為各自遵循的年份版本有不兼容的問題，而使用者無法跨州使用服務。台灣應避免類似問題，建議應注意一致性與兼容性的需求規範，並應考慮技術的演進，訂定技術版本的日出/日落條款。在技術標準方面，台灣 TCROS 與國際間標準存在差異，應盡快確認台灣將採用的協定疊 (Protocol stack) 和應用層標準，以利車聯網技術開發與服務的開展。

● 低延遲通訊與大規模部署管理的挑戰

低延遲通訊：亞勳產品基於 3GPP 36.521 標準進行射頻 (Radio Frequency, RF) 通訊效能保證，符合 SAE J2945/1 應用延遲需求，已於 2023 年 11 月總功率因數 (Total Power Factor, TPF) 驗證。應用情境的標準仍持續在演進中，目前的延遲需求是否足以達成不論車輛對車輛 (Vehicle-to-Vehicle, V2V)、V2I、車輛對其他道路使用者 (Vehicle-to-Pedestrian, V2P) 安全應用需求，據業者的觀察各國間持續在研議應用標準中。

大規模部署管理：亞勳做為車聯網設備供應商，係作為輔助系統整合廠商 (System Integration, SI) 的角色，亞勳提供給客戶 V2X Cast 的產品，將 V2X 涉及到的所有功能服務化，可以透過 API 對於遠端設備進行服務需

求的控管、取得、發布車聯網資訊，且對於其中通訊皆可啟用加密模式滿足客戶大規模布建時的需求。

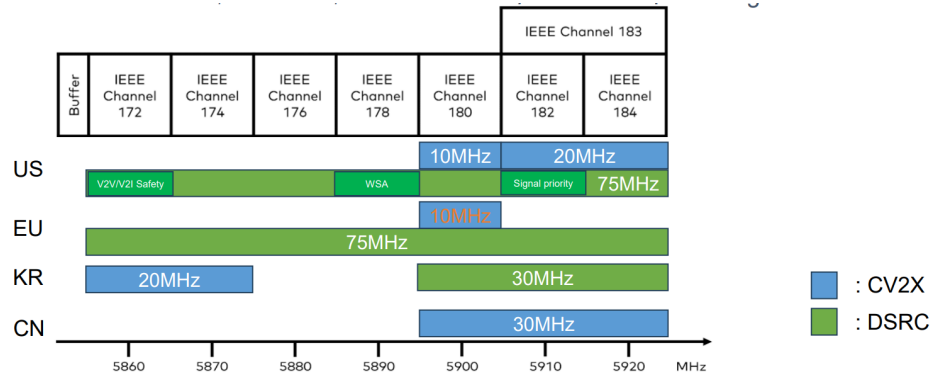
● **衛星通訊於車聯網的潛力**

車聯網的部分以全球技術發展來看，目前暫無考量衛星通訊的可能性，其是採點對點的廣播通訊方式，只要路測裝置有搭載 V2X 設備，或者車輛與車輛間有搭載 V2X 設備，即可相互收送達成相關安全應用之目的，不會受限於傳統電信服務商的限制。

表 2-16、亞勳科技企業訪談記錄表

公司	亞勳科技股份有限公司
訪談日期	2024 年 03 月 20 日
訪談人員	<ul style="list-style-type: none"> ● 亞勳科技：康○竣 研發副總、黃○芃 產品協理、紀○宇 技術經理 ● 資策會科法所：陳箴 副法律研究員、傅鈺晴 副法律研究員 ● 資策會軟體院：李揚 副主任、李穎芳組長、黃宇笙 規劃師
訪談內容	<p>1. 主題實務分享：</p> <p>(1). 2023 年十月，美國運輸部已提交了第三次 V2X 短、中、長期驗證與頻譜計畫。在此情況下，國內業者得知車聯網實驗場域將於 4 月底公告等資訊後，積極希望了解目前國內主管機關是否已擬定了車聯網相關規劃的 RoadMap，包括但不限於何時討論、何時定案以及商用落地時程等事宜。</p> <p>(2). 業者分享各國頻譜規範：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 美國：在 2024 年 2 月車聯網驗證聯盟 (OmniAir) 的每月會議，仍在徵求有關針對 IEEE Channel 180 的 10MHz (5.895~5.905GHz) 更有效應用的想法。而在 DSRC 是依據應用指定不同的 Channel 給不同的 Message 或應用層使用，以 V2V、V2I、WSA 為例，會分布在不同的區段上面。 ● 歐洲：現行採用較傳統的 DSRC，於評估場域時欲決定使用何種頻段。近年來，歐洲有部分案場開始轉向 C-V2X IEEE Channel 180。

- 韓國：在 DSRC 採用 IEEE Channel 180, 183。在 C-V2X 採用 Channel 172, 174。
- 中國大陸：C-V2X 強制鎖在 IEEE Channel 180,183。



- (3). 延伸上一項討論進行台灣對照，依現行的無線電頻譜供應計劃中的 5,850~5,925MHz 為例，業者希望台灣在 C-V2X 有類似的頻譜分配初稿或者規範能夠依循。
- (4). 業者分享在 NCC 專案專場專用設備的審驗流程中，觀察的實務現象：
- NCC 測試單位與業界實驗室測試資訊不對稱，如：測試方法
 - 書面審查過程中，部分機構僅接受使用與其實驗室相同的測試設備進行測試所得的結果
 - 台灣案場分佈廣泛，每次建置均須經過審驗。審驗方式是逐個拔除以檢視其運作情況，然而，從推廣部署的角度來看，當案場數量龐大時，這種審驗方式可能成為業界不願參與的原因之一
- (5). 業者欲探詢國內 C-V2X 審驗單位，未來審驗標準是否將依循美國規範或法規條文。以美國運輸部的聯邦通訊委員會為範例，其主要測試項目包含中心頻率、頻譜遮罩、輸出功率等，前揭案例展開下列項目。
- 國內預期流程規範
 - 國內預期申請文件
 - 國內預期審驗項目
- (6). 台灣案場目前以專案專場方式進行審驗，包括逐臺審查或現場抽樣檢查。未來是否有規劃允許進行型式認證，即將案場送往第三方機構的實驗室進行測試，實驗室將按照法

規進行測試，再由主管機關取得核可 ID，這將使整個流程更易推動。

- 業者建議之第三方實驗室測試體系：法規定義→第三方實驗室（測試項目→測試方法）→備齊報告與申請文件→繳交主管機關取得核可 ID。
- 審驗規範需應多方考慮，以美國為例，對 OBU 和 RSU 的審驗測項各有不同，但仍需兼顧符合審驗規範後在場域中的可用性。
- 業者觀察美國的功率標準大致設定在 20~23dB。在發展 C-V2X 控制電子道路收費系統相關的道路場景時，需要對特定範圍內的特定方向進行功率調整。根據業者觀測，這些功率要求呈現上升趨勢，因此業者希望了解低功率的標準閾值為何。

(7). 建議政府允許委外驗證的效力。以美國 USDOT 為例，對於頻譜使用細節（如頻譜遮罩或 RF 相關內容）是否符合 3GPP 3.521 測試規範，將由 OmniAir 機構定義實體層、協議層、應用層和 RF 相關測試項目。此機構將負責進行測試，並在測試合規後發放相關證書，以支持商業應用。理由為：

- 在符合台灣相關法規的前提下，國外廠商可在國外取得設備驗證文件後，即可在台灣市場銷售相關產品，不僅有效減輕主管機關的負擔，也可增加設備的多樣性，以滿足消費者的挑選設備之需求。
- 因為委外驗證單位大多具備豐富經驗，甚至能夠前往場域，快速排除問題並協助分析，大幅加速設備上線速度。

(8). 觀察到在美國自駕車市場，客戶希望能夠支援全美各地，但 A 州和 B 州的年份版本號不兼容，因此這個問題尚無解決方案。台灣未來在自駕車發展上應當注意到此情況，建議主管機關明確制定採用的年份版本。隨著技術演進，規劃日出/日落條款是必要的。

(9). 由於使用頻率的問題，國外廠商的車聯網射頻產品進行的實驗網互通性測試申請的行政流程繁瑣。當時，每家廠商都必須向主管機關額外申請使用權限。因此，如果該頻譜

屬於低功率射頻範圍，就不需要事先作申請。在這樣的情況下，便可更順利的評估通訊協議測試和資安的設計是否良好。

- 期望對於低功率射頻文件做出以下規範：明確將 5,850~5,925MHz 頻段納入，並詳細列出其類型及射頻發射功率的管理規範，包括免驗、書面審核或自我宣告書的情況。這樣的規範設計可能有助於避免產業停損的問題。
- 期望能夠建立由數位發展部委託的國外認可實驗室，負責遵循法規的測試和認證工作。未來，若要將國外產品引入台灣市場，廠商應提交書面資料並遵循相應程序。這樣的作法有助於建立一個完整的產業生態系統。

2. 資安憑證諮詢：

(1). 國內資安憑證管理制度的成熟度

- 在 2023 年末，亞勳已協同中華電信研究院的專家夥伴於 OmniAir Taipei Plugfest 依循國際標準與國內外先進廠商進行且通過一致性驗證，在技術實務面已有較高完成度。
- 管理度的部分，台灣現在正處於初始階段
 - 交通部已委請中華電信研究院就車聯網資安部分依循 IEEE 1609.2 與 1609.2.1 來訂定”國內車聯網認證暨資安憑證管理指引”，預計 2024 年 Q4 將會進入下一階段。
 - 因此在接下來的部分需要對於法規面的細部進行研議。

(2). 目前國內車聯網瓶頸

- 以亞勳的角度，目前國內最主要的問題為：
 - 國內尚未有正式資安憑證規範
 - 國內尚未有一致且公開的測試介面
 - 尚無法認可相關國際組織之審驗標準
- 建議：

- 若未來國內有自有規範時，能否考量認可國際審驗標準？
- 或部分認可，提供指引對照表，指引所認可國際標準對應測項進行抵免，而對於不認可的部分進行加測
- 需有一致且公開的測試介面，期盼能採用國際公開的開放源碼測試介面，如 Test Control Interface Version3 (TCIv3, Apache License Version 2.0)

(3). 國內外優缺點

- 若台灣未來協議層（包含資安部分）於法律規範已確認採用美規，則目前亞勳看到的現況比較，國外優點如下：
 - 明確的法源依循：具有跨部門整合的美國運輸部
 - 驗測項目：明確的驗測標準；認證可被繼承；驗測單位可委外
 - 進展到大量布建階段
- 國外缺點如下：
 - 對於 OmniAir 測試細節內容仍尚有未妥善地方
 - 中華電信資安所專家小組已提交改善建議給 OmniAir 組織進行調整
 - 早期 1609.2.1 舊版本（CAMP 版本）與新版並存
 - 國內應可直接採用新版標準

3. 標準化和互操作性：

(1). 現行多種通訊技術：車聯網涉及多種無線通信技術，包括專用短程通信(DSRC)、蜂窩式網路(長期演進技術(Long Term Evolution, LTE), 5G 等。在貴公司的經驗中，是否有過不同的通訊架構經驗？在運行效益上的優缺點？

以亞勳經驗於現階段而且兩種通訊技術(DSRC 與 C-V2X)，各有優缺點 DSRC 在部分特殊場景有通訊優勢，C-V2X 在頻譜利用率以及未來 NR 有優勢，但最終皆取決於國家的政策，現在全球的趨勢是往 C-V2X 演進。

(2). 全球標準：各地區對於車聯網技術的規範和標準有所不同，台灣現行標準 TCROS 跟國際間標準的差異？是否有較為明確的標準可以依循

- 業者認為此部分是分階層的，若以採用 C-V2X 技術來討論，全球規範中 RF 層採用的標準皆相同，而 RF 層其上的協定疊則看該國採用的是歐規、美規或陸規協定疊而定。
- 一旦指定採用了哪種協定疊規範將會是全國使用相同的協定疊標準。
- 在協定疊之上則是應用層的對接，指的是車聯網訊息層與各領域，號控、各車廠車載端的系統資料格式對接的部分。
- 因此，在 RF 與協定疊皆有明確的標準可以依循，但須注意的是主管機關需明訂採用的年份版本。
- 在各領域應用層的通訊格式部分，則各國各有自有的號控標準，美國 NTCIP 1218、歐洲 OCIT、RSMP，台灣都市交通號控通訊協定 V3+TCROS，車廠的部分就持各自想法與 CAN bus 格式，但各領域基於相同的 V2X 訊息標準。

4. 網路技術：

(1). 低延遲通訊：

- 亞勳對於 CV2X 的低延遲通訊皆基於 3GPP 36.521 的標準來進行 RF 通訊的效能保證。
- 對於安全部分將會疊加上、涵蓋相對應的協定疊、應用需求，包含了兩部分，IEEE 1609.2 資安憑證相關協定疊的處理以及終端應用安全的延時需求。
- 已終端應用而言，已涵蓋所提的 1609.2 處理，亞勳產品符合 SAE J2945/1 的應用延遲需求，此部分也會對應到 OmniAir 相對應的 OBU 測項規範，且於 2023/11 月 TPF 再次被驗證過。
- 而應用標準以亞勳角度來看，是持續在演進中，因此目前的延遲需求是否足以達成不論 V2V、V2I、V2P 安全應用需求，據業者的觀察各國間持續在研議應用標準中。

- 但相較於 5G 或者其他的通訊、傳輸模式，是相對有低延遲的優勢，且被國際間採納使用於協同式智慧運輸系統（Cooperative Intelligent Transportation Systems, C-ITS）的交通安全應用領域中。

(2). 大規模部署與維運管理：

- 隨著全球案場已開始進行大規模，多個客戶端皆要求亞勳提出相關方案，尤其近年 US DOT 開始有大規模布建時的 RSU 管理專案、需求，相同於前幾年的歐洲各國案場。
- 此議題主要系統整合廠商的範疇，亞勳於此部分屬於輔助的角色，亞勳提供給客戶 V2X Cast 的產品，將 V2X 涉及到的所有功能服務化，可以透過 API 對於遠端設備進行服務需求的控管、取得、發布車聯網資訊，且對於其中通訊皆可啟用加密模式滿足客戶大規模布建時的需求。

5. 下世代技術：

(1). 衛星通訊："Satellite Direct to Device" 技術有潛力解決車聯網中的覆蓋範圍和可靠性問題，特別是在傳統蜂窩式網路覆蓋不足或不可用的偏遠地區。在車聯網相關產業中是否有在觀測此種通訊模式的可能/可行性？

車聯網的部分以全球技術發展來看，目前暫無考量衛星通訊的可能性，其是採點對點的廣播通訊方式，只要路測裝置有搭載 V2X 設備，或者車輛與車輛間有搭載 V2X 設備，即可相互收送達成相關安全應用之目的，不會受限於傳統電信服務商的限制。

6. 法規制度：

(1). 車聯網頻率、網路與電台監管制度：

- 觀察美國案場：FCC 的通訊使用執照與 OmniAir 合規車聯網設備認證，同時於 2023 年十月 USDOT 舉辦的第三屆 V2X Summit 上以公開了車聯網部署的白皮書，包含 5G 汽車聯盟（5G Automotive Association, 5GAA）以對於部署已有明確的需求以及認證規範，需

要進行車聯網設備審驗如開放近用（Open Access, OA）審驗，且包含 SCSM 功能。

- 觀察歐盟 V2X 規範：
 - 頻譜
 - ETSI 對歐盟區 5.9GHz 頻譜的允許使用範疇，目前仍然僅限於 ITS-G5（802.11p）。
 - 歐盟區 C-V2X 技術尚未納入法規，若開啟此服務將與現行無線頻譜法規發生衝突，可能造成安全性隱患。
 - 法規
 - ETSI 在法規 EN 302 571 中已詳列 ITS-G5 完整測試方法與合格條件。
 - C-V2X 在 ETSI 文件中，僅有技術規格而沒有法規引用。
 - ETSI 尚未公布歐規的 C-V2X 測試方法與合格條件。
 - 測試設備與實驗室
 - 目前有測試設備廠商可執行 EN 302 571 測試，也已有實驗室導入此設備並通過 TAF 認證，因此可出具有效的 ITS-G5 符合性報告書。
 - 因為沒有 C-V2X 測試方法與合格條件，目前沒有任何測試設備與實驗室可執行「歐盟 C-V2X」測試。
 - 法規精神
 - FCC/NCC 採「審驗制」，須由第三方實驗室出具認證報告，送公部門進行審批，審批完成方為合規。
 - ETSI 採「自我宣告制」，由進口商／供應商出具「符合性自我宣告書（Declaration of Conformity, DoC）」即可放行。測試報告之有無，測試報告之形式均由買賣雙方議定即可。
- 國內：業者認為這部分是國內相關單位需要急起直追的，國內目前對於頻譜的使用、相關認證機制尚處於未明確定義階段，因而讓廠商無法明確投入。

7. 車聯網產品認證制度：

(1). 射頻器材型式認證與車聯網產品認證合併審核

- 據亞動的觀察，美國案場目前在通訊與產品審驗部分是分開但部份技術項目審驗是重疊的，通訊會由 FCC 進行審驗，而車聯網產品的功能驗證會由 OmniAir 所認可驗證過的實驗室進行測試、報告送交 OmniAir 核可來取得認證。
- 資安憑證部分，車聯網領域中的 1609.2 與 1609.2.1 則包含在 OmniAir 的相關#763 與#764 驗證標準中。
- 對於國內的「國內車聯網認證暨資安憑證管理指引建立先導計畫」中的資安憑證管理，據亞動所認知最終將導向類似國際驗測的方式，實際與安全憑證管理系統（Security Credential Management System, SCMS）服務進行驗測，這也是亞動與中華電信夥伴一同在推動的目標，但前題也是要有明確的測試標準以及採國際通用的測試介面標準。
- 關於「自願性車聯網產品型式認證管理指引草案」亞動則認為此份標準較專注於產品的合規生產與製造部份以及最上層其他應用領域的驗證部分，較少關於車聯網認證中最重要 RF、V2X 協定疊功能性驗證。
- 對此部分亞動建議不論未來是否國內會制定類似 OmniAir 的驗測標準，但在相同國際通訊標準、相同國際協定疊的前題下，能認可國外驗測標準，或者對未來的國內驗測標準進行認可抵免，僅需針對不同或強化的部分進行加測，但測試界面建議同國際標準。

(2). 車聯網憑證管理制度、發展曲線與時程

亞動於 2023 年階段以全球前六大公開金鑰基礎建設（Public Key Infrastructure, PKI）服務廠商進行並通過相關一致性測試，目前業者認知的「國內車聯網資安憑證管理指引草案」仍在草創階段，成熟度可能要視中華電信研究院於 2024 年底的第二階段研議狀況。

資料來源：本研究整理，2024 年 4 月

第八節 創新應用研析案例七：新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫

一、「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」計畫簡介

本研析案例為新北市交通局所辦理的「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」(以下簡稱：智駕電動巴士環線多車服務)，委由勤歲國際科技股份有限公司負責場域開發與推動。計畫由中央交通部補助 7,500 萬元，新北市政府自籌 2,500 萬元，計畫總經費為 1 億元，經費規模為相較於上一期的兩倍。計畫期程為 2021 年至 2024 年 4 月，本案例將續推動「新北市智駕電動巴士系統測試運行計畫」的單車測試運行經驗與成果，持續與淡海輕軌營運及交通部合作的「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」設備進行整合工作，發展智駕電動巴士環線多車服務。為了提升為民眾有感的智慧交通服務，計畫目的³¹為：

- 擴展測試模式，實現 V2V 智駕車多車聯動、跟車、車輛編隊脫離及車輛編隊合併技術，通過車聯網與路側設備間的訊息互通，藉汲取路側資訊以優化車輛的決策運行。
- 在測試期間，以數位雙生技術模擬實際運行中可能遇到的各種情境，完善服務成果。

此計畫在淡海輕軌周邊發展多條環線接駁服務，透過雙輛智駕巴士繞行於二條環狀線，分別為美麗新廣場線與海洋都心線，途中共設有 5 個停靠站。在行駛過程中，智駕巴士車隊將於新市六路二段與崁頂二路的交叉進行車隊分離，並在新市五路三段與義山路二段的交叉口重新車隊合併，以此進行本土服務驗證，以進一步提升新興市鎮的大眾運輸路網能力，服務資訊如下：

- 服務時間：2023 年 10 月 14 日至 2023 年 12 月 14 日，星期二至星期日，上午 11:00 至晚上 9:30。
- 服務路線範圍 (如圖 2-44 所示)：
 - 美麗新廣場線 168A (路線一)：輕軌崁頂站→新市六路二段→義山路二段→美麗新廣場站 (義山路)→義山路二段→崁頂六鄰站→新市二路三段→沙崙路二段→輕軌淡海新市鎮站→新市六路二段→輕軌崁頂站，共 2.8 公里。

³¹ *supra* note 30

- 海洋都心線 168B（路線二）：輕軌炭頂站→沿新市六路二段→炭頂二路→新市五路三段→美麗新廣場站（海洋都心）→義山路二段→炭頂六鄰站→新市二路三段→沙崙路二段→輕軌淡海新市鎮站→新市六路二段→輕軌炭頂站，共 2.8 公里。



*外圈-美麗新廣場線 168A；內圈-海洋都心線 168B

資料來源：經濟部-無人載具科技創新實驗資訊揭露，2023 年 6 月

圖 2-44、智駕電動巴士環線多車服務路線

- 服務驗證目標：
 - 擴大電動巴士環線多車與 5G 智慧化路口車路整合應用範圍，驗證國產比例 90% 以上的智慧電動小巴之多車聯運模式 (V2V/V2I)。
 - 以三維空間 (3D) 數位雙生-高精地圖虛擬環境進行搭建 10 種以上之道路情境與超過 240 小時的模擬情境測試，以模擬實際路況中的各種情形，從而調整智駕巴士的行駛決策，以優化編隊、安全性和舒適性等方面表現。

- 此計畫完成 6 個月無載客測試運行及 2 個月載客測試運行，乘客滿意度高達 96%，測試服務運行成果³²如下：
 - 累積行駛距離 3,472 公里。
 - 總搭乘人數：3,256 人次。
 - 三週內行程數³³：超過 200 次的 V2V 行程。
 - 實驗智駕車時速範圍：最高時速 35 公里。
 - 作為全國首創的智駕電巴雙車聯動案例，榮獲 ITS 智慧運輸產業創新獎。

³² 交通部-112 年交通年鑑-第十篇都市交通

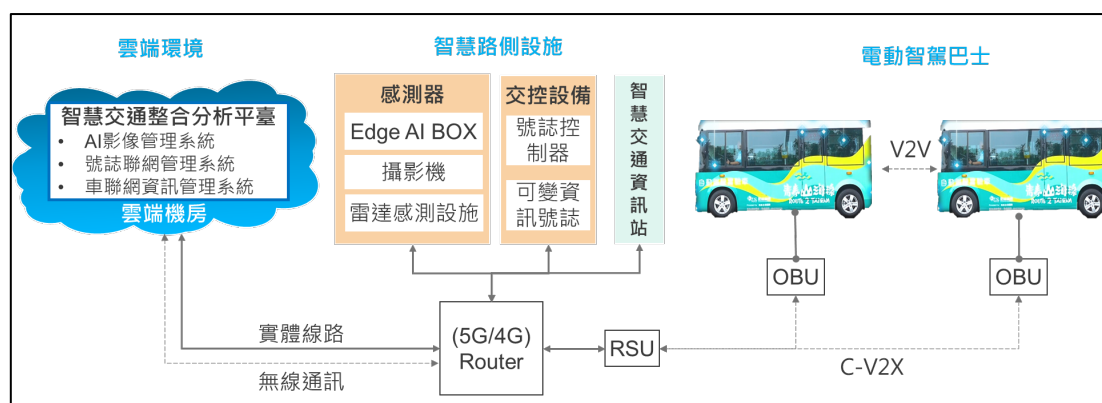
³³ 勤崙國際-V2V platooning operation on New Taipei Autonomous Bus

二、「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)、「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」網路架構

本節研析智駕電動巴士環線多車服務，結合交通部實施的「淡海新市鎮智慧交通場域試驗研究計畫」的相關設備。這部分延續使用案例三中介紹的實體網路架構，將實體單元劃分為三個部分(如圖 2-45 所示):雲端環境、智慧路側設施和電動智駕巴士。雲端環境與智慧路側設施之間透過 5G/4G/實體網路進行網路回程傳輸，而智慧路側設施與電動智駕巴士之間則使用 C-V2X 通訊。電動智駕巴士之間則通過 V2V 通訊進行行駛協作，並結合雲端環境與智慧路側設施所提供之資訊，來達成行駛安全決策。以下為使用頻率：

- 5G 公網使用頻段：N78 (3.3~3.8GHz)
- C-V2X 車聯網使用頻率範圍：5855~5925MHz



資料來源：本計畫整理，2023 年 6 月

圖 2-45、智駕電動巴士環線多車服務網路架構

(二)、「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」主要功能廠商研發重點

新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫-智駕電動巴士環線多車服務中，主要功能分為電動智駕巴士、高精地圖虛擬環境與智慧路側設施三類：電動智駕巴士中，智駕巴士 V2V 解決方案由勤歲國際科技股份有限公司整合研發、巴士車輛零件製造整合由六和機械股份有限公司提供、電動車體與動力整合為和緯車輛技術股份有限公司提供。

● 智駕巴士 V2V 解決方案

- V2V 駕駛資訊共享：
 - 設計符合智慧駕駛技術要求的 V2V 訊息傳輸格式及內容。
 - 評估行車資訊的傳輸延遲。
- V2V 行駛決策：
 - 利用多車輛廣泛的感知 (V2V/V2I) 來建立融合決策。
 - 增加智慧駕駛系統排隊模式設計，依安全場景調整觸發方式。
 - 優化公車間之車距。
- V2V 功能實施項目，如表 2-17：

表 2-17、V2V 功能實施項目

項目	功能
車輛避障	行駛中的障礙物和決策訊息傳輸 對罕見的車輛的速度與距離調整
進入車站的距離調整	根據每個車站的現場車輛和交通狀況，調整進站距離，以減少車輛無法完全進入車站的情況
編隊模式/優化	備有智慧判斷模式，以減少車輛在轉彎處因 V2V 訊號中斷和不穩定而脫離車隊的情況
V2V 通訊加密	已針對 Plugfest 對加密證書的需求，測試加密證書的可行性

資料來源：勤崑國際/本計畫整理，2023 年 6 月

● 國產智駕巴士

智駕巴士國產化比例超過 90%，實車圖如圖 2-46 所示，主要規格如表 2-18 所示：



資料來源：勤崑國際/本計畫整理，2023 年 6 月

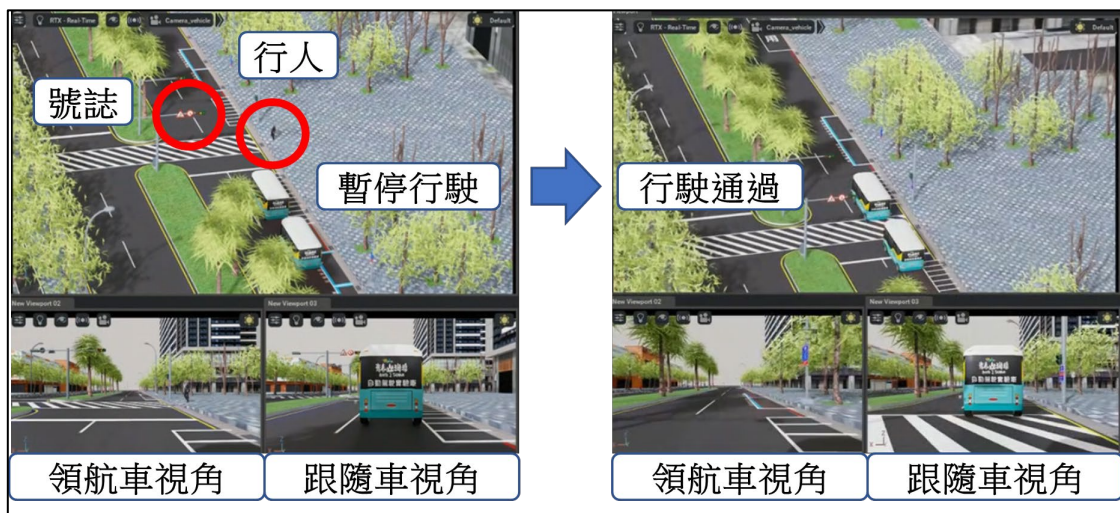
圖 2-46、智駕電動巴士實車圖

表 2-18、智駕電動巴士主要規格

項目	規格
尺寸：長×寬×高	5,000×2,300×2,500mm
座位數量	14 (10 座位、4 站位)
軸距	3,500mm
空車淨重	3,200 kg
最大載重	4,200 kg
高速行駛速度	> 60 km/h
爬坡能力	18%
電動機馬達	45kw(峰值功率) 25kw(額定功率)
充電需求	220V(單相電源)

資料來源：勤崑國際科技股份有限公司/本計畫整理，2024 年 6 月

高精地圖虛擬環境由勤崑國際科技股份有限公司整合研發，建立模擬虛擬環境需要對測試環境的各個模組進行詳細的調整，提供模擬測試具有較高的可信度。包括模擬中人物和物體的行為狀態，以及車輛物理場景的配置。如將實際交通號誌顯示納入模擬器中，同時模擬號誌資料向智駕巴士車輛的傳輸，以驗證紅燈和綠燈 V2X 行為。以圖 2-47 及圖 2-48 遇到之行駛事件為例：

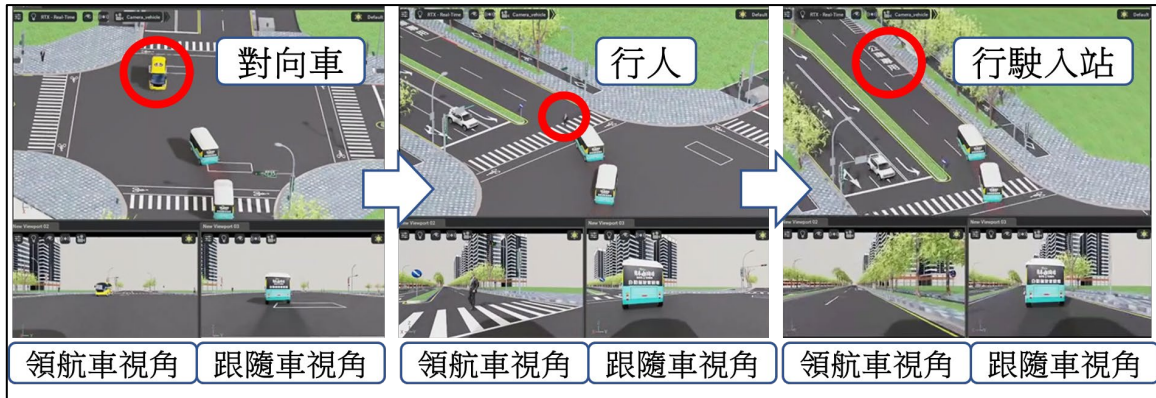


*左側：遇有行人欲穿越道路或紅燈號誌時，決策等候並暫停行駛

*右側：在行人通過後有一定安全距離後再駛離

資料來源：勤崑國際科技股份有限公司/本計畫整理，2024 年 6 月

圖 2-47、新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務行駛事件（一）



*左側：當遇對向來車時，決策等候對象車通過再駛離；

*中間：當遇到行人穿越道路，再次決策等候；

*右側：當行人通過後，保持一定安全距離後駛離，並決策行駛入站距離

資料來源：勤崑國際科技股份有限公司/本計畫整理，2024年6月

圖 2-48、新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務行駛事件（二）

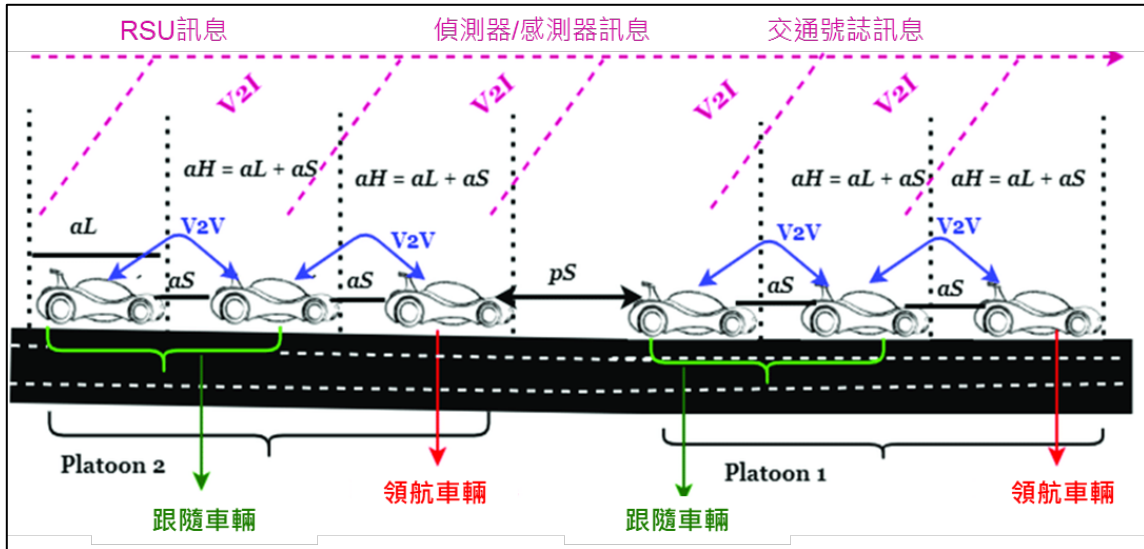
智慧路側設備中，RSU 為亞動科技股份有限公司研發、TCROS 號誌控制器品牌分別為山崙企業有限公司、良基電子工程公司及萊康企業股份有限公司，AI CCTV 閉路攝影機品牌分別為義碩智能股份有限公司、英研智能移動股份有限公司及華電聯網股份有限公司。

(三)、 「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」 資料流研析

在智駕電動巴士環線多車服務的數據流分析中，路側應用數據與案例三相同，以 OBU 根據 SAE J2735/TCROS 標準，接收來自 RSU 等路側訊息（如：SPaT 與 VRU 訊息）。在此案例中，透過路側訊息與智駕巴士的行駛訊息結合，並利用 V2V 通訊來提供資訊共享，來協作智駕巴士車隊之間的決策。智駕巴士車隊分為領航車輛與跟隨車輛，V2V 協作流程如下（圖 2-49）：

- 領航車輛流程（感知→決策→資訊共享→車輛控制）：領航車輛利用搭載的感測器和接收來自 RSU 等路側的訊息，以便進行行駛決策，並把資訊共享予跟隨車輛，最後進行車輛行為控制/有線系統控制，包括行駛、轉向、加速、減速和方向燈等操作。
- 跟隨車輛流程（感知→接收資訊→決策轉換→車輛控制）：跟隨車輛則根據自身感知到的訊息和從領航車輛接收到的訊息，考慮領航

車輛的行動以及當前狀況進行決策。隨後，跟隨車輛會進行控制調整，以保持與領航車輛的合適距離或車隊的加入或脫離。



資料來源：勤崑國際-V2V platooning operation on New Taipei Autonomous Bus / 本計畫整理，2024 年 6 月

圖 2-49、智駕電動巴士環線多車服務資料流研析

- 感知訊息包括：
 - 地點訊息
 - 速度訊息
 - 加速度訊息
 - 特殊感測目標訊息
 - 路側訊息
- 行駛控制訊息包括：
 - 車輛控制行為訊息
 - 有線控制指令訊息
- 編隊控制訊息包括：
 - 編隊狀態訊息
 - 編隊位置訊息
 - 同意加入/退出訊息

三、「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析

本案研析的對象「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」，以人本、安全且符合淨零碳排目標的新型態運輸服務，打造多車隊及結合 5G 通訊，建立淡海新市鎮區域車聯網 C-V2X 系統，蒐集路人、車、路資訊，並針對智駕車多車聯動、跟車及路線合併與高精地圖虛擬環境技術等服務運行，帶出國產車輛產業轉型機會與挑戰，是作為國內智駕車產業技術的新里程碑。在數據上顯示出居民對智駕電動巴士的高接受度和滿意度，證明了該服務在實際應用中的可行性和受歡迎程度，並獲得榮獲 ITS 智慧運輸產業創新獎，已證實了該成果在技術、環保、產業轉型和市場應用等多方面的巨大商用化潛力。

在智駕車 (V2V) 的手動干預次數是評估服務成功率的主要重點之一，因為它直接反映了系統的自主性和可靠性。手動干預次數指的是在自動駕駛過程中，司機或操作人員需要介入操控車輛的次數。這些手動干預可能是由於系統無法正確識別路況、障礙物或其他車輛，或是為了應對突發狀況而進行的干預操作。本案屬區域型服務，手動干預實例相較低於國內其他計畫，以「台南市自動駕駛快捷公車上路營運實驗計畫」為例，每 1000 公里的手動介入次數達 461 次³⁴。顯見本案成功率較高，未來前景看好。然而，台灣道路的環境問題仍待改善，影響著服務之穩定性，其中包括車道規劃、站位設置，以及交通違規情況的剷除，測試結果如表 2-19 所示。

表 2-19、智駕電動巴士環線多車服務測試結果

場域測試統計匯總				車輛編號 1	
月份	累計天數	累計里程(Km)	累計試運轉時間	手動干預實例 (發生脫離)	每百公里脫離率(例)
Apr	10	166	55hr	7	4.22
May	13	222	59hr	6	2.70
Jun	20	217	91.5hr	4	1.84
Jul	10	96	43.5hr	3	3.13
場域測試統計匯總				車輛編號 3	
月份	累計天數	累計里程(Km)	累計試運轉時間	手動干預實例 (發生脫離)	每百公里脫離率(例)
May	8	92	22.5hr	4	4.35
Jun	19	221	58.5hr	6	2.71
Jul	9	70	25hr	2	2.86

資料來源：勤歲國際³⁴，2023 年 11 月

³⁴ 勤歲國際-V2V platooning operation on New Taipei Autonomous Bus

同時，根據 The Business Research 市場調查公司的《2024-2033 年全球車對車 V2V 通訊市場趨勢預測》報告顯示：V2V 通訊市場迅速擴大，從 2023 年的 220 億美元成長到 2024 年的 248.2 億美元，複合年增長率為 12.8%。成長驅動因素包括安全問題、法規、交通管理和車隊遠端資訊處理。預測顯示，在消費者接受度、頻譜管理、隱私解決方案和以用戶為中心的服務的推動下，到 2028 年，該市場將繼續增長至 402.8 億美元，複合年增長率為 12.9%。

在技術應用層面，該計畫充分展示了 V2V 智駕車多車聯動技術與 5G 智慧路側設施的融合應用，並藉由數位雙生技術，模擬實際運行中可能遇到的各種情境，完善服務成果，為淡海新市鎮的智慧交通系統的發展提供了有力的支持，並證明了其在實際應用中的可行性和有效性。未來若隨著政策工具的完善，以及路側設施的落地普及，是相當有機會熟成一個規模化的智慧交通網路。

其次，在環保和能源效率方面，智駕電動巴士的應用符合淨零碳排放的全球趨勢。電動巴士本身的零排放特性，能夠減少無效駕駛，進一步降低能源消耗和碳排放。這不僅符合當前的環保政策，也能夠吸引更多關注環保的投資者和使用者，推動電動車產業的發展。

再次，從產業轉型和經濟效益的角度來看，該計畫為國產車輛產業帶來了新的發展機遇。隨著智駕技術的成熟和應用範圍的擴大，國內車輛製造商可以通過開發和生產適應智駕需求的車型，實現技術升級和市場拓展。同時，相關的配套產業，如高精地圖製作、智能交通管理系統等，也將迎來發展契機，形成完整的產業鏈，帶動整體經濟的增長。

最後，在社會接受度和市場潛力方面，數據顯示居民對智駕電動巴士的高接受度和滿意度，相較案例三上升了四個百分比，證明了該服務在實際應用中的可行性和受歡迎程度。表示隨著技術的不斷完善和服務質量的提升，智駕電動巴士服務有望成為城市公共交通的重要組成部分，逐步取代傳統的燃油巴士和人工駕駛模式，為國內產業鏈帶來新的發展機遇。

四、「新北市淡海智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---勤崑國際

「勤崑國際科技股份有限公司」³⁵成立於 1998 年，專精於電子地圖製作與地理資訊系統 (Geographic Information System, GIS) 開發，並擁有台灣最大、資料最新、最完整的 GIS 資料庫。勤崑長年提供電子地圖予 Google、各大車廠車機、政府部門等使用，電子地圖市佔率超過 70% 以上。近年來更結合 3D 實景地圖、聲控及多項聯網車服務，致力於導航駕駛服務之研發。

勤崑以高精地圖為本，擁有導航技術能力、車聯網的交通路況預測、提供車上影音娛樂、聲控與等車主需求資訊，並和路側設備進行連網整合，透過車端、路端、雲端的整合提出智慧交通的整體解決方案。

(二)、訪談記錄

訪談記錄參表 2-20。

標準化和互操作性：勤崑國際在車聯網領域的經驗主要聚焦於 C-V2X 技術，並非從傳統的 DSRC 起步。對於通訊架構，業者注重的是能否達到無干擾的傳輸目標，對於特定無線電頻段會依照當地國家的要求進行解決方案的整合設計。對於車聯網的應用層規範，勤崑從 SAE 標準規範到 TCROS 規範都能快速客製，以配合互通性驗測要求。他們主要關注最新的設備規格以及與政府部門的合作，確保遵循最新的技術標準。

網路技術：為滿足安全應用的低延遲需求，勤崑國際與合作夥伴進行天線布建和壓縮技術的調整。雖然目前能夠實現 10 毫秒的延遲，但仍在不斷優化封包以達到更低的延遲。在未來大規模部署設備方面，業者強調必須同時為自駕車和一般車提供服務，並且認為政府應該投資建設公共設施。

下世代技術：勤崑國際對於 AI 技術的應用非常重視，特別是在自駕車的解析和學習過程中。他們目前研究如何應用 AI 來加速圖資蒐集的過程，以提高效率。對於應用低軌衛星技術的需求，開始關注此技術應用於車聯網的可行性與相關案例，目前實驗場域中尚未有使用低軌衛星的應用需求。

車聯網頻率、網路與電臺監管制度：在申請設置 RSU 或 OBU 電臺的過程中，業者遇到了一些挑戰，如流程冗長、時間耗費大等問題。建議政府

³⁵ 勤崑國際 <https://www.kingwaytek.com/>

能縮短申請流程、統一管理路側設備、廣設路側設備並推出官方標準以便業者遵循。

產業生態鏈：除了與通信公司和技術供應商合作外，亦與車廠合作，尤其在後裝市場。業者認為，政府應該縮短審批流程並提供更多支持，以推動車聯網技術的商用化。勤歲的觀點強調了技術標準的重要性，以及政府在推動行業發展中的角色。期待政府能夠更加積極地參與和支持這一領域的發展，以促進技術的快速發展和應用。

表 2-20、勤歲國際企業訪談記錄表

公司名稱	勤歲國際科技股份有限公司
訪談日期	2024 年 04 月 25 日
與談人	<ul style="list-style-type: none"> • 勤歲國際科技股份有限公司： 林○帆 副總經理、蔡○裕 專案經理、張○偉 專案經理 • 資策會 科法所： 羅文姘 副法律研究員、傅鈺晴 副法律研究員 • 資策會 軟體技術研究院： 吳明儒 主任、李揚 副主任、王嘉珮 研究助理
訪談內容	<p>1. 標準化和互操作性：</p> <p>(1). <u>現行多種通訊技術：車聯網涉及多種無線通信技術，包括專用短程通信 (DSRC)、蜂窩式網路 (LTE), 5G 等。在貴公司的經驗中，是否有過不同的通訊架構經驗？在運行效益上的優缺點？</u></p> <p>勤歲在車聯網的無線通信技術中，沒有使用 DSRC，而是從 C-V2X 開始發展，並使用商用頻段進行驗證，而目前亦往 5G 專網發展。在頻段選擇方面，並無特別期望使用哪些特定網段，只要可使用、無干擾、具有低延遲性、高傳輸性及可時時連網即可。</p> <p>(2). <u>在專網布建經驗中，有無遇到干擾問題：</u></p> <p>以新北第一期車聯網試驗為例，頻寬確實有不足之問題，C-V2X 使用 5.8~5.9GHz 頻段，因有傳輸影像需求，故影像傳輸部分目前還是使用 4G 或 5G 網路進行傳輸，其主因為 OBU 設備能力問題，無法以 5.8~5.9GHz 頻段傳輸大量影像資訊。</p>

(3). 在側鏈 (Sidelink) 技術方面，是否有實作應用於車輛與車輛 (V2V) 間通訊？

在新北試驗場域中，有實作應用於 V2V，約運行四個月，實作中發現亦有頻寬問題，可傳輸資料量不足，時常因頻寬不足而斷線，或許硬體設備須待 R17 後才能改善。

(4). 全球標準：各地區對於車聯網技術的規範和標準有所不同，台灣現行推動「台灣協同智慧運輸車聯網路側設施資通訊開放標準」(TCROS) 標準，請問貴公司是否有參與，又依貴公司的經驗，TCROS 跟國際間標準的差異？是否有較為明確的標準可以依循？

勤崙的所有車輛收發資訊都符合 TCROS 標準。但在不同標準差異方面，其應為設備商的議題，設備商之產品須符合各項標準，故以應用層面來說對勤崙並不影響。

2. 網路技術：

(1). 低延遲通訊：車聯通訊需要極低的延遲時間，尤其是對於安全相關的應用，貴公司是否有相關的技術分享？

而以道路安全需求而言，4G MEC 或 5G 可達到 10ms~50ms。

低延遲必然是車聯網中重要之技術，在場域實作方面，天線布置及壓縮技術都會持續調整，且原廠皆有配合進行相關調整，故在低延遲部分目前皆符合需求，勤崙亦有在封包傳輸方面持續調整封包大小，以達到低延遲通訊。

(2). 未來車聯網商用時，勤崙是否想成為營運商？對頻譜法規有無看法？

目前自駕實驗場域皆須申請，場域中的頻率是可自控的。以未來大規模商用而言，網路需由政府支援提供，若由各廠商自行布建其成本過高，勤崙及各廠商作為解決方案提供者身分進入車聯網市場較為合適。

(3). 車聯網對自駕系統的輔助方面，除了資訊傳輸外，是否有特別的利基？

一般車輛目前較著重於藉由連網提供影音資訊，如：導航資訊、即時路況、影音商城等。而自駕車輛部分則較為安全性議題，如：與路側設備及號誌資訊連結等，以讓自駕車達到即時因應。但未來一般車輛的網路應用也會往與路側設備及號誌資訊連結發展，以讓駕駛可以提前得知前方號誌變化。

以台灣目前的號誌辨識而言，多以影像辨識為主，但台灣紅綠燈的設置非常密集，若單使用影像辨識，會有誤判的疑慮，故 C-V2X 的路側設備連結非常重要，能提供更準確的資訊以保障自駕車安全性。

(4). 可靠度：貴公司如何確保其車聯網及自動駕駛技術的安全性和可靠性？

在資安可靠度議題方面，勤崴與趨勢科技合作，使用趨勢科技（VicOne）的資安相關技術輔佐自駕車安全防護。

在淡海場域中，勤崴與中華電信亦進行資安測試，使用憑證作為判斷，以確保自駕車安全性。

3. 下世代技術：

(1). AI 技術的採用如何影響貴公司在車聯網領域的產品供應？

自駕車即為 AI 技術的集合，須藉由 AI 學習多種號誌、人流、車流等判斷，故 AI 是自駕車必然使用的技術。

(2). 國際有在討論自駕車圖資的個資問題，勤崴是否有相關處理：

圖資系統有將人的影像自動模糊的功能，類似 Google 街景，以確保個資。

(3). 未來是否希望政府在圖資的個資處理方面提供協助：

目前政府無相關規範，但勤崴一直以來都有在圖資方面進行去識別化處理。

(4). 對車聯網而言，高精地圖是必要的技術嗎？

透過高精地圖可以確保自駕車準確判斷當下需辨識的紅綠燈資訊，避免因紅綠燈設置過於密集而判斷到錯誤的紅綠燈。高精地圖也可保障自駕車準確運行於其該行走的車道，故高精地圖是車聯網必要的技術。

(5). 在道路標線部分，是否需要政府協助進行設置或維運，以提高自駕車的辨識能力：

非常需要，若有相關的自駕車專用線道或標示，對廠商而言會更容易執行，民眾也更易於辨識及注意。

(6). 有無生成式 AI 的相關發展或規劃：

有相關的研究規劃，期望未來能將生成式 AI 應用於新場域的高精地圖建置，以縮短圖資蒐集時間。

(7). 衛星通訊："Satellite Direct to Device" 技術有潛力解決車聯網中的覆蓋範圍和可靠性問題，特別是在傳統蜂窩式網路覆蓋不足或不可用的偏遠地區。在車聯網相關產業中是否有在觀測此種通訊模式的可能/可行性？

勤崙曾與中華電信詢問低軌衛星的相關議題，但目前台灣的網路布建非常密集，其實沒有衛星網路使用的需求，除非是非常非常偏鄉或海上地區才会有相關使用需求。

(8). 道路安全資訊是否足夠，以支持 RSU 及 OBU 之間的通訊？是否需要公部門提供哪些資訊？

若能提供所有號誌的即時狀態資訊，可降低 C-V2X 的建置數量，亦可降低布建成本。

車聯網在未來商用後，期望由公部門進行 RSU 及 OBU 的布建。

4. 法規制度：

(1). 車聯網頻率、網路與電台監管制度建議：

實驗研發專用網路之申請程序需六個月過於耗時，

期望能簡化相關審驗流程。

(2). 數位發展部於 2024 年 4 月進行車聯網創新實驗網路頻率 (5850~5925MHz) 特定實驗場域重新公告，在簡化程序部分是否有所幫助？

現行 RSU 使用之審驗分為數位發展部及 NCC 兩部分審驗流程，目前只簡化了數位發展部的審驗，但 NCC 審驗仍然維持需耗時六個月，故實際效益可能不大，希望 NCC 也能同步與數位發展部一同簡化審驗流程。

5. 產業生態鏈：

(1). 勤崑已經與哪些盟友形成了合作夥伴關係來推進車聯網和自動駕駛解決方案？

目前合作夥伴包含中華電信及亞勳科技。

(2). 為推動車聯網進入商用，勤崑覺得有哪些障礙尚待克服？若由公部門進行倡議推動，是否有建議的著力點？

路側設備由何單位負責及更新，會是非常重要的議題，或許中央應補助各縣市汰換號誌。

在彰濱試驗場域中，全長 12 公里的路段分別有四個主管機關，故所有路側設備需與各自主責單位溝通，且亦有號誌過於老舊，傳輸訊號錯誤的問題，其對於自駕車而言非常危險，故在 RSU 建置方面由何單位進行統管非常重要，若公部門可以統一建立及汰換路側設備，才能達到車聯網的大量普及。

(3). 勤崑如何在全球自動駕駛和聯網車輛技術市場中擴大其影響力？

期望政府能協助驗證車聯網，如：鑑定自駕車 Level 4。因目前都是廠商自證，故若政府能協助驗證，才能真正進軍國際市場。

資料來源：本研究整理，2024 年 4 月

第九節 創新應用研析案例八：「本研析案例資料不公開」

本章節研析案例資料不公開。

第十節 創新應用研析案例九：5G 帶動智慧交通技術與服務創新推動與管理「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」

一、「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」計畫簡介

本節研析案例來自交通部「5G 帶動智慧交通技術與服務創新及產業發展補助計畫」。計畫由亞太電信股份有限公司主導，實施場域為臺中港港區，以及港區外八海浬之服務範圍，其場域所屬機關為航港局及臺中港務分公司，計畫期程為 2021 年 11 月 01 日至 2022 年 09 月 30 日，計畫目的為：

- 克服海事事故調查與航安管理難題：船員對操作情境的意識不足，或未能有效利用無線電通訊系統來清晰傳達與理解彼此的操作意圖，導致船舶碰撞事故頻繁發生。當中，船舶碰撞佔 38%與船舶固定物碰撞的事件佔 22%，主要原因多與船舶未保持安全航速、港區協作單位之間的溝通協調與資源不足，造成未能及時提供預警來避免碰撞。該案將以船舶辨識軌跡預判，有效掌握港灣管制區內活動船隻分佈與數量，進一步預判船隻動向協助海上交通管制作業。
- 克服港區空汙環境監測難題：港區空氣品質受多重因素影響，包括境外污染傳輸、露天堆置、船舶黑煙排放、車輛廢氣排放、裝卸揚塵、光化作用，以及港區內火力發電廠和煙囪排煙。然而，港區的空氣品質監測主要依賴固定式採樣站進行監測，面對船舶的高機動性作業，部分不法業者會利用監測時間與空間上的盲點，選擇性排放污染物，藉此規避監測系統的偵測漏洞。這種情況對當地環境品質構成了嚴峻的挑戰。該案將以機動式空品巡檢及緝查，主動式掌握污染事件，具備主動掌握追蹤事件能力，提高港區管理效益，如圖 2-50 所示。



資料來源：台中港環境報告書/本研究整理，2024年6月

圖 2-50、台中港固定式空氣品質監測站點

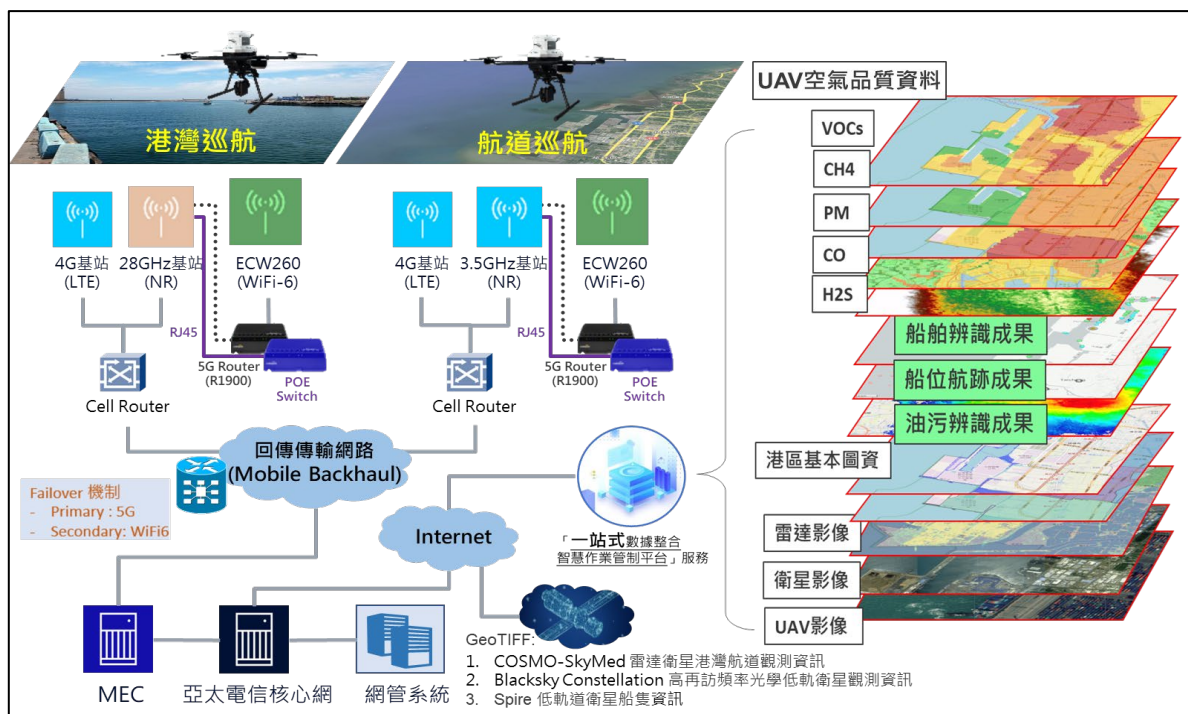
- 急切性的海洋油污偵測解決方案：海上污染因距離陸地較遠，常難於第一時間被發現。因此，許多漁船和國際商船在台灣海峽非法排放廢油，尤其是夜間偷偷排放，導致偵查難度增加。傳統油污偵測方式偏向被動，通常在接獲通報或污染擴散後才啟動偵蒐與救援，反應不及且難以有效掌握排放源與污染範圍。該案將以透過多元低軌道衛星數據與抗風型無人激動巡航，提高資訊頻率與管理視界範圍，提升場域事件求時全視野觀測涵蓋資訊搜集頻率。

二、「運用先進5G通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)「運用先進5G通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」網路架構

本節研案例中的實體網路架構（如圖 2-51 所示），將實體單元劃分為三大部分：行動通訊站台、低軌衛星遙測資訊平台、一站式數據作業管制平台。在行動通訊站台的規劃上，建置 7 處 28GHz 5G 基地台，每座基地台的覆蓋範圍為一公里，並搭以 3.5GHz 5G 基地台及 4G 技術來補強訊號死角，確保港區的航道應用覆蓋，如圖 2-52 所示。此外，建置 24 座 Wi-Fi 6 基地台，採用指向性天線設計，天線以 30 度間隔排列，每六根天線構成 180 度扇形向港灣方向發射訊號，提供 8 海浬範圍內的海上抗風型無人機穩定的網路連接服務。一站式數據作業管制平台負責顯示整合低軌衛星遙測資訊平台及抗風型無人機的數據，提供機動式空品巡檢及緝查、船舶辨識軌跡預判以及油污辨識等服務。以下為場域使用頻率：

- 4G：B8 (900MHz)、B28 (700MHz)、B38 (2.6GHz)、B41 (2.6GHz)
- 5G：n78 (3.5GHz)、n257 (28GHz)
- Wi-Fi 6：2.4GHz、5GHz



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-51、運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫網路架構

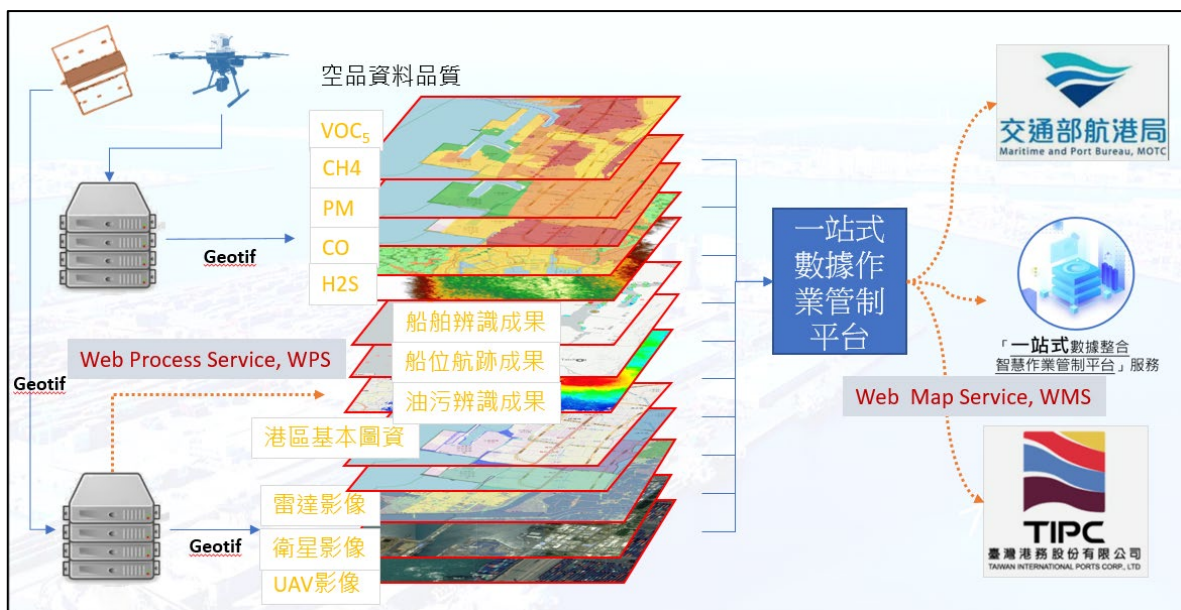


資料來源：亞太電信/本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-52、運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫網路設施分布圖

(二)、「運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」資料流研析及主要功能廠商研發重點

該計畫主要功能分為機動式空品巡檢及緝查、船舶辨識軌跡預判以及油污辨識三類功能。機動式空品巡檢及緝查功能中的無人機組件、空汙模組由熊大發展科技股份有限公司與金屬工業研究發展中心整合研發；船舶辨識軌跡預判及油污辨識功能中，船舶偵測分析模組、船隻航向預測分析模組、航道油污監測分析模組由創宇航太研發提供；資料匯入與整合模組，整合包含 COSMO-SkyMed 雷達衛星港灣航道觀測資訊、Blacksky Constellation 高再訪頻率光學低軌衛星觀測資訊以及 Spire 低軌道衛星船隻資訊，由英威特整合研發，如圖 2-53 所示。



資料來源：亞太電信/本研究整理，2024 年 10 月

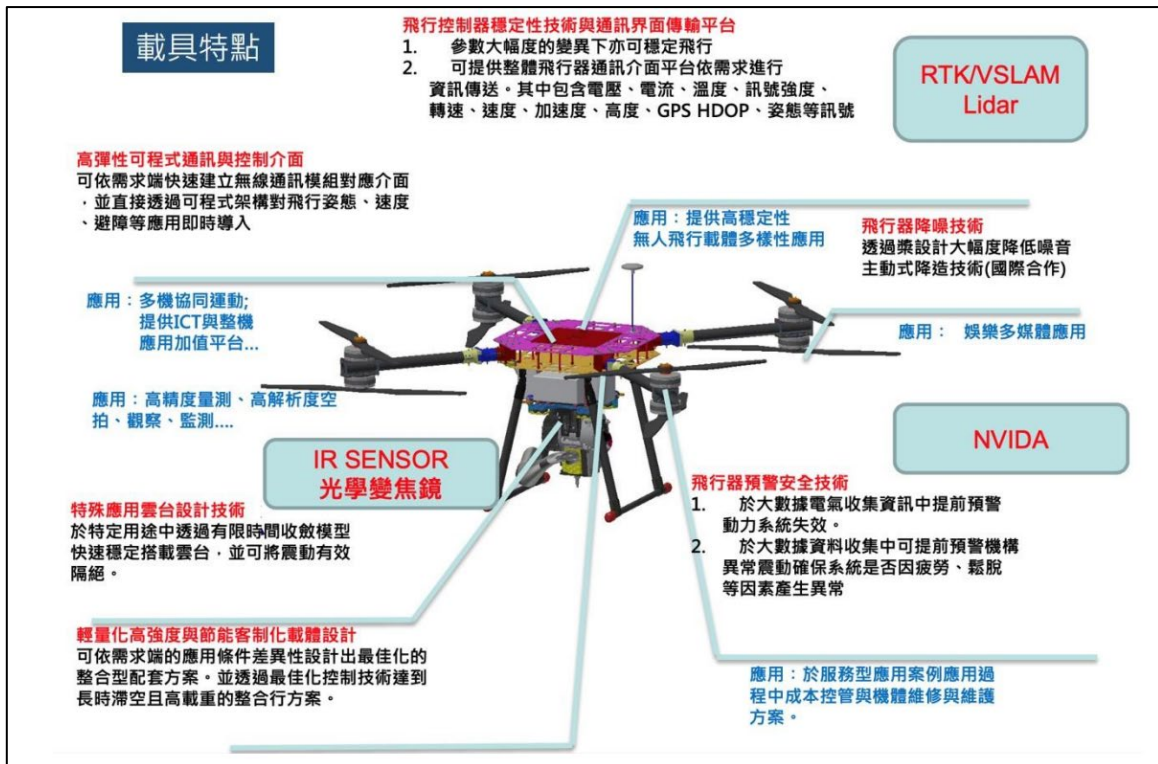
圖 2-53、運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫資料流

1. 抗風型無人機航道巡航

透過無人機載具的機動性，結合港區和航道的無線訊號佈設，實現低延遲的即時影像傳輸和監測，並藉助 AI 進行數據分析，能及早發現航道異常，為現場決策提供依據。該案開發了高抗風、長滯空、導航精準的無人機（如圖 2-54 所示），適用於港灣和航道的日常及即時巡檢，支援 5G 以及 Wi-Fi 通訊，能將監控影像即時傳輸至伺服器，並搭載 360 度攝影鏡頭，適用於廣域搜尋；而 X10-X30 光學變焦鏡頭則專為船舶追蹤設計；此外，以空氣品質感測器進行等氣體的測量，提供更加全面的環境監測能力。

感知訊息包括：

- 揮發性有機物（Volatile Organic Compound, VOCs）訊息
- 甲烷（CH₄）訊息
- 細懸浮微粒（Particulate Matter, PM）訊息
- 一氧化碳（CO）訊息
- 硫化氫（H₂S）訊息
- 航道/港灣影像



資料來源：亞太電信/本研究整理，2024 年 10 月

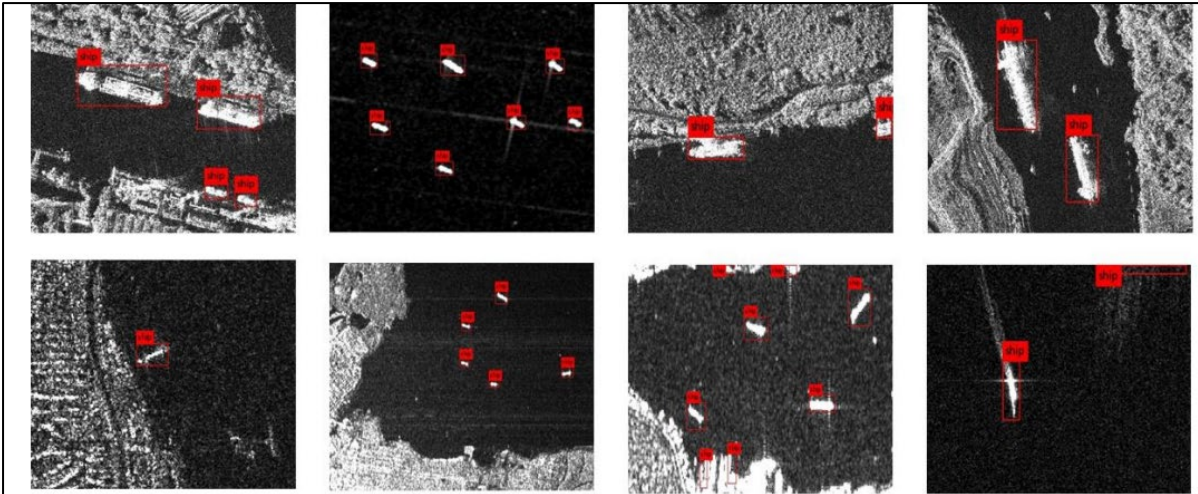
圖 2-54、抗風型無人機機體結構

2. 航道船隻碰撞警示之船舶偵測、航向智慧分析預測

應用多元低軌衛星與抗風無人機之影像資料，採用物件偵測的深度學習方法 (YOLO v4)，應用於船舶偵測技術，透過圖形識別船舶影像 (影像前處理、階層式影像切割、目標特徵萃取、船隻目標偵測)，以及 AI 深度學習船隻辨識 (網路設計與模型訓練、模型評估、船隻作業標記)，再以 YOLO 架構分析深度學習即時偵測系統，提升船隻偵測系統之即時性及精確度，並再擷取出船隻的座標方位等特徵，加以實現船舶軌跡預測，如所圖 2-55 及圖 2-56 示。

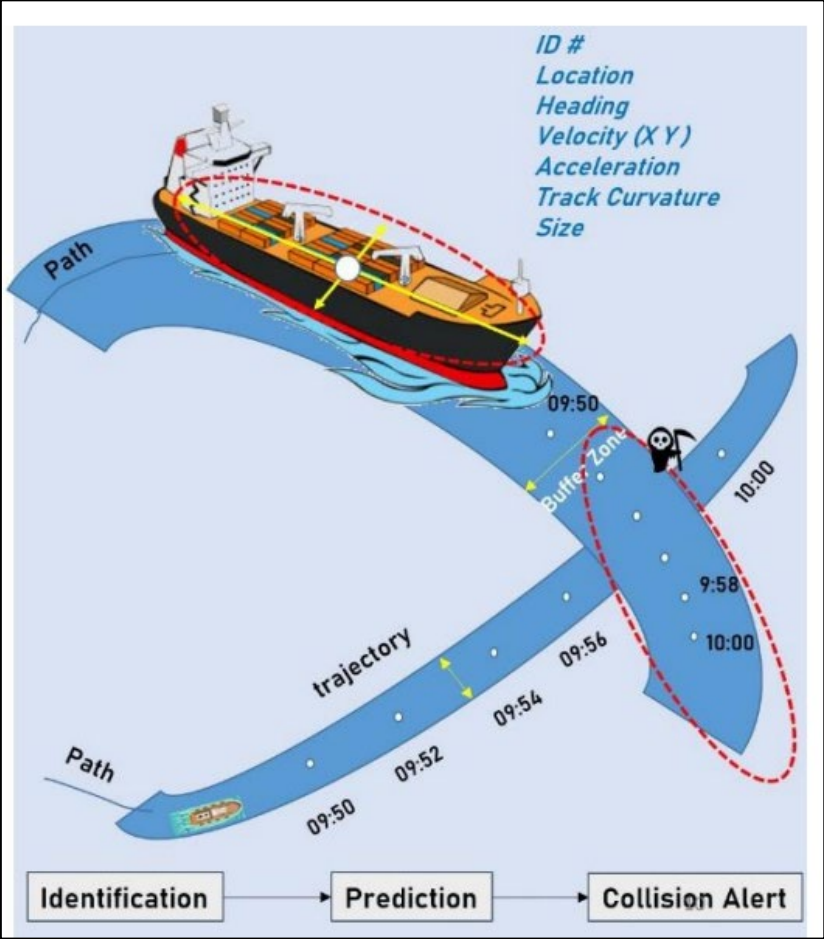
感知訊息包括：

- Spire 低軌道衛星船隻資訊
- 抗風無人機之影像資訊



資料來源：亞太電信/本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-55、多場景複雜環境船隻偵測成果示意圖



資料來源：亞太電信/本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-56、船隻航行軌跡與碰撞偵測預警示意圖

3. 海面油污事件與偵測

在海面油污事件與偵測方面，藉由合成孔徑雷達的影像資料，採用卷積神經網路 (Convolutional Neural Network, CNN) 與深度學習辨識技術，能自動偵測油污和附近船隻，並透過多時序資料的追蹤蒐證，找出可疑的漏油船隻，及辨識油污的擴散範圍，如圖 2-57 所示。



*cyan:油污、red:類油污、brown:船隻、green:陸地、black:海水

資料來源：亞太電信/本研究整理，2024年10月

圖 2-57、油污船舶偵測成果示意圖

感知訊息包括：

- COSMO-SkyMed 雷達衛星港灣航道觀測資訊
- Blacksky Constellation 高再訪頻率光學低軌衛星觀測資訊

三、「運用先進5G通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析

過去的技术手段通常存在多項限制。尤其在船隻排放污染的偵查方面，傳統方式難以對海上油污、廢氣排放等行為進行有效的監控。夜間非法排放和選擇性規避空品監測等問題尤其棘手，導致污染事件常在後期才被發現。此外，現有的船舶自動識別系統（Automatic Identification System, AIS）延遲較高，漁船無法及時回報船位，海上安全依賴人員目視，岸際雷達系統資訊也無法整合進管制作業平台，限制了港灣的整體管理效能。

該計畫採用低軌道衛星數據及抗風型無人機機動巡航等監測方案，針對海上航道船舶動態安全、機動空氣品質偵測與查緝及港灣航道油污事件偵測進行智慧分析，並整合為一站式數據作業與管制平台，改善現有作業流程，強化環境監測與航道安全，應用場域之商用效益：

- 航道船舶動態安全：以無人機進行機動巡航，配合航跡預測與警示提示，有效減少船隻碰撞事故，降低事故風險成本約 13,520 萬元；AIS 船舶回報位置時效性改善小於 30 分鐘。
- 機動空氣品質偵測與查緝：機動性及非常態性的無人機空品巡檢及採樣作業，適時偵查蒐證，有效遏止港灣不當的污染排放。
- 港灣航道油污事件偵測：事件需求時全視野觀測涵蓋資訊搜集頻率小於 24 小時，提升作業與決策效率，並輔以無人機在現場照相取證。

從技術應用驗證的角度來看，整合無人機、遙測衛星、AIS 系統及數據分析的平台具備極高的應用成功潛力，尤其在防範港區與航道污染方面，能迅速實現即時監控、追蹤與應急反應能力。海洋環保與航道安全問題是全球關注的重點，但仍需等到低軌衛星終端設備技術成熟且服務普及，尤其是考量現有小型地球電臺（Very Small Aperture Terminal, VSAT）終端的成本與重量，將其整合至無人機仍面臨技術挑戰。然而，未來隨著技術進步，此領域可具備較強的市場需求。

四、「運用先進5G通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---亞太電信股份有限公司

亞太電信股份有限公司 (Asia Pacific Telecom, APT) 簡稱亞太電，是台灣的電信業者。原名為亞太固網寬頻股份有限公司，成立於2000年。擁有寬頻固網 (Broadband Fixed Lines)、寬頻行動通訊 (Broadband Wireless) 與寬頻網際網路 (Broadband Internet) 三大寬頻事業。2023年12月15日與遠傳電信合併。

(二)、訪談記錄

表 2-21、亞太電信股份有限公司訪談紀錄表

公司	亞太電信股份有限公司
訪談日期	2024年08月02日
訪談人員	<ul style="list-style-type: none">亞太電信：劉○添 資深協理資策會：李揚 副主任、李穎芳 組長、黃宇笙 規劃師、王嘉珮 研究助理
訪談內容	<p><u>亞太電信股份有限公司：</u></p> <ol style="list-style-type: none">在海港空曠的實際應用中，無發生頻率干擾的問題。實務上的挑戰在於整合各種技術，為了實現整體布建，需要整合不同的通訊技術元件，且無法僅依賴單一頻段，來滿足單一應用下不同情境的需求。盤點場域驗證結果，通訊成本為仍需優化的項目。本計畫邊緣運算單元布建於海岸邊，須將所有影像回傳雲端進行運算判斷，相當耗費網路資源，故期望後續能將邊緣運算布於無人機上，減少傳輸的成本。目前港區網路平權問題也是各界關注的重點議題，尤其國外商船的網路頻率不一定能適用台灣建置的網路，如：若欲使用 N79 等頻段，則終端設備皆須為 N79 設備才能對接，且整合問題相當複雜，故目前使用 Wi-Fi 是較合適的解決方案。

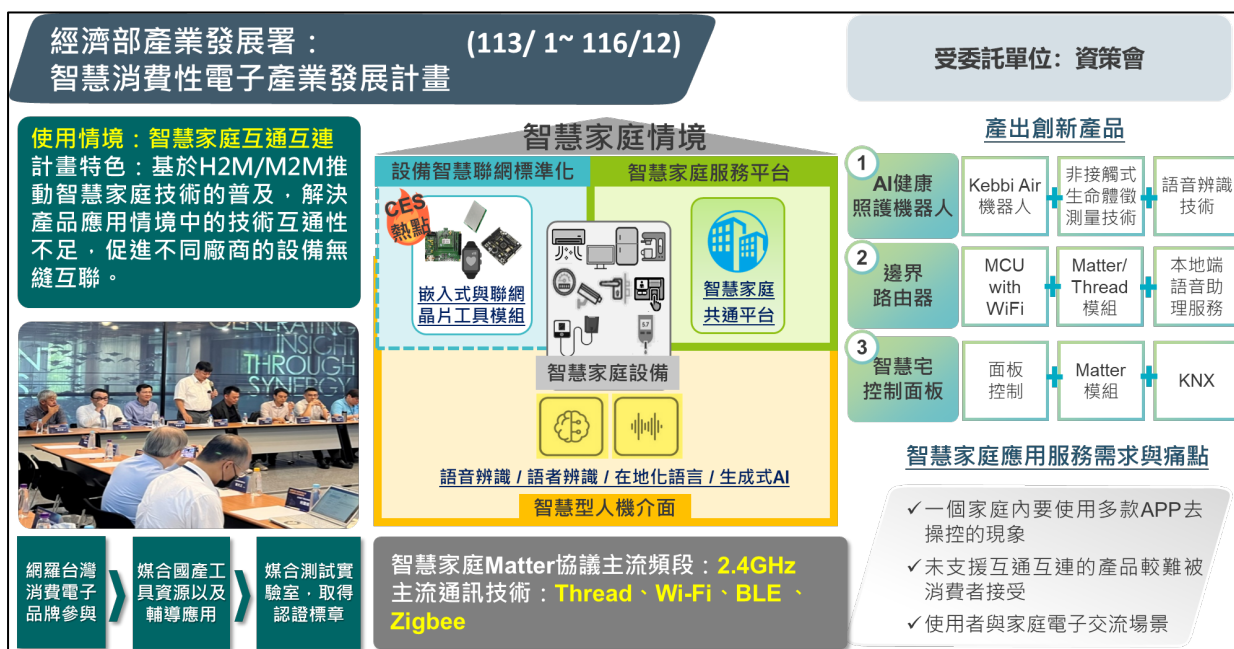
資料來源：本研究整理，2024年10月

第十一節 創新應用研析案例十：智慧消費性電子產業發展計畫

一、「智慧消費性電子產業發展計畫」計畫簡介

本計畫研析案例來自經濟部產業發展署辦理「智慧電子產業推動計畫」。計畫宗旨在介接國內智慧家庭創新應用需求，布建產品技術媒合交流環境，並提供智慧家居產業諮詢服務。此計畫引導產業投入 Matter 開源標準、AI 人工智慧、人機控制介面等新興技術的產品發展，補強國內在競合和合作生態系中的角色，進而推動台灣智慧家庭創新應用生態系統的發展。計畫期程為 2024 年 01 月 01 日至 2027 年 12 月 31 日，推動目標（如圖 2-58 所示）：

- 推動智慧家庭產業互通互聯標準：引導本土業者發展智慧家庭產業，並推動其互通互聯標準。將遵循由連網標準聯盟（Connectivity Standards Alliance, CSA）所制定的 Matter 標準協定。CSA 發佈的 Matter 標準旨在建立一個統一且兼容的平台，使不同廠商的智慧家庭設備能夠無縫協作，從而提升用戶的便利性和產品的兼容性。
- 推動創新互動產品與應用：協助本土業者掌握市場情報，布局本土智慧家庭的產品生態系，就其語音辨識與人工智慧等功能，拓展資源整合，協助有意願之業者降低開發與測試服務的門檻，以滿足國內市場需求與期待。



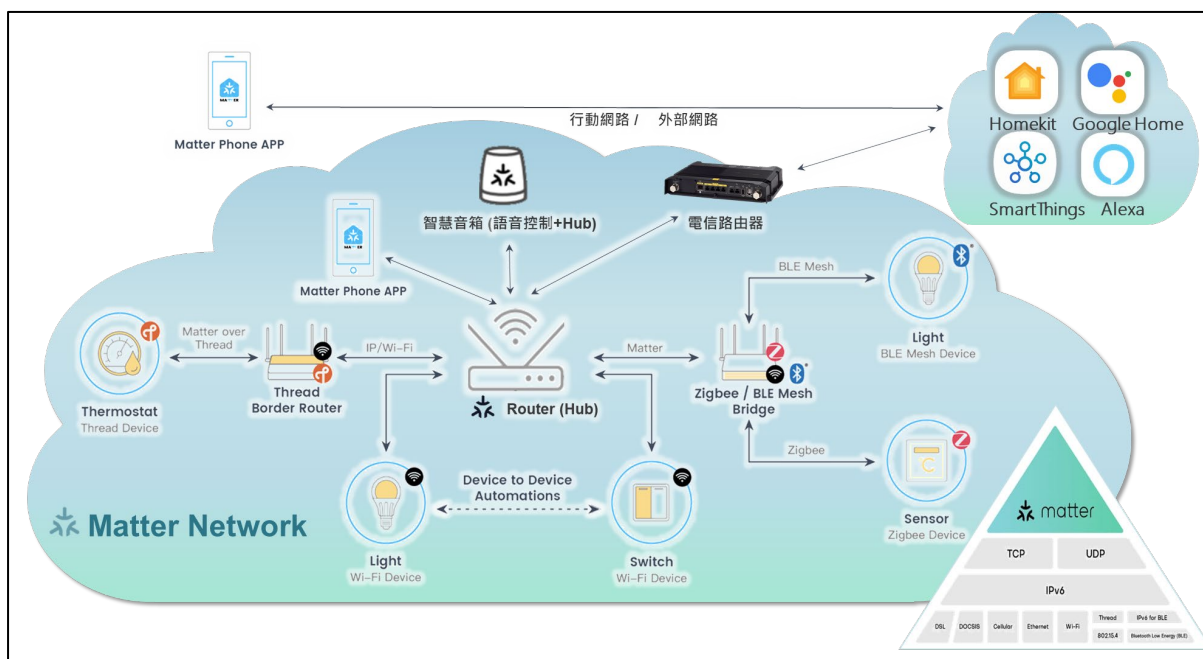
資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-58、智慧消費性電子產業發展計畫全景

二、「智慧消費性電子產業發展計畫」網路架構、資料流及主要功能廠商研發重點研析

(一)、「智慧消費性電子產業發展計畫」網路架構

本案在推動的智慧家庭產業互通互聯標準 Matter，其網路架構是一種統一的應用層協定（如圖 2-59 所示），旨在解決跨品牌智慧家庭設備之間互操作性的問題，使 Matter 設備可以互通於不同的智慧家庭平台上。同時，這個架構允許不同設備在使用各種無線通訊技術的基礎上，它允許多種通訊協定的設備之間進行無縫地互相溝通和協作。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-59、Matter 網路架構

為了解決智慧家庭市場碎片化的現象，Zigbee Alliance（現稱 CSA）在 2019 年聯合 Apple、Google、Amazon 和其他主要科技公司，發起網際網路協定（Internet Protocol, IP）互聯家庭專案（Project Connected Home over IP, CHIP）專案。CHIP 的目標是通過基於 IP 的統一標準來實現智慧家庭設備之間的無縫通訊。至 2021 年，CHIP 專案正式更名為 Matter，並由 CSA 推動其發展，並獲得全球智慧家庭大廠支持，當中 Apple、Google、Amazon 和 Samsung 都參與了這一標準的制定。

Matter 架構主要常見運行於 Zigbee、Thread、Wi-Fi 以及低功耗藍牙（Bluetooth Low Energy, BLE），四種網路協定說明如下：

1. Zigbee

(1) 背景與發展

Zigbee 協定是由 Zigbee Alliance 推動，該組織於 2002 年成立，目標是提供一種針對物聯網 (IoT) 應用的低功耗無線網路標準。Zigbee 的誕生背景是在無線通訊技術快速發展的時期，當時角逐的 Wi-Fi 和藍牙等技術，它們並不完全滿足智慧家庭和物聯網應用中的能耗要求和網路拓撲 (Mesh Network) 需求。Zigbee 針對這一市場空隙，致力於為低功耗、低頻的終端設備提供一個可靠的網路通訊方案，它能夠通過網狀網路技術，讓多個設備彼此連接，並使數據在設備之間進行跳躍傳輸，這樣即使某個設備斷線，Zigbee 網路仍能保持穩定運行。

(2) Zigbee 技術特點

- 低功耗：Zigbee 最大優勢之一是它的低功耗特性，非常適合長時間運行的電池供電設備。這意味著像智慧門鎖、溫度感應器、運動探測器等這類對電力非常敏感的設備，能夠以極低的能耗長時間穩定運行，應用於無需頻繁更換電池的情境。
- 網狀網路拓撲：允許每個設備都可以充當中繼節點，幫助傳輸其他設備的數據。這種架構不僅增強了網路的穩定性，還擴大了覆蓋範圍。即使某個節點斷線，數據仍能通過其他節點繼續傳輸，這也稱為自我修復網路。但隨著時間的推移，這一技術在其他常見的通訊協定中得到廣泛應用，如 Thread、Wi-Fi 和部分 BLE 網路中，也引入了網狀網路特性。
- 短距離、低頻寬應用：Zigbee 的數據傳輸速率相對較低 (約 250kbps)，並工作範圍也相對較短 (約 10-20 m)，這使它更適合用於需要少量數據傳輸且對延遲不敏感的應用，例如智慧照明系統、簡單的開關控制和環境監測系統。

(3) Zigbee 在 Matter 中的角色

Zigbee 作為 Matter 的前身之一，扮演的角色主要體現在與其他協定的整合，現有的 Zigbee 設備可透過韌體更新或使用橋接器 (Bridge) 與 Matter 設備進行互通，意味著，現有的 Zigbee 網路不需要被取代，使用者可以繼續使用已部署的 Zigbee 設備，並且這些設備可以與基於其他協定 (如 Wi-Fi 或 Thread) 的 Matter 設備進行通訊。

2. Thread

(1) 背景與發展

Thread 由 Thread Group 推動，這個組織於 2014 年由 Google (Nest Labs) 領導並聯合了多家科技公司 (如 Samsung、Qualcomm、Arm 和 Silicon Labs) 成立。Thread Group 的目標是為智慧家庭和物聯網設備提供一個基於 IP 且具有自我修復能力的低功耗無線網狀網路協定。Thread 設計初衷是解決 Zigbee 和其他物聯網協定的不足之處，特別是在連網的互操作性、低延遲、高可靠性方面的挑戰。Thread 是基於 IEEE 802.15.4 的物理層和資料連結層，與 Zigbee 共享相同的底層技術，但在網路層和應用層採用了完全不同的架構。Thread 最大的創新是將 IPv6 引入低功耗網路，這不僅提升了網路的可擴展性，還使得設備能夠通過現有的 IP 基礎設施進行互操作。

(2) Thread 技術特點

- 基於 IP 的網路協定：Thread 最顯著的特點之一是它是基於 IPv6 的網路協定，這意味著 Thread 設備能夠直接進行連網通訊，無需協定轉換設備。相比於其他低功耗協定 (如 Zigbee)，Thread 的 IP 化設計使得它能夠輕鬆融入現有的 IP 基礎設施中，為物聯網設備提供高度兼容的通訊方案。
- 無需專用橋接器：由於 Thread 是基於 IP 的協定，設備可以通過邊界路由器 (Border Router) 直接進行連網通訊，而這個邊界路由器通常是基於現有的 Wi-Fi 路由器或其他物聯網設備。這消除了傳統低功耗協定 (如 Zigbee) 需要額外橋接器設備來與外部網路進行通訊的需求。
- 低功耗與高效能的平衡：雖然傳輸速率同樣不高 (約 250 kbps)，但 Thread 通過高效的路由機制和封包優化設計，以 IPv6 低功率無線個人區域網路 (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Networks, 6LoWPAN) 協定的封包標頭壓縮技術，它能夠有效地壓縮網際網路協定第 6 版 (Internet Protocol version 6, IPv6) 和使用者封包通訊協定 (User Datagram Protocol, UDP) 的標頭字節，IPv6 的標準頭部長度為 40 字節，而 6LoWPAN 通過壓縮技術可以將其壓縮到 2-3 字節，可顯著減少封包的開銷 (overhead)，減少每次傳輸所需的能量。在路由機制的設計中，當設備間距過大時，數據可透過其他節點中繼傳輸，避免高功耗的長距離通訊。此機制利用多跳路由傳輸數據，不僅擴大了網路覆蓋範圍，還降低了單個設備的

功耗。

(3) Thread 在 Matter 中的角色

Thread 在 Matter 架構中與 Wi-Fi 形成互補關係，主要負責低功耗、低數據量的設備通訊，並可透過 Matter 融合於大數據量的應用情境中。作為較晚期的通訊協定，Thread 在初期開發時便設計為支持網狀網路，並且專注於為低功耗物聯網設備提供基於 IP 的網狀網路。因此，它與 Zigbee 等傳統網狀網路技術有相似之處，但 Thread 具備更多現代化的特性和優勢。

3. Bluetooth Low Energy (BLE)

(1) 背景與發展

Bluetooth 關鍵技術委員會 (Special Interest Group, SIG) 是管理藍牙技術的組織，成立於 1998 年，主要成員包括 Ericsson、Nokia、Intel、IBM 和 Toshiba 等科技公司。Bluetooth SIG 的任務是推動藍牙標準的制定和技術發展。藍牙技術的發展始於 1990 年代後期，初期版本主要用於短距離無線數據傳輸（如耳機、手機等設備間的數據共享）。隨著市場需求的變化，Bluetooth SIG 於 2010 年引入了 BLE，這是一個專門針對低功耗應用的無線技術標準。BLE 被廣泛應用於穿戴設備、智慧手錶、健康設備和智慧家庭設備等，需要少量數據傳輸的設備。隨著 BLE 逐漸成熟，它被引入 Matter 中，主要用於設備首次連接和配對，為物聯網設備提供一個低功耗的初始設置方案。

(2) BLE 技術特點

- 低功耗：BLE 的最重要特性就是低功耗。與傳統藍牙技術不同，BLE 設計用於那些需要長時間運行、但不需要頻繁通訊的設備。它的低功耗特性使得 BLE 設備可以使用小型電池運行數月甚至數年而無需更換。雖然 BLE 的設計主要側重於低功耗，但它的數據傳輸效率也相當高，隨著 BLE 5.0 的推出，其最大理論傳輸速率可達 2 Mbps。
- 快速配對與初次設置：在 Matter 網路架構中，BLE 的主要作用是幫助設備進行首次設置和配對。當新設備需要加入網路時，它首先會使用 BLE 與智慧型手機或控制器進行配對和初始配置，完成設

置後，設備會切換到其他協定（如 Wi-Fi 或 Thread）進行日常通訊。BLE 在此過程中發揮了關鍵作用，讓設備能夠快速、安全地與網路進行對接。

- 廣播通訊模式：BLE 支持 Advertising 高效的廣播通訊模式，允許設備周期性地廣播封包，這些封包可以被附近的其他設備接收，無需進行設備配對。這種模式適用於需要持續廣播狀態或數據的設備（如健康追蹤器或環境監測設備），不需要保持長時間的點對點連接。

(3) BLE 在 Matter 中的角色

在 Matter 網路架構中，BLE 的主要角色是為設備作網路引導，提供進行首次設置和網路配對。此階段通常無須大量數據傳輸，僅進行少量的身份驗證和配置數據的傳遞。BLE 通常只在設置過程中啟動，完成後設備會切換到其他協定，大幅減少了設置階段的能耗。

4. Wi-Fi

(1) 背景與發展

Wi-Fi 由 Wi-Fi Alliance 管理，該組織成立於 1999 年，旨在推動基於 IEEE 802.11 標準的無線區域網路技術。Wi-Fi 最初提供的數據速率較低，僅 2Mbps，但隨著技術的發展，Wi-Fi 現已發展至多個版本，包括：

- 802.11n (Wi-Fi 4)：支持高達 600Mbps 的傳輸速率
- 802.11ac (Wi-Fi 5)：支持更快的傳輸速率，最多可達 3.5Gbps
- 802.11ax (Wi-Fi 6)：進一步提升了效率、覆蓋範圍和性能，特別是在高密度網路環境中，傳輸速率可高達 9.6Gbps

(2) Wi-Fi 技術特點

- 高速數據傳輸：Wi-Fi 是一種高吞吐量的通訊技術，特別適合需要大量數據傳輸的設備，如智慧電視、流媒體設備、家庭安防系統（如高畫質監控攝影機）等。與 Zigbee 和 Thread 這類低頻寬技術不同，Wi-Fi 能夠承載多媒體數據流、視頻傳輸等需要穩定高速網路的應用，並且使用 Wi-Fi 的 Matter 設備無需借助額外的橋接器或橋接設備。

- 雙頻和多頻操作：Wi-Fi 支持 2.4GHz 和 5GHz 頻段，部分 Wi-Fi 6 設備已支持 6GHz 頻段。多頻操作允許設備在網路擁塞或干擾情況下，自動切換到更快的頻段，這確保了即使在高密度環境下（如公寓或辦公室），Wi-Fi 也能保持穩定的通訊。

(3) Wi-Fi 在 Matter 中的角色

在 Matter 網路架構中，Wi-Fi 主要用於滿足需要高速數據傳輸的智慧家庭設備，並促進跨設備間的連接互動。針對數據吞吐量需求較高的設備，如高畫質視頻流媒體裝置、智慧攝影機和音響系統，Wi-Fi 提供穩定且高速的數據傳輸能力。與此同時，Thread 或 Zigbee 則適用於電池驅動的設備，這些技術互相補充，共同透過 Matter 構建一個統一的智慧家庭網路，確保不同設備之間的無縫通訊。

(二)、 「智慧消費性電子產業發展計畫」資料流及主要功能廠商研發重點

本案基於推動智慧家庭產業互通互聯標準以及創新產品應用目標，透過盤點國內業者的優勢與不足，運用商業媒合實現技術互補，成功構建三項創新產品案例，詳述如下：

1. AI 健康照護機器人

結合女媧創造科技、日康科技及長問科技的合作成果。該機器人原型設計為送餐機器人，現已改良並加入 AI 語音辨識技術，為高齡陪伴設計，具備非接觸式人體量測功能。其在陪伴過程中可透過視訊通話分析皮膚與生理數據，並將整合 Matter 協議，使其能與智慧家庭設備互動。功能項目如下：

- 生理訊號偵測與視訊遠端監控
- 機器人主動關懷及健康衛教
- 用藥提醒、重要信息宣導
- 異常數據通報、緊急通報
- 線上健康照護課程

其應用的數據包括：

- 影音串流訊息：用於皮膚狀況分析及語者辨識控制互動

- 生理徵象訊息：如心跳、血壓、體溫等生理訊號，經由非接觸式量測及視訊分析獲取
- 環境互連控制訊息：透過 Matter 協定與智慧家庭設備進行交互的數據

2. 智慧宅控制面板

為瑞司科技所開發，設計用於推動智慧建築之產品，該產品的面板連網方式針對不同空間的需求進行優化。在社區公眾空間，因考量到剛性需求與後續維護成本，採用 KNX 樓宇自動化標準的有線連接方式，避免因 Wi-Fi AP 覆蓋範圍有限而需大量部署，從而增加維護負擔。相較之下，住家空間則以 Matter 協議支持後續設備的靈活擴充，並提供常見的功能如視覺操作開關燈、情境模式設定、空調自動調節等，實現高效且便捷的居家自動化體驗。功能項目如下：

- 視覺操作儀表板（顯示狀態、情境場景、控制指令）
- 支援 KNX/Matter 標準
- 任務腳本運行設定

其應用的數據包括：

- 使用者行為控制訊息：在 KNX 與 Matter 的通訊協定下，用於設備之間的狀態同步和指令傳遞，如燈光、空調、窗簾等設備的開啟與關閉，或空調溫度與窗簾之間的狀態設定
- 環境感知訊息：收集智慧家庭環境數據，用於自動化家庭設備，如調節空調
- 設備狀態訊息：顯示環境當前之運作模式，如開關狀態、功耗數據、維護數據

3. 邊界路由器

為金磚科技開發，主要功能是在 Matter 網路下為 Thread 終端設備提供支援，並整合控制中樞與 Wi-Fi 模組，同時，該邊界路由器將控制中樞與 Wi-Fi 模組整合於一體，不僅簡化了智慧家庭設備的部署，也有效提升了網路連接的靈活性與效率。由於產品設計可成為智慧家庭核心架構的重要組成部分的潛力，此部分作為我國網通產業的強項，多家網通設備商已籌劃相關產品的開發與市場布局。相關功能項目如下：

- 支援 Thread、Wi-Fi 與 Ethernet 建立雙向 IP 連接，利用 IP-based 鏈路將 Thread 分區合併，實現跨網路的 Thread 通訊
- 支援內網控制中樞功能
- 支援外部執行緒驗證 Thread over Matter 裝置

因作為智慧家庭中的網路基礎設施，其應用的數據將依包括 Matter 支援之裝置類型而定，列舉如下（如圖 2-60 所示）：

- 核心需求設備數據與控制訊息（Matter 1.0）：如照明燈具、電源插座與開關、基本的安全感應器等
- 彈性需求設備數據與控制訊息（Matter 1.2）：支援更多的家庭安防與攝影機設備以及控制更多家電
- 廚房與家務需求設備（Matter 1.3）：支援智慧烤箱、智慧廚房電器等家電



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月
圖 2-60、Matter 標準對應設備支援類型

三、「智慧消費性電子產業發展計畫」全面商用之可能方向、成功率研究、產值分析

智慧家庭市場多年來持續穩步增長，2023 年總出貨量估計達到 8.2 億台，年增長率為 0.6%。儘管市場表現尚未完全滿足雙方需求與期待，仍吸引了寬頻服務商、雲端平台業者及專業保全公司進軍，並提供月費訂閱服務，顯示該領域仍有顯著的拓展空間。直至 2024 年上半年，從 CES 展覽到各大消費電子與家電品牌的參展與新品發表活動中，觀察到許多知名廠商積極針對供需矛盾，從標準制定、技術突破到產品創新等多層面提出解決方案，以配合物聯網的應用需求。此外，國內產業也在「智慧消費性電子產業發展計畫」媒合成果下，並借助本計畫的回饋建議，國內產業正逐步建立自有的智慧家庭產業鏈，並規劃推動本土 Matter 產業聯盟，如圖 2-61 所示。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月
圖 2-61、計畫促成之國內 Matter 產業鏈

在國內產業鏈當中，有三點優勢可能影響商用成功率：

- 國產系統晶片模組工具：國內晶片設計和製造能力成為了產業發展的核心競爭力，支撐 Matter 產業鏈的基礎，它提供了開發 Matter 設備所需的核​​心硬體和軟體支持，同時部分設計內建數位訊號處理器（Digital Signal Processor, DSP），加速了智慧家庭設備的本土實現本地語音辨識產品功能的整合發展。
- 智慧家庭路由器：以剛性需求為商業策略切入點，智慧家庭路由器已成為現代家庭中不可或缺的核心設備。不論是網通設備業者還是電信業者，都希望透過引入 Matter 標準，進一步提升路由器的功能。這些業者不僅將其定位為提供 Wi-Fi 連接的設備，更期望它成為家庭中所有智慧設備之間的數據通訊樞紐和人機介面控制的核心，從而實現一台設備管理多個智慧設備的無縫連接與控制。如此

設計不僅簡化了家庭網路的配置與管理，還能促進智慧家庭的普及，加速市場滲透率。

- 測試認證實驗室：由於 Matter 標準對產品的安全性設置了極高的要求，為確保所有 Matter 產品的開發符合協定規範，CSA 聯盟制定了嚴格的產品認證流程。所有計劃上市的 Matter 設備都必須通過認證才能銷售。若企業欲申請 Matter 產品認證，需先繳納高額年費成為 CSA 聯盟會員，並支付測試驗證費用，但即使完成這些步驟，也不一定能保證成功取得認證。這對中小型企業而言，成為了一道嚴峻的門檻。因此，作為測試驗證實驗室，成為商業策略切入點之一。透過協助企業的測試驗證順暢，並以認證的替代途徑-認證轉移計畫 (Certification Transfer Program, CTP)，讓業者能夠將品牌掛上已獲得 Matter 認證的產品，從而降低單獨進行認證的成本與風險，有效提升進入市場的效率。

四、「智慧消費性電子產業發展計畫」受委辦廠商深度訪談

(一)、廠商簡介---中華電信

中華電信³⁶是臺灣綜合電信服務業者之一，前身為交通部電信總局的營運部門，1996年中華民國政府施行電信自由化政策，根據電信三法從交通部電信總局中分拆及公司化而來，在行動使用者數和寬頻使用者數台灣電信市占率最高，和台灣大哥大、遠傳電信被稱為「電信三雄」。

主要業務涵蓋固網通訊、行動通訊、寬頻接取與網際網路，亦以巨量資料、資安、物聯網、人工智慧、雲端及網路資料中心等新興科技服務，以及各種OTT及匯流服務。

(二)、訪談記錄

表 2-22、中華電信及中興保全企業訪談紀錄表

公司	中華電信股份有限公司、中興保全科技股份有限公司
訪談日期	2024 年 06 月 26 日
訪談人員	<ul style="list-style-type: none">中華電信：林○陽 科長中興保全科技股份：高○璋 經理資策會：李揚 副主任、黃宇笙 規劃師
訪談內容	<p>中興保全科技：</p> <p>1. 免授權頻段的應用場域：2.4GHz 頻段是場域中最常見的使用頻段之一。然而，許多國內自行改造的 Wi-Fi AP（如加裝外部天線），其實際發射功率常超過 1W，遠超過法規所限制的範圍。這樣的情況導致 Zigbee 和藍牙等其他應用在此頻段內的運作受阻。為此，業者開始採用自行設計的 Sub-GHz 通訊協定作為替代方案，然而該協定在部分情況下會受到電信基地台信號的干擾，影響通訊品質。當前 2.4GHz 頻段的使用依賴各自協調，但業者希望能有一個仲裁機構來管理和調解頻率的使用問題。</p> <p>中華電信：</p> <p>1. 台灣市場的銷售模式與國外市場的消費模式有所區別，在智慧家庭的商業模式也會有所不同，因台灣市場較為特</p>

³⁶ 中華電信 <https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht>

別，有可能會有不用月租費的方式發展 IoT 智慧家庭，中華電信支持同行業者的任何做法。並且在家庭控制中樞方面，同步國際營運商的看法，認為從家中剛性需求如網路中樞為商業切入點，可覆蓋家中網路範圍。

2. 未來將有可能加入 Matter CSA 第二級會員，可加入認證實驗室的產業支援，並有意助力國內 Matter 聯盟的成立，讓本土產業團隊成員更有向心力。

資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

第十二節 創新應用研析案例之委辦單位訪談

本計畫全年度共完成 10 例之創新應用研析，其相對應之委辦單位分別為經濟部產業發展署「高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新應用補助計畫」（如表 2-23 所示）及「經濟部產業技術司 A+企業創新專案」（如表 2-24 所示）、經濟部產業發展署「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫辦公室」（如表 2-25 所示）及交通部「交通科技及資訊司」（如表 2-26 所示）。

表 2-23、經濟部產業發展署「高雄亞洲新灣區 5G AIoT 創新應用補助計畫」訪談紀錄表

訪談對象	經濟部產業發展署「亞灣 5G AIoT 規模化創新應用計畫」委辦
訪談日期	2024 年 06 月 11 日
與談人	計畫委辦：程○華 組長、張○農 規劃師 資策會：李穎芳 組長
訪談內容	<p>1. <u>委辦計畫今年來到第三年，主要的頻率應用主軸</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ● 以國內具備 5G 開放網路架構之無線接取、核心網路、行動邊緣運算等技術之設備、系統整合及應用解決方案開發能力業者為補助對象。本計畫實證場域以落地高雄為限，並以<u>亞洲新灣區</u>優先，於智慧製造、體感育樂、智慧園區或其他具發展潛力之產業場域，進行 5G AIoT 規模化實證試煉。 ● 「規模化」為去年度之審查重點，小型的專網案場已經有眾多案例，期望以規模化（整體布建至少 12 個基站以上，5G 網路訊號覆蓋需達總面積至少 50,000 平方公尺以上）來驗證出企業專網潛在技術突破點，並驗證國產網通設備的強韌性。 ● 今年會改以主題式應用為徵集方向，但詳細辦法尚未公告，仍在研議中。 ● 應用類型 <ul style="list-style-type: none"> - 智慧製造：針對智慧製造及工安巡檢等重要營運流程優化透過無人巡檢、AI 製造輔助、AR 遠端協作、設備稼動異常、製程自動化、數據管理等應用，能提供 5G 多連結的智慧科技設備及提升生產營運可靠度、製造效率提升、生產品質優化等。其量化指標如端到端網路延遲、網路可靠度、網路服務可用度等或連線

時基地台資訊、用戶數據總流量或終端用戶連線速率（上行/下行）等。

- 體感育樂：針對沉浸式體驗、延展實境（XR）、混合實境（MR）、虛擬實境（VR）或擴增實境（AR）、異地共演等應用的流暢度，能提供超大頻寬的傳輸速率、5G 多連結的智慧科技裝置與最佳化的使用者體驗，其量化指標如使用者體驗速率、延遲性、流量密度、連線密度等或應用服務整體使用狀況或體驗人數／人次，如使用者使用紀錄，包含用戶上下線時間、連線時基地台資訊、用戶數據使用量統計或終端用戶連線速率最大化（上行／下行）等。
- 智慧園區或其他：可依場域特性、應用領域、應用情境或導入 5G 網路方案所改變的關鍵網路效能提出量化指標，如端到端網路延遲、網路連線速率、移動可靠度、網路服務可用度、超低延遲（10 毫秒以下）等或連線時基地台資訊、終端段用戶連線速率（上行/下行等）等，以說明其提案可有效滿足選定之應用領域。

2. 委辦之計畫中，對於頻率使用的回饋

- 干擾評估作業流程：以近幾年干擾問題解決辦法來看，亞灣計畫 2021-2022 年採用委外租賃頻譜的方式做移頻，部分計畫（如中華電信 HOLO Park 場域）則改採用商頻專網。亞灣計畫管理面來看，現在的戶外案場，亞灣區需保證清頻。
- 頻率干擾協調問題：警消清頻預計於 2024 年完成，然目前之干擾評估作業流程需於各場域實證補助計畫收件後，才能申請干擾評估的調查權，萬一有干擾情形，加上協調等時間，對於執行計畫的期程造成延宕。
- 專網頻寬不足：影音應用頻寬不足，後續商業模式無法做到企業對消費者（Business to Consumer, B2C）的生意。同時因應亞灣區有大量的專網布建，遲早會發生鄰近場域干擾問題，若有足夠的頻寬做規劃，利用可以避免干擾的問題，或是考慮導入動態頻譜共享（Dynamic Spectrum Sharing, DSS）技術等，強化頻譜的使用效率。

資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

表 2-24、經濟部產業技術司「A+企業創新專案辦公室」訪談紀錄表

訪談對象	經濟部產業技術司「A+企業創新專案辦公室」
訪談日期	2024 年 06 月 12 日
與談人	計畫辦公室：林○民 主任 資策會：李穎芳 組長
訪談內容	<ol style="list-style-type: none"> 「A+企業創新研發淬鍊計畫」重點在補助企業投入創新研發業務，關於頻率申請及干擾規劃等議題，主要是由執行團隊廠商依據法規進行申請並配合辦理。計畫辦公室對此無特別著墨及建議。 仁寶獲得經濟部產業技術司 A+科專計畫支持，打造全球首套戶外全國產 5G 雙頻專網系統，從 5G 小基站、5G 專網智慧管理系統、5G MR 頭戴顯示器，均為仁寶自製研發，非常符合政策走向。

資料來源：本研究整理，2024 年 6 月

表 2-25、經濟部產業發展署「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫辦公室」訪談紀錄表

訪談對象	經濟部產業發展署「太空產業供應鏈暨網通產業新星飛揚計畫辦公室」
訪談日期	2024 年 06 月 12 日
與談人	產業發展署：曾○華 科長 資策會：李穎芳 組長
訪談內容	<ol style="list-style-type: none"> 本計畫重心在於協助臺廠加速累積低軌衛星終端技術能量，並協助台廠打入國際供應鏈。 國際衛星大廠採用元件規格均不同，想打入供應鏈，得先克服海外送測、多道品保驗證等問題。因此，將建置試驗場域與衛星服務介面，培養廠商的實戰經驗、降低投資風險，同時鎖定國內韌性、海事、航空與其他關鍵基礎設施需求，協助廠商拓展商機。 在技術發展層面，由於衛星是由電力、通訊、姿態控制、熱控等次系統整合而成，亟需實驗網與驗測平台相關規劃，任制後

	續規劃驗證場域、衛星驗測平台，滿足台廠研發階段快速驗證的需求。
--	---------------------------------

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

表 2-26、交通部「交通科技及資訊司」訪談紀錄表

訪談對象	交通部「交通科技及資訊司」
訪談日期	2024 年 10 月 29 日
與談人	交通部「交通科技及資訊司」：楊○翰 技正 資策會：李揚 副主任、李穎芳 組長、陳箴
訪談內容	<p>1. 數位發展部透過公告車聯網頻率特定實驗場域，加速產業技術發展及數位轉型，交通部有何看法？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 數位發展部於 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」，有助於簡化實驗階段頻率使用許可及電台執照申請之相關行政程序。對交通部「淡海 D-City 智慧交通試驗場域」發展亦有所幫助，各地方政府亦得以依法結合各地交通形態來驗證車聯網服務應用，與交通部攜手加速交通場域的數位轉型，對此公告車聯網頻率特定實驗場域交通部樂見其成。 <p>2. 目前各國皆已公告車聯網專用頻譜。請問就國內車聯網專用頻譜公告之時程有何建議？</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 因應我國近期取得 2029 年智慧運輸世界大會主辦權，以及我國「智慧運輸系統發展建設計畫」的推動，建議數位發展部依其專業擇定適當時程公告之。由於車聯網專用頻譜公告與後續相關法制調修涉及跨部會事項，交通部樂意配合共同研商。

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

第十三節 頻率創新應用產業生態鏈研析

本研究案聚焦於 5G O-RAN、車聯網及非地面網路（NTN）領域相關頻率應用，藉由政策調研、案例分析及產業訪談，綜整 5G O-RAN、車聯網及非地面網路（NTN）頻率創新應用產業生態鏈研析如下：

一、 5G O-RAN

自從 O-RAN 聯盟於 2018 年成立，O-RAN 經過六年左右的發展，於國內也在政策支持下，已於多種場域實現 O-RAN 專網部署案例；同時，近期在公網也能看到電信營運商和傳統基地台設備商的合作計畫，顯示 O-RAN 市場規模正逐步擴展並邁入成熟期，是行動通訊重要的發展方向。³⁷

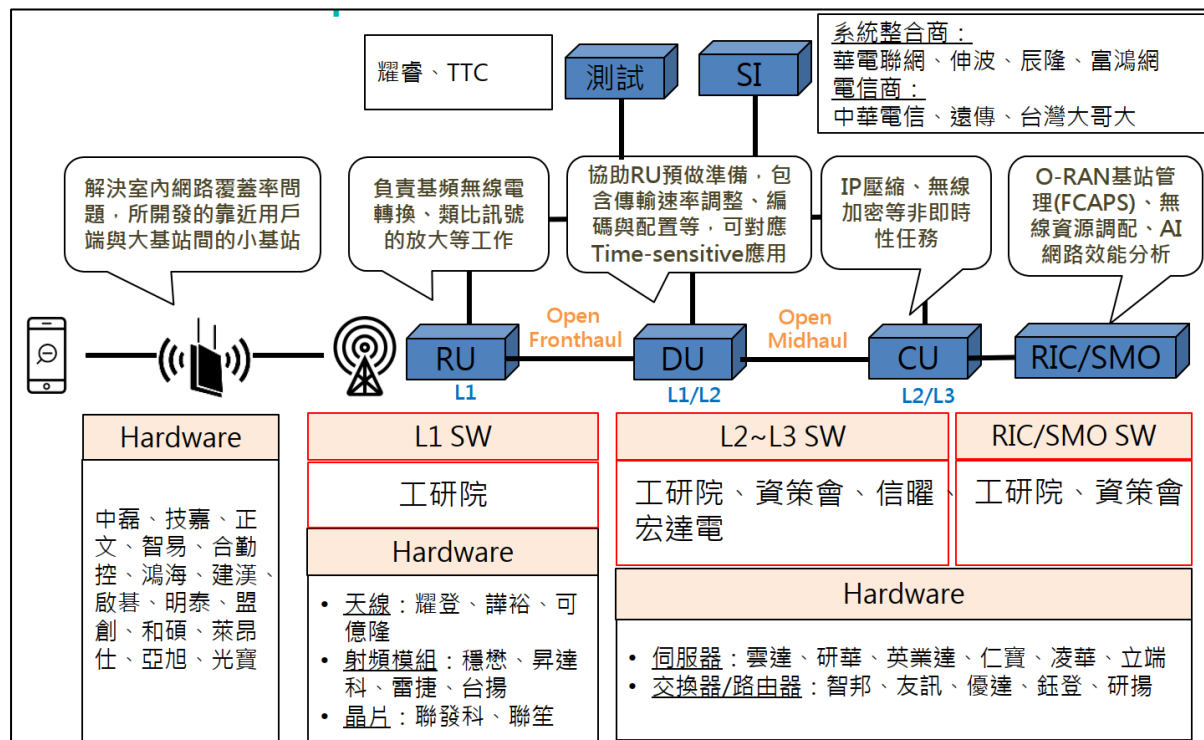
專網被視為是 5G 的潛力殺手級應用，因而在 5G 發展過程中受到關注，而 O-RAN 開放式架構不僅為企業專網提供更多元的選擇，也帶來根據需求客製化基地台的可能性。由於 5G 專網涉及頻譜分配且布建成本偏高，初期以政府主導推行的 5G 專網計畫為主，國際案例如日本，除了提供 Local 5G 頻譜申請指導方針，也規劃進行 Local 5G 實證；國內部分，數位發展部於 2023 年 6 月 5 日開始受理 5G 專頻專網的申請作業，並在政策補助工具下大量在高雄亞灣地區等實驗場域進行大量 5G O-RAN 專網的場域及服務驗證。

以國內而言，5G O-RAN 在 2018~2020 年 5G 專網的概念確立之後，首先於 2021~2023 年進行相關硬體開發的概念驗證（Proof of Concept, PoC），接著將在 2024~2026 年開始進行採用 O-RAN 設備的服務驗證 PoS，並將於 2027~2029 年完成可滿足不同場域服務需求的商業驗證 PoB，最後在 2030 年實現大規模量產及部署。O-RAN 專網的特色在於可根據場域需求客製化設計，並挑選適合的設備進行搭配、互通測試，同時幫助客戶解決實際部署和後續維運可能遇到的問題；是以，在產業生態鏈中，除了硬體及軟體供應商外，系統整合商（SI）的角色十分重要，如：華電聯網、伸波通訊、富宏網、辰隆科技等，皆為國內專網場域中不可或缺的推手。

O-RAN 將基地台設備解構，把軟體和硬體拆分開來；在硬體部分又進一步細化為射頻單元（RU）、分散單元（DU）和中央單元（CU）三部分。台灣通訊產業（如：雲達科技、萊昂仕、仁寶電腦、光寶科技、智宏網、亞旭電腦等）憑藉快速大量生產的硬體製造能力，在全球產業鏈尚保有一席

³⁷ 新通訊：O-RAN 放長線 系列報導 <https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/collection/318E7D1E87A04C95A013F3A79BF7C611>

之地，但硬體製造優勢無法長久依賴。網通設備產業應可朝向高度應用服務整合性發展，積極彌補虛擬化軟體、開源軟體、系統整合、雲端運算、巨量資料分析能力等缺口，並持續強化產品的技術標準、互通測試、軟硬整合、多功能整合。5G O-RAN 相關產業鏈組成如圖 2-62 所示：



資料來源: IEK，2024 年 3 月

圖 2-62、5G O-RAN 產業生態鏈

軟體部分，O-RAN 聯盟除了採用 3GPP 的標準，也針對 O-RAN 定義新的智慧化元件，稱之為 RIC，在 O-RAN 扮演軟體定義網路 (Software-Defined Networking, SDN) 控制器的角色。RIC 又分為兩種類型，一種為非即時 RAN 智慧控制器 (Non-Real Time RIC, Non-RT RIC)，另一種為近即時 RAN 智慧控制器 (Near-Real Time RIC, Near-RT RIC)。O-RAN 架構的服務管理和編排 (Service Management Orchestration, SMO)，負責多種網路管理領域，例如 RAN 管理、核心管理、傳輸管理、端對端切片管理等。針對 RAN 的管理，SMO 可提供 RAN 支援的關鍵能力，主要有 RAN 網路功能的 FCAPS (Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security) 介面，用於 RAN 優化的 Non-RT RIC，以及 Cloud 管理、編排和 workflow 管理。其中 Non-RT RIC 是 SMO 的內部功能，主要作用是向 Near-RT RIC 提供人工智慧與機器學習 (Artificial Intelligence/Machine learning, AI/ML) 模型，並提供 RAN 優化的指導策略。然後 Near-RT RIC 接收並遵循來自 Non-RT

RIC，根據給定的策略調整 RAN 參數，對 RAN 元件和資源進行近乎即時的控制和優化。以基地台節能改善功能為例，透過 SMO 及 RIC 上的 AI 技術，以智慧節能演算法配合網路流量監控及流量重新導向技術，在不降低服務品質下，讓更多的基地台進入休眠，減少耗電以節省成本。目前主要投入廠商除了由法人單位資策會、工研院率先投入外，各 O-RAN 硬體設備商亦各自投入相關網路管理軟體的研發，以及基於 RIC 架構下，針對不同的管理需求，如：流量導引 (Traffic Steering)、關鍵指標監測 (KPI Monitor)、快速換手 (Fast Handover) 等的 xAPP 功能模組開發。

二、車聯網

5G 通訊與人工智慧 (AI) 技術正逐步翻轉汽車駕駛體驗。高度聯網化、自動化、智慧化的車輛已經成為汽車與相關車電產業的發展重點。為了訂定車聯網與自駕車的發展路徑，美國汽車工程師協會 SAE International 詳細列出了 6 類自動駕駛能力 (如表 2-27)，建立明確基準；其中「Level 2」更成為國內消費者選購車輛時的參考等級依據。

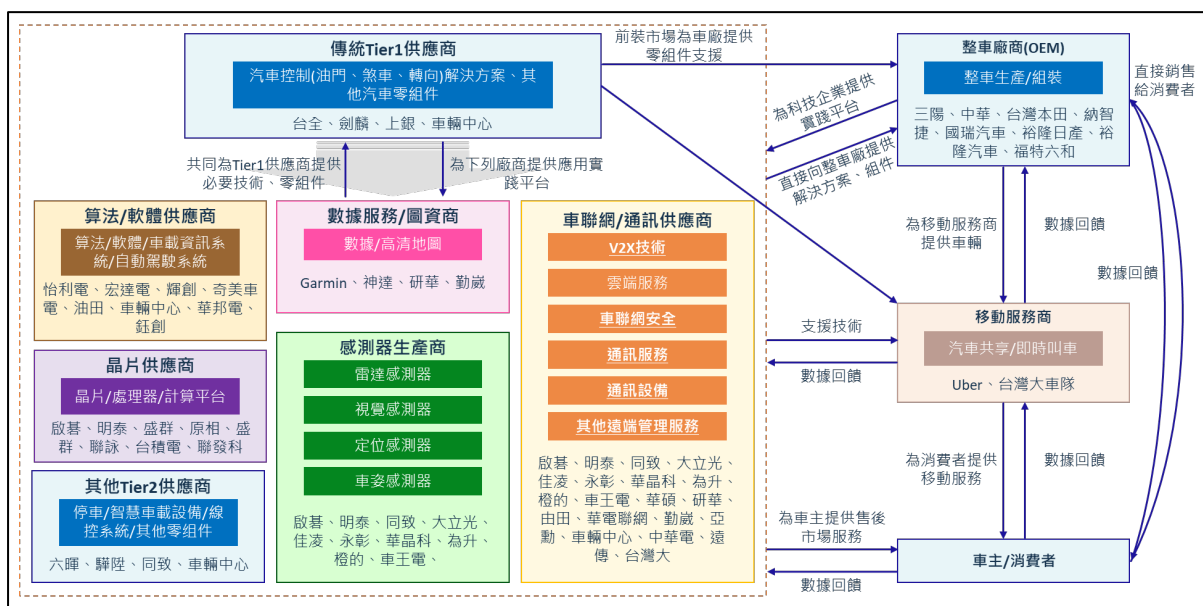
表 2-27、美國汽車工程師協會 (SAE) 定義之自動駕駛等級分類系統

自動駕駛分級	名稱	定義	駕駛操作	周邊監控	接管	應用場景
Lv0	人工駕駛	由人類駕駛員全權駕駛車輛	人類駕駛員			無
Lv1	輔助駕駛	車輛對方向盤和加減速中的一項操作提供駕駛，人類駕駛員負責其餘的駕駛動作	人類駕駛員和車輛	人類駕駛員	人類駕駛員	限定場景
Lv2	部分自動駕駛	車輛對方向盤和加減速中的多項操作提供駕駛，人類駕駛員負責其餘的駕駛動作				
Lv3	條件自動駕駛	由車輛完成絕大部分駕駛操作，人類駕駛員需保持注意力集中以備不時之需				
Lv4	高度自動駕駛	由車輛完成所有駕駛操作，人類駕駛員無需保持注意力集中，但限定道路和環境條件	車輛	車輛	車輛	所有場景
Lv5	完全自動駕駛	由車輛完成所有駕駛操作，人類駕駛員無需保持注意力集中				

資料來源：美國汽車工程師協會 (SAE)³⁸，本研究整理，2024 年 6 月

³⁸ AdaptIVe system classification and glossary on Automated driving

車聯網的發展，帶動軟體、地圖、晶片以及行動服務等廠商進入汽車產業，打破過去單純由零組件商提供整車廠，車廠再銷售給車主的傳統金字塔式車輛產業結構（如圖 2-63）。



資料來源：本研究整理，2024年4月

圖 2-63、車聯網及智慧車駕產業生態鏈

軟體部分，如主動式安全系統，台廠投入多年已有豐碩成果，可執行多項高級駕駛輔助系統（Advanced Driver Assistance Systems, ADAS）前瞻情境，包括自動取車、車道跟隨、智慧人機、手機無線充電、行人辨識與自動緊急煞車、車道變換、交通號誌辨識、障礙物偵測、自動停車及電動車無線充電等功能技術，展現出國人自主研發實力。

在零組件部分，由於自駕車涉及高度整合與高科技技術，期許我國車輛零組件、汽車電子、半導體及資通訊軟硬體必須跨領域合作，逐步建立關鍵次系統技術，建立與整車廠的共同研發能量，將是未來打入國際自駕車供應鏈的一大契機。

而如上所說，雖然 Lv2 與 Lv2+自駕已經相當普遍，高階車款甚至已經可以在某些半開放場域合法啟動 Lv3 自駕系統，但汽車產業基本上都有共識，要挑戰 Lv4 自駕，除了車輛本身的感知與決策能力要繼續提升外，依據其他車輛與道路基礎設施提供的資訊，亦即「車聯網」技術，來進行環境感知與決定駕駛策略；單一車輛的感知能力再強，仍會有感測距離跟盲區的限制。與其要求單一車輛具備萬無一失的環境感知跟駕駛決策能力，把車聯網當作 ADAS 的第四種輸入（Input），讓本車的 ADAS 根據其他車輛或路側設備傳來的資訊進行決策，會是更低成本且潛在效益更高的方法。

車聯網部分，在 3GPP Release 14 版（LTE）本確認了 V2X 通訊服務，Release 15 版本更包含強化後的 V2X 通訊情境定義，而 Release 16 版本則將行動數據架構的 V2X 通訊與 5G NR 無線電技術做連結，實現更具彈性、更高資料傳輸速率、更低延遲、以服務品質（Quality of Service, QoS）為導向的通訊連結以及與時俱進的直接通訊發展。包括亞勳、凌華和華電聯網等台廠，都已成功打入眾多一線車廠如福特、奧迪、豐田、賓士、BMW 等的供應鏈。

系統整合部分，台灣在智慧車駕整車平台方面，雖非像歐美日汽車大國，有大規模的整車工業做後盾，但也有廠商積極躍躍欲試，如：華創車電、車王電及宏碁等，裕隆集團已啟動自駕車國家隊計畫，將凝聚業者間合作互補。未來，台廠初期擬先開發固定路線接駁或商業物流等特定用途運具，效仿國外自駕接駁小巴（shuttle bus）的成功模式，切入利基市場，逐步建立我國上中下游供應鏈能量。

展望未來，整車業者可考慮優先滿足在地交通需求，例如參考淡海新市鎮中智駕電動巴士規劃，或是採用特定區域的公車專用道、最後一哩接駁、半封閉園區及偏鄉等較單純交通情境，配合國內自駕車測試法規鬆綁與實驗場域建置，來測試驗證自主研發之智慧車輛。

三、 非地面網路 (NTN)

自 3GPP Release 17³⁹開始制訂非地面網路 NTN 相關技術標準以來，NTN 已成為 5G 發展過程的一部分，期望日後透過 NTN 相關技術實現全球覆蓋，並滿足需要高可用性和高彈性的各類應用情境。NTN 更被視為將原生整合到 6G 網路系統之關鍵，以發展原生優化之地面和非地面架構成的多維度無縫網路來優化 6G 網路為目標，提供較 5G NTN 更好的傳輸運作效能和服務覆蓋能力⁴⁰。

現階段雖然台灣仍作為技術追隨者，且以 5G NTN 作為發展首要標的，但卻也沒忽視 6G NTN 技術發展之重要性。以作為關鍵通訊晶片大廠的聯發科為例，該業者在開發符合 3GPP NTN 標準規格之晶片同時，已經著手研究 6G 關鍵技術；甚至在 2023 年 5 月便發表《聯發科技 6G 衛星和地面網路之整合白皮書》，彰顯該業者期望在 NTN 領域能夠占據發展先驅之野心，藉此掌握次世代通訊的發展契機。隨著政府持續關注並投入太空科技發展，法人聚焦低軌衛星通訊相關關鍵元件與軟硬體系統之研發，奠基 5G NTN、放眼 6G NTN 技術能量之積累，也逐步開展。因此，持續關注並追蹤國際 6G NTN 技術、系統設備與應用情境之發展態勢將至關重要。

此外，有鑑於近年天災與戰事頻繁發生，全球也意識到單依靠地面網路或是海底電纜是無法快速因應外力導致之斷網情勢。現階段網路韌性之脆弱，讓各方更加重視利用如 NTN 一般的連網方式以強化網路韌性之重要性。而台灣在 2023 年度曾面臨台灣與馬祖的海底電纜斷訊之問題，更讓台灣網路通訊強固性與否之議題再次搬上檯面，也讓產官學研都意識到非地面網路尤其衛星通訊之重要性。

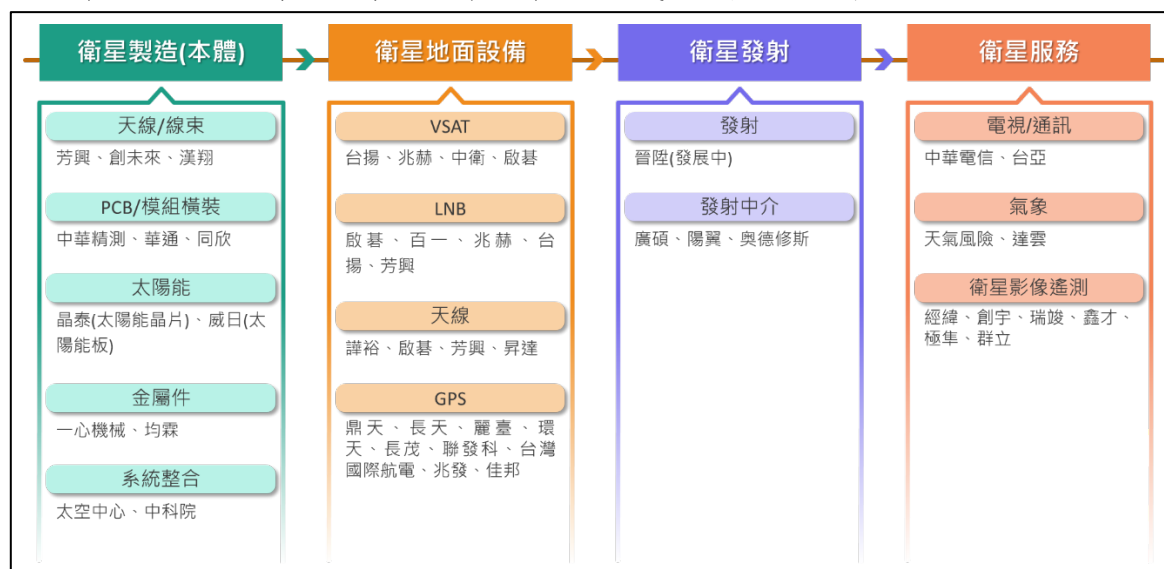
因此為了滿足台灣對 NTN 的需求，市場也開始布局低軌衛星通訊服務，主要電信業者-中華電信與 Eutelsat OneWeb 於 2024 年初正式簽署台灣低軌衛星獨家代理合約，首要目標為補足台灣地面通訊訊號死角，並且作為韌性網路一環，確保台灣通訊網路之穩固性。

而以衛星地面設備來看，臺灣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，以及國內發展資通訊的產業基礎能量，相較於衛星製造、衛星發射、衛星應用服務等次產業具商業化發展優勢。同時，伴隨國際大廠投入低軌寬頻衛星巨型星系商用布局，帶動新興衛星通訊技術（如相位陣列天線、Beam forming）與高頻段低延遲之衛星寬頻市場需求興起，對此衛星產業打破過往封閉的供應生態，有助於國內相關業者

³⁹ 3GPP Release 17 <https://www.3gpp.org/specifications-technologies/releases/release-17>

⁴⁰ 「從 ETSI 6G 研討會觀察 NTN 發展趨勢」資策會產業情報研究所，2024/05

可跨足至衛星領域，涉足晶片設計／代工／封測、上游元件暨材料製造、射頻元件／次系統開發、終端產品研製測試等多元上下游產品面向研製投入。非地面網路（NTN）相關產業鏈組成如圖 2-64 所示：



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月
圖 2-64、非地面網路（NTN）產業生態鏈

同時，參考國際太空衛星展 Satellite 2024⁴¹（2024/03 於國華盛頓特區舉辦）觀察衛星地面終端發展⁴²；地面站部分，衛星地面終端朝多軌多頻之陸海空應用發展，國內產也可考慮多元生態系統布局，以模組化創造規模製造優勢。現有多軌多頻終端需求不僅由衛星營運商所驅動，還包含陸海空解決系整商、甚至飛機製造商也有共同設計的決策權，因此業者宜多方評估有利策略夥伴（或投資/併購或合作協議），切入陸海空場域生態鏈。同時因應改善終端昂貴價格的發展缺口，除了發展核心晶片技術優化成本結構外，天線模組化也有利於規模生產與因應需求彈性調整，當然其中也需要相應搭配陸海空場域應用的追星軟體開發。衛星本體部分⁴³，臺廠現階段於衛星本體供應鏈尚多屬零組件層次，衛星平台之次系統、模組之產品供應仍有一定之技術門檻，小型衛星系整能量仍需時間發展。部分國內業者已嘗試由技術門檻及製造成本較低之微型、奈米等級衛星系統整合切入，並採用立方衛星技術加速衛星建置，如國內衛星業者採用荷蘭 ISISPACE 次系統並整合客戶所提供的酬載，提供立方衛星系統整合服務，包含衛星物聯網、遙測及衛星寬頻等應用服務。

⁴¹ <https://www.satshow.com/>

⁴² Satellite 2024 觀業者新品布局，IEK 產業科技國際策略發展所，2024/05

⁴³ SATELLITE 2024 觀展評析_衛星本體發展趨勢，MIC 產業情報研究所，2024/07

除了衛星以外的「高空通訊平台 HAPS」，亦是近年韌性網路的通訊技術的熱門選項，HPAS 所搭載的無人載具可以是繫留型氦氣球、無人機或飛船等，做為通訊中繼和監控載具，位置與性質介於地面通訊和衛星通訊之間；相對於地球同步衛星、中軌衛星及低軌衛星等，大多將通訊設備升至距離地面上千、甚至上萬公里的太空，高空通訊平台一般位於距地面 20 至 50 公里處的高空，具有滯空時間較長、空運能力較佳，以及成本較低等特點，在戰爭時期及救災需求下，快速部署臨時通訊連結，協助人員傳輸重要資訊，進行緊急調度與監控任務。另外也提供小範圍區域的通訊輔助，是自主衛星網路建置完成前，可優先布建使用的解決方案。

然以產業面來看，HPAS 仍屬於概念及服務驗證階段；今年(2024)10 月，數位發展部在台東縣鹿野高台展示台灣首顆國產國造的「高空通訊平台」，以繫留型高空氣球裝載基地台⁴⁴，此次展示的高空氣球可升空到距地面 800 公尺高度並穩定停留，地面網路覆蓋範圍可達半徑 11 公里、約 380 平方公里，並可持續滯空超過 14 天；另外由於搭載獨立的能源供應裝置，並採用氫燃料電池作為主要能源來源，能供應 80 小時的低污染電力，以確保平台在黃金救援時間內能穩定運作。未來，待技術及產業更加成熟，高空通訊平台也可運用於偏遠地區，解決當前數位落差問題，實現更普及的通訊服務。

⁴⁴ 公視新聞網，全台首座高空通訊平台亮相 有什麼特殊功用？與衛星通訊有何差別？
<https://news.pts.org.tw/article/720987>，2024/10

第十四節 具商用化潛力廠商之問題解決

本計畫自 2023-2024 年透過研析重大政策下各部會通訊相關應用及驗證計畫，訪談頻率使用及創新應用相關產業，盤點國內 5G O-RAN 通訊技術、非地面網路、車聯網等頻率應用技術發展架構及產業生態鏈，調研創新技術應用種類、特性及成熟度等，蒐整其頻譜資源使用現況並評估短中期使用需求。

同時，亦透過深度訪談篩選出具商用化潛力計畫，依照委辦及受委辦單位所提需求，並視整體產業發展進程，針對具潛力廠商提出協助方案，以期促成整體通傳產業新創發展。本計畫共針對三起案例進行協助，並整理如下：

一、 華電聯網（交通部 5G 車聯網計畫）

於 2023 年時，針對研析交通部 5G 車聯網計畫訪談受委辦單位「華電聯網」，其以「淡海 D-City 試驗場域」為例，提出車聯網實驗頻率與電臺申請之實務問題（如圖 2-65 所示），包括：

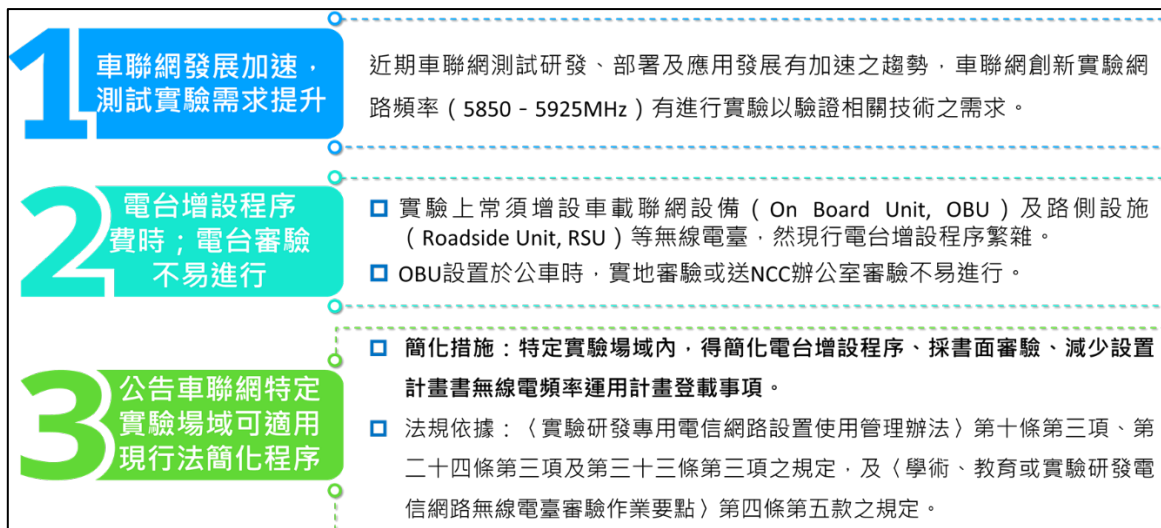
1. 申請期程長：目前平均 84 天，不利創新實驗進行
2. 新增設備期程長：須再提出網路、電臺、審驗申請
3. 審驗較難進行：OBU 設置於公車，不易抽查；若拆除送 NCC 審驗亦有其成本



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-65、華電聯網於交通部 5G 車聯網計畫所遭遇問題

本計畫協助數位發展部於今年（2024）四月完成公告車聯網頻率特定實驗場域，期盼能縮短車聯網場域試驗實驗網申請期程，強化國內外業者加入場域測試意願，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，如圖 2-66 所示。



資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

圖 2-66、協助華電聯網於交通部 5G 車聯網計畫之問題解決

三、 Matter 產業聯盟（經濟部產業發展署 智慧消費性電子產業發展計畫）

國內智慧家庭產業在發展 Matter 智慧家庭標準的過程中，逐漸顯現出各方對其發展潛力的高度期待。然而，2024 年上半年的發展速度未如預期。計畫團隊透過訪談多家業者，深入了解當前狀況，發現存在多項挑戰，包括技術工具與資源尚未完備、商業產品策略不明確、測試驗證環境不足、CSA 認證流程嚴苛問題，皆成為中小型企業形成阻礙。

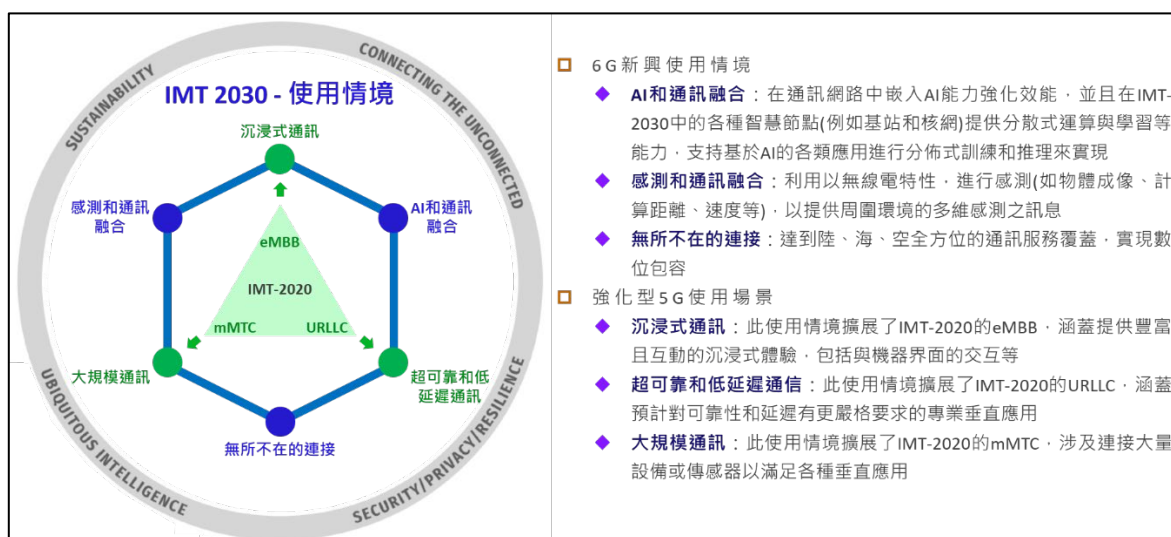
為了緩解產業面臨的困境，計畫團隊將調研狀況與本研析案例進行回饋，藉由之布建產品技術媒合交流環境，協助提供 Matter 聯網晶片通訊測試工具與整合參考設計，以促進技術共享與產業合作。此外，針對國際領先的產品策略與產品項目進行調查，智慧家庭路由器可成為現代家庭中不可或缺的核心設備，作為數據通訊樞紐及控制中心的剛性需求。國際知名廠商如 Amazon Eero 系列（包括 Eero 6、Eero 6+、Eero Pro 6、Eero Pro 6E、Eero Max 7）、Google Nest 系列（如 Nest Wifi、Nest Wifi Pro）以及 Samsung SmartThings（如 SmartThings Hub v3、SmartThings Station）等，皆推出具備 Matter 功能的路由器，作為其產品策略之一。以此調查結果反饋給國內電信商及網通業者，以協助他們確定市場定位，滿足未來智慧家庭市場的需求。

最後，在 Matter 設備認證的方面，計畫團隊建議電信業者建立測試驗證實驗室的角色，將有別於以往商業服務平台獲利模式，此舉有較低的投入風險及維護成本，並為中小型業者大幅進行認證的成本與風險，進而促進本土 Matter 產業聯盟成立。

第十五節 小結

本研究案透過針對 5G O-RAN、非地面網路、車聯網等無線通訊技術發展與應用趨勢之資料盤點，同時配合產業訪談，切實掌握基於國際趨勢發展態勢下，產業對於頻率使用下之關鍵技術與創新應用趨勢，以及對於頻譜需求與整備方向之意見。做為我國逐步布局 5G O-RAN、非地面網路、車聯網等新興通訊相關潛在核心技術與應用之參考，同時也提前為我國在頻率創新應用所需頻譜頻率的供應整備、協調共用等相關議題進行深度研析。

以今年度本計畫研析之十個案例對比其延續至 6G 應用情境（如圖 2-68 所示）之符合度，如表 2-28 所示，以 AI 整合通訊應用為最大宗，結合低軌衛星、大數據運算、AI、物聯網等技術，現階段仍多為應用層的 AI 技術，期待在未來從 5G 走向 6G 階段，更將 AI 引入網路營運核心，使用機器學習和深度學習演算法分析網路數據，預測網路流量，並自動調整網路參數，從而提高網路效能和效率，協助電信商及頻率垂直應用業者管理不斷成長的網路負載及多樣化應用需求。



資料來源：ITU、本研究整理，2024 年 05 月

圖 2-68、IMT-2030 6G 六大使用情境

表 2-28、創新應用案例與 IMT-2030 之 6 大應用情境歸納表

案例	計畫名稱	沉浸式通訊	感測和通訊融合	大規模通訊	無所不在的連接	超可靠和低延遲通訊	AI 和通訊融合
一	亞灣數治 - 5G AIoT 與淨零碳的土地資源整合平台		○			○	○
二	5G AIoT 次世代智慧船廠建置計畫	○	○			○	○
三	5G 專網平台淬鍊計畫-飛競直播應用		○			○	
四	5G 多人自主移動 VR 協同作業	○	○			○	
五	5G 智慧場館會展創新應用整合平台	○		○	○	○	○
六	智駕電動巴士系統測試運行計畫		○	○		○	○
七	智駕電動巴士環線多車服務測試運行計畫		○	○		○	○
八	本案例資料不公開				○	○	
九	運用先進 5G 通訊與多元低軌衛星打造智慧安全永續港灣計畫		○		○	○	○
十	智慧消費性電子產業發展計畫		○				○

資料來源：本研究整理，2024 年 10 月

對垂直應用產業而言，6G 新興技術能為其產業面臨的痛點帶來些什麼的益處，方為關鍵。且無疑地，6G 關連技術與該產業既有技術、新興科技

和系統能夠相輔相成，方為 6G 未來用例成功之關鍵。而這同樣也是 5G 發展經驗帶來的借鏡，資訊科技、通訊科技與營運科技彼此間的融合，方能為垂直應用產業在 6G 世代帶來成功。而這也需要該產業積極與 3GPP 等標準組織合作，在標準制訂過程中提出技術貢獻與建言。而台灣產業做為 6G 發展的追隨者，仍須積極參與國際標準制訂，並掌握 3GPP 成員對於 6G 發展的共識與行動。更應進一步思考在 6G 框架下，有哪些用例和應用須優先發展，並將在地化需求納入衡量範疇，發展符合台灣市場的 6G 應用。

同時，台灣應利用資通訊產業的既有技術能量，投入 6G 潛力技術研發，保持競爭力。產學研界需直接或間接地積極參與國際標準制訂，確保台灣新世代通訊自有技術創新性、強固性與擴散性；且應拓展並深化國際大廠和重要產業組織建立合作關係，共同開發 6G 技術和應用，建立切入其供應鏈體系之機會，拓展國際市場，以支持台灣 6G 產業的長期發展能量。