

出國報告（出國類別：開會）

出席第 14 屆美洲頻譜管理會議 (Americas Spectrum Management Conference 2025) 出國報告

服務機關	姓名	職稱
數位發展部	吳宜倫	副處長
數位發展部	陳威呈	簡任技正
數位發展部	程珮紘	專員
財團法人電信技術中心	陳譽明	副主任
財團法人電信技術中心	呂少琪	助理研究員

派赴國家/地區：美國華盛頓哥倫比亞特區

出國期間：114 年 10 月 28 日至 11 月 3 日

報告日期：115 年 1 月 27 日

摘要

美洲頻譜管理會議是由 ForumGlobal 主辦的全球頻譜系列會議之一，該會議自 2012 年起舉辦，是美洲地區最具影響力的頻譜政策論壇之一，會議每年於美國華府哥倫比亞特區舉行，此會議聚焦於頻譜規劃、監管趨勢、技術應用與國際協調，並為國際電信聯合會召開世界無線電會議籌備及美洲各國政策整合的重要平臺，2025 年 ASMC 再次於 DC 舉辦第 14 屆會議，且為首次開放會員外報名，供美洲外國家可充分交流與討論，促進 6G 譜譜規劃與發展全球化。本次會議主要聚集美洲政府監管機關、國際組織、產業協會、電信事業、學者及 ASMC 會員，聚焦研商 5G 與 6G 技術演進所需的頻譜資源，並回應「大而美法案 (OBBBA)」啟動後的立法目標，檢視未來八年內確認至少整備 800MHz 頻寬，以及兩年內拍賣 300MHz 頻寬的政策進程、頻譜供應鏈的持續補充、拍賣制度改革、國際協調與技術創新，並透過立法與產業合作等議題進行討論與交流，據以確保美洲頻譜資源能支撐新世代通訊技術的發展。

數位發展部執掌全國通訊、資訊、資通安全、網路與傳播等數位產業發展、統籌數位治理與數位基礎建設，並促進數位經濟發展及加速國家數位轉型等業務，為因應全球頻譜技術及政策發展趨勢，特派吳宜倫副處長率陳威呈簡任技正、程珮紘專員、財團法人電信技術中心陳譽明副主任及呂少琪助理研究員出席本次會議，積極參與各場次之技術與政策交流，並與各國政府機關（美國－聯邦通訊委員會(FCC)、國家電信與資訊管理局(NTIA)、英國－通訊局(Ofcom)、德國－聯邦網路局(BNetzA)等)官員，就我國推動 6G 與非地面通訊發展政策進行意見交換，藉以汲取他國監理實務與政策思維，掌握通訊先進發展區域之歐美國家頻譜管理新趨勢並建立國際鏈結。

目次

壹、 出席會議目的	1
貳、 會議行程	3
參、 會議重點摘要：	8
一、 開幕主題演講：	8
二、 場次一：美洲頻譜供應策略.....	12
三、 場次二：C 頻段上鏈開放-實現 100 MHz 發照目標的前進路徑.....	14
四、 思考重點：滿足大型體育賽事轉播需求.....	18
五、 美國聯邦通訊委員會的演講.....	20
六、 場次三：建構具韌性且可擴展的衛星直連裝置生態系統.....	22
七、 場次四：平衡創新與保護：重新檢視衛星共享與共存規範.....	28
八、 場次五：CBRS 未來發展與演進方向.....	31
九、 場次六：推動全球頻譜協調與領導力.....	38
十、 場次七：引領下一代通信發展與連接.....	44
十一、 場次八：專用、共享與免授權模式的政策協調.....	51
十二、 場次九：6GHz 生態系之應用案例與政策前瞻.....	55
十三、 場次十：縮短偏鄉數位落差之頻譜擴展.....	59
肆、 心得及建議	62
一、 中頻段頻譜已然成為全球通訊競爭的關鍵戰略資源.....	62
二、 頻譜治理重心逐步轉向彈性共享與制度化管理.....	63
三、 頻譜整備須兼顧技術可行性與制度穩定性.....	63
四、 公共利益與市場效率須同步納入頻譜治理考量.....	64
五、 整體觀察與未來政策思考方向.....	64

圖次

圖 1、第 14 屆美洲頻譜管理會議-主要探討議題.....	2
圖 2、出席人員與 FCC 國際事務辦公室主任 Tom Sullivan 合影.....	3
圖 3、FCC Olivia Trusty 及 NTIA Arielle Roth 主題演講.....	8
圖 4、CTIA Ajit Pai 與 NCTA Cory Gardner 主題演講.....	10
圖 5、場次一與談代表.....	12
圖 6、場次二與談代表.....	14
圖 7、思考重點主題演講.....	18
圖 8、無線麥克風頻譜被擠壓示意圖.....	20
圖 9、FCC 的主題演講.....	20
圖 10、場次三與談代表.....	22
圖 11、行動頻段中處理 D2D 通信之管理架構.....	28
圖 12、場次四與談代表.....	28
圖 13、Amazon LEO 分享 EPFD 規則更新之 NGSO 系統潛能.....	30
圖 14、場次五與談代表.....	31
圖 15、HPE 說明 CBRS 2.0 將強化 5G 專網之效益.....	32
圖 16、CBRS 2.0 帶來的制度升級與頻譜效能.....	35
圖 17、Comcast 的 CBRS 實用例.....	36
圖 18、場次六與談代表.....	38
圖 19、FCC 對 SUTEL 設備型式認證制度之支持與協作措施.....	41
圖 20、場次七與談代表.....	45
圖 21、Alexander Kühn 分享 6G 多層次需求之頻譜調和.....	47
圖 22、場次八與談代表.....	51
圖 23、場次九與談代表.....	56

表次

表 1、C 頻段釋出政策與頻段比較表.....	15
表 2、C 頻段用途轉換對 FSS 影響比較表.....	16
表 3、行動通信業者頻段需求與拍賣設計比較表.....	17
表 4、法律與政策頻譜程序設計與風險比較表.....	18
表 5、美加補充涵蓋服務之差異比較表.....	24
表 6、MSS 頻段與 IMT 頻段之 D2D 技術與監管比較表.....	25
表 7、CBRS 利害關係人觀點整理表.....	34
表 10、CBRS 2.0 制度調整對通信服務業者布建信心之影響整理.....	35
表 11、NTIA 對 WRC-27 準備之認知整理表.....	39
表 10、哥斯大黎加 SUTEL 頻譜開放之歷程表.....	41
表 11、Nokia 對 6G 頻譜與技術整備之要點彙整表.....	44

壹、出席會議目的

美洲頻譜管理會議(Americas Spectrum Management Conference, ASMC)是由ForumGlobal主辦的Global Spectrum Series全球頻譜系列之一，是美洲地區最具影響力的頻譜政策論壇之一，與國際電信聯合會(International Telecommunication Union, ITU)、美洲電信委員會(Inter-American Telecommunication Commission, CITEL)、聯邦通訊委員會(Federal Communications Commission, FCC)與國家電信暨資訊管理局(National Telecommunications and Information Administration, NTIA)等官方機構合作密切，亦為年度美洲區域頻譜主管機關代表、專家與學者集結於一堂，一同探討各區域之頻譜規劃相關議題之重要會議。自2012年起固定於美國華盛頓哥倫比亞特區舉行。ASMC已成為美洲地區最具影響力的頻譜政策論壇，該會議定期邀請美洲區域包括美國主要主管機關，包括，並邀集產業協會如美國無線通訊產業協會(The Wireless Association, CTIA)、全球行動通訊協會(Groupe Speciale Mobile Association, GSMA)，以及加拿大等國之主管機關、重要產業專家與學者研究機構及國際組織代表，共同探討行動通訊與新興技術的頻譜政策與發展趨勢。

ASMC會議內容則聚焦於頻譜規劃與管理、頻譜核配與執照規管發展趨勢、技術應用與國際協調，並作為ITU舉辦之世界無線通信大會(World Radiocommunication Conference, WRC)籌備過程中，美洲地區各國整合立場與推進共識的重要場合，讓關心頻譜管理議題之產、官、學以及研究等各界能進行國際頻譜政策議題交流，共同研商6G頻譜佈局、共用機制、基礎建設簡化與數位轉型等議題。

會議議程聚焦於行動寬頻與新興技術的頻譜需求，涵蓋美國頻譜供應策略、「大而美法案」對頻譜拍賣與釋出的影響、檢視Upper C-band、Upper 6GHz及公民寬頻無線電服務(Citizens Broadband Radio Service, CBRS)頻段的演進方向及超高頻頻段(Ultra High Frequency, UHF)頻譜未來布局、6G頻譜策略與技術生態系統等重要議題，並強調WRC-27國際協調的重要性。此

外，衛星直連裝置生態系統的韌性與擴展性、非地面網路（Non-Terrestrial Networks, NTN）應用，以及專用、共享與免執照頻譜制度間的平衡、簡化基礎設施布建流程以加速網路涵蓋等議題，亦屬於本次會議的關鍵討論內容。



圖 1、第 14 屆美洲頻譜管理會議-主要探討議題

資料來源：Forum Global

有鑑於美國華盛頓哥倫比亞特區為美國政府及重要 ICT 產業機構之所在地，此次參加 14th ASMC 會議，也在會議期間與歐美主管機關進行交流，相互分享資通訊相關發展動態及技術經驗，以做為本部制定我國 6G 頻譜政策及推動數位發展之參據。

貳、會議行程

一、會議時間（當地時間）：114 年 10 月 30 日（四）至 10 月 31 日（五）

二、會議地點：美國華盛頓哥倫比亞特區 國家新聞俱樂部（National Press Club）（529 14th St NW, Washington, DC 20045）

三、出席人員：數位發展部吳副處長宜倫、陳簡任技正威呈及程專員珮紘；財團法人電信技術中心陳副主任譽明、呂助理研究員少琪。



圖 2、出席人員與 FCC 國際事務辦公室主任 Tom Sullivan 合影

四、行程安排：

日期	行程
114 年 10 月 28-29 日	去程： 臺灣桃園國際機場（TPE）至美國華盛頓機場（IAD） 10 月 28 日出發 10 月 29 日抵達（美國華盛頓當地時間）
114 年 10 月 30-31 日	參加 2025 年第 14 屆美洲頻譜管理會議（14th Americas Spectrum Management Conference, ASMC）共兩天議程， 主要參與議題：頻譜規劃及管理發展趨勢
114 年 11 月 01-03 日	回程： 美國華盛頓機場（IAD）至臺灣桃園國際機場（TPE） 11 月 1 日出發（美國華盛頓當地時間） 11 月 3 日抵達

第一天（2025 年 10 月 30 日）會議參與進程

時間	主題	講者
09:00-09:35	開幕主題演講 Keynote Presentations	<ul style="list-style-type: none"> ● Olivia Trusty (FCC 委員) ● ARIELLE ROTH (NTIA 局長)
09:35-11:15	場次一：美洲頻譜供應策略 Refilling America's spectrum pipeline	<ul style="list-style-type: none"> ● Ruth Milkman (Quadra Partners LLC 合夥人) ● Lynna McGrath (NTIA 頻譜管理辦公室副助理局長) ● Arpan Sura (FCC 委員 Carr 辦公室資深法律顧問暨首席 AI 官) ● Mary Claire York (NCTA 代表) ● Tom Stroup (SIA 代表) ● Alan Norman (Meta 代表) ● Rachael Bender (Verizon 代表)
11:15-11:40	茶敘	
11:40-12:45	場次二：C 頻段上鏈開放-實現 100 MHz 授權目標的前進路徑 Unlocking the Upper C-band - The Path forward to deliver on the 100 MHz Mandate	<ul style="list-style-type: none"> ● Amit Nagpal (Aetha Consulting 合夥人) ● Susan Mort (FCC 無線通訊管理局副局長) ● Daniel Mah (SES 法律與監理事務副總裁) ● Chris Wiczorek (T-Mobile 頻譜政策總監) ● Hank Hultquist (AT&T 聯邦法規副

時間	主題	講者
		總裁) ● Robert Kelly (Squire Patton Boggs 律師事務所合夥人)
12:45-13:00	思考重點：超級盃、國際足總世界盃和洛杉磯 2028 年奧運——滿足大型體育賽事轉播需求 The Super Bowl, FIFA World Cup & LA28 Olympics - Meeting the Broadcast Requirements of Major Sporting Events	● Loren Sherman (WMSA 首席協調員)
13:00-14:00	午餐	
14:00-14:15	美國聯邦通訊委員會(FCC)之演講 Presentation from the FCC	● Jay Schwarz (FCC 太空管理局局長)
14:15-15:20	場次三：建構具韌性且可擴展的衛星直連裝置生態系統-現階段進展與未來路徑 Delivering a resilient and scalable D2D ecosystem - progress to date and the path ahead	<ul style="list-style-type: none"> ● Johanne Lemay (LYA 諮詢公司總裁) ● Veena Rawat (GSMA 高級頻譜顧問) ● Pascale Dumit (T-Mobile 國際頻譜政策總監) ● Barbee Ponder (Globalstar 法務長暨監理事務副總裁) ● George Giagtzoglou (Omnispace 策略與行銷副總裁) ● Chris Woolford (Ofcom 國際頻譜政策總監)
15:20-16:15	場次四：平衡創新與保護：重新檢視衛星共享與共存規範 Balancing Innovation and Protection: Is it time to re-examine that rules that govern satellite sharing and co-existence?	<ul style="list-style-type: none"> ● Armand Musey (Summit Ridge Group 總裁暨創辦人) ● Adam Cassidy (NTIA 副局長) ● Kalpak Gude (Amazon Leo 全球法規事務負責人) ● Daniel Mah (SES 法務與法規事務副總裁) ● Hazem Moakkit (AscendArc 法規事務主管)
16:15-16:35	茶敘	
16:35-17:40	場次五：公民寬頻無線電服務未來發展與演進方向 The Continued Evolution of CBRS - what are the latest updates, and	<ul style="list-style-type: none"> ● Stephan Sloan (Luke Spectrum LLC 總監) ● Josh Baggett (HPE 全球頻譜政策負責人) ● Jason Wallin (John Deere 資深首

時間	主題	講者
	where next?	席架構師暨 OnGo 聯盟董事) ● Justin Markle (Comcast 無線合作與發展高級副總裁) ● Jeff Stewart (AT&T 公共政策助理副總裁) ● Patrick Welsh (Verizon 聯邦監管與法律事務副總裁)
17:40-19:00	歡迎酒會	

第二天 (2025 年 10 月 31 日) 會議參與進程

時間	主題	講者
9:15-10:30	場次六:推動全球頻譜協調與領導力 Delivering global spectrum coordination and leadership	● Katy J. Milner (Hogan Lovells 法律事務所全球監理合夥人) ● Derek Khlopin (NTIA 頻譜規劃與政策副助理局長) ● Tom Sullivan (FCC 國際事務辦公室主任) ● Glenn Fallas (SUTEL 頻譜與品質總署長) ● Jose Ayala (GSA CITEL 地區頻譜組主席) ● Mike Mullinix (CTIA 監管事務副總裁) ● Eiman Mohyeldin (Nokia 全球頻譜標準化負責人)
10:30-10:55	茶敘	
10:55-12:10	場次七:引領下一代通信發展與連接 Delivering 6G leadership - powering the next generation of connectivity	● Mari Silbey (NSC 策略長) ● Charles Cooper (NTIA 頻譜管理處副處長) ● Martin Doczkat (FCC 工程技術局電磁相容組組長)。 ● Alexander Kühn (BNetzA 國際與國家頻譜管理科科長) ● Noman Alam (Ericsson 5G 解決方案總監) ● Veena Rawat (GSMA 資深頻譜顧問) ● Aspasia Paroutsas (Qualcomm 聯邦法規事務副總裁)
12:10-13:15	場次八:兼顧聯邦與商業需求的頻譜治理:專用、共享	● Paul Kirby (Wolters Kluwer 旗下 TR Daily 資深總編)

時間	主題	講者
	與免授權模式的政策協調 Balancing exclusive licensing, sharing regimes, and unlicensed spectrum for federal and commercial users	<ul style="list-style-type: none"> ● Andrew Hendrickson (FCC 委員暨工程與技術辦公室主任) ● Paul Ransom (NTIA 頻譜管理辦公室策略規劃部代理主任) ● Joe Kochan (NSC 首席執行官) ● Andy Clegg (WinnForum 首席技術官) ● Ben Rolfe (Ultra-Wideband Alliance 首席技術長兼財務主管)
13:15-14:05	午餐	
14:05-15:00	場次九：6GHz 生態系之應用案例與政策前瞻 The Evolving Upper 6 GHz Band Ecosystem: Emerging Use Cases, and the Policy Path Ahead	<ul style="list-style-type: none"> ● Richard Marsden (NERA 高階董事總經理) ● Kristine Hackman (Amazon 公共政策與互聯互通部門) ● Audrey Mikola (Charter 監理事務副總裁) ● Martha Suarez (Dynamic Spectrum Alliance 總裁) ● Campbell Massie (GSMA 公共政策總監)
15:00-15:45	場次 10：縮短偏鄉數位落差之頻譜擴展 Spectrum Expanding connectivity to rural and tribal communities - ensuring a responsive, streamlined and inclusive approach to closing the digital divide	<ul style="list-style-type: none"> ● Anne Keeney (Glen Echo 集團資深副總裁) ● Brooke Donilon (NTIA 幕僚長) ● Joseph Calascione (FCC 有線競爭局局長) ● Allan Ingraham (FCC 政策秘書處)

參、會議重點摘要：

一、開幕主題演講：

講者	與談人
<ul style="list-style-type: none"> ● Olivia Trusty (FCC委員) ● ARIELLE ROTH (NTIA局長) ● Ajit Pai (CTIA總裁暨執行長) ● Cory Gardner (NCTA總裁暨執行長) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lynna McGrath (NTIA代表) ● Arpan Sura (FCC主任委員室資深顧問與執行長) ● Tom Stroup (SIA, 衛星業者代表) ● Mary Claire York (NCTA, 有線電視與寬頻業者代表) ● Alan Norman (Meta代表) ● Rachael Bender (Verizon代表)



圖 3、FCC Olivia Trusty 及 NTIA Arielle Roth 主題演講

(一) FCC Olivia Trusty 委員

本次大會，FCC 之論述主要著重於頻譜政策的全球戰略意涵與國際協調層面。將頻譜定位為影響國家安全、供應鏈韌性及全球競爭力之戰略性資產，並強調美國國內頻譜政策選擇與國際頻譜規劃及協調機制之高度連動性。而

《OBBBA》(會議中口語上稱為 OB3)除被視為補充美國國內行動寬頻頻譜供給的重要政策工具外，亦熱烈討論於全球頻譜治理架構之中，反映出美國對其政策選擇可能產生國際連鎖效應之影響。在國際合作與市場議題方面，FCC 演講內容顯示，美國於 WRC-27 等國際論壇的準備與協商過程中，高度關注頻譜規劃碎片化 (Fragmentation) 可能帶來的創新與市場效率風險，並強調美洲地區於國際協調中立場一致的重要性。

在既有制度實例上，CBRS 以及太空補充涵蓋 (Supplemental Coverage from Space, SCS) 被視為在平衡不同使用需求下提升頻譜使用效率與支撐新興服務發展之實務案例。在衛星市場參進議題上，美國相關立場呈現開放市場導向，允許符合技術標準與國家安全規範之國際業者進入市場，同時亦強調市場參進機制應建立於互惠、透明及開放競爭原則之上，以促進全球通訊生態系之協調性、可互操作性及整體韌性。

整體而言，FCC 委員之主題演講展現其明確之「對外導向」頻譜政策觀，其核心關注不僅在於國內頻譜供給本身，而是強調美國如何透過國際制度參與、跨區域協調與市場規則塑造，維持其於全球通訊與頻譜治理體系中的影響力。此一論述亦顯示 FCC 在頻譜政策上，已將國際談判與地緣經濟考量視為與國內監理同等重要的政策維度。

(二) NTIA Arielle Roth 局長

相較於 FCC 偏重全球與國際層面的政策論述，NTIA 之致詞內容，則明確聚焦於美國近期頻譜政策之執行層面、制度設計與跨部門協調機制。《OBBBA》被定位為美國政府頻譜政策之核心政策框架，其主要目標在於提升整體頻譜資源使用效率，並於既定政策時程內，釋出具一定規模之頻譜資源供行動寬頻服務使用，以支撐美國新世代通訊技術與產業發展。相關政策論述呈現出非零和的頻譜管理思維，相關政策論述呈現出非零和 (Non-Zero-Sum) 之頻譜管理思維，NTIA 強調在聯邦政府使用需求與商業應用之間尋求相容配置，同時將技術中立性與制度彈性視為維持創新動能的重要基礎，並透過制度設計尋求相容與共存的配置模式。

在實務推動方面，NTIA 近期持續透過制度與流程調整，回應太空與新興通訊應用快速成長所帶來之頻譜需求，包括建置太空發射頻率協調平臺，以簡化並加速太空發射相關頻率之審查與跨機關協調程序，協助發射服務提供商於高度擁擠的頻譜環境中，更有效率地取得頻譜資源。此外，對於涉及大規模頻譜使用且具高度技術複雜性之申請案件，行政實務上 NTIA 亦加速審查與決策流程之政策趨勢。第六代行動通訊（6G）研發與標準化進程推進，D2D 及衛星與地面網路整合成為重要應用情境，相關頻譜配置與管理作法亦被視為支撐偏遠地區連接能力及太空相關任務之基礎。同時，美國仍維持 6 GHz 頻段作為免執照頻譜使用之既有政策方向，並持續於國際層級捍衛該頻段在 Wi-Fi 發展中的應用角色。

NTIA 的致詞反映出頻譜政策協調單位的角色定位，著重於如何透過具體制度設計、行政流程優化與跨部門協調，確保頻譜政策得以「實際落地」，而不在於國際論述或制度價值宣示。相較 FCC 的全球治理視角，NTIA 更強調頻譜作為有限公共資源，需於國防、太空、商業與創新應用間進行動態平衡與技術性調度。



圖 4、CTIA Ajit Pai 與 NCTA Cory Gardner 主題演講

(三) CTIA Ajit Pai 總裁暨執行長

美國行動通訊產業協會（Cellular Telecommunications Industry Association, CITA）執行長 Ajit Pai 提出「為 AI 建設網路，以 AI 優化網路」的雙向願景，並整合「AI 行動計畫」與頻譜整備。目前美國產業界已啟動多項跨國結盟，如 T-Mobile 與 NVIDIA 主導的 AI-RAN 創新中心，以及 AT&T 與 Microsoft、OpenAI 合作。旨在透過 800MHz 以上的頻譜儲備計畫，解決每年成長超過 30% 的數據需求，建構支撐 AI 運算所需的次世代無線通訊環境。

(四) NCTA Cory Gardner 總裁暨執行長

美國國家有線與電信協會（National Cable & Telecommunications Association, NCTA）執行長 Cory Gardner 說明在開創連網新模式在提升覆蓋韌性方面，美國展現了創新的運作模式，SCS 成功確立了手機直連衛星（D2D）的領先地位，使衛星成為地面網路的補充，達成「單一網路未來」。同時，CBRS 作為「頻譜共享經濟」的典範，證明了聯邦用戶、商用授權與免執照用戶共存的技術可行性，顯著推動了醫院與工廠企業專網的普及。Gardner 特別指出，這類共享框架能有效分散流量，是應對 AI 時代超高頻寬需求的關鍵。

針對地面頻譜爭議，美國堅守 6GHz 全頻段免執照（Unlicensed）政策，以扶植 Wi-Fi 生態系並對抗中國大陸主導的 5G 授權模式。Gardner 提議進一步將 Lower 7GHz 頻段（7125 - 7250 MHz）納入規劃，建立穩定的 Wi-Fi 整備進程。面對即將到來的 WRC-27 大會，美國將致力於推動 4GHz 與 7GHz 的全球頻譜一致化，透過彈性政策、技術中立及跨國協作，建構整合衛星與地面的「整合型異質網路」，確保在全球通訊競賽中的領導公信力與信任度。

二、場次一：美洲頻譜供應策略 (Refilling America's spectrum pipeline)

主持人	與談人
Ruth Milkman (Quadra Partners LLC合夥人)	<ul style="list-style-type: none"> ● Lynna McGrath (NTIA 頻譜管理辦公室副助理局長) ● Arpan Sura (FCC 委員 Carr 辦公室資深法律顧問暨首席 AI 官) ● Mary Claire York (NCTA 代表) ● Tom Stroup (SIA 代表) ● Alan Norman (Meta 代表) ● Rachael Bender (Verizon代表)



圖 5、場次一 NTIA、FCC、NCTA、SIA、Meta 及 Verizon 與談代表

本場次由 Quadra Partners LLC 合夥人 Ruth Milkman 主持，與談者包括 Lynna McGrath、Arpan Sura、Mary Claire York、Tom Stroup、Alan Norman 及 Rachael Bender 等人分享了對於頻譜供給的一些看法。

(一) 頻譜政策轉折與「大而美法案」之執行清單

Sura 與 Bender 指出，美國已走出 2023 年拍賣授權失效的「頻譜荒漠」。隨著「大而美法案」通過，不僅恢復了 FCC 頻譜拍賣的授權，更確立了 800MHz

的頻譜整備目標，目前進度是 FCC 預計於 2025 年 11 月表決 Upper C 頻段拍賣草案，目標在 2027 年釋出高達 180MHz 頻譜。Bender 強調，希望能有明確的釋出時程，以利規劃大規模布署 5G/6G、固定無線接入（FWA）及邊緣運算時程。

(二) 聯邦頻譜盤點與動態共享模式之成功

McGrath 說明，目前正針對 1.2 至 10.5GHz 間的聯邦頻段進行重新分配盤點，包含涉及民航雷達與國防通訊的 2.7、4.4 及 7.1GHz 等關鍵頻段。York 則補充美國的成功在於多元頻譜取得，特別是 CBRS 模式，其參與者較傳統拍賣多出 10 倍，且七成布署在偏鄉建設與工業專網。NTIA 致力於在不損及聯邦任務與國家安全的前提下，極大化商用頻譜的經濟產值。

(三) 衛星通訊爆發與手機直連（D2D）技術整合

Stroup 強調，全球衛星數量將於 2025 年突破 1.5 萬顆，通訊產能增長已超越預期。衛星通訊方面則由消費端的寬頻與 D2D 服務帶動，這與美國積極推動的 SCS 相呼應。面對中國「太空絲綢之路」的競爭，美國正加速衛星執照現代化，並透過「金盾計畫（Golden Dome）」強化軍民衛星頻譜協調，確保在全球太空通訊中維持領導地位。

(四) AI 穿戴裝置對 Wi-Fi 與免執照頻譜之依賴

Norman 強調免執照頻譜已成為 AI 裝置的「通訊最後一哩路」。NCTA 指出，高達 90%行動數據流量由 Wi-Fi 承載，「AI 的起點與終點都在 Wi-Fi」。因此，業界強烈捍衛 6GHz 免執照政策，並提議開發 Lower 7GHz 頻段(7125-7250MHz)，促成 Wi-Fi 7/8 需要的連續 320MHz 超大頻寬頻道，支應低延遲、高流量的個人 AI 助理生態系。

整體而言，隨「大而美法案」上路，美國對頻譜的規劃會把重點放在頻譜整理、擴大釋出、多元使用與應用發展方面，這也考驗美國政府機關跨部門協調機制的運行，以及政府部門與各類業者的溝通能力。

三、場次二：C 頻段上鏈開放-實現 100 MHz 發照目標的前進路徑 (Unlocking the Upper C-band - The Path forward to deliver on the 100 MHz Mandate)

主持人	與談人
Amit Nagpal (Aetha Consulting合夥人)	<ul style="list-style-type: none"> ● Susan Mort (FCC 無線通訊管理局副局長) ● Daniel Mah (SES 法律與監理事務副總裁) ● Chris Wieczorek (T-Mobile 頻譜政策總監) ● Hank Hultquist (AT&T 聯邦法規副總裁) ● Robert Kelly (Squire Patton Boggs律師事務所合夥人)



圖 6、場次二 FCC、SES、T-Mobile、AT&T 及 Squire Patton Boggs 律師事務所與談代表

本場次由 Aetha Consulting 合夥人 Amit Nagpal 主持，與談者包括 Susan Mort、Daniel Mah、Chris Wieczorek、Hank Hultquist 及 Robert Kelly 等人聚焦美國在 C-band 核配上鏈 100 MHz 頻寬的整體路徑與治理思維，從主管機關 FCC 的政策設計出發，結合衛星營運商 SES 對整備與補償的需求、行動通信業者 T-Mobile 與 AT&T 對投資確定性的主張、法律與政策顧問所提出的程序「多工具箱」與結算中心機制，全面梳理技術共存、法規程序、市場資源、公共服務與國際協調 5 大面向，最終形成兼顧技術安全、程序透明、資源效率與公共利益的政策結論與行動路線。

(一) 5G 頻譜的清頻計畫

Mort 針對釋出 C 頻段與頻譜核配機制進行分享。FCC 對於 C 頻段採取「制度程序引導政策落實」的治理方式。相關作法以擬議規則公告 (Draft Notice of Proposed Rulemaking, Draft NPRM) 作為制度成形前的關鍵節點，透過公開徵詢方式，蒐集各界對「至少 100MHz 頻寬轉換用途」可能方案的意見，並明確指出，一旦完成用途轉換，該頻寬將用於行動及固定無線寬頻服務，後續並採競標程序辦理頻譜核配，以確保市場機制能反映長期價值並促進網路布建效率。

FCC 同時宣示，將以 2020 年 C 頻段 (3.7-4.2 GHz) 整備與拍賣經驗作為「基準模型」，就服務規則、轉換結構、機制設計與政策配套徵詢意見，並將固定衛星用途 (Fixed Satellite Service, FSS) 運作及航空雷達高度計 (Radalt) 之共存保護納入技術與程序考量，形成「用途轉換、整備與共存」三者交互支援的政策框架。

表 1、C 頻段釋出政策與頻段比較表

頻段(GHz)	現況與目標	政策重點	技術/程序依賴	時程風險
3.98 - 4.2	轉換至少 100 MHz 用途，2 年內完成競標與核配 (OBBBA)	NPRM 徵詢、拍賣設計、頻譜核配、共存保護	FAA/航空濾波器、場域驗證、FSS 協調	共存參數未定恐延誤上線
3.7 - 3.98	2020 年拍賣後清頻完成，多數市場已使用該頻段布建網路	制度與工程基準(結算中心、誘因)	既有規則與實務驗證	-
4.2 - 4.4	保護航空雷達高度計運作	保護參數先行確立	FAA 標準與認證、功率/距離管理	保護不明將延誤拍賣或布署
3.8 - 4.2 (國際共享)	參考歐盟與英國之區域型共享機制(類 CBRS)	設備支援度提升、與美國策略銜接	共享規則差異需銜接	-
3.55 - 3.7 (CBRS)	成熟共享機制 (PAL/GAA)	與上鏈策略分工互補	SAS 管控、功率限制	-

資料來源：自行整理

在時間軸上，FCC 認為釋出 C-band 上鏈與拍賣不應視為單一事件，必須與 OBBBA 法案規定的其他頻譜拍賣目標協同推進，確保整體政策一致性。特別是航空高度計的濾波器設計、認證與安裝，涉及美國聯邦航空總署 (Federal Aviation

Administration, FAA) 所負責的技術與安全程序，這些跨機關協調工作將直接影響整備進度與頻譜實際使用之時程。

為確保頻譜拍賣的公平性與市場信心，需於規則制定過程中明確界定技術保護邊界與驗收標準，避免拍賣價值因時程不確定而受損。同時 FCC 亦透過公開討論凝聚共識，針對拍賣模式、核配設計及鄰頻保護等關鍵議題，建立清晰的政策方向，降低時程不確定性對價值的影響。

(二) 衛星公司的擔憂

Mah 針對 C 頻段整備與轉換提出觀點。衛星業者的核心訴求在於確保廣電領域的 C 頻段既有使用者於整備與轉換期間服務不中斷，並提供足夠工期與資金以因應工程（包含地面站設備更新、濾波器安裝、上下行鏈路重新規劃及干擾環境校準，並涉及大量地面接收端及廣播電視臺站之設備整備）複雜度。Mah 特別強調 C 頻段與 Ku 頻段的傳播特性差異，兩者之間整備並非單純頻段轉換。

表 2、C 頻段用途轉換對 FSS 影響比較表

頻段(GHz)	現況與需求	用途影響	成本與技術挑戰	政策條件
3.98 - 4.2	可釋出 ≥100 MHz 頻寬，釋出越多工程越複雜、成本越高	地面接收端需安裝濾波器並更新設備	頻段傳播特性差異及雨衰影響，需大規模地端整備	<ul style="list-style-type: none"> • 明確補償機制、加速整備誘因 • SES - Intelsat 合併可能影響清頻資源分配
3.7 - 3.98	既有使用者仍在此頻段運作	作為轉換用途流程的參照範例	既有規則與實務驗證	參照既有補償機制
4.2 - 4.4	鄰頻保護需於前置階段完成	影響 C-band 上鏈釋出時程	濾波器認證與裝機程序	航空頻段保護程序需事前明確規範
12 - 18	作為頻段整備的目標頻段	需重新規劃上下行鏈路並加裝設備，以克服雨衰影響	使用主接受度與服務品質測試窗口	確保用途不中斷並維持使用品質

資料來源：自行整理

(三) 電信業者的挑戰

Wieczorek 與 Hulquist 分別針對 C 頻段拍賣與投資確定性提出觀點，普遍強調「確定性」為頻譜政策設計的核心原則。Wieczorek 指出，行動寬頻網路布

建與頻譜競標涉及高額且長期成本支出，若整備時程、技術保護條件或跨機關程序缺乏可預期性，將顯著增加投資風險。並強調應避免因航空高度計干擾議題導致開臺受限並衍生額外成本的情況重複發生。

Hulquist 則聚焦於拍賣與頻段核配機制設計，說明業者普遍重視連續頻寬所帶來的容量與效率優勢，並支持透過核配回合及後續市場交換或整併機制，促成跨 C 頻段之連續頻譜組合。考量 OBBBA 未來兩年內仍須完成其餘 200MHz 頻譜拍賣目標，電信業者期待相關時程與程序能妥善銜接，並使設備供應鏈、標準體系與網路布建規劃得以同步並行。

表 3、行動通信業者頻段需求與拍賣設計比較表

頻段(GHz)	市場目標與投資取向	頻譜設計訴求	共存與工程條件
3.98 - 4.2	釋出超過 100 MHz 頻寬以支援 5G/6G 發展	確保頻譜連續性並採多階段分配機制	完成航空鄰頻保護並推動設備整備
3.7 - 3.98	與上鏈頻段形成連續頻譜資源	頻譜分配與交換機制改善	-
3.45 - 3.55	補充中頻頻段以提升網路頻寬	與 C-band 頻段連續化	-
3.55 - 3.7 (CBRS)	專網與頻譜共享機制	與公共網路分工	動態頻譜管理(Spectrum Access System, SAS)
4.2 - 4.4	鄰頻保護要求	保護距離與濾波器規範	航空程序需事前明確化

資料來源：自行整理

(四) 頻譜整備程序與法規風險

Kelly 針對法律與政策面提出頻譜整備風險，美洲於 C 頻段之整備與重新分配頻段使用用途，累積一套「多工具箱」組合工程。近二十年來，FCC 已編列相對成熟的頻譜整備機制（包括設置管理機構、結算中心、採行任意協商與強制協商程序、爭端解決機制，以及管制機關與上訴程序），足以支撐複雜的頻段重整。其中結算中心扮演關鍵角色，負責費用核算與支付，確保既有使用者整備所需的合理成本獲得補償，並提供爭端處理機制，以維護程序正當性與資訊透明度。整備制度能否順利運作之關鍵在於程序正當性與利害關係人信任，因為多數既有使用者並非出於自願整備，而是為了促使更大公共利益的達成，透過公平透明的流程、可信的承諾，以及持續的溝通來維繫合作。

Kelly 說明在進入頻譜整備階段，設備調整、頻段整備，以及既有使用者轉

換至新頻段或替代技術，將依設定之時間截點進行驗收。依據過往國際間之經驗，整備工作將於三年內完成。因此，建議本次程序亦應強化進度揭露與技術測試成果的公開性，以降低資訊不對稱所造成的合規爭議與投資決策偏誤。

表 4、法律與政策頻譜程序設計與風險比較表

頻段(GHz)	法規風險焦點	程序工具與設計	時程經驗
3.98 - 4.2	用途轉換與指配程序正當性	結算中心、協商、爭端解決、上訴程序	國際經驗顯示整備約三年可完成
3.7 - 3.98	作為合規與程序樣板	延用既有結算與驗收制度	-國際經驗顯示整備約三年可完成
4.2 - 4.4	鄰頻保護不確定引發合規風險	FAA 協同程序納入頻譜整備時程設計	依國際案例，協同程序需與整備同步推進

資料來源：自行整理

四、思考重點：超級盃、國際足總世界盃和洛杉磯 2028 年奧運——滿足大型體育賽事轉播需求 (The Super Bowl, FIFA World Cup & LA28 Olympics - Meeting the Broadcast Requirements of Major Sporting Events)

講者
Loren Sherman (WMSA 首席協調員)



圖 7、思考重點 WMSA Loren Sherman 的主題演講

本場次的主講者為無線麥克風頻譜聯盟（Wireless Microphone Spectrum Alliance, WMSA）首席協調員 Loren Sherman，針對美國 2028 年在洛杉磯舉辦夏季奧林匹克運動會（Summer Olympic Games）轉播賽市之無線電頻譜需求提出四大觀察方向供與會先進共同思考。

(一) 應關注巨量無線電干擾問題

在奧運或世界盃現場，同一個體育場館恐將逾 2,500 個無線訊號在同時運作。這包括了裁判與歌手的無線麥克風、場邊的無線攝影機及所有工作人員的對講機。為了使觀眾聽到的聲音跟畫面完全同步，訊號傳輸須低延遲（2 毫秒以下），且不能允許斷訊，否則賽事轉播將會停擺。

(二) 臨時頻譜需求的困境

廣電業者就像是頻譜的「長期租客」，常見向政府部門（例戰爭部或聯邦調查局 FBI）暫時借用頻譜來傳訊號。故專家擔心，若政府將該等頻段均售予 Wi-Fi 公司或行動寬頻業者使用，未來廣電業者恐將無法透過暫時借用頻譜來轉播大型賽事。

(三) 免執照頻段亦可能拖垮專用電信使用

Sherman 以 2025 年紐奧良超級盃為例，無線電專家與 IT 團隊緊急合作，確保 21 座攝影機可正常運作，避免現場民眾所使用的 6GHz 頻段 Wi-Fi 通訊遮蔽無線攝影機的通訊鏈路。此即證明在比賽現場，無線電與網路的管理必須可隨時溝通，才能保住畫面不中斷正常運作。

(四) 賽前的演練最為可靠

Sherman 強調，為了確保正式比賽時不出錯，技術團隊會在比賽前，將所有（數千支）麥克風、（數十座）攝影機全部打開，進行一場「射頻戰爭遊戲（RF War Games）」的壓力測試，模擬最混亂的情況，並進行實地調整。即是為了確保通訊一切正常。

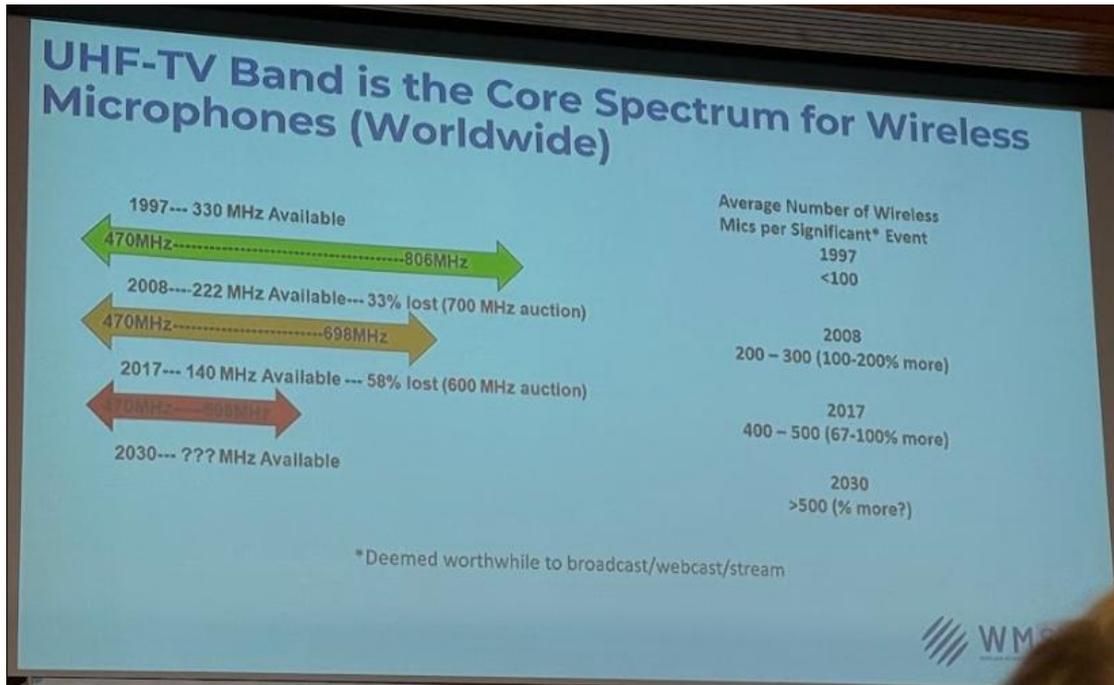


圖 8、無線麥克風頻譜被擠壓示意圖

五、美國聯邦通訊委員會的演講 (Presentation from the FCC)

講者
Jay Schwarz (FCC太空管理局局長)



圖 9、FCC Jay Schwarz 的主題演講

本場次的主講者為 FCC 太空管理局局長 Jay Schwarz，向各國與會者說明值此太空產業蓬勃發展之際，FCC 的配合推動太空產業發展的政策重點。

(一) 太空產業革命

Schwarz 首先說明近年衛星發射量大幅增長，並說明在近 10 年間，衛星發射量已增加 14 倍，這致使衛星產業對頻譜的需求已超過現有頻譜供給量，針對此議題 FCC 刻正推動「頻譜擴充議程 (Spectrum-Abundance Agenda)」，旨在提升頻譜資源的使用效率。

(二) FCC 太空管理局的政策推動重點

- 1、**優化頻譜分配**：FCC 正在重新盤點「頻率分配表」，尋找使用率低或具備共存潛力的頻段。2025 年 5 月發布的法規提案將重點檢視 Upper 12、42、52 及 95GHz 以上的 W 頻段計超過 20,000MHz 頻寬的現況，目標是為衛星通訊擴張更多可用空間，並實現與其他用途使用者的和諧使用。
- 2、**更新技術規範**：FCC 於 2025 年 4 月起重新審視 1990 年代制定的舊有規範（如衛星間的功率限制標準），旨在確認過時的技術門檻是否限制了現代寬頻衛星星系的發展，目標是推動規則現代化，使其符合當前衛星產業營運的實務。
- 3、**破除行政瓶頸**：針對毫米波頻段，過去因協調機制太複雜，導致部分申請案被延宕超過 900 天。FCC 於 2025 年底前提出簡化方案，移除冗餘的申報手續，並研議採用「輕量化許可 (Light-licensing)」模式以加速核准。
- 4、**執照審核現代化**：FCC 啟動「執照審核流水線」計畫，將案件分類處理，常規申請案進入快速通關程序，複雜案件則由專責小組深度審查。此舉旨在消化積案、提升審核透明度並大幅縮短作業時程。

(三) 行政課責與衛星產業外流疑慮

- 1、**「審核限期」(Shot Clock) 機制**：為建立行政課責制度，FCC 研議加入類似「審核限期」機制。這項措施能為申請案設定明確的處理時

限，確保政府審核進度不因官僚程序而無故拖延，讓業者有穩定的時間表可供規劃。

- 2、鞏固全球太空樞紐的實務做法：FCC 考量當前美國衛星企業流向海外（如歐洲或盧森堡）情形嚴重，將檢視相關法規，營造友善環境，防止產業外流，提升國家競爭力。

六、場次三：建構具韌性且可擴展的衛星直連裝置（D2D）生態系統-現階段進展與未來路徑（Delivering a resilient and scalable D2D ecosystem - progress to date and the path ahead）

主持人	與談人
Johanne Lemay (LYA諮詢公司總裁)	<ul style="list-style-type: none"> ● Veena Rawat (GSMA 高級頻譜顧問) ● Pascale Dumit (T-Mobile 國際頻譜政策總監) ● Barbee Ponder (Globalstar 法務長暨監理事務副總裁) ● George Giagtzoglou (Omnispace 策略與行銷副總裁) ● Chris Woolford (Ofcom國際頻譜政策總監)



圖 10、場次三 GSMA、T-Mobile、Globalstar、Omnispace 及 Ofcom 與談代表

本場次由 LYA 諮詢公司總裁 Johanne Lemay 主持，與談者包括 Veena Rawat、Pascale Dumit、Barbee Ponder、George Giagtzoglou 及 Chris Woolford 等人聚焦剖析頻譜改革、跨系統干擾管理、制度簡化及市場潛力等關鍵議題，內容涵蓋美國、加拿大及歐洲在頻譜管理、技術規範與制度設計上的最新動態，並呈現產業界與國際組織對於 D2D 技術商用、公共安全應用及全球標準化議題的多元觀點，藉此探討 D2D 現階段進展與未來路徑，為未來政策方向與產業協作提供參考。

(一) LYA 通信諮詢公司說明美國與加拿大補充涵蓋服務框架之差異

LYA 通信諮詢公司 (LEMAY-YATES ASSOCIATES, LYA) 聯合總裁 Johanne Lemay 於會中說明美國與加拿大在補充涵蓋服務 (Supplemental Coverage from Space, SCS) 制度設計上的主要差異，指出兩國雖同樣以衛星輔助地面行動通信為政策方向，但在頻率核配架構、營運模式與市場治理邏輯上呈現不同路徑。美國於 2024 年正式建立 SCS 架構，主要鎖定 600、700、800MHz、PCS 及 AWS-H Block 等既有地面行動通信頻段，並要求透過與 MNO 之頻譜租賃或合作模式提供服務；其制度設計強調於「顯著地理獨立區域 (Geographically Independent Area, GIA)」內實現全區域覆蓋，實務上多以涵蓋整個美國本土 (Contiguous United States, CONUS) 為目標，藉此確保服務一致性與網路整合效率。

相較之下，加拿大於 2025 年 2 月提出之「補充行動涵蓋 (Supplemental Mobile Coverage Service, SMCS)」政策，展現較高彈性與區域適應性。除延續部分既有行動頻段外，加拿大亦將 AWS-1 與 AWS-3 納入適用範圍，並明確建構政策指引、許可機制與技術框架，使區域型業者得依其特許範圍提供補充涵蓋服務，而無須承擔全國範圍之布署義務。此一制度設計反映加拿大在地廣人稀條件下，透過分區彈性與多元參與以提升偏遠地區通信可及性的政策考量。

兩國雖皆明確規定衛星補充涵蓋不得納入行動網路布建義務之計算，但其制度取向分別反映美國偏重全國一致性、規模經濟、大型營運商主導，以利頻譜管理與服務整合；加拿大則重視區域差異，透過彈性分區與多元參與機制，

回應實際營運需求。

表 5、美加補充涵蓋服務之差異比較表

項目	美國	加拿大
服務名稱	補充涵蓋服務	衛星補充行動涵蓋服務
適用之地面行動頻段	600、700、800 MHz、PCS、AWS-H Block	600、700(不含 Upper D Block)、800 MHz(行動)、PCS、AWS-1 與 AWS-3
地理授權範圍	必須涵蓋具顯著地理獨立性的區域 (GIA)，例如：CONUS、美國本土、阿拉斯加、夏威夷、美屬薩摩亞、波多黎各、關島、北馬里亞納群島	授權以 Tier 1 為基準 (整個國家)，但可限縮至特定區域與頻段，僅限於持有該頻段的地面執照業者提供服務
行動網路營運商資格	必須由單一行動網路營運商持有該區域所有同頻段執照，或多家業者合作，但需整合頻譜資源並涵蓋整個 GIA	僅限於持有頻譜執照的行動網路營運商 (主要或次級執照)，且必須與衛星業者簽訂合作協議
地面網路布建	衛星服務不計入地面網路布建	SMCS 涵蓋不計入地面網路布建

資料來源：自行整理

(二) T-Mobile 分享 D2D 商轉經驗與公共安全應用

T-Mobile 國際頻譜政策總監 Pascale Dumit 於會中說明其與 SpaceX 合作推動 D2D 用途已於 2025 年 7 月正式投入商業營運，初期即涵蓋超過全美 50 萬平方英里的無地面行動網路區域，顯著提升偏遠及無涵蓋地區之通信可及性。服務初期以簡訊傳輸為主，同年 10 月起逐步開放應用程式資料 (App-based data) 以支援限定應用如天氣與登山導航等，後續亦規劃支援語音通話與社群互動等功能，展現 D2D 技術於日常通信場景中的擴充潛力。

在終端相容性方面，該公共安全應用強調隨插即用型 (Plug-And-Play) 設計，使用者無須額外硬體或設定，即可由既有行動終端自動切換至衛星鏈路，目前已支援逾 60 款市售智慧型手機。此一設計大幅降低使用門檻，有助於擴大實際採用率，亦顯示 D2D 技術已進入可規模化布建的成熟階段。

在公共安全應用層面，T-Mobile 已於 2024 年 9 月完成衛星版無線緊急

警報 (Wireless Emergency Alerts, WEA) 測試，並說明未來即使非 T-Mobile 用戶，只要具備相容終端設備，亦可在災害情境下接收即時警示訊息。此一作法顯示 D2D 技術已不僅是商用補充服務，更成為國家級災防通信體系的重要支柱，有助於強化偏遠地區、海岸線及災害高風險區域之即時通訊能力。

(三) GSMA 分享 WRC-27 議題與頻譜監管核心

全球行動通訊系統協會 (GSM Association, GSMA) 高級頻譜顧問 Veena Rawat 探討 WRC-27 之議題 1.13，聚焦於是否允許衛星使用國際行動通信頻段 (International Mobile Telecommunications, IMT) 提供 D2D 用途使用議題。Rawat 說明該議題的核心在於不影響既有地面行動網路用途之前提下，使未經改裝之標準終端設備得以透過衛星取得基本通信能力。Rawat 強調，此類應用須建立於衛星營運商與 MNO 間具法律拘束力之合作協議，並確保對鄰國地面網路的跨國干擾保護，以維持全球通信體系之穩定性與可預測性。

在需求面分析上，Rawat 指出全球僅約 4% 人口處於完全無地面行動信號之涵蓋缺口，然而卻有高達約 38% 人口因終端成本、資費負擔或數位素養等因素，未能使用行動寬頻形成使用缺口。故 Rawat 認為 D2D 並非用以解決所有數位落差問題，而係作為補強既有網路涵蓋能力的技術工具 (特別適用於偏遠地區、海域或災害情境下)。基於此定位，Rawat 認為監管重點應置於頻率核配秩序、跨境干擾防護及與既有 IMT 系統之共存機制，而非將其視為全面性替代方案。

表 6、MSS 頻段與 IMT 頻段之 D2D 技術與監管比較表

面向	MSS 頻段(D2D in MSS)	IMT 頻段(D2D in IMT/MS)
終端	依 3GPP NTN 與特定 MSS 晶片支援(高階機型為主)	未改裝標準手機即可使用
監管風險	既有 MSS 分配，跨國一致性高、干擾風險較低	須逐國採用，跨境/邊界干擾管理挑戰較大
干擾管理	以 MSS 自有頻譜隔離、較少需建立隔離區	可能需「數十公里等級排除/保護區」以避免邊界區干擾
生態進度	已有 3GPP Rel-17 NTN 標準	依各國監管開放進度、與 MNO 合作情形而定

資料來源：自行整理

此外，Rawat 也提醒與會各國在研擬相關制定政策時，應避免頻譜碎片化，

並應與 WRC-27 之決議方向保持一致，以確保終端設備、衛星系統與網路標準得以全球通用。透過制度一致性與跨國協調，可降低設備成本、提升產業投資誘因，並減少跨境干擾風險。整體而言，GSMA 所提出之政策主張，係以確保全球頻譜治理一致性、促進產業可持續發展，並支持行動通信與衛星體系協同演進為核心目標。

(四) Globalstar 提出 D2D 商用化發展與監管確定性之關鍵角色

Globalstar 總法律顧問暨監管事務副總裁 Barbee Ponder 表示，其作為 MSS 業者已逐步將 D2D 技術推向主流應用。Ponder 說明 Globalstar 自 2022 年起即與 Apple 合作，將衛星通信功能導入 iPhone 與 Apple Watch，率先提供衛星緊急求救 (Emergency SOS via Satellite) 服務，陸續擴展至一般簡訊傳遞與道路救援等應用情境，使 D2D 技術由示範性服務轉化為可大規模布建的商用模式。

Ponder 並表示「監管確定性」為推動投資與技術創新的關鍵前提，並說明 Globalstar 對 D2D 長期發展前景的高度信心，刻正推動第三代衛星星座 (C-3) 建設計畫，規劃布建 48 顆新一代低軌衛星，並於全球約 35 個地點設置約 90 座地面站，以提升下行功率、系統容量及服務穩定性。該項投資總額約達 15 億美元，顯示 Globalstar 對 D2D 長期發展前景的高度信心，同時也突顯此類服務高度仰賴長期資本投入與穩定的政策環境支持。

(五) Omnispace 分享市場潛力與技術挑戰之觀點

Omnispace 策略與行銷副總裁 George Giagtzoglou 根據全球市場發展與技術架構層面，說明 D2D 服務之長期成長潛力。Giagtzoglou 指出全球衛星 D2D 與物聯網 (Internet of Things, IoT) 相關之零售市場規模至 2035 年預估將超過 1,000 億美元，顯示該領域已由早期利基應用轉為具規模化發展潛力的通信服務型態，此一成長趨勢反映 D2D 不僅是補充性技術，更可能成為行動通信生態系統的重要組成，並敘明約 97% 的 D2D 使用需求實際發生於行動網路邊緣地帶，而非完全無涵蓋之荒野區域，此結果說明 D2D 的主要功能在於補強地面行動網路於邊界區域的連續性與可靠性，而非取代既有行動通信系統。

Giagtzoglou 進一步指出，若衛星系統直接使用與地面行動通信相同之 IMT 頻段，於網路邊界區可能須設置約 20 至 45 公里不等的禁制區(Exclusion Zones)，避免上下行干擾風險，進而造成服務中斷或品質不穩定，但若採用 MSS 頻段則可有效降低跨系統干擾風險，並提升整體網路穩定性與可用性。故 Giagtzoglou 認為未來 D2D 生態系將呈現「混合模式」發展，有助於因應不同地理環境與應用場景需求。

(六) Ofcom 分享英國 D2D 管理架構

英國通信主管機關 (Office of Communications, Ofcom) 國際頻譜政策總監 Chris Woolford 首先說明 Ofcom 於 2025 年 9 月發布 D2D 管理架構，並說明該架構主要採用手機用戶免執照規範模式，並在 MNO 執照中新增 D2D 附表，允許 3 GHz 以下的分頻多工 (Frequency Division Duplex, FDD) 與補充下行鏈路 (Supplementary Downlink, SDL) 行動頻段布建 D2D 網路。Ofcom 考量歐洲的地理與國境特性，針對跨國干擾制定嚴格的功率通量密度 (Power Flux Density, PFD) 限制，以保障法國與愛爾蘭等鄰國的頻譜使用權益。

Woolford 進一步說明 D2D 通信模式可概括如下：若裝置位於地面網路涵蓋範圍內，使用者的手機可透過地面基地臺連接至 MNO 核心網路，再與其他使用者或網際網路通信；若裝置位於地面涵蓋範圍外，則透過衛星連接 (SatOp Spectrum) 與衛星營運商建立服務鏈路，並經由地面閘道 (Gateway) 接入 MNO 核心網路與網際網路。並此模式兼顧地面與衛星涵蓋的整合運作，確保 D2D 用途在不同地理環境下皆可穩定運行。

Woolford 說明 Ofcom 預計於 2026 年初開始布建，並表示將依據 WRC-27 的全球標準化成果，對授權框架進行檢討與微調，以確保服務與國際技術標準、法律規範的一致性。Woolford 強調，因歐洲地形之特殊性要求各國應共同制定干擾管理機制，以確保 D2D 用途的穩定性與可靠性。

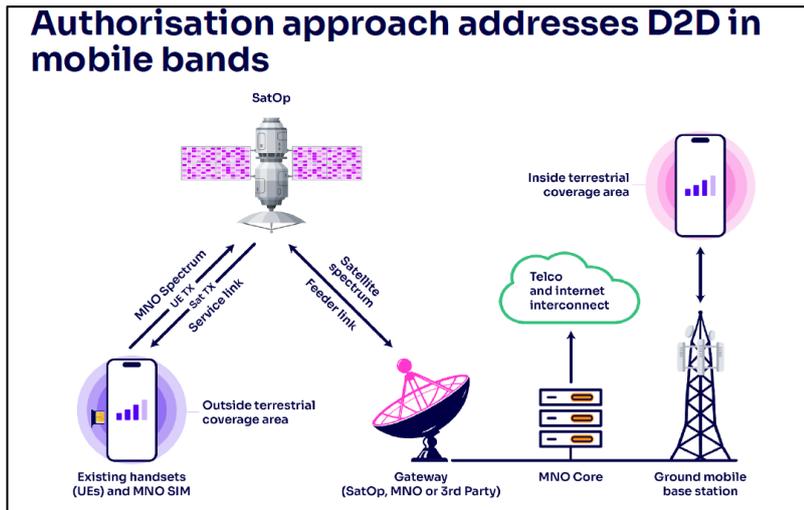


圖 11、行動頻段中處理 D2D 通信之管理架構

資料來源：Ofcom

七、場次四：平衡創新與保護：重新檢視衛星共享與共存規範 (Balancing Innovation and Protection: Is it time to re-examine that rules that govern satellite sharing and co-existence?)

主持人	與談人
Armand Musey (Summit Ridge Group 總裁暨創辦人)	<ul style="list-style-type: none"> ● Adam Cassady (NTIA 副局長) ● Kalpak Gude (Amazon Leo 全球法規事務負責人) ● Daniel Mah (SES 法務與法規事務副總裁) ● Hazem Moakkit (AscendArc法規事務主管)



圖 12、場次四 NTIA、Amazon Leo、SES 及 AscendArc 與談代表

本場次由 Summit Ridge Group 總裁暨創辦人 Armand Musey 主持，與談者包括 Adam Cassady、Kalpak Gude、Daniel Mah 及 Hazem Moakkit 等人聚焦探討在新世代衛星通信快速發展背景下，從制度設計、工程可行性、市場競爭及服務可靠性等不同角度，針對「等效功率通量密度 (Equivalent Power Flux Density, EPFD)」技術規範之適切性與未來調整方向提出觀點，共同探討既有衛星頻譜管理規則是否仍足以因應非地球同步軌道 (Non-Geosynchronous orbit, NGSO) 大量布建所帶來的技術與市場變化。

(一) NTIA 說明衛星頻譜管理規則現代化之必要性

NTIA 的 Adam Cassady 指出，當前衛星通信環境正快速進入「電子設備密集化 (Electron Densification)」階段，無論是地面通信系統或衛星通信系統，皆面臨頻譜使用高度密集且應用型態快速擴張的情境，此即顯示既有干擾管理規則 (含 EPFD 限制) 已無法完整因應現在 NGSO 大量布建之實際需求。故 Cassady 主張，NTIA 除了將在兩年內與 FCC 協調劃定至少 500 MHz 可用頻譜，以支援新世代通信與衛星服務布建外，法規框架亦必須隨技術演進定期重新審視，據以因應現況促進產業發展。

(二) Amazon LEO 分享 EPFD 規則更新之現代化頻譜管理

Amazon LEO 計畫國內監管事務負責人 Kalpak Gude 指出，現行 EPFD 限制與目前 NGSO 系統在天線指向控制、即時運作能力及干擾管理技術上存在顯著落差。Gude 並進一步引用 ITU 無線電通信部門 (Radiocommunication Sector, ITU-R) 研究成果可透過波束成形 (Beamforming)、自適應濾波 (Adaptive Filtering) 以及自適應編碼與調變 (Adaptive Coding and Modulation) 等現代化頻譜共享技術，使 NGSO 與地球同步軌道 (Geosynchronous orbit, GSO) 系統可在維持干擾保護前提下，更有效率地和諧共存，並將帶動競爭、服務品質提升與經濟效益擴散。

Gude 強調，現代化 EPFD 限制不僅能釋放 NGSO 系統的潛力，除了能促進全球更普及且價格合理的寬頻服務，提升社會包容性、推動服務需求增加、促進競爭、創造就業並推動經濟成長外，亦將公平性與連結性驅動的機曾將惠及

所有人，弭平數位落差。

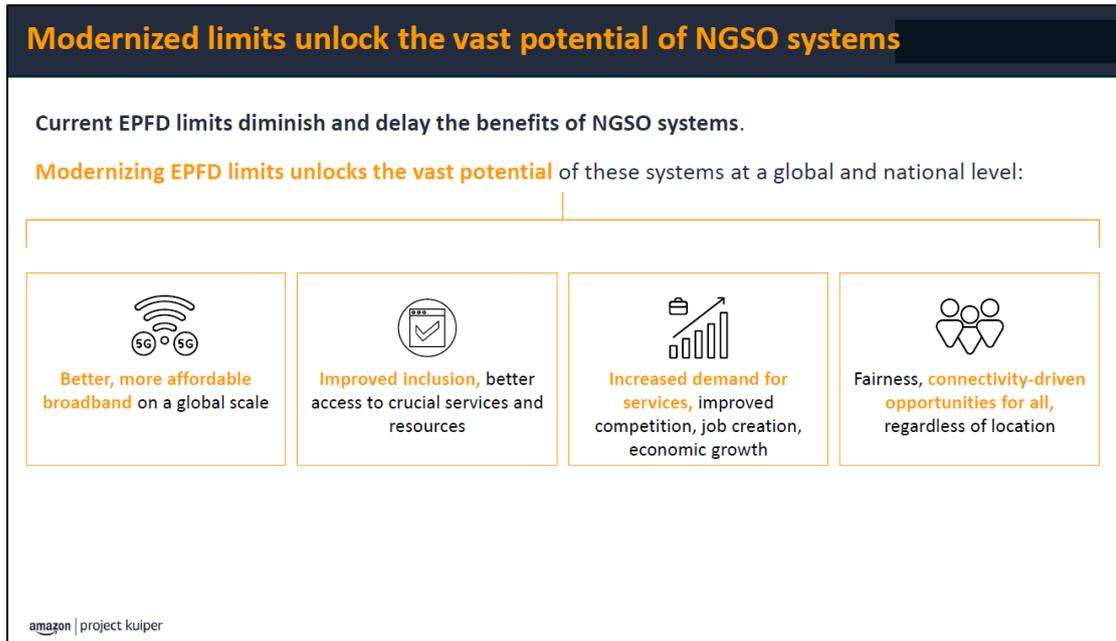


圖 13、Amazon LEO 分享 EPFD 規則更新之 NGSO 系統潛能
資料來源：Amazon project kuiper

(三) SES 分享維持 EPFD 架構以確保 GSO 之可靠度

SES 法律與監理事務副總裁 Daniel Mah 對衛星頻譜共享議題保持相對平衡之立場。Mah 表示 SES 同時營運 GSO 與中地球軌道衛星(Medium Earth Orbit Satellite, MEO)，對現有 EPFD 架構為 NGSO 提供明確的進入標準與監理確定性，對申請案在符合規範前提下可免除繁複的跨系統協調程序，對維護市場秩序與投資穩定性具有重要價值，並表示 SES 對 FCC 擬改採「傳輸量降階方法」(Degraded Throughput Methodology, DTM) 作為保護標準表示疑慮。

Mah 強調，美洲 GSO 主要用途對象為國防單位，其對可用性要求高達 99.7%。若允許多個 NGSO 系統逐步造成性能下降，將致使 GSO 營運商無法履行服務水準協議 (Service Level Agreement, SLA)，倘若出現干擾，後續也難以完全回復。Mah 並進一步強調，SES 並不反對在 EPFD 架構下進行合理且必要的調整，但反對任何可能削弱 GSO 長期穩定性的根本性制度變更，並建議可進一步評估導入總量 (Aggregate) 干擾管理之概念，以在兼顧技術創新的同時，確保既有用途的可靠性與品質。

(四) AscendArc 提出 EPFD 現代化應避免動搖市場穩定

AscendArc 監管事務顧問 Hazem Moakkit 提醒不應因 NGSO 發展熱潮而低估 GSO 在整體通信生態中的戰略價值。Moakkit 表示雖然 NGSO 技術快速發展，GSO 的穩定性與操作簡易性使其在主權通信、廣播與國防等領域仍具不可替代性，並對國家通信安全尤為關鍵。Moakkit 支持對 EPFD 規範進行審慎檢討，但強調即使小幅度的規則調整，亦可能對市場產生放大效應，並說明若單一國家之監管標準偏離國際規範，將造成頻譜治理碎片化，不利於長期投資與國際協調，故其主張不得破壞既有市場的穩定性。

八、場次五：CBRS 未來發展與演進方向 (The Continued Evolution of CBRS - what are the latest updates, and where next?)

主持人	與談人
Stephan Sloan (Luke Spectrum LLC 總監)	<ul style="list-style-type: none"> ● Josh Baggett (HPE 全球頻譜政策負責人) ● Jason Wallin (John Deere 資深首席架構師暨 OnGo 聯盟董事) ● Justin Markle (Comcast 無線合作與發展高級副總裁) ● Jeff Stewart (AT&T 公共政策助理副總裁) ● Patrick Welsh (Verizon 聯邦監管與法律事務副總裁)



圖 14、場次五 HPE、John Deere、Comcast、AT&T 及 Verizon 與談代表

本場次由 Luke Spectrum LLC 總監 Stephan Sloan 主持，與談者包括 Josh Baggett、Jason Wallin、Justin Markle、Jeff Stewart 及 Patrick Welsh 等人從技術演進、產業應用、營運實務與國家頻譜整體配置等不同角度，探討 CBRS 在近年快速擴展應用情境下之發展現況與未來定位，特別聚焦於 CBRS 2.0 技術升級後，對企業通信布建、製造業數位轉型、公共場域應用，以及行動通信網路補充容量等面向所帶來的影響。隨著共用頻譜制度逐步成熟，CBRS 已不再僅為實驗性或過渡性方案，而是成為美國中頻段頻譜分配架構中，兼具彈性與爭議性的關鍵組成。

(一) HPE 分享 CBRS 2.0 技術升級及企業通信應用

HPE 全球頻譜政策主管 Josh Baggett 先向各國與會先進說明 CBRS 2.0 的主要升級方向，指出該版本透過更精細化的干擾模型，大幅縮小動態保護區 (Dynamic Protection Areas, DPAs) 範圍，有效降低對商業通信服務的影響，並提升頻譜分配之使用效率。

Baggett 進一步說明 CBRS 2.0 引入自願性的通用授權存取 (General Authorized Access, GAA) 共存機制，並將設備與頻譜存取系統 (Spectrum Access System, SAS) 之連線檢查週期，由原先每 5 分鐘延長至 24 小時，顯著提升企業於 CBRS 頻段下，自行布建私人 5G 通信專用網路 (Private 5G Network) 在頻譜可用性與服務連續性，此將有助於降低營運中斷風險。

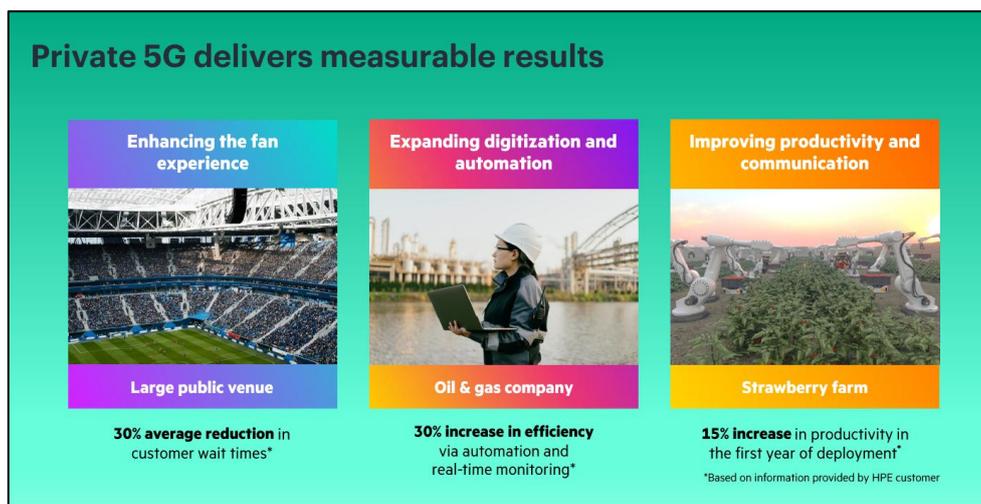


圖 15、HPE 說明 CBRS 2.0 將強化 5G 專網之效益

資料來源：HPE

Baggett 最後以 2025 年萊德盃 (Ryder Cup) 為案例，說明 CBRS 2.0 於大型公共場域中布建臨時私人通信網路，可支援 AI 影像分析、人流管理與即時營運決策，展現 CBRS 於高密度人流、短期布署及高即時性需求的情境下，仍能維持穩定通信服務之能力。

(二) John Deere 分享 CBRS 對製造業回流與工業通信之幫助

John Deere 資深首席架構師 Jason Wallin 從工業製造者之終端用戶角度提出看法。Wallin 表示 CBRS 頻段在美國製造業回流 (Reshoring) 政策中，已成為支撐工業通信與數位轉型的重要基礎，並說明約 88% 的製造業回流計畫屬於中高技術製造業，對工業物聯網 (Industrial Internet of Things, IIoT) 穩定、可控的無線通信環境具有高度依賴，故 Wallin 認為 CBRS 所採行之共享頻譜分配模式，使原本難以取得專用頻譜資源之企業得以參與取得頻譜資源，促進頻譜分配的可近性與產業導入。

Wallin 進一步說明製造工廠內多數 IIoT 設備對上鏈需求顯著高於下鏈，CBRS 所允許之分時多工 (Time Division Duplex, TDD) 比例彈性調整機制，得以有效因應製造現場即時資料回傳與設備監控需求。Wallin 盛贊 CBRS 為同時滿足政府、國安與商業需求之「多方共贏」解方，可收提升投資誘因、促進創新應用發展、強化室內外通信涵蓋能力、降低 MNO 之建設成本、擴大虛擬行動通信營運商 (Mobile Virtual Network Operator, MVNO) 與有線系統業者 (Multiple System Operator, MSO) 縮小偏鄉與數位落差等多方益處。

Wallin 強調，美國已將 CBRS 作為支撐製造業回流與 Open RAN 架構加速發展，亦形塑相較於中國大陸「集中控制」體制更具透明性與開放競爭優勢之通信環境。

此外，值得關注的是 Justin Markle 於會議現場中分享美國多方利害關係人對於 CBRS 的觀點趨於一致，政府單位強調安全與公平接取，產業端則關注效率、彈性與成本，有助於形成政策與商業發展並行的穩健模式。茲彙整利害關係人觀點如下表：

表 7、CBRS 利害關係人觀點整理表

類別	利害關係人	核心觀點	主要面向
政府與國安類	戰爭部	保護國安使用權 與作業穩定	無整備成本或強制變更；取得國安所需頻譜
	FCC	維持公開、有效的市場配置	拍賣產生收入；服務不足區之平等涵蓋
	NTIA	保護既有用戶、加速布建	既有用戶受保護；無整備成本；快速布建
產業營運類	MNO	提升容量與布建效率	都會分流與容量擴充；加速 5G 服務
	MVNO/MSO	擴充選擇與低成本服務	更多消費者選擇；推進 5G 與 Open RAN
場域應用類	都會/室內	改善室內涵蓋與共用基礎設施	80% 室內可負擔增強涵蓋；共享基礎設施；降低 MNO 成本
	偏鄉/數位落差	以可負擔方案擴展在地服務	改善涵蓋不足；提供在地與商用選項
	企業專網	以專網促進產業升級	提升工業與商務效率；支援垂直化與 5G 應用

資料來源：John Deere

(三) Comcast 說明 CBRS 2.0 可作為企業通信布建關鍵基礎使用

Comcast 無線合作與發展資深副總裁 Justin Markle 指出，有線電視產業已逐步發展為美國主要行動通信服務提供者之一，並透過 MVNO 模式，積極投入企業通信與專用網路市場；另一方面 CBRS 已成為支撐企業通信服務與私人行動通信網路布建的重要頻譜基礎，適用於對通信可靠度、室內外整合涵蓋及頻譜使用彈性具高度需求之產業場域。

Markle 進一步說明，CBRS 2.0 的制度調整已實質改善頻譜可用性與布署不確定性。隨著動態保護區（Dynamic Protection Zones）機制的優化，CBRS 2.0 透過更精細化的干擾評估模型，大幅縮減需受保護之地理範圍。Markle 提出分析，並指出受干擾影響而無法使用 CBRS 頻譜之區域比例，已由全美約 22% 降低至約 3%，進而提升通信服務業者於基地臺布建與網路規劃上的信心。

另一方面，Markle 強調 CBRS 2.0 亦允許未位於保護區內之設備於 24 小時內持續運作而無需重新授權，並新引入之 GAA 共存機制，提升共享頻譜環境下之穩定性與可預測性，降低網路營運中斷風險提供更穩定的通訊服務。

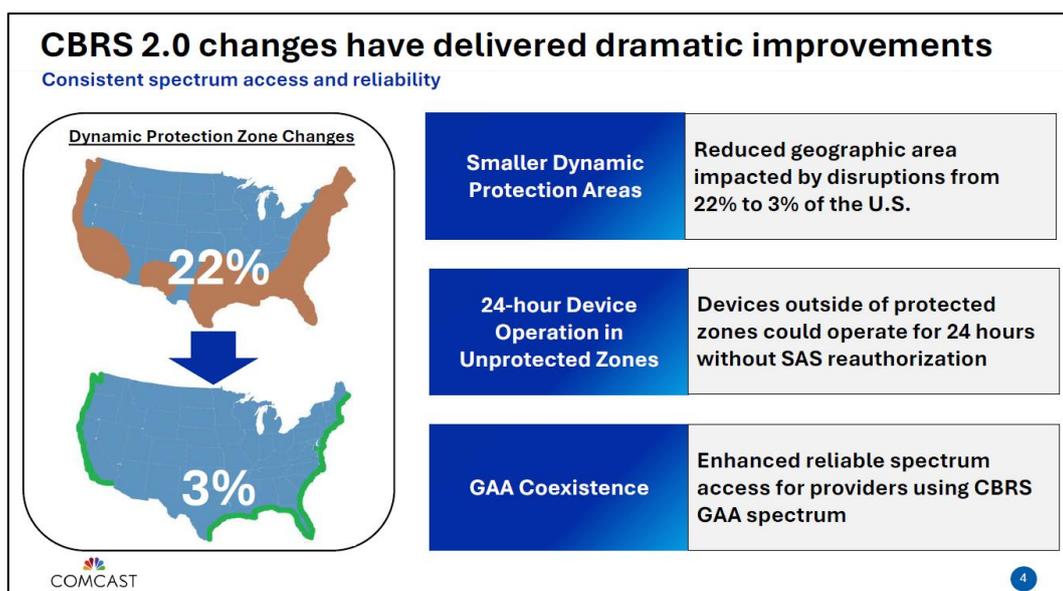


圖 16、CBRS 2.0 帶來的制度升級與頻譜效能

資料來源：Comcast

表 8、CBRS 2.0 制度調整對通信服務業者布建信心之影響整理

	CBRS 原有機制	CBRS 2.0 調整方向	對通信布建之影響
動態保護區範圍	約涵蓋全美 22% 地理區域	縮減至約 3%	提升頻譜可用性與基地臺布建彈性
設備連續運作限制	須頻繁重新授權	未受保護區可連續運作 24 小時	降低網路中斷風險
GAA 共存機制	共存穩定性有限	引入新共存機制	提升共享頻譜環境之可預測性
業者投資信心	受干擾不確定性影響	制度透明度提升	強化企業通信與專網布建意願

資料來源：Comcast

Markl 最後以 Comcast 在「大型主題樂園」、「化學製造」、「大型倉儲」及「車輛製造產業」實例說明 CBRS 於不同布建模式之實際成效：

- 1、大型主題樂園：透過布建 5G 專用網路，可支援園區巡檢、公共安全監控等任務，提供穩定且連續之影像回傳，並進一步整合銷售點系統與園區安全管理平台，以提升整體營運管理效率。
- 2、化學製造與大型倉儲：混合式網路 (Hybrid Network) 結合蜂巢式行動通信與既有無線區域網路 (Wireless Local Area Network, WLAN)，可涵蓋逾百萬平方英尺之生產與物流空間，為生產設備與感測系統提供穩定之網際網路連線，有效改善因連線不穩定所造成之生產與

營運瓶頸。

- 車輛製造產業：中立基站 (Neutral Host) 架構則可在傳統基地臺布建受限之廠區環境內，支援多家行動通信營運商之服務接取，使廠區內外之設備測試、製程控制及營運通信得以維持完整且連續之涵蓋，展現 CBRS 在高度複雜產業環境中的彈性應用能力。

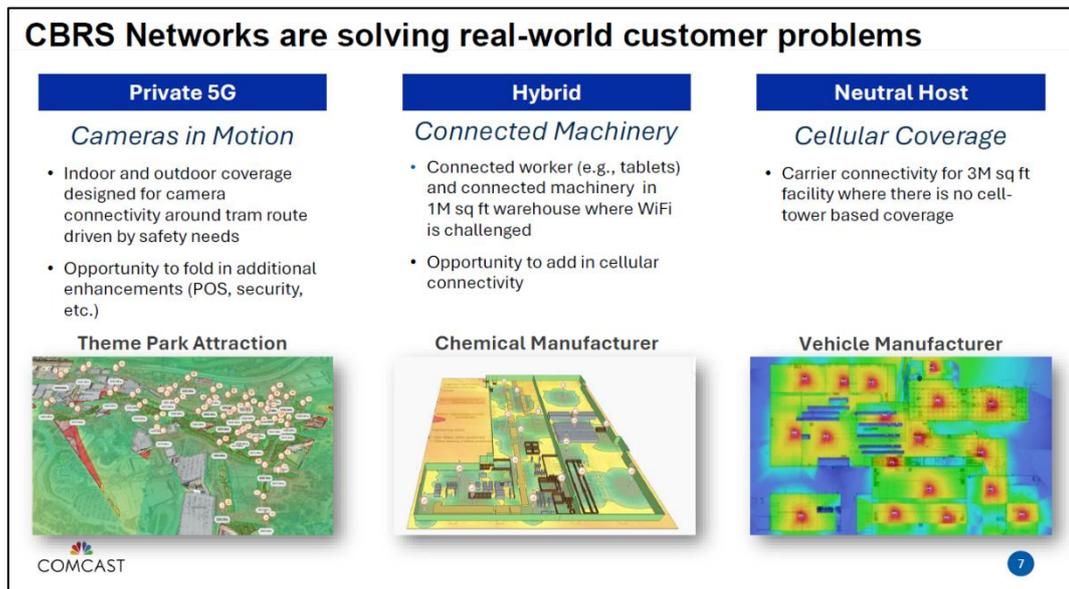


圖 17、Comcast 的 CBRS 實用例

資料來源：Comcast

(四) AT&T 提出 CBRS 頻段最高與最佳用途之質疑

AT&T 全球公共政策助理副總裁 Jeff Stewart 從國家頻譜整體規劃角度出發，提出對 CBRS 頻段是否達到「最高與最佳用途」的質疑。Stewart 指出 CBRS 位於 3.3 至 4.2 GHz 中頻段核心位置，作為低功率共用頻段夾置於兩側高功率授權頻段之間，可能造成整體頻譜利用效率下降並非最有效率的頻譜配置方式。

Stewart 主張，應建立透明且客觀的衡量標準，若 CBRS 的涵蓋能力、頻譜利用效率或公共效益均明顯低於相鄰的全功率授權頻段，以 CBRS 人口涵蓋率與全功率授權頻段進行比較，以評估國家整體從該頻段所獲得的公共效益。在相關法案要求下，主管機關有責任全面評估各種頻譜配置選項，包括轉為全功率執照使用、提升國家層級的商用效益，妥善處理既有用戶之整備成本等，應被完整納入政策評估框架，確保公平性與執行可行性。

整體而言，AT&T 的立場不僅反映商用電信業者對「中頻段效率最大化」的期待，也顯示市場對 CBRS 共用模式的成效仍存在爭議。其論點可能促使主管機關未來在評估中頻段供給時，更加重視以下幾點要素：

- 1、 量化效益比較（如涵蓋率、輸出功率差異、網路性能指標）；
- 2、 國家頻譜策略的一致性與完整性；
- 3、 不同制度之間的公共效益差距；
- 4、 既有用戶整備之法制與成本配套。

(五) verizon 分享 CBRS 功率提升與共用架構演進觀點

Verizon 的 Patrick Welsh 立場著重於「在不破壞既有三層共用制度的前提下，現階段應提升 CBRS 的實用性與整體公共價值」。Welsh 將 CBRS 視為一個持續演進的創新頻段，認為改善方向應聚焦於技術參數優化，而非重新設計制度。在全國範圍內適度調高優先接取執照(Priority Access License, PAL) 與 GAA 用戶之功率上限(約 15 dB)，使 CBRS 能突破小型基地臺(Small Cell) 架構限制，支援更大範圍的大型基地臺架構發展(Macro Cell) 布建，改善涵蓋範圍與降低布建成本。

Welsh 說明，雖然 Verizon 為 PAL 的主要購買者，仍廣泛使用 GAA 頻段作為補充容量，顯示 CBRS 的三層共用架構在實務運作上具備彈性與可行性，亦證明「PAL+GAA」能共同支援大型業者的網路營運需求。故 Welsh 認為應透過合理調整功率、干擾管理與相關技術規範及參數，讓 CBRS 在不中斷既有用戶與制度穩定性的前提下，回應中頻段頻譜需求成長。Welsh 並表示 Verizon 主張的核心訊息包括以下內容：

- 1、 維持三層共用制度不變，避免制度翻修帶來不確定性；
- 2、 透過提升功率與相關技術參數，擴大 CBRS 的涵蓋與網路建設彈性；
- 3、 CBRS 從小區域型布署逐步延伸到更廣域的應用場景，增加其公共與商用價值；
- 4、 以「調整技術設定」代替「制度重整」，釋放中頻段的應用價值。

九、場次六:推動全球頻譜協調與領導力 (Delivering global spectrum coordination and leadership)

主持人	與談人
Katy J. Milner (Hogan Lovells 法律事務所全球監理合夥人)	<ul style="list-style-type: none"> ●Derek Khlopin (NTIA 頻譜規劃與政策副助理局長) ●Tom Sullivan (FCC 國際事務辦公室主任) ●Glenn Fallas (SUTEL 頻譜與品質總署長) ●Jose Ayala (GSA CITELE 地區頻譜組主席) ●Mike Mullinix (CTIA 監管事務副總裁) ●Eiman Mohyeldin (Nokia 全球頻譜標準化負責人)

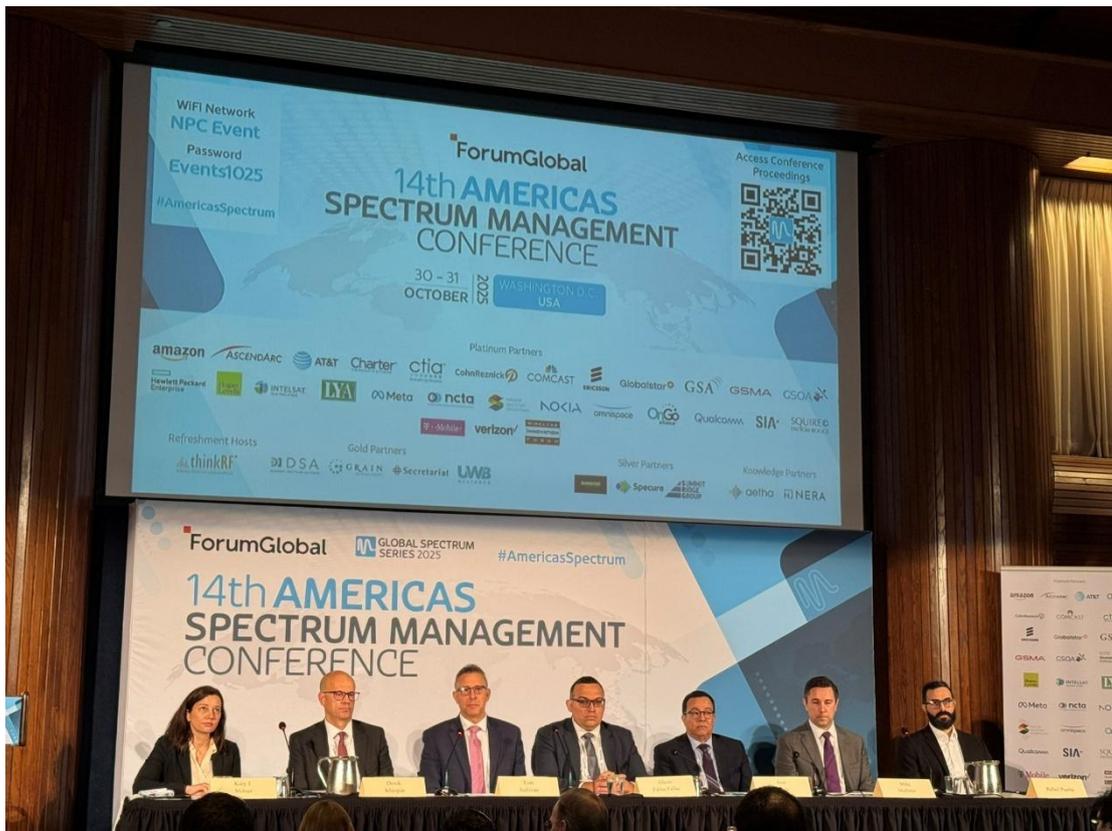


圖 18、場次六 NTIA、FCC、SUTEL、GSA、CTIA 及 Nokia 與談代表

本場次由Hogan Lovells 法律事務所全球監理合夥人 Katy J. Milner 主持，與談者包括 Derek Khlopin、Tom Sullivan、Glenn Fallas、Jose Ayala、Mike Mullinix 及 Eiman Mohyeldin 等人分別從政府頻譜治理、國際監理實務、區域協作、頻譜整備規劃、產業競爭及技術演進等不同角色切入探討全球通信與衛星技術快速演進背景下之頻譜治理、國際協調與第六代行動通信 (Sixth Generation Mobile Communications, 6G) 發展方向，聚焦於 WRC-27 前之政策整備、國際標準參與、頻譜分配原則及產業競爭態勢。

(一) NTIA 分享全球頻譜治理與 WRC-27 戰略布局

美國 NTIA 頻譜管理辦公室頻譜規劃與政策副助理局長 Derek Khlopin 說明目前頻譜使用已深度影響民眾日常、經濟活動與國家安全，且市場規模、系統互通與防干擾，需仰賴各國一致投入達成國際協調。Khlopin 並進一步說明美國在頻譜政策之國內與國際面向將採「雙軌並進」方式推行：

- 1、 國內：確保聯邦政府及商用服務於各類頻率分配之通信需求；
- 2、 國際：持續推動有利全球網際網路與資訊通信技術市場的規範更新。

針對即將召開之 WRC-27 會議共涵蓋 19 項高度複雜之議程，涉及地面通信、衛星服務與新興應用之頻譜整備與國際協調，並將為 2031 年後之未來議題鋪路。Khlopin 表示基於會議在中國大陸召開，NTIA 認定確保程序之「公平、中立與安全」為不可妥協的原則，並規劃在區域機制 CITELE 先凝聚立場、呼籲與美國理念相近國家應於 2025 年前完成主要政策立場整合，以 WRC-27 決議結果支持商用創新與全球通信產業發展。

Khlopin 強調，頻譜政策已由單純技術管理，轉變為牽動國安、產業競爭與國際秩序之戰略議題，WRC-27 更被視為檢驗全球頻譜治理走向的關鍵節點。整理 NTIA 對 WRC-27 準備之關鍵認知與作為如表 11：

表 9、NTIA 對 WRC-27 準備之認知整理表

面向	具體內容	預期效益
議程評估	19 項議題、航太與衛星占比高	及早劃定地面與衛星之協調需求，降低干擾風險
地緣環境	中國大陸主辦，程序須公平中立且安全	降低程序性風險、維持談判透明度
區域協調	透過 CITELE 凝聚盟友	擴大區域共識，提升全球規模之頻譜分配可行性
產業導向	兼顧聯邦與商用利益	促進設備生態系與基地臺布建加速

資料整理：自行彙整

(二) FCC 提出國際頻譜管理之 3T 原則

FCC 國際事務辦公室主任 Tom Sullivan 表示，美方於 WRC-27 的重點除議程討論的項目外，亦包括在第三代合作夥伴計畫（3rd Generation

Partnership Project, 3GPP)等國際標準組織維持技術領先。Sullivan 指出，即便 WRC-27 約八成議程與衛星相關，但地面通信 (Terrestrial Communications, TN) 仍是行動通信與網際網路之基礎，不應被邊緣化；並提醒各議題皆牽動各國頻率分配表註腳與規章的精細調整。

Sullivan 補充 NTIA 的說明，美方將加速國內部門協調，以便在 CITELE 提出具體、可談判的共同立場。

最後 Sullivan 提出 FCC 頻譜管理的「3T 原則」做為國際頻譜治理的政策：

- 1、確定性 (Certainty)：引入新服務時須確保既有使用者受保護；
- 2、相容性 (Compatibility)：為新興服務進入 ITU 框架保留空間、釐定共享共頻技術條件，擴充免執照與執照頻譜並行架構；
- 3、靈活性 (Flexibility)：避免過度嚴苛之技術或監管條件，以免提高頻譜整備成本，減少創新度。

(三) SUTEL 分享其小型國家之國際協作策略

哥斯大黎加通信主管機關 (Superintendencia de Telecomunicaciones, SUTEL) 品質與頻譜總監 Glenn Fallas 以中小型國家視角，說明在衛星通信與 6G 頻譜議題上，採以中小型主管機關透過與美國等夥伴建立制度化合作，強化頻譜分配、監測與拍賣制度進行說明，並強調國際協作對於提升談判能量與政策影響力的重要性，強調對於哥斯大黎加而言，難以在高頻譜整備成本與複雜技術議題中獨立承擔風險。

Fallas 以哥斯大黎加自 2009 年開放市場、2011 年首次頻譜拍賣至 2017 年 LTE 拍賣及近期廣播拍賣為例，均獲得 FCC 與美方計畫支持為例，說明 SUTEL 將 6GHz 全頻段 1200 MHz 頻寬開放作為免執照使用以擴大涵蓋、近期完成 1.4 GHz 以上大幅度釋照，縮減數位落差與提升服務品質做為典範進行分享。並強調 SUTEL 亦於規範中引用 FCC 《CFR》技術條件，並承認 FCC 證書作為類型認證依據，以提升合規效率降低成本完成任務。

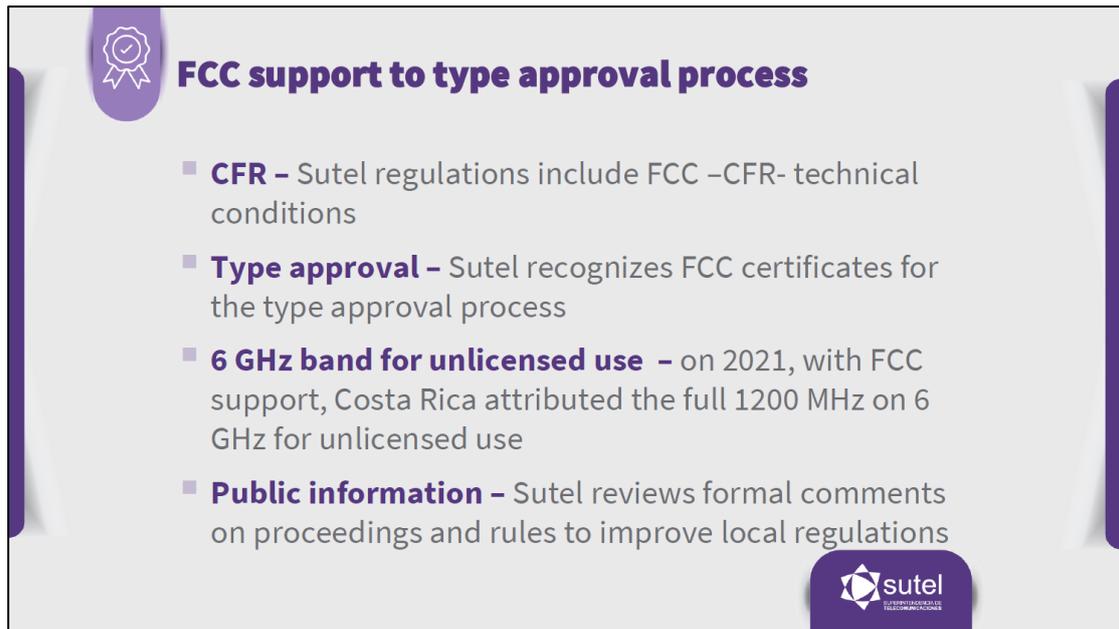


圖 19、FCC 對 SUTEL 設備型式認證制度之支持與協作措施

資料來源：SUTEL

Fallas 表示，透過區域性及跨區域盟友合作，小型主管機關得以共享技術研究成果、頻率分配策略與干擾管理經驗，並在 WRC 等多邊場域中形成具影響力的共同立場，支持盟友之戰略議題，以降低小型國家在高整備成本與複雜技術議題之風險、政策不確定性與干擾管理風險。

表 10、哥斯大黎加 SUTEL 頻譜開放之歷程表

年度	措施	國際協作	成效
2011	首次頻譜分配拍賣	FCC 技術協助	建立拍賣規則與估值基準
2017	LTE 拍賣(封包式規則)	FCC、技術顧問群	強化競標設計與市場效率
2021	6 GHz 免執照開放	參考 FCC 公開資料	促進 Wi-Fi 生態、擴大涵蓋
2023-2024	廣播頻譜拍賣與 1.4 GHz 釋照	美方支援、區域比較值	提升基地臺布建密度、縮減數位落差

資料整理：自行彙整

(四) GSA CITEL 提出 WRC-27 下 IMT-2030 頻譜之劃定

全球行動供應商協會 (Global mobile Suppliers Association, GSA) CITEL 區域頻譜小組主席 Jose Ayala 介紹 IMT-2030 技術發展路徑，預期於 2030 年前完成核心技術規範，包括建議書 ITU-R M.2160 (使用情境與總體面向) 與能力指標之框架；此框架將引導 6G 於各標準組織之規範化進程，並預期於 2030 年前完成核心規格，支持擴增實境、整合感測與通信、數位雙生

(Digital Twin) 等新興應用。Ayala 說明及早完成中高頻段頻譜核配，對於 6G 基地臺布建與設備生態系形成至關重要。

Ayala 進一步說明，GSA 認為頻譜劃定之目的應在於支撐行動通信網路之長期容量需求與基地臺布建彈性，而非因過度保護或技術限制，削弱中高頻段於實務運作中的可用性；就 WRC-27 議程項目 1.7，有三項 IMT 的具體建議：

- 1、 7.125-8.4GHz：在確保與既有主要用途共享頻譜之情境下，仍具備廣域涵蓋與實際部件可行性的前提下，GSA 支持在第 2、3 區域針對 7.125-8.4GHz 劃定為 IMT 頻譜，並在第 1 區域針對 7.125-7.25 與 7.75-8.4GHz 進行分段劃定為 IMT 頻譜。
- 2、 14.8-15.35GHz：在確保與既有主要用途共享頻譜之情境下，仍具備廣域涵蓋與實際部件可行性的前提下，14.8-15.35GHz 等頻段劃定為 IMT 頻譜；並補充說明 14.8-15.35GHz 雖無法取代中頻段於 IMT 之需求，但仍支持其在三大區域皆進行 IMT 頻譜劃定，以擴大未來可用頻譜來源。
- 3、 4.4-4.8GHz：相關技術與法規條件不應對 IMT 大型 (Macro) 基地臺布建形成實質限制的前提下，GSA 支持在第 1、3 區域完成 IMT 頻譜劃定，據以延伸 3GPP n79 頻段之既有生態。

Ayala 補充說明，另就議程項目 1.13，涉及 MSS 與 IMT 之間的共享研究，特別是「探討 D2D 於 694/698MHz 至 2.7GHz 頻段」的可行性部分，須同時考量「衛星直連」與「地面 IMT 涵蓋」之功能定位視為「補充用」途之通信手段，而「非取代」既有地面行動通信網路。為避免對地面 IMT 系統造成有害干擾，應同步建立明確之監管與技術措施（包含跨系統之總干擾評估機制，以及考量不同國家間上行與下行配置差異所可能引發之跨境干擾問題），以確保衛星與地面通信系統間之長期共存與穩定運作。

(五) CTIA 從競爭角度檢視中頻段頻譜布局

CTIA 監管事務副總裁 Mike Mullinix 提醒，美國雖於 5G 投資與基地臺、

全國性網路與投資強度上具優勢，但中頻段可用頻寬分配仍落後中國大陸；WRC-23 會議顯示各區域高度重視中頻段，倘若美國未加速形成共識並提出具體提案，恐重演 WRC-23 經驗錯失在 WRC 的議程主導機會。Mullinix 主張在 4.4-4.8 與 7.125-8.4GHz 以「先行者」姿態推動跨區域和諧，並強化訊息一致性與公私夥伴關係。

(六) Nokia 提出 6G 技術導向之頻譜需求之觀點

Nokia 標準化與監管負責人 Rafael Puerta 指出，6G (IMT-2030) 能否成功推動，關鍵在於充足、協調且及時之頻譜供應。其理想目標為每一家通信營運商可取得「約 400 MHz 之全功率連續新頻譜」，以支撐未來超高速與高可靠度之網際網路應用。Puerta 強調，中頻段同時兼具廣域涵蓋能力與高容量特性，為行動通信發展之核心頻段，適合透過大型 (Macro) 基地臺布建，以兼顧涵蓋效率與整體整備成本。

Puerta 進一步分享，6G 商用高度仰賴及時且清晰之頻譜路線圖，以引導國際標準制定、設備研發及基地臺布建節奏。若頻譜劃定與頻率分配時程不具可預測性，將提高產業投資不確定性，並延後整體頻譜整備進程，影響 6G 生態系成熟時點。

針對全球協調與產業發展，Puerta 認為 6G 生態系成功之四大支柱為：

- 1、 規劃並釋出適當之中頻段頻譜資源，以支撐未來行動通信系統之涵蓋與容量需求；
- 2、 檢視並調整相關政策與法規架構，避免過度技術條件或監理措施限制新興通信技術之發展；
- 3、 導入人工智慧技術推動網路架構現代化，提升頻譜使用效率與整體網路營運效能；
- 4、 持續參與並主導 6G 國際標準化作業，以確保技術規範與產業發展方向具備國際一致性。透過一致的標準與監管環境，確保技術成果能順利落地並實現規模化應用。

表 11、Nokia 對 6G 頻譜與技術整備之要點彙整表

面向	技術／政策主張	政策意涵與說明
頻譜連續性	每一通信營運商應取得約 400 MHz 之全功率、連續新頻譜，尤其中頻段為優先	確保寬頻通道可用性，降低頻譜碎片化情形，提升網路效能與頻譜使用效率
中頻段角色	中頻段下段 (Lower Mid-bands) 與中頻段上段 (Upper Mid-bands) 兼具涵蓋能力與容量需求	透過大型 (Macro) 基地臺布建，兼顧廣域涵蓋與整體布建成本效率
頻譜路線圖	頻譜劃定與釋出時程須具備明確性與可預測性	及早完成頻譜整備，有助於設備研發、基地臺建設與站點規劃之同步推進
發展支柱	解鎖中頻段頻譜、強化監理制度、導入人工智慧 AI 技術、強化國際標準主導	需同步投入研發資金、建置測試場域並提升標準組織參與度，以支撐 6G 技術與產業生態系發展

資料整理：自行彙整

十、場次七：引領下一代通信發展與連接 (Delivering 6G leadership - powering the next generation of connectivity)

主持人	與談人
Mari Silbey (NSC策略長)	<ul style="list-style-type: none"> ● Charles Cooper (NTIA 頻譜管理處副處長) ● Martin Doczkat (FCC 工程技術局電磁相容組組長)。 ● Alexander Kühn (BNetzA 國際與國家頻譜管理科科長) ● Noman Alam (Ericsson 5G 解決方案總監) ● Veena Rawat (GSMA 資深頻譜顧問) ● Aspasia Paroutsas (Qualcomm 聯邦法規事務副總裁)

本場次由 NSC 策略長 Mari Silbey 主持，會議最一開始並由 BNetzA 國際與國家頻譜管理科科長 Alexander Kühn 針對「歐洲需求導向 6G 頻譜與法規」進行觀點分享後在進行座談，與談者包括 Charles Cooper、Martin Doczkat、Alexander Kühn、Noman Alam、Veena Rawat 及 Aspasia Paroutsas 等人探討 6G 之頻譜分配、國際標準化與全球協調發展，聚焦於中頻段頻譜之角色定位、衛星與地面通信整合、AI 導入通信網路，以及 WRC 對未來通信生態之關鍵影響，呈現各國主管機關與產業界如何在頻譜整備、法規架構與標準路線圖間取得平衡，以支撐 6G 於 2030 年後之商用布建。



圖 20、場次七 NTIA、FCC、BNetzA、Ericsson、GSMA 及 Qualcomm 與談代表

(一) BNetzA 分享歐洲需求導向 6G 頻譜與法規

德國聯邦網路局（Bundesnetzagentur，BNetzA）國際與國家頻譜管理部門主管 Alexander Kühn 指出，歐洲對於 6G 發展規劃採取「需求導向」思維，強調 6G 發展為通信技術演進，更須同時納入數位政策、頻譜分配及太空治理等全面性法規架構。Kühn 說明 BNetzA 整體願景在於提供更高速度之連接能力、更低延遲與更寬頻通道，並透過應用層創新推動新型服務與產業模式。

Kühn 更進一步說明歐洲於 6G 架構設計上亦同步納入永續性與韌性考量，特別著重於能源消耗效率、低延遲應用情境，以及 AI 賦能網路之角色。Kühn 指出，未來通信網路將朝向異質化、分層化之架構發展，不同網路層級與系統需在共同的頻譜與法規框架下協同運作，對頻譜整備與制度設計提出更高要求。

Kühn 也說明歐洲目前關注 3.8-4.2 及 6.425-7.125GHz 等中頻段之協調與技術選項（這方面與本部高度雷同）。隨著 6G 使用情境多元化，多元使用者與多系統共存將成為常態，包含行動用途（Mobile Service, MS）、固定用途

(Fixed Service, FS) 與 FSS 等既有與新興用途並存需求，為確保頻譜有效利用並降低整備成本，歐洲須透過共享機制與技術研究（如動態頻譜存取、干擾協調機制及保護區設計），在不同用途間建立可行且具可預測性之共存模式。

Kühn 並說明歐洲亦將整合感測與通信 (Integrated Sensing and Communication, ISAC) 納入 6G 系統設計的重要考量（這方面與我國經濟部努力方向相似），強調 ISAC 可能採取獨立感測波束運作，亦可能於行動通信系統頻段內與既有通信用途共存，此一發展雖提高資源管理與干擾防護之複雜度，卻同時開啟新型應用與公共服務之可能性，對未來頻譜規劃策略具結構性影響。

Kühn 表示，就頻段角色分工而言，歐洲 6G 頻譜規劃呈現低頻、中頻與高頻之明確定位。低頻段（1GHz 以下）仍以廣域涵蓋與深度室內穿透為主要功能；中頻段（1-7GHz）則被視為 6G 的關鍵承載層，兼顧涵蓋與容量，其中 3.8-4.2GHz 可銜接既有 5G 生態，而 6.425-7.125GHz 則被視為未來增量容量與共享機制驗證的重要場域。高頻段（10GHz 以上），如 24.25-27.5、40.5-43.5 及 57-71GHz，則可支援超高資料傳輸速率與高密度熱點布建，但對室內外場景、連續涵蓋、終端功耗及能源效率提出更高工程與政策配套需求。

Kühn 強調，歐洲正處於「多場景共存與共享」及「新型基礎建設支撐」兩條主軸，針對代表性頻段建構可落地之政策組合。例如 3.7-3.8GHz 頻段需在 FS、FSS 與 MS 間取得平衡，並回應各會員國之特殊需求（如德國之企業專用網路配置）；而 3.8-4.2 與 6.425-7.125GHz 則被視為共享與協調機制的實驗場域，透過歐盟層級之執行決定與歐洲郵電主管機關會議 (European Conference of Postal and Telecommunications Administrations, CEPT) 之技術選項，採行功率、地理或時間域之共享模型，以提升頻譜使用效率，同時維護既有固定衛星用途之保護安排。

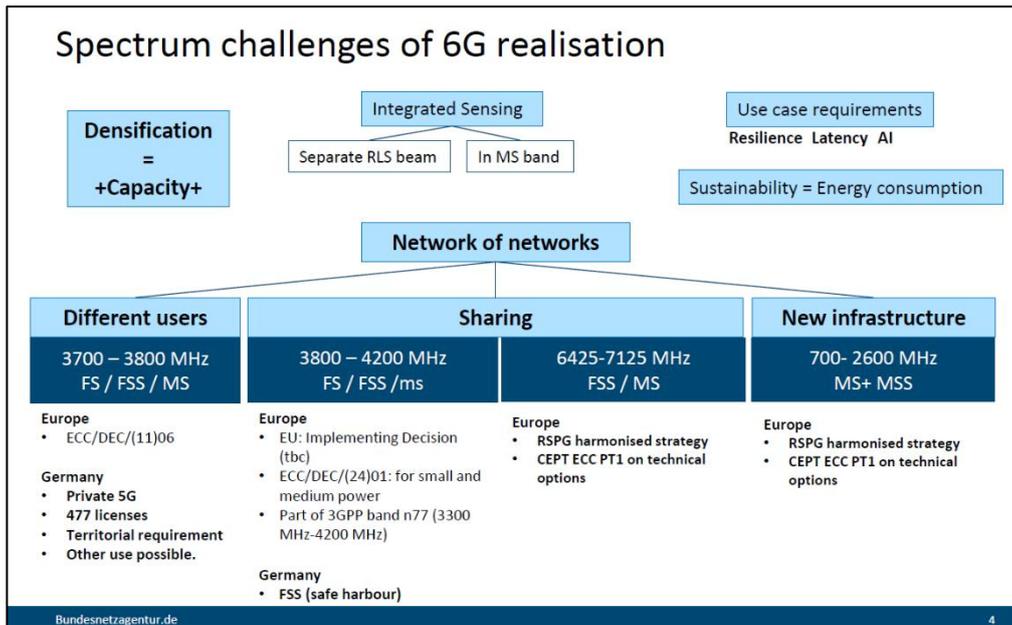


圖 21、Alexander Kühn 分享 6G 多層次需求之頻譜調和
資料來源：BNetzA

Kühn 最後說明，在歐洲視角下，6G 發展以需求為牽引，並使用跨部門法規整合與中頻段頻譜調和作為關鍵支點。透過共享機制、整合感測與通信、人工智慧及永續設計等系統性要素，歐洲試圖同時滿足涵蓋、容量與能源效率之要求，並藉由國際標準化與頻譜協調，逐步收斂至具全球互通性之 6G 解方。

(二) NTIA 分享美國頻譜治理與 WRC-27 戰略

NTIA 頻譜管理副局長 Charles Cooper 表示，美國主管機關將持續於區域及全球層級扮演關鍵角色，透過前瞻性之頻譜治理政策，推動下一代通信技術與太空經濟之創新發展。頻譜政策不僅為通信技術發展之基礎，亦直接影響國家經濟競爭力、產業布局與國家安全，爰需於政策設計階段即兼顧多元公共利益。NTIA 在頻譜管理上為由平衡聯邦使用者與商業通信需求，秉持「避免零和競爭」、「降低行政負擔」及「維持技術中立」等三項原則。

- 1、 避免零和競爭：透過制度設計確保商業使用者與聯邦既有使用者間之頻譜分配並非採取排他或消耗性模式，而是以協調、共存與效率提升為目標。
- 2、 降低行政負擔：藉由管理制度與技術工具之現代化，提升頻譜整備與管理流程之效率與透明度，縮短行政作業時間，降低整備成本。

- 3、維持技術中立：避免於政策端預設特定技術路線或應用型態，使市場與產業得以在清楚且可預期之規範架構下自主發展，並降低政策干預對創新造成之限制。

Cooper 指出，針對 WRC-27 會議涵蓋 19 項議程，且多與衛星、NTN 相關。鑒於會議舉辦地點及議題性質，美國呼應於場次六 Khlopin 的發言，再次強調需於會前即與理念相近之夥伴國家建立共同立場，以確保會議程序之公平性、中立性與資訊安全，並降低關鍵議題遭政治化操作之風險，使最終成果有利於全球通信產業發展。Cooper 強調頻譜政策本質上同時涉及國家安全、產業競爭力與國際治理體系之平衡，未來亦將透過世界無線電通信會議及其他多邊平臺持續強化其於全球通信體系中之制度性影響力，並推動以規則為基礎、具透明度且維持技術中立之國際頻譜治理架構。

(三) FCC 提出 6G 頻譜治理之 3T 原則

FCC 工程與技術辦公室電磁相容性部門主管 Martin Doczkat 呼應場次六 Sullivan 的發言，強調 FCC 以靈活使用及市場導向之許可制度，作為推動 6G 發展的核心工具。面對新興技術快速變化的挑戰，FCC 在國際與國內頻譜管理上採取「3T 原則 (Certainty、Compatibility、Flexibility)」，即確定性、相容性與靈活性，以兼顧既有用途保護與新興技術創新需求，並更進一步說明其意旨：

- 1、確定性：用以確保既有用途獲得妥善保護，使公共機關、通信產業及使用者皆能在穩定規範架構下運作，避免因頻譜政策調整而產生額外不確定成本。
- 2、相容性：為新興服務（如 AI 驅動通信）保留進入頻譜分配體系之空間，避免過度排他或僵化之分配模式阻礙創新應用。
- 3、靈活性：反映 FCC 期秉持之「不預設技術、不預設架構」監管理念，使營運者得以依場景選擇最適技術，避免不必要之限制影響基地臺布建、頻譜共享或網路演進。

Doczkat 並補充說明，FCC 係透過技術諮詢委員會（Technical Advisory Council, TAC）持續追蹤標準化進展，分析前沿技術趨勢，以支撐前瞻性監管政策之制定。並建構長期頻譜管線以支撐美國通信產業。

(四) Ericsson 從網路布建角度論述 6G 中頻段需求

愛立信（Ericsson）5G 解決方案總監 Noman Alam 指出，隨著資料需求呈指數成長，6G 網路需建立在充足且具連續性（Contiguous）之中頻段頻譜資源之上。Alam 以網路設計與效能最佳化角度考量進行說明，理想情境為每家通信服務提供者可取得約 400 MHz 全功率、連續中頻頻寬。此配置不僅能提升頻譜效率（Spectral Efficiency），亦可有效增進能源使用效率（Energy Efficiency），使 6G 網路在高負載情境下仍具可持續運作（Sustainable Operation）能力。

Alam 強調中頻段在 6G 頻譜規劃中具核心地位，因其兼具較佳的涵蓋能力與足夠容量，為大型基地臺（macro cells）廣域布建的最佳選擇。與高頻段相比，中頻段在室外環境中具有更佳的傳播效益，可用較少基地臺數達成更大涵蓋面積，且能支撐高容量需求的新興服務。故中頻段成為各國主管機關於 6G 頻譜規劃時的優先候選頻段。

此外，Alam 說明 AI 將深度整合於 6G 網路架構，包括流量管理、資源排程及實體層訊號處理等功能，以提升動態資源分配能力與整體網路效能。AI 亦可強化節能機制，使基地臺依據流量分布、服務需求及無線環境動態調整功率消耗，進而支撐更高能源效率目標。Alam 建議，各國主管機關應審視既有行政程序，簡化冗長之頻譜申請、審查與許可流程，以降低業者成本及布建時程。

(五) GSMA 分享 6G 流量預測與中頻段需求評估

GSMA 資深頻譜顧問 Veena Rawat 指出，全球 6G 布預計於 2030 年前後開始進入商用布建階段，預期至 2040 年，全球 6G 連接數將超過 50 億，約占所有行動通信連結的半數。Rawat 接著說明，隨著行動通信流量持續成長，依 GSMA 評估高人口密度地區於 2035-2040 年間，將需 2 至 3.5 GHz 之中頻段頻寬，以

支撐高速、低延遲之通信需求及高可靠度之 6G 通訊需求。此需求已明顯超過多數國家於 5G 時代所分配之中頻段規模，顯示若缺乏前瞻性頻譜整備，未來可能面臨容量不足的瓶頸。

Rawat 說明，6G 技術演進的核心將聚焦於提升頻譜使用效率，手段包括：

- 1、 採用更先進的調變與編碼技術(Advanced Modulation and Coding)；
- 2、 大規模多輸入多輸出 (Massive Multiple Input Multiple Output，Massive MIMO)；
- 3、 將 AI 深度導入無線網路，特別在 AI RAN (AI Radio Access Network)、干擾管理與資源分配等領域，以動態最佳化頻寬使用、降低延遲並提升整體能源效率。

Rawat 最後補充，6G 將支援更高流量密度的新興應用（包括延展實境、沉浸式通信、數位孿生、感測整合、機器人及企業級自動化等），進一步強化網路對中頻段頻譜與高效能架構的依賴。Rawat 據 GSMA 市場分析，說明中頻段頻譜之規模與連續性，將直接影響 6G 在高密度場域之服務品質、網路涵蓋表現及能源使用效率。若各國主管機關未能於 2030 年前妥善規劃可連續利用之中頻段資源，電信業者將面臨容量與整備成本雙重壓力，進而影響 6G 重要應用的落地速度與產業競爭力。

(六) Qualcomm 強調全球協調與頻譜管線穩定性將決定 6G 生態系的競爭力

Qualcomm 聯邦監管事務副總裁 Aspasia Paroutsas 表示，6G 的發展不僅將帶來顯著經濟效益，也將支援新世代關鍵應用（包括 ISAC、智慧終端協作及沉浸式服務等）。為確保全球產業持續投資 6G 研發並維持技術領先，各國主管機關有必要建立穩定、透明且具可預期性的頻譜釋出進程，據以支撐晶片、終端及網路設備之長期規劃與生態布局。

Paroutsas 指出，連續頻譜的取得與跨國頻譜協調將是 6G 發展過程中的重大挑戰。然而，此類頻段往往涉及既有服務、衛星系統與不同國家政策之差異，需透過國際合作、標準化組織及跨區協調機制整合並形成共識。若無法在

全球範圍內達成頻譜協調，6G 設備標準化與跨國互通性將受限，進而影響供應鏈成本與市場規模。

Paroutsas 認為，未來 AI 裝置將與 6G 網路深度融合，形成具認知能力的先進通信平臺。6G 不僅提供連結能力，更是一個能主動感知環境、預測需求並自動調整網路配置的智慧架構，推動多樣化創新服務。此類智慧網路需要更靈活、具彈性且跨域一致的頻譜政策支撐。

十一、場次八：兼顧聯邦與商業需求的頻譜治理：專用、共享與免授權模式的政策協調 (Balancing exclusive licensing, sharing regimes, and unlicensed spectrum for federal and commercial users)

主持人	與談人
Paul Kirby (Wolters Kluwer 旗下 TR Daily 資深總編)	<ul style="list-style-type: none"> ● Andrew Hendrickson (FCC 委員暨工程與技術辦公室主任) ● Paul Ransom (NTIA 頻譜管理辦公室策略規劃部代理主任) ● Joe Kochan (NSC 首席執行官) ● Andy Clegg (WinnForum 首席技術官) ● Ben Rolfe (Ultra-Wideband Alliance 首席技術長兼財務主管)



圖 22、場次八 FCC、NTIA、NSC、WinnForum 及 UWB Alliance 與談代表

本場次由 Wolters Kluwer 旗下 TR Daily 資深總編 Paul Kirby 主持，與談者包括 Andrew Hendrickson、Paul Ransom、Joe Kochan、Andy Clegg 及 Ben Rolfe 等人分別就 6G 系統技術路線、潛在候選頻段、頻譜使用效率提升方式，以及未來頻譜釋出與授權策略等面向探討全球 6G 技術發展趨勢下之頻譜需求、系統架構演進及相關管理課題，透過多元觀點的交叉討論，本場次不僅呈現目前國際間對於 6G 頻譜規劃的初步共識，亦突顯在技術成熟度、頻段選擇及政策工具設計上仍待持續觀察與評估之議題。

(一) FCC 分享會頻譜擴張與創新政策

FCC 委員（暨工程與技術辦公室主任）Andrew Hendrickson 指出，因應新世代行動通信與網際網路應用快速發展，美國正透過多元頻譜分配模式，以提升整體頻譜利用效率。FCC 不再僅以專屬授權作為單一手段，而是同步推動以執照方式分配頻率、頻譜共享機制及免執照使用等多元頻率分配模式，使不同通信需求（如智慧城市、企業網路、衛星整合應用）均能取得合適的頻譜組合，並擴大頻譜資源之有效利用等多樣化制度設計，為不同通信服務型態之需求，並支援基地臺布建與行動通信涵蓋擴展。

Hendrickson 分享頻譜政策設計必須兼顧「技術誠信」，確保頻譜分配方式能在技術上可行、在干擾管理上可控，並同時支撐國家安全與產業創新。Hendrickson 指出，新技術如 AI 驅動之通信平台、NTN 整合與大規模感測服務，使頻譜環境更具挑戰，因此政策制定者需透過科學驗證、工程模型與跨領域合作確保頻譜可安全、高效地被利用

Hendrickson 並提及近期《OBBBA》相關法案恢復頻譜拍賣授權，要求 FCC 在頻譜創新與頻譜整備上持續發揮領導角色，並與 NTIA 進行跨部會協調，使頻譜政策能與 AI 等國家優先事項相互銜接。從 FCC 的經驗顯示，多元頻譜分配制度結合技術可行性與政策目標，有助於在降低整備成本的同時，提升通信涵蓋與創新彈性，非常值得我國在後續頻譜整備與制度設計上參考。

(二) NTIA 分享長期頻譜治理策略

NTIA 頻譜管理辦公室策略規劃部代理主任 Paul Ransom 指出，現行 NTIA 的核心任務在於平衡聯邦政府既有任務需求與民間通信服務日益增加之頻譜需求。在進行頻率分配與政策制定時，NTIA 必須確保國防、空域管理、公共安全等聯邦用途不受影響，同時釋出可供商業通信與網際網路服務使用之頻譜資源，以符合科技演進與市場需求。

Ransom 表示，NTIA 於 2023 年公布之《國家頻譜策略 (National Spectrum Strategy)》與其執行計畫，已成為美國長期頻譜整備的重要依據。Ransom 進一步說明該策略透過頻譜搬遷基金 (Spectrum Relocation Fund)，支持聯邦機構進行技術研究與系統調整，以降低整備成本並釋出更多頻譜供重新分配或拍賣。此一作法使聯邦用途與商業用途之間的調整更具可預測性。

此外，Ransom 亦強調利害關係人溝通之重要性，NTIA 在規劃頻譜政策時，必須充分掌握聯邦機構、商業業者、設備製造商與科研單位的技術與行政資訊，以避免政策設計脫離實際需求，並確保決策結果能兼顧公共利益、技術可行性與產業發展。

Ransom 綜整說明，透過制度化的長期規劃、跨部門協調與財務支持機制，可有效降低頻譜整備風險並提升政策可預測性，並可強化商業通信布署的穩定性及維持聯邦需求之持續性。

(三) NSC 提出彈性頻譜共享與創新合作模式

國家頻譜聯盟 (National Spectrum Consortium, NSC) 首席執行官 Joe Kochan 指出，傳統以「商業使用與聯邦使用」二個劃分的頻譜監理模式，已不足以因應新世代通信之高密度需求 Kochan 認為建立更具彈性之頻譜共享模型，使不同用途的使用者得以在可控干擾條件下共存，以提升整體頻譜使用效率並減緩可用頻段稀缺之問題。

Kochan 以美國 CBRS 為例，說明大規模頻譜共享在技術與制度上均具可行性，強調 CBRS 透過三層式共享架構，在聯邦既有使用者 (Incumbent)、優先

授權使用者（PAL，執照頻譜層）、與一般可用使用者（GAA，免執照層）及動態頻譜授權系統（SAS）間，成功的在 3.5 GHz 頻段建立高效率、低干擾且可商用化的共享環境。

Kochan 說明目前約 15 億美元之無線技術研發計畫，聚焦於頻譜共享與共存技術，並透過跨界合作推動「頻譜回收」與再利用，以支援基地臺布建與新興通信應用。Kochan 強調跨政府、產業與研究機構的合作，是推動頻譜再利用、支持新世代基地臺布建及滿足未來巨量連接需求的關鍵。Kochan 並認為，未來透過共享技術的深化與制度創新，各國將能在不犧牲既有使用者權益的前提下，創造更多頻譜可用空間，以支撐 5G Advanced、6G 及太空通信等新興應用場景。

(四) WinnForum 分享高動態頻譜共享技術發展方向

WinnForum 首席技術官 Andy Clegg 指出，為滿足未來行動通信、感測服務與寬頻應用對頻譜的高密度需求，頻譜共享技術將逐步從現行的「分鐘級、時段級」動態共享模式，演進至「高動態頻譜共享（High Dynamic Spectrum Sharing, HDSS）」，其核心目標是讓共享決策能在「秒級時間」尺度完成，藉此大幅提升頻譜利用效率並降低干擾風險。

Clegg 介紹 WinnForum 最新發布之 TR-2016 技術報告，內容涵蓋擴展動態保護區（Dynamic Protection Area, DPA）框架、線上入口共享機制及閉迴路干擾回饋（closed-loop interference feedback）。這些技術的共同特徵是即時回饋（real-time feedback）與動態調整能力，使頻率不再依賴傳統的靜態保護區或長時間尺度規劃，而是透過智慧感知、資料分析與快速迴路控制建構「可即時協調、可即時緩解干擾」的共享環境。此套架構未來可支援更進階的先進頻譜共存（Advanced Spectrum Coexistence, ASC），包含智慧感測、AI 驅動的無線資源管理以及跨領域的動態接取服務。

Clegg 分享 HDSS 正成為未來頻譜共享的主要演進方向。藉由秒級動態調度、即時干擾回饋與更精確的保護區設計，HDSS 展現在有限頻譜環境中提升

效率的可行路徑。

(五) Ultra-Wideband Alliance 分享超寬頻技術與共享創新價值

超寬頻聯盟 (Ultra-Wideband Alliance) 首席技術長兼財務主管 Ben Rolfe 指出，以排他性使用為核心的傳統頻譜治理模式，已難以因應多元且高密度的無線應用情境。Rolfe 認為，未來頻譜治理思維應逐步轉向以「共享優於排他 (sharing over exclusivity)」為原則，使不同類型的無線服務能在可控干擾條件下共存，藉此提升整體頻譜使用效率與社會經濟價值。

Rolfe 以超寬頻 (Ultra-Wideband, UWB) 技術為例說明共享與免執照應用的可行性。UWB 透過極低發射功率、脈衝式傳輸與超寬頻特性，使其訊號能低於噪音底噪運作，在不對既有通信系統造成實質干擾的前提下實現頻譜共存。其應用範圍涵蓋高精度定位、近距離資料傳輸、門禁控管、室內與工業感測等多元場景，並具備與人工智慧技術結合的潛力，可透過 AI 進行頻道預測、自適應跳頻與智慧化共享管理，以進一步降低干擾風險並提升頻譜利用效率。

Rolfe 以 UWB 的發展經驗說明，在適當的技術條件與監理架構支持下，免執照與共享式頻譜使用並不必然削弱既有使用者權益，反而有助於促進創新應用、降低市場進入門檻，並提升整體無線生態系的彈性與多樣性。此案例亦為各國在中高頻段規劃新世代行動通信、室內定位及感測相關應用時，提供具體且可參考的實證經驗。

十二、場次九：6GHz 生態系之應用案例與政策前瞻 (Evolving Upper 6 GHz Band Ecosystem: Emerging Use Cases, and the Policy Path Ahead)

主持人	與談人
Richard Marsden (NERA 高階董事總經理)	<ul style="list-style-type: none">● Kristine Hackman (Amazon 公共政策與互聯互通部門)● Audrey Mikola (Charter 監理事務副總裁)● Martha Suarez (Dynamic Spectrum Alliance 總裁)● Campbell Massie (GSMA 公共政策總監)



圖 23、場次九 Amazon、Charter、Dynamic Spectrum Alliance 及 GSMA 與談代表

本場次由 NERA 高階董事總經理 Richard Marsden 主持，與談者包括 Kristine Hackman、Audrey Mikola、Martha Suarez 及 Campbell Massie 等人從不同產業視角說明 6 GHz 頻段在支撐網際網路流量成長、AI 應用、次世代 Wi-Fi 技術與 6G 行動通信發展中的關鍵性，探討 6GHz 頻段在未來通信發展中的角色定位與政策選擇，聚焦免執照應用、行動通信、頻譜共享技術及全球頻譜協調等議題。

本場次為歐洲國家及我國皆非常關注美國決定「6GHz 頻段供免執照使用」議題的討論，座談中並進行不計名舉手投票來檢視各國與會者的立場，結果不意外的超過 95% 的與會者（包括臺下的與會者）支持美國政府的頻譜規劃，僅 GSMA 與談代表 Campbell Massie、歐洲各國主管機關代表、IMT 相關產業先進及我國代表團持反對意見，顯見此決定在美州地區已取得高度共識。

(一) Amazon 分享 6GHz 頻段作為整體數位生態之創新基礎

Amazon 公共政策與互聯互通部門 Kristine Hackman 從 Amazon 的數位生態觀點出發，說明 6GHz 頻段已成為支撐全球數位創新與網際網路服務發展之關鍵頻譜資源，其價值並非僅限於 Wi-Fi 技術本身，而是透過免執照使用機制，支撐大量雲端服務、電子商務及智慧應用，形成完整數位生態系。Hackman 強調，從宏觀經濟角度觀察，6GHz 頻段所創造之附加價值，遠高於單一通信技術所能衡量，對整體通信涵蓋與產業創新具有基礎性影響。

Hackman 以 Amazon 投入數十億美元之 Amazon LEO 衛星寬頻計畫為例，說明高品質寬頻連網對於 AI 及未來高吞吐量應用之關鍵性。若各國在 6GHz 頻段之頻譜分配與共享政策上缺乏協調，恐將造成設備與應用碎片化，進而延誤創新落地。故 Hackman 主張主管機關應積極推動頻譜共享技術與制度設計，降低頻譜整備成本，確保新興高頻寬應用得以及早布建。

(二) Charter 分享 Wi-Fi 作為實質網路近用核心之產業實證

Charter 監理事務副總裁 Audrey Mikola 從美國固網營運經驗說明，對於多數美國用戶而言，Wi-Fi 已實質等同於網際網路本身。使用者對「上網體驗」的主要感知，實際上是由家庭與企業內部的 Wi-Fi 網路所決定。依產業數據顯示，美國主要行動通信業者約 90% 的行動數據流量實際是透過 Wi-Fi 網路傳輸，顯示免執照頻譜對整體通信涵蓋與基地臺負載分流具有關鍵功能。截至 2025 年 10 月底，Charter 擁有 3,000 萬戶寬頻用戶，網路中連接約 5 億台 IP 裝置，反映固定寬頻與 Wi-Fi 在整體通信架構中的核心地位。

Mikola 補充說明，Charter 為 Wi-Fi 7 布建速度最快之業者，其 Wi-Fi 7 路由器布署量於 2025 年第一季成長達三倍。Wi-Fi 7 相較 Wi-Fi 6 傳輸速度提升約 100%，容量提升約 5 倍，惟該效能高度仰賴完整 6GHz 頻段（1,200MHz 頻寬）之可用性，始能支援 Wi-Fi 7 之 320MHz 超大頻寬通道，以滿足體育賽事直播等高頻寬、低延遲應用需求。Mikola 強調，要讓固定寬頻投資的效益確實轉化為終端體驗，6GHz 的完整性是不可替代的前提條件。

(三) Dynamic Spectrum Alliance 分享動態頻譜共享與固定寬頻應用之實務

動態頻譜聯盟 (Dynamic Spectrum Alliance) 總裁 Martha Suarez 指出，固定寬頻仍為全球網路流量之主要承載方式，其流量規模較行動通信高出數個數量級，因此在頻譜分配與頻譜整備政策上，應給予與行動通信同等重視。Suarez 認為 6GHz 頻段之成功關鍵，在於透過技術創新與共享機制，使免執照使用得以在保護既有使用者之前提下運作。

Suarez 進一步說明 AFC 系統之角色，指出 AFC 使免執照設備得以即時判斷可用頻率，有效避免對既有固定服務與基地臺造成干擾，並強調只有開放完整 1,200MHz 頻段才能提供三個 320 MHz 大通道，支援擴增實境 AR、虛擬實境 VR、IIoT) 與 Digital Twin 等應用場景，並符合醫療與校園等高密度場域之低延遲需求。若僅開放部分頻寬，通道劃分將被迫折衷，干擾管理成本上升，最終無法滿足企業級 SLA 與公眾場域對一致性體驗的要求。Suarez 主張 Dynamic Spectrum Alliance 是將「技術管制—共享運作—既有保護」三者透過制度化的 AFC 流程串接起來，使頻譜效率與干擾風險在動態治理中同時被最小化與最優化。

(四) GSMA 表達行動通信產業對 6GHz 與 6G 頻譜之需求

GSMA 公共政策總監 Campbell Massie 代表行動通信產業指出，全球約六成人口所屬國家已將 6 GHz 頻段視為 6G 行動通信的重要潛在頻段之一。隨著行動數據流量持續成長，未來 6G 系統同樣需要具備更寬且連續的頻寬資源，以支撐高容量、低延遲及高可靠度之行動通信服務，並確保行動網路長期演進所需的技術與服務彈性。

Massie 進一步對美國將整個 6GHz 頻段規劃為免執照使用的政策方向表達關切，指出若行動通信長期缺乏具排他性與穩定性的頻譜使用環境，將不利於服務品質控管與產業投資的可預期性。GSMA 以歐洲部分國家之政策討論為例，說明其傾向於保留 6 GHz 上半部頻段作為行動通信或未來 6G 系統的潛在使用頻段，以因應中長期行動網路容量成長需求。

Massie 肯定 Wi-Fi 與免執照無線技術在數位創新與終端應用中的關鍵角色，但也強調未來頻譜政策應朝向更為平衡的規劃方向，使行動通信與免執照無線應用能在不同頻段或技術條件下並行發展、互補共存，共同支撐整體無線生態系的持續成長。

十三、場次十：縮短偏鄉數位落差之頻譜擴展 (Spectrum Expanding connectivity to rural and tribal communities - ensuring a responsive, streamlined and inclusive approach to closing the digital divide)

主持人	與談人
Anne Keeney (Glen Echo集團資深副總裁)	<ul style="list-style-type: none"> ● Brooke Donilon (NTIA 幕僚長) ● Joseph Calascione (FCC 有線競爭局局長) ● Allan Ingraham (FCC政策秘書處)

本場次由 Glen Echo 集團資深副總裁 Anne Keeney 主持，與談者包括 Brooke Donilon、Joseph Calascione 及 Allan Ingraham 等人分別自行政治理、監理制度及經濟政策模型等不同角度切入探討當前美國寬頻與行動通信政策之推動方向與治理模式發展，聚焦於大規模公共補助計畫、跨機關協調機制，以及在多元通信技術並行環境下，如何透過制度設計提升通信涵蓋與布建效率。

(一) NTIA 幕僚長分享美國寬頻補助政策之治理模式與技術中立原則

Brooke Donilon 為 NTIA 幕僚長，負責督導總規模達 424.5 億美元之「寬頻公平、近用與布署 (Broadband Equity, Access, and Deployment, BEAD)」計畫。該計畫係依據 2021 年美國《基礎設施投資與就業法案》推動，核心目標在於提升全國網際網路涵蓋，並消除長期存在之數位落差。截至 2025 年 9 月 4 日，已有 52 個州與領地向 NTIA 提交最終計畫書，顯示該計畫已進入實質布建與執行階段。

Donilon 指出，依各州提案內容評估，BEAD 計畫在有效競標與制度設計下，預期整體整備成本可大幅低於原始預算，初估可節省約 190 億美元，意味僅需

動用原核定經費之一半即可完成既定的寬頻涵蓋目標。為加速計畫推動，NTIA 設定 90 天內完成各州提案審核之自我管制時程，並同步推動行政流程簡化措施，包括減少重複申請文件、強化跨部會協調，以及導入數位化審查工具。

在技術政策層面，Donilon 強調「技術中立」原則，認為主管機關不宜預設特定技術作為唯一解方，而應由各州依其地理條件、人口密度及整備成本，自行選擇最適技術組合，包括光纖、固定無線接取（Fixed Wireless Access，FWA）或低軌衛星，此一作法可避免頻譜分配或補助政策扭曲市場競爭，並有助於加速網際網路普及涵蓋。

由 Donilon 的分享，可見美國在推動大規模寬頻布建時，係以技術中立與行政流程精簡作為核心政策工具，透過制度設計降低整備成本，並提升頻譜與補助資源使用效率。

(二) FCC 有線競爭局提出聯邦寬頻補助計畫間之協調機制與監理簡化方向

FCC 有線競爭局(Wireline Competition Bureau)局長 Joseph Calascione 分享重點聚焦於 BEAD 計畫與 FCC 所主導之 5G 基金（5G Fund）間的政策協調問題，並指出若不同聯邦補助計畫缺乏整體規劃，易導致重複補助或資源錯置，影響頻譜整備與網路布建效率。

Calascione 認為基於 BEAD 計畫規模遠大於 5G 基金，且其布建範圍直接影響後續基地臺後傳網路需求，政策上宜採「BEAD 優先」原則。透過先行確認 BEAD 補助區域與布建位置，可協助業者在參與 5G 基金投標時，更精準評估網路建設與頻率分配需求，進而提升整體資源配置效率。

在監理制度方面，FCC 正推動多項程序簡化措施，包括取消冗長的用戶通知流程、導入自動授權（Auto-grants）機制，以及整合原本分散的合規測試要求。上述作法有助於加速既有網路汰換與新世代通信技術，降低行政不確定性對業者投資決策的影響。

Calascione 特別強調精準寬頻地圖（Accurate Broadband Mapping）之重要性，尤其在低軌衛星等非地面通信系統納入評估後，更需確保涵蓋資料之

即時性與正確性，並將精準寬頻地圖被視為衡量數位落差、制定補助與頻譜分配政策的關鍵基礎。

(三) FCC 政策秘書處分享從經濟模型解析最低成本解決方案與寬頻

FCC 之政策秘書處 Allan Ingraham 從經濟與政策設計角度切入，說明 BEAD 計畫並非以建立完全對等競爭環境為主要目標，而是以達成基本寬頻近用為優先考量。Ingraham 指出 BEAD 計畫明確要求在符合最低服務品質門檻（如下載 100 Mbps、上傳 20 Mbps 等），並採用「最低成本解決方案」為補助配置原則。

Ingraham 認為，此一設計反映政策制定者在有限公共資源下，試圖兼顧普及涵蓋與財政效率的取向。透過最低成本原則，可避免過度投資於高成本技術，並降低整體頻譜整備與網路布建之財政負擔。然而，單純聚焦建設成本，未必能完全解決實際使用層面的數位落差問題。

Ingraham 認為即使網路已完成布建，若價格、設備或數位能力不足，仍可能造成實質落差，故關注寬頻採取率（Adoption）與合理近用權的議題仍無法停下腳步。Ingraham 提醒主管機關，在規劃通信政策時，除頻譜分配與基礎建設外，亦須同步考量使用端條件。

肆、心得及建議

本次第 14 屆美洲頻譜管理會議於美國華盛頓特區舉辦，會議議程為期 2 天、每天召開 8 小時之會議，總共進行 13 場小組討論和演講，邀集多位來自國際通信標準組織、產業組織、國家代表、行動網路業者、設備商代表等與會人員進行分享與互動式討論。本次會議聚焦於無線通信與頻譜政策的未來發展，討論美洲地區 WRC-27 規劃、6GHz 頻段應用、5G SA 與 6G 演進、超高頻 (UHF) 變化、D2D、微波與毫米波頻段前景，以及頻譜訂價與發照制度等關鍵議題，該等議題對於我國的 6G 頻譜整備與規劃具有極為重要的參考價值。整體而言，如何在 6G 先進各國決策不同的背景下，靈活且適時的選定頻段、進行整備、釋出頻譜，是在 2029 年底前之政策決定關鍵所在。以下謹針對參會的幾個重點面向，提出心得與建議：

一、中頻段頻譜已然成為全球通訊競爭的關鍵戰略資源

本次會議顯示，美國透過《OBBBA 法案》推動 C 頻段整備，並同步檢視 7-15GHz 與更高頻段的可行性，反映其試圖建立具連續性與可預期性的頻譜供應進程 (Spectrum Pipeline)。此一作法顯示頻譜政策已從單次釋出轉向長期結構性規劃，而非短期因應需求之技術，藉以因應行動通訊、衛星、Wi-Fi 與新興應用同步成長所帶來的壓力。

綜合本次會議各方觀點可見，雖然會議中討論橫跨 800MHz、3.4-4.2、4.4-4.99、5.925-7.125、7.125-8.4 及 14.8-15.3GHz 等頻段，但仍側重於中頻段，特別是 3.4-4.2、5.925-7.125 及 7.125-8.4GHz 已成為支撐 5G 延伸與 6G 發展的核心頻譜資源，其角色不再僅限於技術選項，而是攸關國家競爭力與產業佈局的關鍵基礎。相較於低頻段之廣域覆蓋特性與高頻段之高容量優勢，中頻頻段兼具覆蓋效率與容量平衡，對於支撐未來多元應用場景具有關鍵意義。綜整對我國頻譜政策關注重點歸整如下：

- (一) C 頻段：會議中美國主管機關大膽的提到將挑戰開放至 4180MHz 供行動通訊使用 (即僅保留 20MHz 予衛星固定通訊使用)，對應我國 C 頻段尚存眾多既存使用者，若要進行整備，建議應取得既有使用者等多方利害關係人之共識再予執行。

(二) 4GHz 頻段：鑑於美國主管機關將整個 6GHz 頻段（5925-7125MHz）劃定為 Wi-Fi 等免執照使用，為了補足 IMT 頻譜需求而將注意力轉至 4GHz 頻段（4400-4990MHz），這將對歐盟及我國的 6G 頻譜釋出選擇帶來選擇壓力，建議應提早盤點我國 4GHz 現況，據以因應美洲國家集體釋出 4GHz 對我國可能產生的釋出頻譜壓力。

(三) 7GHz 頻段：在 WRC 會議中，7.125-8.4GHz 為 6G 的 FR3 熱門候選頻段；會議中美國主管機關向各界說明將集中在 7.125-7.45GHz 頻段，建議搜集全球各地區之之頻段規劃，據以規劃我國 FR3 新興釋出候選頻段。

二、頻譜治理重心逐步轉向彈性共享與制度化治理

本次會議亦顯示，頻譜治理思維正由傳統靜態分配模式專屬頻段為主的管理模式已難以滿足多元應用需求，逐步轉向強調彈性調度與制度化治理的動態架構。無論是 CBRS 經驗，或對未來 C 頻段的規劃構想，均顯示頻譜治理正朝向「可調適、可擴充」的制度設計發展。透過動態頻譜管理(DSM)及軟體定義網路(Software Defined Networking, SDN)等技術，頻譜分配可依實際使用情境進行調整，提升整體使用效率。相關經驗顯示，當頻譜政策能結合技術中立原則與制度彈性，不僅可降低干擾風險，也有助於促進跨產業創新，並提升頻譜作為公共資源的整體價值。

三、頻譜整備須兼顧技術可行性與制度穩定性

會議內容亦顯示，頻譜整備不僅涉及工程與設備層面的技術問題，更牽動跨部門協調、制度設計與行政執行能力。無論是衛星營運商、行動通訊業者或廣播內容製作者，皆高度關切轉換時程、補償機制與干擾防護是否具備可預期性。C 頻段或其他中頻頻段的釋出，皆需在確保既有用途穩定運作的前提完成整備作業。相關經驗顯示，若缺乏清楚的時程規劃、驗證機制與風險評估，將可能影響政策可信度，甚至延宕整體推動進程。

因此，建立明確的整備里程碑與跨機關溝通機制，成為頻譜政策成功與否的重要關鍵。透過事前技術測試、制度化協商平台及資訊透明化，可降低不確定性並提升各方對政策推動的信任程度。此類做法亦有助於在確保通信品質與公共利

益的前提下，穩健推進頻譜分配作業。

四、 公共利益與市場效率須同步納入頻譜治理考量

本次會議亦突顯，頻譜政策除支撐產業發展外，亦須回應公共服務與社會需求。大型活動轉播、公共安全通信與即時資訊傳遞，均高度仰賴穩定且可預期的頻譜環境，若頻譜調整過程缺乏妥善配套，可能對公共服務品質造成實質影響。

因此，在推動頻譜整備與分配政策時，如何兼顧產業創新與公共利益，成為政策設計的重要考量。透過完善臨時授權 (Special Temporary Authority, STA) 制度、強化跨機關協調機制，以及建立事前溝通與風險管理流程，可有效降低衝擊並提升整體政策韌性。此類作法亦有助於在頻譜使用日益密集的情境下，維持社會運作的穩定性。另一方面，美國在推動 BEAD 計畫及縮小數位落差的政策目標，顯示未來頻譜治理需在市場效率、公共利益與社會包容性之間取得更精緻的平衡。

五、 整體觀察與未來政策思考方向

綜合本次會議討論可見，頻譜政策已逐步由單一技術管理工具，轉型為結合產業發展、公共治理與國家競爭力的關鍵政策領域。隨著 6G、非地面網路及新型應用快速推進，各國均面臨頻譜資源日益緊縮之挑戰，並須透過制度創新以維持彈性與韌性。

整體而言，未來頻譜政策發展重點包括：建立可預期且持續的頻譜供應機制、強化頻譜共享與動態管理能力、提升跨部會協調效率，以及在推動創新應用的同時確保公共利益。透過參與國際交流並掌握各國政策實務經驗，及早布局中高頻段量測、制度測試與實證研究，有助於縮短未來政策調整時程，並提升整體我國頻譜治理架構。為後續行動通信與數位基礎建設奠定穩固基礎。