

財團法人電信技術中心出國報告

出席 2026 年 第 12 屆亞太頻譜管理會議 出國報告書

單位名稱：財團法人電信技術中心

姓名職稱：巫國豪 主任

江東訓 副理

派赴國家：柬埔寨金邊

出國期間：2026 年 3 月 10 日至 2026 年 3 月 13 日止

報告日期：2026 年 4 月 13 日

目錄

壹、 目的.....	1
貳、 行程.....	2
參、 會議過程及內容	4
一、 開幕.....	4
(一) 主辦單位致詞：亞太地區電信組織秘書長-Masanori Kondo 先生	4
(二) 國際電信聯合會亞太區域主任-Atsuko Okuda 女士致詞	4
(三) 柬埔寨郵電部部長 H.E Vandeth Chea 致詞	4
二、 場次 1：擘劃通往 WRC-27 的道路：亞太地區頻譜策略優先事項	5
(一) 亞太地區電信組織之 WRC-27 籌備小組 (APG-27) 主席 Nobuyuki Kawai 簡報	5
(二) 美國國家電信與資訊管理局頻譜管理辦公室副主管 Charles Cooper 分享	6
(三) 汽車聯網產業聯盟 (Car Connectivity Consortium ,CCC)資深監理主任 Sergio Marquez 分享	6
(四) GSM 協會 (Groupe Speciale Mobile Association,GSMA)頻譜政策監理事務主任 Yishen Chan 分享	8
(五) 愛立信標準與頻譜主任 Sendil Kumar 分享	8
(六) 全球衛星產業協會副總裁 Peng Zhao 分享	9
三、 場次 2：亞太地區頻譜演進：國家藍圖、5G 布建以及強化區域協調一致之必要性：場次 2i：個案研析－國家頻譜策略與長期藍圖	10
(一) 日本總務省 Yuki Motomura 分享	10
(二) 菲律賓資訊與通訊部政策與標準局主任 Gemma P.Baysic 分享	12
(三) 孟加拉電信監理委員會 Md Mehfuz Bin Khaled 分享	13
(四) 柬埔寨電信監管局 Sokharath Penh 分享	13
四、 場次 2.ii:持續推進的 5G 發展進程－已實現成果與未來挑戰	14
(一) Axiata 集團 Thomas Hundt 分享	15
(二) Viasat 集團 Joe Guan 分享	16
(三) CAMGSM 公司 Andrey Kuzin 分享	16
五、 場次 3：6 GHz 頻段中的競合願景：亞太地區的未來發展路徑是否正逐漸明朗？	17
(一) 印度電信監理局 Akhilesh Kumar Trivedi 分享	17
(二) 澳洲通訊與媒體管理局 Freddie Cook 分享	18
(三) GSMA Yishen Chan 分享	19
(四) Nokia Tuck Poon 分享	20
(五) HPE Xin Tang 分享	20
(六) DSA Yongseok SEO 分享	21

(七) 我國代表發言分享與交流	22
六、 場次 4：亞太地區中頻段頻譜策略之下一波連線浪潮—是否已在各項需求間取得適當平衡？	23
(一) 柬埔寨電信監管局 Phirun Kim 分享	23
(二) 越南無線電頻率管理局 Hoang Le Trung 分享	24
(三) GSA Ye Min 分享	25
(四) 國際民航組織 Soniya Nibhani 分享	26
(五) Measat Teh Chin Eng 分享	26
七、 場次 5：建構頻譜與執照架構，以因應日益多元化的太空與衛星生態系需求.....	27
(一) NGSO 與 GSO 的技術共存與法規更新	27
(二) 太空永續性與太空碎片清理	28
(三) 頻譜資源取得之公平性與「先進者優勢」爭議	29
(四) 國家太空政策的制定（以柬埔寨為例）	29
(五) 縮小數位落差的願景	30
八、 場次 6：亞太地區衛星直連裝置（Direct-to-Device）服務的崛起—發展進展、政策選項與商業化之路	30
(一) 衛星直連裝置（D2D）與縮小數位落差	30
(二) 全球頻譜協調與既有規則的穩定性	30
(三) 產業協同合作（Collaboration）優於惡性競爭	30
(四) 保護地面站免受干擾與跨境管理	31
(五) 國家政策與國際標準的接軌	31
九、 場次 7：塑造 6G 的未來——亞太地區如何在推動創新與確保包容性之間發揮領導角色？	32
(一) 6G 的核心願景與設計原則	32
(二) AI 與感測技術的深度整合	32
(三) 頻譜需求與全球協調的挑戰	33
(四) 商用時程與 5G/6G 的共存	34
(五) 創新應用案例-AI 眼鏡與包容性技術	34
十、 場次 8：超高頻（UHF）頻率的持續演進——目前進展？主要利害關係人正形成哪些策略發展藍圖？	35
(一) 頻譜資源的困境-娛樂需求與連網擴張的衝突	35
(二) 無線麥克風對 UHF 頻段的高度依賴	35
(三) 低頻段是廣域覆蓋的核心	36
(四) 區域頻譜調和（Harmonization）的進展	37
(五) 創新的頻譜管理與共享策略	38
十一、 場次 9：亞太地區固定無線接取（FWA）的未來發展	38
(一) FWA 應作為光纖的互補而非競爭技術	38

(二) 技術進步帶動成本下降與效能提升	38
(三) 多頻段協同布署策略	39
(四) 災難恢復與縮小數位落差中的角色	40
(五) 與低軌衛星的共存與競爭	40
十二、 閉幕	40
肆、 心得及建議	41
伍、 附件：相關照片及資料	46

壹、目的

本中心為執行數位發展部「6G 頻譜政策領航計畫委託研究」計畫案，達成參與國際電信聯合會(International Telecommunication Union, ITU)相關會議、蒐集國際頻譜管理發展趨勢等計畫工作目標需求，由本中心研究企劃組巫國豪主任及檢技組江東訓副理出席位於柬埔寨金邊舉辦之 2026 年第 12 屆亞太頻譜管理會議(12 th Asia-Pacific Spectrum Management Conference)，掌握亞太地區國家頻譜管理發展趨勢與維繫國際鏈結。

亞太頻譜管理會議(Asia-Pacific Spectrum Management Conference)為全球頻譜系列(Global Spectrum Series)之區域會議之一，於 2013 年召開首次會議，其後每年舉辦一次，主要探討亞太地區頻率規劃、分配與管理之區域性會議。第 12 屆亞太頻譜管理會議於 2026 年 3 月 11 日開始至 3 月 12 日結束，為期 2 天，本次會議聚焦於無線通信與頻譜政策的未來發展、亞太地區 WRC-27 之發展、各國頻譜策略與藍圖、5G 網路布建之區域進展、邁向 B5G 與 6G 發展、關鍵頻譜如 6 GHz 頻段、超高頻(Ultra High Frequency, UHF)頻段與 C-頻段頻譜、衛星直連裝置(Direct-to-Device, D2D)與非地面網路(Non-Terrestrial Networks)、固定無線接取(Fixed Wireless Access)的未來、拍賣、釋出與定價策略等關鍵議題。本場會議邀請來自亞太地區各國主管機關、不同頻率用途之產業代表、國際組織或研究單位分享觀點。



圖 1：第 12 屆亞太地區頻譜管理會議-主要探討議題

資料來源：APT

貳、行程

表 1：出國行程表

日期	行程
2026 年 3 月 10 日	去程： 臺灣桃園國際機場（TPE）至柬埔寨達克茂德崇國際機場（KTI） 3 月 10 日 08:45 出發 3 月 10 日 11:25 抵達（柬埔寨金邊當地時間）
2026 年 3 月 11 至 12 日	參加 2026 年第 12 次亞太地區頻譜管理會議（11th Asia-Pacific Spectrum Management Conference）共兩天議程 主要參與議題：頻譜規劃及管理發展趨勢
2026 年 3 月 13 日	回程： 柬埔寨達克茂德崇國際機場（KTI）至臺灣桃園國際機場（TPE） 3 月 13 日 12:45 出發（柬埔寨金邊當地時間） 3 月 13 日 17:05 抵達

表 2：會議議程

2026 年 3 月 11 日	
時間	主題
09:00 - 09:45	Welcome Ceremony & Keynote Presentations
09:45 - 11:00	Session 1: Charting the Road to WRC-27: APAC's Strategic Spectrum Priorities
11:00 - 11:25	Morning Refreshment Break
	Session 2: APAC Spectrum Evolution: National Roadmaps, 5G Deployments, and the Case for Greater Regional Alignment
11:25 - 12:25	Session 2i: Case Studies - National Spectrum Strategies and Long-term Roadmaps
12:35 - 13:20	Session 2ii: The Continuing 5G Journey - Progress Achieved and Challenges Ahead

13:20 – 14:20	Lunch
14:20 – 15:30	Session 3: Competing Visions in the Upper – 6GHz Band: Is the Future Path across Asia-Pacific Becoming Clearer?
15:30 – 15:55	Afternoon Refreshment Break
15:55 – 17:05	Session 4: Mid-Band Spectrum Strategies for APAC’ s Next Connectivity Wave – Has the Right Balance been Found?
17:05 – 17:10	End of Day 1
2026年3月12日	
時間	主題
09:00 – 10:10	Session 5: Delivering Spectrum and Licensing Frameworks to Meet the Needs of an Increasingly Diverse Space and Satellite Ecosystem
10:10 – 11:25	Session 6: The Rise of Direct – to – Device Services in Asia – Pacific – Progress, Policy Options and the Road to Commercialisation
11:25 – 11:50	Morning Refreshment Break
11:50 – 13:00	Session 7: Shaping the 6G Future – How can APAC lead in both Driving Innovation and Ensuring Inclusivity?
13:00 – 13:55	Lunch
13:55 – 14:55	Session 8: The Continued Evolution of the UHF Frequencies – What Progress is being seen and What Strategic roadmaps are Emerging for Key Stakeholders?
14:55 – 15:15	Afternoon Refreshment Break
15:15 – 16:15	Session 9: The Future of Fixed Wireless Access (FWA) in APAC
16:15 – 16:20	End of Conference

參、會議過程及內容

一、開幕

(一) 主辦單位致詞：亞太地區電信組織秘書長-Masanori Kondo 先生

本次亞太地區無線電通信頻譜管理會議於柬埔寨金邊舉行，秘書長 Kondo 先生表示，亞太地區電信組織 (Asia-Pacific Telecommunity, APT) 致力於推動亞太地區普及、具意義且可負擔的連線，並指出有效的頻譜管理是實現永續、包容與數位轉型的關鍵。頻譜與衛星軌道資源的高效運用，對於各國 ICT 策略與區域數位轉型至關重要。秘書長指出，本次會議將涵蓋 因應 WRC-27 之準備工作、物聯網布建、頻譜發照機制、D2D 衛星直連裝置發展以及 6G 未來發展方向等重要議題。為促進知識分享與人才培育，APT 近期也推出 Friends of Spectrum 平台，邀請各界共同交流與參與。

(二) 國際電信聯合會亞太區域主任-Atsuko Okuda 女士致詞

亞太區域主任 Atsuko Okuda 女士表示，數位轉型已是發生中的現實，而無線電頻譜是其中不可或缺的核心資源。WRC-27 將是關鍵節點，決定未來數十年的技術走向，包括 5G 演進、6G 發展與衛星服務。她強調 APG-27 區域準備的重要性，並鼓勵各會員國積極參與，建立亞太地區的技術共識。

(三) 柬埔寨郵電部部長 H.E Vandeth Chea 致詞

柬埔寨郵電部 (Minister of Post and Telecommunications) 部長 H.E. Vandeth Chea 表示，柬埔寨近年大幅加速數位轉型，將科技與數位經濟視為國家發展核心。2025 年 10 月，柬埔寨核發 3.5 GHz 頻段執照，並於 2026 年初完成快速布建，展現政府與產業攜手推動高速連網的決心。

部長更進一步指出，頻譜管理已成為國家策略的一環，對偏鄉連網、教育、

醫療與永續發展至關重要。隨著 WRC-27 即將到來，柬埔寨將持續與 APT 區域組織協調合作，支持頻段和諧共用、規劃與標準化，以促進包容與數位轉型。

二、場次 1：擘劃通往 WRC-27 的道路：亞太地區頻譜策略優先事項

隨著 2027 年世界無線電通信大會 (World Radiocommunication Conference 2027, WRC-27) 距今已不到 2 年時間，目前已經到了本屆 WRC 週期的一半以上，全球各地的準備工作也正如火如荼地展開。由於下一次亞太電信組織 (APT) 籌備會議預計於今年七月在日本舉行，本場次將聚焦於亞太地區在此之前於關鍵議程項目上的準備進展，以及即將討論的核心議題。透過分析新興趨勢、辨識潛在挑戰，並指出需要加強區域協調的一致性領域，本場次將勾勒未來數月中至關重要的後續行動，以支援持續進行的準備工作，並協助確保在 WRC-27 上形成成功且具協調性的區域成果。

(一) 亞太地區電信組織之 WRC-27 籌備小組 (APG-27) 主席

Nobuyuki Kawai 簡報

APT 之 WRC-27 籌備小組 (APT Conference Preparatory Group for WRC-27, APG-27) 主席 Nobuyuki Kawai 先生報告亞太地區目前對於 WRC-27 準備工作現況。首先，亞太電信共同體 (APT) 成立於 1939 年，目前是亞太地區最具代表性的區域性電信組織之一，現有 38 個成員經濟體。APG-27 是 APT 當前最重要的專案之一，專責統籌亞太地區對 WRC-27 的集體準備工作。而 WRC 的議程具有延續性，部分議題將從前一屆大會持續延伸至 WRC-27 討論。全球目前共有六個區域電信組織，各區域組織會先在區域內進行協調，再提交至 WRC。APG-27 已完成第一次與第二次會議，並設立多個工作小組與編輯小組，負責不同議程項目的研究與整合。目前討論議題包括頻譜保護、行動與衛星共存、5-8 GHz 頻段共享、太空與地面通訊研究等，狀態仍屬動態發展。

Nobuyuki Kawai 先生提到，APG-27 有三項核心目標，分別為：

1. 就 WRC-27 議程形成具體區域立場；
2. 推動會前與 CPM 準備；及
3. 啟動未來潛在議程討論。

Major milestones towards WRC-27

- Each agenda item is studied by relevant ITU-R Working Parties (WPs) between 2024 and 2027.
- Based on the studies CPM Report is developed.
- Preparation by regional organization (including APT) is conducted.

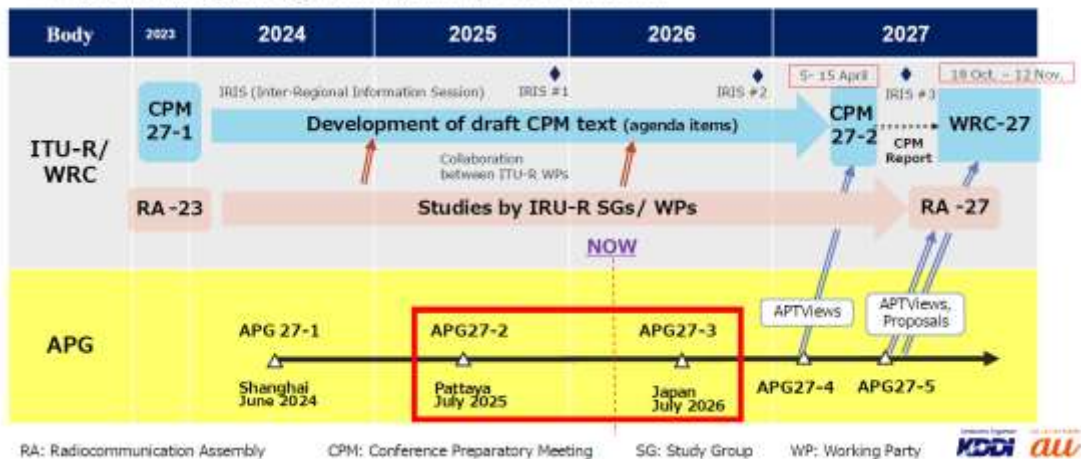


圖 2： APG 邁向 WRC-27 之關鍵里程碑

資料來源：APG-27

(二) 美國國家電信與資訊管理局頻譜管理辦公室副主管 Charles Cooper 分享

美國 Charles Cooper 分享美國持續支持執照頻譜與免執照頻譜之平衡發展，並分享美國在 C-band 與航空高度計干擾處理經驗，作為他國借鏡。

(三) 汽車聯網產業聯盟 (Car Connectivity Consortium ,CCC) 資深監理主任 Sergio Marquez 分享

CCC 為跨產業聯盟，會員涵蓋車廠、手機廠與半導體公司。該組織強調超寬頻 (UWB) 技術在數位鑰匙及精準定位上的實際價值，並呼籲各國應審慎處理 6–8.5 GHz 頻段政策。

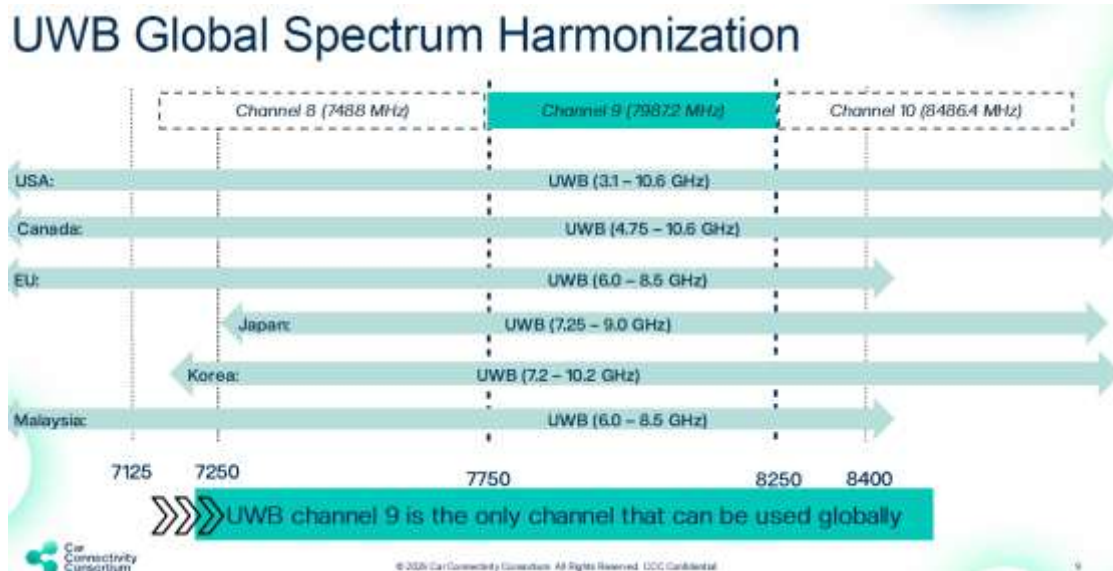


圖 3：全球 UWB 頻譜和諧共用

資料來源：CCC

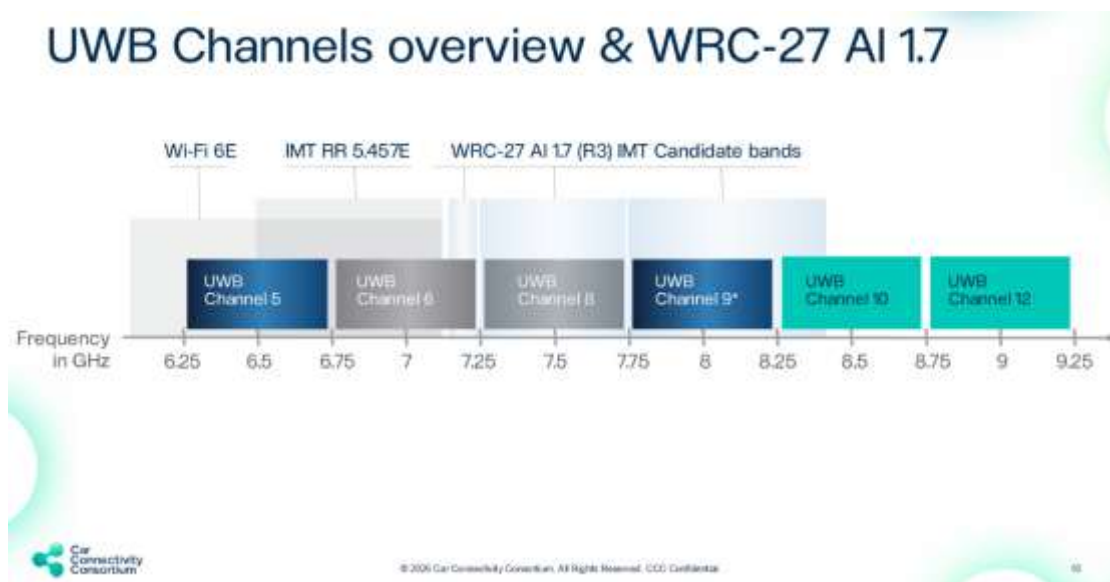


圖 4：UWB 頻率通道與 WRC 27 議題 1.7

資料來源：CCC

(四) GSM 協會 (Groupe Speciale Mobile Association,GSMA) 頻譜政策監理事務主任 Yishen Chan 分享

GSMA 指出未來流量持續成長，2030 年後 6G 將逐步部署，預估至 2040 年需新增約 3 GHz 中頻頻譜，以避免都市區出現容量瓶頸。



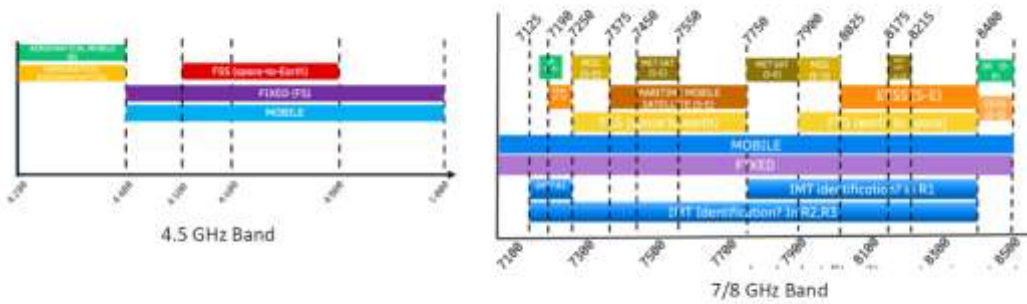
圖 5： 2035-2040 訊務量成長與候選頻段配置

資料來源：GSMA

(五) 愛立信標準與頻譜主任 Sendil Kumar 分享

愛立信標準與頻譜主任 Sendil Kumer 博士分享 WRC-27 之探討議題，其中有關議題 1.7 涉及行動通信頻譜，分別包括 4.5GHz 頻段以及 7/8GHz 頻段，根據目前 ITU 在第五 D 工作小組 (Working Party 5D, WP5D) 目前的研析狀況，有接近 75% 的研究工作著重於 7.125-8.4 GHz 頻段，有約 14% 的研究工作投入於 4.4-4.8GHz 頻段，有約 11% 的研究工作投入於 14.8-15.35GHz 頻率範圍。由此可見，目前國際間對於行動通信候選頻段，仍以 7.125-8.4GHz 頻段為大宗。

AI 1.7 Bands - Priorities



ITU-R WP 5D work:

-75% of inputs on the 7.125-8.4 GHz range

-14% inputs on the 4.4-4.8 GHz range

-11% inputs on the 14.8-15.35 GHz range

圖 6：WRC-27 議題 1.7 涉及頻段優先權考量

資料來源：愛立信

(六) 全球衛星產業協會副總裁 Peng Zhao 分享

全球衛星產業協會 (Global Association Representing the Entire Satellite Industry) 副總裁 Peng Zhao 分享衛星產業觀點。針對 WRC-27 議題 1.6，基於公平性考量，GSOA 希望採取先進先得 (First-Come, First-Served, FCFS) 之管理方式，以確保平等接取軌道與頻譜資源之權利。

GSOA
AI 1.6

Preserving Regulatory Integrity and Equitable Access

- The First-Come, First-Served concept efficiently preserves equitable access to orbital and spectrum resources.
- GSOA strongly opposes a priori assignment plans (Methods B and C) that would alter or override the coordination priority of existing filings.
- Removing regulatory deadlines (as proposed in Method C) acts as a de facto resource reservation, blocking new filings and undermining the foundations of the Radio Regulations.
- Open to exploring narrowly defined special procedures, provided existing operations and planned uses are strictly protected.

圖 7：GSOA 對於議題 1.6 之看法

資料來源：GSOA

三、 場次 2：亞太地區頻譜演進：國家藍圖、5G 布建以及強化區域 協調一致之必要性：場次 2i：個案研析－國家頻譜策略與長期藍 圖

在整個亞太地區，各國政府正加速推動頻譜制度的現代化，以因應快速攀升的連線需求、技術週期的持續演進，以及同時支援國家數位策略與未來新興網路發展的日益壓力。其中的一項關鍵要素，是持續推進的 5G 發展進程：在發展相對領先的國家，已逐步邁向全國性獨立組網（Standalone）的布建；而其他國家則仍處於布建初期規劃階段，並持續面對頻譜規劃與產業生態系成熟度等相關挑戰。對所有國家而言，都必須在國家優先事項與區域層級協調與共同發展的需求之間取得平衡。

在此背景下，本場次將以一系列國家案例研究作為開場，說明各國在頻譜策略與長期發展路線圖方面的最新進展。基於這些觀察，討論將進一步聚焦於亞太地區 5G 布建現況，檢視近期的發展動態，並探討如何有效克服仍阻礙布建進度的挑戰，包括投資不足、資金缺口、基礎建設落差以及終端裝置可負擔性等問題。本場次也將特別強調，在頻段規劃、執照架構與技術標準等方面，透過更高程度的區域協調一致性與跨境合作，如何有助於降低部署成本、促進規模經濟，並加速 5G 為消費者與產業帶來的整體效益。

（一）日本總務省 Yuki Motomura 分享

日本總務省（Ministry of Internal Affairs and Communications, MIC）頻譜政策組副主任 Yuki Motomura 分享日本電波法修正狀況。近年來，日本在無線電管理方面有著顯著進展，包括頻譜分配與執照制度的改革。2025 年的電波法修法包含五項主要背景與內容，包括國際觀點、核配方法、電臺執照制度檢討、接收設備與地面站管理，以及針對 6GHz 以上頻段導入有條件拍賣制度。

日本總務省預計導入之新的、有條件拍賣制度，主要適用於 6GHz 以上頻段，作為國家層級的頻譜政策工具。總務省希望透過拍賣所獲得的收入，能夠用於既有執照轉換、促進共用頻譜創新，以及高頻段相關技術與應用的發展。過去，日本主要以行政指配方式將頻譜提供給行動通信業者，特別是低頻與關鍵頻段，並要求業者提交全國性投資與建設計畫。自 2019 年起，評分機制也將頻譜經濟價值納入做為評估要素。有條件拍賣制度則作為補充機制，以促進更多元的高頻應用。毫米波等高頻頻段被期待可支援高速、大容量以及創新服務，因此制度設計上允許以都道府縣或更小行政區為單位核配頻譜，以鼓勵中小企業與新創團隊的參與。

修法後，日本針對 26GHz 頻段進行公開意見徵求調查，確認該頻段不適合大型全國型網路，因此決定導入拍賣制度，並成立包含經濟學者的專家委員會，負責相關制度設計。目前規劃的拍賣單位包括 45 個都道府縣與約 1,700 個地方自治單位。在「有效利用無線電」委員會之下，總務省已成立多個工作小組，包含有條件拍賣制度與無線電模型設計等議題，目前仍在討論中，未來將持續檢討存取系統與技術安排。

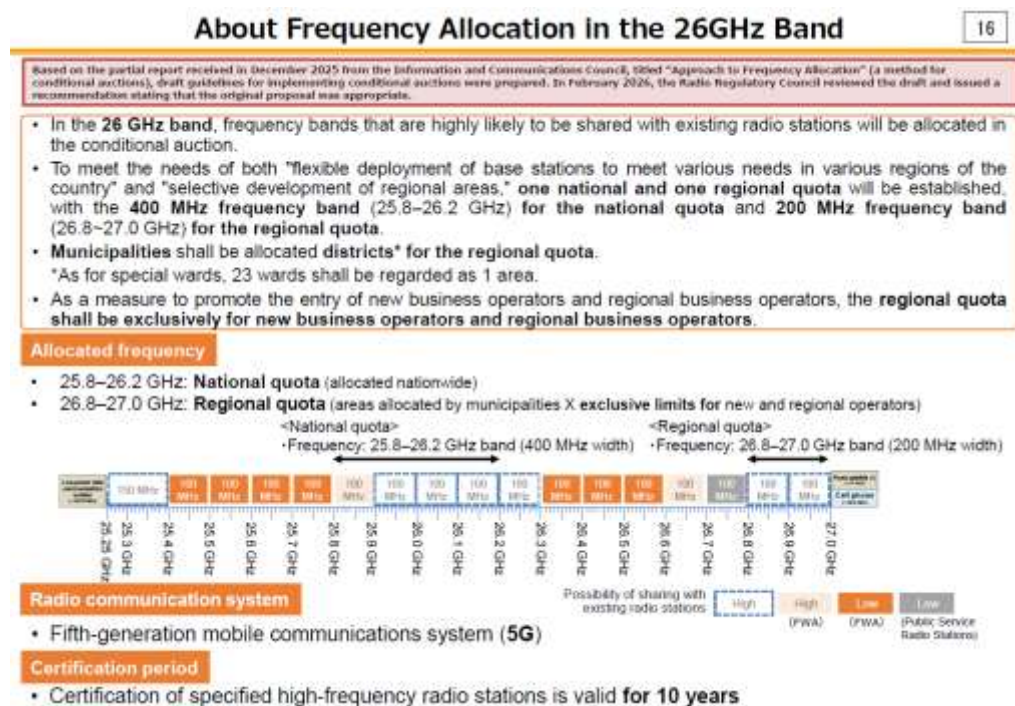


圖 8：總務省規劃 26 GHz 頻段分配作業

資料來源：日本總務省

(二) 菲律賓資訊與通訊部政策與標準局主任 Gemma P. Baysic 分享

菲律賓資訊與通訊部 (Department of Information and Communications Technology of the Philippines) 政策與標準局 (Policy and Standards Bureau (NIPPSB) 主任 Gemma P. Baysic 分享，菲律賓去年 8 月通過新的電信相關法案，9 月正式生效，目前正制定多項施行政策。該法案建立一個全面、包容且具一致性的數位傳輸與頻譜管理框架，重點包括降低進入障礙、提升透明度、建立效能標準以及推動基礎建設共用。新法要求相關政府部門、監理機構與競爭委員會共同制定頻譜管理政策框架 (Spectrum Management Policy Framework, SMPF)，以確保頻譜使用符合國家發展目標並與國際規範接軌。該頻譜管理框架包含頻譜價值估算、定價、核配機制、新興技術支持及反壟斷措施，並要求資訊公開與定期檢討。



圖 9：菲律賓頻譜管理政策框架主要政策目標

資料來源：菲律賓資通訊部

(三) 孟加拉電信監理委員會 Md Mehfuz Bin Khaled 分享

孟加拉電信監理委員會 (Telecommunication Regulatory Commission) 頻譜部門副主任 Md Mehfuz Bin Khaled 分享該國頻譜需求估算方法，採用 ITU 報告與 S 曲線模型進行用戶與流量預測，並透過非線性最小平方估計選擇最適模型。預測顯示，孟加拉的行動通信用戶數未來將達約 2.9 億，並於 2028 年後加速成長。

基於此流量模型推算，孟加拉預計至 2035 年約需新增 3GHz 頻寬之中頻段頻譜，目前該國已完成多次頻譜拍賣與配置，5G 正進行測試階段。該國之頻譜政策原則為反映實際經濟價值、透過拍賣提升效率，並兼顧社會與經濟效益。

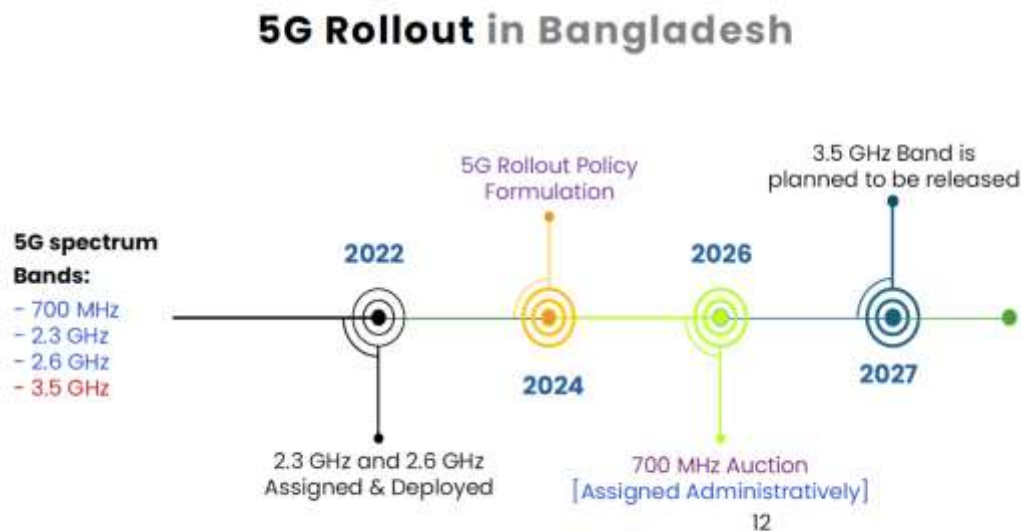


圖 10：孟加拉 5G 頻譜釋出時程

資料來源：孟加拉電信監理委員會

(四) 柬埔寨電信監管局 Sokharath Penh 分享

柬埔寨電信監管局 (Telecommunication Regulator of Cambodia ,TRC) 無線電頻譜監理部門主任 Sokharath Penh 分享該國近年進行的 IMT 頻譜重整、900MHz、1800MHz、2.3GHz 與 3.5GHz 頻段重新核配，以及 700MHz 頻段清頻作業。柬埔寨 5G 時代已於 2026 年 1 月正式啟動，截至 2026 年 3 月該國

已建置超過 1,500 座基地臺，並持續擴展中。

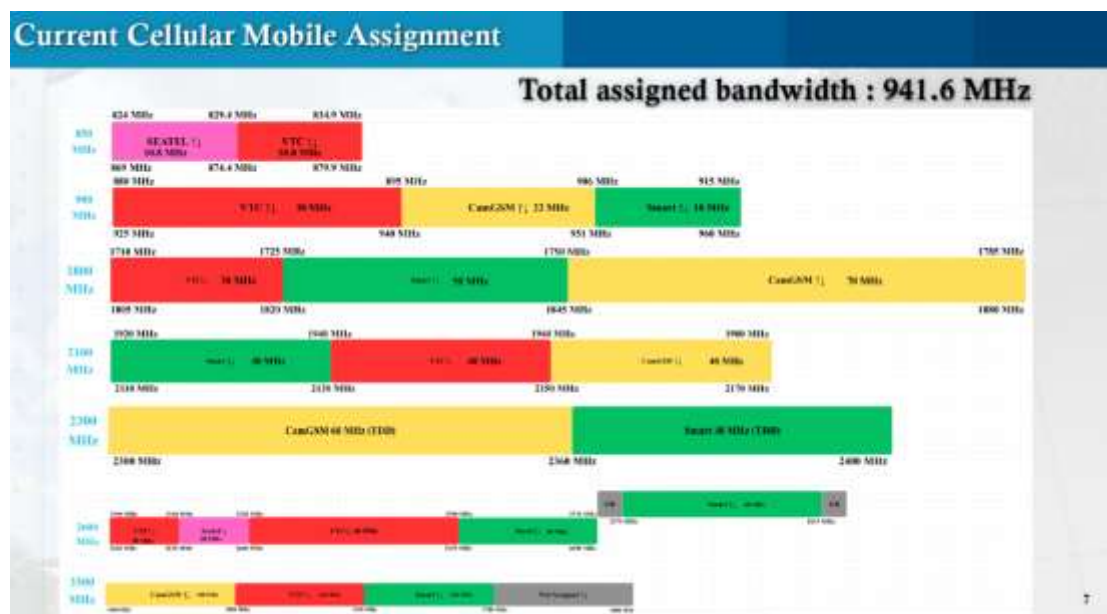


圖 11：柬埔寨行動通信頻譜核配狀態

資料來源：柬埔寨電信監管局

四、場次 2.ii:持續推進的 5G 發展進程－已實現成果與未來挑戰

本場次主要著重於亞太地區 5G 布建現況討論，從財務、法規、基礎設施以及產業生態系的角度來看，加速推進 5G 布建與發展，會面臨哪些最主要的障礙？政府與產業界又如何攜手合作，以克服這些挑戰？

在面對投資壓力、偏鄉涵蓋義務，以及區域內市場成熟度差異等因素時，電信業者如何在商業優先考量與國家連網規範目標之間取得平衡？至於在發展相對成熟、正逐步邁向 5G 獨立組網（Standalone）部署的亞太區域國家，目前觀察到哪些進展？持續推動這類服務的落地，對於 5G 的後續演進，以及作為邁向 6G 發展路徑中的下一個關鍵步驟，其重要性為何？

在頻段規劃、執照架構與技術標準等層面，提升區域協調一致性能夠帶來哪些助益？例如降低布建成本並改善終端設備的可負擔性？目前已有哪些政策工具或推動措施正在執行？又有哪些實際可行的行動可以進一步強化此類協調？

本場次欲探討政策制定者與電信業者應如何確保其策略與發展路線圖具備

足夠前瞻性，避免當前決策成為未來網路發展的瓶頸，並同時兼顧各項新興與持續演進中技術的需求。

(一) Axiata 集團 Thomas Hundt 分享

Axiata 電信集團 Thomas Hundt 分享該業者在東南亞國家的 5G 網路布建狀態。在印尼，該集團旗下之 Smart 已被國際間知名測速網站 Ookla 認定為最快速的行動網路；在孟加拉之 5G 網路亦於去年十二月正式啟動。於馬來西亞，5G 發展路徑較為複雜，但數據需求快速成長，顯示對高效能網路的高度需求。隨著數據用量增加，數位化帶動整體生態系發展。柬埔寨尤為明顯，自 2014 年推出 4G 後，行動寬頻與智慧型手機快速普及，促使數位經濟全面起飛。目前柬埔寨網路涵蓋率超過九成六，Smart 維運超過 4,200 座基地臺，智慧型手機滲透率近 99%。這使柬埔寨成為本區域連網程度最高的國家之一。

該集團自 1998 年起即深耕柬埔寨，致力於推動「亞洲前進 (Advancing Asia)」的使命。作為一家由馬來西亞政府持股的公司，其對柬埔寨之投資是馬來西亞在柬埔寨歷史最悠久、規模最大的投資之一。該公司將持續引領柬埔寨之 5G 網路布建，推動柬埔寨 5G 發展，為該國推動數位未來奠定基礎。

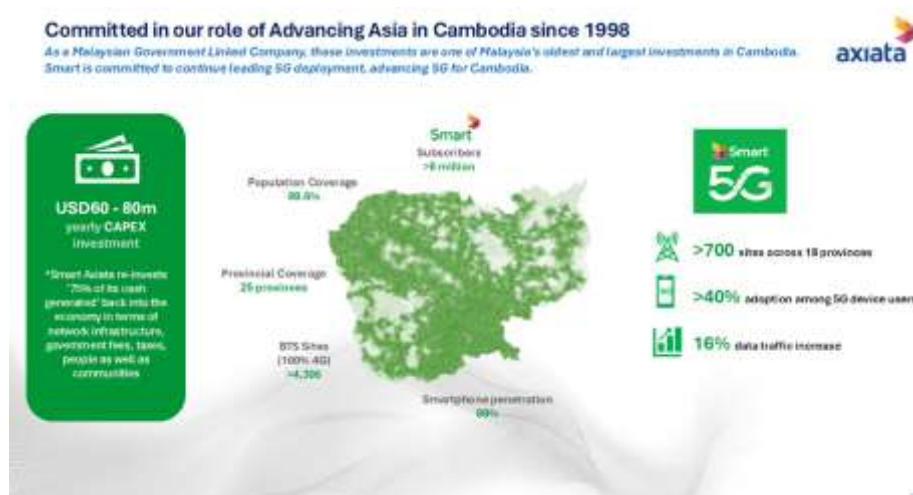


圖 12：Axiata 電信集團對柬埔寨行動網路之投資

資料來源：Axiata 電信集團

(二) Viasat 集團 Joe Guan 分享

Viasat 集團 Joe Guan 分享隨著低軌與同步衛星的發展，全球正邁入新的太空經濟階段。衛星與行動通訊融合，將在防災、國防及偏遠地區之網路涵蓋中提供關鍵補充。

該集團認為，有效的頻譜存取、干擾管理與法規執行，是確保公平競爭與產業成長的核心。完善的國家執照與監理架構，有助於保障主權並推動創新。

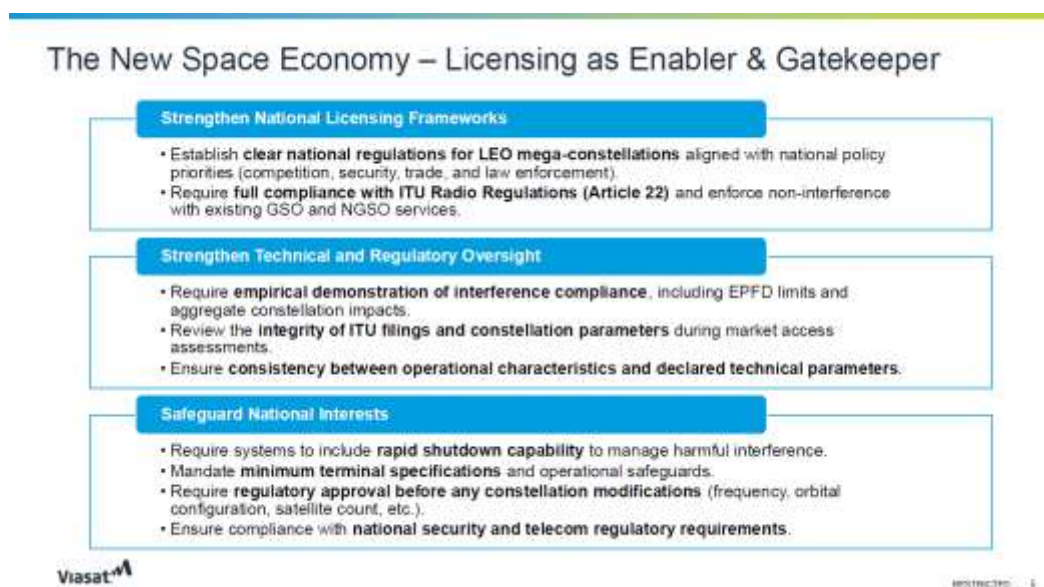


圖 13：Viasat 對太空新經濟之看法

資料來源：Viasat

(三) CAMGSM 公司 Andrey Kuzin 分享

CAMGSM 公司是柬埔寨當地的行動業者，該公司技術長 Andrey Kuzin 分享柬埔寨的行動網路布建狀態，目前柬埔寨行動網路仍存在對低頻頻段覆蓋與中頻容量的雙重需求。基礎設施共用已具基礎，未來將進一步研議主動共用，以降低成本並提升服務普及。

對柬埔寨而言，頻譜清理、移頻與重新配置是關鍵挑戰，須透過政策協調與產業合作逐步解決。

五、場次 3：6 GHz 頻段中的競合願景：亞太地區的未來發展路徑是否正逐漸明朗？

自 WRC-23 以來已逾兩年，圍繞 6 GHz 頻段未來用途的討論仍在持續進行。過去 12 個月中，亞太地區出現多項重要發展，包括印度與澳洲等具影響力的國家已相繼提出其預計採取的政策方向。在此不斷演變的背景下，本場次將盤點這些最新決策，並審視逐漸成形的區域與全球趨勢。

隨著各國採取多元策略，包括將該頻段指配用於 IMT、開放作免執照使用，或採行混合式模式，本場次將探討區域內碎片化的發展路徑是否已難以避免，以及此一趨勢可能帶來的影響。最後，會議也將檢視產業生態系的發展進度，包括整體設備與終端裝置在亞太地區的成熟度，並討論此一關鍵頻段服務正式落地的可能時程。

(一) 印度電信監理局 Akhilesh Kumar Trivedi 分享

印度電信監理局 (Telecom Regulatory Authority of India, TRAI) 顧問 Akhilesh Kumar Trivedi 分享，自三年半前至今，印度經歷了全國行動通訊服務最快速的成長期之一。目前已有約四億行動用戶，其中兩億為行動數據用戶。5G 用戶已超過一千一百萬，並以每月約 6% 的速度快速成長。

印度並非最早導入 5G 的國家，但在 6G 世代，印度希望成為全球領導者，目標是在 2030 年成為 6G 技術的國際領頭羊。6 GHz，特別是上半部 6 GHz 頻段 (Upper 6GHz) 及部分 7 GHz 頻段，是 6G 發展的關鍵頻段。在 6 GHz 約 700 MHz 的可用頻寬中，目前僅有約 400 MHz 可即時用於 IMT，剩餘 300 MHz 預計最早可於 2027 年底釋出，原因在於目前部分頻率範圍仍由 VSAT 系

統使用中。2025 年，印度政府要求電信監理機關 TRAI 評估是否拍賣 6 GHz 頻段。經諮詢後形成共識：此頻段暫不拍賣，將於 WRC-27 後再行檢討，並與 7 GHz 頻段一併考量。

印度政策制定者與監理機關承諾，將適時提供足夠頻譜，以確保印度於 2030 年前成為 6G 全球領導者。

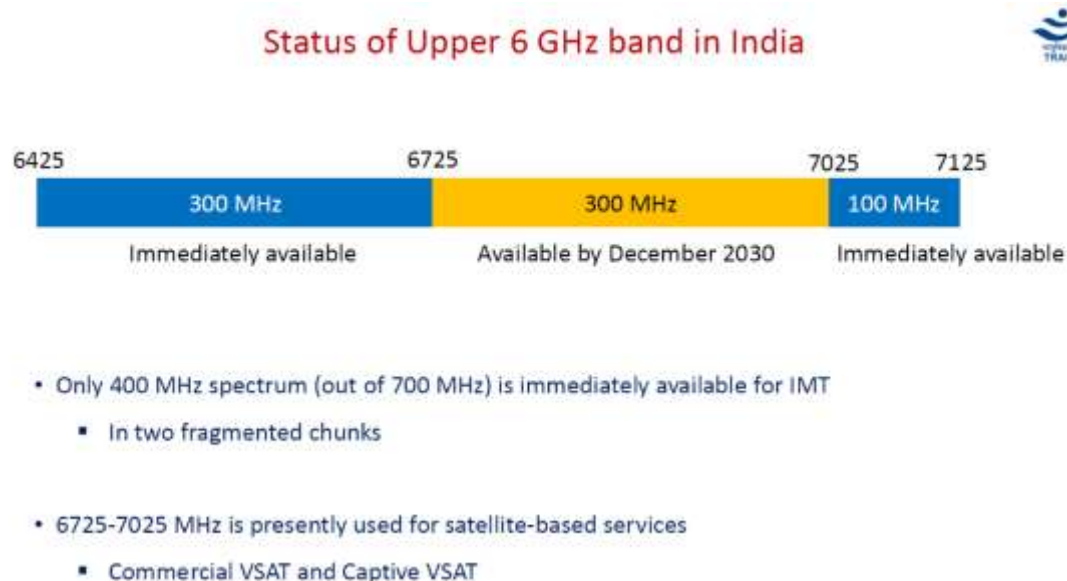


圖 14：印度對 6GHz 頻段整備規劃

資料來源：印度電信監理局

(二) 澳洲通訊與媒體管理局 Freddie Cook 分享

澳洲於 6 GHz 頻段採分段配置：6425 – 6585 MHz 供 Wi-Fi 使用，6585 – 7125 MHz 保留作 IMT 發展。此策略在保障 Wi-Fi 擴展的同時，保留 6G 發展彈性。

此外，澳洲已啟動自動頻率協調（Automatic Frequency Coordination, AFC）技術驗證，並以 2030 年作為完整釋出頻段的規劃目標。

Upper 6 GHz Arrangements - Australia

Australia has adopted an approach that aligns with international trends, meets domestic Wi-Fi demand, maintains optionality for IMT/6G growth, and balances incumbent protection.

6585-7100 MHz is planned for IMT/WiFi in metro/regional population areas; IMT deployment awaits.

Why did we choose this approach?

The Wi-Fi 7 standard allows for channels that have bandwidths of 160 MHz and 320 MHz.

6425 MHz is the boundary of two 160 MHz channels and the centre of a 320 MHz channel (with 6585 MHz being the upper limit).

Combined with the lower 6 GHz Wi-Fi arrangement it is possible to have 2 x 320 MHz channels, which can cater to (potential) high bandwidth applications.

圖 15：澳洲 6GHz 頻段整備規劃

資料來源：澳洲通訊與媒體管理局

(三) GSMA Yishen Chan 分享

GSMA 頻譜政策與監理事務主任 YiShen Chan 分享，Upper 6 GHz 是支撐 6G 都會區高容量需求的唯一可行頻段。單一業者於 6G 初期需 200 MHz 頻寬，後續甚至需要加總起來達 400 MHz 頻寬，才能夠滿足用戶於 6G 時代之低延遲與高傳輸量需求。

Channel bandwidth requirements for 6G

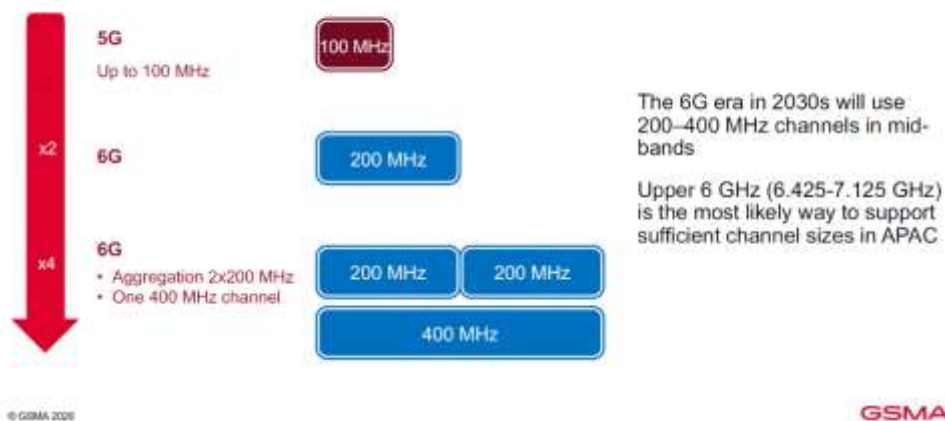


圖 16：GSMA 對於未來 6G 所需頻寬之看法

資料來源：GSMA

(四) Nokia Tuck Poon 分享

Nokia 標準部門首席專家 Tuck Poon 表示，根據該公司之技術驗證，U6 GHz 頻段導入 IMT 使用目前已完成完整工程驗證，並在全球至少 9 個國家完成實地測試，結果顯示其效能可媲美 3.5 GHz，是下一代行動網路的重要頻段。



圖 17：Nokia 目前已完成 Upper 6GHz 頻段技術驗證場域

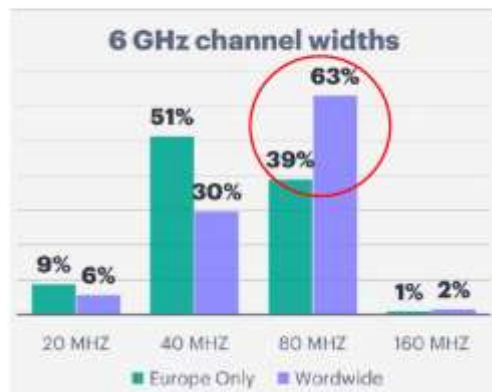
資料來源：Nokia

(五) HPE Xin Tang 分享

HPT 無線政策部門 Xin Tang 分享，由於美國核配一整段 6GHz 供免執照 WiFi 使用，使美國的用戶相較於歐洲用戶而言，使用 WiFi 可用頻寬達 80MHz 之比例更高，有助於各種創新應用之採用率。HPE 認為 6 GHz 已成為 Wi-Fi 6E / Wi-Fi 7 的關鍵頻段，且 Wi-Fi 與行動網路兩者間並非存在競爭關係，而是互補，大量行動網路訊務量最終仍透過 Wi-Fi 分流傳輸。

Wi-Fi channel width adoption (2025) – Insights from HPE customers

With the full 6GHz band, more US customers now upgrade to 80MHz wideband channels



Confidential | Authorized | 5

圖 18：HPE 說明美國用戶使用 WiFi 獲得頻寬之狀態

資料來源：HPE

(六) DSA Yongseok SEO 分享

來自動態頻譜聯盟 (Dynamic Spectrum Alliance, DSA) 的 Yongseok SEO 分享亞太區域國家整備 6GHz 之狀態，並強調 6GHz 頻段對 WiFi 使用的重要性，認為 6GHz 應以免執照方式供 WiFi、UWB、藍芽已及各種物聯網裝置使用，才能發揮該頻段最大效益。

APAC 6GHz Spectrum Overview

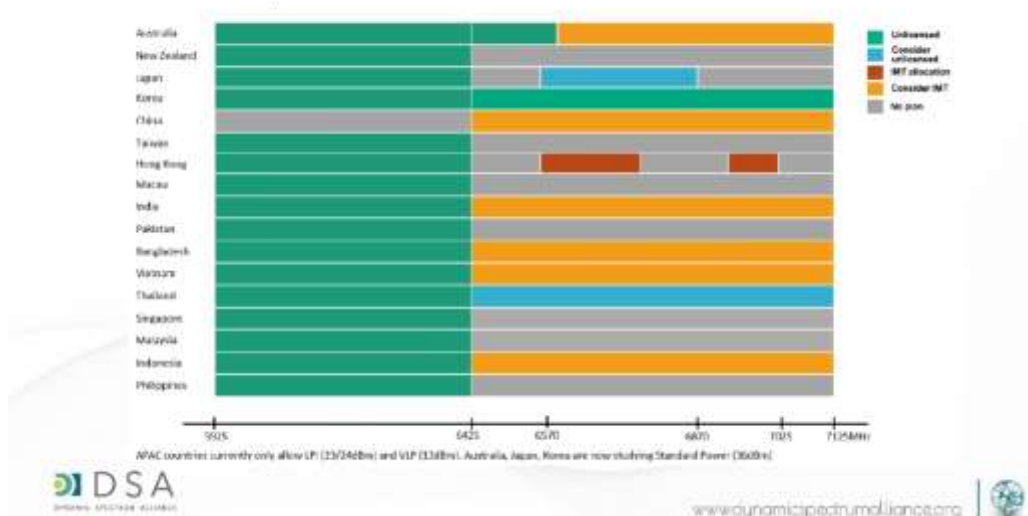


圖 19：DSA 整理亞太區域國家 6GHz 核配狀態

資料來源：DSA

(七) 我國代表發言分享與交流

本場會議之主題為 6 GHz 頻段整備，因此我國出席代表巫國豪主任亦藉此場次交流座談時間，簡介本中心協助政府整備 6 GHz 之技術措施，包括進行微波、FWA、自由光通訊 (FSO) 等方式，探詢與既有使用者之和諧共存，以及評估可釋出多少頻寬供行動通信使用。

此外，巫主任亦與澳洲代表交流過往本中心研析 AFC 機制導入之技術實證經驗，以及提醒澳洲導入 AFC 機制時須具備類似美國之統一執照管理制度 (Universal Licensing System, ULS)，以提升導入之可能性；此外，巫主任亦與 GSMA 代表交流討論對於 GSMA 評估未來單一業者於 6 GHz 頻段需求達 200 MHz 頻寬之評估方法。



圖 20：我國代表分享本中心 6 GHz 頻譜整備經驗

資料來源：團員拍攝

六、場次 4：亞太地區中頻段頻譜策略之下一波連線浪潮—是否已在各項需求間取得適當平衡？

中頻段頻譜資源（1 - 6 GHz）已成為亞太地區 5G 效能的關鍵引擎，支撐網路涵蓋範圍、容量與終端裝置生態系成熟度之間的平衡。雖然 3.5 GHz 頻段仍是 5G 布建的核心頻段，但其他中頻段，包括 2.3 GHz、2.5/2.6 GHz、3.3 GHz 以及 4.4 - 4.8 GHz 等，也正逐漸成為各國數位策略中的重要組成成份。隨著亞太地區各國致力於回應快速成長的連線需求，並為未來網路做好準備，各國監理機關也面臨日益加大的壓力，需在行動通信 IMT、衛星與免執照使用者的需求之間取得適當平衡，同時透過區域層級的協調以避免碎片化。

本場次將檢視近期亞太地區的頻段核配與標售結果，評估目前中頻段頻譜在不同營運商與技術之間的分布情況，並探討在日益擁擠的中頻段頻譜環境中，不同使用族群如何實現和諧共存。

（一）柬埔寨電信監管局 Phirun Kim 分享

柬埔寨電信監管局（Telecommunication Regulator of Cambodia ,TRC）無線電頻譜監理部門官員 Phirun Kim 分享該國行動通信頻譜核配狀態。柬埔寨目前已配置 IMT 頻段包含 1.8、2.1、2.3、2.6 GHz，並完成 3.5 GHz 用於 5G。現階段，主管機關也將 3.8 - 4.2 GHz 納入評估，並持續關注 4.4 - 4.8 GHz 頻段，亞太區域以及 WRC-27 議程項目 1.7 的發展。2024 年完成頻段重整以提升服務品質，柬埔寨之 5G 基地臺數預計於 2026 年達約 3,200 座，屬東南亞快速布建 5G 網路之國家之一。

Mid-Band Spectrum In Cambodia (1)

Using

- 1800 MHz : Occupied for 4G
- 2100 MHz : Occupied for 4G
- 2300 MHz : Occupied for 4G
- 2600 MHz : Occupied for 4G
- 3500 MHz : Assigned for 5G
- 3G currently is sunset already

Plan

- 3800-4200 MHz : Plan for IMT
- 4400 - 4800 MHz : Based on the Results of Studies
- 4800-4990 MHz : Cambodia allocated for IMT (5.441B)

Mid-Band Spectrum Strategies for APAC

圖 21：柬埔寨中頻段頻譜整備狀態

資料來源：柬埔寨電信監理局

(二) 越南無線電頻率管理局 Hoang Le Trung 分享

越南無線電頻率管理局官員 Hoang Le Trung 分享該國 5G 狀態。越南雖較晚進入 5G，但首輪成功拍賣後迅速釋出多個中頻頻段並大幅提升行動網路排名。截至 2026 年底，5G 基地臺超過 20,000 座。新版越南國家頻譜規劃已於 2025 年發布，評估 3.4 - 3.9 GHz 約 680 MHz 連續頻寬，並探討 7.1 - 7.125 GHz 核配供 IMT 使用。

根據越南的規劃，目前該國將 6GHz 頻段分為 5925-6425 MHz 為免執照 WiFi 使用，6425-7125 MHz 則預計核配給行動通信使用，越南認為此一作法可提供大量連續頻寬給 5G 或 6G 使用，能夠符合 GSMA 研析 2030 年行動通信頻譜資源需求達 2,000MHz 頻寬，以及滿足 6G 研究認為單一業者應取得至少 200 MHz 或 400 MHz 頻寬之需求。越南更進一步認為，未來 7.125-8.4 GHz 將會是 6G 的黃金頻段，提供大連續頻寬供 IMT 使用。

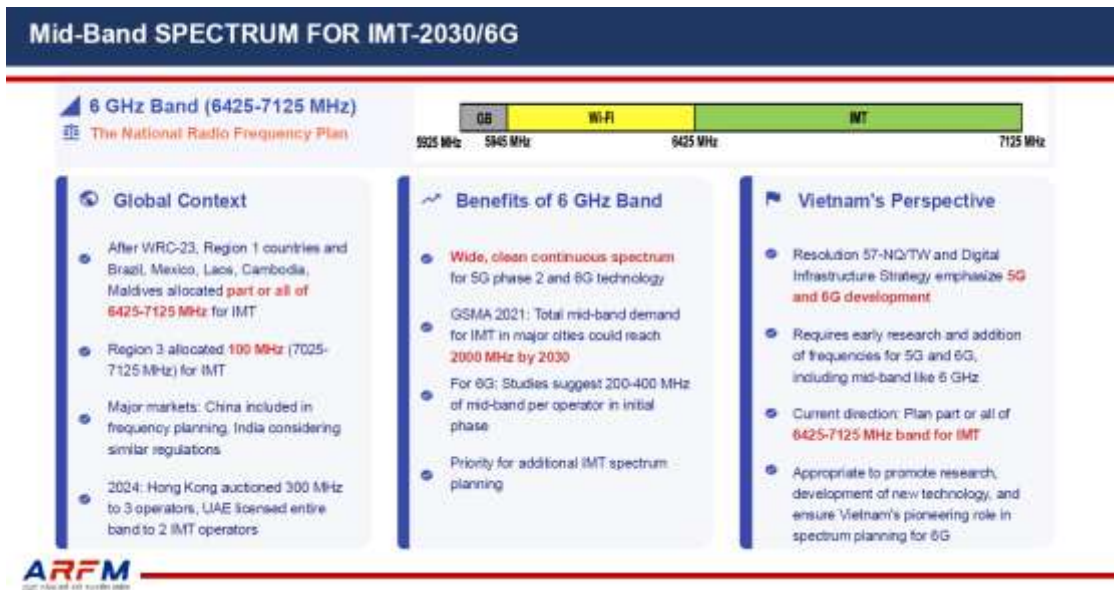


圖 22：越南 6GHz 頻段整備規劃

資料來源：越南無線電頻率管理局

(三) GSA Ye Min 分享

來自 GSA 的代表 Ye Min 指出，行動通信仰賴低、中、高頻搭配，其中中頻段可兼顧容量與覆蓋。3.5 GHz 於亞太地區生態已成熟，鼓勵各國確保連續頻寬並保留技術升級彈性。長期而言，3.5 GHz 頻段可考慮相鄰的 3.3-3.4 GHz 或 3.7 GHz；至於 4.5 GHz，則可視 WRC-27 議題 1.7 討論 4.4-4.8 GHz 之配置結果而更進一步拓展。

Summary

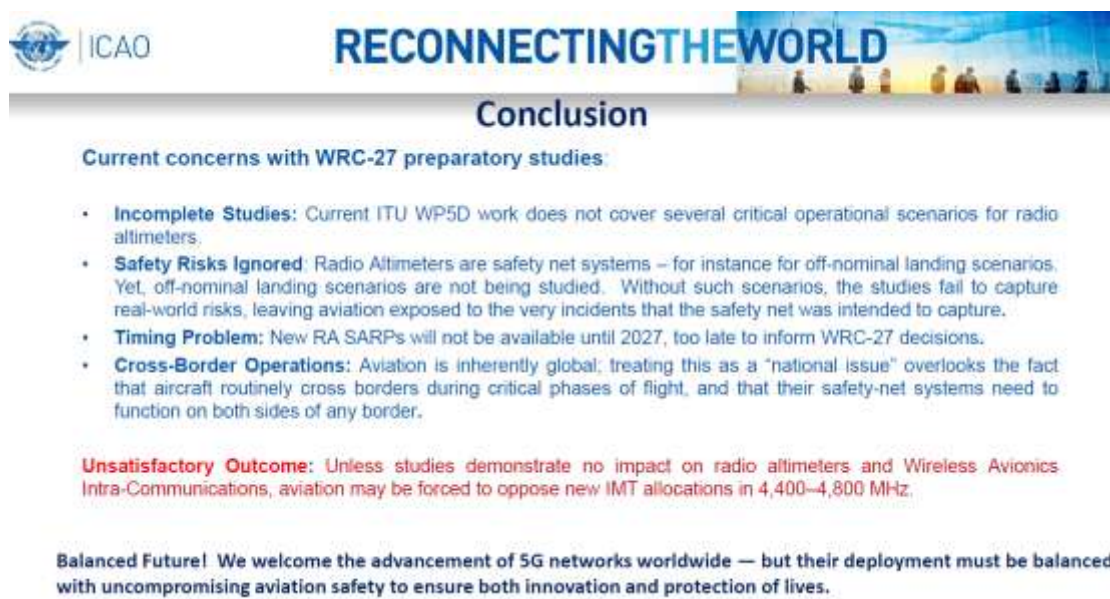
- Mid band, 3.5/2.6/2.3/4.9/2.1GHz, are the main 5G bands
- Ensure sufficient and continuous bandwidth for mobile operators with 100 MHz per MNO in 3.5/2.6/2.3GHz for initial phase of 5G rollout
- IMT Technology neutrality(4G and beyond) in all bands
- In the long term, consider possibilities for further expansion in
 - 3.5 GHz: 3.3-3.4 GHz and above 3.7 GHz
 - 4.5 GHz: WRC-27 AI 1.7 4.4-4.8GHz.

圖 23：GSA 對於亞太區域國家中頻段之看法

資料來源：GSA

(四) 國際民航組織 Soniya Nibhani 分享

來自國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO) 的代表 Soniya Nibhani 指出，4.4 – 4.8 GHz 鄰近雷達高度計使用頻段，存在飛航安全風險，現行 ITU 研究尚未涵蓋所有關鍵飛行情境，也忽視安全風險，再加上相關研究成果未必來得及於 2027 年提交，以及跨境協調等問題，基於此種種考量，航空界無法支持在該頻段新增 IMT 核配。



ICAO | **RECONNECTING THE WORLD**

Conclusion

Current concerns with WRC-27 preparatory studies:

- **Incomplete Studies:** Current ITU WP5D work does not cover several critical operational scenarios for radio altimeters.
- **Safety Risks Ignored:** Radio Altimeters are safety net systems – for instance for off-nominal landing scenarios. Yet, off-nominal landing scenarios are not being studied. Without such scenarios, the studies fail to capture real-world risks, leaving aviation exposed to the very incidents that the safety net was intended to capture.
- **Timing Problem:** New RA SARPs will not be available until 2027, too late to inform WRC-27 decisions.
- **Cross-Border Operations:** Aviation is inherently global; treating this as a “national issue” overlooks the fact that aircraft routinely cross borders during critical phases of flight, and that their safety-net systems need to function on both sides of any border.

Unsatisfactory Outcome: Unless studies demonstrate no impact on radio altimeters and Wireless Avionics Intra-Communications, aviation may be forced to oppose new IMT allocations in 4,400–4,800 MHz.

Balanced Future! We welcome the advancement of 5G networks worldwide — but their deployment must be balanced with uncompromising aviation safety to ensure both innovation and protection of lives.

圖 24：ICAO 對於 4400-4800 MHz 頻段新增行動通信使用之反對意見

資料來源：ICAO

(五) Measat Teh Chin Eng 分享

來自 Measat 衛星公司的代表 Teh Chin Eng 指出，C、X、Ku、Ka 等頻段在防災、偏鄉、航空與海事通訊都扮演重要角色，頻譜政策須同時考量商業與社會價值，避免過度壓縮關鍵衛星服務。



圖 25：Measat 表達衛星在中頻段之重要性

資料來源：Measat

七、場次 5：建構頻譜與執照架構，以因應日益多元化的太空與衛星生態系需求

第五場會議主要探討了衛星頻譜授權框架 (Licensing Frameworks) 以及非同步軌道衛星 (Non-Geostationary Satellite Orbit, NGSO) 與同步軌道衛星 (Geostationary Satellite Orbit, GSO) 衛星系統之間的共存挑戰。以下為會議的重點摘要。

(一) NGSO 與 GSO 的技術共存與法規更新

現行的衛星監管框架，如等效功率通量密度 (Equivalent Power Flux Density, EPFD) 限制，約在 1990 年代制定，有不符合時代需求疑慮。Amazon LEO 代表主張，這些過時的限制與假設，可能過度保護 GSO 衛星，並限制了現代 NGSO 系統釋放完整容量的能力，因此需要根據最新技術進行重新討論 EPFD 限制。

Why the EPFD limits are “outdated”

EPFD masks were developed in a very different market & technology context



圖 26：Amazon Leo 表達保護 GSO EPFD 限制過時

資料來源：Amazon Leo

(二) 太空永續性與太空碎片清理

Astroscale 代表指出，太空碎片（如廢棄火箭酬載）不僅威脅物理安全，其產生的潛在碰撞也會導致大量碎片，進而降低頻譜效率。軌道內服務（In-Orbit Services, IOS）包含維修、加油及碎片移除，被視為實現「循環太空經濟」的關鍵，但目前在 ITU 框架下尚缺乏明確的頻譜分配與執照核發流程。



圖 27：Astroscale 分享 IOS 內容

資料來源：Astroscale

(三) 頻譜資源取得之公平性與「先進者優勢」爭議

Viasat 代表表達「先進者」可能透過大規模星座（如 Star Link 或 Amazon LEO）迅速佔據軌道與頻譜資源，導致其他國家（尤其是亞洲地區）未來難以進入市場的擔憂。Viasat 代表強調 ITU 必須確保資源取得之公平性，避免頻譜被少數大型業者壟斷。

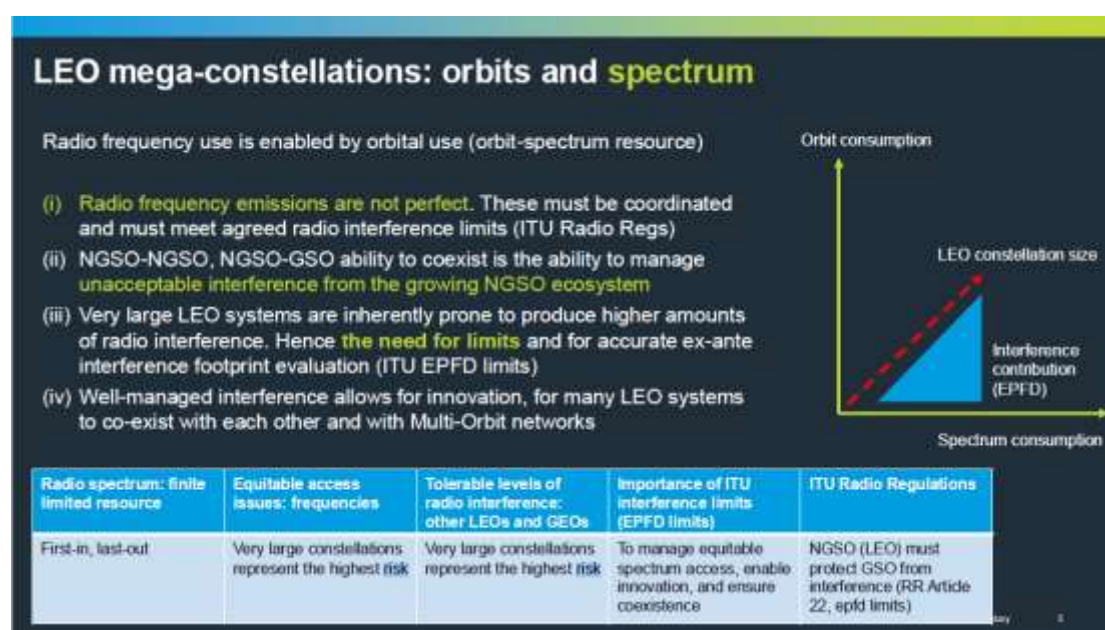


圖 28：Viasat 討論大型星系風險

資料來源：Viasat

(四) 國家太空政策的制定（以柬埔寨為例）

柬埔寨郵電部正在起草其首個國家太空政策，這項政策將涵蓋衛星通訊、深空應用及太空碎片管理。柬埔寨代表提到，隨著衛星生態系統快速整合（如衛星與地面網路整合），需要更有效的頻率共享機制與法規來防止干擾。

(五) 縮小數位落差的願景

衛星營運商強調其核心目標是為全球約 33% 仍未獲得服務或服務不足的人口提供負擔得起的連網能力。特別是在農村、偏遠地區與島嶼國家。NGSO 衛星被視為解決數位落差、提升經濟韌性的重要手段。

八、 場次 6：亞太地區衛星直連裝置 (Direct-to-Device) 服務的崛起——發展進展、政策選項與商業化之路

第六場會議的重點在討論 D2D 發展、全球頻譜的協調以及產業協作與競爭之間的平衡。會議摘要如下。

(一) 衛星直連裝置 (D2D) 與縮小數位落差

與會者強調衛星技術，特別是衛星行動服務 (Mobile-Satellite Service, MSS) 具備跨越地面網路布署挑戰的能力，能為全球僅有 20% 陸地覆蓋的網路現況提供補充涵蓋。這項技術旨在讓大眾市場的行動電話能直接連接衛星，無需額外設備，這對於偏遠地區、農業監控及緊急救災 (如自然災害時的求救電話) 至關重要。

(二) 全球頻譜協調與既有規則的穩定性

多家業者強調使用全球和諧一致 (Harmonized) 的頻譜 (如 L 頻段和 S 頻段) 的重要性，這有助於提供無縫的全球連接解決方案。發言代表提醒各國監管機構，在制定新規則 (如針對 D2D 的新架構) 時，應尊重並保護已存在數十年的既有行動衛星服務規則，避免因技術更新而損害現有的通訊穩定性。

(三) 產業協同合作 (Collaboration) 優於惡性競爭

會中引發了關於「協作與競爭」的深度討論。有觀點認為，雖然競爭能推動創新，但全球標準的協作 (如透過 3GPP 制定技術規格) 才能實現規模經濟，降低消費者使用的設備與服務成本。發言者指出，群體的協作往往能戰勝少數人的壟斷，這對服務全人類的通訊福祉至關重要。

(四) 保護地面站免受干擾與跨境管理

衛星營運商（如 Globalstar）明確要求政策制定者必須保護其地面站（Gateways）免受無線電頻率干擾，特別是來自新興技術（如 6G 候選頻段）的干擾。此外，印度等國家的代表也對跨境干擾（Cross-border interference）表示擔憂，認為在推動 D2D 服務時，必須建立國際平衡機制以防止對鄰國通訊的影響。

/ Direct-to-Handset / Direct-to-Device

- *D2D-IMT vs. D2D-MSS 3GPP NTN vs. D2D-MSS Proprietary*
- *Please protect our ground station operations from IMT and RLANs in the upper 6GHz (operating up to 7055 MHz)*
- *When adopting rules for D2D, please consider that MSS operating in MSS bands has established and long-standing rules in place*
- *When allowing D2D, please help ensure that MSS such as Globalstar's remain protected*

4 / Connect Smarter

Confidential 

圖 29：Globalstar 建議 D2D 發展需保護既有業務

資料來源：Globalstar

(五) 國家政策與國際標準的接軌

討論中提到各國（如柬埔寨、印度）正在制定自己的衛星通訊政策，但應避免建立孤立的國家標準。與會者建議遵循 ITU 的框架，確保各國法規能與 WRC 的決定接軌，以免國家標準與全球市場脫節，導致業者在經營上遭遇困難。

九、場次 7：塑造 6G 的未來——亞太地區如何在推動創新與確保包容性之間發揮領導角色？

第七場會議主要探討從 5G 過渡到 6G 的挑戰、願景、頻譜需求及創新應用。會議重點摘要如下。

(一) 6G 的核心願景與設計原則

ITU 已定義 6G (IMT-2030) 的架構，其核心設計原則包含永續性、安全性、韌性與包容性 (Inclusivity)。會議強調 6G 的目標不只是技術演進，更要確保能連結目前尚未連網的人群，縮小數位落差。

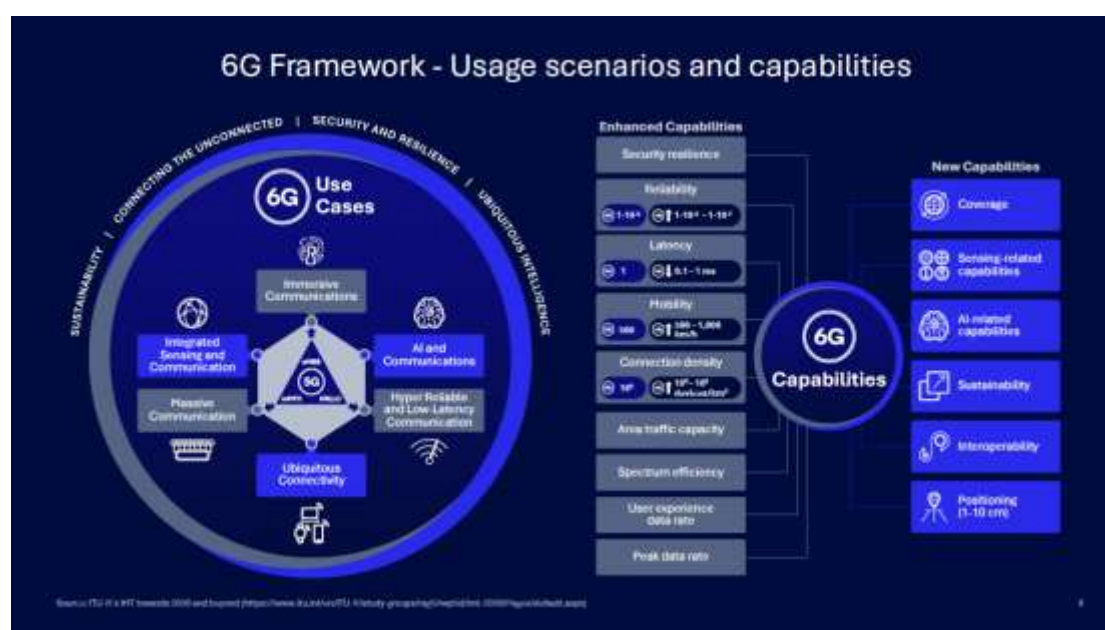


圖 30：Qualcomm 6G 服務框架

資料來源：Qualcomm

(二) AI 與感測技術的深度整合

6G 不僅是提升頻寬與降低延遲，其關鍵特徵是感測 (Sensing)、計算及與 AI 的結合。未來 AI 將成為裝置的主要使用者，且預期 2024 年 AI 相關數據將佔全球行動通訊流量的 30% 以上，到 6G 時代流量將會更高。

New world: emergence of AI-native use cases



Six usage scenarios defined by ITU-R (Rec. ITU-R M.2180)

AI underpin many public indoor and outdoor use cases

Consumer-Centric			Industry-Centric		
Smart Phone	AI/AR Devices	AI Agents	Laptops	AVs	Droids
UL and DL increase: 5G SA / 5G-Advanced will provide initial capabilities; 6G will provide scale					

© 2024-02-12 | Public | Page 7

圖 31：Nokia AI 應用場景

資料來源：Nokia

(三) 頻譜需求與全球協調的挑戰

為實現 6G 的高容量需求，業界提出每家營運商需要約 400 MHz 的連續頻譜。6 GHz 與 7 GHz 頻段被視為 6G 覆蓋廣域空間的關鍵資源。此外，如何保護既有的衛星地面站免受干擾，並在亞太地區達成頻譜和諧（Harmonization）是各國主管機構的重要課題。

Bharat 6G Spectrum Roadmap 2030

- Fastest Rollout of 5G
 - India's 5G rollout is among the fastest in the world
 - 5G is efficiently running in 700 MHz and 3500 MHz
 - More than 500,000 5G Base Transceiver Stations (BTSs) have been installed across the country
- Spectrum for 6G:
 - Government published Spectrum roadmap for 6G service
 - Roadmap sets out a long-term vision and a phased plan viz. short, medium and long term plan, for harnessing spectrum to meet the exponential growth in radiocommunication services
 - 2025-26: 400 MHz (Mid band) and 3000 MHz (MM wave)
 - 2027-2030: 367 MHz (Mid band) and 1000 MHz (MM Wave)
 - Spectrum identified at WRC 27 will also be released during 2027-2030
 - Initiatives: facilitating Inter-band spectrum sharing and spectrum leasing
 - TRAI recommended for delicensing of V band i.e. 57-66 GHz and E band 77-81 GHz



圖 32：印度 Bharat 6G 頻譜需求規劃

資料來源：Bharat 6G

(四) 商用時程與 5G/6G 的共存

6G 的商業化預計在 2029 至 2030 年間開啟。專家指出，5G 與 6G 將會長期並存，發展 6G 並不代表停止 5G 的布署。對於像柬埔寨這樣剛啟動 5G 的國家，建議應儘早參與 6G 生態系統的規劃，而非等待技術完全成熟。

(五) 創新應用案例-AI 眼鏡與包容性技術

Meta 代表展示了 AI 眼鏡如何透過高頻寬、低延遲的連網（如 6 GHz 頻段的 Wi-Fi 與 6G 網路協作）來賦予人類「超能力」。例如，協助視障人士辨識環境或為聽障人士提供即時翻譯字幕，展現了 6G 在提升人類連結與社會包容性方面的巨大潛力。



圖 33：AI 穿戴裝置透過 Wi-Fi 與 6G 網路協作架構

資料來源：Meta

十、場次 8：超高頻（UHF）頻率的持續演進——目前進展？主要利害關係人正形成哪些策略發展藍圖？

會議主要探討了頻譜資源的供需矛盾、娛樂產業對音訊頻譜的需求，以及低頻段（Low-band）在行動通訊中的關鍵作用。

（一）頻譜資源的困境-娛樂需求與連網擴張的衝突

隨著印度等國家的文化、音樂會及觀光產業蓬勃發展（如演唱會帶來的巨大經濟效益），對於高畫質內容與現場活動的需求激增。然而，隨著 5G 網路的擴張，可用於這些活動的無線電頻譜卻在縮減，形成所謂的「頻譜困境」。

（二）無線麥克風對 UHF 頻段的高度依賴

廣播、電視、演唱會等活動使用的無線麥克風、耳機，在節目製作與特殊活動（Programme Making and Special Events, PMSE）等音訊設備，在大型賽事（如巴黎奧運的麥克風設備 89%使用 UHF 頻段）及專業演出中，仍高度依賴 470-694 MHz 頻段。目前尚無足夠的替代頻段能取代此範圍的物理特性，但隨著行動通訊佔用更多資源，專業音訊設備面臨可用頻譜大幅減少的威脅。

The Demand for Audio PMSE on the Rise to support Creativity

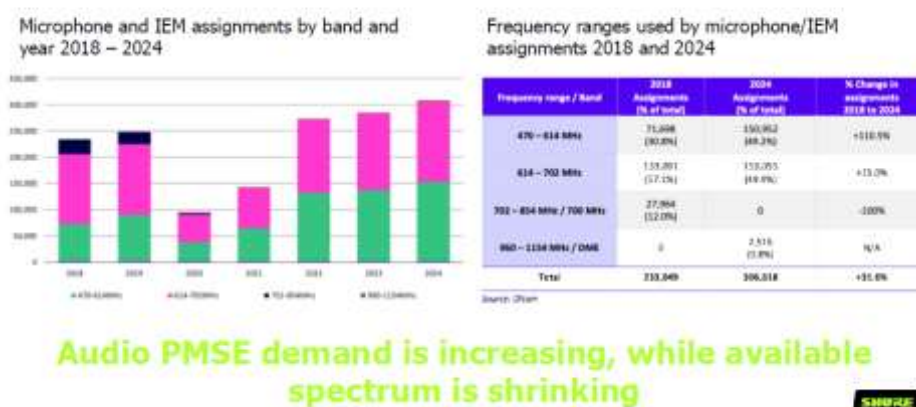


圖 34：Shure 公司統計 2018-2024 PMSE 設備使用頻率

資料來源：Shure

(三) 低頻段是廣域覆蓋的核心

GSA 指出，1 GHz 以下的低頻段具有優異的傳播特性，尤其是 700 MHz 與 600 MHz 是實現偏遠地區與全國性覆蓋（National-wide coverage）的關鍵頻段。其中 700 MHz（n28）生態系統已非常成熟，而 600 MHz（n105）則正在快速發展中，透過因與 APT 700 MHz（n28）相連而受到更多亞太區域國家注目。



圖 35：頻率運用場景

資料來源：GSA

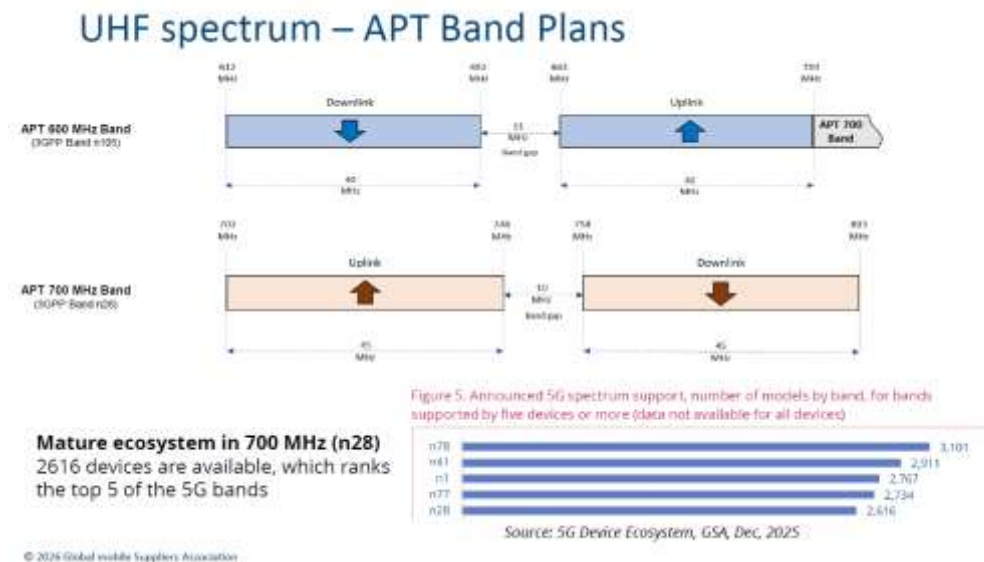


圖 36：GSA 提到 n105 頻段逐漸受重視

資料來源：GSA



圖 37：Qualcomm 6G 的 3 個 6 結論目標包含 n105 頻段

資料來源：Qualcomm

(四) 區域頻譜調和 (Harmonization) 的進展

亞太地區在 700 MHz 頻譜的推動上已有顯著成效（如越南、巴基斯坦、孟加拉及柬埔寨皆已釋出或拍賣）。針對 600 MHz，印度預計在今年進行拍賣，這被視為帶動該頻段全球生態系統發展的重要里程碑，並鼓勵更多國家加入該頻段的國際協調。

UHF – state of play

- 700 MHz (first digital dividend)**
- Progress remains uneven across APAC - assignments have occurred in some markets, but many countries are still constrained by incomplete DSO
- 600 MHz (second digital dividend)**
- APAC materially behind other regions (ITU Region 1 & 2 have had two digital dividends already)
 - Device/ecosystem readiness is a gating factor (especially for 600 MHz) - band harmonization and scale economics needed
- UHF band assignments are not a mobile-vs-broadcast binary**
- Regulators must balance broadcasting, PMSE and PPDR alongside mobile & broadcasting

First and second digital dividend in APAC – current status of IMT releases

First digital dividend	Released	
	Partial release	
Second digital dividend	Not yet released	
	Planned	 Already released for indoor
600 MHz	No plans	Everyone else

圖 38：亞洲各國 600/700 MHz 規劃用於 IMT 分布

資料來源：NERA

(五) 創新的頻譜管理與共享策略

為了緩解資源競爭，會中建議應重新審視頻譜授權方式，例如從全國性的執照轉向基於時間（Temporal）或地理（Geographical）區域的共享機制。此外，考慮如 1350-1400 MHz 或 1240-1260 MHz 等替代頻段，也被視為確保廣電產業永續發展的解決方案。

十一、場次 9：亞太地區固定無線存取（FWA）的未來發展

第九場會議聚焦在固定無線存取（Fixed Wireless Access, FWA）的發展策略、技術優勢以及與光纖、衛星技術的互補關係。

(一) FWA 應作為光纖的互補而非競爭技術

與會者一致認為 FWA 是一種靈活的寬頻網路，旨在補充而非取代光纖。在人口分佈變化快速或光纖布署成本過高的地區（如亞太地區的農村或偏遠地帶）FWA 提供了一種能快速布署且具備高品質的替代方案。

(二) 技術進步帶動成本下降與效能提升

隨著 5G 與 5G Advanced 技術的成熟，晶片組與裝置（如使用者終端 CPE）的生態系統日益進化，顯著降低了硬體成本。現代 FWA 設備（如智慧型 AI CPE）能優化室內信號並支持網路切片（Network Slicing），提供專用的服務品質，且通過引入毫米波（mmWave）頻段技術也大幅提升了網路容量。

Fixed Wireless Access growing globally

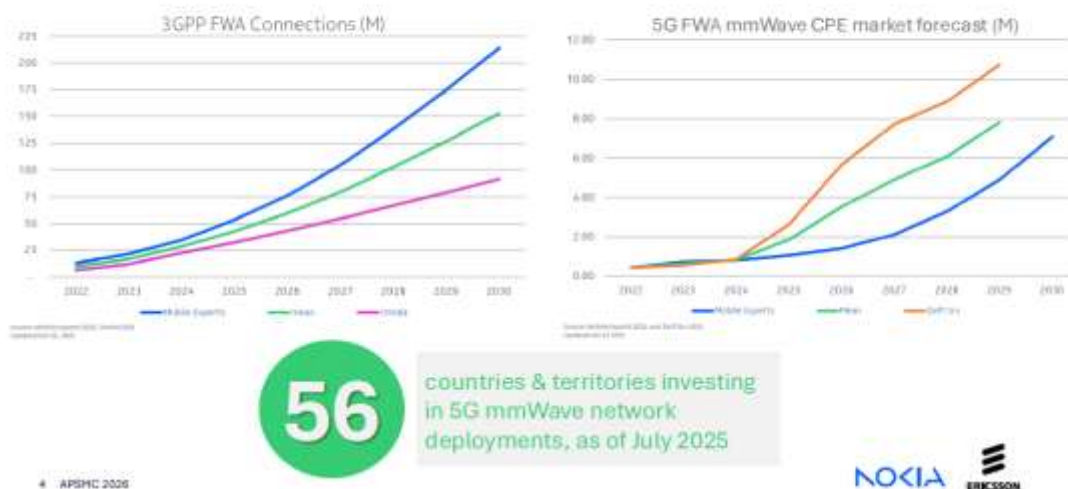


圖 39：Nokia 分享 FWA 近年發展曲線

資料來源：Nokia

(三) 多頻段協同布署策略

為了實現最佳覆蓋與容量平衡，業者採用了不同的頻譜組合，例如：700 MHz 低頻段用於廣域覆蓋；3.5 GHz 中頻段平衡覆蓋與容量；而 26 GHz 等高頻段則用於高容量需求。此外，精確的全球定位系統（Global Positioning System, GPS）同步技術也被用於解決密集區域中不同電信營運商之間的干擾問題。



圖 40：Ericsson 與 Nokia 聯合實測 mmWave 頻段 FWA 可達 11 公里

資料來源：Ericsson

(四) 災難恢復與縮小數位落差中的角色

FWA 被視為災害管理的關鍵解決方案，能在洪水或其他自然災害導致有線網路中斷時提供緊急連網。同時，各國政府（如美國的 BEAD 計畫）也將 FWA 視為解決「最後一哩路」連網難題的重要工具，用於提升偏遠地區的醫療、教育與政府服務普及率。

(五) 與低軌衛星的共存與競爭

針對低軌衛星（如 Starlink）的興起，斯里蘭卡與柬埔寨等國代表指出，雖然衛星服務在偏遠島嶼具有優勢，但在人口密集或 5G 滲透率高的地區，FWA 仍具有價格競爭力與行動便利性。兩者目前傾向於在不同應用場景下共存，而非直接取代彼此。

十二、閉幕

本次亞太地區無線電通信頻譜管理會議由主辦單位感謝來自亞太地區各界頻譜議題相關從業人員參與，同時也再次感謝主辦國柬埔寨郵政電信部與電信管理局之協助，並預祝與會人員都能有一段良好旅程。

肆、心得及建議

本次第 12 屆亞太頻譜管理會議於柬埔寨金邊舉辦，會議議程為期 2 天、每天召開 8 小時之會議，總共進行 9 場座談討論和演講，邀集將近 50 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，討論亞太地區 WRC-27 之發展、各國頻譜策略與藍圖、5G 網路布建之區域進展、邁向 B5G 與 6G 發展、關鍵頻譜如 6 GHz 頻段、超高頻 (Ultra High Frequency, UHF) 頻段與 C-頻段頻譜、衛星直連裝置 (Direct-to-Device, D2D) 與非地面網路 (Non-Terrestrial Networks)、固定無線接取 (Fixed Wireless Access) 的未來、拍賣、釋出與定價策略等關鍵議題。以下綜整討論度較高之議題及參與本次會議之心得建議與未來展望。

1、各國持續探討 B5G/6G 頻譜規劃與全球協調一致

本次會議中，亞太區域各國紛紛表達對於 6G 頻譜未來協調一致之看法，除了 WRC-27 會議中即將討論之 4.4-4.8 GHz、7.125-8.4 GHz 及 14.8-15.35 GHz 等三大關鍵頻段之外，尚有頻段如 600 MHz、3.5 GHz 相鄰頻段與 6 GHz 頻段等仍為各國重點觀測、討論頻段，探討該類頻段之釋出潛力，或規劃釋出供市場使用。除了重視 6G 的未來發展，部分亞太國家也對 5G 後期的發展表達重視，例如柬埔寨、越南等均持續推動 5G 頻譜釋出及網路布建工作。

未來 5G 頻譜擴展或 6G 應用場景，將涉及 1 GHz 以下頻段，用作增加訊號涵蓋之頻段。600/700 MHz 頻段我國頻率分配表現況如表 3、圖 41，其中 n28 現為電信業者使用頻段，n105 可能衝擊現有低功率無線麥克風及無線耳機之使用。建議與可能既有使用者進行訪談，例如：舉辦演唱會、大型賽事等需臨時建置通話系統業者。

表 3：600/700 MHz 候選頻段現況

頻段名稱	上行頻段, MHz	下行頻段, MHz	多工模式	我國頻率分配表用途	頻率分配表備註
N28	703-748	758-803	FDD	固定（主） 行動（主） 廣播（主）	614-703、748-758、794-806 供低功率無線電麥克風及無線耳機於不得干擾行動通信且須忍受行動通信干擾之條件下使用
N105	663-703	612-652	FDD		

資料來源：ETSI、我國頻率分配表

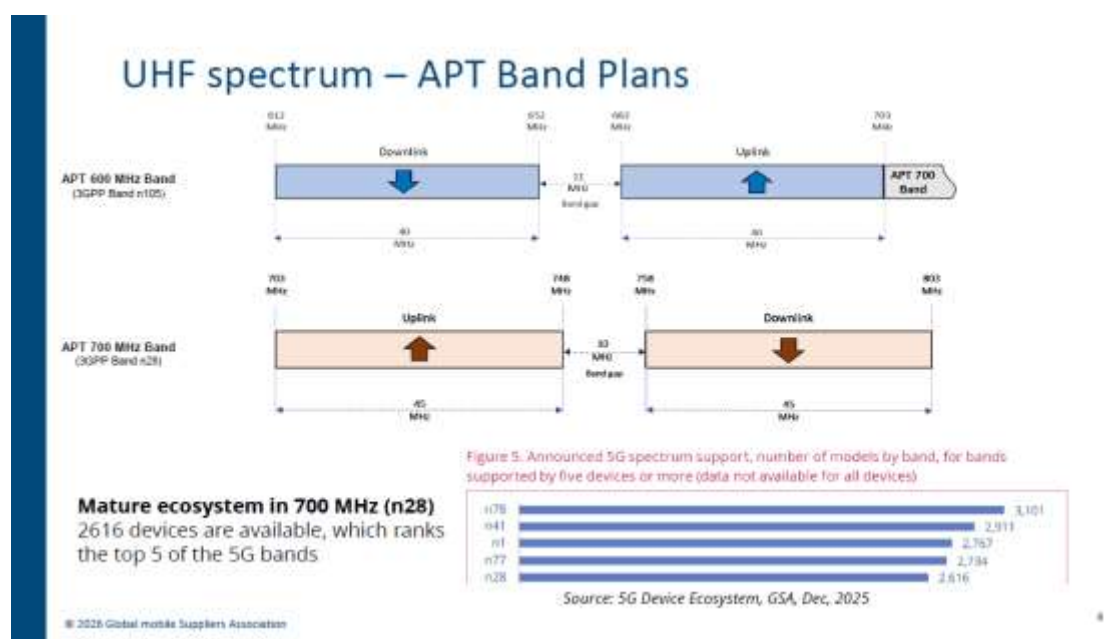


圖 41：3GPP 600/700 MHz 頻段資訊

資料來源：GSA

會中提及替代 600/700 MHz 無線麥克風等應用頻段為 1240-1260、1350-1400 MHz 頻段將涉及衛星無線電助航、業餘與無線電定位用途等，如表 4 所示，建議進一步探討共存可行性。

表 4：1240/1400 MHz 我國頻率分配表用途

我國頻率分配表用途	頻率分配表備註
1240-1300 MHz 無線電定位（主） 衛星無線電助航（太空對地球）（太空對太	1260-1265 供業餘無線電使用

空) (主) 衛星地球探測 (主動式) (主) 太空研究 (主動式) (主) 業餘 (次)	
1350-1400 MHz 無線電定位	1390-1392 WRC-03 決議亦分配衛星固定 (地球對太空) (次) 使用

資料來源：我國頻率分配表

2、6 GHz 頻段仍為各國重點關注頻譜

本次會議中，亞太區域國家對於 6 GHz 頻段仍持續表達關注，包括 GSMA 認為 6 GHz 頻段釋出對未來 2035-2040 年滿足行動通信用戶需求有其必要性，或澳洲探討、分析透過導入 AFC 機制，探詢 6 GHz 釋出供行動通信使用之空間，或有些國家已規劃針對 6425-7125 MHz 核配供行動通信使用，各國策略雖有明顯差異，但可看出基本上將部分 6 GHz 核配供行動通信使用已有初步共識，惟可分配給行動通信之頻寬數量，仍因各國國情以及國內頻率使用狀況而有明顯差異。

3、衛星直連裝置應用與非地面網路之頻譜使用議題持續熱門

本次會議有安排一場次探討衛星直連裝置之應用與頻率管理相關議題，許多衛星業者均表達重視 D2D 帶來的潛力，不過此種新應用也讓既有監管制度帶來許多挑戰，業者們建議各國監管機構，在制定新規則（如針對 D2D 的新架構）時，應尊重並保護已存在數十年的既有行動衛星服務規則，避免因技術更新而損害現有的通訊穩定性。考量到 D2D 對於未來 NTN 網路環境之重要性，建議本中心亦可探尋與其他國外機構合作、評估 D2D 應用與技術驗證之可能性，並從中探詢有無可切入之服務領域，為下一波創新技術趨勢之導入做好充足準備。

4、頻段之規劃、核配與釋出須充分考量既有使用者

本次會議中，包括航空產業、汽車產業、衛星產業與麥克風產業均有代表分享，並提醒亞太區域各國主管機關於規劃、核配與釋出頻譜給行動通信使用時，

仍應考量到既有使用者之合法使用權益。例如，汽車產業業者就表達對於 6-8.5 GHz 之關切，航空產業則表達 3.7-4.0 GHz 頻段使用以及對於 4.2-4.4 GHz 航空雷達高度計之干擾疑慮，衛星產業也紛紛表達對於 ITU 之頻率與軌道分配制度、各國頻譜核配與釋出之接取公平性。由此一趨勢觀察可見，主管機關需多方考量不同產業使用頻率需求之狀態，透過完整之技術驗測、干擾協調保護設計等制度設計，讓頻譜釋出時，更有機會達成多方共識。

本中心過往曾協助主管機關整備 3.5 GHz 頻段，目前也持續協助主管機關研析 6 GHz 頻段可釋出頻寬，此一研究工作為亞太區域國家主管機關所重視，建議相關研究方法論、技術測試實務經驗以及頻率配置政策等議題，應可做為本中心重點發展工作之一，再透過與各國交流之機會，展現本中心對頻譜整備之研究與技術能量。

5、建議未來應持續參與國際頻譜相關會議活動及相關國際組織

本次會議中，許多國家代表分享其 5G、6G 推動進度，同時亦有來自衛星產業業者分享關於衛星、NTN 與 D2D 之看法，藉由參與該類型會議，對於我國主管機關與產業掌握最新亞太區域國家之頻譜管理動態有極大助益。

例如，本次會議中，部分亞太區域國家表達 600 MHz 採 APT 600 MHz (n105) 之興趣，相較於原先 600 MHz (n71) 配置，APT 600 MHz 由於具備與 APT 700 MHz 相連之設計，因此可釋出更多低頻段頻寬，故受到部分亞太區域國家重視，規劃採用 APT 600 MHz 配置方式做為該國釋出 600 MHz 之頻段配置。此種產業或各國頻譜策略之變化，對於我國來講十分重要，讓主管機關於決定釋出哪些頻段時，能夠及時掌握國際間之頻率規劃與設備製造進度，使我國之頻率釋出規劃能夠更契合國際發展，對電信業者而言，可帶來設備採購具規模經濟之效益，也能夠讓更多資源應用在服務推動之角度。因此，建議未來我國頻率主管機關應持續參與亞太地區頻譜管理會議或其他相關會議¹，已掌握國際最新頻率管理制度脈動，甚

¹ 6G 全球峰會將於 2025 年 5 月 8 日和 9 日在香港舉行；太空政策會議將於 2025 年 7 月 23 日至 24 日在印度舉辦；2026 年第 12 屆亞太頻譜管理會議將在柬埔寨舉行，由電信主管機關 (Telecommunications Regulatory Commission, TRC) 主辦。

至應持續爭取加入亞太地區電信組織(APT)，將我國所執行關於頻譜管理、B5G/6G、AFC、頻譜共享、消除數位落差等政策與技術能量和其他國家分享，提升我國國際地位，並強化本中心與其他亞太地區國家頻譜相關研究機構間之溝通、鏈結與國際合作，展現本中心在頻譜管理政策與技術上之研究能量，以及對我國與其他亞太地區可帶來之頻譜管理實務經驗。

伍、附件：相關照片及資料



圖 42：參與人員於會議現場留影

資料來源：現場工作人員拍攝



圖 43：會議現場

資料來源：團員拍攝



圖 44：本中心出席人員與會議講者交流

資料來源：團員拍攝