

財團法人電信技術中心出國報告

參加 2026 年世界行動通訊大會 (Mobile World Congress 2026) 出國報告

單位名稱：檢測暨網通技術組、研究企劃組

姓名職稱：連益興 工程師

劉大溶 副研究員

派赴國家：西班牙 巴塞隆納

出國期間：2026 年 3 月 1 日至 2026 年 3 月 8 日止

報告日期：2026 年 7 月 24 日

摘要

2026 年世界行動通訊大會（MWC 26）以「智商時代」（IQ Era）為主軸，大幅聚焦於 AI 如何重塑全球通訊產業。整體而言，本次大會反映四項主要趨勢。首先，全球電信產業加速布建 5G 獨立組網（5G SA）與 5G-Advanced，並透過 GSMA Open Gateway 與 CAMARA 標準將網路能力封裝為 API，將電信網路轉型為「可程式化平臺」，讓開發者可調用 5G 網路能力，進而開發防詐、身分驗證及按需網路品質（QoD）等創新應用及商業模式。

其次，因應 AI 帶動上行流量與機器互動流量激增，業界咸認未來網路流量模式將有極大改變，因此 AI 原生（AI-native）、邊緣運算等技術被視為未來 6G 網路架構不可或缺的核心元素。

第三，地面網路與非地面網路（NTN）的深度整合已成為業界重要發展方向，結合衛星直連手機（D2D）技術與高空通信平臺（HAPS）等技術，不僅能補充偏遠地區涵蓋、實現全球無縫連線，更能在面臨極端天災或地緣政治衝突時，維持國家通信韌性，具備強大的軍民兩用戰略價值。最後，在垂直產業的智慧化轉型方面，5G 網路結合邊緣運算與環境物聯網（Ambient IoT）等前瞻技術，正在重塑車聯網、智慧製造與公共安全等領域，使大規模資產追蹤與自動化管理在經濟上具可行性。

總體而言，MWC 26 展現通信產業正從純粹提供網路連線，轉型為 AI 生態系及智慧化服務之基礎，相關的技術演進、應用案例與國際標準制定進程動態，將可作為我國未來制定行動通信頻譜政策、推動產業數位化及強化國家通訊韌性之參考。

目錄

壹、 參訪目的	6
貳、 參訪行程	8
參、 會議過程及內容	10
一、研討會、高峰會及主題演講	10
(一) 5G Future Summit	10
(二) Dual-use connectivity. NTN + AI for resilience and technological sovereignty	35
(三) Global 6G Industry Alliance Executive Dialogue	38
(四) Open Gateway Summit: Accelerating Network API Adoption..	46
(五) Satellite and NTN Summit	61
(六) Skybound 5G: Drones, HAPS, Satellites & the Race to Connect the World	73
(七) Global 5G Alliances Summit - From Connectivity to Intelligent Industry and Ecosystem	76
(八) Networks 2030: AI and the 6G Horizon	89
(九) From Research to Reality: Shaping the Path to 6G	94
(十) MWC 26: What Did We Learn?	98
二、展場參觀與交流	104
(一) 愛立信 (Ericsson)	104
(二) 諾基亞 (Nokia)	107
(三) 高通 (Qualcomm)	109
(四) Globalstar	111
(五) SATELIOT	112
(六) Space42	113
(七) 空中巴士 (Airbus)	114
(八) 瑞鑑航太 (BAMS)	116
(九) KDDI	118

(十) GSMA.....	120
(十一) Ookla	121
(十二) 聯發科技 (MediaTek)	123
(十三) 和碩 (Pegatron)	123
(十四) 海能達 (Hytera)	124
(十五) 歐洲太空總署 (ESA)	126
(十六) 日本情報通信研究機構 (NICT)	128
(十七) 工業技術研究院	130
肆、 參訪心得及建議	133
一、參訪心得	133
二、建議.....	134
伍、 附件：相關照片及資料	136

圖 1、5G SA 發展現況統計	11
圖 2、5G 之 3GPP 標準演進	12
圖 3、5G 獨立組網與非獨立組網之功能比較	12
圖 4、企業端網路需求變化趨勢	14
圖 5、Vonage 建議之 API 服務發展策略	15
圖 6、KDDI 網路建設願景、作法及實績	16
圖 7、KDDI 參與 GSMA Open Gateway／CAMARA 計畫之實績	16
圖 8、CAMARA 計畫之通信品質 API 發展概況	17
圖 9、5G-A 目前主要功能應用	20
圖 10、Telefónica 的 eRedCap 在智慧燃氣之應用	22
圖 11、授權伺服器之功能	23
圖 12、授權伺服器可支援 API 導入基於 SIM 卡的靜默驗證機制	23
圖 13、GSMA 行動 AI 社群	25
圖 14、Turkcell 提出的 Networks for AI 應用方向	28
圖 15、OCUDU 全球協作生態系	31
圖 16、Qualcomm 預估 AI 與 XR 應用之流量與品質要求	32
圖 17、NGMN 聯盟分析 AI 發展對 6G 網路的意涵	33
圖 18、Sateliot 主張的關鍵系統之三大基本要求	36
圖 19、Sateliot 提出的 AI 與 NTN 網路系統整合之三個層面	37
圖 20、Sateliot 衛星網路解決方案之應用領域	38
圖 21、韓國推動 6G 與 AI 發展之政策措施	41
圖 22、全球在 6G 標準制定之匯聚訊號與分流風險	41
圖 23、印度的 6G 願景	42
圖 24、中國的 6G 願景及潛在應用案例	43
圖 25、北美地區對 6G 標準制定的 5 項主要原則	44
圖 26、AI 原生之 6G 網路的發展方向	45
圖 27、NGMN 聯盟反映營運商對 6G 之觀點	46
圖 28、Match-maker ventures 對網路 API 需求之分析	48
圖 29、LotusFlare 提出 API 存取資訊之同意機制的評估標準	50

圖 30、Vonage 分析行動網路將推動下一波數位轉型.....	53
圖 31、ShareID 解決方案結合 SIM swap API 與 MFA	54
圖 32、Solo.io 現場實際操作 AI 代理控制網路系統	55
圖 33、Aduna 分析 API 生態系相關業者之角色.....	58
圖 34、Neutral Wirelessy 空中 5G SA 專網與 QoD API 專案.....	60
圖 35、全球市場衛星服務推出現況	63
圖 36、各國願意付費購買 D2D 服務之消費者占比.....	64
圖 37、各國願意付費購買 D2D 服務之消費者占比.....	64
圖 38、Space TowerCo 商業模式.....	67
圖 39、ESA GSMA Challenge 2026 四大創新研發領域.....	71
圖 40、全球營運商 5G SA 與 5G-A 布建統計.....	78
圖 41、日本 XGMF 論壇對 6G 新頻段之建議.....	80
圖 42、華為提出電信商智慧轉型之最佳實踐	82
圖 43、環境物聯網應用案例：推車定位解決方案	86
圖 44、應急通訊生態系架構	89
圖 45、Ericsson Korea 之 AI 與 6G 發展路徑圖.....	91
圖 46、華為代理式核網（A-Core）架構之能力.....	92
圖 47、NGMN 聯盟對 6G 標準制定之建議.....	94
圖 48、GSMA 產業高層圓桌會議討論題綱	98
圖 49、5G SA 布建之驅動因素調查	99
圖 50、電信業在 AI 領域的業務目標.....	100
圖 51、主權 AI 之內涵.....	101
圖 52、主要衛星系統業者與行動網路營運商之合作協議統計	101
圖 53、主要衛星系統業者之使用頻段	102
圖 54、Ericsson 機器狗之差異化連線需求.....	105
圖 55、Ericsson 在全球的 AI RAN 試驗布局.....	106
圖 56、Ericsson 關鍵任務通訊解決方案.....	107
圖 57、Nokia AI 原生網路之代理式介面.....	108
圖 58、Nokia 關鍵任務通訊技術之應用領域	109

圖 59、Qualcomm 展示項目一覽	110
圖 60、Qualcomm 之 6G 與 Hybrid AI 原生架構概念圖.....	110
圖 61、Globalstar 展位	111
圖 62、Globalstar 技術應用領域及裝置	111
圖 63、Sateliot 的 Gen2 衛星系統簡介	112
圖 64、Airbus 太空 RAN 示範計畫.....	115
圖 65、Airbus 平流層飛行器／高空通訊平臺 Zephyr.....	115
圖 66、Zephyr 作為空中基地臺.....	116
圖 67、瑞鑑航太無人飛行車	117
圖 68、瑞鑑航太 BAMS OS 智慧整合作業系統	118
圖 69、KDDI 與 Starlink 合作推出衛星直連手機（D2C）服務	120
圖 70、GSMA Open Gateway 倡議	121
圖 71、全球 5G SA 與 NSA 涵蓋地圖	122
圖 72、全球 5G SA 下載與上傳速度、延遲毫秒數	122
圖 73、MediaTek 展區	123
圖 74、和碩展位	124
圖 75、Hytera 展示的無線電產品與解決方案	126
圖 76、歐洲太空總署展位	128
圖 77、日本 NICT 的 THz 無線傳輸實驗.....	130
圖 78、工研院展示的解決方案	132
圖 79、MWC26 展會現場.....	136
圖 80、參與人員於展會留影	136

壹、參訪目的

世界行動通訊大會(Mobile World Congress, MWC)每年由 GSMA (Groupe Speciale Mobile Association) 主辦，為全球規模最大、最具影響力的通訊展會。2026 年 MWC 大會(以下簡稱 MWC 26)與新創大會(4 Years From Now, 4YFN)共同於 3 月 2 日至 3 月 5 日在西班牙巴塞隆納 Fira Gran Via 展覽館舉辦。根據主辦方 GSMA 統計，共有 207 個國家、2,900 多家參展商、贊助商與合作夥伴共襄盛舉，並吸引超過 2,600 名記者與分析師，以及超過 10.5 萬人參與本次展會。

MWC 26 展會以智商時代(IQ Era)為核心主軸，全面探討 AI 如何重塑電信與網路產業，涵蓋六大主題：

- 智慧基礎設施(Intelligent Infrastructure)：下世代網路技術、AI 驅動的自動化、雲端與邊緣計算及開放式架構，將使網路轉型為策略價值平台。人工智慧驅動的自動化基礎設施，包含 5G Advance、專用網路、衛星、非地面網路(Non-Terrestrial Network, NTN)與量子就緒資料中心(Quantum-ready Data Center)，可望提高效率、可擴展性(Scalability)與韌性，進而提升產業量能、保護主權、加速數據驅動決策，並促成低碳永續未來。
- 連接式 AI(Connect AI)：網路系統正在獲得「大腦」與頻寬，透過導入 AI 與機器學習，規劃、切片與運作將自動化，同時電信公司可將資料與 API 回傳 AI 生態系統。邊緣分散式 AI 可望實現超低延遲與邊緣推論(Edge Inference)，AI 驅動的裝置則將使系統以更加智慧化及效率之方式運作。連接式 AI 技術創新包含自我優化無線電(Self-optimising Radio)、預測性資安防護(Predictive Cybersecurity)、AI 驅動的新型服務及可自主決策的 AI 代理人系統(Agentic AI system)等，將可產生新的收益來源、增加客戶生命週期價值(Lifetime Customer Value)，促進電信事業的 AI 轉型。
- 企業用 AI(AI 4 Enterprise)：針對個別產業量身打造的智慧解決方

案 (Sector-specific Intelligence)，如工廠廠房的預測性維護、即時性預防詐騙的金融科技、物流系統的數位雙生 (Digital Twins) 及輔助勞動力的 AI 代理人等，可提高生產力、降低風險並加速成長。

- AI 樞紐 (AI Nexus)：生成式、多模態 (Multimodal) 與量子增強型 (Quantum-enhanced) AI 正在快速融合，企業、政策制定者與創作者將需要面對新時代帶來的機遇與義務。AI 樞紐將呈現超個人化體驗 (Hyper-personalised Experience)、自主決策者 (Autonomous Decision Maker)、負責任的治理架構與主權 AI，並探討如何透過制定標準，平衡創新、倫理與人類協作 (Human Collaboration)。
- 科技普惠 (Tech 4 All)：為使變革性技術進步實現為全人類賦能 (Empower) 之願景，包容性創新包含具韌性的國家數位基礎設施以及氣候科技、數位素養與針對開發中國家融資模式的開放平臺等。科技普惠議題將探討技術主權、資料權利，以及哪些政策可確保數位科技帶來的經濟與社會紅利能雨露均霑。
- 變革者 (Game Changers)：介紹未來可能重新劃定產業界線的潛在科技，如太空網路 (Space-borne Network)、透過區塊鏈支持的能源市場 (Blockchain-enabled Energy Market)、自主系統 (Autonomous Systems)、次世代介面 (Next-Gen Interface) 及登月計畫級的材料科學 (Moon-shot Material Science) 等。

透過參加 MWC 26 展會中的產官學高峰會、研討會及圓桌會議等，可瞭解各國或產業推動數位轉型經驗與導入 AI 之策略作法，將有助於我國政府部門驅動產業數位化與智慧化各層面考量和推動策略（如韌性建設、頻譜資源、產業推動），參訪廠商展覽攤位可獲取全球行動通訊主流技術應用趨勢。本次參訪主要觀察重點包含：(1) 5G/6G 發展趨勢與相關技術應用情境；(2) 6G 標準之全球協調議題；以及(3) NTN 及衛星直連裝置 (Direct-to-Device, D2D) 發展趨勢。蒐研資訊可作為我國訂定未來行動通信頻譜管理政策之參考。

貳、參訪行程

本次行程原定搭乘 2 月 28 日晚間 23:00 由桃園機場出發，經杜拜轉機的阿聯酋航空（航班：EK367、EK185），於西班牙當地時間 3 月 1 日下午 12:50（時區：CET）抵達巴塞隆納機場，再於 3 月 2 日至 5 日參加 MWC 26 展會。

惟因 2 月 28 日爆發美伊戰爭（2026 Iran war），阿聯酋航空於當天晚間臨時取消 EK367 航班，且當晚其他航空公司亦臨時取消航班或已完成登機，不再接受訂位。本次參訪人員所能改訂之最快到達巴塞隆納之航班為 3 月 1 日晚上 22:10 由桃園機場出發，經伊斯坦堡轉機的土耳其航空（航班：TK25、TK1853），最終於西班牙當地時間 3 月 2 日上午 10:45 抵達巴塞隆納機場，並於下午 13:40 抵達 MWC 26 展會場地 Fira Gran Via 展覽館。

因上述航班取消因素，原擬於 3 月 2 日上午參加之研討會、高峰會及演講，遂不克參加，後續行程規劃則不受影響。以下為 3 月 2 日至 5 日之詳細行程說明。

115 年 3 月 2 日

時間	類別	行程規劃	備註
8:30-13:00	研討會	6G, Cloud, Edge, AI: The New Power Stack for Industrial Leadership (8:30-10:15)	因美伊戰爭使原定班機取消，臨時改訂其他航班致使延誤抵達巴塞隆納，遂不克參加。
	高峰會	Agentic AI Summit (09:15~13:00)	
	研討會	Networks on Autopilot: When AI Takes the Wheel (11:00 - 12:45)	
13:00 - 13:30	主題演講	European Space Agency - How Technological Disruption Secures Europe's NTN Future	
14:00 - 14:45	展位參觀	空中巴士 (Airbus) 公司展位	依原定計畫執行。
14:45 - 19:00	高峰會	5G Future Summit	

115 年 3 月 3 日

時間	類別	行程
09:30 - 10:00	主題演講	Dual-use connectivity. NTN + AI for resilience and technological sovereignty
10:30 - 13:00	廠商參訪	愛立信 (Ericsson) 公司展位
14:00-16:00	展位參觀	高通 (Qualcomm)、SATELIOT、Ookla
16:00 - 17:00	高峰會	Global 6G Industry Alliance Executive Dialogue
17:00-18:30	展位參觀	台灣館：工研院、合勤及 Askey 等

115 年 3 月 4 日

時間	類別	行程
8:30-13:00	高峰會	Open Gateway Summit: Accelerating Network API Adoption (8:30-13:00)
	高峰會	Satellite and NTN Summit (9:45-13:00)
14:00 - 16:30	研討會	Skybound 5G: Drones, HAPS, Satellites & the Race to Connect the World (14:00 - 14:45)
	高峰會	Global 5G Alliances Summit - From Connectivity to Intelligent Industry and Ecosystem (14:30 - 16:30)
	研討會	Networks 2030: AI and the 6G Horizon (14:45 - 16:00)
16:00-18:30	展位參觀	Nokia、Viasat 與瑞鑑航太、Global Star、GSMA

115 年 3 月 5 日

時間	類別	行程
9:00 - 11:00	圓桌會議	From Research to Reality: Shaping the Path to 6G
11:00- 12:00	展位參觀	華為 (Huawei)、SES
12:30 - 13:15	研討會	MWC 26: What Did We Learn?
14:00 - 17:00	展位參觀	NTT、KDDI、中國電信 (China Telecom)、Mediatek、Hytera、Pegatron

參、會議過程及內容

一、研討會、高峰會及主題演講

以下依會議舉辦時間，依序敘述各會議之議程與內容。

(一) 5G Future Summit

5G Future Summit 旨在探討 5G 網路架構及商業模式之發展，包含 Open Gateway、標準化的網路 API、5G 獨立組網(5G Standalone, 5G SA)、5G-Advanced (5G-A)、AI 與網路架構智慧化等議題，共有四場次 (Session)。各場次議程及討論內容，分述如下：

1. 場次一：以 Open API 實現獨立組網網路之盈利 (Session 1: Monetising Standalone Networks with Open APIs)

(1) 議程：

活動	主題	講者
引言 (Introduction)	Latest market 5G SA deployments and insights and GSMA Future Networks Forum initiatives	Henry Calvert (Head of Networks, GSMA)
發表 (Presentation)	-	Kunal Shukla (SVP & GM, Head of Network APIs, Vonage)
發表	-	Toshiyasu Wakayama (Senior Standardization Specialist, KDDI)
座談會 (Panel Discussion)	The importance of Standalone Networks architectures in the exposure via APIs, monetisation of 5G-Advanced capabilities, and the future 3GPP Release capabilities	主持人： Henry Calvert (Head of Networks, GSMA) 與談人： • Marcelo Cheminn Madruga (Head of Portfolio Technology & Architecture, Nokia Core Software) • Brijesh Yadav (VP, Architecture & Business Solutioning, Rakuten Mobile) • Ranjan Band (CTO Europe Telco & CX Business Lead, Tech Mahindra)

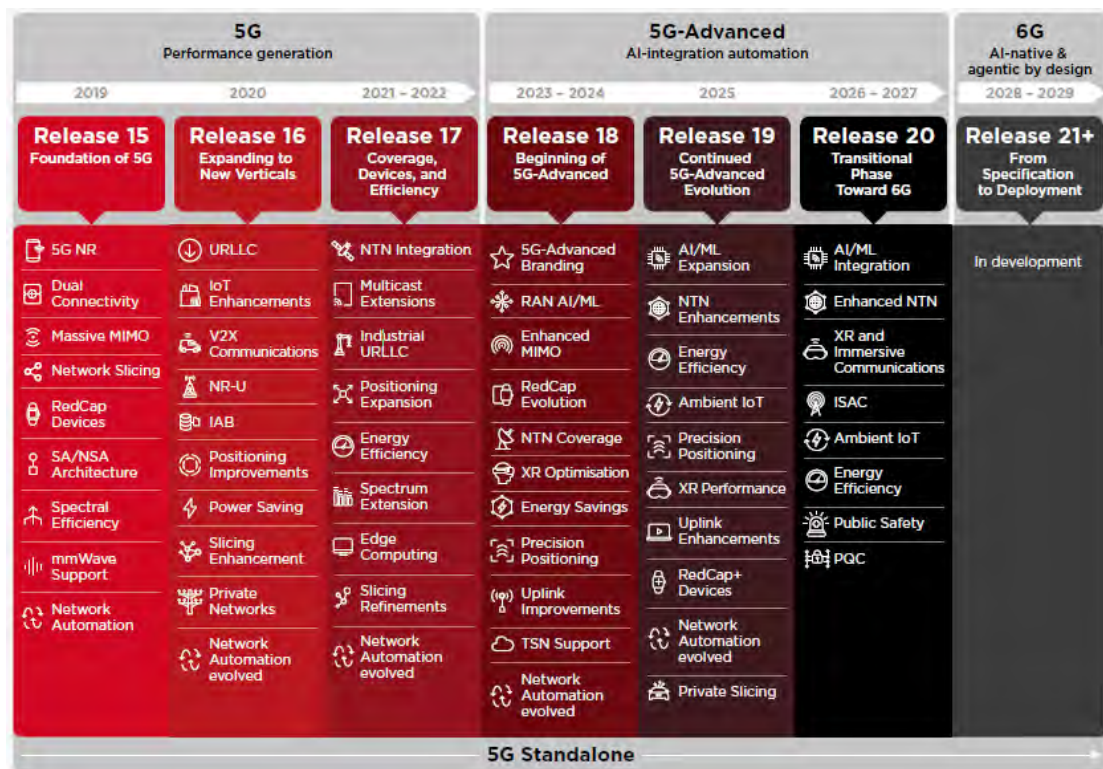
(2) 內容摘要：

GSMA 網路部門負責人（Head of Networks）Henry Calvert 於引言說明本次峰會探討技術世代間的演進，期望減少每個世代過度龐大的資本投資，使營運商能依循 3GPP 的標準化路線圖，從 Release 18 平順演進至 Release 19、20 及 21。根據 GSMA 統計，在全球 399 家 5G 營運商中，僅有 82 家已布建 5G 獨立組網，94 家仍處於規劃階段。Calvert 認為，這代表全球電信業界在推動 5G 真正潛力上的步伐過於緩慢。5G SA 並不僅是基地臺的升級，更是朝向服務導向架構（Service-Based Architecture，SBA）的徹底轉型。3GPP 標準自 Release 18 後皆建構在 5G SA 核心網路（簡稱「核網」）之上，營運商應逐步淘汰 LTE 核網，轉而採用雲原生（Cloud-Native）與 AI 原生（AI-Native）的基礎設施。在這種新架構下，軟體功能被疊加在基礎設施之上，使電信網路的運作模式將發生質的改變。Calvert 呼籲營運商應揚棄傳統建置硬體與購買功能之思維，朝向軟體化與服務化，以釋放 5G 網路的真正潛力。



資料來源：GSMA

圖 1、5G SA 發展現況統計



資料來源：GSMA，Destination Growth 5G Standalone: Getting Ahead of the Curve，2025/11。

圖 2、5G 之 3GPP 標準演進

5G-Advanced Features	5G SA	5G NSA
Massive IoT	Supported	Not Supported
URLLC	Supported	Not Supported
Non-Public Networks (Private 5G)	Supported	Limited Support
Power efficiency	Supported	Limited Support
Network slicing	Supported	Not Supported
AR/VR	Supported	Not Supported
Location and positioning	Supported	Limited Support
Uplink boost	Supported	Not Supported
Live broadcast	Supported	Not Supported
AI / ML Integration	Supported	Limited Support
RAN Control Loops	Supported	Limited Support
Network Sensing	Supported	Limited Support

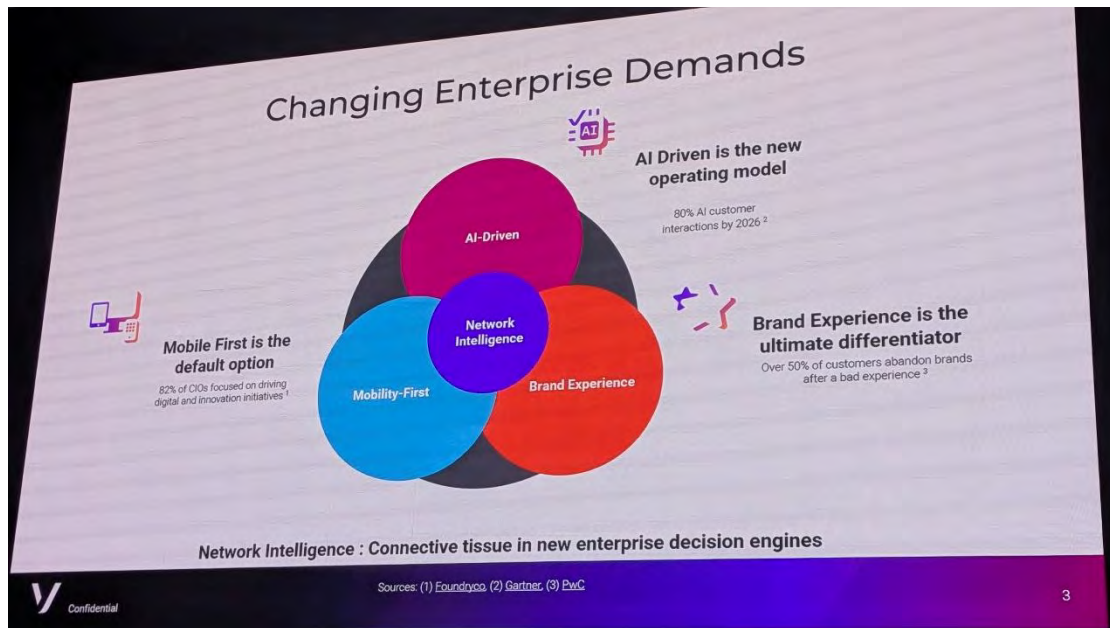
資料來源：GSMA，Destination Growth 5G Standalone: Getting Ahead of the Curve，2025/11。

圖 3、5G 獨立組網與非獨立組網之功能比較

因應 5G 企業端營收未如原先預期的窘境，GSMA 推動 Open Gateway 倡議，透過將 5G 網路能力封裝成標準化的 API，讓網路具備可程式化 (Programmable) 能力，使企業能像是操作雲端基礎設施，在幾分鐘內呼叫網路服務與執行即時資源配置。根據 GSMA Intelligence 分析，儘管全球市場目前僅少部分領先業者布建 5G SA，但網路規模一旦擴大到超過臨界點時，可望形成長尾市場 (Long Tail Market)，預估可帶來總計 1,270 億美元的營收成長。

Calvert 也強調終端裝置是釋放 5G SA 商業潛力的關鍵因素，唯有擴大終端裝置生態系，才能有效帶動擴增實境 (Augmented Reality, AR)、虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 與現場直播等高價值應用場景。此外，Calvert 認為電信產業應該花更多心思去「傾聽」企業的實際需求，而不是只專注於自我發展。營運商當前的首要任務是優化資產負債表、提升客戶體驗、從現有網路中以更低成本結構產出更多價值，並開創新營收來源。同時，地面網路與非地面網路的整合、無所不在的行動 AI (Mobile AI)、6G 標準的制定及營運商將基地臺資產剝離給鐵塔公司的「去層次化」(Delaying) 營運模式，也都是電信業者應當關注的新興趨勢。

Vonage 網路 API 資深副總裁暨總經理 Kunal Shukla 則在會議中分享如何釋放「網路智慧」(Network Intelligence) 的潛力，其指出企業端市場正發生三項變革。第一是行動網路優先 (Mobile-First)，有超過 8 成企業的技術長或資訊長專注於推動行動相關的數位化計畫。第二是 AI 應用的普及，運算資源正從雲端移至邊緣進行推理，而行動網路需解決邊緣運算在最後一哩路的連線穩定性要求。第三是企業要求受信任的品牌體驗，須確保用戶登入時的安全與連線無摩擦。在運作模式上，Shukla 指出軟體開發者通常不熟悉吞吐量、延遲或抖動等電信專業術語，不過他們需要的是「無所不在的」(Ubiquitous) 連線體驗。Vonage 與合作夥伴 Aduna 合作，透過網路 API 提取資料 (如號碼驗證、定位、服務品質)，再與第三方數據及 AI/ML 智慧層結合，進而提供開發者可直接應用的「數據與洞見」(Data & Insight) 及實際的「業務成果」(Outcome)，協助企業防範詐騙、提高轉換率、改善客戶體驗、增加營收及節省成本。

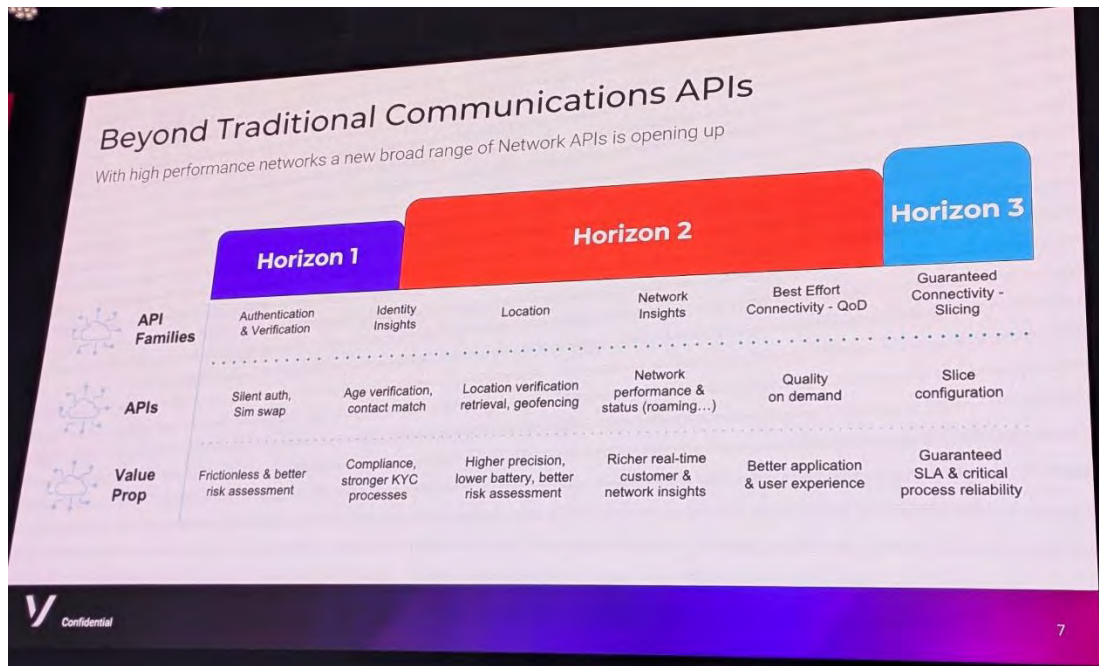


資料來源：Vonage。

圖 4、企業端網路需求變化趨勢

Shukla 提出兩項實際應用案例。第一，針對雙因子驗證（2FA）中簡訊單次密碼（SMS OTP）未送達或遭詐騙的問題，Vonage 利用電信網路的號碼驗證 API 直接驗證用戶設備，降低詐騙比例，並提高轉化率。此技術已導入二手拍賣平台 Vinted、數位銀行 Revolut、金融科技公司 Lydia 與叫車服務 Free Now。第二，Vonage 與 c3 AI 合作，將 API 應用於前線維修管理（如空調維修）的代理式 AI（Agentic AI）。技術人員在現場透過應用程式進行視訊通話時，系統會調用身分驗證，並啟動「按需網路品質」（Quality on Demand, QoD）API 動態配置網路資源，維持即時視訊無抖動、無延遲與無封包遺失。

Shukla 建議電信產業的 API 服務發展策略，應該劃分為三階段循序漸進推動。第一階段是從靜默認證（Silent Authentication）、SIM 卡交換偵測（SIM Swap）API 起步，提供無摩擦體驗與更好的風險評估。第二階段則擴展至身分洞察、位置資訊、網路效能狀態與 QoD 等，價值在於協助企業法遵及 KYC（Know Your Customer）、即時掌握網路狀態、帶來更好的網路體驗等。第三階段則是提供差異化連線品質，透過網路切片，確保最佳的應用程式體驗與關鍵任務的服務等級協定（Service Level Agreement，SLA）保證。

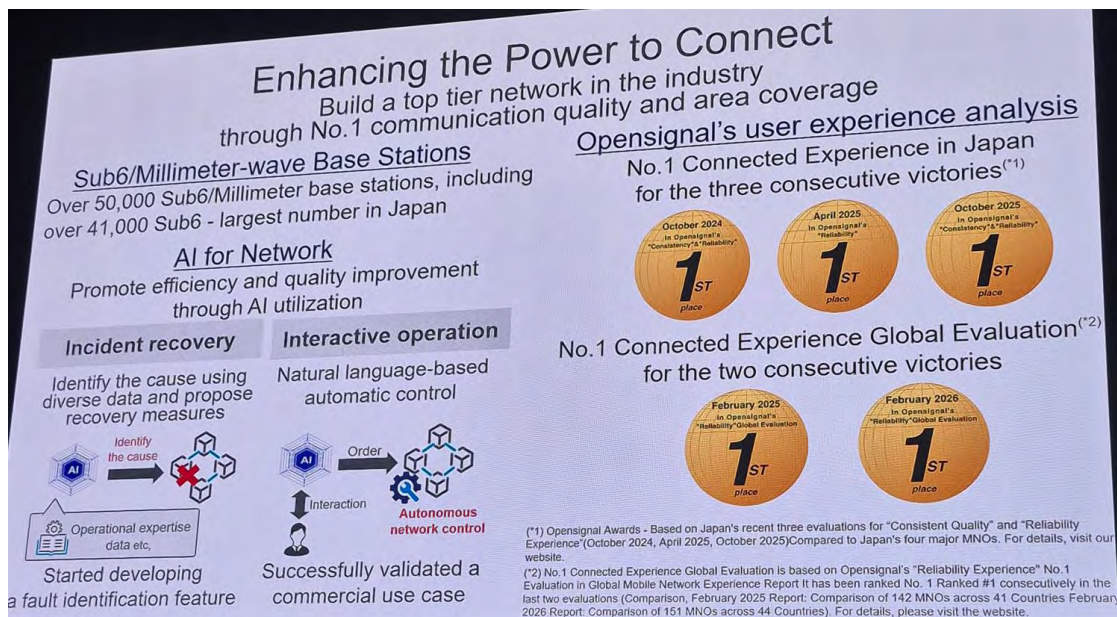


資料來源：Vonage。

圖 5、Vonage 建議之 API 服務發展策略

KDDI 資深標準化專家 Toshiyasu Wakayama 分享的内容則聚焦 KDDI 的發展策略。KDDI 在日本擁有 7,000 萬名行動通信用戶，其發展藍圖包含布建 AI 基礎設施、5G SA 及開發網路 API 應用等面向。在 AI 基礎設施方面，面對資料中心的擴建需求，KDDI 並非盲目建設耗能的巨型資料中心，而是採用分散式、兼顧永續性及韌性的發展模式，KDDI 主要利用其電信網路整合既有的資料中心資源，並將大阪的堺市（Sakai）一座舊電子工廠改建為 AI 資料中心，以縮短施工時間、節省成本，並提升能源效率。

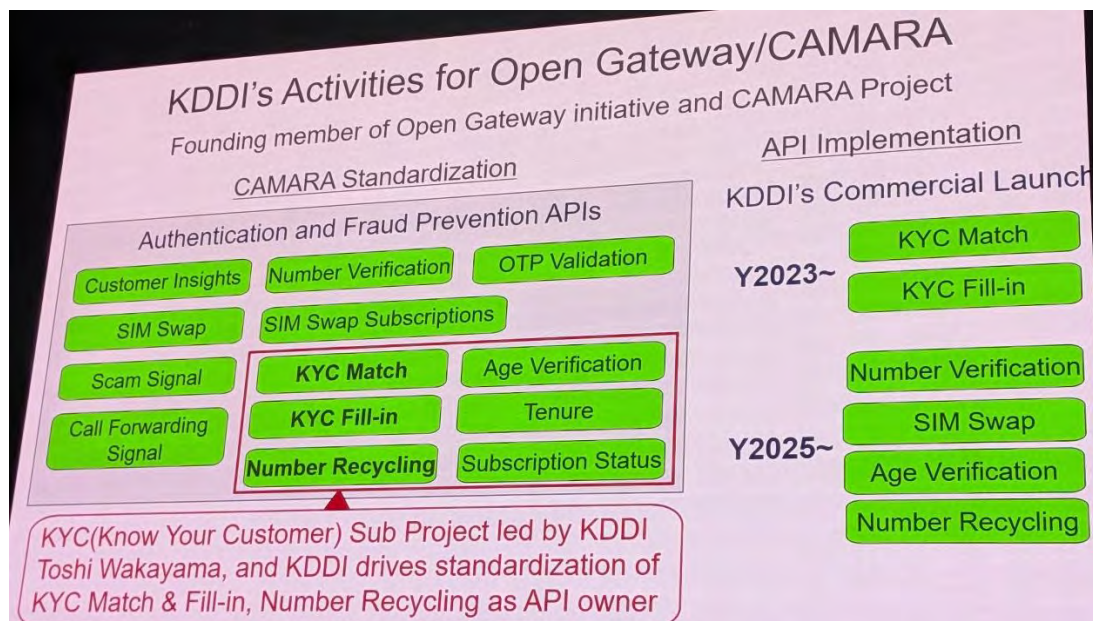
在 5G SA 布建方面，KDDI 提出「增強連線的力量」（Enhancing the Power to Connect）作為核心願景，並宣稱其為日本布建最多數量 5G SA 基地臺之業者，共計超過 5 萬座 6 GHz 以下及毫米波基地臺。KDDI 透過將 AI 技術應用於網路系統的日常營運，包括以自然語言進行自動化控制、運用多樣化資料判斷故障原因，並自動提出故障排除作法等。另外，KDDI 將網路切片技術商業化，於 2025 年 7 月推出「au 5G SA」的進階高品質連線服務，為訂閱此服務的用戶分配專屬的無線電資源，確保在擁擠的通勤列車或體育場等環境中，依然能確保連線穩定。



資料來源：KDDI。

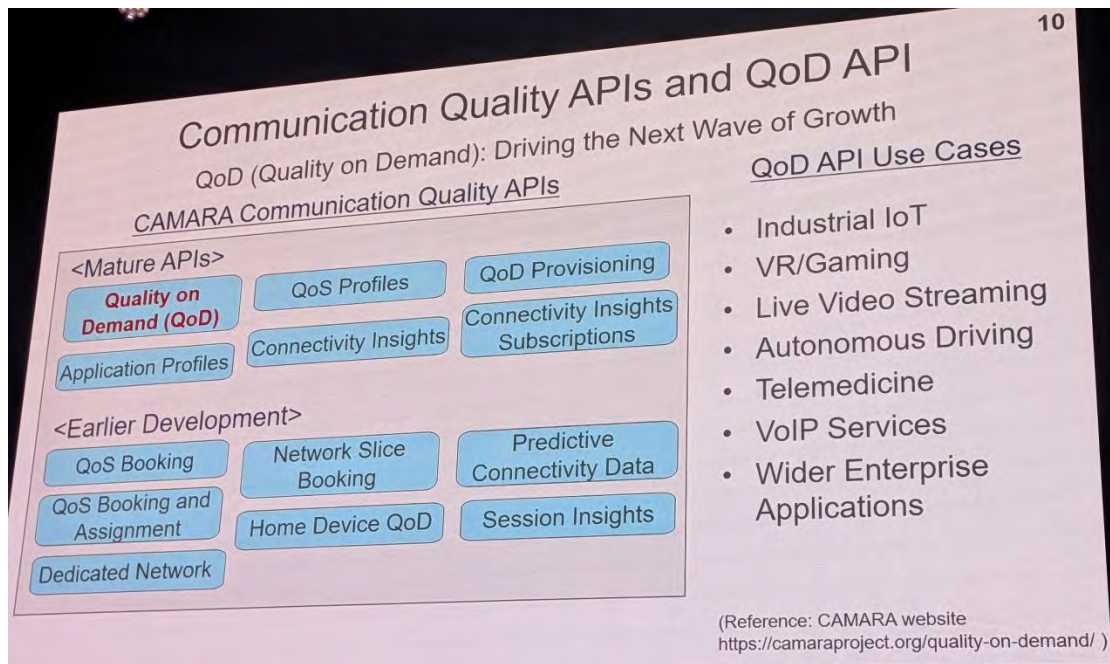
圖 6、KDDI 網路建設願景、作法及實績

在開發網路 API 應用方面，KDDI 作為 Open Gateway 與 CAMARA 計畫的創始成員，已在市場上推出 6 款 API 商業服務。其中，身分驗證與防詐 API 目前已在市場獲得初步成效，目前 KDDI 正著手開發通訊品質 API，以充分利用 5G SA 網路之潛能。例如，QoD API 藉由允許應用程式端動態提出需求、預定所需頻寬，將翻轉現行靜態的網路資源分配及管理模式，使網路資源可被即時地、動態地分配，進而優化服務品質。



資料來源：KDDI。

圖 7、KDDI 參與 GSMA Open Gateway/CAMARA 計畫之實績



資料來源：KDDI。

圖 8、CAMARA 計畫之通信品質 API 發展概況

在座談會環節，GSMA 主持人與 Nokia、Rakuten Mobile、Tech Mahindra 代表針對 5G SA 及網路 API 等議題進一步深入探討。Nokia Core Software 的 Marcelo Cheminn Madruga 指出，目前市場上擴散最廣的 API 是防詐與用戶識別 API，包含防止 SIM 卡交換攻擊與 KYC 等功能，不過市場關注重點已開始轉向 QoD API 與網路切片的結合。QoD 允許應用程式在特定時間段內獲得低延遲或高吞吐量的保障，可滿足部分用戶在特定時間點對網路效能的高度需求。另外，鑑於營運商通常無法在龐大的主網路上立即升級最新的 3GPP 軟體，Nokia 提供 Network as Code 平臺與核網軟體即服務（Core SaaS）方案，使營運商可先在獨立的雲端環境中快速測試最新標準與 API 服務，經評估具備商業價值後，再推送至主網路系統，解決了軟體更新週期的痛點。對於 3GPP 標準化進程，Nokia 表示其研發團隊在開發新應用或 API 時，便預設未來必定開放給生態系使用（Exposure by default），以確保跟上 3GPP Release 進程。

Rakuten Mobile 架構與業務解決方案副總裁 Brijesh Yadav 則表示，相較於過去 4G 網路的封閉性與需要額外轉換閘道器，5G SA 採用服務導向架構，原生支援 HTTP/2 與 JSON 格式，與外部網頁開發者及企業所使用的程式語言完全一致，

大幅降低網路能力開放與 API 串接的技術門檻。在 API 領域，Rakuten 開發「號碼查詢」(Number Lookup) API，用於識別用戶所屬電信商以支援簡訊廣播，並計畫將其提交 CAMARA 標準。針對防範身分盜用、防詐的需求，Rakuten 正在測試 Number Verify、SIM Swap 等 API。Yadav 指出，API 必須具備跨營運商的可用性，若僅由單一營運商提供 API，往往不足以滿足企業需求，需進行跨網整合。在技術推廣的挑戰上，耗時最長的環節並非技術開發，而是法規遵循、文件編製、計費系統整合及用戶同意權管理 (Consent Management)，例如定位 API 需取得用戶的明確授權。

Tech Mahindra 歐洲電信與客戶體驗業務負責人 Ranjan Band 則分享，企業客戶往往不會使用電信網路專業術語或要求特定的 API，而是提出具體的業務需求，例如在大型場館內實現穩定的連線或互動體驗。為滿足此一需求，系統整合商的工作是將 5G 網路切片、QoS 與雲端服務等進行底層整合。5G SA 網路與 API 面臨多項整合挑戰，系統整合商必須處理舊有網路遺留的混合環境，並將 API 與營運商的計費系統連接。由於 5G SA 開放 API 會增加網路可能被攻擊的範圍，因此必須建立周全的監控與身分驗證機制以防範外部攻擊。此外，Band 也指出 AI 已被應用於軟體開發生命週期的各階段，包括需求分析、設計、建置、測試與部署。Tech Mahindra 使用名為 swifter.io 的平台與基於「檢索增強生成」(Retrieval-Augmented Generation, RAG) 架構的代理式 AI，自動生成 JSON 檔案與模擬數據，使開發團隊的生產力可大幅提升。

2. 場次二：從 5G-A 到 5G 商業化 (Session 2: From 5G-Advanced to 5G Commercialisation)

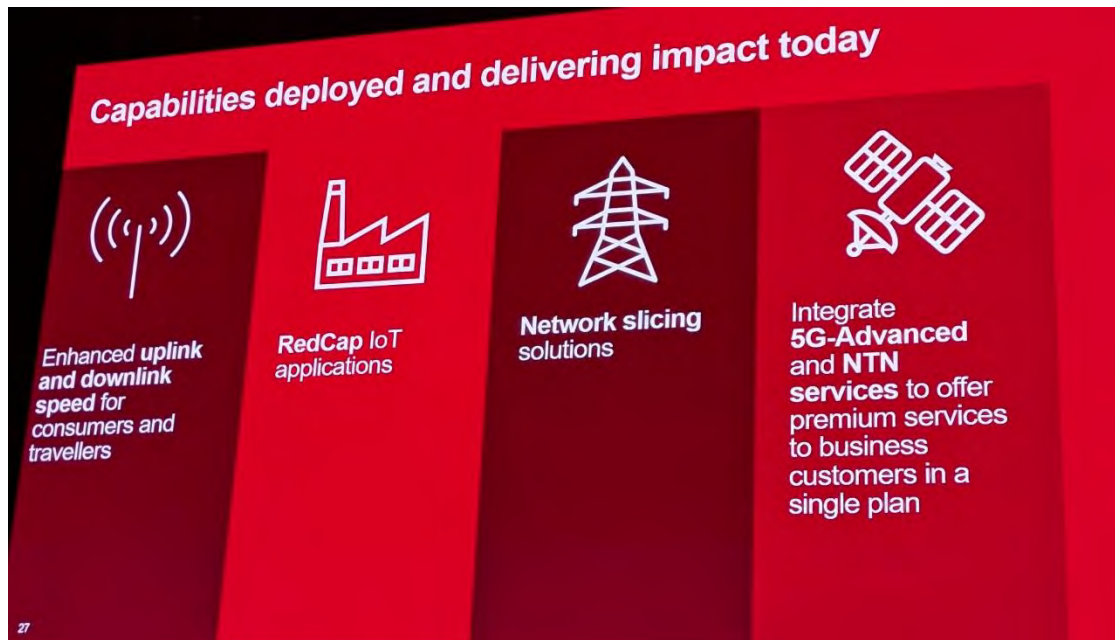
(1) 議程：

場次	活動	主題
引言	5G-Advanced in Action: Deployment Paths, Capabilities and Timelines	Barbara Pareglio (Senior Technical Director, GSMA)

場次	活動	主題
發表	From 5G-Advanced to 5G Commercialisation	Yigal Elbaz (SVP, Network CTO, AT&T)
爐邊談話 (Fireside Chat)	Unlocking 5G Advanced for Next-Generation IoT Deployments	Juan José González Menaya (IoT Product Director, Telefónica)
發表	-	Jeevithan Muttu (VP Product & R&D, Motive)
座談會	5G Advanced, Revenue-Ready: How Entitlement Services Are Unlocking Revenue from Network Slicing, NTN, and Secure Identity	主持人： Barbara Pareglio (Senior Technical Director, GSMA) 與談人： • Christiaan Brand (Director, Product Management: Identity and Security, Google) • Jeevithan Muttu (VP Product & R&D, Motive)

(2) 內容摘要：

GSMA 資深技術總監 Barbara Pareglio 引言指出，目前 5G-A 架構受到市場關注的功能，包含上行與下行傳輸速度的提升、作為物聯網應用的 RedCap、網路切片，以及與非地面網路的整合。網路切片技術經過多年的發展，目前已進入商用化階段。非地面網路整合的市場關注度也在持續提升。在全球布建進度方面，目前全球雖僅有 12 個已啟動的 5G-A 網路，但也有 61 家業者已規劃導入 5G-A，預期 5G-A 的採用率可望快速上升。不過，Pareglio 也指出終端設備效能對 5G SA 與 5G-A 體驗有顯著影響，若市場上缺乏相容的終端設備，勢必會推遲 5G-A 解決方案的發展速度，電信產業應更加關注終端設備功能的發展。至於消費者市場，由於多數用戶其實不清楚自身使用的是 5G SA 或 5G-A 網路，其對網路品質的認知主要來自實際的網路效能與使用體驗，故電信業者在推動消費者端的應用服務時，應將實際使用體驗作為關注核心。



資料來源：GSMA。

圖 9、5G-A 目前主要功能應用

AT&T 網路技術長資深副總裁 Yigal Elbaz 分享 AT&T 的無線網路現代化與 5G SA 布建策略。在無線網路現代化方面，AT&T 擁抱開放架構（Open Architecture），目前超過 50%的網路流量透過支援開放架構的硬體傳輸，預計年底將提升至 70%以上。為管理網路運作，AT&T 布建統一管理系統（ONE Management / SMO），取代過去單一供應商專用的設備管理系統，將所有廠商的網路功能皆整合至同一的服務管理與編排（SMO）平臺中。統一管理系統能夠存取網路資料，AT&T 也以此為基礎建立代理式 AI 平臺，以將營運端的意圖直接轉化為自動化的網路操作。

在 5G SA 布建方面，AT&T 已完成全國範圍的布建，目前所有固定無線接取（Fixed Wireless Access, FWA）客戶皆運行於 5G SA 核網架構上。由於提供低延遲服務需要分散式核網，AT&T 在數十個地點部署包含十多種功能的 SA 核網，運行超過 2,000 個叢集（Cluster）。為實現規模化營運，AT&T 採用微軟雲端堆疊的自動化工具，並自行開發自動化機制，涵蓋認證、整合、掃描、錯誤修復與配置生命週期管理。

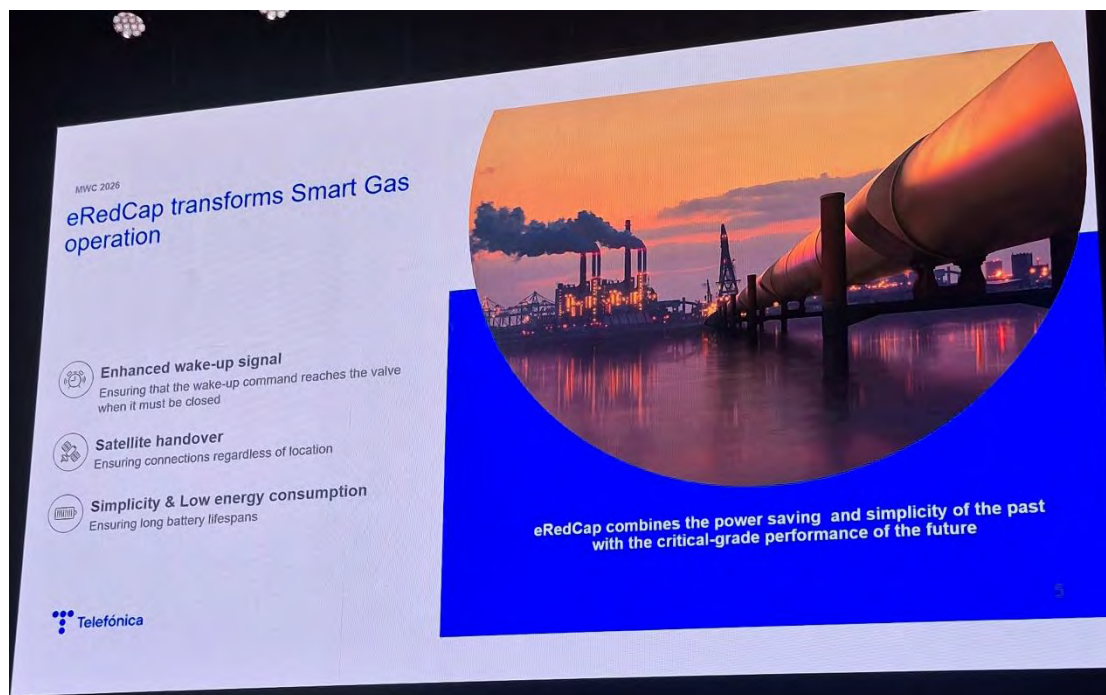
AT&T 提出的 5G SA 關鍵應用場景包含車聯網、RedCap 物聯網應用及網路

切片於公共安全之應用。就車聯網部分，AT&T 連接北美 80%的連網車輛。5G SA 支持在車輛內運行不同等級的網路服務，將娛樂系統、軟體更新與自動駕駛控制系統分離處理。隨著自動駕駛與自駕計程車的增加，網路中的上下行流量比例已發生變化，上行數據量顯著增加。在物聯網方面，AT&T 透過在全國範圍部署 RedCap 技術降低物聯網模組成本，提高能源與頻譜效率，新款的智慧型手錶已採用該技術。在網路切片方面，AT&T 推出專屬服務以增強無線網路體驗，並為急救人員提供專用的獨立組網核網（即 FirstNet 網路服務），而非僅依賴商業網路切片。最後，Elbaz 表示網路架構已轉向軟體、雲端與人工智慧，技術創新週期不應受限於傳統的行動通訊世代，產業需要建立能適應持續創新與軟體定義的網路架構。

Telefónica 物聯網產品總監 Juan José González Menaya 的爐邊談話（Fireside Chat）則分享 5G-A 如何推進新一代物聯網的發展。從 2G 與 3G 時代的銷售時點情報系統（Point of Sale，POS）終端與安全警報器，至以低功耗廣域網路（如 NB-IoT 與 LTE-M）為主的成熟期。這些網路提供室內訊號穿透與省電模式，使智慧電錶及水錶能以單一電池運行數年。目前物聯網進入指數型成長階段，客戶的需求不再只是連接感測器，而是需要支援「智慧系統」。Telefónica 推出的 eRedCap 技術可在設備的低功耗與效能間取得良好的平衡，其能夠實現的功能包含：(1)透過網路直接定位設備，實現無 GPS 高精度定位；(2)衛星切換（Satellite Handover）支持無縫整合非地面網路；(3)透過「增強型喚醒訊號」（Enhanced wake-up signal），確保設備在需要時能被隨時喚醒，同時維持極低的能源消耗，以延長電池壽命。

Telefónica 提出兩個 eRedCap 應用案例。第一個是智慧燃氣營運（Smart Gas Operation），當伺服器需要發送指令關閉偏遠地區的瓦斯閥門時，eRedCap 的增強型喚醒訊號能以極低的延遲保證指令到達，並利用衛星通訊確保任何地點都不會斷線。第二個則是用於物流系統的智慧標籤（Smart label），eRedCap 能將追蹤範圍從整個貨櫃細緻化至單一貨箱，降低單位成本，並具備極佳的省電功能，使大規模導入低成本、長效型的智慧標籤成為可能。Menaya 認為，雖然 eRedCap 是邁向大規模 5G 物聯網的重要一步，但業界仍須專注提升省電能力，目標是依

靠單一電池運作長達 15 年以上，以打造出在 5G 網路下能與現今 NB-IoT 媲美的解決方案，方能更進一步推動 5G 物聯網持續發展。

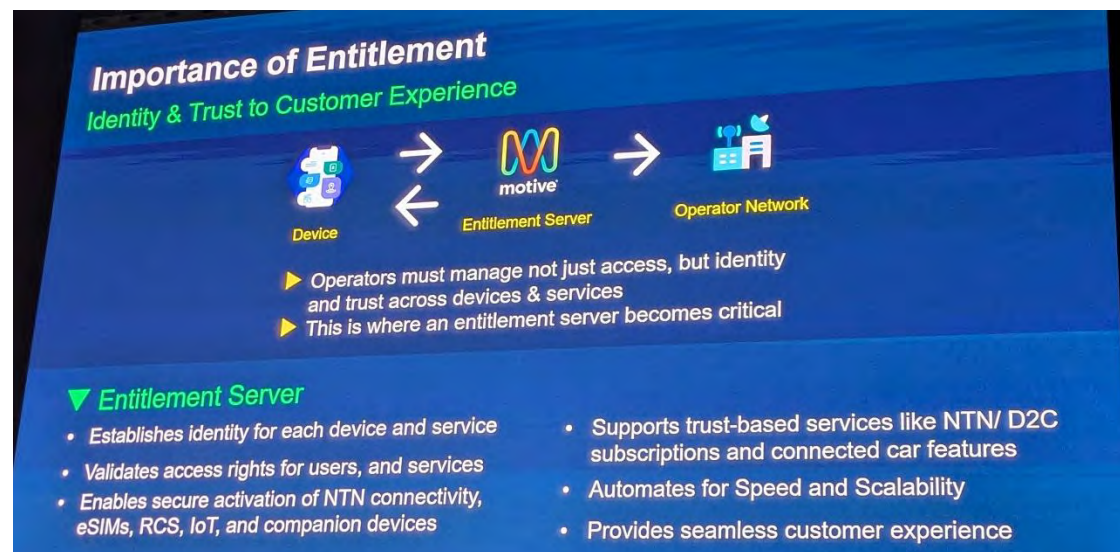


資料來源：Telefónica。

圖 10、Telefónica 的 eRedCap 在智慧燃氣之應用

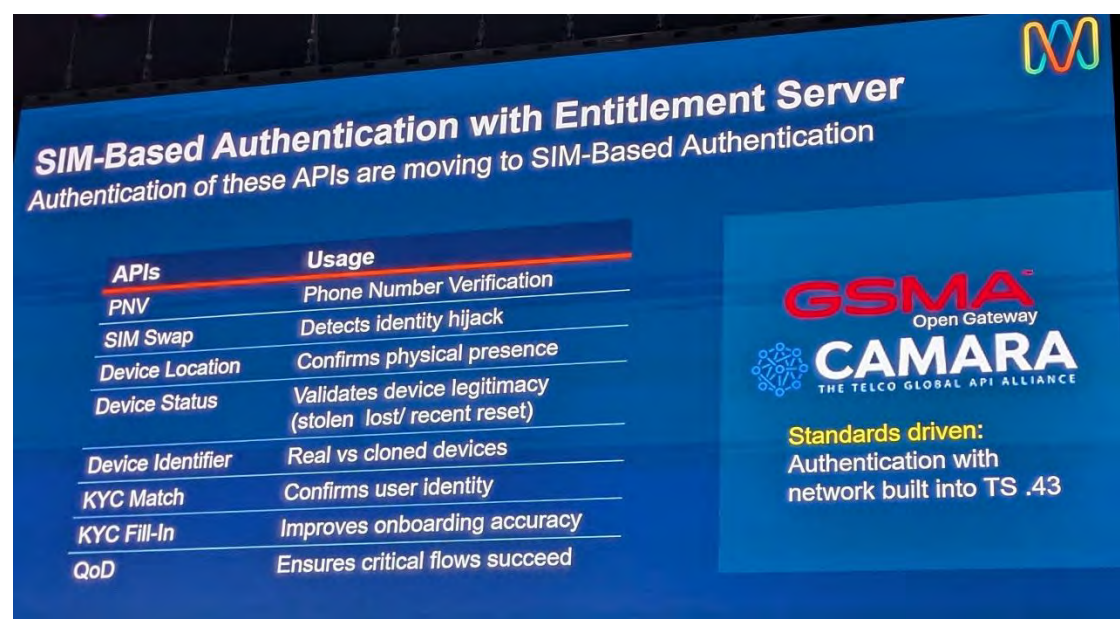
Motive 產品與研發副總裁 Jeevithan Muttu 發表關於授權伺服器（Entitlement Server）在 5G 商業化中扮演的角色。Motive 管理的終端設備數量達 18 億臺，涵蓋 12 萬種設備型號。授權伺服器在行動通信核網中，作為功能、設備身分與安全性之間的橋樑，其功能涵蓋 eSIM 管理與轉移、非地面網路連接、連網車輛的輔助設備配對及 5G SA 的按需網路切片機制（On-demand Slicing）等。在身分驗證方面，授權伺服器提供基於 SIM 卡的電話號碼靜默驗證（Silent Authentication）。傳統的雙重驗證通常依賴簡訊單次密碼，用戶需手動輸入密碼，且存在簡訊未送達或網路釣魚的風險。透過授權伺服器，系統能在背景自動與設備通訊並完成身分驗證流程。在 API 商業化方面，安全性與防詐 API 是市場上使用率較高的服務。授權伺服器擔任閘道器與身分驗證引擎，確保 API 呼叫進入網路前的安全性。此外，取代傳統簡訊的進階通訊解決方案（Rich Communication Service, RCS），其具備的多媒體、視訊與網路協定通訊功能，同樣需要藉由授權伺服器在 Android

與 iOS 裝置上進行安全配置。



資料來源：Motive。

圖 11、授權伺服器之功能



資料來源：Motive。

圖 12、授權伺服器可支援 API 導入基於 SIM 卡的靜默驗證機制

在座談會環節，Muttu 補充說明道，隨著營運商轉向 5G SA，精確定位與服務品質保證等新功能需要透過可程式化的 API 對外提供。權限伺服器不僅啟用這些 API，還負責對每個 API 請求進行安全認證，將驗證機制標準化。在身分管理上，營運商擁有 SIM 卡與用戶之間的端到端資料，具備查核用戶資訊的能力。

營運商可透過後端 API 驗證設備位置或是否發生過 SIM swap。在未來的身分驗證場景中，用戶可結合手機與實時影像，透過營運商的 API 完成身分驗證，成為護照或駕照等實體身分文件的替代方案。

Google 身分與安全產品管理總監 Christiaan Brand 則指出，權限管理正從靜態審核轉變為動態模式，例如即時確認用戶的電話號碼。此一轉變需運用標準化 API 連結電信級服務與應用程式開發者，並將電信級服務與雲原生或 AI 原生的應用程式開發者連接，如 Firebase 等平臺將電話號碼視為各類防詐 API 的關鍵基礎。開發者的核心需求是易於存取服務，但過去 API 的導入過程涉及與營運商的長時間協商與審核過程，目前 Google 的開發目標是讓開發者能在數秒內於營運商涵蓋區域內獲得驗證所需的資源。在用戶體驗上，服務重點已從「號碼驗證」轉向「號碼獲取」，目的在於消除用戶手動輸入電話號碼的摩擦與步驟。Brand 指出推動此技術的關鍵在於電信營運商布建授權伺服器基礎設施，以支援次世代的驗證服務。

3. 場次三：行動 AI 與智慧網路 (Session 3: Mobile AI and Intelligent Networks)

(1) 議程：

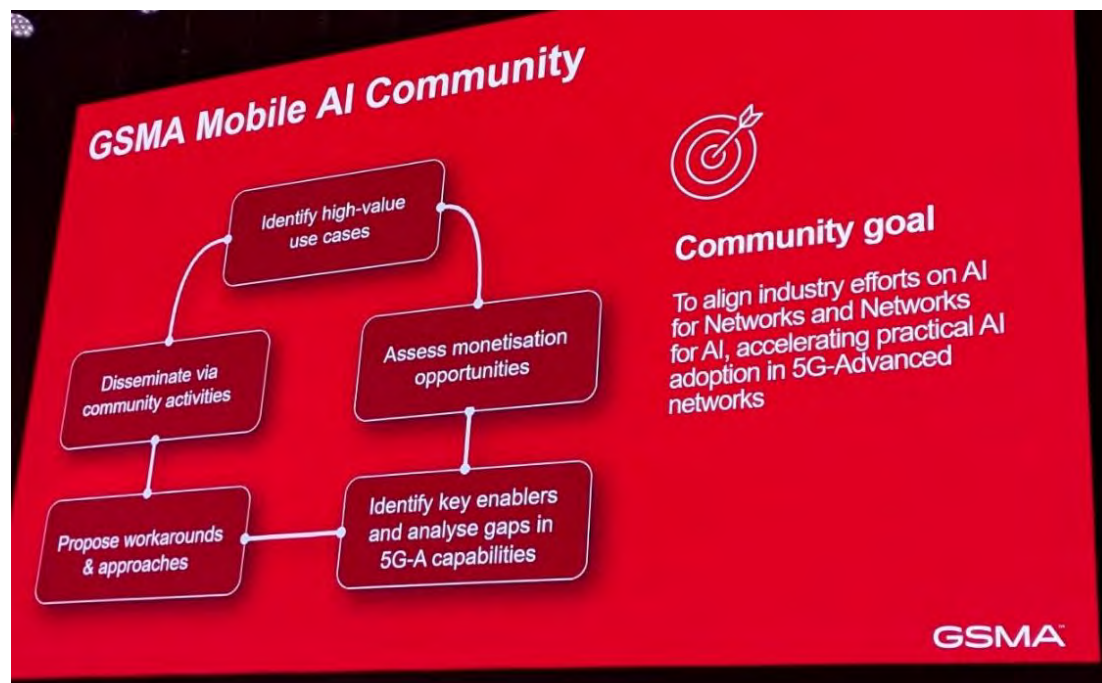
場次	活動	主題
引言	New GSMA 6G Community initiative announcement	Morteza Kheirkhah (Technical Director – Networks, GSMA)
演講 (Speech)	Enabeling the Mobile AI Era	Alex Sinclair (CTO, GSMA)
發表	Enhancing Uplink, Enabling Intelligence	Ms Huang Yuhong (General Manager, China Mobile Research Institute)
發表	Intelligence Beyond Connectivity in an AI-Driven World	Dr Vehbi Cagri Gungor (Chief Network Technologies Officer, Turkcell)

(2) 內容摘要：

GSMA 技術總監 Morteza Kheirkhah 於引言介紹 GSMA 行動 AI 社群 (Mobile

AI Community) 的任務與工作進展。GSMA 行動 AI 社群致力於推動電信產業導入 AI，包含兩個面向。其一是「AI for Network」，係運用 AI 提升網路營運與效能；其二是「Networks for AI」，係指網路應具備支援新興 AI 應用與服務。在目前的階段，GSMA 行動 AI 社群將技術重點放在 5G-A 技術上，並特別鼓勵電信營運商布建 5G SA。

GSMA 行動 AI 社群除致力於識別具備高價值的技術應用，更分析相關應用案例的商業化價值及網路端所需的關鍵技術 (Key Enabler)，旗下多個技術小組分別研究的議題包含動與傳輸網路中的確定性延遲 (Deterministic Latency)、對延遲敏感的 AI 應用提供的確定性運算 (Deterministic Compute)、代理式網路架構 (Agentic Network)、基於 AI 的流量偵測與分類技術、建立 AI 資料架構 (AI Data Framework) 等。藉由識別技術的過程，社群的成員能夠準確掌握目前網路技術的不足之處。一旦發現技術缺陷，便會展開討論並提出替代解決方案或應變措施。在知識傳播方面，社群會透過 GSMA 的常規活動平台發布成果，包含舉辦網路研討會、發布技術白皮書、在 MWC 大會進行發表及舉辦工作坊。



資料來源：GSMA。

圖 13、GSMA 行動 AI 社群

GSMA 技術長 Alex Sinclair 的演講則探討行動 AI 時代的轉變，其指出電信產業已不再僅是連接人與資訊，而是開始將「智慧」直接連接到實體世界。AI 已不再侷限於雲端伺服器或單一設備中，而是正轉變為無所不在的「環境智慧」（Ambient Intelligence）。此種智慧可聆聽、觀看、學習，並代表人類執行動作。例如，AI 代理（AI Agent）開始在人類提出要求前就主動組織任務；穿戴式設備持續解讀使用者周遭的環境與健康狀況；自主系統（Autonomous System）則在複雜環境中運行並作出即時決策。在這種新情境下，基礎設施對使用者體驗將至關重要，當 AI 助理進行語音翻譯、智慧眼鏡進行即時導航，或機器人在危險環境執行精密檢查時，底層網路的品質將決定這些智慧體驗的流暢度與可靠度。

Sinclair 強調，上述轉變將迫使營運商必須重新調整網路優化的優先順序。多年來，傳統網路主要針對下行流量（特別是影片下載）進行優化。但現在，機器設備產生的數據量已與下行鏈路傳輸的數據量相當，這使得「上行鏈路」（Uplink）效能變得極為關鍵，同時網路的延遲也必須具備可預測性與一致性。此外，網路涵蓋必須深入且無所不到在，特別是在室內環境，因為絕大多數的 AI 應用是在室內使用。因此，網路與運算資源必須整合成單一的協調系統（Coordinated System）運作。如果 AI 是數位經濟的大腦，那麼行動網路即為其神經系統，必須具備可靠度、信任度與靈敏反應的特性。

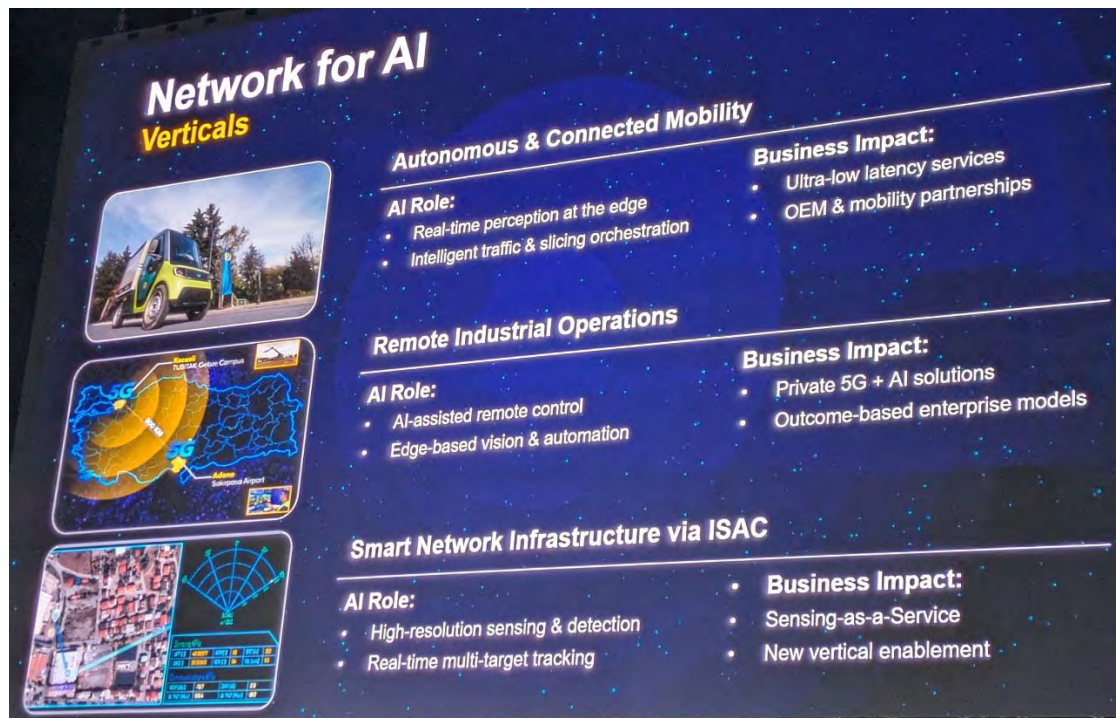
中國移動研究院總經理 Huang Yuhong 的演講主題則為增強上行鏈路，以促進智慧應用。目前中國移動已建置全球最大的 5G-A 網路，累計布建超過 270 萬個 5G 基地臺，服務超過 6.2 億名用戶，並在 330 個城市提供 5G-A 涵蓋。在網路流量方面，抖音（TikTok）與小紅書等新興社群媒體應用（如短影音、社交分享）日益普及，驅動網路從傳統的「下行為主」模式，轉變為上下行流量平衡的模式。在部分特定情境下，如體育賽事與文化旅遊活動，上行流量占比甚至超過總流量的 55%。展望未來，隨著無所不在的智慧時代到來，包括 AI 手機、AI 眼鏡、體現智慧（Embodied Intelligence）、車聯網及低空經濟中的無人機應用等新興服務將進入快速發展期，這些應用對網路涵蓋、資料速率與穩定性將帶來更高的要求，上行鏈路勢必成為 AI 服務體驗的主要瓶頸。

為解決上述瓶頸，中國移動提出透過時間、頻率、空間與功率四種維度增強上行鏈路之技術方法，以實現更廣域的涵蓋、更大的容量與更靈活的配置。在時間的維度，中國移動改變過去固定的資源配置，採用差異化的分時雙工（Time Division Duplex, TDD）框架結構，根據服務需求動態調整時隙比例（Time Slot Ratio），為上行傳輸提供更多資源。在頻率的維度，將單一頻段擴展至多頻段，藉由使用補充上行鏈路（Supplementary Uplink, SUL）來增加頻譜資源；同時，正在研究上行鏈路三載波聚合（3-Carrier Aggregation）技術以提升峰值速率。在空間的維度，將獨立傳輸轉變為聚合傳輸，藉由終端設備聚合（UE Aggregation）等創新方法，協調不同終端的資源以提升速率與可靠性，例如在家庭或高鐵中，讓收訊良好的設備協助收訊較差的設備傳輸資料。在功率的維度，將單一傳輸低功率轉變為雙傳輸高功率。藉由增加分頻雙工（Frequency Division Duplex, FDD）終端設備的發射功率與天線數量，可望顯著提高網路邊緣的涵蓋率。

Turkcell 首席網路技術長 Dr. Vehbi Cagri Gungor 則分享從基礎連線轉向智慧協調的網路基礎設施變革。Gungor 指出，全球目前有超過 210 億個聯網設備，並以每年 13% 的速度增長，要管理如此龐大的設備數量，勢必仰賴 AI 代理，故 AI 驅動的決策流程正在成為主流。

Gungor 從「Networks for AI」與「AI for Network」兩個面向展開探討。在 Networks for AI 方面，他強調 AI 產生的流量與傳統數據流量截然不同，具備突發性（Bursty）、對延遲敏感（Latency-sensitive）且不容許封包遺失的特性。為了滿足這些要求，網路基礎設施必須提供超低延遲、高可靠性與分散式運算能力。相關應用涵蓋自主網路、自動駕駛車輛、遠端工業操作，以及透過通感融合（Integrated Sensing and Communication, ISAC）技術實現的智慧網路基礎設施。這些應用要求網路提供「最佳效能」（Best performance），而不能僅提供傳統網際網路的「盡力而為」（Best effort）服務。因為能源效率對 AI 服務至關重要，因此網路基礎設施必須進行結構性轉變，例如導入智慧負載平衡、遠端直接記憶體存取以及嚴格的能源管理。未來的發展將基於 AI 代理，以及多個 AI 代理在不同領域間的同步協調。

在 AI for Network 方面，Gungor 簡介 Turkcell 導入智慧網路營運之實踐。Turkcell 已在網路中應用機器學習與 AI 技術，進行預測性維護、能源管理、故障管理、異常偵測、自我組織網路（Self-Organizing Network，SON）優化及天線傾角（Tilt）優化，藉此提升網路營運效益與客戶體驗。



資料來源：Turkcell。

圖 14、Turkcell 提出的 Networks for AI 應用方向

Gungor 表示數位轉型的內涵在當前已有結構性的轉變，包含三個維度：(1) 從關注「網路涵蓋」(Coverage) 轉向關注「使用者體驗」；(2) 從依賴規則的「自動化」(Automation) 轉向「自主運行」(Autonomy)；(3) 從「孤立領域」(Isolated Domain) 轉向「協調的多代理系統」(Coordinated Multi-Agent System)。Gungor 強調，網路不能只是漸進式的升級，而必須採取整體性的架構設計。

Gungor 最後指出 AI 為電信產業帶來兩項主要的商業價值。第一是網路 API 驅動的相關服務商機，尤其是在身分識別、安全性與電話號碼驗證等領域。第二是利用 AI 代理或多代理系統進行網路優化，實現網路的自動化與自主管理。然而，要達成這些目標，必須使網路具備可程式化與 API 驅動的能力，同時也必須升級為 5G SA 架構，使網路可支援大多數 AI 服務。此外，Gungor 認為營運商應

在未來的 AI 服務生態系中扮演「信任錨點」(Trust Anchor) 的關鍵角色，同時電信產業也需要標準化方法、具擴展性的解決方案及嚴格的信任機制，作為推動 AI 服務與創新商業模式之基礎。

4. 場次四：網路內生智慧：6G 的基礎 (Session 4: Intelligence in the Network: A Foundation for 6G)

(1) 議程：

場次	活動	主題
引言	New GSMA Mobile AI Community initiative announcement	Henry Calvert (Head of Networks, GSMA)
爐邊談話	The Catalyst for 6G: Announcing the OCUDU Ecosystem Foundation	• Arpit Joshipura (SVP/GM, Networking, Edge, IoT, The Linux Foundation) • Dr. Tom Rondeau (Principal Director for FutureG, Champion of OCUDU US Gov)
發表	Connecting compute and AI: Enabling new services and experiences	Dr. John Smee (Senior Vice President, Engineering, Qualcomm Technologies, Inc.)
發表	Intelligence in the Network: A Foundation for 6G	Anita Döhler (CEO, NGMN Alliance)
座談會	Exploring the opportunity of 6G	主持人： Henry Calvert (Head of Networks, GSMA) 與談人： • Dr Wen Tong (CTO, Wireless Network, Huawei) • Abhishek Malhotra (Global Service Line Head of Network Services, Tech Mahindra) • Prof Rahim Tafazolli, CBE (Director of 6G Innovation Centre, University of Surrey)

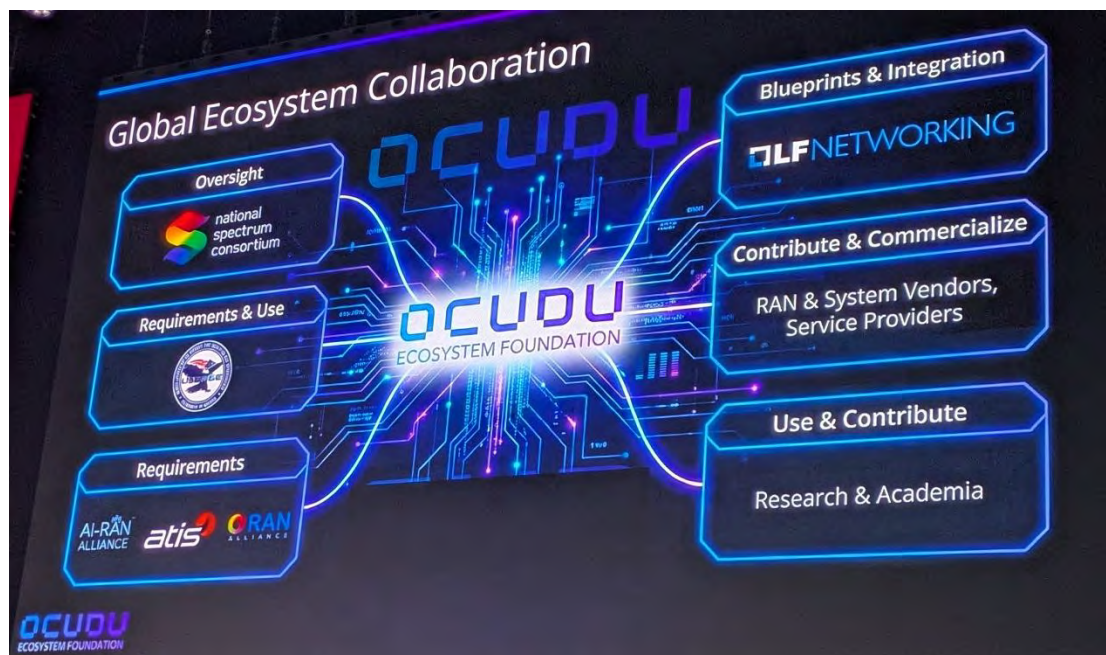
(2) 內容摘要：

GSMA 網路部門負責人 Henry Calvert 引言指出。2031 年行動通信流量預計將大幅成長，業界目前正透過 3GPP Release 20 及後續版本制定 6G 標準。初期階段的技術對齊（alignment）與標準化，將是實現未來網路商機的基礎。為此，GSMA 已啟動 6G 社群，旨在建立支援行動 AI 所需的基礎設施。

在爐邊談話環節，GSMA 安排 Linux 基金會的 Mike Worcester 與美國國防部 FutureG 負責人 Tom Rondeau 進行對談。Tom Rondeau 指出，商業技術的創新速度已超越政府的研發資源，因此必須透過跨部門與產業的合作夥伴關係導入創新技術。在過去幾年中，美國戰爭部（Department of War，DoW）投資 5G 基礎設施的布建與原型技術研發，5G 的開放式無線接取網路（Open Radio Access Network，Open RAN）在分散式架構與供應鏈安全上邁出了重要的一步，但 5G Open RAN 在實際使用、布建與配置上依然面臨艱鉅的挑戰。各家廠商仍過度專注於自家的 RAN 堆疊（stack），未能將技術開放給終端使用者開發新服務，導致系統封閉，缺乏真正的互通性與大規模創新的能力。為解決此一問題，Rondeau 提出必須建立一個「開源 RAN」（Open Source RAN），以延續 Open RAN 發展至下一階段。Rondeau 說明開源 RAN 的目標是提供具備商業可行性、高效能、可擴展且達電信等級的解決方案，以支援混合使用場景，而非僅限於專網。6G 將是 AI、邊緣運算、雲端運算與通信網路的交匯點。

Worcester 則呼應 Rondeau 的主張，認為開源可促成產業與學術界的全面協作，並表示 Linux 基金會與美國政府合作，匯聚 AMD、AT&T、Nokia、Ericsson、NVIDIA 等頂尖企業與眾多研究機構，成立 OCUDU（Open Centralized Unit Distributed Unit）生態系統基金會推動開源 RAN。OCUDU 基金會未來的目標是確保任何開發者寫出的應用程式都能在任何 OCUDU 系統上實現無縫的跨平台移植與互通。Tom Rondeau 則補充說明，目前的 RAN 堆疊可能需要數個月至一年的時間才能開發並部署新功能，而 OCUDU 堆疊的目標是讓開發者能夠在一天內完成部署並開始運作。這將提供開發者熟悉的開源工具與環境，使軟體應用程式能夠跨不同的硬體與系統運作。OCUDU 的核心理念是透過徹底開放 RAN

堆疊，由「開源軟體」與「開發者社群」驅動網路創新，真正釋放 AI、邊緣運算與通感融合（ISAC）的潛力。



資料來源：OCUDU。

圖 15、OCUDU 全球協作生態系

Qualcomm 系統工程資深副總裁 Dr. John Smee 的演講則分享 6G 發展願景及 AI 如何重塑網路與終端設備。Qualcomm 認為 6G 不僅是頻譜效率與涵蓋範圍的提升，更擴大無線技術的應用範圍，包含通感融合（ISAC）、數位雙生（Digital Twin）、射頻感測及智慧物聯網等。網路架構的基礎元素正在發生改變，數據的生成位置正從雲端資料中心轉移至網路邊緣。目前，智慧眼鏡、智慧型手機、聯網車輛與人形機器人等邊緣設備已搭載具備高能源效率的處理器與數據機，這使得通信與運算的融合成為可能。Smee 指出設備的角色正在轉變，並列舉三個主要趨勢。第一，設備上的代理正從過去由使用者被動發起的模式，轉變為具備背景感知能力且持續運作的自主代理。第二，連網設備的型態從智慧型手機擴展至各類穿戴式與健康追蹤裝置。第三，網路流量模式正從下行傳輸為主轉變為上行傳輸中心。由於實體設備與代理服務產生大量邊緣數據，上行頻寬的需求顯著增加。

為因應這些需求，Qualcomm 強調 6G 在容量上必須實現大幅躍進，預計推

動 400 MHz 的單一組成載波頻寬（Component Carrier Bandwidth），以提升網路傳輸效率。在網路基礎設施方面，Qualcomm 亦正在設計 AI 原生的 6G 架構。未來的營運商不僅提供連線服務，還將提供動態運算資源與感測服務。6G 架構下的 RAN 可望發展出全新的感測應用情境，如無人機偵測、建立數位雙生及多種工業生產應用；演算法也將被直接嵌入 RAN，以提升能源效率、頻譜效率與營運效率。Smeets 認為，6G 不能僅是單純提升頻寬，而是以「端到端」(End-to-end) 視角重新設計系統的機會，應藉由整合通訊、邊緣運算、AI 原生架構與環境感測能力，全面支援未來無所不在的智慧物聯網與 AI 代理服務。



資料來源：Qualcomm。

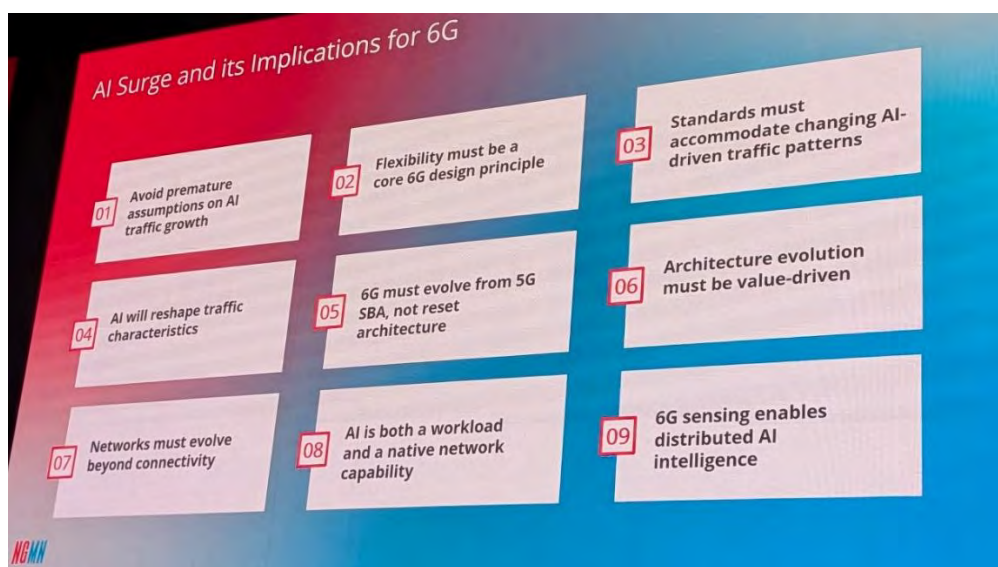
圖 16、Qualcomm 預估 AI 與 XR 應用之流量與品質要求

NGMN Alliance 執行長 Anita Döhler 也針對 6G 的網路基礎發表其見解。NGMN 聯盟目前聚焦於三大互相關聯的核心主軸：(1)網路自動化、雲端原生解決方案，以及如何將 AI 導入營運模式；(2)永續發展（如提升網路的能源效率）；以及(3)6G 的標準化與發展。為實現由生成式 AI 驅動的營運模式，NGMN 聯盟期望建立開放的生態系與架構，從而讓網路具備真正的智慧。對營運商而言，此一轉型需要明確設定目標，並衡量進展。是故，NGMN 聯盟將發布一份基於 AI 營運模式的產業指南。該指南以 CNCF 基金會(Cloud Native Computing Foundation)

的雲原生成熟度模型（Cloud Native Maturity Model）為基礎，並納入技術、人員、技能與流程等維度，定義 5 個網路營運的 AI 導入成熟度等級。

面對未來 6G 的發展，NGMN 聯盟從「AI 對網路流量的影響」、「Network for AI」及「AI for Network」三個角度進行分析，並提出對 6G 標準制定的相關建議。首先，就 AI 對網路流量的影響而言，雖然目前業界還無法確定終端用戶將採用哪些具體的 AI 應用場景與商業模式，但可以確定的是 AI 勢必會重塑網路的流量模式特徵（例如上行鏈路需求的大幅提升）。其次，就 Network for AI 角度，為適應 AI 帶來的變數，未來的網路架構必須具備極高的彈性。因此，NGMN 主張 6G 應該由現有的 5G 服務導向架構（Service-Based Architecture, SBA）繼續演進，而不是重新設計一個全新的架構。再就 AI for Network 角度，由於 6G 網路必須能夠動態調整，未來的網路架構需支援「代理與代理」（Agent-to-agent）及「代理與網路」（Agent-to-network）間的溝通，讓 AI 代理能直接向網路要求特定的服務等級或低延遲保證。

在標準化方面，Döhler 指出電信產業面臨兩難的挑戰。開源社群帶來極快的軟體創新速度，但電信產業的網路布建與營運仍高度依賴嚴謹的標準化流程。因此，如何有效融合開源社群的快速發展與 3GPP 標準，確保電信商能順利布建及回收投資成本，並兼顧滿足用戶需求，將是電信產業未來的主要挑戰。



資料來源：NGMN Alliance。

圖 17、NGMN 聯盟分析 AI 發展對 6G 網路的意涵

在座談會環節，主持人 GSMA 技術總監 Morteza Kheirkha 首先拋出一個核心問題：既然 5G-A 仍在持續演進，為何產業需要建立全新的 6G 網路？6G 需要具備哪些無法透過漸進式升級達成的功能？薩里大學 6G 創新中心主任 Rahim Tafazolli 教授回應，6G 的定義不能僅建立在提供更寬的頻譜上，而必須提供目前 5G 技術無法實現的功能。Tafazolli 教授認為，6G 網路必須是 AI 原生的，如果只是將技術疊加在既有的 5G 網路上，那只能稱為 5.5G，無法真正發揮 AI 等新興技術的潛力。此外，5G 架構並非為通感融合（ISAC）而設計，由於 ISAC 需要深度整合，因此不能僅將感測功能勉強附加於通訊網路上，系統需要網路提供數據才能持續學習與成熟，因此必須完全整合進網路架構中。在投資考量上，Tafazolli 教授建議電信產業宜著眼於長期且可持續的投資報酬，而非短期的財務收益。

華為無線網路技術長 Wen Tong 指出，新技術帶來的網路流量特性與傳統的行動寬頻完全不同。目前的網路內容正轉變為基於 Token 的數據，且代理間的互動遠比單一的動作指令更為頻繁。過去兩年內，Token 的數量已增加 800 倍，此一大幅改變是現有網路未曾設計應對的。雖然 5G 的傳輸容量足以作為過渡，但處理相關服務與代理的底層通訊協定與資料格式仍需要 6G 的全新標準。Tong 認為核網必須轉變為 AI 原生設計，至於 RAN 則可能透過軟體升級的方式引入新能力，而不需要更換基礎的無線電與運算硬體平台，不過前提是必須了解流量模式的特徵。

Tech Mahindra 美洲通訊業務總裁 Manish Mangal 從商業角度指出，如果純粹從技術能力來看，5G-A 理論上已能滿足目前的需求。Mangal 認為 5G 發展的失誤在於過度專注於技術架構的革新，卻忽略商業模式的考量，因此 6G 的設計應由商業模式驅動，以確保經濟可行性。Mangal 提出三項 6G 應達成的具體目標。第一，6G 網路架構需高度導入 AI 進行營運管理，以實現大幅度的成本削減。第二，網路本身應該被視為一個感測器，負責感知其所處的環境並提供無縫的服務。第三，能源管理必須成為網路架構設計的核心部分，隨著運算推向邊緣與終端設備，端到端的能源消耗將發生改變，因此能源管理不能再只是附屬的網路管理功能。

(二) Dual-use connectivity. NTN + AI for resilience and technological sovereignty

此場主題演講由新興航太公司 Sateliot 的執行長 Jaume Sanpera 主講，旨在針對現有地面網路基礎設施的脆弱性進行剖析，並說明結合非地面網路（NTN）與 AI 的軍民兩用策略，是確保關鍵基礎設施穩定與維持技術主權的必要手段。其核心論點強調，連線能力作為智慧系統的核心神經網路，目前網路發展的重點不僅是網路或系統本身具備多強的智慧運算能力，更重要的是這些智慧系統在面臨極端壓力或突發狀況時，能夠展現出多大程度的營運韌性。

Sanpera 首先指出，目前提供一般消費者的網路之設計初衷是追求規模經濟與市場競爭力，並未將系統韌性與國家主權納入首要考量。這種架構使得連線能力在面對特定衝擊時，容易成為關鍵系統中的單一故障點。Sanpera 列舉近年多個實際案例佐證此一問題，包含西班牙因停電事故導致網路在五分鐘內全面癱瘓、西班牙瓦倫西亞地區 2024 年因風暴（西班牙文：Depresión Aislada en Niveles Altos，Dana）造成的洪災使所有地面基礎設施瞬間停擺，以及烏俄戰爭使地面通信設備長期遭到破壞等事件。這些客觀事實顯示，在面對物理性破壞、極端氣候或地緣政治衝突時，傳統的地面網路無法提供穩定且持續的服務，因此能源、運輸、邊境管理、國防與緊急應變等關鍵領域的系統，不能僅依賴傳統的消費級別網路架構。

基於現有網路的侷限，Sanpera 進一步闡述技術主權（Technological Sovereignty）的必要性。對於關鍵系統而言，具備主權、韌性以及全球涵蓋能力是不可妥協的三大基本要求。目前，歐洲在衛星連線等關鍵基礎設施上，高度依賴非歐洲業者所控制的系統。這種依賴關係不僅是技術層面的議題，更構成潛在的產業、經濟與地緣政治戰略風險。因此 Sateliot 主張，歐洲必須擁有決定何種設備能夠連線及如何連線的自主權，消除對外國衛星服務的依賴，並符合歐盟制定的 2030 年軍民兩用韌性路線圖。

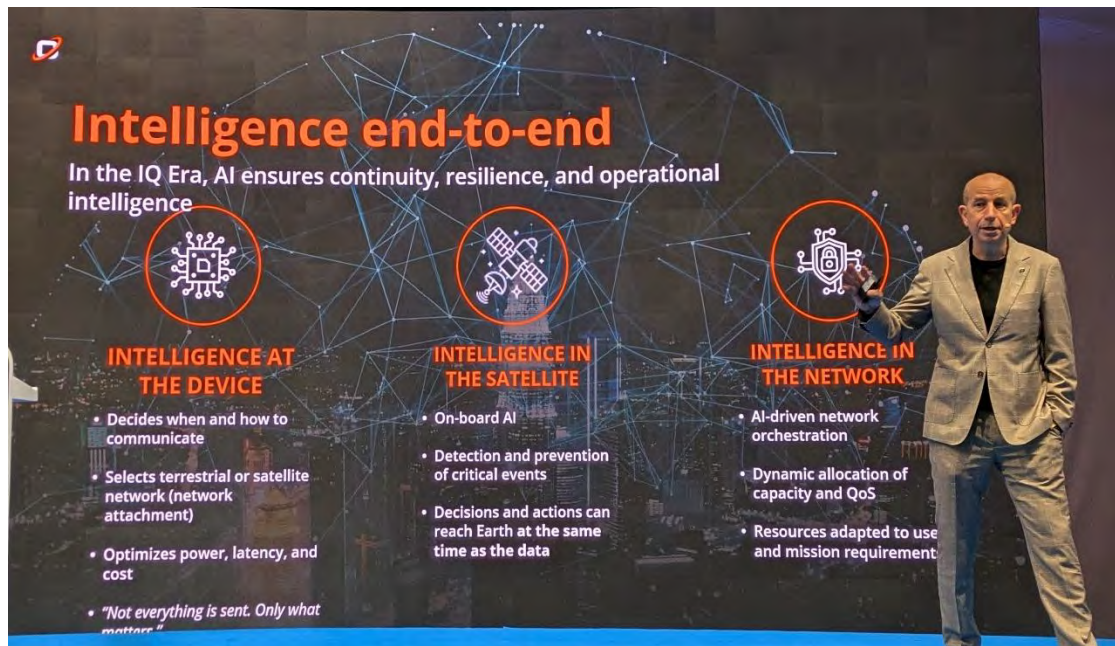


資料來源：Sateliot。

圖 18、Sateliot 主張的關鍵系統之三大基本要求

為彌補歐洲在關鍵連線能力上的弱點，Sateliot 將其基礎設施解決方案定位為歐洲連線能力的戰略備援與智慧保險。Sateliot 的衛星網路建立在 3GPP 標準與 5G NTN 技術上，其設計架構並非為了取代地面網路，而是與現有的地面行動網路生態系進行整合。在常規狀態下，地面網路的資料傳輸容量大於衛星網路；然而，當地面基礎設施因故失效時，Sateliot 的衛星網路便能提供不中斷的備援服務。Sanpera 強調，Sateliot 總部設於歐洲，且完全遵守歐盟法規，可避免歐洲過度依賴非歐洲業者所控制的系統，維持技術主權。

在建構具備韌性的連線網路上，將 AI 整合至 NTN 系統中是另一個核心重點。Sanpera 指出，智慧運算能力必須實現端到端（End-to-End）的整合，涵蓋裝置、衛星與網路三個層面，以確保在極端狀況下仍可維持運作。在裝置端，系統內建的 AI 負責自主判斷通訊的時機與方式，決定應連接地面網路或衛星網路，並針對設備電力、傳輸延遲與整體成本進行優化，確保僅傳輸必要的資料。在衛星端，衛星內建的 AI 使其具備決策與反應能力，可用於偵測與預防關鍵事件，並同步將決策與資料傳回地球。在網路層面，AI 驅動的協調系統能識別不同傳輸資料的優先級別，並根據各項任務的實際需求，動態分配網路容量與服務品質。



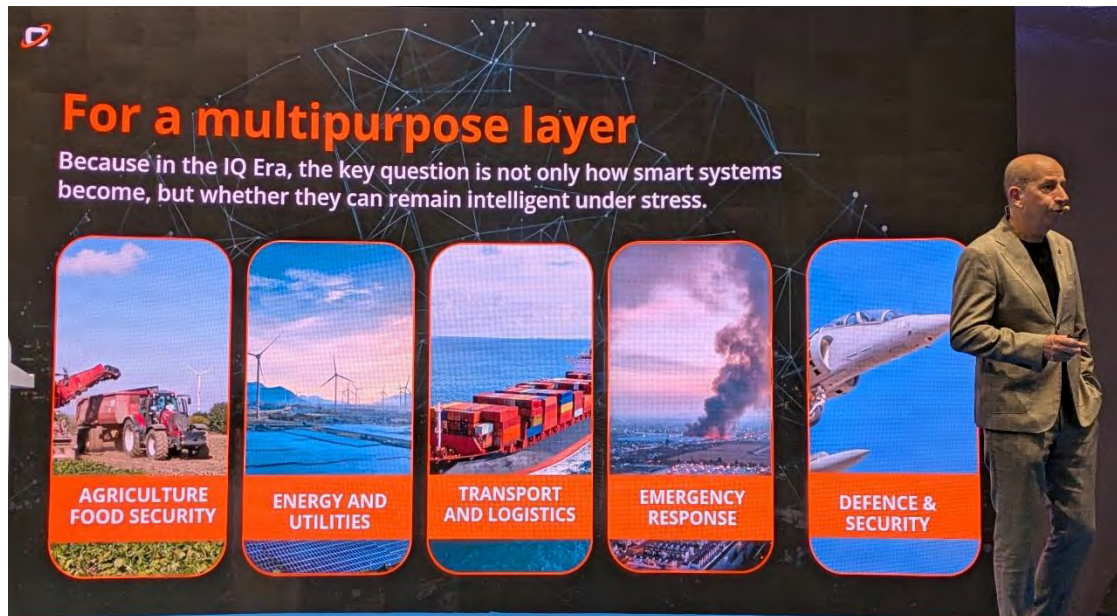
資料來源：Sateliot。

圖 19、Sateliot 提出的 AI 與 NTN 網路系統整合之三個層面

Sateliot 衛星網路具備軍民兩用（Dual-use）的戰略特性。在民用領域，其應用用途包含農業與糧食安全、能源與公用事業、運輸與物流追蹤及緊急救災系統。在國防領域，Sateliot 衛星網路可提供即時情報、監視與偵察（Intelligence, Surveillance and Reconnaissance，ISR）功能，其低延遲連線能力也能支援無人系統的遠端控制與自主載具操作。此外，Sateliot 衛星網路亦支援整合式的資產追蹤（Integrated Asset Tracking）與周邊安全監控（Perimeter Security），促進軍事基地及物流的智慧化。在戰術應用上，專用 5G NR 技術也能在前線提供安全的指揮與管制（Command and Control，C2）及加密行動（Encrypted Operation）。

在 Q&A 階段，Sanpera 說明 Sateliot 目前已完成布建並投入商業營運的是窄頻物聯網（NB-IoT）系統，該網路於 2025 年 10 月成功完成全球首次標準化商用蜂巢式 5G NB-IoT 裝置直接與低軌衛星連線的數據傳輸，並與全球六十多家業者簽署合作協議。Sateliot 的終端用戶不需購買專用衛星通訊設備，僅需使用成本約 10 美元的標準 NB-IoT 裝置即可連接網路，這使得針對偏遠地區農場或資產的低成本數據監測具經濟可行性，相關的農用測試計畫已在多個國家展開。

Sateliot 目前著手布建 5G NR 衛星系統，以因應未來潛在的緊急狀況，提升歐洲通訊韌性。相較於目前的 NB-IoT 技術，5G NR 系統的目標是提供即時的全球涵蓋能力。預計在 5G NR 系統完成布建後，Sateliot 能支援包含農業拖拉機的遠端即時控制、各類即時機器操作等對網路延遲要求較高的應用情境。



資料來源：Sateliot。

圖 20、Sateliot 衛星網路解決方案之應用領域

(三) Global 6G Industry Alliance Executive Dialogue

此全球 6G 產業聯盟高層對話係 GSMA 主辦，匯集全球主要行動通信產業聯盟、政府部門、營運商及生態系領導者，目的是趁各方立場尚未固化之前，藉由高層間的對話與溝通，建立相互認知並發掘合作契機，以促進全球共同協調 6G 標準，進而建構統一的 6G 生態系。出席名單及各方發表內容，分述如下：

(1) 出席名單：

活動	講者
開場引言 (Welcome and Introduction)	John David Kim：GSMA 亞太區 6G 合作論壇負責人
開場致詞	• Alex Sinclair：GSMA 首席技術長

(Welcome Remarks)	• Seizo Onoe：ITU-T 主任 • Takuo Imagawa：日本總務省國際事務副大臣 • Woo Hyuk Choi：韓國韓國科學技術情報通訊部（Ministry of Science and ICT，MSIT）副部長
區域 6G 觀點 (Regional 6G Perspectives)	• Kyunghi Chang：韓國 6G 論壇（6G Forum）執行委員會主席/教授 • Colin Willcock：歐洲 6G 智慧網路與服務產業協會（6G Smart Networks and Services Industry Association，6G-IA）董事會主席 • Kumar Sivarajan：印度 Bharat 6G 聯盟（Bharat 6G Alliance）副主席 • Zhiqin Wang，中國信息通信研究院（China Academy of Information and Communications Technology，CAICT）副院長 • Douglas Castor：北美 Next G Alliance 指導小組共同主席 • Akihiro Nakao：日本 XGMF 論壇（XG Mobile Forum）聯合主席，東京大學教授 • Anita Döhler：NGMN 聯盟執行長

(2) 內容摘要：

GSMA 亞太區 6G 合作論壇負責人 John David Kim 引言表示，本次高層對話活動旨在匯集不同地區的產業聯盟，聽取各地區對 6G 生態系發展的具體願景，進而互相學習、促進生態系成長，並防止標準破碎化（Fragmentation）。接著，GSMA 首席技術長 Alex Sinclair 致詞時補充，本次對話的目標是使各方在網路架構、技術、頻譜及商業模式等各項議題之匯聚（Convergence）與分流（Divergence）情形更加清晰，藉以提早發現潛在的差異性，建立相互認知，以避免未來各方立場固化後，全球難以協調出統一的 6G 標準。

在國際組織與政府部門代表開場致詞的環節，ITU-T 主任 Seizo Onoe 指出，6G 目前熱度不如過去 5G 風潮，但這反而讓業界能有時間審慎思考，探究「真正有意義的 6G」應該是什麼，而不是盲目跟進。6G 發展過快可能擴大國家間差距，並降低全球生態系統效率。不僅對開發中國家有負面影響，對技術領先的龍頭業者也將有負面作用。加強夥伴關係對 6G 良性發展至關重要。

日本總務省國際事務副大臣 Takuo Imagawa 簡介日本在 6G 領域的國家戰略。Imagawa 表示日本政府高度重視 6G 等資通訊領域發展，並視為經濟安全與國家韌性的關鍵，被列為 17 項主要戰略投資領域之一。鑒於 6G 將成為支持 AI 社會的通訊網路基礎，光纖、資料中心與 NTN 將是日本致力布建 AI 基礎設施。同時，日本也致力於將 AI 導入 6G，包含利用 AI-RAN 實現智慧基地台，以及利用 AI 節省資料中心之能耗。

韓國 MSIT 副部長 Woo Hyuk Choi 則說明韓國推動 6G 生態系的政策作為，他表示韓國投入 3.5 億美元研發資金，用於研發 6G 關鍵技術，尤其是 AI 原生網路架構。另外，韓國政府亦大力支持全球標準化，以建立統一、具互通性的 6G 標準，規劃 2026 年 12 月首次進行次世代通信相關技術示範活動，以驗證使用案例情境，促進朝向 6G 的平穩演進。

各區域行動通信產業聯盟分別發表其 6G 觀點之環節，韓國 6G 論壇（6G Forum）執行委員會主席 Kyunghi Chang 教授首先分享韓國為 6G 與 AI 布局的兩項關鍵政策。第一是韓國在 2026 年重新分配 3.4-3.7 GHz 與 26-28 GHz 頻譜時，要求取得執照的營運商必須布建全 5G SA 架構（含獨立核網與網路切片），並導入邊緣原生智慧（Edge-native Intelligence）與 AI 驅動的自動化技術，藉此在網路架構上做足準備，以減少未來演進至 6G 過程中的摩擦。第二是韓國 2025 年 12 月宣布的「超 AI 網路戰略」（Hyper AI Network Strategy），將網路定位為整合行動、固定、衛星與邊緣運算的 AI 高速公路基礎設施，為代理式 AI（Agentic AI）及實體 AI（Physical AI）環境奠定基礎。

Chang 教授也發表對 6G 標準制定議題的觀點，他指出 6G 在設計上應採 AI 原生架構，且全球應透過政策協調頻譜達成一致性，以實現規模與包容性。他表示，目前觀察到全球匯聚的訊號包含：(1)6G 應整合 AI RAN、AI 核網與邊緣智慧；(2)整合 NTN 已是 6G 網路架構的基本假設；(3)網路應為兼具運算與連線功能之平台，並提升自動化與永續性，已成為 6G 核心設計原則；(4)對齊 ITU-R IMT-2030。然而，Chang 教授也觀察到多項全球分流的結構性風險，包含：(1)頻譜分配之破碎化；(2)AI 治理與資料政策之不對稱；(3)各區域商業模式的差異性；

(4)SA 演進至 6G 時間點的不一致。

Toward 2030: Building an AI-Native & Scalable 6G Ecosystem

6G must be AI-Native by design, spectrum-coordinated by policy, and globally aligned to enable scale and inclusiveness.

Role of 6G Forum

- Promote 5G–6G ecosystem development and industry collaboration
- Activate member companies' business models (BM) and global partnerships
- Collaborate closely with government to shape, align and accelerate national 6G and AI-network strategies
- Act as a strategic public–private partnership platform connecting government, industry, and global alliances

Transition Foundation: 5G SA → 6G Evolution

[Korea] The 2026 spectrum reallocation process (3.4–3.7 GHz, 26–28 GHz) structurally linked to accelerated SA migration, enabling:

- ✓ Full SA architecture transition with Network slicing & Core independence
- ✓ Edge-native intelligence & AI-driven automation

⇒ Reduced migration friction & stronger architectural readiness for 6G evolution

Hyper AI Network Strategy (Announced Dec 2025)

- National strategy positioning the network as an AI highway infrastructure
- Integration of mobile, fixed, satellite (NTN), and edge computing
- AI-driven lifecycle automation across design, deployment and operation / Foundation for Agentic-AI & Physical AI environments

Infrastructure transition, spectrum policy, and AI-centric national strategy are being aligned as a unified pathway toward a scalable 6G ecosystem.

資料來源：6G Forum。

圖 21、韓國推動 6G 與 AI 發展之政策措施

2030 Alignment: Convergence, Divergence & Global Coordination

Emerging Convergence Signals

- AI as a foundational capability across RAN, Core & full network lifecycle — Integrating AI-RAN, AI-Core & Edge intelligence
- NTN integration as baseline architectural assumption
- Network evolving into compute + connectivity platform / Automation and sustainability as core design principles
- Alignment with ITU-R IMT-2030 & forward-looking 3GPP studies

Structural Risks of Divergence

- Spectrum allocation fragmentation
- AI governance and data policy asymmetry
- Regional commercial model differences
- Misaligned SA-to-6G transition timelines

Toward Structured Global Coordination

- H1 2026: Executive-level vision alignment
- H2 2026: Global 6G Industry Alliance ED KoM
- Mobile Korea 2026 & Pre-6G Vision Fest [December 8 (Tue.) - 11 (Fri.), 2026 @ Incheon, Korea]
- ✓ Sharing Interim 6G Achievements with Global Stakeholders, and engaging Major Countries & Key Players in cooperation
- ✓ Showcases by Korean Operators, Major Corporations, ETRI & Global Vendors

By 2030, 6G success will depend not only on technological innovation, but on early convergence, coordinated spectrum evolution, and trusted multilateral industry collaboration.

資料來源：6G Forum。

圖 22、全球在 6G 標準制定之匯聚訊號與分流風險

歐洲 6G 智慧網路與服務產業協會（6G Smart Networks and Services Industry Association, 6G-IA）董事會主席 Colin Willcock 提出歐洲電信產業對 6G 的觀點。他強調除了技術願景，電信業更應思考「如何以 6G 創造營收」，才是產業賴以生存的基礎。就標準制定議題，歐洲電信業者認為 6G 的核心功能應包含：(1)AI 原生；(2)網路能力開放（Network Exposures）與 API；(3)地面網路與非地面網路之整合。其中，網路能力開放與 API 對形成創新生態系相當重要；非地面網路的定位則不僅是一項額外服務，而是整體網路基礎設施的必要組成項目。Willcock 表明歐洲支持全球統一制定 6G 標準，並願意與各方合作。

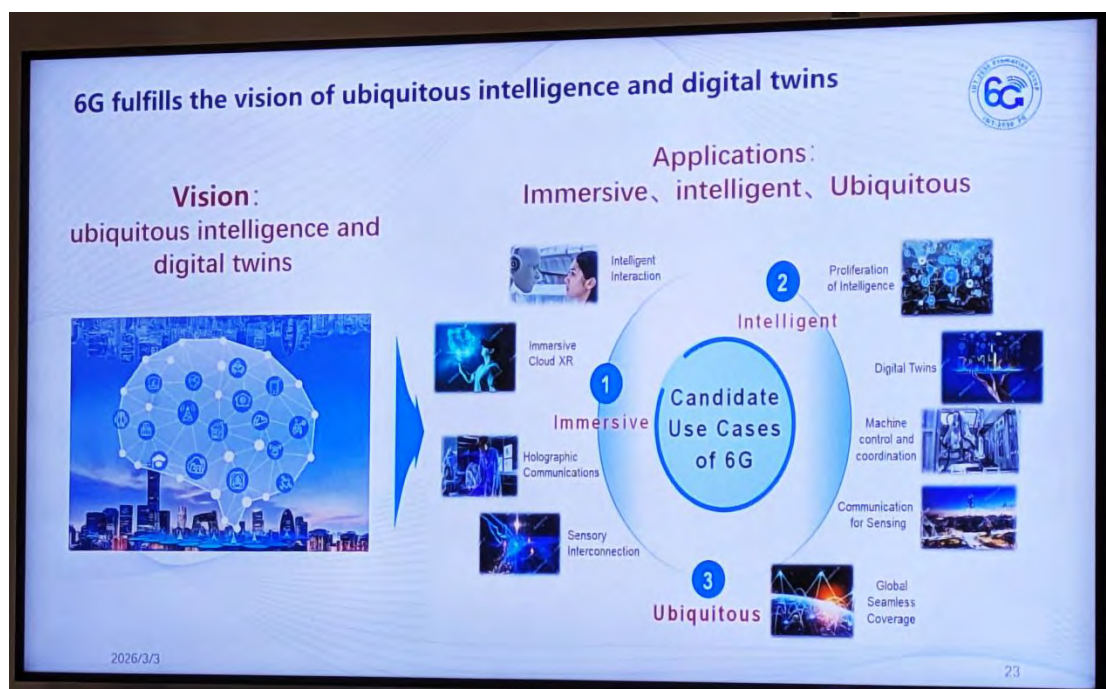
印度 Bharat 6G 聯盟（Bharat 6G Alliance）副主席 Kumar Sivarajan 闡述印度的 6G 願景包含：(1) 無所不在、智慧、安全且平價的連線服務；(2)針對人口稠密與鄉村環境的 AI 原生、整合感測架構；(3)地面與非地面網路的無縫融合及全國性涵蓋；(4)透過設計降低能耗與成本，實現永續性；(5)印度在全球標準制定上發揮積極領導作用。其中，Sivarajan 主張應將無所不在的連線作為 6G 核心目標，6G 商轉的首日（Day 1）就應該將感測等應用普及化。他提到由於印度寬頻成本低，營運商不易獲取利潤，因而期望感測相關服務可創造新的營收來源。他也提及印度政府已透過成立基金，支持 6G 測試平台、新創公司與學術研究，目標在 6G 時代成為領先採用者與技術貢獻者，擺脫僅作為跟隨者的地位。



資料來源：Bharat 6G Alliance。

圖 23、印度的 6G 願景

中國信息通信研究院（China Academy of Information and Communications Technology, CAICT）副院長 Zhiqin Wang 指出中國的 6G 願景旨在實現無所不在的智慧與數位雙生，潛在應用情境之三項主要元素包含沉浸式（Immersive）、智慧化（Intelligent）及無所不在（Ubiquitous），案例諸如：沉浸式雲端 XR、智慧互動、機器控制與協調及感測通信等。對於全球標準對齊，Wang 建議促進全球統一標準並加強全球頻譜協調，同時也建議加強產業聯盟間的合作，以協調 6G 產業與應用之創新方向。



資料來源：中國信息通信研究院。

圖 24、中國的 6G 願景及潛在應用案例

北美 Next G 聯盟（Next G Alliance）指導小組共同主席 Douglas Castor 說明，北美地區對 6G 標準制定提出 5 項主要原則，包含：(1)6G 應帶來可創造新營收的進階服務；(2)6G 應成為創新平臺，部署最新的網路能力；(3)6G 架構應具備開放性與互通性，包含網路在 Day 1 應具備可程式化能力，並允許 Open API 接取；(4)6G 應提供安全且私人的通信服務；(5)6G 網路應支援無縫的連線能力。Castor 表示，由於不同地區的發展優先順序可能有異，為潛在的分歧點，故全球電信產業需透過合作凝聚共識。



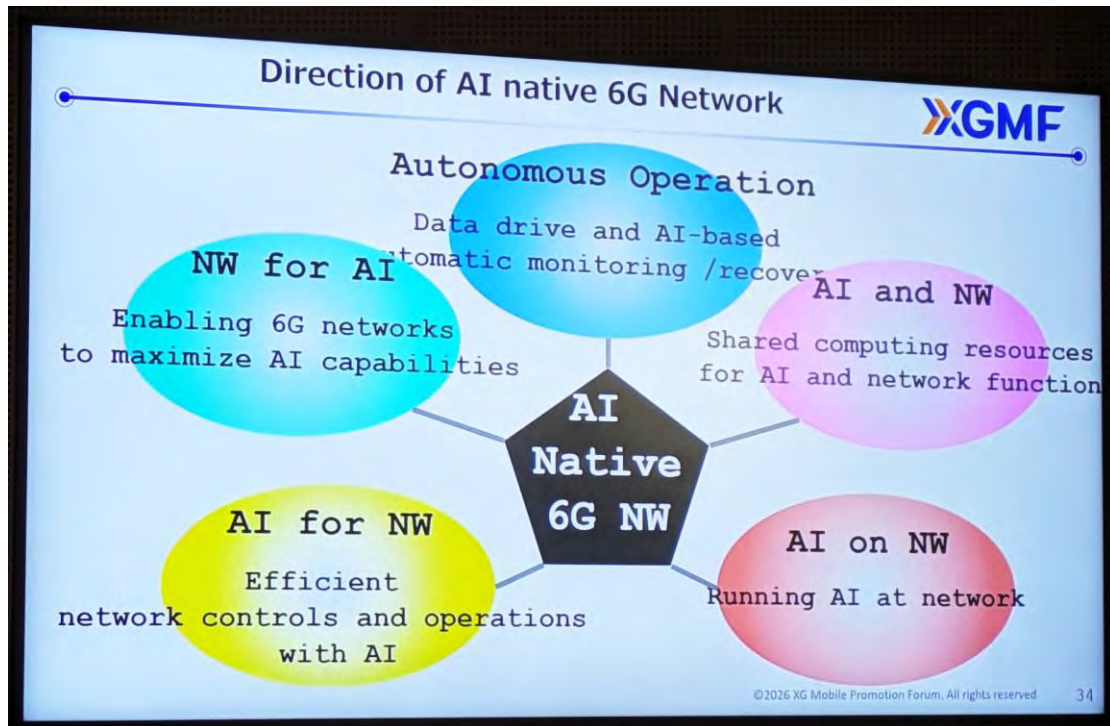
資料來源：Next G Alliance。

圖 25、北美地區對 6G 標準制定的 5 項主要原則

日本 XGMF 論壇（XG Mobile Forum）聯合主席 Akihiro Nakao 教授則分析 AI 原生之 6G 網路的發展方向，包含：

- 自主運作（Autonomous Operation）：以數據為核心，結合 AI 的自動化監測與復原機制。
- AI and Network：共享 AI 與網路功能的算力資源。
- AI on Network：在網路上直接運行 AI。
- AI for Network：利用 AI 技術實現高效率的網路控制與操作。
- Network for AI：使 6G 網路最大程度發揮 AI 的能力。

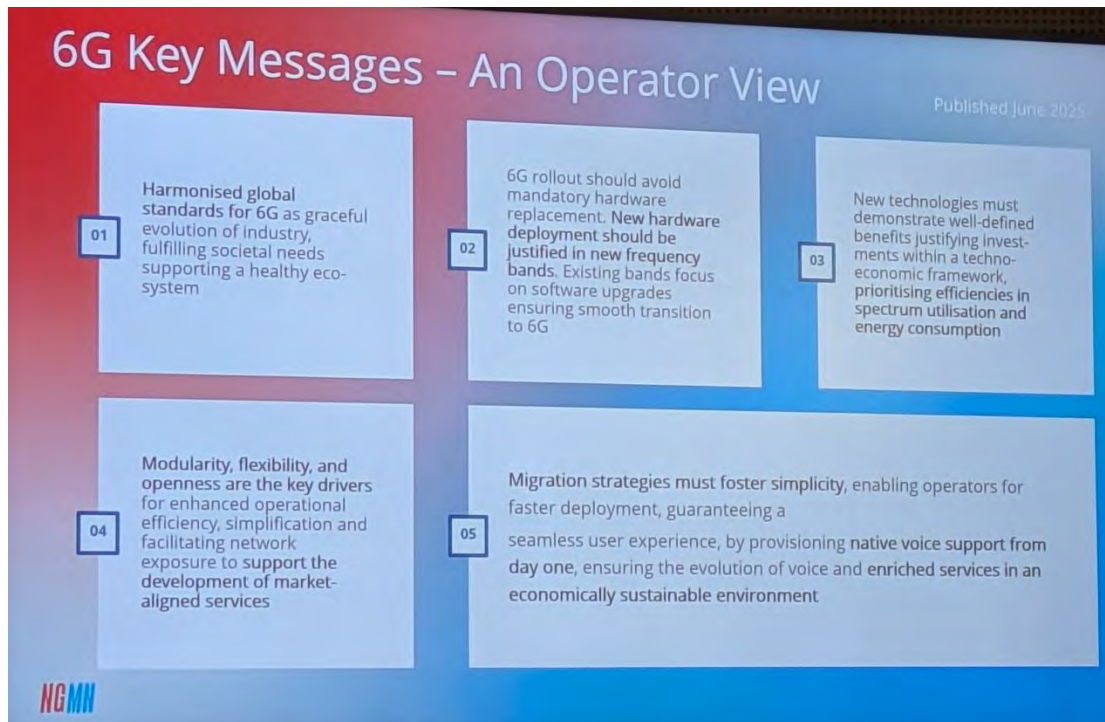
為在 6G 時代實現可持續的商業模式，XGMF 呼籲電信業界應合作面對共同挑戰，並從 5G 發展過程中汲取經驗，藉以找出可提升附加價值或成本效率之商業模式。此外，XGMF 也建議為 6G 增加新的中頻段頻譜供給，以提供兼具容量及涵蓋的頻譜資源，其具體建議之頻率範圍為 6425-7125 MHz 與 7125-8400 MHz 兩個頻段。



資料來源：XGMF。

圖 26、AI 原生之 6G 網路的發展方向

最後，NGMN 聯盟執行長 Anita Döhler 從營運商視角提出對制定 6G 標準的意見。她表示，NGMN 聯盟認為全球需要統一標準，使電信產業能平穩演進至 6G，並滿足社會需求，支持生態系良性發展。6G 標準應具備模組化、靈活性與開放性等性質，以提高營運效率、簡化網路架構，並促進網路能力開放（Network Exposure）以支持市場服務發展。另外，新技術應具備明確經濟效益，並優先考量頻譜利用與能源消耗之效率。就技術演進策略方面，NGMN 聯盟主張 6G 布建應避免強制性的硬體汰換，新的頻段才需要布建新的硬體設施，既有頻段應以軟體升級為主，以確保平穩演進。



資料來源：NGMN Alliance。

圖 27、NGMN 聯盟反映營運商對 6G 之觀點

(四) Open Gateway Summit: Accelerating Network API Adoption

Open Gateway Summit 旨在加速網路 API 的商業化落地與生態系建構，內容涵蓋三大主題。首先是將行動網路轉型為可程式化平臺，透過 CAMARA 標準簡化開發者介面，解決規格破碎化問題。其次探討從數位身份驗證進化至代理式 AI 的技術趨勢，強調網路情報能為個人化服務提供必要的信任層與效能保障。最後則聚焦於相關商業模式案例，展示網路 API 如何在金融防詐、車聯網及現場直播等領域，將技術指標轉化為企業營收與使用者經驗的具體價值。本次高峰會共有三場次（Session），各場次議程及討論內容，分述如下：

1. 場次一：理解持續擴展的網路 API 生態系（Session 1: Understanding the expanding network API ecosystem）

(1) 議程：

活動	主題	講者
發表	The growth engine is	Nicolai Schaettgen (Founder/CEO, Match-

活動	主題	講者
	ready. Build the programmable network, or become wholesale by default	maker ventures)
爐邊談話	Network APIs, from 1 to 47: How DITO, Twilio and Shush are Delivering Real Results	主持人： Markus Kummerle (CAMARA) 與談人： • Eddie DeCurtis (Founder/CEO, Shush) • Orisa Cherenfant (SVP, Industry Relations & Strategic Growth, Twilio Inc.) • Atty Adel Tamano (Chief Commercial Officer, DITO Telecommunity Corporation)
發表	Operationalizing Consent: How to Unlock High-Value Network APIs in Under 3 Months	• Terry Guo (CPO/Co-Founder, LotusFlare) • Dr. Chathurangi Wickramasinghe (SVP Magenta API Exposure, DT)
座談會	Integrate Once, Innovate Everywhere: Wiring the Programmable Network - A unified approach powering a fast-moving, global network API ecosystem	主持人： Andy Tiller (EVP Products & Services, TM Forum) 與談人： • Eddie DeCurtis (Founder/CEO, Shush) • Peter Arbitter (Chief Commercial Officer, Aduna Global) • Pushpendra Singh (Global BD & Partnerships Leader, Meta) • Ezquiel Lopez Pareja (Product Director, Openxpanse)
結語 (Close)	-	Mark Cornall (Technical Director, Open Gateway, GSMA)

(2) 內容摘要：

Match-maker ventures 創辦人暨執行長 Nicolai Schaettgen 的發表內容探討網路 API 商業化落地的議題，他指出電信業目前已具備成熟的技術標準，應進入部署階段，並聚焦在如何提升觸及率。Schaettgen 將網路 API 的發展分為三個階段。

第一階段著重於身分驗證與防詐欺，並已產生可觀的商業價值；以巴西市場為例，SIM-swap 偵測 API 每月已達 500 萬次運作。第二階段涉及將網路服務保證整合進開發者的工作流程中，例如確保超級盃最後一分鐘的影片上傳連線，或保障無人機飛行的網路安全性。他強調開發者不需要了解複雜的電信參數，而是需要具體的網路行為保證。第三階段為導入代理式 AI 技術。他表示隨著 AI 代理的高速發展，網路能力必須能被 AI 主動「發現」(Discoverable)。透過模型上下文協議 (Model Context Protocol, MCP) 讓 AI 代理能夠自動協調及使用網路工具將是未來的關鍵。Schaettgen 認為電信業者具有一個獨特且強大的優勢，即「受到廣泛的信任」(Trust at scale)，只要電信業能透過標準化 API 建立可程式化的網路能力，便能坐擁相關應用生態系的廣大商機。否則，電信業未來恐將淪為將網路容量批發給別人、再從別人手中租回服務的底層基礎設施供應商。

Horizon 2
Nobody Buys Parameters. Workflows Buy Guarantees.

Don't Sell

- Latency / jitter parameters
- QCI / slice profiles
- QoS configurations

Nobody buys parameters.

Sell

- Broadcast Uplink Guarantee
- Lag Insurance
- Certified Location Window

Guarantees embed into workflows.

Package network capabilities as monetizable guarantees inside workflows.

MWC26

資料來源：Match-maker ventures。

圖 28、Match-maker ventures 對網路 API 需求之分析

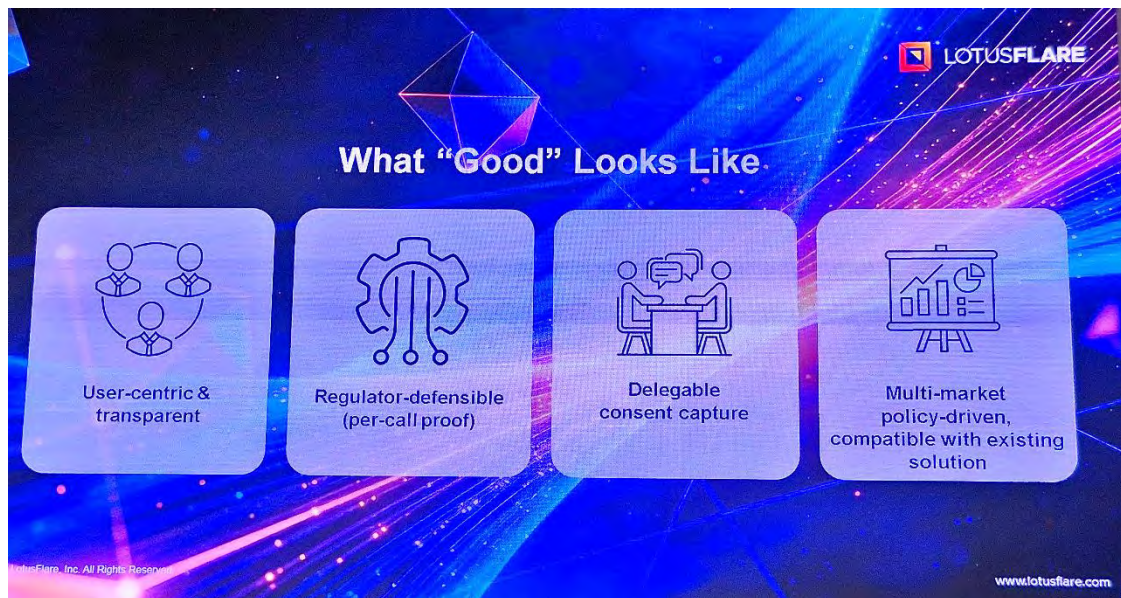
在爐邊談話環節，主持人 Markus Kümmerle 表示 CAMARA 專案與 Open Gateway 的標準化工作已經完成，2026 年產業的核心目標是將這些技術能力轉化為實際的商業價值，為客戶帶來有效解決方案，協助新創業者降低進入 API 生態

系的門檻。菲律賓電信營運商 DITO Telecommunity 的商務長 Tamano 則分享，由於菲律賓數位詐騙問題相當嚴重，因此 DITO 與 Shush 及 Twilio 合作，採用其「開箱即用」(business in a box) 的解決方案，使 DITO 得以克服自行開發與整合 API 時面臨的技術障礙，推出防範 SIM swap 與靜默網路驗證等多項防詐功能。Twilio 資深副總裁 Orisa Cherenfant 進一步表示，傳統的簡訊一次性密碼已逐漸不敷使用，企業客戶同時面臨簡訊攔截、SIM swap 攻擊及不斷增加的監管規範壓力，因此 Twilio 的作法是利用電信網路發出的訊號作為驗證的單一真實資料來源，在系統背景執行驗證程序，藉此減少對一次性密碼的依賴。Shush 創辦人暨執行長 Eddie DeCurtis 則指出，許多大型品牌與企業對網路認證 API 有龐大需求，但缺乏足夠的電信商供應。Shush 提供 47 個 CAMARA 網路認證 API 解決方案，協助行動網路營運商處理法規、隱私、計費及網路整合等商業層面需求，且這套系統具備未來相容性，當品牌端與電信商需新增功能時，無須持續更改底層設定。

德國電信資深副總裁 Chathurangi Wickramasinghe 博士在隨後的專題發表環節，介紹德國電信在處理 API 存取資訊的同意機制上的經驗。Wickramasinghe 指出，位置資訊等具高敏感度的網路 API，必須在營運層面上妥善處理使用者同意的問題，包含誰給予同意、授權內容、適用市場及有效期限等。她分享同意機制的運作流程，包含三個步驟：首先是記錄包含範圍、持續時間與目的等多維度的同意內容；其次是在 API 呼叫時進行即時驗證，核對同意紀錄與適用政策；最後是在使用者撤銷同意時，必須立即執行並提供可供稽核的撤銷證據。她強調各國市場間存在法規差異，且合作夥伴需要一致性的操作介面，因此同意機制模型必須能夠在不要求合作夥伴改變技術堆疊的情況下，實際導入所有工作流程中。

LotusFlare 的首席產品長 Terry Guo 進一步分享同意機制的系統架構與標準。他指出同意機制是一個多方參與且多維度的工作流程，涉及使用者、通信服務供應商、聚合商 (Aggregator)、企業與開發者。他提出評估同意機制的四項驗收標準。第一項是以使用者為中心的透明度，使用者必須清楚同意的對象、原因，並知悉能隨時撤銷同意。第二項是具備監管可證明性，每次 API 呼叫都必須能追溯至特定的同意紀錄與相關日誌。第三項是同意擷取機制與解決方案脫鉤，允許受

信任的第三方在應用程式內部流程中擷取同意並安全傳送給通訊服務供應商，避免將使用者強制導向外部的使用者介面。第四項是支援多市場運作，系統必須採配置驅動模式，確保新增 API 或建立新同意機制時不需啟動額外的資訊科技專案。Guo 認為標準化的同意機制將是釋放網路 API 生態系商業潛力的關鍵信任基礎。



資料來源：LotusFlare。

圖 29、LotusFlare 提出 API 存取資訊之同意機制的評估標準

在座談會環節，主持人 Andy Tiller 說明 TM Forum 在 Open Gateway 生態系負責建立後台 API，涵蓋開發者上線流程、API 目錄管理及用量追蹤系統，主要功能在於協助透過市集平臺實現 CAMARA 標準 API 的商業化落地。

Meta 全球總監 Pushpendra Singh 分享，Meta 已在全球十多個國家針對防詐與身分驗證進行網路 API 測試，結果顯示確實能減少詐騙並提升驗證速度，然而 Wi-Fi 網路環境、雙 SIM 卡裝置及跨國漫遊等情境仍難以無縫運作。Meta 致力於提供用戶無摩擦的驗證體驗，呼籲產業界共同解決跨國運作一致性、監管與法遵要求等問題。

Openxpanse 產品總監 Ezequiel Lopez Pareja 則分享，目前拉丁美洲對網路 API 的需求高度集中於防詐與行動身分驗證，主要由銀行與行動支付業者驅動需求。

不過，當地電信商也開始使用裝置狀態 API 以驗證客戶是否處於漫遊狀態，Openxpanse 亦已著手進行 QoD API 的概念驗證。Pareja 分析網路 API 在商業化擴展面臨的主要挑戰在於，當企業想要在同一個國家或地區涵蓋所有營運商時，每家業者的進度往往不一致。因此，提供單一入口（Single Entry Point）整合 B2B 客戶需求是解決這個痛點的關鍵。

Aduna 商務長 Peter Arbitter 表示，過去 API 缺乏標準化、無法規模化，且供應鏈破碎，但透過 Aduna 的平台，企業客戶可無須單獨與各國電信商及主管機關協調個資或技術等問題。Arbitter 認為當前 API 發展重點仍在身分驗證與防詐領域，QoD 等進階 API 應用仍有許多技術挑戰尚待克服。他表示電信業過去的商業成功建立在彼此競爭之上，但網路 API 商業模式的成功則仰賴生態系的建構，因此電信商應從競爭模式轉向合作模式，以促進 API 生態系蓬勃發展。

最後，Shush 創辦人暨執行長 Eddie DeCurtis 則說明，詐騙已形成規模超過 1 兆美元的非法產業，美國曾發生歹徒僅透過三次 SIM swap 操作，便成功盜取價值 5,000 億美元的加密貨幣。DeCurtis 強調世界上只有行動網路營運商擁有防範此類犯罪所需的底層網路數據，且營運商提供網路認證 API 並不需要額外採購新設備或增加高額基礎設施成本。他認為當前的主要挑戰其實並非技術面的問題，而是行動網路營運商的心態需要改變，必須認知到現有技術架構可實現的商機潛力。

2. 場次二：從身分到可程式化：進階網路 API 對未來服務的影響（Session 2: From identity to programmability: The impact of advanced network APIs on future services）

（1）議程：

活動	主題	講者
引言	-	Helene Vigue (Mobile Identity Director, GSMA)
主題演講	From Generative to	Neelam Sandhu (Chief Marketing Officer,

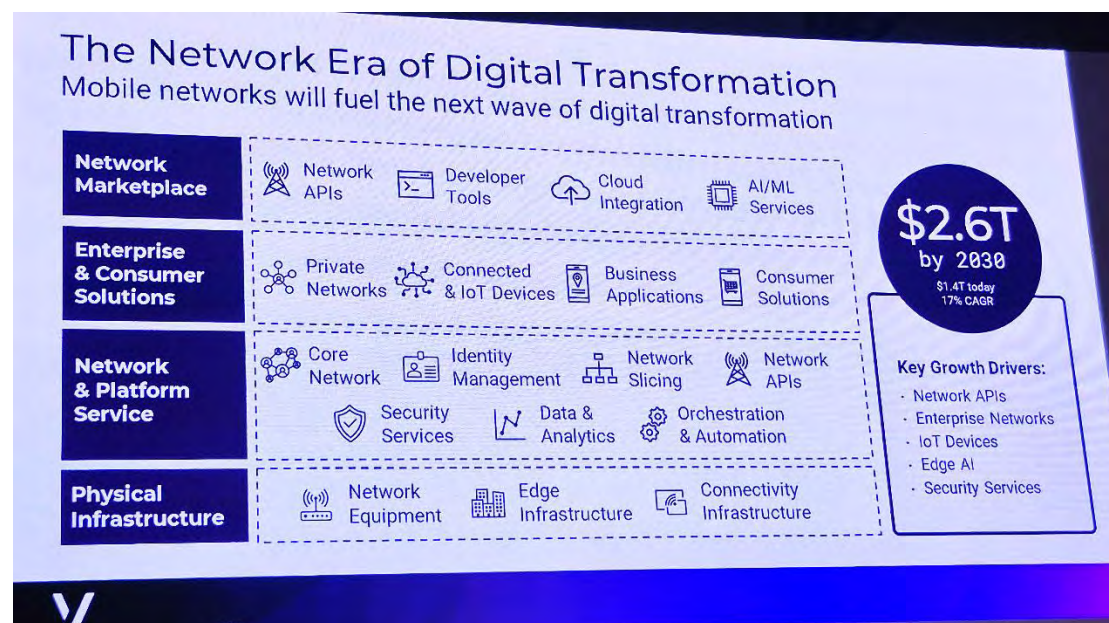
活動	主題	講者
(Keynote)	Agentic: Powering Autonomous AI with Network Powered Solutions	Vonage)
發表	From Network Signal to Digital Trust. How Telco APIs and Identity change Fraud Prevention	Sara Sebti (Founder/CEO, ShareID)
發表	From MCP to AI Agents: The Future of the Network Is Agentic	Lin Sun (VP Open Source and Co-Chair Kubecon and Cloud NativeCon, Solo.io)
座談會	Proof Positive: From Digital Identity to Programmable Intelligence - Turning trusted identity into intelligent, API-driven services	主持人： Amy Cameron (Research Director, STL Partner) 與談人： - Alexandru Ciinaru (Product Manager, Network API, Orange) - Irene Bernal (Telco Services Design & Strategy Director, Telefónica Open Gateway) - Dr. Chathurangi Wickramasinghe (SVP Magenta API Exposure, DT) - Boon Chee Loo (CEO, Bridge Alliance)
結語	-	Helene Vigue (Mobile Identity Director, GSMA)

(2) 內容摘要：

GSMA 行動身分與資料總監 Helene Vigue 表示本場次的主題將聚焦於網路 API 從數位身分識別層面，向網路可程式化特性的演進過程，並探討進階網路 API 對未來服務的具體影響。

Vonage 行銷長 Neelam Sandhu 的專題演講指出，AI 單純生成結果的生成式 AI，演進為能夠採取自主行動的代理式 AI，預計代理式 AI 市場規模在 2030 年將達到 526 億美元。如同 20 年前雲端運算帶來數位轉型，行動網路現在也進入「平臺時代」，透過 5G 與可程式化網路，其潛在市場規模可望比雲端更龐大。相

關價值鏈包含三個部分：5G 網路基礎設施、API 開放網路能力與標準化（如 Vonage 與 Aduna 的角色），以及開發者生態系。Vonage 將行動網路內部的洞察資料與外部數據及機器學習模型進行結合，藉此為企業端帶來實質的業務效益，如減少詐騙、提高終端使用者轉換率、改善整體客戶體驗、降低企業營運成本及創造新營收來源等。Vonage 已於 2025 年在美國多家主要電信商網路推出防詐解決方案。Sandhu 將整體產業的發展進程分為三個階段，指出目前業界正處於專注於身分驗證與防詐的第一階段；而 2026 年將進入第二階段，該階段的重點在於 QoD API，將透過網路切片技術為企業與終端用戶提供具備高可靠性與客製化的連線品質；未來的第三階段則將著重於結合代理式 AI 與 QoD 技術，推動更高階的網路體驗與自主協調運作。

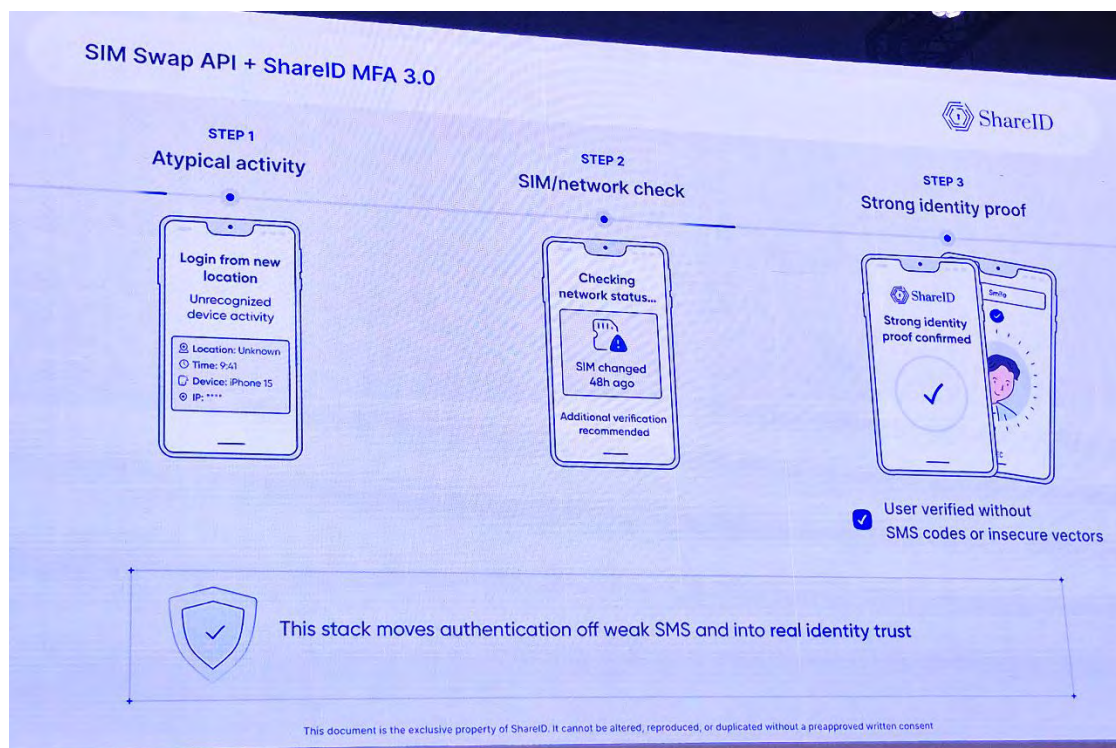


資料來源：Vonage。

圖 30、Vonage 分析行動網路將推動下一波數位轉型

ShareID 創辦人暨執行長 Sara Sebti 指出，目前由生成式 AI、釣魚攻擊與 SIM swap 引發的詐騙案件激增。單靠 API 或傳統的多重因素驗證（Multi-Factor Authentication, MFA）已經不足，因為會破壞使用者體驗或留下安全漏洞。是故，ShareID 提出結合數位身分驗證與電信網路 API 的解決方案，透過結合使用者身分、SIM 卡資訊及在網路上的行為模式進行分析，可從使用者初始註冊到後續帳戶持續監控環節，執行主動式安全防護。以防禦 SIM swap 攻擊為例，當系統偵

測到帳戶出現異常行為時，不必每次都要求使用者進行繁瑣的強驗證程序，而是優先透過網路 API 檢查該用戶的 SIM 卡最近是否被更換。如果系統確認 SIM 卡近期曾被更換，代表該帳戶存在高度潛在風險，此時系統會進一步要求使用者進行一次簡單的活體偵測 (Liveness Detection)。這項活體偵測會即時與使用者先前建檔的官方身分證件進行比對確認，以確保操作者為本人。Sebti 強調，ShareID 解決方案在後續重新驗證使用者身分時，系統內部並不會儲存任何使用者的生物辨識特徵，完全符合國際個資法規的要求。其解決方案不僅降低簡訊被攔截的風險，更同時兼顧無摩擦的用戶體驗。



資料來源：ShareID。

圖 31、ShareID 解決方案結合 SIM swap API 與 MFA

Solo.io 副總裁 Lin Sun 則介紹模型上下文協議 (Model Context Protocol, MCP)，並將其比喻為 AI 代理的「USB-C」，這項通用介面技術允許 AI 代理與大型語言模型 (Large Language Model, LLM) 可存取外部的資料庫與執行特定功能。Sun 也提到 Agent Skill 這項技術已被捐贈並轉化為開源標準，該標準利用 Markdown 檔案格式，讓開發人員無需撰寫複雜的程式碼，即可將專業的網路知識與維運技能直接建置在 AI 代理中。Sun 認為未來網路系統的運作將高度依賴

AI 代理，並搭配人類進行高階的監督與引導。她在現場實際操作系統，示範如何透過自然語言指令控制 AI 代理，排除特定的網路連線問題，並由她本人手動核准 AI 代理的請求，呈現未來網路營運可能高度依賴 AI 代理並由人類監督的運作樣貌。



說明：畫面右欄為使用者輸入自然語言指令之欄位，使用的 AI 模型為 Sonnet 4.6。
資料來源：Solo.io。

圖 32、Solo.io 現場實際操作 AI 代理控制網路系統

在座談會環節，主持人 STL Partners 的研究總監 Amy Cameron 請與談人分享網路 API 在市場推廣與商業策略實務上遭遇的現況。德國電信資深副總裁 Chathurangi Wickramasinghe 博士強調 AI 代理可降低過去開發者面臨的網路技術複雜性門檻。開發者不再需要深入理解底層技術，只要輸入「意圖」(Intent)，AI 代理就會自動將其轉譯及執行。電信商的角色將從單純提供連線，轉變為數位服務輸出的受信任編排者 (Trusted Orchestrator)。然而，Wickramasinghe 也警告代理式 AI 的運作速度與決策頻率極快，因此電信商必須確保在 AI 代理開始大規模自主存取網路 API 之前，及早於系統架構建立完善的信任機制、商業治理規範及嚴格的執行控制政策，否則網路系統將面臨風險。

Telefonica Open Gateway 總監 Irene Bernal 也認同前述 AI 代理降低技術門檻，開發者將僅需輸入「意圖」的趨勢。她表示企業客戶在尋求電信服務時，並不會主動要求購買單一功能的網路 API（如 SIM Swap API），客戶要的是「解決方案」與「結果」（如降低詐騙發生率）。因此，電信商過去普遍採用按「API 呼叫次數」收費，但此種商業模式與訂價策略必須改變，應該改依「安全的驗證事件次數」收費。另外她也認為 Aduna 等聚合商（Aggregator）在未來 API 生態系將扮演關鍵角色，因為除了 API 產品本身的技術標準化（如遵循 CAMARA 標準）以外，產業界更需要這些中介機構處理跨國市場中繁瑣的資安、個資與法遵細節，為跨國企業提供單一入口（Single entry point）且全球通用的標準化解決方案。

Orange 產品經理 Alexandru Ciinaru 指出，對於電信商而言，AI 代理將成為新型態，且行為具高度不可預測性的「機器客戶」，因此電信商需加快網路 API 的開發迭代與發布速度。由於 AI 演算法決策可能在極短時間內產生龐大的 API 請求峰值，與傳統人類使用者的平穩流量模型截然不同，因此電信商內部的產品開發團隊在規劃與部署 API 時也必須將極端負載情況與流量衝擊納入系統承載的考量範圍，並深入理解 AI 代理的實際工作流程與系統邏輯需求，以納入未來產品規格及開發策略。

Bridge Alliance 執行長 Boon Chee Loo 則提出較為謹慎的觀點，他指出許多亞洲地區的電信營運商在將其內部 API 標準化，並對外開放網路能力的基礎工作上，仍然面臨諸多技術面與組織面的挑戰。他也表示目前全球電信業界已成功投入商用的 API 數量，仍遠不足以滿足市場對網路控制與身分驗證的龐大需求。如果電信商不能解決最基本的服務可用性（Availability），並使存取系統更加便利，開發者及其 AI 代理系統很可能將轉向尋找其他替代的技術方案，將導致電信業在未來 API 市場競爭中被邊緣化或淘汰。因此，電信業的首要任務是先建立標準化、容易存取且豐富的 API 組合，供外部開發者存取；同時，電信商也應做好服務曝光與跨網整合機制，否則網路能力將根本無法被 AI 代理「發現」，進而無法參與 AI 主導的網路自動化運作趨勢。

3. 場次三：啟動獲利關鍵：垂直產業如何利用網路 API 解決實際問題（Session 3: Dial M for Monetize: How vertical industries are using network APIs to solve real-world problems）

(1) 議程：

活動	主題	講者
引言	Beyond Connectivity: How GSMA Project Fusion Delivers Real Business Outcomes	Natasha Nayak (Head of Fusion, GSMA)
主題演講	Turning APIs into Real-World Impact	Anthony Bartolo (CEO, Aduna)
發表	"Connected outcomes" shifts the conversation to value, not technology	• Chetan Narang (Principal Strategy Innovation Manager, COLT) • Sridhar Gallopudi (Head of Telecoms, Google) • Pascal Menezes (Chief Technology Officer, Mplify) • Roger Berg (Vice President, Research & Development, Denso)
發表	Airborne private 5G and network APIs for live broadcast and PPDR	Sam Yoffe (Senior Systems Engineer, Neutral Wireless)
座談會	Fasten Your Seatbelts: How vertical Industries Are Accelerating Network API Monetisation	主持人： Rob Kurver (Founder/CEO, CPaaS Acceleration Alliance) 與談人： • Ignacio Tobias (Innovation Manager, Air Europa) • Natalia Bochkova (Carrier Partners Director, Vonage) • Furkan Acik (Network Architecture & Design Group Manager, Turk Telekom)
結語	-	Natasha Nayak (Head of Fusion, GSMA)

(2) 內容摘要：

GSMA 總監 Natasha Nayak 於引言介紹 GSMA 的 Fusion 專案，該專案旨在掌握企業的痛點，並將之轉化為需求信號，讓電信營運商能對齊真實的市場需求。以金融科技領域而言，銀行在引進新客戶、驗證現有客戶及防範詐騙時，需要的是無摩擦的身份驗證方案。例如，在亞太地區，當線上交易平台使用網路驗證 API 取代簡訊驗證後，客戶引進成功率提升 58%。Nayak 呼籲產業界透過標準化的 API 推動全球一致的解決方案，為客戶解決真實的業務痛點。

Aduna 執行長 Anthony Bartolo 在其主題演講表示，業界問的問題必須從「這項技術是否可行？」轉變為「這項技術是否能改變公司財務報表？」企業關心的是 API 能否減少詐騙損失、提高轉換率、增進客戶體驗或降低營運成本。要擴大 API 解決方案的影響力，必須具備三大支柱：第一是「簡化存取」，讓開發者整合一次就能觸及所有網路；第二是「跨網路的一致性」，因全球服務無法容忍系統行為因使用者所在網路不同而產生差異；第三是「商業可靠度」，提供可預測的訂價模式，並與商業價值連結（如：按成功驗證次數計費）。Bartolo 總結道，API 要從試驗走向主流採用的解決方案，需要網路營運商、聚合商（Aggregator）與平台系統整合商的共同合作，以將網路能力嵌入開發者現有的工作流程。



資料來源：Aduna。

圖 33、Aduna 分析 API 生態系相關業者之角色

在專題發表環節，多位講者共同探討如何透過「意圖導向」交付成果。Google Cloud 的電信市場負責人 Sridhar Gollapudi 首先提出，結合 API 與代理式 AI 能提供無縫的連線體驗。他指出目前的發展方向是讓開發者透過自然語言提出意圖需求，系統便能自動實現交付成果，使開發者無需理解底層的技術架構。Denso 研發副總裁 Roger Berg 則代表汽車產業觀點，他指出過去的車聯網應用由於只能依賴「盡力而為」(Best Effort) 的網路連線，導致創新受到限制。因此，如果電信營運商能夠保證一定程度的網路效能水準，使車輛無論在任何位置、使用任何車型或跨越不同電信網路，都能保持一致且可靠的服務可用性，將能激發車聯網服務的創新。Amplify 技術長 Pascal Menezes 則說明固網在可程式化網路生態系統中的角色。Amplify(前身為 MEF)開發的網路即服務(Network-as-a-Service, NaaS) API 可整合無線與有線網路，使開發者在存取服務時，能將底層網路視為一個統一的通訊網路進行使用。COLT 策略創新經理 Chetan Narang 說明如何結合行動核網與專用固網，建構專用網路等級的端到端確定性效能。他解釋「自適應網路」(Adaptive Network) 的運作機制：系統透過 AI 代理持續監控網路遙測數據與應用程式信號，當發現效能偏離基準線時，AI 代理會在背景自動呼叫 API 進行頻寬的即時擴展與配置。此自動化系統使開發者能專注於軟體運作，而無需管理底層網路狀態。

Neutral Wirelesy 資深系統工程師 Sam Yoffe 分享應用於現場直播與公共安全領域的空中 5G 專網與 QoD API 專案。他指出，雖然 5G 專網已在多個國際大型賽事被用於克服公眾網路擁塞的問題，但並非所有情境都能依賴地面基礎設施。因此 Neutral Wirelesy 團隊與法國電視台合作進行一項專案，將完整的 5G SA 安裝於超輕型飛機上，用於拍攝自行車賽事。飛機飛行高度約 350 公尺，能提供半徑 1.5 公里的網路涵蓋，不僅能解決傳統地面設備無法涵蓋的場域（如海上帆船賽、跨國自行車賽），更比傳統的直升機轉播方案減少 98% 的碳排放。Yoffe 說明 CAMARA QoD API 處理網路擁塞的效果，在總頻寬僅 32 Mbps 的測試環境下，當兩台裝置同時爭搶資源時，影片會嚴重掉幀與失真；但透過 QoD 的 POST 請求功能，賦予轉播裝置優先權後，影片立刻恢復清晰流暢，顯示 QoD API 在維持特定使用場景所需的服務品質上，可發揮關鍵作用。

GSMA OPEN GATEWAY SUMMIT 2026

AIRBORNE PRIVATE 5G

CONNECTIVITY 01 AIRBORNE P5G 02 NETWORK APIs 03

- Integrated entire P5G standalone network on ultralight aircraft with multiple routes:
 - P5G network downlink
 - Public network bonded cellular
 - On-board LEO terminal (future)
- Deployed by **france.tv** for a cycle race
- Challenging for spectrum regulation, but licensed for low power transmit 25 dBm (0.3 W) in n40 (Ministry of Armed Forces)
- Aircraft 1000–1500 ft and 1.5 km radius (limited by UE uplink power)
- Significantly lower cost and environmental impact (35 kg CO₂/hr) than existing COFDM relay solutions (1700 kg CO₂/hr) — 98% CO₂ reduction

5

adappt EBU france.tv globo QTV Rai RTE Strathclyde Glasgow ddb solutions EUTELSAT HAIVISION OPEN SHARKE

MWC26

資料來源：Neutral Wirelessy。

圖 34、Neutral Wirelessy 空中 5G SA 專網與 QoD API 專案

在座談會環節，主持人 CPaaS 加速聯盟創辦人 Rob Kurver 首先指出，第一階段的防詐 API 雖然發展順利並解決了簡訊一次性密碼的弱點，但可能無法為電信營運商帶來總營收的實質增長。他強調業界必須專注於 QoD 與位置資訊等第二階段與第三階段應用，才能創造全新的收入來源。

Air Europa 的創新經理 Ignacio Tobias 說明航空業面臨的具體網路挑戰。他指出航空業雖然精密，但在技術紀錄上仍高度依賴紙本作業。在將這些技術日誌數位化的過程中，航空公司面臨的主要問題發生在登機門前。由於大量旅客在登機前密集使用網路（例如瀏覽社群媒體），導致該區域的網路產生嚴重擁塞與高延遲。航空公司需要即時將航班的技術紀錄與總部進行同步，才能獲准讓飛機出發。因此航空公司需要網路系統賦予技術紀錄資料具備傳輸優先權，以確保飛機能準時離開登機門。他強調航空業因高度重視安全，因此較為保守，導入任何新技術皆必須證明能維持並提升運作穩定性，且對機組人員也必須具透明度、易於操作。

Turk Telekom 的網路架構與設計經理 Furkan Acik 說明該公司的無人機交通管理平臺的開發經驗。Turk Telekom 團隊將 QoD API 原生嵌入其管理平台中，以應對無人機操作的特殊性。Acik 列舉三個需要 QoD 技術支援的緊急應用場景：第一是緊急情況下獲取高畫質視訊傳輸；第二是系統觸發無人機緊急自動降落；第三是跨城市的遠端遙控操作。他強調如果無人機在操作過程失去連線控制，可能有直接危及人類生命安全的風險，因此電信商提供的價值並非數據流量，而是操作可靠度。

Vonage 營運商合作夥伴總監 Natalia Bochkova 表示，Vonage 的任務是深入理解航空業與其他垂直產業的具體工作流程，並將網路能力整合至其工作流程中。她指出，航空公司的航線往往遍布全球上百個機場，由於不可能要求每個機場都自建專用網路，因此航空公司需要的是能夠涵蓋所有公共網路的統一解決方案。她也提到，應該建立支援新創企業的計畫與沙盒測試環境，讓新創團隊的想法能在符合航空業極高安全標準的前提下，進行測試與整合。主持人 Rob Kurver 也呼應此觀點，表示電信產業需要結合新創團隊來推動複雜的新型態 API 發展，以達成開拓新營收之目標。

(五) Satellite and NTN Summit

Satellite and NTN Summit 邀集產業界領袖，共同探討衛星在全球連線、衛星直連設備服務及 B2B 與 B2C 市場商機等議題。此高峰會首先由主辦方 GSMA 進行引言簡報，接著依序由 SES、Viasat、MDA Space 及 European Space Agency 進行主題演講，並穿插 2 場次座談會（Panel）與 1 場爐邊談話。議程如下：

活動	主題	講者
引言	-	Tim Hatt (Head of Research & Consulting, GSMA Intelligence)
主題演講 1	Multi-Orbit + Mobile: The New Strategy Toolkit for MNOs and Telcos	Jean-Philippe Gillet (President Fixed & Maritime Vertical, SES)
主題演講 2	Telco-Satellite Convergence	Yasrine Ibnyahya (Vice President, Innovation Venture, Viasat)

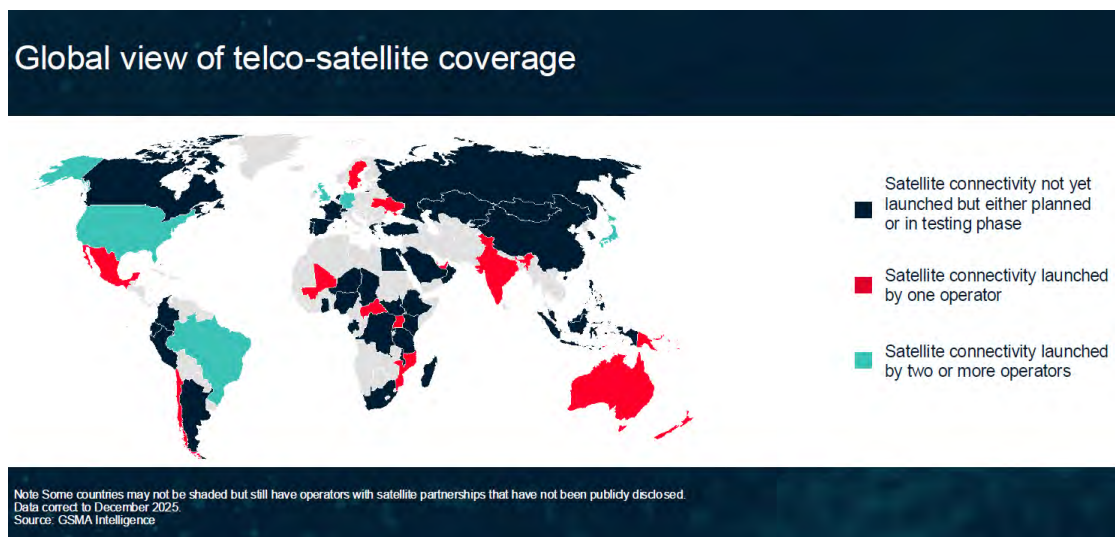
活動	主題	講者
座談會 1	-	主持人：Tim Hatt (GSMA Intelligence) 與談人： • Ilya Polshakov (Director of New Business Development, Kyivstar) • Adnan Al Muhairi (Chief Technology Officer, Space Services, Space42) • Barbee Ponder (General Counsel and Vice President of Regulatory Affairs, Globalstar, Inc.) • Mahmoud Khafagy (Vice President of Product Management and Sales Support, Lynk)
爐邊談話	-	主持人：Tim Hatt (GSMA Intelligence) 與談人：Brian Aziz (Vice President of Global Sales, Iridium)
主題演講 3	Neutral Host Satellite Networks: A Critical Approach for MNOs in a Fast-Changing Ecosystem	Mike Greenley (CEO, MDA Space)
主題演講 4	Satellite, Security and Intelligence: Enabling the Future of TN/NTN Convergence	Antonio Franchi (Head of the Space for 5G and 6G Strategic Programme, European Space Agency)
座談會 2	-	主持人：Tim Hatt (GSMA Intelligence) 與談人： • Mohammad Marashi (Senior Vice President, Future Business & Innovation, SES) • Isabelle Mauro (Director General, Global Satellite Operators Association - GSOA) • Scott Wisniewski (President, AST SpaceMobile) • George Kanuck (Chief Operating Officer, Myriota) • Shingo Watanabe (General Manager,

活動	主題	講者
		Standard Strategy Department, KDDI Corporation)

GSMA 會後將本次高峰會錄影及其引言簡報公開於其官方網站，可參見以下網址：<https://www.gsmainelligence.com/videos/satellite-and-ntn-summit-at-mwc26>

1. GSMA 引言簡報：

GSMA Intelligence 研究暨顧問主管 Tim Hatt 在引言階段分享諸多 GSMA 對衛星及 D2D（Direct-to-Device）市場之統計資料。就全球市場衛星服務推出現況來看，截至 2025 年 12 月，全球已推出衛星服務之電信事業計 33 家，規劃推出或測試中的業者達 85 家。美國、英國、日本、德國、巴西皆有 2 家以上電信業者提供衛星服務；澳洲、瑞典、烏克蘭、印度、墨西哥、智利等國則有 1 家業者提供；加拿大、法國、中國、俄羅斯、西班牙、土耳其、印尼等國則有業者正在規劃中或測試階段。



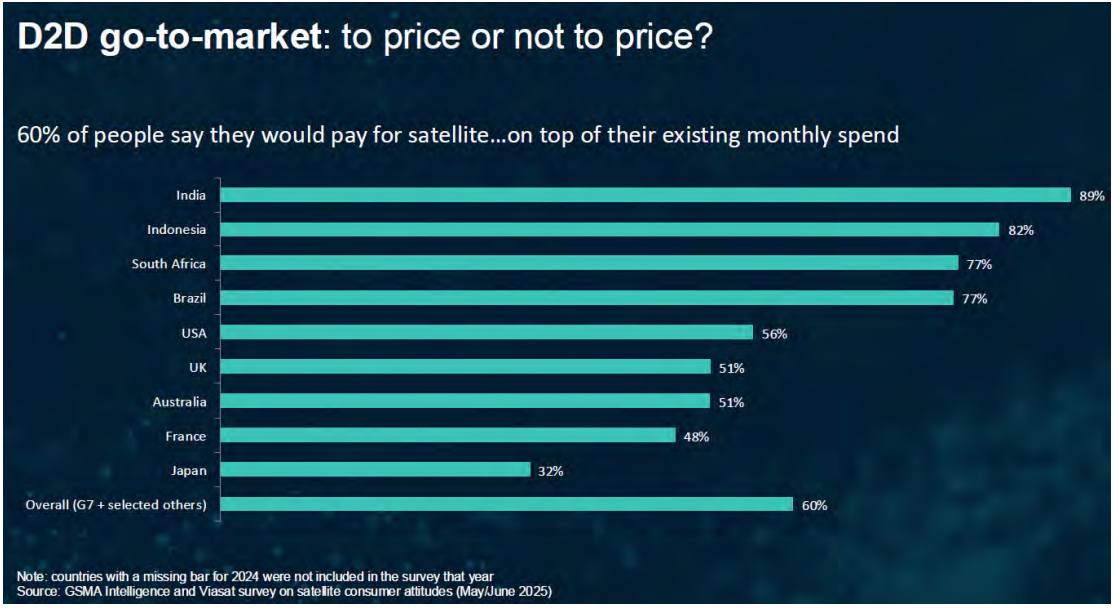
統計時間：截至 2025 年 12 月。

資料來源：GSMA。

圖 35、全球市場衛星服務推出現況

GSMA 與 Viasat 合作，對 12 個主要國家進行消費者付費意願調查，發現在所有被調查的國家中，願意為 D2D 服務付費的消費者，整體占比僅 60%。其中，

消費者付費意願較高的國家為印度、印尼、南非、巴西，皆為開發中國家；美國、英國、澳洲、法國、日本等已開發國家，其消費者付費意願相對較低。



調查時間：2025 年 5、6 月。

資料來源：GSMA。

圖 36、各國願意付費購買 D2D 服務之消費者占比

GSMA 也觀察多家主要電信商之 D2D 服務定價情形，其指出 D2D 作為加值服務，其附加收取的費用可提升資費合約之每用戶平均收入（Average Revenue Per User，ARPU）約 15%~25%。

Market pricing (so far) implies a 15-25% uplift for satellite

Telco pricing for D2D in cellular tariffs (selected examples)

Operator	Satellite partner	Service launch date	Service	Base contract tariff (\$ per month)	Satellite bolt-on (\$/month)	Contract ARPU (\$/month)	Effective satellite uplift (percentage of contract ARPU)
Rogers, Canada	Starlink	July 2025 (trial)	SMS	\$73/ \$51	0/ \$10.95	\$58	0%/ 19%
T-Mobile, US	Starlink	July 2025	SMS	\$105/ \$50	0/ \$10	49	0%/ 31%
Entel, Chile	Starlink	May 2025	SMS	\$13.72	-	11.70	0%
Verizon, US	Skylo	January 2025	SMS	-	0	45	0%
One NZ, New Zealand	Starlink	December 2024	SMS	29	0	24	0%
SmarTone, Hong Kong	Tiantong-1 satellite system	August 2024	Voice/SMS	-	\$3.60	28	13%
3 (CK Hutchison), Hong Kong	Tiantong-1 satellite system	July 2024	Voice/SMS	-	\$2.45	25	10%

Source: GSMA Intelligence, company websites

資料來源：GSMA。

圖 37、各國願意付費購買 D2D 服務之消費者占比

Tim Hatt 也剖析物聯網在 B2B 市場的龐大商機。隨著 3GPP 標準演進至 Release 19 後，衛星物聯網已有更好的整合性、電池壽命及頻譜能力，商業應用價值大幅提高。根據 GSMA Intelligence 的評估，全球大約有高達 20~25 億個物聯網裝置位於衛星的涵蓋範圍內，包含公共事業、聯網汽車、精準農業、物流運輸及離岸石油探勘等產業。鑒於許多企業因缺乏即時數據而導致營運延遲問題，衛星物聯網技術能在資產追蹤、設備監控、環境安全等多個領域提供關鍵支援，解決企業營運的痛點。GSMA 預估，透過批發衛星合作夥伴關係（Wholesale Satellite Partnership），將可在 2035 年為全球電信業帶來每年 300~350 億美元的潛在營收，占整體電信業營收的 1.5%~2%。

2. 主題演講 1：Multi-Orbit + Mobile: The New Strategy Toolkit for MNOs and Telcos (SES)

SES 的固定與海事部門總裁 Jean-Philippe Gillet 闡述 SES 的核心戰略願景是成為廣大生態系中的一部分，因此採取與行動網路營運商「互補」的策略，並不與電信商爭奪珍貴的頻譜資源。Gillet 指出，目前市場上熱烈討論的 D2D 技術其實只是整個太空通訊革命的起點，NTN 的應用範圍更包含大規模的企業級物聯網應用及車聯網等領域。在技術架構上，他表示多軌道（Multi-Orbit）解決方案透過結合不同軌道高度的衛星網絡，是為地面網路補充涵蓋的最佳解。

針對行動網路營運商的策略佈局，Gillet 建議營運商在規劃 NTN 策略時，必須從最終的「成果」出發，仔細思考他們究竟是希望藉此拓展利潤豐厚的企業端業務、補充現有的消費者市場，還是單純為了提升整體網路的災難韌性與備援能力。他強調「策略夥伴關係」對於取得長期成功的重要性，並說明 SES 致力於建構一套互補的 NTN 解決方案。SES 的商業模式並不越過營運商直接向一般消費者或企業客戶提供服務，而是將行動網路營運商作為其進入市場的通路。

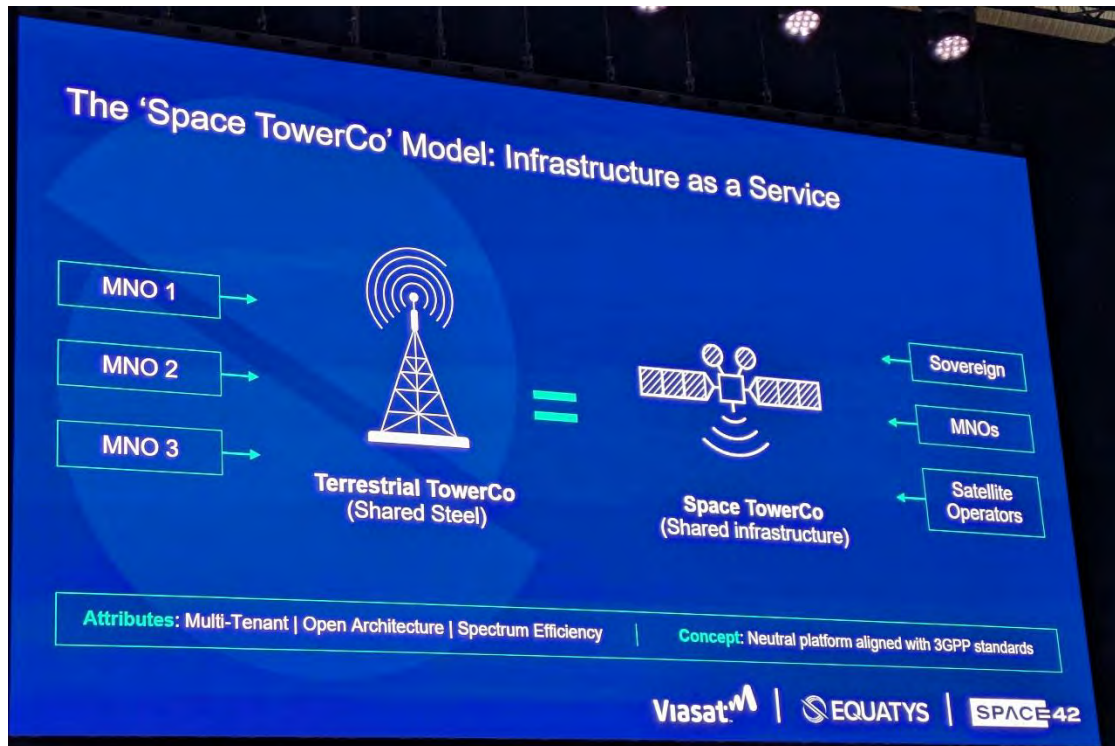
最後，Gillet 指出電信業界的心態已產生巨大轉變，僅僅在一年之前，擁有一套 NTN 策略對行動網路營運商而言還只是一個「有最好（nice to have）」的加分選項，但時至今日，它已經徹底轉變為營運商董事會層級必須嚴肅面對的「必備（must have）」核心戰略。

3. 主題演講 2：Telco-Satellite Convergence（Viasat）

Viasat 創新創投副總裁 Yasrine Ibnyahya 指出，3GPP Release 18 標準的成熟及全面支援 NTN 頻段的晶片組，有效促進衛星服務普及。Viasat 致力於利用 3GPP 標準釋放聯網汽車的潛力，目前已成功實現基於 3GPP 標準的高品質雙向語音通訊。此外，NTN 也能為汽車製造商帶來的龐大成本節省效益，例如透過無死角的空中下載技術（Over-The-Air，OTA）進行韌體升級與安全性修補，可大幅減少車輛被召回實體維修廠的昂貴成本。對於終端駕駛者而言，這項技術更是攸關生命安全的保障，它能確保車輛在偏遠地區發生事故時，自動觸發緊急呼叫並傳送車輛診斷數據，讓救援行動能即時啟動。

Ibnyahya 接著說明 Viasat 的「太空鐵塔公司（Space TowerCo）」商業模式。Viasat 認為，如同目前愈來愈多電信商不再自購土地建設基地臺，未來太空通信也將走向「基礎設施即服務」（Infrastructure as a Service）模式，「軌道」成為新的土地，而衛星平臺則扮演如同傳統鐵塔的電力供應系統，讓各家電信商將其無線電設備放置在共用的衛星平臺。Viasa 與 Space42 合資成立 Equatys 公司，藉以打造一個中立、開放、多用戶共用的太空基礎設施平臺，讓多個行動網路營運商能共同分擔成本、共享資源。

Ibnyahya 主張，Space TowerCo 模式不僅能使多個衛星系統網路如同單一網路般協調運作，還能兼顧各國對於通信資料的「主權」需求，讓各國不必耗費巨資建立獨立的完整衛星系統，就能保有對其通信網路的控制權。此外，她也提倡「行動衛星服務協會（Mobile Satellite Services Association，MSSA）」所推動的開放架構與標準化工作，鼓勵整個生態系共同將 3GPP 與 GSMA 標準轉化為實際可運作的共通框架，並歡迎業界廣泛應用 MSSA 所發布的參考架構白皮書。



資料來源：Viasat。

圖 38、Space TowerCo 商業模式

4. 座談會 1

Kyivstar 新業務開發總監 Ilya Polshakov 分享 Kyivstar 與 Starlink 攜手合作，在短短三個月內於烏克蘭成功推出 D2D，目前總使用人數更已達 500 萬人。Polshakov 表示，D2D 對於身處戰火威脅與基礎設施嚴重受損的烏克蘭民眾與企業，提供關鍵的通信「韌性」。由於每天可能僅 2~3 個小時具有電力供應，Kyivstar 以衛星網路支撐烏克蘭的數位生態系，確保金融支付、醫療保健、電子商務及叫車服務等關鍵數位應用得以持續運作不中斷。Kyivstar 預計在今年（2026 年）更進一步與 Starlink 合作推出輕量數據（Light Data）傳輸服務，讓各類數位應用程式能更深入地整合衛星連線，為用戶帶來真正的全天候數位生活保障，並計畫延伸至 B2B 市場的銷售時點情報（POS）系統與物流管理等應用中。

Space42 太空服務技術長 Adnan Al Muhairi 從基礎設施供應商的角度切入，指出產業界已經體認 NTN 是維持網路穩定與涵蓋的必要條件。他表示全球僅有約 30%~40% 的陸地面積被行動基地台涵蓋，若將海洋與高空計算在內，涵蓋率

更是低至 10%，而 NTN 是良好的涵蓋補充方案。他也詳細說明 Equatys 的策略考量是，透過導入大量的 L 頻段與 S 頻段衛星頻譜，使行動網路營運商不需處理重新分配地面頻譜及複雜干擾問題。另外衛星網路對於災害復原與危機管理深具應用潛力，預期各國政府將視 NTN 為不可或缺的備援方案，以應對地震、海嘯等天災帶來的網路癱瘓風險。針對 NTN 服務的商業定價，Muhairi 認為應透過網路設計與規模經濟降低成本，理想上是將衛星服務無縫且無感地綁定在消費者的每月資費中，讓用戶在不增加額外經濟負擔的情況下，自然而然地享受全方位的連線保障。

Globalstar 總法律顧問暨監管事務副總裁 Barbee Ponder 分享該公司深耕大眾消費市場的商業策略，Globalstar 自成立以來致力於開發體積小巧、操作簡便且價格平價的衛星通訊產品，以讓普羅大眾都能輕鬆負擔。Globalstar 於 2022 年與 Apple 等手機製造商合作，使全球數億個智慧型手機直接連上 Globalstar 的衛星系統。Ponder 指出，Globalstar 的優勢是其在全球具有高度協調的 MSS 頻譜及前瞻性的網路架構設計。展望未來，Globalstar 投資 15 億美元打造第三代（C3）低軌衛星網路與配套的地面基礎設施，以專門提供直連一般智慧型手機的 D2D 服務。Ponder 認為在未來 2~3 年，「獲取稀缺的頻譜資源」及「持續投入數十億美元資本的財務能力」，將是決定哪家企業能成為太空競賽最後贏家的核心關鍵。

Lynk 產品管理與銷售支援副總裁 Mahmoud Khafagy 則說明 Lynk 為確保其衛星網路能相容 2G 到 5G 的所有現有行動裝置，實現涵蓋多頻譜的技術藍圖，因此 Lynk 透過與 Omnispace 合併，取得其所需的 MSS 頻譜資源。在商業模式上，Lynk 奉行「行動網路營運商優先」（MNO-first）原則，已與全球超過 50 家營運商簽署合作協議，宣示 Lynk 絕對不會越過營運商直接經營 B2C 市場，而是將營運商視為唯一的服務通路。在談到網路架構的創新時，Khafagy 特別提及 Lynk 與 SES 的合作模式：當終端用戶的手機連上 Lynk 的低軌衛星後，數據會被無縫轉發至 SES 的中軌或高軌衛星，接著利用 SES 既有的龐大地面站與回傳基礎設施，直接連接回電信營運商的核心網路。此種創新的多軌道合作架構，不僅成功發揮數據傳輸潛能，更大幅減輕 Lynk 在全球各地自建地面站的資本支出，為電信營運商提供一個極具成本效益的解決方案。Khafagy 預測，未來的 NTN 生

態將會演變成類似現今跨國漫遊的模式，電信營運商將與多家不同的衛星供應商合作，並根據容量、服務品質與價格等因素，動態且智慧地引導網路流量。

5. 爐邊談話

GSMA Intelligence 研究暨顧問主管 Tim Hatt 與 Iridium 全球銷售副總裁 Brian Aziz 對談 D2D 窄頻解決方案及物聯網的商業策略布局。Aziz 說明，Iridium 已為其現有衛星全面更新軟體，使其能夠原生支援窄頻物聯網（NB-IoT）與 NTN 標準。未來的服務重點將鎖定雙向訊息傳輸及緊急呼叫等窄頻解決方案。在談及 B2C 市場的商業化挑戰時，Aziz 坦言緊急 SOS 等攸關生命安全的服務極有可能會被電信營運商直接納入基本的網路資費方案中，作為一種減少客戶流失率的增值服務。此外，對於消費者是否願意為了新的衛星連線功能額外付費，產業界目前仍在摸索與觀察階段。

至於物聯網市場，Aziz 則對後續發展表示高度樂觀。過去企業客戶必須購買昂貴且佔空間的專有衛星硬體設備才能實現連線，但現今由於 NTN 連線規格的標準化，企業只需部署「單一裝置搭配單一 SIM 卡」，即能輕鬆實現裝置在地面與衛星網路之間的自由漫遊，此一趨勢為 Iridium 打開過去難以進入的廣大新市場，如智慧水錶、智慧電錶系統及精準農業監控等，對成本控制與裝置體積要求極高的領域。為了讓電信營運商能簡便地整合 Iridium 的服務，Iridium 採取儘可能簡化後端串接，不僅採用營運商最熟悉的 GSMA 標準漫遊協議，更透過如 Syniverse 這類知名的 IPX 合作夥伴進行系統整合，以減少營運商在技術介接上的阻力，讓電信商能透過單一管理平台，輕鬆統合管理其地面與衛星的物聯網部署。

展望未來 1~2 年的市場發展，Iridium 將持續深化夥伴關係、推動 NTN 硬體生態系統（從晶片、模組到終端裝置）的成熟化。最後，他也特別提到 Iridium 所研發的微型「定位、導航與授時」（Position, Navigation and Timing, PNT）特定應用積體電路（Application Specific Integrated Circuit, ASIC）晶片，這項技術能在全球 GPS 訊號受到惡意干擾或欺騙的動盪環境下，為營運商與客戶提供一層安全備援保障。

6. 主題演講 3：Neutral Host Satellite Networks: A Critical Approach for MNOs in a Fast-Changing Ecosystem (MDA Space)

MDA Space 的執行長 Mike Greenley 發表關於「中立主機衛星網路」(Neutral Host Satellite Networks) 之創新商業模式。Greenley 指出目前市場上的一個潛在痛點：當行動網路營運商與衛星業者合作時，由於營運商的用戶數據必須漫遊到衛星業者的網路上，使營運商擔憂其客戶在未來恐被衛星業者侵蝕。為解決此一疑慮，MDA Space 提出「中立主機」(Neutral Host) 模式，中立主機衛星網路直接使用電信營運商自身的頻譜進行訊號傳輸，便可讓終端用戶的數據從頭到尾都不會離開電信營運商自家的網路，客戶完全不會發生漫遊行為，以消除電信商對於流失客戶的恐懼，讓電信商能以極低的初期成本迅速延伸網路涵蓋範圍，也契合當前各國政府對於資料主權與安全性的嚴格要求。

7. 主題演講 4：Satellite, Security and Intelligence: Enabling the Future of TN/NTN Convergence (European Space Agency)

歐洲太空總署 (European Space Agency, ESA) 的 5G 與 6G 策略計畫負責人 Antonio Franchi 認為，非地面網路已不再僅是補充地面網路的定位，而是構建未來無縫連線架構時，不可或缺的基礎。至 2034 年，全球衛星連線市場的規模預估將超過 2,000 億美元，其中 D2D 市場將擁有超過 1 億名用戶，而物聯網裝置的數量更將上看 300 億個。由於目前地球表面仍有高達 90% 的區域缺乏地面網路涵蓋，唯有運用衛星連線才能真正消除數位落差。

Franchi 表示 3GPP 標準在全球連線中扮演關鍵角色，並強調未來在設計多軌道、多領域架構時，必須在一開始就將安全性與韌性納入核心考量，使衛星連線能廣泛應用於汽車、海事、航空，甚至是嚴格的政府與軍用市場中。Franchi 也指出，面對未來極度複雜的多軌道與多供應商網路環境，AI 將是實現網路自主運作、容量分配最佳化及安全防禦的關鍵基礎。為此，ESA 不僅發布關於 AI 應用於 NTN 領域的白皮書，更在英國等地建設 AI 中心 (AI Hubs) 以加速技術落地。

最後，Franchi 宣布 ESA 將與 GSMA 攜手啟動「ESA GSMA Challenge 2026」

計畫，將提供高達 1 億歐元的研發資金，資助「建立 5G/6G 混合中心」、「6G 創新」、「D2D 連線」及「AI 於 NTN 領域之應用」等四大核心領域的創新，以推動由太空驅動、智慧化、具安全性的未來網路。



資料來源：European Space Agency。

圖 39、ESA GSMA Challenge 2026 四大創新研發領域

8. 座談會 2

主持人 Tim Hatt 請各與談人分享過去一年各自組織最大的改變。SES 的未來業務與創新資深副總裁 Mohammad Marashi 表示，與 Lynk 達成戰略合作夥伴關係是他們這一年來在 NTN 領域取得的最重大突破。GSOA 的總幹事 Isabelle Mauro 則觀察到，過去一年來，衛星業者不僅在 MWC 展會規模上有明顯的擴張，MWC 的論壇討論內容也已圍繞 NTN 與 D2D，顯示產業趨勢已經成形。AST SpaceMobile 的總裁 Scott Wisniewski 分享該公司不僅成功募集 40 億美元資金，完成自有衛星製造工廠的建置，並成功發射下一代衛星，更與 Verizon、中東 STC 及歐洲 Vodafone 等全球主要電信商簽署深度的合作協議。Myriota 的營運長 George Kanuck 則表示，為了滿足客戶對於低延遲傳輸與更大數據封包處理能力的迫切需求，他們與 Viasat 聯手相關 5G NTN 網路解決方案，成功將多個物聯網

應用場景從概念推向實際商用落地。日本 KDDI 標準策略部的總經理 Shingo Watanabe 則分享 KDDI 與 SpaceX 合作推出 D2D 服務，目前已迅速累積高達 350 萬名訂閱用戶，市場反應的熱烈程度超乎他們最初的預期，甚至觀察到許多用戶特別跑到山區等偏遠地帶主動測試 D2D 服務。

在探討實現更高速語音與數據傳輸的技術升級路徑時，SES 的 Marashi 指出，除了 3GPP 標準的支持外，衛星基地臺也需要功耗極低的處理器，以將寶貴的電能保留給訊號傳輸而非資料運算。他也指出必須導入 AI 技術以優化頻譜效率，以逼近傳統衛星高度優化的水準。此外，獲取更多頻譜資源也是提升數據傳輸速率的重要基礎。GSOA 的 Mauro 則補充，目前的技術創新不僅限於 LEO 衛星，MEO 與 GEO 衛星也因軟體更新與星間鏈路等技術躍進，使網路更加高效、靈活且整合。但 Mauro 也指出，所有的技術創新最終都必須回歸到「提升終端用戶體驗」此一核心命題上，必須提供無縫且一般大眾能負擔得起的服務，才能讓 NTN 成功發展。

AST SpaceMobile 的 Wisniewski 分享該公司的策略是建造並發射大型的低軌商業通訊衛星，利用巨大的天線陣列使衛星能直接與地面上發射功率極低的一般智慧型手機進行通訊，並展現出優異的抗干擾特性。此外，AST 堅持採取高難度的垂直整合製造模式，將所有研發與生產集中在自家廠房，以提昇其除錯與創新效率，而非依賴漫長的外部採購合約。在頻譜策略上，AST 採取雙管齊下的策略，一方面利用電信商合作夥伴的 IMT 頻譜確保與現有手機的向後相容性(backward compatibility)，另一方面也積極取得 MSS 頻譜。透過將所有技術優勢疊加，AST 可為手機提供高達數百 Mbps 的下載速度。Wisniewski 預告 AST 將在接下來的 1 年內發射 45 到 60 顆衛星，目標是在全球 5 到 10 個關鍵大型市場中，正式推出面向終端消費者的商業服務。

Myriota 的 Kanuck 則展示該公司專為資產追蹤用途設計的物聯網硬體設備「Asset Hawk」，此設備採低功耗設計，在特定應用場景下的電池壽命可長達 10 年。他指出 Myriota 由於專攻 B2B 市場，且 85%以上的業務是透過合作夥伴與系統整合商推廣，因此 Myriota 能專注於核心技術的研發，滿足資產追蹤、遠端

能源監控及國防應用等極度要求穩定與長效的應用場景。

KDDI 的 Watanabe 則分享電信營運商實際推出 D2D 服務面臨的挑戰，由於 D2D 服務可用的頻譜資源相當稀缺，如何管理頻寬並保障用戶的基本體驗是 KDDI 面臨的最大考驗。為此，KDDI 透過在智慧型手機端導入衛星模式軟體，使手機切換至衛星模式時，系統會自動且嚴格地限制背景數據流量，確保只有經過官方認證、支援衛星通訊的特定應用程式（例如緊急訊息軟體）才能進行資料傳輸。同時，手機介面上也會顯示專屬的衛星圖示，讓用戶清楚知道目前的連線狀態，藉此巧妙地管理用戶的期望值，並最大化有限頻寬的使用效率。

(六) Skybound 5G: Drones, HAPS, Satellites & the Race to Connect the World

藉由 D2D 衛星鏈路、無人機及可作為空中基地臺的高空通信平臺（High-Altitude Platform Station，HAPS）等創新技術，非地面網路將帶來一系列新的商業與人道主義應用，包含提供偏遠地區產業的物聯網服務、災後恢復通信涵蓋等。此研討會旨在探討 NTN 面臨的監管與競爭挑戰，並介紹實際應用案例。出席名單及各方發表內容，分述如下：

(1) 出席名單：

講者	單位	職稱
Lori Driscoll	PwC	Global TMT Advisory Leader
Adel Al-Saleh	SES SA	CEO
Oleksandr Komarov	Kyivstar	CEO
Stephen Oh	XM2 Group	Founder and CEO
Amina Boubendir	Airbus Defence and Space	Head of Research and Standardisation

(2) 內容摘要：

PwC 媒體與電信業務全球主管 Lori Driscoll 指出，儘管部分成熟市場的網路人口涵蓋率已達 98%，但若要完成剩餘 2% 的涵蓋，主要障礙是經濟效益偏低。同時，全球仍有近 39 億人口處於網路連線不佳或完全無法接取網路的狀態，這

些人口主要集中在印度、中國、巴基斯坦、孟加拉及網路滲透率最低的非洲地區。Driscoll 分析，傳統地面網路在涵蓋率達到 95%至 98%之後，持續朝向 100%涵蓋率進行布建時，建置成本會急遽提高，經濟效益也迅速下降，包括電塔建設成本愈加昂貴、回傳網路脆弱及電力供應不穩定等問題。此外，由於軍事衝突、野火、洪水等災難可能瞬間摧毀耗費多年建成的地面基礎設施，人們在這些極端情境下也亟需基本的訊號傳輸。因此，Driscoll 認為 NTN 的定位並非取代地面網路，而是作為強化整體網路連線能力與韌性的基礎設施，以因應前述各種情境之需要。衛星能夠延伸涵蓋範圍並直接連接終端裝置，藉以服務光纖與電塔無法觸及的區域。HAPS（太陽能無人機）則在距離地球約 20 公里的平流層運行，可作為空中的基地臺（隨然仍受限於鏈路與功率密度）。從商業化角度來看，雖然潛在網路連線市場規模預計在 2032 年可達 2,000 億美元，但實際推行仍受制於主管機關核准、頻譜協調、設備就緒度與技術採用週期。營運商主要考量整合負擔、資產風險與盈利時間點，政府單位則關注網路在極端狀況下的可用性。

Kyivstar 執行長 Oleksandr Komarov 分享烏克蘭在戰爭環境下運用 NTN 的實務經驗。他表示，在面臨生存威脅的環境中，提供能協助人民的通訊技術比遵循 3GPP 標準規範更為急迫。目前烏克蘭約有 20%的領土被佔領，並存在無法提供常規網路服務的廣大區域。地面基礎設施面臨的最大問題是能源供應，冬季有 30%的時間需依賴備用發電機或電池維持網路運作，曾有單月消耗 150 萬公升柴油的紀錄。為解決通訊問題，Kyivstar 於 2022 年 11 月導入 Starlink 的 D2C(Direct-to-Cell) 技術，至今已有 450 萬個獨立設備註冊該網路，並發送了超過 700 萬條簡訊。他提到，現階段的太空網路受限於容量，主要提供 3G 級別的服務，但隨著衛星大規模發射，預計在 2027 年將可部署 5G 網路。針對未來的網路設計，他建議應將資本支出集中於人口密集區，並透過地面與非地面網路的結合來實現廣泛的地理覆蓋。在商業應用方面，雖然現階段仍以人道主義援助為優先，由企業資金補貼提供免費簡訊服務，但 Kyivstar 已開始規劃多項商業應用，例如：與國家郵政及 MasterCard 合作開發行動銷售時點情報系統（Mobile POS），利用衛星技術在偏遠小鎮進行即時結算以推動金融普惠。此外，衛星連線也能應用於高風險的排雷工作、國家警察巡邏及測地學等領域，提供精確的地理定位。

SES SA 執行長 Adel Al-Saleh 指出，未來的網路設計必須完全整合地面與非地面網路，這將改變回傳網路的建置方式，並改變在偏遠地區鋪設光纖的成本效益。將 5G 技術導入太空是目前的发展核心，SES 正在開發內建 5G 架構的下一代衛星系統。推動這項技術發展的主要動力來自於網路整合需求，以及 B2B 與政府客戶對無縫網路的期望。他強調，透過與標準機構合作並引入 3GPP 標準，衛星產業能夠使用由電信公司推動的標準化組件，這對於大幅降低建設成本具有關鍵作用。另外，為滿足各國政府的控制權需求，SES 正在研究如何在全球性的衛星網路中創建「主權切片」。最後，針對全球約 20 億無法負擔手機費用的網路未涵蓋人口，Adel Al-Saleh 表示為這些地區提供連線服務缺乏經濟效益，SES 的解決方案是透過建立社區的地面接收站，已在非洲、拉丁美洲與東南亞等地的村莊提供網路熱點，支持當地的教育與醫療系統。

Airbus 國防與太空研發與標準化主管 Amina Boubendir 表示，地面與非地面網路整合的效益已透過市場需求得到證明。在標準化與互通性議題上，衛星營運商與供應商目前正積極加入傳統上由行動網路主導的 3GPP 等標準制定組織，以實現設備的互通性並降低成本。在 6G 網路的發展藍圖中，NTN 平臺必須在需求與功能架構上被視為另一種接取網路進行整合。無縫移動性是航空、汽車與海上運輸的必要條件，衛星能夠為城市以外的地區提供必要的涵蓋擴展。針對弭平數位落差的議題，Boubendir 主張 HAPS 可作為大型衛星平台的替代解決方案。HAPS 不僅能在缺乏地面設施的地區提供涵蓋，單一平臺可取代多達 250 個地面電塔，部署與管理成本也相對較低，且可執行長達 2 個月的任務，適合應用於災難救援等區域涵蓋需求。

XM2 Group 創辦人兼執行長 Stephen Oh 則分享利用繫留型無人機提供臨時網路解決方案的實務經驗。其開發的無人機系統透過地面的光纖電纜進行供電與資料傳輸，使其能在 120 公尺（約 400 到 600 英尺）的高空持續盤旋，並進行長達數周的持續飛行。他表示此方案的定位是為了填補現有網路的空白並補充現有基礎設施，而非完全取代永久性的電塔布建。該系統的優勢在於快速部署，整體架設可在 20 分鐘內完成。相較於高度通常為 20~30 公尺的傳統電塔，無人機升至 120 公尺高度可顯著增加視野與涵蓋範圍，在偏遠或山區環境具備物理優勢。

在實際應用上，此技術主要作為野火、洪水或戰爭等災難發生時的第一時間因應措施，每架無人機可處理約 500 個通話連線，能在短時間內啟動大量基礎通訊。XM2 Group 未來的應用規劃包含將繫留型系統部署於移動的船隻上，使無人機在空中跟隨船隻移動，提供持續的網路涵蓋。

(七) Global 5G Alliances Summit - From Connectivity to Intelligent Industry and Ecosystem

Global 5G Alliances Summit 邀集亞太地區 5G 產業聯盟及企業領袖，共同探討先進連線技術與 AI 如何重塑各行各業及生態系。本次會議重點關注領域包含智慧網路、AI 驅動的自動化，以及在製造業、汽車業與公共安全領域布建公共、專用或混合 5G 網路之策略。此高峰會的議程及講者名單如下：

活動	主題	講者
開場	-	- Terence Wong (Head of APAC 5G Industry Community) - Julian Gorman (Head of APAC, GSMA)
發表	Global Landscape and Trend on Intelligent Industry	Pablo Iacopino (Head of Research and Commercial Content, GSMA Intelligence)
發表	Strategic Pathways for Accelerating Intelligent Industry Transformation	Dr. Akihiro Nakao (The University of Tokyo and Co-Chair of XGMF)
發表	Winning the Future: Key Principles and Blueprint for Operators' Digital Intelligent Transformation	James Zhang (CMO, ICT Marketing & Solution Sales, Huawei APAC)
爐邊談話	Edge Intelligence for Connected Vehicles: AI and Real-Time Data at Scale	主持人：Arpad Kiraly (Partner, Altman Solon) 與談人： - Maxime Flament (CTO, 5GAA) - Dr. Lei Zhong (Liaison Chair, Automotive Edge Computing)

活動	主題	講者
		Consortium (AECC) and Principle Researcher, Toyota InfoTech) • Denny Setiawan (Director of Strategy and Policy of Digital Infrastructure, The Ministry of Communication and Digital Affairs (Komdigi))
發表	Industrial Precision at Scale: 5G-Advanced + Ambient IoT for High-Accuracy, High-Efficiency Operations	Dr PS Tang (Senior Director for Industry Engagement of GTI, Global Technology Association for InfoComm)
座談會	Intelligent Public Safety – Policy, Innovation, Resilience, Interoperability and Standards	主持人：Tero Pesonen (TCCA Vice Chair & Board Director /CC Broadband Group Chair and TCCA representative to 3GPP) 與談人： • Matt Walsh (Assistant Vice President, Product Management & Development, AT&T FirstNet) • Jarmo Vinkvist (Vice President, International Affairs and Public Relations, Erillisverkot) • Ultan Mulligan (Chief Services Officer, External Relations & Acting CTO, ETSI)

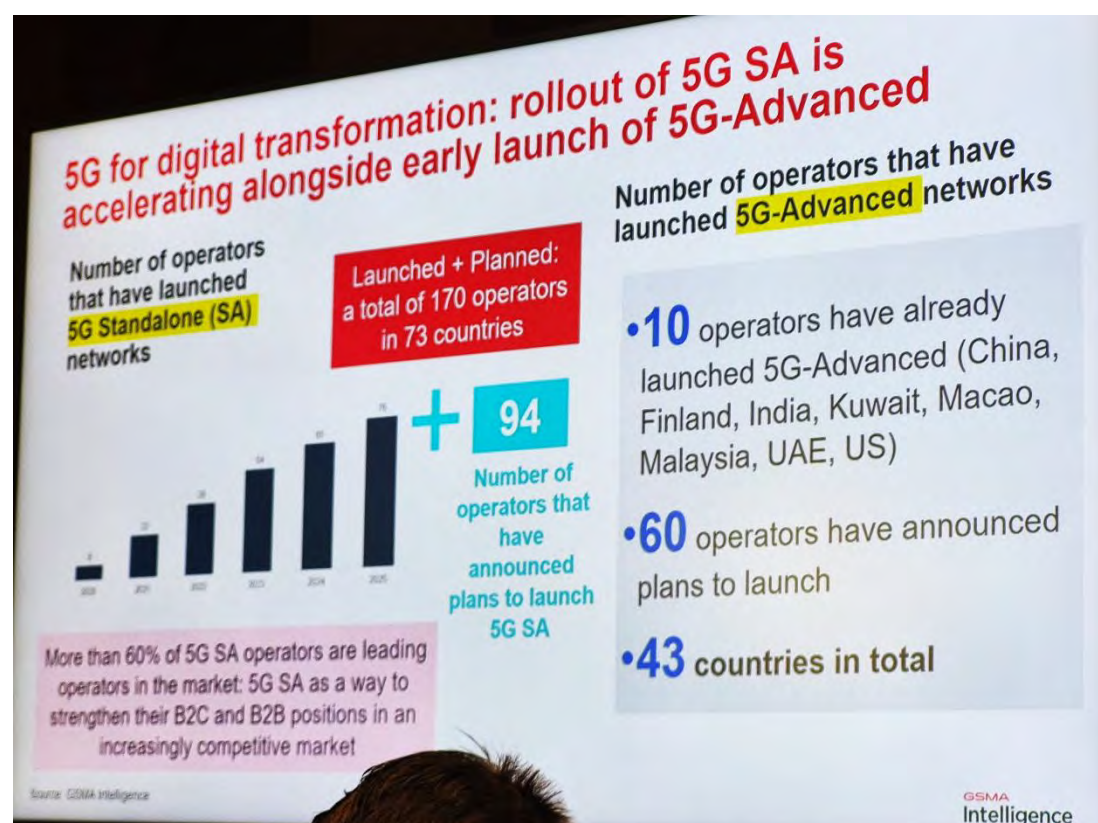
GSMA 會後將本次高峰會錄影公開於其官方網站，可參見以下網址：https://www.gsma.com/about-us/regions/asia-pacific/gsma_events/global-5g-alliance-summit-2026/

1. Global Landscape and Trend on Intelligent Industry (GSMA Intelligence)：

GSMA Intelligence 研究暨商業內容負責人 Pablo Iacopino 發表涵蓋全球逾 5000 家企業的大型調查報告指出，數位轉型正在全球各個垂直產業中加速推進，

但各領域的進度存在差異，金融服務、汽車與移動、製造工業以及零售業目前處於領先，而農業、媒體娛樂與公共部門則相對落後。在企業投資規模方面，企業預計在 2030 年前將總營收的 10% 投入於數位轉型，且企業規模越大，投資比例越高，擁有上萬名員工的超大型企業投資占比可高達 12%。

Iacopino 說明，企業投資最多預算的前三大科技領域依序為 AI 技術(占 22%)、5G (占 15%) 及物聯網與大數據分析 (占 15%)。為支撐產業轉型，全球 5G SA 的布建正在加快，已有 76 家營運商推出服務，另有 94 家宣布布建計畫；同時，新一代的 5G-A 技術也已展開早期布建，全球有 10 家營運商率先推出，並有 60 家營運商宣布相關計畫。最後，他提出一項警訊，指出中小企業與大型企業在採用網路安全、物聯網、雲端與 AI 等技術上存在顯著落差，並強調協助中小企業弭平這項落差，是電信產業未來的潛在商機與責任。



資料來源：GSMA Intelligence。

圖 40、全球營運商 5G SA 與 5G-A 布建統計

2. Strategic Pathways for Accelerating Intelligent Industry Transformation (XGMF):

東京大學教授暨 XGMF 共同主席 Akihiro Nakao 首先介紹 XGMF 論壇於 2024 年 4 月成立，由負責 5G 的 5GMF (5G Mobile Communications Promotion Forum) 與負責 6G 的 B5GPC (Beyond 5G Promotion Consortium) 兩大組織合併而成。截至 2026 年 2 月已擁有 209 會員，涵蓋日本主要電信營運商、設備商與學界代表。組織採取專案制運作 (Project-based)，目前運作 23 個專案，涵蓋 6G 行動通信、非地面網路 (NTN) 及 5G 專頻專網 (Local 5G) 等領域。在國際關係發展上，XGMF 三大目標包含共享全球資訊、在標準化啟動前強化國際協調建立共識，以及促進國際產學合作。XGMF 已與全球 23 個相關組織簽署合作備忘錄。

Nakao 接著介紹日本的 6G 立場白皮書，該文件將技術發展與日本面臨的社會問題結合，旨在應對人口減少、產業永續性、災害韌性、偏鄉基礎設施維護、過度擁擠城市之機能維持、醫療資源分配不均與高齡化社會等挑戰。為解決這些問題，白皮書列出多項核心技術，如先進／分散式 M-MIMO、感測技術 (Sensing)、SubTHz、全光網路、AI 與運算網路融合、NTN 與高空通信平臺 (High Altitude Platform Station, HAPS)。為在 2030 年左右順利導入新技術，Nakao 表示必須新增釋出 200~400 MHz 頻寬的中頻段，其具體建議之頻率範圍為 6425-7125 MHz 及 7125-8400 MHz 頻段，並強調全球頻譜協調的必要性。

最後，Nakao 說明 XGMF 對 AI 原生 6G 網路之五大發展方向，包含網路的自主運作 (Autonomous Operation)、共享 AI 與網路功能的算力資源 (AI and Network)、在網路上直接運行 AI (AI on Network)、利用 AI 技術實現高效率的網路控制與操作 (AI for Network)、使 6G 網路最大程度發揮 AI 的能力 (Network for AI)。Nakao 也指出未來的發展將朝向「通訊軟硬體分離」與「通訊基礎設施雲端化」。例如，RAN 軟體、核網軟體與 AI 軟體將能共同運行在相同的網路虛擬化硬體上 (如 Nvidia 超級晶片)，這項概念也由 NTT 在展位上進行實際展示。

Recommendations to secure Mid-band spectrum

To smoothly and sustainably introduce and deploy the sixth-generation mobile communication system (6G), it is essential to secure new mid-band spectrum that can accommodate multiple blocks with bandwidths of approximately 200 to 400 MHz, and that can balance the capacity and coverage.

To realize 6G system around 2030, it is necessary to secure new mid-band spectrum for 6G from the 6,425–7,125 MHz and 7,125–8,400 MHz bands.

6G Promotion Project Releases Frequency White Paper | XG Mobile Promotion Forum XGMF

1. Spectrum Requirements for the 6G system
2. Overseas Developments of the 6 GHz and 7-8 GHz Bands
3. Frequency Status in Japan for the 6 GHz and 7-8 GHz Bands
4. Conclusion



Global harmonization is essential

32

資料來源：XGMF。

圖 41、日本 XGMF 論壇對 6G 新頻段之建議

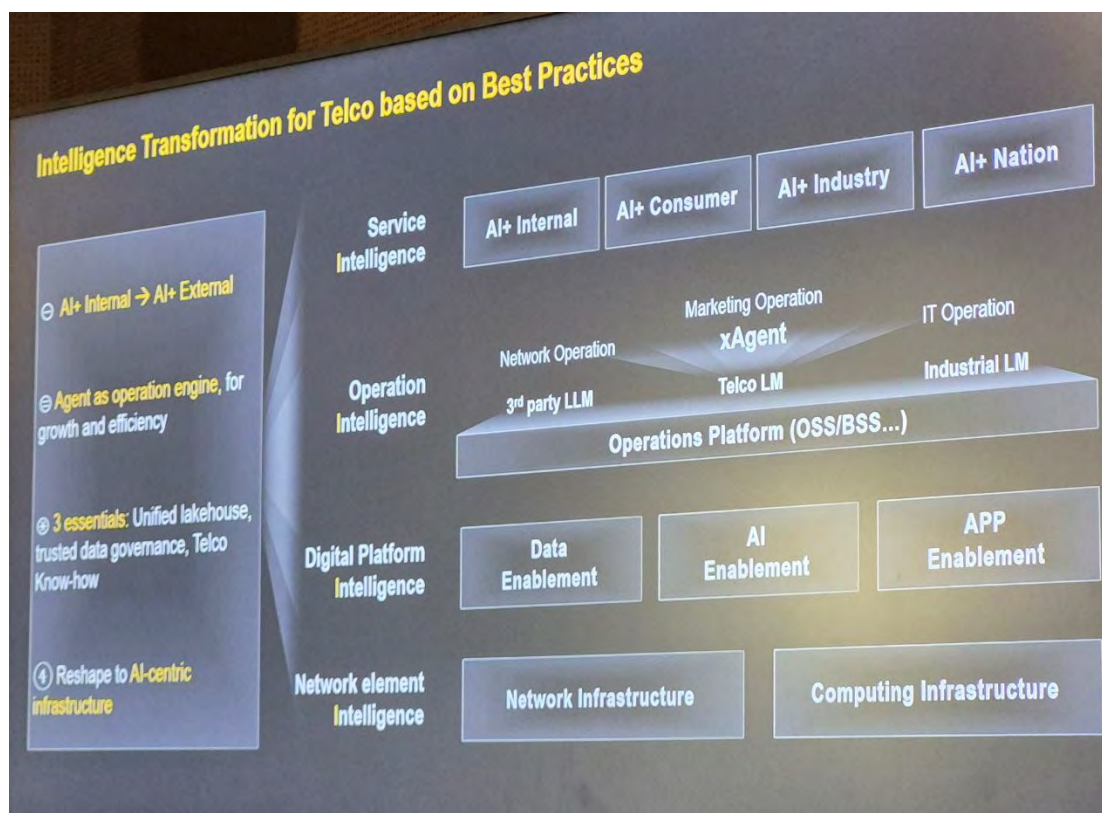
3. Winning the Future: Key Principles and Blueprint for Operators' Digital Intelligent Transformation (華為):

華為 APAC 的 ICT 營銷與解決方案銷售首席行銷長 James Zhang 首先將 AI 與工業時代的電力進行對比，他表示人類用了 75 年才使電力成本下降 90%，但 AI Token 成本卻僅 2 年就實現相同成本降幅，這使得 AI 正快速重塑網路流量模式。隨著 AI 應用正從生成式 AI 演進為代理式 AI，機器對機器（M2M）的通訊大幅增加，網路流量模型正從過去偏重下行（Downlink）轉變為上行（Uplink）與東西向（機器與機器之間或邊緣節點之間）流量的激增。Zhang 分析電信營運商在導入 IA 時往往面臨三大挑戰，分別是「組織與人才短缺」、「架構與系統孤島」以及「技術能力與成本限制」。

對此，華為總結出電信業智慧轉型的四大原則，分別為：

- 原則一：AI 正重塑電信服務，應「先內部使用，後外部賦能」，電信商應先將 AI 應用於內部，建立以數據為中心的框架並提升營運效率，再逐步推向消費者或企業端。
 - 應用案例：在傳統的語音通話服務中引入「網路原生 AI 降噪（Network-native AI noise reduction）」，將降噪功能建置在網路上而非終端設備，可大幅降低用戶的使用門檻與硬體成本，進而提升 ARPU 並開創新的商業模式。
- 原則二：藉助 AI 釋放數據價值，實現端到端智慧維運在客戶旅程的各個環節（如行銷、維運、客訴處理）引入各式 AI 代理來提升效率。
 - 應用案例：推出針對外勤維修工程師（Facilities Maintenance Engineer，FME）的代理式 AI 助理。工程師在現場不再需要高度依賴網路營運中心（Network Operations Center，NOC）的遠端支援，AI 代理能結合大型語言模型與檢索增強生成（Retrieval-Augmented Generation，RAG）技術即時提供排障建議，大幅降低現場作業門檻與時間。
- 原則三：透過「統一資料湖倉」（Unified lakehouse）、可信賴的數據治理與電信領域知識來釋放數據價值，電信業的數據系統極度複雜（例如：營運支援系統與業務支援系統包含數千張資料表與數十萬個欄位），容易形成獨立的數據孤島並導致數據不一致。必須建立具有「單一真實來源（Single trust of truth）」的統一資料湖倉，並結合深厚的電信領域知識（Telco Know-how）進行數據治理。
- 原則四：網路是 AI 的關鍵，AI 將重新定義網路架構 如果沒有網路，AI 將成為孤立的資訊島嶼。未來的網路將邁向「Agentic Internet」（代理式網際網路），為支援 AI 互動，網路必須具備五大特徵：超寬頻（Ultra-broadband）、智慧（Intelligent）、確定性（Deterministic）、

綠色節能（Green）與安全（Secure）。



資料來源：Huawei。

圖 42、華為提出電信商智慧轉型之最佳實踐

4. Edge Intelligence for Connected Vehicles: AI and Real-Time Data at Scale（爐邊談話）：

此場爐邊談話主持人為策略顧問公司 Altman Solon 的合夥人 Arpad Kiraly，與談人包含印尼通訊與數位事務部（Komdigi）數位基礎設施策略與政策主任 Denny Setiawan、汽車邊緣運算聯盟（AECC）聯絡主席 Lei Zhong，以及 5G 汽車通訊技術聯盟（5G Automotive Association，5GAA）的技術長 Maxim Flament。本次爐邊談話之重點整理如下：

- 汽車產業的轉型與 5G 使用現況
 - 朝向 AI 定義汽車發展：汽車產業正從傳統的硬體機械導向，轉型

為「軟體定義汽車」(Software-Defined Vehicles)，目前業界更進一步開始探討「AI 定義汽車」(AI-Defined Vehicles) 的未來發展。

- 技術採用步調緩慢與跨聯盟合作：5GAA 指出，原先業界預期交通運輸領域能占電信業 5G 投資報酬率的 7%，但汽車產業在採用 5G 技術的步伐上一直較為緩慢。為加速產業生態系發展，5GAA 與 AECC 近期已簽署合作備忘錄，將共同探討與推動最適合汽車產業的網路 API (Network API) 應用。
- 邊緣運算與階層式架構的必要性
 - 實體 AI (Physical AI) 的數據挑戰：傳統的 AI 服務 (如 ChatGPT) 高度依賴雲端集中系統，但在車聯網與「實體 AI」領域，大量用於訓練的關鍵數據都是在終端設備 (車輛) 上產生的，而非集中在雲端。
 - 「階層式架構」(Hierarchical Architecture) 解決即時性要求：未來的智慧移動服務需要極快的即時反應速度，單純的雲端系統無法滿足此需求。同時，車輛本身的運算能力有限，因此必須仰賴結合車端、邊緣網路與雲端的「階層式架構」，將部分運算負載交由邊緣運算處理。
- AI 推論位置的爭議與電力消耗挑戰
 - AI 推論該在哪裡執行？產業對於「邊緣運算」的認知存在落差：車廠通常認為邊緣在「車端」，而電信營運商認為邊緣在「網路端」。目前業界仍在摸索最佳的分散式 AI 推論 (Distributed AI Inference) 模型，探討 AI 模型究竟該在車端、網路邊緣或雲端運行。
 - 工程師對絕對控制權的執著：許多汽車製造商的自動駕駛工程師習慣擁有系統的絕對控制權，對於將系統功能交給外部網路來執行仍感到恐懼與排斥。
 - 電力消耗 (Power Consumption) 將成為關鍵推力：推動車廠改變思

維的關鍵可能不是算力，而是電力。5GAA 以 Boston Dynamics 的機器狗為例，若無外部連線與運算支援，機器狗將極度耗電且無法長時間運作；未來的自駕車工程師也將逐漸意識到，依賴外部的運算能力能有效節省自駕車（四輪機器人）的電力並完成更複雜的任務。

- 呼籲跨領域教育與打破生態系孤島
 - 面對龐大數據處理與 AI 落地的挑戰，無法單靠單一產業或組織獨自解決，需要整個生態系統的深度協作。
 - 5GAA 特別呼籲產業目前最缺乏的是「跨領域教育」（Cross-sector education）。許多自動駕駛工程師仍受限於「孤島」（Silo）思維，僅用自己既有的知識來開發產品。產業必須協助他們跳出框架，了解外部 AI（如 Agentic AI）與網路的最新發展，才能真正加速車聯網生態的規模化與創新。

5. Industrial Precision at Scale: 5G-Advanced + Ambient IoT for High-Accuracy, High-Efficiency Operations (GTI)：

全球資訊通信技術協會（Global Technology Association for InfoComm，GTI）產業合作資深總監 PS Tang 首先介紹 GTI 的組織背景與轉型。GTI 原名為 Global TD-LTE Initiative（過去致力於推動 4G TDD 頻譜），隨著技術演進，現已正式更名為 Global Technology Association of InfoComm。GTI 成立至今已超過 15 年，最初由中國移動、軟銀（SoftBank）、Bharti Airtel 與 Vodafone 等營運商發起，目前擁有近 150 家營運商會員及約 300 家解決方案合作夥伴（包含 Qualcomm、Intel、Ericsson、Nokia 等）。鑒於電信產業當前發展方向已必須超越單純的連線服務，朝向「以 AI 為中心」（AI-centric）與「以 IT 為中心」（IT-centric）的方向發展，因此 GTI 的新目標是將垂直產業深度整合進電信領域，推動跨產業的創新與合作。為了促進生態系擴大，GTI 目前開放業界免費加入會員。

Tang 接著說明「環境物聯網」(Ambient IoT) 的最新發展。為了實現真正的萬物互聯 (Internet of Everything)，物聯網架構除了現有的高速 (5G/6G)、中速 (5G RedCap) 與低速 (NB-IoT/藍牙) 網路外，更需要能支援「千億至兆級別」連線數的「超低速物聯網 (Ultra-low speed IoT)」。

目前，環境物聯網已被納入 5G-A 標準，未來也將成為 6G 的標準。它採用類似 RFID 的無源 (被動式) 技術，硬體成本極低 (每個標籤約只需 2 美分)，非常適合應用於拋棄式或大量低價物品的追蹤上，可為未來的 AI 應用與新一代工業自動化提供最關鍵的底層即時數據。Tang 表示未來的網路架構將從傳統的點對點 (P2P)、點對多點 (P2M，如在單一房間內設置收發器追蹤上萬個標籤)，演進為直接透過行動通信網路進行大範圍的自動追蹤。

Tang 分享三個環境物聯網的實際商業化案例，分述如下：

- 案例一：辦公區資產管理

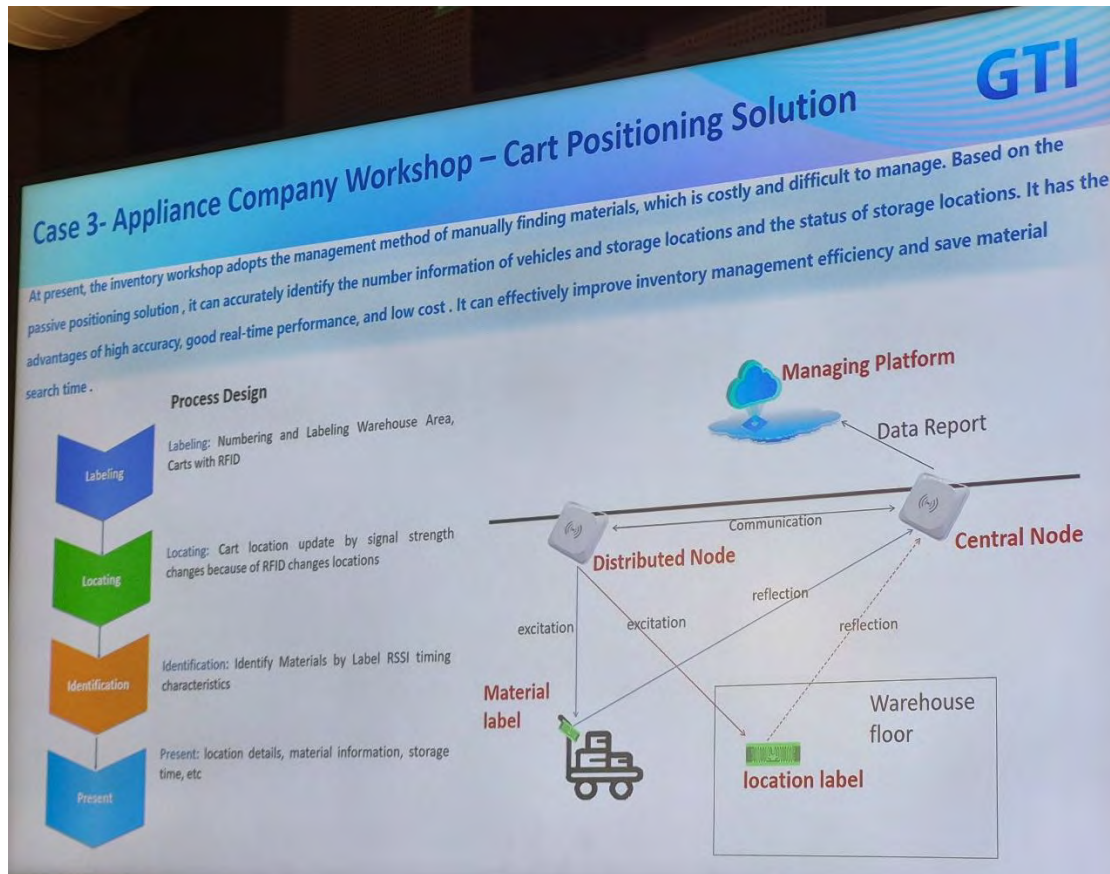
過去清點 15,000 項辦公資產需要 4 到 5 名員工花費 1 至 2 天的時間；導入 Ambient IoT 後，系統能自動且持續地盤點，達到「0 人力介入」，且只需 10 分鐘即可完成所有資產的定位與報告。

- 案例二：製造廠倉庫管理

過去依賴人工尋找紙本標籤與掃描條碼；新系統的訊號能穿透 10 層貨物並達到 100% 的盤點準確率，此舉每年為該試點省下近 100,000 美元的勞動力成本。

- 案例三：家電公司車間推車定位

透過在物料推車上部署標籤，自動追蹤推車的進出狀態與確切位置。這項看似低科技的應用，卻成功讓該廠的庫存周轉率顯著提升 18.5%。



資料來源：Global Technology Association for InfoComm (GTI)。

圖 43、環境物聯網應用案例：推車定位解決方案

6. Intelligent Public Safety – Policy, Innovation, Resilience, Interoperability and Standards (座談會)：

此座談會主持人為應急通訊協會（The Critical Communications Association，TCCA）副主席 Tero Pesonen，與談人包含 AT&T FirstNet 產品管理與開發助理副總裁 Matt Walsh、芬蘭國有非盈利企業 Erillisverkot 國際事務與公共關係副總裁 Jarmo Vinkvist 及歐洲電信標準協會（European Telecommunications Standards Institute，ETSI）策略長 Ultan Mulligan。本次座談會的討論重點整理如下：

- 標準化的重要性（Standard）
 - 避免被單一供應商套牢：相較於廣大的商業消費市場，應急通訊僅

占 1%的利基市場，因此標準化對於避免被單一設備商套牢（Vendor lock-in）至關重要。

- 建立全球共同市場：ETSI 期望為 3G／4G／5G 的應急通信建立全球共同市場，目前正透過互通性插拔測試（Plug tests）與全球認證論壇（Global Certification Forum，GCF）的設備認證確保各家設備實際操作的一致性。
- 確保網路優先權：透過 3GPP 標準，電信營運商能呼叫正確的服務品質等級標識（QoS Class Identifier，QCI），確保公共安全通訊在網路中獲得關鍵任務等級的處理與優先權。

- 政策與法規的驅動（Policy）

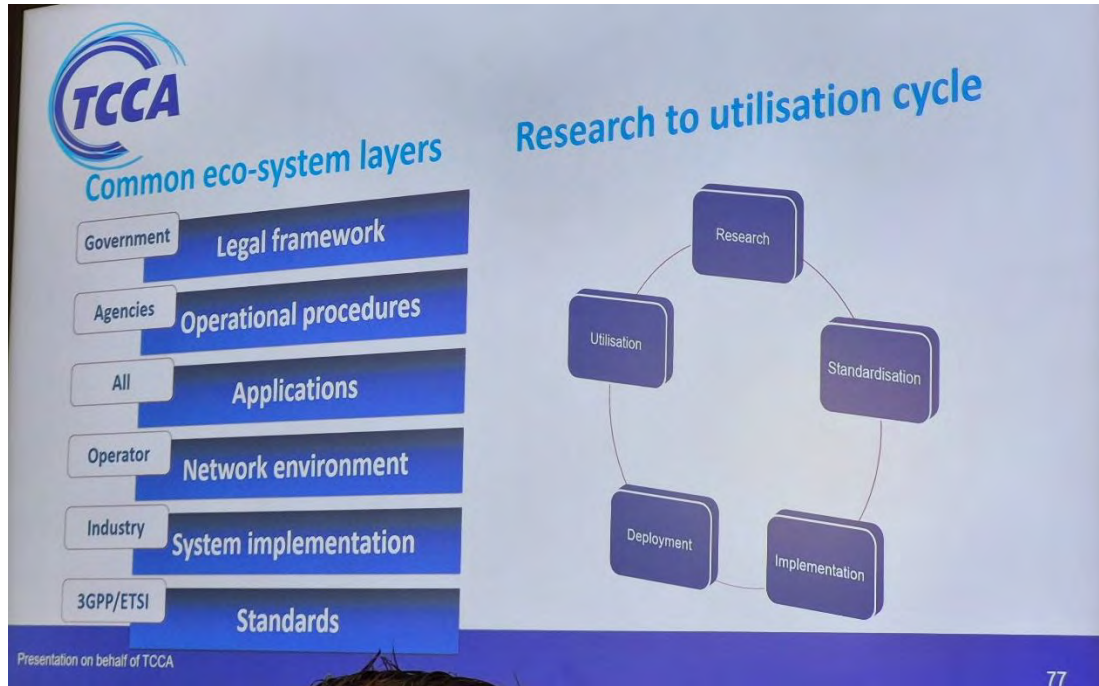
- 政策導向的市場：公共安全是一個高度依賴政策驅動的市場；技術標準本身是自願性的，必須透過政府法規與政策才能成為強制要求。
- 長期的修法與資金規劃：Vinkvist 指出芬蘭公共安全網路轉型計畫耗時約 10 年，期間必須與政府協商並推動修改法律，以賦予急難救助人員在網路上的優先權（Priority and Preemption）。美國 AT&T FirstNet 也經歷重大的政策努力，才取得聯邦政府的合約、專用頻譜與資金。

- 網路韌性與信任（Resilience & Trust）

- 攸關性命的可靠度：因為公共安全通訊牽涉到生命救援，必須將極高的韌性與可靠度直接寫入技術規格中。
- 實體與頻譜的隔離：為使第一線救援人員信任並依賴網路，AT&T FirstNet 提供與一般商用核網分離的專用核網（Dedicated Core）及專用頻譜，以確保網路在緊急狀態下的韌性與可用性。
- 廣泛的涵蓋率：芬蘭為建立信任，與電信商簽署協議，確保網路能達到 97.2%的地理涵蓋率（包括無商業利益的偏鄉），並建立完善

的備用電源等基礎設施。

- 互通性的挑戰（Interoperability）
 - 跨技術與跨網路互通：在競爭激烈的美國市場，機構希望能自由選擇網路，因此必須實現傳統 LMR（陸上行動無線電）網路與 3GPP 寬頻網路之間的轉換，以及不同電信營運商網路之間的互通。
 - 跨國界與跨機構合作：技術互通僅是基礎，更困難的是多個機構間「運作程序」的互通。芬蘭分享北歐國家（芬蘭、瑞典、挪威）透過 Tetra 網路進行跨國防救災合作的成功經驗，目前已簽署協議，正致力於推動未來 4G／5G 寬頻網路的跨國互通。
- 創新與未來展望（Innovation）
 - 深耕 5G，不要空等 6G：ETSI 呼籲業界不要停下腳步等待 6G，因為 5G 還有非常多強大的能力尚未被完全部署，且未來 5G 的關鍵任務服務將能平順地轉移與過渡到 6G 網路中。
 - 將網路推向太空（Space/Satellite）：未來的創新重點之一是結合衛星通訊，確保在國內任何偏遠角落都能為公共安全人員提供無死角的網路涵蓋。
 - 向領先者學習：各國在轉型過程中，應參考如美國 FirstNet（目前已擁有超過 700 萬個連線數）以及南韓等領先市場的成功經驗，以加速發展步伐。



資料來源：The Critical Communications Association (TCCA)。

圖 44、應急通訊生態系架構

(八) Networks 2030: AI and the 6G Horizon

展望 2030 年的未來網路，電信產業正著手打造融合 AI 原生設計、通感融合（ISAC）能力及 6G 技術的網路架構，使下一代網路將兼具智慧化、感知與節能的特性，並重新定義連線體驗。此研討會邀集三位電信業界重要領袖分享對 AI 原生 6G 架構的願景，並為規劃及布建 2030 年的下一世代網路提供可行見解。出席名單、演講主題及各方發表內容，分述如下：

1. 出席名單與演講主題：

講者	單位	職稱	演講主題
Elizabeth Coyne (主持人)	Fierce Network	Editor in Chief	-
Sibel Tombaz	Ericsson Korea Partners	CEO	Enter New Horizons
Wen Tong	Huawei Wireless	CTO	Agentic Core Networks for 6G
Anita Döhler	NGMN Alliance	CEO	AI and the 6G Horizon

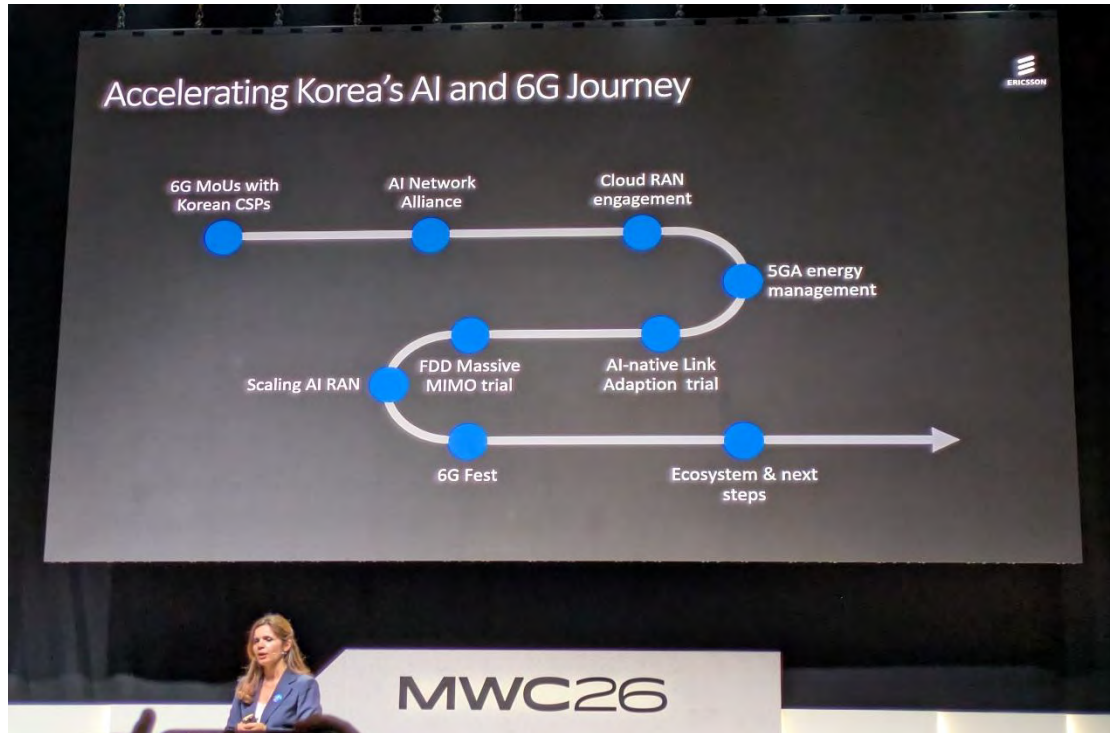
2. 內容摘要：

(1) Enter New Horizons (Ericsson Korea)

Ericsson 韓國區執行長 Sibel Tombaz 分享 Ericsson 對 AI 浪潮的觀點及運用 AI 推動網路架構轉型之願景。她首先表示 AI 帶來的轉變是革命性的，類似過去從固定網路轉向行動網路的變革。AI、雲端及行動網路三者將共同構成數位轉型的基石。Tombaz 指出，隨著連線設備（如 AI 代理、汽車等）數量的激增，上行頻寬需求將大幅增加，傳統只做到「盡力而為」(Best Effort) 的網路傳輸模式已無法應對需求，網路必須提供具備保證延遲與體驗的先進連線能力。她也分析，未來的 AI 應用不能僅依賴集中式的資料中心，而是需要部署在網路邊緣的分散式 AI 架構，方能滿足微秒級 (Microsecond Level) 的超低延遲需求。在網路架構的設計上，Tombaz 則強調開放架構的優勢是允許軟體在不同的運算平臺上運行，避免受限於單一系統，Ericsson 的架構可同時支援在 Intel、Nvidia、ARM 等各種平臺上運作。

此外，Tombaz 也說明韓國在 AI 與 6G 發展路徑之規劃。Ericsson 在韓國與多家韓國企業共同參與 AI 網路聯盟 (AI Network Alliance)，並完成了亞洲首次 AI RAN 試驗，數據顯示該技術可提升 10% 頻譜效率與 20% 用戶傳輸量。韓國預計於 2026 年 12 月舉辦首次 6G 試驗。

在 Q&A 環節中，主持人 Fierce Network 總編輯 Elizabeth Coyne 提問近期的產品發布如何展現邁向 AI 原生 6G 之推動力？如何轉化為目前的 AI Ready 網路能力？Tombaz 回答表示，目前 5G SA 結合網路切片技術已能妥善劃分集中式與分散式推論的工作，關於 ISAC 的試驗也在進行中，這些都是邁向 6G 網路的相關準備。她強調架構的開放性與軟體可攜性是賦予客戶靈活選擇，應對未來不確定性的核心關鍵。



資料來源：Ericsson Korea。

圖 45、Ericsson Korea 之 AI 與 6G 發展路徑圖

(2) Agentic Core Networks for 6G (Huawei Wireless)

Huawei Wireless 技術長 Wen Tong 介紹華為「代理式核網」(Agentic Core Network, A-Core) 架構及優勢。Tong 指出，代理式 AI 的發展使 Token 生成與使用者互動正以每年數十倍的速度成長，是推動網路演進的核心驅動因素。是故，華為提出以「代理式核網」(Agentic Core Network, A-Core) 塑造 6G 網路。A-Core 不再只是將 AI 當作優化現有網路的工具，而是完全建構並運行於 AI 平臺上的核網。A-Core 包含規劃、組裝、連接與執行四個核心代理，透過基於 AI 代理的介面 (Agent Based Interface, ABI) 互連。

A-Core 可依電信業者、企業客戶及終端使用者的意圖，自動提供「生成式服務」(Generative Service)，並依服務內容客製化產生「生成式網路」(Generative Network)。A-Core 可實現真正自主運行的網路，並具備兩項獨特性質：

- 網路回饋連續學習 (Network Feedback Continuous Learning)：透過網路

回饋及多代理協作，累積鉅量知識（Petabyte (PB)規模），並在數秒內實現閉迴最佳化（Closed Loop Optimization），持續提升使用者體驗。

- 可驗證的確定性推論（Verifiable Deterministic Inference）：透過知識蒸餾（Knowledge Distilling），確保對千萬種訊號的推論具有確定性，以提供高度可靠的服務。

在 Q&A 環節中，主持人提問營運商在 6G 時代到來之前，現在該做哪些準備，以演進至代理式核網？Tong 表示營運商目前應投資大型 AI 基礎設施（係指參數規模大），並開始利用 AI 優化現有的 5G 與 5G-A 網路。主持人又提問未來 6G 使用情境的樣貌可能為何？Tong 表示他預期網路流量將變成以 AI 代理應用為主，傳統的網頁瀏覽與應用程式操作將轉型為全自動的 AI 代理工作流程，將導致機器互動的流量出現爆發性成長。



資料來源：Huawei Wireless。

圖 46、華為代理式核網（A-Core）架構之能力

(3) AI and the 6G Horizon（NGMN Alliance）

NGMN Alliance 執行長 Anita Döhler 的演講內容分析 AI 浪潮對 6G 發展之意涵與 NGMN 作為營運商聯盟對 6G 標準制定之觀點。首先，Döhler 指出大型 AI 模型的快速演化正在驅動「AI 原生」(AI-native)時代的到來，AI 代理 (AI agent)

為具備自主性、協作能力與自我學習能力的個體。對營運商而言，AI 與 AI 代理既是機會也是挑戰，網路需導入 AI 功能，如完全自主運行、中央與邊緣之動態運算資源分配、以意圖驅動的可程式化能力（Intent-Driven Programmability）等。未來的網路也需要差異化的連線能力、高可靠度、能源效率及簡化運作。鑒於 AI 演進的不確定性，以及 AI 對流量、使用案例、商業模式與網路架構的影響，靈活性（Flexibility）將成為制定 6G 標準的重要基礎。

作為營運商聯盟，NGMN 主張 6G 標準制定應包含下列考量：

- 全球合作協調 6G 標準，塑造健全生態系。
- 為確保平順轉型至 6G，應避免強制性設備汰換。若推出新頻段，才需布建新的硬體設備。若為既有頻段，則應採軟體升級。
- 採用新技術需建立在經濟效益明確的前提上，並提升頻譜與能源使用效率。
- 對於促進營運效率，並確保網路架構可支援新興服務，模組化、靈活性與開放性是關鍵要素。
- 朝向 6G 的演進策略應儘可能簡化網路架構，以利營運商快速布建，並確保用戶體驗不受影響。

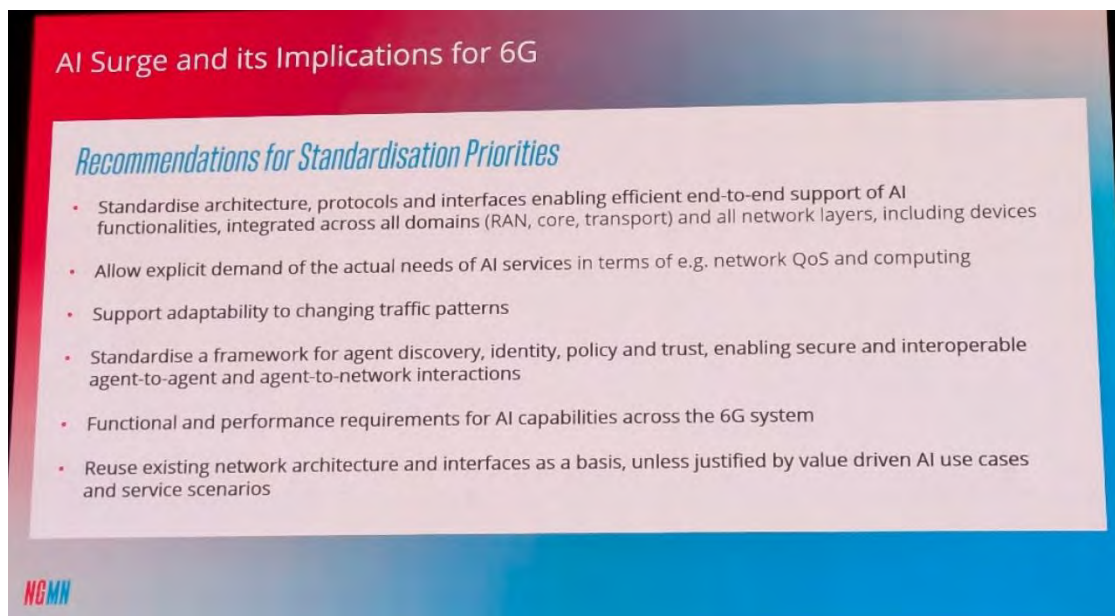
NGMN 也提出對 6G 標準制定的多項具體建議：

- 將網路架構、協定及介面標準化，以實現終端到終端（End-to-End）支援 AI 功能，並整合所有領域（RAN、核網、傳輸）及所有網路層（包含裝置）。
- 滿足 AI 服務的實際需求，如網路服務品質（Quality of Service, QoS）及運算資源。
- 對於流量的不斷變化，網路架構應具備適應性。
- 將 AI 代理之發現、身分識別、政策與信任框架標準化，以實現安全、

具互通性的「代理對代理」(Agent-to-Agent)及「代理對網路」(Agent-to-Network)互動。

- 對 6G 系統之 AI 性能，制定功能與效能要求。
- 除非出現 AI 殺手級應用，否則應以使用既有網路架構與介面作為基礎。

在 Q&A 環節中，主持人提問表示，考量 NGMN 主張的多項 6G 標準制定考量，推動 6G 標準最大的挑戰為何？Döhler 回應，6G 標準化的最大挑戰將是創新速度。由於 AI、開源社群等創新速度遠快於 3GPP 標準化週期（約三年一輪），電信業高度依賴全球統一標準來確保互通性與規模經濟，如何在全球統一標準的同時不被創新甩在後面，將成為一大挑戰。



資料來源：NGMN Alliance。

圖 47、NGMN 聯盟對 6G 標準制定之建議

(九) From Research to Reality: Shaping the Path to 6G

此圓桌會議為 GSMA 6G Community 舉辦，僅限產業、研究機構與標準制定組織之高層領導人受邀參加，共同探討未來 6G 標準制定之相關議題，包含破碎化風險 (Fragmentation)、商業模式及導入 AI 等。本中心出席人員於現場取得主辦方 GSMA 許可，獲准作為觀察員旁聽本次圓桌會議。經現場觀察，與會者包

含 NGMN、華為、Nokia、Qualcomm、Verizon、KDDI、Keysight 等具代表性的產業聯盟、設備商、營運商之高層及學者專家，會議主持人為 GSMA Intelligence 研究暨顧問主管 Tim Hatt。GSMA 準備 4 項討論議題，各方意見分述如下：

議題一：6G 在根本上試圖解決哪些 5G-A 無法充分處理的問題？(What problem is 6G fundamentally trying to solve that 5G-A cannot adequately address?)

主要意見：

1. 6G 不能僅是漸進式升級，需要根本性的改變，重點包含降低能耗、網路自動化、提升永續性、提供「體驗品質」(Quality of Experience, QoE) 等級的個人化服務及防範量子攻擊的網路韌性等。
2. 消費者體驗正從 App 轉向 AI 介面（如智慧眼鏡、AI 助理），將產生巨大的上行流量與運算需求，6G 需解決多裝置管理與能耗分配（裝置端、邊緣、雲端）的問題。
3. 6G 需提升投資報酬率（Return on Investment, ROI），包含利用 AI 降低維運複雜度與營運成本、建立超越單純網路連接的數位生態系等。
4. 需考慮 AI 對網路流量模式的改變，網路需具備極高的靈活性以適應不同服務的需求。
5. 利用 NTN 互補涵蓋範圍，實現兩倍以上的節能，並針對未來的自然語言與 AI 應用生態系統進行架構調整。
6. 強調業界必須從 5G 記取教訓，妥善管理外界的期待，避免再次陷入「過度承諾但交付不足」的窘境。

議題二：標準化的時機與範圍是否與碎片化的風險有關？如果是，為了在保持靈活性的同時防止碎片化，3GPP 內部應該儘早將哪些架構元素進行標準化？(Is there a relationship between the timing and scope of standardisation and the risk of fragmentation? If so, which architectural

elements should be standardised early within 3GPP to prevent fragmentation while maintaining flexibility?)

主要意見：

1. 地緣政治導致的供應鏈碎片化已是現實，但目前在裝置與晶片層面尚未完全碎片化。業界應避免在無線電等底層標準上發生碎片化，至於核網或軟體層面的差異則相對容易管理。
2. 業界內部引發碎片化的風險很低，真正的風險來自各國政府試圖推行國家標準，因此必須持續向政府宣導全球統一標準的經濟價值。
3. 應針對互通性所需的關鍵元素進行標準化，並允許其他產業在此標準平台上建立客製化應用，不需過度規範所有細節。
4. 建議 6G 的核心功能與支援多樣化裝置的能力應在「第一天」(Day 1) 的標準中就備齊，避免重蹈 5G 某些功能延遲推出導致的「雞生蛋、蛋生雞」困境。
5. 另一種碎片化隱憂是，外部威脅可能造成電信業失去互通性，例如超大規模雲端服務商 (Hyperscaler) 或其他 IT 產業使用自有的通訊協定繞過電信標準。

議題三：在這十年間，哪一項商業或社會成果是最能合理化演進至 6G 的必要性？

產業界應如何圍繞此一成果，建立一套可持續的投資模式？(What is the clearest business or societal outcome that justifies the transition to 6G within this decade? and how can the industry build a sustainable investment model around it?)

主要意見：

1. 最大的社會影響將是 AI 如何改變人類與數位系統的互動方式，6G 須能支持 2030 年代的 AI 經濟生態系，並提供能感知服務需求 (Service-aware) 的連線能力。

2. 電信網路是每個國家的關鍵基礎設施，利用 AI 使網路更具韌性與備援能力，保護日常運作，就是最大的社會價值。
3. 電信業不能繼續甘於作為單純的「訊務量管道」(Traffic broker)，否則將面臨商業模式永續性危機。網路必須協助 AI 變得更智慧，從中獲得新的商業機會。
4. 鑒於 AI 將帶來不同品質需求的連線，過去「所有服務都使用同一種吃到飽費率與相同網路品質」的模式將被淘汰，可望為營運商帶來商機。
5. AI 將使每位用戶的數據消耗量暴增（例如使用 AI 眼鏡每月可能消耗 40 GB 以上），且將創造多裝置訂閱方案的商機，且營運商能將「運算」(Compute) 與「感測」(Sensing) 包裝成服務來販售。
6. 相較於 5G 推出時缺乏市場需求，6G 的需求面已經因為 Z 世代對 AI 生成內容的使用而確實存在。

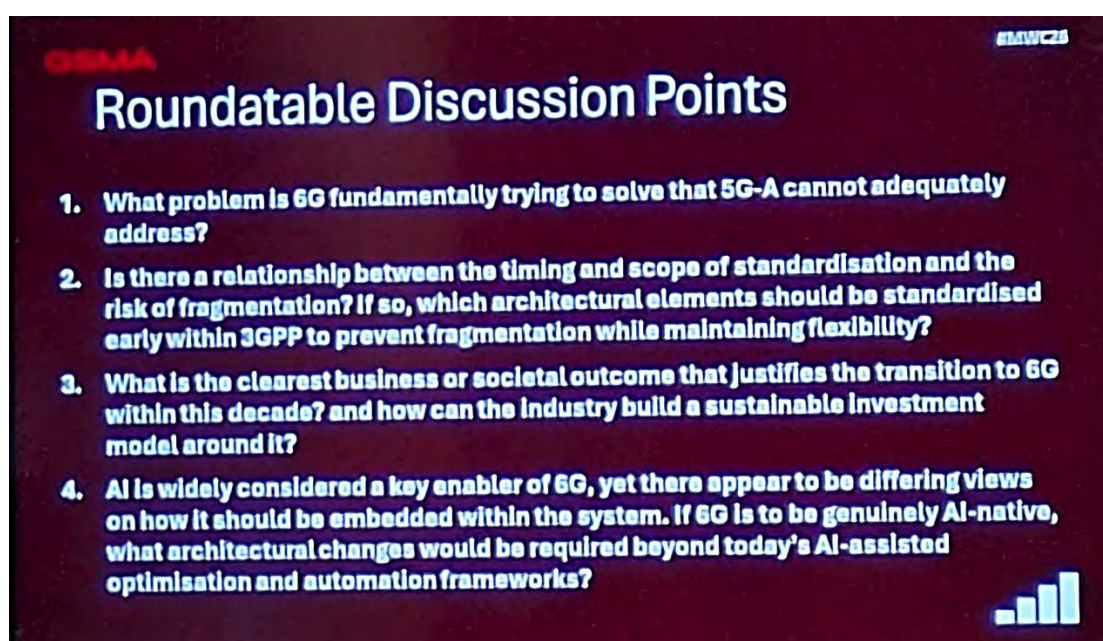
議題四：AI 被廣泛認為是 6G 的關鍵元素，但對於如何將其嵌入系統中似乎存在不同看法。如果 6G 要成為真正的 AI 原生，除當前的 AI 輔助最佳化與自動化框架外，還需要進行哪些架構上的改變？(AI is widely considered a key enabler of 6G, yet there appear to be differing views on how it should be embedded within the system. If 6G is to be genuinely AI-native, what architectural changes would be required beyond today's AI-assisted optimisation and automation frameworks?)

主持人為使討論更具體，將問題替換為探討「將通用 AI 引入電信業的風險」及「是否需要建立電信業專屬的客製化 AI 系統」。

1. AI 模型需要被客製化，最大的風險包含相關情境資料的傳輸與經濟成本。業界亟需建立 AI 模型的護欄 (Guardrail)，以確保系統的韌性與安全性。
2. 應設計「混合模型」，當 AI 出現問題時，要有能退回傳統非 AI 模式的「備援機制」(Fallback Mechanism)，以保障通訊系統的穩定。
3. 一位電信營運商高層指出，營運商擔心被供應商套牢，例如未來必須按 AI

模型向供應商付費。標準應該具備靈活性，允許營運商將開源或自研的最佳 AI 模型無縫部署到網路中，並確保跨設備的互通性。

4. 「AI 幻覺」(AI Hallucination) 可能導致某些情境下遇到問題。此外，通用 GPU 不見得能處理所有電信底層運算，可能仍需要傳統電信晶片與 GPU 的異質架構來支撐。
5. AI 演進極快，當前標準化的 AI 應用可能在兩三年內就會過時。3GPP 是否有能力應對這種軟體與 AI 的快速更迭，將是隱憂。



資料來源：GSMA。

圖 48、GSMA 產業高層圓桌會議討論題綱

(十) MWC 26: What Did We Learn?

此研討會旨在對 2026 年 MWC 大會作出整體性回顧，並展望未來一年發展趨勢。出席名單及各方發表內容，分述如下：

1. 出席名單：

講者	單位	職稱
Peter Jarich (引[言人)	GSMA Intelligence	Head of GSMA Intelligence

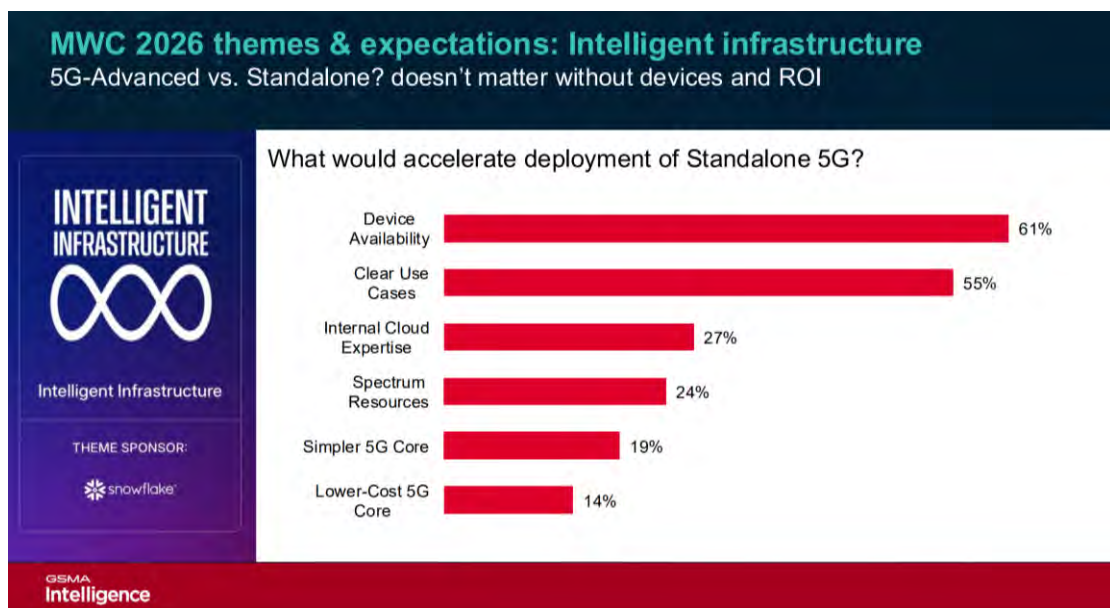
講者	單位	職稱
Adaora Okeleke	Analysys Mason	Principal Analyst
Gregory Collins	Exact Ventures	Founder and Principal Analyst
Roland Montagne	IDATE	Principal Analyst Broadband & FTTx
Abi Marshall	GSMA Intelligence	Senior Marketing Manager

GSMA 會後將本次研討會錄影及其引言簡報公開於其官方網站，可參見以下網址：<https://www.gsmaintelligence.com/videos/what-did-we-learn-mwc26>

2. 內容摘要：

(1) GSMA 引言簡報

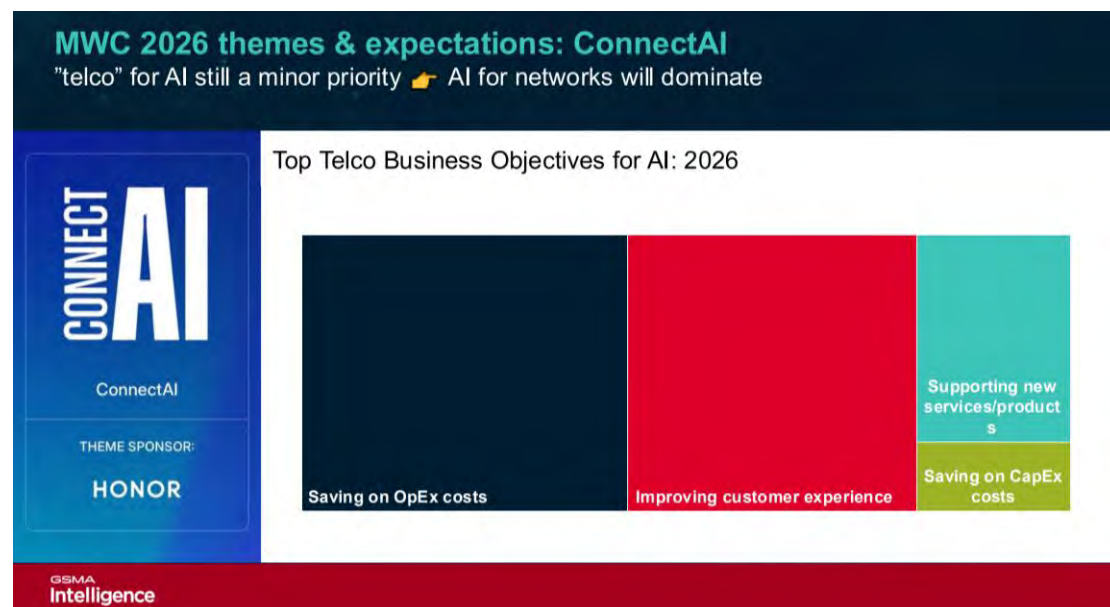
GSMA Intelligence 負責人 Peter Jarich 在引言階段分享 GSMA 對 MWC 26 的相關觀察。Jarich 指出業界今年（2026 年）的討論焦點已從傳統的基地臺與新無線電產品，轉向網路架構競爭。其中，廣被討論的網路架構元素包含雲端、衛星、高空通信平臺（HAPS）、韌性、Open RAN、6G。他也分享 GSMA Intelligence 對業界布建 5G SA 的相關調查，說明業界認為加速 5G SA 布建的關鍵因素分別是：(1)設備可取得性（占 61%）；以及(2)明確的應用案例（占 55%）。



資料來源：GSMA。

圖 49、5G SA 布建之驅動因素調查

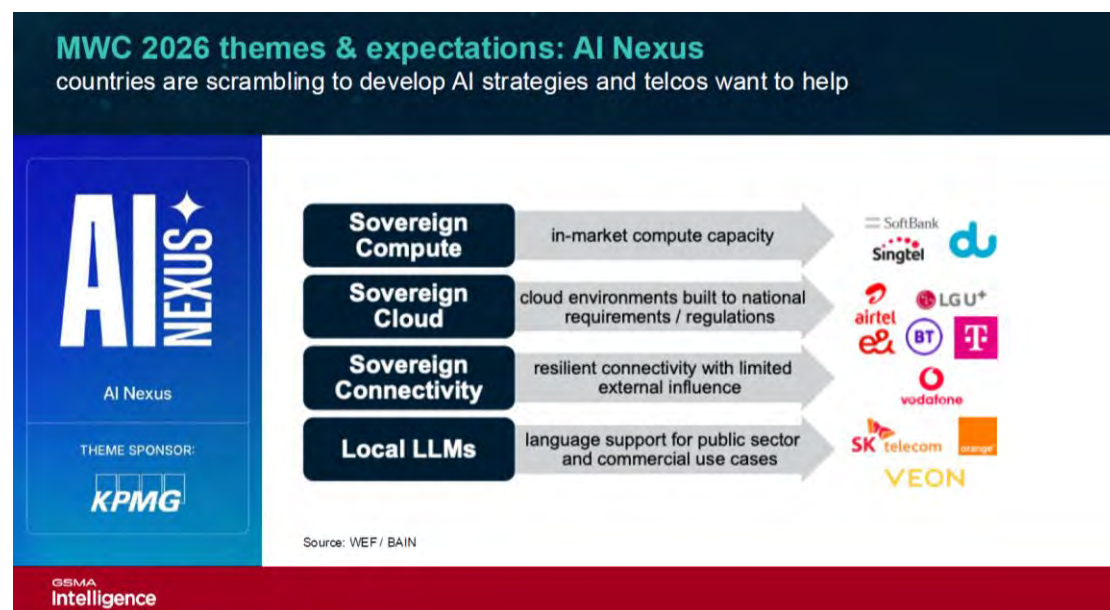
Jarich 表示 AI 在本次 MWC 26 是最頻繁被討論的議題，不過他觀察到目前業界討論方向主要集中在「AI for Network」，較未深入 Network for AI。根據 GSMA 統計調查，電信業在 AI 領域的業務目標現階段主要是節省營運費用（Operating Expense，OpEx）及改善客戶體驗，支持新產品與服務則是相對次要的目標。



資料來源：GSMA。

圖 50、電信業在 AI 領域的業務目標

主權 AI（Sovereign AI）也成為當前關鍵議題，各國正積極制定 AI 策略，電信業者則扮演提供協助之角色。主權 AI 的內涵相當廣泛，包含提供基礎運算能力的主權運算、符合國家法規要求的主權雲端、確保關鍵基礎設施韌性的主權連線能力，以及支援本國語言的本地大型語言模型（Local LLMs）。



資料來源：GSMA。

圖 51、主權 AI 之內涵

此外，Jarich 也指出 NTN 商業模式已成為電信產業的重點議題。他特別提及 Starlink 收購 Echostar 頻譜的案例，指出擁有「衛星行動用途」(Mobile Satellite Service, MSS) 頻譜是直接向消費者提供服務的重要關鍵。

MWC 2026 themes & expectations: Game Changers
spectrum and commercialization dominate the NTN narrative

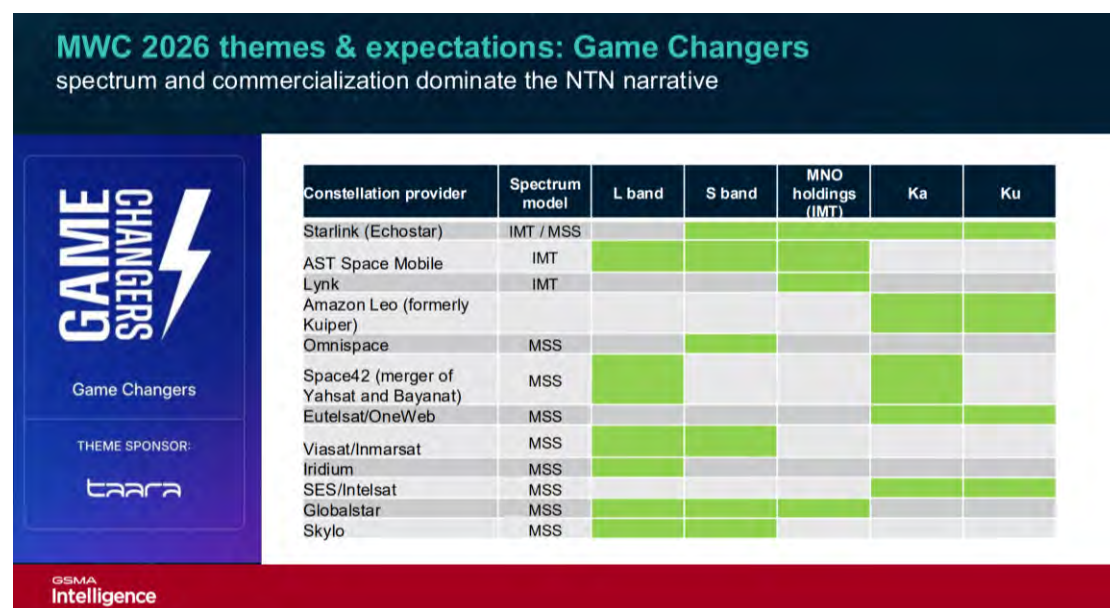
Satellite operator	Commercially live telecoms operator partnerships*	Planned telecoms operator partnerships*
AST SpaceMobile	0	32
Lynk	3	24
Starlink	10	13
SES/Intelsat**	8	12
Eutelsat OneWeb	3	10
Others	15	42
Total/average	39	133

THEME SPONSOR: ETRA

GSMA Intelligence

資料來源：GSMA。

圖 52、主要衛星系統業者與行動網路營運商之合作協議統計



資料來源：GSMA。

圖 53、主要衛星系統業者之使用頻段

最後，Jarich 提出對目前電信產業的三項觀察。首先，他認為當前許多電信業者存在「認知慣性」(Cognitive Inertia)，但是這種認為未來仍會像今天一樣的想法，可能導致錯失 AI（如代理式 AI）等新興科技帶來的變革。第二，許多電信業者也缺乏「成長思維」(Growth Mindset)，他觀察到儘管業界普遍聲稱追求成長，但營運商在實務上仍主要聚焦於利用 AI 提升營運效率，而非推動成長。第三，他指出當前世界進入「電信冷戰」(Telecoms Cold War) 格局，地緣政治緊張局勢與兩極分化 (Polarization) 正對電信產業帶來多方面的影響，然而也為建構韌性網路及促進關鍵研發活動創造出新機會。

(2) 與談人觀點

iDATE 首席分析師 Roland Montagne 表示，對於行動網路營運商而言，目前一個極為關鍵的問題在於現有網路是否已經為大規模導入 AI 應用做好準備。由於 AI 應用將大幅增加網路的上行鏈路資料傳輸需求，但當前蜂巢式網路在設計上側重下行鏈路之能力，因此他認為業界需要投入更多努力提升蜂巢式網路的整體基礎能力，特別是在提高上行鏈路性能方面，這項網路能力的升級將是未來邁向 6G 技術架構的關鍵要素。除了網路架構的宏觀討論，Montagne 也分享他在展場中觀察的具體創新案例。例如部分業者推出室內涵蓋解決方案的技術，有助於

促進不同使用者間共享基礎設施，進而實質改善室內環境下的客戶體驗。

Analysys Mason 人工智慧與資料平臺研究總監 Adaora Okeleke 則說明 AI 治理（AI Governance）的重要性，她認為業界必須具備追蹤並評估 AI 投資所帶來實際價值的能力。隨著歐盟人工智慧法案即將正式生效，電信業者必須盡快準備好法遵架構與技術措施，以符合法規要求。就主權 AI 議題，Okeleke 則表示單純建置相關硬體基礎設施是遠遠不足的，相關機構與企業還必須具備創造具體服務的能力，藉由服務端的需求推動並支持基礎設施的運作與投資。Okeleke 指出，業界亟需提出更多具體的 AI 應用案例，以證明 AI 技術可帶來實質的財務貢獻，

Exact Ventures 創辦人兼首席分析師 Greg Collins 表示，他觀察到電信營運商正積極將傳統的語音基礎設施進行現代化升級，以適應雲端原生（Cloud Native）的運作環境。在探討網路架構演進的進度時，他指出由於電信網路在營運上需要維持極高的可靠性，導致營運商在基礎設施的變更上普遍呈現風險厭惡（Risk Averse）的態度。這種對穩定性的極度渴求與對風險的迴避，在一定程度上延緩 5G SA 等新一代網路架構的演進進程。接著，Collins 提到本次大會有多家業者展示代理式 AI 技術應用，他認為代理式 AI 能夠透過流程的自動化與最佳化，為企業節省大量的資金成本，同時也能顯著改善客戶體驗。最後，Collins 表示本次大會對於 6G 的討論並不如預期中熱烈，但他將此視為一項正面發展，他認為討論降溫意味業界能有更充裕的時間與資源，專注於利用現有的 5G 與其他既有技術，創造實質的商業利潤。

GSMA Intelligence 資深行銷經理 Abi Marshall 則指出，通感融合（ISAC）被視為未來 6G 技術架構的核心元素之一，未來的電信網路將不再僅僅侷限於傳統的數據資料傳輸，而是能夠具備在物理世界中進行感應與探測的能力。另外，她也指出在 AI 時代下，電信業者在 B2C 市場的品牌忠誠度可能受到潛在挑戰。若未來 AI 助理成為消費者與各種裝置之間最主要的互動介面，在此種消費模式下，究竟是設備製造商、電信營運商，還是 AI 服務提供者將掌控消費者的品牌忠誠度？她認為電信產業應多關注 AI 對既有商業模式可能產生的深遠影響。

二、展場參觀與交流

(一) 愛立信 (Ericsson)

Ericsson 展館結合 5G Advanced、網路 API (Network API)、AI 與 6G 概念，展示豐富的 B5G/6G 創新應用項目，重點如下：

1. AI 智慧眼鏡

使用者戴上 AI 智慧眼鏡後，可在多樣化的場景獲得沉浸式體驗，並可隨時呼叫 AI 助理，以自然語言對 AI 下達指令，取代過去操作 APP 的模式。舉例而言，AI 智慧眼鏡可在體育館觀看運動賽事或演場會時，以說話方式對 AI 助理下達指示，獲得 AI 即時預測數據、查看場館的即時熱點圖(Heatmap)以避開擁擠的排隊人潮（如廁所、食物攤位），並使用室內導航功能。此外，還能透過「虛擬試穿鏡 (Try mirror)」功能，直接以虛擬方式試穿衣服。

2. 網路 API 與專屬網路切片應用

- 影像即時上傳 (Media API)：Ericsson 與 Sony、Vodafone 等夥伴合作，針對攝影師與新聞轉播需求設計。透過呼叫 Media API 建立專屬的網路切片 (Dedicated slicing)，提供保證的服務品質，讓攝影師在按下快門後，能不受一般網路擁擠影響，快速且即時地上傳大量高畫質照片與新聞內容。
- 車聯網與行動服務 (與 Toyota 合作)：利用「按需網路品質」(Quality on Demand, Qod) 等 API，當車上乘客正在進行重要視訊會議，而車輛同時使用導航系統時，網路能保證連線品質不中斷。另外，當車輛駛入保養廠（如地下室等公共網路死角），車輛會自動從公共網路無縫切換至專屬的企業專網，讓維修廠經理能遠端接管並操控車輛進行維修，大幅提升使用者體驗。

3. 邊緣運算與機器狗

機器狗為 Ericsson 與 SoftBank 合作開發。為節省機器狗本體的電池消耗與

運算資源，當周遭環境變得複雜、人數變多時，機器狗會將影像處理等複雜的 AI 算力需求「卸載」(Offload) 到邊緣運算環境 (Edge Computing) 進行處理。此應用極度仰賴極低延遲的連線，網路延遲必須控制在 40 至 50 毫秒內，以達成端到端 (End to End) 100 至 150 毫秒的穩定運作。

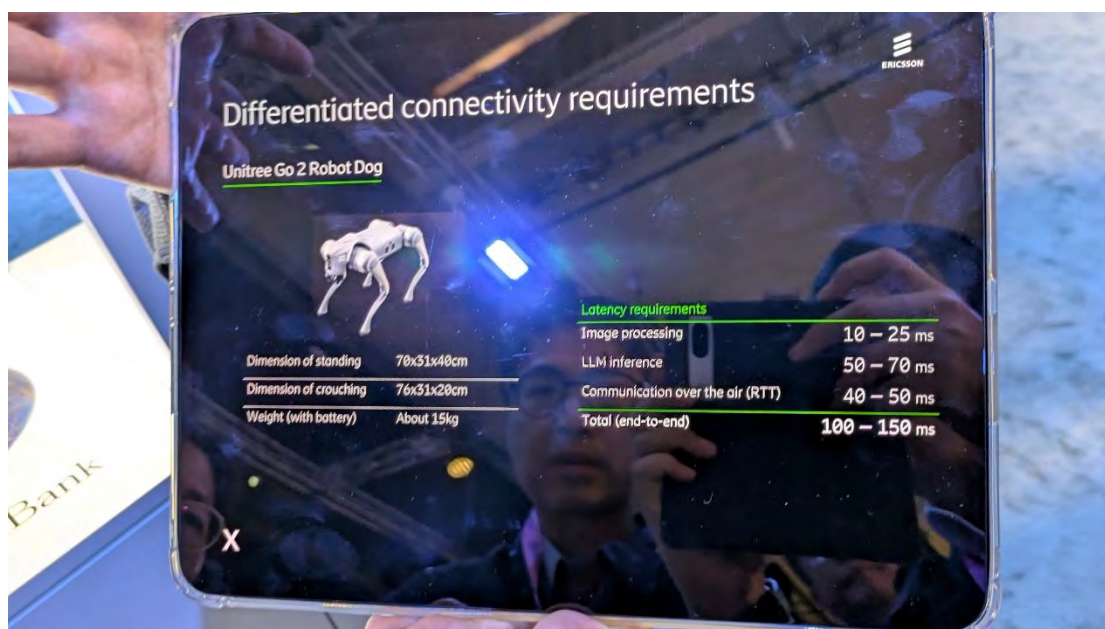


圖 54、Ericsson 機器狗之差異化連線需求

4. AI in Network

有別於依賴昂貴 GPU 的大型語言模型，Ericsson 將「精簡版 AI 模型」(Compact AI model) 直接運行在無線電基地臺的 CPU 上，以優化總體擁有成本 (Total Cost of Ownership, TCO) 並達到節能效果。這些 AI 功能主打自動化網路參數調整，能實現 10 微秒 (microsecond) 等級的超低延遲推論 (Inference)，根本性地提升網路效能。



圖 55、Ericsson 在全球的 AI RAN 試驗布局

5. 關鍵任務通訊（Mission Critical Service）與公共安全防災解決方案

- 預防森林野火：將低成本、長續航的窄頻物聯網（Narrowband IoT）感測器布建於森林中，在火災初期偵測異常高溫。確認異常後，透過網路切片遠端遙控無人機前往現場，將熱成像影片即時串流回控制中心，並利用 AI 預測火勢蔓延方向。
- 精準地理圍欄撤離（Geofencing）：利用 API 掌握災區的手機 SIM 卡密度，並向不同區域的群眾發送不同的撤離路線（例如指示一部分人往東、另一部分人往西），避免逃難車潮壅塞。
- 機動性備援網路：若火災燒毀地面基地臺，可立即派遣帶有無線電設備的無人機或衛星通訊設備提供訊號，確保救災連線不中斷。實現將公共安全通訊從傳統窄頻（如地面中繼式無線電 TETRA）移轉至具有 QPP（Quality of Service, Priority, and Preemption）保障的 4G/5G 寬頻網路。



圖 56、Ericsson 關鍵任務通訊解決方案

(二) 諾基亞 (Nokia)

Nokia 展示其 AI 原生網路架構，此架構由 AI 原生 RAN、邊緣 AI (AI edge) 及 AI 原生核網構成，可實現由網路自主進行維運；同時，Nokia 也透過將代理式 AI 導入其 Network as Code 生態系，外部企業／開發者的 AI 代理可透過模型上下文協議 (Model Context Protocol, MCP)，直接調用網路 API 與工具，進而接取網路能力，藉以開展創新應用。

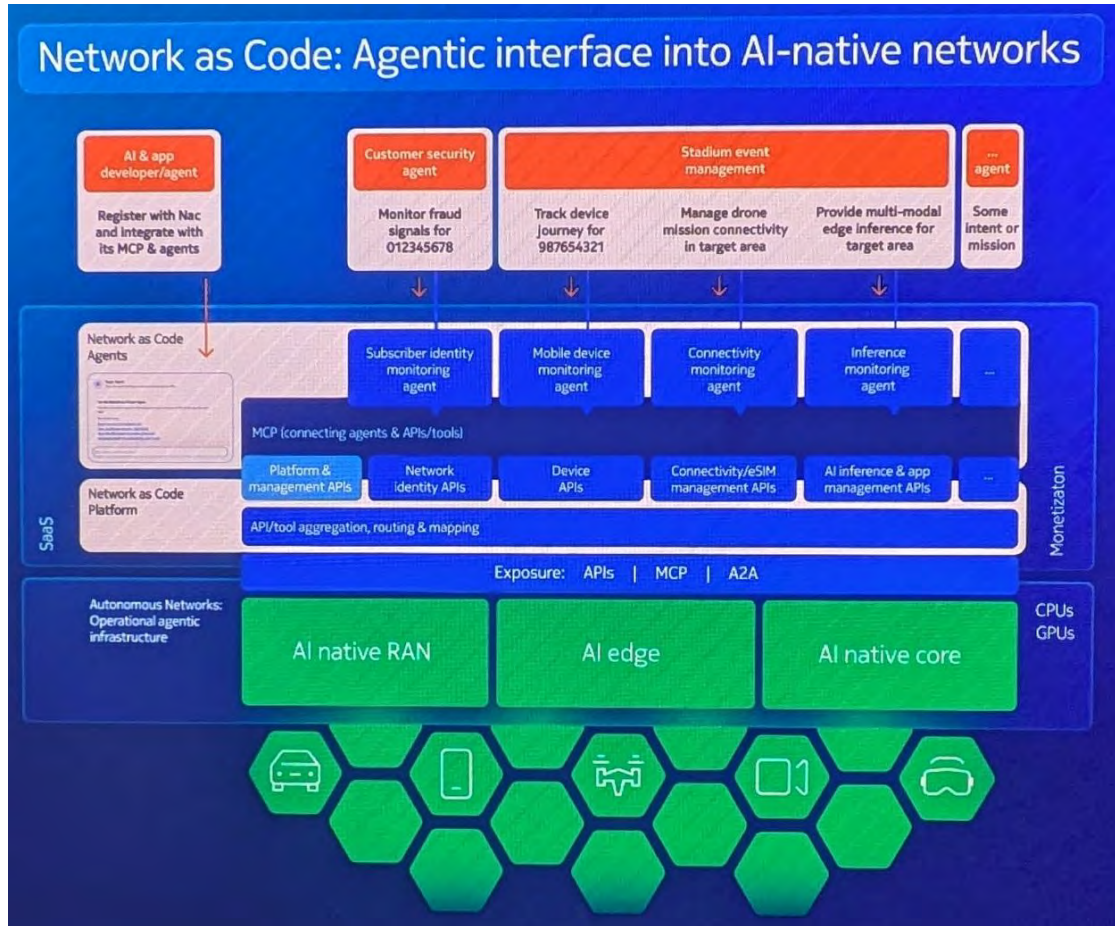


圖 57、Nokia AI 原生網路之代理式介面

Nokia 也展示多元化的關鍵任務 (Mission Critical) 通訊解決方案，相關應用領域涵蓋製造、能源、國防、運輸、公共安全、金融保險與銀行、健康照護系統、研究與教育等。以製造業為例，Nokia 將 5G 專網結合 AI，透過將工廠內的機器、大量感測器及數據資料皆連線至 5G 專網，操作人員能夠直接使用自然語言與機器進行溝通。例如當發生故障時，操作人員可直接詢問機器「發生什麼事？」軟體隨即能分析問題，並建議操作員調整哪些參數，以排除故障狀況。

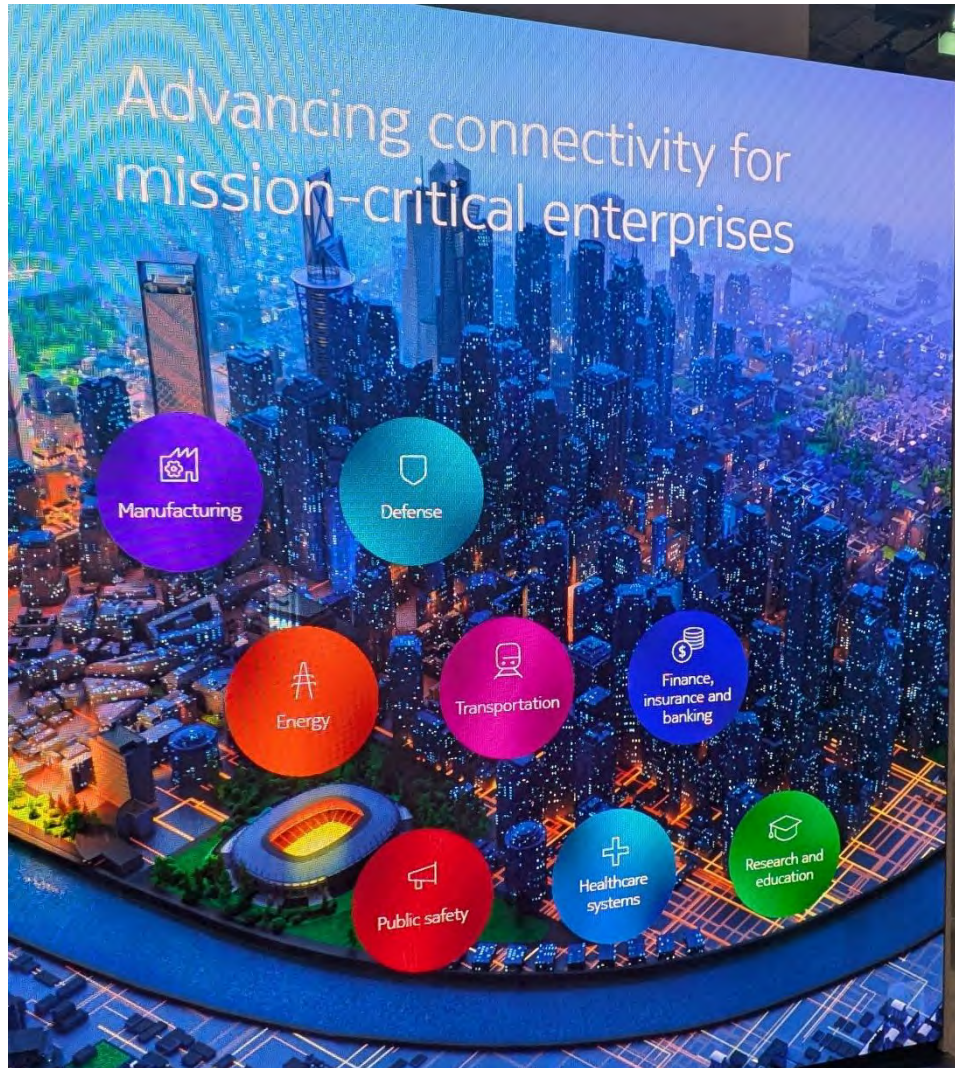


圖 58、Nokia 關鍵任務通訊技術之應用領域

(三) 高通 (Qualcomm)

Qualcomm 展示其無線通訊技術布局，主要涵蓋下列面向：

- 6G 技術：端到端 6G 原型系統 (End-to-end 6G prototype system)、6G 射頻對齊與互通性測試 (6G RF alignment and interoperability testing)，以及利用 AI 技術提升無線通信的可靠度 (AI-enhanced wireless reliability)。
- 非地面網路演進：涵蓋 NTN 技術演進概述、寬頻毫米波 (mmWave) NTN 的演進 (如使用者終端波束追蹤 (UE Beam Tracking) 技術) 等。
- 固定無線通訊：著重於透過 6G FWA 改善用戶體驗、展示適用於 6G FWA

的 Super-QAM 技術，以及靈活的 Sub-THz FWA 系統。

- 其他創新展示：包括無線電數位雙生（Radio Digital Twin）、通感融合（ISAC），以及透過裝置端 AI 代理（On-device AI agent）提升使用者的行動通訊體驗。

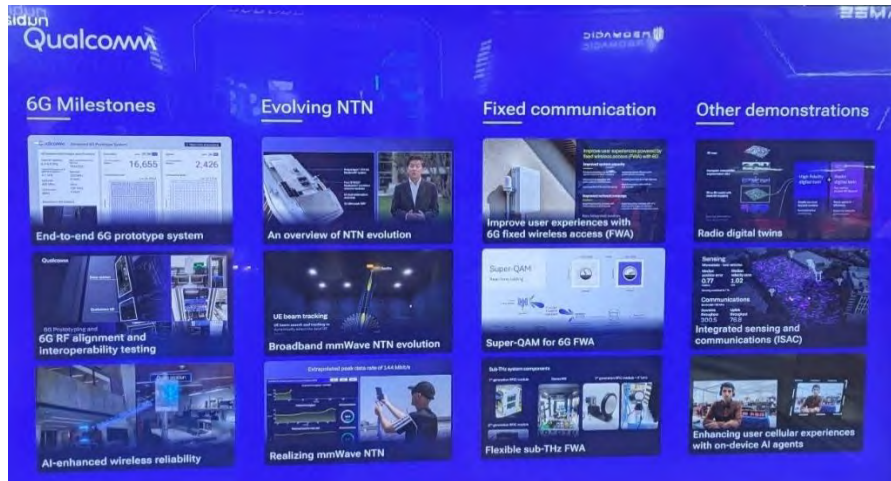


圖 59、Qualcomm 展示項目一覽

在 Qualcomm 提出的 6G 與 Hybrid AI 原生架構下，雲端(Cloud)、邊緣(Edge)到終端裝置 (Devices) 皆具備智慧運算能力，可構成 Hybrid AI，結合 6G 網路以 QoS 動態管理連線能力與運算能力，將使大規模的運算與推論服務成為可能。對用戶而言，將能無縫存取更大型的 AI 模型，同時享有更佳的裝置續航力。對營運商而言，則可望在保障個資與安全性的前提下，開創全新的商業模式。

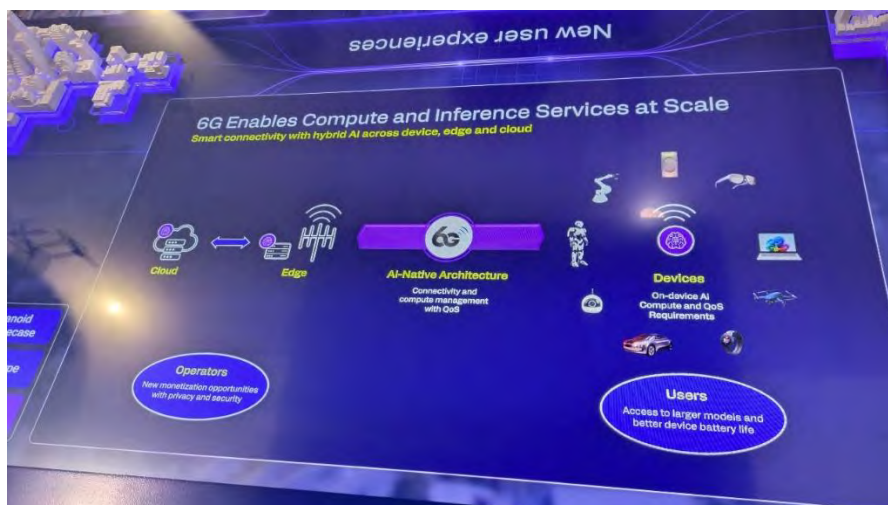


圖 60、Qualcomm 之 6G 與 Hybrid AI 原生架構概念圖

(四) Globalstar

Globalstar 展出多款支持 3GPP Release 17/18 標準的物聯網模組，標榜低功耗、長續航，能直接與現有的地面基地台架構互補，使用 n53 頻段（2.4 GHz S-band），可應用於石油與天然氣（管道監控）、運輸與物流、水庫水位以及農業（牲畜追蹤）



圖 61、Globalstar 展位



圖 62、Globalstar 技術應用領域及裝置

(五) SATELIOT

太空物聯網公司 Sateliot 在展位介紹其衛星系統之技術規格，包含正在營運中的第一代衛星系統（Gen 1）與規劃中的次世代衛星系統（Gen 2）。Gen 2 衛星系統係於歐洲首座 5G 衛星開發中心進行自主研發製造，重量約 160 公斤，屬於小型衛星，預計部署於高度約 590 公里的低地球軌道（Low Earth orbit，LEO），使用 S-Band（n256）頻段進行通訊傳輸。

在關鍵的通訊酬載方面，Gen 2 衛星系統採用再生酬載（Regenerative Payload），可提供全球 5G NR 與窄頻物聯網（NB-IoT）NTN 連線能力。此外，彈性酬載也支援持續演進的 3GPP 功能標準。在服務能力上，Gen 2 衛星系統可支援直連標準化的 3GPP Release 17/18 裝置，具備多波束（Multi-beam）能力，並能為使用者終端提供 10 Mbps 的資料傳輸速率。系統整體營運與地面基礎設施（包含網路營運中心、資安監控中心等）均由 Sateliot 自家的任務控制中心統籌管理，且 Sateliot 已與全球主流的用戶設備晶片製造商完成互通性測試，確保現有終端設備能無縫連線 Sateliot 衛星網路。



圖 63、Sateliot 的 Gen2 衛星系統簡介

(六) Space42

Space42 是阿拉伯聯合大公國（United Arab Emirates，UAE）的太空科技（SpaceTech）公司，致力於打造結合太空、AI 與地理空間情報（Geospatial Intelligence）的先進生態系統。其核心使命是將太空創新轉化為現實世界的影響力，藉此改善人類生活、推動經濟發展並保障國家安全。目前，Space42 的衛星與數據足跡已涵蓋全球超過 150 個國家，觸及 40 多億人口（佔全球人口 80% 以上），為全球提供通訊、情報與基礎韌性。

Space42 的技術生態系主要分為四大領域：

- 衛星通訊（Satellite Communication）：透過 Thuraya-4 衛星，擴展 L 頻段的移動性，支援物聯網、D2D 技術及戰術通訊系統，強化全球涵蓋率。
- 連線與非地面網路（Connectivity & NTN）：透過 Equatys 推動符合全球 3GPP 標準的 NTN，利用其在 160 多個市場的頻譜權限，將傳統的地面網路延伸至陸地、海洋與天空。
- 人工智慧（AI）：建立 GIQ 平台，係由 AI 驅動的地理空間情報市場，能將原始像素轉化為可操作的情報洞見（insight），提供給國防、救災、智慧城市等垂直應用領域。
- 地球觀測（Earth Observation，EO）：推出 Foresight SAR 衛星系統（包含阿聯酋首顆主權 SAR 衛星），結合光學、合成孔徑雷達（Synthetic-Aperture Radar，SAR）與 AI 分析，提供具備全天候、日夜皆可監控能力的即時主權情報。

在生態系價值主張方面，Space42 透過互通性、協作與可擴充性，為不同利害關係人創造共享價值。

- 對於設備製造商：標準化的 NTN 整合使新設備能無縫連接到太空網路，開拓全新產品類別與市場。
- 對於行動網路營運商：幫助電信業者突破地面限制，無需負擔沉重的基

礎設施資本支出，即可將服務延伸至偏遠社區、海上航線與航空廊道。

- 對於政府：提供主權與安全保障，確保國家的通訊、邊境保護與決策工具建立在可靠的基礎設施上。
- 對於頻譜持有者：整合全球 160 多個市場的零碎頻譜資產，最大化頻譜價值並確保合規性。

Space42 推出的垂直解決方案，實際應用於多個產業：

- 電信合作：無縫整合 MNO，透過 Equatys NTN 擴展涵蓋範圍。
- 關鍵基礎設施與資產管理：應用於能源領域的監控優化，以及安全可靠的公用事業管理。
- 政府解決方案：提供用於安全國家網路的主權衛星通訊，以及國防等級的地球觀測洞察。
- 公共服務：實現快速的災害應變與復原、打造具韌性的智慧城市，並為資源匱乏的社區提供遠距教學與醫療。
- 自動駕駛與移動性：提供高精度的地圖以支援自動駕駛測試，以及基於地理空間情報的智慧交通管理。
- 永續發展：執行全球規模的氣候與環境監控，為永續發展計畫提供具體的地理空間情報。

(七) 空中巴士 (Airbus)

Airbus 展示其 NTN 技術應用及解決方案，如太空 RAN、多軌道衛星架構、高空通訊平臺 (HAPS)、機上高頻寬連線方案、軍用連線解決方案等。以太空 RAN 示範計畫為例，該計畫旨在將 5G NTN 技術用於寬頻與窄頻應用，並整合地面與非地面網路，以提供用戶無縫的高效能連線。Airbus 結合低軌衛星、符合 5G 標準的終端裝置、自家測試床及數位雙生技術等，進行 5G NTN 連線之示範驗證，期望最終促進標準化且具互通性的解決方案發展，並滿足各國主權連線之需求。

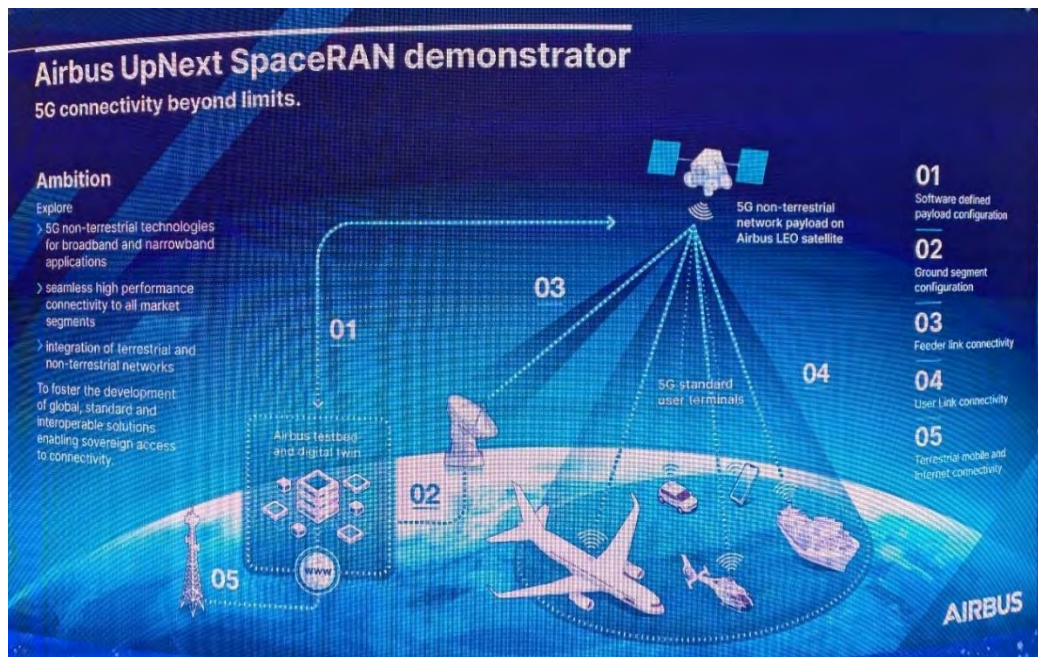


圖 64、Airbus 太空 RAN 示範計畫

Airbus 旗下子公司 AALTO HAPS Ltd.平流層飛行器 Zephyr 為 100%太陽能驅動之固定翼無人機，具備 D2D／地球觀測載荷能力。Zephyr 翼展為 25 公尺、最大起飛重量（MTOW）為 75 公斤。截至目前已創下連續 67 天不間斷飛行、單次任務飛行超過 35,000 英里之紀錄，是唯一被證明具備跨夜平流層飛行能力的固定翼無人機。Zephyr 作為高空基地臺，可為海域、城市、偏遠地區等提供 4G/5G 低延遲連線與緊急簡訊服務。



圖 65、Airbus 平流層飛行器／高空通訊平臺 Zephyr

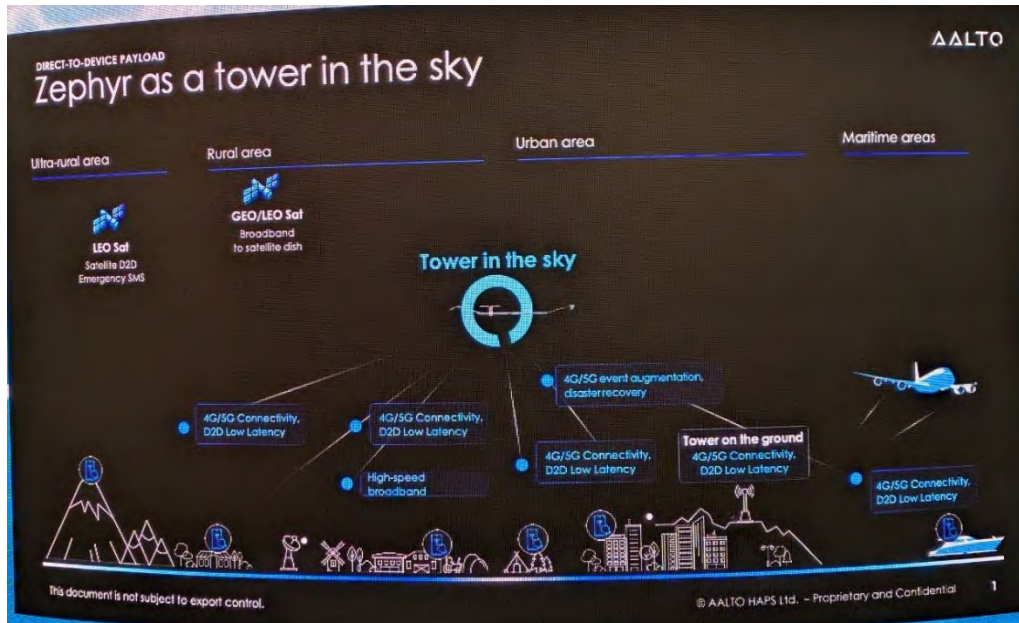


圖 66、Zephyr 作為空中基地臺

(八) 瑞鑑航太 (BAMS)

瑞鑑航太(BAMS)是英國 Bellwether 在台灣的公司與研發團隊，Bellwether 成立於 2019 年，由台灣留英學生陳坤揚與林愷澤所創，專注城市空中交通 (Urban Air Mobility, UAM) 技術研發，瞄準未來低空經濟商機。Bellwether 與美國衛星通訊公司 Viasat 為合作關係，Bellwether 為了讓飛行載具與低空空域管理系統能連結地面與空域通訊，曾與 Viasat 合作，整合地面與空域的通訊。。

瑞鑑航太開發的無人飛行車可應用於下列多項領域：

- 檢查與資產管理 (Inspection & Asset Management)：針對室內及室外資產實現精準檢查的自動化，並優化多架無人機的協作。
- 監控、安全與執法 (Surveillance, Security & Law)：透過符合規範且符合監管要求的運作模式，安全管理多架無人機。
- 配送與貨運物流 (Delivery & Cargo Logistics)：在擁擠的空域中擴展營運規模，並優化續航力與載重能力。
- 緊急救援與搜救 (Emergency, Search & Rescue)：在不可預測的環境條件及協同任務中，快速調整飛行路徑。

- 農作物管理與測繪（Crop Management & Mapping）：利用 AI 優化的飛行軌跡與報告生成功能，提升監測能力。
- 活動、媒體與娛樂（Events, Media & Entertainment）：透過多架無人機協同作業與無縫機隊整合，實現靈活的飛行路線。



圖 67、瑞鑑航太無人飛行車

瑞鑑航太除打造無人飛行車，也開發智慧整合作業系統 BAMS OS，該系統主要功能包含：

- 航太知情衝突解決（Aero-Informed Conflict Resolution）：由於每架航空器的重量與動力各有不同，系統在消除衝突（deconfliction）時，會深入評估每架航空器對其他航空器可能產生的潛在影響，以保障飛航安全。
- 開放式機隊互操作性（Open Fleet Interoperability）：專為跨品牌的多樣化機隊營運所設計，無需安裝額外硬體即可完成連線，協助企業實現具備高度彈性、符合未來需求的規模化擴充。
- 預測性路徑生成（Predictive Path Generation）：透過 AI 驅動的路徑演算法，即時進行任務的規劃與動態調整，將飛行的安全性、運作效率及合規性最佳化。
- 環境智能（Environmental Intelligence）：分析飛行環境中的氣候狀況、

氣流擾動（turbulence）與熱氣流（thermals），進而最佳化飛行效率、安全性並延長航空器的續航力。

- 即時或排程任務（Live or Scheduled Mission）：能彈性適應任何營運情境。使用者可以提前規劃任務、排定後續執行時間、設定定期重複，或直接進行即時任務執行。
- 符合審計要求的報告精靈（Audit Ready Report Wizard）：將任務數據轉化為直觀且可高度自訂的報告。這些報告的規格將符合審計需求（audit-ready），可直接滿足主管機關、特定產業或企業內部的合規與業務要求。



圖 68、瑞鑑航太 BAMS OS 智慧整合作業系統

(九) KDDI

日本電信營運商 KDDI 展館的主軸為「通往明日生活的門戶」（The Gateway to Tomorrow's Life），讓參觀者能體驗即將到來的未來生活場景。展出的技術應用涵蓋五大領域：

- 零售智慧（Retail Intelligence）：展示實體 AI 人形機器人助理、遠距 AI 諮詢系統，以及利用生成式 AI 協助產品開發與零售管理的解決方案。
- 智慧城市（Smart City）：包含由虛擬人物擔任大使、基於訪客資料的個人化推介、結合 3D 城市模型的災害模擬演習，以及展示資料如何優化

城市機能。

- AI 與網路基礎設施 (AI/Network Infrastructure)：介紹 KDDI 在 AI 時代下建置的資料中心、提升全球網路品質的努力，以及透過分散式 AI 實現的智慧化網路營運。
- 聯網移動 (Connected Mobility)：提供 Level 4 自動駕駛（即高度自動化）的未來移動體驗，並展示移動控制中心、全球聯網服務（KDDI Spherience），以及結合 SpaceX Starlink 與無人機的基礎設施示範。
- 全球業務 (Global Business)：強調其全球電信發展的現代解決方案。

KDDI 也簡介其與 SpaceX 合作，在 2025 年 4 月推出 au Starlink Direct 衛星直連手機（Direct-to-Cell，D2C）服務。KDDI 為全亞洲首家推出 D2C 服務的業者，其核心賣點是無需安裝額外硬體或專用設備，用戶使用標準的智慧型手機，即可直接與低軌衛星進行通訊。這項技術打破傳統地面基地臺的涵蓋極限，讓使用者無論是在登山或於遠洋航行等偏遠無訊號區域，皆能維持連線能力。

KDDI 正在擴大衛星直連的應用場景，針對無人機（Drones）、物聯網裝置及各式連網設備進行實證實驗。透過將衛星通訊連結至更廣泛的設備與平臺，KDDI 期望藉此提升多元環境下的安全與可靠度，協助解決災害應變、山難搜救及遠端監控等社會課題，促進衛星通訊應用的普及化。

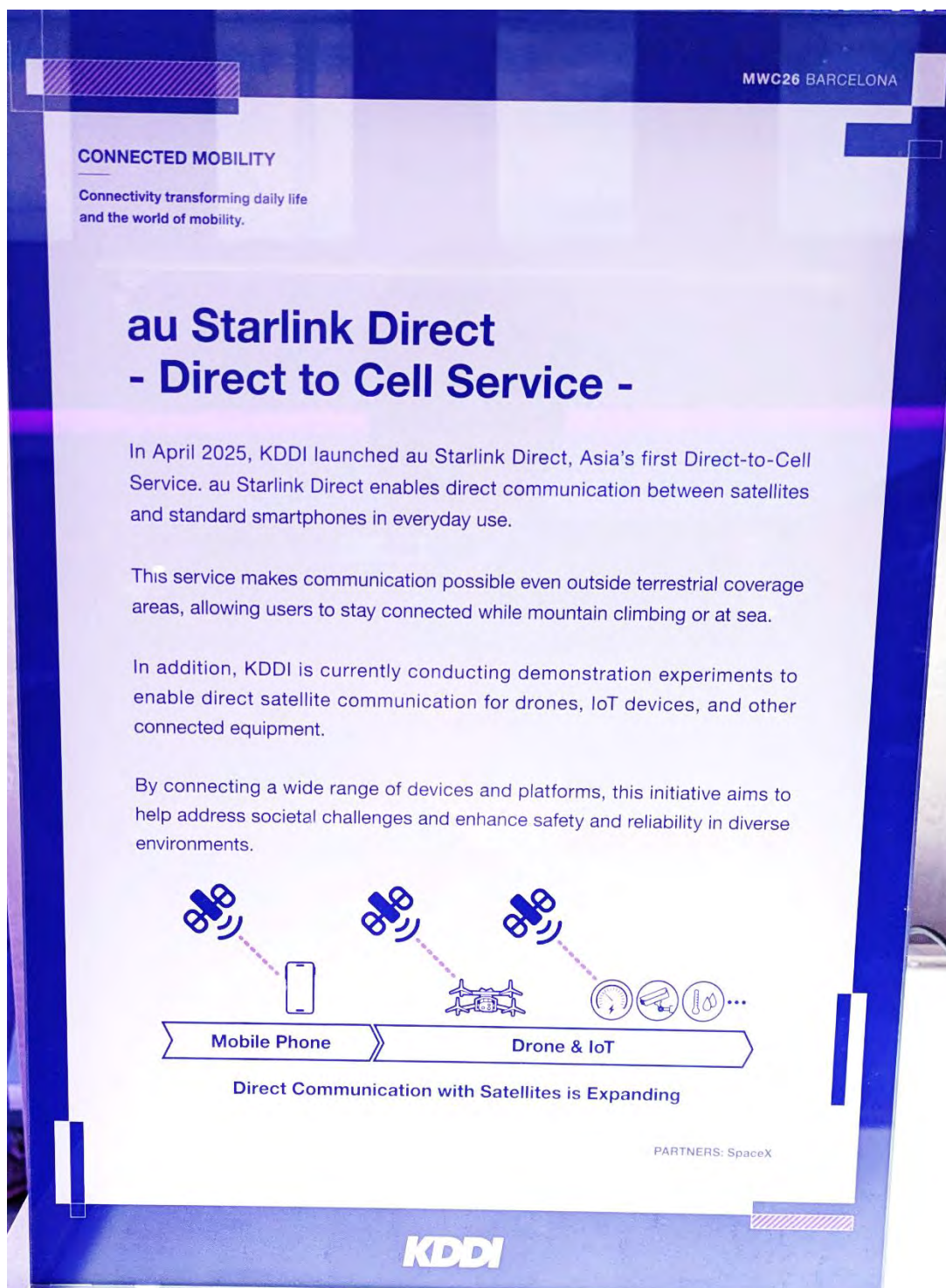


圖 69、KDDI 與 Starlink 合作推出衛星直連手機（D2C）服務

(十) GSMA

GSMA 展位 Open Gateway Zone，主要展示 GSMA 推出的 Open Gateway 倡議。該倡議旨在推動全球性開放網路 API 框架，目的是將電信商的網路能力以標

準化方式對外提供，讓開發者與雲端服務商能用較少整合成本，跨不同營運商快速部署應用。它的核心概念，是把原本分散在各家電信商內部、較難直接使用的能力，例如號碼驗證、裝置狀態、SIM 換卡偵測、位置資訊與詐欺防護，轉化為一致、可互通的 API，方便企業把這些能力嵌入金融、資安、身分驗證、物聯網與數位服務中。

Open Gateway 倡議透過建立一套共同規格標準，解決各國、各業者之間技術規格不一的問題，讓應用更容易在全球擴展。根據 GSMA 統計，已有 80 家業者加入 Open Gateway，相關的標準化網路 API 已涵蓋全球 80.4%行動連線。2025 年，認證 API 的數量由 85 個增加到 191 個，顯示整個生態系正在快速擴張。

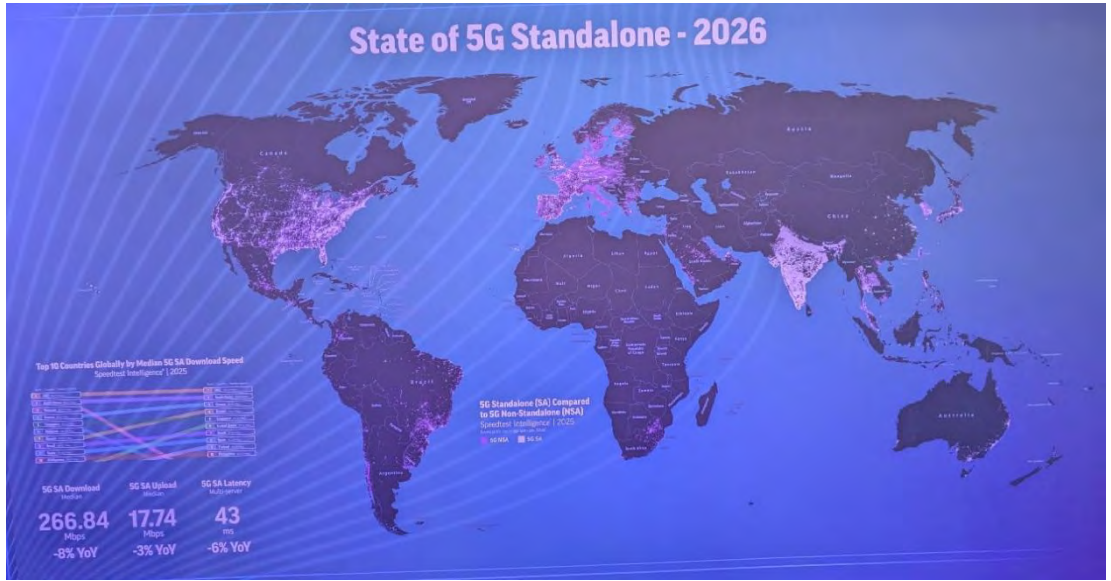


圖 70、GSMA Open Gateway 倡議

(十一) Ookla

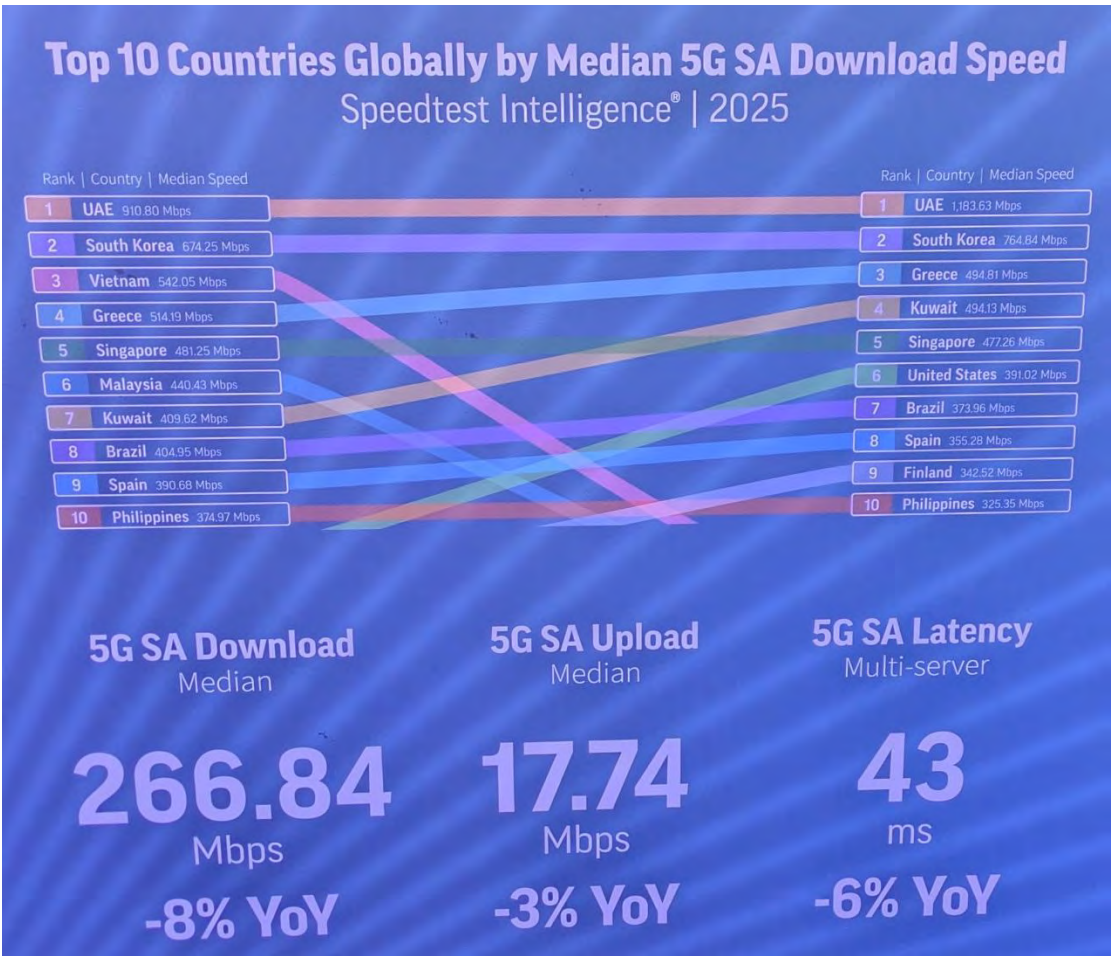
Ookla 是一家提供網路連線資訊的公司，其產品 Speedtest 用來測量網速、延遲、涵蓋與連線品質，也營運 Downtetector 等服務，協助掌握網路與數位服務狀況。Ookla 將大量真實使用者測試資料轉化為分析工具，供電信業者、企業、政府與研究機構用來優化網路、改善使用體驗並觀察市場表現。在本次 MWC 26 大

會，Ookla 展示 2026 年最新的 5G SA 涵蓋地圖及網路品質統計資料。



資料來源：Ookla。

圖 71、全球 5G SA 與 NSA 涵蓋地圖



資料來源：Ookla。

圖 72、全球 5G SA 下載與上傳速度、延遲毫秒數

(十二) 聯發科技 (MediaTek)

聯發科技推出新款車載資訊晶片組 MT2739 5G-A 平台，支援 3GPP Release 17、Release 18 標準，並整合調變解調器等級的 AI，支援下行 5CC，頻寬高達 400MHz，峰值吞吐量高達 9Gbps。



圖 73、MediaTek 展區

(十三) 和碩 (Pegatron)

和碩在 MWC 26 的展示主軸，聚焦於以 AI 驅動的連線能力，結合 5G、邊緣運算與 Open RAN 等，打造智慧通訊方案。和碩展示重點如下：

- AI-RAN 願景：將智慧運算直接嵌入 O-RAN 架構，搭配防干擾技術，確保在複雜環境下保持低延遲通訊。
- PR2850 大型基地台：為 8T8R 40W 5G NR 設備，專為廣域網路設計，具備良好涵蓋率與能源效率。
- PS2400 攜帶式行動專網：將 5G 無線電、DU、CU 與核網整合為一體的「可攜式微型機房」解決方案，專為緊急救援與臨時快速佈署打造。
- RedCap 技術應用：與中華電信合作的 MC2521 輕量化 5G 智慧監控攝影機在展會中備受矚目，並被驗證能有效降低 42% 功耗。



圖 74、和碩展位

(十四) 海能達（Hytera）

Hytera 的 MCX（Mission Critical Service）是一套針對公共安全、緊急救援或工業關鍵任務設計的通訊系統，核心理念是實現窄帶與寬帶的融合、地面與非地面網路的整合。

1. 終端層（Terminal）：多元化的接入能力

底層展示系統支持的多種終端設備，反映「全場景覆蓋」的能力：

- Narrowband Radios（窄帶終端）：傳統的對講機（如 PDT／DMR／TETRA 標準），主要用於可靠的語音通訊。
- Dual-mode Radio（雙模終端）：整合了窄帶與寬帶的功能，可以在傳統集群網路與 LTE 網路間切換。
- Broadband Radio（寬帶終端）：包括智慧對講機、智慧型手機、執法儀（Body Worn Camera）及車載終端，支持高清影像與大數據傳輸。

2. 系統網路層（System Network）：架構的核心與橋樑

系統網路層是將不同通訊協定整合在一起的關鍵，重要組件包含：

- **PMR Trunking Network**：傳統的專用移動廣播集群網路，提供最基礎的語音保障。
- **IP Network & Firewall**：所有的通訊數據通過 IP 網路進行傳輸，並透過防火牆確保關鍵任務數據的安全。
- **HyTalk MC**：這是 Hytera 的核心業務平台，負責處理關鍵任務的信令與數據。
- **多元網路接入 (4G/5G/NTN/Wi-Fi)**：這是一個亮點。系統除了支持傳統公網/專網 LTE 與 5G，還特別標註非地面網路 (NTN)。這意味著終端可以透過衛星進行連接，確保在地面基地台損壞或無覆蓋區（如高山、海洋）仍能保持通訊。

3. 應用層 (Application)：業務功能的實現

頂層定義用戶實際操作的功能模組：

- **Multimedia Dispatch (多媒體調度)**：不限於語音，還包含視訊調度、地圖定位、即時影像回傳。
- **Multimedia Record & Playback (多媒體錄音錄影)**：所有通訊內容（語音與影像）皆可儲存備份，供事後追溯與取證。
- **Network Management (網管系統)**：監控整個系統的運行狀態、設備管理與安全審計。

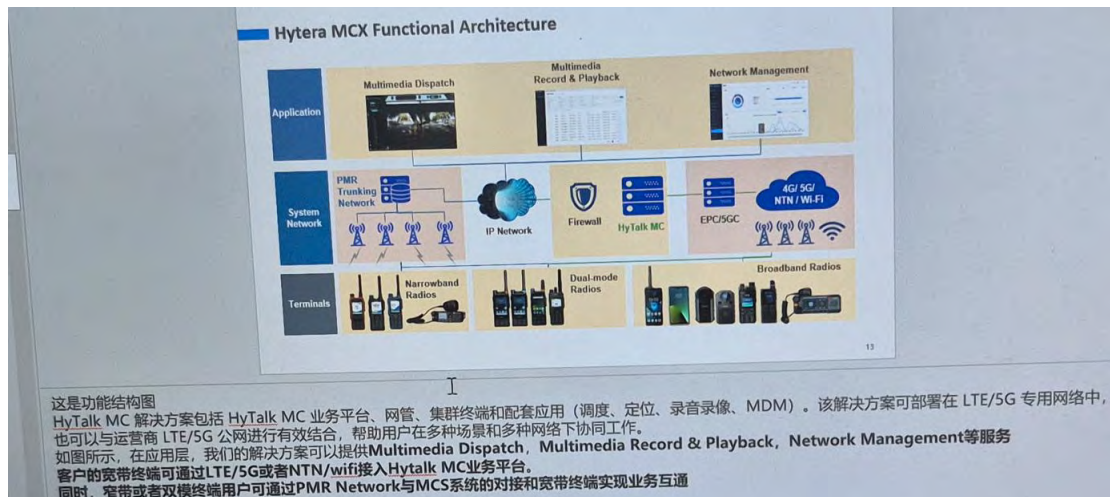


圖 75、Hytera 展示的無線電產品與解決方案

(十五) 歐洲太空總署（ESA）

歐洲太空總署（European Space Agency，ESA）與英國太空總署合作，於英國 Harwell 設立 ECSAT AI 中心（The ECSAT AI Hub）。該中心緊鄰現有的 ECSAT 5G/6G 中心，旨在為英國與歐洲的產業界提供一個專屬環境，以測試、驗證並擴展應用於 NTN 及融合網路中的 AI 創新技術。ECSAT AI 中心之戰略重點領域包含：

- AI 優化的頻譜與網路編排 (AI-Optimised Spectrum & Network Orchestration): 透過具適應性的學習分配模型來減少干擾、平衡多軌道負載並動態優先處理服務，進而提高系統效率並降低延遲。
- 智慧自主平台 (Intelligent Autonomous Platforms): 結合 AI 與 NTN 連線能力，讓機器人與無人機能夠自主運作並協同處理複雜任務。
- 多軌道認知網路 (Multi-Orbit Cognitive Networking): 利用 AI 預測並引導跨越地球同步軌道 (GEO)、中地球軌道 (MEO) 與低地球軌道 (LEO) 的數據流，確保服務連續性，達到「宛如單一網路」的無縫體驗。
- 智慧驅動的網路安全 (Cybersecurity-by-Intelligence): 透過 AI 偵測跨越太空與地面架構的欺騙、干擾及網路入侵，打造具備韌性且值得信賴的 NTN 基礎設施。
- 6G 與裝置直連通訊 (6G & Direct-to-Device Communications): 利用 AI 設計波形、預測連結，並實現地面與非地面網路間的智慧切換，為智慧型手機、感測器和車輛提供實用的 NTN D2D 通訊。
- 預測性系統完整性 (Predictive System Integrity): 應用強化學習與異常預測技術來進行衛星健康監測、有效載荷效能預測及地面設備可靠性規劃，藉此降低營運成本並延長系統壽命。
- AI 數位雙生 (AI Digital Twins): 建立 AI 驅動的數位雙生系統，以便在接近即時的狀態下模擬、預測及優化複雜的 NTN 系統。
- 內容傳遞最佳化與智慧服務 (Content Delivery Optimisation & Intelligent Services): 利用生成式 AI 模型最佳化內容傳遞，為媒體、數位醫療、緊急服務及民防等領域的 AI 應用奠定基礎。



圖 76、歐洲太空總署展位

(十六) 日本情報通信研究機構（NICT）

日本情報通信研究機構（National Institute of Information and Communications Technology, NICT）為隸屬於日本總務省的獨立行政法人機構（國立研究開發法人），主要進行資訊技術領域的研究和開發，同時對資訊通信提供業務支持。NICT 在 MWC26 以「連結」（Connect）、「擴展」（Expand）與「安全」（Secure）為主軸，分別展示下列研究成果：

- 「連結」：

- 永續的 O-RAN 智慧（Sustainable O-RAN Intelligence）：運用 AI 驅動的 O-RAN 技術，實現橫跨多個城市靈活且節能的網絡運營。
- THz 行動回傳鏈路（THz Mobile Backhaul）：使用 300 GHz 頻段，實現超高容量的無線行動回傳。
- 時空同步（Space-Time Synchronization）：實現遠程設備之間的時空同步，從而實現穩定且高度可靠的連線。
- 太空雷射鏈路（Space Laser Links）：適用於衛星與 HAPS 的袖珍型、高速雷射通信終端。

- 「擴展」：

- 以 AI 實現超高精度通信（AI-Empowered Ultra-Spot

Communications)：由 AI 驅動的「超精準高容量通訊」技術，能提供具韌性的服務。

- 可靠的仿生化身遙控操作 (Reliable Cybernetic Avatar Teleoperation)：透過遙控操作仿生化身，將人類的生理能力延伸至時空限制之外。

- 在地化多語言溝通 (Localized Multilingual Communication)：透過基於 AI 的即時語音翻譯與聲場控制技術，促進多語言語音溝通。

- 「安全」：

- 利用量子技術實現長期安全可靠的通信與資料儲存 (Long-term secure communication & Storage by Quantum technology)：通過量子技術，確保長期保密性與數據完整性。

- 即時網絡攻擊監測 (Real-Time Cyberattack Monitoring)：檢測與視覺化即時網絡攻擊趨勢及新興威脅，以建立安全、可靠的數位環境。

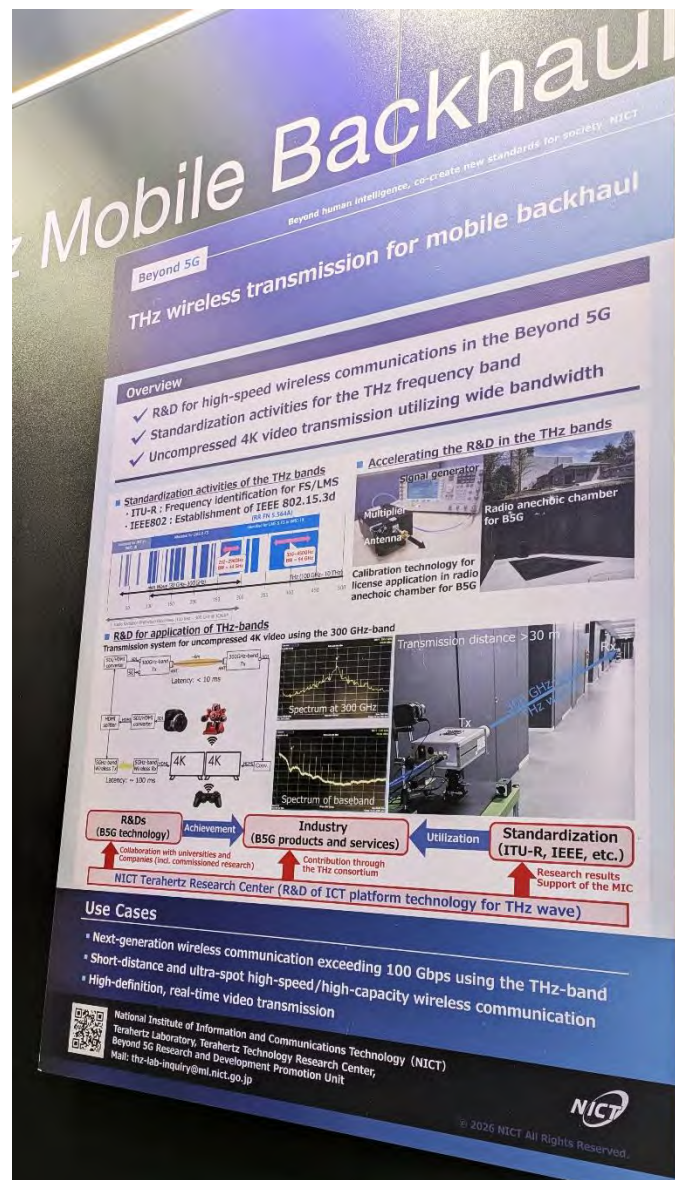


圖 77、日本 NICT 的 THz 無線傳輸實驗

(十七) 工業技術研究院

工研院展示其 6G 全球行動通訊系統願景及 Athena Orchestrator，這是一個專為通感融合（ISAC）網路設計的調度平台。

1. 頻譜與基地台演進（FR1, FR2, FR3）

- Base Station FR1（Sub-6GHz）：現有 5G 的主頻段，負責基礎覆蓋與 Massive MIMO。
- Base Station FR2（mmWave）：毫米波頻段，提供極高速率，圖中顯

示其與 FR1 進行 Multi-RAT Dual Connectivity（雙連接），並應用於體育館等高密度 UE（用戶設備）場景。

- Base Station FR3（7.125-24.25 GHz）：這是 6G 的重點新頻段（Centimeter Wave），圖中標註了 RF-IC 與其搭配，旨在平衡覆蓋範圍與容量。

2. 關鍵前瞻技術：RIS 與 FWA

- RIS（Reconfigurable Intelligent Surface，可重構智能表面）：在 6G 時代，由於 FR2/FR3 頻段波長短、易被遮擋，RIS 可以「反射」訊號繞過障礙物，提升 FR2/FR1 的覆蓋穩定性。
- FWA（Fixed Wireless Access）：圖下方展示了 CPE 終端，強調 6G 將透過高頻段提供「最後一哩路」的無線寬頻，取代光纖接入偏遠或特定區域。

3. 雲端化與 AI 化架構（Cloud RAN & AI-RAN）

- CU（Central Unit）/ DU（Distributed Unit）：體現了 Open RAN（O-RAN）架構，並強調 Multiple vendor ORUs（多供應商整合）。
- AI-RAN & AI-assisted：6G 不只是傳輸，而是原生支持 AI。AI 用於優化無線資源管理（RRM）、節能以及網路切換。
- PQC Security（後量子加密）：因應未來量子運算的威脅，6G 在網路層級就納入了後量子加密技術以確保資安。

4. 特殊應用場景

- Long-Distance Comm.（長距離通訊）：圖右上角顯示了山區、無人機或偏遠地區的通訊，這通常與 NTN（衛星通訊）或高功率微波傳輸有關，實現「全維度覆蓋」。
- Network Slicing（網路切片）：針對不同需求（如低延遲、大連接）

切割出專屬邏輯網路。

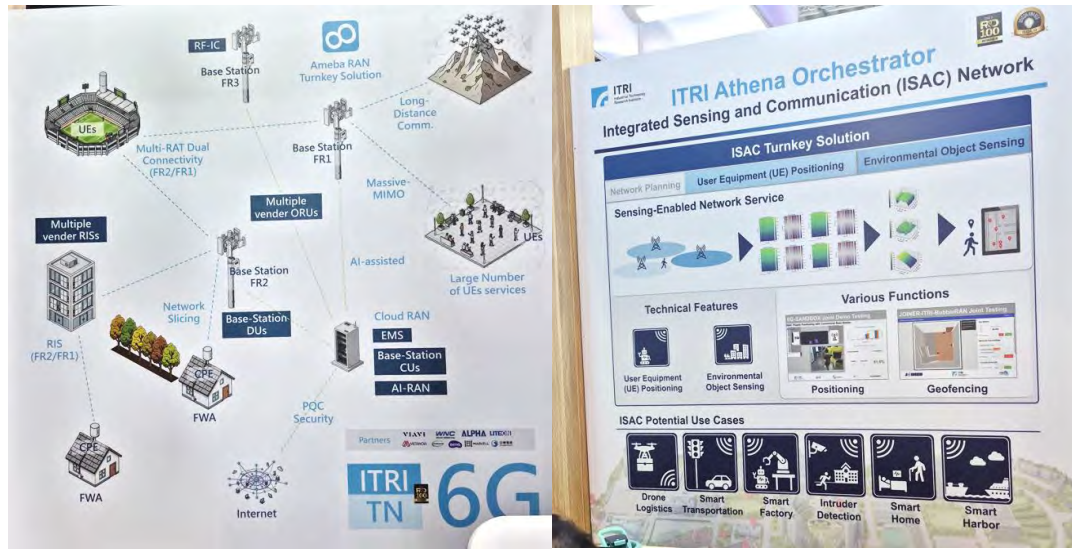


圖 78、工研院展示的解決方案

肆、參訪心得及建議

一、參訪心得

行動通信網路架構正朝 AI 原生 (AI-Native) 設計發展，導入代理式 AI (Agentic AI) 更已成為當前最熱門的趨勢。未來 6G 網路將不再僅是將 AI 視為外加的優化工具，而是從底層架構便建構在 AI 技術上。隨著 AI 技術從單純的生成內容的生成式 AI (Gen AI)，演進為能自主行動、決策與協調的代理式 AI，機器對機器 (M2M)、AI 代理與網路間的頻繁互動，正深刻地重塑電信網路的面貌。

在此趨勢下，電信業界咸認未來上行頻寬需求將大幅增加，且終端裝置使用體驗需要低延遲支持，邊緣運算、分散式 AI 解決方案將成為重要發展方向。過去的行動網路設計主要側重於下行流量 (如下載與影音串流)，但隨著智慧眼鏡、人形機器人、車聯網等實體 AI 設備的普及，大量感測數據與 AI 代理 (AI agent) 將促使上行數據量激增。同時，為了滿足微秒級別的超低延遲要求並節省終端裝置電力，單純依賴集中的雲端資料中心已不敷使用，未來的運算負載必須透過階層式架構，將算力布建至網路邊緣，使邊緣運算與分散式 AI 成為網路架構的核心設計原則，以確保 AI 應用能流暢運作。

另外，地面網路與非地面網路 (NTN) 的無縫整合，已是全球產業界對 6G 網路架構的普遍想像之一，藉此以擴大涵蓋範圍、加強通訊韌性。單純依賴地面基地臺與光纖不僅在偏遠地區布建成本偏高，且在面對極端氣候、洪災或地緣政治衝突時顯得極為脆弱。透過整合低軌衛星與高空通信平臺 (HAPS)，未來的網路將能實現從陸地、海洋到天空的全方位涵蓋，不僅能減少全球數位落差，更是各國保障國家關鍵基礎設施穩定運作與維持韌性的必要戰略。

許多電信業者與衛星系統商展開合作，已經或規劃推出衛星直連手機 (D2D) 服務。惟已開發國家消費者付費意願偏低，開發中國家的經濟能力則可能難以負擔費用，如何開展商業模式仍處於摸著石頭過河的階段。業界仍在探索是否該將 D2D 服務作為不必額外付費的基本服務，或作為資費方案額外可選的加值服務，或尋求其他 B2B 的盈利管道。

此外，目前已愈來愈多營運商規劃導入 5G SA，多家大廠也提出新穎的 B5G/6G 應用情境或案例，諸如結合環境物聯網（Ambient IoT）的大規模無源資產追蹤、空中 5G 專網轉播，以及運用網路 API 提供的 QoD 服務等。惟基於投資報酬率考量，多數營運商仍高度關注相關生態系是否成形，以及市場需求是否足夠多，進而規劃相關布局。電信業者意識到，不能僅為追求技術指標而盲目升級硬體，必須確認市場具實際需求，並能帶來真實營收成長，才願意投入大規模資本。

最後，在 6G 標準制定的議題上，國際業界高層普遍認知統一標準是防止供應鏈破碎化、維持規模經濟與互通性的基礎，幾乎都同意應形成全球統一的 6G 標準。此外，業界也強烈呼籲 6G 的設計必須由商業價值驅動，不能再次陷入 5G 初期過度專注技術革新卻忽略商業模式的窘境。然而，業界對 6G 標準應具備之內涵仍無一致共識。例如，在技術路線上，部分營運商陣營主張 6G 應基於現有的 5G 服務導向架構（Service-Based Architecture，SBA）進行平順演進，以避免強制性的硬體汰換；但亦有專家與設備大廠強調，6G 必須採用截然不同的全新架構設計，才能真正發揮通感融合（ISAC）等新興技術的潛力。此外，各區域對於 6G 發展的優先順序、頻譜分配規劃，以及 AI 治理與資料政策也存在顯著差異與分流風險。這顯示全球電信產業要收斂出統一的 6G 標準，仍需仰賴持續且深度的跨國協調合作。

二、建議

基於本次參訪過程所獲得之資訊，以下三項建議：

1. 建議持續追蹤 6G 標準化進程，作為我國頻譜政策規劃之參考

目前國際間對於 6G 標準應涵蓋之技術內涵尚未形成一致共識，而 AI 技術及其相關應用之快速演進，正深刻牽動未來行動通信需求樣態與網路架構設計方向，國際電信產業界對 6G 標準及頻譜議題之討論方向，勢必隨之持續調整。有鑑於此，為利我國 6G 頻譜政策之妥適規劃，建議持續掌握國際產

業社群對 6G 標準討論之最新動態，包含相關技術內涵、標準走向破碎化之風險、產業生態系願景及潛在商業模式等面向，以作為我國後續頻譜政策制定之重要參考依據。

2. 建議未來持續派員參與 MWC 展會，以強化本中心之資通訊政策智庫能量

鑑於資通訊技術發展日新月異，5G 至 6G 之技術演進尤為關鍵，持續掌握國際趨勢實屬必要。MWC 集結全球電信業者、設備廠商、軟體業者、政府機關及學界專家，為影響力最深遠之產業交流與趨勢發表平臺。本中心作為政府資通訊政策與技術之關鍵智庫，建議宜持續參與 MWC，不僅能精準對接全球前瞻發展動態，更有機會拓展國際產官學研合作網絡，進一步奠定本中心在資通訊政策評估與技術研析上之專業根基。

3. 建議本中心可評估加入應急通訊協會（The Critical Communications Association，TCCA）

鑒於行動寬頻網路及設備在公共安全與救災領域之應用，在近年有長足之發展，我國亦有相關需求，成為應急通訊協會（TCCA）會員將可掌握豐富相關資訊，如 QPP（QoS, Priority and Pre-emption）Implementation Guide 相關產業標準及設備要求等。

伍、附件：相關照片及資料



資料來源：現場拍攝

圖 79、MWC26 展會現場



資料來源：現場拍攝

圖 80、參與人員於展會留影