

# 出國報告（出國類別：考察）

## 赴日本東京參加「COMNEXT 次世代通信暨解決方案展暨論壇」出國 報告書

單位名稱：應用服務組

姓名職稱：王牧寰 資深研究員兼副理

派赴國家：日本

出國期間：114/7/29-114/8/2

報告日期：114/10/31

## 摘要

報告人本計畫王牧寰辦公室主任派赴東京參加「COMNEXT 次世代通信暨解決方案展暨論壇」共三日，聚焦三大主軸：一、5G/6G（含 5G 專網）；二、光通訊技術（IOWN、影像傳輸）；三、衛星及高頻通訊。本次考察之核心收穫在於，日本產官學以 IOWN/APN 推動全光化，將「盡力傳輸」升級為可契約驗證的確定性服務，並以延遲、抖動、可用度、重路由時間等指標納入 SLA。5G/6G（含專網）方面，Local 5G 與 O-RAN/vRAN 結合雲／邊緣／無線的一體編排，政府與 NTT 以透明套餐降低導入風險；6G 討論回應 5G 初期「技術超前、用例滯後」教訓，將 AI 原生與 TN/NTN 融合作為優先，先以 B5G 把切片與管理做實。光通訊技術已在遠端製作、沉浸式直播、影像 AI 上雲展現效益，APN 串接分散式資料中心，依電價與綠電可用性跨域調度運算，兼顧能效與資料主權，且多網域協調、意圖驅動配置與快速重路由已具備規模化條件。非地面通訊方面，Space Compass 以多軌道加太空光通訊強化星間／星地中繼與冗餘，SoftBank 的 UTX 以 HAPS 為空中基地台，與 LEO/GEO 及地面網形成一致 SLA 的立體覆蓋，對離島、山區與海域的公共服務與災防尤具價值。綜合建議為：以工具箱／模組化型錄推動 5G/6G 專網；啟動跨資料中心 APN 先導，帶動媒體、工業視覺與城市演算示範；並在外離島與山區優先驗證 HAPS×地面回傳並導入太空光通訊，逐步建立「平常可用、災時可靠」之國土通訊韌性模型。整體而論，COMNEXT 2025 已由技術展示走向可複製的治理與採購路線圖，為我國形成高速、綠能、韌性的 AI 時代通信基盤提供參考依據。

# 目 錄

壹、 前言（出國目的） .....	1
貳、 團員及任務分工 .....	4
參、 行程表 .....	5
肆、 工作內容 .....	6
伍、 結論 .....	36
陸、 建議 .....	46
柒、 檢附相關資料 .....	49

## 壹、前言（出國目的）

### 一、展覽暨論壇整體說明

COMNEXT 是日本近年重點打造、聚焦「次世代通信」的國際商談展，主軸橫跨無線與光通訊兩大領域，延續過往 FOE（Fiber Optics Expo）在光通訊的產業基礎，同步納入 5G/6G、專用電信網路（Private 5G）、物聯網、8K 影像傳輸等前沿應用，形成兼具「技術研發—產品方案—應用落地」的完整鏈結。官方亦明確指出，COMNEXT 已在 FOE 的傳承上走向「光 × 無線」一體整合的新章，成為國際業者交流與合作的舞台。

2025 年展期為 7 月 30 日（週三）至 8 月 1 日（週五），地點位於東京國際展示館（東京ビッグサイト），為期三天、採事前登記參觀的 B2B 產業交流展；主辦單位為 RX Japan 股份有限公司。

展會採「展覽+論壇」雙核心形式：一方面匯聚國際廠商於光纖與光元件、無線與高頻零組件、基地台與網設備、配線與施工、測試量測、安全與營運維護、影像傳輸系統等面向展示最新解決方案；另一方面則由業界關鍵人士帶來多場專題演講，2025 年度規劃共 55 場次供到場來賓選擇，聚焦市場最新動態、研發現況與應用案例分享，強化「看得到、摸得到、也聽得到」的全方位學習與洽談機會。

就議程題材而言，2025 年之部分亮點包含「全光網路」(All Photonics Network, APN) 與「AI 時代下的網路演進」等主題，其中 APN 即為 IOWN 的核心構想之一，其研究與實證進展；以及次世代網路在 AI 大量流量／算力需求下的承載模式，皆是論壇討論的重點。

整體而言，COMNEXT 兼具「新技術視野」與「商機對接」兩項價值：其一，透過論壇與現場演示掌握次世代網路的技術走向與標準化動態；其二，透過展區與攤位的第一線交流，及早接觸 5G 供應鏈關鍵廠商與垂直場域的實證案例，為本計畫後續的媒合、前期測試、輔導產業出海與國際連結打下基礎。

## 二、出國目的與預期效益

### (一) 考察 5G/6G (含 5G 專網) 之最新發展

在 COMNEXT 的架構下，5G/6G 與專用電信網路 (Private 5G) 屬於主展題之一，搭配高頻／無線零組件、基地台與邊緣設備、量測與驗證工具等完整供應鏈，得以從「材料—模組—系統—場域」串接觀察。要之，本展專注於 6G、專用電信網路、IoT 與光通訊、8K 影像傳輸等次世代通訊關鍵議題；而論壇則規劃有多場關鍵講題深入產業趨勢、研發路線與標準化進度。藉此可系統性蒐羅 B5G/6G 的技術選項與 3GPP/標準化脈動，並比對如智慧交通、智慧運動等日本在地場域之驗證經驗。

本計畫所成立之「5G 專網推動辦公室」的核心職能之一即為 5G 專網垂直產業鏈之媒合，而此行將與展場業者交流，並可強化媒合能量。要之，在 COMNEXT 此類國際商展的環境下，能同場接觸設備商、系統整合商、量測驗證與維運服務商，有利發想在我國的產業合作模式；同時可觀察日本公私部門在大眾運輸、危機應變、工業場域使用 5G 專網之運作模式，據以擴充我國場域可輔導推動之新興模式，強化專網辦對垂直產業鏈的媒合能量與服務工具。

### (二) 考察光通訊技術 (IOWN、影像傳輸) 之最新發展

2025 年度論壇主要內容包括全光網路與「AI 時代網路」等專題，前者對應 IOWN 設想的全光化路徑，重點在「超低延遲、極低抖動、高效率能耗」的端到端架構；後者聚焦於面對 AI 訓練與推論之原生流量形成的骨幹及匯聚層升級需求。展場方面，光纖與光器件、傳輸設備、互連與配線、影像傳輸系統與 8K 等完整鏈條皆為 COMNEXT 的核心展示範疇，而可就「光元件—模組—系統—場景」獲取第一手資訊。

尤其，IOWN 為日本政府主推之全光化網路 (APN)；2024 年中華電信與 NTT 集團亦啟動超低延遲、無訊號抖動之穩定通訊測試。此行將與日本政府、NTT 集團執行單位進行對接，作為未來合作之基礎。基此，在 COMNEXT 論壇直接與 APN/IOWN 的研發與實證團隊進行交流，並串連展場內之光通訊供應鏈，可具體得到諸多知識、經驗與回饋。

### (三) 考察衛星及高頻通訊之最新發展

COMNEXT 的無線與高頻軸線涵蓋高頻元件、放大器、天線、基地台設備與移動式通訊系統等，搭配影像傳輸、量測設備與維運工具之橫向支援，適合從「地面—高空—太空」的多層連結角度梳理關鍵組件與系統能力；亦可透過展商發表與技術交流，盤點衛星、HAPS 與地面 5G/6G 之協同與備援模式，評估災防通信、島嶼場域與偏鄉覆蓋等需求。

尤其，衛星領域為委託機關通傳組之業務範疇，此行可望回資料供後續研析；同時結合 5G 專網辦既有媒合機制，將衛星／高空平台納入垂直應用（如公共安全、交通運輸、海事空域）之通訊備援與融合架構，形成國土通訊韌性與產業創新並重的深化方案。

## 貳、團員及任務分工

### 一、出國人員

單位：財團法人電信技術中心行動寬頻專網推動辦公室

職稱：辦公室主任

姓名：王牧寰

### 二、工作內容

為執行「行動寬頻專用電信網路治理精進與創新應用計畫」，派赴日本東京參訪「COMNEXT 次世代通信暨解決方案展暨論壇」，除考察展場之日本 Local 5G 最新發展外；亦藉由參與專題演講與論壇等活動，掌握日本衛星通訊、HAPS 等最新商業進展；最重要者，為徹底掌握日本政府大力推動之 IOWN 全光網路之技術細節、商業模式與政策意涵，觀察我國是否能藉此導入，同時與日本政府官員進行交流，作為日後委託單位與之對接、互動之窗口。

### 參、行程表

日期	行程	地點
7/29	松山機場至羽田機場	台北-東京
7/30-8/1	參加「COMNEXT 次世代通信暨解決方案展暨論壇」	東京
8/2	成田機場至桃園機場	東京-桃園

## 肆、工作內容

由於大會論壇安排相當密集，因此執行人員係利用每日論壇間的空檔進行展覽之考察。基此，本章前三節將分別說明三日論壇之內容摘錄；第四節再一併說明考察展場之所獲。

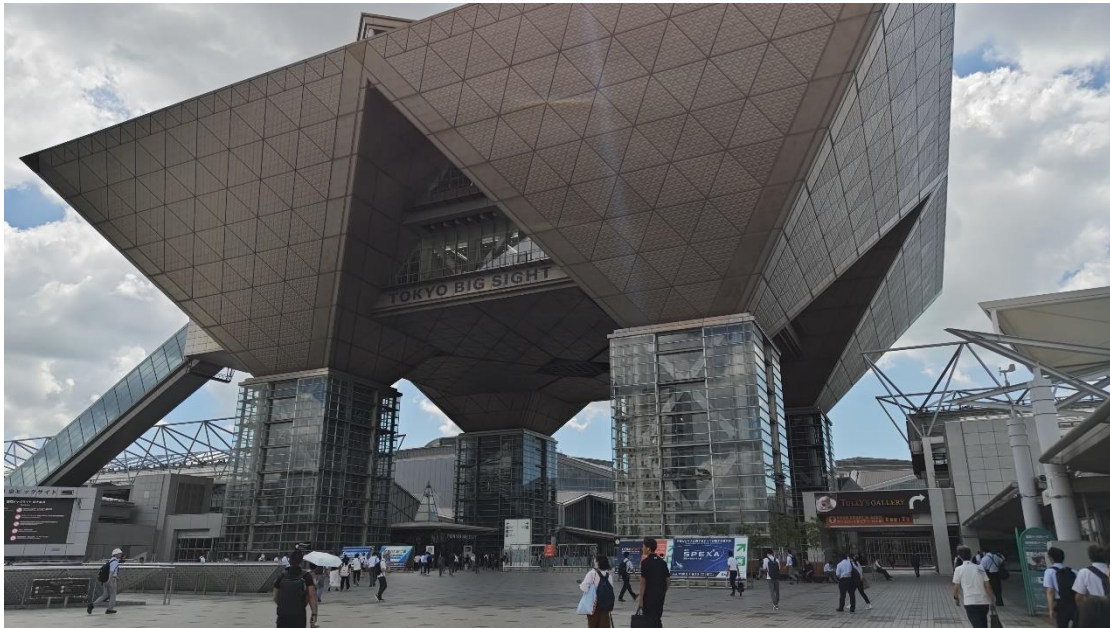


圖 1、「COMNEXT 次世代通信暨解決方案展暨論壇」會場之東京國際展示館  
資料來源：本計畫自行拍攝



圖 2、「COMNEXT 次世代通信暨解決方案展暨論壇」之展場一覽

資料來源：本計畫自行拍攝

## 一、論壇首日（7/30）內容

### （一）會議議程

首日的專題論壇自「光所引領的『智慧高速公路』—重新定義 AI 與媒體的未來」揭開序幕，由大阪大學先導的學際研究機構附屬教授榮藤稔與 ON BOARD 之 Collective Impact Leader 鎌田奈緒美聯合主持，並邀請 TBS 電視臺媒體科技局技術戰略局長平井郁雄、NEC 光網路統括部統括部長佐藤壯、NTT DOCOMO Business 創新中心 IOWN 推進室室長山下達也進行與談。論壇以 AI 驅動的內容生產與分發生態為切入點，延伸至以光通訊為骨幹的超低延遲、低抖動傳輸與次世代媒體基礎設施之升級路徑，兼論在地場域導入的實務挑戰、跨域協作與治理配套。下午則安排之技術專題「IOWN 技術解說：以全光網路與光分離式運算為核心」，由 NTT 研究企劃部門 IOWN 推進室技術總監川島正久主講，系統梳理 APN 與分離式運算的最新研發進展、互通與標準化動態，以及在高解析／多視角影像、資料中心到邊緣之端到端應用情境。最後則規劃參觀展覽攤位，透過現地解說與解決方案展示，強化設備觀摩與供應鏈對接。

時間	論壇主題	講者或與談專家
10:30 — 11:15	IOWN 誕生五年：邁向下一階段	川添 雄彥 (NTT 株式會社   Chief Executive Fellow ; IOWN Global Forum 會長)
12:15 — 13:45	光所引領的「智慧高速公路」—重新 定義 AI 與媒體的未來	主持人： 榮藤 稔 (大阪大學   先導的學 際研究機構 附屬 教 授)； 鎌田 奈緒美 ( ON BOARD, Collective Impact Leader)  與談人： 平井 郁雄 (TBS 電視臺   媒體 科技局 技術戰略局 長)； 佐藤 壯 (NEC   光網路統括部 統括部長)； 山下 達也 ( NTT DOCOMO Business   創新中心 IOWN 推進室 室長)
14:00 — 14:45	IOWN 技術解說：以全光網路與「光分 離式運算 (Disaggregated Computing)」 為核心	川島 正久 (NTT 株式會社   研 究企劃部門 IOWN 推 進室 技術總監)
15:00 — 17:00	安排參觀展覽攤位	--

## (二) 首日論壇內容摘錄

### 1. IOWN 之五年發展軌跡、技術介紹與發展

近年來，人工智慧 (AI) 技術的蓬勃發展和數位化轉型，帶動全球資料流量和計算需求爆炸性成長，現有的通訊基礎建設面臨前所未有的挑戰。傳統以電子訊號傳輸為主的網路在高頻寬、遠距離的傳輸下效率漸趨降低，不僅延遲 (Latency) 和抖動無法完全避免，能耗表現也難以滿足永續發展的要求。在這樣的背景下，日本 NTT 公司於 2019 年率先提出「創新全光與無線網路 (Innovative Optical and Wireless Network, IOWN)」構想，以光通訊為核心，打造新一代資訊通信基盤，期望在 2030 年前後實現大幅超越現行網路效能的目標。IOWN 的三大關鍵指標包括：能源效率提升 100 倍、傳輸容量提高 125 倍以及端對端延遲縮短至 1/200，藉此因應 AI 時代對高速率、低延遲且節能環保網路的迫切需求。

IOWN 構想包含多項前沿技術領域，其中核心之一是全光網路 (All-Photonics Network, APN)。APN 主張在端到端的資料傳輸中儘可能採用光訊號，從根本上減少電光轉換環節，以達到極低延遲與高能效。現行的網際網路即便使用光纖作為媒介，但其通信協定仍主要依賴 TCP/IP 等電子訊號控制；相較之下，APN 透過在通信端點之間建立直接的光纖光路或波長通道，能提供確定性 (Deterministic) 的服務品質，確保頻寬穩定、延遲可預測且抖動極低。同時，APN 採取開放式分層架構：底層是光傳輸層，提供光波長通道；中間是新一代雲端資料運算架構 (亦稱資料中心互連 DCI)，負責跨資料中心的運算與儲存協調；上層則是決定性封包網路層 (Deterministic Packet Service)，服務於終端使用者。透過這三層協同，IOWN 可在保持既有網路互通的同時，提供一條貫穿末端的光路徑。為了服務跨網域應用，APN 亦設計了多網域協調機制，透過各網路領域間的協調控制器 (類似網關)，使不同電信業者或資料中心網域間的 APN 光路互通，從而構築廣域端到端的全光通道，滿足未來應用對高速率與穩定性的嚴苛要求。

除了全光網路之外，IOWN 構想還包含光電融合元件與數位孿生運算 (Digital Twin Computing, DTC) 等要素。前者著重於開發光通信與電子運算融合的新型硬體，例如 NTT 已研製出超低功耗電晶體，以及採用薄膜技術製作的光子晶片，以期將光訊號應用從通訊層延伸進計算處理單元內部。這些技術突破奠定了 IOWN 的硬體基礎。後者 DTC 則是一種利用龐大算力與 AI 模型構建虛實對照環境的概念，可於虛擬空間中模擬現實問題並尋求最佳解決方案；IOWN 透過 APN 提供的高速連結，讓各種分散的 AI 運算資源得以緊密協作，支撐起數位孿生所

需的即時資料交換。

從構想提出至今約五年間，IOWN 相關技術已有重大進展。NTT 已於 2020 年完成首款資料中心間高速光模組開發，開始在內部網路導入 APN 實體設備，用以連接分散各地的資料中心。實際測試顯示，相較於傳統 IP 網路，透過 APN 建立資料中心對資料中心的直通光連線，可大幅降低延遲抖動至奈秒級。2023 年，NTT 更與臺灣中華電信合作，首次開通跨國 APN 實驗性路線，將東京與臺灣桃園之間約 3000 公里距離透過 100 Gbps 光路直接連接，單程延遲僅約 17 毫秒且幾乎無抖動，驗證了長距離全光通信的穩定性。2024 年下半年，NTT 在印度孟買的二處資料中心也建置了 APN 連結，進行商用導入試驗，顯示 IOWN 的應用正逐步走向全球。預計在 2025 年大阪關西世博會中，NTT 將首次公開展示 IOWN 架構下的光電融合計算系統和 APN 網路應用場景，例如以 APN 串連園區內外的分散式資料中心，實現更低能耗的即時資料處理服務。

為推動 IOWN 生態系統，NTT 亦於 2020 年牽頭成立 IOWN 全球論壇(IOWN Global Forum)，邀集國際電信營運商、網路設備商、雲端與半導體企業共同制定相關技術標準和應用場景。透過這種跨產業、跨國界的協作，IOWN 期望兼顧技術創新與互通性，降低未來部署成本，加速實現其願景。總括而言，IOWN 之技術藍圖標誌著一種全新的網路典範轉移：以「光」取代「電」作為傳輸媒介主角，並融合 AI 與雲端運算，以支撐下一代智慧社會對通信網路的嚴苛需求。



圖 3、「IOWN 誕生五年：邁向下一階段」專題演講現場照片

資料來源：本計畫自行拍攝



圖 4、「IOWN 技術解説：以全光網路與光分離式運算為核心」專題演講現場照片

資料來源：本計畫自行拍攝

## 2. 全光網路在 AI 與媒體之應用

隨著 AI 技術與數位媒體產業的融合加深，未來的內容生產與傳播模式正迅速演變。一方面，生成式 AI 被廣泛運用於影音內容的製作、分析與個人化推薦；另一方面，超高畫質影像（例如 8K 電視、VR/AR 沉浸式媒體）的傳輸需求日益提升。這些趨勢對通信網路提出了超大頻寬與超低延遲的雙重要求。傳統靠集中式資料中心和一般網際網路傳遞媒體的做法，難以滿足如即時遠端製作、雲端協同剪輯、沉浸式直播等新興應用場景。全光網路技術的引入，為 AI 與媒體產業的深度融合提供了關鍵支撐。

全光網路的高傳輸速率與低時延特性，使媒體內容的遠端製作（Remote Production）成為可能。在傳統模式下，電視臺或影音製作團隊需要將大量攝影器材與人力部署至現場，並利用微波或衛星鏈路回傳訊號，往往成本高昂且時延明顯。有了端對端的光纖高速連線後，現場採集的多路超高畫質視訊可幾乎毫無延遲地傳送至遠端製作中心，工程團隊和 AI 輔助系統能在後端即時對多機位畫面進行導播切換、特效合成和內容分析。例如在體育賽事直播中，AI 可以即時辨識畫面中的關鍵動作或球員資訊，製作中心據此生成豐富的數據圖表疊加於直播畫面中，再通過光網路傳回觀眾端。整個流程雖然地理上分散，卻因全光網路的高效連結而幾乎如同在同一現場操作。

在媒體製作與發行環節，AI 的角色越來越吃重，包括自動影片剪輯、內容識別標記、語音轉文字字幕生成、影像增強等功能。這些 AI 處理常需要大量算力並存取龐大的資料庫，適合部署於雲端或大型資料中心中。透過全光網路，高解析度的原始影音素材可以快速上傳至雲端 AI 平台進行分析，分析結果（如自動剪輯片段、推薦的廣告插入點等）再實時回傳給製作團隊。同時，多個地區的資料中心間亦可經由 APN 串接，形成一個分散式運算架構，根據負載和時區差異動態分配 AI 運算任務。例如，夜間歐洲的閒置算力可以通過全光連線用來處理亞洲白天產生的媒體資料，提升設備利用率並降低尖峰用電壓力。這種「跨區域分散處理」的模式，需要光網路提供穩定的大頻寬和可預期的低延遲，以確保媒體資料在全球範圍內自由流動且 AI 處理結果能同步交付。

全光網路還能強化終端用戶的媒體體驗。未來的娛樂服務可能結合 AI 即時互動與高臨場感，例如觀眾透過 VR 設備觀賞演唱會直播，AI 即時翻譯歌手談話內容或提供歌詞字幕，甚至根據個人偏好調整視角。此時，需要後臺 AI 對多路影音流做毫秒級處理，並透過穩定的光纖連線回傳給每個觀眾。再如大型線上遊戲賽事，同步有數百萬觀眾線上觀看並參與互動評論，AI 負責即時審查不當內容、翻譯國際選手訪談，所有這些都仰賴底層光網路確保巨量資料在伺服器與觀眾之間毫無卡頓地傳遞。對媒體業者而言，全光網路帶來的不僅是傳輸效率提升，更是服務模式的革新：可以更放心地將關鍵製播流程交由遠端 AI 系統處理，同時拓展出個人化、互動式的新媒體服務。

值得一提的是，近期已有成功案例驗證全光網路的威力。例如在一場實驗性演出中，不同城市的音樂家透過 IOWN 全光網路實時連線，實現了跨城同步合奏，遠端樂手彼此間的影音延遲低至毫秒級，觀眾幾乎感受不到地理距離的存在。此類科技與藝術結合的創新演出，展現了全光通信為遠距媒體互動所帶來的無限可能。

值得一提的是，日本總務省及產業界也在積極推動「跨域即時協作」等試點計畫，探索全光網路在媒體文化領域的應用標竿。例如內容製作業者與電信商合作，協助更多廣電業者和內容創作者評估導入，以及提供端到端確定性傳輸保障。TBS 電視臺的技術主管分享了引入全光傳輸後在遠端轉播、影片素材傳送方面的經驗，證實光網路顯著提升了製播流程的穩定性與效率；來自學術界與顧問領域的代表則提醒，推動此類創新需要產官學共同協作，不僅技術架構要成熟，內容製作流程也須相應調整，並培育跨領域人才，方能充分發揮全光網路的潛能。綜

合來看，全光網路正在為 AI 與媒體的結合搭建高速公路，使原本需要權衡畫質與延遲的難題有望迎刃而解，並催生全新的智慧媒體應用生態系。



圖 5、「光所引領的智慧高速公路—重新定義 AI 與媒體的未來」圓桌論壇現場照片

資料來源：本計畫自行拍攝



圖 6、「光所引領的智慧高速公路—重新定義 AI 與媒體的未來」圓桌論壇實景

資料來源：本計畫自行拍攝

## 二、論壇次日（7/31）內容

### （一）論壇議程

第二日專題論壇由「支持 AI 社會之次世代網路」專題揭開序幕，由軟銀株式會社專務執行董事兼 CTO 倉英幸主講，從電信事業視角說明在生成式 AI 與全雲化服務快速發展下，日本如何以網路雲化、開放架構與邊緣運算，打造可同時支撐海量連線與高可靠服務的次世代骨幹網路。隨後「Space Compass 所推動之多軌道構想與太空光通訊技術最新動向」由 Space Compass 太空資料中心事業部上席技術主幹荒木智宏接續，以日本自有多軌道衛星與太空光通訊構想為核心，闡述透過星間光鏈路與多地面站冗餘設計，實現高吞吐量、低延遲且具備災時韌性的全球資料中繼服務，說明未來國土監測、廣域通訊與資料中心延伸至軌道空間的可能路徑，呼應我國在通訊備援與太空經濟上的關注焦點。

午後議程聚焦於 IOWN 應用之具體案例。「IOWN 應用案例前線：兼顧技術創新與經濟可行性」由 Sony 技術開發研究所次世代通信技術戰略負責人、亦為 IOWN Global Forum Use Case 工作小組召集人伊東克俊主講，從實務案例出發，說明如何在全光化與分散式運算架構下，將 IOWN 技術導入影像製作、感測服務與雲端內容分發，同時評估成本結構與商業模式，使 IOWN 從研發構想轉化為具經濟可行性的服務方案。壓軸專題「IOWN 中之 All Photonics Network 最新研發動向」則由 NTT 來網路綜合研究所前沿通訊研究部部長兼主席研究員高杉耕一說明 APN 的最新研究成果，包括多芯光纖與空分多工技術、開放式 APN 架構、多網域協調控制與自動化光路重構等進展，並對其與行動回程整合、跨資料中心互連及國際標準化方向提出具體說明。

時間	會議主題	講者或與談專家
10:00 — 12:00	支撐 AI 社會之次世代網路	佃 英幸 (軟銀株式會社   專務 執行董事 兼 CTO)
12:15 — 13:00	Space Compass 所推動之多軌道構想與 太空光通訊技術最新動向	荒木 智宏 (Space Compass   太 空資料中心事業部 上 席技術主幹)
13:00 — 14:00	安排參觀展覽攤位	--
14:00 — 14:45	IOWN 應用案例前線：兼顧技術創新 與經濟可行性	伊東 克俊 (Sony   技術開發研究 所 次世代通信技術戰 略負責 Sr. Director, Head of Lund Technology Lab ; IOWN Global Forum「Use Case WG」召集人)
15:00 — 16:30	IOWN 中之 All Photonics Network 最 新研發動向	高杉 耕一 (NTT 未來網路綜合 研究所   前沿通訊研究 部 部長 / 主席研究員)

## (二) 論壇第二日內容摘錄

### 1. 支援 AI 社會的次世代網路

當前人工智慧的爆炸性成長正深刻地改變各行各業，一個全面應用 AI 的智慧社會 (AINative Society) 輪廓已逐漸成形。在這樣的社會中，從自動駕駛汽車、智慧機械人、遠端醫療，到智慧城市管理，各種場景都將大量依賴即時的資料分析與決策，而這些能力多由雲端或邊緣端的 AI 系統提供。要讓上述 AI 服務穩定運行，通信網路扮演著至關重要的角色：它必須同時具備超高速率、極低時延、高可靠度及彈性擴展等特質，方能支撐 AI 時代萬物互聯和智慧應用的需求。次世代網路的設計正是圍繞著這些目標展開，力求打造一個面向 AI 社會的全新基礎設施。

與傳統的人與人通信不同，AI 社會裡的通信很多是機器與機器 (M2M) 或裝置與雲端之間的資料交換。例如自駕車需要即時將路況影像上傳雲端，交由 AI 模型判讀後再瞬間下傳指令給車輛；工廠中的機器人彼此同步協調動作，毫秒延遲都可能影響生產精度；醫院裡的遠端手術機械需依賴超低延遲網路讓外科醫師即時操控；城市感測器網絡每日產生海量資料等待 AI 分析以進行交通與環境調節。這些應用對網路提出了前所未有的嚴苛要求：毫秒級甚至微秒級的端到端延遲、接近百分之百的連線可靠率、隨時因應突發巨量資料流的彈性，以及跨設備、跨系統的互通性與安全性。傳統 5G 網路雖已在速度和容量上大幅提升，但面對未來 10 年更複雜的 AI 應用版圖，仍需進一步演進才能完全勝任。

次世代網路的一大特徵是更緊密地結合通信與計算資源，呈現「網雲匯流」(Network-Cloud Convergence) 的形態。一方面，為降低延遲並節省骨幹頻寬，越來越多 AI 運算將部署在靠近資料源處 (邊緣雲或端側)；另一方面，這些分散的運算節點需要透過高速網路彼此連接，形成協同工作的分布式 AI 平臺。例如電信業者推動的多接取邊緣運算 (Multi-access Edge Computing, MEC) 即是在行動網路基地台附近設置小型資料中心，直接為當地用戶提供 AI 計算服務，而複雜的分析則在雲端進行。未來的網路架構將同時具備傳統通信網路功能和分佈式雲計算功能，網路節點不僅轉送資料，也能對資料進行智慧處理或快取。日本的電信事業如軟體銀行 (SoftBank) 即強調，「網路即運算」將成為新常態；而網路基礎建設要內建 AI 處理能力，透過動態網路編排，在合適的地點自動部署所需的算力資源，以服務當下的 AI 任務負載。

要實現上述願景，次世代網路導入了多項新技術。首先是在現有 5G 基礎上

演進出的 5G Advanced 和未來的 6G 通信技術，這些技術將進一步提高頻譜效率、引入太赫茲頻段等極高頻以提供每秒數百 Gb 甚至 Tb 級的吞吐量，同時透過波束賦形、多接取協作等手段降低無線介面的時延和干擾。另外，時間敏感網路 (TSN) 等確定性網路技術被引入，以保障關鍵資料流的端到端延遲和同步精度，例如工業控制領域可在本地 5G 網中部署 TSN 功能，使機器之間通訊如同實體連線般可靠。再者，網路虛擬化和軟體定義網路 (SDN) 技術將全面應用，允許營運商為不同 AI 業務動態切割出獨立的網路切片 (Network Slicing)，確保每種服務都獲得專屬的頻寬、時延等資源配置。例如醫療急救通訊、無人機聯網與娛樂串流將可在同一物理網路上運行，但彼此的性能和安全互不影響。此外，由於 AI 社會對網路穩定性要求極高，網路自動化運維 (AIOps) 和故障自癒也成為關鍵：透過 AI 即時監控網路狀態並預測潛在異常，能夠提前重新路由或調度資源，防止服務中斷。



圖 7、「光支撐 AI 社會之次世代網路」專題演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝

## 2. Space Compass 之多軌道構想與太空光通訊最新動向

面對地球空間中日益增加的通信需求與新興太空產業機會，日本 NTT 與 SKY Perfect JSAT 於 2022 年合作成立 Space Compass 公司，致力於開發宇宙統合運算網路，提出結合多種軌道資源的前瞻構想。所謂「多軌道」(Multi-Orbit) 是

指將多層次的非地面平台整合為一體，包括近地軌道(LEO)衛星、中高軌道(如 GEO 地球同步衛星)、以及平流層中的高空平台(HAPS)。Space Compass 的願景是透過靈活運用 HAPS、LEO、GEO 等不同高度的節點，打造一張覆蓋全球且高度韌性的非地面網路(NTN)，並進一步在太空中部署資料中心衛星，實現部分資料的太空存儲與處理(即「宇宙資料中心」概念)。在這個構想中，各軌道節點各有所長：HAPS 距離地表近、延遲極低且可回收維護；LEO 衛星數量龐大、覆蓋廣泛；GEO 衛星則可提供持續不間斷的視線與穩定中繼。透過多軌道協同，可望在任何時間、任何地點為地面和空中的用戶提供無縫、可靠的通信服務。

實現上述願景的關鍵技術是太空光通訊。與傳統的射頻微波通信相比，採用雷射光進行衛星與衛星間、衛星與 HAPS 間，以及空天與地面間的資料傳輸，具有頻寬高、保密性強和不受頻譜管制等優勢。然而，太空光通信也伴隨巨大挑戰，其中之一便是如何在高速移動的平臺間維持穩定的光束對準。為此，Space Compass 研發了高精度的捕獲與追蹤(Acquisition & Tracking)系統：衛星或 HAPS 上的光學終端配備了靈敏的感測器和快速作動的轉鏡，能在數百公里距離外「捕捉」對方發出的引導光束，並即時修正指向以應對載具姿態微小晃動和大氣擾動。據介紹，這套系統的指向精度可達微弧度等級，使雷射光束能精確投射到接收感光元件上而不致偏移。此外，大氣層的雲霧與亂流對光信號有明顯衰減影響，因此 Space Compass 也考慮在不同地理位置部署多個光學地面站，以確保在任一時刻總有晴空窗口可供訊號穿透。完成上述對準與抗干擾措施後，一旦建立穩定的光鏈路，兩端設備即可透過波長多工技術傳輸高速資料，單條光鏈路傳輸率可高達數十 Gbps 以上，遠超傳統衛星微波頻道容量。

目前全球在太空光通信領域的研發競爭激烈。美國的 SpaceX 星鏈(Starlink)計畫已經在第二代低軌衛星上裝備了星間雷射鏈路，使數千顆衛星形成高速網狀網路，降低對地面閘道站的依賴；美國 NASA 則成功試驗了多項太空光技術，如 LCRD(雷射通信中繼示範)衛星在 2021 年進入軌道，用以測試雷射中繼的可靠度與性能。歐洲方面，歐洲太空總署(ESA)早在 2016 年便部署了 EDRS「歐洲資料中繼衛星系統」，利用兩顆地球同步衛星以雷射鏈路中繼低軌遙感衛星資料至地面，即所稱「太空資料高速公路」。此外，歐盟計畫中的 IRIS<sup>2</sup>安全多軌衛星系統也將採用大量光通信技術以提升聯網能力。中國近年來也積極投入衛星雷射通信，2023 年發射的「試驗二十三號」衛星即搭載了高速雷射通信載荷，並於低軌與地面站間進行了超過 10 Gbps 的實驗傳輸。這些國際動向顯示，太空光通信

已成為未來衛星網路的共同發展方向，其技術成熟度正快速提高。

Space Compass 作為日本在這場競賽中的主力，除本身研發外，也積極參與國際合作與標準制定。目前該公司計劃在 2024–2025 年間率先推出靜止軌道衛星光中繼服務，透過一顆 GEO 衛星對接多顆 LEO 影像衛星的資料，下傳速率預計可達每秒數百 Gb 級，可將大量遙測影像幾乎即時送抵地面供災害監控等使用。接續，Space Compass 預計在 2025 年左右於日本上空部署試驗型 HAPS，提供局部地區低延遲通信服務，驗證 HAPS 與衛星互聯的技術細節。從長遠看，Space Compass 的多軌道網路將逐步擴充規模，並與地面 5G/6G 網路實現無縫互通。屆時，無論使用者身處都市高樓、偏遠島嶼甚至空中飛行器內，都能透過這張天地一體的網路，獲取 AI 時代所需的各種資料服務。例如災害發生時，低軌衛星可即時將現場高解析影像透過高空 HAPS 和同步衛星中繼至地面救災單位，大幅縮短資訊傳遞時間；在偏遠海域或高空載具上，乘客也能接入寬頻網路享受與都市無異的服務體驗。Space Compass 多軌道構想展現了日本在太空通信領域的雄心，以技術創新為本，同時善用不同平臺的經濟合理性，為未來的全球覆蓋通信探索出一條新路。



圖 8、「Space Compass 所推動之多軌道構想與太空光通訊技術最新動向」  
專題演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝



圖 9、荒木智宏資深研究員演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝

### 3. IOWN 典範應用最前線：技術創新與經濟合理性的兼顧

高科技的發展往往需要在「創新」與「成本」之間取得平衡，IOWN 全光網路作為一項顛覆性的次世代通信技術，其落地推廣同樣面臨經濟合理性的考驗。一方面，IOWN 描繪的性能藍圖（例如百倍能效提升、超低延遲等）對許多產業應用具有巨大吸引力，企業和公共部門期待藉此解決 AI 時代的瓶頸問題；但另一方面，部署全光網路和相關基礎設施往往意味著高昂的初期投資和轉型成本，現實中決策者勢必要考慮技術投入與產出效益的比例。因此，在推動 IOWN 的過程中，「技術創新」與「經濟合理」兩者缺一不可，需要透過創新的商業模式與合作機制來降低成本，同時鎖定高價值的應用場景以彰顯其價值。

首先，辨識並優先發展具備高經濟價值的 IOWN 應用是關鍵策略之一。現階段，全光網路最適合的典範應用多集中在對通信品質要求極高且經濟效益明顯的領域。例如分散式資料中心互連就是一個成功案例：隨著 AI 訓練對算力和能源的需求激增，各大科技公司和電信商開始將資料中心設置在電力成本低且環境友善的區域，但同時需要高速連線將各地算力整合。IOWN APN 能以極低延遲將遠距資料中心串聯成一體，讓工作負載在全球範圍內動態調度。此舉不僅提升了能源利用效率（企業可以利用離峰時段及可再生能源電力運行資料中心），還可降低整體營運成本。因此，儘管建置全光網路本身投入不菲，但在能源成本節省和算力效益提升的抵換下，整體經濟上仍划算。再如高頻金融交易領域，全光網路帶來的毫秒級延遲縮短可能轉化為巨額交易盈利，金融機構願意為此投資跨國光纖專線，這也成為 APN 國際線路（如日本至歐洲、或日本至東南亞）商用化的一大推力。

另一方面，降低 IOWN 建設成本的關鍵在於技術開放化與產業合作。過去電信光網路設備往往由少數供應商壟斷且造價高昂，而 IOWN 倡導的開放式標準和模組化設計，旨在匯聚更多廠商參與、打破專有技術壁壘。NTT 主導的 IOWN 全球論壇與國際標準組織合作，推動 APN 介面、光模組、網管協議等標準化，使電信商在建置全光網時可自由選擇不同廠商的相容設備，形成多源競爭以壓低價格。同時，開放生態也有助於引入雲服務商、資料中心業者等共同分攤基礎建設成本、分享收益。例如某些跨國海底光纜公司正在考慮將 IOWN 技術融入未來海纜中繼站和數據中心互連服務，由多方合資鋪設光纖和終端節點，使用者按需租用光通道頻寬。此類創新商業模式讓原本沉重的資本支出轉化為靈活的服務付費，有利於 IOWN 網路的規模擴大。

在追求經濟合理性的同時，IOWN 的推動並不意味著一蹴而就地替換所有既有網路，而是講究漸進式演進。電信業者普遍採取「核心優先、邊緣漸進」的策略：先在骨幹網路或資料中心互聯等關鍵節點部署全光技術，獲得立竿見影的效益，再逐步向接入網和終端延伸。這種分期實現的方式避免一次性投入過大，也允許技術在小規模環境中成熟後再擴大應用。同時，以創新思維提升 IOWN 方案的成本效益比也是重要方向。例如 NTT 開發的 Open APN 架構，強調軟硬體解耦和商用現貨元件（COTS）使用，用通用設備加上軟體定義控制即可組建光網，無需完全仰賴客製硬體，這大幅降低了系統造價。又如將 IOWN 與現有 5G ISP 網路互通，讓傳統網路在流量高峰或特殊應用時動態切換至 APN 通道，平

時則用慣常網路，這種按需疊加的模式在某些場景下能達到效益最大化。尤其，日本總務省在不斷強調，政府將透過示範專案和補助計畫引導 IOWN 的應用落地，例如資助醫療、高校實驗網路引入全光連線，並評估其成本收益，藉實證數據來說服更多單位跟進。

經濟合理性最終需要以數據說話，因此在 IOWN 應用推廣中，建立量化的效益評估模型十分重要。不少先行者已開始此方面探索：例如比較某企業引入 APN 前後資料中心運營成本的變化，或分析某智慧城市試驗中全光網路對交通 AI 系統反應速度提升的經濟價值。在論壇上，講者分享了幾個指標：每降低 1 毫秒延遲對自動駕駛經濟損失避免的價值、每提升 1Gbps 頻寬對雲服務收入的增益等。這些量化指標有助於向決策者傳達 IOWN 的投資回報。同時，與會者普遍認為，隨著技術規模化應用，設備成本自然會下降，從早期的利基市場逐步擴大至通用市場。屆時，IOWN 將從目前的應用最前線走向更廣泛的大眾化應用，如企業園區網路升級、8K 家庭娛樂、元宇宙互動等皆可能因成本下降而普及。總而言之，IOWN 的發展正展現出技術與商業並進的健康態勢：不僅在實驗室刷新記錄，更在市場上找到用武之地並創造價值。透過持續平衡創新與經濟性的策略，IOWN 有望在不久的將來成為資訊社會的新基石，帶來雙贏的局面。



圖 10、「IOWN 應用案例前線：兼顧技術創新與經濟可行性」專題演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝

#### 4. IOWN 及 APN 最新研發動態

進入 2020 年代中期，IOWN 相關技術的研發與測試在全球範圍內不斷取得新進展，特別是在 IOWN 核心組件「全光網路」方面，各項突破紛呈現。根據講者報告，在架構設計、自動控制以及傳輸設備等層面，APN 近期的研發動向值得關注。

為了讓 APN 更好地融入現有通信生態，同時發揮極致性能，研究人員針對 APN 架構進行了持續優化。一項重要進展是開發出多網域互聯方案，使不同電信業者或資料中心所部署的 APN 網域可以透過標準化介面進行協調互通。例如 NTT 在 2024 年底完成的實驗顯示，透過多網域控制器（含邊界網關 BG/BG-C 等技術）的協作，不同廠牌、跨區域的 APN 設備也能建立端到端的光通路，達成真正意義上的廣域全光互聯。此外，架構優化還體現在與既有網路的互操作性上：新研發的 APN 網關可以自適應地與傳統 IP/MPLS 網路進行協調，實現流量在 IP 路由與光路之間智能分配，讓 IOWN 能以疊加方式部署在現有基礎設施上，降低升級難度。

APN 要規模運行，需要突破傳統光網路主要依賴人工配置的瓶頸。因此各大研發單位投入大量精力於自動化光路控制技術，包括快速光路建立與拆除、動態資源分配及故障自愈等。NTT 近期開發的 APN 網路控制軟體利用 AI 演算法，可以在數分鐘內完成跨多節點的光路重構，比以往人工調度快了數十倍。這意味著當網路偵測到某段光纖出現故障或某資料流需要更低時延時，系統能自動計算替代光路並毫秒級切換，保證服務不中斷。另一方面，對網路狀態的精細監控也取得進展：研究者利用光感測技術將 APN 光纖本身作為偵測元件，實現對每條連接的損耗、抖動、環境影響的實時監測，結合 AI 分析可提前預警潛在問題。例如，在一項 O-RAN 行動網路前傳情境的概念驗證（PoC）中，研究團隊利用 APN 於長約 30 公里的光纖連結上實現了動態改道，僅用數分鐘即完成光路切換且過程中通信品質未受影響，藉由依據時間段切換遠端虛擬 DU 執行點，還達成基地台用電降低約 20% 的成果。這證明 APN 可以為行動網路帶來顯著的節能和效能優化。另一方面，網路管理上導入了意圖驅動（Intent-based）管控概念，操作員只需設定高層次需求（如某應用需端到端 0.5 毫秒延遲），控制系統即可自動在 APN 中落實配置，大幅降低了管理複雜度。

在硬體方面，APN 要求的極高頻寬和低能耗推動著新一代光通信裝置的研發。最近的突破之一是多芯光纖與空分多工（SDM）技術的應用：相較傳統單芯

光纖，新型多芯光纜能在一根纖芯中容納多達 19 芯獨立光路，搭配先進的耦合器和光放大器，整體容量成倍提升。在實驗室中，研究團隊成功以多芯光纖實現超過每秒 1 Petabit（千兆位元）的傳輸速率，向 IOWN 設定的 125 倍容量目標更進一步。另一項硬體進展是光電融合晶片的逐步成熟：NTT 與合作夥伴展示了基於矽光子技術的光收發模組，單晶片上整合了雷射、調製器及光偵測器，大幅縮小體積並降低功耗，使 APN 節點設備更易於部署。同時，這些晶片已具備與標準以太網、InfiniBand 介面相連的能力，可直接插入伺服器或路由器作為超高速介面使用。這意味著未來資料中心的交換設備將可內建 APN 連結能力，不需另設龐大的光轉接裝置即可接入全光網路。此外，在系統層面，NTT 研製的新一代資料中心互聯（DCI）技術已可將跨中心傳輸的電力消耗降至傳統方案的 1/8，且在 2025 年大阪關西萬博上進行公開展示，突顯 IOWN 技術在節能高效方面的巨大潛力。

除上述研發面向外，IOWN/APN 的推廣還體現出國際合作的趨勢。2024 年以來，日本 NICT 與歐洲研發機構展開聯合測試，驗證 APN 跨國界互聯的技術問題；美國的 Open ROADM、TIP 等開放網路社群也與 IOWN 全球論壇互相觀摩，尋求標準協同。綜合各方資訊來看，IOWN 的技術雛形已逐步從實驗室走向現實網路，近期的研發突破為全面實現 IOWN 願景奠定了基礎。未來幾年，隨著更多試點和預商用系統上線，我們有望看到 APN 在更多元環境中穩定運作，其所帶來的高效能通信也將進一步驅動 AI、雲端服務的發展。



圖 11、「IOWN 中之 All Photonics Network 最新研發動向」專題演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝



圖 12、高杉耕一部長演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝

### 三、論壇第三日（8/1）內容

第三日論壇以午間專題「SoftBank：以衛星與高空平台系統（HAPS）推動的無所不在轉型（UTX）」由軟銀株式會社產品技術本部無所不在（ubiquitous）網路企劃統括部統括部長上村征幸主講，說明軟銀如何結合衛星與平流層高空平台，作為行動網路之外的第三層覆蓋，以手機直連、高可用度與災時快速恢復為目標，建構無所不在的立體通訊架構，呈現日本在非地面通訊與行動營運策略整合上的實務布局。隨後再度安排展覽導覽，將 HAPS、衛星終端、地面開道與網路管理平臺等具體方案與上午專題內容相互對照，強化對天地整合通訊生態的全貌認識。

下午議程則回到整體策略與未來標準之高度。「支持 AI 社會的次世代資訊通訊基礎設施策略—邁向 Beyond 5G 的實現」由總務省國際戰略局技術政策課長松井正幸主講，從應用情境出發，說明如何以全光網路、分散式運算與開放架構作為 AI 原生服務的基礎設施，同時兼顧經濟可行性與能源效率，強調示範場域與跨產業協作對於推動 Beyond 5G 的關鍵作用。壓軸場次「6G：邁向標準化的教訓與建議」由東京大學工學系研究科教授中尾彰宏與芬蘭 Oulu 大學教授 Matti Latva-aho 進行對話，回顧 5G 推動過程中技術與商業應用落差的經驗，提出未來 6G 標準應在早期即納入開放互通、TN-NTN 匯流、AI 原生網路及綠色指標等要素，主張以實際需求與跨國試驗平臺為基礎，避免再度出現「規格先行、應用滯後」的情況。

(一) 論壇議程

時間	會議主題	講者或與談專家
10:30 — 12:00	安排參觀展覽攤位	--
12:15 — 13:00	SoftBank 以衛星與高空平台系統 (HAPS) 推動的無所不在轉型 (UTX)	上村 征幸 (軟銀株式會社   產品技術本部 ubiquitous 網路企劃統括部 統括部長)
13:30 — 14:00	安排參觀展覽攤位	--
14:00 — 14:45	支撐 AI 社會的次世代資通訊基礎設施策略—邁向 Beyond 5G 的實現	松井 正幸 (總務省   國際戰略局技術政策 課長)
15:45 — 16:30	6G：邁向標準化的教訓與建議	中尾 彰宏 (東京大學   工學系研究科 教授); Matti Latva-aho (University of Oulu Vice-rector for Research / University of Tokyo Global Fellow)

## (二) 論壇第三日內容摘錄

### 1. 軟體銀行之 UTX 策略：衛星與 HAPS

軟體銀行(SoftBank)身為日本電信營運商之一，在探索非地面網路(NTN)領域提出了獨特的「無所不在轉型」(Ubiquitous Transformation, UTX)策略，核心即透過衛星與高空平台(HAPS)的結合，實現隨時隨地的無縫通信覆蓋。SoftBank 意識到，目前低軌衛星(LEO)通訊市場已被 SpaceX Starlink、OneWeb 等國際業者搶佔，日本要自行投入新的 LEO 星座成本高、見效慢，不如利用自身在行動通信的經驗另闢蹊徑。其 UTX 策略正是鎖定平流層高空通信平臺的潛力：將 HAPS 視為「天空中的基地台」，與地面網路及衛星星座形成多層次的立體網路架構。

在 SoftBank 的構想中，HAPS 與衛星各擔其職、互相補充：HAPS 因懸停於 20 公里左右高空，具有與地面相近的低延遲特性，且可以採用與行動網路相容的頻段，讓一般手機無需改造就能直接連網，極大降低了終端門檻。同時 HAPS 可定點盤旋或移動至特定區域上空，提供按需的涵蓋服務。而 LEO 衛星雖延遲稍高，但覆蓋範圍廣、不受領空限制，適合廣域連接和 HAPS 之間的中繼。藉由多層協同，SoftBank 計畫打造一張地面蜂巢網、HAPS、衛星之間無縫切換的網路：平時一般用戶使用地面 5G/6G 網路，當處於偏遠地區或災害導致地網中斷時，HAPS 即刻接手提供臨時通信；若 HAPS 覆蓋不足，再由衛星補位，確保「永不離線」。

SoftBank 已針對 UTX 策略下的應用場景進行優先排序。第一優先是災害備援(B2G 服務)：地震或颱風等災害發生後 48 小時內，透過迅速升空的 HAPS 恢復受災區的基本通訊，包括語音、簡訊和緊急數據連線，為救災指揮與民眾報平安提供關鍵支持。第二是偏遠地區與離島通信(B2B2X 模式)：在沒有光纖/行動網路到達的地帶，HAPS 可長期滯空提供基本寬頻接取服務，用於遠距教育、醫療和海洋監測等。第三是臨時高流量需求(B2B 模式)：例如大型活動、演唱會期間，HAPS 作為臨時基站增補容量，緩解地面網路壅塞。第四則是產業專網，例如海上風場監控、廣闊農場的 IoT 網路或公共安全專用網等，HAPS 可依需求部署以滿足特殊場域的連線。

為了實現上述願景，SoftBank 積極參與國際標準和法規的制定。首先在頻譜方面，2023 年召開的 WRC-23 世界無線電會議上，業界成功推動為 HAPS 指配新的頻譜識別，並加強與 3GPP NTN 標準的對接，使未來 HAPS 使用的頻段能

與地面網路共存且干擾可控。其次在空域管理上，因 HAPS 載具可能是充氣氣球（LTA）或太陽能無人機（HTA）兩類，SoftBank 也與日本國土交通等部門合作，研擬長時間平流層飛行的許可制度與航空安全規範。設備認證方面，包含 HAPS 的通信酬載、地面閘道站以及用戶終端，都需建立一套檢測與認證流程以符合電波法要求，目前日本資訊通信研究機構（NICT）等單位正協助制定相關標準。更重要的是，政府也將 HAPS/衛星納入國家科技計畫，如總務省 Beyond 5G 推進計畫提供資金支持，以提升技術成熟度，預計在 2025 年前後達成實用化所需的關鍵里程碑。

SoftBank 的商業策略亦隨技術演進同步規劃。由於建置 HAPS 網路涉及高額研發和佈署成本，SoftBank 考慮採取 B2G 和 B2B 優先的模式，先以容量或覆蓋「服務」而非直接銷售硬體的方式經營。例如政府單位可租用 HAPS 提供特定區域的通信，或企業以託管/合資方式共同運營 HAPS 節點，藉由共享降低單一方的負擔。同時，服務將區分等級，依據速率、延遲和可用性劃分不同價位，例如救災用途保證最高優先權和可靠度，而一般行動寬頻則採較彈性的 SLA。為確保多層網路協調一致，SoftBank 也著手開發統一的 SLA 管理和平臺，讓地面、HAPS、衛星資源透過軟體定義網路集中調度，根據實時狀況選擇最佳路徑供應用使用。

按照規劃時間表，SoftBank 預計在 2026 年前後達成預商用上線：至少部署數架 HAPS 進行服務測試，評估覆蓋範圍、平均故障修復時間等指標是否達標，並建立多套 HAPS 互聯運作的經驗。同期還將重點解決干擾與共頻問題，透過多家行動業者共同參與的測試驗證，確保多個 HAPS 及地面網路共存時頻譜共用方案的可行，並研發出 HAPS 與地面、衛星共存時的干擾抑制機制。SoftBank 也將進行智慧手機直連 HAPS 的 D2D 測試，驗證手機不經地面基地台直接連網的可行性。最後在供應鏈成熟度上，需確保飛行載具、通信設備、能源系統與地面閘道等各組件都達到長期穩定運營的要求。

整體而言，軟體銀行的 UTX 策略展現了日本業者在天地融合通信上的開創性思維：避開直接與國際巨頭競爭飽和的低軌市場，轉而發揮自身在行動網領域的優勢，結合 HAPS 新技術開闢一片藍海。透過衛星與 HAPS 的巧妙組合，SoftBank 期望能搶先建立一套覆蓋日本全境乃至全球的全天候、全方位通信網路，不僅作為地面網路的延伸和備援，更有潛力發展成未來 6G 架構中的重要一環。在 COMNEXT 2025 論壇上，SoftBank 主管特別強調無所不在將是該公司未來網

路服務的標誌，也即無論都市或偏鄉、晴天或災時，用戶都能連接到所需的資訊；而要達成這一點，正是衛星和 HAPS 融合創新的價值所在。



圖 13、「SoftBank 以衛星與高空平台系統（HAPS）推動的無所不在轉型（UTX）」專題演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝

## 2. 支撐 AI 社會的次世代資訊通信基盤策略

為迎接 AI 驅動的社會變革，各國政府與產業界皆將打造次世代資訊通信基盤視為當務之急。所謂「基盤」，不僅指高速網路本身，更包含計算、數據、安全等多維度要素的整合。在 COMNEXT 2025 展會中，多場論壇從政策、技術與國際合作角度探討了如何構築能支撐 AI 社會的未來通信平台。日本作為全球資訊科技領域的先進國，其經驗值得借鏡。

日本政府提出的「Beyond 5G」（後 5G）戰略，即著眼於 2025–2030 年代的新網路基盤。在官方展區展示的「Beyond 5G ready Showcase」介紹中，明確指出：為了成為 AI 社會的基礎設施，下一代資訊通信系統必須能夠連結各領域的 AI 和數據中心，實現低延遲、高可靠、低能耗的特性。日本總務省正在推動多項舉措落實這一願景。首先是研發投入方面，政府設立專項資金透過 NICT 等機構支持關鍵技術攻關，包括全光網路、6G 射頻元件、量子加密通信、AI 網路安全等。同時成立 Beyond 5G 推進聯盟，凝聚電信、IT、設備製造等產學研力量共同制定技術路線圖。其次是示範應用與標杆案例：政府資助在醫療、教育、交通等

領域部署試驗性的 AI 網路基盤。例如在某遠距醫療試點中，利用 5G/光融合網路實現了 MRI 影像即時傳送與專家遠端會診，提高了偏鄉醫療服務品質。這些案例不僅驗證技術可行性，也在政府內部建立了跨部會協調機制（通信部門與衛生、教育等合作），為未來更大規模的 AI 網路建設掃清障礙。

AI 社會的網路基盤需要全球協同才能充分發揮效益，因此日本非常重視參與國際標準與合作機制。日本主導成立了 XG（Next Generation）Mobile 推進論壇（XGMF），與歐美的 Next G Alliance、6G Flagship 等組織緊密合作，分享 6G 研發進展與試驗平台，目標是在頻譜規劃、開放架構（如 Open RAN）、網路綠色指標等方面達成共識，確保未來標準的互通性與普惠性。事實上，在 COMNEXT 論壇的討論中，各國專家都強調了「Resilience（韌性）、Sustainability（永續性）、Inclusivity（包容性）」將是 6G 設計的三大指導原則：韌性意味網路要有強健的自癒和抗毀能力，哪怕局部遭災也能維持 AI 服務運轉；永續性要求降低碳排放和能源足跡，以環保方式支撐海量設備連線；包容性則關注彌合數位落差，確保偏遠地區、開發中國家也能公平享有新基盤帶來的智慧服務。因此，日本在制定自家策略時，也特別將地方共創納入考量，如鼓勵地方電力公司、鐵路公司參與 5G/6G 本地網路建設，探索多元主體合作模式來提升偏鄉覆蓋。

AI 社會的通信基盤不僅追求性能，更要求強大的安全性與信任保障。由於未來幾乎所有公共服務和關鍵基礎設施都將依賴這張智慧網路，一旦遭受網絡攻擊或 AI 系統被竄改，後果不堪設想。日本在此領域的策略是打造「安全與信賴之網路」（Secured & Trusted Network）。

構建支撐 AI 社會的次世代資訊通信基盤並非一勞永逸，而是一個需要持續演進的過程。日本的經驗顯示，從 5G 邁向 6G，不僅是技術指標的提升，更是生態系統的重塑：電信營運商從單純提供連線，轉型為數據與智能服務的協作者；政府從監管者，轉為積極的協調者和投資者；產學界從各自研發，變成開放合作的聯盟。本場講者展望了 10 年後的願景：或許「通信」這個詞將逐漸隱沒在人們意識中，因為網路將如空氣與水般無處不在且可靠運行，而其上承載的是無數 AI 代理與人類的互動。同時也有人提醒，唯有基盤的發展始終以人本需求與社會價值為依歸，科技進步方有意義。因此，次世代資訊通信基盤的建設，終究是為了支撐一個更加安全、便利又具人文關懷的 AI 社會。日本經驗所透露出的，即是這樣一條在技術與制度、創新與包容之間平衡的路線。



圖 14、「支撐 AI 社會的次世代資通訊基礎設施策略—邁向 Beyond 5G 的實現」專題演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝

### 3. 6G：邁向標準化的教訓與建議

隨著 5G 進入成熟期，全球通信業界已將目光投向下一代移動通信—6G 的研發與標準化進程。展望 2030 年左右的 6G，業界既興奮於其革命性技術潛力，也從 5G 的經驗中吸取了寶貴教訓。在 COMNEXT 2025 壓軸的 6G 專題中，來自日本東京大學和芬蘭 Oulu 大學的專家共同分享了 5G 部署五年來的反思，以及為 6G 順利標準化提出的建議。

在 5G 於 2019 年左右陸續商用後，各國營運商投入巨資建設網路。然而回顧過去五年，5G 並未像上一代 4G 那樣迅速帶來等同規模的利潤增長，反而暴露出商業生態與技術應用落差的問題。專家總結了幾點教訓：其一，5G 要成功盈利，需要建立強固的夥伴生態系。單靠電信事業自身難以創造足夠的新應用，必須與垂直行業（製造、醫療、交通等）深度合作，共同開發利用 5G 特性的解決方案。其二，本地及專網的重要性被低估了。實證表明，工廠、園區等場域對 5G 專網（Local 5G）網路有強烈需求，它們願意為定制化的高速低延遲網路買單，這成為營運商新的營收來源。其三，基礎建設的投資可持續性需注意。5G 初期熱潮後，營運商紛紛壓低資本支出，顯示大規模鋪設新站台的模式難以長期維繫。這提醒我們在規劃 6G 時，需尋找降低成本的方法，例如透過共站共網、開放硬體等提高投資效率。上述經驗將成為制定 6G 標準和部署策略時的重要參考。

根據雙方的對談，6G 被構想為一個「地面-空中-太空」的無縫融合、並深度結合 AI 技術的通信基盤。從頻譜上看，6G 將更充分地利用高頻乃至太赫茲頻段，以提供數十 Gbps 乃至更高的峰值速率；這也使得 6G 網路能支撐數位孿生、高精度感測等需要超低延遲的創新服務。另一方面，6G 將是 AI 原生 (AI-Native) 的網路：AI 不僅是用戶業務的組成部分，更將嵌入網路本身，用於流量預測、資源調配和故障處理，使網路具備自我最佳化能力。這種 AI 驅動的自律網路能即時分析海量運營數據，調整網路參數以適應動態需求，同時能快速偵測並緩解網絡攻擊等異常狀況。然而，講者也強調，6G 在引入 AI 的同時，勢必要解決資料安全與 AI 倫理問題：網路將蒐集並學習海量用戶數據，如何保護隱私、防篡改，以及確保 AI 決策公平透明，都是 6G 標準制定者需面對的課題。

為了避免重蹈 5G 初期各自為政、應用遲滯的覆轍，6G 在標準化階段就應秉持開放合作與需求導向的原則。首先，在設計 6G 架構時要將韌性、永續、包容 (Resilience、Sustainability、Inclusion) 三大目標置於核心。這意味著 6G 標準不僅要追求極致性能，還應加入衡量網路環境影響和社會效益的指標。例如設定「綠色 KPI」來量化每比特能耗、碳排放，並在協議中考慮能源效率的優化；又如要求設備商報告網路設備生命周期的環境影響。包容性方面，6G 標準討論時需要更多新興經濟體參與，避免僅有少數先進國家主導，以確保標準適用廣泛場景而非過度昂貴複雜。其次，加強國際測試平台聯動和開放研發。當前日本 XGMF 與芬蘭 6G Flagship 已簽署合作備忘錄，計畫互相開放試驗床資源，讓研究人員可在不同國家的 6G 試網上驗證想法。類似地，歐美、亞洲多邊的合作將使各方更了解彼此需求，為標準一致打下基礎。第三，6G 標準應延續 5G 以來推動的開放網路趨勢，如 Open RAN 等。將開放介接和互通性寫入標準，可鼓勵更多廠商加入生態降低成本，也使得網路部署更靈活可組合，對後進國家建設 6G 網也更友好。最後，政策制定者也應提早介入 6G 標準化進程，在頻譜國際協調上預先布局，尤其如衛星和高空通信所需頻段，必須在 WRC 等場合達成全球一致才有利於產業發展。

總之，6G 的藍圖雖然雄心勃勃，但 5G 的種種啟示將使 6G 走得更加穩健。只有彙集跨產業的智慧、堅持以人類社會的整體利益為出發，6G 標準化才能避免空轉，真正成為下一代智慧社會的堅實支柱。日本與芬蘭專家的對話顯示，通往 6G 的道路需要技術創新與生態建設雙軌並進：一方面聚焦尖端技術研發，另一方面則以開放合作和需求導向。



圖 15、「6G：邁向標準化的教訓與建議」對談實景

資料來源：本計畫自行拍攝



圖 16、Matti Latva-ah 教授演講實景

資料來源：本計畫自行拍攝



圖 17、中尾彰宏教授對談實景  
資料來源：本計畫自行拍攝

## 四、展覽現場 5G 專網 (Local 5G) 考察概要彙整

### (一) 東京大學 Local 5G 應用案例

東京大學中尾研究室聯合山梨縣富士山科學研究所，於富士山五合目實施了 Local 5G 應用實證，聚焦登山救援與防災通信場景。富士山每年登山客逾 20 萬人，屬火山災害高風險區域，當前通訊基礎薄弱且易受極端天候影響，急需強韌自營通訊網路確保遊客安全。實證專案利用一套小型可攜式 Local 5G 基地台結合低軌道衛星(LEO)回傳鏈路，在偏遠山區快速部署行動寬頻覆蓋，使具 Local 5G 模組之終端設備（如智慧型手機、移動式路由器等）即使處於山岳或海洋等人口稀疏地帶，仍可透過衛星連結公共網路。此舉展示了一般地方單位（如地方政府、大學等）自主建置「生命線」通訊基盤的可能性，即在災害等緊急情況下透過自營 Local 5G 網路提供寬頻通信服務。



圖 18、東京大學中尾研究室展示之山區救難車

資料來源：本計畫自行拍攝



圖 19、東京大學中尾研究室展示之山區救難車：小型可攜式 Local 5G 基地台結合低軌道衛星回傳鏈路與電池

資料來源：本計畫自行拍攝

技術架構上，東京大學與 NEC 公司開發了「掌中 SDN 基地台」，將 5G gNB 無線基地、5G 核心網與 MEC 邊緣計算整合於防水防塵之小型伺服器箱內，可由單人手提運送並以可充電電池供電。該裝置耗電僅約 90 瓦，內建 4 組 1 瓦功率的天線，能在無市電及無回程鏈路環境下長時間運作並提供室內外寬頻覆蓋。藉由軟體定義網路 (SDN) 技術，此可攜式基地台可快速完成設置與路由調配，並依需彈性啟用應用功能。實證現場將系統安裝於八輪全地形載具上進行測試，確認整套系統可獨立架設於車載等移動平台，在需要通信的地點即時展開。在 2022 年 11 月的富士山救難演練中，團隊成功透過 Local 5G 網路即時將高畫質影像和數據傳回地面指揮中心，同時透過衛星備援實現對外通信。結果顯示 Local 5G 結合衛星回傳可大幅提升偏遠地區之資訊蒐集與應急通信能力，有效支援噴發預警、傷員搜救等減災任務。



圖 20、東京大學中尾研究室展示之掌中 SDN 基地台

資料來源：本計畫自行拍攝

在政策意涵方面，此案例係總務省「課題解決型 Local 5G 實證計畫」的一環，旨在驗證 Local 5G 作為安全資訊通信基盤的可行性。實證證明，在現行法規允許的緊急狀況下，地方單位運用自營頻譜與臨時實驗許可即可部署移動式 Local 5G 基地台，有助於彌補商用網路覆蓋死角，加強山區觀光地的通信韌性。惟根據日本現行規定，一般情況下 Local 5G 基地台須固定設置，不得隨意移動（緊急通訊除外）。

隨著日本 Beyond 5G 戰略推進，此類「衛星-Local 5G 匯流」混合網路將成為偏遠地區防災的重要解決方案，也為我國在偏鄉災害應變通信提供了參考借鏡。

## (二) 日本無線 (JRC) Local 5G 應用案例

日本無線株式会社 (JRC) 展示了一套基於 Local 5G 的智慧工業安全解決方案。要之，傳統產業現場多以對講機 (LMR) 維護通信，僅能傳輸語音及簡訊等有限資訊，難以及時掌握人員位置或提供多媒體支援。工安意外發生時，管理者往往缺乏現場即時影像與記錄，事後追溯和責任釐清亦不易。

關其技術架構，JRC 結合其專網通信技術與智慧終端設備，開發出雙向即時通信與定位系統。現場人員配備一款 Android 作業系統的堅固型對講終端，具備一鍵雙向通話功能和 GPS 模組。透過 Local 5G 專網，管理中心可即時定位並顯示每部終端的位置，掌握作業人員動態。系統亦內建語音辨識 AI，將對講語音內容同步轉錄為文字存檔，形成完整通話紀錄。同時，Local 5G 高頻寬低延遲的特性允許傳輸現場高畫質影像與感測數據至雲端平台供分析，突破以往模擬對講無法傳輸影像的限制。



圖 21、JRC 展示之雙向按鍵式發話終端

資料來源：本計畫自行拍攝

該智慧工安系統已在工廠、建築工地等場域進行測試。透過 Local 5G 網路的高可靠傳輸，即時將現場影像和語音回傳中控室，管理人員能同步監看作業畫面並掌握人員位置，顯著提升了作業監督效率和安全性。而語音自動轉錄功能為日後事故調查提供了客觀紀錄，亦便利班組交接和培訓。JRC 於汽車零部件測試場的實例表明，5G 專網系統讓車輛測試數據和高清視頻即時回傳分析，研發效

率提升，且測試人員與遠端工程師可隨時通話溝通。這類成果印證 Local 5G 應用於工業現場通信可大幅改善資訊流通及決策速度，強化現場安全管理。

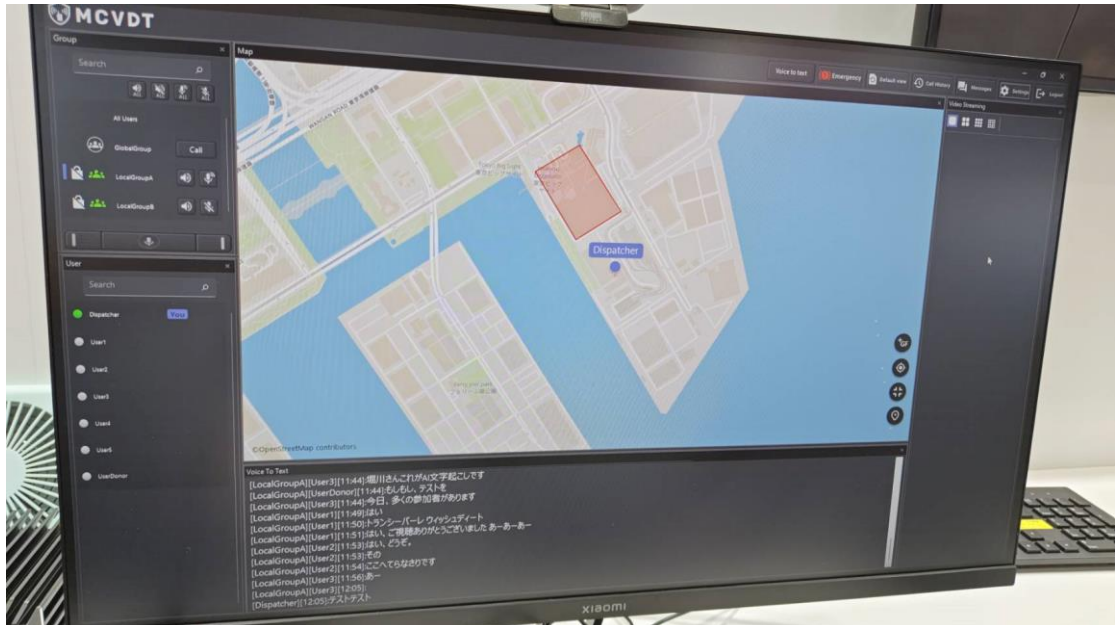


圖 22、JRC 展示之定位與對話 AI 生成文字紀錄系統

資料來源：本計畫自行拍攝

JRC 的案例展現 Local 5G 在專網領域的創新價值，日本政府自 2020 年底開放 Local 5G 商用以來，積極鼓勵製造業、公共設施導入自營 5G 網路，以促進產業數位轉型和勞安改善。JRC 亦與 ICOM 等無線電廠商合作推動專網設備外銷，瞄準警消、礦業等公共安全市場，共同拓展 Private LTE/5G 解決方案版圖。

隨著我國 5G 專網之推廣，類似日企經驗顯示透過產官學合作研發具定位、影像與語音智能分析功能的專網系統，有助於提升勞工安全與產業競爭力。

### (三) 軟體銀行交通系 Local 5G 應用案例

軟體銀行在交通運輸領域亦積極導入 Local 5G，特別著重於高畫質、低延遲的影像識別應用。要之，隨著日本於 2023 年解禁 L4 自動駕駛上路和無人機目視外飛行，車路協同與空中監測對即時影像傳輸需求驟增。公共道路場景中，自駕車輛可能遭遇感測器故障或突發狀況，亟需透過外部網路獲取環境資訊支援決策。SoftBank 針對此痛點研發了遠端駕駛輔助系統，於 2025 年 2 月在慶應大學湘南藤澤校區測試透過 Local 5G 與 MEC 邊緣 AI 協同來提升行車安全。

該系統利用 5G 獨立組網 (SA) 的高速鏈路，將自駕車前置攝影機的即時影像串流上傳至路側 EdgeAI 伺服器。Edge 端搭載高效能 GPU 並運行交通場景 AI 模型，能在毫秒級延遲內完成影像分析與物體辨識。實測中，車載攝影機拍攝的彎道路況畫面透過 5G 上傳後，邊緣 AI 即時識別出前方障礙物及路面狀態，並將結果回饋車輛控制系統協助其自主安全停車。同時，SoftBank 開發了交通理解多模態 AI，結合日本道路知識庫，可對更複雜的情境提供判讀，彌補單純影像辨識的不足。此套系統充分利用 Local 5G 的低時延特性，實現「車-路-雲」協同的智慧交通監控。



圖 23、軟銀展示之交通系高畫質、低延遲之辨識系統

資料來源：本計畫自行拍攝

試驗結果證實，藉由 Local 5G 與 EdgeAI 融合，遠端駕駛支援系統可在車輛自身感測失效時介入，順利引導車輛緊急避險停車。高解析度影像的即時傳輸與辨識，大幅提升了自動駕駛的安全冗餘。未來此技術可延伸應用至高速公路基礎設施監控和鐵路巡檢：例如無人機搭載 4K 攝影機在偏遠水壩或橋樑上空巡航，透過上空用 Local 5G 即時回傳影像以進行 AI 判讀，能使基礎設施點檢更有效率。

日本政府近年來積極鬆綁頻率管制以支援此類創新。總務省已於 2023 年 8 月初公告放寬 Local 5G 在海域及空中之靈活運用規範，容許在無人機等空中平

台導入 Local 5G 技術，同時將空中通信與地面頻段隔離管理，以降低互干擾。此舉預期將大幅提升「Local 5G+無人載具」模式的可行性，各地可利用無人機搭載 5G 裝置執行災害偵察、交通巡邏及物流配送等任務。軟銀公司本身也在推動平流層 HAPS 高空基站計畫，透過空中基站延伸 5G 覆蓋以因應偏遠地區需求，顯示日本正朝地空一體的 5G/NTN 融合網路邁進。

對我國而言，日本經驗說明了在政策支持下，結合在地 5G 專網與先進 AI 應用，可有效促進智慧交通與無人載具產業發展，同時強化公共安全保障。

## 伍、結論

本次參訪的最大之心得，首先是日本產官學 IOWN 與 APN 為核心的全光化路徑，將過往「盡力傳輸」，轉化為可被承諾與驗證的服務，以延遲、抖動、可用度與重路由時間等指標作為契約式管理的主軸；以 Local 5G 與 O-RAN/vRAN 為骨幹的專網實務，則把雲、邊緣與無線資源編排拉到同一個控管面板，引導企業採用。同時，以多軌衛星與 HAPS 代表的 NTN 則補齊覆蓋與韌性之缺點，並朝與地面網路匯流。

在 5G/6G (含 5G 專網) 方面，日本政府攜手 NTT 集團，將 5G 專網形成隨選套餐式的服務，公開透明的價格，降低了導入的不確定性，也讓業主得以比對多家方案。6G 的討論亦回應此趨勢，將 AI 原生、網雲融合與 TN/NTN 融合放在比頻譜供給更重要的位置，代表產業坦然面對 5G 初期「技術超前、用例滯後」的教訓，選擇以可用的 B5G 作為踏板，先優化網路切片及其管理，讓需求拉抬一次到位。

光通訊技術的收穫亦相當豐碩。全光化的價值，並非抽象的理想，而是直接落在媒體遠端製作、多視角沉浸式直播與影像 AI 雲端處理這些頻寬高敏感應用上。APN 的端到端光路為這些工作流提供毫秒級延遲與奈秒級抖動，AI 的字幕、審核與增強可以與製播導播同步發生，讓內容產業看到可計價的差異化服務。更進一步，分散式資料中心與再生能源的結合，透過 APN 把運算負載依照電價與綠電可用性跨域調度，讓能效紅利與確定性紅利同時實現，這也回應公共部門對淨零與資料主權的雙重期待。從研究與工程角度觀察，多網域協調控制、意圖驅動的光路配置、快速重路由與自癒能力，已足以支撐規模化與商業化。因此這意味著我國若啟動跨資料中心的 APN 先期佈建，也能進一步實現吸引各國資料中心落地、成為「資料中心島」、AI 國家之願景。

至於衛星及高頻通訊的討論，則把韌性與全域覆蓋具體化。Space Compass 的多軌道構想，利用太空光通訊打通星間與星地高速中繼，並以多站冗餘規避氣象風險，對高吞吐影像回傳與災防監測是一大助力。相對地，軟體銀行的 UTX 路線，聚焦以 HAPS 作為天空中的基地台，與地面網與 LEO/GEO 星座組成立體網路，強調手機直連、災時快速恢復與臨時高載。兩條路徑的共同語言，不再是「誰的頻寬更大」，而是「在什麼情境下保證什麼等級的服務」，也就是把 NTN

帶進與地面 TN 相容的 SLA 範式。這對島嶼型國家格外重要，因為離島、山區、海域的公共服務、交通與能源場站，都需要一致的通聯承諾與跨層切換。換言之，若能在外離島與山區率先完成 HAPS+地面回傳測試，並以太空光通訊作為回傳選項，將可形成「平常可用、災時可靠」的國土通訊韌性模型。

	5Gの表現に向けて			閉会小標
COM-S12	6G：標準化に向けた教訓と提言	08月01日(金)	15:00~16:30	東京ビッグサイト 南展示棟

### お客様情報 / Your Information

受付番号/Registration No.	601870	氏名/Name	王 牧寰
会社名/Company	財団法人テレコム・テクノロジー・センター	部署名/Department Division	プライベート5G推進室

## 陸、建議

### 一、5G 專網政策之方向

日本的 5G 專網政策隨產業需求逐步調整中。首先，出國人員藉由拜會我國廠商亞旭於日本之攤位，深入瞭解其與日本電信事業 NTT 東之合作、出口海外梗概，認知到總務省為了真正支持產業實際導入運用 5G 專網，與政府持股、配合國家政策之電信事業 NTT 東合作，由其推出價格透明之 5G 專網申設方案，以使場域主得以正確評估成本並安心申請。此價格透明之 5G 專網申設包括買斷制與租賃制，舉凡價格公開透明，以及租賃制的開價，皆為我國目前 5G 專網 SI 業者所尚未實施者，相當值得借鏡。

#### 4. NTT-GIGARAKU 訂閱制價格表

初期費用			每月費用		
初期費用附屬品(伺服器機櫃等)：約 88 萬日圓(約新台幣 18 萬)起；機器設置施工費等：約 132 萬日圓(約新台幣 27 萬)起 <small>(以上依使用環境不同，費用會有所差異。)</small>			5G核網(CU/DU)、回傳線路、整體IT外包、基本使用費：30.7 萬日圓(約新台幣 6 萬)起；室內基地台(基地台及天線使用費)：約 2.6 萬日圓(約新台幣 5 仟)起 <small>(回傳線路需另申辦NTT東之光纖網路服務。)</small>		
項目 (最低使用期間為24個月，提前解約需支付違約金)	數量	金額			
基本費用	基本使用費	地點	306,900 円		
	基地台及天線使用費	室內基地台(含天線)	台	26,400 円	
		室外基地台	台	26,400 円	
		天線	第1類	組	7,700 円
			第2類	組	13,200 円
選加費用	基地台及天線追加使用費	室內HUB	台	59,400 円	
		其他	台/組	與「基地台及天線使用費」之基本使用費相同	
	通道卡 (7台基地台以上可設置)		式	67,100 円	
	數據網路名稱(DNN)		DNN	11,000 円	
	執照取得服務費		地點	110,000 円	

(光纖網路費用另計)

圖 24、NTT 東之 GIGARAKU 5G 訂閱制價格表

資料來源：NTT 東<sup>1</sup>；本計畫自行翻譯

<sup>1</sup> 參見：<https://business.ntt-east.co.jp/service/gigaraku5g/fee.html> (最後瀏覽日：2025/10/1)



圖 25、出國人員拜會亞旭攤位，瞭解其在出口至日本的各項方案與設備  
資料來源：本計畫自行拍攝

另一方面，日本總務省為了配合產業實際的需求，也即包括海上使用、無人機等應用，亦逐步改革 5G 專網制度，持續放寬法令。關於海上利用，目前已開放運許於海岸及固定的海上結構物使用；而無人機的部分，除了臨接機場等危險地區，亦開放一定高度以上之無人機使用，避免以「土地場域」限制高空之無人機應用。也值得我國相關法令改革之參考。

## 二、我國未來導入全光網路之思考

日本之所以能權利扶植 IOWN 之催生、測試與商轉，除了為打造 AI 時代分

散式能源結構進而支援分散式的資料中心模式外，更重要的，是日本如同英國等國，已決策廢除銅絞線用戶迴路，因此省下龐大的維修維運費用。然而我國目前尚未有類似政策之形成，因此在主要固網業者中華電信同時維運舊用戶迴路與光纖迴路之前提，要大幅導入 APN，委實不是易事。

雖然中華電信已於近年與日本 NTT 進行海纜之 IOWN 測試，但離實際導入臺灣內部使用，恐怕仍有相當時日。要之，全光網路之普及，仍尚未看到可能；但以臺灣地緣之優勢，仍可吸引諸多網路交換中心、資料中心及海纜登陸。由是，若在此重要的關鍵設施間，以 APN 加以串接，並利用各地的再生能源，同樣也能達成特高速國際連線、國際級網際網路交換的效果。

### 三、我國未來 HAPS 運用場景之想像

我國目前已於諸多行政院層級核定之計畫中，進行 HAPS 的測試，惟基於地理環境如颱風等因素，加諸我國地面行動網路已相當普及，即便偏鄉地區仍欠缺商業吸引力及商業可行性。基此，要組件大規模之飛行團隊，恐怕相當不易。再者，目前我國所測試者，如本中心所參與之台東測試，多為熱氣球，並不如日本以飛船為之，具相當的移動能力，因此無論是商用或救災使用，都尚未形成良好的解決方案。

基此，或可考慮將所需飛行機隊之管理與停泊，與軟銀簽約，全數外包予日本軟銀，並停泊於鄰近臺灣的沖繩西南諸島；當臺灣災情發生等需求，再短距離移動至臺灣災區之上空，以此節省研發、測試或閒置之經費。

最後，關於總結，打造支援 AI 社會的次世代網路，不僅是技術問題，更需要產業生態系統與政策面的合力推動。日本政府已將 Beyond 5G 研發列為國家重點，總務省與 NICT 等投入大量資源於相關領域，包括資助通訊晶片、光通信、量子加密等關鍵技術開發，以及設立測試平台供產學研合作驗證。電信業者方面，也在積極布局 AI 網路：從核心網路架構改造、邊緣計算節點建置，到與雲服務商協作開發創新應用。國際合作亦不可或缺，日本企業和研究機構透過 IOWN 全球論壇、3GPP、ITU 等組織與歐美夥伴共享成果，共同制定未來網路標準。可以預見，支援 AI 社會的網路將不再只是通信管道，而是一個融合了感知、計算、存儲與通信的智慧基盤。它讓 AI 無所不在地滲透到社會每個角落，同時確保這張神經網路本身具備可靠性和韌性，足以承載人類對智慧生活的美好期許。

## 柒、檢附相關資料

### 一、論壇議程表

**COMNEXT**  
3rd Next Generation Communication Technology & Solutions Expo

**受講券 Conference Ticket**

会期：2025年7月30日[水]～8月1日[金]  
会場：東京ビッグサイト  
主催：RX Japan (株)

スマートフォンのQRコードを読み取り、  
受講券を送る

Dates: July 30 [Wed] - August 1 [Fri] Venue: Tokyo Big Sight, Japan  
Organiser: RX Japan Ltd.

#### お申込み情報 / Your Application Information

この受講券は、下記に表示されている講演で使用できます。複数の講演が表示されている場合は、本券1枚で全ての講演を受講できます。/ This ticket is valid for the following sessions.

ID	講演内容/Session Details	講演日/Date	講演時間/Time	会場/Venue
COM-K1	IOWN誕生から5年 さらにその先に向けて	07月30日 (水)	10:30～11:15	東京ビッグサイト南展示棟
COM-S9	光が導く“インテリジェンスの高速道路”—AIとメディアを再定義する未来	07月30日 (水)	12:15～13:45	東京ビッグサイト南展示棟
6G-1	IOWN技術解説 APN、光ディスアグリゲータッドコンピューティングを中心に	07月30日 (水)	14:00～14:45	東京ビッグサイト南展示棟
L5G-6	ローカル5G導入における高速化手法	07月30日 (水)	15:30～16:00	東京ビッグサイト南展示棟
COM-K2	AI社会を支える次世代ネットワーク	07月31日 (木)	10:30～11:15	東京ビッグサイト南展示棟
FOE-5	Space Compassが目指すマルチオービット構想と宇宙光通信技術の最新動向	07月31日 (木)	12:15～13:00	東京ビッグサイト南展示棟
L5G-10	ローカル5Gの商用事例と関連製品のご紹介	07月31日 (木)	13:30～14:00	東京ビッグサイト南展示棟
6G-3	IOWNユースケース最前線：技術革新と経済合理性の両立	07月31日 (木)	14:00～14:45	東京ビッグサイト南展示棟
FOE-7	IOWNにおけるAll Photonics Networkの最新研究開発動向	07月31日 (木)	15:45～16:30	東京ビッグサイト南展示棟
COM-S11	ソフトバンクの衛星・HAPSによるユビキタストランスフォーメーション (UTX)	08月01日 (金)	12:15～13:00	東京ビッグサイト南展示棟
COM-S8	AI社会を支える次世代情報通信基盤戦略 -Beyond 5Gの実現に向けて	08月01日 (金)	14:00～14:45	東京ビッグサイト南展示棟
COM-S12	6G：標準化に向けた教訓と提言	08月01日 (金)	15:00～16:30	東京ビッグサイト南展示棟

#### お客様情報 / Your Information

受付番号/Registration No.	601870	氏名/Name	王 牧實
会社名/Company	財団法人テレコム・テクノロジー・センター	部署名/Department Division	プライベート5G推進室

二、與總務省官員交流、對接

