

出國報告（出國類別：開會）

出席亞洲通訊傳播高峰會暨展覽
(CommunicAsia2023 Summit)
出國報告

服務機關：國家通訊傳播委員會

姓名職稱：王怡惠 委員

簡嘉佑 科長

派赴國家/地區：新加坡

出國期間：112年6月6日至6月10日

報告日期：112年8月○日

摘要

亞洲科技x新加坡(ATxSG)係新加坡年度舉辦之亞太地區大型科技博覽會，本次 ATxSG 2023 由新加坡資訊通信媒體發展局 (Infocomm Media Development Authority, IMDA) 擔任指導機關之一，匯集當前最熱門之科技主題，規劃 BroadcastAsia、CommunicAsia、SatelliteAsia、TechXLR8 Asia 和 Innovfest x Elevating Founders 等五個大型展館，其中「CommunicAsia」係專注於行動通信技術之會展，並設有高峰會論壇，參與人來自不同領域關注行動通信發展人士，涵蓋政府監理機關、跨國商協會、學界、電信服務供應商、設備與終端供應商、技術與解決方案供應商、雲端與資訊服務供應商、及垂直產業經營者等，在為期 3 天之會議中共同交流探討行動通信科技最新應用、產業發展趨勢、及促進整體產業生態系乃至於提升國家社會發展之積極作為。

鑒於全球已有相當多國家、電信商導入第五代行動通信技術(5G)，多數早期佈署者已具備一定程度 5G 涵蓋率、用戶及應用方案，本次「CommunicAsia 2023」所規劃之討論議題集中於各區域 5G 佈署進程、技術採用、遭遇挑戰及解決方案、5G 可能之商業與獲利模式、及對未來 6G 的想像等；另外，隨近年雲端技術、衛星通信、生成式 AI 發展，本次峰會也安排許多主題探討新興科技與傳統電信之結合與跨產業間

之互動關係；此外，可持續性發展及行動通信資安等，也是本次峰會論壇關注之焦點。整體而言，有別過往 5G 推動初期著重於「5G 簡介」、「鼓勵導入 5G」之討論角度，本次會議進一步討論 5G 生態系之建立、與不同科技與產業之合作方式，並著重探討 5G 可能之商業、應用模式及對整體社會發展之價值。

另外，本次出訪特別安排參訪新加坡最大，同時亦為亞太地區跨區經營之大型電信公司 Singtel，除觀摩其已導入 5G 獨立組網(Standalone) 之新興應用，並汲取跨國大型電信事業對於 5G 發展應用、商業模式及整體市場競爭之最新看法，期對於本會監理實務面促進電信市場發展、造福消費者利益等施政目的具正面助益。

目錄

壹、出席會議目的	5
貳、會議行程	6
參、會議內容	9
肆、心得與建議	50

壹、出席會議目的

「CommunicAsia 2023」為新加坡每年固定舉辦之行動通信科技及 ICT 趨勢年度盛會，由 IMDA 擔任指導單位，並邀各國產、官、學代表參加，本次會議訂於 112 年 6 月 7 日至 9 日，所討論議題涵蓋 5G 發展與創造獲利模式、弭平數位落差、導入新興新科技、衛星通信技術及跨產業競爭合作議題等（詳 p.6、p.7 議程），均與本會作為我國通訊傳播監理機關職司「健全電信產業發展」、「鼓勵創新服務」、「增進技術發展」及「保障消費者權益」等施政目標息息相關。

作為亞太地區數位社會之標竿國家，新加坡具備堅實之電信基礎建設及蓬勃之電信市場，本次出訪亦特別安排至新加坡最大之電信公司-Singtel 參訪，期從大型跨國業者角度，瞭解新加坡電信市展態勢及 5G 新興商業模式，並作為我國電信市場監理之參考。

貳、會議行程

- 一、會議時間：112 年 6 月 6 日至 10 日
- 二、地點：新加坡博覽中心（Singapore Expo）
- 三、出訪人員：說明如表 1 及圖 1

表 1 出訪人員與職銜一覽表

編號	所屬單位	姓名	職銜
1	國家通訊傳播委員會	王怡惠	委員
2	國家通訊傳播委員會	簡嘉佑	科長



圖 1、出訪人員於會場

四、行程

6/6 去程（桃園-新加坡）：會議準備

6/7-6/9 參加會議、展覽及參訪

6月7日	6月8日	6月9日
10:30 歡迎會議	10:30 歡迎會議	10:30 歡迎會議
	10:40 創新聚焦：為消費者闡明電信服務價值	
11:00 各區域 5G 佈署進程	11:00 可持續性的難題-電信業在數位社會加速導入可持續性所扮演的角色	10:50 藉由無線雷射打破網路連結的藩籬
	11:20 重塑產業以從傳統服務創造獲利	11:20 IPv6 成功的故事
11:40 強化亞洲數位連結		11:50 衛星小組會談-衛星和電信事業之匯流
12:00 突破 5G 之瓶頸	12:00 解決超大型雲端業者爭論：合作或競爭？	
	12:30 衛星-賦予雲端連結力	

12:40 網路切片：成功案例		12:30 強化 eSIM 聯網的信任與安全
	12:50 午休	12:50 午休
13:00 午休		
13:30 弭平亞洲數位落差：無線 固定接取扮演的角色	14:00-16:30 參訪行程 (Singtel)	展場參觀
13:50 AI 在電信產業的應用		
14:10 為亞洲的 6G 發展作準備		
14:40 結束會議		
展場參觀		

6/10 返程 (新加坡-桃園)

參、會議內容

一、會議重點摘要

6月7日（星期三）

（一）各區域 5G 佈署進程（5G Deployment Updates in the Region）

本場次小組會談與談人包括，Verizon 公司全球解決方案部門總經理 Duncan Kenwright、Singtel 公司 5G 企業暨平臺部門副總 Dennis Wong、BBT.live 公司美國營運總裁 Yun Sang Park、Omdia 公司資深分析師 Hwee Xian Tan 及 Ericsson 公司副總兼技術長 Magnus Ewerbring，共同討論亞洲不同市場之 5G 佈署階段、經驗分享，及探討部分技術、應用及監理議題。

會議首先由與談人各自簡介背景後，主持人拋出第一個問題為「您認為 5G 改變生活的程度，從 1 分（幾乎不會改變）～10 分（全面轉型）？」，Dennis 認為約 8～9 分，其表示行動通信自 1990 年代開始發展，1998 年傳輸速率約為 2Mbps，放到今日幾乎無任何使用空間，5G 提供之高速上網方能符合現今各項應用需求，因此認為應該有 8～9 分，端看整體 5G 生態系發展；Duncan 則表明 10 分，其理由為依現今 4G 發展，5G 在資料處理及分析方面將具備極大優勢，可帶動產業整體發展；Yun 則選擇 8 分，其主要是認為許多人宣傳 5G 應用，

包括他自己也聽過諸如醫療科技方面應用，但自身不確定 5G 真正能達成之效益；最後 Magnus 則回應對整體社會演進應該有 10 分，對他自己應該為 9 分，因為 5G 預期主要對整體社會商業型態、工業應用造成巨大影響。

與談人們接續談論 5G 各區域佈署之挑戰，Dennis 以 Singtel 在新加坡、泰國及澳洲均有發展電信業之經驗為例，認為當地政府 5G 政策是相當重要的，尤其是頻率分配之方式以及當地人民使用習慣，例如人們會因為 5G 價格較高昂而選擇其他技術如 Wi-Fi、有些業者也會對 5G 消費端之發展較無興趣等，因此整體行動技術生態系整合及發展甚為重要。Duncan 也認為各國監理者或營運商各項決策都會形成 5G 發展之挑戰，包括創新性要求、邊緣運算、雲端技術導入等；Magnus 則表示新加坡是 5G 發展良好案例，本地通訊使用及創新應用比例相當高，也可見 5G 推動關鍵在於涵蓋率及性能表現；與談人們也分享在印度及印尼之 5G 推動則主要受國家數位化政策所驅動。

主持人接續提及 4G 自 Samsung 公司開發全球首個 LTE 晶片 (chipset) 開始快速發展，而 5G 發展契機及重點為何？Yun 表示，佈署步驟很重要，關鍵在於使用者需求，像 4G 受惠於

蘋果等應用發展，但 5G 不同，更多可能非手機用戶而為企業端用戶，因此要強化跨產業合作；Dennis 則說明據統計，現今 40%~60% 之上網量集中於行動上網，消費者需求及產品也持續改變，過去可能 10GB 方案已足夠，現在業者常推出 200GB 之方案，此也意味著更多頻譜需求，但 5G 相較於 4G 也有更多無線技術如大規模多輸入多輸出（Massive MIMO）、波束賦形（beam forming）及分頻雙工（FDD）/分時雙工（TDD）結合應用等；另外，在 4G 時代，消費者可能手持一台 iPad 即可上網，在 5G 企業應用端更多是與產業生態系之連結，Singtel 推出之「Paragon 平臺」即是解決方案之一。

與談人接續談到目前 5G 之應用案例有哪些挑戰及可能解決方案，Dennis 分享重點在於企業需求往往不盡相同且持續改變，並須符合提供不同服務下之資安考量，因此如何提供不同服務水準協定（Service Level Agreement, SLA）、多重接取邊緣運算（Multi-access Edge Computing, MEC）及網路切片是相當重要的；Magnus 則表示從香港佈署 5G 經驗，早期接觸者多為年輕人，因此遊戲應用是建議之初期採用方案，另外其也認為如印度連網人口數龐大、深具潛力，該地之消費端 5G 市場應值得開發。

最後會議也討論到有關 5G 專頻 (private spectrum)、專網 (private network) 之議題，各與談人表示此議題多須要與當地國監理機關溝通、合作，部分國家如澳洲已開放專網，另外與談人也認為專網服務終將到來，電信商自身也須思考其網路能提供用戶那些加值服務及所具備之優勢。



圖 2、各區域 5G 佈署進程小組會談

(二) 強化亞洲數位連結 (Strengthening Digital Connectivity in Asia)

本場次由 ABI Research 公司亞太區副總 Jake Saunders 分享，主講人首先分析當前亞洲連線情形，依世界通訊聯合會 ITU 資料顯示，目前 2023 年亞洲約有 21.9 億個 4G 連線數、9 億個 5G 連線數，預計至 2026 年將發展為 15.7 億個 4G 連線數、17.8 億個 5G 連線數，惟仍有 36% 亞太地區人口持續未能使用連線上網。

鑒於數位連線將帶來教育、金融支付、健康照護、公共服務、環境等多元面向加值，Saunders 進一步分析未連接網際網路之區域，其中光纖網路之覆蓋缺口比例高達 39.8%，而蜂巢式行動通信網路之覆蓋缺口仍有 13%，在考慮各種頻譜運用經驗可能後，例如導入 FWA（Fixed Wireless Access）固定無線接取缺口可減少前揭光纖網路之覆蓋缺口至 14.6%、採用衛星更可減少行動通信網路覆蓋缺口至 4.9%。亞洲許多國家都投入 5G 發展，也強化區域合作，但對於前揭需求可做到更多，主講人建議亞洲各國可考量：

1. 政府強化租稅補貼及增加企業對 5G 及其演進技術投入之誘因，以弭平數位落差。
2. 伴隨更低投資成本及更廣的覆蓋，亞太地區被期望為 4G/5G FWA 市場成長之關鍵市場。
3. 衛星通訊及 5G 演進技術將解鎖許多應用場景，並對縮小亞太地區數位落差有關鍵助益。



圖 3、強化亞洲數位連結報告

(三)突破 5G 之瓶頸 (Maneuvering out of the 5G bottlenecks)

本場次為小組會談，講者包括新加坡資訊通訊管理局 (IMDA) 事業及生態系部門總監 Yvonne Lim、Frost and Sullivan 公司之 ICT 研發主管 Mei Lee Quah、GTI 之指導委員會成員 Pen San Tang、Sri Lanka Telecom PLC 公司資深工程師 Anuradha Udunuwara 及 Robi Axiata 公司執行副總 Ahmed Armaan Siddiqui 等。

會議首先由各與談人簡短介紹，Tang 說明其所屬 GTI 協會是一個推動 TDD 發展之行動通訊組織，Armaan 則提及其專業主要於網路基礎設施方面，可知 5G 是下一個科技要角 (The Next Big Thing)，但並不知道還需要多少時間，Lim 則說

明 IMDA 除了是新加坡頻譜監管機構同時也是經濟發展單位，投入 5G、AI 及信任科技（Trustech）方面研究。

有關 5G 推動之關鍵瓶頸，講者們首先談到有關基礎建設之討論，Armaan 說明對斯里蘭卡企業來說主要考量光纖佈建、毫米波涵蓋以及 FDD 執照取得，另外也需考量 5G 能提供的解決方案；與談人們也談到 5G 基礎建設與過去世代之差異在於更高頻之頻譜運用，其傳輸距離較短之物理特性使 gNB（next generation NodeB、下一代節點，即指 5G 基地臺）佈建上須多加考量；Tang 則談到 GTI 協會許多成員都已佈署 5G，但最大的挑戰仍在營收，儘管人們知道 5G 超大頻寬、可信賴超低延遲、廣連結等三大特性，但對一般手機使用者來說，4G 表現已經很好，如同 iPhone 及智慧型手機帶動 4G 浪潮，5G 的殺手級應用為何？或可能為企業端應用，如中國已經指配特定頻率供專用網路使用；Lim 進行段落小結，表示 5G 生態系是個複雜的運作過程，儘管有諸多發展可能，但實際上我們無法對於未知事物有所定論（You don't know what you don't know），因此或可從較實際面之支援 mmWave 終端設備之生態系（包括製造、供應）先予考量，另外從新加坡政府角度，對於專用頻率、專用網路態度是開放的，但須有更多討論。

在電信事業推動 5G 瓶頸方面，除了延續前揭光纖基礎建設不足外，與談人們也談到維持過去 2G、3G、4G 等多套網路之巨大營運成本，許多國家如新加坡已關閉 2G 網路；另外談到 5G 是否有資安方面考量時，Armaan 也提及 5G 仍須考量過去世代技術之使用情境，例如連結至 GGSN(Gateway GPRS Support Node，即 2G 上網之服務閘口)可能的資安漏洞，Tang 則分享無論專網或公網，重點是公司之管理政策，不僅僅是資料保護而是整體營運管控，例如 IoT 應用之防火牆政策等皆須考量，因為 5G 架構本身就是一個開放網路，其建議可設定用戶利用層級、企業利用層級、產業利用層級等作權限區分。

會議最後與談人也回應主題如何突破 5G，以及是否加速 6G 發展係可行策略等議題，與談人表示很多國家也還沒有 5G，部分國家甚至希望優先完善 4G，因此認為應該先要讓 5G 取得成功再來談論 6G，Lim 則表示新加坡自 2021 年推動 5G 整體政策，包括消費面、企業面佈署，其認為整體生態系之建立是十分重要的，另外，無論 5G 或更未來世代行動通信技術(5G and beyond)，「應用」才是突破的關鍵。



圖 4、突破 5G 之瓶頸小組討論

(四) 網路切片：成功案例 (Network Slicing: Use Cases and Successes)

本場次由 Singtel 公司企業平臺負責人 Manoj Prasanna Kumar 分享 5G 藉由切片技術之獲利策略，主講人首先說明行動市場之終端設備 (device) 數量成長 (Android 終端約 70 萬/天、iOS 終端約 56.2 萬/天) 遠大於實際人口成長 (新生兒 37.1 萬/天)，全球包括物聯網設備很快將超過 500 億個連結，各家企業每天也在不斷新增垂直應用，不同終端設備在不同應用場景 (scenario) 所須的網路特性大不相同。

主講人接續針對不同應用所須頻寬、延遲分析，並說明包含物聯網在內之許多應用，在既有 4G 網路性能已可提供，真正 5G 網路應用場景較屬自動駕駛、AR/VR 及觸覺聯網 (Tactile

Internet) 等，依現代企業所須從大流量、高度運算及延遲敏感性等特性分析，約可分為高速網路需求(30%)、高度計算需求(20%)、擴展性需求(15%)、信賴度需求(15%)及安全性需求(20%)，在 5G 網路切片架構下可以根據設備之識別檔(profile)進行不同網路服務之提供，並由不同的伺服器(如邊緣運算)控制；另外，網路切片的佈署及運用也要更加智慧化及自動化，例如依據終端設備模式、優先度、預算及是否為緊急使用或透過需求導向區分網路切片功能。

主講人最後歸納網路切片之成功，企業須要考量推動消費者無縫之需求，包括：關注消費者從固網過度之行動通信網路切片之服務品質、提升消費模式之透明度與相關資料統計之研析、數位切片之購買方式與切片實際體驗、整體終端設備及應用之生態系發展與網路切片之效能等。



圖 5、網路切片：成功案例報告

(五) 弭平亞洲數位落差：無線固定接取扮演的角色 (Bridging the Digital Divide in Asia : Role of FWA)

本場次由 Tarana Wireless 公司之行銷副總 Steven Glapa 分享無線固定接取 (Fixed Wireless Access)，主講人首先分析偏遠地區連線接取近年有爆炸性的發展，全球 23 億家戶，已有約 12 億家戶可連線上網，惟其中高達 85% 屬低速 (<25Mbps) 上網，而目前提供連線之技術各有其特性並多有限制，例如佈建光纖或實體網路雖連線品質佳，但佈署時程、成本較高；中頻段 5G 佈建較容易，但頻譜運用較不經濟且品質差異大；5G mmWave 主要用於高密度都市；Wi-Fi 之 FWA 較難介接主流市場 (無管理介面)；低軌衛星優點在於涵蓋範圍廣，但缺乏足夠容量供大眾使用。

主講人接續介紹 Tarana Wireless 公司主要係推動下一代 (next generation) 無線固定接取 (ngFWA) 技術之公司，ngFWA 是不同於第三代夥伴計畫 (3rd Generation Partner Project, 3GPP) 之行動通信技術或免執照頻段 (unlicensed spectrum) Wi-Fi 技術之新興技術，其具有光纖等級之連線表現、在免執照頻段有良好服務品質及消費者易於安裝等特性，技術面 ngFWA 包含

改良行動通信之 MIMO 技術之接收端常為單點特性，採較平衡收/發端之 MIMO 型式，也採用波束賦形技術降低雜訊，另外其調變採用 256 Qam 技術，並能改善 Wi-Fi 較易受干擾特性，主講人也列舉數例該公司實際提供服務案例，並鼓勵其他電信業者多瞭解及參採 ngFWA 技術。



圖 6、弭平亞洲數位落差：無線固定接取扮演的角色報告

(六) AI 在電信產業的應用 (AI Application in the Telco Industry)

本場次由 Omdia 情報應用部門主分析師 Lian Jye Su 進行分享，主講人首先說明電信事業導入 AI 概分為外部運用如：新興數位服務、客戶服務等，及內部運用如：營運管理、網路管理、無線射頻管理等，無論內外部運用皆有其機會及挑戰，主講人並舉亞洲大型電信事業導入 AI 應用之案例，包括我國中華電信公司已導入語音辨識 AI 作為智慧客服相關應用。

主講人接續說明電信事業運用之 AI 發展進程概分為早期資料分析如大數據、資料探勘等，到建立客戶管理、網路告警等特定自動化樣本之 RPA (Robotics Process Automation)，其穩定度仍是較大問題，自機器學習廣泛運用後，導入生成式 (generative) AI 用於網路營運各方面，如天線波束、自主管理網路 (self-organizing network) 及能源效率管理等，雖然機器學習尚非電信事業運用 AI 的最終目標，但可稱為重要之里程碑。

在佈署 AI 方面，概可分為電信事業自購、自主開發及兩者兼具等模式，主講人建議如果考量整體網路由單一供應商提供，基於供應商最佳化服務考量，又電信事業自身無意願發展自身 AI 能力，抑或考量可較快速佈署 AI 者，可考量直接購入 AI；反之，如果網路本身由多家供應商組件而成，單一供應商較難有全面性解決方案，又電信事業想更全面具備 AI 控制性及未來擴展性，則建議可自主開發建立 AI，主講人強調最理想解決方案還是需要視情況採用不同模式。

最後，主講人認為基於永續發展 (AI 自動化控制能源、減少碳排)、異質網路管理 (AI 即時提供適切網路方案)、資料導向服務及未來技術實證 (元宇宙、數位雙生等)，各電信事

業均應積極投資並導入 AI；另外，主講人建議在導入 AI 時亦應考量：

1. AI 兼具軟、硬體技術，應強化合作
2. AI 廠商與電信事業合作應注意資安及監管之法遵。
3. 未來電信事業 AI 解決方案可能橫跨設備、軟體、應用程式等多業者組合，需考量其中最佳組合（best-of-breed）。
4. 導入數位政策及利用數位科技是關鍵業務考量，建議亞洲電信公司可以採取更積極的策略在市場上，並接受基於 AI 之分析及服務。

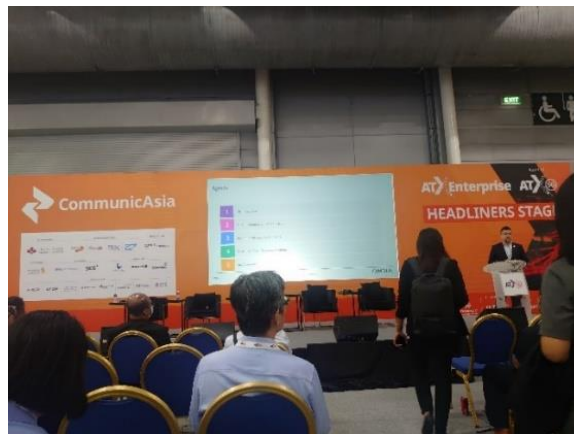


圖 7、AI 在電信產業的應用報告

(七) 為亞洲的 6G 發展作準備 (Preparing Asia for 6G)

本場次為小組會談，講者包括 Fraunhofer 公司之 NGNI 主管 Thomas Magedanz、Omdia 公司之顧問 Edwin Lin、Institute for Infocomm Research 程序總監 Francois Chin 及 Zuhlke Asia 公司 NUS 市場部門負責人 Jim Lim 等。

會議首先與談人們討論什麼是 6G，各電信事業是否已開始準備？Thomas 表示目前所有世代之行動通信技術幾乎都包含前世代後期發展特性，例如我們可以看到 4G 後期發展軟體控制網路、垂直場域應用及企業網路等，因此 6G 應該也可以作為 5G 之演進技術看待，並就此進行研究；Lim 則表示過往行動通信技術約為 10 年一個演進週期，有關 6G 之研究已開始，不過重要的還是整體生態系之成熟度，所有世代之行動通信技術都是先發展頻譜、適用終端設備，這些目前我們在 5G 已經齊備，然廠商仍須滿足追求投資報酬之目標，我們對於 5G 的商業模式仍在探索中，未來世代行動通信技術更是如此。

會議接續討論到整體生態系初期參與者為誰？及發展需要擔憂或期待的地方為何？Thomas 分享德國政府推動的千兆位計畫（Gigabit Strategy），該計畫涵蓋經濟、基礎建設及產業發展之各種面向，認為政府及相關基礎建設業者均為早期參

與者，另外也強調人們應關注價值之轉變，即誰能靠何種服務獲利？Francois 則認為企業及服務提供者應該嘗試分享需求及思考 5G 能提供怎樣的益處？與談人們也討論到除了行動通信技術外，也應思考相關科技應用如 AI 或數據應用等，可預見 6G 應該是個整合式應用，同時也應關注更大的能源消耗及所須成本；會議也談到面對不同領域之利害關係人，相關匯流服務應用之案例，與談人也分享如平臺化、依據場域特性、預算善用不同技術（如 5G、Wi-Fi）之組合技術應用、以及關注於 5G 對於能源控制及資安方面之應用。會議最後也談到與會者歸納許多服務提供者在 5G 方面的發展，下一步該如何做以籌備 6G？各與談人們之結論包括：

1. 瞭解驅動 6G 之要素，並掌握 6G 之相關技術如 AI、機器學習及網路優化等，並以更開放積極角度面對 6G。
2. 關注於全時、不同空間及不同裝置之連線技術，例如非地面傳輸網路（Non-Terrestrial Networks），並追求更好的網路涵蓋率。
3. 更關注於整體生態系發展、更好的獲利模式，以尋求新生態系關係下更良好的合作模式。

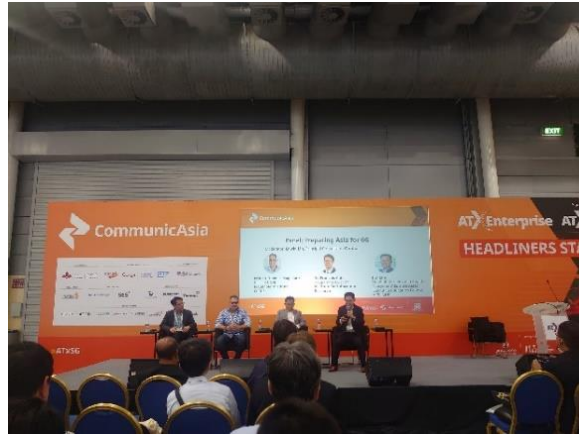


圖 8、為亞洲的 6G 發展作準備小組會談

6 月 8 日（星期四）

（八） 創新聚焦：為消費者闡明電信服務價值（Innovation Spotlight: Clarifying Telco Services Value Proposition for Consumers）

本場次由 Robi Axiata 公司之加值服務與新興業務執行副總 Ahmed Armaan Siddiqui 先生分享 5G 之創新應用、利用數位商業平臺之競爭優勢等經驗，其以 Robi 公司之數位生態系說明，包括串流、遊戲、電信商、健康照護等應用，藉由平臺化介接基礎網路設施提供用戶之價值，並進一步列舉數個案例，說明有關 5G 電信服務之價值：

1. 雲端遊戲：藉由 5G 低延遲特性達到無縫體驗、多人即時競技無延遲，5G 高速也有利於上傳、下載，無論遊玩或分享遊戲內容都相當方便；此外，5G 也提升遊玩的行動性（mobility），改善遊戲沉浸體驗及提升更多市場機會。

2. 串流影音：藉由 5G 高速、低延遲改善影音體驗，包括更高如 4K/8K 畫質內容、VR/AR 應用及不須 Wi-Fi 更佳的行動力外，也將引領更多不同參進者，帶動內容及 OTT 產業之競爭。
3. 元宇宙（Metaverse）：元宇宙係一藉由 AR、VR 及 5G 等新技術產生之虛擬世界，使用者能與其他用戶在電腦產生之環境互動，能帶動如全球學習的虛擬化教室、遠端遙控辦公室、沉浸式遊戲世界及豐富使用者不同領域（如金融）的體驗。

主講人最後認為在打造未來電信服務價值方面，可歸納為同步（Synergize）、精心編排（Orchestra）、轉型（Transform）等三大方向，亦即納入軟體業者打造同步生態系，並深化消費者接觸點以精心編排數位體驗及加值服務，並導入 AR/VR 等新技術轉型服務。



圖 9、創新聚焦：為消費者闡明電信服務價值報告

(九) 可持續性的難題-電信事業在數位社會加速導入可持續性所扮演的角色

本場次係由 M1 公司之可持續性及事業生態系總經理 Spike Choo 進行分享，主講人以 ESG 工作在美國之大幅需求，說明永續性發展之趨勢，M1 認為 ESG 不光是環保、國家的事，公司也有可扮演的角色；作為電信公司，M1 著眼於 ESG 需要大量資料數據支持，早在 2011 年就開始投入永續產業，而從該公司的觀點，推動 ESG 的誘因可概分「推力因素」及「拉力因素」；推力因素包括：潛在收益損失、法遵及監管要求、投資人信心等；拉力因素包括：成本淨節約、品牌價值、競爭優勢及投資增加等，Spike 認為拉力因素往往更優於推力因素。

此外，主講人也認為 ESG 重點不僅在減少碳排，除了環境（Environment）外，社會（Social）及治理（Government）更是需要通力合作之領域，包括善用新科技減少人工之危險、透過數據是能源配置最優化等，M1 公司的目標推動整體生態系，以協助企業提供電信相關解決方案，達成永續性目標。



圖 10、可持續性的難題-電信事業在數位社會加速導入可持續性所扮演的角色報告

(十) 重塑產業以從傳統服務創造獲利 (Reinventing the Industry to Monetise Beyond Traditional Services)

本場次為小組會談，講者包括 StarHub 公司的副總 Kwee Heng Poh、ABI Research 公司產業分析師 Dean Tan、Subisu Cablenet 公司執行長 Binaya Saud、Sri Lanka Telecom PLC 公司資深工程師 Anuradha Udunuwara 及 Zuhlke Asia 公司行銷部門負責人 Jim Lim。

本場次首先提及電信產業當前面臨那些挑戰及轉型之契機為何？各與談人分享包括不同技術連線特性之整合、以新加坡及我國電信市場發展為例，說明頻譜分配下從傳統產業競爭到頻寬的競爭、以及如何帶給消費者數位內容及賦權 (empower) 用戶更適切的服務等。Jim 也談到電信技術從 2G、

3G 專注於連線，至 4G 以後更專注於 OTT 如 Netflix，而技術的演進從 2G 的簡訊、3G 的上網、4G 的串流影片，目前電信商關注於 5G 策略之挑戰為何？一般認為是 5G 平臺化下 AR/VR 及遠端遙控之整體生態系，以及垂直產業發展。

與談人們接續討論到產業須具備之基礎設施能力包括連線能力、網際網路資料中心 (Internet Data Center, IDC)、內容傳遞網路 (Content Delivery Networks, CDN) 等，也認為 5G 各項應用多須實驗及驗證 (Proof of Concept)；另外，有關為何要導入 5G 議題，與談人提及從 5G 三大特性來看，eMBB 提供之高速上網也有如 Wi-Fi 6 等其他技術選擇，因此重點應該擺在 URLLC 及 mMTC，另外連線中的安全性、AI 技術的導入也是產業轉型之一大重點。

而鑒於斯里蘭卡較屬 5G 新興市場，與談人們也好奇從該國電信商角度來看，可能有哪些挑戰？Anuradha 表示其認為包括 5G 頻譜不足、端對端連線普及性、網路功能虛擬化 (Network Function Virtualization, NFV) 技術發展及光纖網路 (GPon) 建設等均為可能之挑戰；會議最後與談人們也討論有關電信事業與大型雲端業者 (Hyperscaler) 互動下，發展之關鍵為何？

與談人們認為大型雲端業者仍須雲端基礎設施系兩者能一同合作之處，另外全球性合作夥伴、跨產業互動以發展雲端數位服務，均係可採之行動。



圖 11、重塑產業以從傳統服務創造獲利小組會談

(十一) 解決超大型雲端業者爭論：合作或競爭？（Settling the Hyperscaler Debate: Collaboration or Competition?）

本場次由 Omdia 公司之主分析師 Stephen Myers、Telenor Asia 公司之 IT 主管 Jawwad Zaki、Verizon 公司全球解決方案部門總經理 Duncan Kenwright 進行小組會談，討論如何通過與超大型雲端業者合作，擴展電信事業、如何共同努力改善效率並將新產品推向市場、以及如何與超大型雲端業者競爭或合作創造新機會等議題。

針對前揭議題，與談人們主要認為電信事業可提供 Hyperscaler 所需靈活可控之網路，Covid-19 疫情也加速兩者合作，在 Hyperscaler 推動數位轉型的過程，電信事業提供之 5G、邊緣（edge）服務及需求端驅動服務均扮演重要角色，與談人們多認為 Hyperscaler 在推動雲端化、創新及驅動服務演進方面更具有優勢。

另外，與談人們多認為電信事業與 Hyperscaler 有服務歧異性，非競爭關係，有很多可以合作強化客戶服務之處，並認為「資料」將是產業下一個發展機會，導入 AI、機器學習，建立合作夥伴關係、發展平臺生態系，方能共創更佳的發展機會。



圖 12、解決超大型雲端業者爭論：合作或競爭小組會談

6月9日（星期五）

(十二) 藉由無線雷射打破網路連結的藩籬（ Breaking Connectivity Barriers with Wireless Lasers ）

本場次由 ViewQwest 公司執行長 Vignesa Moorthy 、 Transcelestial 公司執行長 Rohit Jha 及 Akses Prima Indonesia 公司執行長 Dian Rachmawan 進行小組會談，討論有關無線雷射技術之議題。

會議首先討論有關發展信任、安全網路服務之可能新興市場方面，Moorthy 說明新加坡、馬來西亞、香港、澳門、臺灣、印尼均投入數位轉型，具備良好發展環境；與談人們接續討論無線技術過去 10 年發展包括 ISP、Starlink 有哪些變化，各講者認為最主要還是新興科技之導入應用，並需要針對區域提供有效率組合，並體認到沒有單一簡單又有效之解決方案（silver bullet）。

有關無線雷射技術之定位，與談人認為係相較於衛星或光纖基礎網際網路之更快、更便宜及更可靠的之替代方案，能有效促進全球網際網路發展，與談人也分享到如馬來西亞島對島通訊，即可採用雷射通訊減少大量頻寬消耗。

而在印尼等地，雷射通訊也為偏遠及農村地區帶來可負擔、高速網際網路，與談人也認為當地既有業者可導入採用，最後主持人也以此新科技可創造新機會、弭平數位落差作為結論。



圖 13、藉由無線雷射打破網路連結的藩籬小組會談

(十三) IPv6 成功的故事 (IPv6 Success Stories)

本場次由 APNIC 亞地區服務總監 Karla Skarda、Akamai 公司首席網路架構師 Kams Yeung、及 Telekom Malaysia Berhad 公司全球 IP 策略經理 Muzamer Mohd Azalan 進行 IPv6 部署過程中的經驗、商業案例及優勢等議題。

會議首先提及為何選擇運用 IPv6？與談人多認為主要係因應 CDN 發展，而在 Telekom Malaysia Berhad 公司導入 IPv6 一路以來之歷程方面，Azalan 說明該公司自 2004 年由 APNIC

獲配 IPv6 開始即積極推動即投入，並於 2012 年透過雙協定堆疊（Dual Stack）技術推出 IPv4、IPv6 兼容之商用模式，馬來西亞通訊傳播主管機關 MCMC 也於 2015 年推出 IPv6 採用法案（the Commission Direction to ensure Adoption of IPv6 in Malaysia），至 2016 年馬來西亞電信之行動與 Wi-Fi 服務已全面支援 IPv6；而從該公司佈署 IPv6 的經驗，Azalan 分享人員的意識是最關鍵的，需投入大量訓練由上到下提升整體意識，並能散佈至整個產業；從管理層支持也相當重要，馬來西亞電信也看到未來相關應用之實證，因此全力投入支持；另外配合基礎設施設備佈建、技術導入及服務驗證均是擴大採用 IPv6，關鍵；同時，也應避免推動過程之資安盲點。

與談人在分享推動過程面臨的許多挑戰，鑒於 IPv6 之使用非在於核心網路，而是端對端之解決方案，須考量裝置來自不同設備商、既有基礎設施與新設備之兼容性、大量使用者終端、IPv6 傳輸之內容、使用者習慣及資安議題等，須透過完整實施步驟、供需提升及流程優化等策略克服。

最後與談人也提及 IPv4 數量不足而有推動 IPv6 之必要性，而未來計畫中與談人們認為最須關注議題為物聯網發展及性能表現，並建議各電信事業最好能從現在就開始導入 IPv6。



圖 14、IPv6 成功的故事小組會談

(十四) 衛星小組會談-衛星和電信事業之匯流 (Satellite Panel: The Convergence of Satellite and Telcos)

本場次由 Intelsat 公司資深主要產品經理 Raghu Ramaiah、Gatehouse Satcom 公司執行長 Thomas Scott Jensen、Infinivan 公司顧問 Alex Aquino、ABI Research 公司產業分析師 Andrew Cavalier 進行有關衛星技術與行動通信相關應用技術之發展等議題。

會議首先談到，電信事業目前積極投入 5G，但人們普遍不清楚衛星在電信業中扮演之角色之議題，Jensen 分享在衛星

技術與行動通信技術發展方面，3GPP 組織在 2019 年將衛星技術納入 5G 相關技術，也提及衛星技術提供不同特性之連結力，有效提升整體涵蓋率；Alex 則分享在菲律賓電信事業對於家戶多透過光纖提供服務，但也關注其他地區如印尼採用衛星技術傳輸改善偏遠地區連線之能力。

與談人接續談到 3GPP 已界定相關應用場景，如 NR-NTN、IoT-NTN 等，在相關研究持續開展下，係屬衛星通信技術良好的發展機會，與談人也從電信事業之角度，提供以下觀點：

1. 衛星通信有其特定之網路系統，倘消費者能利用既有行動通信終端連結衛星通信，方能增加衛星通信之可用性。
2. 3GPP Release 17 版本談到的地面傳輸（Terrestrial Network, TN）及非地面傳輸（Non-Terrestrial Network, NTN）係區分不同使用場景，TN 為無縫傳輸並包含混合性解決方案、NTN 著重於全時、不同地、不同終端之全球性連線，因此更應關注於相關支援終端如手機、手錶、車聯網之發展。
3. 應關注同步軌道（Geostationary Earth Orbit, GEO）、低軌（Low Earth Orbit, LEO）衛星組成混合網路（hybrid network）於物聯網之應用，及提升 QoS 之能力。

在初步討論衛星通信相關定位後，在此技術下是否有新興服務及所能帶來之益處方面，與談人回應則較為保守，認為主要應仍為物聯網及偏遠地區涵蓋方面等應用，並認為衛星通信從 LEO 到 GEO 之發展應關注性能、延遲及能源耗損之問題；另外，會議也談論組成混合網路之議題，與談人認為 GEO/LEO 各有物理特性上不同及限制，也有技術上須克服議題，例如 LEO 衛星高速移動下倘傳輸影像檔，可能未傳輸完成前連線之衛星已移動消失。

會議也談論到衛星通信整體生態系發展之議題，與談人認為關鍵還是在支援衛星連線之終端設備，另外相關營運商應強化合作，Starlink 即是發展較佳之案例；另外，衛星通信佈署也關乎於區域，像臺灣或新加坡可能仍較著重於固定通信，與談人也認為價格、技術面如延遲性等之改善，才能促成整體生態系發展；會議最後也談到如 AI、生成式 AI 是否有利於電信事業導入衛星通信技術議題，Raghu 認為 AI 在於優化衛星通信連線、容量及網路性能表現方面可以帶來正面助益。



圖 15、衛星和電信事業之匯流小組會談

(十五) 強化 eSIM 聯網的信任與安全 (Beefing up Trust and Security in Networks with eSIM)

本場次由 NXP Semiconductors 公司亞太區高級顧問及信任連線聯盟 (Trusted Connectivity Alliance, TCA) 代表 Victor Chong 進行分享，主講人首先說明 TCA 係一致力於未來信任連結技術之全球性非營利組織，並介紹 eSIM (embedded Subscriber Identity Module) 建立之連線具有全球性、可信賴、可調整、端對端數位化編碼、驅動設備演進及持續改進等特性，其認為當前導入 eSIM 之機會在於：

1. eSIM 科技現已大規模實現於消費者、物聯網及工業使用各部門。
2. 易於登錄、啟用及客製化。

3. 可預期協助小型業者加速實現新的應用機會。
4. 內建 eSIM 終端設備普及化也提升消費者相關意識。
5. 早期投入者已利用 eSIM 提供全數位化服務並重塑消費者關係。
6. 對於那些積極擴展 eSIM 業務之業者，也應採取優先策略以取得競爭優勢。

鑒於 eSIM 具備發展 IoT、互操作性、5G 及安全性等好處，TCA 也與 GSMA 共同發展 IoT SIM 之安全端對端連線應用程序 (applet)，確保 IoT 設備透過 eSIM 與雲端間之認證安全性；另外，主講人強調僅在營運商之身分認證檔 (profiles) 能自由下載、管理下，eSIM 之優勢方能實現，因此 TCA 也致力於推動 eSIM 安全遠端認證規範及小頻寬可下載 eSIM 之規範，而 3GPP 最新推出之 Release 17 版本也包含自動化擴展 5G NR 邊際連線以因應 IoT 應用之成長、也為不同物聯網應用設計低延遲服務及輕量型服務 (NR-Lite)、改善漫遊服務強化商業應用並支援衛星以確保無邊際連線之應用。

然而，在提供多樣化應用場景的同時，識別註冊用戶身分的 IMSI (International Mobile Subscriber Identify) 卻往往不受保護，用戶隱私也易受到各種攻擊 (例如：IMSI catcher attacks)

之威脅，這主要可能為網路未啟用 IMSI 加密功能或網路已啟用 IMSI 加密功能，但終端用戶未使用支援 IMSI 加密技術之 5G SIM 所致，另外過去世代行動通信技術（如 2G）之 SIM 漏洞也是可能受到攻擊之處，且隨物聯網加速發展，追求創新應用往往未能優先將安全、隱私保護納入考量，不過也越來越多監理者關注信任連線、終端安全及資產保護等領域；總體來說 eSIM 提供最嚴格之端對端連線認證，可符合監理機關之框架，並能解決 IoT 安全性及互操作性問題，TCA 也將持續推動產業加速導入 eSIM。



圖 16、強化 eSIM 聯網的信任與安全報告

二、展場參觀摘要

本次 CommunicAsia 會議除設有峰會外，亦有亞太地區通訊相關產業設置攤位；此外，場館除「CommunicAsia」外還設有「BroadcastAsia」、「SatelliteAsia」、「TechXLR8Asia」、及「Innovfest x Elevating Founder」等通訊傳播或新興技術相關展館。

(一)NTT Advanced Technology (NTT AT) 攤位

NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation) 是日本最大的通訊產業集團，知名的行動通信商 NTT DoCoMo 即為其旗下子公司；參觀時，由 NTT AT 池田周一部長及後藤順至課長等人與本會人員交流，除介紹 NTT AT 提供企業專網私網與公眾網路之物聯網平臺應用方案，他們也好奇我國在企業專網方面的規範為何？特別是企業專網與公眾網路介接之規範？本會人員說明我國由數位發展部甫於 112 年 6 月 1 日通過「行動寬頻專用電信網路設置使用管理辦法」，依該辦法規定專用電信不得提供公眾通信之服務亦不得透過雲端服務連接公眾電信網路；池田部長等人也分享日本方面也有類似規範，目前 NTT AT 係提供一張 SIM 卡搭載兩組身分認證檔各別獨立負責專網、及公眾網路傳輸之解決方案，該服務模式亦受該國企業青睞。



圖 17、NTT AT 攤位

(二)Altimedia 攤位

Altimedia 是韓國大型電信集團 KT 集團新併購之公司，主要提供電視播送方面之品質優化、內容安全及相關解決方案等相關業務。

本次 Altimedia 於 BroadcastAsia 展館設置攤位，展示其開發 AI 即時多國語言翻譯及切換應用，另外也展出其對於數位電視服務整合 IPTV、OTT 及其他雲端服務之管理應用，並可提供其開發之加值服務如 AI 智慧搜尋、兒少保護等相關應用。



圖 18 (左)、Altimedia 人員介紹 AI 自動翻譯應用



圖 19 (右)、Altimedia 人員介紹 KT 之 IPTV 服務

(三)SatelliteAsia 展場及其他攤位

本次場館設有「SatelliteAsia」大型展場，由全球各從事衛星通信之電信業者及設備商展示相關應用，鑒於我國數位發展部會同本會成立之「衛星固定通信用無線電頻率審查會」於今年也通過首波開放申請商用衛星通信頻率案計有隴華電子公司及愛爾康資料處理公司通過審查；據數位發展部說明，前揭隴華電子公司預計採用

之 Eutelsat 同步軌道衛星，提供漁船、商船寬頻通訊服務¹，本次展場歐洲通信衛星公司 Eutelsat 也設有攤位，介紹該公司結合低延遲 LEO 與大頻寬 GEO 網路之技術力，提供高品質及安全之網路，並說明其因應於船舶通訊方面之商船(大容量資料傳輸及船員通訊)、遊艇(顧客 VIP 服務)、郵輪(乘客上網體驗)及離岸設施(SLA 基礎之關鍵任務服務)等不同應用場景，提供適切之衛星通訊解決方案。

另我國已於 110 年核准中華電信公司代理銜(Iridium)衛星行動通信，Iridium 公司於本次展覽亦設有相關攤位，展出其用於戶外、登山安全場景之多項衛星終端設備；此外，韓國電信公司 KT 之衛星通信公司 kt sat 於本次展覽展出其多軌道(multi-orbit)戰略服務產品，著重介紹其中軌衛星(Medium Earth Orbit, MEO)容量優勢，與結合 GEO 與 LEO 整合之網路服務、以及全球衛星對地網路之點對點傳輸及雲端傳輸之解決方案，也說明該公司與 MANGATA 公司合作開發衛星邊緣運算、多重波束終端技術等，實現高速及大容量處理，並有效減少傳輸延遲。

¹ 數位發展部新聞稿，<https://moda.gov.tw/press/press-releases/4823>

另外，我國對外貿易協會亦於「TechXLR8Asia」展場設有臺灣精品（TAIWAN EXCELLENCE）大型攤位，展示我國廠商之 5G 通訊、AI 及多項工業物聯網相關產品。



圖 20-1~20-4、SatelliteAsia 部分攤位：Eutelsat 攤位（左上）、Iridium 攤位（右上）、Intelsat 攤位（左下）及 kt sat 攤位（右下）



圖 21、TAIWAN EXCELLENCE 攤位

三、參訪行程：Singtel（6月8日 14:30-16:30）

本次出訪特別安排至新加坡電信股份有限公司（Singtel Singapore Ltd.）之創新中心（Future Now Innovation Centre）參訪，Singtel 方面由 Singtel 新加坡公司副執行長（Deputy Chief Executive Officer）兼 Singtel 集團業務發展部門（Business Development）執行長 Anna Yip 女士及 Singtel 集團之數位基礎建設公司（Digital InfraCo）執行長 Bill Chang 先生與本會人員交流及介紹，會議大致由兩位 CEO 分別就「新加坡通信市場及 Singtel 消費者端 5G 業務概況簡介」、「Singtel 企業端 5G 業務概況簡介及 5G 應用體驗」等兩部分進行：

（一）Singtel 業務概況及新加坡通信市場簡介

會議首先由 Anna Yip 女士分享，新加坡目前 564 萬人口（約有 28%外國人士），共約 140 萬家戶；行動通信約有 171.1%滲透率、固定通信寬頻上網約有 93%滲透率，電信市場方面有超過 18 家行動通信商（4 家行動網路經營者 MNO 及多家虛擬行動網路經營者 MVNO）、6 家固網寬頻業者以及多家在地及國際電視/OTT 業者；除市場競爭劇烈，Singtel 公司面臨包括 Covid-19、2020 年該國電信商 TPG 合併推出之 MNO「SIMBA」採取低價之競爭策略、以及多家推陳出新之 MVNO 品牌，營收自 2018 年持續下降以來，於 2021 年已逐漸回升。

Anna 進一步分析，來自 SIMBA 低價促銷造成的衝擊最大，而整體行動通信市場語音及簡訊營收持續下降，數據營收方面受到 Covid-19 及市場競爭影響雖未如語音營收般大幅下降，整體也呈緩步下降趨勢；在這樣的背景下，Singtel 在 2020 年啟動其 5G 市場實驗網路，並在 2021 年推出其 5G 方案，同時 Singtel 也十分關注 5G 體驗及應用，在 2021 年也提供 5G 用戶相關內容，包括遊戲及 VR 娛樂等體驗，也在同年啟動全新加坡首個獨立組網（Stand Alone）5G 網路，並持續致力發展多項 5 應用場景，帶動消費者轉換使用 5G，例如：與 SEA Aquarium 水族館合作 4K 串流、方程式賽車車輛控制、F1 賽事即時投影、沉浸式元宇宙體驗等，並已於 2023 年推出網路切片（Slicing）服務，區分 Video Pass、Gaming Pass、Security Slice 滿足用戶多元化需求。

資費方案方面，Singtel 針對不同使用客群作出明確區隔，無合約、預付方案僅能使用非獨立組網（None Stand Alone）服務、綁約方案才能享有 5G SA 完整服務，並基於 Singtel 提供綜合網路及影式服務之優勢，推出多樣化不同服務之搭售方案，以與市場上眾多價格方面具競爭力之其他業者方案競爭。

(二) Singtel 企業端 5G 業務概況簡介及 5G 應用體驗

Bill Chang 先生接續就 Singtel 企業端 5G 業務概況進行介紹，其說明 5G 企業垂直場域應用不單是將連線服務轉向邊緣雲服務，是結合低延遲高流量之可編程網路、行動邊緣運算及儲存、資安及信任、大數據及 AI、以及新一代服務之應用服務。

Singtel 為提供企業端多樣化服務，推出結合「網路服務 (Network Service)」、「邊緣雲服務 (Edge Cloud Service)」、「基礎建設服務 (Infrastructure Service)」、「應用服務 (Application Service)」及「商務服務 (Business Service)」名為「Paragon」的一站式平臺服務。Paragon 可介接公有雲、私有雲及特定場域網路並在應用端與多合作夥伴結盟，推出類似企業版「APP」方式提供服務，真正做到網路即服務 (Network as a Service) 之營運模式。

Singtel 5G 企業網路合作夥伴遍及智慧製造、娛樂產業，更深化與政府方面合作，例如與 IMDA 及國立大學醫療系統 (National University Health System, NUHS) 合作開發導入混合實境 (MR) 技術之醫療平臺，透過建立高解析 3D 影像，用於手術、掃描重建及醫療教學等多項領域。Bill 表示作為亞洲領先且為新加坡第一個導入 5G SA 架構之電信事業，Singtel 在 5G 企業客戶端投入相當大資源，成績亦相當亮眼，企業客戶群佔整體集團利潤超過六成。

在介紹完 Singtel 企業端 5G 應用發展現況後，該公司相關專案主管也現場帶領本會人員參觀並現場演示多項 5G 垂直應用產品，包括 AR 智慧檢修、現場連線遠端醫療第一時間診斷、智慧工廠之數位雙生（Digital Twins）等應用。

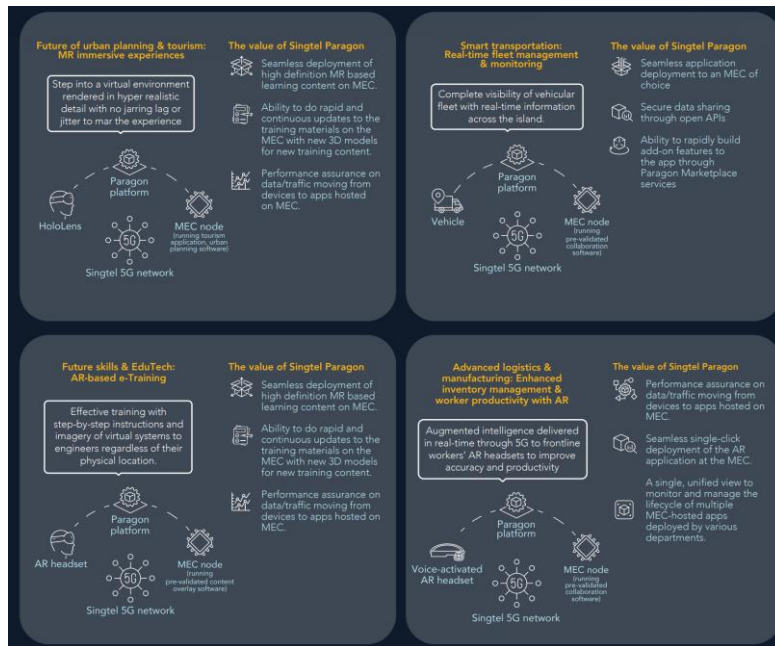


圖 22、Paragon 應用場景例示，資料來源：Singtel 網站



圖 23 (左)、Singtel 接待機器人



圖 24 (右)、Singtel Future Now Innovation Centre



圖 25 (左)、Singtel 演示數位雙生之智慧工廠應用



圖 26 (右)、Singtel Digital InfraCo CEO Bill Chang 先生及相關人員與王怡惠委員合影



圖 27、王怡惠委員代表致贈禮品及合影

肆、心得與建議

一、邁向發展 5G 生態系及藍海策略新階段

自世界通信聯合會 (ITU) 的行動通信部門 (ITU-R) 在 2015 年提出「IMT-2020 and Beyond²」作為 5G 建議 (Recommendation) 標準以來，其包括 20Gbps 下載峰速 (eMBB)、1ms 延遲時間 (URLLC)、每平方公里十萬個連結數量 (mMTC)，對應大頻寬、低延遲、大連結等三大應用場景，也讓各界均期待 5G 帶動產業發展的潛力；各國積極導入 5G 下，據全球行動設備供應商協會 (GSA) 統計³，截至 2023 年 3 月，全球至少已有 156 個國家、524 家電信營運商投入 5G (包含向主管機關申請執照、佈建 5G 網路)；其中，更有 97 個國家、249 家電信營運商已推出一個或多個 5G 服務 (其中 41 家營運商已採用獨立組網 SA 服務)；我國也在 2020 年 2 月 21 日完成 5G 頻譜競價，計有中華電信股份有限公司 (下稱中華電信)、台灣大哥大股份有限公司 (下稱台灣大哥大)、遠傳電信股份有限公司 (下稱遠傳電信)、台灣之星電信股份有限公司 (下稱台灣之星)、亞太電信股份有限公司 (下稱亞太電信) 等 5 家電信事業得標，並於同年陸續提供 5G 服務，相較全球推動 5G 進程，我國雖非如南韓、瑞士等第一波開放國家，也屬早期佈署 5G 之梯隊，截至 2023

² ITU-R, Recommendation ITU-R M.2083-0, https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/m/R-REC-M.2083-0-201509-1!!PDF-E.pdf

³ GSA, 5G-Market Snapshot May 2023, <https://gsacom.com/paper/5g-market-snapshot-may-2023/>

年 6 月，我國 5G 用戶數達 7,605,007 戶，滲透率約為 25.2%（5G 用戶數/所有行動通信用戶數），整體市場屬穩定成長階段。

與世界多數已採用 5G 之國家相同，我國電信事業面臨日趨飽和之行動通信市場，諸如 5G 可能之商業模式為何？可採行措施為何？均為此刻須思考之重點，否則 5G 龐大之投資倘未能創造對應之價值與收益，對電信事業無疑造成極大的負擔。在本次高峰會中，各領域專家多強調建立「5G 生態系」之重要性；亦即，5G 之推動並非僅止專注於達成大頻寬、低延遲、廣連結之通信技術革新，更重要的是供應鏈、設備端到實際應用場域及產品之水平及垂直參與暨整合；部分講者所提在消費者端，從可支援新興技術連線方式、各項應用之終端設備製造、供應，並強化與可吸引不同消費族群之應用端連結，例如：通過結合遊戲、影音等應用吸引年輕族群轉換使用 5G、與軟體業者合作推出相關金融服務等；在企業端，則強調提供整合網路技術、雲端及應用介面（如企業端之 App Store）之平臺化服務，以吸引企業投入採用，另外政府在企業專頻、企業專網等政策考量時，也應關注整體「5G 生態系」之健全，以營造電信帶動各行各業發展之共生共榮發展環境。

此外，在發展 5G 策略方面，許多與談人也提出有別於傳統通信服務加值之發展方向，例如通過海量資料分析加值、更靈活的網路控制應用，結合 ESG、資安及信任科技等當前各界關注之成長產業，提供相應

解決方案，以開發新興藍海市場；總體而言，有別過往 5G 推動初期著重於「5G 簡介」、「鼓勵導入 5G」之討論角度，本次會議進一步討論 5G 生態系之建立、與不同科技與產業之合作方式，並著重探討 5G 可能之商業、應用模式及對整體社會發展之價值。

二、不同行動通信技術及各領域科技之結合應用與合作關係

隨 5G 網路、應用之發展，各界均體認受限於頻譜有限、頻率特性、傳輸效率及能源節約，行動通信網路往往沒有單一最佳解決方案，須視不同應用場域選擇最適合之網路組合。

本次會議在行動通信技術方面討論許多光纖、FWA、衛星行動通信技術、甚至是高空雷射通信技術等方面應用，其中衛星通信已發展較完整體系，通過不同軌道之 GEO、MEO 及 LEO 衛星組合，提供低延遲、大頻寬或大容量之服務，本次會議中，與談人多強調因應不同地區、需求善用不同之技術，甚至在部分情形下 5G 未必是優先選擇；此與過去 5G 推動初期，多鼓勵電信事業及企業大量導入 5G，並認為 5G 高（速率）、低（延遲）、廣（連結）特性可適用全面性需求之觀點有較大差異，在考量能源消耗、傳輸效率及佈建成本下，電信事業宜通過不同通信技術組合達成具成本效益之多功能網路；此外，各界也體認維護多套行動通信網路之負擔及能耗，並討論過去較早期世代之行動通信技術（如 2G）退場議題；在我國，2G 已於 2017 年退場，屬世界上較早全面汰除 2G

之國家，在不同網路技術組合議題方面，我國區域特性雖較無如美國在偏遠地區、地廣人稀處大量採用 FWA 技術，但在持續推動之普及服務「村村有寬頻」、「部落有寬頻」等計畫方面，也運用微波通信達成偏遠、離島區域通訊無死角之技術組合，日前更於花蓮同禮部落啟用全國首座「風光互補」供電基地臺，提供該地電力及通訊⁴，弭平偏遠地區數位落差，落實維護數位人權之目標。

在 5G 既有技術強化方面，Singtel 公司作為全世界早期導入亦為已達成全國涵蓋 5G 獨立組網 SA 之電信事業，無論在高峰會論壇或後續本會安排之參訪行程，均展現獨立組網才是 5G 完整應用之實力，雖然無論 NSA 或 SA 均是 3GPP 提出、滿足 ITU IMT-2020（即符合高、低、廣技術指標）之正式 5G 技術，但明顯可見 SA 在核心網路由 NSA 之 EPC（Evolved Packet Core）全面改採 NGC（Next Generation Core）架構下，在服務端可發展更靈活之切片應用，且電信事業可更好的結合軟體控制軟體定義網路（Software Define Network, SDN）、NFV 及邊緣運算等功能，真正作到提供不同場域之 SLA 服務；我國目前尚未有電信事業正式宣布採用 SA，建議未來倘規劃及推出相關服務，也可參考 Singtel 現行整合上游（基礎建設、雲端、技術方案）、下游（應用介面、加值、解決方案）資源之商業模式，實現網路即服務（Network-as-a-Service, NaaS）

⁴ NCC 新聞稿，https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=8&sn_f=48381

之發展目標。

此外，因應近年興起之 AI、生成式 AI、機器學習及大型雲端業者之競合議題，本次會議與談人對於類此「通信」以外之他領域技術、產業，多認為宜採開放、合作之態度，並提供許多合作之態樣，例如通過 AI 優化網路資源管理（內部）及客戶管理（外部）、及與大型雲端業者可在基礎建設、CDN 方面合作等；我國因應 AI 發展趨勢，已由行政院頒訂「臺灣 AI 行動計畫 2.0」從法規、人才培育、軟硬體研發製造及人本互動關係等面向，促進我國整體競爭力，建議電信事業可配合政策加速導入 AI；在與大型雲端業者互動方面，鑒於我國資通產業發達，雲端、代為代管等服務需求高，各大型雲端業者均與我國電信事業具備長期合作關係，一般企業、民眾均易接取相關服務。

三、各區域 5G 市場發展經驗之借鏡與我國電信市場發展

亞太地區之區域需求、特性差異大，各國選擇邁向 5G 之規劃亦有不同，例如：幅員較大、人口分布較廣之國家可能優先考量訊號及上網能力涵蓋，策略可能包括持續發展 4G、導入 FWA、衛星通信技術等，而在島嶼為主之國家，無限雷射通信技術之跨島傳輸功能亦值得關注，而人口較稠密之都會國家，則普遍快速發展光纖、5G 及其衍生應用；另外，從本次觀摩新加坡（Singtel）、日本（NTT AT）提供企業服務方案之差異，也可發現同樣是 5G 企業端服務，因應各國政策、技術及產

業特性不同，如何選擇市場可廣泛接受之商業模式至關重要。例如 Singtel 之案例，電信事業選擇佈署 SA 網路後，結合上下游產業，通過網路切片之方式依不同企業需求提供適切 5G 網路服務，而 NTT 之案例則通過企業專頻、專網服務模式，依企業營運需求打造專屬服務之網路或提供其解決方案；另外，我國電信市場特性於一般通信端（消費者使用、企業內部通信使用）競爭較為劇烈，而垂直場域、企業專網則較顯方興未艾；鑒於 5G 之發展重心仍在企業端應用，建議我國各界亦參採國外已取得成功之商業模式及企業合作方式，思考如何於我國市場環境結合自身商業模式實踐，例如 NTT 屬兼營公眾行動網路（NTT DoCoMo）、固定網路、企業專網並提供各項解決方案之大型通訊產業集團，較具備推出綜合性方面服務具優勢，惟我國非電信事業之系統整合商、雲端服務業者、平臺服務業者等，仍可考量與既有提供 5G 行動通信網路及固定通信網路之電信事業合作推出綜合性服務。

另外，新加坡電信市場發展蓬勃，MVNO 風氣興盛，該國前三大電信事業均創建自身副品牌強化競爭，包括 GOMO(Singtel 副品牌)、GIGA（StarHub 副品牌）及 Maxx（M1 副品牌），市場上亦有新參進、主打價格競爭資費之 MNO「SIMBA」，雖然市場參與者數量與消費者可享資費價格是否低廉、品質是否優良，未必然呈正相關，但確實可促進電信事業積極研發符合消費者需求之資費方案以吸引民眾青睞。而由我國電信

市場發展歷程觀之，雖非藉由 MVNO 取得顯著市場占有率而影響市場競爭，但過去在 4G 時代，中華電信、台灣大哥大、遠傳電信、台灣之星電信及亞太電信等 5 家電信事業亦呈三大兩小之高度競爭態勢，亦造就我國 4G 電信資費低廉、品質佳，人均使用量屬世界前列之標竿發展案例。隨前揭五家電信事業進入 5G 時代，整體競爭環境、投資發展、經營策略改變，台灣大哥大與遠傳電信分別先後向本會申請併購台灣之星及亞太電信，兩合併申請均經本會於 2023 年 1 月同意在案，該等業者亦刻正進行相關行政程序及合併事宜。本會委員會議在審酌前揭合併案期間，也十分關注如何維繫市場競爭之議題，並在許可處分課予申請人確保 MVNO 易於參進市場之相關附款，期盼我國能發展出類似新加坡、日本等較蓬勃之 MVNO 市場，提供消費者更多元選擇。另外，在過去 4G 時代我國電信市場 MNO 競爭相當劇烈、價格低廉下確實可能擠壓 MVNO 發展空間，產生「消費者可享優惠資費，卻較少新進業者」情形，隨 5G 時代來臨，更多元之服務及增值應用，或可能創造 MVNO 新興發展空間，從而促進我國電信市場正向競爭，期透過前揭政策帶動下，能營造整體電信產業更優良之發展環境，造福消費者並提供國人更優質之 5G 服務。