

出國報告（出國類別：開會）

出席瑞典 2023「寬頻大未來－數位  
化社會的信賴基礎」國際會議  
報告書

服務機關：數位發展部

姓名職稱：葉寧次長

陳玟良簡任技正

鐘燕羽分析師

王秀旬專員

派赴國家：瑞典

出國期間：112年6月23日至112年6月29日止

報告日期：112年9月6日

## 出國報告摘要

推動寬頻化社會為全球各國提供國民資訊化生活與促進國家整體發展不可或缺的重要基礎，「寬頻大未來－數位化社會的可靠基礎」(Broadband for All - a trusted base for the digitalization of our societies) 國際會議是由瑞典資通訊主管機關－郵政及電信管理局 (Post- och telestyrelsen, 以下簡稱 PTS) 與瑞典電信商愛立信 (Ericsson) 共同舉辦，多年來一直是各國資通訊監理機關與業界討論分享產業政策的重要會議，本屆會議於今 (112) 年 6 月 26 日至 27 日登場，先於瑞典皇家工業科學院舉辦研討會，27 日轉赴位於斯德哥爾摩北方有無線通訊矽谷之稱的 Kista 愛立信總部，透過多方對談，共同探討數位轉型推動策略、頻率管理及資通訊安全等重要議題，深具前瞻性，可供政府未來決策參考。

本部於 111 年 8 月 27 日掛牌成立，整合電信、資訊、資安、網路與傳播五大領域，整體規劃數位發展政策，統籌基礎建設、環境整備及資源運用業務，為加強與國外通訊傳播主管機關交流、瞭解國際寬頻服務發展趨勢，今年由葉寧次長代表會議。

本次會議總計有來自 28 國共百餘位監理機關代表及愛立信多位高階主管共同與會，葉次長以「全民數位韌性 (Resilience for All)」為主題，於本屆會議擔任 keynote 主講人，獲得與會者熱烈討論與迴響，本部並與各國代表交流意見。此外，本部於第 2 天議程中安排拜會瑞典 PTS 局長 Dan Sjöblom，雙方會談中分享在寬頻網路普及化的努力與經驗，也分別就產業政策、強化數位基礎建設及資通訊安全等議題進行交流，探討未來政策方向，葉次長此行也在瑞典代表處安排下與瑞典國會議員 Mathias Tegnér 會面，就數位政府服務、開放資料、資安等多項議題廣泛交換意見，進一步深化兩國交流。

我駐瑞典代表處谷大使瑞生、易家琪秘書、黃傑秘書，及駐德國臺北代表處法蘭克福辦事處黃處長瑞坤、葉慧芳秘書，犧牲假期親臨機場協助轉機或接送機照料，協助本部順利完成任務，特此表達由衷感謝之意。

## 目錄

壹、前言.....	5
貳、行程表.....	5
參、寬頻大未來會議與拜會.....	5
一、會議議程.....	5
二、會議主題簡報摘要.....	6
三、頻譜管理議題與討論.....	14
四、科技會報.....	15
五、資安研討會.....	18
六、拜會瑞典資通訊主管機關 PTS，深化臺瑞雙邊互動交流.....	25
肆、心得與建議.....	26
一、成功分享臺灣全民數位韌性實務經驗，會議成果豐碩.....	26
二、數位韌性是寬頻普及化的下一里程碑.....	30
三、與時俱進的頻率管理政策.....	32
四、歐美先進國家重視科技應用與技術標準減少碳排放.....	35
五、落實資安管理機制，確保韌性國家安全.....	36

## 附件

- 附件一 Keynote : Perspectives from Brazil 簡報
- 附件二 Keynote : Perspectives from Taiwan 簡報
- 附件三 Keynote : Perspectives from Canada 簡報
- 附件四 Keynote : Perspectives from India 簡報
- 附件五 Keynote : Technology Perspectives 簡報
- 附件六 Broadband for All in Sweden 簡報
- 附件七 Broadband for All in Malaysia 簡報
- 附件八 Broadband for All in Japan 簡報
- 附件九 Broadband for All in France 簡報
- 附件十 Development in Spectrum Management for Communication Services-OECD 簡報
- 附件十一 5G built secure with defense in depth 簡報
- 附件十二 Security of deployed networks 簡報
- 附件十三 Demystifying vulnerability management in telecom networks 簡報
- 附件十四 Security operation automation 簡報
- 附件十五 Current state of evolving Open RAN security 簡報
- 附件十六 5G readiness for zero trust architecture and evolution 簡報
- 附件十七 Network APIs & 5G Security 簡報
- 附件十八 Confidential software security assurance 簡報
- 附件十九 Technology briefing-6G Research and standardization update 簡報
- 附件二十 Technology briefing-Artificial Intelligence in mobile infrastructure 簡報
- 附件二十一 Technology briefing-Open APIs for advanced digitalization 簡報
- 附件二十二 5G for Autonomous Shipping: highlights, concerns, prospects 簡報
- 附件二十三 PTS Spectrum Seminar-Swedish Post and Telecom Authority 簡報

## 壹、前言

推動寬頻化社會為全球各國提供國民資訊化生活與促進國家整體發展不可或缺的重要基礎，瑞典 PTS 與電信商愛立信每年均舉辦寬頻大未來（Broadband for All）會議，邀集各國主管機關與國際組織團體代表，共同討論全球新興寬頻技術、應用與服務發展趨勢、行動寬頻頻率需求、頻譜管理與核配等重要議題，相關議題深具前瞻性，可供政府未來決策參考。

本次會議為第 17 屆，會議主題為「寬頻大未來—數位化社會的信賴基礎」（2023 Broadband for All - a trusted base for the digitalization of our societies），討論議題包括企業與社會轉型過程中的監管法令、5G 網路佈建的首要政策考量，以及寬頻政策的實務探討，計有 28 國 110 餘位監管機關代表及瑞典愛立信公司多位高階主管共同與會，規模盛大。

## 貳、行程表

日期	行程
6/23 (五)	出發 (臺灣 22:10 出發，6/24 上午 12:30 抵達瑞典斯德哥爾摩)
6/25 (日)	與瑞典議員 Mathias Tegnér 餐敘
6/26 (一)	參加寬頻大未來會議
6/27 (二)	參加寬頻大未來會議、拜訪 PTS
6/28 (三)	回程 (瑞典斯德哥爾摩 17:55 出發，6/29 下午 18:30 抵達臺灣)

## 參、寬頻大未來會議與拜會

### 一、會議議程

日期	6/26(一)		6/27(二)	
地點	IVA		Kista	
上午	<b>Keynote 簡報(08:30-10:30)</b> 1.Perspectives from Brazil 2.Perspectives from Taiwan 3.Perspectives from Canada 4.Perspectives from Spain 5.Perspectives from India 6.Technology perspectives(Ericsson)		科技會報 (08:30-12:00)	資安研討會 (09:00-12:00)
	<b>Keynote 簡報(10:30-12:15)</b> 1. Broadband for All in Sweden 2. Broadband for All in Malaysia 3. Broadband for All in Japan 4. Broadband for All in France 5. Broadband for All in UK			

下午	<b>Keynote 簡報(13:30-15:00)</b> Developments in Spectrum Management for Communication Services(OECD)	<b>PTS 頻譜研討會</b> (13:00-14:30)	<b>資安研討會(13:00-17:00)</b>
	<b>Panel debate(16:00-17:00)</b> Searching for Spectrum -5G,5G Advanced,6G and satellite	<b>PTS 會談</b> (16:00-16:40)	

註：第 1 天上午 panel debate 時段因時間重疊，本部參加 keynote 簡報。

## 二、會議主題簡報摘要

隨著 5G 網路的持續擴展，網路已成為日常生活不可或缺的一環，支撐生活、社會和產業等，幾乎包含所有面向之正常運轉，並滿足人類，甚至智慧機器的通訊需求。本次會議各國與會者簡報不約而同地均由「寬頻普及化」展開，即使面臨的挑戰和達成手段略有不同，多仍從國家層次推動計畫，以提升偏鄉寬頻基礎建設涵蓋及弭平城鄉差距，讓全民可以用合理價格享有一定品質的電信服務。

### (一)巴西

巴西土地面積居南美洲之冠，也是整個南半球最大的國家，國土廣大和人口分布不均是寬頻普及化最大的挑戰，巴西通訊部（Ministry of Communication, MOCM）表示，目前巴西固網密度只有 21.4%，但行動通訊密度達 98.7%，其中使用 4G 上網為 78.6%，缺乏商業誘因的偏鄉仍然是推動全民寬頻困難所在，而在疫情期間，更凸顯了偏鄉醫療和教育數位化的重要。

為改善巴西北部亞馬遜地區的數位基礎設施，由巴西通訊部推動的 Norte Conectado Program 計畫，預計建置 8 條主要光纖鏈路，達成通訊、教育、研究、衛生、國防和司法等部門的政策目標，最終希望能藉由 Broadband for All，讓巴西成為更理想的國家。

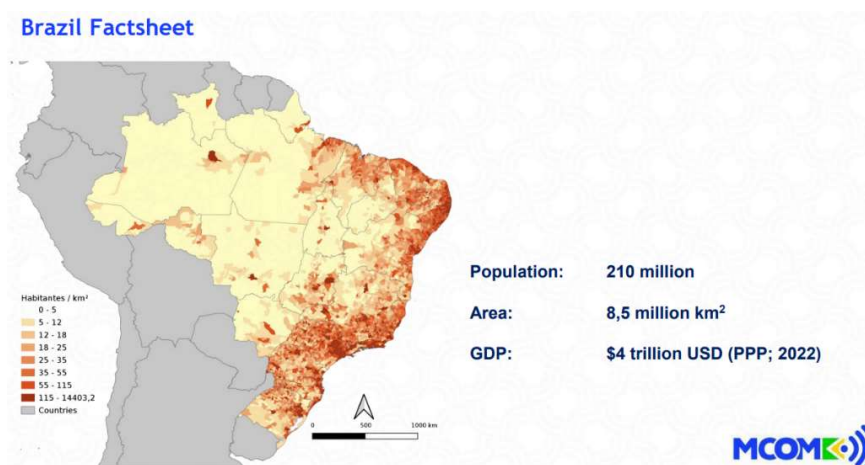


圖 1：巴西人口主要分布於東部沿海地區，地形等因素為寬頻普及最大挑戰（資料來源：會議投影片）

## (二)臺灣

因應本次會議主題，本部葉次長以「全民數位韌性 (Resilience for All)」為題擔任 keynote 主講人，在簡報中除了說明我國寬頻發展現況及本部成立背景外，更強調為確保民主實踐，寬頻接取在臺灣為基本人權，為普及通訊傳播領域關鍵基礎設施，本部持續投入離島及偏鄉通訊建設，保障國民基本通信權益，使全體國民得按合理可負擔之價格，使用不可或缺且具基本品質之通傳服務，且刻正規劃以多元異質通訊網路強化基礎建設，譬如以衛星、海纜、微波、公共安全與救難應變通訊系統 (Public Protection and Disaster Relief, PPDR)<sup>1</sup>及災難漫遊 (Emergency Roaming, 或稱 Disaster Roaming)<sup>2</sup>等來強化全民數位韌性。葉次長並以今年 2 月份馬祖離島海纜損毀所造成的通訊中斷為例，說明網路備援的重要與我國後續應變，引起與會者熱烈討論與廣大迴響，多國監管者會後積極與本部交流意見，分享雙方在寬頻普及化面臨的挑戰和經驗。

此外，因應國際趨勢，會議介紹我國已開放受理 5G 專用頻段申請，供產業垂直場域應用，並規劃開放免執照頻段 (Wi-Fi 6E<sup>3</sup>)，以加速社會共融及產業發展。



圖 2：葉次長於會議中擔任主講人（照片來源：作者拍攝）

## (三)加拿大

加拿大創新科學暨經濟部 (Innovation, Science and Economic Development, ISED) 表示，該國於 2019 年宣布政策目標 High-speed Access for All，2030 年前提供全區 50/10Mbps (download/upload) 以上的無線上網，至 2021 年執行成果已超越階段性目標 90%，2026 年目標定為

<sup>1</sup>係指寬頻通訊架構下的國家公共安全與救難通訊及調度系統，運用於警察、消防和緊急醫療服務的寬頻網路。

<sup>2</sup>係指電信營運商之間的一種漫遊協定，營運商在緊急狀況時能相互辨識彼此客戶，互相支援，當其中一家營運商的基礎設施故障時，其用戶仍可連到其他正常運作的營運商網路，以確保基礎通訊不中斷。

<sup>3</sup> Wi-Fi 6E 是 Wi-Fi 6 (802.11ax) 標準的擴展，增加可使用 6GHz 頻段 (臺灣開放 5945MHz -6425MHz)，支援更大頻寬、更快的傳輸量及較低延遲。

98%。與巴西情形類似，加拿大幅員廣闊，必須透過多元技術來達成接取目標，並強調為達到該國 100%涵蓋，新興衛星通訊將是重要選項。政府仍持續支持加拿大衛星業者 Telesat 的 Telesat Light 計畫，目前已有 Telesat, SES 及 Hughes 等同步軌道衛星 (Geostationary Orbit, GSO)<sup>4</sup>業者提供偏遠地區服務，此外，SpaceX 及 OneWeb 等國際低軌衛星 (Low Earth Orbit, LEO)<sup>5</sup>業者亦已在加拿大北部地區提供寬頻服務。

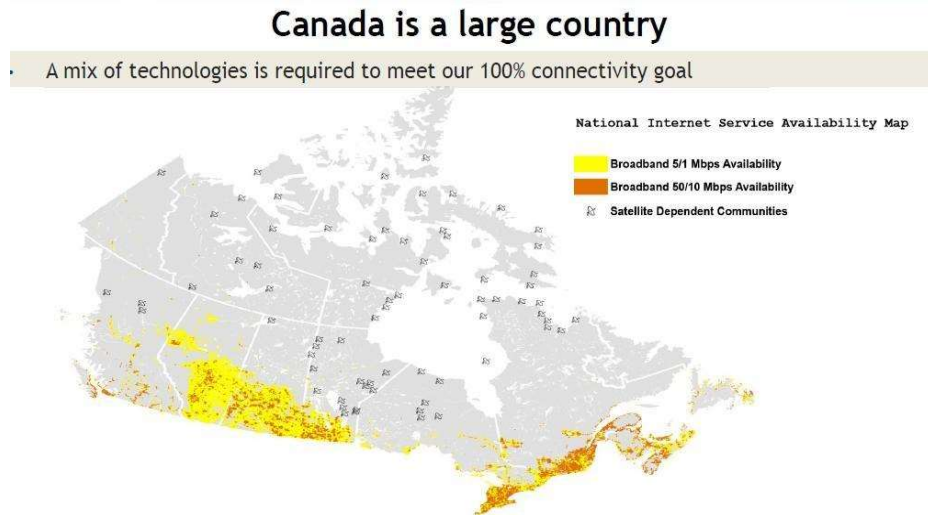


圖 3：加拿大寬頻接取發展情形（資料來源：會議投影片）

加拿大政府在 5 年計畫（2023-2027）中評估未來頻率需求及頻率釋出計畫，將頻率視為驅動工業 4.0<sup>6</sup>（Industry 4.0）的推動者，近期的計畫：

1. 非競爭性的區域許可制（Non-Competitive Local Licensing）：以首次申請、小規模的企業垂直應用、原住民及社區網路提供商為對象，預計 2024 年釋出 3900MHz 頻段。
2. 5G 應用及偏鄉：預計 2023 年釋出 3800MHz 頻段，2024 年釋出毫米波<sup>7</sup>（mmWave）頻段。
3. 增加免執照許可制（license-exempt）：如 6GHz、5.9GHz、空白頻段（whitespace）<sup>8</sup>和毫米波。

此外，為強化網路安全，ISED 成立加拿大安全電信諮詢委員會（Canadian Security Telecommunications Advisory Committee, CSTAC）

<sup>4</sup> 高度 35,786 公里的人造衛星，提供氣象觀測、廣播電視和一些低速數據通信服務。

<sup>5</sup> 高度約 160 ~ 2,000 公里的人造衛星，多為通訊、觀測用途。

<sup>6</sup> 又稱第 4 次工業革命，可定義為將智慧數位技術整合至製造和工業流程，涵蓋 IIoT、AI、大數據、機器人以及自動化等多樣技術。

<sup>7</sup> 係指波長為 10 毫米（30GHz）至 1 毫米（300GHz）之間的頻段，傳輸速率快、低延遲、頻寬更大，是進階的 5G 技術，但傳送距離過短、容易被阻擋、覆蓋範圍較小而需要建置更多小型基地臺來增加整體網路覆蓋，在硬體成本上非常高，尚待突破開發。

<sup>8</sup> 兩個相鄰無線電頻道之間的空白頻段，一般係指無線電視數位化之後，各電視頻道之間未被使用之閒置頻段。



及數位基礎建設韌性論壇（Canadian Forum for Digital Infrastructure Resilience, CFDIR），促進公私部門資訊流通及信賴合作。因資安考量，考慮禁止華為、中興等中資企業投資加拿大 4G、5G 網路，並針對現行的電信法規提出 Bill c-26 法案，以促進金融、能源、交通和電信部門關鍵網路系統安全。

#### (四)西班牙

西班牙經濟與數位轉型部（Ministry of Economic Affairs and Digital Transformation）表示，西班牙政府近 10 年來一直致力於提高全國寬頻普及率，截至 2022 年，已達到 90% 家戶寬頻滲透率，偏鄉地區也已改善至 72%，依據 OECD（Organization for Economic Cooperation and Development，下簡稱 OECD）統計，其用戶數比例為 81%，僅次於南韓。為縮短城鄉數位落差，西班牙政府持續透過「縮小城鄉差距普及數位基礎建設計畫」（el Programa de Universalización de Infraestructuras Digitalis para la Cohesión, UNICO），補助電信業者在偏鄉地區佈建 5G 通訊設備，包括低軌衛星通訊 LEO 等，目標是 2025 年可達到全區 95%，偏鄉 90% 以上，加上歐盟也在本（6）月通過對西班牙政府的補助案，期能透過上述計畫和資源，達到歐盟揭示的數位化目標，2025 年家戶達 100Mbps，以及 2030 年家戶達 1Gbps 的網速要求。

另外，西班牙代表也強調，作為電信事業的監管者，目前正面臨利益相關者協調、頻譜管理和基礎建設架構整合等挑戰，必須在歐盟規範的架構下，從政策面引導業者達到數位化目標。

#### (五)印度

印度電信管理局（Telecom Regulatory Authority of India, TRAI）表示，印度目前人口數及人口密度居世界之冠，當前無線網路用戶超過 11 億人，市區網路滲透率為 130%，鄉區只有 57.8%，區域間的收入差異造成了極大的數位落差。

在 2018 年揭櫫的國家數位傳播政策（National Digital Communications Policy）中，國家寬頻使命（National Broadband Mission, NBM）扮演著重要的角色，旨在加速資通訊產業的發展，弭平數位落差，並提供全民可負擔的、具品質和無所不在的網路服務，其中的 BharatNet Project 預計運用多元技術，包括光通訊、光纖複合地線<sup>9</sup>（Optical fiber composite overhead ground wire, OPGW）、紅外線通訊<sup>10</sup>、衛星通訊、海纜、小型衛星地面終端設備（Very Small Aperture Terminal, VSAT）<sup>11</sup>等，逐步改善偏鄉通訊。

---

<sup>9</sup> 或稱光纖複合架空地線，是一種利用輸電線路構成的線路，通常由電力公司使用，可同時達到接地及通訊目的。

<sup>10</sup> 使用紅外線傳輸，不需要實體連線，簡單易用且成本較低，廣泛應用於小型行動裝置和電器設備的控制器，因直射特性，不適合傳輸障礙較多的地方，傳輸距離短、傳輸速率不高。

<sup>11</sup> 係指衛星通信系統中天線口徑為 3 公尺以下的小型地面終端設備，通常為 0.3-1.4 公尺。



圖 4：印度國家寬頻使命 NBM 願景（資料來源：會議投影片）

## (六)瑞典

截至 2022 年 10 月，瑞典家戶光纖上網涵蓋率為 98%，接取率為 93%，行動上網人口涵蓋率為 98%，5G 涵蓋率為 57%。

呼應 Broadband for All 的會議主題，瑞典 PTS 市場發展部門 Björn Blondell 在會議上強調寬頻接取不是選擇，讓每個人、每個地方都能安全上網是義務（It is not a choice, it is an obligation），未來努力方向：

1. 須更積極以加速數位化發展。
2. 將透過創新科技如 AI 和資料分享等持續加速數位化。
3. 建構韌性、穩健且安全的數位化社會。

## (七)馬來西亞

馬來西亞通訊暨多媒體委員會（Malaysian Communications and Multimedia Commission, MCMC）表示，馬來西亞網路接取程度相當高，主要為行動上網，固網滲透率為 48.6%，無線網路則高達 132%，基地臺涵蓋率為 147.5%，COVID-19 期間因暴增的上網需求，讓相關單位體認到數位化勢在必行，為改善涵蓋率及通訊品質，自 2020 年起推動國家數位化行動計畫 JENDALA，目前第一階段目標已達成並超越，執行成果並獲得 World Summit on the Information Society (WSIS) 肯定。

## National Digital Network (JENDELA) Action Plan

Fit-for-purpose solutions to be deployed in different areas to maximise coverage and connectivity

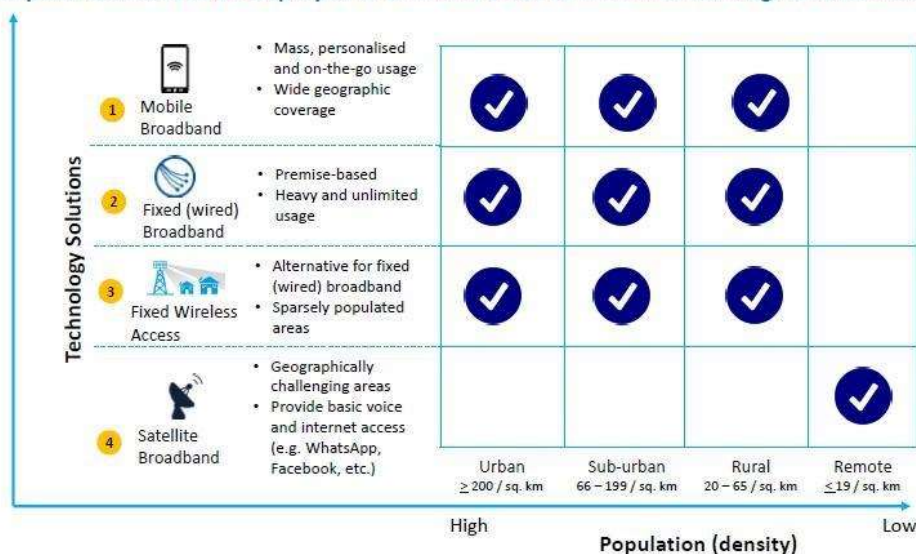


圖 5：馬來西亞國家數位化行動計畫 JENDALA（資料來源：會議投影片）

該國目前 5G 人口涵蓋率為 62.1%，用戶超過百萬，馬來西亞採行單一批發網路（Single Wholesale Network, SWN）模式<sup>12</sup>經營 5G 網路服務，在不到 18 個月的時間內成功覆蓋一半以上人口，且持續擴充中，從長遠來看，會以 SWN 模式來提供基礎設施的多樣性。

### (八)日本

日本政府於今年推出數位城市花園計畫（Digital Garden City Nation），旨在強化數化基礎建設以振興鄉村地區，計畫內容包括光纖固網、無線及物聯網（Internet of Things, IoT）<sup>13</sup>等 5G 運用、數據中心及海纜、非地面網路（Non-Terrestrial Networks, NTN）<sup>14</sup>及 B5G 等 5 個構面。

另外，日本總務省（Ministry of Internal Affairs and Communications, MIC）表示，為因應暴增的網路傳輸量，核配給 5G 行動通訊的頻寬已增加到 3 倍，因此在頻率核配上制定了一套新的審查方式，以 2022 年核發的 2.3GHz 為例，分為絕對審查制度（Absolute examination）及比較審查制度（Comparative examination）兩階段，在比較審查階段中，增列營運商在無利可圖區域（less favored area，例如

<sup>12</sup> 營運商不自建網路，而是透過國家或地區的單一網路提供服務。

<sup>13</sup> 係指上網設備之間形成的網路，讓物品透過網路與其他裝置和系統連線並紀錄、交換資料，運用範圍十分廣泛，可實現真實世界數位化。

<sup>14</sup> 係指透過太空（Space-Brone）載體或高空（Air-Brone）載體配置通訊傳輸設備之方式，藉以實現通訊網路覆蓋，包括衛星和高空通訊平臺（High Altitude Platform Station, HAPS）如飛機、飛船、熱氣球等。

偏鄉)的建置情形為評估指標，譬如與其他營運商基地臺數量、獨立組網<sup>15</sup>(Standalone, SA)數量、建設費用、技術投入…等比較結果。

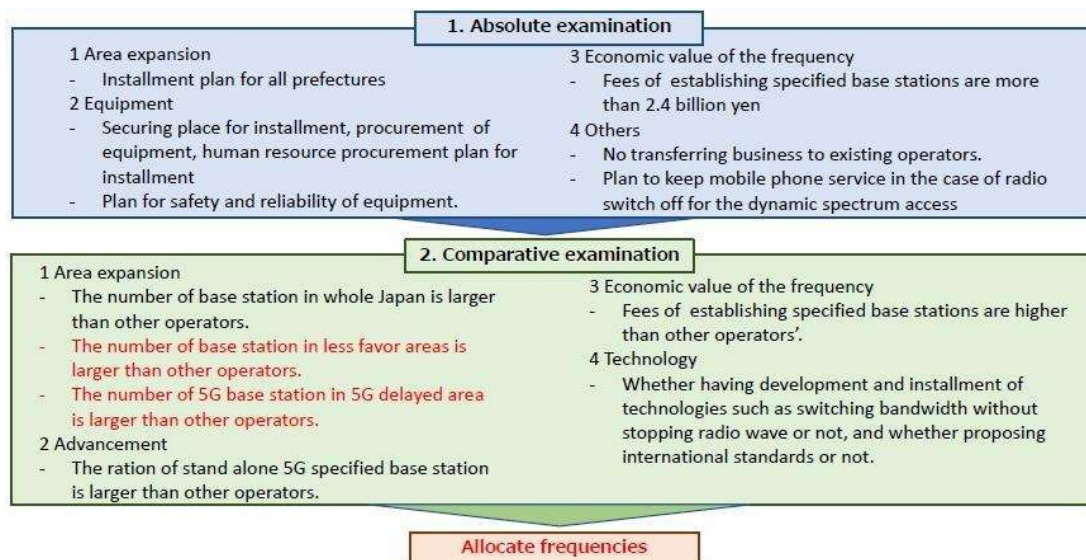


圖 6：日本頻率核配兩階段審查方式（資料來源：會議投影片）

頻率管理的整體目標，則希望在 2025 年前再釋出合計約 16GHz 頻率資源（自 2020 年底起算），以確保有足夠的頻寬，截至目前已增加約 3.04GHz。

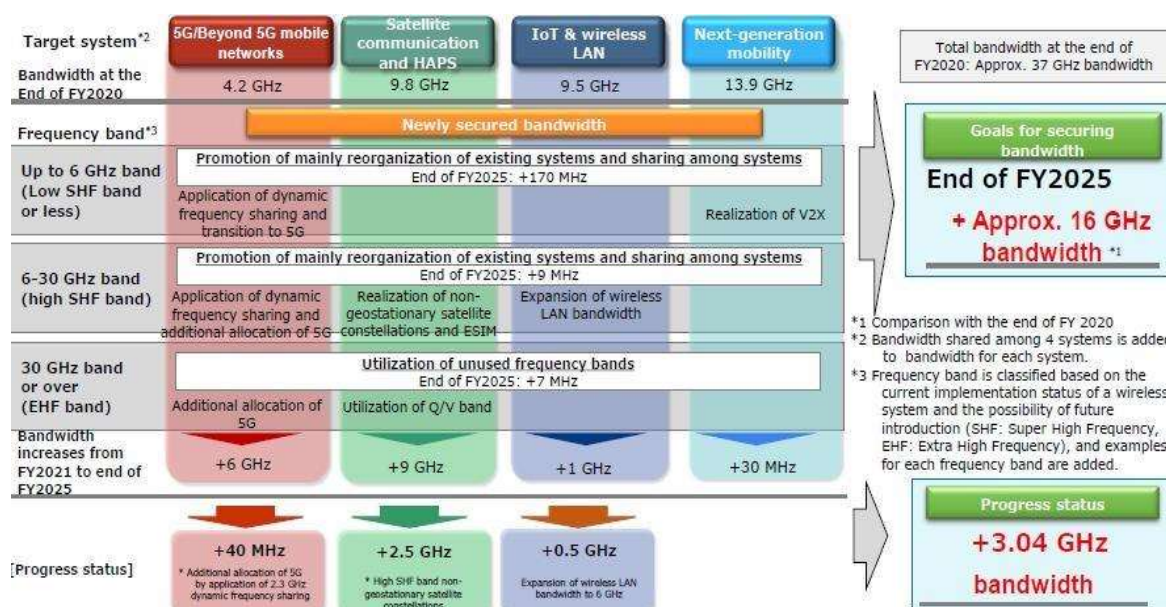


圖 7：日本頻寬使用總量目標及現況（資料來源：會議投影片）

## (九)法國

截至 2022 年第 4 季，法國 4G 覆蓋率已達到人口的 99.2%至 99.8%，電

<sup>15</sup>網路架構全由 5G 系統設備組成，傳輸速度與延遲不受限於 4G 核心網路，更能發揮 5G 技術優勢，導入成本較高。

子通訊與郵政管理局 (Autorité de régulation des communications électroniques et des postes, ARCEP) 於會議上提出有別於其他國家的觀點：數位化過程可藉由生活型態的轉變來達成減碳目標，但日益暴增的資訊傳輸量和不斷推陳出新的設備必會對環境產生衝擊，研究機構 ADEME 以現況分析，預計 2050 年數位碳足跡在 2030 年將增加 45%，2050 年更高達三倍之多，為了在 2050 年前達成巴黎協定 (Paris Agreement) 目標，利益相關者包括設備製造商、內容提供者、網路營運商及和終端使用者... 等須共同承諾和通力合作，譬如以永續觀點設計產品、減少設備投入量、增加產品可修復性，延長其使用年限等。

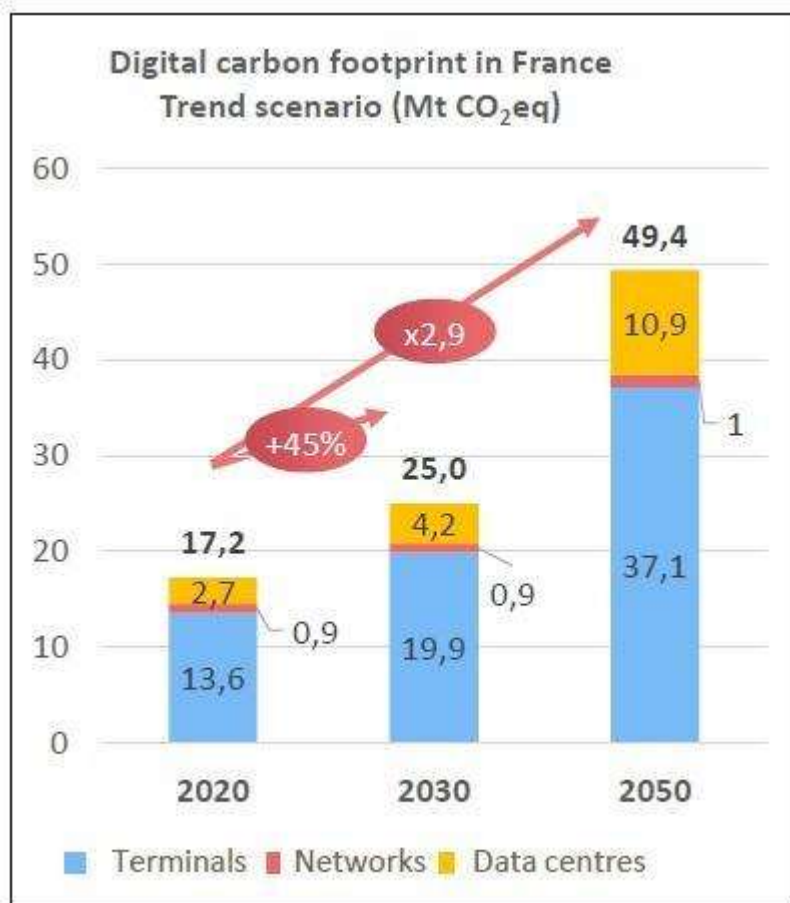


圖 8：法國數位碳足跡預估（資料來源：會議投影片）

## (十)英國

英國科學、創新與技術部 (Department for Science, Innovation and Technology, DSIT) 表示，英國政府透過一系列政策加速寬頻普及化，包括促進投資競爭的法規、降低寬頻布局障礙、減稅、對無商業利益區域的補助和多元技術支援等。截至 2022 年，寬頻滲透率為 73%，目標是 2030 年可達到 85%，2050 年達 99% 以上。

此外，英國代表表示，國家安全和發展寬頻一樣重要，英國政府在 2021 年公布電信安全法案 (Telecom Security Act 2021)，包括高風險業者管理、基礎架構安全及投資安全等 3 大構面，以提高電信網絡安全標準

並消除具有高風險電信供應商的威脅。

### 三、頻譜管理議題與討論

#### (一) 通訊服務演進趨勢下之頻譜管理

隨著數位匯流下不斷增加的頻率需求，無線電頻率對社會經濟發展的影響日漸深遠，本次會議特別邀請經濟合作暨發展組織 OECD 之傳播基礎建設與服務小組（Communication Infrastructure & Services, CISP unit）與會，就頻率資源的管理方式演進分享實務觀點。OECD 代表表示，因資源稀少性使然，長久以來各國對無線電頻率採取“命令和控制”的高度管制，隨著技術發展及應用服務對頻率的需求不斷增加，頻率政策逐漸轉向市場導向的分配管理機制，朝更彈性或降低管制密度的方向發展，就不同頻段、不同技術運用或需用需求個別規範，並適切地配合一國技術發展與政策目標。

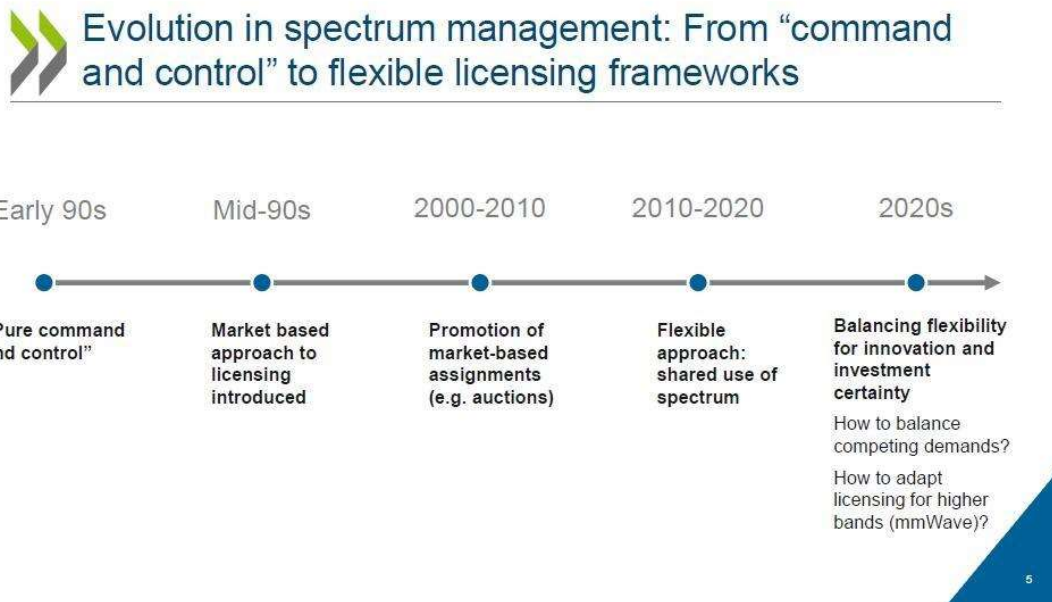


圖 9：頻率管理的演進（資料來源：OECD 簡報）

#### (二) 無線頻譜資源需求與和諧共用

在可釋出之頻譜資源已然不足的情況下，如何提升既有頻率使用效率，妥善分配規劃頻譜資源以滿足需求，成為當前頻譜管理的重要課題，各國規管制度也環繞在「增進頻率使用效率」此一核心議題上，討論會 panel debate 以 5G、5G Advanced、6G 和衛星的頻率管理為主題，邀請來自法國、英國、澳洲及奈及利亞等國與會代表討論，重點摘錄如下，原預定參加美國代表因故無法出席，在頻率共享主題上少了美國觀點，實為憾事。

1. 頻率政策必須能提升寬頻涵蓋率，並維持區域的合理競爭，提供消費者更多選擇，譬如透過執照或頻率許可取得制度的設計，可以引導業

者投資方向，改善偏鄉涵蓋率。

2. 如何在法規設計上提升頻率使用效率將是未來的一大挑戰，而且依據不同國家/區域/使用需求，在不同層面應有不同的管理方式。
3. 目前 5G 的頻率使用需求不斷增長，使用的頻率和頻寬能否滿足未來 5G Advanced 和 6G 所需還需要評估；新技術的發展和應用也增加頻率管理的複雜程度，尤其不能忽略網路媒體在頻寬的驚人用量。
4. 頻率共享要考慮到不能影響業者提供的服務品質，需要依賴精密的數據計算來降低干擾，也可能有資安的疑慮。
5. 因應衛星通信發展，在衛星間頻率干擾處理、和諧使用原則等，需要訂定對應的國際規範。

#### 四、科技會報

##### (一)6G 發展研究與技術標準演進

愛立信 6G 研究部門講者 Patrik Persson，在會議中前瞻性介紹 6G 使用情境，並表示 6G 標準化架構應包括開放介面（Open Interfaces），以促進健全的產業發展。此外，採用獨立組網，沿用現有 5G 核網對現有營運商來說將有助於順利進展到 6G，建議業界應在設定技術標準前，就技術移轉進行協調，加快 6G 布局速度並避免不必要的投資。

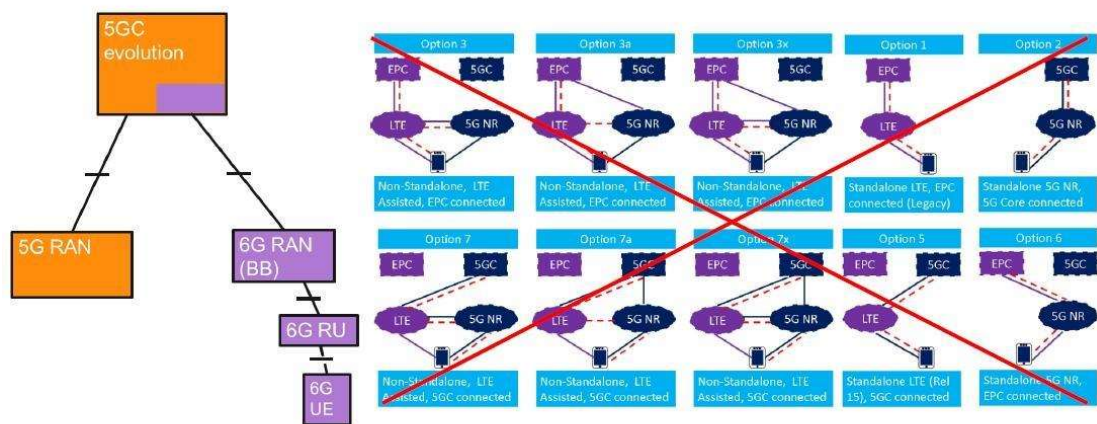


圖 10：6G 網路架構示意圖（資料來源：會議投影片）

愛立信也針對頻率在 6G 運用表達意見，發展 6G 重要關鍵摘錄如下：

1. 6G 應能夠適用在所有 3GPP 現行使用之頻段，亦可以規劃在新頻段，例如關鍵的中頻段（mid-band）。
2. 預期 6G 將採新的無線接取技術（Radio Access Technology）。
3. 6G 適用於 3GPP 所訂的頻率共享（spectrum sharing）技術標準。
4. 6G 標準化架構，將開放介面規格以健全系統生態體系，這包含 6G 的 RAN 應為獨立組網架構、延用 5G 核網投資以便於平順移轉至 6G。

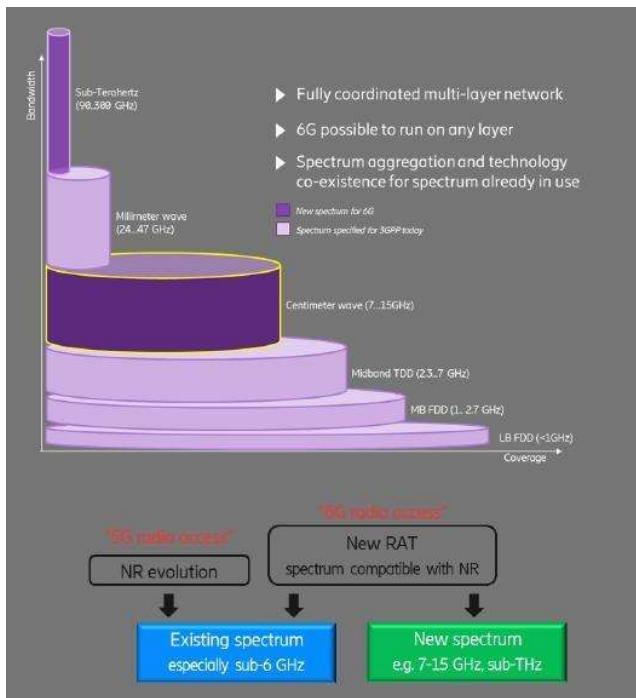


圖 11：6G 使用頻譜示意圖（資料來源：會議投影片）

## (二)新的行動網路架構引進人工智慧概念

人工智慧應用已為各界密切關注焦點，其對於電信產業之發展與影響甚鉅，愛立信專研於系統管理及人工智慧部門之講者 Caroline Jacobson 提及邁向 6G 之前所未見的智慧通訊，將創造更多應用與新機會，智慧通訊將預見可信賴的無限連結（Limitless connectivity）、融入感知網路（Cognitive Network, CN）<sup>16</sup>、網路節能與永續、可信賴系統、精進邊緣運算（Edge Computing）<sup>17</sup>等新的技術領域。

## (三)推動電信網路之公開應用程式介面（Open Application Programming Interface, Open API）<sup>18</sup>加速數位創新發展

愛立信之技術策略與全球網路平台總部（Technology & Strategy, Global Network Platform）代表 Christer Boberg，於會議中簡介「未來之行動API 趨勢與策略」時提及：現行已商用的行動通信網路API 之應用，例如消費者目前較熟悉、高黏著度的行動簡訊（Short Message Service, SMS）及語音通話等服務等。

著眼於未來之進階版 Open API 創新應用與發展，例如由 GSMA 發起以全球電信業者為主組成的 CAMARA 聯盟或其他組織等，規劃以電信網路為基礎（network-based），發展全球性之共通應用平台，將逐步朝加速 Open

<sup>16</sup> 自行認知當前狀況並可根據其發現做出決策的網路，目的在提高自動化程度，降低人為操作需要。

<sup>17</sup> 邊緣運算是一種分散式運算架構，將運算過程由網路中心移往邊緣節點來處理，可以加快資料處理與傳送速度，減少延遲。

<sup>18</sup> 係指可公開取得的應用程式介面，開發者可以透過程式去存取應用軟體或網路服務，讓外部應用系統可以透過這些 Open API 存取原本私有的資源。



API 之技術發展、標準介面、商業應用推廣等策略，預期商業模式將可更多元，例如 B2C/B2B 至 B2B2C 等。

最後，Christer Boberg 表示，固然新興 Open API 應用可能帶動電信事業各項創新應用及市場快速發展等，但也將面臨監理挑戰，例如涉及使用地點、使用之終端設備、身分認證等需各項明確之規定，此外，尚有網路中立性、隱私、資料自主等議題。

## Communications and network APIs drive innovation

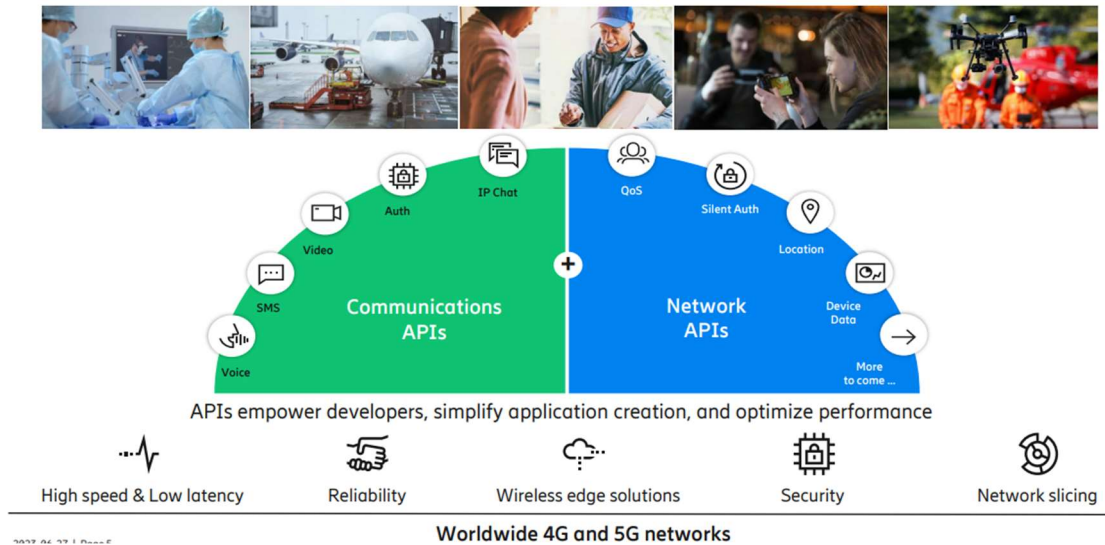


圖 12：API 應用創新（資料來源：會議投影片）

### (四)5G 自駕船案例探討

國際商港各類商船運輸需求遽增，因僅有航道限制，港務已面臨繁雜管控程序，且船舶等待入港運作期間愈久，消耗無謂能源為所詬病，如何提升港務效率為相關產業之重要議題。義大利大學電信聯盟 CNIT 的 JLAB 實驗室介紹利沃諾 Livorno 港口的智慧港埠系統，說明其航運自動化發展及數位化港口（Digital Port）構想，並分析受限於國際法規限制，需設定國際標準才能在現有法令下推動，且尚有船舶與地面通訊及船舶與衛星通訊協調及導入等多項挑戰。

### (五)PTS 頻譜研討會

瑞典 PTS 代表會議先介紹歐盟委員會於 2002 年成立歐盟無線電頻譜政策小組（Radio Spectrum Policy Group, RSPG），提供歐盟頻譜政策建議、頻譜協調及有效利用等任務，近期除陸續出版行動通信技術演進觀察及 WRC-23 相關議題建議外，今年 6 月刻正徵詢 2030 年 470 至 694MHz 頻段規劃共用，以及參考 5G 頻率經驗與使用情境，盡早確認頻率使用需求，期能在 2030 年前順利推動 6G 使用頻段等。

近期瑞典行動通信發展，PTS 陸續於 2018 年釋出部分 700MHz 頻段及

2021 年 3.6GHz 與 2.3GHz 等頻段，並將於今年 9 月進行 900MHz、2.1 及 2.6GHz 等頻段拍賣程序，並規劃於 2025 年釋出 1800MHz 頻段。

另外，瑞典在 2021 年 11 月已正式開放區域型執照（Local license），開放頻段為 3760 – 3800MHz 及 24.25 – 25.1GHz 頻段（室內涵蓋），期帶動產業創新應用。

## 五、資安研討會

### (一)5G 網路\_建構資安防禦深度

5G 網路架構包含核心網路（Core Network）、無線接取網路（Access Radio Network）、傳輸網路（Transport Network）、管理介面、內傳網路及終端設備等，其中開放性無線接取網路（Open Radio Access Network, Open RAN）<sup>19</sup>，透過開放標準化的無線電介面，確保不同的無線電設備供應商製造的元件具可互通操作功能，使行動網路可由多個供應商硬體和軟體系統組成，而使用者可以藉由無線接取網路進行命令控制，在有效的容量負載中串接核心網路後，並連結上公眾網路（Public networks），達到「高速度」、「低延遲」、「多連結」3 大特性。

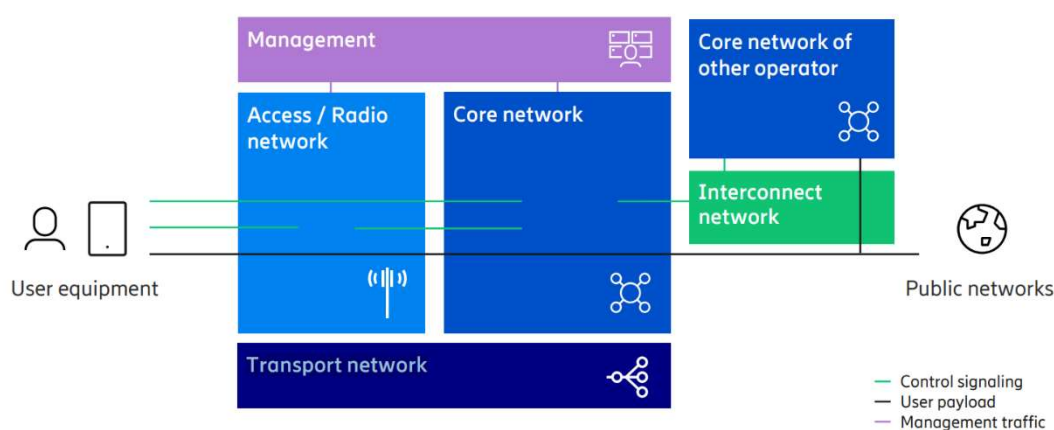


圖 13：5G 網路架構圖（資料來源：會議投影片）

愛立信產品安全及 CPSO 部門代表（Product Security & CPSO）Mikko Karikytö 於會議中提出 5G 網路效能及成本優化的背後，伴隨的資安風險，包含龐大資產設備、多供應商、產品生命週期長（2G、3G、4G、5G）造成之人員、接取環境複雜等因素，本次會議提出可透過「政策面」（如員工日常教育訓練）、「管理面」（如使用者權限限制、身分存取）、「技術面」（防火牆、核心網路資安技術）多層保護進行防禦，攻擊者之主要攻擊手法及解決方式可分為下列三種：

#### 5. 身份識別和存取管理（Identity and access management, IAM）：

<sup>19</sup> 係指開放介面的無線接取網路(Radio Access Network；RAN)，讓不同供應商提供的網路設備之間具有互通性，不再受限於原始供應商。

攻擊者可透過社交工程、暴力破解、惡意軟體植入、內部員工提供存取權等方式入侵系統。

透過政策和程序的訂定及管理，如員工教育訓練、密碼訂定規範、用戶帳戶管理策略、多重身份驗證、權責分離（最小權限原則），及技術面的控制，如使用防火牆、滲透測試等檢測系統，可減少此情況發生。

#### 6. 網路架構及配置：

攻擊者可透過脆弱或設計不良之網路架構獲得網路或特定系統之存取權（如連接到互聯網之系統）。

透過可靠的網路設計（技術面），從產品開發初期即將資安設計納入其中，透過安全參數之配置及強化，考慮到安全性及彈性進行可靠的網路設計，網路設計過程中考慮到國際安全協議及國際標準組織（如 3GPP，NIST）之規範、準則、指引，尋找具安全監控及快速回復能力之電信營運商。

採取資安零信任（Zero-trust）政策（政策面），藉由對任何資料存取皆永不信任且必須驗證的原則，達成不論在何時何地存取資料皆保證一致安全性之相關技術。

#### 7. 軟體漏洞管理：

攻擊者可透過軟體漏洞存取、處理軟體應用程序，進而達到系統控制、資料竊取等目的。

透過選擇好的設備供應商，設計安全的軟體開發生命週期（Secure Software Development Life Cycle, SSDLC），從軟體開發各階段（需求，設計，開發，測試，佈署維運）就採取各項必要的安全防護措施，依序採取分級、風險評估、檢測等作業流程，並持續進行審核及監控，定期進行軟體升級或版本更新，減少風險發生可能性。

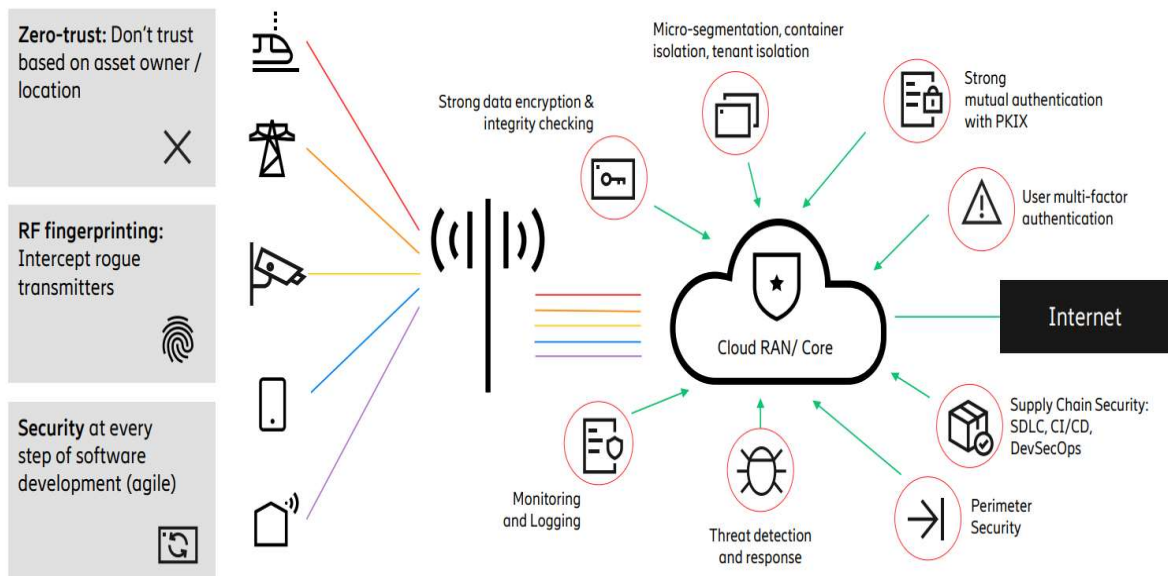


圖 14：資安零信任架構（資料來源：會議投影片）

最後，Mikko Karikytö 總結，攻擊者跟防禦者從起跑點即不對等，攻擊者只需找到操作、配置、軟體、或程序當中的一個漏洞或弱點即可進行攻擊，而防禦者必須隨時隨地做好準備，攻擊者及防禦者均需思考投入成本及獲取價值的衡平性，政府部門需透過完善國家電信網路的關鍵基礎設施，使其從頭端即具相當的安全保護，並且透過法規、命令等使攻擊代價變得更高，才能達到真正的威懾。

## (二) 自動化安全營運及漏洞管理

愛立信安全解決方案業務經理（Business Manager Security Solutions）Bodil Josefsson 於會議中提出，電信網路安全就像建造一座安全的房子，從最基礎標準合規性，向上打造安全產品開發、安全網路部署、安全營運，其部署及操作流程（如圖 15），系統自動化管理可快速識別動態風險，進行安全防護、威脅偵測、事件回應，減少人工操作有可能發生之安全策略未實際落實、操作流程不完善、網路配置不安全或不正確、管理僵化、缺乏持續控制及監測等風險，現行產品之自動化管理已深化至「基準（Baseline）自動化」（可確保資安策略有效執行並進行合規監控）、「公開金鑰基礎架構（Public Key Infrastructure, PKI）」、「無線接取網路（RAN）邏輯偵測（Detection Logic）」、「操作維護管理（Operation Administration and Maintenance, OAM）邏輯偵測」等，可幫助使用者更好的實現網路安全目標。

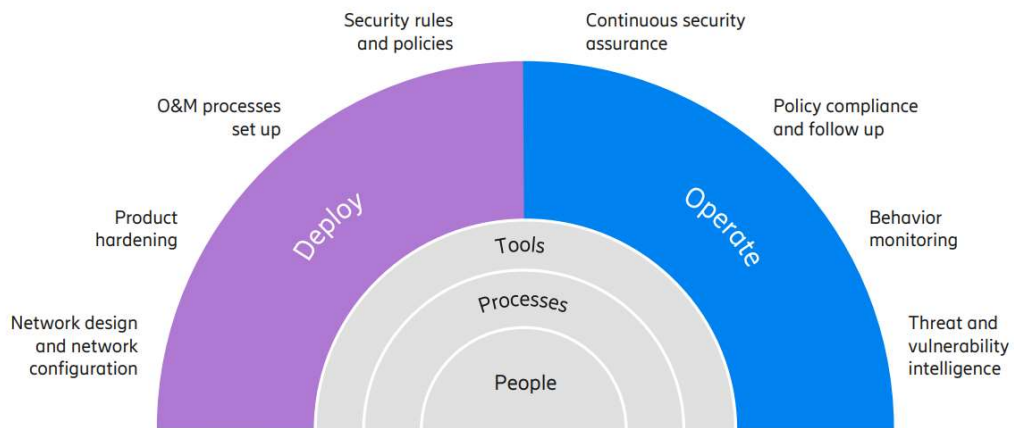
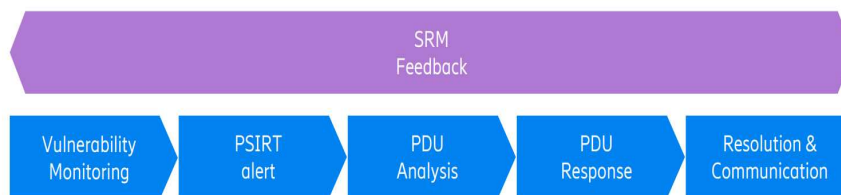


圖 15：安全之網路部署及操作流程（資料來源：會議投影片）

愛立信產品資安事件應變小組（Product Security Incident Response Team, PSIRT）代表 Bodil Josefsson 於會議中說明，資安漏洞的來源除了大家熟知的軟體弱點（weakness in software），更包含系統及網路的配置錯誤（The misconfiguration of a system or network）、有瑕疵的網路架構及部屬、軟體產品缺乏加固（Hardening）等，而並非所有漏洞風險威脅都是一樣的，透過通用的漏洞評分系統（Common Vulnerability Scoring System, CVSS）可較為客觀的評估漏洞嚴重性。

針對漏洞管理處理流程可從漏洞偵測、警示、分析、回應、解決及事後回饋（圖 16），而透過資安情資分享、建立溝通管道可大為有效的降低連續性事件風險，將威脅遏阻於搖籃中，目前國際間識別資安漏洞方式係先以通用漏洞揭露（Common Vulnerabilities and Exposures, CVE）方式進行漏洞編號，接著透過 CVSS 系統對漏洞進行嚴重程度評分，而國際組織 NIST 提出通用平台枚舉（Common Platform Enumeration, CPE）觀念，則是將資訊資產進行編號標準化，風險評估可依據 CPE 自動盤點資產，透過系統自動化驗證弱點，降低漏洞被忽略可能性，最有效的管理措施並不是消除所有的漏洞，而是採取整體策略，並確保在各階層有效實踐。



PSIRTs' in-house vulnerability management service is supported by open industry standards, including CVE<sup>1</sup> for identification of vulnerabilities, CPE<sup>2</sup> for structured naming of open source and commercial software, and CVSS<sup>3</sup> for presenting the overall vulnerability impact and severity.

1. CVE – Common Vulnerabilities and Exposures. CVE system is maintained by MITRE organization.  
 2. CPE – Common Platform Enumeration. CPE scheme is maintained by NIST (U.S. National Institute of Standards and Technology).  
 3. CVSS3 – First organization (Forum of Incident Response and Security Teams) is responsible for CVSSv3 specification.

圖 16：安全漏洞管理（資料來源：會議投影片）

### (三)無線存取網路 (Radio Access Network, RAN) 資安之現況及發展

RAN，簡單地說，就是行動通信系統中的一部分。它是無線存取技術的實現。概念上說，它可說是用戶設備 (User Equipment, UE，如智慧型手機) 與核心網路中間的連結點，本次會議愛立信認證資訊系統安全專家 (Certified Information Systems Security Professional, CISSP) 副總裁兼北美區端到端 (End-to-End) 資安代表 Jason S. Boswell，於會議中對現況無線存取網路 (RAN) 技術進行詳細介紹，說明如下：

1. Open RAN：「開放且可互相操作」的無線存取網路，定義出標準通用化介面，讓不同的通訊網路介面能夠相互溝通，包含虛擬化及大數據 (big data) 及支持人工智慧 (AI) 的 RAN，美國 FCC CSRIC VIII 報告指出 Open RAN 包括 O-RAN、vRAN 及 Cloud RAN。
2. O-RAN：O-RAN 聯盟由多家從事無線存取網路產業之營運商、供應商及學術機構組成，使 O-RAN 朝著更開放、虛擬、互通的方向發展。
3. 電信基礎架構專案 (TIP) 組織提出的 Open RAN：TIP 的目標為在不同的環境中部署端到端的分散式電信網路架構，與 O-RAN 聯盟共同開發可互通的 Open RAN，共同解決問題，進行合作，加速產業標準推動。
4. Cloud RAN：雲端化無線存取網路，虛擬化的 RAN，透過雲端運算為基礎，降低硬體及能源需求成本，並結合微型服務 (Microservices)、CI/DI (持續整合/持續佈署) 等關鍵元素，簡化相關維護和管理流程，更有效的提高網路發展量能。
5. vRAN：虛擬化無線存取網路 (virtual radio access network) 透過網路功能虛擬化的技術，減少昂貴硬體設備支出，在共用平台上將 RAN 軟體功能進行分解，提高 RAN 架構靈活性，簡化操作流程。

## RAN Terminology

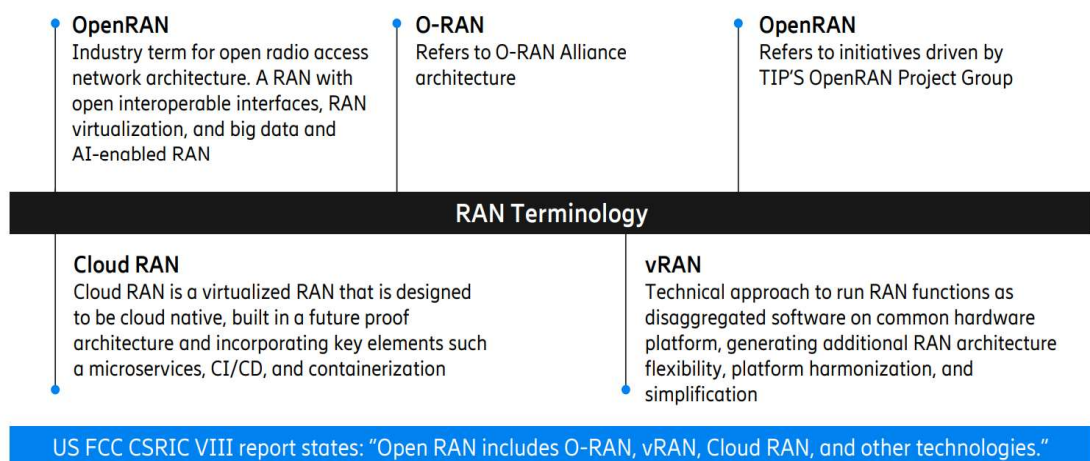


圖 17：RAN 介紹 (資料來源：會議投影片)

會議中 Jason S. Boswell 提出了截至今（2023）年 3 月為止，O-RAN 的第 11 個技術工作小組（Working Group 11，WG11）增加安全要求的事項，包含已在 O-RAN 接取上指定 TLS（Transport Layer Security）加密通訊協定 1.2、1.3 版本和 mTLS 雙向驗證（mutual authentication）之傳輸層安全協定、CMPv2 憑證管理協定（Certificate Management Protocol）、機器對機器認證之 OAuth 2.0<sup>20</sup> 身分驗證功能、開放式接取網路端口 IEEE 802.1X 對使用者接取網路的控制措施、對 DDoS 攻擊的穩定型控制措施、加密密鑰存取、硬體信任、遠端證明（Remote Attestation）等（詳如圖 18、19），並說明 RAN 分析資訊公開、共享 RU（Radio Unit）、網路切片（Network Slicing）<sup>21</sup>、SMO 服務管理和編排（Service, Management and Orchestration）皆有可能造成的 O-RAN 防禦破口，加深 RAN 資安威脅風險。

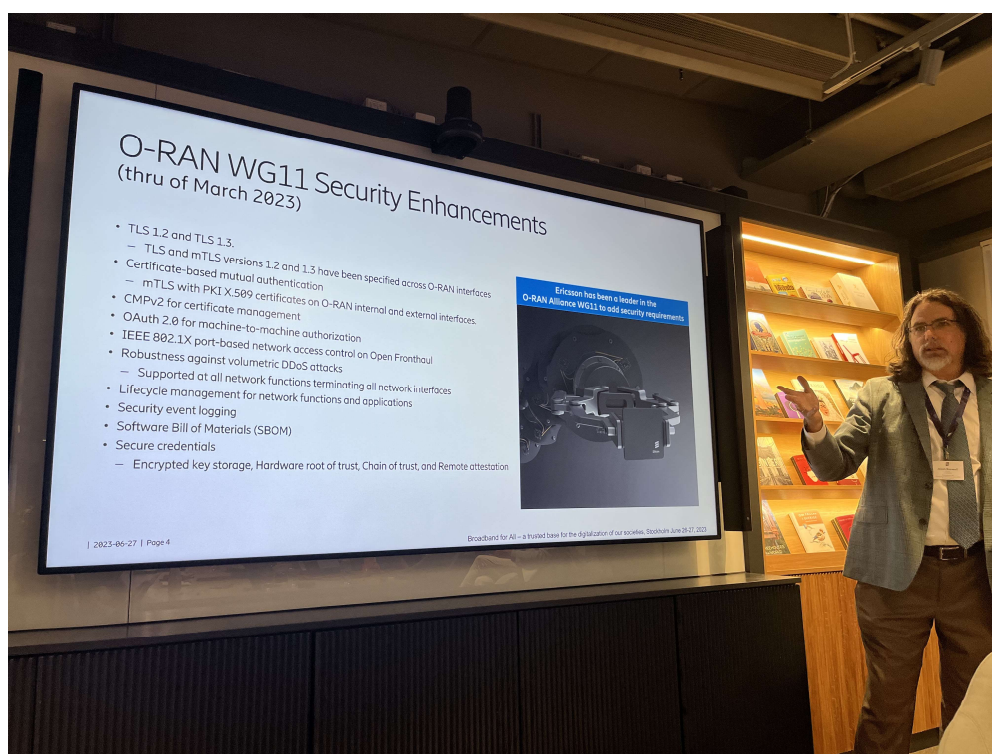


圖 18：Jason S. Boswell 說明 O-RAN WG11 安全強化準則（資料來源：會議投影片）

<sup>20</sup> OAuth 2.0 是一種開放的授權標準，授與應用程式對資源的安全存取權，允許使用者授權給第三方應用存取該使用者的資料，無需提供帳號資料給第三方。

<sup>21</sup> 運用虛擬化技術將網路切割成多個虛擬端到端的網路，且每個虛擬網路之間的設備、接入、傳輸和核心網皆為獨立，可根據需求進行資源調整，減少硬體資源的建置成本及網路建置時間，達到硬體資源共享。

# O-RAN WG11 Security Enhancements (thru of March 2023)



- TLS 1.2 and TLS 1.3.
  - TLS and mTLS versions 1.2 and 1.3 have been specified across O-RAN interfaces
- Certificate-based mutual authentication
  - mTLS with PKI X.509 certificates on O-RAN internal and external interfaces.
- CMPv2 for certificate management
- OAuth 2.0 for machine-to-machine authorization
- IEEE 802.1X port-based network access control on Open Fronthaul
- Robustness against volumetric DDoS attacks
  - Supported at all network functions terminating all network interfaces
- Lifecycle management for network functions and applications
- Security event logging
- Software Bill of Materials (SBOM)
- Secure credentials
  - Encrypted key storage, Hardware root of trust, Chain of trust, and Remote attestation



圖 19：截至 2023 年 3 月 O-RAN WG11 對 O-RAN 安全強化說明（資料來源：會議投影片）

Jason S. Boswel 於會中說明，零信任架構（Zero Trust Architecture, ZTA）將是未來通往 Secure Open RAN 的道路，O-RAN 聯盟也正在研析符合 NIST 標準的 ZTA（SP 800-207），先進的 ZTA 並包含針對用戶的多重身分驗證、OAuth2.0 授權、硬體安全模組支援的密鑰管理等，透過對使用中的資料進行高敏感度的加密傳輸，利用動態存取控制策略並使人工智慧（AI）機器學習（ML）進行異常行為檢測，將深化確保 RAN 資通安全的實踐。

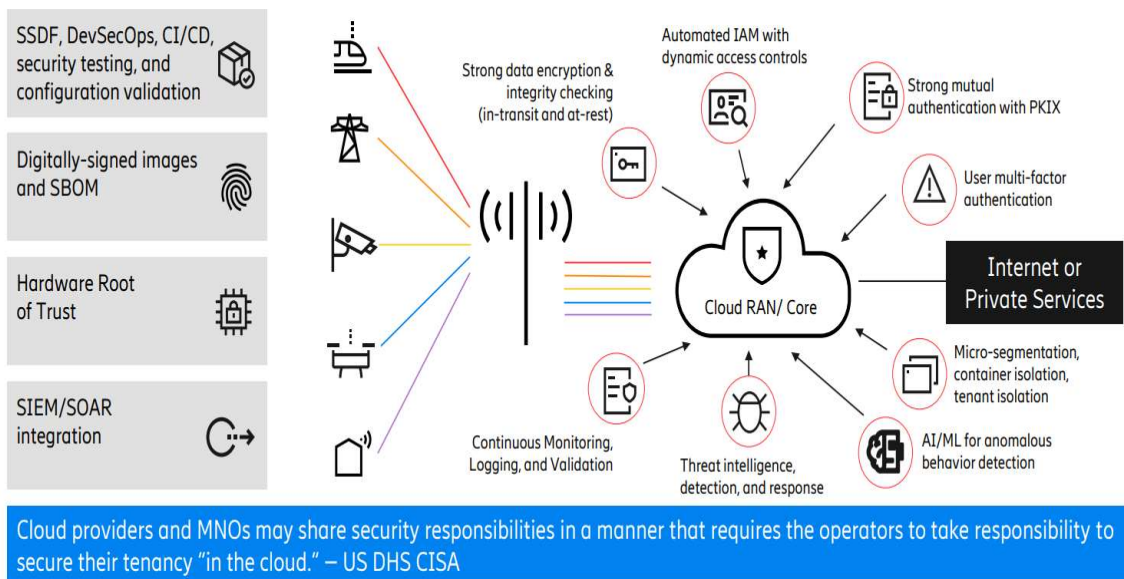


圖 20：ZTA 在 OPEN RAN 中的防禦組態（資料來源：會議投影片）



#### (四)網路安全佈署

會議的最後，由愛立信產品安全及 CPSO 部門代表 (Product Security & CPSO) Mikko Karikytö 代表進行總結，綜合說明該公司現行網路安全佈署政策，包含妥善使用 3GPP 公告之相關資安標準 (應用安全、終端設備接收安全、網路安全、系統安全、虛擬化安全等)，建立安全可靠的供應商關係管理 (Supplier Relationship Management, SRM) 模型，進行風險控管，將公司政策及人員安全導入資安管控流程，進行全網漏洞管理，系統自動化營運及漏洞管理等，均係透過不斷地學習及實踐建構強大的資通系統安全，並希望藉由相關經驗分享及互動談話交流可對國際間的資安發展有所助益。

#### 六、拜會瑞典資通訊主管機關 PTS，深化臺瑞雙邊互動交流

為進一步深化臺瑞交流，本部於第 2 天議程中安排拜會瑞典 PTS 局長 Dan Sjöblom，雙方於會談中分享在寬頻網路普及化的努力與經驗，也分別就產業政策、強化數位基礎建設及資通訊安全等議題進行交流，探討未來政策方向。

此外，葉次長在瑞典代表處安排下與瑞典國會議員 Mathias Tegnér 會面，就數位政府服務、開放資料、資安等多項議題廣泛交換意見，進一步深化兩國交流。



圖 21：葉次長與瑞典 PTS 官員雙邊會談，右二為瑞典 PTS 局長 Dan Sjöblom (照片來源：作者拍攝)



圖 22：葉次長與瑞典國會議員 Mathias Tegnér 會談，左為駐瑞典代表處谷大使瑞生（照片來源：作者拍攝）

## 肆、心得與建議

### 一、成功分享臺灣全民數位韌性實務經驗，會議成果豐碩

本次參與國際會議闡述本部核心理念，各國對於全民數位韌性的臺灣模式，表達高度興趣，包括巴西、英國、澳洲、日本、馬來西亞、立陶宛等國主管機關官員與 OECD 等國際組織代表，均與我代表團進行交流，開啟未來國際對話交流的多方管道，有助於我國數位建設與國際接軌，並與各國攜手建構以寬頻為基礎的民主韌性網路。

本部此行雖僅僅只有短短 7 日，但積極參與寬頻大未來會議，於並與全球來自 28 國百餘位監管機關代表進行廣泛意見交流，提高臺灣能見度，充分汲取國外通傳機構政策制定與監管之經驗，亦能掌握第一手監管政策與市場發展資訊，與國際接軌，有助於提升我國對於通訊傳播產業相關議題思考格局與視野，可謂成果豐碩，建議未來仍應持續參加。



圖 23：葉次長與 OECD 傳播基礎建設與服務小組組長 Verena Weber 交流（照片來源：作者拍攝）



圖 24：葉次長與立陶宛通訊監理局（Communications Regulatory Authority, CRA）Darius Kuliešius 交流（照片來源：作者拍攝）



圖 25：葉次長與加拿大 ISED 次長 Eric Dagenais 交流（照片來源：作者拍攝）



圖 26：葉次長與巴西電信局（National Telecommunications Agency, ANATEL）委員 Artur Coimbra 交流（照片來源：作者拍攝）



圖 27：葉次長與愛爾蘭通訊法規會（Commission for Communications Regulation, ComReg）頻率發展部 Joe Lynch 交流（照片來源：作者拍攝）



圖 28：葉次長與馬來西亞 MCMC 執行長 Mohd. Ali Hanafiah Mohd. Yunus 交流（照片來源：作者拍攝）

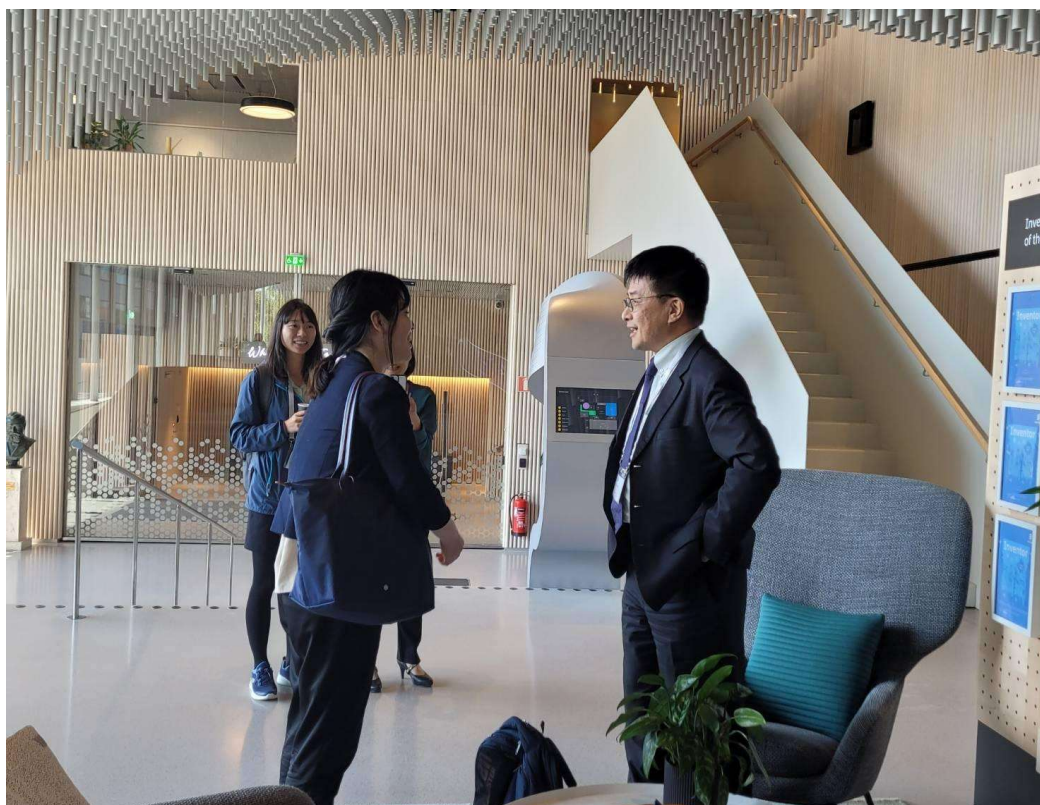


圖 29：葉次長與日本總務省特別顧問 Yoko Nakata 交流（照片來源：作者拍攝）

## 二、數位韌性是寬頻普及化的下一里程碑

面對全球氣候異常下頻繁的天然災害，加以詭譎多變的地緣政治，需要更即時、更精確的應變和修復能力，數位韌性（包括網路涵蓋率、多元備援、公共安全與救難應變通訊、災難漫遊、資訊安全…等）越顯重要，七大工業國（G7）於今年數位及技術部長會議（G7 Digital and Tech Ministers' Meeting）所公布的成果附件中，亦特別針對安全的韌性數位基礎建設（Secure and Resilient Digital Infrastructure）提出願景及行動方案，可見數位韌性是各國寬頻普及化的下一個重要的里程碑，綜整本次會議各國簡報及交流意見，心得如下：

### （一）因地制宜的數位韌性基礎建設

本次與會國如瑞典、加拿大、馬來西亞等，皆在會議中說明寬頻普及化的挑戰，可以明顯看出天然條件，如地理位置、地形地貌、氣候，甚至人口多寡、分布和城鄉差距等，構成各個國家所面臨的不同障礙，在在影響寬頻建設的普及速度，也跟一國的韌性建設布局息息相關。

此外，在會後交流中也可以發現臺灣與其他國家的異同，譬如以歐陸國家如瑞典而言，與鄰國可共享部分基礎建設，電信營運商甚至可跨國經營，其對通訊設備的備援需求不若臺灣急迫，但對同樣是島國的愛爾蘭來說，就跟臺灣一樣，高度依賴海纜來保持聯外通訊，也同樣需要為通訊中

斷預作備援準備。

## (二)環環相扣的基礎建設

韌性建設不只是為了確保網路安全，更要考慮天然災害和人為的錯誤所引起的網路中斷，在在需要足夠的資源投入環境監控和後續維護，與會的各國在討論過程中點出了數位韌性建設佈建的先決條件：其他基礎建設如電力、交通等，沒有穩定充足的電力供應，就沒辦法支撐電信設備如基地臺運作，而交通不易到達的離島、山區或偏鄉，在設備佈建和維護上都有困難，更不用說災害發生時的通報搶修了。葉次長也在本次會議中分享我國在山區通訊涵蓋率上的努力，讓位於 3,000 公尺以上的偏鄉仍可享有寬頻上網服務，讓與會者驚呼連連。

## (三)國際間的合作協調

如同日本總務省代表在本次會議上所言，面對日趨複雜的總體環境，需要更多的國際間對話和合作，持續至今的俄烏戰爭也讓全球認知到，戰爭不再以槍枝火炮為唯一武器，數位科技可拿來防禦，更能反守為攻，攻防之間一樣仰賴國際合作，具備近似價值觀的國家在面臨類似處境時，可結為數位夥伴，從資訊的分享到互相支援設備或服務，確保國家於應急或戰時，得維持一定國際通訊量能及傳遞訊息，舉例而言，本部為推動我國在數位領域的國際合作，督導之行政法人國家資通安全研究院與在今年 6 月與立陶宛經濟創新部創新局簽署數位合作備忘錄 (MOU)，承諾共同強化民主社會的數位韌性，本次出訪也與瑞典 PTS 進行雙邊會談，期能深化未來雙方交流，增加我國在數位韌性的盟友。

## (四)政府與產業間的信賴合作關係

考量技術和資金的投入，韌性建設無法單靠政府之力完成，多是透過公私協力的模式與業者通力合作，但每個業者有不同的商業考量，不一定能符合政策目標，監管機關可藉由法規修訂、採輔導、獎勵措施引導業者朝政策方向。與會的加拿大也分享在 2022 年 7 月時，加拿大最大的營運商中斷網路連線長達 15 小時，影響上百萬名用戶，為降低類似災害引起的損失，此後，業者間簽訂漫遊協議，同意在急難時互相支援，而政府相關單位也藉由這個機會進一步檢視、強化其韌性建設。

## (五)建構多元異質網路，打造通傳數位韌性

臺灣位於板塊交界處，地震及颱風發生頻繁，且具地緣政治背景，目前臺灣行動通信網路人口涵蓋率已達 99.96%，我們需強化思考的是如何透過多元異質網路，使我國政府在任何緊急狀況下，仍然可以透過有效調度、穩定供應，讓社會和產業維持正常運作，與會的加拿大提出低軌衛星通訊服務，也是我國持續努力推進的方向，期能透過陸（電纜、光纖）、海（國際、國內海纜）、空（衛星）結合，建立相關備援機制，完備通訊韌性的整體拼圖，在網路破損的各個階段，均保有行動寬頻緊急應變能

力，使經濟產業、社會安全、緊急救援、國防戰力之通訊傳輸具一定量能。

### 三、與時俱進的頻率管理政策

無線電頻率是有限的公共資源，誠如 OECD 傳播基礎建設與服務小組 (Communication Infrastructure & Services, CISP unit) 在會議上所說，頻率是推動數位化的無形引擎 (The invisible engine of digital transformation)，頻率管理不僅在規範市場秩序與干擾防範，更應讓頻率使用發揮最大的經濟效益，實現數位社會之願景與福祉。茲彙整目前頻率管理的重要議題及趨勢如下：

#### (一)多元的許可模式

電信監管機關透過不同機制來核配不同頻段，精心設計的拍賣制在高價值的珍稀頻段仍是相當有效的分配，也可以兼顧市場競爭性和公平性，另一種極端是根本無需監管機關授權使用，譬如 Wi-Fi 所使用的頻段。

如前所述，因應網路應用的多元化，近來也衍生許多創新多元的低度許可模式，介在上述兩者中間，一般是藉由簡化行政流程和降低申請費用等來鼓勵產業技術運用，譬如本部於今年開放受理 5G 專網專用頻段申請，針對「降低成本」、「應用開放」與「簡化程序」等三大方向來促進企業垂直場域應用即是一例。

Licensing model	Individual licence	Light licence		Licence-exempt
Authorisation framework	Individual authorisation (Individual rights of use)	Individual authorisation (Individual rights of use)	General authorisation (No individual rights of use)	General authorisation (No individual rights of use)
Procedure to obtain licence	Traditional procedure for issuing licences.	Simplified procedure to obtain a licence (e.g. first-come-first-served basis).	Only registration required.	No registration required. Subject to complying with some regulations, i.e. on transmitter power limits, and the use of "listen before talk" feature often defined in the equipment standard.
Models to access spectrum resources by third parties; and/or approaches to shared use of spectrum	<b>Exclusive licensed access:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spectrum leasing,</li> <li>• Spectrum trading,</li> <li>• Spectrum pooling (i.e. extension of RAN sharing agreements).</li> </ul> <b>Shared licensed access with incumbent users:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Licensed shared access (LSA),</li> <li>• Tiered-based spectrum access system (SAS) (e.g. CBRS in the United States).</li> </ul>	Several users, with limitations on the number of users (e.g. AWL in Australia).  <b>Concurrent Shared Access:</b> A limited number of licensed operators in a given band with individual, but not exclusive rights of use (i.e. "club use" model).	No limitations in the number of users.	No limitations on the number of users (e.g. WLAN).

圖 30：頻率執照許可模式（資料來源：OECD）



Sharing model	Country	Band	Services sharing spectrum
Light licensing model – simplified procedure	Australia	26 and 28 GHz	Area-wide apparatus licensees (AWL) will share spectrum with class licensees (unlicensed in Australian framework) in the 24.7-25.1 GHz band and individual IMT licensees in the 25.1-27 GHz band. AWL licensees can be used for a range of services (incl. FWA, mobile wireless broadband, private networks, FSS and to support IoT).
Light licensing model – simplified procedure	New Zealand	2575 MHz - 2620 MHz	Managed Spectrum Park (MSP) licensees are intended to support the provision of local or regional communication services. MSP licensees (providing communication services) must coordinate among themselves to avoid interference.
Light licensing model – simplified procedure	United Kingdom	Mobile bands covered under United Kingdom's mobile trading regulations	<i>Local access licensees</i> allow other users to access unused MNO spectrum and is envisaged to support other mobile use cases (e.g., private networks, mobile coverage (rural/indoor), fixed wireless access). However, the shared user does not have to employ the same technology as the incumbent licensee.
Light licensing model – simplified procedure	United Kingdom	1800 MHz, 2390-2400 MHz, 3.8-4.2 GHz, and 26 GHz, 116-122 GHz, 174.8-182 GHz and 185-190 GHz	<i>Shared access licensees</i> allow other users to access spectrum in requested spectrum and areas, dependent on interference assessment with existing users (each band has different existing users, e.g., FSS, Fixed, Mobile, Telemetry, and PMSE, unlicensed). Intended to support mobile use cases (e.g., private networks, mobile coverage (rural/indoor), fixed wireless access).
Concurrent shared access ("club use")	Italy	26 GHz	Mobile services sharing between licensees.
Concurrent shared access ("club use")	Slovenia	26 GHz	Mobile services sharing between licensees.

圖 31：頻率執照低度許可模式案例（資料來源：OECD）

## (二) 鼓勵頻率共享

為緩解日益增長的頻率需求，目前全球多個國家正在積極推動頻率共享，頻率共享可以透過多個維度實現，如時間、空間和地理區域。在允許共享頻率的同時，伴隨的信號干擾問題，則可以藉由設備規格來降低干擾程度，例如調整射頻器材的功率或天線設定，或是提高接收端設備的信號穩定度，來改善收訊品質，譬如英國 Ofcom<sup>22</sup>增加系統韌性的作法，以及美國 FCC<sup>23</sup>於 2022 年針對接收端抗干擾性能（receiver interference immunity performance）所發布的諮詢通告（Notice of Inquiry, NOI）。

隨著技術和設備演進，目前頻率共享已有許多創新做法，以頻率個別授權模式來說，可分為現有使用者共享頻率，和後面會提到的具排外性的次級市場和頻率共用（pooling），前者包括授權共享接取（licensed Shared Access, LSA），或更進一步訂定優先使用順序（tiered-based Spectrum Access Systems, SAS）；另低度許可模式下則可分為簡化許可流程和併行使用（concurrent shared access），前者透過申請流程的簡化來增加參與業者數量，後者俗稱為俱樂部使用（club use），監管機關允許一定數量的業者使用特定頻段。

<sup>22</sup> 英國通訊管理局（Office of Communications, Ofcom），英國通訊主管機關。

<sup>23</sup> 美國聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC），美國通訊主管機關

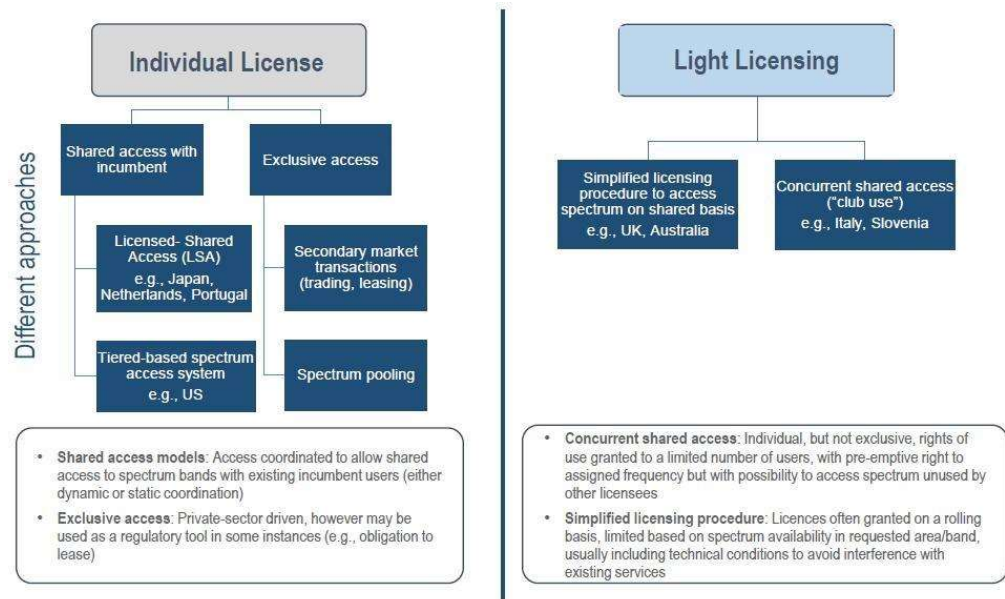


圖 32：頻率共享模式（資料來源：OECD）

Sharing model	Country	Band	Services sharing spectrum
Licensed Shared Access (LSA)	Italy	2.3 - 2.4 GHz band (trial)	Trial conducted to allow mobile sharing with incumbent use (Fixed, PMSE, federal users)
	Japan	2.3 GHz band	Mobile sharing spectrum with incumbent users (broadcasting and governmental use)
	The Netherlands	2.3 - 2.4 GHz band (trial)	Trial using LSA booking system for mobile video connections (intra-service sharing)
	Portugal	2.3 - 2.4 GHz band (trial)	Trial conducted to allow mobile sharing spectrum with incumbent use (PMSE)
Tiered-based spectrum access systems (SAS)	United States	3.5 GHz band	Sharing between incumbent users (federal users, FSS, grandfathered wireless broadband licensees), Priority Access Licensees (flexible use allowed under Fixed or Mobile allocation), General Authorised Access (licence-exempt users)

圖 33：頻率共享案例（資料來源：OECD）

### (三) 逐步開放頻率交易 (trading) 或租賃 (leasing)、共用 (pooling)

一些國家已允許頻率交易或租賃，理論上透過私部門之間的次級市場交易，頻率可在新的成交者身上發揮更大價值，有助於提高頻率使用效率。然而，由於市場不夠透明、交易成本不易估算、缺乏市場誘因及明確的監管機制等問題，頻率次級市場的流動性仍然有限。此外，也有人提出頻率使用許可具有排他性，開放次級市場似在變相鼓勵業者透過合作競標方式來獲得頻率使用權，不但可能降低潛在競標者對頻率的需求，並可能使頻譜競標時產生價格扭曲的情況，影響競價結果的公平性與合理性。

另一種模式是採頻率共用，或稱為頻率共用池，可以說是共用無線接取網路 (radio access network, RAN)<sup>24</sup> 的延伸概念，通常發生在運用多營運商核心網路技術 (Multi-Operator Core Networks, MOCN)<sup>25</sup> 的情況，

<sup>24</sup> 行動通訊系統的一部分，連接智慧手機、筆記型電腦等個別裝置與核心網路，硬體設備包括基地臺與天線等。

<sup>25</sup> 係指多家擁有核心網路之電信營運商連接相同的無線接取網路，共用所有無線接取網路資源。

用戶上網時會使用到不同營運商的頻段，雖然可能降低不同營運商之間的服務差異性，但好處是可以擴大個別營運商的網路涵蓋範圍，進而改善用戶網路品質。

Country	Approach	Band	Description
Czech Republic	Obligation to lease	3.4-3.6 GHz (certain 20 MHz blocks)	Winning bidders of these blocks must lease the assigned spectrum to interested parties, for a limited geographic area, for the purpose of operating local private networks.
Denmark	Obligation to lease	3740-3800 MHz block	Winning bidders must lease spectrum to requesting parties for the purpose of establishing private networks.
Germany	Obligation to negotiate	3.4-3.7 MHz	Licensees holding unused spectrum in the band in some areas are obligated to negotiate with interested parties.
Italy	"Use-it-or-lease-it" policy	3.6 – 3.8 GHz	Eligible third parties can apply to lease unused spectrum in order to provide service to the "free list" municipality.
Norway	Obligation to offer leasing option	3.4 – 3.8 GHz	Licensees must offer tailored solutions for private networks and give the option for the private network to lease frequencies. The third party may decide which option to pursue.
Austria	Spectrum pooling	700 MHz and 2100 MHz	Pooling is allowed for underserved municipalities, for newly deployed sites and for a low share of existing sites. The overall share of sites eligible for pooling is also subject to a limit. The pooling is subject to approval and must comply with competition law. These limits do not apply to operators holding low amounts of spectrum rights (i.e. less than 10% of nationwide spectrum rights in several IMT bands).
Slovenia	Spectrum pooling	700 MHz, 1500 MHz, 2100 MHz, 2300 MHz, 3600 MHz	Spectrum pooling permitted in "challenging areas" of the country and for network densification.

圖 34：頻率租賃及共用案例（資料來源：OECD）

#### 四、歐美先進國家重視科技應用與技術標準減少碳排放

隨著氣候變遷加劇，各國逐漸重視永續發展議題，「減少碳排放」已成為社會、政府、企業乃至於消費者共同關注的趨勢。近年來各國政府也相繼推動永續政策，2015 年由聯合國 195 個成員國共同簽署的巴黎協定是具有法律約束力的國際協議，締約國承諾在 2030 年之前將排碳量減少至少 40%，目標是 2100 年時，全球氣溫上升幅度須低於 2°C。依據 DigitalEurope (2021) 〈Digital action = Climate action: 8 ideas to accelerate the twin transition〉報告指出，2030 年前，數位化運用有助於產業節省 20% 的全球二氧化碳排放量的潛力，被視為減緩氣候變遷的重要工具。

一方面，數位技術可達成的網路虛擬化，減少了許多實體設備上的設置、運用與浪費，透過蒐集和分析巨量資料，也可以提升能源使用效率，對於減少碳排放發揮了關鍵作用，例如義大利在會議上介紹的利沃諾 Livorno 智慧港埠系統，以 5G 垂直場域運用和自動化來優化船舶航線的規劃和靠泊。

但數位化過程必須以有線或無線電信網路為基礎，也有些觀點認為將造成全球用電量暴增，加上技術更迭下無止盡的設備投資，最終可能抵銷了減碳效果，甚至產生更多碳足跡。本次會議中，如法國、日本、OECD 等均表示寬頻發展目標應包含永續經營，也提出了一些構想，諸如技術標準的先期協議，以及日趨開放的系統架構如 Open RAN...等，甚至透過共享基礎建設來減少閒置設備，提高資源互通性及使用效率。

## 五、落實資安管理機制，確保韌性國家安全

行動寬頻技術及其帶來之創新應用服務在過去 10 年漸趨成熟，隨 5G 網路之快速成長、發展，相關產業鏈及社會型態快速形塑，科技進步的過程中，新的挑戰及隱患也隨之而來，如何促進國內產業跨業合作的同時，並同強化有關之資安意識，皆是各國政府需審慎思考的議題，誠如愛立信產品安全及 CPSO 部門 (Product Security & CPSO) 代表 Mikko Karikytö 所述，攻擊者跟防禦者從起跑點即不對等，攻擊者只需找到操作、配置、軟體、或程序當中的一個漏洞或弱點即可進行攻擊，而防禦者必須隨時隨地做好準備，茲就我國資安監理及未來推動說明如下：

### (一) 依法有據

Mikko Karikytö 提出：「政府部門需透過完善國家電信網路的關鍵基礎設施，使其從網路端即具相當的安全保護……」。為積極推動國家資通安全政策，加速建構國家資通安全環境，我國依據「電信管理法」規範公眾電信網路業者，於申請增設或變更時，均應提出相關之資通安全防護規劃，透過規管網路端之資通安全，保障使用端之基本安全，並透過「資通安全管理法」對公務機關及特定非公務機關等涉及國家民生的重要機關（構）推動資通安全管理制度，藉由建立資通安全危機事件通報及預警機制、責任等級分類標準，對於不同責任等級的機關提供對應的資安支援與工作要求；而為了完備我國公務機關、特定非公務機關、關鍵基礎設施提供者之資通安全防護措施，我國於 108 年提出「資通安全防護計畫」應載明事項，並逐年編列預算、參考國際資安趨勢，進行國際資安交流，修訂完善「政策面」、「技術面」、「管理面」之規管內容，並以實地稽核檢視重要機關構是否遵循，避免重大設施因資安攻擊造成中斷，影響國家、社會、民眾整體權益。

### (二) 資安政策

愛立信認證資訊系統安全專家 (Certified Information Systems Security Professional, CISSP) 副總裁兼北美區端到端 (End-to-End) 資安代表 Jason S. Boswell 於會議中提到了資安零信任之重要性，美國政府已率先推動商用產品符合 NIST 零信任架構，並要求聯邦機關於 2024 年完善相關之零信任網路，我國亦著手推行零信任機制，以對任何資料存取皆永不信任且必須驗證的原則，達成不論在何時何地存取資料皆保證一致安全性之相關技術，並預計在未來兩年內，優先輔導具機敏資料或大量個資之 A 級機關，落實「資安即國安」政策，從強化全民資安意識、精進組織能量、完善法制，產業推動、人才培育等各方面著手，期自政府到民間，共同建立「堅韌、安全、可信賴的智慧國家」。

There are numerous logical components that make up a ZTA deployment in an enterprise. These components may be operated as an on-premises service or through a cloud-based service. The conceptual framework model in Figure 2 shows the basic relationship between the components and their interactions. Note that this is an ideal model showing logical components and their interactions. From Figure 1, the policy decision point (PDP) is broken down into two logical components: the policy engine and policy administrator (defined below). The ZTA logical components use a separate control plane to communicate, while application data is communicated on a data plane (see Section 3.4).

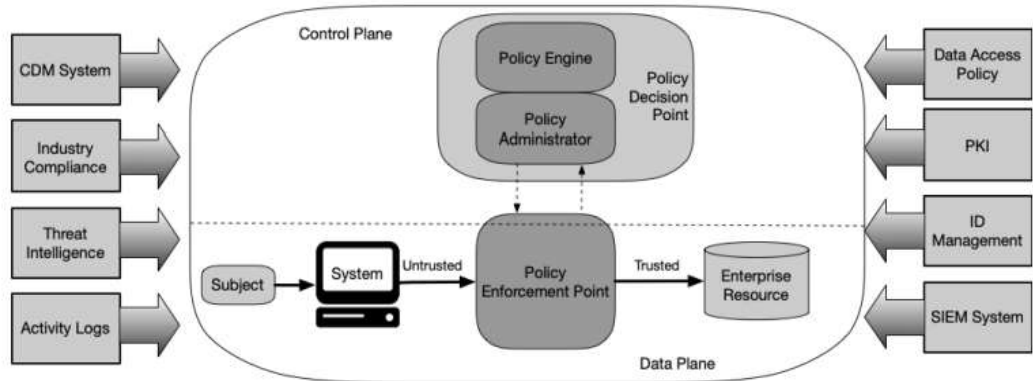


圖 35：零信任架構說明（資料來源：NIST SP 800-207）

### (三)產業推動

為了協助國內各行各業在數位轉型過程中順利前進，本部致力建構資安防護量能，提供企業資安韌性的諮詢服務單一窗口，活絡國內資安產業發展，協助人才面、技術面、市場面取得突破，並參考國際資安趨勢、相關標準，持續訂定連網設備之資安標準及測試規範，輔導國產設備取得資安認證，並提供產業界自主性檢測服務，除提高產品附加價值，亦推動我國資安產業發展，協助我國設備商取得值得信任之供應鏈，建構安全、合規、友善的數位基礎環境。

### (四)資訊交流

愛立信產品資安事件應變小組（Product Security Incident Response Team, PSIRT）代表 Bodil Josefsson 於會議中提出資安漏洞通報重要性，而我國設置臺灣電腦網路危機處理暨協調中心（TWCERT/CC），提供資安漏洞通報平台，加強民間資安情資分享與資安聯防，建立多元情資分享管道，其亦為我國對國外 CERT 聯繫之窗口，提供跨國情報交流、國際資安事件聯防等功能，透過鏈結資安單位與企業能量，吸引更多企業加入資安防護，將增進我國整體資安防護能力，並與國際間共同形塑資安防護網，透過事件通報，將資安攻擊阻絕於最前線。



首頁 / 資安服務

## 資安服務

字型大小： 小 中 大 

1. 資安通報

2. 資安聯盟

3. 台灣漏洞揭露平台 (TVN)

4. 惡意檔案檢測服務 (Virus Check)

5. 網路釣魚通報 (Phishing Check)

圖 36：TWCERT/CC 資安通報介面（資料來源：TWCERT/CC 網站）

### 參考文獻

1. OECD(2022), Developments in spectrum management for communication services, OECD Digital Economy Papers, No.332.
2. GSMA(2021), Spectrum Sharing, GSMA Public Policy Position.
3. DigitalEurope(2021), Digital action = Climate action: 8 ideas to accelerate the twin transition- 8 ideas to accelerate the twin transition.
4. TWCERT/CC : <https://www.twcert.org.tw/tw/mp-1.html>