

出國報告（出國類別：開會）

出席瑞典 2018 寬頻大未來

報告書

服務機關： 國家通訊傳播委員會

姓名職稱： 詹婷怡 主任委員

曾文方 簡任技正

派赴國家： 瑞典

出國期間： 107 年 6 月 23 日至 107 年 6 月 28 日止

報告日期： 107 年 9 月 10 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，瑞典郵政及電信總局（以下簡稱 PTS）每年均舉辦相關主題會議，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、行動寬頻頻譜需求、頻譜管理與核配資源核配等重要議題，相關議題深具前瞻性，可供政府未來決策參考。

本會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，特由詹主委婷怡代表出席 PTS 舉辦之 2018 年寬頻大未來國際會議，主題為「寬頻大未來—數位化社會的信賴基礎」(2018 Broadband for all – a trusted base for the digitalization of our societies)，本次會議邀請美國商務部助理部長 David Redl、歐盟電子通傳管理機構(BEREC)暨愛爾蘭通訊管理委員會委員副主席 Jeremy Godfrey、瑞典郵電總局（以下簡稱 PTS）局長 Dan Sjöblom、法國電子通訊與郵政管理局（以下簡稱 ARCEP）board member Pierre-Jean Benghozi……等主管機關首長與會，並共計有 28 國百餘位監理機關代表出席。

詹主委於會中與多個管制機關官員，就 5G 及物聯網相關發展趨勢、資訊安全、創新應用及相關管制議題，與多位管制機關代表交換意見，並分享我國行動寬頻發展經驗、法制架構調整規劃與現況，各國與會代表對於我國行動寬頻建設、普及率的快速成長均表示肯定。詹主委表示，因應 5G 後匯流時代，寬頻政策除了延續以往積極佈建基礎網路以確保寬頻普及之外，更重要的是促進寬頻服務與社會、產業、經濟的緊密結合，促進產業創新與升級，讓寬頻服務被廣泛使用。

詹主任委員婷怡此行雖僅僅只有短短 6 日，積極參與寬頻大未來會議，並與全球來自 28 國百餘位監理機關代表進行廣泛意見交流，提高台灣能見度，充分汲取國外通傳機構政策制定與監理之經驗，亦能掌握第一手監理政策與市場發展資訊，並強化電信專業高階管理人員連結關係，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。

我駐瑞典代表處廖大使東周、邱微婷秘書，及駐德國台北代表處法蘭克福辦事處陳執中處長、阮湘組長、黃泰謀副參事，犧牲假期親臨機場協助轉機或接送機照料，協助本會順利完成任務，特此表達由衷感謝之意。

目 錄

壹、	前言.....	5
貳、	行程表.....	5
參、	寬頻大未來會議內容摘要.....	5
一.	行動寬頻發展趨勢.....	5
	(一) 行動寬頻用戶仍將維持強勁成長趨勢.....	5
	(二) 行動數據流量發展趨勢.....	7
	(三) 物聯網發展趨勢.....	9
二.	5G 技術發展.....	10
	(一) 無線網路.....	10
	(二) 電磁波輻射規範.....	12
	(三) 資訊安全.....	13
三.	各國寬頻政策與發展.....	14
	(一) 美國.....	14
	(二) 歐盟.....	16
	(三) 瑞典.....	19
	(四) 法國.....	20

(五) 沙烏地阿拉伯.....	23
(六) 印度.....	24
肆、 心得與建議.....	24
伍、 活動相片.....	27

附件

- 附件一 2018 寬頻大未來會議議程
- 附件二 BEREK perspectives on broadband policy and 5G 簡報
- 附件三 Broadband for All : perspectives from India 簡報
- 附件四 Broadband for All in Sweden 簡報
- 附件五 Broadband for All in France 簡報
- 附件六 Mobile broadband spectrum in Saudi Arabia 簡報
- 附件七 The digital agenda at the Port of Livorno 簡報
- 附件八 Technology strategies and trends 簡報
- 附件九 5G and network slicing 簡報
- 附件十 5G and radio network efficiency 簡報
- 附件十一 5G and EMF 簡報
- 附件十二 Some UK cyber-security thoughts 簡報
- 附件十三 5G cyber-security evolution 簡報
- 附件十四 Ericsson's approach to enhancing cyber resilience in products and solutions 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，瑞典郵政及電信總局（以下簡稱 PTS）每年均舉辦相關主題會議，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、行動寬頻頻譜需求、頻譜管理與核配資源核配等重要議題，相關議題深具前瞻性，可供政府未來決策參考。

本次 PTS 所主辦之寬頻大未來（Broadband for All）會議主題為「寬頻大未來—數位化社會的信賴基礎」（2018 Broadband for all – a trusted base for the digitalization of our societies）計有 28 國百餘位監理機關代表出席，探討行動寬頻發展趨勢、各國寬頻政策、5G 技術發展趨勢、資訊安全……等重要議題，規模盛大。

貳、 行程表

日期	行程
6/23（六）	出發（台灣 23:10 出發，6/24 下午 12:20 抵達瑞典斯德哥爾摩）
6/25（一）	參加瑞典 PTS 舉辦之國際會議
6/26（二）	參加愛立信科技趨勢研討會
6/27（三）	回程（瑞典斯德哥爾摩 06:05 出發，6/28 上午 05:50 抵達台灣）

參、 寬頻大未來會議內容摘要

一. 行動寬頻發展趨勢

(一) 行動寬頻用戶仍將維持強勁成長趨勢

1. 2018 年第一季，全球新增 9800 萬行動用戶，總行動用戶數達 79 億

— 根據 Ericsson 於 2018 年 6 月公布之行動趨勢報告顯示，全球行動用戶數以 4% 的年成長率持續增加，截至 2018 年第一季，全球行動用戶總數為 79 億，滲透率達 104%。

— 由於 4G 服務推出後，可享受 100Mbps 的高速上網體驗，使得 LTE 用

戶數快速成長，於 2017 年底成為主導的行動通信技術，預計到 2023 年時全球將有 55 億 4G 用戶。

- 預計到 2023 年全球行動通信用戶將達 89 億，其中 5G 用戶數將超過 10 億，約佔所有行動通信用戶的 12%。

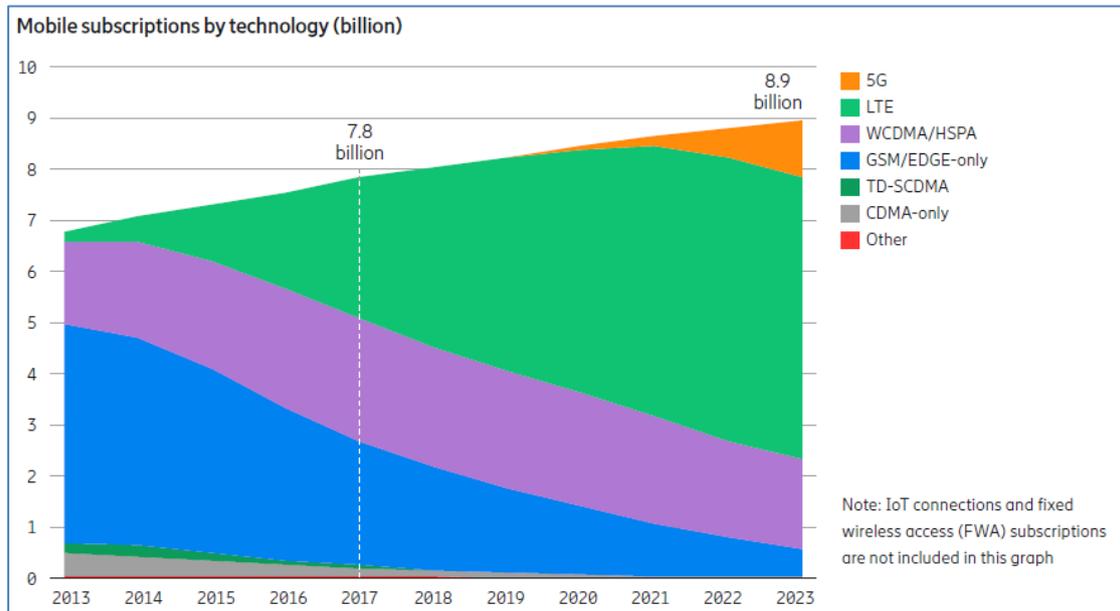


圖 1 依技術區分的行動通信用戶成長趨勢

2. 北美 5G 發展最快

5G 標準化工作在 2017 年加速推動，3GPP R15 針對非獨立組網 5G New Radio (Non Standalone NR) 的標準已於 2017 年底完成，針對獨立組網的標準 (Standalone NR)，則甫於 2018 年 6 月完成，這項里程碑將促成各國在 2019 年初大規模展開 5G 網路的試營運與後續商業部署。

若以地區來看，北美地區將領導 5G 市場的成長。因為所有美國主要行動通信業者都宣布計畫在 2018 年底至 2019 年中期之間推出 5G。到 2023 年底，北美所有行動通信用戶中將有近 50% 的用戶數使用 5G；其次是東北亞為 34%，西歐為 21%。

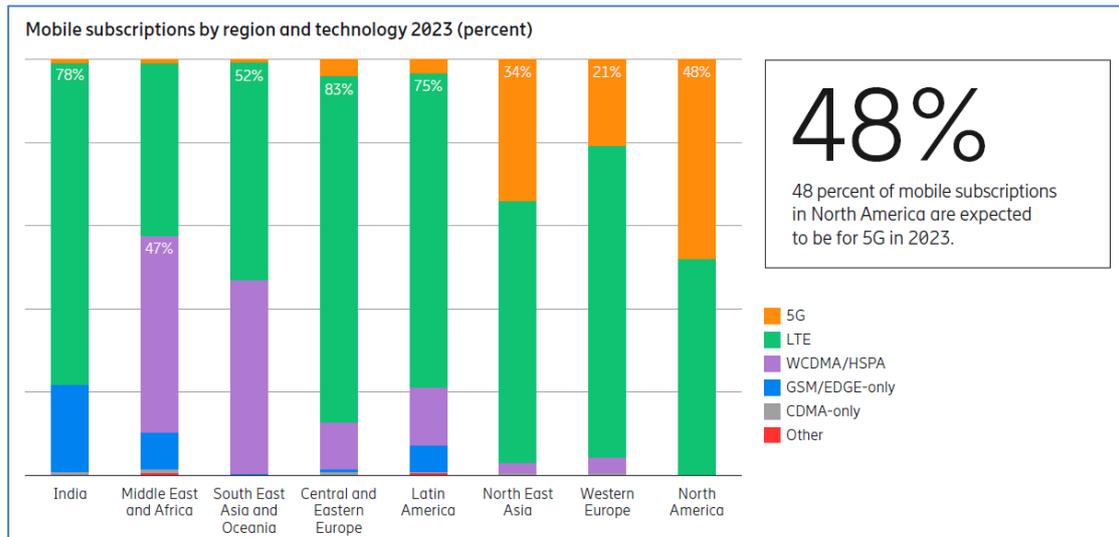


圖 2 2023 年時全球各區域行動寬頻用戶數預估

(二) 行動數據流量發展趨勢

1. 到 2023 年，全球 20% 的行動數據流量將由 5G 網路承載

由於智慧型手機用戶數成長快速，每個用戶的平均傳輸量也不斷增長，其中如 360 度影片、高解析度的視訊內容增加是主要的推動力，和 2017 年第一季相比，在短短的一年時間內，2018 年第一季的全球行動數據流量就成長了 54%。

愛立信並預估，2017 到 2023 年間，全球行動數據流量將成長近 8 倍 (複合年成長率 43%)，屆時全球超過 20% 的行動數據流量將由 5G 網路承載，屆時，5G 流量將比現在的 2G/3G/4G 總流量高出 1.5 倍。

2. 行動視訊主導流量成長

依據 Ericsson 所做的研究顯示，由於行動用戶觀賞視訊的時間拉長、影像解析度的逐漸提升、Youtube 推出 360 度環景影片提供用戶沉浸式體驗等... 高頻寬需求視訊類流量大幅成長，行動視訊流量將以 45% 的年成長率增加，預估到 2023 年，行動視訊將佔行動數據總流量的近四分之三。

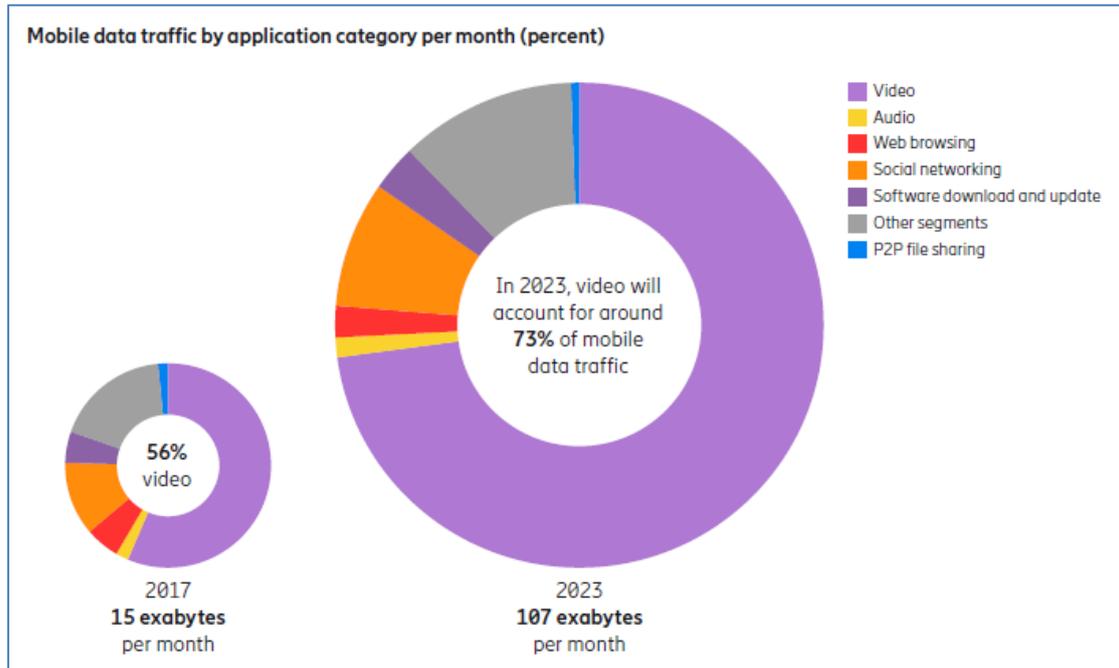


圖 3 行動數據流量成長預估

3. 台灣行動用戶每月平均行動數據流量稱冠全球

由於行動裝置功能的升級、行動通信業者提供更平價的資費方案、各種如 AR/VR 需要更多數據傳輸量的技術日漸普及，全球每隻智慧手機產生的月行動數據量皆持續成長，其中北美地區的平均每月數據流量最高，於 2017 年底，達到每支智慧型手機 7.2 GB 的月流量，預期到 2023 年底，該區每支智慧型手機的平均每月數據流量將成長至 49GB。其次是西歐，2017 年底，該地區每部智慧型手機產生的平均每月數據流量為 4GB，預期到 2023 年底將達到 25GB。

而台灣在 2017 年底的每個 4G 用戶每月數據流量為 14.5GB，為同時期北美地區的 2 倍，西歐地區的 3.6 倍。台灣 4G 用戶傳輸稱冠全球的因素包括業者競相推出優惠的上網吃到飽方案、行動寬頻網路的高性能，讓民眾可以隨時隨地透過手機上網追劇、聽線上音樂、玩手遊。

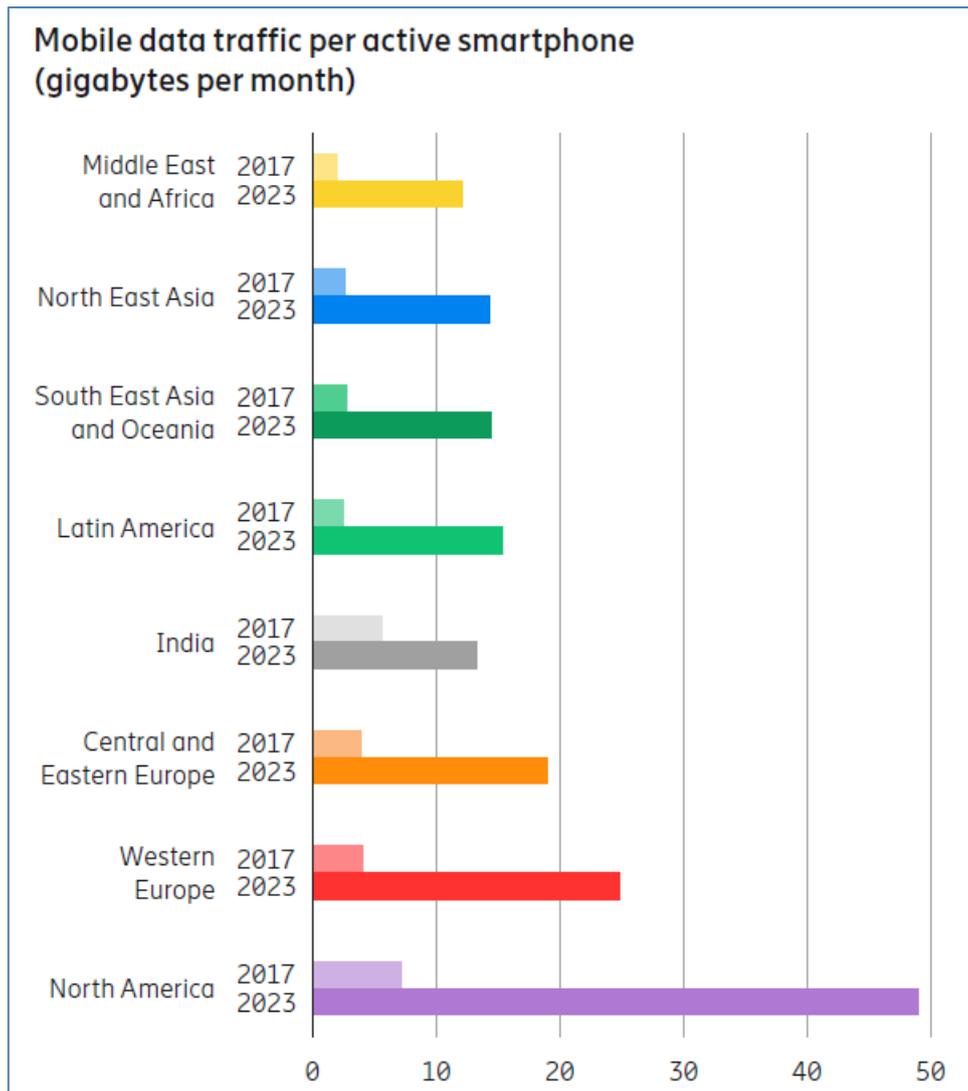


圖 4 全球各區每隻智慧手機所產生的行動數據流量 (GB/月)

(三) 物聯網發展趨勢

隨著應用方式與商務模式的增加，以及晶片成本不斷降低，全球互連裝置數量將持續成長，截至 2017 年底，全球聯網裝置數量已達 175 億，其中物聯網設備數量為 77 億。

然而物聯網技術應用的產業分布目前仍然較為分散，若以涵蓋距離概略區分，2017 年底的 77 億物聯網裝置設備中，短距物聯網佔了 62 億，廣域物聯網裝置則僅有 8 億。但隨著 3GPP 於 2016 年完成物聯網相關技術標準後，NB-IoT 及 Cat-M1 等大規模蜂巢式物聯網 (cellular IoT) 正被廣泛運用，由於中國正大規模部署蜂巢式物聯網，因此預計蜂巢式物聯網的成長速度最快，預估 2017 至 2023

年間，將以 30% 的年增長率成長，預計 2023 年達到 35 億，其中東北亞地區就佔了 22 億。

二. 5G 技術發展

(一) 無線網路

由於 5G 在無線網路技術方面的進展，包括各種巨量多輸入多輸出技術（massive Multiple- Input Multiple-Output，以下簡稱 massive MIMO）智慧型天線技術、大頻寬的支援、多頻段的載波聚合，讓 5G 系統能夠提供更大的系統容量、綿密的網路涵蓋，以愛立信在倫敦所做的 5G 實驗為例，同時使用 26GHz（頻寬 200MHz）、3.5GHz（頻寬 100MHz）的 5G NR，及 2600MHz（頻寬 40MHz）、800MHz（頻寬 10MHz）的 4G LTE，可以達到相當好的室內涵蓋與傳輸速率，在 3.5GHz 涵蓋範圍內，80% 的用戶可以享受超過 500Mbps 下載速率。

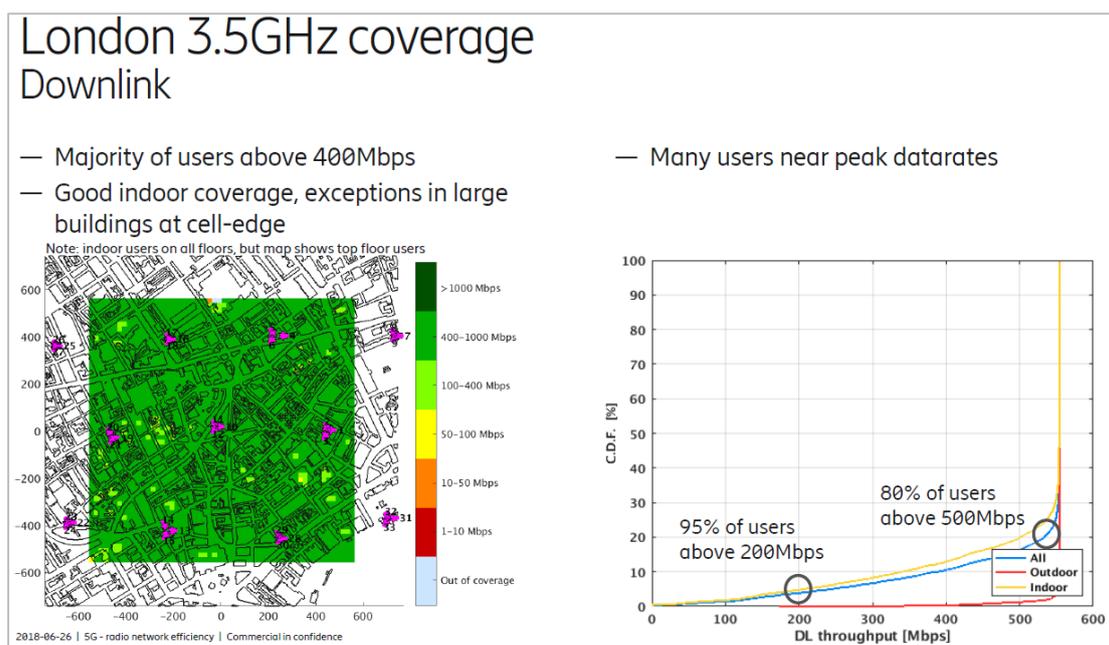


圖 5 愛立信於倫敦進行 5G 測試結果

● Massive MIMO 技術

MIMO 技術到了 5G 仍然扮演著非常重要的角色，為了支援訊號衰減快的毫米波，5G 利用在發射端及接收端聚合越來越多天線元素的大規模陣列，輔以將

訊號導引到最佳路徑的波束成形（beam-forming）來增加下行涵蓋、波束管理（beam management）、多用戶 MIMO（MU-MIMO）相關技術，以深度挖掘無線通訊在「空間維度（spatial domain）」資源，避免訊號干擾，顯著提升頻譜效率及功率效率，獲得更大的系統容量及傳輸速率。

- 補充上行鏈路

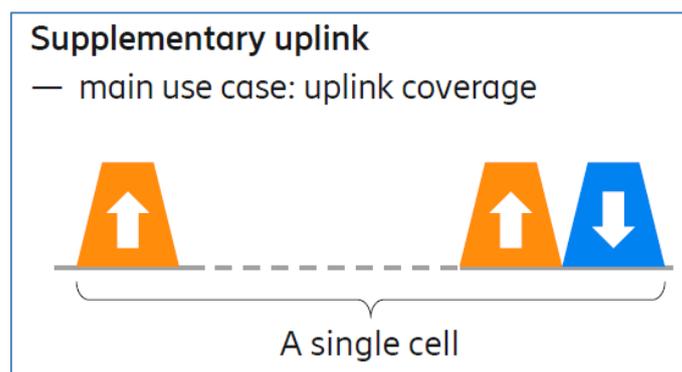


圖 6 補充上行鏈路示意圖

在補充上行鏈路（Supplementary UpLink，以下簡稱 SUL）中，一個下行鏈路與兩個可能的上行鏈路載波候選者配對（一個在低頻帶中，另一個在高頻帶中）。與載波聚合（Carrier Aggregation）的概念類似，除了專用的 5G NR（New Radio）上鏈載波之外，並可同時使用 SUL 傳輸的低頻載波。由於 SUL 頻率較低，透過 SUL 傳輸可以顯著提高上鏈訊號涵蓋範圍。

- 動態頻譜分享

透過 Ericsson 的動態頻譜分享技術（Dynamic Spectrum Sharing）方式，部分 4G 網路經過軟體升級 5G 達到在中頻段及高頻段的涵蓋，並與 4G 網路進行平滑共存運作。

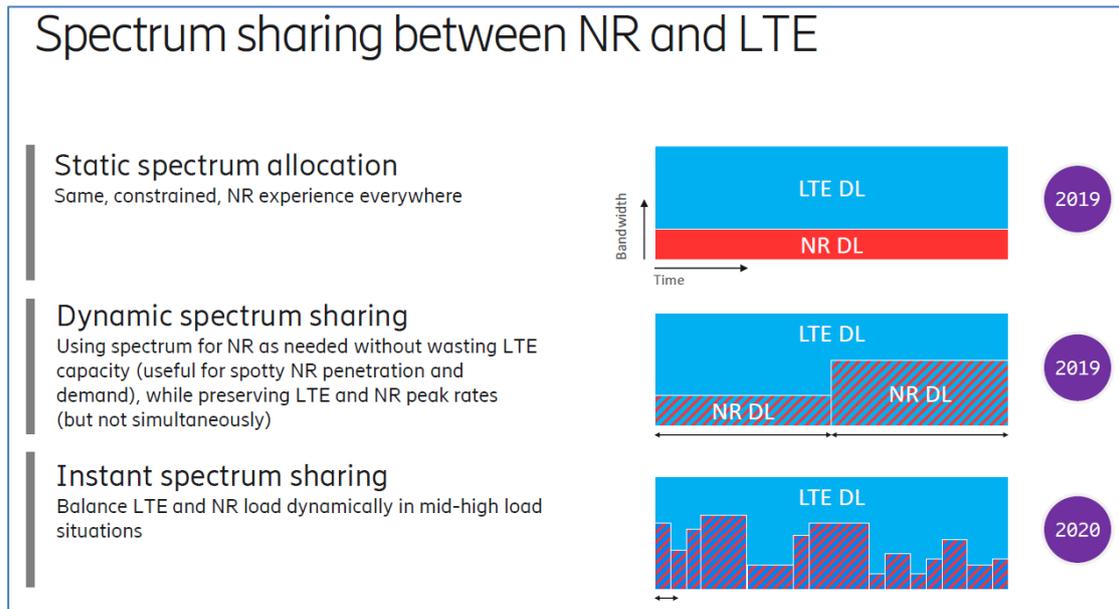


圖 7 動態頻譜共享示意圖

(二) 電磁波輻射規範

由於 5G 所採用的 massive MIMO 天線系統、波束成型 (beam-forming)、動態波束掃描 (beam-steering) …等技術，使得傳輸信號在時域 (time domain) 和空間 (spatial domain) 上的變化性很大，因此，造成基地台瞬時 EIRP 增加 (甚至比現有基地台高)，但若從較長時間來看，時間平均 EIRP (time average EIRP) 又遠低於現有基地台。

如果依照一般現有以基地台的 EIRP 最大值來估算輻射電磁場強，將大幅限縮採用 5G massive MIMO 基地台所能發射的功率及電波涵蓋範圍，影響 5G 基地台佈建。

可以預見的是，5G 系統所要面臨的電磁波輻射場強相關議題將更為複雜，需要重新檢視相關規範，而國際相關組織包括 IEC、ITU 預計將於 2018 年底針對 5G 基地台的電磁波輻射規範提出相關報告。

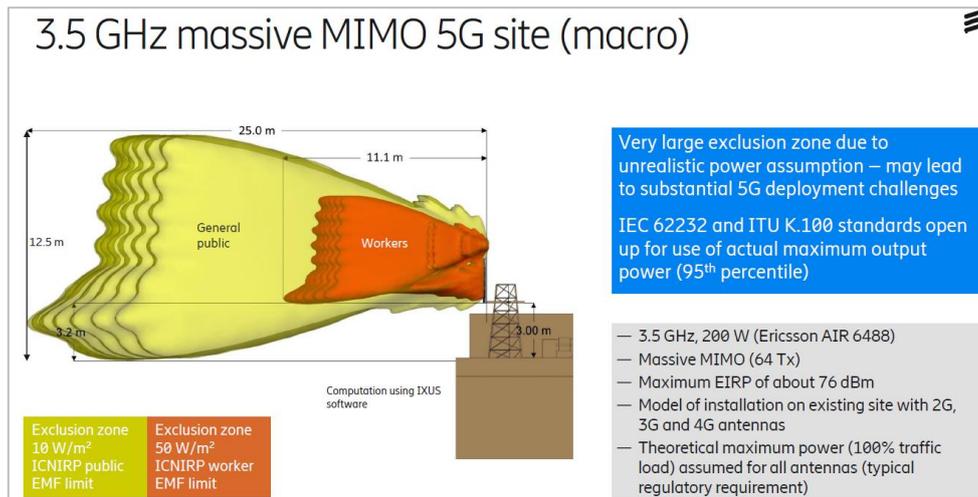


圖 8 3.5GHz massive MIMO 5G 基站電磁輻射保護區模擬

(三) 資訊安全

世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）2018 全球風險報告認為，網路攻擊、資料詐騙與竊取分別是近三年來全球排名發生機率第三及第四名。主要是因為網路攻擊的風險與潛在破壞力持續增加，現今網路攻擊較 5 年前成長一倍，過去被視為是事故（incident），現在則越發常見，網路安全漏洞所造成的財務衝擊持續增加，此外，另一種網路攻擊趨勢將以重要基礎設施與策略產業為目標，在最嚴重的情境下，將能癱瘓社會運作系統。

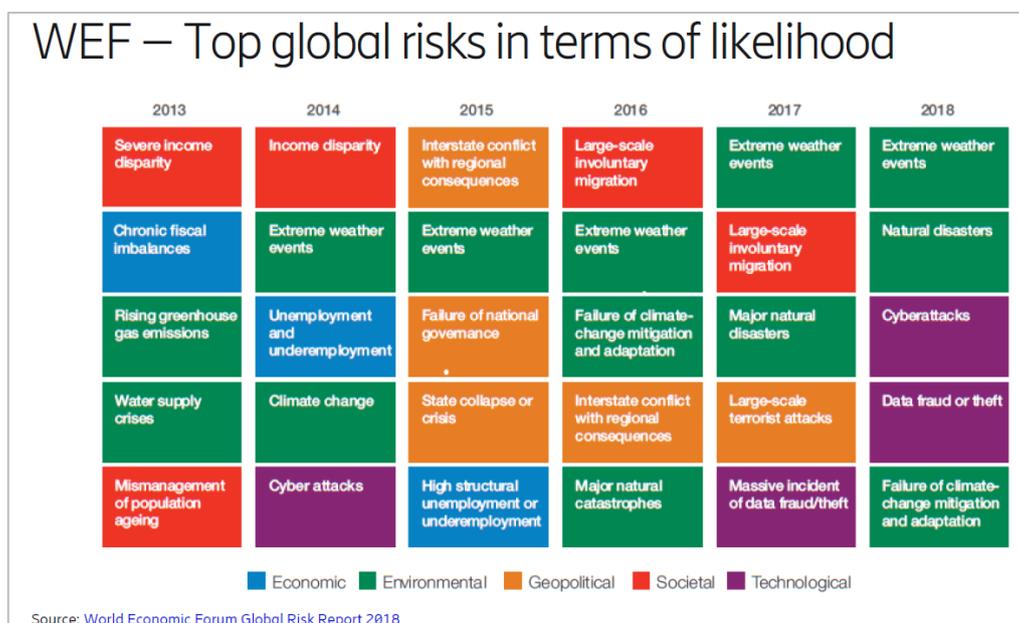


圖 9 WEF 全球風險報告（依發生可能性排序）

尤其 5G 世代的應用多元，各類新服務、新架構、新技術更對安全和用戶隱私保護也都帶來新的挑戰。如何設計更完備的 5G 安全機制，在維護基本通信安全要求同時，還能夠因應不同應用場景以適應多種網路接取方式、與新型網路架構，進而提供差異化安全服務、保護用戶隱私，將是標準制定者、技術設備與應用開發者的第一要務。而不同的應用場景所要對應的 5G 網路所應注意的資安面向也不盡相同。

針對 5G 安全議題，愛立信認為在技術面上可以從下列幾個面向著手：

- 網路切片/虛擬化隔離機制：5G 世代網路功能邁向虛擬化，且將納入更為動態的配置技術，進而發展為更動態化且靈活的安全架構。
- 用戶認證：除了傳統的 SIM 卡方式外，5G 還提供了新的身分驗證方式，讓業者可以靈活地選擇身分驗證方式。
- 彈性可擴展的安全架構
- 雲端安全：有關設備到連結雲端的信賴關係，虛擬化在保護 5G 核心與雲端方面帶來新的挑戰，應該在虛擬功能之間建立信任關係，對所有傳輸資料進行加密，並且根據正在傳輸的資料價值，明智地選擇端點間的安全架構。

此外，愛立信的政府與產業關係部門主管 Rene Summer 認為，政府部門也可以從法制面著手，透過包括：電信法、網路安全、關鍵基礎設施、國家安全、公共採購等相關法規工具，在基礎設施軟硬體的發展上建構更完備的安全機制。

三. 各國寬頻政策與發展

(一) 美國

美國商務部助理部長 David Redl（主要負責 NTIA）的演說主要包括美國的 5G 與頻譜政策、提升寬頻接取普及率兩個部分：

1. 5G 與頻譜政策

David Redl 表示，美國總統 Donald Trump 認為 5G 對美國經濟發展、提供產業創新機會相當重要，並將 5G 納為國家安全戰略的一環。

- 網路安全

David Redl 提到，「安全」必須成為所有新技術規劃、開發及佈建的基礎，以確保 5G 網絡不會受到其他安全威脅的侵害。網路安全（cybersecurity）一直都是 NTIA 關注的核心議題，在 5G 與物聯網時代，更突顯網路安全議題的重要性。一直以來，NTIA 都是採取「多方利害關係人（multi stakeholder）」的模式來處理包括建立改善互聯網生態系統韌性（resilience）的框架、提升軟體介面透明度...等網路安全議題。

- 頻譜：致力追求全球一致的「頻譜協同（spectrum harmonization）」

NTIA 與 FCC 正在努力支持全球頻譜協同，以便讓相關產業能夠透過規模經濟產生經濟效益，並降低佈建 5G 系統的技術障礙。尤其是毫米波頻段，要實現 5G 的高速率、高容量願景，每個業者的理想頻寬至少為 100MHz，這麼寬的頻率需求，也只能在毫米波頻段實現。因此 NTIA 與 FCC 合作在 24GHz 以上釋出更多的授權及免授權頻譜，美國也將在明年舉行的 WRC-19 會議中提出將這些頻段列入 IMT 建議頻段內。

- 有效率的監管法規，以加速 5G 系統佈建

因應 5G 網路的高密度化（densification），行動通信業者需要大規模地建設小型基地臺，FCC 將檢討聯邦政府及州政府對於小型基地臺建置的審查流程，透過此舉，將可降低 5G 網路建置成本、縮短 5G 網路佈建時間及減輕業者建置網路的負擔。此外，有一部分的 street level 小型基地台可以安裝在建築物、燈柱及其他現有基礎設施上，幾乎沒有視覺的影響。

2. 提升寬頻接取普及率

David Redl 提到，美國另一個面臨的問題就是本次會議的主題：Broadband for All。依據 OECD 的報告顯示，近年來全世界的寬頻普及率有大幅的進展，但許多國家仍然存在寬頻數位落差。美國的情況也是如此，在美國，超過 2400 萬美國人仍然無法享有 25 Mbps 以上的固定式寬頻接取，大約 1400 萬農村美國人和 120 萬居住在部落地區的美國人仍然未享有 10Mbps 以上的行動寬頻接取。

因此，Trump 政府很早就將縮減寬頻落差列為國家的優先施政目標，在 2017 年 4 月發布建立跨機關的「農業及農村繁榮」工作小組，Trump 總統並在 107 年 1 月份發布行政命令和總統備忘錄，提供農村寬頻建設補助。此外，NTIA 最近開始徵求公眾對改進寬頻建設的意見，以便讓 NTIA 更清楚地掌握真正沒有寬頻服務的美國人居住範圍，以便持續精進美國的寬頻建設。

(二) 歐盟

1. BEREC 之 5G 策略

歐盟 BEREC 2018 副主席同時也是愛爾蘭通訊管理委員會委員 Jeremy Godfrey 提到，為了加速 5G 系統佈建，BEREC 將在 2018 年底前公布 5 份研究分析報告：



圖 10 BEREC 有關加速 5G 建置策略

- 行動基礎設施共享(infrastructure sharing)；
- 頻譜授權方式；

- 監管機關如何課予行動通信業者電波涵蓋義務；
- 歐盟地區行通通信業者電波涵蓋現況調查；
- BEREC 對於 5G 時代的想像，包括新的商業模式、智慧家庭等...

其中有關行動基礎設施共享的調查報告，已於 2018 年 6 月完成並公告，依據報告顯示，目前基礎設施共享的模式主要包括：

- **被動式/無源式共享 (passive sharing)**：被動式共享目前是多數業者主要的合作模式，通常指業者在同一地點架設基站，或進一步共用電力、機櫃、天線桅杆等基礎設施。由於業者係共享同一基站的周邊輔助設施，有助於減少業者維運成本支出，但彼此的網路涵蓋仍是完全獨立的，因此對業者服務差異化影響輕微。
- **主動式/有源式共享 (active sharing)**：主動式共享則進一步涉及業者間傳輸網路、頻譜資源與核心網路的合作。
- **其他**：限定特定技術（如 2G）或特定區域範圍（如室內）的共享

Jeremy Godfrey 強調，在歐洲地區，電信監理機關的監管核心在於確保基礎設施及服務層級的競爭，行動通信系統容量、速度及涵蓋範圍都是影響消費者選擇的重要因素，基礎設施共享可以降低成本，但長期來看，也可能降低行動通信業者間的競爭程度，及消費者的選擇。Jeremy Godfrey 建議監理機關應及早思考對於「基礎設施共享的可接受程度」，以因應 5G 時代可以預見的大規模基地台佈建需求。

2. RSPG 的 5G 頻譜政策

歐盟委員會無線頻譜政策小組(Radio Spectrum Policy Group, 以下簡稱 RSPG) 是歐盟針對無線電頻譜政策的高層顧問組，負責從戰略層面向歐盟委員會提供頻譜策略觀點、建議和研究報告。為了達到 2020 年歐盟會員國至少有一個城市實現 5G 商用的目標，RSPG 分別於 2016 年及 2018 年公布 5G 頻譜策略：

- 2016 年：第一次 5G 頻譜戰略¹

¹ http://rspg-spectrum.eu/wp-content/uploads/2013/05/RPSG16-032-Opinion_5G.pdf

RSPG 於 2016 年公布的第一次 5G 頻譜戰略，敦促歐盟主要會員國加速 5G 頻譜資源的分配，重點如下：

- 3.4-3.8GHz：有連續的 400MHz 頻寬，作為 5G 第一優先頻段用以提供都會區的新服務。
- 24.25-27.5GHz(26GHz 頻段)：作為 5G pioneer 頻譜，具備 3GHz 連續頻譜，主要用於更創新的 5G 世代新興服務。
- 700MHz 頻段：屬於 1GHz 以下，歐盟既有的行動通信頻段，可作為全國與室內的 5G 覆蓋，預計 2020 年前各會員國將完成拍賣釋出。

從 RSPG 把低頻頻段 3400-3800MHz 作為歐洲在 2020 年甚至 2020 年之前商用部署 5G 移動通信網絡的首選頻段可以看出，歐洲早期第一批主要的 5G 商用網絡將著重在低頻頻段的建設。因為低頻頻段可以迅速廣泛地覆蓋網絡，並提供增強型寬頻通信，同時適用於物聯網發展。

● 2018 年：第二次 5G 頻譜戰略¹

RSPG 於 2018 年 1 月發布第二次 5G 頻譜戰略，主要針對 5G 頻譜未來運用重要議題提出建議與看法：頻譜分享議題、授權模式、5G 覆蓋率的挑戰、5G 和 IoT、ITS 及垂直產業相關性、超高密度網絡的考量、長期的 5G 毫米波頻段等。重點包括：

- 大區塊頻譜：在 RSPG 發布的第二次 5G 頻譜觀點中，再一次強調了 3.4GHz~3.8GHz 頻段是 5G 的首要頻段，並指出各會員國必須在 2020 年之前，在 26GHz 頻段提供大塊的頻譜（如 1GHz 的頻寬），以滿足市場需求。
- 彈性化頻譜授權：RSPG 認為成員國在開放頻譜使用時應保留彈性，例如在特定區域範圍（工廠、都會），視情況採取個別授權（individual licensing）/一般授權（general licensing）方式

¹ https://circabc.europa.eu/sd/a/fe1a3338-b751-43e3-9ed8-a5632f051d1f/RSPG18-005final-2nd_opinion_on_5G.pdf

◦ RSPG 認為一般授權頻率使用可以是促進各種創新應用的發展，並預估可能短期內可能採用一般授權方式開放的 66-71 GHz 頻段，將是 5G 未來的重要頻段。

- 5G 超高密度網路布建：RSPG 指出，解決基地台佈建問題，是加速 5G 商用化的關鍵議題。RSPG 認為，成員國應採取各種策略，簡化基地台建置申請與佈建流程，特別是針對小型基地台，以便加速大規模 5G 網路佈建。

(三) 瑞典

PTS 局長 Dan Sjöblom 首先分享對於目前通訊發展趨勢的看法：

- 近年來人工智慧、機器學習、區塊鏈的新興科技進步讓行動裝置變得更加智慧化。物聯網蒐集的大量的數據配合人工智慧，可以帶動更多的創新發展。
- 寬頻通訊需求：Everytime & Everwhere & Everthing。
- 基礎/服務/內容的界線漸趨模糊，造成傳統垂直管制方式面臨挑戰。
- 傳統上以「連結（connectivity）」為重點的普及服務面臨挑戰，如何透過寬頻普及、數位賦能讓民眾能夠廣泛地使用寬頻服務，才是未來普及服務更須關注的議題

1. 寬頻發展現況（截至 2017 年底）

- 有線寬頻：在有線寬頻服務方面，係以光纖為主，持續逐年成長，截至 2017 年底，光纖普及率達 72%，光纖家戶涵蓋率達 84%；但在偏遠地區，光纖普及率僅有 31%。

表 1 瑞典有線寬頻發展

年度	2013	2014	2015	2016	2017
家戶寬頻普及率 (100Mbps 以上)	56%	61%	67%	71%	77%
未享有固網寬頻之家戶數	400	300	<130	<90	<60

- 無線寬頻：目前以 4G LTE 服務為主，4G 服務的涵蓋率達 84%(10Mbps 以上)，整體行動數據傳輸量已達 831 Pbyte，較 2016 年成長 30%;用戶平均每月傳輸量為 4.8GB，較 2016 年成長 47%。

2. 5G 頻譜釋出規劃

PTS 的頻譜管理目標主要包括：供應足夠的頻譜資源、符合民眾無線通訊需求、提升頻譜使用效率。針對 5G 的到來，PTS 規劃在 2020 年前完成 700MHz、3.4-3.6GHz 及 26GHz 頻段的釋出：

- 700 MHz：2020 年前釋出。
- 3.4-3.6GHz 頻段：於 2020 年釋出 3.4-3.6GHz（或部分頻段），完整的 3.4-3.8GHz 頻段因目前仍有既有使用者，將於 2023 年 4 月 1 日方可重新再分配。
- 26GHz 頻段：2020 年可先釋出 1GHz 頻寬，其餘 2.5GHz 頻寬的部分需到 2023 年 4 月 1 日方可重新再分配。

(四) 法國

法國電子與通訊管理局（Arcep）官員 Pierre-Jean Benghozi 認為就電信監理機關的角度來看，「Broadband for All」應該包含下列幾個面向：

- Coverage for All: 提供完整的寬頻涵蓋。
- Connectivity for All: 確保不同用戶、平台、網站、接取裝置、應用服務都能夠平等地存取網路上的內容。
- Uses for All: 除了提供涵蓋外，更重要的是讓民眾、產業廣泛應用寬頻服務，提升競爭力，針對這點，其實 PTS 局長 Dan Sjöblom 也提到類似的概念。
- Information for All: 蒐集業者的服務品質相關資訊，作為政府施政依據，並透過將相關資訊公開透明化，促進業者的良性競爭。

1. 寬頻政策：提昇行動通信服務地理涵蓋率

- 政策起源背景：4G 服務之地理涵蓋率顯著偏低

截至 2017 年 7 月底為止，法國的 4G 服務的人口涵蓋率約為 82-92%，但地理涵蓋率則僅 48-65%；再者，民眾對於行動數據的傳輸快速成長，法國行動數據流量在 2016 年到 2017 年間就成長 118.3%，因此 ARCEP 將提高 4G 服務之地理涵蓋率列為重要寬頻政策目標。

表 2 法國 4G 各業者的服務涵蓋率(統計時間 2017/6)

業者	電波人口涵蓋率	電波地理涵蓋率
Orange	92%	65%
SFR	91%	65%
Bouygues	90%	61%
Free	82%	48%

- 作法

由於 900MHz、1800MHz 及 2100MHz 三個頻段的執照分別即將於 2021 年、2022 年及 2024 年到期，ARCEP 將於 2108 年啟動這三個頻段的重新指配 (re-assignment) 程序。以往業者的在執照上登載的涵蓋義務多以人口涵蓋率呈現，未來 ARCEP 會取消人口涵蓋率要求，並由 ARCEP 與業者協商相關行動服務的涵蓋義務，由業者提出相關建設承諾，並將納入現有執照或續照之規範中。業者可能提出的承諾包括：

- 每個業者將新增 5000 個 4G 基地台，其中 2000 個為共構站台 (RAN sharing)；此外，在 ARCEP 規定的區域範圍內，Orange 及 SFR 將各自新增 500 個基地台，以提供固定式 4G 寬頻服務 (Fixed 4G access)。
- 加速主要道路 (55000 公里)、區域鐵路的網路建設。
- 逐年增加 4G 地理涵蓋率：2020 年達到 75%，2022 年達到 100%。
- 提升整體 4G 訊號品質。

2. 5G 政策目標：2020 提供 5G 商用服務

為了達到 2020 提供 5G 商用服務的政策目標，ARCEP 研擬了下列三項工作重點：

● 釋出更多頻譜供 5G 使用

- 盡快釋出 3.4-3.8GHz 及 26GHz 頻段
- 思考釋出 2.6GHz 頻段（2575-2615MHz，目前為專用 LTE 網路使用中）之可行性

● 加速 5G 基地台佈建

- 調降基地台證照費用：依據法國頻譜管理機構 ANFR 規定，行動通信基地台的執照費會跟基地台等效全向輻射功率（Effective Isotropic Radiation Power，以下簡稱 EIRP）與架設地點有關，以架設在都會區的基地台為例，若 $1W \leq EIRP \leq 5W$ ，則每年的證照費為 160.7 歐元；若 $EIRP > 5W$ ，則每年證照費成長 10 倍，來到 1607 歐元。由於 5G 的小型基地台 EIRP 介於 1W 到 25W 間，因此，ANFR 將會思考調整執照費率，以降低業者大規模佈建小細胞基地台的負擔。
- 檢視並調整法規架構，以加速業者取得站點：跟以往 2G/3G/4G 時代相比，業者面臨的 5G 基地台佈建會面臨到二個問題：(1) 由於 5G 的 massive MIMO 天線系統尺寸較大，業者可能無法利用現有站址（鐵塔、屋頂）建置 5G 基地台，必須尋找新的站點位置(2)5G 時代，將有很多 street-level 高度的站台，業者必須在公車候車站亭、路燈柱、公共建築或廣告牌的設施建置基地台。因此，相關政府機關部門會關注這個議題，並適時採取相關措施，以加速 5G 佈建。
- 重新定義基地台之電磁場暴露（EM field exposure）限制值：由於 5G 將採用 massive MIMO 天線系統，如果依照現有的電磁場暴露限制值規定，可能造成 5G 基地台佈建的重大阻礙，因此 ANFR 將檢討現行電磁場暴露限制值規定，以符合 5G massive MIMO 系統

之運作實務需求。

- **建立 5G 前導試驗窗口，核發 5G 臨時性實驗執照：**為了讓 5G 價值鏈上的所有業者都有機會探索使用案例，並了解新世代行動通訊服務帶來的挑戰：建立 5G 前導試驗連絡窗口，以協助實現政府 5G 國家策略之相關目標，包括整合價值鏈上的所有參與者，並藉由核發臨時性實驗執照給業者，發展 5G 實驗測試。業者可取得 3.4-3.8GHz 頻段與 26GHz 頻段之頻譜資源，於主管機關指定的區域進行實驗，例如 3.4-3.8GHz 頻段目前於里昂、波爾多等 9 大都會區都可使用。

(五) 沙烏地阿拉伯

沙烏地阿拉伯通訊與資訊技術委員會（Communications and Information Technology Commission）頻譜管理部門主管 Mohammed Alotaibi 分享該國近年來透過開放大量頻譜，讓該國行動通信下載速率由 2016 年的小於 10Mbps 迅速成長至 2018 年 7 月 22.81Mbps。

表 3 沙烏地阿拉伯歷年開放行動通信頻譜頻寬統計（單位：MHz）

年度 頻段	2016	2017/2018（已開放）	2020 年前 新開放頻寬
700MHz	—	40	20
800MHz	—	40	20
900MHz	70	—	—
1500MHz	—	—	70
1800MHz	70	80	—
2100MHz	120	—	60
2300MHz	—	—	100
2600MHz	—	—	190
3500MHz	—	—	200
小計	260	160	600

(六) 印度

印度政府甫於 2018 年 5 月提出國家數位化通訊政策，訂定了在 2022 年前吸引 1000 億美元投資的計劃，創造 400 萬個就業機會，並將數位通信產業對印度 GDP 的比重提升至 6%。提升公眾 Wi-Fi 網路的涵蓋。

在寬頻普及方面，印度電信監管機關 TRAI 透過公私合作計畫 BharaNet，規劃以三期的時程，在印度的農村貧困地區建立寬頻網路系統：

- 第一期（2014-2017 年）：已投入 16.39 億美金的資金，提供超過 10 萬個以上的村莊寬頻服務。
- 第二期：預計將投入 62 億美金的資金，透過整合衛星、無線等方式，提供其餘 15 萬個村莊寬頻服務。
- 第二期（2018-2023 年）：升級現有通訊網路設備，以滿足未來 5G 和物聯網時代的基礎設施需求。

肆、心得與建議

● 5G+IoT 將是推動產業與社會的數位轉型的驅動者

5G 不僅僅是大頻寬、低延遲、高速率而已，隨著行動通訊技術的日新月異，下世代 5G 行動通訊技術的發展，是由目前 4G 高速寬頻時代，進入萬物聯網的世代。5G 技術將提供一種創新平台，透過 5G 網路將包括 AR/VR、IoT、blockchain、Fintech 等創新科技串聯起來，以形成新型態的商業模式，創造並增加產業數位化的使用情境，包括自動駕駛汽車、智慧醫療、智慧城市及數位政府等方面之發展，使新興技術成為我們經濟與生活中不可或缺的一部分。

● 因應 5G+IoT 發展趨勢之環境整備工作刻不容緩

5G 新技術發展態勢愈見明朗，國際上包括愛爾蘭、英國、韓國等國均已完成 5G 頻譜釋出，NCC 身為台灣通訊傳播主管機關，在推動我國 5G 策略方面，可以從下列幾個主要面向切入：

- 頻譜：NCC 已啟動 5G 頻譜規劃的公開諮詢，並積極展開 5G 熱門頻譜之 3.5 GHz 頻段相關研究及量測評估工作，以及頻譜整體規劃，俾以未來提供更多可用之頻譜資源。持續密切關注 WRC 頻譜規劃及相關國家之頻譜戰略，針對 5G 中、高頻段頻譜已進行先期盤點，供各界視產業發展情況展開技術試驗，並增加中頻段的頻率整備數量，因應未來 5G 頻譜整備。
 - 基礎建設：本會已調整小細胞（small cell）基地臺設置的規定，讓電信業者能更快速佈建小細胞基地臺，以提升行動寬頻網路之涵蓋與容量需求。在即將來到之 5G 與物聯網時代，設置小細胞基地臺將包括路燈桿、交通號誌桿、分隔島土地等地方政府管轄之公共土地及設施，需要政府相關部門調整所轄法規，並協助建設之推動。
 - 普及服務：智慧生活及數位經濟的一切均來自於寬頻的基礎，而行動寬頻更是加速寬頻普及重要推手，我國在電信普及服務基金、有線電視廣播基金、前瞻基礎數位建設計畫…等政策工具的投入下，已建構良好的寬頻基礎環境。面對未來 5G 所建構的萬物相連的大平台，應思考如何精進現有普及服務「Coverage for All」的作法，以達到「Broadband for All」、「Connectivity for All」以及「Use for All」的境界。
 - 法規政策：NCC 於 106 年 4 月提出數位通訊傳播法及電信管理法草案，該兩法係根據目前及未來通訊傳播的發展趨勢，在促進資訊自由流通、提升寬頻連結與基礎建設、強化網路及資訊安全的精神下，通盤檢視傳統管制必要性，以嶄新思維重塑監理模式，在政策及法制規範上進行調適與融合，同時也將介接各部會職掌事項進行數位化的法規調適。從過去以厚實底層電信基礎建設出發，更進一步轉為促進以網際網路為基礎的數位經濟蓬勃發展，有助於智慧城市推動各項基礎建設及創新服務發展。
- 因應後匯流時代的數位經濟與網路社會發展，NCC 的重要執掌是建構以「信任」為基礎的寬頻環境

隨著寬頻服務快速發展，物聯網與智慧應用將無所不在。「數位轉型」帶來破壞式創新應用及龐大商機，但亦開始面臨新的數位挑戰。面對以創新為本質的數位網路世代，「信任」是建構數位經濟之基礎，如何透過適當的

治理模式，處理包括資安、隱私及個資保護等議題，以建立網路使用者的保護與信賴，營造一個有利於數位創新經濟發展之公平、開放網路社會，為當前推動數位經濟之際不能忽視之課題。

NCC 倡議網際網路治理精神，透過引入公眾諮詢及參與機制，落實開放政府的概念，透過公私協力、民間自律等方式共同探討後匯流時代的重要新興議題，同時推動並落實政府政策，藉由完善法制環境，將科技進步所帶來的正面效應極大化，並避免可能出現的負面影響與效應，讓資通訊及傳播產業能有更進一步創新蓬勃發展的機會；讓消費者能有更安全、更安心、更優質有能力接取的便利服務；讓社會也能隨數位落差的縮小而有更強的凝聚力；國家也能因科技技術的普遍運用更有效率與實力。

以寬頻社會驅動數位轉換迎向數位經濟典範轉移，是 NCC 的重要使命，本會後續必須投注更多的心力與能量，致力於建構資源有效且合理使用、強化市場競爭，以及建構更有使用效率與彈性的網路基礎建設，落實寬頻社會帶動數位經濟的典範轉移與穩健發展的最終目標。NCC 亦將須持續和相關部會與各方利害關係人互動交流與形成相關政策，讓超寬頻雲端數位基礎建設的環境更為完善，讓我們一起進入更智慧的連結(**Intelligence Connectivity**)的新時代。

伍、 活動相片



圖 11 詹主委與歐盟電子通傳管理機構(BEREC) 暨愛爾蘭通訊管理委員會委員副主席 Jeremy Godfrey (右)、加拿大廣播電視及通訊委員會官員 Chris Seidl(左)合影。



圖 12 詹婷怡主委與墨西哥 IFT 委員 Javier Juárez Mojica 合影



圖 13 詹主委與斯洛伐尼亞通訊傳播網路與服務管理局 AKOS 頻譜管理部門主管合影



圖 14 於 Kista 愛立信總部舉行的 5G 技術研討會