

出國報告（出國類別：考察）

國際領袖人才訪問計畫  
(International Visitor Leadership  
Program)

服務機關：數位發展部

姓名職稱：劉澄真系統分析師

派赴國家/地區：美國/華盛頓、羅里、達拉斯、拉斯維加斯

出國期間：113年9月21日至10月13日

報告日期：113年12月10日

## 目錄

壹、 摘要 .....	3
貳、 目的 .....	3
參、 過程 .....	4
一、 專案介紹 .....	4
二、 美國聯邦制簡介 (Federalism Briefing) .....	4
三、 聯邦網路倡議 (Commonwealth Cyber Initiative, CCI) 參訪 .....	5
四、 電子隱私資訊中心 (Electronic Privacy Information Center, EPIC) .....	8
五、 美國國務院 .....	9
六、 聯邦通訊委員會 .....	11
七、 羅里成立 (Raleigh Founded) .....	12
八、 北卡羅來納州大會 (North Carolina General Assembly) .....	13
九、 RIOT .....	15
十、 先進無線空中實驗和研究平臺 (Aerial Experimentation and Research Platform for Advanced Wireless, AERPAW) .....	15
十一、 下個世代無線通訊技術實驗室 (NextG Wireless Lab) .....	18
十二、 無線通訊研究中心 (The Wireless Research Center) .....	19
十三、 北卡羅來納州政府資訊部寬頻和數位平等司 (North Carolina Department of Information Technology Division of Broadband and Digital Equity) .....	20
十四、 開放性無線接取網路技術聯盟 (O-RAN ALLIANCE) .....	23
十五、 拜訪愛立信 .....	24
十六、 德克薩斯州電信生態系導讀 .....	25
十七、 拜會理查森市 (City of Richardson) 與參訪理查森創新分部 (Richardson Innovation Quarter, Richardson IQIH) 和第五代行動通訊技術實驗室 (5G Testing Lab) .....	26
十八、 拜訪達拉斯/沃斯堡國際機場 (Dallas/Fort Worth International Airport, DFW) .....	27
十九、 拜訪德克薩斯大學阿靈頓分校 (The University of Texas at Arlington) 電機工程學系 (Computer Science and Engineering) .....	28
二十、 拜會 AT&T .....	30

二十一、世界行動通訊大會 (Mobile World Congress, MWC) 拉斯維加斯領袖會議 (Las Vegas Leadership Conference) .....	32
二十二、寬頻團體 (The Broadband Group) .....	39
肆、 心得和建議 .....	41

## 壹、摘要

美國國務院 (U.S. Department of State) 自 1940 年起辦理國際領袖人才訪問計畫 (International Visitor Leadership Program)，針對不同領域主題，邀請國外各領域現任或未來可能擔任重要領導職務者赴美短期訪問，增進美國與各國雙邊及多邊關係發展。

本次專案主題為第五代行動通訊技術 (5G) 和開放性無線存取網路 (Open Ran)，參訪期間為 113 年 9 月 21 日至 10 月 13 日，拜訪位於美國哥倫比亞特區 (District of Columbia)、洛里 (Raleigh)、達拉斯 (Dallas) 的相關機關和企業，另於拉斯維加斯 (Las Vegas) 參與世界行動通訊大會拉斯維加領袖會議 (Mobile World Congress Las Vegas Leadership Conference, MWC Las Vegas Leadership Conference)。

## 貳、目的

本計畫雖由美國國務院主導，然仍希冀透過多區域交流，我國於通訊領域之產業發展優勢，建立國家品牌，且與來自世界各國的參訪成員建立網絡，促進我國數位經濟發展和國際競爭力。另也致力於藉由參訪美國 5G 和 Open Ran 相關單位，學習與拓展我國 5G 的多元應用和創新商業模式。

## 參、過程

### 一、專案介紹

本次專案主題為新世代前瞻通訊：第五代行動通訊技術和開放性無線接取網路 (Advancing Next Generation Telecoms:5G and Open Ran)，此專案為該主題首次由美國國務院規劃和執行。

本主題的誕生是基於現任國務卿安東尼·布林肯 (Antony John Blinken) 於今 (113) 年 5 月發佈之《美國國際網際網路和數位政策策略》(United States International Cyberspace & Digital Policy Strategy)。該策略旨在確保美國與其聯盟、合作夥伴等於網際網路和數位政策上保持方向一致，並持續創造開放、安全、涵容、韌性的數位環境。

而如同多數的 IVLP 專案，本次專案相關經費和規劃實際上皆由非營利組織密西西比國際發展聯盟 (Mississippi Consortium for International Development, MCID) 執行。該組織創辦於 1989 年，長期擔任 IVLP 的執行單位，並與美國國務院教育文化局 (U. S. Department of State's Bureau of Educational and Cultural Affairs, ECA) 共同規劃各式主題與行程。而其命名之原因則源於該組織初始密西西比州 (Mississippi) 的頂尖大學所組成。

本次專案成員來自安哥拉、阿根廷、蒲隆地、柬埔寨、摩洛哥、帛琉、巴拿馬、斯里蘭卡、千里達、吐瓦魯、烏拉圭和我國共 12 個國家，而成員背景涵蓋政府相關領域人員、產業龍頭和學界。普遍受邀國家尚未普及或辦理 5G 建設，可以感受到美國政府在相關技術或設備出口之企圖，但也不乏國家如同我國希望尋求 5G 應用案例的交流。

然美國國務院也強調 IVLP 並非僅出自於政治或外交目的之交流計畫，其仍包含促進各國文化交流之用意。

### 二、美國聯邦制簡介 (Federalism Briefing)

本場交流會議由愛德華·羅德 (Edward Rhodes) 教授主導，用意在協助 IVLP 成員深入了解美國政府體制，以助於後續參訪和政策理解。羅德教授雖已退休，但過去曾在南加州大學 (University of Southern California, USC) 教授美國當代政治，也長期擔任 IVLP 的合作夥伴。

羅德教授從美國的建國歷史，搭配幽默風趣的案例，解釋美國建國時期對於政府的不信任促使美國政治體制長期強調對政府制衡和分立，因此誕生了聯

邦政府和州政府平行並立之情形。兩者之間並沒有上下隸屬關係，除了外交、財經、國家安全和商業貿易由聯邦政府主責外，雙方在各方面皆獨立行政。

但同時，羅德教授也承認現代社會的複雜性和國際社會追求社會福利的潮流也無形間擴展美國最高法院對於商業貿易的定義，使得美國聯邦政府權責也逐步跨足到交通和通訊建設等關乎經濟之範疇。不過該過程極度漫長，也幾經美國最高法院的立場轉變，直至 1960 年代後才逐步確立，也使美國在上述領域發展並不一定先於他國，更反映出美國政府體制的效率問題。

儘管政府作為受到三權分立和雙層政府的牽制將帶來行政困難，但該制度確實達到美國政治體制的長期目標，那就是避免產生獨裁體系或寡頭政治。同時，此舉也凸顯美國對於共識形成的極度重視，並且避免流於「少數服從多數」的形式，而缺乏對於少數的尊重。

### 三、 聯邦網路倡議（Commonwealth Cyber Initiative，CCI）參訪

維吉尼亞州（Virginia）州政府有鑒於該州鄰近聯邦政府，擁有諸多資通安全產業聚集，且該州聚集多所優秀大專院校，故整合州資源，於 2018 年成立聯邦網路倡議，旨在以集體力量成為全球下個世代資通安全的領導者。該組織主要的營運單位包含了維吉尼亞理工學院暨州立大（Virginia Tech，VT）、喬治梅森大學（George Mason University）、維吉尼亞聯邦大學（Virginia Commonwealth University，VCU）和老道明大學（Old Dominion University，ODU），並以阿靈頓（Arlington）為主要基地。



圖 1 訪團參訪聯邦網路倡議的測試平臺

聯邦網路倡議在短短 5 年，逐漸集結超過 45 間大專院校和 300 名學術成員，以跨學術機關研究團隊的模式，得以在學術界資源爭取中，與加利福尼亞大學柏克萊分校 (University of California, Berkeley) 和史丹佛大學 (Stanford University) 等傳統強權抗衡，且加入開放電信設備 0-RAN 聯盟 (0-RAN Alliance)、下個世代行動通訊技術聯盟 (Next G Alliance) 和國家波譜聯盟 (National Spectrum Consortium, NSC) 等通訊電信組織。

聯邦網路倡議對於資通安全的應用領域極其多元，並廣設測試平臺，其中不乏針對智慧農業等領域。但該組織在 2013 年的發展著重於供應鏈資通安全，2014 年則因應全球趨勢移往人工智慧資通安全。同時該組織也致力於創新資通安全公眾教育，講求涵容和易取得的資通安全，更以藝術、音樂、設計等創新模式來對長輩等族群推廣資通安全。但該組織最密切與政府合作的領域，如前段所述的聯盟，則是通訊電信。

美國政府一直資助學界進行基礎研究不遺餘力，然產生的缺點就是研究成果和業界不一定能妥善結合。在聯邦網路倡議為了避免此情形，在持續爭取政府支持之餘，努力創造與企業合作，或者滾動式建立三方合作。其與企業合作主要有三個模式：

1. 鼓勵成員積極投稿企業解決方案。
2. 由企業出資指定研究題目，成員進行專屬研究。
3. 和企業簽訂合作契約，共同辦理研發。

目前聯邦網路倡議關於資通訊領域主要的研究包含於第六代行動通訊技術 (6th generation mobile networks)、極高頻 (Extremely high frequency, mmWave)、可重構智慧表面 (Reconfigurable Intelligent Surface, RIS) 技術，最關注的應用領域則是在物聯網 (Internet of things)。

然而聯邦網路倡議在資通訊領域的重中之重絕對是開放性無線接取網路 (Open Radio Access Network, 0-RAN)。其轄下的開放性無線接取網路行動通訊技術測試平臺 (The 0-RAN Facility : CCI xG Testbed) 扮演重要基礎角色，透過設置於室內與室外，給予全體成員便捷快速的試驗環境，進而促進該組織可以快速地針對各式通訊技術進行各種資通安全測試，不斷翻新研究成果。

聯邦網路倡議的研究成果和合作也不限於美國境內，其在美國政府資助下，與菲律賓合作開放性無線接取網路偏鄉醫療資通安全試驗。另該組織也與巴西、日本都有開放性無線接取網路相關不同主題的合作，皆由美國政府提供資金。聯邦網路倡議也持續接受更多國際提案。

聯邦網路倡議能夠輕易建立諸多合作除了美國政府的合作，開放性無線接取網路技術的開放原始碼 (Open-source) 概念也功不可沒。由於開放性無線接取網路技術較易於推動跨電信業者或設備商合作，讓聯邦網路倡議能輕易扮演

生態系建立者的角色，同時在各建立過程中，透過豐富的經驗持續扮演關鍵角色。

聯邦網路倡議對開放原始碼文化極其推崇，並認為該舉動對於公共利益有莫大貢獻，但也認同我國公共程式政策必然需要經歷長久的公眾教育。該組織自己也正與菲律賓、美國和我國國立臺灣科技大學等大學合作建立開放性無線接取網路技術的教育訓練，並培養相關人才，才能夠改變整個產業生態系。

聯邦網路倡議研究總監艾瑞克·伯格 (Eric Burger) 身兼公共政策和資通安全專業，建議我國在推動公共程式政策時，可以參考美國政府在 2019 年開始推動開放性無線接取網路技術的經驗。該政策不應該被視為與產業競爭，而應該被形塑為提供產業多一種選擇，再藉由其他配套措施提高產業接受度，例如藉由開放原始碼技術當有助於產業進軍國際。

主責開放性無線接取網路行動通訊技術測試平臺的總監阿利西尤·達希瓦 (Aloizio P. Dasilva) 也談到開放原始碼軟體時常被挑戰資通安全議題，但該組織也致力發展端到端通訊資通安全，其實應該可以大幅降低相關爭議，更遑論美國國防部 (United States Department of Defense) 也認同，藉由妥善設計和執行，開放原始碼的資通安全議題相較於其他軟體不應特別被突出和放大。此外，開放原始碼軟體也能幫助企業快速認識和適應各國資通安全要求，甚至促使統一規格，過程中企業的人才也將被訓練面對國際市場的能力。

聯邦網路倡議也極其在乎其學生培育，並且講求實作訓練。而為了滿足實作訓練，該組織積極透過創造專案，或與微軟 (Microsoft)、加利福尼亞分析中心公司 (CACI International Inc) 等大企業合作創建實習機會等經驗，來培養學生。同時，該組織也積極和各式創業投資團體合作，扶植更多資通安全產業生態系參與者。

聯邦網路倡議最自豪的專案經驗是資通安全診所 (Cyber Clinic) 和資通安全即服務 (Cyber as a Service)。該專案都是讓學生自發到其大學所在地周遭，為小型商家提供資通安全檢測或者簡單服務。而該專案也曾擴大成正式政府補助專案，讓學生協助美國選舉協助委員會 (U.S. Election Assistance Committee, EAC) 進行資通安全服務。

我方也請教是否曾如我國公民科技試驗場域的經驗，學生在協助企業或政府數位轉型時遇到溝通困難，致影響成果的情況。聯邦網路倡議分享關鍵在於學生所協助的小型商家應在其平常生活範疇，確保學生高度了解小型商家的需要，可以降低合作的困難度。而同時，事前的契約簽訂 (包含所有權歸屬) 和過程中的輔導都很重要，特別是如如何協助科技和研究人才思考如何將專業應用到商業環境，是非常重要的。



#### 四、 電子隱私資訊中心（Electronic Privacy Information Center，EPIC）

電子隱私資訊中心是美國非營利組織，於1994年創辦，主要關注隱私權、言論自由和資訊民主，並逐漸跨足到消費者權益，針對公共利益進行倡議、研究、報告和必要之訴訟。近年，隨著人工智慧的發展和詐騙的盛行，兩項主題也成為重要議題。

電子隱私資訊中心在美國政府主要對口的機關分別是聯邦貿易委員會（Federal Communications Commission，FTC）和聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission，FCC）。該中心主要說明美國並沒有資料傳輸和隱私權保護的專責機關在聯邦政府，過往高度依賴個別州政府的規範。直到1990年代，聯邦貿易委員會才開始針對是否有涉及個人隱私資料的不公平應用進行商業規範，但普遍來說都僅參酌企業的說法，較無法完全保護消費者。這個情況到資訊網路盛行的時代才逐步改善，並延伸到兒童權益保護和通知當事人個人資料遭違法侵害等保障。

同時，聯邦貿易委員會也開始聯手有關機關，如美國運輸部（United States Department of Transportation，DOT），對於機票相關資料，或者個人醫療資料等應用有更多指引。但近年最受關注的無疑就是人工智慧相關的法規和指引，特別是資通安全規定和風險管理。

至於州政府的情況，以科技發展前瞻的加利福尼亞州（California）最為先進，不但設置有加州隱私保護局（California Privacy Protection Agency，CPPA），更進行諸多明確規範，在州政府間具有表率的作用，但仍有些州政府完全沒有資料相關的保護。近年美國參議院（United States Senate）也積極投入相關法案的制定，但目前還未順利通過。

有鑒於這種情況，目前美國的資料保護還是依賴個別機關的規範，缺乏明確標準，造成企業在執行上的意願低落。而這也造成美國政府在於他國政府進行資料保護標準接軌上的困難。相似的情形也發生在資通安全相關規範。

聯邦通訊委員會的成立相對於聯邦貿易委員會稍晚許多，建立於1934年，取代了原先的聯邦無線電委員會。聯邦通訊委員會於1996年做出了影響全球重大的創舉，那就是將通訊和資訊做出了明確分野，前者將維持在聯邦通訊委員會管轄下的高度監管，這也讓電信業者須在營運過程中，考量到政府的管理力道和公眾的輿論。

而同美國《通訊端正法》（Communications Decency Act）第230條規定，網路中介者（intermediaries）無需對使用者創造的內容負責，該規範除了催生了美國繁盛的社交平台 and 網路社群發展，同時也造成今日美國政府對於社群平台用戶資料處理、偵測不當言論等情形無計可施。

近年來，聯邦通訊委員會積極規範電信業者、設備商在發展第五代行動通訊技術的同時，也需要制定明確的資通安全執行規範，並予以落實。自 2018 年起，聯邦通訊委員會也針對特定國家的無線通訊設備開始進行規範，以保護個人資料和國家利益。

聯邦通訊委員會有諮詢委員會 (Advisory Committee)，更在 2023 年 12 月 20 日重組為通訊安全性、可靠性與互通性諮詢委員會 (Communications Security, Reliability and Interoperability Council, CSRIC)，其業務範疇包含人工智慧與機器學習如何以非歧視、透明與對社會負責的方式加強通信網路之安全、可靠與完整性。但電子隱私資訊中心很遺憾不論是之前的諮詢委員會還是後來的通訊安全性、可靠性與互通性諮詢委員會都僅邀請通訊業者參與，而缺乏公民團體參與。

## 五、 美國國務院

除了本計畫由美國國務院資助，而參訪該組織外，亦邀請針對 5G 和 Open Ran 有望和參訪團成員所在國形成合作關係之機關共同參與，向成員們介紹潛在的合作方式和計畫項目。舉例而言，美國便和帛琉正合作 150 萬美金的 Open Ran 建置計畫，希望藉此促進該國 5G 發展。



圖 2 訪團參訪美國國務院圖書館

布蘭登·浩克 (Brandon Huck) 先行說明美國的 5G 發展政策。該國於《促進美國 5G 國際領導力法案》(Promoting United States International Leadership in 5G Act)，跨黨派和機關支持強化美國 5G 關鍵基礎設施，並在國際標準組織中爭取 5G 標準制定的領導地位。美國國家電信暨資訊管理局 (National Telecommunications and Information Administration, NTIA) 也於隔年推出落實 5G 之國家策略和執行計畫 (National Strategy to Secure 5G Implementation Plan)。

對外美國也努力希望建構開放、互通、可靠全球通訊網絡與其生態系，並積極藉由七大工業國組織 (Group of Seven, G7)、二十大工業國 (Group of Twenty, G20) 等國際組織建立雙邊或多邊關係。此舉不只是給予全球通訊產業明確發展方向，更希望確保全球民眾、企業、政府的資料傳輸安全。

美國政府認定通訊產業生態系涵蓋設備商、電信業者、衛星製造商等多元角色，並樂於協助全球生態系夥伴對此建立長期規劃，甚至給予實際資源之協助，進而使 5G 涵蓋全世界。其目前也努力協助建置自安哥拉至坦尚尼亞的通訊網路，希望能串通非洲大陸。

除了通訊網絡建置，美國也樂見生態系夥伴致力於永續發展、數位人權等倡議。美國政府目前也與國際組織碳揭露專案 (Carbon Disclosure Project) 合作公開特定企業和揭露城市對其環境的影響。此計畫也有在英國、日本、印度、中國、德國和巴西進行，期待更多國家的加入。

溫妮·哈斯特爾 (Winnie Hofstetter) 建議有意願促進自身國家和美國建立更深度合作關係的成員歡迎和當初提名該成員的美國駐館人員進行討論。合作形式從建設或營運規劃、科技輔導、技術培訓、資金補助、法規研析、商業投資等都是可行範疇。而美國政府將對提議進行包括美國貿易發展署 (United States Trade and Development Agency, USTDA) 在內的跨機關評估，審核所需時間則無一定期程，應視個案情形而定。

其中關於技術培訓的計畫，可以參酌美國正與菲律賓合作建立的亞洲開放性無線接取網路行動通訊技術 (Asia Open RAN Academy) 計畫。該計畫由美國國際開發署 (U.S. Agency for International Development) 資助 600 萬美金，除了在菲律賓培育相關人才，也將跨及至日本和印太地區。

如果偏好學校型的技術人才培育，則可以參考美國傅爾布萊特計畫 (Fulbright Program)，該計畫為全球最大規模和聲譽最高的國際交流計畫」。該計畫創始於 1946 年，至今協助近 40 萬名學生、學者、教育工作者、研究生和專業人士，依其獲選之計畫內容前往美國進行交流與學習。美國也另外補助全球偏遠地區學校獲得衛星通訊，以平衡學生科技教育落差。

此次會議另邀請藍點網絡 (Blue Dot Network) 計畫的瑪莉·那冕斯 (Mary Nameth) 女士參與，該計畫由美國國務院發起，並在 2024 年 4 月 9 日

於法國巴黎的經濟合作暨發展組織（Organisation for Economic Cooperation and Development, OECD）會議正式發佈。該計畫將提供國際認證給具備環境和社會永續、韌性、開放透明和經濟效益的基礎設備，並逐步建立相關國際標準。

藍點網絡計畫的認證架構將參酌二十大工業國的優質基礎設施投資原則（G20 Principles for Quality Infrastructure Investment, the IFC Performance Standards）和國際金融機構的自願性行為規範赤道原則（Equator Principles, EP），並由經濟合作暨發展組織進行規範、監管。目前該計畫的推動委員會成員包含美國、日本、澳洲、西班牙、英國、瑞士和土耳其，且已提供加拿大、捷克、秘魯和帛琉相關諮詢與協助。

該計畫歡迎各國基礎建設供應商或生產者，包含資通訊產業、電力和水利設施等，都能夠在自我評估後，勇於申請藍點網絡計畫的國際認證。每個認證的預期花費約在 3 至 5 萬美金。

## 六、 聯邦通訊委員會

聯邦通訊委員會是直接隸屬於參議院的美國獨立政府機關，該機關設有 5 位委員，通常 3 位來自執政黨，2 位來自在野黨。委員是由美國總統提名，經參議院同意後任命，任期為 5 年。委員皆不得與委員會相關商業機構有任何經濟利益關係，且任何決議須由 5 人同意始得辦理。

聯邦通訊委員會刻正推動西元 2022 至 2026 年計畫，期望達成以下目標：

1. 美國的寬頻覆蓋率達到全國 100%。
2. 確保通訊的多元、平等、涵容和易用。
3. 捍衛消費者權益。
4. 強化國家和公眾安全。
5. 提升美國通訊產業在全球競爭力。
6. 建立良好的通訊管理行政環境。



圖 3 參訪聯邦通訊委員會

由於聯邦通訊委員會並未直接執行跟頻譜分配等事務，多關注在通訊領域之立法和監管，因此該組織多數成員來自法律背景。而目前其最關注的項目分別為 5G、衛星通訊和不具安全性的通訊設備裝置。其中不具安全性的通訊設備裝置多來自於中國，聯邦通訊委員會也呼籲同參訪團的開發中國家成員避免購買該國產品。

然同團開發中國家成員共同反應，美國對於通訊設備的要求和自身國家經濟、科技發展情況，致使其經常僅能選擇美國或中國產品。其雖以明確理解到中國產品以長期而言，價格不一定較為優惠，但中國長期經營開發中國家，且能配合公私部門需求隨時予以實體服務，相較於美國僅能透過電話給予客服，缺乏採購誘因。

同團開發中國家建議聯邦通訊委員會應正視中國通訊產業現行的優勢並非在於價格，並且依據回饋，輔導業者提供更良好的跨境服務，使得促進全球資通安全。有鑒於部分美國衛星通訊設備商與中國過於緊密之關係，我國也提醒該組織應正視美國自身衛星通訊產業發展的不具安全性通訊設備的認定。

## 七、 羅里成立 (Raleigh Founded)

此會議為本訪團在北卡羅來納州 (North Carolina) 的首個會議，舉辦地



點同時也是本訪團該州執行單位國際重點（International Focus）的辦公室所在地。

羅里成立是北卡羅來納州立大學（North Carolina State University）與北卡羅來納州政府合作成立的非營利組織，旨在吸引企業在羅里社區孵化、發展並最終留在羅里。該組織目前主要的經營方式是在該州提供共同工作空間和新創輔導，而其成立背景著眼於北卡羅來納州的高科技產業發展和豐沛大專院校人才。



圖 4 訪團參訪羅里成立和 R!OT

目前美國三大科技重鎮分別為加利福尼亞州灣區、德州奧斯丁和達拉斯地區與北卡羅來納州。而羅里（Raleigh）、德罕（Durham）和卡瑞（Cary）則為北卡羅來納州的科技金三角。該三市的突出與北卡羅來納州立大學息息相關。該校主校區位於羅里，以農業和機械著稱，阿什維爾（Asheville）校區靠近卡瑞，以法律聞名，教堂山（Chapel Hill）校區鄰近德罕，是全美第一個公立大學。

#### 八、北卡羅來納州大會（North Carolina General Assembly）

北卡羅來納州大會由北卡羅來納州參議院（North Carolina Senate）和北卡羅來納州眾議院（North Carolina House of Representatives）共同組成。

北卡羅來納州參議院共有 50 名議員，每屆任期 2 年，相較北卡羅來納州眾議院缺乏實權與影響力。北卡羅來納州眾議院則有 120 位議員，每屆任期 2 年，並配置有全職研究助理（Research Assistant）協助政策和立法事務。該

院每年經手全州 160 億美金的預算。



圖 5 訪團參訪北卡羅來納州大會合照

礙於適逢海倫娜颶風 (Hurricane Helene) 重創美國佛羅里達州、北卡羅來納州，本次拜會並無眾議員參與，而由政策顧問傑夫·米克森 (Jeff Mixon) 接見訪團。

傑夫·米克森分享北卡羅來納州於 8 年前設立數位專責單位，協助各機關進行資訊採購與規劃。目前資訊服務與系統營運維護皆由數位單位負責，但經費由原機關支出，這也使得數位單位的地位逐漸上升。現行衍生的問題在於原機關編列之預算時常不敷數位單位使用，而必須從其他預算挪移為資訊經費。

傑夫·米克森也針對訪談特別介紹該州的通訊發展情況。即便北卡羅來納州為美國科技重鎮，但很遺憾的，目前該州僅有都會區、大專院校和軍營所在地區才有較理想的通訊，其餘地區的通訊品質都待提升。最明確的數據是該州有 110 萬戶家庭因設備、經濟或能力因素，無法獲得高速網路 (北卡羅來納州總人口約為 1,010 萬人)。目前州長羅伊·庫珀 (Roy Cooper) 也已將數位平權視為該州優先政策。

傑夫·米克森認為該情況發生應歸因於電信業者對於該州通訊建置缺乏良好規劃。北卡羅來納州以林木資源聞名，特別羅里被稱為「橡樹之城」，但電信

業者在建置相關設施時並未予以考慮，致使通訊品質備受影響。目前眾議院正致力於與諸多電信公司溝通，希望能強化該州通訊建設。

除了電信公司的因素，傑夫·米克森也提到了民眾對於數位基礎建設的抵制也影響了通訊建設的設置。即便北卡羅來納州擁有全國最高的博士人數，但民眾仍會出於對於科技的不了解，而拒絕通訊設施或資料中心設立於住家附近。目前北卡羅來納州公共事務委員會（North Carolina Utilities Commission）仍時常需要參與相關事件的協調。

## 九、 R!OT

R!OT 由湯姆·施奈德（Tom Snyder）執行總監和其事業夥伴共同創立的非營利組織，其辦公室位於羅里創辦的大樓內。其專業在於提供數位轉型培訓和諮詢，特別是協助企業判定內部所需要的科技人才，並創造相對應的就業機會。該組織同時也提供創業輔導、人才與商機媒合活動、教育訓練等多元服務。

為確認其營運品質，R!OT 成立了三個測試平臺，分別針對無線裝置、智慧城市、智慧農業，進行包含前臺試驗和品質鑒定等服務。這對於科技新創在前期進行產品開發和減輕支出有莫大的幫助，故其特別著重於將從如 IBM 等中大型企業所獲得的部分利潤投資於新創企業。同時，北卡羅來納州在發展數位公共服務時，也選用 R!OT 的測試平臺進行試驗。

對湯姆·施奈德而言，該組織最關鍵的價值在信任，也因此其客戶願意和其分享科技商業機密和專利。該組織也受益於這些資訊分享，可以窺探未來趨勢，並且預測個別組織潛在的合作機會。目前該組織的業務也逐漸擴及全球，包含加拿大、阿根廷和香港，但僅提供非實體服務。湯姆·施奈德期望在 114 年辦理跨國新創交流活動，讓美國新創有機會到其他國家進行 3 至 6 週的訪問。

## 十、 先進無線空中實驗和研究平臺（Aerial Experimentation and Research Platform for Advanced Wireless，AERPAW）

先進無線空中實驗和研究平臺隸屬於北卡羅來納州立大學，該平臺由國家科學基金會（National Science Foundation）和 30 家企業共同捐助成立，主要專業是研究無人機相關的通訊技術，並且以開放性無線接取網路為首要技術。目前研究的合作夥伴包含了羅里、卡瑞的政府和中小企業。





圖 6 參訪當天進行無人機通訊測試

附帶一提，國家科學基金會總共成立了 4 個先進無線研究平臺 (Platforms for Advanced Wireless Research, PAWR)，除了今天參訪的先進無線空中實驗和研究平臺，還包含了猶他州鹽湖城的開放無線資料驅動實驗和研究平臺 (Platform for Open Wireless Data-driven Experimental Research, POWDER)、紐約州北哈林的雲端提升開放軟體行動無線通訊實驗平臺 (Cloud Enhanced Open Software Defined Mobile Wireless Testbed, COSMOS) 和愛德華州艾姆斯的農業與偏鄉社群無線生活實驗室 (Agriculture and Rural Communities Wireless Living Lab, ARA)。在開放無線資料驅動實驗和研究平臺，多輸入多輸出系統 (Multi-input multi-output, MIMO) 為主要研究對象，雲端提升開放軟體行動無線通訊實驗平臺則瞄準極高頻技術。

先進無線空中實驗和研究平臺在實體試驗前，通常要求需藉由數位雙生技術先完成初步測試。其目前主要測試的使用場景包含無人機對感應器資料收集、無人機對無人機溝通、搜救作業、自然災害偵測、無人機通訊傳輸、無人機對無人載具溝通、波束賦形 (Beamforming) 追蹤和無人機空中運算。其實驗範圍最大可達 6.72 平方公里 (長 2.4 公里，寬 2.8 公里)。



圖 7 參訪當天的無人機通訊測試即時成果呈現

先進無線空中實驗和研究平臺與 AT&T、威訊通訊 (Verizon) 共同設置開放測試和整合中心 (Open Testing and Integration Center, OTIC)，和諸多無線技術公司 (含設備商等) 合作進行下列服務：

1. 合規、互通性和點對點測試
2. 開放性無線接取網路 WG4 和 WG5 驗證
3. 開放性無線接取網路控制器 (RAN intelligent controller, RIC) 測試和研究

該平臺另外也和我國工業技術研究院及菲律賓機構建立國際合作，並預於今年 10 月來訪我國。

承前所述，現在先進無線空中實驗和研究平臺的特色與方向是無人機通訊。該平臺自行購買或者用 3D 列印 (3D printing) 製作無人機元件，自行組裝以供試驗使用。藉由自主開發，該平臺能確認無人機具備需要的試驗元件，同時也能夠掌握電池和飛行時間。然而，在開放測試和整合中心，目前電信業們對走向無人機的興趣不高。不過在業界，無人機仍然很受美國企業重視，例如 AURA Network。

## 十一、下個世代無線通訊技術實驗室 (NextG Wireless Lab)

下個世代無線通訊技術實驗室同樣隸屬於北卡羅來納州立大學，並且 80% 的研究基於開放性無線接取網路，但也包含 5G 室內定位、極高頻波束賦形和衛星通訊。其中與開放性無線接取網路有關的部分高度與人工智慧相關，且獲得美國國家電信暨資訊管理局、國家標準暨技術研究院 (National Institute of Standards and Technology) 和國家科學基金會支持。主持教授為瓦佳•撒 (Vijay K. Shah)，著有開放性無線接取網路入門 (Fundamentals of 0-RAN)，由電機電子工程師學會 (Institute of Electrical and Electronics Engineers) 出版。

關於開放性無線接取網路的人工智慧應用，下個世代無線通訊技術實驗室其實指稱的是開放性無線接取網路的訊號管理。該實驗室依據開放電信設備 0-RAN 聯盟所設定的關鍵指標，針對不同軟體所需要的訊號，規劃訊號和流量管理，且就所需的軟體進行研究和設計，並且導入人工智慧管理。我國包含國立臺灣大學、工業技術研究院都有在進行相關軟體研發。

另外一個下個世代無線通訊技術實驗室看重的 5G 0-Ran 應用則是強化偏遠地區的通訊品質。這邊藉由雷達偵測，尋找在不同情境下的通訊品質，並且彼此援引，提高偏遠地區通訊。而這樣技術也能夠透過機器學習，獲得提升。

至於針對開放性無線接取網路的資安措施，下個世代無線通訊技術實驗室也很看重以機器學習來偵測有害軟體，並將部分研究成果釋出為開放原始碼軟體。同時針對個人資料保護，下個世代無線通訊技術實驗室也發展了零信任智慧控制器架構 (Zero-trust RIC Framework)，並以此去處理加密通訊。

有鑒於下個世代無線通訊技術實驗室對於人工智慧和開放性無線接取網路的並重，他們自然也致力於第六代行動通訊技術的發展，代表性的作品是開放人工智慧網絡 (Open AI Cellular Framework, OAIP)，該計畫由美國國家科學基金會的電腦與資訊科技和工程董事會 (Directorate for Computer and Information Science and Engineering, CISE) 聯合相關社群共同發展。

下個世代無線通訊技術實驗室深切相信透過開放性無線接取網路的發展，未來的第六或七代行動通訊技術將不在關乎硬體，而將純以軟體提升為主，特別是近年的趨勢都將以人工智慧輔助的軟體發展為科技業發展重心。

## 十二、無線通訊研究中心（The Wireless Research Center）

無線通訊研究中心是獨立的非營利組織。該組織創設的背景是2000年代，原座落於北卡羅來納州科技三角地帶的通訊公司，包含索尼（Sony）逐漸遷移至他地，然許多資通訊人才希冀留在該州，故開始嘗試在當地自行創業。由於通訊產業所需的試驗器材所費不貲，無線通訊研究中心因此誕生，致力於提供該批創業者試驗環境和科技諮詢。

無線通訊研究中心提供包含極高頻等多樣測試環境，另外也試驗無線通訊品質對於人體的影響等。其SG4試驗室更是全球唯一的公用實驗室，其他SG4試驗室都為谷歌（Google）等大企業私有。

目前該中心逐漸擴展其業務範圍，除了研發助力外，也提供部分辦公室空間作為孵化器空間。而先前拜訪的非營利組織R!OT也是其衍生的支線計畫，主要負責協助北卡羅來納州科技創業的商業輔導、交流等工作。

該組織目前服務客群廣泛，包含財訊五百大企業、當地新創和大專院校等。一般而言，該組織礙於人力限制，偏好提供小時計之科技諮詢和測試服務，並依照時數和材料計費。



（左）圖8 無線通訊研究中心SG4實驗室



（右）圖9 無線通訊研究中心通訊試驗模  
擬人體



### 十三、北卡羅來納州政府資訊部寬頻和數位平等司（North Carolina Department of Information Technology Division of Broadband and Digital Equity）

北卡羅來納州在人口是美國第九大洲，擁有近百個郡。受到颶風海倫娜的影響，即使參訪當下颶風已經遠離 5 天，該州西北仍深受風災所苦，目前尚未恢復電力，甚至無法接收網路，讓原本所有要分享的該州數位應用案例無法全數進行。



圖 10 訪團聆聽北卡羅來納州政府簡報

#### （一）機關簡介

北卡羅來納州政府設有資訊部（Department of Information Technology），並在下設立寬頻和數位平等司。該司主要規劃該州西元 2025 至 2029 年的寬頻政策，並特別設立寬頻基礎建設辦公室（Broadband Infrastructure Office）和數位平等和識別力辦公室（Digital Equity and Literacy Office）。該司的預算於疫情期間在北卡羅來納州大會的支持下快速成長，並且掌握了全州政府的資訊預算。

寬頻和數位平等司將寬頻建置（可用性，Availability）和裝置連線情形（採用情形，Adoption）作為其業務核心。然而該司之預算不得直接運用於無線通訊系統的建置，故倚重於傳統網路線路設置。後者則可以透過補助等方式去推動家戶傳統網路線路建置。目前有 50% 的北卡羅來納州依賴衛星通訊進行網際網路連線，至於傳統網路線路建置，在北卡羅來納州東部則有 50% 進行地下化，以降低定期維護電線桿之成本。

## (二) 智慧醫療

首先由東北卡羅來納大學 (East Carolina University) 健康學院 (School of Health) 的卡西妲·傑克森 (KaSheta Jackson) 和艾力克斯·韓德森 (Alexis Henderson) 博士分享其在數位醫療上的經驗。該學院負責北卡羅來納州東部 29 郡的醫療服務，特別在健康保險方面。

在新冠肺炎疫情後，該學院正在規劃以數位方式進行遠距醫療，但仍礙於該州的寬頻基礎建設不足，以及主要受眾年齡較高，不善於使用科技工具，而暫時仍無法全面落實。目前最理想的做法是善用社區中心作為民眾端的使用場域，且通常都還是以 3G 為主要通訊技術，後者也影響到整體計劃執行的效果。

但值得一提的是美國目前對於虛擬醫療已經進行初步規劃，特別在醫療範疇的部分。美國法規允許醫師就不需進行觸診之疾病進行遠距醫療，並且讓病患透過電子處方箋自行前往藥局取得藥物。不過美國與我國在健保體系不同，所以民眾同時應該要注意其健康保險方案是否支援遠距醫療，方能確認是否可以獲得給付。

## (三) 通訊基礎建設

本部份由克里斯·伊司特 (Chris Isetts) 和西恩·雷斯羅德 (Shane Rexrode) 分享，兩位多專注在傳統網路線路領域的應用。克里斯·伊司特任職於普睿司曼 (Prysmion) 集團，該集團為知名國際跨國企業，核心業務為協助通訊和能源的建置。西恩·雷斯羅德則任職於 Graybar Electric Company Inc.，該公司創立於西元 1869 年，當時主要業務為電話，甚至與現知的電話發明者貝爾 (Alexander Graham Bell) 有過專利法律戰。GrayBar 至今已入列美國財訊 500 大公司。

兩位主要分享其在北卡羅來納州的建置情況。目前如同全國，卡羅來納州以 AT&T、T-Mobile 和 Verizon 為三大電信商，但在各地區都有第二或三級的小型電信業者在設置傳統網路線路，負擔電線桿維護費用，並且販售相關服務。兩位作為設備供應商，也分享在該州遇到的困難，包含了人才稀缺、原料運送延遲等情況，因應該情形，兩家公司除了雇用約聘員工外，也加強相關培訓。依據北卡羅來納州的寬頻政策，雙方都預見該州寬頻市場在西元 2025 年的成長。

#### (四) 地方資訊建置

本次分享先由韋克郡 (Wake County) 代表，該郡為北卡羅來納州最大的郡，也是州政府的所在地，人口超過百萬。該郡分享代表則為該郡的資訊長 (Chief Information Officer) 強納森·費德曼 (Jonathan Feldman)。其專長在寬頻和資安領域，過去曾在此次風災最嚴重的阿什維爾郡任職，可以說在該州網路易達性最高和最低的區域都具備豐富經驗。

目前該郡的創新 5G 應用包含結合消防員的睡眠情況和整合火災地點的各項資訊 (含地理位置、照片等)，確保消防員可以在最理想的情況下被喚醒，並且快速進入作業模式。同時消防車都配置了可連結衛星的通訊系統，確保消防員可以隨時獲取最新資訊。

後續州政府亦邀請潔妮斯·葛拉格 (Janis Gallagher) 分享，其為皮特郡 (Pitt County) 郡長，該郡位於北卡羅來納州的東部沿海地區，人口僅 15 萬人，當地設置有大專院校、工廠和農業。

考量到該郡的家戶型態多偏向獨立房舍，網路連線對於該地居民非常重要，但傳統網路線路建設非常昂貴，所以他們也在積極尋求其他解決方案。而該郡另一個有趣的點就是該郡居民包含世界上最大的個人創作者之一 Mr. Beast，其 Youtube 訂閱人數超過 3 億，因此該郡的網路連線品質也因此受到全國，甚至全球的檢視，因為可以透過該創作者的直播展現。

一般來說，美國的郡無法直接執行寬頻業務，但受到新冠肺炎疫情的影響，該郡取得聯邦政府針對疫情的額外補助，並在調查全郡對於疫後重建的想法後，將寬頻建置列為補助的優先支出對象，並且建立了 24 個郡級網際網路熱點，且提供了超過 3,500 個家戶網路連線。其成就更協助該郡在今年獲得超過 120 萬美金來建置光纖網路，協助 270 個中小企業或家戶獲得高速網路。

除了努力獲得財源外，該郡另一個網路痛點在於天氣。承前所述，衛星通訊可以降低網路建置支出，但是該郡從 8 月到 10 月中處於雨季，該時期的通訊品質將會受到影響。

#### (五) 網路品質監測

此次由北卡羅來納州地理資訊系統團隊 (Geographic Information System Team, GIS Team) 的史蒂芬妮·珍·愛德華 (Stephanie Jane Edwards) 進行分享。該州過去會挨家挨戶進行網路品質測試，但目前逐漸轉換為於各地區設立專責單位，負責調查家戶網路品質，並且綜整結果，請電信業者協助改善。

#### 十四、開放性無線接取網路技術聯盟 (O-RAN ALLIANCE)

本次會議於達拉斯和沃斯堡國際業務協會 (World Affairs Council) 進行，該協會也是本訪團在德克薩斯州 (Texas) 的執行單位。首個議程即由開放電信聯盟 5G/6G 技術和產品開發副總經理羅甫·辛哈 (Ravi Sinha) 對訪團進行該聯盟生態系和發展趨勢介紹。辛哈先生從電信業者的投資報酬率通常隨著客戶數和時間遞減，以及通訊品質的加速成本高昂切入，談及電信業者彼此合作的重要性，進而帶入開放性無線接取網路的發展。該聯盟致力於確保無線通訊系統能夠開放 (Open)、智慧 (Intelligent)、虛擬 (Virtualized) 和互通 (Interoperable)，該組織設立了 11 個工作小組和 6 個研究小組，且延伸至開放硬體、開放軟體、開放介面、開放雲端、人工智慧等多個領域，其開放測試與整合中心 (Open Testing & Integration Centres, OTIC) 積極確保相關研發達到高品質。

現在開放電信聯盟最主要的方向為訂定標準 (Specification)。其中最受關注的 6G 隸屬於由 AT&T、中國移動、T-Mobile、中國電信、沃達豐 (Vodafone Group PLC)、印度電信公司 Jio (Reliance Jio Infocomm Limited)、愛立信 (Ericsson)、諾基亞 (Nokia)、戴爾科技 (Dell)、聯想 (Lenovo)、輝達 (Nvidia)、微軟、芬蘭國家技術研究中心 (VTT Technical Research Centre of Finland, vTT) 發起的 research 小組，目標在西元 2025 年完成資安和影響研究等，並在 2030 年完成 6G 試驗。

前述研究小組每個月定期發放多篇相關研究，也將於今年發表針對人工智慧應用於通訊的研究文章。目前該聯盟預期未來在控制器、開放式分散式單元 (O-DU) 和無線單元 (O-RU) 都將由機器學習和人工智慧進行決策判斷與自動營運。

開放電信聯盟對於我國興趣濃厚，特別他們預見未來通訊晶片市場將發展轉變，我國也將參與其中，因羅甫·辛哈特別願意花費自身時間和我國相關產業利害關係者進行會晤。另有鑒於本部對於衛星通訊的關注，羅甫·辛哈也特別強調該聯盟正在快速研究 Open RAN 在衛星通訊上的應用，也願意與我國聯繫。





圖 11 訪團與開放電信聯盟會晤

## 十五、拜訪愛立信

愛立信以目前全球 5G 發展情況開場，目前全球有約 320 個 5G 專網並由 19 億人使用。現在全球 5G 市場預計以每年 4.6% 的成長率發展中。美國則是愛立信最大的市場，德克薩斯州則是他們在美國最主要的製造地點，並且和超微半導體公司（AMD）、英特爾（Intel）和紅帽（Red Hat）等企業建立重要關係。針對開放性無線接取網路，愛立信不僅有美國國家電信暨資訊管理局的合作研究，更已經和 AT&T 和 Verizon 進入商用階段。

愛立信接下來 5G 發展中心包括架構轉換（Architecture Shift）、頻譜擴張（Radio Expansion）和網路切片（Network Slicing）和開放性無線接取網路應用程式開發介面（Open Ran API）。該企業專注的主要應用場景包含（擴增實境 Augmented reality, AR）、智慧製造、礦場、定位、身份驗證。此外該企業也看重對於不同應用場景和客戶提供不同的解決方案，更積極和接觸終端試用者的產業確保其服務的低延遲和可信賴度。這也同時拓展其市場規模和商業模型。



圖 12 愛立信的設備展示牆

## 十六、德克薩斯州電信生態系導讀

本次分享在德克薩斯州大學達拉斯分校 (The University of Texas at Dallas)，該校與本場的講者比爾·史博爾 (Bill Sproull) 極具淵源。史博爾先生在西元 2005 年，受德克薩斯州政府邀請，擔任德克薩斯州科技崛起基金 (Texas Emerging Technology Fund) 董事。該基金發展的背景是西元 2001 年該州由於投資誘因遠低於他州，造成包含日本、瑞點、芬蘭、德國、法國和中國公司研擬出走，且州產業過於集中於通訊產業，造成經濟不景氣，故接連提出包含德克薩斯州經濟發展法 (Texas Economic Development Act) 等振興方案。

當初德克薩斯州科技崛起基金將其 2 億美金分為 3 個區塊。第一個是積極扶植 20 家具潛力的早期通訊新創，彌補傳統大廠的流失。第二塊是擴展各種手機相關經濟體，包含半導體產業、手機應用等。最後一塊就是延攬各種通訊科技專家學者前往德克薩斯州大學達拉斯分校任教和進行研究。史博爾先生後來也創辦科技泰坦公司 (TechTitan)，積極協同專家提供企業關於通訊業務諮詢。西元 2020 年，史博爾先生更受邀加入德克薩斯州的政府寬頻發展協會 (Governor's Broadband Development Council) 主席，並且成功領導創設第一個州政府通訊辦公室和發展計劃，更確保相關經費。

在史博爾先生的想法中，德克薩斯州目前更多科技趨勢著眼於人工智慧、資料中心、元宇宙。史博爾先生認為現在電信領域的營運成本太高，後續 6G 的發展將受影響，目前仍還言之過早。其認為 Open Ran 將是重要的發展，但是傳統網路線路現階段還是最能夠規模化的技術。至於偏遠地區，衛星通訊和固定無線接取（fixed wireless access, FWA）仍是比較好的選擇，聯邦政府的「促成中間哩寬頻基礎設施計畫（Enabling Middle Mile Broadband Infrastructure Program）」也極為關鍵。現在德州有約 3,000 萬人缺乏網路連接，是州政府未來 10 年的努力目標與方向。至於產業本身，未來電信公司將更專注於核心業務，網路建置佈局將逐漸成為寬頻或纜線公司的主要任務。

史博爾先生對於 5G 的表現感到失望，但是他認為在年輕世代仍有其應用場景，例如飛行訓練等。至於共同參與會議的安德亞·扶馬格利（Andrea Fumagalli）教授，認為 5G 重要與否，更重要在教育及延續科技發展。對於政府內部的科技人才，就其觀察通常全國公務人員仍都以法政背景為主，但在民主黨（Democratic Party）執政的州政府通常公務人員會比較具備科技思維，並且積極拓展相關業務。然而目前多數政府寬頻政策仍僅限於補助。

史博爾先生表示德克薩斯州傳統是保守的區域，且強調其獨立性，但是近年該州超過半數的移民來自美國以外的國家，國際企業更直接引入原在國的人員至該州，這也是德克薩斯州最新的挑戰。

## 十七、拜會理查森市（City of Richardson）與參訪理查森創新分部（Richardson Innovation Quarter, Richardson IQIH）和第五代行動通訊技術實驗室（5G Testing Lab）

本次參訪理查森市的地點為其所創設的理查森創新分部。理查遜市位於達拉斯郡（Dallas County）以及科林郡（Collin County）兩郡的交界處，人口約 12 萬，概念上更接近臺灣直轄市的區。理查森市受益於作為德克薩斯大學達拉斯分校和諸多國際企業的所在地，平日上班時將湧入近 13 萬人，總人數高達 25 萬。

接待本團的理查森市經理（City Manager）唐·麥格納爾（Don Magner）和經濟發展總監克里斯·薩克雷（Chris Shacklett）。市經理一職類似我國的區長，差異在於其是由市代表會任命，而非如我國由直轄市政府首長。而理查森市目前為全國人數增長第二快速的區域，且在文化多元也超乎想像，其單一國民小學的學生在家使用的語言數高達 80 個。

考量到 97% 的理查森市土地皆已開發，故該市目前的核心重心在於再開發，理查森創新分部也基於此理念產生，除了作為經濟發展部門的辦公室，也作為新創交流空間，更設置第五代行動通訊技術實驗室（5G Testing Lab）與德克薩斯大學達拉斯分校的創新創業學院（Institute for innovation and

entrepreneurship)。其再利用除了針對土地與空間外，也包含在開發新國際企業投資外，維持現有企業的投入與擴展。



圖 13 理查森創新分部商標

德克薩斯大學達拉斯分校總計有近 4 萬名師生在理查森市，並以奈米科技、生物工程、資通安全、儲能系統、半導體相關技術、通訊科技聞名。其校長期與企業緊密連結，更因企業之要求，而堅決不設立美國大專院校著重的美式足球隊，以期學生專注於學習。近年獲企業要求，更開始研究再生電池。該校也以「南方麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology in the South)」自許。

現在該校關乎 5G 的業務由安德亞·扶馬格利教授主導，包含與 AT&T、Verizon、思科系統 (CISCO)、富士通 (Fijitsu)、英飛朗 (Infinera)、瞻博網絡 (Juniper)、Ribbon Communications、日式電信株式會社 (NEC Corporation, NEC) 諾基亞和 Ciena 的合作，同時也包含開放性無線接取網路的發展。然其該校在開放性無線接取網路最關注的領域在於致力於驗證 OpenROADM MSA 組織規定的硬體和軟體互通性。這個實驗室也受到美國國家電信暨資訊管理局資助。

目前扶馬格利教授對於未來第五代行動通訊技術實驗室的想像是在實驗室中與不同產業參與者合作，例如大型電信業者、代工生產 (Original equipment manufacturer, OEM)、中小型電信業者，並逐漸了解他們偏好的開放性無線接取網路模組，進而確保生態系緊密結合。

現在教授僅與大型電信業者合作，但很歡迎國內外的其他類型業者共同合作。然而合作者需注意該實驗室包含 AT&T 研究員。此外先前本訪團拜訪的聯邦網路倡議也在計劃的資安協助提供重要協助。同時該實驗室的課程都有進行錄影，教授也在研擬如何可以擴展教學。

## 十八、拜訪達拉斯/沃斯堡國際機場 (Dallas/Fort Worth International Airport, DFW)

達拉斯/沃斯堡國際機場擁有 171 個登機門和 7 條跑道，是全球人流第三高的機場，每年約有 8,000 萬人進出。該機場關於資訊基礎設備和營運包含了



對不同航空公司的企業服務、一般民眾的終端服務和整體設備（含 2 座資料中心）營運維護，其服務對象含機場工作者超過 3 萬人。該機場的設備合作商是諾基亞，其目標主要是建立 5G 專網。

機場內包含了多元與獨特的使用場景，從行李和貨櫃管理到大量身份驗證等。源於這些複雜和變動性強的環境，且機場通常位於較偏遠之區域，電信商投資意願低落，故機場對於 5G 專網有強大的需求，也期待從中獲得更高的投資報酬率。目前其主要的設備商為諾基亞，且在機場設置 11 個基地，並盡可能從現有的高地進行建置，也規避繁雜的機場規範。

目前該機場的 5G 專網使用中頻段（Mid Bands），雖然有察覺其他電信業者或者設備商的信號干擾，但在實務上，還沒有察覺明確的影響。而最關鍵的是，機場本身擁有附近的土地，所以即便發生，也不會真正影響到其他使用者。諾基亞除了建置該機場的通訊基礎系統，也提供監控等相關設備。

針對機場額外需要的通訊系統加強，諾基亞也協助針對個別的低延遲率和穩定度需求，建設包含固定無線接取等設備。而這邊機場會思考由航空公司等需求企業進行付費。



圖 14 訪團於達拉斯/沃斯堡國際機場總部合照

## 十九、拜訪德克薩斯大學阿靈頓分校 (The University of Texas at Arlington) 電機工程學系 (Computer Science and Engineering)

本次會議由德克薩斯大學阿靈頓分校的兩位學者與本訪談進行對談，分別為馬德·薩利克·帕維茲 (Md Salik Pawez) 博士和狄芭雪莉·羅伊

(Debashri Roy) 博士。

目前美國許多大專院校都透過數位雙生技術進行通訊研究。但普遍而言，數位雙生需要面對的最大挑戰包含如何收集資訊模擬現實環境，以及如何接近真實環境。現在德克薩斯大學阿靈頓分校透過衛星車輛收集環境資訊，並且盡可能參酌大量環境資料，去盡可能還原通訊技術在現實環境的表現。但目前準確率在 89% 左右，仍和實體情況有所差別。

羅伊也補充，目前該校也在嘗試透過機器人來進行數據收集，以可以更有效率地收集大面積的資料。不過這個也是還在發展中的解決方案。

講者也詢問各國目前 5G 的發展狀況和是否在技術上面遇到困難，然本訪團目前多數的國家仍是開發中國家，也尚未部署 5G，目前正在進行評估或測試。我國雖達到超過 95% 的 5G 覆蓋率，但使用者滲透率仍在 40%，尚待更多有感使用者情境來協助民眾提升至 5G。使用情境也是目前多數國家進行部署評估的重要考量。

馬德·薩利克·帕維茲對於此事的回應是，5G 本來就是服務導向的技術，換言之，他是基於對特定服務的需求去提供更高的通訊品質，而不是使用者導向的技術，因此 5G 強調企業對企業 (Business-to-business, B2B) 產品是必然的。

本場也討論到是否發展中國家應該直接準備部署 6G，而無需花費經費在 5G 部署。馬德認為其實電信技術部署更多時候是政治議題，而非科技或商業問題。狄芭雪莉·羅伊則認為 5G 部署經驗對於 6G 至關重要，仍建議開發中國家還是先以 5G 為重。羅伊博士也提醒 Open Ran 同時也會這個問題造成深遠的影響。



圖 15 訪團與帕維茲和羅伊博士合照

## 二十、拜會 AT&T

本次參訪由 AT&T 網絡總經理克里斯·山拔 (Chris Sambar) 與訪團對談。首先先從 5G 的實際商業效益開場，就 AT&T 而言，他們對於 6G 的前景目前很為擔憂，主要是不確定是否有明確標準，因此重蹈長期演進技術 (LTE) 的覆轍。且就他們的觀點，該公司在該技術的投入甚大，過往利潤約 25%，但現在已經開始下降。

5G 的部分目前主要的客戶還是在遊戲產業，而 AT&T 特別展望未來幾年在擴增實境和虛擬實境的遊戲發展和應用。另一個發展重點則在遠距醫療，但是目前對其評估仍較保守，主要是考量到醫療行為的複雜性和偏遠地區的通訊建設。至於物聯網，AT&T 也看不到 5G 的必要性，唯一的例外是無人機。

源於前述情況，美國的 5G 專網成長並沒有其所描述的那麼高。主要的 5G 專網主要由電力公司和智慧工廠為主要客戶，政府實際上沒有這麼多的能力和經費去維護 5G 專網，特別在美國政府，通訊設備每 8 年需要進行更新。



圖 16 AT&T 位於一樓大廳的商標展示

AT&T 設備通常有 2/3 來自愛立信，1/3 來自諾基亞，直到去年決定由愛立信全權負責。為了制衡愛立信，Open Ran 成為必要的措施，這也是該公司是該技術最主要發展者的原因。在 AT&T 的觀點中，採用 Open Ran 技術將降低設備



經費，但是在將來整合和維運上，支出必然會增加，但該公司目前仍正面看待。不過，該公司認同政府推動 Open Ran 還是主要為了美國整體利益，但他們不認為實際上能改變整體產業版圖。

有代表問及關於整合和維運上的管理和權責問題，AT&T 表示其公司於多年前即開始建置內部工程團隊，但其目前仍然還有許多實際營運挑戰需要解決，特別在軟體方面，因為電信公司通常對於軟體並不熟悉。

目前 AT&T 逐漸往核心業務靠攏，逐漸將部分業務販售給不同企業，例如將電信商級雲端網絡 (Network Cloud) 平台技術和廣告業務部門 Xandr 販售給微軟。然而將不同部分供他企業收購也會潛在憂慮，因為該公司的相關業務仍由被收購部分為主力，但失去主控權後，有時候反而會落入要具備強大整合能力的反方向。雖然 AT&T 仍認為與微軟的合作良好，但其也不否認他們現在開始疑慮作為電信商使用 Azure 的公有雲 (Public Cloud) 服務是否合適。

目前美國三大電信商皆已在西元 2022 年關閉第三代行動通訊技術 (3rd-Generation, 3G)。AT&T 暫時計劃於 2029 年關閉 LTE 服務，主要原因是他們目前預估該年使用者滲透率即將達到 95%，而三大電信業者將能夠透過 5G 手機優惠換機服務確保剩餘 5% 民眾提升服務。另外部分原因也是該電信仍相信 6G 會在 2029 年開始部署。不過通常任何服務關閉都會受到物聯網相關產業的反對，因為他們需要重新設定所有設備。

雖然 T-Mobile 也是美國三大電信，但是大多數的通訊基礎建設仍由 AT&T 和 Verizon 建置，T-Mobile 則使用其他公司的設備進行漫遊。這讓兩大公司極為不滿，並且訴諸聯邦通訊委員會，但現在該委員會通常較關注有線網路，而非無線網路，因此尚未採取任何措施。AT&T 和 Verizon 也討論過共建基礎設備，但目前由於雙方過往採用的規格不同，還是一個巨大的挑戰。不過在行動通信基地塔 (cell tower) 部分，兩者通常是向相同廠商租借。

AT&T 目前仍有有線業務，但是他們通常不會自建，而是和電纜 (cable) 等公司合作，且涵蓋的區域有限。而如前所述，聯邦通訊委員會高度關注該領域，避免該產業公司的整併造成壟斷。



## 二十一、世界行動通訊大會（Mobile World Congress，MWC）拉斯維加斯領袖會議（Las Vegas Leadership Conference）

參酌本部黃彥男部長的數位發展三支箭「推動打詐工作」、「強化數位韌性」及「發展數位經濟」，本次參與講座為「爐邊對談：打擊全球詐騙上升趨勢（Fireside Chat: Combating the Rise of Global Fraud）」、「人工智慧推動產業和政府創新（AI-powered Innovation in the Business & Public Sectors）」與「政府、國家安全和國防高峰會（Government, Homeland Security & Defence Summit）」。



圖 17 世界行動通訊大會拉斯維加斯領袖會議

### （一）爐邊對談：打擊全球詐騙上升趨勢

本次講座由 Google Play 商店、安卓營運與 Chrome 網路商店的資安和隱私總監（Director of Security & Privacy for the Play Store, Android Operations & Chrome Web Store）摩哈•撒西馬（Mohet Saxena）和 R Street 居民隱私和安全和資通安全與潛在危險研究員（Ward Resident Privacy & Security Fellow, Cybersecurity and Emerging Threats）史蒂芬•沃德（Steven Ward）擔任與談人。主持人則是全球行動通訊系統協會（Groupe Speciale Mobile Association, GSMA）的產業安全總監（Head of

Industry Security) 珊曼莎·凱特 (Samantha Kight)。

沃德研究員先分享目前行動通訊生態系的詐騙源自科技的方便性，例如 QR 圖碼 (QRCode) 等連結。例外也源自特定使用族群對於識別的困難，在美國以長輩為主。撒西馬總監則強調該公司是現行相關領域最致力防範詐騙的企業，並以其 Google Play Protection 為主要代表。該功能確保使用者在操作安卓系統能避免具有危險性的應用程式。而該公司在定義有危險性的應用程式，則是強調其下載源自非 Google Play 之管道 (包含簡訊連結等)，且試圖取得個人資料。Google 除了分派專員進行監管，也善用人工智慧分析，目前也積極和巴西、印度政府合作辨識。

沃德研究員則認為最關鍵的問題仍在於美國現況仍缺乏對消費者的保護法規，特別是個人資料的部分。來自維吉尼亞州的參議員馬克·華納 (Mark Warner) 是美國參議院情報委員會 (Select Committee on Intelligence) 主席，近年積極參與和質詢各種科技資料保護議題。其最著名的提案即為「保護美國人數據免受外國對手侵害法案 (The Protecting Americans' Data from Foreign Adversaries Act)」，被解讀為試圖在美國禁止抖音 (TikTok) 之使用。沃德研究員認為僅透過這樣的個案性立法將完全無助於遏止詐騙，且相較於相關應用程式，目前已在國際間出現的資料掮客才是更需要採取積極措施的對象。



圖 18 爐邊對談：打擊全球詐騙上升趨勢活動現場

撒西馬總監指出，蘋果在 113 年年 11 月宣布將為該品牌手機推

進階通訊解決方案 (Rich Communication Services, RCS) 即時通訊功能，以協助打擊詐騙議題，雖然晚於安卓陣營在 2019 年的創舉，但仍樂見全球手機品牌都積極擁抱中端加密，也感謝全球行動通訊系統 (Global System for Mobile Communications, GSM) 肯認進階通訊解決方案為國際標準。

在撒西馬總監的觀點中，政府的角色在打擊詐騙議題至關重要，但相較於技術發展，更關鍵的應該是協同各界定義核心關鍵問題，產業界才能充分發揮所長。新加坡政府是 Google 在該議題的首個合作國家政府，主要合作對口為新加坡網絡安全局 (Cyber Security Agency of Singapore, CSA)。藉由該國政府明確確認常見的詐騙行為，Google 能夠在安卓系統針對那些非透過 Google 取得的應用程式，檢查是否有要求以下 4 種經常出現於詐騙程式的系統權限：RECEIVE\_SMS、READ\_SMS、BIND\_Notifications 和 Accessibility。只要察覺符合警戒標準的應用程式，安卓系統將自動標記該應用程式為金融詐騙程式，自動阻止安裝，且向用戶發出警告。撒西馬總監認為新加坡政府在此例中，明確定義了需要解決的問題，且該公司也提供民眾覺得便利的解決方案，才是成功的原因，目前也將該專案延伸至泰國。

沃德研究員同意政府在打擊詐騙議題的主要性和政府定義問題的必要性。但其更著重呼籲政府應該要額外關心中小企業，該類型企業資本未如大型企業，能投入大量資通安全維護成本，因此如何讓中小企業建置任何企業規範或資訊系統的初始，便關注資通安全，具備預設安全 (Security by default) 觀念極為關鍵。

另外就是還是要回到根本的消費者教育和消費者保護相關立法。沃德研究員對於聯邦通訊委員會正在研擬的網路商標 (Cyber trademark) 表達肯定，但最期望的還是資料保護法規的建置。撒西馬總監也補充，政府不應該僅將目光關注在避免民眾取得詐騙訊息，而是應該要宏觀檢視整個詐騙行為的生命週期。以其與印度政府的合作為例，如何有效防堵詐騙行為中的資金掙客也是有效方法。

現場參與者回應踴躍，有詢問在非應用端的詐騙防堵機制，也有人表達線上產業業者 (Make Money Online, MMO) 應該投資防堵詐騙。撒西馬總監分享 Google 正在和 Zoom 合作相關技術，確保金融體系可以協助遺失行動裝置的用戶避免受到金融損害。凱特總監則不認同將詐騙議題單獨以線上產業業者為歸因和咎責對象，強調相關議題應該由整個生態系共同面對。就如同雖然長輩常被當成詐騙受害族群，但實際上各年齡層遭遇詐騙的機率相當。

最後有參與者詢問與談者對於要求簡訊發送方提供可辨別認證機制的看法。凱特總監認為比照現行各大社交平臺的身分驗證帳號 (我

國民眾俗稱「藍勾勾」)，在簡訊系統上顯示，會對於改善詐騙現況極有幫助，且產業與政府端皆有不少自發提案。隨著人工智慧的應用發展，應該在未來數月有機會看到相關進展。

## (二) 人工智慧推動產業和政府創新

本場次由美國第二大電信業者 T-Mobile 辦理，同時將錄製為 Youtube 影片，並且在麥爾坎·葛拉威爾 (Malcolm Gladwell) 的播客 (Podcast) 修正主義歷史 (Revisionist History) 播放。此次形式仍為論壇，並由 3 位講者與談，分別為雷恩·黎特 (Ryan Litt) 營運長、阿西西·瑟爾撒 (Azizi Selxas) 主席和摩·卡蒂伯 (Mo Katibeh) 行銷長。主持人則為紐約時報 (New York Times) 暢銷作者麥爾坎·葛拉威爾。

主持人先談到人工智慧的核心應該在解決問題。黎特營運長首先分享其如何將人工智慧應用在火災現場。關鍵應用場景在原本就照明不足的情況，能夠快速協助撤離現場人員，且降低過程中的傷亡。其所創設於 2017 年的新創公司凌晨三點創新 (3AM Innovations) 受共同創辦人的火場經驗啟發，決定在透過收集消防員中的手機語音現場資訊，搭配過往社交媒體的照片等多元資訊，以人工智慧整合模擬現場情形。該系統也渴望透過監視器、手機通訊等方式，協助民眾快速處理現場狀況。

瑟爾撒主席目前於邁阿密大學 (University of Miami) 米勒醫學院 (Miller School of Medicine) 任職，主要負責健康資料收集和模型建置，也呼應其醫學博士背景。其目標是希望能夠加速醫療服務品質，透過科技避免醫療判斷都需要高度依賴醫療人才的長期培育。在新冠肺炎疫情後，隨著民眾對於設置網路的意願升高，其助益更高。此外，透過網路的即時傳遞，也有助於病患在症狀出現的時候，儘速紀錄或溝通，特別是串接各種醫療資訊。

因此瑟爾撒主席正進行遠距醫療計劃，協助 5,000 名非裔美國女性或偏遠地區民眾，以戒指裝置偵測心臟等器官機能，並將資訊回傳醫學院。醫學院藉由此資料建置人工智慧模型，也幫助避免潛在疾病。

卡蒂伯行銷長來自 T-Mobile。該組織在這兩個案例所扮演的角色就是輔助催化者。其善用通訊專業，協助優化兩個專案的連線品質與應用程式，甚至可以給予凌晨三點創新更明確的定位資訊。該電信也很期待繼續推動非傳統的思維，才能幫助產業持續發展。





圖 19 人工智慧推動產業和政府創新活動現場

最後主持人詢問黎特營運長與瑟爾撒主席如何衡量成功與否。對於凌晨三點創新，重點在於該服務能如何協助挽救人命，而且讓消防體系能夠從每一個案例學習改善。至於瑟爾撒主席則認為其所累積的資料將在未來促進更多醫療知識和創新的發生。此外兩者也都認為重建公眾對於科技的信任也是很重要的，特別是瑟爾撒主席提及應該要藉由科技重建民眾對於公共衛生的信心。

### （三）政府、國家安全和國防高峰會

這是美國國防部（United States Department of Defense，DoD）胡安·拉米雷總監（Juan Ramirez）開場，說明這是該部首次辦理此議程，也期望未來能夠和全球通訊協會共同辦理更多。而這場也是當天同時段最受歡迎的場次。

整個高峰會包含多個議程，各位講者輪流上臺進行分享，然礙於團體行程限制，並無法完整參與整個高峰會。首先登場的為美國海軍班傑明·皮曼特（Benjamin Pimentel）中校。皮曼特中校首先開場談論到軍中如何應用人工智慧、5G 和物聯網。有鑒於 5G 是特別針對物聯網所規劃和研發的，美國海軍也積極應用相關商用技術，來偵測和防治自然環境中的特殊情況。而隨著頻寬拓展，軍隊也能夠詳加規劃、區分和建置不同的物聯網系統。



圖 20 美國海軍講者班傑明·皮曼特 (Benjamin Pimentel)

目前美國海軍正在協助和北大西洋公約組織 (North Atlantic Treaty Organization, NATO) 建置支援多營運商的 5G 架構，且具備該公約組織自有的核心，讓軍隊能夠在各國輕易連結到該核心，馬上串連在地營運商的系統，自由轉換通訊。考量到軍方本來就不會使用商用無線接取網路，且需要應對多變環境，因此他們對於開放性無線接取網路的接受度也高過一般機關，最近也開始將對相關建置辦理活動。

第二位是博思艾倫漢密爾頓控股公司 (Booz Allen Hamilton) 的技術長辦公室主任 (Principle Director) 史蒂芬·布荷 (Stephen Bohor)，其同樣具備海軍背景，題目為第五代行動通訊技術到下世代行動通訊：回顧與觀察 (5G to NextG: Retrospective and Observations)。

博思艾倫漢密爾頓控股公司是美國國防部的長期合作廠商，在過去 4 年，他們為該部部署 5G 網路，包含應用整合 (擴充實境等)、資通安全 (採納零信任架構) 和各種試驗。過往的經驗比較像國防部尋求企業以既有方案協助，但這些年美國國防部開始成為產業需求的主導者，且積極要求頻譜。此外，該廠商也開始使用人工智慧去判對偵測到的訊號，美國國防部也積極運用 5G 訓練軍兵。





圖 21 Booz Allen 參與的美國國防部專案

其中對本部最具啟發性的即為美國國防部對於開放原始碼的支持，其積極參與開放性無線接取網路，且認為軟體通訊技術的應用，加速了其通訊落地。博思艾倫漢密爾頓控股公司也提及到隨著軍方 5G 環境的建置，促進該領域生態系積極創新。但該廠商也指出在過程中裝置和應用系統的選擇對於專案至關重要，因此在專案過程中，美國國防部和其公司耗費大量時間與諸多廠商共同規劃研發必要的裝置，同時資通安全也需要與時俱進，更要關注不同產業參與者對於資通安全的定義都略微不同。

Boingo Wireless 羅貝卡·葛瑞 (Rebecca Gray) 總經理 boingo 是第三位講者，其過去也具備軍方背景。該公司提供包含電信塔、小型基地台、無線網路 (Wi-fi) 和傳統網路線路服務，目前已經協助美國海軍、陸軍、國防部和聯邦政府佈局全美國。然而其僅簡要介紹該公司，並說明 5G 和無線網路對於軍隊的重要性，並未多做說明。

接下來則是美國空軍 (US Air Force) 大衛·羅斯 (David Rose)、T-Mobile 薛比·希韋德 (Shelby Seward) 和寬帶公司 (Oceus Networks) 的 Glynnis Davis (吉尼斯·達維斯) 共同座談，主要內容是針對空軍的通訊試驗。該專案主要在提高空軍在通訊缺乏或者天氣惡劣區域的溝通，目前主要試驗地點在太平洋海島如關

島和夏威夷，但他們也與斐濟等諸多國家共同合作。

目前該試驗已經可以通訊自給，且希望有機會邁向商用技術，包含應用在汽車駕駛上。



圖 22 美國空軍通訊試驗座談

## 二十二、寬頻團體 (The Broadband Group)

寬頻團體是專注於寬頻網絡技術的諮詢公司，協助工程端、公領域等建設高速網路。本次會議由該團體的總裁傑夫·雷蒙 (Jeff Reiman) 和資深副總經理暨技術長派翠克·提伯 (Patrick Thibeault) 接待。

該辦公室所在地位於內華達大學拉斯維加斯分校 (University of Nevada, Las Vegas) 的黑火創新 (Black Fire Innovation) 經濟發展辦公室。該辦公室著眼於拉斯維加斯是全人造城市，卻成為全球最多人造訪的單一景點，相信人類創新的重要性。黑火創新辦公室將該校著名的國際遊戲學院 (International Gaming Institute) 和全球排名第一的酒店管理學院 (William F. Harrah College of Hospitality) 結合當地享譽全球的娛樂產業，持續進行產業創新。

當天恰逢該校經濟發展副總經理暨教授博·本哈 (Bo Bernhard) 與



AT&T 在該辦公室辦理活動，總裁和技術長特別邀請其為本訪團介紹黑火創新在電競、博弈、飯店管理、餐飲和影視等領域的育成情況。舉例而言，黑火創新已經協助學生至少開發三項博弈遊戲，並且成功商業化致富。現行也有學生研發出無需利用水清洗的床具組，以因應拉斯維加斯缺水但繁盛的觀光產業需求，然而此技術如何規模化也是該辦公室正在輔導的對象。

最後本哈副總經理也透露，學校即將與華納兄弟影片集團（Warner Bros. Pictures Group）簽訂一筆高達 9 億美金的合作計劃，以因應該集團即將以美國洛杉磯和拉斯維加斯及英國倫敦作為全球研發基地。其中內華達大學拉斯維加斯分校渴望成為新興製片中心和僅次於洛杉磯的第二總部（H. Q. 2. ），提供專業人才，並藉由結合先進科技，持續發展更多元的娛樂產業。

回到寬頻團體本身，其最引以為傲的創新並非在於技術，而是稱之為設備租用模式（Utility Lease Model）的商業模式。有鑒於傳統通訊服務商的高額資本支出，其建議將產業細化，突出通訊設備供應商的角色，將其和通訊服務商區隔，並讓前者租用相關設備給後者，藉由降低雙方風險，提高專精程度，也讓更多元者可以擔任前者（包含地方政府、社區管理委員會等），提高通訊覆蓋率。此模式也引起在場開發中國家訪談成員迴響。

## 肆、心得和建議

誠如本報告起頭所述，美方對於此訪團自然帶有其政治與商業目的。考量到特定國家在通訊領域的高速發展與本次行程安排高度以開放性無線接取網路技術為主，且瞄準尚未建設 5G 的開發中國家政府人員與電信商，可以觀察到美方在戰略上的目標是希冀未來能夠在全球通訊方面維持不僅止於經濟方面的主導地位。

然透過這二十天的交流，可以感受到普遍開發中國家參與者仍無法對於 5G 或開放性無線接取網路產生足夠信任，甚至進而推動相關投資或者對美方提出進一步官方合作計畫。其原因不外乎為以下三點：

- 一、5G 缺乏明確成功案例推進高額投資意願。
- 二、目前僅帛琉在美方的支持下嘗試架設以開放性無線接取網路建置國家通訊網路，且尚未完工，無法確認成果。
- 三、開放性無線接取網路的發展趨勢尚不明確，無法確認未來全面介接之可能，更缺乏可信任之設備廠商。

上述結論看似此次訪團成果對美方而言並不理想，然透過本計劃最後一天計劃承辦與訪團的檢討會議，可以讓美國接收大量回饋，不只能夠修正未來參訪議程，更能夠將相關意見儘速導流至智庫、產業與學界等，能夠在效率且較無防備的情況下，獲取訪團參加者國家對於特定議題之觀點，甚至判定問題根源，其實相對於傳統外交談判或者駐館交流更見效率。

而同樣也透過這些交流，即便不一定會成功進行後續合作，但也給訪團參與者對於自身應如何善用本身人脈和美國資源，進而促進美國和自身國家雙贏有更明確的定位與對接的窗口。對於筆者而言，即便作為本團唯一已完成 5G 建設的國家代表，也同樣可以發掘我國不只對美國，更是對全球的潛在機會。

### 一、開放性無線接取網路技術多邊合作

現行美國極力推動開放性無線接取網路技術，然該國企業之積極程度並未特別高於我國或歐洲產業。且現在開發中國家對於美國企業有傲慢和缺乏跨境服務之強烈印象，致使選用特定國家之產品與服務，即便理解到該國家產品可能不具備安全性或者如其宣傳的價格合理。我國如能夠強化與美國企業的積極合作，兼具兩家之長，應有發展潛力。且此發展空間應不限於開放性無線接取網路技術，亦得表現於 5G 產品等領域。

目前我國諸多企業、法人和大專院校雖也加入開放性無線接取網路技術聯盟，並且也延續交流。然普遍而言，除共同參與研發之國家，對我國在此領域的發展，不論是國內資通訊技術研發、普及率、設備、企業和應用等都感到陌生。另根據此次參訪的經驗，即便美國同為共同參與研發之國家，但在拜訪非

聯盟成員時，他們對於我國也相對不熟悉。

因此建議即便我國具備自身的開放測試和整合中心或者開放性無線接取網路技術研究機構，仍可以前往美國進行相關檢測，或者投入該國相關技術研究計劃，以拓展知名度和商業脈絡。本次拜訪中，聯邦網路倡議和第五代行動通訊技術實驗室是筆者私以為最理想的合作夥伴。前者專注於資安，是我國較少見的資安通訊專責單位。後者則是透過德州完善的生態系和過往的產業脈絡，已經有部分的團隊效益，對於商業脈絡建立會更加便捷。另外，本次參訪的各國代表皆對第五代行動通訊技術實驗室表現出濃厚興趣，過往倚仗我國中華電信協助的吐瓦魯電信公司（Tuvalu Telecommunications Corporation）立即展開合作商議。

聚焦在無人機領域的先進無線空中實驗和研究平臺也是可以參酌的對象。我國政府自禁止使用及採購「大陸廠牌資通訊產品」，無人機便是推動國產的重點項目，今年8月國防部亦公布獲選製造軍用級無人機的民間廠商名單，應該會再加速相關研發和產品需求。

既然談到了國防需求，而如有可能，國防部亦可和美國國防部交流開放性無線接取網路或資通訊開放原始碼技術的經驗，或者共同辦理天氣惡劣區域（美國國防部現行對天氣惡劣的定義以颱風為主）的航空通訊測試。我國或許也能加入未來美國國防部的資通訊交流活動，以更了解現在全球的軍用通訊供應或應用情形。

## 二、 籌劃國際開放原始碼公共建設聯盟

從報告中可以得出美國對於資通訊技術走向開放的積極態度，同時也能看出各國對於開放技術在規格整合和資通安全的擔憂，這也間接反映出各國數位公共建設如欲克服廠商或技術綁定和高額成本挑戰，對於開放技術的管理規範、測試和經驗交流也是必要的。

本部自112年推動「數位創新關鍵基礎建設計畫」，並獲行政院核定為重大公共建設計畫，呼應國際社會近年積極倡議數位公共建設的趨勢。該計劃的目標就是以程式碼和資料交換系統的建置，確保我國在人工智慧以演算法和資料為根本的時代，能夠保有競爭力，且確保有明確的管理維護規範。其中程式碼的部分在我國具有專有名詞「公共程式」，寓意為將具有公益性質的軟體或系統程式碼開放供大眾檢視、修改和利用。

本部基於前述計畫，自112年啟動公共程式於政府的推動研析，並且在113年發布「公共程式推動藍圖」，將分別從系統導入、人才培育和規範研擬，逐步鼓勵我國各級機關將系統或軟體程式碼開放，讓跨機關可以共同使用和改善我國數位服務，提升程式碼品質，也強化我國數位韌性。而這方面其實也與開放性無線接取網路技術的立意相似。

雖我國目前公共程式相關配套措施都仍在起步階段，給予各級機關的操作指引也還在審議階段，然已經有些許經驗可以供國際參酌。另外目前芬蘭、瑞典、愛沙尼亞政府也有在 X-Road 上開放原始碼且共同營運維護的經驗。倘各國可以共同分享相關經驗，協同摸索出公共程式的歸責、維護、營運、投資等規範，且形成國際準則，不僅利於開放性無線接取網路技術落實，長期還能促進全球數位公共建設和國際資通安全聯防的發展，也能夠讓我國軟體產業走向跨境合作，並讓我國數位發展和民主案例再次遠播。

建議本部可以透過亞太經濟合作會議 (Asia-Pacific Economic Cooperation, APEC)、全球數位人權大會 (RightsCon) 或自由及開源軟體開發者歐洲會議 (Free and Open source Software Developers' European Meeting, FOSDEM) 等國際會議逐步發動倡議，並且與各國分享相關理念。

### 三、我國通訊技術建設經驗發展數位外交

此次參訪團的各國代表普遍對於我國能夠快速達成第五代行動通訊技術普及有深刻印象，並且積極詢問我國相關規劃與具體作為。吐瓦魯電信公司執行長提娜諾亞·維諾妮卡·席孟那 (Tenanoia Veronica SIMONA) 更分享我國中華電信協助該國研析是否適合架設第五代行動通訊技術的經驗，並稱讚我國的專業。

爰筆者由此延伸，我國通訊技術數位外交的對象應不只限於已開發國家，特別是既有商業聯盟的合作對象國家。相反地，我國可以透過通訊技術給予開發中的邦交國或潛在深化雙邊交流的國家協助，同時也拓展我國可能的未來資通訊商業合作夥伴。至於協助和交流內容不限於實際通訊設備的建置，也能包含建置評估、設備檢測或建置規劃等。

再者，我國本身為夏季多颱風之島嶼，因此在協助具備相同氣候或島嶼性質的國家通訊技術交流更有優勢。通常歐美等先進國家多位於高緯度地區，且屬大陸性質，因此其經驗通常不適用前述類別國家，需要多加考量氣候影響和土地面積等因素，也可能缺乏相關地區的實際數值和經驗，故讓我國在相關協助上，能具備一定吸引力。