

經濟部標準檢驗局
出國報告 (出國類別：考察)

赴美國訪問美國國家標準暨技術研究院 (NIST) 及擴展合作交流管道及考察氫能 相關技術

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：謝副局長翰璋

劉科長冠麟

陳技正建丞

出國地點：美國

出國期間：中華民國 112 年 10 月 7 日至 10 月 15 日

報告日期：中華民國 112 年 12 月 28 日

關鍵字：5G 智慧杆，5G O-RAN，NIST，IoT，氫能

目錄

摘要.....	3
表目錄.....	4
圖目錄.....	5
壹、背景及目的.....	6
貳、參訪行程內容.....	7
一、拜訪駐美國台北經濟文化代表處.....	8
二、拜訪 Virginia Tech Applied Research Corporation(VT-ARC)	9
三、拜訪 Alliance for Telecommunications Industry Solutions(ATIS)	17
四、拜訪美國國家標準技術研究所(NIST)	20
五、參訪長嶺氫能電廠.....	28
六、拜訪拜訪俄亥俄州立大學.....	32
七、拜訪 Keysight Technologies.....	36
八、拜訪 Skylo Technologies.....	41
參、心得與建議.....	45

摘要

本案係本局謝副局長翰璋率綜合企劃組劉科長冠麟及標準組陳技正建丞前往美國拜訪駐美國台北經濟文化代表處、維吉尼亞理工應用研究公司（Virginia Tech Applied Research Corporation, VT-ARC）、美國電信產業解決方案聯盟（Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS）、美國國家標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology, NIST) 及淨零實驗室 (Net-Zero Energy Residential Test Facility, NZERTF)、長嶺氫能電廠(Long Ridge EN Energy)、俄亥俄州立大學氫能示範場域、是德科技（Keysight Technologies）、Skylo Technologies 等單位進行交流。目的為掌握國際城市智慧杆發展進展與推動模式，以及最新氫能製成與混燒發電技術，作為本局計畫執行時之重要參考資訊，參訪國際主要國家(例如歐洲、美國、日本)推動產品安全性之標準及檢測驗證，並蒐集、分析、調研相關各國(如歐洲、美國、日本)與我國發展 5G 智慧杆趨勢，推動鏈結國際及擴展合作交流管道。另外，與 NIST 就 CSF2.0 資安框架、電動車供電設備之資安測試、5G 智慧杆和 5G O-RAN/OTIC 及資安測試工具等議題進行雙方分享與交流，本局在 IoT 設備資安測試工具開發部分，提出盼與 NIST 簽署合作備忘錄(MoU)，或探討納入臺美科技貿易暨投資合作架構(TTIC)合作之可能性。

表目錄

表 1、行程概述	7
表 2、出席團員名單.....	8

圖目錄

圖 1、參訪團與駐美代表處經濟組胡組長及相關同仁合影.....	9
圖 2、5G 智慧杆示意圖.....	11
圖 3、標準檢驗局公布 5G 智慧杆技術規範.....	12
圖 4、標準檢驗局簡報分享.....	14
圖 5、台經院簡報分享.....	15
圖 6、耀睿科技簡報分享.....	15
圖 7、VT-ARC 簡報分享.....	16
圖 8、謝副局長致贈 VT-ARC 禮品.....	16
圖 9、參訪團與 VT-ARC 相關同仁合影.....	17
圖 10、基於 O-RAN 之無線電網格室內測試平台.....	17
圖 11、耀睿 O-RAN 測試平臺.....	19
圖 12、謝副局長致贈 ATIS CEO 及 VP 禮品.....	19
圖 13、參訪團與 ATIS 相關同仁合影.....	20
圖 14、資安測試工具開發之規劃.....	23
圖 15、參訪團與 NIST 進行交流會議.....	23
圖 16、NIST 院長致詞.....	24
圖 17、謝副局長致贈 NIST 院長禮品.....	24
圖 18、參訪團與 NIST 相關同仁合影.....	25
圖 19、淨零實驗室之建築外觀.....	25
圖 20、說明淨零實驗室建築的設計理念.....	26
圖 21、說明淨零實驗室建築的相關結構設計與材質.....	26
圖 22、謝副局長致贈 Brian P. Dougherty 禮品.....	27
圖 23、參訪團與 NIST 於淨零實驗室合影.....	27
圖 24、高壓氫氣槽車與氫氣供應控制節點裝置.....	30
圖 25、氫氣與天然氣混合裝置.....	31
圖 26、謝副局長致贈電廠專案經理 Mark Barry 禮品.....	31
圖 27、LS Fan 教授向團隊分享與說明.....	34
圖 28、LS Fan 教授帶領團隊至實驗室參訪.....	34
圖 29、團隊與 Winston Ho 教授合影.....	35
圖 30、Winston Ho 教授之研究生向我方分享簡報.....	35
圖 31、是德科技創辦人手繪之公司價值手稿.....	38
圖 32、自駕車用雷達驗證系統.....	39
圖 33、6G 目前各頻段法規狀態和挑戰.....	39
圖 34、6G 的網路通訊架構.....	39
圖 35、是德科技專網之各項應用.....	40
圖 36、陳主任誠章致贈是德科技禮品.....	40
圖 37、參訪團與是德科技相關同仁合影.....	40
圖 38、參訪團聽取 Skylo 科技簡報.....	42
圖 39、Skylo 室外展示實體手機運用 NB IoT NTN 通訊技術.....	43
圖 40、Skylo 展現 NB IoT 測試設備、商用產品、穿戴裝置等.....	43
圖 41、陳主任誠章致贈 Skylo 科技禮品.....	44
圖 42、參訪團與 Skylo 科技相關同仁合影.....	44

壹、背景及目的

由於經濟與科技發展在歷經多次變革後，早期所提出的資訊、數位城市概念早已大不相同，在都會區的街道上老舊的路燈，未來以集中智慧照明、交通管理、無線通訊、電動車充電樁、城市治安監控等多功能於一體的智慧杆取代，智慧杆已成為 5G 時代各國城市建設的公共基礎設施，幫助城市實現智慧控管及萬物互聯目標，是未來新智慧城市的亮點之一。在傳統路燈中照明是其主要的功能，強調廣泛使用資通訊技術，感測技術、雲端運算與資料分析等，以達到城市永續發展、改善生活品質與創造經濟發展，驅動智慧城市之發展。因應國際情勢變化，我國於 2020 年提出建構「六大核心戰略產業」目標，在「5+2 產業創新」既有基礎上帶動六大核心戰略產業升級，讓我國成為未來全球經濟的關鍵力量，依此基礎推動「智慧國家、發展數位經濟」國家發展政策，並規劃六大產業核心產業的發展，5G 智慧杆建置是協助國內建設智慧城市的基礎，我國一直是全球資通訊產品重要的供應鏈，也是全球智慧城市解決方案的供應重鎮，目前國內中央及縣市政府積極規劃智慧城市的建設，若 5G 智慧杆有產業技術規範依循，則可降低政府採購成本並加快地方建置速度。

5G 智慧杆為我國發展智慧國家 AI+IOT 智慧聯網之重要核心基礎設備，因此須確認各系統間是否互為干擾及電力供應之安全要求、掛載子系統之可靠度、杆體金屬承載耐受度，為智慧杆及子系統共杆重要考量點，可確保在聚焦數位基礎建設時，現有基礎建設運作不受新設備影響，能正常應用不額外衍生出交通安全等環境問題，提升政府在環境及防救災的智慧決策及管理，以求在產業升級與經濟成長同時，也兼顧社會安全與環境的永續發展。智慧杆的增值服務藉由路燈布建範圍廣大之優勢，整合國內上、中、下游供應商及管理單位，利用智慧杆開放性平台之特性整合軟硬體架構，帶領民眾進入「智慧過生活」模式為智慧杆發展之重點，政府將根據計畫投入資源以及我國產業優勢，選定高產業效益並適合國內產業投入開發及營運之產業標準標的，逐年研擬 5G 智慧杆產品技術規範及推動自願性產品驗證 (VPC)，與國際接軌並符合國內需求，推動供縣市政府布建採認，以促進我國 5G 應用服務產業發展。

為掌握國際城市智慧杆發展與推動模式，作為本計畫執行時之重要參考資訊，參訪國際主要國家(例如歐洲、美國、日本)推動產品安全性之標準及檢測驗證，鏈結國際及合作交流，並蒐集、分析、調研相關各國(如歐洲、美國、日本)與我國發展 5G 智慧杆趨勢，推動鏈結國際及擴展合作交流管道。

本次行程包含拜訪駐美國台北經濟文化代表處、維吉尼亞理工應用研究公司 (Virginia Tech Applied Research Corporation, VT-ARC)、美國電信產業解決方案聯盟 (Alliance for Telecommunications Industry Solutions, ATIS)、美國國家標準技術研究所(National Institute of Standards and Technology, NIST)及淨零實驗室(Net-Zero Energy Residential Test Facility, NZERTF)、是德科技 (Keysight Technologies)、Skylo Technologies 等單位交流相關產業技術標準與應用將為全球 5G 智慧杆的研究重點，並和與會相關國際人士進行討論。

貳、參訪行程內容

參訪日期:112年10月8日(日)至10月15日(日)，共計8日，參訪行程及內容簡述如表1所示。

表 1、行程概述

日期	10月08日(日)	10月09日(一)	10月10日(二)	10月11日(三)	10月12日(四)	10月13日(五)	10月14日(六) 10月15日(日)
上午	去程臺北出發至華盛頓	團務會議 駐美國台北經濟文化代表處	VT-ARC	NIST	Keysight 及 長嶺 電廠	俄亥俄州立大學	回程舊金山出發至台北
下午			ATIS	參訪 NIST 淨零實驗室		Skylo	
				華盛頓移動至舊金山			

出席團員名單如表 2、出席團員名單所示：

表 2、出席團員名單

序號	單位	姓名	職稱
1	經濟部標準檢驗局	謝翰璋	副局長
2	財團法人台灣商品檢測驗證中心	林宗清	副執行長
3	財團法人金屬工業研究發展中心	陳鍾賢	副處長
4	財團法人金屬工業研究發展中心	張慈芬	副組長
5	財團法人工業技術研究院	吳鴻森	副組長
6	財團法人台灣經濟研究院	陳彥豪	所長
7	財團法人台灣經濟研究院	張馨月	助理研究員
8	經濟部標準檢驗局資訊室	陳誠章	主任
9	經濟部標準檢驗局綜合企劃組	劉冠麟	科長
10	經濟部標準檢驗局檢驗技術組	林良陽	科長
11	經濟部標準檢驗局標準組	陳建丞	技正
12	財團法人工業技術研究院	吳國禎	副組長
13	財團法人台灣商品檢測驗證中心	葉錫勳	課長
14	財團法人資訊工業策進會	劉文楷	副主任
15	耀睿科技股份有限公司	蔡志明	協理
16	耀睿科技股份有限公司	林宗億	專案經理

一、拜訪駐美國台北經濟文化代表處

駐美國台北經濟文化代表處是中華民國政府在美國的代表機構，負責推動及維繫臺灣與美國間的各項雙邊關係。駐美國台北經濟文化代表處位在華府，另外在亞特蘭大、波士頓、芝加哥、丹佛、檀香山、休士頓、洛杉磯、邁阿密、紐約、舊金山、西雅圖及關島等 12 個城市設有辦事處（Taipei Economic and Cultural Office, TECO），負責對當地之經貿推廣、領務僑務、新聞文化、科技交流活動。

(一)我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人金屬工業研究發展中心、財團法人工業技術研究院、財團法人台灣經濟研究院、財團法人台灣商品檢驗驗證中心、財團法人資訊工業策進會、耀睿科技股份有限公司

(二)時間：2023 年 10 月 9 日

(三)地點：Two Montgomery Village Ave, Gaithersburg, MD 20879

(四)議程

時間	流程	人員
10:30-10:50	交換名片和歡迎致詞	All
10:50-13:00	瞭解美國 5G、6G 產業政策發展重點概況暨交流	All

(五)洽談重點:本次拜會駐美國台北經濟文化代表處經濟組胡啟娟組長及相關同仁，就本次前來美國工作事項進行說明，並請駐美經濟組提供必要協助，會中本局就前往美國國家標準暨技術研究院(NIST)洽談有關美方推動 CSF2.0 及資安合作議題進行交流，經濟組也派員依同參與後續與 NIST 交流事宜。

(六)拜會照片



圖 1、參訪團與駐美代表處經濟組胡組長及相關同仁合影

二、拜訪 Virginia Tech Applied Research Corporation(VT-ARC)

維吉尼亞理工應用研究公司（簡稱 VT-ARC）總部位於美國維吉尼亞州的一家應用科研公司。VT-ARC 是維吉尼亞理工大學（Virginia Tech）的附屬公司，成立於 1985 年，主要任務是促進科學研究和技術創新，並將這些成果轉化為實際的應用，研究領域，包括資訊技術、人工智慧、機器學習、無人系統、生物科技、能源、材料科學和健康等。

(一) 我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人金屬工業研究發展中心、財團法人工業技術研究院、財團法人台灣經濟研究院、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人資訊工業策進會、耀睿科技股份有限公司

(二) 時間：2023 年 10 月 10 日

(三) 地點：900 North Glebe Road Arlington, VA 22203

(四) 議程

時間	流程	人員
10:45-10:55	交換名片、歡迎致詞	VT-ARC BSMI
10:55-11:05	5G 智慧杆+BSMI 介紹	TIER
11:05-11:15	<ul style="list-style-type: none">• Wireless@VT• the Commonwealth Cyber Initiative• VT-ARC 介紹	Eric Burger
11:15-11:45	綜合討論	All
11:45-11:55	致謝詞、致送謝禮	VT-ARC BSMI
11:55-12:00	大合影	All

(五) 洽談重點：首先由我方代表團報告 5G 智慧杆系統技術規範、BSMI 簡介（含 5G O-RAN 測試平台）等 2 主題；VT-ARC 則報告「單位簡介」、「Wireless @ VT」及「Commonwealth Cyber Initiative」等主題。於簡報完畢後，VT-ARC 先與 BSMI 代表團進行團體合照後，代表團隨即前往 VT-ARC 轄屬之 Wireless Communications Systems 及 CCI NextG Testbed 等 2 間實驗室進行考察。

■ 5G 智慧杆概述：

5G 智慧杆不僅是一個通信基地台，還是一個整合多種技術和功能的多功能設備。它通常擁有通信設備、感測器、攝影機、照明等多種模組，以實現多種應用。

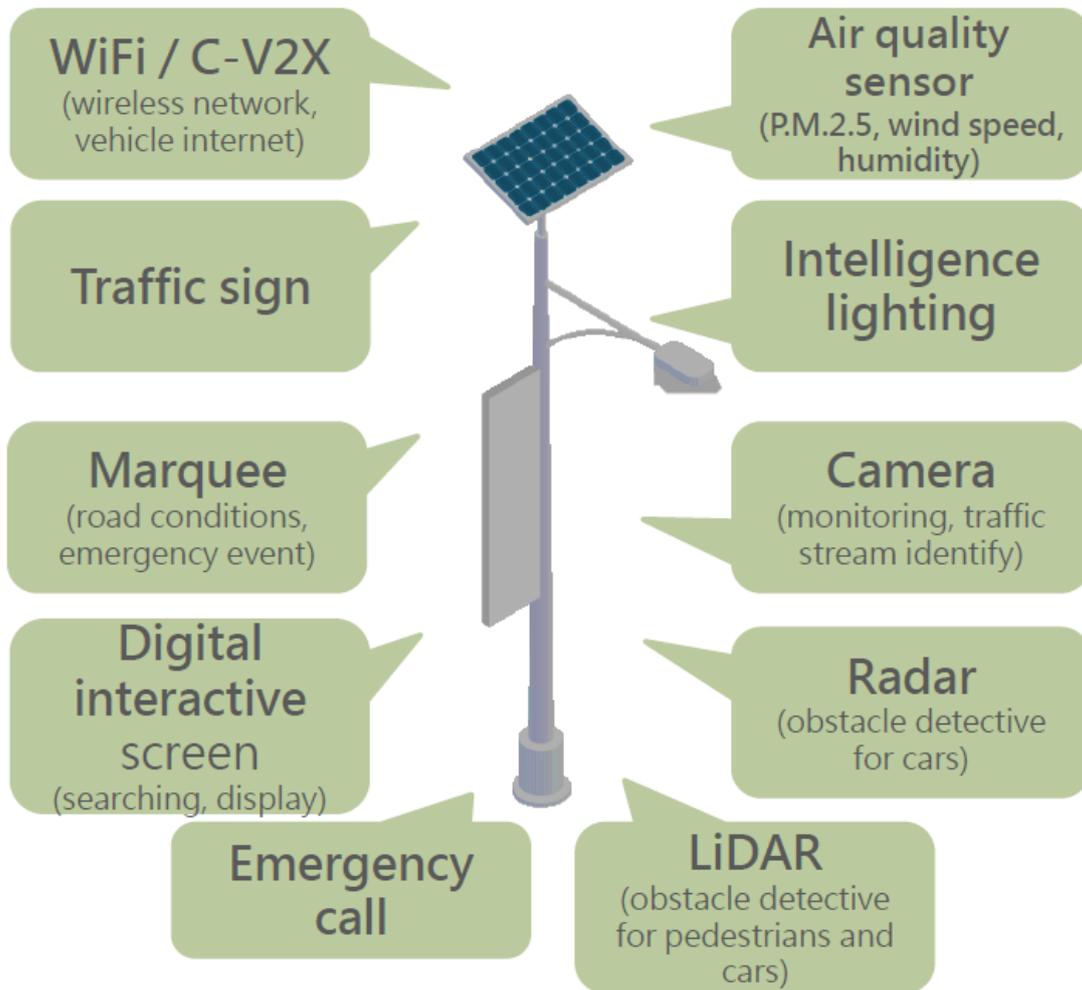


圖 2、5G 智慧杆示意圖

主要特點和功能：

1. 高密度覆蓋：5G 智慧杆被部署在城市和工業區域，以實現高密度、全面地 5G 通信覆蓋。這種高密度覆蓋確保用戶能夠在不同場所和條件下獲得穩定、高速的網路連接。
2. 智慧感知：5G 智慧杆配備各種感測器，包括但不限於溫度、濕度、空氣質量、光照、聲音等感測技術。這使得智慧杆能夠實時監測環境條件，為城市管理提供即時數據。
3. 數據收集和分析：智慧杆通常與大數據分析平台整合，這使得從各種感測器和設備中收集的數據可以進行分析。這些數據分析結果可用於改進城市營運、提高能源效率、改進交通流量等方面。
4. 低功耗和高效能：為確保可持續運行，5G 智慧杆通常設計為低功耗和高效能。這意味著它在提供強大功能的同時，也能保持較低的能源消耗。

5. 遠程管理：5G 智慧杆支持遠程管理，營運商和城市管理機構可以通過遠程方式監控、管理和維護這些設備。這有助於更快速地解決問題和進行升級。

應用領域：

1. 通信網路建設：5G 智慧杆是構建高速、低延遲 5G 網路的重要組成部分，提供更好地連接性和服務品質。
2. 智慧城市：在智慧城市中，智慧杆可用於監測交通、提供公共安全、節約能源等多方面的應用。
3. 工業應用：在工業區域，5G 智慧杆可以提供無線通信支持，同時整合感測技術實現智慧監控。
4. 環境監測：感測器允許 5G 智慧杆監測環境變數，包括氣象條件、空氣品質和噪音位準。
5. 目前本局已完成 10 部 5G 智慧杆系統技術規範，其架構如圖 3 所示，將作為推動本局 5G 智慧杆自願性產品驗證標準。

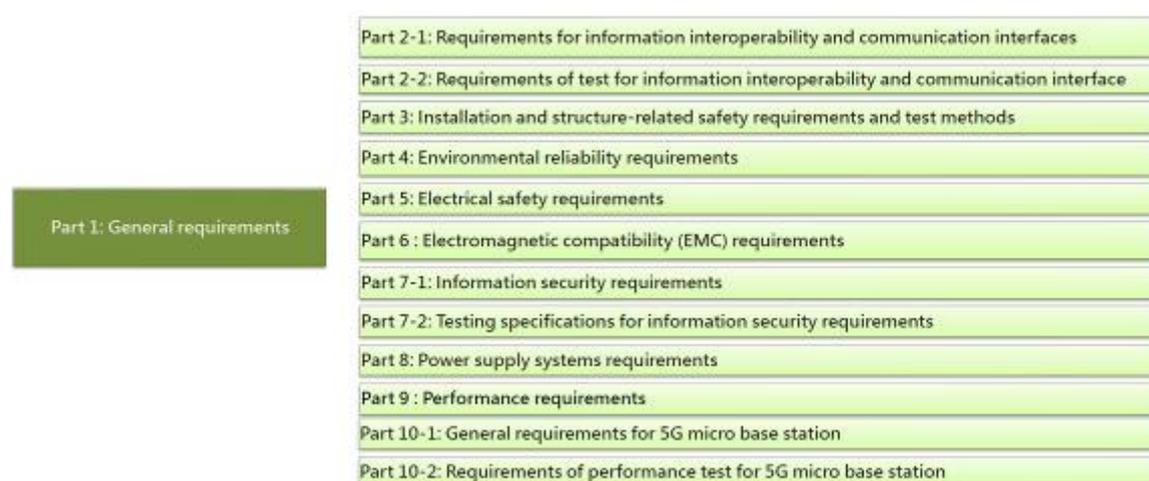


圖 3、標準檢驗局公布 5G 智慧杆技術規範

■ 5G O-RAN 概述

5G ORAN 是一種開放、基於軟體定義網路（SDN）和網路功能虛擬化（NFV）的無線接入網路架構。它旨在實現無線通信網路的開放性和互換性，使不同供應商的硬體和軟體能夠共同運作。

主要架構:

1. RAN Intelligent Controller (RIC)：RIC 是 5G ORAN 的關鍵元素之一，它處於無線接入網路（RAN）的控制平面。RIC 可支援智慧網路功能，例如智慧型動態頻譜共享和用戶感知的動態最佳化。

2. O-RU (Open Radio Unit) : O-RU 是 ORAN 中的無線單元，負責處理射頻 (RF) 信號，包括無線信號的轉換和處理。
3. O-DU (Open Distributed Unit) : O-DU 是分散單元，它具有處理基頻數據的功能，並與 O-RU 通信。O-DU 可以分為中央單元 (CU) 和分佈單元 (DU)。
4. O-CU (Open Centralized Unit) : O-CU 是 ORAN 中的中央單元，負責處理高層控制和協調 O-DU 的操作。

應用：

1. 開放性和互換性：ORAN 的主要目標之一是實現開放性和互換性，允許不同供應商的硬體和軟體共同運作，使營運商能夠選擇最適合其需求的解決方案。
2. 動態頻譜共享：ORAN 允許動態頻譜共享，以實現更有效地頻譜利用。RIC 可以採用智慧演算法來動態調整頻譜資源，以滿足實際需求。
3. 智慧化網路最佳化：RIC 和 Near-RT RIC 使營運商能夠實現智慧化網路最佳化，包括動態地用戶分配、基地台配置和無線資源最佳化。
4. 更靈活地網路部署：ORAN 的開放性和虛擬化特性使營運商能夠更靈活地部署和維護其網路，同時降低成本。
5. 促進創新：ORAN 的開放性激發創新，有助於推動無線通信技術發展。這種開放性有助於加速新技術引入，例如物聯網 (IoT) 和擴增實境 (AR)。

■ Wireless communication systems Lab.

由 Ankur Mistry, Senior Wireless Communications Systems Engineer 進行介紹，該實驗室建構基於 Universal Software Radio Peripheral (USRP) 5G O-RAN 測試平台，該平台可支援 64 個 UE 以 over-the-air (OTA) 方式同時接取 USRP-based RU，行經 DU/CU，再連接至 5GC 核網模擬器，以藉此進行 E2E close-loop O-RAN 實驗、邊緣雲持續營運實驗、維吉尼亞理工之開源頻譜接取系統 (Spectrum Access System)。

■ CCI NextG Testbed Lab.

由 Aloizio, CCI NextG Testbed Director 負責介紹該實驗室之測試平台架構，該實驗室於 7 月 4 日與 AT&T、Verizon、DISH 合作成立北美 OTIC，欲促進 SDR 的設計、開發與部署。可支援數個實驗、測試及互運性驗證平台，其中包含 6G 先進無線技術與應用之互運性，並向大學、研究實驗室、美方或非美方機構開放 (民間企業為有條件開放)，篩列如次：

1. 公共福祉網宇倡議（CCI） xG 測試平台：供不同頻譜（如:Citizens Broadband Radio Service [CBRS]、FCC 等）前瞻探索。
2. 基於 O-RAN 之無線電網格室內測試平台：可程式化 SDR 2D 網格技術（如:X310, X410, N310, B210 及 B205-mini），如圖 10。
3. 室外校園規模測試平台：商用及原型 CBRS 基地台各 3、光纖前傳及後傳、邊緣雲端運算（Blacksburg 校區）及核心雲端運算。

(六) 拜會照片



圖 4、標準檢驗局簡報分享



圖 5、台經院簡報分享



圖 6、耀睿科技簡報分享



圖 7、VT-ARC 簡報分享



圖 8、謝副局長致贈 VT-ARC 禮品



圖 9、參訪團與 VT-ARC 相關同仁合影

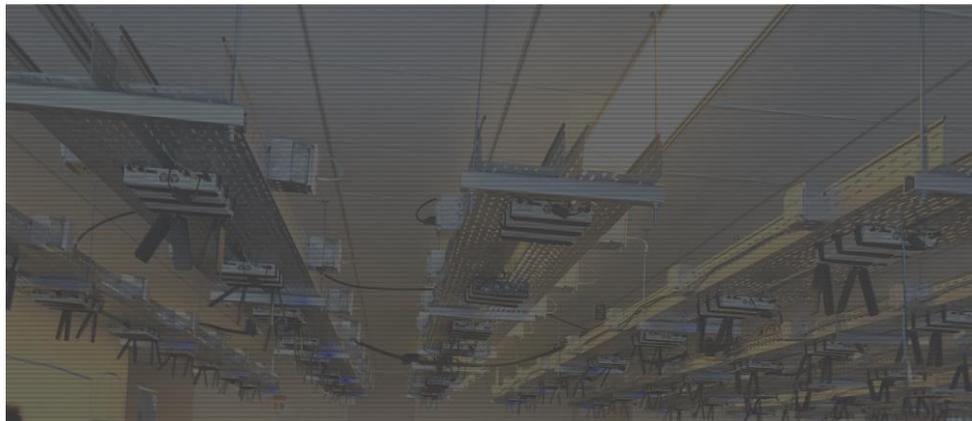


圖 10、基於 O-RAN 之無線電網格室內測試平台

三、拜訪 Alliance for Telecommunications Industry Solutions(ATIS)

美國電信產業解決方案聯盟（ATIS）是美國的一個非營利性組織，成立於 1991 年，總部位於華盛頓特區，是美國電信產業的重要標準開發和技術解決方案組織。ATIS 為促進電信產業發展和創新，制定相關的技術標準和解決方案，以確保通信網路的互通性和相容性。該組織聚焦於各種通信技術領域，包括固定電信、行動通信、網際網路等，會員含括營運商、設備供應商、技術公司、政府機構等。聯盟業務包括：

- 標準制定：透過成員參與，制定各種通信技術相關標準，確保不同廠商的設備和服務之間可以互相配合，促進通信網路的互通性。
- 技術研究：展開技術研究和創新，關注新興技術和產業趨勢，推動電信產業的技術發展。
- 政策和法規：與政府機構合作，參與制定相關的政策和法規，促進電信產業的健康發展和規範依循。

(一) 我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人金屬工業研究發展中心、財團法人工業技術研究院、財團法人台灣經濟研究院、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人資訊工業策進會、耀睿科技股份有限公司

(二) 時間：2023 年 10 月 10 日

(三) 地點：1200 G Street, NW Suite 500, Washington, DC., 20005

(四) 議程

時間	流程	人員
15:00-15:10	交換名片、歡迎致詞	ATIS、BSMI
15:10-15:20	BSMI 介紹	BSMI
15:20-15:30	ATIS 介紹	Mike Nawrock
15:30-15:45	綜合討論	All
15:45-15:55	致謝詞、致送謝禮	ATIS、BSMI
15:55-16:00	大合影	All

(五) 洽談重點:

1. BSMI 簡介：代表團首先簡介標準檢驗局任務，內容包含標準制定成果、自願性產品驗證機制及 5G 智慧杆系統第 1 部至第 10 部技術規範(含英文版)。
2. 6G O-RAN：耀睿科技摘要報告 6G O-RAN 構想，接著分享 O-RAN 測試平臺能量如圖 11，除展現我國產官學研在 O-RAN 智慧控制器及其介面所完善建置之能量，並分享 2024 年春季 PlugFest 推動 xAPP 評估試作之規劃。

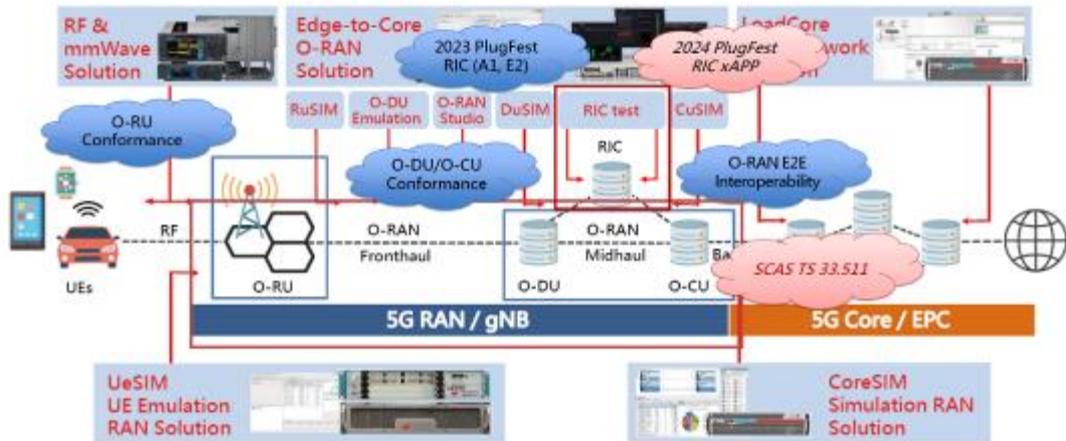


圖 11、耀睿 O-RAN 測試平臺

3. ATIS 近期成果及 NGA 參與：由 ATIS VP 報告 ATIS 近期成果，包含如下：

- 發布 6G 技術報告和指引：積極參與下世代技術之研討，並制定 6G 技術指引，以促進 6G 技術發展與應用，當中包含了 6G 頻段、協作技術、網路架構等方面的研討。
- 推動智慧城市發展：推動制定城市間的資料互運性，使得城市間資訊互通能有所指引，同時使資料治理、加值化服務等得以實現。
- 電信政策和規範推動：促進電信法規發展，以確保美國電信產業可持續發展。

(六) 拜會照片



圖 12、謝副局長致贈 ATIS CEO 及 VP 禮品



圖 13、參訪團與 ATIS 相關同仁合影

四、拜訪美國國家標準技術研究所(NIST)

美國國家標準技術研究所是美國聯邦政府的一個科技研究機構，隸屬於美國商務部。NIST 成立於 1901 年，主要職責是推動科學技術和測量技術發展，並制定和維護一系列的標準，以確保美國的科技產業和創新能力保持領先地位，工作領域包括：

- 標準制定：制定並推廣一系列科學技術的標準，並推廣運用於全國乃至全球，促進產品的互通性和相容性。
- 測量和測試：提供高精度的測量和測試服務，確定各種物理、化學和生物參數，支持產品品質的檢測和確認。
- 研究和開發：進行前瞻性的科技研究，探索新的技術趨勢和應用，並推動創新領域發展。
- 技術支援和培訓：向工業界、學術界和政府機構提供技術支援和培訓，幫助他們解決實際問題和提高技術能力。

Net-Zero Energy Residential Test Facility (NZERTF)簡介

■ NZERTF 既是實驗室，也是住宅，在營運第一年(2013 年 7 月至 2014 年 6 月)，使用現場可再生能源滿足其所有年度能源需求，並有足夠的剩餘能源為電動車提供約 1400 英里的動力。

■ 第二年，因改善暖氣和通風系統相關的營運策略，以及天氣變暖所致，NZERTF 向電網發送的多餘電量相對於第一年增加了四倍，分別為 2139 千瓦時和 484 千瓦時。

■ 淨零能源住宅測試設施目前正用於一系列研究工作，如：通風研究、空氣分配、水質、水加熱、室內化學、住宅對配電網的影響、室內照明、地源熱泵。

(一) 我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人金屬工業研究發展中心、財團法人工業技術研究院、財團法人台灣經濟研究院、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人資訊工業策進會、耀睿科技股份有限公司

(二) 時間：2023 年 10 月 11 日

(三) 地點：美國國家標準與技術研究院(NIST)會議室

(四) 議程

Time	Topics	Organizations/Attendees
9:30-10:00	BSMI Delegate arrive at NIST, Get Badges	All
10:00-10:10	Opening Remarks Introduction of members	NIST/BSMI
10:10-10:25	Status Update of CSF 2.0	NIST
10:25-10:40	Collaborative Exchange on Cyber Security Testing Platform	BSMI (Auray)
10:40-10:55	Update on EV Extreme Charging Requirements	NIST
10:55-11:10	Introduction to Technical Specification for Security Testing of the Electric Vehicle Supply Equipment in Taiwan and Related Case Sharing	BSMI (ETC)
11:10-11:25	Overview of Net-Zero Energy Residential Testing	NIST
11:25-11:40	With O-RAN towards 6G	BSMI (Auray)
11:40-12:00	Introduce Taiwan 5G Smart Pole	BSMI (TIER)
12:00-12:45	Discussions and Q&A over light lunch	All
12:45	Meeting Adjourn	NIST/BSMI
12:45-12:50	Moving to Net Zero House	
13:00-14:00	Tour of the Net-Zero House	NIST/BSMI
14:00	Depart to Airport	

(五) 洽談重點:本次 NIST 與 BSMI 及相關代表團雙方就 CSF2.0 資安框架、電動車供電設備之資安測試、5G 智慧杆和 5G O-RAN/OTIC 及資安測試工具等議題進行雙方分享與交流，主要洽談重點，列述如下：

1. NIST 簡報 CSF 概念與進展，CSF 2.0 版強調資安治理，目前仍在徵詢意見與案例至今年 11 月 4 日止，預計明年初發布，目前已經有 9 個語言翻譯版本，本局將與 NIST 合作將 CSF 2.0 轉為 CNS 國家標準。
2. IoT 設備資安測試工具開發：我方報告我國資安測試工具開發之規劃如圖 14，包含整合滲透測試、弱點掃描於模糊測試，並盼與 NIST 共同合作強化資安測試工具。BSMI 將推動臺灣自主研發資安測試一致性平台，並分享給 NIST 試用，透過 NIST 使用上的反饋進而提升平台國際認同度，並促使臺灣自主研發的資安測試工具趨於成熟與完備，進而提供給國內相關實驗室便宜可靠的資安測試工具。另外本局提出盼與 NIST 簽署合作備忘錄(MoU)，或探討納入臺美科技貿易暨投資合作架構(TTIC)合作之可能性；NIST 表示是否簽署 MoU 不影響與本局之合作，若有具體合作事項，可探討簽署 MoU 之可能性。
3. 電動車充電設備(EVSE)資安測試：我方簡報我國 EVSE 測試要求及案例，NIST 說明刻正與美國能源部合作發展 EVSE 資安標準，預計 10 月發布供利害關係人參考。
4. 5G 資安測試：我方報告 5G O-RAN 實驗室建置情形及檢測能力，美方報告 2020 年啟動之 5G 資安計畫，目標是強化 5G 與雲端基礎設施，雙方將持續就相關議題進行交流。
5. 5G 智慧杆：我方報告我國 5G 智慧杆系統技術規範推動過程及相關驗證制度，包含電力安全、互通性與資安測試等，我方將提供英文版技術規範供 NIST 參考並尋求美方意見。

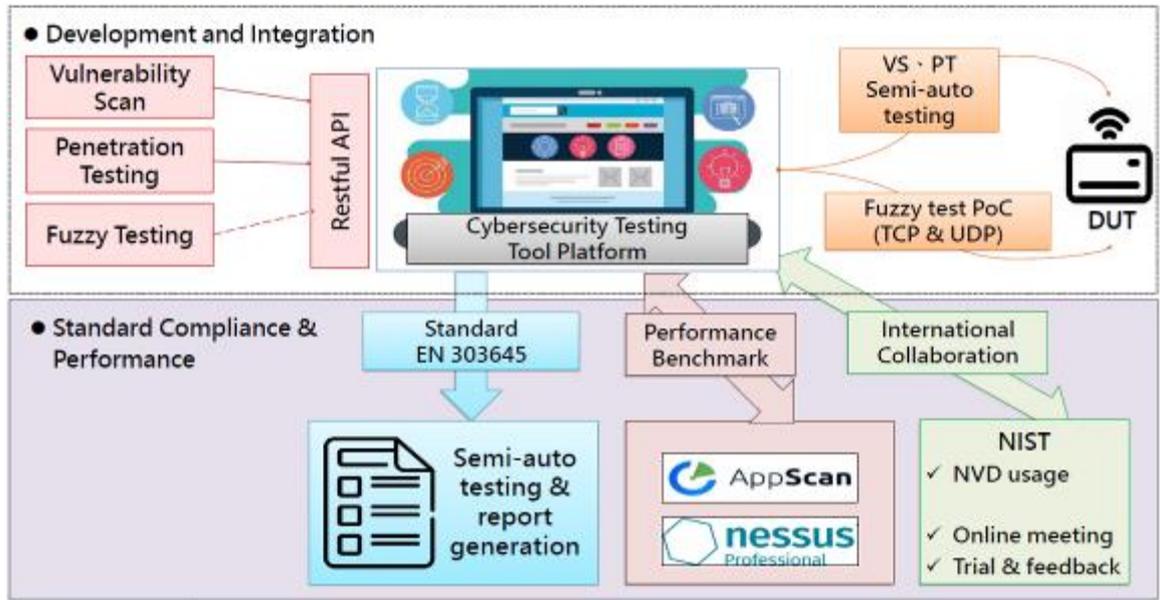


圖 14、資安測試工具開發之規劃

(六) 拜會照片



圖 15、參訪團與 NIST 進行交流會議



圖 16、NIST 院長致詞



圖 17、謝副局長致贈 NIST 院長禮品



圖 18、參訪團與 NIST 相關同仁合影



圖 19、淨零實驗室之建築外觀



圖 20、說明淨零實驗室建築的設計理念

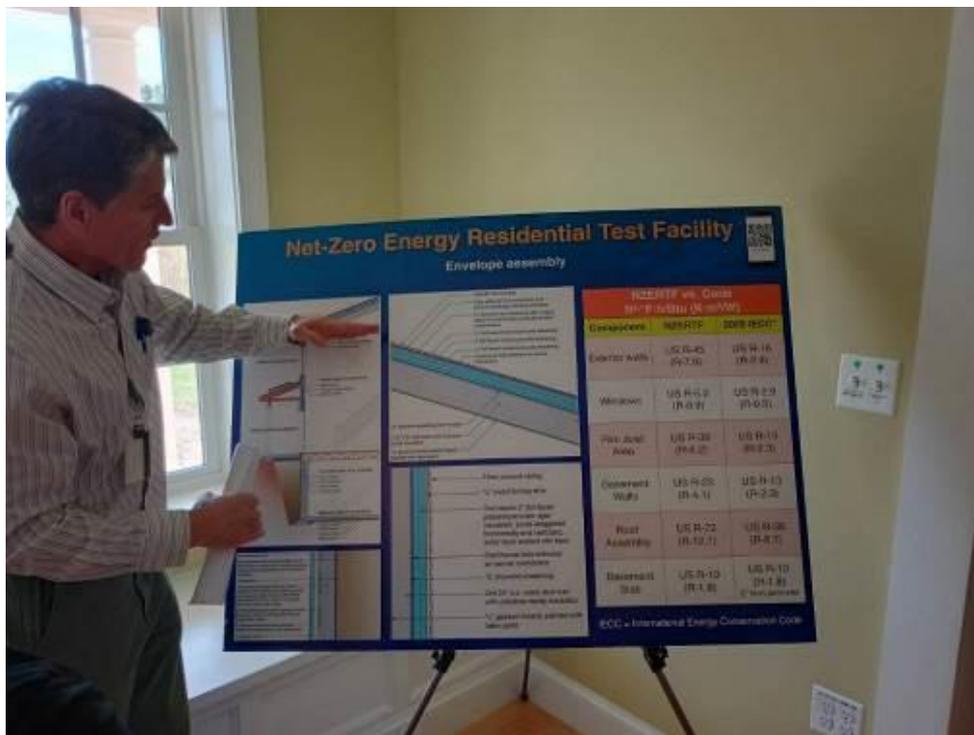


圖 21、說明淨零實驗室建築的相關結構設計與材質



圖 22、謝副局長致贈 Brian P. Dougherty 禮品



圖 23、參訪團與 NIST 於淨零實驗室合影

五、參訪長嶺氫能電廠 Long Ridge Energy

長嶺電廠為美國第 1 座氫能發電廠，由長嶺能源碼頭公司於 2022 年 4 月新建，提供當地資料中心和技術公司等低碳、可靠且具有成本效益的能源。GE 公司獲得長嶺能源碼頭第 1 個燃氫 HA 級燃氣輪機訂單，預計 10 年內實現燃氫 100% 的能力。

(一) 我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人台灣經濟研究院、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人工業技術研究院量測中心、財團法人金屬工業研究發展中心

(二) 時間：2023 年 10 月 12 日

(三) 地點：3840 OH-7 Clarington, OH 43915

(四) 議程

時間	議程	說明
10:30~10:40	交換名片	
10:40~11:00	Hydrogen Development in Taiwan	電廠會議室
11:00~11:40	參觀 Long ridge energy terminal	
11:40~11:50	Q&A	電廠會議室
11:50~12:00	合影與贈送禮品	電廠會議室
12:00 ~ 13:00	午餐	
13:00 ~ 15:30	GE 會議	

(五) 洽談重點

Long Ridge Energy (以下簡稱 Long Ridge) 為全球知名天然氣混氫燃燒的示範驗證案場，其於 2020 年 10 月宣布與奇異公司(GE Gas Power)合作，發展混氫燃燒的示範機組。該示範案場位於俄亥俄州漢尼拔，發電廠裝置容量為 485 MW，對外將電力輸送到 PJM 電網(Pennsylvania-New Jersey-Maryland Interconnection)。

Long Ridge 混燒示範於 2022 年 3 月 30 日啟動，以奇異公司型號 7HA.02 之燃氣渦輪機，完成了體積比例 5% 氫氣和 95% 天然氣燃料的混燒測試，是美國第一座實現這一重要里程碑的公用事業規模發電廠。該機組在設計上可實現(15-20) % 體積的混氫燃燒。

GE 最新的型號 7HA.03 (60Hz) 以及 9HA.01 和 9HA.02 (50Hz) 則配備 DLN 2.6e 燃燒系統，能適用 50%體積的氫氣燃燒。GE 更進一步規劃下一階段將採用 100 %純氫燃燒發電。本次參訪由該電廠專案經理 Mark Barry、GE Power 代表 John Bakhit 以及電廠維運商(NAES)代表 Chris Bates 共三人接待本參訪團。

此次參訪先由參訪團介紹臺灣目前氫能政策與示範驗證專案現況，再由 Long Ridge 進行電廠簡介後進行實際參訪。氫氣與天然氣的混燒示範驗證需要考量眾多環節，包括氫氣來源、天然氣與氫氣混合裝置、管線配置、系統安全評估、燃燒熱值控制及廢氣處理等。示範驗證的重點在確認燃燒的穩定性以及展示混氫燃燒的可行性。因此在氫氣來源部分，採用工業副產氫的氫氣供應，以 2 台高壓氫氣槽車供實際試驗使用，整個燃燒試驗僅提供約 1~2 小時燃燒，以 5 %混氫進行試驗。

Long Ridge 使用 7HA.02 機組進行初始試驗，與日常燃氣發電無明顯差異及任何阻礙，並提供低碳的發電供應至電網。圖 24 是氫氣槽車停放與氫氣供應控制節點照片。氫氣供應節點距離天然氣與氫氣混合裝置約 200 公尺，混合裝置如圖 25。

混合裝置以旁通的管線進行測量分析與調整，包含有科氏力流量計確保燃料的供給量、氣體分析儀進行混氫燃料的熱值分析。在整個試驗中，因氫氣供應控制節點與燃燒熱值分析位置距離 200 公尺，故氫氣供應控制與熱值分析有一定時間延遲，因此穩定控制燃料熱值供給，需要實際經驗累積與設備的搭配。另外在設置場地的配置上，Long Ridge 發電廠位處偏郊，座落在俄亥俄河旁，以就近引用河水作為熱交換使用。此外，GE 在此實證後，也有最佳的設置版本，可做為未來混氫發電更有效率地建置與營運使用。

在管線配置與系統安全評估方面，示範驗證案場專案是由電廠全部交由 GE 公司進行整體評估，並未找第三方驗證機構進行；GE 規劃及確認管線配置，並評估設備是否可以承受 5%的混氫發電。討論過程中，現行電廠 5%混氫配置，燃料到渦輪機的配置管線可以沿用原先設計，但電廠代表認為倘提高到 20%的混氫發電，需要重新考量管材、閥件及相關設備的適用性。在廢氣處理部分，原燃氣機組的廢氣處理是藉由與氨氣搭配觸媒來進行管制成分的吸附及排除，以確保廢氣符合排放法規。

依照目前 GE 的評估，混燒 50%體積的氫氣，約可減少 23%的二氧化碳排放。但是混氫燃燒發電需同時考量對燃氣機組的調整投資、燃料的可用性和經濟性以及最終的電費計價；從與電廠專案經理的討論中，混氫燃燒的普及有賴技術、氫氣供應鏈

的成本以及客戶的需求有關。應持續關注混氫發電的周邊硬體測試設備規格，同時掌握所需搭配的測試驗證或計量相關的技術發展。

目前 Long Ridge 電廠的 5 % 混燒安全性確認是由 GE 負責。臺灣目前有台電在興達電廠進行 5 % 混燒測試，因此未來臺灣電廠的混氫發電可借鏡 Long Ridge 示範專案，其周邊氫氣相關設施，例如管線、儲槽等安全性可參考其評估機制。

Long Ridge 在 2022 年的試驗，由於成本因素，僅在 2022 年進行混合燃燒試驗。其未來的長期計畫是利用俄亥俄河的水，透過電解方式產生綠氫，並混入燃氣基礎燃燒，達到完全零碳排。

(六) 拜會照片

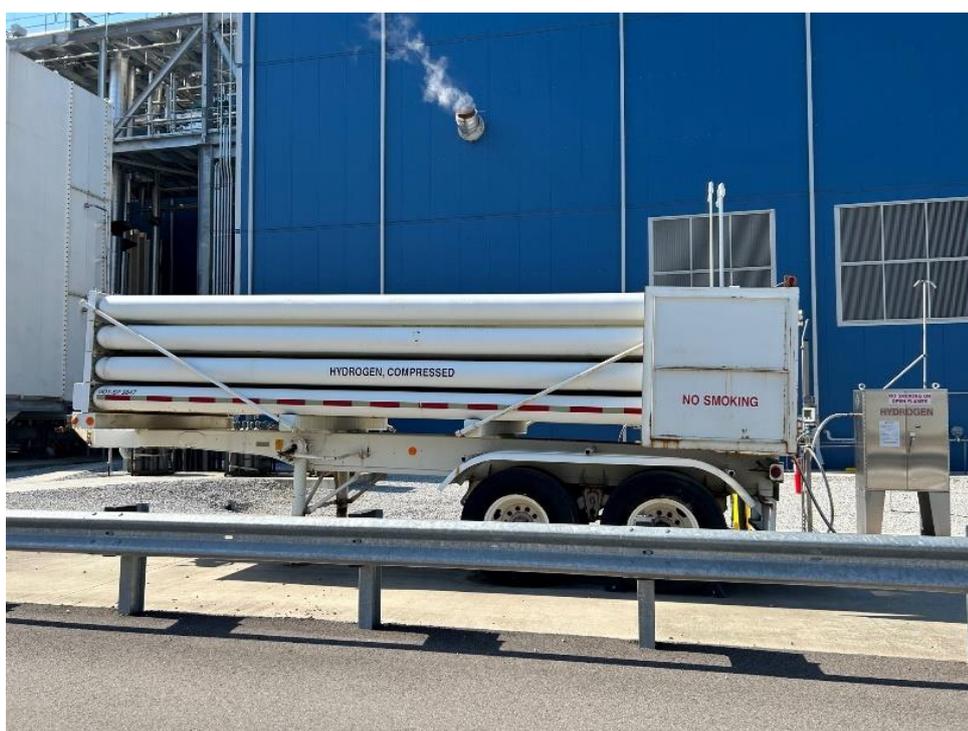


圖 24、高壓氫氣槽車與氫氣供應控制節點裝置



圖 25、氫氣與天然氣混合裝置



圖 26、謝副局長致贈電廠專案經理 Mark Barry 禮品

六、拜訪俄亥俄州立大學(Ohio State University)

俄亥俄州立大學坐落於美國俄亥俄州首府哥倫布市北部的公立研究型大學，被譽為「公立常春藤」。2017 年於校園設置「五合一加氫站」，作為校內氫能巴士「加氫」，供全校六萬名師生上下課免費搭乘，「加氫站」氫燃料以自來水生產，為「零碳排放」的氫能電動公車加氫燃料。

(一) 我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人台灣經濟研究院、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人工業技術研究院量測中心、財團法人金屬工業研究發展中心

(二) 時間：2023 年 10 月 13 日

(三) 地點：Research Center, 1314 Kinnear Rd, Columbus, OH 43221

(四) 議程

時間	行程	備註
8:40	飯店大廳集合	
09:00 ~ 12:30	參訪俄亥俄州立大學 • Prof. L-S Fan • Prof. Winston Ho • Prof. Umit Ozkan	參訪主題： • 化學迴路之產氫技術 Chemical Looping technology for Hydrogen production • 二氧化碳捕捉之薄膜技術 Membrane technology for CO ₂ capture • 觸媒化學合成 Catalysis for Chemical Synthesis
12:30 ~ 13:30	午餐	

(五) 洽談重點

LS Fan 教授是化學暨分子生物工程學系之傑出教授，發表 300 多篇之期刊論文、4 本專書著作及 20 項專利研究，擔任二十多所公司、國家研究所、及其他研究機構的顧問，其中成功研發潔淨燃煤之 OSCAR 技術及 CARBONOX 技術，已在大型裝置示範成功。近年來致力研究由碳原料轉換之化學迴路技術，可應用在製氫、液態燃料和發電用途，也受到美國國家能源部、工業界及俄亥俄州政府高度地重視及支持，世界專家預測此技術成功商業化，將是碳轉化技術的一大突破，並可進一步解決現存的能源及環境問題。

LS Fan 教授及其研究團隊成員開發一種技術，可再利用煉鋼產生的廢氣來產生氫氣，減少鋼鐵生產過程中產生的碳排放，產生的氫氣可以重新整合到生產過程中，該技術顯著優勢之一是它可無縫整合到現有的鋼鐵生產流程中，且對工廠基礎設施的修改最少；該技術目前獨家授權提供世界第十大鋼鐵生產商塔塔鋼鐵公司使用。

Winston Ho 教授是化學暨分子生物工程學系之傑出教授，亦為美國國家工程院院士，是薄膜開發與應用領域的專家，包括分子和化學分離創新薄膜開發及相關方法定義、實用系統設計、商業化，應用包括 CO₂ 分離與捕集、氫氣純化、海水淡化與淨化、抗生素回收、廢水金屬回收等，何教授分享薄膜和相關分離技術，包括聚合物薄膜、液態薄膜等，並介紹二氧化碳捕獲、氫氣純化、燃料電池、促進傳輸、氣體處理和滲透蒸發等應用，這些膜技術可以提高能源效率並降低發電之碳排放。

Umit S. Ozkan 教授是化學暨分子生物工程學系之系主任與傑出教授，其研究興趣集中在非均相催化和電化學催化，Ozkan 博士跟我們分享其實驗室研究致力於闡明各種系統中的催化現象。目前的研究包括開發用於燃料電池應用的新型催化材料、氧化反應的高溫電催化、高溫電催化生產 NH₃、電催化二氧化碳和水還原、氫氣燃料重組、氧化催化、氫解和氫化。

(六) 參訪照片



圖 27、LS Fan 教授向團隊分享與說明



圖 28、LS Fan 教授帶領團隊至實驗室參訪



圖 29、團隊與 Winston Ho 教授合影



圖 30、Winston Ho 教授之研究生向我方分享簡報

七、拜訪 Keysight Technologies

是德科技 (Keysight Technologies) 的起源為惠普科技，於 1999 年拆分為安捷倫科技(Agilent Technologies)，並於 2014 年再次分拆成為是德科技，並在美國紐約證交所掛牌上市，並成為標準普爾 500 指數公司之一，目前是電子量測產業的領導者，提供先進的設計、模擬和測試解決方案，協助電子產品得以更快地完成開發和部署，並同時管控風險。客戶遍及全球通信、工業自動化、航空航太與國防、汽車、半導體和通用電子等市場。近年來是德深耕 5G、B5G、6G、Open RAN、專網、衛星、資訊安全、汽車電子、新能源、AI/ML、量子等領域，在無線通訊產業引領法規驗證、晶片設計驗證、終端與 RAN 產品開發驗證、電信業者驗收測試，與製造和部署後的維修和最佳化。

是德科技在 O-RAN 領域，透過其完整的測試方案以及在標準組織的深度參與，協助國內外 O-RAN 軟硬體製造商、實驗室與電信營運商，加速產品開發與驗證、O-RAN 認證實驗室規劃，以及設備發證與部署。是德科技在 6G 領域積極參與全球標準組織，並在歐盟領導與參加多個 6G 跨領域專案執行，並積極協助各地法人及廠商與歐盟 6G 專案接軌。近日是德科技獲美國白宮邀請參與 White House Initiative 擔任物聯網資安測試領域的唯一代表，為重要性日益提升的資訊安全與未來 6G 的展望提出建言。

(一) 我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人工業技術研究院、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人資訊工業策進會、耀睿科技股份有限公司

(二) 時間：2023 年 10 月 12 日

(三) 地點：1400 Fountaingrove Parkway, Santa Rosa, CA 95403

(四) 議程

時間	議程	人員
09:30-10:00	抵達 Keysight 總部，交換名片並參觀展示廳	All
10:00-10:15	BSMI 介紹	BSMI
10:15-10:30	With O-RAN towards 6G	Auray Tech
10:30-12:00	由 Keysight 分享 5G、O-RAN、6G 產業動態、測試驗證趨勢	All

(五) 洽談重點:

1. 是德科技介紹公司現況，是德科技專注於先進通訊設備，專業檢測設備技術的研發，其中包含多項的頻譜分析儀，訊號分析儀，特別強調可以直接透過機器直接分析信號，並且有超過數百項以上的專利，強調能幫客戶成功是公司最高指導原則。
2. 團隊報告目前專案的現況，包含本局任務說明，5G 智慧杆專案說明，專案團隊分工與任務說明，同時討論未來特別是在 5G/6G 的專案要如何與是德科技合作。
3. 6G 是未來的趨勢，目前為是德科技最專注的方向，現行 5G 或過往 4G 等等相關技術，是德科技大多已經有非常成功的商品。
 - 6G 將連結真實世界，數位世界和人，不單單只是通訊。
 - 在 3GPP 中，6G 將在 2025 年 release R.20。
 - 6G 所需要的四項關鍵技術，1.新的頻譜分析技術（100~300GHz，7~24GHz），2.AI 和 ML 網路（Native by design），3.數位分身（deliver phygital experience），4.新的網路架構。
 - 是德科技 6G 的策略，early and continuous（development deployment，optimized），work with market leader（Cross vertical business），Technology Breadth。
 - 6G 將使用新的頻譜~100GHz~1THz。
 - 6G 目前各個頻段的分配如圖 33。
 - 6G 目前可能的幾個選擇頻段，radio、radio navigation、Satellite。
4. 是德科技通訊能源測試平台（Test Suit）
 - 分兩大類別，RAN（Radio Access Network）、5G Core/EPC。
 - Energy Efficiency Driving Force、通訊設備太過於耗能造成很多問題，如何節省通訊設備耗能也是一個熱門的議題。
 - Network Disaggregation Increase complexity。
 - Energy to service value chain。Optimize the chain from energy supply to service, Each element matters.
 - RAN（vRAN/O-RAN）Energy Saving。
 - 是德科技介紹 5G 通訊耗能測試方案（Test Portfolio）。

■ 測試結果是針對單一設備進行，是德科技可以提供參考的指標作交互比較，希望政府、或是公正單位可以提出更好的節能驗證指標。

5. 是德科技介紹專網解決方案

■ 是德科技的專網解決方案最大的客戶是特斯拉，用來作工廠自動化等。

■ 專網的特定垂直應用領域、港口、機場、礦場、發電廠、自動化工廠、智慧物流、醫院、國防、智慧城市等。

■ Private Networks Stakeholder：電信業者、SI 業者、通訊設備業者和應用領域業者。

(六) 拜會照片

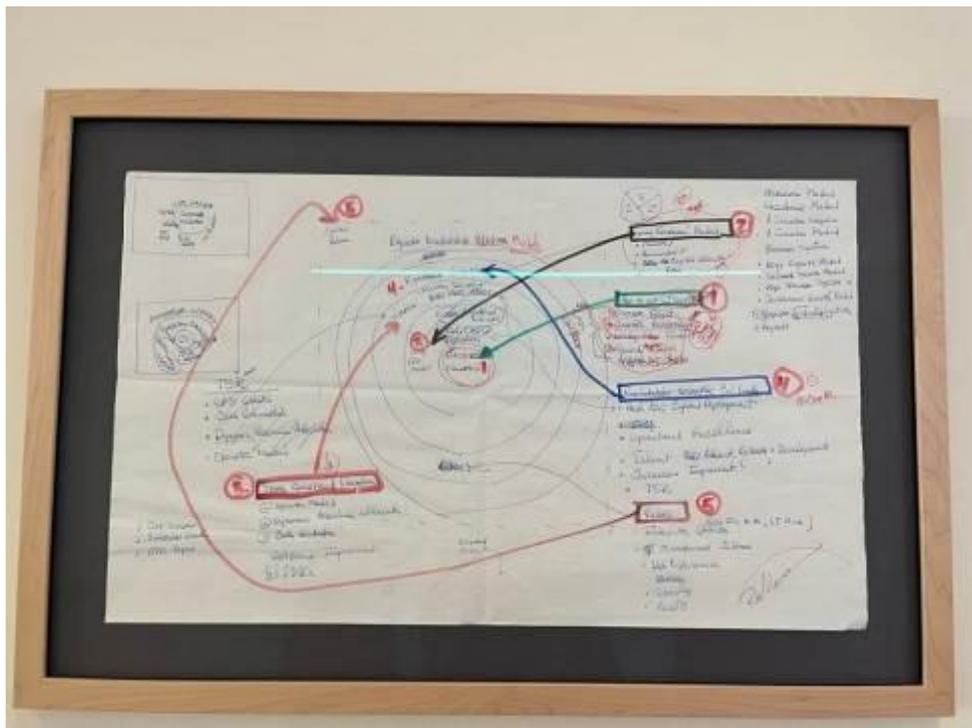


圖 31、是德科技創辦人手繪之公司價值手稿



圖 35、是德科技專網之各項應用



圖 36、陳主任誠章致贈是德科技禮品



圖 37、參訪團與是德科技相關同仁合影

八、拜訪 Skylo Technologies

Skylo Technologies 是一家位於加州帕洛阿爾託的 NTN 服務供應商，提供允許流動解調器和裝置直接透過現有衛星連接的服務。透過衛星連接的裝置由 Skylo 的商業 NTN vRAN 管理和服務，具有基於 3GPP 標準的雲端原生基站和核心。Skylo 與現有衛星營運商、地面流動網路營運商和裝置製造商合作，為用戶提供隨時隨地在地面和衛星網路之間無縫漫遊的連接解決方案。隨著愈來愈多行動通訊業者及其客戶期待在整個地理範圍和周圍水域拓展安全可靠地高頻寬連接，5G 衛星對地面連接所受到的關注日益提升。大規模的 NTN 部署可透過低成本、低功耗 NB-IoT 裝置，實現遠端感測、資產追蹤和監控等應用，進而推動包含農業、能源、醫療保健和運輸在內各產業的發展。

(一) 我方出席單位：經濟部標準檢驗局、財團法人工業技術研究院、財團法人台灣商品檢測驗證中心、財團法人資訊工業策進會、耀睿科技股份有限公司

(二) 時間：2023 年 10 月 13 日

(三) 地點：2301 Leghorn St., Mountain View, CA 94043

(四) 議程

時間	議程	人員
13:30-14:00	抵達 Skylo 總部，交換名片	All
14:00-14:15	BSMI 介紹	BSMI
14:15-14:30	With O-RAN towards 6G	Auray Tech
14:30-15:30	由 Skylo 分享商用衛星通訊產業動態、測試驗證趨勢、及實驗室參觀	All

(五) 洽談重點:

1. BSMI 簡報：由 BSMI 代表團報告標準檢驗局任務，內容包含標準制定成果、自願性產品驗證機制及 5G 智慧杆系統第 1 部至第 10 部技術規範(含英文版)。
2. Skylo 簡報：介紹 NB-IoT Non-terrestrial Network (NTN) 通信技術，其發明全新的通信方式，可以透過高軌衛星(地球同步衛星)，實現全球範圍的持續性覆蓋，更重要的是所收取費用係普羅大眾能夠負擔，其內容包含：
 - 應用情境：
 - (1) Skylo & Tag-N-Trac：可提供全球供應鏈可視性。
 - (2) Skylo & Mining：可提供礦業、油管監測。
 - 合作產品：行動設備、資產追蹤設備、穿戴裝置、IoT 設備、感測器及其他。

- 通信技術完全符合 3GPP R17 規範，無需額外建置成本，透過既有手機裝置可直接訂閱該公司技術服務，藉以達到全球範圍之持續性覆蓋。
3. 室外情境展示：Skylo 團隊接續於其公司外直接展示 NB-IoT NTN 通訊能量，經現場實證及測試，確實可透過高軌衛星信號實現行動設備之間的簡訊通訊，對於緊急災難救助確有實效。
- 室外設備展示：室外情境展示後，Skylo 率代表團進入室內，並展示「Skylo 與 Keysight 合作共同開發之 NB-IoT NTN 檢測設備」、「NB-IoT NTN 穿戴式裝置」等成熟產品。

(六) 拜會照片



圖 38、參訪團聽取 Skylo 科技簡報



圖 39、Skylo 室外展示實體手機運用 NBIoT NTN 通訊技術



圖 40、Skylo 展現 NBIoT 測試設備、商用產品、穿戴裝置等



圖 41、陳主任誠章致贈 Skylo 科技禮品

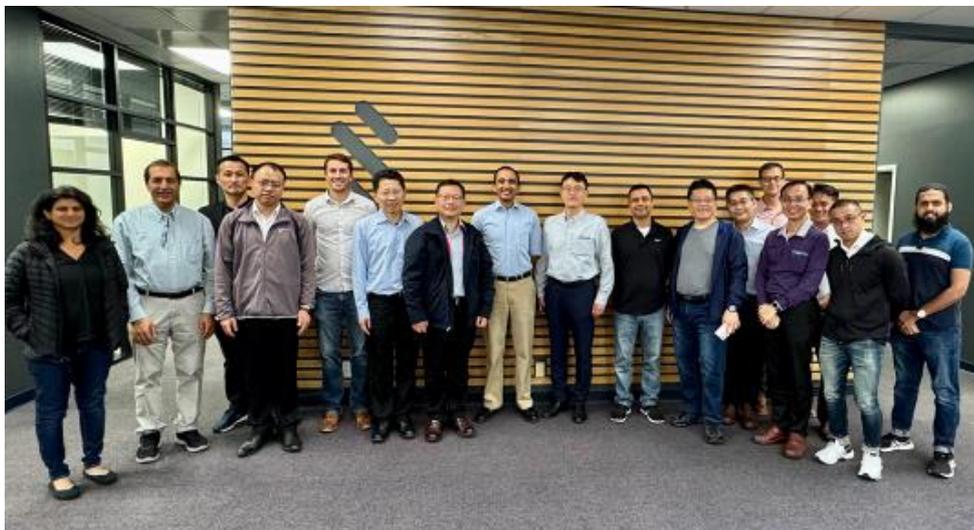


圖 42、參訪團與 Skylo 科技相關同仁合影

參、心得與建議

- 一、 這次出國參訪是一次收穫豐碩的歷程，不僅深入了解美國在資訊安全、5G 技術和通信產業的最新發展，也與各個單位進行深入交流，收集了寶貴的資訊。
- 二、 拜訪 VT-ARC 時，對 5G 智慧杆之未來商業應用進行深入探討，VT-ARC 利用其與學界之結合，開創出許多創新理念和技術方案，是國內較少見之運作模式。建議後續在 O-RAN 規劃上，於 6G 相關項目推動 use case 及 power consumption 等。
- 三、 在 ATIS 的會談中，我們了解該協會在 6G 領域的研究成果及推動產業標準的努力。建議後續合作如下：
 - 資安議題合作：可針對 6G 萬物智聯(AIoT)所面臨資安議題，推動制定相關標準，過程中可瞭解美國電信相關組織發展趨勢，展現我國技術能量，並提升臺廠產業能見度。
 - 建議標準規範共享：5G 智慧杆系統為智慧城市最重要基礎設施，本局已完成 5G 智慧杆系統中杆體、掛載設備及平臺共 11 部技術規範，ATIS 則制定智慧城市之間 API 及資料互運性，透過雙方標準及規範共享，有助於互相受益，促進更多的技術創新。
 - 建議 6G 應用參與交流：透過定期參與政策和法規的制定，以確保我國電信產業持續發展性，無縫接軌 6G 應用，促進臺廠產業自主量能。
- 四、 在與 NIST 的會談中，雙方就 CSF 2.0 資安框架、電動車供電設備之資安測試、5G 智慧杆和 5G O-RAN/OTIC 與資安測試工具等議題進行雙方分享與交流，發現不管是在美國或是在臺灣，大家關注的議題都相當一致，如資安、通訊與綠能。不過 NIST 所提出的 CSF 2.0 或是 NIST IR 8473 有關電動車快充設施的資安，都是比較偏資安框架或僅討論到所謂的資安要求；反觀，臺灣無論是電動車供電設備、5G 智慧杆及 5G O-RAN 等，都已有落實相關測試的實務經驗，這是臺灣目前較為領先的部分，之後期許可與 NIST 或旗下 NCCoE 就相關規範制定內容進行合作。
- 五、 在參觀 NIST 淨零實驗室(NZERTF)，透過 NIST 的機械工程師 Brian P. Dougherty (Fed)跟我們介紹有關淨零實驗室，從規劃、設計、布置與建材選

用等，非常詳盡地說明，其中最重要的就是看供電的設備(太陽能板)能輸出多少電能供應，接著再設計布置相關的智慧感測調節裝置，這樣才能容易地做到淨零排放。

六、 Long Ridge 發電廠的氫氣混燒技術已成功示範未來發電趨勢，我國為達到 2050 年淨零排放，台電公司亦積極發展「低碳發電」，台電公司與中研院合作研發，整合台電引進的國內第 1 套 65 kW 混氫型微氣渦輪發電系統，今年 9 月已成功以混氫 10 %比例運轉發電，後續將擴展應用規模，目標以氫氣替代 5 %天然氣混燒，未來更將視技術發展逐步提高混氫比例，進而推展至國內其餘電廠機組。俄亥州立大學化學暨分子生物工程學系三位教授之研究除了實驗室開發測試外，亦積極進行商業化之研發並獲得業界認可，值得我國研究單位參考學習；LS Fan 教授之潔淨碳技術，可再利用產製鋼時的廢氣產生氫，Winston Ho 教授薄膜技術可用於二氧化碳捕捉，Umit S. Ozkan 的觸媒材料可提升燃料電池性能。配合國家淨零政策及產業碳盤查需求，本局積極推動擴增國內碳盤查機構能量與規劃發展數位盤查技術，並研究氫能品質驗證與流量測量等相關技術；本次參訪有關氫能、低碳製鋼之技術，對於未來相關氫能驗證技術發展及碳排放查證極具參考價值，如 LS Fan 教授再利用煉鋼產生的廢氣來產生氫氣，該產生氫氣之品質及碳含量計算亦須考慮更多面向，本次參訪之相關研究資料將納入本局碳查證與氫能計畫參考，俾未來規劃更為完善之查證與驗證技術。

七、參訪是德科技發現其所發展之各項技術與產品均有其獨特性與專業性，未來國內若有需要發展，尤其是 6G 通訊技術，建議可以與是德科技合作，加速發展速度。

八、透過這次參訪了解到 Skylo 所提供之 NB IoT NTN 通信技術極具潛力，可以透過現有的地球同步衛星，實現全球範圍的持續性覆蓋。這對於缺乏陸地網路覆蓋的地區，特別是偏遠地區和災害區域，具有重要價值。建議雙方繼續深化合作，特別是在應用情境的開發和整合方面，可有助於我國於特定場域需求建置並確保 Skylo 技術能夠最大程度發揮其功能。該公司希望本局協助提供相關對應聯繫窗口，轉介我國公部門與相關法人團隊，了解 Skylo 全球化營運目標、產品內容、建立產業生態系等相關需求。