

出國報告（出國類別：開會）

參加「2024 國際地理測繪資訊展
（INTERGEO 2024）」會議
出國報告

服務機關：內政部地政司

姓名職稱：鄒技士芳諭

派赴國家/地區：德國斯圖加特

出國期間：113年9月22日至10月1日

報告日期：114年1月14日

摘要

內政部地政司積極發展新型測繪技術，包含室內外無縫製圖、三維物件自動化製圖技術，同時致力於高精地圖自動化製圖、自動化更新、軟硬體自籌自駕導航整合技術及無人載具科技創新沙盒實驗，並辦理智慧政府治理空間資訊適地性服務等工作。

內政部參與「2024 國際地理測繪資訊展(INTERGEO 2024)」，目標為蒐集國際空間測繪技術、高精地圖及智慧駕駛相關資料，以促進未來發展方向及政策擬訂。基於該目標，研討會部分針對「移動測繪技術」、「數位孿生(Digital Twin)」及「建築資訊模型(BIM)」等 3 主題作為研蒐方向，博覽會部分則以德國政府地圖測繪及大地測量局(BKG)、RiegI、TopoDOT、Phase ONE、HP SitePrint Robot 等攤位交流作重點介紹。同時本次內政部與國立成功大學高精地圖研究發展中心於博覽會擺攤，以宣傳並推廣我國高精地圖成果及無人載具導航整合技術，增加國際專業人士技術交流，提升產業合作及市場開發。另於會議後參訪德國斯圖加特大學測量工程研究所 IIGS 及德國慕尼黑 NavVis GmbH 總部，進行大地測量、衛星定位及移動測繪技術等相關研究與應用之交流。

目錄

壹、緣起與目的.....	1
貳、出國過程.....	2
一、 出國期間.....	2
二、 出國行程.....	2
三、 出國人員.....	2
參、會議重要內容.....	3
一、 辦理單位.....	3
二、 會議議程及參展攤位配置.....	3
三、 博覽會參展單位重點介紹.....	4
四、 博覽會參展擺攤簡要紀錄.....	10
五、 研討會主題及重點摘要.....	13
肆、參訪內容.....	18
一、 斯圖加特大學(Universität Stuttgart)參訪.....	18
二、 NavVis GmbH 慕尼黑總部參訪.....	22
伍、心得及建議.....	25

圖目錄

圖 1、INTERGEO 2024 研討會會場及博覽會參展攤位位置簡圖	4
圖 2、德國聯邦製圖及大地測量局(BKG)攤位	5
圖 3、RIEGL 攤位 Jürgen Nussbaum 說明產品	6
圖 4、空載光達 VQ-1560 III-S(左)、車載光達 VMX-2HA(中)、	6
圖 5、與 RIEGL 首席銷售長 Jürgen Nussbaum 合影	7
圖 6、TopoDOT 攤位技術交流	8
圖 7、Phase ONE 攤位技術交流	8
圖 8、Acer 攤位技術交流	9
圖 9、HP SitePrint Robot 工地佈局	10
圖 10、會議前 1 日攤位布置照片紀錄	11
圖 11、會議第 1 天團隊攤位合影	11
圖 12、攤位技術交流相關紀實	12
圖 13、荷蘭 AI-INFRASOLUTIONS(左)及 TomTom(右)攤位技術交流紀實 ..	12
圖 14、斯圖加特大學大地工程及空間資訊研究所外觀一覽	19
圖 15、參訪斯圖加特大學測量工程學研究所	20
圖 16、德國 TransSec 計畫簡報	21
圖 17、NavVis GmbH 慕尼黑總部外觀一覽	22
圖 18、與 NavVis 首席進行交流	23
圖 19、NavVis 首席執行官進行手持式光達 NavVis MLX 教學	24

壹、緣起與目的

內政部地政司為測繪政策主管機關，積極發展新型測繪技術，目前科研計畫之「智慧三維測繪技術研發及應用推廣計畫」極力發展室內外無縫製圖技術、研發三維物件自動化製圖技術、辦理智慧政府治理空間資訊適地性服務等工作，「自駕車用高精地圖與導航安全關鍵技術整合研發計畫」為精進高精地圖製圖與自動化更新技術、發展軟硬體自籌高精地圖自駕導航整合技術、建立產業標準及檢核規範等工作，「無人載具科技創新高精地圖實證運用計畫」為辦理高精地圖資料產製及品質管控、圖資運用諮詢服務等工作。

「2024 國際地理測繪資訊展(INTERGEO 2024)」為全球規模最大的測繪地理資訊交流平臺，本次會議重點主題為地理資訊管理人工智慧與數位化、地球觀測與環境監測、城市數位孿生、建築資訊模型(BIM)結合地理資訊、人工智慧於測繪領域之應用、雷射掃描最新發展及自動駕駛高精度定位等，與內政部測繪應用計畫之多項重大執行事項有高度相關，故派員參加 INTERGEO 2024 會議，蒐集國際間空間資訊及測繪技術應用、人工智慧於測繪及地理資訊之應用、高精地圖及導航定位議題之相關資料，並於該會議擺攤展示我國高精地圖技術發展及自行研發之慣性導航系統成果，期與國際接軌。另於會議後參訪德國斯圖加特大學測量工程研究所及德國慕尼黑 NavVis GmbH 總部，進行大地測量、衛星定位及移動測繪技術等相關研究與應用之交流。

透過參與此次會議及參訪安排，利於了解國際測繪及空間資訊最新技術及應用，汲取各式圖資測繪技術、空間資訊應用方向及推動經驗，作為我國後續推動空間測繪技術應用及高精地圖政策規劃之參考依據。並藉此次研討會擺攤機會，宣傳我國無人載具導航整合技術、高精地圖發展情形及實力，促進國際產、官、學界之專業人士進行知識探討與技術交流，增加產業合作及經貿交流機會，進一步提升我國測繪相關產業技術及市場。

貳、出國過程

一、出國期間

自 113 年 9 月 22 日至 113 年 10 月 1 日止，共計 10 天。

二、出國行程

日期	預定行程	時間
113/9/22(日)	臺灣桃園－德國慕尼黑	從臺灣桃園國際機場搭乘臺灣時間 9/22 23:55 長榮航空班機出發，於當地時間 9/23 07:35 抵達德國慕尼黑國際機場。
113/9/23(一)	德國慕尼黑－斯圖加特	交通移動至斯圖加特，會場攤位布置。
113/9/24(二)	德國斯圖加特	參與 INTERGEO 會議、擺攤。
113/9/25(三)	德國斯圖加特	參與 INTERGEO 會議、擺攤。
113/9/26(四)	德國斯圖加特	參與 INTERGEO 會議、擺攤。
113/9/27(五)	德國斯圖加特	學術參訪及交流：斯圖加特大學 (Universität Stuttgart)。
113/9/28(六)	德國斯圖加特－慕尼黑	交通移動至慕尼黑。
113/9/29(日)	德國慕尼黑	業界參訪及交流：NavVis GmbH 慕尼黑總部。
113/9/30(一)	德國慕尼黑－臺灣桃園	從德國慕尼黑國際機場搭乘當地時間 9/30 12:00 長榮航空班機出發，於臺灣時間 10/1 06:35 抵達臺灣桃園國際機場。
113/10/1(二)		

三、出國人員

此次參加人員除內政部地政司派員 1 名外，另請國立成功大學高精地圖研究發展中心(以下簡稱高精地圖中心)派員 5 名，辦理 INTERGEO 2024 會議攤位展覽事宜，並規劃相關參訪行程。

參、會議重要內容

一、辦理單位

「2024 國際地理測繪資訊展(INTERGEO 2024)」係由德國大地測量、地理資訊及土地管理協會(Gesellschaft für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement, DVW e.V.)主辦，該協會成立於 1871 年，原為一個技術科學協會，目的為「透過分享科學知識和實踐經驗來促進測量工作」，現在已發展成為大地測量、地理資訊及土地管理協會，由 13 個註冊的 DVW 聯邦分會組成，目前約有 7,000 名會員，是德國最大的專業測量師協會。

二、會議議程及參展攤位配置

INTERGEO 2024 於德國斯圖加特當地時間 9 月 24 日至 9 月 26 日斯圖加特展覽中心(Messe Stuttgart)舉行，本次會議重點主題為地理資訊管理人工智慧與數位化、地球觀測與環境監測、城市數位孿生(Digital Twins)、建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)、營建工程(ACE)結合地理資訊、人工智慧於測繪領域之應用、雷射掃描最新發展及自動駕駛高精度定位等，另集結各國相關領域之產官學參展，為全球規模最大之測繪地理資訊交流平臺，可促進參與者建立聯繫、合作。

本次會議除了研討會外，尚有博覽會舞臺、BIM & AI 舞臺及無人機舞臺等 3 場地分享相關議題，本次研討會日程如下：

日期及時間	研討會會議室 1	研討會會議室 2	研討會會議室 3
9/24 09:30~ 11:30	開幕主題演講：「轉型世界的地球觀測—全球監測與地方行動」 Opening Keynote: "Earth observation for a world in transition - global monitoring and local action"		
12:00~ 18:00	數位孿生 Digital Twins	地球觀測 Earth Observation	氣候等衛星數據 Satellite data for climate and more
9/25 09:30~ 17:30	建築資訊模型 BIM	都市計畫/ 土地開發/估價 Stadtplanung/ Landentwicklung/ Wertermittlung	德國製圖大會 German Cartography Congress
9/26 09:30~ 16:00	地理資訊管理的展望 Zukunft der Geoinformationsverwaltung	城市數位孿生 Urban Digital Twins	工程大地測量學 Engineering geodesy

另本次會議之博覽會由來自 121 個國家之 579 家廠商參展，參觀者超過 17,000 人，研討會場地及博覽會參展攤位簡圖如圖 1 所示，其中紅色箭頭指向為高精地圖中心攤位位置。



圖 1、INTERGEO 2024 研討會會場及博覽會參展攤位位置簡圖

三、博覽會參展單位重點介紹

本次 INTERGEO 2024 之博覽會(EXPO)吸引了 579 個參展商，涵蓋產、官、學、研相關單位，展示內容主要為測繪領域及空間資訊相關軟硬體、新興技術、多元應用成果等，攤位分散於展場 1、3、5(圖 1 中 Hall 1、Hall 3、Hall 5)，以下重點介紹相關參展商：

(一) BKG(Bundesamt für Kartographie und Geodäsie)

德國聯邦製圖及大地測量局(BKG)，成立於 20 世紀中期，隸屬於德國聯邦內政部，總部設於法蘭克福，是德國國家級地圖繪製及地理測量機構，負責全國範圍內地圖製作、地理資訊系統管理及大地測量相關工作。其主要業務範疇涵蓋如下：

1. 地圖測製：BKG 負責德國官方地圖製作與更新，包含地形圖、城市規劃圖及專業領域專用地圖，為德國基礎設施建設、環境保護、災害管理及科學研究提供了重要資源。
2. 測量基準之建立與維護：BKG 是德國高精度地理基準之負責機構，包含地理坐標、高程基準及大地測量網之建設與維護，為高精度地圖生成之重要關鍵，另同時可用於自動駕駛導航系統、智慧城市建設及其他相關應用。
3. 地理空間資訊基礎設施(GDI-DE)管理：BKG 是德國地理空間資訊基礎

設施(GDI-DE)核心管理機構，負責統一國家地理資訊之格式及標準，並促進地理資訊於各部門間之共享與協作，該基礎設施涵蓋道路、土地使用、建築物資訊等數據，為高精度地圖及智慧應用場景提供了建置基礎。

4. 推動大地測量國際合作：BKG 作為國際測量機構重要成員，參與歐洲及全球多點合作，例如 INSPIRE 計畫及國際大地測量協會(IAG)。BKG 於大地測量、衛星導航及全球地理資訊系統共享方面積極推廣國際合作，確保德國相關測量數據符合國際標準。
5. 高精地圖應用技術：BKG 提供高精地圖及地理資訊被廣泛應用於智慧交通、自動駕駛、災害應急、國防安全等領域。例如自動駕駛車輛之導航系統依賴於 BKG 提供之精確地圖資料，確保車輛定位及路徑規劃之準確性。



圖 2、德國聯邦製圖及大地測量局(BKG)攤位

(二) RIEGL

RIEGL Laser Measurement Systems GmbH (以下簡稱 RIEGL)是全球 3D 雷射掃描儀(光達)及系統供應商，該公司成立於 1978 年，總部設立於奧地利，公司創辦人 Johann Rieggl 博士是專精於電子測量技術之科學家，他以「精準測量，改變世界」為創業理念，致力於開發最先進測量技術，故 RIEGL 始終保持著技術領先，並將自身定位為光達(LIDAR)行業技術先驅。

本次參觀 RIEGL 攤位時，由該公司首席銷售長(CSO)Jürgen Nussbaum 幫我們介紹相關產品(圖 3)，該公司產品涵蓋多種 LIDAR 設備，廣泛應用於地面測繪、航空測繪、工業檢測和自動駕駛技術等領域，依應用場景可分為以下幾類：

1. 地面光達：專為高精度地形測繪設計，適合用於基礎設施建設、建築物模型化和災害管理等應用場景，其產品特點為長距離、全波形之雷

射特性，可快速獲取地面資訊，應用場景如快速獲取城市三維點雲資訊、奧地利冰凍比對掃描以了解變化情形、蘇黎世市警察局用於事故現場掃描調查等。

2. 車載光達：為了將移動載臺(如船舶、車輛、軌道車)上之掃描資料結合，車載光達結合 GNSS 定位及 IMU 慣性導航系統資料等輔助設備，可將移動中掃描之點雲成果做完美結合。
3. 空載光達：大型機載之空載光達可高效率獲取大範圍區域之三維資訊，並可在危險或難以到達之區域獲取數據，同時廣泛應用於農業、林業、考古、資源調查、礦業、電力管理、測量及都市計畫等，可快速且準確地生成數值地形模型(DTM)及數值地表模型(DSM)，其技術優勢包含高效多目標測繪能力、長距離測繪、集成高精度 GPS 與 IMU 技術。
4. 無人機(UAV)光達：基於無人機系統(UAV/UAS/RPAS)應用開發之測量級機載光達，利用無人機載臺進行雷射掃描，可於危險或難以到達區域獲取資料，同時應用於精確農業、林業、古蹟考古、資源調查、礦業、電力管理、測量及都市計畫等領域，輕量化設計配合全波形雷射，可精準快速獲取 DEM 成果。



圖 3、RIEGL 攤位 Jürgen Nussbaum 說明產品

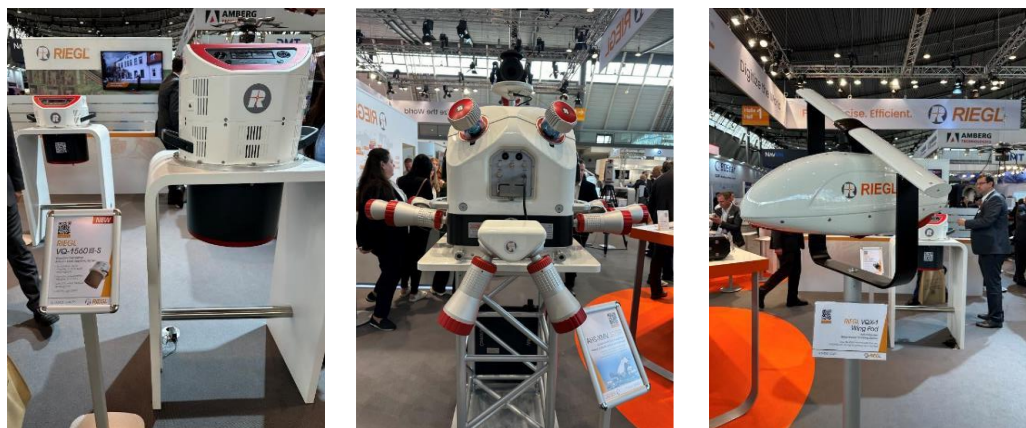


圖 4、空載光達 VQ-1560 III-S(左)、車載光達 VMX-2HA(中)、空載翼吊型空達 VQX-1 Wing Pod(右)



圖 5、與 RIEGL 首席銷售長 Jürgen Nussbaum 合影

(三) TopoDOT

為點雲處理技術之軟體公司，總部位於美國佛羅里達州奧蘭多，該公司致力於為光達及影像之數據處理提供高效解決方案，服務範圍涵蓋土木工程、道路建設、鐵路設施管理及智慧城市等多個領域。

TopoDOT 支援從各類光達掃描設備 (如移動式光達、靜態光達、無人機光達等) 提取之點雲數據，並能與 GIS 系統結合，其 TopoShare 功能允許使用者將數據儲存及共享至私有或公共雲服務，確保數據安全性與靈活性。另提供自動化之數據評估分析工具，包含點雲偏差分析、密度熱圖生成、與控制點準確性對比，提升使用者處理數據之效率。相關重點應用如下：

1. 道路特徵萃取：包含道路標線、路面狀況、折線、坡道與車道入口，分析模組包含路面條件評估、橫坡分析、體積計算及車輛模擬。
2. 鐵路特徵萃取：包含 2D 與 3D 鐵路線、門架及鐵路電纜等，分析模組包含視線分析、淨空距離計算及軌距分析。
3. 建築與橋梁建模：提供高效 3D 建模工具，可自動檢測結構碰撞並生成詳細報告，分析模組包含結構模擬及精確幾何計算分析。

本次參觀 TopoDOT 攤位，經該公司產品銷售經理 Filipe Pinto 介紹該軟體主要功能，並說明技術優勢為其擁有數百種自動化提取和分析工具，可大幅降低人工介入，提升工作效率；支持多種來源之點雲數據，並能與 GIS 及 CAD 軟體搭配使用，確保數據處理精確性與靈活性；操作界面直觀，即使非技術背景之使用者也能快速上手，充分使用軟體功能。經交流後，該公司產品銷售經理表示 TopoDOT 針對道路標線可達到自動化萃取，並播放相關操作影片讓我們了解 (圖 6)。



圖 6、TopoDOT 攤位技術交流

(四) Phase ONE

該公司成立於 1993 年，總部位於丹麥哥本哈根，生產一系列高解析度中、大像幅相機，專為航拍、製圖及測量而設計，除可單獨使用外，更可依使用者所需之應用而自行整合多台相機，為因應眾多之整合需求，該公司推出 iX Controller 控制器，可作為空拍系統之中央樞紐，同時控制多台相機，搭配 GNSS/IMU 慣導系統、陀螺自動定平基座，並利用 iX Capture 和 iX Flight 軟體進行處理。圖 7 為 Phase ONE 銷售經理介紹該公司相關產品。

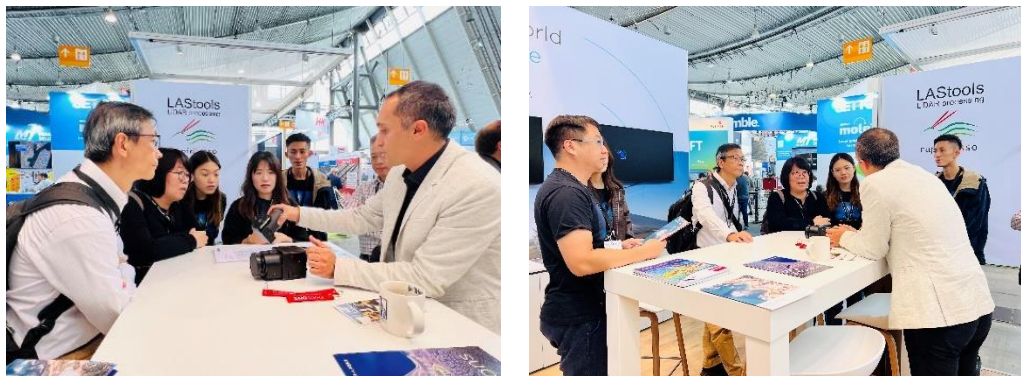


圖 7、Phase ONE 攤位技術交流

另 Phase ONE 邀請臺灣 Acer 公司一起參展，Acer 本次主要展示 SpatialLabs™ View 顯示器，該顯示器為一 3D 顯示器，無須戴上 3D 眼鏡即可感受 3D 沉浸式體驗為其一大亮點。現場於該顯示器上展示城市

建物，由使用者以左右擺動頭部去感受 3D 呈現，續由工作人員展示高解析度蜜蜂模型於螢幕，使用者可透過手勢變化將畫面拉近、拉遠、旋轉等，完整呈現真實世界 3D 視覺享受(圖 8 為與 Acer 技術交流合影)。



圖 8、Acer 攤位技術交流

(五) HP SitePrint Robot

HP 最廣為人知的產品線為印表機，本次於攤位展示亮點為 2022 年 9 月發表之 HP SitePrint Robot，為 1 臺小型列印機器人，特別的是可將整組工程藍圖列印於建築工地上，將「列印」範圍推進至工程領域，將施工現場佈局之生產力及自主性大幅提升，節省人力及時間。

HP SitePrint 搭配全站儀及 HP 設計之新型智慧導航系統，可非常精確直接將輸入之工程藍圖列印在地面上，並於 45 分鐘內便可完成一般人工需 7 小時才能完成之佈局工作，成品包括精確曲線及各種複雜形狀。該機器人除了可列印之表面種類非常多元外，運行之地面不需乾淨平整，其內建避障功能可處理不規則之表面及 2 公分高之障礙物，即使地面有劇烈起伏情形或大型障礙物，也可自動繞過。該機器人專為工地設計，非常堅固且便於攜帶，除列印藍圖外，也可一併將一些現場所需資訊列印出來，像是藍圖上註釋或注意事項。其設置是以遠端連線之雲端來進行管理，建築工地負責人完全可使用平板操作與調整。

HP SitePrint 工作原理及流程如下：

1. CAD 準備：需要一個 2D CAD 檔案，插入附加列印資訊予說明，將該 CAD 檔案 2D.dxf 儲存至雲端。
2. 場地準備：與人工手動佈局一樣清晰的區域，不需特別清潔地板，另確保用於全站儀設定之控制點準確標記。
3. 方案設定：設置全站儀並拍攝控制點，將全站儀鎖定於機器人追蹤稜鏡上，透過使用者介面(平板電腦、手機、筆記型電腦等)將全站儀無線連接至 HP SitePrint 系統。
4. 作業執行：於控制面板開啟 CAD 文件，選擇列印區域即可進行施工佈局。

HP SitePrint 透過自主技術減少佈局及勞動成本，使用印刷文本來豐富現場訊息，節省時間，並釋放專業知識於其他地方增加價值，完全符合當代人們對於機器人所能提供服務之期待，讓專業人員可以專心進行更重要之事情，而耗時卻不見得可靠之工作可交給機器人。



圖 9、HP SitePrint Robot 工地佈局

四、博覽會參展擺攤簡要紀錄

本次內政部與高精地圖中心於博覽會(EXPO)參展擺攤，以展示我國高精地圖技術及自行研發之慣性導航系統成果，於會議前 1 日(9/23)至攤位進行布置，如圖 10。

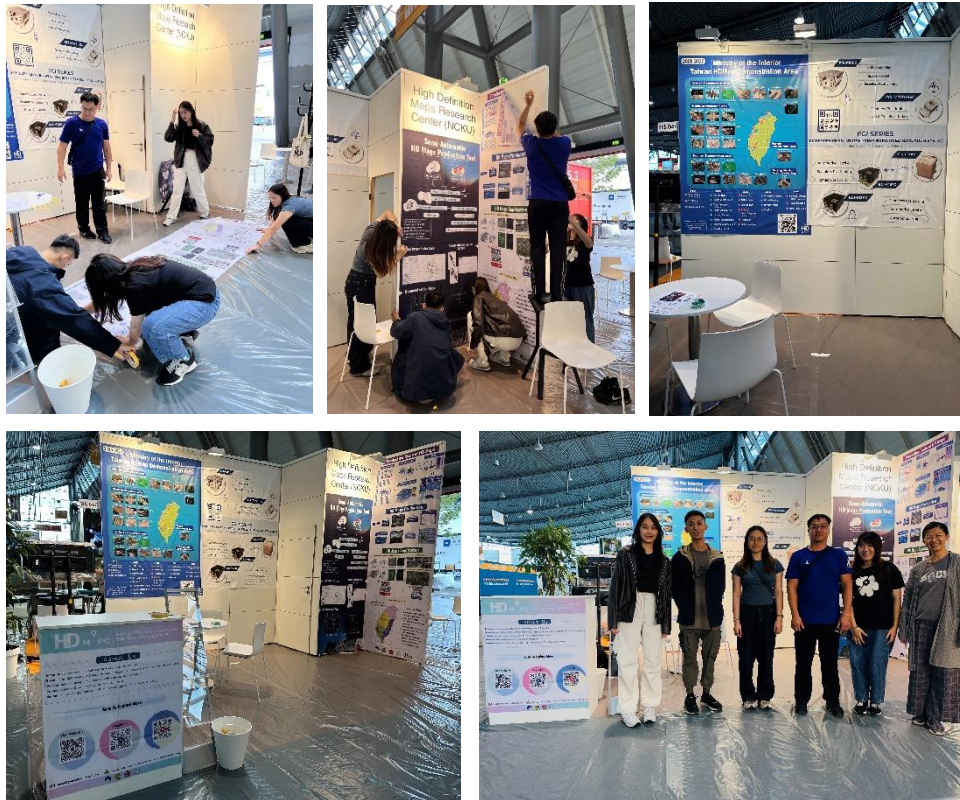


圖 10、會議前 1 日攤位布置照片紀錄

本次展出內容為我國高精地圖測製成果及場域分布圖(108 至 112 年)、高精地圖生態系統、高精地圖標準與指引、自研之慣性導航系統成果及高精地圖中心簡介等，攤位亦備有相關宣導品及 DM 發放，會議期間(9/24~9/26)擺攤活動花絮如圖 11~圖 13。



圖 11、會議第 1 天團隊攤位合影



圖 12、攤位技術交流相關紀實

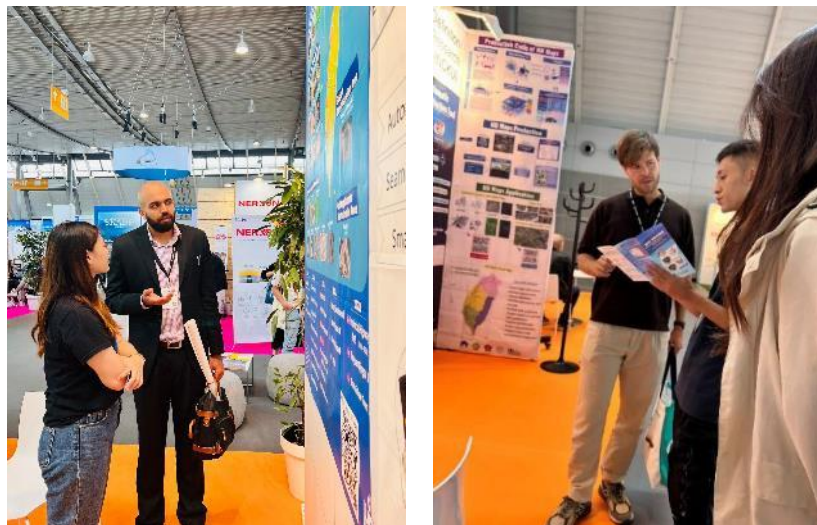


圖 13、荷蘭 AI-INFRASOLUTIONS(左)及 TomTom(右)攤位技術交流紀實

展覽期間每日參訪攤位人數超過 100 名，與許多製圖商、定位定向系統儀器商、軟體開發商、學術機構等進行交流，結交許多產官學研領域技術人員及進行研究成果分享，針對交流情形簡要說明如下：

- (一) 美國 Dynamic Map Platform (DMP)：對於我國高精地圖標準及指引、高精地圖點雲圖感到興趣，並表示美國有車商洽詢該公司是否有臺灣高精地圖，藉由交流分享如何將圖資及技術行銷推廣至世界各地，並期許未來合作可能性。
- (二) 荷蘭 AI-INFRASOLUTIONS：針對我國建置之高速公路控制點雲地圖包含作業規劃、儀器設備、數據採集、資料處理等進行技術交流，探討未來合作可能性。
- (三) 香港政府：對於我國發布之高精地圖標準及指引，期望可提供相關文件，做為香港未來測繪高精度圖資測考依據，亦探討在香港推廣應用、國際擴散之可能性。
- (四) 法國史特拉斯堡大學：法國高精地圖主要由私人企業自行繪製，製作流程、規範、精度、技術文件等皆為不公開，而我國高精地圖標準及指引屬於公開文件，對於我國圖資製作流程表示興趣；另對於團隊發展之工具包含半自動化生產、變異偵測、室內外定位 APP 等進行了解，透過交流分享該團隊的運作機制及技術。
- (五) 烏克蘭 Research Institute of Geodesy and Catography 及 SOFTPRO：為 GIS 軟體公司，主要業務之一為製作該國國內圖資，因此對於我國測製圖資作業流程、儀器設備、精度規範等表示興趣，期望藉由交流評估未來合作可行性。
- (六) 新加坡政府：對於我國智慧道路及城市、數位孿生表示興趣，討論內容聚焦於推動高精地圖技術結合智慧城市建設發展應用。

五、研討會主題及重點摘要

因本次研討會主題非常多，涵蓋範圍相當廣泛，本次著重於介紹「移動測繪技術」、「數位孿生(Digital Twin)」及「建築資訊模型(BIM)」三大主題。會議重點摘要如下：

(一) 移動測繪技術

1. 移動測繪技術相關應用

Hexagon 於研討會中有一論壇探討該公司利用移動測繪技術，發展智慧網聯及自動駕駛解決方案，涵蓋自動駕駛模擬、測試及驗證全流程，由該公司地理資訊系統部門 Antonio Mendes、Gilles Monnier 等人介紹相關智慧製造、移動式製圖、GNSS 精準定位技術及自動駕駛平臺開發等議題。

論壇中介紹智慧駕駛相關產品包含 AutonomouStuff、VTD & ADAMS、Leica Pegasus、NovAtel 等，其中 AutonomouStuff 為推動

自動化技術及自主移動之發展，提供最佳客製化平臺、產品、軟體、工程服務及自動駕駛解決方案，加速部署驅動未來自主移動之技術；VTD & ADAMS 為智慧駕駛模擬測試，VTD 為道路生成、場景定義、交通及聲音模擬、類比控制、影像生成等提供模組化工具集，ADAMS 為車輛模擬及分析工具，可實現真實車輛行為模擬，並於安全性、舒適性及動力方面測試並改進；Leica Pegasus : Two Ultimate 透過 3D 雷射點雲及 360° 影像，以測繪 mm 等級精度，採集城市數位孿生相關資訊，Leica Pegasus 可批次工作進行道路特徵萃取，並以 OpenDRIVE 格式準確匯出，且其係高精地圖核心，為汽車平臺感測器校準、汽車定位及環境感知提供所需之地面真實性；NovAtel 之高性能天線、接收儀及模組是高精度定位領域之核心產品，廣泛應用於測量、導航、GIS、航空、航海、智慧農業等。

2. 高精地圖應用於自動駕駛

2017 國際消費電子展(CES)，國際知名地圖廠商 HERE 公司推出「Electronic Horizon」創新技術，係透過車輛內部軟體，將地圖資訊與來自雲端之動態道路資料結合，生成簡化的路徑表示，預測前方數百公尺至數公里之路況。該系統可將這些資訊提供給先進之駕駛輔助系統(ADAS)，以優化車輛動力及安全性能。例如系統可於接近急彎前，根據其他駕駛者減速行為，提前調整車速，提升行車安全性。HERE 公司當時所展示之高精地圖技術，被視為實現自動駕駛關鍵因素之一，其高精地圖可將車輛內部感測器即時數據與雲端資料結合，達到約 10 公分精確度。該公司平臺仍持續收集全球數據，累積約 50 PB 之資料，並透過精密攝影機、LiDAR、航空攝影等技術，不斷更新高精地圖資訊。

賓士(Mercedes-Benz)所屬戴姆勒集團(DAIMLER)，為了提升自動駕駛精準度，和 HERE 公司合作，開發 HERE HD Live Map 即時地圖，並整合到自動駕駛技術中。賓士自動駕駛系統為 DRIVE PILOT，為德國及美國第一個正式上路之 SAE Level 3 系統，其允許汽車於一定條件下自動駕駛，可使駕駛者行車過程中視線離開(eyes off)及雙手離開方向盤(hands off)，只要前方有其他車輛並且視野清晰，駕駛者就可享受片刻自由，惟遭遇緊急狀況時，駕駛者仍須隨時介入操作。目前在德國高速公路使用該系統有條件自動駕駛已達到 13,191 公里，該公司計劃讓配備該系統之汽車可於德國高速公路以最高 95km/hr 時速自動駕駛，並以 130km/hr 時速自動駕駛為目標。

搭載 DRIVE PILOT 系統的車輛均配備光達、攝影機、雷達及超音波雷達等感測器，由前開感測器蒐集到大量數據後，輔以高精地圖提供之三維道路及周邊設施資料(含道路幾何、道路特性、交通標誌、交通事故或施工等道路事件資訊)，再以高精確度全球定位系統

(Global Position System, GPS)，使系統可將車輛位置坐標誤差值控制於數公分之內，而配備該系統之車輛不僅可隨時更新這些重要資訊，在車內亦同時儲存 1 份地圖資訊作為比對。簡報者 Dr. Michael Mink 指出車輛搭載自動駕駛系統要達到有條件之自動駕駛，仍需附加高精地圖圖層，以提升行車安全性。

(二)數位孿生(Digital Twin)

1. 人工智慧結合數位孿生之應用

數位孿生(Digital Twin)是一種真實世界之動態虛擬再現，透過整合即時地理資訊與先進模擬技術，提供對現實世界之精確建模，此虛擬模型可用於預測、規劃與最佳化管理。當人工智慧(AI)用於數位孿生時，AI 技術可從數位孿生中提取有價值之項目，有效進行數據分析，協助企業進行更精確預測與決策；AI 可於數位孿生中可模擬不同場景，幫助使用者於問題發生之前就採取預防性措施。德國相關應用場景如下：

- (1) 鐵路系統：德國鐵路股份公司旗下之「德國數位軌道計畫 (Digitale Schiene Deutschland, DSD)致力於提高鐵路網路運行能力，其與 NVIDIA 合作，利用 NVIDIA Omniverse 平臺建立全國鐵路系統之數位孿生模型，可精確模擬列車於整個路網中自動運行情況，包含城市及鄉村軌道、車站月臺測量結果及車輛感測器等。透過該數位孿生模型，DSD 可開發出高度感知與事故預防及管理系統，以便於日常鐵路列車運行過程中偵測異常情況並做出最佳回應。
- (2) 水資源管理：德國積極應用數位孿生技術於水資源管理領域，如柏林工業大學為泵站進行數位化改造，建立數位孿生系統，可自動檢測及清理堵塞問題，從而減少 30%維護時間、降低 25%維護成本。
- (3) 工業製造：於工業製造領域，德國企業如 BMW 正利用數位孿生技術來優化生產流程，BMW 與 NVIDIA 合作，使用 Omniverse 平臺建立虛擬工廠，模擬生產線運作，預測潛在問題並進行優化，該虛實結合之方法有助於提高生產效率、降低成本，並縮短產品上市時間。

2. SpatialGPT

SE3 Labs GmbH (SE3)是發展 3D 電腦視覺及人工智慧技術之創新公司，總部位於德國，核心團隊成員擁有豐富的 3D 電腦視覺經驗，曾在 NVIDIA Research、Tesla Autopilot、Artisense 和 BMW 自動駕駛等領域工作，其目標無致力將複雜空間資訊轉化為可操作之語意資料。

SE3 主要產品為 SpatialGPT，結合 AI、3D 電腦視覺與自然語言模型處理之創新平臺，其可自動從無人機影像或航照影像中萃取物件語意訊息，整合至 3D 數位孿生模型，並理解其空間關係。作為一種自然語言使用者界面，SpatialGPT 可理解使用者查詢或執行數據處理之任務，並提供所需之輸出。該平臺提供直觀 3D 可視化工具，可流暢傳輸城市 3D 模型，促進使用者與城市模型之互動。

於智慧城市領域，SpatialGPT 可作為全天候 GIS 專家，藉由語音查詢即時提供專家級回覆，擴大數據實用範圍，除提供政府機關決策參考外，更造福市民。另對於災害發生時之緊急應變及災害管理，該平臺亦可提供即時且可操作之視覺展示，幫助決策並提高防禦及安全機制。

(三)建築資訊模型(BIM)

1. OpenBIM 與 GIS 結合發展

德國作為歐洲經濟與技術領導者，於建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)及地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)之結合應用方面，德國為全球之標杆，特別是 OpenBIM 與 GIS 之結合，不僅促進基礎設施與城市規劃之高效協作，甚至推動可持續發展之智能城市建設。

OpenBIM 與 GIS 之結合使得大規模地理資訊與建築數據可於統一平臺上進行整合與可視化，例如：藉由整合 BIM 之三維建築模型及 GIS 之地形數據，可精確地模擬建築物對周圍環境之影響。德國高速公路與鐵路建設項目中廣泛採用 BIM 與 GIS 結合技術，例如：高速公路數位孿生技術，結合 BIM 模型與 GIS 數據，提供高速公路建設之精準規劃與即時監控；鐵路運維管理，透過 BIM 之結構訊息與 GIS 路網數據結合，可協助鐵路公司優化維護計畫。

其中介紹了地理空間數位孿生軟體 usBIM.geotwin 之主要功能，該軟體是由 ACCA 的 usBIM 平臺與 Esri 的 ArcGIS 技術連結而生，其整合了 OpenBIM、GIS 及 AI。該雲端程式可使用任何裝置隨時隨時透過瀏覽器，於專案 GIS 地圖上對 BIM 模型進行地理定位，且可將 GIS 軟體所有功能與 usBIM 協作工作功能整合。

2. BIM 整合 GIS 及 AI 之發展

本次會議其中一個議題為：「利用 GIS、BIM 及 AI 創建地理空間數位孿生及智慧城市，以實現建物、公共事業及基礎設施之智慧管理。」該議題討論 BIM 與 GIS 創新整合，並以 AI 執行地理資訊數據分析。

BIM 與物聯網(IoT)、人工智慧(AI)及數據分析等新興技術之整合可增強 BIM 平臺功能，實現了 AI 即時數據收集與分

析、預測性維護及自動化決策，進一步推動了 BIM 於建築領域之減碳價值。德國 buildingSMART 等多個產業協會皆在推廣 BIM 標準，於實踐方面發揮至關重要之作用，此些協會促進知識共享、培訓和交流機會，為 BIM 創造協作環境。另 BIM 功能對於複雜基礎設施項目尤其有利，例如德國斯圖加特 21 鐵路項目、柏林布蘭登堡機場，均使用 BIM 來管理複雜設計元素，並確保準確施工。

將 BIM 技術與 AI、GIS、IoT、大數據等資訊技術結合，可促進推動國內營建建築、工程及營建(AEC)產業智慧化，更有效地規劃新建築與相關設施，以更低成本建立及營運，並作更有效地維護，另居住者可享受智慧化空間之舒適性及便利性，進而完備相關數位經濟基礎環境，促進新型態商業模式發展。

肆、參訪內容

本次參訪行程包含 9/27 至斯圖加特大學(Universität Stuttgart)及 9/29 至 NavVis GmbH 慕尼黑總部，參訪內容及重點分述如下。

一、斯圖加特大學(Universität Stuttgart)參訪

斯圖加特大學(Universität Stuttgart)位於德國巴登-符騰堡邦(Baden-Württemberg)首府斯圖加特，創建於 1829 年，前身為斯圖加特聯合技術工業學校，以工科及技術領域見長，為德國歷史最悠久技術大學之一，且為德國理工大學九校聯盟(TU9 German Institutes of Technology e.V.)成員之一，目前約有 5,000 名教職員工及超過 27,000 名在校學生。該校設有 10 個學院：

- 建築及都市計畫學院：建築設計、城市規劃及相關領域研究與教學。
- 土木及環境工程學院：涵蓋土木工程、環境工程等學科，致力於基礎設施和環境保護之研究。
- 化學學院：專注於化學基礎研究與應用，包括有機化學、無機化學及物理化學等領域。
- 地理及生物科學學院：涉及地理學、生物學等學科，包括生態系統及地理資訊系統等研究。
- 電腦及電子資訊科技學院：涵蓋計算機科學、電氣工程及資訊技術，強調軟硬體開發及資訊系統之研究。
- 航空太空工程及測量學學院：航空太空技術及測量學，研究領域包括飛行器設計與空間測繪等。
- 機械工程學院：涵蓋機械設計、製造工程及汽車工程等領域，為該校強項之一。
- 數學及物理學院：主要為應用數學及物理學之研究，強調理論與實驗結合。
- 哲學及歷史學學院：涉及哲學、歷史等人文科學，促進跨學科交流。
- 經濟及社會學學院：涵蓋經濟學、社會學等學科，研究社會經濟現象與政策。

本次參訪單位為航空太空工程及測量學學院(Aerospace Engineering and Geodesy)下之測量工程研究所(Institute of Engineering Geodesy, IIGS)(圖 14)，該所研究領域涵蓋高精度定位技術、自動化測量技術、地理空間資訊(GIS)、多感測器融合導航系統、數位孿生、自動駕駛等。本次參訪流程先由我方高精地圖中心團隊介紹該中心及目前研究發展重點，再由該研究所主任 Prof. Schwieger 介紹該研究所、Dr. Zhang 介紹研究專案。



圖 14、斯圖加特大學大地工程及空間資訊研究所外觀一覽

高精地圖團隊介紹國立成功大學高精地圖研究發展中心相關背景及目前重點任務及工作後，討論議題重點整理如下：

- (一) 高精地圖更新部分，Prof. Schwieger 提及自動駕駛之實現，圖資更新需從靜態地圖轉至動態數據之處理，強調車輛間資訊共享，例如車聯網之實踐。
- (二) 自動駕駛亦面臨數據量過大之挑戰，例如需將點雲數據壓縮為適應需求之規模(從每平方公尺 1000 點降至 400 點)，我方提到目前刻正將我國高精地圖進行點雲疏化處理，原每平方公尺 2500 點疏化至 400 點，以符合車廠或營運商需求。
- (三) 歐洲地圖標準(NDS)適用於車輛定位，但地圖匹配準確性方面仍有提升空間，另使用拓撲信息及幾何數據進行路徑分析，可改進逆行駕駛者檢測算法，準確率超過 99%。
- (四) 有關室內定位部分，Prof. Schwieger 提及結合衛星導航系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)與慣性導航系統(Inertial Navigation System, INS)數據，並於室內定位中引入 Wi-Fi 信號等輔助技術，可大幅提升定位精度。
- (五) GPS 訊號容易受到外在因素影響，如：天候、建築物等，導致訊號收訊不良而無法進行定位工作，而 INS 無上述缺點，惟長時間使用，會因積分誤差導致訊號準確度降低，故使用 INS 前必須先校正以減少誤差。Prof. Schwieger 提及擴展卡曼濾波器(Kalman Filter)與誤差狀態模型，改進數據處理和算法性能，可達到較好之成果，相關會議情形如圖 15。



圖 15、參訪斯圖加特大學測量工程學研究所

接著由 Prof. Schwiager 介紹 IIGS，續由 Dr. Zhang 介紹目前 IIGS 執行之相關專案－德國 TransSec(Transport Security)計畫，為德國聯邦政府為提升道路交通安全而啟動研究專案，計畫背景為近年歐洲多次發生卡車被用於恐怖攻擊事件，造成嚴重人員傷亡及財產損失，為應對此一威脅，TransSec 計畫旨在開發 1 套系統，能夠即時監控卡車運行狀態，並於檢測到異常或危險行為時，自主啟動緊急操作，以預防及減輕道路交通事故發生

及潛在危害。TransSec 計畫聚焦於以下幾項核心技術的研發與整合：

- (一) 先進感測器系統：開發高精度感測器，用於即時監測車輛周圍環境，包括其他車輛、行人及道路狀況等。
- (二) 智能數據處理分析：利用人工智慧及機器學習演算法，將收集到之數據進行分析，預測潛在危險情況，並提供預警。
- (三) 車輛控制系統整合：將安全系統與車輛控制系統相結合，於必要時自動採取行動，如減速或緊急剎車，以避免事故發生。
- (四) 人機交互介面：設計直觀使用者界面，提供駕駛人清晰安全提示，協助其做出正確之駕駛決策。

TransSec 計畫之技術預計將廣泛應用於各類型道路運輸工具，特別是重型卡車及公共交通車輛，透過這些技術實施，預期可顯著降低交通事故發生率，提升整體道路安全水平，並為未來自動駕駛技術發展奠定基礎。

IIGS 作為該計畫主要參與機構之一，主要著重於以下幾個項目研究與開發：

- (一) 無縫定位技術：為了實現對車輛精確監控，IIGS 開發了融合多種感測器數據之定位系統，包括全球導航衛星系統(GNSS)、慣性測量單元(IMU)及全站儀等。此多源數據融合方法，確保於各種環境下(如城市峽谷或隧道)皆可提供穩定且高精度之定位服務。
- (二) 即時監控與威脅檢測：IIGS 開發了先進演算法，可即時分析車輛運行數據，識別出異常行為或潛在威脅，當系統檢測到可能的危險情況時，會自動啟動緊急操作，例如減速或改變行駛路線，以防止事故發生。

儘管該計畫於技術開發方面取得了重要進展，但實施過程中仍面臨一些挑戰，包括系統可靠性、與現有車輛技術兼容性，以及成本效益等問題。未來，隨著技術更臻成熟及完善，該計畫相關技術有望應用於更多的交通工具及場景中，甚至推廣至全球，進一步推動智能交通系統之發展，並為提升道路交通安全作出更大的貢獻。

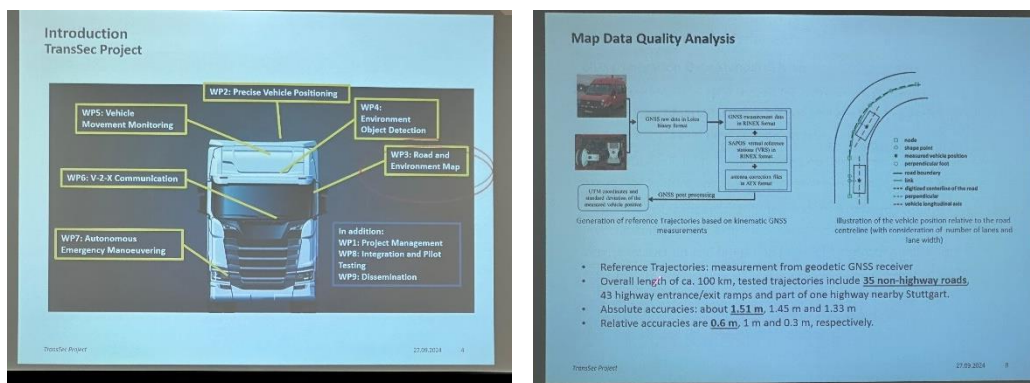


圖 16、德國 TransSec 計畫簡報

二、NavVis GmbH 慕尼黑總部參訪

NavVis GmbH 公司成立於 2013 年，總部位於德國慕尼黑(圖 17)，於美國、英國及中國均設有辦事處，目前公司約有 400 人，多位創始人為研究人員，目前公司 15% 成本仍投入於大量研究現實世界資訊真實捕捉及數位孿生之解決方案。該公司主要販售產品為移動式光達系統，採用高解析度 SLAM(同步定位與地圖構建)技術，NavVis 移動式光達可同時收集高質量點雲及 360° 高解析度影像之掃描工作流程，使 BIM 或數位工廠更有效率完成，另有 IVION 可視化數據處理軟體，得以擴展工作應用，並提供完全數位孿生(Digital Twin)應用。



圖 17、NavVis GmbH 慕尼黑總部外觀一覽

本次與 NavVis 進行技術交流係由首席營收官(CRO) Finn Boysen 代表，如圖 18，主要議題為室內自動駕駛之製圖技術。他表示需先釐清室內製圖之類別是什麼？所需精度為何？例如該公司的產品經理曾做了一個有趣的實驗，他穿戴移動式光達設備在面積 1,500 平方公尺的辦公室中奔跑掃描，6 分鐘內跑完整個辦公室，所測製之室內圖資精度達公分等級，若需要毫米等級之高精度圖資則不建議以這種方式獲取，但此方式用在快速獲取大量數據及快速製圖非常有效率，所以首先需釐清所需室內圖資精度及用途。

若以地下室內停車場製圖來說，可藉由測繪車搭載光達即可達到製圖需求，但測繪車無法到達的區域便無法獲取點雲資訊，若使用穿戴式或手持式移動光達設備可透過人的移動來掃描測繪車無法到達的區域，且精度可達 mm 等級。該公司所研發之移動式光達系統，配備多個雷射掃描鏡頭和相機鏡頭，能快速生成室內環境的高精度 3D 點雲數據，掃描過程中結合 SLAM 演算法，實現即時定位與地圖構建，即使於 GPS 信號缺失的環境中(如地下室或封閉空間)也能保持精度。另 Finn Boysen 表示該公司仍持續研究室內

製圖及導航相關應用，期更精準真實獲取真實世界資訊並精準定位。



圖 18、與 NavVis 首席進行交流

接下來由 NavVis 首席執行官 (CEO) 暨聯合創始人 Dr. Felix Reinshagen 親自為我們講解該公司移動式光達系統，NavVis 移動式光達系統目前有 3 種：NavVis MLX、NavVis VLX 3、NavVis VLX 2，規格比較如下表所示：

規格	NavVis MLX	NavVis VLX 3	NavVis VLX 2
掃描空間	室內環境應用，適合需要經常到訪、多個分散地點及需重新掃描之專案	可全面覆蓋室內及室外環境，可大規模掃描更多區域	各種複雜室內空間或室外及建物工地等小於 5,000 平方公尺之環境
掃描儀數量	32 線 1 顆	32 線 2 顆	16 線 2 顆
每秒點數	64 萬點	64 萬點 x2	30 萬點 x2
高解析度相機	1,200 萬像素 4 顆	2,000 萬像 4 顆	4 顆
SLAM 相機	200 萬像 2 顆	—	—
點雲精度	5mm	5mm	6mm

Dr. Felix Reinshagen 主要講解並演示新推出的移動式光達系統 NavVis MLX 操作及相關應用，相關花絮如圖 19，故本次以 NavVis MLX 為主要分享。NavVis MLX 是 2024 年新推出的手持式移動光達系統，也是全球唯一能夠採取基於 SLAM(同步定位與地圖構建)方法之光達系統，加上搭配 4 顆 1,200 萬像素鏡頭及 1 顆 32 線 LiDAR，可以提供準確且高品質之資料。且其為一款使用者友善之手持式動態掃描系統，穿戴裝置符合人體工學設計相當舒適，配備支撐背帶以增加舒適度，使操作員可於背負行走或自行手持時進行掃描，確保於緊湊或狹窄之空間中具備最佳覆蓋，可提升測量工作流程。其除了非常適合狹窄、較小之空間外，也是用於需短距或需頻繁掃描之現場。

使用 NavVis 雷射掃描系統擷取空間資料後，可使用 NavVis SiteMaker 進行點雲及影像處理，NavVis SiteMaker 可直接轉換彩色點雲並將影像處

理為高解析度全景影像資料，使用者可利用 CAD 相關軟體或專業點雲軟體進行瀏覽點雲資料，並進行所需之應用。另該公司提供 IVION 軟體選配解決方案，NavVis IVION 平臺除了可進行資料處理、瀏覽點雲及全景影像、將靜態掃描資料同步匯入同時展示，也可將不同時期資料同時導入讓使用者可同時了解。另開發 NavVis IVION Go，其為 NavVis IVION 行移裝置 APP，使用者可將資訊及任務與實體環境及位置同步，並可查看站點內所在位置之資訊，於 3D 全景圖與 2D 平面視圖之間切換，更可透過情境數位註解提高生產力。



圖 19、NavVis 首席執行官進行手持式光達 NavVis MLX 教學

伍、心得及建議

本次參加「2024 國際地理測繪資訊展(INTERGEO 2024)」，其研討會發表之議題及博覽會攤位之展示，囊括各種空間資訊及測繪技術相關研究與應用，內容相當廣泛且豐富，有助於了解國際空間資訊技術發展趨勢及應用領域，並深刻體驗全球測繪技術之發展已經深入結合人工智慧(AI)、數位孿生(Digital Twin)及高精地圖等技術，不僅顯著提升測繪效率與精度，於智慧城市、環境監測、自動駕駛等多個領域中展現無窮應用潛力。另內政部與國立成功大學高精地圖研究發展中心合作擺攤展示我國高精地圖技術發展及自行研發之慣性導航系統成果，以宣傳我國無人載具導航整合技術、高精地圖發展情形及實力，並透過會場與各界人士交流，增加國際間產業合作及經貿機會，進一步提升我國測繪相關產業技術及市場。會議後安排之參訪行程，於學、研領域了解德國目前新測繪研發技術及參與專案，於產業領域了解新型移動式測繪系統及其相關應用與市場，皆有助於日後我國測繪政策之擬定及新興技術之發展。相關建議事項如下：

一、持續精進我國無人載具高精地圖標準及製圖技術，並積極參與國際自駕車相關組織活動及爭取國際事務合作

內政部研擬高精地圖標準、製圖指引及檢核與驗證指引，並研發自動化製圖工具、變異偵測工具及相關轉檔工具等，經會議相關議題發表及攤位交流，我國目前相關成果皆邁向國際發展趨勢。另會場攤位交流之專家學者、廠商及學生，對於我國高精地圖目前測製成本、更新頻率及現有高精地圖覆蓋程度皆具備高度興趣。另外，未來應積極爭取參加相關組織活動，持續研提或協助引進國外產製高精地圖之多平臺製圖技術，推廣我國高精地圖相關事宜。

二、推廣我國高精地圖、導航安全成果至國際市場，提升我國無人載具產業產值

內政部 108 年起發展試驗場域高精地圖成果、自動化製圖工具、自研定位定向系統及多感測器軟硬體整合、多元擴增感測器進行定位輔助演算法、定位驗證服務等研發成果。藉由這次會議可以得知相關成果符合國際發展趨勢，在國際市場具備競爭力，未來將持續推廣相關成果，促進我國測繪產業發展及提升知名度，提升我國測繪產業產值。

三、持續導入人工智慧於測繪製圖技術，提升製圖效率，並推廣相關應用

內政部近年發展應用人工智慧發展衛星影像地表形變分析、應用人工智慧發展航遙測影像辨識技術、高精地圖自動化製圖技術，經博覽會相關議題發表及會場攤位交流，了解國際發展趨勢，建議未來應持續導入人工智慧於測繪製圖技術發展，以快速取得空間資料及分析成果，並推廣至防救災、智慧交通等相關應用情境。