

國家科學及技術委員會 113 年度科技行政自行研究報告

臺灣空間資訊科技發展之研究：從國科會計畫到產業應用

研究單位：自然科學及永續研究發展處

研究人員：郭俊志助理研究員

研究期程：自 113 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日

目錄

摘要.....	4
壹、前言.....	5
一、研究緣起與目的.....	5
二、研究方法與過程.....	6
貳、我國空間資訊科技之發展趨勢.....	7
一、我國空間資訊科技早期發展(1970s-1990s).....	7
二、國科會空間資訊科技學門.....	7
三、其他政府部門的發展.....	9
四、民間產業參與及創新發展.....	10
參、空間資訊科技在不同領域的應用.....	13
一、國土規劃與管理.....	13
二、環境保護與自然資源保育.....	13
三、災害防救與應變.....	14
四、農業與林業管理.....	14
五、醫療與公共衛生.....	15
六、其他應用領域，如水利、環保、觀光等.....	15
七、小結.....	16
肆、空間資訊科技學門.....	17
一、空間資訊人才培育.....	17
二、空間資訊科技學門量能.....	19
三、制度與產業環境.....	24
四、小結.....	27
伍、空間資訊科技未來發展趨勢.....	28
一、新技術發展趨勢，如數位孿生及多元遙測技術的應用.....	28
二、新世代空間資訊技術於國家關鍵社會基礎設施檢測.....	28
三、機器學習技術在空間資訊蒐集與管理上的潛力.....	29
四、空間監測與感測器網路上的應用.....	29
五、新應用模式與服務，如智慧城市、智慧交通、智慧農業等.....	30
陸、研究問題與討論.....	31

一、如何精進空間測繪技術	31
二、如何促進測繪成果流通供應	31
三、如何推動測繪人才培育	32
四、如何拓展測繪產業數位經濟	32
五、如何推動前瞻測繪創新應用	33
柒、結論與研究建議	34
捌、參考資料	35
玖、致謝與後記	35

圖目錄

圖 1 2023 及 2024 台灣地理資訊學會年會及測量空間資訊研討會 ..	7
圖 2 不同領域新興技術之關聯性	9
圖 3 國土空間資訊發展歷程	10
圖 4 我國 ICT 產業發展占 GDP 比重	11
圖 5 臺灣的空間規劃和環境問題挑戰和議題	14
圖 6 大規模崩塌潛勢範圍示意圖	15
圖 7 研究區範圍示意圖	16
圖 8 畢業生規劃概況比較	20
圖 9 大專校院研究生結構	20
圖 10 重點研究單位占空間資訊科技學門比例	21
圖 11 空間資訊科技學門計畫主持人年齡統計	22
圖 12 核定計畫關鍵字分析	23
圖 13 我國空間資訊科技人才短缺問題	26
圖 14 應屆畢業生投入職場人數問答分析	26
圖 15 測繪及空間資訊產業提供教育單位之參考建議	27

表目錄

表 1 臺灣空間資訊科技公司	12
表 2 空間資訊科技相關科目與課程	18
表 3 近五年之核定計畫關鍵字盤點	24
表 4 應屆畢業生投入職場人數以邏輯式問答分析統計	27

摘要

空間資訊科技包括了地理資訊系統技術以及更多相關的科學應用，這些應用領域包括但不限於環境監測、都市規劃、資源管理、災害監測和管理、生態學，以及社會科學。因此，空間資訊科學的發展不僅改變了數據處理和地圖繪製的方式，也必須提供不同領域的應用需求且為臺灣以科技循政治理實現永續發展目標產生深遠的影響。

本研究報告以兩年期(112~113 年)的持續盤點及研究，提供國科會在推動基礎科學研究(以空間資訊科技發展為例)有力的支持。整體來看，空間資訊科技發展的近年來發展係建立在不同領域技術的整合以及各種不同科學應用的需求上，包括災害分析、生物多樣性研究、全球導航衛星系統、氣候變遷、無人飛行載具和影像辨識，這些應用領域都受益於空間資訊科技的支持。而空間資訊科技學門本身也嘗試突破或尋求更新的技術，展望未來，跨領域整合及國際合作、數據共享及人才培育以確保空間資訊科技的應用能夠為全球可持續發展做出貢獻，仍是促進空間資訊科技更進一步發展的原動力。

此外，我國產業環境也受到空間資訊科技的影響。許多行業，包括不動產開發、農業、運輸和自然資源管理，都需要空間資訊技術來支持其運營和決策制定。因此，產業界需要積極採納這些技術，以提高效率、降低成本，並滿足市場需求。惟目前面臨空間資訊科技人才短缺問題，除學術機構增加多元測繪技術課程，以反映技術的變化，並確保空間資訊科技人才能夠應對現實世界中複雜的測繪問題外，強化空間資訊科技研發體系成果與產業韌性的鏈結亦是關鍵的一環。

最後，有關空間資訊科技研發成果與產業韌性發展，除將推動領域學者進行跨域對話，聽取各方建言，鼓勵自由創新之科學探索外，強化以研究議題導向之前瞻領域，以便適時回應各時期社會發展及產業需求，長期穩定支持基礎科學研究，建構強韌科研生態系，厚植科學創新之能量，以科學創造產業韌性之臺灣新價值。

壹、前言

一、研究緣起與目的

空間資訊科技包括了地理資訊系統技術以及更多相關的科學應用，這些應用領域包括但不限於環境監測、都市規劃、資源管理、災害監測和管理、生態學，以及社會科學。因此，空間資訊科學的發展不僅改變了數據處理和地圖繪製的方式，也必須提供不同領域的應用需求且在各個領域中產生深遠的影響。在數位時代中，空間資料的取得與處理方式發生了革命性的變化，衛星遙測、地理資訊系統(GIS)、全球定位系統(GPS)、以及虛擬實境(VR)等技術，使人類得以更精確、高效地蒐集、儲存、分析空間資料，並將其應用於各種決策領域。

本研究旨在探討臺灣空間資訊科技的發展歷程，著重於國科會計畫的推動情況，探討國科會在推動臺灣空間資訊科技發展過程中所扮演的角色，與我國空間資訊科技的研究成果及其產業應用情形，以及這些研究成果如何轉化為實際的產業應用提供可能的策略。本研究報告以 2 年期程(112~113 年)進行完整分析及研究，另數次在空間資訊相關研討會針對學研界現況進行訪談與實際了解，希望提供本會計畫推動基礎學門發展提供有力的支持。

透過本研究，除預期能評估國科會在推動基礎科學研究(以空間資訊科技發展為例)強調研究主題之原創性，且鼓勵自由創新之科學探索外，可進一步為政府、學術界、以及產業界提供寶貴的經驗，以促進基礎科學研究的持續發展與創新應用。並促進國內外學術界與產業界的交流合作，有助提升臺灣空間資訊科技的國際競爭力，厚植科學創新之能量，以科學創造臺灣新價值。

二、研究方法與過程

本報告根據我國空間資訊科技領域發展之願景與目標，除採用文件分析法，收集並分析相關文獻、報告、以及政策文件，以瞭解臺灣空間資訊科技的發展歷程、國科會的推動措施、以及研究成果與產業應用情形。研究將進一步研析政府相關資料及盤點空間資訊學門近 10 年(103-111 年)關鍵數據。此外，本研究併同進行深度訪談，於 2023 及 2024 年針對本研究之發現與空間資訊科技研究與應用的專家、學者、以及業界代表，分享他們的經驗與見解，以補充前揭分析法可能遺漏的細節。各研究方法與過程說明如下：

(一) 資料蒐集：收集並分析相關文獻、報告、以及政策文件。

(二) 數據盤點：經彙整及盤點關鍵數據，和數次現況訪談及了解，彙整空間資訊科技現況發展中的重要議題。內容涵蓋面向包含：研究資料、經濟數據、制度與產業環境和發展願景，並從中陳述各面向中關鍵課題。

(三) 意見交換：經由各面向關鍵課題，與空間資訊科技研究與應用的專家、學者、以及業界代表研析關鍵課題中闕漏部分(圖 1)。

(四) 報告撰寫：創建視覺化，如圖表、表格和圖形，以呈現本年度研究結果。



圖 1 2023 及 2024 台灣地理資訊學會年會及測量空間資訊研討會

貳、我國空間資訊科技之發展趨勢

一、我國空間資訊科技早期發展(1970s-1990s)

我國於 1975 年引進空間資訊技術，其技術主要用在農業環境發展上，利用衛星對森林資源的管理，以及稻米生產的預估，而真正空間資訊觀念的引進是在 1980 年，如利用土地利用管理系統管理地籍資料。而我國從 1989 年經建會進行國土資訊系統可行性研究之後，空間資訊觀念便迅速的推廣到各級政府單位，更在 1990 年行政院國土資訊系統推動小組的推動下，有系統建立我國的空間資訊應用環境。¹

關於國內空間資訊系統的發展歷程，初期空間資訊的應用較為侷限，主要集中在專業領域，如測繪、製圖及環境資源管理等，使用者以政府機構和學術界為主。隨著科技的飛躍進步與網路的普及，空間資訊系統如雨後春筍般湧現，促使空間資訊的應用範圍急速擴大。現今，空間資訊的應用已經跨足各行各業，包括政府部門在基礎建設規劃、自然災害防治、都市計畫管理等領域的運用；學術單位在研究分析、資料視覺化等方面的應用；以及私人企業在市場調查、房地產開發、物流管理等領域的運用。

值得一提的是，空間資訊的應用人口也隨之不斷增加，這顯示出空間資訊系統在現代社會中扮演著日益重要的角色。其不僅有助於提升政府施政效能、促進學術研究發展，更對民間產業創新轉型產生重大影響。

二、國科會空間資訊科技學門

依據國科會之基本任務-「支援學術研究」、「培育、延攬及獎勵科技人才」與「提昇研發能量」下，「空間資訊科學」次領域正式於 100 年 9 月在國科會自然處成立，並自 101 年度開始受理一般專題計畫申請。²

空間資訊科學是一種對地球表面上自然或人為物件的地理位置及特徵之標識資訊進行理論與應用的研究。空間資訊科學最初以地理資訊系統(GIS)和遙感探測

學(remote sensing)的發展為主。地理資訊系統在 1960 年代始發展，是一種採集、存儲、查詢、分析和顯示地理空間數據的系統。而遙感探測學是一門學科，利用航空感測器技術收集地理空間資訊，再通過圖像處理來分析並解釋。故空間資訊科技除地理資訊系統技術外包括了更多相關的科學應用，這些應用領域包括但不限於環境監測、都市規劃、資源管理、災害監測和管理、生態學，以及社會科學。因此，空間資訊科學的發展不僅改變了數據處理和地圖繪製的方式，也必須提供不同領域的應用需求且在各個領域中產生深遠的影響。圖 2 所示為地理資訊系統、測量技術、資訊技術、及空間資訊服務之間的關聯圖。

上述各項科學應用也與國科會 112 年公布的科學技術白皮書中的總體目標高度相關³，包括：

1. 總體目標 4：以開放科學為目標建立研究資料平臺-資料庫、公眾參與。
2. 總體目標 6：兼顧軟體與硬體的韌性社會基礎設施建置、建立公民生活風險地圖、智慧巡檢、感測及物聯網科技的融合運用-災害分析、空氣汙染、崩塌災害、物聯網。



圖 2 不同領域新興技術之關聯性¹

三、其它政府部門的發展

我國政府在空間資訊科學之研發與應用重大計畫，可屬國土資訊系統的建置。內政部在民國 79 年成立「國土資訊系統推動小組」，接續以 87 至 92 年之「國土資訊系統基礎環境建置計畫」及 93 年起之「國土資訊系統計畫（基礎環境建置第二期作業）」。¹95 年為提升推動層級，國土資訊系統組織架構調整由行政院經建會督導，並於 96 年由行政院核定「國家地理資訊系統」十年發展計畫。計畫目標是建立、維護和更新國家基礎及核心地理資訊，同時制定相應的資料標準和運作規範，以確保政府機關能夠提供高可用性、高精度和高更新頻率的空間資訊，進而支持政府的治理工作。¹

另從 110 年開始，國發會成立了「國土空間資訊策略推動小組」，這個小組的設立是針對國土資訊的智慧發展，尤其關注國土空間資訊、智慧國土和國土空間策略(圖 3)。這個政策的核心理念是運用空間資訊技術和數位孿生技術，以強化數位基礎建設、數位治理能力和應用，進一步提高公共建設服務效能，同時促進數位產業的轉型和發展。為實現這些目標，「國土空間資訊策略推動小組」提出了一系列的措施和方針。其中一個重要的方向是建立更多的數據平台，這包括建立資料庫和促進公眾參與。這將有助於更好地整合和分享數據，同時促進科學研究和創新。另一個關鍵方向是建立更為韌性的社會基礎建設，特別是在應對災害和風險方面。這包括建立風險地圖，實行智慧巡檢，以及推動感測和物聯網技術的應用。⁴



圖 3 國土空間資訊發展歷程⁴

四、民間產業參與及創新發展

空間資訊科技隸屬 ICT(Information and communications technology)產業之範疇，近年我國 ICT 產業附加價值占 GDP 比重多呈提升態勢(圖 4)，2020 年我國與南韓皆逾 1 成，美國約占 7.5%，日本、德國 2019 年各占 9.4%、4.4%；若與 2011 年比較，2020 年我國提高 4.1 個百分點，優於南韓(增 2.5 個百分點)、美國(增 1.2 個百分點)。

另根據資策會預估 2016 年全球智慧聯網產值將達 6,000 億美元；終端硬體產值預估約 700 億美元；軟體加值服務產值預估超過 5,000 億美元，足可見相關產業軟硬體產業市場之龐大。在這個科技日新月異的時代，空間資訊科學在各行各業中皆扮演著舉足輕重的角色。無論是都市計畫、環境監測、災害管理，還是交通運輸、衛星導航、地圖應用等應用範疇無所不在。而我國空間資訊科技產業除了已經成為一個成熟發展、穩定支持智慧國土與科技發展的重要資訊產業，更以深入在智慧環境、智慧生活、智慧社會、智慧規劃治理等其他四個智慧國土的發展領域中。因此，空間資訊發展科技應用圖資與資訊服務成果將驅動民間的加值與投資，進而帶動民間產業及國家整體經濟發展。而臺灣，作為一個科技發達國家，也擁有眾多優秀的空間資訊科技公司(表 1)。

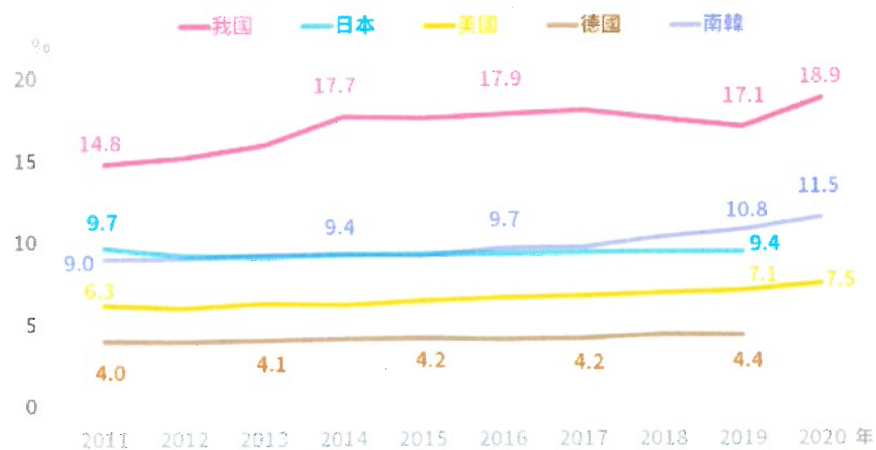


圖 4 我國 ICT 產業發展占 GDP 比重⁵

表 1 臺灣空間資訊科技公司

類別	公司名稱
GIS 系統研發	Supergeo 崧旭資訊 圖資供應 GOLiFE 研鼎智能 TomTom 通騰科技 HERE Techonologies 台灣錫爾
室內地圖 / 定位	Locus Connect 致點科技 Mapxus 蜂圖誌科技 OPEN-LiFE 智慧時尚 Orion Go 獵戶科技 P-Square 恆準定位 Spatial Topology 司圖科技 THLight 太和光
空間資訊設備	Aegiverse 互字向量 Hexagon 海克斯康 Highrise Instrument 星將儀器 Linkfast 迅聯光電 PLASKA 帕斯卡科技 Systems & Technology 康訊科技 Taiwan Instrument 台灣儀器行 ZHONG HAN 中翰國際
GPS 產品	GARMIN 台灣國際航電 Google 美商科高 GIS 應用 Cablessoft 開博科技 CECI 台灣世曦 EASY MAP 易圖科技 EGIT 環興科技 EMCT 宸訊科技 eysi 一場

	FIT 準線智慧科技 FunDot 方達科技 GAIAS 群琬 GEO 巨鷗科技 GeoIntelligence Systems 坤眾科技 GeoSense 天思數位科技 getchee 擷適 GIPS 吉普司科技 IDT 互動國際數位 Jet-Link 捷連科技 KINGWAYTEK 勤歲國際 PilotGaea 藏識科技 RiChi Tech. 瑞竣科技 SKYEYES GPS 天眼衛星 Strong Engineering Consulting 自強工程顧問 Sunrise Geomatics 日陞空間資訊 ThinkTron 興創知能 TMS 景翊科技 千一科技
遙感探測	GEOSAT 經緯航太 RealWorld 詮華國土測繪 岳達科技

五、小結

我國空間資訊科技發展至今，已漸漸大量運用在學術研究及科技應用兩方面。科學領域和應用議題的角色已漸漸多樣化，展望未來，空間資訊科技的重要性勢必會日益增加。在科學研究方面，其將繼續扮演推動前沿研究的重要工具，幫助科學家探索未知領域，解答複雜問題。而在科技應用方面，空間資訊技術則協助產業界提升生產力、改善產品與服務品質，如智慧城市、智慧交通、智慧醫療等領域，提高生活品質，創造更美好的生活環境，進而促進經濟發展。

參、空間資訊科技在不同領域的應用

一、國土規劃與管理

臺灣未來的環境情況涉及多個方面，包括氣候變化、自然災害、環境污染、土地利用和資源管理等(圖 5)。為應對這些挑戰，亟需提升國土空間資源、生態、社會經濟韌性，復育環境敏感與破壞地區資源，以及積極推動空間資源整合與調適治理工作。

空間資訊科技在國土規劃與管理上扮演關鍵角色，其結合電腦技術、地圖學、地理學等領域，協助蒐集、分析、詮釋空間資料，以做出明智的決策。空間資訊科技在國土規劃中，可應用於土地利用分區、都市計畫、環境影響評估等，透過數值模型與模擬技術，可預測不同規劃方案對環境的影響，並找出最小化衝擊、最大化效益的解決方案。



圖 5 臺灣的空間規劃和環境問題挑戰和議題

二、環境保護與自然資源保育

空間資訊科技在環境保護與自然資源保育方面具有重大意義，其應用可協助監測、分析與管理環境變化及自然資源分布，進而支援決策制定與管理措施。如空間資訊科技可應用於野生動物棲地保護、生態系統管理、森林資源調查等。透過高解析度衛星影像及航測技術，可精確掌握自然資源分布與變化，有助於制定合適的保

育政策與管理措施。此外，空間資訊科技還可用於追蹤瀕危物種、監測海洋生態系、管理漁業資源等，對維護生物多樣性及永續發展具有重要意義。

三、災害防救與應變

空間資訊科技在災害防救與應變其應用可協助災害預防、災害監測、災害評估及災後重建。在災害預防方面，空間資訊科技可用於分析地質結構、地形地貌、土石流潛勢等，以辨識災害高風險區域，協助政府與相關單位制定適當的防災政策與管理措施。例如利用跨領域分析技術包括合成孔徑雷達、全球衛星定位監測、微電機系統、物聯網、光達之高精度數值地形及多時序航遙測影像分析，涵括多時序地形變動及位移偵測，以進行大規模崩塌潛勢及破壞機制與演化分析(圖 6)，各分析及監測成果比對驗證，研究成果可提供相關各級政府防災機關，作為研究與防減災之參據。

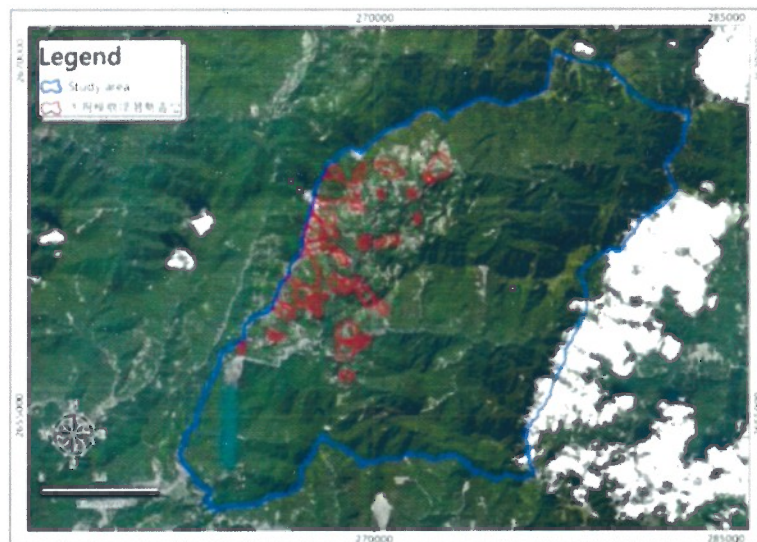


圖 6 大規模崩塌潛勢範圍示意圖

四、農業與林業管理

空間資訊科技在農業與林業管理方面亦有廣泛應用，可協助農民與林業管理者提高生產效率、改善作物與林木品質、降低生產成本，並促進可持續農業與林業發展。例如國內研究團隊基於過往多項國際發表倒伏辨識技術為基礎，提出規則基礎之多任務災損辨識深度學習模型，部署於邊緣運算裝置。研究流程提供災害發生

後的高校勘災工具，大幅提升勘災效率，預期較現行勘災方式具體提升 75%以上效率，未來可為領先國際之農作物勘災技術(圖 7)⁶。



圖 7 研究區範圍示意圖⁶

五、醫療與公共衛生

空間資訊科技在醫療與公共衛生領域亦有廣泛應用，可協助改善醫療服務品質、促進公共衛生安全、支援疫情防治等。例如國內研究團隊，使用了 2000 年至 2020 年，環保署約 180 多萬筆空污監測數據，針對 600 餘個土地利用、環境、氣象及地形等影響因子，並集合多種重要的地理人工智慧 (Geo-AI) 技術，融入「機械學習及集成學習人工智慧演算法」來研究區域臭氧濃度變化。透過高達 92% 準確度的「集成混合空間推估模型 (Ensemble Mixed Spatial Prediction Model)」⁷，模擬出臺灣本島範圍自 2000 年迄今，每天臭氧污染長期時空變化狀況，「集成混合空間推估模型」，成功登上國際頂尖期刊 Journal of Hazardous Materials，為未來監測臭氧分布、掌握縣市空品變化留下寶貴資源。

六、其他應用領域，如水利、環保、觀光等

其餘空間資訊科技在水利工程方面有助於監測與管理水資源、預測水文現象、規劃水利設施。透過整合衛星影像、地面感測器資料、數值模型，可精確分析洪水、乾旱、土石流等災害風險，協助決策者制定更有效的水資源管理政策。

而在環境保護領域，空間資訊科技技術則用於監測與管理生態系統、追蹤汙染物擴散、評估環境影響。例如，利用無人機搭載高解析度相機，可快速蒐集森林覆蓋率、植被生長情形等資料，有助於環境監測與保育工作。另外，空間資訊科技在海洋環境保護上亦有重要應用，如監測海洋污染、追蹤海洋生物遷徙、評估海岸侵蝕情況等。

在觀光產業中，空間資訊科技技術則可提升旅遊體驗、促進地方經濟發展。藉由整合 GIS 地圖、景點資訊、旅客行為資料，可開發出個人化旅遊導覽系統，協助遊客規劃行程、發掘隱藏版景點。

綜合而言，空間資訊科技在水利、環境保護、觀光等領域具有廣闊的應用前景，隨著技術不斷進步，其效能與實用性亦將持續提升，為人類社會帶來更多益處。

七、小結

空間資訊科技已在多領域發揮重要作用，如 GIS 於都市計畫與環境管理、BIM 於建築業設計與管理、遙感探測於農業與環境監測、地理空間資料庫於緊急應變與公共安全、定位服務如 GPS 於導航與物流管理、空間分析於人口學與犯罪預防等。這些技術提升了空間資料的處理、分析與視覺化能力，促進各產業發展與進步。

肆、空間資訊科技學門

透過本研究報告辦理歷程，彙整空間資訊科技學門現況發展中的重要課題，其內容初步涵蓋人才培育、制度與產業環境及學門量能應用等三大面向，盤點各面向中之關鍵議題。

一、空間資訊人才培育

空間資訊科技是一門需要高度精確性的學科。課程的核心價值在於培養學生具有高度的精確性和準確性，以確保空間資訊結果的可靠性。這對於土地測量、建築測量、地理信息系統等各種應用都至關重要。經盤點我國空間資訊科技相關系所招開課程可知空間資訊通常涉及多個學科(表 2)，除包括地理學、工程學、地產管理等理論知識。課程的核心價值在於培養學生實踐測量技能，包括地形測量、建築測量、測量儀器的使用和數據處理。提供學生所需的技能、知識和專業素養，使學生能夠在測量行業中成功工作，並為社會提供精確的測量數據，支持土地管理、基礎設施建設、環境保護等各個領域的發展。

表 2 空間資訊科技相關科目與課程

科目	課程內容
地理資訊系統	地理資訊空間分析與應用
測量平差法	空間資訊平差處理與分析
測量學	測量學（平面測量學）
大地測量學	大地測量 衛星定位測量
製圖學	地圖學
航空測量學及遙感探測	遙感探測

	數值攝影測量
計算機應用	工程圖學
	電腦輔助繪圖
	計算機程式設計
數理統計	微積分
	統計學
	工程統計
	工程數學
土地及測繪法規	民法
	土地法
	土地政策
	土地登記
	地籍測量

圖 8 為各大專院校畢業生規劃概況⁸，以分析測繪與空間資訊相關科系之畢業生求職方向比例，當中據各校系所畢業人數，以加權的方式進行統計，並將項目依據職缺形式分成繼續升學、公務人員、測量產業公司、其他工程公司、空間資訊產業公司、其他資訊產業公司及其他，顯示有關前揭科系畢業生約 59%持續於該產業發展。

惟近來我國少子女化趨勢、碩士在職專班降溫及就業市場需求變化等影響，攻讀研究所學生人數由 99 學年高峰之 21.9 萬人逐年下降至 107 學年 19.6 萬人，累計 8 年來減少 2.3 萬人或減 10.5%，其中碩、博士班學生各為 16.8 萬人及 2.8 萬人⁹(圖 9)。在學生下降與領域轉移雙重影響下，國內空間資訊科技系所也受到衝擊，影響科研和創新的動力。經與相關專家學者調查，學校和系所也以多元化課程、與產業界的緊密聯繫，確保課程內容與市場需求保持一致等策略持續吸引更多學生。

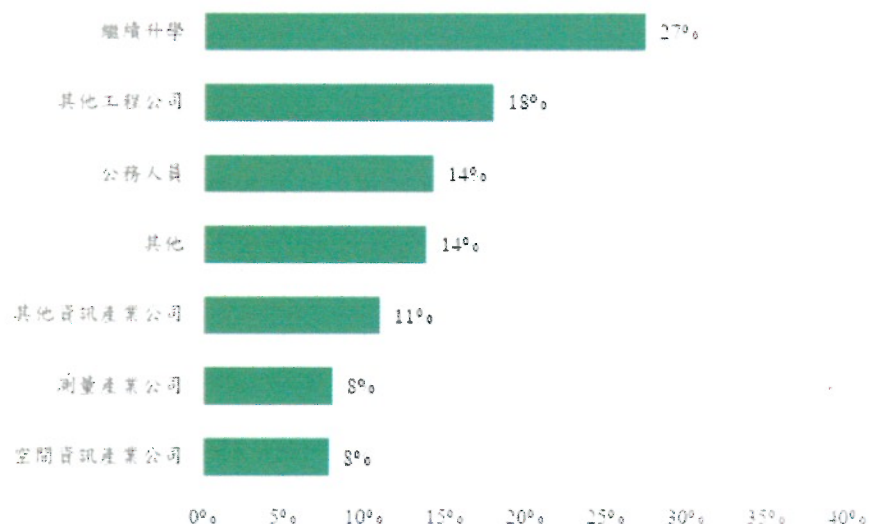


圖 8 畢業生規劃概況比較⁸

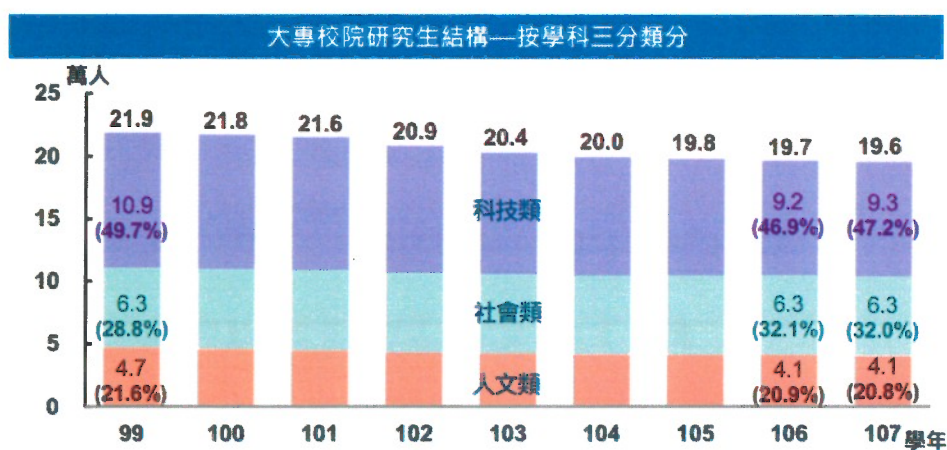


圖 9 大專校院研究生結構⁹

二、空間資訊科技學門量能

本節欲就空間資訊科技學門近年來的統計數據進行分析，試圖鏈結學門如何持續培養出具有深度專業知識和研究技能的研究人員和學生，使這些人才成為產業中的關鍵資源，為企業和組織帶來創新和專業知識。並協助國家應對現實挑戰。透過深入的研究，解決複雜的社會和環境問題，提供政策制定者和產業領袖有價值的信息，幫助相關部門做出更明智的決策，並應對重大挑戰。

(一) 重點研究單位占空間資訊科技學門比例

為專注於盤點學門量能，本節統計以近 10 年案數穩定的十個主力研究單位。這些主力研究單位，佔學門總核定件數/金額的 60 % 以上，主力研究單位包括：國立臺灣大學、國立成功大學、國立中央大學、國立臺灣師範大學、逢甲大學、國立嘉義大學、財團法人國家實驗研究院、中國醫藥大學、國立中興大學、國立陽明交通大學。

重點研究單位佔空間資訊學門的經費比例

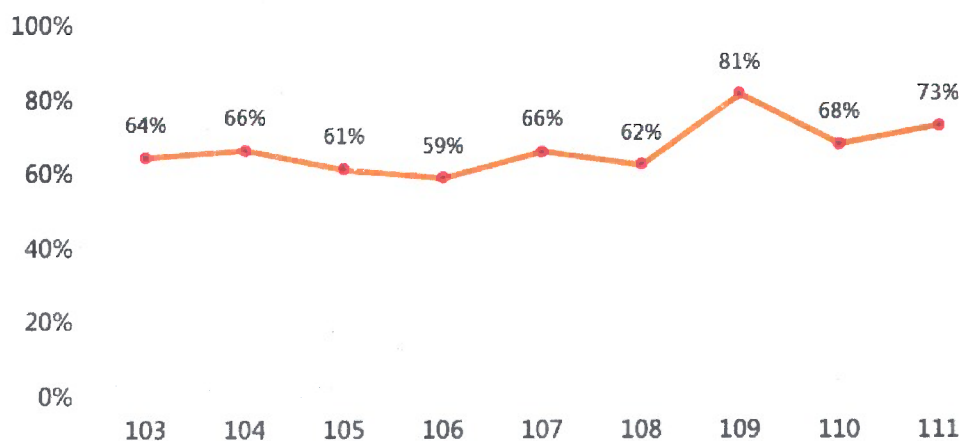


圖 10 重點研究單位占空間資訊科技學門比例

(二) 空間資訊科技學門計畫主持人年齡統計

許多國家的研究人員群體正在迅速高齡化，這是由於二十世紀後期的人口結構變化所導致的。隨著生育率下降，科學界面臨著不斷增長的老年科學家群體，這可能對科學創新和持續發展構成挑戰。空間資訊科技學門計畫主持人之年齡分布(圖 11)，107 年以前「45 至未滿 55 歲」位居第一，之後則以「未滿 45 歲」之學者佔比最多，顯示空間資訊學門之學者組成有年輕化的趨勢。觀察十年來計畫主持人「55 歲以上」之占比，未有明顯之上升趨勢。

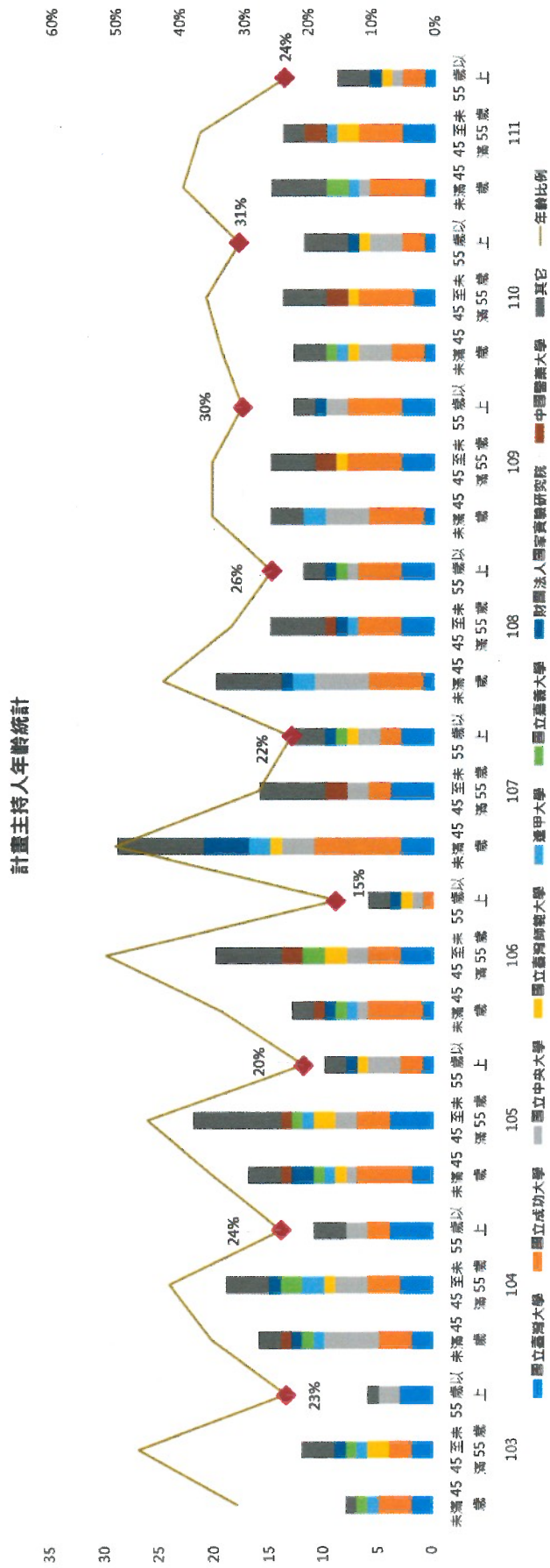


圖 11 空間資訊科技學門計畫主持人年齡統計

(三) 103-111 年空間資訊科技之核定計畫關鍵字分析

本節引用國科會學術補助獎勵查詢公開資料，並使用自然語言處理技術，包括詞頻統計、詞語權重計算等。透過基礎識別文本中的關鍵字詞，重複分析空間資訊科技學門近五年之核定計畫關鍵字(圖 12)，以利判斷近年空間資訊學門研究重點領域。除可作為學門發展趨勢分析之基礎外，後續亦可評估學門領域優勢是否能與社會、經濟等有高度相關。



圖 12 核定計畫關鍵字分析

從 103-111 年空間資訊科技學門之核定計畫關鍵字分析結果統計可以了解(表 3)，學門在多個領域/議題中進行了深度研究，包括災害分析、生物多樣性研究、全球導航衛星系統、氣候變遷、無人飛行載具和影像辨識，這些應用領域受益於空間資訊科技的支持。以下是有關這些領域如何受益空間資訊科技的分析：

1. 災害分析：空間資訊科技可用於分析和預測自然災害，如颶風、洪水和地震。透過監視衛星影像和氣象數據，深度學習模型可以識別災害的早期跡象，從而提前預警和減少災害對人民和資產的風險。

2. 生物多樣性：空間資訊技術有助於生態學家監測和保護生物多樣性。通過分析空中攝影和遙感圖像，深度學習模型可以自動識別和追蹤野生動物種群，進行生境監測，並幫助保護瀕危物種。
3. 氣候變遷：深度學習和空間資訊科技用於氣候變遷研究，從全球氣象和海洋數據中提取有關氣候趨勢的信息。這有助於預測氣候變化的影響，並制定應對氣候變化的政策。
4. 無人飛行載具：於無人飛行載具（例如無人機）用於任務如環境監測、農業管理和災害應急。從無人飛行載具收集的圖像和視頻數據，進行目標辨識和數據分析。
5. 影像辨識：空間資訊科技的一個關鍵應用是影像辨識。在空間資訊科技中，影像辨識用於識別地理特徵、地形和建築物等。這對於城市規劃、土地使用管理和國土安全至關重要。
6. 全球導航衛星系統：全球定位系統（如 GPS）是導航和位置確定的關鍵工具。並用於開發新型導航技術，例如自動駕駛和室內導航。

表 3 近五年之核定計畫關鍵字盤點

學門代碼	比例	關鍵字
M2150-空間資訊理論與技術	15.04 %	深度學習、災害分析、公眾參與、生物多樣性、三維建物模型、立體匹配
M2160-空間資訊與觀測系統	14.78 %	深度學習、光達、全球導航衛星系統、碳循環、土地利用變遷、氣候變遷、物聯網

M2170-空間資料處理分析	19.67 %	無人飛行載具、深度學習、空氣汙染、影像辨識、資料庫、卷機神經網絡
M2180-空間資訊整合應用技術	41.52 %	深度學習、影像辨識、崩塌災害、遙測、林業、地理資訊系統、資料庫
M2190-衛星科學研究	9 %	光學影像衛星、福衛系列衛星、資料同化、電離層

三、制度與產業環境

雖然空間資訊科技發展應用圖資與資訊服務有驅動國家整體經濟發展的潛力，但同時也面臨到人才短缺問題的問題(圖 13)，除薪資及工作條件外，主要是整體的產業環境的問題。人才短缺問題具有複雜性，受多種因素的影響。解決這些問題可能需要政府、教育機構和產業界的共同努力，以確保提供足夠的培訓、教育和支持，以滿足市場需求。

經中華測繪聯合會透過應屆畢業生投入職場人數以邏輯式問答進行調查⁸，並基於我國每年度國家考試用人需求分析，以討論測繪及空間資訊人才供給情形，由產業層面出發，探討產業對於人才需求情形以及相關討論，首先詢問產業是否面臨缺工問題，進而將缺工問題細分成兩種類型。其一為招募不到人才，為人才的移入不足；另外則為部門人才流動率高，為人力的移出過多，最後依循其所面臨的問題類型答覆實際情形如圖 14，為統整產業面臨人力短缺問題之比例圖，政府部門與私人企業中，面臨缺工狀況之產業比例依序佔該類別中之 80%及 60%，皆高於一半之比例。

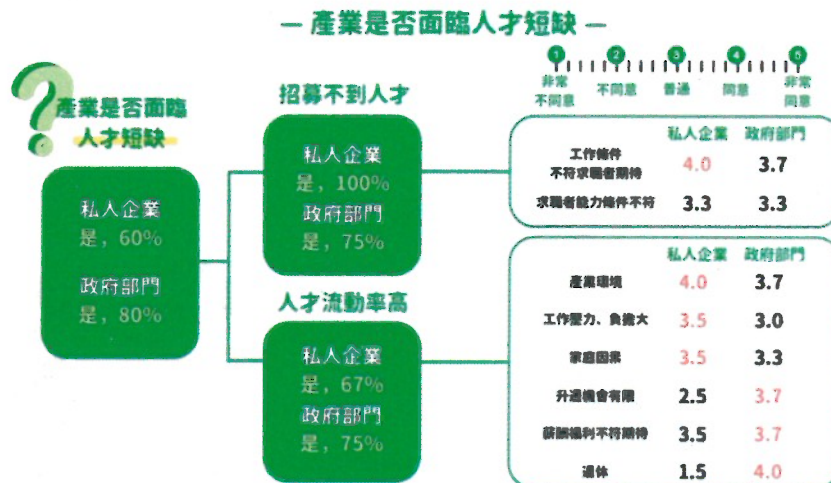


圖 13 我國空間資訊科技人才短缺問題⁸

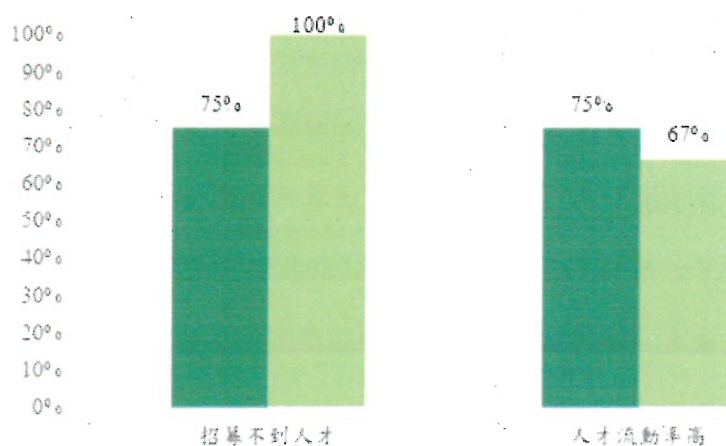


圖 14 應屆畢業生投入職場人數問答分析⁸

針對產業人力需求統整而言，政府部門與私人企業面臨缺工問題之比例皆過半，當中政府部門尤高。進而針對面臨缺工問題類型進行探討，關於人才的移入不足的問題，政府部門與私人企業依序佔 75%及 100%；針對人才移出過高的問題，政府部門與私人企業依序佔 75%及 67%，相較於人才流動率高，人才移入不足情形較為明顯，當中，政府部門與私人企業認為其主要原因受薪資條件不符求職者期待影響。

表 4 應屆畢業生投入職場人數以邏輯式問答分析統計⁸

	私人企業	政府部門
產業環境	4.0	3.7
工作壓力及負擔大	3.5	3.0
家庭因素	3.5	3.3
升遷機會有限	2.5	3.7
薪酬福利不符期待	3.5	3.7
退休	1.5	4.0

另接續針對測繪及空間資訊相關產業所提供給教育單位之建議⁸，從中彙整出 9 項教育單位未來投入之方向，再次以量化方式進行統計。9 項建議依序為增強證照培訓課程、建立企業實習制度、增加多元測繪技術課程等。圖 15 為針對測繪及空間資訊產業提供教育單位之參考建議，重要性之評估結果，當中，近九成之產業單位認為教育單位增加多元測繪技術課程，以及增強空間資料處理能力相對重要；再者，近六成產業單位認為大專院校可增強軟體應用能力。

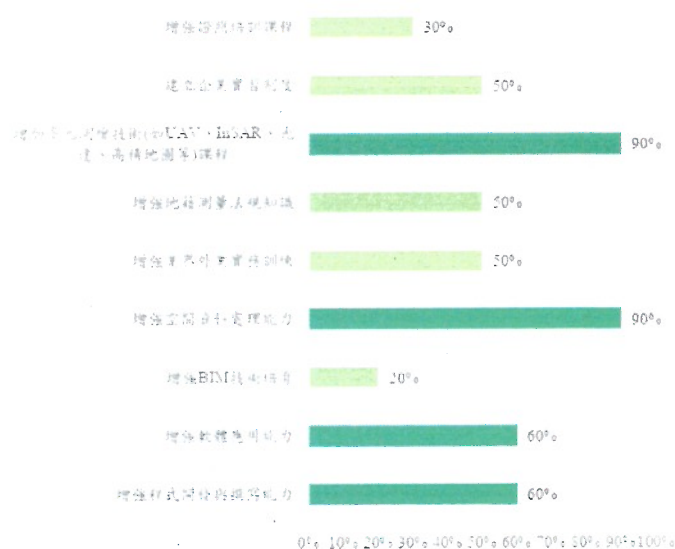


圖 15 測繪及空間資訊產業提供教育單位之參考建議⁸

四、小結

空間資訊科技涵蓋廣泛的學科範疇，如地理學、工程學、地產管理等，其核心目標是培育學生實務測量技能，如地形測量、建築測量、儀器操作及數據處理，以確保他們能在測量產業中成功就業。而大約有 59% 的空間資訊科系畢業生選擇在該產業持續發展。

惟在政府部門與私人企業中，有超過 80% 及 60% 的空間資訊科技領域面臨勞力短缺的問題，其中薪資條件未符合求職者期望是主要的因素。高達九成的產業單位認為教育單位應增加多元的測繪技術課程，以及提升空間資料處理能力相當重要；此外，近六成的產業單位認為大學應加強軟體應用能力，以及程式開發與撰寫能力。

從 2014 年至 2022 年，空間資訊科技領域的研究重心落在諸如災害分析、生物多樣性研究、全球導航衛星系統、氣候變遷、無人飛行載具及影像辨識等領域，這些領域都受惠於空間資訊科技的支援。可見為了維持空間資訊科技與市場需求的連結，學界正透過提供不同的研究應用以及與產業界的緊密合作，吸引更多學生就讀。此外，許多大學都設立了新的或重新設計的學位計畫，以加強空間資訊科技在不同領域的應用，例如公共衛生、災害管理、都市規劃。這有助於培育下一代專業人士，使其具備解決複雜問題的能力，並能將空間資訊科技的優勢帶給社會大眾。

伍、空間資訊科技未來發展趨勢

本節經由直接參與 2023 及 2024 年與空間資訊科技相關研討會，分析各場次發表內容並與專家、學者、以及業界代表進行深入討論。針對空間資訊科技未來發展趨勢說明如下：

一、新技術發展趨勢，如數位孿生及多元遙測技術的應用

數位孿生及多元遙測技術為一發展快速的創新領域，包攬如低軌道衛星、無人載具、合成孔徑雷達、物聯網等關鍵技術，這些創新技術收集之資料格式不僅多樣，且來源遍布政府部門，如何有效的整合與應用，將對後續國土規劃議題帶來頗為深遠的影響。另一方面，隨著具有高精度、微型化與低耗能的感測器推陳出新，這些環境感測的大數據資訊建構成為物聯網，實時監控交通部管理的大量車流數據、經濟部職掌的能源基礎設施（電力、綠色能源等），藉此掌握現場資訊以因應突發狀況。相關技術將有效的結合物聯網中的動靜態資料，建構數位孿生架構作為國家在國土規劃上的規劃的依據。實務上，將利用 AI 模型模擬及預先推演，連結真實世界的物件產生回饋及方法，將提升智慧化感知與分析的能力，以此促進智慧國土的發展，強化數位基礎建設與實務應用。

二、新世代空間資訊技術於國家關鍵社會基礎設施檢測

國家重大社會基礎建設包含道路、鐵道、橋梁、隧道、大型風電裝置、及航運港口、水利構造等設施，為維繫我國民生經濟、社會韌性與國防安全之關鍵要素。然而考量臺灣特殊之地理與氣候環境以及各項設施隨年代老化，如何確保上述關鍵設施之安全營運及永續發展，已成為未來我國必須面臨的重大挑戰。然而，這些設施數量龐大、多數年代久遠且日漸老劣化，加上人力短缺等多重不利因素下，一套完整之科學方案如何以精準有效的完成設施之檢測並評估其安全性能。其中涉及了高精度空間觀測技術、高效能資料處理分析、工程設施安全評估等領域專業，使新世代空間資訊技術成為我國面對此挑戰之關鍵力量。

三、機器學習技術在空間資訊蒐集與管理上的潛力

利用機器學習技術以不同的研究和實驗方法突破限制並提高表現，以完成智能理解文件的最終目標，是當今大量數據研究趨勢的重要標誌。此研究模式促進了相關研究的繁榮發展，並在處理不同的子任務中匹配了相應的技術。然而，將各項機器學習研究整合使其成果能相互利用並實際應用的研究尚不足。如何更有效地將相關的過往研究內容聯繫在一起，以及如何透過資訊處理技術挖掘研究脈絡和趨勢，成為一項技術挑戰。機器學習模型將有助於建立更精確且細節豐富的空間資訊資料檢索系統或地理知識圖譜。此外，透過實證方式研究這些技術在文檔版面分析、內容理解和圖文對齊方面的應用潛力和限制，以幫助學術知識的累積和再利用，並且能作為地理資訊或圖書資訊產業界在結合 AI 技術進行文檔分析處理和資訊擷取時的參考作業模式，以提高加值內容生產效率。

四、空間監測與感測器網路上的應用

遙感探測(Remote Sensing)是一種透過感測器遠端觀測而獲取資料的技術，其透過電磁波的傳導，能以不接觸研究物體的方式，來判別物體的狀態、面積等性質。遙測的定義非常廣泛，人類依靠眼睛觀看書籍、景物，都可被歸類為遙測的行為，而在科學領域中，遙測通常指利用各種平台的接收器，例如飛機、人造衛星等，來接收地球上各種物體資訊的行為。在遙測中，為利用各種儀器來收集研究物體的資料，然後再使用人工或電腦的方式來判釋資料，以獲取更進一步的資訊。遙感探測的出現除了能增廣人類眼睛的觀測內容、提升空間的觀測範圍外，也能提供大範圍即時性的靜態影像，以便於監測動態的變化，此外，遙感探測也能進行大面積重複的觀測資料收集，且其空間解析度高，故能將應其用於研究地球上的多種不同現象觀測，像是海洋、洪水、森林、水資源、農業、土地利用監測等現象的觀察，強化人類經營環境的能力。衛載遙感探測方式提供多時序、全球範圍或區域觀測資料，能了解多時空地球環境之變遷，且透過地理資訊整合系統將各類資訊與地理資訊做結合，可直覺了解全球或地方尺度之變化，為決策提供有效資訊，進而有效協助

監測並達成永續發展目標。導入衛星遙感探測、多元衛星感測器資料處理、空間統計與分析及空間深度學習技術，可發展符合國家永續發展所需求的應用與技術。

五、新應用模式與服務，如智慧城市、智慧交通、智慧農業等

空間資訊科技領域未來將發展出多項創新應用模式與服務，其潛力無窮，以下列舉幾項關鍵領域：

(一)智慧城市：空間資訊科技在智慧城市中扮演關鍵角色，可整合都市中的各式資料，包括人口統計、基礎建設、環境監測等，以優化都市規劃、交通管理、公共安全。例如，藉由分析街道上的交通流量，可協助當局設計更有效率的道路系統，減少壅塞。此外，結合感測器網路與地理資訊系統(GIS)，可實現對都市環境的即時監控，有助於災害管理與應變。

(二)智慧交通：空間資訊科技在交通領域也有廣泛的應用，從改善道路網路到優化公共運輸，皆有助益。例如，透過在車輛與道路上安裝感測器，可蒐集即時交通資料，用於交通管理與導航系統，以減少交通壅塞與事故發生率。在公共運輸方面，空間資訊科技可協助最佳化路線、班次，以提升服務品質並降低營運成本。

(三)智慧農業：在農業領域，空間資訊科技可協助農民做出更明智的決策，提高產量與永續性。例如，利用衛星影像與無人機，可監測農田的土壤狀況、作物健康、灌溉水分含量等，以最佳化灌溉、施肥、播種等作業。此外，在極端氣候事件日益頻繁的情況下，空間資訊科技可協助預測天氣模式與自然災害，以協助農民提早因應，降低損失。

陸、研究問題與討論

本節經由 2 年期持續盤點及彙整相關研究結論，並於 2023 及 2024 年與空間資訊科技研究與應用的專家、學者、以及業界代表進行深入討論。針對本研究之發現關鍵問題及可能策略說明如下：

一、如何精進空間測繪技術

技術進步如 AI、5G、大數據，正為空間資料的取得與應用帶來革命性的影響。在這樣的背景下，提升測繪技術以滿足日益增長的空間資訊需求，顯得尤為迫切。高可用性、高精度、高更新頻率的空間資料，是支援諸如數位孿生、智慧國土等創新應用的關鍵要素。透過改良測繪技術，可以提供更精確的基礎地圖資料與空間資訊服務，進而促進這些領域的創新，並拓展其潛在應用。更重要的是，技術進步可以幫助我們更有效地管理環境挑戰，例如自然災害或氣候變遷，藉由提供即時、高解析度的空間資料，以支持防災規劃、資源分配、環境監測等努力。以因應未來挑戰並抓住機會的關鍵。

二、如何促進測繪成果流通供應

建立健全的資料供應環境，能顯著降低資料流通的障礙。空間資訊目錄與詮釋資料等技術，可協助使用者理解並取得所需資料，進而促進測繪資源的有效整合，並催生更多跨領域的測繪應用。為使有需求的使用者瞭解資料的存在以及重點價值，首要之務是進行有效的推廣與溝通。這可透過各式管道達成，例如網站、部落格、社群媒體，以提供關於資料集及其應用的清晰資訊。為提升資料價值，圖資的動態更新、主動式異動通報、局部分區供應等方式都是關鍵。這不僅能提高圖資的時效性，亦能確保資料的準確性與完整性。圖資的完整度、資料品質、異動資料的動態更新、產品生命週期的整體品質保證，都是產業營運中不可或缺的要素。最後，提供直接的應用成果取代基礎資料下載，並制定服務收費機制與法律責任範圍，將有助於減輕空間資訊使用者的負擔，並促進空間資訊相關產業的發展。

三、如何推動測繪人才培育

為培育測繪領域人才，須從學生、教師、現職從業人員三方面著手。首先，針對學生，應激發其學習熱忱，同時符合就業市場需求。可藉由設計吸引人、涵蓋最新測繪技術與應用的課程，並提供實作經驗，達成此目標。其次，聚焦於教師，提升教學品質是關鍵。這包括更新與改善課程，以反映測繪領域的最新發展與產業需求，以及提供充足的教學資源。教師專業發展，如工作坊、研討會、研習營等，也有助於保持他們對最新測繪技術的熟悉度。合作教學模式，可促進教師間知識與最佳實務的分享。最後，關注現職從業人員，維持測繪產業的競爭力極為重要。提供在職訓練與進修機會，可確保從業人員擁有最新的測繪技術與知識。推動認證計畫，可提升專業地位，並鼓勵持續學習。產學合作可提供從業人員參與研究計畫、技術開發、以及其他產業活動的機會，以保持他們對產業趨勢與挑戰的熟悉度。清晰的職涯發展道路，包括晉升機會與薪酬福利，可吸引新血加入該領域，並激勵現職從業人員在該領域深耕。

四、如何拓展測繪產業數位經濟

為了將空間資料的高應用價值發揮最大效用，整合多方需求並推廣跨領域應用是至關重要的。這可透過強化測繪基礎建設、完善測繪成果維護機制、以及優化測繪領域執行環境來達成。首先，穩固測繪基礎建設是必要的。這包括投資於高精度感測器、高效能計算能力、以及先進的資料處理與分析工具。這些資源的取得，有助於提升測繪作業的品質與效率，並擴大可測量領域的範圍。此外，政府與私人部門的合作，可協助分擔成本，確保這些資源的永續利用。

其次，完善測繪成果維護機制是另一個關鍵因素。這涉及到建立標準化的資料格式、明確的資料品質標準、以及資料存取與管理的政策。透過妥善維護測繪成果，可確保資料的準確性、一致性、以及時效性，從而提升其在各領域的應用價值。

最後，優化測繪領域執行環境，對於促進跨領域應用以及測繪產業的蓬勃發展同樣重要。這可透過提供易於使用且具成本效益的測繪技術、培訓測繪專業人員、

以及支持測繪研究與創新來達成。一個健全的執行環境，可激發出更多的創意應用，並帶動測繪產業的成長與發展。

五、如何推動前瞻測繪創新應用

為達成測繪技術與空間資訊應用的創新推廣，必須從數個面向著手。首先，必須加強測繪數據的研究與開發，這包括投入資源進行基礎研究、鼓勵產學合作、以及培育下一代測繪專業人員。透過不斷提升測繪技術的準確性與效能，可開拓出更多的應用場景，並帶動產業發展。

其次，必須擴大空間資訊應用的範疇與範圍。這可藉由與不同領域的利害關係人合作，共同開發新穎的應用方式，並辨識出潛在的市場機會來達成。例如，在農業中使用測繪技術來最佳化灌溉系統，或在建築業中使用它來改善結構工程的效率。

第三，建立健全的空間資訊應用體系與人才生態系統，是推動產業發展與社會進步的關鍵。這包括制定明確法規與標準、提供誘因鼓勵創新、以及確保資料的互通性與安全性。一個健全的生態系統，可吸引更多參與者投入，並帶動創新與投資。

第四，國際間的交流與合作在空間資訊應用中扮演著日益重要的角色。這包括分享最佳實務、聯合進行研究計畫、以及共同開發標準與協定。透過國際合作，可加快技術進步的腳步，並擴大空間資訊應用的影響力。

最後，必須重視測繪技術在社會效益方面的潛力。這包括利用開放資料促進民間產業發展、提供低成本的測繪服務給弱勢族群、以及運用測繪技術來解決社會與環境問題，如自然災害管理或文化遺產保存。

柒、結論與研究建議

本研究報告從國家相關發展情勢及基礎資料、實地調查及學門資料進行分析。整體來看，空間資訊科技發展的近年來發展係建立在不同領域技術的整合以及各種不同科學應用的需求上。學門本身也嘗試突破或尋求更新的技術，展望未來，跨領域整合及國際合作和數據共享以確保空間資訊科技的應用能夠為全球可持續發展做出貢獻，仍是促進空間資訊科技更進一步發展的原動力。

此外，我國產業環境也受到空間資訊科技的影響。許多行業，包括不動產開發、農業、運輸和自然資源管理，都需要空間資訊技術來支持其運營和決策制定。因此，產業界需要積極採納這些技術，以提高效率、降低成本，並滿足市場需求。雖學門尚未有高齡化的情形，惟目前面臨空間資訊科技人才短缺問題除學術機構須不斷更新的課程，以反映技術的變化，並確保空間資訊科技人才能夠應對現實世界中複雜的測繪問題外，強化空間資訊科技研發體系成果與產業韌性的鏈結亦是關鍵的一環。經綜整本研究之研究建議說明如下：

- (一) 為滿足日益增長的空間資訊需求，應持續提升我國測繪技術並針對關鍵研究投入長期資源。
- (二) 測繪成果資料應建立健全的資料供應環境，以利一般使用者理解並取得所需資料，識別並消除在標準化過程中存在的障礙，促進更廣泛的代表性和參與。
- (三) 測繪及空間資訊產業需以需求為導向並朝向跨域合作，以解決複雜的問題或開發創新產品。
- (四) 測繪及空間資訊產業之跨域合作應建立溝通媒合及整合機制，透過建立有效機制，測繪及空間資訊產業的跨域合作將能夠更順利地進行。
- (五) 測繪及空間資訊產業之人才培育及留用、薪資結構改善及產業扶植須搭配具體作法使相關專業領域者有感。

捌、參考資料

- 一、國土及公共治理季刊第七卷第二期
- 二、自然科學簡訊第二十四卷第一期
- 三、112 年科學技術白皮書
- 四、國土測繪中心全球資訊網
- 五、經濟部統計處資訊網
- 六、國科會學術補助獎勵公開查詢資訊網(計畫名稱：結合規則基礎之多任務深度學習於高效水稻倒伏辨識)
- 七、國科會學術補助獎勵公開查詢資訊網(計畫名稱：以機器學習為基礎建立氣候變遷下高時空解析度之室外空氣污染推估模型)
- 八、111 年度中華民國測繪與空間資訊產業人才及教育訓練現況調查報告書
- 九、第 114 號教育統計簡訊

玖、致謝與後記

感謝以下單位，及各大專院校公開網路相關資料：國家發展委員會、內政部地政司、內政部國土測繪中心、國立臺灣大學土木工程系、國立陽明交通大學土木工程系、國立成功大學測量及空間資訊學系、中華測繪聯合會、台灣地理資訊學會及國立臺灣大學土木工程系許謹柔助理協助相關分析。

