

出國報告（出國類別：考察）

臺美林業經營技術協助訓練計畫-美國地理空間 資訊技術在林火應變之應用

服務機關：行政院農業委員會林務局

姓名職稱：黃允廷技正、蔡博雅技士

派赴國家/地區：美國

出國期間：108年7月7日至108年7月14日

報告日期：108年10月

摘要

Esri User Conference 是目前全球最大地理資訊系統技術交流研討會，充分展示美國將地理資訊系統運用在商業、國防、教育、環境、健康、自然資源管理、交通等面向，美國林務署（United States Forest Service）亦致力於運用地理空間資訊技術來解決森林管理的問題，並經由地理空間資訊分析，做為各項森林經營決策的方針。南加州地區近年乾燥季節飽受野火(wildfire)肆虐，造成龐大的危害，Southern California Geographic Area Coordination Center(OSCC)透過各項軟、硬體設備，整合 ICS(Incident Command System)中各防救災權責機關的資源請求、調度及災害現場第一線人員的指令下達、安全回報等空間資訊，確保人員安全並完成各項搶救任務。

關鍵字：林火應變、地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)、Esri User Conference

目 錄

壹、 目的.....	1
貳、 參訪人員及行程表.....	1
參、 內容紀要	2
一、 2019 Esri User Conference 全體使用者會議.....	2
二、 Esri User Conference 技術研討工作坊.....	5
三、 拜會美國林務署地理科技運用中心人員	9
四、 地圖展示迴廊(Esri User Conference Map Gallery)	11
五、 參訪 Southern California Geographic Area Coordination Center(OSCC) 及加州政府緊急應變辦公室	15
肆、 心得與建議.....	19
伍、 附錄-考察照片補充	21

壹、目的

近年來，全球受氣候變遷之影響，各國澇旱不均情形越來越嚴重，野火頻傳，不僅造成人民財產損失、生態浩劫，更影響全球氣候。

臺灣位處季風氣候區，受到盛行季風的交替、地形的阻隔，每年十月起至隔年四月梅雨季節來臨前是我國森林火災的好發期。根據行政院農業委員會林務局 102-107 年森林災害統計資料，我國森林火災每年平均發生 41 起森林火災，平均森林被害面積約 3.14 公頃。為維護我國寶貴森林資源，除了積極整合跨機關救災量能，落實森林火災防救宣導教育外，如何在氣候變遷的影響下，提高我國森林火災的應變能力與確保救災人員安全是重要因應的課題。

本次參訪交流目的集中在美國林務署及美國環境系統研究所公司對於地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)在森林資源、火災管理應變之技術發展與運用，以及參訪 Southern California Geographic Area Coordination Center(OSCC) 及加州政府緊急應變辦公室(California Governor's office of emergency services, CalOES)，探討美國加州野火應變系統與資源調度配置，期藉由此次考察親身體驗，擷取美國林火應變之發展經驗，作為日後森林火災業務推動之參考。

貳、參訪人員及行程表

一、參訪人員

單位	職稱	姓名
行政院農業委員會林務局	技士	蔡博雅
行政院農業委員會林務局南投林區管理處	技正	黃允廷

二、行程表

日期	地點	行程概要
108 年 7 月 7	臺北-安大略(Ontario)	去程
108 年 7 月 8	安大略-聖地牙哥(San Diego)	參與 2019 Esri User Conference 開幕式及全體會員大會，瞭解 GIS 的運用，如野生動物保育管理、災害防救等多方面運用。
108 年 7 月 9	聖地牙哥	參與工作坊，有關 GIS 在林火管理、預防及應變復原的使用與其他領域應用。

108 年 7 月 10	聖地牙哥	與美國林務署研究人員及 Esri 顧問針對林業地理資訊系統之運用成果進行座談與交流。
108 年 7 月 11	聖地牙哥	參與研討會地圖展示迴廊
108 年 7 月 12	聖地牙哥-莫雷諾谷 (Moreno Valley)	參訪 Southern California Geographic Area Coordination Center(OSCC)及加州政府緊急應變辦公室(California Governor's office of emergency services,CalOES)
108 年 7 月 13-14	莫雷諾谷-安大略-臺北	返程

參、內容紀要

一、2019 Esri User Conference 全體使用者會議(7 月 8 日)

(一) Esri User Conference 簡介

由美國環境系統研究所公司(Environmental Systems Research Institute ,Inc.,簡稱 Esri) 所舉辦的 Esri User Conference 是目前全球最大地理資訊系統技術交流研討會，每年七月份在美國聖地牙哥會議中心(San Diego Convention Center) 舉辦，至今已舉辦超過三十屆以上。研討會提供超過 1,000 個 GIS 用戶演示會議及技術工作坊(Technical Workshop)，其技術類別多樣，包括商業、國防、教育、環境、健康、自然資源管理、交通等主題。因此，每年均有上百個國家的使用者齊聚一堂，今年更超過 19,000 人共襄盛舉。而美國林務署每年亦於會場展示 GIS 在林業方面之運用。

(二) 2019 全體使用者會議摘要

2019 Esri User Conference 主題為 GIS-智能神經系統 (GIS—The Intelligent Nervous System)，今年依舊由 Esri 公司總裁丹傑蒙德 (Jack Dangermond, president of Esri) 主持，主要闡述 GIS 與地理空間資料的關係，就像人們的大腦神經與人體器官、組織間的串連，可以透過雲端資訊整合各項地理空間的資訊並分析，提供決策參考，亦提供更聰明與更有效率方法。

而大會也安排了多項專題演講，如智能城市、人口普查、會議管理、

地鐵管理、生物多樣性保護、氣候變遷適應(都市建築)等，以下摘錄與本局業務相關之專題內容：

1. NatureServe: 生物多樣性保育

NatureServe 是由一群研究學者所建立的生物多樣性資訊網站，藉由收集瀕危物種與生態環境相關數據，運用 GIS 演算並將其視覺化，提供物種所面臨的風險，並經由專家學者分析與討論，提供實際保育行動計畫¹。

專題演講上，Dr. Hearly Hamilton 以美國瀕危動物-蝾螈 (frosted flatwoods salamander, *Ambystoma cingulatum*) 作為例子，早期物種分布係以地面調查為主，但可能會因調查路徑無法抵達而低估棲息分布範圍，故 NatureServe 結合 GIS 技術，藉由棲息地環境因子與地面調查分布之情形，來推估可能分布範圍，建立美國瀕危蝾螈生物多樣性儀表板，並透過公民參與的力量，產生一個滾動性的動態分布地圖(圖 1)，並以此做為劃設保護區之依據。此外，若有開發利用時，亦可套疊地圖點位資料以避免核心區域遭受破壞。

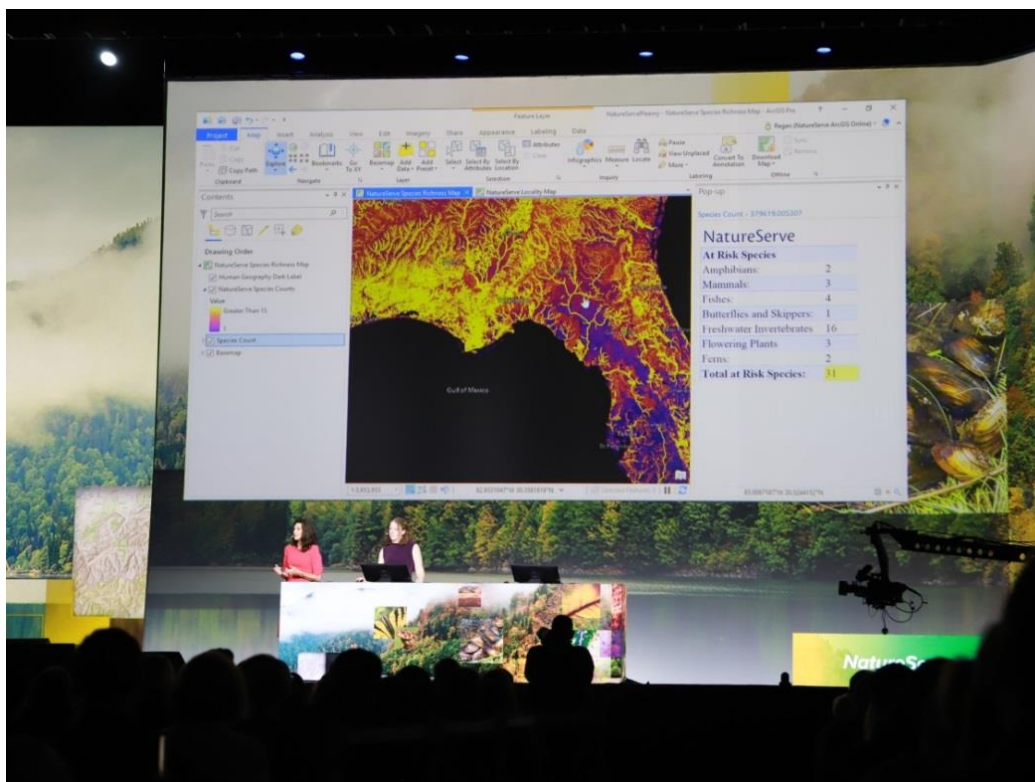


圖 1、NatureServe 運用 GIS 分析生物多樣性熱點區域

¹ <https://www.natureserve.org/about-us>

2. 非洲國家公園基金會(African Parks): 保護區管理

非洲國家公園基金會，成立於西元 2000 年，為專注非洲國家公園生態保護的非政府組織，長期與在地政府與在地社區合作，協助管理非洲地區 15 個國家公園與保護區，面積約 1050 萬公頃，其範圍包括貝南共和國(Benin)、中非共和國(Central African Republic)、查德(Chad)、剛果民主共和國(Democratic Republic of Congo)、馬拉威(Malawi)、莫三比克(Mozambique)、剛果共和國(Republic of Congo)、盧安達(Rwanda)和尚比亞(Zambia)等多個非洲國家²。

Naftali Honig 與他的團隊指出保護區管理的五大原則，1、人員執法(Law Enforcement)：建立訓練有素的執法團隊，打擊非法活動；2、生物多樣性保護 (Biodiversity Conservation)：減少棲地破壞，減輕主要威脅-盜獵；3、基礎設施管理 (Management infrastructure)：建立衛星追蹤系統與通訊系統、適當安裝圍籬減少人員與動物衝突；4、社區參與 (Community engagement)：與在地社區合作，提供教育支持，建立地方環境教育，促進當地居民了解在地資源與永續發展的必要性；5、旅遊管理(Tourism Enterprise)：妥善運用自然資源，發展旅遊行程，增加在地工作機會，回饋當地社區，有助於經濟發展。

而非洲國家公園基金會團隊也運用 GIS 技術，藉由蒐集盜獵者資訊分析區域危險值以及象群動態趨勢等情資來輔佐巡視，成功守護 90%象群(圖 2)。

² <https://www.africanparks.org/>

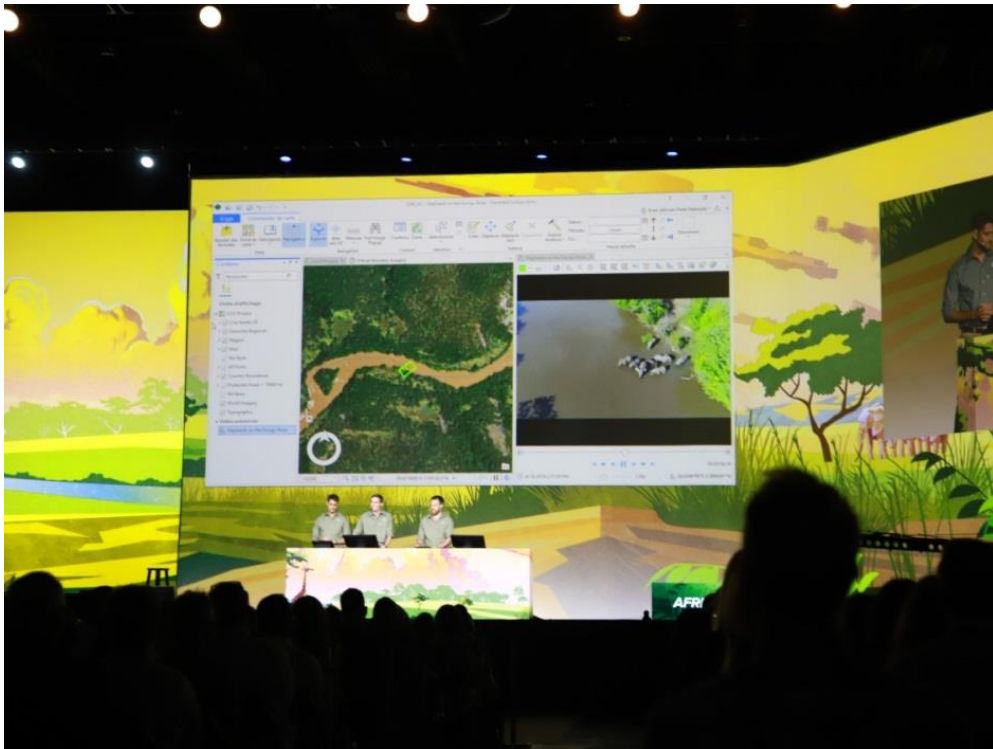


圖 2、非洲國家公園基金會展示利用無人載具、衛星影像與 GIS 結合追蹤象群

3. 珍古德博士(Dr.Jane Goodall)與威爾遜博士(Dr. Edward Osborne (E. O.) Wilson)座談

這場國際保育學者座談由 Esri 公司總裁丹傑蒙德主持，邀請珍古德博士與威爾遜博士分享近期保育工作上心情(圖 3)，首先「生物多樣性之父」威爾遜博士指出目前保育議題上有三大重要議題：1、氣候變遷；2、淡水減少；3、物種滅絕，也闡述 2016 年所提出的半個地球(Half-Earth)構想：「把這個地球表面的一半交還給自然，我們才可期望拯救這個地球內數不清的各種生命形式。」，此也反映島嶼生物學的概念，較大面積的島嶼還可降低物種因為偶發事件而發生的滅絕，使滅絕率較低。因此，威爾遜博士與耶魯大學 Walter Jetzw 團隊利用 GIS 建立「Half-Earth」網站(<https://www.half-earthproject.org/>)，利用視覺化顯示物種的分布與多樣性，亦可顯示人口干擾的壓力，透過「Half-Earth」，可以讓全世界的人們認識自己的家園，透過簡單的操作、單純的視覺化，探索周遭的物種，瞭解人類活動造成的壓力以及目前的保護措施，共同為生物多樣性保育盡一份心力。

而珍古德博士則是分享珍古德教育及保育協會 (Jane

Goodall Institute) 近期執行的 The Lake Tanganyika Catchment Reforestation and Education (TACARE) 計畫，係一個以社區為中心主導的黑猩猩保育計畫，利用在地社區的力量與知識，導入學術、科技的技術並聆聽社區人民的想法，培訓在地森林監測員。藉由衛星影像、GIS 數據分析、監控管理，逐一恢復當地森林面積，不僅減少黑猩猩與其他生物多樣性的威脅，也創造當地工作機會。



圖 3、珍古德博士與威爾遜博士座談情形

二、Esri User Conference 技術研討工作坊

(一) 森林火災應變與復原相關主題工作坊

本(9)日上午參與 Exploring Forest Health and Wildfire Recovery 工作坊，探討如何運用 GIS 分析來輔助研訂受到野火及洪水摧毀的森林復原策略。

本工作坊以美國新墨西哥州 Santa Clara Pueblo 地區為探討標的，Santa Clara Pueblo 為一個美洲原住民普韋布洛人的部落，在過去 20 年發生了 3 次嚴重的森林火災，影響了當地 80% 的森林面積(圖 4)，因為植生覆蓋遭到火災破壞，接連而來的洪水更摧毀了 Santa Clara 峽谷，道路、橋梁及魚類棲地均受到嚴重的破壞；當地政府林業部門開始規劃一連串的減災及重建措施。

首先在森林火災方面，利用歷年航空影像分析 3 次火災影響範圍的

空間分布，標計出火災高風險範圍，並進行火災跡地內的復育造林工作、定期燃料移除及控制火作業(圖 5、6)；峽谷內原有的魚類棲地因為洪水沖刷而有巨大的變遷，復原工作先由現場地形地貌變遷的空間資料分析收集開始，利用 GIS 整合創新的生物工程、適應性管理原則和洪水緩解技術，應用生態上合理的恢復策略，Santa Clara Pueblo 林業部門的最終目標是恢復當地森林生態系統功能，同時對未來的干擾和氣候變遷能更有應變力。

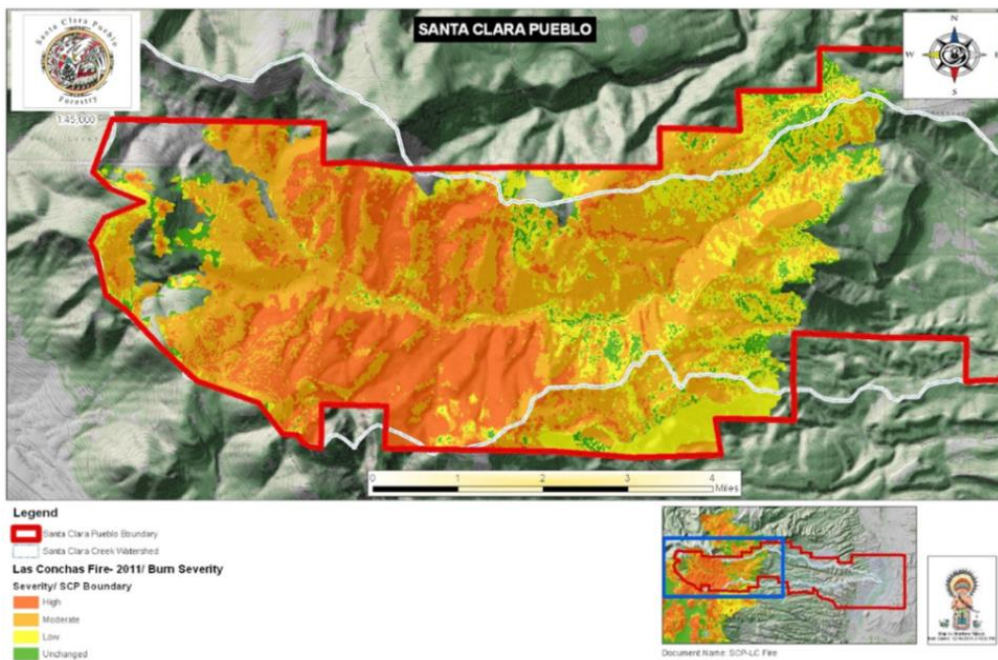


圖 4、2011 年 Santa Clara 峽谷上游森林火災受損程度分析

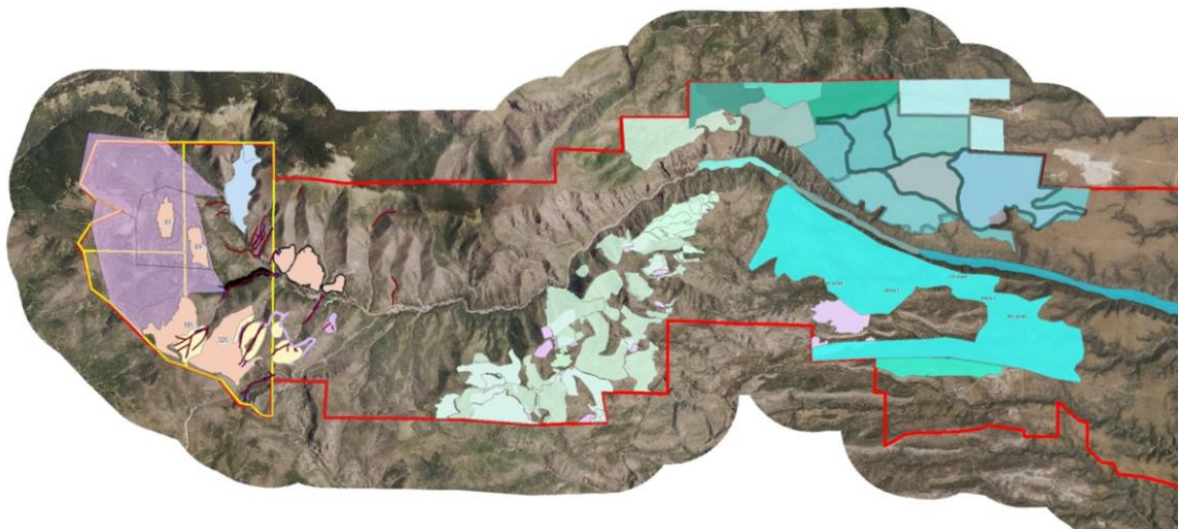


圖 5、Santa Clara 峽谷 2014-2016 森林及流域復育空間分析



圖 6、運用空間分析火災高風險區域，採取控制火移除燃料作業

(二) 其他主題工作坊、展覽摘要

1. 林火行為預測模型展示

為減少森林火災帶來的威脅與損失，會場上亦有政府單位及公司利用 GIS 演算建立林火行為模型，如「Wildfire Analyst」、「Flame Mapper」等(圖 7)，透過即時氣溫、風向、大氣濕度、地形及地被燃料狀況進行分析，提供即時林火行為及模擬林火蔓延方向與範圍予指揮官或第一線救火人員，以確保人員安全與滅火計畫之參考。



圖 7、利用 GIS 演算森林火災擴展方向與範圍

2. XR 延展實境（Extended Reality）的運用

XR 延展實境技術包括 VR 虛擬實境（Virtual Reality）、AR 擴增實境（Augmented Reality）與 MR 混合實境（Mixed Reality）等範疇，為近年來發展的新興科技，藉由影像處理、感應裝置及電腦處理，讓使用者產生一種沉浸式的體驗(圖 8)。而 ESRI 公司也研發相關技術與 GIS 結合，如 City Engine 與 ArcGIS 360 AR 的運用，真實模擬 3D 建築模型、植栽分布等，讓使用者享有更深刻的動態體驗。另現場也展示下水道管線立體化的實境模擬，讓工程人員清楚了解地面下管線的分布狀況，以利工程作業。

目前 XR 延展實境多運用於建築、設計、遊戲與教育領域，未來可運用於本局森林遊樂區導覽或森林火災教育推廣使用，提供民眾互動式體驗。



圖 8、運用 VR 虛擬實境技術，讓使用者體驗飛翔與鳥瞰城市

三、拜會美國林務署地理科技運用中心人員

規劃本(10)日行程時得知美國林務署(US Forest Service)亦指派地理科技運用中心(Geospatial Technology and Application Center, GTAC)前來參加 ESRI USER CONFERENCE，爰由 ESRI 公司 National Government Natural Resource 部門 John Steffensen 經理協助邀約進行會談，以期能了解林務署現行在林火地理資訊科技方面的發展及運用概況，John 長期協助美國林務署開發各類地理資訊運用軟體，對於林業經營相關地理資訊運用及分析亦相當熟稔。

(一) 地理科技運用中心簡介

GTAC 為美國林務署轄下機構，其成立宗旨為應用新的地理空間科學、技術和方法來經營森林，以滿足業務需求。三大核心目標包含：提供更好的林地管理決策，更有效的工作流程，以及改善與公眾和合作夥伴的溝通。

(二) 交流紀要

雙方約定 7 月 10 日在大會提供的小型會議室進行會談，當日林務署出席人員為地理科技運用中心主任 Deborah Oakeson 女士，我方由黃技正允廷簡報本局業務概況及森林火災整備概況，並向美方詢問有關 GIS 運用於森林火災應變情形及山區 3G/4G 通訊改善之方案(圖 9)，摘錄美方回應重點如下：

1. 目前林務署人員執行森林火災防救時，救火隊員均隨身攜帶智慧型裝置，指揮中心每 15 分鐘可以傳送最新火場資訊如火場氣象、火團位置、熱源空間分布等及航攝影像給救火隊員作為現場滅火作業之參考。
2. 林務署近年 GIS 科技運用林火應變，著重於救火人員的安全管制，美國國會於 108 年春天通過法案，要求全美救火隊員於 2 年內應配備相關科技器材，於火場時能隨時回傳最新位置及維生資料供指揮中心彙整，此法案因涉及人員定位即時追蹤，在美國是屬於個人隱私權的範疇，所以必須由國會同意授權方可以開始規劃執行。
3. 美方曾經運用熱氣球、無人飛機搭載臨時訊號基地台擴大 3G/4G 訊號品質，亦與民營電信業者如 AT&T 有協定於火災等緊急狀況需應變時建置火場範圍周邊臨時基地站台，提高訊號覆蓋率。

美方對於我國沒有專責的林火防救人員而是由森林護管員兼職深感詫異，但對於我方落實 ICS 訓練及運用無人機等科技設備進行火場監測，亦表示贊同及肯定。

會後 Deborah Oakeson 女士建議日後雙方對於林業相關地理空間資訊的研究及運用可以有更進一步的交流，地理科技運用中心剛搬遷至鹽湖城的新辦公廳舍，可以容納更多設備及研究人員進入，竭誠歡迎我方組隊前往參訪交流(圖 10)。

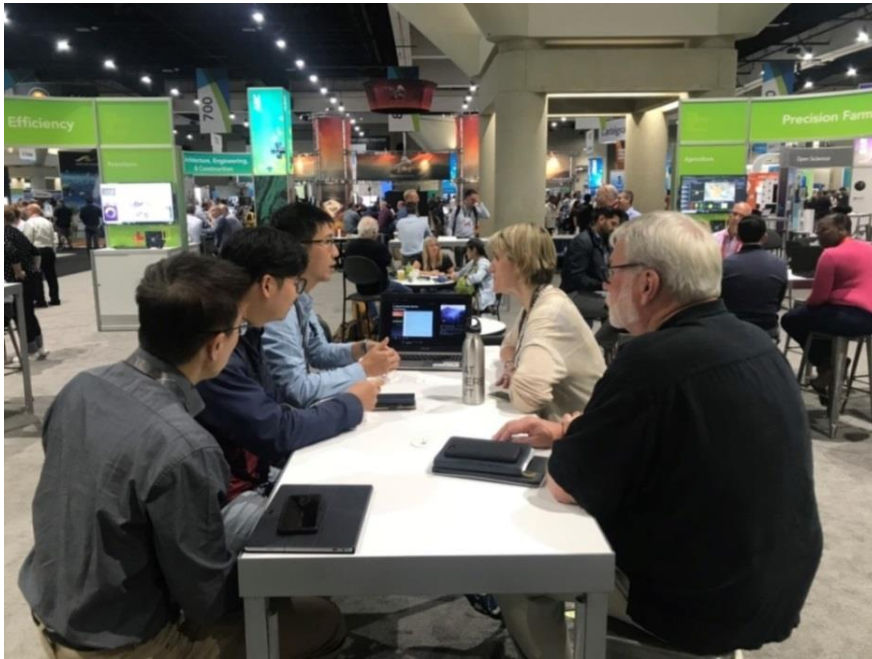


圖 9、我方由黃技正允廷代表向美方簡報林務局業務概況及林火防救整備



圖 10、林務署地理科技運用中心主任會後與我方參訪團合影

四、地圖展示迴廊(Esri User Conference Map Gallery)

今(11)日參與 Esri User Conference 重要的地圖展示迴廊，預計全球超過 100 個國家和地區展示使用 ArcGIS 分析各項資訊之研究成果，並以地圖方式呈現，今年約有 810 幅地圖展出，主辦單位亦舉辦票選活動，由與會人員票選出認優秀的地圖，而 2019 年最佳製圖獎(Best Cartography)係由 Alan Halter 所繪製的「Tree Symbolism at Oakwood Cemetery in Austin, Texas.」獲得，Alan Halter 結合抽象滴水畫風，利用油漆的顏色、漸層、大小等來標示不同樹種分布，產製出一幅色彩繽紛與藝術感十足的地圖創作(圖 12)。

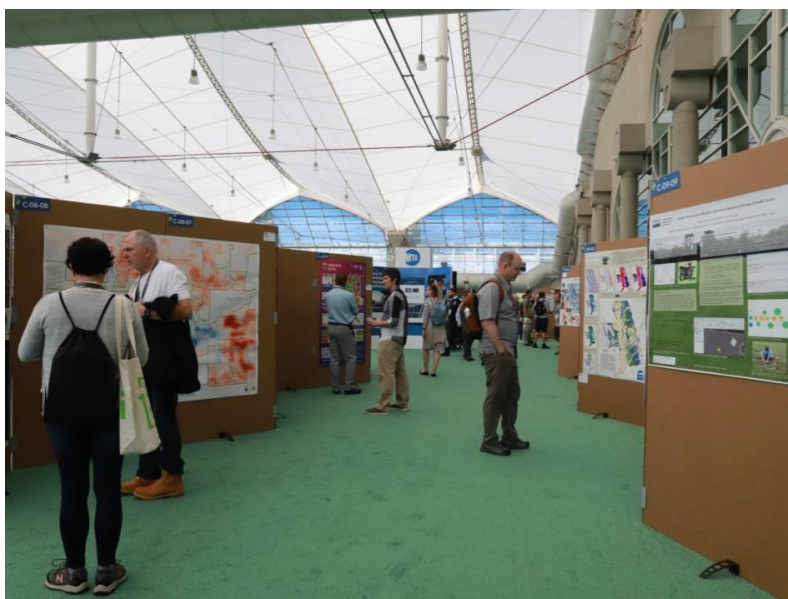


圖 11、2019 年 Esri User Conference 地圖展示迴廊會場

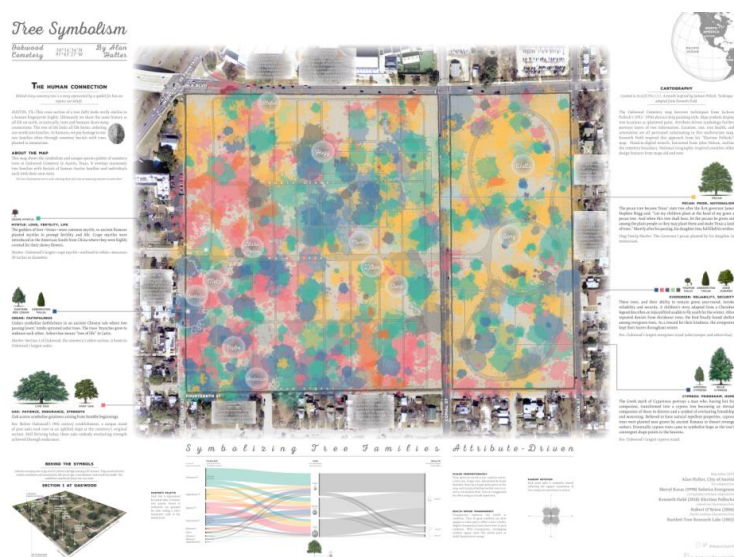


圖 12、最佳製圖獎:Tree Symbolism at Oakwood Cemetery in Austin, Texas.

而今年會場也展出許多深具應用價值的作品，其中與林火科學相關之地圖，摘述如下：

1. 題目：「2018 Wildfire Season: Another Record-Setting Fire Season in the Province of B.C. 」

作者：Sarah MacGregor, Natalie Work, Susan Westmacott, Nancy Liesch

GeoBC 團隊將加拿大不列顛哥倫比亞省 2018 年森林火災號發季節所發生的森林火災件數、範圍、燒毀面積、撤離與警戒範圍整合於地圖上(圖 13)，也闡述加拿大不列顛哥倫比亞省在森林火災防救上應變，讓大眾了解加拿大森林火災發生的情形與趨勢，此地圖亦獲得「ICA and IMIA Recognition of Excellence in Cartography」的肯定與「專題地圖獎項(Thematic Map)」第二名殊榮。

由地圖得知，加拿大不列顛哥倫比亞省森林火災號發時期為每年 7 月至 10 月間，主要發生原因為高溫與雷擊，以 2018 年為例，於 7 月 31 日至 8 月 1 日期間，記錄了 7 萬多次雷擊，造成 134 萬公頃土地遭林火燒毀(總面積約等於 43%溫哥華島大小)。

在森林火災高風險期間，若發生大規模火災，政府將會發布緊急命令，劃定撤離範圍與警戒區域，並授權相關單位與機構投入救災。2018 年共投入 4,756 名救火人員與 270 架飛機搶救林火，救災總費用為 4.659 億美元。

透過歷史火災點位與 GIS 繪製之地圖展示，可讓政府與社區居民提早因應森林火災高風險季節的挑戰。



圖 13、「2018 Wildfire Season: Another Record-Setting Fire Season in the Province of B.C. 」展示

2. 題目：「The New Normal：Identifying the Highest Priority Regions in California for Wildfire Management」

作者：Katie Harrison

由於氣候變遷，美國加州將面臨更嚴重的旱災與野火，有學者指出加州地區的森林火災案件將增加400%。為了確保人民安全，有效的森林經營管理將扮演重要的關鍵因素。爰此，Katie Harrison 套疊歷史森林火災點位、消防設施、人口分布及主要幹道圖資，利用GIS網格分析，產出森林火災經營管理重點區域，提供森林管理經營機構參酌(圖14)。

加州林業與消防部門(California Department of Forestry and Fire Protection, CAL fire)以往的係利用林火發生頻率與林火潛勢高低來分析林火威脅等級，而Katie Harrison的研究則是加入社會影響因子，如人口、道路、消防設施等，結合歷史火災，並給予不同的權重進行分析，若由兩張圖資重疊分析，發現Katie Harrison地圖中的「Extreme」與政府產出的「4-高火災威脅區域」有高度重疊，惟部分區域稍有不同，主要受到人口分布之影響，人口稀少的地方將不會納入森林火災經營管理優先區域。

藉由不同分析的比較結果，可提供政府單位、森林管理經營機構，在有限的時間與經費下，針對森林火災高風險森林區域進行管理與經營，以達減災之效果，維護人民生命財產安全。

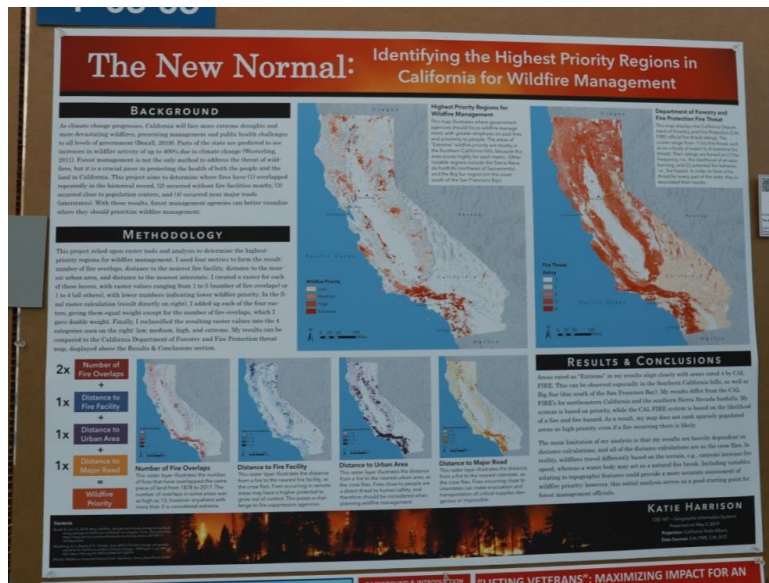


圖 14、「The New Normal：Identifying the Highest Priority Regions in California for Wildfire Management」地圖展示

3. 題目：「CALIFORNIA：NORTH BAY WILDFIRE HISTORY of 2017 AND 1964」

作者：Tiffany Meyer

Tiffany Meyer任職於CAL FIRE，負責加州森林資源調查與分析，並運用GIS分析各項資訊。本次會議Tiffany Meyer也繪製一幅加州北灣(NORTH BAY)1964年、2017年森林大火範圍與建築物位置的關係圖(圖15)。

1964、2017年加州北灣地區因為氣候乾燥加上強風，導致災難性森林大火。由地圖顯示，在1964年森林大火後，有許多住宅、商業大樓，甚至醫療設施座落在火災跡地中，因此2017年的大火造成更多災損。因此，在高風險火災區域，都市的發展與建設須考量歷史火災跡地，以為因應保障人民財產安全。



圖 15、「The New Normal：Identifying the Highest Priority Regions in California for Wildfire Management」地圖展示

五、參訪 Southern California Geographic Area Coordination Center(OSCC)及加州政府緊急應變辦公室 (California Governor's office of emergency services, CalOES)

108 年 7 月 12 日前往 OSCC 及加州政府緊急應變辦公室，同行的參訪團還有我方國家災害防救科技中心兩位研究員、香港消防局及越南緊急應變單位代表，當日分別由 OSCC 副主任及 CalOES 專員接待。

- (一) CalOES 為加州政府的災害緊急應變單位，負責協調整合州政府以下層級之地方救難防災資源及災後重建復原(圖 16)；拜訪的前一周加州接連發生規模 6.4 及 7.1 的強震，CalOES 仍處於緊急應變狀態，能於百忙之中抽空向參訪團簡短會面與簡報，已屬難得。

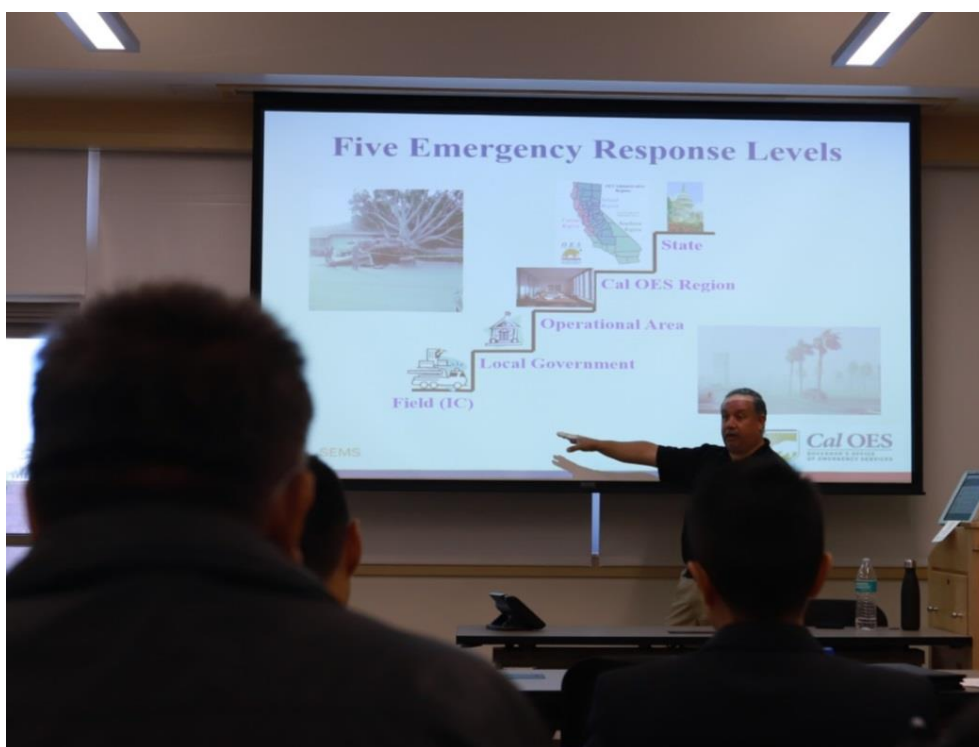


圖 16、CalOES 負責州政府層級以下的火災應變

- (二) OSCC 為一獨立的救災合作協調組織，其角色類似我國行政院災害防救辦公室，專責於南加州地區野火及其他緊急災害救援合作、協調及資源請求、分派等工作，辦公室位於莫雷諾谷，該區為南加州重要的軍事重地，陸海空軍皆有軍隊駐地於此；OSCC 為 24 小時開設的救災部門，為州政府與聯邦政府各部門之聯繫窗口，常態進駐單位如林務署(US

Forest Service)、國家公園署(US National Park Service)、土地管理局(Bureau of Land Management)、加州森林救火局(California department of forestry and fire)、加州政府緊急應變辦公室等美國政府部門，各部門均有聯絡人在此聯繫調度以防救各類型災害(圖 17)；OSCC 每日收集並分析南加州地區火災和災害情報數據，分配每一場火災事故優先處理順序並負責管理每一事件的資源分配，包含人員、飛機、機組人員及設備的所有請求；OSCC 可透過 ROS 系統(Resource Order System)聯繫各相關權責部門以獲取資源。OSCC 調度室進駐人力可依據災害規模大小擴編，納入更多機構資源投入救災；我們獲准進入小型調度室實地觀察當日數起小型火災及一起山難救援，調度人員執行空中任務分派及救難人員調度情形，救災飛機、後勤補給、救災組員均有定位系統，調度室內可隨時掌控各項資源最新動向及必須之飛航安全管制(圖 18、19、20、21)。

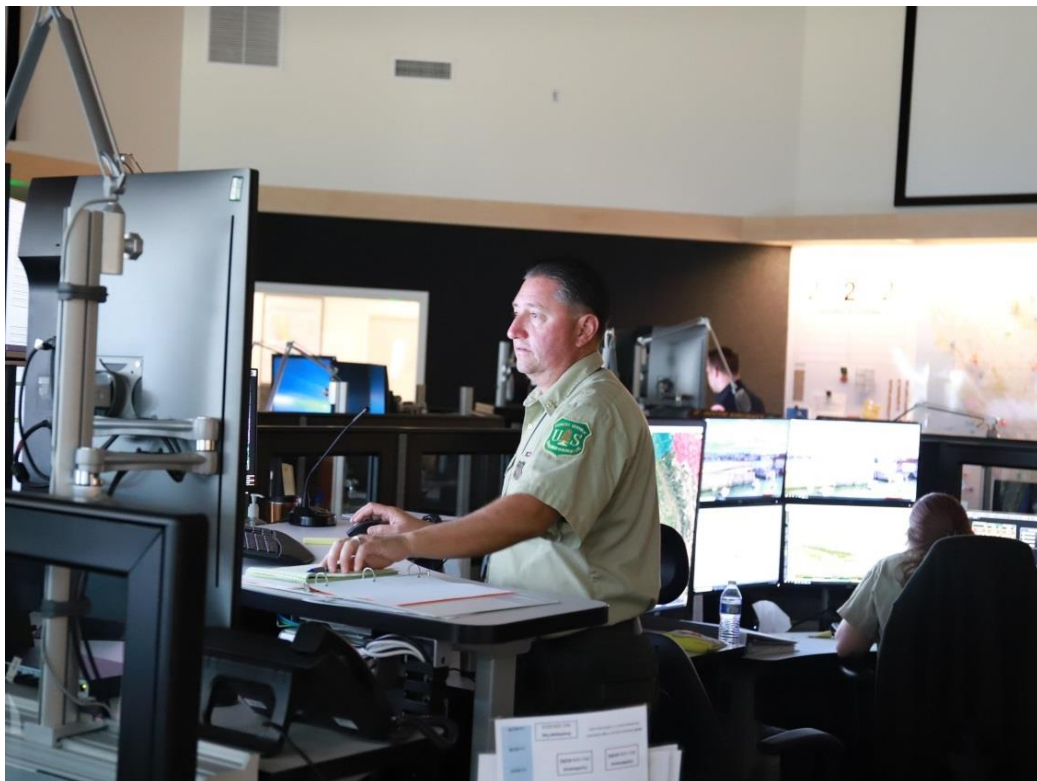


圖 17、林務署駐 OSCC 人員於小型調度室執行資源管制及聯繫

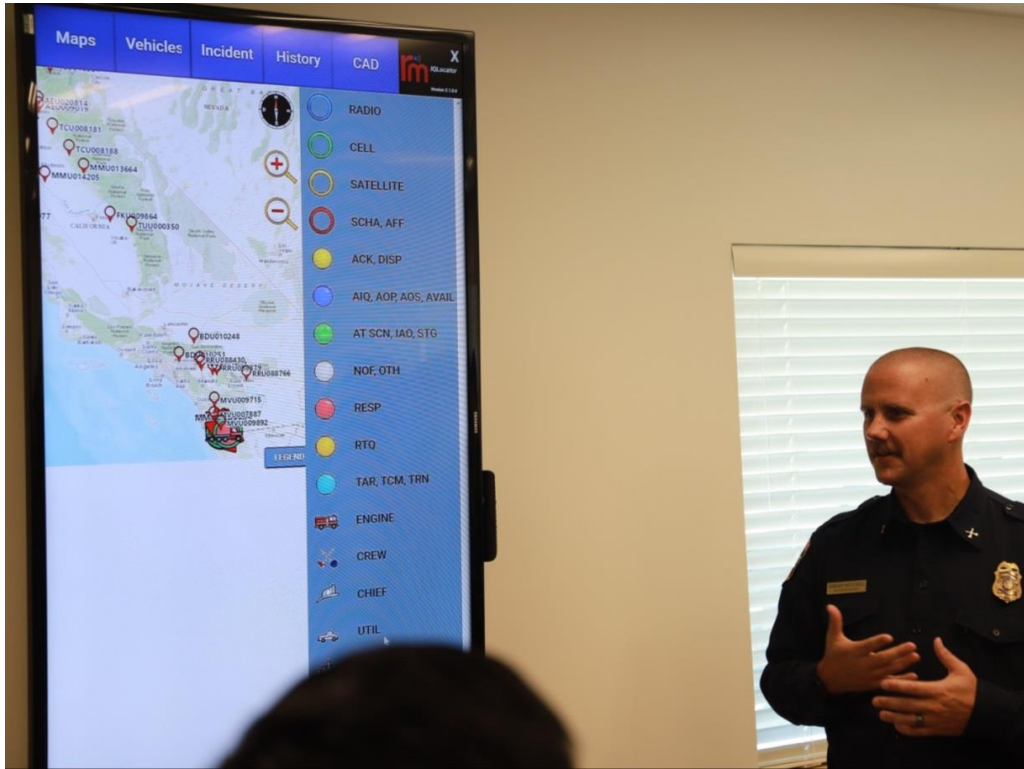


圖 18、調度室內均有螢幕可由 GPS 回傳座標顯示各項支援資源(如救火人力、物資等)目前即時位置



圖 19、大型調度室，平時亦用來訓練模擬大型災害發生時各防救機關間橫向聯繫協調作業



圖 20、T 卡資源管制圖表



圖 21、我方參訪團隊、國家災害防救科技中心兩位研究員與 OSCC 人員合影






肆、心得與建議

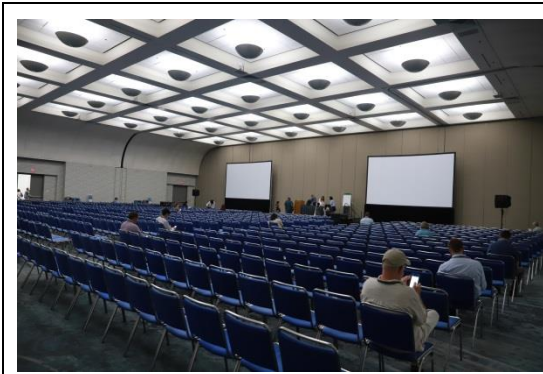
- 一、Esri User Conference 是全球最大地理資訊系統技術交流研討會，與會人員來自不同國家，其所涉及的領域十分廣泛，如自然資源管理、都市發展、消防工程、災害應變、社區發展及教育推廣運用等，且會中有許多最新的地理資訊系統技術、產品的展示，透過工作坊的研討與地圖展示迴廊導覽，除了瞭解目前 GIS 技術應用進展，並可增進災害資訊服務平台未來應用面之擴展。
- 二、本次參加 Esri User Conference 過程中，發現參與會議的政府機關將地理資訊作為一項重要的政策宣傳媒介，例如加州當地政府以 Map story 的方式記錄過去野火蔓延及當地聚落的相對空間地理位置，用於提醒民眾乾燥季節的用火安全，及強化民眾防災概念，當緊急狀況發生時，各個逃生動線及疏散的空間地理配置；我國每年 10 月份到翌年 4 月份為森林火災高風險季節，其中 90% 以上的森林火災為人為所引起，日後也許可以將第一線森林救火隊搶救森林火災過程結合火災危害的面積、範圍、航照等資訊，用於森林火災概念宣導，以加深民眾憂患意識及概念，達到推廣之目的。
- 三、美國林務署對於解決搶救森林火災時，山區 4G 通訊覆蓋不足的方案，多半透過公私協力的方式，平時整備時即與民間通訊網路廠商簽訂支援協定，當發生大型災害需要擴充通訊網路覆蓋率時，由協定廠商與火場周邊或目標區域架設臨時基地台等設備；這個解決方案值得本局借鏡參考，臺灣目前山區 4G 等通訊網路覆蓋率雖較以往提升，惟若森林火災發生於人口分布較少之區域，通訊將會成為救災之一大阻礙。一旦因通訊受阻而使火場資訊無法及時回傳，任務指令無法即時傳達予救火隊，將是救災極大之風險，故倘若本局能與電信業者構成合作模式，對於森林火災防救整備可增添一大利基。
- 四、美國野火搶救指揮系統已全面運用地理空間資訊科技，火場延燒範圍、防火線開關位置、ICS 各項資源調度整合及即時位置等，均可透過共通之火災監測系統傳達到每位 ICS 成員，得以最快速方式做出滅火策略的擬定及保全對象的疏散計畫；本局於 108 年起已開始規劃建立森林火災監測系統，除整合指揮系統端資源調度派遣及圖資外，未來可逐年建立救火隊端 APP 或無線電技術，讓森林救火隊及時位置及火場觀測資料能同步回傳指揮端，藉以掌握救火人員安全及火情變化，以最有效率方式完成火災防救工作。

五、無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)運用於火災等災害觀測已成為全球之趨勢，本局於 108 年數起森林火災亦運用小型 UAV 執行火場細部範圍空勘等作業，有效提供指揮系統研判林火延燒方向、範圍等空間資訊，因應無人飛行載具使用日增，民用航空法遙控無人機專章修正草案已於 107 年 4 月 3 日經立法院三讀通過、107 年 4 月 25 日經總統公布。行政院已於 108 年 6 月 10 日核定「民用航空法」第 99 條之 9 至第 99 條之 19 及第 118 條之 1 至第 118 條之 3，自 109 年 3 月 31 日施行，明定政府機關所有之遙控無人機，應經測驗合格，由民航局發給操作證後，始得操作。建議本局各林區管理處可挑選國家森林救火隊偵查員列為培訓考照對象，強化 UAV 使用技術及學科訓練，並依規取得操作證，以利日後森林火災防救監測所需。

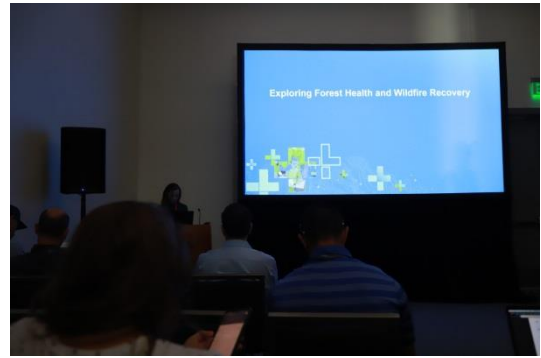
六、我國林火監測多以小型無人飛行載具進行空勘作業，而美國林務署在森林火災監控係以大型定翼機進行監控，藉由搭載紅外線影像熱感應載具進行火場拍攝與監控，以達即時資訊之掌握。而目前本局農林航空測量所已採購新型定翼無人機，飛行高度可達 4000 公尺、滯空時間達 4 小時、最大航程可達 350 公里，未來在空域協調許可情況下，裝載不同載具投入我國森林火災救災體系中，將可提供更多情資，以利計畫應變。

伍、附錄-考察照片補充

	
<p>美國加州地中海型氣候地景</p>	<p>美國加州地中海型氣候地景</p>
	
<p>美國聖地牙哥會議中心</p>	<p>2019 Esri User Conference 報到會場</p>
	
<p>2019 Esri User Conference 會場</p>	<p>來自各國的參與人員</p>
	
<p>與會人員於會場看板簽名留念</p>	<p>Esri 公司總裁丹傑蒙德開幕演說</p>



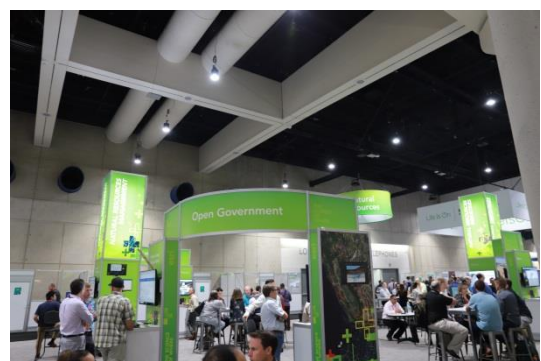
大型工作研討會情形



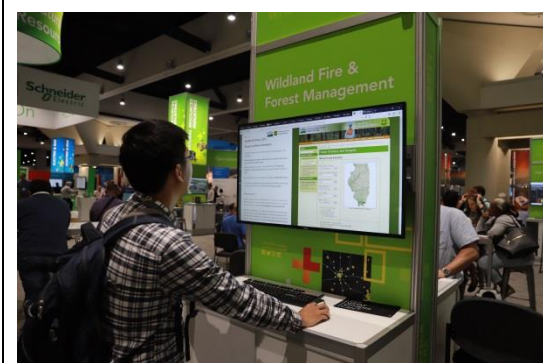
小型工作坊研討情形



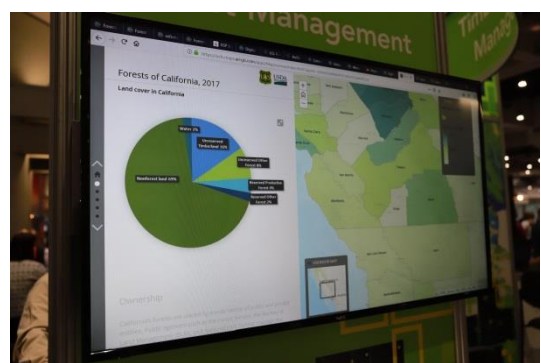
地圖展示迴廊展示



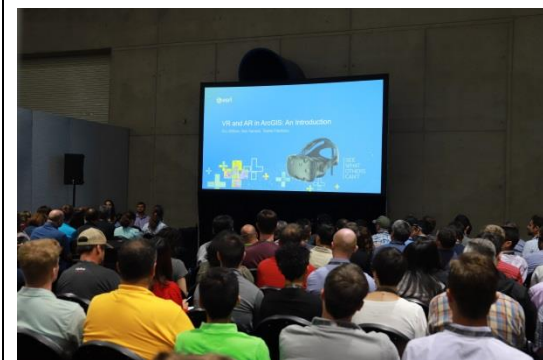
美國政府部門展示區域



美國林務署運用 GIS 於林火資料展示



加州土地利用情形



XR 延展實境技術的簡介



XR 延展實境技術與 GIS 的結合

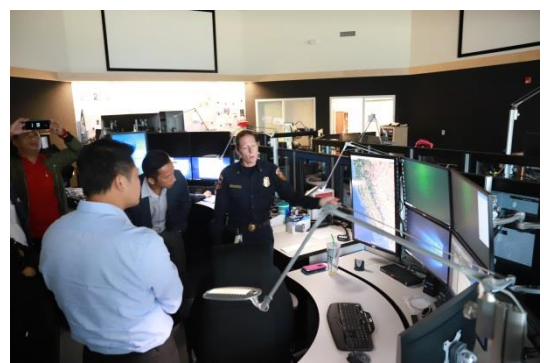


OSCC 建築外觀與機關銘牌



同行香港消防局人員合影

OSCC 副主任介紹機關任務情形



CalOES 專員簡報情形

小型調度室實地觀察



災害地圖案件標示

大型調度室使用情形