從空間規劃到災害管理——加拿大結合原住民族知識與AI應用的經驗

空間計画から災害管理まで——カナダにおける原住民族知識とAIの融合経験

From Spatial Planning to Disaster Management: Canadian Experiences in Integrating Indigenous Knowledge with AI Applications

文・圖｜陳亮妤（國科會原住民族社會永續科技發展平台計畫執行秘書）

空間規劃與災害管理構成一個連續的治理過程：空間規劃可降低災害風險，而災後的遷居、土地管制與重建，又會進一步形成新的規劃需求。本文將兩者置於同一架構，經過文獻與案例資料的閱讀整理後，呈現加拿大結合原住民族知識與AI的經驗，以及相關的資料與模型治理議題。

加拿大原住民族AI的相關組織、合作網絡與OCAP®原則

加拿大聯邦政府於2017年委託加拿大高等研究院（CIFAR）啟動「泛加拿大人工智慧策略」，連結 Mila、Amii 及 Vector Institute 三大研究機構。Mila 與原住民族教育組織 Indspire 推動「Indigenous Pathfinders in AI」，培育原住民族青年發展社區導向的 AI 模型，並與 CIFAR 成立原住民族 AI 諮詢圈。原住民族主導的 Abundant Intelligences 則透過地方研究節點，從關係與互惠重新思考 AI 。這些合作與第一民族資訊治理中心（FNIGC）倡議的 OCAP® 原則，亦即資料所有權（Ownership）、控制權（Control）、近用權（Access）與持有權（Possession）相互呼應。

以資料的社區治理與人才培育爲基礎

加拿大原住民族 AI 的起點，在於建立由社區治理、可持續更新的資料與人才基礎，並重視社區治理權、在地人才、日常使用及持續回饋。

SIKU（Inuktitut語意指「海冰」）是 Nunavut 地區 Arctic Eider Society 建立的行動與網路平台，由原住民族土地使用者持續記錄移動路線、狩獵採集、野生動物、海冰、天氣及地名。平台支援多種原住民族語言、離線與低頻寬操

資料主權更須擴展至AI模型的控制與決策。即使社群擁有原始資料，外部機構仍可能掌握演算法、參數、雲端資料與衍生產品。





SIKU是一套把在地／原住民族知識、地圖、田野觀察、環境監測與資料治理結合起來的平台App。

作，並連結衛星資料，因而並非一次性的土地使用調查，而是能反映季節變化。使用者可控制隱私、位置顯示、委託管理及資料匯出。而且，外部機構若要將其用於AI訓練，必須事先取得權利人許可。

Trailmark 是以網路 GIS、數位典藏、參與式製圖及行動蒐集為核心的平台，將口述歷史、文化記憶、土地使用、活動路線、環境監測及開發案件連結至地圖，使原住民族政府建立自主管理的資料庫，支援土地與水域管理、文化保存、影響評估及協商。聯邦政府資助的 Indigenous Guardians 則採去中心化治理，由各民族依自身知識、權利、環境及需求規劃土地、水域、野生動物與環境變化監測，部分計畫亦參與野火、搜救與油污應變。

紐芬蘭紀念大學、Nunatsiavut Government 與 Inuit 社區合作發展的SmartICE，是社區主導的海冰監測與移動安全系統。它結合海冰厚度感測器、雪上摩托車拖曳測量裝置、衛星影像、數位製圖及 Inuit 海冰知識，提供符合社區尺度的即時資訊；各社區由不同的海冰使用者組成管理委員會，決定知識記錄與資訊傳播方式，使成果符合在地語言、路線及海冰變化。

從評估模型、參與模型設計到風險辨識

育空領地 Tr'ondëk Hwëch'in 自治政府與加拿大野生動物保育協會，在Dawson區域土地規劃中測試 Zonation 空間保育排序工具。研究者訪談不同世代的社區成員，將採集、文化活動、土地經驗及保

加拿大經驗顯示，AI無法取代原住民族知識。要讓不同知識系統合作，就要建立由社區平台、現地監測、人才培育、運算模型、民族政府及資料治理構成的生態系。





SmartICE將原住民族知識與科技監測結合，是用來因應氣候變遷與提升社區安全的社區型系統。

護主張製成地圖，並嘗試把文化與生態資料共同納入模型。然而社區認為，將原住民族知識階層化、量化及排序，並以取捨和優先順序處理土地，不符合土地、水域、動物、歷史與精神關係相互連結的倫理。因此，最後僅以 Zonation 分析生態資料，文化敘事則與模型結果在規劃過程中並陳用於決策的討論。

Abitibiwinni 第一民族及 Oujé-Bougoumou Cree 族與學者合作，以 LANDIS-II 模擬 2000 至 2100 年間氣候、伐木與野火造成的森林變化，再由土地使用專家判斷各情境滿足狩獵、設陷、採集及文化需求的機率，納入貝氏網路（是一種以機率表示不同因素之間關係的分析模型，通常由「節點」和連接節點的「箭頭」組成）並與長期森林模擬連結。原住民族知識因而參與變數選擇、條件機率設定及情境驗證，而非模型外部的補充。

Arctic Eider Society 另與滑鐵盧大學合作，由 SmartICE 參與建置訓練資料，運用衛星影像與卷積神經網路（利用濾鏡在影像上移動，擷取不同位置的局部特徵，並透過多層網路逐步將邊緣、紋理等簡單特徵組合成形狀、物體或地景類型等特徵進行判讀）辨識冰間湖（海冰包圍的開放水域或薄冰區）。地方居民標記、驗證危險位置，並解釋其季節性及旅行風險。研究發現，模型即使整體準確率高，仍可能漏判或誤報小型冰間湖，說明AI可擴大影像觀察，卻不能取代在地使用者的現地判斷。

原住民族知識的運算轉化過程與模型治理

本文所引用之的案例，呈現四種原住民族知識的運算轉化。第一是將移動、狩獵、採集及監測活動轉成 GPS 軌跡

與時空紀錄；第二是將口述歷史、地名及土地關係轉成點、線、面與密度圖；第三是將資源狀態、可及性、文化意義及土地經驗轉成模型變數；第四是將知識持有者對不同情境的判斷轉成訓練標籤（也就是由人員根據影像、現地觀察或專業知識，為訓練資料標註類別或參考答案），或者轉化成條件機率。

這些轉化可提高原住民族知識在政府決策過程中的可見性，卻也可能產生「地理空間落差」：系統累積大量空間資料，卻切斷知識與土地、語言、法律、歷史及社會關係的連結。知識越被壓縮為分數、權重或風險等級，越容易遮蔽不能交換、公開或量化的價值。因此，模型驗證不只要問預測是否準確，也要判斷是否適切。

所謂適切性，包括分類是否符合民族語言與法律、資料分享是否獲得授權、地圖空白是否源於資料不足或殖民驅離，以及模型用途會否傷害社群。Tr'ondëk Hwëch'in 拒絕排序文化價值，就是適切性驗證；海冰案例也說明，整體準確率不能掩蓋特定地點或小尺度的漏判。負責任的制度應讓土地使用者、社區及民族政府複核結果，並保留修正、拒絕或停止模型的權利。

資料主權更須擴展至 AI 模型的控制與決策。即使社群擁有原始資料，外部機構仍可能掌握演算法、參數、雲端資料與衍生產品。因此，治理制度須釐清：誰界定問題、哪些知識不得進入模型、模型存放及商業用途、社群能否撤回資料或刪除衍生成果，以及如何分配收益，確保模型成為自治主體的決策支援。

掌握資料主權、避免將不平等關係數位化

加拿大經驗顯示，AI 無法取代原住民族知識。要讓不同知識系統合作，就要建立由社區平台、現地監測、人才培育、運算模型、民族政府及資料治理構成的生態系。SIKU、Trailmark、Indigenous Guardians 與 SmartICE 顯示，科技必須能由社區控制、理解及維護；Tr'ondëk Hwëch'in 案例說明，不同知識並列，以及拒絕不符合原住民族倫理的演算法，也是重要的成果；LANDIS-II 證明，知識持有者持續參與可使模型協助分析長期地景變化；海冰辨識則提醒，AI 輸出仍須社區與現地使用者重複檢驗。這些經驗的關鍵在於，原住民族自決權利應置於技術之上，由社群來界定問題、制定資料規則、驗證模型並控制用途，並將資料主權延伸至模型、運算設施、衍生成果及利益分配上。如此，AI 才可能增進空間治理與災害韌性，而非將不平等關係數位化。◆



陳亮妤

台南市歸仁區人。1995年生。台灣大學地理與環境資源學系博士生。現任國科會原住民族社會永續科技發展平台計畫執行秘書。過去於政治大學民族學系完成碩士學位，研究關注文化地景與人地關係。現在的研究則聚焦於原住民族地區的災後重建、空間治理與地方知識，希望透過地理學的視角，理解國家治理與部落生活之間的互動。