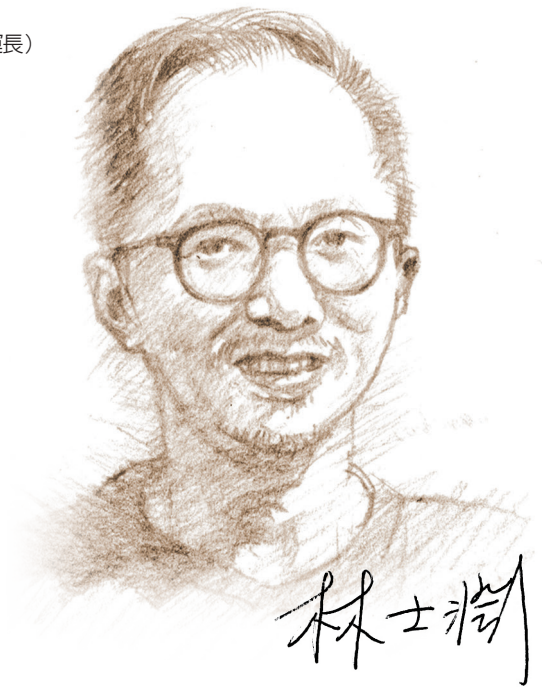
從遙測到 AI、從土地覆蓋到土地利用——原住民族土地知識的角色與重要性

リモートセンシングから AI へ、土地被覆から土地利用へ
——原住民族の土地知識の役割と重要性

From Remote Sensing to AI, From Land Cover to Land Use:
The Role and Importance of Indigenous Land Knowledge

林士淵（政治大學地政學系教授兼產學營運暨創新育成總中心營運長）



技術的發展並非彼此取代，而是在既有基礎上不斷堆疊與延伸。因此，在討論人工智慧之前，我想先從已被普遍應用的遙感探測（Remote Sensing）談起。

「看見變化」到「理解變化」

遙測透過不同時期的衛星或航空影像，持續觀察森林、農地、聚落與崩塌地等土地覆蓋（Land cover）。此方法主要記錄地表呈現的物理特徵，經變遷偵測（Change detection）分析，可回答「哪裡發生了什麼變化」，但若只依靠影像要說明「為什麼發生變化」，便有其限制。例如，利用時序衛星影像可以偵測森林轉變為耕地的時間與區域，並判讀其土地覆蓋與植生變化，但若要進一步瞭解變化發生的原因，單憑影像很難做到。

要從「看見變化」進一步走向「理解變化」，原住民族傳統知識扮演重要角色。結合在地知識，我們才能瞭解變化背後可能涉及的部落生計、傳統耕作、災後復原或治理制度。例如，短期的植被減少未必是環境破壞，可能是輪耕、火耕或災後整理的一部分；而保留林木、順應坡地在小範圍配置作物，以及依照氣候與物候決定耕作時間等方式，也需要理解在地知識才能理解。因此，傳統知識可以協助解釋遙測所觀察到的變化，區分看似相同、實際成因不同的土地利用事件。結合部落參與、訪談與田野調查後，遙測影像便不只是用來製作土地覆蓋分類圖，也能成為理解土地利用（Land use）目的、過程及其文化與生態意義的重要基礎。

原住民族傳統知識的應用與挑戰

人工智慧的發展，使遙測方法處理土地資訊的能力向前推進。遙測與AI的相通之處，在於兩者都從可觀測的資料中辨識特徵與規律，許多AI應用更直接建立在遙測影像之上。AI可以加速影像分類，整合多時期與多來源資料，並發現人工判釋不易掌握的細微變化，提升遙測作業在效率、精度及資料處理量方面的表現，這是在Land cover面向的進步。至於Land use，AI可以整合與分析時序影像、地形環境、農業活動與訪談紀錄等多模態（Multimodal）資料，呈現土地覆蓋變化與人類活動之間的關聯。在此過程中，原住民族傳統知識可協助更正確地解釋這些關聯。整體來說，AI擴大資料整合與關聯分析的能力，而傳統知識則為分析結果提供在地脈絡，使Land use的解釋具備在地內涵。

傳統知識可以協助解釋遙測所觀察到的變化，區分看似相同、實際成因不同的土地利用事件。結合部落參與、訪談與田野調查後，遙測影像便不只是用來製作土地覆蓋分類圖，也能成為理解土地利用（Land use）目的、過程及其文化與生態意義的重要基礎。



由此來看，傳統知識在遙測與AI中的角色既有延續，也有所擴展。不過，將AI應用於Land use分析時，有以下幾點需要注意：**（1）Land use不是單純的客觀分類：**Land cover可依地表物理特徵分類，但Land use涉及使用目的、文化意義、權利關係與治理方式。同一種土地覆蓋，在不同部落脈絡下，可能對應不同的土地利用方式與意義；**（2）傳統知識在資料化與模型訓練過程中可能被簡化：**將順應地形、保留林木、耕作時序等知識轉換為資料類別、指標或訓練標記，可能拆解原本相互關聯且具有情境性的知識。哪些內容可以轉換、如何轉換，需要與部落參與討論、決定；**（3）分類架構可能延續既有外部觀點：**如果AI沿用既有的土地利用分類，可能仍以農業、林業、保育或開發等既有分類重新描述部落土地，無法呈現傳統利用方式中生產、生活、文化與生態彼此交織的關係。如何將這些彼此交織的關係納入分析，正是AI可能帶來突破之處，也是應用上極具挑戰的地方；**（4）資料主權與部落參與：**必須釐清資料由誰蒐集、保存及使用，哪些知識可以進入AI模型，分析結果由誰解釋，以及是否能進一步用於土地規劃或治理。部落應參與問題設定、資料選擇、結果解釋及成果應用，而不只是資料提供者。國際間提出原住民族資料治理的CARE原則，強調集體利益（Collective Benefit）、自主控制權（Authority to Control）、責任（Responsibility）與倫理（Ethics），可作為原住民族土地資料與AI應用的治理基礎之參考。

展望與期許

展望未來，隨著影像、演算法與運算能力持續提升，AI 在Land cover辨識上的進展可以預期。相較之下，AI在Land use的應用仍充滿發展空間，其價值在於能否協助部落更完整地記錄、理解與運用自身的土地知識。未來可由部落、研究者與技術人員共同設定研究問題與分析目標，將遙測影像、環境資料與傳統知識相互連結，建構具有在地意義的訓練樣本與Land use分析架構，觀察土地利用變化、評估不同耕作與管理方式的環境成效，並支持部落的土地規劃與治理。如此，AI才能成為由部落共同掌握，並用以連結傳統知識與現代土地治理的技術工具。◆