



圖 / 大山影像

林業地理資訊系統發展進程

文、圖 | 林峻銘 | 林務局森林企劃組資訊科科长
沈玉婷 | 林務局森林企劃組資訊科技士
謝小恬 | 林務局森林企劃組資訊科技士 (通訊作者)

地圖學及地理學的發展為土地管理最有效的工具之一。透過地圖學將經營規劃的空間分布具像化，讓管理者可以窺見管理分區的樣貌，而地理資訊系統（GIS）運用資料數位化的技術，把實際地形、地上物及管理範圍解構成各種具備不同資訊的空間單元。管理者可透過地理空間資訊的鏈結瞭解各種土地管理情形與變化，找出最有效益、更符合環境特性及具科學依據之決策，讓森林管理更加精準有效。

在這資訊發達的世代，要能在茫茫森林中掌握自己身處的位置已不是難事，拿出GPS定位儀或手機就可以輕易取得位置坐標，但這些坐標座落的區位，與土地的使用限制或管理方式則有密切相關，而林務局身為全臺國有林地的主管機關，該如何掌握林地範圍及瞭解不同區位之經營原則，進而有效地管理森林，一直是森林經營上相當實務的問題。

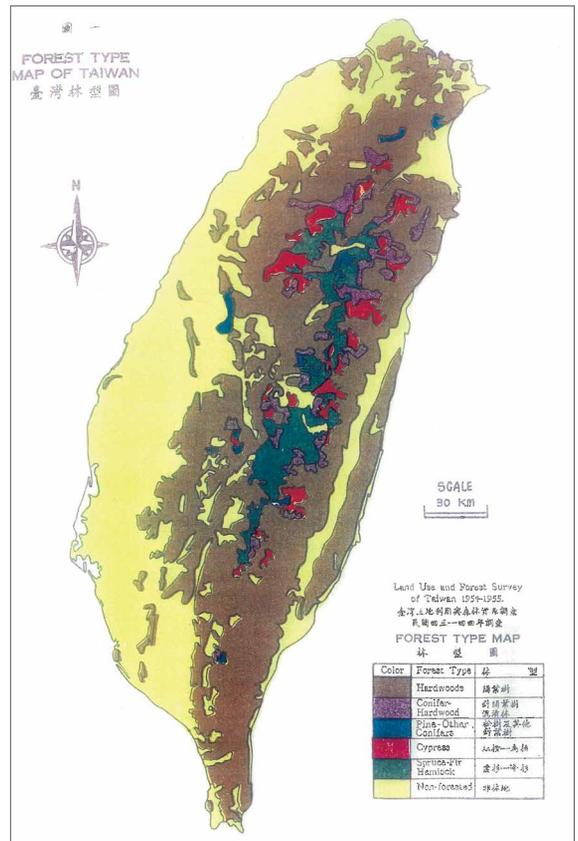
地圖學及地理學的發展成為土地管理最有效的工具之一，透過地圖學將經營規劃的空間分布具像化，以瞭解不同區位的相對位置，讓管理者可以窺見管理分區的樣貌，而後發展地理資訊系統（Geographic Information System，後簡稱GIS），運用資料數位化的技術，把實際地形、地上物及管理範圍解構成各種具備不同資訊的空間單元，不同的空間單元的組合均影響著土地管理的方式，哪裡是林業用地？哪裡是保護區？哪裡是環境敏感區位？管理者就可以透過地理空間資訊的鏈結瞭解各種土地管理情形與變化，以找出最有效益、更符合環境特性及具科學依據之決策，讓森林管理更加精準有效。

時間脈絡下的森林與GIS發展

地圖學時期

日治時期日本政府為瞭解臺灣環境資源狀況，在臺積極進行土地利用調查，區分土地產權，透過陸地測量技術繪製臺灣地形圖，並針對全島之林野作有系統有組織之森林計畫調查，並編成施業案（即為經營計畫），作為臺灣土地規劃及森林管理的基礎。

1954年開始，臺灣土地利用及森林資源調查為中美兩國合作計畫之一，由中國農村復興聯合委員會主辦，美國農業部林務局技術指導，



第一次森林資源調查—臺灣林型圖。

並由農林廳、林產管理局、林業試驗所、農業試驗部及臺灣大學等機關共同合作，於1954年至1956年運用航空攝影技術（含航照拍攝及照片判讀）搭配地面調查作業，進行第一次全島森林及土地利用調查，並繪製五萬分之一土地利用與森林資源圖。

時至1971年，行政院國際經濟合作發展委員會為檢討山坡地開發作業，決議利用航測技術建立山坡地基本資料以利後續開發利用，並作成「台灣森林及土地利用航測調查計畫」，由林務局為主管機關，農復會、農林航測隊、山地農牧局、林業試驗所等為合作機關，於1972年至1977年辦理第二次全島森林及土地利用調

查。本次調查由林務局自行購置渦輪式雙引擎飛機及蔡氏攝影機等設備自行拍攝，採用雙重取樣設計之林地樣區調查方式，並應用電腦技術將大量的航空照片樣點判釋資料及地面樣區調查資料進行核對及統計，除了有效提升調查的精確度外，也建立林務局執行航測一貫作業的能力，為後續資源調查及空間資料應用打下良好基石。

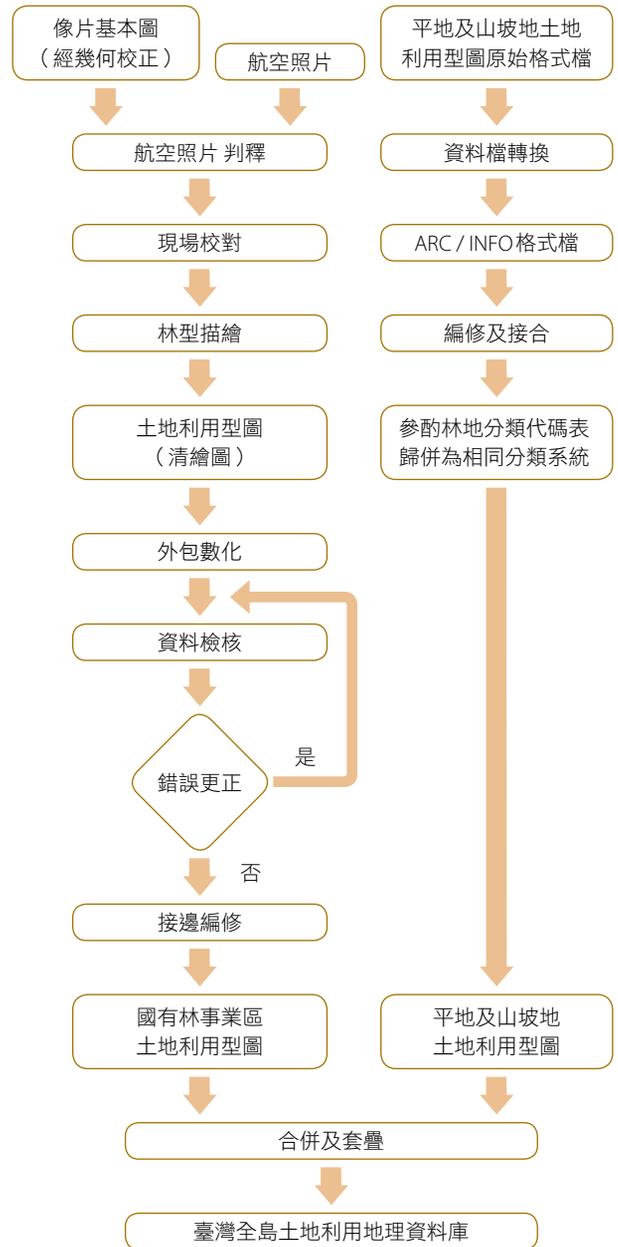
此時期的森林管理受限於資訊技術，還停留在地圖學時間，但著實提供了土地利用及政策研擬的重要資訊，手工繪製的地圖成果現在看來更顯珍貴。

地理資訊系統起步時期

林務局從第三次臺灣森林資源調查開始（1990年至1993年），正式導入地理資訊系統，將本次調查所得之成果，包含將土地利用型、地面樣區調查、土壤調查及野生動物調查等紀錄資料，將其轉製成數值檔案，並進行圖籍資料之檢核、接邊、融合等作業，兩者相關關聯後，建立林業地理資料庫。

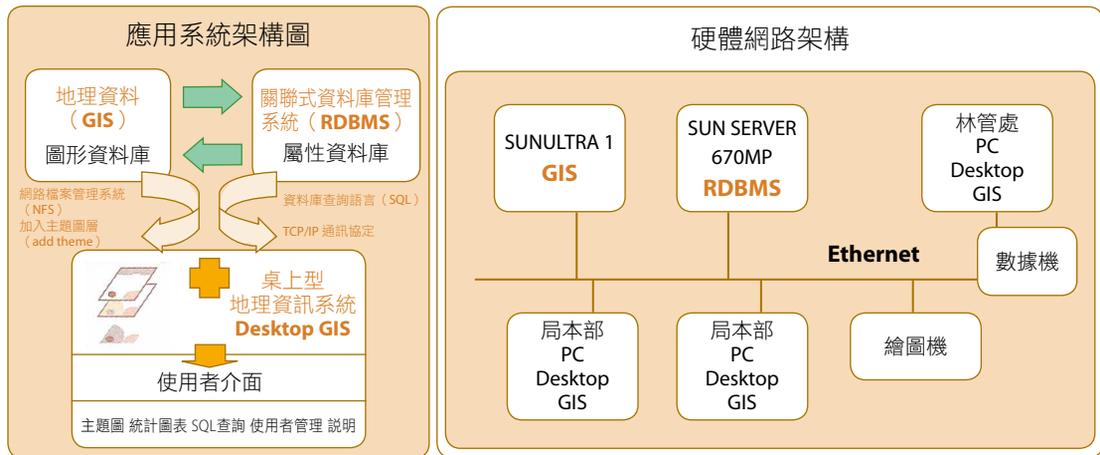
本次調查對林務局發展地理資訊系統影響甚鉅，建立了林務局地理資訊系統及資料庫，發展相關資料處理程序，產製各式主題圖資，據以利用GIS套疊分析、面積統計及屬性查詢等功能，模擬森林資源之空間分布特性，發展國有林事業區的林地分級工作，促使森林經營朝向多元目標發展。另一方面，也在此過程中辦理人力培訓，使林務局基層工作人員具備地理空間資訊概念及系統操作技術，成為日後推動GIS應用的種苗。

其後隨著資訊技術及網路環境更趨純熟，1995年底開始規劃建立「整合性國有林資料庫查詢及應用系統」，除將林務局各業務產製之



第三次森林資源調查土地利用型圖數化及整合程序。

地圖完成數化建檔外（如：國有林事業區圖、永久樣區分佈圖、林道分布圖、保安林分布、自然保留區圖等），並發展中文化系統工具，將GIS從專業的圖形工作站移轉至個人電腦上，正式將GIS技術推向一般林業管理作業程序中。



整合性國有林資料庫查詢及應用系統。

地理資訊系統成熟推動時期

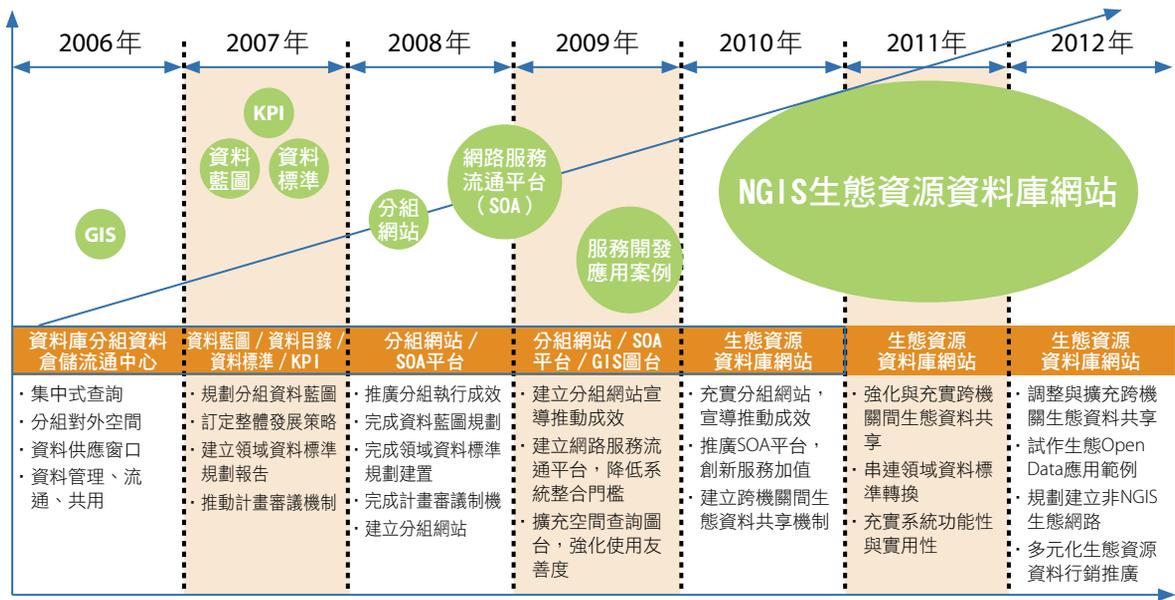
國土資訊系統推動小組自1990年於內政部成立起，期間經歷「國土資訊系統基礎環境建置計畫」（1998-2003年）、「國土資訊系統計畫（基礎環境建置第二期作業）」（2004-2007年），完成多項空間資料之基礎建設成果，至2006年提升推動層級，將國土資訊系統推動小組調整至國家發展委員會，並推動「國家地理資訊系統建置及推動十年計畫」（2006-2015年，簡稱NGIS十年計畫）及「落實智慧國土之國家地理資訊系統發展政策（2016-2020年，簡稱NGIS2020）」，逐步建設國家基礎地理資訊環境及產製國土空間資料，林務局（含農林航空測量所）配合前揭政策方向，積極參與及發展林業地理資訊系統。

於NGIS十年計畫時期，林務局擔任國土資訊系統九大資料庫分組之「生態資源資料庫分組」召集單位，跨單位整合農委會企劃處、農委會畜牧處、農委會農田水利處、林務局、水土保持局、動植物防疫檢疫局、農糧署、漁業署、農林航空測量所、農業試驗所、林業試驗所、水產試驗所、特有生物研究保育中心與營建署國家公園組等共計14個分組成員，共同辦

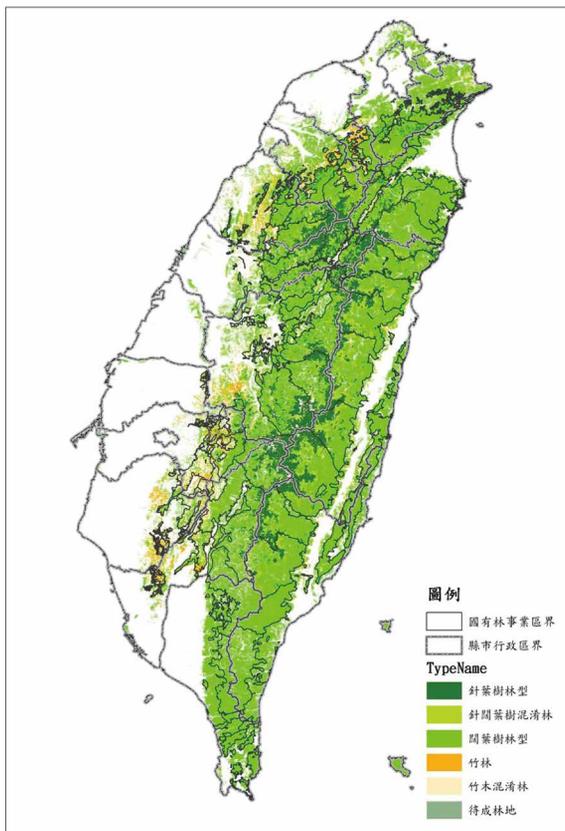
理生物資源、生態棲地、土壤資源與農、林、漁、牧、植物防疫、水土保持等多樣化空間資訊基礎建設及全國航攝影像蒐集產製作業。

同時林務局也積極辦理基礎軟體技術的推廣、空間資料建置、資料品質檢核及網路應用服務發展等工作，建立林務局空間資料倉儲，完整收納林業相關之空間資料；另一方面各項業務也逐步將GIS圖資產製納為業務執行的標準程序，從源頭規範圖資產製的格式與內容，以確保空間資料與屬性資料之關聯性及正確性，趨使GIS技術成為林業業務執行的基本工具及必要概念，整體性提升林業地理空間資料的完整性及林業從業人員運用GIS技術之成熟度，建構林業GIS發展的穩建基礎。

而在林務局辦理第四次全國森林資源調查（2008年至2014年）時，已可成熟運用GIS技術及各式空間資源，包含林地範圍清查作業、森林林型及其他土地利用型繪製、林分蓄積與碳吸存量推算及各式空間範圍統計，並建立森林資源調查後續資料更新作業機制，後續將依航攝更新作業的進程，以5年為一周期，逐年就新攝影像進行前後期差異性比對，更新土



生態資源資料庫分組推動歷程。



第四次森林資源調查－森林林型分布圖。

地覆蓋型資訊，並記錄變遷的原因與面積等資訊，以達成森林監測的效果。

另配合政府資料開放政策，林務局各式GIS圖資成果也納入對外開放的項目，將歷年累積建置及調查的成果對外公開（主要上架於「地理資訊圖資雲服務平台TGOS」及「政府資料開放平台」），促進各政府部門、學術單位或個人應用，提升資料效益及價值。

林業GIS的布局規劃

地理資訊系統應用的普及、地理空間資料的豐富健全及林業從業人員對GIS技術的熟稔性，成為林地資源管理的最大利器，GIS於林業業務上的應用開始漸趨多元及重要，搭配GIS技術發展從單機軟體應用與系統開發轉向為雲端應用之平台服務，因此林務局的GIS發展邁向下一階段的轉型。規劃工作說明如後述。

搭建新一代GIS基礎服務架構

考量林務局各業務系統對GIS應用的需求性

及依賴性逐漸提升，爰於2018年開始著手調整林業地理資訊系統基礎服務架構，配合局內現有的軟、硬體資源，考量系統運作效能及災害應變規劃，重新佈設底層資訊環境，整合虛擬與實體設備、導入系統負載平衡設計、規劃高可用性服務架構，並視各伺服器特性設計資料備份與備援機制，建立穩定、高效能且可擴充的GIS基礎服務架構。

次配合國發會綠能資料中心計畫之推動，除於硬體面將GIS相關設備集中管理，另於軟體面將林務局各業務系統涉及地圖服務之項目，統一改由林務局內ArcGIS Server發布服務，藉此降低軟、硬體維護成本，減化系統維護的程序與資源，並可提升整體資訊安全管理的有效性，作為未來資料供應及建立標準化資訊流程的基礎，提供林務局內、外部系統介接應用。而國際GIS技術發展趨勢，也從單機軟體與系統開發轉而朝向雲端應用服務，新一代的GIS服務架構也將配合未來雲端應用的需求，提供平台服務，以利配合資料即時化、行動化的應用，提升林地管理效能。

地理空間資料部分，除持續彙整蒐集林業相關圖資外，也將導入圖資生命週期概念，將林業主要圖資之產製依據、繪製流程、資料更新及流通供應等環節程序化，並進行相關空間資料之合理性檢核，建立滾動式資料更新之循環，提升資料品質及完備資料詮釋說明，強化資料可應用性，以作為國土計畫、環境影響評估或開發案件評估之參考。

辦理林地地籍資料管理

次考量林業圖資早期多以紙圖數化方式建置，難免仍存有資料精準度及後續資料更新之不易等問題，鑑於林業土地多已完成地籍登記，且農委會於2016年開始委託內政部國土

測繪中心辦理地籍圖接合對位處理，可有效解決以往地籍圖資料誤差及版本不一致的問題，爰規劃將地籍資料與林地管理項目進行整合，包含國有林事業區、保安林、森林遊樂區等區位，透過系統化方式建立地籍之空間關聯，可據以發展空間資料檢核及更新程序，提升資料正確性，並利進行橫向資料比對及統計分析；另搭配土地所有權屬（管理機關）更新機制，定期進行林地清查，有效掌握林地管理資訊。

另外，林務局也配合相關林業歷史探查的研究計畫，除將空間資料進行數化建檔，並依據歷史證據給予適切的詮釋，以期把林業發展的脈絡，透過空間變化的研析，瞭解林業發展的沿革。

推動多元化GIS應用工具

早期林務局GIS發展多以ESRI ArcGIS系列軟體為主，圖面數化技術則部分採用AutoCAD軟體進行繪製，憑藉著專業GIS工具與製圖工具的導入，於初期建立可靠且專業的發展環境，並透過輔助外掛工具的開發，有效達到推廣GIS應用技術之目的。

隨著資訊演進，ESRI發展出的Shapefile格式儼然成為GIS檔案的共通規格，資訊的發展轉而著重於共通格式及資料標準上，資料產製所使用的工具則成為輔助的角色。於此同時，各家GIS廠商也積極發展相關應用工具，國內由中央研究院主導推動的QGIS軟體漸趨成熟穩定，除了具備基本GIS應用功能外，其開放原始碼（open source software）的特性也讓此工具的發展充滿擴充彈性，因此，林務局也開始著手推動開源GIS工具的應用，以提供使用者多樣化的工具選擇，同時也可避免被特定軟體侷限發展的空間。

行動化資訊應用

考量林務管理工作的複雜性日益增加，第一線林業管理人員對現地資訊的掌握度、正確性及資訊回報即時性等需求也相對提升，該如何應用各式科技儀器及技術，輔助現場同仁解決問題與提高業務執行效率，為當前亟需解決之議題。

即便資訊發展朝向雲端應用方式推進，但因林業管理主要場域多為林份茂密的山區，網路收訊問題成為外業工作的最大限制，因此林務局著手推動離線GIS應用工具，第一階段先以目前已成熟的技術工具為主，透過將GIS地圖轉製為GeoPDF格式檔案，或導入OruxMaps等APP地圖工具，讓空間資訊可以在離線的環境下運作，提供適地性服務（LBS, Location Based Service），輔助現場人員透過手持式行動設備（含GPS）瞭解現地空間區位資訊，並取得相關林業管理資訊，提升現場作業效率，並解決山區網路收訊不佳困擾。

除了將空間範圍導入行動化應用之外，下一階段規劃將外業查報資訊與各式業務管理系統流程結合，除將外業查報紀錄資料回傳業務系統整合管理外，亦規劃發展彈性化外業查報工具，透過標準化的介接機制，減少依業務個別開發工具之投入成本，並透過業務流程整合簡化現場人員作業程序。

強化資料流通及資訊公開

林務局內部GIS資源的流通供應上，著重於考量資料的通用性，盡可能提供共用格式的資料，並配合林務局組織具階層性及各工作站據點分布於全臺山區的特性，發展內部分散式圖資供應機制，建立圖資同步供應至近端網路環境的機制，降底圖資檔案過大而不易傳輸（山區網路限制）的限制，同時也將圖資取用的版本一致化，避免版本混亂的困擾。

而在對外供應部分，為了達到透明化的行政治理，並促使各式林業資料加值運用，林務局積極辦理空間資料對外流通，主要係以實體檔案（shapefile或KMZ格式）方式上架至開放資料「地理資訊圖資雲服務平台TGOS」及「政府資料開放平台」，為提升資料開放的效率及資料可運用性，規劃將資料以開放格式及固定服務網址的方式供應，並配合相關資料開放平台之介接規範，開發對應之介接程式，主動提供更新資料，以確保資料正確性與即時性。

另一方面，為利於林業業務資料對外整合呈現的有效性，運用視覺化及空間化的資訊處理技處，將生硬的業務報告及難懂的統計成果，轉換為友善易讀的資訊及互動功能，並透過「島嶼森林（網址<https://IF.forest.gov.tw>）」對外提供使用。

結語

林務局推動地理資訊系統已將近30個年頭，在這段不算短的時光裡，透過諸位林業先進、林務局同仁的共同努力與各界協助之下，已漸將GIS技術融入林地管理作業中，空間資料成為主要產出的業務成果之一，政策討論也越來越仰賴空間分析的評估，空間思維成為林業經營管理上的基本知能，有助於宏觀且多維度地思考土地及環境的議題，亦讓林地管理更具科學基礎。

未來林業地理資訊系統發展，仍將以林地管理及現地執行的實務需求為本，提供更快速、更精確且更具專業性的技術協助，除供應GIS核心服務外，也將強化發展各式應用服務，讓林業管理更有效率，同時以透明政府為目標，積極推動資料開放，讓各界可以看到林業的轉型，甚至進而提供更多公眾參與的機會。🌲