

三維國家底圖建置

劉正倫 內政部國土測繪中心主任
蔡季欣 內政部國土測繪中心課長
林昌鑑 內政部國土測繪中心課長
湯美華 內政部國土測繪中心課員

壹、前言

政府推動國家地理資訊系統（National Geographic Information System, NGIS）發展至今，建置共用基本底圖、各類主題性圖資及應用系統，已成為政府施政與決策的重要輔助工具。為深化我國 GIS 加值應用、提高民眾生活便利性及促進空間相關產業發展，國家發展委員會於第 54 次委員會議決議，推動建置三維國家底圖，期透過各界共同努力，為服務型智慧政府打造穩健基礎。

貳、GIS 應用趨勢

隨著 ISO/TC211 之 19100 系列標準、開放式地理資訊系統協會（Open Geospatial Consortium, OGC）技術標準規範、開放介面標準及開源技術的帶動，空間地理資訊應用在全球快速發展，資料流通及服務之基礎架構日趨完善及成熟，跨資格式及軟體平臺的應用問題獲得解決，各先進國家地理圖資管理或權責機關紛紛建置國家級空間地理圖資網站，提供多元圖資之瀏覽、查詢及分析應用，如美國地質調查局（United States Geological Survey, USGS）國家地圖（The

National Map, TNM）、日本國土交通省國土地理院「地理院地圖」。

全球在智慧城市發展的浪潮下，對於地理空間的應用層面已逐漸成為施政決策的依據，資料的需求也逐漸由二維轉向三維，帶動了三維地理空間圖資之產製，美國紐約、荷蘭鹿特丹及新加坡等，均推動建立三維城市模型，日本亦透過國土交通省國土地理院（Geospatial Information Authority of Japan, GSI）定期舉辦「地理院地圖合作夥伴網絡會議（地理院地 パートナーネットワーク）」蒐整相關需求及應用案例。美國紐約及荷蘭鹿特丹之三維城市模型均已建置完成，並可進行線上瀏覽及查詢（美國紐約 <<https://cesiumjs.org/NewYork>>；荷蘭鹿特丹 <<https://www.3drotterdam.nl>>），紐約的三維城市模型更免費提供下載使用。

新加坡三維城市模型的建置，源自於 2014 年啟動之虛擬新加坡（Virtual Singapore, VS）計畫，此項計畫投入 7,300 萬新幣（約 16 億臺幣），由新加坡國家研究基金會（National Research Foundation, NRF）、新加坡總理辦公室（Prime Minister's Office, Singapore）及新加坡土

地管理局 (Singapore Land Authority, SLA) 等單位共同執行，除新加坡三維城市模型外，亦將彙整來自公部門與民間企業單位的各種大數據資訊，未來不僅可加強公部門之間的協作與支援決策能力，更有助於各項城市規劃設計及測試。

參、NGIS 現況及發展

臺灣地理空間資訊的發展，在國家發展委員會持續推動與各政府機關共同努力下成果豐碩，已完成超過 1,200 項具坐標空間屬

性成果，包含各比例尺之基本地形圖、臺灣通用電子地圖、門牌位置資料、數值地形模型、地籍圖、航照與衛星影像資料等核心圖資，以及各類主題性基礎圖，包含自然生態資料、公共管線資料、自然環境資料、國土規劃資料、社會經濟資料、環境品質資料、土地資料與交通資料等類，已成為施政及民生應用不可或缺之資料。

因應物聯網、智慧城市及無人駕駛車輛等智慧生活的多元應用，地理空間資訊已邁入多元化發展的階段，資料已逐漸從傳統 2D 平

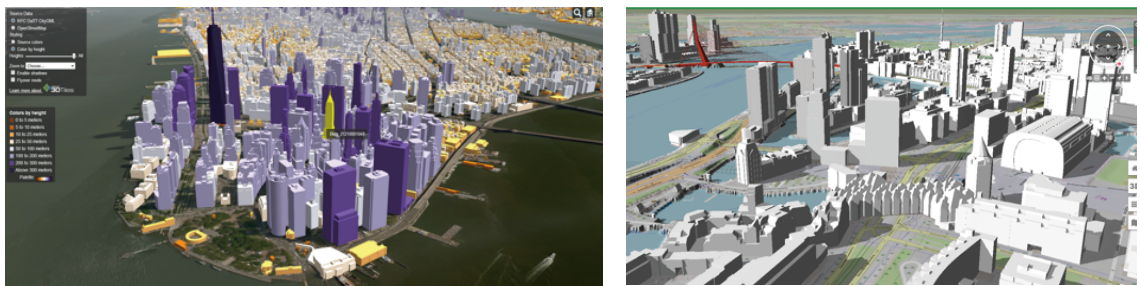


圖 1 紐約及鹿特丹三維城市模型瀏覽畫面

資料來源：紐約及鹿特丹三維平臺



Perimeter : 179.46 m / Area : 1027.2 sqm / Volume : 54,000 m³

圖 2 虛擬新加坡成果及應用示意圖

資料來源：NRF 虛擬新加坡計畫



圖 3 NGIS 發展升級架構圖

資料來源：國家發展委員會

面延伸到三維立體，從單一數據源擴展多時序資料；應用也從資料分析轉變為結合室內外場景、多時序資料及物聯網等新興技術之跨領域服務整合。國家發展委員會因應多元應用需求，規劃 NGIS 整體發展方向並於第 54 次委員會議獲致共識，將從國家空間資料基礎建設 (National Spatial Data Infrastructure, NSDI)、國家底圖、資產管理及服務研發等 4 個面向，推動 NGIS 發展升級。

NGIS 發展升級近期優先辦理事項，包含加速國家底圖的開放應用、訂定三維資料標準、落實圖資資產管理、推動 3D 管線管理、3D GIS 發展及 GIS 加值應用與產業發展等。其中國家底圖的開放應用，將由內政部以「臺灣通用電子地圖」為基本底圖，辦理既有 2D 國家底圖升級為 3D、相關資料標準訂定及高共通性與決策支援應用功能開發等工作，為 3D GIS 發展基礎奠定基礎。

肆、國家底圖之建構

依據 NGIS 發展升級規劃，國家底圖分基本底圖、網路服務及共通需求等 3 個面向推動。在基本底圖方面，考量內容的廣度及深度，將以 NGIS 圖資及政府開放資料為基礎，納入二維、三維及時序資料，朝向多維度國家底圖發展；在網路服務方面，將打造國家圖資服務單一平臺，推動國家底圖服務，提供正確高效且符合國際標準的共通底圖及應用分析服務；在共通需求方面，將蒐整各界應用的共通需求，滾動調整基本底圖及網路服務內容。

國家底圖之 2D 基本底圖，以 NGIS 圖資資產及政府開放資料為基礎，納入如基本地形圖、臺灣通用電子地圖、GIS 地籍及國土利用調查成果等資料；三維基本底圖將以臺灣通用電子地圖為基礎，進行三維圖資建置。

然而國內對於三維圖資的使用需求，雖有基礎雛型但仍屬萌芽起步階段，須藉由應用面與資料面的磨合及聚焦，滾動修正三維國家底圖之資料內容及成果精細度。

為催化 3D GIS 應用及資料需求的成熟，三維國家底圖圖資建置及更新上，透過蒐集國內外相關文獻及執行成果，研擬作業流程，並以「先全面建置，後精進細緻」的策略執行，先透過全國性三維圖資的產製，提供各界使用，刺激多元的創新應用；再蒐整使用經驗及資料精進需求，進行三維圖資的細緻化，滿足不同層次的使用需求。未來多維度國家底圖服務的成熟，將可使政府施政決策在相同的國土資訊系統框架下相互關聯及搭配，更有助於跨部門、跨領域、跨地域之協同合作，為智慧政府及產業發展奠定良好基礎。

伍、三維度國家底圖建置

一、整體規劃

臺灣通用電子地圖為政府機關產製的電

子地圖，成果是具有空間與屬性資料的 GIS 圖層，可直接應用於各種分析，內容以最基礎且經常使用的地理資訊為主，包括道路、鐵路、水系、行政界、區塊、建物、重要地標、控制點、彩色正射影像等。臺灣通用電子地圖測製精度為 1.25 公尺（比例尺 1/2,500 精度），較目前其他電子地圖測繪精度高出甚多且測繪內容更完整，具備全國性、共通性、一致性及持續更新之特點，已是近年來公私部門 GIS 分析及應用系統採用之共通底圖。

三維國家底圖建置以臺灣通用電子地圖為基礎，辦理既有 2D 國家底圖升級為 3D，有別於二維圖資將真實世界的地物及地貌投影至平面，三維圖資是呈現真實世界多元的內容及複雜的空間關係，在資料建置的精細程度、成果展示的視覺效果及應用分析的可行性，須取得平衡。

三維圖資建置之資料內容，在考量整體建置經費、作業效率及資料流通等因素，規劃導入 OGC 城市地理標記語言（City Geography Markup Language, CityGML）

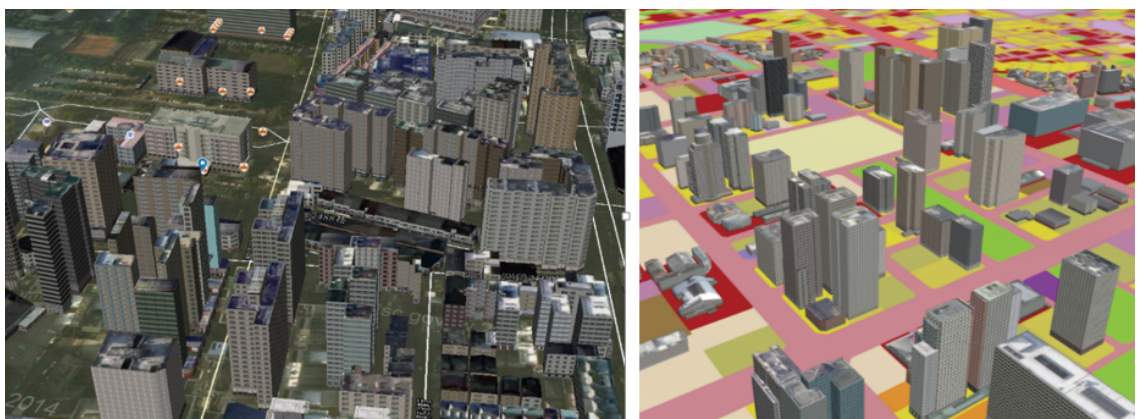


圖 4 二維圖資及三維積木式模型套疊示意圖

資料來源：自行繪製

之細緻度（Level of Detail, LOD）規範，建置向量式積木模型（Blocks Model）。

二、建置作業時程

三維國家底圖產製作業，經評估既有資料內容、可用輔助資料種類、作業流程及後續不同領域、不同層面的應用，規劃自 108 年度起分年度進行建物、道路、鐵路及捷運等 3 類三維圖資建置及資料標準（草案）研擬。三維圖資建置策略，採「評估及試辦（含人力成本評估）」與「圖資產製」等 2 階段推動；資料標準（草案）研擬完竣後，除導入後續三維圖資建置及更新作業外，亦將循序提報國土資訊系統標準制度推動及審議工作小組，以期成為正式資料標準供各界參採。

三維建物將於 108 年底前完成全臺成果，作業方式主要依據 105 年評估及試辦成果，利用數值地形模型（Digital Terrain Model, DTM）及既有 2D 建物資料（一千分之一地形圖及臺灣通用電子地圖之建物框），搭配航照影像及建物牆面紋理資料，快速產

製 OGC CityGML LOD1/LOD2 之三維近似化建物模型，並針對重要地標及建物建置 LOD3 成果。三維道路與三維鐵路及捷運產製，因作業複雜度高且未有全國性規劃等因素，將分別於 108 年及 109 年辦理評估及試辦，其後並依據評估及試辦成果，辦理全臺圖資建置。

三、成果更新及精進細緻

三維國家底圖建置策略採取「先全面建置，後精進細緻」，並透過實際應用以滾動修正資料內容及成果精細度。全面建置的成果，建物主要為 LOD1 及 LOD2，並搭配重要建物 LOD3 成果，道路、鐵路及捷運等項則以為 LOD1 成果為主。108 年底將完成之全臺約 300 萬棟三維建物模型成果，在後續更新及精進作業，將對臺灣通用電子地圖建物框進行分戶，使其產製之三維建物模型成果更加細緻並貼近真實世界的實際狀態；道路、鐵路及捷運，則以 LOD1 成果為基礎，增加道路貼面、隔音牆、橋墩、地下道或隧道入口等資訊，逐步提升成果細緻度及美觀。



圖 5 CityGML 建物 LOD0-LOD4 成果示意圖

資料來源：Biljecki et al. 2016. An improved LOD specification for 3D building models

陸、推動多維度國家底圖服務

為了讓全國民眾及產官學各界使用到最新及最正確的國家底圖，未來將推動多維度國家底圖服務，透過整合二維、三維及時序資料，提供國際標準之二維及三維網路地圖服務及高共通性應用及分析功能，提升國家底圖加值應用的彈性及便利。

多維度國家底圖服務的推動，不僅可使政府施政在相同的基礎框架下相互關聯及搭配，更有助於智慧城市的發展及物聯網的應用，達成「落實智慧國土 - 國家地理資訊系統發展政策」在 2020 年時提供具可用性、高精度、高更新頻率的地理空間資料之目標。



圖 6 推動多維度國家底圖服務願景

資料來源：自行繪製