



BIM 與 GIS 整合平台之 全生命週期資訊管理 研究

張凱硯*／台灣世曦工程顧問股份有限公司地理空間資訊部 工程師

張嘉哲／台灣世曦工程顧問股份有限公司地理空間資訊部 工程師

許庭瑄／台灣世曦工程顧問股份有限公司地理空間資訊部 工程師

鄭宏達／台灣世曦工程顧問股份有限公司地理空間資訊部 資深協理

林志全／台灣世曦工程顧問股份有限公司 BIM 中心 工程師

隨著數位孿生與智慧城市等技術的快速發展，BIM（建築資訊模型，Building Information Modeling）與 GIS（地理資訊系統，Geographic Information System）在土木工程全生命週期資訊管理中的角色也變得越來越重要。其中，BIM 技術專注於建築與設施的三維模型與工程資訊管理，涵蓋從規劃設計、施工到維護的全生命週期管理。而 GIS 技術則憑藉其空間分析與地理資訊處理能力，為宏觀規劃與周圍環境資訊提供了強而有力的支援。兩者的結合不僅能將微觀的工程細節與宏觀的空間資訊聯繫起來，還能實現多尺度、多維度的資料整合與應用，成為未來建構智慧城市的核心技術支柱。

為了達成 BIM 與 GIS 技術在工程全生命週期中的深度整合，本研究以 BIM 的 APS（Autodesk Platform Services，亦稱 Forge）與 GIS 的 ArcGIS JavaScript API 原生套件為技術基礎，建構了一套跨領域的整合性應用平台。該平台可同步操作 BIM 模型與 GIS 空間資訊，且充分利用 Autodesk Construction Cloud（ACC）進行 BIM 模型的上傳與管理，結合 APS Viewer 提供細緻化的 BIM 模型檢視功能。同時，透過 ArcGIS JavaScript API 的三維地圖與空間分析能力，完成從建築細節到廣域環境的全景展示與綜合應用，為跨平台應用提供了更高的視野。

另一方面，為了達到 BIM 模型與 3D GIS 資料自動化交換共享，本研究另針對 BIM 模型轉換成 3D GIS 的作業研究，透過 ArcPy 工具開發 3D GIS 轉換成 IFC 格式 BIM 模型的批次轉換程式，提升轉換效率並降低人工處理的錯誤風險。同時，也針對 3D GIS 圖資轉換成 BIM 模型，也透過 ArcPy 工具完成批次轉換，確保了 GIS 與 BIM 之間資料互通的正確性與便利性。

透過本研究對 BIM 與 GIS 整合的驗證，實際展示全生命週期資訊管理技術的可行性，同時也為智慧城市建設與數位孿生的發展提供了應用示範，並為數位建設奠定相關技術基礎。

關鍵詞：數位孿生（Digital Twins）、智慧城市、建築資訊模型（BIM）、地理資訊（GIS）、Autodesk Platform Services (APS)、ArcGIS JavaScript API

前言

工程生命週期可分為規劃期、施工期和營運期三大階段^[1]，每個階段都有其獨特的特徵與重要性，而空間資訊科技在每個階段中都扮演了關鍵角色。

在工程的規劃期，這一階段涵蓋了概念形成與可行性研究。工程師會根據需求設定土地使用功能，並進行可行性研究。在此過程中，土地的空間資料收集至關重要，如地形、土地利用和地質結構等，這些資訊有助於深入了解土地特徵。透過 GIS（地理資訊系統），可進一步進行空間分析，例如探討地貌與地物的

* 通訊作者，sunshineyen@ceci.com.tw

幾何關係，或進行適宜性分析，評估土地特徵是否符合設定的使用需求。

隨著工程進入施工期，涵蓋了規劃設計與施工建設的階段，初始階段收集的土地空間資料會成為規劃設計的基礎。在規劃設計過程中，工程師需考量工程屬性與相關法規，整合地形、土地利用、環境敏感區域與地下管線等資料，並運用 GIS 進行進一步分析。同時，BIM（建築資訊模型）在此階段也扮演了關鍵角色，作為一個高度整合的數位平台，BIM 能將多種工程資訊匯集於單一模型中，提升規劃設計的精確性與效率。例如，BIM 可用於分析日照、風向與能源效率等，幫助設計方案最佳化。此外，在施工階段，BIM 技術可用於檢測管線與結構間的衝突（clash detection），預防施工變更風險，並動態更新設計變更資訊，確保施工計劃的準確執行。

在工程全生命週期的營運階段，涵蓋了營運維修與除役拆除兩大部分。營運維修可通過監測結構物的變形、應力與振動等相關參數，及早發現潛在問題，進行維修與保養，提升結構物的安全與耐久性。而利用 BIM 模型或 3D 模型進行拆除規劃，能預測拆除過程對周圍環境的影響範圍，協助預先擬定相關計畫，以確保拆除工作的效率與安全性。

綜合上述分析，GIS 和 BIM 在不同階段各自扮演了關鍵角色，解決了特定的問題。然而，隨著工程設計需求的提升，BIM 已無法完全滿足所有需求^[2,3]。儘管 BIM 提供了來自幾何和語義視角的豐富建築結構資訊，但它缺乏對周圍環境的描述。許多情況下，BIM 系統需要結合 GIS 空間資訊，才能進行環境評估、資源配置和安全分析^[4]。此外，在缺乏地理空間資訊支援的情況下，BIM 僅有單一建築物的詳細資訊（如捷運、橋梁），對於周遭資訊（如公共管線、LoD1 房屋模型等）等相關資訊則無從得知。

因此，將 GIS 與 BIM 整合已成為工程設計中不可或缺之趨勢，為提升整體設施管理的效能和精準度。因此，GIS 與 BIM 兩邊的資料平台整合與格式互通有其必要性；然而，目前在 GIS 與 BIM 雙平台的整合過程中，常面臨資料格式不相容、精度差異、語義標準不統一等挑戰。因此，為了完成 GIS 與 BIM 在工程全生命週期中的有效整合，必須進行技術創新與標準化。首

先，可針對兩者的網頁平台開發交互控制的程式模組，進而在不同平台間相互操作。其次，可藉由現有的技術開發兩者資料互通的程式模組，加速資料轉換的作業。

最後透過這些技術改進，GIS 與 BIM 的有效融合將能促進整個工程項目的協同工作，提升設計精度、施工效率與營運管理的智慧化水準，實現工程全生命週期的精細化管控與可持續發展。為此，本研發計劃將基於 ArcGIS JavaScript API 與 APS 建置 3D GIS 與 BIM 的同步平台，完成跨平台資料整合與應用。通過收集並上傳 BIM 測試案例至 Autodesk Construction Cloud（ACC），利用 ArcGIS API 與 Autodesk APS 技術，達成 3D GIS 與雲端 BIM 的無縫整合。用戶可在平台中同時檢視 BIM 模型細節並結合 3D GIS 來取得廣域空間資訊。

整合 BIM 與 GIS 之技術分析

Autodesk Platform Services（APS）簡介

Autodesk Platform Services（APS，亦稱 Forge）提供一個整合性的雲端服務平台，其核心功能包括模型轉譯（Model Derivative）、視圖與資料擷取（Data Extraction）、即時協作 API（Real-Time Collaboration APIs）等，這些功能使第三方開發者能夠基於該平台，輕鬆建構自動化工作流程與客製化應用。模型轉譯服務不僅能將複雜的 BIM、CAD 資料轉換為輕量化的 Web 格式（如 SVF 或 JSON），還支援進一步的資料分析與提取，為將資料視覺化並輔助決策，圖 1 為利用 APS Viewer 展示 BIM 資料之成果。

透過 Web 上傳的 BIM 資料可利用 Autodesk Construction Cloud（ACC）作為協同管理平台（如圖 2 所示），整合、管理並交換專案檔案，讓專案成員即時查看正確圖資，提升施工管理效益。同時，ACC 能完整保存工程文件與設計版本，並透過雲端作業提高效率與速度。

此外，APS 也提供支援超過 50 種以上的 CAD 文件格式，清單請參見圖 3。其中，支援格式涵蓋主流的設計與工程文件，如 DWG、RVT、IFC、STEP 等。該平台提供一致性的資料產置、存取、展示與使用介面，使資料能快速且便利地在不同系統間傳遞，並大幅降低資料轉換成本。



圖 1 APS Viewer 展示建物模型示意圖

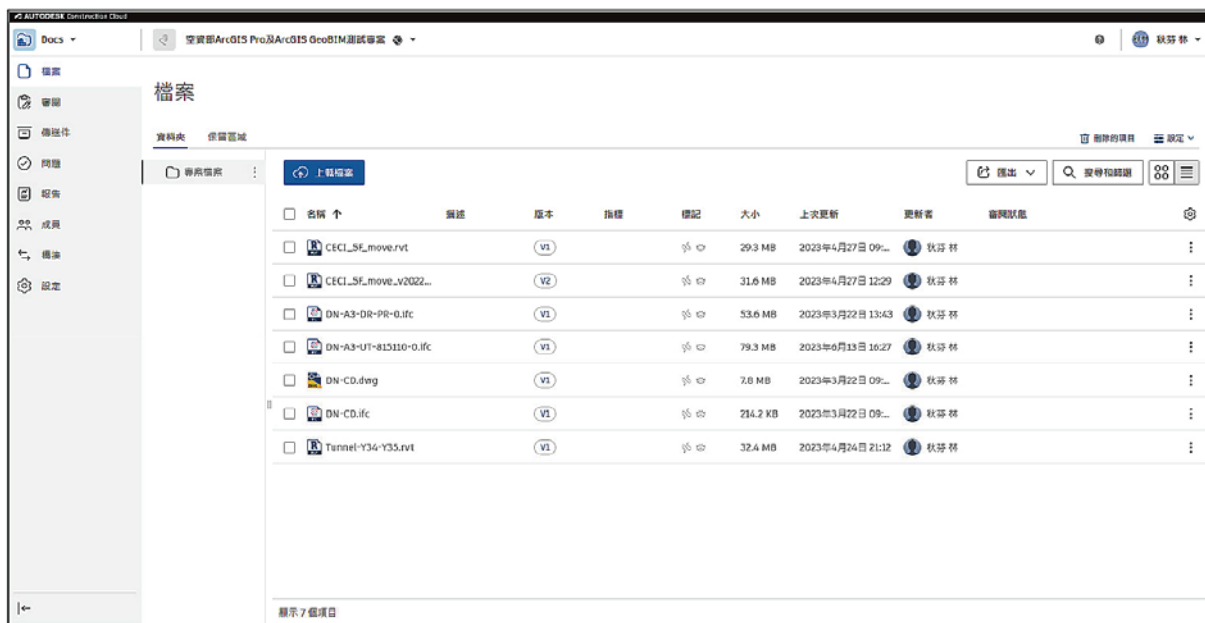


圖 2 Autodesk Construction Cloud 管理畫面

• IFC	• DWT	• JT	• SMT
• RVT (Revit® 2013 - 2018 的檔案)	• EXP	• MODEL	• STE
• DWG (Object Enabler 檢視僅支援 AutoCAD® Architecture、AutoCAD® Plant 3D 和 AutoCAD® Civil 3D®)	• F3D	• NEU	• STEP
	• FBX	• NWC	• STL
	• G	• NWD	• STLA
• ASM	• GBXML	• OBJ	• STLB
• CAM360	• IAM	• PRT	• STP
• CATPART	• IDW	• SAB	• WIRE
• CATPRODUCT	• IGE	• SAT	• X_B
• CGR	• IGES	• SESSION	• X_T
• DAE	• IGS	• SKP	• XAS
• DLV3	• IPT	• SLDASM	• XPR
• DWF	• 3DS	• SLDPRT	
• DWFX	• 3DM	• SMB	

圖 3 Autodesk Platform Services (APS) 支援的 CAD 文件清單示意圖

台灣世曦團隊透過 Autodesk APS 套件做為技術基底，開發了 V3DM 平台（Visual 3D Facilities Maintenance Management Platform）^[5,6]，針對結案資料查詢、建物設計檢討與 IoT 監測等；同時，V3DM 平台已導入實際計畫並取得驗證，包含：世曦大樓、鳳山車站、八卦山隧道 … 等相關計畫，圖 4 為 V3DM 展示捷運 Y35 建物模型細節示意圖。

ArcGIS JavaScript API 簡介

ArcGIS JavaScript API 是一個功能強大且靈活的開發套件，專為在 Web 瀏覽器中建立互動式地理資訊系統（GIS）應用而設計。其由 Esri 公司開發及維護，該 API 使開發者能夠輕鬆地在網頁中嵌入和操作地圖，提供豐富的工具和方法來處理地理空間資料，以下是 ArcGIS JavaScript API 的一些主要特點和功能：

1. 互動式地圖渲染：提供高效能的地圖渲染引擎，支援 2D 和 3D 地圖顯示與支援多種地圖投影和座標系統，滿足不同應用需求，圖 5 為台灣世曦透過

ArcGIS JavaScript API 建立 3D GIS 及 BIM 整合平台分析興達南科地下洞道設計與其他管線衝突分析之情境。

2. 豐富的圖層管理：支援多種圖層類型，包括圖磚圖層、向量圖層、影像圖層和 3D 圖層並提供靈活的圖層控制和操作，包括圖層添加、刪除、透明度調整和順序變更，圖 6 為利用圖層比對的概念，檢視台北市在 2009 年與 2020 年之差異。
3. 地理分析工具：提供多種地理分析功能，如環域分析、空間查詢、路徑分析和視野分析等，使用豐富的分析服務，圖 7 為使用 ArcGIS JavaScript API 為國土管理署建置再生及放流水，任一地點最佳取水路線。
4. 資料視覺化：提供豐富的資料視覺化選擇，包括符號化、分類渲染、熱力圖和標籤與相關可自定義之方式，以滿足個別的業務需求，圖 8 為 ArcGIS JavaScript API 其一的範例，展示美國加州目前的人口估算密度圖。



圖 4 V3DM 展示捷運 Y35 建物設計管理畫面



圖 5 興達南科地下洞道設計電力管線分析畫面

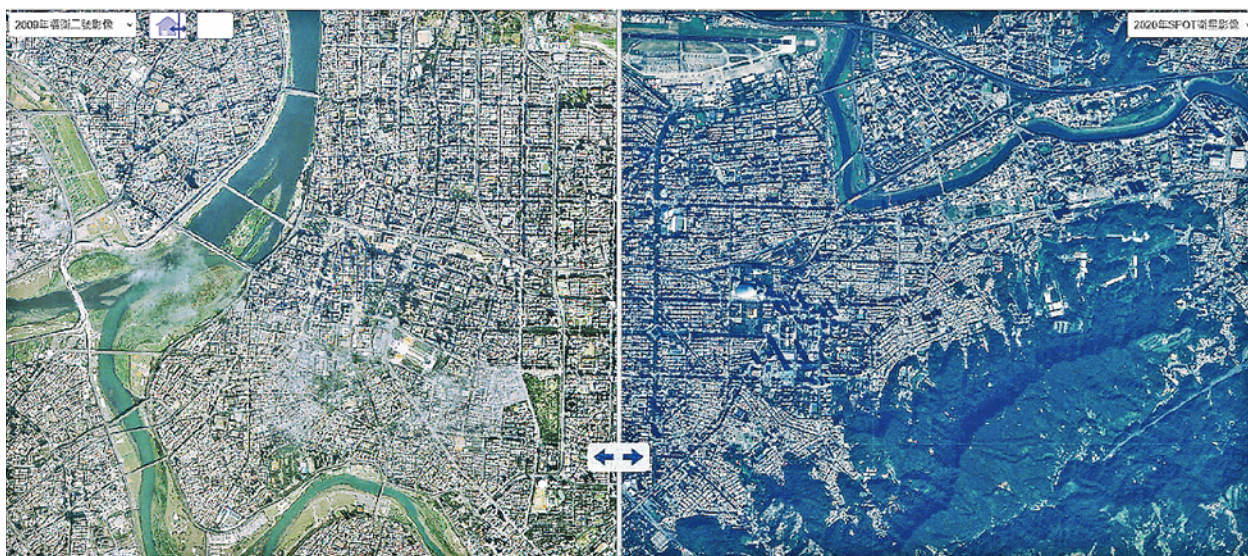


圖 6 用 ArcGIS JavaScript API 建置圖資比之圖台畫面



圖 7 再生及放流水最佳取水路線分析圖

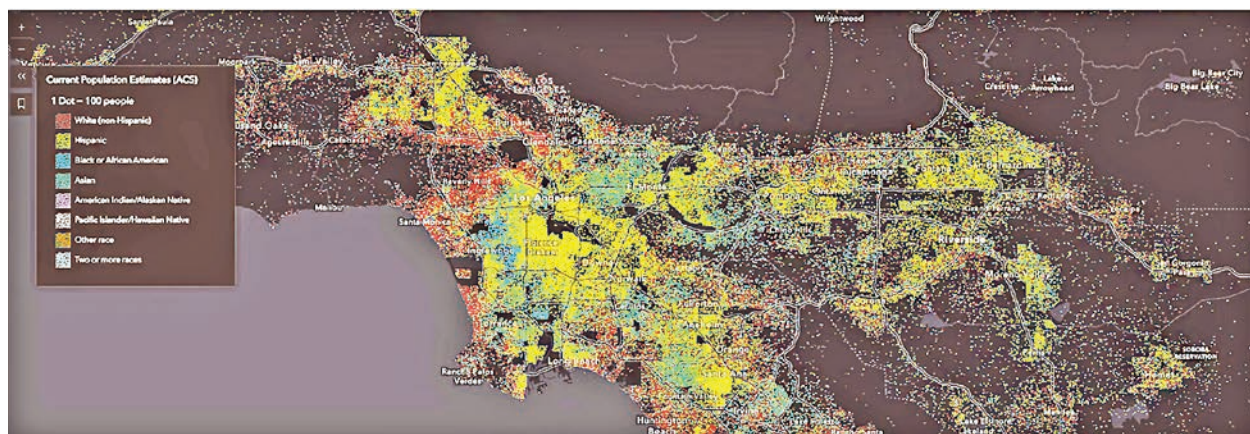


圖 8 美國加州人口估算密度圖

BIM 與 GIS 資料格式探討

目前 BIM 格式種類繁多，例如常見的 Revit、Civil 3D、Navisworks、Microstation DGN、IFC 等，而從 BIM 技術的發展歷史來看，實際存在的格式可能高達 50 種以上（參見圖 3）。每種格式由於其應用領域、資料結構、以及軟體廠商的技術標準不同，導致在轉換為 3D GIS 格式時，需採用針對性的作業方法來確保資料的準確性和完整性。這些差異化的格式為 BIM 資料集轉檔上架至 GIS 平台產生阻礙，帶來相關自動化轉換技術的需求。

為了應對這些挑戰，本節將系統化地比較各種主要的 BIM 格式，從格式特性、支援的資料類型、轉換的難易度等角度進行深入分析。此外，將詳細說明針對不同格式進行轉換的作業流程，並探討在轉換過程中可能遇到的技術瓶頸與解決方案，從而為建立高效、可靠的 BIM 到 3D GIS 轉換 workflow 提供參考依據。

同時，也將探討未來如何透過自動化工具和標準化流程來進一步提升轉換效率，降低人工介入的需求，促進 BIM 與 GIS 的高度整合，作業流程如下：在將 BIM 模型轉換為 3D GIS 格式的過程中，通常需要利用專業的地理資訊系統（GIS）軟體，例如 ArcGIS Pro，或者使用 Esri 提供的 Python 函式庫 ArcPy 進行轉檔處理。這是因為 ArcGIS Pro 具備高度整合的工具和功能，能有效處理不同格式的 BIM 模型。

由於 BIM 格式的多樣性及其與 GIS 應用的相容性存在差異，因此在比較和選擇合適的轉檔方法時，我們必須以 ArcGIS Pro 為核心工具，深入分析不同 BIM 格式的特性。透過 ArcGIS Pro，可以將 BIM 模型的結構、屬性數據和幾何形態以更高的保真度轉換至 3D GIS 格式，這為後續的地理空間分析和應用提供了可靠的基礎。

例如，Revit、Civil 3D、Navisworks、MicroStation

DGN 及 IFC 等常見的 BIM 格式在 ArcGIS Pro 中都有相應的處理方法。每種格式在資料結構和應用場景上各具特點，因此通過 ArcGIS Pro 的工具進行詳細比較與評估顯得尤為重要。

BIM 與 GIS 整合實務應用及測試

APS 與 ArcGIS JavaScript API 整合測試

本研究已完成 Autodesk APS 與 ArcGIS JavaScript API 的整合目的，並深入理解兩者的底層程式邏輯。為了完成 APS-ArcGIS JS API 雙平台的視角同步，我們需要同時從系統中截取兩個系統的視角座標 (x, y, z) 及額外的外部參數，包括偏航角 (ω)、俯仰角 (ϕ)、以及翻滾角 (κ)，以了解其系統所呈現的畫面。

在整合過程中主要的挑戰來自於 ArcGIS JavaScript API 採用的是絕對座標系統，模型的位置和視角直接以地理座標進行定義，能夠直接對應到真實地表空間；而 Autodesk APS 則基於相對座標系統，模型的位置相對於設定的原點進行定位，必須先將原點設定地理參考點方可對應到真實地表空間上，也因此，雙方的座標系統需透過程式轉換才能完成雙平台的視角同步。

圖 9 左邊所示為 APS 及 ArcGIS JS API 雙平台的初始視角（視角 1），在進行平移與旋轉操作後，雙平台的視角更新至圖 9 右邊的狀態（視角 2），此同步過程要求對雙方的座標系統、視角角度以及空間參數進行動態調整與轉換，確保同步的準確性與穩定性。

首先是 Autodesk APS 的地理定位與相對座標處理，Autodesk APS 在函式庫中提供了 Geolocation 函式，能夠為取得模型中設定之地理參考點，並基於此參考點將模型的相對空間位置和方向轉換為絕對座標。此函數的使用有效地將 APS 的內部相對座標系統與地理座標對接，為後續同步奠定基礎。

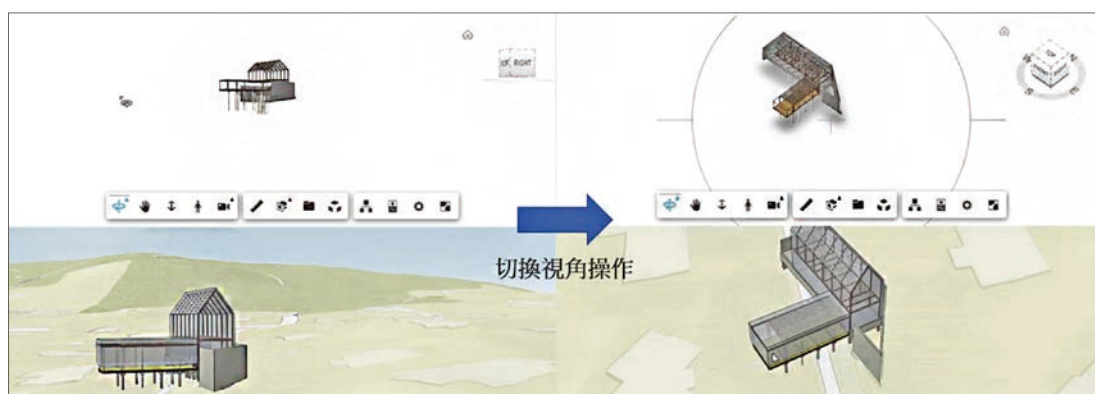


圖 9 Autodesk APS 與 ArcGIS JavaScript API 雙平台整合應用示例

其次為 ArcGIS JavaScript API 的視角控制與絕對座標處理，ArcGIS JavaScript API 使用 View（例如 MapView 或 SceneView）來定義地圖的場景顯示的畫面。我們可藉由控制 camera 參數中的 heading（方向角）和 tilt（傾斜角度）屬性來進行地圖畫面的視角調整，來進行 APS-ArcGIS JS API 雙平台的視角同步。

而座標系統與角度範圍的轉換則是因為 ArcGIS JS API 支援的 tilt（傾斜角度）範圍為 0 至 180°，而 APS 的角度範圍則為 0 至 360°。因此，整合過程中需要將超過 180° 的角度重新轉換至 ArcGIS 支援的範圍內。同時，兩平台對經緯度的輸出格式有所不同，這要求在整合時對座標資料進行格式化處理。

最後則是動態同步與平滑過渡，為了確保視角同步過程的流暢性，ArcGIS 的視角更新採用了 goTo 方法，並透過提高畫面的更新頻率將相機移動過渡時之畫面進行平滑化，提升使用者的操作感受，也減少同步過程中的卡頓感。

透過上述的開發成果，我們可達成 APS-ArcGIS 雙平台之間的雙向視角同步，其整體流程如圖 10 所示。在整合後，兩平台在不同場景下的同步表現良好，視角的改變能夠即時同步在另一平台，為多平台協作立下一定的基礎。此外，這兩個平台的整合也為後續應用開發提供更多可能性。例如，在智慧城市的應用場景中，則可用於整合及檢視不同來源的空間資料，將過往的 BIM 模型與 ArcGIS 圖資套疊，提供更加豐富的地理資訊視覺化效果。

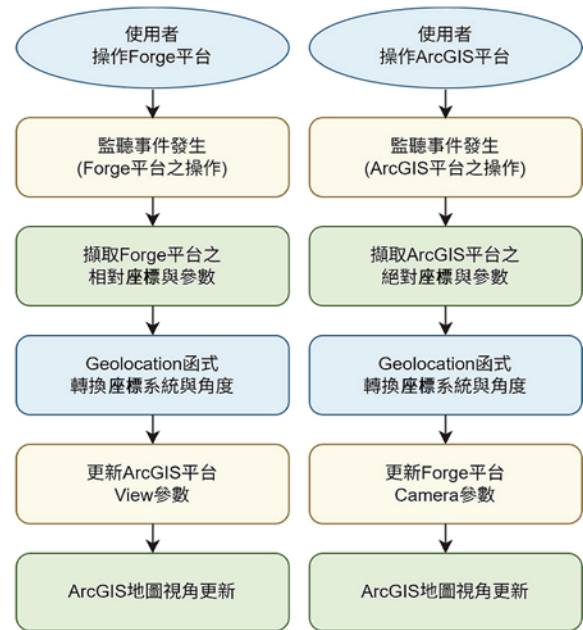


圖 10 雙平台操作之程式處理流程

BIM 模型轉為 3D GIS 圖資作業研究

在前述 BIM 與 GIS 資料格式探討曾提到，目前常見的 BIM 格式包含 Revit、Civil 3D、Navisworks、Microstation DGN 與 IFC 等，各種格式因其結構與用途的差異，導致轉換為 3D GIS 的流程略有不同，如圖 11、12 所示。本節將著重如何運用資訊技術提升自動化程度，以達到高效且準確的自動化轉換，優化工作效率並減少人工介入。

- BIM 格式為 Revit、Civil 3D、IFC 格式的轉換流程。
- BIM 格式為 Navisworks、DGN 格式的轉換流程。

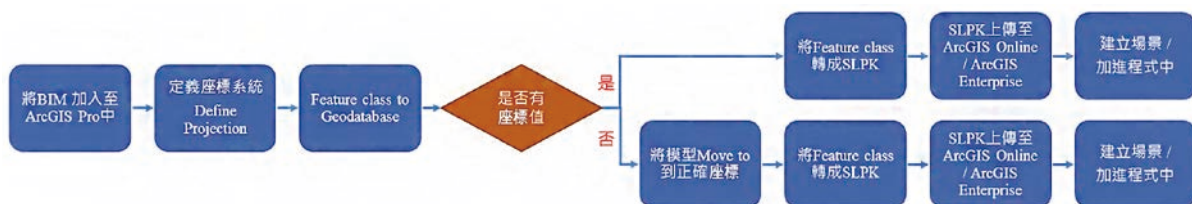


圖 11 Revit、Civil 3D、IFC 格式轉換流程圖

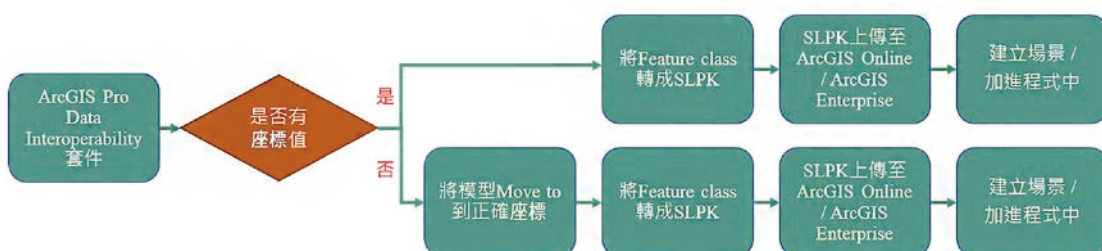


圖 12 Navisworks、Microstation DGN 格式轉換流程圖

若想達到自動化，需透過 ArcPy 套件大幅提升自動化處理的比例，使得 BIM 數據能夠通過一系列高度集成的操作，順利發布為 GIS 圖資。而本研究先以 BIM 常用的 IFC（Industry Foundation Classes）格式與 ArcGIS Pro 的 Slpk 格式作為本次研究的資料格式目標，並用 ArcPy 作為轉檔的核心套件進行開發，流程圖可參照圖 13。

透過上述流程，可大幅提升自動化並完成 BIM 資料轉換、取得空間與屬性等重要資訊，且大幅減少人工操作的時間成本。此外，本流程還支援批次處理，可一次性處理多個 BIM 模型，快速轉換且符合應用需求的 GIS 圖層；此外，還可將處理完成的 GIS 圖資自動化發布成網路服務如 ArcGIS Restful API，達成 BIM 轉換為 3D GIS 的即時共享和跨部門協作。

圖 14 展示了捷運東環線 Y35 站 BIM 模型與轉換為 3D GIS 格式後的示意圖。其中本資料包含了牆面、階梯、梁柱等多種類型構件，均以獨立元件形式存在，且採用相對座標系，因此在轉換為 GIS 圖資時需進行兩個步驟。

首先，需先定義空間座標系統，將 BIM 的相對座標轉換為 GIS 的絕對座標，確保元件空間正確，避免位置

偏差。其次，需整併同類構件並結構化處理，減少冗餘的資訊，提升視覺化、操作與資料轉換效率，如合併牆面為單一組件並保留屬性摘要，方便後續分析。

在完成 Feature Class 轉換的處理後，可將其轉換為 Scene Layer Package（SLPK）格式，以便進行 3D 視覺化與共享。隨後，透過 ArcGIS Pro 中的工具或 ArcPy 套件，將 Feature Class 導出為 SLPK，保留其空間幾何、屬性等資訊。最後，將生成的 SLPK 上傳至 ArcGIS Server，並發佈為圖層服務，即可在 Web GIS 應用中進行 3D 展示，圖 15 為捷運東環線 Y35 站轉換成 3D 服務的成果。

3D GIS 圖資轉為 BIM 模型作業研究

另一方面，本研究也進一步探討如何從 3D GIS 轉換成 BIM 模型的處理流程，期望完成兩個平台之間的資料互通性，並為設計分析與工程應用提供更廣泛的應用。研究中選取了 GIS 常用的 3D Features（Multipatch）格式做為 GIS 資料格式，並以 BIM 領域常用的 IFC 格式作為轉換目標，構建一套自動化轉換流程，建立與 BIM 轉 3D GIS 圖資類似的步驟。

本研究之轉換使用 ArcPy 進行雙平台資料轉換的程式開發，圖 16 為 3D GIS 轉換成 BIM 的作業流程，

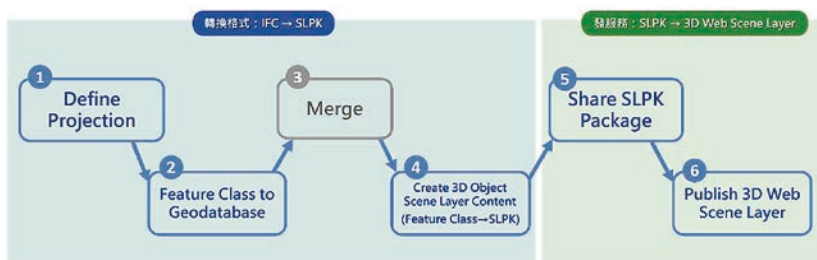


圖 13 BIM 資料轉換成 3D GIS 格式作業流程圖

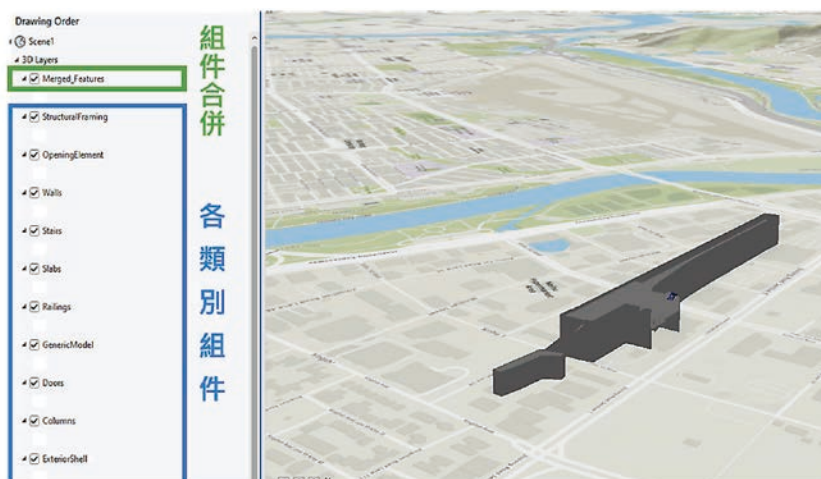


圖 14 東環線 Y35 站以 ArcGIS Pro 展示示意圖（含 BIM 各組件如牆、柱等）

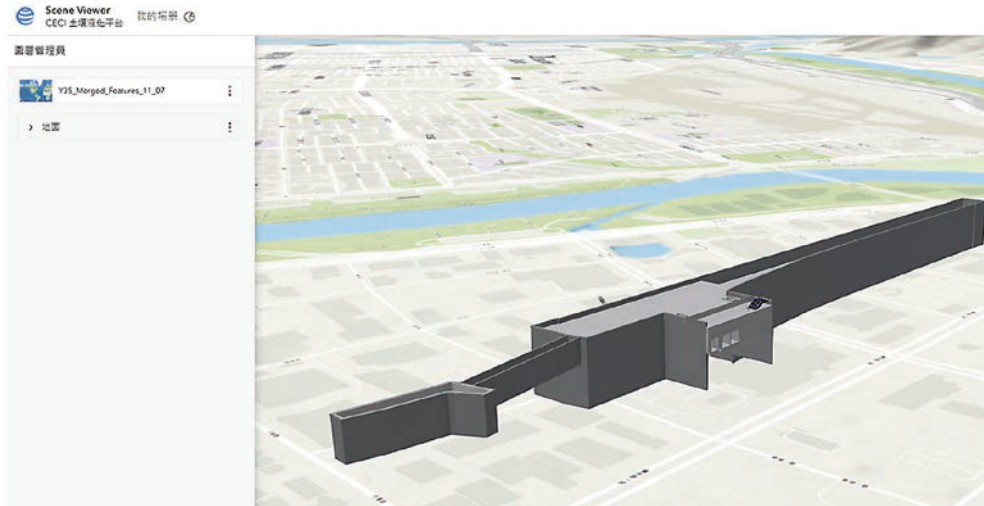


圖 15 捷運東環線 Y35 站以 ArcGIS Online 展示示意圖

從 3D Features (Multipatch) 格式到 IFC 格式的詳細轉換流程，包含資料格式轉換、建立 3D 屬性與建立 BIM 元件屬性等步驟，共有六個步驟。透過本研究的資料轉換流程，3D GIS 和 BIM 之間的技術障礙可進一步克服，達成雙平台資料共享，為智慧城市建設、基礎設施管理以及建築設計提供強而有力的技術支持。

在捷運、橋梁等工程設計中，公共管線與下水道設施是設計的重要考量之一，因其直接影響設計過程，故本研究採用國土管理署下水道 GIS 圖資作為研究基礎，首先篩選相關 GIS 資料，如圖 17 所示，在系

統上圈選所需範圍並匯出相應下水道 GIS 圖資，以進行後續資料轉換。

匯出之下水道 GIS 圖資以 3D Features (Multipatch) 資料格式儲存，依據圖 16 所示的操作流程，依次進行 Layer 3D To Feature Class、Add 3D Formats To Multipatch 和 Export 3D Objects 等步驟，定義 Feature Class 的結構、補充 BIM 所需的 3D 屬性資訊，最後輸出成 IFC 格式。圖 18 為下水道三維管線轉換成果，並以本公司開發的 V3DM 進行展示驗證，證明了從 3D GIS 自動轉換至 BIM 的可行性。

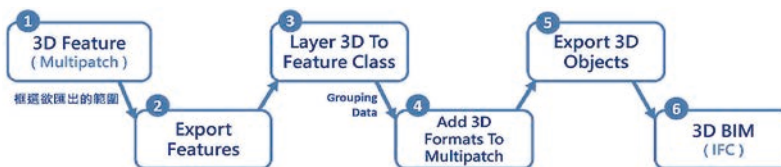


圖 16 3D GIS 轉換成 BIM 資料格式作業流程圖

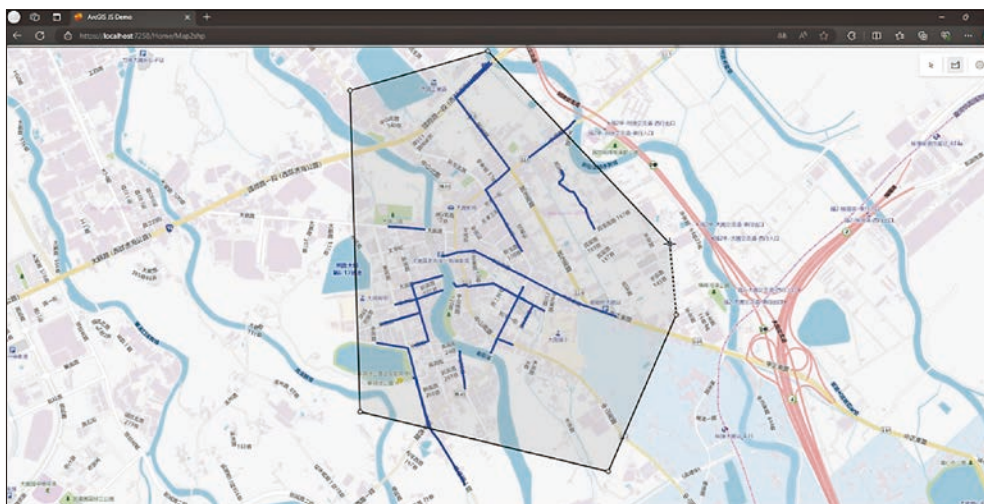


圖 17 透過線上圖台圈選欲轉換的 GIS 圖資示意圖

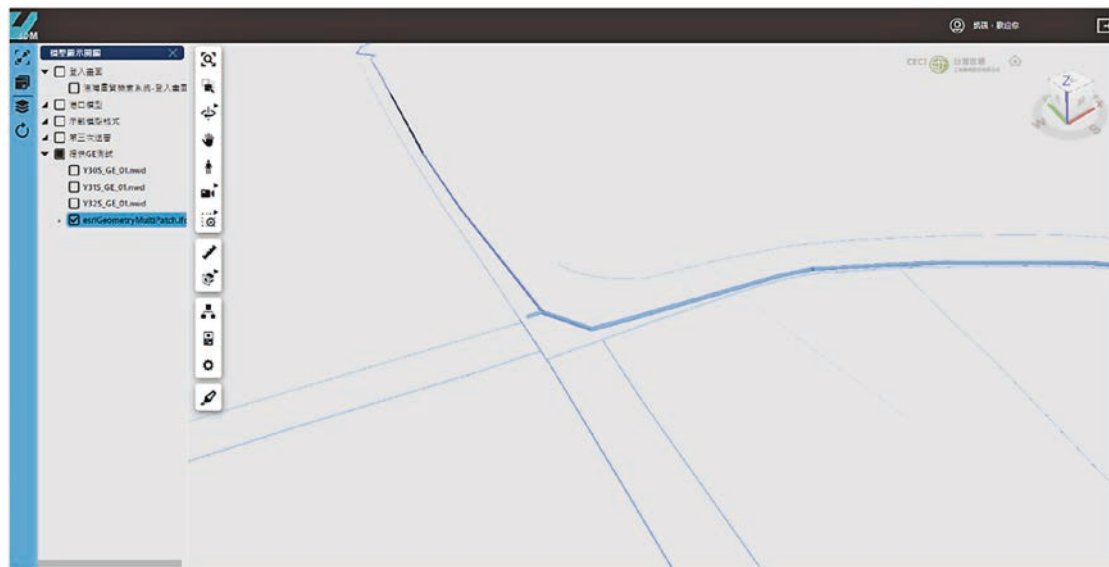


圖 18 V3DM 展示 GIS 轉換完的 BIM 圖資示意圖

結論與建議

本次研究的主要目標為研究並完成 BIM 與 3D GIS 之間的平台整合與資料格式轉換，進一步驗證其技術可行性並優化流程。研究結果如下：

首先，在 Autodesk APS 與 ArcGIS JavaScript API 的整合測試中，已成功驗證兩者平台之間的相互操作性，並進一步完成操作優化，為後續應用提供了穩固的技術基礎。其次，針對 BIM 模型轉為 3D GIS 的作業研究，透過 ArcPy 工具完成 IFC 格式 BIM 模型的批次轉換作業流程，顯著提升了轉換效率並降低了手動處理的錯誤風險。最後，針對 3D GIS 圖資轉為 BIM 模型的作業研究，同樣透過 ArcPy 工具成功開發了批次轉換流程，確保 GIS 與 BIM 之間的資料互通的正確性及便利性，這對促進 BIM 與 GIS 技術在工程、規劃與管理等相關領域的應用上帶來了新契機。

同時，基於本次研究成果，提出以下幾點建議以供未來參考。首先，建議持續優化資料轉換的多樣性，在現有 IFC 與 3D GIS 格式轉換的基礎上，研究如何支援更多 BIM 與 GIS 數據格式（如 Revit、Navisworks、CityGML 等）的轉換方法，以應對不同應用場景的需求。

其次，可建立可上傳的資料整合平台，並具有資料審核功能，資料審核者可針對使用者所提出的申請進行審核，並於審核通過之後依照資料類型；同時，

以對應的方式提供於使用者提供收納的三維及 BIM 模型圖資查詢，使用者可利用系統查詢所需圖資並提出申請。

最後，利用本技術建立更多場景應用，例如智慧城市建設、環境監測與基礎設施管理，並與相關領域專家學者合作，促進跨領域的創新應用發展，發掘 BIM 與 GIS 整合更大的可能性。透過持續的技術優化與應用探索，BIM 與 GIS 的整合在多領域將展現更大的效益，並為決策支援與智慧化管理提供強大的技術支援。

參考文獻

1. 姚大鈞 (2021)，「公共工程全生命週期的風險管理」，土木水利，48:3 2021.06 [民 110.06]，第 36-43 頁。
2. Sani, M.J. and Abdul Rahman, A. (2018). GIS and BIM integration at data level: A review. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 42, 299-306.
3. 張引玉、謝尚賢 (2018)，「BIM 與 GIS 整合應用回顧與展望」，營建知訊，第 425 期，第 61-66 頁。
4. 楊黎熙、陳世昕、王琨淇、王維志 (2021)，「運用 BIM 與 GIS 技術於校園多建築設施管理」，營建管理季刊，第 112 期，第 35-48 頁。
5. 李萬利、蘇瑞育、林志全 (2013)，「以 BIM 竣工模型打造智慧建築之應用」，中華技術，第 97 期，第 92-103 頁。
6. 蘇瑞育、王淑娟、林志全 (2020)，「數位孿生：BIM 結合 IOT 於大樓營運階段之創新應用」，中華技術，第 128 期，第 66-75 頁。