



107 年度多維度圖資服務平臺試辦作業

工作總報告(修正版)

主辦機關：內政部國土測繪中心

執行單位：藏識科技有限公司

中 華 民 國 107 年 12 月 24 日

摘要

隨著地理空間資訊應用的快速發展，國土測繪中心(中華民國內政部國土測繪中心)做為我國圖資供應的主導機關，在地理空間資訊發展逐步從二維空間資訊邁向三維空間資訊的同時，也不斷的進行服務的升級規劃。

本報告將藉由國內外三維地理資訊系統的發展現況概述，逐步導入世界各國經常使用的三維資料格式，以及近年來日漸成熟的國際服務標準，進行資料共享的泛用性與實用性分析，並提出未來三維地理空間資訊系統的發展建議與規劃，協助國家發展委員會 National Development Council 訂定三維資料標準，推動國家底圖服務，提升地理資訊系統的加值應用能力，與扶持相關產業發展。

分析內容以建置三維地理空間資訊系統所需要的三維開發核心開始討論，以能提供的展示能力及民眾使用的便利性為主，最終建議採用能與網頁瀏覽器中，無須另外安裝外掛程式即可使用的 WebGL 1.0 版本，並依據實際測試結果提出開發環境及功能相關建議。

國際間三維資料的格式，有許多常見的選擇，如過去三維模型最常用的 3D Mesh 模型、我國公務機關過去常用的 KML/KMZ 格式、可帶有豐富資料的 BIM 模型、以建置三維城市模型為主的 CityGML 格式等，皆是本報告此次分析的主要對象。而國際服務標準則以最新的國際規範 I3S 為主，以及今年成為開放地理協會(OGC)討論社區標準的 3D Tiles，再加上相關的服務標準進行討論。

在分析三維資料格式的結果中，考量到未來圖臺服務與國際接軌的發展，以及參考各項三維資料格式的特色後，建議採用 SLPK 及 3D Tiles 並行的方式，作為未來三維地理資訊模型的基礎格式。而未來的圖資服務需走向國際，才能達到資料共享最大化的理念，因此在服務標準上，建議採納由 OGC 協會所發布的國際服務標準，並以最新的 I3S 標準作為主導，搭配在今年成為 OGC 協會討論社群的 3D Tiles 服務標準，以服務涵蓋人群最大化的考量，採用雙標準並行的方式提供服務，最後提及智慧城市的發展 3D GIS 將是其中的重要一環，其應用面向之廣，政府應即時發展 3D 核心技術與創新應用，才能確保維護國土科技安全，甚至有機會名列高科技產業國家。

Abstract

With the rapid development of GIS application, National Land Surveying and Mapping Center, the leading agency of GIS data in Taiwan, has continuously upgrading the service while geospatial information development gradually moves from two-dimensional spatial information to three-dimensional spatial information.

This report will overview the development of three-dimensional data, the formats that are used by countries around the world, as well as the increasingly matured international service standards in recent years. Analyze the versatility and practicality of data sharing. Propose the development plans for the future 3D geospatial information system, and assist the National Development Council to constitute three-dimensional data standards, promote national map service, enhance the value-added application capabilities of geographic information systems, and support the development of related industries.

The content of the analysis begins with the 3D development core required for the 3D geospatial information system. The display capability and the convenience for the public are mainly considered. It is recommended to use the browser that is available in WebGL version 1.0 without install the plug-in. The development proposal for multi-dimensional map service is proposed as well.

There are many common choices for the format of international 3D data, such as the 3D Mesh models most commonly used in the past 3D models, the KML/KMZ formats commonly used by official in Taiwan, the BIM models with rich data, and CityGML the models mainly for cities, are the main targets of this analysis. The international service standards are based on the latest international specification I3S, and 3D Tiles which became the Candidate Community Standard of the Open Geospatial Consortium(OGC) this year, together with the relevant service standards for discussion.

Considering the development of future 3D map services, connecting with the world, and referring to the characteristics of each 3D data format, using both SLPK and 3D Tiles as the basic 3D geographic information model formats in the future is recommend. In order to achieve the concept of maximizing data sharing and provide the map service

for international, service standards suggest taking I3S and 3D Tiles which became OGC Candidate Community Standard this year. Regarding to the development of smart cities, 3D GIS will be an important part of the application. The government should immediately develop 3D core technology and innovative applications to ensure the security of Taiwan and even have opportunity to rank among high-tech industry countries.

目錄

第一章 專案概述	1
一、 專案名稱	1
二、 工作項目及範圍	1
三、 工作項目	1
第二章 執行方法	3
一、 三維資料及服務之國際標準服務分析	3
(一) 作業流程	3
(二) 分析範圍	8
二、 多維度圖資規劃研究	9
(一) 多維度圖資服務測試圖臺建置	9
(二) 測試環境建置	10
(三) 測試資料彙整	14
(四) 測試流程	17
第三章 執行成果	19
一、 三維資料及服務之國際標準服務分析成果	19
(一) 三維開發核心	19
(二) 三維資料格式分析	19
(三) 國際服務標準分析	20
二、 多維度圖資服務規劃研究成果	22
(一) 瀏覽模式	23
(二) 視角變換	23
(三) 底圖切換	24
(四) 圖層套疊	24
(五) 服務介接	24
(六) 量測	25
(七) 定位查詢	26
(八) 三維資料點選	26

(九) 指定範圍之條件篩選.....	26
三、 圖資存取測試成果	27
第四章 未來規劃與建議.....	38
一、 未來功能服務規劃建議	38
二、 發展趨勢	40
(一) 支援開啟客戶端本機的檔案：	40
(二) 提供劇本編寫播放及影片儲存功能.....	41
(三) 虛擬實境功能.....	41
三、 圖資服務規劃及適用性建議	42
(一) 提供使用者於瀏覽器端執行的操作介面：	42
(二) 2D/3D 合一的使用方式：	42
(三) 同時支援 I3S 跟 3D Tiles 兩種標準：	43
(四) 採用 KMZ 為三維資料交換格式：	43
(五) 使用環境.....	43
(六) 更新維護.....	44
附錄第 2 階段第 2 批成果審查意見對照表.....	45

表目錄

表 1-1 工作項目及說明	1
表 2-1 分析範圍列表	8
表 2-2 多維度圖資平臺功能.....	9
表 2-3 硬體規格	10
表 2-4 測試圖資列表	14
表 2-5 資料準備說明	16
表 3-1 三維資料格式分析表.....	20
表 3-2 多維度圖資服務測試平臺功能列表.....	23
表 3-3 第一次測試紀錄	28
表 3-4 第二次測試紀錄(比例尺放大).....	32
表 3-5 圖資存取測試結果表.....	36
表 3-6 第二次測試紀錄(比例尺放大)差異比較.....	37
表 4-1 3D GIS 系統功能服務可行性建議列表.....	38
表 4-2 使用環境建議.....	44

圖目錄

圖 2-1 三維資料及服務之國際標準服務分析簡易流程圖.....	4
圖 2-2 硬體及網路架構圖	10
圖 2-3 軟體架構圖	11
圖 2-4 多維度圖資服務系統流程圖.....	12
圖 2-5 測試圖臺客戶端硬體配備.....	13
圖 2-6 圖資服務測試流程	17
圖 2-7 開發者工具之響應時間與傳輸量紀錄.....	18
圖 3-1 W3DS 與 WVS 簡易比較圖.....	21
圖 3-2 多維度圖資服務測試平臺啟動介面.....	22
圖 3-3 視角變換成果圖	24
圖 3-4 服務介接與圖層套疊成果圖.....	25
圖 3-5 門牌地址搜尋	26
圖 3-6 測試過程側錄	27

第一章 專案概述

一、專案名稱

「107 年度多維度圖資服務平臺試辦作業」(以下簡稱本案)

二、工作項目及範圍

內政部國土測繪中心(以下簡稱國土測繪中心)管有各項基礎及核心之國土測繪資料，包括臺灣通用電子地圖、地籍圖和國土利用調查成果圖等，為使全民可應用及共享國土測繪成果，建置有「國土測繪圖資服務雲」，提供圖資瀏覽、套疊及介接等二維圖資服務。隨著三維資料格式及服務國際標準逐漸成形及發布，圖資服務已從二維地圖朝向多維資訊整合發展，為發展符合國際標準之多維圖資服務，爰辦理本案，期透過蒐整相關國際標準，評估多維度圖資服務架構、軟硬體及網路環境，作為未來建置參考依據。因此辦理本案時，除進行三維資料及服務國際標準分析報告外，亦於本案例中建置一套多維度圖資服務測試平臺(以下稱本系統)，進行未來建置多維度圖資服務平臺之評估。

表 1-1 工作項目及說明

項次	工作項目
1	三維資料及服務國際標準服務分析
2	多維度圖資服務規劃研究

三、工作項目

(一) 三維資料及服務國際標準服務分析

1. 蒐集整理三維資料格式、傳輸與服務之國際標準，就資料內容、格式與架構進行分析，並評估不同資料標準之資料整合串接方式。蒐整國際標準至少包含開放地理空間資訊協會(Open Geospatial Consortium, OGC) 三維資料串流標準(Standard for streaming 3DContent)、三維網路服務標準(3D Portrayal Service Standard, 3DPS)、城市地理標記語言(City Geography Markup Language, CityGML)、建物資訊模型(Building Information Modeling, BIM)及三維網格模型(3D mesh)等。

2. 以國土資訊系統之核心及基礎圖資為基礎，參考上開國際標準分析成果及當前空間資訊技術與應用發展趨勢，提出未來多維圖資服務之規劃建議，包含資料內容、產製及整合流程、運作方式及應用領域等。

(二) 多維度圖資服務規劃研究

1. 導入 WebGL 技術，匯入國土測繪中心提供之測試用二維及三維資料，免安裝外掛軟體(plug-in)即可於 3 種以上支援 HTML5 之瀏覽器上運行。其中作業環境由國土測繪中心提供虛擬主機環境，服務維運及相關授權則由本團隊負責。
2. 多維度圖資服務功能至少包含圖面距離量測、定位查詢、圖層套疊、底圖切換及服務介接(如 WMTS)等基本功能，並需具備三維視覺化互動瀏覽介面、檢視視角變換、三維資料點選及指定範圍之條件篩選等功能。
3. 就上開多維度圖資服務之規劃建議，評估資料量、存取效能、軟硬體及網路環境需求，並依據國內外應用發展方向，提出高共同性功能開發建議，作為未來建置全國性服務圖臺參考依據。

第二章 執行方法

一、三維資料及服務之國際標準服務分析

(一) 作業流程

針對國內外常用的圖資服務平臺進行研究分析，並依照我國三維資訊發展情況，蒐集我國常用的三維資料格式，以及國際間的三維服務標準，並加入三維開發核心的評估，就多維度圖資服務的角度，進行三維資料格式與架構進行分析，並評估不同之資料整合串接標準，提出未來多維度圖資服務平臺發展的建議。

針對三維開發核心、三維資料格式與國際服務標準，進行官方文件與討論文獻的蒐集整理及分析討論，並彙整國內外多維度圖臺的使用情況。先進行各項目資料的完整說明，再依照需求將資料拆分成內容、架構、格式、使用方式等方式進行討論，後續將以此結果作為基礎，提出未來的圖資服務平臺圖設置建議，分析流程如下圖 2-1 所示，並分為蒐集文件、資料整理及分析、歸納整理 3 個流程步驟進行：

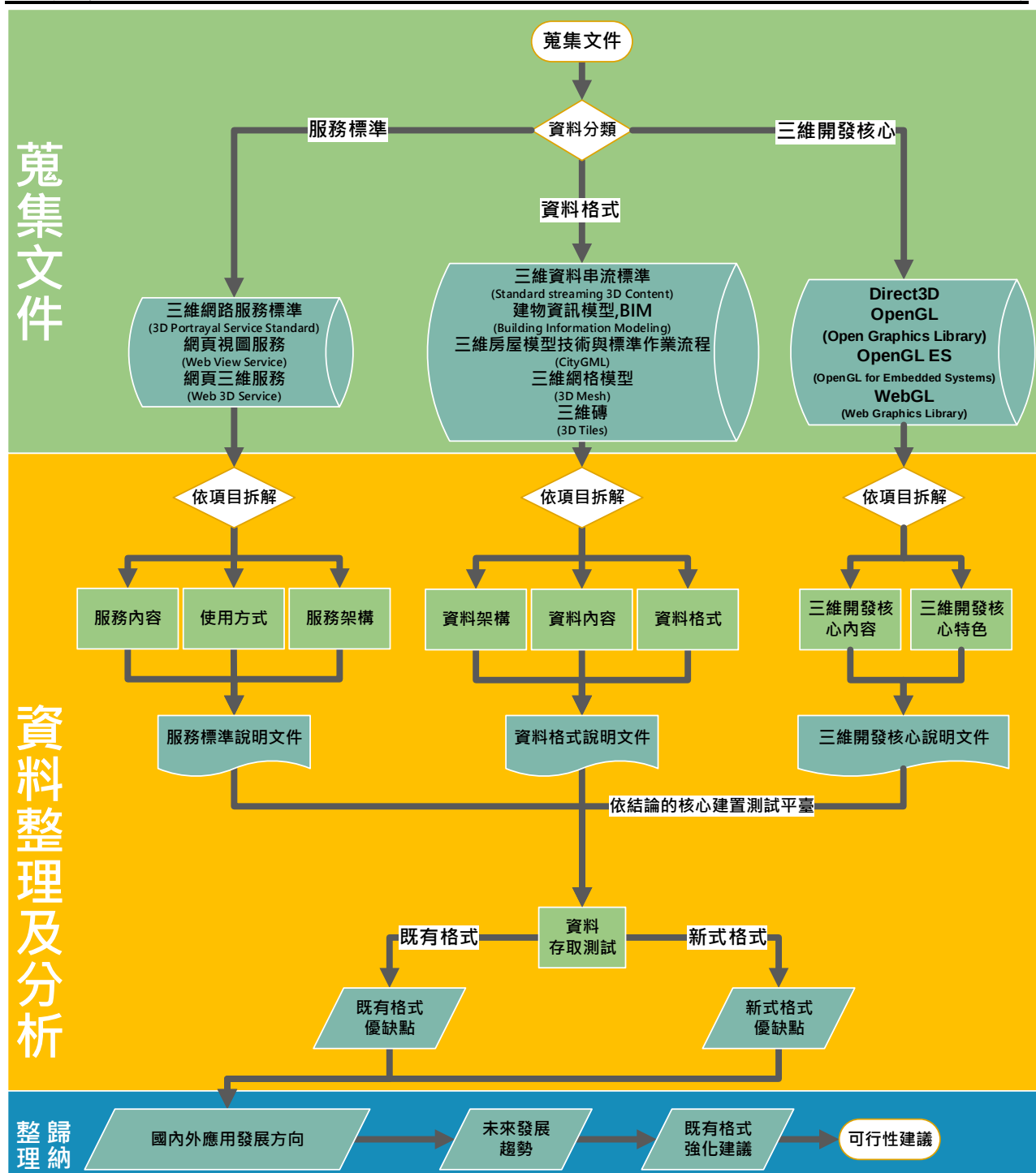


圖 2-1 三維資料及服務之國際標準服務分析簡易流程圖

1. 蒐集文件

本團隊蒐集國際服務標準及三維資料的開放標準，皆為 OGC 與 Cesium 等官方媒體於網路上發布之文件，並將資料內容分成「服務標準」與「資料格式」兩種類別(完整文件將於分析報告詳列)。服務標準包含了屬於 OGC 的 3DPS、網頁三維服務(Web 3D Service, W3DS)、網頁視圖服務(Web View Service, WVS)、三維圖層索引(Indexed 3D Scene Layers, I3S)等以及鈹(Cesium)的三維磚(3D Tiles)等；資料格式則包含 OGC 三維資料串流標準(Standard streaming 3D Content)、CityGML 與 BIM，以及近年來逐漸被重視的與常見的 3D Mesh 跟 3D Tiles 等資料格式。上開內容敘述如下：

(1) 服務標準

為使三維地理資訊可以在網路上進行有效的流通，符合資料共享、跨領域應用等目標，因此由 OGC 提供的一系列標準化內容，只要符合相關規範，便可順利的進行三維地理資訊的交流。

(a) 3DPS

三維網路服務標準，或稱三維描繪服務，是一種 OGC 的服務實現規範，於 2017 年 10 月 04 日正式發布，其目標是以可交互操作的方式提供三維資料的描繪標準，是下述 W3DS 與 WVS 服務的整合延伸。當客戶端和伺服器端使用共同的服務標準規範時，就可以使用預設的指令查看和分析不同來源的三維地理資訊。如同 USB 介面一般，讓使用者無需在意使用的格式與資料內容，只要符合服務規範，便可以進行資訊交換使用。

(b) W3DS

網頁三維服務是 OGC 提出的三維地理資訊示範服務，此服務標準係針對高效能的即時影像繪製計算功能進行優化。作為 3DPS 服務的基礎構成概念，與 WMS 服務相似，提供的是原始的地理資訊，又稱為「場景」。是由展示物件的幾何資訊、外觀等元素組成，但不含屬性資料。輸出成果並非圖像，而是由類似節點、形狀、材質與幾何結構組成的樹狀結構物件，可以視為三維模型的骨架，並利用服務介接的功能，提供在網路上互相交流時的便利性，OGC 協會早期僅將 W3DS 作為討論

用途，後於 2017 年 10 月 4 日發布的 3DPS 文件中提及，將與 WVS 服務整合成 3DPS 服務。

(c)WVS

網頁視圖服務是一種基於圖像的可視化三維地理資訊服務，將三維地理資訊藉由即時的電腦計算來繪製成圖像的專屬優化規範，除了彩色的影像外，也提供深度數據，並能進行三維模型與三維環境的交互作用，如：空間分析、三維導航等。由於 WVS 提供了貼圖、色彩等服務，因此在與 3DPS 服務整合後，依舊保留可直接介接使用的服務功能。

(2) 資料格式

(a)三維資料串流標準

三維資料串流標準為 OGC 於 2017 年 9 月 5 號發布的開放格式標準，其串流格式標準主要是為了可在單機與網路上串流大量的地理資訊與三維圖像，並支援數據的紀錄與傳輸及高性能的可視性跟空間分析。格式主要分為 I3S(Indexed 3D Scene Layer) 3D 場景圖層索引及 SLPK(Scene Layer Package Format) 場景圖層封包格式 2 種格式，資料本身採用樹狀結構，是目前 OGC 協會定案的新國際三維資料標準格式。

(b)CityGML

CityGML 是一種基於 XML 格式的地理標記語言，主要用來儲存和交換虛擬三維城市模型。OGC CityGML 目前為 2.0 版，由 OGC 於 2012 年 4 月 4 日發布，特色是導入並規範了城市模型的細節等級，如：是否有樓頂結構等。

(c)BIM

美國建築師學會將 BIM 定義為一種「結合工程專案資訊資料庫的模型技術」，其透過幾何學、空間關係及地理資訊系統與建築元件資訊，建置精確的資訊內容，用以展示整個建築物內的材料資訊與生命週期，在國內目前主要為營建產業所採用。

(d)3D Mesh

三維網格是一種用頂點、邊跟面的集合，並將其用來繪製三維模型的方式。通常由三角形組成，或是四邊形及其他凸多邊形，是幾何建模的一大領域，可以明確的表示結構物的表面，被廣泛應用於電腦圖形學，作為三維模型的骨架，能夠簡化圖像即時計算繪製的過程，優化展示的效果。

(e)3D Tiles

3D Tiles 是一種來自於 Cesium 計畫所提出的資料格式，採用 glTF 作為基礎標準，因此提供了在 Web 環境下操作大量三維模型資料的能力。在使用上有著不消耗伺服器端 CPU 資源的特色，可使伺服器同時支援更多的客戶端連結。

(3) 資料整理及分析

考量服務標準及資料格式之特性與結構，資料分析將分項拆解，據以彙整說明文件，其中「服務標準」規劃細分為「服務內容」、「使用方式」與「服務架構」等 3 部分；「資料格式」規劃細分為「資料內容」、「資料格式」及「資料架構」等 3 部分。

(a)服務內容：說明該服務標準內容，提供了那些介接功能與使用規範。

(b)服務架構：對服務所使用的資料規範以及所需的資料內容說明。

(c)使用方式：介接的功能用法詳細說明。

(d)資料內容：說明該三維資料格式的儲存內容與發展背景。

(e)資料格式：詳細說明該資料格式的資料需求與規範。

(f)資料架構：說明該資料格式所使用的資料架構，如：樹狀結構。

(4) 整理歸納

為測試服務標準，本團隊將進行資料存取測試、優缺點分析、資料轉換及強化建議，測試資料包含國內目前常用資料格式，如 KML、OBJ、Aute3D 等，並搭配國內外應用情況，探討未來發展方向，以提出未來規劃之可行建議，據以研擬三維資料及服務國際標準分析報告，作為後續規劃參考。

(二) 分析範圍

隨著三維空間資料及技術的成熟、國際間相關標準的發布及整合應用的多元發展，國土測繪中心圖資服務已從 2D 地圖朝向 2D 及 3D 整合之多維度圖資服務邁進，並走入網路共享的時代。因應未來多維度圖資服務之涵蓋內容的範圍、成果應用的深度及適用領域的廣度。多維度圖資服務系統之建置，主要涉及的層面包含：影響展示效能與服務功能之三維開發核心，資料流通之資料格式以及服務標準三種。

為發展多維度圖資服務，提供各界共通使用之 3D 國家底圖，本報告將以國際相關標準及國內使用現況為基礎，針對三維空間地理資訊的「開發核心」、「資料格式」及「服務標準」，進行特性分析與適用性評估，作為未來建置三維服務平臺參考依據。本報告規劃納入分析及評估項目如表 2-1，並分別就其相關背景資訊及內容特性進行概述。

表 2-1 分析範圍列表

類型	分析項目名稱
開發 核心	Direct3D
	OpenGL(Open Graphics Library)
	OpenGL ES(OpenGL for Embedded Systems)
	WebGL(Web Graphics Library)
資料 格式	三維網格模型(3D Mesh Model)
	建築資訊模型(Building Information Modeling, BIM)
	城市地理標記語言(OGC CityGML)
	三維資料串流標準格式(OGC Standard for Streaming 3D Content—Scene Layer Package, SLPK)
	三維圖磚格式(3D Tiles)
服務 標準	三維網路服務(Web 3D Service, W3DS)
	網頁視圖服務(Web View Service, WVS)
	三維網路服務標準(3D Portrayal Service Standard, 3DPS)
	三維資料串流標準服務(Standard for streaming 3D Content—Indexed 3D Scene Layer, I3S)
	三維圖磚服務(3D Tiles)

二、多維度圖資規劃研究

(一)多維度圖資服務測試圖臺建置

國土測繪中心作為我國地理資訊圖資服務主要的供應機關，除了圖資服務發布外，亦需進行圖資的基本展示，為方便使用者無需另外下載程式，直接於網路上執行，本團隊將以 WebGL 技術為基礎，架設出可於網頁直接執行的圖資服務測試平臺，用以測試多維度圖資的使用情況，並記錄分析，提供未來多維度圖資服務的規劃參考，測試圖臺裝載的基礎功能詳見表 2-2，並於圖臺中匯入國土測中心提供之測試資料，以及網路上免費的開源三維資料。

表 2-2 多維度圖資平臺功能

項次	功能名稱	說明
1	三維視覺化互動瀏覽介面	將平面的圖性表徵轉換維立體圖形，以三維圖像呈現立體圖資，並可以使用滑鼠與平板兩種不同模式，跨平台的操控圖臺
2	檢視視角變換	提供可於平臺中進行視角的：旋轉、縮放、平視角度調整等功能
3	底圖切換	切換所使用的底圖資料，使用不同的底圖進行資料分析
4	圖層套疊	將兩張或兩張以上不同，主題圖套疊，進而得到新的空間及屬性資料，用以分析各項資訊
5	服務介接	提供外部影像圖資介接功能，如符合 WMTS 服務的圖資及影像來源。
6	距離量測	於平臺中選定兩點，自動計算兩點之間的圖面距離，並提供連續多點之間與最遠的兩端點之間距離。
7	定位查詢	使用者可透過定位功能，定位至指定位置，以利閱覽定位點周遭管線分布之情形。
8	三維資料點選	提供點選圖臺中含有屬性資料的三維圖形資料功能。
9	指定範圍之條件篩選	提供設定指定範圍的條件篩選，搜尋符合條件及符合條件範圍之資料，並列出結果清單。

(二) 測試環境建置

1. 網路環境及硬體架構

圖資測試平臺的客戶端在測試環境中，是透過網際網路，以 IE、Chrome 等瀏覽器操作「多維度圖資服務」功能，以進行多維度圖資服務、軟硬體及網路環境評估。圖 2-2 為本案的硬體及網路架構圖，伺服器端與客戶端硬體設備規格、作業系統如下表 2-3 所示：

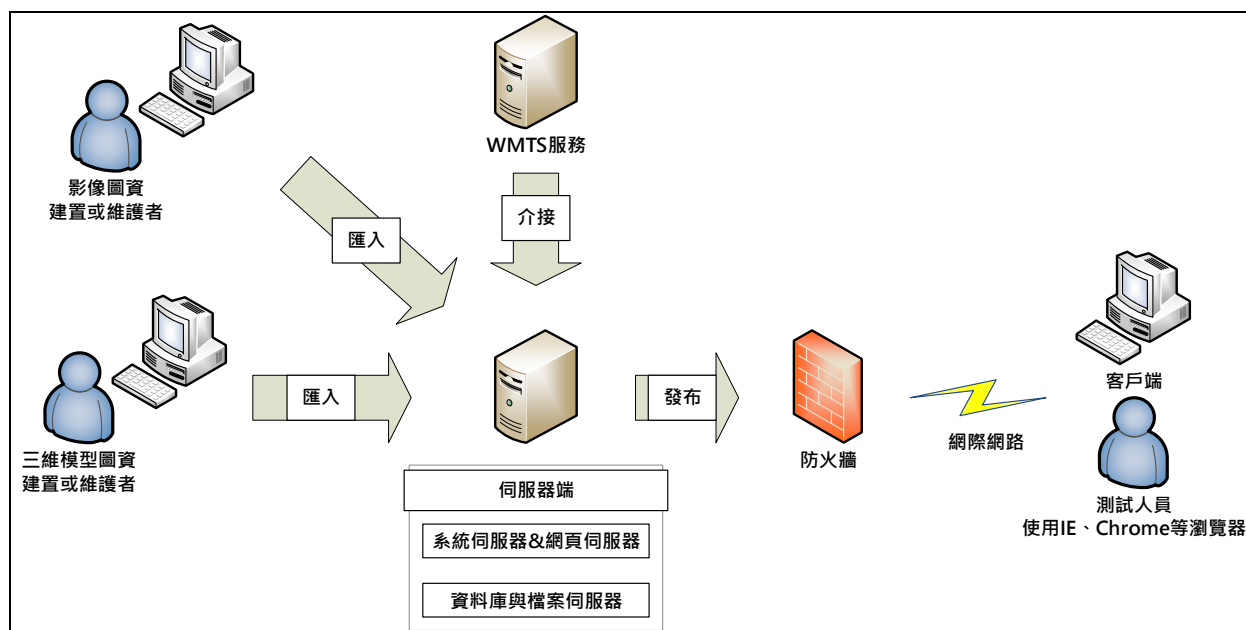


圖 2-2 硬體及網路架構圖

表 2-3 硬體規格

類別	設備	規格
伺服器端	處理器	2 顆 Intel(R) Xeon(R) 4110 CPU @ 2.10GHz 核心
	RAM 記憶體	64GB ECC SDRAM
	顯示卡	Matrox G200eW3(Nuvoton) WDDM 1.2
	硬碟	HDD 3.5 TB
	作業系統	Windows Server 2012 R2 64 位元
	伺服器軟體	PilotGaea 0' View Map Server
	軟體元件	Microsoft .Net Framework 4.0 Microsoft Visual C++ 2015
	網頁伺服器	Internet Information Services 8.5
測試客戶端	處理器	Inte I5 系列 或以上等級
	RAM 記憶體	4 GB DDR3 或以上等級

類別	設備	規格
測試客戶端	顯示卡	內顯 或 GT 730 或以上等級
	硬碟	HDD 512 GB 或以上等級
	作業系統	Windows 7 32 位元 或以上等級

2. 軟體架構

本案系統採用軟體架構，如圖 1-2 所示，其中資料庫與伺服器端皆在同一主機硬體上，使用內部途徑連結，用以提升圖資存取速度，也方便使用者維護，以下就架構內容分別敘述：

- 客戶端(Client)：可以 IE、Chrome 等瀏覽器於網際網路上使用本案測試圖臺。
- 系統：多維度圖資服務圖臺系統安裝於 Windows Server 2012 R2，網頁伺服器為 PilotGaea O' View Map Server。
- 資料庫：資料庫使用 PilotGaea O' View Map Server DataBase 進行資料的存管。

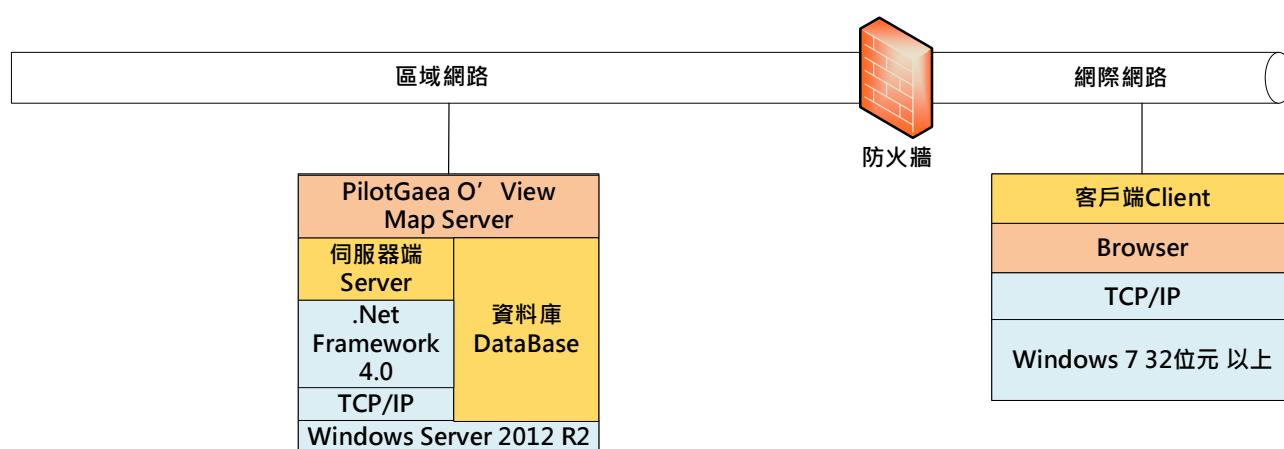


圖 2-3 軟體架構圖

3. 系統流程

「多維度圖資服務」主要用於提供圖資的發布與展示，因此針對三維資料展示與瀏覽功能提供便利性的使用者介面。並使用 IE 10 以上、Chrome 最新版本等瀏覽器，連結國土測繪中心之伺服器進行系統測試，且詳細記錄各圖資的存取情況，以提供多維度圖資服務、軟硬體及網路環境的未來建置參考依據。系統流程圖如圖 2-4 所示，分成系統管理者與圖資使用者

進行說明。圖資資料的檔案格式轉檔分類如表所示

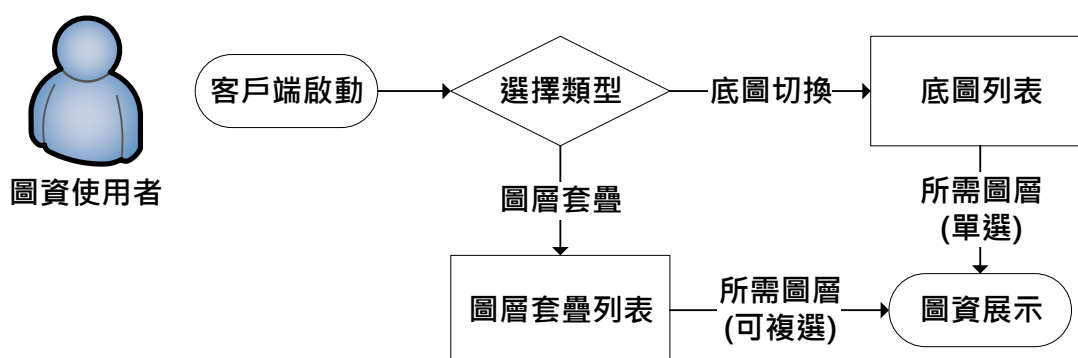
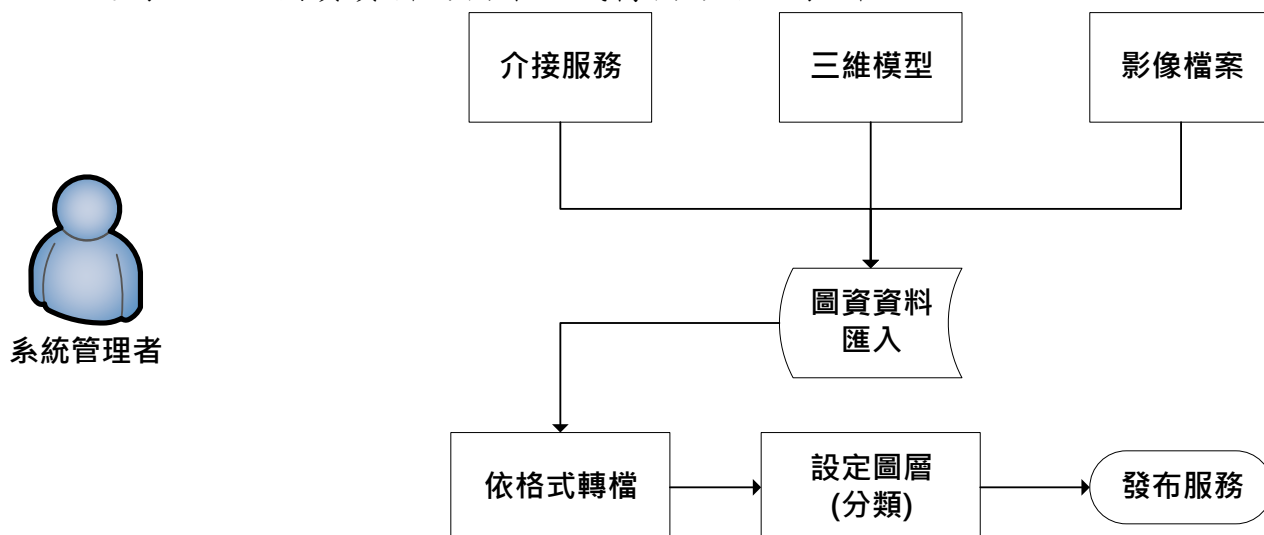


圖 2-4 多維度圖資服務系統流程圖

4. 測試人員

本案之執行單位為藏識科技有限公司，由計畫主持人安排測試負責人，並進行相關資料紀錄，且安排測試工程師協助測試作業。

- 測試負責人：所有工作之總成，由專案經歷擔任，負責製作測試計畫與彙整測試報告。
- 測試工程師：協助測試工作，排除測試過程中遭遇之問題。

5. 測試環境

本案測試用伺服器端，已架設至國土測繪中心機房內之本案專用伺服器主機上，測試用客戶端則使用藏識科技有限公司內，符合測試環境規劃之電腦，硬體設備如下圖 2-5 所示。



圖 2-5 測試圖臺客戶端硬體配備

(三) 測試資料彙整

多維度圖資服務測試平臺的測試圖資，主要由國土測繪中心提供，並搭配有本團隊於網路上蒐集之開源資料，依照其資料格式及使用方式，共可分為以下三種資料：介接資料、影像資料與三維模型資料。

介接資料主要沿用國土測繪中心已發布的 2D 國土測繪圖資雲上的開放圖層，並搭配有我國 TGOS 電子地圖服務，以及國外常用的免費圖資介接服務：微軟 Bing Maps 與 OpenStreetMap 服務等。其中 I3S 的利比亞測試資料採用的是傾斜攝影測量建模成果，以 I3S 專屬的 SLPK 檔案格式進行傳輸。

影像資料與三維模型資料以公開資料為主，測試圖資的詳細列表如表 2-4 所示，並提供四至座標進行圖資定位與涵蓋範圍的參考。

表 2-4 測試圖資列表

資料分類	資料項目	資料來源	資料量	資料所有者	資料產製年度	資料涵蓋地理範圍
介接資料	WMTS	國土測繪圖資服務雲、Bing Maps 圖資服務、TGOS 圖資服務、OSM 圖資服務	54 種圖層	國土測繪中心、微軟公司、內政部、OpenStreetMap 基金會	107 年	全台灣 四至坐標(WGS84): 東:122.052147 西:119.864995 南:21.817729 北:25.433500
影像資料	Tiff	臺中市政府 臺中市區影像檔案	1.84 GB	臺中市政府	106 年	23,422 公頃 四至坐標(WGS84) 東:120.815398 西:120.578898 南:24.089448 北:24.219945
三維模型資料	3D Mesh	臺中市政府 臺中歌劇院傾斜攝影	1.35 GB	臺中市政府	106 年	14.9 公頃 四至坐標(WGS84): 東:120.64774294695667 西:120.63550737233095 南:24.157167246945335 北:24.169509500214346
	3D Tiles	國土測繪中心提供之：花蓮統帥大飯店	14.1 GB	國土測繪中心	107 年	400 公頃 四至坐標(WGS84): 東:121.61554563346306 西:121.60790092995865 南:23.97329966278417 北:23.980944366288583

資料分類	資料項目	資料來源	資料量	資料所有者	資料產製年度	資料涵蓋地理範圍
		國土測繪中心提供之：雲門翠堤大樓				四至坐標(WGS84)： 東:121.60966212240459 西:121.60490840760735 南:23.98585623406177 北:23.99060994885899
		國土測繪中心提供之：南投中興新村				四至坐標(WGS84)： 東:120.71795812671894 西:120.67081973130473 南:23.922815487579726 北:23.96995388299392
	I3S	利比亞的黎波里部份區域 http://explore.digitalglobe.com/see-the-world-in-3D-samples.html	48 MB	Maxar Technologies	107 年	528 公頃 四至坐標(WGS84)： 東:13.183830097465403 西:13.15750071578978 南:32.87905610122159 北:32.89966871491009
	KML/ KMZ	國土測繪中心提供之：臺中市都市計畫區	1.22 GB	國土測繪中心	105 年	臺中市都市計畫區 四至坐標(WGS84)： 東:120.65828373550801 西:120.6334431187816 南:24.14294700581847 北:24.16778762254488
		非都市計畫區				非都市計畫區 四至坐標(WGS84)： 東:120.70805588506528 西:120.45805543981402 南:23.87333330042692 北:24.123333745678167
		彰化地區建物資料				彰化地區建物資料 四至坐標(WGS84)： 東:120.720508489248 西:120.46633334150272 南:23.866834969992752 北:24.121010117738052
	DTM	政府資料開放平臺內政部提供之：全台 20 公尺網格數值地形	351 MB	內政部地政司	105 年	全台灣 四至坐標(WGS84)： 東:122.052147 西:119.864995

資料分類	資料項目	資料來源	資料量	資料所有者	資料產製年度	資料涵蓋地理範圍
		模型資料				南:21.817729 北:25.433500
	BIM	Autodesk revit 範例資料庫	2.96 MB	Autodesk	107 年	無實際地理範圍 0.0438 公頃 東:120.392836 西:120.392836 南:23.452128 北:23.452331

並於資料測試前，先將收集的測試資料進行資料準備作業，如：轉檔成系統可使用之檔案格式、檔案轉為服務發布等，測試前的預備動作，如表 2-5。

表 2-5 資料準備說明

資料分類	資料項目	資料準備 (轉檔)	原始資料量	轉檔後資料量	範例檔案
介接資料	WMTS	即時介接資料無須轉檔	無關	無關	無
影像資料	Tiff	轉檔成 Image Layer	1.84GB	1.84GB	臺中市區影像檔案
三維模型資料	3D Mesh	轉檔成 CityMesh2 Layer	3.79G	1.35G	臺中歌劇院傾斜攝影
	3D Tiles	本案測試用 3D Tiles 資料維影像模型，因此轉檔成 Acute3D Layer	14.1GB	14.1GB	花蓮統帥大飯店、雲門翠堤大樓、南投中興新村
	I3S	轉檔成 Mesh Layer	48MB	48MB	利比亞的黎波里部份區域
	KML/KMZ	轉檔成 CityMesh Layer	1.22GB	3.18G	臺中市都市計畫區、非都市計畫區、彰化地區建物資料
	DTM	轉檔成 Terrain Layer，作為本案三維地形使用	351MB	351MB	全台 20 公尺網格數值地形模型資料
	BIM	先轉檔成 OBJ 模型格式，再使用轉檔成 Mesh2 Layer 並自訂於嘉義水上機場之位置進行展示，	2.96MB	97.2MB	Autodesk revit 範例資料庫

(四) 測試流程

圖資服務測試目標為與三維資料測試圖資存取情況，可細分為能否讀取與響應時間長短，整體流程圖如下圖 2-6 所示。

響應時間的定義為點擊開啟圖層(或模型)後，開始出現模型的時間間隔，一般以毫秒(ms)作為單位，也就是資料開始回傳到資料回傳完畢所花費的時間。本次測試使用採用常見的 Web 瀏覽器 Google Chrome 所提供的開發者工具 DevTools，利用其中的 Network 功能查詢點擊開啟圖層後的響應時間。

另因圖資服務的響應時間會受到不同的網路環境影響，因此同步紀錄不同圖資在相同環境下，所傳輸的資料量，提供不同面向的分析使用。另因三圍圖臺的影像傾斜角度會造成比例尺的錯誤，因使本次測試的比例尺為估算值，使用圖面量測寬度(當下畫面中左右兩端的總實際寬度)除以圖面公分數(以測試環境的螢幕解析度換算左右兩端實際的長度)的公式計算。

響應時間與傳輸資料量皆可利用開發者工具進行查詢，以下圖 2-6 為例，圖中為 TGOS 電子地圖底圖切換時的響應時間紀錄，且於工具下方提供本次動作的資料傳輸量，圖中響應時間約為 1.4 秒，資料傳輸量為 381 KB。

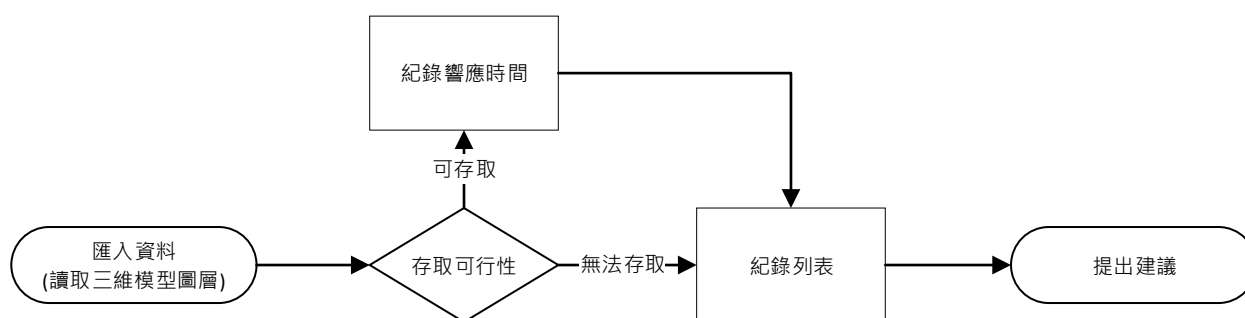


圖 2-6 圖資服務測試流程

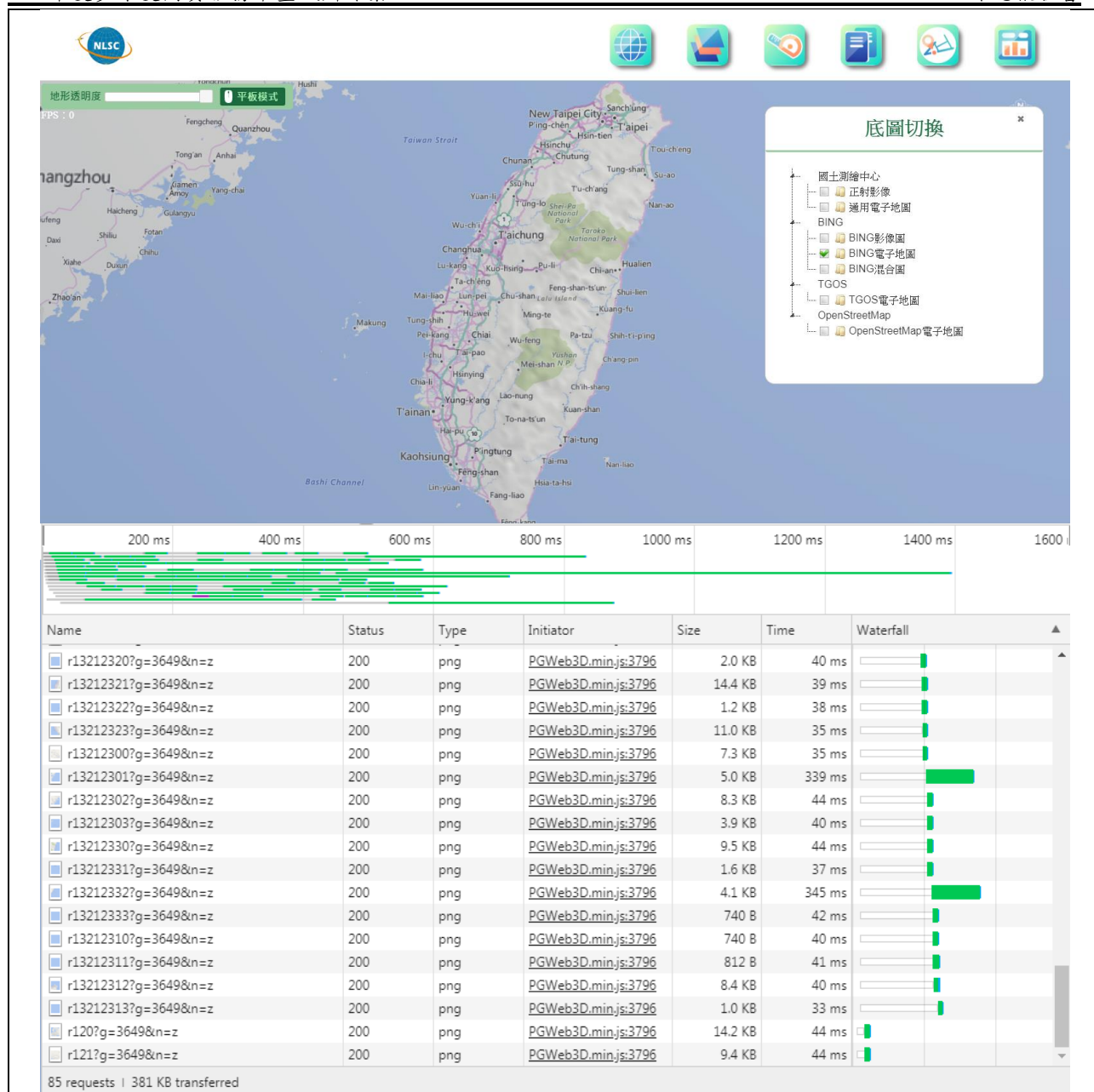


圖 2-7 開發者工具之響應時間與傳輸量紀錄

第三章 執行成果

一、三維資料及服務之國際標準服務分析成果

本案就三維開發核心、資料格式、服務標準之分析流程，彙整結果詳「三維資料及服務之國際標準服務分析報告」，以下就重點內容進行概述：

(一) 三維開發核心

各種三維開發核心皆有其適用的領域，使用上需依所圖資服務應用的範圍，來選擇最適合的開發核心，而目前國際間大多採取以網頁程式的方式存在，提供民眾便利的使用環境，如國土測繪圖資服務雲的圖資展示系統、國土資訊系統(NGIS)提供的各分組展示平臺。因此，作為一個需要推廣給大量使用者的圖資服務，應考量到在瀏覽器上展示並進行功能應用，這也是目前大部分政府所使用系統的發展方向。為了在瀏覽器內能開發出三維的圖資服務程式，WebGL 是唯一的選擇，其中又以各類平臺支援度最高的 WebGL1.0 版本為佳。

(二) 三維資料格式分析

未來在發展我國的圖資服務平臺時，在資料格式上需要進幾種議題的討論，並用以分析未來平臺應支援且提供的三維資料格式。彙整三維資料格式與國際標準服務資料內容後，依照國土測繪中心未來將以中央的層級發布圖資服務的狀況，提出以下幾種未來資料格式應有的能力討論：第一是原有的使用者數量，作為中央發布的圖資服務，需考慮既有的使用者數量，以利減少格式轉換的過渡期；第二為使用的軟體，若需要推廣 3D 地理空間資料，需要針對使用者能取得的軟體做評估，如果是免費且開源的軟體，可以提升對使用者的吸引力；最後為格式的開源與否，這決定了使用者是否能自行解析內容。

總整表 3-1 的表格內容，與前述的分析內容，若是以圖資服務為需求，BIM 模型無法用於共享使用，CityGML 雖然適合，但在傳輸的速度上表現並不亮眼。SLPK 與 3D Tiles 的即時串流服務情況則十分類似，此 2 種三維資料格式，皆有自己的資料傳輸服務標準，相輔相成，由於原本就是設計給三維資料串流使用，因此在即時串流服務的適用性上相當高，是作為服務平台的資料傳輸標準比較合適的選擇。

表 3-1 三維資料格式分析表

資料格式	即時串流 適用性	說明	3D 模型資 料類型	資料結 構	備註
3D Mesh	中	可附加資料強化傳輸速度	向量資料、影像資料、點雲資料	無樹狀結構	可附加有樹狀結構的描述檔
BIM	低	資料量龐大	向量資料	樹狀結構	使用者可自定義要資料結構中的分類依據
CityGML	低	資料量依照模型細緻度，容易過大	向量資料	無樹狀結構	資料有細節等級
SLPK	高	I3S 服務的資料格式	向量資料、影像資料、點雲資料	樹狀結構	完整的樹狀結構
3D Tiles	高	3D Tiles 的資料格式	向量資料、影像資料、點雲資料	樹狀結構	完整的樹狀結構

(三) 國際服務標準分析

當地理資訊系統逐步從二維資料轉成三維資料時，由於資訊過於龐大，所以拆成了「場景」與「視圖」兩大部分，在 W3DS 跟 WVS 兩項服務中進行討論。其後，隨著科技的進步及多項互動性實驗，OGC 證實了 W3DS 及 WVS 整合的可行性，進而提出了 3DPS，作為一個服務框架，讓確保 3D 地理資訊的資料在網路上互操作，因此被視為地理空間 3D 內容交付實施規範。

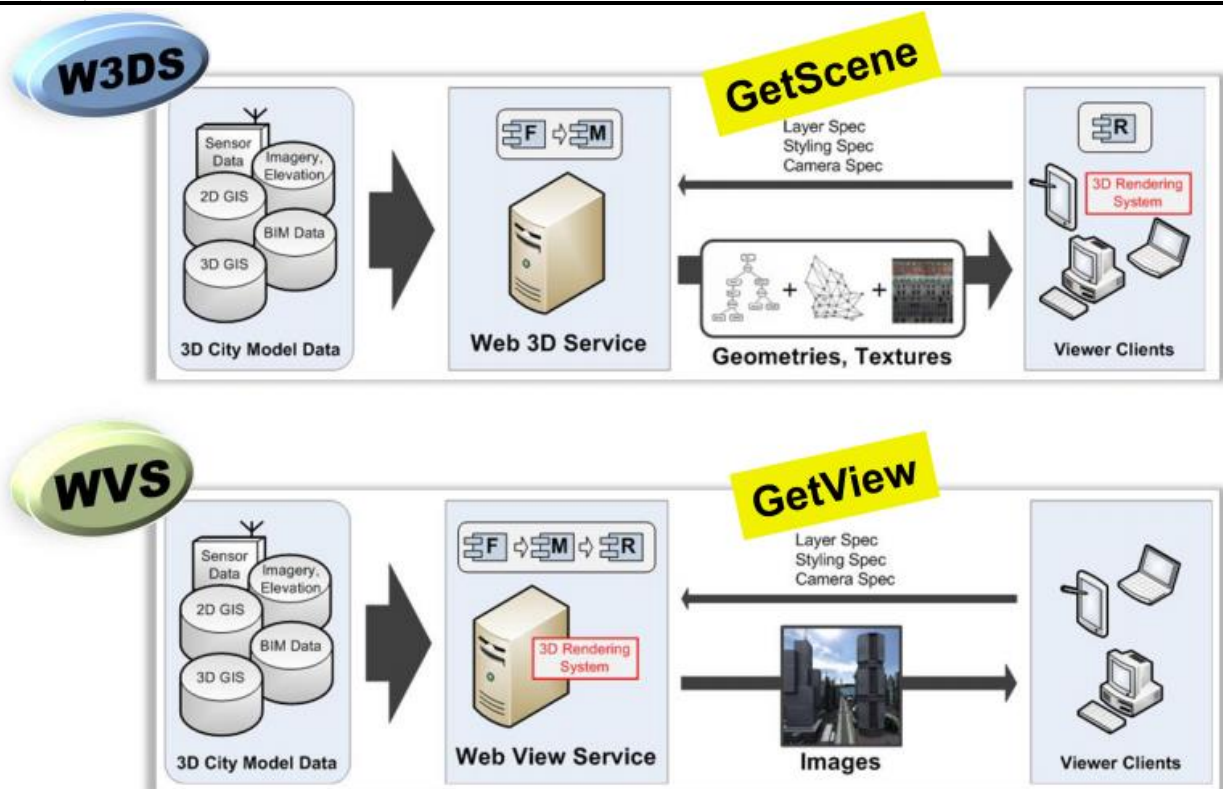


圖 3-1 W3DS 與 WVS 簡易比較圖

I3S 跟 3D Tiles 則是提供了完整服務標準規範，並帶有各自使用的資料格式內容，2 者差別在於規範的彈性，I3S 規範較嚴謹，只要資料內容有誤，便無法使用；3D Tiles 則是保留自由度，提供使用者在圖資傳輸展示時的彈性。在應用上，I3S 的圖資只要符合規範即可順利存取展示，3D Tiles 的圖資則需要依照圖資提供者定義之 HLOD，方能順利使用。

在討論未來發布圖資服務時，W3DS、WVS 都不適合做為一圖資發布的服務規範，而 3DPS 則是作為一個三維資料交付的框架，未來在 3D 服務之即時串流傳輸，主力將為 I3S 與 3D Tiles。基此，OGC 也針對 I3S 與 3D Tiles 的互動操作性與性能比較，並在 2018 年 3 月 5 日發布測試報告，測試實驗中應用 3DPS 進行 CityGML 模型視覺化展示，並測試 I3S 與 3D Tiles 服務輪流渲染展示，證實可以在 Cesium 的客戶端展示 I3S 的圖資服務，因此建議採用 I3S 與 3D Tiles 並行的方式進行。

二、多維度圖資服務規劃研究成果

本案以 WebGL 技術作為基礎，採用 WebGL1.0 版，建置圖資服務測試平臺，進行多維度圖資服務的功能規劃與研究，功能包含 GIS 系統的相關功能以及三維圖資互動的功能兩部分，並可於 Google Chrome、Microsoft IE 10(或以上)、Microsoft Edge、Mozilla Firefox 等瀏覽器上，無須安裝外掛元件即可開啟。

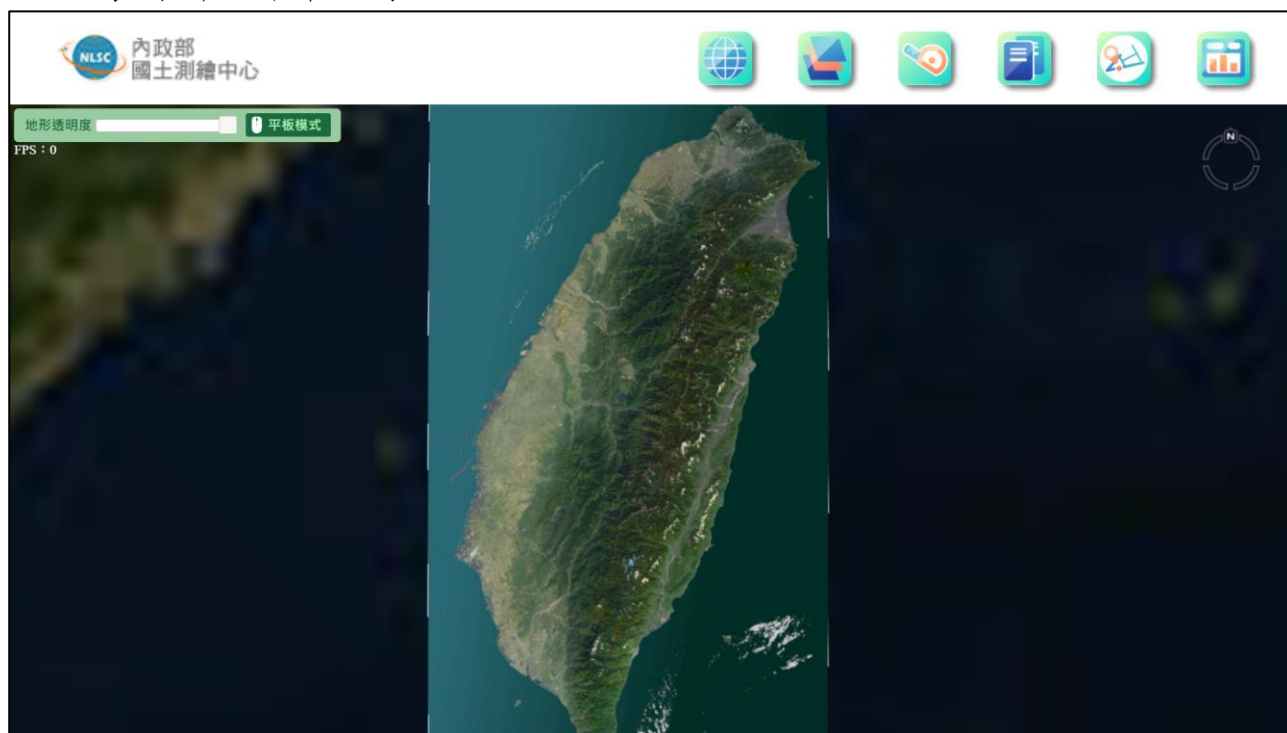


圖 3-2 多維度圖資服務測試平臺啟動介面

本案的圖資服務測試平臺功能說明如下，此測試平臺預設使用 3D 圖臺展示系統，開啟圖臺即載入 3D 地形進行展示，可於圖台中進多維度圖資的展示，以及使用基本的 GIS 功能，如：量測等。多維度圖資服務測試平臺的功能詳見表 3-2，以下進行簡易的測試平台說明。

表 3-2 多維度圖資服務測試平臺功能列表

項次	功能分類	功能名稱
1	瀏覽圖資	三維視覺化互動瀏覽介面
2		檢視視角變換
3	圖層控制	底圖切換
4		圖層套疊
5		服務介接
6	測量功能	測量地表長度
7		測量地面長度
8		測量地表面積
9		測量高度
10		清除測量標註
11	定位功能	縣市定位功能
12		門牌地址搜尋
13	查詢功能	三維資料點選
14		指定範圍之條件篩選

(一) 瀏覽模式

本服務預設開啟畫面為 3D 地形展示，並提供平版模式與飛行模式等 2 種瀏覽方式，預設使用平板模式，瀏覽方式可於本服務左上角進行切換。

- 平板模式：以鍵盤、滑鼠等輸入裝置變換檢視視角，詳細說明如”檢視視角變換”。
- 飛行模式：同時按壓滑鼠左右兩鍵，以滑鼠游標為中心點前進的飛行模式。

(二) 視角變換

在”平板模式”下，可利用滑鼠及鍵盤進行視角變換操作，並支援使用平板觸控操作，且於系統功能列表的下方，提供一套視角操作轉盤，使用者只要將滑鼠游標移至視角操作轉盤上方，即可進行操作，轉盤的左邊曲線為視角放大縮小功能，右邊曲線則為平視角度調整，中間轉盤可進行選轉角度調整，並能用四方向按鈕或中心圓球移動畫面。



圖 3-3 視角變換成果圖

(三)底圖切換

點擊系統功能列表中的”底圖切換”後，會展開底圖列表，含有內底圖資料，使用滑鼠左鍵點擊勾選想使用的底圖(單選)，會自動套疊至地形上展示，並能利用左方的地形透明度進行透明度調整。

(四)圖層套疊

點擊系統功能列表中的”圖層套疊”後，會展開圖層列表，含有內各項可套疊之圖資，使用滑鼠左鍵點擊勾選想使用的底圖(可多選)，會自動套疊至地形上展示。

(五)服務介接

在”圖層套疊”功能中，有一項「WMTS-國土測繪圖資服務雲」根目錄，提供 WMTS 服務介接使用，共介接了國土測繪圖資服務雲圖資共 49 種圖資，使用滑鼠左鍵點擊勾選想使用的底圖(可多選)，會自動套疊至地形上展示。

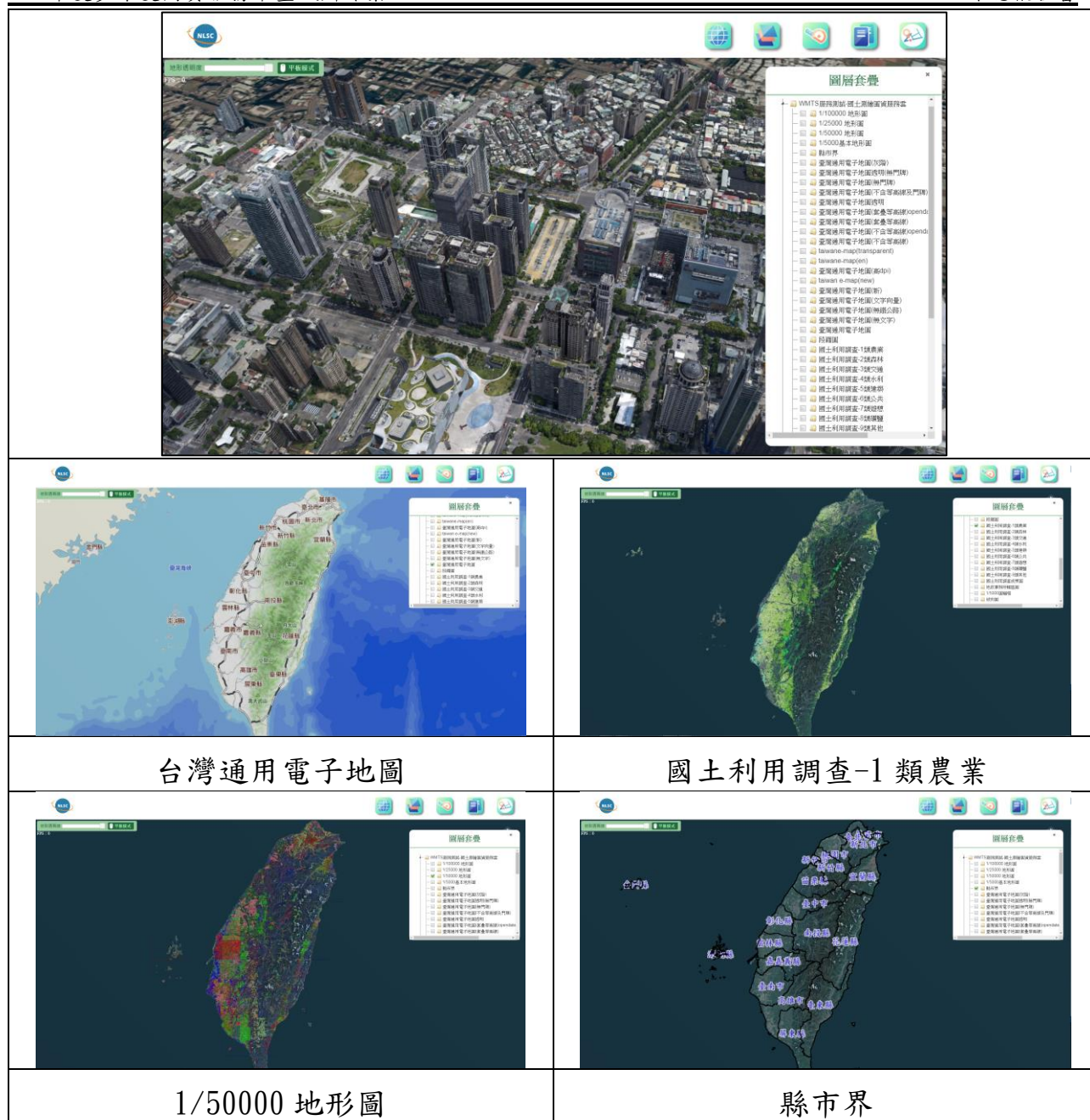


圖 3-4 服務介接與圖層套疊成果圖

(六) 量測

共有測量地表長度、測量地面長度、測量地表面積、測量高度 4 種測量功能，其中測量地面長度僅判斷兩點間的 XY 坐標，進行平面的長度量測，地表長度與地表面積則參考 XYZ 坐標，加入高度資訊量測，並提供一次清除所有標註的「清除測量標註」功能。

(七) 定位查詢

分成 2 種查詢定位方式，第 1 種為提供了全臺縣市的下拉式選單，點擊選取欲察看的縣市後，平臺將自動飛行定位至該縣市；第 2 種是輸入門牌地址搜尋，平臺中自動飛行定位至定點，且新增一個點標記圖層。

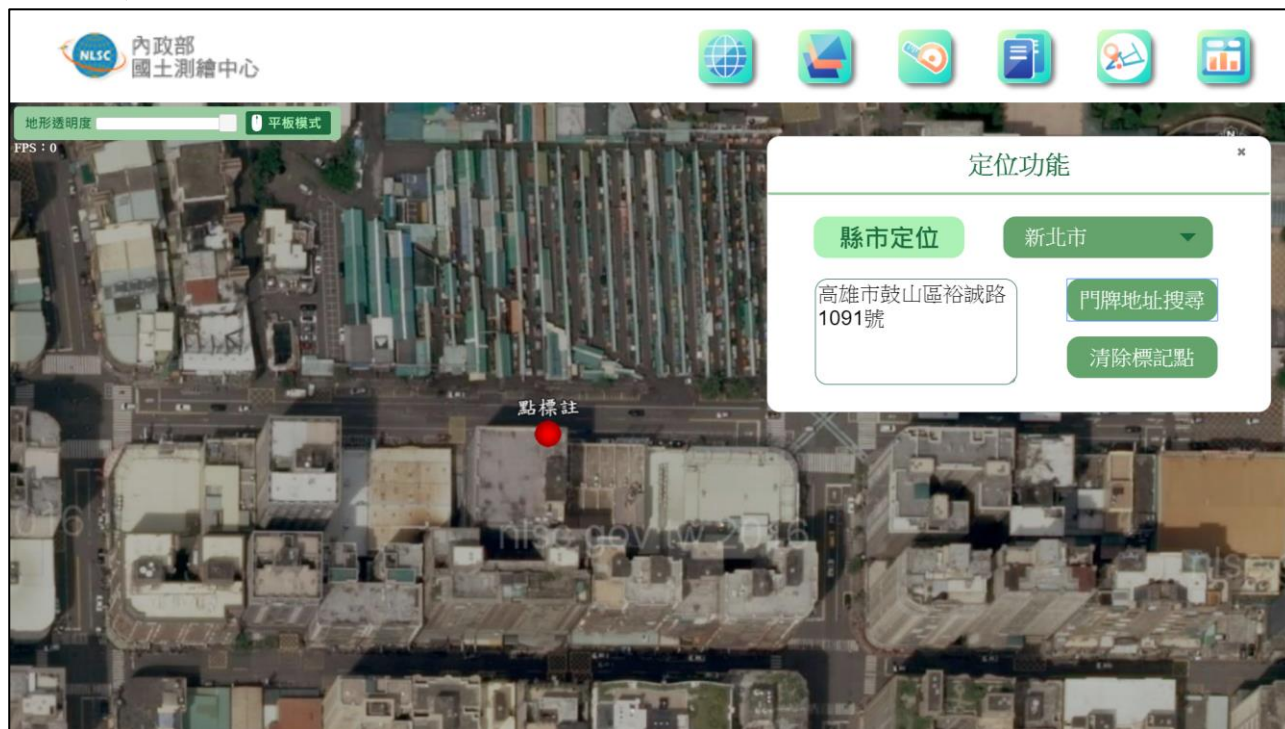


圖 3-5 門牌地址搜尋

(八) 三維資料點選

在具有屬性資料的 3D 模型中，可以進行單棟的 3D 模型建物點選，並跳出該建物的屬性資料。

(九) 指定範圍之條件篩選

附有屬性資料的兩個城市圖層中指定圖層，並依照該城市圖層含有的屬性資料進行指定範圍內之條件篩選，如；樓高。

三、圖資存取測試成果

本團隊參照圖 2-6 之圖資研究流程，進行測試圖資的存取測試，在相同的環境下進行不同比例尺的模型開關，紀錄下比例尺變化、傳輸的資料量變化以及響應時間的資料，協助分析各項三維圖資的存取效能，提供未來多維度圖資服務的建議，圖 3-6 為測試過程的側錄畫面。

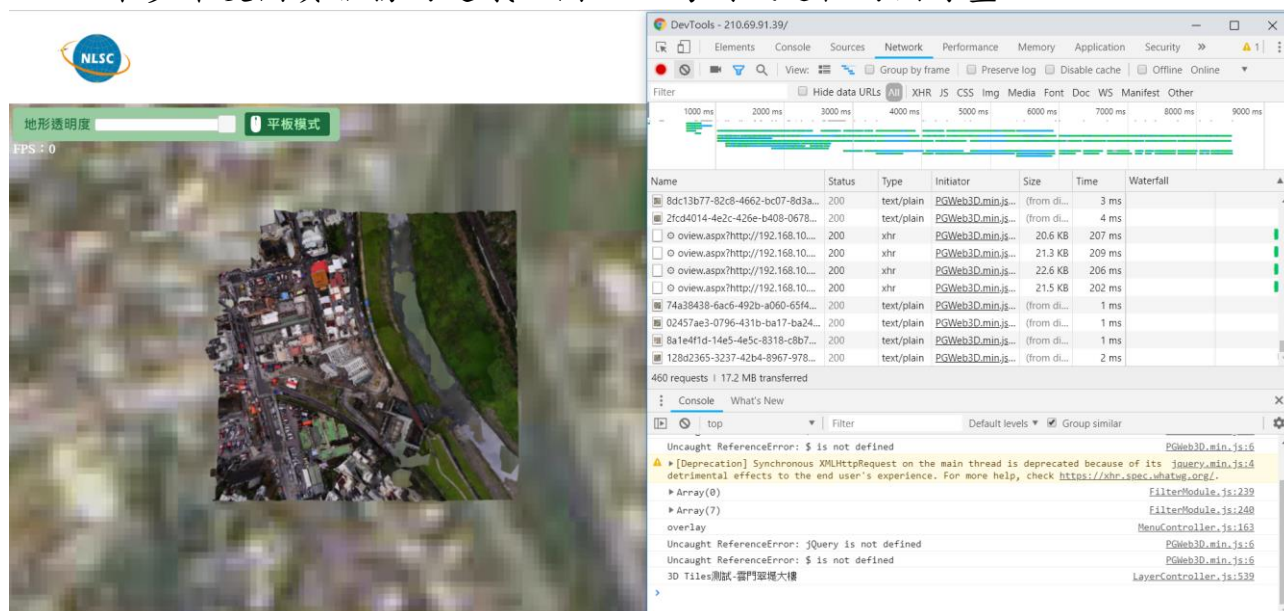
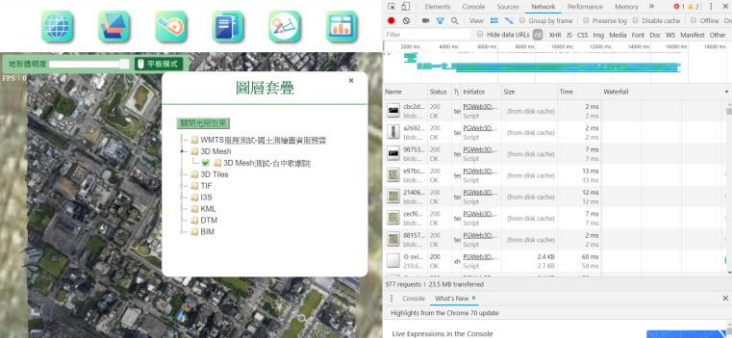


圖 3-6 測試過程側錄

共計進行 2 次的存取測試，分別將其結果詳細紀錄，兩次測試的結果資料表如表 3-5 所示。兩次測試的詳細記錄見表 3-3 以及表 3-4。由於使用相同的環境，因此比例尺的計算上，可以固定使用寬 800 像素進行，並使用像素量除以圖臺中量測的寬度方式計算比例尺。

表 3-3 第一次測試紀錄

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
介接資料	WMTS	國土測繪圖資服務雲	538KB	2.4 到 2.6 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 442832.4 公尺, 推算其比例尺 1:1383851
		Bing Maps 圖資服務	542KB	1.4 到 1.8 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 442832.4 公尺, 推算其比例尺 1:1383851
		TGOS 圖資服務	1.7MB	1.3 秒到 1.6 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 442832.4 公尺, 推算其比例尺 1:1383851
		OSM 圖資服務	875KB	2.4 秒到 2.6 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 442832.4 公尺, 推算其比例尺 1:1383851
影像資料	Tiff	臺中市政府 臺中市區影像檔案	4.5MB	4.5 秒到 5 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 18228.7 公尺, 推算其比例尺 1:56965 
三維模型資料	3D Mesh	臺中市政府 臺中歌劇院傾斜攝影	23.5MB	12.6 秒到 12.8 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 1632.1 公尺, 推算其比例尺 1:5100 

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
	3D Tiles	國土測繪中心提供之：花蓮統帥大飯店	67MB	2.6 秒到 2.8 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 1156.9 公尺, 推算其比例尺 1:3615
		國土測繪中心提供之：雲門翠堤大樓	8.5MB	5.5 秒到 6 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 1260.7 公尺, 推算其比例尺 1:3940
		國土測繪中心提供之：南投中興新村	38MB	6.5 秒到 7.0 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 30803.4 公尺, 推算其比例尺 1:96261

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
	I3S	利比亞的黎波里部份區域 http://explore.digitalglobe.com/see-the-world-in-3D-samples.html	8MB	3.5 秒到 4.0 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 90184.2 公尺,推算其比例尺 1:300164
	KML/KMZ	國土測繪中心提供之：臺中市都市計畫區	7MB	8.0 秒到 8.5 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 2883.9 公尺,推算其比例尺 1:9012
		國土測繪中心提供之：非都市計畫區	4.9MB	6.0 秒到 6.5 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 28305.6 公尺,推算其比例尺 1:88455

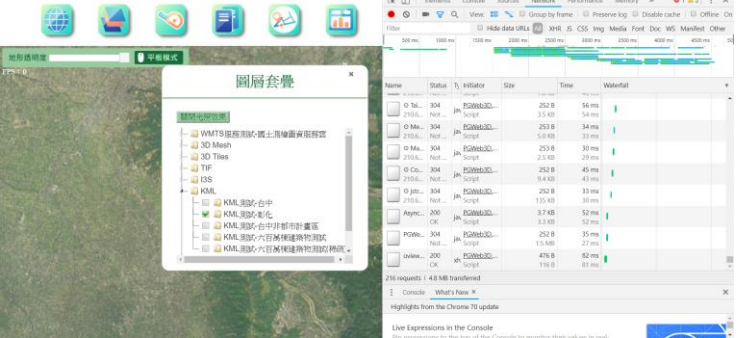
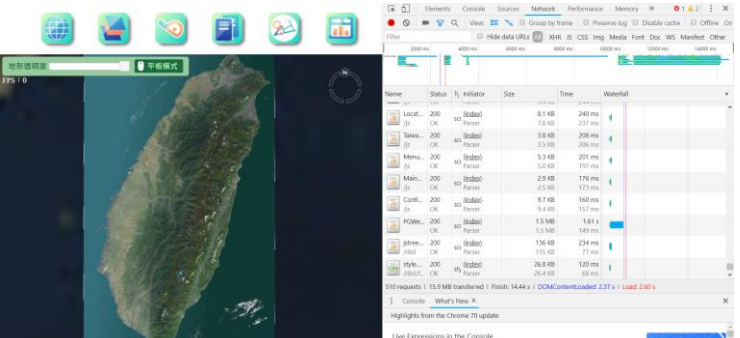
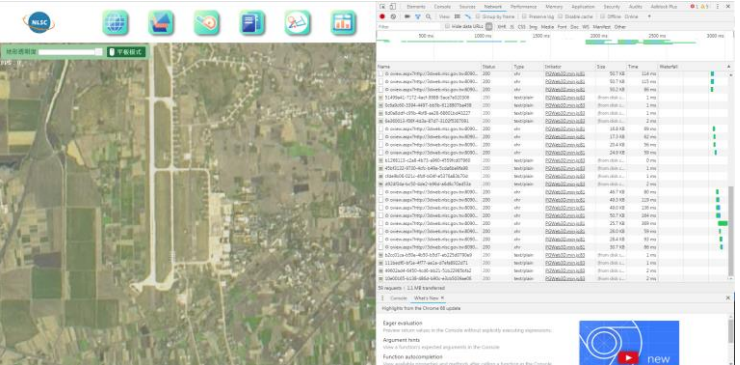
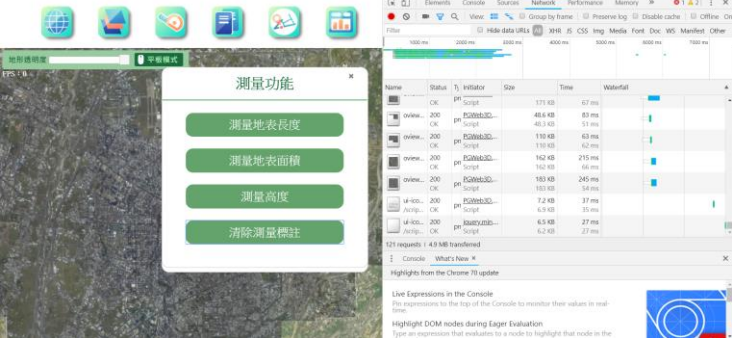
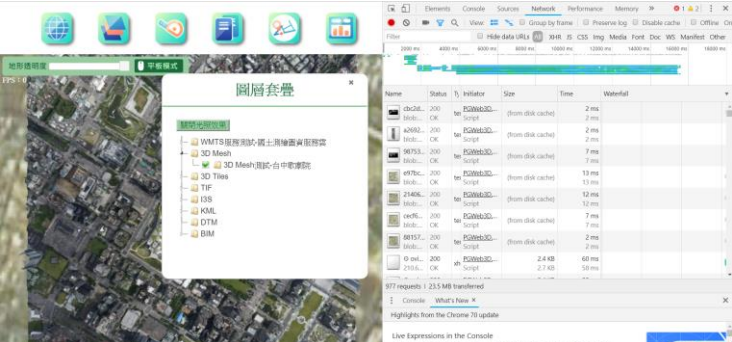
資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
		國土測繪中心提供之：彰化地區建物資料	4.8MB	4.5 秒到 5.0 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 28636.7 公尺, 推算其比例尺 1:89490 
	DTM	政府資料開放平臺內政部提供之：全台 20 公尺網格數值地形模型資料	15.9MB	約 15.5 秒 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 442832.4 公尺, 推算其比例尺 1:1383851 
	BIM	Autodesk revit 範例資料庫	1.1MB	2.5 秒到 3.0 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 4546 公尺, 推算其比例尺 1:14206 

表 3-4 第二次測試紀錄(比例尺放大)

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
介接資料	WMTS	國土測繪圖資服務雲	373KB	1.1 到 1.6 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 114910.8 公尺,推算其比例尺 1: 359096
		Bing Maps 圖資服務	509KB	0.7 到 0.75 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 114910.8 公尺,推算其比例尺 1: 359096
		TGOS 圖資服務	541KB	0.9 秒到 0.95 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 114910 公尺,推算其比例尺 1: 359096
		OSM 圖資服務	791KB	2.6 秒到 2.8 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 114911 公尺,推算其比例尺 1: 359096
影像資料	Tiff	臺中市政府 臺中市區影像檔案	4.5MB	2.8 秒到 3 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 12532 公尺,推算其比例尺 1:39163 
三維模型資料	3D Mesh	臺中市政府 臺中歌劇院傾斜攝影	23.5MB	16.0 秒到 16.4 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 1465 公尺,推算其比例尺 1:4580 

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
	3D Tiles	國土測繪中心提供之： 花蓮統帥大飯店	8.5MB	7.5 秒到 7.7 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 988.4 公尺, 推算其比例尺 1:3089
		國土測繪中心提供之： 雲門翠堤大樓	13.4MB	7.7 秒到 8.2 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 642.7 公尺, 推算其比例尺 1:2008
		國土測繪中心提供之： 南投中興新村	38MB	16.3 秒到 16.5 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 5335.4 公尺, 推算其比例尺 1:16673

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
	I3S	利比亞的黎波里部份區域 http://explore.digitalglobe.com/see-the-world-in-3D-samples.html	8MB	13.5 秒到 14 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 2308 公尺, 推算其比例尺 1:7212
	KML/KMZ	國土測繪中心提供之：臺中市都市計畫區	7MB	4.0 秒到 4.5 秒之間 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 1354.7 公尺, 推算其比例尺 1:4233
		國土測繪中心提供之：非都市計畫區	4.9MB	2.5 秒到 3.0 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分, 圖寬測量長度為 3984.7 公尺, 推算其比例尺 1:12452

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量	響應時間
		國土測繪中心提供之：彰化地區建物資料	4.8MB	3.0 秒到 3.5 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 1696.5 公尺,推算其比例尺 1:5311
	DTM	政府資料開放平臺內政部提供之：全台 20 公尺網格數值地形模型資料	15.9MB	15.4 秒到 15.6 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 442832.4 公尺,推算其比例尺 1:1383851
	BIM	Autodesk revit 範例資料庫	2.9MB	3.0 秒到 3.5 秒之間。 寬 800 像素換算為 32 公分,圖寬測量長度為 569.3 公尺,推算其比例尺 1:1779

表 3-5 圖資存取測試結果表

資料分類	資料項目	資料來源	比例尺		傳輸資料量		響應時間	
			第一次	第二次	第一次	第二次	第一次	第二次
介接資料	WMTS	國土測繪圖資服務雲	1:1383851	1:359096	538KB	373KB	2.4~2.6 秒	1.1~1.6 秒
		Bing Maps 圖資服務	1:1383851	1:359096	542KB	509KB	1.4~1.8 秒	0.7~0.7 5 秒
		TGOS 圖資服務	1:1383851	1:359096	1.7MB	541KB	1.3~1.6 秒	0.9~0.9 5 秒
		OSM 圖資服務	1:1383851	1:359096	875KB	791KB	2.4~2.6 秒	2.6~2.8 秒
影像資料	Tiff	臺中市區影像檔案	1:56965	1:39163	4.5MB	4.5MB	4.5~5 秒	2.8~3 秒
三維模型資料	3D Mesh	臺中歌劇院傾斜攝影	1:5100	1:4580	23.5MB	23.5MB	12.6~12.8 秒	16~16.4 秒
	3D Tiles	花蓮統帥大飯店	1:3615	1:3089	6.7MB	8.5MB	2.6~2.8 秒	7.5~7.7 秒
		雲門翠堤大樓	1:3940	1:2008	8.5MB	13.4MB	5.5~6 秒	7.7~8.2 秒
		南投中興新村	1:9626	1:16673	38MB	38MB	6.5 秒	16.3~16.5 秒
	I3S	利比亞的黎波里部份區域	1:300164	1:7212	8MB	8MB	4 秒	13.5~14 秒
	KML/KMZ	臺中市都市計畫區	1:9012	1:4233	7MB	7MB	8.0~8.5 秒	4.3 秒
		非都市計畫區	1:88455	1:12452	4.9MB	4.9MB	6.0~6.5 秒	2.5 秒
		國土測繪彰化地區建物資料	1:89490	1:5311	4.8MB	4.8MB	4.5~5.0 秒	3.3 秒
	DTM	全台 20 公尺網格 DTM	1:1383851	1:7014	17.5MB	15.9MB	16~16.3 秒	15.4~15.6 秒
	BIM	Autodesk revit 範例資料庫	1:14206	1:1779	1.1MB	2.9MB	2.5~3.0 秒	3.0~3.5 秒

第二次測試紀錄的資料差異如表 3-6，從測試紀錄資料中可以發現，一樣在比例尺變大的情況下，介接的影像資料傳輸資料量會變小，主因是介接資料採用圖磚方式傳輸，在涵蓋範圍下降時，可降低傳輸的資料數量，而 Tiff 純影像資料，由於是整片進行存取，因此傳輸資料量則是不變。

在三維模型資料中，3D Mesh、KML/KMZ 跟 I3S 三份資料，採用的是整塊影像製成的模型，不含細節等級，因此不因比例尺縮放影響傳輸資料量，但會因為資料的展示大小，影響系統繪製速度。3D Tiles 與 BIM 資料，會因為比例尺縮放影響資料的展示大小，在比例尺放大後，繪製變細緻，影響響應時間，資料量傳輸則因資料製作時的細節等級而變化。DTM 資料則因展示涵蓋範圍變小，傳輸資料量減少，響應時間下滑。

由於圖資服務使用上須維持一定的服務速度，因此響應時間越快越好，但響應時間容易受到網路環境影響，所以介接服務的傳輸速度需參考傳輸資料量。三維模型資料分為整塊影像模型跟有細節等級的模型兩種，整塊影像模型與整片影像資料一樣，無法對傳輸速度優化，建議採用有細節等級的三維模型，可有效的提升傳輸速度。

表 3-6 第二次測試紀錄(比例尺放大)差異比較

資料分類	資料項目	資料來源	傳輸資料量 差異	響應時間 差異
介接資料	WMTS	國土測繪圖資服務雲	變小	變快
		Bing Maps 圖資服務	變小	變快
		TGOS 圖資服務	變小	變快
		OSM 圖資服務	變小	變快
影像資料	Tiff	臺中市區影像檔案	不變	變快
三維模型 資料	3D Mesh	臺中歌劇院傾斜攝影	不變	變慢
	3D Tiles	花蓮統帥大飯店	變大	變慢
		雲門翠堤大樓	變大	變慢
		南投中興新村	不變	變慢
	I3S	利比亞的黎波里部份區域	不變	變慢
	KML/KMZ	臺中市都市計畫區	不變	變快
		非都市計畫區	不變	變快
		國土測繪彰化地區建物資料	不變	變快
	DTM	全台 20 公尺網格 DTM	變小	變快
	BIM	Autodesk revit 範例資料庫	變大	變慢

第四章 未來規劃與建議

一、未來功能服務規劃建議

國土測繪中心發布 2D 圖資服務已行之有年，這些圖資除了展示用途外，也提供了 GIS 系統在進行如距離量測、屬性查詢等功能時的背景資料。當圖資逐步從 2D 圖資發展為 3D 圖資的同時，GIS 系統也開始往 3D 圖資的應用前進。GIS 系統上有許多的互動操作功能，可以從 2D 的 GIS 系統上延伸到 3D 使用，本案參 2D GIS 系統對圖資的功能服務，如資料展示、資料查詢、幾何關係操作及計算等，結合了 3D 地理空間資料特性，提出在 3D GIS 系統上可以發展的功能服務(如表 4-1)，並依照展示效果、資料搜尋、量測能力、分析功能 4 種用途分類撰寫。

表 4-1 3D GIS 系統功能服務可行性建議列表

項次	用途	功能類別	名稱	說明
1	展示效果	資料展示	日照展示	設定日照的入射角及光線顏色
2		資料展示	大氣層光罩	在 3D 的地球外設計大氣層展示
3		資料展示	陰影	依照 3D 模型與日照的資料進行模型陰影的計算
4		資料展示	水面的特效	對水面的資料進行優化展示，與淹水分析的展示相關
5		資料展示	向量資料覆披到傾斜攝影模型表面	將地理向量資料與傾斜攝影模型結合，提供資料互動
6		資料展示	地表植被	用面圖層依其屬性在 3D 中自動變成花、草、樹木等
7		資料展示	地層的立體蛋糕圖	具有地層資料區域，可任意框選區域，系統檢視內部的地層分層資料
8		資料展示	氣象雲圖	接收氣象局的即時 3D 氣象雷達資料，展示立體的雲，當颱風來時，系統畫面可顯示立體的颱風氣旋
9	資料搜尋	資料查詢、幾何關係、幾何計算	幾何搜尋	使用幾何資料進行搜尋，如距離條件進行環域搜尋、包含、相交功能
10		資料查詢、幾何關係、幾何計算	屬性搜尋	使用 SQL 來找尋屬性尋符該 SQL 條件的圖素

項次	用途	功能類別	名稱	說明
11	量測能力	資料查詢、幾何計算	水平距離量測	測量兩點間水平直線距離(XY 坐標)
12		資料查詢、幾何計算	空間中的距離	測量兩點間的空間距離(XYZ 坐標)
13		資料查詢、幾何計算	地表距離量測	測量兩點之間並考慮地表起伏程度的直線距離
14		資料查詢、幾何計算	水平面積量測	測量框選範圍內僅考慮 XY 坐標的面積資料
15		資料查詢、幾何計算	地表面積量測	測量框選範圍內包含地表起伏資訊的面積資料。
16		資料查詢、幾何計算	高度量測	測量點從地表往上到另一個點的垂直 Z 軸資料距離
17	分析功能	資料查詢、幾何關係、幾何計算	視域分析	計算單點位置周邊的可視範圍，分析計算時納入地球曲率，建物模型等因素
18		幾何關係、幾何計算	自動產生等高線	依照 3D 地形資料繪製等高線圖
19		幾何關係、幾何計算	坡度分析	利用 3D 地形資料分析坡度資訊
20		幾何關係、幾何計算	坡向分析	利用 3D 地形資料分析坡向
21		幾何關係、幾何計算	使用高度表填色	利用 3D 地形資料依不同高度的填色
22		幾何關係、幾何計算	路網分析	利用車流量、道路網路等資料，分析兩點間的最佳路徑，並可將 3D 地形中的坡度納入考量
22		幾何關係、幾何計算	剖面分析	畫直線後進行地形剖面的分析
23		幾何關係、幾何計算	挖填方計算	計算挖方或填方體積資訊
24		幾何關係、幾何計算	空中視域分析	在非地表上的地點為中心點，計算視域範圍
25		幾何關係、幾何計算	空中路網分析	選擇非地表上的兩點，進行最佳路徑分析
26		幾何關係、幾何計算	淹水的分析	指定某一位置的水位高度，計算出水淹範圍並可計算出該淹水範圍內的水體體積

項次	用途	功能類別	名稱	說明
27	分析功能	幾何關係、幾何計算	天文曆	可依座標及時間計算出該處的光照射角度
28		幾何關係、幾何計算	衛星軌道	計算出全球衛星的軌道，並可計算某處何時會被某衛星觀測到

二、發展趨勢

3D GIS 應用面向相當廣泛，均須搭配應用領域的專業知識及技術，如淹水潛勢須搭配淹水模式，太陽能日照分析須考量日照及太陽能板角度。在 GIS 分析應用發展，建議透過需求蒐集及訪談，並將未來 3D GIS 在物聯網及大數據的應用納入考量。在圖資展示應用上，評估發展現況，初步歸納可發展之基本共通功能如下：

(一) 支援開啟客戶端本機的檔案：

客戶端在使用上除了直接使用服務提供的資料外，常會有與自己所擁有的私有資料套疊的需求，若未提供開啟本機檔案的功能，使用者將必須自行安裝或購買軟體，因而造成使用上的不方便，若能將客戶端網頁程式設計成可開啟本機常見的向量、影像、模型、Lidar 等檔案格式，將能讓使用者更發方便的使用。

瀏覽器因為安全的限制，將不允許網頁程式直接讀取本機端檔案，目前大部分的作法皆採用上傳至伺服器端處理過後，再透過客戶端讀取回網頁上，但這樣的做法有以下缺點：

1. 隱私的問題：資料為機密或私有性的，使用者不願意上傳至伺服器端。
2. 網路效能：對於資料量大的檔案，如傾斜攝影建模或 Lidar 資料，檔案可能高達數十 GB，透過網路上傳會造成使用上等待時間過久，無法快速滿足使用需求。
3. 伺服器端的效能：上傳至伺服器的檔案，需經過伺服器處理後方能讀取使用，使用上不即時且占用伺服器端的資源，若操作人數過多，不利圖資服務正常運作。

為了避免以上的缺失，對於支援開啟客戶端本機檔案，可透過開發功能套件(以下稱客戶端外掛)，讓客戶端的網頁程式與本機程式(客戶端外掛)溝通合作，方便使用者在瀏覽器的操作環境下，直接開啟本機的向量、影像、模型、Lidar 等檔案格式，讓瀏覽器的操作與單機程式一樣的方便。

(二)提供劇本編寫播放及影片儲存功能

使用上常有需要展示某些區域或地圖資訊的時機，若能透過線上操作，編輯或記錄操作的動作，如以劇本方式，提供操作編寫，如移動到 A 處後開啟某圖層，然後繞著 B 點旋轉，再移動到 C 處並關閉某圖層且在畫面中標上指定文字，進行劇本讀取及播放可達到自動展示的效果，將對於簡報相關的應用有極大的幫助，同時也會大幅增加使用建置的 3D 圖資服務平臺客戶端的意願。

上述”提供劇本編寫播放功能”需搭配網路服務進行操作，對於沒有網路或無法連到服務端，就需要使用影片進行展示。為了滿足此類需求，建議可在播放劇本檔或即時操作系統時，提供可透過客戶端外掛的幫助儲存成影片檔的功能，以滿足簡報或展示的需求。

(三)虛擬實境功能

3D 的資料包含了地形及不同種類的模型資料，若能提供 VR 功能，讓使用者以深入其境的方式探索服務所發佈的 3D 世界，將會帶給人對 3D 資料更深的感觸，可執行的方式為開發 WebVR 或 VR 應用程式。其中 WebVR 是 JavaScript 的 API，利用網頁瀏覽器支援各種虛擬實境裝置；VR 應用程式則是直接提供一個可連接 VR 設備的應用程式供使用者下載使用，讓使用者可線上連接 3D 地圖服務取得所需的圖資，並在 3D 場景中遊走。此外，亦可發展 VR 開發工具。

此外，三維地理資訊系統(3D GIS)、建築模型資訊管理(BIM)、及物聯網(IOT)三大主軸的整合，是未來智慧城發展的技術骨幹，因此，如何完備服務平臺的基礎技術骨幹，讓其貫穿這三種技術以因應未來智慧城市的發展，將是本報告在剖析資料與服務標準之餘，需要特別指出的方向，所有的事情發生在點(BIM)，相

對的位置由面來呈現(3D GIS)，而彼此的關聯又需要線(IOT)做連結，這包含天上地下的大數據，就是未來智慧城市的技術骨幹。

富含地理空間資訊的圖資，在未來的 GIS 系統上舉足輕重，要提升各項領域，如：防救災、道路交通、國土規劃等，的圖資使用率，就必須考量到 3D GIS 系統接下來的發展。因此，建議國土測繪中心未來在提供 2D 與 3D 的國家級圖資服務時，應將 3D GIS 的未來使用發展納入計畫考量，逐步的加入可供運用的服務能力，從國家級的角度協助國家掌握核心科技與未來 GIS 系統的發展，向亞洲的先進國家邁步。

三、圖資服務規劃及適用性建議

3D GIS 的應用上，有其使用情境、環境和取捨等問題，如果單就站在發佈 3D 圖資服務平臺的角色來看，一個好的圖資服務平臺須從使用者應用及平臺維護等 2 個面向考量，以減少使用者使用的成本、增加使用者的便利性及減少建置方維護成本為目標。

減少使用者使用的成本，可從降低軟體安裝及硬碟空間需求著手；增加使用者的便利性，可從應用情境、應用領域、跨平臺服務、2D 及 3D 整合等進行強化；系統維護則要考量系統更新的穩定性。基此對未來服務需具備的特性提出以下的建議：

(一)提供使用者於瀏覽器端執行的操作介面：

為降低使用者軟體安裝及硬碟空間需求，最直接的方式是透過瀏覽器提供服務，使用者在操作上，無須進行軟體安裝及更新與預留執行儲存空間，即連即用，如此可讓使用者於任何時間的任何電腦上都能使用。在不限制使用者使用的瀏覽器情形下，須考量市面上所有的瀏覽器品牌，以提供跨平臺的服務為目標，因此客戶端建議由 WebGL 開發與實作，在 WebGL 2.0 的支援度尚未成熟前，建議使用 WebGL 1.0。

(二)2D/3D 合一的使用方式：

早期 GIS 系統都是在 2D 的基礎上發展，隨著電腦及資通訊技術提升與

智慧城市的發展需求，3D 服務標準及開發核心標準的逐漸成熟，發展 3D GIS 已成國際趨勢。2D 及 3D 圖資有其優點且有各自應用的領域，在服務平臺上圖資使用方式須朝向 2D 及 3D 合一的方式規劃，讓使用者可在同一個視窗內隨意的切換 2D/3D 的模式，以提升操作及圖資使用的便利性。

（三）同時支援 I3S 跟 3D Tiles 兩種標準：

為增加使用者的便利性，透過即時共享 3D 圖資，讓更多的應用平臺介接使用，3D 圖資服務的發布就必須遵從相關標準，目前國際上常見的三維圖資服務主要為 Cesium 所提出的 3D Tiles 與 OGC 訂定的 I3S。考量到 2 種圖資服務的使用者，讓發佈服務的價值性極大化，3D 圖資服務建議須能同時發佈 3D Tiles 與 I3S 兩種協定。

（四）採用 KMZ 為三維資料交換格式：

雖在三維資料格式的整合分析結果中，已建議採用 SLPK 與 3D Tiles 並行的方式作為未來的服務發展規劃，但在考量我國三維資料格交換格式已採用 KMZ 格式許久，現有的三維圖資多使用 KMZ 格式進行交換的情況下，突然要求改用 SLPK 與 3D Tiles 資料格式，將會對我國的圖資服務造成衝擊，產生三維資料的斷層。

藉由 SLPK 與 3D Tiles 三維資料格式所提供的使用者自定義編譯能力，亦能將 KMZ 格式完整的進行檔案轉換，因此建議，未來採用 KMZ 作為三維資料交換格式，在未來三維圖資發展的同時，也能持續使用既有的三維資料。

（五）使用環境

由於 3D GIS 傳輸的檔案資料量比起 2D GIS 大上許多，因此伺服器端與客戶端的硬體需求，也比傳統的系統來的高。依照本案測試圖臺的實作測試，團隊在此提出相關的環境建議，如表 4-2。

表 4-2 使用環境建議

類別	設備	規格
伺服器端	處理器	Inte I7 系列 8 核心 或以上等級
	RAM 記憶體	16 GB DDR4 或以上等級
	作業系統	Windows Server 2012 以上版本
	網頁伺服器	Internet Information Services 8.5
	網路頻寬	50M
客戶端	處理器	Inte I5 系列 或以上等級
	RAM 記憶體	4 GB DDR3 或以上等級
	顯示卡	內顯 或 GT 730 或以上等級
	作業系統	Windows 7 32 位元 或以上等級

(六)更新維護

參考國外圖臺的發展與維運情況，可發現各國的三維圖資服務，皆與當地的地理環境情況，以及國家發展方向息息相關，因此在圖臺的更新維護上，建議以在地的開發廠商為主，才能提供專屬我國的客製化圖臺服務能力。

此外，依國土測繪圖資服務雲的維運情況為參考依據，當地理圖資服務正式發布後，應盡量維持運轉，因此建議未來圖臺的維護上，廠商應需能提供原廠的工程師，在系統錯誤發生後到現場協助快速排除錯誤。

附錄第 2 階段第 2 批成果審查意見對照表

項次	審查意見	辦理情形
1	工作總報告摘要為本案 2 項工作項目執行成果重點概述，目前內容僅有工作項目(一)，請補充工作項目(二)相關說明，並同步修正英文摘要內容。	已依照審查意見辦理，修訂至摘要。
2	P.3 圖 2-1 三維資料及服務之國際標準服務分析簡易流程圖，請以作業計畫書圖 3-1 為基礎，增加開發核心內容，並配合流程圖修正相關說明。	已依照審查意見辦理，修訂至第二章 P.4。
3	提及國外組織及機構，如 P3.「 <u>...OGC(Open Geospatial Consortium)</u> 開放地理空間資訊協會的三維資料串流標準、 <u>三維網路服務標準</u> 、 <u>三維房屋模型技術與標準作業流程 CityGML</u> ，以及常見的 <u>三維網格模型</u> ，與近年來逐漸被重視的 <u>建物資訊模型(BIM)</u> 」，請依本案第 1 階段第 2 批成果審查意見第 5 點說明，全面檢視修正。	已依照審查意見辦理。
4	P.6 多維度圖資服務規劃研究，主要為試辦三維圖資服務，請參考測試報告及操作手冊，補充說明測試環境(含伺服器軟體及網路頻寬)、測試資料匯入及服務發布、服務平臺功能及圖資服務測試等相關內容。	已依照審查意見辦理，修訂至第二章 P.10

項次	審查意見	辦理情形
5	P.12 測試資料彙整，請補充說明測試資料匯入伺服器之處理與資料量變化，以利後續資料儲存空間評估，並於圖 2-4 請補充資料展示畫面。另 IS3 使用的利比亞資料為傾斜攝影測量建模成果，請補充說明，以與 3D object 成果區隔。	已依照審查意見辦理， 修訂至第二章 P.14-16
6	P.16 第三章執行成果(一)三維資料及服務之國際標準服務分析成果，請補充本節概要說明，並摘錄「三維資料及服務之國際標準服務分析報告」第三章第五節、第四章第六節、第五章第六節之重點內容。其中應包含資料格式與服務標準之關聯，如使用 KMZ、3D Tiles 或 SLPK，如何依服務標準(如 IS3、3D Tiles)發布服務。	已依照審查意見辦理， 修訂至第三章 P.19-21
7	P.19 多維度圖資測試平臺規劃成果之內容，「本案以 WebGL 技術作為基礎...」，請補充採用 WebGL 版本資訊。	已依照審查意見辦理， 修訂至第三章 P.22
8	P.19-20 圖資服務測試平臺功能相關內容，請依操作介面及實際功能補充說明，並配合修正 P.6 表 2-2。其中補充說明項目須包含量測、定位查詢、圖層套疊、底圖切換、服務介接、瀏覽模式、視角變換、三維點選查詢及指定範圍之條件篩選等項。	已依照審查意見辦理， 修訂至第三章 P.23-26

項次	審查意見	辦理情形
9	P.22 圖資存取測試成果「...依照第二章多維度圖資研究流程...」，修正為「...參照圖 2-6 之圖資服務測試流程...」，並將表 3-5 移至表 3-7 之後，同時修正比例尺計算結果(小數點以下四捨五入)及放大圖片。	已依照審查意見辦理， 修訂至第三章 P. 27-38
10	P.23 表 3-5 3D tile 花蓮統帥及雲門翠堤之第 1 次傳輸資料量，與 P.25 數據不符，請修正，同時修正 P.32 表 3-8 資料傳輸差異相應內容。	已依照審查意見辦理， 修訂至第三章 P. 28-36
11	P.28 圖 3-4 第二次測試記錄，表名修正為「第二次測試記錄(比例尺放大)」，P.32 表 3-8 資料測試結果差異，表名修正為「二次資料測試(比例尺放大)差異比較」，並將比例尺差異欄刪除。	已依照審查意見辦理， 修訂至第三章 P. 32-36
12	P.31 「3D Tiles 與 BIM 資料，會因為比例尺縮放影響資料的展示大小，在比例尺放大後，繪製變細緻，影響響應時間」，比對 P.32 表 3-8 3D tiles 內容(比例尺變大，傳輸量不變，響應時間變慢)，兩者不相符，請修正說明。另統整結論第 1 點非 3 維相關，請刪除。	已依照審查意見辦理， 修訂至第三章 P. 37。
13	P.33 第四章未來規劃與建議，開頭引言請依分析報告結論，綜整未來建議採用之三維核心、資料格式、服務標準等。	已依照審查意見辦理， 修訂至第四章 P. 38-44

項次	審查意見	辦理情形
14	P.38 圖資服務考量因素，如使用環境、操作及應用、更新維護等面向，請列表分述，並提出因應對策，以對應 P.39-43 未來圖資服務須具備的特性。	已依照審查意見辦理， 修訂至第四章 P. 38-44



內政部國土測繪中心

地址：臺中市南屯區黎明路 2 段 497 號 4 樓

網址：www.nlsc.gov.tw

總機：(04) 22522966

傳真：(04) 22592533