產製網際網路地圖圖磚多重模式之研究

內政部國土測繪中心自行研究報告

中華民國 103 年 9 月

1033010001000G0001

產製網際網路地圖圖磚多重模式之研究

研 究 人 員
技　士　陳 世 儀
技　正　張 宇 洲
課　長　蔡 季 欣
副 主 任　蘇 惠 璋

內政部國土測繪中心自行研究報告
中華民國 103 年 9 月

MINISTRY OF THE INTERIOR

RESEARCH PROJECT REPORT

A Variety of Methods to Create Web Map Tile

By

Chen, Shih-I

Chang, Yeu-Jou

Tsai, Ji-Shin

Su, Hui-Chang

September, 2014

目次

表次 III

圖次 IV

摘要 V

第一章 緒論 1

第一節 研究緣起與背景 1

第二節 研究動機及目的 2

第二章 文獻探討 4

第一節 OGC WMTS 4

第二節 坐標及投影系統 6

第三節 圖資檔案格式 9

第四節 國土測繪圖資網路地圖服務系統 12

第五節 圖磚儲存目錄 14

第五節 圖磚儲存格式 15

第三章 研究方法及過程 17

第一節 基本圖資蒐集 17

第二節 基本圖資圖磚處理 19

第三節 介接 WMS 產製圖磚 35

第四節 OpenData 圖資圖磚處理 38

第五節 避難收容所圖資圖磚處理 42

第四章 研究發現 47

第一節 原始圖資預處理方式 47

第二節 圖磚產製多重模式分析 48

第五章 結論與建議 54

第一節 結論 54

第二節 建議 56

參考書目 59

表次

表 2-1.　OGC WMTS Annex E.4 …… 6
表 2-2. 坐標系統對照表…… 7
表 2-3. 網路地圖服務圖磚檔存放規則表…… 15
表 3-1. 正射影像處理統計表…… 20
表 3-2. 道路分級碼假設路寬與顯圖層級、顏色對照表…… 23
表 3-3. 道路路網圖磚檔案統計表…… 25
表 3-4. 通用版電子地圖向量圖磚統計表…… 26
表 3-5. 國土利用調查成果圖圖磚統計表…… 30
表 3-6. 地段表格資料表…… 31
表 3-7. 段籍圖圖磚統計表…… 31
表 3-8. 村里界圖磚統計表…… 33
表 3-9. 高速公路參考里程圖磚統計表…… 34
表 3-10. 介接 WMS 產製圖磚統計表…… 36
表 3-11.　OpenData 圖磚統計表…… 39
表 3-12. 收容所坐標來源統計表…… 43
表 3-13. 避難收容所各層級註記內容及產製結果統計表…… 45

圖次

圖 2-1. 金字塔影像不同比例尺的圖磚示意..... 4
圖 2-2. WMTS 定義圖磚索引方式..... 5
圖 2-3. 一般貼圖與六參數貼圖對照..... 10
圖 3-1. 正射影像圓滑化對照圖..... 21
圖 3-2. 全臺高速公路路名畫面..... 23
圖 3-3. 道路路網與通用版電子地圖套疊比較畫面..... 24
圖 3-4. MS SQL TABLE 及空間索引設定畫面..... 27
圖 3-5. 門牌號碼套疊通用版電子地圖畫面..... 28
圖 3-6. 國土利用調查成果資訊網網站畫面..... 29
圖 3-7. 段籍圖套疊畫面..... 32
圖 3-8. 村里界套疊畫面..... 33
圖 3-9. 高速公路參考里程套疊畫面..... 35
圖 3-10. 都市計畫使用分區圖成果比較..... 37
圖 3-11. 縮製全臺之都市計畫、非都市土地使用分區圖畫面..... 38
圖 3-12. 國家公園及風景區、野生動物保護區及棲息環境圖層... 39
圖 3-13. 工業區套疊成果..... 40
圖 3-14. 飲用水水源水質保護區套疊成果..... 41
圖 3-15. 垃圾衛生掩埋場套疊畫面..... 41
圖 3-16. 土石流潛勢溪流圖套疊畫面..... 42
圖 3-17. 避難收容所套疊畫面..... 46
圖 4-1. AIMS 2012 產製出的 1/2500 比例尺圖磚..... 50
圖 4-2. 第 18 級正射影像浮水印比較..... 50
圖 4-3. 第 17 級正射影像浮水印比較..... 51
圖 4-4. 通用版電子地圖底圖及正射影像套疊門牌號碼畫面..... 53

中文摘要

關鍵詞：網路地圖服務、圖磚

一、研究緣起

地理資訊系統(GIS)相關應用發展至今，其先天優勢如空間資料、空間索引、圖資展現、空間分析能力等為其強項，但民眾均以效能高的地圖視為正常需求，GIS 軟體因不斷擴大系統功能，在效能方面則相對顯薄弱。為便利圖資於網際網路上展現，以 OGC(Open Geospatial Consortium)於 2010 年 4 月 6 日公布的 OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard(WMTS)(網際網路地圖圖磚服務)標準，則是參考以 Google Maps 等網路地圖服務為主的規格，依其實作的圖磚(Map Tile)觀念技術與系統優勢等基本觀念予以制定。

內政部國土測繪中心為提供基礎共通平台，依據 101 年度「建立網路電子地圖共通平台之研究」之研究成果，其中以 1 份圖磚資料可同時提供符合 OGC WMS、WMTS(圖磚)服務的高效能特性，建置「國土測繪圖資網路地圖服務系統」(網址為 http://maps.nlsc.gov.tw)，系統上線後為符合 Open Data(資料開放)潮流，於 102 年 6 月 13 日全面開放 OGC WMS(Web Maps Service)、102 年 8 月 30 日全面開放 WMTS 服務，供全民共享測繪圖資，系統目前提供超過 20 種的不同類型的圖資供使用者套疊及介接，使得圖資展示與系統功能相輔相成，而各類型圖資的圖磚如何產製?如何訂製特殊展示方式、最佳化產製效能及視覺效果等。系統有較多的彈性與特性如提供多圖層的自由套疊、伺服器圖磚優化儲存、圖磚動態放大機制、圖磚圖資重組發布 WMS 服務等，又依據圖磚特性而來，因此對圖磚的產製過程、如何產製圖磚、產製美觀的圖磚、能否以最短的時間內產製圖磚等，以搭配網路地圖服務系統特性使其獲得最大的應用效益，即為本研究的主題。

二、研究方法及過程

研究方法採查閱既有文獻及蒐集各類圖資，本中心通用版電子地

圖、國土利用調查成果圖、交通部運輸研究所路網數值圖 102 年版、段籍圖、村里界圖、1/5000 圖幅框、介接 WMS 之都市計畫土地使用分區圖、非都市土地使用分區圖及 OpenData 資料之國家公園及風景區、野生動物保護區及棲息環境、工業區、飲用水水源水質保護區、垃圾衛生掩埋場、土石流潛勢溪流圖、避難收容所等其資料及其格式文件後，依據資料特性分別撰寫程式進行資料處理後，再研究各種圖磚轉換、產製、縮製、合併處理等，以獲得最佳的視覺效果。

三、重要發現

(一)本研究依各種圖資所特別產製圖磚的各種流程及模式歸納出以下多種技術：

1. 應用 WMS 服務大量產製
2. 排程控制多緒處理
3. 預先採不同層級的圖磚為基本底色
4. 檢查上級圖磚是否存在加速產製
5. 檢查下級圖磚是否存在加速產製
6. 由下層級縮製圖磚
7. 圖磚影像過濾處理
8. 合併圖磚影像處理
9. 合併相鄰層級圖磚
10. 閃動圖磚增強效果
11. 利用空間資料庫空間檢索增快產製
12. 文字用外框反差顏色增強顯示效果

(二)圖磚產製一般認為只需利用 GIS 軟體的圖磚產製功能，或利用 WMS 服務產製圖磚。而利用 WMS 服務產製者，需注意支援的坐標系統，如果發布的是 TWD97(EPSG:3826)，則最好僅產製 TWD97 系統的圖磚。

(三)自行產製圖磚可以提升產製速度及美觀程度，甚至打造如避難收容所具閃動式的圖磚，這種屬民眾在緊急時之所需，而對手機或平板

的需求，遠高於用電腦，因此首創產製閃動式(動畫)圖磚供套疊，以提升套疊時的視覺效果，此模式特別適合如 AED（自動體外心臟去顫器）地圖的展示，以手機或平板搭配 3G/4G 上網及 Web2.0 地理定位功能，即可讓民眾隨時隨地知道最近的 AED 場所。也可自訂宣告版權浮水印。

(四)WMTS 的 EPSG:3857 Google 相容格式，其 1:2 相鄰比例尺變化率的特性，可用圖磚縮製大幅減少產製最上層級(小比例尺)的系統負擔。GIS 軟體產製的正射影像圖磚品質，在透明浮水印的檢查下，明顯的品質不高，此時以本研究的由下層級縮製圖磚技術，大幅提升正射影像品質。再加上自動檢查上或下層級的圖磚的特別機制，以相鄰層級圖磚是否存在判定這張圖磚是否有圖資而需要產製。都市計畫使用分區圖除了採用縮製外，還與同層級的原始圖磚影像合併，以縮製與合併技術取得最佳的美觀效果。這些是 GIS 系統未實作的功能，而正射影像圖資總產製時間為 5 天，其他 OpenData 圖資則最短少於 5 分鐘，如此的高效能也讓系統有獨有的圖資建置效能及美觀效果。本研究所產製的圖資均發布於系統平台上，搭配 OpenData 潮流取得的公開圖資更可強化為民服務的特質，系統目前提供超過 20 種的不同類型的圖資供使用者套疊及介接，公開給全民共享。

四、主要建議事項

根據本研究成果提出下列具體建議。以下分別從立即可行的建議及長期性建議加以列舉。

□立即可行之建議—蒐集圖資產製圖磚發布服務

主辦機關：內政部國土測繪中心

協辦機關：

應用本研究的相關技術，繼續蒐集適合圖資產製圖磚發布服務，如蒐集 OpenData 相關的圖資，以防救災或民眾所最需要的優先，如 AED 場所，建置於系統中，讓國土測繪圖資網路地圖服務系統效能最

大化。

□長期性建議—推動於各政府機關發布自己的地圖服務

主辦機關：內政部

協辦機關：各機關

國土測繪圖資網路地圖服務系統提供授權之「地理圖磚及 WMS 發布套件」及供應之通用版電子地圖圖磚完整圖資，可讓各需要內網地圖服務的機關，快速建置內部專屬地圖服務，可不受 Google Map API 授權條款限制，目前市面上無對應的產品可選擇，為完整、合法且適宜的解決方案。

ABSTRACT

Key Words： Web Map Service、Maps Tile

With the prolonged development of Geographic Information System (GIS), it has the advantages of spatial data showing, spatial data index and spatial analysis. But for the people, it is important that the effectiveness of the map. GIS makes less efficient due to expand too more functions. In order to show the map data on the Internet efficiently, the OGC (Open Geospatial Consortium) announced “OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard (WMTS)”on April 6, 2010. The standard referred to the web map services specifications about the technology of building map tile and system advantages, such as Google Maps.

National Land Surveying and Mapping Center (NLSC) created “National Land Surveying and Mapping Information Web Map Service System” according to the result of the research ” The Research of Creating a Common Platform For Internet Electronic Map” which was be studied in 2012. The map tiles in the system can be provided for OGC WMS and WMTS. And based the trend of open data, this system fully provided OGC WMS(Web Maps Service) for public on June 13, 2013, and then provided WMTS services on August 30, 2013. The system also offers more than 20 kinds map data for users to overlay and connect. In order to let map exhibit and system function can be more complementary, the object of this research is how to build various types of map tiles? How to develop a special exhibition mode, optimize system performance and visual effects? And how to build map tiles in the shortest time？We expect the National Land Surveying and Mapping Information Web Map Service System’s performance can be improved through this study to obtain maximum effectiveness of the application.

產製網際網路地圖圖磚多重模式之研究

第一章　緒論

第一節　研究緣起與背景

地理資訊系統(GIS)相關應用發展至今，其先天優勢如空間資料、空間索引、圖資展現、空間分析能力等為地理資訊系統的先天強項，因此各機關均引入地理資訊系統，進行發展迄今。國內有多種核心、基礎圖資，如通用版電子地圖、正射影像、基本地形圖、國土利用調查成果圖、地籍圖、都市計畫分區圖...等成果等，資料由各機關產製、更新維護及應用展現，均以地理資訊系統為主。

但自 2005 年 Google Maps 的興起，展示了網際網路地圖應用的新紀元，其後為便利圖資於網際網路上展現，以 OGC(Open Geospatial Consortium)於 2010 年 4 月 6 日公布的 OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard(WMTS)(網際網路地圖圖磚服務)標準，則是參考以 Google Maps 等網路地圖服務為主的規格，依其實作的圖磚(Map Tile)觀念技術與系統優勢等基本觀念予以制定，亦宣告了網路地圖服務的新標準及未來。

內政部國土測繪中心（以下稱本中心）為提供基礎共通平台，依據 101 年度「建立網路電子地圖共通平台之研究」之研究成果，其中以 1 份圖磚資料可同時提供 WMS、WMTS(圖磚)服務的高效能特性，建置「國土測繪圖資網路地圖服務系統」(網址為 http://maps.nlsc.gov.tw)，在未採用現有地理資訊系統套裝軟體下發展系統，

系統上線後為符合 Open Data(資料開放)潮流，於 102 年 6 月 13 日全面開放 OGC WMS(Web Maps Service)、102 年 8 月 30 日全面開放 WMTS(Web Maps Tile Service、圖磚)服務，供全民共享測繪圖資，系統目前提供超過 20 種的不同類型的圖資供使用者套疊及介接，使得圖資展示與系統功能相輔相成，而各類型圖資的圖磚如何產製?如何訂製特殊展示方式、最佳化產製效能及視覺效果等。。系統有較多的彈性與特

性如提供多圖層的自由套疊、伺服器圖磚優化儲存、圖磚動態放大機制、圖磚圖資重組發布 WMS 服務等，又依據圖磚特性而來，因此對圖磚的產製過程、如何產製圖磚、產製美觀的圖磚、能否以最短的時間內產製圖磚等，以搭配網路地圖服務系統特性使其獲得最大的應用效益，即為本研究的主題。

第二節 研究動機及目的

一般地理資訊系統(GIS)的圖磚，均利用 GIS 系統功能直接產製，如果要依資料特性去特製化圖磚，均受 GIS 軟體的先天限制，可以變化的條件有限，因此同一份圖資用同一套 GIS 軟體作出來的圖磚差異不大，自然也無法特製化。再則產製圖磚的效能則受 GIS 效能影響，每一圖資動輒上千萬個檔案的圖磚，產製時間及對系統硬體資料的需求等，無法針對特別的圖資進行圖磚產製的效能進行調校。以最明顯的例子是採用 ArcGIS 套裝軟體產製的圖磚，於道路文字部分會按照道路的方向進行垂足字體，造成字體傾斜，這在英文字體上可以讓文字貼齊於道路上完整展示路名，但在中文字體上被傾斜的中文字會造成字體模糊而難以辨識，此項缺點無法解決。

國土測繪圖資網路地圖服務系統（以下簡稱網路地圖服務）系統設計上在伺服器(後台)可以加入各種圖磚圖資，而使用者端(前台)應用了 OSGeo(Open Source Geospatial Foundation)提供的 OpenLayers 程式庫進行開發，兩者搭配下可以發揮絕佳的效能，後台基於 OpenData 並全面開放 OGC WMS、WMTS 服務，因優良的系統設計方能夠全面開放上述 2 服務，網路地圖服務系統並榮獲台灣地理資訊學會主辦第 10 屆金圖獎「最佳應用系統獎」，主動介接的機關及系統日益增加中，因為本系統擁有特別支援地圖服務及 GIS 應用服務的特有技術，讓系統介接、APP、API 等，均可服務。

用 GIS 建立圖磚的方法較常見者為應用 GIS 軟體進行 Snapshot(快照)方式，即呼叫 WMS(Web Map Serverice)再分別裁切存成圖磚檔的方式，一般為加速建置圖磚，採用大範圍直接使用多張圖磚大小進行呼叫

WMS，以減少對 WMS 呼叫的次數。

然地理資訊可依特性分成各種類型，如果能考量針對不同的圖資類型及展現(如線、文字、影像、塗色)、不同的資料介接取得方式(如 WMS、Spatial Database、DXF、正射影像)、同一圖層相鄰比率變化間圖磚資料展現的關連性等，依其資料特性建立專屬的建立地圖圖磚的模式與方法，即可在資料建立時的效能與美觀方面取得較佳的成果。而圖磚為預先產製，無法應付更新頻繁的資料，如果圖磚對如地籍圖屬隨時在更新資料者，能減少與實際資料時間差，即可取得較好的平衡，本研究係針對各種資料模式分析出多種圖磚建置模式與方法，產製網際網路地圖所需之圖磚資料。

而各種圖資的產製後隨即於網路地圖服務系統發布公開，除了可以提高吸引使用者應用或介接網路地圖服務系統，在龐大的 OpenData 潮流下，對提升政府機關形象有所助益。

第二章　文獻探討

由於圖磚的產製一般均由 GIS 軟體實作，因此以下列出本研究會用到的相關的規格、文件、標準等，包含了 OGC WMTS、坐標及投影系統為產製圖磚的基本規格，圖資來源的基本格式(SHP、KML…)、圖磚影像檔格式及網路地圖服務系統的特性等。

第一節　OGC WMTS

OGC WMTS(OGC OpenGIS Web Map Tile Service Implementation Standard)規格發布於 2010 年 4 月 6 日，文件編號 OGC 07-057r7 ， 版次 1.0.0。圖磚(Tile)金字塔影像觀念(如圖 2-1)，係逐級建立多重解析度，以不同比例尺的圖磚描述相同的範圍。其相關的名詞如下：

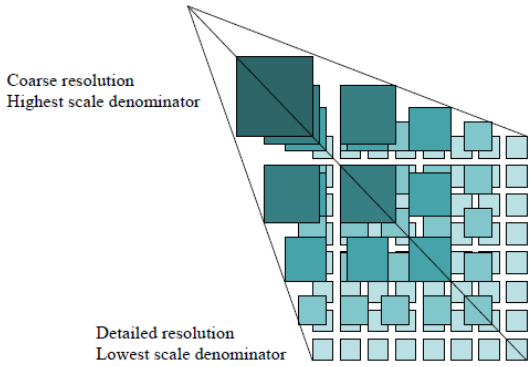


圖 2-1. 金字塔影像不同比例尺的圖磚示意
(引自 OGC WMTS 文件)

(一) 圖磚(Tile)：以矩形圖形表示的地理資料。

(二) 圖磚陣列(Tile Matrix)：由一群具有相同比例尺的資料層的集合，採用第 4 象限坐標(如圖 2-2)。

(三) 圖磚索引(Tile Indices)：圖磚在圖磚陣列中的索引編號，一般為整數值。

(四) 相鄰比例尺變化率：各逐級相鄰的圖磚陣列間的比例尺變化率，以目前大多數採固定 2 倍的設定。

呼叫介面定義 KVP 及 RESTful 等 2 種，以 KVP 規格其呼叫語法與 WMS 呼叫方式類似，如 WMS 用 GetCapabilities 取得圖資特徵 XML，以 GetMap 及影像大小及坐標等為參數取得影像，而 WMTS 用 GetCapabilities 取得圖資特徵屬性 XML，以 GetTile 及整數的圖磚索引

為參數取得單張圖磚。

而呼叫伺服器時的以 KVP 參數大致如下：

```
GET /geoserver/gwc/service/wmts/?SERVICE=WMTS&REQUEST=GetTile&
    VERSION=1.0.0&LAYER=buildings&STYLE=_null&
    TILEMATRIXSET=EPSG:3857&TILEMATRIX=EPSG:3857:13&
    TILEROW=3029&TILECOL=1299&FORMAT=image/png
```

與上同樣的而呼叫伺服器時的以 RESTFul 參數大致如下：

```
GET /buildings/13/3029/1299.png
```

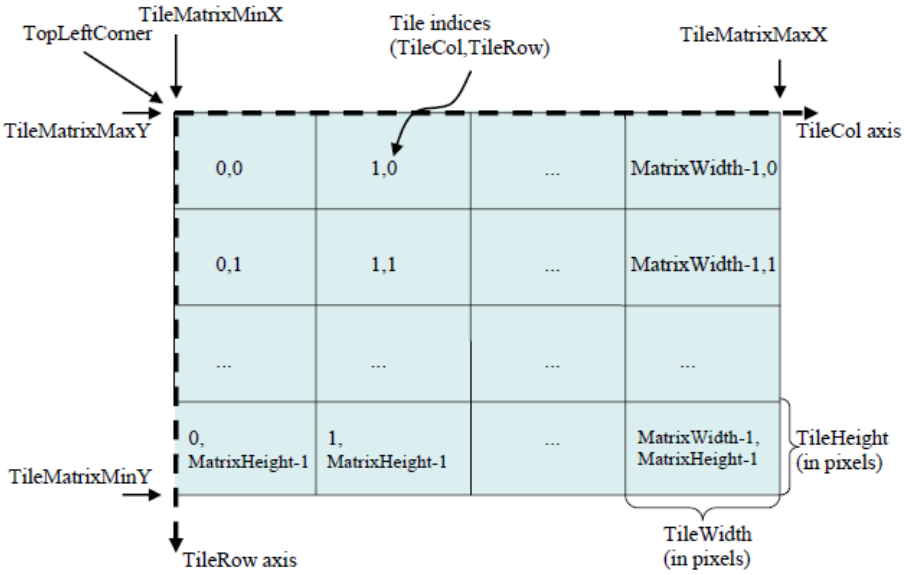


圖 2-2. WMTS 定義圖磚索引方式 (引自 OGC WMTS 文件)

由於 OGC WMTS 為開放規格，因此並未明確定義坐標系統與比例尺等相關參數，不過全球最常用的 GoogleMaps Compatible(相容格式，此為 Google Maps、OpenStreetMap、Microsoft Bing Maps……共用的規則)則收錄於 Annex E.4 當作參考範例如表 2-1，系統則依此規格實作，圖磚像素大小為 256x256。在規格中 Zoom level name 一欄名稱，在本研究中有用級或層級，如第 19 級、19 層級，只為語意通順，表內沒有常見的 Scale（比例尺）欄位，其主要原因為比例尺與螢幕解析度相關，而每種硬體的螢幕解析度並不統一，因此實際上以 Pixel Size，即每一像素的點距離來表示資料精度。

表 2-1. OGC WMTS Annex E.4

E.4 GoogleMapsCompatible (urn:ogc:def:wkss:OGC:1.0:GoogleMapsCompatible)

This well-known scale set has been defined to be compatible with Google Maps and Microsoft Live Map projections and zoom levels. Level 0 allows representing the whole world in a single 256x256 pixels. The next level represents the whole world in 2x2 tiles of 256x256 pixels and so on in powers of 2. Scale denominator is only accurate near the equator.

Table E.4 — Definition of Well-known scale set GoogleMapsCompatible

CRS	Zoom level name	Scale Denominator	Pixel Size (m)
urn:ogc:def:crs:EPSG:6.18:3:3857 WGS 84 / Pseudo-Mercator http://www.epsg-registry.org/export.htm?gml=urn:ogc:def:crs:EPSG::3857	0	559082264.0287178	156543.0339280410
	1	279541132.0143589	78271.51696402048
	2	139770566.0071794	39135.75848201023
	3	69885283.00358972	19567.87924100512
	4	34942641.50179486	9783.939620502561
	5	17471320.75089743	4891.969810251280
	6	8735660.375448715	2445.984905125640
	7	4367830.187724357	1222.992452562820
	8	2183915.093862179	611.4962262814100
	9	1091957.546931089	305.7481131407048
	10	545978.7734655447	152.8740565703525
	11	272989.3867327723	76.43702828517624
	12	136494.6933663862	38.21851414258813
	13	68247.34668319309	19.10925707129406
	14	34123.67334159654	9.554628535647032
	15	17061.83667079827	4.777314267823516
	16	8530.918335399136	2.388657133911758
	17	4265.459167699568	1.194328566955879
	18	2132.729583849784	0.5971642834779395

第二節　坐標及投影系統

以下簡介本研究處理過程中，會處理的坐標系統 TWD97(EPSG:3826)、WGS84(EPSG:4326) 及 EPSG3857，其中 WGS84 即約為一般的 GPS 坐標，單位為經緯度；TWD97 為臺灣專用，單位為公尺；EPSG3857 為 Google maps 相容格式，單位亦為公尺，為產製圖磚的目標投影系統。因投影公式不同的因素，後 2 者雖為公尺，但比例

及變形並不相同，因此由電腦系統進行轉換套疊 2 者時，會有不同的形變。

一. TWD97 121 分帶 (EPSG:3826)

目前臺灣測繪作業平面坐標系統採用橫麥卡托投影(Mercator projection)經差二度分帶，1997 臺灣大地基準，其建構係採用國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame 簡稱為 ITRF)。ITRF 為利用全球測站網之觀測資料成果推算所得之地心坐標系統，其方位採國際時間局（Bureau International de l`Heure 簡稱為 BIH）定義在 1984.0 時刻之方位。參考橢球體採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會（International Union of Geodesy and Geophysics 簡稱為 IUGG）公佈之參考橢球體（GRS80）。

表 2-2. 坐標系統對照表

<table>
<tr><td></td><td>WGS84</td><td colspan="4">1997 台灣大地基準（TWD97）</td></tr>
<tr><td>參考橢圓體</td><td></td><td colspan="4">GRS80
(International Union of Geodesy and Geophysics 1980 年制定)</td></tr>
<tr><td>長半徑</td><td>6378137.000</td><td colspan="4">6378137.000</td></tr>
<tr><td>短半徑</td><td>6356752.3142</td><td colspan="4">6356752.3141</td></tr>
<tr><td>扁率</td><td>1/298.257223563</td><td colspan="4">1/298.257222101</td></tr>
<tr><td>投影方式</td><td></td><td colspan="4">橫麥卡托投影經差二度分帶</td></tr>
<tr><td>適用地區</td><td>全球</td><td>台灣，琉球嶼，綠島，蘭嶼，龜山島</td><td>澎湖，金門，馬祖</td><td>東沙地區</td><td>南沙地區</td></tr>
<tr><td>中央子午線(東經)</td><td></td><td>121 度</td><td>119 度</td><td>117 度</td><td>115 度</td></tr>
<tr><td>原點向西平移值</td><td></td><td colspan="4">250000</td></tr>
<tr><td>中央子午線尺度比</td><td></td><td colspan="4">0.9999</td></tr>
</table>

二. WGS84 (EPSG:4326)

全球衛星定位系統(GPS) 是採用 WGS84 參考橢圓體為基準，

WGS84 與 TWD97 間的坐標轉換時，由於兩者的參考橢圓體參數大致相同(WGS84 vs GRS80)，在一般需求上可應用橫麥卡托投影(Transverse Mercator Projection)公式進行轉換。WGS84 與 TWD97 坐標系統對照表如表 2-2 所示。而 EPSG:4326 即是採用 WGS84 的經緯度直接投影，為目前 GIS WMS 服務時共用的標準

三. EPSG:3857

Google Maps、Virtual Earth 等網路地圖所使用的地圖投影 EPSG:900913，於 2008 年被正名為 EPSG:3857， Web Mercator 或 Spherical Mercator(麥卡托圓球投影) 投影坐標系(PROJCS)以公尺為單位，以整個世界範圍，赤道作為標準緯線，本初子午線作為中央經線，兩者交點為坐標原點，向東向北為正，向西向南為負。

坐標值域 X 軸：由於赤道半徑為 6378137 公尺，則赤道周長為 2*π*R = 2*20037508.3427892，因此 X 軸的取值範圍為 -20037508.3427892 ~ 20037508.3427892。而 Y 軸：其取相同值範圍形成正方形。

經緯度與麥卡托投影互轉公式如(2.1~2.4)，X 為橫向坐標，Y 為縱向坐標，單位為公尺； λ 為經度，φ 為緯度，單位為度。

$$X = \lambda * 20037508.3427892 / 180 \quad (2.1)$$

$$Y = \log(\tan((90+\varphi)*\pi/360))/(\pi/180) * 20037508.3427892 / 180 \quad (2.2)$$

$$\lambda = X * 20037508.3427892 / 180 \quad (2.3)$$

$$\varphi = 180 /\pi * (2 * \tan^{-1}(\exp(Y / 20037508.3427892 * 180 *\pi/ 180)) -\pi/ 2) \quad (2.4)$$

在此投影坐標系(公尺)下的範圍是：最小(-20037508.3427892，-20037508.3427892)到最大(20037508.3427892，20037508.3427892)。按照投影公式反推的經緯度是經度：(-180，180)，緯度：範圍是(-85.05112877980659，85.05112877980659)。

第三節　圖資檔案格式

一. 正射影像

檔案為 .TFW(ArcView 軟體用)搭配 TIFF 影像檔的格式或是.JGW 搭配 JPG 影像檔，一個影像檔搭配一個六行的文字描述 TFW/JGW 檔，其內容如下：

第一行值 A

第二行值 B

第三行值 C

第四行值 D

第五行值 E

第六行值 F

換算時公式如下：(column，row 表示影像檔中第四象限像素 pixel 的位置)

$$X = A * column + B * row + E \quad (3.1)$$

$$Y = C * column + D * row + F \quad (3.2)$$

這六個數字即為一般所稱的六參數轉換(Affine Transform)數值。因此該影像檔可以經這六參數轉換以平移、旋轉、X-比例及 Y-比例等方式去決定影像檔輸出。在 Java 中即內建六參數的貼圖功能，可以大幅減少程式的撰寫，參考圖 2-3。

圖 2-3. 一般貼圖(左側)與六參數貼圖對照(右側)

二. 交通路網數值圖資料格式

依據交通路網數值圖使用手冊，其資料有一般道路、鐵路/捷運、行政區界、河流/湖泊、地標地物、橋梁隧道中心點等資料，本研究僅使用道路、鐵路/捷運、地標地物資料進行建置，資料涵蓋全臺灣地區（包括臺灣本島、澎湖、金門、馬祖），資料區分為台灣省及分成各縣市，坐標系統則提供有 TWD97 基準之 TM 二度分帶坐標系統、TWD97 基準之經緯度坐標系統以及 TWD67 基準之 TM 二度分帶坐標系統之成果資料。其資料規則如下：

(一) 道路圖層

1. 路段空間資料檔

檔案名稱：***TWN***_ROAD.GEO 。

檔案結構：路段序號，轉折點配對數（N，含路段起迄點），X1，

Y1，X2，Y2，…，Xn，Yn 。

2. 路段屬性

檔案名稱：***TWN***_ROAD.CSV 。

(二) 鐵路捷運圖層

1. 臺鐵空間資料檔

檔案名稱：***TWN***_RAIL.GEO 。

檔案結構：路段序號，轉折點配對數，X1，Y1，X2，Y2，，Xn，Yn 。

2. 臺鐵屬性資料檔

檔案名稱：***TWN***_RAIL.CSV 。

3. 高鐵空間資料檔

檔案名稱：***TWN*** _HSRAIL.GEO。

檔案結構：路段序號，轉折點配對數，X1，Y1，X2，Y2，…，Xn，Yn。

4. 高鐵屬性資料檔

檔案名稱：***TWN*** _HSRAIL.CSV。

5. 捷運空間資料檔

檔案名稱：***TWN*** _MRT.GEO。

檔案結構：路段序號，轉折點配對數，X1，Y1，X2，Y2，…，Xn，Yn。

6. 捷運屬性資料檔

檔案名稱：***TWN*** _MRT.CSV。

(三) 地標地物點圖層

1. 地標地物點空間資料檔

檔案名稱：***TWN*** _LANDMARK.GEO 。

檔案結構：節點序號，X，Y 。

2. 地標地物點屬性資料檔

檔案名稱：***TWN*** _LANDMARK.CSV。

三. KML(Keyhole Markup Language），KMZ

基於 XML(eXtensible Markup Language,可擴展標記語言)語法標準的標記語言，KML 在 2008 年 4 月 14 日被 OGC 宣布為開放地理資訊編碼標準，坐標系統採用 WGS84(EPSG:4326)。而.KMZ 為將 KML 的內容以 zip 格式壓縮另儲存而成。

四. SHP

ESRI Shapefile(shp)，或簡稱 shapefile，是美國環境系統研究所公司（ESRI）開發的一種空間數據開放格式，完整的資料檔包含下列各項:

1. 圖形格式 (.shp)
2. 圖形索引格式(.shx)
3. 屬性格式(.dbf)
4. 投影格式(.prj)
5. 空間索引格式(.sbn)

五. Spatial DataBase

本研究採用 Oracle Spatial 10g、MicroSoft SQL Server Express(MS SQL)，2 者均為 Spatial DataBase，其中 Oracle Spatial 10g 為本中心採用 Spatial 資料庫的版本，本中心的段籍圖及地籍圖均儲存於 Oracle Spatial 中。Oracle Spatial 必需以 Oracle 專屬的指令驅動，而 MS SQL 則用標準 OGC Spatial 指令驅動，兩者指令集及使用方式並不相同，由於 MS SQL 的範例大多搭配同公司的.NET 開發環境，而本研究採用 Java 環境，其參考資料極少，所幸 MS SQL 使用的指令為標準 OGC Spatial 指令，參考以.NET 的範例，進行多種測試後終於成功完成存取。

第四節　國土測繪圖資網路地圖服務系統特性

本研究基於供國土測繪圖資網路地圖服務系統(以下簡稱網路地圖服務)（http://maps.nlsc.gov.tw）發布圖磚之用，發布的圖磚規格為 GoogleMaps 相容格式，圖磚像素大小為 256x256，而該系統在圖磚方面有別於一般 GIS 套裝軟體的特性如下：

一. 伺服器圖磚優化儲存

以標準 Java Web 伺服器（Servlet Container）提供圖磚服務，於 Servlet Container 中可透過使用 Servlet Mapping 機制，將特定的 URL 轉向由自訂的 Java class 提供服務。全部的圖磚依其位置以檔案系統內樹狀目錄格式的檔名儲存，需求時透過公式將 URL 轉換為樹狀目錄格式的檔名直接存取，可免去建立索引檔快速存取外，在檔案系統內該圖磚檔案不存在時，則輸出預設的空白圖磚，使用戶端瀏覽器仍有圖可以顯示，而不會出現一個 X 的框，此種設計下，因可以不須儲存空白圖磚，檔案空間將大幅減少，並可在伺服器上加上控制，如限制 IP、限制使用者、流量控管等。此方式在全臺灣全部圖磚動輒達 1000 萬個檔案時(以比例尺 1/1200 統計)，可大幅減少圖磚檔案數。

二. 圖磚動態放大機制

圖磚為各級比例尺均需產製，但當圖磚產製至約 1/1200 比例尺時，該層即佔了約 700 萬個圖磚檔案，如果只需產製至 1/2400 比例尺時，此時該圖資所有比例尺所佔的檔案數僅需約 250 萬個，而不是原來的近 1000 萬個檔案，而當用戶端需要 1/1200 比例尺圖磚時，則由伺服器自動用 1/2400 比例尺的圖磚取 1/4 大小，放大 4 倍至 256*256 像素輸出給用戶端，如此可在圖資檔案數與圖資精確度中取得一個較佳的平衡，此模式適用於無文字、對文字美觀較不重要的圖資或是圖資精確要求較不高者，目前系統針對以下圖資採用此機制：

(1). 全部塗色的圖層：如國土利用調查成果圖、都市計畫土地使用分區圖、非都市土地使用分區圖等圖資。

(2). 精細度不足的正射影像：如 92-94 年產製者，其 TFW 檔內容定義每像素為 0.5 公尺，因此如果用此圖資產製至每點 0.30 公尺（約比例尺 1/1200），除造成在檔案空間上無謂的浪費，亦無助於提升圖資精細度，因此只需產製至每點至 0.6 公尺（約比例尺 1/2400），待有需要時再即時動態放大供應。

(3). 精度不高的向量圖資：如村里界、段籍圖等。

三. 圖磚圖資重組發布 WMS 服務

OGC 的 WMS 與 WMTS 規格，能減低異質資料格式處理之作業需求，將地理空間資訊轉換為影像格式進行傳輸。一般應用上，WMS 適用於地理資訊系統（GIS）介接套疊各圖層顯示，WMTS 則適合運用於網路地圖嵌入網頁或可攜型行動裝置（Mobile）顯圖應用。如對原始資料約略分為影像（如正射影像等圖資）及向量圖資（如地形圖、地籍圖等圖資），一般而言伺服器為分別提供這兩種服務，資料來源也不相同，於伺服器提供 WMS 時，需準備一份

圖資（如向量資料、空間資料庫、影像資料庫），提供一次請求服務時，再即時處理成單張影像格式輸出；提供 WMTS 時，需準備已分割影像處理儲存後的樹狀檔案系統圖磚檔案，直接將單一圖磚檔案輸出。故 WMTS 對系統負擔極輕，WMS 對系統負擔較重，為求提高系統反應效能，還可能分屬不同的伺服器或以 Cluster 或雲端提供服務。

伺服器同時提供 WMS、WMTS 服務時，需分別準備向量及圖磚 2 份圖資空間，WMS 服務並需伺服器即時處理產生影像，方能提供服務。由於 WMS、WMTS 最終的資料格式為影像格式，如能利用 WMTS 已處理及美編完成的圖磚資料，依 WMS 需求的範圍及比例尺進行重組及裁切，來達到重組成發布 WMS 服務的目的，即可讓伺服器在圖資只有一份圖磚資料時，亦能同步發布 WMS 服務。

第五節　圖磚儲存目錄

一. ArcGIS 9

以 L00 表示第幾級圖磚，下層目錄為 Row(行)/Column(列).png ，行列均採 8 碼 16 進位制（不足前補 0），例第 2 級的橫軸第 6 張縱軸第 2 張其目錄檔案為 L02/R00000006/C00000002.png。此檔案架構以一層存放該橫向或縱向的所有目錄或檔案，如以此格式儲存全球的第 19 級，則會需 2^19（即 524,288）檔案在同一層目錄，此設定會造成檔案系統效能不彰。

二. 網路地圖服務

圖磚索引及目錄命名：圖磚索引的以坐標原點為索引原點，因此以圖磚索引為檔案命名規則，圖磚索引以 6 位整數計（不足前補 0），以 X 在前 Y 在後的命名方式，例檔名為 XXXXXXYYYYYY.PNG。各級完整目錄對照如表 2-3，此格式可在一層目錄下最多僅儲存 1000 個檔案數，而用檔案樹狀結構儲存，以樹狀結構當作索引，不用另建索引檔，大幅減低系統負擔。

表 2-3. 網路地圖服務圖磚檔存放規則表

層級	參考比例尺	解析度(公尺)	儲放目錄檔名
6	9244648.868618	2445.98490512499	6\XXXXXXYYYYYY.PNG
7	4622324.434309	1222.99245256249	7\XXXXXXYYYYYY.PNG
8	2311162.217155	611.49622628138	8\XXXXXXYYYYYY.PNG
9	1155581.108577	305.748113140558	9\XXXXXXYYYYYY.PNG
10	577790.554289	152.874056570411	10\XXXXXXYYYYYY.PNG
11	288895.277144	76.4370282850732	11\XXXXXXYYYYYY.PNG
12	144447.638572	38.2185141425366	12\XXXXXX\YYYYYY.PNG
13	72223.819286	19.1092570712683	13\XXXXXX\YYYYYY.PNG
14	36111.909643	9.55462853563415	14\XXXXXX\YYYYYY.PNG
15	18055.954822	4.77731426794937	15\XXXXXX\YYYYYY.PNG
16	9027.977411	2.38865713397468	16\XXXXXX\YYYYYY.PNG
17	4513.988705	1.19432856685505	17\XXXX\XX\YYYYYY.PNG
18	2256.994353	0.597164283559817	18\XXXX\XXYYY\YYY.PNG
19	1128.497176	0.298582141647617	19\XXXX\XX\YYYY\YY.PNG

第六節　圖磚檔案儲存格式

圖磚的儲存格式上，以 PNG、GIF、JPEG 等公開且瀏覽器標準支援的格式為主，分述如下：

一. PNG

PNG (Portable Network Graphics）是一種無失真壓縮的點陣圖圖形格式，支援索引、灰度、RGB 三種顏色方案以及 Alpha 通道(透明度)等特性，其優點為可以具透明底色，缺點是儲存相片(如正射影像)時檔案較大。

二. GIF

GIF(Graphics Interchange Format）是一種點陣圖圖形檔案格式，以 8 位元色（即 256 種顏色）重現真彩色的影像。它實際上是一種壓縮文件，採用 LZW 壓縮演算法進行編碼，有效地減少了圖檔在網路上傳輸的時間。優點是具動畫能力 及透明底色，缺點是顏色只支援 256 色。

三. JPEG

JPEG（Joint Photographic Experts Group）是一種針對相片影像而廣泛使用的一種失真壓縮標準方法。為目前常見的相片儲存方式，其可設定圖檔品質參數(0.0~1.0)，數值愈高愈不失真，檔案也愈大。優點是可

達到調整畫質與儲存大小間的平衡，適合儲存相片(如正射影像)，缺點是不具動畫能力 及透明底色能力，也不適於非相片類儲存(如文字或線條) 。

圖磚的儲存格式上，PNG、GIF、JPEG 各有其適合的圖資選擇，如儲存正射影像，PNG 比 JPEG 容量上約是 4~6:1，即 PNG 會是 JPEG 檔案大小的 4-6 倍，因此如果儲存的是正射影像，JPEG 的高壓縮能力是首選；如果顏色不多或是需動畫或透明底色，GIF 是首選；如要透明底色，色彩豐富則只有 PNG，因此大部分的圖磚都選用 PNG 格式。

本研究亦是首創採用制作出具閃動的動畫圖磚 GIF 格式，於地圖表示出特定地點如避難收容所，如此可增強提示地點效果。

第三章 研究方法及過程

本研究從取得本中心現有基本圖資開始，進行研究圖磚的產製處理，再擴大到其他圖資，如各種 OpenData 圖資等的圖磚產製，每份資料都有其特性，與其特殊的方式，介紹如下：

第一節 基本圖資蒐集

本研究使用的基本圖資如下：

一. 本中心通用版電子地圖：通用版電子地圖以 GIS 分層套疊概念規劃，包括道路、鐵路、水系、行政界、區塊、建物、重要地標、控制點、門牌資料及彩色正射影像等 10 大類，並依照圖資內容細分為 23 個圖層。

二. ArcGIS Map Cache：本中心由 ArcGIS 軟體產製的通用版電子地圖、國土利用調查成果圖圖磚檔。

三. 交通部運輸研究所路網數值圖 102 年版：以可靠圖源（如通用版電子地圖、福爾摩沙二號衛星影像、農航所彩色正射影像、部分縣市地址門牌資料、各縣市政府及內部統計處回報道路異動資料、各單位及圖資使用者回報勘誤料…等）維護編修 100 年版路網數值圖之各層（包括一般道路節點、行政區界、河流、湖泊、地標物橋梁隧道中心點）資料。

四. 段籍圖：本中心儲存於 Oracle Spatial 的段籍圖資料，坐標系統為 TWD97。

五. 村里界圖：本中心的村里界圖，檔案格式為 SHP 檔。

六. 1/5000 圖幅框：1/5000 圖幅圖名、圖號及 TWD97 坐標。

七. 介接 WMS 資料

內政部營建署城鄉發展分署授權如下:

1. 都市計畫土地使用分區圖：係為全國各都市計畫區內使用分區現況資料，原則上每年度彙整一次，精度比例尺為 1/3000。
2. 非都市土地使用分區圖：原則上每年度彙整一次(目前因縣市政

府授權等因素停止更新)，精度比例尺為 1/1200。

八. OpenData 資料

1. 國家公園及風景區：各國家公園及國家風景區發布於 TGOS 之資料，檔案格式大致分成 SHP 及 KML 兩類。
2. 野生動物保護區及棲息環境:行政院農業委員會林務局於 TGOS 發布之「野生動物保護區」及「野生動物重要棲息環境」資料。檔案格式為 KML。
3. 工業區：國家發展委員會「產業用地供給資訊平台」內的工業區範圍圖。經 Google Map API 發布，檔案格式為 KML。
4. 飲用水水源水質保護區:行政院環境保護署於 TGOS 發布之「飲用水水源水質保護區」。檔案格式為 KML。
5. 垃圾衛生掩埋場：行政院環境保護署於 TGOS 發布之垃圾掩埋場範圍圖。檔案格式為 KML。
6. 土石流潛勢溪流圖：行政院農業委員會水土保持局土石流防災中心於 TGOS 發布之 100 年度 1578 條土石流潛勢溪流影響範圍圖。檔案格式為 KML。
7. 避難收容所：由各縣市政府或鄉鎮公所公開的避難收容所地點文件資訊(內無坐標資料)。
8. 國道里程數:交通部臺灣區國道高速公路局於 Gis-T 交通網路地理資訊倉儲系統發布的 SHP 資料。資料編碼 Big5，坐標系統 TWD97 121 分帶。

OpenData 取得的圖資分為 SHP 及 KML 格式 2 種，KML 僅有 WGS84(EPSG:4326)1 種坐標系統且為純文字模式，KML 以 XML 檔案格式儲存，因現行開發環境均有支援 XML 讀取，因此支援度很高，僅需利用現有程式庫當作文字讀取及分析即可。而 SHP 大多為 TWD97 121 分帶(EPSG:4326)坐標系統，2 進位格式較難處理，此時導入免費的 QGIS 2.0(Quantum GIS)，其可介接及測試網路地圖服務的 WMS、WMTS 服務的各圖層，且 QGIS 開啟 SHP，除了可依坐標系統自動轉換套疊各圖層外，SHP 檔可另存成 KML 格式，

因此程式只要讀取 KML 單一格式即可，大幅減少複雜度。

第二節 基本圖資圖磚處理

建立圖磚的方法一般為應用 GIS 軟體進行，不過本研究是考量到建置效能及網路地圖發布服務的特性，採特製的建立圖磚的方式，不同的圖資有不同的產製圖磚的方式及流程，而利用不同等級的電腦其處理時間也不同。本文所有的圖磚圖層統計表主要統計 10~19 級部分，而 6-9 級因檔案數少，不列入主要統計，或是檔案容量小於 0.1M，因數值過小則不再列出。本研究硬體部分，分別使用 2 台電腦，各圖資處理時，實際使用的電腦另於文內描述，規格如下：

一. 電腦 A:

- CPU:Intel Core Quad CPU Q9500 @2.83Ghz
- RAM:4G
- Windows 7- 64 bits
- HD: 2T (32MB cache)

二. 電腦 B:

- CPU:Intel Core I7-2600 @3.4Ghz
- RAM:8G
- Windows 7- 64 bits
- HD: 2T (64MB cache)

以下分述各種不同的圖資圖磚產製：

一. 正射影像圖

(一)依正射影像圖影像檔先以本中心及購置年度打上半透明浮水印，如 nlsc.gov.tw 2014，前者以網際網路域名表示本中心所有權，後項西元年表示年度，此半透明度數值及標示位置均由程式以亂數決定，以避免浮水印被塗消。

(二)由於每張正射影像平均約 12,000x10,000 像素大小，載入記憶體以每像素 4byte 記約 458M，產製圖磚若位於 4 張正射影像切割處，需載入 4 張至記憶體，佔用記憶體龐大，導致產製效能較差。因

此先將每張正射影像在縱橫向各分割成 4 格，計 16 張正射影像分別儲存，以提升後續的處理效能。

(三)依工作值域依 X，Y 的順序依據執行，按圖幅坐標將最底層(本例為第 19 層)的影像依其比例尺儲存成 256x256 的 JPG 檔，儲存時指定 JPEG 圖檔品質為系統預設數值(約 0.75)。由於需要產製的圖檔數非常多，必須要分多執行緒執行，因此以簡易的 MDB 檔進行 Y(縱)軸單位的管理，每個執行緒除了按限定的範圍執行外，當 Y 軸的資料被設定為完成者，則其他執行緒不再處理，而每份 Y 軸所需處理的 X 軸所有圖幅則由該執行緒全部完成。此方式視 CPU 核心數可用 6-8 個緒同時處理，以增快處理時間。

(四)由於 EPSG:3857　Google 相容格式比例尺變化率為 1:2，故上層圖磚(較小比例尺)則簡單的以下一層(較大比例尺)的 4 張往上縮製成 1 張另存成 256x256 的 JPG 檔即完成，各級比例尺以此類推。由於縮製需動用到大量的硬碟 IO，因此與第 19 級可分緒處理不同，全部以 1 緒處理。

表 3-1.正射影像處理統計表

層級	產製時間	檔案數	檔案大小	備 註
10	< 1 分	55	850K	單緒執行 組合縮製
11	1 分	172	3.06M	
12	2 分	586	11.4M	
13	4 分	2,154	42.5M	
14	10 分	8,184	158M	
15	20 分	32,011	570M	
16	1 時	126,564	1.98G	
17	3 時 20 分	504,177	6.82G	
18	30 時 10 分	2,011,768	22.1G	
19	82 時 20 分	8,038,113	66G	6~8 緒執行
總計	約 117 時 30 分	10,723,784	97.6G	

(五)因為目前不能於網際網路上瀏覽機敏圖幅，因此機敏圖幅的位置會以空白呈現，為彌補此空白處，以 SPOT 衛星影像填入，方法是先用 SPOT 衛星影像產製全部第 14 級的圖磚。當產製正射影像

第 19 級時,依據 1:2 比例尺變化率得知第 14 級的圖磚 8 點對應到第 19 級的 256 點，先進行此放大後當作底色，再進行正射影像繪製即可。

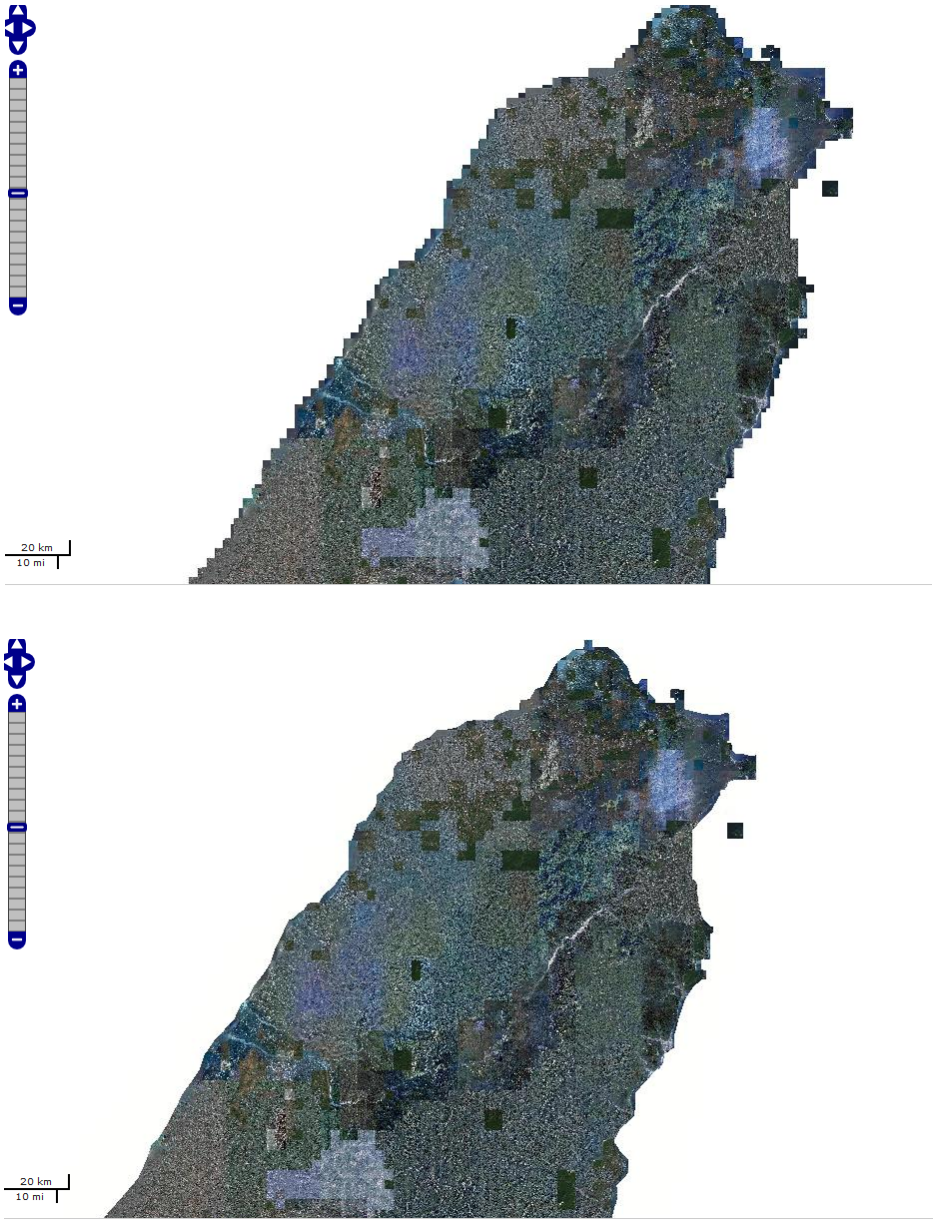


圖 3-1. 正射影像圓滑化對照圖：上層為由各圖幅組合而成全臺影像鋸齒情形，下圖為邊緣處圓滑化結果

(六)使用電腦 B，於各層級處理統計如表 3-1，不含金馬檔案數 1072.3 萬，佔 97.6G，約需 117 時 30 分等於約 5 天即可完成。

(七)以上項方式縮製至小比例尺時，會因圖幅位置，而形成不規則的

鋸齒情形，因此需處理臺灣沿海外緣切邊成較圓滑。而此部分如果以圖磚重產並裁切，對已有影像者再設定為透明則程式處理邏輯過大，最後反向思考，以影像處理進行遮罩模式，用 2 份不同的圖磚進行套疊，將要裁剪掉的區域塗以白色，而原本保留的正射影像區域設為透明，存成 PNG 檔臺灣沿海外緣的圖磚，再將 2 份圖磚組合即可，圓滑處理後結果對照如圖 3-1。

二. 路網數值圖-道路路網

(一)道路路網的目標是要產生道路及地標圖層並具透明底色的影像檔，要產生影像檔則必需先分析道路路網格式讀入後，並撰寫出顯圖程式，而後再將顯圖程式的繪圖輸出產製另儲存影像檔。

(二)由於存檔的影像檔大小是 256x256，用 256x256 去產製時，有些在邊緣的字會被截除，而且效能不高，最後用整張範圍用以放大縱橫向均用 20 格影像檔去產製，再去切割成 400 張(20x20)的方式，原因是 $(256*20)^2*4/1024^2$ 為 使用 100MB 的記憶體，這是較合適的記憶體使用量，於顯圖程式撰寫時則在 20 倍(5120x5120)的畫布上顯圖，一次將這個畫布內容完成，再切開寫成 20x20=400 個路網影像檔，以增快轉換效率。

(三)因為道路路網必需有文字輸出，每一層級的顯圖內容也不同，所以必須每一層級按照實際資料內容重新產製，無法像正射影像圖可以由下層級影像資料往上縮拼。

(四)在規劃時道路圖層是想要有正確的路寬的，因為這樣的話可以在沒有正射影像圖的區域，仍然可以有正確的道路與實地的相對關係，而且不同的等級道路採用不同的顏色以茲區分。依據道路路網的規格中只有道路中心線坐標串列，且沒有路寬資訊，因此為了道路塗色用途，由程式假設各級道路的路寬。每一層的影像所需展繪的道路應該也不同，否則在高層級時會造成密密麻麻的線條，會不符所需，因此在每一層級的影像檔中定義了要顯示的道路分級，詳如表 3-2。

表 3-2. 道路分級碼假設路寬與顯圖層級、顏色對照表

分級碼	道路等級	假設路寬(m)	顯圖層級	塗色顏色(RGB)
HW	國道	30	7~19	255-0-0 (紅)
HU	國道附屬道路	10	7~19	255-255-0(黃)
1E	省道快速道路	20	10~19	255-255-0(黃)
1W	省道	20	10~19	255-200-0(深橘)
2W	縣道	16	12-19	178-178-0(橘)
3W	鄉道	12	13-19	178-178-0(橘)
4W	產業道路	6	14-19	255-255-255(白)
RE	市區快速道路	6	14-19	255-255-0(深黃)
RD	市區道路(路、街)	6	14-19	255-255-0(深黃)
AL	市區道路(巷、弄)	6	14-19	255-255-255(白)
OR	有路名但無法歸類	4	14-19	255-255-255(白)
OT	無路名	4	14-19	255-255-255(白)

(五)路網道路路名的標註：路名跟著路的方向間隔去標註成雁行字列，字體採黑底白字，字體本身採正體不傾斜以提高套疊時的辨識度。

(六)高鐵、鐵路與捷運則用加粗黑色的虛線表示。

圖 3-2. 全臺高速公路路名畫面：左圖為原始畫面，右圖為套疊後畫面

圖磚製作成果參考圖 3-2、3-3。由於不使用套裝 GIS 軟體製作，因此在路名標示上辨識較容易參考圖 3-3 的套疊比較畫面。為節省空間，採用 GIF 檔儲存，統計表詳如表 3-3，圖磚檔案數 292.1 萬，容量 4.94G。

圖 3-3.道路路網與通用版電子地圖套疊比較畫面:道路路名為垂直字體，尤其筆畫較多的路名辨識較容易

表 3-3.道路路網圖磚檔案統計表

層級	檔案數	容量	備註
10	44	0.1 M	
11	129	0.3M	
12	392	0.9 M	
13	1,404	3.42 M	
14	5,634	19.6 M	
15	19,282	53.1 M	
16	66,369	150M	
17	222,972	453M	
18	694,219	1.20G	
19	1,910,704	3.04G	
總計	2,921,149	4.94G	

三. 通用版電子地圖

通用版電子地圖向量部分，分成 3 個圖層，1 為底圖，1 為透明圖層供套疊用，第 3 種為含建物的透明圖層。本中心以 ArcGIS 套裝軟體進行產製前 2 種向量部分。而為讓網路地圖服務發布 ArcGIS 的圖磚，需撰寫程式將檔案一對一進行複製搬移至網路地圖服務的檔案目錄架構。由於每一圖資動輒 1000 萬個檔案數，外加需從其他電腦複製攜帶，如用外接碟複製，單向複製行程約需 2-3 天，因此撰寫了 3 支程式搭配，大幅提升複製速度：

1. Copy2zip：結合了 copy 及 zip 兩個功能，一面 copy 目錄結構，而將同一目錄下的檔案同時壓縮存成單 1 個 zip 檔，這樣可保存目錄架構，而對同目錄下的細碎圖磚檔案又 zip 成單一檔案，便於複製攜帶用。用此方式一般只要 8 小時就可完成複製。
2. Copy2Unzip：結合了 copy 及 unzip 兩個功能，一面 copy 目錄結構，而將 Copy2zip 的標準 zip 檔，直接在目錄下解開。即可完成複製。
3. Copy2Unzip_3857：類似於 Copy2Unzip，但因為 ArcGIS 軟體產製的圖磚目錄及命名原則與網路地圖服務不同，此程式則可針

對 ArcGIS 產製的圖磚經 Copy2Zip 複製者，直接按照網路地圖服務的目錄及命名原則解壓存檔。為了配合網路地圖服務可將空白的圖磚不存檔機制，可另行指定空白的檔案以排除不需要的檔案。

第 3 種含建物的通用版電子地圖透明圖層，則由另一支程式將第 1 種圖磚，將某些底色顏色 (如米黃色的底色……)於一對一進行複製時，改以 Filter(過濾)成透明色處理後另存成 PNG 檔。

在此發現 ArcGIS 軟體產生的圖磚，於透明 PNG 有 24 位元版（常見者為 RGBA　4byte 32 位元)，在 Java 及其他影像處理軟體在判斷上會有問題，因此需另行處理用遮罩的方式重新進行處理，由於圖磚檔案數動輒幾百萬個檔案，因此需要時間另外轉檔。

通用版電子地圖實際轉換後的圖磚統計表詳如表 3-4。

表 3-4.通用版電子地圖向量圖磚統計表

層級	底圖		透明		透明(含建物)	
	檔案數	容量	檔案數	容量	檔案數	容量
10	416	4.74M	75	0.3M	43	0.2M
11	1,622	16.2M	192	0.9M	138	0.8M
12	6,185	55.1M	590	2.6M	474	2.6M
13	24,309	177M	2,132	18M	1,774	8.0M
14	11,770	440M	7,922	42M	6,298	34.5M
15	38,494	380M	29,539	93M	46,937	117M
16	121,770	1.22G	103,376	201 M	102,154	607M
17	391,190	2.88G	341,525	519M	341,885	1.33G
18	1,239,438	6.08G	1,051,534	1.07G	1,098,712	2.73G
19	3,726,169	11.7G	2,910,972	2.65G	3,356,145	6.15G
總計	5,537,054	22.9G	4,447,857	4.5G	4,954,560	10.9G

四. 通用版電子地圖門牌號

通用版電子地圖在第 19 級最大比例尺時包含了顯示門牌號,這在上項 ArcGIS 產製的圖磚中並不包含門牌號，因此需另行製作門牌號圖磚，再與原本的圖磚合併結合，因為門牌號筆數眾多(刪減同號不同樓

層後為 519 萬筆) ，因此架構上採用 Spatial DB 可大幅減少複雜度，透過 SQL 指令的範圍選取，可大幅提升速度。處理過程採用 MS SQL Server Express 進行，此版本是 10G 容量限制的免費版本，而 Spatial 寫入時需設定其空間資料庫屬性，以利空間範圍資料的選取，包含了基本表格(table)建立，及門牌坐標的空間索引設定，資料類型為 geometry，如資料範圍(X Min、Y Min、X Max、YMax)、索引層級(每一層級有高、中、低 3 選項)等，此參數設定是否合理為影響到空間資料選取的速度，相關設定參數的表格資料畫面詳如圖 3-4。以下是資處理邏輯:

1. 通用版電子地圖門牌號資料為以縣市為單位儲存的 SHP 格式，直接分縣市讀取其.DBF 檔，取得坐標及門牌號。
2. 排除同一號不同樓層的門牌號，同一門牌號僅保留 1 組資料。

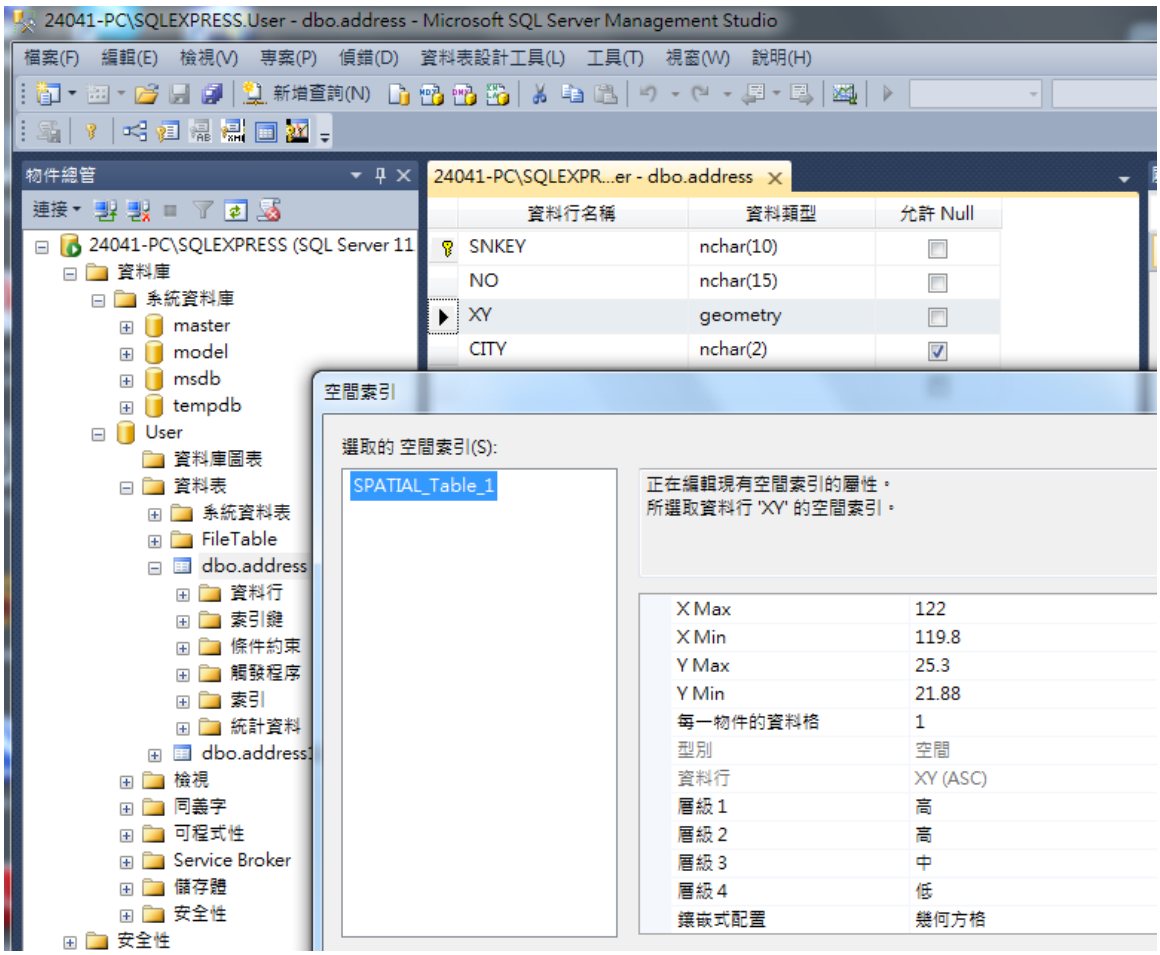


圖 3-4.MS SQL TABLE 及空間索引設定畫面

3. 寫入 MS SQL Server Spatial DB 內。
4. 用 OGC Spatial 指令選取出要產製圖磚的區域圖資。
5. 將門牌號繪出，並產圖磚。為避免門牌號文字重疊，在寫入時會檢查該門牌號文字矩形是否已被佔用，被佔用者則丟棄，否則繪出，並加入該文字矩形標示為被佔用。

SQL Server 安裝至電腦 B，由電腦 A 讀通用版電子地圖門牌號資料的 DBF 檔，將坐標及門牌號寫入 SQL Server，總共耗時 6 時 43 分，寫入 5,191,628 筆門牌資料。由電腦 A 進行圖磚產製，由於系統有一般底圖及正射影像，為提高辨識率，於一般底圖採白底黑字字體，於正射影像用的透明圖層則採黑底白字字體，產製每一種字體需時 17 時 30 分，計產生 662,865 個圖磚，本處理合計處理時間計 41 時 43 分。產製完成套疊結果參考圖 3-5。

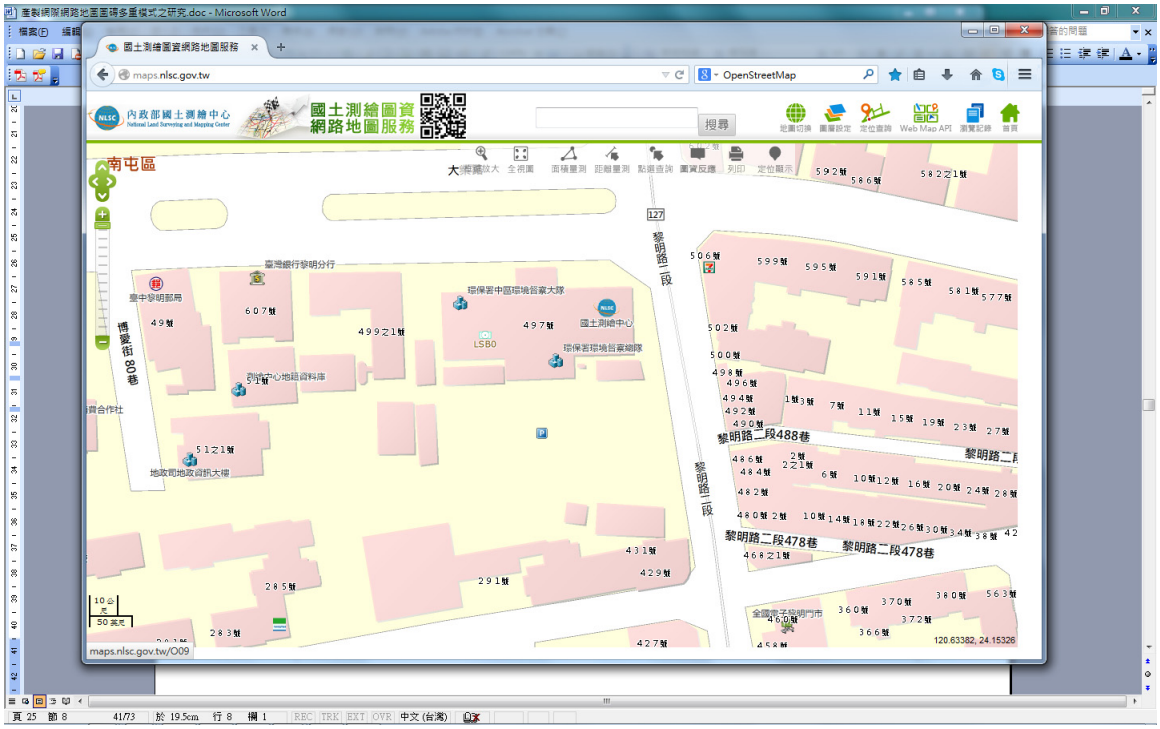


圖 3-5. 門牌號碼套疊通用版電子地圖畫面

五. 國土利用調查成果圖

由於此圖資展示的特性為塗色的區塊且無文字，而原始圖資的展示由國土利用調查成果資訊網(網址為 http://lui.nlsc.gov.tw)提供服務，其最大比例尺圖磚為 1/3750 比例尺(resolution = 0.9921894843789688) ，如圖 3-6，圖磚影像大小為 512x512，與網路地圖服務的比例尺並不同，經分析後僅在第 18 級圖磚處理，轉換時需經六參數轉換完成。而 17 級以上圖磚時則依序簡單的以下一級(較大比例尺)的 4 張往上縮製成 1 張即可，大幅降低產製時間。而第 19 級則用網路地圖服務的圖磚動態放大機制即可，不需產製圖磚。由於原始網站調查成果區分 82、95、98、99、100、101、102 等各年度的區域圖磚，未整合成最新的 1 份，因此經由伺服器直接複製所有圖磚檔案至本機，再進行資料轉換。圖磚檔案統計表詳如表 3-5，由於只需產製至 18 級，但無可捨棄的空白圖磚，因此檔案數約 285.8 萬，佔 13.1G。

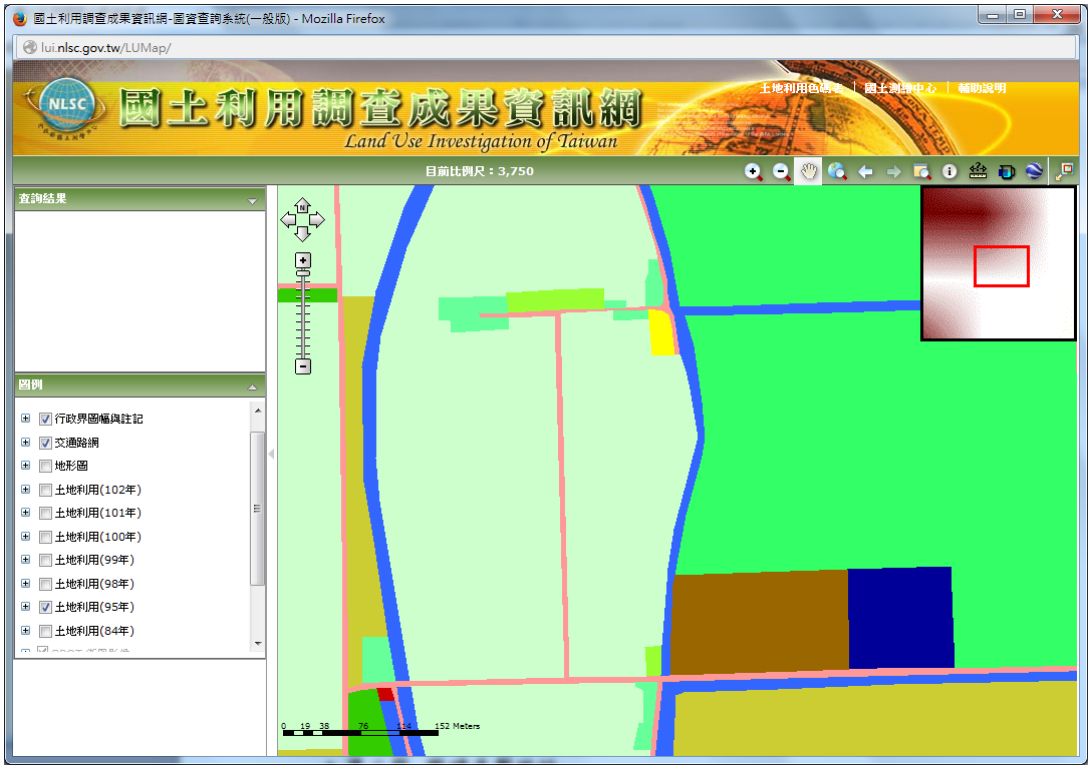


圖 3-6. 國土利用調查成果資訊網網站畫面

表 3-5.國土利用調查成果圖圖磚統計表

層級	檔案數	容量	備註
10	64	3.84 M	由下層縮製
11	188	12M	
12	625	35 M	
13	2,270	94 M	
14	8,591	236 M	
15	33,490	572 M	
16	133,960	1.33G	
17	535,840	3.23G	
18	2,143,360	7.79G	產製
總計	2,858,388	13.1G	

六. 段籍圖

本中心的段籍圖係儲存 Oracle Spatial 資料庫中，以 SDO_GEOMETRY 儲存地段的外圍四至界址坐標，其資料表如表 3-6 地段資料表，因此透過資料庫介面即可取得圖資。但資料庫內不分 TWD97 121 分帶或 119 分帶（澎金馬）均放在一起，僅能靠縣市代碼區分，金馬澎必需再按縣市人工找出轉回 WGS84 的位置才能正確。

產製時有以下條件：段界線為加粗的虛線，段名需依面積及比例尺調整，在中比例尺時地段面積大於某數值才進行，僅產製至 17 級，18-19 級由動態放大機制供應，整個產製圖磚及條件的統計表如表 3-7，計 71.5 萬個圖磚檔，5.5G 容量。產製結果參考圖 3-7 套疊畫面

表 3-6. 地段表格資料表

檔案名稱	SCNOSPATIAL		中文名稱	地段資料表	
索引鍵			檔案格式	Oracle Spatial 10g 資料表	
空間資料型態	☐點 ☐線 ☑面 ☐文字註記 ☐網格資料				
編號	欄位名稱	中文名稱	型態	長度	說明
1	LDCODE	地政事務所	VARCHAR2	2	
2	TOWN	鄉鎮市區	VARCHAR2	2	
3	SCNO	段代碼	VARCHAR2	4	
4	SCNOEXT	段延伸碼	VARCHAR2	1	
5	SCNAME	段名	VARCHAR2	60	
6	GEOM67	地段空間資料(TWD67)	SDO_GEOMETRY	1	
7	GEOM97	地段空間資料(TWD97)	SDO_GEOMETRY	1	
8	ID	編號	VARCHAR2	7	

表 3-7.段籍圖圖磚統計表

層級	檔案數	容量	寫段名的面積限制（平方公尺）	備註
10	64	3.84 M		縮製
11	188	12M	37748736	
12	625	35 M	9437184.0	
13	2,270	94 M	2359296.0	
14	8,591	236 M	589824.0	
15	33,490	572 M	147456.0	
16	133,960	1.33G	36864.0	
17	535,840	3.23G	9216.0	
總計	715,028	5.5G		

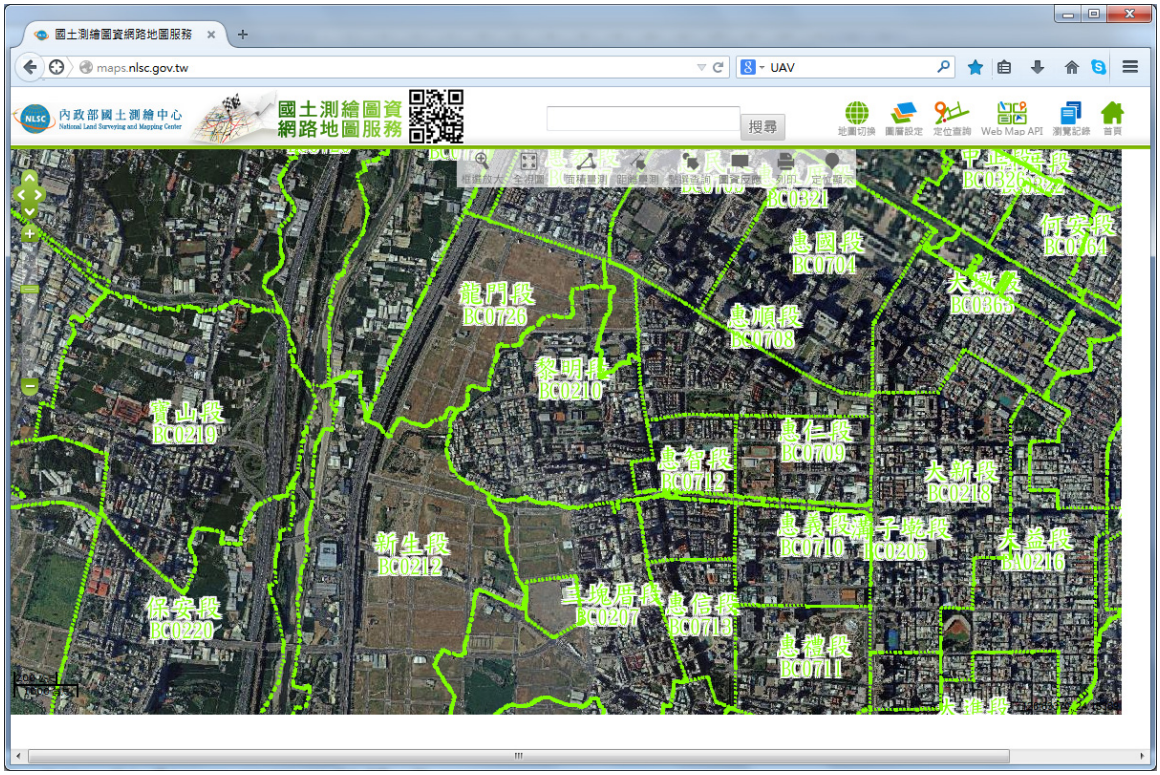


圖 3-7.段籍圖套疊畫面

七. 村里界圖

村里界圖為 SHP 格式，在本研究中首次遇到，因此以 ArcGIS Desktop 開啟後另存成 DXF 檔，此時僅有線條，而村里界名稱則依據 DBF 內的屬性(鄉鎮名、村里名、坐標及村里面積 4 欄位)製作，村里面積依不同的圖磚比例尺決定大於值才需顯示村里名，此面積限制值則與上項段籍圖所用的表 11 面積限制相同，僅產製至 17 級，18-19 級由動態放大機制供應，整個產製圖磚及條件的統計表如表 3-8，計 21.5 萬個圖磚檔，472M 容量。產製結果參考圖 3-8 套疊畫面。

表 3-8.村里界圖磚統計表

層級	檔案數	容量	寫村里界名的面積限制（平方公尺）	備註
10	62	1.02 M		縮製
11	180	1.62M	37748736	
12	588	5.82 M	9437184.0	
13	2,006	20.4 M	2359296.0	
14	6,621	41.7 M	589824.0	
15	20,574	72.6 M	147456.0	
16	55,816	123M	36864.0	
17	129,189	206M	9216.0	
總計	215,036	472M		

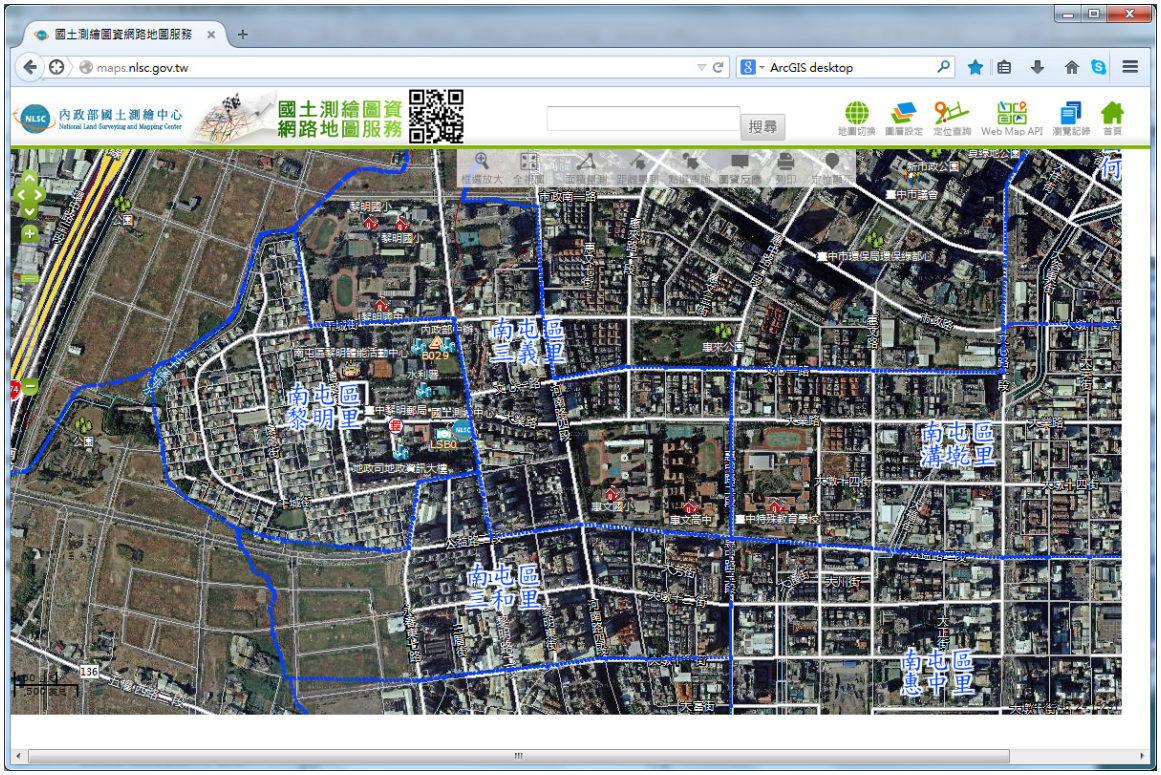


圖 3-8.村里界套疊畫面

八. 高速公路參考里程：自 103 年起通用版電子地圖將高速公路獨立圖層供應，因此以該圖層資料，利用 QGIS 將 SHP 格式轉成 DXF 的線條檔案，再人工將同一條高速公路線串連，由於資料為道路中

線，因此分南北兩條，再以居中的方式平移採用 1 條，高速公路南北向(例國 1)以北部端為里程起點，東西向(例國 2)以西部端里程起點，規則列入程式中，由程式產生里程文字(例 100K+200) ，依每一層級設定不同的標示距離間隔。產製結果統計資料如表 3-9，實際套疊畫面如圖 3-9。雖依實際里程標示出，不過以國道高速公路局公布的國道 1 號(中山高速公路)全長 372 公里，但通用版國道 1 號全長 375 公里，其中以王田交流道至彰化系統交流道，國道高速公路局公布參考里程分別為 189、192 公里，而通用版電子地圖實際路程為 190.5、194.5 公里，2 者差異明顯過大。

表 3-9. 高速公路參考里程圖磚統計表

層級	檔案數	容量	標示距離間隔	備註
9	7		50K	
10	18		25K	
11	41	0.1M	10K	
12	109	0.2M	5K	
13	241	0.4M	2K	
14	523	0.9M	1K	
15	1,111	2.3M	500m	
16	2,308	6.1M	200m	
17	4,694	12.4M	100m	
18	8,587	14.6M	100m	
總計	17,639	37M		

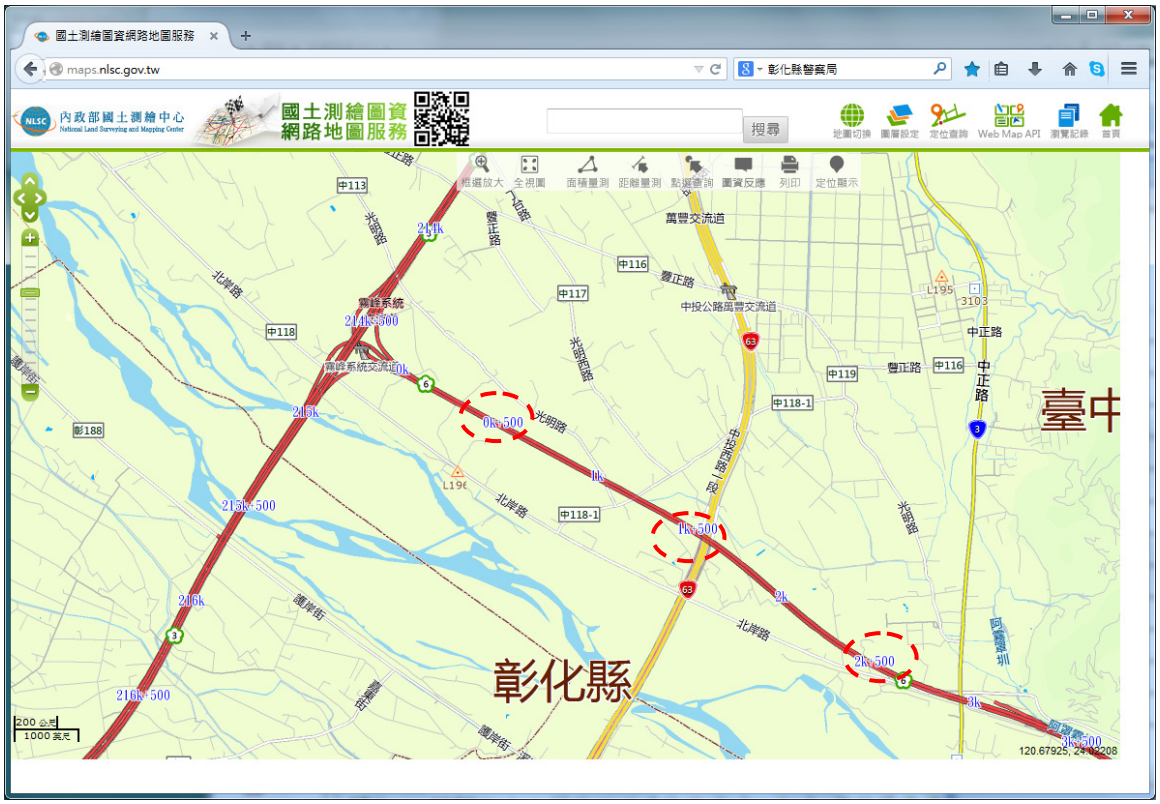


圖 3-9.高速公路參考里程套疊畫面

第三節　介接 WMS 產製圖磚

常見的 WMS 產製圖磚方式，此項主要是依內政部營建署城鄉發展分署授權本中心都市計畫土地使用分區圖、非都市土地使用分區圖供介接及圖磚發布，其介接介面為 OGC WMS，坐標系統為 WGS84(EPSG:4326)，經介接後產製圖磚，以提升服務效能及減少對營建署城鄉發展分署伺服器的負擔。

一.　都市計畫土地使用分區圖

在考量精度、比例尺與對伺服器的存取下，僅製作第 7-18 級，第 19 級由網路地圖服務的動態圖磚放大機制彌補，產製流程如下：

1. 介接 WMS 產製圖磚：由於都市計畫土地使用分區圖是以顏色及文字展示，因此以各分級(7-18)比例尺向營建署城鄉發展分署伺服器 WMS 介接取得後產製圖磚。由於 WMS 發布的坐標系統大多為 WGS84(EPSG:4326)或 TWD97(EPSG:3826)，而圖磚採用的是 EPSG:3857，因此在取得的圖形需經六參數轉換附合至

EPSG:3857。在此發現 GIS 軟體無法支援縱橫向不同比例尺的格式呼叫，縱橫向僅會共用比例尺輸出，此時如果牽涉到 3 種坐標系統間的轉換，於產製 EPSG:3857 或 WGS84(EPSG:4326)的圖磚時，如果來源是用 TWD97(EPSG:3826)，因為需要縱橫向的比例尺不同，輸出結果會有所差異，而這現象於大比例尺較不明顯，當於小比例尺時套疊失真即會放大。

2. 縮製與合併：在中比例尺的圖磚上，因為原始 WMS 服務的圖形只有都市計畫外圍線，感覺畫面較不美觀，因此再以下一級的有分區塗色的圖磚進行縮製，由於縮製後文字會縮小，因此再將原層級上正常文字 2 者合併後完成，讓圖磚視覺較美觀，原始與合併後圖磚成果比較參考圖 3-10，相同的比例尺之下的原始輸出與合併與縮製後的感覺，如此可以彌補 GIS 系統在美觀及效能上的瓶頸。

二. 非都市土地使用分區圖

在考量精度、比例尺與對伺服器的存取下，僅製作 7-17 級，第 18-19 級由網路地圖服務的動態圖磚放大機制彌補，產製時以 WMS 介接產製第 17 級圖磚，其他圖磚由下一級往上縮製而成。

表 3-10. 介接 WMS 產製圖磚統計表

層級	都市計畫土地使用分區			非都市土地使用分區圖		
	檔案數	容量	製作方式	檔案數	容量	製作方式
7	4		下層縮製	5		下層縮製
8	9		下層縮製	7		
9	20		WMS 介接取得	17		
10	54	0.1M	WMS 介接取得產製圖磚後與下層縮製圖磚 2 者合併	45	1.7M	
11	134	2.31M		149	4.5M	
12	336	6.46M		525	11.1M	
13	854	17M		1,900	28.8M	
14	2,211	43.6M		7,083	70.2M	
15	6,436	115M		26,794	168M	
16	20,034	332M		102,240	408M	
17	69,895	799M		393,934	0.98G	WMS 介接取得
18	257,734	1.66G	WMS 介接取得			
總計	357,721	3.0G		532,699	1.65G	

*容量過小者不列出

產製的圖磚結果與各級產製方式如表 3-10，都市計畫土地使用分區計 35.8 萬張圖磚，容量 3G。非都市土地使用分區圖計 53.3 萬張圖磚，容量 1.65G。縮製至全臺畫面參考圖 3-11。

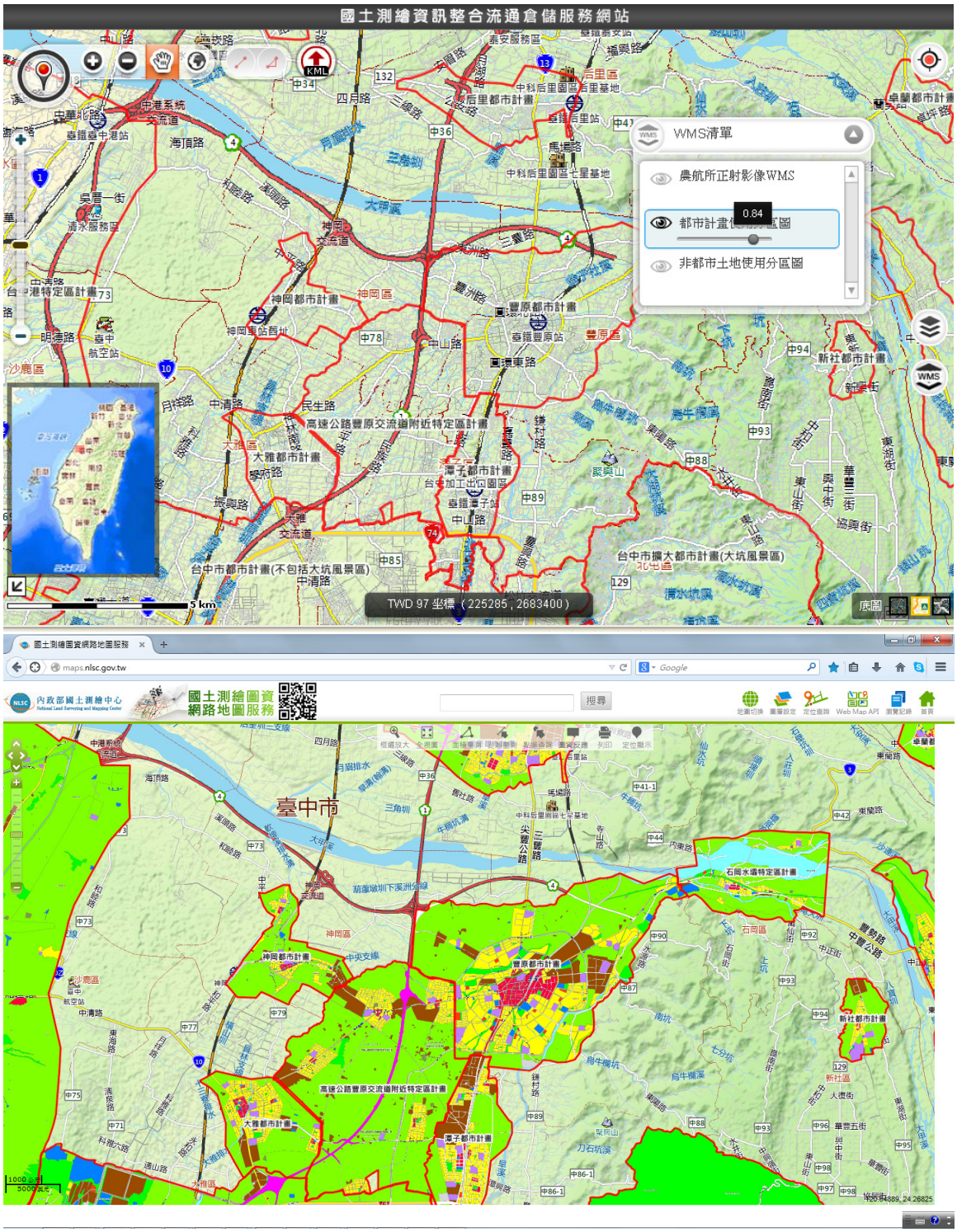


圖 3-10.都市計畫使用分區圖成果比較：上圖為都市計畫使用分區圖 WMS 原始輸出套疊畫面，相同比例尺下僅有都市計畫區外圍，下圖為用縮製合併技術另產製的圖磚，套疊結果更美觀

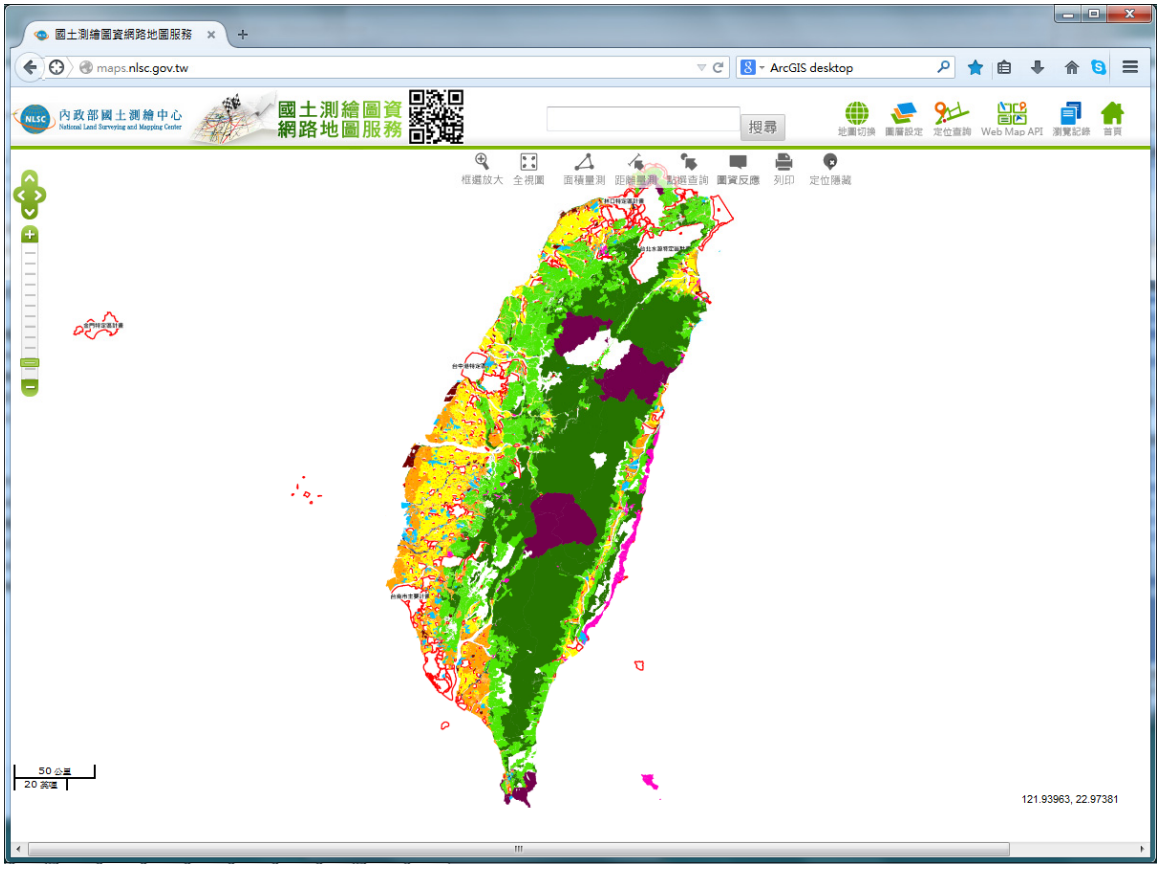


圖 3-11. 縮製全臺之都市計畫、非都市土地使用分區圖畫面

第四節 OpenData 圖資圖磚處理

以下針對取得 Opendata 的圖資的圖磚處理分述，產製的圖磚未達 19 級者由網路地圖服務圖磚動態放大機制補上，各圖資圖磚的統計表詳如表 3-11。

一. 國家公園及風景區：將範圍塗色，並將公園或風景區文字標示，文字的大小依比例尺進行調整，僅產製 7-14 級，7-9 級由下級縮製。圖磚產製成果如圖 3-12。

二. 野生動物保護區及棲息環境：將範圍塗色，並將保護區文字標示，文字的大小依比例尺進行調整，僅產製 7-14 級，7-10 級由下級縮製。圖磚產製成果如圖 3-12。

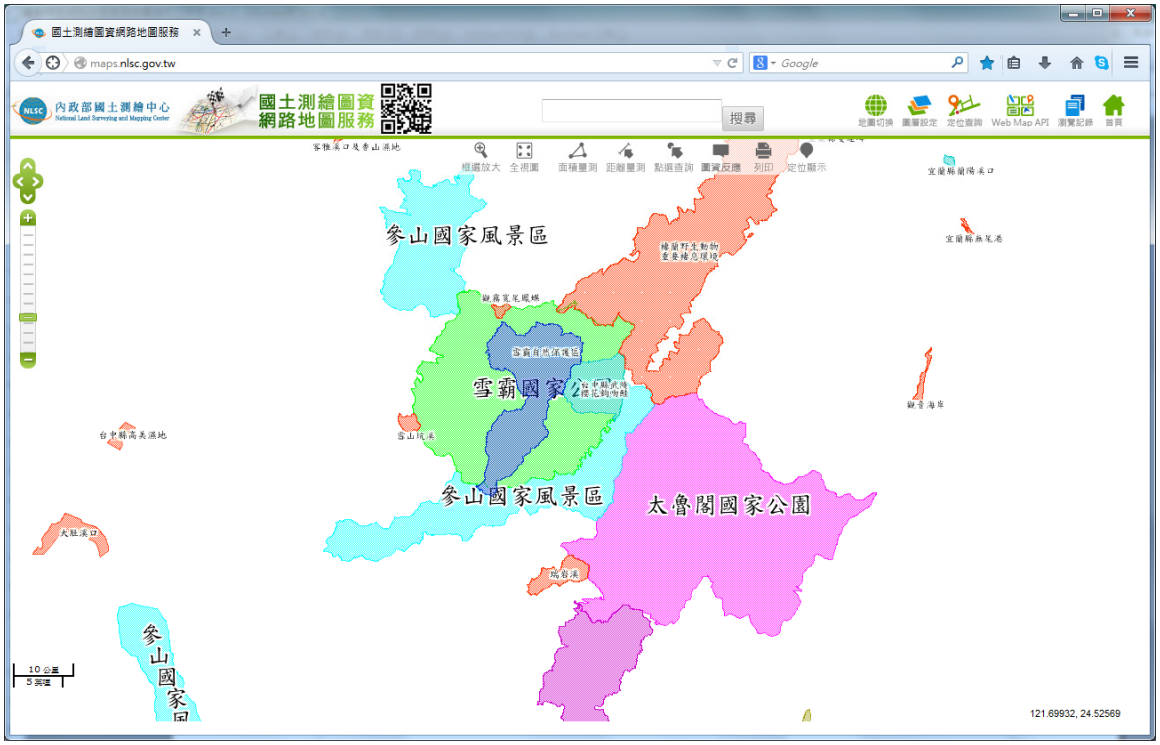


圖 3-12.國家公園及風景區、野生動物保護區及棲息環境圖層

表 3-11.OpenData 圖資圖磚統計表

層級	國家公園及風景區		野生動物保護區及棲息環境		工業區		飲用水水源水質保護區		垃圾衛生掩埋場		土石流潛勢溪流圖	
	檔案	容量	檔案	容量	檔案	容量	檔案	容量	檔案	容量	檔案	容量
7	5		4		4		4		4		4	
8	8		7		6		8		9		6	
9	18		15		13		17	0.1M	18		14	
10	35	0.2M	31	0.1M	26	0.1M	39	0.4M	39		35	0.1M
11	83	0.4M	74	0.3M	57	0.2M	88	0.4M	70		101	0.2M
12	199	0.6M	172	0.6M	107	0.5M	215	0.9M	110		287	0.9M
13	561	1.52M	398	1.03M	176	0.7M	538	1.54M	151	0.3M	756	2.4M
14	1727	3.69M	1194	2.57M	307	1.4M	1560	3.56M	211	0.7M	1832	6.5M
15					633	3.0M	5075	9.33M	213	0.8M	4127	15.8M
16					1586	6.3M			315	1.9M	9144	35.2M
17									563	3.2M		
總計	2636	6.5M	1895	4.6M	2915	12.2M	7544	16.2M	1703	6.9M	16306	61.1M

*容量過小者不列出

三. 工業區：僅產製 7-14 級，7-9 級由第 9 級產製無文字及範圍塗色

後由往上級縮製，10-11 級由下級圖磚縮製，12-16 級工業區範圍用斜線塗色並標示文字。17-19 級由網路地圖服務圖磚動態放大機制補上。圖磚產製套疊成果如圖 3-13。

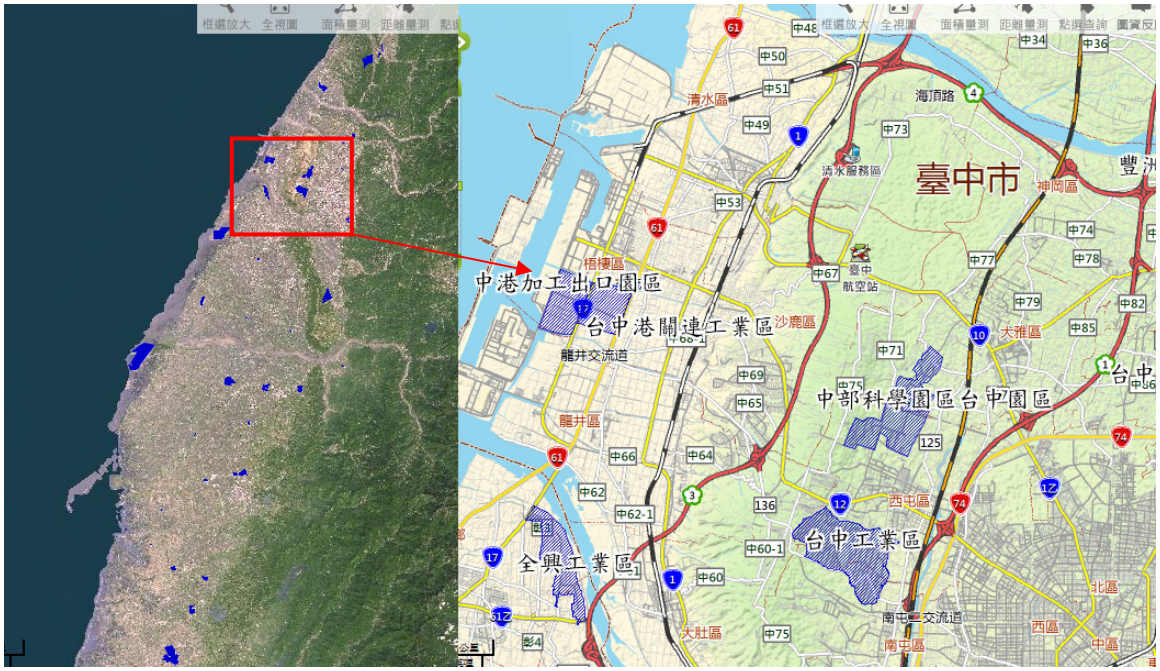


圖 3-13.工業區套疊成果

四. 飲用水水源水質保護區：僅產製 7-16 級，7-8 級將範圍塗色，其餘用斜線填滿範圍，並標示文字，文字的大小依比例尺進行調整，9-11 級由下級縮製。圖磚產製套疊成果如圖 3-14。

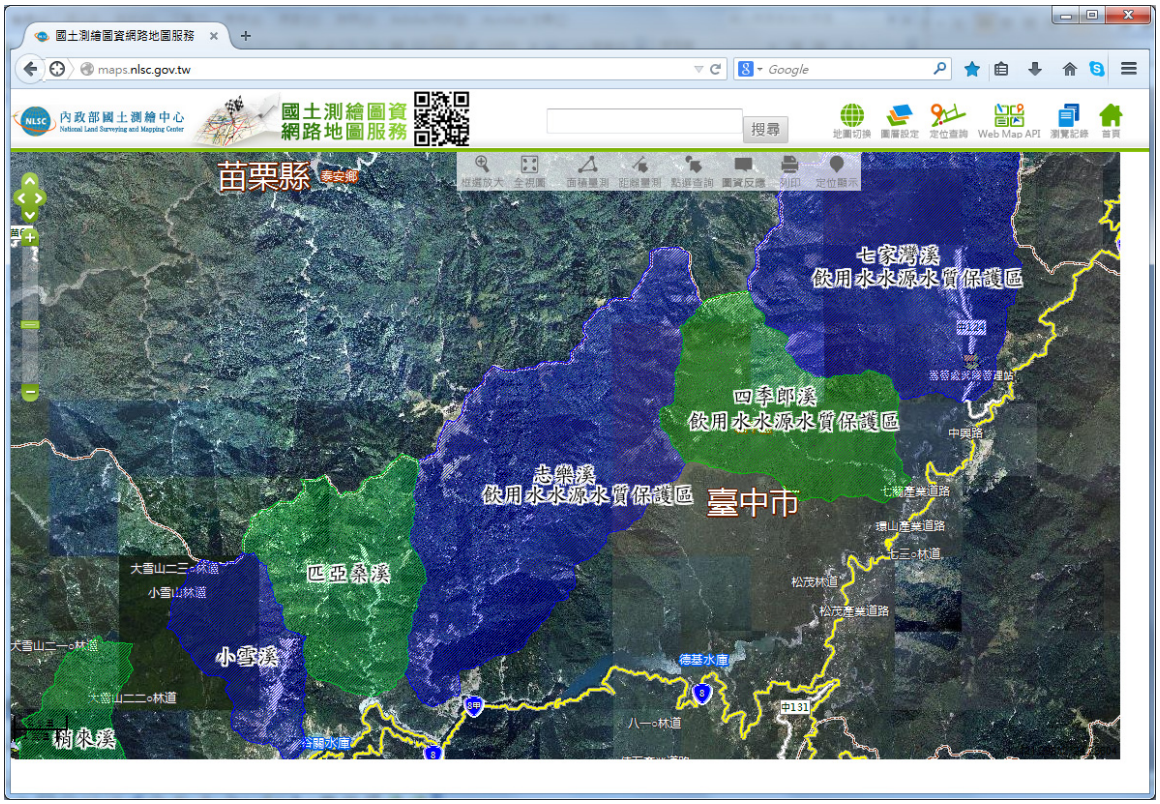


圖 3-14.飲用水水源水質保護區套疊成果

五. 垃圾衛生掩埋場：為明確表示掩埋場位置，7-11 級用加大的點表示，12-13 級用塗色表示範圍，14-17 級用填斜線加上掩埋場名稱文字顯示。圖磚產製套疊成果如圖 3-15。

圖 3-15.垃圾衛生掩埋場套疊畫面

六. 土石流潛勢溪流圖：以紅色線條標示土石流潛勢溪流，套疊在正射影像可以清楚的與地形密合。圖磚產製套疊成果如圖 3-16。

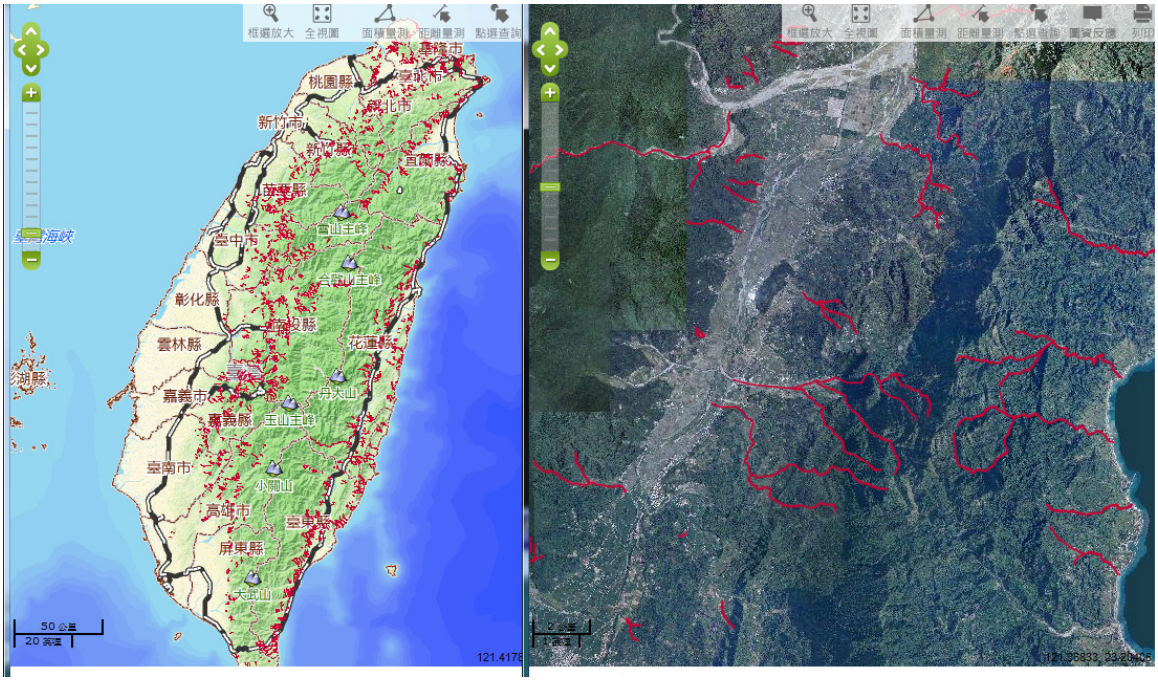


圖 3-16.土石流潛勢溪流圖套疊畫面

第五節 避難收容所圖資圖磚處理

緊急避難收容場所是各縣市政府、鄉鎮區公所為提供緊急避難收容的位置，目前各縣市政府、鄉鎮區公所公布於網站上的大多為地點文字地址或靜態的位置圖等並無坐標資訊，緊急避難收容場所對當地人來說地點很明確，但未考量到對當地不熟的人，如需緊急避難收容時如何找尋地點？網路地圖服務提供 Mobile(手機、平板)專用地圖，只要用 3G/4G 網路即可上線，並且配合內建的 Web2.0 地理定位功能，即可上線時配合實地位置放大該區域顯示地圖，只要加上緊急避難收容所圖層，即可讓使用者立即知道相對方位。

一. 找出坐標值

各縣市發布的格式不同，因此僅能由人工先匯整各縣市、鄉鎮區公所資料成統一格式檔案，計 4412 個避難收容所，後以程式依邏輯找出坐標後填入，而每個避難收容所坐標特別再註記來源，其處理坐標結

果統計表如表 3-12。

表 3-12.收容所坐標來源統計表

值	坐標來源	組數
1	路網數值圖地標	421
2	通用版電子地圖門牌	2261
3	通用版電子地圖門牌模糊比對	1436
11	路網數值圖地標模糊比對	16
4	人工定位	253
0	未找到	25
合 計		4412

填入坐標的流程如下：

1. 以避難收容所名稱比對交通路網數值圖地標內容，相同者或以交集相同者，填入坐標及註記來源值為 1；計找出 421 組坐標。
2. 以避難收容所地址比對通用版電子地圖門牌圖層內容，加入段鄰里及巷號等邏輯判斷分析相同者，填入坐標及註記來源值為 2；計找出 2261 組坐標。
3. 以避難收容所地址模糊比對通用版電子地圖門牌圖層內容，加入段鄰里及巷號等數值，其中巷號改以浮點數值比對，找出相近浮點數值的門牌值（比對例：興產路 71 號 vs 興產路 70-9 號，大長路 592-1 號，大長路 592-2 號）邏輯判斷分析相近者，填入坐標及註記來源值為 3；計找出 1436 組坐標。
4. 以避難收容所名稱模糊比對交通路網數值圖地標內容，以誤差 1 字者（比對例：行政院國軍退除役官兵輔導委員會台北榮譽國民之家 vs 臺北榮民之家，民族幼稚園 vs 民族公園），填入坐標及註記來源值為 11；計找出 16 組坐標。
5. 以人工在網路地圖服務網站，以啟動模糊比對找出位置及坐標，甚至啟用 Google 街景確認，比對過程中有些是資料問題，如裕濃路 27 號應為裕農路、後壁區菁豐里 74 號應為後壁區菁

豐里前菁寮 74 號、龍興路 107 巷 21 號應為 701 巷 21 號、鳳坑村 14 鄰 7671 之 4 號應為 671 之 4 號等均是透過網路地圖服務的智慧型搜尋後配合 Google 街景確認；除此之外更以各縣市、鄉鎮區公所公布的緊急避難收容場所地圖進行查找；填入坐標及註記來源值為 4，計找出 253 組坐標。

經上項 5 種方式處理後，仍有 25 組無法查出坐標，網路搜尋旅遊部落格也找不出 GPS 坐標(WGS84、EPSG:4326)，表示於網路上分享時，標記地點的 GPS 坐標，供他人參考位置方式，仍未形成共識，因此這些地點實際的位置，應該是了解當地的人才能知道建立。

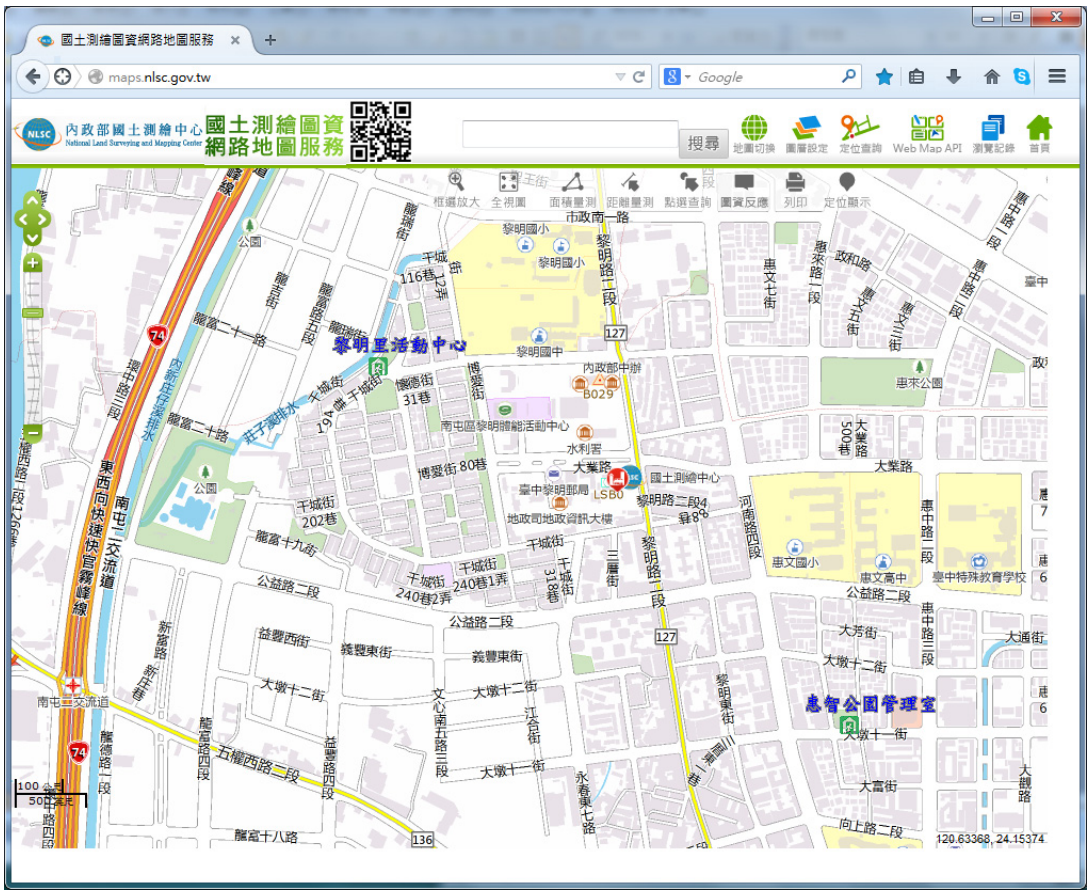
二. 圖磚產製

為提升避難收容所在地圖上的顯眼程度，本圖資首次規劃採用動畫式(閃動)的圖磚展現，製作動畫式的圖磚，如此可在交互閃動之下知道最近避難收容所的相對位置。經過測試後，決定設定閃動的圖磚是用 3 張影像，以每張 0.35 秒循環撥放，3 張影像以第 2 張為空白影像，前後張為相同有內容的影像，如此有內容的圖像撥放 0.7 秒，再撥放 0.35 空白，以此循環撥放達成閃動式圖磚。

另為達到各比例尺均能明顯標示，圖示採符號標示地點為主，因各級依特性調整顯示模式詳如表 3-13。套疊結果畫面參考圖 3-17。

表 3-13.避難收容所各層級註記內容及產製結果統計表

層級	註記內容	檔案	容量	備 註
7	+	4		
8	+	9		
9	+	20	0.1M	
10	●	53	0.2M	
11	●	137	0.5M	
12	●	379	1.4M	
13	●	980	3.6M	
14	●	1,940	6.9M	
15		3,013	12.0M	
16	名稱 	5,293	23.7M	
17	名稱 收容人數 	6,666	31.3M	
18	名稱 收容人數 地址 	8,334	41.4M	
總計		26,828	121.1M	



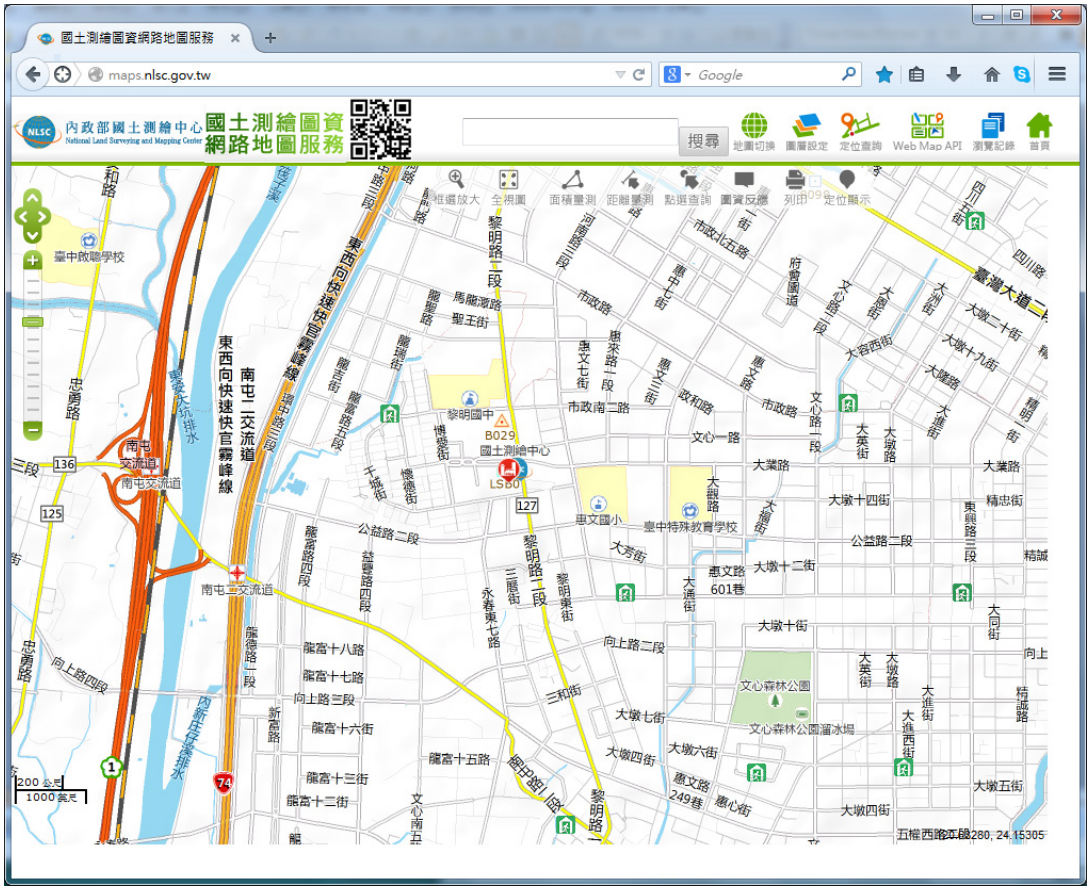


圖 3-17. 避難收容所套疊畫面

第四章 研究發現

第一節 原始圖資預處理方式

因圖資眾多，各圖資特性不同，因此需先將基本圖磚預處理成後續產圖磚所能處理的共用格式以利處理，簡述如下：

一. 正射影像圖資

為宣告版權所有及年度，特別於正射影像打上半透明浮水印。於整張原始底圖上，隨機打上半透明浮水印，後將原始像素約 12,000x10,000 大小，分割成 16 張正射影像約 3,000x2,500 像素大小分別儲存，而產製圖磚時，再視坐標區域組合切割圖磚，使各張圖磚於檢視時可以合併出完整的浮水印，且不易被解開；且大幅提升處理速度，全部圖磚處理完成只需 5 天。

二. 轉成 KML 格式

對 GIS 系統來說讀寫 SHP 這種 2 進位的格式，已內建於系統中，然圖磚要自行產製就無法靠現有 GIS 系統，因此需要找出能較容易支援的格式，最後選用了 KML，因為 KML 坐標只用 WGS84(EPSG4326)，格式與 XML 這種各開發語言的支援格式相同。而 GIS 可以用標準功能產生成 KML 格式，因此取得資料就以此格式為主。

三. 轉成 DXF 格式

KML 格式雖為標準交換格式，但是要顯圖同一圖資需要在不同比例尺時有不同的展示結果，這在 KML 中無法定義，因此以 KML 再產生 DXF 格式，產製時同圖資可依不同的比例尺產生不同的 DXF，再依此 DXF 寫顯圖程式，優點是 DXF 是公開格式，可以其他軟體讀寫或直接編輯調整圖元，可在未產圖磚前即可大致檢視顯示的結果。

而產製成 DXF 的圖資，其方式大致如下：

1. 利用 GIS 軟體功能直接將 SHP 存成 DXF，如村里界圖資。
2. 撰寫程式針對 KML 圖資分析其資料內容及產製 DXF 的圖資格式，如屬性等資料需轉成文字，這方式處理的如國家公園及風景

區、野生動物保護區及棲息環境、工業區、飲用水水源水質保護區、垃圾衛生掩埋場土石流、潛勢溪流圖……等。

3. 撰寫程式讀取特殊的檔案格式後，產生 DXF 格式檔，如道路路網圖資、避難收容所等。

第二節 圖磚產製多重模式分析

本研究依各種圖資所特別產製圖磚的各種模式歸納如下：

一. 應用 WMS 服務大量產製

產製圖磚最簡單常用的方式即透過 WMS 服務，其可回傳任一比例尺及不限像素的範圍影像，進行批次抓取大範圍由 GIS 軟體的 WMS 服務回傳的影像再切割圖磚產製。本研究中僅於資料由內政部營建署城鄉發展分署提供的都市計畫土地使用分區圖、非都市土地使用分區圖 WMS 服務，經其同意授權產製圖磚後，進行下載處理。由此模式發現其發布採 WGS84(EPSG:4326)坐標系統，但是轉換圖磚套疊時於小比例尺時，在 TWD97(EPSG:3826)時偏移過大的問題，而 EPSG3857 套疊時即相符。

二. 排程控制多緒處理

由於需要產製的圖檔數非常多，必須要分多執行緒執行，而臺灣為縱長橫短，因此以簡易的 MDB 檔進行Ｙ(縱)軸單位的管理，每個執行緒除了按限定的範圍執行外，當Ｙ軸的資料被設定為完成者，則其他執行緒不再處理，而每份Ｙ軸所需處理的Ｘ軸所有圖幅則由該執行緒全部完成。

三. 預先採不同層級的圖磚為基本底色

正射影像圖層，為彌補機敏圖幅為空白的缺點，先以第 14 級產製 SPOT 衛星影像的圖磚，產製時抓取 14 級圖磚為底圖，再行產製第 19 級圖磚，可以彌補空白區域。

四. 檢查上級圖磚是否存在加速產製

大部分的圖磚，在不同級(比例尺)間的展示如果相同時，可以動用此模式，當上級圖磚不存在時，下級即可不用再產製 4 張圖磚，此方式可大幅縮減產製時程，適合相鄰層級的圖磚展示內容相同的圖資。

五. 檢查下級圖磚是否存在加速產製

大部分的圖磚，在不同級(比例尺)間的展示如果相同時，如果下級資料已經產製，可以動用此模式，當下級圖磚 4 張均不存在時，上級即可不用再產製 1 張圖磚，此方式可大幅縮減產製時程，適合先產製下級圖磚者。

六. 由下層級縮製圖磚

套裝軟體為了速度及效能起見，大部分的圖資都無法在小比例尺下完整列出。本研究在建製圖磚時，針對全臺的圖資可以用圖磚逐級縮製，除可大幅增進製作圖磚的時間及圖磚的品質，透過程式庫既有的功能進行，使得線條逐級縮製後的細線，仍有非常細緻及清晰的表現。很多圖層使用了此模式產製小比例尺圖磚，除了線條外，如正射影像更可提升畫質。本研究初期，各級正射影像圖磚均自行產製，後期該圖層才統一由 ArcGIS 軟體產製，但是因影像品質於 17～18 級圖磚品質較差，且英文浮水印字樣又需可清晰可見，而如圖 4-1 為使用 AIMS 2012(Autodesk Infrastructure Map Server)產製的圖磚，其亦有網點雜訊品質不佳情形。因此改以縮製功能，由 ArcGIS 產製的 19 級圖磚，自行往上縮製至 18 級圖磚取代，以取得透明浮水印在 18 級圖磚上良好的圖像品質，本研究以縮製與 ArcGIS 產製的 18 級的圖磚效果比對如圖 4-2。如圖。可在浮水印英文字上看出用縮製可達到最高品質的效果。第 17 級因為 ArcGIS 產製的 19 級已有畫質耗損，縮製至第 17 級時品質提升幅度有限，因此不再以縮製取代，17 級圖磚成果比較如圖 4-3。

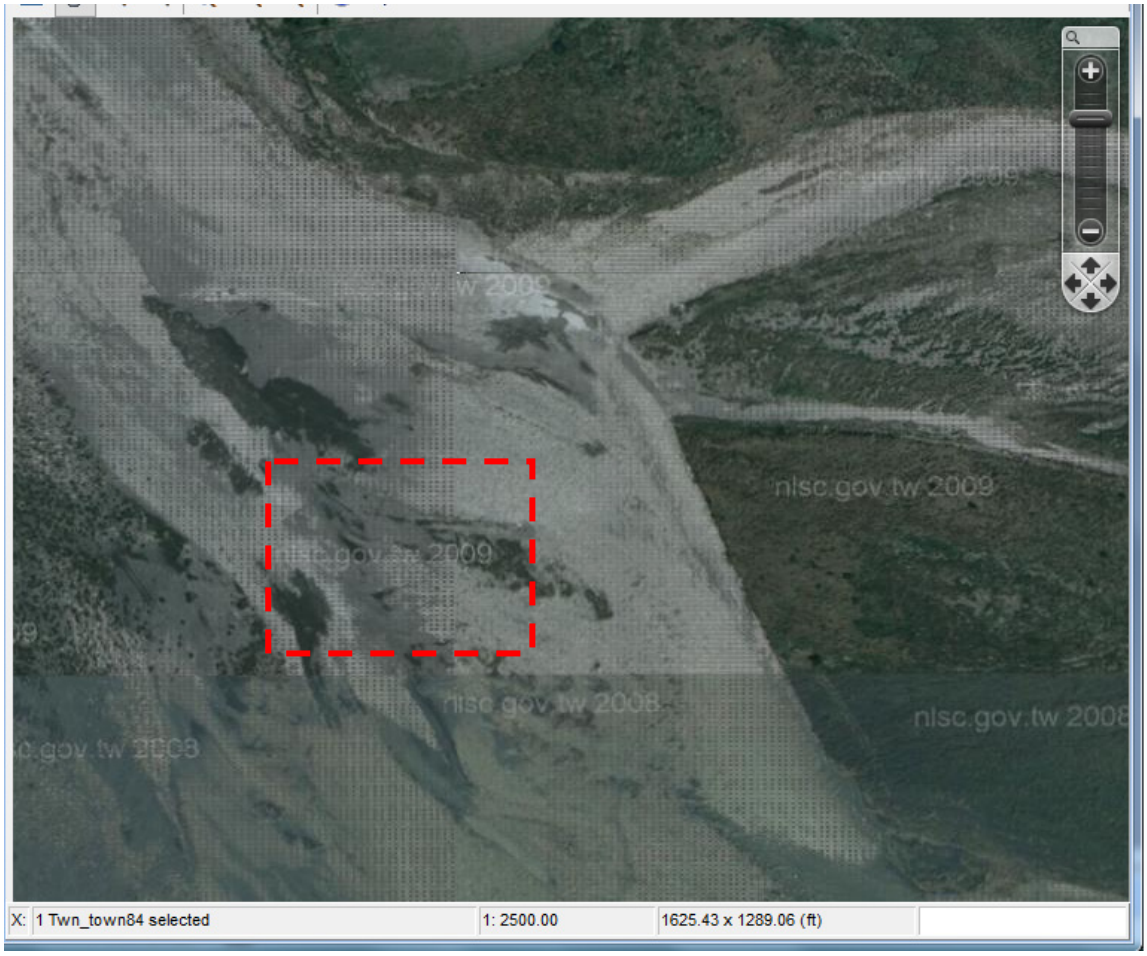


圖 4-1. AIMS 2012 產製出的 1/2500 比例尺圖磚(約相當於第 18 層級):有部分有明顯網點雜訊

13.6K　　14.1K　　13.9K

圖 4-2. 第 18 級正射影像浮水印比較:左圖為本研究自行產製；中圖為由 ArcGIS 第 19 級自行縮製至 18 級；右圖為 ArcGIS 產製的 18 級圖磚; 檔案大小差不多但浮水印字樣畫質則依序由左至右漸差 18/0868/80017/473

16.3K　　16.8K　　17.3K

圖 4-3.第 17 級正射影像浮水印比較：左圖為本研究自行產製；中圖為由 ArcGIS 第 19 級自行縮製至 17 級；右圖為 ArcGIS 產製的 17 級圖磚; 檔案大小差不多但浮水印字樣畫質依序由左至右漸差但不明顯。17/0438/50/9065

七. 圖磚影像過濾處理

本中心通用版電子地圖圖磚由廠商以 ArcGIS 軟體產製，本研究將向量底圖的通用版轉換成具透明度，可套疊至其他圖層(如正射影像)的圖層，方法是直接用影像處理，將底色或其他顏色(如水系)以 filter(過濾)方法變成透明色，而不再透過 GIS 軟體進行設定後並重產圖磚，以擴大應用面。

八. 合併圖磚影像處理

本中心通用版電子地圖圖磚不包含門牌號碼，本研究另行產製門牌號碼圖磚後，再與通用版電子地圖圖磚進行合併，使得通用版電子地圖圖磚第 19 級內嵌門牌號碼。此方式與處理正射影像全台的外沿圓弧化時遮罩模式相同，差別在組合時，是有圖資的有顏色，無圖資的則為透明，而遮罩模式是要遮罩掉的區域有顏色，要保留的區域為透明，合併的程式處理邏輯相同，因圖磚影像特性而產生相異的效果。

九. 合併相鄰層級圖磚

以 WMS 取得產製不同級的圖磚者，一般 WMS 在大比例尺時會有較多的圖資，而小比例尺時會因效能考量少掉一些圖資，本研究在都市計畫土地使用分區圖時，合併相鄰層級的圖磚並取掉圖元較少的層級，產製出圖資豐富的小比例尺圖磚，可增強美觀效果。參考圖...。

十. 閃動圖磚增強效果

以動畫(GIF)的圖磚可以作成閃動效果，提高辨識效果，本研究針對避難收容所圖層，設定閃動的圖磚是用 3 張影像，以每張 0.35 秒循環撥放，3 張影像以第 2 張為空白影像，前後張為相同有內容的影像，如此有內容的圖像撥放 0.7 秒，再撥放 0.35 秒空白，以此循環撥放達成閃動式圖磚。本研究為首創將動畫的圖磚導入，大幅提升圖台效果。但此模式僅適合於以點為主顯示圖資者，以線段為顯示圖資者，可能會因為同一條線段分割成 2 圖磚以上，而各圖磚的顯示前後順序無法空制，造成 2 張圖磚交互閃爍而視覺效果不佳。

十一.利用空間資料庫空間檢索增快產製

通用版電子地圖的門牌，排除同一門牌號的其他樓層後約 519 萬筆資料，利用空間資料庫的空間檢索功能，可大幅減少程式撰寫，而 Microsoft SQL Server Express 可在 Windows 系統上免費安裝及使用，僅有可使用資料空間上限 10G 的限制，且支援標準的 OGC Spatial 指令集，相對於使用其他產品(如 Oracle Spatial 係採用自有的指令集)，此方式為簡易的解決方案。

十二.文字用外框反差顏色增強顯示效果

文字在套疊時，除字體本身顏色外，於外框部分，另以相反顏色可提升辨識效果，在撰寫程式輸出文字時，則於標準文字輸出位置，於正確文字輸出前，於該點相鄰點位，先繪出反差的顏色字體形成塗滿，再繪出正向的字體，即可完成；其中通用版電子地圖門牌，依底圖或是透明圖層，分成兩種顏色字體，底圖採用白底黑字，透明圖層採用黑底白字，使用套疊正射影像時有更佳的視覺效果，如圖 4-4。而且字體及大小可自行搭配選擇，以合適的字體如道路路網圖層用的細明體，具備字體小且易辨識的特性，提升地圖的獨特性。

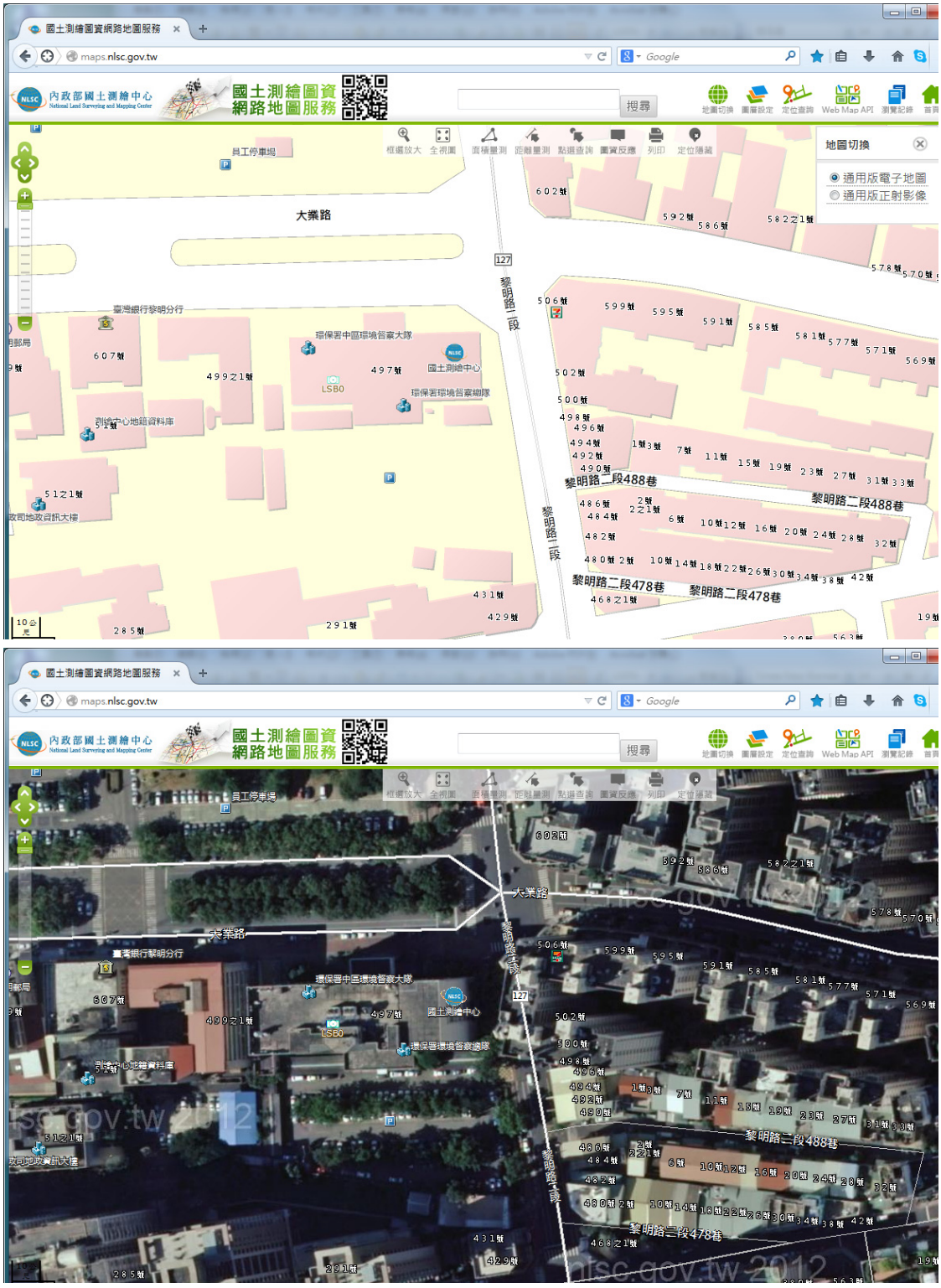


圖 4-4.通用版電子地圖底圖及正射影像套疊門牌號碼畫面

第五章　結論與建議

第一節　結論

圖磚除可降低空間資料庫儲存容量外，對圖形顯圖功能速度加快，民眾使用等待時間減少，套疊功能可以多圖層得到可使用性的圖資享用，對頻寬亦不會造成網路阻塞，整體網路效能達到充分運用。網路地圖服務系統特性並提供較多的彈性，如提供多圖層的自由套疊、伺服器圖磚優化儲存、圖磚動態放大機制、圖磚圖資重組發布 WMS 服務等，又依據圖磚特性而來，因此對圖磚的產製過程、如何產製圖磚、產製美觀的圖磚、能否以最短的時間內產製圖磚等簡述如下：

一. 圖磚產製一般認為只能利用 GIS 軟體的圖磚產製功能，或是用小工具應用 WMS 服務呼叫產製圖磚，本研究突破以往作業模式，自行產製圖磚，也是因為要將國土測繪圖資網路地圖服務系統的效能最大化，及因應 OpenData 潮流而開放的圖資出現，而本研究產製的圖磚，均即時發布於網路地圖服務讓各界共享，也有助於網路地圖服務的推動。

二. 利用 WMS 服務產製圖磚時，需注意 WMS 發布服務支援的坐標系統，如果發布的是 TWD97(EPSG:3826)，則最好僅產製 TWD97 系統的圖磚。這是因為 WGS84(EPSG:4326)與 TWD97(EPSG:3826)間的四邊形之縱橫向的比例尺並不相同，而 GIS 軟體並未實作縱橫向比例尺網路地圖服務系統特性不同時的 WMS 呼叫。在 WGS84(EPSG:4326) 與 EPSG:3857 的圖磚產製，則可以呼叫 WGS84(EPSG:4326)的 WMS 服務，再自行轉換至 EPSG:3857，結果較無問題。而網路地圖服務利用圖磚轉發布 WMS 服務，則因為採用影像 6 參數轉換，故可以支援縱橫向比例尺不同的 WMS 服務呼叫。

三. 自行產製圖磚可以提升產製速度及美觀程度，並且可以更自由的再打上自訂的特殊浮水印，以宣告版權。以正射影像圖資而言，第 18

層級的浮水印字樣被 ArcGIS 模糊化了，而本研究則再用 ArcGIS 產製的 19 級圖磚縮製至 18 級圖磚並取代之，讓 18 層級浮水印更清晰。另以通用版電子地圖的道路路名註記，以 ArcGIS 軟體產製者，其中文道路路名隨著道路傾斜角度，此如為英文字體對肉眼辨識較無影響，但筆畫較多的中文，傾斜字體後更難辨識，坊間有販售快取地圖資料庫的圖磚，以「道路標記轉正輕鬆閱讀」為特點，所以自行產製圖磚者，則可不受現有套裝軟體的限制，打造出較符合需求的地圖。

四. 圖磚縮製大幅減少產製最上層級(小比例尺)的系統負擔，利用 EPSG:3857 Google 相容格式的 1:2 相鄰比例尺變化率的特性，上層級的圖磚與下層級的圖磚是 1 張對 4 張，即下級 4 張合併組合成上級 1 張，以適合層級的圖磚開始（視圖資特性）依序往上級組合，搭配 Java 程式庫內建的影像處理(如線條的細線化、影像品質等參數)，可以快速而美觀的產製最上層的圖磚，而且保留資料特性。都市計畫使用分區圖除了採用縮製外，還與同層級的原始圖磚影像合併，以縮製與合併技術取得最佳的美觀效果。

五. ArcGIS 軟體產生的圖磚,於透明 PNG 有 24 位元版(常見者為 ARGB 4byte 32 位元）雖然可以減少儲存空間，但若需進行其他處理則仍能以 32 位元格式儲存相容性較佳，避免後續圖磚影像處理發生問題。

一般要發布多種圖資的圖磚，會耗費龐大的硬碟空間，而網路地圖服務特有的系統特性，讓自行產製圖磚的時間，以正射影像產製總需時 5 天為最久，其餘 OpenData 的圖資則最少的為低於 5 分鐘，這是因為各種圖資有其資料特性，再加上自動檢查上或下層級的圖磚的特別機制，以相鄰層級圖磚是否存在判定這張圖磚是否有圖資而需要產製，這些都是 GIS 系統未實作的功能。資料統計上(如表 3-11)以產製至 14 層級的野生動物保護區及棲息環境計 1895 張圖磚，佔 4.6M 及產製至 17 層級的垃圾衛生掩埋場計 1703 張圖磚，佔 6.9M 為最少，以如此少的圖磚即可發布完整 WMTS、WMS 服務；可以明顯看出網路地圖服務的系統優勢，

也因此本中心將核心服務模組，以「地理圖磚及 WMS 發布套件」對外提供授權，僅需年授權費 6 萬 6,000 元(以月計費)即可同機關內不限套數的安裝使用，目前套件及圖磚已獲彰化縣警察局 103 年度網路型第 8 期治安要點錄影監視系統建置採購案採用，建置專屬內部地圖服務。

第二節　建議

現階段圖磚產製過於依靠現有 GIS 軟體，產製圖磚確有其方便性，但在如正射影像圖層圖磚的品質未達最優，而通用版電子地圖的路名被傾斜造成辨識度不佳等，都是其先天限制，而且無法克服，且他人用相同軟體及資料也可製造成相同的地圖，無法有地圖的獨特性。自行產製圖磚的效能及特有性在本研究有很好的成果，因此建議如下：

一. 在快速及獨特美觀的要求下，可以用組合的方式，例如通用版電子地圖部分圖層(如道路路名)採自行產製，再與無道路路名的通用版電子地圖圖磚組合，即可建置他人無法作出的獨特性地圖。中文路名獨立產製也有助於多國語言版路名的獨立圖層建置，即以 GIS 軟體建立無文字的地圖，再與自行產製的有文字的路名及地點標註等，透過組合圖磚即可達到多國語言版的地圖服務。

二. 由於 GIS 軟體有其產製圖磚的限制及缺失，如圖 4-1，係由 AIMS 2012 產製的正射影像圖磚，為本中心測繪圖資查詢系統所建置，影像畫質不均勻外，重產圖磚也需耗時甚久，此系統屬於全天上線服務的系統，不停止服務下重新產製所影響的不只是服務而已，因此可由本研究的方式，依 AIMS 2012 的檔案架構，直接由其他電腦產生圖磚檔案並取代之，是較可行的更新方式。

三. 本研究使用的圖資，除本中心產製圖資先予以加值處理外，對於非屬本中心所有者，以 OpenData 取得的資料最多，但從坐標系統到相關資料合併等都需人工檢視處理，有坐標的資料才能進行圖磚產製，但如避難收容所，僅能從各縣市政府、鄉鎮公所網站上下載文字檔，無坐標資料，因牽涉到緊急應用需要，因此特別研究以程式與現有通用版電子地圖門牌資料、交通部運輸研究所路網數值圖以

模糊比對取得坐標，並將該圖層以首創的閃動式的圖磚提升辨識效果。

四. 在 OpenData 時，最重要的是有哪些資料是民眾極需要的?例：經常有民眾因需要跑錯派出所的情事，而目前有關於派出所釋出的資料都只有門牌或單點坐標，民眾所在地所負責的派出所如何得知?如果有一個圖層是派出所轄區圖，用手機上網配合 Web2.0 地理定位或 GPS 定位，套疊派出所轄區圖，即可確定。前項以比對方式僅能針對以點資料者，其他圖資如派出所轄區範圍，需要的是一個範圍(Polygon)，而實際上公開的卻只有派出所的單點位置，資料無法處理。民眾需要的是什麼圖資，特殊族群需要的是什麼圖資?如OSM(OpenStreetMap)討論的輪椅友善資料，或公車族路線的路線坐標而不是路名描述或是靜態圖片，對推動觀光自有其便利性。有關民眾會用到的地圖圖資，應由各權責單位建置並以 OpenData 釋出，以進入新一代的地圖應用。

五. 如 AED（自動體外心臟除顫器)安裝場所，係因民眾緊急需要，其重要性比避難收容所更重要，目前配置地點的基本資料 OpenData 有限，如能得到相關配置地點資料，則可用避難收容所的建置模式如資料無坐標時比對出坐標，並以閃動式的圖磚建立完整位置，搭配 Web2.0 地理定位或 GPS 功能，即可供民眾用 Mobile（手機、平板）快速的找到最近的 AED 安裝場所。

目前彰化縣警察局在考量圖資、系統、頻寬、效能等因素後，採用「地理圖磚及 WMS 發布套件」及最完整含有門牌號碼的通用版圖磚，建置專屬內部地圖服務。應用網際網路最大的瓶頸限制在於網路頻寬及穩定度，建置內部地圖服務是以效能及穩定為最優先的選擇，此方式對於推動各機關的私有雲服務有絕對的意義，如各類似機關均採用此套件及相關圖資，套疊發布自有圖資並公開，則可由各機關內部私有雲，轉成由各機關的節點雲服務，各機關並可以此方式組成雲服務，而不是單純地將巨量資料集中到公有雲發布，將雲散布而不是集中，可開創新而全面性的圖資關連應用，擴大政府圖資使用效益，節省各機關經費，提升政

府便民服務效能與形象。

建議一

蒐集圖資產製圖磚發布服務：立即可行之建議

主辦機關：內政部國土測繪中心

協辦機關：

應用本研究的相關技術，繼續蒐集適合圖資產製圖磚發布服務，如蒐集 OpenData 相關的圖資，以防救災或民眾所最需要的優先，如 AED 場所，建置於系統中，讓國土測繪圖資網路地圖服務系統效能最大化。

建議二

推動於各政府機關發布自己的地圖服務：長期性建議

主辦機關：內政部

協辦機關：各機關

國土測繪圖資網路地圖服務系統提供授權之「地理圖磚及 WMS 發布套件」及供應之通用版電子地圖圖磚完整圖資，可讓各需要內網地圖服務的機關，快速建置內部專屬地圖服務，可不受 Google Map API 授權條款限制，目前市面上無對應的產品可選擇，為完整、合法且適宜的解決方案。

參考書目

[1]. OpenGIS Web Map Tile Service Implementation Standard, 2010, Open Geospatial Consortium Inc.

[2]. 陳世儀、林文亮、鍾文彥、林志清，發布圖磚以應用 OpenLayers 建立網路地圖，2012 台灣地理資訊學會年會暨學術研討會，2012。

[3]. 陳世儀、張宇洲、林志清、蘇惠璋，建立網路電子地圖共通平台之研究，內政部國土測繪中心自行研究報告，2012。

[4]. 102 年度國土測繪圖資網路地圖服務系統擴充案工作總報告書，光特資訊科技股份有限公司，2013。

[5]. 交通部運輸研究所路網數值圖 102 版使用手冊，交通部運輸研究所，2013。