

國立臺灣大學理學院地理環境資源學系

碩士論文

Department of Geography

College of Science

National Taiwan University

Master Thesis

應用網路 GIS 於高中地理教學之研究

Application of Web GIS for teaching
Senior High School Geography

洪挺晏

Ting-Yen Hung

指導教授：賴進貴 博士

Advisor: Jinn-Guey Lay, Ph.D.

中華民國 100 年 1 月

January, 2011

摘要

95 與 99 年地理科課程綱要強調地理技能的運用，特別是地圖使用和地理資訊系統 (geographic information system, GIS) 的引入。核心目標是讓學生能運用上述 GIS 知識和工具思考與解決地理問題。

課程綱要實行至今，國內在 GIS 軟硬體設備和各種教育訓練課程中投入的資源甚巨。但是教師對 GIS 融入教學、軟體操作尚難以掌握。主要的原因有課堂中操作 GIS 軟體的技術門檻較高、師生缺少足夠的教學時間、商業級 GIS 套裝軟體和配套之電腦設備要價昂貴等。對於 GIS 融入地理科教學有所限制。

另一方面，許多教師意識到上述的限制，所以將 Google Earth 或 Google Map 等免費軟體或網路資源導入教學的應用快速普及。這些網路資源和免費軟體的優點是結合大量高解析度遙測影像和向量圖資 (如行政界與道路網)。但是嚴格的 GIS 定義包括對地理資料的運算與分析能力，不論 Google Earth 和 Google Map 都有欠缺和局限之處。

為了處理這些問題，本研究開發一個網路 GIS 平台，專供高一 GIS 課程教學使用。本平台由基本圖和 GIS 服務組成：基本圖以 Google Maps API (應用程式介面, Application Programming Interface) 語法產生；GIS 服務則以 ArcGIS Server 發佈，包括地圖和地理處理服務 (Geo-processing service)。並使用 ESRI 的 JavaScript 擴充語法讓客戶端可透過網路瀏覽器使用 GIS 服務。教師和學生可經由本平台使用各種 GIS 功能而毋需安裝軟體，並提升 GIS 教學之成效。

關鍵詞：地理教育、地理資訊系統、GIS 教育、網路 GIS、Google Maps API

Abstract

Announced in 2006 and 2010, the two versions of standard geography curriculum in high school emphasized the usage of geographic abilities, especially the introduction of maps and geographic information systems (GIS). The crucial learning target is thinking and solving geographic questions by applying GIS knowledge and tools.

Since the curriculum standard announced, many public resources have invested in improving GIS facilities and enhancing course training. However, many teachers are still having problems to teach with GIS and operate GIS software. The major causes include high requirements of technique, lack of instructional time, and high price of commercial GIS software packages and computer equipment.

On the other hand, many teachers began to teach with free-download software or web GIS such as Google Earth or Google Maps in classes. The advantage of these tools is that teachers can access massive geospatial data, including satellite image and vector format layers. But, in a strictly definition, the GIS should include functions of processing and analyzing geospatial data. Neither Google Earth nor Google Maps can provide these functions.

To address these problems, this research developed a web-based GIS website focusing on 10th grade GIS instruction. The website is composed of a base map and GIS functions. First, the base map in the webpages is generated by Google Maps API scripts, the same as the official Google Maps interfaces. Second, the ArcGIS Server published series of web GIS services such as web mapping services (WMS) and geo-processing services. To enable the web GIS services work in the client's web browser, the website used the extension JavaScript script released by ESRI. By using GIS functions through this website without software installation, teachers and students can improve the efficiency of GIS instruction.

Key Words: Geographical Education, Geographical Information Systems, GIS Education, Internet GIS, Google Maps API

目 錄

摘要	i
Abstract.....	ii
目 錄	iii
圖目錄	v
表目錄	vii
第一章 緒論	1
第一節 高中地理科課程綱要	1
第二節 GIS 教學之現況	3
第三節 研究動機與目的	11
第四節 研究架構	12
第二章 文獻回顧	14
第一節 GIS 教育與推廣	14
1. 美國 GIS 教育推廣	14
2. 地理資訊在中學課程應用與推廣計畫	16
第二節 高中 GIS 教學的限制因素	18
第三節 網路 GIS 技術	21
第四節 小結	24
第三章 教學網站設計	26
第一節 系統架構	26
1. 網站架設與網頁編輯	26
2. Google Maps API	27
3. ArcGIS Server	31
4. ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps.....	35
5. 系統架構與流程圖	36
第二節 教材分析與需求訪談	40

1. 課程綱要分析	40
2. 各版本教材分析	42
3. 教師需求訪談	44
第三節 內容架構	46
第四章 教學網站成果	50
第一節 系統使用介面與操作	50
1. 網站首頁	50
2. 教學網頁	51
3. 教學單元	54
第二節 教學試驗	66
第五章 結果與討論	67
第一節 學生問卷	67
1. 問卷設計與統計	67
2. 學生先備技能	75
3. 學習成效自我評量	77
4. 教學網站評估	82
第二節 教師訪談與建議	83
第三節 各種 GIS 教學工具之比較	85
第六章 結論與建議	87
第一節 研究結論	87
第二節 研究建議	88
參考文獻	91
附件一 教學試驗活動設計	95
附件二 教學試驗學生問卷	98

圖目錄

圖 1.1 全國購置 ArcGIS 高中職分布圖.....	4
圖 1.2 研究架構圖.....	13
圖 2.1 網路 GIS 的分散式架構圖.....	22
圖 2.2 使用 Google Fusion Table 將地址點位顯示在 Google Maps 中.....	24
圖 3.1 以文字編輯器檢視之 html 檔案.....	27
圖 3.2 Google Maps API 運作架構圖.....	28
圖 3.4 ArcGIS Server 系統架構圖.....	31
圖 3.5 模擬海平面上升 15 公尺台北盆地淹沒範圍.....	37
圖 3.6 淹水模擬流程圖，綠色為資料，黃色為分析，淡藍色為使用者輸入值.....	38
圖 3.7 教學網站系統架構圖.....	39
圖 4.1 教學網站首頁.....	51
圖 4.2 教學網站使用介面配置.....	52
圖 4.3 地址搜尋定位.....	52
圖 4.4 屬性查詢教學單元之說明與操作區.....	53
圖 4.5 空間資料與屬性資料教學範例.....	54
圖 4.6 台北市大安區土地利用向量資料（左）與 10M 解析度網格（右）.....	55
圖 4.7 空間查詢教學範例.....	55
圖 4.8 使用教學網頁查詢性別比小於 100 之鄉鎮，以及完整屬性資料表格.....	56
圖 4.9 環域分析教學範例，底圖中的地標點為國中與高中.....	56
圖 4.10 底圖中棕色線為間距 50M 等高線，藍色線為 100M.....	57
圖 4.11 開啟 DEM 海拔分層設色與黑白暈渲圖層，呈現的是彩色立體地形效果.....	58
圖 4.12 坡度圖層，綠色為平坦地，紅色為陡坡.....	58
圖 4.13 海平面上升 10M 之模擬淹沒範圍，配合北一女中學生地址點位.....	59
圖 4.14 以中國文化大學為觀察點之視域分析成果.....	59

圖 4.15 北投地區限制開發範圍	60
圖 4.16 由捷運科技大樓站出發，500、1000、2000 公尺之路程範圍	61
圖 4.17 由向量資料轉換為 5M 解析度網格資料.....	62
圖 4.18 台北市 96 年村里人口統計網格	63
圖 4.19 人口網格資料處理流程	64
圖 4.20 圖中橘色點為 7-11 門市，與 200 公尺路程之服務區和區內人口數.....	65
圖 5.1 「有實際使用閱讀地圖的經驗」學生比例直方圖	75
圖 5.2 「有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗」學生比例直方圖	76
圖 5.3 「有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗」學生比例直方圖	76
圖 5.4 「GIS 概念」學生學習成效自評直方圖	77
圖 5.5 「空間與屬性資料」學生學習成效自評直方圖	77
圖 5.6 「向量與網格資料」學生學習成效自評直方圖	78
圖 5.7 「空間查詢」學生學習成效自評直方圖	78
圖 5.8 「屬性查詢」學生學習成效自評直方圖	79
圖 5.9 「環域分析」學生學習成效自評直方圖	79
圖 5.10 「地形分析」學生學習成效自評直方圖	80
圖 5.11 「疊圖分析」學生學習成效自評直方圖	80
圖 5.12 「疊圖分析」學生學習成效自評直方圖	81
圖 5.13 學生學習成效自我評量問卷分析圖	82

表目錄

表 1.1 88、95、99 課綱中 GIS 課程的比較.....	2
表 1.2 95 年度高中職地理科資訊融入課程研發與推廣計畫中心學校.....	7
表 2.1 NCGIA 核心課程教授流程 (Kemp, 1991)	14
表 3.2 本研究發佈之地理處理服務一覽.....	35
表 3.3 95 暫綱與 99 課綱中「地理資訊系統」之學習目標.....	41
表 3.4 翰林版地理科教材 GIS 內容架構 (賴進貴等, 2010)	43
表 3.5 龍騰版地理科教材 GIS 內容架構 (施添福等, 2010)	44
表 3.6 本研究之 GIS 教學內容架構.....	47
表 5.1 北一女中教學試驗學生問卷成果分析表.....	68
表 5.2 內湖高中教學試驗學生問卷成果分析表：女學生.....	69
表 5.3 內湖高中教學試驗學生問卷成果分析表：男學生.....	70
表 5.4 內壠高中教學試驗學生問卷成果分析表：女學生.....	71
表 5.5 內壠高中教學試驗學生問卷成果分析表：男學生.....	72
表 5.6 中道高中教學試驗學生問卷成果分析表：女學生.....	73
表 5.7 中道高中教學試驗學生問卷成果分析表：男學生.....	74
表 5.8 學生學習成效自我評量問卷分析表 (單位：%)	82
表 5.9 網路 GIS、開放 GIS 軟體、商業級 GIS 軟體於高中 GIS 教學之比較.....	86

第一章 緒論

第一節 高中地理科課程綱要

近年來高中地理科教材綱要和教材內容有巨大的改變。行之有年的 88 年課程綱要（以下簡稱 88 課綱）在民國 95 年為新的地理課綱所暫代，因此習慣上將此課程綱要簡稱為 95 暫綱，而普通高級中學必修科目地理課程綱要（以下簡稱 99 課綱）於民國 99 年正式施行，用以取代 88 與 95 課綱。而 95、99 課綱與 88 課綱的顯著不同之一在於對地理學「核心能力」的強調，也就是培養學生利用地圖或其他地理學工具與技術，蒐集、整理及分析各種地理資料，並能選擇恰當的方式來表現、解釋地理現象的分布類型、成因及其變化（教育部，2010）。

值得注意的是，88 課綱將地理資訊系統（geographic information system, GIS）安排於高三作為選修課程教授，而 95 和 99 課綱則把 GIS 的教授提前至高一必修課程的第三單元「地理資訊」。與此相應的調整是第二單元「地圖」大幅度充實了相關的地圖知識和使用技能，以做為單元三的先備知識。下表將三個版本的課綱中 GIS 課程之異同整理如下：

表 1.1 88、95、99 課綱中 GIS 課程的比較

	88 課綱	95 暫綱	99 課綱
單元名稱	地理資訊系統的建立	地理資訊	地理資訊
授課年級	高三選修	高一必修	高一必修
參考節數	3	5	5-6
主要概念	傳統儲存方式、電腦儲存方式、GIS (簡介)、報告撰寫方法	一手資料、二手資料、地理資訊 地理資訊內涵 (空間資料及屬性資料)、地理資訊的儲存模式 (向量模式、網格模式) 地理資訊、地理議題	地理資訊內涵 (空間資料及屬性資料) 生活中的地理資訊 地理資訊系統的組成、功能與應用
具體目標	提供數據讓學生進行電腦儲存、處理和提取	2-4 能了解 GIS 的功能與應用潛力 3-1 能了解地理資訊在現代社會的重要性 3-2 能列舉新聞及媒體中的地理資訊 3-3 能運用 GIS 查詢或展示生活周遭的地理議題	3-1 能了解 GIS 的組成要素 3-2 能了解 GIS 的功能及應用潛力 3-3 能運用 GIS 查詢或展示生活週遭的地理議題
附註			建議以 1-2 節課的時間，提供學生實際操作 GIS 的機會 (若受限於設備，可使用 Google Earth 或 UrMap 之類的網路地圖查詢系統)

由上表中的「具體目標」欄可知，95 暫綱和 99 課綱的 GIS 課程對教師的要求不只是片面的教授 GIS 的組成要素、功能和應用的知識使學生了解即可；也包括「運用」GIS 來處理地理問題。

另外，與課程綱要配合的設備標準當中，明訂各種在教學中必要或是輔助的

設備清單，並建議各校規劃專門的地理專科教室，作為地理學科專業教學與實作之專用場所，提供課程綱要中地圖與 GIS、環境災害、地景保育、區域發展、空間規劃等主題單元之教學場所。其中針對 GIS 教學的基本共通設備與特殊設備有投影螢幕、個人電腦、網路連線、單槍投影機、GIS 軟體、全球電子地圖、台灣 1/5000 電子地圖、台灣衛星影像、台灣 40 公尺 DTM 資料等（教育部，2010）。

按照課綱的規定，GIS 之章節以上述的設備輔助進行教學，以實現教學目標，而 99 課綱的補充說明中有以下條文：建議以 1-2 節課的時間，提供學生實際操作 GIS 的機會，若受限於設備，可使用 Google Earth 或 UrMap 之類的網路地圖查詢系統。因此可知新課綱要求教師必須具有 GIS 理論知識和實做技能，並且在教學現場實踐；即便受限於設備，也應具有使用網際網路和資訊進行教學，並引導學生使用網路學習的能力。

第二節 GIS 教學之現況

為了使課綱順利執行，教育部先是在全國補助十間 GIS 中心學校添購設備標準中的教學器材並設置地理科專科教室、與安裝有 ArcGIS 軟體的電腦教室等等，作為推廣 GIS 融入地理科課程的中心（圖 1.1）。而全國許多學校陸續充實其教學設備和軟硬體器材，教師亦積極參與和 GIS 相關的工作坊或教師研習，以實踐課程綱要的規定。

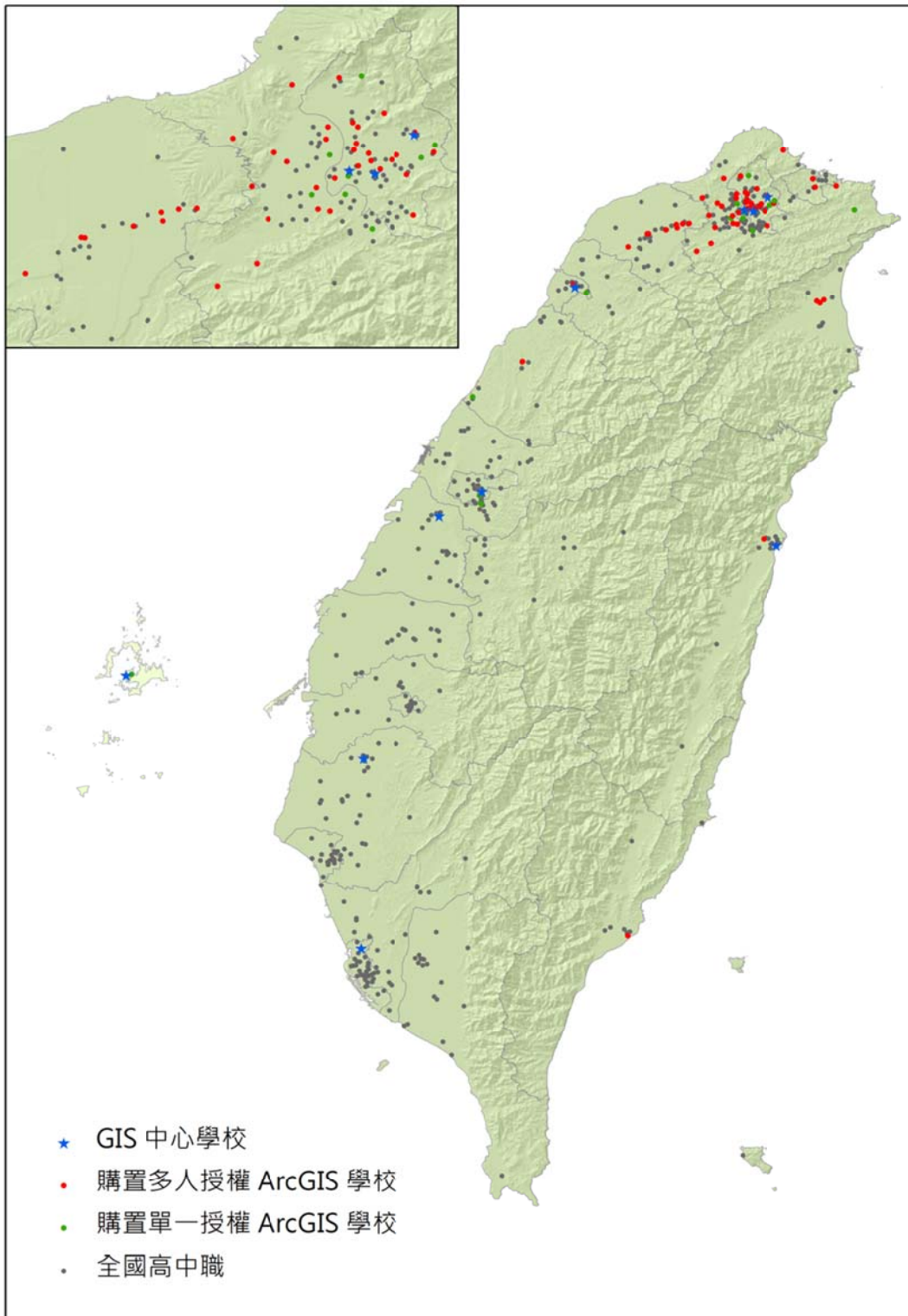


圖 1.1 全國購置 ArcGIS 高中職分布圖

然而新課綱公告實施至今，教師在 GIS 章節的實務教學上，遭遇許多障礙與限制。根據與現任教師進行訪談所得到的一手資料與國內的相關研究，目前國內

高中在 GIS 教學的現況與主要限制如下：

1. 商業 GIS 軟體的侷限

除前文提到的 GIS 中心學校之外，全國許多學校陸續添購了 ESRI (Environmental Systems Research Institute, 美國環境系統研究所公司) 的 ArcGIS 軟體供教學使用。然而這種商業 GIS 軟體在教育推廣上有諸多限制，可以從設備、軟體、操作、推廣性等面向來討論：

A. 設備

如果教師依照課綱建議，設計軟體實際操作教學，那麼理想的情形是一人一機或是五至六人的小組一機，這需要特別設計的專科教室。由於每間學校的資源不同，所以每一間學校對於操作教學的實行程度也不一致，這對於資源受限的偏鄉學校來說是十分不利的，也會在 GIS 這一章節的教學中，出現城鄉之間的學習環境和數位資訊的落差。至於更具體的差異需要進行全國尺度的普查才能得知。

B. 軟體

商業 GIS 軟體非常昂貴，以 ArcGIS 9.0 為例，單一使用者的權限要價 1500 美元，如需要使用進階的 GIS 分析模組尚須另計費用。所以學校自然只能購買校內授權的教育用版本，同時也需要定期付費維持廠商對校內軟體的維護。這些開銷皆是沉重負擔，資源不足之偏鄉學校更是難以完全充實各種必要的教學資源。

C. 操作

雖然近年來為了充實教師的 GIS 教學專業，各級學校舉辦了為數甚多的教師研習或是工作坊。根據陳哲銘 (2010) 所進行之全國問卷普查指出，國內高達 84% 的高中地理教師以參加研習作為主要的 GIS 專業獲取來源，遠高於大學修課的 52%。但是 ArcGIS 本身的確是技術門檻較高的商業軟體，又是對於使用者極不友善的英文操作介面，由初學到熟練需要大量訓練和實做，所以其學習曲線十分陡峭 (Peng and Zhang, 2004)。所以不僅對於教師來說難以上手，對於高中一年級學生亦然。除此之外，目前課綱規定的教學時數是每周兩節課，平均一周教授一個章節，以

兩節課的時數操作 ArcGIS 並兼顧 GIS 章節之教授，在教學上並不切實際。

D. 推廣性

前文提及教學用的 ArcGIS 是由學校統一購買使用授權，所以就教學的角度來說，等於是將學習的場所限制在學校教室中。學生無法在課餘時間複習實做的內容，這種缺乏彈性的資源配置對於教學構成的障礙無疑也增加了 GIS 單元教學的難度。因此有部分教師嘗試免費的開放軟體（例如 QGIS，<http://www.qgis.org>），但是操作的問題仍然沒有解決：QGIS 也是一套相對需要更多練習的半專業軟體，雖然較不需考量經費問題，但是 GIS 軟體較高技術門檻的本質仍然沒有得到解決。

E. 區域差異

根據圖 1.1 之全國購置 ArcGIS 高中職分布圖，可以明顯觀察到全國高中職在 GIS 軟體資源配置面向的城鄉與區域差異。教育授權版 ArcGIS 不僅可用於課程教授，對於指導學生參加繪圖或小論文競賽也極具應用價值。但是除去全國十間由教育部補助的 GIS 中心學校之外，全國共計 485 所高中職，採購教育授權版 ArcGIS 軟體者共有 54 間，比例僅 1/9，且絕大多數集中於台北縣市與桃園縣，西部地區自台中縣以降除中心學校之外呈現資源配置的空洞。不僅使數位落差更加擴大，亦不利於新課綱的執行。

根據圖 1.1，全國高中職共分為四類，以下將簡述這四類學校在 GIS 教學層面上的特點或可能面臨的限制：

GIS 中心學校：由教育部甄選十所學校（表 1.2），並撥款補助這十所學校建置 GIS 專科教室與添購軟硬體設備。

表 1.2 95 年度高中職地理科資訊融入課程研發與推廣計畫中心學校

區域別	學校名稱
北	北一女中
	師大附中
	內湖高中
	新竹高中
中	台中一中
	彰化高中
南	新營高中
	中山附中
東	花蓮女中
離島	澎湖海事

購置多人授權 ArcGIS 學校：一次購置 50 人次之教育授權版本，可供教師和學生在電腦教室中操作與教學。

購置單一授權 ArcGIS 學校：僅購置單一授權之版本，僅能供教師操作，並透過單槍投影機向學生示範。

未購置 ArcGIS 學校：如果不採用免費開放 GIS 軟體（如 QGIS），即無法提供學生操作 GIS 的機會，只能以課本或教學投影片教授。

2. 教師對於 GIS 之操作和應用較缺乏信心

根據陳哲銘（2010）針對教師地理資訊素養之全國問卷普查，高達 97% 的教師認為自己能夠「具體說出 GIS 的組成要素」；僅有 48% 之教師認為自己「可以教導學生操作 GIS 軟體」；「對於自己的 GIS 能力很有信心」者僅有 34%。顯示絕大多數教師對於 GIS 的知識與認知程度甚高，對於 GIS 知識的教授與介紹的表現

(teach about GIS) 甚為傑出；然而使用 GIS 作為工具來進行其他地理課程的教學或是指導學生從事專題研究，則相對較缺乏信心。

3. 缺乏充裕的時間

不論是高一必修之 GIS 單元或是運用 GIS 進行其他地理課程之教學，對於教師來說有兩個層次的考量。首先，教師必須先對於 GIS 這項新技術有足夠的了解和精通，了解 GIS 的概念、功能與限制；其次則是思考如何將 GIS 應用在教學中 (Meyer et al., 1999) 並設計教學活動。兩者皆需要充裕的備課時間。然而目前國內有 61% 教師實施高一 GIS 教學所用時數僅有 2-4 節課，更有 21% 之教師僅使用 2 節課，低於 99 課綱建議的 4-6 節課甚多 (陳哲銘, 2010)。

問卷調查進一步深究教學時間不足之原因，教師們認為 GIS 教學遭遇的困難中，前三位為整體課程安排太過緊湊、GIS 軟體售價過於昂貴、缺乏可做為教材的 GIS 圖資。由此可知自 GIS 導入國內高中地理課程以來至今已超過十年，不論教學內容、軟硬體設備、教師專業技能各方面之水準確實有所提升，但是由於高一必修地理之內容和課程安排過於緊湊，同時也提高授課之難度，所以大多數教師皆面臨趕課和進度壓力而無暇準備和設計完善的教學 (莊婉瑩, 2010)，是當前 GIS 教學之重大問題。

4. 學校教學資源配置

根據教師們提供的經驗，每間學校通常有一間專用電腦教室供 GIS 教學使用，使用情形和時間分配因校而異。由於每個學年度上學期是教授 GIS 單元的時間，所以可能會發生電腦教室供不應求的現象。又因為 GIS 軟體集中在專科教室中，所以即使一般教室中備有電腦和單槍投影機等設備，也可能無法完全配合 GIS 教學的需要。

5. 大量運用 Google Earth、Google Maps

鑒於上文提及的商業 GIS 軟體在教學中的限制，許多教師轉而依照課綱的建議，積極將 Google Earth 或 Google Maps 應用在地理科教學中。2005 年問世的 Google Earth 不僅改變了世人對地圖的認知與使用習慣，也對地理教育有深遠的影響。因為具有簡單易用、有親和力的操作介面、巨量免費可用的地理資訊圖層（衛星影像、地圖資料、環境資訊、行政區、道路網、kml 等等）。除了由 Google 或第三方提供的網路資源之外，教師也可以以 Google Earth 為教學平台，編輯向量資料或影像資料套疊、製作 kml 或 kmz、匯入 GPS 航點航跡，自行製作符合自身需要的教學資源。所以在課堂中使用 Google Earth 和 Google Maps 可以激發學生學習和探索的興趣，並透過 Google Earth 探索和解釋、評價地理現象，十分符合學習生命週期模型(Cates et al. 2003)的 4E：投入(engage in)、探索(explore)、解釋(explain)、評估(evaluate)。所以許多老師更傾向使用 Google Earth 或 Maps 來融入課程並設計教學活動（江映瑩, 2007; Patterson, 2007）。

新課綱的內容十分重視空間思考的觀點，而空間思考至少包括三個概念的整合：空間的概念、再現空間的工具，例如地圖或 GIS、推理思考的程序（Committee on the Support for the Thinking Spatially 2006），所以透過教師合理的規劃課程可以讓學生不單只是將 Google Earth 或 Google Maps 視為電子地圖工具，而是可以藉由其大量的地理資訊（衛星影像、各種資訊圖層）來學習空間概念的養成與批判思考的能力，為日後學習更高階的 GIS 知識和技能做準備。

在陳哲銘（2010）進行之問卷普查中，Google Earth 和 Google Maps 反映了前述的各種優勢，前者的使用率高達 84%，後者亦占 52%，被認為應該普遍運用和安裝在教師與學生使用的電腦中進行 GIS 或相關的地理科教學中（占 89%）。

值得注意的是，認為電腦教室中應購置 ArcGIS 套裝軟體之教師亦占有 52%，這意味著 Google Earth 或 Google Maps 仍然無法在地理科教學中完全取代專業 GIS 軟體。究其原因，是因為 Google Earth 和 Google Maps 雖然具有便利的操作和強大的展示功能，但是最大的限制在於它們並非嚴格意義上的 GIS 軟體，和前述的 GIS

定義比較，Google Earth 與 Maps 可以滿足對地理資料（內建圖層、自製的 kml 或 kmz 檔案）的獲取、儲存、簡易查詢（配合 Google 搜尋引擎）、展示等要求，但是 GIS 核心的分析功能就付之闕如。目前教科書市場中各版本的高中地理教科書，皆在 GIS 章節中針對 GIS 的分析功能舉出例如環域（buffer）、疊圖（overlay）、路網（network）、地形（surface）等分析功能之介紹，儘管 Google Earth 可以妥善處理疊圖功能，但是路網分析並不完善（只能處理點對點的最佳路徑分析），環域和地形分析則是缺乏的，必須藉助專業 GIS 軟體和相對應的 GIS 資料才能處理，由此可知例如選址分析這種更加複雜的分析案例就更難在課堂中藉由實做來進行教學。這種較複雜的分析模型在不同版本的教科書中都有提出範例（例如土地利用適宜性分析、視域分析），但是僅限於在課本中以圖片與文字說明，所以理論和實務上的落差亟需加以彌補。

另外，針對國內 Google Earth 融入教學的現況，為數甚多的教師皆認為以 Google Earth 進行教學有不確定性，其中最大的問題是許多學校的網路教學環境尚不成熟，即便購置了新型電腦，網路連線頻寬卻差強人意，造成教學的無效率。因此在國內以 Google Earth 作為地理教學平台的嘗試仍須持續推廣。

6. 教學資源之運用

目前國內高中教師們在進行 GIS 章節教學備課時最常採用的教學資源是教科書商或出版社提供之教學光碟。這些教學光碟通常將各種教學資源有系統地編排整理後燒錄在光碟中，內容從投影片、照片、圖表、甚至互動式 Flash 動畫皆應有盡有，供教師在缺少 GIS 軟體的情況之下仍然可以不失生動的解釋 GIS 之觀念與知識，因此深受教師之青睞，高達 88% 的教師皆有在備課中運用。

進一步言，投影片是教師們最常用的教學媒體（占 75%），書面學習單居第二位（46%），亦有高達 34% 的教師實際運用了 GIS 軟體來教學，使用 GPS 的教師也占了 31%。在課堂中運用 GIS 軟體可以使學生獲得 GIS 實務經驗，然而 GIS 軟體在教學中的應用因為囿於時間、軟硬體設備等問題，故尚有待進一步之普及。

第三節 研究動機與目的

綜合以上對於新課綱 GIS 單元教學的論述，本研究開始反思以下問題：

1. 專業 GIS 軟體是否適合在高中教學活動中普遍使用？
2. Google Earth 或 Maps 在教學現場的優勢和限制為何？
3. 如何結合專業軟體和網路資源的優點使之互補不足？

專業軟體的功能非常齊全但是技術門檻很高；反之 Google Earth & Maps 具有免費、開放的優勢和強大的展示功能。所以如果要結合兩者的優點，必須運用網路 GIS (Internet-based GIS) 技術：以網際網路為中介，將專業軟體的分析功能轉變為可在網路瀏覽器 (Web browsers) 中執行的網路應用程式 (Web applications)，並將之和 Google Earth & Maps 的使用介面結合。

前文曾論述許多教師應用 Google Earth 和 Google Maps 在地理科教學中，這表示在臺灣，運用網路將地理資訊融入教學的環境正日漸成熟。根據美國中央情報局之統計資料，2008 年台灣的網路使用人數為 15143000 人，約占總人口數的 66%，居世界前茅 (CIA World Facebook, 2008)。全國各級學校皆有網際網路連線，電子商務、網路教學等也逐步推動，學術界與研究單位在資料庫技術、資訊檢索技術、語意處理技術、網路技術、多媒體處理與表達技術等皆有相當基礎，民間企業不論是資訊技術、電子商務服務技術，也都日漸完善，因此以網路 GIS 技術應用在新課綱的 GIS 教學中所需的基礎建設已經成熟。

由於近年來網路 GIS 的發展非常快速，相關的開發和應用也如雨後春筍，所以在網路上已經有許多針對不同用途的專案導向式的網路 GIS 平台被研發完成並正常運作；另有許多免費或付費的研發工具可供使用。但是網路 GIS 系統的設計和架構需要由對 GIS 之理論及操作十分熟悉，和精通 Web-GIS 的專家來負責，而上述的各種現有的網路 GIS 系統由於仍然是針對特定用途設計的專家系統，所以對於初次接觸 GIS 的高中學生來說並不適合直接使用，目前也尚未有專門支援高中新課綱 GIS 單元的網路 GIS 平台被發展出來。

根據上述的研究動機，因此本研究除了回顧國內外相關之文獻之外，亦設定以下實務導向的研究目標：

1. 透過文獻回顧與訪談等方法，了解國內 GIS 教育的現況。
2. 以高中地理教材分析和 Web GIS 技術，建置專用於 GIS 章節的教學網站，運用網路 GIS 技術整合 ArcGIS 之分析功能和 Google Maps 之底圖。
3. 以教學試驗初步檢驗教學網站之教學成效。

第四節 研究架構

本研究將整合高中地理課綱 GIS 單元與教材、ArcGIS Server 與 Google Maps API 及網站架設技術，建置教學網站並進行教學實驗（圖 1.2），而主要流程為：

1. 文獻回顧

由教育與 GIS 技術兩個面向探討，在教育的面向，回顧網際網路普及的過程中，對於學校教育和地理課程的改變與應用。在 GIS 技術面向，以 GIS 與資訊科學的角度，回顧 GIS 由傳統單機、集中式系統逐漸朝向網路、分散式系統的轉型。

2. 教材設計與需求訪談

本研究以支援 GIS 教學為目標，因此設計出適合教師和學生使用的網路 GIS 教學素材是十分重要的。運用課綱與教材分析、製作教學素材原型、並與教師重複進行使用者需求訪談，是設計教學網站的具體內容時運用的主要方法。

3. 系統開發

教學網站中有各種針對 GIS 課程設計的教學模組（Learning modules）。這些教學模組是由 Google Maps API 結合 ESRI 發布的 JavaScript 擴充語法所完成的網頁，能夠在 Google Maps 的介面中執行各種由 ArcGIS Server 發布的網路服務（Web

Services)，達成無須安裝軟體即可使用並示範各種 GIS 功能的目標。

4. 教學實驗

教學網站完成後，進行教學實驗，實際以此系統進行高一 GIS 章節的教學，並透過問卷調查瞭解學生的學習滿意度；以訪談來收集教師的意見和回饋，針對其結果進行討論。

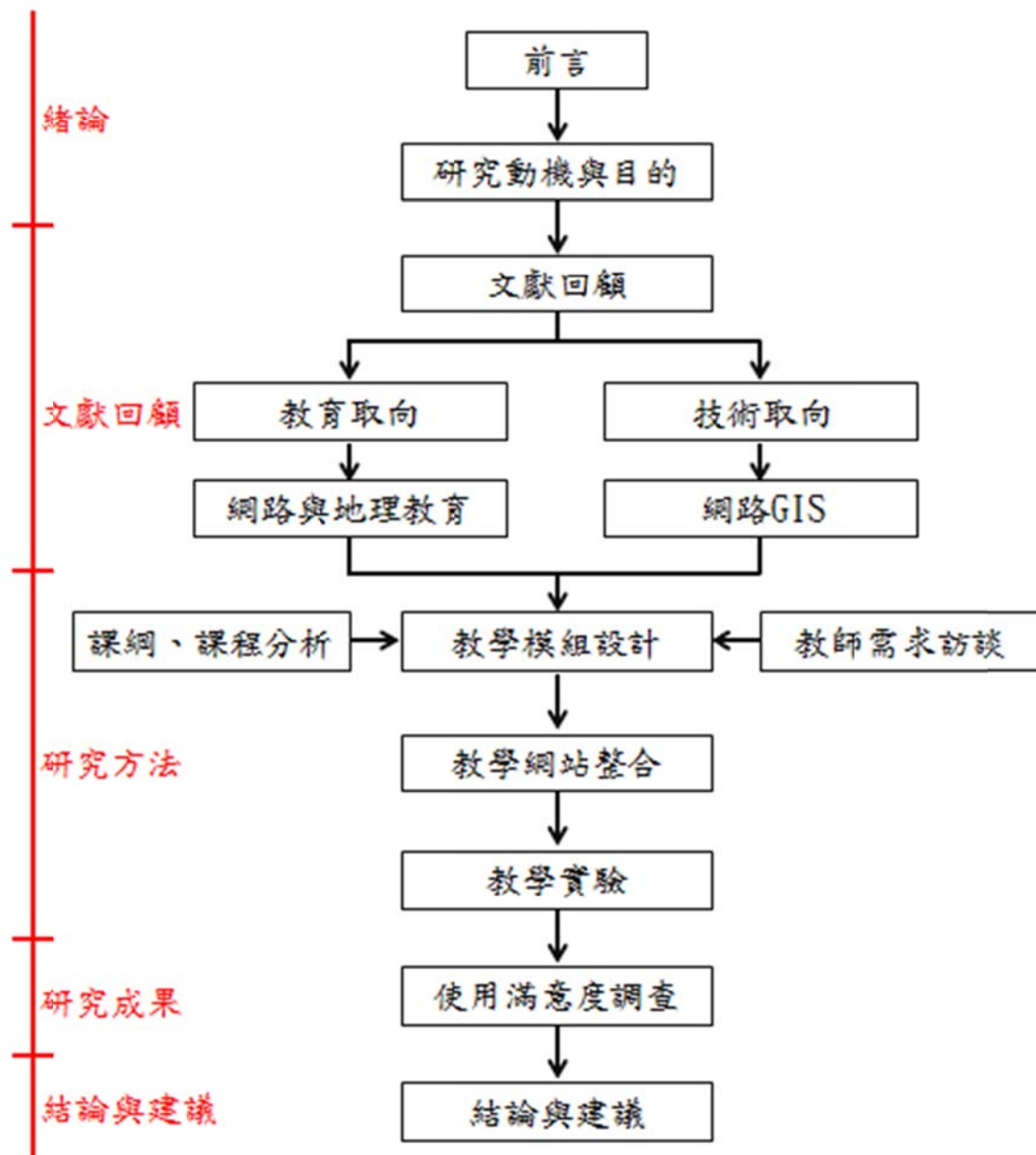


圖 1.2 研究架構圖

第二章 文獻回顧

第一節 GIS 教育與推廣

1. 美國 GIS 教育推廣

早在 1970 年代，GIS 作為一門新興的地理學次領域開始發展之際，不僅在學術的範疇中成長，也在大學中開設了各種 GIS 相關的課程，1980 年代美加兩國僅有約十個學程開設 GIS 課程，直到 1990 年代已經超過 2000 個，至今全世界曾經參與 GIS 課程的大學部學生每年估計超過十萬人 (Goodchild, 2007)，成為在世界各地的產官學界推廣 GIS 或提供技術支援的重要力量。

開設這些課程的動機是因為產官學界有大量 GIS 專業人才的需求，而這些需求可以分為兩個主要面向：GIS 軟體訓練與使用、和 GIS 概念的教學。開設 GIS 課程並訓練具有這兩種能力的人才，需要擁有相應的資源、軟硬體設備、課程標準等等。因此由美國聯邦基金贊助的研究機構，國家地理資訊與分析中心 (National Center for Geographic Information and Analysis, NCGIA) 在 1988 年開始著手設計完整的 GIS 課程標準，稱為「核心課程計畫 (Core Curriculum project)」，內容涵蓋完整的 GIS 訓練所需的專業和操作知識，以及各主題相對應的教學資源，NCGIA 核心課程的內容如下表：

表 2.1 NCGIA 核心課程教授流程 (Kemp, 1991)

一、GIS 概論	二、GIS 技術	三、GIS 應用
A. GIS 簡介	I. 座標系與地理編碼	P. GIS 應用領域
B. 硬體與軟體系統	J. 向量式資料結構	Q. GIS 與決策應用
C. 網格式 GIS	K. 網格式資料結構	R. 系統規劃
D. 資料獲取	L. 資料處理與演算法	S. 系統運用
E. 空間資料的本質	M. GIS 資料庫	T. GIS 的新方向
F. 空間物件拓撲關係	N. 資料處理之誤差與 不確定性	
G. GIS 分析功能	O. 視覺化	
H. 向量和網格式資料的 比較		

NCGIA 核心課程標準於 1990 年發表，其內容涵蓋完整的專業 GIS 課程與學程，因此成為各大學設計規劃 GIS 學程的參考。然而由於電腦、網際網路、資訊教學等科技逐漸普及，因此中學教育對於空間資訊的取得、查詢、展示的需求也十分殷切，GIS 教育與推廣的工作遂逐漸由高等教育延伸至中等教育。

GIS 在大學與中等教育體系中的教育推廣工作最早皆是從美國開始。前述的 NCGIA 核心課程是在高等教育體系中試圖將 GIS 教育加以系統化最早的嘗試。而中等教育體系中納入 GIS 教育的嘗試與努力則是始於 1990 年代中期第一次國家課程標準 (the first national content standard) 的規劃，包括地理教育、社會研究、科學與科技，這些課程標準特別強調教師應盡量運用「探索導向 (inquiry-based)」的教學方式。探索導向教學強調的是以動手實作、問題導向、研究導向的方針來設計教學活動，這樣的教學理論乃是源自建構主義 (constructivism)，建構主義學習理論之主張，簡言之是認為學習者的知識建構過程，並不是完全由教師單方面地向學生傳授的；而是由每個學習者以自己的認知思維將自身的獨特經驗串聯、建構而成的 (Driver et al., 1994)。

GIS 具有查詢、分析、展示空間資料的能力，因此前述的國家地理課程標準指出「GIS 的力量在於它允許使用者對資料問問題」，這說明 GIS 在前述以探索導向設計的教學方法中是極為有力的工具，因為學生與教師可以使用 GIS 針對各種問題進行查詢、思考解決問題的方法、收集並分析資料、彙整結論 (Geography Education Standards Project 1994)。Sui 指出上述各種層面的教學可以分為兩類，其中之一是「GIS 教學 (teaching about GIS)」，另一個則是「GIS 融入教學 (teaching with GIS)」(Sui, 1995)。前者是教授學生 GIS 概念或 GIS 軟體操作技術；後者則是將 GIS 作為教學工具應用在教學中，用來輔助教學、設計教學活動等等。不論是聚焦於哪一個面向，顯然教師對於 GIS 概念和操作的了解都是不可缺的前提。

隨著近年 Google Maps 與 Google Maps 等網路服務或程式普及，人們取得地理資訊之管道也日漸多樣化，從早期只能使用紙本地圖，到今日透過網路、智慧型手機等平台，取得資訊的門檻和所需訓練也日漸降低與簡化。Goodchild 曾說：

「Google Earth 象徵 GIS 的民主化，一如 PC 象徵電腦科學的民主化一般」

(Goodchild, 2007)，其意涵就是 GIS 的使用者逐漸由專家擴展到社會大眾，不再只由少數專家或政府壟斷，這層意涵同樣適用於各級學校的地理教育中。因此地理教育應該配合這個轉變，將 GIS 納入教學之中，並培養學生使用 GIS 解決空間問題的能力，所以合適的「GIS 教學」和「GIS 融入教學」的觀念、教學方法、與相配套的教學設備、電腦軟硬體、GIS 資料等教學素材是所有學校亟需充實和開發的資源。

2. 地理資訊在中學課程應用與推廣計畫

95 暫綱頒布實施之前，國內地理科課程中有關地圖與地理資訊等地理技能的内容篇幅較少。由 95 暫綱頒布以降銜接至 99 課綱，地理資訊技能課程所佔的比重有大幅之成長，紀錄與傳播地理資訊的媒介除了傳統的紙張地圖之外，電子地圖、遙感探測影像、全球定位系統、GIS 等新興工具乃至相關產業，皆引入兩個版本的新課綱中成為全國高中地理科之必修課程。運用這些科技以解決問題之能力乃是資訊社會中的基本公民素養，新課綱希望藉由上述調整，強化學生解決問題與決策判斷之能力。

誠然，新課綱帶來國內地理教育提升的契機，然而其推動卻也帶來許多問題和挑戰。首先面臨的問題是第一線教師們對於部分新課程的教學較為陌生，需要周詳的配套措施以協助教師教學。其中教師們最感陌生的單元莫過於上述的地理資訊技能課程，這是肇因於多數教師於職前教育所接受的地理資訊概念與技能的訓練較為薄弱所致，因此教師們對於配合新課綱使用的教學資源和研習訓練的需求甚為急切。

是故，教育部於民國 94 年委託台大地理系地圖與多媒體研究室團隊執行「地理資訊在中學課程應用與推廣計畫」，負責推動高中地理資訊教學素材的研發與推廣活動。至民國 100 年止，該計畫已執行四個年度，前三個執行年度皆是從事國內高中職 GIS 融入教學之推廣工作，也是目前國內高中地理 GIS 教育推廣的主要

力量。值得注意的是，第四個執行年度是本計畫首度開始將國中納入 GIS 推廣對象之列，這是由於國內之國民中學的資訊設備日趨完善，與網路資源的快速成長，使得國中教師在教學中融入資訊的可能性大增，使用 GIS 的成本亦因為免費、易於普及、簡單易用的網路資源與免費軟體而降低至可以在國內國中推廣。因此教育部進一步規劃將全國國中納入本計畫之框架之下，裨益於國中與高中地理課程之銜接。

該計畫已執行的四個執行年度中，所執行的主要工作項目與成果如下：

一、教學模組研發

教學模組是以地理資訊融入課程教學為前提，配合課綱內容開發的一系列教學素材，以課綱的主題為基本單元，設計包括教案、教學簡報檔、地圖電子檔、GIS 圖資、操作學習單、補充說明等素材並整合為完整的教學素材套裝。由民國 94 至 98 年三個計畫年度，該團隊針對高一通論地理（20 套）、高二區域地理（12 套）、高三應用地理（16 套）共開發了 48 套教學模組，總計約有數百幅地圖和上千頁文檔資料，是極為可觀的教學資源成果。

由民國 99 年 1 月至 100 年 1 月執行的第四個執行年度中，由於首次將國中納入推廣對象，所以共開發 24 個教學模組，8 個模組供國中使用，16 個模組供高中使用。

二、製作教學資源資料庫

前述研發成果和資源主要利用網路、光碟、印刷等方式進行推廣。其中供全國教師取得教學資源的主要管道為本計畫建置之入口網站：GIS 高中職地理加油站 (<http://gisedu.tw>)，任何使用者可以在此網站中下載上述的教學資源或取得研習資訊。根據陳哲銘（2010）之全國高中教師問卷普查，高達 56% 之教師會使用此網站的教學資源。

三、辦理教師研習課程

規劃 GIS 相關課程、融入教學應用、軟硬體實作等教育訓練課程，提升全國教師在教學中運用 GIS 之能力。每一場次安排一天 6 小時之課程，每場招收 40-50

名教師，在全國各地分區舉辦。誠如緒論中論述之高中地理 GIS 教學之現況所言，國內以研習作為專業獲取來源的教師比例高達 84%。教育部的地理學科中心、本推廣計畫、加上各大專院校舉辦的 GIS 研習，截至 2009 年為止，參加各類研習的教師已超過 1000 人次，相當於我國三分之二的高中地理教師。

四、舉辦全國比賽

該計畫於每個執行年度舉辦「全國地理資訊電腦繪圖比賽」與「地理資訊教學應用比賽」，這兩項比賽結合高中職 GIS 應用研發的成果發表會，提供全國各高中職相互觀摩學習的機會。

第二節 高中 GIS 教學的限制因素

在美國，上述的地理課程標準已行之有年，然而 GIS 教學與各種相關應用極為有限。這可以由以下兩項調查結果證實：

首先，根據 ESRI 的銷售數據，全球在 1999 年有五十萬 ArcGIS 使用者，其中僅有約 1500 位在 ESRI 資料庫中註冊為美國中學教師，全美高中當時使用 GIS 軟體的學校僅占不到 2% (Kerski, 2003)，日後的全國普查則將資料範圍延伸至 2004 年，儘管這段期間 GIS 教育推廣之工作仍不遺餘力進行，但是相較於 1999 年的統計數據，擁有 GIS 軟體的美國高中數量並沒有顯著的成長 (Baker, 2009)。

其次，承接上述的普查數據，全美高中使用的 ArcGIS 軟體分布在約 1900 間教室中供師生使用，但是卻只有不到 15% 的教師在普查中回報為曾經使用這套軟體進行教學 (Kerski, 2000)。由這兩項普查數據可以發現，目前在高中以 GIS 軟體進行 GIS 教學或 GIS 融入教學的現狀，不論在質量或數量上都不能令人滿意。

反觀台灣的 GIS 教育推廣現況，在 88 年、95 年、99 年三個版本的課程綱要中，GIS 教學與 GIS 融入教學的比重皆有明顯成長。然而國內的 GIS 教學經驗也和美國類似，教學質量皆差強人意。根據莊婉瑩 (2010) 針對全國 227 位高中地理教師的問卷調查結果，僅有 9% 的教師根據 99 年課綱的建議讓學生使用 GIS 軟

體、10%的教師則以單槍投影機對學生示範 GIS 軟體的使用、高達 75%的教師採用教學投影片和單槍投影機教授 GIS 章節。而高中地理教師對於教授 GIS 章節普遍感到信心低落，即使新課程綱要已執行多年也仍舊如此（莊婉瑩，2010）。

根據相關文獻與研究，GIS 在中等教育應用執行不力之因在於以下數個關鍵限制（Baker, 2009; Kerski, 2003; Meyer et al., 1999; 莊婉瑩, 2010）：

1. 合適的 GIS 軟硬體設備

儘管許多 GIS 供應商提供學校採購 GIS 套裝軟體的教育折扣，但是購置這些設備仍舊要價不斐。更重要的是，將新科技應用在教學中的前提是這些科技必須同時能夠由教師和學生使用，且使用的場所不可以僅侷限於學校內的某間教室或建築，方能發揮理想的教學效果。

2. 充裕的備課時間

不論是 GIS 教學或是 GIS 融入教學，對於教師而言有兩個層面的挑戰必須克服。首先，教師必須先對於 GIS 這項新技術有足夠的了解和精通，了解 GIS 的概念、功能與限制。其次則是思考如何將 GIS 應用在教學中，包括授課流程、課題設計、授課用軟硬體資源和 GIS 資料等。由此可知教師若採用這種新的教學法需要大量時間準備，所有研究皆指出教師認為缺少足夠時間或軟硬體設備的限制是 GIS 教育的兩個最關鍵的阻礙。

3. 教師意願

鑒於以上兩點可以了解在中等教育中運用 GIS 並不容易，倘若教師囿於各種限制，導致教學效果不如預期，將會顯著降低教師在教學中運用新科技的意願和優先順序。

4. 職前訓練

教師在師資培育的學程中若有修習 GIS 相關課程，則可以合理推測教師對於 GIS 概念和知識不至於完全陌生。但是目前國內開設地理科師資培育學程的大學科系並未全部將 GIS 相關課程列為必修科目，這將造成教師之間 GIS 能力的差異與斷層（莊婉瑩，2010）。

5. 在職進修

教師為了因應新科技和相應的新教學方法，也可以透過各種研習過工作坊提升專業能力。Baker 等人（2009）針對參加教師研習之教師所收集之調查資料指出以下的發現：教師自行運用 GIS 製作教材或是應用在教學中的比例，和累積研習時數成正比；42%的受訪者參加研習後願意應用 GIS；62%的受訪者表示若研習課程和教學需求契合，則受訪者願意在教學中運用研習教材。因此周密規劃的研習課程有助於教師在 GIS 應用能力上的提升。

6. 其他支援

包括學校行政支援、政策等。

總的來說，新課綱實施至今，上述關鍵要素事關 GIS 融入教學之成敗。但是因為上述提及的配套措施之不足，導致 GIS 章節的教學成效尚且含糊不清，更遑論更高層次的 GIS 融入課程。使的大多數的地理教師僅是單純運用 GIS 作為資料展示的工具（Meyer et al., 1999; 莊婉瑩, 2010），GIS 處理空間問題的核心能力並未在教學中被凸顯，亟需更有效的解決方案。

第三節 網路 GIS 技術

GIS 的發展始於 1960 年代晚期，加拿大政府運用電腦儲存和處理土地資料 (Tomlinson, 1984)。經過數十年的發展，GIS 的應用已經超越了最初的繪圖與資料儲存，也延伸到各種分析處理、GIS 資料收集、獲取、統計與演算法；各種組織和機關在環境管理、空間決策等應用案例也如雨後春筍般出現，進而發展成完整的應用和學術領域 (Goodchild, 1992)。

自 1960 年以來，電腦科學在運算速度與軟體使用介面皆有長足進步，在 1990 年代網際網路蓬勃發展前，GIS 的組成要素：硬體、軟體、資料、基礎設備 (Chang, 2010) 往往集中在單一或少數的電腦中，而 GIS 中十分重要的組成要素：使用者也僅限於相對少數的專家，未能普遍供社會大眾使用，Peng 指出這個現象是由於傳統單機 GIS 套裝軟體有以下四種限制 (Peng, 2004)：

1. 使用者必須採購軟體或是授權，因此難以推廣至資源有限、無力購置軟體或教育訓練的一般大眾與小型組織；更有甚者，即便使用者可能只會使用軟體中的一部分功能，卻也可能要將全套軟體一併採購。
2. GIS 軟體和其資料，僅能在安裝該軟體的電腦中使用。
3. 儘管電腦軟體的圖形使用者介面 (Graphical User Interface, GUI) 日漸成熟，但是由於 GIS 功能廣泛，因此軟體的使用者介面也日趨複雜，需要經過訓練以及練習才能熟練使用，導致單機 GIS 軟體有複雜的學習曲線而使初學者難以上手。
4. 缺乏互操作性 (interoperability)，不同 GIS 軟體通常使用不同的資料格式，使這些軟體間的資料無法相互流通，造成 GIS 使用者之間互相協作時的障礙。

上述的限制都是討論集中式 GIS 架構，也就是電腦軟硬體、資料、使用人員等 GIS 組成要素都集中在同一空間位置的電腦中。這個架構在網際網路蓬勃發展後出現巨大的改變，GIS 開始轉向分散式的系統架構，換言之 GIS 的各種組成要素在空間上不局限於單一位置，並透過網際網路進行指令和資料傳輸，遵循這個標準，網路 GIS 的基本架構可以勾勒如下圖：

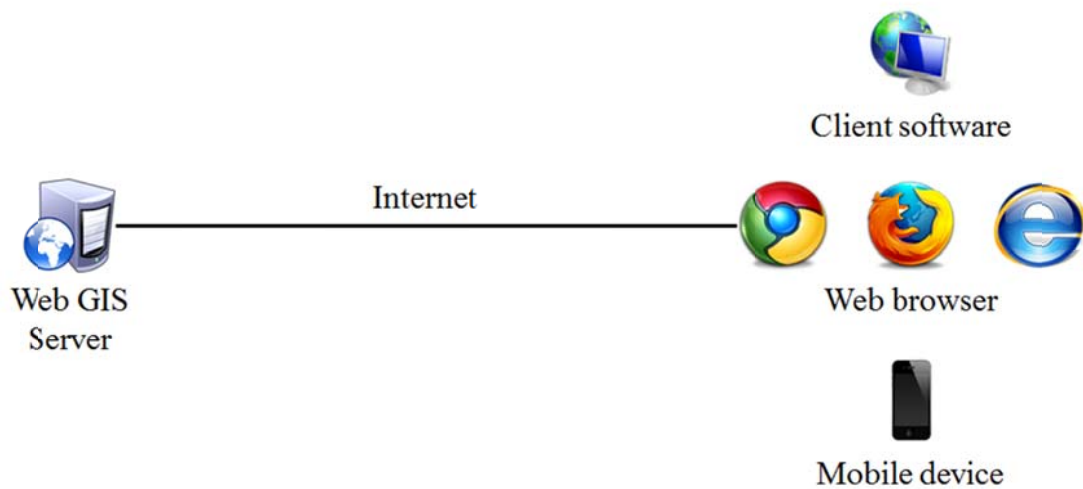


圖 2.1 網路 GIS 的分散式架構圖

有別於傳統 GIS 的集中式架構，網路 GIS 最基本的定義是其各個組成要素是分散的，並使用網路科技聯繫各部份 (Fu, 2010)。以上圖為例，最簡單的網路 GIS 架構分為兩個部分，即左邊的伺服器端 (server) 和右邊的客戶端 (client)，伺服器端和客戶端之間則以網際網路傳輸資料和指令。當使用者透過不同的客戶端平台：客戶端軟體 (例如 ArcGIS Explorer)、網路瀏覽器 (例如 Google Chrome) 或行動裝置 (例如智慧型手機) 傳送指令給伺服器，伺服器即開始執行使用者下達的指令，例如檢視地圖、分析功能；完成之後亦透過網路將成果傳回客戶端。儘管商業用 GIS 軟體仍舊昂貴且複雜，但是今日任何網路使用者都會以網路瀏覽器存取閱覽全球資訊網 (world wide web, www)，即使沒有安裝客戶端軟體或持有行動裝置，也能以網路瀏覽器為平台使用 GIS 服務，遂大幅降低使用的門檻，也把 GIS 服務推廣給更多的使用者。

網際網路的蓬勃發展始於 1990 年代，因此網路 GIS 應用之普及亦始於此時。早期的網路 GIS 功能有限，主要用於發佈可供使用者瀏覽的線上地圖、基本 GIS 資料查詢 (Dragičević, 2004)。直到 1995 年，Susan Huse 將單機版 GIS 軟體 GRASS (<http://grass.fbk.eu>) 和網路伺服器整合，開發出 GRASSLinks 這套軟體，允許使用者在客戶端傳送指令給伺服器端的 GRASS 軟體，再將分析結果傳回客戶端 (Huse, 1995)，是網路 GIS 發展跳脫單純的地圖展示和查詢，擁有更多 GIS 分析功能的早期範例。隨後各大軟體公司亦開始推出各種伺服器端網路 GIS 軟體，直到近年的技術發展和研究重點更延伸到各種行動裝置和地理位置服務 (Location Based Service, LBS) 等跨領域應用 (Kim et al., 2005)，最早期的伺服器端—客戶端的雙邊架構也日趨複雜多樣。但是各種網路 GIS 應用的目標仍然可以分為三大類 (Plewe, 1997; Green and Bossomaier, 2002; Peng and Tsou, 2003)：

1. 空間資料取用與傳播
2. 空間資料探索與視覺化
3. 空間資料處理、分析

隨著個人電腦普及率趨近飽和，網際網路的資料流量和連線頻寬也相應地成長，越來越多網路 GIS 應用被開發出來。其中 2005 年 2 月啟用的 Google Maps 是網路 GIS 應用的里程碑，使用者可以在網路瀏覽器中以各種比例尺檢視世界各地的向量基本圖、衛星影像、立體地形圖。Google Maps 提供的圖層、資訊和服務不斷充實成長且維持簡單直覺的網頁操作介面，使用者可以搜尋地名或地址、查詢交通路線、瀏覽有地理定位 (geo-tagged) 的相片、或是在 Google 帳號之下編輯地圖、新增地理資訊並以網路為媒介分享給其他使用者。因此，以 Google Maps 為平台，使用者可以瀏覽、搜尋、獲取各種類型的地理資訊，是非常成功的地理資訊入口網站 (geo-portal) 的典範。

值得一提的是，Google Maps 屬於 Google 公司開發的網路應用程式之一，近年 Google 致力於將其搜尋業務和其他應用程序，例如 Picasa 網路相簿、Google 文件、Fusion Table 等資源以 Google Maps 和 Google Earth 為平台來整合各種具有空

間屬性的網路資訊，將網路 GIS 應用的可能性進一步延伸。例如使用者可以在 Fusion Table 網頁中上傳一份記載有地址資料的 excel 表格，由 Google Maps 進行地址定位 (Geocoding) 後，將地址點位套疊在 Google Maps 中，並可以根據表格中紀錄的其他數值資料在地圖中以定量圖例的形式呈現 (如下圖)。由這些創新可以發現：傳統 GIS 的集中式架構正在逐漸被取代，由分散式架構所提供的網路服務將會逐漸成為未來使用 GIS 的主流途徑，網路提供的 GIS 服務不僅在功能上將逐漸和 GIS 軟體一樣完整，且可以允許更多使用者將 GIS 運用在更多元的領域。

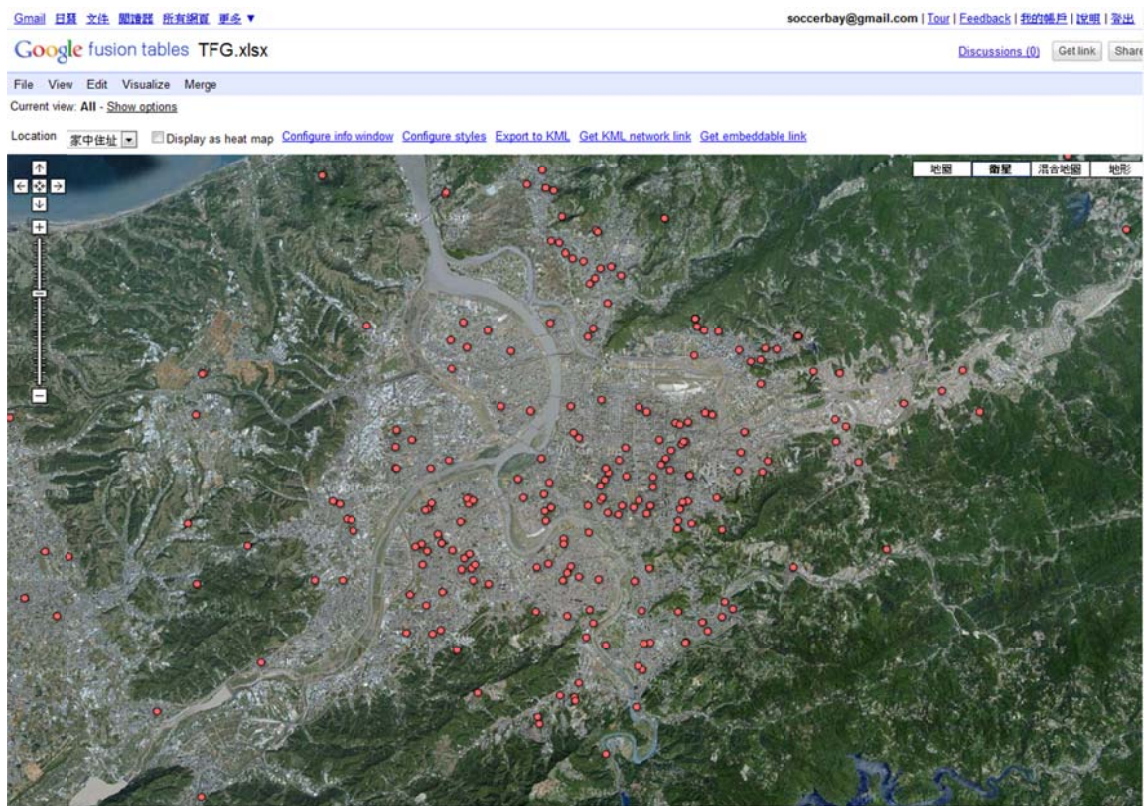


圖 2.2 使用 Google Fusion Table 將地址點位顯示在 Google Maps 中

第四節 小結

有鑑於前文中談論的 GIS 在地理教育應用中的各種限制，皆非短時間內能夠立竿見影地得到解決。因此應用網路 GIS 技術來取代傳統桌上型 GIS 軟體，減少各種限制的門檻的概念開始被提倡 (Baker, 2005; Kerski, 2008)。然而網路 GIS 技術雖然日趨成熟，但是各種網路 GIS 平台十分多元，內容亦五花八門。在台灣卻

缺少真正為 GIS 單元之教學而設計的網路 GIS 平台，由於學生和教師亟需更好的 GIS 教學方法和工具，所以網路 GIS 教學平台的開發，有其實務上的價值。



第三章 教學網站設計

第一節 系統架構

為了同時結合 Google Maps 的使用介面和 ArcGIS 的分析功能，本研究必須掌握不同的工具和技術，並將這些工具混搭 (mashup) 來使成果符合最初設定的研究目標。以下將本系統研發過程所使用的主要工具詳述如下：

1. 網站架設與網頁編輯

全球資訊網 (world wide web, www)，是由所有互相連接的超文字 (hypertext) 文檔組成的集合，透過網際網路存取。每一個文檔都由一個統一資源定位符 (Uniform Resource Locator, URL) 指定其網路位址，當網路使用者在瀏覽器網址列中輸入 URL，瀏覽器就會從網頁伺服器取回稱為「文檔」或「網頁」的資訊並顯示出各種各樣的網頁。

本研究的目標之一是建置供師生使用的教學網站，因此首先使用 Windows 作業系統內建的 Internet Information Services (IIS, 網際網路資訊服務) 伺服器軟體架設網頁伺服器，該伺服器之主機實體位於台大地理系地圖與多媒體研究室，網路位址為 140.112.63.87。伺服器之軟硬體配置完成之後，即可指定伺服器中任何實體路徑，設定為虛擬目錄，放置在路徑中的檔案向網路開放與共享。舉例而言，若有一純文字檔案命名為 document.txt，若使用者需要存取該文字檔，可以在瀏覽器中輸入 <http://140.112.63.87/document.txt>，即可透過網路存取該文字檔。

網站是指網際網路上根據一定的規則，使用 HTML (超文本標記語言, HyperText Markup Language) 等工具製作的用於展示特定內容的相關網頁的集合，這意味著一個網站之下會包含許多內容與網站主題相關聯的網頁。根據這個定義，本研究以文字編輯器編輯合乎標準的 HTML 檔案，設計一系列教學服務的網頁並放置於網路伺服器的虛擬目錄中，供教師與學生在網路瀏覽器中存取。

```

93 </style>
94 <script src=
"http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&sensor=false&key=ABQIAAAAG10v3wLMOHAvIupT6kYmwhI7-GicqmI9oeF_lq9rR0QwX4-NBT2hF0h
ngey8ExkxOn8IFAGHRvUXQ"></script>
95 <script src="http://serverapi.arcgisonline.com/jsapi/gmaps/vv1.6" type="text/javascript" ></script>
96 <script type="text/javascript">
97
98     var map;
99     var geocoder;
100    var mapExtension;
101    var floodtask;
102    var gOverlays;
103    var layer50M;
104    var layer100M;
105    var layerdem;
106    var layerhillshade;
107    var layerslope;
108    var address;
109
110    function initialize() {
111        if (GBrowserIsCompatible()) {
112            map = new GMap2(document.getElementById("map_canvas"));
113            map.setCenter(new GLatLng(23.6, 121), 8);
114            map.setUIToDefault();
115            map.enableScrollWheelZoom();
116            map.setMapType(G_SATELLITE_MAP);
117            geocoder = new GClientGeocoder();

```

圖 3.1 以文字編輯器檢視之 html 檔案

2. Google Maps API

Google Maps 是由 JavaScript 和 XML(可擴充套件標記語言, eXtensible Markup Language) 編寫而成, 這樣的結構是讓客戶端能夠以動態的方式存取 Google 伺服器的資料。2005 年之前, 如果程式開發者想要在自己的網站中匯入 Google Maps 的地圖介面而不經由 Google Maps 的官方網站, 必須把 Google Maps 的網頁程式碼加以破解, 從而取得其中的地圖資訊。但是 2005 年 Google Maps API 釋出之後, 任何人都能免費在自己的網站中匯入完整的 Google Maps 介面, 包含使用者介面設計、地址搜尋、路網導航、讀取 kml 檔案等功能, 因此目前網路上對 Google Maps API 的應用多不勝數(例如許多人會在自己的美食網誌結尾附上一小張標有餐廳位置的 Google 地圖), Google 的競爭對手也都陸續釋出地圖 API 供網路開發者應用 (Chow, 2008)。



圖 3.2 Google Maps API 運作架構圖

圖 3.1 說明 Google Maps API 之運作機制，Google Maps 在瀏覽器中顯示的地圖傳統上是由 GIS 軟體對 GIS 資料進行處理之後輸出為圖檔。但是 GIS 資料並非網路瀏覽器可直接支援讀取的格式，因此 Google 公司事先將 GIS 圖資進行前處理，轉存為網路瀏覽器支援的.jpg、.gif、.png 等格式的圖檔，存放在 GIS 資料庫中。客戶端使用 Google Maps 時，根據使用者檢視地圖的範圍將前述之圖檔以 Google 公司制定之資料傳輸協定傳回客戶端的網路瀏覽器供使用者檢視。

Google Maps API 的發佈，對於網路 GIS 開發者而言開啟了極廣泛的可能性。過去使用者只能透過 Google 取得線上地圖，資料傳輸與網頁伺服器皆是由 Google 壟斷；而 Google Maps API 的發佈則使更多的組織與開發人員能夠在自己的網站中加入 Google 所制定的資料傳輸協定，使用者透過這些網站也可以根據 API 的指令

碼從直接讀取 Google Maps。

由於 Google Maps 的使用介面已經擁有衛星影像、交通路網和大比例尺電子地圖的資料，所以以 Google Maps API 為基礎，配合符合開放式地理資訊系統協會 (OGC, Open GIS Consortium) 標準的地理標記語言 (Geographic Markup Language, GML) 就可以完成一個具備資料展示和查詢的網路 GIS 原型 (Chow, 2008)。

本研究建構的系統要以 Google Maps 的操作介面作為基本，所以首先要使用的工具就是 Google Maps API。由於 Google Maps、Earth 在教育上的應用已經吸引許多一線教師的注意，所以使用 Google Maps API 建構教師與學生較熟悉、具親和力的地圖介面，是本研究開發的教學網站中十分重要的一部分。

由於本研究的網頁伺服器位於網路位址 140.112.63.87 之主機，使用者瀏覽本研究設計之教學網頁時，皆是透過 `http://140.112.63.87` 為開頭的 URL 讀取，而不是 Google Maps 之官方網站，所以如果需要在網頁中使用 Google Maps API，需要事先以 140.112.63.87 之位址申請金鑰。金鑰是亂數排列、獨一無二之英文字母與數字的組合，用於辨識網站之位址，如果沒有申請金鑰或是使用不符合的金鑰，網頁中的 Google Maps 將無法正常顯示。

在文字編輯器中設計教學網頁時，最重要且常用的 Google Maps API 之語法如下：

A. `<script`

```
src="http://maps.google.com/maps?file=api&v=2&sensor=false&key=金鑰"></script>
```

```
<script type="text/javascript">
```

宣告在本網頁中引入 JavaScript 之語法，來源為 Google Maps，運用在來源為 140.112.63.87 之網頁中。所有 Google Maps API 之指令才能運作。

B. `function initialize() {`

```
var map = new GMap2(document.getElementById("map_canvas"));  
}
```

宣告一個命名為 map 之變數，且定義此變數為 Google Maps，並置放在 map_canvas 之框架中。這個語法會在網頁中產生一張基本的地圖，作為本系統之使用介面的一部分。

C. `map.setCenter(new GLatLng(23.6, 121), 8);`

設定上述之 map 變數的檢視範圍，以北緯 23.6 度，東經 121.8 度為地圖中心，比例尺縮放等級為 8，以 800*600 像素之地圖為例，此檢視範圍大致包含全日本島。

D. `map.setUIToDefault();`

加入初始操作介面，包括地圖類型切換、比例尺滑棒。

E. `map.enableScrollWheelZoom();`

允許使用者檢視地圖時可以使用滑鼠滾輪控制比例尺縮放。

將上述的語法加入 HTML 之後，在網路瀏覽器中呈現之 Google Maps 介面如下圖：



圖 3.3 使用 Google Maps API 在網頁中產生的地圖介面

3. ArcGIS Server

以 Google Maps API 建構系統使用介面只完成了本研究一半的目標；還必須賦予這個系統完整的 GIS 功能，Google Maps API 不包含實踐 GIS 功能的語法，所以本研究使用 ESRI 的 ArcGIS Server 發布一系列針對教學需要設計的網路 GIS 服務。有別於單機版 ArcGIS 軟體，ArcGIS Server 是用於發佈網路地理資訊服務，而且可以實現網路 GIS 系統的分散式架構，換言之可以資料倉儲、運算主機、網路伺服器的實體位置可以是在不同的電腦中，只需要由系統管理員透過 ArcGIS Server 端指定網路位址（即網路協定，Internet Protocol，IP）即可。系統的基本架構如下圖，由以下要素組成：



圖 3.4 ArcGIS Server 系統架構圖

A. GIS 伺服器

由伺服器物件管理者 (Server Object Manager, SOM) 和伺服器物件容器 (Server Object Container, SOC) 組成，都是用於服務功能的運作：SOM 負責管理調度；而 SOC 則是服務功能（例如地理分析服務）具體執行的位置。SOM 和 SOC 可以

在同一部電腦主機中，也可以由一部電腦主機擔任 SOM，管理其他做為 SOC 的電腦。

B. 網路伺服器

負責網路應用程式 (Web Application) 的運作，網路應用程式是透過網路瀏覽器在網際網路上使用的軟體，廣泛運用於生活的各種層面，例如電子郵件信箱。ArcGIS Server 架構中的網路伺服器是透過傳遞指令給 GIS 伺服器，由伺服器執行 GIS 功能，並將結果送回網路伺服器，然後再傳送到用戶端。

C. 客戶端軟體

包括單機版 ArcGIS 軟體、ArcGIS Explorer 等，客戶端可以直接使用這些軟體，無需自備資料或功能擴充模組，透過網路存取位於 GIS 伺服器的資料和各類服務。因為這兩種軟體由於同屬 ESRI 產品，所以和較複雜的向量或網格資料是相容的，無須經過轉換即可正常讀取。

D. 網路瀏覽器

例如微軟 IE、Google 瀏覽器、Firefox 等，無法取得客戶端軟體的使用者也能透過網路瀏覽器存取來自網路伺服器的資料來使用網路 GIS 系統，兩者的差異在於瀏覽器無法支援 shapefile 和網格資料這類複雜的資料格式，所以必須經由 GIS 伺服器將資料轉換為 .jpg、.svg 或 GML (地理標記語言，Geography Markup Language)、.kml 等相對較為輕量的資料格式才能供瀏覽器使用。

雖然 ArcGIS Server 如前述架構可以經由分散式架構提升效率，但是在本研究中，GIS 伺服器之 SOM、SOC 和網路伺服器實際上都集中配置於前述位於台大地理系地圖與多媒體研究室之主機，位址為 140.112.63.87。這是因為本研究著重於系統開發，原型系統研發階段的優先考量在於研究目標的實現，同時囿於資源與設備，亦無法進行商業規模之配置。本研究使用之 ArcGIS Server 為台灣大學購置之授權版本，選用該套裝軟體的考量如下：

A. ArcGIS Server 所發佈的服務涵蓋單機版 ArcGIS 的大部分主要功能，包括地圖服務、地理編碼、地理資料管理、地理處理服務 (Geo-processing service)、路

網分析服務等等，本研究可以針對高中地理資訊教學的需求，設計並發布各種網路服務。

B. 上述由 ArcGIS Server 發佈的服務不僅可以讓使用者透過網路存取，在使用者的單機版 ArcGIS 中使用，也可以透過簡單物件存取協定(Simple Object Access Protocol, SOAP) 和應用程式介面 (Application Programming Interface, API) 藉由網路瀏覽器和行動裝置存取使用。這在本研究中至關緊要，因為前言提及的高中教學現場的其中一個困境就是單機版 ArcGIS 軟體在使用地點和教學資源上的局限性，所以使用 ArcGIS Server 針對高一 GIS 單元建構網路 GIS 的一大突破在於使教師和學生如果可以在課間或課餘時間使用網路，就能透過瀏覽器立即使用網路 GIS 服務，不需使用技術門檻較高且較難學習的專業軟體。配合 Google Maps API 的操作介面，更能夠將 GIS 的空間資訊內涵和生活環境相結合。

C. 上述的服務都符合開放式地理資訊協會 (Open Geospatial Consortium, OGC) 定義的標準，包括將瀏覽器可支援的地圖圖檔發佈給服務使用者的網路地圖服務 (Web Map Service, WMS)、使用者可以透過網路由伺服器取得並更新 GIS 資料的網路圖徵服務 (Web Feature Service, WFS) 和 KML & KMZ 格式。這些統一的開放格式不僅能使教師和學生可以更容易取得地理資訊，而且能夠將之運用在其他的開放網路資源，例如 Google Earth & Maps，對於不同服務和資料來源的互操作性 (Interoperability) 有較大的彈性，遠優於商業 GIS 軟體。

在本研究中，透過 ArcGIS Server 發佈的網路 GIS 服務大致可分為兩大類，分別是地圖服務 (map service) 與地理處理服務 (geo-processing service)。地圖服務是將各種 GIS 圖資發佈為網路服務，使用者可以透過 GIS 軟體或瀏覽器檢視這些圖層，並對圖資進行空間或屬性查詢。地理處理服務則是將 GIS 功能根據預先設計好的處理流程組合成模型 (model) 並發佈為網路服務，和地圖服務的不同在於地理處理服務通常是為了處理特定問題而設計，可以由使用者輸入變數，此變數

可以是數值、文字或使用者指定的位置，經過模型處理之後將成果傳回至使用者。

另一方面，ESRI 亦有發佈一系列基礎的幾何分析功能，例如環域分析、面積與周長計算等。所有開發者皆可以由 ESRI 之 ArcGIS Server 官方伺服器免費取用這些服務，或是和本研究中發佈的服務相結合，設計出更複雜完整的網路 GIS 功能。以下的列表為本研究中使用與發佈的網路 GIS 服務清單，這些服務皆是考量教學的角度和需要而設計的：

表 3.1 本研究發佈之地圖服務一覽

台灣鄉鎮市區行政區	圖資的屬性資料包含鄉鎮名、隸屬縣市、行政區全名與代碼、土地面積、人口統計（含總數、男女性人口數、幼壯老年人口數、性別比例）
台灣村里行政區	圖資的屬性資料包含村里名、隸屬鄉鎮、隸屬縣市、行政區全名與代碼、人口統計（含家戶數、總人口數、男女性人口數、移入移出人口數）
台灣各級學校點位	圖資的屬性資料包含學校代碼、校名、所在縣市、地址、學校類型
台北市大安區土地利用	使用內政部國土測繪中心之民國 96 年台北市國土利用調查資料，可查詢詳細的土地利用現況；並備有向量式、網格式（解析度 5M、10M、20M）兩種格式供教學時進行比較
台灣地區數值地形模型	使用 ASTER 衛星量測之台灣地區 DEM，網格解析度為 30M，並將網格像素根據海拔高度分層設色
台灣地區向量等高線	由上述之 ASTER DEM 經 contour 工具處理而得，共有 50M 和 100M 兩種間隔
台灣地區地形黑白暈渲	由上述之 ASTER DEM 經 hillshade 工具處理而得，用於立體化的地形展示效果
台灣地區坡度圖	由上述之 ASTER DEM 經 slope 工具處理而得，作為 GIS 地形分析之範例

表 3.2 本研究發佈之地理處理服務一覽

台灣地區海平面上升模擬	在單機 GIS 軟體中繪製淹水模擬圖通常是將 DEM 的網格重分類 (reclassify) 而成，本研究將此作業流程發佈為網路服務，使用者只需輸入淹水高度值，伺服器即會將全台淹水範圍傳回客戶端
北北基地區視域分析	結合 viewshed 工具和北北基 DEM 資料，發佈為網路服務，使用者在北北基範圍之內點選地圖，伺服器即會將該點的可視範圍傳回客戶端
台北市便利商店區位分析	商業決策支援範例，以臺北市之 7-11 分店為例，由使用者輸入特定距離 x，由伺服器計算出所有分店在 x 公尺內的路程範圍，與範圍內的戶籍人口數

4. ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps

ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps (<http://resources.esri.com/arcgisserver/apis/javascript/gmaps>) 是由 ESRI 發佈的軟體開發套件 (Software Development Kit, SDK) 之一，ESRI 為了使其產品發佈的服務能夠應用在更多元的平台上 (如 Bing Map、Yahoo! Map、Silverlight、iPhone 等)，遂發佈一系列免費 SDK 鼓勵開發者使用並創造出更多樣的 GIS 服務。ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps 即是其中一種 SDK，使開發者可以進一步擴充 Google Maps API 運用 ArcGIS Server 發布的各類服務。

ArcGIS Server 發布之服務無疑可以透過 ArcGIS 或 ArcGIS Explorer 等客戶端 GIS 軟體取用，但是一般的網路瀏覽器無法做到這一點，因此以瀏覽器為平台的網路 GIS 系統架構中通常需要以 .jpg、.svg、XML 等相容標準來實現空間資料與屬性資料的展示 (Peng, 2004)。

承上論述，由於本研究以 Google Maps API 建構使用者介面，因此使用 ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps 進行系統之開發，目的是將 ArcGIS Server 發布的地圖服務與地理處理服務的成果疊合在 Google Maps API 生成的地圖上。因為此 SDK 和 Google Maps API 同為基於 JavaScript 基礎之下開發的 API 指令集，所

以可以在文字編輯器中將這些指令加入網頁裡，使網頁可以執行各種 GIS 功能。

混搭 (mashup) 是指整合網路上多個資料來源或功能，以創造新的網路應用服務，實務上是在設計網站時將不同來源的 API 和指令匯入網頁中達成的 (Zang et al., 2008)。由於本研究的目標是建構以 Google Maps 為介面的 Web GIS 網站，而前述的 ArcGIS Server 發佈的服務能夠透過 ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps 在網頁中執行，所以配合 Google Maps API 就能夠達成預期的目標。這種以 Google Maps API 結合其他資料來源的網路服務十分多樣，由於是以地圖來顯示和記錄地理資訊，所以這類的服務經常會用 Geo-Mashup 一詞來指稱，在本研究中，便是以結合 Google Maps API、ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps 兩個服務來源為主的 Geo-Mashup，使師生只需網路瀏覽器就可使用 GIS 服務，而不一定需要客戶端軟體，以降低使用和技術上的難度。其架構如下：

在文字編輯器中設計教學網頁時，加入以下之語法即可引入 ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps 之語法集，並使用所有有效的 API 指令：

```
<script src="http://serverapi.arcgisonline.com/jsapi/gmaps/?v=1.6" type="text/javascript" ></script>
```

5. 系統架構與流程圖

在網頁中將 Google Maps API 與 ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps 的指令碼結合之後，使用者即可在瀏覽器中實現各種網路 GIS 服務，無需借助任何 GIS 客戶端軟體。以下用海平面上升模擬作為範例，說明本研究中的系統架構與運作機制。

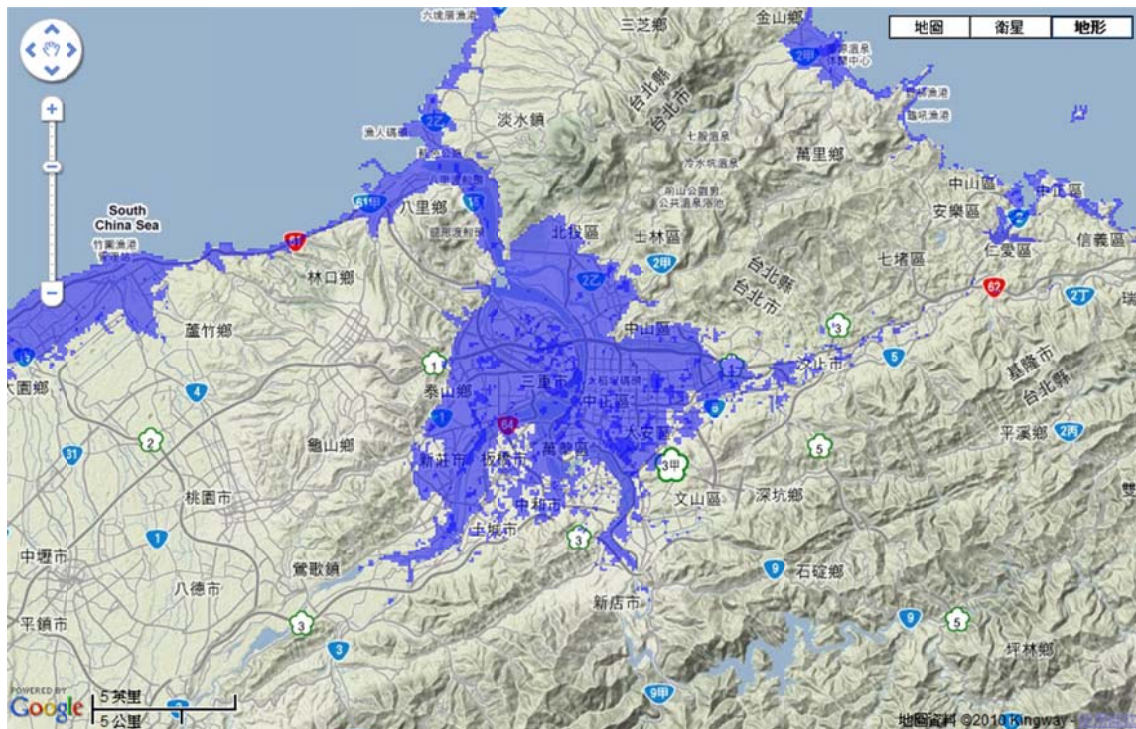


圖 3.5 模擬海平面上升 15 公尺台北盆地淹沒範圍

上圖為本網站之地形分析單元中，模擬海平面上升之分析功能的網頁。藍色部分為模擬海平面上升 15 公尺之淹沒範圍，並以 Google Maps 之立體地形為底圖。海面上升模擬為 ArcGIS Server 發佈之分析服務；地形基本圖來自 Google Maps API。

在本網頁中，使用者只需輸入海平面上升高度，點選「執行分析」按鈕，伺服器就會在稍後將成果傳回網頁中。但是如果在單機版 GIS 軟體中完成一樣的作業，使用者必須取得 DEM 且具備以 GIS 處理網格地形資料的知識和技能。本研究採用 ASTER 衛星之解析度 30 公尺 DEM，並將以下資料處理流程以 ArcGIS 編輯成為處理模型：

- A. 新增一個可供使用者自行輸入數字的欄位，此數字是欲模擬之海平面上升高度值。分析流程開始後，新增一個網格檔，其中所有像素值皆等於海面上升高度值。
- B. 執行 simple map algebra 功能，以上述產生的網格像素值減去 DEM 之網格像素值。新產生的網格像素值將分為正數與負數兩大類，前者為淹沒範圍，後

者則是不被淹沒範圍。

- C. 執行 reclassify 功能，將上述運算成果之網格像素值為正數者歸類為 1，代表淹沒範圍，其餘皆歸類為無資料。
- D. 將上一步驟產生之網格檔轉換為向量式資料，再執行 dissolve 功能將所有分散的圖徵整合，最後結果為淹水範圍之 shp，全島淹沒範圍為一筆圖徵。其分析流程如下圖：

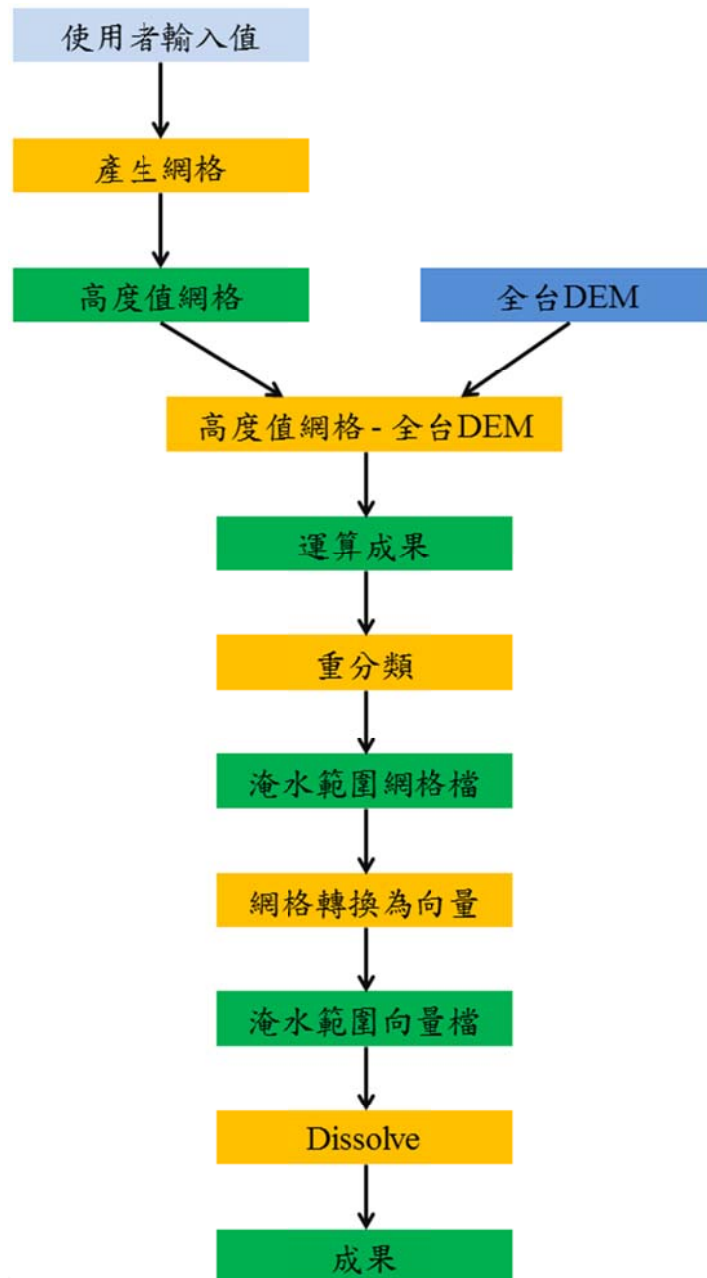


圖 3.6 淹水模擬流程圖，綠色為資料，黃色為分析，淡藍色為使用者輸入值

本研究中，大多數的 GIS 分析流程與操作，皆轉化為類似上述流程的模型，並發佈為網路服務。使用傳統的單機 GIS 軟體處理同樣問題時必須熟悉所有操作步驟，顯然對於教師與學生而言較為困難，且難以在課堂教學中掌握；倘若使用本研究的教學網站，則只需要輸入海平面上升值即可，並且將教學重點有效轉移到 GIS 觀念與應用而非軟體操作，同時也可以將分析成果與 Google Maps 之基本圖、衛星影像、立體地形等資訊豐富的底圖相比對，無須借助其他圖資和軟體。

以下將繼續以海平面上升模擬為範例，說明客戶端以瀏覽器使用本網站時，客戶端和 ArcGIS Server 之間進行的指令傳輸、資料運算、呈現分析結果一系列的處理機制，以下列的架構圖表示：

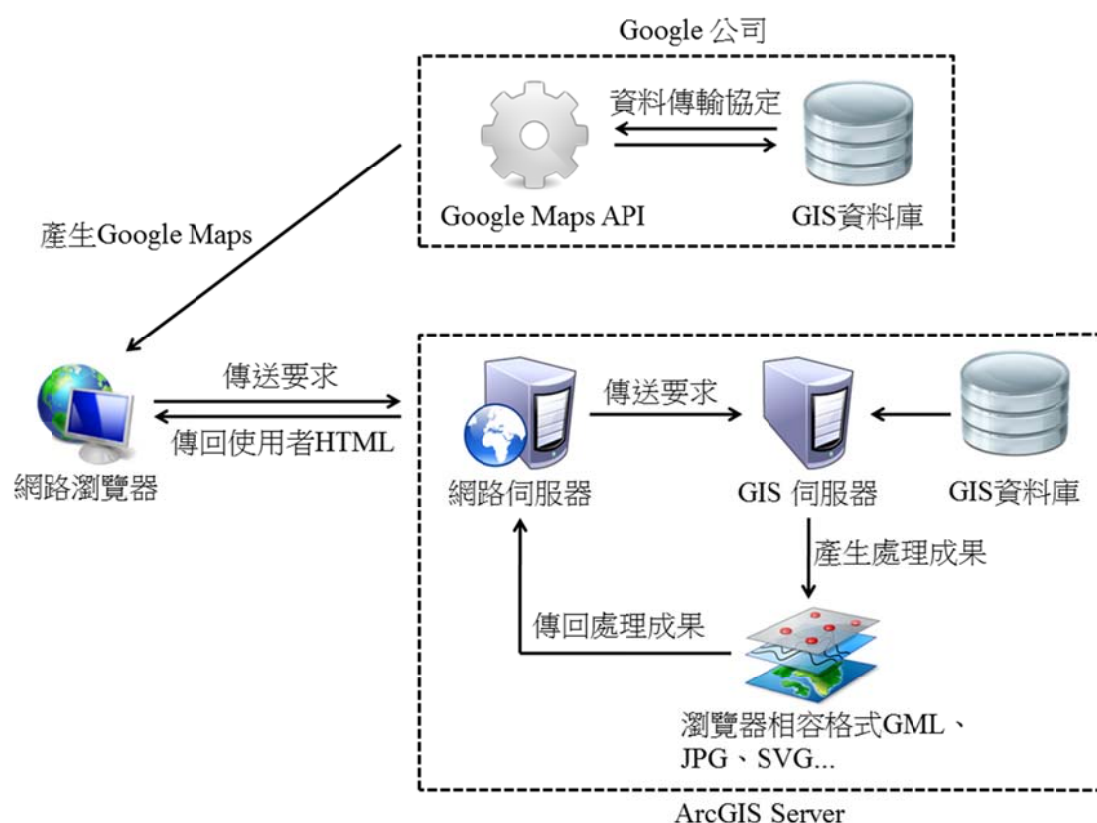


圖 3.7 教學網站系統架構圖

- 讀取初始網頁：當使用者透過 URL 進入網頁後，由於網頁中已導入 Google Maps API 之語法，所以會立即根據 Google 制定的資料傳輸協定，讀取預設檢視範圍的 Google Maps 底圖。
- 使用者在網頁中輸入欲分析的海平面上升高度值，點選「執行分析」按鈕，

瀏覽器會將 function.execute (執行指令) 與先前輸入的數值傳回網路位址 140.112.63.87 之 ArcGIS Server。

- C. 根據前述的 ArcGIS Server 架構，此指令會先由網路伺服器接收，並轉移到 GIS 伺服器，交由 SOC 根據使用者輸入的數值執行淹水模擬之地理處理服務。此模型僅有淹水高度一項變數，然而更加複雜的模型可以允許使用者輸入更多樣化的變數，例如更多組數據，或點選地圖，將該點的位置傳回伺服器，視模型的設計與需求而定。
- D. 執行結束後，根據模型的設計，將會產生一個具有一筆圖徵的淹沒範圍之向量資料。然而使用者的網路瀏覽器並不支援 GIS 資料。所以 ArcGIS JavaScript Extension for Google Maps 作為聯繫的橋樑，負責指示 ArcGIS Server 將處理成果的空間資料轉換為可在瀏覽器中正常顯示的.png 圖檔，傳回網路伺服器。
- E. 網路伺服器負責將上述的成果回傳至使用者的瀏覽器中，套疊在 Google Maps 基本圖上，完成全部流程。同時也達成以瀏覽器使用與展示 GIS 之目標。

第二節 教材分析與需求訪談

本研究中建置的教學網站，是由教學的角度考慮教師和學生的需要。所以教學網站中的網路 GIS 教學範例必須能夠在課堂中將 GIS 的功能與概念展示在網路瀏覽器中。為了符合教師與學生的需求，本研究透過三個方法收集目前全國高中 GIS 章節教學的資訊，並以此作為設計教學範例的基礎。這三個方法是課程綱要分析、教材分析、教師需求訪談。分別詳述如下：

1. 課程綱要分析

檢視 95 暫綱與 99 課綱中「地理資訊系統」章節的條文(教育部, 2006 & 2010)，可以將與 GIS 相關的學習目標整理為以下表格：

表 3.3 95 暫綱與 99 課綱中「地理資訊系統」之學習目標

95 暫綱	99 課綱
2-2 能區分空間資料與屬性資料	1-3 能區分空間資料和屬性資料
2-3 能區分向量資料與網格資料	2-1 了解 GIS 在現代社會的重要性
2-4 能了解 GIS 的功能與應用潛力	3-1 能了解 GIS 的組成要素
3-1 了解 GIS 在現代社會的重要性	3-2 能了解 GIS 的功能與應用潛力
3-3 能用 GIS 查詢或展示生活周遭的地理議題	3-3 能用 GIS 查詢或展示生活周遭的地理議題

兩個版本的課程綱要之 GIS 章節的內容可以分為兩種面向的條文，分別為 GIS 技術與 GIS 應用兩個層面，簡述如下：

A. GIS 技術

在 95 年課綱為能區分空間資料與屬性資料、向量資料與網格資料、GIS 的功能與應用潛力；而 99 年課綱則是能區分空間資料與屬性資料、了解 GIS 的組成要素、GIS 的功能與應用潛力。皆是從最基本的 GIS 定義出發：GIS 是用於獲取、儲存、查詢、分析、展示地理資料的電腦系統 (Chang, 2010)，用於處理地理問題。因此兩個版本的課綱都將「能區分空間與屬性資料」列為學習目標；99 年課綱進一步將學習目標擴展為「了解 GIS 的組成要素」，這些要素包括電腦系統、軟體、資料、使用者與基礎建設 (Chang, 2010)，涵蓋了 GIS 各種層面的知識，因此無須如 95 年課綱將「能區分向量與網格資料」也列入學習目標。另外兩個版本的課綱都列入「能了解 GIS 的功能與應用潛力」，由於 GIS 的資料格式或 GIS 的組成要素皆是地理資訊領域的基礎知識，所以這個學習目標就著重在 GIS 主要是以那些功能來分析處理前述的資料，以及這些功能能夠處理那些地理問題。

B. GIS 應用

兩個版本對於這個層次的學習目標都是了解 GIS 在現代社會的重要性、能用 GIS 查詢或展示生活周遭的地理議題兩項。這兩個學習目標並不局限於 GIS 知識，

而是要求教師以上述的知識為基礎進一步延伸，將 GIS 在應用層面上的各種可能性向學生展示，並激發討論與思考。根據美國勞工局於 2006 年 2 月提出的報告，地理空間資訊和奈米科技與生物科技並列為三大新興產業

(<http://www.carrervoyages.gov>)。而 GIS 可以應用在市場研究分析、環境工程、都市或區域規劃等方面 (Chang, 2010)，因此教師和課程應該充實這些實務範例，方可向學生舉例說明，本網站的教學範例亦應該提供這些範例，讓師生在網站中操作。

2. 各版本教材分析

目前國內地理教科書市場的主要競爭者有翰林、龍騰兩家出版社，出版社根據課綱內容編寫教材，經過審定通過後方可在教科書市場中競爭，因此教材內容可以說是課程綱要之延伸、也是各校 GIS 教學的參考文本。因此本研究分析兩家出版社的高一地理教科書 GIS 章節之內容與架構，整理為下表：



表 3.4 翰林版地理科教材 GIS 內容架構 (賴進貴等, 2010)

翰林	
第一節 地理資訊系統內涵與結構	
一、地理資訊系統介紹	
二、資料儲存方式	
1. 向量式結構	
2. 網格式結構	
專有名詞：網格解析度	
3. 向量式與網格式的比較、選擇	
第二節 GIS 的功能與應用	
一、資料蒐集與管理	
二、查詢	
1. 空間資料與屬性資料	
2. 空間查詢與屬性查詢	
三、展示：各種一般或主題地圖繪製	
四、空間分析	
1. 環域分析：點、線、面環域分析	
2. 疊圖分析	
3. 路網分析：最佳路徑分析或服務範圍規劃	
4. 地形分析：使用地形網格資料，計算坡度、坡向、黑白暈渲、視域分析、 地形模擬與展示	
五、GIS 應用範例—垃圾掩埋場選址：	
將河川周圍 400M、斷層線兩側 100M、聚落周遭 150M 之環域	
以 OR 的方式運算，得出不可設置焚化爐之範圍	

表 3.5 龍騰版地理科教材 GIS 內容架構（施添福等，2010）

龍騰
<p style="text-align: center;">第一節 地理資訊系統的功能</p> <p>一、地理資訊系統的組成</p> <ol style="list-style-type: none">1. 空間資料與屬性資料2. 向量資料與網格資料 <p>二、地理資訊系統與生活</p> <ol style="list-style-type: none">1. 空間查詢2. 最佳路徑分析3. 地形分析：坡度、坡向、視域分析、海平面上升模擬 <p style="padding-left: 40px;">專有名詞：數值地形模型</p> <ol style="list-style-type: none">4. 環域分析5. 疊圖分析：埔里鎮購屋選址決策支援 <p style="text-align: center;">第二節 地理資訊系統實作</p> <p>以「Google 地圖」與「臺灣新舊地圖對照」為範例說明地理資訊系統的查詢、最佳路徑分析、疊圖分析及展示等功能。</p>

3. 教師需求訪談

目前國內高中 GIS 教學的現況已在緒論簡述，這些有待解決的問題主要是從學校與教師的角度出發，因此本研究設計的教學網站自然也要符合教師的需求。因此教學網站設計的過程中，和許多第一線的高中教師有密切的聯繫，並經由多次的訪談和討論來了解教師的需求。

受訪教師共有七位，分別任教於北一女中、內湖高中、台中一中、新營高中四間學校。挑選受訪教師的主要考量是這些教師任教的四間學校皆為 GIS 中心學校，根據陳哲銘（2010）之全國教師問卷普查，任教於 GIS 中心學校之種子教師曾接受密集的專業培訓和充裕的學校教學資源補助。因此國內種子與非種子教師

在 GIS 知識的認知上沒有顯著差異，但是在 GIS 融入教學的技能層面上，種子教師顯著優於非種子教師，對於 GIS 技能和教學皆較有信心，所以在訪談中給予的意見不論質量皆有正面的幫助。

每一次需求訪談之前，都會準備一系列的教學範例網頁檔。在訪談的過程中實際示範網頁使用與操作，並聽取教師的意見和回饋，做為修改的依據與下一回合需求訪談的準備。在本研究進行的過程中，幸賴這些第一線教師的大力支援，教學網站的內容才能日趨完善，因為教師們對於本研究網路 GIS 融入教學的構想極感興趣，並積極思考自己教學上的需要並在需求訪談中反映。在此將其中較為重要的意見，與網站建構中主要的設計思想，整理如下：

- A. 由於教科書和課程會介紹的 GIS 概念和功能甚多，因此為了簡化教學網頁之使用介面與網頁設計之難度，可採用分散的架構，一個教學網頁專門支援一個特定 GIS 概念或功能的教學。在教師進行教學時，根據教學需要使用不同的網頁即可。
- B. 承上，由於教學網頁甚多，涵蓋課綱與教科書的所有內容，所以這些分散的網頁必須以妥善安排的順序在教學中運用。因此，應針對目前國內大部分學校的 GIS 教學情況，設計 GIS 章節的教案，教學時間兩節課，由 GIS 概念到分析功能直到更進階的複雜案例分析，由淺入深，在教案中串聯成合理的教學順序，並依照順序安排所有的教學網站，分別支援不同的教學重點。如果在教學中依照教案執行，就可以在兩節課中以本網站的教學範例為教學平台，完整教授 GIS 章節。
- C. 由於每一個網頁都是獨立的教學範例，所以需要一個首頁作為連接所有教學範例的橋樑。這個首頁的內容應涵蓋上述的教案，並將所有教學範例的網頁連結以超連結的形式整理在首頁中，方便教師在教學過程中以這個網站首頁為中心，快速取用所有教學網頁。
- D. 如前所述，每一個網頁都是以一個 GIS 觀念或功能為核心。所有教師在教學訪談的過程中一致要求這些教學範例必須以教學的需要為優先加以設計，切

忌只是將 GIS 功能轉換為可以在網路瀏覽器中操作為滿足。應該配合各種在教學中可以觸發學生思考的問題或議題作為出發點，而相對應在網頁中以 GIS 的分析功能加以解決才有意義。例如以「看完一場電影之後，想在電影院附近坐坐，可以去哪裡呢？」這個問題為出發點，刺激學生討論與思考，若得到「可以到電影院周圍 500 公尺內的餐廳、咖啡店、泡沫紅茶店」的意見後，就可以使用 GIS 的空間查詢功能回答上述的問題。每一個教學網頁都應該以這樣的方式設計，才不會流於「為 GIS 而 GIS」的缺失。

- E. 承上，每個教學網頁除了 Google Maps 佔據網頁編排中最大的範圍之外，也應該輔以適當的文字與圖表，將網頁的教學重點和教學的邏輯順序詳細說明，這些補充說明須和網頁中的 GIS 操作清楚區隔，方便教師解說和使用。
- F. 所有教學網頁中除了 Google Maps 和 ArcGIS Server 發佈的 GIS 服務之外，教師們建議在網頁中依照教學需要，整合其他的資源，包括 Google 提供的地址或地名搜尋、以核取方塊 (checkbox) 在地圖上切換顯示的各種輔助圖資，例如各級學校、行政區、便利商店、或學生住家地址點位等。

第三節 內容架構


綜合課綱分析、教材分析、教師需求訪談三個過程之後，對於教學網站的設計和內容安排已經有初步概念。由於課程綱要僅是簡略地將高中 GIS 課程的學習目標列舉出來，而在緒論中曾經提及，目前國內 GIS 課程教學內容受書商編輯的課本和教學光碟影響甚大，因此網站中納入的 GIS 教學單元主要是根據課本分析的結果，為避免有所遺漏，故將課本中的所有內容皆收錄到教學網站內容中；而教師訪談的目的是在系統開發過程中收集教師對教學網頁本身的意見，以符合教師需要。

針對 GIS 章節設計的教案教學時間為兩節課，由淺入深分為四個教學階段：GIS 基礎理論、GIS 資料、GIS 分析功能、案例研究與應用。每個教學階段內有數

個學習單元，每個學習單元的主題是獨立的 GIS 概念或功能，並分別設計教學網頁，遵循教師需求訪談的原則。以下將本研究的教學網站中每個學習單元的重點和簡介詳列如下：

表 3.6 本研究之 GIS 教學內容架構

1. GIS 基礎理論：GIS 是為了解決「在哪裡？」的空間問題而設計的		
學習單元	核心概念	網頁概要
GIS 概論	GIS 資料是具有空間位置的資料庫，GIS 則是用來處理 GIS 資料，並解決各種問題	以 PowerPoint 投影片配合淺顯的說明和圖示，說明 GIS 的基本概念
2. GIS 資料：過去解決空間問題的主要工具是紙本地圖，為了將紙本地圖和地理資料數位化，需要不同的數位格式		
學習單元	核心概念	網頁概要
空間 vs. 屬性資料	空間資料只記錄了地理現象的位置與範圍，如果要記錄更多資訊，需要資料表格。和空間資料相連的資料表，被稱為屬性資料，屬性資料是 GIS 發揮功能的關鍵	在 Google Maps 上展示鄉鎮市區圖層，以滑鼠點選，可顯示該區之原始屬性表格，說明空間資料（圖面）和屬性資料（表格）的關聯
向量 vs. 網格資料	因為地理現象有不同的性質，所以需要不同的數位格式來記錄並儲存	疊合以下四種圖資，互相比較： 1. 台北市大安區土地利用區塊向量資料 2. 台北市大安區土地利用區塊網格資料，網格解析度 5, 10, 20 公尺 提供補充說明投影片
3. GIS 功能與應用：資料是 GIS 的基礎，只有資料準備就緒，GIS 才能派上用場，而分析功能正是 GIS 的核心。		
學習單元	核心概念	網頁概要
空間查詢	由於 GIS 資料都有記錄空間座標，所以可以設定空間條件，查詢到符合的資料	輸入分析距離 X 公尺，並點選地圖上任意點，查詢該點方圓 X 公尺內的學校資料

屬性查詢	透過查詢屬性資料的方式，快速尋獲符合使用者需求的資料	使用者自行輸入查詢條件，例如行政區名稱或人口數、性別比例，並傳回符合條件的行政區
環域分析	推估特定現象 (例如噪音) 的影響範圍	依照網頁的使用說明實作點、線、面資料的環域分析功能，並活用各種實務導向的問題來引發學習動機。 例如：學校周圍 200 公尺的禁止網咖營業範圍為何？
地形分析	<p>主要是針對網格式地形資料的分析處理</p> 	<p>在 Google Maps 中疊合以下的地形分析成果與功能：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 50 公尺間距等高線 2. 100 公尺間距等高線 3. 海拔高度分層設色圖 4. 黑白地形暈渲圖 5. 坡度圖 6. 輸入任意數值 X，分析海平面上升 X 公尺時的淹沒範圍
疊圖分析	將具有因果關聯的不同圖層疊合比較	<p>根據現行山坡地開發的法令條文規範，篩選出台北地區禁止做為建築用地的山坡地類型，共有活斷層、土石流潛勢溪流、坡度 >30% 坡地三類。</p> <p>本教學範例提供事先預備好的 kmz 檔供師生下載，在 Google Earth 中檢視</p>
路網分析	處理交通和運輸問題	沒有製作教學網頁，而是借助 Google Maps 現有的路線規劃功能

4. 案例研究與分析：很多較複雜的問題，需要多種資料和分析功能，以嚴謹的邏輯巧妙的組合在一起，才能解決。		
學習單元	核心概念	網頁概要
便利商店區位	GIS 應用於處理商業決策問題的應用實例。 以台北市 370 家 7-11 分店的位置作為基礎，估算所有分店的服務範圍與這些範圍內的人口數，作為開設新分店的選址決策參考。	本網頁展示 7-11 分店位址，由使用者輸入距離 X，以路網分析功能分析所有分店 X 公尺之內的服務範圍、以及服務範圍中的戶籍人口數



第四章 教學網站成果

第一節 系統使用介面與操作

本研究進行教學網站架設的過程中，皆是運用前文所述技術層面的架構，配合教學應用層面之方法才得以完成。因此以下將說明完成後的教學網站架構與使用介面：

1. 網站首頁

教學網站首頁作為本網站的入口網頁，設計原則在於讓使用者快速地了解本網站提供的網路 GIS 教學資源，並方便地透過瀏覽器使用。因此內容架構一節敘述的簡易教案就放置在首頁，師生除了可以從首頁上查閱本網站提供的教學資源之外，也可以經由教案由淺入深的編排方式對於各版本教科書的 GIS 章節內容有基本的認識。

本網站的首頁是透過 Google 提供的協作平台服務 ([http:// sites.google.com](http://sites.google.com)) 架設而成，協作平台提供基本的網站空間服務，所有人只需申請 Google 帳號登入即可使用。協作平台不僅提供簡單的網頁編輯工具供使用者在網頁中加入文字、圖片、檔案、編輯超連結、或是嵌入地圖介面，更重要的是其免費易用，且網路空間由 Google 提供，無須耗用本研究之網頁伺服器的空間與流量。因此採用協作平台做為本系統的入口首頁，以及檔案儲存空間。本網站之首頁 URL 為 <http://sites.google.com/site/arcgmap>，其具體成果如下圖：

三、GIS 功能與應用

資料是 GIS 的基礎，只有資料準備就緒，GIS 才能派上用場。而分析功能正是 GIS 的核心

學習單元	核心概念	網頁概要
空間查詢	由於 GIS 資料都有座標 所以可以設定空間條件，快速查詢到符合的資料	輸入分析距離X公尺，並點選地圖上任意點 查詢該點方圓X公尺內的學校資料
屬性查詢	透過查詢屬性表的方式 快速尋獲符合使用者需求的資料	使用者自行輸入查詢條件 例如行政區名稱或人口數、性別比例 並傳回符合條件的行政區
點區域分析 線區域分析 面區域分析	推估特定現象(例如噪音)的影響範圍	依照網頁的使用說明實作區域分析功能 並可以活用各種實務導向的問題來引發學習動機 例如：學校周圍200公尺的禁止網咖營業範圍為何？
地形分析	針對 網格地形資料 的分析處理	在 Google Maps 中疊合以下的地形分析成果 1. 50 公尺間距等高線 2. 100 公尺間距等高線 3. 海拔高度分層設色圖 4. 黑白地形量測圖 5. 坡度圖
疊圖分析	將同一地點的不同圖層疊疊比較	根據現行山坡地開發的法令條文規範 篩選出台北地區 禁止做為建築用地的山坡地類型 共有活斷層、土石流潛勢溪流、坡度 >30% 坡地三類 請點選 這裡 下載 kmz 檔，並以 Google Earth 開啟
路網分析	處理交通和運輸問題	請使用正宗 Google Maps 的規劃路線功能

圖 4.1 教學網站首頁

上圖為首頁 GIS 教案中的「分析功能」部分之編排樣式。表格中最左的「學習單元」欄位列出此段落中可用的學習單元，這些學習單元都是獨立的教學網頁，以藍色字體加底線的超連結加以標示，使用者只須點選連結，相對應的教學網站就會開啟，表格中亦有說明各學習單元的核心概念與各教學網頁的簡介，供教師和學生參閱。

2. 教學網頁

承上，使用者在首頁中點選學習單元之超連結後，會開啟該單元的教學網站，各單元的教學網站不僅是教學的平台、也是使用者運用 GIS 功能之處，將之稱為本研究的重點並不為過。下圖為本系統目前採用的教學網頁之範本，並對其中的組成部分加以敘述：



圖 4.2 教學網站使用介面配置

- A. 首頁超連結，點選可回到前述的網站首頁。
- B. 地址搜尋定位，使用 Google 提供之地理編碼（geocoding）服務，使用者可在此輸入地址或地名，如有尋獲符合之地點，會以標記顯示在地圖介面中。



圖 4.3 地址搜尋定位

C. 說明與操作區：類似於 ArcGIS 軟體中的 Table of content，由於此區塊不僅要放入控制圖資顯示的核取方塊、功能輸入欄位和按鈕、操作說明等，還需要加入教學時配合教學邏輯需要準備的補充說明、學習重點、討論思考等等資訊，因此需要的空間十分緊湊。為了配合教學邏輯的鋪陳，並將教學網站的資訊分門別類，本區以 CSS (Cascading Style Sheets) 語法分為四個置放不同資訊的頁籤，由左至右分別說明如下：

課題：說明本教學網頁的概要、重點、GIS 概念

資料：說明本教學網站使用的圖資與分析功能，與控制圖資顯示的核取方塊

操作：GIS 功能皆在此處執行，包括輸入欄位和按鈕、操作說明

討論 (或應用)：針對本網頁的 GIS 觀念與操作，設計可供教師與學生討論或思考的問題，或是可以讓學生藉由網頁的 GIS 操作而能夠回答的地理問題，刺激學生思考與實作 GIS 以解決地理問題。

一旦根據使用的需要
建立好完整的 GIS 資料
就可以透過查詢屬性資料表的方式
快速尋獲符合特定條件的資訊
例如屬於 OO 縣的鄉鎮市區
或是人口少於 X 人的村里

本網頁備有台灣鄉鎮市區的向量資料
可以輸入文字條件，如行政區名稱
或數值條件，如總人口數
由伺服器依據您輸入的條件
傳回符合條件的結果

請使用此網頁
查詢性別比小於100之鄉鎮市區
觀察這些地區的分布
並思考為何會如此?

輸入名稱或數值
設定條件後按下"執行查詢"即可
如果符合條件者過多，處理時間會增長
點選回傳行政區，會顯示完整屬性表

查詢文字類屬性：
縣市名 ▾ = ▾

查詢數值類屬性：
人口數 ▾ > ▾

按 可清除上述的行政區

圖 4.4 屬性查詢教學單元之說明與操作區

由左上圖開始順時鐘方向依序為課題、資料、操作、討論

D. 地圖介面：由 Google Maps API 產生，構成操作介面之基本圖，與 GIS 分析成果的展示平台。

3. 教學單元

本研究所設計的所有教學單元都詳細條列於網站首頁的清單中，這些教學單元由簡單至複雜涵蓋所有高中 GIS 章節介紹的概念和功能。以下詳述所有教學單元，以及地理教學應用：

A. 空間資料與屬性資料

在操作頁籤中點選「執行查詢」按鈕後，會將台北縣之鄉鎮圖層顯示在 Google Maps 上，相當於空間資料；將滑鼠游標移動至圖層上，會自動出現資訊框，顯示鄉鎮全名和人口數兩筆資訊，相當於屬性資料。以此作為範例，在教學時展示空間與屬性資料的觀念。

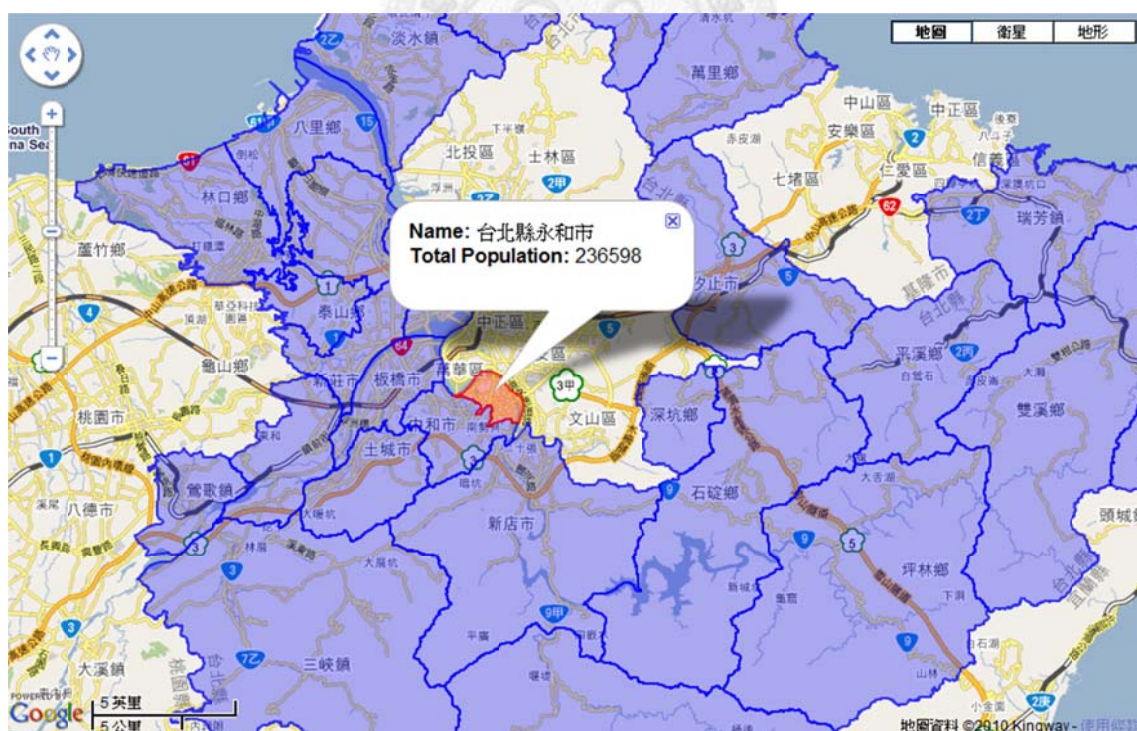


圖 4.5 空間資料與屬性資料教學範例

B. 向量資料與網格資料

在基本底圖上套疊大安區土地利用調查資料的向量式 shp，與解析度 5、10、

20 公尺網格資料，並準備輔助教學之 power point 投影片。透過實際展示兩種不同格式的資料，說明向量與網格資料的差別，以及網格解析度的概念。



圖 4.6 台北市大安區土地利用向量資料（左）與 10M 解析度網格（右）

C. 空間查詢

由使用者輸入分析距離 x 公尺，並以滑鼠點選地圖，伺服器會以該點為中心啟動 x 公尺之環域分析功能。並查詢此環域範圍的各級學校，計算範圍內的學校數、輸出表格、並將學校位置展示在 Google Maps 上。

課題 資料 操作 結果

查詢結果如下

本區內共有 15 所學校

學校類型	學校校名
高中	私立強恕中學
高中	私立金甌女中
高中	私立延平中學
國中	市立龍門國中
國中	市立金華國中
國中	市立中正國中
國中	市立螢橋國中
小學	國立臺北教大實小
小學	私立新民小學
小學	市立龍安國小
小學	市立金華國小
小學	市立古亭國小
小學	市立新生國小
小學	市立河堤國小

圖 4.7 空間查詢教學範例

D. 屬性查詢

使用者可以在瀏覽器中操作 GIS 之屬性查詢功能。在操作頁籤輸入文字或是

數值條件，由伺服器針對此條件搜尋台灣鄉鎮圖層中符合條件的行政區，展示在地圖中，以滑鼠點選這些行政區會顯示詳細的屬性表格。

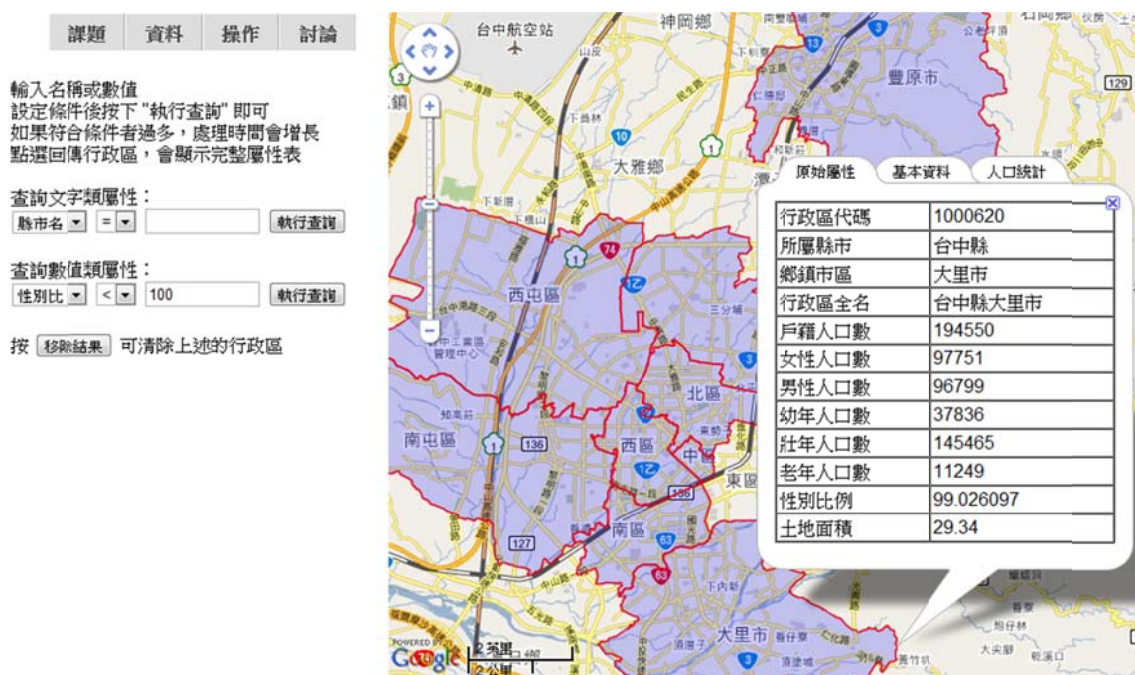


圖 4.8 使用教學網頁查詢性別比小於 100 之鄉鎮，以及完整屬性資料表格

E. 環域分析

使用者輸入分析距離之後，直接以滑鼠在 Google Maps 上指定地點、數化線條或多邊形，點選「環域分析」按鈕，環域範圍即會顯示於地圖中。

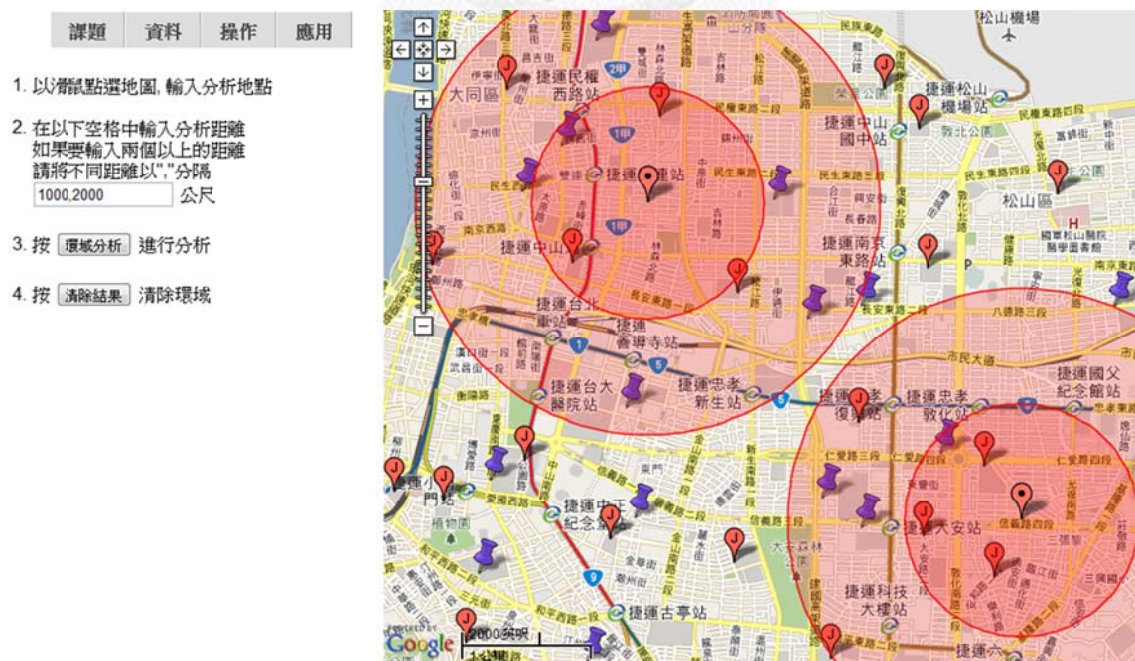


圖 4.9 環域分析教學範例，底圖中的地標點為國中與高中

F. 地形分析

在 GIS 軟體中通常使用網格式地形資料進行地形分析。可以對 DEM 網格式像元進行分層設色、運算等高線、產生地形黑白暈渲、計算坡度與坡向等。

本教學單元使用台灣地區 ASTER 衛星網格式解析度 30M 之 DEM，將海拔分層設色、50M 與 100M 間距等高線、地形黑白暈渲、坡度等分析結果發布為地圖服務。由於全台地區範圍甚大，所以採用地圖快取 (cache) 技術提升使用者讀取之效率。快取技術的運作過程，主要是將圖資分層切割處理、編碼命名以建立 Map Tiles，並建立影像多重解析度 (Level of detail, LOD)，並以 ArcGIS Server 發佈，以提供高效能網路圖資展示 (林士哲，2009)。

除了展示已處理完成的圖資之外，由使用者輸入高度值，伺服器運算海面上升模擬之服務亦整合在此網頁中，並可以結合教師的需求將學生住家的地址點位以圖層形式展示在底圖中，和淹水模擬分析相結合。

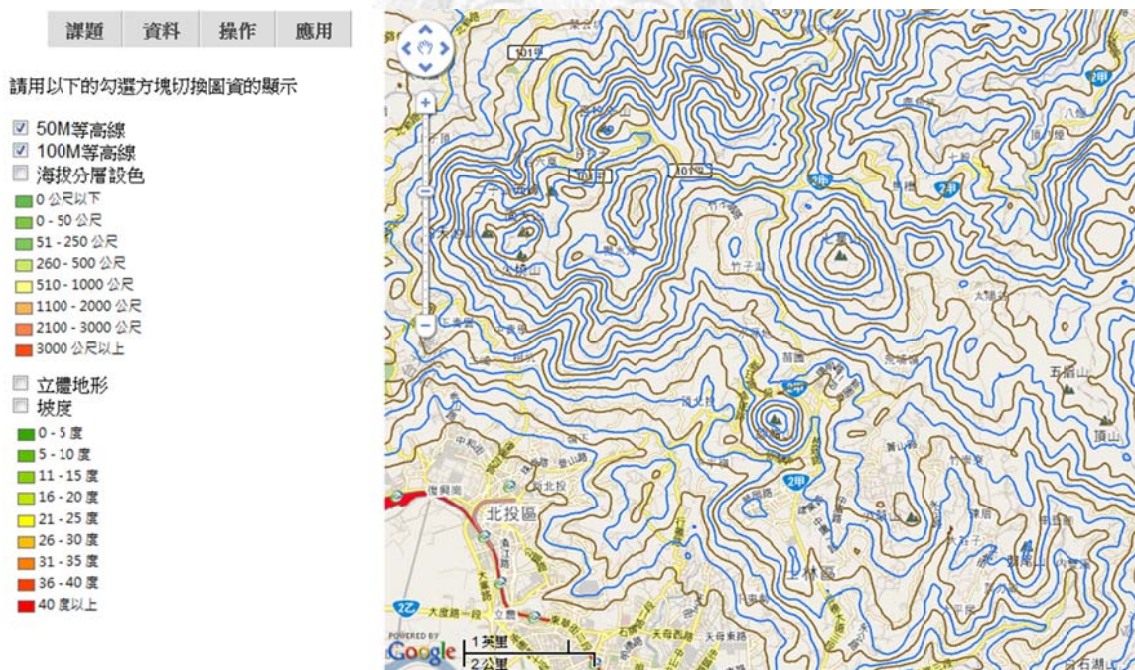


圖 4.10 底圖中棕色線為間距 50M 等高線，藍色線為 100M



圖 4.11 開啟 DEM 海拔分層設色與黑白暈渲圖層，呈現的是彩色立體地形效果

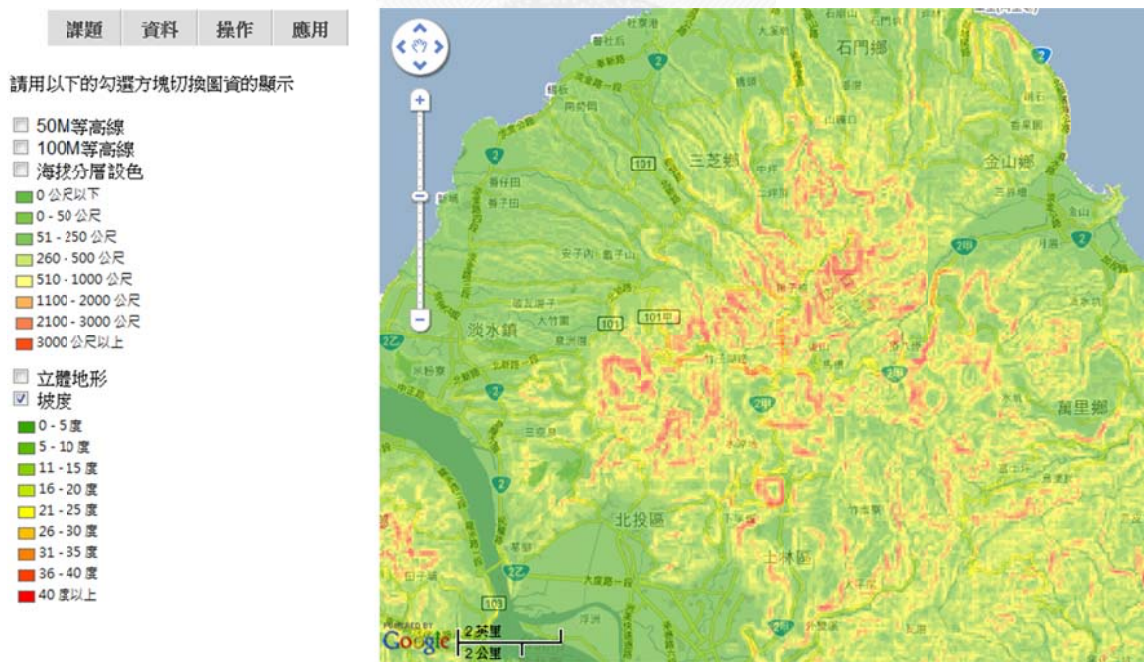


圖 4.12 坡度圖層，綠色為平坦地，紅色為陡坡

課題	資料	操作	應用
----	----	----	----

試著思考以下的問題：

本網頁的五種資料中，哪些是向量資料？
哪些又是網格資料？

根據國中所學之等高線判讀技巧
可以知道等高線疏密與地形坡度相關
請思考本網頁的等高線與坡度圖之關聯？

根據本網頁提供的地形分析資料
是否能夠找出周遭環境中
不宜興建建築的危險坡地？

請運用海平面上升模擬器
觀察海平面上升 X 公尺後的淹沒範圍

1. 請輸入海平面上升高度 公尺
2. 按 開始分析淹沒範圍
3. 試比較，在上面輸入的淹水高度之下
妳的家是否還安然無恙呢？
 北一女中高一忠·平班學生地址
4. 按 可清除分析與搜尋結果

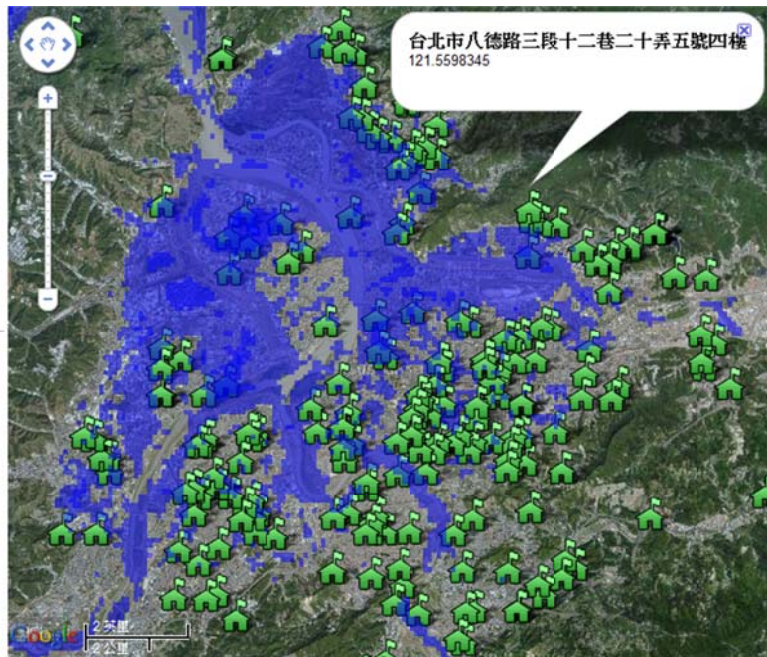


圖 4.13 海平面上升 10M 之模擬淹沒範圍，配合北一女中學生地址點位

G. 視域分析

單機版 GIS 軟體以 DEM 進行視域分析時需要加入觀察點 (observe point)，本網頁將此程序設計為由使用者點選地圖後，將該點的經緯度座標傳回伺服器，轉換為點圖徵之後進行分析，分析完成之後再傳回客戶端瀏覽器，由於視域分析較為耗費運算資源，所以本服務目前只限北北基地區。

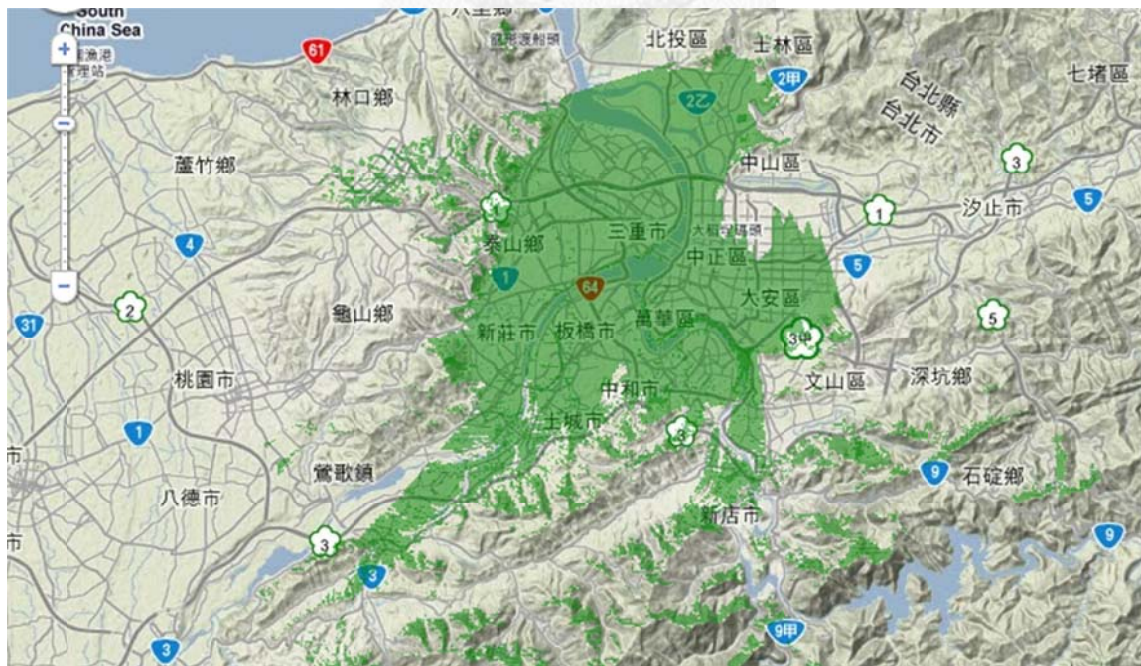


圖 4.14 以中國文化大學為觀察點之視域分析成果

H. 疊圖分析

以台北地區山坡地限制開發法規為例，以 ArcGIS 軟體將法規條文中限制開發區域篩選出來，並轉換為 kmz 檔，供師生以 Google Earth 檢視。限制開發區域為坡度>30%山坡地、土石流潛勢溪流與周邊 50M 範圍、活動斷層與周邊 100M 範圍。

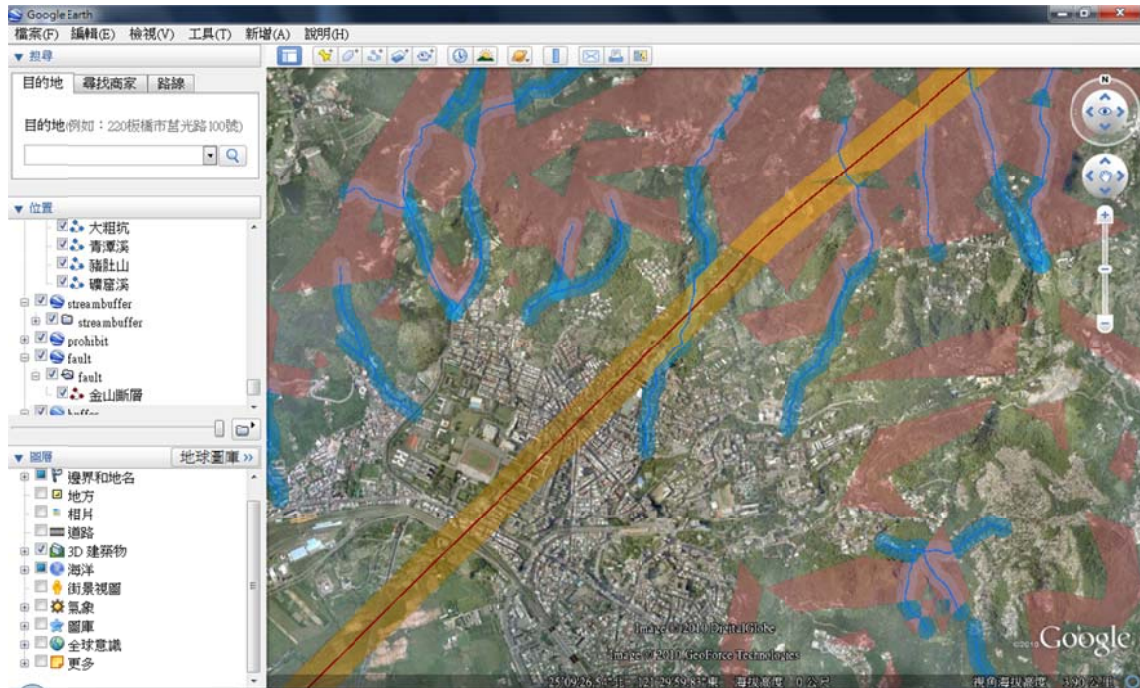


圖 4.15 北投地區限制開發範圍

I. 路網分析

常用的路網分析應用有求出由起點至終點的最短路徑分析 (shortest path analysis) 與由一指定地點出發在特定路程之內可以到達的範圍之服務區分析 (service area analysis) 兩類。本研究建議前者可直接使用 Google Maps 提供之路徑規劃功能；並發佈服務區分析之網路服務，使用者可在網頁中直接輸入分析距離 x 公尺，點選地圖，由伺服器處理完成之後傳回瀏覽器。

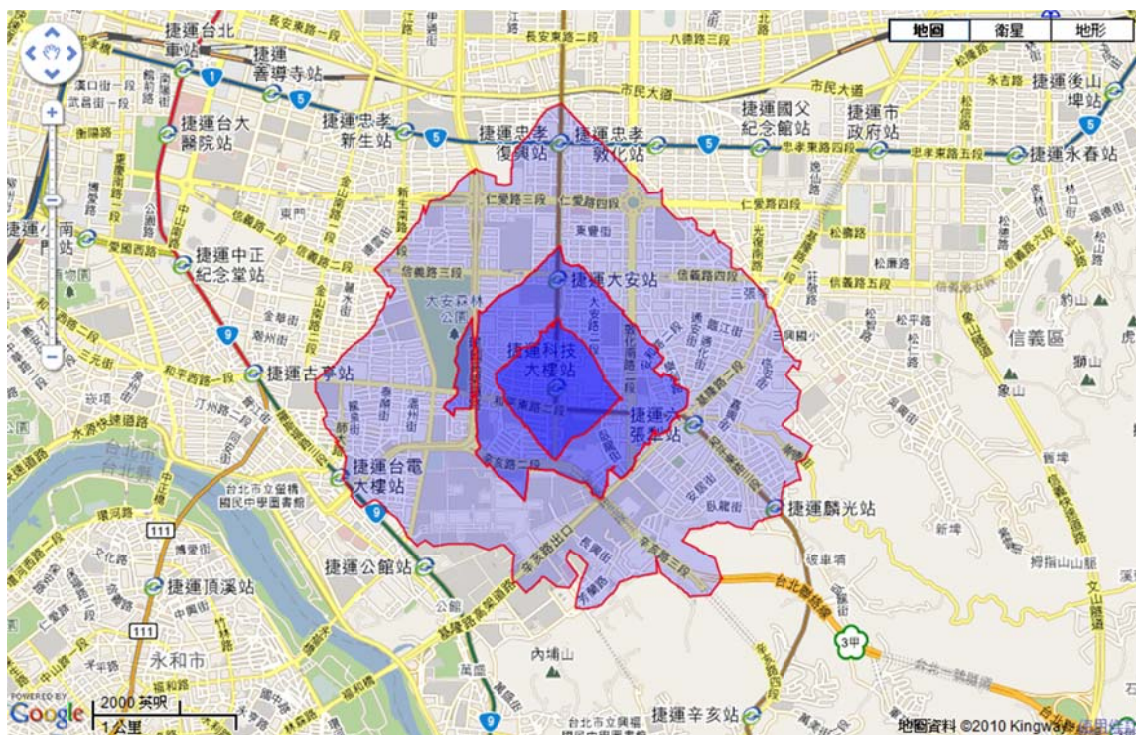


圖 4.16 由捷運科技大樓站出發，500、1000、2000 公尺之路程範圍

J. 便利商店區位查詢

此教學單元是 GIS 應用於較為複雜的商業資訊查詢之示範。以台北市 7-11 門市為例，試圖回答以下地理問題：

1. 台北市現有的 7-11 門市分布情形為何？
2. 假設 7-11 的主要客源為門市附近徒步或短距離內騎機車之居民，那麼現有各門市的客源範圍為何？
3. 呈上問，如何估計各門市的客源範圍內之戶籍人口數？

這些問題極為複雜，並非上述的任一教學網頁之單一 GIS 功能可以處理，因此歸類為複雜案例分析之範疇，需要應用多樣的分析方法與資料來源。簡述如下：

1. 人口統計資料

本案例使用民國 96 年之村里人口統計作為資料來源。但是村里行政區與便利商店門市客源範圍並不吻合，另外將統計資料加總至行政區中也會因可調整面積單元問題 (modifiable areal unit problem, MAUP) 造成統計上的謬誤 (Openshaw,

1983)。因此許多研究試圖處理這個問題，放棄將統計資料以行政區單元彙整，而採用土地利用資料、遙測衛星影像等輔助資料來源，應用分區比重法 (Dasymetric method) 將統計資料重分配 (Disaggregate) 至網格像素這種更小更均質的空間單元以重建更準確的人口分布面 (Langford and Unwin, 1994; Mennis, 2003; 林美君, 2008)。

本案例中使用此方法建構台北市之戶籍人口網格資料，將台北市民國 96 年土地利用調查 shapefile 中的住宅類資料篩選出來，轉換為解析度 5M 網格資料，如下圖：



圖 4.17 由向量資料轉換為 5M 解析度網格資料

將所有里的戶籍人口數分配至住宅網格中，以村里 shp 圖層為區域單元，將上述網格以 zonal statistic 進行統計，求出每個里的網格像素數，則各里住宅網格像素之人口數 = 村里人口數 / 網格像素數，資料格式設定為整數，則台北市區戶籍人口分佈網格如下圖：

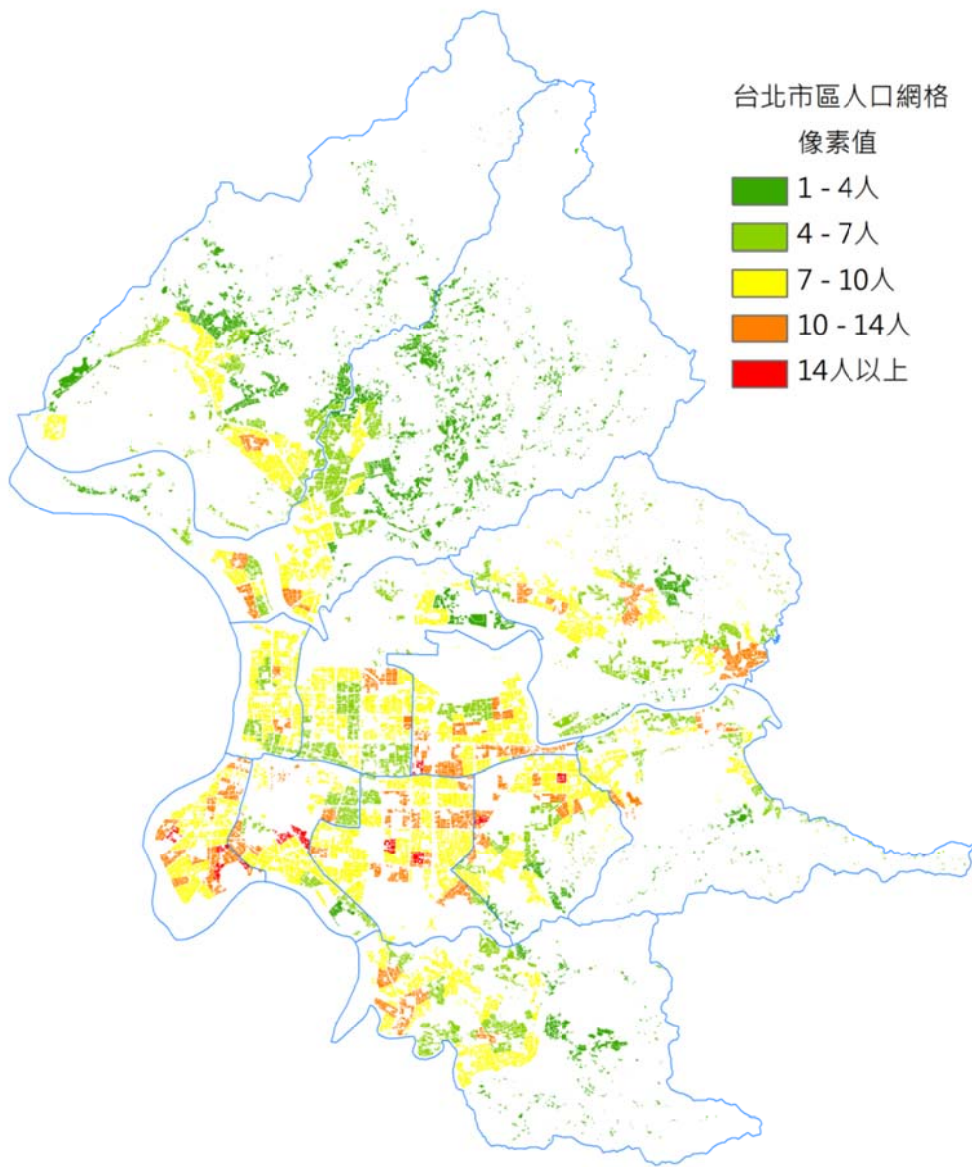


圖 4.18 台北市 96 年村里人口統計網格

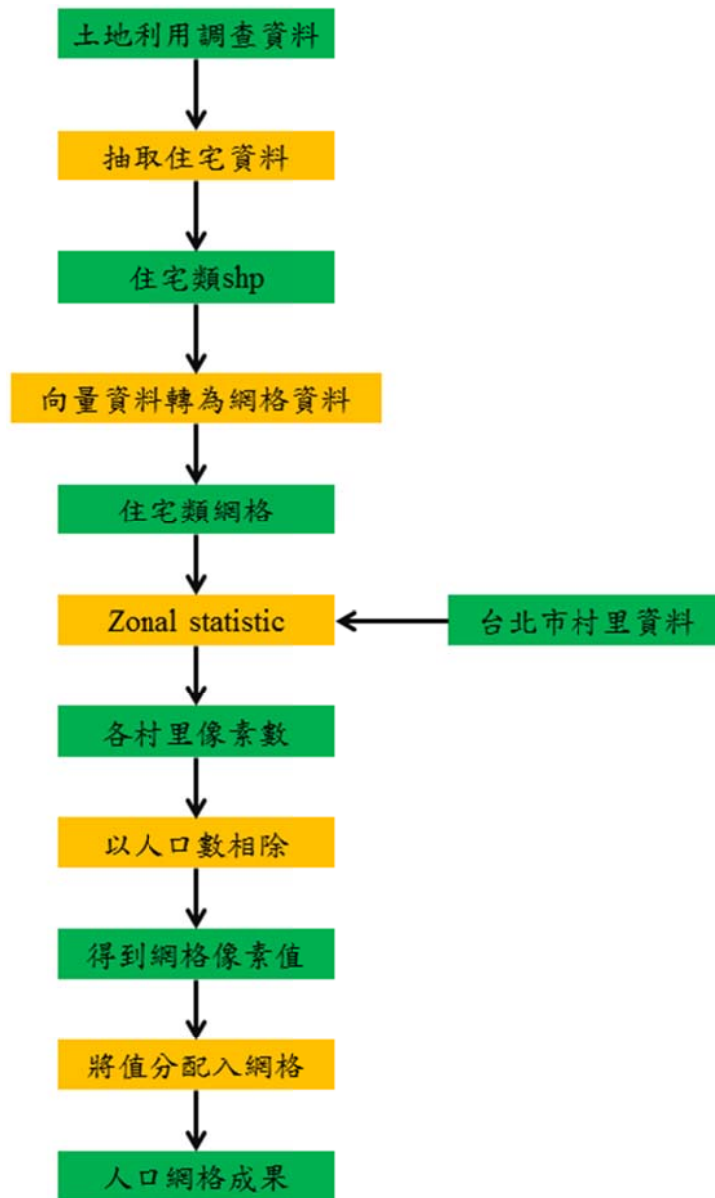


圖 4.19 人口網格資料處理流程

2. 7-11 門市資料

根據 7-11 門市之地址進行地址定位得到點資料，台北市區共有 370 家門市。

3. 將上述的 370 家門市作為起始點，配合交通部運輸研究所之台北市路網資料，進行服務區分析，服務距離設定為由使用者輸入之變數。換言之，所有分店的服务區範圍是依使用者輸入之數值而變化的。

- 將 370 家分店的服務區作為區域單元，將上述之台北市戶籍人口網格以 zonal statistic 進行統計，由於每個網格像素值表示該面積內的人口數，因此將每個服務區內的像素數值加總即可得到服務區中的人口數。Zonal statistic 之成果以表格方式儲存。
- 將上述的紀錄 370 家門市之服務區的表格和服務區之 shp 進行資料連結(join)，透過伺服器傳回客戶端套疊在 Google Maps 上，即可以了解 7-11 門市之分布、各門市之服務區、服務區中的戶籍人口數等資料，作為商業展店決策的依據。



圖 4.20 圖中橘色點為 7-11 門市，與 200 公尺路程之服務區和區內人口數

第二節 教學試驗

由於本研究的目標是建置一個支援高中 GIS 教學之教學網站，因此以前述的研究方法完成網站之後，隨即將此網站投入實務之教學試驗，以初步檢視其輔助教師教學之成效。

參與教學試驗之學校有台北市立北一女中、台北市立內湖高中、國立內壢高中、私立中道高中四間學校。實驗方式為以本網站設計之教案與教學單元實際進行高中一年級 GIS 章節之教學，一個班級安排兩節課之時間，教學地點為各班級的普通教室，配合網路連線與單槍投影機進行授課。若個別學校或班級的時間和設備允許，則在教師輔助之下，在電腦教室中讓全班同學操作此網站。教學實驗結束之後，以問卷收集學生之回饋與自我評量之學習成效，以供研究分析；另一方面，以個別訪談的方式收集教師的評價、檢討與建議，作為後續完善網站資源的參考。



第五章 結果與討論

第一節 學生問卷

1. 問卷設計與統計

本研究設計之學生問卷分為三部分，分別收集不同面向的學生意見與回饋。第一部分為是非題，由於課程綱要中 GIS 是地圖之延伸，教學網站使用之部分技術亦是由 Google Maps 所延伸，因此調查學生是否曾經使用過地圖、Google Earth 或 Google Maps 等地理工具，了解學生擁有的先備技能。

第二部分為學生自我評量之學習成效。由於教學網站內有多個獨立的學習單元，絕大多數的學習單元會在兩節課的教學過程中使用，因此以學生的自我評量了解學生的學習成效，評估這些教學網站對於 GIS 教學是否有所幫助。

第三部分為教學網站評估。由學生教學網站之操作介面、資料處理速度、與 GIS 教學之整合程度，以評估本網站是否適合用於更進一步之高中地理教學。

教學試驗過程中總計收集 286 份有效問卷，175 份女學生，111 份男學生。根據受測學生所填寫之問卷加以分析，各校女學生與男學生分別彙整如下：

表 5.1 北一女中教學試驗學生問卷成果分析表

第一部分、您過去可曾運用過這些 GIS 工具？						
問卷內容					有	無
1. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？					75	10
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？					72	13
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？					38	47
第二部分：今日 GIS 課程所教授的內容，您是否充分了解呢？						
問卷內容	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	
1. GIS 簡介	5	66	12	0	0	
2. 空間與屬性資料	13	64	7	0	0	
3. 向量與網格資料	7	64	13	1	0	
4. 空間查詢	18	58	8	1	0	
5. 屬性查詢	14	62	8	1	0	
6. 環域分析	16	56	13	0	0	
7. 地形分析	15	60	10	0	0	
8. 疊圖分析	18	56	8	2	0	
9. 路網分析	16	52	13	2	0	
10. 7-11 區位分析	24	50	8	0	0	
第三部分：您對本研究設計的教學網站的評價						
問卷內容				優	尚可	劣
1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？				55	29	1
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？				24	50	10
3. 本網站的學習單元是否有助於學習 GIS 這一章節？				62	22	0
4. 如果家中可以上網，您願意使用本網站學習 GIS 嗎？				76	7	2

表 5.2 內湖高中教學試驗學生問卷成果分析表：女學生

第一部分、您過去可曾運用過這些 GIS 工具？						
問卷內容					有	無
1. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？					13	6
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？					15	4
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？					7	12
第二部分：今日 GIS 課程所教授的內容，您是否充分了解呢？						
問卷內容	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	
1. GIS 簡介	4	15	0	0	0	
2. 空間與屬性資料	7	11	1	0	0	
3. 向量與網格資料	7	9	3	0	0	
4. 空間查詢	6	13	0	0	0	
5. 屬性查詢	7	11	1	0	0	
6. 環域分析	9	10	0	0	0	
7. 地形分析	7	11	1	0	0	
8. 疊圖分析	11	8	0	0	0	
9. 路網分析	8	10	1	0	0	
第三部分：您對本研究設計的教學網站的評價						
問卷內容				優	尚可	劣
1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？				11	8	0
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？				6	13	0
3. 本網站的學習單元是否有助於學習 GIS 這一章節？				17	2	0
4. 如果家中可以上網，您願意使用本網站學習 GIS 嗎？				16	3	0

表 5.3 內湖高中教學試驗學生問卷成果分析表：男學生

第一部分、您過去可曾運用過這些 GIS 工具？						
問卷內容					有	無
1. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？					15	3
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？					17	1
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？					8	9
第二部分：今日 GIS 課程所教授的內容，您是否充分了解呢？						
問卷內容	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	
1. GIS 簡介	4	13	1	0	0	
2. 空間與屬性資料	6	11	1	0	0	
3. 向量與網格資料	6	10	2	0	0	
4. 空間查詢	5	12	1	0	0	
5. 屬性查詢	5	13	0	0	0	
6. 環域分析	7	10	1	0	0	
7. 地形分析	7	10	1	0	0	
8. 疊圖分析	5	10	2	0	0	
9. 路網分析	7	10	0	0	1	
第三部分：您對本研究設計的教學網站的評價						
問卷內容				優	尚可	劣
1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？				9	8	0
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？				6	12	0
3. 本網站的學習單元是否有助於學習 GIS 這一章節？				17	1	0
4. 如果家中可以上網，您願意使用本網站學習 GIS 嗎？				14	4	0

表 5.4 內壠高中教學試驗學生問卷成果分析表：女學生

第一部分、您過去可曾運用過這些 GIS 工具？						
問卷內容					有	無
1. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？					33	5
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？					31	7
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？					21	17
第二部分：今日 GIS 課程所教授的內容，您是否充分了解呢？						
問卷內容	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	
1. GIS 簡介	9	29	0	0	0	
2. 空間與屬性資料	14	22	2	0	0	
3. 向量與網格資料	11	24	3	0	0	
4. 空間查詢	14	23	1	0	0	
5. 屬性查詢	15	22	1	0	0	
6. 環域分析	11	27	0	0	0	
7. 地形分析	9	28	1	0	0	
8. 疊圖分析	13	22	3	0	0	
9. 路網分析	10	26	2	0	0	
第三部分：您對本研究設計的教學網站的評價						
問卷內容				優	尚可	劣
1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？				26	12	0
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？				17	21	0
3. 本網站的學習單元是否有助於學習 GIS 這一章節？				33	5	0
4. 如果家中可以上網，您願意使用本網站學習 GIS 嗎？				32	6	0

表 5.5 內壠高中教學試驗學生問卷成果分析表：男學生

第一部分、您過去可曾運用過這些 GIS 工具？						
問卷內容					有	無
1. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？					29	16
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？					37	8
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？					24	21
第二部分：今日 GIS 課程所教授的內容，您是否充分了解呢？						
問卷內容	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	
1. GIS 簡介	7	37	1	1	0	
2. 空間與屬性資料	14	29	2	1	0	
3. 向量與網格資料	12	29	4	1	0	
4. 空間查詢	12	30	3	1	0	
5. 屬性查詢	12	29	4	1	0	
6. 環域分析	16	27	2	1	0	
7. 地形分析	14	29	2	1	0	
8. 疊圖分析	16	26	3	1	0	
9. 路網分析	13	30	2	1	0	
第三部分：您對本研究設計的教學網站的評價						
問卷內容				優	尚可	劣
1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？				31	15	0
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？				16	30	0
3. 本網站的學習單元是否有助於學習 GIS 這一章節？				41	4	0
4. 如果家中可以上網，您願意使用本網站學習 GIS 嗎？				26	19	1

表 5.6 中道高中教學試驗學生問卷成果分析表：女學生

第一部分、您過去可曾運用過這些 GIS 工具？						
問卷內容					有	無
1. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？					24	9
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？					23	10
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？					23	9
第二部分：今日 GIS 課程所教授的內容，您是否充分了解呢？						
問卷內容	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	
1. GIS 簡介	7	23	2	0	0	
2. 空間與屬性資料	9	22	2	0	0	
3. 向量與網格資料	11	20	2	0	0	
4. 空間查詢	14	15	4	0	0	
5. 屬性查詢	12	16	5	0	0	
6. 環域分析	13	16	4	0	0	
7. 地形分析	15	14	4	0	0	
8. 疊圖分析	12	18	3	0	0	
9. 路網分析	11	20	2	0	0	
10. 7-11 區位分析	14	14	5	0	1	
第三部分：您對本研究設計的教學網站的評價						
問卷內容				優	尚可	劣
1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？				17	15	1
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？				19	14	0
3. 本網站的學習單元是否有助於學習 GIS 這一章節？				24	8	0
4. 如果家中可以上網，您願意使用本網站學習 GIS 嗎？				23	10	0

表 5.7 中道高中教學試驗學生問卷成果分析表：男學生

第一部分、您過去可曾運用過這些 GIS 工具？						
問卷內容					有	無
1. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？					28	14
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？					35	8
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？					27	15
第二部分：今日 GIS 課程所教授的內容，您是否充分了解呢？						
問卷內容	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	
1. GIS 簡介	12	29	6	0	0	
2. 空間與屬性資料	14	28	5	0	0	
3. 向量與網格資料	11	29	7	0	0	
4. 空間查詢	14	24	9	0	0	
5. 屬性查詢	13	24	10	0	0	
6. 環域分析	16	26	5	0	0	
7. 地形分析	14	28	5	0	0	
8. 疊圖分析	15	25	7	0	0	
9. 路網分析	14	25	7	1	0	
10. 7-11 區位分析	14	27	6	0	0	
第三部分：您對本研究設計的教學網站的評價						
問卷內容				優	尚可	劣
1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？				27	19	0
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？				23	24	0
3. 本網站的學習單元是否有助於學習 GIS 這一章節？				30	17	0
4. 如果家中可以上網，您願意使用本網站學習 GIS 嗎？				30	16	1

2. 學生先備技能

問卷第一部份共有三題是非題，用以了解各校一年級學生在接觸 GIS 課程之前，使用地理資訊科技之能力。這三個是非題如下：

A. 請問您在地理課以外的場合，有實際使用閱讀地圖的經驗嗎？

在此問項中，北一女中之學生使用地圖之比例明顯高於其他學校，達 88.2%。非 GIS 中心學校之內壠高中與中道高中使用地圖之比例則較低（參見圖 5.1）。

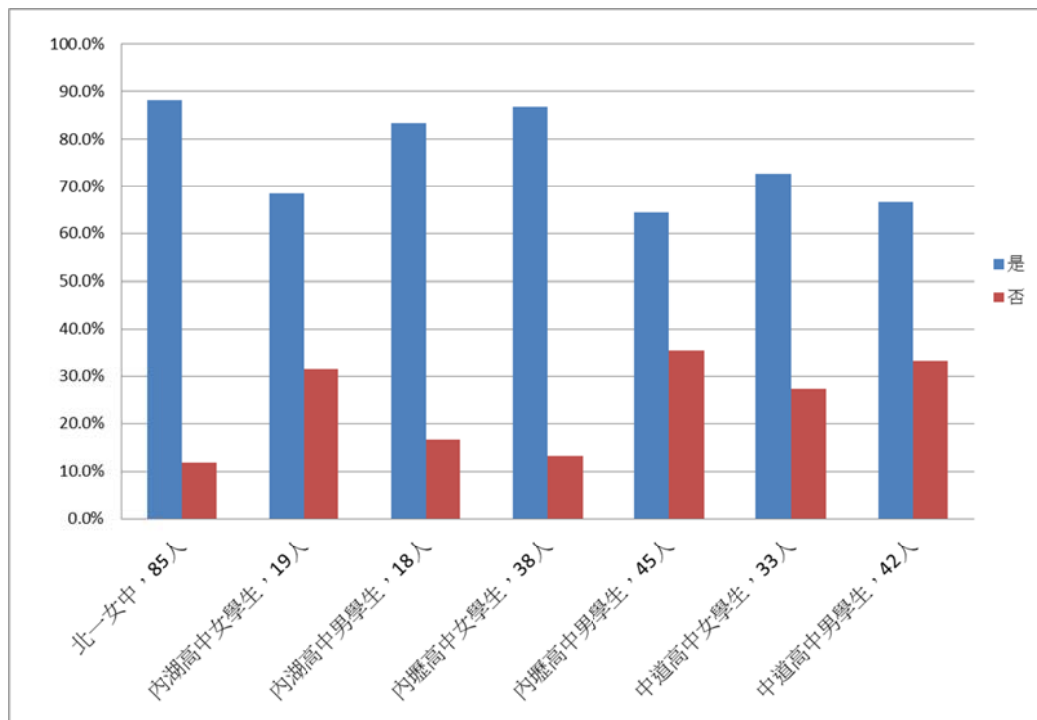


圖 5.1 「有實際使用閱讀地圖的經驗」學生比例直方圖

B. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？

除北一女中之外，其餘三校之男學生曾使用 Google Maps 或 Google Earth 的比例皆高於同校女學生。顯示在運用新科技的動機上，男學生似乎優於女學生，較願意學習和使用新科技（參見圖 5.2）。

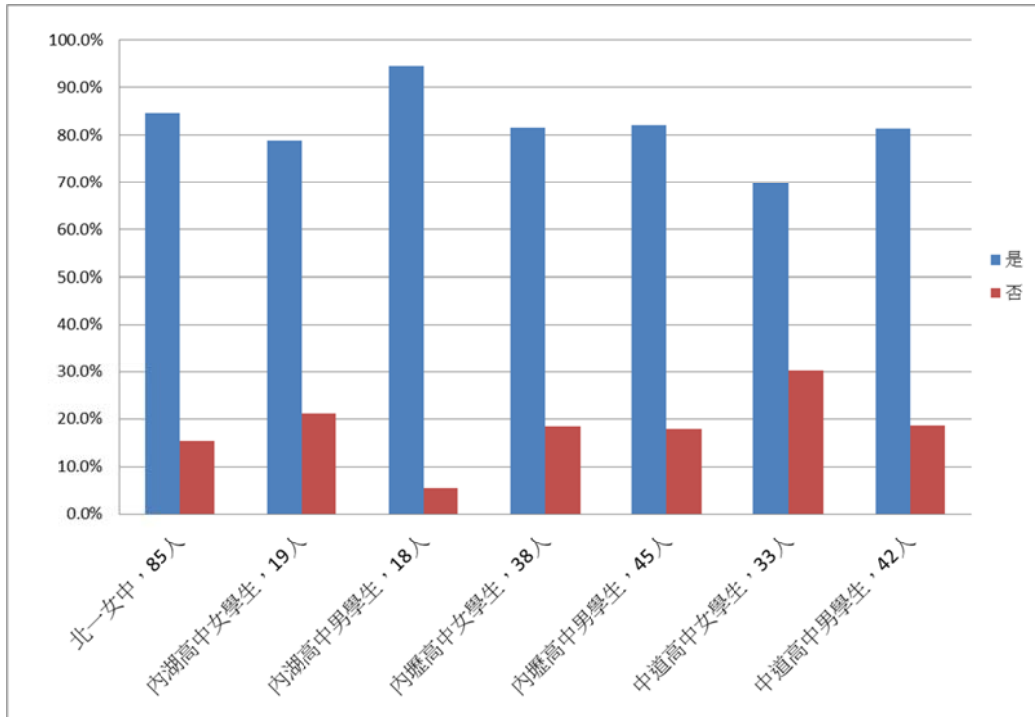


圖 5.2 「有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗」學生比例直方圖

C. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？

隨著近年空間資訊科技產品的普及，各校學生皆有接觸這些產品的經驗，隨著未來國內地理教育之深化和教學設備的充實，使用這些科技的能力將日趨普遍（參見圖 5.3）。

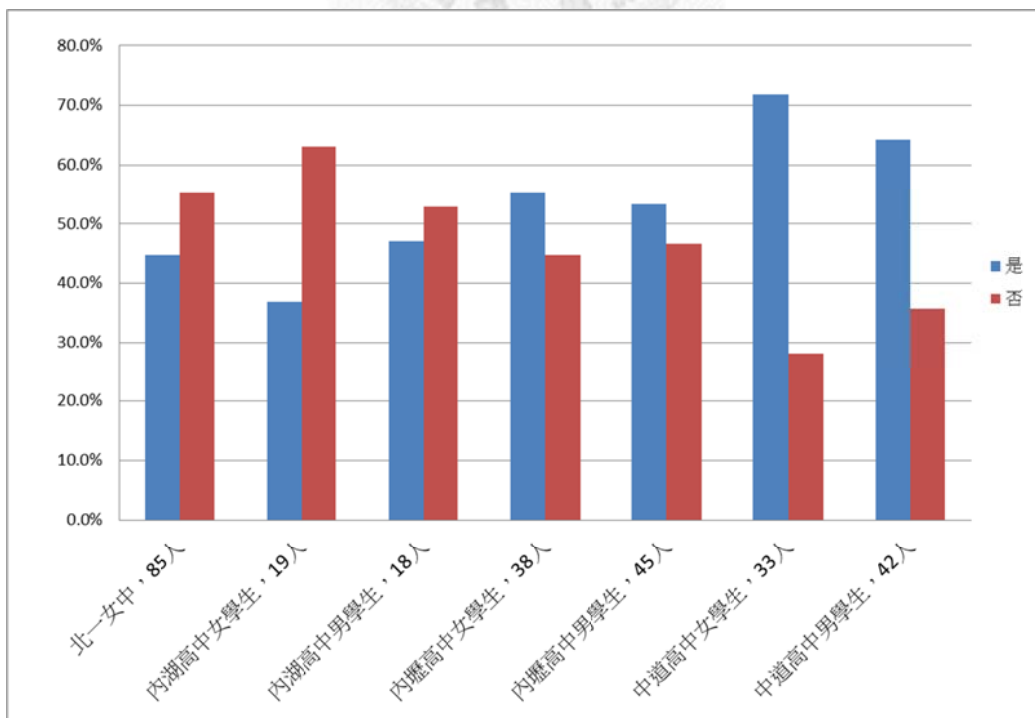


圖 5.3 「有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗」學生比例直方圖

3. 學習成效自我評量

在教學實驗中，學生在問卷中根據學習成效進行自我評量，並將每一個學習單元分別評估。以下以直方圖彙整學生在各教學單元之學習成效：

A. GIS 概念

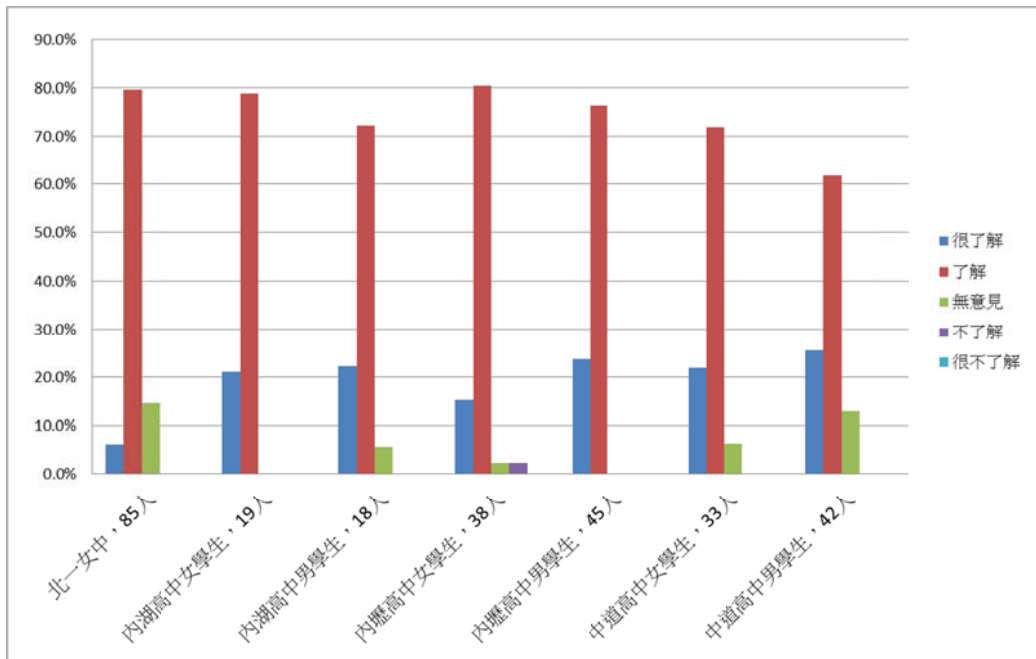


圖 5.4 「GIS 概念」學生學習成效自評直方圖

B. 空間與屬性資料

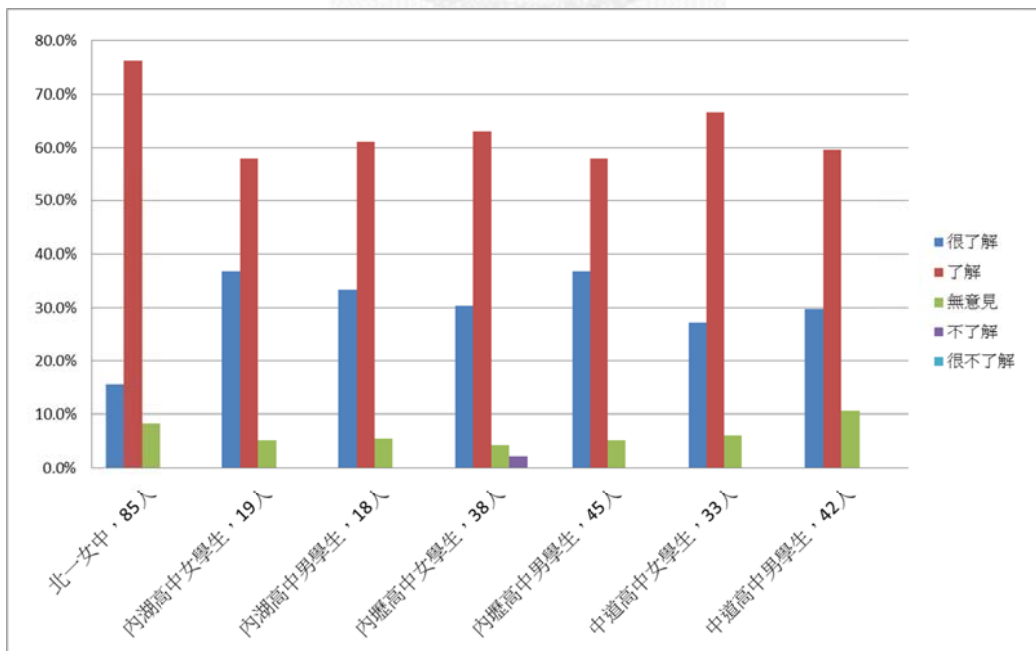


圖 5.5 「空間與屬性資料」學生學習成效自評直方圖

C. 向量與網格資料

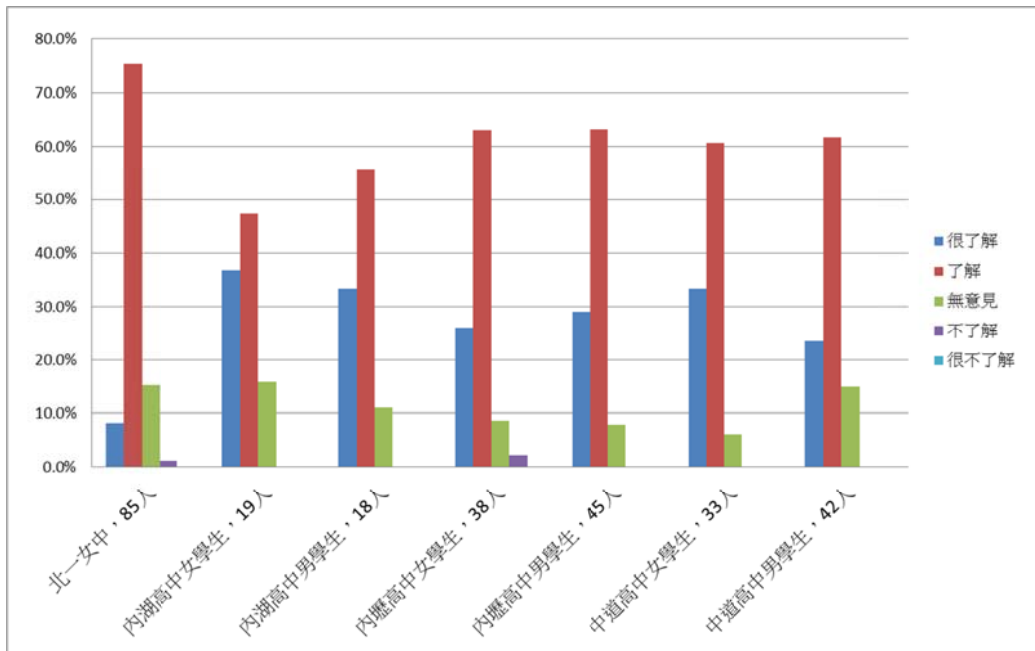


圖 5.6 「向量與網格資料」學生學習成效自評直方圖

D. 空間查詢

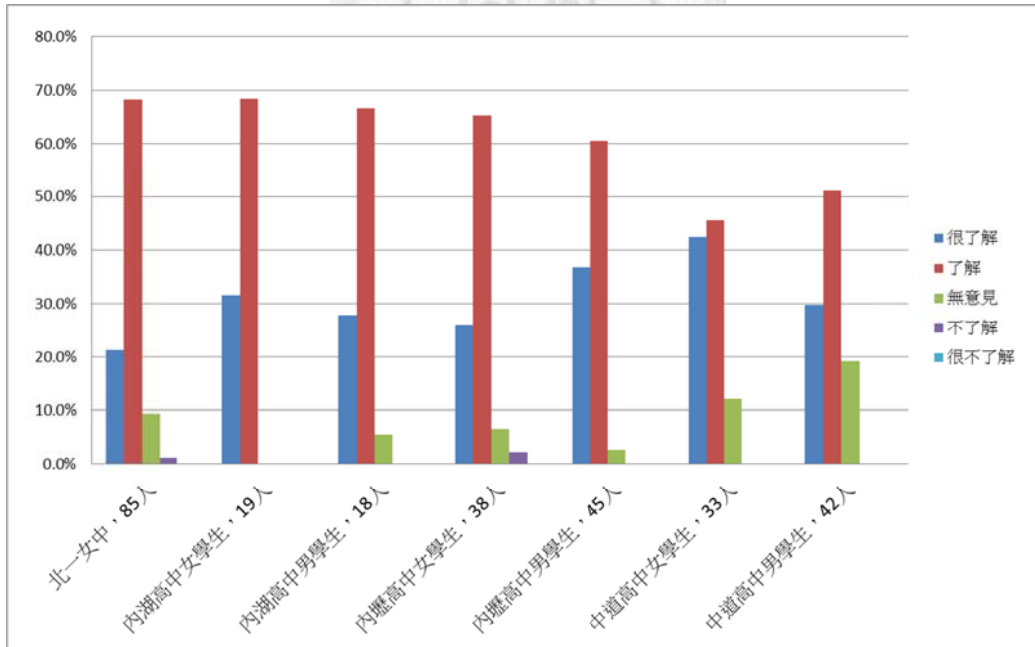


圖 5.7 「空間查詢」學生學習成效自評直方圖

E. 屬性查詢

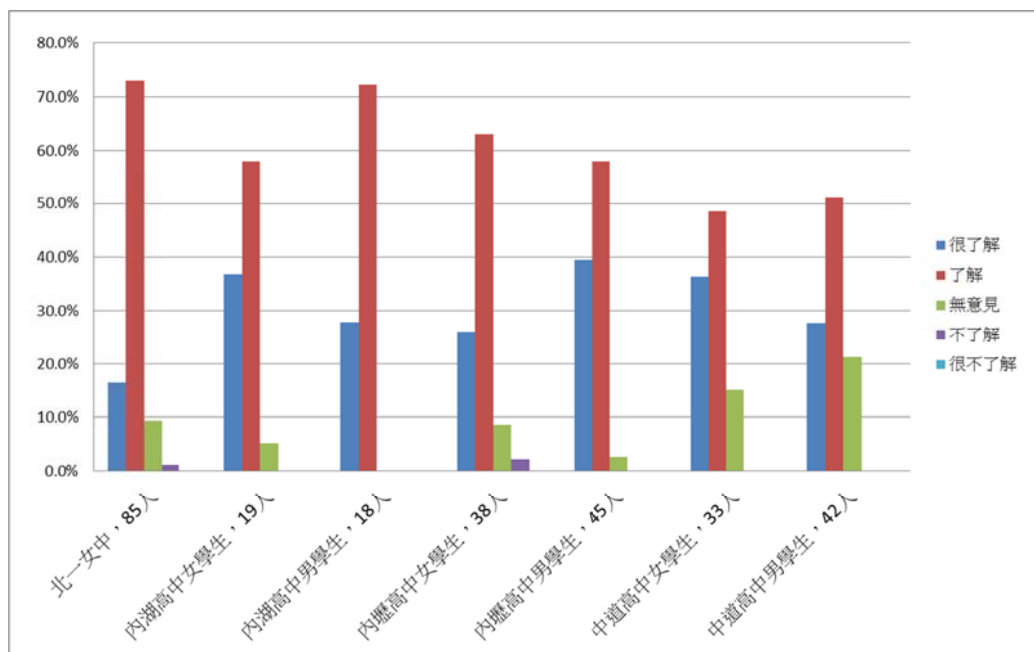


圖 5.8 「屬性查詢」學生學習成效自評直方圖

F. 環域分析

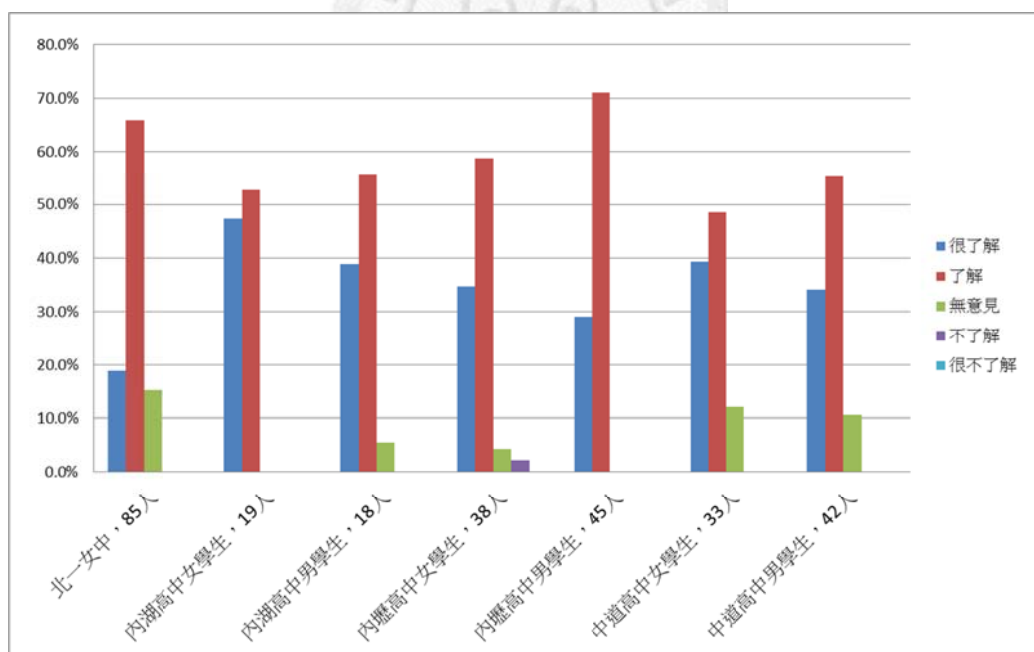


圖 5.9 「環域分析」學生學習成效自評直方圖

G. 地形分析

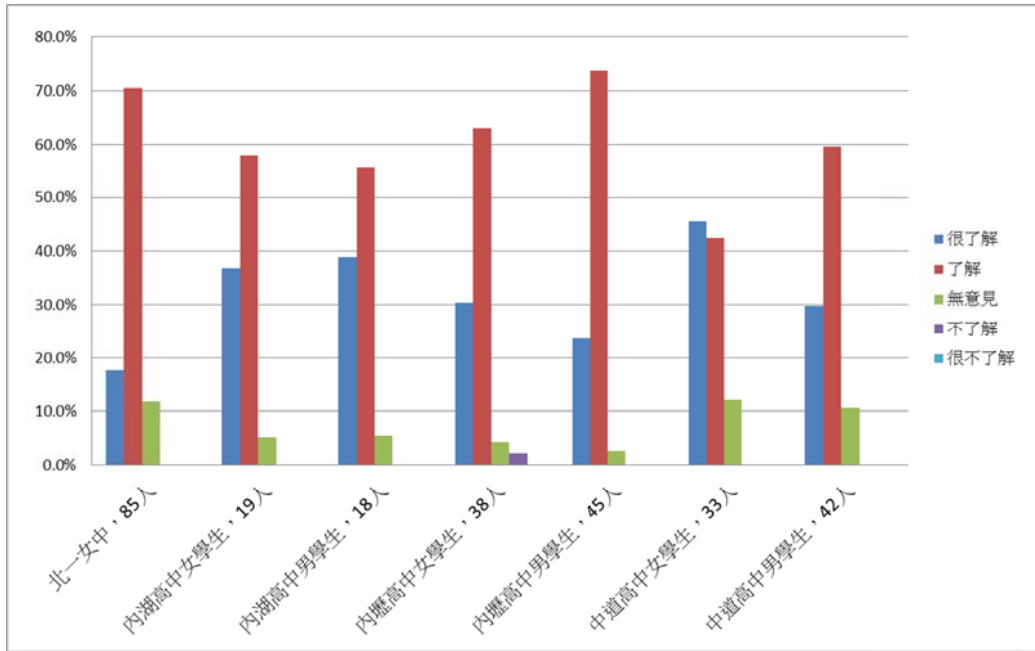


圖 5.10 「地形分析」學生學習成效自評直方圖

H. 疊圖分析

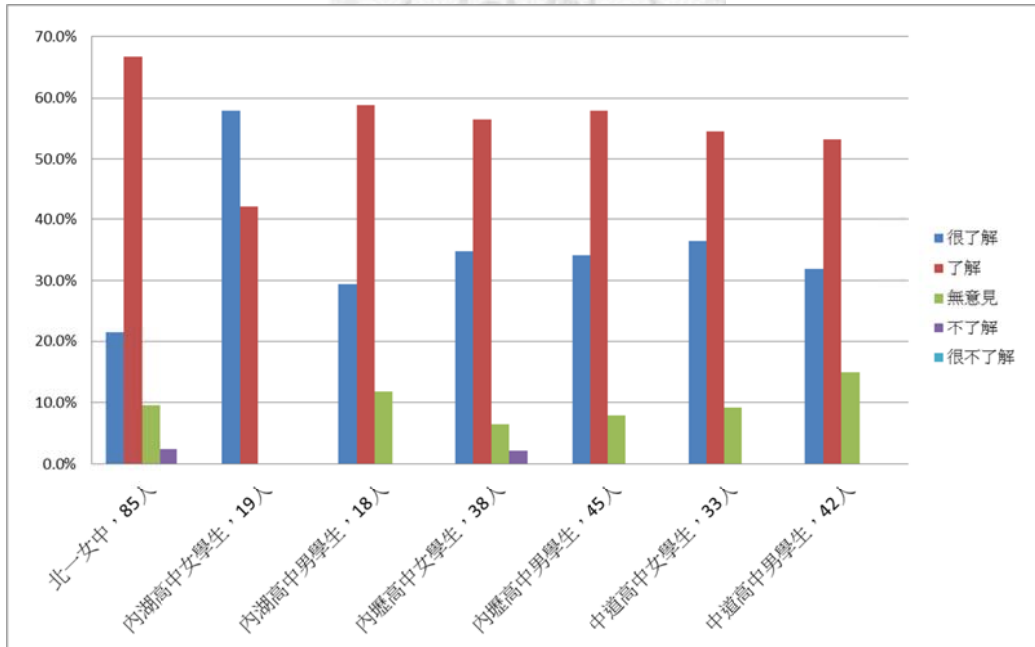


圖 5.11 「疊圖分析」學生學習成效自評直方圖

I. 路網分析

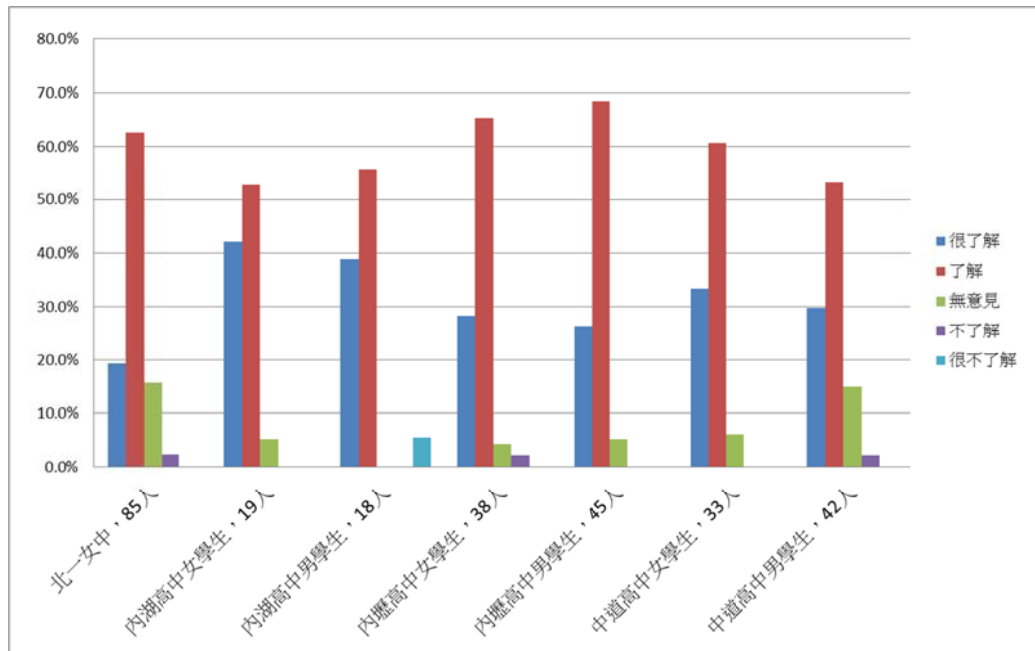


圖 5.12 「疊圖分析」學生學習成效自評直方圖

根據下表之問卷分析數據顯示，GIS 概念、空間與屬性資料、空間查詢、區域分析、地形分析五個學習單元得到較高的評價，達成學習目標之比例超過 90%。學生認為最為困難的 GIS 觀念為向量式與網格式的資料結構，僅有 87.41% 達成學習目標；便利商店區位分析由於是最為複雜的教學案例，所以亦僅有 87.73% 之學生達成學習目標。

進一步以更嚴格的標準檢視達成與未達成學習目標之學習成效的學生比例，由於 GIS 是國中升高一第一次接觸的單元，所以僅有 16.96% 的學生透徹了解。而向量與網格式資料屬於電腦紀錄 GIS 資料的數位格式之範疇，且數學科雖然亦有向量課程，但是高一仍未教授，因此高達 12.59% 的學生認為自己未達成學習目標。檢視這些資訊不僅可以了解目前高中 GIS 教學的盲點供日後教學與研究的參考，對於日後改善教學網站的學習單元也有重要的價值。

表 5.8 學生學習成效自我評量問卷分析表 (單位：%)

	很了解	了解	無意見	不了解	很不了解	達成學習目標	未達學習目標
GIS 概念	16.96	74.91	7.77	0.35	0.00	91.87	8.13
空間與屬性資料	27.02	65.61	7.02	0.35	0.00	92.63	7.37
向量與網格資料	22.73	64.69	11.89	0.70	0.00	87.41	12.59
空間查詢	29.02	61.19	9.09	0.70	0.00	90.21	9.79
屬性查詢	27.27	61.89	10.14	0.70	0.00	89.16	10.84
環域分析	30.77	60.14	8.74	0.35	0.00	90.91	9.09
地形分析	28.32	62.94	8.39	0.35	0.00	91.26	8.74
疊圖分析	31.69	58.10	9.15	1.06	0.00	89.79	10.21
路網分析	27.82	60.92	9.51	1.41	0.35	88.73	11.27
便利商店區位	31.90	55.83	11.66	0.00	0.61	87.73	12.27

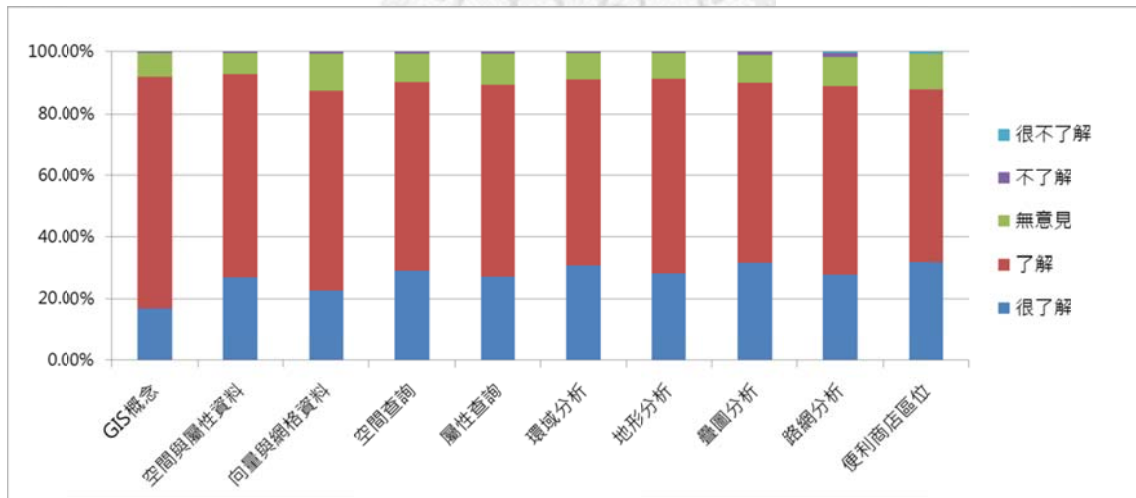


圖 5.13 學生學習成效自我評量問卷分析圖

4. 教學網站評估

由於本研究透過網路技術結合 Google Maps 之豐富圖資與 GIS 的強大空間資料處理能力，並以具互動性的原則設計教學單元，因此學生普遍給予正面的評價。

283 位學生中有 224 位學生表示「本網站的學習單元有助於學習高一 GIS 章節；217

位學生表示願意在家中透過此網站學習 GIS，但是其中表示願意繼續使用網站之男學生僅佔全部男學生人數之 63%；而表示願意繼續使用網站之女學生佔全部女學生人數之比例高達 84%，具有十分顯著的差異。

第二節 教師訪談與建議

本研究進行教學試驗之過程中，內湖高中、內壢高中是由研究者親自在教學現場進行 GIS 教授，而教師則在教室後列席陪同；北一女中、中道高中兩校則是由研究者在課前與教師討論制定教學方針後，由教師進行 GIS 教授。不論是網站建置過程中的使用者需求訪談或是教學試驗階段，教師都積極參與其中，在每一個階段協助研究者制定各種細節。教學試驗結束之後除了透過問卷收集學生意見之外，也透過教師訪談進一步檢討課堂教學的過程，使教學網站更加完善。以下為教師們在訪談中提出的意見：

1. 應用本網站進行教學，由教師主導較有效果

教學網站主要是根據教師的意見、教材和課綱的內容設計而成，每一個教學單元需要以特定的教學邏輯使用，才能發揮最大的輔助教學效果。所以應該採任由教師主導的教學模式，先由教師講解各教學單元的重點並操作一次，再由學生練習，不宜在沒有教授學生基礎的先備知識之前就由學生操作網站，學習效果會較不理想。

2. 提供更多樣化的網路圖資

目前教學網站提供的地圖服務主要是以行政區資料和點資料（如各級學校）為主，儘管 Google Maps 基本圖足以提供大量 ArcGIS Server 未提供的地理資訊，不過仍應該持續擴充更多的 GIS 圖資供教學使用。為減輕伺服器之負擔，教學網站應該強調運用各種開放與免費軟體或服務的設計精神，例如英國倫敦大學學院

(University College London, UCL) 開發之免費軟體 GMap Creator 可以將面量主題圖 (choropleth thematic map) 轉換為地圖快取, 存放在本研究之網頁伺服器中, 無須占用 ArcGIS Server 之運算資源即可在網站中發佈各種主題地圖供使用者閱覽 (Gibin, 2008)。

3. 較為複雜的 GIS 分析, 應製作更完整的參考資料

以便利商店選址區位為例, 或是地形分析單元中的各種功能為例, 不僅較為複雜且每個步驟和使用的資料之間有明確的因果關係。所以由資料生產的過程到模型分析的流程圖, 都可以作為補充資料放在教學網站中或是提供下載連結供使用者參考。

4. 提升運算處理效率與同時瀏覽人數之上限

教師反映在部分時段的教學試驗中, 教學網站的讀取速度較為緩慢, 更有甚者, 學習單元的分析功能稍嫌緩慢。可能的原因除了學校中的網路頻寬不足之外, 也可能和本系統處理效率不足有關。

由於目前本研究的目標為網路 GIS 原型之開發, 所以前述的系統架構中可以各司其職的網路伺服器、GIS 伺服器、SOM 與 SOC 實際上都位於同一台電腦主機中, 且這部電腦也兼有其他使用用途, 因此可能無法負荷同一時間內過多的使用者連線與服務存取。另外這部主機的軟硬體搭配也並非針對伺服器主機的需求而配置, 也不是連接在專用的網路線路中, 頻寬有限, 這些限制都是可能影響網站表現的因素。但是本研究證明透過網路 GIS 技術開發高中地理教學平台是可行的, 進一步提升運算效率和網路頻寬則是未來研究與後續工作的重點。

第三節 各種 GIS 教學工具之比較

自從 GIS 被列入高中地理科課程標準之後，最早的教學工具為課本或是以單槍投影機播放教學投影片。隨著課程標準的沿革和執行的深化，開始將商業級的 ArcGIS 軟體應用在高中地理課程中，而部分無力負擔採購費用的學校則開始運用例如 QGIS 這類免費的開放 GIS 軟體。本研究以網路 GIS 技術應用在 GIS 章節教學中，試圖為 GIS 教學提供更有彈性的選擇。

網路 GIS、開放 GIS 軟體、商業級 GIS 軟體都可以應用在高中 GIS 教學中，並提供給學生實際操作。因此這三種教學工具在 GIS 教學的各種層面之優缺點的比較是極有意義的，可為後續高中 GIS 教育推廣提供有價值的參考依據。以下將三種教學工具的優劣得失，透過下表進行比較：



表 5.9 網路 GIS、開放 GIS 軟體、商業級 GIS 軟體於高中 GIS 教學之比較

	網路 GIS	開放 GIS 軟體	商業級 GIS 軟體
軟體成本	免費網路瀏覽器（伺服器軟硬體並非由校方出資）	免費	以 ArcGIS 多人授權版本為例，一校購置一套要價十萬元
硬體成本	可瀏覽網頁之電腦	一般個人電腦	可能需要較高階硬體效能之電腦
網路連線	必要，頻寬不宜過低	非必要，可預先下載安裝檔	非必要，軟體與資料皆在本機電腦中
GIS 圖資	由伺服器提供，教師不需準備 GIS 資料	教師需準備 GIS 資料	教師需準備 GIS 資料
功能完整度	不如 GIS 軟體完整，且可使用的功能取決於伺服器端	和網路 GIS 相比較為完整，但是目前仍略遜於商業級 GIS 軟體	最為完整
操作難度	透過網路瀏覽器即可使用，且操作流程皆經過簡化	以 QGIS 為例，雖然操作步驟較為繁瑣，但是已有繁體中文介面	以 ArcGIS 為例，不僅操作步驟複雜，且介面為英文，不易熟悉
備課難度	以最簡化的技術難度和步驟，使學生透過動手操作了解 GIS 概念	輔以完整教學設計和軟體操作說明，學生才能有效透過實作學習	教師必須十分精通軟體，方能設計較複雜的教學內容，且難以掌握所有學生的實作狀況
使用彈性	可以上網的電腦即可使用 GIS 功能，使教學地點的安排更具彈性	學生家中若有電腦，即可自行下載安裝並自學	教學地點限制在學校的教室中，較難自由選擇教學地點

第六章 結論與建議

第一節 研究結論

本研究嘗試應用網路 GIS 技術進行高中地理教學平台研發。以 Google Maps API 為平台整合 ArcGIS Server、kmz 檔案等教學資源，作為切實可行的 GIS 教學解決方案。針對本研究有以下幾點結論：

1. 網路 GIS 為彌補目前教學資源不均現況之可行方案

根據緒論中對於目前國內高中地理教育現況的討論，全國高中職的地理科教學資源配置呈現明顯的不均衡發展和空間差異。這種資源落差長此以往持續下去對於新課綱的執行甚或全國地理教育的發展皆有負面影響。因此使用網路 GIS 進行教學，讓師生相當程度免受設備和軟體的制肘，對於國內多數特別是偏鄉地區學校的 GIS 教學是極正面的支持。以成本效率加以考量，若由教育部之高層決策者主導，以商業等級的資源建置可供全國師生使用的網路 GIS 教學網站，雖然動用資源甚多，但是仍然會比全國各校個別購置商業 GIS 軟體或添購電腦器材來的低廉，且可以將資源做更有效率的配置。既不獨厚特定學校，也可增進全國高中職之地理教學成效。

2. 網路 GIS 簡化使用者之操作，使師生專注於 GIS 教學

地理資訊科學經過數十年之發展，配合電腦科技之進步，已經發展為一個完整的學術領域並在各種領域皆有廣泛應用（Goodchild, 1992）。雖然高中地理課綱因應這個趨勢將 GIS 導入課程內容，但是將一套完整的系統學科濃縮為兩到三節的教學時數是十分困難的挑戰。因此教師必須去蕪存菁從 GIS 基礎知識到各種前端的應用化繁為簡進行教學，換言之 GIS 觀念和各種應用才是教學的重點，而非軟體的操作。網路 GIS 由於透過網路傳輸指令和資料，平台亦是輕量化的瀏覽器，所以透過大幅簡化操作之步驟，使師生專注在最重要的教學層面。

3. 相較於傳統教材資源或教法，網路 GIS 可達成最佳的學習成效

地理科教材數十年來隨著地理學典範的轉移，有大幅的改變，而使用的教學媒材也由紙本地圖轉變為數位地圖。如今網路作為一種教學平台供使用者存取教學資源和各種網路服務，本研究開發之教學網站亦是一種嘗試，研究成果表明其高度互動性、富有彈性的優點使之成為理想的 GIS 教學平台，優於傳統紙本地圖、黑板板書或投影片。

4. 網路 GIS 是進行地理科教學之理想媒介

儘管本研究僅聚焦於 GIS 章節之教學，然而學生與教師在教學實驗中的回饋表示以網路進行數位學習對於可以提升學習效果。因此在高中地理課程的通論地理、區域地理、應用地理各單元主題中，運用設計良好的網路 GIS 教學資源將有助於學生的學習和理解，並促進跨領域整合之學習目標。

第二節 研究建議

網路 GIS 應用已廣泛使用於公部門與私部門和各類企業與組織，然而國內甚少針對教育需求設計的網路 GIS 應用。本研究試圖以系統原型之開發彌補此一不足，但是隨著研究的進行，引出了更多值得探究的研究問題和未來系統開發與推廣時應留意的方向，陳述如下：

1. 以更多元的取材設計教學內容

教學網站內容的取材是由分析課程綱要與教科書的內容、並與教師進行使用者需求訪談而決定的。後續進行教學資源開發時，應注意不要侷限於本研究的框架，應採納更多素材或是各國的經驗和範例，使教學內容更多元，且符合當代的發展。

2. 更嚴謹的教學成效評估研究

本研究透過訪談與問卷收集師生的學習成效與回饋，但是單純以問卷收集之資料評估學習成效之信度與效度或嫌不足。嚴謹的做法應是使用社會科學實驗研究經常運用的準實驗研究法，即配合現實條件的限制，運用完整的受試者團體，也就是學校班級，而非隨機將受試者分派於不同之實驗處理或情境的實驗設計，雖然控制較不嚴謹，但施行方便。針對問卷進行信度效度分析，並將所有受試者團體施以前測與後測，檢視運用教學網站學習後的學生表現在統計上是否優於前測之水準，方為嚴謹之成效評估研究。

3. 各教學單元之間之互操作性

空間決策支援系統 (Spatial Decision Support System, SDSS) 的定義是各種用來處理空間問題的軟體解決方案 (Keenan, 1997)，而這些問題在某種程度上具有結構性，例如我們會將許多單獨的分析功能如環域分析、交集、查詢透過設想好的工作流程鍊 (work flow chain) 組合起來，不同的組合方式用來解決不同的問題。以上述定義為基礎，Keenan 將 GIS 定義為 SDSS 產生器 (SDSS generator)，目標是從 GIS 中挑選合適的功能和資料做為零件，將零件組合成完整的流程鍊來解決空間問題。網路 SDSS 的概念是將 SDSS 之資料和指令以網路傳輸，而非集中於傳統的桌上型 GIS 軟體處理。

GIS 作為一種空間決策支援系統產生器，也就是說 GIS 是 SDSS 研發者在開發 SDSS 時會用到的各種工具的總和。舉例來說，假設現有學校校地的面資料與網咖地址的點資料，如果給定「學校周邊 X 公尺內有哪些網咖」這個問題，那麼運用 GIS 解決問題的流程如下：

學校周圍 X 公尺的環域分析 → 網咖資料與環域 result 進行 clip 分析 → 得出問題答案。

以上的流程中，環域和 clip 分析都是 SDSS 產生器的工具，由使用者根據問題的需求，在眾多工具中挑選適合的功能，並將這些功能以適當的順序組合起來解

決空間問題。

在這個邏輯之下，本研究已經完成許多實際可用的網路 GIS 工具，但是各個工具之間缺乏連貫，舉例來說，工具 A 執行後產生的結果 B 無法輸入工具 C 進行處理，這個缺點大幅限制了使用者應用的可能性。因此系統開發的後續工作中，各分析功能間的互操作性（interoperability）是一大重點，必須讓使用者得以更有彈性地將各種網路 GIS 功能和.kmz 檔案等資料有機地結合，創造出更多元的網路 GIS 應用。

4. 以開放式軟體進行系統開發的可能性

本研究用於發佈 GIS 服務的 ArcGIS Server 雖然功能十分完整，但是做為一套商業套裝軟體不僅極為昂貴，使用時諸如法律或使用者條款等細節仍然會限制開發者之系統建置與推廣。因此未來的方針是盡可能朝向開放式軟體的解決方案進行開發，隨著免費開放軟體的逐漸成熟，發佈網路 GIS 資源的技術、經費、軟硬體門檻都會降低且日漸普及，因此以開放軟體進行開發可以將系統輕量化並降低所需經費，成為成本效益比極高的解決方案。

參考文獻

江映瑩 (2007) Google Earth 應用於中學地理教育之研究，國立台灣大學地理環境資源學系碩士論文

林美君，蘇明道 (2008) 以分區比重法重建區域人口分佈型態，2008 國土利用調查成果啟用暨學術研討會論文集

施添福等 (2010) 高級中學地理第一冊，臺北縣：龍騰

陳哲銘，王耀輝 (2010) 高中地理 GIS 教學的體檢報告

教育部 (2006) 普通高級中學必修科目「地理」課程綱要

教育部 (2010) 普通高級中學必修科目「地理」課程綱要

教育部 (2010) 普通高級中學地理科設備標準

莊婉瑩 (2010) 高中地理資訊教學之分析－教師能力與限制，國立台灣大學地理環境資源學系碩士論文

賴進貴等 (2010) 普通高級中學地理第一冊，臺南市：翰林

Baker, T.R. (2005) Internet-Based GIS Mapping in Support of K-12 Education, *The Professional Geographer*, 57(1): 44-50

Baker, T.R., Palmer, A.M., Kerski, J.J. (2009) A National Survey to Examine Teacher Professional Development and Implementation of Desktop GIS, *Journal of Geography*, 108: 174-185

Cates, W.M., Price, B., and Bodzin, A.M. (2003) Implementing technology-rich curricular materials: Findings from the exploring life project, *Technology in*

Education: A Twenty-Year Retrospective, eds., D. Lamont Johnson, and Cleborne D. Maddux. New York: Haworth Press.

Chang, K.T. (2010) *Introduction to Geographic Information Systems 5th edition*, McGraw-Hill New York, Inc.

Chow, T.E. (2008) The Potential of Maps APIs for Internet GIS Applications, *Transactions in GIS*, 12(2): 179-191

Committee on the Support for Thinking Spatially (2006) *Learning To Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum*, Washington, D.C.: The National Academies Press

Dragičević, S. (2004) The potential of Web-based GIS, *Journal of Geographic Systems*, 6: 79-81

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., Scott, P. (199) Constructing scientific knowledge in the classroom, *Educational Researcher* 23(7): 5-12

Fu, P.D., Sun, J.L. (2010) *Web GIS: Principles and Applications*, Esri Press

Geography Education Standards Project (1994) *Geography for Life: National Geography Standards*, Washington, DC: National Geographic Research and Exploration

Goodchild, M.F. (1992) Geographical Information Science, *International Journal of Geographical Information Systems*, 6(1): 31-45

Goodchild, M.F. (2007) The fourth R? Rethinking GIS education, *GeoJournal*, 69(4): 211-21

Green, D., Bossomaier, T. (2002) *Online GIS and spatial metadata*, London: Taylor & Francis

Huse, S. (1995) GRASSLinks: A new model for spatial information access in environmental planning, Unpublished doctoral dissertation, University of California, Berkeley

Keenan, P. (1997) Using a GIS as a DSS Generator, University College Dublin, URL: http://mis.ucd.ie/staff/pkeen/gis_as_a_dss.html

Kemp, K.K., Goodchild, M.F. (1991) Developing a Curriculum in Geographic Information Systems: the National Center for Geographic Information and Analysis Core Curriculum project, *Journal of Geography in Higher Education*, 15(2): 123-134

Kim, J.C., Heo, T.W., Kim, J.W., Park, J.H. (2005) Ubiquitous Location Based Service, *Proceedings of the 8th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*

Kerski, J.J. (2000) *The Implementation and Effectiveness of Geographic Information Systems Technology and Methods in Secondary Education*, Ph.D. dissertation, University of Colorado, Boulder

Kerski, J.J. (2003) The Implementation and Effectiveness of Geographic Information Systems Technology and Methods in Secondary Education, *Journal of Geography*, 102: 128-137

Langford, M., Unwin, D.J. (1994) Generating and mapping population density surfaces within a geographical information system, *Cartographic Journal*, 31(1): 21-26

- Mennis, J. (2003) Generating surface models of population using dasymetric mapping, *Professional Geographer*, 55(1): 31-42
- Meyer, J.W., Butterick, J., Olkin, M., Zack, G. (1999) GIS in the K-12 Curriculum: A Cautionary Note, *Professional Geographer*, 51(4); 571-578
- Openshaw, S. (1983) *The modifiable areal unit problem*, Norwick Norfolk: Geo Books
- Patterson, T.C. (2007) Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool, *Journal of Geography*, 106(4): 145-152
- Peng, Z.R., Tsou M.H. (2003) *INTERNET GIS: Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Networks*, John Wiley & Sons, Inc.
- Peng, Z.R., Zhang, C.R. (2004) The roles of geography markup language (GML), scalable vector graphics (SVG), and Web feature service (WFS) specifications in the development of Internet geographic information systems (GIS), *Journal of Geographic Systems*, 6: 95-116
- Plewe, B. (1997) *GIS Online: information retrieval, mapping, and the Internet*, Santa Fe: OnWord Press
- Sui, D.Z. (1995) A Pedagogic framework to link GIS to the intellectual core of geography, *Journal of Geography*, 94(6): 578-591
- Tomlinson, R.F. (1984) Geographic Information Systems: The New Frontier, *The Operational Geographer*, 5:31-35
- Zang, N., Rosson, M.B., Nasser, V. (2008) Mashups: Who? What? Why? *Proceedings of CHI*

附件一 教學試驗活動設計

研究生：洪挺晏

指導教授：賴進貴教授

單元名稱：龍騰版高中地理第一冊第五章，地理資訊系統

教學時間：2010.9.29, 15:00 – 16:50, 100 minutes

教學對象：市立內湖高級中學 118，37 位學生

教學地點：普通教室

學生的先備知識：第五章前有地圖與地理資訊兩章節，但是學生的先備知識則因班級或因校而異

教學資源：Web GIS 教學網站、PPT

教學目標：根據普通高級中學必修科目「地理」課程綱要，參酌要點羅列如下

1-1 能分辨資料的類型

1-2 能分辨地理資訊和非地理資訊

1-3 能區分空間資料及屬性資料

1-4 應用圖表將蒐集資料加以分類與歸納

2-1 能了解地理資訊在現代社會的重要性

3-1 能了解地理資訊系統的組成要素

3-2 能了解地理資訊系統的功能及應用潛力

3-3 能運用地理資訊系統查詢或展示生活週遭的地理議題

教學活動流程：

教學活動	教學目標	時間
<p>一、GIS 簡介</p> <p>以 PowerPoint 投影片說明 GIS 的基本概念—GIS 資料是具有空間位置的資料庫，GIS 則用來處理 GIS 資料，並試圖回答各種地理問題</p>	<p>2-1</p> <p>3-1</p> <p>3-2</p>	15
<p>二、空間資料與屬性資料</p> <p>在 Google Maps 上展示鄉鎮市區圖層，以滑鼠點選，可顯示該區之原始屬性表格，說明空間資料（圖面）和屬性資料（表格）的關聯</p>	<p>1-1</p> <p>1-2</p> <p>1-3</p> <p>3-1</p>	10
<p>三、向量資料與網格資料</p> <p>以 PowerPoint 投影片解說向量式與網格式資料</p> <p>疊合以下四種圖資，互相比較：</p> <p>1. 台北市大安區土地利用區塊向量資料</p> <p>2. 台北市大安區土地利用區塊網格資料</p>	<p>1-1</p> <p>1-2</p> <p>1-3</p> <p>3-1</p> <p>3-2</p>	25
<p>四、空間查詢</p> <p>輸入分析距離 X 公尺，並以滑鼠點選地圖，查詢該點方圓 X 公尺內的學校資料</p>	<p>3-2</p> <p>3-3</p>	5
<p>五、屬性查詢</p> <p>輸入查詢條件，例如行政區名稱或人口數、性別比例，並傳回符合條件的行政區</p>	<p>1-3</p> <p>3-2</p> <p>3-3</p>	5
<p>六、環域分析</p> <p>依照網頁的使用說明實作環域分析功能，並活用各種實務導向的問題來引發學習動機，例如：</p> <p>學校周圍 200 公尺的禁止網咖營業範圍為何？</p>	<p>3-2</p> <p>3-3</p>	10

<p style="text-align: center;">七、地形分析</p> <p>在網站中展示地形分析成果圖層，說明其概念</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 50 與 100 公尺間距等高線 2. 海拔高度分層設色圖 3. 黑白地形暈渲圖 4. 坡度圖 	<p style="text-align: center;">2-1</p> <p style="text-align: center;">3-2</p> <p style="text-align: center;">3-3</p>	10
<p style="text-align: center;">八、疊圖分析</p> <p>根據現行山坡地開發的法令條文規範，篩選出台北地區禁止做為建築用地的山坡地類型。共有活斷層、土石流潛勢溪流、坡度>30%坡地三類，以 kmz 格式在 Google Earth 中套疊</p>	<p style="text-align: center;">2-1</p> <p style="text-align: center;">3-2</p> <p style="text-align: center;">3-3</p>	5
<p style="text-align: center;">九、最佳路徑分析</p> <p>以 Google Maps 之路線規劃功能，示範最佳路徑分析</p>	<p style="text-align: center;">3-2</p> <p style="text-align: center;">3-3</p>	5
<p style="text-align: center;">十、便利商店門市區位</p> <p>本網頁展示 7-11 門市位置，並可輸入距離，以路網分析功能計算上述分店的服務範圍、以及服務範圍中的戶籍人口數</p>	<p style="text-align: center;">2-1</p> <p style="text-align: center;">3-2</p> <p style="text-align: center;">3-3</p>	10

附件二 教學試驗學生問卷

這是一個針對高一上學期的地理資訊系統 (Geographic Information Systems, GIS) 單元的地理教育研究，將網路 GIS 服務應用在地理課中，並評估學生的學習成就。因此本研究需要您的寶貴意見，請您在下課前撥冗填答。

敬祝 學習順利

國立台灣大學地理系 洪挺晏

日期：99 年 月 日 地點： 高中 年 班 您是 女生 男生

第一部份：您過去可曾運用過這些 GIS 工具？

1. 請問您在地理課以外的場合，有使用閱讀地圖的經驗嗎？ 是 否
2. 請問您有使用過 Google Maps 或 Google Earth 的經驗嗎？ 是 否
3. 請問您有使用過 GPS 或交通導航軟體的經驗嗎？ 是 否

第二部分：今日的課程所教授的內容，您是否充分了解呢？

1. GIS 簡介 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
2. 空間資料與屬性資料 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
3. 向量資料與網格資料 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
4. 空間查詢 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
5. 屬性查詢 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
6. 環域分析 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
7. 地形分析 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
8. 疊圖分析 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
9. 路網分析 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解
10. 便利商店區位分析案例 很了解 了解 無意見 不了解 很不了解

第三部分：您對 ArcGMap 網站的評價

1. 您認為本網站的使用介面是否容易使用？ 是 尚可 否
2. 您認為本網站的 GIS 分析處理速度如何？ 快速 尚可 龜速
3. 您認為本網站的學習單元範例，是否有助於學習 GIS 這一章節？
 是 尚可 否
4. 如果家中可上網，您是否願意在本網站或 Google Earth 上學習 GIS 概念？
 願意 再考慮 不要