

台灣地圖學教育與學術研究
Cartographic Education and Academic Research in Taiwan

高慶珍★

Ching- Jen Kao

摘要

台灣的地圖學在過去幾十年來，產生極大變化。本研究蒐集了五個大學地圖課程的內容，加以比較學分、師資與設備，從中整理出台灣地圖發展簡史。同時透過碩、博士論文及相關期刊的閱讀，彙整出台灣在地圖研究趨勢上以教育與認知的探討最多，但僅少數人涉及地圖的設計與簡化議題，不過近年來在地理資訊系統如類神經網路則穩健發展。

關鍵字：地圖學教育 地圖學術研究 地圖設計 類神經網路

Abstract

Professional cartography has greatly changed in Taiwan over the past several decades. In this paper the cartographic curriculum from five universities' was collected and their credit, instructor and equipment were compared. The results were then outlined based on the academic cartography evolution process. Furthermore, a review of theses, dissertations and professional journals showed that perception and education about cartography was the most popular research topic in Taiwan. Only a few scholars, however, were involved in map design and map generalization. The application of Geographic Information Systems, such as neural networks, on the other hand, has received increasing attention in recent years.

Keywords: Cartographic Education Cartographic Academic Research
Map Design Neural Networks

★中國文化大學地理系副教授

Associate professor, Department of Geography, Chinese Culture University.

前言

從 1950 年中葉開始，電子技術的發展與地理學上的計量革命，使地圖的製作一改過去傳統而邁進系統整合的思考模式，技術轉向數位方法，產品呈現不再拘泥於紙張。經由螢幕上影像各種動態、模擬的虛擬地圖逐漸被人熟悉，開啟地圖學另一個探討的角度，範圍廣及生理、認知、傳播等領域。

由於地圖學不再只是技術層面的切磋，因此人才的培育更需要學校有系統的教導，同時學術的研究、研討會的討論、期刊的發表都具有推波助瀾之效，使得地圖學的觸角更廣。本研究乃透過 60 年代迄今課程資料之搜集，及碩、博士論文及期刊論文之閱讀，探討台灣地圖教育的演變與主要研究的趨勢。

台灣地圖學教育之發展

台灣的地圖學教育和國外地圖學的發展一樣乃衍生自地理系的課程。於 1960 年代開始由國立台灣師範大學、國立台灣大學與私立中國文化大學先後開設地圖課程，自此至 1993 年的卅年間，台灣的地圖人才就由此三所大學培育，目前在各大學執教地圖學的教師都與此三大學有所淵源。1993 年國立彰化師範大學與國立高雄師範大學分別成立地理系後，才有五所大學開授地圖相關課程。當然，國防大學從中正理工學院時代，就也培育了相當多地圖人才，但因受軍校之限課程資料無法公開，因此本文將不予探討該校的課程，但他們在學術研究上則明顯佔有一席之地。

一、地圖學課程發展

從 1960 年代三所大學至目前五所大學的地圖課程中，可歸納出台灣地圖課程發展的脈絡(圖 1)。在 60 年代地圖學、測量學、航測學均已開授，且延續至 70 年代；到 80 年代，遙測學、電腦製圖學與地理資訊系統紛紛加入；而全球定位系統最後於 90 年代正式登場列入課程，至此 3S 課程在台灣各大學地理系已相當有系統的發展。

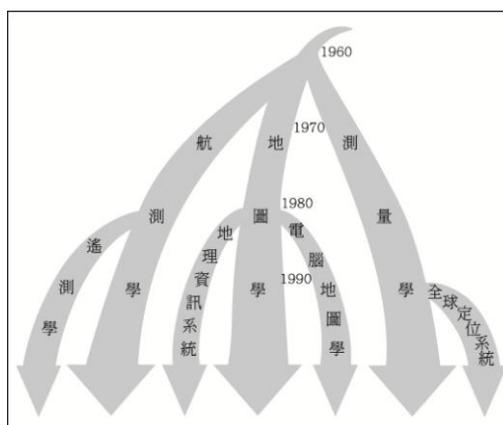


圖 1 台灣地圖課程發展圖

(一)、課程內容

由於台灣在高中之前並無地圖專業課程，因此地圖學都是開在大一或大二，屬於必修的基礎課程。60、70年代在台灣尚屬戒嚴時期，地圖被視為機密，一般民眾難以接觸或瞭解地圖（賴進貴、郭俊麟，1999），因此地圖教育並不是朝專業訓練的走向。以當時台師大或文大的地圖課程而言，均列在大二上下學期共4個學分，師大因從事教職的目標明確，因此共有4個不計學分但必修的實習課，作為日後教學的輔助；文大因應課程特質僅設2個實習學分。相較於同一時期英國愛丁堡大學(University of Edinburgh)的地圖人才訓練，共需修滿192學分並繳交報告，始能獲得學位，有如天壤之別(Macgregor,1972)。而荷蘭於1973年開始地圖人才之訓練，共需38個理論學分，及55個小時的實作課程才能畢業，因應當時的技術、設備，學生在大地測量、地理、地圖、地圖產出與自動化等各方面的課程均相當吃重(Ormeling & Brown,1975)。而德國 Luton College 地圖專業人才之訓練上，共需三年時間，第一年為理論基礎，第二年送往業界實習，第三年再返校整合理論與實作 (Cooper,1975)。上述學校在傳統地圖製作的訓練上均相當紮實，台灣實望塵莫及。

及至80年代台灣的地圖學課程就有了一些變化，一般是2個正課學分搭配1個實習學分，或者3學分包括實習在內。五個學校都有電腦地圖學的課程，但都屬選修，學分在2至3之間，也就是最多修滿6學分就已修完地圖學基礎課程。其它配再合地圖使用與分析、地圖設計或地圖鑑賞等增加地圖素養。

台大在大學部共開了7個地圖學學分，研究所則全由地理資訊系統等相關應用課程取代。文化大學在大學部開立的課程分工最細，是以地圖知識抽取為主的地圖判讀為入門，繼而進入理論探討與實作並重的地圖學，但抽離出投影部分，直接進入大二上操作為主的電腦地圖學。大二下才特別再開設架構在測量學之上的座標系統與地圖投影，而後合流進入地理資訊系統分析領域；大三下的地圖鑑賞則不著重技術的養成，而是透過地圖來探討歷史、社會背景的課程，加上研究所總共有13個地圖學基礎課程學分。

在師大體系方面，台師大與高師大在地圖學基礎課程都佔8學分，研究所也有6學分，但相對來講，台師大開的課程比較多選擇性自然高一些。彰師大在基礎地圖學方面的學分最少，總共才6學分，而且也缺乏研究所課程(表1、表2)。

(二)、教科書之選用

地圖學教科書目前五校全都使用 A. H. Robinson 的 *Elements of Cartography* 一書。本書分成七大部分，第一部分介紹地圖學過去的沿革、近日的發展與未來的展望；第二部分介紹地球與地圖的關係，例如基礎的測量、地圖的投影以及比例尺與座標系統的轉換和建立；第三部分提到資料的獲取；第四部份則是資料的處理，範圍並涵蓋到遙測影像與電腦數位化等技術問題，並兼及地理統計方法；第五與第六部份討論的是地圖學最專業的認知、設計與抽象化的過程與方法，是其它課程不會觸及的內容；最終第七部份介紹出圖。整本書內容相當完整，也因此深獲中、外教師的青睞。

表 1 97 學年度台灣各大學地圖學相關課程表

學校 課程 學分 學期	台灣大學	文化大學	台灣師範大學	彰化師範大學	高雄師範大學
大一上		地圖判讀 2		地圖學 3	
大一下		地圖學及實習 3 空間資訊概論 2			
大二上	地圖學 3 地圖學實習 1 遙測學及實習 3	全球定位系統 2 測量學及實習 3 電腦地圖學 2 遙測學及實習 3	地圖學 3 航照判讀 2	地理資訊系統 概論 3 地圖設計 3	地圖學 2 地圖學實習 1
大二下	地理資訊 系統概論 3 電腦地圖 學 3 (二、三、 四年級均 可選修)	座標系統與地圖 投影 2 航測概論 2	地理資訊系統 2 遙測學 2 地圖使用與分析 2	遙測學 3 地理資訊系統 應用 3	航照判讀 3 電腦地圖學 3
大三上		航照判讀 3 地理資訊系統及 實習 3	地圖設計 2 衛星影像處理 3 數值地形分析 2 地理程式設計應 用 3	測量學 3	地理資訊系統 概論 3
大三下		地圖鑑賞 2	電腦地理製圖 2 地理資訊分析 3 超光譜遙測 3		地圖使用與分 析 3
大四上			地理資訊應用 2		
大四下		數值影像處理 2			遙測影像處理 2

表 2 台灣各大學研究所地圖學課程表

學校	台灣大學	文化大學	台灣師範大學	彰化師範大學	高雄師範大學
課程與學分	環境資源地理資訊系統 3 地理資訊分析 3 空間決策支援系統 3 遙測數位影像處理 3 專家系統與影像處理 2 地理資訊系統技術 3 都市地理系統技術 3 鄉土地理多媒體 3	地理資訊系統應用 2 數值航空測量學 2 地圖分析與應用 2 地理資訊系統研究 2	製圖學研究 2 遙測技術 2 製圖學研討 2 地理資訊網路應用 2 空間決策資源系統 2 數值地形模擬分析 2 電腦製圖特論 2	地理資訊系統專論 3 地理資訊專家系統 3 遙測影像分析 3 歷史地圖繪製法 3 空間資訊分析 3	地圖學研究 3 地理資訊系統研究 3 台灣地圖專題研究 3

其它被列為參考書籍者，多偏重在地圖設計或地圖資料的判釋，要囊括全部的地圖學知識或許不足，但部分探討則相當深入。表 3 表示在過去五年來，至少被兩個老師列為參考的書目。

表 3 地圖學參考書目

作者	書名	使用學校
B. D. Dent	Cartography-Thematic Map Design	台師大 文大
J. S. Keates	Cartographic Design and Production	台師大 文大
P.C.Muehrcke & J.O.Muehrcke	Map Use- Reading, Analysis, Interpretation	高師大 文大

(三)、地圖實驗室

地圖是一門作中學的學科，實作是課程中極重要的一環，因此實驗室就相當重要。儘管每個學校都設有地圖研究室，但比較起來文大與台大，成立時間較早也較具特色。

1.文化大學地圖相關研究室

文大在 1974 年即正式成立製圖室，由徐聖謨負責，期間編繪了兩大套系列地圖集，成就顯著，間接也訓練了不少地圖人才，於政府製圖政策開放後從事地圖繪製工作。到 1980 年時，文大更接受內政部委託，成立地籍測量班，受訓期間學員們必須接受地圖繪製的訓練，廿年間替國家栽培了上百個地籍測繪專業人士。地籍測量班結束後，文大又於 2000 年成立數位地球中心，以建教方式接受

遙測影像方面合作計劃案。儘管中心更迭，地圖室至今屹立，開放全校提供地圖查閱、影印、掃描、數化等服務工作，並接受民間委託地圖繪製專案，承繼人才培育之使命。

2. 台大地理資訊研究中心

不同於文大傳統的地圖繪製，台灣大學在 1986 年時成立了地理資訊研究中心，引進當時剛剛崛起的地理資訊系統概念，購置了全台第一套的地理資訊系統軟體，同時開闢與國際學術交流的管道，更與國內學術界、政府、業界互相配合，替國內地理系畢業生開拓極大就業市場，對台灣地理資訊系統的研究推展具有相當貢獻。

二、地圖學師資與影響

在 40 年間於各大學教授地圖課程的老師共有 12 位(表 4)，其中徐聖謨影響最廣，目前在各大學教授地圖學的老師，全部都是他的學生。吳信政則在電腦製圖方面最為突出，到目前為止仍作圖不輟。

表 4 各大學歷年地圖學授課老師

學校	授課老師
台灣師範大學	沙學浚 賀忠儒 吳信政 周學政
台灣大學	沙學浚 徐聖謨 賴進貴
文化大學	徐聖謨 劉承洲 高慶珍
彰化師範大學	何猷賓 廖葆禎
高雄師範大學	林明璋 張春蘭

■徐聖謨老師學生

(一)、徐聖謨對台灣地圖學之貢獻

徐聖謨畢業於浙江大學，來台後專任於中國文化大學，並於當時地圖師資極缺的時期兼課於台灣大學。他的授課內容極為完整，可大分為(一)地圖史(二)投影(三)資料處理(四)圖面設計四大部分(表 5)。在 70 年代曾先後發表文章，引進主題地圖的製作方法(徐聖謨, 1972、1975)、傳播理論(徐聖謨, 1986)，都是對製圖者很重要的新概念。他所介紹的中文貼字法沿用至今(徐聖謨, 1980)。於 1980 年間參考 A. H. Robinson 等人編著 1978 年版的 *Elements of Cartography* 地圖學一書，從此成為台灣地圖學的「聖經」，新觀念的引進，讓台灣與西方的地圖學互相連接，是他重要貢獻之一。

表 5 徐聖謨課程講義大綱

主題	章節	主題	章節
地圖史	中國地圖史	地圖資料處理	地圖簡括化
	西歐地圖史		定量資料符號化
投影	座標與比例尺	圖面設計	色彩與花紋
	地圖投影原理		地圖繪製
	圓柱與偽圓柱投影		
	圓錐與方位投影		

有別於當代教授，徐老師專業極為明顯，除了地圖學的授課外，於 1961 年至 1965 年間更統籌繪製了系列地圖集(表 6)，由國防研究院及中國地學研究所共同出版，資料極為詳盡，為當時台灣的地圖技術留下最佳的見證與典範，乃其貢獻之二。而從目前五所大學的地圖教師均啟蒙自徐老師，挑起對地圖學的熱忱，繼而持續深造，為地圖學作育英才才是徐老師對台灣的貢獻之三。

表 6 徐聖謨編繪之地圖集

圖集	分冊	圖集	分冊
中華民國地圖集	台灣省	世界地圖集	東亞諸國
	中亞大陸邊疆 (西藏、新疆、蒙古)		俄國與西南亞諸國
	中國北部 (東北、華北、西北)		歐洲與非洲諸國
	中國南部 (華中、華南、西南)		美洲諸國
	中華民國總圖		太平洋、極帶與世界總圖

(二)、吳信政對台灣地圖學之影響

吳信政專攻地圖學於夏威夷大學，專任於台灣師範大學。他在台灣由手工繪製轉到電腦繪製的地圖史上扮演了舉足輕重的角色，處理地形暈渲效果更是凌駕在其它地圖教師之上。在他發表的文章中提出許多技術性的研發，包括提出 30 度角的最佳觀察方向與角度、地圖的分版、衛星資料的轉換，以及 Landsat 衛星影像與相片基本圖的套疊設計，都是從實作中獲取的經驗分享(吳信政，1979a、1979b、1980、1983、1989、1991)。他的作品以教學掛圖為主，計有中國分省自然掛圖、世界分國掛圖、世界地理掛圖等共五、六百幅，此外還有台灣行政區劃概況地圖集、鄉鎮地圖 25 張，同時還出版東北角海岸風景特定區、陽明山、墾丁等處的國家公園地圖，對台灣空間之記錄功不可沒。

地圖學之學術研究

一、地圖相關期刊

受到地圖課程與時代背景的影響，從 1968 到 1990 年的廿二年間，地圖相關研究文章多見於地學彙刊、中國地理學會會刊與師大地理研究等，此一時期的最大特色以引進西方思潮為主，多屬論述性或介紹性文章，少見真正的科學系統研究。但自 1990 年地圖學會成立後，開始發行地圖期刊，自此約 60% 的地圖文章都在地圖期刊中發表，此期刊也就承擔起推廣地圖學術研究與專業應用的使命。而約在同一時期，台大地理研究報告也開始大量刊出與地理資訊系統相關的文章，反映出此一時期地圖學另一股新的研究風潮。

相關 1990 年前的地圖文章高慶珍已在 1999 年的論述中詳細提及，本文不再贅述，僅著重在之後的碩、博士論文及期刊發表文章，選擇較被系統性探討的議題來討論，主軸仍著重在地圖學。

(一)、引用之文獻

經由各大學及中國地理學會、地圖學會出版的 304 篇地圖文章中，統計出在國內最常被引用的文獻有 54% 出自地圖期刊，地理學報居次約 20%，其它期刊則包括各師院社教學報等（表 6），其中 21% 被引用的文獻為發表年近五年內資料。至於在英文文獻的引用，以 **Cartographic Journal** 為最多約佔三成，其它被引用次數達 10% 的期刊如表 7 所示，由於討論議題相當多元，在表中「其它」一欄則包括了將近十多種引用率未達一成的期刊如 **Annals of the Association of American Geographers, Canadian Cartography, Cartography Perspective, Professional Geographer, International Yearbook of Cartography** 等，都是地理學界經常引用、閱讀的期刊，其中 33% 被採用文獻為發表年近五年內之作品。顯示國內地圖學術研究，尚還跟得上國際步驟。

表 6 中文期刊被引用次數百分比

期刊名稱	次數%	期刊名稱	次數%
地圖	54	地理學報	20
地學彙刊	11	中國地理學會刊	6
華岡理科學報		師大中等教育	5
文大地理研究報告		師大地理研究報告	
華岡地理學報		其它	4

表 7 英文期刊被引用次數百分比

期刊名稱	次數%
The Journal of Cartography	29.3
Cartographica	13.7
Geography	13.1
American Cartographer	11.5
Cartography & Geographic Information Science	10.9
其它	21.5

(二) 地圖研究人口

若從 1968 年以來這四十年間，曾經在國內發表過至少十篇地圖研究論文來定義地圖研究人口的話，台灣實不出廿人（表 8）。從中更可發現，師範體系的研究者明顯偏少，反倒是中正理工學院出身的學者占了將近一半，台大孫志鴻、朱子豪、蔡博文則明顯較偏向地圖學上技術之處理。隨著也這些師資的引導，很自然的也就影響地圖學的發展偏向。

表 8 台灣地圖研究人口

姓 名						
石慶得	朱子豪	王明志	林馨方	吳信政	高慶珍	許哲明
張春蘭	孫志鴻	曾正雄	蔡博文	劉承洲	聞祝達	賴進貴

二、地圖研究議題

參酌 Brewer&McMaster(1999)的分類及國內的發表類型，本研究將國內地圖研究大分成製圖者端所重視的設計探討、對讀者端所做的認知及教育研究、地圖呈現所需的技術研發三部分。

(一)、地圖設計

一直晚至 1990 年以後，台灣才開始有人以製圖者立場來探討地圖設計問題，並利用量化概念，以實驗檢測結果，提出設計原則或製圖改進之道。

1.圖幅設計

張春蘭從 1992 年開始利用電腦對圖元之間的關係求出定值比例，提出一系列圖面配置問題。他結論出文字不得小於 0.1-0.15 公分，各圖元之間不得小於 0.03 公分的規則(1996a)。並以黃金比例切割法概念，結論出地圖種類影響圖幅類別，而圖幅類別與圖形形狀再緊接著影響圖幅形狀，繼而影響圖廓形狀(1996b)，並發現圖名與副圖名彼此最容易互受影響 (1997)。到 2002 年時，更引伸此概念到網路地圖之研究，發現網路地圖的圖例和比例尺常出現不良設計，反倒是交談式地圖的配置比動態式地圖適合閱讀。

2.符號設計

高慶珍(1995)以色票比對國內外地圖集的高度用色，並比較平原、山地在地圖中的使用習慣，系統性地整理出理想表達真實地形起伏的 CMYK 值。此外，他並透過語意差異法來分析符號的內涵，結論出喜愛的挑選不只是視覺的比較選擇，尚牽涉內心傳輸機制，包括記憶、質問、經驗、個人興趣等 (高慶珍，2002a)。同年再根據 Peirce 系統，分析出符號的聯想與易讀性有高度相關，而常見符號因具有熟悉性在認知中極為重要；但美觀與否則與語意關連性不大，重要的是受測者的經驗背景，特別是有無作圖經驗，確實影響對符號的看法(2002b)。高慶珍在 2006 及 2007 則以報紙為研究題材，分別比較 1966-2003 四十年間在戰爭報導的設計差異，及對氣象符號的探討。發現箭頭、爆炸點、機場一直是戰爭的報導重點，而過去正統的繪圖傳統則被色彩、DTM 等科技效果所取代。至於氣象圖畫符號則形狀愈單純愈容易引發正確聯想，在經過符號語法的解讀後，發現格式塔完形組織架構的論點與受歡迎的符號間相當吻合。

3.視覺化

視覺化在國外的研究相當多，國內高慶珍在 2004 年以不同亮度的紅、橙、黃三色，配合不同形狀的符號，實驗出在遙測影像上，形狀對色彩影響其實並不顯著，影像上可讀性最佳的顏色是低亮度的黃。2005 年高慶珍利用時間為界檻

值，比較出簡化地圖要比分類影像的視覺傳播效果佳，印證短期記憶確有容量上的限制。

4、簡化

聞祝達、莊克定(1993)以 Douglas-Peucker 方法應用在台灣不同地區海岸線上，發現本法並不適用在海岸變化複雜的區域，並訂出各地區在簡化時的容許值劃分標準。林譽方等(1993)則利用 Topfer 之選擇原理在不同比例尺上的木瓜溪與壽豐河流域，研究水系網的簡化規則。發現十萬分一比例尺的地圖為一重要分界點，隨比例尺縮小河流數目減少、河長遞減。到 1994 年時，林譽方等人又發現東部海岸河流數目在各比例尺中幾乎一樣，而河長多受制於編圖人為造成。林譽方等(1994)再度採用 Horton 及 Strahler 兩種水系網等級分類法，進行五千分一河流數目之簡化影響分析，發現流域內河流總長，因受支流刪減之故，隨比例尺遞減，變化很大，反倒是主流長變化較緩。而地圖作業時特徵物間之相互影響考量，常造成編輯作業不一致。由於各種特徵物簡化模式不易取得，且關係複雜，林譽方等(1996)乃根據水系網前置處理、簡化條件設定及資料查詢而研發一套適用於台灣水系網的簡化系統(RNGS)，根據二元樹之後序法及遞迴函數概念進行河流分級與合併，自動化處理水系網等級分類。

除了海岸線與水系之外，林譽方、范慶龍(2001)利用方根定律，探討宜蘭、桃園兩縣的地名簡化，發現台灣地圖上，地名數與比例尺存在某種關係，乃製圖時受到樣本區面積、人口等因子之影響。林譽方(2007)再以桃園、台中、台南、花蓮四個縣市為範例，利用兩萬五千、五萬、十萬、廿五萬及五萬分一比例尺的地形圖進行地名選取因素之調查，發現地名保留率與地圖比例尺分母間存在冪次函數之迴歸關係，在人口密度高之區趨向「次要選取」，人口密度低之區趨向「一般選取」。賴進貴、葉高華(2005)採用台灣堡圖、實測地形圖、聯勤軍用地形圖、經建版地形圖、土地利用數值資料庫與 1994 國土利用調查數值資料庫互相套疊，結論出地圖概括化對個別圖徵影響較大，對空間型態影響較小。當分類體系不一致需再分類，簡化程度不同需再簡化，符號化差異需再編輯。翁培文、蔡博文(2006)結合台灣堡圖與地理資訊系統，發現大部分街庄數化面積與史料差異不大；而小面積旱田簡括化結果較為複雜，同時發現小川、較短路常被省略，小建地和湖池則被放大，小面積樹林和竹林則使用符號，符合製圖原理，但簡括化的細部就較不容易掌握。

(二)、認知與教育

由於有三個地理系設置於師範大學，因此利用皮亞傑(J.Piaget)的認知發展理論探討兒童認知的文獻相對就比較多，另外教材內容與編排也同樣成為探討的主題。

1 認知

(1) 空間認知

廖慧意、賴進貴(2001)歸納出學童從低、中、高年級一直到九年級生在空間認知上的變化：以自我為中心、使用前後左右、使用基本要素、四個方位網格式

統到辨識八個方位、了解經緯網格意義及座標使用、知道大地座標以及各地主要地理特徵。此種次序性的發展，部分印證了石慶得、蘇永生(1992)所提出低年級學童街道結構測試中常只侷限在一條街或一條街的某一部份，且仍缺乏交通路線概念，也與陳昭靜(2008)認為國小學童的生活環境中，以自家最詳細、最明顯的結果相同。當然，他們的研究中都提到年齡、經驗是左右認知很重要的因子，如中年級生認知岔路數增加，並會透過文字寫出主要鐵路、高速公路；要到高年級才會明確表現垂直、平行直交等特徵，也才具備環形路線概念(石慶得、蘇永生，1992)。張文賢(2003)則加上性別因子，發現性別對認知地標數差異不大，但接觸地圖頻繁與否及家長的教育程度則有影響，再次證明經驗的重要性。

(2) 地圖認知

蘇永生、石慶得(1997)發現學童一直要到中、高年級才能接受象形符號，而色彩喜好上黃、黃橙、紅橙色不會隨年紀有所差異；紫、青紫、紅紫則有差異，年紀愈小愈喜歡紫色，性別也具有認知上的差異。賴進貴(1999)發現國內中小學生單純使用地圖符號的能力不錯，但涉及座標轉換及幾何運算能力就變差，與石慶得等(2004)所提學生對座標、方位等的讀圖能力尚佳，但對直角座標定位、比例尺量測及地圖解釋能力均不佳的結論接近。陳慧芳等(2003)又發現國小高年級生女生在網格座標定位及方位辨識方面均優於男生，只是經過練習後男生在比例尺的使用上反優於女生。林靜怡(2003)則鎖定女中三年級學生，以直線直角、直線斜角、多街廓斜角、曲線斜角及路線型五種路網，來測試皮亞傑所認定的認知發展最高階段的特徵，發現認知其實是具個體差異的。

(3) 符號認知

高慶珍(2000)則針對一般人對世界各國觀光地圖上常用符號做認知測試，發現即使是 ISO 認定的符號，若在國內不常見，認知率仍然低。亦即文化與環境背景之差異會左右對符號的認知，而更重要的是，有無專業訓練對認知的影響才是最大的。高慶珍 2003 年，再度利用傳統地形圖上的色彩，測試一般人由色彩所產生的高度認知，歸納出由綠到黃到棕色或橙色之間，確實會產生高度不斷攀爬的認知，但色相、亮度的取決與相鄰地勢面積大小之比率關係密切。

2、教育

(1) 國內外教材比較

賴進貴(1997)透過與美、英的地理知能標準比較，發現台灣地圖主管機關位階太低，難以兼顧地圖推廣工作。李明燕(1997)比較台灣與英國的地形圖教育，發現英國不只注重方格網的位置概念，也注重地圖中自然與人文各種現象；而台灣地圖試題多以版面為考量，少以官方地圖為素材，無法提高學習興趣。其實只要獲得概念，地形圖並不需要記誦，主要還是要真正對圖充分瞭解，否則學過以後即有遺忘現象(李明燕，1999)。

(2) 多媒體教學

廖葆禎(2003)結合數位地圖與地理資訊系統，發現實作與理念設計之間存在

落差，學生學習經驗、上網查圖動機、圖示表示的不同，均會影響電子地圖之使用。許秀桃(2004)發現應用電子地圖教學，可因其圖像式與程序性的傳播方式，而提升兒童在比例、面積、區位認知數量及交角之注意度。江勃宏(2004)利用研究教科書中圖像的線條、形狀、色彩等，發現合宜圖像輔助確實有助提升閱讀成效。汪盟烽(2005)利用多媒體整合文字、聲音、影像等教導地形單元，發現除可提升注意力，更可增加同儕互動，抽象變具體化，突破時空限制學習。何珍儀(2005)將氣候單元設計成步驟式的網頁學習課程，配合情境學習理論，模擬真實情境，發現成效優，學習態度偏向正向。

(3) 教材內容

陳慧芳等(2004)探討新教材雖對網格座標與經緯度座標設計較完整，也提前教導比例尺概念，但在電子地圖、網路地圖、全球定位系統各方面仍未介紹，技能部分也有待加強。虞正浩(2002)提出中小學社會科教科書中的地名註記，處理上經常沒有堅守專業的處理原則，以致課本上的地圖無法達到專業上的要求。張春蘭等 (2007)則認為當今高中課本嚴重缺失在地圖內容或標題與課文說明不符，而依比例尺進行概括化的概念不清楚，經緯線上又常缺乏經緯度之表示，或圖幅上沒有比例尺的出現。而使用過於接近的顏色表示量化資料，使得視覺不易分辨；文字大小又常受制於版面，表達形底的線條也缺乏粗細之分，顯示課本地圖品質還有改進空間。賴進貴、余俊青(2004)發現，高中納入地理資訊課程後，教師所呈現出來的問題與非地理專業人員無異，也就是說教學範例的設計須視教師對地理資訊系統空間處理能力而定。

(三)、地圖技術

此一部份的研究與傳統地圖較為不同，探討的主題往往不是在地圖本身，而是建置更完整的資料庫，提供日後使用的技術探討。因此從檢討既有的軟體，到類神經網路的研究、系統的開發，都成為探討主題。

1.軟體檢測

賴進貴 (1995)偵測台灣西部海岸地帶的土地利用變遷，設定 fuzzy-tolerance 值，及利用 eliminate 去除小於某值的多邊形，但均無法完全消除套圖產生 Slivers 問題，表示在 Arc/Info 系統下所提供之指令仍受限制。賴進貴又在 1996 年，以梨山、竹東、朴子三地區代表山地、丘陵與平地地形，透過網格比對不同解析度之地形效果，發現解析度的降低造成地形的平夷化，坡度改變率大小受地形特性影響而不一致。賴進貴、王慧勳 (1996) 以五千分一相片基本圖輸入 Arc/Info 系統產生 5 公尺和 25 公尺向量圖檔，先利用內插功能產生 DTM 圖檔後，以 IDW、Spline、Kriging、Trend、Grassr.surf 不同內插法測試效果，發現唯有依等高線特性來衡量者，才能有效表達地形效果。蔡博文、丁志堅(1997)透過大地基準與座標系統的轉換後，疊合在實地訪察宜蘭的土地利用資料、航空照片、遙測影像上，經檢核改正後，建立起適用於比例尺五千與兩萬五地圖的地理資訊系統資料庫。

2.類神經網路

賴進貴、邵喻美(1998) 以七星山區及日月潭山區為樣本點，透過 40 公尺網格數值模型產生的數值等高線作為類神經網路模式訓練資料，結果發現類神經網路可進行內插計算，並經由樣本學習後，產生計算過程，可因應不同地區產生不同內插知識。孫志鴻、詹仕堅(1999) 利用倒傳遞類神經網路在大甲溪上游地區，以亞力士、莎拉、黛特三場颱風暴雨資料進行研究，發現以規模較大且包含各種降雨規模、降雨-逕流數值的事件作為學習案例效果較佳，證明資料的時間長度及時間解析度均會造成預測偏差。鄒明城、孫志鴻(2004) 隨機取五萬筆引起集集地區山崩機制的因子，利用類神經網路、決策樹演算、案例式概念學習及貝氏分類器四種預測模式，整合成單一運算結果，而建立模式庫與知識庫，但成果僅適用於研究區附近。林祥偉、孫志鴻 (2001) 以德基水庫的崩坍地潛勢分析作為測試對向，先利用 Grid 空間資料轉化成空間特徵向量資料，由自行開發的人工智慧空間資訊分析師架構在 ArcView 上，直接與倒傳遞網路及自然組織映射網路的類神經網路模組整合，提供日後處理環境資訊很好的決策系統。林祥偉(2003) 開發出 Grid 第二代的轉換格式，以 C++ 程式設計開放式人工智慧物件，處理複雜的地理問題，達成自主性很強的資訊系統，並透過類神經網路的遺傳演算法，提供人類認知行為，建立時空知識庫。

3. 系統開發

林祥偉、孫志鴻(1998)為改進地理資訊系統準則在評估上的功能，結合多準則決策技術中的權重處理模式，以 Clipper 程式將資料型態全轉換成+1 到-1 之間的值，經由計算，成最後評估分數，有效建立決策支援系統。蔡博文、許家成(2000) 以台北市某通訊連鎖業為例，將空間特性轉化為文、數字，再以群體空間特性的應用進行評估，有效完成案例式推理。郭英俊、廖秉毅 (2001) 以近似於詮釋資料概念，合併圖幅邊緣切割完整且圖廓平行於座標軸的圖檔成連續無接縫地圖，設計成一套適合自動化設計的作業程序。鄭踴謙(2006)透過原住民部落社區整合意見，以地理資訊系統結合全球定位系統，開發參予式地理資訊系統，並整合不同平台間的訊息傳遞。陶翼煌等(2006) 將個人組織與資源予以整合，開發「災害管理伺服器」設計編碼模式建立縱向與橫向之組織體系關係，經由 SOP 的修正，以台北縣消防局颱風災害應變業務為例，協助目前救災業務面對之問題。

地圖課程與研究人才之培養

就滿足社會需求的課程目標而言，台灣地圖學教育多元化的發展上已與歐美同步。但從上述的文獻內，卻也發現出台灣在地圖教育發展上的種種問題。有些是出自時代背景上的無奈，如台灣從 1952 年起，地理教材即採行「部定本」，戒嚴了將近 40 年 (李明燕，1999)，也使得地圖教育在很長一段時間內幾乎無法推展；有的是政策上的失調，如九年一貫的教育，使得地圖教育一躍而成多媒體的環境，導致兩者之間的銜接，成了台灣地圖教育最弱的一環。

在認知的文獻中 (陳慧芳等，2003；陳昭靜，2008；廖葆禎，2003)都提到

經驗是地圖學習很重要的因子，而有無專業訓練更成為地圖素養的基礎（高慶珍，2000）。然而從教材上離譜的地圖表達（虞正浩 2002；張春蘭等，2007），以及賴進貴、余俊青（2004）及虞正浩、聞祝達（2008）所指出當前地理師資專業水準與一般人無異的研究結果，在在警告著當前大學地圖教育課程需要更嚴格的訓練，才能培育出具有基礎專業經驗的人才，也才能適用於地理或地圖的普及教育。

至於研究人才的栽培，從期刊發表統上就可看出，不少研究生，畢業後就不再持續研究，而部分發表文章所採用之參考文獻不是碩士論文就是網頁上資料，更甚者還有操作手冊，實在無法顯示研究價值，問題仍出在態度不夠嚴謹。就研究內容而言，認知研究太過集中於讀者端，忽略了透過結論提出地圖製作上的因應之道；多媒體教法研究結論都是提升學習興趣，但沒有人探討到地圖與視覺的關係，失卻研究深度。尤其認知與多媒體的研究者多半是中學老師，是否經過研究所教育後，專業知識確有提升，實不得而知。地圖學是架構在「做中學」的一門學科，除了操作仍得賴理論之指導，但台灣地圖教育過於偏重地理資訊系統技術層面之訓練，致學生沒有能力將操作技能與地圖學結合，紮根不夠踏實正是目前台灣地圖教育最大的隱憂。

相對而言，台灣在簡化與軟體檢測的系列研究上，不斷對台灣官方製作的地圖與古地圖提出檢測與檢討，提供出相當珍貴的地圖編繪規則，雖與類神經網路、系統開發的議題一樣，難免具有空間上的侷限性，但都向地圖自動化提出挑戰，是值得再延伸研究的。

當然除了課程上嚴格訓練之外，研究生還要經常透過研討會的共同溝通，才有互相學習，截長補短的空間；期刊編輯更該恪守嚴格把關的使命，大家才有共同競爭、共同切磋的能力，也才能提升台灣的地圖學研究水準。

結 論

經過四十年的經營，台灣地圖學教育明顯的在課程上擴充了很多，確實滿足了課程安排上植基於學科、學生、社會三大基礎上，達成迎合社會需求的教育目標。而在地圖學的研究上，地圖期刊提供了一個很好的發表園地，從其中也發現到，無論是繪製、理論或研究方法，從基礎嚴格訓練，是唯一追上西方先進國家的不二法門。

參考文獻

- 石慶得 蘇永生(1992)：兒童對環境認知之地圖學研究，地圖期刊，第 3 期，頁 1-42。
- 石慶得、聞祝達、陳慧芳(2004)：國小高年級學童地圖能力分析與學習能力指標擬定之研究－兒童之地圖學系列研究(四)，地圖期刊，第 14 期，頁 1-20。
- 江勃宏(2004)：圖像輔助符號對國中生閱讀地理教材之影響，彰化師範大學碩士

論文。

汪盟烽(2005)：電腦多媒體融入高中地理教材地形單元教學設計的學習成就與學習感受之實驗研究-以北港高中為例，彰化師範大學碩士論文。

李明燕 (1997)：國內外中小學地形圖教育之比較研究－以臺灣與英國為例，地圖期刊，第 8 期，頁 97-112。

李明燕 (1999)：地形圖在高中教學之實驗研究，地圖期刊，第 10 期，頁 25-40。

何珍儀 (2005)：網路輔助地理學習之研究-以台灣氣候單元為例，高雄師範大學碩士論文。

吳信政 (1979a)：數據統計面圖法，師大地理研究，第 3，頁 79-94。

吳信政 (1979b)：分版的方法及其在地圖設計上的重要性，師大地理研究報告，第 5 期，頁 145-157。

吳信政 (1980)：相片圖色調控制的研究，師大地理研究報告，第 6 期，頁：187-201。

吳信政 (1983)：以個人電腦作衛星資料數據處理的研究，師大地理學研究，第 7 期，頁 101-116。

吳信政 (1989)：漸層色在地圖表示的應用，師大地理研究報告，第 15 期，頁 117-128。

吳信政 陳哲銘 (1991)：應用衛星影像繪製主題地圖之研究，師大地理學研究，第 15 期，頁 67-76。

林譽方、石慶得、張瑞津、石再添 (1993)：地圖縮尺與水系網簡化之研究，地圖期刊，第 4 期，頁 1-13。

林譽方、石慶得、張瑞津、石再添 (1994)：地圖水系網簡化影響之研究，地圖期刊，第 5 期，頁 11-19。

林譽方、石慶得、張瑞津、石再添 (1994)：水系網簡化模式的製圖學研究－以台灣東部花東海岸域之河流為例，中國地理學會會刊，第 22 期，頁 125-140。

林譽方(1996)：地圖水系網自動化簡化作業之研究，地圖期刊，第 7 期，頁 19-26。

林譽方、范慶龍(2001)：地圖地名簡化之研究，地圖期刊，第 11 期，頁 55-78。

林譽方(2007)：數理統計法在地圖地名選取之應用，地圖期刊，第 17 期，頁 1-8。

林靜怡(2003)：中學生空間認知能力之研究-以認知圖路網結構分析，台灣大學碩士論文。

林祥偉、孫志鴻(2001)：多準則決策技術與地理資訊系統整合之研究，地理學報，第 24 期，頁 29-42。

林祥偉、孫志鴻(2001)：以類神經網路為核心的人工智慧空間資訊分析師，地理學報，第 30 期，頁 55-70。

林祥偉(2003)：地理資訊系統與人工智慧整合之研究，台灣大學博士論文。

徐聖謨 (1972)：主題地圖繪製法之研究，地學彙刊，第 2 期，頁 40-48。

徐聖謨 (1975)：主題地圖符號之設計研究，地學彙刊，第 3 期，頁 48-57。

徐聖謨 (1980)：中文地圖地名的位置排列研究，地學彙刊，第 4 期，頁 73-84。

徐聖謨 (1986)：地圖傳播理論及其應用，地學彙刊，第 5：期，頁 169-187

- 高慶珍 趙家民 (1995)：地圖集上高度表之色彩運用探討，文大地理研究報告，第 8 期，頁 199-208。
- 高慶珍 (1999)：從地理期刊之發表探討台灣近卅年來地圖學之發展趨勢，中國文化大學地理學地理研究報告，第 12 期，頁 131-142。
- 高慶珍 (2000)：觀光地圖上常用符號之認知研究，華岡理科學報，第 17 期，頁 115-130。
- 高慶珍 (2002a)：地圖符號之語意差異研究，地圖期刊，第 12 期，頁 29-40。
- 高慶珍 (2002b)：地圖符號之偏好研究，華岡理科學報，第 19 期，頁 77-90。
- 高慶珍 (2003)：地形圖上標高色彩之研究，地圖期刊，第 13 期，頁 13-24。
- 高慶珍 (2004)：遙測影像之符號色彩探討，地圖期刊，第 14 期，頁 145-152。
- 高慶珍 (2005)：分類影像與簡化地圖之視覺效果差異，地圖期刊，第 15 期，頁 11-20。
- 高慶珍 (2006)：台灣報紙之戰爭地圖(1966-2003)，地圖期刊，第 16 期，頁 121-130
- 高慶珍 (2007)：台灣報紙上之氣象符號，地圖期刊，第 17 期，頁 31-40。
- 翁培文、蔡博文 (2006)：台灣堡圖面資料簡括化初探-以水、旱田面積為例，地圖期刊，第 16 期，頁 69-86。
- 孫志鴻、詹仕堅(1999)：類神經網路在集水區降雨逕流模擬之應用，台大地理學報，第 25 期，頁 1-14。
- 許秀桃(2004)：網路電子地圖與傳統地圖教學對國小五年級兒童空間認知影響之研究，國立台灣大學碩士論文。
- 郭英俊、廖秉毅(2001)：建立一無接縫地圖系統之設計考量，地圖期刊，第 11 期，頁 65-78。
- 陳慧芳、石慶得、聞祝達 (2003)：學童地圖使用能力與地圖學習課程之研究—兒童之地圖學系列研究(三)，地圖期刊，第 13 期，頁 25-44。
- 陳慧芳、石慶得、聞祝達 (2004)：九年一貫國民小學地圖教材內容之探討，地圖期刊，第 14 期，頁 195-205。
- 陳昭靜(2008)：國小低年級學童的校園、住家、社區認知圖之行動研究-屏東縣大明國小之個案，高雄師範大學碩士論文。
- 張文賢 (2003)：以認知圖探討鍾學生空間認知之差異，彰化師範大學碩士論文。
- 張春蘭 (1992)：地圖設計法則之探討，中國地理學會會刊，第 20 期，頁 29-39。
- 張春蘭 (1996a)：地圖圖面配置中各圖元大小之相互關係，地圖期刊，第 7 期，頁 63-80。
- 張春蘭 (1996b)：地圖圖面配置中各圖元形狀之相互關係，台大地理學報，第 21 期，頁 95-109。
- 張春蘭 (1997)：地圖圖面配置中各圖元位置之相互關係，台大地理學報，第 22 期，頁 35-51。
- 張春蘭 (2002)：台灣網際網路地圖圖元設計之探討，地圖期刊，第 12 期，頁 17-28。
- 張春蘭、徐君臨、劉英毓 (2007)：高中區域地理教科書中常見的地圖設計問題，

- 地圖期刊，第 17 期，頁 9-20。
- 陶翼煌、孫志鴻、唐國泰、李保志(2006)：整合式災害管理資訊架構之研發，地理學報，第 46 期，頁 49-72。
- 虞正浩 (2002)：中小學社會教科書中地圖地名註記處理的問題探討，地圖期刊，第 12 期，頁 41-52。
- 虞正浩、聞祝達 (2008)：國民中學社會科地理教學中地圖品質問題之探討-以區域地理教科書為例，地圖期刊，第 18 期，頁 15-24。
- 聞祝達、莊克定(1993)：數值地圖線符號簡化之探討-以海岸線為例，地圖期刊，第 4 期，頁 15-34。
- 鄒明誠、孫志鴻.(2004)：預測型模式在空間資料探勘之比較與整合研究-以集集大地震引致山崩之空間資料庫為例，地理學報，第 38 期，頁 93-109。
- 廖慧意、賴進貴.(2001)：地圖技能能力指標之研究，地圖期刊，第 11 期，頁 29-40。
- 廖葆禎(2003)：網路數位地圖的使用與教育，彰化師範大學碩士論文。
- 鄭踴謙(2006)：運用參與式地理資訊系統於部落地圖繪製之研究，台灣大學碩士論文。
- 蔡博文、丁志堅 (1997)：結合地理資訊系統與全球衛星定位系統於地理資料調查-以土地利用調查作業為例，地理學報，第 22 期，頁 53-66。
- 蔡博文、許家成 (2000)：智慧型地理資訊系統的發展-案例式推理的結合，地理學報，第 28 期，頁 17-26。
- 賴進貴 (1995)：數值土地利用資料準確性之研究，地理學報，第 19 期，頁 91-103。
- 賴進貴 (1996)：數值高度模型與地形計測研究-資料解析度問題，地理學報，第 20 期，頁 61-73。
- 賴進貴、王慧勳 (1996)：數值等高線內插之研究，地理學報，第 21 期，頁 83-94。
- 賴進貴 (1997)：我國地圖教育發展之探討研究，地圖期刊，第 8 期，頁 85-95
- 賴進貴、邵喻美 (1998)：類神經網路在內插應用之研究，地理學報，第 24 期，頁 19-28。
- 賴進貴 (1999)：中小學生地圖認知之研究，地圖期刊，第 10 期，頁 49-58。
- 賴進貴、葉高華(2005)：地圖概括化對環境變遷研究之影響-以台灣地圖資料為例，地理學報，第 41 期，頁 1-23。
- 賴進貴、余俊青(2004)：高中老師地理資訊能力行動研究個案分析，中國地理學會會刊，第 33 期，頁 21-47。
- 蘇永生 石慶得 (1997)：兒童對環境認知之地圖學研究-兒童地圖學系列研究之(二)，地圖期刊，第 8 期，頁 1-14。
- Brtwer, C.A. and R.B. McMaster (1999), the State of Academic Cartography, Cartography and Geographic Information Science, Vol.26,No.3,pp.215-234.
- Cooper, A.D. (1975),The College of Technology Diploma in Geographical Techniques, The Cartographic Journal , Vol.12,No.1,p.55.
- Macgregor, D.R. (1972), New Degree Courses in Cartography University of

Edinburgh , The Cartographic Journal , Vol.9,No.1,pp.6-7.

Ormeling, F. J. Jnr.(1975), A Correspondence Course in Cartography in the Netherlands, The Cartographic Journal , Vol.12,No.1,pp.15-16.