

中小學生地圖認知之研究*

Map Cognition of K-12 Students in Taiwan

賴進貴**

Jinn-Guey Lay

摘要

空間認知 (spatial cognition) 是認識地方的基本。透過空間認知的建構，可以增進學生對於地方或區域的瞭解，如何增強學生的空間認知也就成為地理課程教學的重點。配合國民教育的改革，地圖的角色和功能亟待提昇。本研究藉由對高中生的地圖測試，以地圖教育進行研究，研究工作回顧地圖本質和認知心理理論的相關文獻，並探討學生的地圖知識和技能，進而提出目前國民教育中地圖教育的缺失及問題癥結。研究成果可以提供未來國民教育改革之參考。

ABSTRACT

Spatial cognition is essential to the study of places. The construction of spatial cognition will enhance student's ability in learning geography. The improvement of students' spatial cognition is a critical issue of geographic education. This research reviews literature of cartographic and cognitive theories and examines the map knowledge and skills of students. This paper identifies the problems of current cartographic education. Conclusion and suggestion are addressed which should be useful to future education reform.

關鍵詞 Key Words

地圖教育 Cartographic Education

空間認知 Spatial Cognition

*本文為國科會補助研究計畫 (NSC87-2415-H-002-046) 之部分成果。初稿曾經在第二屆台灣地理學術研討會 (民國 87 年，台灣師範大學) 發表。

**台灣大學地理學系副教授

Associate Professor, department of Geography, National Taiwan University.

一、研究動機與目的

圖形，和語言、文字、數學被並列為四種主要傳播媒介。地理資訊大都具有圖像特質（graphic nature），地圖是以圖形方式來傳播具有圖像特質的地理資訊，在資訊的記錄和傳播上具有良好效果。地圖不只是地理教學研究上不可或缺的工具，也是現代生活的重要資訊工具。語言、文字和數學能力並非與生俱來，必須透過學習才得以擁有，使用地圖的能力也必須透過學習才得以具備。空間認知（spatial cognition）是認識地方（place）的基本。透過空間認知的建構，可以增進學生對於地方或區域特色的瞭解，如何增強學生的空間認知也就成為地理科教學的重點。地圖，是地理現象的模型，透過地圖的使用可以提昇學童的空間認知。美國（AGS 等，1994; State Board of Education, Texas, 1996）與英國（Department of Education, England, 1995）新近頒佈的地理課程標準，都將地圖使用的相關技能，列為地理學課程的核心概念。相對而言，我國的地理課程標準對於地圖教學的重視，還存有許多提昇與改進的空間。

目前，我國的國民教育課程標準正在進行改革。新的教育理念普遍強調教育和生活的結合、資訊能力的培養、解決問題能力的提昇等。在地理學的領域中，地圖技能的培養和教育改革所提出的理念非常契合，在未來課程中應該受到更多的重視。因應教育改革的推動，地圖在國民教育的角色和功能應該要提昇。而這些改進方案本身應該要有基本調查及研究作為基礎。

地圖學通常被歸類於地理學門之下，相關研究工作是以地理學領域為核心。然而過去數十年來國內有關地圖的研究論文並不多（賴進貴，1997a; 1997b），已發表的論文也偏重於地圖設計、繪製等理論和技術層面問題，雖有少部份研究是探討學童的地圖認知（石慶得等，1992），然而整體而言鮮少探討地圖教育相關問題。本研究的動機在於探討我國中學地圖教育問題，希望藉此能有助於地圖教育的改革與提昇。

二、文獻回顧

地圖認知能力的發展涉及幾個面向的考量，包括：地圖的本質、地圖能力面向、認知心理學的學習理論等。本報告分別回顧了這些不同面向的理論。茲分別整理說明如下：

（一）地圖的本質

比較實質的地圖和認知心理的心象圖（mental map）。實質的地圖，是地表真實現象的一種模型。這種模型通常經由嚴謹的資料收集與處理過程，所繪製的圖像也經過檢核過程。相對於一般的嚴謹地圖，每一個心中存有所謂的心象圖，或稱認知地圖（cognitive map）。心象圖是存在心智中的空間意象和環境特徵，是由各種生活體驗、感受、長期累積的經驗，包括：從地圖閱讀中的資訊、個人實際經驗，也包括圖片、傳說等。這些意象是我們在找路、解決問題時的決策依據，影響我們的行為（Dent, 1996:10）。心象圖是個人心中對環境的一種模型。

因為是一種模型，所以其形成過程也就有篩選、概括化的成份，並包括不完整、扭曲、誇大或增添等特色（危芷芬，1995：40）。每個人根據心中意象所繪製的地圖，在幾何上往往是不準確的，面積、形狀、距離會有扭曲。心理學家的研究結果顯示，一般人常會誇大熟悉地區的大小，並且涵蓋很多細節，同時將它擺置在圖中央（危芷芬，1995：41），相對地在不熟悉的地區則無。就距離及面積的估算方面，一般人對於不熟悉的地區或路程常會誇大其大小和距離，初到一個陌生的地方，常會覺得它很大，在熟悉之後則會漸漸縮小；就道路的交叉而言，一般人認知傾向將它研判成 90 度，並據以推斷所在的位置。由於這些認知的影響，所以垂直相交的道路比較不容易造成駕駛者的迷路，相對而言，斜交的道路常常會造成空間位置判斷的錯誤。所幸的是，一般人的空間決策或路徑尋找，並不全然是依據幾何關係，更多的判斷來自於位相關係（topology）。點點相連的位相關係既不容易有扭曲或錯誤，有助於我們順利找到目標。

（二）認知心理的學習理論

Downs and Stea（1973）在「Image and Environment」一書中討論到認知地圖、空間行為與態度、及個人獲得的空間環境資訊如何影響其行為，國內學者石慶得（1992）在探討兒童地圖認知時，也認為認知發展是影響學生用地圖的關鍵。

認知發展是教育心理學研究上的重點之一。這一領域的知名學者包括瑞士的發展心理學家皮亞傑（J. Piaget）及美國教育心理學家布魯納（J. S. Bruner）（張春興等，1995：41-43；80--83）。前者提出階段論（stage theory），後者的提出表徵系統論（systems of representation theory），分別和地圖能力發展有關。

皮亞傑的認知發展理論，有兩個基本要義：一、他認為個體智能的發展是個體在環境中生活適應的歷程，因此，個人智能的高低乃是遺傳與環境交互作用的結果。其二：皮亞傑經過多年研究發現，兒童智能的發展，並非只是在知識數量上的增加，而是在智能上品質的改變。他將個體智能發展的情形，分成四個時期（張春興等，1995：41-43）。：

1. 感覺動作期（sensorimotor stage）

自出生到兩週歲，幼兒靠身體的動作及由動作獲得的感覺，去認識他周圍的世界。這時期，手的抓取和口的吸吮是幼兒用以探索世界的主要動作。

2. 動作預備期（preoperational stage）

二至七歲的兒童，開始運用語言、文字、圖形等較為抽象的符號去從事思考活動。此時期的兒童可以開始學習簡單的文字、數字和圖形。

3. 具體運思期（concrete operational stage）

七至十一歲的兒童，開始以具體事例為基礎的邏輯推理。這個年齡的兒童，多數已能從事物的分類、比較以瞭解其間的關係。

4. 形式運思期（formal operational stage）

十一歲以上的兒童，思考能力漸趨成熟，能運用概念的、抽象的、純屬形式邏輯的方式去

推理。這個年齡的兒童，可以學習數學中代數與幾何的抽象觀念。

這個分類體系中，和地圖使用能力有關的因子包括參考座標的體系的轉換，也包括抽象能力的提昇。

同時，皮亞傑又將兒童空間認知發展分為三個階段如下：（石慶得等，1992）

1. 拓樸（Topological）空間概念時期

為三歲六個月至四歲之間，屬運思前期（Preoperation），此一時期兒童的空間概念具有 5 個特性，包括接近性、分離性、順序或空間的連續性、包圍性、線和面的連續性。如此的空間概念使得這一時期的兒童對於空間物體的大小、形狀、角度、曲折等特性並不清晰，而較能掌握物體間的接近與遠離，圖形中的封閉與開放以及內、外的關係。

2. 投影幾何學（Projection geometry）概念階段

約四歲至七歲之間，屬運思前期及具體運思期（Concrete operation）。此時期的兒童能以透視的觀點在不同的位置去瞭解物體的出現。

3. 平面幾何學（Euclidean geometry）概念階段

約七歲至十一歲間，屬具體運思期。此一階段對空間物體的瞭解，已能掌握長短、距離、角度、面積等空間特性。

布魯納提出類似的學習理論。按照布魯納的表徵系統論的解釋（張春興等，1995：80--83），兒童心智能力的發展，是經由三種思考方式的循序漸進的歷程。他所說的三種表徵方式是：

4. 動作表徵期（enactive representation stage）

三歲以下幼兒以動作瞭解周圍世界；用手去摸；用口去嚐；靠動作的結果獲得經驗。

5. 形象表徵期（iconic representation stage）

隨年齡漸長，兒童以運用感官對事物所得的心像，以瞭解周圍的世界。例如，他可以憑記憶說出某種東西的形象外貌，做為他思考的輔助。

6. 符號表徵期（symbolic representation stage）

思考接近成熟時，兒童能運用文字、數字、圖形等符號，來代表他的知識經驗。

這三種不同的行為表徵，正代表三種不同的學習方式。而在兒童成長期中，學習事物的程序，一般都是由具體到抽象，故而多半是先使用動作表徵方式學習，而後逐漸抽象化升高為形象與符號表徵。這些演變其實不只出現在個人的成長，也出現在人類的地圖發展歷程。地圖能力的發展和空間認知能力息息相關。

歐陽鐘玲（1983）以地理學角度，探討有關地理的空間組織關係在皮亞傑各階段的表現情形，如下：

1. 拓樸空間概念時期

學童發展出有關鄰界、分離、空間秩序、範圍和連續性的概念。一般而言，他們已能想像出路線，並且能將簡單的地上標誌附加於他所通過的路線。

2. 投影幾何學概念階段

學童逐漸領會到外形和區位，於是形狀變得較為正確且物體也能大略繪在正確的位置上。

此時兒童的體會還是以自我為中心的。

3. 平面幾何學階段

學童的空間理解力已臻成熟，開始能正確描述區位。

而 Catling (1978) 討論皮亞傑三個空間概念發展階段與地圖之關係。她認為於拓樸空間概念時期，兒童對於空間的瞭解在於局部的連接，以能畫出學校至家的路線圖為主，且能將記得的地點加以隨意組合而成一種關係圖。在投影幾何學階段，則能領會到物體正確的空間位置，其思考空間的方式已脫離自我中心的觀點。而進入平面幾何學階段，已可自地圖中描繪出空間關係、空間區位及空間分佈的能力。

除此之外，行為地理學者與環境心理學者皆認為，獲得空間知識的過程是由自我中心到以其他事物為參考點、從拓樸模式到真正公制單位換算 (Golledge, 1992)，即 Catling (1978) 所說的，學童空間參考架構的發展，是由自我中心方向形式轉為固定的參考系統，最後才發展為統合的參考架構。

三、地圖能力

在分別探討地圖本質和認知心理的相關理論之後，本文進一步探討將地圖使用能力的相關理論。Meyer (1973) 曾提出地圖能力的幾個面向，包括：空間參考系統 (frames of reference)、方向 (spatial orientation)、量度 (measurement)、符號使用 (symbolization)、操控能力 (manipulative ability) 等幾個面向。其中第五項的操控能力是有關地圖繪製能力，其他四項則偏重在地圖使用。本文分別針對地圖使用的四個面向，探討地圖能力和認知發展的關係。

(一) 空間參考系統

地圖，是真實世界現象經多重轉換過的一種表現。利用地圖來認識、建構真實世界的環境時，讀圖者必須具備不同座標體系之間的轉換能力。Piaget 的理論提出座標轉換能力是隨著年齡和心智發展而成長，幼年期的小朋友是以自我為中心，無法以不同的角度和觀點來分析解讀事物。認知能力的發展有助於進行地圖座標轉換，而地圖中的空間轉換若越單純，判讀地圖時的障礙也越少。

(二) 方向

方向的判讀，是地圖使用能力的一環。個體所考慮的方向是以前、後、左、右等關係為主，地圖上則是東、西、南、北等方向，乃至更複雜的方位關係。讀圖者必須將圖上的方向轉換成以個人為中心的觀點。在實際進行環境探索時，一般人所感受的空間關係更可能是以地標為參考，亦即實際環境中、地圖、個人心像圖中的方位皆有所不同，如何有效地結合這些不同的方位，也就影響到方向的判定。也正因為如此，所以有些地區民眾慣用的方位並不是以絕對的方向來界定，而是以地標作為指引。例如，夏威夷檀香山的民眾，常常是以山 (Mauka)、海 (Makai)、鑽石山 (Diamond Head)、Ewa 海灘 (Ewa Beach) 等地標區域

來取代東西南北的方向指引。

(三)量 度

將地圖上的距離轉換成實際的地面距離，不僅需要讀者具備量度圖上距離的能力，更需要將它透過比例轉換成地面的實際距離。在許多文化中，距離概念和時間是息息相關，所以早期的人常說幾柱香的距離，即是一例。

四符號能力

地圖是一種符號的組合，讀圖者所看到的通常是點、線、面等符號。讀圖者不只要能辨釋符號，並且要能將符號轉換成地理資訊，利用圖上所提供的資訊來建立一個地區的空間意象。有些符號的意義非常具體，讀圖者可以順利判讀，然而也有些符號是非常抽象的，讀圖者的判讀會造成顯著差異。例如，等高線在地面並非具體可見的，利用抽象的等高線建構地面高度模型，對一般的中小學生而言，是一項非常困難的工作。

四、聯考地圖題分析

地圖，是認識地理的重要工具，所以用圖、讀圖能力的測試應該是地理科評量的重點。配合新的教育理念所強調的資訊能力和動手能力，地圖題更可以用來測試學生分析和處理資訊的能力。

在不同的評量目標之下，評量的內容也應該有所調整。聯考選才用的考試和學校的考試，應該就不一樣。評量命題方向應該要反映出教學目標，測量層次、試題型態。地理科評量的內涵：

知識 (knowledge)

分析 (analysis)

整合 (synthesis)

理解 (comprehension)

應用 (application)

評估 (Evaluation)

評量的目的非常多元，它可以是用來激勵學生的學習動機、可以檢驗學生的學習成就，對於聯考選才而言，評量也是一種拔擢人才的工具，以選擇出適合進一步學習的學生。在不同的評量目標之下，評量的內容也應該有所調整。以現行的大學聯考和推薦甄選的學科而言，同樣是進入大學的管道，但是兩者的功能並不太一樣。推薦甄選是以能力檢核為主，第一階段考試的主要目的在於檢驗學生的資格，通過的考生具有進入下一階段的資格，選才為例，它的目的在於區隔考生的程度，選擇具有進一步用的考試和學校的考試，應該就不一樣。因此這種考式的試題重點應該放在學生能力指標的測驗上。而現行的大學聯考，它的目的在於排列學生的學習成就和能力，作為聯考選才排行的依據。聯考的重點在於鑑別不同程度學生的差異，因此考題的設計負起鑑別考生的功能，鑑別率的高低就成為聯考試題評析的一項重要指標。

從測驗層次來看，地圖可以和相關的地理概念結合，發展成測試學生分析、評估、整合等高層次目標的考題，引導地理教育往分析性、綜合性、思考性等面向發展。從研究小組所

收集到的英國、日本、香港、中國大陸等地的考題觀之，地圖題的數量和測驗層次都顯示出獨特的重要性，這種命題方向值得我們參考學習。本研究在測試過程中，卻也發現地圖考題命製上的問題。好的地圖考題必須要有良好的地圖配合，由於國內地圖編製和流通的相關問題，一般高中生所能接觸使用的地圖非常有限，加上版權的考量，命題工作所可以直接使用的地圖非常有限。大考中心本身所擁有的繪圖和印圖資源幾近於零，而基於試務機密性的考量，這些地圖的編製工作有許多作業不便的現象。由少數的命題工作者和設備來自行繪製地圖，在地圖的品質和內容方面從極易產生錯誤和瑕疵，進而影響地圖題的品質和測驗功能。以這次的三份測試試卷為例，即出現地圖和試題不搭配的錯誤，地圖錯誤的可能性極高而校對又非常不便，增添了命題上的許多困擾，如果能以現有已經出版的地圖作為考題，則可以精簡許多試卷印製上的問題，從而可以拓展地圖題的層次和內涵。如何透過技術和行政考量來解決圖表製作的問題，是未來考題研發上有待努力突破的項目之一。

五、地圖能力測試與結果

為了探討影響讀圖者判讀地圖能力的差異，本研究配合大學考試中心的學科能力測驗研究，以高二學生為樣本，進行一序列的地圖認知測試（王鑫等，民 87 年）。受測試的學生回答幾個不同性質的地圖問題，這些問題包括幾個不同層面的地圖能力。本研究抽取其中的三題進行分析。這三個題目分別以（一、二）和（一、三）題組合配置在兩組試題中，每組試題分別給予四個不同學校約 400 位學生作答，本研究各抽取三個考場的試卷份，分析學生的地圖能力。茲將這些題目列舉如下，並將抽樣調查的學生成績，顯示於題目後的括弧內。

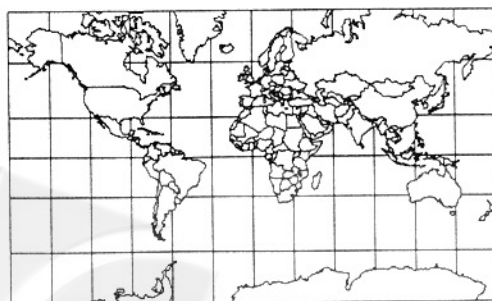
一、「在一個赤道周長為 36 公分的地球儀上，有一隻螞蟥從東經 150 度的赤道出發，依序向北、東、南、西四個方向各爬行 6 公分。」試問：

1. 這隻螞蟥爬行路徑中，最北邊的緯度是多少？
 2. 這隻螞蟥向東爬行時，跨越了多少度的經度？
 3. 如果要回到起點，這隻螞蟥所應該採行的最短路徑是什麼？
 4. 這隻螞蟥爬行過程中，有哪幾個方向是沿著大圓線前進？請列出這些方向。
- 二、下圖是四張以不同投影所繪製的世界地圖。請利用這些圖回答下列問題。

(A)



(B)





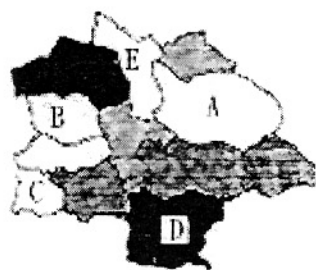
當你需要比較不同地區的面積大小時，你會選擇使用哪一張圖？

呈上題，你如何判斷該圖能提供正確的面積資訊？

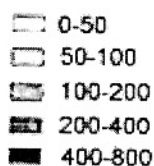
當你需要計算兩個地點之間的方向時，你會選擇使用哪一張圖？

這些圖之中，何者所顯示的各地經線長度比例是較為正確的？

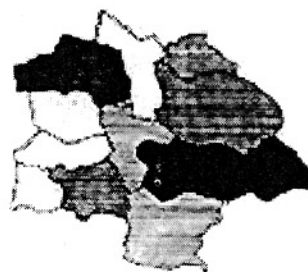
三、下圖是某地區不同時期的人口密度圖。請根據這兩張圖回答下列問題。



1985年人口密度圖



(人/km²)



1995年人口密度圖

1. 在 1995 年的資料中，A 區的人口密度是多少？

2. 在 1985—1995 年間，哪一個地區的人口成長速率最大？

3. 在 1985—1995 年間，哪些地區呈現人口負成長的情形？

經過全國數個不同學校的測試，這些題目共計取得三百多份有效的樣本測試。所選取的學校在地區分佈及學生的學習成就上都有所考量，力求其代表性。和測試結果統計列於表 1。

表 1 測試結果統計表

題目	1a	1b	1c	1d	2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c
有效樣本數	341	341	341	341	341	341	341	341	323	323	323
平均分數（配分：3）	0.84	0.36	0.16	0.89	0.91	0.57	1.11	0.23	1.98	2.74	2.64
得分率（%）	28.0	12.0	5.3	29.7	30.3	19.0	3.7	7.7	66.0	91.3	83.0
0 分者比率（%）	71.8	88.0	93.8	67.4	69.5	78.9	62.8	92.4	33.7	8.7	11.8
滿分者比率（%）	27.3	12.0	4.7	24.3	30.5	15.5	37.0	7.6	65.9	91.0	87.9

測試結果顯示，第一題的通過平均通過比率最低，第二題次之，第三題通過率最高。上述題目中，第一題測試的重點在於學生對於經緯度座標的認知。球面座標系統和平面座標之間在角度、距離、方向等方面的差異，在此題目中都分別呈現，學生唯有確實理解球面上的經緯線長度變化和方位的關係，才可以順利作答。第二題是以圖像的方式，直接由考生比較投影過程的不同幾何扭曲，包括面積、距離、方位等。第三題則是測驗學生利用圖例來判讀圖上資訊的能力。這些結果顯示受測學生在不同面向的地圖能力有很大差異，在單純符號使用能力方面的表現較佳，涉及座標轉換和幾何運算方面的能力較差。這種差異顯示座標系統轉換是較高層次的空間能力，學生普遍感到困難。

同樣情形也出現在地形資料的展示上，一般學生對於抽象成分較高的等高線較難以理解，其實也正因為它涉及空間轉換的問題。空間轉換之所以困難，一則是因為這些轉換需要有適當的數學能力為基礎，另一個可能原因則是因為目前課程中未提供完整介紹。參酌教師研習會中老師們所提出的問題和意見顯示，空間轉換和幾何換算的問題也一直是老師們比較感到困惑的癥結。這些地圖教育癥結和盲點的探討，點出地圖教育改革所需要面對和解決的問題。本部份研究測試的結果，可以作為未來在進行課程設計的重要參考。

六、結 論

地圖，不只是地理學的地圖，也是所有和空間認知、環境視覺有關課題的地圖。學生的基本地圖知識和使用能力，可以應用在認識社區環境、認識台灣、認識地球村的基礎，是終身可以使用的基本生活能力。目前，教育改革工作正積極推動中，而由於科技的發展，地圖的面貌和應用層面也正面臨急遽變化。因應這些變革，地圖教育的基礎研究尤值得加強。就技術層面而言，電腦科際和資訊網路所帶來的傳播媒體和功能改變，就值得我們去探討。地圖在教學和評量上的功能也需要研究。

本研究結合地圖本質和認知心理學的理論，並且透過實際的測試，試圖顯示地圖教學和研究發展的方向。原先設定的目標包含中小學不同年齡學生的地圖認知測驗，受制於研究經費和人力時間，無法如期全面進行數個不同年齡的中小學生之研究，乃退而求其次，僅針對高二學生進行測試。現有的研究成果僅屬於先驅測試的一環，後續研究應該可以採行本研究

的架構，進一步針對不同年齡的學生進行廣泛的測試，以作為學生能力指標與課程設計之參考。

迎接新時代的地理課本，應該要提供快樂、現代化的學習，透過地理教育可以達成生活、生態、生產環境提昇的目標。教育改革需要有全方位的思考，從地理學目標、擬定課程標準、編寫教科書、培育師資，透過聯考命題引導教學。

謝 誌

本研究承國科會補助研究經費，計畫編號：NSC 87-2415-H-002-046。研究測試工作乃配合財團法人大學入學考試中心的研究測試計畫進行，並由李明燕小姐提供統計計算資料，謹致謝意。

參考文獻

1. 石慶得、蘇永生（1992）：兒童對環境認知之地圖學研究，地圖，第三期，第1—42頁。
2. 王鑫、吳連賞、賴進貴、趙建雄（1998）：指定科目考試規畫研究II（地理科），財團法人大學入學考試中心基金會。
3. 危芷芬譯（1995）：環境心理學，台北：五南圖書出版公司。原著：McAndrew Francis T（1993），Environmental Psychology.
4. 歐陽鐘玲（1983）：學童空間概念的發展，國立台灣師範大學地理研究報告，第九期，第166-204頁。
5. 張春興，林清山（1995）：教育心理學，台北，東華書局。
6. 賴進貴（1997a）：我國地圖教育發展之探討研究，地圖，第八期，第85-96頁。
7. 賴進貴（1997b）：地圖認知之研究，第二屆地理教育研討會論文集，台灣師範大學地理系。
8. AGS, AAG, NCGE, NGS（1994），Geography for Life, National Geography Standards.
9. Catling, S. J.（1978），The Child's Spatial Conception and Geographic Education, Journal of Geography, Vol.77, pp.24-28.
10. Dent, Borden D.（1996），Cartography Thematic Map Design Dubuque, IA: Wm. C. Brown Publishers.
11. Department of Education, England（1995），Geography in the National Curriculum.
12. Downs, R.M. & Stea, D.（1973），Image and Environment, Chicago, Illinois：Aldine.
13. Golledge, R.G（1992），Place Recognition and Wayfinding：Making Sense of Space, Geoform, Vol.23, No.2 pp.199-214.
14. Iyer, J. M. W.（1973），Map Skills Instruction And The Child's Developing Cognitive Abilities, Journal of Geography, pp.27-35.
15. State Board of Education, Texas（1996），Social Studies, Texas Essential Knowledge and Skills, draft 2.2.