

衛星影像融入高中地理試題之探究*

The inquiry about satellite image integrated into test question of geography in senior high school

李明燕^{*1}
Ming-yen Lee

Abstract

Recently, the computer industries and remote sensing technologies are developed quickly. People already are allowed from Internet to download satellite images those will be utilized in textbook, test question and so on. The understanding ability of students' spatial concept maybe will be improved. The purposes of this study were included to exam the students' understanding ability of satellite images and question the opinion of teachers in senior high school. Its' processes were divided three steps. First, the researcher designed test paper with satellite images which included the overlooking image of important urban, the climate and the water temperature image with different kind of remote sensing technology. Second, it was tested and questioned by sample students whom were second and third grade of five senior high schools. Third, it was questioned by teachers who were invited from various schools. The result of test and questionnaire were follows:

Before test, students never saw the satellite image. About distinguishing image and function between urban, approximately 42% students correct that depended on the knowledge which had been studied. About comparing scale between images, the correct possibility is same area higher than different area although type of the images. About origin of images, only few student could correctly point out which was belong to remote sensing data. The most students consider the difficulty of satellite image test to depend on learned experience.

The most teachers agreed to design test question with the satellite image, because that could conform to tendency of the modern development; but few teacher who did not agree unless that could be printed with color, either worried students did not need to attend in class or guess in test, or to worry the images obtains not easily, students were unable thoroughly to study and so on. Future, if will carry on teaching the satellite images, the most of teachers will need assistance that include the website of

* 本文於 2004 年 12 月於廣州之中國地理學會 2004 年學術年會暨海峽兩岸地理學術研討會發表。

*¹ 國立彰化師範大學地理系助理教授。

satellite image, digital projecting camera, computer equipment, workshop and so on.

Keywords: The test question of geography, Satellite image, Remote sensing, test

中文摘要

近年在資訊業與遙感技術的快速發展下，人們已經可以從網際網路下載衛星影像用於編輯教科書與試題設計，以提升學生瞭解一地空間特色的能力。本研究主要目的是想瞭解衛星影像融入高中地理試題的可能性，研究的內容包括衛星影像試題的研擬與測試、高中師生意見的搜集。其中試題的研擬方向分為重要都市的俯視影像、不同遙測方法的氣候圖與水溫圖，測試與問卷樣本為五校高二與高三的學生，教師問卷則來自許多學校。測試與問卷結果如下：

學生在未看過測試地區的衛星影像下的情況，約有 42% 的學生能透過昔日所學的知識正確指出四地的影像與機能。當影像分屬不同地區時，解析度與圖幅尺寸皆相同時，僅少數學生能正確比對影像的比例尺大小；當影像皆為同一地區時，儘管種類不同，多數學生可正確比較比例尺的大小。對影像來源的判別，僅有少數學生可以正確指出屬於遙測資料所繪的圖，而且多數學生認為衛星影像試題的難度主要關鍵是學習經驗。

多數教師贊成以衛星影像資料為命題的素材，符合現實環境的趨勢；少數不贊成以衛星影像資料為命題的素材的教師，則認為黑白印刷效果不佳，或擔心學生不用上課也可猜題，或認為教學資源取得不易，學生無法深入學習等。未來若要進行教衛星影像圖教學，教師認為需要的協助包括衛星影像的網站、數位投影機、電腦設備、研習課程等。

關鍵詞：地理試題、衛星影像、遙測、測試

一、前言

長久以來，中、小學地理科深受國情與社會環境的影響，教學內容常不易跟上時代發展的步伐，導致人們對地理學的誤解；且在傳統中學的課程大多側重語文與邏輯推理的能力，而較忽略空間能力培養的環境下，地理科在學校教育的定位常遜於語文、數學與自然科。不過，隨著國人生活水準的提升，國內外旅行機會增加，空間能力的重要性也日漸受到重視，以空間概念為核心的地理科應可藉由地圖、衛星影像等教學，加強國人的空間能力。其進行方式應以他山之石為基礎，配合學校課程逐漸調整。

由於各地社會政治環境與經濟發展殊異，地圖的管理方式不一，有些地區視大比例尺為管制品，有些地區則採較開放的管理。例如日本國土院出版的地形圖已在紀伊國等書店銷售，外國人旅遊其境亦可自行購買；大陸地區對地圖管理目前仍較為嚴格，坊間仍以交通路線圖為主。台灣地區的地圖管理，在 1987 年解嚴以後，人們才可自行選購內政部出版的五萬分之一或二萬五千分之一的地形圖，甚至是五千分之一的航空照片；近年不僅有多版本臺灣大比例尺地圖上市，且在航太業與資訊業快速發展的影響下，極具吸引力的衛星影像圖更是以多種方式呈現在國人眼前，分送與教育也開放大學參與，如中央大學的太空遙測中心負責 SPOT 與福衛二號影像，台灣師大地理系負責福爾摩沙二號影像加值處理；此外，寬頻網路的普及，人們可以自行透過網路快速下載公開的衛星影像。這些皆是促使地理教育變革的良好時機，人們可以不再拘泥於傳統地理教科書的框架，自行透過網際網路取得全球各地公開的衛星影像，並將之用於教科書

編輯、或教學活動，或以不同評量方式設計試題，如此學生即能透過從高空俯視地面的影像更瞭解一地的空間特色。

筆者比較英國、香港、日本、中國大陸與台灣等地之教科書，發現英國與香港在 1980 年代早已有地圖專用教材，而且常使用 A4 版面的彩色五萬分之一或二萬五千分之一的大比例尺地圖，(Galbraith, 1979; Evan, 1980; 何任小薇, 1988)。日本教科書雖無大版面的地形圖，但不同學習階段所選用地圖的難度是循序加深。中國大陸的地理教科書雖從 1990 年代以後由 A5 版面擴充至 A4 版面，內容圖文豐富，且圖與照片常以彩色印刷，但仍缺乏大比例尺地圖。(人民教育出版社地理社會室, 1997)台灣的地圖教材則始終依附在地理教科書，且教科書在 1984 年以前的版本為 A5 黑白印刷版面(國立編譯館, 1982)，1984 年以後的版面雖改為 A4 版面且有彩色圖片(國立編譯館, 1985)，但仍缺大比例尺地圖；直到 1995 年以後，教科書編輯方式由「部定制」改為「審定制」，且因解嚴後地圖管理方式日漸開放，教科書才出現大版面的大比例尺地圖於(施添福, 2001)。

比較國內外的大學入學考試試題，英國常附有大版面的彩色地圖、照片，讓學生可以更清楚看到各種地景，例如普通中等教育政書考試(General Certificate of Secondary Education, 簡稱 GCSE)地理科試卷常在試題後附上彩色 A4 版 Ordnance Survey Map Extract 與航空照片(Edexcel GCSE 1312/1F, 2000)；日本的入學考試試題雖採黑白印刷，但因日本國土院出版的四色印刷的地圖可以灰階處理，印刷效果仍佳，而且在入試中心與大學自辦的地理科試題也常可以看到大版面的大比例尺地圖或是衛星影像圖(日本入試中心, 2005; 筑波大學, 2004)；中國大陸的地圖試題仍限於小比例尺地圖並以黑白印刷(中國大陸考試中心, 2005)；台灣入學考試試題雖已於 2000 年的學科能力測驗(大學入學考試中心, 2000)開始採用大比例尺地圖，但以黑白印刷的品質仍有待加強。

在地景的各種圖像中，大比例地形圖雖蘊藏豐富的地理訊息，並可以培養學生二維平面與三維立體空間的轉換能力，但因讀圖能力需長時間有次序的養成，學習難度較高；而衛星影像則具有直觀、易讀與即時特性，不僅製圖者可以藉此快速修正地圖；讀圖者亦可藉此理解快速變動的環境，並建立大尺度的空間觀，有些國家早已將之應用性於許多領域，如自然資源管理、環境監測、生態調查、土地利用變遷分析、甚至是學校教育等方面。目前國內雖也有許多衛星影像，但僅氣象圖較為普遍，為培養國人善於應用衛星影像的能力，實有必要將其引入中學教育。不過，在考試領導教學的大環境，衛星影像資料能否順利引入台灣地區的高中地理教育，大學入學考試是個關鍵要素，其影響層面既深又廣，因此在正式建議作為命題素材之前，實需先瞭解高中師生的接受度，以及教師需要什麼協助措施等問題。

大學入學考試中心(簡稱大考中心)自 1989 年成立以來至今，地理科已陸續進行多項基礎命題研究計畫¹，歷次研究內容包括測驗目標擬定、題型開發、難度探究等類，其中測驗目標主要是依據考試性質釐清命題的大方向；題型開發則依據測驗目標設計試題的型式；進而以同一概念不同素材設計試題再比對測試結果，以了解試題難度的影響因子。照理如此豐富的研究成果應已足以面對當前各種影像資訊充斥的變局，但實則不然。其因過去政府對大比例尺地圖的管制比較嚴格，中學地理教育長期側重文字閱讀能力的

¹ 大考中心近年地理科之命題研究有：

陳國彥、李明燕等(2000)，指定科目考科規劃研究 III(地理科)，大學入學考試中心。

楊宗惠、李明燕等(2000)，指定科目考科規劃研究 IV(地理科)，大學入學考試中心。

楊宗惠、李明燕等(2002)，九十年度指定科目考科考試地理考科試題研發工作計畫研究報告，大學入學考試中心。

徐美玲、李明燕(2004)，大學入學考試中心九十三年命題流程模擬工作計畫 B-地理科，大學入學考試中心。

培養，且大考中心受作業方式的侷限，地圖影像試題過去一直無法充分發揮。所幸自 2001 年台灣地區的高中校外地理科統一考試，除了大考中心舉辦的學科能力測驗與指定科目考試外，尚有中國地理學會舉辦的高中地理奧林匹亞競賽，各類地理科試題的命題方向方得以逐漸加重圖像的閱讀量，試題所引用圖像資料包括美國太空總署網站、中央氣象局、農委會水產試驗所、數位全球等網站所公布之衛星影像、雷達影像等。

為協助未來大學入學考試地理科試題設計能配合當代科技的發展，本文擬從新試題開發的角度探討高中學生對衛星影像融入地理試題的作答反應，並探討高中教師對利用衛星影像教學可能性的看法。

二、研究方法

依據 1984 年 Joseph M. Kirman 研究，發現小學三年級學生經過學習後，大多數已能夠閱讀黑白衛星影像雪地或綠地覆蓋的水體、公路、農地等地物(Kirman, 1984)；1991 年 David Boardman 指出在英國課程第三階段(十二歲至十四歲)的地圖利用，應可以教導學生透過航空照片和衛星影像辨認特徵以解釋地面的起伏、或天氣圖等(Boardman, 1991)；1995 年 Michael Barnett 和 Mike Milton 倡導在英國課程第三階段可利用電腦搜集彩色土地利用衛星影像教學與 GCSE 校外考試；1999 年 Joseph M. Kirman 綜合以前的研究更指出在小學高年級階段已可利用衛星影像判別火山地形或都市地景的特徵。(Kirman, 1999)

本研究將衛星影像作為命題素材之前，首先是檢驗政府公布的課程標準。目前台灣各高中使用教科書係依據 1996 年公布的地理科課程標準所列的學習主題，高一必修的地理學通論有地圖概說、高二選擇性必修的世界文化地理篇有地圖的讀法、高三選修地理資訊系統與自然地理的應用則有地圖與像片的判讀。目前台灣地區各版本的地理教科書雖未有系統地介紹衛星影像圖，但電視新聞常會以衛星雲圖說明各地的天氣概況，或播放世界重大天災的衛星影像。因此，本研究假設台灣的高中學生應可在三年地圖相關主題學習後也能進行衛星影像的判讀；同時為具體反映高中的學習內涵，所考的範圍不超出課程標準，所考的概念也側重大都市與大區域的特徵，前者希冀從都市的意象到都市的鳥瞰影像，測驗學生能否辨認出不同機能的都市特徵；後者則以不同的展現方式，測驗學生是否了解地圖的基本概念。

(一) 測試試題的編製

一般說來，試題從設計到試卷製作，可分為試題設計、選題組卷與編印三大階段，每一階段都與試卷品質息息相關，其中前兩階段主要受參與者的命題理念影響，而理念又形塑於個人平日對學科發展的認知；第三階段的編印則受制於技術與經費，深受現實社經環境的影響。一份具突破性的試卷不僅需要試題設計者有寬闊的閱讀廣度與創造力，選題組卷者也需有辨識試題品質的能力挑選具突破性的試題，編印單位更需有熟練的編輯人才與質優又價廉印製試卷的設備。

本研究在試題設計階段，分為選擇題與非選擇題兩大類，選擇題為配合大考中心其它研究方向，命題素材廣，本研究略之；衛星影像則全部以非擇題型式設計，以避免考生猜答。由於衛星影像種類頗多，判讀難度不一，為顧及使用的開放性及未來推廣的可能性，本研究乃引用在網路公開且可以直接下載的影像；且限於各國首都或重要都市，以避免僅考到零碎地名的記憶。目前衛星影像的來源有 SPOT Satellite、Geostationary Operational Environmental Satellite、QuickBird Satellite、IKONOS Satellite 等，本文選用的影像為北京、巴黎、漢堡、巴西里亞之衛星影像(DigitalGlobe, 2002)，衛星雲圖、雷達圖、累積雨量

圖(中央氣象局, 2004), 以及水溫圖(行政院農委會水產試驗所, 2004)。在組卷時, 考量尚有其它任務必須達成, 整份試卷尚包括選擇題, 但因這些試題與衛星影像無關, 本研究略之。

到編印階段, 因本研究為正式考試之前置研究, 版面設計與頁數需兼顧實際試務之作業格式, 故以 Microsoft word 編輯試卷, 影像部分以網路直接下載的 JPEG 格式插入 Word 檔內, 並作明亮度的微調與版面調整, 再進行分頁處理。由於此測試卷為委外印製, 為避免文稿印製錯誤, 試卷先以 Hp LaserJet 9000 系列黑白雷射印表機列印為定稿卷後, 再交由印刷廠以 Rich 之 Aficio 700 機型印製, 其品質介於指定科目考試²與敏督利颱風補考³與之間。

(二) 測試及問卷樣本

本研究之測試試題為 2004 年指定科目考試的預試之非選擇題, 故測試樣本即為 2004 年全省五所高中的預試樣本, 而預試樣本之選取方法係依據林光賢於 1990 研究成果, 即抽樣學校前一年(2003 年)考生與全體考生在(2003)指考地理科成績的表現之相似性, 本研究二者成績分布之卡方檢定值為 16.01, 分布接近母體的分布。假設歷年考生程度相似, 則本研究之測試結果可推估全體應屆考生對測試試題的反應。

為了解課程對測試結果的影響, 本研究依學生選課情形將之分為自然組與社會組兩大類, 二者之別主要關鍵在高三的選修課程, 五所測試高中之二、三年級學生共計 2,387 位, 其人數分配如表 2-1。由於此等抽樣方式係以全省前屆(2003 年)畢業生為母體, 且各校學生在入學時的基本能力不一定相同, 故本文並不進行五校之評比, 僅關注預試樣本不同年級、社會組與自然組的比較, 或是預試樣本高分組與低分組的比較, 以期有助推估未來全體考生的反應。

表 2-1 地理科研究測試學校與樣本人數

學校	性別	高二自然組	高二社會組	小計	高三社會組	合計
甲	男、女	271	232	503	250	753
乙	女	133	96	229	144	373
丙	男、女	126	99	225	61	286
丁	男、女	114	117	231	129	360
戊	男	297	152	449	158	607
合計		941	696	1,637	742	2,379

此外, 為瞭解學生對試題的主觀意見及高中對利用衛星影像教學可能性的看法, 本研究亦對預試師生以及全台灣各高中一位地理教師進行問卷調查, 問卷寄出 303 份, 回收 148 份, 回收率為 48.84%, 其中男性樣本為 61 份, 占 41.2%; 女性樣本為 84 份, 占 56.8%, 未註明性別者 3 位。

² 指考之印卷係於短時間內完成約 70,000 份雙面之試卷, 機器需快速又耐長時間作業, 故 2004 年即採 Gestetner 之 copyprint 5490 型數位印刷機印製, 此機型之解析度為 600×600dpi, 且可升級為多色印刷, 兩色印刷每分鐘能印製 120 頁, 但因受限於成本而僅以黑白印製。

³ 敏督利颱風補考試卷之印製機器因數量僅約 150 份, 故以 Hp LaserJet 9000dn 黑白雷射印表機直接列印, 此機型之最高解析度為 1200×1200dpi, 每分鐘能印製 50 頁。

(三) 分析方法

本文試題測試統計值的分析，主要以傳統統計之 P 值(得分率)與 D 值(鑑別度)，並依學生之學習背景計算二年級的自然組、二年級社會組與三年級社會組等三群的 P 值與 D 值。P 值與 D 值的計算公式如下：

$$P = \frac{\sum Sn}{N} \times \frac{1}{S} \times \frac{100}{100}$$

P 為全體考生之得分率

Sn 為 n 考生之得分

N 為考生人數

S 為該題配分

$$D = Ph - Pl$$

D 為全體考生之鑑別度

Ph 為高分組考生之得分率(前百分之三十三的考生)

Pl 為低分組考生之得分率(後百分之三十三的考生)

$P_{2\text{自然組}}$ 為二年級自然組考生之得分率； $P_{3\text{自然組}}$ 為三年級自然組考生之得分率

$P_{2\text{社會組}}$ 為二年級社會組考生之得分率； $P_{3\text{社會組}}$ 為三年級社會組考生之得分率

$D_{2\text{自然組}}$ 為二年級自然組考生之鑑別度； $D_{3\text{自然組}}$ 為三年級自然組考生之鑑別度

$D_{2\text{社會組}}$ 為二年級社會組考生之鑑別度； $D_{3\text{社會組}}$ 為三年級社會組考生之鑑別度

三、測試與問卷結果分析

本研究分析之試題分為兩大題，一是都市鳥瞰影像、機能與比例尺大小的辨認，二是測驗地圖的基本概念。

(一) 測試結果分析

【試題一】

圖 1 之甲至丁是巴西巴西里亞、中國北京、法國巴黎、德國漢堡四個地區 2002 年的衛星影像，戊為甲圖之局部放大。請回答下列問題：



甲



乙



丙



丁

戊

圖 1

第 1 子題

請寫出各幅衛星照片所對應的都市。(請註明圖號與都市名稱，四幅全對才給分)

參考答案：甲-漢堡，乙-巴黎，丙-北京，丁-巴西里亞

命題說明：本題主要測試考生是否認識世界重要都市機能的特徵

測驗結果： P_2 自然=39.32%， D_2 自然=.34； P_2 社會=42.55%， D_2 社會=.40；

P_3 社會=46.62%， D_3 社會=.39

討論：

1. 都市之分佈特徵因自然與人文環境的差異，各有其獨特的型態，在衛星影像不普遍的時代，人們僅能透過側視，認識局部的影像；但現在則可以透過航空照片或衛星影像鳥瞰大地。
2. 北京為當前中國的首都，也是著名的歷史古都，四方形的城、護城河、中南海為主要特徵。巴黎為法國首都，跨塞納河，以鐵塔、凱旋門、香榭大道、廣場聞名於世。巴西里亞建成於 1962 年，是一個完全從平地建起的新興首都，飛鳥為其規畫之原形，其形象化巴西尋求獨立自由的民族願望，它以三權廣場為“頭”，由東向西是各種政權機構和公共建築構成鳥的軀體，展開的雙翅是居住用的超級小區(張欽楠，2004)。漢堡位易北河河口，U 型的水域有急駛的汽艇、停泊的貨櫃船，陸上有貨櫃碼頭、貨櫃場及鐵公路，構成當地的主要地景。
3. 四地都是高中學生應學習的地名，北京與巴黎也常出現在各種報刊媒體，學生對它們並不陌生，可以很容易判斷出乙、丙的都市；但巴西一方面課本僅以計畫型內陸都市一語帶過，而未說明其規畫特色，學生很難想像飛鳥都市的構圖，加上丁圖影像較模糊，除非學生從四週不規則的深色判斷是位於叢林的都市，才較易與巴西里亞連結；漢堡則因與食物雷同，這地名不難記憶，但因一綱多本的編輯方式，不是每一個版本的外國區域地理皆將其列入教學內容，多少影響其答題難度，但學生仍可以排除法，推出甲為漢堡的影像。
4. 本題為避免猜答，學生必須全部答對才給分，故得分率偏低，其關鍵應是巴西利亞；不過若以學生的學習經驗來看，社會組學生尤其是高三，因校內各種考試常會測驗各種地名的記憶，故其表現顯然較自然組為佳。此題難度雖然不低，但其鑑別度高，可明顯區隔學生的程度。

第 2 子題

請描述甲地之主要機能。

參考答案：港口(海陸轉運中心、貨櫃港)

命題說明：本題主要測試考生是否認識世界重要都市機能的特徵

測驗結果： $P_{2\text{自然}}=40.56\%$ ， $D_{2\text{自然}}=.16$ ； $P_{2\text{社會}}=37.91\%$ ， $D_{2\text{社會}}=.18$ ；

$P_{3\text{社會}}=50.41\%$ ， $D_{3\text{社會}}=.17$

討論：

1. 為瞭解考生作答本題是否受第 1 子題的影響，本文以相關係數檢驗之，結果發現二者並無關係。考生作答此題可不受他是否知道漢堡這地名的影響，但他必須從各圖的比對，發現甲與戊為同一都市，而且由戊圖中可以看到突出的碼頭、行駛中的小船、停泊的大船、岸上的整齊的長方塊貨櫃；右下與左下角的道路，由此可以推知該地為港口型都市。換言之，本題主要是測驗考生對影像內容的閱讀能力。
2. 由學生的學習經驗來看，高二地理科雖仍為必修課程，但多數教師對不同組學生會有不同的教學方式或測驗方向，社會組學生會學習得比較細緻的內容；反之自然組學生則以概要為主；到高三階段，地理科不僅是選修課程，內容也加深、加廣，此時自然組學生大都不再學習地理，而社會組學生則繼續學習。由本題各類群考生的得分率，可以看得出來高二社會組考生略遜於自然組學生，但高三社會組考生仍優於高二自然組考生。可見自然組考生雖可以其邏輯推理與影像解讀的能力判斷答案，但其正確性又受到專有名詞的表達能力的影響。不過，本題對各類考生內部差異鑑別度並不高。

第 3 子題

遙測衛星影像的解析度代表一個像元(pixel)涵蓋地面範圍的邊長，上列五幅是某衛星所提供相同解析度的影像，請寫出比例尺最大者(A)與最小者(B)的代碼？(2%) (請註明 A、B 及與之對應的圖號；A、B 全對才給分)

參考答案：A-戊，B-丁

命題說明：本題主要測驗考生對解析度的認識

測驗結果： $P_{2\text{自然}}=27.78\%$ ， $D_{2\text{自然}}=.22$ ； $P_{2\text{社會}}=29.06\%$ ， $D_{2\text{社會}}=.26$ ；

$P_{3\text{社會}}=44.86\%$ ， $D_{3\text{社會}}=.47$

討論：

1. 解析度有兩種意義，一是人眼可以分辨的網格數目；另一個是指網格資料結構中，每一個網格的表現程度。比例尺與解析度之間是可以概略換算，如解析度為 5m，比例尺為 1:10,000；解析度為 25m，比例尺為 1:50,000。本題先假設各影像解析度皆相同，考生可以目視分辨各圖清晰度，再判別比例尺之大小。
2. 比例尺愈小者，涵蓋地面愈廣，地物愈不清晰；反之，比例尺愈小者，涵蓋地面愈窄，地物愈清晰。這是學生從國中到高中一直反覆學習，但從測試資料發現高二考生的得分率相當低，與高三考生有明顯差距，不過高三社會組考生的得分率也僅有 44.86%。究其原因可能有二，一是解析度屬於高三課程地理資訊獲取的相關概念；二是本題以不同地區的影像為比較對象，缺乏相同標的物可比對。

【第二大題】

圖 2 是從中央氣象局和農委會水產試驗所網頁所下載的四幅地圖，請回答下列問題：

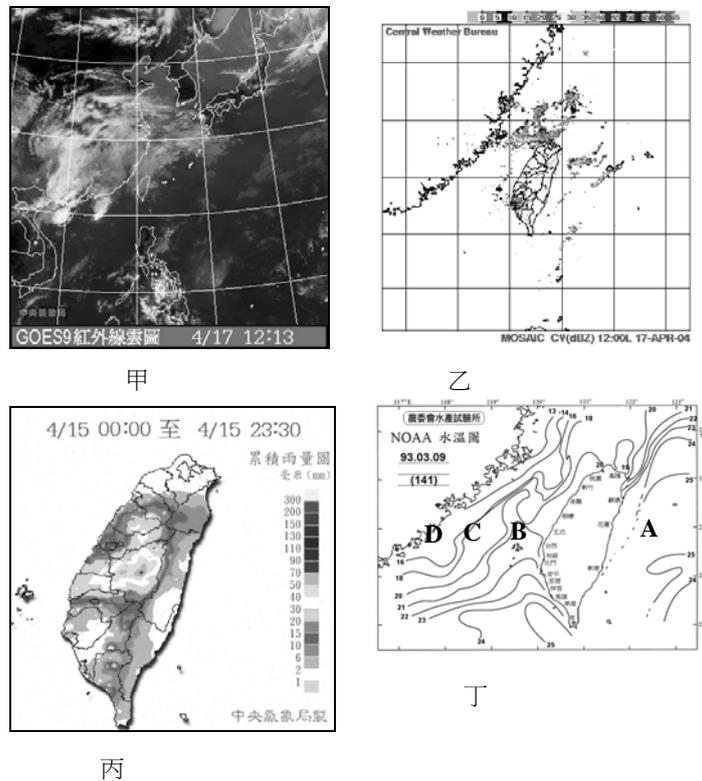


圖 2

第 1 題

甲、乙、丙、丁四幅地圖何者是由遙測方法所獲得資料而製作的？（全對才給分）

參考答案：甲、乙、丁

命題說明：本題主要測驗考生對遙測特性分類的認識

測驗結果： P_2 自然=5.30%， D_2 自然=.06； P_2 社會=3.17%， D_2 社會=.03；

P_3 社會=4.73%， D_3 社會=.03

討論：

1. 甲圖為衛星影像圖，乙圖為雷達圖，丙圖為累積雨量圖，丁圖為等溫線圖。
2. 甲圖是氣象衛星是在衛星上攜帶各種輻射感測儀器，並由各輻射觀測值反演推求諸如溫度、濕度、風、雲、降水和各種氣體含量等氣象要素以及監測各種天氣現象。1960 年，美國發射第一顆氣象衛星 TIROS-1 升空後，在氣象研究上之應用技術更是蓬勃發展。隨著研究之進展，氣象衛星已成為氣象界之天眼、人類之守護神，不僅造福民生，如防颱、防洪、漁汛、飛航安全等監測預防。（中央大學氣象衛

星實驗室，2004)

3. 乙圖的氣象雷達是利用雷達所發射的電波遇到物體，部分電波被反射作用送回原來發出電波的雷達站，雷達儀器上就能看出：雨、雪、雹、雷暴、龍捲風，颱風等的位置、距離、移動方向、高度及強度等。(中央氣象局，2004)
4. 丁圖的 NOAA 係指美國國家海洋及大氣管理部門 NOAA(National Oceanic Atmospheric and Administration)所管轄的 NOAA 系列衛星，目前仍正常運行且不斷傳送氣象 APT 資訊的衛星編號為 NOAA 14 及 NOAA 15。這兩顆衛星上都攜帶有用來觀測地球的輻射儀 AVHRR(Advance Very High Resolution Radiometer)，它能對同一地面區域掃描，產生五個不同頻譜的衛星影像，可見光用來觀測白天的影像，紅外光用來產生熱感影像，熱感影像可用來計算陸地，海洋或雲層溫度。(北台科學技術學院電子工程系無線電及衛星通訊研究室，2004)
5. 丙圖之雨量係由各測站之量雨計測得，而非由衛星觀測得。
6. 由測驗結果發現此題答對率非常低，其因可能是考生不了解各圖資料的特性，亦可能是不了解“遙測”這名詞。

第 2 子題

比較甲、乙、丙、丁四幅地圖的比例尺，並由大到小依序列出圖號。

參考答案：丙、丁、乙、甲

命題說明：本題主要測驗考生對比例尺的認識

測驗結果： $P_{2\text{自然}}=40.08\%$ ， $D_{2\text{自然}}=.17$ ； $P_{2\text{社會}}=46.04\%$ ， $D_{2\text{社會}}=.25$ ；

$P_{3\text{社會}}=62.70\%$ ， $D_{3\text{社會}}=.49$

討論：

1. 本題主要測驗考生是否了解“比例尺愈小者，涵蓋地面愈廣，地物愈不清晰；比例尺愈大者，涵蓋地面愈窄，地物愈清晰”這概念。
2. 第一大題第 3 子題與本題皆考“比例尺”這概念，前者四幅圖彼此沒有共同的地標可以比較；而本題四幅圖皆含蓋台灣，考生可以台灣的大小判別各圖的比例尺。
3. 由考生的作答結果可以發現，本題的答對率明顯較第一大題高，由此可以推論地標的同質性或異質性是決定試題難度的關鍵。
4. 比較考生的學習經驗與得分率的關係，可以發現在大學入學考試前夕之高三社會組學生顯然在投入大量學習時間後，可以獲得較佳的成績，而且高低分組學生的表現明顯拉開；二年級社會組考生雖比自然組考生略佳，但兩組學生的差距並不大。
5. 在地圖的讀圖過程，比例尺屬於基本概念，學生從國小五年級自然科、國中一年級地理科、高一地理科的教科書都曾接觸過，照理比例尺是個不難的概念，但為何許多學生仍不會呢？原因之一學生很容易將比例尺的分母作為判斷大小的依據，原因之二是學生在學習過程很少有機會仔細閱讀地圖。

第 3 子題

比較丁圖 A、B、C、D 四地水溫，由高至低依序列出；並說明影響水溫最高者的原因。

參考答案：問題 1 為 A、B、C、D；問題 2 為黑潮(暖流)流經

測驗結果：問題 1 $P_{2\text{自然}}=67.44\%$ ， $D_{2\text{自然}}=.41$ ； $P_{2\text{社會}}=71.08\%$ ， $D_{2\text{社會}}=.36$ ；

$P_{3\text{社會}}=78.24\%$ ， $D_{3\text{社會}}=.42$

問題 2 $P_{2\text{自然}}=57.90\%$ ， $D_{2\text{自然}}=.42$ ； $P_{2\text{社會}}=58.27\%$ ， $D_{2\text{社會}}=.36$ ；

$P_{3\text{社會}}=69.86\%$ ， $D_{3\text{社會}}=.43$

討論：

1. 等溫線圖與等高線圖皆屬於等值線圖，考生可藉由等高線判讀的經驗，推估等溫線圖的水溫。但考生若不會判讀等高線，也很可能不易判讀本題。不過，依據研究發現(李明燕，2000)，學生判讀等高線圖時，最容易的是高度判斷。
2. 由測驗結果可以發現本題的前半段的問題 1 屬於簡單又具高鑑別度，又可以明顯區隔考生的程度；而後半段的問題 2 的難度卻較高，顯然有些考生對水溫這現象祇知其然而不知所以然。

(二) 作答成績與主觀難度的比較

由於傳統中小學地理教學一直忽略都市的鳥瞰影像，都市衛星影像也顯少被利用，當考生在作答第一大題才第一次看到所測四地的衛星影像，這是否會影響其對試題難度的判斷？從本研究所作的測後立即問卷(表 3-1、3-2、3-3)，發現約有 40-43% 考生認為難度適中，約有 45% 的考生認為難或很難，有 31% 的考生以試題所測概念的深淺、61% 的考以學習經驗為判斷難度的因素，而認為本大題為難題的原因以平常沒練習過，更多的高三學生認為是課外讀物(參考書)沒有看過。

若再將考生答題的得分狀況與主觀難度進行分析，由表 3-4、3-5 的資料顯示，二年級考生約有 14-19% 學生全部答錯，仍覺得容易或很容易，不過多數全部答錯者認為難或很難，其理由以看不懂、老師沒有教過、課外讀物(參考書)沒作過居多；約有一半的二年級考生祇要得分率 50%(含)以上即認為容易或很容易，但三年級考生則要得分率達 75%(含)以上才認為容易或很容易；少數考生即使全部答對仍覺得試題很難，且高三略多於高二，然高三考生的要求較高二略高。

表 3-1 學生對第一大題難度的主觀判斷

年級	年級	很容易	容易	適中	難	很難
二年級	社會組	2.08	8.80	43.20	35.04	10.72
	自然組	3.54	10.89	40.76	33.16	11.65
三年級	社會組	2.66	8.44	42.66	32.50	13.59

填答本題樣本：高二自然組為 792、高二社會組為 625、高三社會組為 640。

單位：%

表 3-2 學生判斷本大題難度的因素(多選)

年級	組別	試題的熟悉度	概念的深淺	敘述的邏輯性	資料的複雜性	學習的經驗
二年級	社會組	10.91	39.17	8.99	17.01	31.30
	自然組	10.94	34.61	11.20	16.92	30.92
三年級	社會組	9.39	37.09	6.26	18.78	61.55

填答本題樣本：高二自然組為 788、高二社會組為 623、高三社會組為 639。

單位：%

表 3-3 學生認為本大題難或很難的原因(多選)

年級	組別	看不懂	不是上課的教材	平常沒練習過	網路上沒有看過	課外讀物(參考書)沒有看過
二年級	社會組	25.85	11.38	54.77	4.00	9.85
	自然組	21.55	10.54	50.12	5.15	18.50
三年級	社會組	22.12	10.30	50.30	3.94	61.82

填答本題樣本：高二自然組為 427、高二社會組為 325、高三社會組為 330。

單位：%

表 3-4 第一大題學生作答得分與主觀難度的分布

主觀意見	得分率(%)										合計
	年級	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100	
很容易	二年級	19.05		21.43	2.38	23.81	4.76	23.81		4.76	100
	三年級			12.50		25.00		37.50		25.00	100
容易	二年級	14.39	2.16	17.99	1.44	24.46	2.88	28.06	3.60	5.04	100
	三年級			18.52		14.81		48.15		18.52	100
適中	二年級	23.51	0.85	20.95	0.51	23.51	2.04	22.49	1.19	4.94	100
	三年級	10.11	0.37	24.34	0.37	23.22	0.37	27.34		13.86	100
難	二年級	31.58	1.68	25.05	0.84	19.58	1.26	15.58	0.21	4.21	100
	三年級	19.40	0.50	28.86		21.39		19.90		9.95	100
很難	二年級	44.87	1.92	25.00	0.64	17.31	0.64	5.77		3.85	100
	三年級	34.48		32.18		16.09		12.64		4.60	100

作答人數二年級為 1417，三年級為 640。

單位：%

表 3-5 第一大題學生作答得分與主觀難度理由的分布

難或很難的理由	得分率(%)	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100	合計
看不懂	二年級	37.42	3.87	26.45	0.65	14.84	1.94	12.26	0.65	1.94	100
	三年級	39.06		25.00		17.19		9.38		9.38	100
老師沒有教過	二年級	34.43	1.64	26.23		18.03	1.64	11.48		6.56	100
	三年級	34.62		19.23		7.69		30.77		7.69	100
平常沒有練習過	二年級	30.56	0.83	24.44	0.28	20.00	0.56	17.78		5.56	100
	三年級	16.88	0.65	32.47		21.43		18.83		9.74	100
網路上沒有看過	二年級	20.83		20.83		37.50	4.17	16.67			100
	三年級	22.22		33.33		11.11		22.22		11.11	100
課外讀物(參考書)沒有看過	二年級	46.15		16.48	1.10	17.58	2.20	10.99		5.49	100
	三年級	15.79		34.21		26.32		18.42		5.26	100

作答人數二年級為 752，三年級為 330。

單位：%

第二大題使用的影像考生平日較易接觸，學生對試題的主觀意見又是如何？由表 3-6、3-7、3-8 的資料顯示約有 51-54% 考生認為難度適中，較第一大題略高；約有 37-50% 的考生以試題所測概念的深淺為判斷難度的因素，學習的經驗比重不若第一大題高，但多數仍認為本大題為難題的原因以平常沒練習過。

若再將考生答題的得分狀況與主觀難度進行分析，由表 3-9、3-10 的資料顯示，約有 6-10% 二年級考生全部答錯仍覺得容易或很容易，與第一大題不同的是仍有少數三年級考生的主觀難度亦是如此，全部答錯者又認為難或很難的考生也較第一大題少；且二年級考生得分率 50%(含)以上即認為容易或很容易的人數，明顯較第一大題多，三年級考生亦是如此。第二大題主觀認為看不懂但答得率約達 50%(含)以上者，二年級約有 43%，三年級約有 55%。

表 3-6 學生對第二大題難度的主觀判斷

年級	組別	很容易	容易	適中	難	很難
二年級	社會組	1.60	10.27	51.85	27.93	8.83
	自然組	2.54	12.58	51.08	25.16	8.77
三年級	社會組	3.92	14.44	54.47	19.78	7.06

填答本題樣本：高二自然組為 789、高二社會組為 623、高三社會組為 637。

單位：%

表 3-7 學生判斷第二大題難度的因素(多選)

年級	組別	試題的熟悉度	概念的深淺	敘述的邏輯性	資料的複雜性	學習的經驗
二年級	社會組	9.81	45.66	8.84	14.15	27.65
	自然組	9.57	37.37	10.97	16.20	30.48
三年級	社會組	10.34	49.53	6.74	11.76	26.80

填答本題樣本：高二自然組為 786、高二社會組為 622、高三社會組為 638。

單位：%

表 3-8 學生認為第二大題難或很難的原因(多選)

年級	年級	看不懂	不是上課的教材	平常沒練習過	網路上沒有看過	課外讀物(參考書)沒有看過
二年級	社會組	16.35	23.27	55.66	1.26	6.60
	自然組	19.75	24.69	45.68	3.46	11.60
三年級	社會組	19.44	17.86	54.37	1.98	6.75

填答本題樣本：高二自然組為 407、高二社會組為 318、高三社會組為 252。

單位：%

表 3-9 第二大題學生作答得分率與主觀難度的分布

主觀意見	得分率(%)	0	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100	合計
很容易	二年級	6.90		3.45		48.28		37.93		3.45	100
	三年級	8.33		4.17		16.67		70.83			100
容易	二年級	9.49		15.82	0.63	46.84	0.63	22.78		3.80	100
	三年級	3.30		10.99		28.57		54.95		2.20	100
適中	二年級	10.03		21.45	0.70	41.64		24.65		1.53	100
	三年級	4.99		12.90		31.09		48.68		2.35	100
難	二年級	21.15		28.02		31.04		17.86		1.92	100
	三年級	15.57		25.41		31.97		26.23		0.82	100
很難	二年級	29.27		28.46		22.76		18.70		0.81	100
	三年級	23.26		27.91		25.58		23.26			100

作答人數二年級為 1412，三年級為 637。

單位：%

表 3-10 第二大題學生作答得分率與主觀難度理由的分布

難或很難的理由	得分率(%)	0	25	50	75	100	合計
看不懂	二年級	24.17	32.50	31.67	11.67		100
	三年級	24.44	20.00	33.33	20.00	2.22	100
老師沒有教過	二年級	15.69	25.49	40.52	16.99	1.31	100
	三年級	16.67	14.29	28.57	40.48		100
平常沒有練習過	二年級	19.08	23.12	32.66	23.12	2.02	100
	三年級	12.40	21.71	30.23	33.33	2.33	100
網路上沒有看過	二年級	46.15	15.38	23.08	15.38		100
	三年級	33.33			66.67		100
課外讀物(參考書)沒有看過	二年級	38.00	30.00	22.00	8.00	2.00	100
	三年級	25.00	31.25	18.75	25.00		100

作答人數二年級為 725，三年級為 252。

單位：%

四、教師利用衛星影像教學的可能性

(一) 利用衛星影像教學的基本環境

影像教學的基本環境包括設備與觀念，前者主要與經費多寡有關，後者則受社會政治環境與教師個人意願的影響。自 1980 年代以來，台灣地區各高中的教學設備都有多部傳統投影機；但資訊教學環境則至 1990 年代才在政府推動下，才得以快速擴充。例如「國家建設六年計畫」之「改善各級學校資訊教學計畫」(教育部，1993)，充實了高中、國中、小學校內的電腦設備；「資訊教育基礎建設計畫」設置全國及縣市資訊教育軟體與教材資源中心、開辦國中小及高中職在職教師資訊培訓班、規劃管理及擴充台灣學術網路(TANet)、完成國內骨幹網路擴充為 T3 ATM、提供約二十種經濟統計資料庫及辦理網路暨套裝軟體研討會四十餘場等，讓資訊教育有良好的發展環境。(教育部，1999)新型單槍投影機與手提電腦的普及率更是在近年售價大幅下降後，經費比較寬裕的學校會添購多部設備供教師使用；有些教師也會自備手提電腦，僅向校方申請單槍投影機；有些學校更在教室配置網路線，讓教師可以在教學的過程隨時與相關網站連線；有些學校即使還未在每間教配置網路線，但起碼會在教師辦公室設置，供教師備課用；有些教師甚至在自宅安裝寬頻網路線，課後自行上網搜集與查詢資料，衛星影像的教學環境也日漸成熟。惟其普及性，則有賴教師本身的參與意願。

(二) 教師對衛星影像作為命題素材的意見

本次問卷有 141 位高中教師對衛星影像作為命題素材提出意見，因本問卷是透過學校行政單位轉交給教師填寫，由圖 4-1 的資料顯示：約有 60%的學校將此工作分派給教學年資在 10 年(含)以下的教師；約有 80.14%的教師，贊成將衛星影像作為命題素材。其理由有“衛星影像提供即時，且動態的地表資料，使我們更容易瞭解環境變遷；為現代生活的趨勢，與現實結合；進入 e 時代必備的生活技能”，但有的教師也提醒“影像應清晰可辨；最好能以彩色印刷”。

不贊成將衛星影像作為命題素材的教師雖為數不多，但不贊成者占同年齡組的比率有隨年齡愈高的趨勢。有些資深教師認為“各版本中之教材份量十分有限，教學資源取得不容易；高中教學時數不足，教材不宜深奧；學生不用上課，也可猜題，不能用來鼓勵學生學習，學生無法深入學習”等。此等隨年資而有不同接受度的現象，可能是資深教師在師資養成過程尚未有機會大量學習 GIS、衛星影像判讀等課程，或也可能平日備課較少使用網路資源，另一方面也可能是教師對學習的認知主要側重文字閱讀。此外，有些教師之所以不贊成是考量印刷品質的問題。

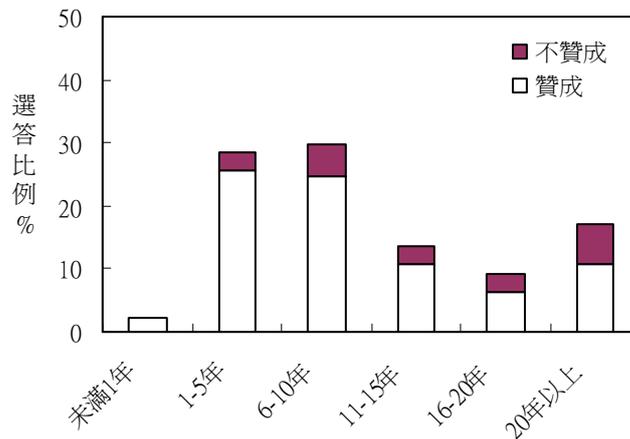


圖 4-1 教師對教師對衛星影像作為命題素材的意見

(三) 教師期待的協助與資源

本研究在教師期待的協助與資源的問卷係採開放式的填答方法，讓教師自行填寫，其用詞相當多樣，但大致可歸納為下列五大類：

1. 圖像資料：包括能配合教學主題的圖像與說明、災前與災後的圖像、國外的影像，而且最好能提供投影片或光碟片。
2. 設備：包括電腦教室、教室電腦與網路連線、單槍投影機，以及較佳的印刷設備以提高圖形印製的品質。
3. 經費：地圖太貴，學校經費有限，需要補助款。
4. 課文：上課時間有限，精簡課文其他內容，增加相關影像資料，以加強讀圖能力；或編寫專冊。
5. 研習：舉辦相關研習，以提昇教師的能力。

五、結論與建議

影像資料的學習可以分為圖像推理與學科知識兩大類，其中前者與學習時間多寡的關係較低，與圖形-實體之間的連結能力有較密切的關係；後者則深受學習時間多寡的影響。本次測試可以發現，學生從未以鳥瞰的角度觀察北京、巴黎、巴西里亞、漢堡等地的地景，但有些學生仍能以過去所學的地理知識推測各地的影像，其所運用的正是屬於文字詞彙轉換為鳥瞰影像的能力，顯然這些測試者的資質原本就具備這種

能力。不過這種影像的辨識能力一旦涉及較深的學科知識，則受文字語彙記憶多寡的影響，而這部分應是學習的結果。此意味著衛星影像圖的判讀能力仍需透過學校教學，而且不能省略傳統描述性的文字。更重要的是，當教材引入衛星影像時，要充分利用圖內的訊息於各種地理現象(概念)的說明或解釋，並應簡述各圖製作的基本原理，讓學生可以明瞭原理、並能靈活與應用之。

在本次測試也發現學生從小學到高中都學過“比例尺”、“高度”等概念，而仍有些測試的學生仍不會比較各圖比例尺的大小，但可以進行等值線數字大小比較。故在加強學生對判讀衛星影像的能力，也應同時培養其邏輯判斷的能力。

從問卷資料，顯示教師們大都贊成將衛星影像作為命題素材，但他們也關心教學因應之道，希望能得到相關各類影像資料與設備，以及參與各種研習活動，這種熱情有關單位應予以正視。這些雖然都需要投入人力與經費，但以 Kalyani Chatterjea 在新加坡的實驗，他認為教師祇要少數幾節以面對面方式學習，其餘可自行控制時間透過網路在電腦前進行遠距學習，而且使用界面祇要以各種圖示影像方式設計，使學習者易於操作，即能加強學習成效(Chatterjea, 2004)。近年台灣地區也開始推廣數位化教學，並舉辦相關的研習會，但仍有許多教師還沒機會參與，希望相關研習會能繼續進行。

謝 詞

本研究承大學入考試中心補助(研-92-013)，謹此致謝，感謝研究發展處與資訊管理處同仁協助測試相關工作；並感謝審稿人提供寶貴的意見。

參考文獻

《中文部分》

- 人民教育出版社地理社會室(1997)：《地理(必修)下冊-全日制普通高級中學教科書(試驗本)》，北京：人民教育出版社。
- 大學入學考試中心(2000)：學科能力測驗社會考科試題，2000年6月10日，取自 <http://www.ceec.edu.tw>
- 中央大學氣象衛星實驗室：氣象衛星。2004年11月25日，取自 <http://msl.csr.ncu.edu.tw/dataset/metero/metero.html>
- 中央氣象局(2004)：2004年4月15日雨量累積圖。2004年4月15日，取自 <http://www.cwb.gov.tw/index-f.htm>
- 中央氣象局(2004)：2004年月17日衛星雲圖、雷達圖。2004年4月17日，取自 <http://www.cwb.gov.tw/index-f.htm>
- 北台科學技術學院電子工程系無線電及衛星通訊研究室。2004年11月25日，取自 http://www.hamradio.idv.tw/LOW_SAT/DATA/9.htm
- 行政院農委會水產試驗所(2004)：2004年3月9日台灣週邊海域 NOAA 等水溫線圖。2004年4月17日，取自 <http://www.tfrin.gov.tw/frweb/index.php?func=src&act=&ikey=>等水溫線圖。
- 何任小薇(1988)：《地圖閱讀與考察-高中適用》，香港：森瑪遜遠東出版有限公司。

李明燕(2000)：台灣地區高中地圖教育之理論探究－地形圖之教與學，台灣師大地理研究所博士論文，頁 81。

林光賢(1990)：《高中生的抽樣方法研究》，大學入學考試中心。

施添福(2001)：《地理-3》，台北：龍騰，頁 22。

國立編譯館(1982)：高級中學地理第一冊。

國立編譯館(1985)：高級中學地理第二冊。

張欽楠(2004)：《閱讀城市》，北京：三聯書店，頁 30。

教育部(1993)：改善各級學校資訊教學計畫內容概要。2004 年 11 月 25 日，取自

http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/E0001/EDUION001/information/3c/3c1/impro.htm?search

教育部(1999)：立法院教育委員會第四屆第一會期報告。2004 年 11 月 25 日，取自

http://www.edu.tw/EDU_WEB/EDU_MGT/E0001/EDUION001/menu01/sub04/01040003b.htm#L26

《日文部分》

日本筑波大學(2004)：地理 A 試題。2005 年 6 月 28 日，取自

<http://www.yozemi.ac.jp/nyushi/sokuho/sokuho04/tsukuba/zenki/chiriA/images/mon.pdf>

日本入試中心(2005)：地理 A 試題。2005 年 6 月 28 日，取自

http://www.dnc.ac.jp/center_exam/16exam/mondai_pdf/16chiria_q.pdf

《英文部分》

Boardman, David(1991)：Developing Map Skills in the National Curriculum, Teaching Geography, 16 (4)：155-158.

Chatterjea, Kalyani(2004)：Asynchronous Learning Using a Hybrid Learning Package: A Teacher Developmental Strategy in Geography, Journal of Organizational and End User Computing, 16(4):37-55.

Edexcel(2000)：GCSE 1312/1F Geography A paper 1F。2005 年 6 月 28 日，取自

http://www.edexcel.org.uk/VirtualContent/49802/geo_1312_1Fa_.pdf

Evans, F. C.(1979)：Map Study, Oliver & Boyd Ltd., Edinburgh.

Galbraith, Ian (1979)：Map Reading and Analysis, London: Oxford University Press.

Kirman, Joseph M.(1999)：Radarsat Satellite images: A New Geography Tool for Upper Elementary Classroom, Social Education, 63(3):167-169.

Kirman, Joseph M.(1984)：A New Elementary Level Map Skill: Landsat 'band 5' Satellite Images, Social Education, 48(3):191-195.

DigitalGlobe(2002)：Forbidden City - Beijing, China、The Eiffel Tower - Paris, France、Port of Hamburg - Hamburg, Germany、Brasilia, Brasil。2005 年 6 月 28 日，取自

http://www.digitalglobe.com/qb_1yr_gallery.html

收稿日期：94 年 6 月 30 日

修正日期：94 年 9 月 19 日

接受日期：94 年 10 月 19 日