

我國高中地球科學教學的現況與運用

網際網路輔助教學的展望

陳斐卿*、蔡義本**、魏延超***

*國立中央大學 教育學程中心

**國立中央大學 地球科學系

***國立中央大學 資訊管理研究所

摘要：以電腦及網際網路來輔助學習是全球的趨勢。然而，真正要落實到每間教室及合適的科目，則了解並尊重第一線任課教師們對於所教科目的看法，是本文認為提升學科教學的著力點，透過他們的觀點，始能針對各個科目的特性及教學瓶頸，善用網路技術來加以解決。本文以對高中地球科學教師的問卷及深度訪談資料，對當前地球科學的教材、教法、教學環境、以及師資做詳盡探討，並對網際網路技術運用於高中地球科學教學的方向提出可能的做法與願景。

1.前言

地球科學是一門與我們日常生活息息相關的知識領域，但是國內地球科學教育在納入中學正式課程的起步不僅晚（民國60年起），且在師資、教材、授課時數、涵蓋範圍、乃至是否宜納為聯考科目等方面，都一直有很大的爭議（余貴坤，民68；黃光照，民76；黃芳男，民76；陳培源，民76；李春生，民84等）。本文擬以探討高中地球科學教育為範圍，從高中地球科學教師的角度，詳細檢討地球科學的教材、教法、教學環境，並對目前以網際網路為工具來提昇地球科學教育此一構想的前瞻性，提供高中教師們的看法。

2.研究目的

2.1 教材好不好用

在國內數十年來地球科學教科書的版本處於一統的局面下，教材的機制似乎與教授者的媒介功能，共同扮演著決定性的角色。因此對於這本教科書的關注，以教學現場實際從事教授的高中教師們的觀點來切入，將是我們對教材好不好用的主要根據。而這樣的取捨，也將可以與地球科學的學科專家們對於教材的一些評論作一比較。

2.2 教法是否得以施展

地球科學是一門觀察和解說並重的學科（陳玲璋，民86），其研究的對象受到空間與時間的限制，無法像物理化學在實驗室裡反覆驗證實驗，而是重視對自然界的觀察

(Mayer, 1991)，如觀察星系須在夜間，地質探勘須到戶外，如何在有限的時間與受限的空間下，達成觀測應有的學習效果，以及透過適合地球科學的教學活動（李春生和萬義珣等，民 83），達到真正理解的程度，適當的教法可能就是另一個關鍵。很明顯的，彈性的教學時間與空間，在國內中學仍未普及的狀況下，地球科學的教師們到底如何因應？其成效又如何？

2.3 教學環境及資源的支援情形

以國內中學課程的結構言，地球科學處於一種介乎所謂的重要課程與次要課程之間，而造成這種界定的關鍵因素，歸諸聯考似乎並不為過。地球科學的教學環境自然有別於其他同屬於認知導向的聯考科目，除了眾所周知的如被借調課等情形之外，過去並沒有對地球科學的教學環境有實徵性的調查描述。本研究除了上述目的外，也將針對地球科學教師所能使用的資源，特別是多媒體及電腦網路方面，做一番描述。

2.4 師資專業性與專業成長的空間

國內中小學師資的主要來源，向來是師範校院的畢業生，地球科學於民國 60 年納入中學課程，但是師範大學的地球科學系晚至民國 73 年才創系，因此國內教授此一學科師資的背景也迥異於其他學科（楊冠政和李虎雄，民 76）。

地球科學的師資培育，可分為兩類：一類是透過在師範大學開設地球科學系，循序養成之；另一類則是為其他科目老師（如：生物、理化、地理等）開設地球科學第二專長的培訓課程，以協助他們在任教地球科學科目的同時，及時補強相關知識。透過大規模的師資在職訓練，使得當年受聘的地球科學教師中，登記合格老師的比例由一成遽增為近八成（楊冠政和李虎雄，民 76）。單從數字上來看，教師進修的工作似乎辦理得十分有效率，但是這樣的師資養成過程，對於所任教學生的學習成果而言，成效並未顯現（魏明通和楊榮祥，民 77）。如今又累積了十年的教學經驗，這些教師們對於自己專業成長或課堂教授的幫助，感受如何？是我們要探討的另一主題。

2.5 對網際網路輔助地球科學教學的看法

要改進一門學科教育的方向，應有多種途徑，以網際網路為媒介是一種新的嘗試。到底對高中教師而言，是哪些主題章節目前較難實施，急於需要網際網路教材的協助？以及對台灣教育制度下的中學生言，到底引用網際網路教學的可行性如何？利弊得失又如何？這些都是很值得讓高中地球科學老師發表他們實際觀點的議題。

3. 研究方法

本研究針對台北縣市、桃園縣、新竹縣市的高中地球科學教師進行問卷普查。並依照

受試者的意願，進行深度訪談。上述地區共有 87 所高中，有效回收問卷計有 73 份。

問卷可分為四大部分，分別是有關教材、教法、所屬學校的教學環境、及受訪者基本資料等共計 61 題，少部份為開放型問題（open-ended question）。深度訪談的題目則是針對問卷初步分析的結果，做進一步的探究，特別是實例的列舉解說，使高中老師們對地球科學教學的意見，在本研究中呈現得十分具體與具有參考價值。

本研究所用問卷的寄發方式，是依照學校的學生人數規模，寄發適當份數的問卷（如 1-4 份）給各高中的教務主任，煩請其代為轉給該校的地球科學或適當的教師。由於並不知各校地球科學科教師實際數目，並不能求得確切的回收率。另外，深度訪談的訪員為大學四年級主修地球科學的同學，訪員按當初在問卷上填寫願意接受訪談者之名單，逐一約定時間進行一至兩小時的會面晤談，並將訪談錄音帶逐字謄寫成敘說資料的原稿（protocol），以配合問卷初步數值分析的結果解釋。深度訪談共計進行了 14 次。

4. 主要結果與討論

4.1 教材問題細探

問卷及訪談的重點在探究教師們對各章節教授的經驗，包括難易度、內容、比重、圖表、作業等之可改善的方向及意見，大致上可以從探究難教原因為切入點作以下的討論。

4.1.1. 各章節的難易程度反映中學課程有待統整

高中教師們對於感到難教的章節，大部分集中在天文(12-14 章)(佔 73%以上)，另一個相當難教的章節顯示在氣象(11 章)(佔 58%)，相對地；很容易教的章節則集中於導論(70%)、化石(59%)、及地質相關章節（2-5 章）（約佔 40%以上）。

這樣的分布，和教師們對難教原因的指認，有很明顯的呼應。這些原因分別為：高一學生的數理基礎不足(62%)、圖表輔助不足(45%)、專有名詞太多（44%）、須透過實驗或有實地觀察的經驗才容易教(43%)、非所學專長所能掌握(37%)等。

認為是學習者的數理基礎不足導致教學困難，普遍反應出高一學生學習地球科學的起點行為值得深入分析，因為學習地球科學必須利用物理、化學和數學的原理原則去了解實際的現象，比如地質部份的岩漿活動之地溫梯度須用到斜率的觀念；天文部份的星等的計算需用到對數的觀念；光度亮度牽扯到基礎理化所教過的一些概念；視差法需用到三角函數中扇形的概念；而大氣科學部份嚴重倚賴物理的許多概念，因此課程安排對學習地球科學造成的影響，牽涉到以下兩個思考層面：

1. 科目間的橫向聯繫：地球科學課程的時段安排，目前在許多學校一直是與生物科搭配，多半是高一上排地球科學、高一下排生物，基於前述學習上的障礙，不少老師們建議將

地球科學改安排於高一下學期，以便配合在高一下才可接觸到的相關的數學及基礎理化課程。

2. 科目內的縱向銜接：國中與高中的地球科學教材內容，在地質部份重複頗多，在天文部份卻又銜接不上。這種銜接上的過猶不及現象，均造成教學上的不小困擾，編寫這兩套教材的專家應可以在分工上有更多的共識。

4.1.2 文字敘述的解釋性仍待加強

對於專有名詞太多的歸因，老師們有不同的看法：站在教師的觀點，他們認為這是對專有名詞的界定的問題，學過的名詞再出現就不應再叫做專有名詞，因此負擔應該不會重（此一看法普遍出自公立學校的教師），況且對於專有名詞的解釋，端視於老師的解說功力是不是真能讓學生了解；另一批老師們站在學生的觀點，認為地球科學的許多名詞與所涵蓋的實體或現象之間（如：地質或大氣），的確難有關連，自然難於記憶，若再沒有例子示範，就更難有印象了。以高一學生的認知發展狀況來看，要從平面的了解擴展到空間的想像（如：大氣或天文），本身不是一種一般學生都能達到的境界。

從兩種對立的觀點出發，我們仍然看到了一個共同的癥結：文字敘述的密度太高。它或者需要老師們的精闢解說，或者需要學生們對已學過的地科知識滴水不漏，當然，地球科學的涵蓋範圍已經很廣，再解說就不是高一學生能接受的篇幅量了。

專有名詞繁多，一直是地球科學科目的招牌問題之一。多年來這個問題一再被提出（黃光照，民 76；李春生，民 84），卻也一直沒有妥善的解法，因此，發展一種能適合多種程度學習者的教材，使學習者能適時的獲取相關訊息以幫助學習，可能要仰賴教學科技的更新，才能有突破性的進展。目前文字部份的內容，因專有名詞過於密集而造成學生甚至認定地球科學是一門記憶性的科目，已扼殺了學習的興趣。

4.1.3 圖表難於輔助真正難懂的動態科學現象

對於圖表的輔助不足的看法，老師們強調學生的讀圖能力待加強是第一層障礙。但是，圖表的真正問題在於：

1. 圖表僅只能協助一些靜態的結果或實物展示，對於過程(如地震波的走線是怎麼走的？為什麼會那樣走?)、動態變化（如鋒面形成的過程、這個階段變成那個階段的過程不清楚、整個區域的架構到底怎麼去形成配合出來的並沒有顯示?）、不同角度的展現(如岩石標本只能看到一個角度，但有時要拉近看，有時要拉遠看，就無法用圖表辦到了)等的輔助功效較不彰顯。
2. 有些圖好但圖說不清(佔 40%)(如氣壓梯度力、地磁極性倒轉紀錄、視差法等)，使人無

法從讀圖中了解圖所要表達的意義；或是圖說不全（佔 52%），如礦物岩石及天文圖片的放大倍率或比例尺沒有附上。

3. 有些圖的品質不好，反而會造成失真（如黑雲母）、誤導（如岩石圈的顏色）、或指引不明（如石英的貝殼狀斷口）的缺失。
4. 台灣本土的圖片不夠多（佔 75%）也不夠新（如變質岩的生成地點、海底探測圖等），這是老師們對圖表缺失的最大遺憾。

圖表在高中地球科學教科書中佔有的比例，經過研究者的統計高達 47% 的份量（林顯輝，民 81）。因此圖表的功能也有藉助新發展的媒體來拓展的必要性。

4.1.4 本土性的資料太少使地球科學的學習並不能落實於生活中

對於教科書可加強的方面，加強鄉土性（71%）以及編寫內容的活潑度（60%）是教師們指認的兩大方向。對許多老師來講，添加鄉土性的素材的用意，其實是情境教學的作用較大，因為再多的敘說講解，只要不是落於學生們的生活經驗中，就無法引起他們的共鳴。老師們反映學生常把世界各地的例子，當成是新聞的角度，聽過去就算了，然而能引發認識自己的環境，進而關心自己的環境的效果，是大多數高中地球科學老師們的最終目標，因此忙於蒐集本地的例子，常常是老師們的一大工作負擔。

教科書的另外一項缺失，是與日常生活的關連度低（認為各章與生活的連結性均太少的意見約有 49-79%）。舉氣象為例，學生覺得那應該是很生活化的東西，但是攤開課本，盡是科氏力、摩擦力、地轉偏向力等十分物理性的東西，使他們對日常生活周遭現象探索的觸角受挫，學習地球科學的興致也因而退縮。因此，如何對地球科學學習環境的重新包裝、切入點的揀選、及本土資料取得的方便性，都是地球科學教育改進的重點。

4.2 教法的限制

前面提過，教師們認為地球科學難教的第四項原因是須透過實地觀察的經驗才容易教，目前在恰當的教法執行有困難的情形下，教師們對替代方案的檢討包括：

4.2.1 對於標本樣品教學的質疑

面對這樣一門需要走出戶外的學科，在有限的時間下，老師們仍是以講述法為主（92%），搭配多媒體（89%，依次為錄影機、投影機、幻燈機）、實驗（62%）、以及小組討論（52%）的方式進行，真正實施參觀教學的比例極少（19%）。雖然學校在採購礦物標本的資源上並不匱乏，但是老師們都強調在室內傳閱石頭標本的學習，仍須與在室外觀察的經驗結合，使知道在怎樣的環境下才會獲得這種石頭，這才是真正的重點。

戶外教學實施之不易，除了多個班級調課統一戶外活動的時間搭配外，還包括行政協

調、安全維護等責任問題，使地球科學教師走出校外的活動設計常面臨不被鼓勵。因此如何兼顧二者，使教學的品質使自己滿意，是老師們的一大抉擇。

4.2.2 圖片影帶教學的缺憾

以目前各校教學設備的陣容來看，錄影機是極為普遍的一項設備，投影機和幻燈機也仍盛行，因此若有適當的影音資料配合，將使學生的學習途徑，更為多元化。惜老師們能就地取材的多屬外來的資源，如來自 NHK、DISCOVEREERY 等機構的一些自然現象的解說，這些作品的品質雖好，但是和教科書有著同樣的不具親和力的問題。

另外一個困境是，地球上的一些現象或事件的影帶不少，但是可稱為教學影帶的就不多了，如最近的許多地震及災變事件，可以輕易的從新聞畫面或相關主題電影上取得，但老師們強調要的不是災難片，而是“教學影帶”。

4.2.3 社教機構往往成為理想的戶外教學點

老師們常在本地的許多旅遊點或社教機構簡報中發現好的影帶，但是又不能借回教室播放，於是這些機構就漸漸被老師們推薦為戶外教學的理想地點，如陽明山國家公園遊客中心、金瓜石的礦物博物館、氣象局、天文教育館、科學教育館、地震中心等，雖然從這些機構的確能獲得很多，且能確保學校戶外教學最在意的安全疑慮，但這樣的“戶外”教學，嚴格說來也還是稱不上第一現場的接觸。既然是藉助其他更豐富的資源機構，應該有更有彈性的接觸方式，可以省卻戶外教學的煩冗負擔。

4.3 教學環境的逆境與順境

對於深受教育體系大環境侷限的這樣一門科目，理論上勢必受到學生、家長、以及校方三方的輕忽，而處於極為次等的處境。但是依據本研究對北台灣學校的調查，有被借課經驗的老師只佔 10%，甚且有學校地球科學排有一學年的時程來教授；而同意因為聯考不考而有更大的空間可以自由發揮的老師佔有 54%，不同意的僅佔有 11%。這些自由的空間包括教學及科展指導等研究方面，但是要突破學校現有教學資源的使用，特別是電腦教室方面，卻仍有待努力。

4.3.1 聯考轄外的教學天地

1. 教學目標

大多數接受訪談的老師對於地球科學教學的目標並不設定在認知層面，有些是希望學生能開始對自己生存的環境有感覺、有探究的興趣等情意層面；有些是希望學生能學會查資料的習慣等技能層面，他們感嘆在沒有聯考的壓力下，上起課來才能實現教學的理念，把學生帶出興趣來的成就感，是其他許多學科的教學所不及的。

對於內容龐雜的地球科學學門，許多老師寧願少教些，減少廣度而加強深度，或是選擇性地以學生的生活經驗（如野柳淡水）、或學校的地理環境特色（如大屯山區）搭配的上課。在教材的揀選上，有很大的彈性。

2. 活動設計

地球科學的教學已有許多集體探討式的分組討論與分組報告：有一些是依校園地理資源設計的考察活動；有一些則是要求學生留意一段期間報紙上有關地球科學的事件的報導；或是上網抓取資料，而後提出一種角度或觀點來整合成一篇報告。無論從學習的習慣和學習的管道而言，這些都是一種動手做、起而行、及重視互動的社會交互作用類教學模式（楊榮祥，民 74），十分有別於其他許多受限於聯考的科目所無法開放的傳統教學。

3. 教學評量

影響地球科學教學的因素，首推學生態度(77%)，其次是聯考導向(75%)及師資(71%)。這一結果不但反應過去聯考制度階段，也反應現在新出現的推薦甄試制度階段。推薦甄試的出題風格，據說十分不同於目前的聯考題目，靈活而生活化，獲得許多地科老師的讚許，也因為參加推薦甄試的學生比例愈來愈高，學生普遍接受這樣的評量型態，連帶使老師有心於朝這種風格方向去推陳出新。老師給學生作業的題目來源，除了課本（70%）及實驗記錄本(58%)之外，自行出題（54%）及錄影帶觀後心得(39%)等十分盛行。看得出地球科學的評量，已跨越了演練課本作業題目的限制，以及精熟測驗的窠臼。

4.3.2 科學展覽與社團指導的新契機

在接受問卷調查的老師中，三分之二有指導科展的經驗。他們認為指導科展的煩惱包括：苦無好題材或點子以及數據資料難找同時位居首位(74%)，其次是苦無指導時間與精力(57%)、苦無好學生(41%)等。指導科展的過程中研究訊息的取得與激發，長久以來對身肩繁重教學負擔的中學老師而言，的確是一件苦差事，但是訪談中也發現，愈來愈多的地科老師提及在準備教材時，使用網路來查詢最新資訊及所需資料或更恰當的圖片等(佔 27%)。他們當中有 72%的人擁有個人電腦，對網路的熟悉程度自評為熟悉(14%)與尚可(34%)的佔有將近一半，換句話說，地球科學教師社群中具有使用網路於教學的能力的人口比例很高，也間接提升了他們的研究及專業成長的能力。

另一方面，由於前述推薦甄試等多元入學制度的施行，其中均採計社團及特殊專長的表現記錄，使得對地球科學有興趣的學生及其家長們，也較願意投注時間及精力於社團科

展，使得學生方面的投入障礙減低，配合老師方面的研究能力的增強，地球科學老師們的教學及研究活動正展現一股新的契機。

4.3.3 網路及電腦教室的學習資源有待更靈活的使用

在目前高中普遍有電腦課程，各高中均有供學生使用的電腦設備，在數量上也已達到一(佔 39%)至兩(佔 42%)人使用一機的充裕程度。但是從將電腦當成一種學習工具的角度上來看，仍有以下兩個值得注意的現象：

1. 學生能使用網路環境的機會很有限

調查各高中校內學生使用的電腦，目前已連接網路的狀況仍未過半(46%)；而其中已開放學生申請帳號的比例就更低了(14%)，也就是說，學生對於學校的網路環境之使用率很低，學生於電腦課之餘，只有中午午休前的午餐時間(約半小時)、資訊社的社團時間、或課後放學時間能運用。由於要有管理的機制，因此下課後開放電腦教室的學校並不多。要使學生善用學校的電腦環境提升資訊素養，似乎是一個待克服的困境。

2. 電腦教室的功能仍未擴及至學習電腦以外的學科

誠然表面上看，學生均能一人一機操作，但是這種情境只見於電腦課時，其他的課程均尚未使用到電腦教室。這與將網路視為多元資訊管道的提供者的強有力的學習工具來看，功能幾乎尚未發揮。

這方面的提升，許多地科老師有困擾於到底是誰來主授課程，因為教地科的老師對網路的使用難免需要再培訓加強，而教電腦的老師卻可能只會教上網的技術，對哪些重要的地科網站不一定清楚，上網後也不一定會在內容。因此，相關科目的老師們需要進行某種協調及專長的整合，並將教電腦的老師及有資訊素養的老師們賦予推動網路教學氣氛的任務，使電腦教室的使用有更根本的發揮。

4.4 師資第二專長培訓的檢討

在教師畢業科系所的分配上，呈現一個十分異於其他科目的現象，即是所謂的非本科系背景的比例很高，其分布情形為：地球科學相關科系(包括地球科學 26%、大氣科學 8%、地球物理 4%、應用地質及地質 6%、天文 1%、海洋科學 0%)佔有 45%、生物佔有 39%、物理佔有 7%、其他佔有 6%、地理佔有 3%。

可以看得出來有一個不小的比例的地球科學教師是透過第二專長培訓的過程教授此一科目。由於它的比例很高，在訪談中也顯現它是影響教學的一個關鍵因素，以下將分兩方面來探討。

4.4.1 老師的吸收程度影響表達能力

特別是集中在天文的教學部份，許多生物科教師教地球科學時，均反應嚴重的教學困擾。他們拿教古生物部份與天文部份為對比舉例，覺得是否為主修對內容的表達影響很大，訪談中歸納出以前非主修的背景造成的困境尚包括：

1. 只有看課本說什麼照本宣科，沒有辦法去引申其他的意義。
2. 把它教成一種數學，不生動，教起來無趣。
3. 教之前先去請教別人，寫好了再去教，但是已教那麼多年了，還是不記得，還是要每年教之前再問一次。
4. 有些時候別人教的東西，仍然不了解，一直不會也就一直不會下去，沒有辦法改變。
5. 不會的部分，不敢多教；考試的時候也不敢考。

從教師的背景分析，我們發現地球科學難教的另一項因素，來自教者本身對學科內容的掌握度不夠，而這是在歷經當年為期八週的師資在職訓練，以及往後或多或少的研討講習之後的現況，也許這種培訓課程需要一些回饋以調整方向，始能做更有效的發揮。

4.4.2 培訓課程要細分才能有效果

部分老師回憶當初在師大受訓時，天文的部份比較偏月相，其他沒有教過的部份，自己就沒有辦法教。這顯露了一個內容涵蓋的問題，而其實即使是地球科學相關科系畢業的老師們，也會因專長的差別而對不同領域有不同的熟悉度。如絕大多數的人都對天文沒有特別的涉獵，因此再進修是必要的。對於進修的方式，綜合後有如下的一些方案：

1. 可以針對不同領域及主題，分門別類的開些課程，讓老師自己去選擇上課，補足自己以前可能比較沒有研究過的內容，可以多增加老師對各個學門的廣度。
2. 加強出野外的課程，如礦物岩石及地質踏勘。因為即使是地球科學背景的教師，當年也未必有實際觀測的經驗，在為師之後參與這樣的課程活動，將可以帶給學生理論與實際之間更好的結合。
3. 在時間上，大約上三個月，獲得二十學分。否則的話，通常接收到的訊息較為片段不完整，流於一個含糊的現象，無法深刻傳授。
4. 在鼓勵研習的意願上，可以配合目前公佈的教師在職進修每年須有 18 個小時研習記錄的要求，在辦活動時配合研習章的註記，便清楚已完成多少學分的研習。
5. 一些教育的課程也是必要的，包括學科教學知識及地球科學科教學法。

由以上需求的可行性看來，開放大學課程供中學教師選修似乎是一個十分經濟的權宜之計。老師們選修的可以是各專長學門課程，也可以是教育學程的課程，使教與學的互動，透過對學科教學知識的重視，達到品質的提升。

4.5 網際網路如何使得上力

科技發展左右教學理念是晚近教學改革的普遍現象，然而並不是任何一門學科均能透過當時盛行的學習新工具，達到改進與提升的目的。以網際網路應用到地球科學為例，我們勢必需要先瞭解地球科學這門學科的特性，教學上的瓶頸及缺失，而後配合網際網路此一工具在教學上的優勢，始能產生理想的輔助學習的效果。本研究尋此脈絡，鋪敘出運用網際網路輔助地球科學教學的可能做法與願景。

4.5.1 地球科學教學的瓶頸

綜合歸納本研究對於高中老師們調查訪談的結果，可以發現有以下教學上的瓶頸：

1. 教材的彈性不夠

學生們學習地球科學所需的數理基礎程度不一，使得許多需要更多背景知識的學習者，透過現有教科書的呈現方式，無法產生真正的學習，而徘徊於囫圇吞棗或是畏懼退卻的學習心態。因此，無論在內容、文字及圖表的呈現上，均有改進的必要。

2. 教法的格局太小

地球科學是一門必須跨越時空來觀察學習的學科，但是目前的教授方式仍以教室內及團體趕赴其他知識成果(well-established facts)的展示地導覽為主要教學方式，使得地球科學的學習，一直難於發展出另類(alternative) 教法來靈活達到教學目標的困境。

3. 師資專業性的涵蓋面待加強

以地球科學教授內容所涵蓋的領域來看，天文及大氣是教師反應較難於掌握及教授的部份；而由本研究受試者的專長分布來看，天文科系專長的只 1.4%，大氣科學專長的只 8.3%，而非地球科學相關科系專長者佔 48%，不難理解這種對於所教科目沒有全面專精的普遍現象。因此師資的在職進修及成效的確保，是提升教學的另一個重點。

4.5.2 地球科學科目的特性

透過對教師們教學現況的瞭解，也可以歸納出地球科學這門科目一些顯著的特徵：

1. 是一門題材更新迅速的學科

地球科學的各個領域，常會隨著地球上隨時產生的變動及現象而添增或更新該領域的課題，如地震、颱風、彗星的出現，均因而製造出許多記錄、觀測、及分析後的資料，成為極易引發學習興趣的時效性教學題材。

2. 是一門本土資料亟待累積的學科

地球科學現有的中學教材中，最讓本地學習者產生疏離的一個特色即是本土實例的匱乏，使得教師們在擷取實例以豐富教學上每每倍感挫折。本土資料的建立，尚包括

對於本地學習者迷思概念(或稱另有概念)的教學經驗的累積,使更多的資料能提供對於本地(local)現象與本土(indigenous)迷思概念之間關連的研究。

3. 是一門涉及生活周遭現象但卻不易僅靠感官學習的學科

許多地球科學的學者及教授者均宣稱地球科學是一門生活的科學,尤其是生活周遭處處可見地球科學所涉及的現象(如抬頭可見的星空、每日更動的氣溫、隨手可拾的石塊等)。然而,一旦欲瞭解這些現象背後的原因原理原則時,地球科學就不再是一門"平易近人"的學科,而展現它無法靠感官直接理解的嚴肅面。

4. 是一門內容龐雜、適合依主題學習以求貫通的學科

地球科學本身即是這顆星球生生不息的動態展現,雖然因學科專精的需要而分門別類,但是任何一種現象的發生(如大氣圈、水圈、岩石圈),均與其他領域產生錯縱複雜的關係。從滿足學習者求知慾的角度來看,主題式學習應是以全面的理解為目標的適當學習策略。

4.5.3 使用網際網路教學的意義

延續上述對地球科學科目的特性以及目前教學上的瓶頸的檢討後,使用網際網路教學的意義已昭然若揭。

首先,網際網路的超文件形式可以解決教材彈性深淺失當的兩難問題,形式上可以有充沛的圖片照片,符合地球科學學習對圖像的依賴;也可以透過動畫與模擬技術呈現有關動態性及空間性的概念,協助對於抽象的科學現象的瞭解。

其次,網路資訊的擷取張貼及編輯的方便,可以滿足地球科學題材更新迅速的需求,以及累積本土資料的速度,彌補教科書改版曠日費時的問題,透過時事與教材相結合,使教學材料的親和性大為加強。

第三,透過網路可以進行許多無法藉感官深入學習的主題,如颱風、彗星、地震等,也可以不受時空條件限制(如城市、鄉村學校)之下進行實驗、探勘研究,如透過網路跨越本地天候不佳的狀況觀測星空、透過網路遙控本地或本校所沒有的儀器操作實驗或觀察實物。

第四,地球科學教師將可以利用網路的互動工具進行各種有別於傳統教室教學的課程,如跨校通訊學習、非同步互動等。

第五,可以降低老師專業知識不足對學生學習的影響,使老師的專業進修管道具有彈性而能各取所需。

4.5.4 實例舉隅

老師們對於網路輔助教學設計的建議，可以歸納為以下幾個原則：

第一，以動畫的形式呈現。

這是現在最吸引青少年的電玩呈現的方式，生動是其最主要的可取之處，運用在地球科學的主題學習上，可以是主題的引子部份，比如弄成漫畫對答型，一個畫面一個畫面下來，有一個故事情節串連來吸引學習者，不要只是敘述性的說教，而是讓學習者經由故事的引領，覺得自己也一樣有這樣的問題；也可以是解釋主題關鍵難懂的部份，比如颱風的形成，讓學生在螢幕上看到一個颱風慢慢的接近台灣，然後將颱風來的要件或動態狀況像颱風來臨前風會怎麼吹等立體旋轉的情形一一模擬展現。其他的例子還有像恆星的生老病死、龍捲風的形成等，均是高中老師們極力推薦首先嘗試的主題。

第二，加強互動性及思考性。

有一些老師認為，網際網路的學習環境珍貴之處應在互動性的掌握。因為像類似教材性的資料，老師們有很多管道可以取得；而寓涵互動性的教材極為罕見，目前在網路上有很多利用 java 來寫程式，讓學習者經由操縱各種數值，自行歸納出變數之間的關係，進而瞭解深澀難懂的公式所代表的意義。比如在海洋方面，用聲納測海底的深度的原理；在天文方面，用視差法算一個星星的距離等；教科書中頭號難懂的一些圖表，均可以嘗試改以互動性的形式讓學習者接觸。

第三，資料庫的震撼性。

資料庫的震撼性至少可以從兩方面來說。一是其即時性：學生上網如果看到的老是舊的資料，上的意願就會較低，反之，如果最近有關地球科學的事，在網路上都可以查得到（如：林肯大郡的土石災變分析、海爾--波普彗星的軌道分析、每日氣象衛星雲圖等），依賴網路學習的習慣就會很快養成；另一種則是來自視覺的震撼性，以天文的學習為例，老師們認為最大的問題是學生對要學習的對象（如：滿天的大星星）毫無體驗的機會和感情，也就沒有好奇與隨之而來的提問。如果資料庫提供的圖影資料能很震撼人心，替學生開一扇生活經驗以外的新的視窗，新的學習能源也將源源不絕。

4.5.5 可行性評估

運用網際網路輔助地球科學教學的立意甚高，也能恰如其分的彌補目前的一些教學瓶頸，但是這樣的一種改變是否行得通，還需要一些條件的配合。首先是人心的轉變，高中老師們使用網際網路教學的意願高達 96%，他們在家中擁有電腦的比例高達 71%，其中對網路的熟悉程度自認尚可以上的佔有 49%，他們相信這種遠距教學不會取代課堂教學的比例也高達 94%；但是如果在網路上有一個可供學生學習地球科學知識的環境，由老師們來

預期學生會使用的比例，就降為 61%。這樣的預期與老師們對影響地球科學教學因素的指認是一致的，即學生的態度(77%)和聯考導向(75%)影響教學至鉅，其次才是師資(71%)。

另外一些憂慮則是來自學校行政和網路技術。目前對於使用電腦教室進行活動，一般學校的處理原則，還是將之歸類為電腦課之餘的特別商借，在學校統一作息之下，幾乎沒有讓學生利用學校的網路環境培養資訊素養的機會；若是全班一齊上網，又有擔心頻寬不夠造成塞車的困境。所幸目前有心推行"網際網路學習到中小學"的研究人員，已發展出映射軟體(Mirror)等對策圖謀解決之（林熙禎、陳奕明、周世傑，民 87），同時國外也有若干運用網際網路於地球科學學習的計畫，已在中小學進行推廣的階段(如 CoVis)。我們相信，利用網際網路學習各種學科知識，將是國內中小學教育改革的一個里程碑。轉變人心的路途或許崎嶇，但是網路技術的更新卻是指日可待，目前各方投注於網際網路學習地球科學的努力，將能對這股即將發生的改革提供一個較為成熟的孕育環境。

5. 結語

本文是國科會研究整合計畫【使用網際網路提升中學地球科學教育】的子計畫之一<<網際網路教材教法研究與評估>>的部份研究成果。該子計畫的第一個任務，在於了解目前國內高中地球科學教學的現況，以作為研究群設計網際網路學習環境的主要依據。我們相信地球科學教學上多年來的瓶頸，許多將可以拜新興教學科技發展之賜，而獲得大幅度的改善，展望運用網際網路輔助學生學習地球科學的遠景是美好而可期待的，而這個遠景將靠本研究群及其他更多投身於實現這一遠景的研究人員的繼續努力。

謝 辭

本研究承蒙行政院國家科學委員會資助（計畫編號：NSC 86-2511-S-008-013-ICL），特此致謝。我們也特別感謝眾多高中地球科學老師接受我們的問卷調查及訪談，因為他們寶貴的意見使本研究得以進行並有結果。

參考書目

1. 李春生(民 84)，我國中等學校地球科學課程的回顧與展望，科學教育月刊 178，14-21。
2. 李春生、萬義日丙(民 83)，地球科學教學方法及策略探討，於師大地科系編著 如何教地球科學 1-36，台北 國立台灣師範大學中等教育輔導委員會。
3. 余貴坤(民 68)，地球物理學在地球科學中所扮演的角色--兼談高中地球科學教育與師資培養，台灣教育 344，19-21。
4. 林熙禎、陳奕明、周世傑(民 87)，台灣高中地球科學之網際網路習環境，第七屆國際電

腦輔助教學研討會，高雄 國立高雄師範大學。

5. 林顯輝(民 81)，依科學教育新目標分析我國高中基礎地球科學教科書之研究，國科會專題研究計畫成果報告(NSC 80-0111-S-153-001)。
6. 黃光照(民 76)，地球科學教育之我見，中等教育 38(1)，13-15。
7. 黃芳男(民 76)，改進高中地球科學教材內容的研究，中等教育 38(1)，16-17。
8. 陳玲璋(民 86)，談國民中學地球科學科新課程--專訪教科用書編審委員會主任委員王教授執明，國立編譯館通訊 10(2)，23-25。
9. 陳培源(民 76)，地球科學：了解人類生存環境的科學，中等教育 38(1)，1-3。
10. 楊冠政、李虎雄(民 76)，中學科學師資人力結構研究報告，教育部中小學科學教育環境調查研究計畫。
11. 楊榮祥(民 74)，生物科教學模式研究，高立圖書。
12. 魏明通、楊榮祥(民 77)，高級中學基礎科學學習情況調查研究報告，教育部科學教育指導委員會委託研究計畫。
12. CoVis, Learning through Collaborative Visualization, Roy D. Pea, Northwestern University, http://www.covis.nwu.edu/CoVis_Welcome.html.
14. Mayer, V.J.,(1991) Earth system science: The science teacher, 1991(1), 35-39.

Current Status of High School Earth Science Teaching and Prospects for Improvement by Using Internet in Taiwan

Fe-ching Chen

Yi-Ben Tsai

Yan-chao Wei

ABSTRACT

Computer-aided instruction or network-based learning is a world-wide trend. However, the key factor for its implementation at classroom level is the teacher's perspective toward this curriculum reform. In order to explore the experience of the teachers' daily practice in the classroom, this paper first investigates the teaching materials, teaching strategies, school context, and the teacher education of the earth science in Taiwan's high schools. The beliefs and attitudes toward the network-based learning environment of these teachers are also studied. A questionnaire survey and a follow-up interview data from 73 subjects are collected. The possible ways of implementation of network-based learning on earth science are discussed.