

我們如何教基礎地球科學

蔡愛鈴 吳育雅

中正國防幹部預備學校

壹、前言

自從教育部決定辦理“改進高中數學及自然科學課程實驗班”之後，現任中央研究院院長吳大猷博士、教育部朱部長、高教司、中教司司長等部內長官，以及科教中心、台大、師大教授們曾多次蒞校參觀，實施各項評鑑。因為一般人都以為本校是一個軍事學校，可能偏重軍事課程，或師資不夠整齊，或有其他異於一般高中的狀況；事實上本校課程亦根據部訂課程標準，與一般高中毫無兩樣，軍事課程僅軍訓兩節。而實驗工作關係著全國高中的科學教育，是不容掉以輕心的，因此，正式在本校實施之前，教育部特別一再對本校設備、師資、教學活動各方面作深入的了解，科教中心還特別對本校學生實施智商及成就測驗，精選適當的學生編入實驗班。

國防部在本校教學和實驗設備方面給予相當多的支持與投資，以地球科學方面的設備而言，有專用的天文教室，內設反射及折射望遠鏡各4架，星象儀一座及各種儀器、大星座圖等；地質教室有各類岩石、礦物、化石標本和各式實體顯微鏡；氣象觀測園也是為配合新教材而於去年設立；此外全校120班，各班教室皆有閉路電視機及銀幕，每兩班有一台幻燈機；科學館有九間實驗室及兩間電影教室，都有投影機可供使用。

至於師資方面，以生物、地科老師為例，六位中有一位畢業於台大，三位師大，一位中興，及一位成大地科系；舊地科教材的教學以往皆由物理老師兼任。為配合實驗教學，自民國70年7月起，有11位教師每年寒暑假皆到師大參加地科研習，目前本校具有地科合格教師資格者計11位。

本校課程標準與一般高中完全相同，更由於沒有升學壓力，教學活動得以正常化，因此評鑑結果得到各級長官、教授們的信任，才正式開始這項新教材的實驗工作。

貳、課程沿革

(一) 最初計畫高一用的基礎科學 B，69 年 9 月起在本校試教，共計 12 個實驗班，由 4 位生物教師擔任，課程內容共計四篇，供一年級上、下兩學期使用，綱要如下：

第一篇：地球與生物

包含地球概論、生物起源、細胞、分類，生命延續與演化。

第二篇：自然環境與生物

包含土壤、水、大氣、太陽輻射等與人類息息相關的事物；生物因素及生物與環境的交互作用。

第三篇：生態系類別與生物適應

第四篇：環境保育

包含天然資源、人口問題、人類與自然環境。

亦即以人類自然環境為主題，綜合了地球科學與生物的知識。然因本教材在生物方面偏重生態問題，佔去大半學期，地科方面則有些與地理重複，部分地科教授也認為不夠充實。經過一年試教結果認為不恰當，而將生物與地科分開，重新改寫教材。

(二) 第二年改為基礎生物學與基礎地球科學二冊，分別於高一上、下學期實施，內容方面則有所增減，尤其基礎地球科學完全重新編寫，譬如地質礦物方面為王執明教授負責執筆、古生物為鄭穎敏教授、地球物理蔡義本教授、海洋陳汝勤教授、氣象蔡清彥教授、天文沈君山教授等，都是國內外知名的專家執筆編寫，其內容充實可想而知；基礎生物方面則沿用基礎科學 B 中生物部分加以修訂。

(三) 第三年沿用第二年的教材，參考教師及同學反應修訂，使內容更臻完善，這也就是今年九月全國實施地球科學教材藍本，經再一次修訂中。

(四) 目前本校進入第四年試教，一年級全面實施新課程，共 40 班（每班 30 人左右），其中 20 班上學期學基礎生物，另 20 班學基礎地科，下學期再互換，擔任基礎地科的老師共 4 位，地科本科系 1 位，生物老師 2 位，物理老師 1 位，皆為地科合格教師。

參、我們的研習活動

(一) 由於教師時數調配問題，生物老師必須擔任部分地科課程，因此四年前教育部特別敦聘教授們（丁有存、王執明、石再添、毛松霖、胡忠恒、孫克勤、諸亞農等先生）蒞校開課，讓本校教師進修。民國69年4月至6月間，經常於下班後還得還身為學生，上課到晚上9點半，星期假日還上野外實習，一共研習了有關天文、礦物、地質、海洋、地史等方面10個學分。

(二) 除外，更多次利用晚上時間，請本校地理老師開班講解有關地形、地質方面的問題，及請教物理老師有關物理、天文的問題。

(三) 三年中每年寒暑假均前往台大或師大研習教材一至三週。

(四) 學期中科教中心人員及編書教授，每月蒞校一次，舉行教學研討，每章授課後並寫報告、建議，作為修訂的參考。

(五) 幾年來，每星期一固定一至二小時，開教學研討會，商討該週進度及教材內容。

(六) 有三位生物老師於最近再參加為期13週的地科研習活動，正式取得合格證書。

(七) 三年來，一方面研習，一方面還要教學，經常忙到深夜還在對新教材逐字逐句探討，尤其教地科的，大多非本科系，基礎不夠深厚，在教學指引不及編印之情況下，常常就跑到同事家裏討論到半夜，另外也沒有輔助教具，還得自己設計製作投影片及幻燈片，其中辛苦是可以想見的，而且大部分試教的教師皆同時擔任2至3種不同的新課程，負擔實在很重，不過現在回想起來，多年來的辛勤學習，確實增加了許多知識與經驗。大部分的同仁都已離校很久，能有機會再進修不同課目，尤其受教於這麼多著名教授之下，的確非常難得。對我們自身而言，成果是相當豐碩的。

肆、課程內容

目前第二次修訂本的基礎地球科學共分為12章，分別敘述地殼物質、地質營力、古生物、地球內部構造、海洋、大氣及天文，本書編寫方式採取講述與實習並重，並列有野外實習，使學生在有趣的活動中學習，擴充對地球科學知識的領域。

一、教材系統

舊教材地科由天文開始，但由於天文需具備較多物理基礎，且既然人生活在地球，先應要有立足之地，則由日常生活易接觸到的題材入手亦可，因此經過多次辯論、討論，最後決定由近而遠，即由地質、海洋、氣象而至天文。

二、各章授課時數及進度

章 次	課 目 名 稱	授課時數	實 驗 (或媒體)	所需時數	合 計	備 註
一	導論	1			1	
二	地殼的物質	4	一認識礦物 二認識岩石	2 2	8	
三	地質營力	2	影片	2	4	
四	古生物	4	三化石幻燈片	1	5	
五	地質構造與地球的內部構造	4			4	
六	海洋	4	四海水鹽度的測定	2	6	
七	大陸與海洋	3			3	
八	大氣的結構	3			3	
九	大氣運動與天氣變化	5	五氣象觀測 六認識天氣圖	1	6 6	實驗六不另分配時間
十	太陽系及星象觀測	3			3	
十一	星球、銀河系和宇宙	2	七天文幻燈片	2	4	
十二	星球的演化	3			3	
總計					50	

註：1 實驗六不另安排時間，參考以下第三項說明。

2 實驗八野外實習需時1天。

三、實驗的安排與操作

實驗一：認識礦物

將礦物標本依其辨認的物理性質分成六桌，每桌觀察 12 分鐘，同學依序移換座位，最後剩餘時間，分組輪流至第七桌接受評量，其他同學整理報告。

第一桌：結晶形	第二桌：結晶形	第三桌：硬 度	第四桌：解 理	第五桌：斷 口
水晶、石英、白雲母、黑雲母、方解石、磷灰石	普通輝石、橄欖石、普通角閃石、石榴子石、黃鐵礦、磁鐵礦	莫氏硬度十種礦物及小刀、硬幣、玻璃、鋼釘	雲母、正長石、角閃石、方解石、螢石、閃鋅礦	石英、高嶺土、斜長石、石膏、赤鐵礦、滑石
第六桌： 顏色與條痕	第七桌：評 量	註：第七桌標本上無標籤或說明，祇給編號，由同學依前六項性質鑑定，應備有鹽酸、放大鏡、小刀、硬幣、條痕板。		
赤鐵礦、磁鐵礦、黃鐵礦、黃銅礦、黑雲母、石墨	石英、方解石、長石、滑石、石膏、磁鐵礦、赤鐵礦、黃鐵礦			

實驗二：認識岩石

準備兩套岩石標本，依三大分類各分為三組，所有標本皆僅附編號而不具標籤，由同學按分類的依據，自行判別各標本的名稱。

第一組：火成岩	說 明
花崗岩、閃長岩、輝長岩、橄欖岩、黑曜岩、安山岩、玄武岩、浮石	1. 依顆粒粗細分深成岩及火山岩。 2. 依顏色深淺分出酸性或基性。 3. 用放大鏡觀察岩石中的礦物組成。
第二組：沈積岩	說 明
礫石、砂岩、粉砂岩、泥岩、頁岩、石灰岩、燧石、貝殼石灰岩、白雲岩	1. 碎屑沈積岩依粒度分類。 2. 生物沈積岩中有生物遺骸的痕跡。 3. 化學沈積岩滴 HCl 起泡者為石灰岩。
第三組：變質岩	說 明
板岩、片岩、花崗片麻岩、大理岩、	1. 具有葉理者依葉理面及粒度分類。

蛇紋岩

2 大理岩滴HCl 起泡。

3 蛇紋岩為橄欖岩變質而成，顏色深綠至黑色，但有時含變質礦物如滑石等，一般家庭中綠色的地板、桌椅等屬之，但建材商常混稱大理石，應讓同學辨認兩者之不同。

實驗三：認識化石

因為時間不夠，不特別安排同學至實驗室看標本，由老師攜帶部分標本，在講課時配合課文內容給同學傳閱。

另外安排一小時幻燈片講解，除實驗三內容外，另加拍恐龍、始祖鳥、鸚鵡螺等幻燈片。（可參考讀者文摘出版：史前的生物）。

實驗四：海水鹽度的測定

曾做過一年，因為硝酸銀昂貴，且學生尚未學習當量濃度，另外在基礎理化下冊有相同實驗，因此建議刪除，改做原第一次修訂本中的實驗四：海岸沈積物。

實驗五：氣象觀測

實施本實驗前兩週，先規定同學分組觀察雲狀，上本實驗時配合圖片討論（可提供其他書籍的彩色圖片及幻燈片），再到室外觀察。

實驗六：認識天氣圖

沒有特別安排時間，配合課文第九章內容，參考天氣圖上課。同時規定晚自習時間收看氣象新聞，下學期上至本課，正逢梅雨季節，同學看到電視上的衛星雲圖及天氣圖符號，反應極為熱烈，另外臺灣新生報第三版每天皆有刊載，可讓同學由圖判斷並印證當天天氣狀況，學習興緻極佳。

實驗七：天文幻燈片

使用環華公司出版的宇宙幻燈片（共 238 張），配合錄音帶旁白，需放映 50 分鐘，其中最好適時停頓，補充說明，且錄音帶內容稍有錯誤。

實驗八：野外實習

第三年曾邀請台大王教授執明領隊至大崗山採集，今年班數太多，便利用春假，規定學生藉郊遊機會，或到自家附近郊外採集標本（岩石、礦物及化石等）自己分類命名，並觀察地質地形，共計收回標本 2000 塊以上，由教師整理鑑定後舉辦展覽，並徵求學生同意，選出較好的標本充實學校教材標本。

各校將來實施野外時，可以商請台大地質系或成大地科系的教授、學生支援，台大

及成大的老師都很熱心，對於推動地科教育不遺餘力，或者各校標本有難以鑑定者，可以寄至兩校鑑定，或酌撥車馬費，邀請研究生前往協助。

本實驗原是為本校同學設計，故採集地點為大崗山，已建議增列臺灣各地的地質考察路線。

四、輔助媒體

1. 第一章 導論——幻燈片

本校為軍事學校，首先便舉出一些由地科知識決定軍事行動的實例，另特別放映結晶漂亮的礦物幻燈片，及配合本書教材系統作簡介，並交待作業「我所認識的地球」，以了解學生的起點行為。

2. 第二章 地殼的物質——標本及影片

向國立教育資料館申請借用“由地底下產生的岩石”，“岩石與礦物”等影片，每片放映時間15分至25分鐘，都是國語配音。

3. 第三章 地質營力——影片

同上，放映“火山活動的律動”，“為什麼我們仍在山脈”，“冰川”，“臺灣的海岸地形”等影片，影片種類很多。都是實景拍攝，極為壯觀，有些班級時間不夠，甚至利用自習課前來觀賞。

4. 第四章 古生物——標本及幻燈片

石燕標本可在中藥店採購，價錢便宜，多數同學對化石較無概念，會問出“把它敲開來，裏面有沒有肉？”或“以前的人為什麼把它們埋在岩石裏面？”等問題，有時令人啼笑皆非，但却是教育的最好時機。

5. 第五章 地質構造和地球的內部——模型、幻燈片

地質構造宜配合模型讓同學了解岩層之關係，並多放映臺灣各地露頭構造的幻燈片，地震方面有影片（火山活動的律動一片中即有），地球內部則有模型可用。

6. 第六章 海洋——掛圖、圖片

需有海洋地形圖；牛頓雜誌、地球的奧秘等書中圖片亦可參考。

7. 第七章 大陸與海洋——透明片、參考書

課本上的圖片較複雜，可製作透明片分層講解，牛頓雜誌第六期的圖片亦可參考。

8. 第八章 大氣的結構——透明片、模型

可以用透明片或繞日公轉模型說明季節、晝夜及太陽光入射角度的變化。

9. 第九章 大氣運動與天氣變化——透明片、幻燈片、圖片、影片、氣象新聞

大氣環流、氣團源地、鋒面、颱風結構等圖較複雜，用透明片分解動作，逐步說明後，觀念即易清晰；雲狀的描述需要經驗，宜讓同學多看圖片或幻燈片；教育資料館也有“氣象衛星”等影片；其他如收看新聞氣象或新生報上的天氣圖都是很好的輔助媒體。

另外本校在上學期三年級實驗班在上地球科學第三冊時，曾分配高三同學每日輪流定時到氣象觀測園記錄，高一同學可於觀測時間內到科學館和學長一起觀測。

10. 第十章至第十二章 天文——幻燈片、天文快報、牛頓雜誌

除使用幻燈片外，圓山天文台定期發行的天文快報皆張貼於科學館一樓，另外牛頓雜誌去年開始發行，實在給我們許多應時的幫助，上課中隨時要抱著好幾期帶給同學看，牛頓又厚又重，而且一年傳閱下來早已破舊不堪，希望該社早日發行幻燈片，對於地科的教學將是功不可沒。並希望國內多支持類似的期刊雜誌發行。

五、參考資料

關於地球科學的參考書相當多，尤其近年來國內出版了許多青少年科學百科全書，都有參考價值，在此僅列出我們較常用的幾本中文書，以供參考。

書 名	作 者	出 版
地球科學（中山自然科學大辭典第六冊）	王雲五主編	商 務
普通地質學	何春蓀	五 南
地質學（共四冊）	梁繼文	遠 東
臺灣地質	林朝榮、周瑞燦	茂 昌
臺灣地質概論（台灣地質圖說明書）	何春蓀	經 濟 部
臺灣的地形景觀	王 鑫	渡 假
地球的奧秘		讀者文摘
地球科學的爭論	陳奕亮譯	大 中 國
海洋的誘惑	馮鵬年	中 視
地震百問	劉大年	中央氣象局
大氣科學	戚啓勳	大 中 國
最新地球科學	戚啓勳	
出門看天氣	馮鵬年	中 視

颱風百問	劉大年	中央氣象局
天文漫談	沈君山	中華
天文新語	沈君山	中華
奇妙的星星	馮鵬年	中視

伍、結 語

礦物是自然界最美的原始產物，上過礦物實驗後，經常遇到同學從學校裏裏外外揀小石子來問是什麼礦物，有時歡天喜地的捧著操場的砂嚷著告訴你：『老師，這裏面有水晶呢！』，舉行班級郊遊回來，就如獲至寶地帶來一堆板岩、石英，靦靦地說：『老師，送給你一樣東西』。有的同學在日記、作文上寫著：「以前祇知道大理石和鵝卵石，看到石頭就一脚踢開的，真沒想到學問還這麼多！」

大體上這門課程內容與人類有密切關係，在生活周圍隨處可取材，因此大部分學生很有興趣，學習過程也主動積極，問題特別多，為滿足學生求知慾，教師必須不停地相互研討，多看各種資料期刊。

由於目前國中尚未有這門課程，多數同學完全沒有基礎，對於地科中的許多新觀念會感到好奇，難以置信，例如大陸漂移，太陽系以 200km/s 的速度公轉等問題，但也有少部分較深教材學習起來較為吃力，諸如地磁、布蓋異常或波震等。另外教學時數不夠充裕，且部分插圖較複雜，說明也不夠，以致少部分學生學習效果較差。

今年全國實施後，科教中心將提供輔助教具，教學指引也已完成，且第三次的教材修訂，據悉已刪除艱深部分，且篇幅大大減少，則屆時在本校所發生的問題將不會再發生，相信將來擔任課程的老師一定能更勝任愉快。

另外教育部指定十所高中自今年九月起試教本教材，再作二至三次修訂。

陸、致 謝

在四年試教過程中，每月教授定期蒞校指導，吳大猷先生及朱部長曾先後蒞臨多次，對此項實驗極為關懷重視，給我們精神上很大的鼓勵，每回教授不辭辛勞遠來，解決

我們的困難，提供各種教學資源，常常使我們又重新得力，也倍加體認這項工作的任重道遠。本校長官在教學過程中亦全力支持，供應充裕而完善的教材教具及各項設備，我們的教學才得以順利進行。在此特別向所有長官、諸位教授先生致上十二萬分的謝意。

古中國科學管窺

——青銅器

— 編輯室 —

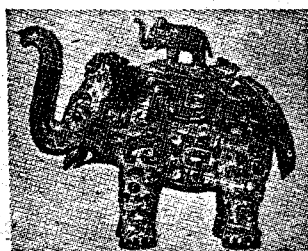
時代的劃分，以石器、銅器、青銅器、鐵器為發展歷程的分野。

根據小屯出土的殷代祭器、武器，推定古中國在紀元前十四世紀初葉盤庚——紀元前一四〇一年當時青銅器的發展，已具見頗為高級的成就。

安陽宮殿遺虛舊跡發現之青銅器，有斧、鑿、刀、鏹等工具；鏃、弓弣、鉞、刀、戈、矛、青銅甲冑、鐸、鈴、虎錡等武器及響器，尤值稱道的是：鐘有三個為一組的，顯見當時于音階知識，亦有相當了解。



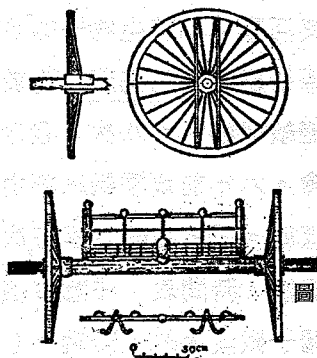
圖一 青銅器 司母戊鼎



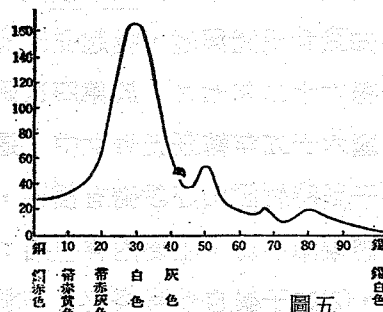
圖二 青銅器 象形酒器



圖三 青銅器——武器
右：刀 中：戈 左：矛



圖四 戰國期車馬坑
第十六號車復元圖



圖五

青銅為銅錫之合金考工記有六齊之載，青銅製品：鐘、鼎、斧斤、戈戟、大刃、殺矢、鑿燧等，鐘鼎成分列為「金六錫一」，按文字含義，可釋為二義，一為「金」代表已鑄成的整體，「錫」為全部重量的六分之一，因此銅與錫的百分比當為：83.3：16.7；一為銅錫之比為銅一對錫六分之一，化為百分比則成：85.7：14.3