

地球行星影集專欄(一)

本刊編輯室

前 言

本年三月中旬，教育部科學教育指導委員會主任委員吳大猷先生告訴我，美國IBM公司製作地球行星錄影帶影集，準備送給我國學校使用，先安排看其內容並研討如何推廣。得到吳主任委員指示後，本中心立刻與IBM公司端木儀氏小姐連繫，借錄影帶及相關資料並邀請本校地球科學系李春生主任，陳培源教授與本中心人員共同觀察錄影帶及教師手冊，發現地球行星影集不但拍攝得很好，其教師手冊亦編得很完美，不但有教學目標、教材用法、錄影帶看前及看完後之討論問題、學生講義及實驗範例等應有盡有，可做我國地球科學教學時很好的輔助教材。自民國七十三學年施行的國民中學及高級中學課程標準，均設置地球科學課程，雖然教育部、廳、局均積極開發製作地球科學教學媒體，配合地球科學課程教學之用，惟因時間與空間的限制，所製作的仍嫌不夠。IBM公司及時推出地球行星影集，相信對於新科學課程地球科學之教學極有幫助。因此報告吳主任委員結果並請教育部中等教育司湯振鶴司長轉報告李煥部長。李部長在4月8日邀請吳主任委員大猷先生、IBM臺灣分公司總經理 Lennon 先生，國內地球科學專家學者，部廳局教育行政人員及本中心人員，假教育部簡報室放映地球行星影集第一集，並研討如何推廣事宜。會上決定：(1)盡早將所有的資料翻譯成中文，(2)以中文字幕方式在公共電視播映，(3)以國語配音方式製作錄影帶拷貝，透過部廳局教學媒體的管道推廣至全國各中學為教學時的輔助教材。於是本中心邀請本校地球科學系積極進行資料之翻譯及事宜。六月廿五日，IBM臺灣分公司總經理 Lennon 先生致函給李煥部長將版權贈送我國教育部，即IBM公司允許地球行星影集資料的中翻，影帶的中文配音及分配至所有中學使用，惟以教育目的為限。七月底整個翻譯工作完成，八月底以教育部中學科學教學資料叢書方式出版地球行星影集一冊，地球行星影集教師手冊七冊。九月廿二日

新聞局招待會介紹地球行星影集並決定九月廿六日開始，每星期五下午九時中視公共電視播出。十月十七日分爲十六集的教學錄影帶的國語配音完成。目前已開始積極進行拷貝及推廣工作，相信不久的將來在各中學均能發揮其功效。

在學校即將使用地球行星影集爲教學輔助教材以前，簡單介紹其來龍去脈，最後感謝IBM公司使用七百多萬美金經費拍此影集並慷慨的將其送給我國使用。同時感謝吳主任委員大猷先生、李煥部長的英明領導，使本影集在最短時間內能呈現在全國各界人士及學生面前，本中心同仁以能參與其工作爲榮。

魏明通 國立臺灣師範大學科學教育中心

IBM公司贊助提供

「地球行星」電視影集

1. 7部片長1小時之影片，分別爲：
 - (1) 活的地球
 - (2) 藍色的星球
 - (3) 謎樣的氣候
 - (4) 來自地球外面的故事——恐龍絕滅
 - (5) 地球的恩賜
 - (6) 太陽海
 - (7) 地球之命運
2. 14個半個小時長的教學單元。
3. 版畫藝術之動畫。
4. 替國家地理製作有九年經驗的製片專家。
5. 美國國家科學院參與製作。
6. 每部均由90位學者或科學家審查通過。

七部影片節目內容簡介

(1) 活的地球

幾乎每天地球上的海洋不是增大便是縮小，而大陸被撕裂成塊。我們以為「穩固」的地球根本不穩固，這部影片談的是板塊構造學說的故事。此學說是本世紀最令人震驚的大發現，也是所有歷史中最偉大科學革命的一種。它費時60年之久，終於了解地球正像益智分合圖的斷塊合併而成一幅有意義之圖畫，因之使吾人對於地球行星有了新的認知。

(2) 藍色的星球

令人難以置信的，在20多年前仍認為無知處女地的海洋世界，今天化學家、物理學家、海洋學家、以及氣候學家，作第一次全球性的攜手合作齊來探索海洋，且思作為了解地球之種種遠大應用。

(3) 謎樣的氣候

今天最偉大的科際整合工作，可說是對於全球氣候全盤理論之研討。什麼使得氣候改變？而又為什麼改變？可知的事實是氣候無可避免的隨季節變化。研究者正在各地，包括南極尋找答案。南極的冰保存了過去氣候之完整記錄，很可能對解開未來之氣候謎題，有舉足輕重之處。

(4) 來自地球外面的故事

對於我們鄰近星球令人驚訝之探測，證明地球是太陽系中獨一無二的星球，在這一小時節目中，我們知道小行星如何殺死恐龍，以及對於地球生命之撞擊。最後達爾文之學說又將如何面臨挑戰？

(5) 地球之恩賜

阿波羅號上的太空人是第一個觀測地球如同一個閉合系統的人。“那兒只有如此少的空氣和水”，這需要一種很懂事的諒解到資源是什麼？那兒可找到？如何發現它們？以及科技會加強供應以便作更多及更佳之利用。地球科學工作者為找尋新資源站在最前線，但他們也同時尋找新的替代品。

(6) 太陽海

如果你不了解太陽，你便無法了解地球是一個活生生，精力充沛的傢伙。過去20

多年科技之勝利又引發了許多新問題：太陽之輸出能源固不固定？太陽黑子激烈的影響氣候嗎？我們將假想有一次太陽核心之旅，而將面對一些刺激有趣之新神秘以及報導週遭的一些新發現。

(7) 地球之命運

未來 10 年內最熱門之科學話題是——生命在製造及改變地球扮演什麼角色，而相反的地球動態的作用又如何對生命之演化有所影響？另一個大挑戰是去了解“地球圈”以及“生物圈”如何緊密的相互關聯？有一些答案可能對於地球行星之過去以及將來均會有光明之啓示。

地球行星影集

第一部影片「活的地球」

教師手冊

給老師：

「活的地球」是「地球行星」新影集擬探討目前地球科學現狀七部影片中之第一部，且在世界各地完成拍攝工作。本影集將帶你及你的學生進入一個地球物理之動人世界，如同許多專長訓練之科學家一樣的來探索這個具有生命之星球。本影集由匹茲堡 WQED 公司與美國國家科學院共同製作。

本片主要介紹板塊構造學說。許多證據顯示地球之表面並非持續不斷，而應糾正為斷成 12 大塊（見投影樣本 B）而每一斷塊在百萬年來又不停的移動。大部份由於演化以及這種板塊移動，才帶給吾人今日所見之地貌。巨大無比之力量滙集在板塊之邊界，便造就了地震及火山等種種激烈的徵兆。

本片將給學生一種動態又時時改變之地球看法。跟 30 年前所持穩定地球觀念迥然不同。另外同其他六部影片一樣，在本片 1 小時放映時間中，將重點放在科學之學習過程上。用戲劇式的表達方式，經常充滿爭論及強調科際整合類型之活動。所以沒有一個假說會被過度保護而不受質難，也沒有不接受挑戰之學說存在。

IBM 公司為本影集之負責保證人，代理及準備兼發行這些教材，希望你會鼓勵你的學生去充分認知我們這顆地球行星。且稱呼它為「活的地球」。

教學目標：

當你的學生看完此片，使用了這些教材後，他們應能夠：

1. 討論板塊構造學說這種概念。
2. 追蹤此觀念形成之歷史，以及認識一些支持此觀念的重要自然現象。
3. 在地質年代表上，指明那些現象曾經發生過。
4. 討論地球磁場正反現象之應用。
5. 對於放射性元素定年及其他能夠建立地質年代方法之認識。
6. 描述地震及火山發生之原因及分佈。
7. 利用板塊構造學說為例，說明科學家如何針對一個問題搜集資料進而形成學說，以及當有新的資料加進來時，又如何修改學說。

本套教材之內容：

1. 教師手冊
2. 學生講義 11 種
 - (1) 國際地球物理年：地球行星年
 - (2) 板塊構造學說：一個概念的孕育
 - (3) 漫舞的大陸：板塊構造學說(I)
 - (4) 動盪的地球：板塊構造學說(II)
 - (5) 大陸漂移：(地圖及說明)
 - (6) 活的地球：專有名詞解釋及觀念
 - (7) 地質年代及我們如何說出時間
 - (8) 放射性同位素：隨機衰變及天然時鐘
 - (9) 具磁性的行星
 - (10) 證據之調整
 - (11) 地質年代表
3. 三張投影片樣本
 - (1) A. 地球上各大陸分佈圖
 - (2) B. 板塊之界限
 - (3) C. 地震及火山帶

教材用法及使用順序：

1. 展示影集之海報可張貼並且要求學生討論第一片「活的地球」有一國際符號影像，這代表了此類影片之主要意義安在？
2. 複習在教師手冊中登錄之「未看前之討論問題、研究計劃及研討專題」，但是只挑選那些適合你班級程度之問題便可。
3. 複印及分發學生講義給學生，那對你課程學習有加強效果。
4. 當此影片在公共電視頻道出現時（在美國為1986年1月22日星期三）指定學生在家觀賞。（連絡你的地方公共廣播服務站（PBS），求證正確放映時間）或轉錄節目而在課堂上使用。
5. 利用在此教師手冊內登錄之「看完後之討論問題，研究計劃及研討專題」，進行教學。

未觀看前之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 在此系列影集中之第一部影片名叫「活的地球」。是否你的學生已想到有朝一日地球會被認為是「活的」？地球跟一些有生命之東西的共通點在那？這是二端都沒打結的問題，一方面沒有了來自太陽能量之供應，則此活躍之地球就成了冷酷而毫無生氣之場所了。但是地殼板塊之移動又活像有生命之物在移動一樣。
2. 複印並分發學生講義(1)“國際地球物理年：地球行星年”給學生。設立國際地球物理年之意義何在？（引導全球作地球之物理性質及運作之研究）。多年工作之績效又如何？（例如發射科學研究衛星及地球探測儀器，發現范艾倫放射帶，對地球冰雪之量的科學估計比以往增加了四成，均算為研究之成績）。
3. 參與國際地球物理年工作之科學家只有一種或多種？（多種）。要學生思考科學研究是否越來越需要科際整合？學生能夠區分地球科學中有許多不同之研究領域嗎？
4. 提醒學生想放置一個探測儀或其他儀器在不甚厚之地殼底下之努力不曾順遂過，所以科學家又是如何研究地球之內部呢？課堂成員中有誰能夠舉例指出一些間接方法可以利用？（例如火山、地震活動、溫泉、間歇噴泉、或其他星球之觀測等）。
5. 將地圖或地球儀顯示給學生看。要他們思考大陸就像益智分合圖上的小斷片，看看他們能否看出一些顯而易見之拼合處？也可利用投影樣本A“地球上各大陸

分佈圖”，複製一些讓學生切下各大陸，而嘗試著去拼合它們，從此種練習中能領悟出什麼道理？（各大陸可能以前曾經密合在一起）。課堂上能提出什麼反對大陸曾經漂移過之意見（最可能的為各大陸拼合之情形並不理想，所以像這樣塊狀物，很難改變它們之位置）。基於學生對地球構造之起碼知識，他們能提出大陸藉著何種方法而能夠移動？

6. 複印並分發學生講義(2)“板塊構造學說：一個概念之孕育”。要求課堂成員討論韋格納這個人及他的簡史。是否能認識另外想法的一些科學家，他們所創之學說都必等到證據充分之後，方才成氣候（例如：哥白尼、孟德爾、達爾文、愛因斯坦）。要學生替講義中提到的科學家作研究，並且在課堂上報告。
7. 複印並分發學生講義(3)“漫舞的大陸：板塊構造學說(I)”。板塊構造學說主要論點是什麼？（地殼並非持續不斷的，它破裂成許多板塊，這些板塊又一直在移動），什麼力量驅使這些板塊移動？（地球內部的對流圈，可能由於地核內部放射性同位素之衰變產生許多熱而引起對流作用）。
8. 要學生確認出講義中所提到的四種不同板塊界限。什麼是對應於四種板塊界限之地形特徵？（擴張帶——洋裂谷或洋脊；隱沒帶——海岸區；大陸板塊碰撞區——褶皺山脈；轉形斷層系統——無明顯特徵地形）。什麼又是各種板塊界限之移動方式？（擴張帶——向外擴張；隱沒帶——常是海洋板塊在一海溝處隱沒到大陸板塊之下；大陸板塊碰撞區——將地殼物質向上逆衝而形成山脈；轉形斷層系統——板塊彼此擦身而過，既不製造也不損失新的地殼物質。
9. 學生可從製作一個轉形斷層之簡單模型（將二塊硬紙板像講義上之繪好圖形一樣剪下便成了）窺出轉形斷層系統之移動方式。
10. 問學生對地震發生之原因有什麼意見？問學生為什麼地震總在某些地方較多，而另外一些地方較少？要課堂成員對1755年葡萄牙里斯本大地震，1906年舊金山大地震，以及1985年墨西哥城大地震作報告。什麼原因引起了如此震天動地的地震？
11. 複製三張投影樣版成三張透明片，這些透明片便可一一疊置，最後甚至同時三張均疊在一起。但注意每張在四角落的特殊記號要一一對齊。

樣版A：地球上各大陸分佈圖——表示地球上海陸分佈。

樣版B：板塊之界限——劃分12大板塊，箭頭表示各板塊之移動方向。

樣版C：地震及火山帶——在其與前二張疊置在一起，很快的看出地震火山帶與板塊界限大部份吻合。

這些樣版均可供作課堂上討論之輔助教材，也可翻拍成照片夾在學生之講義袋或作業簿裡，例如要學生將地震火山帶置放於板塊界限上，或研究人口密度而

將此項資料置放於樣版上。

12. 靠樣版C的資料問學生世界上地震最頻繁之處是那些地方？美國的那些地方又是最易地震處？（主要沿著加尼福尼亞海岸）。在樣版上，上回研究的里斯本、舊金山及墨西哥城又位在那兒？還有那些大城市是落在地震活動帶上？
13. 複印及分發學生講義(4)“動盪的地球：板塊構造學說(Ⅱ)”到目前為止，學生對地震發生真正原因跟他們舊有的想法差距有多大？你可要學生繪圖說明那一運動方式會在隱沒帶或轉形斷層上各造成地震（可從利用學生講義(3)上之圖開始）。
14. 在課堂前方將內盛一壺水的燒杯加熱來示範對流圈。當水開了時，要學生趨前來看後，丟下一些紙片下去，他們將會看到紙片會被對流作用的水在某些地方湊合在一起，而在某些地方分離。
15. 複印及分發學生講義(5)“大陸漂移”。且要學生看講義上附帶之圖及研讀講義內容，他們認為盤古大陸（Pangaea）是什麼東西？（全部大陸的集合體）。像掛在這兒之地圖，大陸之漂移對恐龍之到處分佈有什麼意義？居然千哩之外沈積物中藏有完全一樣之化石。在南極的煤礦藏是否指示有一陣子氣候相當溫濕，曾有植物生長的很茂盛？大陸漂移強而有力之證據之一就是它符合了許多觀察的事實。其次便是他跟板塊構造學說也不矛盾。現在學生已了解板塊構造學說，也學習了四種不同類型之板塊界限。要學生再討論板塊構造學說中有韋格納所欠缺的——那就是具有了一種力量，能夠讓地球表面上的大陸漂來漂去。
16. 問學生我們如何知曉百萬年前之事？有關化石紀錄的事，他們知多少？曾經學習過沈積及地層嗎？地質年代？碳-14或其他放射性定年？地球有多大年歲？現在可複印及分發學生講義(7)“地質年代及我們如何說出時間”。要某位學生上台報告赫登（James Hutter）之貢獻，再叫另一位說明“指時化石”是什麼？
17. 用學生講義(11)“地質年代表”讓學生熟習地史上常談到的“代”。要求學生將板塊主要移動的時間（可在講義(5)中找到）跟此地質年代表互相對照。
18. 為了讓學生了解同位素衰變及介紹自然界隨機的概念。複印及分發學生講義(8)“放射性同位素：隨機衰變及天然時鐘”，並指導他們進行下面的“統計學上衰變”練習。

教學目標：

- (1) 繪出一條半衰期之曲線，跟衰變定年常見到的一模一樣。
- (2) 學習如何取樣、會總、繪圖及分析資料。
- (3) 介紹自然界隨機的種種例子。

步驟：

- (1) 班上每個成員發給 10 個銅板。
- (2) 每人均同時丟 10 個銅板。那些銅板人頭已朝上的，代表了衰變成爲子原子的，就淘汰出局。下一回再丟銅板，只限於那些人頭不朝上的才可拿來繼續使用。
- (3) 每位學生紀錄他們所得人頭沒朝上之銅板數目，把它標示在學生講義(8)之“單一學生”且標示 1 半衰期的位置上。
- (4) 老師或某一位學生則負責將全班之人頭不朝上之銅板數目總合紀錄在黑板上，同時也紀錄在講義紙上寫“全班”的記錄那一行上。
- (5) 丟銅板之事繼續第二次，但提醒同學，人頭不朝上之銅板，不管有多少，方可繼續丟。且全部要丟。像步驟(3)和(4)，那樣計算、登錄及列表，但這是第二個半衰期。
- (6) 繼續丟銅板直到全部銅板均是人頭朝上爲止。不必訝異有些銅板丟了 8、9 次之後人頭還不朝上。
- (7) 算每一半衰期之後幸存母原子之百分比，四捨五入到小數 1 位便可。
- (8) 在格子紙上依百分比及相關之半衰期座標劃點，也將“全班”的統計數據如此作。
- (9) 將各資料點串聯繪成一平滑曲線，對不同資料（譬如每人及全班的）用不同色筆來劃該曲線。
- (10) 當 1986 年 1 月 22 日星期三美國公共電視頻道出現了第一部影片“活的機器”時，要求學生在家收看（但務必跟地方性公共廣播服務站聯絡，求證你居住地方播出之正確時間）或老師轉錄，帶到學校，供學生觀賞。也建議你事先讀學生講義(6)“活的地球：專有名詞解釋及觀念”並且在看的時候也在你週邊，以便隨時翻閱。

※注意事項：

- (1) 在第二次半衰期後，也許有的同學已經無銅板可再丟了，但有的必需等到 5、6 次之後，這就證明了衰變過程之隨機性。只有少數幾個銅板隨機衰變之結果跟理論值會不太吻合，但是“全班”的那一條衰變曲線通常較吻合。
- (2) 較多“原子”在含放射性元素之礦物之初期衰變，結果在地球歷史初期有較大的熱能散逸，同時熱流散逸之速率跟今之比以後還會減弱。

看完後之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 再思考一次未看前之討論問題 1。

●現在你的學生已看過影片了，要他們完整的回答下列問題：

2. 對於地球什麼是已往全然不知的？什麼特別令他們驚訝？
3. 像此板塊構造學說被認同的程度如何？學生了解那些是重要的證據嗎？
4. 要學生寫一篇說服力強之短文去支持韋格納的大陸漂移，用的是他們剛看過的“活的地球”所學到的知識，一定要拿出證據來才有說服力。
5. 如果學生們有困難了解地磁場之反向，你要複印及分發學生講義(9)“具磁性的行星”並且加以討論。

6. 下面是一些小測驗：唸大聲一點要學生將正確答案寫在一小片紙上：

- (1) 地球是由一金屬地核，一熱的地函及 (a)連續的薄地殼 (b) 12 塊地殼板塊 (c)大陸地殼漂在水上 (d)一厚而重之地殼所構成

答案：(b)

- (2) 板塊移動是靠著 (a)上升之對流圈 (b)重力之牽引 (c)源自太陽的能源 (d)輸送帶 (e)地球磁場

答案：(a)

- (3) 在恐龍時代包含所有大陸塊的超大陸叫 (a)岡瓦納古陸 (b)狄斯耐樂園 (c)盤古大陸 (d)歐亞大陸 (e)歐洲

答案：(c)

- (4) 韋格納爲了發現板塊關係所作探險活動到了 (a)南極洲 (b)冰島 (c)非洲 (d)格陵蘭 (e)盤古大陸

答案：(d)

- (5) 板塊界限不包括 (a)轉形斷層 (b)溫泉 (c)隱沒帶 (d)擴張帶

答案：(b)

- (6) 隱沒帶包括 (a)海溝 (b)擴張中心 (c)褶皺山脈 (d)轉形斷層像聖安底列斯斷層

答案：(a)

- (7) 地磁北極 (a)接近地理南極中心 (b)接近赤道 (c)接近地理北極 (d)接近地核中心

答案：(c)

- (8) 1906 年蹂躪人的舊金山大地震發生在那一類之板塊界限上 (a)擴張帶

(b)隱沒帶 (c)褶皺山脈 (d)轉形斷層

答案：(d)

7. 複印及分發學生講義(10)“證據之調整”並要求學生按照作業上之指導從事，找出一些證據與板塊構造學說有關的為1、2、4、5、及8。

致 謝：

“地球行星”影集是匹茲堡WQED公司跟美國國家科學院共同製作，資金是IBM公司提供，主要的贊助基金來自Annenberg/CPB計劃，這也同時支助許多大學之廣播課程。應致謝的與此影集有關人員（現省略）。但值得一提此教材是由IBM公司提供。

投影片樣本：

- (1) A. 地球上各大陸分佈圖
- (2) B. 板塊之界限
- (3) C. 地震及火山帶