

地球行星影集專欄(四)

地球行星影集

第四部影片「來自地球外面的故事」

教師手冊

給老師：

在「地球行星」系列影集中的第四部是「來自地球外面的故事」，以太陽系中一員的較大思想脈絡來探討地球。這個小時像科學家要找尋有關地球行星起源和性質等根本問題的答案，是一個去到太陽系最遠所及的宇宙，然後又再回返的探測旅行。

在過去的三十年中，我們對於太空鄰居的知識增加相當多，當我們研究其他太陽系家族中的行星時，我們會發現牠們之間有極相似和相異的地方。這些資料提供我們對地球有許多的猜測。地球是個封閉的系統嗎？或與天空中的其他鄰居有相互影響？這些近鄰在行星發展過程或地球生命歷史上扮演什麼角色？從尋找外面的世界的了解，對地球的過去和未來，我們可以學到什麼？

編進「來自地球外面的故事」中的，其實是科學本身的故事。從它如何形成、試測、修改和放棄定理，改由更週全的具體世界模型來取代它們。本影集所涵蓋乃科學之一領域，即太陽系的探險，將吸引大部份學生的想像力。在觀看這電視影集和利用這些教材的節骨眼上，有二件重大的新聞：哈雷彗星的路徑和航行者2號太空船已航行碰見天王星——這是我們首次如此靠近這個巨大而神秘的星球。

IBM是「地球行星」影集的負責保證人，受命於推展和分配教材，希望用於教室中的「來自地球外面的故事」，會使奇妙的科學領域更易為你的學生接受，也更激勵人心。

教學目標：

在你的學生看完「來自地球外面的故事」，和使用這些教材之後，他們應能：

1. 顯示對太陽系組成份子，增加了熟習的程度。
2. 討論地球和其他星體間的關係，相似和相異處。

3. 列出最近太陽系探測最精巧的部份，和說出繼續這種探測工作有其重要性的理由。
4. 找尋有關其他星球，特別是火星和金星科學知識的成長。
5. 以恐龍滅亡為例子，討論“大屠殺”滅亡的相關理論。
6. 確立一些研究星球值得特別探索的領域，以便我們能夠獲得較多有關地球知識，試舉例加以說明。
7. 敘述一個可行的理論的特色，和討論科學步驟中“自我修正”的特質。

本套教材之內容：

1. 教師手冊
2. 學生講義 11 種
 - (1) 遙遠的一面鏡子（為什麼我們要研究行星）
 - (2) 行星探測 (I)（目前太陽系探測的概況）
 - (3) 行星探測 (II)
 - (4) 十億年來的轟擊（隕石和其他外來天體的交互影響）
 - (5) 1936 年和 1986 年的火星
 - (6) 行星和衛星 (I)（太陽系的 16 個月亮）
 - (7) 行星和衛星 (II)
 - (8) 恐龍之死
 - (9) 舊及新的理論 (I)（科學如何“自我修正”）
 - (10) 舊及新的理論 (II)
 - (11) 智慧和詞彙（一個填字遊戲）
3. 一張投影片樣本：勞威爾（Lowell）所看見的火星和我們所看見的火星。

教材用法及使用順序：

1. 展示這影集海報和要學生討論此第四部影片「來自地球外面的故事」上的國際性符號 ☉ 影像是什麼含意？它們似乎牽涉到那一類的科學領域？
2. 複習在教師手冊中所寫的「未看前的討論問題、研究計劃和研討專題」，但只挑選那些適合你班級程度的部份。
3. 複習學生講義和複印並分發適當的講義給你班上學生。

4. 在 1986 年 2 月 12 日星期三美國公共電視播送“來自地球外面的故事”時，指定學生在家收看。（先詢問你的地方公共廣播服務站，確定播出日期和時間）或轉錄到課堂上使用。
5. 利用教師手冊中的「看完後的討論問題、研究計劃、和研討專題」，並複印及分發適當的學生講義。

未去觀看前之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 太陽系由多少個行星組成？（9 個）。那一個最靠近太陽？（水星）。那一個距太陽最遠？（冥王星）。地球相對於太陽的位置在那兒？（距太陽第三近）。那一個行星最大？（木星）。那一個行星最小？（冥王星）。
2. 在班上的意見中，那些行星最像地球？（可能是金星和火星）。為什麼？他們能列出那些相似處？（例如：固態的表面、有大氣、火山、很靠近太陽、火星有極冠）。那些行星最不像地球？（四個氣態巨大的星體：木星、土星、天王星、海王星）。學生相信有生命在地球以外的行星及月亮上嗎？那裏有呢？如果沒有，又為什麼沒有？
3. 就我們所知，什麼條件讓地球上生命？（例如：液態水、適宜的溫度範圍、碳和大氣）。
4. 要學生提出為什麼我們要探討行星的原因。（也許答案包括有：純是好奇心、找尋生命、或找尋新的礦產資源、探索有關地球本身問題的答案）。複印和分發學生講義(1)“遙遠的一面鏡子”，從科學家研究行星中獲得何種有關地球的資料？（例如：侵蝕和氣候學上的資料）。
5. 地球是一個封閉的系統嗎？學生能指出地球和太陽系的其他成員間有何相互作用？（例如：由太陽來的光和熱，和由月亮而來的光；月亮重力和潮汐間的影響）。
6. 30 年前對太陽系知識貢獻最大的是何種發明？（望眼鏡）要求學生查尋並報告有關望眼鏡的發明，有些則報告伽利略所觀測到的木星的四個衛星，這個發現帶來怎樣的衝擊？（終於證明以太陽為中心的太陽系模型）。何種近代技術發明增進我們對太陽系的知識？（資料電腦處理、無線電望眼鏡、光譜圖像、人造衛星、太空船登陸月球、無人太空探測飛行）。
7. 複印和分發學生講義(2)和講義(3)“行星探測(I)和(II)。人類曾經登陸其他行星嗎？（沒有）。有那五種無人操作之星際互訪活動類型？（掠過，大氣探測器

，環繞人造衛星，表面撞擊及安全登陸)。要學生推測這些類型之互訪中能得到什麼資料。例如：那些是可從環繞人造衛星中得知，而無法從實際登陸得知？(整個行星表面的詳細製圖，行星磁場的變化，大範圍內短時間現象的觀測，如暴風雨或火山爆發作用)。那些是可從實際登陸中得知，而無法從環繞人造衛星得知？(如大氣壓力、大氣組成、土壤成份、近距離照相)。航海家太空船探測計劃只是掠過，相對於環繞人造衛星或登陸的最大優點是什麼？(單獨太空船從旁飛過航行，能夠獲得許多行星的資料)。

8. 再次參考學生講義(2)和(3)。指定學生選一個行星和研究曾拜訪此行星的飛行任務。例如：我們常常拜訪的金星和火星；學生們可以報告一次單獨飛行任務，或一系列飛行任務。我們從每個行星的無人探測器上得知什麼？
9. 指定學生報告數位有重要貢獻的天文學家，如：哥百尼、伽利略、刻卜勒、牛頓、赫瑟爾、勞威爾。他們每個人的最重要成就是什麼？每個人如何對太陽系的模型作改變？要其他的學生報告行星的發現。那些行星是希臘人和羅馬人早已知道？當時他們以為那是什麼？那個行星是最近才發現的？指出即使在今天太陽系的知識也在逐漸成長，像發現新月亮和揭曉鄰近行星的一些新細節。
10. 也許有些學生對調查報告古代中國和阿拉伯人在天文上的成就有興趣。丹尼爾·博斯汀 (Daniel Boorstin) 的“發現者”是一本好的百科全書，可以是一個開始著手的地方。古代阿拉伯人和中國人對太陽系的模型和歐洲人有何不同？
11. 彗星和流星是百年來迷人的東西，要學生探尋一些有關他們的迷信聯想。例如在莎士比亞的劇中，流星被認為是什麼含意？(他們被認為是災害的預兆，邦城的謀刺事件或毀滅)。指定其他學生探究有關哈雷彗星出現情形，最早的記錄在何時？哈雷彗星的再度出現是什麼意義？哈雷先生對使我們了解彗星的貢獻是什麼？(他是以彗星像太陽系其他成員一樣繞日運行為前提假設下，認為這一個彗星是規則的出現，並預言會出現，因之以後命名此彗星叫哈雷彗星。)
12. 要學生互享他們所知道中的火星知識，它在那方面像地球？那方面和地球不同？他們知道有關火星上有生命的最普遍說法是什麼？複印和分發學生講義(5)“1936年和1986年的火星”，這講義可以和投影片樣本連接使用。先蓋住較新的火星影像，只剩看到老的火星影像，然後要一個學生讀出“1936年”的敘述，在班上討論這些敘述中的基本假定，那一種觀測結果是敘述的基礎？(在地球上進行望眼鏡的觀測)。今日科學家在觀測行星上有其他方法嗎？(例如：改良的望眼鏡，無線電望眼鏡，太空探測器)。後來將新的影像投影出來，

並要一個學生讀“1986年”的敘述，討論這二個敘述有些什麼不同？

13. 勞威爾著名的是火星畫像，為何不是照相的？（在勞威爾當時的照相術是剛才產生的東西）。一張圖畫和一張照片基本上有何不同？（圖畫是用手畫成的，照片則是由機器所拍攝的）。是圖畫或是照片較能說明較清楚？（圖畫）。要學生擴展他們的思考，關於勞威爾製作著名的“運河”圖時，是不是受信仰和主觀意見的影響？換句話說，他畫的是他看到的或只是他要看的才畫？科學家如何取捨不同的觀測，或是事實上沒有的資料，而只是他們認為要有的？（你可以討論科學方法的根基在那兒？是否強調結果的產生。為“復仇女神（Nemesis）”定理和討論學生講義(8)、(9)、(10)作準備。）
14. 複印和分發學生講義(6)和(7)“行星和衛星(I)和(II)”，並加以討論那個行星的衛星個數最多？（土星）。那個行星一個衛星也沒有？（水星和金星）。那個和地球一樣只有一個衛星？（冥王星）。要學生選擇一個他或她想去拜訪的月亮衛星，並寫數段的敘述。他們希望見到什麼樣的風景？有什麼樣的地心引力？有大氣嗎？有火山作用嗎？天空看起來像什麼？學生可以在科學知識的引導下發揮他們的想像力。喜歡繪圖的學生可能以繪圖代替文字敘述。學生也應報告有關他們要去的月亮的名字，如果有意義的話，其代表的重要性意義何在？
15. 要學生準備移民到太陽系其他星球的計劃，那些東西是維持生命必需的？什麼是移民的目標？
16. 為準備最後的預習，複印並分發學生講義(8)“恐龍之死”，要學生討論使恐龍絕滅的不同理論。參考第一部影片“活的機器”上的地質年代表，要學生在圖上找出最早的恐龍和最早的哺乳動物出現於何時？根據復仇女神(Nemesis)理論，如何取代彗星之撞擊看法，以致使恐龍死亡？
17. 要學生設想自己是科學家，對講義(8)中所提的任一滅絕的理論驗證或反駁。引導他們將討論重心放在該找那類的證據，該如何收集和驗證他們的資料，並對那一類已找到的資料可以用來證實或否定理論。
18. 指定學生在家觀看1986年2月12日星期三在美國公共電視播放的“來自地球外面的故事”影片（查詢你的地方公共廣播服務站的確實日期和時間）或轉錄後在班上播放。

看完後之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 要學生將“來自地球外面的故事”影片中顯現的太陽和行星之誕生的每一步驟

寫出來。（銀河邊緣有一堆星塵雲；由於重力場使星雲形成旋轉的碟狀，即是“太陽星雲”；由於是雲中粒子的碰撞和吸附，使得中心密度增大。太陽融合開始，太陽系內圈成員中的氣體被釋放，餘下岩石性質的行星，繼續形成外圍帶氣體的巨大行星）。這些理論指的發生時間是什麼時候？（大約四十六億年前）。

2. 月球表面為什麼佈滿火山口？（這是由於隕石碰撞所致）。地球表面為什麼沒有類似現象出現？（由於風和雨將火山口侵蝕掉，且地球表面較月球表面來的不穩定，30億年前的大部份地球地盤，由於板塊構造運動而隱沒）。為什麼月球岩石較地球的老？（月球地殼運動的活躍程度較地球為弱，月球的大地運動若曾經有，可能也在很早以前就停止活動了）。科學家從月球岩石上學到什麼？（三十億年前地球岩石組成的線索）。
3. 要學生形容金星的表面。（光禿禿的，堅硬岩石，沒有生命，溫度達華氏900度〔攝氏475度〕，充滿硫磺）。金星為什麼那麼熱？（由於永遠被雲蓋住，產生了溫室效應，它們把太陽熱能吸收，並減慢再輻射回太空的速率，因此一直保持很高的溫度）。當科學家說金星“可能是二十億年前的地球”，學生會怎樣想？（就像二十五億年的地球，金星有第二種由二氧化碳和其他成份所組成的大氣圈，而且火山活動非常活躍）。
4. 無線電望遠鏡如何進行觀測？（它可以直接接收太空的無線電波，或者是向遠的星體放出電波，然而利用碟狀天線接收反射電波以便分析）。科學家利用無線電望遠鏡研究金星有什麼好處？（波長大的無線電波可以穿越雲層，而使我們能“觀看”到它的表面地形）。
5. 複印並分發學生講義(9)和(10)“舊及新的理論(I)及(II)”給學生。引導學生討論科學上“自我修正”的特性。在“地球行星”影集中，學生有否看到這類“自我修正”的過程正在作用中？他們能否舉例？以過去偉大科學家的歷史成就中，他們能否舉出例子？要學生考慮一些「假科學」，譬如占星學、命理學、煉丹術、掌相學等。在這些專業中有無“自我修正”？有沒有辦法證明它們是錯誤的？這些專業人員——如煉丹之士——有否應用他們所學，或者將這些方法秘密收藏？如果這些實驗方法的細則被秘密收藏，這些實驗結果能否累積再生？複印並分發學生講義(11)“智慧和詞彙”給學生，要他們做填字遊戲，以測驗他們在本影片中所學到和記憶到的名詞和概念。