

地球行星影集專欄(七)

地球行星影集

第七部影片「地球的命運」

教師手冊

給老師：

在「地球行星」系列影集的前六部影片把你的學生引導到 46 億年前，回到地球行星由星雲形成之際。星雲主要是氣體與塵埃組成的。那時太陽也開始他那複雜的熱核反應系列。六部影片中給學生介紹了形成地球的巨大作用與循環，原始大氣層的毀滅，地殼的生成以及液體水與其他氣體從地球內部移到表面等。隨著地球的第二個大氣層的形成，適合生物活動的階段也開始就緒。

生物的出現使地球這個複雜的系統又多了一個新的變數。生物以多種不同微妙的方式來改變這個行星的環境：數量增多，種類增多，並且增強知覺。隨著人類(*Homo sapiens*)的出現，生物對環境的衝擊就不似過去那麼敏感。從許多方面來看，這個行星的命運是掌握在人類的手中。

「地球行星」系列影集最後一部的「地球的命運」主要在探討評估人類對這個給我們生命的行星的衝擊。工業化與急遽的人口增加會威脅到地球維持微妙的平衡能力嗎？此種平衡使地球適宜於居住。地球上的風景美境、美麗地貌、寧靜環境以及許許多多的植物與動物正逐漸的消失嗎？如果這種無法設想的事，像核子戰爭發生的話，那些生物賴以維生的地球的循環與作用會毀滅到何種程度？

這部影片的用意很清楚：我們必須用具有前瞻未來的眼睛來檢查我們所做的事，否則我們就要對這個我們稱之為家的行星冒一次破壞無法補救的險。「地球的命運」影片的正面意義在於指出地球的未來是握於我們的手中。一些毀壞的補救工作正在進行，同時也預防未來的破壞。

這本教師手冊不但探討「地球的命運」影片，而且也就「地球行星」系列影集整體加以討論。IBM是這個系列影集的合作保證人。由於他的慷慨才使這些教材問世。基於IBM的立場我們希望你及你的學生均能享受這一個「地球行星」系列的科學之旅。也希望這個系列影集能留給你的學生對使我們的世界成為一部活生生的機器的那些

奇蹟似的準確而且精巧的作用有一個深刻的認識。

建議略記：

「地球的命運」影片中包含一些攝自廣島與長崎遭受原子彈攻擊後的狀況。有些學生可能會對此感到不安。你可能想先行檢視這些影片，並利用錄影帶在課堂上播放，而不是當成家庭觀看作業。

教學目標：

- 你的學生觀看過「地球的命運」影片，並利用這些講義材料後，他們應該能夠：
1. 解釋現行地球大氣層的源由。
 2. 探知生物對大氣層的衝擊；並解釋一些生物的存在而改變地球環境的其他方式。
 3. 跟隨一個碳原子探訪碳循環中的每一個階段。
 4. 評估一些目前主要環境問題的重要性。
 5. 討論亞馬遜盆地砍伐森林對環境的可能影響，並解釋因砍伐雨林而在經濟上與生態上形成的交換情況。
 6. 重述頗多爭議的「核戰長冬」的劇情並討論一些其中所包含的變數。
 7. 討論世界性飢荒以及類似國際稻米研究所的機構在解決飢荒問題上的努力。
 8. 顯示對本影片提到的詞彙及觀念的了解。
 9. 熟知在地球科學領域中的發展機會與教育上必備的條件。

本套教材之內容

1. 教師手冊：
2. 學生講義 10 份：
 - (1) 地球大氣層的演化
 - (2) 生物，板塊構造學說與碳循環
 - (3) 你要做什麼？為什麼？(I)
 - (4) 你要做什麼？為什麼？(II)
 - (5) 核戰長冬
 - (6) 詞彙與觀念

- (7) 地球的命運：小測驗
- (8) 地球科學的事業 (I)
- (9) 地球科學的事業 (II)
- (10) 地球行星影集電腦程式

你同時也將看到一份從第一部影片材料中放大的地質時間表。

教材用法及使用順序：

1. 展示影集海報並要求學生討論第七部影片，「地球的命運」上的國際性符號 (⊗) 的含意是什麼？這些含義與本影片有何關連？
2. 複習教師手冊中所寫的「未觀看前之討論問題、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. 複印並分發講義給學生，以加強你的課程。
4. 在 1986 年 3 月 5 日星期三美國公共電視播送「地球的命運」時，指定學生在家收看（請洽詢地方公共廣播服務站，確定播出日期和時間）。或者用錄影帶轉錄，再在課堂上使用。你可能想在課堂使用前，在家先檢視本影片，因為影片中包括一些攝自廣島與長崎遭受原子彈攻擊後的狀況，有些學生可能會對此感到不安。在電視首次播放的六個星期之內，你可以免費的在課堂上使用錄影帶轉錄的影片。
5. 利用教師手冊中的「看完影片後的討論問題、研究計劃和研討專題」。

未觀看前之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 要學生指出生物影響或改變環境的方式。（答案可能集中在負面的影響，如工業污染）。設想那些曾看過「地球行星」系列影集前面影片的學生已經知道生物正面影響環境的方式，至少在使地球適宜於居住這方面。這些方式是什麼？（如：光合作用增加大氣層中的氧；減少大氣層中二氧化碳以使氣候穩定；參與某些營養循環，如磷循環；混合有機物到貧瘠的沈積物形成表土）。
2. 複印並分發講義(1)：「地球大氣層的演化」。地球第一個大氣層的成份是什麼？（主要是氫及氫的化合物如氫和甲烷，加上部份惰性氣體如氦、氖、氬、氪及氙）。這個大氣層遭到什麼變化？（它被剛形成的太陽的首次熱核反應產生的太陽風強大的壓力所吹走的）。那些可能發生化學反應的氣體如氧為什麼沒

被吹走？（他們已化合成固態的物質）。這些氣體如何釋放出來而形成第二個大氣層？（主要經由火山作用及出露岩石的化學風化作用）。生物是如何影響大氣層？（他使用氧氣增加；最近以來，更增加了種類繁多的污染物）。

3. 生物演化的過程中，那一個單一元素是最不可缺的？（碳）大氣層二氧化碳中的碳是從那裡來的？（他是經由火山釋氣作用到地球表面的）。複印並分發講義(2)：「生物、板塊構造學說和碳循環」。大氣層中二氧化碳所佔的比率有多少？（大約百分之0.03）。要求學生探尋在碳循環中碳移動的路徑。（釋氣進入大氣層；由植物吸收並轉化成食物；通過食物鏈並排泄成廢物；在海洋底部及大陸地殼上以有機物形式積聚；從大陸地殼經由雨水帶入河流，最後到達海洋，而進入洋底中的鈣質軟泥；最後經由隱沒作用帶入地函中，在那裡，二氧化碳又經由火山釋氣作用釋放到地表來）。如果生物消失的話，那對碳循環有什麼效應？（在大約15000年之間碳循環就會停止）。碳循環中止的話，對地球的氣候有什麼影響？（二氧化碳會集中在大氣層內，使得地球表面的溫度上昇）。
4. 要求學生查閱第一部影片「活的地球」講義中所編製的「地質時間表」。你在本套教材中可找到一份放大的「地質年代表」。依科學上的推估，大概在什麼時候地球上就有生物？（至少在34億年前）。大氣層中的氧是什麼時候變得很豐富？（大約在570百萬年前）。人類文明什麼時候開始出現？（大約在1萬年前）。
5. 生物受到他生存環境的塑造是傳統上科學研究的一個觀點。要求學生思考下面的觀念：從某個角度來說，自從人類文明出現以後，人類就停止受到環境的塑造，而開始去塑造他的環境。學生同意還是不同意這種說法？如果同意，要他們指出歷史上的一個時代，從那時人類轉變為一個「塑造者」而不是「被塑造者」。（答案可能包括飼養家畜、開始耕種、工業革命或原子時代的初期）。學生能另外舉出一些塑造環境的生物嗎？（答案可能包括築巢或掘穴動物，如鳥類或白蟻，或者能把他們居處附近生產力吸盡的吃草動物）。這些生物的塑造環境活動與人類的有什麼不同？（當然是程度上的差異；但更重要的是，只有人類才有能力去評估地球遭受的影響）。
6. 要學生指出最近常報導的環境問題。（答案可能包括空氣或水污染，有毒物質的處理，化石燃料的過度依賴，自然資源耗竭，危險的都市環境，土地的誤用，乾旱或侵蝕、世界飢荒）。學生能指出一些造成這些問題的原因嗎？（這裡主要是建立一個觀念，對大部份的問題而言，或多或少都是一種交換。例如，

對食物立即的需求會引起一個就長期而言有害的土地利用方式；全世界由於需要能源而燃用化石燃料，但並沒有一個有相同生產力的替代物）。把全班分成幾個小組，並指定每組就全班所指出的環境問題之一準備一份「問題卷」。每份問題卷必須包括五欄。在第一欄中，學生列出已滿足的需求項目；第二欄列出目前用於滿足需求的工具；第三欄，這些解決方法對環境的影響；第四欄，目前所採取有關環境的正面作法；第五欄，就環境而言，有益的替代方法。複印並分發這些問題卷且加以討論。

7. 複印並分發講義(3)：「你要做什麼？為什麼？(I)」這是一課價值認知的課程。目的：

讓學生認知他們的價值並就亞馬遜砍伐計畫的問題來考慮其他的價值觀。

課程順序：

- A. 告訴學生這個課程的目的在於討論砍伐森林在環境及經濟上的課題，並且探究學生在經濟與保育方面的價值觀。
 - B. 要學生閱讀講義(3)。告訴他們你要他們一起來討論這些問題，分享他們的意見和觀點。複習有關討論的基本規則：
 - 說明以一個老師的立場，你不會說出你的意見，但你確信每一個有意見的學生都會有機會說出來。
 - 說明當任何學生對某些人所說的有不懂的地方時，可以要求說話者把他的論點講清楚。
 - 提醒每個人可以有不同的觀點，而且這是不可避免的。就一個問題而言，我們可以有許多不同的看法。他們可以不同意別人的看法，但却不能嘲笑別人的看法。
 - C. 提出要討論的問題：「你要做什麼？為什麼？」
 - D. 當學生已有機會分享他們的答案後，複印並分發講義(4)：「你要做什麼？為什麼？(II)」。學生應嘗試完成至少二個題目。舉一個如何完成一個題目的例子。例如：我對低度開發國家人民的觀點是，他們有權以他們認為好的方法去使用自己的自然資源。
 - E. 在課程的結論時，可指出對這個問題或其他複雜的環境與經濟有關問題的解決途徑，常常由於涉及的人的價值觀不同而有許多不同的方式。
8. 那一個單一的人類活動對地球可能造成最大的影響？（核子戰爭）。要學生指出一些核子戰爭造成的可預見的效應，接著要他們考慮這樣的戰爭對全球性氣候會造成什麼結果。複印並分發講義(5)：「核戰長冬」。在講義中說明了什麼

原因造成氣候的改變呢？（全球性大火產生的煙灰顆粒，懸浮在空氣中，把太陽光線遮絕）。這樣的冬天要持續多久？（這似乎跟戰爭何時發生有關。如果發生在雨季之前，那麼在 40 天內，空氣中的粒狀物質都會被沖洗掉；如果發生在旱季之前，那麼粒狀物可能上浮到同溫層，在同溫層中粒狀物不受雨的影響，所造成的效應就延續的長些）。

9. 複印並分發講義(6)：「詞彙與觀念」，並要學生熟悉講義中所定義的詞彙。然後指定學生在 1986 年 3 月 5 日星期三那天在家收看公共電視台播放的「地球的命運」（洽詢地方的公共廣播服務站以確定播放的日期和時間），或者你先用錄影帶轉錄然後在課堂上播放。在電視首次播放六個星期內，你可以免費的在課堂上播放轉錄的錄影帶。

看完後之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 要學生解釋「Gaia 假說」。（大氣化學家拉夫洛克（James Lovelock）認為為了使地球適宜於居住，生物保有對地球環境的控制力量）。他指出什麼證據？（雖然太陽放射出的能量增加很多，但地球表面的溫度却在一個或多或少固定的範圍內）。什麼是他更進一步指出用來調節這個行星定溫器的機制之一呢？（二種分佈廣泛雛菊之間的生長競爭，黑的因能吸熱在冷地區長的最好，而白的因能反射熱在熱地區長的最好）。這個假說符合衆所相信的看法嗎？（不）。
2. 總部設在菲律賓的國際稻米研究中心的工作是什麼？（生長高產量，少土地依賴性之稻米）。他們的工作如何面對世界糧荒及侵蝕？（如何最後解決方案均需從頭開始——跟收成有關——而且那非將天氣、生長條件以至陸上收成有長遠影響之種種生態體系因素均納入考慮方能得到解答）。研究中心的工作對人類提出解答或已經替他們提供了解答問題所需要之工具？（他給人們提供了工具）。
3. 要求學生研究及報導一些正尋求解決糧荒及污染問題的機構。提出一些有具體成就之領域，係清除地中海及密西根湖之國際合作工作，政府清除及復元泰晤斯河之努力，及世界各地對抗飢餓之出力，用了什麼方法？成功了嗎？上述種種努力跟未觀看前之問題 6 的“主題欄內”或學生講義(3)中發展的活動有何關連？
4. 複印及分發學生講義(7)地球的命運：小測驗。要求學生答完以便測驗出對節目中涵蓋主題的記憶力（答案：B, A, D, A, E, B, A, A, A, E）。

與整個影集有關之討論問題及研究計畫：

下面的問題用意志鼓勵學生在看完地球行星影集之後，複習他們已熟習之概略觀念，這些問題是為引起討論興趣而設計的。

1. 如何從研究其他星球來幫助了解我們自己之地球？
2. 支持地球有生命之條件為何？而生命之出現又如何改變環境？
3. 討論科技的好處及所帶來之影響。
4. 選取你認為對了解地球及太陽系的三項偉大發明或發現。而且準備好為何做如此選擇之說明。
5. 參考學生講義(8)及(9)，地球科學的事業(I)及(II)。說明地球科學領域中之三項行業。說明每一項需要之準備教育。
6. 有電腦背景的學生會欣賞我們在地球行星影集中的原始電腦程式。他們可以利用學生講義(10)：地球行星影集電腦程式作為出發點。