

地球行星影集專欄(三)

地球行星影集

第三部影片「謎樣的氣候」

教師手冊

給老師：

在地球行星影集系列第一部「活的機器」中，討論地球是如何具體地形成其表面，即它的大陸及洋底，它的高山峽谷及山谷。第二部為「藍色的星球」，介紹地球動態的海洋，以及地球氣候上有巨大影響之水／氣交互作用給學生；第三部即是「謎樣的氣候」，打算更徹底的將氣候調查一下。

什麼是氣候？什麼因素控制了地球上之氣候？什麼是藏在規則冰期以及較溫和氣候的間冰期輪迴中，促成它的全球性的動力。

對於這些問題的一些答案令人拍案叫奇。許多時下討論氣候現象理論是非常新穎的，完全是20世紀衛星及遙感探測技術的產品。因為它能從太空中以一種全球尺度來觀察地球上之種種作用。氣候學像其它與地球科學有關之科學，也一齊進入了令人興奮的新發現時代。

冰蓋區之所以決定我們地球氣候之角色，才剛剛被人開始了解，比較長時間之氣候變遷歷史也才剛建立不久，約能夠研究其延續約百萬年之久的輪迴。從其他星球供作比較的資料也加以檢驗。甚至連生命本身在創造及維持地球氣候之角色也被深入調查。

這些大都非常新穎，但是貫穿整片的精神仍是科學的連續性，——即是當它企求更進一步了解那些改變我們地球的種種過程，總是建立在他能盡量採納前人辛勤工作之成果之基礎上。就像此影集之前幾部一樣，「謎樣的氣候」告訴我們一個大如地球本身之故事，顯現出科學方法即是可用來指導科學問知過程中的一些正廣被使用中的原理。

IBM公司為本影片之負責保證人。它也代理發行這些教材。站在代表IBM公司之立場，我們希望地球行星影集會吸引住你學生之想像力及加強他們對科學之興趣及尊重。

教學目標：

在你的學生看過「謎樣的氣候」以及使用了這些教材之後，他們應該可以做到：

1. 寫出五大控制地球氣候的“影響圈”之重要性，並且一一討論他們各自擔任之角色。
2. 認出一些最重要的測量天氣儀器，以及他們可提供出何種資料。
3. 討論“溫室效應”及評估人類活動對地球氣候之衝擊。
4. 推測如果全球海面上升，可能會造成怎樣的後果。
5. 再討論一次目前有那些關於冰期的理論。
6. 展示對於本部影片中出現專有名詞及觀念之熟悉程度。

本套教材之內容：

1. 教師手冊
2. 學生講義八種
 - (1) 氣候系統：影響圈(I)
 - (2) 氣候系統：影響圈(II)
 - (3) 路易士、愛格西 (L. Agassiz)，冰期及地球行星運行軌道
 - (4) 專有名詞解釋及觀念
 - (5) 溫室效應
 - (6) 海水面之上升及美國東岸沿海地區
 - (7) 天氣測量儀器及氣候
 - (8) 氣候之謎 (小考)

教材用法及使用順序：

1. 展示此結果系列之海報 (Series Poster) 和討論用於“謎樣的氣候”的國際符號 (M) 此影像的意義。這代表了此影片之內涵為何？
2. 複習在教師手冊中所登錄的「未看前之討論問題、研究計劃和研討專題」，但只採用那些適合你班級程度的便可。
3. 如果符合課程需要，複印並分發那些適合學生的講義。
4. 當本片在 1986 年 2 月 5 日星期三，在美國公共電視頻道播出時，指定學生在

家觀看。(查詢你當地公共廣播服務站，以確定播放時間與日期)，或將它錄影而在班上播放。

5. 複習在教師手冊中所登錄的「觀看後的討論問題、研究計劃和研討專題」。

未看前之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 天氣是什麼？(在某一特定地點和時間內，溫度、大氣壓力、濕度、雲量、降雨量和其他指標間的相互作用)，要求你的學生溫習一下他們在「地球行星」影集第二部影片「藍色的星球」中，學到一些什麼有關天氣方面的知識。地球上，那二種重要份子促成天氣改變的主因？
2. 氣候是什麼？它與天氣有何不同？(天氣是種短期現象；但是氣候則是長期的一種狀況，決定於長時期內天氣現象之平均。)要求班上擬出一張關於描述天氣的形容詞表來。(譬如：寒冷的、多雲的、晴朗的、多風的、多雨的。)那一類的字又是用來形容氣候的？(例如：溫度、熱帶的、副熱帶的、酷寒的、乾燥的)
3. 要求學生找出二、三個字來形容別的行星的天氣或氣候。例如金星？(熱、乾燥、多風的)。火星？(寒冷、乾燥)。地球？(溫暖、潮濕)。由學生已知其它行星的知識裏，他們是否認為其它星球天氣的變化也和地球一樣？為什麼會這樣？或為什麼不如此？
4. 地球的氣候有那幾種特質使地球適合生物居住？(適中的溫度範圍、液態水的循環，充足的太陽能等等…)什麼因素使地球擁有這些特質？(答案可以包括地球距太陽的距離，它的大氣圈組成、海洋液態水的存在、靠海洋與大氣圈作熱量之全球性循環。)
5. 在過去什麼時候，地球較現在難於生活？(答案可包括：在大氣圈形成之前；海洋形成之前；在冰河時期)我們有什麼證據說明地球氣候在此長期中曾有所改變？(譬如：冰河時期；化石燃料的存在；曾有大量植物生長在目前乾旱或寒冷的地方；又如恐龍、乳齒象或羊齒植物等動物或植物的化石，現存於對該種生物而言是太冷或太熱的地方。)
6. 複印及分發學生講義(1)和(2)，即「氣候系統：影響圈(I)和(II)」給學生，並討論之。撇開接近太陽的理由，那五個影響圈，是控制地球氣候的？(大氣圈、水圈、冰圈、岩石圈和生物圈)要求學生定義出每一圈的意義。那一圈是最明顯，積極的影響短期天氣？(大氣圈)。對氣候而言，那一個是認識最少的？冰

冰圈)。水圈所扮演的角色是什麼？(熱量的儲存和分佈)。岩石圈又是如何？(陸地形態影響大氣的循環作用，和在某種程度上，限制海洋中熱能的分佈)。

7. 參考學生講義(2)，討論生物圈所扮演的角色。在大氣的形成中，早期生物圈擔任的角色是什麼？(早期的海相生物將甲烷轉換成二氧化碳，然後，經過光合作用，植物生命降低大氣中二氧化碳的含量，並釋放出氧氣，有何重要性？(因為二氧化碳在大氣中會保存熱能)。
8. 現今生物圈如何供給大氣圈二氧化碳？(由於化石燃料和其他來自大氣中碳的燃燒)。將學生講義(5)「溫室效應」複印和分發給學生。溫室效應是什麼？(大氣中氣體將紅外線輻射吸收，否則它們又會輻射回太空去；所以熱量能保存，因之溫度相對提升。)溫室效應作用，極好的例子是在那個星球？(金星)。為什麼溫室效應在金星比在地球來得強烈？(金星的大氣比地球的密度高，並且二氧化碳含亦較高)。
9. 全球溫度上升將如何影響海平面？(它將會上升)。為什麼？(南極冰帽藏於冰雪中之水將大部分流失)。複印和分發學生講義(6)：「海平面的上升和美國東岸沿海地區」給學生，使學生對於海平面上升將與美國東岸的一些城市互有關連的認識。
10. 要求每一個學生選擇地球的某一區域——像一個城市或國家、或區域。略述二種全球溫度上升的影響：第一，上升攝氏三度；和第二，上升攝氏八度。它們必須考慮到海平面，水源的危機，農業和其他因素。
11. 如果全球海平面的上升是由於極區冰的溶解，則極區冰增加會有何結果？(海平面下降)。學生會想，在地球歷史中，什麼時候的海平面曾下降？(在冰河時期)。
12. 將學生講義(3)：「路易士、愛格西，冰期和地球行星運行軌道」複印及分發給學生。當愛格西提出他的理論時，他想解決些什麼難題？(漂石從遙遠的源地被帶離的過程)。他提出些什麼解釋？(蘇格蘭和大部分歐洲曾一度被厚的冰層所覆蓋，這些冰層帶動漂石到現今落腳的地方。)指定一位學生或一群學生對這個解釋冰河時期的理論作研究，並在班上報告。要求學生在閱讀講義時，特別注意三個現在被很多科學家認為是冰進和冰退主因的是軌道現象，這些現象將會在本影片中以生動，活潑的方式呈現。
13. 所有生物都能適應地球的氣候，而事實上，他們大都被它先改造過。問學生一些適應季節性天氣變化的事例。(例如：植物週期生長、冬眠、有毛動物的外

皮增厚與脫落)。對於適應地球上嚴酷氣候狀況的生活形態，學生能否提出什麼例子？(沙漠的植物和動物，北極熊、企鵝和其他在極區生存的動物)。若溫室效應持續，什麼種類的生物會優生？另一冰河時期的來襲又將如何對上述可能的將來氣候景象，要求學生以普通名詞討論對生命的影響。怎樣的調整會比較適應？預料那類生物會滅絕？全球生物的地理分佈又將會如何改變？

14. 認識地球氣候的歷史具有什麼重要性？(譬如：如果有，便能測出長週期的循環；能夠追蹤氣候系統成份中可確認之改變，曾對全球性氣候有何影響，便能提供預測將來氣候模式，將會怎樣的資料)。什麼是科學模式？(一個常常有理論與數學名詞的結構，無論是過去、現在或未來，都能用來形容一個自然系統)。科學家為什麼嘗試將地球氣候模式化？(測驗他們對過去氣候某種趨勢或因素，如全球二氧化碳上升，會對氣候發生什麼影響？作出評估)。
15. 學生知道多少關於天氣預報的科學？預測天氣有什麼重要性？將學生講義(7)：天氣測量儀器及氣候，複印和分發給學生。要求學生觀看一次或二次電視上播報的天氣預報，並儘可能的看看他們是否能認出天氣預報員資料的來源，和在畫面上所見的器材。
16. 天氣預報員常被指責其預測的不準確，而事實上他們的預測在現在來講是比以前準確多了。要求學生在一張紙上作一簡單的「天氣記錄」，這記錄必須包括三項：第一標示日期，第二用作天氣預測的節要，第三用作真實天氣的記錄。要求他們對二星期內的預測天氣與實際天氣作圖，預測天氣全對的佔百分之幾？不對的又佔百分之幾？在週末常會下雨嗎？
17. 指定觀看在一九八六年，二月五日，星期三，美國公共電視播放的「謎樣的氣候」(請向當地的公共廣播服務台查詢正確的日期和時間)，或者將此節目錄影，並在班上播放。

觀看後之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 科學家根據什麼證據，說這裏不只發生一次，而是多次的冰河時期？(譬如：巴巴都 (Barbados) 的海岸變化指示海水面有上升和下降、海床上的岩蕊證明陸相沈積物和海相化石的量有所變化；在南極所取的冰柱。)為什麼海床所取的岩蕊較之陸地的岩蕊能指出較多過去的消息？(這是因為侵蝕和較少的大地運動力量會消除一些藏在大陸地殼物質的證據)。在現今海床堆積物中，存在某種類的放射蟲身上，科學家學到些什麼？在長時期裏，海洋的溫度有所改變)。

2. 在節目中，什麼理由支持地球氣候在幾億年中保持明顯的一貫性？（有液態水之海洋的存在；在大氣中二氧化碳的含量適中；事實上，地球大部份是自由碳；適中的生物圈影響）。有什麼理由是支持白堊紀為較溫暖的時期？（陸地塊的位置；大量的大地運動和增加的火山活動放出更多的二氧化碳；海洋和大氣保留熱的平衡）。
3. 要求學生提出對減少慢慢增加的二氧化碳含量和大氣溫室中其他氣體含量的方法。（譬如：限制化石燃料的應用；對白蟻、牛和其他生命形態放出之甲烷作深入研究；終止砍伐森林計畫；可能的話，廣泛種植吸收二氧化碳之植物；防止海洋污染以預防植物性浮游生物的死亡）。鼓勵學生研討上述問題，並摻入其他科學性和社會性的自由討論。討論要項可包括需要多少類不同科學專業人材投入？需要那一種國際合作？需要目前在技術上、經濟上和社會上；付出多少成本？
4. 為測驗學生對節目中所提及的名詞與概念的記憶，請複印及分發學生講義(8)：「氣候之謎」。猜字標準答案是① 填空題答案是②

① 氣候之謎猜字答案

```

. . P R E S S U R E . C L O U D S . . .
. . E R F O R E C A S T I N G . . . .
. C E R . . . . . . . . . . . .
. C O W . R E . . . . O . . N . . . .
. N I . M A R T . . . . . . . . . E
. V N T . O T E . M . R E O . . . . A R
D E D E . E . N I H A O R . . . . . T H
E C S E . G M P . S C P N S . . . . .
N T . S L A P . O A S T P . . . . S .
S I . U A G . E O C O A H . . . . U .
I O . O C A . O R . N O I R E . . . N N
T N . H I S . W . A E C R B C R . . . A P
Y O . N A S . . . . . . . . . . . P
. C . E T I . . . . . . . . . . .
. E . E I Z . C . . . . . . . . . C A R
. A . R O R . I . . . . . . . . . A R
. N . G N R . . . . . . . . . . . R A
. . . R . . B E . . . . . . . . . M E .
. . . U . . R C . . . . . . . . . . H
. . . H . . O I . R A D I O L A R I A .
    
```

基本圖

② 填空題答案

- | | |
|------------------|-----------------|
| (1) Harappan 古文明 | (5) 溫室效應、氣候 |
| (2) 季節風 | (6) 科氏、龍捲風 |
| (3) 愛格西、冰 | (7) 漂流、阿爾卑斯山、冰川 |
| (4) 大氣圈 | (8) 岩蕊、海洋、放射蟲 |

- (9) 對流、風
- (10) 氣壓、暴風
- (11) 天氣預報
- (12) 地球、生物圈

- (13) 運行軌道、太陽
- (14) 溫度、雲、雨
- (15) 密度

你如何取得 地球科學（氣象類）的輔助教材

林政宏

國立臺灣師範大學地球科學系

鑑於全國高中、國中地球科學課程之全面實施，有關氣象學科輔助教材之獲得（尤其是高中地球科學第三冊）對於教學極有幫助。它們包括：

第一項資料：大亞洲地區地面天氣分析圖及高空天氣（至300毫巴）電腦分析圖。

第二項資料：氣象衛星雲圖及同一時間之地面天氣圖。

第三項資料：氣象幻燈片（包括雲圖及圖表）。

至於如何取得上述資料，請向下列單位洽詢：

第一項資料：交通部民用航空局飛航服務總台

（免費提供）地址：台北市濱江街

聯絡人：曾憲瑗主任（電話：(02)7126763）

第二項資料：交通部中央氣象局

（免費提供）地址：台北市公園路

聯絡單位：服務科（電話：(02)3713181 轉服務科）

第三項資料：師大地球科學系

（酌收工本費）地址：台北市羅斯福路五段88號

聯絡人：羅珮華助教（電話：(02)9347120）