

地球行星影集專欄(六)

地球行星影集

第六部 影片「太陽海」

教師手冊

給老師：

地球行星影集第六部「太陽海」將探討地球和它繞軌道運行所環繞的太陽間複雜的交互作用關係。太陽供應能量使地球上的水和空氣循環不息，進而創造和維持地球上的氣候。太陽光被食物鏈中的第一個環節植物吸收後，提供地球上其他生物賴以生存所需的能量。地球完全靠太陽才成爲一個可居住的環境。

有新的證據顯示太陽與地球上一些現象有關。有關太陽黑子週期和乾旱週期間可以對比這件事業經證實。而現在我們才剛起步去了解太陽風暴對地球磁場的衝擊。

閃爍的北極光和南極光經追查的結果，是由於太陽風與地球大氣層、磁力圈交互作用所造成。

當我們對太陽影響地球的方式了解越多，也就更了解太陽本身的構造和力學機制。長久以來，太陽一直是完美無暇的化身，太陽和地球之間的太空也一直被認爲是空無一物，但是現在我們知道其間是充滿了橫衝直撞的高能量太陽風粒子，這個位於一億五千萬公里外的巨大的熱核子反應爐比我們想像的更爲擾攘不安。

「太陽海」雖將帶你的學生做次時空之旅，他們將看到太陽可怕的光輝，目睹太陽從誕生到毀滅這無可避免的演進史。進而了解到地球的命運與太陽的關係是個解不開的結。

這個教材承 IBM 公司贊助委託製作，茲代表 IBM 公司衷心希望你和你的學生喜歡看這部「太陽海」影片。

教學目標：

當你的學生觀賞過這部「太陽海」和看過這些教材後他們應當能夠：

1. 描述最重要的太陽和地球間交互作用關係。

2. 討論太陽的演進和它可能的未來命運。
3. 確認太陽內部和外部的主要特徵。
4. 解釋太陽如何產生能量。
5. 描述太陽黑子形成的原因和激烈的太陽活動與地球磁場交互作用的幾種方式。
6. 討論太陽黑子和乾旱間的對比關係的證據。
7. 並了解本影片內的關鍵字和觀念。

本套教材之內容：

1. 教師手冊
2. 學生講義八種
 - (1) 太陽的誕生、生命和死亡。
 - (2) 太陽的構造(I)。
 - (3) 太陽的構造(II)。
 - (4) 太陽放射作用和它與地球間的交互作用。
 - (5) 太陽黑子和太陽風暴。
 - (6) 太陽黑子和地球的乾旱。
 - (7) 什麼是、為何有及何時有極光？
 - (8) 我們的太陽：一個神奇廣場。

教材用法及使用順序

1. 展示海報系列和討論有關太陽海國際符號 $\odot$ 的像片。這些像片對本課程有什麼提示？
2. 復習本教師手冊中的未觀看前之討論問題、研究計畫及研討專題，選擇適合你班上學生程度的教材。
3. 複印給學生一些課程有關的講義。
4. 當西元一九八六年二月廿六日星期三「太陽海」在公共電視台播出時，指定學生收看（向PBS地區電台打聽你那個地區確實的播出時間），或錄起來在課堂重播。你可以在電台第一次播出後六星期內免費重播你的錄影帶。
5. 復習教師手冊裡面看完後之討論問題、研究計畫及研討專題。

未觀看前之討論問題、研究計劃及研討專題：

1. 最靠近地球的恆星是什麼？（太陽）距離有多少？（大約一億五千萬公里）在這個距離，太陽光要多少時間才能抵達地球？（大約 8.3 分鐘）讓學生舉出一些太陽對地球最重要的恩賜？（例如：光和熱，生物經由光合作用或化石燃料所獲得的能源）。
2. 學生對「藍色的星球」和「謎樣的氣候」中太陽對地球天氣的影響到底了解多少？（那是因為太陽提供了海洋對流和幾乎所有風流動所需的能量）。地球的天氣長期以來是否有大的變動？（除了冰期是個例外以外，沒有大的變動，即使在冰期，也是很有規律性的循環）。
3. 地球相當穩定的天氣和太陽有什麼關係？（表示數十億年來，太陽放射能量的速率可能不變）。事實上，早期的太陽似乎比現在暗淡溫度也較低。看看學生能否想出當太陽較冷的時候反而會在地球造成高溫的因素？（提醒學生在溫室效應中，氣體所扮演的角色，也就是說當時的大氣中可能含有比現在更多的二氧化碳和甲烷）。
4. 地球年齡多大？（大約四十六億年）學生認為太陽年齡可能有多大？（大約和地球一樣年紀）複印學生講義(I)「太陽的誕生、生命和死亡」給學生並加以討論。太陽和它的行星如何誕生的？（起先是一團由氫和星際塵形成的星雲，當其密度達到某一限度時，產生了向內收縮的重力作用）。讓學生指出參考資料中太陽系形成的步驟。（旋轉的氣體和星際塵星雲；由於重力塌陷形成更緊密、旋轉更快的星雲；部份星雲破裂脫離形成繞軌道運行的行星；由於重力作用，太陽進一步壓縮產生高溫而在核心引起熱核子反應）。
5. 是什麼熱核子反應提供太陽能量？（氫原子的核融合反應變成氦原子）這個轉換每年會消耗多少質量？（大約一億九千三百兆噸）這些質量變成什麼？（幾乎有 99 % 變成氦，其餘的 1 % 約一百兆噸變成能量）這些能量有多少為地球吸收？（大約十億分之一）。
6. 當太陽中心核全部氫轉換成氦時，太陽會有什麼轉變？（太陽會收縮，亮度增加，迅速地擴展吞喫了水星甚至金星）這顆紅巨星會依什麼步驟轉變成白矮星？（在數百萬年中氦核心會熱至產生氦融合，太陽內部的爆炸將噴發其外部物質進入太空，所有剩餘的氫繼續融合成氦，而氦則融合成較重的碳和氧等較重元素，使太陽再次收縮，最後差不多和地球一樣大小）。
7. 複印學生講義(2)和(3)「太陽的構造」(I)及(II)給學生，要他們研讀定義，然後指

出圖上對應的區域。(核心、放射層、對流層、光層、色層、日冕)。

8. 除了可見光外，太陽有那些射線？(能量高於可見光、低於太陽風的輻射線)。讓學生在電磁光譜上指出無線電波、紅外線、紫外線、X光。複印學生講義(4)「太陽放射和它與地球間之交互作用」，什麼輻射線可到達地表？(主要是低能量輻射線：可見光，一些紅外線、微波和其他無線電波)有那些輻射線部份或全部被大氣層吸收或反射？(高能量輻射線：伽射線、X光、紫外線)太陽輻射線到達地球要多少時間？(8.3分鐘)如果光線能環繞地球的話，一秒鐘能繞地球幾圈？(7.4圈)。
9. 太陽風到達地球要多少時間？(會有變化，但兩天是合理的平均值)是什麼形成太陽風？(主要是次原子粒子，包括質子和電子)。當這些粒子到達地球時，會發生什麼情形？(大部份會被磁場偏折並將磁場拖曳形成長尾狀。大部份被磁場捕捉沿著磁力線盤旋降到南、北極，有些則在磁極注入大氣層)。
10. 指定學生研究並報告臭氣層保護地球不被太陽輻射線照射的作用及范艾倫帶對地球的保護作用。
11. 指定一些學生報告亞里斯多德對太陽的觀念和伽利略的觀測對此觀念的衝擊。亞里斯多德對太陽的描述如何？(是一個完美無瑕的火球)。什麼發現使伽利略否認太陽表面是完美無缺的？(太陽黑子)。
12. 複印學生講義(5)「太陽黑子和太陽風暴」給學生，是什麼形成太陽黑子？(太陽強力的磁場。磁力線穿過光球時，推開較亮而熾熱的氣體，造成較暗、較冷的地區，我們稱之為黑子)。讓學生檢視參考講義上的附圖，為什麼黑子經常成對出現？(磁力圈穿過光球後又成弧形回到太陽內部。每當磁力線穿過光球時就形成黑子)。
13. 為什麼地球上要如此小心地偵測太陽黑子？(它們是太陽磁場不正常活動的可見證據，而且大量的太陽黑子常是磁風暴的預兆)。磁風暴對地球會有何影響？(例如：干擾無線電通信及電力輸送，和使極光現象增加)。太陽黑子的週期是多長？(十一年)。
14. 複印學生講義(6)「太陽黑子和地球的乾旱」給學生，並且要求學生檢視附圖。講義中提到的那些證據可支持太陽黑子多少和地球某些地區的乾旱有關的說法？(美國西部乾旱週期和太陽黑子週期的兩倍吻合)。有什麼資料提供科學家研究長期間的乾旱和降雨週期？(樹木年輪)。
15. 複印學生講義(7)「什麼是、為何有、及何時有極光？」在什麼地方經常可看到極光？(在北緯和南緯65°到70°之間)極光如何形成？(由於太陽風的帶

電粒子進入大氣層而形成。當粒子在磁極附近朝地表下降時，與大氣層氣體分子碰撞，而激發了這些分子內的電子，當電子跳回到較低能階時發出極光）。太陽磁場活動和極光出現有何關係？（當太陽黑子活動強烈時，造成高能量的太陽風「陣風」，使大量的粒子被地球磁場捕捉）。

16. 當西元一九八六年二月廿六日星期三「太陽海」影片在公共電視台播出時，指定學生收看（向PBS地區電台打聽你那個地區確實的播出時間）或將節目錄起來在課堂上重播。你可以在電台第一次播出後六星期內免費在課堂內重播該錄影節目。

看完後之討論問題，研究計劃及研討專題：

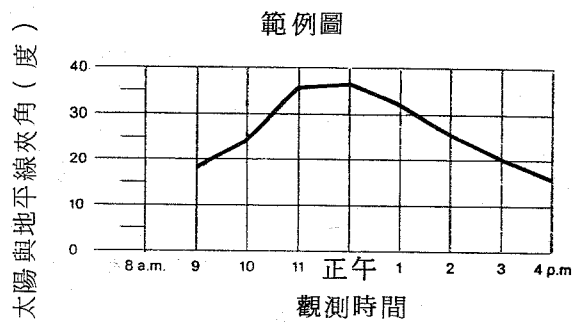
1. 科學家利用什麼資料來追蹤地球長時間的天氣變化？（年輪和某些岩石特殊的沈積型態）。科學家由這些資料得到什麼結論？（地球的天氣相當穩定，甚至會有大規模長期的循環）天氣循環的歷史對太陽放射能量的變化有何意義（顯示太陽雖然有小規模的變化，但長期來說仍相當穩定，即使在其高峯時期也未曾威脅到地球上的生物）。
2. 在南極的觀察有些什麼重要的新發現？（發現太陽以規律的振動型態震動）這些振動對科學有何意義？（它們讓科學家了解太陽和其他星球內部作用情形）。
3. 太陽風對地球磁場的形狀有何影響？（磁場被太陽風扭曲形成指向遠離太陽延長數百萬公里的磁尾）。
4. 爲了讓你的學生對太陽運行軌跡有正確的認識，可複印「實驗說明摺頁」的練習給他們。這項研究很簡單但是對學生常常不了解的地方可灌輸他們概念。實驗所需東西花費不多，但是可讓學生帶著整天在校園作觀測。如果能在人行道或其他鋪柏油或水泥的地方畫上永久性的南北方向，學生們就不必個別準備指南針去爲他們的紙定南北方向。陰影地區必須水平以免測量發生誤差。

這個練習也可以在校園直立一根桿子來做。因爲太陽與地平線的夾角是桿長與桿影長度比值的函數。只要測量準確，桿子的長短則無關緊要。

下面例子是在美國洛杉磯所得到的一組數據，可做爲學生練習結果的參考值。

採樣數據及分析

時 間	影 長	桿影比	太陽角度 (與地平線之夾角)
9:00 a.m.	31.1	0.32	18.0
10:00 a.m.	22.0	0.45	24.0
11:00 a.m.	14.0	0.71	35.0
12:00 p.m.	13.7	0.73	36.0
1:00 p.m.	16.8	0.60	31.0
2:00 p.m.	20.8	0.48	25.5
3:00 p.m.	27.0	0.37	20.5
4:00 p.m.	36.1	0.28	15.5



你所做的相關問題則陰影線必須相似，只有在紙沒有正確地指向南北或桿子不正、或桿長有所變化，結果會才有不同。