

介紹地球的歷史

為了進行氣候變遷的調查，學生先要針對主題進行討論並寫下課前想法。在單元進行過程中，他們將不斷審視想法和所寫下的類似提示，反覆思考而修正認知。接著，學生將分組並運用「地球歷史事件卡」（Events in Earth's History cards），針對地球從生成到現在的海洋與大氣之重大變化，依照發生順序製作大事表。這樣一來，當學生分析後續小節中更晚的氣候變遷時，就能透視長時間的變化。以下是學生的重要概念：

- 早期的地球沒有海洋與有氧大氣，但是地球從幾十億年前形成以來，一直在改變。
- 第一批行光合作用的生物誕生於海洋，因為這些生物的關係，地球產生了富含氧氣的大氣。

學生的附帶學習：

- 地球約在四十五億年前形成。
- 火山釋出的氣體形成地球一部分大氣。
- 來自火山、彗星和小行星的水蒸氣經過冷卻後，成為地球表面的水，最後變成海洋。
- 海洋中行光合作用的生物釋放出氧氣，氧氣進入大氣中，這就是大氣富含氧氣的原因。
- 相較於地球漫長的歷史，人類生活及其工業活動是非常近期的事。

單元目標

科學內容

- 氣候變遷

科學應用

- 從證據提出解釋
- 解釋並創造圖表

科學本質

- 科學解釋根基於證據
- 在蒐集新的證據方面，科技扮演重要角色

科學語言

- 利用科學字彙
- 參加以證據為基礎的討論

介紹地球的歷史	預計時間
單元介紹	5 分鐘
寫下課前想法	10 分鐘
介紹地球歷史活動的事件	10 分鐘
排序事件以取得地球歷史事件的時間感	20 分鐘
總計	45 分鐘

你需要準備

總結性評量 包含在影印包內。請在單元上課前對學生進行測驗（前測），作為評斷學生已知與未知的基準；單元課程結束後，再進行一次測驗（後測），評估學生對於該單元的學習成效。評分標準請見評量系列介紹手冊的第 81 頁。

全班需要

- ☐ 投影設備 *
- ☐ 連結網路的電腦或教學資源光碟 *
- ☐ 3.1 小節的四張投影片
- ☐ 科學證據圖表（1.2 或 2.3 小節的圖表，或一張壁報紙與一枝麥克筆）
- ☐ 紙膠帶
- ☐ （選擇利用）影印包

每組學生需要

- ☐ 一套「地球歷史事件卡」（一套共 12 張）
- ☐ 一個信封袋

每位學生需要

- ☐ 調查筆記本：p.2、3～5
- ☐ （選擇利用）影印包：單元三 評量答案卡、單元三 評量（前測）

* 本教材包不提供

準備上課

本小節上課前一天的準備工作

1. **架設投影設備或視聽設備：**架設完成並進行測試，確保學生上課時能看到投影資料。花幾分鐘檢視需要的教具以及補充資源，請參考 mare.lawrencehallofscience.org/oss68 或資源光碟。
2. **製作並張貼科學證據圖表（如果第一或第二單元都沒用到的話）：**利用壁報紙和麥克筆，依照下列指示製作圖表：
_ 科學證據（參考 p.261 的圖 3-1）：如果教師教過第一或第二單元，就是與 1.2 小節與 2.3 小節相同的圖表。請張貼圖表，讓所有學生在本單元學習過程中都能參考。
3. **準備「地球歷史事件卡」的信封：**如果首次運用卡片，沿著孔洞將卡分開，並把 12 張卡放進信封袋（每組一個信封）。
4. **準備調查筆記本：**如果沒有替每位學生購買筆記本，可以從教材包的樣本複印給每位學生。如果沒有教材包，也可以從資源光碟印出 PDF 版本（資源光碟黏貼於介紹手冊背面）。
5. **預先將學生分組：**本小節以及後續小節，學生需要與同儕討論並一起工作，採兩人或四人一組的方式進行。
6. **（選擇利用）準備學習單：**如果教師想實施總結性評量的前測，請從影印包中找出並影印以下文件：
_ 單元三 評量答案卡（每位學生一份）
_ 單元三 評量（每位學生一份）

科學語言

科學字彙

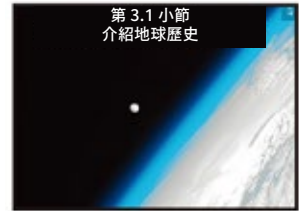
吸收
大氣
碳循環
二氧化碳／CO₂
氣候
氣候變遷
洋流
緻密／密度
證據
化石燃料
熱能
溫室氣體
模型
生物
海平面

科學論證

你的想法是什麼？
你為什麼這樣想？
你的證據是什麼？
你同意嗎？為什麼？
你不同意嗎？為什麼？
我們有多大的把握？
要怎麼辦，我們才能更有把握？

單元介紹

1. **播放本小節的標題投影片並介紹本單元** 告訴學生，接下來將展開新單元，學習氣候變遷、地球大氣與海洋，並說明：「**這張圖是從太空看到的地球影像，藍色區域就是大氣層。**」



2. **審視「氣候」這個名詞** 提醒學生：「氣候」是一個區域多年來的平常天氣狀態。「氣候變遷」則表示整個星球平常天氣的變化。
3. **複習「輪流發表」的例行步驟並詢問氣候變遷** 提醒學生：輪流發表是小組的例行討論，也是討論的開端。每個小組成員都要輪流分享意見，並認真傾聽組員的想法。接著詢問學生：「**關於氣候變遷，你聽到了什麼？**」確定每兩位學生組成一小組，讓每個小組都有一至兩分鐘的發表時間。
4. **與全班分享想法** 讓全班注意講台前，並讓幾位學生針對氣候變遷，分享他們的想法。請教師不要在當下提出糾正或表示肯定，只要告訴學生：待會兒我們將學習更多有關氣候變遷的內容，探索什麼想法較正確或較不正確。

教師注意事項

提供更多經驗

課前準備：複習大氣 學生在海洋科學系列第一單元和第二單元已學過大氣，因為本單元的重點是地球大氣的長期變遷，所以教師有必要強化「大氣」這個專有名詞的概念。教師可以先問學生：「**大氣是什麼？**」（包圍地球的層層氣體），然後指著標題投影片上的藍色大氣，告訴學生：大氣的厚度和地球體積相比，實在微不足道，如果把地球比喻成蘋果，大氣的厚度就像蘋果皮。儘管大氣與地球體積相較下，是非常的薄，但從地面往上算起也有 75 公里的有氧大氣。教師可以請學生「吸」氣，讓學生了解大氣不僅高高在「上」，而且充滿四周。

例行教學

小節標題投影片 大部分小節的教學一開始都是播放標題投影片，這樣能讓學生有機會和同儕討論內容，也算是邀請學生進入該主題的學習。

輪流發表 整個單元的學習過程中，學生都要與小組同儕討論問題或想法，作為與全班分享的前導，或書寫的點子。這樣的安排是培養小組討論技巧的第一步。如果教師沒教過第一或第二單元，可能需多花時間解釋，並訓練學生兩兩一組互相傾聽的技巧。

科學註記

關於氣候變遷 氣候變遷是幾十年到百萬年不等的長期間平均天氣狀態變化。這種變化可能是某地的平均天氣狀態改變（例如夏天均溫改變），或是平均天氣事件的變化（例如颶風、龍捲風變多或變少）。氣候變遷可能指特定區域，或指整個地球。科學家通常稱「氣候變遷」而非「全球暖化」（global warming），這是因為（1）平均而言，地球的確漸漸暖化，但有些區域卻經歷了前所未見的酷寒；（2）「氣候變遷」涵蓋了所有變化，包括自然的、人為的，而「全球暖化」則專指人類引起溫室氣體增加（例如二氧化碳）而造成特有的氣候變化。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
碳循環
二氧化碳／CO₂
氣候
氣候變遷
洋流
緻密／密度
證據
化石燃料
熱能
溫室氣體
模型
生物
海平面

科學論證

你的想法是什麼？
你為什麼這樣想？
你的證據是什麼？
你同意嗎？為什麼？
你不同意嗎？為什麼？
我們有多大的把握？
要怎麼辦，我們才能更有把握？

調查筆記本，p.2

寫下課前想法

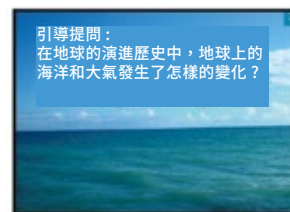
1. 介紹課前想法活動 發下調查筆記本，請學生翻開第二頁「課前想法」（First Ideas）。告訴學生：只要關於氣候變遷的一切，全都寫下來。這時候，該頁最下方的註記處是空白的。隨著整個單元的學習過程，針對這個主題，學生會愈學愈多，有機會針對想法在註記處增加或修正內容。在本單元最後一小節，學生將能完成這樣的筆記，呈現學習成果。

2. 就算學生不確定想法，也要單獨且盡力而為做筆記 向學生說明：本單元的大部分活動，都可以互相扶持完成。但是這個活動必須獨立作業，而且不能交談。然後告訴學生：今天所寫的筆記，不會評分，請盡量完整回答，對於不確定的部分，也不用擔心，因為稍後就會針對氣候變遷主題學到更多。

3. 學生開始做筆記 給學生大約八分鐘時間，獨立完成活動。

介紹地球歷史活動的事件

1. 播放投影片；介紹活動內容與引導問題 播放引導問題的投影片，請一位志願者大聲解說。告訴學生：在探索今日世界的氣候變遷之前，必須先初步認識地球過去是如何演變的，這點很重要。接著將學生分組，請他們將十二個地球歷史上的事件，依據發生時間的順序排列。



2. 檢視證據 提醒學生：「證據」就是協助回答問題或解釋現象的線索。在本活動中，學生將運用證據理解事件的發生順序，並透過本單元審視氣候變遷的證據。

教師注意事項

教學原理

調查筆記本 調查筆記本收錄了本單元大部分的學習單。這本筆記讓所有學習內容集於一冊，方便學生回顧先前想法，並提醒他們掌握想法的變化狀況。這樣能讓學生體驗科學家的作法——閱讀科學文本、記錄問題、想法與觀察結果。如果教師沒上過第一和第二單元，請向學生解釋：本單元的學習過程都必備調查筆記本，用來記錄想法和學習所得。

關於課前想法 在本單元的學習過程中，當學生學習內容逐漸增加時，他們要回顧之前的想法並增添註記，也要回答類似卻更複雜的提問—「修正後想法，Part 1」（3.4 小節）與「修正後想法，Part 2」（3.9 小節）。教師只要比較課前想法與兩份修正後想法，就可以評估學生對本單元核心概念的進步狀況。對學生而言，回顧想法是相當有用的，因為不但可以掌握自己針對氣候變遷學習的進步狀況，還能反思從開始學習本單元以來的想法變化。

英文學習者

鼓勵使用母語 鼓勵英文學習者運用母語，這樣較能幫助他們深入課程內容，在課堂上也較自在，同時，也讓他們使用母語書寫課前想法。如果英文學習者的英文程度較好，也可以使用英文書寫想法，但是一些關鍵字還是使用母語書寫；英文程度較弱的學習者，則全程以母語作答。如果教師看不懂他們的母語，不用擔心，因為這時候所寫的是為了學生本身——目的在協助學生提取先備知識，以及針對起始想法提供基準，以便和後續成果作比較。

評量

鑲嵌式評量：氣候變遷的課前想法 閱讀學生的課前想法，可深入理解他們對氣候變遷的先備知識。如果學生提到人類工業活動讓大氣的二氧化碳濃度增加，請加以註記。如果學生不知道幾百萬年以來，地球氣候已變遷多次，或者不知道與氣候相關的變遷因素、長期變遷的型態及其效應，也無需驚訝。因為學生將會在本單元的學習過程中，完整的探索這些概念。教師可以運用「課前想法／修正後想法評分規準」（「介紹手冊」第 86 頁的評量部分），來評估學生的回覆。這樣一來，從學生回覆的兩則修正後想法中，教師就能取得評估判斷的基準。

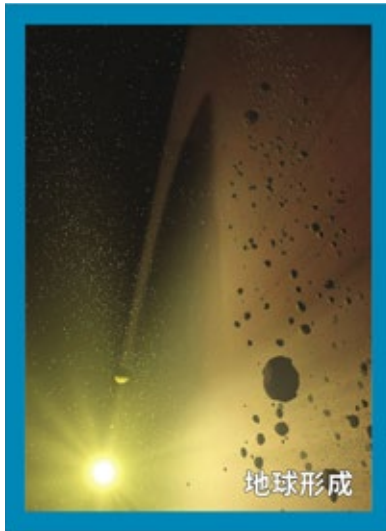
科學語言

科學字彙

吸收
大氣
碳循環
二氧化碳／CO₂
氣候
氣候變遷
洋流
緻密／密度
證據
化石燃料
熱能
溫室氣體
模型
生物
海平面

科學論證

你的想法是什麼？
你為什麼這樣想？
你的證據是什麼？
你同意嗎？為什麼？
你不同意嗎？為什麼？
我們有多大的把握？
要怎麼辦，我們才能更有把握？



「地球歷史事件卡」正面（第一張）



「地球歷史事件卡」背面（第一張）

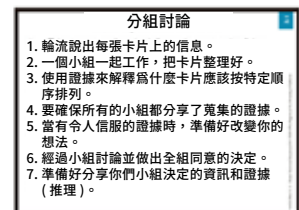
3. 檢視科學證據圖表 指著科學證據圖表，逐項解釋不同證據的定義：

- 來自自己調查的證據：舉例來說，如果學生在教室做調查，他們會運用這些調查結果來回答問題或作解釋。
- 來自他人調查的證據：即從圖表取得的證據，例如碳循環圖表、觀賞科學影集或閱讀他人調查成果，都可以從中取得證據。
- 來自推理、思考或討論的證據：有時候學生進行「輪流發表」活動時，證據就來自思考，以及針對證據或過往經驗的討論。
- 科學解釋根基於證據：告訴學生：好的科學解釋是整理各證據，來回答問題和提供解答方式。這些證據可能是小心蒐集，或從多樣可靠來源所取得的。

4. 介紹「地球歷史事件卡」 教師拿起「地球歷史事件卡」（12 張）的信封袋，說明裡面每張卡的正面都有歷史事件的圖片，背面則有資訊。學生要面對的挑戰是：運用資訊或其他一切可能，依照發生時間的順序，從最早的事件排到最晚的事件。

5. 指示放置第一張卡 告訴學生：「地球形成」是最早發生的歷史事件。接著建議他們把其他張卡排在這張卡旁邊，一次排一張，邊排列邊討論，並加入新卡。

6. 播放投影片、分組討論 向學生強調，這是分組活動。學生藉由與組員分享想法，激盪出更多想法，也找出更多證據。當學生排列出最合乎邏輯的地球事件順序時，也必須解釋排列的理由。在活動開始前，請教師先解釋投影片上的規則，然後將學生分成四人一組，每組給一個信封袋，小組活動 15 分鐘。



教師注意事項

科學證據

證據是一種線索，可以解答問題或解釋現象。

證據可能來自……

- 我們自己的調查
- 他人的調查
- 推理、思考、討論

科學解釋要根據證據

圖 3-1

提供更多經驗

準備：證據 如果教師沒有教過第一與第二單元，就要花點時間介紹證據的概念。教師可以提出一個問題，然後以證據或科學線索解答。舉例來說，「**海鳥會造訪這片沙灘嗎？**」然後提供證據。（例如確實在沙灘上看到海鳥；在岸邊的浪濤中看到海鳥在游泳）接著提問：「**如果你沒有親眼看到海鳥，應該搜尋怎樣的證據，證明海鳥會到沙灘上？**」（例如沙灘上的印痕，看起來像海鳥的足跡；羽毛；鳥類排泄物；鳥巢；閱讀科學家的報告；有關當地海灘或海鳥的報告），也可以列出「非證據」，例如個人見解或空穴來風的傳言。

科學註記

關於地球歷史與氣候變遷 綜觀地球的歷史，氣候曾變遷多次。在過去兩百萬年間，透過自然歷程，地球總在極端酷寒（冰河時期）與較溫暖（間冰期）的狀態間擺盪。但是自從工業革命以來，地球歷經快速變遷，速度之快超過我們所知的任何時期。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
碳循環
二氧化碳／CO₂
氣候
氣候變遷
洋流
緻密／密度
證據
化石燃料
熱能
溫室氣體
模型
生物
海平面

科學論證

你的想法是什麼？
你為什麼這樣想？
你的證據是什麼？
你同意嗎？為什麼？
你不同意嗎？為什麼？
我們有多大的把握？
要怎麼辦，我們才能更有把握？

排序事件以取得地球歷史事件的時間感

1. 各組依照時間順序排卡並核對 各組學生討論和排序卡片時，請教師到處查看並傾聽；必要的話，鼓勵學生運用證據來驗證想法，也互相聽取組員的想法，最後運用整組合作力量完成卡片排序。教師要提醒學生參考卡片背面的訊息，並提問：「**為什麼把這張卡放在那張卡的前面？**」「**你根據哪些證據來判斷？**」

2. 討論「百萬年」和「十億年」的表達 五～十分鐘後，請學生注意：「**地球的年紀太古老了，因此如何表達龐大數字，在學習地球歷史的過程中相當重要。**」告訴學生：一千年也許很古老，但是有些地球事件可能發生在一千年的一千倍以前。請教師在白板寫上 $1,000,000 =$ 一百萬，然後解釋：一百萬就是一千的一千倍。但是有些事件的發生年代是一百萬的一千倍！請教師再寫上 $1,000,000,000 =$ 十億，並寫出以下縮寫做解釋：

- YA = 幾年以前
- MYA = 百萬年以前
- BYA = 十億年以前

3. 教師提示：事件發生年代就列在卡片背面 請學生檢視「地球形成」卡片的背面，可以發現小字體「4.5BYA」。請教師解釋：科學家根據許多證據得出，地球的年齡是 45 億年。每張卡背面的相同位置，都有該事件的年代，代表該事件發生的時間點，而科學家就是根據證據來判斷這些時間點。

4. 學生依照時間先後順序排列卡片 請學生記住：十億年比數億年古老，百萬年比數十萬年長久。請學生記錄卡片背面的年代，必要時須協助他們。

5. 討論結果 小組完成紀錄後，請全班學生一起討論卡片。由教師提出幾個基本問題，例如：「**你有沒有感到驚訝？為什麼？**」接著再深入問：「**哪兩個事件發生的年代最近？**」（發生年代最近的任何事件）或「**哪些事件改變了地球的大氣？**」（地球降溫、光合作用生物、大氣的氧氣、陸地植物、最近一次冰河時期、工業革命），或是「**哪些事件改變了地球海洋？**」（海洋形成、第一批生命、光合作用生物）。

教師注意事項

教學建議

如果學生在步驟 1 的階段，就發現卡片背面的時間訊息呢？不太可能有許多學生在第一次接觸卡片時，就發現年代訊息。就算是學生發現年代訊息，也不太可能自行了解其中含意。如果有些學生關注到這些訊息，請教師這樣說：「因為你還不確定這些數字的意義，所以這些數字在排序卡片時，就不算是很好的證據。」然後鼓勵學生注意其他訊息。即使有學生識破這個時間密碼，也不會影響整體活動進行。如果學生尚未看出年代訊息，就鼓勵他們討論其他排序的證據。



教學原理

討論深時活動的用意 這個簡短活動的目的並非讓學生完全理解地質學上的「深時」或「地質時間」(geological time)，而是讓他們對地球悠久的歷史，有了初步的感受，所以排序卡片的活動是讓學生理解：原來地球歷史事件的發生年代，悠久程度超乎先前的想像。在本活動過程中，許多學生對實際的時間長度，可能很難形成概念。如果教師想提供額外學習經驗，讓學生思考百萬年與十億年的相對尺度，請考慮下列「提供更多經驗」活動。

提供更多經驗

強化：深時活動 為了讓學生更深入區別百萬年與十億年的差異，教師補充說明：一歲等於是已經活了 525,600 分鐘；五歲表示活了 2,628,000 分鐘；十歲則是 5,256,000 分鐘，要超過 1,900 歲，才會達到十億分鐘。

強化：完成地球歷史事件時間表 在教室牆壁上，以時間表的方式張貼地球歷史事件卡，從起始的 45 億年前一直到現在。這樣可以大尺度的呈現地球歷史年代，以及強調人類的出現在地球歷史洪流裡，算是相當晚的事件。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
碳循環
二氧化碳／CO₂
氣候
氣候變遷
洋流
緻密／密度
證據
化石燃料
熱能
溫室氣體
模型
生物
海平面

科學論證

你的想法是什麼？
你為什麼這樣想？
你的證據是什麼？
你同意嗎？為什麼？
你不同意嗎？為什麼？
我們有多大的把握？
要怎麼辦，我們才能更有把握？

姓名 _____ 日期 _____

重要概念

每個引導問題的下方，請寫下重要概念或其他重要想法，以回答問題：

引導問題 1：
地球誕生以來的歲月中，海洋與大氣如何改變？

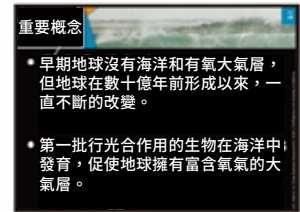
引導問題 2：
二氧化碳和溫度有怎樣的關係？

引導問題 3：
什麼是氣候變遷？

調查筆記本，p.3

6. 替地球歷史事件建立「深時」 教師指出：除了兩張與人類有關的卡片之外，其他卡片載明的地球歷史事件，不但發生年代久遠，也經過長久時間才發生——百萬年、數億年，甚至許多事件需要幾十億年。我們難以體會百萬年或十億年有多久，但是本活動的主要目標，是讓我們理解地球歷史的個別事件發生於很久之前，也持續了非常長久的時間。

7. 播放投影片，讓學生記錄重要概念 播放重要概念的投影片，讓學生閱讀，並請一兩位志願者，分享地球改變的例子。請學生翻到調查筆記本第三頁「重要概念」，將重要概念記錄在引導問題 # 1 下方的欄位。如果時間允許，再請學生根據本小節所學的，自行補充他們認為可以回答引導問題的註記。



8. 預告下一小節 告訴學生：下一小節將審視過去地球大氣中的二氧化碳變化之證據。學生也要探討這些變化的詮釋。

教師注意事項

教學原理

記錄重要概念的目的 學生在調查筆記本特定區域記錄每堂課的重要概念，對於反思和歸納各單元的重要概念來看，可說是掌握了強而有力的學習工具。運用引導問題、補充相關註記以及複習文本資料，讓學生藉此組織重要概念，有助於反思自己的學習，並可以為本單元的作業與討論作準備。

提供更多經驗

強化：完成一面概念牆 除了讓學生在調查筆記本記錄重要概念之外，若能在教室牆壁張貼重要概念和引導問題，也就是完成「概念牆」，則對學生的幫助更大。學生只要看牆壁，就能參照重要概念，也能隨時看見關鍵字詞而強化專有詞彙。請教師在學生的周遭張貼相關概念及問題，或陳列學生的作業和作品，或邀請學生補充相關繪圖。

延伸：線上影集 彗星撞擊早期地球（Comets Bombard the Early Earth, 4 分 45 秒）以及比氧氣更早的生命（Life Before Oxygen, 1 分 39 秒）是值得推薦的影片資源，可以當作地球早期歷史事件討論活動的補充教材。（mare.lawrencehallofscience.org/oss68）

延伸：本小節的反思提示 在每小節的最後，我們都有提供提示，可作不同的運用。不論如何運用，目的都是提供額外的機會，讓學生處理並應用課堂上的訊息及想法。請教師在上完小節，嘗試運用提示相互討論，或用於發表場合，讓每位學生都有機會分享學習成果。此外，教師也可以將提示用在科學寫作上，讓學生在課堂上練習或當作回家作業。如果學生繳出書面報告，教師就可以蒐集起來，快速評估學生對該小節重要概念的理解程度。**注意：**提示並不包含於調查筆記本；運用提示的時間也不包含在本小節授課時間。

- 地球如何隨著時間改變？
- 儘管人類出現在地球上已有 200,000 年時間了，為什麼科學家還是認為，人類的出現是地球相當近期的事件？

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
碳循環
二氧化碳／CO₂
氣候
氣候變遷
洋流
緻密／密度
證據
化石燃料
熱能
溫室氣體
模型
生物
海平面

科學論證

你的想法是什麼？
你為什麼這樣想？
你的證據是什麼？
你同意嗎？為什麼？
你不同意嗎？為什麼？
我們有多大的把握？
要怎麼辦，我們才能更有把握？