

碳與氣候變遷的反思

學

生透過做筆記、討論，反思大氣二氧化碳與全球溫度的關係。學生以「修正後想法，Part 1」的回覆，展現從 3.1 小節開始做筆記以來，學習氣候變遷的成果。接下來，全班討論筆記，也討論氣候與天氣的差異，並學習氣候變遷的定義。學生解釋當地三十年溫度與降雨的兩張圖表，然後寫下當地的氣候描述。最後，本小節介紹氣候變遷正在發生的證據，學生則提供想法，推測可能發生的效應。本小節的內容在幫助學生準備好後續小節氣候變遷的證據，進行更進一步的探索。以下是學生的重要概念：

- 氣候變遷是天氣型態歷經長期的變化，可能是幾年、幾十年、幾百年或更久。

學生的附帶學習：

- 天氣——描述風、降雨和溫度——是指大氣發生在特定短暫時間的現象。
- 氣候與天氣不同。氣候是長期下來的平均天氣狀態，例如為期一年、十年、一世紀或更久。
- 特定區域的氣候證據，可從該地區的植物生長型態取得。

碳與氣候變遷的反思	預計時間
寫下二氧化碳濃度增加的原因與效應	20 分鐘
定義天氣與氣候	15 分鐘
審視氣候變遷的證據	10 分鐘
總計	45 分鐘

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

你需要準備

全班需要

- ☐ 投影設備 *
- ☐ 連結網路的電腦或教學資源光碟 *
- ☐ 3.4 小節的四張投影片
- ☐ 影印包

每位學生需要

- ☐ 調查筆記本：p.2 ~ 3、18、15（選擇利用每日書面反思）
- ☐ 影印包：我們當地的氣候資料（包含當地資料）、我們當地氣候資料的問題

* 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的資料。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. 完成「我們當地的氣候資料」學習單** 上網 mare.lawrencehallofscience.org/oss68，並運用網頁建議的其中之一網站，找出三十年來，學校附近逐月平均高溫以及降雨量資料。從影印包找出「我們當地的氣候資料」學習單，並影印下來。根據當地資料，選擇適合單位，然後填寫於 Y 軸，完成學習單上的兩個長條圖。
- 3. 影印資料** 從影印包中找出並影印以下學習單：
 - 我們當地的氣候資料（連同當地資料，請參閱上面步驟 2）（一人一張）
 - 我們當地氣候資料的問題（一人一張空白頁）

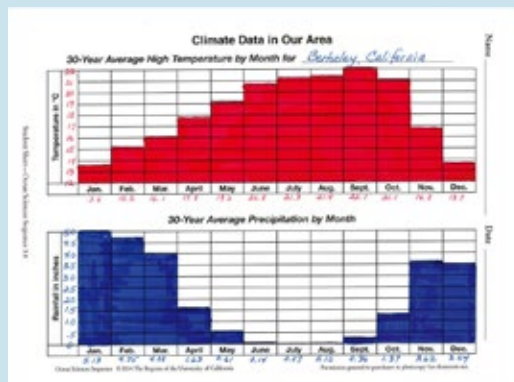


圖 3-2 我們當地氣候的完整資料單範例；準備影印給學生每人一張空白頁。不需要畫成彩色圖表，也不需要彩色影印。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
碳循環
二氧化碳 / CO_2
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？

調査筆記本，p.18

(選擇利用) 學生學習單

- **自從西元1960年代以後，大氣二氧化碳濃度如何改變？**（大氣二氧化碳濃度的增加速率，超過了我們手上資料的其他時期。雖然每年僅改變一點點，但是二氧化碳濃度的小改變，對地球卻有大大的影響。我們的證據來自二氧化碳偵測器的直接測量。）
- **最近幾十年來，二氧化碳濃度上升的原因是什麼？**（科學證據顯示：主要原因是人類燃燒化石燃料以及工業活動，將二氧化碳排入大氣造成的。自從工業革命以來，二氧化碳濃度就持續升高。）
- **大氣中二氧化碳濃度與地球溫度升高有什麼關聯？**（二氧化碳是一種溫室氣體，一般說來，二氧化碳濃度愈高，大氣的溫度就愈高。證據來自電腦模擬：氣體分子吸收熱能後，會開始「蠕動」，讓大氣變得更溫暖；從圖表也看出，溫度和二氧化碳濃度是有關聯的。）

教師注意事項

每日書面反思

關於溫室氣體及其如何使全球溫度升高，你還有其他問題嗎？ 這則問題出現在調查筆記本第 15 頁，目的在請學生反思先前小節中關於溫室氣體的效應；也讓學生替本小節開頭的書寫活動做準備。

英文學習者

書寫鷹架 英文學習者有可能因缺乏書寫能力而苦苦掙扎，教師可以提供影印包中「書寫工具：修正後想法，Part 1」(Tool for Writing: Revised Ideas, Part 1)。本頁的上半部是生字庫；下半部則提供句型架構，可以讓學生使用。有些英文學習者可能只需要生字庫，這時可以把本頁剪半，只提供上半頁；基礎能力或書寫有困難的英文學習者則提供上下半頁。諸如此類的書寫鷹架，可以讓英文學習者只專注於他們想要表達的科學內容，而非拼字、背誦單字或理解句子結構。

評量

重要關鍵：修正後想法，Part 1 請教師閱讀學生在調查筆記本第 18 頁的回答，以了解他們是否掌握了大氣二氧化碳和近年來全球氣溫變化的關聯。到目前為止，即使學生無法描述這些效應的機制，也應該能將二氧化碳等溫室氣體的增加與溫度的上升做連結；而二氧化碳自西元 1960 年代起劇烈增加的圖表，應該可以讓學生引述為證據，以證明人類活動與二氧化碳濃度增加的關聯。此時，學生對於溫室氣體與全球氣溫上升的關聯，應該有了紮實的認知，以準備迎接後續活動，探索這些變遷的因果及可能的解決方案。

提供更多經驗

強化：檢視重要概念 如果教師發現許多學生回答「修正後想法，Part 1」有困難，請將學生分成四人一組，每組分配一則到目前為止所學的重要概念，或一組兩則。然後給每組一張壁報紙，請他們（1）寫下重要概念。（2）寫下證據清單，以支持重要概念。（3）畫圖表達重要概念。接下來，讓每組向全班展示成果，並將壁報紙張貼在牆壁上。

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？

[illegible]

學生學習單 (空白頁填上當地資料)

姓名 _____ 日期 _____

我們所在地區的氣候數據問題

檢視 30 年的溫度和降水的平均氣候數據圖，並回答下列問題。

- 你知道描述「我們所在區域」的夏季氣候？

- 你知道描述「我們所在區域」的冬季氣候？ _____

學生學習單

定義天氣與氣候

1. 播放投影片並介紹引導問題 請一位志願者大聲朗讀這則新的引導問題，然後告訴學生：需要知道天氣與氣候的區別，才能回答這則問題——天氣和氣候是兩回事，許多人都混淆了。



2. 針對天氣進行輪流發表 讓學生討論「什麼是天氣？」這個問題。一分鐘後，請全班注意，並讓幾位學生針對天氣分享意見，鼓勵學生加上自己的觀點。

3. 定義天氣 教師根據學生回答，進行解釋：天氣就是對風、降雨和溫度等狀態所做的測量和描述，或對未來幾天或幾週內這些狀態的預測。大部分的天氣狀況並不難應付，不過天氣也包括大風雪、龍捲風或颶風等極端事件。

4. 即興報告天氣 請一位志願者站在全班面前，針對今天天氣發表「天氣報告」。志願者報告結束後，由教師說明：這個報告是針對天氣，因為內容是現在或不久後的狀態。

5. 介紹氣候 教師解釋：氣候是一段長時間，例如幾年、幾十年、幾世紀，甚至更久的平均天氣狀態。

6. 檢視當地氣候資料 請教師告訴學生：我們將要檢視一些長達 30 年的平均天氣資料。然後發給學生一張「當地天氣資料」圖表的學習單，並填上當地資料。讓學生兩兩一組檢視圖表，並合力回答第二張學習單的問題。

7. 描述當地氣候 教師提問：「針對我們居住地的夏天，你如何描述天氣狀況？」教師接受回應後，做總結：「夏天的氣候熱，而且陽光普照（或根據當地狀況來說）。」接著，再詢問學生：「那麼，冬天的天氣狀況如何呢？」教師指出：或許有幾天或幾年比較溫暖或寒冷，但是這樣的資訊是屬於天氣，不是氣候。

8. 運用當地資料即興報告氣候 請一位志願者站在全班面前，進行「氣候報告」，如果有需要協助，請引導他報告當地長期的平均狀況，強調當地資料中的形式或趨勢。

教師注意事項

科學註記

關於天氣與氣候 天氣是指某地區短期的大氣狀態，例如降雨、溫度、風向和濕度。天氣發生的時間可能是幾個星期。氣候是指某地長期大氣狀態的平均趨勢，可能季節性或年復一年的變化。簡單來說，兩者之間的差異是：「氣候是你可以預期的；天氣是你目前看到的狀態。」

提供更多經驗

強化：檢視科學證據圖表 如果教師認為學生在了解自然證據和科學解釋上，需要更多幫助，那麼請讓全班檢視 3.1 小節的證據圖表。往後幾個小節也可以再回顧複習。

強化：這是氣候還是天氣？ 請教師說明：是天氣還是氣候，往往讓人一頭霧水，所以我們來做一些描述，例如以下的描述，如果是關於氣候，就請豎起大拇指。接下來將學生分組，請學生以自己的描述挑戰對方：

- 冰河時期，非常嚴寒（氣候）
- 今天可能會有暴風雪（天氣）
- 沙漠很乾燥（氣候）

然後請學生指出，下列描述哪裡錯了？

- 「氣候不會變熱，瞧瞧今天多冷！」
- 「大家說氣候變熱了，但是今年夏天卻比往年涼爽。」（氣候是幾十年或更久時間的現象，不是一天或一年的狀況。）

延伸：學生根據當地天氣資料繪製氣候圖表 如果時間足夠，教師也可以提供表格式的原始資料，而不是直接提供當地完整的氣候圖表，讓學生填寫「我們當地的氣候資料」學習單中空白欄位，自行完成圖表。這樣可以給予學生製作圖表的經驗，也幫助他們增強解釋圖表的能力，使他們能更深入地參與氣候資料的處理。

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？

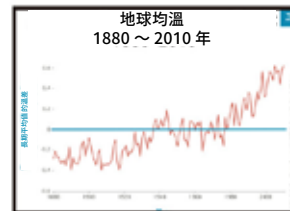
引導問題 3：
什麼是氣候變遷？

調查筆記本，p.3

審視氣候變遷的證據

1. 播放投影片「西元 1880 ~ 2010 年地球的平均溫度」

教師指出：「0」的水平線表示西元 1961 年至 1990 年全球的平均溫度。然後提問：「什麼時候的氣溫低於平均溫度？」（大約西元 1940 年代以前）



「什麼時候的溫度開始高於平均溫度？」（西元 1980 年代）接著，請教師再問學生：「根據這些資料，如何描述平均溫度？」

（全球平均溫度在這段期間呈現上下起伏，但是整體只上升了大約 1°C）。最後由教師解釋：小小的改變可能在地球某些區域已造成重大改變。教師可以指出，最近一次冰河時期，地球溫度只比現在低 5°C。

2. 腦力激盪想出氣候變遷的可能證據 告訴學生：長期蒐集的額外資訊，能揭露更多氣候變遷的證據。並強調：圖表上的溫度變化，就是氣候變遷的證據。然後問學生：「你是否認為世界上還有其他變化，可以作為氣候變遷的證據呢？」讓學生四人一組，討論這個問題，也讓學生了解：可以用整個地球或特定區域的視野，討論這個問題。

3. 和全班分享想法 幾分鐘後，請各組分享前面討論出來的想法。教師先聽取一些想法，然後請學生分享提出這些想法的理由。如果學生想不出來，可以告訴他們：科學家預測溫度升高後，颶風或龍捲風的發生頻率會變高，降雨也隨之改變。

4. 播放投影片「植物：氣候的證據」

請學生比較兩張影像，並提問：「觀察這兩地的植物，可以說明兩地的氣候嗎？」（這些植物需要不同的氣候型態，因此兩地氣候肯定不同）「你認為幾天不同的天氣，足以改變植物嗎？」（不行，幾天不同的天氣無法改變植物，比如雨林和沙漠的植物就不同）由於植物適應了當地特定的氣候條件，因此它們是了解當地氣候的好線索。



5. 播放投影片；學生記錄重要概念

教師播放新的重要概念投影片。請學生翻開調查筆記本第三頁「重要概念」，把這則新的重要概念寫在引導問題 #3 下方的空白欄位。



教師注意事項

科學註記

使用名詞氣候變遷，而非全球暖化的理由 地球的平均氣溫趨向愈來愈熱。但是，地球有些區域卻出現極端酷寒的氣候，這是因為洋流改變或其他因素所導致的。另外，地球許多地方也出現雨量改變與極端天氣。因此，氣候變遷是比較精準的說法，因為這種說法涵蓋了許多變遷，而氣候變遷也包括了各種自然與人為引發的變化。相較之下，全球暖化則專指人類引發溫室氣體增加而導致的特定變化。

關於氣候變遷 幾十年到幾百萬年形成的平均天氣型態，若發生了長期的改變，就是氣候變遷。氣候變遷可能是某地區平均天氣狀況的改變（例如夏季平均溫度），或天氣事件平均數目的變化（例如龍捲風或颶風變多、變少）。氣候變遷可能描述特定區域的變化，或整個地球的改變。

教學原理

強調氣候變遷問題的解決方案 許多學生也許想到的是氣候變遷的效應，而非解決方案；他們可能看過世紀末之類的場景，例如整個地球進入冰封狀態。氣候變遷正在發生，這是證據確鑿的，而且有時候引發的效應會很嚴重。不過，讓學生在本小節以及後續小節，持續談論氣候變遷的解決方案和人們如何準備面對氣候變遷，這點相當重要。本單元的目標，甚至是本序列的全部內容，目的都在讓學生了解我們這個變化中的星球，以及該如何降低人類引發變遷所帶來的衝擊。

提供更多經驗

延伸：線上影集 氣候變遷（Climate Change, 5 分 49 秒）是值得推薦的影音資源，可以用來加強對天氣與氣候的理解。（請參考 mare.lawrencehallofscience.org/oss68）

延伸：本小節的反思提示

- 天氣和氣候有什麼不同？
- 你如何證明氣候變遷正在發生？

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？