

調查氣候變遷：生物

學

生將一起腦力激盪，思考氣候變遷的效應如何影響生物，他們分成兩兩一組或三人一組，從七篇短文挑出要閱讀的文章，一起閱讀、討論。學生討論後，每人須使用組織圖的形式，記錄相關細節。本小節總結討論時，則全班進行分享蒐集的資訊，並在世界地圖上標示受影響的生物所在位置。學生也須在課前想法上加入註記。以下是學生的重要概念：

- 世界各地許多生物受到氣候變遷的影響（學生可以產生自己的重要概念，但是要與上述內容相關。）

學生的附帶學習：

- 由於氣候變遷的關係，許多生物族群移居到新的棲息地；有些生物無法遷徙，因而有滅絕的危險。

調查氣候變遷：生物	預計時間
腦力激盪：生物與效應	5 分鐘
閱讀活動：作用於生物的效應	20 分鐘
分享資訊	20 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
- 3.9 小節的兩張投影片
- 六套生物文章彩色學習單（一套七張）
- 14 個牛皮信封紙袋
- 一張海報紙
- 紙膠帶
- 一枝油性麥克筆
- 展示台（選擇利用） *

每位學生需要

- 調查筆記本：p.2、4、32 ~ 33；31（選擇利用，每日書面反思）

* 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，確保學生上課時能夠看到投影的資料。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. 計畫閱讀分組：**在本小節，學生閱讀生物文章時，必須三人一組。學生閱讀完每份文章後，須與其他組交換紙袋。
- 3. 分配生物文章套件：**分類彩色生物文章學習單，然後準備 14 個信封紙袋，每個紙袋內裝入三份相同的文章，並在紙袋封面，以麥克筆標識生物文章學習單的名稱。
- 4. 準備標示世界地圖的位置：**在播放投影片的地方，張貼壁報紙。

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？



生物文章（七篇中的三篇）

腦力激盪：生物與效應

1. 播放本小節標題投影片；介紹本小節內容

教師告訴學生：到目前為止，大家已經探索了氣候變遷對於海洋、陸地以及大氣等物理地球的影響。由於這些區域都有生物棲息其中，接著學生將調查氣候變遷對這些生物的影響。



2. 介紹名詞：生物與棲地

教師向學生解釋：凡是活的物體，包括植物與動物，都稱為「生物」（organisms）；生物棲息的區域，就稱為「棲地」（habitat）。

3. 輪流分享作用於生物的效應

教師問學生：「氣候變遷造成棲地改變，會如何影響生物？」讓學生與夥伴輪流分享氣候變遷可能作用於生物的效應。

4. 分享討論的舉例

一兩分鐘後，請各組舉例說明：生物因為氣候變遷而受到的影響，及其棲地受到的影響。舉例來說，學生可能聽過北極熊為了尋找足夠的冰層謀生，而陷入困境。

閱讀活動：作用於生物的效應

1. 介紹生物文章

我們都同意，許多生物都受到氣候變遷的影響。請教師告訴學生：接下來大家要閱讀並討論七篇關於不同生物的文章。請教師手持文章副本，並在白板上列出文章涵蓋的生物，引起學生的興趣：

生物組件

1. 鼠兔
2. 海洋魚類
3. 聖羅莎山脈 (Santa Rosa Mountains) 的陸棲植物
4. 北大西洋露脊鯨
5. 海龜
6. 極區附近的動物
7. 珊瑚礁生物

教師注意事項

每日書面反思

你認為氣候變遷對生物及棲地有什麼影響？ 這則提示收錄在調查筆記本第 31 頁，讓學生運用氣候變遷作用於物理地球的理解，解釋這些變遷如何衝擊生物的生存。回答問題的過程中，能幫助學生提取先備知識，為本小節的學習做好準備。

提供更多經驗

延伸：線上的影集 全球暖化威脅著麋鹿 (Global Warming Threatens Caribou, 4 分 56 秒) 是值得推薦的影音資源，讓學生對於氣候變遷如何影響物種，有了另類的觀點 (請參考 marelawrencehallofscience.org/oss68)。

英文學習者

詞彙鷹架 英文學習者可能需要更廣泛的解釋，才能了解「生物」和「棲地」這兩個名詞。教師先讓班上學生為這兩個名詞，分別舉出例子以及應用例句，然後再讓英文學習者以母語翻譯這兩個名詞。

教學原理

為什麼讓學生選擇文章來閱讀？ 活動進行時，學生可以從七篇中自己挑選文章。當學生有選擇機會時，一方面能讓他們依照自己的興趣閱讀，另一方面也提供他們更多參與機會。這樣一來，讓閱讀能力和風格不同的學生能以自己的步調來調查。等到本小節最末的討論分享時，大家都能聽到有關不同生物的證據。

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	
你想提出怎樣的問題？			
生物對什麼環境變遷最敏感？			
目前生物對環境變遷做了什麼的適應行為？			
生物適應環境變遷	1. 遷徙	2. 海洋生物 (紅海海狗以及 大西洋鱈魚)	3. 動物、植物、山 湖的向地性動物
	4. 產生新的變種		

調查筆記本，p.32

姓名		日期	
你想提出怎樣的問題？			
生物對什麼環境變遷最敏感？			
目前生物對環境變遷做了什麼的適應行為？			
生物適應環境變遷 (接上頁)	5. 適應	6. 轉變新的 獵物 (如海狗、 海象以及海牛、 鯨)	7. 繁殖

調查筆記本，p.33

2. 解釋調查筆記本的內容 請學生翻開調查筆記本第 32 ~ 33 頁「生物與氣候變遷」，教師說明：閱讀完一種生物後，請以小組方式討論，再把討論成果寫在學習單。舉例來說，如果「北極熊」在第一欄，學生就要在同列的第二欄寫「北極」，表示北極熊的棲地；第三欄則寫「冰層消融讓北極熊難以狩獵」，表示棲地如何受到影響。學生也可以提出問題，例如在最後一欄寫出：「北極熊是否能學著獵捕不一樣的獵物？」如果教師有展示台，請示範書寫方式。

3. 介紹各組的閱讀步驟 教師告訴學生：閱讀時分成三人一組，每組會收到一個紙袋，紙袋內含有三份相同文章的影本，因此每人都有各自的影本可讀。一旦各組讀完文章，請把影本全部裝入紙袋中歸還，並換取另一份紙袋。在時間許可的情況下，請各組盡可能閱讀文章，當然也要有足夠時間好好閱讀和嚴謹回答筆記本的問題。最後讓學生了解：不需要讀完所有文章，只要在本小節最後的分享活動，分享讀過的文章即可。

4. 分發紙袋並讓小組討論選擇順位 開始進行活動時，教師先大聲朗讀七篇文章的標題，並將裝著文章的紙袋放在教室；先讓各組討論決定閱讀第一或第二順位的文章。

5. 學生取走文章紙袋 各組決定好後，請派一名組員取走文章紙袋（萬一該組選擇的已被拿走，就先閱讀第二順位，待會兒再閱讀第一順位文章）。

6. 學生活動時，請教師四處查看 學生閱讀和討論文章之際，教師須確定每組是否依循指示，並一起進行任務。如果學生需要重點或提示，教師可以這樣提示：「因為氣候變遷的關係，該生物面臨哪些類型的問題？你如何知道？」以及「你是否回答了調查筆記本中關於生物與氣候變遷的問題呢？」

教師注意事項

科學註記

棲地喪失與氣候變遷 棲地喪失是生物多樣性最大的威脅，原因很多：(1) 土地利用方式改變，如新城市或農地的產生，表示野生動物喪失了棲地；(2) 道路的修築，將自然棲地切割成片狀；(3) 土地與水源的汙染，讓棲地無法再是棲地；(4) 氣候變遷。氣候變遷以幾種方式造成棲地喪失：平均氣溫的增加；熱浪出現頻率或嚴重性增加，讓某些區域不再是某些物種的棲地；氣候變遷影響天氣型態，可能讓原本的棲地變得過於潮溼或乾燥；海平面上升，讓沿海區沉於水下；海洋酸化影響海洋棲地，某些種類的珊瑚和其他製造外殼的動物因此無法生存。

關於氣候變遷導致的「分布範圍改變」(Range Shift) 愈來愈多證據顯示，生物會隨著氣候變遷而遷徙。生物為了尋找較涼爽的環境，往往向兩極或更高海拔的山區移動。通常不是個體移動，而是整個族群因為溫度改變而移動，期程可能要經過幾個世代的時間。因為族群的棲地溫度升高，只好移動到溫度可以讓牠們適應的區域。以分布範圍改變回應氣候變遷的最佳案例，就是北美洲與歐洲的蝴蝶。有些種類的蝴蝶，牠們目前的棲地在過去棲地的更北方；也有些種類的蝴蝶分布範圍的改變，並不是因為在更北方找到新棲地，而是在較南方棲地的族群已經滅絕；有些蝴蝶則往更高海拔的區域移動。分布範圍的改變也發生於許多潮間帶無脊椎動物，還有昆蟲、鳥類、哺乳類和植物。

關於無法選擇與遷徙的生物 植物的根深植於土壤，如果棲地變得不適合生存，也無法移動。如果種子可以隨風、水或動物移動到他處，然後在他處發芽成長，植物就可以在比較適合生長的棲地建立族群。不過，植物本身無法移動，甚至有些活動能力較強的生物也無法移動到他處——有些棲息於塊狀棲地的生物，由於棲地之間隔著險峻的環境，因而無法移動自如，例如許多棲息於島嶼的生物，就無法從這個島嶼橫跨廣大的海洋到另一座島嶼。

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？

重要概念 (接上頁)

引導問題 4:
哪些證據顯示氣候變遷正在發生?

引導問題 5:
氣候變遷產生哪些效應?

調查筆記本，p.4

課前想法

你對於地球氣候變遷，知道什麼呢?

(之後的日記，請利用以下空欄書寫)
日記:

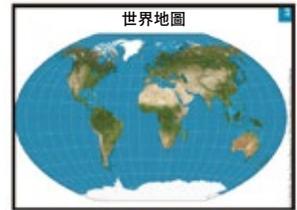
調查筆記本，p.2

分享資訊

1. 準備討論生物文章 大約 20 分鐘之後，讓各組將剛剛閱讀的文章裝回袋中並繳回。請學生參考調查筆記本「生物與氣候變遷」的部分，並詢問他們：「你們在這幾篇生物文章裡，有沒有發現有趣或覺得驚訝的部分？」

2. 播放投影片；分享每種生物以及生物棲息地

花幾分鐘讓學生一次針對一種生物，進行徹底的分享活動。請他們分享生物目前在地球的棲息地，以及氣候變遷如何影響牠們。利用在壁報紙投射的世界地圖影像，直接圈選出生物族群的棲息地。如果有學生針對這些生物，希望增加其他的資訊，或有其他不同的想法，請鼓勵他們分享，再進行下一個教學步驟。



3. 總結作用於生物的兩種效應 教師強調：有些生物遷徙到較寒冷的區域；有些則變得愈來愈稀少，甚至滅絕。

4. 強調全世界各地生物都受影響 教師指出世界各地的生物都受到影響，並總結重點：氣候變遷對生物的影響是全球性的，不論海洋或陸地生物皆同。

5. 學生加入重要概念 請學生翻開調查筆記本第四頁「重要概念」，請他們針對生物與氣候變遷，在引導問題 # 5 的下方，以書面方式總結所學。

6. 審視氣候變遷效應的類型 請教師提醒學生：目前學到的氣候變遷效應已經有幾種了。請他們運用「重要概念」的資料，檢視這些效應。（海平面上升；冰河與海冰融化；洋流改變；當地氣候變遷；作用於生物的效應）。

7. 學生在「課前想法」添加註記 請學生翻回調查筆記本第二頁「課前想法」，針對氣候變遷作用於生物的效應，在該頁下方的欄位加上註記或關鍵詞。再請他們分享：與本單元開始時相較之下，目前對氣候變遷的了解有何增長。

教師注意事項

科學註記

關於適應及演化 人們常用適應這個字眼，來表達生物因應氣候變遷的短期反應。舉例來說，有些人可能認為，人們適應海平面上升而把房子搬到遠離海邊的地點；生物適應溫度上升而遷徙到更高的緯度。但以演化的角度來看，生物學上的適應定義則大不相同。在演化的範疇裡，適應乃是提供功能改善的遺傳特徵，因為天擇的關係而導致發生在族群上的普遍現象。生物因應氣候變遷的演化適應，經過許多許多世代的歷程，在族群中發生並變成普遍現象。例如，某一蝸牛的族群透過天擇的機制，發展出耐熱的蛋白質，此項特徵因而變成族群的普遍現象。耐熱的蛋白質變成了生存優勢，還可以傳給後代。所以，生物在生命過程中的行為改變，並無法傳遞給後代，這與因應氣候變遷的演化適應，有天壤差別。

例行教學

課前想法與修正後想法 讓學生把註記加入調查筆記本，這樣做有兩個目的：第一，有助於讓學生在 3.12 小節寫出類似卻更複雜的想法，屆時他們在動筆之前，可以參考「課前想法」的內容；第二，讓學生掌握自己理解氣候變遷的增長情形。根據研究顯示，這樣的後設認知，有助於概念的理解發展。

提供更多經驗

延伸：本小節的反思提示

- 哪些地球角落的生物受到氣候變遷的影響？
- 關於因為氣候變遷而遭受威脅的生物，人們可以提供什麼協助？

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？