

調查洋流

水 流動了某些時間、某種程度的距離，稱為「洋流」(current)。了解這個定義後，4 位學生一組就可以在教室周圍的 9 個模型海洋站調查洋流。每個海洋站，有顏色的水在模型海洋裡流動著，學生觀察並紀錄海水的溫度與鹽度。後續的 1-8 小節，學生將懂得詮釋結果，並學習密度的差異會讓海水以洋流的方式移動。這樣看來，本小節要學生完成的內容很多，重要概念將於下個小節呈現。學生學到：

- 密度的差異，引起洋流。

調查洋流	預計時間
介紹調查活動	10 分鐘
預測	10 分鐘
模型海洋的調查活動	25 分鐘
總計	45 分鐘

單元目標

科學內容

- 海洋就是熱能儲存庫
- 密度以及洋流以及空氣的運動
- 水循環

科學應用

- 從證據提出解釋
- 利用模型

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

你要準備以下項目

全班需要

- 投影設備 *
- 連結網路的電腦或教學資源光碟 *
- 1-7 小節投影片 1 張
- 水 *
- 3 個盤子
- 電熱壺或熱的自來水 *
- 冰箱或冰櫃 *
- 1/2 袋的冰 *
- 1 個製冰盤
- 3 瓶藍色食用色素
- 3 瓶紅色食用色素
- 紙巾 *
- 3 杯鹽
- 4 個塑膠杯 (1 盎司)
- 2 個透明塑膠杯 (9 盎司)
- 9 個自助餐盤
- 9 個透明自黏塑膠袋 (8 吋 × 11 吋)
- 9 個水箱 (1.5 加侖)
- 9 個紙杯 (8 盎司)
- 8 個圖釘 *
- 9 個長尾夾
- 9 枝紅色色鉛筆
- 9 枝藍色色鉛筆
- 8 根湯匙
- 1 個裝莓果的盒子
- 剪刀或切紙刀 *
- 9 張空白紙
- 影印包

每組學生需要

- 1 套分子卡 * (選擇利用) (1-6 小節)
- (選擇利用) 影印包

每個學生需要

- 調查筆記本：p.30-31；p.28 (選擇利用)
- * 不包含於教材

準備上課了

本小節上課前一天的準備工作

1. **如果可能的話，安排成人志工：**強烈建議，安排至少 1 位家長或成人志工，可在課間或者準備教材、善後時協助教師。
2. **準備藍色冰塊：**加 25 滴藍色食用色素到 1 1/2 杯水，然後攪拌。把藍色的水倒進製冰盤的部份，準備製作 12 塊冰。冷凍一晚，等到上課前再取出。
3. **製冰：**需要 1/2 袋的冰，或等量的冰塊。讓冰保持冷凍狀態，等到上課前再取出。
4. **裝滿水箱：**9 個水箱，裝進足量自來水，水深要 5-6 吋。讓水保持在室溫。
5. **影印紙張：**從影印包影印以下內容：
 - __ 模型海洋指引 (每套 9 張)，把指引切下來，每份都放進自黏塑膠袋。
6. **準備鹽杯：**2 個 9 盎司的杯子、4 個 1 盎司的杯子，都裝滿鹽。
7. **準備盤子：**把以下器材放在盤子上 (每個水站放 1 個盤子)。
 - __ 1 個裝室溫水的水箱
 - __ 1 個紙杯
 - __ 1 個圖釘 (除了第 3 站模型海洋)
 - __ 1 個長尾夾
 - __ 1 枝紅色鉛筆
 - __ 1 枝藍色鉛筆
 - __ 1 張空白紙
 - __ 1 根湯匙 (除了第 3 站模型海洋)
 - __ 「個別模型海洋」指引列出「你需要用品」的額外用品
 - __ 1 張標號的模型海洋指引，放於自黏塑膠袋中

上課前的一點時間

1. **把物品放在容易取得的位置** 把食用色素瓶以及紙巾，放在教室前面或是學生容易取得的位置。
2. **準備 3 種水** 每種水約準備 4 杯：
 - a. **冷水：**把冰以及 4 杯水倒進盤子，冰的量要夠，水才夠冷，但是留些空間給足量的水。
 - b. **熱水：**熱水，但是不要熱到燙手。如有熱的自來水，直接加到盤子；若沒有，請用電熱壺加熱，直到課程開始前再拔掉插頭。
 - c. **室溫水：**加 4 杯室溫自來水到第 3 個盤子。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
氣候
凝結／凝結作用
海流
密度
蒸發／蒸發作用
證據
熱能
熱能儲存庫
物質
模型
分子
降水
水循環
水蒸氣

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？

3 模型海洋 3 (設置淡水的水槽+藍色冰塊)	
你需要以下器材	你可觀察到
<input type="checkbox"/> 1 個裝有溫水的水槽 <input type="checkbox"/> 1 個裝有藍色的膠子 <input type="checkbox"/> 1 個膠樽 <input type="checkbox"/> 1 個膠釘 <input type="checkbox"/> 1 個高夾夾 <input type="checkbox"/> 1 塊紅色鉛筆 <input type="checkbox"/> 1 塊藍色鉛筆	<input type="checkbox"/> 兩種藍色冰塊
你要這樣做： 1. 把膠樽內裝滿溫水，舉到眼睛 2. 把膠子弄出水槽一角 3. 用高夾夾住膠子 4. 再舉高一下，從膠釘冰塊後會如何？請舉出理由 5. 把冰塊放入水中，觀察發生怎樣的現象，然後紀錄結果	

4 模型海洋 4 (設置淡水的水槽+藍色冰塊)	
你需要以下器材	你可觀察到
<input type="checkbox"/> 1 個裝有溫水的水槽 <input type="checkbox"/> 1 個膠樽 <input type="checkbox"/> 1 個高夾夾 <input type="checkbox"/> 1 塊膠釘 <input type="checkbox"/> 1 塊紅色鉛筆 <input type="checkbox"/> 1 塊藍色鉛筆 <input type="checkbox"/> 1 小秤	<input type="checkbox"/> 藍墨水 <input type="checkbox"/> 氣味色素
你要這樣做： 1. 將膠樽裝滿水 2. 把小秤裝入膠樽，稱秤 3. 加 20 滴藍色色素於膠樽，攪拌 4. 把膠釘放入膠樽的左邊，稱量 5. 把膠樽弄出水槽一角，舉到眼睛，但不應舉得過高 6. 舉高夾夾固定膠樽 7. 再舉高一下，從膠釘後會如何？請舉出理由 8. 離開膠釘，觀察發生怎樣的現象，然後紀錄結果	

模型海洋指引學習單, 2/9

介紹調查活動

1. 定義「洋流」 告訴學生：接下來的課程，將調查洋流。所謂洋流，就是巨大的水團，經過一段時間朝著特定方向運動一段距離。河流，可說是陸地上的洋流。大氣中也有氣流——就是朝著相同方向吹拂的風。

2. 輪流發表洋流 讓學生彼此簡短討論，說出洋流是什麼，並且談談是否在池塘、河流或海洋有類似的經驗，或者置身在洋流裡的感受。請幾位志願者上台，分享他們的想法與經驗。

3. 播放投影片；介紹新的引導問題 請學生大聲朗誦引導問題。



4. 介紹調查站 告訴學生：接下來要調查 9 個分布在教室周圍的模型海洋站。每個站都是獨特的，各有各的流動方向。第一個到站調查的組，稱為「設置組」，設置組要創造洋流，讓後續參觀的組觀察洋流。到模型海洋站調查，表示學生要以文字或圖像紀錄。請教師解釋以下重要的指示，讓學生牢記在心：

- 第一組到站的同學，請仔細遵循模型海洋指引——這組是設置洋流的先驅，讓後面的組別能夠接手調查。請把白色空白紙張放在水箱下方，讓後續的組別方便觀察
- 一旦洋流設置好，就放著別再動手；請勿干擾或攪動洋流。
- 水加上食用色素，就可以讓學生看清楚洋流與流動方向。食用色素可以和任何液體混合；如果藍色冰塊開始融解，看著藍色水流的走向，就能追蹤融化的水往哪流動。
- 裝著食用色素的罐子，一定要放在教室前面。學生看到食用色素加到杯子的指示，請他們在教室前面完成。食用色素的添加量，請學生完全按照指示的量，不多也不少！然後把罐子放在教室前面。請提醒學生：食用色素可能讓衣服永久染色，操作時要小心，並且立刻擦掉溢出的色素。
- 當小組完成第一個調查（洋流設置完畢、所有組員都紀錄結果），整組就移動到下個模型海洋站。不要到擁擠的站，也不要到洋流尚未設置完成、紀錄尚未完成的站。

教師注意事項

每日書面反思

河口的河水注入海洋後，你認為河水會沉入底部，還是待在表面？或是淡水或海水很快混合？ 這個提示在調查筆記本第 28 頁，讓學生運用淡水、鹽水的密度問題，應用於真實的海洋情境。這樣的提示，協助學生連結到本單元的接續課程，讓全班得以繼續探索洋流。學生應該可以預測來自河流的淡水，和海水相較，密度比較小，因此會停留在海水上方；不過有學生可能預測，兩種水會混合（不正確的預測）。

教學方針

事前準備與清潔工作值得嗎？ 教師應該給個高亢的肯定：「是的！」本小節需要相當程度的事前準備，還有事後的清潔善後，但是都是值得的。學生發現：密度驅動洋流的重要概念，在單元往後的課程甚至是本系列的整個課程，是用以學習的基礎。

評量

快速理解篩檢：洋流生成的因素？ 學生彼此交談洋流可能的成因，請教師聆聽交談的內容。他們可能不曉得表面洋流的成因，或是鹽度、溫度差異造成的洋流。教師聆聽討論的內容，可以在學生探索這個主題之前，掌握他們的起始想法。

科學註記

關於洋流 洋流就是大量的水體，朝著相當穩定的方向，長距離移動。最強勁的洋流，延著海面運動，主要由風力驅動；這樣的洋流，分布於海洋的上層，也是人類最早觀測的海洋現象之一（學生將在本單元稍後，學習到風吹洋流）。海洋其他區域，也有較深海域流動的洋流。這樣的洋流，流動的原因部份與風力有關——主要由不同海域的鹽度與溫度差異造成。鹽度較高的海水，密度比鹽度較低的海水大；溫度較低的海水，密度比溫度較高的海水大。密度較大的海水，比較會下沉；密度較小的海水，比較會上浮。這樣一來，溫度低、鹽度大的海水，會沉到溫度高的淡水下方。密度的差異，造成垂直方向的洋流，因此把深層的海水帶往表面、把表面的海水帶往深層。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
氣候
凝結／凝結作用
海流
密度
蒸發／蒸發作用
證據
熱能
熱能儲存庫
物質
模型
分子
降水
水循環
水蒸氣

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？

調查洋流				
觀察				
預測				
結果				
討論				
1 預測	2 結果	3 討論	4 預測	5 結果

調查筆記本第 30 頁

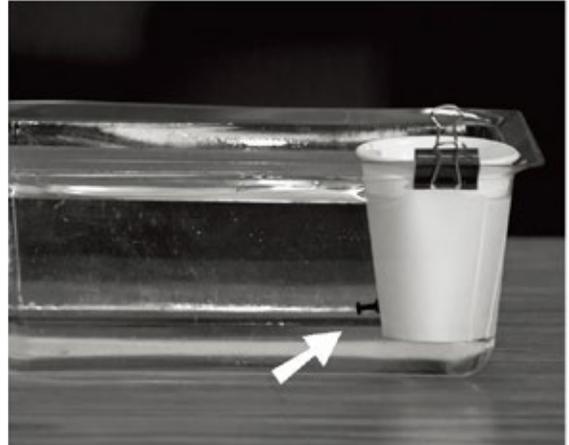
調查洋流 (接上頁)				
6 預測	7 結果	8 討論	9 預測	10 結果

調查筆記本第 31 頁

5. 解釋程序 模型海洋指引告訴設置小組，應該準備什麼、需要什麼。指出學生可以得到補給的地點；分享使用熱水的安全守則。

a. 指引 確確實實依循指引。有些模型海洋需要學生在杯裡的水另外加東西，有些則要學生在水箱中加物質，有些則是杯裡和水箱都要添加。

b. 杯子以及圖釘 確定圖釘釘進杯子側邊，而不是底邊。杯子放進水箱，小洞在水下，杯裡的液體會從這裡滲出。把圖釘留在杯裡，直到指令下達移除為止。小心不要把杯子弄扁。



把圖釘釘進杯子側邊，不要釘在底邊。圖釘移除後，水會從小洞流出。

c. 長尾夾 利用長尾夾，把杯子固定在水箱。少了長尾夾，杯子會翻覆。

6. 解釋調查筆記本 發下調查筆記本，請學生翻到第 30-31 頁「調查洋流」。請學生注意：左邊羅列的 9 個站，有哪些差異。指出右邊 3 個欄位，請學生紀錄：(1) 預測；(2) 結果（文字說明）；(3) 結果（圖畫說明）。

7. 以圖畫呈現結果 請向學生解釋：請利用色鉛筆，畫出有顏色的水（洋流）如何流動。為了下個小節學習順利，這個實驗很重要。請注意：每個模型海洋站，都有藍、紅色的色鉛筆。告訴學生：不一定要以色鉛筆配合模型海洋站的水色。色鉛筆也可以描繪出可能形成的不同顏色水層。教師可以快速在白板上示範紀錄方法。

教師注意事項

教學建議

如果學生經驗較少，或是教學時間不足 教師可能會想把本小節拆成兩節實施，其中一節用來「介紹調查活動」以及「預測」，另一節則是「調查洋流」。

站的數量與小組的數量 不管小組是否是 9 組，就是要備受 9 個站，這點很重要。如果學生只分成 8 組（或更少組），教師可能要其中一組擔任超過兩個站的設置小組。這樣一來，小組不會花時間等待別組完成，會減少小組跑站的瓶頸並讓流程更順暢。

調查洋流的幾個小技巧 雖然教師都說這樣的活動沒有問題，但是以下的小技巧還是有幫助的：(1) 讓學生小心轉動圖釘，把洞弄大些；(2) 如果杯裡的液體停止流出，再添滿同樣的液體；(3) 承載水箱的桌子最好不要搖動，以確保觀察過程中，水箱的水不被擾動。

有些老師這樣做 為了節省時間，也因應不熟悉動手操作的班級，有些教師只讓一組學生調查一個站並紀錄結果，然後與其他同學分享。示範的同學樂於討論，並樂於和同學分享他們的知識。

教學方針

為什麼要讓學生每站畫圖？ 每站顯示洋流如何運動的圖畫，對學生而言，是下一小節相當重要的資源。這些圖畫，提醒學生每站海流的運動方式，協助他們以自己的觀點詮釋海流。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
氣候
凝結／凝結作用
海流
密度
蒸發／蒸發作用
證據
熱能
熱能儲存庫
物質
模型
分子
降水
水循環
水蒸氣

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？

預測

- 1. 三個站的預測** 告訴學生：開始調查各站之前，必須預測三個站的結果。
- 2. 班級預測模型海洋第 1 站的洋流** 全班圍在第一站，教師展示教具並說：「這水箱裝著室溫的水，杯子側邊釘著圖釘，杯裡裝著染色的熱水。」教師請學生分組預測：把圖釘拔掉，會發生怎樣的狀況？教師問學生：「染色的熱水，會往哪個方向流動？」「熱水會延著箱底流動、流向水平面，或是到處亂流？」告訴學生，請他們和組員討論、推論 1 分鐘。
- 3. 學生紀錄預測** 讓學生針對模型海洋第 1 站，在筆記本第 30 頁紀錄預測與理由。
- 4. 針對第 4 站與第 8 站紀錄預測** 向學生展示模型海洋第 4 站（水箱內室溫淡水＋杯子內室溫鹽水）與模型海洋第 8 站（水箱內室溫鹽水＋杯子內冰冷鹽水），讓他們預測圖釘移除後的狀況並且紀錄下來。請志願者上台分享預測，教師在聆聽過程，迅速把預測內容畫成圖畫，並且詢問是否準確反映預測。

教師注意事項

教學方針

為什麼只預測 3 個站？ 讓學生在課程進行前預測 9 個站的結果，將會值回票價；有時段編課 (block periods) 規畫的教師，發現這樣的設計相當有效果，但是按表操課、每堂課 45 分鐘的教師，會發現時間不夠用。因此，我們特別挑出 3 個別具意義的站，讓學生進行預測。仔細討論預測，將會協助學生了解後續的現象，也會提供額外資訊，讓他們設置調查裝備。預測之前，教師可能會鼓勵學生查閱調查筆記本第 5-8 頁的重要概念。如果在調查第 1 站才進行預測，結果會因為後續的調查而清晰明朗，預測就會變得沒有意義。

教學建議

其他教師的作法 有些老師讓全班一起預測並紀錄預測，這時老師往返各站，手持杯子向學生強調：待會要在杯裡和水箱裡要進行的步驟。其他教師則要學生運用白板筆，把預測寫在第 1 站的水箱上。

示範其中一站 有些老師發現：利用文件提示機示範模型海洋站的活動，讓學生了解設置的步驟，以及文字與圖畫紀錄的方式，非常有效率。如果課室內沒有另一位成人協助，這樣的方式很有幫助。小撇步：在水箱後面擺張白紙，洋流以及水層分層的現象，會讓學生看得更清楚。

英文學習者

鼓勵參與 雖然小組運作，讓英文學習者獲益良多，但是也有風險，那就是英文學習者可能不會完全參與。提醒學生：如果有個組員較少發言，其他組員藉著詢問他的意見並確定他了解小組任務，有責任邀請這位參與對話。教師也可以指定每個組員都有特定任務，更進一步讓全體都參與。這個活動，有討論以及設置的任務可以指派給學生：

- **設置：**(1) 裝滿杯子；(2) 用圖釘在杯子穿洞；(3) 在杯中加入食用色素；(4) 把杯子夾到水箱並且拔出圖釘。
- **小組討論：**(1) 邀請組員提出預測；(2) 邀請組員觀察結果；(3) 邀請組員摘要結果；(4) 邀請組員以密度的觀點描述各站現象。

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
氣候
凝結／凝結作用
海流
密度
蒸發／蒸發作用
證據
熱能
熱能儲存庫
物質
模型
分子
降水
水循環
水蒸氣

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？

模型海洋的調查活動

- 1. 學生開始調查** 向學生強調：每個小組的成員，都應該承擔任務，一起討論想法、回應問題。讓學生曉得：如果在小組討論過後仍有疑問、不曉得任務需要，應該舉手發問，老師就會過來了解。讓學生了解：如果沒有完成所有站的任務，也不是最要緊的。分派每組開始第一站的任務，讓全班動起來。
- 2. 教師讓調查遂行** 教師在各組遊走，提醒學生要寫下第一站的預測，直到全班都寫下預測為止；還要提醒他們，文字與圖畫的紀錄都要。教師問學生：發生了什麼？並且鼓勵學生向教師或組員解釋結果，以這樣的方式讓學生的理解更順暢。此外，激勵學生在解釋的時候，用上「分子」和「密度」兩個名詞。
- 3. 小組到各站調查** 當有組別完成設置任務、觀察並且紀錄起始的調查，告訴他們看看哪站沒人，整組過去繼續調查。提醒學生：在各站都要仔細觀察，以文字和圖像紀錄結果；再次提醒他們，並不需要趕著完成所有站的調查。
- 4. 學生完成調查** 在時間許可的狀態下，讓學生盡可能調查各站。最後，留 3 分鐘提醒時間，要學生完成最後一站。告訴學生善後清潔的指示事項。
- 5. 預習下一小節內容** 告訴學生：下一小節，將要討論調查結果，也要運用結果學習洋流。

教師注意事項

教學建議

萬一杯裡的液體停止流動，怎麼辦？ 有時候，杯裡染色的液體，不再從小洞流到水箱。這是因為，杯裡的水位太低的緣故。如果你注意到小組這樣的問題，建議他們以更多的水倒入杯裡即可（提醒學生：要用原來杯裡的液體才行）。

教學方針

為什麼不要規定學生轉移的時間 這個活動，最好讓學生完成規定的任務，再轉移到下一站，而非教師下令讓整組同時立刻轉移。讓學生以自己的步調工作，增加了任務的參與感而非聽命令行事，他們可以自在地完成各站的觀察。但是另一方面，規定了轉移時間，也可能是好方法，教師或許也偏好這樣的策略。

提供更多經驗

強化 如果時間允許，讓學生閱讀他們在調查筆記本第 3 頁「課前想法」留下的書面紀錄，然後在底下的空白欄位，加入洋流觀察的筆記。

延伸：本小節的提示

- 海洋的哪些區域（或何時），不同的水團會混合，如同你在模型海洋觀察到的現象一樣？
- 調查過洋流後，你解釋看看：形成洋流的原因是什麼？

科學語言

科學字彙

吸收
大氣
氣候
凝結／凝結作用
海流
密度
蒸發／蒸發作用
證據
熱能
熱能儲存庫
物質
模型
分子
降水
水循環
水蒸氣

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？