

地球行星影集專欄 (二)

地球行星影集

第二部影片「藍色的星球」

教師手冊

給老師：

藍色的星球更恰當的稱法應為海洋星球。海洋涵蓋了地球表面積之十分之七，其他星球也具有大氣、堅固的表面，以及大地構造力量引起的地貌改變，但是在所有太陽系中就只有地球具有海洋此廣大水體。

幾世紀以來製圖者常將地球上大陸未探勘區域冠以“未知區”相稱。也在那一些世紀內，同樣的海洋只在與大陸相鄰的海岸線附近能夠被畫上，而所畫上的也只限於為人所知的表面部份。其餘極大部份之海底地形可說全然不知。甚且對於環繞大陸之雄壯洋流也不清楚。在古代希臘人略對海洋性質發生興趣之後，深洋被視為神秘怪物之寄居之所，或者只是扮演了二陸塊間之水裏通路之角色而已。

直到十九世紀海洋學才成為現代化之科學。本世紀有關海洋學之知識更成幾何級數累增，洋底被調查的更清楚。其上且發現了中洋脊，是板塊擴張之軸部位置。也很有規律的，不久又發現許多生物新種。從洋底沈積物所採取之岩樣，提供了一些支持地球歷史的學理的證據，也創導出許多新的看法。

進步的衛星及遙感探測技術也為地球科學家帶來一個海洋動力學之全球觀。覺察到巨大之循環系統能把諸海洋串成一個世界性之大洋，監視水／氣如何作用，而也能再度熱烈評估海洋如何扮演製造清新可供呼吸之空氣，以及擔任散佈太陽之能量使遍及於地球表面各地之角色。

我們正活在海洋學歷史中，最令人興奮的一個階段。地球行星影集第二部「藍色的星球」著重討論目前各類海洋學者之活動，IBM 公司為本影集的負責保證人，代理及準備兼發行這些教材，希望藉著這個節目會鼓舞起你們學生的學習熱忱，而且會為學習我們此一地球行星活動系統的一些極重要成分，打開一扇智慧之門。

教學目標：

當你的學生看完此片且使用了這些教材之後，他們應能夠：

1. 重新評價一些海洋科學發展上的精彩片段。
2. 在地圖上描繪最重要的洋流及討論它們的重要性。
3. 顯示對於全球水的輸送的熟悉程度，以及世界洋流的觀念。
4. 將一些出現在「藍色的星球」一片中的基本名詞及觀念定義並確認它們。
5. 說明冷暖水體及互作用之機制。
6. 討論海洋如何提供較多清新可供呼吸之空氣，並且確認陸地生物仰賴海洋的一些其他例子。
7. 討論海岸生物及這些生物對風、洋流及湧升流等物理性質之相關性。
8. 追蹤屬於「南振動」範疇之內的艾尼紐（El Nino）溫暖海流如何發育？
9. 認識幾種遙感探測之工具及說明它們對地球行星及海洋之了解上有何貢獻。
10. 評估海洋如何大規模的將熱輸送至地球表面各地之功能？並且討論這與地球氣候型式會有何種關連？這些資料等於為第三部影片（謎樣的氣候）預作準備。

本套教材之內容：

1. 教師手冊
2. 學生講義 11 種
 - (1) 海洋：未來的新展望(I)
 - (2) 海洋：未來的新展望(II)
 - (3) 遙感探測：科學的新眼睛
 - (4) 洋流及力量(I)
 - (5) 洋流及力量(II)
 - (6) 水／氣的交互作用
 - (7) 南振動範疇內之艾尼紐（El Nino）暖流
 - (8) 風及生質能：海洋中的生命
 - (9) 海洋：生命的支持者
 - (10) 熱水、吐黑煙者及奇怪的生物
 - (11) 進入海洋（小考）
3. 三張投影片樣本

- (1) A. 大陸、海洋及熱帶
 - (2) B. 全球水流流向圖
 - (3) C. 主要洋流圖
4. 一份實驗範例資料袋

教材用法及使用順序：

1. 張貼此影集之海報。要求學生討論第二片「藍色的星球」之國際性符號  之圖案，這代表此影片之意義安在？
2. 複習在教師手冊中登錄之「未看前之討論問題，研究計畫及研討專題」，但是只挑選那些適合你班級程度之問題便可。
3. 複印及分發學生講義給學生，如果那將對你的課程學習有加強效果的話。
4. 當此影片在你的電視頻道出現時（在美國為 1986 年 1 月 29 日星期三）指定學生在家觀看（連絡你的地方公共廣播服務站（PBS），求證正確的放映時間）或轉錄節目而帶到課堂上使用。
5. 複習在此教師手冊內登錄之「看完後的討論問題、研究計畫及研討專題」，不要忘記複印及分發適當的學生講義給學生。

未看前之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 拿出世界地圖來看，要求學生指出那一部份屬於最少探勘的地區？它們位在那兒？（可能是南極、北極大陸，也可能是非洲及南美洲）。地球表面被水或是被陸地所佔的面積那個多？（水）。水涵蓋了地球之多少部份？（超過十分之七）。學生們認為海底被調查到什麼程度了？
2. 要學生就記憶所及繪出海盆的外貌——不必將整個大陸外形畫出，只要將陸海鄰接部份之海岸線繪出便可。
3. 要學生描述他們想像中的海底地形，它是平坦的多河地或高山起伏的岩坡？它有峽谷、深谷及平原之分嗎？如果認為有，那是什麼力量造成的？海底最高的山應稱為什麼？（島嶼）。世界上最高峯在那兒？（學生也許會答艾佛勒斯峯，但是如果從海床為基準算起的話，應是夏威夷島的 Mauna Kea 峯才是正確答案）
4. 如果學生已看過地球行星影集第一部「活的機器」，要他們在一張圖上繪出海洋裂谷、洋脊系統，此代表一個擴張帶（你可能需借用上一回之投影片樣張 A 及

B，以勾起他們的回憶)。要他們看見此一巨大系統乃是一個洋底下遍佈全球的峽谷，串聯成一個極大之網路。

5. 科學家們如何研究海洋？要學生說出海洋資料用何種方法收集？（可能的答案包括：船、聲納、衛星）。分發學生講義(1)及(2)“海洋：未來的新展望(I)及(II)”並討論什麼是海洋的最早觀念？（為環繞陸塊周邊的未知水體）。簡短的說明腓力基人及希臘人對海洋的貢獻？（增加對地中海之認識；腓力基人是海上貿易商，研究了海水之表面及洋流；希臘人基於純科學的態度研究海洋，將海洋生物分類並且描述了潮汐是源自受月亮的影響）。
6. 當航海冒險之黃金時代，冒險者對海洋之看法為何？（他們對海洋之大小關心，以及對於決定海洋形狀之海岸線調查有興趣，其次就是對深度有興趣，不過只限於那對船隻有威脅性的淺海部份而已）。探險者之偉大航行均是大洋式之航行，因為他們穿越了海洋，但是他們探險之目標究竟是陸地還是海洋？（陸地）。最早研究海洋始自何時？（在十九世紀）。
7. 要學生或一羣學生對 HMS 挑戰者 號研究船之航程作研究並加以報告，什麼是船的航行旅程表？在船上要有那些科學訓練？什麼是整個航行研究任務最注重之處？整個航行的最偉大成就在那？
8. 30年前與今日對海洋學之看法最重大之差異在那兒？（老的是綜合各地方的資料而屬於地方及局部性的，今日的則改為全球性之看法）。此全球性之看法又對海洋起了何種影響？（了解有極大規模之循環系統正在運行，所以認為各海洋中有未察覺之關係隱藏著）。Scully-Power 博士在太空梭挑戰者號發現了什麼？（整個地中海海面廣佈著渦流場）。對海洋此未來新展望具影響最重大的科技是什麼？（衛星及遙感探測）。
9. 複印及分發學生講義(3)“遙感探測——科學的新眼睛”。這些裝在衛星上之感應裝置可以讀出什麼資料？（譬如熱輻射（熱）、濕度、風向等）。這些信訊先變成什麼？（它先數據化然後傳送到地球之電腦系統，然後又轉換成影像，且常將這些影像加強而成彩色化）。要學生研究並報告遙感探測在下列研究領域中之功用：氣象預報、農業、海洋、地質、環境保育、太陽系中星球之探勘調查。他們應會區分利用遙測的種種不同的例子，以及究竟會產生那一類型之數據。
10. 現在我們已能繪製洋盆的地圖，我們又如何調查洋盆上之水體？（利用衛星上之紅外線感應器去量度水溫之變化）。水體中有什麼巨型持久之特徵？（洋流）。除了洋流，什麼力量還使水體運動？（可能包括潮汐、風、地球之旋轉及海水之溫差）。

11. 複印及分發學生講義(4)及(5)“洋流及力量(I)及(II)”要學生描述廣佈全洋的迴旋力。什麼是迴旋之主要作用？(它們將赤道的熱帶到極區)。為何使迴旋扭曲？(為大陸及陸地所阻以及地球之旋轉)。什麼是提供洋流之主要動功？(風)。
12. 什麼是造成深部洋流之主因？(當熱帶有較暖之水由表面流到極區時，極區的水體因密度大而且較冷就會下沉而緩慢的流回熱帶)。除了較冷，還有什麼性質使得極區之水體密度變重？(鹽度增加)。
13. 配合學生講義，也可使用投影樣張A、B及C“大陸、海洋及熱帶”，“全球流向圖”及“主要洋流圖”。要學生繪出主要洋流之路徑及研究他們在全球上之巡迴。注意事項：此三張投影樣張，可在一張上面再疊上另一張，而最後形成三張都疊在一起，達到不同之疊置效果。
14. 要求學生定義：渦流、曲流、環圈、對流、湧升流。
15. 海洋可從熱帶將熱帶至極區，靠的是什麼介質方能將熱帶到陸地？(大氣)。學生已讀過大氣與海洋之相互作用；那是什麼？(貿易風擔任吹送表面流之角色)。複印及分發學生講義(6)“水／氣之交互作用”要學生繪出大氣及海洋熱之基本交換及討論原本二者俱是流體的看法？
16. 爲了舉例，複印及分發學生講義(7)及(8)，“南振動範疇內之艾尼紐(El Nino)暖流”及“風及生質能：海洋的生命”此二活生生的例子。參照學生講義(7)，要學生討論當海洋貿易風變弱時，形成El Nino暖流，以及海洋如何影響分佈極廣之多變化之氣候。參照學生講義(8)，學生應該知道風如何激起湧升流，使得底下之營養物上湧。並試想如無湧升流，則陸上生物將有什麼不利之影響？
17. 在美國本土1986年1月29日星期三會播放“藍色的星球”。要學生在家觀看(不過要詢問你的地方性公共廣播服務站，求證正確的放映時間)或轉錄節目帶到學校去播放。

看完後之討論問題、研究計畫及研討專題：

1. 可利用實驗範例資料夾中之材料，在教室中示範一些空氣、濕度及鹽度對全球海洋循環之影響力，如要學生填圖表及回答問題，則該資料袋中之每一頁均需影印翻版分發給學生，否則你只要大聲唸出實驗之指導而學生們照做便可。

這裏是實驗2(B部份)預期之結果：

步驟：

- (1) 每個溶液之鹽度不同，但每次試驗在試管上所裝之水應是同一種水，管的

斜度及注入之不同溶液鹽度之溫度也一樣。討論為何需要此些控制？以及每次試驗中，只容許那一項因素在改變？

- (2) 食用染色劑可以提供視覺上的效果，水流是以一種擾流之方式從斜管中流下，此水流則因鹽溶液與斜管中所裝之水的密度不同而引起。
- (3) 溶液密度愈重，流速越快。速度與鹽度也有關。含較多鹽的溶液密度最重，也就在斜管中流的最快。各學生所量的絕對值也許不同，但其每人所做的試驗中，溶液 A (10 份水及 1 份鹽) 的一定流的最快。不同組所操作觀察之流速，可能也不同。那是因為他們放置斜管之角度可能有異。

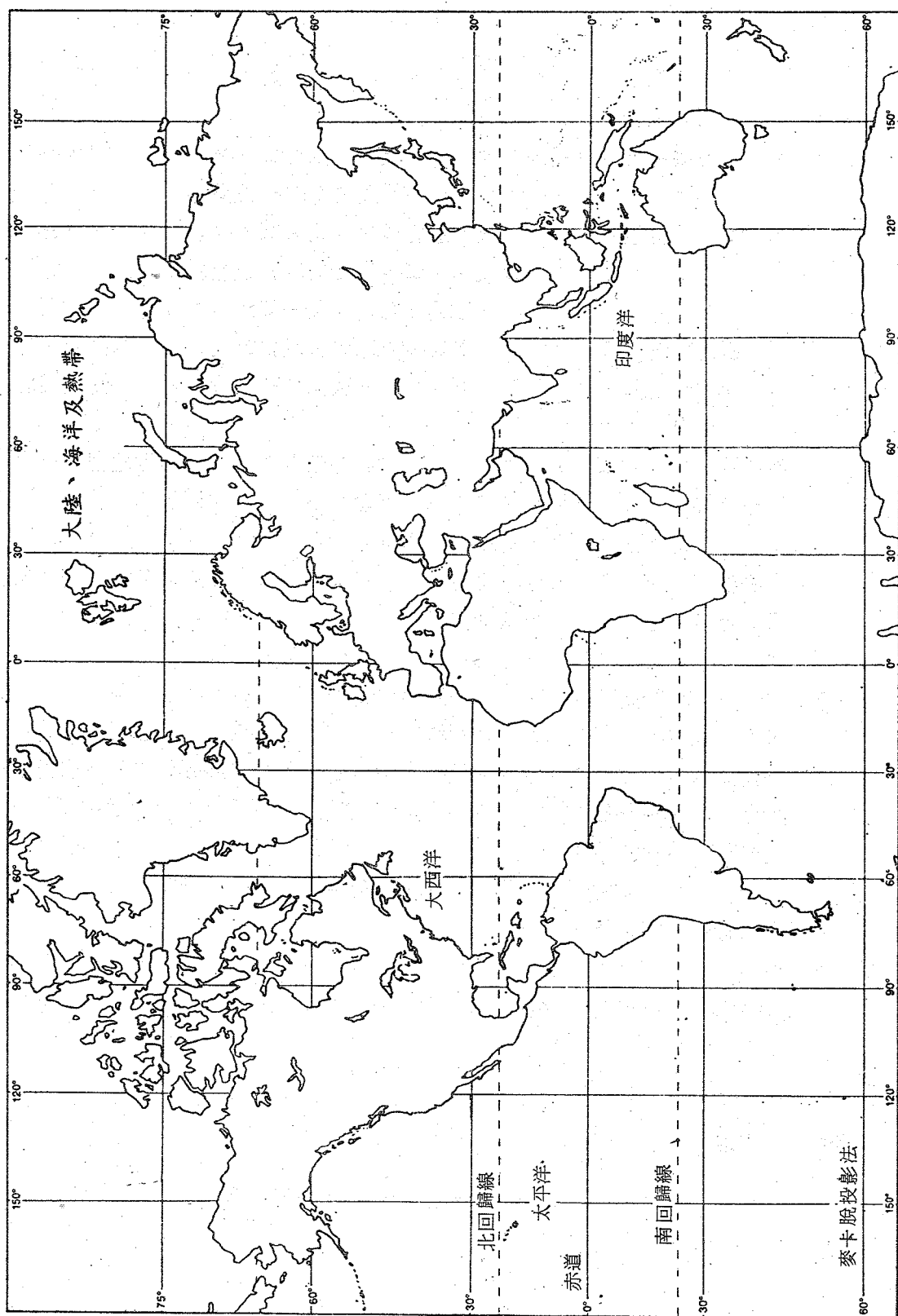
※注意事項：如果時間夠多，可用一次冷及一次熱的溶液來量度溫度及鹽度對水流之影響程度。

2. 複印及分發學生講義(9)“海洋：生命的支持者”。讓學生了解陸地生物依賴海洋的種種福利有一全盤性看法。要學生複習此講義以及他們已知道的氣／水交互作用。問有無陸地生物，全然不需依賴海洋者？（沒有）。問有無海洋生物全然不必依賴陸地者？（可能也沒有——不過在熱水裂縫通路生存的一些生物羣集可能是唯一之例外，參看學生講義(10)）。要學生討論人類有那些活動會危及海洋者，而且嘗試如何防止之方法或更進一步有積極性之作法。
3. 學生若有生物基礎的也許會對學生講義(10)“熱水、冒黑煙者及奇怪的生物”有興趣。這些生物有那些基本方法明顯的不遵守科學的定律？（它們在食物鏈上，不從太陽能源汲取能源）。它們生活的方式，又有那些原先被科學家認為不可能？（細菌在那樣的溫度下還存活，又能將大量 H_2S 轉換成營養物質）。這對我們所熟知生命定義又有什麼啓示？（可能以往的定義太狹窄了！）。跟學生討論這對生物學家在其他世界尋找生命時有何應用價值？可能在此廣定義條件下就有生命存在的可能了！
4. 作最後一次之檢驗，查明學生對「藍色的星球」一片中所提到之名詞及觀念有什麼印象。複印及分發學生講義(11)“進入海洋”（小考）。（小考之標準答案為 e, b, b, a, e, a, b, a, c, b）。

致 謝：

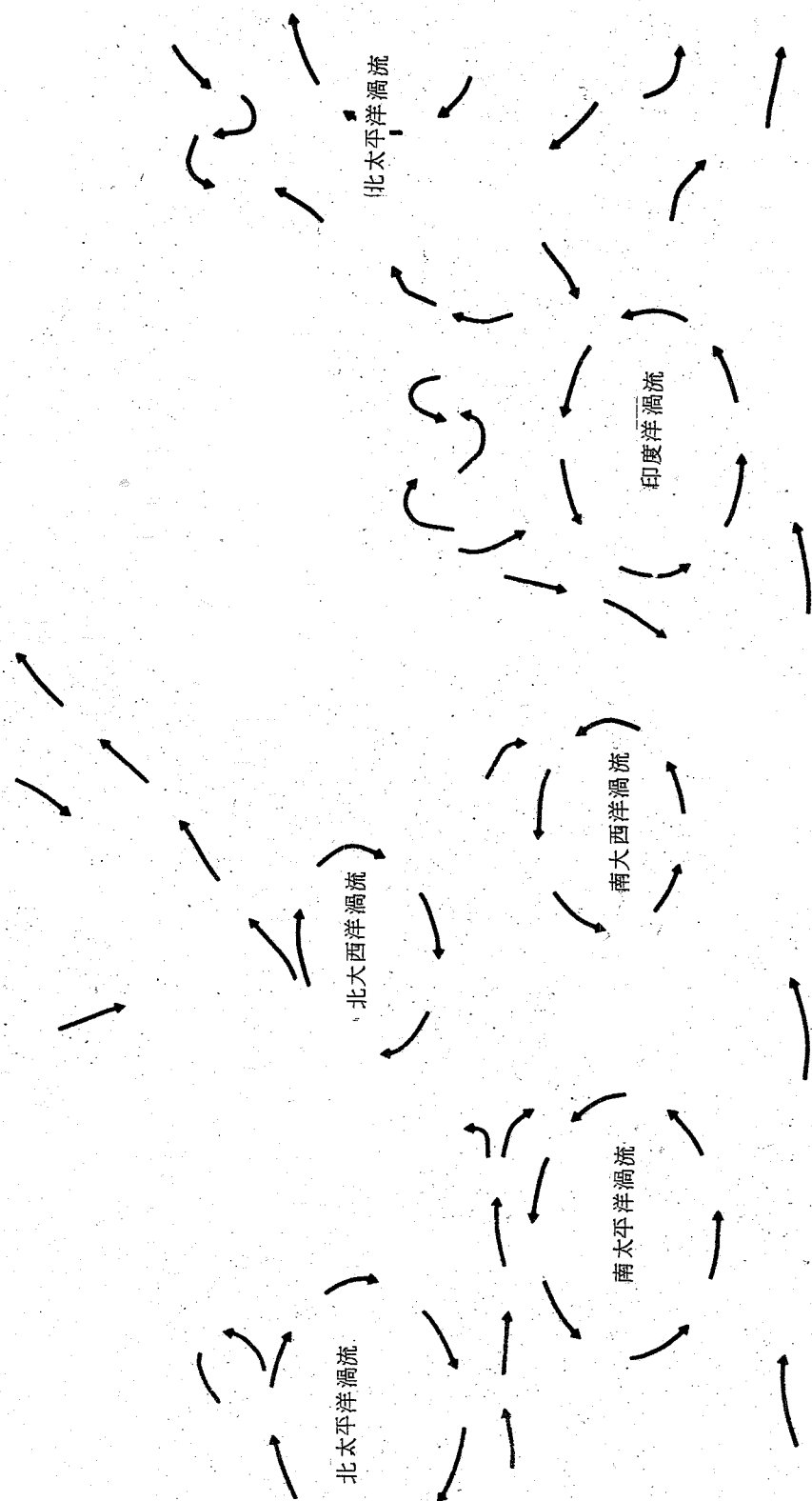
除了工作人員名單有異動外，大部份該致謝的人及機構與第一部影片同，所以省略。

藍色的星球：投影片樣本 A：大陸、海洋及熱帶。

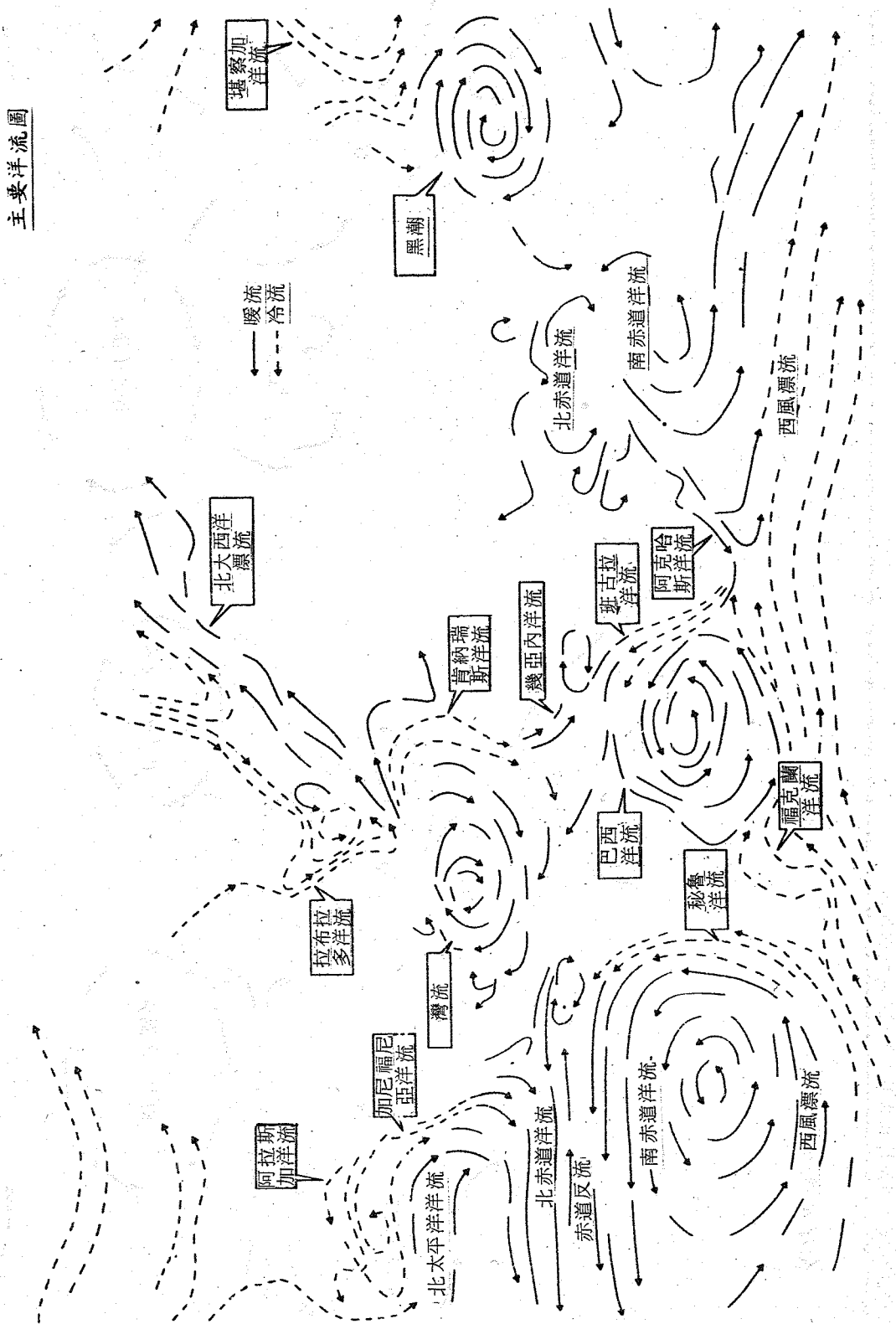


藍色的星球：投影片樣本B：全球水流流向圖。

全球水流流向圖



藍色的星球：投影片樣本 C：主要洋流圖。



實驗範例

A部份：驗證溫度對 海水之效應(溫度之影響)

就像海洋中冷暖水碰在一起，本實驗示範不同溫度之液體碰在一起引起交互作用之情形。就請進行下列之實驗。

目的：當冷暖水混合在一起，有何效應產生？

實驗器材：(每組2～4位學生)

透明的塑膠水箱一個

二個透明塑膠杯子

熱源

紅色及藍色食用染色劑

置放 250 CC 標示冷水 ($0^{\circ}\sim 4^{\circ}\text{C}$) 之燒杯一個

置放 250 CC 標示熱水 ($50^{\circ}\sim 70^{\circ}\text{C}$) 之燒杯一個

標示為室溫的 250 CC 燒杯一個

8 (便士) 鐵釘、或冰籤各一隻

鉛垂(釣魚用)

步驟：

1. 在實驗開始不久，利用圖一之上圖，繪出你猜想從洞中流出水流流動之方向。

冷	室 溫	熱
---	-----	---

上：預計水流從洞中流出之方向

冷	室 溫	熱
---	-----	---

下：實際水流從洞中流出之方向

圖 1

2. 用鐵釘或冰籤在二個杯子之上下各挖一個小洞（如圖 2 之右圖）置鉛垂於杯底使其不上浮。二杯子放於水箱之放法是讓二釘孔小洞背面而立。（如圖 2 之左圖）。

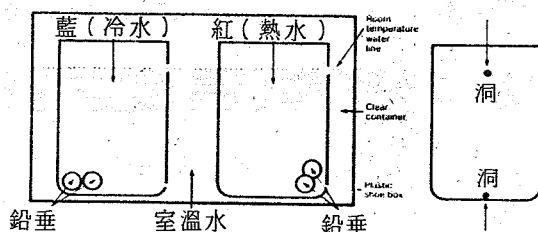


圖 2

3. 放幾滴紅色染劑於 250 CC 之熱水燒杯，也放幾滴藍色染劑於 250 CC 之冷水燒杯。
4. 將二燒杯中之水分別倒入水箱中之二杯子中，不必顧慮有小部份水會從小孔中滲出。
5. 在水箱中加室溫之水，直到湮沒杯子中之上位小洞那一點高度為止（圖 2 之左圖）。
6. 觀察紅色及藍色水從杯中溢出而互遇時之情形。
7. 繪出實際流動之方向，再與步驟 1 所作猜想之流向互作比較。

分 析：

猜想與實際之結果有何出入？那一種水體密度較大、較重？收集到什麼證據可以求證你的答案？你想是由於什麼因素讓水體如此流動？

用同一套設備，設計一項可以試驗不同鹽度水體之相互作用的系統，先預期什麼應該發生，然後實際加以驗證。

實驗範例

B部份：驗證塩度對 海水之效應(塩度之影響)

目的：決定塩度對海水流動之影響。

實驗器材：(每組必備)

食用性染色劑

直徑 2 cm，1 米長中空透明塑膠管(一端封口另一端開口)一支(玻璃做的也可以，但是最好不用，因安全關係)

一個圓形夾子及一支撐架子

試管 3 支

(符合一班 30 個學生編制的量)的不同塩度之人造海水溶液：

溶液 A 1000 CC 水加 100 克塩 (NaCl) 水塩之比 10 : 1

溶液 B 1000 CC 水加 50 克塩 (NaCl) 水塩之比 20 : 1

溶液 C 1000 CC 水加 20 克塩 (NaCl) 水塩之比 50 : 1

步驟：

1. 像圖 1 一樣安裝那些器具，斜管中則注滿室溫之水。

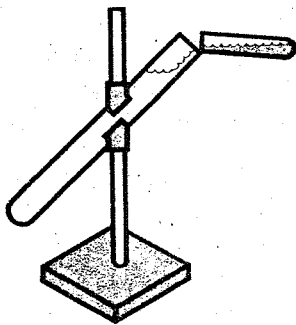


圖 1

2. 在老師提供之含塩溶液中滴幾滴染色劑，再將此人造海水倒入斜管中仔細觀察並記錄，有無水流產生於數據觀察的那一項目中。
3. 量度塩水溶液在斜管中之流速，並記錄到數據表上。

數據觀察：_____

數據表：

溶 液	所 需 時 間 (分)
A (10 : 1)	
B (20 : 1)	
C (50 : 1)	

4. 用老師提供之不同溶液，重覆實驗步驟 2 和 3，但每次均用清水換掉斜管中之髒水。

分 析：

1. 在每次試驗中，那一個因素一直在改變？那些因素則應保持固定，你的試驗方才有效？
2. 水流是如何流法？什麼是引起水流之主因？
3. 將你之數據表中數據繪成圖（圖 2），從此圖中可以知道鹽度與流速成何種關係？

