



4-1 海象觀測

全國海象資料主要由中央氣象局 海象中心 負責觀測與發布。

海洋學(Oceanography)：

- 海洋物理學 (Physical Oceanography)
- 海洋化學 (Marine Chemistry)
- 海洋生物學 (Marine Biology)
- 海洋地質學 (Marine Geology)

藉由各類儀器測觀測基本的海水運動（波浪、潮汐、洋流）的各物理現象。

波浪、潮汐（量週期、波長、波高）：在 固定 參考點附近做週期性的振盪。

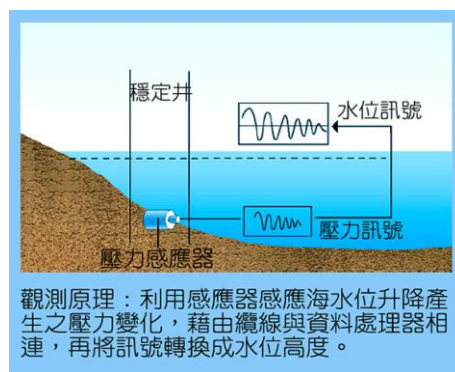
洋流（量流速、流向）：具有 前進 運動，並可運載物質到遠處。

一、波浪和潮汐的測量

(一) 波浪的觀測

1. 壓力 式測波儀（或壓力式潮位儀）

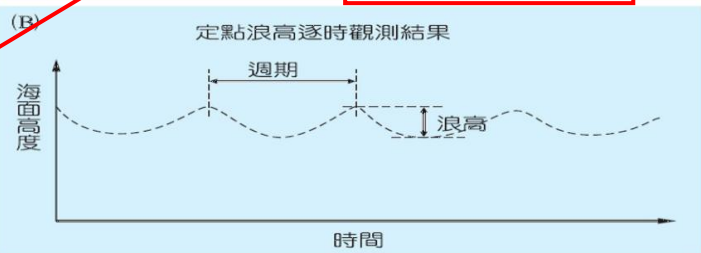
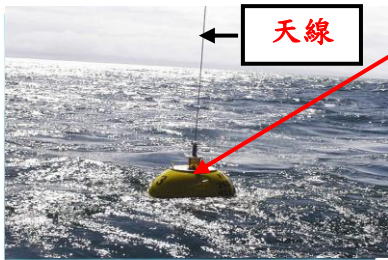
原理：將感應器裝置於海底，感應因波浪起伏，引起的 水壓 變化。
僅適用於 20 公尺深的淺海。



2. 浮球 式（重力加速式）波浪儀

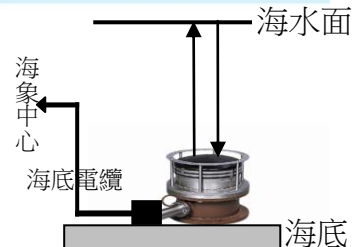
原理：浮球隨波上下造成的 重力 加速度改變，用以量測記錄波高、週期及波浪方向。以繩索及重物將浮球固定於海底，浮球上的 天線 則將資料即時傳回岸上基地。

波浪越高垂直加速度大
量垂直加速度
→ 波高與週期



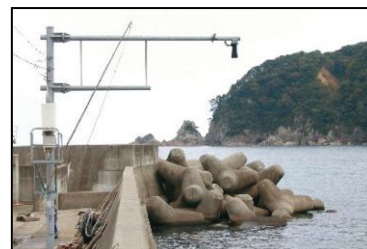
3. 海下 超音波波浪儀

原理：將超音波收發訊號器固定於海面下 30~50 公尺處。利用超音波發收 時間差 和 波速，可計算水面與波浪儀之距離，進而得知浪高和週期。



4. 海上 超音波波浪儀

原理：感應器置於海上觀測樁上，由上向下發射 超音波，量測海面的起伏變化。（氣層溫度會影響音波速度）



5.資料浮標站

具有同時測量 海象 和 氣象 的功能，
並且配備太陽能板蓄電供長時間運作，
持續進行表層波浪 和深層海流的觀測。
在臺灣本島周圍有多個 固定 的海洋觀測資料浮標站。

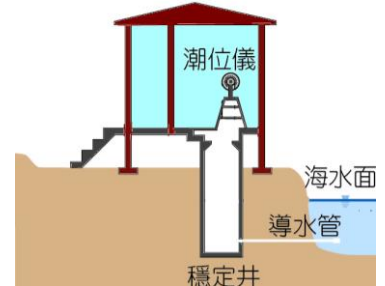


(二) 潮汐的觀測

※平均海平面的升降週期較 長 的潮汐，易受到短週期波浪的影響而不易觀察，
故必須在隔絕風浪的 穩定 水面作潮汐的測量。
※潮位儀與波浪測量原理和工具可相通。

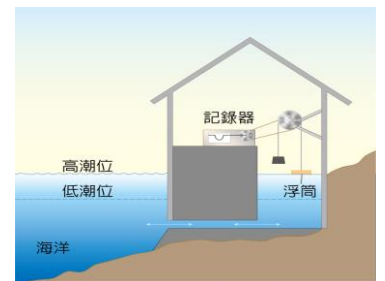
1. 超聲波 式潮位儀

原理：將感應器置於 穩定井 上方，
發射及接收到達水面反射之超音波訊號，
量聲波來回的時間→測水位高低。($H = V \times \Delta T / 2$)
(因傳導介質之溫度會影響音波的傳導需作 溫度 校正)



2. 浮筒 式潮位儀

原理：利用滑輪組將浮筒和鉛垂懸掛於滑輪兩端，
浮筒隨水位升降帶動滑輪組來記錄水位高度。



二、海流的測量

※海流測量的項目：主要包括流速和流向。
※測量方式：移動 式和 定點 式。



(一) 移動式測量：

1.航海人員 目視 觀測

早年觀測技術或儀器不足，故只能利用克難的方式蒐集海流資訊。
詳細記錄實際航線與預定航線的偏離程度，可以推算表層海流的流向。
目前全球表面洋流圖大部分靠船隻 漂流 資料所累積而成。

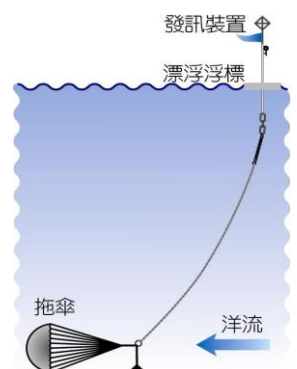
2.漂流瓶（漂流卡）

科學家設計的漂流卡，委請拾獲漂流瓶的人，
將詳細的拾獲時間和地點標明後告知研究機構。



3. 浮標追蹤 (drifter)

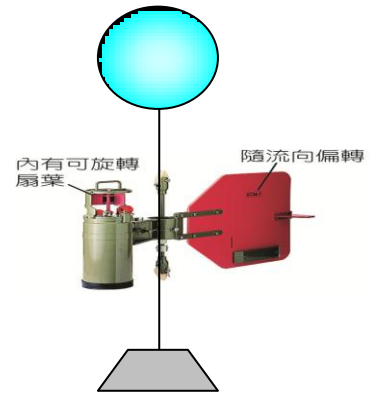
原理：浮球內裝有無線電或衛星發報器，以繩索連接一擋流裝置。
擋流裝置受海流的推動帶動浮標流動。
藉 (GPS) 追蹤隨海上漂流的浮標，
可計算洋流的 速度 和 方向，進而瞭解全球洋流系統。



(二) 固定式測量：

1. 螺旋槳 式海流儀（又稱浮球式海流儀）

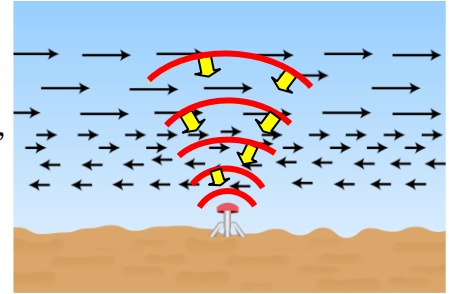
原理：固定在海床上或掛在探測船、掛在資料浮標站下，
利用葉片旋轉的快慢換算成 流速 大小，
羅盤則可定出流向。



2. 音響式都卜勒流剖儀（ADCP）Acoustic Doppler Current Profiler

(1) 底碇 式

原理：利用聲波遭水中微小顆粒反射後，
產生的 都卜勒 效應來推算海流。
（原理與早期偵測車輛超速同）
此儀器可同時量測 20~30 層不同深度的流速，
為現今最普遍的海流儀。



(2) 船碇 式

原理：在船底設置此種流剖儀能做多個位置的測量，
可節省經費，但是須考慮船的移動而做 修正。



※海洋觀測儀器與作業方法需顧及下述幾點特性

1. 準確性
2. 抗壓性（防水），能抵抗水壓，不使海水滲入損壞儀器
3. 穩定性，在惡劣天候下仍能工作
4. 抗蝕性，海水具有強烈的腐蝕性，儀器材料必須抗蝕

※溫故知新



※一天之內一定是發生約兩次滿潮、兩次乾潮嗎？

1. 全日 潮：一天出現 次滿潮 次乾潮，
週期 24 小時 50 分。
2. 半日 潮：一天出現 次滿潮 次乾潮，
週期 12 小時 25 分，二次潮差 相近。
3. 混合 潮：一天出現 次滿潮 次乾潮，
週期 12 小時 25 分，二次潮差 不同。

範例練習

附圖為一般海洋探測船上常備的觀測儀器，試問：

(D) 1. 圖中的甲、乙各為何種儀器？

項目	(A)	(B)	(C)	(D)
甲	海水採集器	溫鹽深儀	都卜勒流剖儀	溫鹽深儀
乙	溫鹽深儀	都卜勒流剖儀	海水採集器	海水採集器



(AC) 2. 下列有關該儀器各觀測項目所對應的方法或原理，哪些正確？（應選二項）

- (A) 水溫——利用電子溫度計直接記錄
- (B) 鹽度——利用水流的流速推算出來
- (C) 深度——利用所在位置的海水水壓換算出來
- (D) 密度——測量海水的導電度換算出來。

解題要訣：甲為溫鹽深儀，可測得不同深度海水的溫度和鹽度，但不能直接測量密度，測量出海水的導電度之後，可進一步換算出海水的鹽度。

※附圖為在臺灣周圍海域用來觀測海象資料的測站。回答下列3~5題。

(B) 3. 此測站的正式名稱應為下列哪一選項？

- (A) 浮球波浪站
- (B) 資料浮標站
- (C) 海上觀測樁
- (D) 海岸潮位站。

(C) 4. 下列哪一項不是布放此資料站的重要觀測項目？

- (A) 水溫
- (B) 波浪
- (C) 潮汐
- (D) 海流

(A) 5. 下列有關此測站的敘述，何者正確？

- (A) 此測站可以靠太陽能自給能源
- (B) 此測站是隨著海面水流做漂流觀測
- (C) 此測站雖隸屬於氣象局的業務，但僅從事海洋方面的觀測項目
- (D) 此測站須由工作人員每日固定時間到現場收取觀測資料。



解題要訣：臺灣本島周圍有多個固定的資料浮標站，持續進行表層和深層海流的觀測及氣象資料資料可經由無線電或衛星傳輸。

(B) 6. 下列有關海流觀測的敘述，何者正確？

- (A) 利用漂流瓶可偵測出不同深度的海流流速
- (B) 海流麵條圖可推算出表層海流的速度
- (C) 都卜勒流剖儀是藉由音波往返的時間算出海流流速
- (D) 海流儀是藉由水壓的改變計算出海流的流速。

解題要訣：漂流瓶是記錄浮體在海面漂流一段時間後的距離和方向來推算海流的流速和流向
都卜勒流剖儀是利用聲波遭水中微小顆粒反射後，產生的都卜勒效應來推算海流

4-2 海水性質的觀測

以鹽溫深儀（CTD）測得不同深度之海水溫度、鹽度，並藉溫鹽圖了解水團之移動、混合之情形。

海研一號：隸屬國科會，交由台灣大學管理。

海研二號：隸屬國科會，交由海洋大學管理。

海研三號：隸屬國科會，交由中山大學管理。

海研五號：新研究船已由國科會正式命名為『海研五號』將於 101 年 7 月建造完成開始營運。

一、測量工具

(一) 南森瓶（採水瓶）：早期測海水性質的儀器

南森瓶（附有顛倒溫度計）（可同時測量海水溫度）

缺點：1.費時（一次測一個深度）

2.測量深度有限

(二) 鹽溫深儀，簡稱（CTD）：現代常用海洋溫度、鹽度測量儀器

C：為導電度（conductivity）測導電度，可換算成鹽度

T：為溫度（temperature）利用電子溫度計記錄海水溫度

D：為深度（depth）測水壓大小，可換算成深度

※可以一次進行多項觀測、效率高！

(三) 輪盤式採水器

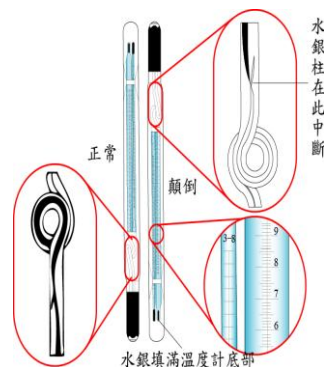
測量：海水的成分和特性。

上、下蓋全部打開才可採到不同深度的海水

(四) 螢光計：利用螢光計量測，再計算出葉綠素含量。

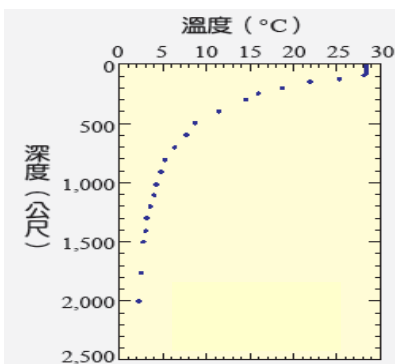
(五) 光度計：利用透光度計測水中透光度或聲波裝置量聲波散射回訊反算懸浮物濃度。

(六) 溶氧計：DOmeter 量測溶氧量。

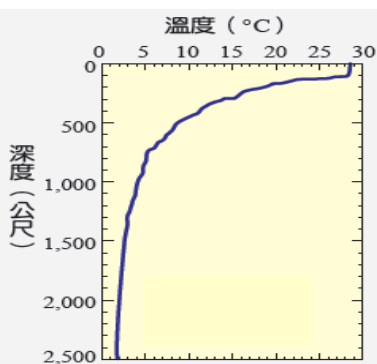


※(四)~(六)的感測器可加裝在溫鹽深儀上，提供海洋物理、化學和生物等方面的研究資料。

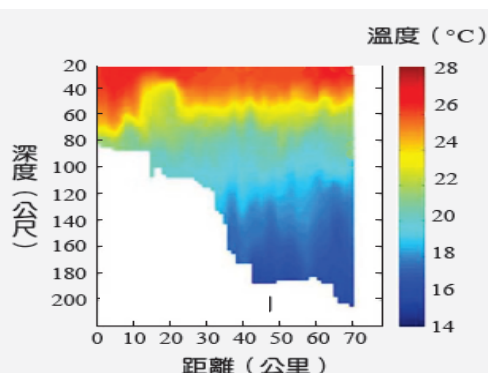
※拖曳式溫鹽深儀：如「SeaSoar」在船後由纜線牽引的小飛機利用機翼的調整，不停上下量測資料 可藉此獲取航線垂直面上的完整資料。



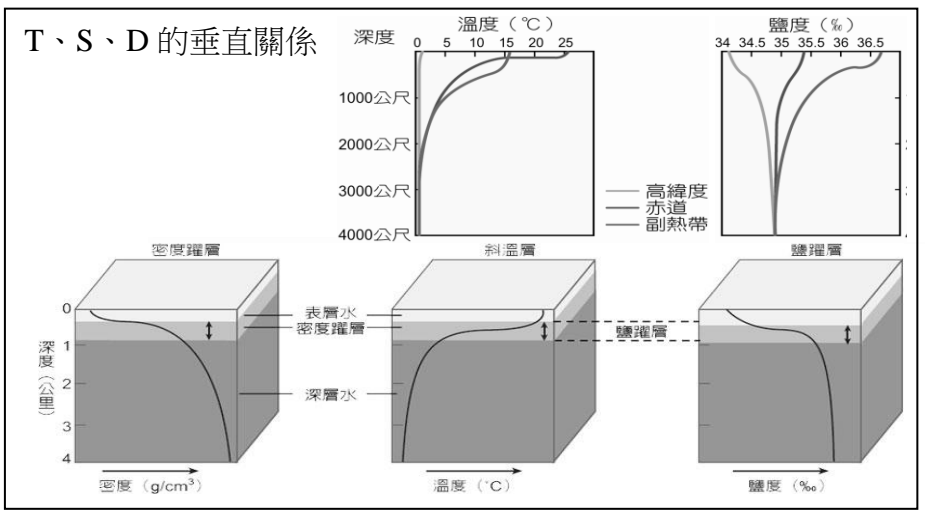
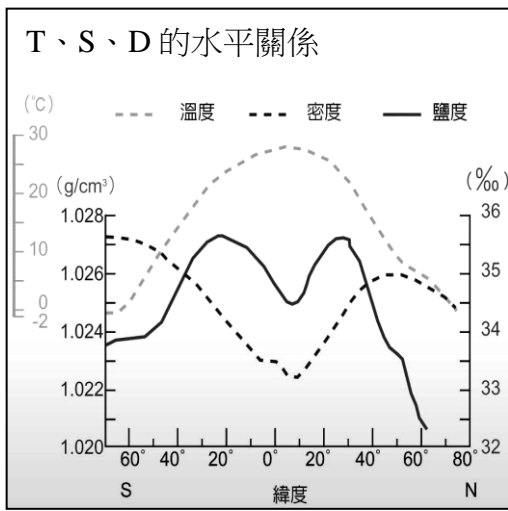
用 顛倒 式溫度計測量



用 CTD 測量

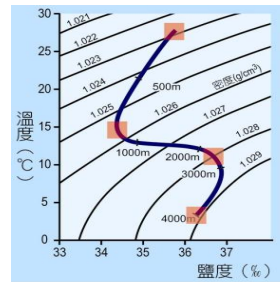
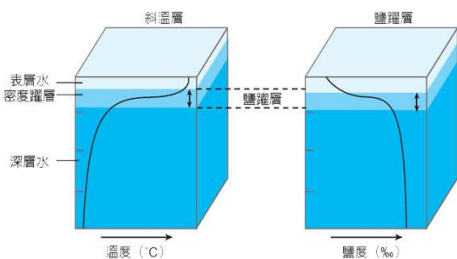


用 拖曳 式 CTD 測量



二、溫鹽圖 (韓生 Bjorn Helland-Hansen) 於 1916 年提出)

(一)研究海水混合和洋流路徑的重要工具之一



兩張圖合併繪成一圖就叫做：溫鹽圖

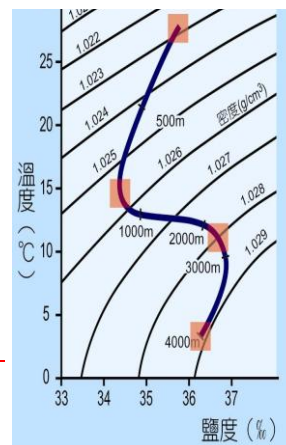
(二)以溫度為縱軸 (亦有 水深 的含意)

以鹽度為橫軸

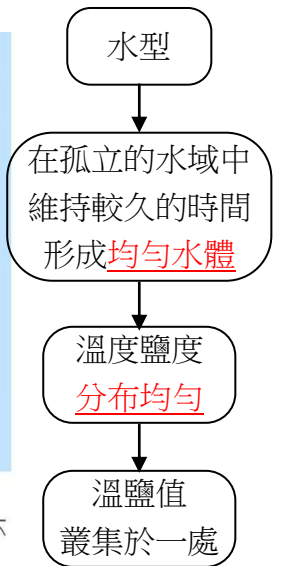
斜的曲線為 等密度 線。

(三)發源於特定環境的水體與周圍達到物質和能量的平衡後，均勻水體具有的一致溫度和鹽度稱為 水型

(四)溫度、鹽度共同決定了海水的密度輕的海水上浮、重的海水下沉，性質相近的水分子聚在一起，行為近似，形成 水團。



此海域的表層、近1000公尺深、3000公尺和4000公尺的底層有不同的來源。



※水型多僅存於源區。

※離開源區後之水型即是水團。

※現在溫鹽圖的利用因大量而且精準的直接量測而漸趨式微。

例：下圖為一溫鹽圖，圖形中的曲線為等密度線，圖中四點為四種水型

(D) a.下列何者最可能為來自極區冬季海面結冰時的海水水型？

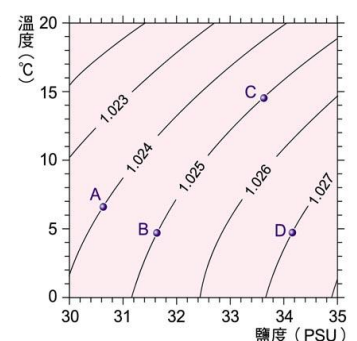
(A) A (B) B (C) C (D) D

結冰時海水鹽度高，極區低溫

(D) b.若此四個水型在同一海域出現何種水型將出現在最底層？

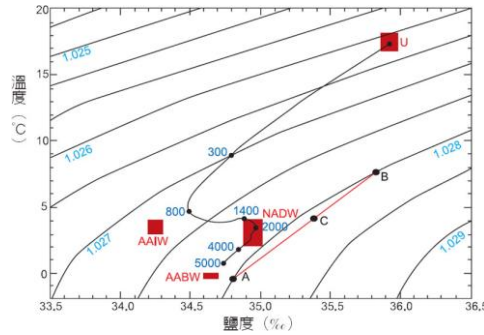
(A) A (B) B (C) C (D) D

密度大的海水在底層，D 密度最大



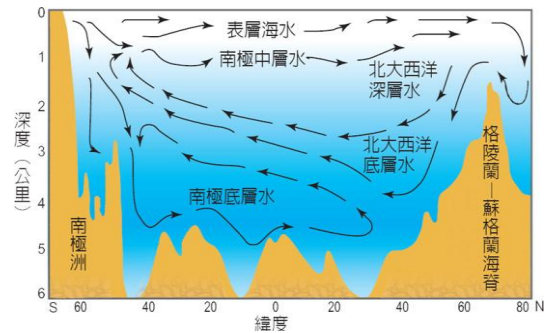
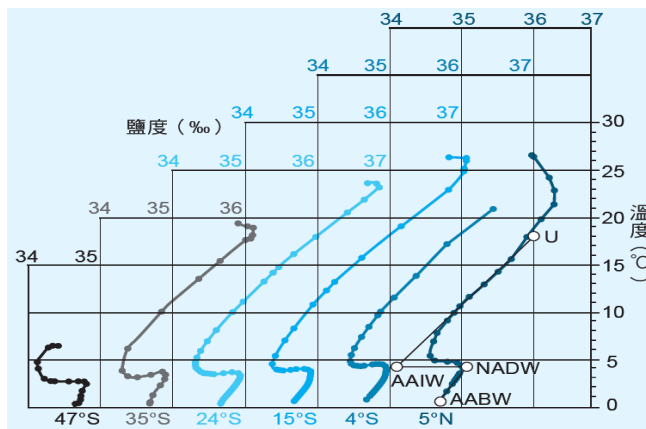
(五) 混合增密作用

將兩種不同溫、鹽值但 密度 相近的海水充份混合後混合水之溫、鹽值將為二者之 平均 但密度則會 增大，此現象稱為混合增密作用。



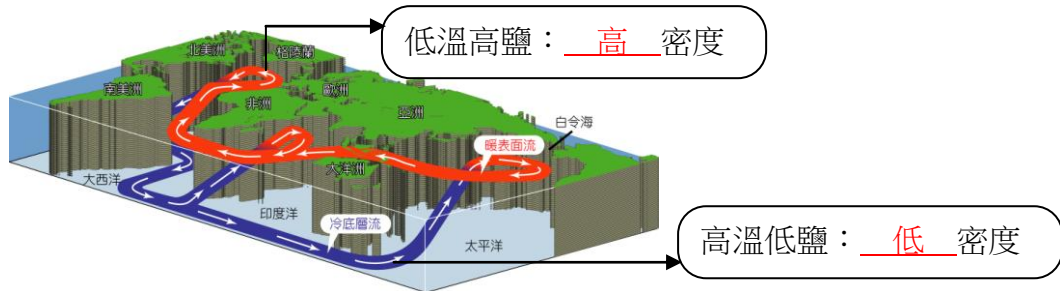
(六) 溫鹽圖的功用

- 藉由多個不同地點的溫鹽圖，可以追蹤溫鹽特徵不同的 水型 發生混合和移動的情形。即兩個不同地點間蒐集數處的資料，如果相似的溫鹽曲線沿著測線 連續 出現，就是水團移動的證明。



2. 全球溫鹽環流

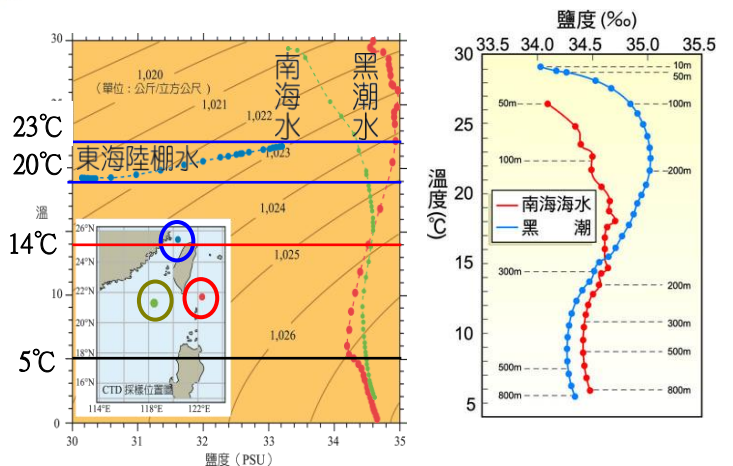
- 藉由海水的 密度 不同來驅動，溫度和鹽度是影響海水密度最重要的因素。密度較小的海水會上升，較大的海水會下沉。
- 其流速非常緩慢，每天僅數公尺。
- 能循環全球各大洋，對於全球海洋與大氣系統 能量 的調節非常重要。



3. 台灣海域的溫鹽圖

黑潮和南海海水整體溫鹽曲線的型態隨季節變化大致都維持一定的型態，所以溫鹽曲線可以用來辨識 水團。

- 大洋中水團性質較單純穩定：南海水、黑潮
- 近岸淺海區則較複雜：東海陸棚水



範例練習

- (C) 1. 下圖的簡易裝置，其主要目的是從事哪項觀測工作？ (A)海水的深度 (B)潮汐的週期 (C)洋流的流速 (D)水團的種類。



解題要訣：利用螺旋槳渦輪及尾翼扇頁測量海流的流速和流向。

- (C) 2. 目前用以觀測海水潮汐的潮位儀，需固定於岸邊海底，其主要以哪一種性質來換算海水位高度？ (A)海水溫度變化 (B)海水鹽度變化 (C)海水壓力變化 (D)海水流速變化。

解題要訣：滿乾潮水位高度變化時，使海底承受之水壓有變化。

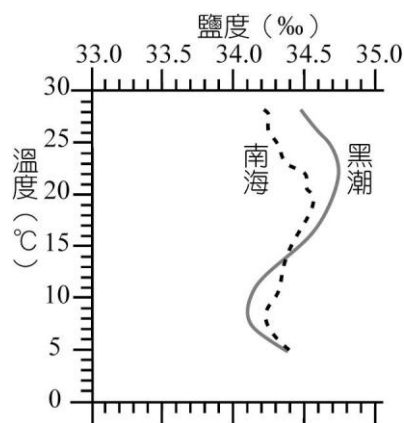
- (B) 3. 下列何者非 CTD 可以得到的數據？ (A)溫度 (B)溶解度 (C)鹽度 (D)海水深度。

解題要訣：CTD 為鹽溫深儀，測量溫度、鹽度、深度之用。

- (B) 4. 欲分辨為不同水團的最佳方式為 (A)分析海中魚類的種類 (B)分析不同深度海水溫度及鹽度的變化 (C)分析海水的密度大小 (D)分析海水所含的鹽類成分。

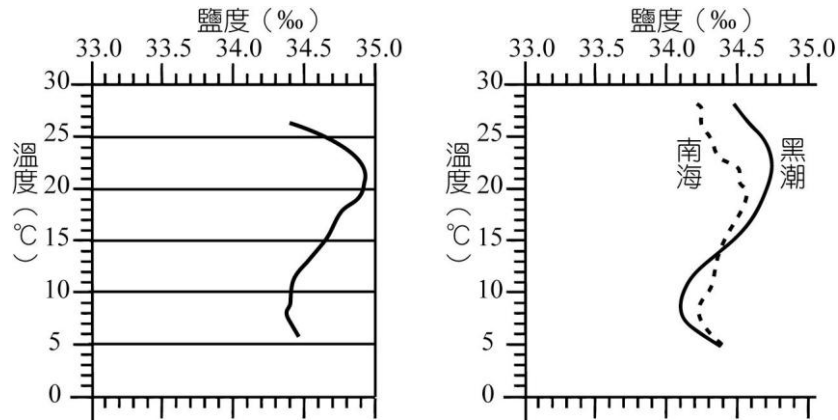
解題要訣：運用海水的溫鹽圖來辨識不同海域的水團。

- (C) 5. 下列有關典型南海海水和黑潮之溫鹽圖(如下圖)的一些敘述，何者正確？ (A)南海和黑潮的海水均具有鹽度，故二海水密度均較純水小 (B)在下圖之溫度範圍內，南海海水的鹽度變化幅度較黑潮大 (C)從溫鹽圖判斷，南海海水和黑潮大致是兩個不同的水團 (D)當海水溫度高於 20°C 時，南海海水鹽度大於黑潮鹽度。



解題要訣：(A)純水的密度為 1g/cm^3 ，而海水的平均密度為 $1.02\sim 1.03\text{g/cm}^3$ 。(B)由圖讀出，黑潮海水的鹽度變化範圍較大。(C)不同溫鹽圖曲線表示不同水團。(D)由圖讀出，20°C 以上，黑潮海水鹽度較大。

- (B) 6. 海研一號研究船於夏季在臺灣海峽海域某定點進行觀測，測得海水的溫鹽圖如下圖所示。依你判斷，這海域屬於何種水團？ (A)南海海水 (B)黑潮 (C)無法判斷。



解題要訣：此區域與黑潮表面相似，鹽度較高，隨深度增加，鹽度之變化趨勢也相近。

【單元練習】

- (D) 1. 一般之旋葉式海流儀，其測量原理較似觀測下列何項因子之原理？ (A)測鹽度 (B)測水深 (C)測氣溫及溼度 (D)測風向風速。

【解析】測海水流動的原理類似測大氣流動的原理，兩者皆有受流體帶動之螺旋裝置和方向尾翼。

- (C) 2. 下列哪一種方式無法測得波浪之波高資料？ (A)可以水下壓力計之水壓變化換算浪高 (B)以衛星觀測海面 (C)以驗潮儀可逐時記錄波浪資料 (D)以風速大小估計浪高 (E)測量浮球之重力加速度變化可換算為浪高。

【解析】(C)為觀測潮位高低之儀器。

- (B) 3. 下列有關海洋觀測的敘述，何者正確？ (A)可以將海水樣本搜集到船上，再用溫度計測量 (B)藉人造衛星可以得到整個海域的海水溫度及其變化 (C)直接蒸乾海水即可得知較準確的海水鹽度大小 (D)以目視法在短期內可觀測出洋流的運動情況。

【解析】(A)海水測量需在原地採樣，否則因壓力減少，海水體積膨脹，溫度會比原來深度低。(C)蒸乾海水會有溶質揮發的問題，現在以海水導電度推算鹽度較準確。(D)無法以目視法在短期內觀測出洋流的運動。

- (C) 4. 下列何者不屬於溫鹽圖的應用範圍？ (A)水團的追蹤 (B)海域海水的混合情形 (C)海水流速變化 (D)海域海水的組成。

【解析】運用海水的溫鹽圖來辨識不同海域的水團、追蹤海水流向，也可利用溫鹽的變化來研究水團混合的情形。

- (C) 5. 利用溫鹽深儀(CTD)可得到海水鹽度的資料，其中鹽度主要經由何種數據換算出來？ (A)透光度 (B)溫度 (C)導電度 (D)壓力值。

【解析】溫鹽深儀鹽度是利用導電度計算得來。

- (B) 6. 下列要素何者與海水的密度無關？ (A)溫度 (B)水域的大小 (C)鹽度 (D)壓力。

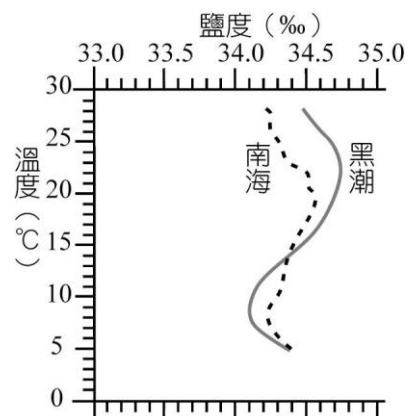
【解析】溫度低、鹽度高、深度深、水壓大，上列海水密度大致偏高。

- (B) 7. 下圖是典型南海海水和黑潮之溫鹽圖，縱座標為溫度，橫座標為鹽度，下列敘述何者正確？

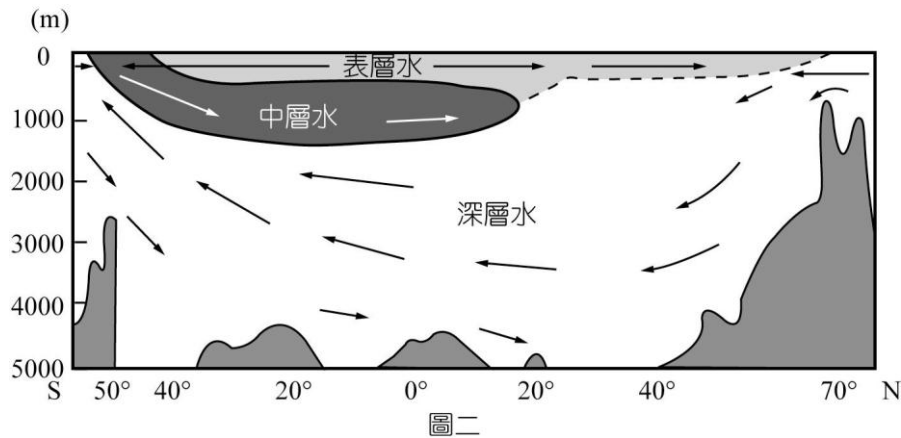
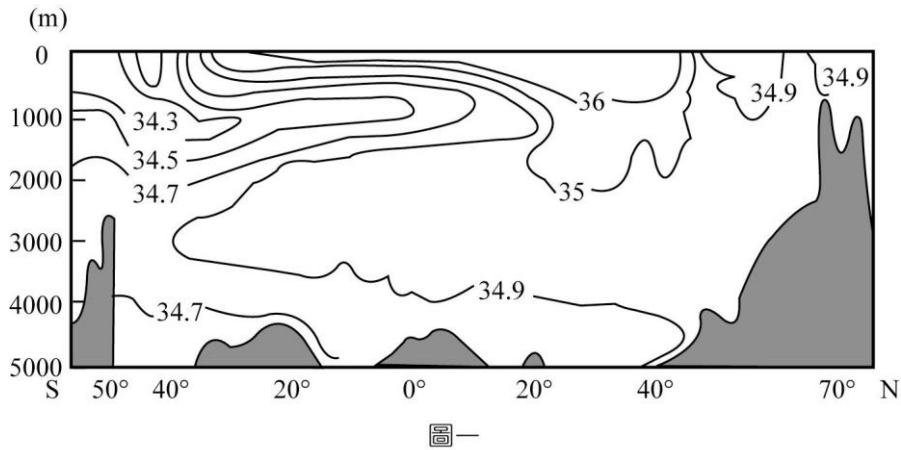
- (A)黑潮表面海水水溫較南海高
 (B)黑潮表面海水之鹽度較南海高
 (C)此圖之溫度資料主要應來自衛星觀測
 (D)此圖之鹽度資料主要應來自衛星觀測。

【解析】(A)兩者之表面水溫大致相同。

(C)(D)應是由海洋研究船以鹽溫深儀觀測而得，衛星不能觀測海水深層的這些資料。



※圖一為西大西洋海水垂直方向的鹽度分布、圖二為西大西洋內的海水流動，依據此兩圖回答 8.~9.題：



- (A) 8. 表層海水的鹽度有差異的原因為何？ (A)海水中降水量大於蒸發量的區域，鹽度降低 (B)從河流流入海水的區域，鹽度增高 (C)流冰或冰川融解與海水混合的區域，鹽度增高 (D)海水結冰的區域，造成鹽度降低。

【解析】海水因降水量大及河流流入海中或融冰造成鹽度降低，而鹽度因蒸發量大而使鹽度增大，海水結冰則使下層海水鹽度增大。

- (E) 9. 深層水的起源為何？ (A)低緯度高溫、低鹽度的海水 (B)中緯度高溫、高鹽度的海水 (C)中緯度低溫、高鹽度的海水 (D)高緯度低溫、低鹽度的海水 (E)高緯度低溫、高鹽度的海水。

【解析】在高緯地區因海水結冰，鹽度變大，且此低溫、高鹽海水形成高密度海水，因而向下沉降，在北大西洋的格陵蘭附近或南極周邊為起源。

※右圖為某海域溫鹽圖，虛線為等密度線，密度單位 ρ 為 g/cm^3 ，回答下列 10~11 題。

- (B) 10. 此海域哪一個深度範圍的海水溫度幾乎不變？

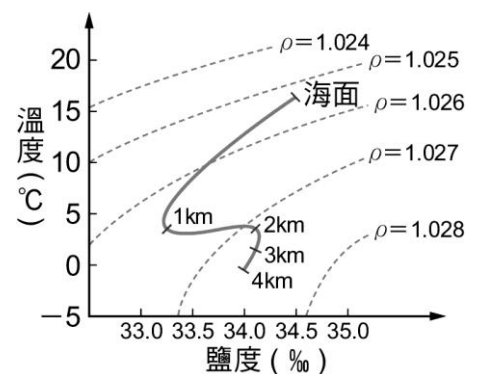
- (A)海面至海面下 1 公里深
(B)海面下 1~2 公里深
(C)海面下 2~3 公里深
(D)海面下 3~4 公里深

【解析】參考縱作標，1~2 公里深溫度保持不變

- (A) 11. 承上題，此海域各項性質的變化敘述，以下何者正確？

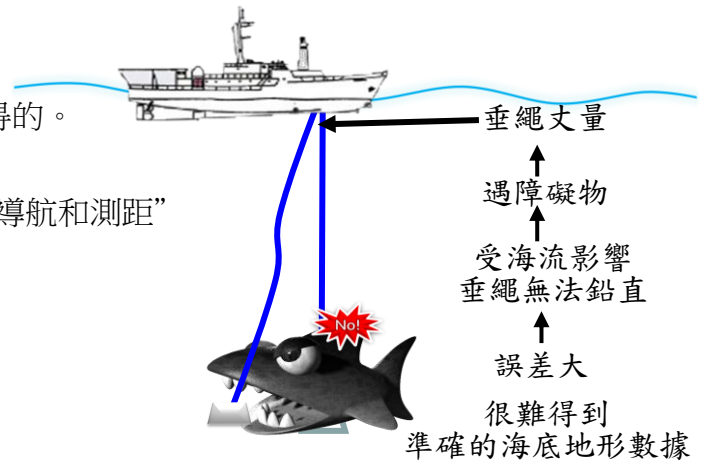
- (A)海水愈深，密度愈大
(B)海水愈深，鹽度愈大
(C)海水愈深，水溫愈高
(D)水溫愈高，鹽度愈低

【解析】縱作標為溫度，橫坐標為鹽度，斜虛線為密度



4-3 深海探測

二十世紀之前海底的深度是在船上將粗繩或鋼琴線的一端繫著重物一次又一次的垂降所獲得的。



SONAR (sound navigation and ranging) “聲導航和測距”
聲納是在第二次世界大戰中形成的。

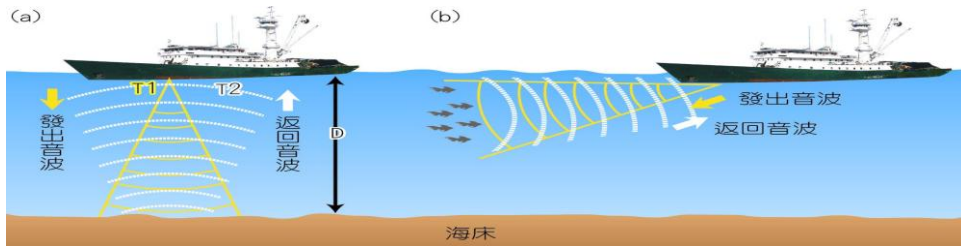
一、探測海底形貌

(一) 回聲測深法：

1. 利用特定頻率的聲波，來回近海面儀器和海床的時間來推算海底 深度

海中音速為 V ，則 $D = V(T_2 - T_1) / 2$

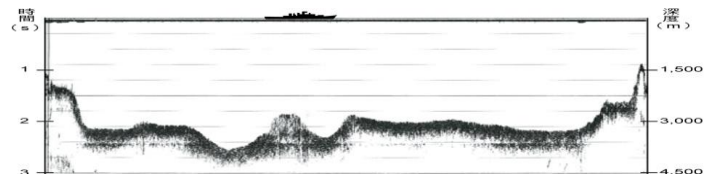
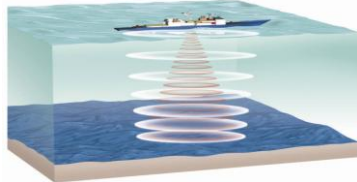
2. 可應用於偵測魚群



3. 單 波束（回聲）測深儀

測深儀的聲納安裝於船底下，產生具有固定 角度 範圍的主能量波束隨著深度增加，波束的擴散範圍也越 大。

同一個時間只能獲得單筆資料稱之為單波束測深儀。

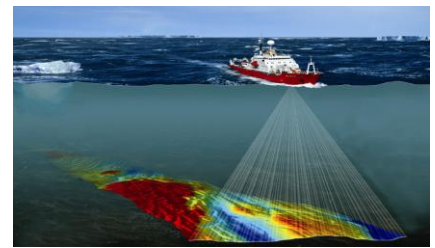


4. 多 波束（回聲）測深儀

同時間可以產生許多聲波波束，得到許多點的水深相當於數十至上百部的單波束測深儀同時作業

發射扇形般 90~170 度寬垂直船行方向的多波束
目前已是海床測繪的主要工具

可獲得 大 面積的海底地形資料。



※聲波在水中的速度會受

海水溫度、鹽度與壓力的影響

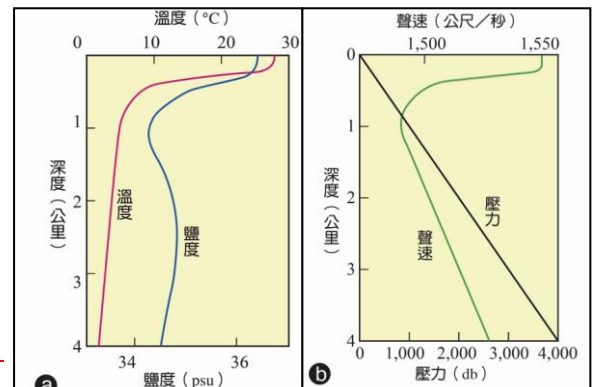
不會以 1,500 公尺/秒的定速度傳遞

因此以標準聲速計算得到的深度數值

就會產生誤差。

1Km 以上：影響聲速的主要因素為 溫度 與 鹽度

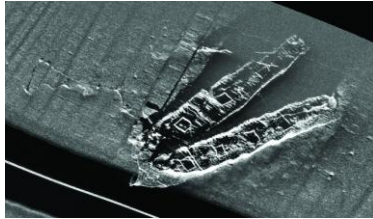
1Km 以下：影響聲速的主要因素為 壓力



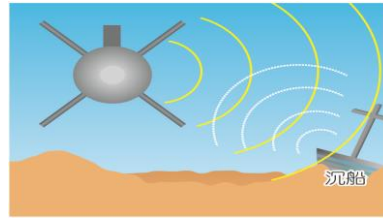
5. 側掃 聲納法

- (1) 高頻 (100 KHz 或 500 KHz) 聲納應用之一種
- (2) 收回散射(back scattering)之能量，分辨 回波 強度獲得較為清晰的圖像
- (3) 由於儀器側置，故發射和接收聲波的傳遞方向與海床 傾斜 相交。
- (4) 功能：描繪海床 小 尺度不規則的起伏落差。

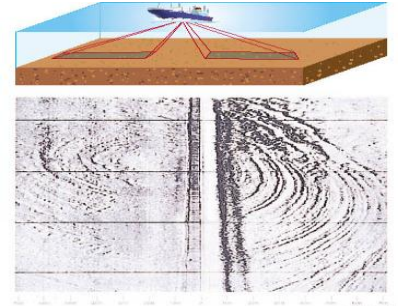
側掃聲納影像中，黑白灰階之強弱代表音波經海床反射（或散射…等）訊號之 強弱 即受測海床面上的高低起伏。



側掃聲納影像可看到較清晰的沉船影像

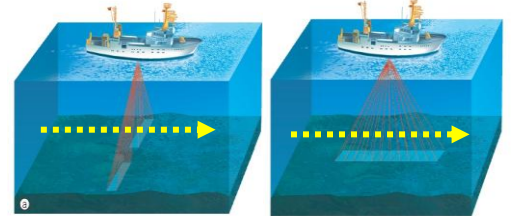


以特定角度發出特定的聲波依回波的強弱差異可判斷尺度在一公尺以內的起伏



6. 側掃聲納與回聲測深聲納的不同

- (1) 使用 目的、原理 和應用的音波頻率不同
- (2) 側掃聲納探測海床 細微 起伏地貌圖，
測深聲納探測海底地形圖
前者解析度較 高，能清楚辨認水下目標物。



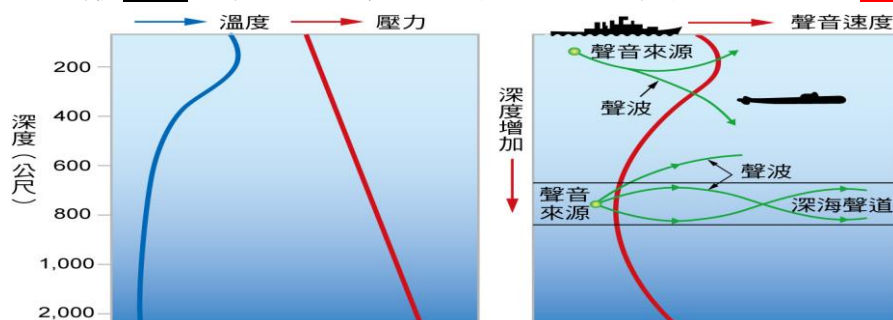
(二) 深海潛艇

1. 人體裸潛極限約 30 公尺，而著潛水衣探深極限約 300 公尺。
2. 數千公尺處，深海潛艇把人員載至海底或藉由攝影機獲取影像。
3. 重要成果

年份	水下載具	成 果
1960	Bathyscaphe Trieste 迪里亞斯德號深潛艇	人類首次 <u>載人</u> 潛入馬里亞納海溝 10,910 公尺 瑞士設計並製造的深潛艇，外部固定了一枚勞力士腕錶
1966	潛水船 Alvin	美國 <u>載人</u> 潛水船在 4,000 多公尺找回遺失 <u>氫彈</u>
1977	潛水船 Alvin	潛水船潛入地球最深海溝 潛艇 <u>載人</u> 在加拉巴哥裂谷發現深海 <u>熱泉</u> 及奇特的熱泉生物群
1985	潛水船 Alvin	美國 <u>無人</u> 潛水船搭載海下攝影機 在 3,000~4,000 公尺發現 (Titanic) 鐵達尼號沉船
1989	深海 6500 號 Shinkai	日本製載人潛至 6,500 公尺深海溝

※聲波陰影區：混合層底部音速 大，聲波偏折傳遞，形成聲波無法回傳的區域，非常有利於軍事潛艇的隱匿。

※深海聲道：斜溫層底部音速 最小，聲音在此層傳播時，因為上下層的聲速高，而不斷被折射回來，因此聲波陷在裡面，可以傳得很遠，稱為 深海聲道。

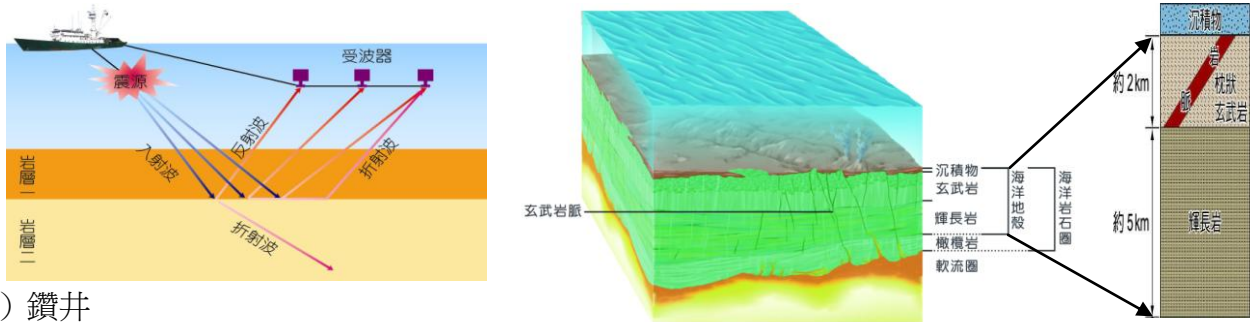


二、探索海洋地殼

(一) 震波探測：

製造人工震波，使震波進入海底岩層後遇到不同性質的界面可產生折射和反射。
可推測海底岩層的組成和結構。

震源和受波器約在海面下 5 至 6 公尺（未依比例繪製）



(二) 鑽井

近代海洋鑽探計劃大致可分三個階段

	鑽探計畫	研究船
1968~1975	深海鑽探計畫 DSDP (Deep-Sea Drilling Project)	挑戰者號 (Glomer Challenger)
1975~1983	國際海洋鑽探計畫 IPOD (The International Phase of Ocean Drilling)	挑戰者號 (Glomer Challenger)
1985~2003	海洋鑽探計畫 ODP (Ocean Drilling Program)	聯合果敢號 (JOIDES Resolution)
2003~	國際整合海洋鑽探計畫 IODP (Integrated Ocean Drilling Program)	地球號 (Chikyu)

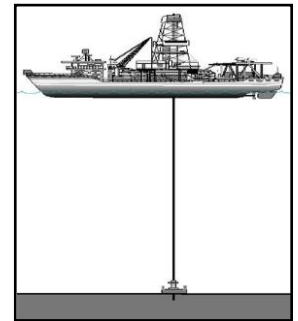
1. 1968~1983 年的深海鑽探計畫 (DSDP) 國際海洋鑽探計畫 (IPOD)

負責船隻:美國的葛洛瑪·挑戰者號 (Glomar Challenger)

發現: (1)中洋脊兩側地磁倒轉紀錄呈對稱分布

(2)愈遠離中洋脊的地殼年齡愈古老

(3)在地中海發現蒸發岩,推知 600 萬年前曾與大西洋隔離,形成一個乾涸的大盆地。



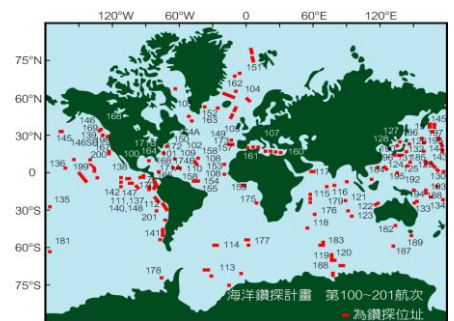
2. 1985~2003 年的海洋鑽探計畫 (簡稱 ODP)

負責船隻:美國的聯合果敢號 (JOIDES Resolution)

任務內容:

在各大洋進行鑽探,對地殼構造、全球環境變遷古氣候、古海洋和地球資源的研究

雖沒鑽透莫荷面,但已有許多重大發現。



聯合果敢號鑽探工作遍及全球

※臺灣於 1997 年與澳洲、加拿大和南韓

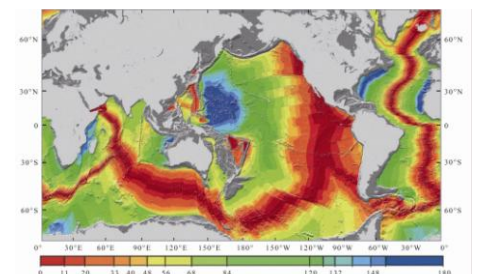
共同組成太平洋周遭海洋鑽探聯合會,

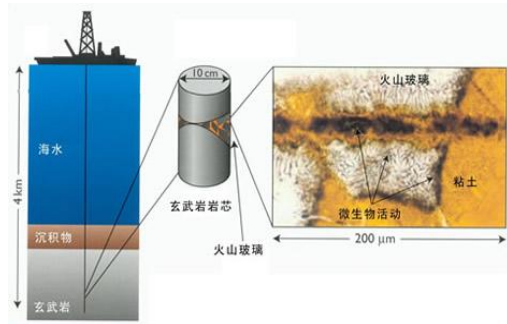
成為「海洋鑽探計畫」的國際夥伴之一。

海洋鑽探的成果:

(1) 大西洋深海平原最老的沉積物為 1 億 2 千 5 百萬年
了解海洋地殼移動過程

(2) 海洋鑽探在深海海底玄武岩的火山玻璃中
發現微生物的生命活動





(3) 重建海洋的變化歷史

2001 年『國際海洋鑽探』的鑽探研究船取得南冲繩海槽岩芯顯示南冲繩海槽沉積速度相當 快，代表臺灣地區侵蝕 嚴重，流到海洋的泥沙量很大。

3. 2005 年至今國際整合型海洋鑽探計畫 (Integrated Ocean Drilling Program, 簡稱 IODP) 多國合資，由日本於 2005.8.29 建造完成的海洋鑽探研究船 地球 號(Chikyu) 在 2007 年正式投入的鑽探任務。
目標：鑽透 7 公里厚的海洋地殼達至莫荷面。

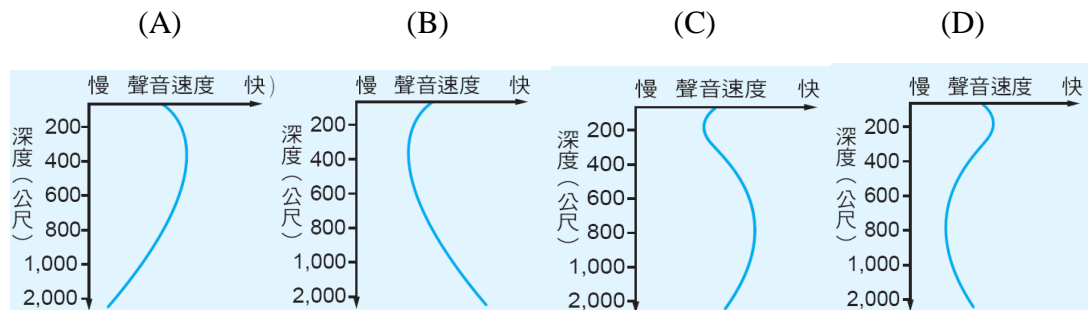


地球號就如同是一所能移動的研究機構

範例練習

※某海域的溫度、壓力隨深度的變化情形如附圖所示，已知聲音在海水中的速度會隨著溫度、壓力的增大而變快，試回答下列問題。

(D) 1. 此海域聲速隨深度變化的狀況最接近下列哪一個圖？



(C) 2. 下列哪一深度層上下附近最有利於遠程聲音的通訊？

- (A)海底 200 公尺深 (B)海底 400 公尺深 (C)海底 800 公尺深 (D)海底 1,200 公尺深

(A) 3. 下列哪一潛水深度最適合潛艇的藏匿？

- (A)海底 200 公尺深 (B)海底 400 公尺深 (C)海底 800 公尺深 (D)海底 1,200 公尺深

解題要訣：聲音在海水中的速度會隨著溫度、壓力的增大而變快。

4-4 海洋遙測

現代利用衛星在高空不受海象限制下對大面積海域作連續測量，包括水色、水位、波高、水溫，甚至海底地形起伏

※海洋遙測與海洋研究船優劣的比較：優『○』劣『×』

	海洋研究船	海洋遙測
解析度	○	×
海象限制	×	○
大範圍海域連續資料	×	○



一、海洋水色

當陽光照射海水時，部分顏色被海水吸收；部分顏色 反射 或 散射 回海表面，便是我們所見的海色

(一) 水色不同原因：

◎較乾淨的海水：水深 影響水色、天空的 顏色 影響水色

◎非乾淨的海水：懸浮顆粒 影響水色、浮游生物 影響水色

1.較乾淨的海水：

(1) 大洋中的海水通常懸浮物質較少，

水分子容易吸收波長較長的 黃、紅 光，

散射波長較短的 藍、綠 光，因此看起來是 藍 色的。

(2) 深海處光的吸收、散射作用較 強，造成 深色 的海面

淺海處光的吸收、散射作用較 弱，造成 淺色 的海面

(3) 晴天時看到蔚藍色的海，陰天時則看到深灰色的海

2.非乾淨的海水：

(1) 懸浮顆粒影響水色

靠近陸地的淺海處看起來偏 黃綠 色，藉此可了解河流挾帶懸浮泥沙或受到海底泥沙被波浪、潮流攪拌的情形。

(2) 營養鹽豐富海域，浮游植物大量繁殖

(良好的漁場)，葉綠素濃度極高，海水偏 綠 色

●有助於掌握漁業資源

●有助研究海流的運輸情形

在 1997 年聖嬰現象期間赤道太平洋東側葉綠素濃度較 低

在 1998 年反聖嬰現象期間赤道太平洋東側葉綠素濃度較 高

(3) 藻華：海洋中的 藻類 大量繁殖，漂浮於水中

使水面呈現「繁華」的景象（例如：深綠色）亦稱藻花、水花或水華。

藻華是 陸源 溶解物質大量排入海中提供藻類養分造成的。

藻華呈現的顏色十分豐富，紅、橙、黃、綠、藍、棕均有。



(二) 海洋水色照相

1.測水色可了解：葉綠素 濃度、洋流輸送、海洋污染、搜尋漁場、全球氣候變遷。

2.台灣水色照相的衛星（福爾摩沙 衛星一號）

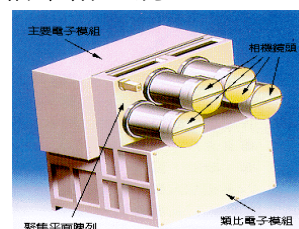
(1) 福衛一號原名中華衛星一號(ROCSAT-1)簡稱華衛一號

民國 87 年 6 月 21 日更名，

是台灣第一顆 通訊 與科學實驗衛星。

民國 88 年 1 月 27 日發射昇空。

軌道高度 600 公里（低軌道）



(2) 主要的任務：

a. 電離層特性研究 b. 海洋 水色 照相 c. Ka 頻段通訊實驗

(3) 海洋水色照相儀

OCI (Ocean Color Imager)

屬於：被動式遙測，藉由測量可見光與近紅外線的輻射來偵測海洋表面顏色的分布。

3. 美國 OrbView-2 衛星 (原名 SeaStar)

備有 SeaWiFS 海洋廣角 水色 影像儀 (Sea-viewing Wide Field-of-view Sensor)

每天接收地球陸地和海面的彩色影像。

二、海面水位、波高和風場

(一) 測海水位

人造衛星發射雷達微波 (主動遙測) 至海面並接收回波，
測量雷達波往返經過的 時間 可推算出海面水位 高度。

Topex/Poseidon 衛星美法合作 1992 年發射 (最早)

Jason-1 衛星美法合作 2001 年發射 (最新)

ERS-2 衛星屬於歐洲 1995 年發射

} 裝有 測高儀 (altimeter)

(二) 測波高和風場

1. 利用雷達回波的 強度 和 頻率 變化

→ 可推算海洋波浪的 高度 特徵 (測量海面粗糙度)

2. 透過海水表面對雷達微波不同角度的 散射 程度

→ 可進一步推算海面的 風向 和 風速 (海面粗糙度與風速有關)

→ 可監測海象、氣象的變化 (對海水運動和海-氣交互作用研究有具體幫助)

三、海水表面的溫度

(一) 利用人造衛星量測海面紅外線或微波的輻射強度

→ 可換算成海面 水溫 的高低

→ 同一時間大範圍海面的水溫分布

→ 作為研究上層海水流動情形的重要參考

(二) 美國國家海洋暨大氣總署 (NOAA) 衛星

(National Oceanic and Atmospheric Administration)

載有 AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)

超高解析度 輻射 儀

(三) AVHRR 輻射計

包含一個可見光 (Channel 1) 一個近紅外光 (Channel 2) 三個紅外光波段 (包含 Channel 3、4 及 5)

以不同的波段觀測觀測，如海岸線、海水表面溫度、雲量分佈、植被、湖...等等

(四) 美國 國家海洋暨大氣總署 (NOAA) 系列衛星

可遙測大尺度海洋環流的型態，辨認湧升流、暖流和冷流並偵測海洋異常現象，

為探討 聖嬰 現象的重要依據。

四、海底地形

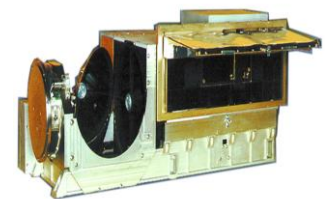
(一) 原理：

海底地形較 高 地區或海底物質密度較 大 海域，可吸引較多的海水，海面因此較 高

海底地形較 低窪 地區或海底物質密度較 小 海域，則海面較 低。

(二) 人造衛星測量海面 高度 及 重力 值後，可推算出海底地形的起伏。

雖然精確度不如在海洋現場利用回聲測深法的測量結果，但是具有省 時、省 力 的優點。



範例練習

- (A) 1. 海洋鑽探已發展數十年，目前鑽探之進展為 (A)未鑽透莫氏不連續面 (B)已可鑽透莫氏不連續面 (C)已可鑽透至下部地函 (D)已可鑽透古氏不連續面。

解題要訣：深海鑽探已進行了 40 年，雖未有鑽透莫氏不連續面，但對於深海沉積物有了諸多了解。

- (C) 2. 利用聲納探測水底深度，若水中傳遞聲波為 1500m/s，探測船放出聲音後 4 秒收到訊號，則水深多深？ (A)1200m (B)2400m (C)3000m (D)6000m。

解題要訣：4 秒為來回之時間，故一趟為 2 秒，深度 = $2 \times 1500 = 3000\text{m}$ 。

- (A) 3. 聲音可以在水中傳播，並且受到海水的溫度、鹽度、壓力所影響。在水深 1000m 深以下的海中，下列有關「聲音在海水中的傳播速度」的敘述何者正確？ (A)基本上，海水中聲音傳播速度隨著水深而增快 (B)基本上，海水中聲音傳播速度隨著水深而減慢 (C)海水的鹽度、壓力增大，海水中聲音傳播速度減慢 (D)海水的鹽度、壓力增大，海水中聲音傳播速度不變。

解題要訣：當水深越深，密度越大，聲音在海水中的傳播速度越快；當海水的鹽度越大，海水密度也越大，聲音在海水中的傳播速度就越快。

- (B) 4. 海水壓力隨著深度增加，一般的探測儀器無法承受深海的壓力。此外海水也會吸收陽光，所以陽光不能穿透至深海。基於以上敘述，目前科學家探測海底地形，主要利用哪一項儀器？ (A)數位攝影機 (B)回音探測系統（聲納） (C)都卜勒雷達 (D)全球定位系統（GPS）。

解題要訣：利用特定頻率的聲波，來回近海面儀器和海床的時間來推算海底深度。

- (D) 5. 下列何者是衛星無法觀測之項目？ (A)海面溫度 (B)臭氧層濃度 (C)颱風眼位置 (D)海水鹽度。

解題要訣：目前海水鹽度仍需於海上取樣或在水中實際測量。

【單元練習】

- (B) 1. 利用聲納探測海底的深度，已知向海面下送入一信號，經 0.30 秒回傳回來，試問海底的深度為多少公尺？（已知在海水中的音速為 1600m/s） (A)160 (B)240 (C)320 (D)480 (E)530。

【解析】 $h(\text{水深}) = 1600 \times \frac{0.30}{2} = 240$ 。

- (A) 2. 臺灣首枚衛星「福爾摩沙」一號，在海洋的觀測上提供許多的資料，以下何者並非此衛星遙測的功用？ (A)鹽度分布 (B)水溫 (C)水色 (D)表面風場。

【解析】衛星無法得知鹽度的分布，須用直接測量。

- (C) 3. 目前監測大面積海域的海面溫度，最有效的是下列哪一種工具？ (A)鹽溫深儀 (B)海洋研究船 (C)人造衛星 (D)螺旋槳式海流儀。

【解析】人造衛星距地球表面數百公里至數萬公里，距離遠，監測的面積很大。

- (D) 4. 科學家利用各種方式協助漁民進行有效率的捕魚，魚探機就是一種較直接的方式，而間接觀測可能漁場範圍之方式，可藉由人造衛星觀測下列何者推知？ (A)懸浮微粒含量 (B)海面波浪 (C)海底深度 (D)海面葉綠素濃度。

【解析】海面葉綠素濃度可代表基礎生產者，和魚群之分布亦具相關性。

- (D) 5. 聖嬰現象之發生，主要由下列哪一項觀測技術得知？ (A)聲納測深儀 (B)海岸邊的潮位儀 (C)衛星之水色儀 (D)衛星之輻射儀。

【解析】祕魯一帶洋面水溫高於一定值時，一般可作為聖嬰現象發生之指標，故可以人造衛星之輻射儀監測；水色儀判斷河流挾帶懸浮泥沙或海底泥沙被波浪、潮流攪拌的情形。

【綜合評量】

- (C) 1. 下列哪一種方式無法測得波浪的資料？ (A)可以水下壓力計之水壓變化換算浪高 (B)以衛星觀測海面 (C)以驗潮儀可逐時記錄波浪資料 (D)以風速大小估計浪高 (E)測量浮球之重力加速度變化可換算為浪高。

【解析】驗潮儀為觀測潮位高低之儀器。

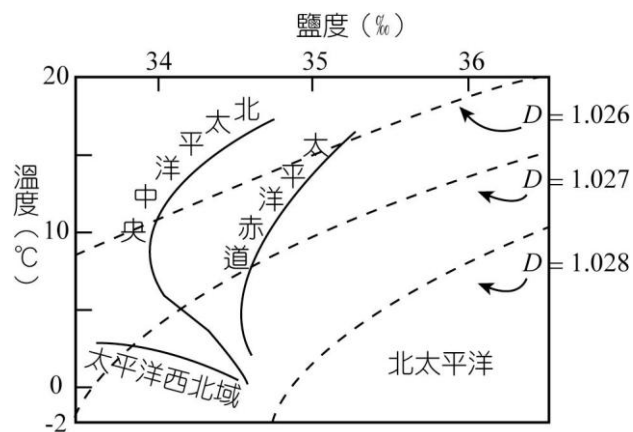
- (A) 2. 關於鹽溫深儀 (CTD) 的使用，下列敘述何者錯誤？ (A)利用測得氯離子濃度的含量，推得其他主要元素的含量 (B)測得壓力的大小來換算成所在位置的深度 (C)利用儀器中的電子溫度計來記錄海水的溫度 (D)海水的導電度除了和鹽度有關外，也和溫度有關。

【解析】鹽溫深儀之海水鹽度由海水導電度推算而成，海水深度由水壓換算而成，海水水溫由電子溫度計測得。

- (B) 3. 關於海水的物理性質及其觀測，下列敘述何者正確？ (A)可以直接蒸乾海水來測定其鹽度 (B)愈冷、鹽度愈大且愈深的海水，密度愈大 (C)可以將海水樣本蒐集到船上再測量水溫 (D)在海洋中容易觀測出密度流的運動。

【解析】(A)較不適用，因常有雜質，且部分鹽類會隨水蒸發。(C)當海水從深海上升時，會改變性質。(D)密度流流速緩慢，不容易觀測。

- (D) 4. 右圖是北太平洋主要水團的溫鹽圖，下列敘述何者有誤？ (A)同一水團有相同的溫鹽曲線 (B)太平洋赤道水團普遍鹽度較高 (C)太平洋西北海域之水溫偏低 (D)太平洋西北域水團普遍低溫，溫度變化小，鹽度變化小。



【解析】(D)太平洋西北區域水團的鹽度變化最大。

- (B) 5. 有關全球溫岩環流的敘述，何者錯誤？ (A)北大西洋附近海水因溫度低，加上結冰時析出鹽分，密度較大，因而下沉 (B)流動速度很快，每天約數公里 (C)可為深海注入氧氣 (D)對全球海洋一大氣間能量的調節有重要影響。

【解析】密度流流速緩慢，每天約數公尺。

- (C) 6. 在深度約 1000 公尺深的海底找到古沉船，若想下海尋寶，則潛水船在此工作時所承受的水壓約為多少大氣壓？ (A)1 (B)10 (C)100 (D)1000 (E)10000。

【解析】1atm 約為 10m 水柱壓力，故 1000m 為 100atm。

- (D) 7. 有關海洋觀測儀器及觀測項目的配對，下列何者不正確？ (A)CTD—水溫及鹽度 (B)南森瓶—水樣及水溫 (C)錨錠式海流儀—洋流定點觀測 (D)聲納—海底地形及海面高度。

【解析】聲納可測海底深度，得地形起伏，不能得知海面高度。

- (B) 8. 下列哪些測量方式，無法得知聖嬰現象可能已發生？
(A)由衛星水色儀測得東太平洋沿海之葉綠素濃度普遍下降
(B)由海面上之浮標測得西太平洋之氣壓值明顯下降
(C)由衛星之輻射計測得東太平洋之海面溫度明顯上升
(D)由衛星之高度計測得西太平洋之海面高度明顯降低。

【解析】聖嬰發生時，西太平洋氣壓值應上升，故出現赤道逆流，西太平洋海水面降低；東太平洋沿海湧升流減弱、營養鹽亦減少，基礎生產力應下降 (葉綠素濃度)。

(B) 9. 海底溫泉所噴出的氣體中，哪一種成份與深海生態系有關？

(A)二氧化碳 (B)硫化氫 (C)氮氣 (D)甲烷。

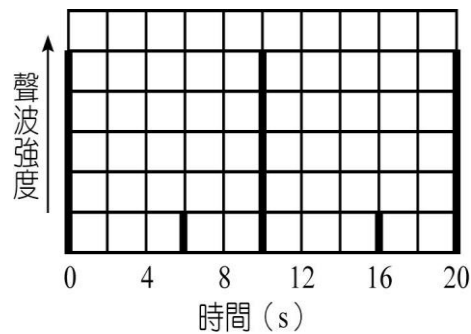
【解析】海底溫泉為地熱、岩漿湧出之處，含有硫化氫，仍有生物存活。

(C) 10. 海水中聲速約 1500 公尺／秒。潛艇每隔 10 秒發出一個聲波脈衝探測海底。若偵測到的聲波（包含發射波與反射波）強度隨時間變化如右圖，則潛艇距離海底約是多少公尺？

(A)1500 (B)3000 (C)4500 (D)9000 (E)15000。

【解析】發射波與反射波接收時間，兩者相隔 6 秒，故 $\frac{1500 \times 6}{2} = 4500$

公尺。



(D) 11. 今若取 A、B 兩處的海水，放置於如右圖之水槽中。若將水槽中間之活動隔板抽開，則見 A 處之水往 B 之底部流過，有關 A、B 之關係敘述，下列何者正確？

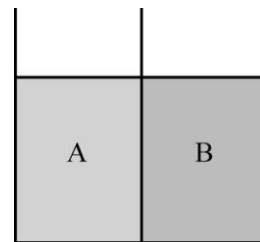
(A)A 的水溫比 B 低，但鹽度則無一定關係

(B)A 的鹽度比 B 大，但水溫則無一定關係

(C)A 的鹽度比 B 小，水溫也比 B 高

(D)A 的密度比 B 大。

【解析】A 處之水往 B 之底部流過，可見 A 之密度必大於 B。



※右圖為標準溫鹽圖，圖中弧線為等密度線。根據圖形的資料，回答 12.~13.題：

(D) 12. 圖中 A、B 兩點的水團，何者相同？

(A)溫度 (B)鹽度 (C)深度 (D)密度。

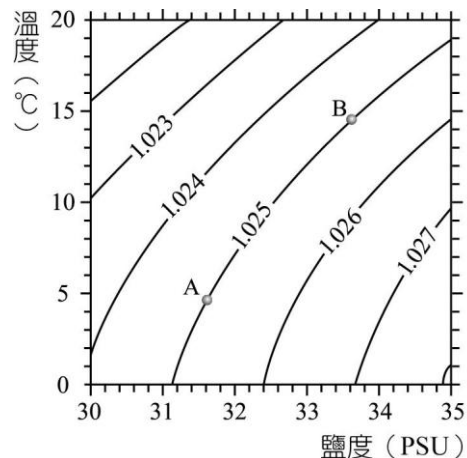
【解析】圖上 A、B 在同密度線上。

(C) 13. 若將此兩點的海水等比例混合，混合後的海水特性為 C 點，則混合後的海水與 B 點水團比較

(A)溫度上升，密度增加 (B)溫度上升，密度減少

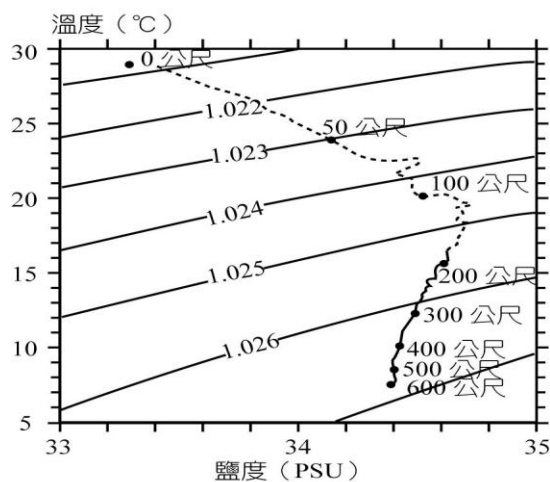
(C)溫度下降，密度增加 (D)溫度下降，密度減少。

【解析】等比例混合後之 C 在 AB 連線之中點，此位置溫度、鹽度都比 B 小，但在等密度線 1.025 之下，表示 C 點的密度較大。

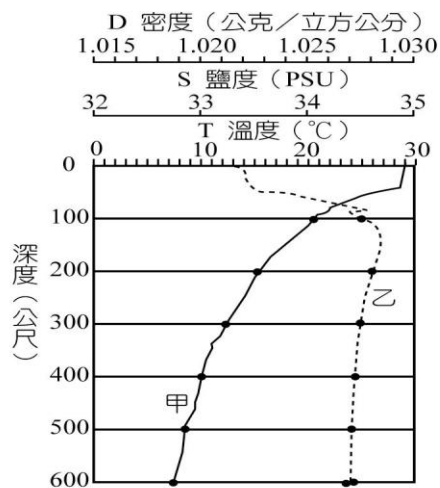


※下圖一為某海域測得之溫度、鹽度隨水深之變化圖，圖中斜線為等密度線。

參考圖形回答以下 14.~17.題：



圖一



圖二

(B) 14.關於此區海域表層海水性質之敘述，何者正確？ (A)溫度最高，鹽度最大 (B)溫度最高，鹽度最小 (C)溫度最低，鹽度最大 (D)溫度最低，鹽度最小。

【解析】可由圖一判斷。

(D) 15.此區何深度之海水密度可能最大？ (A)0 公尺處 (B)50 公尺處 (C)500 公尺處 (D)600 公尺處。

【解析】可由圖一判斷。

(B) 16.100m~200m 間的海水，其隨深度增加，水溫、鹽度、密度作何變化？ (A)水溫越來越低、密度忽大忽小 (B)水溫越來越低、密度越來越大 (C)鹽度越來越小、密度越來越大 (D)鹽度忽大忽小、密度越來越小。

【解析】從圖一中讀出 100m~200m 間水溫越來越低、鹽度有時增加有時減少，越深密度一定越來越大。

(C) 17.若將測得資料轉換為溫度、鹽度及密度隨深度之變化圖，即圖二。其中甲、乙兩曲線，何者為溫度曲線？何者為鹽度曲線？密度曲線較近似甲或乙曲線？ (A)甲為溫度曲線，乙為鹽度曲線，密度曲線較近似甲曲線 (B)乙為溫度曲線，甲為鹽度曲線，密度曲線較近似甲曲線 (C)甲為溫度曲線，乙為鹽度曲線，密度曲線較近似乙曲線 (D)乙為溫度曲線，甲為鹽度曲線，密度曲線較近似乙曲線。

【解析】從圖一中讀出隨深度增加，水溫越來越低，近似甲曲線；表面鹽度較小，深層海水鹽度較大，近似乙曲線，至於密度一定是越來越大，近似乙曲線。

※ 若你是海洋研究船的科學研究人員，今天的任務是利用「回音測量法」測量海底深度。如你測得音速往返時間為 9 秒鐘，而音速在水中的平均波速是 1500m/sec，請回答 18.~20.題：

(C) 18.依你計算，海底深度約為多少公尺？ (A)<3000 (B)3000~6000 (C)6000~9000 (D)>10000。

【解析】 $9 \times 1500 \div 2 = 6750$ 公尺。

(A) 19.推測此深度應屬於何種海洋地形？ (A)海溝 (B)中洋脊 (C)大陸棚 (D)大陸坡。

【解析】深度達 6000m 以上之海底為海底最深地形—海溝。

(D) 20.由此深度推測此洋底的沉積物最可能為何者？ (A)圓礫 (B)角礫 (C)砂 (D)軟泥。

【解析】深海的沉積物以軟泥為主。

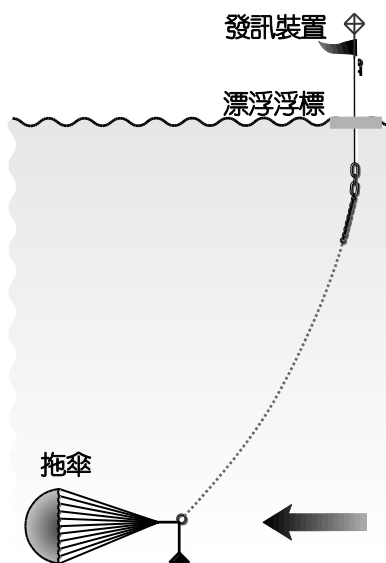
習作

第四章 測海洋

牛刀小試

★ 4-1

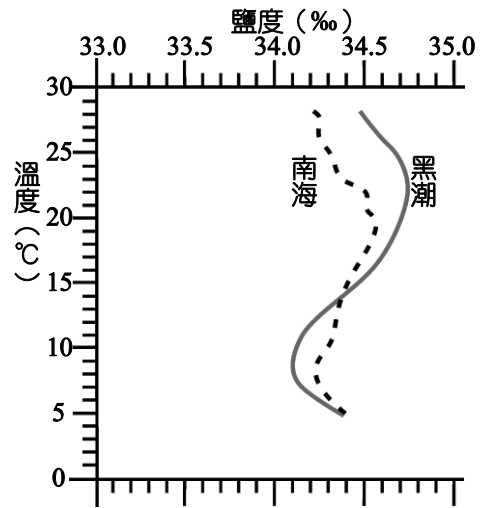
- (B) 1. 下列關於波浪之敘述及其觀測方法，何者正確？ (A)浪高越高，波長越短 (B)在海底以超音波偵測水面變化可換算為浪高 (C)以水上壓力計算氣壓變化可以換算浪高 (D)一般而言，風越強，波長越小。【解析】(A)浪高越高，波長應越長。(C)以水下壓力變化可以推算浪高。(D)風越強，波長越大。
- (D) 2. 要同時測得不同深度海流流速變化的資料，可以採用下列何種觀測方式或工具較為方便快捷？ (A)旋葉式海流儀 (B)GPS 浮標追蹤 (C)漂流瓶 (D)音響式都卜勒流剖儀。【解析】測量海流應用海流儀，音響式都卜勒流剖儀可測得不同深處的海流變化。
- (C) 3. 近年來，臺灣的海洋研究船上配備了「都卜勒流剖儀」，於臺灣四周海域測量洋流之流向及流速變化，請問此測量儀器之原理為 (A)利用聲納測量伴隨海流前進的魚群，判斷距離的變化 (B)利用海流和附近海水之相對流速差異，造成聲波之折射與反射來推算 (C)儀器發出的特定頻率音波被懸浮粒子散射，以回波的變化推算流速及流向 (D)風向及風速改變時，海流也會改變而使儀器測得不同水壓而據此推算。
【解析】都卜勒流剖儀是利用音波被海水中懸浮粒子反射而得到回波，再由都卜勒效應可推算海流流速及方向。
- (C) 4. 下圖中的觀測儀器，其用途是觀測 (A)海洋深度 (B)海浪高度 (C)洋流流速 (D)海水溫度。



【解析】此裝置為全球衛星定位系統浮標，拖傘隨海流移動，並由全球衛星定位系統浮標發出信號。

★ 4-2

- (D) 5. 右圖是典型南海海水和黑潮之溫鹽圖，有關此圖的敘述，何者錯誤？ (A)南海和黑潮的海水因含有鹽類，故二海水密度均較純水大 (B)在圖中之溫度範圍內，黑潮海水的鹽度變化幅度較南海大 (C)從溫鹽圖判斷，南海海水和黑潮大致是兩個不同的水團 (D)當海水溫低於15℃時，黑潮海水鹽度大於南海鹽度。【修改自 91 學測】

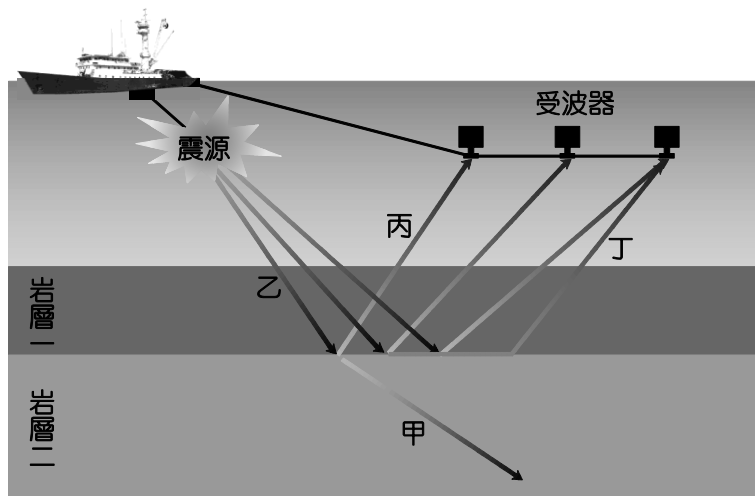


【解析】海水溫度低於15℃時，黑潮海水鹽度應低於南海海水鹽度。

- (D) 6. 測量海水鹽度時，可以加入硝酸銀溶液，以滴定法來測量，再以經驗公式反求鹽度： $\text{鹽度} = 0.03 + 1.80655 \times \text{氯度}$ ；以下關於滴定法的敘述，哪一項是錯誤的？ (A)銀離子和水中的氯離子反應形成氯化銀 (B)當滴定完成，不再有氯化銀白色物出現，由滴定的 AgNO_3 濃度和體積來計算氯度 (C)以經驗公式將氯離子濃度換算出海水的鹽度 (D)因海水濃度各地不同，主要鹽類的比例也不同，故以經驗公式換算。【解析】海水濃度雖然各地不同，但主要離子間比例大致相同，故可用經驗公式推算。

★ 4-3

- (C) 7. 利用聲納探測水底深度，若水中傳遞聲波為 1500m/s，探測船放出聲音後 6 秒收到回波訊號，則此地水深有多少公尺？ (A)1500 (B)3000 (C)4500 (D)9000。
【解析】聲波碰到海底反射後才收到回波，故水深為 $1500 \times 6 \div 2 = 4500$ 公尺。
- (D) 8. 下圖為探測海洋地殼示意圖，關於此方法下列哪一敘述有誤？ (A)此方法利用震波探測 (B)甲稱為折射波 (C)乙稱為入射波 (D)丙和丁皆為反射波。



【解析】丁為折射波。

★ 4-4

- (B) 9. 以衛星觀測海洋之葉綠素濃度，可能有助於下列何項研究？甲、河流出口海域泥沙含量；乙、掌握漁場位置；丙、海洋藻華分布；丁、海流的運輸情形 (A)甲乙 (B)乙丙丁 (C)甲乙丙 (D)甲乙丙丁。【解析】葉綠素濃度可知漁場位置、海洋藻華分布、海流的運輸情形，但不能判斷河流出口海域泥沙含量，必須用衛星可見光水色分析。
- (C) 10. 以衛星遙測，可以觀察大面積連續的變化。下列哪些海洋觀測的項目可以運用在衛星上？甲、海水導電度及水壓；乙、表面海溫的測量；丙、波浪起伏；丁、海底地形的變化；戊、海面的風向風速 (A)乙 (B)丙丁 (C)乙丙丁戊 (D)甲乙丙丁戊。【解析】人造衛星遙測可以測量表面海溫、波浪起伏、海底地形的變化、海面的風向風速，但海水導電度及水壓仍須直接測量。

※以下為各種不同觀測儀器的種類，回答 1.~4.題： 側掃聲納儀； 氣象雷達； 多聲束回聲探測儀； 自計驗潮儀； 移動式海流儀； 錨碇式海流儀； 人造衛星； 輪盤式採水器； 溫鹽深儀。

(B) 1. 以上何者不是海洋觀測儀器？ (A)甲 (B)乙 (C)丙 (D)壬。

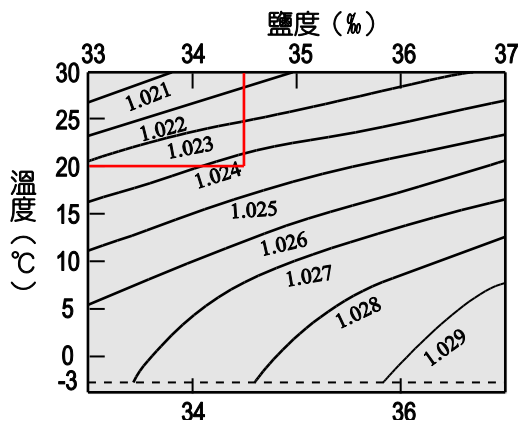
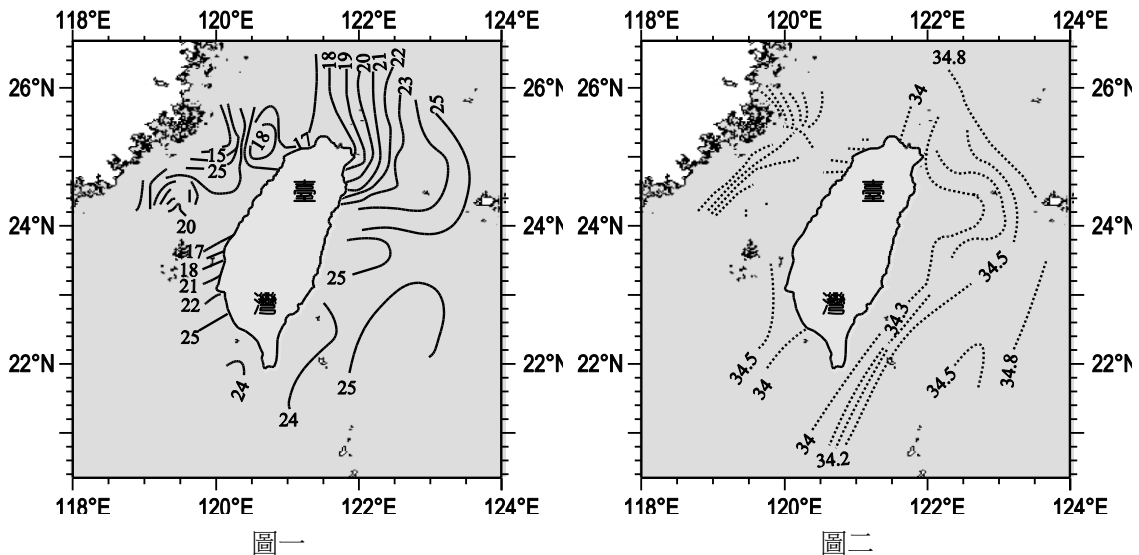
【解析】(B)氣象雷達為觀測大氣的工具。

(BC) 2. 若要測量海洋深度，可使用上述哪種儀器（應選兩項）？ (A)甲 (B)丙 (C)庚 (D)壬。【解析】多聲束回聲探測儀及人造衛星兩者皆可測量海底地形變化。

(D) 3. 應用在大範圍觀測時，何種儀器所獲得的觀測數據效果較好？ (A)甲 (B)丁 (C)己 (D)庚。【解析】人造衛星在高空，對於大範圍觀測時所獲得的觀測數據效果較好。

(A) 4. 若要打撈沉船，可以使用哪一項探測儀器？ (A)甲 (B)丙 (C)己 (D)庚。【解析】打撈沉船要測量細微的海底變化，應使用側掃聲納儀。

※圖一為臺灣周圍海域溫度，圖二為臺灣周圍海洋鹽度分布圖。參考這兩圖及圖三鹽溫變化引起的海水密度圖，回答 5.~9.題：

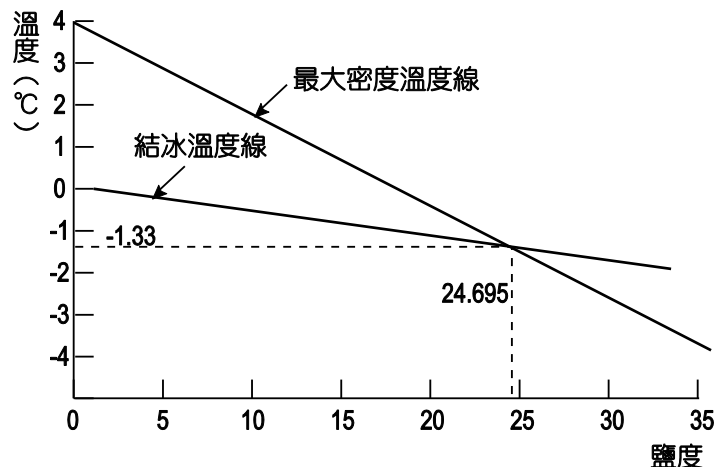


(A) 5. 由臺灣附近海水溫度判斷，此時可能為下列哪一月份？ (A)12月 (B)5月 (C)8月 (D)10月。【解析】臺灣海峽北部水溫較低，可達 17°C，此時應為冬季。

(D) 6. 圖中淡水附近海溫遠比綠島附近海溫低，這兩地海水溫度不同，淡水沿海主要受下列何者影響？ (A)南海海流 (B)黑潮 (C)赤道流 (D)中國沿岸流。【解析】此時淡水沿海有較冷的中國沿岸流向南通過，故水溫較低。

- (C) 7. 由圖一、圖二可知黑潮主流的溫度鹽度變化屬於下列何者？ (A)低溫、低鹽度 (B)低溫、高鹽度 (C)高溫、高鹽度 (D)高溫、低鹽度。【解析】黑潮主流通過臺灣東部沿海，從溫度鹽度判斷應為高溫高鹽度。
- (B) 8. 若某地測得海溫 20°C，海水鹽度為 34.5‰，從圖三判斷可知其密度約為 (A)1.02 (B)1.024 (C)1.026 (D)1.029。【解析】從圖三可知其密度約為 1.024。
- (C) 9. 圖二高雄和宜蘭沿海兩地點鹽度不同，判斷兩地沿海海水中所含氯離子佔所有鹽類離子的百分比 (A)高雄>宜蘭 (B)高雄<宜蘭 (C)高雄=宜蘭。【解析】海水鹽度雖然各處不同，但主要離子間的比例大致相同。

※下圖是海水在不同鹽度下密度及凝固點的變化關係，試回答 10.~11.題：



- (D) 10. 純水的密度最大時溫度為多少°C？ (A)-1.33 (B)0 (C)2 (D)4。【解析】純水（鹽度為 0）的最大密度在溫度為 4°C 時。
- (A) 11. 隨著鹽度增加，海水最大密度時的溫度和凝固點有何變化？ (A)最大密度的溫度降低，凝固點降低 (B)最大密度的溫度降低，凝固點升高 (C)最大密度的溫度升高，凝固點降低 (D)最大密度的溫度升高，凝固點升高。【解析】圖中可知海水鹽度增加，最大密度的溫度和凝固點皆降低。

※淺層的海水在不同時間、不同地點會有不同的顏色，觀測海洋表層海水顏色可知道不少有用的訊息，觀測海水顏色，除了以海洋研究船進行觀測外，也可以利用人造衛星進行觀測。

- (D) 12. 當海水呈深藍色時，可能表示 (A)河流攜帶大量泥沙入海 (B)藻類大量繁殖 (C)海水中含大量浮游生物 (D)海水中的懸浮物質較少。【解析】乾淨的海水偏藍，含泥沙的海水偏黃，含藻類等綠色浮游生物的海水則偏綠。
- (A) 13. 上述的情況，為什麼海水會呈現藍色？ (A)波長較長的黃紅光被吸收，波長較短的藍綠光被散射 (B)波長較長的黃紅光被散射，波長較短的藍綠光被吸收 (C)海中的藻類呈現的顏色 (D)海水中懸浮物質的顏色。【解析】當海水中懸浮粒子較少時，短波長的藍綠光被散射，而長波長的黃綠光被吸收，故呈深藍色。
- (C) 14. 要觀測大範圍海面的水色變化時，可以採用哪一種觀測方法？ (A)由多位研究人員於岸邊以肉眼觀測 (B)派出多艘海洋研究船觀測 (C)以人造衛星觀測 (D)由海上航行的商船、貨船回報水色變化。【解析】以人造衛星做大範圍觀測，省力省時。
- (A) 15. 聖嬰現象也可以應用在海洋水色的變化上，觀測聖嬰現象時，水色變化最重要之觀測海域是哪一區？ (A)太平洋東側秘魯海域 (B)菲律賓北岸的黑潮海域 (C)太平洋西側印尼周圍的海域 (D)太平洋東側美國沿海。【解析】聖嬰現象發生時東太平洋秘魯外海的湧升流減弱甚至消失，營養鹽減少，葉綠素濃度也降低，水色由綠轉藍。
- (D) 16. 當聖嬰現象發生時，上述的海域中可能發生海洋水色的哪一種變化？ (A)海水呈深藍色 (B)海面的懸浮泥沙數量增多 (C)海面呈現黃綠色 (D)海面葉綠素濃度降低。【解析】聖嬰現象發生時東太平洋秘魯外海的湧升流減弱甚至消失，營養鹽減少，葉綠素濃度也降低，水色不再偏綠。