

航向新時代國立中山大學新海研三號 海洋科學研究計畫

海洋顏色與海中環境的關聯

台中市立惠文高中



學生成員：

張景旭、張貞維、林澤穎、劉隆恩

指導老師：

吳秉勳 老師

林佑佳 老師

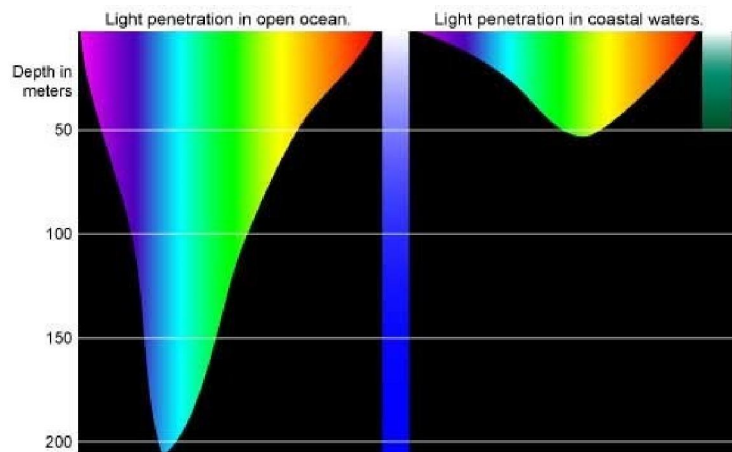
壹、計畫題目：海洋顏色與海中環境的關聯

貳、摘要：

海水透過被日光照射後，經過水中懸浮物質後散射、吸收與反射後形成顏色。從海面觀看海水，紅光、橙光，基本上會被完全吸收；藍光、紫光較容易散射或者反射，大海的藍色就是被散射和反射回來的藍色光。懸浮粒子和短波光線都分別會影響光的散射和聚集形成藍光和白光，若泥沙含量較高則可能使顏色偏黃，如黃海。而浮游生物(大型粒子)也有可能使海洋變色，如波斯灣之綠色。

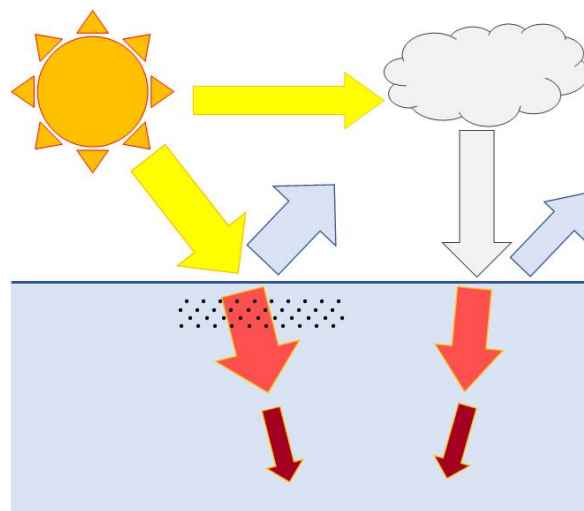
而海水中觀察光的顏色，則因為不同波長在不同的深度的吸收程度不同，殘留下來的顏色也不一樣(如圖一)。圖二則表示光線經過太陽、天空照射到海洋，海面會反射部分光線，而有部分光線經過海水吸收、穿透到更深處。

我們歸納了幾種造成海水具有多種色彩的原因，包括雲彩或天空之反射，海水懸浮物質、泥沙含量(濁度)、鹽度以及水中生物的影響，因此我們想要探討，行光合作用生物、濁度、穿透度和鹽度，對海水的表面、水中的顏色影響。



圖一、光在水中的傳播

(資料來源：泛科學。深海的色彩。109年3月14日，取自 <https://pansci.asia/archives/32338>)



圖二、光的傳遞方式，包含照射、反射、吸收、透射等過程。

參、研究目標：

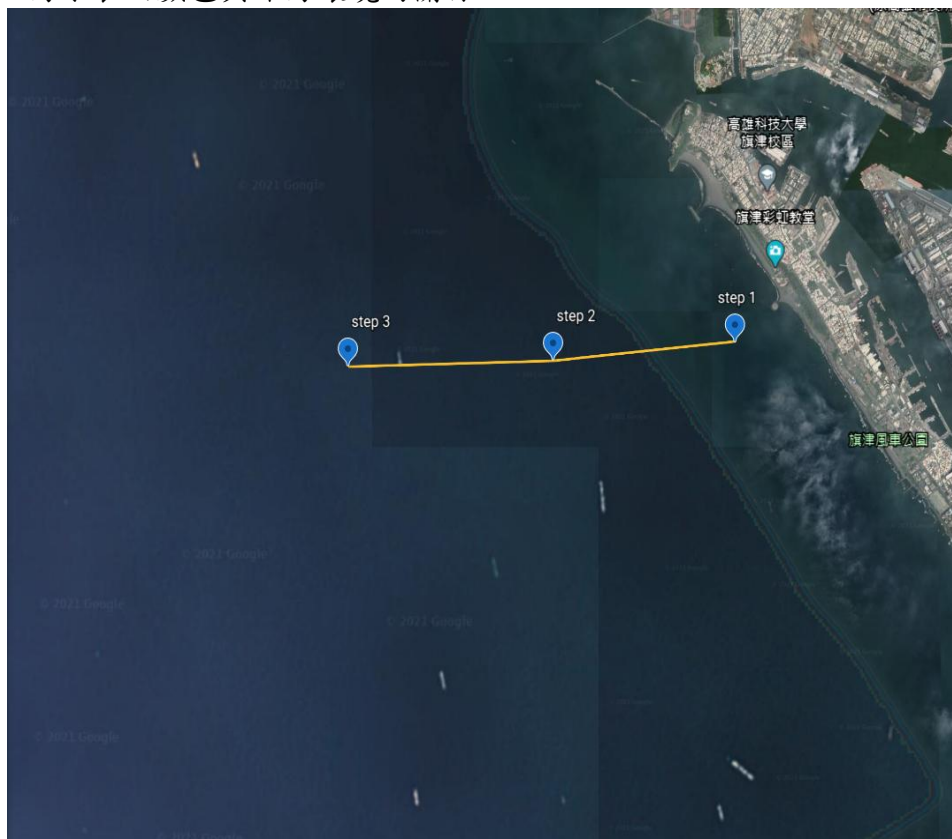
本研究計畫探討下列海洋環境對表面海水顏色和水下顏色的影響：

- 一、葉綠素 a(Chlorophyll a)成藍綠色，由螢光探針可推算出水中量值。由[2]得知，海水表面所呈現之綠色濃度和水中的浮游植物有關係(楊勝凱、陳淑玲，2016)，因此我們希望能反過來從葉綠素濃度推測得知海面顏色之綠色強度。
- 二、濁度(Turbidity)，單位為 NTU(nephelometric turbidity unit)可由濁度計測得懸浮微粒量值，可能影響原因為浮游植物繁殖產生、陸地上的泥沙灰塵所飄送至海中、河中沉積物流入海中，也可能是污染水源所造成，容易造成表面水呈黃濁色。
- 三、鹽度(Salinity)，單位為(psu)可利用導電度測量，海中有許多離子，其中氯離子和鈉離子佔了絕大多數，而海中鹽類由氯化鈉最多氯化鎂次之，光經過物質時會被吸收部分光子，從而降低光強度，鹽解離在水中的離子會吸收光子進而影響光飽和度。

肆、研究方法與材料：

- 一、測量站點的選擇及原因：

我們計畫讓每個地點離岸邊的距離越來越長，以此來檢測，在不同的離岸距離下，海水表面顏色與深海環境的關係。



圖三、航次由旗津北岸出發，前往 step 1、step 2、step3 後返回。

step 1	22°35.47. N	120°16.09. E
step 2	22°35.42. N	120°15.06. E
step 3	22°35.40. N	120°13.55. E

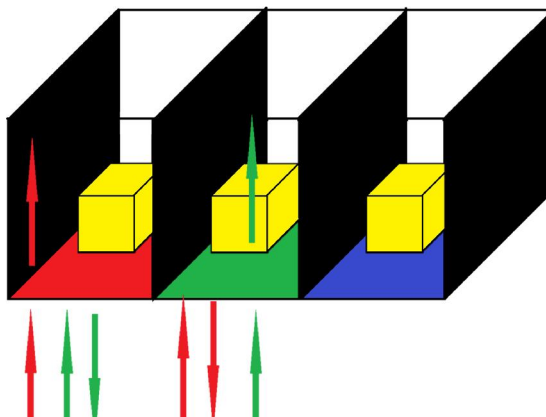
二、欲取得的數據

1. 控制變因：在海洋中探測和深度。
2. 操作變因：探測之海域座標、深度。
3. 應變變因：
 - a. 葉綠素 a 的含量
 - b. 濁度
 - c. 穿透度
 - d. 海水表面顏色
 - e. 海水內部顏色

三、儀器使用

1. CTD 溫鹽深儀暨附掛探針：
 - a. CTD：測量海水中特定深度的溫度、鹽度。
 - b. 螢光探針：測量固定深海中的葉綠素濃度。
2. 濁度計：測量海水的濁度。
3. 自製海水顏色探測儀(如圖四)：

使用三顆可以感測光強度的儀器，預計使用型號為 TSL237S-LF 的高敏感度光-頻率轉換器，此感光儀器估計可測量暗至 0.0003 Lux 的光照度，置入一個耐壓透明玻璃盒內並以黑色的隔板隔開，並玻璃盒底面，依序鋪上紅色、藍色、綠色的色紙，儀器內有 SD 卡可以記錄數據。最後可透過三種光原色的強度來得知所測光的顏色。



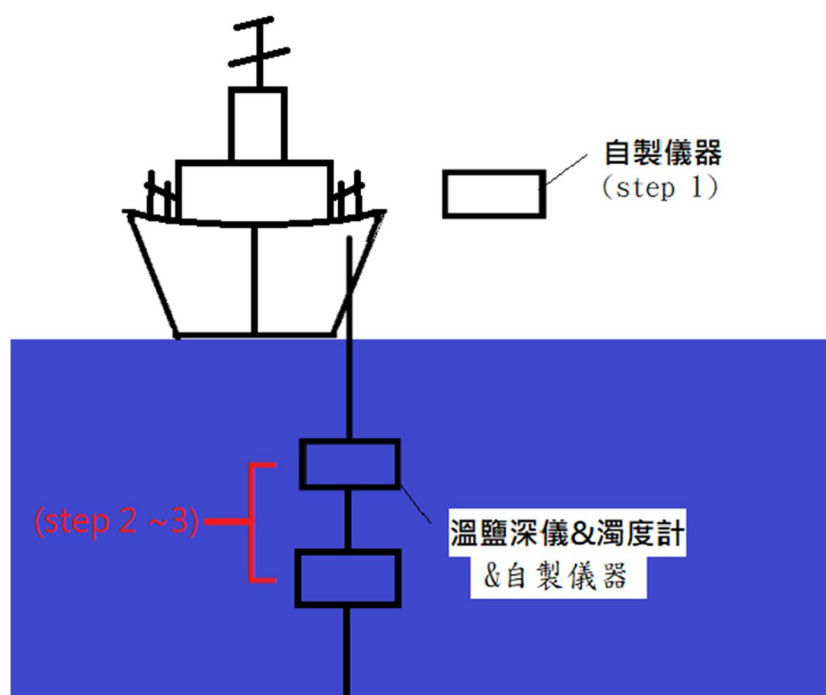
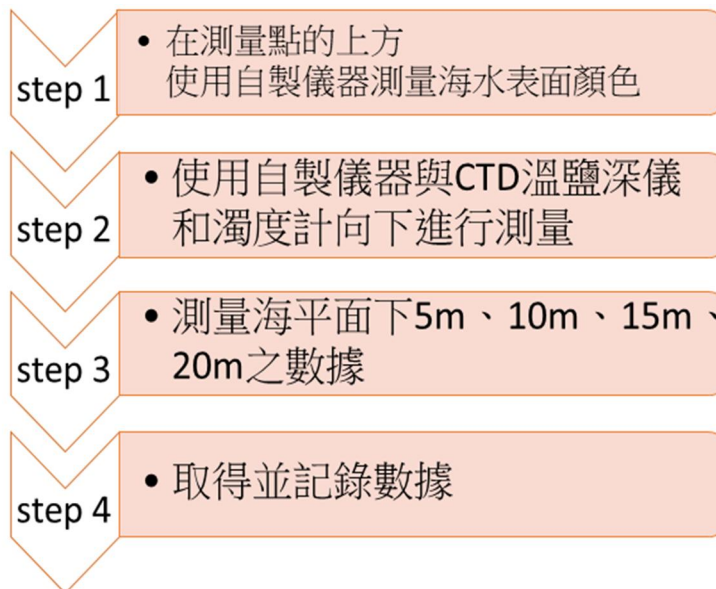
圖四、自製海水顏色探測儀

圖四顯示若光源由下往上照射，矩形體代表玻璃保護盒，黃色立方體代表光度儀，有色的底面代表玻璃紙，箭頭代表光的穿透與，三個光度儀分別偵測紅色、綠色和藍色光。此儀器預計製作至少兩組，一組放置在水面紀錄海水表面顏色，另一組放置在水中，紀錄海水透射光線的顏色。

本自製儀器，預計先在日月潭等水域測試耐壓、光照度能力，確保實際使用能正常運作。

四、研究流程

每個站點均需實施以下四個步驟，測量 5m、10m、15m、20m 深的數據，每個深度預計測量 5 分鐘，每個站點預計共 20 分鐘，全程測量(不包含船隻航行時間)為 60 分鐘。



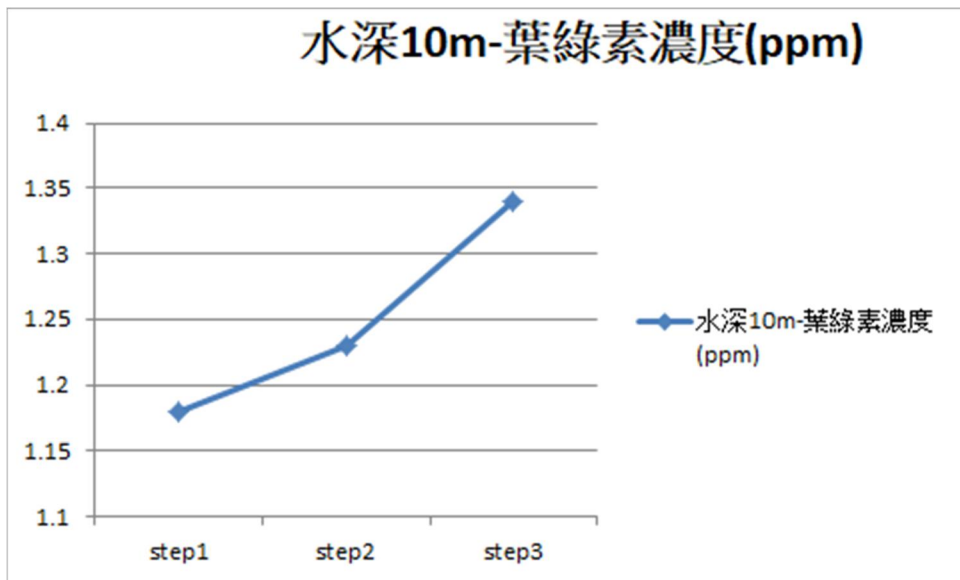
圖五、預設的測量狀態

五、分析方法

1. 資料處理

利用程式 Microsoft Excel，將在不同地點的同深度下所測的數據繪製成折線圖(如圖六)

- a. 葉綠素濃度
- b. 濁度
- c. 鹽度

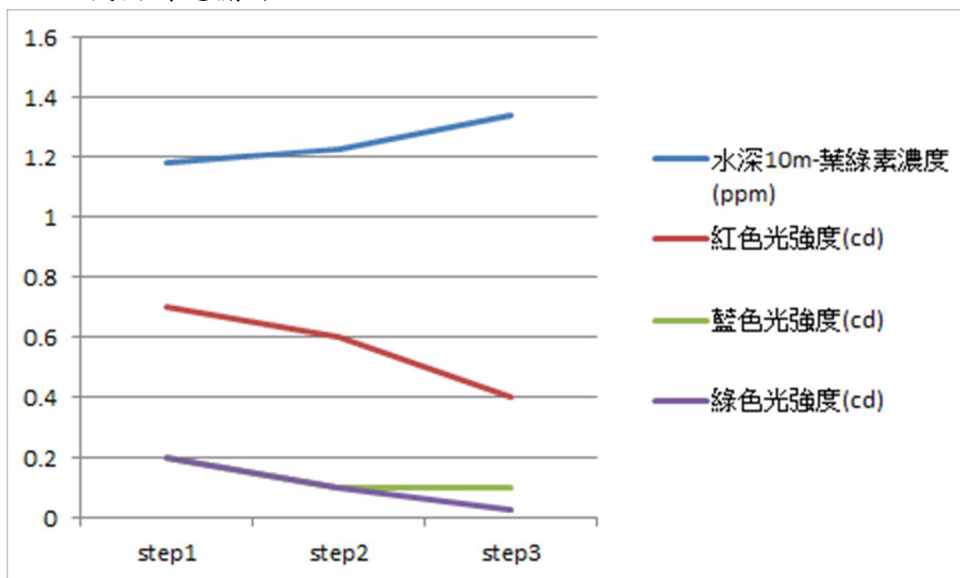


圖六、預期實驗數據範例

2. 資料分析

將彙整好的資料進行分析：

- a. 利用程式 Microsoft Excel，做出在 step1 處理過的數據，與海水表面顏色的關係圖，並找出對應關係(如圖七)。
- b. 比對三個不同地點且相同高度的葉綠素濃度、濁度、鹽度與海水顏色之關係，並找出對應關係



圖七、預期實驗數據範例

伍、參考文獻

- [1] 海水的顏色 <http://w3.oc.ntu.edu.tw/chap3/node6.htm>
- [2] 楊勝凱、陳淑玲(2016)。月牙藻的生物量與色素含量。MC-Transaction on Biotechnology, 8(1)。
- [3] 水中濁度檢測 <http://www2.pidc.org.tw/zh-tw/DIV13/13/PTSAMail/Pages/2015-03-b%E6%B0%B4%E4%B8%AD%E6%BF%81%E5%BA%A6%E6%AA%A2%E6%B8%AC.aspx>
- [4] 葉綠素(Chlorophyll) <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=48452>
- [5] 電子探針
<http://www.odt.ntu.edu.tw/chem/%E5%8F%83%E6%95%B8%E4%BB%8B%E7%B4%B9/%E5%8C%96%E5%AD%B8%E6%8E%A2%E9%87%9D/>
- [6] 鹽度 (Salinity) <https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=3789>
- [7] 深海的色彩 <https://pansci.asia/archives/32338>