

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學(三)科

033007

與「海」水來「電」—探討基隆部分海域發電效能與其應用

學校名稱：基隆市立南榮國民中學

作者： 國二 簡悅倫 國二 簡治羽 國二 周品曦	指導老師： 陳藝芳 簡修慧
---	-----------------------------

關鍵詞：基隆海域、伏打電池、發電效能

與「海」水來「電」— 探討基隆部分海域發電效能與其應用

摘要

本研究以『環保』的概念為前提，運用在基隆易採集海水的海域來進行研究。本研究探討不同海域海水、不同電極片對伏打電池的發電效能影響，結果發現：(1)電極片的選擇最佳組合：鎂-鐵 (2)電極片放入電解質中面積愈大，能增加效能 (3)電解質的選擇：和平島海域>八斗子海域>外木山海域(4)串聯多個伏打電池可以提高電壓。除此之外，我們也將鹽電池縮小化，運用基隆海水及鎂銅電極片組合就可用以照明。

壹、前言

一、研究動機

我們在網路上看到一則新聞是有關於紐西蘭設計師 Henry Glogau，為了改善智利當地環境，發明「太陽能淡化海水照明燈」，運用太陽能及海水就能解決夜間室內照明及飲用水問題。文中也提到海水會儲存在銅與鋅的管中成為鹽電池，可以提供 9.53V 的電壓，供 LED 燈電照明，這是我們非常感興趣的內容之一。因為生活在基隆地區的我們，有豐富的海水資源，想透過此研究來瞭解基隆不同區域的海水在發電上的效能差異，探討不同海域海水、不同電極片對伏打電池的發電效能，並運用實驗結果做出鹽電池。

二、研究目的

- (一) 比較不同電極片在基隆不同海域的發電效能。
- (二) 比較不同容量的海水在基隆不同海域的海水的發電效能。
- (三) 比較不同面積及體積的電極片在外木山海域的發電效能。
- (四) 串聯及並聯多個伏打電池觀察其發電效能。
- (五) 比較三個海域實驗前後的導電度及相關數值。
- (六) 比較三個海域進行連續 24 小時發電後對海水的離子影響。

三、文獻探討

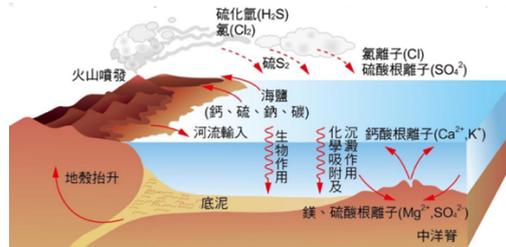
(一) 海水的組成

早期地球剛形成時，是水蒸氣凝結成雲而致雨，最後匯集成海洋。海水佔據我們地球水體約 97%，現在的海水中的鹽類約 3%（一公升海水有約 35 公克

的鹽溶於其中，還有其他少量的微量元素，而我們喝過海水的人都知道它嚐起來又苦又鹹，是什麼原因呢？

1. 海水成分改變的原因

- (1)火山活動釋出硫、氯離子及金屬離子。
- (2)陸地岩石與海床岩石的鹽分。

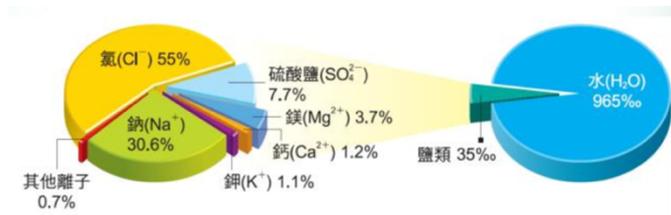


▲圖一 海水成分改變的來源

(圖片來源：基礎地科(上)第五章 海洋的結構與變動 https://dept.pjhs.tyc.edu.tw/DEPT/NB_files/NB_5879_923.pdf)

2. 海水成分

海水中的鹽類約 3%中，有 55%的氯離子、30.6%的鈉離子、硫酸鹽 7.7%、鎂離子 3.7%、鈣離子 1.2%、鉀離子 1.1%及其他離子 0.7%。

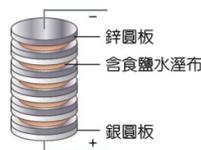


▲圖二 海水成分

(圖片來源：海水的組成-國立海洋科技博物館 <https://www.slideserve.com/forrest-duke/7051938>)

(二) 伏打電池的介紹及原理

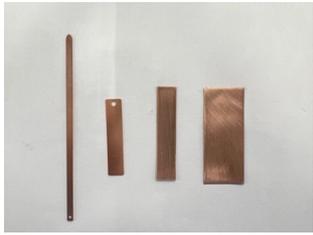
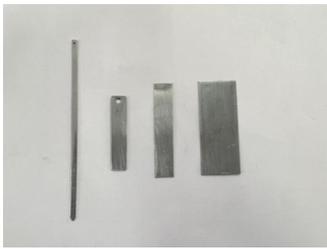
伏打電池由義大利物理學家伏打發明，運用兩種活性不同的金屬及液體（濃食鹽水），由化學能轉換成電能的過程，負極為活性較大的金屬，正極為活性小的金屬。



▲圖三 伏打電池示意圖

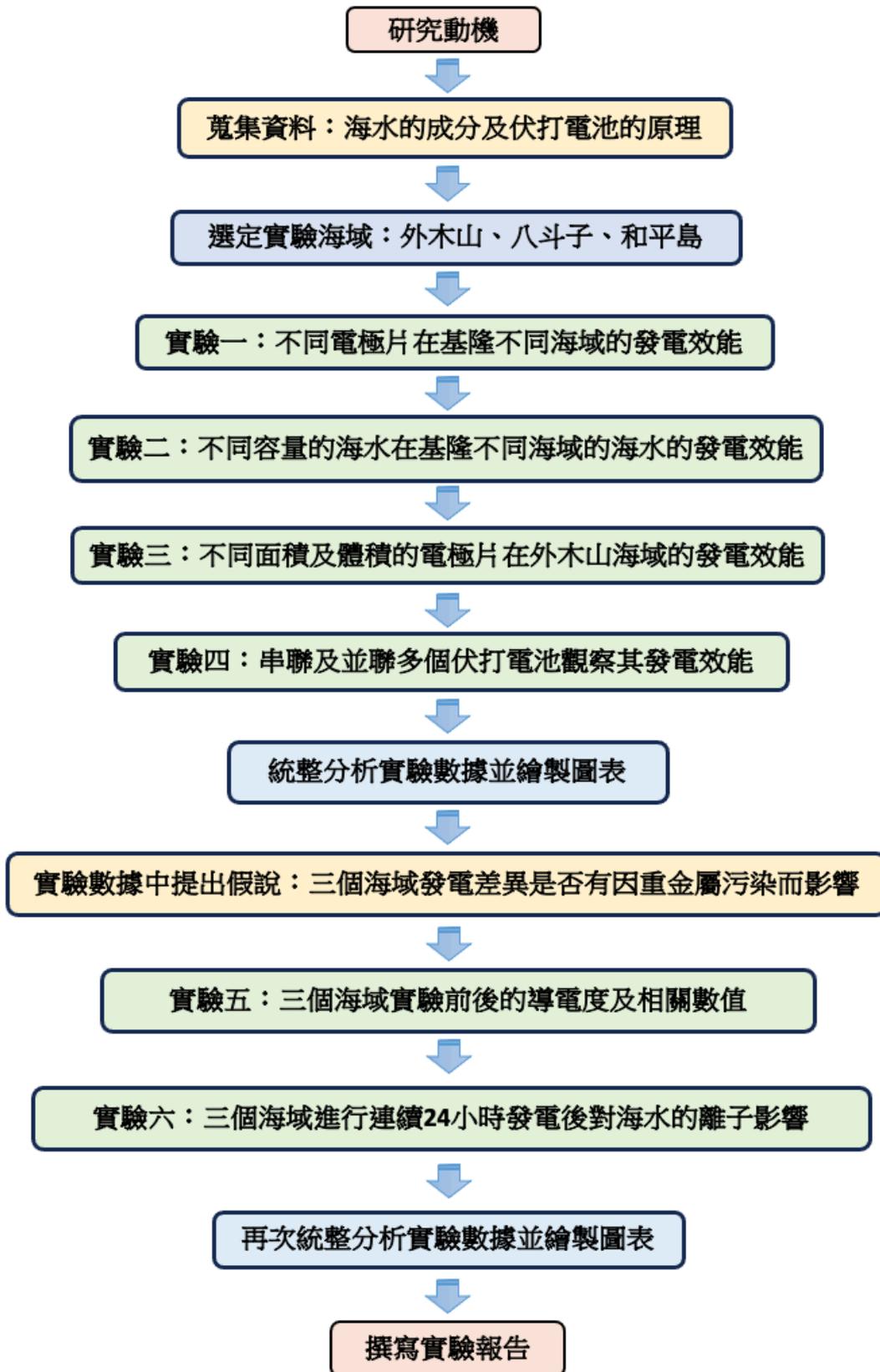
(圖片來源：伏打電池-翰林雲端學院 <https://reurl.cc/Ajzxzj>)

貳、研究設備及器材

							
各區域海水及燒杯數個		鱷魚夾電線數條		三用電錶		發光二極體	
							
電極片：銅		電極片：鋅		電極片：鋁 20*50mm		電極片：鐵 20*50mm	
20*50mm	10*50mm	20*50mm	10*50mm				
8*40mm	3*97mm	8*40mm	3*97mm				
							
電極棒：碳 8*100mm		電極棒：鋁 8*100mm		電極棒：銅 8*100mm		電極棒：鋅 8*100mm	
							
小米監視器				電極片：鎂 5*40mm			

▲以上研究設備及器材之照片皆為作者拍攝

參、研究過程



▲圖四 研究流程圖（圖片來源：作者繪製）

肆、研究結果

一、比較不同電極片在基隆不同海域的發電效能。

(一) 實驗條件：

- 1.測量的海水：外木山海域、八斗子海域、和平島海域的海水各 100 ml。
- 2.測量的電極片（控制變因）：鎂片、鋁片、鋅片、鐵片、銅片。

(二) 實驗步驟：

- 1.準備各區的海水各 100ml。
- 2.將鎂片、鋁片、鋅片、鐵片、銅片（十種組合）作為電極片，並用雙頭鱷魚夾電線夾住。
- 3.將另一頭接上三用電表的探針，並放入海水中約 30 秒。
- 4.記錄電壓及電流的數據，重複以上步驟 3 次。

(三) 實驗數據如附錄。

二、比較不同容量的海水在基隆不同海域的海水的發電效能。

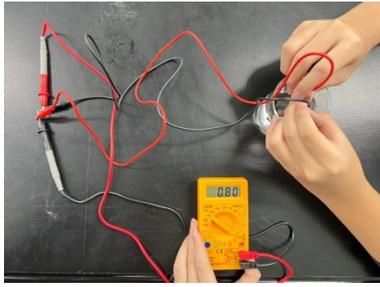
(一) 實驗條件：

- 1.測量的海水容量：100ml、200ml、300ml、400ml、500ml。
- 2.測量的電極片（控制變因）：鎂片、鋁片、鋅片、鐵片、銅片。

(二) 實驗步驟：

- 1.準備各區的海水各 100ml、200ml、300ml、400ml、500ml。
- 2.將鎂片、鋁片、鋅片、鐵片、銅片（十種組合）作為電極片，並用雙頭鱷魚夾電線夾住。
- 3.將另一頭接上三用電表的探針，並放入各容量的海水中約 30 秒。
- 4.記錄電壓及電流的數據，重複以上步驟 3 次。

(三) 實驗數據如附錄。



▲圖五 利用三用電表測電壓



▲圖六 和平島海水（100-500ml）

（圖五及圖六的片來源：作者拍攝）

三、比較不同面積及體積的電極片在外木山海域的發電效能

（一）實驗-1 條件：

- 1.電極片：相同的鋅片和銅片（20*50mm）。
- 2.測量的海水：外木山海域 200ml。
- 3.測量不同面積（操縱變因）：2 平方公分、4 平方公分、6 平方公分、8 平方公分。

（二）實驗-1 步驟：

- 1.準備外木山的海水 200ml。
- 2.將鋅片和銅片作為電極片，並用雙頭鱷魚夾電線夾住。
- 3.將另一頭接上三用電表的探針，並放入海水中約 30 秒。
- 4.記錄電壓及電流的數據，重複以上步驟 3 次。

（三）實驗-1 數據如附錄。

（四）實驗-2 說明：

- 1.電極片：不同的鋅片和銅片、鋅棒和銅棒
（片狀 20*50mm、10*50mm、8*40mm、3*97mm、棒狀 8*100mm）。
- 2.測量的海水：外木山海域 200ml。
- 3.皆放入 30mm 進入水中。

（五）實驗-2 步驟：

- 1.準備外木山的海水 200ml。
- 2.將鋅片和銅片、鋅棒和銅棒作為電極片，並用雙頭鱷魚夾電線夾住。
- 3.將另一頭接上三用電表的探針，並放入海水中約 30 秒。
- 4.記錄電壓及電流的數據，重複以上步驟 3 次。

(六) 實驗-2 數據如附錄。

四、串聯及並聯多個伏打電池觀察其發電效能

(一) 實驗-1 條件：

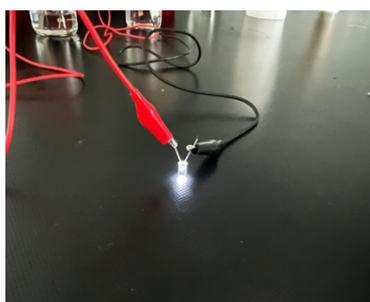
- 1.LED：白光（3mm、10mm）。
- 2.測量的海水：和平島海域每杯 100ml。
- 3.測量的電極片：鎂片和銅片。

(二) 實驗-1 步驟：

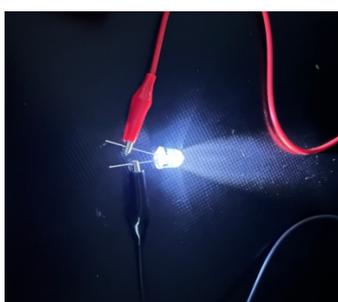
- 1.用雙頭鱷魚夾電線夾住電極片放入第一杯 100ml 的海水，接上 LED 燈後觀察是否會發亮。
- 2.接續以上步驟，用雙頭鱷魚夾電線夾住電極片後（串聯），接上 LED 燈後觀察是否會發亮。
- 3.依序完成串聯第三杯及第四杯海水，接上 LED 燈，比較發亮效果。

(三) 實驗-1 結果：

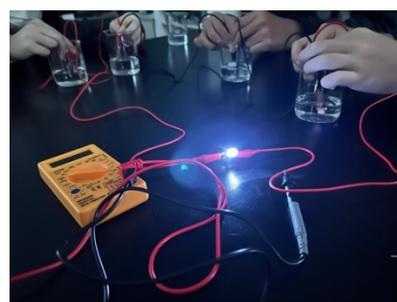
串聯個數	1 個	2 個	3 個	4 個
電壓(V)	1.4	2.7	4.04	5.4
電流(mA)	5.6	6.8	7.1	9.3
3mm 的 LED 燈是否發亮	X	✓	✓	✓
10mm 的 LED 燈是否發亮	X	X	✓	✓



▲圖七 串聯 2 個伏打電池.
(3mm LED 發亮).



▲圖八 串聯 3 個伏打電池.
(10mm LED 發亮)



▲圖九 串聯 4 個伏打電池
(10mm LED 發亮)

(圖七至圖九的圖片來源：指導老師拍攝)

(四) 實驗-2 條件：

- 1.LED：白光（3mm）。
- 2.測量的海水：和平島海域每杯 100ml。

3.測量的電極片：鎂片和銅片。

(五) 實驗-2 步驟：

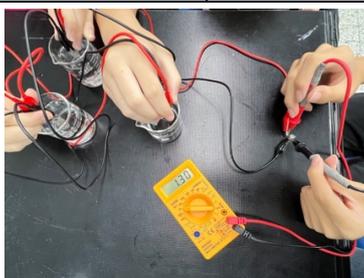
1.用雙頭鱷魚夾電線夾住電極片放入第一杯 100ml 的海水，接上 LED 燈後觀察是否會發亮。

2.接續以上步驟，用雙頭鱷魚夾電線夾住電極片後（並聯），接上 LED 燈後觀察是否會發亮。

3.依序完成並聯第三杯及第四杯海水，接上 LED 燈，比較發亮效果。

(六) 實驗-2 結果：

串聯個數	1 個	2 個	3 個	4 個
電壓(V)	1.31	1.31	1.30	1.31
3mm 的 LED 燈是否發亮	X	X	X	X



▲圖十 並聯 3 個伏打電池（圖片來源：指導老師拍攝）
(3mm LED 未發亮)

(七) 實驗-3 條件：

1.LED：白光（3mm）。

2.測量的海水：和平島海域每杯 100ml。

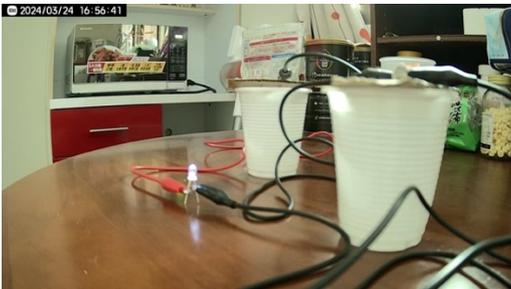
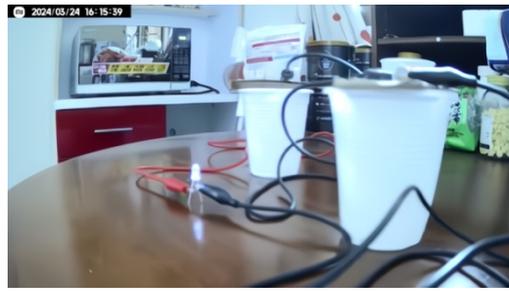
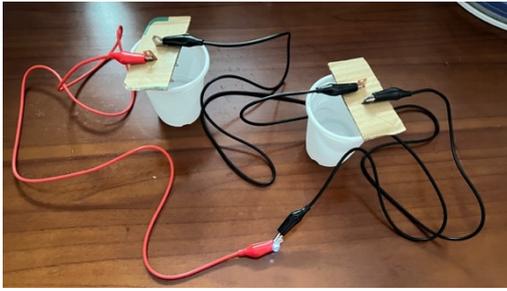
3.測量的電極片：鎂片和銅片。

(八) 實驗-3 步驟：

1.用雙頭鱷魚夾電線夾住鎂片及銅片製作成串聯 2 個伏打電池，並接上 LED 燈。

2.運用小米攝影機持續觀察發亮效果 8 小時。

(九) 實驗-3 結果：



▲圖十一至圖十八 03/24 15:46 至 03/24 23:43 此區間 LED 發亮效果

(圖十一至圖十八的圖片來源：指導老師拍攝)

(十) 實驗-3 改良後結果：

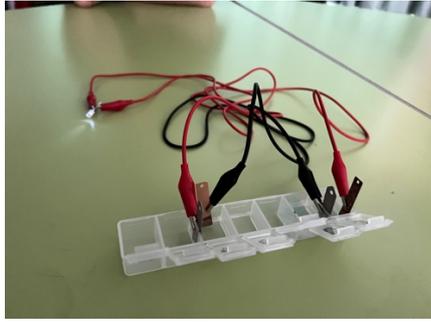
實驗條件改變成 5ml 的和平島海水，亮度（電壓與電流）和 100cc 的海水一樣。



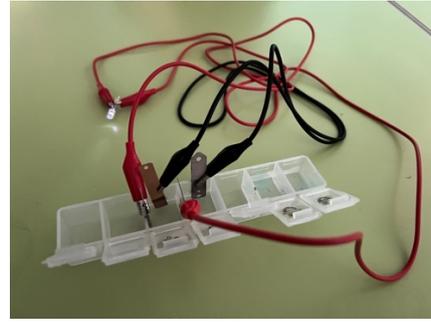
▲圖十九 串聯 2 個伏打電池
(運用 5ml 的和平島海水)



▲圖二十 經過 5 天後發現海水出現沈澱物
(LED 燈未亮)



▲圖二十一 嘗試只換 1 格乾淨海水
(運用 5ml 的和平島海水，LED 有亮)



▲圖二十二 換了 2 格乾淨海水
(但經過 4 小時，LED 燈未亮)

(圖十九至圖二十二的圖片來源：作者拍攝)

五、比較三個海域實驗前後的導電度及相關數值

(一) 實驗條件：

- 1.測量的海水：和平島海域、八斗子海域、外木山海域各 500ml。
- 2.進行實驗的電極片：鎂片和銅片。
- 3.海水採樣時間：113.05.26 (天氣條件：連續下雨過後)
- 4.水質計：TOA-DKK / JAPAN(WQC30-1-1B)搭配電極(WMS30-0-11)

(二) 實驗步驟：

- 1.將未進行實驗前的水樣進行水質計量測。
- 2.將實驗後 (將鎂及銅片放入海水 30 秒) 的水樣進行水質計量測。

(三) 實驗結果：

	外木山海域		八斗子海域		和平島海域	
	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後
鹽度 (%)	3.06	3.06	2.95	3.04	3.13	3.11
溫度 (°C)	26	24.1	25	24.1	25.6	24.1
導電度 (S/m)	4.88	4.88	4.72	4.85	5.00	4.92
濁度	6.5	0.4	0	0	0	0
PH	8.15	8.12	7.85	8.05	8.06	8.15
溶氧 (mg/L)	5.8	5.48	5.97	5.86	5.63	4.92



▲圖二十二及圖二十三 利用水質計量測海水酸鹼值、溶氧、濁度、導電度、鹽度、溫度
(圖二十二及圖二十三的圖片來源：指導老師拍攝)

六、比較三個海域進行連續發電 24 小時發電後對海水的離子影響

(一) 實驗條件：

- 1.LED：白光 (3mm)。
- 2.測量的海水：和平島海域每杯 100ml、八斗子海域每杯 100ml、外木山海域每杯 100ml)。
- 3.測量的電極片：鎂片和鐵片。
- 4.海水採樣時間：113.05.26 (天氣條件：連續下雨過後)

(二) 實驗步驟：

- 1.用雙頭鱷魚夾電線夾住電極片放入兩杯 100ml 的海水，接上 LED 燈後，觀察 24 小時是否會發亮
- 2.過程中，持續測量電壓及電流有無變化。
- 3.將一開始採樣的海水及經過 24 小時運用鎂鐵電極將 LED 發電後的海水送至國立臺灣海洋大學水產品產銷履歷驗證暨檢驗中心運用質譜儀檢測。

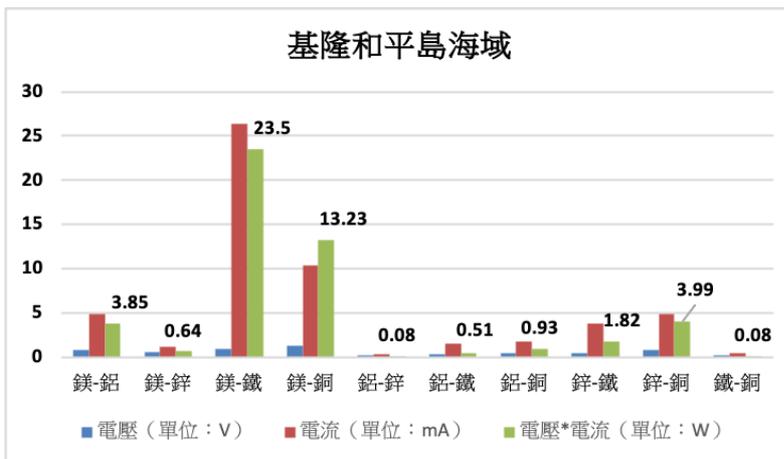
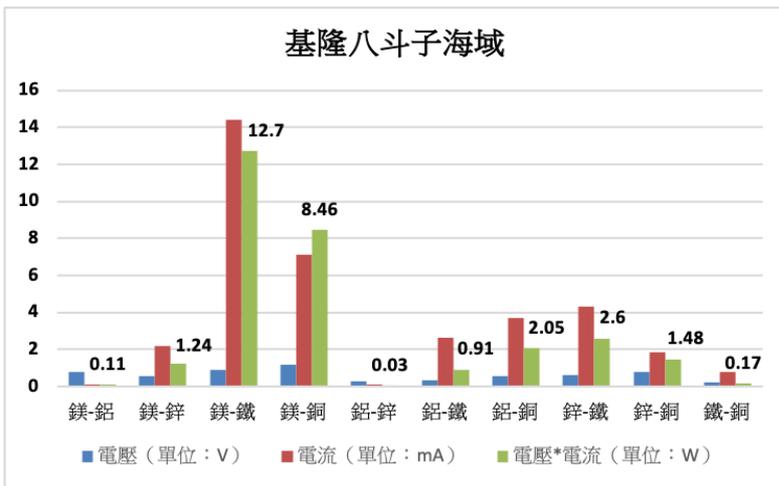
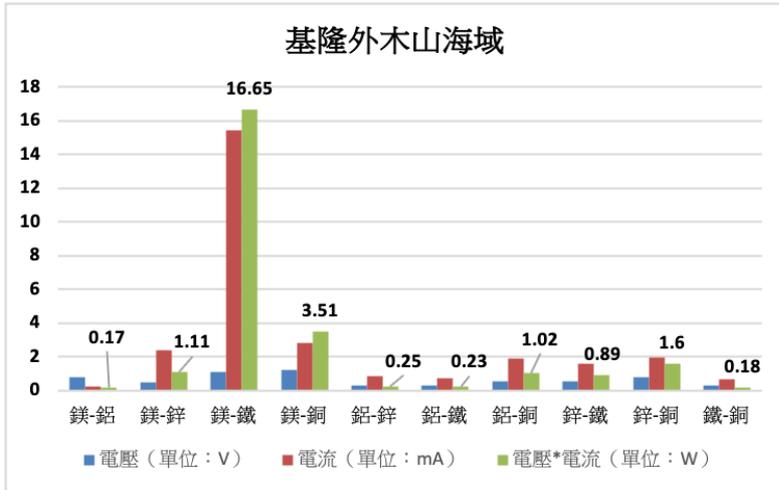
(三) 實驗結果：

南榮國中委託水質檢測數據

樣品編號	種類	Mg	Al	Fe	Cu	Zn
	方法偵測極限(MDL)	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
		0.05	0.05	0.05	0.02	0.02
240603-017	海域水樣 (八斗子 113.05.26)	2380.822	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
240603-018	海域水樣 (八斗子 113.06.03)	1729.996	N.D.	N.D.	0.057	N.D.
240603-019	海域水樣 (和平島 113.05.26)	1690.042	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
240603-020	海域水樣 (和平島 113.06.03)	1743.207	N.D.	N.D.	0.097	N.D.
240603-021	海域水樣 (外木山 113.05.26)	1065.954	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
240603-022	海域水樣 (外木山 113.06.03)	1755.381	N.D.	N.D.	0.036	N.D.

伍、討論

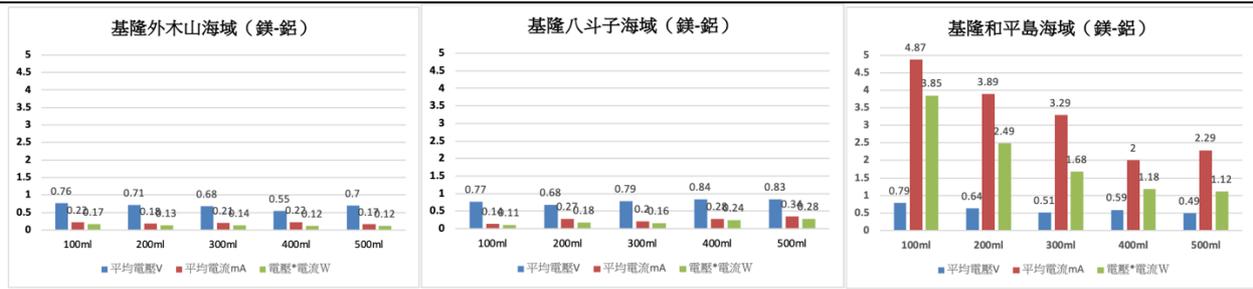
一、比較不同電極片在基隆不同海域的發電效能（以下圖片來源：作者繪製）



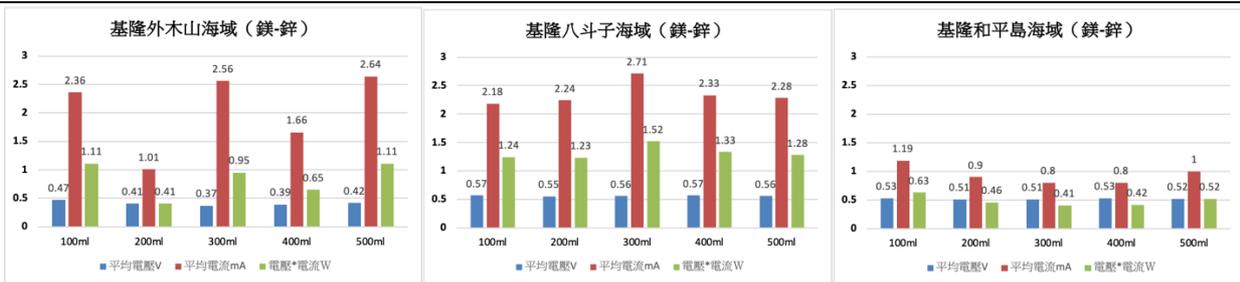
討論與發現：

- 1.外木山海域發電效能前三名：
鎂-鐵>鎂-銅>鎂-鋅。
- 2.八斗子海域發電效能前三名：
鎂-鐵>鎂-銅>鋅-鐵。
- 3.和平島海域發電效能前三名：
鎂-鐵>鎂-銅>鋅-銅。
- 4.在這十組的電極片組合中，不論是哪一個海域，電壓最佳的是鎂-銅，而因鎂-鐵產生的電流很大，所以發電效能第一的是鎂-鐵，第二是鎂-銅。

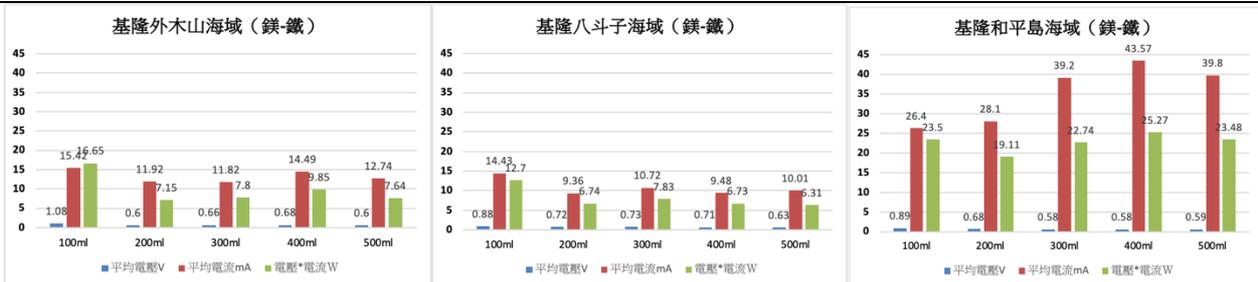
二、比較不同容量的海水在基隆不同海域的海水的發電效能（以下圖片來源：作者繪製）



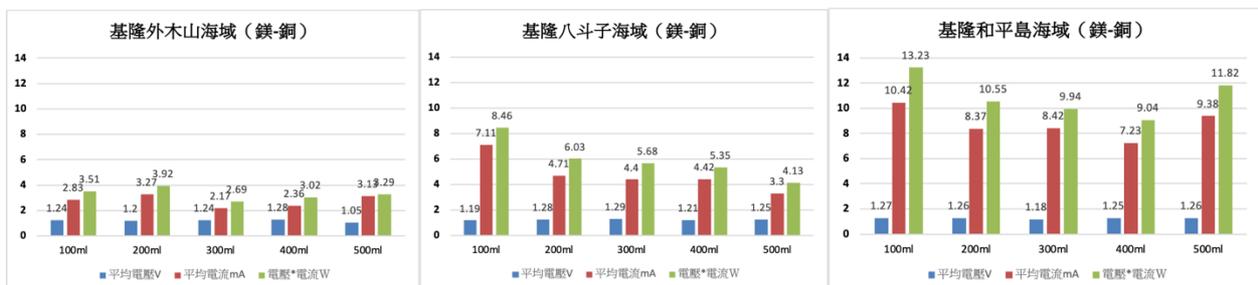
發現在外木山及八斗子海域中，電壓及電流有隨著容量增加而變高，反之在和平島海域，電壓及電流有隨著容量增加而降低，鎂-鋁在 100ml 的和平島海域發電效能是最佳的。



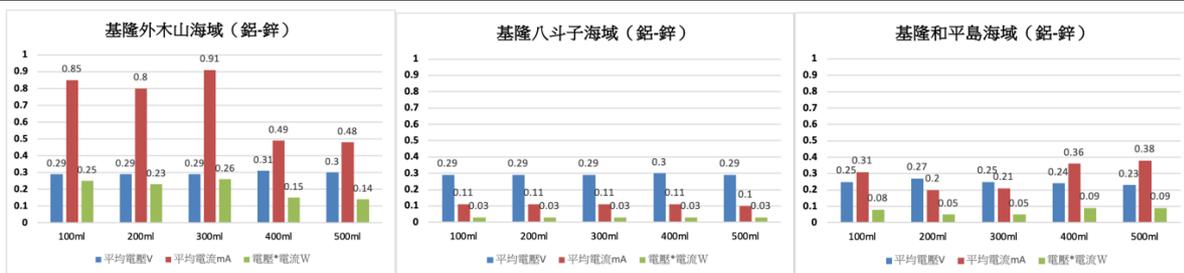
電壓沒有隨著容量增加而變化，電流的部分在和平島都低於其他兩個海域，以發電效能來說，鎂-鋅在 300ml 的八斗子海域發電效能是最佳的。



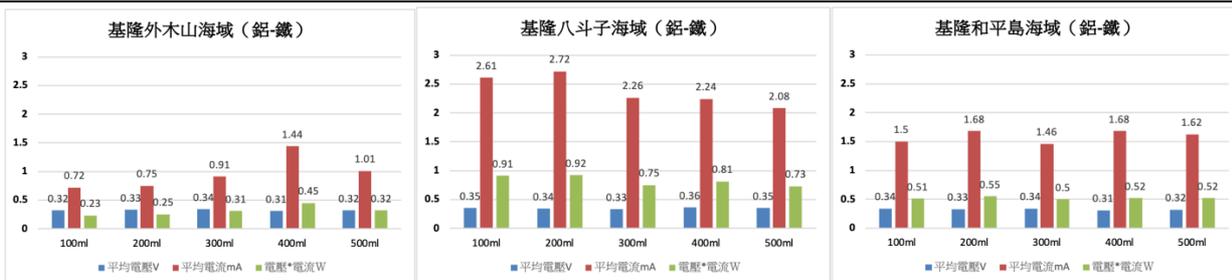
電壓隨著容量增加而降低，電流的部分沒有因容量多寡而受影響，但特別的是我們發現鎂-鐵在和平島海域的電流都遠遠高於其他兩個海域。因此發電效能於和平島海域中最好。



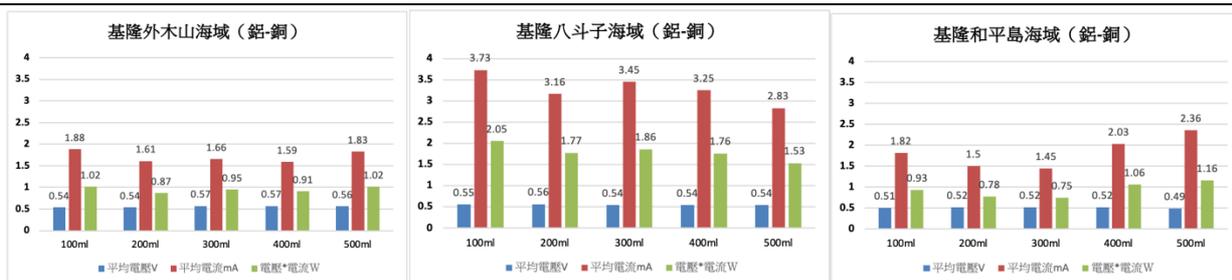
電壓及電流皆沒有因容量而變化，此組合的發電效能跟鎂-鐵一樣，於和平島海域中最好。



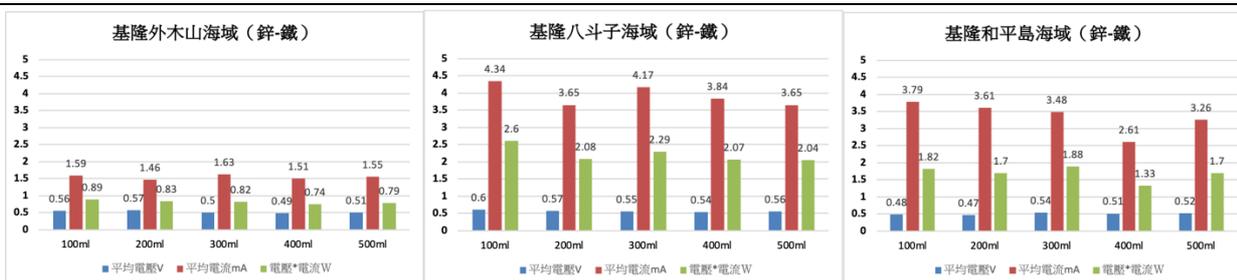
電壓沒有因容量多寡而變化，而電流在八斗子及和平島海域都大約維持一個定值，而我們發現鋁-鋅的在外木山海域中的電流高於其餘兩個海域。



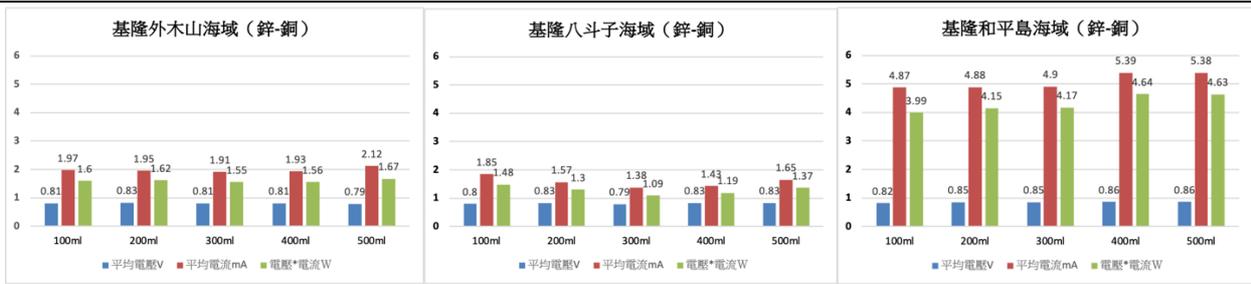
電壓沒有因容量多寡而變化，電流在各海域的 400ml 的容量都高，而發電效能相較之下，鋁-鐵在八斗子海域為最佳。



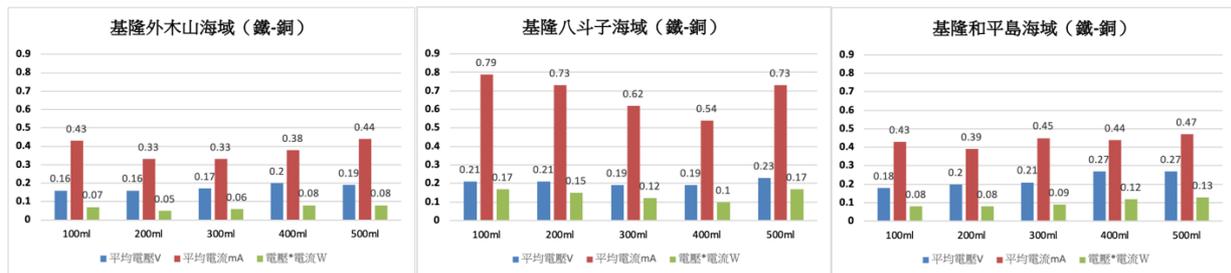
電壓皆無太大的變化，電流在各海域有因容量有些微高低起伏變化，但無規律性，而銅-鋁最佳的發電效能為八斗子海域 100ml 的容量。



電壓在各海域皆無因容量有所變化，而電流也無規律性，但在和平島海域及八斗子海域中，從圖表有明顯感覺到比外木山海域高，鋅-鐵最佳的發電效能一樣在八斗子海域 100ml 的容量。



電壓在各海域無因容量增加而明顯的變化，電流在外木山及和平島海域因容量增加而變高，八斗子較無規律性，但在和平島海域中，從圖表有明顯感覺到電流及發電效能高於其他兩個海域。



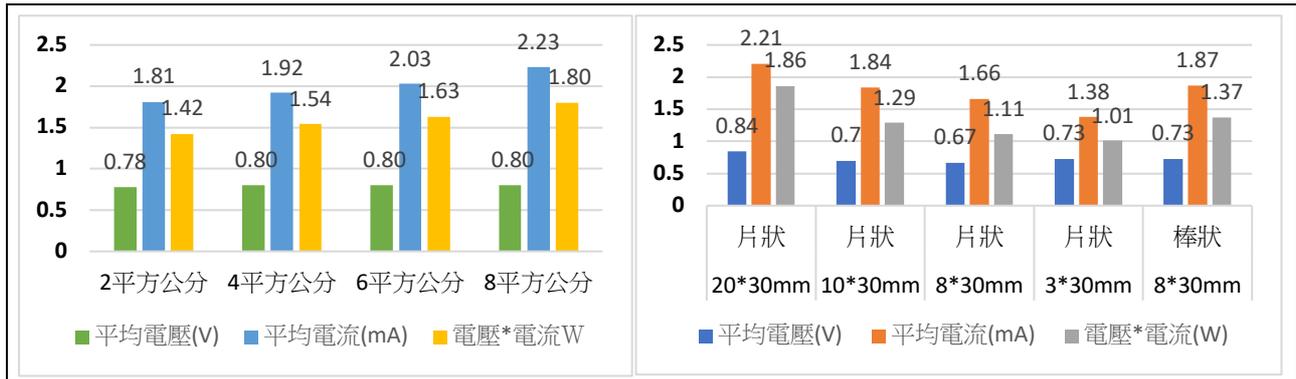
電壓在和平島海域因容量增加而增加，電流在八斗子海域有比外木山和和平島高，但在發電效能上，三者皆較低。

綜合比較結果：

在一開始我們的設想是，如果我的海水量愈多的狀況下，會因容量增加而發電效能也增加，但透過實驗數據可以觀察到不同電極片在各個海域的電壓、電流及發電效能都不一定因為海水「容量」的多寡而有一個規律性的變化。

但另外發現在「鎂-鋁」、「鎂-鐵」、「鎂-銅」、「鋅-銅」這四個電極片組合在和平島海域的發電效能最佳，尤其是「鎂-鐵」電流遠遠高於另外兩個海域，不禁讓我們好奇在和平島海域的鹽類成分的組合，在八斗子海域裡則是「鎂-鋅」、「鋁-鐵」、「鋁-銅」、「鐵-銅」發電效能最佳，外木山海域只有「鋁-鋅」，我們猜測這三個海域裡頭，因為和平島海域附近無船隻停靠，所以海洋鹽度成分的改變相較其他兩個低，而在外木山海域除了有供遊客去游泳之餘，在附近也停靠一些船隻，我們從肉眼上看，都很明顯看到海上有浮一層油，多少影響到海鹽的離子分佈。

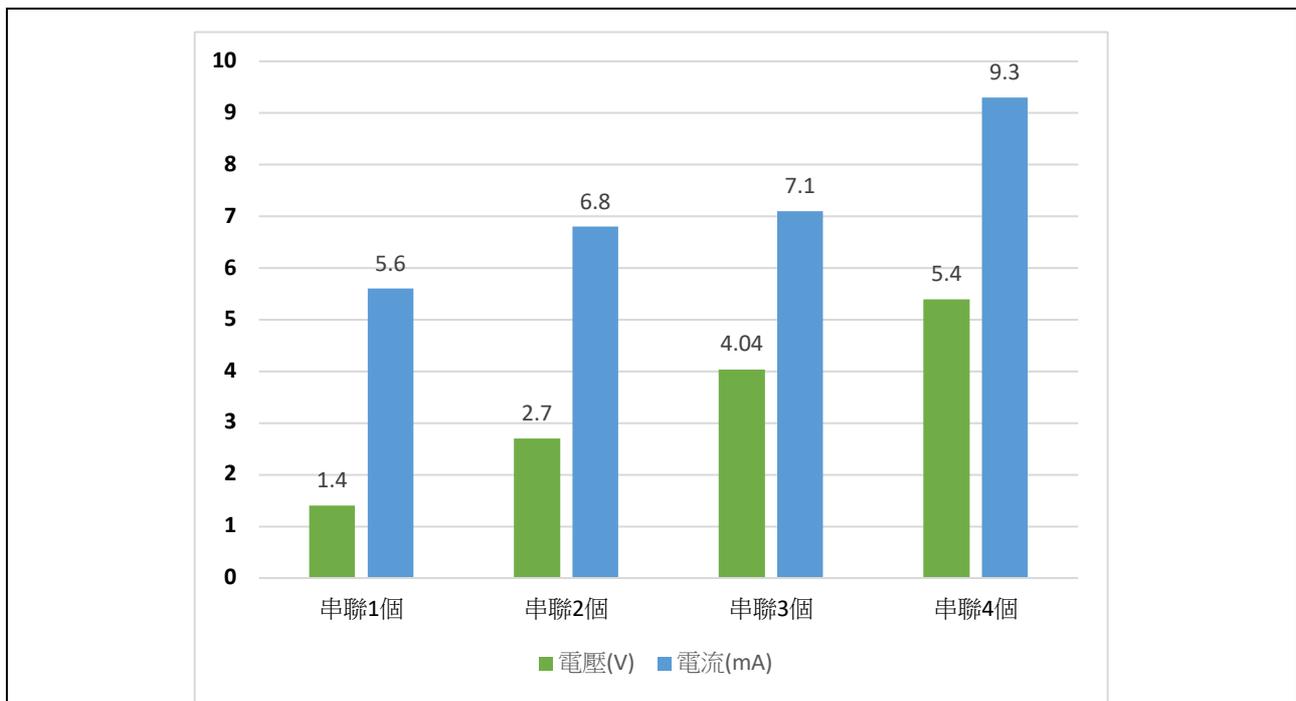
三、比較不同面積及體積的電極片在外木山海域的發電效能（以下圖片來源：作者繪製）



討論與發現：

從以上圖表得知，不同面積對電壓的改變並不大，但可以發現放入電解質的面積愈大，發電效能愈好，而 8*30mm 的片狀跟棒狀，可以發現體積上的差異，也影響了發電效能。

四、串聯及並聯多個伏打電池觀察其發電效能（以下圖片來源：作者繪製）



討論與發現：

串聯伏打電池增加，電壓及電流也都會增加，但我們在實驗中發現 3mm 的白光 LED 串聯需要 2 個才會亮，而 10mm 的白光 LED 需要 3 個，而我們觀察持續亮 8 小時，它的發電效能是否有改變，結論是皆相同，而電壓都維持在一個定值，但時間在久一點的話，發現離子間進行反應而產生沈澱。而並聯伏打電池無法使 3mm 的白光 LED 發亮。

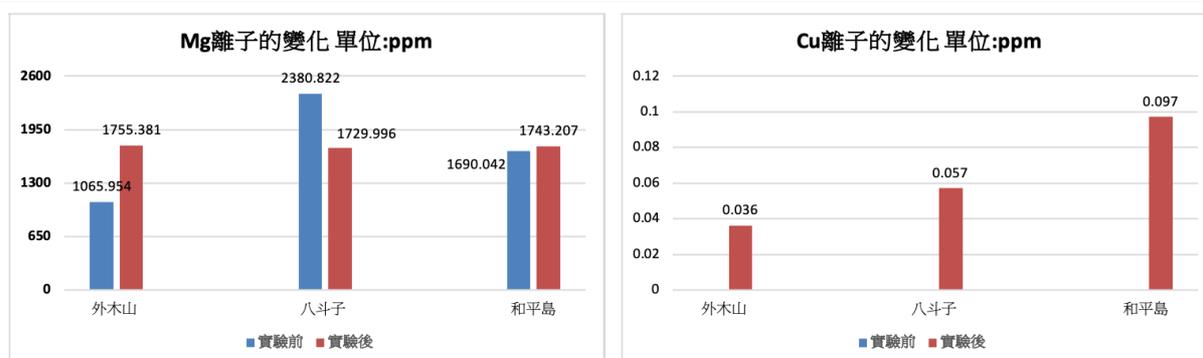
五、比較三個海域實驗前後的導電度及相關數值

	外木山海域		八斗子海域		和平島海域	
	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後
鹽度 (%)	3.06	3.06	2.95	3.04	3.13	3.11
溫度 (°C)	26	24.1	25	24.1	25.6	24.1
導電度 (S/m)	4.88	4.88	4.72	4.85	5.00	4.92
濁度	6.5	0.4	0	0	0	0
PH	8.15	8.12	7.85	8.05	8.06	8.15
溶氧 (mg/L)	5.8	5.48	5.97	5.86	5.63	4.92

討論與發現：

因先前的實驗數據出來，我們探討為何鎂銅組合的電壓為何會最大時，發現在氧化還原電位裡面，離子濃度會影響反應平衡，也因發現有些組合與理論值有些落差，提出可能是因為海水中的離子影響電位差的上升或下降，而影響的離子中有重金屬離子，但目前因實驗儀器有量測上的限制，很微量的變化是沒有辦法偵測到的，所以先進行簡單的水質檢測，看是否在進一步運用質譜儀去測量。從數據中，發現前後差異變化並不大。

六、比較三個海域進行連續發電 24 小時發電後對海水的離子影響（以下圖片來源：作者繪製）



討論與發現：

從實驗數據中，發現一個有趣的現象在利用八斗子海域進行實驗後，發現鎂離子的變化是下降，而其他兩個海域則是上升，但從銅離子的變化，可以發現進行實驗後，在相同時間內，銅離子釋放出來到海水則較高，從電極片在各海域組合上，以和平島發電效能最佳，只是因為平均電流較大，但若要長久的使用上，就要考慮是否會因這些離子的釋放，而跟海水中的離子產生沈澱，並影響到後續使用。

陸、結論與建議

一、結論

- (一) 在三個海域的電極片最佳組合皆為鎂-鐵，其次為鎂-銅。
- (二) 不同電極片在各個海域的電壓、電流及發電效能都不一定因為海水「容量」的多寡而有一個規律性的變化。
在電解質選擇排名：(1)和平島海域 (2)八斗子海域 (3)外木山海域。
- (三) 不同面積對電壓的改變並不大，但放入電解質的面積愈多，則電流有明顯增加，故發電效能愈好。
- (四) 串聯 2 個伏打電池能使電壓增加，進而讓 LED 燈發亮，並能持續亮 8 小時，而其中電壓及電流皆無改變；並聯多個皆無差異。
- (五) 三個海域在實驗前後的鹽度、導電度、PH 值、溶氧量變化差異不大。
- (六) 進行 24 小時連續發電實驗後，八斗子海域在實驗前後鎂離子的變化不增反減，而銅離子則在和平島海域增加較多。

二、生活應用

- (一) 使用兩個伏打電池串聯，只各需 5ml 的海水當電解質（三個海域皆可），皆能使 LED 發光連續 24 小時。
- (二) 將自然科學課本上所學的概念，運用在我們的日常生活中，若有運用到要連接 3 號電池的東西，皆可嘗試著運用海水鹽電池串聯來替換看看。

三、未來研究方向

- (一) 探討對基隆的各海域在連續使用時間上精準的差異性。
- (二) 探討同一組電極片透過換取新的海水後，後續能使用時間的多寡並進一步討論無法再發電的因素。
- (二) 在這次的實驗中，因從數據裡發現海域的發電效能有些特殊的差異性，我們初步推論在海洋污染的程度有所落差，但因為受到實驗儀器上的限制，導致無法斷定是否因為這些重金屬離子而影響導電度，也因影響海水鹽度的條件眾多，也可以一一納入研究題材去進行分析。

柒、參考文獻資料

- 一、趙子忻、楊雨錚、葉宥辰、周延融。「鹽」來有電真神奇-鹽水燃料電池效能探討與應用。新竹市第四十屆中小學科學展覽會。
- 二、基礎地科（上）第五章 海洋的結構與變動。
- 三、伏打電池-翰林雲端學院。
- 四、海水的組成-國立海洋科技博物館。
- 五、高中化學-標準還原電位與電池電位差。

捌、附錄（實驗數據）

- 一、不同電極片在基隆不同海域所產生的發電效能

【基隆外木山海域】

電極片組合	鎂-鋁	鎂-鋅	鎂-鐵	鎂-銅	鋁-鋅
第 1 次電壓(V)	0.78	0.49	1.08	1.24	0.26
第 2 次電壓(V)	0.77	0.45	1.08	1.24	0.29
第 3 次電壓(V)	0.72	0.47	1.08	1.24	0.31
平均電壓(V)	0.76	0.47	1.08	1.24	0.29
第 1 次電流(mA)	0.22	2.44	13.88	3.21	0.80
第 2 次電流(mA)	0.24	2.36	16.02	3.02	0.85
第 3 次電流(mA)	0.19	2.29	16.35	2.27	0.89
平均電流(mA)	0.22	2.36	15.42	2.83	0.85
電壓*電流	0.17	1.11	16.65	3.51	0.25
電極片組合	鋁-鐵	鋁-銅	鋅-鐵	鋅-銅	鐵-銅
第 1 次電壓(V)	0.30	0.56	0.57	0.81	0.27
第 2 次電壓(V)	0.32	0.54	0.56	0.81	0.26
第 3 次電壓(V)	0.35	0.52	0.54	0.82	0.27
平均電壓(V)	0.32	0.54	0.56	0.81	0.27
第 1 次電流(mA)	0.64	1.96	1.91	1.30	0.47
第 2 次電流(mA)	0.74	2.18	1.35	2.52	0.78
第 3 次電流(mA)	0.78	1.49	1.51	2.10	0.77
平均電流(mA)	0.72	1.88	1.59	1.97	0.67
電壓*電流	0.23	1.02	0.89	1.60	0.18

【基隆八斗子海域】

電極片組合	鎂-鋁	鎂-鋅	鎂-鐵	鎂-銅	鋁-鋅
第 1 次電壓(V)	0.78	0.55	1.08	1.28	0.28
第 2 次電壓(V)	0.82	0.58	0.70	1.13	0.29
第 3 次電壓(V)	0.71	0.59	0.87	1.15	0.29
平均電壓(V)	0.77	0.57	0.88	1.19	0.29
第 1 次電流(mA)	0.15	2.13	14.57	6.47	0.10
第 2 次電流(mA)	0.13	2.47	16.12	7.17	0.11
第 3 次電流(mA)	0.15	1.95	12.59	7.68	0.11
平均電流(mA)	0.14	2.18	14.43	7.11	0.11
電壓*電流	0.11	1.24	12.70	8.46	0.03
電極片組合	鋁-鐵	鋁-銅	鋅-鐵	鋅-銅	鐵-銅
第 1 次電壓(V)	0.34	0.55	0.60	0.78	0.21
第 2 次電壓(V)	0.36	0.55	0.61	0.82	0.22
第 3 次電壓(V)	0.36	0.56	0.60	0.81	0.21
平均電壓(V)	0.35	0.55	0.60	0.80	0.21
第 1 次電流(mA)	3.05	3.82	4.36	2.06	0.70
第 2 次電流(mA)	2.48	3.85	4.27	1.82	0.87
第 3 次電流(mA)	2.31	3.50	4.38	1.66	0.81
平均電流(mA)	2.61	3.72	4.33	1.85	0.79
電壓*電流	0.91	2.05	2.60	1.48	0.17

【基隆和平島海域】

電極片組合	鎂-鋁	鎂-鋅	鎂-鐵	鎂-銅	鋁-鋅
第 1 次電壓(V)	0.82	0.54	1.26	1.30	0.24
第 2 次電壓(V)	0.81	0.54	0.74	1.23	0.22
第 3 次電壓(V)	0.75	0.52	0.67	1.27	0.28
平均電壓(V)	0.79	0.53	0.89	1.27	0.25
第 1 次電流(mA)	4.87	1.33	26.9	10.86	0.39
第 2 次電流(mA)	5.31	1.42	26.1	12.04	0.33
第 3 次電流(mA)	4.43	0.83	26.2	8.36	0.20
平均電流(mA)	4.87	1.19	26.40	10.42	0.31
電壓*電流	3.85	0.64	23.50	13.23	0.08
電極片組合	鋁-鐵	鋁-銅	鋅-鐵	鋅-銅	鐵-銅
第 1 次電壓(V)	0.33	0.52	0.55	0.78	0.18
第 2 次電壓(V)	0.35	0.54	0.46	0.84	0.18
第 3 次電壓(V)	0.34	0.46	0.44	0.84	0.17
平均電壓(V)	0.34	0.51	0.48	0.82	0.18
第 1 次電流(mA)	1.27	1.86	4.64	4.76	0.43
第 2 次電流(mA)	1.80	1.76	3.47	4.97	0.42
第 3 次電流(mA)	1.43	1.84	3.25	4.87	0.44
平均電流(mA)	1.50	1.82	3.79	4.87	0.43
電壓*電流	0.51	0.93	1.82	3.99	0.08

二、不同容量的海水在基隆不同海域的海水的發電效能

【電極片組合：鎂-鋁】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.78	0.72	0.70	0.54	0.70	0.78	0.62	0.72	0.82	0.84	0.82	0.74	0.53	0.68	0.56
	2	0.77	0.70	0.68	0.63	0.70	0.82	0.67	0.80	0.84	0.81	0.81	0.64	0.49	0.61	0.48
	3	0.72	0.70	0.67	0.49	0.69	0.71	0.74	0.84	0.86	0.83	0.75	0.55	0.52	0.48	0.43
平均電壓 (V)		0.76	0.71	0.68	0.55	0.70	0.77	0.68	0.79	0.84	0.83	0.79	0.64	0.51	0.59	0.49
電流 (mA)	1	0.22	0.14	0.18	0.24	0.16	0.15	0.2	0.18	0.32	0.29	4.87	3.86	3.76	1.82	2.21
	2	0.24	0.19	0.20	0.19	0.17	0.13	0.2	0.19	0.27	0.33	5.31	3.93	3.44	1.92	2.62
	3	0.19	0.21	0.25	0.22	0.19	0.15	0.4	0.23	0.26	0.39	4.43	3.88	2.67	2.25	2.05
平均電流 (mA)		0.22	0.18	0.21	0.22	0.17	0.14	0.27	0.20	0.28	0.34	4.87	3.89	3.29	2.00	2.29
電壓*電流		0.17	0.13	0.14	0.12	0.12	0.11	0.18	0.16	0.24	0.28	3.85	2.49	1.68	1.18	1.12

【電極片組合：鎂-鋅】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.49	0.42	0.38	0.41	0.43	0.55	0.55	0.58	0.60	0.58	0.54	0.52	0.51	0.53	0.52
	2	0.45	0.41	0.38	0.37	0.42	0.58	0.51	0.56	0.52	0.56	0.54	0.51	0.51	0.52	0.52
	3	0.47	0.41	0.36	0.39	0.42	0.59	0.59	0.55	0.58	0.55	0.52	0.51	0.52	0.54	0.53
平均電壓 (V)		0.47	0.41	0.37	0.39	0.42	0.57	0.55	0.56	0.57	0.56	0.53	0.51	0.51	0.53	0.52
電流 (mA)	1	2.44	0.69	3.05	0.81	2.66	2.13	2.27	3.58	2.37	1.75	1.33	0.83	1.03	0.95	0.85
	2	2.36	0.96	2.25	2.14	2.31	2.47	1.84	1.94	2.38	2.62	1.42	0.89	0.74	0.66	0.98
	3	2.29	1.39	2.38	2.02	2.94	1.95	2.60	2.61	2.24	2.46	0.83	0.98	0.62	0.79	1.18
平均電流 (mA)		2.36	1.01	2.56	1.66	2.64	2.18	2.24	2.71	2.33	2.28	1.19	0.90	0.80	0.80	1.00
電壓*電流		1.11	0.41	0.95	0.65	1.11	1.24	1.23	1.52	1.33	1.28	0.63	0.46	0.41	0.42	0.52

【電極片組合：鎂-鐵】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	1.08	0.60	0.65	0.68	0.51	1.08	0.87	0.91	0.80	0.69	1.26	0.72	0.55	0.60	0.57
	2	1.08	0.60	0.66	0.68	0.61	0.70	0.62	0.65	0.65	0.60	0.74	0.65	0.58	0.55	0.61
	3	1.08	0.61	0.67	0.69	0.68	0.87	0.67	0.64	0.68	0.60	0.67	0.67	0.60	0.60	0.58
平均電壓 (V)		1.08	0.60	0.66	0.68	0.60	0.88	0.72	0.73	0.71	0.63	0.89	0.68	0.58	0.58	0.59
電流 (mA)	1	13.88	10.44	10.04	13.83	13.49	14.57	8.67	12.51	9.73	9.65	26.9	31.4	39.8	40.3	36.2
	2	16.02	12.02	11.61	14.30	10.45	16.12	8.13	11.50	10.65	8.88	26.1	26.1	39.3	45.1	46.4
	3	16.35	13.31	13.82	15.33	14.29	12.59	11.29	8.15	8.05	11.49	26.2	26.8	38.5	45.3	36.8
平均電流 (mA)		15.42	11.92	11.82	14.49	12.74	14.43	9.36	10.72	9.48	10.01	26.40	28.10	39.20	43.57	39.80
電壓*電流		16.65	7.15	7.80	9.85	7.64	12.70	6.74	7.83	6.73	6.31	23.50	19.11	22.74	25.27	23.48

【電極片組合：鎂-銅】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	1.24	1.21	1.18	1.32	1.07	1.28	1.26	1.27	1.28	1.31	1.30	1.27	1.25	1.24	1.26
	2	1.24	1.19	1.33	1.33	1.05	1.13	1.29	1.31	1.13	1.23	1.23	1.26	1.05	1.26	1.26
	3	1.24	1.20	1.22	1.20	1.04	1.15	1.28	1.29	1.21	1.20	1.27	1.24	1.23	1.24	1.26
平均電壓 (V)		1.24	1.20	1.24	1.28	1.05	1.19	1.28	1.29	1.21	1.25	1.27	1.26	1.18	1.25	1.26
電流 (mA)	1	3.21	2.22	3.02	1.44	4.33	6.47	3.69	4.58	4.64	4.17	10.86	7.80	9.43	6.70	10.25
	2	3.02	3.72	1.33	2.61	3.04	7.17	5.10	4.39	4.39	1.97	12.04	8.92	8.52	7.81	9.86
	3	2.27	3.88	2.15	3.02	2.01	7.68	5.33	4.23	4.23	3.75	8.36	8.40	7.31	7.17	8.04
平均電流 (mA)		2.83	3.27	2.17	2.36	3.13	7.11	4.71	4.40	4.42	3.30	10.42	8.37	8.42	7.23	9.38
電壓*電流		3.51	3.92	2.69	3.02	3.29	8.46	6.03	5.68	5.35	4.13	13.23	10.55	9.94	9.04	11.82

【電極片組合：鋁-鋅】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.26	0.30	0.27	0.31	0.30	0.28	0.29	0.3	0.3	0.29	0.24	0.28	0.26	0.25	0.26
	2	0.29	0.29	0.29	0.31	0.31	0.29	0.29	0.29	0.3	0.29	0.22	0.27	0.24	0.23	0.23
	3	0.31	0.28	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.26	0.24	0.24	0.21
平均電壓 (V)		0.29	0.29	0.29	0.31	0.30	0.29	0.29	0.29	0.30	0.29	0.25	0.27	0.25	0.24	0.23
電流 (mA)	1	0.80	0.79	0.87	0.45	0.45	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.39	0.15	0.16	0.32	0.54
	2	0.85	0.74	0.89	0.45	0.49	0.11	0.10	0.11	0.11	0.10	0.33	0.20	0.22	0.40	0.33
	3	0.89	0.88	0.97	0.57	0.49	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.20	0.26	0.24	0.36	0.26
平均電流 (mA)		0.85	0.80	0.91	0.49	0.48	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.31	0.20	0.21	0.36	0.38
電壓*電流		0.25	0.23	0.26	0.15	0.14	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.08	0.05	0.05	0.09	0.09

【電極片組合：鋁-鐵】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.30	0.30	0.34	0.30	0.29	0.34	0.32	0.30	0.35	0.35	0.33	0.31	0.36	0.34	0.33
	2	0.32	0.34	0.34	0.30	0.36	0.36	0.34	0.33	0.36	0.35	0.35	0.34	0.33	0.28	0.31
	3	0.35	0.35	0.33	0.33	0.30	0.36	0.37	0.35	0.36	0.36	0.34	0.34	0.32	0.32	0.32
平均電壓 (V)		0.32	0.33	0.34	0.31	0.32	0.35	0.34	0.33	0.36	0.35	0.34	0.33	0.34	0.31	0.32
電流 (mA)	1	0.64	0.65	1	1.28	1.01	3.05	3.09	2.53	2.41	2.39	1.27	1.77	1.55	1.79	1.42
	2	0.74	0.75	0.75	1.68	1.28	2.48	3.17	2.18	2.24	2.04	1.80	1.74	1.37	1.83	1.80
	3	0.78	0.85	0.97	1.35	0.75	2.31	1.89	2.08	2.07	1.81	1.43	1.52	1.45	1.42	1.63
平均電流 (mA)		0.72	0.75	0.91	1.44	1.01	2.61	2.72	2.26	2.24	2.08	1.50	1.68	1.46	1.68	1.62
電壓*電流		0.23	0.25	0.31	0.45	0.32	0.91	0.92	0.75	0.81	0.73	0.51	0.55	0.50	0.52	0.52

【電極片組合：鋁-銅】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.56	0.54	0.57	0.57	0.57	0.55	0.56	0.54	0.54	0.54	0.52	0.54	0.52	0.53	0.52
	2	0.54	0.54	0.56	0.56	0.56	0.55	0.56	0.53	0.54	0.54	0.54	0.51	0.52	0.53	0.49
	3	0.52	0.54	0.57	0.57	0.56	0.56	0.55	0.54	0.54	0.54	0.46	0.51	0.52	0.50	0.47
平均電壓 (V)		0.54	0.54	0.57	0.57	0.56	0.55	0.56	0.54	0.54	0.54	0.51	0.52	0.52	0.52	0.49
電流 (mA)	1	1.96	1.44	1.54	1.57	1.87	3.83	2.72	3.43	3.25	2.86	1.86	1.60	1.47	2.25	2.03
	2	2.18	1.57	1.66	1.68	1.92	3.85	3.37	3.45	3.24	2.80	1.76	1.48	1.44	1.86	2.53
	3	1.49	1.83	1.77	1.51	1.70	3.5	3.38	3.47	3.26	2.83	1.84	1.41	1.45	1.98	2.51
平均電流 (mA)		1.88	1.61	1.66	1.59	1.83	3.73	3.16	3.45	3.25	2.83	1.82	1.50	1.45	2.03	2.36
電壓*電流		1.02	0.87	0.95	0.91	1.02	2.05	1.77	1.86	1.76	1.53	0.93	0.78	0.75	1.06	1.16

【電極片組合：鋅-鐵】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.57	0.60	0.60	0.46	0.48	0.60	0.55	0.52	0.5	0.53	0.55	0.55	0.55	0.52	0.52
	2	0.56	0.52	0.43	0.51	0.54	0.61	0.57	0.55	0.54	0.57	0.46	0.45	0.53	0.49	0.52
	3	0.54	0.58	0.46	0.50	0.51	0.60	0.58	0.57	0.57	0.59	0.44	0.40	0.53	0.52	0.52
平均電壓 (V)		0.56	0.57	0.50	0.49	0.51	0.60	0.57	0.55	0.54	0.56	0.48	0.47	0.54	0.51	0.52
電流 (mA)	1	1.91	1.55	1.61	1.68	1.60	4.36	3.63	4.23	3.87	3.66	4.64	3.78	3.85	3.68	2.82
	2	1.35	1.54	1.75	1.52	1.64	4.27	3.68	4.13	3.83	3.63	3.47	3.65	3.37	2.27	3.37
	3	1.51	1.28	1.52	1.32	1.42	4.38	3.65	4.14	3.82	3.67	3.25	3.41	3.22	1.87	3.58
平均電流 (mA)		1.59	1.46	1.63	1.51	1.55	4.34	3.65	4.17	3.84	3.65	3.79	3.61	3.48	2.61	3.26
電壓*電流		0.89	0.83	0.82	0.74	0.79	2.60	2.08	2.29	2.07	2.04	1.82	1.70	1.88	1.33	1.70

【電極片組合：鋅-銅】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.81	0.82	0.82	0.79	0.79	0.78	0.84	0.78	0.82	0.82	0.78	0.85	0.85	0.86	0.86
	2	0.81	0.83	0.82	0.82	0.77	0.82	0.80	0.75	0.83	0.83	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86
	3	0.82	0.83	0.80	0.83	0.82	0.81	0.84	0.85	0.83	0.83	0.84	0.85	0.85	0.86	0.86
平均電壓 (V)		0.81	0.83	0.81	0.81	0.79	0.80	0.83	0.79	0.83	0.83	0.82	0.85	0.85	0.86	0.86
電流 (mA)	1	1.30	1.67	1.79	1.86	1.94	2.06	1.41	1.43	1.58	1.63	4.76	4.96	4.93	5.44	5.41
	2	2.52	1.65	2.06	1.92	2.20	1.82	1.65	1.48	1.37	1.67	4.97	4.87	4.89	5.51	5.34
	3	2.10	2.53	1.87	2.02	2.23	1.66	1.65	1.23	1.34	1.64	4.87	4.81	4.88	5.22	5.39
平均電流 (mA)		1.97	1.95	1.91	1.93	2.12	1.85	1.57	1.38	1.43	1.65	4.87	4.88	4.90	5.39	5.38
電壓*電流		1.60	1.62	1.55	1.56	1.67	1.48	1.30	1.09	1.19	1.37	3.99	4.15	4.17	4.64	4.63

【電極片組合：鐵-銅】

		基隆外木山海域					基隆八斗子海域					基隆和平島海域				
海水容量 (ml)		100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
電壓 (V)	1	0.18	0.16	0.17	0.21	0.21	0.21	0.21	0.19	0.19	0.22	0.18	0.2	0.2	0.26	0.27
	2	0.14	0.16	0.16	0.19	0.16	0.22	0.21	0.19	0.19	0.24	0.18	0.2	0.2	0.27	0.27
	3	0.15	0.17	0.18	0.20	0.20	0.21	0.21	0.18	0.19	0.24	0.17	0.2	0.23	0.27	0.27
平均電壓 (V)		0.16	0.16	0.17	0.20	0.19	0.21	0.21	0.19	0.19	0.23	0.18	0.20	0.21	0.27	0.27
電流 (mA)	1	0.54	0.29	0.29	0.38	0.33	0.70	0.74	0.62	0.53	0.70	0.43	0.46	0.44	0.44	0.48
	2	0.43	0.32	0.29	0.37	0.38	0.87	0.71	0.61	0.56	0.72	0.42	0.36	0.44	0.44	0.46
	3	0.32	0.38	0.41	0.38	0.60	0.81	0.74	0.64	0.54	0.77	0.44	0.36	0.48	0.45	0.46
平均電流 (mA)		0.43	0.33	0.33	0.38	0.44	0.79	0.73	0.62	0.54	0.73	0.43	0.39	0.45	0.44	0.47
電壓*電流		0.07	0.05	0.06	0.08	0.08	0.17	0.15	0.12	0.10	0.17	0.08	0.08	0.09	0.12	0.13

三、比較不同面積及體積的電極片在外木山海域的發電效能

電極片面積	2 平方公分	4 平方公分	6 平方公分	8 平方公分
第 1 次電壓(V)	0.780	0.807	0.800	0.811
第 2 次電壓(V)	0.780	0.800	0.801	0.806
第 3 次電壓(V)	0.792	0.800	0.804	0.808
平均電壓(V)	0.784	0.802	0.802	0.808
第 1 次電流(mA)	1.67	2.06	2.02	2.23
第 2 次電流(mA)	1.65	1.79	1.86	1.94
第 3 次電流(mA)	2.10	1.92	2.20	2.52
平均電流(mA)	1.81	1.92	2.03	2.23
電壓*電流	1.42	1.54	1.63	1.80

電極片面積	20*30mm 片狀	10*30mm 片狀	8*30mm 片狀	3*30mm 片狀	8*30mm 棒狀
第 1 次電壓(V)	0.83	0.70	0.68	0.73	0.71
第 2 次電壓(V)	0.85	0.70	0.68	0.73	0.73
第 3 次電壓(V)	0.85	0.70	0.67	0.72	0.74
平均電壓(V)	0.84	0.70	0.67	0.73	0.73
第 1 次電流(mA)	2.06	1.78	1.65	1.23	1.82
第 2 次電流(mA)	2.32	1.82	1.65	1.43	1.94
第 3 次電流(mA)	2.25	1.92	1.67	1.48	1.86
平均電流(mA)	2.21	1.84	1.66	1.38	1.87
電壓*電流	1.86	1.29	1.11	1.01	1.37

【評語】 033007

本作品以化學反應產生電流的伏打電池研究轉換化學能成電能，探討伏打電池在基隆不同海域海水、不同電極片對電池的化學能發電效能的影響。建議未來研究方向，以朝向長時間連續實驗，且能明確知道海水組成中的主要影響發電成分，考量電極價格與取得便利性等。

作品簡報

與「海」水來「電」——

探討基隆部分海域發電效能與其應用

摘要

本研究以『環保』的概念為前提，運用在基隆易採集海水的海域來進行研究。本研究探討**鎂片、鋁片、鋅片、鐵片、銅片**五種電極片（10個組合）在不同海域海水的發電效能影響，結果發現：

- 1.電極片的選擇最佳組合：**鎂-鐵**。
- 2.放入海水中的電極片面積愈大，愈能增加效能。
- 3.海水的發電效能排名：
(1)和平島海域(2)八斗子海域(3)外木山海域。
- 4.串聯多個伏打電池可以提高電壓。



▲圖片來源：Google衛星雲圖

除此之外，我們也將鹽電池縮小化，運用基隆海水及鎂銅電極片組合就可用以照明。

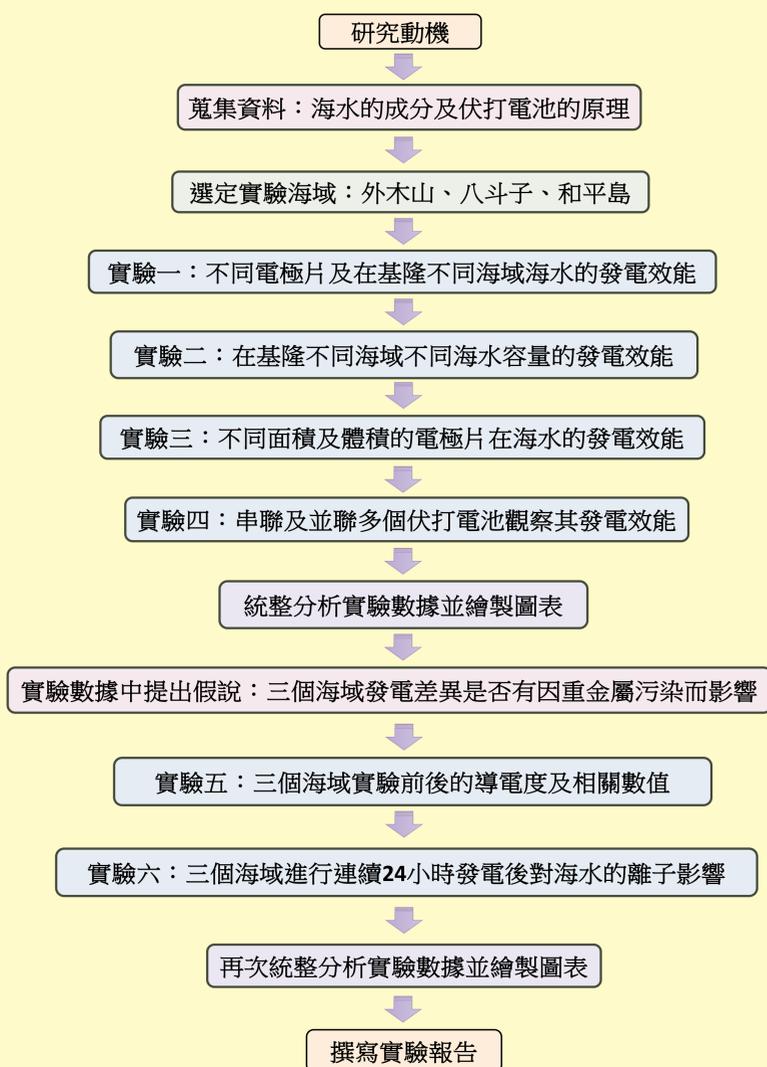
研究動機

我們在網路上看到一則新聞是有關於紐西蘭設計師Henry Glogau，為了改善智利當地環境，發明「太陽能淡化海水照明燈」，運用太陽能及海水就能解決夜間室內照明及飲用水問題。文中也提到**海水會儲存在銅與鋅的管中成為鹽電池**，可以**提供9.53V的電壓**，供**LED燈電照明**，這是我們非常感興趣的內容之一。因為生活在**基隆**地區的我們，有**豐富的海水資源**，想透過此研究來**瞭解基隆不同區域的海水在發電上的效能差異**，探討**不同海域海水、不同電極片對伏打電池的發電效能**，並運用實驗結果做出鹽電池。

研究目的

- 一、比較**不同電極片**及在基隆不同海域海水的發電效能。
- 二、比較在基隆不同海域**不同海水容量**的發電效能。
- 三、比較**不同面積及體積的電極片**在海水的發電效能。
- 四、**串聯及並聯**多個伏打電池觀察其發電效能。
- 五、比較三個海域實驗前後的導電度及相關數值。
- 六、比較三個海域進行**連續24小時發電**後對**海水的離子影響**。

研究流程



▲圖片來源：作者繪製

研究設備與器材

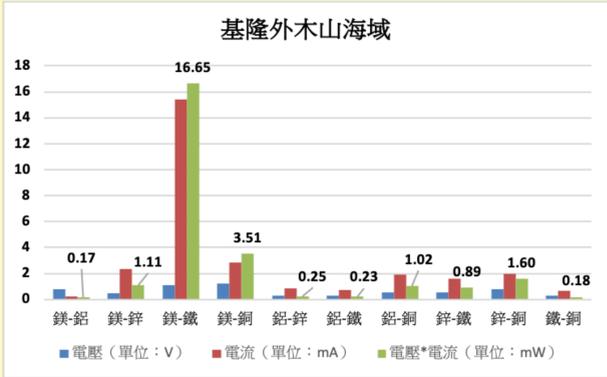
各區域海水及燒杯數個	鱷魚夾電線數條	三用電錶	發光二極體
電極片：銅 20*50mm 10*50mm 8*40mm 3*97mm	電極片：鋅 20*50mm 10*50mm 8*40mm 3*97mm	電極片：鋁 20*50mm	電極片：鐵 20*50mm
電極棒：碳 8*100mm	電極棒：鋁 8*100mm	電極棒：銅 8*100mm	電極棒：鋅 8*100mm
小米監視器	電極片：鎂 5*40mm		

▲以上研究設備及器材之照片皆為作者拍攝

研究結果與討論

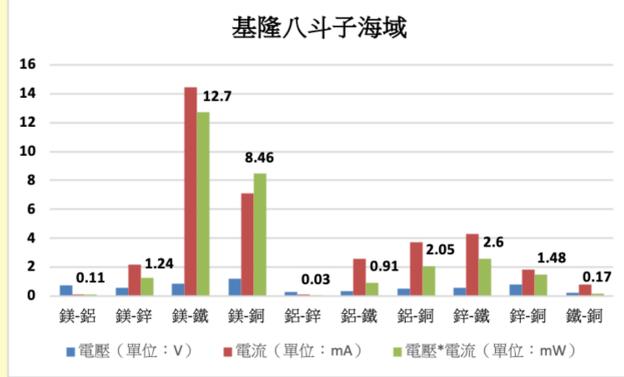
一、不同電極片及不同海域海水的發電效能

【基隆外木山海域】



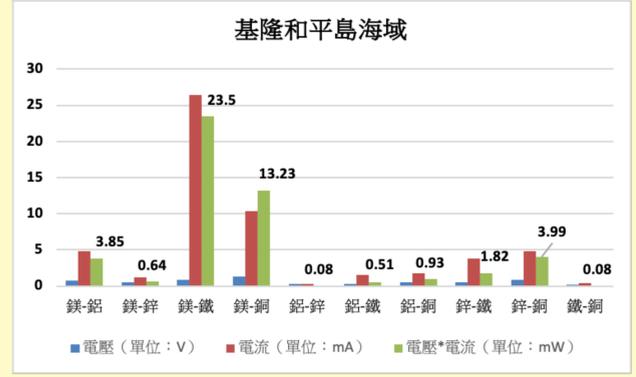
▲圖片來源：作者繪製

【基隆八斗子海域】



▲圖片來源：作者繪製

【基隆和平島海域】



▲圖片來源：作者繪製

外木山海域發電效能前三名：鎂-鐵 > 鎂-銅 > 鋅-銅

電極片組合中，電壓最佳的是鎂-銅，而因

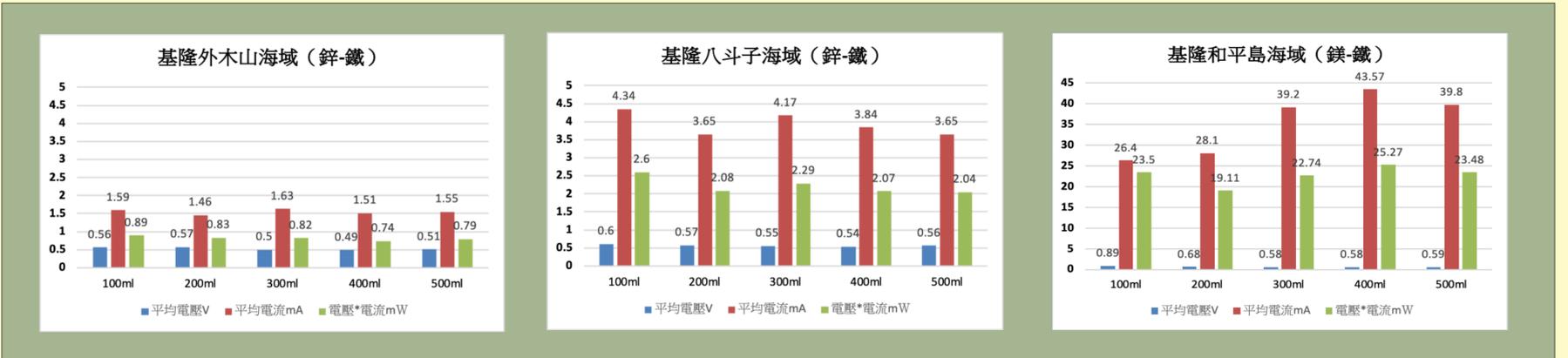
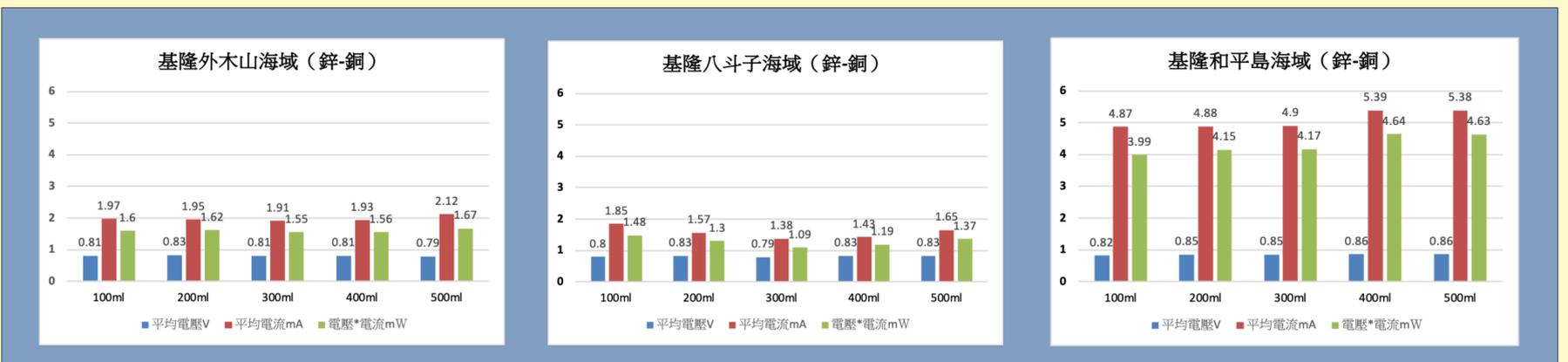
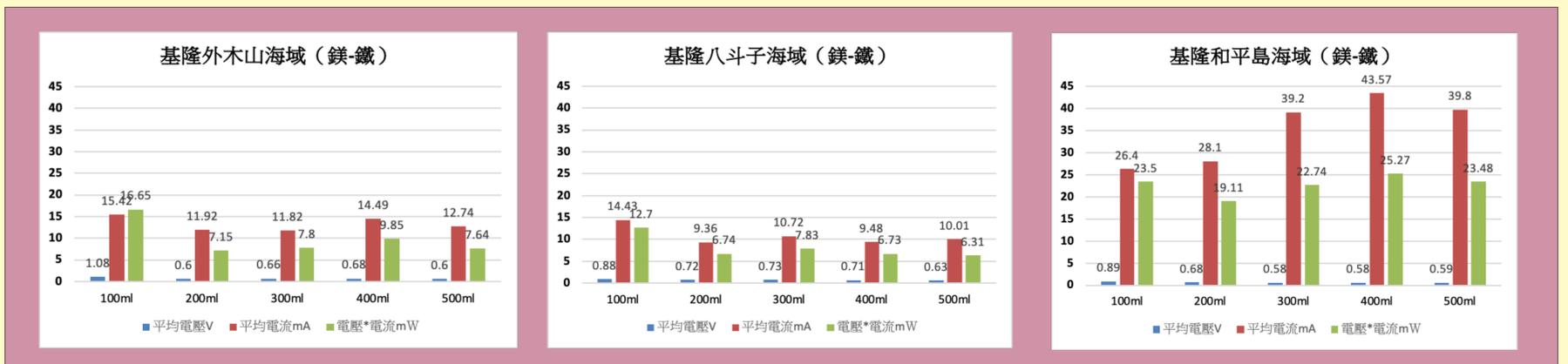
八斗子海域發電效能前三名：鎂-鐵 > 鎂-銅 > 鋅-鐵

鎂-鐵產生的電流很大，發電效能第一的是

和平島海域發電效能前三名：鎂-鐵 > 鎂-銅 > 鋅-銅

鎂-鐵，第二是鎂-銅。

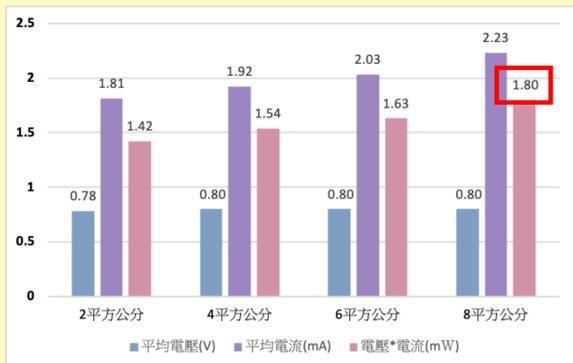
二、不同海域不同海水容量的發電效能



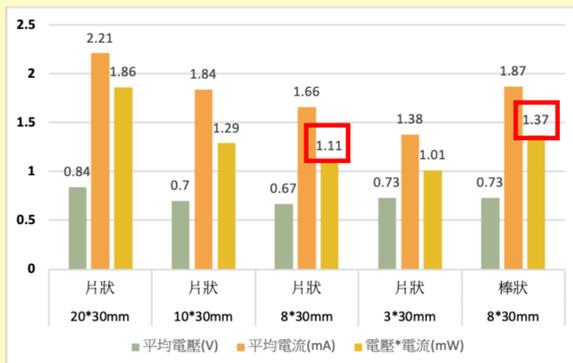
▲以上圖片來源：作者繪製

觀察到不同電極片在各個海域的電壓、電流及發電效能都不一定因為海水「容量」的多寡而有一個規律性的變化。但另外發現經過綜合比較後，「鎂-鋁」、「鎂-鐵」、「鎂-銅」、「鋅-銅」這四個電極片組合在和平島海域的發電效能最佳，尤其是「鎂-鐵」電流遠遠高於另外兩個海域，原因有待進一步探討，在八斗子海域裡則是「鎂-鋅」、「鋁-鐵」、「鋁-銅」、「鐵-銅」發電效能最佳，外木山海域只有「鋁-鋅」發電效能最好。

三、不同面積及體積的電極片的發電效能

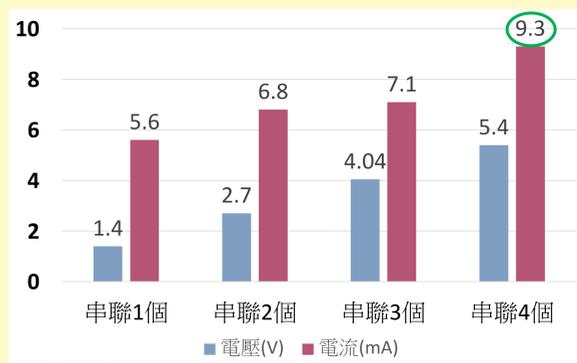


▲圖片來源：作者繪製



▲圖片來源：作者繪製

四、串聯及並聯多個伏打電池的發電效能



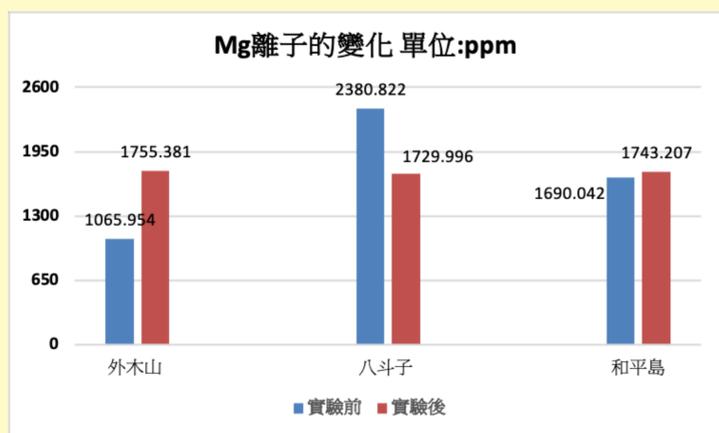
▲圖片來源：作者繪製

五、三個海域實驗前後的導電度及相關數值

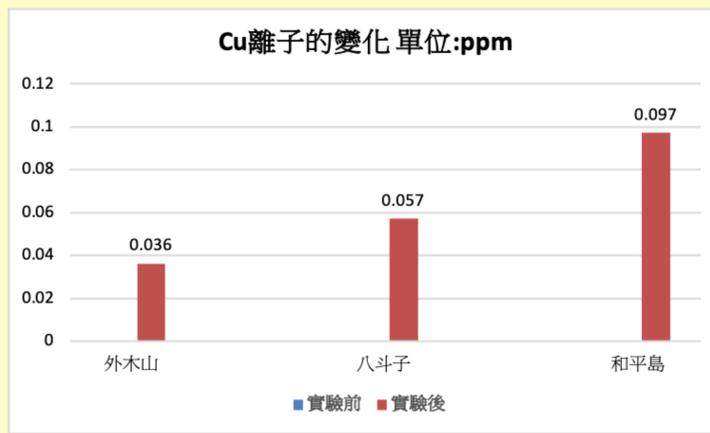
	外木山海域		八斗子海域		和平島海域	
	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後	實驗前	實驗後
鹽度 (%)	3.06	3.06	2.95	3.04	3.13	3.11
溫度 (°C)	26	24.1	25	24.1	25.6	24.1
導電度 (S/m)	4.88	4.88	4.72	4.85	5.00	4.92
濁度	6.5	0.4	0	0	0	0
PH	8.15	8.12	7.85	8.05	8.06	8.15
溶氧 (mg/L)	5.8	5.48	5.97	5.86	5.63	4.92

▲表格來源：作者繪製

六、三個海域進行連續發電24小時後對海水離子影響



▲圖片來源：作者繪製



▲圖片來源：作者繪製

從實驗數據中，發現一個有趣的現象在利用八斗子海域進行實驗後，發現鎂離子濃度下降，而其他兩個海域則是上升，在海水作為電解質的情況下，陰極反應可能包括氧氣還原生成氫氧根離子，而這些氫氧根離子與溶液中的鎂離子結合，生成氫氧化鎂沈澱，但從銅離子的變化，可以發現進行實驗後，在相同時間內，銅離子釋放出來到海水則較高，因海水的成分非常複雜，原因有待進一步探討釐清。

研究結論

一、結論

- (一) 在三個海域的電極片最佳組合皆為鎂-鐵，其次為鎂-銅。
- (二) 不同電極片在各個海域的電壓、電流及發電效能都不一定因為海水「容量」的多寡而有規律性的變化。在海水的發電效能排名：(1)和平島海域 (2)八斗子海域 (3)外木山海域。
- (三) 不同面積對電壓的改變並不大，但放入海水中的面積愈多，則電流有明顯增加，故發電效能愈好。
- (四) 串聯2個伏打電池能使電壓增加，進而讓LED燈發亮，並能持續亮8小時，其中電壓及電流皆無改變；並聯多個皆無差異。
- (五) 三個海域在實驗前後的鹽度、導電度、PH值、溶氧量變化差異不大。
- (六) 進行24小時連續發電實驗後，八斗子海域在實驗前後鎂離子的變化不增反減，而銅離子則在和平島海域增加較多。

二、生活應用

- (一) 使用兩個伏打電池串聯，只各需5ml的海水當電解質（三個海域皆可），皆能使LED發光連續24小時。
- (二) 將自然科學課本上所學的概念，運用在我們的日常生活中，若有運用到要連接3號電池的東西，皆可嘗試著運用海水鹽電池串聯來替換看看。

三、未來研究方向

- (一) 探討對基隆的各海域在連續使用時間上精準的差異性。
- (二) 探討同一組電極片透過換取新的海水後，後續能使用時間的多寡並進一步討論無法再發電的因素。
- (三) 在這次的實驗中，因從數據裡發現海域的發電效能有些特殊的差異性，我們初步推論在海洋污染的程度有所落差，是否因這些重金屬離子而影響導電度，這樣的研究假設有待進一步的驗證。

參考文獻

- 一、趙子忻、楊雨鎔、葉有辰、周延融。「鹽」來有電真神奇—鹽水燃料電池效能探討與應用。新竹市第四十屆中小學科學展覽會。
- 二、基礎地科(上)第五章 海洋的結構與變動。 https://dept.phs.tyc.edu.tw/DEPT/NB_files/NB_5879_923.pdf
- 三、伏打電池-翰林雲端學院 <https://www.ehanlin.com.tw/app/keyword/%E5%9C%8B%E4%B8%AD/%E7%90%86%E5%8C%96/%E4%BC%8F%E6%89%93%E9%9B%BB%E6%B1%A0.html>
- 四、海水的組成-國立海洋科技博物館。 <http://mscloud.nmmst.gov.tw/chhtml/opencontenttab.aspx?tid=160>