



姓名：簡毓佳

我的閱讀主題是：海洋改善碳排放

一、同學可以從旺宏科學獎歷屆獲獎作品、科學雜誌(如科學人或科學月刊)、科學電影或科學小說....等讀物當成閱讀標的，選擇一篇自己感興趣的科學文章。

◎我閱讀的文章標題是：藍碳！海洋的吸碳神力

文章出處(網址或書名)：<https://www.scitw.cc/posts/Buried-at-Sea-tw> 科學人

文章內容：

借助海洋從大氣中吸收更多二氧化碳，這個構想頗受爭議，因為這有可能成為人們不願減少碳排放的藉口。

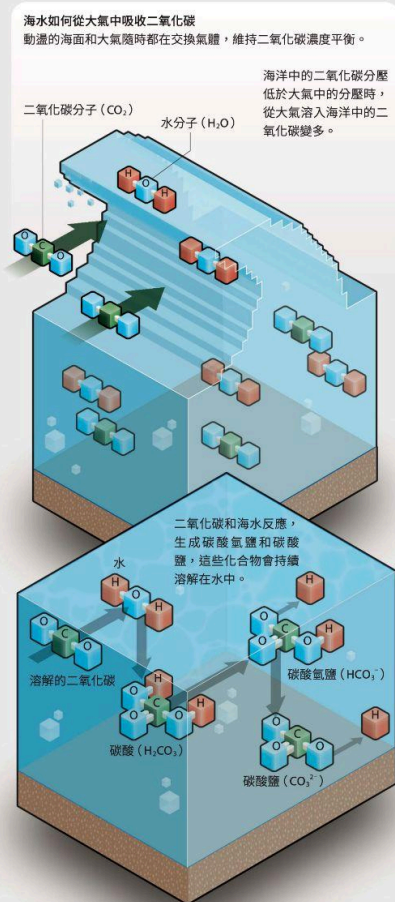
氣候變遷導致的災害日益嚴重，盡早測試海洋碳移除技術，其中的哪些做法是有效或有害，方能避免錯誤評估。

必須透過監測、報告與驗證，追蹤這些碳移除做法的成效。但我們需要先努力減少碳排放，施行這些做法才有意義。

海洋中二氧化碳的分壓如果小於大氣中的分壓，風把空氣推向海浪時，二氧化碳將會溶於水，而大氣和海水中的二氧化碳濃度逐漸達到平衡。人類的碳排放增多時，大氣中二氧化碳的分壓提高，有更多二氧化碳會溶入海洋。大部份溶入的二氧化碳會和海水作用，形成碳酸氫鹽(HCO_3^-)和碳酸鹽(CO_3^{2-})，這些化合物和海中的其他鹽類一樣，溶解在水中長達數千年之久。**150**多年前從工業革命到現在，海洋吸收的二氧化碳量大約是人類碳排放的**25%**，這個重要效應明顯減緩了氣候變遷的步調。

海洋是否 有助於減緩氣候變遷？

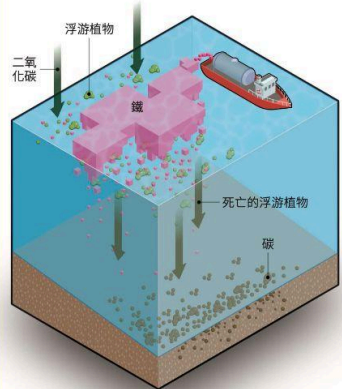
大氣中二氧化碳濃度已經達到危險程度，但人類仍持續排放大量二氧化碳，科學家正在研究各種從大氣中吸取二氧化碳的技術。全世界海洋自然吸收的二氧化碳量大約是人類碳排放的25%。改變海洋的生物或化學狀態，可促使海洋吸收更多二氧化碳，但這些做法的成效可能難以驗證，而且會危害生態系。



生物方法

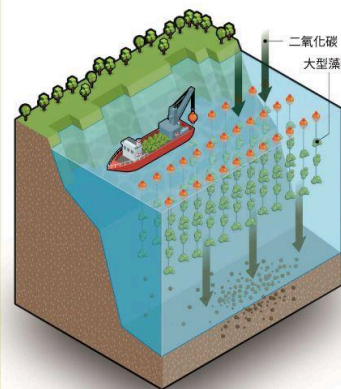
微藻施肥

浮游植物的生長需要陽光、二氧化碳和養份。在海面水中施放鐵等養份，可促進浮游植物生長，進而吸收更多二氧化碳。浮游植物死亡後沉入海中，把碳封存在海底。



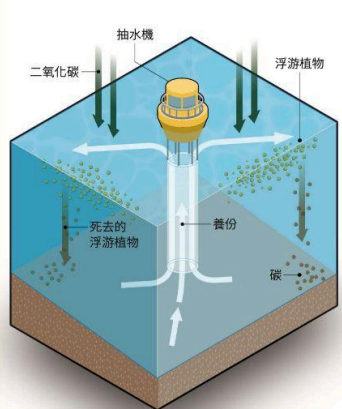
大型藻類的種植

海洋植物生長時，會把碳轉化成醣類，儲存在組織中。種植海藻等大型藻類，就可吸收更多二氧化碳，促使海洋從大氣中吸收更多二氧化碳。死亡的藻類帶著碳一起沉入海中。



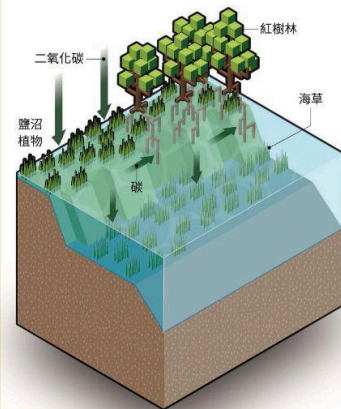
人造湧升流

除了在海面施肥，也可從深海把養份抽上來，促進藻類生長和二氧化碳吸收。



藍碳復育

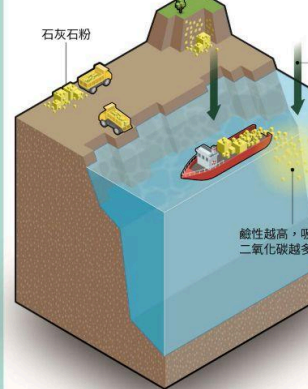
紅樹林、鹽沼植物和海草吸入二氧化碳，可把碳儲存在根部及周圍的沉積物中。復育這些「藍碳」棲地，可降低大氣中的二氧化碳濃度。



化學方法

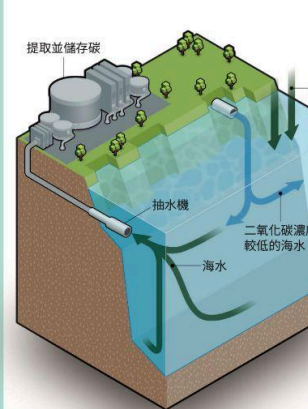
海洋鹼性增強

施放石灰石粉等鹼性物質，可提高海水的鹼性(中和能力)，海水會溶解更多二氧化碳，轉化成碳酸氫鹽，氣中吸收更多二氧化碳。



直接海洋移除

抽水機把海水抽到濱海(或海上)廠房，提取二氧化碳起來。提取後的海水再送回大海，進而從大氣中吸收二氧化碳。





姓名：簡毓佳

我的閱讀主題是：海洋改善碳排放

二、請同學根據所閱讀的科學文章，利用AI工具（ChatGPT、Copilot、Gemini、Claude...等）設計出一個高中生可操作的科學實驗，並將AI工具設計的實驗的主題、目的、變因、流程等實驗內容填寫至下方。（結果或討論可以省略）

1.我選擇的AI工具是 ChatGPT

2.實驗主題：小型水體碳移除(mCDR)技術測試

3.實驗目的：(條列式說明)

1. 測試不同 mCDR 方法對水體二氧化碳濃度的影響。
2. 觀察 pH 值變化，模擬海洋環境中可能發生的化學反應。
3. 記錄環境參數變化，提供後續監測與驗證依據。

4. 操縱變因(一項)：不同 mCDR 技術(如鐵施肥法、鹼性增強法)；控制變因(多項)：水樣體積、溫度、光照條件、實驗時間、測量儀器與方法、初始 pH 值、初始二氧化碳濃度。

應變變因(一項)：水體 pH 值的變化。

5. 實驗操作流程：(條列式說明)

1. 準備水樣：收集相同來源的水樣，分成對照組與實驗組。
2. 測量初始數據：記錄水體 pH 值、二氧化碳濃度、溫度等環境參數。
3. 介入 mCDR 技術：
 - 對照組：不添加任何物質。
 - 實驗組：分別添加鐵鹽、石灰石或橄欖石，測試不同技術的影響。
4. 監測變化：每天測量 pH 值與二氧化碳濃度，記錄環境參數變化。



姓名：簡毓佳

我的閱讀主題是：海洋改善碳排放

5.數據分析：比較對照組與實驗組的變化，評估 mCDR 方法的效果。

6.得出結論：判斷哪種技術最有效，並分析可能的影響與應用價值。

三、檢視上面AI設計的實驗內容是否符合自己的想法，加入自己的想法(進一步追問AI)後，再利用AI工具優化、調整上面的實驗內容。

1.我選擇的AI工具是 ChatGPT

2.實驗主題：小型水體碳移除(mCDR)技術測試

3.實驗目的：(條列式說明)

1. 測試不同 mCDR 方法對水體二氧化碳濃度的影響。
2. 觀察 pH 值 及 溶解氧濃度 變化，模擬海洋環境中可能發生的化學與生物反應。
3. 分析浮游植物生長變化，評估鐵施肥法是否能有效促進碳移除。
4. 記錄環境參數變化，提供後續監測與驗證依據。

4. 操縱變因(一項)：mCDR 技術類型(鐵施肥法 / 鹼性增強法 / 對照組)

；控制變因(多項)：水樣體積、溫度、光照條件、實驗時間、測量儀器與方法、初始 pH 值、初始二氧化碳濃度

應變變因(一項)：水體 pH 值變化、二氧化碳濃度變化與浮游植物生長變化(如細胞濃度)

5. 實驗操作流程：(條列式說明)

A. 實驗設置



姓名：簡毓佳

我的閱讀主題是：海洋改善碳排放

1. 準備 三組水體樣本(分別為 對照組、鐵施肥組、鹼性增強組)。
2. 在 鐵施肥組 中加入 硫酸亞鐵(FeSO_4)，模擬海洋鐵施肥效應。
3. 在 鹼性增強組 中加入 碳酸鈣(CaCO_3)，模擬石灰石增強海洋 pH 的效果。
4. 將三組水樣放入相同的光照與溫度條件下培養。

B. 連續監測與數據記錄(14 天)

1. 每日測量：
 - pH 值(是否隨時間變化)
 - pCO_2 濃度(二氧化碳變化)
 - 溶解氧濃度(生物活動影響)
 - 浮游植物生長狀況(目測綠藻密度)
2. 記錄數據於實驗紀錄表。

C. 分析與比較

1. 比較三組 pH 值變化，判斷鹼性增強法是否有效中和 CO_2 。
2. 比較 pCO_2 濃度變化，評估哪種方法對減少水體 CO_2 最有效。
3. 觀察浮游植物的生長狀況，判斷鐵施肥法是否促進浮游植物吸收 CO_2 。
4. 分析 溶解氧變化，判斷生態影響。

5. 實驗紀錄表

日期	實驗組別	pH 值	pCO_2 (ppm)	溶解氧 (mg/L)	浮游植物變化	備註
Day 1	對照組	X.XX	XXX	XX.X	XX	
	鐵施肥組	X.XX	XXX	XX.X	XX	
	鹼性增強組	X.XX	XXX	XX.X	XX	
...	...	...	...	...	...	...
Day 14	對照組	X.XX	XXX	XX.X	XX	
	鐵施肥組	X.XX	XXX	XX.X	XX	
	鹼性增強組	X.XX	XXX	XX.X	XX	

6. 結果與討論(實驗結束後填寫)

1. 數據變化分析
 - 哪種 mCDR 方法改變了水體的 pH?
 - 哪種方法最能降低 pCO_2 ?
 - 鐵施肥法是否促進浮游植物生長?
2. 影響評估
 - mCDR 方法是否對水體環境產生副作用?
 - 是否可能影響生態平衡?
3. 未來建議
 - 是否值得進一步測試?
 - 可以改進哪些變因控制?

7. 結論



- 根據數據與分析，評估 mCDR 方法的可行性與安全性，並提出後續研究方向。

四、請比較「原始AI設計的實驗」和「優化過的實驗」這兩個實驗內容有何差異？並就原本文章閱讀內容和優化的實驗內容寫出自己的心得感想。

比較項目	原方案（海洋大規模試驗）	優化後方案（小型水體）
實驗場域	真實海洋	室內小型水體（如水族箱）
操縱變因	多種 mCDR 方法	單一變因（mCDR 類型）
控制變因	環境變數較多，難控	明確且可控
應變變因	CO ₂ 濃度、沉降碳量、生物變化	pH、CO ₂ 濃度、溶解氧、浮游植物
實驗儀器	高端海洋監測設備	基本實驗儀器（pH 測試儀等）
監測時間	28 天	14 天
數據收集	多變數、難以分析	精選關鍵數據，易於比較
操作難度	需要專業團隊	高中生可獨立完成

原本的方案在我目前現有的資源中是難以達到的，而且耗時較長。加入以我高中生現況實驗能力受限因素考量以及我想同步實驗浮游植物生長狀況的想法並優化後的方案，或許與實際海洋情況會有所不同，但可透過查詢相關資料使用在實際海洋離子中佔大比例的氯與鈉離子也就是鹽類依比例調配達到與真實海洋相近的效果，雖然無法獲得更真實準確的數據但便因相同情況下仍易於比較，且較具可行性。

