

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

☐國中組 ☒普高組 ☐技高組 成果報告格式

題目名稱：太陽能驅動的被動式海水脫鹽系統探究

一、摘要

本次的研究主旨在於開發一套能以太陽能為主要動力來源之海水脫鹽原型系統，用來解決偏遠地區與災後缺水之情境下的飲水的需求。裝置結合了光學的聚焦技術與模組化的蒸餾設計，透過多片凸透鏡構成的聚焦陣列，用以有效提升加熱區域溫度，進而促進蒸發與冷凝效率。系統的操作中並不需外接電力，實驗結果顯示其脫鹽後水質 TDS 約為 24 ppm，已經達到飲用標準。整體架構著重在於可維修性與攜帶性，適合應用於資源受限地區，具高度實用價值與推廣潛力。

二、探究題目與動機

目前全球面臨水資源短缺的挑戰，而現行的海水淡化技術因成本高昂與能源消耗大，難以廣泛應用。並且在日常生活中，我們都知道水會因陽光而蒸發，但若要把海水而且為了解決偏遠及電力不足地區難以取得潔淨水資源的問題，變成可以喝的水，需要的不只是陽光，還要有效率地蒸發與冷凝。這讓我們思考：可不可以設計一個不插電、只靠太陽就能運作的簡單裝置，來完成海水脫鹽？用以提供一種永續、安全且門檻低的飲用水解決方案。

三、探究目的與假設

1. 透過太陽能與凸透鏡矩陣聚焦的加熱方式，能顯著提高海水蒸發與脫鹽效率。
推論基礎：傳統海水淡化設備能耗高昂，本系統利用太陽能與透鏡陣列，透過「熱能局部化技術」集中加熱，有助於提升蒸發速率，降低能源消耗。
2. 優化的密封結構與鍋蓋導流設計，可有效收集冷凝水並避免水氣損失。
推論基礎：蒸發後的水氣若無良好的冷凝導流設計，將造成水資源回收率低。藉由壓克力斜面與 EVA 泡棉密封設計，有望提升集水效率。
3. 本系統的模組化與易拆卸設計，使其具備高度可攜性與維修便利性，適用於資源匱乏地區。
推論基礎：相較於傳統大型設施，本裝置由簡易材料組成，便於拆解與運輸，提升其在野外或偏鄉部署的可行性。
4. 控制鹽水滴入速率能夠進一步對應蒸發速度，提高整體水產出效率
推論基礎：藉由點滴管控水裝置，將進水速率精確對應至蒸發速率，避免過多鹽水造成熱能損失或鹽分積聚。

四、探究方法與驗證步驟

1. 我們從簡單的蒸發鍋實驗做起，發現蒸發速度與收水率都偏低，因此從加熱、導流、進水三方面進行改良：

2. 加熱方式：設計凸透鏡矩陣，將陽光聚焦在鍋底，提升局部溫度。
3. 導水設計：使用壓克力板構成斜面鍋蓋，將冷凝水導向收集口。
4. 進水控制：以醫療點滴控制每秒一滴進水，穩定蒸發。

裝置搭配 Arduino 電子秤與 TDS 感測器，記錄純水重量與水質變化。在無外接電力條件經過多次實驗進行平均，結果顯示每小時產水約 15 克，轉換效率約為 $0.243\text{kg/m}^2/\text{hr}$ ，TDS 值約為 24 ppm。

(表一 本系統脫鹽裝置運作結果)

測項	結果數據	備註
每小時平均產水量	約 15 克	陽光直射、無外接電力
水質 (TDS)	約 24 ppm	達可飲用標準 (<500 ppm)
蒸發效率	約 $0.243\text{ kg/m}^2/\text{hr}$	相較初始裝置效率提升
進水控制方式	每秒一滴 (點滴)	與蒸發速率相符



五、結論與生活應用

1. 偏鄉與缺水地區應用：本系統特別適合應用於缺乏乾淨水源或電力供應不足的偏遠地區，可提供穩定、安全的飲水來源，提升當地生活品質與公共衛生水平。
2. 災害緊急應變裝置：在地震、颱風等災難導致自來水中斷時，此裝置可作為緊急備援的淨水系統，提供居民基本的飲用水供應。
3. 環境教育與綠能示範：綠能科技與水資源永續利用的實作教材，提升學生對再生能源與科學工程的理解與興趣。

野外探險與露營用途：對於野營、自主生活、登山活動等場景，本裝置提供一種不需電力即可取得乾淨水源的工具，具備輕便、可攜帶的優勢。而且此裝置亦具備高度彈性，可依據不同的課題需求調整實驗變因，延伸應用於各種實作與教學場景中。

參考資料

1. Ghasemi, H., Ni, G., Marconnet, A. et al. Solar steam generation by heat localization. Nature Communications, 5, 4449 (2014). <https://doi.org/10.1038/ncomms5449>

¹ 整體裝置圖

² 裝置主要本體

2. 上海交通大學新聞網 (2025 年 3 月 24 日) 。《交大團隊實現高效率太陽能蒸汽發生技術》。取自：<https://news.sjtu.edu.cn/jdzh/20250324/208338.html>
3. 搜狐科技 (2022 年 4 月 19 日) 。《陽光造水：中國科學家用太陽蒸發器實現高效海水淡化》。取自：https://www.sohu.com/a/536629938_344863