

應用 AI 科技協助化學科展競賽準備的一種可能

陳河開

澎湖縣馬公國小
nio203@gmail.com

摘要：本文旨在分享指導國小化學科展之經驗，聚焦於如何在探究歷程中導入 AI 工具，以提升學習效率與研究深度。以第 65 屆全國科展獲獎作品為例，闡述學生如何在各階段善用數位工具：運用 NotebookLM 整理文獻、透過因材網 e 度釐清核心概念、以 Gemini 將數據轉化為多元圖表，並利用 Edcafe 建置模擬問答機器人，強化口語表達與自信。此外，作者亦提及 AI 的侷限性，尤其在實驗裝置的創新設計與研究方法的修正上，仍需仰賴師生的實作智慧、創意巧思與專家的諮詢指導。本文透過具體實踐歷程，展示 AI 協作教學在科展指導上的潛力與可行性，期能為探究式教學開啟更廣闊的視野。

■ 前言

科學教育一直以來重視素養導向的教學精神，以及學生的探究與實作能力。而科學展覽競賽（以下簡稱科展）無疑是提供了一個最理想的平台，讓學童得以完整地展現其探究成果。尤其在國小階段，這更是一項絕佳的訓練機會，它引導孩子們從生活中發現問題，並在尋找答案的過程中，培養出觀察、假設、驗證與表達等多面向的統整能力。然而從教師指導的角度觀之，指導時間受限、學童操作能力不足、縱向深度與橫向跨科統整能力尚待精熟、實驗裝置與設備取得不易等問題，讓自然科學老師在指導科展面臨許多挑戰，這些困境亦是全球科學教育者在推動探究式學習時所共同面臨的挑戰。事實上，有國外研究指出，教師在實踐探究式學習時常因缺乏資源與有效支持而受挫，而 AI 教育應用則被視為克服這些挑戰的潛力工具 (Kunnath & Botes, 2025)。

本文旨在分享一次國小組化學科科展指導經驗 (國立臺灣科學教育館, 2025)，學生藉由回收在地廢棄之牡蠣殼粉在高壓下與二氧化碳進行反應，進而提出深海投放系統構想。最終獲得全國第二名之佳績。筆者帶領偏鄉學童在探究的過程融入 AI 科技工具，從過往研究方法論的分析、研究背景資料蒐集與整理，實驗後數據分析與圖表繪製，以及模擬問答訓練等歷程，提供一種籌備的新取向。

■ 題材選擇與研究設計：從在地關懷到科學探究

一個好的研究，始於一個有意義的問題。而近年來對於生活化、在地元素、全球性共同

問題等原則的重視，讓筆者引導學生發想問題時，從在地生活出發，思考身處的澎湖有哪些值得關心的議題。閱讀在地產業發展新聞的歷程，發現澎湖縣水試所專案計畫對於牡蠣殼轉化為建材與珊瑚復育基材的報導，開啟了本次科展研究。

為了避免閉門造車與重複研究，學童們分工下載牡蠣殼為主題的研究，藉由 Google Notebook LM 工具的摘要，羅列近年來相關的牡蠣殼應用文獻，以確認研究的獨創性。在發現牡蠣殼做為循環使用的環保用途後，再朝向牡蠣殼的成份與相關的反應來發想，最終從牡蠣殼富含碳酸鈣的化學成分中，找到了新的切入點—將其應用於「化學固碳」，形成一個能與全球暖化議題對話且兼具化學實驗可行性，能成功連結課程、在地與科學素養目標的研究題目。

■ 實驗歷程與設備創新：動手做與資源再利用

研究方向確立後，如何帶領孩子共同設計出能讓學童親手操作、又能驗證科學假設的實驗裝置，成為了核心挑戰，筆者認為這是國小科展最精華的部分之一。運用巧思，以簡單、隨手可得的材料，打造出能夠達成研究目的的實驗設備，這個歷程耗時最久，也最能體現 PBL (project-based learning) 課程與動手實作的精神 (梅期光, 2017)。例如，原先設計直接量測二氧化碳的濃度變化，但很快發現市售的偵測儀器敏感度不足。這個瓶頸迫使小組轉換思路，改以「收集並量測二氧化碳消耗的體積」作為替代方案。而此實驗設備的設計與研究方法，則透過持續與化學領域以及長年從事科學研究的實務專家們對話所提供的建議修改而來，而這也是目前 AI 科技工具尚無法提供協助的部份。

實驗裝置設計歷經了漫長的迭代與修正才會形成最終版本，自此開啟實驗數據的收集。指導老師扮演引導者與夥伴的角色，與學生共同經歷每一次的成功與失誤。一同校準儀器、配置溶液、記錄數據，並在過程中不斷討論觀察到的現象。培養學生從生疏到熟練，從被動接受指令到主動提出問題，從操作中建構概念的經驗，是任何書本知識都無法取代的。此外，每一次科展競賽所製作的實驗設備，連年下來也積累了儲物空間的負擔，因此，「永續思維」的實踐相形重要，例如本文舉例的作品之針筒置放架，便是改造過去風洞實驗留下的設備再利用。

■ 研究方向修正與精鍊：從現象到理論的昇華

科展作品的成功並非僅止於動手操作，更需要科學理論的支撐。在成為出縣代表後，有幸獲得了縣賽評審對於作品的完整評語與口頭指導，引入了完整的化學反應理論來解釋促進二氧化碳反應的核心機制。為了讓研究更貼合時代趨勢，將「碳匯」的概念融入報告，並將其未來應用與放置於海底海床的「藍碳工程」相連結，為作品價值緊密聯結生態關懷視野。

■ 學習支持的新工具：導入 AI 科技的應用實例

在科展指導的歷程中，「時間」永遠是最稀缺的資源，也是最大的挑戰。本文分享筆者如何善用 AI 科技？在學生極其有限的課後時間內，最大化他們的學習成效。具體應用可分為五大面向：

一、題材與文獻搜尋

在主題發想階段，學生常缺乏足夠的知識背景與資訊管道，難以有效評估題目的可行性與創新性。學童透過因材網 e 度、ChatGPT 或 Gemini 等 AI 工具的協助，可直接提出關於題材的問題，以及了解「牡蠣殼吸收二氧化碳」的原理與相關研究，有效評估了题目的可行性與創新性，例如：「牡蠣殼能否用於吸收二氧化碳？」。

此外，AI 工具也可提示與題目相關的過往科展主題，幫助學生避開重複性題材，進而發展具創新性與在地特色的研究構想。在回顧文獻的過程中，對於不懂的科展作品，也可以透過 AI 工具能提供原理性說明、相關應用實例、研究背景與潛在延伸方向，並整理出初步的文獻摘要或關鍵詞，協助學生建立基礎概念。

二、數據轉化為圖表的建議

數據就是最好的證據，為了方便分享溝通，研究結果以圖表呈現為宜，依據實驗數據與理論的最佳效果來決定圖表(吳明德, 2020)。然而在小學現場，實驗過程所記錄的數據以及手繪的圖表，學童往往受限於數學能力而讓圖表型式單一化。例如缺少測量誤差概念與圖表繪製的觀念，藉由 AI 工具的協助，提供便利不同數據交叉分析的圖表選用建議，例如折線圖、長條圖及圓餅圖的選用。這讓學童能從更多元的視角解讀數據，進而對比研究的輪廓，更有助於回頭修正實驗變因的設計。

三、概念理解與視覺化支援

由於作品所涉及的化學反應屬於國中階段學習內容，師生針對「氣體壓力與溶解度」、「勒沙特列原理」、「藍碳工程」等抽象概念，請 AI 工具生成比喻性的圖解，將抽象知識轉化為具體圖像，直接應用於學習，並且做成圖卡供解說時的輔助說明。例如本次學童透過蹺蹺板與圖卡說明，證明學童充份的理解，提高表達清晰度與學術說服力。

本文示例之作品為固碳之環境議題，以環境議題為主的科學研究，必須更強調反思的特徵(劉湘瑤, 2016)，例如深海固碳系統的建置，對於固碳效率、建置成本以及對海洋環境的影響評估，皆必須面面俱到，AI 工具提供更寬廣的思考層次，可以有助學童培養反思探究能力。

四、模擬評審與應答練習

以往的科展發表與問答訓練，有賴於老師們針對作品進行模擬設計，難免會有問題廣度的盲點，導致學童在口語答辯時產生困難。本次以 AI 工具扮演模擬評審，從相關的專業背景生成各種可能的提問，例如：「你怎麼證明 CO₂ 是因為化學反應而減少？」或「為什麼選用純水而不是海水？」這些問題經由整理後可製作成 Quizlet 或 Edcafe 等數位閃卡，學生能以遊戲化方式自主練習問答，逐步累積應對的信心與語言表達能力。此外，隨著學童對研究問題的掌握愈來愈精熟，比賽前配合相關文獻資料的讀取與模擬問答的匯入，利用 Gemini 製作互動式網頁，讓學童分組在網站上進行即時答辯，有效提升了口語表達的邏輯與自信。

■ 科展競賽做為探究教學歷程與發展建議

科展不僅是一場展示探究成果的競賽，更是一段完整的探究教學歷程。從題目的選定、資料的蒐集、假設的建立、方法的設計，到結果的驗證與反思，每一階段都充滿思辨與學習的機會。綜合此次指導經驗與多年來的觀察，筆者認為未來的科展指導，可以朝以下方向發展：

一、強化科展與課程的結合

將科展探究的精神融入日常教學，而非視為一項獨立的額外競賽。讓學生能在實作過程中活用課堂所學，深化問題意識、資料整合與推論能力。

二、鼓勵跨學制、跨領域的合作

如本次經驗，國小教師應勇於尋求高中、大學甚至研究單位專家的協助，無論在方法論的討論或學生訓練時的對話與鼓勵。這種縱向的知識支援，能有效彌補專業上的不足，並開拓師生的研究視野，近年來各縣市皆在縣市複賽後即邀請專家學者入校輔導，也讓全國科展參展的作品極具深度。

三、善用數位工具進行歷程記錄與反思

AI 工具提供了實時回饋、資料輔助與互動式學習的可能，使教學活動更加貼近學生的學習節奏與理解狀態。另一方面，學生練習與 AI 工具的對話與提問技巧，學習如何清晰表達問題與理解複雜概念，提升其自主學習與反思能力。除了 AI 工具的輔助，指導老師可引導學生利用線上討論與錄音、雲端硬碟等工具，系統性地記錄探究歷程中的點滴，包含失敗的嘗試與修正的思路，甚至是突發奇想的好點子。這不僅是科展報告撰寫時的珍貴資料，更是培養學生後設認知與反思能力的絕佳途徑。

■ 結語

每一份的科展作品，都是一部精采的師生共同探究故事，深刻的記錄學習歷程。本文示例之作品，透過在地題材應用、實驗設備設計與 AI 科技工具的導入，嘗試為科學教育打開了更多的可能性。本文以具體實踐歷程說明化學科展指導的過程，期能拋磚引玉，促進更多教師嘗試新工具與新教法，為學生開啟更廣闊的學習視野。

■ 參考資料

- 吳明德 (2020)。科展資料分析與討論。收錄於全中平、吳明德、吳柏菱、蔡垂其 (著)，**科展設計與實作** (第2版，頁161–189)。台北：國立臺灣科學教育館。
- 國立臺灣科學教育館 (2025)。高壓「碳」究、「碳」為觀止—以牡蠣殼加壓溶解進行化學固碳之可行性研究。第65屆全國中小學科學展覽會，國小組化學科。
- 梅期光 (2017)。認識科展的第一本書：**科展完全攻略** (第4版)。台北：五南圖書。
- 劉湘瑤 (2016)。科學課室裡的環境議題教學：現況、機會與策略。載於邱美虹 (主編)，**臺灣科學教育研究與實踐：挑戰與機會** (頁468–489)。台北：高等教育出版。
- Kunnath, A. J., & Botes, W. (2025). Transforming science education with artificial intelligence: Enhancing inquiry-based learning and critical thinking in South African science classrooms. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(6), em2655. <https://doi.org/10.29333/ejmste/16532>