

一場啟動教師熱誠的國際交流

王秋雯^{1,2,3}

¹ 桃園市永順國小

² 桃園市國小自然領域輔導團

³ 國立台北教育大學 自然科學教育學系博士生

[Email:starwen@yes.tyc.edu.tw](mailto:starwen@yes.tyc.edu.tw)

■ 前言~無限學習的可能

現今全球科學教育都面臨嚴峻考驗與挑戰，台灣的科學教育也面臨著不斷變化的全球教育需求和技術進步的挑戰。身為資深國小自然教師及國教輔導團員，教學熱誠隨著今年七月中旬與教育界先進們參與國際化學教育研討會（ICCE，2024 Chemical Society of Thailand）而更盛，現場感受大家在研究領域與教學現場的各種發現不斷提升，與會期間不斷從各種面向思考現階段的自己面對 AI 風潮來臨不被淘汰之可能性，這次疫情過後，深深體認到灣國小科學教育無論對遠距教學或偏遠學校而言，發展學生以生活情境為主在家也能進行，減少實驗器材準備負荷並降低實驗廢材的「微型化學實驗活動」（microscale experiments）的必要，正是面對資源匱乏的地球永續環境「綠色化學」解方之一，是以藉由提取研討會中對於國小科學教師重要的啟示和建議，建模歷程、差異化教學與遊戲學習……等整理後野人獻曝，期望大家一起在國小科學教育領域豐盈。

■ 國際交流中對國小科學課堂的反思與啟發

一、科學課堂裡的「微型化學」

在化學和生物實驗中使用極少量的化學物質或生物樣本進行的實驗。這種實驗方式不僅可以節省成本，還能增加安全性，並減少對環境的影響稱為「微型化學（microscale experiments）」，研討會中，Siew Lee Tengy (2024) 提到來自新加坡教師學院及教學與學習卓越中心（CTLE）托管學校的教師合作設計和進行校內專業學習課程時也採用微型化學教學法，微型化學簡化實驗，讓許多學生可以利用家庭中原有工具直接操作，降低科學跟學生的距離，例如：以往在學校通常都需要試管、燒杯、滴管才能進行酸鹼實驗，學者在研討會的工作坊利用一般常見的滴眼瓶（見圖 1），在圖畫紙上將酸鹼指示劑滴在魚鱗上，再將生活中不同的酸鹼水溶液滴到桌上已滴了指示劑的魚，於是，紙上的魚鱗將因學生滴上不同水溶液產生五

彩繽紛的酸鹼變化效果，節省材料又結合藝術領域，結合藝術與自然科學，微型化學跨科學習效果較原來實驗室的科學演示更好。



圖 1：研討會工作坊微型化學展示酸鹼指示劑在紙上產生的變化

二、深層思考~建模歷程的重要

108 課綱重視探究教學，如果國小化學教育能提醒由觀察現象或變化開始，使用開放式問題與內容銜接發展學生的心智模型，並利用類比和模型教學可以有效地幫助學生改善和深化對科學概念的理解，對於促進學生的創造思維和科學推理能力具有重要的實際意義，本次研討會針對建模 (Modeling) 開設專題研討場次，各地學者分享關於建模的學術研究成果，Potisak & Chatree (2024) 利用類比建模策略，先用顯微變化影片吸引了學生的注意後，用化學鍵與愛情的隱喻幫助學生理解顯微變化

三、重視差異化與遊戲學習提升學生興趣

現階段的數位科技發達，除了協助教師備課，還能根據學生意願、能力和個人學習概況進行「差異化的學習」(Ivana et al., 2024)，未來臺灣國小科學教育為了貼近真實情境並促進學生的深度思考，引入 AI (Artificial Intelligence) 是趨勢也是必然方向，在不讓學生依賴 AI 直接產生解答的前提，藉由將 AI 視為學伴，協助教師發展差異化學習的可能。研討會中也有學者利用較傳統教學更具有優勢之棋盤遊戲 (Board games) (Suttida & Witawas, 2024)、視覺表徵的漫畫適合非科學專業學生 (Potisak & Chatree, 2024)，或是像巴西學者整合動畫和增強/虛擬現實來教化學反應以提升學生對科學學習的興趣 (Wilton et al., 2024)。

四、PBL 中的創造性思維與社會性科學議題(SSI)融入教學

創造性思維技巧是形成學生智能中非常重要的高級思維技巧之一，PBL (Project-based learning) 學習是一種可以應用於提升學生創造性思維技巧的學習模型 (Ivana et al., 2024)，學者利用系統性回顧文獻，找出創造性思維與 PBL 的顯著關係，提醒國小科學課堂應該要善加

利用 PBL (Project-based learning) 課程訓練學生相關創造力思維技巧，PBL 課程也可以透過社會性科學議題 (SSI · Socio-scientific Issues) 課程將現實世界問題與科學概念結合，促進批判性思維、社會意識和決策能力。Luu Gia Hy (2024) 綜合了融合 SSI 的教學理由，強調其在促進永續發展中的作用，還提供了一個與化學教育目標相關的 SSI 主題策劃清單，包括污染控制、永續能源、化學安全和綠色化學倡議。

五、各種科展主題發想

這次更是看到許多值得提供學生進行科學專題研究或是參加科展探究的主題，永續發展環境教育也具有相當的意義，例如：雨季期間，大量降雨導致污水（如食用油）從儲水池溢出到自然水源中，引起廣泛的困擾，學者使用來自羧甲基纖維素（CMC）衍生的碳泡沫來吸附油脂（Theeraphat, 2024）。或是，像 Thanachot (2024) 由榴蓮皮與活性炭混合製成的緩衝紙在延緩成熟和提供防震保護方面的效能。利用榴蓮皮通過煮沸提取纖維，將其與不同比例的活性炭粉末混合並使用紙篩模具成形，也有學者利用廢牡蠣殼製備氧化鈣催化劑，用於棕櫚油的酯交換反應以生產生物柴油。Tanawit (2024) 察覺到 COVID-19 增加了人們對衛生的意識，卻也導致環境危害，於是從有機來源提取的表面活性劑以優化清潔用品，綠色化學以專題探究方式呈現。

■ 反思與實踐

一、朝向綠色化學永續發展

微型實驗旨在激發學生對科學的興趣，提高對化學安全、綠色化學和可持續發展目標的認識（Sri Lanka, 2024），作為遠距教學亦相當合適，透過使用更少量的化學物質和試劑，微尺度方法顯著降低了成本並減少了浪費，使其成為化學教育的環保選擇（Kelkar & Dhavale, 2000）。國小化學教育建議可以發展最小化學量的實驗~微型化學實驗，既創建了更安全的學習環境，又增加學生巨量實驗現象觀察經驗，減少實驗廢材，

二、AI 世代的實踐與反思

AI 世代對於台灣師生來說都充滿著挑戰，所有的教學者及使用者在實踐過程均需不斷反思，除了使用 AI 前須訂定學科目標，使用 AI 時選擇合適回覆，最重要的是驗證 AI 的正確性，亦可利用 AI 達到原來教學不可能的任務~啟動學生對學習的後設認知，讓學生有效地生成題目也可以是一個有價值的 AI 學習活動（Katrina & Armando, 2024）。

三、從專題探究到綠色化學

很多偏鄉小學常常都有實驗器材欠缺的問題，即使是都會小學，也有可能因為缺乏足夠

科任教室及實驗器材儲放空間，導致課堂上的實驗探究次數減少，若能將實驗微型化，利用生活中隨手可得的物品（廚房用品、醫藥箱內的容器……等），讓科學實驗無處不在，累積下來的經驗與觀察，對於學生未來發展成科學專題探究主題很有幫助，以解決生活情境所產生的不同問題。

總結這次國際交流活動，深刻感受到科學教育在全球化浪潮中的挑戰與機遇。此次研討會帶給國小科學教育的不僅僅是理論上的啟發，更重要的是實踐上的具體行動指南。通過與來自世界各地的科學教育工作者的深入交流，如何更好地應用微型化學實驗、差異化學習以及專題導向學習（PBL）來提升學生的科學素養和創造性思維。

此外，研討會中多次強調了建模教學的重要性，這種方法有助於學生建立更深層次的科學理解。同時也認識到綠色化學的重要性，展望未來，教師們需要更多地運用數位科技和 AI 工具，但同時保持對教學核心價值的堅持和反思，希望繼續保持學習的熱情和探索的精神，將這些新知識、新方法融入到日常教學中，共同推動科學教育的進步與發展，如有機會，歡迎共同迎接下一階段的挑戰和機遇！

■ 參考文獻

- Teng, S. L. (2024). Professional learning for teaching chemistry in lower secondary science through demonstration. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE), Chemical Society of Thailand.
- Sridaeng, D., Zakaria, Z., Ekanayake, S., Boonyuen, S., & Karunaweera, N. (2024). Capacity building of teachers in chemistry hands-on small-scale experiments in high school in Asia. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE), Sri Lanka, IUPAC.
- Sesfa'o, I. F., & Anwar, S. (2024). Application of project-based learning by making edible coatings in chemistry learning to improve students' creative thinking skills: A systematic literature review. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).
- Yanpanich, K., Siwanardritod, P., & Klomkliang, S. (2024). A novel approach using carbon foam and carboxymethyl cellulose for sustainable oil management. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).
- Villar, K. G., & Guidote Jr., A. M. (2024). Using student-generated multiple-choice questions and the chemistry achievement of science high school students. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).
- Kelkar, S. L., & Dhavale, D. D. (2000). Microscale experiments in chemistry: The need of the new millennium. *Resonance*, 5(10), 24-31.
- Potisen, P., & Faikhamta, C. (2024). Developing students' mental models of grade-10 non-science program students in chemical bonding. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).
- Hy, L. G. (2024). Promoting sustainable development in chemistry teaching through socio-scientific issues. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).
- SMAN, & Sei Tuan, M. W. (2024). Application of integrated, differentiated, social-emotional learning in chemical reaction equations at Jl. Irian Barat No. 37. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).

- Thammasittirong, T., & Thra-ampawan, P. (2024). The study and development of organic cleaning solution HYPE-Wash. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).
- Sathithammanon, T., Chungsawanant, C., & Boonmun, N. (2024). Sustainable biodiesel production via transesterification of palm oil using waste oyster shell-derived calcium oxide catalysts. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).
- Punyaphon, T., Thitiphisutkul, P., Saenna, W., & Butsut, K. (2024). Paper for cushioning and slowing ripening made from durian peels mixed with activated charcoal. In Proceedings of the International Conference on Chemical Education (ICCE).