

# 理解日常的化學挑戰：探究真實問題之 化學素養教育

楊悠娟

國立東華大學自然資源與環境學系

Email: ycyang@gms.ndhu.edu.tw

## ■ 前言

面對全球化、互聯化與充滿挑戰的世界，培養高素養的公民資源來解決問題已是刻不容緩，但素養的定義及概念框架有待釐清。1997年經濟合作暨發展組織(Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD)啟動素養定義與選擇計劃(Definition and Selection of Competencies: Theoretical and Conceptual Foundations, DeSeCo)，研究素養的概念、個人及社會必備素養、跨學科的素養框架、素養教育方式等。研究結果顯示：素養是一種綜合性的特質，涵蓋認知、動機、倫理、社會與行為的各層面。素養的三個基本關鍵能力是自主與反思性行動、互動式使用工具(知識、設備、語言和法律)及異質群體協作，具有跨學科(哲學、人類學、心理學、經濟學、社會學)的共通性。而素養的四個概念要素是多功能性、跨社會領域、高階心理複雜性及多維度能力。素養需要終身學習，能提供個人優質和成功的生活能力(Rychen & Salganik, 2000)。

歷經數年研究及討論，2018年OECD發表核心素養的定義及框架(2030學習羅盤)：核心素養是個人適應現在生活及面對未來挑戰，應具備的認知、技能、態度和價值觀之跨域多元能力；能反思學習歷程，因應實際問題來行動。核心素養教育不限於學科知識及技能，亦關注「學習」與「生活」的結合，透過實踐力行而彰顯學習者的全人發展(OECD, 2018)。素養課程以學生為中心來設計，認知包含學科知識、跨學科知識、認識論知識及程序性知識；技能包含認知技能、後設認知技能(批判性思考、創造性思考、學習思考和自我調節)、社交和情緒技能(同理心、自我效能和合作)及實作和身體技能(使用新資訊和通訊技術設備)；態度和價值觀包含個人、地方、社會和全球層面(動機、信任、尊重多樣性、尊重美德)。素養的表現需透過行動，學生是行動的推動者，提出問題的解決方案，並與教師、同儕、父母和社區合作，共同達成目標。行動有助於學生檢視五種基本能力：識字、算術、資料、數位及體能，發展三種變革素養：創造新價值、調和衝突與困境、承擔責任，完成參與、實踐及省思的循環(OECD, 2018)。

2019 年臺灣實行新課綱，參考 OECD 的 2030 學習羅盤，設計總體綱要之自發、互動與共好精神，培養學生具備三面九向的核心素養，在生活情境中，能夠自主行動、溝通互動與社會參與，成為具備跨域學習力的終身學習者，以面對和解決新世代的問題。學校制定部定課程和選修課程，師資培育鼓勵現場教師和師資生實施素養導向教學與評量(王智弘, 2019)。因素養教育需要終身學習，亦須推動非制式場域學習，以銜接制式教育，持續培育新世代的公民素養。

素養教育需要創意思考，透過 OECD 創意思考四步驟：探究問題、想像解方、實作方案及反思成果，老師由知識的傳遞者轉型為引導者，協助學生發展面對挑戰及解決問題的能力，找出非制式答案。立足 AI 時代，創意思考亦是區分學習者與電腦的關鍵 (田孟心, 2020)。

因化學領域的理論、實驗、應用及影響無遠弗屆，學生的化學素養有助於解決真實世界的問題；故本期專題主題為「理解日常的化學挑戰：探究真實問題之化學素養教育」，透過實例展示化學領域的素養教育，涵蓋國小、國中、高中和大學的制式教育，亦分享制式與非制式教育的銜接設計。因篇幅限制，著重於探究問題與課程設計，包含知識概念、實作步驟、評量回饋、生活議題及教學省思。本期專題總計七篇文章，設計目的為引導學習者認識本主題於化學教育的相關性、技能力、批判力及參與度，透過動手做與案例探討，啟發學習興趣，增進提問力與分析力，鼓勵主動學習，持續提升己身的化學素養。如依照教學對象的適合程度分類：國小二篇、國中二篇、高中二篇、大學一篇，提供 K-12 至大學端教師參考。然而，依照作者群共同建議，上述課程和實驗在遵循設計架構及核心概念之下，皆可調整其廣度或深度，以因應學習者需求，亦適合一般公民的科學素養之學習。

## ■ 本期專題文章簡介

第一篇文章由陳文正與陳建忠作者介紹水溶液酸鹼概念，探討國小自然科學領域的水溶液酸鹼性單元之教學與評量，分析新舊課綱不同年段的相關內容，設計一個水溶液酸鹼概念的探究活動，最後說明素養導向的水溶液酸鹼概念評量設計案例。建議國小自然教師於水溶液酸鹼概念教學的重點：中年級強調認識物質，讓學生瞭解有些物質在酸鹼環境會產生不同顏色的變化，可據以分類；高年級聚焦水溶液的酸鹼性定義，讓學生利用酸鹼指示劑來定義水溶液的酸鹼性，並製作及測量單一或混合溶液。鼓勵老師採取探究學習架構，進行差異化教學；設計評量工具，包含記憶、理解及應用三層次。

第二篇文章由柯凱珮作者介紹國小自然科的食物電池案例，包含物質溶解現象、酸鹼性、天然指示劑及水溶液導電性等概念。以生活中易取得的食物為材料，學習變因控制的科學方法，滿足孩童喜歡動手操作的天性，培養「發現問題而去尋求解答」的能力。文中分享教學

流程、引導方式、學生回饋及教師省思。本教案是「2021 年北花蓮全民科學週」之「國小組」入選教案，另提供教案及實驗示範影片。

第三篇文章由連經憶作者介紹維生素 C 的定量分析實驗，分享將大學實驗的內容轉換為適合國中和國小之活動設計及推廣過程。設計實驗探究式教學，包含維生素 C 反應原理、定量分析方法、維生素 C 的應用及議題。以生活中易取得的食物及蔬果為材料，設計實驗來驗證新聞報導的真實性；中學生可計算維生素 C 含量，並與標示值比較；小學生可計算優碘的使用滴數，比較不同樣品間維生素含量的高低，了解實驗結果之再現性。另可延伸探討蔬果中抗壞血酸氧化酶的活性，製作隱形墨水，增加實驗的趣味性。

第四篇文章由劉曉倩作者介紹化腐朽為神奇的案例，分享將制式課綱的內容轉換為非制式科普活動的設計及推廣過程。本教案是「2021 年北花蓮全民科學週」之「國中組」入選教案，設計實驗探究式教學，包含電解質定義、強電解質和弱電解質差異、電解質影響豆漿等膠體溶液的沉澱現象，啟發參與者對週遭生活環境產生好奇心及敏銳的觀察力。另提供教案及實驗示範影片。

第五篇文章由謝佶霖作者介紹焰色與煙火之美的案例，分享微量焰色實驗融入教學的活動過程，設計實驗探究式教學，包含焰色反應原理、煙火組成、焰色於煙火及元素檢測之應用，從美好的生活經驗切入，結合科學原理的學習，促進學生學習科學的樂趣。本教案是「2022 年北花蓮全民科學週」之「國中組」入選教案，另提供教案及實驗示範影片。

第六篇文章由周芳妃、陳平、鄭晉哲、羅文琪、范智傑和呂家榮作者介紹亞鐵三明治-二茂鐵實驗，分享將制式課綱的內容轉換為非制式科學營隊的設計及推廣過程。本實驗設計整合 2019 年與 2024 年的「瑪麗居禮科學營」(前身為居禮夫人化學營) 實驗課程，強調綠色化學原則，使用輕便可攜式且可重複使用的器材、大量減少藥品劑量，避免產生難以處理的廢棄溶液。設計實驗探究式教學，包含 1973 年諾貝爾化學獎的代表性化合物、有機金屬化合物及鐵離子之電子轉移變化、散射現象、簡易測定裝置(積木和簡單電路元件)及定量分析原理，引導學生探究與人類文明發展相關的鐵系化合物，體驗綠色環保之實驗設計才是永續之道。

第七篇文章由江政剛作者介紹農藥殘留檢驗概念，以問題導向法設計教學流程，引導學生認識相關之新聞議題、基本知識、正當性與重要性、QuEChERS (Quick, Easy, Cheap, Effective, Rugged, and Safe) 分析法原理及技術發展，透過 PBL (Problem-Based Learning) 思考和探索相關問題，理解農藥對環境和健康的影響至關重要，提升食品安全意識，認識綠色農業的永續發展目標。

## ■ 結語

化學涵蓋日常應用之食衣住行育樂，廚房中的化學可能是大多數人的化學啟蒙，而本期文章的實作素材以食材居多（水果、豆腐、維生素等），並以食安相關的農藥殘留檢驗議題呼應之。水扮演化學反應最重要的溶劑，國小高年級課綱由探究水溶液的溶解度、酸鹼性、導電性開始，啟蒙酸鹼反應的學習；另一重要的氧化還原反應，則透過煙火、鐵化合物等具有鮮明顏色改變來引起國高中生的學習動機，顯示化學教學皆與真實問題息息相關，亦能融入對應的文化及在地特色。作者群皆具有豐富的化學研究與教育經驗，不吝分享教案、影片及實作經驗，致力於實驗設計中傳達綠色化學的永續理念——少廢棄物、低毒、節能、減量、安全及循環再利用。期待透過更多先進的教學分享，傳達給莘莘學子化學之美、探究之趣與永續之道！

## ■ 參考文獻

- 王智弘(2019)。素養導向師資培育與課綱轉化—教育 2030 的觀點。臺灣教育評論月刊，8(12)，32-37。
- 田孟心(2020年11月3日)。PISA 考題搶先看》OECD 教育主席：家長們經常想把一切都留在過去。天下雜誌。<https://www.cw.com.tw/article/5102554>
- OECD (2018). The future of education and skills: education 2030: the future we want. OECD. [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/06/the-future-of-education-and-skills\\_5424dd26/54ac7020-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2018/06/the-future-of-education-and-skills_5424dd26/54ac7020-en.pdf)
- Rychen, D. S., & Salganik, L. H. (2000). Definition and selection of key competencies. THE INES COMPENDIUM (Fourth General Assembly of the OCDE Education Indicators programme). Paris OCDE, 61-73.