

制式科學教育的 發展與省思

文／林煥祥

本「制式科學教育發展」單元著重於我國近年來中小學科學教育的課程、教學、學習、評量的回顧與展望。不管是課程設計的目標，教師專業能力及教學策略的發展，或是學生的學習及成效評量，讀者可以發現本單元各專文作者一致強調提升學習者「科學素養」的重要性。這樣的重點強調有別於以往國內偏重「知識導向」的教學與學習，轉而著重「能力與態度導向」的教、學及評量。這樣的轉變並非意味著不再重視科學概念與知識的教與學，而是期望學生能夠樂於積極參與學習並不斷提升科學探究（science inquiry）、論證（argumentation）、批判思考（critical thinking）等「能力」，且「活用」所學之科學概念、「知識」於日常生活所面臨的各種「問題情境」之中，進行分析、評鑑、反思進而做出明智的決定。換言之，情境式、生活化、能力導向、活用概念知識、以及學習興趣等關鍵字可以看成是我們制式科學教育發展的重點。這些重點與世界各先進國家及經濟合作發展組織（Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD）創辦之國際學生評量（Programme for International Student Assessment, PISA）所定義的科學素養不謀而合。為了有效達成提升中小學生科學素養的目標，本單元分別從科學課程發展與設計、教學策略改變、學習樣貌重塑、情境式能力導向評量、探究式教學專業能力精進等專文，闡述達成目標的具體方法，並以舉例方式提供給讀者參考。

針對科學課程發展脈絡，黃茂在副研究員及陳文典教授回顧近 50 年來我國科學課程發展的過程，由 1970 年代以前的知識本位課程，1970 年代的技能本位課程，1980 年代的解決問題能力課程，1990 年代到目前正在實施的能力本位課程，以及 2018 年即將實施的素養導向課程。黃副研究員強調「素養」是知識、能力及態度的整合。因此課程的改革必須同時在師資、教學、教材及評量等各方面均能同時著重並強化學生的科學知識、能力及態度的整合性學習成效與應用。文末展望未來能夠匯聚公民的創新智慧及參與，進而建立厚實的國家層級課程研發機制。

在科學課程設計、教學策略改變及學習樣貌重塑方面，藍偉瑩老師以其自身教學實務經驗，指出課程及學習歷程設計必須分析學生準備度（**readiness**）、設定擬培養的能力（為骨架）及知識（為內涵）、掌握核心概念、著重形成性評量、以及設計深度之師生互動開放式問題。另外，在教學策略及學習樣貌方面，教師不再只是知識的提供或傳遞者，而是透過提問啟動學生思考，成為討論引導者、學習促進者、概念及能力共創者。在師生互動及分組學習過程中，鼓勵學生的好奇心、想像力、科學史閱讀，積極參與科學探究實作等多元教學形式及學習樣貌。

在科學教育評量方面，林煥祥教授以 **PISA** 科學素養的評量為例，說明如何將「情境式」、「生活化」、「能力導向」、「活用科學概念」融入 **PISA** 所強調的形成科學議題、解釋科學現象、評估與設計科學探究、解讀科學數據與舉證科學證據等科學能力（**science competencies**）的評量。另外，科學素養所強調的科學學習興趣、快樂指數、自我效能、自我概念等有助於終身科學學習的態度內涵，在文中亦指出我國學生的整體表現還有進步的空間。由於我國特有的升學考試文化，考試內容深深影響全國教師之教學與學生之學習，林教授建議，全國性的國中會考、學科能力測驗、大學指定科目考試等之命題內容，應與我國之課程綱要目標一致，強調「情境式、生活化能力導向」（如探究能力、論證能力等）且活用科學概念知識的多元化評量。

在教師專業能力發展方面，許瑛珺教授針對即將實施的 12 年國民教育課程綱要中所強調的培養和提升學生主動探索能力及好奇心，指出中小學教師應加強以往較少落實探究能力、科學態度、及科學本質的教學活動。未來教師發展學科教學知識（**pedagogical content knowledge, PCK**）時，宜強調反思性實踐教學歷程、自我監控與調整教學、提供學生即時回饋、及省思優化教學能力。許教授並以其研究團隊所發展的探究導向教學為例，引導讀者設計地球科學「濕度測量」的教學活動設計，讓學生在動手做實驗的活動過程當中，同時進行系統性思考、批判、證據導向推理等科學探究活動。

林煥祥
國立中山大學講座教授