從十二年國教課綱看自然科學素養導向的探究教學

薛雅純
屏東縣隘寮國小教師

一、前言

十二年國民基本教育課程綱要（以下簡稱新課綱）即將於 108 學年度正式實施。教育部為穩定銜接新舊課綱而規劃相關配套措施，包括「編列相關經費、擴大前導學校規模、持續強化素養導向教學的專業實踐與支持、解決學校師資數不足及待增能問題、完善各項法規配套」等五大面向（黃啟菱，2017）。吳清山（2017a）認為教育影響學生極為深遠，而教育實施過程中最關鍵的人物是教師，其教學品質良窳關係到學生學習成效。因此，面對改變即將到來的教學現場，教師應積極強化新課綱的了解，而實踐其核心素養的教學活動。本文以自然科學領域為例，希冀透過領域課綱與教學理論的整理，提出符合自然科學領域課綱之核心素養導向的教學活動內涵。

二、自然科學領域的核心素養

在教育部（2015）所公布之自然科學領域的課程綱要草案中，可知自然科學領域核心素養的內涵包含：提供學生探究學習、問題解決的機會並養成相關知能的「探究能力」；協助學生了解科學知識產生方式和養成應用科學思考與探究習慣的「科學的態度與本質」；引導學生學習科學知識的「核心概念」，其中「探究能力」及「科學的態度與本質」兩個向度為各階段學生的「學習表現」，而「科學核心概念」則呈現各學習階段具體的科學「學習內容」。由此可見，新課綱重視學生對科學議題的探究能力與科學態度的學習表現，教師應讓教學現場有更多元化的課程活動（如探究教學、科普閱讀、實作活動等）以促進核心素養的涵育。

佘曉清教授也曾在 2017 年親子天下雜誌第 61 期發表過，新課綱的實踐應更加重視科學探究的教學比重，以落實培養學生的邏輯思考能力，她明確指出科學探究（scientific inquiry）包含三個步驟：形成假設⇨找出變因（即操縱變因、控制變因、應變變因）⇨設計實驗與進行操作，使學生在一連串的科學操作與探究學習下，找出實驗情境的最佳解（賓靜蓀，2017）。然而過往的實驗活動，若為照本宣科式的流程交代，學生僅是跟著教師或書本的步驟把實驗做過一遍，沒有讓學生先去預設或形成假設，也沒有深入探討實驗結果的不一樣之處，淪為死背科學知識、過程與技能，學生缺乏主動思考的參與過程，這樣的步驟式實驗根本不同於上述所指的科學探究流程。

探究教學為的是提供學生未來生活與就業的基礎能力，學生能把三個步驟確實學好有利於主動建構科學概念與解決問題。然而據佘曉清教授在 2015 年 PISA 線上問卷分析，發現國內教學現場很少要求學生自己形成科學實驗問題並進行設計與實驗，亦很

少允許學生自行設計實驗過程，此皆不利於科學探究的素養學習，遑論學生可以在未來提出問題及找出解決問題的能力（賓靜蓀，2017）。

三、素養導向的探究教學

承上論述，探究教學模式較符合新課綱自然科學領域的核心素養，在此先透過相關文獻整理出探究教學的內涵，作為後續教學實踐的基礎。

楊秀停與王國華（2007）認為自然科學的探究學習活動富含多面向的學習表現：在認知上，能使學生習得科學概念並理解科學知識的產生過程；在技能上，學生藉由實驗操作與體驗而熟知科學方法與過程技能；在情意上，學生參與實際探究歷程後能培養對周遭環境的好奇與求知的態度。他們整理出探究教學的成效包含促進和他人溝通的技能、培養學生主動建構知識的能力、學生對科學的學習有更積極正向的態度、提高學生科學知識及技能方面的學習成效。此外，根據學者的分類依據－教學者的介入程度（提供探究問題、提供解決方法、提供正確答案），探究教學被分為以下幾種不同層級（Bell, Smetana, & Binns, 2005；Hansen, 2002），依序為層級 1 的驗證性探究（confirmation inquiry）－提供問題、方法與答案，層級 2 的結構性探究（structured inquiry）－提供問題與方法，層級 3 的引導性探究（guided inquiry）－僅提供問題，層級 4 的開放性探究（open inquiry）－全由學生主導。另有融合性探究（coupled inquiry）為開放性探究與引導性探究的結合，即是學生經歷一次引導性探究後，接著由學生提出研究主題，再進行一次開放性探究。從上述內容可以發現層級越高教師介入的程度愈少，學生自主性跟著提高。然 Hansen（2002）建議探究教學的實施需要循序漸進，若未有適當練習與引導，要直接進行較高層級的探究學習會有困難，故教師應視教材內容與學生先備經驗挑選合宜的探究教學。

劉湘瑤（2016）綜合探究教學歷程與新課綱自然科學的核心素養，提出探究活動的歷程，即是發現問題；根據提出的問題執行資料的收集與分析並擬定可行的研究計畫；針對相關性的資料進行分析統整、呈現證據和推理、做出解釋、提出結論或解決方案；表達與分享，其中表達與分享的歷程乃呼應新課綱自發、互動、共好的課程理念，使探究的學習任務藉由溝通協商、合作創新而激盪出最有效的問題解決方案。

四、素養導向的教學實踐

筆者參酌上述文獻整理與相關教育思維，提出可實踐出自然科學核心素養導向的教學作為，供作參考運用。

(一) 教師共備－課程活化

隨著新課綱的推動教學現場重視共同備課，可使教師藉由共同學習的備課形式，而凝聚以探究教學做為自然科學領域的主要教學策略。共備也是教師專業對話的最佳取徑，能讓教師建立專業社群並深思：在教學前制

定哪些單元較適合融入探究教學活動？在教學中聆聽與觀察實際現場的探究教學活動，並討論教師與學生所產生的瓶頸在哪？在教學後深入探討學生在探究教學的學習活動中，發生哪些關鍵認知或行為？以作為後續修正探究教學的依據。教師能進行以上共備作為，才有可能共同面對與提升學生探究學習的自主挑戰。

(二) 教學活動－有效探究

考量探究教學層級有深淺不同，教師應審慎因應教材難易與學生經驗，分別就探究問題、解決方法、正確答案予以適配性的探究教學。所謂適配性是指在不造成學生認知負荷的情況下，施以不同自主性的探究學習。如同劉湘瑤（2016）所言，對於年齡層較低或探究能力略顯不足的學生，較適合結構性探究；引導性探究則是教師布置一個主題或方向，引起學生的問題意識，最後由學生決定具體的研究問題並且設計研究流程。開放性探究則適合探究能力較高，且興趣、動機較強的學生。

(三) 教學策略－協同合作

協同教學模式提供學生學習上更完整與充足的教學能量，透過教學分工合作，可完善規劃協同教學的探究學習活動。由於探究教學的實施多採分組進行方式，能有另一位以上的教師立即給予鷹架輔助，除了大為提高學生學習成就感外，也讓其他協同教師做出採用探究教學之改變的可能（Adams & Krockover, 1997）。黃湃翔、高慧蓮、陳淑敏與黃楸萍（2012）的研究，明確指出協同合作的教學團隊社群可有效建立教師實施科學探究的專業成長。Keys 與 Bryan（2001）的研究亦認為鼓勵教師以合作的方式進行課程改革，有助於改變教學文化並發展具特色的探究教學。

(四) 教學評量－真實實作

評量為教學的一部份，所以完整的探究教學應有符合科學探究精神的評量活動。誠如劉湘瑤（2016）所指，「實作評量」相當適合作為探究學習的課室評量。

> 藉由學生從事真實的、有意義的任務中所表現出來的各項知能，據以評定學生的學習成效。實作評量的資料來源可以包含課室觀察、計畫方案、學習目標檢核表、技能測驗、實驗報告、口語表達、論文等多元項目。（劉湘瑤，2016，頁 6）

不同的探究學習階段亦有不同的評量重點，如資料搜尋、數據解析、表達溝通、驗證研究等。

五、結語

吳清山（2017b）認為當代教育思潮已轉向致力於素養導向的推動，這是一個新教育典範的轉移（從知識本位、能力本位轉移到素養本位），故培養下一代能夠適應現在和未來社會應該具備的核心素養已刻不容緩。諸多國際評比也顯示臺灣學生習慣標準答案的解題模式，對於未確定的問題普

遍缺乏面對與探究的能力，吾人應體認及實踐新課綱中探究實作是學習自然科學的大纛，須盡早幫助學生養成主動探究的學習態度，將能扎實奠定學生面對未知問題的信心及能力。

參考文獻

■ 吳清山（2017a）。素養導向教師教育：理念、挑戰與實踐。**學校行政，112**，14-27。

■ 吳清山（2017b）。素養導向教育的理念與實踐。**教育行政與評鑑，21**，1-24。

■ 教育部（2015）。**十二年國民基本教育課程綱要－國民中小學暨普通型高級中等學校（自然科學領域草案）**。取自 https://www.naer.edu.tw/ezfiles/0/1000/attach/90/pta_9815_4838347_48681.pdf

■ 黃啟菱（2017）。全面配套，新舊課綱穩健銜接。**未來Family，特刊**，004-007。

■ 黃湃翔、高慧蓮、陳淑敏、黃楸萍（2012）。教師實務社群專業成長研究-以小學科學探究教學為例。**現代桃花源學刊，2**，47-64。

■ 楊秀停、王國華（2007）。實施引導式探究教學對於國小學童學習成效之影響。**科學教育學刊，15**（4），439-459。

■ 賓靜蓀（2017）。臺灣學生缺乏探究力，**親子天下雜誌，86**，60-63。

■ 劉湘瑤（2016）。科學探究的教學與評量。**科學研習，55**（2），5-11。

■ Adams, P. E., & Krockover, G. H. (1997). Beginning science cognition and its origins in the preservice secondary teacher program. *Journal of Research in Science Teaching, 34*(6), 633-653.

■ Bell, L. R., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction: Assessing the inquiry level of classroom activities. *The Science Teacher, 72*(7), 30-33.

■ Hansen, L. M. (2002). Defining inquiry: Exploring the many types of inquiry in the science classroom. *The Science Teacher, 69*(2), 34-37.

■ Keys, C. W., & Bryan, L. A. (2001). Co-constructing inquiry-based science with teachers: Essential research for lasting reform. *Jorunal of Research in Sceince Teaching, 38*(6), 631-645.