

科學教育是一門「學科」嗎？

林曉雯

國立臺灣師範大學科學教育研究所博士班

一、前言

科學教育關心的是科學的「教」與「學」，其內容雖是科學，但研究的對象涵蓋了人、學校及社會，而非單純的自然科學。就研究過程中使用的方法看，實驗研究法、準實驗研究法、後設分析（Meta-analysis）、人誌學法（ethnography）或自然探究法（naturalistic research）等皆襲用了教育研究的理念、方法及運作技術。因此本質上，科學教育絕非單純的自然科學，實是社會科學中「教育學」的一支。教育是一門學科早已有所定論，對於其中的一支——科學教育，研究的對象與情境十分類似，使用相同的研究法，是否能獨立成爲一門「學科」呢？實是從事科學教育、關心科學教育人士所共同矚目的問題。

二、專家學者的論點

科學教育發展的歷史極短，尚不滿百年，因此，自1980年代初期開始，科教學術界提出一連串有關科學教育的定義、理念以及是否爲一「學科」的討論（Yager, 1983, 1984, 1985；Watson, 1983；Westmeyer, 1983；Good et al., 1985；Bybee, 1987），有許多學者、專家紛紛提出不同的意見，以及學科的判定基準，並檢視科學教育發展之事實，試行說明科學教育是否具備學科的特性。

Yager 的看法

Yager（1983）在其文章“Defining Science Education as a Discipline”中談到Paul Hurd的想法。Paul Hurd認爲：科學教育最大的危機在處於建立學科正統性，以及找出研究成果具有價值、有用特性之證據的壓力。接著，Yager指出學科的合法性有一部份是建立在對科學教育這一研究領域更精確的描述之上；這種描述不僅對科學教育研究及實務賦予意義，更需建立在與人類其他領域、學科的關係之上。

由科學教育學科組成人員的特性來看，高層研究人員大多分佈於各大學，可惜約有 1/3 屬於非活躍型研究人員（發表論文不超過一篇），另外 1/3 以訓練或發展活動為主；主要研究中心內的科學教育人員中約有 2/3 視本身工作為從事培育中、小學師資，或提供教師在職進修服務。有許多的老師、督學、大學教職員都視本身為科學教育人員，却不認為科學教育是一門學科，他們依從傳統、信條或個人過去的經驗從事教育工作。

這些問題都與此專門領域的分歧有關，如研究者與應用人員、教師與督學或行政人員、學校科學與真正的科學、科學與技術、科學的暫時性與科學的絕對性、科學家與教育家、教師訓練者與大學科學教師……等等。然而，目前最主要的問題乃在於，到目前為止，尚未對科學教育這一學科賦予定義、理念，與架構。如果沒有一個理念架構，我們只能由微細或假設為正確的方式面對這些問題，而無法在理念架構之引導下，發展新的研究方式，提出新的問題。

過去許多的研究建議以科學和社會互相依存的特性為科學教育的方向，甚至更進一步指出科學教育即是研究科學與社會的交互關係。以科學—技術—社會為科學教育研究主題的最大優點，在其揭示了科學史、科學哲學和科學社會學的重要性，並為大家的努力提供一可發展的學術空間。

Yager 主張科學教育為一門學科，但科學教育至今仍缺乏一明確的核心理論，因此，Hofstein 及 Yager（1982, 1984）力主以 S-T-S 為科學教育的核心理念。但 Robert Kromhout 及 Ron Good（1983）發表的“Beware of Societal Issues as Organizers for Science Education”文章中却強烈反對，認為「以與社會有關聯的爭議性問題為動機，進行相關基礎科學的研究」才是科學教育的正道。科學教育應教授的內容是關聯結構（Coherent Structure）—科學方法的中心及靈魂，認為社會相關爭議會干擾科學教師教授科學的結構及方法，社會活動將操控科學教育，因此力主科學教育應以發展學生思考、推理能力為重心。其後一連串的論戰（Yager, 1985, Good, Herron, Lawson, & Renner, 1985; Good, Renner, Lawson, & Herron, 1985），討論科學教育的定義及 S-T-S 主題都不離此兩大主張，可見科學教育缺乏明確理念架構又急於建立共識之企圖。

Watson 的看法

然而科學教育是一門學科嗎？學科的判定標準又是什麼呢？

Watson (1983) 依據韋氏國際字典 (Websters International Dictionary) 說明 “discipline” 一字共有十義，當名詞看時，可解釋為處罰或遵循的法則；當動詞解時，包括知道 (knowing) 及應用 (applying) 法則將混亂無序事物整理為有關聯有秩序的整體。認為科學和教育二者能將模糊混亂的事物賦予關聯結構，因此用動詞檢視科學教育似乎較合適；但科學教育本身却無具體的“遊戲法則”得以將之與其他領域區分，故認為以名詞狀態，即科學教育的內涵，來檢視科學教育是否為一 “discipline” 可能更恰當。

以科學教育的內涵來看，Watson 指出若接受 Yager 主張的科學教育內涵，以 S-T-S 為科學教育的理念架構，則科學教育應屬社會科學的一支，如此一來現今之教師、研究人員、應用者勢必接受相當大的修正。這些從業人員需要有一互相認同的關聯實體。以法律為例，法律本身為一專業，經律師應用到法院處理事物，將無秩序之事整理出條理，此時法律即為一學科；同樣的科學教育透過這些應用人員決策歷程，即有可能成為一門學科。遺憾的是教育上少有類似法律的平行事實或證據，所擁有的仍只是雜亂、模糊、無序的事物，無法組成關聯的實體。

最後 Watson 結論道：欲以一己之力說明科學教育是一門學科終將徒勞無功……唯有將學科技能 (disciplined skill) 運用到不同情境中，大眾才有接受科學教育為一門學科，如同大眾毫不猶疑的接受工程為一門學科的一天。

Mestmeyer 的看法

Mestmeyer (1983) 在其文章 “The Nature of Discipline” 中以化學為例說明：化學是研究領域相當大的一門學科，包括許多次領域 (subareas)，單一美國化學協會 (The American Chemical Society) 就擁有 31 個分支，凡是與化學有關的研究、應用、商業、教育等從業人員都參加這個團體。

接著 Mestmeyer 引用 Aristotle 學科的類別：理論性學科 (Theoretical discipline)、應用性學科 (Practical discipline)、製造性學科 (Productive discipline)。說明美國化學協會涵蓋了化學領域中理論、應用、製造、教育導向的成員，凡是對化學有興趣的人員都歡迎參加這個協會。因此合理的假定這些成員不但視化學為一門學科，也視所屬分支為一門學科。氟化學為一門學科，毒物化學為一門學科，化學教育也是一門學科。

接下來 Westmeyer 歸納字典及 1982 年 “The American Scientist” 期刊

1-2 月號中談到考古地質學這門新興學科的興起理念，認為所謂的學科的定義是：

1. 一研究的領域 (a field of study) 或教學科目 (a subject of teaching) 。
2. 從業人員感到互相溝通的需要。
3. 形成非正式或正式的組織一社群。
4. 從業人員經由發表、發行，共享觀念、訊息。

簡而言之，學科之所以成為學科，主要原因是其從業人員認定它是一門學科，不需外界人士來認同其合法性，而且從業人員從事的内容也不必完全一致。教育也是一樣的，其內容也不完全一致，這一點可由許多出版物（如：A Review of Educational Research, Yearbook of the National Society for the Study of Education, National Association of Secondary School Principals Bulletin, American Educational Research Journal, Journal of Research in Science Teaching……等）看出其歧異性。

教育正如同化學一樣也是研究領域相當大的學科，內含許多不同的學科，每一個所屬的分支組織即代表一獨立的學科。在這樣的判準下，科學教育毫無疑問的是一門學科。教育學中（包括科學教育）的知識並不特別穩定，這領域是一結合應用及製造的學科，尚未有主要的理論存在。主要的研究導向為(1)應用從其他學科（包括科學、心理學、社會學）借用的理論。(2)發展範圍小而目的有限的小理論。因此當今科學教育從業人員當務之急，在放棄科學教育非理論學科的自卑心態，積極努力、累積、穩定科學教育知識，朝理論學科之方向發展。

三、個人意見

由以上的分析，我們發現，科學教育是否為一獨立的學科，依各位專家學者對「學科的判準」不同，而有不同的看法。Yager 等參與討論 S-T-S 是否是科學教育理念架構的學者們，基本上認為有了理念架構，科學教育即名正言順的成為正統學科。Watson 以「將模糊、雜亂賦予次序，組成關聯的實體」或「科學教育的內涵」檢視科學教育，都毫無結果。Westmeyer 則以從業人員的社會心理層面，說明科學教育無需外界承認，科學教育社群活動的事實已使科學教育具備學科的特質，只是未達理論性學科的境界。

在學科特性的研究方面，Schwab (1964) 提出了學科結構與三類問題有密切的關係：

1. 學科內容是什麼？它與其他學科的關聯如何？(What are the disciplines and how do they relate to one another?)

談的是有關學科分類的問題。

2. 使用什麼方法以獲得有效知識？(What methods are used to obtain warranted knowledge?)

指探討、方法、語法(syntax)上的問題。

3. 學科中引導探究的概念是什麼？這些概念如何產生不同的結構？(What conceptions of the discipline guide enquiry and how do they give rise to different structures?)

與學科實質內容有關的問題，以定義學科素材(subject matter)及範圍。

此外，Eggleston (1971)也列出學科特性的七大組成成份：

1. 目的及現象：每一學科具有其從業人員所強調的目的及現象。
2. 問題：每一學科從業人員所提出的問題的種類，包括“What Question”指出觀察、感覺、測量、解答的對象，及“How Question”，即假設事件間關係，如因果關係的建立。
3. 技術：尋求上述問題時使用的理念、過程、方法及運作的技術。
4. 概念：每一學科從業人員正在發展或經常使用的概念，通常都具有其獨特性，是從業人員溝通時為避免複雜敘述的代碼，或為該學科結構內容的一部份。
5. 知覺綱領(Perceptual Schema)：從業人員由其知覺經驗形成的結構化知識體系，使專業人員與普通人在接受相同的知覺刺激下，進行不同的描述，進而考驗其符合程度。
6. 溝通方法：包括用以溝通的字彙、語詞、句型、命名、分類，甚至數學語言、圖形、方程式等。
7. 美學特性：每一學科皆有其獨特，關於美學的敏感性，使學科趨向完美、崇高境界。

個人認為依據以上判定基準來檢視「科學教育」是否具備學科結構更恰當，我們發現科學教育繼承了教育學科的特質，本身不具備綜合理論，與教育學相比較則科學教育的範疇較教育學狹隘，且知識特性又不比藝術教育或英語教育穩定；又因其研究目的尚未得到共識，概念綱領正處建立階段，研究過程中使用的方法，大體而言，並非科學教育所獨有，更無獨特的語彙與美學特性，因此，到目前為止科學教育只能說是一學術研

究領域，實未發展成一成熟的學術學科。

科學教育雖然如前述，還不能算是一門結構嚴謹的學術學科，但不可否認的，正有許多的學者投注大量時間與心力，試圖在面對相同學生、類似情境、同樣的研究方法，經由學生學習內容的不同，予下列問題一適當的解釋或回答。

1. 科學教育的目的是什麼？

目前看來要求得滿意的答案可能要從哲學的理論及方法下手，包括科學教育的本質、科學教育知識結構等問題。

2. 科學教育的起源為何？它是如何轉變為今天的型勢？

回答這樣的問題需要歷史，有時還需要人類學、比較方法學方面的素養及訓練。

3. 科學教育運作情形如何？如何才能運作的更好？

到目前為止，回答這些問題的最好答案可能來自受過良好行為科學、社會科學訓練的人員。

科學教育雖不如其他成熟學科一樣具備 Schwab 及 Eggleston 所列之學科結構特性，但在從業人員社群活動頻仍，雜誌、文獻不斷發表的現象來看已粗具學科輪廓。科學、技術發展一日千里，科學、技術資訊的掌握將成為下一世紀影響社會、人群最大的籌碼。如何教育學生具備科學素養迎接未來的社會正是科學教育界最大的課題，同時，大家有志一同，齊心建立「科學教育」的「學科」特質，實是最有價值的決定。

四、參考文獻

- Eggleston, J. (1970). Biology. In R.C. Whitefield, Discipline of the Curriculum. London: McGraw-Hill.
- Good, R., Herron, J.D., Lawson, A., & Renner, J. (1985). The domain of science education. Science Education, 69(2), 139-141.
- Good, R., Renner, J., Lawson, A., & Herron, J.D. (1985). Two views on science education. Journal of College Science Teaching, 14(3), 155.
- Hofstein, A., & Yager, R. (1982). Socetal issues as organizers for science education in the 80s. School Science and Mathematics, 82(7), 539-547.

- Kromhout, R., & Good, R. (1983). Beware of societal issues as organizers for science education. School Science and Mathematics, 83(8), 647-650.
- Schwab, J.J. (1964). Structure of the disciplines: Meanings and significances. In G.W. Ford, & L. Pugno (Eds.) The Structure of Knowledge and the Curriculum. Chicago: Rand McNally.
- Watson, F.G. (1983). Science education: A discipline? Journal of Research in Science Teaching, 20(3), 263-264.
- Westmeyer, P. (1983). The nature of discipline. Journal of Research in Science Teaching, 20(3), 265-270.
- Yager, R.E. (1983). Defining science education as a discipline. Journal of Research in Science Teaching, 20(3), 261-262.
- Yager, R.E. (1985). In defense of defining science education as the science/society interface. Science Education, 69(2), 43-144.