

科學史與科學教學

(恭賀 吳大猷先生九秩大壽)

劉廣定

國立臺灣大學化學系

大約在十九世紀的後期，一些歐美國家的大學課程裡已有了科學史科目。二十世紀的初期，科學史教材漸有融入一般課程的趨勢。以美國的化學教育為例，由於曾三任美國化學會會長(1895,1921,1922)，1911-1920年為賓州大學校長的Edgar F. Smith等大力提倡(註1)，不少中學化學教科書也採納了化學史的教材。一九四零年及五零年代的中學及大學科學教科書裡多有相當份量科學歷史的內容。但約從一九六零年代起，這方面的教材開始不受重視而逐漸減少。雖然科學史與科學教育的學者都一直不斷地呼籲，效果並不彰顯。直到近年來在美國和其他一些國家科學教育工作者極力推動下，1989年首次「科學教學中的科學史與科學哲學」(The History and Philosophy of Science in Science Teaching)國際會議在美國舉行。第二屆於1992年在加拿大舉行時改稱「國際歷史，哲學與科學教學會議」(International History, Philosophy, and Science Teaching Conference)，第三屆則於1995年又在美國舉行。預計以後每三年將舉辦一次。一些國際性有關科學教育的期刊中常有相關的論文發表(註2)，也有不少專書出版(註3)，已成為科學教育研究發展中獲得認同的一個方向。1993年美國科學促進會主導推動的2061科學教育改革計畫結論中，明列「歷史的關聯」(Historical perspectives)為「全民科學」十二項教學標幟(benchmark)之一(註4)，可見科學在科學教學之地位已受肯定。

我國最早注意科學史重要性的大概是丁緒賢先生(1885-1978)和張子高先生(1886-1976)。丁先生留英返國，民國六年起曾先後執教於北京高等師範學校及北京大學化學系，並開始講授化學史。十四年北大出版社出版所著《化學史通考》一書，是中國人自撰的第一本化學史書籍(註5)。張先生留美返國後，自民國五年起執教於南京高等師範學校。民國十年春季為教育科學生開「科學發展史」，其講稿由學生整理編成《科學發達略史》一書，民國十三年中華書局出版(註6)。王雲五先生(1888-1979)自民國十年底主持商務印書館編譯所後，出版了多種科學史的書籍，從中學到大學程度的都有(註7)。他請鄭貞文先生(1891-1969)主編的「少年自然科學叢書」(註8)中，也有不少是講科學發明及發現經過的故事。其他如中華書局、正中書局、開明書店和中國科學社等，都出版過有關科學

史的專門及通俗讀物，對本世紀前期中國科學教育的普及與推展，甚有助益。不過當時在其他大學裡，開設科學史課的並不多。

民國三十八年以後，兩岸分治。大陸方面曾對科學史及技術史的教學甚為重視。中學教科書常含有相當份量的教材，大學裡也普遍開設相關課程。師範校院更一度訂為必修科目。台灣方面，民國五十年代到七十二年以前，中學的科學教科書係依英、美資料編譯。由於英、美教科書已多不重視科學史，很多我國的教科書也隨之簡化。民國七十二年後國立編譯館的「統編本」教科書，其課程標準仍是仿倣美國、日本，故「科學史」亦遭忽視或只是聊備一格（註 9）。大學裡因多使用英文教科書，故也發生同樣現象。一九六零年代以後，專門科目中科學史成分漸少，教師上課也多略去不講。在大學開設「科學史」的只是少數，而其中除了少數的學系外，一般多是零星式的簡介，欠缺整體概念之介紹，也少有理工科系學生修習。近年來情況則漸好轉：台灣師大、高雄師大和彰化師大的科教研究所都開了有關科學史的選修課。科學月刊社與張昭鼎紀念基金會曾在民國八十三年四月二十四日合辦「科學史、科學哲學與科學教育」研討會。台灣師大科教研究所也於八十四年五月二十三日舉辦研習會，邀請澳洲 新南威爾斯大學的 Mathews 教授主講如何從科學史來教科學。另外還有一些科學教育學者也已積極從事有關的研究，並有成果發表（註 10）。

倡議科學教學中採用科學史教材者，都提出過種種不同的理由。傅麗玉教授曾歸納各家說法，以運用科學於科學教學有如下的九項功能：（註 11）。

- (一)兒童科學概念發展與科學史的發展類同
- (二)科學史可以使科學教育具人文思想之文化價值
- (三)科學史使學生了解科學對人類生活的貢獻
- (四)科學史有助於學習科學方法
- (五)科學史有助於培養良好的公民
- (六)科學史有助於學生對科學本質的了解
- (七)科學史用於教學中是使科學傾向與非科學傾向的學生從不同的觀點來看科學的不同面
- (八)科學史可幫助學生學習科學觀念
- (九)科學史可滿足學習認知的需要

但其中有可商榷之點，例如有人質疑「兒童的科學概念發展類似科學史發展過程」說法的正確性（註 12）。另外也有可補充者，如某些大陸學者認為「科學史是有助於歷史唯

物主義觀點的教育」(註 13)；而美國 2061 計畫結論包括「歷史的關聯」的兩個理由之一，是認為科學發展史中某些片段，在西方文化傳承中有無可倫比的重要性(註 14)。

科學史在科學教學中有何重要性呢？要回答這個問題宜從科學教育的目標談起。現代一種流行的說法是「認識科學」(Science Literacy)，上文所述美國科學促進會推行的「全民科學」(Science for All Americans)即為認識科學列出十二項「教學標幟」。但是他們所謂的「科學教育」包括科學、數學和技術(technology)的教育，目的在幫助學生養成成為會關心他人、有能力思考自我與面對未來的人類所需要之領悟力與思維習慣。讓學生具備能力，會經深思後與同胞共同投入以建造及維護一開放、富裕與有活力之社會(註 15)。拙見以為這或許是全人類的理想，但稍嫌遙遠也比較抽象。對我國現階段科學教育而言，吳大猷先生二十年前揭舉的目標，仍是最能令人服膺的。吳先生說：

「在國民中學及高中階段，科學教育的目標係啓發學生求知興趣，引導其了解科學的基本觀念、知識及方法，訓練其養成研索習慣及邏輯，審別的態度及能力。俾繼續習科學者有一良好的初步基礎。其不習科學者亦得一個現代國家公民所應有的基本知識，及對科學方法意義的認識。」(註 16)

故將依此目標，說明科學史在科學教學中的必要性。

依照吳先生對科學教育目標的定義，國中和高中之科學教學所採用的方法應考慮(一)是否能激發學生學習興趣？(二)是否能引導學生獲得正確的觀念和知識？及(三)是否能培養學生使用科學方法的能力？多年來淺見一向以為在中學科學教科書裡適度納入科學史的教材，應有助於上述科學教育目標之達成。兩年前，著名的物理化學家，加拿大 渥太華大學名譽教授 Keith J. Laidler 也曾感嘆當今科學家輕視科學史之不當。他認為科學史中很多方面都極為有趣，教師從歷史發展角度教學容易激發起學生對科學的熱情。更重要的是從歷史背景可使我們更深入地了解科學的主題，而最重要的一點是讀科學史比其他方式可以教導我們學到更多的科學方法(註 17)。Laidler 教授和吳大猷先生的觀點正相契合，所以將就此三點略加闡述：

(一)引發興趣——科學之發明與發現經過不乏有趣故事，若能生動地講述應可引起學生興趣。一些簡易的「仿古」實驗，配合現代的檢驗及測量方法也可增加學生對相關課題的好奇與認識。例如從約二十年前起，迄今都有人提出讓學生模仿中古歐洲鍊金家實驗的建議(註 2, 註 18)。但是對於我國學生來說，可能會因文化的認同而需要採用一些中國的例子，如《參同契》或其他《道藏》中丹書所述者，才能引起興趣。

(二)了解科學——科學事物的發現與發明，科學原理之建立，常非一蹴可幾或不期而遇。

一般須經不斷修正、充實，也常需藉助於其他科學或技術的成就才能更趨完整，日新又新。因此，從科學史的角度說明經過，例如從質量守恆定律到道耳吞原子論及從真空放電到原子結構，將比直接陳述結論會讓學生獲得更為完整而深入之了解，也不會對科學產生難以捉摸或乃因運而生等錯誤觀念。

(三)科學方法——「以古為鏡」不僅是「可以知興替」（註 19），從歷史上科學發展的實例來說明現象、解釋成因，更是學習理解科學方法的上好素材。如 Linus Pauling 教授的名著 *General Chemistry* 中所描述早年 Ramsay 和 Rayleigh 在空氣中發現 0.94% 氫的經過（註 20），其內容淺顯易懂，若用於中學教學，應是一極佳之例。另如 James B. Conant 教授曾選擇一些科學史上重要的實驗做為大學的教材，讓學生親身體驗前人的成功與失敗以學習科學方法與經驗（註 21），似也可適當挑選幾個用在高中的科學教學上。

就教學效果而言，國外已有不少成功的實例（註 22）。在國內，據周進洋教授告知最近在高雄師大進修的高中教師嘗試過並得到良好結果（註 23）。然而，當前推動科學史於科學教學，除須配合課程標準及另編教材外，最大的問題是甚多年輕一代的教師本身即缺乏科學史的背景知識。其實上文所述的三點重要性，除中學生外，同樣也適用於大學生。不過，十年來的多數大學生在學時就沒學過正確的科學史，也少從科學史教材中得到相關的啟發。很多人不認識科學史的重要性，也不知道從科學史角度教學的優點。因此，他們成為中學或大學教師後，就很少願意用科學史來教學，或很少知道如何正確地講授科學史有關的教材。即使教科書中有關於科學史的部分，不是輕忽帶過，就是叫學生背幾個人名，甚或編造一些繁複的題目來為難學生（註 24）。若未來的「課程改革」是由這樣的教師和一些不懂科學的「課程專家」來主導，恐怕科學史教材不是聊備一格，就是消聲匿跡，愈來愈不為人注意了。

竊以為真正懂得科學的人都知道科學史對科學進展的重要性，真正了解科學教育的人也都知道用科學史於科學之優點。未來的科學教學是否應適度採用科學史教材，未來的科學教師是否應要求其備一定程度的科學史的知識，都值得關心科學教育者深思。謹不揣簡陋提出淺見，旨在拋磚引玉，並請高明指教。

註 釋：

1. 例如：E.F. Smith, *Journal of Chemical Education*, 2, 533 (1925).

2. 最近的例子，如 M. Yu. Rodygin and I. V. Rodygin, *Journal of Chemical Education*, 74, 949 (1997)

- 3.例如：(a)M. Shortland and A. Warwick (ed) "*Teaching the History of Science*," Basil Blackwell, 1989. (b)M. R. Matthews, "*Science Teaching: The role of History and Philosophy of Science*." Routledge, 1994.
- 4."*Benchmarks for Science Literacy*," pp. 237-259, Oxford University, 1993.
- 5.此書之增訂版民國 25 年由商務印書館出版，1989 年上海書店據之影印，列入「民國叢書」第一編。
- 6.1989 年上海書店據之影印，列入「民國叢書」第一編。
- 7.例如：「萬有文庫」的《物理學名人》（周昌壽編），《化學名人傳》（沈昭文譯），「大學叢書」的《科學與科學思想發展史》（任鴻雋、李珩、吳學周譯）。以上各書均曾在臺灣重印。
- 8.此叢書於民國五十五年在臺曾再版。
- 9.例如現行本「國中理化」最初編輯時按課程標準只有道耳吞原子論，而缺少背景的敘述。但吳大猷先生認為不妥，指示編者加入質量守恆定律，定比定律，倍比定律等內容。
- 10.例如，洪振方，高雄師大學報，第八期，237 頁，民國 86 年。
- 11.傅麗玉，載《化學教育面面觀》165-193 頁。臺灣師大中等教育輔導委員會。民國 85 年。
- 12.H.Siegel, *Philosophy of the Social Sciences*, 12, 375 (1982)
- 13.陳耀亭，《化學教育文集》，56-63 頁，中國勞動出版社（北京），1992 年。
- 14.註 4，237 頁或註 15，145 頁。
- 15."*Science for All Americans*," Oxford University, 1990.
- 16.吳大猷，民族晚報，民國六十五年六月五日。亦載吳大猷：《科學與教育》，121-133 頁。
- 17.K.J.Laidler, *Accounts Chemical Research*, 28, 187 (1995).
- 18.A.T.Schwartz and G.B.Kaufmann, *Journal of Chemical Education*, 53, 136; 235 (1976).
- 19.劉鯨，《隋唐嘉話》。
- 20.L.Pauling, "General Chemistry," 2nd Ed., Freeman, 1953
- 21.J.B. Conant, "Harvard Case Histories in Experimental Science," Harvard University, 1957.
- 22.例如：(a)S. G. Brush, *Interchange*, 20:2, 60 (1989).(b) M.R.Mattews 民國 84 年 5 月 23 日在臺灣師大研習會中報告。
- 23.周進洋，私人通訊。
- 24.例如『國中理化』之有關定比定律，倍比定律部份。