科學教育學刊
1994, 第二卷第一期, 39-53

EJ51-1994-39

職前中學化學教師之科學與化學概念探究
—— 個案研究

段曉林

國立彰化師範大學科學教育研究所

(投稿日期：83年2月23日，接受日期：83年4月20日)

摘要：本研究的目的在以個案研究之方法探究一班職前化學教師對科學與化學的看法，以了解這些職前教師對於科學與化學的看法是否符合當前科學教育的潮流。由於科學教育的發展隨時代的不同與科學哲學的演進而有所改變，其目標由重視學科知識傳授，絕對客觀的科學方法，到現今注重科學是具有道德與倫理上價值判斷的科學，科學與科技和社會是密切的結合而不可分開的。職前化學教師是傳播科教方針的重要媒介，因此了解職前化學教師對科學與化學的看法將有助於科學教育學者體認一些現況，以做爲改進未來科學教育師資培育課程之奠石。

本研究採質的研究法，利用開放式問卷與訪問收集資料。參與者爲一班化學系學生 (27名)。資料的分析採用開放式編碼的建立與不斷的歸納與比較，以建立類別。結果以主張(assertion)配合學生回答之方式呈現。

研究結果顯示，職前化學教師對於科學的看法認爲科學是一種知識，過程，且必須是客觀的，有系統的。對化學的看法皆認爲是研究物質結構與變化的一門學問。兩種看法皆屬於傳統科學家或化學家眼中的科學——一門嚴謹的學問，而此種看法亦較偏向於過去的邏輯實證主義的觀點。本文建議在日後的職前理化教師教育中加強準化學教師對於科學與化學的看法著重科學是具有價值判斷的，科學不是獨立於生活之外的一門學科，它是與科技和社會密切配合的，換言之與生活息息相關。以便日後教學時，協助學生接納科學並應用科學於日常生活當中。

關鍵詞：化學看法、科學看法、職前科學教師

壹、緒　論

由於科技進步，文明發達，人類的日常生活與科學有密切的關聯，如何使全民了解，運用與重視科學一直是科學教育從事者所努力的方針，此方針亦隨歷史中人

註：本篇論文曾發表於台灣省第二屆教育學術論文發表會，新竹師範學院，民八十年六月。

類對科學看法的不同而有所改變。

回顧人類與科學的關係，由早期認爲科學是人類對抗自然環境的經驗累積，演變爲中期由於工業革命，大海航行與文藝復興的發達，人類漸漸強調以實驗爲基礎以建立出之客觀的有系統的科學知識 (潘永祥等，民 79) 。至二十世紀，由於科技的迅速發展，加上杜威學者主張科學方法與科學知識應受到同等重視，蓋聶 (Gagne, 1983) 強調科學過程的重要性，因此科學過程技巧的了解與傳授便成爲強調的重心。

各時代對科學看法之不同亦反應在科學教育目標上，如從早期著重科學知識的傳授到重視探討科學歷程，發展並重視科學方法。而今日的科學教育目標更希望培養學童多元化的科學智慧和價值判斷的態度，以便增加其解決問題的能力，進而達到科學，科技，人文社會三位一體的最高宗旨 (歐陽鐘仁，民 77) 。當然這包含了學童理解科學知識，學習科學技能，用科學方法解決問題，養成科學態度與精神，最後理解科學的本質與其對社會的關係 (鍾聖校，民 79) 。

科學教師扮演著重要的文化傳遞角色，他們傳遞最新的科學目標與理念給學童，使學童了解何謂科學與科學的重要性。而許多研究報告指出教師對科學之信念 (belief) 或概念 (conceptions) 常影響其教室內的教學 (Brickhouse, 1989; Duschl & Wright, 1989; Elbaz,1981; Tuan, 1991) 有鑑於此，若能了解科學教師本身對科學的看法則有助於掌握科學發展方針與師資培育改進之道。

本研究動機在探究職前化學教師對科學與化學的看法以便了解是否符合當前的科教方針。研究職前科學教師的目的在於探究當準教師接受所有屬於科學學科之科目之後，他們對科學的看法到底爲何。另外由於參與者皆以化學爲主修而化學是科學的一部份，故對化學的看法亦在探究之中。研究之目的是使科教學者能了解職前科學教師的想法作爲明之科教發展之奠石。

貳、文獻探討

有關科學一詞的定義衆說紛云，歐陽鍾仁 (民 77) 摘要實驗科學家與經驗學派的看法，前者認爲「科學是由實驗與觀察的結果中，所獲得的各種相互關聯的結果」(第二頁) ，而後者認爲「科學不只是全部的事實以及原理的集合，同時更必須是一套有系統，有組織且有目的的尋找問題和回答問題的方式」(第三頁) 。

事實上對於科學的解釋可由不同的哲學觀方面探究， Abimbola (1983) 指出，目前科學哲學有兩大流派，一爲邏輯實證主義，另一則約爲 1960 年代後逐漸形成的

所謂“新的”科學哲學；此二流派互相抗衡。邏輯實證主義認爲理論是建立在客觀的觀察之上，而觀察所得的結果經由歸納法可得到理論，因此理論無法影響觀察。由於此種歸納法是絕對的公正、客觀，可跨越學科內容與觀察者，因此其所產生的知識被視爲是絕對的眞理，亦即過去，現在甚至未來的科學知識將永遠保持一致，互相不抵觸 (Ellington, 1983；郭重吉，許玫理，民 81)。Fisher (1983) 批評蓋聶 (Gagne) 所創導的科學過程技巧著重於觀察，收集事實 (facts)，分析與分類事實，推論演繹事實與再驗証所推出之假設。這一連串的科學過程深受經驗主義與歸納法 (induction) 的影響。因經驗主義強調個體需經由“經驗”周遭的環境以獲得有意義的知識。而歸納法著重所謂的探究 (inquiry) 乃始於觀察，而後系統的處理資料，歸納所得之假設，再試驗假說等一連串過程，這種探究強調客觀的觀察與歸納分析所得之資料。

Abimbola 所謂“新的”科學哲學則與 Nussbaum (1989) 所提出的建構主義相同。在此“新的”科學哲學或建構主義中 Popper 與 Kuhn 經常爲人所相提並論，因爲兩者對科學知識發展強調動態過程遠勝於其邏輯的結構，科學知識並非累積的成長，理論與觀察之間緊密的纏連，理論已成爲解釋所觀察到的現象，而非經由歸納法所得到的結果 (Nussbaum, 1989；郭重吉，許玫理，民 81)。Fisher (1983) 根據 Kuhn, Toulmin, Brown 和 Papineau 的見解認爲科學並非絕對的客觀而是由已存在的概念驅動 (conceptual driven) 所至，亦即科學是一連串假設的推論而非假設的演繹。換言之，科學家在做任何探究之前先由其概念化的知識形成假設，而後在決定用何種的方法作研究，該收集何種資料。因此他特別強調個體已具備之概念化的知識是科學探究活動之先驅，而非個體被動的將觀察所得的結果做歸納。Cleminson (1990) 也認爲人是世界的一部份，人與所觀察研究的事物不可分開，因此科學家主觀的選擇並決定有效的科學方法來研究與了解自然。

Abimbola 綜合晚近的科學哲學家，如 Toulmin, Bronowski, Feyerabend, Lakatos, Polanyi 等對於科學看法的相同點：(1)由於我們感官所察覺到的訊息主要以本身具備的知識、信念和理論爲基礎，故此觀察和理論實不可分；(2)科學家是在某些他所接受的派典，預先做的假定，或研究計畫下進行研究；(3)科學上的問題及最終的判斷由科學社群 (亦即遵守同一種的派典的人群所決定)；(4)科學的主要核心是不斷的研究和批判；(5)科學包含常態的與革命的科學兩個階段，前者科學家們是以共同的派典進行研究。但適當科學家所收集到的異常現象愈來愈多時，必須有新的

理論出現替代舊理論以便解釋這些異常現象，此即所謂科學革命；(6)由於科學派典的不相容性，因此觀察所得的數據在科學革命的前後並非保持不變 (郭重吉，許玫理，民 81) 。 Nersessian (1987) 指出“新的”科學哲學家認爲其較邏輯實證主義學說更瞭解眞正的科學，他們對科學所擁有的共同信念是認爲其爲個開放的、持續不斷的活動，科學根源於人類日常生活的環境、需求、方法和概念等等。

美國科學促進會 (AAAS, 1989) 在 2061 研究計畫中對科學本質的介紹可反應晚近科學哲學觀點的精華，郭重吉、許玫理 (民 81 ，第 549 、 550 頁) 根據此份報告摘述科學的世界觀、探究活動和事業三方面的特質。就科學的世界觀而言：自然界是可加以理解的，科學觀念不是一成不變的，科學知識是相當耐久和經的起時間的考驗，科學並不能對所有問題提供完整的答案。就科學探究活動而言有以下之特徵：科學對證據的要求；科學是邏輯推理和想像的合成物；科學具解釋和預測的功能；科學家試著確認和避免他們的偏差；科學不是權威式的。對科學的事業而言：科學是複雜的社會活動；科學以其學科內容加以組織並在許多不同的機構進行研究；在科學的行爲上有一些普通被接受的道德規範。

由上述科學哲學的改變亦可反應到科學教育的目標。郭重吉、許玫理 (民 81 ，第 534 頁) 引用 Hofstein 和 Yager (1992) 的報告指出在 1960 年代的科學目標如：科學是爲了拓展知識和說明的方式傳授，科學被視爲不具價值判斷之實驗上的科學，科學需線性思考及強調探究技巧，科學教育的目的是爲了培育未來的科學家和工程師等，科學教學目標侷限於各學科之內等。可看出深受邏輯實證主義的影響。而在 1980 年代之後，科學教育的目標則強調認識當前的社會問題，科學教育目的是爲了培育未來據科學素養的公民，著重科學—科技—社會三者的互動，認爲科學是帶有價值判斷等項目。例如 AAAS (1989) 以提昇全民的科學素養亦即對科學、科技以及教學本質的體認，爲未來科學教育的目標。

郭重吉、許玫理 (民 81) 由晚近科學哲學觀點的演進探討科學教育的過去與未來，指出科教的發展應有合適的科學哲學基礎，而此種基礎的建立必須是針對特定問題的需求，經過許多專家學者共同參與，由衆科學哲學觀中經多方的考慮、評估、擇優採用，以便達到截長補短相輔相成的效果，而選出之科學哲學觀亦須不斷的加以修正以反映問題之需求。對於未來的科學研究則建議發展符合建構主義理念的科學課程和教材，增加教師對科學本質的瞭解以及合適的教學能力等方針。

有關教師對科學的看法，有下列之文獻結果。郭重吉、許玫理 (民 81) 綜合

Hodson (1988) 教師對科學本質的瞭解指出：許多科學教師對科學的觀點仍保守過去二、三十年前科學哲學家所持之歸納主義觀點。而許玫理 (民 81) 利用問卷調查法調查台灣省國民中學自然科學教師所持有之科學觀點之類型及分佈情形，調查的重點之一爲教師的科學哲學觀點，如科學的方法，觀察的本質，科學知識發展的組型，科學與非科學知識的判斷，科學知識的地位和科學企業的形象六層面。結果顯示科學教師在除了“科學知識的發展組型”層面，亦即科學知識是如何形成的，叫支持巴柏的演化觀點，換言之，「新知識彌補舊知識的不足，修正舊知識的錯誤」(p.13) 而在其他層面皆以邏輯實證主義佔多數。

在質的研究方面則有 Brickhouse (1988, 1989) 探究三名中學教師所持之科學觀與此觀點如何影響其教授理化課，此三名科學教師的科學哲學觀包含有從百分之百邏輯實證主義觀點到混合此觀點與建構主義的觀點。另外在 Tuan (1990) 的論文探究三名職前科學教師的教學信念當中，三名教師並無特定的科學哲學觀點，有的僅是一些片段的科學概念，認爲科學是一種過程，科學應與生活及社會相結合。

總合以上的研究，研究者認爲以一班的職前化學教師來探究其對科學與化學的看法，或許能讓科教學者深入的瞭解職前化學教師對科學及其學科領域的看法爲何，做爲日後科教師資培育改革方針之參考。

參、研究方法

本研究採質的研究法 (Bogdan and Biklen, 1982)，以便能深入了解職前中等科學教師對科學與化學的看法。資料的收集乃針對某師大化四學生在第一學期教材教法的第一堂課課後，指定學生作業寫出何謂科學？何謂爲化學？於隔週交回。在此之前任課教師不斷鼓勵學生用自己的話來表達個人的看法，不需查任何資料或翻課本找出專家的建議。當資料收集後再從中挑出四名作答詳盡學生作開放式訪問以確認與深入瞭解其紙筆作答所陳述之意義。

肆、資料分析

資料之分析採用分析歸納法與比較對照法。第一步驟：作者瀏覽所有學生 (二十七名) 的回答，而後寫下自己的心得做爲日後呈現主張的參考。例如，經過第一次閱覽所有資料之後作者寫下“學生遵從權威，科學過程技巧與科學知識是常見的答案”。第二步驟：建立開放式編碼 (open-coding)，亦即寫出所有作者認爲相關的片

語或短句，以便反應原始資料。例如，作者經由資料分析寫出過程中心，知識中心，硬性的等編碼 (codes)。第三步驟：不斷的比較與對照 (compare and contrast) 編碼與資料而修正編碼以便整體反應原始資料。最後將修正後的編碼再與原始資料配合分類出一些主張 (assertion) 以便呈現所分析之資料。除了上述方法之外研究者再由不同的角度地毯式的分析學生對科學的定義而後計算出現字眼的頻率並將這些字句歸納於數項類別 (如對科學的形容，達到科學所用的方法，科學的內容，科學定義來源，科學的目標與範圍等)(見表一)，另外對化學的觀點也依照上面的方法分類 (見表二)。上述兩種表格的目的在強化研究所提之主張，使其更具說服力。

在質的研究中信度的解決之道在於使用三角交叉法 (triangulation method) (Denzin, 1970)，簡言之，即不同的人，用不同的方法收集與分析資料以確認所得到發現的一致性。本研究是採用開放式問卷收集法與訪問法收集資料，並用不同的角度分析資料，最後所得的結果再由他人閱讀並與原始資料驗証，以便確定所得的結果能反應 (reflect) 出原始資料的全貌。至於效度問題則由所呈現主張 (assertion) 直接舉例 (quote) 學生的回答，使讀者能判斷所得結果是否眞實符合資料所示。

伍、研究發現

表一、科學概念分析資料

㈠對科學一詞之定義所用的形容與出現的頻率。			
有系統	9 次	有效率	2 次
事實的	9 次	分類的	2 次
有組織	5 次	準確的	2 次
客觀的	5 次	可預期的	1 次
有憑據	3 次	敘述的	1 次
有結果	3 次	連續的	1 次
合邏輯	2 次	可重覆	2 次
㈡對科學一詞之定義所用有關過程(process)的字眼與出現的頻率。			
演繹與推論	7 次	邏輯思考	2 次
了解，解釋	3 次	創造發明	2 次

(續表一)

驗証	6 次	實驗過程	1 次
提假設	3 次	歸納	1 次
探討	3 次	組織	1 次
觀察	3 次	記載經驗	1 次
研究分析	2 次		
㈢對科學一詞之定義所用有關科學內容的字眼與出現頻率。			
了解追求根源，		原則，法則	2 次
眞相，眞理，原由	16 次	知識	8 次
研究物質	1 次	相連原則	1 次
現象與其變化規則	8 次	研究人類社會	1 次
精神，態度	5 次	思考方式	1 次
定律，定理	4 次	理論	1 次
學問	3 次	組織知識	1 次
科學方法	3 次	高深道理	1 次
概念	2 次	能量現象	1 次
研究方法	2 次	主觀之說	1 次
智慧之學	2 次		
㈣對科學一詞之定義標明來源與其出現頻率。			
個人見解	6 次	中國古語	1 次
字典與書籍	4 次		
㈤對科學一詞之定義標明範圍與其出現頻率。			
人文，社會與自然	5 次	理論與應用	1 次
人與自然	1 次		
㈥對科學一詞之定義註明與人的生存方面有關字眼與其出現頻率。			
造福人類	1 次	科學與文明	1 次
使生存更好	1 次	進步的代表	1 次
使生活變好亦變壞	1 次	文化演進歷程	1 次

表二、化學概念分析資料

㈠對化學一詞之定義所註明的方法與其出現的頻率。			
實驗爲主	5 次	証明	1 次
化合	2 次	觀察	1 次
探討	1 次	分析	1 次
㈡對化學一詞之定義所註明的內容與其出現的頻率。			
事物，物質之變化	12 次	化學家關心之事物	1 次
物質組織，構造	8 次	物質不可逆變化	2 次
物質特性	7 次	經驗科學	1 次
物質反應	4 次	變化結果	1 次
能量改變	4 次	推測新事物	1 次
物質	3 次	變化結果	1 次
物質狀態	3 次	電子雲的變化	1 次
變化原由	3 次	微觀現象	1 次
變化之學	2 次	電子分子個性之學	1 次
變化條件	2 次	物性化性	1 次
有機無機，		原子，電子	1 次
物化，分析	1 次	學科	1 次
㈢對化學一詞之定義所註明的形容與其出現的頻率。			
活的	1 次	魔術	1 次
多變化	1 次	意想不到	1 次
㈣對化學一詞之定義所註明的與人的生存有關之詞與其出現的頻率。			
改變環境	1 次	與生活相關	1 次
破壞環境	1 次		
㈤對化學一詞之定義所註明來源與其出現的頻率。			
個人見解	4 次	書	1 次
字典	1 次		

一、依據資料顯示，職前化學教師(以下簡稱準老師)對科學一詞的定義有下列的看法：

㈠大部分的準老師仍用偏向邏輯實證主義觀點之用語來定義科學，而非一般的生活用語。

這可由參與者對科學定義所用的形容詞皆較嚴謹，如有系統的，客觀的，事實的等字眼，無人使用生活化或人性化的字眼形容科學(見表一)而知。

或許受了長期純科學的薰陶，大多數的準老師對科學一詞的概念較偏重於科學家所謂的有系統有組織的知識，而較忽略用學童的眼光認爲科學是有趣的，奇妙的等字眼來看科學。以下引証參與者之回答作爲例子：

S1：…科學是著重客觀的邏輯推理，循著某種嚴密正確的程序，來求得事實眞相。

S2：它是一種研究自然現象，經由實驗與觀察，所獲得合乎邏輯的有系統的知識，若再經進一步的實驗與觀察，則可能又可得到新的結果。

㈡對於科學的內容而言，絕大多數參與者認爲科學是追求眞理、眞相、與規則，亦即認爲科學是一種知識，其次才有人認爲科學是一種態度或研究方法。

由表一可看出參與者對科學內容的看法，許多人寫出了解自然的眞相與法則，事實上絕大多份的發現與眞相是屬於知識領域，故準教師認爲科學是一門知識所佔的比率遠較認爲科學是一種方法或態度來的多(見表一)。例如：

S3：在其廣義指有組織，有系統的知識。

S4：是經過事實的驗証，有憑，有據，有結果，而非胡亂臆測的學問稱之科學。

S5：用實驗或測驗所得來的結果。

註明科學爲一種態度的例子：

S6：科學是一種對事物的客觀態度，使我們以最省時省力的方式，得到最正確的結果。

S7：科學在我心目中只有“寧拙毋巧”四個字來形容，凡事沒有一促可成，而眞正喜歡的也是那份“投入”的專注，求眞求是的精神。

㈢絕大多數人認爲科學含蓋人，事，物三者，而人文與自然科學之分野不過在研究對相不同。

許多參與者之回答與訪問曾提出只要用有系統的方式研究則不論人文，史地亦屬於科學。由此可推論準老師視科學爲一種過程，而不同的對相產生不同種類的科

學。例如：

S8：…所以我們不難想像，科學是一門根據事實，而以邏輯的推理所得到的知識與學問，它並不只限於物理，化學，電子工程…等高科技的領域，也可能包含人文方面，教育自然不在話下。

㈣雖然大部份的準老師對科學的看法有自己的見解，但由回答當中仍能看出部份準老師對權威的遵從。而這些權威之來源不外乎書籍或字典。

許多參與者對科學的定義皆由一句話表答之。由表一可知有數位準老師特別用“我認爲”等字眼強調個人的看法，更有部份學生特別查書籍，字典再由查出的定義寫下對科學一詞的看法。由此可知準老師仍非常遵從權威對科學的看法。例如：

S9：何謂科學？由字典上查到的解釋是“有系統，有組織的知識，分自然科學和社會科學兩大類。前者以自然界爲對象，後者以人類爲對象。”個人的看則認爲科學應包含有知識和組織知識的方法。

二、準老師對化學一詞的概念可分爲下列數項

㈠絕大多數參與者皆認爲化學所研究的內容是事物，物質的變化，物質變化前後結構與爲何變化。

由參與者的回答(見表二)不難看出絕大多數的人認爲化學就是研究物質變化的學問。這包含了研究物質之特性與變化前後之組成改變。在這些相似的看法當中亦有人指出能量的變化、電子、分子、原子等微觀的現象，這些都屬於化學的內容。例如：

S10：化學是研究事物的變化，其變化後本質與原來不同，並探討其原由及過程。

S11：化學是探討物質和能量的知識，探討物質生成變異的現象或過程。

S12：從探討的對象而言，化學的探討物質(小至原子、分子到一般化合物，聚合物等)的構造、特性等的科學。

S13：化學是研究原子排列互換的科學…。

㈡就化學的研究法而言，參與者大都認爲是經由實驗所得之科學，故化學亦稱實驗的科學。

由表二可知參與者強調化學以實驗爲主是一種實驗的科學，而對其它的科學方法如觀察、分析、歸納等較少提及，或許實驗的本身即包含了衆多的科學方法所致。例如：

S14：就方法而言，化學原是一門經驗的科學，以實驗爲主，發展而來。
S15：化學是強調以實驗來驗証結果的科學。

㈢雖有少部份參與者寫出化學與環境之相關性，但絕大多數的人仍視化學爲一種在實驗室中進行之學問。

由表二所列化學的內容與其對人的生活關聯兩類可看出有部份準教師提到化學的內容與生活、環境相關聯，但絕大多數的人仍用化學家常使用的字眼來描繪化學，故化學似乎在參與者的眼中仍偏向於一門實驗室中進行的學問。例如：

S16：化學是研究物質變成與原先性質不同，另一物質的一門學問，其中包括物質的特性，變化的趨動力，變化的條件，方法，物質的鑑別方法等。
S17：化學簡單的說即是化學家所關心的，所研究的一切事物，舉凡我們周遭一切，其本質經過變化而成爲與原來不同的東西就稱化學。
S18：化學是改變人類生活品質的科學，是環境污染的製造者和解決者。

㈣準老師對化學一詞定義所用的形容較科學一詞所用的形容來的生動有趣。

或許由於化學本身是一門變化之學，而變化的結果常是意想不到且驚奇，故有少數同學用活的，多變化的，魔術與意想不到之字眼形容化學。例如：

S19：化學和我們生活習習相關，不論是食、衣、住、行、育、樂都脫離不了它的掌握之中。它是個活的，多變化的科學。
S20：化學是深奧神奇的科學，多變的科學，日常生活的科學…。
S21：化學是令人頭痛，煩瑣不已又愛又恨的科學。
S22：化學是一門有趣的實驗科學。
S23：化學是神奇有趣好玩的學科。

陸、討論與結論

由本研究結果可了解一班職前化學教師對科學與化學的看法。綜觀上述之資料顯示這些老師對科學的看法雖屬於許多科學家或科教學者所認爲科學是一種知識，過程，技巧與社會活動，但大多數的職前教師或許是受了長期科學專業訓練的影響較偏向於認爲科學爲一門學科並重視知識的了解。尤其在對科學一詞的描述更可看到邏輯實證主義觀點對這些準老師的影響，認爲科學是客觀的，公正的。此發現與許玫理 (民 81) 的研究結果相似。這些準老師似乎缺乏用科學與生活息息相關，建構主義的觀點來看科學，而這些看法與目前科教的目標認爲科學並非絕對的客觀，而

是一種相對的客觀，科學與科技和社會之關聯等看法出入頗大，值得在職前教育中加強當今之科教理念與對科學的看法。

至於這些準老師對化學的觀點，可能受長期純化學的訓練所至，故對化學一詞的看法一致性非常的高，認爲化學是一門研究物質變化的學問。唯一與對科學看法不同之處在於用較多活潑的字眼來形容化學且說明化學與環境之相關，這或許是他們能體驗出物質變化之奇妙與樂趣，與化學的實用性與所產生的污染性所致。

當今之科學教育所強調科學與生活的相關性，科學是具有價值判斷的等重點，並未明顯的在準教師的回答中反應出來，這些結果亦反映出許多研究者 (郭重吉，許玫理，民 81 ； Gallagher, 1991; Hodson, 1988) 所指出科學教師對於科學本質的認知並未能反映到現今科學教育的目標。雖然我們不能否定這些準化學老師無此種理念，但至少相較視科學爲知識與過程而言，科學是有價值判斷的，是與科技、社會緊密結合的概念較之爲薄弱。故如何加強職前科學教師體驗當今科學之本質與科教之目標是科學教育從事者日後努力的方向。

柒、研究建議

由於本研究的發現，研究者建議在未來相關的科學教育課程，如科學教育概論、教材教法、教學實習、通識課程中，應強調當今的科學—科技—社會的結合與建構主義取向的科學教育目標，並鼓勵職前科學教師落實這些目標於其教學設計與教學活動當中。

由於本文屬質的研究報告，因此讀者必須體認到在普及性方面是受限的，作者建議將這些研究發現與日後相關的研究結果作比較，做爲本研究發現之普及性推演。另外在研究方法上，本研究發現主要以紙筆資料爲主，日後可加強深入訪談以便瞭解參與者深層的想法。

最後對於未來的研究建議，作者認爲應探究理化教師對科學本質的看法並了解此種看法是如何的影響其教室教學。此外，除了對科學與對化學的看法對教師的理化教學有影響之外，是否有其他因素影響教師落實科學教學活動等，一系列的研究，皆有助於我們未來發展科學教育與科學教師教育。

參考文獻

1. 許玫理，(1992)，〈我國國民中學自然科學教師科學哲學觀點之調查研究〉，

國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文。
2. 郭重吉，許玫理，(1992)，〈從科學哲學觀點的演變探討科學教育的過去與未來〉，國立彰化師範大學學報第三期，531-562。
3. 歐陽鍾仁，(民77)：科學教育概論。台北：五南圖書出版公司。
4. 鍾聖校，(民79)：科學教育研究。台北：師大書苑。
5. 潘永祥等(民79)：自然科學概論。台北：五南圖書出版公司。
6. Abimbola, I.O. (1983). The relevance of the "New" philosophy of science for the science curriculum. *School Science and Mathematics*, **83**(3), 181-192.
7. American Association for the Advancement of Science. (1989). Science for all Americans. Washington, D.C. AAAS.
8. Bogdan, R. C. & Biklen, S. K. (1982). Qualitative research for education: an introduction to theory and methods.
9. Brickhouse, N. W. (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: case studies of teachers' personal theories. *International Journal of Science Eduction*, **11**(4), 437-449.
10. Brickhouse, N. W. & Bodner, G. M. (1992). The beginning teacher: classroom narratives of convictions and constraints. *Journal of Research in Science Teaching*, **29**(5), 471-486.
11. Cleminson, A. (1990). Establishing an epistemological base for science teaching in the light of comtemporary notions of the nature of science and how children learn science. *Journal of Research in Science Teaching*, **27**(5), 429-445.
12. Denzin, N. K. (1970). The research act. Chicago: Aldine Publishing Company.
13. Duschl, R. A. & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. *Journal of Research in Science Teaching*, **26**(6), 467-501.
14. Elbaz, F. (1981). The teacher's "practical knowledge": report of a case study. *Curriculum Inquiry*, **11**, 43-71.

15. Finley, F. N. (1983). Science process. *Journal of Research in Science Teaching*, **20**(1), 47-54.
16. Gagne, R. M. (1963). The learning requirements for enquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, **1**(2), 144-153.
17. Gallagher, J. J. (1991). Prospective and practicing secondary school science teachers' knowledge and beliefs about the philosophy of science. *Science Education*, **75**(1), 121-133.
18. Hodson, D. (1988). Toward a philosophically more valid science curriculum. *Science Education*, **72**(1), 19-40.
19. Hofstein, A. & Yager, R. E. (1982). Societal issues as organizers for science education in the 80s. *School Science and Mathematics*, **82**, 539-547.
20. Nersessian, N. (Ed.) (1987). The process of science: contemporary philosophical approaches to understanding scientific practice. Dordrecht: Martins Nijhoff.
21. Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, **11**, 530-540.
22. Strauss, A. L. (1987). Qualitative analysis for social scientists. Cambridge University Press.
23. Toulmin, S. E. (1985). Pluralism and responsibility in post-modern science. *Science, Technology and Human Values*, **10**(1), 28-37.
24. Tuan, H. (1991). The influence of preservice secondary science teachers' belief about science and pedagogy on planning and teaching. Paper presented at the annual meeting of the National Association of Research in Science Teaching, Lake Geneva, Wisconsin. (ERIC document NO. ED 332-871).

The Investigation of Preservice Chemistry Teachers' Conceptions of Science and Chemistry

Hsiao-lin Tuan
Graduate Institute of Science Education,
National Changhua University of Education

Abstract

Preservice science teachers is one of the important factors to transmit current goals of science education to the pupils. Thus, understanding preservice secondary science teachers' conceptions of science will help science educators to have deep insight of science teachers' thoughts in order to improve future science education.

The purpose of this study is to investigate preservice chemistry teachers' conceptions of science and chemistry. One class of preservice secondary chemistry teachers enrolled in one chemical teaching methods class at an educational university in Taiwan are enrolled in the study. Data resources include students' written responses and verbal responses of their conceptions of science and chemistry. Later, data are analyzed by deductive and analytic way. The findings are presented using assertions accompany with direct evidence.

The findings of this study indicate that most of preservice secondary chemistry teachers view science and chemistry as a kind of knowledge and process. Their descriptions of these two concepts seem similar with scientists or chemists. In other words, science and chemistry are more like strick disciplines to these preservice teachers.

The study suggests that science education should incorporate STS and constructivist views of science into their teacher education program, so that preservice teachers can relate these views of science to their pupils.

Key words: Conceptions of chemistry, conceptions of science, preservice chemistry teachers