科學教育學刊
1997, 第五卷第二期， 245-266

EJ51-1997-245

運用模組開發活動培育 STS 教師之可行性研究

蘇育任
國立臺中師範學院　數理教育系

（投稿日期： 86 年 7 月 2 日，接受日期： 86 年 8 月 26 日）

摘要： STS 課程的科學教育，以解決當代地方性而和科技有關之社會議題爲焦點，使學生能把所學的科學知識與科學技能，應用在日常生活當中。這種課程重視社會議題，考慮到科技與社會生活之關聯，並能培養學生價值判斷以及作決定解決問題的能力。由於 STS 教學著重情境中之學習，學生位於整個學習的中心，以他們想要解決的問題作爲活動的焦點，使學生經常發問及討論。

唯初次參與 STS 活動者，往往不知如何自行建構自己的知能，教師必須使用適當的鷹架，來輔助學生藉著設計教學模組的活動，學得良好之建構教學能力，以培育其卓越之教學專業技能。近年來，有關放射性與輻射性的意外事件層出不窮，對整個社會衝擊甚大，本研究乃嘗試利用輻射鋼筋事件與核能發電廠放射性物質外洩等和學生日常生活密切相關的社會議題，師生合作共同開發設計和核化學有關的 STS 模組，並探討運用下列方法：模擬、實地參觀、分組討論、角色扮演以及合作學習等，以利用開發模組作爲師資培育之教學策略，使師院學生與師資班學生能藉著開發模組的活動過程而學到 STS 教學所需要的專業知能。並以質的研究觀察學生的學習過程與結果，據以歸納出重要發現，作爲師資培育訓練之參考。

由本研究發現經由開發 STS 核化學模組與運用其進行教學時，師院學生的學習興趣高昂，能針對日常生活中的社會議題，主動蒐集資料，以設法解決當地社區的問題。學生對核化學內容能自行建構其個人性的意義，將其與社會、相關科技緊密相聯，因而增進其 STS 的素養。唯研究中也曝露不少實際問題，是有心進行 STS 教學者必須正視與解決的。總括來說，STS 模組的開發與應用，可作爲師資培育的優良教學策略。

關鍵詞：科學素養、科技社會互動模組、科技社會教學素養、教師專業成長。

壹、前 言

我國的科學教育近年來雖然力求革新，提倡科學探究方法的教學不遺餘力，並且儘量充實設備，讓學生都能動手做實驗，然而學生的科學過程技能在國際間比較起來，卻仍然瞠乎人後。楊榮祥 (1992) 即坦誠指出：「…我們似乎更應該認眞地檢討中小學的數學及科學教育的基本目標，要培養能選擇、尋找自己所需要的知識，以解決問題，爲自己以及其所處的社會，開拓新前途，能鑑賞這大自然的和諧運作，以及人類科技社會的互動機制，具有科學素養的未來公民。」因此訓練學生對科學、技術與社會互動關係，具有基本素養，實在是我國今日中小學科學教育刻不容緩的重要課題 (Bybee, 1985; Brinckerhoff & Yager, 1986; Hart & Robottom, 1990)。

一、本研究之目的

STS 課程的科學教育，是將科學、科技與社會三者相互結合，以解決當代地方性和科技有關之社會議題爲焦點，使學生能把所學的科學知識與科學技能，應用在日常生活當中。這種課程重視社會議題，考慮到科技與社會生活之關聯，並能培養學生價值判斷以及做決定解決問題的能力。面對這樣的課程設計，一方面教師具有相當充分的發揮空間，藉著新的教學模組、新的教學策略和新的評量方式，完成自己的教育理念；但另一方面卻也對教師形成極大的挑戰，在進行教學時，教師必須具有正確與熟練的 STS 教學專業知能，將 STS 的理念、教學目標、價值觀與信念等，融入其自身的觀念中，才能勝任愉快。

由於 STS 教學強調培養學生作決定與解決問題的能力，著重於情境中之學習，學生位於整個學習的中心，以他們想要解決的問題作爲活動的焦點，使學生經常發問及討論。唯初次參與 STS 活動者，往往不知如何自行建構自己的知能，教師必須使用適當的鷹架，來輔助學生藉著設計教學模組的活動，學得良好之建構教學能力，以培育其卓越之教學專業知能。

鑑於有關放射性與輻射性的意外事件層出不窮，對目前臺灣整個社會衝擊甚大，本研究乃嘗試利用輻射鋼筋事件與核能發電廠放射性物質外洩等和學生日常生活密切相關的社會議題，開發設計和核化學有關的 STS 模組，並探討運用開發模組作爲師資培育之教學策略，使師院學生與師資班學生能藉著開發模組的活

動過程而學到 STS 教學所需要的專業知能。

本研究之主要目的共有三點：

㈠師生共同設計開發有關核化學的 STS 模組：以文獻探討有關核化學的研究，並參考王澄霞教授已發展的模式，設計教學單元活動。

㈡由學生以所開發出來的模組，運用下列教學策略，培養其 STS 的專業教學能力：模擬、實地參觀、分組討論、角色扮演以及合作學習等方法。

㈢以質的研究觀察學生的學習過程與結果，據以歸納出重要發現，作爲我國師資培育訓練之參考。

二、 STS 課程的理念

Yager (1982) 主張科學教育必須將科學、科技與社會等問題相互結合，以解決當代地方性之社會問題爲焦點，使學生能把所學的科學知識與科學技能，應用在日常生活當中。這種以科學教育理念爲基礎，以社會功能作爲科學課程的主體，並以科學、科技和社會之互動關係作爲探究途徑之嶄新課程，早已蔚爲風氣，成爲目前國際間科學教育最重要的研究課題，此即通常所稱之 STS 課程 (Hickman *et al.*, 1987; NSTA, 1982; Penick, 1985; Reporter, 1986; Yager, 1986; 1990)。

基本上，STS 的課程重視社會議題，考慮到科技與社會生活之關聯，並能培養學生價值判斷以及做決定、解決問題的能力 (Zoller, 1987)。面對這樣的課程設計，一方面教師具有相當充分的發揮空間，藉著新的教學模組、新的教學策略和新的評量方式，完成自己的教育理念；但另一方面卻也對教師形成極大的挑戰，在進行教學時，教師必須具有正確與熟練的 STS 教學專業技能，將 STS 的理念、教學目標、價值觀與信念等，融入其自身的觀念中，才能勝任愉快（王澄霞，1994; Byrne & Johnstone, 1988）。

鑑於放射性與輻射性的相關意外事件，對整個社會衝擊甚大，本研究乃嘗試利用輻射鋼筋事件與核能發電廠放射性物質外洩等日常生活的事例，開發設計相關的 STS 模組，並探討如何運用適合的 STS 教學各種策略，使師院學生與師資班學生能學到正確的知能，並可協助其祛除恐核的感覺 (Holman, 1987; Weart, 1988; Mossman, 1990)。

由於 Yager (1992a) 曾經指出：「要使 STS 的教學成功，教師扮演著中心的

角色；教師的想法、作法與價值觀，能與 STS 教學的理念相切合時，才能有效地實施 STS 教學。」STS 師資培育的相關因素甚多，要如何培養 STS 師資，必須先有一些基本的研究結果作基礎，確認出職前與現職教師對 STS 教學的基本概念，以作爲研討教學理念和能力的參考，並進而提出 STS 師資培育模式及教師檢定之依據 (Yager & McCormack, 1989; Yager & Roy, 1993)。

進行 STS 科學課程的教學，必須使用一套範疇頗爲廣泛的教學策略，如擴散性思考、小組合作學習、小組討論、解決問題、模擬、做決定等 (Solomon, 1993; Aikenhead, 1994)；並且要儘量利用媒體與社會資源 (Aikenhead *et al.*, 1987)。目前有關 STS 教學策略的研究，不拘是國內或國外，爲數尚不算多。

不少研究指出實施 STS 教學最有效的方法，是設計開發有關的 STS 模組，將其融入現有課程中，不但具體可行，阻力最小；而且又能和教材環環相扣，不至降低學科內容之深度 (Jarcho, 1985; Holman, 1986; Yager, 1992b)。

英國科教學者 Byrne 等人 (1988) 根據其實徵研究結果，提出三點建議，作爲今後 STS 科學課程教學策略之參考：(1)角色扮演、小組討論與做決定的策略對態度發展較爲有效；(2)小組討論可刺激思考與激起興趣，並能使學生彼此發展出較佳的認同感；以及(3)分析並評量歷史個案對學生瞭解科學過程較爲有效。

三、STS 模組的開發與學習活動

師資培育機構的學生只有藉著設計 STS 單元活動，方可促進其對 STS 教學的信念，技能與專業能力。但因學生受傳統教育的束縛根深蒂固，故在 STS 學習活動的開始，以須利用『鷹架』策略予以引導。

在大專院校教學時，STS 教育可採取各種不同形式，例如在基礎科學中進行輔助或統整學習，或針對單一學科的特定專題加以深入充實，甚至可在整個科學教育中作爲課程的主要部份。

唯採用 STS 模組材料之用處遠較將其當作單一課程要大得多，因如此一來，便不須花費太多上課時數，且教材易於替換及更新。Brinckerhoff (1986) 辯稱：『STS 教學並非僅是課程中附加的額外專題而已，它更須優良之教學策略，以鼓舞學生全面參與學習。』本研究期望藉著設計核化學 STS 模組，使學生學會運用其核化學科學知識，對是否興建核四廠這個社會爭議事件，具有批判性思考能力。

Yager (1992a) 指出最好的 STS 模組，是教師親身體驗後一再修正而得，如此不僅教師對學生主動研究探討感到滿意，且學生亦顯出高度奮發熱忱並採取行動。

Solomon (1993) 認爲眞實生活中所需之高層次認知技能、信念、價值觀與世界觀，皆可藉著以問題爲中心的 STS 單元活動加以培養。

總之，在設計 STS 模組時，採用合作學習法必可促進有意義的學習，且不管是認知的或情意的領域，皆能產生豐碩的成果。

設計 STS 模組之學習活動，通常必須考慮下列問題 (Hofstein & Yager, 1982)：

㈠這是否爲社會爭議性的科學問題？

㈡它到底怎麼會引起社會爭議呢？

㈢有那些解決該問題的方案呢？

㈣各種解決方案對個人或社會具有那些潛在的效應？

盧玉玲與連啓瑞 (1997) 針對 STS 模組開發流程，提出了 S(KPL)S 的理論架構，它主要分爲五個層面：社會情境層面、個別化建構認知層面、邏輯思考層面、知識體與訊息層面以及知識的社會化層面等。

本研究選取核化學作爲開發 STS 模組，主要有二個原因：㈠輻射鋼筋事件及是近年來台灣本地最熱門的社會性議題，可作爲澄清與培養社會大衆對核能方面的知識。同時又與學生本身或其固住社區具有密切相關，故易於引發學生的與趣與學習動機。㈡興建核四廠是同前台灣爭論不休的公民共政策，不僅可運用它教導核化學的基本科學概念，更可促使學生從學生從政治、經濟、環保……等各個層面進行瞭解與評估，是培養學生批判思考與解決問題能力最佳的媒介。

四、合作學習法

所謂「合作學習法」(Cooperative learning)，簡而言之，就是在同班分組的學習活動中，透過同組學生間之彼此合作，而達到共同學習之目的。其特點是以團體的動力爲導向，在互動過程中，組員們得以自然地培養出認知、溝通、激勵、互信及衝突解決等社會技巧與能力 (Johnson *et al.*, 1981)。而美國學者 Aronson (1978) 則提出以同班學生分組後，運用「種子組員」的方式，分別精研上課教材中的某一部分，然後回到各分組中相互傳授教導的觀念，這就是著名的

「拼合學習法」(Jigsaw method)，更讓合作學習法的運用具有錦上添花之效。

根據 Johnson 兄弟 (1981) 的研究指出，合作學習法非常適用於科技對社會造成激烈影響，或是具有極大爭議性的社會議題。它可提供學生一個民主的環境，讓學生在民主的氣氛之下，學習尊重他人意見，既要聽取別人的意見，又可表達自己的理念與看法，如此，對有爭議性問題，便能產生多元化與全方位之認識，故很適合作爲 STS 學習策略。

Johoson 與 Johoson (1990) 兩人研究指出，小組的合作學習是具有增強作用的充實環境，促使學生重新建構高層次的知識與技能。當學生在小組中一起工作時，自己的想法因受挑戰而得到激發，更進而體認有必要重新組織與整理本身的想法。故不少研究著均極力鼓吹學生必須在社會情境中，透過相互討論來學習，如會學到更多社會技能，連其科學成績亦更佳。

Hertz-Lazarowitz (1994) 在其研究中發現，利用合作學習模式，可成功地提昇學生對科學研究的正面感覺，包含社會性與認知的兩個層面。本研究係採用 Sharan 與 Hertz-Lazarowitz (1980) 所設計的合作教學法，它在基本精神上導源於杜威的想法 (Dewey, 1938)，強調在班級活動時進行小組探究活動，且在處理問題時極注重民主的氣氛。這個方法共有六個步驟：

1. 在全班以腦力激盪確定所有研究子題後，讓學生依興趣分組，每三人一組。
2. 小組預先計畫設計單元活動。
3. 進行探究活動。
4. 蒐集資料及數據。
5. 在班上進行報告。
6. 進行評量活動。

分組最重要的準則就是以學生的興趣依歸，讓學生自由選擇最喜歡、最有興趣的子題；爲了使每個學生皆能熱烈參與，學生可自由決定探討的方式並設計活動。教師扮演促進者 (Facilitator) 及資源源提供者 (Resource person)，不時探訪各組，激勵學生間的社會互動，使他們之間的溝通技巧更臻成熟，但千萬不可加入個人主觀的判斷。

綜合以上學者的發現，本研究決定採用下列教學策略 (Instructional strategy)，以培養學生 STS 的專業教學能力 (Carlson, 1985; Aronson, 1978; Johnson &

Johnson, 1981)：

1. 合作學習 (Cooperative learning)：就是在同班分組的學習活動中，透過同組學生間之彼此合作，而達到共同學習之目的。
2. 模擬 (Simulation)：模擬眞實生活的情境爲目前 STS 教學最有效的方法，本研究即加以採用。
3. 實地參觀 (Field experiences)：經由實地參觀核能發電廠與核廢料儲存所，讓學生從蒐集資料、親身訪視與質詢討論中，獲得第一手資料。
4. 分組討論 (Group discussion)：藉由團體的社會互動，從正反各方面對問題有全盤性的瞭解。
5. 角色扮演 (Role playing)：培養學生角色取替的能力，使其對有關的社會爭論性議題，得以作出適當的決定。

在整個研究過程中，並以質的研究觀察學生的學習過程與結果，據以歸納出重要發現，作爲師資培育訓練之參考。

貳、研究設計與進行步驟

一、本研究之設計架構

㈠設計開發有關核化學的 STS 模組

以文獻探討有關核化學 STS 教學方面的研究後，爲配合整合型計畫的目標，乃採用整合型計畫總主持人王澄霞教授 (1994) 的模式，設計教學單元活動（如圖 1）。

㈡運用所開發模組，進行 STS 活動，並以下列教學策略 (Instructional strategy)，培養學生 STS 的專業教學能力：

1. 模擬 (Simulation)：模擬臺灣核三廠發生意外，放射性物質外洩學生若爲該廠廠長時，應當採取的措施。
2. 實地參觀 (Field experiences)：經由實地參觀核能發電廠（位於墾丁的核三廠）與臺電公司位於蘭嶼的核廢料儲存所，讓學生從蒐集資料、親身訪視與質詢討論中，獲得第一手資料。
3. 分組討論 (Group discussion)：藉由團體的社會互動，從正反各方面對問題有全盤性的瞭解。

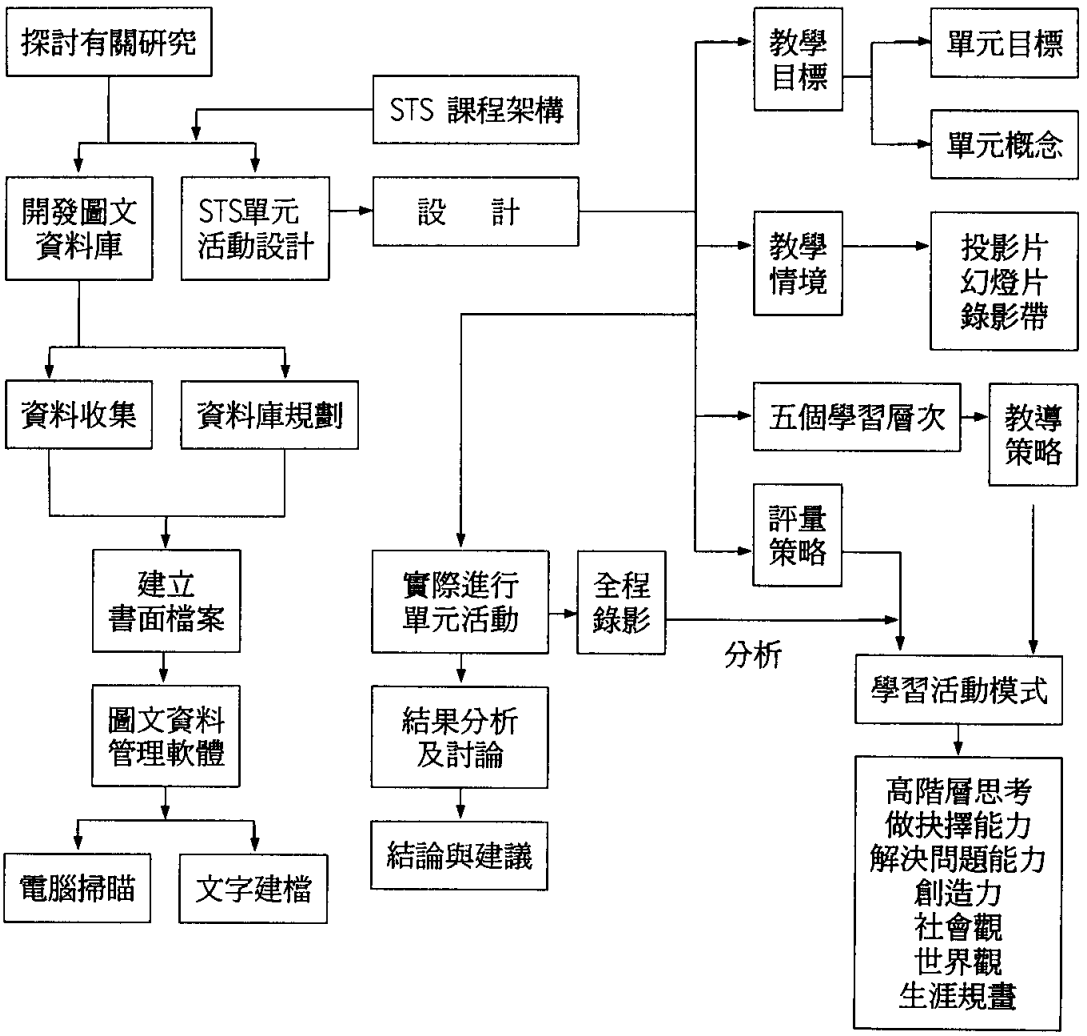


圖 1 STS 教學單元活動之設計名稱與進行（王澄霞， 1994 ）

4. 角色扮演 (Role playing) ：針對臺北市民生社區發生的輻射鋼筋國宅的意外事件，由學生設計小劇場，分別扮演各種相關的角色，使其培養設身處地之角色取替能力。

5. 合作學習 (Cooperative learning) ：以 3 人爲一組，由小組組員密切的合作，從事單元活動設計、活動準備與排練、進行活動。藉由小組合作學習的過程中，完成學習的目標。

㈢資料蒐集：藉著學生個人的探究日誌、小組活動記錄、個人所蒐集資料與報告、小組教學活動錄影等，以質的研究觀察學生的學習過程與結果，據以歸

納出重要發現，作爲師資培育訓練之參考。本研究所蒐集之質的資料，均先按班級編碼後，再逐條一一細加閱讀，接著將性質相近的項目分成一類，作爲推論的參考依據。爲避免個人主觀因素的干擾，資料分析分別由兩位研究人員與研究助理（皆爲在學碩士班研究生）個自進行，然後共同討論，直到獲得共識爲止。此外，爲增加所作推論的效度，本研究亦針對不同來源的資料，進行三角校正，逐項核對。

二、本研究之進行步驟

㈠本研究之進行步驟如下：

1. 先由國立臺中師院數理系相關科目之教師，合作設計核化學之 STS 教學單元作爲鷹架。（有關這一部份的詳細過程及鷹架教學單元，請參閱蘇育任，1996）
2. 接著以國立臺中師院數理教育系選修下列科目：普通化學、無機化學及自然科教材教法研究之學生爲研究樣本，師生共同開發核化學之 STS 教學模組。研究樣本班級、人數、全部上課時數與 STS 的教學時數詳列於下表中：

表 1 ：樣本及 STS 教學時數

選修科目	班　級	人數	上課總時數	STS教學時數與百分比
普通化學	數教一乙	38人	54小時	9小時（16.6%）
無機化學	自然三	21人	54小時	9小時（16.6%）
自然科教材與教法	自然四	19人	36小時	6小時（16.6%）

⑴教師先播放和核電廠事故、輻射鋼筋有關的錄影帶（如：中視新聞報導剪接之專輯、日本 NHK 電視臺之蘇俄轍諾比電廠事故報導短片），然後邀請全班同學自由聯想，說出自己感受最深的想法或意念，教師請二、三位同學將其一一寫在黑板上。

⑵全班同學再以腦力激盪法，想出所要探討的的核化學問題。

⑶所欲探討的問題必須以社會議題爲中心，以核化學的科學概念爲主體，

以相關技學或技術爲目標，並儘量兼顧三者的交互作用。

⑷根據上述判準，合併、歸納出核化學的 STS 教學單元，由學生依興趣予以分組，確定各組的研究題目。

3. 學生運用合作學習法，開發核化學的 STS 教學單元；各組並利用教師所介紹的教學策略與該組最得意的活動方式，進行全班的學習活動。

4. 由教學過程中，診斷教師之能力需求與學生學習情況，以便發現須解決的困難與問題。

5. 針對不同特性的學生，修改原先所開發核化學之 STS 教學、活動單元，並共同研討如何將相關之單元活動，彙編成完整的教學模組。

參、重要結果與發現

㈠由題目選定並開發完成模組的過程與結果

以國立臺中師院數理教育系選修下列科目：普通化學（ 38 名）、無機化學（ 21 名）以及自然科教材教法研究（ 19 名）之學生爲研究樣本。三個班級學生在經過教師佈置情境引導後，分別用腦力激盪法，經過廣泛討論後，得到了二十六個子題，所欲探討的問題必須以社會議題爲中心，以核化學的科學概念爲主體，以相關技學或技術爲目標，並儘量兼顧三者的交互作用。根據上述判準，合併、歸納出核化學的 STS 教學單元，由學生依興趣予以分組，確定各組的研究題目。

最後，學生選訂了其中十二個子題，故共分成十二組，每組三人，進行 STS 核化學模組的單元活動設計，這十二個題目爲：

1. 輻射與放射有什麼不同？
2. 放射性元素的性質如何？
3. 爲什麼會產生輻射鋼筋呢？
4. 輻射鋼筋建築輻射劑量之偵測與效應問題。
5. 原子能在工業、化學與醫學上，有那些用途呢？
6. 如何製造原子彈及核子彈？
7. 原子彈及核爆對人類有那些影響？
8. 面對中共的威脅，臺灣該不該發展核子武器？
9. 核能電廠發電的原理及設備如何呢？

10.核電廠空浮事件與安全措施的探討。

11.從臺電與北韓簽約的爭議，探討核廢料的處理問題。

12.台灣應不應該興建核四廠？

㈡教師要求學生參考無普通化學與無機化學的教科書，將核化學整章分成數個單元，選擇和「輻射鋼筋事件」、「核四廠興建」有關的材料，由新聞媒體，找尋並設計 STS 活動單元中之學習情境所需之教學媒體，如圖片、彩色投影片、錄影帶等等，如此自然的合成模組。至於自然科教材教法這班的學生，則在各組設計出單元活動之後，全班共同討論，決定按內容相關的程度，將性質相近者併成一個模組。

㈢模組開發歷程中，學生的感受與成長：

1.學生能主動參與學習，且學習興趣大大提高，此可由其學習札記得到佐証（在下文中，A 代表普化班級，B 代表無機化學班級，C 代表自然科教材教法班級，而阿拉伯數字則代表該班學生座號）：

A002:「這種學習方式是**很自動式的**，一切必須自己**主動去了解**。」

A004:「自身學習到東西才是最重要的，對於學習過程可以**培養同學主動去發掘問題所在**，並實際的提出問題，對於不明白之處也可以查資料解惑。」

A017:「這種學習可**促使我們主動去尋找資料**，探求相關問題，會積極的以小組爲單位互相討論。」

A028:「可看出每位同學的做事態度，及求知的熱忱與否，且還可讓同學們**學著自己去找資料**。」

A038:「我覺得這樣的學習方式是相當不錯的，其優點如下：

A 可以訓練我們**自己動手**做報告的能力。

B 可以訓練我們**自己學習**如何找尋資料的能力。」

B009:「優點：同學會**主動到**圖書館查資料，蒐集各方資訊，並可**養成自動自發**及分工合作的精神。」

B020:「我覺得這種學習方法，可使同學很積，**主動地**去學習了解。」

C008:「可以促使同學自己本身去討探相關主題，所以這種方式是**屬於主動式**的，同時也可以訓練學察資料，報告之能力，因此這種方式是開放式的學習。」

2.學會運用社會資源及各種材料，而不必僅依賴教科書：

A001:「……像我在找資料時，還打電話到核三場問、甚至**得到核三廠內的一位張慶陽工程師的協助**，提供我許多寶貴的資料及經驗，讓我們的報告能這麼的成功。」

B008:「……自己去找資料，看些有利的課外書，讓大家知道，**不一定從課本學**來的才是知識，是課本學不到，且**唸書可以不必依賴老師的講解**，自己可學著去尋求解答。」

B015:「……如此盡心做，**以前總會依賴別人**，也往往有不切實際之感，**因不同於以往以課本爲主的教育**。」

C005:「……最後謄寫出在一張 A4 的紙上，**還去省立台中醫院向專業的輻射安全人員『林瑞彬』醫師**借了兩本相關的書籍。」

C016:「我曾到**圖書館**去找有關輻射的書籍，**也利用網路**，尋找有關輻射的書，找到了輻射安全學，並且找出我們所需的資料，因爲我是組長，所以還要提醒他們找資料。」

3.由於在 STS 活動中，學生練習運用各種教學方式，而這些方式和傳統教學有很大差異，對於增進職前教師之教學專業技能極有助益。

A003:「能讓我們學到更多的東西，如查資料可以看到許多我們從教科書上學不到的，**寫報告可以訓練文采，腦部思考組織，上台回答問題可以磨鍊，以後要爲人師表的我們的口才**，優點實在說不盡。」

B011:「本組能夠針對報告的主題做出投影片講解，讓同學們能夠確實了解核電廠的構造及沸水式，壓水式反應爐之間的差異分別。基本上同學們都報告的都很好，**大家雖然使用不同的表現方式**，卻都能把自己的主題明確的報告出來。」

B016:「……還有這種方法的一大好處是**訓練口才，訓練膽量，我覺得這一點對日後的教學很有幫助**。」

C013:「……不過大致上，這是一個非常好的學習方法，並且**訓練上台演說授課，可爲將來的教學做準備**。」

㈣小組的合作學習，頗能營造快樂活潑而有意義的學習環境，學生的學習興趣

高昂，小組中的每個人參與度大大增加，較能維持頻繁而有效的互動關係。下面摘錄了一些學生的心聲，在在顯示合作學習帶來的正面效果：

A011:「我覺得這個方法不錯，不但**可以藉著尋找資料來拉近同學的友誼**，還可以讓我們現在就可以練習如何去尋找自己需要的資料。」

A025:「此種學習方式優點很多，我們可以自己動手找報告，練習以後當老師，如何找資料，以及教學媒體，及上台報告等，又**可以連繫同學間的感情，又不會感到孤獨枯燥**。」

B012:「……且**每個人都有自己負責的方面，彼此分工合作，然後再匯集成果**，再將其報告給同學們聽，讓同學們提出問題。」

B014:「……讓大家學習到如何去研究一個自未碰過的主題。**大家分工合作**，可以學習到很多學問。」

B021:「……優點是使**同學們能夠分工合作**，主動去研讀新書籍……」

C006:「我覺得這樣的學習方式是相當不錯的，其優點是**可以增加我們彼此間討論和互相學習的機會**。」

C013:「同學會主動到圖書館查資料，蒐集各方資訊，並可**養成自動自發及分工合作的精神**。」

C016:「我們三人幾乎是一體的，在許多其他科的分組報告中，也都是同一組，一來時間作息上較一致，二來也**較有默契**。」

C018:「好處是各組員若能**齊心合力，一起學習的效率**，往往是比個人孤軍奮戰要來得驚人。就學習的效率而言，是值得採用的。」

㈤當學生針對臺北市民生社區發生的輻射鋼筋國宅的意外事件，由學生設計小劇場，分別扮演各種相關的角色，如：受災戶、社區管理員、國宅處官員、原能會官員、專家學者、消基會職員等，使其培養設身處地之角色取替能力。而在「臺灣該不該發展核子武器？」與「台灣應不應該興建核四廠？」兩個單元活動中，採取公聽會的方式，全班學生分成正反雙方，分別就政治、經濟、社會與科學、技術各層面，援引各項「客觀的」資料，陳述自身意見，並嘗試說服對方。根據教室中學生的活動，發現其興致高昂，參與度大大提高。這種活動讓學生競相發言，且能在用心聽完別人表達後，進一步整理自己的思考，有條理地說明自身的想法，對培養學生的分析、推理與批

判性思考，應有助益。

㈥不少學生對於化學的喜好增加，對化學的認識更爲深刻，他們認爲：「化學不再只是一門抽象的課程而已，它和吾人的生活具有密切相關」，下面摘錄數則學生表露的心聲：

A007: 「可以吸收除了課本以外的知識，對專業問題可作深入的研究，**將生活和化學結合在一起，可提高讀書與趣，改善死讀書的弊端。**」

A023: 「此種方式可讓學生主動找資料，討論及研讀，雖然比較耗費時及體力，但**獲的知識及經驗較豐富，拓展了我對化學的視野。**」

A036: 「互相討論，然後達成共識，在其中同學獲得了更多的知識，且更加深了**對核能在生活方面的認識及了解。**」

B014: 「這是我求學來首次經歷，感覺相當不錯，除可練習查資料的能力外，在查詢過程中亦讓我學到不少知識，**不再是以往死板的上課方式**，相當**生動活潑。**」

C009: 「學到的東西多，且**是跟現代會上的許多問題相關。**」

C011: 「以前總是被化學的方程式與計算問題嚇得半死，這一次的學習活動讓我**認識化學的有趣與運用。它不再是抽象的學科，而是與我們的人生息息相關呢！**」

C015: 「從沒想到**上核子化學這麼有趣**，輻射鋼筋事件不再只是電視上所報導那樣而已，我們**可以到住家與社區去偵測輻射屋**，好好玩耶！」

總結來看，根據學生所寫的心得報告，發現大部份學生認爲化學是值得學習與享受的科目。學科內容不再是必須精熟的印刷品而已，而須主動地蒐尋可用的相關資訊，方能針對自身社區的利益與衝擊來定義問題，並嘗試運用社區的資源以解決問題。

肆、問題及改進的方法

㈠研究所遭遇的問題：

根據過去一年來的研究，有關於教導 STS 議題，最大的幾個困難是：經費、學校行政支援、學生、教師個人、教學方式以及評量方法等各方面。研究者感受較深的問題有下列幾點：

1. 對所教的科學內容是否足夠，常感困擾，深怕降低學科內容的深度。由於學生個人知識背景不同，在分組選訂主題開發模組時，往往避重就輕，非數理系學生較偏向社會議題而無法深入探討科學與技學；相對地，數理系學生對社會議題的探討一般則較難以深入。教師若能適時地扮演促進者的角色，即可針對不同特性之學生予以最合宜的引導。
2. 對學生的分組感覺到不妥，教師應當如何適當分組以進行 STS 的活動。本研究經過三次的嘗試之後，發現最好以學生感到興趣的主題作爲分組依據，如此方能使其產生較深的參與度。
3. 對於評量的方法有不確定的感覺，例如教師應該如何評量 STS 的成果。目前所知的各種評量方法，項目既繁複，又難定客觀標準，實施起來相當辛苦。截至目前爲止，研究者係將評量分成數個部份，小組活動由小組長、小組組員及教師合作評分；認知學習的前、後測，由教師負責；至於實作測驗與教學活動過程的評量，則由研究者、教師與學生共同評定。如此一來，即可降低評量的繁雜工作。
4. 對於學生群體感覺到挫折時，要如何給予輔導？學生的學習態度還是不夠主動，依賴性很大。要求太嚴格，又擔心他們失去興趣。此時，教師宜充分運用同儕的影響力，適時邀集各小組給予關懷鼓勵。
5. 對於教師的角色感覺到混淆，也就是自然科教師對於社會議題怎麼教？我們是秉著教學相長的原則，一方面請教學校中有關的學者，在必要時給學生指導，另一方面則與學生共同探討學習。
6. 支持系統非常重要，許多好的 STS 單元和方案，都是由個別的教師努力、奮發、充滿熱誠能力並對於 STS 的重要性獻身努力的結果，可惜他們所獲得的支持卻很少。研究者因定期參加整合型計畫的討論會，在會中，或聆聽其他研究者的心得，或提出本身問題請教他人，兩年走來，又興奮又充實，這種經驗實可供參酌採行。
7. 教學媒體的尋找及製作均非易事，版權問題、製作技術與成本，在在需要經費，深感巧婦難爲無米之炊。又全班學生閱讀文章所需之影印費，也是一筆很大的開銷。目前，由於整合型計畫各子計畫主持人的充分合作，資源共享，便可省下一大筆費用。
8. STS 教育目標在鼓勵學生做理性的抉擇，並進一步採取負責任的行動，

但因本研究議題深具社會爭議性，究竟如何拿捏，誠非易事。由於 STS 的素養並非一蹴可及，研究者相信藉著重複的努力，假以時日，應可培育出能作合乎理性且肯負責的現代公民。

㈡改進的方法：

1. 學校中，科技整合或者多科協同教學對於 STS 的成功與否非常重要，STS 不僅需要一個 STS 教師個人的專業而已，必須由學校當中其他的教師與行政人員共同協調合作，才能夠使 STS 的內容和主題得到深刻的討論。
2. 對於教學方法感覺不夠純熟，挑戰性極大，師資培育機構須加強訓練。Tolesnick (1978) 認爲一個成功的 STS 教師應該能夠運用各種教學策略，以引起學生學習動機，這些策略包括目前所使用的講述法、示範、質疑、解題的練習和實驗， STS 教學必須另外涵蓋有角色扮演、辯論、模擬遊戲、公正會討論、個別和三至四人合作的小組研究計畫、寫信給行政當局、主動的田野研究、邀請講演以及社區行動等等。這些活動將教師的角色由教室的表演者，轉移變成爲教室的管理者，要管理時間、人員的資源以及整個教室環境的情境部份，有些 STS 的教學技巧非常具有挑戰性，所以會對這種教學方法深感威脅。
3. 我們要實行有效的 STS 教學，不僅僅要喚醒教師注意到 STS 議題，同時必須跨越教導 STS 的內容和教學的方法，且必須幫助教師能夠檢視本身對於 STS 和科學教育的信念與價值。後續的研究將參考本整合計畫中，許春峰教授所開發之 VOSTS 問卷，以瞭解教師對 STS 教學的信念，並參考王澄霞教授 (1996) 的作法，以促進增強其信念。
4. 作爲 STS 的教師，必須尋找能夠把學習加以統整的方式，就是統整的學習型態，不只是能夠把學科之間的相互關係顯現出來，同時能夠提醒學生注意到自然和社會的結果。故在擬定所欲探討的問題時，可參考子計畫四盧玉玲與連啓瑞 (1997) 模組開發的模式，才能將科學、技學與社會三者間的結合與交互作用，深入的探討與瞭解。
5. 師資培育者必須以身作則，顯示自己本身的知識是很有限的，而且要能夠對學生說明如何從其他同事，以及在共同預備 STS 材料時，能夠從學生學習。

綜合以上所述，研究者發現本校教師藉著發生在學生日常生活中的社會議題，引導其開發 STS 核化學模組並運用其進行教學時，學生的學習興趣非常高昂，能主動蒐集資料與利用各種資源，以設法解決當地社區的問題。學生對核化學內容能自行建構其個人性的意義，將其與社會、相關科技緊密相聯，因而增進其 STS 的素養。在研究過程中雖遭遇不少實際問題，研究者均嘗試加以一一克服，本文提出了一些建議，供有心進行 STS 教學者參考。總之， STS 模組的開發與應用，應可作爲師資培育的優良教學策略。

伍、 謝辭

本研究承蒙行政院國家科學委員會補助經費（計畫編號： NSC 86-2511-S-142-003 ），始能順利進行。又本系陳素琴教授、施淑娟助教多方協助，研究助理沈月清、莊志彥與邱弘毅負責盡職，謹在此一併致謝！

參考文獻

1. 王澄霞與蔡曉信（ 1994 ）：設計開發 STS 模組之模式。刊載於《中華民國第九屆科學教育學術研討會論文彙編》， 589-616.
2. 王澄霞（ 1994 ）： STS 模組開發：教師充實計畫。論文發表於《八十三年度科學教育專題研究計畫成果討論會摘要》，臺北市：行政院國家科學委員會。 613-618 。
3. 許春峰（ 1997 ）：師院普通化學實驗 STS 教學模組。論文發表於中華民國八十六年度 STS 學術論文研討會，中華民國八十六年五月三、四日，於臺北市國立臺灣師範大學。
4. 盧玉玲與連啓瑞（ 1997 ）： STS 教學模組開發模式之建立及其實際教學成效評估。論文發表於中華民國八十六年度 STS 學術論文研討會，中華民國八十六年五月三、四日，於臺北市國立臺灣師範大學。
5. 楊榮祥（ 1992 ）：國際數理教育評鑑 IAEP - 我們能夠學到什麼？《科學教育月刊》， 149 期， 2-31 。
6. 蘇育任（ 1996 ）：《開發 STS 核化學模組與其合作學習法之研究。》中華民國行政院國家科學委員會研究成果報告。研究計畫編號： NSC 85-2514-S-142-003 。

7. Aikenhead, G. S., Fleming, R. W., & Ryan, A. G. (1987). High-school graduates' beliefs about science-technology-society. Methods and issues in monitoring students views. *Science Education, 71*, 145-161.
8. Aikenhead, G. S. (1994). A review of research into STS science. Paper presented to the annual NARST meeting, March 28, Anaheim, C.A.
9. Aronson, E. (1978). The Jigsaw Classroom. Beverly Hills, C.A.: Sage.
10. Brinckerhoff, R.F. & Yager, R.E. (Eds.) (1986). *Science and Technology Education for Tomorrow's World.* A report of the Exeter II Conference on Secondary School Science Education, 1985. Washington, D.C.: National Science Teachers Association.
11. Bybee, R. W. (1985). The sisyphean question in science education: what should scientically and technologically literate persons know, value and do-as a citizen? In R. W. Bybee (Ed.) *Science-Technology-Society, 1985 Yearbook.* Washington, D.C. : National Science Teachers Association.
12. Byrne, M. S. & Johnstone, A. H. (1988). How to make science relevant. *School Science Review, 70*(251), 43-46.
13. Carlson, J. (1985). Methods of teaching STS topic. In R.W.Bybee (Ed.), *Science-Technology-Society, 1985 Yearbook.* Washington, D.C.: National Science Teachers Association, 200-203.
14. Dewey, J. (1938). *How to think.* Chicago: University Press.
15. Hart, E. P. &.Robottom, D. (1990). The science-technology-society movement in science education : a critique of the reform process. *The Journal of Research in Science Teaching, 27*(6), 575-588.
16. Hertz-Lazarowitz, R., Baird, H. J., & Lazarowitz, R. (1994). Affective measures on high school students who learned science in a cooperative mode. *Australian Science Teachers Journal, 40*(2), 67-71.
17. Hickman, F. W., Patrick, J. J. & Bybee, R. W. (1987). *Science, technology and society: a framework for curriculum reform in Second School Science and Social Studies.* Boulder, Colorado: Social Science Education Consortium, Inc.

18. Hofstein, A., & Yager, R. E. (1982). Societal issues as organizers for science education in the 80's. *School Science and Mathematics, 82*(7), 539-547.
19. Holman, J. (1986). *Science and Technology in Society, General Guide for Teachers.* Hatfield, Herts.: Association for Science Education.
20. Holman, J. (1987). Special issues on science, technology and society. In the *International Journal of Science Education, 10*(4), 271-279.
21. Jarcho, I. S. (1985). Curricular approaches to teaching STS: a report on Units, Modules and Courses. In R. W. Bybee (Ed.) *Science-Technology-Society, 1985 Yearbook.* Washington, D.C. : National Science Teachers Association. 162-175.
22. Johnson, D., Muruyama, G., Johnson, R., Nelson, D., & Skon, L. (1981). Effects of cooperative, competitive and individualistic goal structures on achievement: a meta-analysis. *Psychological Bulletin, 89*, 47-62.
23. Johnson, D. W. and Johnson, R. T. (1990). Social skills for successful group work. *Educational Leadership, 47*(4), 29-33.
24. Lazarowitz, R., Hertz-Lazarowitz, R., Baird, H. J., & Bowlden, V. (1988). Academic achievement and on-task behavior of high school biology students instructed in a cooperative small investigative group. *Science Education, 72*(4), 475-487.
25. Mossman, K. L. (1990). Nuclear literacy. *Health Physics, 58*(5), 639-643.
26. NSTA (1982). *Science-Technology-Society: Science Education for the 1980s.* Position paper, National Science Teachers Association, Washington, D.C.
27. Penick, J. E. (1985). A brief look at some outstanding Science, Technology and Society programs. In R. W. Bybee (Ed.) *Science-Technology-Society, 1985 Yearbook.* Washington, D.C. : National Science Teachers Association. 158-161.
28. Reporter (1986). Science through Science, Technology and Society. *2*(4), 15-21.
29. Sharan, S. and Hertz-Lazarowitz, R. (1980). A group investigation method

of cooperative learning in the classroom. In S. Sharan, P. Hare, C. Webb and Hertz-Lazarowitz (Eds.), *Cooperation in Education*, 14-46. Provo, Utah: Brigham Young University Press.

30. Solomon, J. (1993). *Teaching Science, Technology and Society.* Buckingham, U.K.: Open University Press.
31. Weart, S. R. (1988). *Nuclear Fear: a History of Images.* Cambridge, Mass.: Harvard University Press.
32. Yager, R. E. (1986). Restructuring science teacher education programs as they move towards an S/T/S focus, in R.K. James (Ed.) *Science, Technology and Society Resources for Science Educators, 1985 AETS Yearbook*, 46-55. (Colombus, OH Association for the Education of Teachers in Science and SMEAC Information Reference Center).
33. Yager, R. E. (1990). The science/technology/society movement in the United States: its origin, evolution and rationale. *Social Education, 54*, 198-201.
34. Yager, R. E. (1992a). The constructivist learning model: a must for STS classrooms. *ICASE Yearbook*, 14-17.
35. Yager, R. E. (1992b). The STS approach parallels constructivist practices. *Science Education International, 3*(2), 18-20.
36. Yager, R. E., & McCormack, A.J. (1989). Assessing teaching/learning successes in multiple domains of science and science education. *Science Education, 73*(1), 45-58.
37. Yager, R. E. & Roy, R. (1993). STS : Most pervasive and most radical of reform approaches to "science education", In R. E. Yager (Ed.), *What Research Says to the Science Teacher (Vol. 7)*. Washington, D.C. : National Science Teachers Association.
38. Zoller, U. (1987). Problem solving and decision-making in science-technology-environmental-society (STES) education. In K. Riquarts (Ed.) *Science and Technology Education and the Quality of Life*, Proceedings of the 4th International Symposium on World Trends in Science and Technology Education, Vol. 2, 56-569. Kiel : IPN-Materialen.

Training STS Teachers by Developing Modules

Yu-Jen Su

Department of Mathematics and Science Education,
National Taichung Teachers College

Abstract

There is a current wave of educational reform in Taiwan to change our goals of science education towards Science-Technology-Society literacy. STS programs develop in students higher cognitive abilities which integrate and interact human technological development and social needs. Since teachers have long played the key role in inducing any change in school science curriculum and practices, this paper focuses on teachers. Although it has been suggested that developing STS module could foster students' critical thinking, problem-solving and the ability to take social actions, empirical investigations need to be done to test this claim. This study was conducted to examine if designing activities for STS modules could be used as an effective instructional strategy in pre-service teacher education.

This paper is divided into three parts. The first section focuses on the development of STS prototype modules of nuclear chemistry in the curriculum of General Chemistry for use in national teachers colleges. The second section focuses on the application of to various instructional strategies and learning modes in the learning activities of pre-service teachers. The third section focuses on the utilization of the developed modules in enhancing the STS professional competence of both the lecturers and pre-service primary teachers in the national teachers colleges.

The students designed the STS units and utilized them in micro-teaching experiences. Based upon the results from observing classroom activities and students' journals throughout the learning processes, students were found to be

highly motivated, more able to relate their subject knowledge to the real-life situations, and better prepared to broaden their societal and world views. It appears that the STS module developing activity can be an effective strategy in the teacher education by which students foster their open-ended thinking and problem-solving ability.

Key words: Scientific literacy, STS literacy, STS modules, Teacher professional development.