科學教育學刊
2004, 第十二卷第三期, 341-364

Chinese Journal of Science Education
2004, 12(3), 341-364

協助中學數理教師設計 STS 教學活動之行動研究

靳知勤
國立台中師範學院自然科學教育系

（投稿日期：民國 92 年 7 月 4 日，修訂日期：92 年 11 月 13 日，接受日期：93 年 1 月 30 日）

摘要：數理師資培育者一向關切如何提昇數理教師專業能力的議題。本研究以一群修習《科學、技學與社會》課程的在職數理老師（N = 38）爲對象，使其發展 STS 教學模組從而認識 STS 理念與策略，並養成設計 STS 教學模組的能力。研究者在授課的歷程中，實踐行動研究的理念，隨時觀察參與教師所遭遇的問題，並提出因應的解決策略，以協助其發展教學模組。其間，研究者並以敘述性分析的方式，記述這一段與在職數理教師互動的經驗。互動之間，研究者發現參與教師接觸新的教學理念頗受學術社群術語所限，又因對「技學」一詞的意義不夠了解，也影響其使用議題及以此連結相關科學概念的能力。此外，所發展的模組中呈現內容過繁、邏輯性不足與欠缺創意的現象。研究者於行動進程中採以：加強對 STS 理念與定義的闡釋，提供多樣化的範例做爲參考資料，就其問題做個別化之討論與引導，協助其認識主題與議題在其中之核心地位，提供參與教師間進行相互之書面與口頭評述與深入討論的機會，促進其整合所蒐集的設計資料。參與教師綜評應用 STS 理念於實際教學，有 22 類優點與 10 類有待克服的項目。末了，爲有助於實踐 STS 教學之理想，本研究對數理師資培育課程提出建議，並特別強調此課程連結眞實教學情境所獲經驗的重要性。

關鍵詞：行動研究、科學/技學/社會、師資培育、數理教師。

壹、前言

多年來，有關教育改革的呼聲即不曾暫歇，而能夠營造社會各階層對教育議題從事全面性的關注與檢討，於民國八十年代初期所萌發的本土教育改革運動，則扮演著關鍵整合性的角色。歷經了多年的醞釀與成形，雖然仍有許多待決之困境，但本項教育改革運動事實上已然對於教育行政決策之思維，以及教師教學信念的導引發揮了標竿的前置作用（國立教育資料館, 1999）。舉凡目前我國對大學及高中入學方案的變革、綜合及普通高中課程的規畫等等，均爲體現教育鬆綁的具體措施之一二（國立教育資料館, 2000）。而在行之多年的國民義務教育階段的課程方面，也正因勢利導地從事

一貫性的連繫與整合工程。這些變革對於學校教師而言，固然帶來因應與調整自我的壓力與要求，但就社會整體發展的願景來說，「九年一貫課程發展」中所特別強調的「學科統整」，與「學校本位」的課程設計理念，也將使教師的教學祛除傳統以教師及教科書爲中心（Teacher-centered, Textbook-centered）的窠臼，轉而強化充實與學習者個人生活經驗相關的體驗，協助其藉生動活潑的學習活動中，主動建構並意義化其個人的知識。並從而養成其正向的態度，以做爲未來從事持續學習之基礎（Wang, 1997）。而在我國九年一貫課程所規畫之「自然與生活科技」領域，即揭櫫培養國民科學素養的目標（教育部, 2000）。

然 Rye 和 Rubba（2000）進一步指出，科學素養課程係以培育學生成爲負責之未來公民爲目標，而其中所涉及的教育內涵均與 1970 年代末期濫觴於美國的《科學–技學–社會》（Science-technology-society, 以下簡稱 STS）理念相符，是以他們乃建議科學素養應爲 STS 教育的基礎。簡言之，STS 教育則爲達成科學素養的有效途徑之一。惟若就此目標推行以 STS 爲中心的科學教育，教師顯然居於關鍵地位之一（Holford, 1983）。換言之，爲了達成上述的目標，教師首須將 STS 的理念、教學目標、價值觀和信念融入其自身的觀念中（王澄霞, 1994）。唯有教師本身有此體認，方才能進一步的以其所習得之 STS 教學專業技能，培育出具有科學素養、關懷鄉土、且能整合科學、技學和社會間相關概念，並運用於日常生活中的負責公民。故而爲達成此一目標，有關 STS 的師資培育理念與作法，足堪現今我國師資養成參考與引用（Wang, 1997）。有鑑於此，本研究乃以一提供在職中學數理教師進修學分之班級爲研究情境，由研究者本人開授《科學、技學與社會》課程，並於課程進程中實踐「（授課）教師即研究者」之精神，和參與本課程之在職數理教師營造互動關係，從中探討下列兩項研究問題：

一、參與教師們在從事發展 STS 教學模組歷程中所遭遇的問題爲何？

二、研究者在體察參與教師的需要與困境後，提供因應策略爲何？而參與教師對 STS 教學理念及作法之感受有何變化？

貳、STS 師資培育相關文獻探討

一、STS 教育與全民科學素養目標

近年來，科技文明快速發展。而一般大眾的生活與思考模式，無可避免的也深受科學與技學的引導。爲使民眾適應時代的發展與變遷，科學教育學者乃亟思提昇「全民科學素養」的策略。而根據 Cheek（1994）的整理，STS 導向的教育具有以下的特質：

1. 強調科學、技學與社會間之交互作用，
2. 可以提昇學生對科學、技學與社會議題的覺知，
3. 涵括倫理與價值層次的考量，
4. 能夠培養學生的決策能力與技巧，
5. 增進學生對科技應用的了解，
6. 促進學生參與社區性的活動，並與地區相結合。

這些 STS 教育的特質符應以科學素養爲目標的科學教育。Aikenhead（2000）指出 STS 科學課程（STS science curriculum）包含了：(1) 科學內容及(2) STS 內容（STS content）兩個部份。事實上，Rosenthal（1989）曾解析 STS 內容包含外部性和內部性社會議題（External and internal social issues）兩部分。學習者透過接觸與其生活經驗相關之外部性社會議題的教學內容，從而對科學、技學與社會三者之角色及其相互之影響有所認知。至於內部性之社會議題的提供，則令學生認識科學本質及與科學社群

相關的議題。透過 STS 科學課程的發展與教學，其所涵蓋的：(1) 科學內容、(2) 內部性社會議題及(3) 外部性社會議題等三項元素，正足以與全民科學素養的目標相互呼應。

Rubba (1987) 指出，在中學階段從事 STS 教學的四個目標階層爲：(1) STS 基本層次，(2) STS 議題覺知層次，(3) STS 議題調查層次以及(4) STS 行動技能發展層次；而教師首須對此等目標階層有正確的認識，方得設計有效的 STS 課程。至於 Heath (1992) 則認爲，教師在選擇合適 STS 議題設計教材時，必須考量該議題(1) 和學生生活相關及可供應用的程度，(2) 是學生感到有興趣的，(3) 符合學生的社會成熟度及其認知發展的程度，(4) 對今日世界及個人具有同樣的重要性，以及(5) 具備轉移知識到課外事務的需要。爲此，教師必須養成及具備與 STS 課程、學習者、所使用之教學策略、社會文化及價值相關的知識。

Hurd (1998) 更整理出在變遷的社會中，一般大衆所需之 25 項科學相關能力；並建議 27 項可供學校課程融入的 STS 相關主題，以利未來公民科學素養的養成。晚近，Hughes (2000) 也指出在發展科學素養的一項重要因素乃是將科學的社會、政治、及經濟面向融入課程之中，此即所謂之 STS 課程。而美國的課程發展計畫亦強調在課程及教學中涵納 STS 的重要性 (AAAS, 1993; National Research Council, 1996)。綜觀此等論述均能支持結合 STS 教育理念之學校課程，達成提昇全民科學素養的目的。

二、STS 師資培育

在推行以 STS 爲中心的科學教育中，教師相關專業能力的養成實居關鍵地位 (陳文典, 1997)。教師必須對 STS 的教育理念與目標有所了解，方能進一步設計合適的教材，藉整合科學、技學和社會相關議題從事教學 (Hofstein & Yager, 1982; Yager, 1992)。故而在現有的師資培育課程中融入 STS 的相關理念與作法，亦爲強化教師專業能力與因應未來教學需求的有效途徑 (Wang, 1997)。

前節所列舉的面向，提供在職或職前教師養成 STS 教學能力時所可參考的依據。然若僅藉提示理論，意圖誘發教師將之轉化成爲實踐的行動，恐將導致期望與實效間的落差。是以藉理論爲基礎，引導教師在行動實踐中，發展實用的知識 (Practical knowledge) (Clandinin, 1985)，乃成爲落實 STS 師資培育的可行策略。就此，Pedretti 和 Hodson (1995) 乃進行一年的行動研究，針對六位在職教師探究其從事 STS 教學活動設計與實施過程中的轉變；發現參與教師對科學本質、所發展課程內容、個人之專業成長、以及與他人合作的意願與能力等方面均獲致增長。事實上，對於在職教師而言，僅藉呈現 STS 的理念、目標及施行策略，就期盼他們在實際的作法上發生改變，其效益反不及以行動研究的方式，綜合草根性 (Grassroots) 與由上而下 (Top-down) 兩個取向，一方面既可獲得研究者所提供的意見與指導，另則可讓參與教師從事方案的制定與執行，進而體驗修訂與改進的過程 (Aikenhead, 2000)。其他國外學者 (Bradford, Rubba, & Harkness, 1995; Finson & Enochs, 1987; Yager & Tamir, 1993) 亦以 STS 模組發展與觀摩演練的過程，協助參與教師從事自我反省的活動，並實踐於行動層面。

國內科教學者也藉實作或行動研究，分別針對職前 (王澄霞和謝昭賢, 1997; 蘇育任, 1997) 及在職教師 (黃鴻博, 1998; 黃鴻博和郭重吉, 1999) 探究藉 STS 教育導向的課程或活動，增進教師專業能力的成效。而靳知勤 (Chin, 2000) 與蔡今中 (1999) 則就在職教師從事 STS 教學模組的發展及教學中，所持之信念及遭遇的障礙予以探討。王澄霞 (Wang, 1997) 並以

表現本位爲基礎，結合師資檢証的需求，提出我國 STS 師資培育的模式。在此模式中包含了：(1) STS 師資培育的課程架構，(2) 以建構理念爲基礎之 STS 師資培育評量模式，(3) STS 教師的指標及(4) STS 教師檢証的指標。此模式係經多次的行動研究歷程歸納而得；其中，她指出 STS 教師須符合 15 項規準，其大要爲：能運用社會資源設計並使用 STS 模組；在眞實情境中，對不同程度及學習風格的學生施予適當的教學方式；能妥適的組織教學的順序；能設計活動培養學生的多元思考與問題解決能力；能有效營造學習環境並幫助學生從事合作學習；能發展有效的評量活動及回饋機制；能從後設反省的歷程中，調整並扮演好兼具教師、學習者及研究者的角色等。

由國內、外文獻的分析可知，當前教育改革呼聲湧現，日後的教育將更加開放與多元，無論在學校課程、教材教法以及師資培育上，均將顯現出更多自由與彈性的空間。這對於學生在因應日後多變世界所需能力之培養上，勢必有正面而積極的作用。爲此，STS 師資培育的導向將更有助於教師這方面能力的養成，對於預備未來教學型態的轉變也富有前瞻性的導引功能（王澄霞, 1995）。

叁、研究方法與過程

一、研究情境及對象

本研究之情境爲某師範大學科學教育研究所，開授給中學數理教師進修的研究所學分班《科學、技學與社會（STS）》課程。本課程由研究者擔任教師，上課時段爲某學年度之第二學期夜間，每週上課二小時。研究者在就讀大學與碩士階段均主修生物學，曾任國中生物教師兩年，隨後赴美進修獲科學教育博士，在美所就讀之學校爲 STS 教育研究與推廣重鎮之一。基於前述之工作與經驗背景，研究者體認到，循在職教師進修管道培養教師的 STS 教學能力，對於數理教師改進教育環境的重要性，是以開授此課程。

參與本研究之在職教師爲該學分班二年級學員，計有 38 位；分別來自中部地區七縣市，均具數理領域專長（表 1）。這些教師在第一學年及第二學年上學期間已上過科學教育專論、科學教育心理學、數理教學原理與策略、統整科學、科學教育研究法等基礎課程；在此等課程中雖曾講述過 STS，但僅簡單的引介理念，而並未實際發展過 STS 教學活動，也未曾就實作中所涉之相關問題做較深入的解析。

研究者設計本課程之最初構想，包含：(一) STS 基本理念與策略的介紹，(二)分組發展 STS 教學模組，以及(三)教學模組發展後之小組報告與教學觀摩等三項內涵。課程目標最初設定在藉由實際參與 STS 模組的發展與連結至學校教學，增進對 STS 教育理念的認識以及將此理念應用於課程發展與實踐的能力。

研究者規畫參與教師以小組爲單位，選擇課程單元設計可供應用的 STS 教學模組。透過實際參與發展 STS 模組的行動，研究者藉任務的賦予及實務的成果呈現，於其間營造觀摩、討論與互動的機會，期使學習者與學習者間、學習者與研究者間在課室內與上課外之其它時間均能保持互動的發生，藉以擴大學習的效果。而在本課程進行中，研究者安排作業、報告、訪談、問卷施測與評論等各種方式，貫穿整個學期，作爲構成形成性評量的歷程。而此亦作爲本研究敘述性資料蒐集之來源。

三、資料蒐集與分析

本研究過程中的資料蒐集及分析方式採取質性研究法中之敘述性分析（Narrative analysis）。資料來源包括來自研究者本身的記錄，以及參與教師們所呈現的相關資料等。研究者本身在教授本課程的歷程中，持續撰寫課

表 1：參與教師之任教學科及性別分佈

學科 / 性別	數學	理化	生物	地球科學	總計
男	4	14	5	4	27
女	3	2	5	1	11
合計	7	16	10	5	38

後的筆記。筆記中所涵蓋的面向包括：(1)聆聽參與教師報告或討論的關鍵事例及情境，(2)和參與教師互動討論後的綜合心得，(3)審閱他們所繳交之作業或書面資料例如發展之教學活動後的感想，以及(4)因與參與教師互動後，知道教師們的需要而蒐集的相關輔助性資料等。綜言之，本研究的資料來源爲質性研究中所常備之對參與者的訪談、其所設計之作品、繳交之作業、口頭報告及心得撰述等等；惟於資料蒐集後所做之處理與呈現方式乃是植基於：研究者就個人與來自參與教師本身言談或其所展現的作業資料互動，予以彙整分析所撰寫而成的敘述 (Narratives)，在本文中又稱上課後筆記。這些敘述在研究中不斷的累積，被視爲整個研究中資料分析的基本單位。

換言之，所謂的敘述性分析乃是將所撰的故事、解釋、以及對話等資料視做爲經驗的表徵，予以呈現 (Riessman, 1993)。運用在敘述中的語詞不再被認爲是客觀且價值中立的，而是存在於一個充滿豐富社會情境脈絡中的經驗架構。是以，當個人與一項特殊經驗互動時，其間的歷程可包括：(1)關注該經驗，(2)述說該經驗，(3)轉錄或詮釋該經驗，(4)分析該經驗，以及(5)閱讀該經驗。此過程是對特定情境事件或對話紀錄的系統化呈現，研究者與呈現該經驗的關聯是被關切的重點。這種撰寫方式的目的乃爲檢視陳述經驗的人如何建構該經驗。

因此，效度的判準是以研究者的分析是否值得相信 (Trustworthiness) 爲依歸。舉凡主張及資料是否具說服力，被研究者是否接受解釋資料的方式，在呈現內容中各相關因素間的相互呼應關係，以及是否具有實用性等，均是考量效度的指標。研究者在分析過程中，經歷分類、記錄的工作，反覆的就其與社會文化脈絡中因素間的關聯做考量，藉以洞悉人們說詞中的核心議題是甚麼。在論述的過程中除注重所呈現的資訊內涵及理念之表達之外，也注重論文結構中人際關係的角色與社會功能，以及文本中各結構間的聯結關係。在文中呈現出豐富的敘述與情境脈絡，爲使讀者能依循脈絡的發展掌握牽涉於事件中各因素間的關係，謂爲可信的判準。本研究以敘述做爲單位從事資料分析時，由研究進程爲軸線，從所對應的資料中歸納出所遭遇的問題、所採行之策略以及相關反思，並循上述敘述性分析之理論撰寫研究結果。

肆、研究結果 – 以敘述方式呈現

民國八十年代間，國內各界對教育改革的呼聲湧現，以下的這段故事乃是起源於一個在師範校院內的在職進修課程，爲回應來自於社會要求教師思維及作法改變，在授課者及參與之在職教師間所經歷互動過程中所努力嘗試的相互瞭解與調整。研究者 (以下以第一人稱“我”代稱) 以一位授課教師的身份，面對一群參加在職進修學分專班的數理教師們，開授一門名爲《科學、技學與社會》的課程。由於對象都是任教年資至少三、五年，多則十年左

右的老師，以是，首先引我思考的乃是「如何界定本課程的教學大綱與目的」。

由於考量 STS 課程的宏旨在於結合學習者的經驗本質，而本課程主要是爲養成在職教師協助學習者透過其生活經驗學習科學的相關能力，是以課程的取向自不宜僅顧及宏觀面向之 STS 三者間互動與依存關係，除了這等層面的基礎認知外，我將這門課程的目標規畫爲：「經由實作設計的學習方式，參與老師們能將 STS 相互依存的關係，透過教學設計眞實的實踐在實際的教學中。」目的爲要切合這群在職教師在未來從事教學改變時的需求，而此藉實作從事學習之理念則可參考杜威之相關理論。

一、多年工夫深，一朝入門學新藝

(一)遭遇問題一：參與教師不解《科學、技學與社會》課名之意含？

解決策略一：加強闡述課程目標，並考慮重新命名本課程！

在達成前段所述目標的過程中，我發現實際的情況存在著若干的牽制：本課程《科學、技學與社會》的命名循傳統學術發展所得之稱謂而爲。實則，STS 此一名稱最初發源且界定於科學教育學術領域中之理念與應用（Harms & Yager, 1981）。然若分析其字面組成–科學（S）、技學（T）與社會（S）三個獨立名詞，從中雖得見人類對探究這三者間的互動關係的嘗試；但在字面上顯然缺乏了一道聯通至教育領域的線索。此一聯通機制的缺乏，影響教師們對 S，T 和 S 這三個成分在科學教育上所代表的意義的理解。這反倒是眞正落實 STS 教育理念的瓶頸之一！

「STS 這三個英文字母大家都認識，但是逗在一起，還說是一種可以幫助數理教學的理念，實在很難理解！」（第一次上課記錄）

一位參與本課程的老師（T27）在課程開始之初如是說。超過三分之二的參與老師在第一次的上課討論中也表達了此一觀點。其實這一門課的名稱當然不是用英文代碼稱之，它的全名爲《科學、技學與社會》。但是老師們在學習本課程之初，對於課程的宗旨爲何？對於他們的數理教學有些什麼幫助？顯然充滿了疑問。雖然我一開始也向老師們說明本課程的目標在於：

「明瞭科學、技學與社會之間的關係，以及將這三者間互動關係認知與理念應用在數理教學之中。」（第一次上課後筆記）

對於這個教學目標，大多數的老師一臉茫然不知所以，紛紛表示：「沒做過！也不會做！」（第一次上課後筆記）一位老師（T34）的發問可以說明對於這三種議題串在一起究竟與教育有何關聯的疑惑：

看這課的名字像是在說科學、技術與社會之間的關係，我也知道科學對於社會的影響。只是說你這個東西要用在教學上，現在不是課本都是編好的嗎？我不知道有甚麼方法還能夠教課本上所包括的以外的東西？（第一次上課後筆記）

對於技學的不解，對於甚麼是 STS 理念也不清楚，落實在數理教學的可行策略更是不解！（第一次上課後筆記）

這些疑問來自於我們所標定的科學、技學與社會這三元素所組成的課名，並未能直窺其所將含納於其中的教育理念與策略應用。其實這些在職教師們在教學的經歷中，對於他們在中學所授數理課程的理解已達相當熟悉的程度；然而也只因恭逢其盛，時值教育改革的當口，使得已然熟悉的內容雖然不致有大幅的改變，但是卻需因應教學思維的調整，學習一些新的理念與作法！

尤其第一次上課中，參與教師表示對技學的意義不是很清楚，也不知道爲什麼學習科學要知道技學相關的事物。因此我在講述 STS 理念時，特別解說技學的定義，包括：科技產

品、技術與方法以及系統化知識架構等三個面向（Cajas, 1999）。並闡明這三個面向與科學學習間的關連性。在這初次的教學中，雖然針對 STS 三者間的關係，及其應用於科學教學的實例，呈現 STS 的基本理念與教學策略，但是畢竟參與教師們首次接觸這個新理念，在他們的腦海中還在構築與舊有經驗間的關係，是以仍然處於混沌的狀態，我的講解對他們來說依舊缺乏一個核心的想法來凝聚在課堂中所吸收的新知識。雖然我在講授時歡迎他們隨時提出問題與我從事專業發展的對話，以釐清定義的問題；但是他們依舊抱持存疑的觀點：「究竟這個理念是甚麼？尤有甚者–究竟含納哪些要素才叫做 STS 教學活動？」顯然參與老師們認爲僅知曉概括性的理念是不夠的，他們還急切的想知道所設計出來的教學活動是否符合標準的問題！然而至此，參與教師們至少已經瞭解我們這門課的宗旨，在於將一個所謂的 STS 理念應用在自然科的教學上。但與參與教師們在第一次上課時的首次交鋒倒激發了我一個想法，希望能夠在以後開課時予以改進：

以後開這門課，課名應考量學習者直觀時所能理解的程度。如果能直接顯露利用 STS 間的關係發展科學學習活動的意涵，將可一目了然。……老師們不易瞭解《科學、技學與社會》課名的含意。現行的課名看起來像是在探討 S，T，和 S 間的關係，缺乏了直接與科學教學相互連通的意義。發現老師們有這個困擾，我想在課堂上要多強調這一點，他們才能夠清楚確認本課程的學習目標。（第一次上課後筆記）

(二)遭遇問題二：STS 理念是甚麼？STS 教學策略又爲何？

解決策略二：STS 義理式文獻導讀、參考 STS 教學模組範例

至此，又有新的問題發生。雖然他們知道這是一個新認識的科學教育理念可以應用在教學中，但是從何著手？又如何去做呢？當參與老師們跨越了理念認知的障礙後，橫在前面的是有關章法知識的問題。

光是瞭解 STS 理念之宏旨仍然無法做實務上的應用。老師們顯然需要知道更多有關：包含哪些內涵？使用策略爲何？內容如何組織與整合？等各方面的章法性的知識。雖然先前我在課堂呈現一些例子來說明 STS，但是還是如前段所云：多數是在闡明科學、技學與社會之間的關係，及其應用在教育上的功能。只上過第一次課，我並未及對其中所包括的因素或指標詳列給參與老師們知悉，這對發展 STS 教育活動所需之細部規劃與設計知識是不足的。爲此，我想提供一些書面資料，幫助他們參考揣摩。於是第二次上課時，我乃根據參與教師前次對 STS 教學模組所生有關定義、理念與策略之相關問題，將陳文典（1997）比較 STS 教學與傳統式的教學的表列內容，STS 在六個領域的學習目標，和 STS 課程簡介（王澄霞, 1994; 邱美虹, 1994）提供參與教師做爲閱讀資料。

但紙上談兵頗有隔靴搔癢之感，參與教師對於何謂 STS 教學？STS 教學用到哪些策略？以及具有哪些特質的教學才算是 STS 教學？充滿疑惑！既然參與老師們已經從閱讀書面資料加強對 STS 理念的瞭解，但是本課程再進階的目的是協助他們發展 STS 教學活動的能力，但如何將一段段的教學設計，予以有意義、系統化的區隔，並做前後有邏輯的連結成爲意義化的學習模組呢？因此繼之，我在第三次上課後乃另舉「開發溫室效應 STS 單元」之實作範例（王澄霞和林梅芬, 1994），藉教學流程的呈現，使參與教師藉著實際範例了解 STS 教學理念與策略。比方說，在這個模組之中，彰顯出以議題爲導向（issue-oriented）及以學生爲中心（student-centered）的學習規畫，於是在教學流程中，應用了許多促進學生主動學習的教學策略。參與教師對此營造學習者中心

的教學理念也持正面之看法。

(三)遭遇問題三：不解 STS 教學模組的基本組成及標準

解決策略：引導其參與發展 STS 教學模組

然而參與教師對 STS 教學模組如何組成仍有疑問。他們質疑：「STS 究竟須要幾段活動才算？又這一個個所謂的模組，是甚麼意思？它們是如何配合學校中一節一節課的安排來設計呢？」（第三次上課後筆記）

參與老師們看資料後所整合而得的知識，好像是行不出來般的模糊不清，要說也說不出個明白的定義與作法。一位老師（T27）在上課時說道：

雖然老師給我們許多參考資料，我大概知道 STS 的基本理念。在文章裡面我看到他們用到許多講述以外的教學方法，比如說讓學生討論、蒐集資料、報告、或是以自己親身的經驗為基礎來學習一個單元內容，說好像是很簡單，但是如果要給我看一份設計出來的教學活動，問我這是不是符合 STS 教學活動的標準，我並沒有把握作判斷！更別說要我去設計一個教學活動了！（第三次上課後筆記）

雖然閱讀相關資料能夠幫助聚焦，這點參與教師也不否認其功效，但是只作單向的資料引入，有如霧裡看花或如隔靴搔癢般，他們雖然獲致了對有關 STS 教學理念及被建議做爲教學方式的基本理解，當需要辨析教學活動是否合乎 STS 精神時，就顯得心虛許多！更遑論要設計出一個 STS 教學模組了！爲此，其實早在我估量中的課程設計裡即已包括實作 STS 模組設計的部分。我想與其閱讀許多文獻，倒不如給他們一些實例之後，再提供他們實際設計的經驗！好讓他們親身經歷一段發展的過程。但說實在話，身爲一位教學者，教的對象不是單純的學生，而是一群饒富教學經驗的數理教師，該如何讓他們起個頭呢？參與教師們常說道：

國中的課程很緊湊，老師教課都要趕進度，而且課本都已經是固定的內容，各單元間的順序也固定了，這些新的教學方式在國中行的通嗎？（第三次上課後筆記）

雖然已經介紹過原理、策略及基本定義，而且也提供該閱讀的資料及範例，但顯然他們對於 STS 的教育理念是否能落實在學校數理教學並不看好。經我在課堂上多次詢問，發現參與教師還是概念模糊、充滿困惑！這個感受來自於他們對於 STS 教學的實施策略瞭解不足，以及對教育體制現況瞭解後的自我設限。他們所持有的疑惑是橫阻在前的障礙，加上已經習以爲常的教學現況，對於我嘗試下一步的突破，是頗富挑戰意味的！

二、眾志齊成城，「主題」分工又合作

(四)遭遇問題四：如何營造協助參與教師學習設計 STS 教學模組的情境

解決策略四：藉異質性分組發展主題式 STS 教學模組

然而，既然是開了一門課想爲全民科學素養奠基，並藉數理教師的在職進修作爲媒介，我想就把它當做是一項溝通理念與分享經驗並循此精練科學教學理念脫離既有窠臼的嘗試性工作吧！於是我盱衡參與教師們的經驗基礎與需求，以分組的方式，讓這些老師們能夠在實作中增加互動討論的機會，並體會 STS 的眞正意涵。

爲顧及參與教師們若一開始就配合課本單元設計 STS 模組，恐難度較高。於是在第三次上課時，我給了他們一段時間自選伙伴，每組人數四至五人不等，總計形成八個小組。因爲係自選同組伙伴，參與教師們多考量與自己能夠溝通合作的同儕，所以這八個組在學科方面乃具有異質性小組的特質。而就我教學上的考量，下階段課程的目的是要以各組自選的 STS 議題爲核心，發展主題式的模組；旨在讓

同組參與教師共同發展一項主題式模組，更能體會 STS 教育的理念與作法。他們自選同儕在自然狀況下形成異質性小組，小組成員來自不同的學科背景，從不同觀點針對一項主題提供意見，並就此主題議定所將涵蓋的教學單元後，交由組員分別設計。這些過程正符合我原先盼望參與教師透過集思廣益，多方比較及蒐集資料，進而形成目標付諸發展教學模組的目的。

(五)遭遇問題五：如何協助參與教師開始設計主題式 STS 教學模組？

解決策略五：呈現範例、輔以闡述，協助參與教師歸納 STS 議題作爲發展模組的基礎

然雖任務已經賦予，但畢竟還須有一個明確但較淺顯易懂的開端。至少參與教師從先前閱讀相關參考資料及範例中，已經知道所謂的 STS 議題是教學活動的核心。雖然我在先前的幾次上課中也爲他們解說社會性與技學性議題在科學教學中的道理，但是他們並不太能掌握 STS 議題是甚麼，以及其在教學活動中所扮演的眞正意義！爰此，我乃思考還是需要以 STS 議題爲發端，引介 STS 議題的實例，並由之闡述社會性議題與技學議題在科學學習中的角色。

是以，我乃在第三次下課前再次列舉一些議題。藉分析其科學、技學及社會面向所可能呈現的方式，幫助修課教師能夠理解何以具有技學性的社會議題，適合作爲貼近學習經驗的媒介。我舉的幾個例子，在課堂上作爲引發參與老師思索 STS 相關議題的楔子。包括：核能電廠、生物防治法、Y2K 危機、逆滲透淨水器、水庫、放射性追蹤法等等。我在課堂講述中，主要在藉突顯這些議題的社會與技學面向，以釐清他們對技學性議題不夠明瞭的狀況；並從而將之引入蘊含於其後的科學概念。比方說，我舉「生物防治法」爲例，說明農業學家將雄果蠅照射 X 光後，使之失去產生正常精子的能力，但這些雄蠅仍可與母蠅交配，如此乃可使果蠅的下一代減少。這是一個應用在農業界的技術或方法，蘊含在其後的則有生物學的基本原理。

我想要讓他們透過這些例子，了解我們所遭遇的問題中有許多是運用到科技的方法。而這些技術或方法都有科學知識做基礎。在教學中可以用社會議題或技術性問題開始，讓學生容易理解，從這個基礎再進一步探究相關的科學概念。(第三次上課後筆記)

我透過這些科技產品、技術及方法的例子分別從科學、技學與社會等三方面向修課教師做解析並與之討論。至此，參與教師對於 STS 三者間的關聯性以及應用在科學教學中的意義有了較深入的認識。雖然更瞭解 STS 三者間在教育中所可應用的關係，但談到教學模組的設計，則仍是心存忐忑。在此時參與教師的不安，其實是自本課程初始即已延續至今，並未因對何爲 STS 議題及其如何應用於科學教學的理解而稍減。我乃安撫參與教師們如果能按部就班逐步跟進，完成後續所需練習的實作，就應該可以在發展教學活動的相關知能上有所改變。其實我對馬上將實施的試做 STS 教學模組發展是否一定奏效並無十足的把握！但自忖只要抱持著敏銳的觀察，積極的和參與教師密切互動，掌握他們的所思所感，應是在過程中得以隨時調整策略的張本吧！

正因深切體會參與教師們的顧慮，在實作前實應規劃一個墊腳石，以降低他們完成任務所需的活化能，這應是我採取建構式教學理念所引發的措施。循此，爲了打鐵趁熱，我乃在第三次課的下課前要求他們在課後以報紙上所呈現的新聞爲來源，蒐集科技新聞並解析其中所蘊含的社會性及科技性議題。並將之條列，於下次(第四次)上課時將剪報及議題交給我，經彙整後影印給每位修課教師相互分享。我期

表2：參與教師蒐集之科技議題項目與類別

(一)污染防治	(三)食品衛生與醫藥健康	(四)資訊科技
1. 垃圾分類、清運與處理	1. 廿世紀床事革命	1. 電玩危機
2. 垃圾場如何選址？	2. 打大哥大會危害健康嗎？	2. 網路直播秀
3. 爲甚麼要建焚化爐？	3. 威而剛眞的有效嗎？	3. 網路應用倫理？
4. 垃圾填海造陸可能嗎？	4. 你的肝臟健康嗎？	4. Y2K 的影響
5. 汞污泥對環境有何影響？如何處理？	5. 日常生活中如何避免寄生蟲感染？	
6. 醫療廢棄物何處去？	6. 減肥要花錢嗎？	**(五)環境問題**
7. 如何處理廢五金？	7. 白鳳豆可以抗癌嗎？	1. 科學家南極撒鐵屑以減緩溫室效應
8. 如何降低空氣污染？	8. 不使用退燒藥會有甚麼影響？	2. 野鳥爲何飛來台灣？
9. 哪些建材的隔音效果最好？	9. 人工心臟	3. 神木村的土石流會再重演嗎？
10. 以掩埋法處理口蹄疫死豬是否影響地下水？	10. 器官捐贈須注意哪些？	4. 該不該興建美濃水庫？
	11. 維他命C預防感冒？使用過量會影響健康嗎？	
(二)生物技術的應用	12. 逆滲透水能喝出健康嗎？	**(六)其他**
1. 複製人可行嗎？	13. 保久乳與鮮奶有何不同？	1. CD 與傳統唱片有何不同？
2. 多胞胎—如何一舉數得？	14. 如何包裝較衛生？較環保？	2. 何謂折光變色？？
3. 借腹生子合法化（開放代理孕母）？	15. 澎湖的口蹄疫來自何方？	
	16. 患口蹄疫的豬能吃嗎？	

待藉著這些資料的蒐集與討論，能夠幫助參與教師們觀摩他人的思維方式，以增進對 STS 議題及其在科學教學中的可能應用。

我將每位參與教師所蒐集到的科技新聞加以歸納後（表 2）（整理自第一次上作業），發現他們所提的議題以「食品醫藥健康」領域居最大群，顯示此類議題最爲教師群所重視；再之則爲「污染防治」議題。由於這些議題的來源是平日手邊可得的報紙，因此他們所蒐集的議題乃具時事性，頗能反映當時潮流。諸如：「口蹄疫、複製人、焚化爐、大哥大、白鳳豆治癌爭議、汞污泥污染、以及代理孕母」等等。（第四次上課記錄）當我們在課堂中經歷了幾項議題的討論後，參與教師們表示他們對 STS 議題的認識增加了。值得注意的是他們恍然大悟於在平日看來是報導時事的報紙中，有關科技方面的新聞幾是俯拾即是。

從前看報紙只是當作新聞看過去，不會想到與科學教學有甚麼關係，或者是可以當作教學的資源。但是經過這一次作業後，我才恍然大悟，在每天的新聞中有這麼多和科技有關。以前看到這些新聞，只以為是科技性的、技術性的、和社會脈動有關的時事。但是經過瞭解了 STS 的理念之後，才知道原來這些技學性議題都具有社會意義，也能夠用在自然科的教學之中。（第四次上課後筆記 – T06 教師發言）

(六)遭遇問題六：對 STS 議題關乎科學、技學及社會之三面向之觀念解析待進一步澄清！

解決策略六：以小組所提個別化 STS 議題解析，從而貼近參與教師個人之核心議題

於是我請參與教師在所屬的小組中，將各自蒐集的科技新聞與同儕分享。但在討論分享之際，仍有參與教師拿著自己從報章所蒐集的議題，顯露出狐疑的表情跑到我跟前問我：如何找出其間所蘊含的社會、技學以及科學等三面向。舉例來說，有一位理化老師（T25），他

選的議題是「科學家南極撒鐵屑以減緩溫室效應」。他說：

我知道這是一個 STS 議題，裡面有社會及技學的面向，但是當想到如何應用在科學教學時，我就不太能想得通這個關連性。(第四次上課後筆記)

因爲經過同組的組員一起討論後，還是不能澄清這個議題如何應用在數理教學之中，他才決定直接來問我。我乃單獨針對這則報導和他們一同討論。我點出來：

科學家提出在南極海域撒鐵屑的方法，嘗試去解決溫室效應問題。.....學生從平日的報導中對溫室效應已有一些先備知識，老師們可以此為基礎引進科學原理的部分！在這則報導中科學家認為撒鐵屑在海中可使浮游生物增多，因為這些植物性浮游生物需要充分的鐵質才能吸取磷及氮化物。當浮游生物增加於是可以吸收大量的二氧化碳，所以可以減緩溫室效應。.....我們在教生物時可以將這則報導和食物鏈的概念連結。當學生在學生物時會發現有許多科學的概念可以和生活事物相關，這樣可以幫助學生的思考。(第四次上課後筆記)

經過此番針對參與教師所蒐集題目的詮釋，這一組老師對於 STS 議題何以能導入科學概念學習的部分，有更進一步的認識。他們也表示從和我的對話中，更能理解將 STS 理念應用在科學學習中，可以達成比傳統式教學更爲多元化的教學目標。誠然，從和這組老師的互動，我也發現：

透過他們自己所找的議題來說明，比起先前由我所舉的例子出發，更能幫助他們的理解。他們說與其被引導去學些甚麼，若由他們自己設定的學習範圍，營造教學者和學習者間從事聚焦的對話，比較能幫助學習者知道他們正在學習些甚麼。我自忖這不也正符合所謂 STS 教學理念中所謂由學習者本身的問題出發的說法嗎！(第四次上課後筆記)

經第四次上課時大家在了解所選取議題中的社會、技學及科學面向，所可著力的地方之後，接下來的第五次上課時由各組討論一個可供他們發展主題式STS教學模組的核心主題。參與教師們在本次上課後，需撰寫第二次作業。我將他們的第二次作業的結果整理如表3，從表中內容可以得知八組參與教師組成的異質性，所擇定的主題的科際整合特質，以及所持的理由。雖然根據每一位參與教師所提出來的議題以「醫藥健康」類居首位，但是當他們在決定以組爲單位發展教學活動時，卻僅有一組「美容瘦身的眞面目」與此有關。其他七組則都屬「污染防治」及「環境問題」，其中兩組關切垃圾處理的議題，各有一組針對水污染及空氣污染。其他兩組則爲颱風及溫室效應議題，颱風屬於自然的氣候現象，溫室效應則爲全球性環境議題，與前述各組以生活周遭經常經歷的環境議題相比較爲不同。然而這七組在屬性上均爲環境問題，且從表 3 中他們所指選擇該等議題的理由皆包括：(1)日常生活經驗所及，(2)可供探討利用科技防範或解決之道，(3)可以喚醒學習者的環境覺知，並將所學落實在生活中。由主題的選擇與理由顯見在他們心目中，以環境議題做爲整合科學、技學與社會性三個面向議題的效力。

這次(第五次)上課中，我再次提示他們，當思索主題時也要同時將這個主題所包括的單元一一列出。我請他們在小組內討論時，循下列程序發展教學活動：(1)先選擇一個 STS 主題，(2)而後將之解析成若干個構成的元素(亦即次主題)；(3)這些次主題排列成爲合乎邏輯的次序後，(4)再依照順序編寫教學活動內容。

三、多方來觀摩，虛心納教修成果

(七)遭遇問題七：參與教師在小組成員間缺乏針對發展工作從事課外討論的時間

解決策略七：在正課時間中提供各小組較充裕的討論機會

然而參與教師們值此發展主題式模組之初，

表3：各組參與教師之學科背景、其選定之STS主題名稱及理由

組別	同組教師學科背景（人數）	主題	理由
第一組	生物（2） 理化（1） 地科（1） 數學（1）	發脾氣的天空－颱風	1. 學生在每年夏季都經驗得到 2. 所致災害令人印象深刻，對個人生活、社會及環境都有重大影響 3. 颱風爲氣象中之重要現象 4. 運用科技方法偵測颱風及減少颱風的危害 5. 學習者能知曉及實踐防範措施，以減少損失 6. 喚醒環境意識
第二組	生物（1） 理化（2） 地科（0） 數學（2）	垃圾與環境	1. 垃圾處理是是現代社會亟待解決的問題，國民均重視此一問題 2. 但人民、學者與政府各說各話莫衷一是 3. 如何善用科學技術解決這個問題 4. 提升環保意識
第三組	生物（2） 理化（1） 地科（2） 數學（0）	水污染	1. 水資源日益枯竭且污染嚴重 2. 民衆需買水喝 3. 主題具科技整合特質，適合組員生物、理化、地科之綜合背景 4. 探討如何藉科技解決水污染問題 5. 提升環保意識
第四組	生物（2） 理化（3） 地科（0） 數學（0）	保護臭氧層	1. 臭氧層破壞將危害人體健康，故與生活息息相關 2. 人類發展科技常導致預先無法預測的後果 3. 可探究科學技術防範及解決環境問題之道 4. 環境意識的提升
第五組	生物（1） 理化（2） 地科（1） 數學（1）	生活中的垃圾	1. 垃圾問題乃日常生活經驗所及，主題淺顯 2. 資料豐富易蒐集 3. 社會各界人士對此議題看法及解決之道殊異 4. 但仍須謀求解決方案 5. 喚醒民衆環保意識 6. 讓學習者知道如何去實踐
第六組	生物（0） 理化（0） 地科（2） 數學（2）	揭開空氣污染的神秘面紗－談空氣污染	1. 空氣品質太差危害健康 2. 喚醒學習者的環境意識 3. 讓學習者知道如何去謀求解決之道
第七組	生物（2） 理化（1） 地科（0） 數學（1）	美容瘦身的眞面目	1. 生活優渥導致肥胖問題增多 2. 新聞報導之相關之事有許多誤謬處 3. 針對國中生未雨綢繆爲時不晚 4. 組員中有切身之痛
第八組	生物（0） 理化（4） 地科（1） 數學（0）	從鐵屑的妙用談起	1. 地球暖化後果嚴重 2. 全球環境問題各式各樣 3. 尋求防範及解決之道 4. 可以配合社區中之問題實施教學

開始感受到小組成員間互動的重要。在下課休息時間中，有多位參與老師在與我的交談中透露出對小組討論時間的需求。他們表示小組成員間可以做一些分工，大家分頭去蒐集資料及編寫內容，但由於在職的緣故，參與教師們平日散居各地，聚集討論以整合資料的機會難尋。小組成員間的分工雖可提昇編寫的效率，但彼此間的討論與整合，對目標達成的影響甚鉅。惟礙於白天任教，他們在課外實無深入討論的機會。初始，他們多藉在到校上課時的短

暫交談，或是以電話及電子郵件相互聯繫交換意見。

爲此，我乃將接下來的第六、七、八次上課時間開放，供他們以組爲單位就發展的進程進行討論。在課堂中我並以巡迴各組參與他們討論的方式，隨時瞭解他們進展的狀況並解答其疑惑。透過提供較充裕的討論機會，他們感到小組成員間討論問題的深度與聚焦程度均有改善。

有老師們在今天上課時表示能在課堂上和小組組員一起討論比較久的時間，面對面效率比較高，也比較能夠掌握每個人的意見，確定整組發展的方向。(第五次上課後筆記)

(八)遭遇問題八：照範例依樣畫葫蘆設計 STS 教學模組，欠缺變化？

解決策略八：搜尋並提供多樣的範例，協助參與教師擴大視野

我請各組發展主題式模組之初要將一開始設計的簡案交給我過目，而我也巡迴各組聆聽他們的討論。綜合這兩項資訊，我察覺有多組的設計初稿在初步討論時，有依樣畫葫蘆的現象。我趕緊回去翻閱先前提供給他們的一份範例即「開發溫室效應 STS 單元」，發現在各組所設計模組中所採用的教學方法和評量策略，多不出這份參考資料的範圍。爲了讓參與教師能擴大視野，多所比較，在此期間，我又趕緊查索其他資料，並發下由台灣師範大學科教中心所發展的化學科、生物科、物理科、地球科學及數學科教學模組手冊，供各組老師取閱參考。

這些教學模組是由教育部委託之「國中數學及自然科學生活化實驗設計學習模組研究開發與推廣計畫」(台灣師範大學, 1997)發展而得，雖係以生活化模組稱之，並未標舉 STS 之名，惟究其精神與內涵，確是符應 STS 教育之宗旨。舉例來說，其中的化學科生活化模組包括：「我們身邊哪些是化學物品？」、「食品知多少？」、「實驗小天地」等三個模組；生物科包括：「資源回收」和「生態保育」等兩個模組；地球科學包括「水的問題 － 水荒與水患」和「認識山崩」等兩個模組。這些模組都未明白的顯示是配合國中的哪些單元來教學的，而是以 STS 主題的形式呈現。我選擇這一份補充的資料，目的是期望他們能先去除教之以多年的課程框架，先以學習一個特定主題的觀點，來看待所將設計的模組。

(九)遭遇問題九：參與教師質疑主題式 STS 教學模組的適用性

解決策略九：說明適用時機如：統整教學、彈性課程、非正式學習範疇

雖然這個階段的工作是發展主題式的模組，但由於老師們習於將學習的目的，界定在增進學生從事與課本單元相關的學習，因此從與他們的一些對話中，我也發現參與老師們反反覆覆的表露出他們不知何以要設計一個以主題爲主的學習模組！他們懷疑這種模組會有市場嗎？在學校內會有應用的時機嗎？而我也告知以事實上在校內有許多的社團活動、聯課活動、或是由學務處所舉辦的活動、演練或競賽，都屬非正規的學習範疇；雖與課本中的學習無明顯的直接相關，但是卻是屬於構築學校文化脈絡的重要因子。換言之，乃是潛在課程的一部份。爲此，主題式的 STS 活動自可扮演相當的角色。當在發展主題式活動的時候，可以以較自由開闊的心態，選取主題、資料、教法、及配合性的資源。目的就是要先不設限，沒有一個框架來綁住大家，讓大家施展不開，於是任何主題只要有意義，就可以選擇去做，旨在練習 S，T，S 三因素間的配搭而已！透過這些解說與溝通，參與教師們的疑慮稍減！但因參與主題式模組的發展另有些新的體認，也有發展中所顯現的一些問題，此等均將於下文中接續陳述之。

(十)遭遇問題十：參與教師發展主題式模組內容過繁、整合性不足、缺乏創意
解決策略十：從同儕作品中找出範例做爲觀摩對象，並促進反省以行修正

參與教師雖然在設計主題式模組之初有上述質疑，但藉由發展任務的賦予，在課堂上又獲得比較充裕的時間進行小組成員間的討論，他們從組內的腦力激盪中確立主題與發展方向，從討論中構築所涵蓋的範圍與內容，其間並綜合了資料蒐集與範例的參考，對於 STS 教學模組有更進一步的認識。從他們在第三次作業中所表達的意見，可知參與老師們的意見多屬正向，認爲有了參考的模組可供依循，可以掌握大致的方向與重點；但是有部分老師也直陳到此階段也只不過是換個主題依樣畫葫蘆，是否已具備所謂的發展 STS 教學模組的能力，其實是言之過早的。例如 T07 這位參與教師在談到依附主題進行 STS 教學活動的發展歷程時，就指出：

主題式的 STS 模組一開始將主題切割成為幾個小單元，再分別由小組內每個成員單獨設計，依上述範例先行模仿，但還離不開傳統的教學範疇，只是較有統整的概念而已。(T07 第三次作業)

T03 也就參與老師因浸淫在以教科書爲主的教學過久，所生的慣性思維與行爲模式，當在面對本課程 STS 主題式教學模組的發展要求時，做以下的省思：

當親自設計(STS 模組)時，才真是知易行難！已在傳統的教學模式中太久了，一下鬆綁不太靈光！(T03 第三次作業)

這是一個初次以新的課程設計理念與作法從事教學模組發展的經驗，它衝突了原先舊有的觀念與想法。從上述觀點可以窺知參與老師的舊習的確對他們帶來牽制。但他們也認知到 STS 理念與作法在跨越學科領域、提供有趣的學習活動等方面的優點：

主題式的 STS 模組由於沒有進度壓力，沒有考試的壓力，能使內容活潑多樣，有趣好玩，讓學生能在快樂的氣氛下學到 STS 的概念，瞭解科學原來也可以這麼好玩！！(T01 第三次作業)

能以不同學科成員多角度的觀察切入，使個人對議題的看法角度不至於太狹隘，而能從中獲益不少！(T06 第三次作業)

我在此再以第八組爲例，這一組開始設計之初即呈現觀念混沌不明的現象。最初從報章中蒐集議題時，該組中的一位老師剪了一份標題爲「科學家南極撒鐵屑以減緩溫室效應」的新聞。雖然先前我曾以此一議題爲例和他們討論 S，T，S 三者間的關連，他們也表示對這等因素間的互動關係已增加了瞭解，但是隨後在發展主題式模組時，他們所列出的次單元主題包括：溫室效應、人造雨、酸雨，但並未將涵蓋這三單元的主題標出。而從他們所呈現的這三個單元，並無明確相關的邏輯性。經詢這組老師，發現他們一開始的組內討論中整合性不足，沒有共識，且因對主題的意義並不清楚，他們爲了繳交作業，於是由每個成員各自找了一個單元來設計教學活動。我就每組所設計的初稿在第六次上課時當著全班一一做整體評論。與其他組比起來，第八組的架構與主題間的從屬關係是比較不足的。他們也從觀摩中發覺到這項缺失。在隨後的修正版本中他們嘗試去補強，於是出現了主題名爲「從鐵屑的妙用談起」，而各組成單元爲：(1)撒鐵屑入海與溫室效應的關係、(2)您知道地球生了哪些病嗎？(3)認識溫室效應、(4)認識酸雨、(5)認識人造雨、(6)如何治好地球的病？如何讓地球活的更好？一位這組的成員（T18）就點出這個歷程中的感受：

最難的是各單元的關連性，很容易各自設計自己的，無法連繫。經老師指導後，各組才慢慢修正到像是以主題式為藍圖設計的教案。(T18 第三次作業)

雖然如是說，但是他們修改後的教學活動

設計雖已加上一個主題，不過在義理上能夠納入該主題下的單元，只有「撒鐵屑入海與溫室效應的關係」和「認識溫室效應」兩項。其他單元與主題之間仍欠缺直接的邏輯關係。綜觀所有各組修正後的內容，第八組是架構較不清楚的一份設計；但其他有幾組也有一些有待改進之處。比方說，老師們設計的模組多有內容堆砌、資訊繁複的現象。所包括的單元數有多至七、八個的，而且各單元內的資料過多反而會阻滯學習者的學習意願。舉兩位老師爲例，他們在觀摩了各組的教學設計後如是說：

（各模組）資料很多，為配合在實際教學中實施，宜有所取捨，不應只重將資訊傳授給學生，這樣又會重蹈傳統式教學的缺失。（T15 第三次作業）

（修課老師們）完成個人所負責的單元不成問題，倒是大家都把自己的部分設計得太龐大了！因此老師間的協調合作與整合便成為一個重點項目！（T23 第三次作業）

針對以上的顧慮，於是我想應該再找一份範例給他們參考一下，好讓其能從觀摩中體會主題式模組眞正的精神與結構。先前我已經發給他們參考的範例，但是主題都很「正統」。心想是不是能找到一個標題輕鬆有趣、能吸引人想要一窺究竟、而且簡潔傳神的模組成品呢？就在一邊思索一邊瀏覽的過程中，看到第七組設計的「美容瘦身的眞面目」符應這個需求。她們這組成員共四位，都是女性；兩位生物老師，理化及數學老師則各一位。這組的主題下所含括的單元如表 4。

從其設計中可以看出她們運用目前算是蠻普遍被熟知的生活議題，呈現例如「卡路里」般的科學概念以及導致肥胖的成因。並且從而發展應用在個人生活中的能力，例如判斷標準體重和採用有效的瘦身與方法。這個主題明晰，所欲達成的目標淺顯易懂且富實用價值，因此我乃將這份資料影印七份發給其他各組參考閱讀。期使他們觀摩後能夠構思並有效的組織教學模組，使之具備連貫性、合乎邏輯，並能妥適的呈現與該主題有關的社會及技學的面向，從而顯現科學的概念或意義。

表 4：第七組主題式模組及其單元名稱

主題	美容瘦身的眞面目
單元一	我是胖子嗎？認識標準體重
單元二	爲什麼會形成肥胖？
單元三	認識卡路里
單元四	完美的瘦身計畫 – 武林帖

除了找出同儕所發展的成品做爲範例之外，我也決定分別針對各組所設計的教學活動初稿與他們分批進行小組討論。討論之後，我請每一組於下次（第九次）上課時，將討論後所覺知待改進的方向於第四次作業中列述繳交。經我整理八組的資料後發現共通的項目包括：

1. 內容過於龐雜，需做刪減以達簡要可行的目的
2. 各組成單元的前後序列需具連慣性與邏輯性
3. 各組成單元及所選用的議題需與主題相關
4. 教學策略不夠活潑及多樣化
5. 評量方式應與教學活動配合，而非直接抄錄自所提供的範例

雖然要在他們的修正稿中再做精練，著實還需要化費一番工夫；但最起碼到目前爲止，參與教師們已經知曉他們所設計出來的主題式模組有哪些通病，需要在後續的發展活動中改進。

四、發展「融入」式模組，落實應用的策略

(十一)遭遇問題十一：透過發展主題式 STS 教學模組所獲得的能力仍須持續精進 解決策略十一：重新分組形成同質性小組發展融入式 STS 教學模組

迄今，本學期課程已經用去一半的上課時

間。爲了讓他們能夠多練習，我自忖既然在第一次發展主題式 STS 模組的過程中，參與老師已經掌握了科學、技學與社會間的關係，以及將之應用於教學設計時所需注意的宏旨，我乃決定進入下階段的課程，亦即「融入式 STS 教學模組」的發展活動。對於發展融入式的活動，我所持的觀點是：能夠配合學校現行教科書中之單元，轉換成爲合於 STS 理念的教學方式，這對在職老師發展直接應用於課室教學的能力較有幫助。然而，先前所形成的八個異質性小組就不再合於這個活動的需要。於是我乃在第九次上課時，要求參與教師們依照他們所教授的學科分成新的八個同質性小組。在第二階段的成員將溝通建立在彼此間都屬於同一學科背景的基礎上。因之，他們對於所屬學科領域的專門知識熟悉，能共同考量融入的內容以及所使用的策略等因素。在第五次的作業中，有超過三分二的老師指出同質性小組的優點不外乎：(1)討論有交集，(2)設計內容可以應用於本科的實際教學中，(3)做修正及串連概念時知所取捨。以下是幾個代表性的觀點：

感覺頗好，因為畢竟同科的老師所設計的模組可行性較大，也頗具實用性，同質性小組對某些教學問題可以相互討論，否則隔行如隔山。(T03 第五次的作業)

在同質性小組一起工作，大家的知識背景相同，討論的內容能一點就通，使我們在教案的設計討論上，更加的得心應手，更有內涵更實用！(T19 第五次的作業)

但是有老師擔心回復到以學科爲本位的編寫小組，恐將回歸原先依賴教科書所導致的僵化現象，或是議題難覓的窘境：

將異質性分組進到同質性分組，雖好工作，但也容易僵化於原有的模式。(T07 第五次的作業)

在設計的過程中，最困難的地方在於 STS 模組各小單元的社會性議題與科技性議題並不容易找。(T38 第五次的作業)

我這項重新分組的作法一開始遭致一些老師的質疑，有些人不知道何以需要再做一次大風吹，吹亂了原先就已經建立好的默契。但在經歷過同質小組內的眞實經驗後，有的人釋懷的說，同質小組的編寫歷程讓他們對 STS 教學模組的認識更深入了：

原先覺得重不重新分組並不重要，後來發現的確是必要的，當異質性(小組)的主題式STS的設計，個人通常較無法修正不同科系的設計，但同質性小組的融入式STS則無此問題。(T06 第五次的作業)

誠然，參與教師們在經歷先前第一回合主題式模組的設計之後，對於 STS 的精神與做法已有較進一步的認知。他們較能體會內容整合的必要性，以及社會性議題與科技性議題在教學中的地位：

由於有了第一次經驗，大家這次就相對的成熟許多，明顯有進步！尤其在課程的可行性及連貫性這兩方面，值得高興！(T22 第六次的作業)

我在設計模組的過程中，觀摩大家的做法，從中了解如何將社會議題和所要教授的科學概念連接起來。(T28 第六次的作業)

以此爲基礎，當他們繼之發展融入式教學模組時，如同前一次的工作一般，一開始也絞盡腦汁集同組成員之力，從自己所屬的領域的課本中思索一個可供發展的章節。表 5 整理出八組老師的主題章節及組成之單元名稱。八組中已有「雕塑大地的手 – 談地質作用」、「理財專家、儲蓄致富」、「站台灣看能源」、「我們是雙胞胎 – 磁與電磁感應」、「超級比一比 – 比與比例式」等五組所擬定的名稱，有別於課本上的章節所示。這些名稱都具有生活化，意欲藉此引發學習者心頭一亮、開啓他們窺探後續更深入內容的意圖。而在八組所設計的主題下的所有單元，也都有這方面生活化的傾向。換言之，各組的參與老師已能掌握透過社會性及科技性議題的使用，將科學學習意義化、生活化的意旨。

表5：各組參與教師之融入式STS主題及單元名稱

組別	學科領域/人數	主題	單元名稱
第一組	地科/4	雕塑大地的手－談地質作用（國中地球科學第四章）	1. 捷運？劫運？－談物理風化 2. 親愛的「人面獅身」變小了－談化學風化 3. 大自然的巧奪天工－談侵蝕作用 4. 搬運與沈積作用 5. 台灣人心中永遠的痛－山崩
第二組	理化/4	常見的有機化合物（國二理化第十章）	1. 乎乾啦！認識酒精 2. 六輕、七輕、八輕？請問那個比較輕？－淺談石油與天然氣 3. 你吃醋了嗎？！ 4. 寶貝你的臉－認識清潔劑
第三組	數學/4	理財專家、儲蓄致富(國中數學第四冊）	1. 理財專家（等比數列） 2. 儲蓄致富（等比級數）
第四組	生物/5	生物與環境（國中生物第十一章）	1. 我們都是一家人（族群和群集） 2. 生物彼此是好鄰居嗎？（生物間的交互作用） 3. 我變、我變、我變變變（自然界物質的循環與能量的流動） 4. 你、我、他－淺談生態系
第五組	理化/6	站台灣看能源（國三理化）	1. 黑金傳奇 2. 油裡油氣 3. 神燈裡的巨人 4. 能量轉轉轉 5. 能源的利用與開發座談會
第六組	生物/5	遺傳（國中生物下冊）	1. 消失的顏色－遺傳法則 2. 生物擁有的製造藍圖－基因與遺傳 3. 生男還是生女－人類性別的遺傳 4. 可怕的錯誤－基因突變 5. 人類的方程式－人類的各種性狀 6. 趨吉避凶－遺傳諮詢與優生保健 7. 偷改上帝的計畫－生物技術
第七組	理化/5	我們是雙胞胎－磁與電磁感應（國三理化第廿五章）	1. 我有我的堅持嗜好－磁鐵的性質 2. 我的嗜好是有跡可循－磁力線和磁場 3. 我的嗜好源頭在哪裡？－地球的磁場 4. 我有很強的副作用喔－電流的磁效應 5. 嗜好讓我有另一個方向的選擇－電流和磁場的交互作用 6. 嗜好其實是欲拒還留－感應電流
第八組	數學/3	超級比一比－比與比例式（國中數學第二冊第二章）	1. 比上不足，比下有餘－比與比值 2. 不吃虧也不佔便宜－比例式的應用 3. 比比接式－連比

觀看其他各組同學所做的報告。發現大家越做越好，很實用！可以應用於教學上，原來課本上無聊的一些內容，經社會議題、科技性議題的融入後，課程居然可以這麼生活化，這麼有吸引力！（T19第六次的作業）

(十二)遭遇問題十二：參與教師發展融入式模組依然含納過多議題而使內容過繁

解決策略十二：由各小組進行口述報告，同儕記述待改進的項目與方向

然而這八組設計的內容依舊無法免於內容

的繁多，雖然如前所述他們已掌握社會性與科技性議題在數理科學習中的要旨，但卻也因爲如此而使各組所擬出的此等議題有偏多的傾向。我在看過他們各組所繳交的初稿之後，發現這個現象，心裡思想應該循什麼途徑來幫助他們呢？我除了還是巡迴於各組一一和他們討論，請他們正視這個通病之外，也請他們要想一想什麼是迫切需要的？什麼是可以移做參考資料的？更且，在接下來的第十三、十四、十五次上課時間，我安排各組依次報告，其他各組成員則一邊聽報告一邊寫下個人對於這個模組設計的看法與建議。

透過觀摩的機會，參與教師們完成了對其他七組教學模組的評論，繳交給我作爲第七次作業。我整理他們的建議發現這次的意見，已不再如第一次編寫模組時的傾向批評內容不夠連貫的問題。相對的，大多數的意見還是針對內容的繁多，但這繁多之所致乃源自議題的過度引用。有的組雖然引用適切的議題，但議題過繁；然而卻也有的小組是爲了迎合 STS 教學對議題的需求，一味引用，而使議題失之偏頗，如此反遭畫虎不成反類犬的評語：

每一組均能找出教學主題有關的社會性、科技性議題，但是在執行的時候往往為了遷就有趣的議題，反而偏離了主題整個架構；沿用傳統式的教學，而社會議題只當做點綴、一語帶過，沒有真正的融入到教學之中。（T01 第七次作業）

有的組別內容詳盡，欲表達的概念相當多。我認為議題太多，反而會造成反效果，學生不知道要學的是什麼，應簡單扼要。（T34 第七次作業）

總計有十八位參與教師提出議題太多的質疑，他們的看法在全班同學間也引發了全面性的省思。在課堂上，有老師提出如何確保課程進度與生活化教學之間能夠並行不悖共存共榮的問題。思索中，似乎還沒有一個定論；但已能感覺得到一絲不安的氣息。我深覺參與老師們能夠經由主題式及融入式教學模組兩階段發展活動，認識 STS 教學的理念與做法，但有關現實體制下有關行政支援以及時間配合的問題應該是最大的障礙吧！

我兀自思索著，但想著想著何不在最後一次（第十六次）上課時請他們再撰寫其所認爲的 STS 教學的優點與可能遭遇到的障礙！於是在課堂上，參與教師們振筆疾書寫下他們認知中有關以 STS 從事數理教學的優點與待克服之障礙。

從歸納至表 6 中的意見可以得知，參與教師們對於以 STS 從事數理教學的優點意見較爲多元；甚且 38 位參與教師全數認爲引發學習科學的興趣與動機以及提供溝通與合作的學習機會。而超過 30 位老師提及的優點還包括：擴充學習的面向和與日常生活相結合等兩項。除了可以培養解決問題、邏輯推理、創意思考以及蒐集資料等方面的能力外，比較特殊的項目還包括有 9 位老師認爲從事 STS 教學可以提升教師本身的專業能力；而有 4 位則認爲 STS 教學會鼓舞學生的自信心。至於在從事 STS 教學時有待克服的最大障礙，則首推學生學習適應（N = 38）與時間不足（N = 36）；有 28 位老師坦承教師本身的能力不足。綜觀這十項障礙可以再歸納爲：個人能力信念障礙（教師能力養成不足、編寫及設計教材、學生學習適應、學習環境營造、教師教學適應、評量的問題）、行政架構障礙（時間不足、學校行政的支持與配合）、與資源障礙（媒體設備、欠缺專家支援）等三大類。

五、展望大未來，有待應用以落實

在這最後一次上課中，參與老師們表達透過實作發展 STS 教學模組對他們認識一個新的教學理念及方法的裨益（T10）：

本來不知道主題式和融入式的區別，但是做過之後就知道了。（第十六次上課後筆記）

有些老師（例如 T21）還建議可以將各組

表 6：參與教師有關從事 STS 教學優點與待克服障礙之認知

優點	人數	待克服之障礙	人數
1. 引發學習科學的興趣與動機	38	1. 學生學習適應	38
2. 溝通與合作學習的機會與習慣的養成	38	2. 時間不足	36
3. 擴充學習的面向	33	3. 教師能力養成不足	28
4. 與日常生活相結合	30	4. 學校行政的支持與配合	27
5. 具應用性	26	5. 編寫及設計教材	24
6. 容易取材	23	6. 學習環境營造	23
7. 學習者主動建構知識	19	7. 媒體設備	19
8. 培養學生解決問題的能力	16	8. 教師教學適應	15
9. 教學生動活潑	13	9. 評量的問題	14
10. 統整式的學習	12	10. 欠缺專家支援	1
11. 教學策略運用之多樣化	11		
12. 評量多元化	11		
13. 訓練學生的邏輯推理能力	11		
14. 了解科學、技學與社會間的關係	9		
15. 提供動手做的機會	9		
16. 教師成長	9		
17. 提昇學習者的蒐集資料的能力	8		
18. 增加師生互動	6		
19. 內容簡單易懂	5		
20. 激發學習者的創意與潛能	5		
21. 增加學生學習自信	4		
22. 使學生關心周圍環境	3		

在本學期中發展出來的模組，呈現在網站上：或是將這些成果存在光碟上，發給每位參與老師擁有一份，以供日後教學時的參考或推廣之用：

如果把這些模組公佈在網站上，一定很值得參考。（第十六次上課後筆記）

在這次上課和參與教師的討論中，我也蒐集到他們對 STS 教學的觀感。從一整個學期中兩次發展 STS 教學模組的經驗，參與教師更進一步認知到 STS 教學對提升教學成效的助益。比方說一位理化教師（T08）說：

經過兩階段發展教學活動，使我不但對 STS 教學有更深入的認識，也讓我在實際教學中改進很多。最明顯的是我在教學策略的運用上，生動活潑也多樣化了。經由和學生的晤談，我也發現他們對於理化科比起以前不再抱著畏懼的心理，開始覺得有趣，也開始對生活上遇到的問題關心起來，可以將知識與生活結合在一起。另外，我覺得有些地方施行起來仍不熟練，可能需要時間再加磨練，但看到學生學習不恐懼，我也為他們感到高興。（第十六次上課後筆記）

但從表 6 的歸納意見可以得知：參與教師頗爲一致的認爲有 9 個主要項目是落實 STS 教學的障礙。他們雖也指陳許多 STS 教學的

優點，但相對的如何幫助他們克服這些障礙，而使之能如所言的付諸於實際應用呢？這正反間的態度落入兩難困境，深深的影響教師個人的教學實踐。綜觀參與老師所提的障礙項目，其克服途徑宜涉及(1)相關人士的信念需予以改變，(2)教學輔助資源需發展與充分供應，以及(3)教育行政的既有框架需要做適度的調整等三方面。這三大項所涉問題經緯萬端，倘我過於著重在這些有待克服的項目思索，則恐怕有力不從心、難以施展的慨嘆！然若從他們所列洋洋灑灑的優勢項目觀察，卻又更激勵我旺盛的企圖心！深深的感到參與老師們發展模組中已然體會到STS的理念與作法帶來許多的裨益！

雖然本學期的課程即將結束，我的上課時間有限；原本在學期初，我計畫要先讓老師們發展模組後經同儕互評修正，再由各組進行教學觀摩；但是因課程進程中與參與教師們互動所遭遇的問題，一次又一次的激起我以即時的解決策略協助他們一步步的建構新的學習經驗。在這個歷程中，我精練了觀察的觸角，以及立即思索對應方針的能力。在這樣的一來一往間，身爲授課教師的我也學習到許多的新的經驗。然而因發展兩次的模組以致時間更顯有限，原先的教學觀摩無法實施。無從連結參與老師們在學校中的眞實教學，使能做一次眞實的評量，令我喟嘆！

但是值得欣慰的是，有幾位老師表示他們在學校中已經開始著手引用融入生活化議題的做法，或引起動機、或舉例子對學生從事更適性化的解釋。這些回應的意見讓我感受到參與老師們很努力地在設計教學模組之餘，也有人想要更進一步的學以致用！

但我深感如果這個課程時間有餘，應該要做後續實地教學的應用。固然，參與教師們發展 STS 教學模組中的社會性與科技性議題已趨多樣化，教學策略與評量策略也呈多元，然而是否可行端賴實際教學經驗所帶來的回饋與省思。對此，我深感連結發展經驗至眞實之教學場域的重要性，若有時間或於下次再開授此一課程，我將會納入這個部分！雖然在整個班上的組數衆多，我未必能夠每組都顧及到，但若是能選擇其中幾組，以教學觀摩的方式運用眞實的授課環境，讓老師們更貼近使用 STS 教學的現場，應是比單單發展教學模組要更能檢測理論與實務間的契合程度。在眞正的將自編的 STS 教學模組教過一遍後，諸如：議題引用適切與否、內容是否太多、單元間是否連貫、以及 STS 教學模組將如何再予以精緻化等問題就會更加實際而可及。更何況透過連結校內數理教學的觀摩活動，他們的設計與努力將可在各自所屬的學校裡產生後續的影響作用！

伍、結論與建議

從整個學期的教學互動中，我歸納出參與教師有幾項學習 STS 時的狀況，有待科學教育社群予以協助：

一、我國科教社群習將科學、技學與社會間關係之理念應用於科學教育直稱爲 STS。數理教師在從事進修或研習之初，聽聞 STS 這個術語，並無法精準掌握其理念與目標。甚且，即便以《科學、技學與社會》稱之，也不易明瞭其義。

二、技學爲 Technology 的義譯，參與教師不易瞭解其義。它就有如「科學」一詞般，難以望文生義。此現象影響教師們精準掌握技學在 STS 教學中的地位。

三、參與教師們在發展 STS 教學活動時，當需引用妥適的科技性社會議題以及探究蘊含其中可能的科學概念時，遇到障礙。

四、參與教師對於發展「主題式統整課程」的意義與使用空間存疑。甚或不知從何選擇一個合適的主題並依序組構完整的STS教學模組。

五、參與教師在發展 STS 教學模組初始，套用既有可參考範例中的模式，在所採用的教學與評量策略方面均欠缺創意與變化。

六、參與教師在發展 STS 教學模組時，因各小組皆採成員分工設計的方式，於是在內容上有重疊及不夠連貫的現象。

七、參與教師發展融入式教學模組時已具經驗，是故引用較多議題，導致內容龐大，若實際運用於教學將生障礙。

值此，我採用了以下的策略，試圖解決這些問題：

一、加強對STS理念與定義的闡釋。

二、提供多樣化的範例做爲閱讀之參考資料。

三、以小組做爲發展STS模組的支持依據。

四、以發展主題式 STS 模組做爲練習，擺脫套在課程框架中的限制。

五、與各組參與教師就其問題做個別化之討論與引導。

六、參與教師間對各組發展成果加以評述，以刺激發展者後續之精練與修正。

七、選擇參與教師中之一範例，供各組教師參考比較。

八、兩回合發展 STS 教學模組，由認識主題與議題在其中之核心地位，進而發展配合學校正式課程的融入式模組。

九、兩階段分屬異質性與同質性分組，增加參與教師間互動討論的機會。

十、在正式課堂中，提供參與教師較充裕的討論互動時間；以補因在職之故而缺乏溝通整合的機會。

十一、各組口頭報告，並請同儕提出問題與建議。

雖然從這整個歷程中，我未盡能發現所有存在的問題，也未必能妥善解決所有我已發現的問題。但在整個學期之中，我時時的提醒自己要操練敏銳的觀察、周全的思慮和及時的反應。而在未來的教學中，我計畫或建議科學教育界同好可循以下的策略進行後續的探究及推廣，希望對於現況能有所幫助：

一、針對在職數理教師，規劃並開授連結 STS 教育理論與實務教學間之研習課程。採取「三明治式」的學習理念，將其進修課程能與實務教學場域及時配合，隨學隨用相輔相成。

二、若採取小組合作發展 STS 教學相關能力，宜注重以眞實教學情境從事 STS 教學觀摩機制的建立。可整合同組在職教師成爲教學觀摩中之學習伙伴，從事密集的教室觀察並提供即時的回饋意見。

三、在職前數理師資培育學程中，提供從事 STS 教學所需之專業準備；加強對 STS 課程理念與作法的引介、觀摩與試作，並輔以科學教育相關課程例如科學本質、科學社會學、科學與技術史、科學素養等課程，形成協助職前教師加強從事 STS 教學設計與執行能力的基礎。在此過程中，尤其需注重眞實教學環境的觀摩與實際經驗的獲得。

四、職前數理教師於師資培育學程階段同時修習大學數理專業課程，開授數理專業課程之教師若融入生活應用之實例，相信能夠啓發職前數理教師對於理論與人類社會和日常生活間關係的認識。就其未來所將從事之國民教育階段的數理教學而言，也將有所裨益。

誌　　謝

本研究之經費由國科會補助（NSC 89-2511-S-029-001），在研究過程中修習課程之數理教師積極參與，復蒙兩位審稿委員析心斧正，在此一併致謝。

參考文獻

1. 王澄霞（1994）：**STS 模組開發：教師充實計劃 – 臭氧層、溫室效應**。國科會專題研究報告。計劃編號 NSC-83-0111-S-003-057。
2. 王澄霞（1995）：STS 活動中之教與學。**科學教育學刊**, **3**(1), 115-137。
3. 王澄霞（1994）：透過「科學、技學、社會」學習化學。**中等教育**, **45**(2), 11。
4. 王澄霞和林梅芬(1994)：**開發溫室效應 STS 單元**。論文發表於中華民國第十屆科學教育學術研討會。高雄市：高雄師範大學。
5. 王澄霞和謝昭賢（1997）：以教與學歷程檔案評量 STS 教師的專業能力及其成長。**科學教育學刊**, **5**(2), 127-166。
6. 台灣師範大學（1997）：**國中數學及自然科學生活化實驗設計學習模組的研究開發與推廣計畫**。台北市：台灣師範大學科學教育中心。
7. 邱美虹(1994)：科學課程革新 – 評介 Project 2061, SS & C 和 STS 理念。**科學教育月刊**, **174**, 4-14。
8. 陳文典（1997）：STS 教學教師所需之專業準備。**科學教育學刊**, **5**(2), 167-190。
9. 黃鴻博（1998）：**教師與研究者合作行動研究 – 兩所學校比較**。論文發表於中華民國第十四屆科學教育學術研討會。高雄市：高雄師範大學。
10. 黃鴻博和郭重吉（1999）：STS 教育理念的接納與實踐 – 一個國小教師的個案研究。**科學教育學刊**, **7**(1), 1-16。
11. 蘇育任(1997)：運用模組開發活動培育 STS 教師之可行性研究。**科學教育學刊**, **5**(2), 245-266。
12. 教育部（2000）：**《國民中小學九年一貫課程（第壹學習階段）暫行綱要》**。台北市：教育部。
13. 國立教育資料館（1999）：**《一九九九年國民教育政策與調查報告》**。台北市：國立教育資料館。
14. 國立教育資料館（2000）：**《對教育部推動教育改革意見調查研究》**。台北市：國立教育資料館。
15. 蔡今中（1999）：**科學教師實際實施 STS 教學所感：一個案研究**。論文發表於中華民國第十五屆科學教育學術研討會。彰化市：彰化師範大學。
16. Aikenhead, G. S. (2000). STS science in Canada from policy to student evaluation. In Kumar, D. D. & Chubin, D. E. (Eds.) Science, Technology, and Society. *A sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer Academic publishers.
17. American Association for the Advancement of Science. (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
18. Bradford, C., Rubba, P. A. & Harkness, W. L. (1995). Views about science-technology-society interactions held by college students in general education physics and STS course. *Science Education*, *79*(4), 355-373.
19. Cajas, F. (1999). Public understanding of science: using technology to enhance school science in everyday life. *International Journal of Science Education*, *21*(7), 765-773.
20. Cheek, D. W. (1994). Trends and dilemmas in science, technology and society education within

k-12 schools in the United States. ED: 381429.

21. Chin, C. C. (2000). Science teachers' development of museum-based STS modules – what do their perceptions and practices tell us? Proceedings of the National Science Council, Republic of China, Part D: *Mathematics, Science, and Technology Education*, *10*(3), 115-125.
22. Clandinin, D. J. (1985). Personal practical knowledge: A study of teachers' classroom image. *Curriculum Inquiry*, *14*, 361-385.
23. Finson, K. D. and Enochs, L. G. (1987). Student attitudes toward science-technology-society resulting from visitation to a science-technology museum. *Journal of Research in Science Teaching*, *24*, *7*, 593-609.
24. Harms, N. C. and Yager, R. E. (1981). *What research says to the Science teacher*. *Vol 3*. Washington, D. C.: NSTA.
25. Heath, P. A. (1992). Organizing for STS teaching and learning: The doing of STS. *Theory into Practice*, *16*, 52-58.
26. Holford, D. G. (1983). Training science teachers for "science-technology-society" roles. In Tamir, P., Hofstein, A. and Ben-Peretz, M. (Eds.) "Preservice and in-service training of science teachers. Philadephia, PA: *Balaban International Science Services*.
27. Hofstein, A. and Yager, R. E. (1982). Societal issues as organizers for science education in the '80s. *School Science and Mathematics*, *82*(7), 539-547.
28. Hughes, G. (2000). Marginalization of socio-scientific material in science-technology-society science curricula: some implications for gender inclusivity and curriculum reform. *Journal of Research in Science Teaching*, *37*(5), 426-440.
29. Hurd, P. DeH. (1998). Scientific literacy: New minds for a changing world. *Science Education*, *82*, 407-416.
30. National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
31. Pedretti, E. and Hodson, D. (1995). From rhetoric to action implementing STS education through action. *Journal of Research in Science Teaching*, *32*(5), 463-485.
32. Riessman, C. K. (1993). *Narrative analysis*. Newbury Park, C. A.: Sage Publication.
33. Rosenthal, D. B. (1989). Two approaches to STS education. *Science Education*, *73*, 581-589.
34. Rubba, P. A. (1987). Perspectives on science-technology-society instruction. *School Science and Mathematics*, *87*(3), 181-185.
35. Rye, J. A. and Rubba, P. A. (2000). Student understanding of global warming implications for STS education beyond 2000. In Kumar, D. D. & Chubin, D. E. (Eds.) Science, Technology, and Society. *A sourcebook on research and practice*. New York: Kluwer.
36. Wang C. H. (1997). Linking STS teacher development and certification. Proceedings of the National Science Council, Republic of China, Part D: *Mathematics, Science, and Technology Education 7*(2), 67-76.
37. Yager, R. E. (1992). The constructivist learning model: A must for STS classroom. *ICASE Yearbook*, pp. 14-17.
38. Yager, R. E. and Tamir, P. (1993). STS approach: reasons, intention, accomplishments, and outcomes. *Science Education*, *77*(6), 637-658.

An Action Research to Facilitate In-service Mathematics and Science Teachers Develop of STS Modules

Chi-Chin Chin
Department of Science Education, National Taichung Teachers College

Abstract

This study used a graduate-level "science/technology/society" course and a group of mathematics and science teachers (M & S teachers) (N = 38). The purpose of the course was to help the M & S teachers to understand STS rationale and strategies in more depth and develop their ability to develop STS modules. The instructor in this course, as an action researcher, was to collect M & S teachers' opinions and problems faced in this course. The researcher tried to respond these problems as soon as possible by providing immediate assistances. The results of this study were recorded and presented through narratives. It was reported that: (1) The jargon used in the science education community was an obstacle to understanding the real meaning of the specific educational theory. (2) In-service M & S teachers were not familiar with the profound meaning of technology. (3) This lack of understanding of technology hindered their efforts to connect the societal issues to possible embedded scientific concepts. (4) In developing STS modules, M & S teachers covered too much content, and lacked logical connections between individual parts. In the process of this study, the researcher tried to interpret the rationale and definition of STS more detail, provide a variety of exemplars as reading assignments, answer questions based on what M & S teachers produced and encourage their interactive discussion by reviewing the paper work through oral presentations. All of these aimed to promote the teachers' understanding of STS and their ability to integrate the resources used in developing the task. Finally, M & S teachers reported 22 benefits and 10 disadvantages in adopting STS modules in school science teaching. Based on the results, this study suggested feasible ways to conduct pre- and in-service M & S teacher education. Remarkably, the M & S teacher programs need to connect to authentic learning environments.

Key words: Action Research, Mathematics and Science Teachers, Science/Technology/Society, Teacher Education.