

科教課程模式一 科學、技學、社會(STS)之探討研究

蘇宏仁

國立新竹師範學院數理教育學系

摘要：就科教而言，社會的需求與期望改變了。在此民主時代中，科學教育的目標已從「知識灌輸」改變為「現代公民」的培養。為了培養具有科學素養的現代公民，我們在科學教育上必須加強科學、技學、社會(STS)教育。

STS 運動仍處於萌芽階段，其乃是教育學者及科學家們對於科學、技學在社會層面上的深思、覺醒所引起的世界性風潮之一。本文分別討論了STS 課程的特徵、目標、教學策略及優缺點。此外，如何將STS 的內容帶入學校課程中，亦一併提及。

結論指出，STS 教育使老師及校方有機會重視學生的興趣及需要，並使學校科學課程與日常生活相結合；因而，STS 教育是我們科學教育的一個新希望，也是通識教育中科學課程的新希望。

關鍵詞：科學教育、科學/技學/社會、科學課程

在此民主時代中，教育的目標業已跨越「知識灌輸」而轉趨「現代公民」的培養上。美國全國科學教師協會(NSTA)於1982年揭櫫「1980年代科學教育的目標乃在於發展具科學素養的公民...」。現代公民有權利也有責任，以嚴肅負責的態度，去參與公共政策的決斷。然而由於科技進步所衍生的複雜問題，現代公民不管扮演何種角色，(例如投票者、勞工、消費者、利益團體或政府官員)，都面臨著日益嚴苛的考驗。

科學、技學、社會(STS) 教育之必要性

自從1980年代開始，美國科學教育上又出現了一個新的危機。有許多的現象與事實，諸如：學生對科學常抱持負面的態度，對科學的興趣日益降低；中小學生科學成就低落；高中畢業生缺乏科學素養；教學目標過於偏頗狹隘；教學上過分倚賴教科書等，都曾一再的遭受教育學者及大眾的批評，為解決此一危機，科教界乃興起了一股所謂「所有學生的科學教育」(A science education for all students)的思潮。

許多關於K-12年級的科學教學的研究報告建議，學校科學課程不應再只重視學術的薰陶與準備，而應兼顧協助學生發展面對科學與科技問題之能力。其中，將STS整合至學校課程中，被認為是能夠達到此一目標，而均衡發展科學教育的有效方法之一(

Rubba, 1987)。Waks (1988) 更強調，在現今社會中，除非所有公民能接受更完善周全的科學、技學、社會(STS)教育，否則他們是無法了解或積極參與任何公眾議題的。因而他主張，為民主社會教育現代公民計，在科學教育中必須加強STS教育，而在教學過程中則應增加某些形式的公民訓練活動。

在以問(議)題為中心的架構下，STS教育強調個人及社會目標的交互作用，並著眼於培養適合現代社會的現代公民。Hlebowitsh及Wraga(1991)認為以STS議題為起點，當個人經驗、課程主題及真實社會之間有所連貫時，學校對學生而言將更具意義而相關。由於STS教育相關於學校外面的真實世界，因而能強固學生學習科學、技學的動機及興趣。Norris Harm及Yager在Project Synthesis(1981)的報告、NSTA(1982)的專論—「STS—1980年代的科學教育」及NSB(1983)的「教育21世紀的美國人民」，都一再提出了共通的想法，認為：為了解現代世界的運作情形，為了能從社會的內涵上去了解科學與技學，以成為現代社會真正受過教育的個人，STS教育是必要的。

STS之發展及演變

STS運動乃是教育學者及科學家們對於科學、技學在社會內涵上的深思、覺醒，所引發的世界性風潮之一(Roby, 1981)。關於STS這個字，Ziman(1980)首先於「科學與社會的教學」(Teaching and learning about science and society)一書中提出。Mothe(1983)指出STS乃是一種重要的社會教育運動。

STS之誕生與發展在歐洲實早於美國。直到1981年Norris harms等人從事Project Synthesis之研究後，STS才成為美國國內的一項運動(Yager, 1990)。在1960及1970年代，由於科技的快速進步，生活的日益複雜，一般社會民衆及團體對此常有一些不恰當的反應。有鑒於此，一群STS之倡導者遂集中注意力於科技對我們的社會所造成的影響上，並為此時的STS教育塑造了特有的風格(Cutcliffe, 1989)。Roy及Waks(1985)指出STS之種苗於1970年從歐洲移植並培養在美國大學校園內。從1983年起，在卓越報告(excellence report)時期，為了重建科學教育，STS教育在中小學階層傳播得非常快速，現今STS已成為整個教育上的一個大趨勢。Cutcliffe(1989)認為STS教育在美國的發展可分為三個階段：第一階段的STS只著重在教導科學，並使學生體認他們的工作對社會的真正衝擊；第二階段的STS針對所有的學生，並強調科學與技學的社會過程觀；而今第三階段，STS

是教育界的一個大趨勢。它的範圍超越了對一個問題的社會性分析，而進入為大多數的非科學領域的學生設計課程、發展科學素養的階段。Rubba及Wiesenmayer(1988)指出教育當局已開始為中小學的STS教育建構教學目標、發展課程指導原則、充實課程設備及訂定教師評鑑標準。除此而外，教材的發展者及出版商，已紛紛推出有關的STS教科書及個別的STS活動模組(Lisowski, 1985)。

現今在整個美國，STS教育正如火如荼的被整合至傳統的學校課程中，並被認為是未來公民教育訓練課程中充滿希望的一環(Berlin & Kumar, 1993; Cheek, 1994)。Roby(1981)指出，導致STS運動蓬勃發展的因素有四：

1. 在我們所必須面對的嚴重社會問題中，包括有科學與技學在內。
2. 科學與技學所造成的弊病缺失，我們必須加以正視。
3. 科學與技學在社會內涵層面上的研究發展，漸受重視。
4. 科學與技學的相關政策，逐漸受到人們的重視與關心。

STS之特色與目標

STS課程以現實世界中的一些議題，或人們關心的事情為起點，藉由公民角色的扮演，提供學生運用科學的機會。經由對地方性、區域性或國際性問題的調查研究，以培養具有科學素養的公民，使能對公眾問題作出明智抉擇，並採取適切的行動，解決問題。在一篇名為「STS：為全民提供適切科學的一項新嘗試」(Science/Technology/Society: A new effort for providing appropriate science for all)的文章中，NSTA(1991)將STS定義為在人類經驗範疇內的科學教學。Yager(1989)宣稱STS首先提供一種環境或背景，使學生對問題產生興趣；其次讓學生對此一問題加以探討；最後，延伸探討層次，設法讓學生對所遭遇的問題，提出解決方案，並加以測試、驗證。STS是一種科學，凌駕於教科書的限制之外，主張動態的教導與學習，著重於問題及未知。

Yager等人在Project Synthesis(1981)中對理想的中小學科學教學，作了極佳的註解。他們認為：科學教學必須與生活結合，注重科學的應用；而教學的內容、綱要及教材則必須以問題為中心，與地方相關聯。那麼，有效的STS教育究應具有那些特徵呢？Cheek(1994)指出，關於STS之定義雖然至今仍是莫衷一是，但對於STS教育的特質，則至少有六項是大家觀點一致的：

1. STS教育強調科學、技學、社會間之交互作用。

2. STS教育能提升學生對於STS議題的覺知。
3. STS教育包括倫理及價值內涵的考量。
4. STS教育能培養學生作決策的能力及技巧。
5. STS教育能增強學生對於科技應用的了解。
6. STS教育能促使學生參與社區活動、與地方結合。

中小學STS教育的總目標，乃是培養學生發展知識、技能及情意三方面的素養，使其在面對STS議題時，能作出明智抉擇，並採取適切的行動，以解決問題。Rubba及Wiesenmayer(1988)從課程及教學的觀點，對STS教育提出了四個目標階層的建議。

階層一：STS的基礎階層。在此階段，提供學生有關科學、技學及社會的背景知識。

階層二：STS議題的覺知階層。要了解科學、技學及社會三者間之相互關係，並了解議題發生之原因及錯縱關係，必須由各方面來加以檢視以窺全貌。

階層三：STS議題的調查階層。此階段主要發展學生調查STS議題的知識及技能，使學生能夠獨立自主、或共同合作完成STS議題的調查研究，並能從多種不同的向度來評估各種解決方案。

階層四：STS的行動技能發展階層。教導學生一些行動策略，使其面對STS議題，不但能作出明智抉擇，更能獨自或群體合作，將決策付諸行動，以解決STS議題。

STS的教學策略

許多教育學者，例如Hungerford, Peyton及Wilke(1980), Ramsey等(1981), Hines(1984), 及Sia等(1986)在環境教育上的研究，已為中小學的STS教育提供了很好的指示。他們的研究指出，單純的辨認STS議題及討論問題的解決方案，並不足以養成學生負責任的公民行爲。Rubba及Wiesenmayer(1988)認為如果STS教育是要培養學生使其在面對STS議題時，能以負責任的態度，作出正確的決定並採取適切的行爲，以解決問題，則STS教育就該直接強調這些能力的培養。

有關STS的教學模式有許多種，今就一些比較普遍者概略介紹如下：

- 一、Graham(1986)認為教學組成應包括社會問題及議題、科技的過程及發明、科學概念及原理、決策的下達及問題解決等四項。教學活動可開始於社會議題及

問題、科技的過程及發明、或基本科學概念任一者，然其最後皆總結於問題解決及抉擇下達。

二、Bybee (1992) 等人將 SCIS 的學習環 (learning cycle) 加以修改擴充，提出了一個動態教學模式，特別強調科學、技學的歷史與哲學觀。其教學過程包括有五個步驟：1. 準備、激勵階段 (Engagement) 2. 探索階段 (Exploration) 3. 闡釋階段 (Explanation) 4. 拓展完成階段 (Elaboration) 5. 評估階段 (Evaluation)。就其五個學習階段而言，似乎與一般的學習環沒有很大的差異。再就其內涵而論更只注重對科技本質的了解及歷史概念的獲得，而忽略了學生問題解決能力及技能的發展。

三、根據 Tabilisi 宣言，Hungerford 等人於 1980 年提出「環境教育課程發展目標」。此一目標，目前常被加以潤飾而用於 STS 教育中 (Rubba & Wiesenmayer, 1988)。STS 教學模式中的個案研究 (Case study) 及問題調查技能訓練 (Issues investigation skills) 兩種方法，乃是從其四個目標階層衍生而來。個案研究的教法，教師能充分彈性掌控，對於問題的種種：如要調查研究哪一個問題、使用何種方法、分析問題至何種深度、花多少時間在一問題上，完全操縱在老師的手中，由教師決定。此固為個案研究的一大特色，但也是其一大缺點。因為對於問題的選擇權在於老師，此可能較無法滿足學生的興趣要求。另一方面，個案研究的教法乃是以覺知為中心，由於其焦點過於狹隘，故而可能無法培養學生其他範疇內所需要的公民行為。至於問題調查技能的訓練模式乃是以行動為導向的教學方法，企圖使學習者對於 STS 問題能主動調查分析，並採取負責的行動。雖然亦以覺知為出發點，然其目標遠超過此。此教學模式共包括六個有系統的步驟，用以引導學生了解問題的特性，並培養學生獲得資訊及處理訊息的技能、調查及分析問題的技能、及解決問題的技能。

以「問題」為教學中心的教學法，目前在學校中並不普遍，而且即使偶有發現者，亦只是一項注重覺知的活動而已。然而，若果負責任的公民表現是我們對於學生的期待，那麼教導問題僅止於覺知階層，是無法達到此一目標的。既然 STS 教育旨在於指導學生獲得作出明智抉擇及採取負責行動所需的知識、技能、及情意，STS 教育便該直接強調這些能力。因而筆者認為「問題調查技能訓練模式」應是最有效的 STS 教學模式。

STS課程之引入

爲了反應現代社會的需求，多種 STS 課程模組曾被提出，爲科學教育提供了新的方向，將足以彌補傳統科教的缺失 (Harms & Yager, 1981; Zoller et al, 1988)。Heath (1988) 及 Hickman 等人 (1987) 提出三種不同的策略，可將 STS 的內容帶入學校課程中。三種策略分別是：

- (1) 將 STS 融入現存的單元中；也就是說，現存課程的結構、目標及內容仍然嚴密完整，而僅在正規課程中適當單元內，引入關於科學、技學、社會的相關議題。此種融入的方式最大的好處在於，STS 議題能夠強化現存課程的整體性及凝聚性，因而易被學校接受且視爲既定課程的一部分。而其缺點則在於難以抉擇該捨棄哪些已有的教材內容，使有足夠的空間以容納 STS 內容。另一方面，融入式的策略也無法對 STS 主題作深入的探討，而只能對一些重要的議題作片段、膚淺的介紹。
- (2) 延伸現有課程單元；即是收集、修正或創造一些新的單元模組，將其併入現有課程中，以供數星期或數月的教學使用。此種方式的優點，乃是在於有機會將 STS 議題作深入的研究，而且對於在何時及該如何呈現 STS 內容，有著極大的彈性。然而當教學時間不敷使用時，對於 STS 議題的探討，也可能只觸及皮毛，甚或棄而不談，此爲延伸式課程存在的缺點。
- (3) 創立一個全新的課程；即是爲達到某種特定目的而設計一學期或一學年的全新課程。此種課程常標榜爲科際整合的 (interdisciplinary)、或多學科合科的 (multidisciplinary)。此種方式最大的優點乃是，有機會發展一套具有深度、內涵，且又緊密完整的課程，可充分的探討科學、技學、與社會三者間之複雜關係。Heath (1988) 認爲此種課程設計使這些新的研究主題更具有適法性及可見性。然而此方式亦有其缺點存在，除非小心謹慎設計，否則學生在傳統課程中，學習重要基本概念、技能、價值觀的時間及機會將被剝奪。另一項潛在的缺點，Remy (1990) 認爲由許多不同的領域中抽取一些內容，共同建構成一個新的課程，乃是複雜而花費不貲的，除了結果未可期外，經濟的效益更需要加以考量。

STS之優缺點

STS運動始於歐洲，並變成一個世界性的社會教育運動。現今STS教育獲得了來自許多國家各個階層的支持，如英國、加拿大、以色列、和美國等。然而，STS教育因應社會的變遷及需要而產生，經過多年的倡導、推展、施行及演進，STS教育自有其優缺點。

STS課程訓練下的學生，在許多方面的表現，都要優於接受傳統科學課程的學生。Yager (1989, 1995) 報告指出STS課程內的學生在應用、創造力、態度、科學過程技能、科學概念及世界觀等六方面的表現，都要比接受傳統課程的學生佳。在STS課程下，學生及老師都有機會選擇符合興趣或認為較重要的問題來加以研究。而且對學生而言，STS的教學及課程使用與科學有關的社會議題為組織者，將使學校的科學課程更具關切性，也更有意義。Yager等(1989)，Yager及Matha(1995)曾表示，使用與科學有關的社會問題來組織課程，將可獲得許多好處，並可將學校科學教學中現存的一些嚴重問題加以解決。

STS課程將可培養具有科學素養的公民，而達到1990年代科學教育的目標。傳統科學教學著重在知識內涵的獲得，因而其最常使用的教學方法，多半是一些與覺知有關的活動；然而STS教育則主要在指導學生發展針對STS問題如何作出明智抉擇，及採取負責任的行動所需的知識、技能、和情操。只有經由行動技能的訓練，學生才願意也才能夠解決那些STS問題。

另一方面STS課程也正逐漸變成通識教育的知性基礎。Roy(1984)指出STS教育乃是通識教育的核心，能模糊各科界限，打破各科分野，聯合各科，而成為科際整合之核心。STS課程並不是許多學者專家代表各自的學科，將他們的專長以較低的層次教給那些非主修該課程的學生；而是在互動的學習過程中，對於一些共通的事務，各個領域的學者專家，提供自己的觀點，以助學生參考學習。故而STS教育應是我們推廣通識教育的最佳希望。

雖然STS教育有其優點及成功的地方，但也無可避免的存在著一些缺失，而遭受許多來自不同階層的批評：

1. 關於STS並沒有一個明確的定義，雖然目前STS運動已被視為科學教育新方向的一個指標，但是並沒有成功的為STS教育釐定一個具權威性且又廣受採用的定義(Cheek, 1994)。

2. Aldridge (1991) 批評說 STS 只是一以活動為基礎的科目，並沒有一個制式課程，也沒有任何科學概念、原理、過程的特殊架構。Mitchener 及 Anderson (1989) 研究科學教師對 STS 課程的發展和實施所持的觀感和決心時，發現多數的教師(1)憂心 STS 的內容，(2)無法確定如何評估，(3)對學生族群感到缺乏信心，(4)對老師該扮演何種角色感到迷惑而無所適從。
3. Kromhout 及 Good (1983) 指出，如果教育學者以現今的社會問題來組織科學課程，則科學課程將缺乏一牢固的結構，因為社會問題本質上沒有任何結構性，同時又具有時間的限制性，很快就會淪為過時，而且以社會問題來建構科學課程，也將因諸多因素之影響而在選材上發生偏頗。
4. 科際整合 (interdisciplinary) 的方式應是 STS 的本質，然而那也正是 STS 最艱難的部份 (Bauer, 1990)。事實上，在我們學校中，不同領域的老師共同工作、一起研究的事例，實是絕無僅有的事。目前多數的現象是，有許多老師在研究 STS，但僅止於在自己所學的領域上，在不同學科之間，並無真正的學習。
5. 許多有關師範教育的報告指出，多數科學教師都缺乏有關科學在哲學及社會層面上的知識，他們對科學、技學的歷史及本質並不了解；同時多數的社會科老師亦缺乏科學知識，更甚者，不但目前在職的老師不具備有從事 STS 教學的技能，就是師範教育也沒有任何課程是著重在 STS 教學的 (Hofstein, 1988; Yager & Martha, 1995)。

結 語

學生主動的學習，要比老師的教學來得重要。學生是否獲得學習，達到學習的目的，端賴學生是否能以他們自己的方式來表達、來行動。STS 教育強調學生自主的學習活動，教學過程中不但提供機會讓學生選擇他們認為重要而相關的社會議題來組織課程內容，並注重科學過程技能的學習與運用，要求學生對其自我選擇的議題進行調查、評估、擬定策略並加以解決。

STS 教育以議題為導向，對議題有很大的選擇自由和空間。老師必須小心計劃及判斷，以協助學生選擇符合其興趣及發展程度，並能配合課程及自我能力的適合議題。也許學生的興趣、經驗、態度及意願，將隨著時間而改變，對於所認為的相關與否也會隨著時日、環境狀況而發生變化，學校科學課程仍應注意符合個人的興趣，並配合個人

成長的經驗。

在科學教育中，STS 倡導均衡的科教，既重視科學知識的培養，也強調科學、技術素養的發展。許多的研究結果顯示，受STS 課程訓練的學生，在各方面的表現，都要優於受傳統課程訓練的學生。STS 教育使學校科學課程更像真實世界中的科學；它是我們科學教育的一個新希望，也是通識教育中科學課程的新希望。

參考文獻

- Aldridge, B. G., & Yager, R. E. (1991) Basic science or STS: Which is better for science learning. National Science Teachers Association. NSTA Reports. May. 8-9, 32-33.
- Bauer, H. H. (1990) Barrier against interdisciplinarity: Implications for studies of science, technology, and society. Science, Technology and Human Values. 15(1), 105-119.
- Berlin, D. F., & Krumar, D. (1993) The status of STS implementation in the United States and its implications. ED. 361186.
- Bybee, R. W. et al. (1992) Teaching about the history and nature of science and technology. BSCS/SSEC.
- Cheek, D. W. (1994) Trends and dilemmas in science, technology and society education within K-12 schools in the United States. ED. 381429.
- Cutcliffe, S. H. (1989) The emergence of STS as an academic program. Research in Philosophy and Technology. 9. 287-301.
- Graham, C. S. (1986) STS in middle/junior high school science: One state's response. S-STS Reporter. 2(5), 1-4.
- Harms, N. C., & Yager, R. E. (1981) What research say to the science teacher. v3. Washington D. C. National Science Teachers Association.
- Heath, P. A. (1988) Science/Technology/Society in the social studies. ERIC Digest. EOO-SO-88-8 Sept.
- Hickman, F. M., Patric, J. J., & Bybee, R. W. (1987) Science/Technology/Society: A framework for curriculum reform in secondary school science and social studies. ED.288783.
- Hines, J (1984) An analysis and synthesis of research on responsible environmental behavior. Ph. D. Diss. Southern Illinois University.
- Hlebowitsh, P. S., & Wraga, W. G. (1991) STS education and the curriculum field. School Science and Mathematics. 91(2), 54-59.
- Hofstein, A. (1988) Discussion over STS at the Fourth IOSTE symposium. International Journal of Science Education. 10(4), 357-366.
- Hungerford, H. R., Peyton, R. B., & Wilke, R. T. (1980) Goals for curriculum development in environmental education. The Journal of Environmental Education. 11(3), 42-47.
- Kromhout, R. & Good, R. (1983) Beware of societal issues as organizers for science education.

School Science and Mathematics. 83(8), 647-650.

- Lisowski, M. (1985) Science-Technology-Society in the science curriculum. ED.274513.
- Mitchener, C. P., & Anderson, R. D. (1989) Teacher's perspective: Developing and implementing a STS curriculum. Journal of Research in Science Teaching. 26(4), 351-369.
- Mothe, de la , & John R. (1983) Unity and diversity in STS curriculum. ED.230431.
- National Science Board Commission on Precollege Education in Mathematics, Science, and Technology (1983) Educating Americans for the 21st century. Washington D.C. National Science Foundation.
- National Science Teachers Association (1982) Science-Technology-Society : Science education for the 1980s. a position statement.
- National Science Teachers Association (1991) Science/Technology/Society : A new effort for providing appropriate science for all. a position statement.
- Ramsey, J., Hungerford, H. R., & Tomera, A. N. (1981) The effects of environmental actions and environmental case study instruction on the overt environmental behavior of eighth-grade students. The Journal of Environmental Education. 13(1), 24-30.
- Remy, R. C. (1990) The need for science/technology/society in the social studies. Social Education. April/May p203-207.
- Roby, R. K. (1981) Origins and significance of the science, technology, and society movement. The Australian Science Teachers Journal. 27(2), 7-12.
- Roy, R. (1984) The science/technology/society connection. Curriculum Advisor Service. Curriculum Review. 24.
- Roy, R. & Waks, L. T. (1985) The A, B, C's of science, technology and society. Forum. 13 (4), 1-4 .
- Rubba, P. A. (1987) Perspectives on science-technology-society instruction. School Science and Mathematics. 87(3), 181-185.
- Rubba, P. A., & Wiesenmayer, R. L. (1988) Goals and competencies for precollege STS education: Recommendation based upon recent literature in environmental education. Journal of Environmental Education. 19(4), 38-44.
- Sia, A., Hungerford, H., & Tomera, A. (1986) Selected predictors of responsible environmental behavior: an analysis. Journal of Environmental Education. 16(2), 31-40.
- Waks, L. J. (1988) Science, technology, and society education and citizen participation. ED.293214.
- Yager, R. E. (1989) New goals for students. Education and Urban Society. 22(1), 9-21.
- Yager, R. E. (1989) The power of a current issue for making school programs more relevant. Social Science Record. 26(2), 42-43.
- Yager, R. E. (1990) The science/technology/society movement in the United States. Its origin, evolution, and rationale. Social Education. 54(4), 198-201.

Yager, R. E. (1995) Science / technology / society : A reform arising from learning theory and constructivist research. ED. 382481.

Yager, R. E. & Martha, V. L. (1995) STS to enhance total curriculum. School Science and Mathematics. 95(1), 28-35.

Zoller, Uri and others (1988) Goal's attainment in science/technology/society education: Expectations and reality. A probe into the case of British Columbia. ED.293690.

A study of science, technology , society-a new science curriculum

Hung-jen Su

Department of Science and Mathematics Education, National Hsin-Chu Teachers College

Abstract

With respect to science education, the needs and concerns of society have changed. In modern democracies, the goals of science education have extended beyond comprehension of the world to responsible citizenship in it. In order to cultivate the modern citizens with scientific literacy, the Science/ Technology/ Society (STS) needs to be emphasized in science education.

The STS movement is part of a world-wide effort devoted to a deeper consideration of the social context of science and technology. The new science curriculum-STS is still in its budding stage. The features, goals and instructional strategies as well as the pros and cons of STS curriculum were reviewed, respectively. Besides, the way to bring STS content to the school curriculum were also discussed.

The conclusion pointed out that STS provides teachers and schools with opportunities to be concerned with students' interests and needs and to link science with real life together. It is our best hope for better science education and our best hope to recover general education in the science curriculum.

Key words: science education, science/technology/society (STS), science curriculum.

(收稿日期：84年11月14日，接受日期：85年4月24日)

★