

各國STS課程教材評介(四)

一美國的科學-技術-社會(STS)教育

余曉清

國立臺灣師範大學科學教育中心

緒 論

美國是屬於非中央化(Decentralized)的教育制度，是而聯邦政府的教育部(Department of Education)不具統一控制全國教育的權利，其主要是收集全國的教育資料，監督全國教育的發展，適時的提供各種教育問題特別支援。面對這樣的系統，其科學教育的理念和新知的傳播與推動，則仰賴一些極具影響力的全國性組織。美國的科學-技術-社會(Science-Technology-Society，簡稱STS)的發展也不例外。

一、美國的 Project Synthesis

美國國家科學基金會(National Science Foundation，簡稱NSF)所支持之 Norris Harms' Project Synthesis 於1977年起將科學-技術-社會(Science-Technology-Society，簡稱STS)列為該計畫五項重點之一。Harms 和 Yager 於1981的 Project Synthesis 報告中明確的定出STS計畫的目標為：(1)儲備學生應用科學知識於其日常生活和未來的科技世界；(2)教導學生如何處理科技和社會問題；(3)確立學生應學習並具備那些知識才能解決STS相關問題；(4)擬一具體藍圖使學生充分了解那些職業需具備那些STS的基本智能。簡言之，其STS的教育主要涵括了個人需要、社會問題、生涯教育、和知識學業上的儲備等四個領域。

二、美國國家科學教師協會(NSTA)

而後，美國國家科學教師協會(National Science Teacher Association，簡稱NSTA)在1982年的“科學-科技-社會：1980年代的科學教育(Science-Technology-Society: Science Education for the 1980's)”報告(

position paper) 中強調科學教育的宗旨是培養具有科學素養的公民，使其瞭解科學、科技和社會三者間的相互關係，同時應用這些知識於其日常生活中並做明智的抉擇和問題的處理 (decision-making)。具有科學素養的公民需懂得珍惜並感謝科學和科技對社會的貢獻與影響，同時了解人類能力的有限 (NSTA, 1982)。NSTA 的報告中更指出具有科學素養的公民必須具備下列的特色：

- (1) 應用科學概念、科學方法和科學態度且懂得如何面對日常生活問題並做下明智的決定。
- (2) 了解社會如何影響科學和科技的發展，正如同科學和科技如何影響社會的發展。
- (3) 由資源的重新分配中明瞭社會如何控制科學與科技的發展。
- (4) 了解科學與科技對現代人類福祉的貢獻和其有限性。
- (5) 了解並應用科學概念、假設和理論於生活中並懂得感謝人類智慧的結晶—科學與科技。
- (6) 明瞭科學知識的產生是仰賴科學的探討方法和理論基礎。
- (7) 明瞭並懂得如何分辨科學證據和個人看法意見的不同。
- (8) 認識科學的起源並明白科學的知識是暫時的，並且會因科學證據的累積而改變。
- (9) 加強對科技的應用以及科技的知識。
- (10) 具有足夠的知識與經驗而懂得感謝科技的發展與珍惜其研究的價值。
- (11) 科學教育的結果是造就具有豐富世界觀的人，並懂得應用這些科學與科技的資訊於各種生活中並做明智的抉擇。(decision-making)

三、美國國家課程委員會 (NSB)

美國國家科學課程委員會 (National Science Board, 簡稱 NSB) 更在 1983 年的課程工作要項中將 STS 列為科學教育主要走向之一 (NSF, 1983)。NSB 會員會訂定九年級和十年級為實施此 STS 科學課程的主要年級，即要求所有的學生在這二年中都能學習科學、科技與社會。除此之外，如何解決問題和科學理論之演繹能力的訓練，以及應用科學知識於真實社會的問題均為要求項目。此 STS 課程走向需結合各科學學門：生物、物理、化學、地科、和數學，共同用於解決社會性的爭論問題。同時更建議另一個第三年的 STS 課程可放在 11 和 12 年級，成為欲繼續唸大學學生的選修課，而為不繼續升大學學生之必修課程之一。也就在同一時期，英國科學教育學會 (Association for Science Education, 1979) 和加拿大國家科學委員會 (Science

Council of Canada, 1984) 均紛紛宣布支持或建議 STS 之教育走向。STS 教育至此成為美國科學教育主流之一。

四、STS 的基礎研究

Bybee 於 1984 年開始對 41 個國家的科學教育學者之“科學與科技相關的全球性問題”的看法做深入探討，共有 262 位科學教育學者參與（也包含台灣）此國際性的研究，大家一致認為與 STS 相關且最重要的全球性問題共有 12 項，依其重要程度排列如下：

- | | |
|------------------|-----------------|
| (1) 世界性的飢餓和食物資源。 | (7) 能源缺乏。 |
| (2) 人口成長率。 | (8) 土地使用的問題。 |
| (3) 空氣品質和大氣。 | (9) 有毒物質。 |
| (4) 水資源。 | (10) 核能反應器。 |
| (5) 科技戰爭。 | (11) 植物和動物面臨絕種。 |
| (6) 人類的健康和疾病。 | (12) 礦產的資源。 |

而且到了西元 2000 年這些問題將會更形嚴重，因此一致主張學校的科學課程中應當將此 12 大問題納入其內，使學生能學習並了解我們所面臨的危機，進而了解如何應用科學和科技知識來改善這些問題。

除此之外，美國的 NSF 並支援 Project Synthesis 進行 STS 基礎研究，其建議下列 8 項領域非常適合於 STS 的教學：

- (1) 能源。
- (2) 人口。
- (3) 人類基因工程。
- (4) 環境的品質。
- (5) 自然資源的運用。
- (6) 國防與太空。
- (7) 社會科學。
- (8) 科技發展的影響。

而究竟如何結合 STS 於科學課程中呢？Jarcho (1985) 提出五種不同方式可將 STS 放入科學課程中，如下：

- (1) 選擇一些小主題 (short topics) 或小單元插入一般課程中，配合課程內容。

- (2) 發展一獨立的單元 (Discrete units)，可持續數星期或數個月。
- (3) 發展出一學期或一學年的 STS 課程做為選修課程。
- (4) STS 的課程持續幾學年。
- (5) 強調 STS 的跨科目整合課程 (Interdisciplinary courses)。

五、STS 的課程和教材

由於美國並不是屬於中央化的教育制度，因此，各州和各學區可依其所願選擇教科書、教學資源和教學走向，是以坊間的書商出版社互相競爭，並且非常密切注意國家科學課程委員會甚而各大學會或基金會或研究報告中有關於科學教育的新知、新走向，是而在 STS 成為美國科學教育的熱門焦點時，即 1980 年左右即有許多的課程計畫是以 STS 為其發展方向：如 1981 年的科學在社會 (Science in Society, Lewis)，1981 年的科學與社會教學單元 (Science and Society Teaching Units, Roberts)，1982 年的為明天的世界而儲備 (Preparing for Tomorrow's World, Iozzi)。

而後陸續有許多機構不斷的加入發展 STS 課程行列。其中較著名的有美國化學協會 (American Chemical Society) 於 1985 年發展一套化學課程 CHEMCOM (Chemistry in the Community)，主要強調訓練學生面對周圍環境問題之解決能力。其課程中與 STS 相關的模組有：水資源的提供，化學資源，化學、空氣和環境，化學與人體的健康，和化學工業等。其次是賓州州立大學於 1985 年發展的 STS 於科學之計畫 (Science Through Science, Technology, and Society Project)，其不但定期出版雜誌，安排研討會，並且審閱教學教材等相關活動，而當中有許多 STS 單元和模組已發行，其中有乾淨的水、河流和魚類，探討和評估環境中爭議性之問題，雨天的憂慮：酸雨的爭議性，毒性廢棄物的處理與控制，科學性的抉擇，低放射性廢物，以及你我和科技等。

除此之外，許多出版商所出版的教科書和雜誌上也包含了許多與 STS 相關的爭議性問題，均可提供並協助教師們的教學和班級討論，其中有酸雨，愛滋病，空氣品質，生育控制，毒品，腐蝕作用，安樂死，食物保存，化石燃料，遺傳工程，溫室效應，危險的廢棄物，飢餓，礦產資源，核能發電，核子戰爭，臭氧層，殺蟲劑，和水資源等。

近幾年即 1990 年左右出版的國高中科學教科書中，特別是 1993 和 1994 年版的幾乎都將 STS 納入其中，而且篇幅上也增加許多，特別是 BSCS (1994) 所發展出來的

三冊國中科學課程其副標題即為“國中的科學與科技”，內容上也突破一般教科書，多半以配合課程內容的進行插入 STS 做為討論的題目，乃以科學與科技為主幹來編寫課程，而且連續三冊，每一冊都分成四大單元，主題分別為：(1)科學、科技與個人；(2)科學解釋的本質；(3)科技問題解決；(4)科學和科技在社會。各單元再分成各章節。如第三冊中第一單元第四章藥物和人體的平衡，介紹不同的抗生素、止痛藥和毒品（如古柯鹼），並讓學生設計問卷調查周圍的親人和朋友服用藥物的情形，同時並講解各種藥物對人體的影響以及如何協助身體維持平衡等。

結 論

自從 STS 教育在美國開始被提出後，其間有關於 STS 的論戰始終持續著，縱然如此，這一股 STS 的熱度似乎未減退。從開始的課程計畫和教科書幾乎都是以配合原課程插入 STS 專題的方式來編寫，是以各科科學課本內的 STS 非常有限。近年來，許多教科書強調有更多的 STS 與科學課程結合，甚而如 BSCS 出版的國中科學課程共三冊，則是以科學與科技結合為編書主幹，同時將生物、物理、化學結合成一門科學，得以完成一部連續三年一貫的 STS 課程。此間不難看出 STS 教育的發展與轉變。

參考資料

- American Chemical Society.(1985). CHEMCOM:Chemistry in the community. Field test edition (Vol. I). Washington, DC:Author.
- ASE. (1979). Alternatives for science education. Hatfield, Herts, U.K.: The Association for Science Education.
- Bybee, R.W. & Mau, T. (1986). Science and technology related global Problems: An international survey of science educators. Journal of Research in Science Teaching, 23 (7), 599-618.
- Harms, N. C. (1977). Project Synthesis :An interpretative consolidation of research identifying needs in natural science education. (A proposal prepared for the National Science Foundation.) Boulder, CO : University of Colorado.
- Harms, N. C., & Yager, R. E. (Eds.). (1981). What research says to the science teacher, Vol. 3. Washington, DC : National Science Teachers Association.

- Iozzi, L. A. (Project Director). (1982). Preparing for tomorrow's world. (A series of modules). Rutgers, NJ: The State University of New Jersey New Brunswick.
- Jarcho, I. S. 1985. S/T/S in practice : Five ways to make in work. Curriculum Review, 24 (3) : 17-20.
- Lewis, J. (Project Director). (1981). Science in society. London : Heinemann Educational Books.
- National Science Foundation. (1983). Educating Americans for the 21st century: A plan of action for improving mathematics, science and technology education for all American elementary and secondary students so that their achievement is the best in the world by 1995. A report to the American people and the National Science Board, NSF, Washington, D. C. 20550.
- National Science Foundation. (1983). "A revised and intensified science and technology curriculum grades K-12 urgently needed for our future." Recommendation of Conference on Goals for Science and Technology Education, K-12. Report to NSB Commission on Pre-college Education in Mathematics, Science, and Technology. NSF, Washington, D. C. 20550.
- National Science Teachers Association Position Statement. (1982). "Science-technology-society: Science education for the 1980 s." NSTA, 1742 Connecticut Avenue, N. W., Washington, D. C. 20009.
- Roberts, D. A. (Ed.). (1981). Science and society teaching units. (A series of modules). Toronto : Ontario Institute for Studies in Education.
- Science Council of Canada. (1984). Science for every student : Educating Canadians for tomorrow's world. Ottawa : Science Council of Canada.
- Science Through Science, Technology and Society Project. (1985). The Pennsylvania State University, University Park, PA.