EJ51-1995-115

傑出研究獎專題演講

STS 活動中之『學』與『教』

王 澄 霞

國立臺灣師範大學　化學系所

（投稿日期：84年3月26日）

一、STS 素養

傳統教學模式引出許多科學教育的問題（表一），並導致很多國家的經濟衰退。因此，激起了重新思考『何種知識最有價值』、『各種知識在整個文化脈絡中如何定位』等問題(Gardner, 1983)。另一方面，由於人類使用科技成果有時有不當行為，帶來了許多有害的後果，如汙染環境、破壞生態平衡等。這些問題關係到全人類的存亡。因此，科學教育需要改革，以期培養未來公民有能力應變、

表一　傳統科學教育引發的問題

(1) 很多學生不喜歡科學。
(2) 學校的教育抹殺學生天生的好奇心。
(3) 科學教育的內容與學生的生活脫節。
(4) 科學教育界強調的科學過程技能，研究結果顯示並無具體的成就。
(5) 學生不能把所學的科學概念和過程，應用在新遇到的情境中。
(6) 學生對於自然界存在著一些共同的迷思概念(misconception)。
(7) 學生缺乏處理因果關係之能力。
(8) 選修較多科學課程的學生，其邏輯思考能力並不比其它學生高。
(9) 具有創造力的學生在學習科學時常受到挫折而未投身在科學工作中。
(10) 學生不能把以前所學 的和目前正在學習的連接起來。
(11) 科學的教學未考慮到學生的想法。
(12) 學生缺乏學科間的大概念。
(13) 學成後仍無法參與處理科技引出的社會問題。

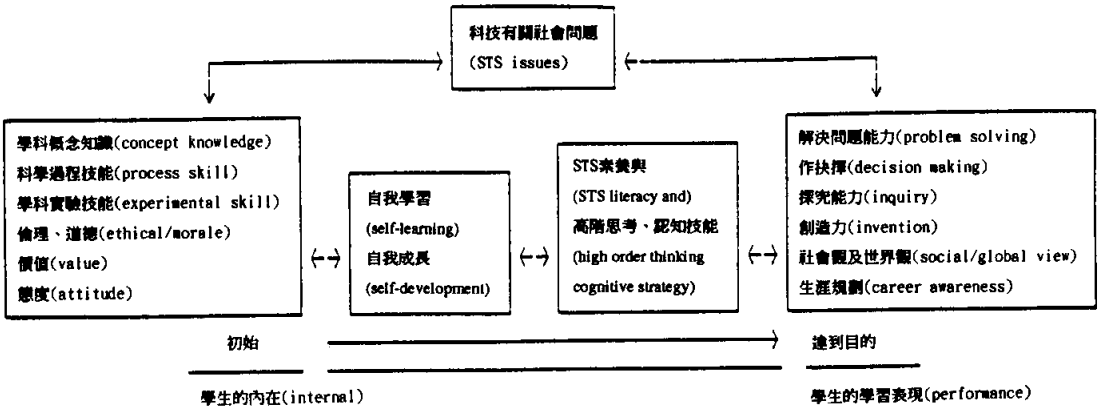
表二、 傳統與STS教育之比較

傳統的教育	STS的教育
審視標準教科書中的主要概念	以對區域的利益與衝擊來定義問題
使用教科書與實驗手冊中的實驗及活動	用區域的資源來解決問題
學生被動地吸收來自教師及教科書中的資訊	學生主動地搜尋可用的資訊
焦點在學生應學習精熟之公認資訊	焦點在個人的衝擊，引出學生天生的好奇心與關懷
視科學只是教科書和教師講課中的資訊	認為科學內容並不只是要學生精熟的印刷物
學生練習基本過程技能但不應用此技能來評估目的	不再強調科學技能只是科學家的研究工具
對職業的覺醒只付出少許的關注，僅參考過去職業科學家的發現	焦點在職業的覺醒，強調學生可能追求的科學與技學的相關職業生涯規畫，特別對不是科學研究領域如醫學、工程學等的研究
學生將焦點集中在教師及教科書所提的問題上	學生試圖解決自己發現的議題之過程中，能察覺自己的〝公民應盡責任〞
科學僅發生在科學教室中且為科學課程的一部份	學生學習科學在公共團體和特定的社區中所扮演的腳色
科學是學生所期待獲得的資訊體	科學是值得鼓勵學生去享受的體驗
科學課程焦點放在已知的知識上	科學課程焦點放在未來的演變

適應將來的社會挑戰，進而創新更好的社會及環境（許榮富，民80）。STS 教育和傳統教育有明顯的不同（表二）(Yager & Roy, 1993)。Project Synthesis (Harm, 1977)和美國科學教師協會(National Science Teachers Association, NSTA, 1990)把科學教育定位在STS(Science, Technology, and Society)學習層面上。NSTA把STS 定義為：人在實際經驗中之科學『教』『學』。STS 的目標是要培養具有STS 素養（圖一）的公民，亦即能了解科學、技學、社會間的互動，能欣賞、認識科技對社會的貢獻與負面影響，能使用相關知能於生活中，能做明智的抉擇及解決問題；其內涵需要符合個人需求、升學準備和就業準備(Harms' Project Synthesis, 1977)。

二、STS 教師

在由學生主導，並以身邊或社會問題為中心，從實作中建構知能的科學教育中，教師本身必須是研究者，也是課程開發的中心人物。STS 教師要能輔助學生



圖一 STS素養之因素

發展STS 學習活動，能不依賴教科書而只把教科書當作參考資料。課程專家、學習心理學家、科學家、工商業界人士、家長們協助教師使用區域資源，開發鷹架(scaffoloding)模組，並協助學生尋找科技、社會互動所產生之問題。STS 教師要幫助學生建構多層面思考之能力，能考慮科技效益和環境品質之平衡，做價值、道德、倫理取向之抉擇，從事啟發式活動以解決問題，使其成長為能負起責任的公民，而不是只培養解決科學問題的科學家。

數理教師的教學常由其本身的信仰與理念所引導，而其所持信念則是由他們本身所受的教育模式、教師訓練、教學經驗等，逐漸建構累積而成。要推動STS 教育，首先需要能帶動STS 教學活動的教師。STS 學習模式也就是建構學習模式(Yager，1992）。只是特別針對全民教育，著重於實際的生活層面。優良STS 教師必須做的是：使學生產生學習的興趣，讓學生參與規劃自己的學習。使學生時常問問題，好奇地探索，為了所遇到的真實世界問題尋找合理的解答，提出解釋，並證實所提的解釋和自然法則及社會公理相符合。教師必須注意學習者，如何從解決問題中，真正建構其本身能使用的知能；能否應用所學的知能在實際生活上的問題；能否了解問題的利弊；能否從合作學習中學到，不同角色應該有不同的看法，並需由協調達成共識；能否由共識而做抉擇，並採取負責的行動去解決問題。學生是否從STS 活動中察覺到，在科技高度發達的現在社會中，很多職業都和科技有關連，並對這些職業產生興趣，自發地建構知能，為自己將來的職業生涯積極做進一步準備。教師在課程改革的成效上占有關鍵角色。教師必須將

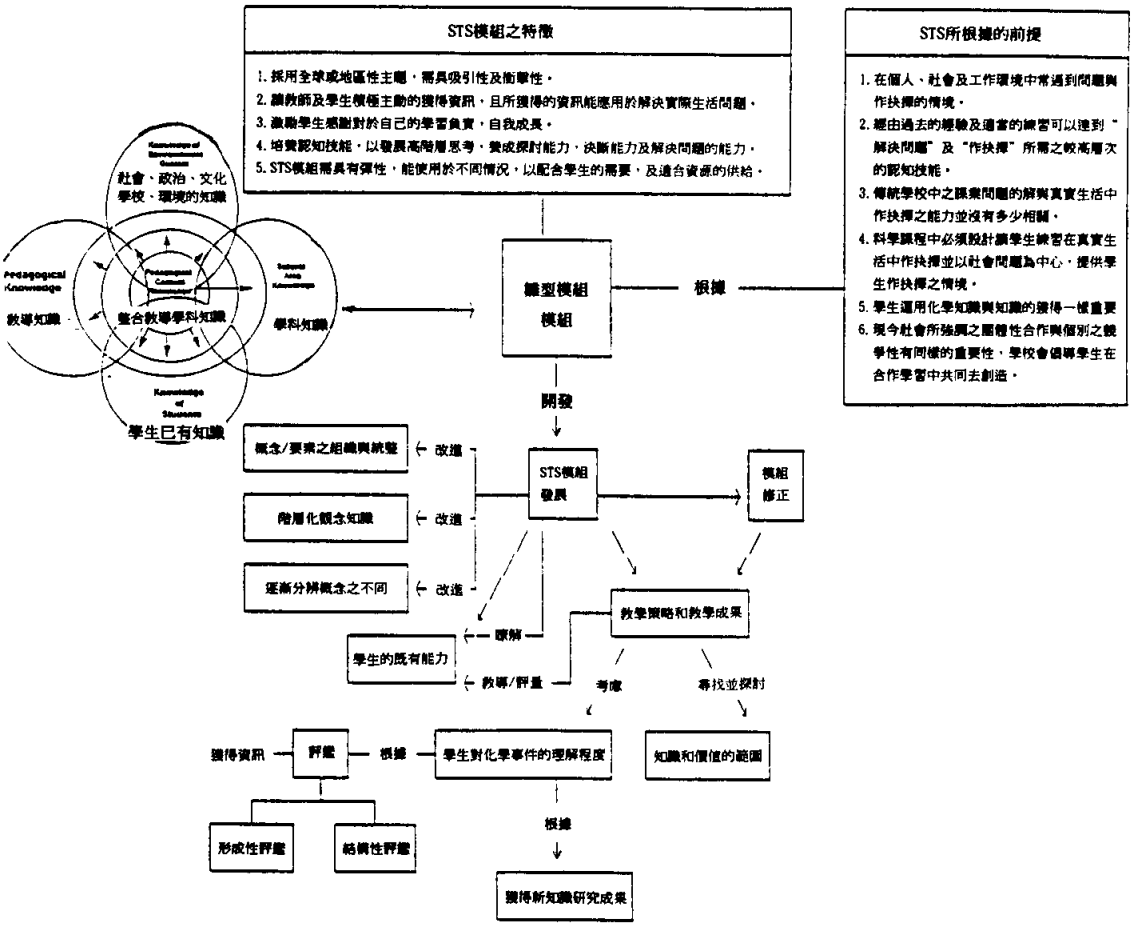
STS 的教學目標、價值觀、信念融入自身的觀念中，熟練基本概念和必要的專業技能，並且願意不靠教科書而能編寫適合自己學生的教材，如此才能培養出整合科技、環境、社會，並具有宏觀視野及能關懷鄉土的公民。

讓教師設計教學活動是一種情境學習。教師透過專心設計某一個領域的教學活動，以供他人學習，在此種設計行為中，該教師能學到如何幫助他人學習而得到極佳的學習機會。教師設計的作品可以包含錄影帶和電腦軟體(Pearlman，1991；Harel，1991)。透過設計，教師學習到什麼可由其所做的教學設計作品本身，及其作品之創作過程中評定外，還可用這作品對其他學生的學習，是否有成效來評鑑。筆者曾研究（王澄霞、蔡曉信，1994），使化學教師開發自己的STS單元，並在其過程中做了下列四項：(1) 審思自己對STS 問題的信念與價值觀；(2) 思考在學校科學教育中如何安插STS 學習；(3) 藉著STS 模組開發，來消除對STS 教學活動的矛盾見解和價值觀；(4) 建構出較合宜的見解、價值觀，以符合實際的教學需要（圖二）。此研究所開發的STS 教師專業能力之建構模式，對培養中學化學教師的有效性，由下列四項的結果肯定之：(1) 該教師所開發單元，在其不同階段的內容改進，由研究者（筆者）比較；(2) 該教師所開發單元，在不同階段的工作分析及其修改理由，由教師自行比較結果後再由研究者比較；(3) 不同階段的單元，用於微型教學時，同儕的反應報告由研究者比較；(4) 研究者所做觀察及與此等教師晤談所得資料之分析。因此鼓勵「教師們自己設計教學活動，以所設計的當做鷹架，引導學生從事活動」是一種開發STS 教師專業能力的模式，需作進一步研究的課題。

三、STS 的『學』『教』與評量策略

個人知識可分為正式知識和自發知識。正式知識指學校中有關課程所傳授的知識，而自發知識是指人在日常生活中與周遭環境的互動而獲得的知識(Pines & West, 1986）。傳統數理教育強調正式知識之獲得，STS 則強調學生自己建構自發知識和正式知識。

學習者在真實生活中，做真實活動時所達成的學習，即為情境中的學習（situated learning)，其中學生能獲得可在日常生活中使用的知能和創造力。生活中的真實問題，都牽涉到多種學科知識和技能，而且是價值取向的。為了使

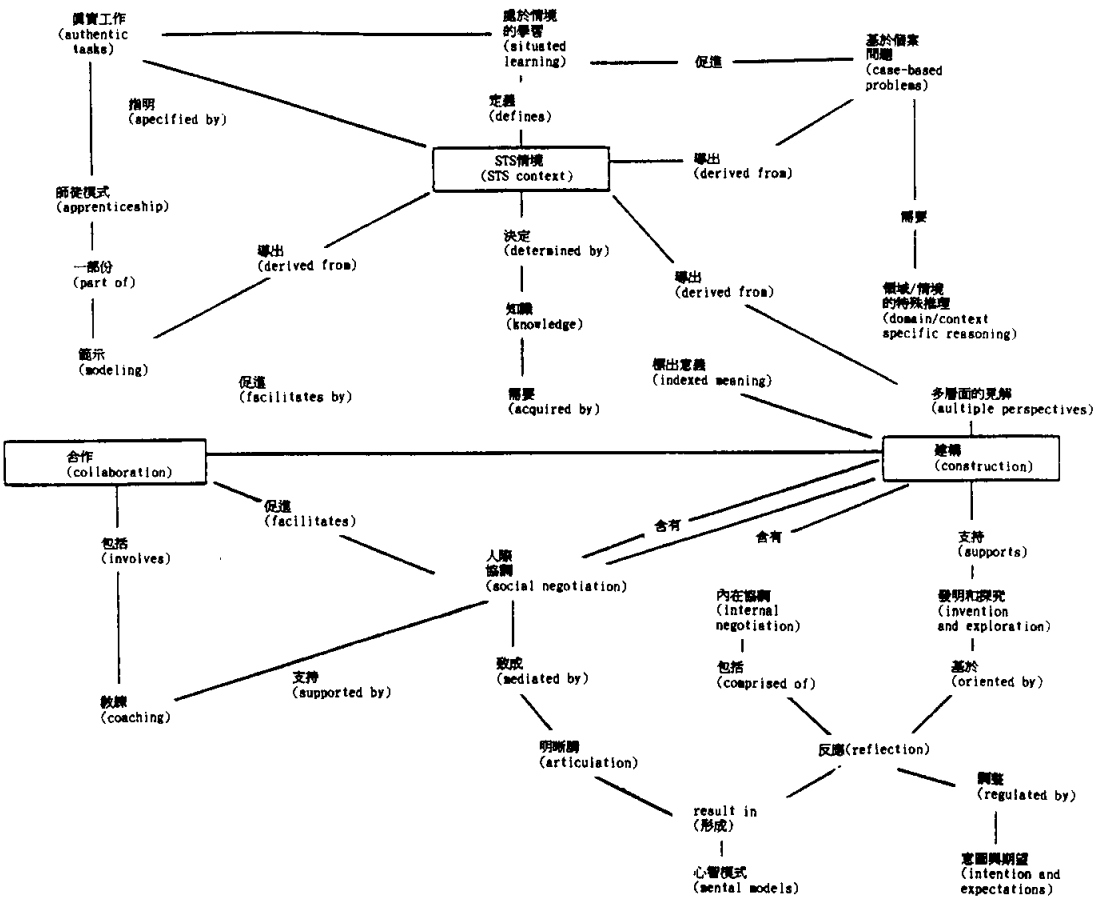


圖二 學習單元開發及評鑑模式

學生能處理身邊的問題，多年來課程專家試過將各各學科統整成為合科，但其效果不彰；STS 互動而產生的問題一定連結於環境、文化及其他學科。透過解決這些問題，各學科的知識和技能自然會在學習者的心智結構中統整為網狀組織，達到合科學習的目標。如果學習只是認識一些各學科之單獨散漫的概念，這種學習只不過是表面學習，學生很快就會把它忘記。如果學習者能夠將所學的各學科概念，建立成為概念間的網狀組織，而使用於新的情境時，就能經修正並建立為新的概念架構，這樣才是有意義的學習（Osborne & Wittr-ock ，1983；郭重吉曾於1992撰文評介）。Butterfield 和Nelson（1989）指出，學生或許會學到各種特定技能，但不會做到學習轉移。因為每一種新情境都不同於學生受教時的情境，通常無法把所學轉移去解決新的問題。要使學生學會學習轉移，必須教學生

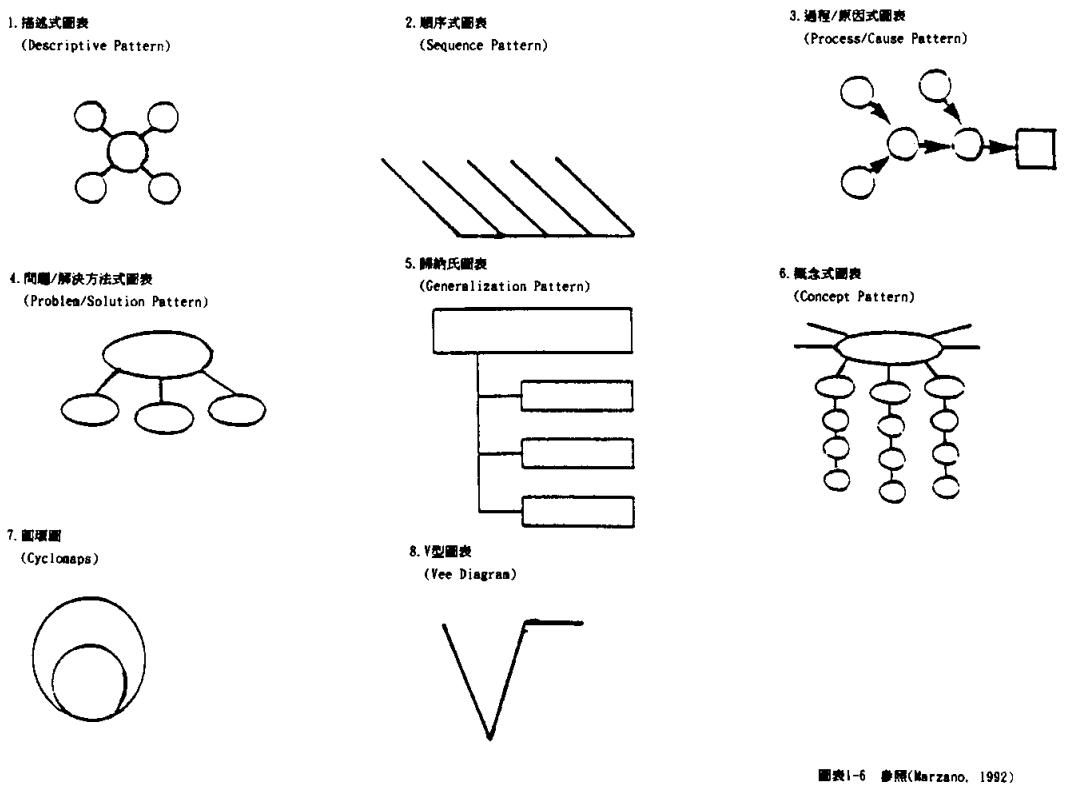
學會：(1) 通用於一般情況的基本技能，(2) 直接與情境有關聯的知識，(3) 後設認知技能，(4) 能做合理的推論，(5) 並在解決問題時，能監控情況而調整解決方法的能力（Winn，1993）。

在此知識轉移過程中，個人會產生創造力，能修正已有的心智結構，用於處理問題(Cunningham，1991)。另一方面學生認為值得學習的事情，才會自動認真地去學；所學的知識才是真實有用。他們才會把所學的併入自己的認知結構中。所以教師必須將學生置於整個學習的中心位置，以他們想要解決的問題作為活動的中心，使學生經常發問並討論。今後的教師必須有能力運用區域性資源、設計鷹架，引導學生從事情境中的學習。STS 情境中的建構學習是否有效，乃由相關要素之互動關係而定（圖三）。奧斯貝(Ausubel，1963) 指出，影響學習最重要



圖三 STS情景中的建構學習網

的因素是學習者本身的已有知識。學習如何學習時，使用監控認知（後設認知）策略(metaco-gnition strategy)，可增強有意義學習(Novak，1987)。詮釋結構法（ interpretive structural modeling， ISM ；Warfield，1976；王澄霞、陳國華，1994； Wang & Tsai，1994）、概念圖(Novak，1987）、過程圖(Wang, 1993)、圖表組織法（圖四）(Marzano，1992），都是視覺表徵(visual representation)，可幫助學習者，把新資訊與學習者已有的認知結構相連接，經同化或調適而建構知識，使知識具有意義。暑期在職進修的化學教師，曾分別對『食用油』和『清潔劑』等STS 主題，使用描述法和ISM 法，反應出他們對此等主題的看法。研究結果顯示，ISM 能促進教師對主題的看法，並增進教師的思考階層。我們應從基礎數理教育開始，鼓勵學習者盡量使用視覺表徵，使認知結構化，學習如何學習，培養終身學習的心智習慣。



圖四 八種圖表組織法

人的觀念和思維方式，常受學習環境所限制。新科技產生的教學媒體提供新的學習環境。學習者面對外在刺激時，會設法用已有的知識，去建構有意義的知識。以電腦為工具的學習環境，能夠讓學生使用多感官性的媒體（如動畫），逐漸地在他們記憶中形成知識(Chiou，1993）。如何利用科技產品，以設計不同的模擬真實世界的學習情境，是個重要的研究課題。我們需要探討：以教學設計者的觀點，怎樣設計才會更符合情境學習的理想；而從情境學習的觀點，如何藉用教學設計，使情境學習更為完善，能使學習者自己建構知識(Winn，1993)。鷹架策略不只能有效地教導良好的結構性技能，還能輔助學生達到較高的思考階層（Rosenshine & Meister，1992；王澄霞、蔡曉信，1994；王澄霞、游佩琪，1994）。鷹架是教師或其他學生提供的一種輔助橋樑，架在學習者已有的知能與預期的目標之間，以利學習。去除（fading）是指逐漸移除輔助，一直到學生能靠自己的力量，去達成解決問題為止(Collins， Brown& Newman，1989）。鷹架教學模式，包含使用錄影帶方式演示基本技能、使用線索卡(cue card)、微型教學、結構化晤談、大聲思考等。教師引導學生學習如何學習，了解自己的認知建構歷程、多元觀點的價值觀、不同立場的異同性，並促進學生由生手漸漸發展，終成為能獨立處裡問題之專家。使用設計情境做成的定錨教學策略(anchored instruction)，必需具有適當的複雜性的情境促進其認知建構，在其情境中學生思考、從事探索、解決、證明等活動。怎樣的情景會引導學生建構何種知能？教師需要給何種定錨、鷹架策略使學生有效達到高層次學習是值得鼓勵的挑戰性研究領域。

STS 的『教』與『學』和評量相輔相成，不能分開，並以師生合作方式進行。STS 活動必須包括兩個重要因素：(1) 師生熱心主動積極參與；(2) 尋找適當複雜性情境，可使學習者進行思考性活動。建構論指出，學習者在學習時，必需將具有個人意義的知能和學習者已有的認知結構整合在一起。適當複雜性情境需因對象而異。因此，教學策略和目標應以對象而定。處於情境的認知見習方式，提供學習者由真正經驗而理解。建構論的學習方式，不一定需要發現式學習（不提供任何資訊），也可以直接地教學，但探索的內容要超越已經給的資訊(Perkins，1991）。學生為處理問題所需最基本的新概念和技能（如熔點測定、萃取等），教師可以直接教，然後引導學生應用到不同情境中，由學習轉移進而

精通(Wang & Horng，1991)。教師可以進一步安排較複雜的工作，讓學生解析為工作目的和項目，並組合已學過的基本技能來處理此新問題（王澄霞、簡佩瑩，1992），然後鼓勵學生應用所學的到生活面（王澄霞、游佩琪，1994）。透過這些學習活動，啟發及促進學習者從生手慢慢進步到能適時活用的專家。教師扮演教導(coach) 和老師(pedagogue) 之角色。學生們輪流扮演專家與學生，互相『教』與『學』。Heath (1992)等人建議，STS 學習可包含多種活動項目（表三）、類型（表四）。教師要彈性選用、組合最適當的學習活動項目類型，以便做鷹架來引導學習。STS 學習過程中，教師需引導學生思考下列四點：(1) 這個是不是一種議題？(2)如何將議題變成一個問題？ (3) 有多少解決方法？(4)這些解決的方法對個人或對社會的本質上有什麼影響？教師開發學習單元時要考

表三．學生活動項目

(1).科學概念之學習
(study science and/or social science concepts)
(2).在圖書館尋找資料
(library research)
(3).從政府、私人機關收集資料
(secure data and information from governmental and private agencies)
(4).從活動或適當場地(on site)收集自然科學數據
(collect natural science data on site)
(5).使用科教研究技術，如調查表收集資料
(use social science research techniques,such as questionaires)
(6).分析解釋資料，建議一些解決問題的方法
(analyze the information and use their analyses to propose alternative resolutions for the issue)
(7).評估贊成和反對解決問題方法
(weigh the pros and cons of each resolution)
(8).作抉擇
(decision making)
(9).選擇決定解決方案及決定執行之過程
(select a resolution and decide courses of action)
(10).決定執行過程中那些是個人行動，那些是小組行動並評鑑結果
(decide which actions they might take as individals or as members of a group,carry through with their action plans,and evaluate the results)

表四．活動類型 (Instruction Strategies)

(1).個案研究(case studies)
(2).角色扮演(role playing)
(3).辯論(debate)
(4).討論(discussion)
(5).模擬(simulation)
(6).小組研究(small group work)
(7).數據分析(data analysis)
(8).腦力激盪(brainstorming)
(9).分類(classification)
(10).行動種類(kinds of action)
做決擇活動(decision making)
調查活動(investigation)
探究實驗活動(experimental inquiry)
解決問題活動(problem solving)
實地經驗(field experience)

慮：(1) 需要學習什麼？(2) 為什麼要學？(3) 如何促進學習？(4) 學習對象的經驗背景等因素。相互教學(reciprocal teaching) 是一種教導閱讀理解力的方法，非常有效，包含：(1) 從文章中產生問題。(2) 對文章做一摘要。(3) 預測下一步會是什麼？(4) 明瞭文章中的困難處。在學習環境下的評量是根據：a. 動態的、連續的學習過程；b. 學習者的進步；c. 教學策略；d. 學習的情境而定。知識是活動、情境、及文化的產物，而評量也依此而定。所以知識必須在情境中或在真實情況的替代（如錄影帶節目）情境下學習，才有效。

加強思考之學習策略，應包含以下幾點：(1) 確認學習情境中之大概念。(2) 安排含有大概念之情境。(3) 使用能進行思考的問題，來引導學生。(4) 安排可以幫助學生進行探索之資源。(5) 幫助學習者擴大所學的知識應用到日常生活中。(6) 與學習者個別磋商，容許學習者能有獨立學習解決問題的機會。

過去針對思考的測量，乃假設：思考是形式、邏輯的批判性思考，其評量工具如Watson-Glaser 之批判思考評量工具、 Zoller 等人（1991）的多種選項評量工具VOSTS(Viewon STS) 等，都是具有特定目標的。這些工具不一定適合使用於較自由且無特定目標(goal free) 方式的建構學習，及評量開放性思考和學習某STS 議題的察覺和了解程度。McDaniel和Lawrence (1990)認為，開放性思考為一種理解、統整和解析資訊的過程。他們把思考分為五個階段。第一階層：片

面的描述性思考；第二階層：單純的選擇性思考；第三階層：明顯的複雜性思考；第四階層：廣泛性詮釋；第五階層：統整性分析。此種思考階層的評量基準，很適合於評量個人對STS 主題的見解（表五）（王澄霞、陳國華，1994）。傳統的科學教育認為，科學家的專業科學思考是唯一的思考方法。但現今科學領域中，眾多的研究卻顯示，科技問題有多種研究方式，例如，物理學、生態學、認知心理學、分子生物學、電腦科學等，其研究方式都不同，所需要的思考方式也不相同；同時隨著研究主題及研究人員的不同，其思考方式也有所不同(Hurd，1991)。很顯然地，科技領域的學生需要高階層的思考技能。人們把這些思考技能，使用在資訊的處理及有效的行動途徑上，並用以處理社會及人類的問題，以確保人類的生存及增進生活的品質。因此，思考階層和實作成果有正關係，而實作成果正是各學習層次的達成目標，亦即思考階層越高，越能達到較高的學習層次，即能有效處理科技問題（王澄霞、劉奕昇，1994；王澄霞、林梅芬，1994）。一些標準測驗，尤其是具有國際性、全國性、或區域性的測驗，往往會影響整個教育政策的制定與方向。但評量學生對科技與環境問題的認識，及對科學本質和觀點的了解方面之研究並不多。儘管教育政策不斷地在改變，評量方式及工具的制定，卻對教育改革的成敗，占極重要的地位（王澄霞、陳國華，1993）。由於大家對現行評量方式的不滿，驅使教育家多年來努力尋找真實有效的評量方式（authentic assessment)，其特性如下(McLellan ，1993)：(1)持續不斷進行觀察學生的學習表現，具有累積性；而不只是採階段性的評量方式，如一年一次、一個月一次或一週一次。(2) 使用開放性的評量方式，而不只是讓學生去對特定的答案做判斷或選擇。(3) 建立在多重的證據上，而不只是看學生的單一表現而已。(4) 是以某種基準來評量學生的學習成就，而非比較學生間的差異，來看學生的學習成果。(5)教師可適時地調整及改變使用評量方式，而非一成不變。紙筆多重選項評量方式，限制了學生的STS 學習範圍，無法完全評量出STS 學習活動中的學習表現(Hein ，1990；Champ-agne等，1990；Rosen 1989）。STS 的學習評量包括形成性和總結性評量，應該整合包括各種項目（表五），鼓勵學生對問題或情境多方面思考、分析與判斷後加以回應。Torrance (1976) 主張創造力包含：提出問題，推敲其原因，提出可能之因果關係之要素。NSTA (1990)強調，STS學習需要包括提出問題、解釋及驗證。因此，STS 學

表五：評量策略 (assessment strategies)

1.小組及個人的表現 (group and individual presentation)
2.面談科技性設計計畫之學生及小組 (interviewing students and groups of students' technological design projects)
3.觀察學生的表現，如角色扮演與模擬 (observing student in role play and simulations)
4.書面報告 (written reports)
5.學生活動日記 (student journals)
6.學生活動計畫 (student action plans)
7.標準的成就測驗 (standardized achievement tests)
8.基準參照測驗 (criterion referenced tests)
9.家庭作業 (homeworks)
10.帶回家測試 (take home tests)
11.延伸的解決問題計畫 (extended problem solving projects)
12.實地探究 (fields investigations)
13.短文測驗 (essay examinations)
14.多重選題的評量 (mutiple choice items assessment)
15.畫解析結構圖 (draw ISM map, graphic organizers)
16.開放式思考評量 (open-ended thinking assessment)

McDaniel的五階層開放性思考評量方法：

第一階層：片面的描述 (unilteral description)
簡化情形，專注在單一的觀念或意見上；沒有引進新的資訊與意義。以『好，壞』『對，錯』二極分類；僅是附和權威人士或簡單的規則，並只是重述或改寫已呈現的資訊。

第二階層：單純的選擇性 (simplistic alternatives)
能確認簡單而明顯的矛盾，但沒有進一步的分析。藉由去除或忽略某個觀點，支持另一主張，而選擇某一方。

第三階層：顯明的複雜性 (emergent complexity)
認出一個以上的可能性說明和見解，建立並保存其複雜性，引進新的因素，經過比較和簡單因果關係來支持見解。

第四階層：概括化的說明（廣義說明）(broad interpretation)
以概括化定義說明並解釋其主題，發展出可解釋之議題，以各形成因素支持統整見解。

第五階層：統整分析 (integrated analysis)
辨識許多情況中的要素，建構因果關係；並使用一般世界知識來幫助解釋該情況，從新的觀點並用類比，應用原理把情況概念化，用世界觀得新的解釋，建構組織架構，認出並預測因果關係。

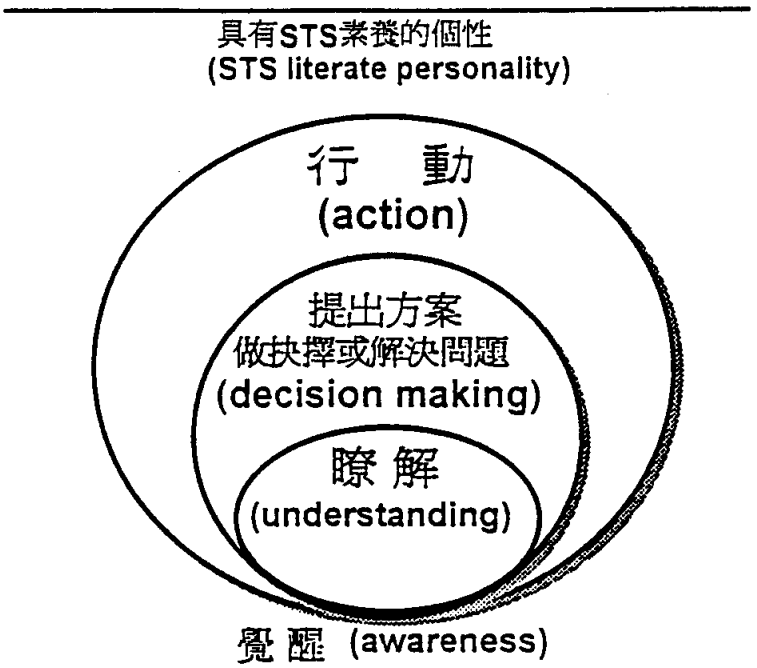
習應該可增強創造力。愛荷華大學Chautauqua計畫使用實證研究法，從一萬名學生、一千五百位教師發現STS 的學生比傳統教學學會了更多概念。過程技能方面也有較好的成長跡象。在態度方面成長兩倍，在創造力方面學生問更多的問題，探討變因的相互關係，成長幾乎一倍的現象（Yager 訪華講學專集，民80）。

四、STS 學習層次

各國之STS 計畫重點放在開發實際的教學策略，主張其所依據的理論不能偏離實際教學，並經由實際活動和理論的互動，產生實用的STS 學習架構。Waks (1992) 設計四層次作為單元組織架構的依據，用於做選擇、安排學習經驗，以促進學生發展成為一個有責任感公民；層次1.自我了解；層次2.學習與反應；層次3.做抉擇；層次4.負起責任的行動。Sia 等(1986)及Hines 等(1987)指出，積極參與解決環境問題的公民具有四種特性：(1) 察覺議題；(2) 具有解決議題的知識；(3) 能對議題採取行動；(4) 具有對議題產生願意行動的個性及態度。Marzano (1992)開發的五學習層次包含：(1) 正面地積極態度與察覺問題；(2) 獲得統整知識；(3) 擴展知識及精緻化的知識；(4) 有意義的使用知識；(5)有效心智思考習慣。王澄霞(1994)整合Waks 、Sia、Hines、Marzano 之研究，提出C-STS (learning interaction ofSTS through chemistry)的五學習階層，當做『教』與『學』規劃之依據，引導活動達到學習目標：層次1.覺醒，即對STS 問題有正面態度及察覺；層次2.理解，即STS 有關知識和技能之獲得與統整；層次3.提出方案及解釋，即提出解決問題或做抉擇之方案及其解釋；層次4.採取行動，即執行有關STS 方案的活動；層次5.具有STS 素養的個性，即具有自律(自我規劃)、批判性、創造性的心智習慣，對STS 問題能察覺、理解、統整成個人見解，提出方案及願意行動的個性（圖五）。

五、STS 議題選擇與教學資源及模組

STS 議題是學生活動之中心，可綜合不同學科知識，使學生了解科技、社會、環境、文化間的互動關係，並獲得做抉擇、解決問題的能力，促進高階層的思考。選擇STS 議題時，必需考慮五項準則 (Heath，1992)：(1) 和學生生活的相關性和應用性；(2) 考慮社會的成熟度和學生的認知發展程度；(3) STS 議題



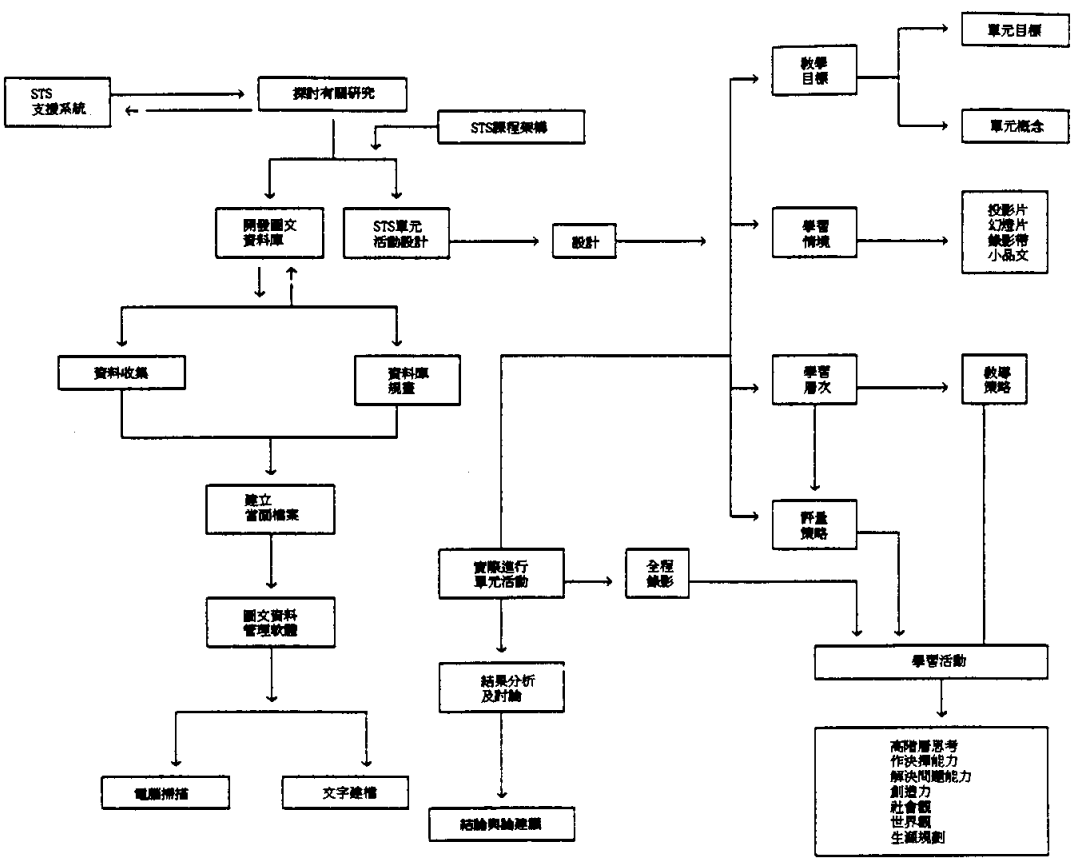
圖五 STS學習層次

對今日的世界和學生個人具有同樣的重要性；(4) 具有轉移知識到課外事務的需要；(5) 使學生感覺興趣。美國社會學習委員會發展出指導方針，幫助教師選擇議題：(1) 促進學習者了解他們是社會相互依賴的成員，及社會應對整個自然生態系統負責；(2) 能表達科技和社會間，存有相互關係和廣泛的影響；(3) 能表達出科技發達和新技術，對地方性或全球性相關問題之影響和互動關係；(4) 幫助學生了解不同角色對問題具有不同的觀點，並能選擇某觀點的立場、分析其原因、做評論及做出平衡不同觀點之結論及表達之；(5) 提供學生機會發展做抉擇及解決問題的技能；(6) 提供機會，使學習者能把所學的應用於負有責任的個人及社會問題上；(7) 鼓勵學習者寬廣透徹的思科技對個人、社會、價值和道德問題之關聯；(8) 增加學習者對於處理科技和社會問題的信心。

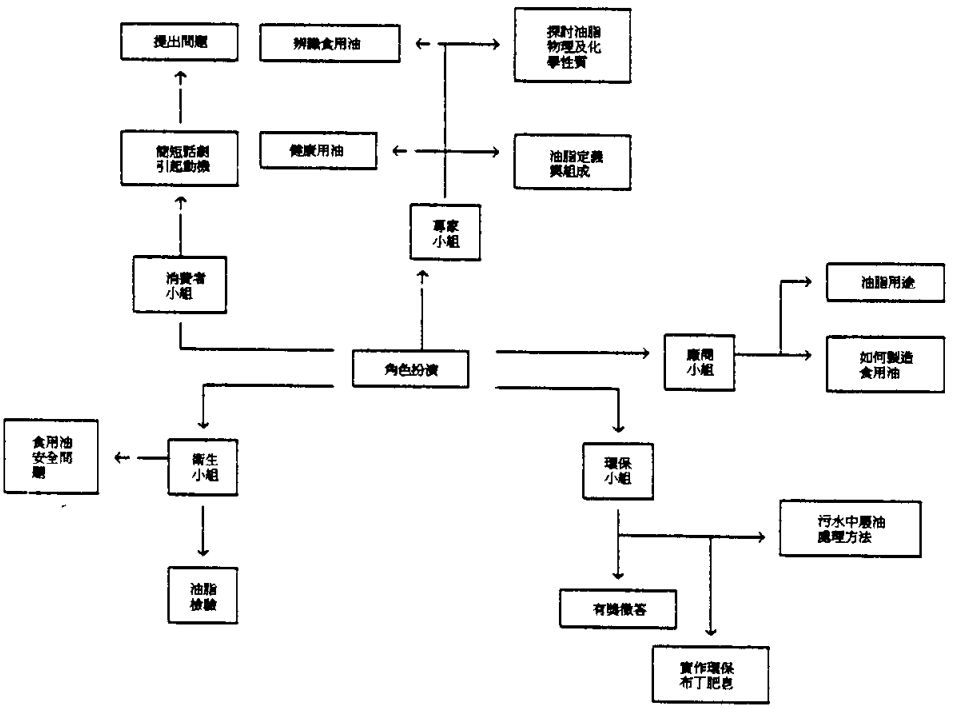
Merryfield (1991) 把STS 主題分為七大類：(1) 環境問題；(2) 健康與人口問題；(3) 經濟問題；(4) 交通與傳送問題；(5) 食物與飢餓問題；(6) 能源問題；(7) 軍事問題；。此種分類把環境問題當做STS 主題的一項。STS 議題連

接不同觀點的內容，包括：(1) 科學本質；(2) 環境；(3) 文化；(4) 社會爭議；(5) 學科內容；並重視科技和社會、生活之互動及影響。教師必須和科學教育家討論，什麼是最基本的重要論題。

為探討現今國內STS 教育之社會需求，自民國八十一年九月到八十三年四月，從國內地方圖書館書刊雜誌，消基會全國公會總會資料，及國內各大報紙，本研究室收集了具有地方特色的STS 相關報導及資料（王澄霞、許彩娥、蔡曉信，1994）。使用此等資料而設計的STS 活動單元，相當適合臺灣地區學校使用。每一單元具有完整性（圖七、八），其係包括：單元名稱，單元目標，學習情境，單元概念，活動步驟，各活動目的，活動項目，鷹架策略，挑戰性問題，評量方式，及注意事項。筆者研究室設計的每一單元，都著重學生自主建構，教師只提供鷹架，但不控制學生，給學生充分的空間去發揮創造力。配合實際情



圖七 單元開發

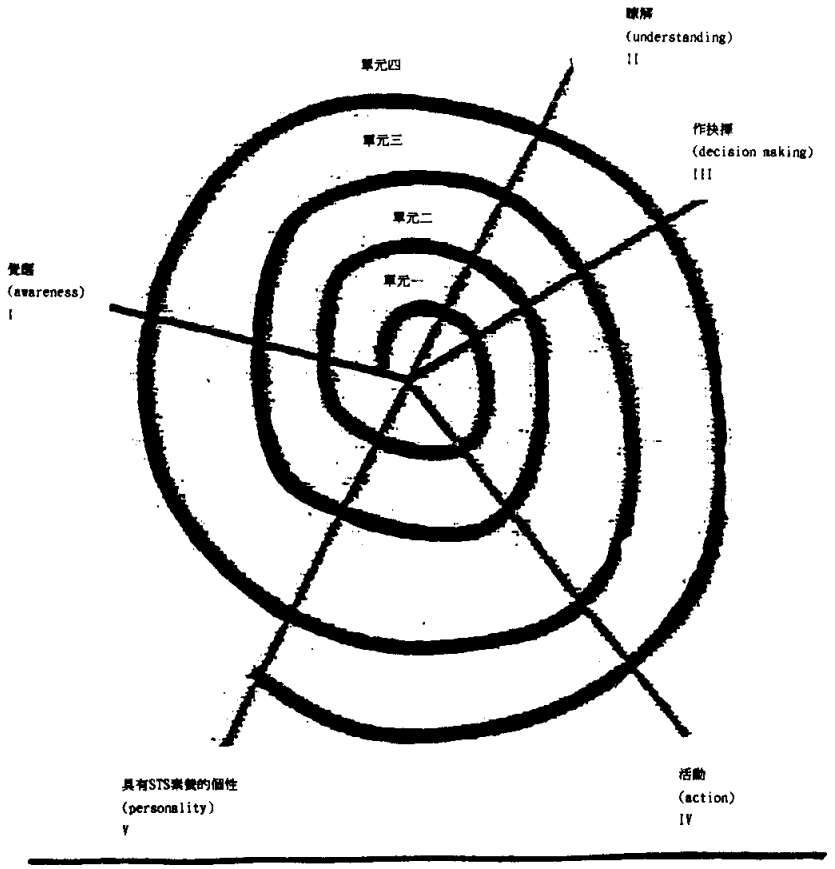


圖八 各角色主導之食用油STS活動

況，教師可只用一單元，也可聯合多單元為模組，彈性應用，以達到較高、較長期的學習目標（如圖六），也可以隔一段時間，再加另一單元活動。單元的選擇和順序是依整個學習目標為定。若安排不妥，則會使整個活動混亂而無意義。Heath（1992）呼籲，STS 教學設計不是靠孤軍奮鬥的；需要更多的專家參與合作。例如：(1) 設立STS 電子網路，讓教師能很快地獲得所需資料。(2) 組成一群具有共同興趣和理念的教育者。(3) 學校系統：由不同學科和不同年級的教師、專家、學校行政單位分工合作，尋找教學資源，主題和STS 單元內容。(4) 和各大學合作，共同研究，以提高教學品質。(5) 和工商界合作（圖九）（王澄霞，1994）。博物館、社區的公共資源、工商界應幫助學生學習他們的社區、社會、文化、工商企業，讓學生們知道，在各行各業工作的情形及相關知識。

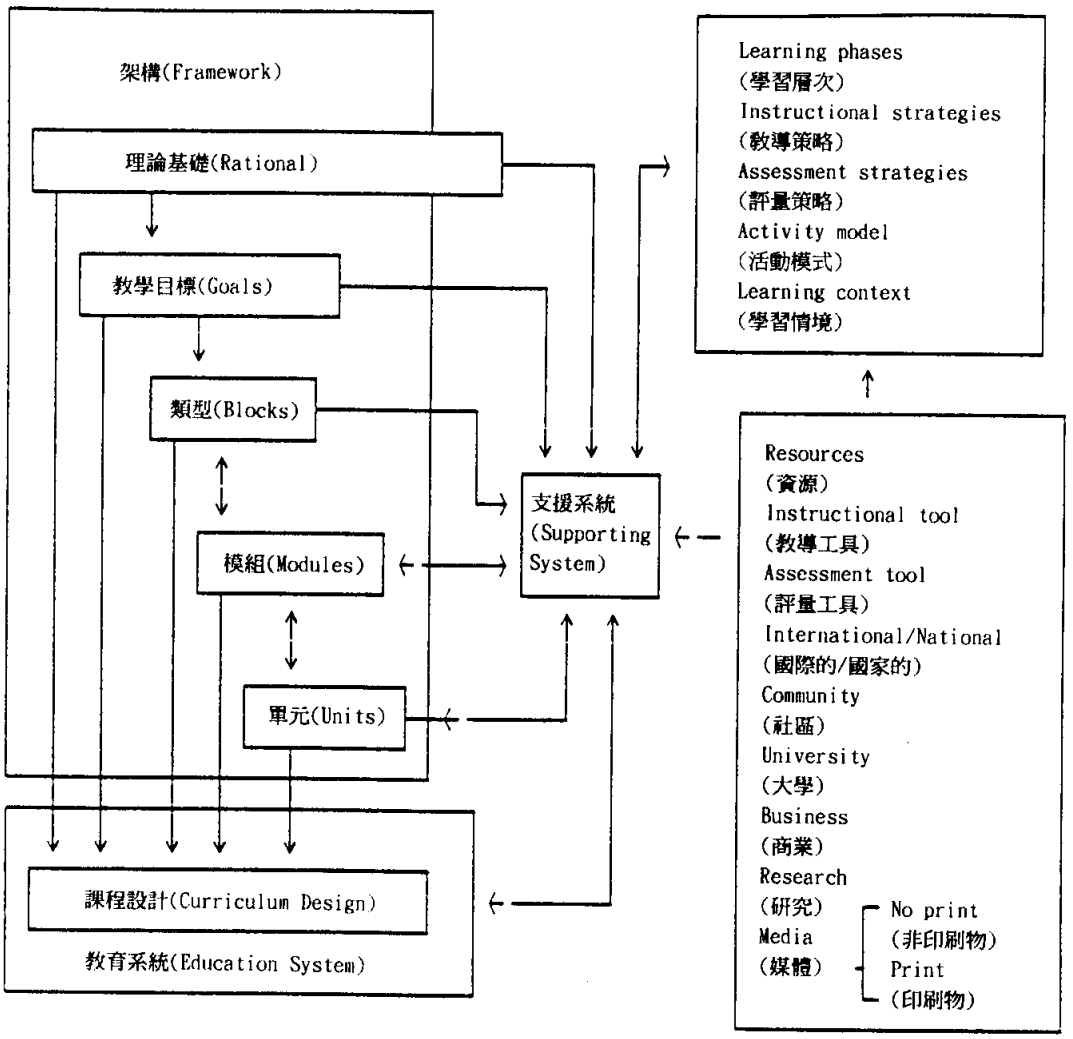
六、現有教育中安排STS 學習模組或單元之方法

STS 教育實施方式，一般分為兩大類：(1) 以科學為起點：例如，(a) 玻璃



圖六 STS模組之組織

是由砂等相關物質做成；(b) 在實驗室製作玻璃；(c) 討論再生玻璃的經濟效益；(d) 調查玻璃瓶回收狀況及所需成本。(2) 以實際應用為起點：學生由日常生活的環境及他們熟悉的問題開始，然後發現科學如何被應用及相關事物。例如，從病人做物理檢查的情境開始，再找出相關概念，如X光，紫外光及能量。科技整合的STS 學習，經由單元組織化，而幫助學生達成學科間的學習轉移，並把資訊應用到STS 問題上。把STS 帶進學校課程的方法有三：(1) 融入現有的課程；(2) 擴大現有的單元；(3) 發展新科目。各方式都有優缺點，但其中最可行的是，把STS 融入現有的課程中（Heath，1992）。由於價值觀不斷地在改變，必備的基本知識也越來越多，所以在STS 教學活動中，如何使學生建構知識，則需要有效「教」與「學」策略。設計這些「教」與「學」策略的重擔，最後還是落

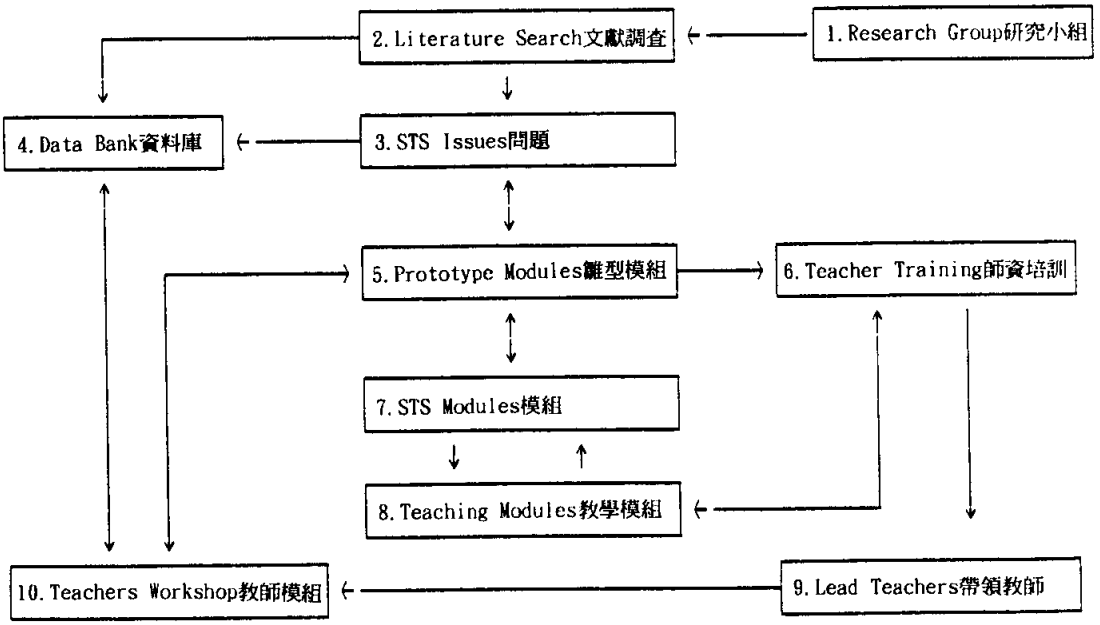


圖九 STS模組支援系統

在教師本身及地方的教師群體。校內行政單位和不同學科、不同年級之教師們之通力合作，和校外的協助系統同樣重要。STS 教學需由地方教育學者來決定，但其內容和教學方式的發展需同時考慮地方的需求，和學生將如何生活在這越來越科技化的世界中(Heath，1992）。

七、結語

STS 科學學習模式，事實上是一種建構學習模式，不但能用在科學學習，也能用在其他學科上。我們可以透過 STS研究（圖十），以達到：(1) 專家引導教



圖十 STS研究與開發

師學習如何學習，並提升不斷吸收新知的能力。(2) 提升教師教學及評量之能力。(3) 提升教師成為積極的科學教育研究者。(4) 刺激科學教育的革新，以達成全民具有STS 素養、社會觀及世界觀的目標。

以上敘述筆者近年來的科學教育研究心得，願與科教界先進一起探討和省思。

謝辭

本人承蒙國家科學委員會資助得以執行STS 相關專題研究計畫(NSC-82-0111-S-003-013等)，特此致謝。

參考文獻

1. 王澄霞 (1994)。設計大學STS 化學通識教育的架構。 A Curriculum Framework Design for College-level STS Chemistry. 計畫報告。計畫編號: NSC-82-0111-S-003-013。

2. 王澄霞、簡佩瑩 (1992)。化學實驗之解析—建構學習法，中華民國第八屆科學教育學術研討會論文彙編，439-458頁。計畫編號：NSC-81-0111-S-003-502。
3. 王澄霞、陳國華 (1993)。結合科學、技術與環境之學習成就評量，環境教育，45-50頁。計畫編號：NSC-82-0111-S-003-048。
4. 王澄霞、游佩琪 (1994)。油炸後的食用油該如何處理？化學。第52卷第4期415-428頁。計畫編號：NSC-82-0111-S-003-048。
5. 王澄霞、陳國華 (1994)。STS 主題--『油脂與生活』之開放性思考的評量，化學，第52卷第一期，107-114頁。計畫編號：NSC-82-0111-S-003-048。
6. 王澄霞、蔡曉信 (1994)。以腳架策略開發STS 專業能力的模式，師大學報，第39 期429-454頁。計畫編號：NSC-82-0111-S-003-048。
7. 王澄霞、許彩娥、蔡曉信 (1994)。國內報章STS議題分析，環境教育。計畫編號: NSC-82-0111-S-003-013。
8. 王澄霞、劉奕昇 (1994)。臭氧層破洞STS 單元活動：師資培育，第十屆科學教育研討會。計畫編號：NSC-83-0111-S-003-057。
9. 王澄霞、林梅芬 (1994)。開發溫室效應STS單元，第十屆科學教育研討會。計畫編號 ：NSC-83-0111-S-003-057。
10. 許榮富 (1991)。從科學、技學與社會的整合談科學教育的未來發展。教師天地，第五十二期，24-31頁。
11. 郭重吉 (1992)。從建構主義的觀點探討中小學數理教學的改進。科學發展月刊，第二十卷第五期，548-570頁。
12. Ausubel, D.P. (1963). The Psychology of Meaningful Verbal Learning. New York: Grune & Stration.
13. Butterfield, E.C., & Nelson, G.D. (1989). Theory and practice of teaching for transfer. Educational Communications and Technology Journal, 37(3), 5-38.
14. Champagne, A.B., Lonitts, B.E. & Calinger, B.J. (Ed.) (1990). This year in school science 1989 scientific literacy. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science.

15. Chiou, G.F. (1992). Suiated learning metaphors and computerbased learning environments. Educational Technology. 32(8), 7-11.
16. Collins, A., Brown, J.S., & Newman, S.E. (1990). Congitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. Resnick (Ed.), Knowing, learing, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser.453-494. Hillsdale, NJ:Lawrence Erlbaum Associates.
17. Cunningham, D.J. (1991). Assessing constructions and constructing assessments. Educational Technology, May, 13-17.
18. Gardner, D.P. (1983). A nation at risk: The imperative for education reform. 5. Washington, DC: Government Printing office.
19. Harel, l. (1991). Children as designers. Norwood, NJ: Ablex.
20. 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.
21. Heath, P.A. (1992). Organizing for STS teaching and learning: The doing of STS. Theory into Practice, 31(1), 52-57.
22. Hein, G. (1990). The assessment of hand-on elementary science programs. Grand Forks, ND: Center for Teaching & Learning, University of North Dakota.
23. Hines, J., Hungerford, H. & Tomer, A. (1987). Analysis and synthesis and of research on responsible environmental behavior: A meta-analysis. Journal of Environmental Education, 18(2), 1-8.
24. Hurd, P.D. (1991). Why we must transform science education. Educational Leadship, October, 39.
25. Marzano, R. (1992). Dimensions of learning. VA: Association for Superision and Curriculum Development.
26. McLellan, H.(1993). Evaluation in a situated Learning environment. Educational Technology, 33(3), 39-45.
27. McDaniel, E. & Lawrence, E. (1990). Levels of cognitive complexity, An approach to the measurement of thinking. NY: Spring Verlag.

28. Merryfield, M.M. (1991). Science-technology-society and global perspectives. Theory into Practice, 30(4), 289-292.
29. National Science Teachers Association, (1990). The NSTA position statement on science/technology/society (STS). Washington, D.C.
30. Novak, J.D. (1987). Human constructivism: Toward a unity of psychological meaning making. In J. D. Novak, Ed., Proceedings of the Second Internation Strategies in science and Mathematics, 349-350. Ithaca, NY.
31. Osborne, R.J., & Wittrock, M.C. (1983). Learning science: A generative process. Science Education, 67(4), 489-508.
32. Pearlman, R. (1991). Restructuring with technology: A tour of schools where it's happening. Technology and Learning, 30-37.
33. Perkins, D.N. (1991). Technology meets constructivism. Educational Technology, May, 18-23.
34. Pines A.L. & West L.H.T. (1986). Conceptual understanding and science learning: An interpretion of research within a source of knowleage framework. Seience Education, 70(5), 583-604.
35. Rosen, W.G. (1989). High-School biology today and tomorrow. Washington, DC: National Academy Press.
36. Rosenshine, B., & Meister, C. (1992). The use of scaffolds for teaching higher-level cognitive strategies. Educational Leadership, April, 26-33.
37. Sia, A., Hungerford, H. & Tomera, A. (1986). Selected predictors of responsible environmental behavior: Ananalysis. Journal of Environmental Education, 17(2), 31-40.
38. Torrance, E.P. (1976). Career education and creativiby - Students of the future. Creative Child and Adult Quarterly, 1, 76-91.
39. Waks, L.J. (1992). The responsibility spiral: A curriculum framework for STS education. Theory into Practice, 31(1), 13-19.

40. Wang C.H. (1993). Improving chemistry experimental learning through process-mapping: Hydrolysis of p-nitroacetanilide, Bull. Taiwan Normal University, No.38, 1-20. 計畫編號：NSC-82-0111-S-003-502。
41. Wang C.H. and Horng J.M., (1991). A design for implementing mastery learning on sublimation, a chemistry eexperimental technique. Proceedings of the NSC - Part D. 1(2), 31-41. 計畫編號：NSC-79-0111-S-003-32。
42. Wang, C.H. and Tsai, H.H. (1994), Promoting openended thinking on the STS topic "Detergent", Proceedings of the NSC, Part D, 3(1), 37-47。計畫編號：NSC-82-0111-S-003-048。
43. Warfield, J.N. (1976). Social system. 204-284. NY: John Wiely & Sons.
44. Warwick. D. (1987).The modular curriculum. 4. Oxford, England: Basil Blackwell Ltd.
45. Waston, G., & Glaser, E.M. (1980). The Waston-Glaser critical thinking appraisal. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
46. Wiggins, G. (1991). Portfolio: Design ideas. Geneseo, NY: Center on Learning, Assessment, and School Structure.
47. Winn, W. (1993). Instructional design and situated learning: Paradox or partnership? Educational Technology, 33(3), 16-21.
48. Yager, R.E. (1991). 訪華講學專輯，國立臺灣師範大學科學教育中心。
49. Yager, R. E.(1992). The cnstrutivist learning model: A must for STS classrooms. ICASE 14-17.
50. 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 science teacher, 7, 7-13. Washington, DC: National Science Teachers Association.
51. Zoller, U. (1991). Teacher's beliefs and view on selected science-technology-society topic: A probe into STS literacy versus indoctrination. Sicence Teacher Education, 75(5), 541-542.