



STS 教學模組開發模式之建立 及其實際教學成效評估

盧玉玲 連啓瑞

國立臺北師範學院 數理教育學系

(投稿日期：86 年 7 月 2 日，接受日期：86 年 9 月 18 日)

摘要：本研究旨在建立一種 STS 教學模組之開發模式，並依模式進行模組開發與實際教學。此外，並設計 STS 評量工具，為發展 STS 教學模式評量參考，且用以分析及評量模組試驗教學活動成效，以了解 STS 教學法及模組開發模式是否有效，此可作為未來融入 STS 教學法於實際教學提供經驗，並作為修正及普遍推廣之參考。本研究共發展三種評量工具，分用以評測學童在對科學態度、創造力、與知識學習成就等領域之發展情形。研究以透鏡單元模組為主，採前一後測之實驗設計，以學童前測成績為共變數，以後測成績為變數，進行共變數分析；計有二位教師、四十位學童參與本研究。

研究結果發現

1. 由國小教師觀點與學童學習成效而言，本研究所建立 S(KPL)S 模式之 STS 教學模組開發具可行性。
2. 以 S(KPL)S 模式進行之「透鏡」單元 STS 教學可發現
 - (1) 有助於提高學童對科學之正面態度；
 - (2) 在創造力與科學概念學習成效方面與一般教學方式成效相同。

關鍵詞：科技與社會、國小科學、教育法、學習成就、教學成效。

壹、緒論

當社會愈高度發展，社會變遷也愈急遽，其中科學、技學的進展更令人感到驚嘆與調適困難。近百年來，飛行器的進展、太空探索之發現、核能之掌握開發、醫學的成就、電腦的發明、通訊及網路的日新月異，在在顯示科技的一日千里；但我們在個人準備與社會結構的調適卻相對緩慢，於焉亂象叢生，觀察今天我國社會：雕塑美容的神奇迷思，減肥霜、草夢幻似真，酒飲尿飲漸如時尚，香功氣功真假不明，顯像分身靈異愚人。這是二十一世紀嗎？是倫理、民主與科學倡導數十年後理當如此的嗎？是 1975 年國民中小學新課程標準中重視科學教育的本意嗎？

我們的科學教育在實施上的確出現了若干問題亟需解決，因此尋求結合科學、技學與社會之科學教育，使科學教育不是僅為科學而學，而是為生存、生活與發展而學，以應高科技多元化社會之需。自 1980 年代，美英國家即體認到以 STS (Science - Technology - Society) 之科學教育是提高學生科學態度、創造力、和應用科學能力之可行策略，也是使學生所學之科學能活用並連結到真實生活情境的一個途徑。在今日，我國現階段的科學教育，似也須思考並進行若干調整，使科學學習成為學生喜好、有關生活、有助社會發展的科學教育。STS 理念應合國內現階段發展所需，且將隨著科學教育開放腳步的邁進，而使得 STS 之理念逐漸被應用於國內中小學之實際科學教學中。

但如何將科技社會訊息與決斷融入科學教學，國內尚無正式、系統化之 STS 在職或職前教師訓練課程，STS 之職前與在職教師教師訓練甚感困難。為強化日後發展 STS 在職或職前教師培訓之基礎，本研究希望發展 STS 教學模式並依此模式進行實際教學經驗，盼能為未來師資培育提供參考資料。

本研究亦感到要了解 STS 教學模式是否合適，應就直接參與者，也就是實際進行教學教師之看法，加以了解學童合適程度、學習態度與學習成效等方面，以評估本模組開發模式之實用性。具體而言，本研究之目的為：

1. 如何建立一本土化之 STS 教學模組開發模式？
2. 依模組開發模式所進行之 STS 教學活動是否具教學成效？

貳、文獻探討

時代的變遷使社會逐漸成爲一個以科學、技學趨動爲基礎之大環境，無形中社會和科學、技學之關係日益緊密，繼而帶動科學教育朝注重科學、技學與社會三者關係之生活化課程發展。STS 課程在此一潮流激盪下因應而生，爲動態課程，且隨時代轉輪亦步亦趨修正前進，所以研究方向也不斷伸展，有加強環境部份之 STS 研究 (Brant, 1995)，注重 STS 哲理與評量的研究 (Dolgos, 1995)，專門探討鄉村之科學教育與 STS 關係的研究 (Otto, 1995)，著重 STS 與社會關係的研究 (Marker, 1993)，專注 STS 實行狀況探解的研究 (Kumar, 1994) 等，各種相關研究可謂推陳出新。STS 不僅著重於教材之生活化，更強調學童主動之學習，亦即注重「人類經驗」的建構學習 (Yager, 1995)，其不單著重師生溝通，更強化同學間之互動。如此強調溝通、互動之教學將有利於提升學童之高層次思考能力，因爲 Vygotsky (1978) 曾提高層次認知功能是由與他人間之交互作用而產生，而重視經由社交活動發展高層次思考過程之研究，亦支持此論點。例如 Spina (1993) 經由文獻的探討指出可能應用不同的認知策略建構知識，學童學校表現的差異與其應用高層次之認知策略的差異有關，低班級表現之學童，可能導因於校內外之學習認知策略與學童真正所用之策略不同。

STS 教學理念企圖培養學童高層次之思考能力，與社會環境適應力，因此在教學活動方面鼓勵學童在一種共同、合作、溝通的環境下進行，學童需關心教室活動中自己所提或他人所提之議題；換言之，關心的表達、分享和奉獻等行爲的養成，提供與協助之精神的加強，權利與義務之態度的建立，均爲教育要項。即從事 STS 教學之教師，在教學方法方面應具包容觀之信念，多倡導學童的合作，少鼓吹獨自與競爭學習；在學童學習態度方面應具他人關切之信念，以建立學童樂群的態度取代自我中心觀念。

有關 STS 教學成效，在美國因 STS 之實施已有相當之歷史，故亦有相當之實証資料說明 STS 教學之成效。例如：根據美國愛荷華大學開發之科學教育之五領域：概念、應用、過程、創造力、與態度 (McCormack & Yager, 1989)，即有許多之比較教學資料依此架構隨之建立。以下僅針對本研究探討範圍回顧在概念、創造力、與態度等領域部份。

在概念領域部份，McComas (1988) 曾對五年級修習自然科之學童進行研

究，並運用 t-統計分析前、後測成績；而後 Myers (1988) 亦曾對九年級學童進行長達一年之概念領域之研究；同時，Yager 等人對 131 位老師之學童進行研究；這些研究與 Lu 之探討，均一致發現 STS 教學對概念之增長有顯著之效果。(Yager, 1988; Lu, 1993)。

若從對一般教學的相對效度之觀點而言，在概念領域方面 STS 教學亦在多數之研究中呈現出 STS 教學在增進概念之學習成效方面並不遜於一般之科學教學。對於此點 Yager (1987), McComas (1988), Myers (1988), Mackinnu (1991), Iskandar (1991) 和 Lu (1993) 等之研究均顯一致。但在另些研究如 Yager (1987), Rubba 和 Wiesenmyer (1990), 和 Liu (1992) 則顯出在概念學習之層面上 STS 教學之成效較一般教學要來得佳。

此外，學童對科學與對科學課程的態度亦為本研究觀察之重點，Simpson 和 Oliver (1990) 之研究顯示教室之學習氣氛影響學童學習科學之態度與看法。而如所周知，學童之態度是影響科學學習成效重要因素之一。惟，如從許多實証研究結果觀察，卻顯示現階段之學童在一般之自然科教學下，對科學、對學習科學、對自然課程、對自然科老師多有較為負面之刻板印象，且此刻板印象隨年級越高，強度越強 (Yager & Penick, 1984; Yager, 1988; Yager & McCormack, 1989; Simmons & Guy, 1991)。

關於評測學童態度時，所用到的方法多為問卷訪談方式 (Yager, 1987; Myers, 1988; Mackinnu, 1991; Iskandar, 1991)。其結果之統計分析顯示經歷 STS 與一般傳統教學方式教學過程之學童在對科學、對學習科學、對自然課程、對自然科老師之態度與看法方面有所不同，且 STS 教學過程下之學童顯著較優於在一般教學過程下之學童。

在 1988 年之前，皆未進行過有關 STS 教學過程對學童創造力效應之研究。Myers (1988) 首先進行總數為 724 名學童之獨特性研究，其觀察之層面包括：獨特性檢驗、獨特性解釋、總數、分辨因果關係之能力、與獨特性問題總數等作為評比學童創造力之指標。其研究結果顯示學童在 STS 教學下不管在獨特性或問題總數等層面都明顯優於在一般式教學下之學童。接著，若干研究 (Yager, 1989; Mackinnu, 1991; Yager & Ajeyalemi, 1991; Iskandar, 1991; Liu, 1992; Lu, 1993) 亦都對 STS 教學較有利於培養具創造力之學童提供實証的資料。

國內王澄霞和劉奕昇 (1994a; 1994b) 之研究則曾對大二學童進行「臭氧層破

洞」單元與對高一學童進行「溫室效應」單元之 STS 教學，雖然此兩研究樣本之年齡層與本研究有所差異，但其研究結果皆顯示對提升開放性思考、知能、分析資料、建構知識、解構問題、及下結論等方面有顯著成效，對 STS 於國內實施提供一正面而樂觀之起點。

參、研究方法

本研究進行之步驟主要可分為二部份，第一部份為建立模組開發模式，第二部份為模組開發之實際教學成效評量。

一、建立模組開發模式

模組之開發步驟依序說明如下：

1. 蒐集教學理論、建立模組開發主要模式，包括國內外相關資料。
2. 訪談學童，選定開發主題。
3. 界定 STS 教學模式與一般教學模式之主要差異：
本研究所謂之一般教學模式係指依循國立編譯館編定之國小自然科學課本為主，參考教學指引之「教學情境」進行活動，以達課程中所要求之課程單元目標及主要行為目標。
4. 依步驟 1 所訂定之模式設計實驗組之教學流程，包括 STS 實驗教師養成。
5. 建立 STS 教學模式：
依模組開發理論流程，進行 STS 教學活動設計，擬訂教學模式之詳細步驟。
6. 進行實驗教學探究活動，並隨時與 STS 實驗教師進行溝通，修正開發模式。
7. 於教學活動結束後與 STS 實驗教師進行整體性意見訪談。

二、模組開發模式之實際教學成效評量

此部份之主要步驟如下：

(一)相對成效研究教學模式之選定

為了解 STS 教學之成效，本研究以一般教學法當作控制組，作為透鏡模組的比較基準。

(二)取樣對象

此部份之研究以參與 STS 教學模組開發之師生為研究之實驗組樣本，計教

師一位、五年級學童二十位。本研究觀察分析不同情境下教師及學童之教學行為與活動，並探討 STS 教學相對於一般教學之成效。

另徵得 STS 實驗教師同校自然科教師一位，同意以其所任課之五年一班學童依課程進度進行控制組方式之教學（即一般教學），同時在其學童中，以學童上學期前之自然科成績為依據抽取其中程度分佈與實驗組相仿者二十人為模組實施成效考驗之控制組樣本。

(三)實驗設計與步驟

本研究以準實驗設計進行教學之相對效度評估，實驗設計表示如下表：

表 1：STS 教學與一般教學相對教學成效評量實驗設計

	控制組（一般教學）	實驗組（STS教學）
五年級	$O_1 X_c O_2$	$O_1 X_s O_2$

註： O_1 :前測； O_2 :後測； X_s :接受STS教學法； X_c :接受一般教學法

為說明本研究在 STS 教學組與一般教學組如何以兩種不同教學方式達成相同課程單元目標之情形，舉例如圖 1，並說明如下：

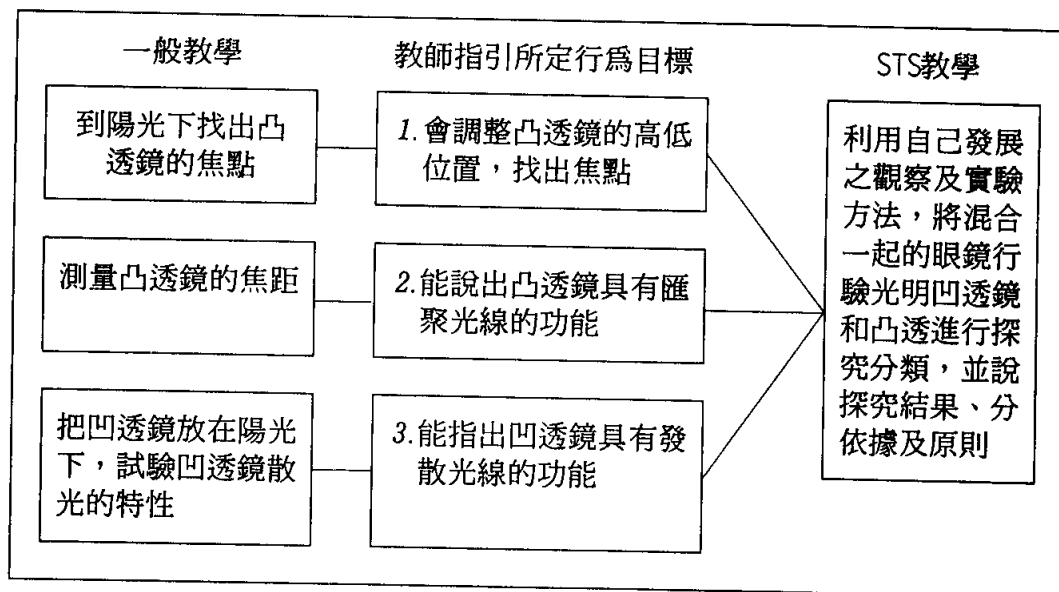


圖 1：以 STS 與一般兩種教學活動達成同一教學目標之一例

在一般教學中，學童依教科書中設定之步驟達成教學目標；STS 教學中，學童則需自己找尋分類依據及原則，並利用學校內、外之各種學習資源進行實驗，以達利用周遭資源、教材日常生活化，進而了解科技應用之原理。

(四)實驗步驟

在學期開始時控制組及實驗組皆接受學童對科學的態度、有關透鏡創造力及知識學習成就的三種前測。接著控制組學童接受一般教學法的自然科學課程；實驗組學童則接受 STS 教學。於課程結束後一星期，兩組分別接受對科學的態度、有關透鏡創造力及知識學習成就的三種後測，兩種教學法在實際教學時是否確實有所不同，以教學過程所錄製影帶之分析結果證實。

(五)評量工具

本研究為評測學童經歷學習前後之改變情形，共發展三種評量工具，分用以評測學童在對科學態度、創造力、與知識學習成就等領域之發展情形。由於本研究所使用之工具形式主要依據美國愛荷華評量工具 (Iowa Assessment Package)(McComos & Yager, 1988; Yager, Blunck & Ajam, 1990; Yager, Kellerman & Blunck, 1992) 發展而來，因其已歷經多年且有詳盡之信、效度說明與實質證據支持，故本研究僅以重測信度確定翻譯與修訂後工具之可信度。重測信度介於 0.60 ~ 0.90 之間，由於創造力受周遭環境及時間影響甚巨，故重測信度偏低，惟可接受。

1. 學童對科學的態度部分：

本部分發展之問卷主要調查學童對自然科學、自然課程、實驗室、科學用途的認知及日常生活的關聯性方面的態度，並包括對未來職業的期望。問卷之設計主要參考美國愛荷華州 STS 教師研習活動中的調查問卷 (McComos & Yager, 1988; Yager, Blunck & Ajam, 1990; Yager, Kellerman & Blunck, 1992)，再依本研究實際需要修訂而來。

2. 創造力部分：

創造力的評量活動包括想像力之發揮與研究主題之聯結、新想法的產生……等。本問卷採用開放式之評量，時間為 10 分鐘。在評量之初，受試者先接受某些課程相關且適合學童能力的想像情境；先選定一範例，以激發學童的興趣，使其易於掌握測驗方向。為節省時間及活潑過程，採口述之問答方式進行，並在測驗卷上將其以文字形態描述，以確使學童能了解測驗

之形態及方式。在實際測試學童之創造力時，教師不給提示，學童被要求將自己的各種想像情形寫於紙上。創造力之結果評分由三位評分者分別進行，評分標準係依下列三項：

- A. 答案和問題的相關性
- B. 答案的正確性
- C. 答案的創新性（包括不尋常的思考及新想法等）

為確定評分者評分具有一致性，本研究以態度信度研究之學童為樣本，進行創造力之測驗，並由三位評分者對測驗結果進行評分工作。結果以 Kendall Coefficient of Concordance 方法求得三位評分者間具有顯著一致性 ($w = 0.84$, $\chi^2 = 97.77$, $Z = 129.49$)。同時本研究中並以同一樣本之學生檢測創造力評量工具之重測信度得 0.60。

3. 知識學習成就部分：

在知識學習成就方面之評量工具，主要包括三部份：第一部分為一般之學習成就評量，以檢驗實驗組教學是否能達到一般教學之知識學習成就，本研究收集國立台北師範學院附屬實驗小學、國立科學工業園區實驗小學、國立台東師院附屬實驗小學、國立嘉義師院附屬實驗小學等四所國民小學兩個學年度涵蓋本實驗教學之進度範圍的月考考題。由其中選取四校月考試題中，均需應用到同一概念解題之題目共 14 題，當作第一部分之一般試題；第二部分則為錄影帶測驗，測驗之方式為受試者先觀看一影片，主試教師說明內容和題意，隨即回答試卷上和影片相關的問題；第三部分則為實作測驗，由主試教師現場操作實驗，並提出相關問題，再由學童作答於試紙上。

肆、研究結果及討論

一、建立模組開發模式

(一)主題之選定

由本研究在進行訪談之後，將學童有興趣探討問題中曾提及之名詞，進行彙整統計可得學童提及次數最多之前十項名詞包括：水、海、樹、蟲、電、星、河、車、山、光……等項。顧及評估模組開發成效之目的，控制組的傳

統教學，須配合現行課程單元。故本研究審視現行五年級自然科課程，認為其中與光有關之「透鏡」單元在傳統教學組中為原教學進度中排定之單元；同時光之有關問題又在學童心目中似乎有相當多的疑問，是以選定為模組開發主題。

(二)教學理論流程：

本研究中所進行之 STS 模組開發流程理論架構主要分為五個層面：社會情境層面、個別化建構認知層面、邏輯思考層面、知識體及資訊層面、知識的社會化層面 [S (KPL)S model : S : 社會；K : 知識；P : 心理；L : 邏輯；S : 知識的社會化]。其間之關係如圖 2，詳細流程則如圖 3 所示，茲將詳細流程中各部份之理論及實際教學階段情境分述如後：

1. 第一層面 社會情境層面

此層面之活動進行採二階段，旨在引發學童潛在的科學及環境關注方面。第一階段為提示虛擬參照社會情境：希藉由別人之舊經驗建立短期記憶之思考模式，以利類化學習，此階段對整個 STS 教學活動之重要性正如同指導語與範例之於測驗。適當之虛擬情境則可協助學童進行類化思考，使其易於了解活動之進行方式。第二階段為導入真實社會情境階段：旨在由真實社會情境的新刺激，引發學習動機，主動提出探究問題。茲將本研究所進行之光的模組，在此層面之各階段部份說明如下：

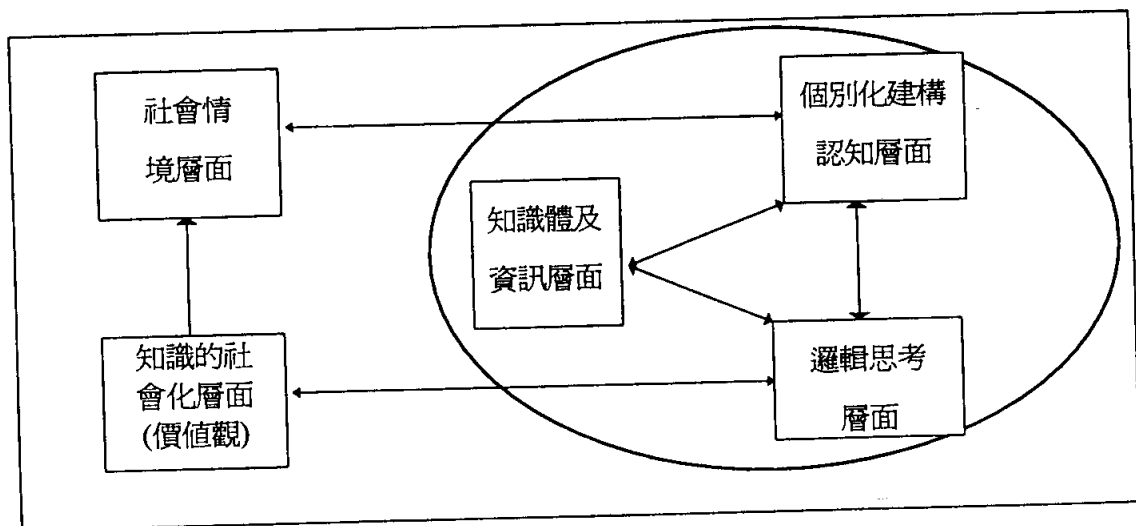


圖 2：STS 模組開發理論架構圖-S(KPL)S model

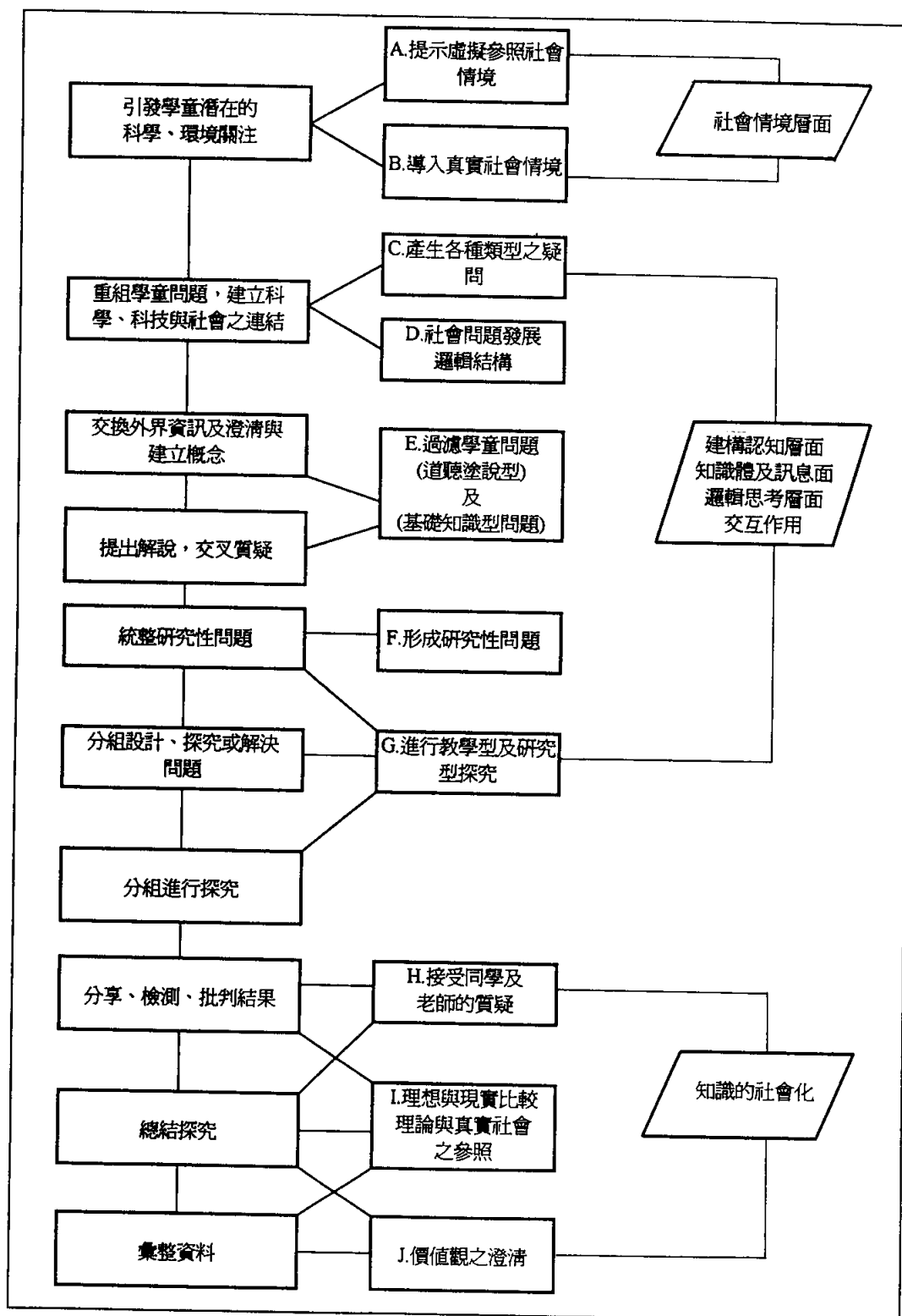


圖 3：S(KPL)S 模組開發流程圖

(1)第一階段 提示虛擬參照社會情境

本研究先以國語日報中一篇與水源相關之報導為虛擬情境，並舉實際學童讀過這篇報導後所提出問題為例，並告知學童：別的學童讀過此篇報導時曾提出，我們的水質好嗎？水會被用光嗎？酸雨是什麼？……等問題，隨後讓學童知道教師將提出一些新的報導，要求學童於讀過教師所提供的新資訊後，針對新提供之議題資料提出自己本身最渴望了解之問題，隨即進行第二階段之活動。

(2)第二階段 導入真實社會情境

慮及本研究之對象為國小學童，故在真實社會情境呈現之初，先以一段具趣味性之視力保健卡通影帶吸取注意力，繼之以投影片呈現最近有關視力的期刊雜誌報導，並包括統計數據，內容主要論及主題為：1.近視盛行率與近視度數隨年紀增加，2.都市學童遠高於鄉村，3.都市明星學校的近視罹患情形最為嚴重，4.準備大專聯考的高三學生，尤其是女生，近視高達 90%，5.私立小學學童近視率比公立小學高。隨後並以幽默性漫畫顯示罹患近視學童的一生。

接下來教學者與研究者即引導學童了解問題發展邏輯，因此亦視之為個別化建構認知層面、知識體層面與邏輯思考層面三者交互作用層之開端。

2.第二層面 個別化建構認知層面、知識體層面與邏輯思考層面三者交互作用層面

本研究認為學童需藉由外來資訊釐清錯誤概念並建立新概念，因此老師要協助將同學問題統整引發研究性問題，並幫忙學童分組設計、探究或解決問題，促進探究活動進行與完成等。學童活動涵括五階段，即產生各種類型的疑問、問題發展邏輯結構、過濾學童問題、形成研究性問題與進行教學型及研究型探究。

(1)第一階段 產生各種類型的疑問

為鼓勵學童能真正提出自己想知道之疑問，故此階段進行時教師之教學策略為接納與鼓勵，無論學童所提問題是否恰當均接受，例如本研究中學童提出：長針眼是不是因為看了不該看的東西？眼鏡帶久了是不是會變成葫蘆臉？……等等，教師均給予肯定。以在教學活動增加學童中心

之屬性。

(2)第二階段 發展問題邏輯結構

教師專業技能導入與建立科學、技學、社會之連結爲本階段之要點，因爲學童問題提出時問題之呈現雜亂無序，故教師此時應協助學童問題了解，社會問題發展邏輯結構。例如本研究中學童提出之 34 個問題經過任課教師與學習者重新歸納分類爲：一般眼睛疾病、近視問題、眼睛結構問題、眼睛矯正問題、其他問題等五大類問題。針對不同教學情境，亦可將問題歸納爲例如：一般視力保健問題、近視原因、眼鏡結構、近視的族群分佈等四類。

(3)第三階段 過濾學童問題

此階段進行要項有二，第一：同學需與外界交換資訊及澄清建立概念，亦須討論如何利用地方資源進行資料查尋、訪談、參觀……等。例如本研究中學童除了查尋學校圖書館資料、家中有關書籍外，並可進行眼科醫院、眼鏡行等的訪問、參觀，實地了解眼鏡配置及相關科技發展、應用等現況。爲希望學童能由資料查尋中過濾道聽塗說型問題及釐清某些基礎知識型問題，例如：長針眼是不是因爲看了不該看的東西？眼鏡戴久了會不會變成葫蘆臉？爲什麼書看久了，眼睛會累呢？……等，本研究採分組方式進行，此因實際教學中學童問題繁多，每位同學難將所有資料備齊，故採分組收集，共同享用資源，爲較可行之方式，故本研究中教師則依上述問題發展邏輯結構中第一種分類方式，由四組學童分別查尋有關問題資料，並以查尋自己提出問題的相關資料爲原則。

研究中考慮研究對象之年齡層，故將陳述性及基礎知識型問題以搶答比賽的方式進行，此時教師需掌握學童答案中的不完整性、不確定性及答案彼此間之衝突情境，以進入第三階段形成待研究型問題。

(4)第四階段 形成研究性問題

教師的角色在此階段舉足輕重，受限於學童的認知較爲不足，在教學活動中教師可發現許多學童查得資料後，並非真正的了解資料中的說明，常常只是照本宣讀，故教師質詢時即應利用學童的答案中之不完整性及不確定性，將此類非真正理解之問題形成探討性較強的主題，協助同學歸納發展研究性問題。

例如本研究中學童對於真正眼睛內部構造，水晶體功用，近、遠視的眼睛內部構造、水晶體間關係等問題似懂非懂，學童彼此答案尚且出現衝突狀況。例如有人表示：近視是由於水晶體變厚、卻有人表示為水晶體變薄，有人表示照相機的光圈功能與瞳孔相似，反對者認為光圈應與水晶體相似，因此實驗組教師隨即指定具衝突意見的組別進行探討，各探討主題包括 1. 近視眼成像與水晶體的變化情形，2. 遠視眼成像與水晶體的變化情形，3. 探討照相機與眼球的結構對照和成像基本原理。

在研究主題選定完成後，教師應適時做資料補充說明，如示範性實驗、相關錄影帶、眼球模型說明等等，以加強學童對討論過資料的認知。在本研究中實驗之教師係以相關錄影帶（介紹砂眼的成因及眼睛保健），及眼球模型介紹兩項，為教師補充說明。

(5) 第五階段 進行教學型及研究型探究

本研究中教師採以研究型探究為主，教學型探究為輔的教學方式進行。並以社會情境層面中的範例相關之研究型探究為說明範例，輔助學童依自己的構想進行實驗，此研究型探究特徵除學童自己設計實驗步驟，利用日常生活相關器材設計實驗外，教師則協助學童如何利用地方資源，修正學童所設計之實驗步驟。蓋聶 (Gagne) 曾提出在探究教學中適當給予學童指導可節省教學時間，增進學習效果，本研究模組之開發考慮此因素，為避免學童自己設計之實驗陷入思考的錯誤，造成一連串之挫折，故在真正實驗開始前，教師適當的指導學童修正實驗設計實有所需。

3. 第三層面 知識的社會化層面

依建構學習理論觀點而言，學習者可比擬為建築自己房屋之土木匠。其每塊磚均需按自己的地基向上疊，至於牆角是否垂直不易傾斜，左右兩邊的水平是否得當，則常需靠外界儀器輔助測量，學童之學習亦若此理，教師及同學則如這些外界輔助儀器，是以本層面主要涵蓋三階段：(一)接受同學及老師的質疑，(二)想與現實比較（即理論與真實社會之參照），(三)價值觀之澄清。

(1) 第一階段 接受同學及老師的質疑

本研究模組之發展精神在知識體層面實較接近杜威理論之「由做中學」，

然爲避免某些必要的知識概念，在做中學的學習活動中被忽略，此學童將其研究過程及結果提出與同學分享，並接受同學及老師對活動的檢測及批判。此不僅可增進學童將短期記憶體中之知識概念，經由澄清、驗證建構於長期記憶體中，更可藉由教師專業化問題的質疑，得知學童概念發展狀況，給予學童立即的回饋。如同學在測量焦距時，其並非真正了解焦距之定義，其舊經驗中焦點爲光經透鏡後會聚爲一亮點，至於光源位置如何有無影響，則其全然不知。因此當教師質疑爲何光源位置不同，所得焦距不同時，學童不知如何回答。此時教師適時與學童進行找焦距活動，讓同學了解找焦點時光源到透鏡的距離會影響所觀察到的亮點到透鏡距離，以發現當光源到透鏡距離愈遠，亮點到透鏡距離愈小；當光源到透鏡距離非常遠時，則亮點到透鏡距離趨近於一定值。此實驗如此可助學童更深入了解焦點與焦距到太陽光下進行時，則得到的結果更佳。

學童的活動結果不僅經由老師質疑可獲得充分修正，經由同學間之互相質疑亦所獲不淺。

(2)第二階段 理想與現實的比較

學童從事探究活動前，常有將狀況理想化之情形發生，例如：本研究中學童爲了解其住區附近之學童近視狀況，而將調查對象定爲本校及其附近三所學校。待其真正開始從事調查時，學童始發現問卷之發送與回收並非如其想像般容易，即使其透過鄰居、熟人幫忙亦與其下課後親自於校門口外等候別人填寫一樣，效果不彰，因此將其研究對象改爲本校學童，然問卷之回收率仍無法達到百分之百。

在此活動中學童固遭某程度之挫折感，但此亦爲學習之一種，學童由此可體驗理想與現實確實存在某程度上之差異性，故在此階段中，教師常須扮演輔導者角色，讓學童知道科學家在從事研究中亦有常遭挫折。此外，知識的社會化在於強調將知識用於日常生活之社會中，學童如何將理論與真實生活中的某些事物作適當之連結，爲 STS 教學之一大重點。本研究學童主動探討透鏡成像原理與照相機之關係，即爲一例。教師需讓學童了解某些科技產品原理或許簡單，但爲達良好之功效其設計卻複雜。

(3)第三階段 價值觀之澄清

價值觀的澄清之基礎乃建立於法律與倫理之上，如何建立及澄清學童內在已存有之法律規則與倫理觀念，為此階段重點。例如：探討視力問題可衍生到鏡片之種類、製造、安全性等相關題材，哪種鏡片較安全？製造商為何不製造最安全的鏡片？為何在台灣為合法使用之鏡片在美國卻為非法使用？配眼鏡是否一定需要眼科醫師？……諸如此類；研究者亦曾以非數理系學童進行類似之模組活動，發現經由討論、辯証，確可幫助學童釐清某些不正確之社會常規觀點；建立正確法律與倫理觀念，並協助學童當法律與倫理觀念與金錢價值觀念衝突，如何維持自己知法律與倫理觀點，因此價值觀之澄清在社會化層面中不容忽視。

本研究單元模組之開發中，原以眼鏡行之參觀訪問及眼科醫師之座談等為價值觀澄清之重點，但限於與控制組時間配合之故，無法執行眼科醫師座談部份，為本次模組開發中之遺憾。

綜合言之，在知識的社會化過程中，經由上述三階段之活動，學童除分享、檢測、批判結果與總結探究外，訓練學童有系統彙整資料、試驗、分析、呈現，亦應為科學方法訓練之一環。

(三)參與實驗教學教師對進行 STS 教學活動之訪談意見

本研究在完成實驗教學後並對參與實驗教學之教師進行結構式訪談，以下則將訪談結果以(一)教學內容及(二)學童學習情形二部份說明如下：

1.「教學內容」部分：

(1) STS 上課方式內容可否符合現況及時代需要？

意見：

……這個課程並不是要學童去學習到什麼知識，而是讓學童學習如何解決問題……

以後的一般人學過以 STS 教學方式自然科學之後，應該具備有的科學素養：有思考能力，有解決問題的能力，對於邏輯上的思惟應該有基本的能力。

(2)這種上課方式是否有助於了解透鏡成像的結構原理？

意見：

我覺得好像沒有，他們可能了解透鏡，可以成像、聚光，但是對於物

距、像距的關係觀念上可能沒有。

……可能他們對於眼睛構造、近視成因的了解會比較多，對於透鏡的了解會比較少。事實上我覺得這樣比較活用……這種教學方式可以讓學童對於科學方面的東西和生活較貼切一點。

(3) STS 透鏡單元是否能提供多面性的學習情境？

意見：

可以，因為我們不只讓他們了解眼睛，甚至於做問卷調查，在收集資料方面也可以訪問的方式進行，讓學童了解到學習科學並不只從課本上了解……

(4) 上課內容份量是否適當？

意見：

份量是很多很充實，只是時間不夠……

(5) STS 透鏡單元是否能鼓勵學童將所學應用於生活？

意見：

……我有聽到他們在建議同學：你有近視眼，你要戴凹透鏡。其他同學還會很懷疑的來摸摸看，是凹透鏡嗎？……

2. 「學童學習情形」部份

(1) 課程內涵是否能配合學童的生理發展成熟度？

意見：

我們設計的不會很難，我想給他們的也差不多如此，只是他們的成熟度配合不上我們，他們的成熟度沒有達到應有的水準……例如上台報告的態度及一些表現等等……

(2) 課程內涵是否能配合學童心智成熟度？

意見：

我們上的內涵和他們的心智程度差不多，他們都蠻能接受的。

(3) 這次上課方式是否能激發學童繼續思考問題？

意見：

……學童的興趣會很濃，因為他們可以自己想怎麼做就怎麼做……

(4) STS 透鏡單元是否能激發學童創造性的思考？

意見：

他們比較會思考問題……他會去聯想到其他的東西……他們在實驗過程中會想到很多方法，去達到他們想要的實驗目的……

(5)這種上課方式之學習過程，學童是否具有興趣？

意見：

他們會比傳統的教學學童比較有興趣，因為學童比較喜歡做實驗……

(6)觀察學童的學習，學童是否已有很好的學習成效？

意見：

……他們知道自己如何去設計步驟實驗出他們想知道的結果，這方面的成效是比較大的，對於科學概念而言成效就較小。

(7)如果科學概念要成效更多的話要如何達到？

意見：

……要讓他們的科學更生活化會比較好，讓他們在日常生活上就知道這些就是科學……

由以上教師之意見表達資料顯示，有關「教學內容」部分，教師認為 STS 教學內容與日常生活之連結較傳統教學佳，再則教師雖認為好像沒有建立學童的物距、像距關係，活動似著重在眼睛構造與近視成因等生活化知識，但由隨後之成就測驗顯示此與傳統強調物距、像距、焦距關係之教法成效上並無差異，此與國外研究結果相同，因此如何消除教師對 STS 教學方式在知識方面教學的不安全感，可能為 STS 師資培育訓練之一項目。此外資料查尋部分，學童與教師均反應出學童能力之不足。有關「學童學習情況」部分，則顯然與學童意見有相似處，均感傳統方式教學似較疏於發表及討論能力之訓練。整體而言，實驗教師對 STS 教學活動則呈現正面之態度。

二、模組開發之實際教學成效評估

在成效評量方面依(一)態度，(二)創造力，(三)概念學習三部份說明如下：

(一)態度：

表 2 及表 3 為學童接受 STS 教學與一般教學後，其對科學的態度方面之統計結果，由此統計結果顯示，學童經由 STS 教學方式上課後，其對科學的正面態度變化顯著優於學童經一般教學方式所改變。

表 2：態度共變數分析統計

變異來源 (source)	SS	DF	MS	F	P
組別 (group)	1017.04	1	1017.04	6.85	0.01*
前測 (pretest)	1896.16	1	1896.16	12.76	0.00*
誤差 (error)	5497.34	37	148.58		

*: $P < 0.05$

表 3：態度調整後平均數

組別	調整後平均數	SE	N
實驗組	74.74	2.73	20
控制組	64.66	2.73	20

(二)創造力：

表 4 及表 5 則顯示學童在透鏡模組兩種教學方式下，創造力變化情形在統計上未達顯著差異 ($P < 0.05$)。

表 4：創造力共變數分析統計

變異來源 (source)	SS	DF	MS	F	P
組別 (group)	4.62	1	4.62	0.79	0.38
前測 (pretest)	52.38	1	52.38	8.92	0.00*
誤差 (error)	669.74	114	5.88		

*: $P < 0.05$

表 5：創造力調整後平均數

組別	調整後平均數	SE	N
實驗組	4.20	0.33	20
控制組	3.79	0.32	20

(三)學習成就：

學童在 STS 教學方式與一般教學方式下，在知識方面學習成就上的差異未達顯著差異。

表 6：學習成就共變數分析統計

變異來源 (source)	SS	DF	MS	F	P
組別 (group)	79.97	1	37.96	0.61	0.44
前測 (pretest)	294.33	1	294.33	2.25	0.14
誤差 (error)	4835.28	37	130.69		

*: $P < 0.05$

表 7：學習成就調整後平均數

組別	調整後平均數	SE	N
實驗組	68.47	3.67	20
控制組	71.53	3.67	20

由此三項統計結果顯示，其與國外 STS 發展初期情形相似，在短期內 STS 明顯可改變學童對科學之態度，且在學科學習成就上並不會較一般教學差，然依

國外較長期之教學研究結果顯示，STS 確實可在多方面之學習成效上優於一般教學。尤其依國外研究顯示，STS 教學有助於改善女性同學對科學興趣低落之情形（盧玉玲，1993；Yager, 1995）。故在國內若能持續深入 STS 本土化之教學研究，應有助於科學教育之多元化，提升女性同學之科學興趣。綜合言之，本土化 STS 教學工作現階段尚正開發，由本研所得，讓 STS 模組在國內適用性更具意義本研究所依之模組開發理論架構亦可提供國內 STS 教學推廣參考，讓多元化的科學教育增添一種選擇。

伍、結論與建議

綜合而言，本研究具體結論為：

1. 由國小教師觀點與學童學習成效而言，本研究所建立 S(KPL)S 模式之 STS 教學模組開發具可行性。
2. 以 S(KPL)S 模式進行之「透鏡」單元 STS 教學可發現
 - (1)有助於提高學童對科學之正面態度；
 - (2)在創造力與科學概念學習成效方面與一般教學方式成效相同；

在國民小學高年級階段以 STS 教學模式進行自然科之教學活動初步顯示具可行且具有繼續發展之價值；惟 STS 教學模式與應用策略甚多，如何選取適用者，也需溶入教學者在教學上之智慧。

在未來之研究部份，研究者亦建議國內未來對 STS 教育之研究應多予大力支持及積極投入，俾使我國 STS 之科學教育在其起步之階段，具充分之條件與競爭能力，使在國內則能裨益學子，在國際上能樹立聲譽。

另本研究根據研究過程之經驗與研究結果，亦謹提出以下幾點建議供後續研究與 STS 教學實施參考。本研究者謹對教學實施部分，提出以下建議：

1. 現階段國內有相當之學校、社區推動開放教育，但如開放教育之推動與實施若遺漏 STS 科學教育已有之研究結果與實施經驗，將殊為可惜；相對而言，未來 STS 科學教育的推展若不能汲取開放教育在國內推動之優點或困難，亦必將延宕 STS 科學教育在國內的順利推展。換言之，STS 科學教育與開放教育應善加融合。

2. 根據本研究在模組開發模式之成果，研究者謹建議教材開發者或教師在進行模組開發或 STS 教學時，應同時兼顧考慮：社會情境、學生個別化建構認知、學生邏輯思考、知識體、與知識的社會化等五層面，以周延開發之模組或 STS 教學。
3. 本研究發現 STS 教學與一般教學之教學活動確可觀察到明顯具體之差異，此差異包括在老師、學生之表達與互動之方式、屬性與頻率。由此結果，研究者謹建議在實施 STS 教學時，應多賦予學生決定探究主題之自主性；增加教師與學生間、學生與學生間之人際與知識的互動；允許跨過無形與有形的障礙；強化科學知識的活化功能，信將有助於改進若干一般教學的缺點。
4. 本研究同時發現，STS 教育有助於提升學生學習自然科之興趣，此結果與國外相關之研究結果相一致；因此研究者亦謹建議在一般教學過程中導致學生學習自然科興趣之低落，可能可以嘗試進行 STS 之教學，此對學生認識科學、科學事業、生活中的科學、科學—技學—社學之關係、與提高對科學與對科學課程之興趣，應皆將有所幫助。
5. 本研究結果發現在科學概念學習或學習成績方面，經歷 STS 教學與一般教學之學生並未顯示差異，研究者亦建議教學者重新評估原來認為以活動中心教學必定導致概念導向之學習成績低落之刻板印象，而在自然科教學中勇於嘗試學生中心、活動中心之教學，此調整方能為未來 STS 教學之推廣提供條件。

參考文獻

1. 王澄霞、劉奕昇（1994a）：臭氧層破洞 STS 單元活動：大二學童。《第十屆科學教育研討會論文彙編》，1-35。
2. 王澄霞、劉奕昇（1994b）：開發溫室效應 STS 單元。《第十屆科學教育研討會論文彙編》，37-68。
3. 郭重吉（1988）：從認知觀點探討自然科學的學習。《教育學院學報》，13，151-379。
4. Brant, L. A. (1995). A required STS course at the university of northern Iowa. *Bulletin-of-Science, Technology-and-Society*, 15(5-6), 235-40. ERIC

Service No: EJ522047.

5. Dolgos, K. A. (1995). Integrating the STS Model into the basic education curriculum. *Paper presented at the Symposium on Science , Technology and Society* (State College, PA, November 2-3,1995), 12 p. ERIC Service No: ED393686.
6. Gagne, F. & Others. (1977). Selecting R & D products to meet school needs. Florida State Dept. of Education, Tallahassee. National Inst. of Education (DHEW), Washington, D. C. Dissemination and Resources Group.
7. Iskandar, S. M. (1991). *An evaluation of science-technology-society approach to science teaching*. Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa, Iowa City.
8. Kumar, D. (1994). STS implementation: What does it say? *Bulletin of Science, Technology & Society*, 14(5-6), 284-86.
9. Liu, C. T. (1992). *Evaluation the effectiveness of an inservice teacher education program: The Iowa Chautauqua Program*. Doctoral Dissertation, The University of Iowa, Iowa City.
10. Lu, Y. L. (1993). *A study of the effectiveness of the science-technology-society approach to science teaching in the elementary school*. Doctoral Dissertation, The University of Iowa, Iowa City.
11. Mackinnu, A. (1991). Comparison of learning outcomes between classes taught with a Science-Technology-Society (STS) Approach and Textbook Orientation. Unpublished doctoral dissertation, University of Iowa, Iowa City.
12. Marker, G. W. (1993) . *The diffusion and adoption of STS in the social studies: some observations*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Council for the Social Studies (73rd, Nashville, TN, November 1993). ERIC Service No: ED389632.
13. McComas, W. F. (1988). Putting STS to the test. *Chautauqua Notes*, 3 (8), 2-3.

14. McComas, W. F. & Yager, R. E. (1988). *The Iowa assessment package for evaluation in five domains of science education*, Iowa City, IA: The University of Iowa, Science Education Center.
15. McCormack, A. J. & Yager, R. E. (1989). A new taxonomy of science education. *The Science Teacher*, 56(2), 47-48.
16. Myers, L. H. (1988). *Analysis of student outcomes in ninth grade physical science taught with a science department Science/Technology/Society Focus versus one taught with a textbook orientation*. Unpublished doctoral dissertation, The University of Iowa, Iowa City.
17. Otto, P. B., Ed. (1995). science education in the rural united states. implications for the twenty-first century. *A Yearbook of the Association for the Education of Teachers in Science*. ERIC Service No: ED390649.
18. Rubba, P. A. & Wiesenmyer, R. L. (1990). *A Study of the qualities teachers recommend in STS issue investigation and action instructional materials*. Paper presented at the 1990 meeting of the National Association for Research in Science Teaching, Atlanta, Ga.
19. Simmons, P. E. & Guy, M. D. (1991). *STS results in more positive student attitudes*. Unpublished manuscript.
20. Simpson, R. D. & Oliver, J. S. (1990). A summary of major influences on attitude toward and achievement in science among adolescent students. *Science Education*, 74(1), 1-18.
21. Spina, S. U. (1993). *Beyond gender differences: Traditional and alternative cognitive strategies*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, Atlanta, GA. ERIC Service No: ED365610.
22. Stinner, A. (1995). Contextual settings, science stories, and large context problems: Toward a more humanistic science education. *Science Education*, 79(5), 555-81.
23. Vygotsky, L. (1978). *Mind in society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

24. Yager, R. E. (1995). Science /Technology/Society and Learning. *Bulletin of Science, Technology and Society*, 15(5-6), 225-27. ERIC Service No: EJ522046.
25. Yager, R. E. & Ajeyalemi, D. (1991). *Effects of STS curriculum implementation on student achievement in four domains of science education*. Unpublished manuscript.
26. Yager, R. E., Blunck, S. M., & Ajam, M. (Eds.). (1990). *The Iowa assessment package for evaluation in five domains of science education*. (2nd ed.). Iowa City, IA: The University of Iowa, Science Education Center.
27. Yager, R. E., Kellerman, L., & Blunck, S. M. (1992). *The Iowa assessment handbook*, Iowa City, IA: The University of Iowa, Science Education Center.
28. Yager, R. E. & Penick, J.E. (1984). What students say about science teaching and science teachers. *Science Education*, 68 (2), 143-52.
29. Yager, R. E. (1987). Assess all five domains of science. *The Science Teacher*, 54(7), 33-37.
30. Yager, R. E. (1988). Features which separate least effective from most effective science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(3), 165-77.
31. Yager, R. E. (1989a). Student perceptions of the usefulness of school science experiments. *School Science and Mathematics*, 89(4), 313-19.
32. Yager, R. E. (1989b). The power of a current issue for making school programs more relevant. *Social Science Record*, 26(2), 42-43.
33. Yager, R. E. (1989c). Development of student creative skills: A quest for successful science education. *Creativity Research Journal*, 2(3), 196-203.

Creating a Development Model for an STS Teaching Module and Evaluating its Practical Teaching Effectiveness

Yu-ling Lu & Chi-jui Lien

National Taipei Teachers College

Abstract

The purpose of this study was to create a model for developing STS teaching modules. Based on the model, a practical teaching module is developed. In addition, STS evaluation instruments were designed to evaluate both the development model and the teaching module. Students' learning was examined to see if the development model and the STS teaching method effective. Three kinds of evaluation instruments were developed and used to evaluate the development of students in terms of scientific attitude, creativity, and concept. There were two teachers and forty students who participated in the study. The pre-test scores of students were used as co-variants and the post-test scores were used as the dependent variable in the ANCOVA procedures applied.

Several conclusions can be drawn from the results of this study. From the elementary school teachers' viewpoint and students' learning achievement, it appears possible to develop STS teaching modules using the model created in this study. It was also found that the STS approach in the model appeared to enhance students' attitudes toward science. However, in the creativity and concept domains, there were no significant difference between students who experienced the STS approach and those who experienced the conventional approach.

Results of the study can be used as a direction for further study on the application and revision of STS teaching methods in practical condition.

Key words: Science-society (STS), Elementary science, Teaching method, Learning achievement, Institutional effectiveness