

# STS 的教學資源網站與教學評鑑系統的發展研究

盧玉玲 連啟瑞

國立台北師範學院 自然科學教育學系

(投稿日期：民國 90 年 6 月 13 日，修訂日期：90 年 10 月 31 日，接受日期：91 年 1 月 30 日)

**摘要：**本研究主要目的為建立 STS 網路資源系統並探討發展教學的自我評鑑系統之可行性，網路資源系統的發展係由 STS 觀點建立模組的網狀脈絡結構與教學參考內容；網路自我評鑑系統的雛型建立，則應用模糊邏輯，進行初步的評估。研究結果除呈現網站理念與特點外，並肯定應用模糊邏輯系統進行教師自我評鑑工具的可行性。

**關鍵詞：**科學 - 技學 - 社會、網路資源、模糊邏輯、教師評鑑。

## 研究背景與文獻

知識經濟時代，智慧投入程度決定商品，教育知識的經濟價值也如商品般建立於智慧的可加值程度之上；也就是說，舊有的知識需經創新步驟方能展現知識的經濟價值。

過去教師依賴教科書甚重，若教師不能在教學過程中加值教科書內容，則「教書」將只是知識的「搬移 (pass over)」，而「搬移」無法創造價值。教師是學生智慧產生歷程中的關鍵人物，對學生將「資訊」轉化為「知識」，進而進階成「智慧」的過程，教師應對知識予以有機的消化、重組，再給予學生適當的引導，使學生的學習能如水到之渠成，「智慧」於焉而滋生。知識爆炸時代的科學教師在創造知識

價值的過程中，應該有新且足夠的資源作為發展教學的素材；品質重視社會中的教學行為，則應有快而可信的評鑑系統供給教師隨時檢用。

體會此時代之趨勢，本研究因茲釐定兩項研究目的，

- (一)建置 STS (Science-Technology-Society) 教學資源網站資源，以作為科學教師教學「知識」的後盾，讓教師能由舊有素材中，創造出學生之「新智慧」。
- (二)建立教師教學能力之自我評鑑系統的雛型，以模糊邏輯為基礎發展教師檢核教學的參考工具，並作為未來發展進一步教學評鑑工具的依據。

希望藉由此研究目的之達成，能在知識經濟的潮流下，為教育的知識創造與管理提供一

點可分享的資源。以下謹對發展本資源系統所秉持之理念、背景、特質及文獻，依照

- (一) STS 科學教育的演進
- (二) STS 科學教育理念的時代意義
- (三) STS 科學教學能力的養成與評鑑，之順序說明如下。

## 二、STS 科學教育的演進

STS 科學教育在中小學階段的發展演進，有三個主要觀點最常為科學教育者所引用，分別為，(一)課程的演進觀點，(二)國家教育政策觀點，(三)高等教育學術機構的回應與引導觀點。

### (一) 課程的演進觀點

所謂課程的演進觀點係指 1960 年代開始大規模課程改革(如 SAPA、SCIS、ESS、PSSC、BSCS 等)以降的課程演進歷程。此時期，課程發展由學門專家主導設計課程，強調探究、發明與問題解決等之過程技能；但也由於軍備競賽的壓力，課程架構相當之嚴謹，造成過度學科本位與專注科學知識的學習，衍生出學習興趣低落及與生活脫勾等問題，因此於 1971 年 James Gallagher 首先提出 STS 教育論題，他認為未來的公民在了解科學、科技與社會的交互作用之面向應與了解科學概念及過程同等重要(Bybee & DeBoer, 1993)，開啟後來 STS 課程發展之端。

### (二) 國家教育政策觀點

即由 STS 正式被納入各國的正式教育政策來觀察。切入點為 1982 年美國國家科學教師協會(NSTA)及其他歐美國家 1980 年代發表的 STS 教育政策開始。NSTA 發表的政策文件「科學 - 技學 - 社會：八十年代的科學教育(National Science Teachers Association, [NSTA], 1982)」，及 1990 中定義 STS 為「人類經驗情境中的科學 / 科技學習與教學」，並闡明 STS 是「教育過程的全光譜」。其所指之「全光譜」

即是所有教育相關的要素，換言之，就是將 STS 視為一種科學教育的宏觀影像。此外，1981 英國科學教育協會發表政策文件揭櫫六大科學教育目標，其第五目標即是強調科學教育應著重三方面的基本理解：(1)對高科技社會的本質，(2)科學與社會互動，(3)科學對人類文化遺產的貢獻。1984 加拿大國家科學委員會的政策文件「普及科學教育：培育加拿大人以迎接未來」也提出與英國類似的科學教育論點(杜秉祺, 1993)，因此 1980 年代可謂 STS 被納入正式課程標準的開始。

### (一) 高等教育學術機構的回應與引導觀點

切入點則為美國各著名大學在 1970 年代開始的 STS 相關課程發展。前兩項觀點不難從一般科學教育的刊物得到詳盡的論述，但此項觀點卻較鮮為人道，此可能導因於其對科學教育發展具有的是潛在的影響。但就因其為潛在，而有默化的效用，因此更不應忽視其對 STS 起源的貢獻。

美國各大學深諳科學、科技發展對社會改變的重要外，更體認到推動與塑造這些科學、科技發展的背後的勢力 - 政策與社會文化，對科技文明扮演的主導角色。因此在美國名校紛有 STS 相關系所的成立，其多數為跨領域的學者組成師資陣容，以歷史及社會文化衝激的觀點，探討過去、現在的科學、科技發展，與政策間的交互作用，更努力對未來政策的制定提出有效的建言。當這股教育風潮初現時，當然也衝激科學教育發展策略的動向，因此 1970 年代美國名校 STS 相關課程開始成立，1980 年的美國教育政策隨後制定 STS 相關課程標準。目前(2002 年)美國大學名校如史丹佛(Stanford)、普林斯頓(Princeton)、哈佛(Harvard)、麻省理工(MIT)、柏克萊(Berkley)等均開設 STS 領域課程，授予學士或碩、博士學位，雖然多數科學教育文獻對此並無深入之分析探討，但筆者認為這種潛在

因素對中小學 STS 科學教育的演進具有相當重要之影響。

## 二、STS 科學教育理念的時代意義

STS 科學教育中的 STS 所強調的是科學、科技與社會的緊密關係，要確實瞭解 STS 教育理念的時代意義，須對社會的現況與未來有所觀察，才能釐清其存在之價值與意義。

現階段的台灣可以說是國際社會上教育最普及，平均國民教育水準最高之地區(行政院，1999)，全體國民中大專以上程度佔 23.0%，高中(職)佔 36.4%，合計已是總人口數之五分之三，儼然是一個知識成熟的社會。但即以動盪朝野、侵蝕國家生命力的核四建廠議題，實令關心國家發展之有識之士憂心不已。

核四計劃自從民國 69 年由台電提出後，迄今 21 年，其間經歷：

72 年	核能四廠徵收廠址
75 年	行政院會宣佈暫不急於動工 (預算凍結)
81 年	行政院核定恢復核四案
84 年	核四動工
85 年	立法院通過廢止核四計劃案
88 年	行政院原能會核發核能四廠 核子反應器建廠執照
89 年 6-9 月	核四計劃在評估委員會連續 召開十三次會議並由公共電 視全程轉播
89 年 10 月	行政院宣布核四停建
90 年 02 月	行政院宣佈核四復工

綜觀此痛苦又無窮盡的社會決策過程，所聽所聞多是「求發展」對「愛土地」的慷慨陳詞；評估小組的討論與結論和各界學者科學理性的資料意見，在二方民意之間有如喧鬧市集中佇立的化緣人，不嫌多也不嫌少。

民眾普遍對核四爭議的議題核心，如：核

電安全、原料處理、電廠除役、生態環境、能源替代、產業用能等背景無意願、也無習慣去了解；意見領袖如曾去加以了解也從未見一位良能之士在評估後改變過立場。此現象與科學知識社會學中知識建構之過往經驗，可說是完全不同；台灣以一個高度教育的社會，卻不自覺的選擇一條與教育本質、知識體質背道而馳的道路。此間，所耗費的成本何只仟億？20 年寶貴歲月無端於斯，科學教育是否再深思？

二十年來，在國外研究亦顯示科學教學常忽視科學、技學和社會間的互動而開始省思(Rye, 1995)，今日，國際科學教育社群普遍要求重新考量科學教學的教育目的，並興起為真實生活而教學，以 STS (科學-技學-社會) 理念融入課程等等呼籲，此應可為國內思索科學教育的新方向提供若干參考。

## 三、STS 教學能力的養成與評鑑

近年來，國內教育改革的呼聲不斷，各種計劃亦相繼推出，例如重新定義教育的目的、調整學校的課程、改善教學的策略及評量等等，但不可或忘者，教育改革的目的是在改善學生的學習，而成功的關鍵則在教師的增能(歐用生, 1997)。教師是推動課程實施的主力，文獻顯示若教師心中沒有建立好一新課程的基本信念，縱然其使用新課程的教材，其教學仍為膚淺之新課程，無法展露原課程之精華(Speaker & Madison, 1994)，因此師資培育應負起給予教師支持、促使自發改變的責任，教改方能得以落實。

為了配合培養具有 STS 教學能力師資，研究者認為由抽象到應用可以三方面為主要研究發展方向：(一)教師信念的建立、(二)以社會文化觀點培育師資、(三)網路師資培育系統的發展。

在教師信念的建立方面，本研究曾探討教師經由 STS 教學活動之參與，幫助其教學

信念與行為改變，並分析教師由一般教學轉變為 STS 教學時，信念與行為之改變情形（盧玉玲和連啟瑞，1997a, 1997b）。

在以社會文化觀點培育師資方面，研究者曾先由 S(KPL)S (Society, Knowledge, Psychology, Logic, and Society) 的 STS 教學模式建立及培養經驗教師為起點，繼而由社會文化實施理論的觀點，探討經驗教師對無經驗教師信念與行為的影響，發展培養教師 STS 教學知能之有效模式（盧玉玲，2000）。

在網路師資培育系統的發展方面，如何將萬變的科技社會訊息與決策融入科學教學，是 STS 教育的重要課題。因此建立一個具有隨時更新之便，能符合 STS 教育理念，既可提供教師 STS 課程設計參考，亦可為師資訓練之資源網路系統是有其必要。目前國內已有的部分 STS 及科學教育網站（見網頁 <http://sts.ntptc.edu.tw/WEBLINK.asp>）。

這些教學網站，均提供了豐富的教學資源，值得教師教學參考。但研究者認為理想的 STS 網路資源並非提供教師教案，而是提供教師 STS 教學思維的方向，因為以知識經濟的觀點，教師能對教學內涵做創新，賦予新智慧，才能增加教育的價值。因此參考活動可為片斷式，教師依所需選取適合的片斷組合並修整成其所需之教案，亦即教師需以建構的觀點，設計組織自己的教材與課程。如此，不但符合教師教學自主的精神，亦可提供教學彈性變化的空間。

另外，理想的網站，除提供教師有用資源外，若能進一步讓教師能對自己所設計之課程能有自我評鑑之機會則網站功能將更完備，故設計網路化教學評鑑系統的研究探討亦屬必要。

以往教師的教學評鑑，主要以試教及筆試為主，但其易產生過度的主觀性或過度的客觀性問題，較無法達到融合主觀性於客觀標準的思維模式。模糊邏輯是一種符合現實事件陳述

的思維，其認為事物並非是「非黑即白」，而是有灰色地帶的存在，也就是將二值思維帶入多值思維的一種思考方式。

模糊邏輯的創造者是美國加州柏克萊大學教授 Lotfi Zadeh 於 1965 年所提出，提出當時廣受批評與排擠，被認為無論從技術觀點，或基本概念而言均是異想天開的謬論，但三十幾年後的今天我們卻可見其廣泛被運用於各領域。原因無它，僅因其代表了人類真正思維中重要的一種靈活性邏輯。科學家或數學家很難認同  $A$  是動物且  $A$  不是動物， $A \subset B$ ，且  $A \supset B$  同時成立的敘述，但卻能認同“這個人有點老，也有點不老”的敘述。模糊邏輯的出現即是希望能解決“這個人有點老也有點不老”、“這個人有點好又有點不好”之類屬於不確定性類型的問題。或許有人要說“不確定性”那不是「隨機」與「概率」的問題，以統計解決即可，又何須模糊理論，實則不然，如 Altrock 所說：

「隨機的不確定性與詞彙的不確定性是具有不同性質的，隨機的不確定性，是處理一個特定事件是否發生的不確定性，而機率理論能將其模型化。相反的，詞彙的不確定性，是處理事件本身定義中的不確定性，這種情況不能用機率理論來模型化，因為在人們的主觀決策過程，並不遵循這些模型中的原則來判斷」（引自秉昱科技，1998）。

所謂機率理論能將其模型化是指運算過程會有標準值的出現，以決定確切的範圍出現的機率為多少，例如：拋擲一面硬幣，連續兩次均出現正面的機率為多少是可以計算出。但語彙的不確定性不同，其會有所謂「灰色地帶」的存在，例如「湖水淺淺」何謂「淺淺」，一公尺是淺或三公尺才是淺呢？並無法以一個確切數值作切割，但可以用一連續函數的數學模型來表示其深淺的「程度」，例如圖 1。

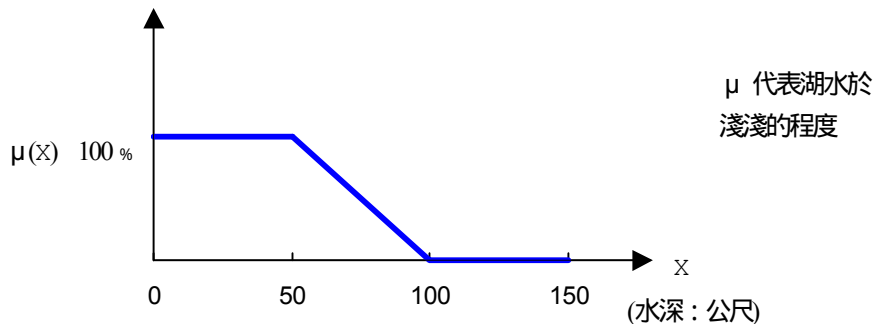


圖 1：歸屬函數

模糊邏輯，雖然因為違反了一般數學理則與科學假設的二值性，而在習慣於科學的真偽辯證方式的派典中，容易被誤認定為不科學，但吾人之是非、良莠之判斷原就存在相當的模糊與矛盾。即以教師教學能力的評鑑而言，亦存有權衡意識形態，其應是偏向語彙的評鑑系統，因此以模糊邏輯來思考較為符合人類思維與行動的本質。

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，本研究將發展 STS 教學網路資源進行師資培育，並建立自我評鑑系統雛型盼能為未來師資培育提供更多思考路徑。

## 研究方法

以下茲將主要研究方法、步驟分兩部分說明，一、由 STS 觀點建立網站中模組的網狀脈絡結構與教學內容，二、建立教師教學能力評鑑工具雛型。

### 一、由 STS 觀點建立網站中模組的網狀脈絡結構與教學內容

由於研究者之前研究曾以國小高年級學生為對象，以探討「光」為主題，進行眼睛、照

相機與光的成像範圍等之 STS 教學模組開發(盧玉玲, 1995)，本研究將在已有的「光」相關模組研究上繼續擴展，以主題貫穿方式，發展縱向與橫向之模組，各教學資源間產生網狀脈絡的連結，以此構成網站架構。

在網站資源上之內容建置，主要係依據圖 2 之流程：

圖 2 中所示，網站資源中，要提供使用者充分的選擇空間，所以使用者可以在網狀脈絡中，自由選取單元、教學方法、和評量內容等等。而上述之各部份，均應可提供片段之教學網路資源，以利教師應其教學所需，或參考、或直接選取、或組合構成可利用之教學實施方案。

在網站實際發展過程，因限於人力，則採延續性、長期性及擴展性之原則。發展的過程則分為幾個主要階段，

(一)建立網站內容的主架構：此部分以研究者以往之研究成果，設計成

1. 「教學活動」區、「教學評量」區、「兒童問題」區與「常見議題」區。
2. 同時為了增加網路使用的方便性，增加「全文檢索」區與「討論區」。
3. 另外為讓上網者能有整體性了解，因此設置「網站介紹」與「教學理念」兩項。
4. 此外，基於研究者服務於國小師資培育機構的本職需要，因此架設「教學區」。

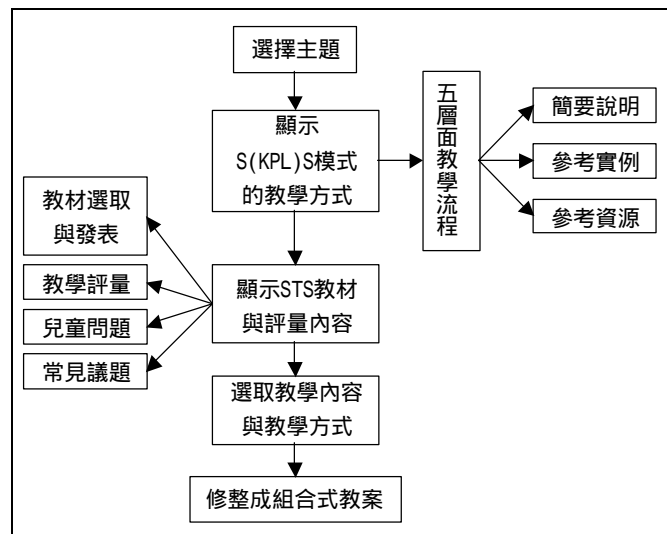


圖 2：網路資源內容之網狀脈絡圖示

以上九項共構成本資源網站的主架構，其下之細部架構則隨之發展。

(二)網站的架設與內容的建置階段：由於網站的內容呈現隨每一區的屬性不同，而有所異，因此程式設計部分採分工及接力式的方式進行，前後參與網頁程式設計部分者計有八位。內容部分則架構在研究者以往研究成果的基礎上，進行擴增，各部分內容建置與程式部分相同，採分組、分工及接力式的方式進行。建構之兩年間，前後參與網頁內容資料收集、編寫文字初稿、網頁編寫，資料庫檔案建立之職前教師逾五十人。

## 二、建立教師教學能力評鑑工具雛型

對於第二項研究目的 建立教師教學能力之自我評鑑系統的雛型，以因應未來教師可能利用網路自行發展組合教學模組，協助其進行教師教學自我評鑑，本部分之研究方法如下。

本研究因為限於能力與時間，僅選用教育

部於九年一貫課程總綱綱要（1998）中所提出 21 世紀現代人因應社會應具之十項基本能力之中，與科學科技學門關係較為密切之：七、規劃 組織與實踐；八、運用科技與資訊；九、主動探索與研究；十、獨立思考與解決問題等四項，作為發展教師的自我教學能力評鑑工具雛型的內容，此部分評鑑工具亦可發展以網路模式實施。

模糊邏輯應用於建立評鑑工具可能採二種方式進行，第一種是由類神經模糊系統的學習訓練建立模糊規則。也就是運用大量原始資料，透過有類神經模糊學習的應用軟體建立模糊邏輯系統的 IF-THEN 規則。再經由有經驗之專家對規則庫與隸屬函數進行設定與修正，以符合實際或經驗所需，最後運用於評鑑系統的發展。在此狀況下，原始資料的代表性具相當之重要性。第二種則是由純理論方式建立模糊邏輯規則庫與隸屬函數，發展為所需之系統。此種方式則受理論之正確性所影響。本研究係採用第一種方式，因此，首先需取得適當之原始資料以進行系統之雛型建立探討，有關資料取得與處理主要進行之研究步驟如下：

## (一)建立互評表：

選擇教育部頒九年一貫自然科欲培養學生能力之第七項基本能力 - 規劃、組織與實踐方面、第八項基本能力 - 運用科技與資訊、第九項基本能力 - 主動探索與研究和第十項基本能力 - 獨立思考與解決問題為依據，並配合教育現狀與 STS 教學精神，建立試教互評表。

## (二)職前教師發展教學活動：

將學習過教學理論的職前教師共 40 位分為四組，分別協同發展教學活動。

## (三)依教育部頒定第七至第十項基本能力設計教案：

每組成員依九年一貫課程綱要草案中有關光的部份各自發展「光」教學活動，教學活動參考網路模組發展模式進行；即依主題，先設計教學內容，後設計教學方式，再將教學內容融入 - 教學方式中，以組成教案。共計約發展 40 個教案。

## (四)班級試教：

每位職前教師依自己發展的教學活動實施班級試教，其餘職前教師則依據互評表展開互評。

## (五)資料的搜集：

包括互評表的量化數據與具體意見兩部份。

## (六)資料處理與結果：

## 1. 量化數據部份：

- (1)資料量：每位受評者均有將近 36 筆之受評檔案資料，共 36 位受評者，總計約有 1300 筆有效檔案資料。
- (2)資料統計：將 1300 筆檔案資料依四項能力區分，每項能力約 360 筆檔案以模糊邏輯應用軟體(fuzzyTECH 5.5 版)統計分析，建立隸屬函數，開發教師教學能力評鑑系統。

## 2. 質化部份：

研究中，將互評表的意見整理，針對十大

能力指標的細項作分析，有相關性的意見則予以合併，沒有關聯的意見則刪除，並統計互評表的意見和細項具有關聯的百分比。隨後，依據細目及教育部八大學生具備科學素養領域細目，將關連百分比較高的互評意見由四位實習教師將互評意見經由討論、修改、合併、增加等，發展成教師(教案)評鑑參考規準初稿，再與兩位現職資深國小教師、研究者共同修訂能力評鑑規準參考。由於此部分旨在由互評經驗，歸整出可提供教學評鑑參考用之資料，因此並無作信效度分析，但不斷的討論與修改已提高其可參考的價值。

## 研究結果與討論

本研究之研究成果分兩部分呈現，第一部分為「STS 教學資源中心」的網站架構與主要內容，第二部分為建立教師教學能力評鑑系統雛型，並評估網路自我評鑑系統之可行性。另以第三部分「相關之應用」，說明本研究相關之應用情形。

### 一、「STS 教學資源中心」的網站架構與主要內容

本研究所建立之網站網址為 <http://sts.ntptc.edu.tw>，此網站之建立遠程目標是朝教師網路績效支援系統(Web-Based Performance Support System)發展，但因線上即時之訓練系統所需之軟、硬體均需大規模投入，因此近程目標先定位於教師科學教學的輔助支援系統。網站資源主要包括以下幾個部分，分別為：1. 網站介紹與教學理念、2. 全文檢索、3. 教學活動區、4. 教學評量區、5. 兒童問題區、6. 常見議題區、7. 網站連結、8. 討論區、9. 教學區，前八項為完全對外開放，最後之教學區則限修課同學使用。各區之主要設計理念、重要內容與功能分別詳述如下：

### (一)網站介紹與教學理念

本區介紹 STS 教學特質、網站設置的主要目的及網站內容，以增進使用者對網站內容之整體了解。

STS 教學理念雖為科教界所熟悉，但一般中小學教師則未必能深入瞭解，因此本網站希望透過簡單的 STS 教學理念呈現，讓首次接觸 STS 教學者有初步的認識。由於網站介紹與教學理念均為初上網者較會瀏覽之網頁，因此合併置於首頁之「關於此站」選項中。

### (二)全文檢索

旨在協助上網者快速取得相關資訊，由電子績效支援系統（陳怡靜和張基成，1998）的設計觀點而言，其為必需之項目。全文檢索範圍除一般上網者可觀看到之網頁外，亦包括修課同學才可瀏覽的教學區資料。此主要是考量教學區為配合教學年度而設計，因此過了教學年度學生作業即無法在教學區中呈現，但因某些作業可作為其它修課同學參考，卻又不宜直接放置於網頁的其它九個項目中，故放置於全文檢索之範圍內，雖看不到其直接網頁，但卻可查詢到相關內容。

### (三)教學活動區（發展教學）

此部分網頁為本網站之重點，主要包括兩部分。第一部分為教學流程與資源，第二部分為教材選取與發表，分別說明如下：

#### 1.教學流程與資源

此部分主要係將以前研究結果網路化，置於首頁的活動教材選項的教學活動中，提供教師模組發展的相關流程、步驟說明、實例及可運用之資源，當教師點選此項時，即呈現模組發展的五個主要層面（請見 <http://sts.ntptc.edu.tw/main.asp>），上網者可有二項選擇，第一、社會情境層面，第二、「知識與資訊」、「心理」及「邏輯」的交互作用層面，第三、回歸社會情境層面，此三項選擇內容及所含項目係依前研究 S(KPL)S 模組開發流程

的十要項設計（盧玉玲和連啟瑞，1997b）。十項步驟雖有相關之順序性，但教師可依所需彈性選擇必要的部分以構成符合自我教學目的教學活動。其中每一步驟均有簡要說明，參考實例及相關資源，簡要說明是闡述該步驟之基本教學精神與實施要領，參考實例則能提供實施參考，相關資源則提供教師發展該步驟可思考的相關教材。此處所謂的相關教材並非完整的教案或教學活動，而是可運用的教學材料與教學方向之參考資訊，教師仍需視自己的教學需求，選用部分教材或參考相關資訊發展自己的教學，以免網站資料成為另類教科書的教學指引。

上述三項之內涵項目與網頁說明如後：

第一、社會情境層面選項，點選後會出現如 <http://sts.ntptc.edu.tw/group1.asp> 的網頁，除有此層面之簡要說明外，主要有步驟一及步驟二兩部分，步驟一之簡要說明與參考策略及參考實例為教學方向的參考，而相關資源則是提供教師可運用之教材與資源。例如，相關資源之點選後網頁，其提供範例教材並有使用說明，在範例之結束頁會有議題討論區的選項，其包括科學上的解說、參與討論、及製作漫畫投影片等三項功能，其中參與討論是讓學生能上網發表提出討論題綱，針對某一討論題綱點選為討論區形態，可為互動式的教學應用區。

社會情境層面網頁中的步驟二與步驟一具有相同的網頁型態，但其相關資源並不提供完整教材，而僅是提供教師某些社會議題相關的科學、技學主題及學習目標的參考資源，目的是使老師能運用此資源發展自我的教材。此區中之相關資源呈現學習目標、科學、技學與社會議題（如 <http://sts.ntptc.edu.tw/show.asp?Num=11>），不採一對一對應而採多對多之對應，也就是學習目標可有許多參考之科學、技學及社會議題，以求能符合本 STS 網站設置之基本精神 - 提供資源非提供另類教科書，讓教師有

教材發展與選擇的自主權。

第二、三個層面交互作用層面點選後出現步驟三至步驟七的相關選項，其中步驟三與步驟六之相關資源已建構可提供參考。此外，由於之前研究顯示如何引導學生統整出研究性問題一直是教學的一大困擾，因此本研究將如何激發學生提出可探究問題的訓練方法，置於步驟五之參考實例中（如 <http://sts.ntptc.edu.tw/step5-2.asp>）以供教學參考。

第三、回歸社會情境層面，點選後網頁如 <http://sts.ntptc.edu.tw/group3.asp>，基本上步驟四、五、八、九因會涉及班級討論活動，因此網站提供班級討論區以便教師使用。

#### 2.教材選取與發表

此部分可分為兩區即教材選取區與教材發表區，教材選取區的設計有兩種型態，一種是由首頁中的教材選取進入，一是由教學活動中的浮動圖示之超連結進入（首頁右邊之小方塊）。教材選取區目的是提供教師十步驟片斷式教學活動讓老師能自由選取以組合成自己所需的教材，而前述「1.教學流程與資源」中則提供發展教學活動所需之可能資訊。另，教材發表區則分兩部分，第一部分為供外界發表教學活動，第二部分則是用於師資培育，讓修課之職前教師發表教學活動，可透過作業上傳形式繳交作業。此兩部分可透過教材發表區中的「我要觀看」進入（如 <http://sts.ntptc.edu.tw/extractHome.asp>）。

#### (四)教學評量區（多元評量）

本研究以 Norris & Ennis (1989)所提之評量批判思考能力的要旨及 Cheek (1992)所提 STS 教育的教學評量為主要依據，再參考其它文獻分析、經驗資料與展望性資料歸納、彙整出初步之 S(KPL)S 五層面評量基準（部分網頁如 [http://sts.ntptc.edu.tw/ass\\_social.asp](http://sts.ntptc.edu.tw/ass_social.asp)），並將其以能力指標方式呈現於網站，提供教師發展評量工具參考，此部分之網頁設計除可將研究

所發展之工具置於網站外，未來亦可供師資培育發表評量工具之用，甚至讓教師用於學生直接上網的教學評量。

#### (五)兒童問題區（尊重學生想法）

學生中心之教學對兒童常問問題進行了解甚為重要，此區收集相關問題 3000 項以上，以資料庫型態設計，方便查詢，此部份除提供教師相關資訊外，亦可做為教學活動之用。教師進入查詢系統（如 [http://sts.ntptc.edu.tw/kid\\_issue.asp](http://sts.ntptc.edu.tw/kid_issue.asp)）後，系統除提供下拉式選項外，亦可輸入相關字概念進行查詢，例如輸入「獅子」則顯示相關問題，若除這些問題外尚有問題想輸入系統，則可透過兒童問題區網頁右邊張貼新主題；尚未建置解答者，教師亦可選擇「題目」網頁下方的「回覆文章」選項，提供資訊給網站。

#### (六)常見議題區（關懷社會）

為能讓 STS 網站充分提供教師社會中之科學議題資訊以利教學設計，本研究收集了一般成人常見之議(問)題約數千則，規劃如「兒童問題區」型態之資料庫以供查詢，查詢網頁如 [http://sts.ntptc.edu.tw/common\\_issue.asp](http://sts.ntptc.edu.tw/common_issue.asp)。

#### (七)網站連結（豐富資源）

本網站如同一般資源網站，提供相關之網站連結。

#### (八)討論區（STS 社群）

討論區是提供交流的園地，為意見的表達與資訊交換重要管道，因此本網站設置討論區於首頁的討論群組中，以供線上交流機會。

#### (九)教學區（師資培育）

此區為針對教學所設置的區域(登入畫面如網頁 <http://sts.ntptc.edu.tw/StudentLogin.asp>)，在此區中班級作業繳交、瀏覽、成績查詢、e-mail 等均含括。但都有權限制，例如跨班級瀏覽作業即為不被允許，以利班級討論之進行。

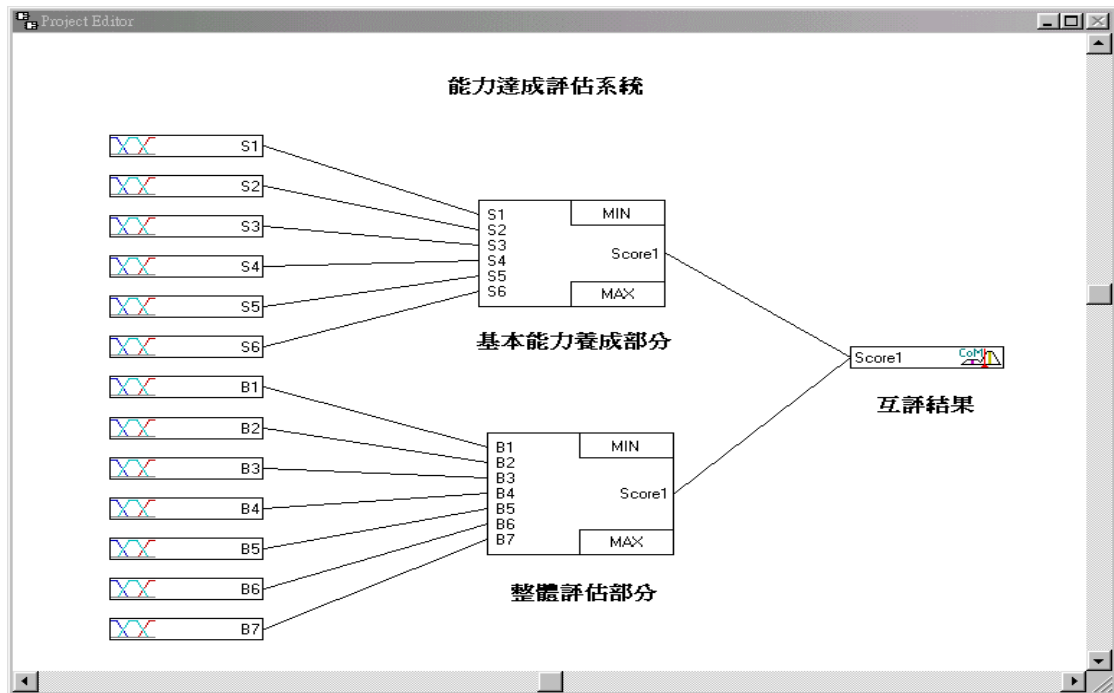


圖 3：能力達成評估系統：左的 13 個函數方塊代表輸入資訊，右邊的互評結果為模糊邏輯系統的輸出

## 二、建立教師教學能力評鑑系統雛型

在建立教師教學能力評鑑系統雛型方面分兩部分，(一)量化數據、(二)質性資料，說明主要結果並討論如下：

### (一)量化數據

此部分是以網路模組發展模式，用於培育教師，以建立未來網路培育教師之自我教學能力評鑑工具雛型。由於本研究進行時並無專家系統所建立的模糊邏輯規則庫可使用，因此本研究採取的方式是由大量的原始資料中建立規則庫，也就是原始資料中必須包含輸入（分項分數）及輸出（總評分數）變量，再由電腦之類神經模糊系統找出分項分數與總評分數間的組合相關規則及可信度。例如：If A = 高、B = 低、C = 高 Then D = 中，(ABC 為分項，D 為總評)。但這種 If-Then 的規則是類神經模糊系統依大量資料歸整出的通則，其可信度並

非百分之百，其可信賴程度即 DOS 值 (Degree of Support) 是與資訊的出現量成正比，也就是愈多人提出這條規則，則規則之可依賴程度愈高。本研究取約 3/4 職前教師互評資料當原始資料，進行規則之建立用，另取 1/4 的資料當測試用。換言之，3/4 的資料必須是有輸出及輸入資料，類神經模糊系統則由學習訓練建立規則庫，1/4 的資料則只輸入資料（分項分數），由系統利用已建立之規則庫推論出結果，再輸出結果（系統給予的總評）資料，輸出之結果可與未輸入之（原始總評）比對，以了解系統雛型之可信程度。一般模糊分析過程主要包括三個處理程序：1. 模糊化、2. 推論、3. 反模糊化。在此僅以互評表之第一項（七 規劃、組織與實踐方面）為例說明整個評估系統（如圖 3）三個處理程序：

#### 1. 模糊化方面：

模糊化是將變數的數值轉換為詞彙術語，

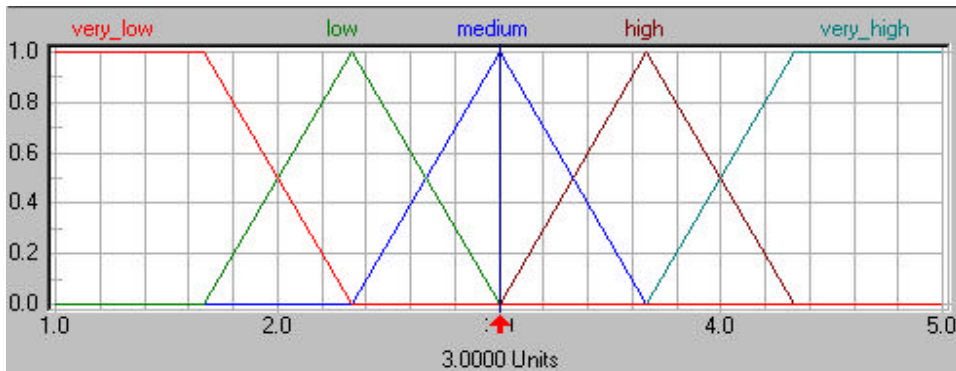


圖 4：整體數學能力評測的歸屬函數圖

表 1：基本能力養成部份模糊規則之集合（部份）

#	IF						THEN	
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	DoS	Score1
1	medium	medium	medium	medium	medium	low	0.59	very_high
2	medium	medium	medium	high	medium	medium	0.67	very_high
3	high	high	high	high	high	medium	1.00	medium
4	medium	medium	medium	medium	medium	low	1.00	medium
5	medium	medium	high	medium	high	medium	1.00	very_high
6	high	high	high	medium	high	medium	1.00	medium
7	medium	high	medium	medium	medium	medium	1.00	medium
8	high	high	medium	medium	medium	medium	1.00	medium
9	high	medium	medium	high	medium	high	1.00	medium
10	high	high	high	very_high	very_high	medium	1.00	medium
11	high	high	medium	very_high	high	low	1.00	medium
12	high	high	very_high	high	high	low	1.00	medium
13	high	high	medium	high	high	medium	1.00	medium
14	medium	medium	medium	high	high	low	0.56	very_high
15	medium	medium	medium	medium	medium	medium	1.00	medium
16	medium	low	low	medium	medium	low	1.00	medium
17	medium	medium	medium	high	high	medium	1.00	medium
18	medium	medium	medium	high	medium	medium	1.00	medium
19	medium	medium	medium	high	medium	low	1.00	medium
20	medium	high	medium	medium	medium	low	1.00	medium
21	medium	high	medium	high	high	medium	1.00	medium
22	medium	medium	medium	high	high	low	1.00	medium
23	high	medium	medium	high	medium	medium	1.00	very_high
24								

也就是語言變數，每一個語言變數均是由一個歸屬函數所定義。本研究中首先定義相關語言變數，其歸屬函數如圖 4（與整體能力評測反模糊化歸屬函數相同）為三角模糊數。

再將學生互評成績依相關語言變數進行資料在語言上的轉譯。當學生的互評表資料均被

轉化為口語化數值後，進行模糊邏輯推論。

2. 模糊邏輯推論：

模糊邏輯推論必須運用已形成之模糊規則集合進行，在本研究中因尚無模糊規則庫，因此是由類神經模糊規則系統的學習形成模糊規則之集合，如表 1 及表 2，其為 If-Then 形式

表 2：整體評估部份模糊規則之集合（部份）

#	IF							THEN	
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	DoS	Score1
1	high	low	low	low	high	medium	high	0.98	very_high
2	medium	medium	medium	medium	medium	medium	high	0.98	very_high
3	high	medium	medium	medium	high	medium	high	0.91	medium
4	medium	medium	medium	medium	high	medium	high	0.57	very_high
5	high	high	high	high	high	medium	medium	1.00	medium
6	high	high	high	high	medium	medium	high	0.95	very_high
7	high	high	medium	high	high	high	high	1.00	medium
8	high	medium	medium	medium	medium	medium	high	0.99	medium
9	medium	medium	medium	medium	medium	medium	medium	1.00	very_high
10	medium	medium	high	medium	medium	high	high	1.00	medium
11	high	medium	low	medium	high	medium	medium	1.00	medium
12	high	high	high	high	very_high	high	very_high	1.00	medium
13	very_high	medium	medium	medium	very_high	medium	very_high	1.00	medium
14	very_high	high	very_high	medium	high	medium	very_high	1.00	medium
15	medium	very_high	high	medium	very_high	high	high	1.00	medium
16	high	high	high	medium	high	medium	high	1.00	medium
17	high	medium	medium	medium	high	high	high	1.00	medium
18	medium	medium	medium	low	high	low	high	1.00	very_high
19	medium	high	high	low	high	low	high	1.00	medium
20	high	high	medium	medium	high	medium	high	1.00	medium
21	medium	medium	medium	medium	high	medium	high	1.00	medium
22	high	medium	medium	high	medium	medium	high	1.00	very_high
23	high	high	medium	low	high	medium	high	1.00	medium
24	medium	medium	high	low	high	low	high	1.00	medium
25	high	high	medium	medium	high	medium	medium	1.00	medium
26	high	medium	medium	medium	medium	low	medium	1.00	medium
27	high	medium	medium	medium	high	medium	medium	1.00	medium
28	high	medium	medium	medium	medium	medium	medium	1.00	very_high

的模糊邏輯推論條件，例如表 1 第一條條件規則為 If S1 = medium, S2 = medium, S3 = medium, S4 = medium, S5 = medium, S6 = low, 則其整體能力 Score = very\_high, 也就是其前五項能力表現若均達中等以上, 即使其第六項能力表現不佳, 整體而言, 教學基本能力養成是非常良好, 但因此條規則之 DOS 值只有 0.59 不是非常高, 因此研究者可依專業或其它資訊判定保留此規則或刪除此規或改變其影響性等。在進行模糊推論的步驟後, 系統會對整體教學能力評測產生結果, 這結果為語言變數形式的結果, 但我們可將其轉換為實際數值, 來做比較或分級, 也就是“反模糊化”, 本研究採用最大中心法

(Center of Maximum) 進行反模糊化 (秉昱科技, 1998), 圖 4 為本研究整體數學能力評測結果的語言變數值與對應的真實數值間之關係, 即是定量的歸屬函數。

當此系統雛型\*建立後, 本研究以另外 1/4 學生互評資料當測試值檢測系統雛型, 結果發現輸出與預期值有相當程度之吻合, 因此本研究認為以模糊邏輯分析教師教學能力為可行之方法, 再則其有可網路化之潛力, 值得進一步進行深入研究。

## (二) 質性資料

\* 系統雛型之建立感謝秉昱科技紀先生的幫忙與協助。

表 3：教師教學自我評鑑規準之參考表（部份）

<p>第七項基本能力：規劃、組織與實踐方面</p> <p>(一)能增進學生規劃的能力</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 課前能提出探究的內容，讓學生尋找探究的方法和程序。</li> <li>2 能讓學生自行設計表格（包括工作分配表、實驗紀錄表等）。</li> <li>3 讓學生實驗進行中，能確定相關的變項，進行操作後，進一步修改考量的相關變項。</li> <li>4 能指導學生進一步規劃變項的檢證。</li> </ol> <p>(二)能增進學生組織的能力</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 能讓學生彙整資料，據以經由實驗比較不同之處，並合理解釋實驗結果。</li> <li>2 能讓學生發表心得、實驗結果或提出疑問。</li> <li>3 能引導學生找出關鍵詞，透過分類、比較、聯想，進而形成可探究性問題。</li> <li>4 能讓學生由自變數與應變數，找出相關關係。</li> </ol> <p>(三)能增進學生將規劃與組織的能力實踐在日常生活中</p> <p>設置情境，讓學生能在課後操作。</p> <p>(四)能增進學生手腦並用的做事方法</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 能讓學生運用感官，做定量、定性的比較。</li> <li>2 能讓學生使用工具去度量，做量化的比較。</li> <li>3 能讓學生實際動手操作並記錄結果。</li> <li>4 能讓學生將自己的構想，想動手實作出來，以作品來表現。</li> </ol> <p>(五)能增進學生群策群力的做事方法</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 能採小組討論或小組競賽的方式，培養學生互助合作與學習。</li> <li>2 能利用分組實驗，進行教學活動。</li> </ol> <p>(六)能增進學生服務人群與國家的意願</p>
--

此部分之主要目的是建立評鑑與其參考項目，可做為未來網路化自評系統的自評表發展之用，其是將職前教師互評表意見整理後，由四位實習教師將互評意見經由討論、修改、合併、增加等，發展成教師（教案）評鑑參考規準初稿，再與兩位現職資深國小教師、研究者共同修訂能力評鑑規準。以第七項基本能力「規劃、組織與實踐」為例（如表 3），若教師要自我評鑑其設計之教學課程能不能達此項能力之培養，則其必須依(一)能增進學生規劃的能力、(二)能增進學生組織的能力、(三)能增進學生將規劃與組織的能力實踐在日常生活中、(四)能增進學生手腦並用的做事方法、(五)

能增進學生群策群力的做事方法、(六)能增進學生服務人群與國家的意願，以五等第方式分別自我評鑑。若其已完全明白各項之意義，則其不需要下層之參考項目，但若其無法理解，例如：何謂(一)能增進學生規劃的能力，則其可參考(1)課前能提出探究的內容，讓學生尋找探究的方法和程序、(2)能讓學生自行設計表格（包括工作分配表、實驗紀錄表等）、(3)讓學生實驗進行中，能確定相關的變項，進行操作後，進一步修改考量的相關變項、(4)能指導學生進一步規劃變項的檢證，等幾項考量後再給分。系統已設立好隸屬函數，教師將這些自我評鑑分數輸入系統，則可得整

體性之評分結果與評語。如此教師可透過網路自我評鑑教學與設計，同時也可得到經模糊系統建立的回饋評語，藉由評語刺激教師的反思，改善自我的教學。

### 三、相關之應用

本研究成果已實際應用於師資培育，發現：透過本「STS 教學資源網路系統」1.課程可包含更豐富科學科技的發展及成果、2.教師更能有效扮演教材發展者角色、3.學生更有主動建構知識的特徵、4.課程較能符合生活中真實情境的教學、5.較能提醒各界教科書並非唯一的教材，等實踐意義（陳怡文, 2001）。另一方面，本資源網站亦被應用於自然科教材教法課程，經整體評估並顯示正面的教學功能（盧玉玲和連啟瑞, 2001）。

在模糊邏輯於自我評鑑系統應用方面，研究者雖尚未完成完整的十大基本能力評鑑系統，但其為後續 STS 教學評鑑網路系統的開發鋪陳了一可行方向，使 STS 教學評鑑系統得以初步真正應用於網路的世界（連啟瑞和盧玉玲, 2001）。

## 結 語

本 STS 資源網站的建立，是配合師資培育的整體研究以達到，一、落實 STS 科學教育研究結果於應用，二、提供教師進行 STS 教學的參考，三、做為未來發展 STS 遠距師資培育的基礎。目前雖然本網站內容已不少，但充實與發展的空間仍大，實尚待持續不懈的改進和大力充實。

思索未來網站內容的發展，研究者深深體認到科學教育的未來發展，不只應重視教學方法的改進，更應注重實質內容的改變，例如，高科技與前瞻性科學如何低階化的問題。今日，大哥大在成人的世界裡人手一機，而且，

此現象有往低年齡層發展、DNA 的鑑定報導時時可見，小學科學課程卻仍視「電磁波」、「DNA」為高階課程而忽略，則科學教育與日常生活的拉近，將是遙不可及之事。科學教育若真要與生活結合，則應思考“高階的課程真的無法低階化嗎？”，想想“物體為什麼會向下掉而不向上飛”背後隱藏的科學原理有比電磁波簡單嗎？為何重力問題可被視為常識問題，電磁波問題卻被視為高科技問題。科學教育研究要思索的並非界定不同年齡層應學習的“內容”問題，而是“程度”問題，例如：電磁波、DNA 等該思考的並非要不要教，而是如何教？教到什麼程度？因此，提供教師各種相關科學、技學「當代化」的教學資訊，改進科學教學，陪伴教師成長，提高教學效能，開創教育經濟價值，將是本 STS 資源網站，未來邁進的目標，敬盼所期，是日成真。

## 致 謝

本研究的完成，要感謝國科會經費資助（專案計畫編號 NSC 89-2511-S-152-027），同時感謝助理周金蘭、陳怡文、莊建宏、林珊如、許瓊文、方志倫、陳鴻明、王治平、徐國英、鍾靜怡、張慎老師、鄭及蘭老師及本校數理系所同學的熱心參與和協助。

## 參考文獻

1. 行政院（1999）：八十八年社會指標統計。行政院主計處。
2. 杜秉祺（1993）：科學技術社會(STS)：物理教育的世界趨向。香港中文大學教育學報, 21(1), 87-90。
3. 汪文聖（1997）：「描述」與「建構」- 建構實在論與胡塞爾現象學之一比較。哲學雜誌, 22, 70-89。

4. 秉昱科技編譯 (1998) : 模糊邏輯與類神經模糊實例說明 (二版)。台北市: 儒林圖書有限公司
5. 教育部 (1998) : 國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。教育部編印。
6. 連啟瑞和盧玉玲 (2001) : STS 的素養和教學內涵特質與其未來科學教學之影響研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
7. 陳怡文 (2001) : 探討 STS 教學網路系統對教師教學觀點之影響。台北市: 國立台北師範學院碩士論文 (未發表)
8. 陳怡靜和張基成 (1998) : 電子績效支援系統之原理與設計。資訊與教育, 66, 28-39。
9. 歐用生 (1997) : 教師如何面對教育改革。國民教育, 38(1), 2-6。
10. 盧玉玲 (1995) : 由國小高年級“水”單元 STS 模組開發探討影響教師行為改變之因素。國科會專案計劃, 計劃編號: NSC 84-2511-S-152-014。
11. 盧玉玲和連啟瑞(1997a) : STS 教學模組開發模式之建立及其實際教學成效評估。科學教育學刊, 5(2), 219-243。
12. 盧玉玲和連啟瑞(1997b) : 國小教師由一般自然科學到「科學-技學-社會 (STS)」取向教學過程之信念與行為變化探討。台北師院學報, 10, 427-454。
13. 盧玉玲和連啟瑞 (2001) : 國民小學九十年代「自然科技」新課程單元模組發展研究 ( ) - 子計劃二: 光。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
14. Bybee, R. W., & DeBoer, G. E (1993). Research on goals for the science curriculum. In Gabel, D. L. (eds) *Handbook of research on science teaching and learning*. New York: Macmillan, Inc.
15. Cheek, D. W. (1992). Evaluating Learning in STS Education. *Theory Into Practice*. 31(1), 64-72.
16. Norris, S. P., & Ennis, R. H. (1989). *Evaluating critical thinking*. CA: Midwest Publications Critical Thinking Press.
17. National Science Teachers Association (1982) *Policy statement: Science-technology-society: science education for the 1980s*. Washington, D. C.: National Science Teachers Association.
18. Rye, J. A. et al. (1995). *A science technology society (STS) critical issues course for general studies natural science credit: The evaluation of a pilot offering*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching (San Francisco, CA April 22-25, 1995).
19. Speaker, R. B. & Madison, S. G. (1994). *Towards a new metaphor in literacy teacher thought processes: Understanding teachers' spectra of beliefs and the chaos of teaching*. Paper presented at the Annual Meeting of the National Reading Conference (44th, San Diego, CA). (ERIC Document Reproduction Service No. ED386 712)

## **A Study of Developing the Web-Based Resources for STS Teaching and Teaching Evaluation System**

**Yu-Ling Lu and Chi-Jui Lien**

Department of Nature Science Education, National Taipei Teachers College

### **Abstract**

The purposes of this study were to set up web-based resources for STS teaching and to investigate the feasibility of an evaluation system for evaluating science teaching. The web-based resources were developed from the viewpoint of STS teaching, which includes STS teaching modules and referable instructional contents. Fuzzy-set theories are applied to develop the self-evaluation system for teaching. The results of the study describe the features of and rationale behind the web-based resources and also show the feasibility of the evaluation system for teaching.

**Key words:** STS, Web-Based Resources, Fuzzy-Logic, Teacher Evaluation.