

科學創造的教學模式與實作評量

林秀吟¹ 盧玉玲²

¹ 台北市立金華國民小學

² 國立台北師範學院自然科學教育學系

摘要：本文旨在說明情境式 STS 理念教學模式、科學實作產品的另類評量方式--「A-AHP，改良式的階層分析法」之教學實務，與進行情境式 STS 理念教學後學童表現出科學創造力之正面延宕效應，可為教學者的參考。

壹、前言

科技創造了文明，帶給人們舒適便利的生活，但是緊隨的層出不窮的社會與生活問題，也帶給人們許多衝擊與省思，更待人們應用科技來解決。STS 教學起源於英國，是 1980 年代美國第二次科學教育改革所提出結合科學、技學與社會的教育理念，而我國在民國 87 年起所推行的「九年一貫教改」的課程目標與十項基本能力之最後三項：(8) 運用科技與資訊、(9) 主動探索與研究、(10) 獨立思考與解決問題，也完全符合 STS 教學理念(教育部，民 87)。

九年一貫課程改革的科學課程設計理念，強調課程內容應該儘量與學生的生活經驗相結合，其教學方式約略有兩種選擇：(1) 科學生活化取向的學習：由具體的自然現象或生活經驗切入，再學習相關的基本科學概念或原理；(2) 科學概念取向的學習：先學習基本科學概念或原理，遇到與所學之科學概念或原理有關的自然現象或生活經驗時，自然的將之引入，就會了解其中的科學原理(鄭湧涇，民 92)。上述兩種方式看似背道而馳，但在教學實務中，無論採用哪一種方式進行，教師若能洞察學生學習狀況，隨機引導，最後必能獲得相輔相成之教學成效。

資訊科技與社會多元發展，人類正面臨「第三次產業革命」--以「腦力」決勝負的「知識經濟時代」，而創新可視為一系列知識生產、知識利用和知識擴散的歷程，而創造力就是創新的火苗(教育部，民 91)，所以創造力教育也是目前教育工作之推動重點。緣此，在國小自然與生活科技領域教學中，結合學生生活經驗與困擾問題，隨機帶入科學概念或科學原理教學，設計情境式 STS 理念教學，期盼學生能從解決問題的創造思考歷程中，學習相關科學概念與技能，增進科學創造力，並能發現學習樂趣，堅定終身學習的信念。本文僅就情境式 STS 理念教學模式、科學實作產品的 A-AHP (改良式的階層分析法) 評量，與進行情境式 STS 理念教學後學童所表現出的科學創造力之正面延宕效應，提出教學實務說明，可為教學者的參考。

貳、文獻探討

一、創造性問題解決 (Creative Problem Solving) 教學模式

美國學者 Parnes (1967) 提出「創造性問題解決」(CPS) 的教學模式，是發展自 Osborn 所倡導的腦力激盪法及其他思考策略。創造性問題解決的教學模式如下圖所示：

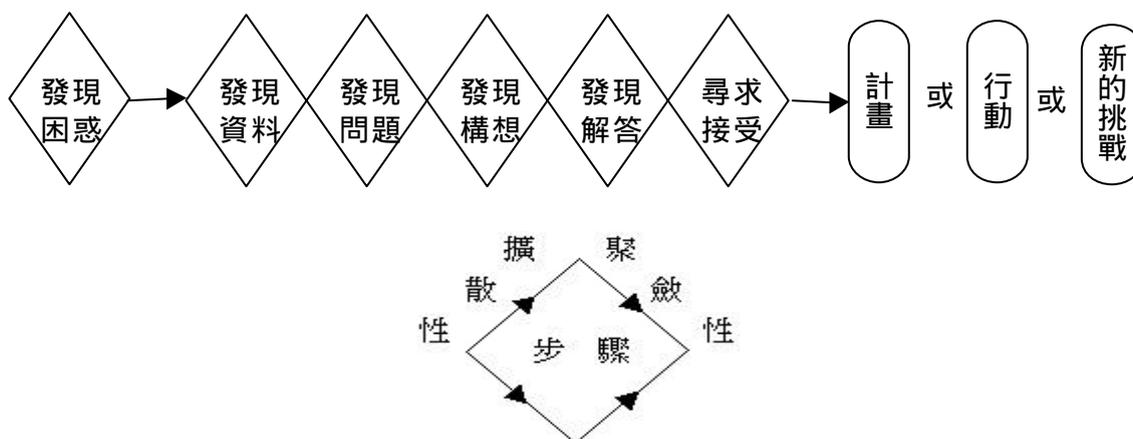


圖 1 Parnes 的創造性問題解決 (CPS) 教學模式
(引自陳龍安, 民 84)

此模式重點在於解決問題的過程中，問題解決者應以有系統的方法，循序漸進地經歷以下六個步驟，然後找出解決的方案。此模式特別強調，問題解決者在選擇或執行解決方案之前，應儘可能想出各種及多樣的可能方法 (陳龍安, 民 84)，也就是說特別強調創造性思考。創造性問題解決有兩個基本假設：1、認為每個學生都具有不同程度的創造力，也可以透過練習來增強創造力。2、認為教師能夠而且應該教導創造行為，教師必須營造一個自由表達的環境、鼓勵創造，並要求學生創思的質和量。

創造性問題解決 (CPS) 的六個步驟敘述如下：

1. 發現困惑(Mess-finding)：從雜亂無章的事實中分析出已知者，例如：列舉生活中常被困擾的問題，並將之排序。
2. 發現資料(Data-finding)：蒐集與問題相關的資料，以供客觀分析之用。
3. 發現問題(Problem-finding)：思索可能的問題，並界定問題的關鍵所在。
4. 發現構想(Idea-finding)：利用腦力激盪法想出許多可能的解決問題方案。
5. 發現解答(Solution-finding)：以客觀的標準評估各方法，並從中選取最可行的解決方案。
6. 尋求接受(Acceptance-finding)：針對所選取的最佳方案，思考實施時的可能遇到的問題和有效施行計劃，以作最後眾人採納的決議。

此外，Parnes 的創造性問題解決（CPS）教學模式特別強調，問題解決者需有系統地在每個步驟中，先進行擴散性思考想出不同解難的方向或方法，再經聚斂性思考選取某些較重要或可行的方案。如問題解決者在最後「尋求接受」的步驟中，選擇不接納選出的方案，則需由第四個步驟「發現構想」重新找尋其他方案。

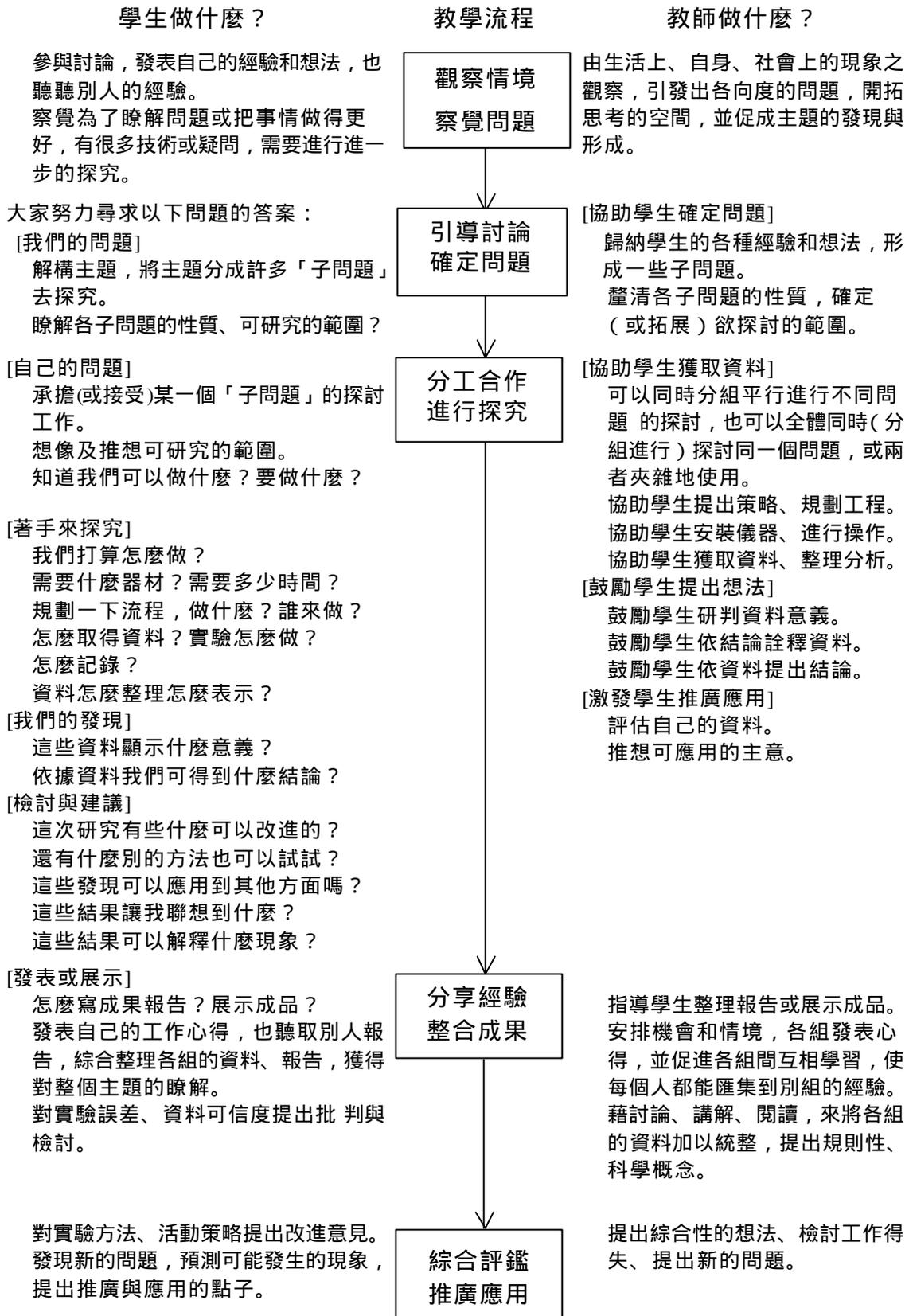
二、主題式教學模組

陳文典（民 87）曾明確指出 STS 教學模式是：利用社會及生活上所關切的問題為議題，經由學生自行察覺，並主動的對問題從事探討。在探討的過程，獲得對問題的瞭解，對問題本身的重要性與價值的評估，以及對處理問題過程中的設計、安排、操作等各種技術。即學生經由處理問題的過程，獲得學識的增進及能力的增強。

關於 STS 理念的科學教育改革，目前有逐漸形成國際性共識的趨勢。在美國、英國、澳大利亞、日本等國，均吸引很多研究人力從事此種探討。但實際上將整個課程應用 STS 理念來設計，在學校教學上則尚未見，但是以「教學模組」解決問題模式的單元設計的型態，出現在各別科目的教學上則已獲得大量採行（陳文典，民 86b）。此處「解決問題模式」就是一種「創造思考教學模式」，當學生在設計並解決問題的過程中，就運用了創造思考，也常將創意表現在產品上。

陳文典指出「教學模組」其實就是一個「主題式的教學設計」，探討的規模可大可小，探討的層次可深可淺，這些均可由師生共同決定。把整個主題式教學中的各種探討活動記錄起來，就成了一個大教案，但教師並不需照單全收，也可改裝教材，變換執行方式。我們可依照教學過程，把「模組」的發展流程，用下面的「主題式教學中師生互動的基本形態」說明之：

表 1 主題式教學中師生互動的基本形態



（ 整理自：陳文典之「生活化課程」的特質、功能與設計 ）

三、STS (Science、Technology、Society)

STS 並不是一個課程，它只是一個理念 (rationale)。「STS 教學」的第一個字母 S (Science, 科學), 表示學習的是科學課程, 第二個字母 T (Technology, 技能), 代表處理問題、解決問題時相關的技術和心智運作能力, 第三個字母 S (Society, 社會), 代表探討的主題是有關生活的議題或是社會的議題 (陳文典, 民 86b)。STS 教學起源於英國, 也是 1980 年代美國第二次科學教育改革所提出結合科學、技學與社會的教育理念, 繼之澳大利亞、加拿大、日本、韓國、新加坡等國亦重視生活本位的科學與技學的科學課程, 將 STS 理念運用於教科書中。

STS 教學理念早在 1970 年代引進國內, 教育部國民教育司曾經主辦, 由國立台灣師範大學科教中心執行「國民中學自然科學課程實驗研究計畫」進行實驗教學 (台灣師大科教中心, 民 70), 但礙於「升學聯考制度」而無法落實。1990 年, 美國 Yager 教授受邀來台灣舉行約半個月的研討會, 讓國內學者對 STS 教學理念更清楚。自 1989 年至 1997 年, 曾由教育部委辦, 台灣省立板橋國小教師研習會執行的「國民小學自然科課程」, 本質上即具有以學生為學習的主體, 而學習活動的素材也充滿了生活上的問題, 就是一種 STS 理念教材 (陳文典, 民 86a)。1998 年教育部已將 STS 教學理念融入「九年一貫課程總綱綱要」中。

(一) STS 教學的意義

Yager(1993)指出 STS 教學是將技學當作科學與社會間的橋樑, 以地方、全國或全球性與科學有關的社會問題來設計科學課程, 讓學生對這些與科學有關的社會問題產生興趣及好奇心, 而以科學態度(Attitude)、科學探究過程(Process)和科學概念(Concept)尋找解決問題之道, 使學生產生創造力(Creativity), 並應用 (Application)於社會上。

王澄霞(民 84)述及 STS 教學, 就是提倡一種人性化、生活化的體材, 探討生活上實用的主題, 且以實作的模式來學習的課程設計。再說明白些, STS 教學是將學習者所關心的科技與社會議題融入科學課程中, 使得科學的學習不再僅只於紙上談兵, 更能將學習與生活相結合。在同儕合作下, 透過資料蒐集、角色扮演與溝通協調等合作學習歷程中, 學習科學概念、培養問題解決能力及科學素養 (許民陽、梁添水, 民 89)。

綜上所述, 可以了解到 STS 理念教學具有下列特點: (1) 是一種生活化的教育; (2) 是以學生為主教師為輔的學習活動; (3) 是以生活技能為學習重點; (4) 從解決問題過程中增進科學概念與科學技能; (5) 注重同儕合作、情意教學; (6) 使用多元教學策略與多元評量; (7) 是一種實作學習方式; (8) 是一種主體式的教學活動; (9) 是一種符合學習心理的教學活動; (10) 教學的內容和活動方式是現代化的。

(二) STS 的教育目標與教學領域

美國國家科學基金會，為了使科學朝向培育符合社會需求之科學素養的國民，委託 Harms 和 Yager 等學者為科學教育作綜合診斷之研究，於 1981 年提出四項未來科學教育的目標 (Harms & Yager, 1981; Yager, 1990; 林顯輝, 民 80):

- 1.個人需求 (Personal Needs): 科學是在尋求與個人需要相配合，學生能利用科學知能來改進人類生活。
- 2.社會議題 (Societal Issues): 科學是在培養學生能處理解決與科學有關的社會問題。
- 3.生涯察覺(Career Awareness):科學是在幫助學生做職業選擇或生涯規劃。
- 4.升學準備 (Academic Preparation): 科學是在幫助學生為以後學術研究作更精深的準備。

STS 教學強調使用科學方法來獲取日常生活所需的資訊和解決現實生活問題，Yager (1993) 指出 STS 教學的五大目標是科學態度、科學過程技能、科學概念、科學創造力與應用，之後 Yager(1994)又提出了科學本質的世界觀 (World View)，加上前述五個目標，就構成 STS 教學的六大教學領域：1.概念知識領域(Concept Domain);2.過程技能領域(Process Domain); 3.創造力領域 (Creativity Domain); 4.態度領域 (Attitude Domain); 5.應用與結合領域 (Application and Connections Domain); 6.世界觀領域 (World View Domain)。

(三) STS 教學模組之開發模式--S (KPL)S 模式

盧玉玲和連啟瑞 (民 86) 曾建立一種 STS 教學模組之開發模式 S (KPL)S 模式--【S(society): 社會; K(knowledge): 知識; P(psychology): 心理; L (logic): 邏輯; S (society : 知識的社會化)】。其開發流程之理論架構分成五個層面：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。此模式的教學活動設計，是以社會情境作為學習的起點，由真實情境的新刺激，引發學生學習動機和尋找相關資料、教師並協助學生發展社會問題邏輯結構和形成研究性問題，引導學生主動探究問題並解決問題，此教學模式最後幫助學生將學習內容與社會議題建立連結關係，並能將學習成果應用於真實生活中。

參、情境式 STS 理念教學模式與科學實作評量

本文為情境式 STS 理念教學研究的後續研究，文中除呈現原教學模式外，並說明相關之實作評量方法與結果，以為未來教學研究參考。原教學研究是以北部都市某國小五年級學生為研究對象，其中兩班為實驗組（n=67），兩班為控制組（n=68），採用準實驗研究設計，在五年級上學期之後期總共進行 6 週的實驗教學研究。本文儘就前述研究的教學模式、研究中所應用的實作評量方式，及實驗教學之學生們在歷經寒假過後的第一單元教學活動中所表現出的延宕效應部分進行說明及探討，以下分別就 一、情境式 STS 理念教學模式；二、科學實作產品的另類評量方式--A-AHP；三、情境式 STS 理念教學有關科學創造力的正面延宕效應；說明之。

一、情境式 STS 理念教學模式

（一）設計理念

配合九年一貫教改的課程目標-「培養現代國民生活所需的能力」，融入 STS 的教學精神與生活議題，讓學生在解決問題與實作的過程中，獲得科學知識與技能；本著情境學習理論，教學課程中設計了學習情境，引導學童確定問題後主動探究，小組合作解決共同的問題，並適時進行創造思考技能教學，藉著創造性問題解決策略，培養學童科學創造力。

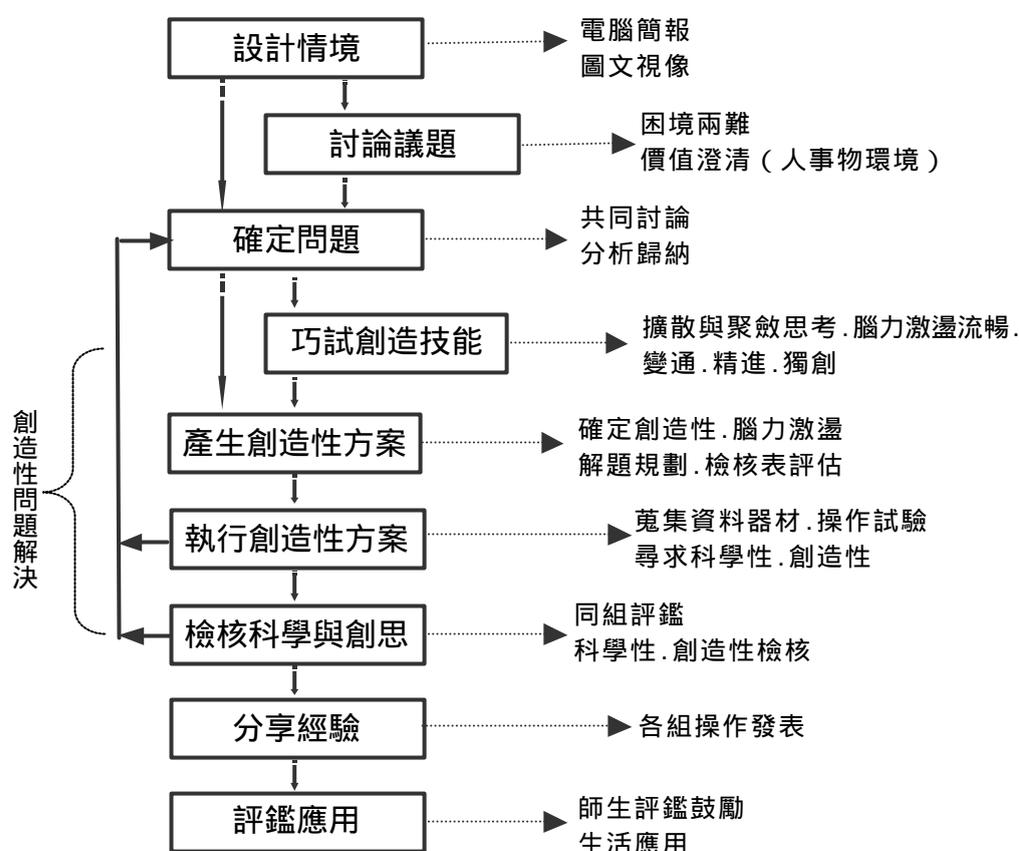


圖 2 情境式 STS 理念教學模式

(二) 模式說明

本教學模式是參考 Parnes 的創造性問題解決 (CPS) 教學模式、陳文典的主題式教學的基本型態，並融入 STS 理念設計而成，目的在以情境問題引導學生合作探究、從創造性問題解決過程中學習科學技能、獲得科學概念，並培養科學創造力。

為了確實掌握有限的教學時間，由教師設計學習情境是有必要的，教師利用電腦簡報 (PowerPoint) 呈現“學習情境”，引出“學習問題”。有的學習情境中設計了生活議題 (困境兩難)，由教師引導學生從活動目的、價值澄清 (人、事、物、環境) 等層面進行討論。接著教師要引導學生共同討論，釐清“學習問題”的性質，和可探討的方向或範圍；當學生確定問題的性質後，才知道要做什麼？可做什麼？

從「巧試創造技能」到「檢核科學與創思」，就是創造性問題解決的教學過程，在此過程中可能出現再度確定問題、多個方案、評估檢核、替代行動等創造性活動，藉此可以培養學生的科學創造力。在此階段，教師要特別引導學生以科學技能解決問題。師生進行的活動分述於下：

教師：(1) 扮演“鷹架角色”，協助學生提出策略，規劃實驗設計，進行操作試驗，整理分析資料。(2) 協助學生獲取相關資料與器材。(3) 提供科學知識與技術指導的資源與教學。

學生：(1) 收集資料器材，提出想法，進行腦力激盪，解題規劃，檢核評估：打算怎麼做?? 需要什麼資料?? 如何去取得資料?? 步驟如何規劃?? 如何操作實驗?? 時間如何分配?? 如何記錄?? 誰來做什麼?? 如何才具創造性?? 合不合理 (科學性)? ... (2) 此方案行不通，如何修改? 可有替代物或替代方案? (3) 再確定問題，重新修改方案，再試試。(4) 成品需作科學性、創造性檢核，尋求同組同學接納。

接著由學生作分組報告，分享經驗，則可再一次激發學生的聯想性創造思考；最後經過師生的共同評鑑、鼓勵或建議，讓學生獲得正確的科學知能與實用的科學創意，並能將科學創造能力與科學知能自然而然的應用於往後的日常生活中，這才是本教學模式最終的目標。

(三) 情境式 STS 理念教學模式與一般自然科教學的比較

本情境式 STS 理念教學與一般自然科教學，都是採取小組合作學習方式進行，學生學習的科學概念都一樣，在主要學習活動之後也都作經驗分享。而情境式 STS 理念教學比較不同的是--特別設計了生活化的學習情境，有的情境中加入生活議題，由教師引導學生從活動目的、價值澄清等層面進行討論；學生在確定問題後，則進行 CPS 策略來解決生活問題；學習單則注重方案規劃、檢核評估與執行替代的過程。

(四) 情境式 STS 理念教學模式的特點

- 1、設計生活情境，引導學生學習，確實掌握有限的教學時間。
- 2、融入 STS 的教學理念：考慮學生需求、生活化課程、生活議題、應用生活科技。
- 3、學生從問題解決過程獲得科學概念與培養科學過程技能。
- 4、引導學生進行創造性問題解決，培養其科學創造力。
- 5、強調實作學習，重視實際操作來驗證理論，不作「紙上談兵」。
- 6、利用小組合作學習解決生活問題，落實尊重關懷與團隊合作的情義教學。

二、科學實作產品的另類評量方式--A-AHP

階層分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP) 是一種對定量事件作定量分析的一種簡便方法，也是一種對人們主觀判斷作客觀描述的的有效辦法 (何偉雲, 民 90)。AHP 被廣泛應用在不同的研究領域，盧玉玲，連啟瑞 (民 92) 深深體會其設計原是對單一配對比較的資料進行分析，若資料筆數過多則需要配合其他分析方法進行研究。為了改進 AHP 使用的方便性與避免決策者前後判斷不一致的問題，於是開發了一個另類的階層分析思考模式的電腦軟體-改良式的階層分析法 (Alternative Analytic Hierarchy Process, A-AHP)，作為學者分析研究之參考。改良式的階層分析法 (A-AHP) 提供了每一個決策者做評量準則相對重要性的簡單排序，再求出每一個準則排序的平均值，最後利用 A-AHP 電腦軟體計算出每一個準則的權重與其上階層之每一個規劃之權重，就可以作為決策者作決策的參考或評估。在科學教育研究方面，A-AHP 可提供未來發展國民中小學自然與生活科技課程、教學單元與評鑑教科書、教學單元之參考 (盧玉玲、連啟瑞, 民 92)。

在自然與生活科技領域，我們就可採用 A-AHP 來評量學生們實作產品的優劣高下，其實施步驟說明如下：

步驟一：產生 10 件左右的科學產品

全班學生的科學實作產品，如果是人手一件，則在教室內全部展示出來，可讓學生們依自由意願簡介自己的作品，師生們在共同欣賞、比較後，可以從作品的整體性考量，選出 10 件左右比較優良的作品參加複賽。

步驟二：進行科學產品之評比排序

將入選的產品佈置展示於自然教室裡，讓學生利用上課時間進行鑑賞評比，引導學生從創意性與實用性考量，將產品依照最好的、第 2 好的...在「作品評量表」中填上 1~12 的名次排序（假設有 12 件產品入選），示例如下：



12 件「光纖燈」展示於教室的白板前面



12 件「可以站立的鏡子」展示於教室後面的洗手台上



學生們正在進行科學產品的評比排序

步驟三：進行 A-AHP 分析「作品評量排序」資料

當學生們評完所有產品後，先將學生們的「12 件產品評量排序」資料，分別用 Microsoft Excel 軟體計算出每個產品的排序平均值，再將 12 個排序平均值輸入 A-AHP 軟體求出各個產品所佔的權重，就可知道學生們對每個產品的評比權重與產品間之優劣高下。

三、情境式 STS 理念教學有關科學創造力的正面延宕效應

五年級上學期後期的實驗教學雖然已經告一段落，但研究者發現接受情境式 STS 理念教學的學童對於之後的學習活動，在科學創造力之擴散性思考向度仍然表現出正面的延宕效應。在五年級下學期第一單元「物質與熱」的教學活動中，有進行煮火鍋來觀察食物加熱的變化情形、不同材質傳熱速率快慢與保溫效果好壞的探討活動，學生們會用自己的方法來嘗試解決問題，當完成傳熱與保溫實驗後，學生們對試驗結果的表達方式相當有創意。本文將於 肆、結果與討論 就 活動一、最完整最漂亮的水煮荷包蛋，活動二、傳熱快慢排行榜，與 活動三、保溫效果排行榜 三個活動作詳細說明。

肆、結果與討論

一、科學實作產品 A-AHP 評量結果

有關科學實作產品應用 A-AHP 評量的結果，可用參與實驗教學的 4 個班級學生對他們自己的實作產品--自製「可以站立的鏡子」的評量結果為例，整理如下表：

表 2 自製「可以站立的鏡子」評比結果（學生組）

產品編碼	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Excel 排序平均	6.47	5.93	7.30	6.70	7.58	7.47	5.90	6.77	4.35	4.73	6.84	7.91
Excel 名次	5	4	9	6	11	10	3	7	1	2	8	12
A-AHP 權重	7.40	9.33	6.02	6.99	5.82	5.82	9.33	6.99	16.01	13.79	6.99	5.49
權重名次	5	3	9	6	10	10	3	6	1	2	6	12

(一) 比較「Excel 排序法」與「A-AHP 分析法」

科學實作產品使用「A-AHP 分析法」評量是值得推行的，現在以表 2 中實作產品的兩種評量結果分析說明如下：產品的評比若只採用 Excel 排序平均，則在 Excel 名次中，前後名次產品的差距都是 1，根本無法比較出產品間的確實優劣程度，若將 12 個 Excel 排序平均值輸入 A-AHP 軟體，就可求出各個產品的 A-AHP 權重數值，再按照各個產品的 A-AHP 權重數值排出產品的優劣順序，也就是權重名次，依此排序才可以比較出產品間之確實優劣程度。在表 2 中，鏡子 G 和鏡子 B 的 Excel 排序平均分別是 5.93 和 5.90，數值相當接近，幾乎可以說這兩件產品經 136 位學生的評比結果是一樣好的。如果就使用此 Excel 排序平均數值所排出的 Excel 名次，鏡

子 G 是第 3 名，而鏡子 B 則是第 4 名，表示鏡子 G 較優於鏡子 B。但是若將鏡子 G 和鏡子 B 的 Excel 排序平均數值輸入 A-AHP 軟體，所求出的 A-AHP 權重數值，鏡子 G 和鏡子 B 都是 9.33，顯示這兩件產品確實是不分上下，同列第 3 名。故知「A-AHP 權重數值」比「Excel 排序平均值」較能分出產品間之確實優劣程度，也就是說「A-AHP 分析法」比「Excel 排序法」較能分出產品間之確實優劣程度。

(二) 比較師生的評量結果

為了解學生評鑑能力的可信度，此次實作評量另由 14 位教師參與產品評比活動，其中有主任 1 人（擔任美勞教學），高年級導師 4 人，美勞科任教師 2 人，高年級自然教師 1 人，英文科任教師 1 人，資訊系統師 2 人，實習老師 3 人。教師部分之產品評比排序也以相同方式處理。以下就師生對科學產品的評量結果作統計分析：

表 3 創意產品師生評比結果一覽表

產品 \ 排序		排序											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
可以站立的鏡子	生	I	J	BG		A	DHK			C	EF		L
	師	I	J	AGH			DK		CEL			BF	
光纖燈	生	J	L	D	F	EI		BK		G	H	C	A
	師	J	D	L	F	K	EI		BG		H	C	A

A L: 產品代碼（例：鏡子 B指的是編碼 B 的鏡子產品）

由表 3 的鏡子產品中，可以看到前 3 名鏡子（I . J . G）和鏡子 D、鏡子 K，師生的評比是一致的，至於另外 7 件產品，師生對同一件產品的評比權重排序的差距都在 1 - 4 之間，只有鏡子 B 的差距是 8。再比較光纖燈部分，對於產品 J . F . H . C . A，師生的評比是一致的，至於另外 7 件產品，師生對同一件產品的評比權重排序的差距都在 1 - 2 之間。由上述比較師生對兩種產品的評比權重排序，發現師生對產品的優劣高下的評量結果都相去不遠，表示五年級學生對科學創意產品的評鑑能力是相當可以信賴的。

在學生參與產品評量的過程中，學生表現高度興趣與自信，很多同學都表示這種評量方式太棒了，不是只有老師可以決定他們作品的好壞和打成績，學生也可以表達自己對作品的鑑賞看法和打分數（指的就是作品優劣排序），而且自己也會很用心的去比較或欣賞別人的作品。

在此值得一提的是，參與實作評量的四班學生中，有一位是臨界智障生，在產品評比時，研究者特別指導他參與評比（他有兩位數的數值大小概念），也用了他的評比數據，或許他的評鑑能力較不具說服力，但他一人（1/136）的評比數據是不會影響全局的。研究者想表達的是：讓學生進行 A-AHP 分析法參與產品評量是可行的，因「對作品的好壞來排序」較之「打作品的分數（一般的百分數評量）」，學生的能力是大大可以勝任的，其評量結果也是足以採信的。

二、情境式 STS 理念教學有關科學創造力延宕效應結果

接受情境式 STS 理念教學的學生，在歷經寒假過後的第一單元教學活動中，所表現出科學創造力的延宕效應結果，以 活動一、最完整最漂亮的水煮荷包蛋，活動二、傳熱快慢排行榜，與 活動三、保溫效果排行榜 說明於下。

活動一、最完整最漂亮的水煮荷包蛋

學生們在煮火鍋時，研究者擔心學生們在進行觀察雞蛋受熱的顏色與形態變化時，會煮出一鍋鍋的蛋花湯，若火鍋湯沒喝完，則事後處理工作會很麻煩，甚至會導致水槽的水管堵塞。於是研究者示範了水沸騰時開小火與打蛋入鍋的技巧，並叮嚀不可任意攪動鍋水，要比賽看「哪一組的水煮荷包蛋最完整最漂亮」，得第一名那組，老師要給他們加菜。

學生們都興致高昂，小心翼翼的打蛋煮蛋，靜心觀察，所有研究者任教的班級學生幾乎都按照研究者的示範方法進行。畢竟這是他們的第一次，研究者對於學生們能否成功的打出一顆完整的蛋，並煮出一個完整又漂亮的荷包蛋並不在意，重要的是不要煮出一鍋鍋的蛋花湯來就行了。

研究者發現兩班實驗組的學生中，除了使用示範方法煮蛋以外，有的組會自創方法，先把蛋打在大湯匙內，再將裝蛋的大湯匙放入鍋內煮，嘗試著要煮出一個完整又漂亮的荷包蛋來，也有的組企圖用兩三根大湯匙包圍著鍋中的蛋，以免開水滾動時破壞荷包蛋的完整性。這些方法最後能否達成他們的期望-煮出一個完整又漂亮的水煮荷包蛋來並不是那麼重要，最讓研究者感到欣慰的，是學生們的那份執著於解決問題的創思和情境式 STS 理念教學對學生科學創造力之擴散性思考能力的正面延宕效應。

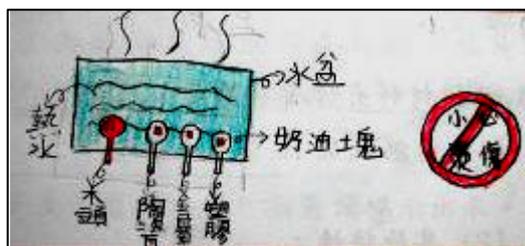
活動二、傳熱快慢排行榜

學生在陶瓷湯匙、金屬湯匙、木頭湯匙和塑膠湯匙中放入奶油塊，將四根湯匙同時放於熱水盆中，讓湯匙底部接觸熱水，觀察哪一種材質的湯匙內的奶油塊融化比較快，用來了解不同材質傳熱速率的快慢。

學生甲表達的實驗方法：



學生乙表達的實驗方法：



研究者在學生做完實驗，各組提出實驗發現時，隨手在白板寫出一種傳熱快慢排行的紀錄圖形，之後讓學生將各組的實驗結果紀錄在習作本上，並且說：「表示不同材質傳熱速率的快慢不一定要按照老師的方式，你們可以用自己喜歡的方式來表達誰第一名？誰第二名？」以下表 4 是一班實驗組與一班控制組的「傳熱快慢排行榜」紀錄（類型說明詳見表 5）。

表 4 延宕效應--實驗組與控制組「傳熱排行榜」內容

類型	實驗組樣本	人數	控制組樣本	人數
示範型	金屬 > 陶瓷 > 塑膠 > 木頭	10	金屬 > 陶瓷 > 塑膠 > 木頭	26
排序型	①金屬 ②陶瓷 ③木頭 ④塑膠	2	第一金屬、第二陶瓷、第三(塑膠和木頭)	1
	1. 金屬 2. 陶瓷 3. 木頭 4. 塑膠	1	No.1 金屬 No.2 陶瓷 No.3 塑膠 No.4 木頭	1
			第一名: 金屬 第二名: 陶瓷 第三名: 塑膠 第四名: 木頭	2
簡圖型	①金屬 ②陶瓷 ③木頭 ④塑膠	1		
	★金屬 ★陶瓷 ★木頭 ★塑膠	1		
帽冠型	①金屬 ②陶瓷 ③木頭 ④塑膠	1		

類型	實驗組樣本	人數	控制組樣本	人數
獎牌型		2		
		1		
獎盃型		1		1
		1		
		1		
		1		
綜合型		1		1
		1		2
		1		
		1		
表情型		1		
		2		
手勢型		1		
頒獎台型		1		
		1		

表 4 延宕效應--實驗組與控制組傳熱排行榜類型比較

類 型	說 明	實驗組 人數	控制組 人數
示範型	教師在學生做完實驗，各組提出實驗發現時，隨手在白板上寫出傳熱快慢排行的紀錄圖形。	10	26
排序型	直接用第一名.第二名...或 NO.1 NO.2...來表示材質的傳熱快慢。	3	4
簡圖型	在簡單圖形內畫 1.2.3.4 來表示材質的傳熱快慢。	2	0
獎牌型	用獎牌圖形和 1.2.3.4 來表示材質的傳熱快慢。	3	0
獎盃型	用獎杯圖形和 1.2.3.4 來表示材質的傳熱快慢。	4	1
綜合型	同時使用不同類圖形和 1.2.3.4 來表示材質的傳熱快慢。	4	3
帽冠型	用王冠帽子圖形和 1.2.3.4 來表示材質的傳熱快慢。	1	0
表情型	使用臉部表情和 1.2.3.4 來表示材質的傳熱快慢。	3	0
手勢型	用手指頭數目來表示材質的傳熱快慢。	1	0
頒獎 台型	用頒獎台圖和 1.2.3.4 來表示材質的傳熱快慢。	2	0
總計		33	34

分析表 4，以表達方式「同類型中樣本數」的多少比較出二組學童流暢力的高低。在表達方式兩組共有的類型中，排除都只有一個樣本的類型：在排序型方面的樣本數，實驗組有 2 個，控制組有 3 個；在獎盃型方面的樣本數，實驗組有 4 個，控制組有 1 個；在綜合型方面的樣本數，實驗組有 4 個，控制組有 2 個，故在流暢力方面，實驗組學童的表現較優於控制組學童。

再分析表 4，以表達方式各類型中之每一個樣本，「人數是 1」（即「人數佔全班人數之 5% 以下的樣本」具創新性）的來比較二組學童的創新性。在各類型中之每一個樣本，「樣本數是 1」的，實驗組有 17 個，控制組有 4 個，故在創新性方面，實驗組學童的表現仍然較優於控制組學童。

分析表 5，可由傳熱快慢排行榜「表達方式之類型數」比較出二組學童變通力的高低。傳熱排行榜的表達方式實驗組有 10 類，控制組有 4 類，故在變通能力方面，實驗組學童的表現較優於控制組學童。

活動三、保溫效果排行榜

學生在不同材質的杯子裡，裝入等量的水，測量水溫後，再來每隔 5 分鐘測量一次水溫，比較不同材質的杯子的保溫效果。

教師在學生做完實驗，各組提出實驗報告時，隨手在白板寫出保溫效果排行榜的旗子形紀錄，之後讓學生將自己那組的實驗結果紀錄在習作本上，並且說：「表示這四種材質的杯子的保溫效果好不好，不一定要按照老師的方式，你們可以用自己喜歡的方式來表達誰第一名？誰第二名？」以下之表 6 是同一班實驗組與另一班控制組的保溫效果排行榜紀錄，表中之類型說明詳見表 7。（因為在進行不同材質的保溫效果教學活動時，另一班實驗組有 14 名學生參加校外兒童節表演活動沒來上課，故仍採用上一個活動「傳熱快慢」同一班實驗組學生的實驗結果紀錄。）

表 5 延宕效應--實驗組與控制組「保溫效果排行榜」內容

類型	實驗組樣本	人數	控制組樣本	人數
示範型		2		4
		.		1
排序型		3		4
		1		2
		.		2
簡圖型		3		.
		2		.
花朵型		1		.

類型	實驗組樣本	人數	控制組樣本	人數
獎盃型		1		.
		1		.
		1		.
> 型		.	保麗龍杯 > 塑膠杯 > 紙杯 > 瓷杯	8
? 型		.	保麗龍杯 → 紙杯 → 塑膠杯 → 瓷杯	1
綜合型		1	保麗龍杯 > 紙杯 > 塑膠 > 瓷杯	1
		1	保麗龍杯, 紙杯, 塑膠杯, 瓷杯	1
		2	保麗龍杯 > 紙杯 > 塑膠杯 > 瓷杯	1
		1	保麗龍杯, 塑膠杯, 紙杯, 瓷杯	1
		1	保麗龍杯, 塑膠杯, 紙杯, 瓷杯	1
		1	保麗龍杯 > 紙杯 > 塑膠杯 > 瓷杯	4
		1		.
		1		.
		1		.
	帽冠型		1	

類型	實驗組樣本	人數	控制組樣本	人數
表情型		1		0
		1		1
手勢型		1		0
生肖型		1		0
頒獎台型		1		0
面積型		1		1
其他型		1		1

分析表 6，以表達方式「同類型中樣本數」的多少比較出二組學童流暢力的高低。在表達方式兩組共有的類型中，排除都只有一個樣本的類型：在示範型方面的樣本數，實驗組有 1 個，控制組有 2 個；在排序型方面的樣本數，實驗組有 2 個，控制組有 3 個；在綜合型方面的樣本數，實驗組有 9 個，控制組有 6 個，在表情型方面的樣本數，實驗組有 2 個，控制組有 1 個；故在流暢力方面，實驗組學童的表現和控制組學童差不多。

再分析表 6，以表達方式各類型中之每一個樣本，「人數是 1」（即「人數佔全班人數之 5% 以下的樣本」具創新性）的來比較二組學童的創新性。各類型中之每一個樣本，「樣本數是 1」的，實驗組有 21 個，控制組有 10 個，故在創新性方面，實驗組學童的表現仍然較優於控制學童。

分析表 7，可由保溫效果排行榜「表達方式之類型數」比較出二組學童變通力的高低。保溫效果排行榜的表達方式實驗組有 13 類，控制組有 8 類，故在變通能力方面，實驗組學童的表現較優於控制組學童。

表 6 延宕效應--實驗組與控制組保溫效果排行榜類型比較

類 型	說 明	實驗組 人數	控制組 人數
示範型	教師在學生做完實驗，各組提出實驗發現時，隨手在白板上寫出保溫效果排行的紀錄圖形。	2	5
排序型	直接用 第一名.第二名... 或 NO.1 NO.2... 或 1.2.3.4 或 ? ? ? ? 來表示材質的保溫效果。	4	8
簡圖型	在簡單圖形內畫 1.2.3.4 來表示材質的保溫效果。	5	0
花朵型	在花朵圖形內畫 1.2.3.4 來表示材質的保溫效果。	1	0
獎盃型	用獎杯圖形和 1.2.3.4 來表示材質的保溫效果。	3	0
> 型	用 > 表示材質的保溫效果。	0	8
? 型	用 ? 表示材質的保溫效果。	0	1
綜合型	同時使用不同類圖形和 1.2.3.4 來表示材質保溫效果。	10	9
帽冠型	用王冠帽子圖形和 1.2.3.4 來表示材質的保溫效果。	1	0
表情型	使用臉部表情和 1.2.3.4 來表示材質的保溫效果。	2	1
手勢型	用手指頭數目來表示材質的保溫效果。	1	0
生肖型	用生肖圖形來表示材質的保溫效果。	1	0
頒獎 台型	用頒獎台圖和 1.2.3.4 來表示材質的保溫效果。	1	0
面積型	用面積大小和 1.2.3.4 來表示材質的保溫效果。	1	1
其他型	用個人意識形態來表示材質的保溫效果。	1	1
總計		33	34

綜上所述，從下學期「物質與熱」單元教學活動的課室觀察，與分析實驗組與控制組學生實驗結果的表達方式，可以看出情境式 STS 理念教學，對培育學童科學創造力之流暢、創新與變通等擴散性思考能力具有正面的延宕效應。

伍、結語

對於學生的科學實作產品，讓高年級學生進行 A-AHP 評量是值得推行的，一則可以減輕教師的繁重課務負擔，二則可以培訓學生的評鑑能力，有了學生的評鑑參與，將使整個教學活動更具九年一貫課程改革的教育意義。但是要注意的是，參與評量的產品件數不能太多，約 10 件左右，否則學生眼花撩亂，易亂了心中的評比準則，不知如何排出優劣作品的順序，進而影響評量結果的正確性。

情境式 STS 理念教學，對培育學童科學創造力之流暢、創新與變通等擴散性思考能力具有正面的延宕效應。而創造力並非某些人的專利，它可能和智力一樣，是人與生俱來的一種能力，只不過會因為個人的知識經驗、不同的人格特質與思考方式，加上個人與環境的互動情形，而表現出不同程度的創造力。在自然與生活科技領域，豐富的教材，多元的教學方式、策略與評量，最能營造出有利的創思教學環境，教師若能適時以「情境學習」結合「STS 理念教學」，引導學童進行創造性問題解決活動，是有助於學童科學創造力之增進。

教師若想將 STS 理念教學結合現行「自然與生活科技」教科書來進行教學，並不建議一開始即全部課程皆採用，因為 STS 理念教學相當費時，所需準備的器材也相當多，所以建議開始時只取其中一至二單元，或在每單元中只取一、二個較適合的活動來進行，否則教師準備不及，學生倉促學習，將無法達到教學目標的期望水準。

參考文獻

- 王澄霞（民 84）。STS 活動中之「學」與「教」。科學教育學刊，3(1), 115-137。
台灣師大科教中心（民 70）。國民中學自然科學實驗教材-自然科學（修訂本）。台北：台灣師範大學。
- 何偉雲（民 90）。初步探討影響學童自然科學學習成就因素的排序。屏東師院學報，14，933-952。
- 林顯輝（民 80）。科學、技學和社會三者相結合的科學教育新理念。國教天地，87，24-32。
- 教育部（民 87）。國民教育階段九年一貫課程總綱綱要。教育部。
- 教育部（民 91）。創造力教育白皮書。教育部。
- 許民陽、梁添水（民 89）。國小運用 STS 教學模式--天象與時空概念教學模組之探討：以中年級磁場與磁極單元為例。科學教育研究與發展季刊，21，4-15。

- 許民陽、梁添水 (民 90) 國小運用 STS 教學模式 - 天象與時空概念教學模組之探討。科學教育研究與發展季刊, 21, 4-15。
- 陳文典 (民 86a)。科學課程採訪報導-SS & C 課程研發實況簡介。物理教育, 1 (1), 64-76。
- 陳文典 (民 86b)。STS 理念下之教學策略。物理教育, 1 (2), 85-95。
- 陳文典 (民 87)。STS 理念下的教學。台灣教育, 575, 10-19。
- 陳文典。「生活化課程」的特質、功能與設計。自然與生活科技學習領域-生活化課程設計。台北：康軒文教事業。
- 陳龍安 (民 84)。創造思考教學的理論與實際。台北：心理出版社。
- 鄭湧涇 (民 92)。科學課程的發展與設計。自然與生活科技學習領域課程研討會：科學課程論述。台北：國立台灣師範大學。
- 盧玉玲、連啟瑞 (民 86)。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。
- 盧玉玲、連啟瑞 (民 92)。國民小學三至六年級生活化之自然與生活科技課程發展與評鑑 (批判思考能力) 研究。行政院國家科學委員會專題研究計畫 NSC91-2511-S-152-007-X3
- Harms, H., & Yager, R. E. (1981). *What Research Says to the Science Teacher(Vol.3)*, Washington D.C. : National Science Teachers Association.
- Parnes, S. J. (1967). *Creative behavior guidebook*. New York: Charles Scribner's Sons.
- Yager, R. E. (1990). *Workshop Science/ Technology/ Society As Reform in Science Education*. Science Education Center, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan, R. O. C.
- Yager, R. E. (1993). Science-technology-society as reform. *School Science and Mathematics*, 93(3), 145-151.
- Yager, R. E. (1994). *Science/ Technology/ Society As Reform*. Science Education Center, The University of Iowa, Iowa City, Iowa, U. S. A.