

師院普通化學實驗STS教學模組

許春峰

數理教育學系

摘要

教師在科學教育改革的成效上佔有關鍵的角色。在推動STS的科學教育時，教師必需清楚的了解STS的理念及教學目標，並具有正確的和熟練的STS教學專業技能，且願意不依靠教科書而能發展適合自己學生學習的STS教學模組，並進行STS教學，才能培養出了解科學、技術和社會間相互關連，並具有宏觀視野、關懷鄉土的未來公民。教師在養成教育中所受的訓練會影響教師往後的教學，因此教師養成教育在師資的素質上扮演重要的角色。故本研究擬透過STS模組之開發，以達成下述目標：

(1)師院普通化學實驗STS教學模組之建立

(2)經由下決斷(Decision Making)、採取行動(Action Taking)、解決問題(Problem Solving)及批判性思考(Critical Thinking)等學習的過程，用以培養師院生具有較合於STS的觀點。

本研究的長期目標在於透過STS的教學過程，培養師院生畢業後在國小實施STS教學能力，進而促進科學教育的革興。

研究是以新竹師院二年級修習普通化學的兩班學生為對象，實驗的班級計有三十二個學生，對照的班級人數為二十六人。從114題的Views on Science- Technology- Society (VOSTS)中選出11題用來檢視學生STS觀點改變情形，前測及後測的結果顯示學生觀點改變的趨勢因題而異，實驗組與對照組前後測的改變均未達顯著水準(T檢定)。

關鍵詞：STS, 師資培育, 普通化學



師院普通化學實驗STS教學模組

壹、前言

在我們日常生活中，必須面對許多議題，這些議題必須多方面考慮其利弊得失，才能下判斷並據以採取負責任的行動。因此如何培養具有價值判斷，解決問題，能下決斷，採取負責任行動的國民是教育的重要課題之一。

我國國民小學教育的目的在於培養德、智、體、群、美五育均衡發展的活潑兒童與健全國民(教育部，民82)，為達上述目的，國民小學課程標準總綱中列舉七大必須達成的目標(教育部，民82)，其中包含了思考、創造、解決問題、價值判斷等能力的培養。自然課程中亦將上述能力的培養列為總目標之一，惟衡諸自然科的教學，雖不少解決問題的情境，但此類問題，大都以科學知識為主，極少部份與科技有關，涉及社會價值者則幾乎沒有。

現行自然科學雖強調解決問題能力的培養，但仍以在科學知識的傳授為範疇，這種傳統式的教育方式漸漸產生一些問題：如使得學生不喜歡科學，抹殺學生天生的好奇心，教學內容與生活脫節等等。為解決傳統科學教育所引起的缺失，並培養能做判斷並採取負責行動的好國民，世界各國都在進行科學教育的改革(Mafon, 1993)，其中之一即是推行STS教學(Bybee, 1986)。

任何教育改革，若無教師的配合其成效必不高，是故推動STS教學，教師亦必然扮演重要角色(Yager, 1992)。因此若能在師資的養成過程中，即建立教師有關的STS智能，則必可做事半功倍之效。有鑑於此，本研究擬透過普化實驗STS模組的開發活動，讓學生體察STS教學活動的精神，並檢視學生對STS觀點改變的情形。

本研究計畫擬透過STS模組之開發，以達成下述目的：

- (1)師院普通化學實驗STS教學模組之建立
- (2)學生經下決斷(Decision Making)，採取行動(Action Taking)、解決問題(Problem Solving)及批判性思考(Critical Thinking)等學習的過程培養師院生具有較合於STS理念的觀點。

本研究的長期目標在於透過STS的教學過程，培養師院生畢業後在國小實施STS教學能力，進而促進科學教育的革興。

貳、文獻探討

近幾十年來世界各主要國家紛紛在進行科學教育的改革，其主要原動力是經由對現行科學教育反思的結果，發現既有的科學教育無法培育具有科學素養的現代國民。以美國為例，自從1980年代以來學者即發現美國的科學教育具有許多的問題，如：中小學生科學成就低

落；學生對科學持負面的態度，對學習科學的興趣日益降低；高中畢業生的科學素養低落等等。為了解決這些問題，科學教育界即興起一股改革的風潮，STS 即是改革方案之一(Roby, 1981)。Roby(1981)認為STS運動蓬勃發展的因素主要有下列四項因素：

1. 在我們所必須面對的嚴重社會問題當中都具有科學與技學的領域。
2. 我們必須正視因科學與技學所造成的弊病與缺失。
3. 科學與技學的研究發展逐漸重視其在社會內涵的層面上。
4. 人們逐漸重視與關心有關科學與技學的政策。

STS 課程通常是由人們所關心的真實世界中的議題或事件為基礎，學生經由公民角色的扮演，應用科學與技學的知識與技能，學習解決問題、下達決擇，甚而採取行動。經由這樣的歷程，以達成培養具有價值判斷，解決問題，能下決斷，採取負責任行動國民的教育目標。Yager (1992) 曾指出，六十年代的科學課程已不再適合八十年代社會的需求，八十年代的科學課程必須以解決與科學及技學有關的社會問題為主，因此很多科學教育學者即提出將科學、技學、社會三者相聯接的、融入中小學教材的新理念，此即所謂之STS取向(interrelationship of science, technology, and society)的科學教育。

Yager等人(1981)在Project Synthesis中，認為理想的科學教育應具有如下的特徵：

1. 科學必須能夠在社會環境中呈現出來或經歷到。
2. 科學的重心是對科學的應用，學生們須經由對科學的應用來接近科學。
3. 科學必須與社區結合，教學的內容、綱要及教材必須與地方相關連。
4. 科學有其多元性，必須面面俱到，以符合人類本質。
5. 科學教學必須以議題為基礎，當此議題被研究時，有關的價值及倫理才會被包含進來。
6. 科學知識來自於經驗，只有將來用得著的知識，才是最重要的。

上述關於中小學科學教育的特徵即是STS教育的精粹。Rubba及Wiesemayer (1988) 對STS教學提出如下的四個階段目標：

- 階層一、STS的基礎階層。在此階段，提供學生有關科學、技學及社會的背景知識。
- 階層二、STS議題的覺知階層。由於議題發生之原因及錯縱關係，要了解科學、技學及社會三者間之相互關係，必須由各方面來加以檢視以窺全貌。
- 階層三、STS議題的調查階層。此階段主要發展學生調查STS議題的知識及技能，使學生能夠獨立自主、或共同合作完成STS議題的調查研究，並能從多種不同的項度對各種解決方案進行風險來評估。
- 階層四、STS的行動技能發展階層。教導學生一些行動策略，使其面對STS議題，能作出明智抉擇外，更能獨自或群體合作，將決策付諸行動，以解決STS議題。



NSTA 把 STS 定義為「人類經驗情景中的科學之學與教」(teaching and learning of science in the context of human experience) (Yager, 1992 ICASE)。學生以自己的見解，從具有科技相關要素的真實世界問題中，認識、分析問題的所在，將科學知識、概念和過程應用於真實生活情況。經由這種方式學得的知識，是學生自己建構且能加以應用的知識，而不是科學家或教育者的知識。這種知識不能由傳統的教學中獲得，而需由STS 學習中建構。讓學生建構的學習，亦合於近代的科學教學驅勢。學習建構論認為知識並非由被動地接受而得的，而是由具有認知能力的個體所主動建構出來的。建構論的觀點為(Duffy & Jonassen, 1991)：(a)學習是一種建立經驗結構的歷程；(b)學習者未將外界的知識遷移到他們自己的記憶中；(c)學習者根據他們過去經驗及與外界的互動中建構對世界的詮釋；(d)獲得概念的經驗影響個人對概念的理解及其應用能力。教師之角色為：(a)讓學生學習如何學習，如何建構知識；(b)教學是一種展現細部結構的計畫工程(Cunningham, 1991)；(c)促進由生手成長為專家的過程；(d)檢驗學生是否發展出對建構歷程的自我了解、詮釋情境是否具備特性、多元觀點的不同立場的相關性。

目前世界各國進行的STS計畫有：美國之ChemCom，Cepup，SS&C，2061計畫(Rutherford, 1986)，S-STIS (Pennsylvania State University, National STS Network)，Ohio 的計畫(Ohio Department of Education)和Iowa 的計畫(Yager, 1990)。英國的SATIS、ALTERS、SIS、SISCON，加拿大的STSC、The Atlantic Science Curriculum Project,也都有相似的STS科學教育目標(Heath, 1992)。日本因有全國的課程標準(小學1992年、中學1993年、高中1994年)，現階段只有模組教材的實驗教學。

Graham (1986) 認為STS教學包含了四個要素：

1. 社會問題及議題

與科學有關的社會議題乃是指一項議題根源於科學及(或)技學，且當人們面對此一問題時，有不同的信念與價值觀。所有的議題必須具有某種社會意義，且有關於科學或技學。例如：遺傳工程、動物之使用於科學實驗中、核能廢料之棄置、人口族群、森林砍伐、瀕臨絕種的動植物、及合適的科技等，都是與科學有關的社會議題。

2. 技學的過程及發明

科學對於社會的影響必須經由科技為媒介。就科學與科技做比較，學生通常對技學較具經驗，且較感興趣。Hine(1986)指出技學乃是由人造品(如汽車)、生產產品的社會技術系統(指製造特定硬體所需的所有元素，如一條裝配線)、技學(完成任務所需的資訊、技能、過程步驟，如自動化)、及使用的社會技術系統(結合硬體及人力完成特定工作，如運輸系統)四者組成。



3·基本科學

基本科學是有組織的知識本體，包括有基本的科學概念及原理，例如：能量、交互作用、系統等。

4·問題解決及決斷下達

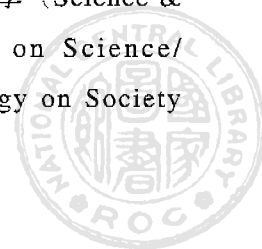
關於與科學有關的社會議題可能不存在有所謂的「正確答案」，而只有「較少錯誤的反應」而已。然而不管如何，經過學習過程，學生對STS議題將能夠做出明智的抉擇，並主動採取負責任的行為，將抉擇付諸行動。所有的行動及對科學資料的解釋、分析，都必須基於道德倫理的考量。

Graham同時根據上述四要素提出三種教學策略，其一為教學活動可由社會性議題開始，進入技學過程，論及基本科學，最後以解決問題或下決斷為活動結束。第二種策略為教學活動由技學切入，論及基本科學，再進入社會性議題，最後以解決問題或下決斷為活動結束。第三種策略為教學活動由基本科學切入，論及社會性議題，再進入技學，最後仍以解決問題或下決斷為活動結束。

在STS教學模式中，下決斷的學習過程是其教學與學習的精華（Piel, 1993）。於下決斷過程中包含有確立問題、建立問題的評鑑基準，找尋並選擇替代方案，對替代方案進行評量等活動。進行這些活動時，學生不僅必須應用科學的知識也必須考慮是否有可行的科技可達成，除此而外，社會的因素也必須列入考慮的範圍，此種教學模式可避免學生只背誦一些事實或非事實的科學知識而已。

可用來評量學生對STS觀點的標準化工具不少，這些工具包含選擇題式問卷及Likert-type式量表。這類工具有其先天的限制：其一為這類工具假設學生對每一問題的解釋與問卷設計者的解釋是相同的，其二為整體的成績也許會掩飾各別重大的差異（Schoneweg, C & Rubba, P. A., 1993）。Aikenhead (1988) 指出經由實驗發展出的問卷比Likert-type及由研究者自行設計出選擇題式的問卷調查更能正確的反應出受測者有關STS的觀點。Views On Science-Techology-Society (VOSTS)即是經由實驗而發展出的一套問卷，這種特性使得VOSTS更能正確的評量學生有關STS的觀點（Aikenhead & Ryan, 1992）。

VOSTS是加拿大 Aikenhead、Ryan及Fleming等於1989年所發展出來的一套問卷，這套問卷可用來檢視學在對STS的信念（beliefs）。也可用來引發及指導STS議題。本套問卷計114道選擇題。問卷內容包科學、技學等的定義（Definitions）、科學的外在社會學（External Sociology of Science）、科學內在的社會學（Internal Sociology of Science）及知識論（Epistemology）等四大類。每大類又分成一至三大題綱，共計有：1.科學與技學（Science & Technology）；2.社會對科學與技學的影響（Influence of Society on Science/Technology）；3.科學、技學對社會的影響（Influence of Science/Technology on Society



)；4.學校科學對社會的影響 (Influence of School Science on Society)；5.科學家的特質 (Characteristics of Scientists)；6.科學知識的社會結構 (Social Construction of Scientific Knowledge)；7.技學的社會結構 (Social Construction of Technology)；8.科學知識的本質 (Nature of Scientific Knowledge)等八大題綱。每大題綱又分成二至十一細項。

化學實驗是學習化學的重要部份之一，在選擇實驗方法時，不但須考量時間、費用、安全等因素外，是否會產生污染也必須列入考量。一般的化學實驗課，學生通常只依課本或教師的指示進行實驗，很少有機會自己去從事各種因素的衡量，再決定如何進行實驗。另化學實驗中，對同一主題的實驗，通常有多種實驗方法可供選擇。因此，化學實驗課程若採由學生經多方評估後再選擇一方法進行實驗的方式教學應是合於STS的理念。本研究採用Graham的第三種教學策略，由基本科學切入，論及實驗中各種化合物對環境的影響、顧及成本、時效、安全等等因素，考慮替代方案，最後自行決定實驗的方法並進行實驗。選自VOSTS問卷的題目將被用來檢測學生STS觀點改變情形。

參、研究方法與過程

一、參與對象

本研究以某師院二年級修習普通化學課程班級中擇一班為實驗對象，班級人數為三十二人，另擇一班做對照組，人數為26人。兩班均為文組學生，因此，就接觸化學學科的機會，推測兩者約略相當。

二、模組開發

參考王澄霞教授(民83)模式，進行設計開發。

三、步驟

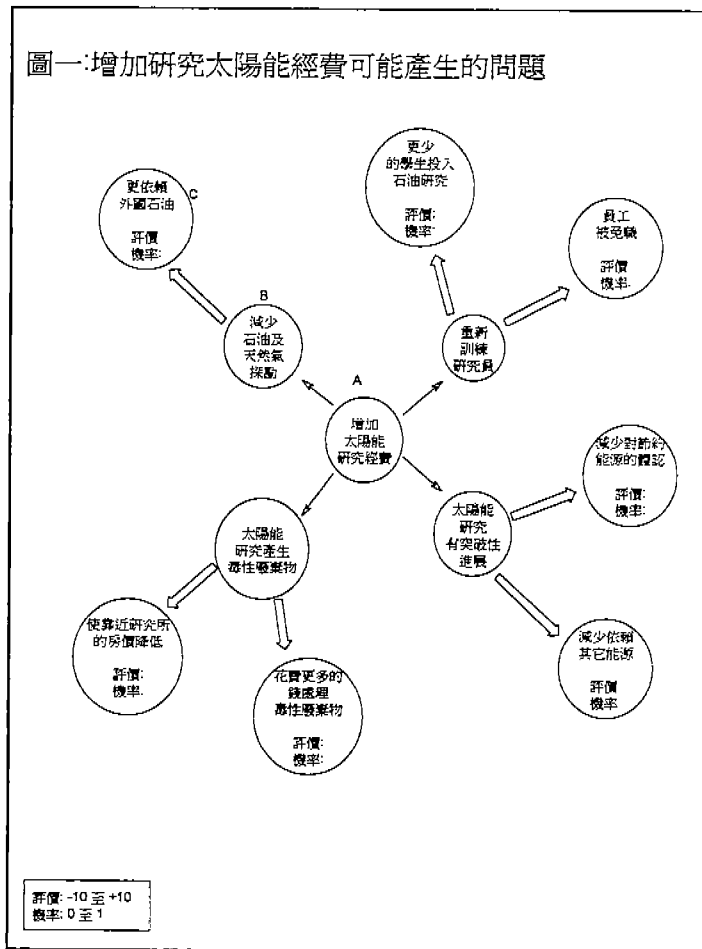
(一) 在實驗組中，於實驗前一週讓學生進行分組，並參考Piel (1993)之Futures Wheel (如圖一)的設計，讓學生練習並熟悉下決定的過程，對照組僅做實驗室安全規則的宣示及分組。Future Wheel(如圖一)教學模式讓學生練習下決定的過程，其步驟如下：

- 1.請每一組的記錄者在一張白紙的中間，畫一圓圈，並在圓圈中針對討論的方案寫下簡單描述(如圖一的A)。
- 2.同組的同學，針對此一方案，列舉出此一方案可能產生的事件，並將此事件記錄在紙上，這些事件稱為第一階層事件(如圖一的B)。
- 3.問同學假如這些事件發生了，可能會有什麼影響？將這些影響寫在紙上，這些影響稱



為第二階層事件(如圖一的c)。

4. 依第二階層事件對社會可能造成的影響給與-10分至+10分的評價。
5. 第二階層事件發生的機率給與0至1的值。
6. 將評價乘上機率。
7. 如果所有評價與機率成績的和為正值，表示此一方案值的採用，若為負值不值得採用。



(二) 以氧氣及二氧化碳製備的實驗，讓學生收集資料並針對此二實驗所使用的器材、藥品、效益、是否會造成環保問題等等進行評估，經過全組討論後採取一最可行的方案進行實驗。對照組則依傳統方式進行教學。

(三) 以VOSTS(Aikenhed et al., 1989)問卷評鑑學生對STS議題的觀念改變情形，測試分為前測、後測兩部份。



四、選用的VOSTS題目及資料分析方法

由於VOSTS題庫是以加拿大高中或高中畢業生對各題目用敘述性方式寫下答案及面談後設計出的選擇題式的問卷，若要用於本研究中，試題中文化有其絕對的必要。另題目是否適用於大二的學生也必須考量。本文作者自VOSTS題庫中選出18題，內容含蓋VOSTS八大題綱的題目，並以十位大二的學生進行試測，並和其中三位學生就其答題狀況進行面談，結果顯示學生對題意均可了解，也認為這些題目值得他們思考。由於考慮到作答時間及VOSTS八大題綱的普遍性，最後選定11題，做為用來檢測學生有關STS觀點改變情形的問卷，11題的作答時間約需四十分鐘。此十一道題的題幹如表一所示。第一、二、三題分別詢問學生對科學、技學及研發等的定義，第四題探討科學與科技間的關係，第五題探討社會對科學的影響，第六題則是關於科學家的社會責任，第七題探討學習是否能促進對科學的了解，第八題是有關科學家從事科學活動的原動力，第九題是關於科學家的群體化，第十題探討影響科技是否被使用的因素，第十一題與科學觀察的本質有關。

表一：選用之VOSTS題目

表一：選用之VOSTS題目

| 題號 | 題目 |
|----|---|
| 1 | 定義“科學”一詞是很難的，因為科學是複雜且和許多事有關。可是“科學”主要是： |
| 2 | 定義什麼是科技可能是困難的，因為在臺灣科技產生許多東西，但科技主要是： |
| 3 | 對台灣工業的研究與發展（常稱之為：研發），科學與科技是主要的，對你而言，研究與發展對你有何意義？ |
| 4 | 科學與科技間的關係非常密切： |
| 5 | 政府應該提供研究經費給科學家去探索未知的大自然及宇宙。 |
| 6 | 大多數科學家們都會關心因他們的發現而導致的潛在影響(這些影響可能是有益或有害的) |
| 7 | 似乎可將人分成兩大類，有些人懂得科學，有些僅僅懂得人文（如文學、歷史、商業、法律）假如每個人都學些科學，則每人都能懂科學。 |
| 8 | 大部份的科學家都被鼓勵去努力工作，科學家從事科學活動主要的個人原動力是： |
| 9 | 忠誠會影響科學家們的工作，當科學家們聚在一起成為工作小組時，他們對科學的忠誠（如：開放的心胸與同伴分享成果等等），會轉變成小組的忠誠（如把小組的興趣置於科學興趣之前，或是支持小組的觀點等）。 |
| 10 | 當一種新科技被發展出來後（如新電腦），它可能具有實用的價值，也可能不是。一種新科技是否具有實用價值主要是由這新科技，是否具有良好的功用來決定。 |
| 11 | 具有充份知識的科學家們所做的科學上的觀察，通常會因科學家們相信不同的理論，觀察的結果有所不同。 |

VOSTS題目並無正確答案，因此對每一題的答案選項，將以學生答題結果的百分比方式表示。為了解學生在前後測時觀點改變的情形，將答案選項與以歸類是有其必要性。本研究參照Schoneweg (Schoneweg, C. etal, 1993)的方法，委請四位專家（兩位教普通化學，一位從事STS研究者，另一位教社會科學）將選項分成(1)合於STS觀點，(2)雖不吻合STS觀點但

很有關聯，以及(3)與STS觀點不合或沒有關聯等三類，並分別給予3,2,1的分數，以便進行比較分析。學生觀點改變情形統計方法是將學生前後測的觀點類別加以比較，例如，某位學生在某一題前測時屬“(2)雖不吻合STS觀點但很有關聯”類，後測若屬“(1)合於STS觀點”則給予+1分，反之，若屬“(3)與STS觀點不合或沒有關聯”則給予-1分，如維持不變則給0分。

肆、結果與討論

本研究計完成氧氣製備及二氧化碳製備等兩教學模組的開發。實驗組的學生首先經由 Futures Wheel 的教學，練習如何進行風險評估，接著進行與實驗有關資料的收集，需收集的資料包括藥品的價格、毒性、取得難易度，實驗操作的難易度、危險性，實驗的器材是否易於取得，產率等等。資料收集除了須至圖書館察閱參考資料外，學生仍須自己打電話詢價，到勞委會或環保局詢問有關化學災害發生的案件，惟有關化學災害發生的機率資料無法獲得，因此機率的元素無法列入最後評估項中。學生實驗報告舉例如附錄。以該組學生為例，學生對四種製備氧氣的方法進行評估，最後選定以雙氧水加二氧化錳的方法進行實驗。從學生的實驗報告中可以看出學生化學基本知識仍嫌不足，例如，該組學生會認為過氧化鈉是安全的，且金屬鈉的價格不貴，因此過氧化鈉應該是便宜的。另外在評估的項目中也缺少化學物質對環境影響的項度，究其原因，乃是這方面的資料實在難以獲得。

教師在此種教學模式中所扮演的角色是學習的促進者，並以協助學生獲取資訊為要務，但是不幫學生作決定。因此各種有關資料的收集，教師只提供方向，學生必須自己設法找尋。當然，必要時，教師可在幕後幫忙學生。例如：學生打電話到化學藥品店詢價，如果老板懷疑學生詢價的目的，通常不會報價給學生，此時，老師可先告知老板請其協助，這樣可減少學生因找尋資料而引起挫折感。

讓學生自己決定實驗的方法，對學生而言是很大的挑戰。同一次實驗中，同學可觀摩到不同的實驗方法，是另外一種收穫。誠如某組學生在實驗後感想所述：

“...與以往由老師安排大家統一做實驗不同，同學彼此觀摩交流，
可以了解更多實驗方法及印證評估結果的正確性...”

整體而言，此種教學模式是可行的。但若完全達到STS的理念，則仍有一段距離，究其原因，主要是實驗室污染事件資料不易獲得，因此，教師平時對這方面資料必須多加留意。



VOSTS各題答題狀況歸類後統計見表二。各題答題狀況分析結果如表五至表十五。以t-test檢驗兩組STS觀點改變情形(表三)，都未答顯著水準，但實驗組的改變成績平均值為正值，對照組為負值，說明傳統化學實驗教學對學生STS觀點的改變沒有助益。實驗組的教學模式還有很大的改進空間。各題觀點改變情形如表四所示。

表二：各題答題狀況分析統計表

| 題號 | 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
|----|----------------|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
| | | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | |
| | | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % |
| 1 | 合於STS觀點 | 0 | 0.0 | 0 | 0.00 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 31 | 96.9 | 31 | 96.9 | 25 | 96.2 | 23 | 88.5 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 0 | 0.0 | 0 | 0.0 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 |
| 2 | 合於STS觀點 | 12 | 37.5 | 19 | 59.4 | 11 | 42.3 | 4 | 15.4 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 2 | 6.3 | 5 | 15.6 | 10 | 38.5 | 14 | 53.8 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 18 | 56.3 | 7 | 21.9 | 5 | 19.2 | 8 | 30.8 |
| 3 | 合於STS觀點 | 18 | 56.3 | 13 | 40.6 | 9 | 34.6 | 9 | 34.6 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 12 | 37.5 | 19 | 59.4 | 16 | 61.5 | 16 | 61.5 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 1 | 3.1 | 0 | 0.0 | 1 | 3.8 | 0 | 0.0 |
| 4 | 合於STS觀點 | 20 | 93.8 | 30 | 93.8 | 23 | 88.5 | 23 | 88.5 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 1 | 3.1 | 0 | 0.0 | 2 | 7.7 | 1 | 3.8 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 1 | 3.1 | 0 | 0.0 | 1 | 3.8 | 0 | 0.0 |
| 5 | 合於STS觀點 | 22 | 68.8 | 30 | 93.8 | 23 | 88.5 | 20 | 76.9 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 4 | 12.5 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 4 | 12.5 | 1 | 3.1 | 2 | 7.7 | 3 | 11.5 |
| 6 | 合於STS觀點 | 26 | 81.3 | 28 | 87.5 | 19 | 73.1 | 18 | 69.2 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 5 | 15.6 | 3 | 9.4 | 6 | 23.1 | 8 | 30.9 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 1 | 3.1 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 0 | 0.0 |
| 7 | 合於STS觀點 | 9 | 68.8 | 23 | 71.9 | 17 | 65.4 | 17 | 65.4 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 0 | 28.1 | 6 | 18.8 | 6 | 23.1 | 8 | 30.8 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 21 | 0.0 | 2 | 6.3 | 2 | 7.7 | 1 | 3.8 |
| 8 | 合於STS觀點 | 10 | 65.6 | 20 | 62.5 | 17 | 65.4 | 11 | 42.3 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 0 | 31.3 | 11 | 34.4 | 8 | 30.8 | 15 | 57.7 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 18 | 0.0 | 0 | 0.0 | 1 | 3.8 | 0 | 0.0 |
| 9 | 合於STS觀點 | 7 | 56.3 | 16 | 50.0 | 16 | 61.5 | 13 | 50.0 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 6 | 21.9 | 2 | 6.3 | 4 | 15.4 | 2 | 7.7 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 13 | 18.8 | 14 | 43.8 | 6 | 23.1 | 10 | 38.5 |
| 10 | 合於STS觀點 | 16 | 40.6 | 10 | 31.3 | 9 | 34.6 | 16 | 61.5 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 16 | 50.0 | 18 | 56.3 | 14 | 53.8 | 8 | 30.8 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 3 | 9.4 | 4 | 12.5 | 3 | 11.5 | 2 | 7.7 |
| 11 | 合於STS觀點 | 10 | 31.3 | 6 | 18.8 | 4 | 15.4 | 8 | 30.8 |
| | 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 18 | 56.3 | 25 | 78.1 | 21 | 80.8 | 15 | 57.7 |
| | 與STS觀點不合或沒關聯 | 2 | 6.3 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 3 | 11.5 |

表三：STS 觀點前後測改變情形 t-test

| 組別 | 學生數 | 平均 | 標準差 | t-值 | 2-tail Sig. |
|-----|-----|---------|-------|-------|-------------|
| 實驗組 | 32 | 0.0938 | 2.401 | 0.22 | 0.395 |
| 對照組 | 26 | -0.4615 | 2.716 | -0.87 | 0.827 |

表四：各題答題改變McNemar分析表

| 題號 | 實 驗 組 | | | | | 實 驗 組 | | | | |
|----|-------|----|----|--------|-----------------------|-------|----|----|--------|-----------------------|
| | 上升 | 不變 | 下降 | 平均 | X ² (df=1) | 上升 | 不變 | 下降 | 平均 | X ² (df=1) |
| 1 | 1 | 30 | 1 | 0.000 | 0.000 | 3 | 22 | 1 | 0.077 | 1.00 |
| 1 | 14 | 12 | 6 | 0.250 | 3.20 | 6 | 7 | 13 | -0.269 | 2.58 |
| 3 | 4 | 20 | 8 | -0.125 | 1.33 | 8 | 10 | 8 | 0.000 | 0.00 |
| 4 | 2 | 28 | 2 | 0.000 | 0.00 | 3 | 20 | 3 | 0.000 | 0.00 |
| 5 | 10 | 20 | 2 | 0.250 | 5.33 ^a | 1 | 21 | 4 | -0.115 | 1.80 |
| 6 | 5 | 24 | 3 | 0.063 | 0.50 | 7 | 12 | 7 | 0.000 | 0.00 |
| 7 | 7 | 17 | 8 | -0.031 | 0.07 | 8 | 11 | 7 | 0.385 | 0.07 |
| 8 | 8 | 15 | 9 | -0.031 | 0.06 | 4 | 12 | 10 | -0.231 | 2.57 |
| 9 | 7 | 13 | 12 | -0.156 | 1.32 | 6 | 11 | 9 | -0.115 | 0.60 |
| 10 | 10 | 10 | 12 | -0.063 | 0.18 | 10 | 11 | 5 | 0.192 | 1.67 |
| 11 | 6 | 18 | 8 | -0.063 | 0.28 | 7 | 15 | 4 | 0.115 | 0.82 |

上升：後測時比前測更朝合於STS觀點移動的人數

不變：前後測觀點未變的人數

下降：後測時比前測更朝與STS觀點不合移動的人數

平均：改變情形平均分數

a:p<0.05

第一題是用來檢測學生心目中的“科學”到底是什麼（表五）？選項A與B是將科學視為一種知識的本體；選項C，D視科學為一種探討的過程；E則視科學與技學相同，F選項是將科學視為社會的一種工具（改善生活環境的一種工具）；G則將科學看成一種社會性的公共團體，此種定義是最合於STS的觀點。STS認為科學和社會及技學間是互動的，因此將科學視為科學家所做的事，從事科學研究不但是一種心智過程，同時也是一種社會過程。由表可知，不論是實驗組或對照組，選答C項的比例在前後測中均屬最高（43.3%～50%），此種視科學為一種探討的活動過程與我國近來科學教育強調科學方法的訓練有關。選答F者佔30.8%至34.4多，亦即有三分之一的學生從改善生活的觀點，而將科學視為是一種社會的工具。不論

前測或後測，實驗組與對照組中，沒有一個選擇G做為科學的定義。這或許在我國科學教育中，很少提及科學與社會，技學間的相互影響之故。選項若分成三群，則大部份學生的選答，可歸入“雖不合於STS觀點，但很有關聯”項下，實驗組與對照組前後測改變結果用McNemar 檢定，二者都未達顯著水準（表四）。

表五：第一題答題狀況統計表

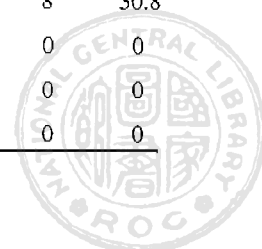
| 定義“科學”一詞是很難的，因為科學是複雜且和許多事有關。可是“科學”主要是： | | | | | | | | | |
|--|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|--|
| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | | |
| | 前 測 人數 | 後 測 % | 前 測 人數 | 後 測 % | 前 測 人數 | 後 測 % | 前 測 人數 | 後 測 % | |
| 合於STS觀點 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| G.由科學家組成的，科學家想 構想及技術去發明新知識。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 31 | 96.9 | 31 | 96.9 | 25 | 96.2 | 23 | 88.5 | |
| A.一研究的領域如：生物、化 學、物理等。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| B.一種知識的本體，如定理、 定律、理論等，它用來解釋 我們週遭的世界（物質、能 量、生命）。 | 6 | 18.8 | 4 | 12.5 | 5 | 19.2 | 1 | 3.8 | |
| C.對於我們所處的世界及宇宙 進行未知事物探討及發現新 的事物，並且檢視這些事物 如何工作。 | 13 | 4.06 | 15 | 46.9 | 11 | 42.3 | 13 | 50 | |
| D.進行實驗以解決我們週遭世 界中有趣的問題。 | 0 | 0 | 2 | 6.3 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 | |
| E.發現或設計事物（如：人工 心臟、電腦、太空船）。 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| F.找尋並應用知識，使世界成 為更好的生存地方（如：疾 病治療、解決污染、增加農 業生產等）。 | 11 | 34.4 | 10 | 31.3 | 8 | 31 | 8 | 30.8 | |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 | |
| H.沒人能對科學下定義。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 | |
| I.我不了解 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| J.對這一主題，我了解不充分 更無法選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| K.上述選項沒有一個合於我的 觀點。 | 1 | 3.1 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 2 | 7.7 | |

第二題是關於技學定義的問題（表六），技學定義問題的選項中，選項A視技學與科學很相似，實驗組的學生，在前測時有3.1%的人選擇此項，控制組中的學生，在前測時，也有3.8%的人選擇此項，後測時，則兩者都沒有學生選擇此項，若與第一題科學的定義中，選項E相較，可發現將科學與技學相混，或技學與科學相混的學生所佔比率均不高。選項B則視技學為科學的應用，前測時，實驗組有53.1%的學生選擇此項，後測則降為21.9%，控制組的學

生前測時有15.4%的學生視技學是科學的應用，但後測時增為30.8%。選項C視技學即是產生實用器具製程，選項D，由實用的工業產品觀點定義技學，控制組在後測中，有46.2%的學生選C。選項E則視技學是一種技術或方法。後測時，約有18.8%的實驗組同學持此觀點，對照組則沒有人選擇此項。選項F則是以發明事物的觀點定義技學，前測時約有15.4%的對照組學生持此觀點。後測時，持此觀點的學生不論在實驗組或對照組都是少數。選項G則視技學不再是單純的技術或方法，技學還包括了如何組織社會及促進社會進步的構想與技術等。實驗組在前測時有25%的學生選擇此項，後測時增為40.6%，對照組中前後測選擇此項的人數差異不大，前測為19.2%，後測為15.4%。若將選項歸類成三群，實驗組的學生中“合於STS觀點”的人數從前測的37.5%上升至後測的59.4%，而對照組的學生從前測的42.3%降至後測的15.4%。差異主要是因為在實驗組中，很多學生在前測時選B者，後測時轉移至G，或E；而對照組的學生，前測時選E，G者，後測時轉移至C，或B所致。實驗組前後測比較，雖有14人選項上升，6人下降，但以 McNemar 檢定，差異未達顯著水準。對照組中，下降的人數多於上升人數6人，以 McNemar 檢定，差異亦未達顯著水準（表四）。

表六：第二題答題狀況統計表

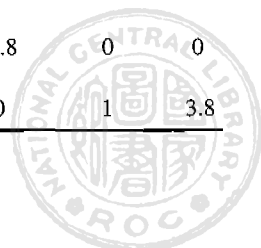
| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
|---|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
| | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | |
| | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % |
| 定義什麼是科技可能是困難的，因為在臺灣科技產生許多東西，但科技主要是： | | | | | | | | |
| 合於STS觀點 | 12 | 37.5 | 19 | 59.4 | 11 | 42.3 | 4 | 15.4 |
| E.做事的一種技術，或解決實用問題的一種方法。 | 4 | 12.5 | 6 | 18.8 | 6 | 23.1 | 0 | 0 |
| G.用以製造及設計事物，用來組織工人、商人及消費者，用來促使社會進步的構想及技術。 | 8 | 25 | 13 | 40.6 | 5 | 19.2 | 4 | 15.4 |
| 雖不吻合觀點但很有關聯 | 2 | 6.3 | 5 | 15.6 | 10 | 38.5 | 14 | 53.8 |
| C.日常生活中常用新的製程、儀器、工具、機械、應用、小器具、電腦、或實用的裝置。 | 1 | 3.1 | 3 | 9.4 | 5 | 19.2 | 12 | 46.2 |
| D.機器、電子、電腦、通訊系統、汽車…等。 | 1 | 3.1 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 2 | 7.7 |
| F.發明、設計及檢驗事物，（如：人工心臟、電腦、太空船）。 | 0 | 0 | 1 | 3.1 | 4 | 15.4 | 0 | 0 |
| 與STS觀點不領或沒關聯 | 18 | 56.3 | 7 | 21.9 | 5 | 19.2 | 8 | 30.8 |
| A.與科學非常類似。 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |
| B.科學的應用。 | 17 | 53.1 | 7 | 21.9 | 4 | 15.4 | 8 | 30.8 |
| H.我不了解。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 0 | 0 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |



第三題是用來檢視學生對研發的看法（表七）。選項A將研發視為一種找尋問題解答的活動。選項B則以研發的目的來看研發，視研發為改善生活品質。選項C則認為研究是對新事物所從事的探討，而發展則是將研究結果應用於對社會有益的事物之上。選項D也認為研究是探討新的事物，但視發展是將研究的結果應用於未來的新構想。選項E是以改良工業產品的觀點來定義研發。選項F則以研究與發展間相互依存的關係定義研發。選項G視研發為社會的工具，可用來改善人類的的生活，但也可能產生新的社會問題。實驗組的學生，在前測時，選F者最多(40.6%)，其次為選項D(25%)，再其次為G(15.6%)；後測時，則以選擇D(40.6%)為最多，其次為F(31.3%)，然後是C(12.5%)。對照組的學生，前後測的改變並不大。實驗組的學生，後測時選項下降的人數，比上升的人數多，對照組則維持不變，但以McNemar檢定，二者的改變都未達顯著水準（表四）。

表七：第三題答題狀況統計表

| 對台灣工業的研究與發展（常稱之為？研發），科學與科技是主要的，對你而言，研究與發展對你有何意義？ | | | | | | | | | |
|--|------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|-------------|-------------|--|
| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | | |
| | 前 測 人 數 | 後 測 人 數 | 前 測 % | 後 測 % | 前 測 人 數 | 後 測 人 數 | 前 測 % | 後 測 % | |
| 合於STS觀點 | 18 | 13 | 56.3 | 40.6 | 9 | 9 | 34.6 | 34.6 | |
| F.研發意謂著結合科學與科技，研究導致發展，發展導致更進一層的研究。 | 13 | 10 | 40.6 | 31.3 | 7 | 7 | 26.9 | 26.9 | |
| G.研發通常意謂著發現醫藥治療及新的科技幫助人類，可是未預期到研究的影響也會造成社會問題。 | 5 | 3 | 15.6 | 9.4 | 2 | 2 | 7.7 | 7.7 | |
| 雖不吻合觀點但很有關聯 | 12 | 19 | 37.5 | 59.4 | 16 | 16 | 61.5 | 61.5 | |
| A.研發是對有關世界及人類的問題找出新的解答。 | 0 | 2 | 0 | 6.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| B.研發是指使謀生變容易，生活品質更提高的進展。 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 7.7 | 0 | |
| C.研究是探討新的事實、構想及資訊。發展是將這些新的事實、構想及資訊轉變成對社會有益。 | 3 | 4 | 9.4 | 12.5 | 5 | 2 | 19.2 | 7.7 | |
| D.研究是探討新的事實、構想及知識。發展是將這些新的事實、構想及知識與未來新的創造性構想相結合。 | 8 | 13 | 25 | 40.6 | 9 | 12 | 34.6 | 46.2 | |
| E.研究的意義是在探索工業上新的構想及問題，是為幫助工業克服它的問題並因此產生更新及更的產品。 | 1 | 0 | 3.1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 7.7 | |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| H.我不了解。 | | | | | | | | | |
| I.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 1 | 0 | 3.1 | 0 | 1 | 0 | 3.8 | 0 | |
| J.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 1 | 0 | 3.1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3.8 | |



第四題用以探討科學與技學間的關係（表八）。選項A視科學為技學的基礎，但技學對科學的幫助很小，在前後測時，實驗組與對照組的學生中，只有少數人選擇此項。選項B強調科學與技學是相輔相成的，大部份的學生都選擇此項。選項C也是持科學與技學的關係是緊密的，少數的學生選擇此項。選項D則視技學為主，認為科學對技學的發展很少有貢獻。選此項的學生是在實驗組中僅在前測時出現（3.1%），後測時則無。對照組的學生則無人選此項。選項E則認為技學與科學相同，沒有一位學生選擇此項，亦即學生對科學與技學的區分是清晰的。學生在前後測時的選項大部份合於STS觀點，且前後測中都維持相同的百分比（實驗組93.8%，對照組88.5%）（表四），實驗組與對照組前後測改變結果用 McNemar 檢定，二者都未達顯著水準（表四）。

表八：第四題答題狀況統計表

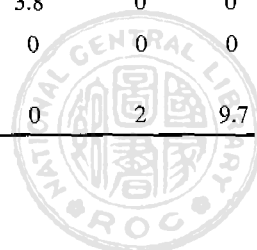
| 科學與技術間的關係非常密切： | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|--|
| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | | |
| | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | | |
| | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | |
| 合於STS觀點 | 30 | 93.8 | 30 | 93.8 | 23 | 88.5 | 23 | 88.5 | |
| B. 因為科學研究導致科技實用性，而科技發展增進研究科學的能力。 | 30 | 93.8 | 28 | 87.5 | 20 | 76.9 | 23 | 88.5 | |
| C. 因為雖然他們是不同，但他們如此緊密的相連在一起，故很難分開討論。 | 0 | 0 | 2 | 6.3 | 3 | 11.5 | 0 | 0 | |
| 雖不吻合觀點但很有關聯 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 2 | 7.7 | 1 | 3.8 | |
| A. 因為科學是一切科技發展的基礎，即使很難看到科技如何促進科學發展。 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 2 | 7.7 | 1 | 3.8 | |
| 與觀點不領或沒關聯 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 1 | 3.88 | 0 | 0 | |
| D. 因為科技是所有發展基礎，即使很難看到科技如何促進科技發展。 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| E. 科學與科技多多少少是相同的一件事。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| F. 我不了解。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| G. 關於這個主題，我沒有足夠的認識來做選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.8 | 0 | 0 | 0 | |
| H. 沒有一個選項合於我的看法。 | 0 | 0 | 2 | 6.3 | 0 | 0 | 2 | 7.7 | |

第五題是探討學生對政府需提供研究經費的觀點（表九）。選項A從國際競爭力的觀點出發，選項B則認為投資研究經費滿足人類的好奇心。很少部份的學生選答A，或B項。選項C則以風險與利益為考慮的重點，實驗組的學生中，在前測時有34.4%選擇此項，後測時增為

46.9%。對照組中，前測有38.5%，後測時降為23.1%選擇C。選項D則認為政府投資的研究經費最後可導至人類生活環境的改進，實驗組的學生，前測時有34.4%的學生選擇此項，後測時增為46.5%。在對照組中，前測時選擇此項的學生佔50%，後測時增為53.8%。選項E則認為經費必須限制用在改善生活的項目（如：醫療、環境等議題）。選項F則認為不應將錢支助研究，而應用於社會福利，救助其他國家人民項上。前後測中，不論實驗組或對照組的學生，選擇E或F項者，均在少數。學生選答的結果，合於STS觀點者，在實驗組中從68.8%上升至93.8%，而對照組，則從前測的88.5%降至76.9%。以 McNemar 檢定，實驗組的前後測選項改變的情形達顯著差異，但對照組則否（表四）。

表九：第五題答題狀況統計表

| 政府應該提供研究經費給科學家去探索未知的大自然及宇宙。 | | | | | | | | | |
|--|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|--|
| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | | |
| | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | | |
| | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | |
| 合於STS觀點 | 22 | 68.8 | 30 | 93.8 | 23 | 88.5 | 20 | 76.9 | |
| F.縱使常常無法在一起開始就判定研究是否有益，它雖是一種投資風險，但我們該承擔它。 | 11 | 34.4 | 15 | 46.9 | 10 | 38.5 | 6 | 23.1 | |
| G.因為我們的世界了解愈多，科學家能使我們的世界更愈適合居住(如最有效的應天然環境與資源及發明有用的科技)。 | 11 | 34.4 | 15 | 46.9 | 13 | 50 | 14 | 53.8 | |
| 雖不吻合觀點但很有關聯 | 4 | 12.5 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 | |
| A.因為政府不會落於其它國家之後，且依賴其它國家。 | 3 | 9.4 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| E.僅用在與我們的健（特別是探討疾病療法）、環境或農業有關的科學研究事項上。 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 | |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 4 | 12.5 | 1 | 3.1 | 2 | 7.7 | 3 | 11.5 | |
| B.為了滿足人們對未知事物的企盼，也就是說，滿足科學上的好奇。 | 3 | 9.4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| F.少數或不該將錢用在科學研究上，因為錢必須用在其它事項如幫助國內的失業者及貧困者或者較不富有的國家。 | 1 | 3.1 | 1 | 3.1 | | 3.8 | 2 | 7.7 | |
| G.我不了解。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 0 | 0 | |
| H.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| I.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 2 | 6.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 9.7 | |

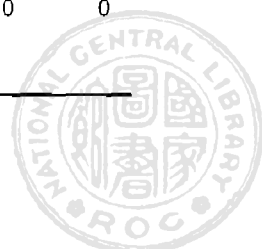


第六題是探討學生對科學家的社會責任的看法（表十）。選項A，認為科學家是追求正面的影響，選擇此項的學生僅佔極少數。選項B是將科學的目標定為改善人類的的生活，從而認為科學家會嘗試避免傷害的產生。前測時，實驗組約有25%的學生選答此項，後測時降為7.7%。選項C，視關心為科學的本質之一，不論在實驗組或對照組中，選答此項的學生均為最多，在實驗組中，前測為40.6%，後測為46.9%，對照組中，前後測均為38.5%。選項D，說明科學家雖關心，但他們也無法知道長期效應，實驗組在前測時選答此項的學生有15.6%，後測增為25%。對照組中，前測時選答此項有7.7%，後測時增為23.1%。選項E則認為危害是由他人引起的，約有30.8%的對照組學生在後測選擇此項。選項F則認為依科學領域而定，G則不否認科學家們會關心這個議題，但在追求個人利益的前題下，則可能會犧牲他們的關心。只有少數的學生選答F或G項。實驗組的學生中，前測時約有81.3%的學生對科學家的社會責任的看法合於STS的觀點，後測時增為87.5%，對照組則是從前測的73.1%降至後測的69.2%。以 McNemar 檢定，兩組改變的情形，均未達顯著差異的水準（表四）。

表十：第六題答題狀況統計表

大多數科學家們都會關心因他們的發現而導致的潛在影響（這些影響可能是有益或有害的）

| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
|---|------------------|------------------|-------------|-------------|------------------|------------------|-------------|-------------|
| | 前 測 人 數 | 後 測 人 數 | 前 測 % | 後 測 % | 前 測 人 數 | 後 測 人 數 | 前 測 % | 後 測 % |
| 合於STS觀點 | 26 | 28 | 83.1 | 87.5 | 19 | 18 | 73.1 | 69.2 |
| B.科學對因為他們的發現可能造成的傷害較為關心，因為科學的目標是改善人類的的生活，所以科學家測試他們的發明，以避免造成傷害。 | 8 | 5 | 25 | 15.6 | 7 | 2 | 26.9 | 7.7 |
| C.科學家關心因他們實驗所引起的效應，因為科學的目標是改善人類的的生活，關心是從事科學的本質癡丘，因為它幫助科學家更了解他們的發明 | 13 | 15 | 40.6 | 46.9 | 10 | 10 | 38.5 | 38.5 |
| D.科學家是關心他們的發明，但他們無法知道所有他們發明事物的長期效應。 | 5 | 8 | 15.6 | 25 | 2 | 6 | 7.7 | 23.1 |
| 雖不吻合觀點但很有關聯 | 5 | 3 | 15.6 | 9.4 | 6 | 8 | 23.1 | 30.9 |
| E.科學家是關心他們的發明，可是他們不太能對照他人將他的發明用於有害方面。 | 3 | 1 | 9.4 | 3.1 | 4 | 8 | 15.4 | 30.8 |
| F.這會依科學領域而定、舉例而言在藥學方面，科學家極為小心，但在核能及軍事研究上，科學家則較不小心。 | 1 | 2 | 3.1 | 6.3 | 0 | 0 | 0 | 0 |

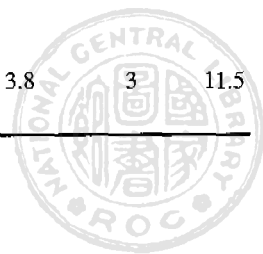


| | | | | | | | | |
|---|---|-----|---|-----|---|-----|---|---|
| G.科學家可能會關，但他們不會因關心而停止應用發明獲取名利、財富或發明的樂趣。 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 2 | 7.7 | 0 | 0 |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 1 | 3.1 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |
| A.科學家們在發現事物或應用他們的發現時，共追求正面的影響。 | 0 | 3.1 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |
| H.我不了解。 | 0 | 0 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| I.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

第七題是探討將人分成懂科學或懂人文兩大類（表十一），以及懂人文的人都學些科學，則每人都能懂科學的問題，約有三分之二學生在前後測中的回答都合於STS的觀點。實驗組中，在前測時有18.8%的學生認為是有二類的人存在，也認為若都學點科學，將會更喜歡科學（選項A），後測時則有12.5%的學生選擇此項。前測時有9.4%的學生認為就是學了科學，也不見得能使懂人文之人懂科學（選項B），後測時選擇此項的降為6.3%。對照組中，前後測時選答選項A、B的學生數均不變，分別為11.5%及7.7%。以 McNemar 檢定學生選答選項改變情形，實驗組與對照組，二者都未達顯著水準（表四）。

表十一：第七題答題狀況統計表

| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
|--|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
| | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | |
| | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % |
| 合於STS觀點 | 22 | 68.8 | 23 | 71.9 | 17 | 65.4 | 17 | 65.4 |
| E.並非只有兩類，有如各種嗜好都有人喜歡一樣，有些人不但懂得藝術，也懂得科學。 | 22 | 68.8 | 23 | 71.9 | 17 | 65.4 | 17 | 65.4 |
| 雖不吻合觀點但很有關聯 | 9 | 28.1 | 6 | 18.8 | 6 | 23.1 | 8 | 30.8 |
| A.是有二類的人，假如懂得人文類的人都學些科學，他們也將會懂得科學。因為你對任一件事學得愈多，你將會更喜歡及了解它。 | 6 | 18.8 | 4 | 12.5 | 3 | 11.5 | 3 | 11.5 |
| C.有二類的人，可是就是懂人文的學更多科學。因為他們可能對科學不感興趣，研讀科學不能改變他們的興趣。 | 3 | 9.4 | 2 | 6.3 | 2 | 7.7 | 2 | 7.7 |
| D.有二大類的人，可是就算是懂人文的人學更多的科學，他們也不一定懂更 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 3 | 11.5 |

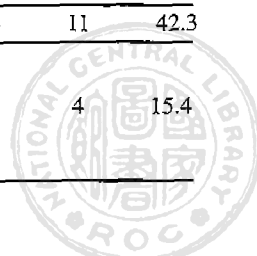


| | | | | | | | | |
|---|---|-----|---|-----|---|-----|---|-----|
| 多科學。因為他們可能不是科學取向，研讀科學對這些人並不能產生變化。 | 0 | 0 | 2 | 6.3 | 2 | 7.7 | 1 | 38 |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 0 | 0 | 2 | 6.3 | 2 | 7.7 | 0 | 0 |
| B.二類的人，可是就算是懂人文的人學更多的科學，他們也不一定會懂更多科學。因為他們可能沒有這樣的技巧或資質去了解科學，研讀科學不能給他們技巧。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| F.我不了解。 | | | | | | | | |
| G.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 |
| H.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 1 | 3.1 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |

第八題用來探討學生對科學家從事科學研究的原動力所持的觀點（表十二）。選項A認為科學家從事科學的原動力來自被同儕接納的需求，前後測中，沒有一個學生選擇此項。選項B、C認為利益是原動力的來源，科學家可以從科學活動中獲得金錢、財富、權力、社會地位等報酬，前後測中，不論實驗組或對照組只有極少數的學生選擇此項。選項D、E是以滿足好奇心為原動力的來源。實驗組中，前後測各有約三分之二的學生選擇此類。對照組中，前測時約有三分之二的學生選擇此項，但後測時降為42.3%。選項F認為科學為技學服務，兩組中的學生，不論前後測均無人選擇此項。選項G則認為對社會有益是科學家從事科學活動的原動力。實驗組與對照組的學生，選擇此項均佔極少數。選項H認為科學家從事科學的原動力因人而異，無法通則化。實驗組的學生約有四分之一持此論點。對照組的學生中，在後測時持此觀點的學生從前測的19.2%增為53.8%。選項若分為三群後，實驗組的學生選答，合於STS觀點的學生在前後測中均為62.5%，對照組的學生則從前測的65.4%降為42.3%。學生選項改變的結果經 McNemar 檢定，二者都未達顯著水準（表四）。

表十二：第八題答題狀況統計表

| 大部份的科學家都被鼓勵去努力工作，科學家從事科學活動主要的個人原動力是： | | | | | | | | |
|--|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
| | 前 測 人數 | 後 測 % | 前 測 人數 | 後 測 % | 前 測 人數 | 後 測 % | 前 測 人數 | 後 測 % |
| 合於STS觀點 | 21 | 65.6 | 20 | 62.5 | 17 | 65.4 | 11 | 42.3 |
| D.滿足自我對自然世界的好奇心，因為他們喜歡無時無刻的學習，並且喜歡對物理及生物世界的神秘事件找尋答案。 | 10 | 31.3 | 10 | 31.3 | 10 | 38.5 | 4 | 15.4 |



| | | | | | | | | |
|---|----|------|----|------|---|------|----|------|
| E.解決個人知識上的好奇，且發現對會有益的新構想或新事物（如醫療方法、污染的問題…等等），這些因素是大多數科學家的原動力。 | 11 | 34.4 | 10 | 31.3 | 7 | 26.9 | 7 | 26.9 |
| 雖不吻合觀點但很有關聯 | 10 | 31.3 | 11 | 34.4 | 8 | 30.8 | 15 | 57.5 |
| A.追求被認同，否則他們的工作將不被接受。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B.賺錢，因為當社會給與科學家金錢支助後將迫使科學家努力工作。 | 0 | 0 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |
| C.追求名位、財富、權力，因為科學家與一般人相似。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |
| F.為科技毫不自私的發現或發明新的事件。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G.發現新構想或發明新事物有益於社會（如：醫療照顧，污染問題的解決…等）。 | 2 | 6.3 | 2 | 6.3 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 |
| H.這不可能融通則化，因科學家們的原動力甲人而異。 | 8 | 25 | 8 | 25 | 5 | 19.2 | 14 | 53.8 |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |
| F.我不了解。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 0 | 0 |
| G.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 1 | 3.1 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

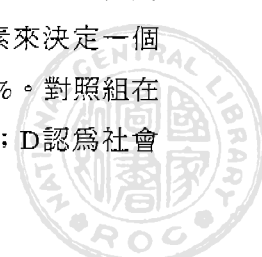
第九題用來探討學生對科學家群體化的觀點（表十三）。選項A、B認為科學家對科學的忠誠會轉變成對小組的忠誠。A、B選項是以科學家個人利益為先發點，認為對小組的忠誠，能使科學家個人獲得更多的利益（選項A），或獲得更多的支持（選項B）。前測時，實驗組中有9.4%的學生選擇B項，後測時升為34.4%。對照組中，前測時有19.2%選B，後測時降為15.4%。選項C則視兩種忠誠同樣重要。前測時，實驗組的學生選擇此項的有25%，對照組為30.8%。後測時，實驗組降為15.6%，對照組亦降為19.2%。選項D則認為選擇何種忠誠，需因人而異。前後測中，兩組均有三分之一的學生選擇此項。選項E、F則依科學家的人格特質觀之，科學家對科學的忠誠不會受對小組忠誠的影響。選項E認為從事科學的目的在為發現真實，而非去支持小組的論點，於實驗組中，前測有15.6%學生選擇此項，後測時降為6.3%。對照組中，選擇此項的學生比例不高。選項F則認為科學家是自己的個體，不受他人影響。選擇此項的學生比例也不高。所有學生中約有二分之一的學生，其選項合於STS的觀點。選項改變情形，經 McNemar 檢定，則二組都未達顯著水準（表四）。



表十三：第九題答題狀況統計表

| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
|--|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
| | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | |
| | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % |
| 合於STS觀點 | 18 | 56.3 | 16 | 50 | 16 | 61.5 | 13 | 50 |
| C.兩種忠誠都重要。科學家忠於他的小組，但對科學的忠誠也不可忘記。 | 8 | 25 | 5 | 15.6 | 8 | 30.8 | 5 | 19.2 |
| D.這與科學家的人格特質有關，有的科學家堅持科學的理想，有的科學家則將小組的興趣置於首位。 | 10 | 31.3 | 11 | 31.4 | 8 | 30.8 | 8 | 30.8 |
| 唯不吻合STS觀點但很有關聯 | 7 | 21.9 | 2 | 6.3 | 4 | 15.4 | 2 | 7.7 |
| E.對科學理想的忠誠不會對小組的忠誠造成影響。因為科學家們進行研究的目的是於發現事實真理，不是去支持小組的論點。 | 5 | 15.6 | 2 | 6.3 | 2 | 7.7 | 1 | 3.8 |
| F.對科學理想的忠誠不會對小組的忠誠造成影響。因為成功的科學家，通常是具有創造力的個體，他們擁有找尋自己方向的自由。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7.7 | 1 | 3.8 |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 6 | 18.8 | 14 | 43.8 | 6 | 23.1 | 10 | 38.5 |
| A.因為對小組的忠誠使科學家工作更好，而且得到更多的盛名、財富及成就。 | 0 | 0 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B.就算是科學家的心中仍保有科學的理想，他們也會有所轉變，因為與小組成員緊密結合，導致科學家們互相支持。 | 3 | 9.4 | 11 | 34.4 | 5 | 19.2 | 4 | 15.4 |
| C.我不了解。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 | 3 | 11.5 |
| H.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 3 | 9.4 | 2 | 6.3 | 0 | 0 | 3 | 11.5 |
| I.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 |

第十題探討影響新的技學是否會被使用的因素（表十四）。選項A認為技學是否良好是技學能否被使用的主要因素。選答此項的學生，在前測時，實驗組中為9.4%，對照組為11.5%；後測時，實驗組仍為9.4%，但對照組降為3.8%。選項B則認為很多因素來決定一個新技學是否被使用。實驗組在前測時有40.6%的學生選答此項，後測時降為31.3%。對照組在前測時有34.6%的學生選答此項，後測時升為61.5%。選項C認為費用才是主因；D認為社會

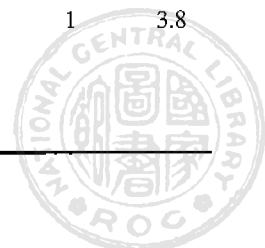


需求才是主因；E，則認為技學是否有害才是主因，實驗組中約有三分之一的學生選擇此項，對照組在前測時選擇此項的學生比例為30.8%，但後測時降為23.1%。選項G是以公司利益為考量重點。選項H則認為技學會被改良，所以是否為良好技學不是技學會被使用的主因。實驗組中，約有40.6%學生的選項合於STS觀點，但後測時降為31.3%，對照組中，前測時約有34.6%的學生其選項合於STS 觀點，後測增為61.5%。學生選項改變情形，用McNemar 檢定，二組都未達顯著水準（表四）。

第十一題探討學生對觀察本質的觀點（表十五）。選項A、B認為科學家的背景不同，他

表十四：第十題答題狀況統計表

| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
|---|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
| | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | |
| | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % |
| 合於STS觀點 | 13 | 40.6 | 10 | 31.3 | 9 | 34.6 | 16 | 61.5 |
| B.是否要使用一個新科技，受許多事的影響，如：它的費用、效能、對社會是否用，對員工影響等等。 | 13 | 40.6 | 10 | 31.3 | 9 | 34.6 | 16 | 61.5 |
| 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 16 | 50 | 18 | 56.3 | 14 | 53.8 | 8 | 30.8 |
| C.科技是否具有良好的功用，不是決定科技是否被使用的必要條件。費用才是主因。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7.7 | 0 | 0 |
| D.科技是否具有良好的功用，不是決定科技是否被使用的必要條件。主會需求才是主因。 | 2 | 6.3 | 4 | 12.5 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 |
| E.科技是否具有良好的功用，不是決定科技是否被使用的必要條件。科技是否有益於世界及不具有負向效用才是主因。新科技若有害，則不該被使用。 | 12 | 37.5 | 9 | 28.1 | 8 | 30.8 | 6 | 23.1 |
| F.科技是否具有良好的功用，不是決定科技是否被使用的必要條件。政府是否支持才是主因。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| G.科技是否具有良好的功用，不是決定科技是否被使用的必要條件。是否有利於公司的利益才是主因。 | 0 | 0 | 3 | 9.4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H.科技是否具有良好的功用，不是決定科技是否被使用的必要條件。因有些科技在它具有良好的功用前已被使用，它們在往後會被改良。 | 2 | 6.3 | 2 | 6.3 | 3 | 11.5 | 1 | 3.8 |

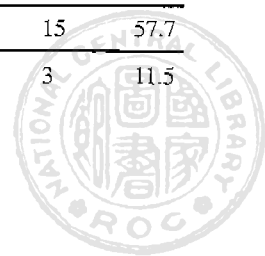


| | | | | | | | | |
|--|---|-----|---|------|---|------|---|-----|
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 3 | 9.4 | 4 | 12.5 | 3 | 11.5 | 2 | 7.7 |
| A. 決定是否使用一種新的科技主要是依賴在此一新科技是否具有良好的功用，一個新科技除非具有良好的功用，否則不被使用。 | 3 | 9.4 | 3 | 9.4 | 3 | 11.5 | 1 | 3.8 |
| I. 我不了解。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 |
| J. 對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 0 | 0 | 1 | 3.1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| K. 上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

們觀察的結果也會不同。實驗組中，前測時約有43%的學生選擇此類，後測時增為78.1%。對照組中，前測時有80.8%的學生選A或B，後測時降為57.7%。選項C則認為差異不大，實驗組中，前測時約有31.3%的學生選答此項，但後測時降為18.8%。對照組中，前測時有15.4%的學生選答C，但後測時升為30.8%。選項D、E分別從科學進步的原因及觀察是一種事實的觀點認為不同領域科學家觀察的結果並不會有所不同。持此類觀點的學生僅佔少數。選項C是合於STS的觀點，學生選答狀況如表，前後測中學生選答改變情形，經 McNemar 檢定，二組均未達顯著水準（表四）。

表十五：第十一題答題狀況統計表

| 選 項 | 實 驗 組 | | | | 對 照 組 | | | |
|---|-------|------|-----|------|-------|------|-----|------|
| | 前 測 | | 後 測 | | 前 測 | | 後 測 | |
| | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % | 人數 | % |
| 具有充份知識的科學家們所做的科學上的觀察，通常會因科學家們相信不同的理論，觀察的結果有所不同。 | 10 | 31.3 | 6 | 18.8 | 4 | 15.4 | 8 | 30.8 |
| C. 雖然科學家們相信不同的理論，但科學的觀察將不會差距太大。如果這些科學家是真正的具有充份知識，則他們的觀察將會很相似。 | 10 | 31.3 | 6 | 18.8 | 4 | 15.4 | 8 | 30.8 |
| 雖不吻合STS觀點但很有關聯 | 18 | 56.3 | 25 | 78.1 | 21 | 80.8 | 15 | 57.7 |
| A. 是，因科學家將會用不同方式進行實驗而且會注意到不同的事。 | 6 | 18.8 | 16 | 50 | 5 | 19.2 | 3 | 11.5 |



| | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|------|---|------|----|------|----|------|
| B.是，因為科學家將會用不同的方式去思考，因上也會影響到他們觀察的結果。 | 8 | 25 | 9 | 28.1 | 16 | 61.5 | 12 | 46.2 |
| D.不，因為觀察儘可能做到正確是科學之所以能夠進步的原因。 | 4 | 12.5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 與STS觀點不合或沒關聯 | 2 | 6.3 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 3 | 11.5 |
| E.不，觀察僅僅是我們所見，他們是一種事實。 | 2 | 6.3 | 1 | 3.1 | 1 | 3.8 | 1 | 3.8 |
| F.我不了解。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 |
| G.對這一主題，我了解不充分更無法選擇。 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3.8 |
| H.上述選項沒有一個合於我的觀點。 | 2 | 6.3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

學生在VOSTS答題結果歸納如下：

- 1.將科學定義為一種探究過程及知識。
- 2.科學與技學的定義不致混淆不清。
- 3.約三分之一的學生對研發的了解兼顧科學與技學的互動及利益與風險的考量。
- 4.大多數的學生認為科學與技學是相輔相成的。
- 5.對科學與技學的投資兩者應均等。
- 6.科學家有避免因其研究產生傷害的本意，但他們無法完全避免傷害的發生。
- 7.將人分成“科學人”與“人文人”兩類是不合適的，“人文人”學了科學會增加科學的了解。
- 8.滿足好奇心與對社會有助益是科學家從事科學研究的原動力。
- 9.科學家對工作小組的忠誠與對科學的忠誠必須兼顧。
- 10.新科技是否會被使用受許多因素的影響。
- 11.科學家的背景知識會影響觀察的結果。

伍、結論與建議

本研究採用Graham的第三種教學策略，由基本科學切入，論及實驗中各種化合物對環境的影響、顧及成本、時效、安全等等因素，考慮替代方案，最後自行決定實驗的方法並進行實驗。研究的結果顯示，讓學生經評估後，選擇自己實驗方法的教學模式是可行的。讓學生依自己評估結果進行實驗，有下列的優缺點：



優點：

1. 可訓練學生找尋資料的能力；
2. 學生在進行各種實驗方式評估時其項度包括經濟，環保，安全，技術等等層面，可讓學生體會化學實驗不僅僅是實驗室中的活動而已；
3. 讓學生有依自己意願採取行動的機會，並且自負成敗責任；
4. 可經由相互觀摩別組的實驗了解更多的實驗方式及優劣。

缺點：

1. 學生背景知識對教學影響甚鉅；
2. 有些資訊取得不易，如：實驗室中或某種藥品發生危險的機率的資料找不到，故無法加上機率因素進行評估工作。

學生VOSTS答題結果某種程度反應了國內科學教育的結果。例如：大部份學生視科學為探討活動的過程或知識，這與我國國小學自然科學中重視科學技能的培養，國高中的教學配合入學考試的需求，又著重在科學知識的傳遞有關。科學教育中若缺乏人文社會的關懷及科學與技學間的聯繫，則學生對定義“科學”一詞所持有的觀點就不太令人訝異。又如：只有約十分之一的學生體認到新科技雖可解決舊問題但也會引發新問題（表七），大部分的學生未考慮到研發所帶來的風險，這也反應出教科書中大部份的篇幅在敘述科技對人類有益的一面，較少觸及科技對社會可能造成衝擊的結果。

學習是否能增進對科學的了解呢？只有少數的學生對透過學習來增進對科學的了解持負面的看法，因此，只要提供適切的學習機會，應可拉近“科學人”及“人文人”間對科學認知的差距。

實驗組的教學模式在對學生STS觀點的改變上沒達到顯著的成果，這可能與學生只進行兩次實驗教學有關。因此，實驗組的教學模式還有很大的改進空間，但傳統化學實驗教學對學生STS觀點的改變應是沒有助益的。

本研究的建議列舉如下：

一、關於VOSTS試題

本研究雖完成VOSTS共 114 題的翻譯工作，但將全部試題馴化及選答項目分類的工作仍待完成。

二、教學資料庫的建立

為了減少教師在提供資料時捉襟見肘，有關實驗室災害、化學公害、污染、相關機構、新聞資訊等等資料有待建立。

三、教學成效評估

應該進行更長時間的教學，且對學生進行追蹤評量，以了解教學成效。



參考文獻

- 教育部 (民82)，國民小學課程標準。教育部，台北。
- 王澄霞與蔡曉信 (民83)：設計開發STS模組之模式。刊載於「中華民國第九屆科學教育學術研討會論文集編」，第589-616頁
- Aikenhead, G. (1988). An analysis of four ways of assessing student beliefs about STS topics. *Journal of Research in Science Teaching*, 25(8), 607-629.
- Aikenhead, G. S., Ryan, A.G. and Flaming, R.W. (1989). *Views On Science-Technology-Society*, University of Saskatchewan, Canada.
- Bybee, R.W. (1986). Science-Technology-Society : An Essential theme for Science Education, in James, R.K. (Ed.) *Science, Technology and Society : Resources for Science Educators*, p.3., 1985 AETS Yearbook .
- Cunningham, D.J. (1991). Assessing constructions and constructing assessments. *Educational Technology*, May, 13-17.
- Duffy, T.M. & Jonassen, D.H. (1991). Constructivism : New implication for instructional technology. *Educational Technology*, May, 7-12.
- Graham, C. S. (1986) STS in middle/junior high school science: One state's response. *S-STS Reporter*. 2(5), 1-4.
- Maton, A. (1993) Great strides with STS in Britain, in Yage, R.E. (Ed.) *Research Says to the Science Teacher*, Vol.7, p135. Washington, DC : NSTA
- Piel, E.T. (1993). Decision-Making : A goal of STS, in Yage, R.E. (Ed.) *what Research Says to the Science Teacher*, Vol.7, p.147. Washington, DC : NSTA
- Roby, R. K. (1981) Origins and significance of the science, technology, and society movement. *The Australian Science Teachers Journal*. 27(2), 7-12.
- Schoneweg, C. & Rubba, P. A. (1993). An Examination of Views about Science-Technology-Society Interactions among College Students in General Education Physics and STS Courses.
- Yager, R. E. (1992). The constructivist learning model: A must for STS classrooms. *ICASE Yearbook*, 14-17.



附錄：氧氣的製作學生實驗報告

氧的製備(一)

一、實驗藥品：

過氧化鈉(Na_2O_2)，水(H_2O)

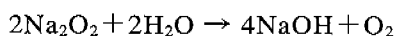
二、實驗器材：

錐形瓶、滴定裝置、管道、收集瓶、水槽、啓普氣體發生器。

三、實驗步驟：

- 1.將8g的過氧化鈉置於錐形瓶中，於瓶口上之滴定裝置溶下約5~10ml之清水。
- 2.觀察氧氣和水滴入比例的關係。

四、化學式：



五、實驗評估：

- 1.溫度：於常溫下即可進行，但 H_2O 加至 Na_2O_2 時會產生熱，須予以留意。……(-1)
 - 2.設備：啓普氣體發生器(如圖)非標準配備，收集上恐有困難，其他設備則較易取得。
……(+1)
 - 3.藥品價格： Na_2O_2 50g(不甚明白，但其為Na之然燒物，50g之Na約為NT45元)
……(+1)
 - 4.危險性：無，且較 $2\text{KClO}_3 \rightarrow 3\text{O}_2 + 2\text{KCl}$ 方便。……(+5)
 - 5.產率：8g之 Na_2O_2 可產生約40%之 O_2 ………(+3)
- 綜合評估：+9

氧的製備(二)

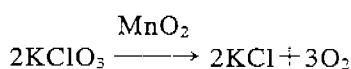
一、實驗藥品：

氯酸鉀 KClO_3 、二氧化錳 MnO_2

二、實驗器材：

試管、加熱架、試管夾、熱源、導管、收集瓶、水槽。

三、化學式：



加熱

註： MnO_2 可以 Fe_2O_3 和 Cr_2O_3 代替



四、實驗步驟：

- 1.取5 g氯酸鉀於試管中，再放入二氧化錳作催化劑。
- 2.將試管置於架上加熱，再經由熱源加熱至386°C(為K之熔點)以上，即可收集。

五、實驗評估：

- 1.溫度：需加熱386°C之高溫，易產生爆炸的危險。
 - 2.設備：加熱用之熱源必需使用瓦斯燈加熱之試管必需能耐熱。(-2)
 - 3.藥品價格：氯酸鉀不明其確切數字。
 - 4.危險性：產生之Cl₂氣體有毒，實驗時亦需注意高溫。……(-2)
 - 5.產率：極低，1單位之氯酸鉀只能產生10%的O₂。……(-4)
- 綜合評估：-13

氧的製備(三)

一、實驗藥品：

氧化汞(HgO)、硼酸鉛[Pb(NO₃)₂]、二氧化錳(MnO₂)。

二、實驗器材：

錐形瓶、導管、酒精燈、收集瓶、水槽、試管夾。

化學式：
$$2\text{HgO} \xrightarrow{\text{MnO}_2} 2\text{Hg} + \text{O}_2$$

三、實驗步驟：

- 1.取0.5g HgO於錐形瓶中，於中放入5 g之MnO₂。
- 2.將混合溶液置於錐形瓶後加熱，再經由收集瓶收集氧氣。

四、實驗評估：

- 1.溫度：須加熱至258°C以上才能加速反應。……(-2)
- 2.設備：一般實驗室亦有此設備，但加熱之器皿易損毀。……(+1)
- 3.藥品價格：HgO(50g) → NT850 (瓶裝)
MnO₂(25g) → NT60 (瓶裝)

評估：

- 1.Hg較貴，且不易入手。……(-1)
- 2.實驗過程有危險性，須高熱才可反應。……(-2)
- 3.Hg本身對人體有周，分解至水中須留意。……(-2)
- 4.產率低，且耗時。……(-2)

綜合評估：-7



氧的製備(四)

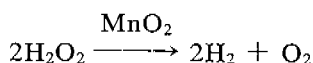
一、實驗藥品：

過氧化氫(H_2O_2)、二氧化錳(MnO_2)。

二、實驗器材：

玻璃燒杯、錐形瓶、塑膠袋。

三、化學式：



四、實驗步驟：

- 1.取鑷ml之過氧化氫，置於燒杯中，再放入 5 g之二氧化錳加以攪伴。
- 2.將混合物置於錐形瓶中，再將塑膠袋置於瓶口上即可。

五、實驗評估：

- 1.溫度：於常溫下即可進入，二氧化錳只為催化劑，但二氧化錳加入後會使溫度上升 5~6 度。…………(+5)
 - 2.設備：只要一般實驗室設備即可，不需特殊裝置。…………(+5)
 - 3.藥品價格：250ml之過氧化氫為NT45元
250g之二氧化錳為NT60元…………(+5)
 - 4.實驗過程危險性：均無爆炸性、高熱、強光、腐蝕等危險，唯實驗殘渣不易清理。…………(+4)
 - 5.產率：50ml之過化氫自身即為釋放出氫及氧，最終可全生成氧。…………(+4)
- 總評估：+28，故本組決定採用此法。

P.S.實驗評估：(-5)至(+5)

實驗心得

經過實地操作後，對於整個的實驗過程，本組有下列感想：

- (1)經過以點燃之線香及鋼絲絨與製成氣體作反應，而產生復燃及強光，確定其為氧氣無誤。
- (2)以過氧化氫及二氧化錳製造氧氣，非常適合於大量需要時，因其產率較其它方法來得高。
- (3)此種製備方法不僅省時，並且省力，不須太多人力，可避免人力浪費。
- (4)在實驗的過程中發現錐形瓶及塑膠管溫度急劇上升，所以往後如有同樣之實驗，可將過氧化氫稀釋後再使用。
- (5)實驗完後，二氧化錳需回收，否則會有污染之慮。



STS Modules for Teachers College General Chemistry Laboratory Course

Chunfeng Shey

Department of Mathematics and Science Education

ABSTRACT

The teachers are the key for success in science educational reform. In pursuing the STS education, the teachers must clearly and firmly understand the STS belief and its teaching goals. They must also have the right, skillful STS professional ability, and be willing to develop their own STS modules for students without relying on textbooks. The STS education conduction by such STS teachers should produce citizens being able to integrate science, technology, and society; they are concerned with the communities and have global views. Most of teachers teach like what they had been taught, so, the pre-service training is very important in teachers' competencies.

The purpose of this research are the following:

- (1) To develop STS modules for college chemistry course;
- (2) To develop more realistic views of STS through the following learning process: Decision Making, Action Taking, Problem Solving and Critical Thinking.

The long term effect of the study is to produce teachers who are able and willing to use STS modules in their teaching, and hope this will fast the science education reform.

Two groups took part in the study, one consists of 32 students as the experiment group, and the other comprise 26 students as the contrast group. All students enrolled in a general education chemistry course at a national teachers college. Pretest and posttest data were collected using 11 multiple-choice items selected from the 114 items in the Views on Science-Technology-Society (VOSTS) item pool. In both groups, students moved toward more "realistic" views of STS interactions on a number of VOSTS items and toward more "naive" views on the other VOSTS items. The shift score of views in pretest and posttest was not significant in both groups (t-test).

Key Words: STS, teacher preparation, general chemistry

