

國小運用 STS 教學模式 天象與時空概念教學模組之探討

許民陽¹ 王郁軒² 梁添水³ 鄭紹龍⁴

¹ 台北市立師範學院數理教育學系

² 台北市立國語實驗小學

³ 台北市立石牌國民小學

⁴ 台北縣立昌隆國民小學

(投稿日期：民國 89 年 10 月 9 日，修訂日期：90 年 3 月 14 日，接受日期：90 年 4 月 10 日)

摘要：國小自然科中有關天象觀察與時空概念探討的部分是教師教學最感困難的部分。本研究採用準實驗研究法，以天象與時空概念的生活議題做為研究主題，分別選取國小自然科四年級下學期的「磁場與磁極」單元，五年級上學期「看星星」單元，五年級下學期「太陽和季節」單元，進行 STS 教學模組的設計與成效評估，並探討相關議題融入這些天象與時空概念教學的可行性。實驗組採用自編的 STS 教學模組進行教學活動，控制組則依現行教科書指引的教學方式進行教學。實驗組所實施的 STS 教學模組主要以報章上有關登山客發生迷途意外，大眾全力搶救的社會議題為核心，由此引起兒童的關注與學習動機。教師引導兒童進入方位辨認的活動主題，主動收集資料討論，結合社教機構教學資源進行學習，達成應用天象時空的概念與天象觀察技巧來解決問題。整個教學實驗實施程序分為前測、教學實驗、後測。前、後測學習成效的評量工具為自編的單元學習成就測驗。前、後測完成後，先個別計算實驗組與控制組答題表現的平均數與標準差，再以兩組學生前測的成績當作共變數，進行共變數分析後顯示實驗組與控制組學生之間的學習表現具有顯著的差異，且實驗組的學生在參與 STS 教學活動之後對於科學概念及科學過程技能的學習成效均明顯優於控制組學生的表現。

關鍵字：STS；天象時空概念；科學過程技能；教學模組。

研究動機與目的

天象觀察與時空概念，為國小自然科學教

材中地球科學領域所探討的重要概念之一。其主要目的在於引導學習者觀察隨時間推移的天體運動，建立時空概念。但對於許多國小自然教師而言，實施這些概念的教學時卻因為缺乏

有效的教學模式而感到困難(姜滿, 1996)。因此,如何發展出合適的教學模式,提供現職自然科學教師們做為參考,即為目前重要的課題。

STS 教學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。

因此,基於現今科學教育的改革趨勢,本研究擬以天象時空概念相關的生活議題做為學習活動的主題,依據學生的認知發展能力,選取國小中、高年級的學生進行研究,試著以STS的教學理念將選定的議題與現行自然科學有關的單元進行融入統整,設計國小中、高年級適用的 STS 教學模組,與現行自然科學教材進行學習成效的比較,以初步瞭解此一 STS 教學模組在國小中、高年級自然科學教學實施的可行性。

理論與文獻探討

傳統的科學教學重視學科邏輯架構及科學過程技能(process skill),教學活動以課程標準及教科書為基礎訂定教學目標,教師依照教科書、習作及實驗手冊的內容進行教學活動,學習者僅是被動地接受上述的資訊(Ajeyalemi, 1993)。但這樣的教材內容往往只重視知識的學習成就(如定義、原理原則等),學習焦點僅集中於科學概念的精熟及過程技能的演練,且學科之間缺乏聯繫,與學習者平日的生活經驗脫節,以致於學習者無法將這些知識與技能應用於真實情境的問題處理。事實上,這樣的課程安排使得學生幾乎沒有機會主動探究資訊去解決問題,反而造成許多學生不喜歡科學,在完成學校教育之後,無法參加以科技為導向

的當代社會問題,而導致許多國家經濟成長的停滯或衰退(王澄霞, 1997)。

為解決傳統科學教育所衍生的各種問題,及探求知識的根源與成長,由科學史及科學哲學研究學者所提出的建構主義(constructivism),遂成為科學教育的新取向(Duit, 1991; Saunders, 1991)。建構主義強調學習者為一個能由本身經驗主動建構學習的有機體,因此教師扮演的角色宜由過去重視「該傳授什麼內容給學生」轉而重視如何在學生既有的經驗與興趣上去建構新的知識,解決實際的問題。此一發展趨勢是科學教育走向世界觀(world view)的重要基礎。

Yager (1992) 認為 STS (Science-Technology-Society) 教學模式就是建構主義取向的教學模式。STS 的中心思想,是將科學教育目標定位為「能應用科學知識及過程技能來處理社會議題」,將社會議題功能作為課程設計的中心架構,即科學教育為科學與社會的一個界面,學校中的科學課程要能不斷的適應社會變遷,各種社會議題也應反映在科學課程中(Hofstein & Yager, 1982)。

STS 為自發性的學習,有別於傳統學校教育強調正式知識的獲得。透過 STS 的學習活動,學生能以問題為中心,獨自一人或與同儕合作,規劃解決問題的學習活動與方法,將傳統學習活動所獲得的正式知識應用於日常生活中。STS 的核心理念重視人性與價值取向,使科學的學習將個人、社會與環境之間產生緊密的聯結,應用於生活中。

Butterfield 和 Nelson (1983)認為,真實生活中的科學經驗,是各相關學科概念的聯結,如果科學教育忽略這一點,只強調認識各學科的單獨概念或過程技能,就會使學習流於表面,學習者可能很快的就將所學遺忘,或只是學到特定的科學過程技能,無法做到學習遷移(transfer),將所學應用於解決新的問題。生活

中的真實問題，牽涉到各種學科知識、技能與價值判斷。因此要使學習者能將所學真正應用於日常生活中，做到學習遷移，必須指導其學會：

1. 通用於一般情況下的基本科學過程技能。
2. 培養其蒐集資訊的能力。
3. 後設認知(metacognition)的技能。

使學習者能獲得解決尋常問題的技能，瞭解與真實情境相關的知識，能隨時掌控情況進行合宜的推理，解決問題。在 STS 科學課程的安排下，教師與學習者為解決真實生活中的問題而產生互動，這種情境學習 (situated learning) 與學習者的生活經驗結合，使學習者能獲得日常生活常用的知能與創造力，而這些真實情境的學習活動能將科學、環境、社會文化等學科相互聯結。透過解決問題，相關學科概念與技能在學習者的心智結構中形成網狀組織，達到合科教學與課程統整的理念，使學習者能真正將所學的知能應用於日常生活中，面對新的情境時，能自行修正原有的認知結構，建構新的概念，達成學習遷移，才是有意義的學習(meaningful learning) (Osborne & Wittrock, 1983)。

根據前述的科學教育發展趨勢，自 1970 年代起，美國數所大學名校，如 Cornell, Penn. State, Stanford, etc.，開始發展一種涉及社會議題與應用科技的科學課程，此即為 STS 課程發展的濫觴。此後，具 STS 理念的課程逐漸出現於美國各級學校中，其它國家如英國、澳洲、日本亦開始研究設計 STS 的課程。其中 Harm (1977) 的研究(Norris Harms' Project Synthesis)更連續數年獲 NSTA 評選為年度最具創意的科學教育計畫。至此，STS 遂成為美國科學教育研究的新領域。截至 1990 年，美國已有數千所學院及中等學校開設具有 STS 特性的科目，尤以 SS&C 計劃(The Iowa Scope,

Sequence and Coordination Project)最為具體及成熟，已完成九年級的科學課程。惟考慮學習者的認知發展能力，國外大多數的 STS 課程仍以 7 ~ 12 年級或大學生為主要研究與學習對象。

對於 STS 議題的選擇，Merryfield (1991) 認為 STS 主題可分為七大類：環境問題、健康與人口問題、經濟問題、交通與傳輸問題、食物與饑餓問題、能源問題、軍事問題。他認為將這些議題連結的教學內容應包含：科學本質、環境教育、文化內涵、社會爭議，及學科內容。Heath (1992)對於 STS 議題的決定，提出五項原則：

1. 和學習者的生活經驗有相關性與應用性。
2. 考慮整個社會發展的成熟度與學習者的認知行為能力。
3. 活動議題對於學習者個人乃至於整個世界都是同樣的重要。
4. 學習者在課堂的學習能轉移至外界真實情境的應用。
5. 活動議題是學習者感興趣的。

綜合學者對於 STS 議題的研究，活動主題不外乎是與學習者息息相關的生活經驗或社會議題。這樣的教學活動才能引起學習者的學習動機，願意去關心、主動去探究，將知識與技能活用於日常生活中。至於 STS 教學的實施方式，王澄霞(1994)綜合國外學者的研究，提出三種模式：

1. 將 STS 的精神融入現有的課程中，以 STS 的教學方法實施教學。
2. 擴大現有的教學單元、將 STS 的課程另闢教學活動結合原單元實施。
3. 設計新的科目，將 STS 的課程獨立另成一個科目實施教學。

學者認為將 STS 教學議題融入現行的課程中，能與原有的教材環環相扣，是開發 STS

教學模組比較可行的方法（蘇育任和陳素琴，1998；Heath, 1992；Yager, 1992）。

國內目前對於 STS 教學模組的研究與推展仍屬實驗階段，包括 STS 教學活動的執行與學習成效的評估，如「臭氧層」（王澄霞和劉奕昇，1994）、「溫室效應」（王澄霞和林梅芬，1994）、「豆漿製作」（莊奇勳和王嘉田，1996）、「核化學」（蘇育任，1996）、「透鏡」（盧玉玲和連啟瑞，1997）、「崗山地區水患」（江新合和陳榮祥，1998）、「糖」（洪志明和郭家宏，1998）、「除濕劑」（洪志明和徐慧萍，1999）、「看星星」（許民陽和王郁軒，1999）等。學者們並嘗試將 STS 教學活動融入現行的國民小學自然科學教材中（蘇育任和陳素琴，1998；黃鴻博，1999），及遠距教學的研究（洪志明，1998；莊奇勳，1998）。

上述 STS 教學模組的開發，大部分為與日常生活相關的題材（糖、豆漿、除濕劑），或為社會重視的重大災害或環境議題（水災、核化學、臭氧層、溫室效應）。這些模組可作為輔助教材融入各科教學，在學科分類上多屬於物理、化學。但對於直接和國小自然科相關或應用於自然科教學方面，尤其是地球科學教學模組的開發，卻十分少見，是亟待研究的領域。

依照教育部於民國 82 年修正發布的國民小學自然科學課程標準，現行國小自然科教材中，有許多天象觀察與時空概念的探討項目，包括：

1. 天象觀察

- (1) 日光、竿影因時推移，可測時間（二年級）
- (2) 月亮東昇西落（三、四年級）
- (3) 運用天體辨認方位（三、四年級）
- (4) 月相圓缺之週期性變化（四年級）
- (5) 觀察太陽在天空的運動有規則性（五年級）

(6) 星星可用星座來組合辨認（五年級）

(7) 星星運動也是具有規則性的（五年級）

(8) 地球的自轉及晝夜，地球的公轉與四季（六年級）

2. 時空概念

(1) 由太陽的昇落定出東西南北（二年級）

(2) 物體的位置由座標、距離及方向來標定（三年級）

(3) 週期性的運動，如太陽、月亮的運動可以測時間（四年級）

(4) 太陽系與地球的地位（六年級）

(5) 水、大氣及岩圈大環境的循環系統（六年級）

如前所述，有關天象時空概念的教學是國小自然科教師最感困難的部份。在相關素材的研究上，學者發現到國小學童對東西南北方位的標定和維持，均感抽象而不易達成（毛連塹，1986）。在空間中相對位置的確定及物體相對運動的結果（如太陽、月亮及地球等之間的相對運動）均難以體會（王美芬，1992），以至於在學習天象時空概念上困難重重。施惠（1994）也指出，在職國小自然科教師最需要研習的是地球科學的學科知識與教學方法。現行的國小自然科學課程的教學方法的設計強調「解決問題的教學方法」（毛松霖和陳文典，1996），雖然也是在探討兒童生活上的經驗與問題，但整個課程的架構依然重視學科的邏輯架構與科學過程技能的學習，學習者主動參與的成份仍不如 STS 的教學模式。國內學者（許民陽、鄧國雄、卓娟秀、李崑山和殷炯盛，1994）在探究空間概念認知發展之研究上亦發現，國小學童對方向及位置兩空間概念的認知發展過程中，「上下前後」的基本空間概念的認知，低年級學童已可達成，但「左右關係」、「光影相對位置」、「東西南北方位」等空間概念，中年級始達相當水平。直角座標及指南針的使用能力至高年級才趨成熟，然而高年級學童對於較

為抽象的三度空間概念應用與辨別，仍難以達成。

天象時空概念 STS 教學模組的發展，需考慮學習者的認知發展能力與活動議題融入各年級自然科學教材的適用性，因此本研究擬以國小中、高年級的學生做為研究對象，嘗試將學生所關心的天象時空議題融入現行的自然課程中進行教學實驗，觀察學習者科學概念與科學過程技能的學習成效，以瞭解對 STS 教學模式與現行國小自然教材教學效果的差異。

研究方法

一、STS 教學活動設計導向

本研究的 STS 教學活動設計導向主要以報章上有關登山客發生迷途意外，社會大眾全力救援的時事議題為核心，由此引起兒童的關注與學習動機。教師與兒童針對此一議題進行探討，討論這類意外可能引起的嚴重後果，該如何避免類似的事件再度發生，引導兒童進入方位辨認的活動主題，主動收集相關資料共同

討論，結合社教機構或相關教學資源進行學習，達成應用天象時空的概念與觀察技巧來解決問題，如果自己也發生了迷途，該如何有效的利用辨認方位解困。

而現行國立編譯館主編的國小自然科學教科書中，與辨認方位有關的單元分別為四年級下學期第二單元「磁場和磁極」、五年級上學期第二單元「看星星」，以及五年級下學期第八單元「太陽和季節」。因此來研究以此三單元分別進行 STS 教學模組的設計與成效評估，並探討融入相關概念教材的可行性。整個 STS 教學活動的設計導向概念發展如圖 1 所示。

依據以上 STS 教學模組設計導向，每位參與研究的教師在實施實驗組教學時，使用的教材為與現行單元相同名稱的自編 STS 教材，教學活動的開端均以登山客發生迷途意外的時事議題做開端，引起學生廣泛討論之後，引導兒童進入該單元的方位辨認主題，應用 STS 課程設計的精神將生活議題融入現行教材中，其教材編寫模式如圖 2、3、4 所示。

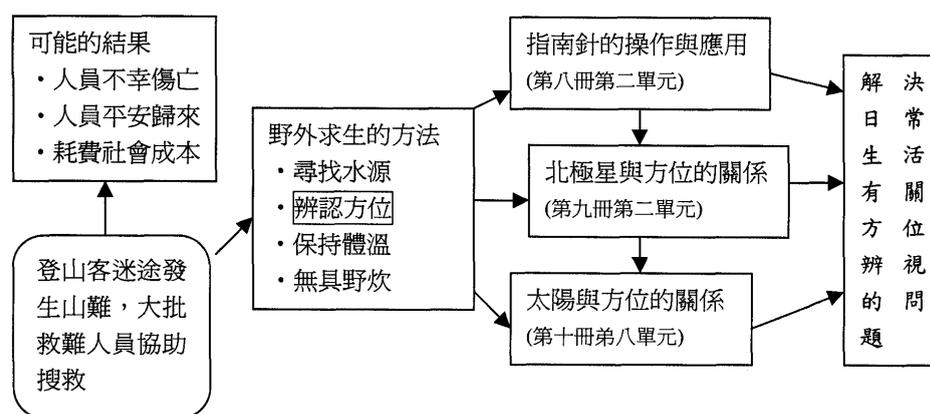


圖 1：天象與時空概念 STS 教學模組設計導向圖

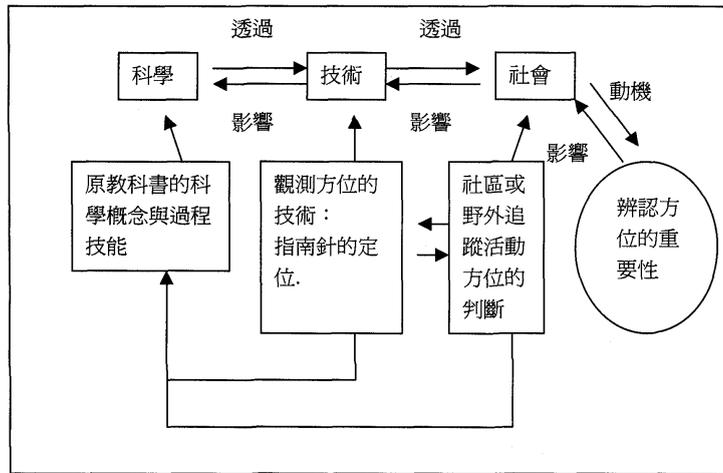


圖 2：「磁場與磁極」STS 教材編寫模式

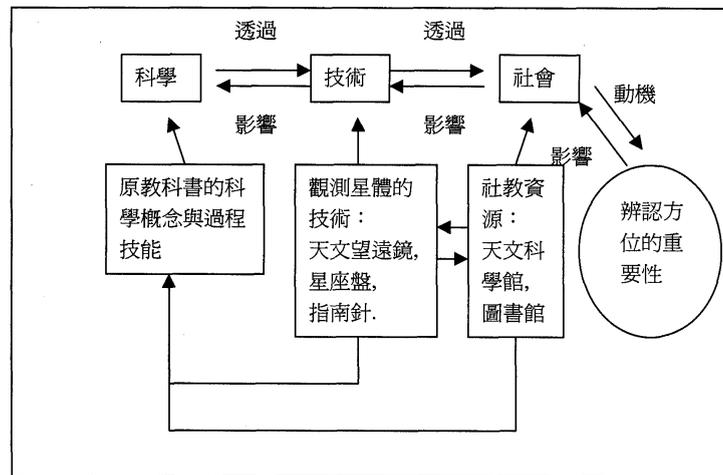


圖 3：「看星星」STS 教材編寫模式

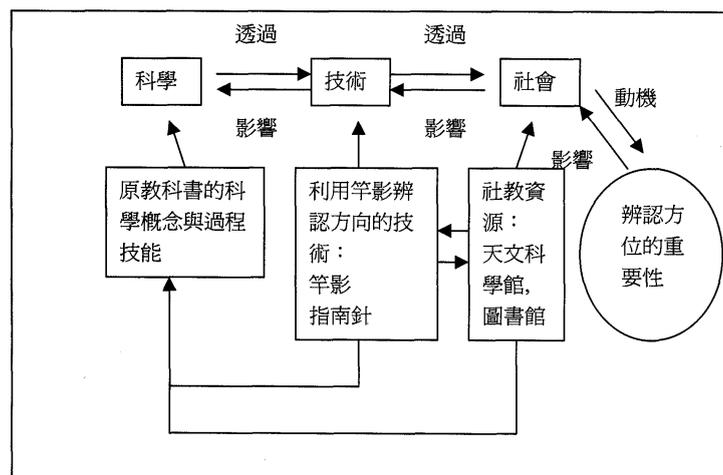


圖 4：「太陽和季節」STS 教材編寫模式

為使三個單元 STS 教學活動能確實執行，使研究與實際教學緊密結合，同時為避免因教師不同而影響教學實驗的結果，參與本研究的三位國小自然科教師均定期聚會，在研究計劃主持人的指導下，共同閱讀有關 STS 的文獻，研討 STS 的教學策略，取得對 STS 教學理念的共識後，並共同研發設計、編製教學模組，並擔任實驗組與控制組的教學工作，在教學過程中並相互觀摩，取得 STS 教學策略與方式的一致性。

一、實驗處理

本研究採取準實驗研究法，將學習者分為實驗組與控制組。實驗組採用研究者自編的 STS 教材及活動流程（附錄四、五）；教材設計以問題為核心，融入建構主義教學策略，分別結合現行國立編譯館主編自然科學教科書四年級下學期第二單元「磁場和磁極」、五年級上學期自然科學第二單元「看星星」，以及五年級下學期第八單元「太陽和季節」編寫而成；控制組則採用現行教材之相同單元，依照教學指引的內容與程序實施教學活動。

整個實驗處理的時間約為一個月，實施程序分為：前測、教學實驗、後測。前測於教學活動實施前七至十天實施；教學活動配合國立編譯館主編教材的教學節數實施，實驗組與控制組的教學節數均相同；後測於教學後七至十天實施。

三、研究樣本

本計畫的研究對象包括台北縣、市三所國民小學的部份四、五年級學生，三所學校均為常態編班。擔任教學研究的三位自然科教師均具多年自然科教學經驗，並曾參與自然科教科書及實驗教材的開發。在研究樣本的來源上均能符合研究的要求。

「磁場與磁極」的教學活動選取台北市北

投區某國民小學四年級六個班的學生做為研究對象，其中三個班級為實驗組，三個班級為控制組，實際有效樣本為實驗組 91 人，控制組 97 人。「看星星」的教學活動選定台北市中正區某國民小學五年級八個班的學生做為研究對象，實際有效樣本為實驗組 143 人，控制組 133 人。「太陽和季節」教學活動的研究對象則選取台北縣新莊市某國民小學五年級六個班的學生為教學對象，實際有效樣本為實驗組 108 人，控制組 107 人。

四、評量方式與資料處理

本研究的觀察重點為學習者科學概念與科學過程技能的學習成效，評量工具為自編的「單元學習成就測驗」（附錄一、二、三），三份自編評量工具分別參考「台北市國民小學四年級下冊）、五年級（上、下冊）自然科學教學評量參考資料」（林昭賢, 1992）、「地球科學學習進展測驗（國小版）」（毛松霖, 1994）及教學指引發展而成：

- (1) 「磁場與磁極」的評量試題分為三大題組，均為選擇題。題組(一)包括三個子題；題組(二)包括四個子題；題組(三)包括六個子題，合計十三個題目。
- (2) 「看星星」的評量試題分為兩大題組，均為選擇題。題組(一)包括七個子題；題組(二)包括五個子題，合計十二個題目。
- (3) 「太陽與季節」的評量試題分為四大題組，均為選擇題。題組(一)包括六個子題，題組(二)包括四個子題，題組(三)包括四個子題，題組(四)包括四個子題，合計十八個題目。

試題編製好之後，分別選取參與教學實驗研究的三所國小的相同年級學生進行預試，前測實施後七至十日進行後測，以瞭解成就測驗

的信度。以兩次施測的得分相關係數作為重測信度，結果分析如表 1 所示。效度的考驗以內容效度加以評定，依三份評量試卷的試題屬性製成雙向細目表以瞭解命題層次是否包含各種學習能力。

實驗組與控制組學生前、後測實施之後，即將試卷編碼登錄，刪除缺漏不全的部份，以共變數分析對於實驗組與控制組兩組學生的學習成效進行分析。

研究結果與討論

本研究對實驗組與控制組分別進行不同的教學活動流程，實驗組學生參與 STS 的教學活動，控制組學生依教學指引的內容學習。兩組學生均實施單元學習成就的前、後測。研究者將兩組學生的前測成績當作共變數，進行共變數分析，瞭解實驗組與控制組學生的後測成績是否具有顯著差異，各項教學活動學生的前、後測答題表現的平均數與標準差及共變數分析如表 2、3；表 4、5；表 6、7 所示。

表 1：單元學習成就評量試題信度分析表

活動名稱	有效施測樣本	重測信度
磁場與磁極	66 人	0.84 ($p < 0.01^{**}$)
看星星	69 人	0.564 ($p < 0.01^{**}$)
太陽與季節	68 人	0.601 ($p < 0.01^{**}$)

表 2：實驗組與控制組學生「磁場與磁極」學習成就前、後測平均數與標準差

實驗處理	前 測		後 測	
	Mean	SD	Mean	SD
實驗組	11.58	1.94	11.88	1.49
控制組	11.57	1.83	11.42	1.79

表 3：實驗組與控制組學生「磁場與磁極」學習成就共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
	SS	df	MS		
組 間 (實驗處理)	9.76	1	9.76	4.95	0.02*
組內(Error)	364.9	185	1.97		($P < 0.05$)
總 計	374.66	186			

表 4：實驗組與控制組學生「看星星」學習成就前、後測平均數與標準差

實驗處理	前 測		後 測	
	Mean	SD	Mean	SD
實驗組	7.5594	1.9881	8.1329	1.8318
控制組	6.6866	1.5772	7.7536	1.8063

表 5：實驗組與控制組學生「看星星」學習成就共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
	SS	dF	MS		
組 間 (實驗處理)	10.233	1	10.233	4.142	0.043*
組內(Error)	673.720	273	2.468		($p < 0.05^{*}$)
總 計	683.953	274			

表 6：實驗組與控制組學生「太陽與季節」學習成就前、後測平均數與標準差

實驗處理	前 測		後 測	
	Mean	SD	Mean	SD
實驗組	10.8148	3.0970	14.0370	3.1204
控制組	10.3645	2.5005	10.3832	2.2888

表 7：實驗組與控制組學生「太陽與季節」學習成就共變數分析摘要表

變異來源	離均差平方和	自由度	均方	F 值	顯著水準
	SS	dF	MS		
組 間	641.338	1	641.338	104.476	0.000**
(實驗處理)					
組內(Error)	1301.382	212	6.139		(p<0.01)
總 計	1942.720	213			

由上述表列資料得知，扣除前測因素之後，各項教學實驗的結果實驗組與控制組學生之間的學習表現具有顯著的差異。「磁場與磁極」、「看星星」、「太陽與季節」的變異值分別為 4.95, $p = 0.02^*$; 4.142, $p = 0.043^*$; 104.476, $p = 0.000^{**}$ ($p < 0.05^*$, $p < 0.01^{**}$)，顯示實驗組的學生在參與 STS 教學活動之後對於科學概念及科學過程技能的學習成效均明顯優於控制組學生的表現。

根據分析結果與教學歷程中的實際觀察，研究者發現兒童在學習這些單元前，已於低年級的自然科學習中，初步認識方位和相對位置的關係。因此本研究設計的三項 STS 教學活動除了學習主題能引起兒童的學習動機外，更能協助兒童聯結舊經驗，建立天象時空概念的根本與途徑。四年級的兒童透過 STS 的學習活動安排，不但瞭解方位辨認的重要性，認識指南針的基本構造與操作方法，更知道其他辨認方位的方法，利於日後相關概念的學習。而五年級的兒童，更能透過主動的學習，瞭解太陽、星星等天體的運動與時空方位的關係，透過舊有經驗的聯結，將指南針的操作與竿影移動與北極星的方位定位的學習相互結合。

分析整個 STS 的教學活動過程，合乎 McComack 和 Yager (1989) 所強調的以科學概念、科學過程、創造領域、態度領域及融合與運用等五個向度來評量 STS 學習活動的標

準。與 Bloom 的認知目標層次相比較，STS 的學習領域實屬於應用(application)層次，包含了 Bloom 所界定的高層次思考歷程與經驗，此項評量試題內容與只強調特定概念學習與過程的傳統式教學評量方式有別。現行國小自然科學教材的課程架構依然重視科學概念的形與科學過程技能的學習，有關天象時空的教學活動仍僅限於在教室的講解或校園室外的操作訓練。學生或許能透過精熟訓練或記憶背誦達到課本上的教學目標，但他們可能不知為何而學，更遑論能將所學應用於真實的生活情境。

研究過程中發現，控制組在標準化的教學模式下，現行教材的學習議題比較無法引起兒童主動學習的意願，他們關心的議題或對於科學的好奇可能不是課本所提的概念。在這樣的教學方式下，教師往往只是知識的提供者，學生只是依教師的期望，被動接受教師認為他們必需要瞭解的知識與技能。這樣的教學設計是由上而下的(top-down)，無法完全反應兒童們的學習需求。

而實驗組的學童在 STS 議題教學模式中，引起動機的議題以個人生活經驗及社會關切的問題切入，透過以學生為中心(student-centered)的方式，經由學童小組的合作學習，分組收集與學習主題有關的資料：

- (1) 天體運動與時空概念的基本原理。
- (2) 觀測科技與相關科學的發展歷程。
- (3) 觀測儀器的介紹與操作方法。
- (4) 社教資源與視聽媒體的運用。
- (5) 成功運用方位辨認常識的實例。

實驗組學生就該組所收集的資料進行報告，與全班同學分享心得。教師不直接灌輸相關的原理、概念或操作的方法，只是扮演輔導的角色，視兒童的發言情形，在適當的時機提出問題引導兒童思考、討論，讓兒童能儘量自行建構正確的科學概念與過程技能。

實驗組學生參訪科學教育館或天文科學館

等社教機構，或分組到圖書館，利用電腦網路蒐集資料，在學校或社區中進行模擬實際的情境教學，都是現行課程教材中較為缺乏的教學方式。而對息息相關的生活議題，提出解決的方法，透過主動有興趣的學習，兒童們透過腦力激盪，結合小組討論，將教室內所學的科學知識與過程技能真實的運用。如此的教學歷程，不但能培養學童群己關係的尊重，更難能可貴的是加入價值判斷的情境教學。所以雖然參與每項 STS 教學的實驗組學生在教室中學習和操作演練的時間少於控制組學生，但在教學活動結束之後「單元學習成就測驗」的成績表現上卻優於控制組的學生。

尤其實驗組利用小組合作學習的方式，能夠透過同儕間的協助及合作，使能力較差的兒童能達到最佳發展的潛能水平，縮短同學之間的差距，符合 Vygotsky (1986) 的最近發展區 (zone of proximal development) 認知發展論點。這種建構主義取向的 STS 教學法強調以學習者的舊經驗與先備知識做為學習起點，學習情境是是學習者所熟悉而且感興趣的，自然有助於學習。

回顧過去許多有關 STS 教學模組的開發研究，對於學生在生活應用、態度、創造力、過程技能等各領域的學習有顯著的助益，但在概念學習方面則與對照組差異不大。而本研究則是專門對概念學習方面加以探討，且實驗組的學習成就明顯優於對照組。過去的研究與本研究有如此顯著的差異，究其原因，筆者認為主要是過去有關 STS 的教學模組開發均為與日常生活相關或社會議題類等教科書外的題材，因此在上述生活應用等學習上當然有顯著的助益。而本研究為利用現行教科書的題材，發展 STS 教學模組，重點放在教科書中原有的概念，當然在對照組上有顯著的差異。因此這可能是題材上選擇所產生的不同，而不是學科或單元的差異。當然若與本研究一樣，利用

教科書中的單元選擇社會上關切、資料搜尋容易、社教資源豐富的議題來發展 STS 模組，相信在概念學習上也會有顯著的助益，其主因是 STS 教學能擺脫傳統的教學法，結合各種活用教學資源與資料，又能透用小組合作學習、同儕能力激盪等方法，當然學習成效優於傳統的教學法。

結論與建議

綜合上述研究結果，學習者經過 STS 天象時空教學模組的學習後，在科學概念與科學過程技能的學習成效上有顯著的助益。另發現兒童藉由 STS 課程的學習活動，能培養群己的關係與思考價值的判斷，此部份的結果可留待日後進一步研究。研究者建議，教師們在進行有關天象時空概念的自然科教學時，可適時加入相關的社會或生活議題，使教學活動更符合兒童的需要，也使教學更有效果。

此外，在國小自然科的地球科學概念內容中還有許多是和社會大眾生活相關、常成為新聞報導而引起注目的題材，例如颱風、梅雨、地層（土石流、山崩、地震）等，也可以因地制宜，結合校外資源與資料搜尋方法，設計 STS 教學模組，使教材及教學方法及教材更多元化，達成科學教育的目標。

然而本研究的主要目的為利用傳統紙筆測驗，瞭解 STS 教學模組與現行教材教法對於科學概念、科學過程技能上的教學成效差異，囿於研究時程，質性資料的探討較為薄弱，尚待進一步深入的追蹤研究。

誌謝

本研究承蒙國科會專題研究計畫經費之補助 (NSC88-2511-S-133-07)，相關測試學校之行政支援，使研究得以順利完成，僅在此致最

高謝忱。

參考文獻

1. 王美芬 (1992)：我國五、六年級學生有關月亮錯誤概念的診斷及補救教學策略的應用，台北市立師範學院學報, 23, 357-379。
2. 王澄霞 (1994)：設計大學 STS 化學通識教育的架構。國科會研究計劃成果報告, NSC-83-0111-S-003-013。
3. 王澄霞和劉奕昇 (1994)：臭氧層破洞 STS 單元活動：師資培育。論文發表於中華民國第十屆科學教育研討會論文彙編(pp. 1-35)。台北市：國立台灣師範大學。
4. 王澄霞和林梅芬 (1994)：開發溫室效應 STS 單元。論文發表於中華民國第十屆科學教育研討會論文彙編(pp.37-68)。台北市：國立台灣師範大學。
5. 毛松霖 (1994)：地球科學學習進展測驗(乙) - 國小版, 國立台灣師範大學地球科學系編印。
6. 毛松霖和陳文典 (1996)：解決問題教學法。台北縣：台灣省板橋教師研習會。
7. 毛連塹 (1986)：台北市國民小學自然科教學現況及改進之途徑。台北市：台北市教師研習中心(pp.1~154)。
8. 林昭賢 (1992)：台北市國小五年級(上冊)自然科學教學評量參考資料, 台北市：台北市政府教育局。
9. 江新合和陳榮祥 (1998)：開發國小自然科 STS 教材之實驗研究。論文發表於中華民國第十四屆科學教育研討會論文彙編(pp.301-308)。高雄市：國立高雄師範大學。
10. 施惠 (1994)：國小教師在職研習探究活動之研究- 月球運動的探討過程。論文發表於中華民國第十屆科學教育研討會論文彙編, (pp.775-799)。台北市：國立台灣師範大學。
11. 姜滿 (1996)：國小學童對地球形狀及地心引力之另有概念研究(II)。論文發表於八十五年科學教育專題研究計畫成果討論會(pp. 543-549)。台北市：行政院國科會。
12. 洪志明和邱家宏 (1998)：STS 學習模組之研究開發- 糖。論文發表於中華民國第十四屆科學教育研討會論文彙編(pp.910-924)。高雄市：國立高雄師範大學。
13. 洪志明和許仁杰 (1998)：STS 遠距教學系統設計與實作。論文發表於中華民國第十四屆科學教育研討會論文彙編(pp. 237-242)。高雄市：國立高雄師範大學。
14. 洪志明和徐慧萍 (1999)：STS 學習模組之研究開發—除濕劑。論文發表於中華民國第五屆科學教育學術研討會論文摘要彙編 (pp.123)。彰化市：國立彰化師範大學。
15. 莊奇勳和王嘉田(1996)：國民小學高年級豆漿製作 STS 教學模組的探討。論文發表於中華民國第十二屆科學教育研討會(pp.37)。台中市：國立台中自然科學博物館。
16. 莊奇勳 (1998)：應用網際網路開發環境科學 STS 教學模組之研究。論文發表於中華民國第十四屆科學教育研討會論文彙編(pp. 243-248)。高雄市：國立高雄師範大學。
17. 許民陽、王郁軒 (1999)：國小運用 STS 教學模式 天象與時空概念教學模組之探討，以高年級看星星單元為例。論文發表於中華民國 STS 科學教育研討會論文彙編() (pp.23-28)。台北市：國立台灣師範大學物理系。
18. 許民陽、鄧國雄、卓娟秀、李崑山和殷炯盛 (1994)：國小學童對方向及位置兩空間概念認知發展的研究。台北市立師範學院學報, 25, 91-120。
19. 黃鴻博 (1999)：在國民小學實施 STS 教育合作行動研究之成果與限制。論文發表於中華民國第 15 屆科學教育學術研討會論文摘要彙編(pp.121)。彰化市：國立彰化師範大

- 學。
20. 盧玉玲和連啟瑞 (1997) : 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), 245-266。
 21. 蘇育任 (1996) : 開發 STS 核化學模組與其合作學習法之研究。國科會研究計劃成果報告: 計畫編號: NSC-85-2514-S-142-003。
 22. 蘇育任和陳素琴 (1998) : 將 STS 理念融入國小自然科課程的嘗試。論文發表於中華民國八十七學年度師院教育學術研討會。台中市: 國立台中師範學院自然科學教育系。
 23. 蘇育任 (1999) : 模糊理論在 STS 教學能力評量上之應用研究。論文發表於中華民國第 15 屆科學教育學術研討會論文摘要彙編 (pp.164)。彰化市: 國立彰化師範大學。
 24. Ajeyalami, D. A. (1993). Teacher strategies used by exemplary STS teachers. In R. E. Yager (Ed.), *The science technology society movement* (pp. 49-52). Washington, D.C.: National Science Teachers Association.
 25. Butterfield, E. C., & Nelson, G. D. (1983). Theory and practice of teaching for transfer. *Educational Communications and Technology Journal*, 37(3), 5-38.
 26. Duit, R. (1991). *Students' conceptual frameworks: Consequences for learning science*. In S. M. Glynn etc. (Eds.), *The psychology of learning science*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
 27. Harms, N. C. (1977). *Project synthesis: An interpretative consolidation of research identifying needs in natural science education*. (A proposal for the National Science Foundation.) Boulder, CO: University of Colorado.
 28. Heath, P. A. (1992). *Organizing for STS teaching and learning: The doing of STS, Theory into Practice*, 31(1), Winter. 52-58.
 29. Hofstein, A., & Yager, R. E. (1982). Societal issues as organizers for science education in the 80's. *School Science and Mathematics*, 82(7), 539-547.
 30. McComack, W. F., & Yager, R. E. (1989). *The Iowa assessment package for evaluation in five domains of science education*. Iowa City, IA: The University of Iowa Science Education Center.
 31. Merryfield, M. (1991). Preparing American secondary social studies teacher to teach with a global perspective: A status report. *Journal of Teachers Education*, 42, 11-20.
 32. Osborne, R. J., & Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*, 67(4), 489-508.
 33. Saunders, W. L. (1991). The constructivist perspective: Implication and teaching strategies for science. *School Science and Mathematics*. 92(3), 136-141.
 34. Vygotsky, L.S. (1986). *Mind in society: The development of higher psychological process*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
 35. Yager, R. E. (1992). The constructivist learning model: A must for STS classrooms. *ICASE Yearbook*, 14-17.

附錄一：磁場與磁極 - 指南針的操作與應用單元學習成就測驗

(題目編製者：許民陽、梁添水)

班級：_____年_____班 姓名：_____ 座號：_____

小朋友，在我們學習本課程之前，我們想知道你們已經瞭解有多少，所以請你先回答下列問題：

一：

1. 無論是白天或是夜晚；無論晴天或是下雨天，當我們在野外從事活動時，皆可用來辨別方向或方位的器材是什麼？(1) 星座盤 (2) 竿影 (3) 量角器 (4) 指南針。

答_____

2. 全班各組把指南針平放在桌上，當指針靜止時，各組指南針的磁針所指的方向是否會相同呢？還是不相同呢？答_____

3. 當你面對太陽升起的方向時，那麼你的左手邊是什麼方向？答_____方

二：

小朋友，請你拿出指南針，平放在桌上，調整指南針裡的方位盤之後，請你回答下列問題：

1. 測一測石牌國中在你桌上的什麼方向？答_____方。

2. 教室後面的布告欄，在你桌子的什麼方位？答_____方。

3. 當你坐在椅子上面對黑板，你的右手邊是什麼方位？答_____方。

4. 當你坐在椅子上面對黑板，你的左手邊是什麼方位？答_____方。

三：

小朋友，請你拿出指南針，到操場中央把指南針平放在地上，調整指南針裡的方位盤之後，請你回答下列問題：

1. 校門口在操場中央的_____方。

2. 升旗台在操場中央的_____方。

3. 合作社在操場中央的_____方。

4. 本班教室在操場中央的_____方。

5. 在操場中央的東邊有什麼建築物或場地？答：_____

6. 在操場中央的南邊有什麼建築物或場地？答：_____

附錄二：看星星單元學習成就測驗

(題目編製者：許民陽、王郁軒)

班級：_____年_____班 姓名：_____ 座號：_____

小朋友，在我們學習本課程之前，我們想知道你們已經瞭解有多少，所以請你先回答下列問題：

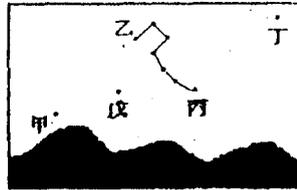
壹、用星座盤來尋找天上的星星，請你回答下列的問題：

1. () 星座盤面上的亮點代表：
 - (1)大部分是恆星。 (2)有恆星、有行星。 (3)也有彗星。
2. () 星座盤面上的大小不同的亮度代表：
 - (1)不同亮度的星星。 (2)不同顏色的星星。 (3)不同距離的星星。
3. () 操作星座盤來觀察星星時，正確操作程序為：
 - (1)面向南面，將星座盤舉至頭頂，盤面朝下，再將星座盤上所指示的南方與實際的北方對齊。
 - (2)面向北面，將星座盤舉至頭頂，盤面朝下，再將星座盤上所指示的北方與實際的北方對齊。
 - (3)面向北面，將星座盤舉至頭頂，盤面朝下，再將星座盤上所指示的北方與實際的南方對齊。
4. () 請你轉動星座盤，將盤面時刻轉至 9 月 12 日晚上 8 點 30 分，此時仙后座的位置在：
 - (1)北方天空接近地平線附近。
 - (2)無法看見。
 - (3)北方天空離地平線較高處。
5. () 接上題：請你轉動星座盤，將盤面時刻依序轉至晚上 9 點 30 分、10 點 30 分、11 點 30 分、12 點 30 分，仙后座的位置有什麼變化嗎：
 - (1)仙后座的位置保持不變。
 - (2)仙后座的位置由東向西移動。
 - (3)仙后座的位置由南向北移動。
6. () 接上題：如果當天的天氣不理想，觀測時間需延後至 10 月 12 日晚上 8 點 30 分或 11 月 12 日晚上 8 點 30 分，仙后座的位置會有什麼變化呢：
 - (1)仙后座的位置保持不變。
 - (2)仙后座的位置由東向西移動。
 - (3)仙后座的位置由南向北移動。
7. () 接上題：天空中有哪顆星星是保持不動的呢：
 - (1)織女星。 (2)天狼星。 (3)北極星。

貳、阿菊到山中露營，以下是他觀測星星的情形，請回答下列的問題：

1. () 在夜晚九點鐘拍攝北斗七星的照片(如圖)，請問他的照相機鏡頭大概對著那個方向？

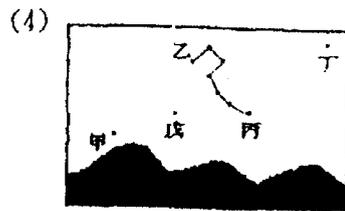
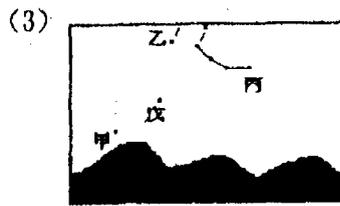
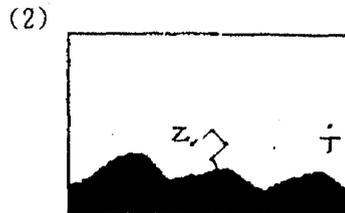
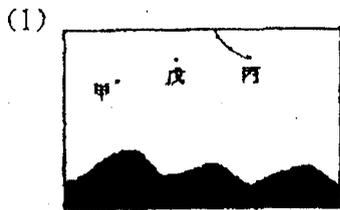
(1)東。 (2)西。 (3)南。 (4)北。



2. () 接上題，她想由此張照片找出北極星的位置，北極星應該在何處？

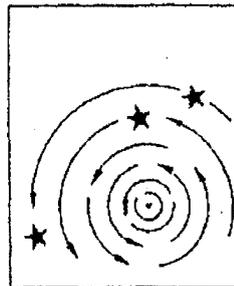
(1)甲。 (2)乙。 (3)丙。 (4)丁。

3. () 接上題，如果阿菊四小時之後，在相同的位置再拍攝一張，你認為結果應該是哪一張？



4. () 如果她拍下一張星空的照片(如圖)，請問她的相機鏡頭大約朝著那個方向？

(1)東。 (2)西。 (3)南。 (4)北。



5. () 接上題，圖中保持不動的星星是哪顆星星？

(1)織女星。 (2)天狼星。 (3)北極星。

註：題組貳之 1、貳之 3 插圖引自毛松霖 (1994)

附錄三：太陽與季節單元學習成就測驗

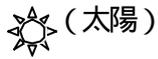
(題目編製者：許民陽、鄭紹龍)

班級：_____年_____班 姓名：_____ 座號：_____

小朋友，在我們學習本課程之前，我們想知道你們已經瞭解有多少，所以請你先回答下列問題：

一、

1.(1)選出正確的樹影位置，在()中打“√”



() () ()

(2)太陽移動了。

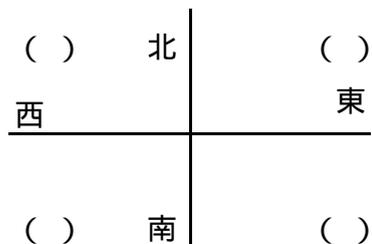
哪一個是正確的樹影？在()中打“√”。



() () ()

() 2.太陽在東方時，影子在(1)東方 (2)西方 (3)南方 (4)北方。

3.西南方在哪兒？在()中打“√”



() 4. 你面向東南方時，你的背後是(1)東南方 (2)西北方 (3)西南方 (4)西北方。

() 5. 太陽在東南方時，影子在(1)東南方 (2)西北方 (3)西南方 (4)西北方。

二、選出一年四季太陽的日出方向，在 () 中打“√”。

1. 三月時，太陽的日出方向是

東

() () ()

2. 六月時，太陽的日出方向是

東

() () ()

3. 九月時，太陽的日出方向是

東

() () ()

4. 十二月時，太陽的日出方向是

東

() () ()

三、選出一年四季太陽的日落方向，在 () 中打“√”。

1. 三月時，太陽的日落方向是

西

() () ()

2. 六月時，太陽的日落方向是

西

() () ()

3. 九月時，太陽的日落方向是

西

() () ()

4. 十二月時，太陽的日落方向是

西

() () ()

四、小明在台北，觀測一年四季中中午的太陽：

() 1. 三月時，中午的太陽方向是(1)東方 (2)西方 (3)南方 (4) 北方。

() 2. 六月時，中午的太陽方向是(1)一樣，還是南方 (2)不一樣，是西方
(3)不一樣，是東方

() 3. 九月時，中午的太陽方向是(1)一樣，還是南方 (2)不一樣，是西方
(3)不一樣，是東方

() 4. 十二月時，中午的太陽方向是(1)一樣，還是南方 (2)不一樣，是西方
(3)不一樣，是東方

附錄四 太陽與季節單元教學活動流程

(一) STS 教學 (實驗組)

活動項目	教學過程	備 註
活動一： 一天裡太陽高度角和氣溫的關係	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 以「登山客迷途發生山難」的社會議題，讓兒童討論可能會發生的結果。 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 讓兒童討論：山難時，野外求生的方法有：尋找食物、水，辨認方位...等。 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 分組到圖書館、上網路..等，查詢辨認方位的方法。 </div>	
活動二： 利用竿影來找一年四季太陽的方位	<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 兒童分組報告，所查到辨認方位的資料。 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 引導兒童討論辨認方位的方法之一：「太陽（或竿影）是不是一個指南針呢？」 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> 利用春（秋）分、夏至、冬至的竿影，讓兒童分別找出當天的日出、日落、中午十二時的太陽方位。 </div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> 全班歸納「太陽（或竿影）的方位可作為簡易的指南針」。 </div>	

(二)現行課程教學（控制組）

活動項目	教學過程	備 註
<p>活動一： 一天裡太陽高度角和氣溫的關係</p>	<pre> graph TD A[由討論對不同季節的感受，引起學習動機。] --> B[測量太陽高度角和氣溫並記錄。] B --> C[繪製太陽高度角和氣溫的變化圖。] C --> D[說出太陽高度角和氣溫的關係。] </pre>	
<p>活動二： 中午的太陽高度角和季節的變化</p>	<pre> graph TD A[從9月23日和12月22日前後的太陽高度角變化圖，預測6月22日前後太陽高度角的變化。] --> B[在6月22日前後，實際觀測太陽高度角，以驗證自己的預測。] B --> C[將每月20日前後中午的太陽高度角，繪製成變化圖。] C --> D[從變化圖中發現，中午的太陽高度角和季節的關係。] D --> E[歸納說明冬天氣溫低，氣候較冷的原因。] </pre>	

附錄五 看星星教學活動流程

(一) STS 教學 (實驗組)

活動項目	教學過程	備 註
活動一 辨認方位的重要與方法	<ol style="list-style-type: none"> 1.透過登山客迷途的時事議題，引發同學討論可能的原因、導致的結果與求生的方法。 2.了解辨識方位為野外求生的要領，進一步探討方位辨別的方法。 3.根據討論結果導入「看星星」單元主題，利用電腦網路查詢利用星星辨認方位的方法與可利用或參觀的教學資源。 	
活動二 參觀科學教育館	帶領學生參觀科學教育館，利用星象展示室模擬觀星情境，認識北極星、重要指極星座以及星星的基本概念(包括亮度、顏色、觀星要領、星星的日周與年周運動)。	參觀地點為國立台灣科學教育館，距實驗學校路程僅 5 分鐘，在時間與節數力求與控制組學生相同。
活動三 星座盤的操作與情境演練	<ol style="list-style-type: none"> 1.認識星座盤 2.操作星座盤，練習觀察星星的方法與技巧 3.佈置情境，進行角色扮演，利用北極星辨識方位。 	

(二) 現行課程教學 (控制組)

活動項目	教學過程	備 註
活動一 怎樣看星星	<ol style="list-style-type: none"> 1.由觀察星星的經驗談起，發表對星星的認識與看法。 2.觀察比較明亮的星星，比較顏色是否相同。 3.紀錄觀察的時間及星星的位置，比較不同時間星星位置的變化。 	
活動二 牛郎星、織女星和銀河	<ol style="list-style-type: none"> 1.探討觀察夏季大三角的要領，學習辨認織女星、牛郎星與天津四。 2.在晴朗無光害的夜晚，利用牛郎星和織女星尋找銀河。 	
活動三 觀察北極星	<ol style="list-style-type: none"> 1.學習利用天后座尋找北極星。 2.學習利用北斗七星尋找北極星。 3.引導兒童了解北極星的位置不會隨時間改變，能夠協助我們辨認方位。 	

附錄六 磁場與磁極單元教學活動流程

(一) STS 教學 (實驗組)

活動項目	教學過程	備註
活動一： 辨認方位的重要與方法	<p>以「登山客迷途發生山難」的社會議題，讓兒童討論可能會發生的結果。</p> <p>↓</p> <p>讓兒童討論：山難時，野外求生的方法有：尋找食物、水，辨認方位..等。</p> <p>↓</p> <p>分組到圖書館、上網路...等，查詢辨認方位的方法，最後能察覺看不到太陽和星星時，可利用指南針的特性可以找出東西南北的方位。</p>	
活動二： 怎樣利用指南針找出方未來。	<p>認識指南針的指針和方位盤中所示方位。</p> <p>↓</p> <p>能察覺利用指南針可以正確找出教室裡的東西南北方位。</p> <p>↓</p> <p>在校園裡，利用指南針定位出自己與學校建築物之相對方位關係。</p>	

(二) 現行課程教學 (控制組)

活動項目	教學過程	備註
活動一： 認識磁場的磁極	<p>分辨磁鐵兩端的磁極。</p> <p>↓</p> <p>觀察兩個磁鐵極靠近時，相吸相斥的現象。</p>	
活動二： 怎樣使用指南針	<p>認識指南針的構造。</p> <p>↓</p> <p>討論指南針的使用方法。</p> <p>↓</p> <p>習作指導。</p>	

The Application of STS Teaching Model in Elementary School: The Study of Teaching Module in Astronomical Phenomena and Space-Time Concepts

Ming-Yang Hsu¹, Yu-Hsuan Wang², Tien-Sue Liang³, Shao-Long Jeng⁴

¹Department of Math and Science Education, Taipei Municipal Teachers College

²Taipei Municipal Mandarin Experiment Primary School

³Taipei Municipal Shih-Pai Primary School

⁴Taipei County Chang-Lung Primary School

Abstract

The purpose of this study was to use quasi-experiment design to explore the real life issues about the concepts of astronomical phenomena and space-time, both of the two topics were introduced as the topic of learning separately from related curriculum of natural science of 4th-grade and 5th-grade in primary school. Three elementary schools of Taipei city and Taipei county were selected as study samples, that all samples were divided into two groups: The experimental group and the control group. The experimental group used the STS teaching models that developed by the research. The control group used the teaching strategies from the current textbook. The results revealed that experimental group students' performance were significantly better not only in science concept but also science process skills than the control group students. This results could provide as a reference for science teachers who engage in elementary science teaching, and for the compiling of textbook.

Key word: STS, Concepts of astronomical phenomena and of space-time, Science process skills, Teaching module.