

國小四年級學生 STS 進行綠色能源課程 學習成效之研究

陳麗月¹、陳碩祈²、林曉雯³

¹國立屏東教育大學數理教育研究所研究生

²國立屏東大學科普傳播系數理教育研究所研究生

³國立屏東大學科普傳播系研究所教授

摘要

本研究為準實驗研究，目的在於進行綠色能源教育課程且融入科學-技學-社會（Science-Technology-Society STS）教學模式的學習成效，以屏東市某國小四年級學生，兩個班級共 54 位之進行研究，一班 27 人為實驗組，另一班 27 人為對照組，則以講述進行教學，藉以自編之「綠色能源學習成效問卷表」為研究工具，利用 SPSS 統計軟體進行分析，探討學生對於綠色能源之覺知與敏感度、概念知識、價值觀與態度、行動技能、行動經驗，五項變因之成效的提升，藉以比較兩組學生的學習成效。結果顯示，接受 STS 教學模式之學生，其知覺與敏感度、行動技能、行動經驗的提升皆優於講述教學；而在概念知識、價值觀與態度的提升情形，相較講述教學沒有顯著的差異，建議未來進行更好的教學方式，以提升學生的學習成效。

關鍵字：STS、綠色能源、能源教育

壹、緒論

在日新月異的生活，科技越來越發達，環境的污染、能源的消耗與溫室氣體的生成等問題日漸嚴重，相對的綠色能源教育就成為社會大眾關注的重點，也成為教育界的一門重要課題。教育部（2010）將環境議題納入九年一貫課程的六大重要議題當中，而能源教育即是環境教育議題中的一部份，並明白指出「環境教育是概念認知和價值澄清的過程，藉以發展瞭解和讚賞介於人類、文化、和其生物、物理環境相互關係所必需的技能和態度。環境教育也需要應用有關環境品質問題的決策及自我定位的行為規範。」並在目前暫綱之環境教育的研修重點中，將近年來環境與永續的議題呈現在學習內容中，於補充說明中納入再生能源、節能減碳、如何提昇能源利用等概念，可見綠色能源教育的重要性。

以環境教育的觀點建議將 STS 課程概念運用在環境議題為焦點的教學上，強調為「環境－科學－技術－社會」（E-STS），針對社會關切的环境議題，運用科學教育的 STS 課程等方案，探討環境與科學、技術、社會之互動關係，並藉以引導學生將所學習的知識、技能與倫理，應用於生活環保中。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）。可見 STS 的教學方式是適合運用在能源教育的教學。

本研究主要目的在應用 STS 的教學模式，結合綠色能源議題，設計教案進行教學，以探討 STS 綠色能源教學對國小四年級學童在覺知與敏感度、概念知識、價值觀與態度、行動技能、行動經驗之影響，期望藉由 STS 概念進行綠色能源教學，以能提升學童的綠色能源之學習成效。

貳、文獻探討

一、環境教育

九年一貫課程綱要指出環境教育為一重要議題，內容內涵包括人與自

己、社會、自然三個層面，重視自然生態保育、人文社會與自然環境的互動、社會正義與環境正義、自然環境的資源保育、污染防治與維護管理等，藉由個人對環境問題所應負責任的覺知，積極正面環境態度的養成，然後主動的參與環境行動，以瞭解並促進自我發展（教育部 2010）。其學習內容分別就學習目標、學習主題、建議融入之領域及學習內容加以說明，如表 1

表 1 環境教育學習內容

內涵	學習目標	學習主題	建議融入之學習領域	內容說明
(1) 環境覺知與敏感度	<ul style="list-style-type: none"> ·經由感官覺知能力的訓練，培養學生對自然環境與人為環境美的欣賞與敏感度 ·經由實際體驗，培養學生對各種環境破壞及污染的覺知 	<ul style="list-style-type: none"> ·自然環境體驗 ·欣賞自然之美 ·環境汙染、破壞與人的關係 	各學習領域	<ul style="list-style-type: none"> ·體驗生活周遭環境問題 ·啟發欣賞自然之美的情操 ·以藝文創作表達對自然和人文關懷 ·覺知生活型態對環境的影響 ·覺知環境汙染對生態的影響 ·觀察環境變遷對生態環境影響 ·體會人類社會與生態系統相互依存關係
(2) 環境概念知識	<ul style="list-style-type: none"> ·認識環境與瞭解生態學基本概念 ·瞭解環境問題現況及其對人類社會文化的影響 ·瞭解日常生活中的環保行動與永續發展的內涵 ·認識環境與經濟關係、環境法規與政策、國際環境公約及環保組織 	<ul style="list-style-type: none"> ·認識環境與生態學的基本概念 ·探索環境問題（學校、社區、國內、全球性） ·生活環保（能源節約、資源保育、簡樸生活、綠色消費、廢棄物減量、核汙染等） ·環境正義與世代公平永續發展 ·環境與經濟環境基本法、環保政策、京都議定書、環保公約等、政府環保組織與 NGO 等 	語文、社會、自然與生活科技、綜合活動、健康與體育	<ul style="list-style-type: none"> ·觀察與探究周遭環境，瞭解基本的生態學概念 ·瞭解生活周遭和全球性的環境議題的內涵，並深入探究對人類社會與發展的影響 ·生活中可以力行的環保工作與做法 ·認知經濟發展與環境保護之間的關係，「生活品質」不僅是物質消費，而是永續發展 ·瞭解環境法規與政策、環保組織及國際環境公約，並瞭解公民行動如何能影響環境決策、改善環境品質

內涵	學習目標	學習主題	建議融入之學習領域	內容說明
(3) 環境價值觀與態度	<ul style="list-style-type: none"> ·培養正面積極環境態度，感恩大自然及其運作系統 ·欣賞並接納不同文化，關懷弱勢族群與未來世代的生存發展 	<ul style="list-style-type: none"> ·環境倫理：人類中心倫理、生命中心倫理與生態中心倫理 ·環境正義與代間正義 ·環境權 ·動物權、動物福利 	語文、社會、自然與生活科技、藝術與人文、綜合活動、生活	<ul style="list-style-type: none"> ·能瞭解人與環境互動互依關係，尊重環境中各類生物的生存價值，及人與生物間的倫理關係 ·瞭解並尊重不同族群文化，學習關懷弱勢團體和周遭環境 ·願意改變生活型態關心永續發展議題
(4) 環境行動技能	<ul style="list-style-type: none"> ·運用科學方法歸納不同區域性環境問題的原因與研析可能解決方式，並採取環境行動 ·能規劃、執行個人和集體的校園清潔活動，或組織學校及社區的環境保護、關懷弱勢族群活動 	<ul style="list-style-type: none"> ·環境問題調查 ·環境行動技能（例如：環境議題之說服與協商、環境生態之管理與消費、環境行動之法律與政治手段、分析與評估行動策略成效） ·規劃環境行動計畫 ·執行環境行動計畫 	各學習領域	<ul style="list-style-type: none"> ·學習簡單的日常生活科技，如：運用數位相機、DV 等影音媒材進行記錄 ·運用科學方法收集資料瞭解社區環境問題，並能善用問題解決策略，解決環境問題 ·學習環境行動技能演練 ·規劃執行校園與社區環境保護行動相關活動，強調「服務學習」與「社區參與」之精神
(5) 環境行動經驗	<ul style="list-style-type: none"> ·具備環境友善的素養與處理生活周遭環境問題的能力 ·具有參與國際合作的經驗 ·經由關懷、參與、組織、規劃、執行，逐步建構學生環境行動經驗 ·經由參與活動建立社區意識，培養學生地方感與參與感 	<ul style="list-style-type: none"> ·環境友善的行動經驗（例如：生態旅遊、棲地保育、綠建築、永續農業、永續林業、生態工法、生態社區營造、生態城市、綠色消費等） ·參與居家、校園與社區環境問題解決行動經驗 ·參與探究全球性環境問題經驗 ·建立基本的公民參與機制和落實伙伴合作經驗 	各學習領域	<ul style="list-style-type: none"> ·具體提出環境友善的行動經驗，並能草擬一份環境友善行動計畫 ·參與學校社團和 NGO 的環境保護活動 ·瞭解國際性的環境議題，並能參與調查研究與環境行動 ·環境素養外顯表現於願意主動付諸行動以改善或提升環境系統的健康 ·瞭解國際性或全球性的環境議題，並能合作、分享、參與、調查、研究與環境行動

二、綠色能源教學研究

由於國內對能源教育議題的重視，能源教育方面的相關研究也愈來愈多，在國內國小能源教育相關研究中，大部分的研究方式以問卷調查方式，探討目前國小能源教育之成效較多，也有探討融入式能源教學的準實驗研究設計（陳世富，2009），而大部分的研究主要在探討學童能源方面的認知和態度，還包含了行為層面；綠色能源的研究者（林美足，2010）指出，STS 綠色能源課程可提升多數學生對綠色能源相關概念的瞭解，並能使學生從科學、技學、社會三方向思考與綠色能源的關係，學生在經過 STS 綠色能源教學之後，在綠色能源的態度上有正向成長（謝皓渝 2006），建議學校教師在九年一貫彈性課程時間實施能源教育，並多加利用能源教育資訊相關網站所提供的教學資源及經濟部能源委員會所製贈的各種能源教育輔助教材（張有典，2004）。

STS 強調科學教育應注重「科學、科技和社會」的互動。Yager 把 STS 定義為：「將技學當做是科學與社會之間的橋樑；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與好奇心，而以科學的態度，科學的過程技能和科學的觀念知識尋找解決問題之道，讓學生有創造力產生，並將之應用於社會上。」（林顯輝，1991）。STS 強調科學、科技及社會三者的結合，能讓學生學到日常生活中有用的科學概念和過程技能，並應用於社會中，解決問題。由上可知 STS 強調科學、科技及社會三者的結合，是以學生所處的社會問題為中心，透過學生主動探討解決之道，培養學生批判思考能力及正確的價值觀，能讓學生學到的日常生活中有用的科學概念和過程技能，並應用於社會中，解決問題。Loncks-Horsley（1990）等人提出配合 STS 課程的建構者導向的教學模式，在教學進行中包含四個階段（王美芬、熊召弟，1997）：（1）邀請：邀請學生來學習。（2）探索、發現、創造：鼓勵學生透過觀察、測量或實驗去回答他們的問題。（3）提出解釋和解決：學生提出解釋和解決策略，藉由經驗修正先前的概念，或被新的概念取代。（4）採取行動：鼓勵學生思考如何應用所學或採取行動。講述教學法最常被使用，教師直接傳授課程內容，學生就可以不必摸索，直接得到教師多年的經驗累積，知識的吸收較迅速。

講述教學的過程大致分為四個階段（林寶山，1990）：（1）引言：教師引導學生的注意力和學習動機。（2）正題：將事先有系統組織過的主題內容，簡明、扼要、清晰的向學生講述。（3）摘要及提問階段：將前述內容扼要歸納作簡明的摘要，可提供學生確定自己是否了解和提出值得討論的問題之機會。（4）結論：教師以最簡潔的方式將敘述內容作一總結。

基本上 STS 綠色能源教學法和講述教學法之異同可見表 2

表 2. STS 綠色能源教學法和講述教學法之比較

	STS 綠色能源教學設計	講述法教學設計
教學流程	邀請學生來學習→探索、發現、創造→提出解釋和解決策略→採取行動	引言→教師講述正題→重點摘要→提問思考→結論
學生角色	依據議題主動學習、蒐集資料，經小組討論獲得知識。	被動學習，老師教什麼，學生就學習什麼。
教師角色	1.提供議題背景知識 2.學生針對問題蒐集資料及討論過程提供適時的協助。	整個教學流程，由老師主導，老師是整個教材知識的傳遞者。
教材內容	1.教材內容方向一致 2.學生依據問題主動蒐集資料，建構知識。	1.教材內容方向一致 2.教師依據議題蒐集資料，編製成教材教授給學生。
教學活動	多媒體影片、教師電腦簡報、全班討論、小組合作學習、電腦網路資料蒐集、分組報告、海報設計、實際操作。	多媒體影片、教師電腦簡報、教師講述、海報設計、問與答。

分析相關研究使用之問卷，包括林美足（2010）編製的國小學童綠色能源認知與態度之問卷、陳世富（2009）編製的國小學童能源永續態度量表和學習成就測驗探討、蕭鴻銘（2007）編製的環境教育議題分項目標問卷，與鄭麗香（2007）編製的國小學童環境教育分項能力調查問卷，分別探討綠色能源認知態度、覺知與敏感度、概念知識、價值觀與態度、行動技能、行動經驗。這些問卷值得研究者參考、統整，並配合時事，重新編制成「綠色能源學習成效問卷表」。

三、小結

STS 教學強調科學、技學、社會間的交互作用，是以學生為本位，整合身邊自然環境、人造環境和社會的環境，能提高學生對議題的知覺、考量環境倫理與價值、培養學生做決策的能力與技巧，可見 STS 教學模式與綠能教育有很高的相關性，適合應用在綠能教學上，因此本研究欲以綠色能源為主題，採用 STS 教學方式，學校也應積極推廣綠色能源教育，利用九年一貫課程彈性教學時間，進行「STS 綠色能源教育課程」之教學活動，讓學生有系統的學習探討綠色能源與環境的關係，使學生能覺知綠色能源議題的重要性，使其具有足夠的綠色能源概念知識及環境價值觀與態度，進而能在日常生活中落實節能減碳之環境行動，應是可行的方式，配合自編「綠色能源學習成效問卷表」，以探討學童 STS 綠色能源的學習成效。

參、研究方法

本研究為準實驗研究，目的在於探討 STS 綠色能源教學法，在國小四年級學生，對於環境教育上的學習成就，且探討五個分項能力的改變，再經統整分析比較其成效。

一、研究對象

本研究採取方便取樣，所取的樣本為第一作者所任教之學校四年級兩班的學生，實驗組班級學生人數 27 人，另一對照組班級學生人數也是 27 人，合計共 54 位學童，作為本研究之研究對象，進行前測、綠色能源教學，以及後測。

二、研究設計

本實驗課程之教學採實驗組和對照組前、後測之準實驗設計方式進行，各以屏東縣某國小四年乙班學生為實驗組和以四年甲班學生為對照組，於實驗期間進行國小 STS 綠色能源課程教學活動，而對照組則依一般傳統講述方式上課。

三、STS 綠色能源教學設計

本教學活動主要是以綠色能源為設計主軸，採用 Loncks-Horsley (1990) 等人所提出的 STS 教學模式，分為四個階段：1.邀請；2.探索、發現、創造；3.提出解釋和解決策略；4.採取行動，發展與綠色能源相關課程的教學，共八節課（詳細教學內容如附錄一），主要目的是希望學生透過一系列探究、體驗、蒐集資料與分組討論的活動，體認能源有限與其對環境的影響，了解綠色能源的重要性，並能培養節約能源與保護環境的正確觀念，達到「潔能」與「節能」的目標。

四、講述法教學設計

講述法教學設計總共八節課，以教師講述、發問，學生聽課發言為主，以環境議題引發學生學習動機，並詳盡以口頭的方式將綠色能源教材有系統的傳授給學生，若有不了解部分藉由學生提問或由教師提問，讓學生回答，進行互動，再根據授課教材內容進行重點整理摘要且提出問題，讓學生思考回答，最後以最簡潔的方式將教材內容做總結（詳細教學內容如附錄一）

五、研究工具

本研究依據「國民中小學九年一貫課程綱要」環境教育分段能力指標編制且蒐集現有能源教育相關問卷，分別就綠色能源之覺知與敏感度、概念知識、價值觀與態度、行動技能與行動經驗，五個面向並根據文獻探討之理論基礎來發展「綠色能源學習成效問卷表」作為研究之工具，進行之後學生在教學上則以自編的「國小 STS 綠色能源教學課程」與 STS 綠色能源活動進行實際教學，藉以探討共 54 位學童 STS 綠色能源的學習成效。問卷初稿共 67 題，欲試時選取 105 名國小四年級學生填寫問卷，進行項目分析與因素分析後，得到 14 個向度，共 48 題，其結果說明如下表 3：

表 3.預試問卷試題分析

項目	子向度	原始題數	範例	刪題後題數	信度
覺知與敏感度	1. 環境覺知 2. 個人感受	12	我覺得人類生活上的食、衣、住、行、育、樂各方面都需要使用能源。	10	「環境覺知」 α 係數為.667 「個人感受」 α 係數為.742
概念知識	1. 能源議題的現況 2. 綠色能源的認知 3. 環境保護行動的策略	20	民眾反對興建核能發電廠的原因中,下列敘述何者不是主要因素? (1) 空氣污染 (2) 輻射安全 (3) 核廢料 (4) 核電廠意外	14	KR 信度為.735
價值觀與態度	1. 環境倫理 2. 綠色能源態度 3. 永續發展	16	我們只有一個地球,節約能源是必要也是每一個人應該做的。	10	「環境倫理」 α 係數為.574 「綠色能源態度」 α 係數為.778
行動技能	1. 辨認與研究環境問題 2. 搜集資料 3. 解決問題	4	小朋友,你覺得目前西瓜星球會遭遇到哪些問題呢?	3	「行動技能」 α 係數為.527
行動經驗	1. 說服行動 2. 環境保護行動	15	我會將使用傳統能源的危機,告訴親朋好友。	11	「行動經驗」 α 係數為.902

(一) 「覺知與敏感度」部分

本部份問卷題目共 12 題，均採用李克特氏 (Likert-type) 四點量表。問卷題目之填答選項分為分為「從沒這樣」、「很少這樣」、「經常這

樣」、「總是這樣」四個等級，由填答者依其實際情形勾選適當的選項，計分時依上述四個等級之次序分別給予 1 分、2 分、3 分和 4 分。將預試問卷所得結果先進行項目分析，以 SPSS 統計分析軟體中的獨立樣本 t 檢定求出決斷值 -CR 值，作為題項是否刪除的判斷準則，較嚴格的判別標準為 CR 值 ≥ 3.5 ，CR 值低於 3.5 的題目予以修改或刪除，題號 A5、A11 CR 值 < 3.5 。經過項目分析及因素分析之題目篩選後，覺知與敏感度有二個因素，因素一：環境覺知有 5 題；因素二：個人感受有 5 題。在信度方面則利用 SPSS 統計軟體，以 Cronbach α 係數考驗其內部一致性，因素一「環境覺知」之 α 係數為 .667，因素二「個人感受」之 α 係數為 .742，經刪題之後問卷題目共 10 題（如表 3）。

（二）「概念知識」部分

主要範圍係參照國內外現有研究論著及實際綠色能源發展現況編擬而成，共 20 題，包括能源議題的現況、綠色能源的認知及環境保護行動策略知識，並將各題目進行編碼，以利統計。回答方式為選擇題，回答正確者給 1 分，回答錯誤者給 0 分，再進行統計及分析結果。將預試問卷所得結果先進行項目分析，依試題分析結果，刪除鑑別度在 0.25 以下，難度在 0.8 以上，或 0.3 以下的題目，刪除題號 B3、B6、B7、B8、B15、B19、B20 後，再以庫李信度（Kuder-Richardson Method）考驗其內部一致性，將試題中每題答對與答錯的百分比乘積之總和除總變異，求出整體 KR 信度為 .735，經刪題之後問卷題目共 14 題（如表 3）。

（三）「價值觀與態度」部分

本部份問卷題目共 16 題，填答選項採用李克特氏（Likert-type）四點量表，分為「非常不同意」、「不同意」、「同意」、「非常同意」四個等級。填答者就量表所載，對事件的正面或反面態度的陳述選出答案。正面題「非常不同意」給 1 分、「不同意」給 2 分、「同意」給 3 分、「非常同意」給 4 分；反面題「非常不同意」給 4 分、「不同意」給 3 分、「同意」給 2 分、「非常同意」給 1 分。預試問卷所得結果，先進行項目分析，以 SPSS 統計分析軟體中的獨立樣本 T 檢定求出決斷值 -CR 值，作為題項是否刪除的判斷準則，CR 值低於 3.5 的題目予以修改或刪除，題號 C12、C13、C14、C16 未達顯著標準，故予以刪除。經過項目分析及

因素分析之題目篩選後，價值觀與態度有二個因素，因素一：環境倫理有 5 題；因素二：綠色能源態度有 5 題。在信度方面則利用 SPSS 統計軟體，求出各變項之 Cronbach α 係數，因素一「環境倫理」之 α 係數為 .574，因素二「綠色能源態度」之 α 係數為 .778，經刪題之後問卷題目共 10 題（如表 3）。

（四）「行動技能」部分

本部份之間卷題目共有 4 題，皆屬開放性問題，給分從 0-3 分共分為四等。評分標準主要看小朋友能否詳盡的把自己的想法與做法寫下來，而其想法與作法是否正確或有效。能詳盡描述且能提出三種以上不同有效方法的給三分，普通描述且只提出兩種不同有效方法的給二分，只能提出一種有效方法的給一分，沒寫或不知所云的則給零分。預試問卷所得結果，先進行項目分析，再以 SPSS 統計分析軟體中的獨立樣本 T 檢定求出決斷值-CR 值，作為題項是否刪除的判斷準則，CR 值低於 3.5 的題目予以修改或刪除，預試問卷中四題的 CR 值皆達標準。行動技能只有一個因素，在信度方面則利用 SPSS 統計軟體，求出 Cronbach α 係數為 .527，經刪題之後問卷題目共 3 題（如表 3）。

（五）「行動經驗」部分

本部份之間卷題目共 15 題，均採用李克特氏（Likert-type）四點量表。量表之填答選項分為分為「從沒這樣」、「很少這樣」、「經常這樣」、「總是這樣」四個等級，由填答者依其實際情形勾選適當的選項，計分時依上述四個等級之次序分別給予 1 分、2 分、3 分和 4 分。預試問卷所得結果，先進行項目分析，以 SPSS 統計分析軟體中的獨立樣本 T 檢定求出決斷值-CR 值，作為題項是否刪除的判斷準則，CR 值低於 3.5 的題目予以修改或刪除，E8、E9、E14 未達標準予以刪除（如表 7-1）。行動經驗只有一個因素，在信度方面則利用 SPSS 統計軟體，求出 Cronbach α 係數為 .902，經刪題之後問卷題目共 11 題（如表 3）。

六、資料分析

利用 SPSS 統計軟體確認誤差變異量的 Levene 檢定是否符合變異量同質性，並進行組內迴歸係數同質性考驗，再進行單因子共變數分析（ANCOVA），排除實驗組及對照組學生「綠色能源學習成效問卷表」前測得分（共變量）因素影響後，實驗組與對照組學生（自變量）在「綠色能源學習成效問卷表」後測得分（依變量）的差異情形，並以下列公式計算出顯著差異的效果量值。

$$f = [(\eta^2 / (1 - \eta^2))]^{1/2} \quad f: \text{效果量值}$$

η^2 : 組間離均差平方和與總離均差平方和之比值

肆、研究結果

本章依據前述的研究方法，以「綠色能源學習成效問卷」作為前測、後測的研究工具，將所得資料進行分析與討論，獲得研究結果，利用單因子共變數分析，以前測分數為共變數，實驗處理教學為自變項，後測分數為依變項，分析以 STS 綠能教學課程進行教學，與以講述教學方式進行教學，對國小四年級學童綠色能源之學習成效的影響差異及其表現情形。

一、前後測描述統計

表 4 綠色能源覺知與敏感度前、後測描述統計摘要表

項目	子向度	組別	實驗組 (n=27)		對照組 (n=27)	
			單題平均 得分	標準差	單題平均 得分	標準差
覺知 與敏 感度	環境 覺知	前測	3.09	.40	3.19	.43
		後測	3.38	.24	3.34	.23
	個人 感受	前測	3.21	.21	2.93	.30
		後測	3.40	.14	2.97	.32
概念 知識	能源議 題現況	前測	.61	.26	.54	.22
		後測	.72	.30	.68	.31
	綠色能 源認知	前測	.60	.18	.54	.13
		後測	.80	.24	.78	.20
	環保行 動策略	前測	.70	.09	.62	.08
		後測	.95	.02	.92	.03
價值 觀與 態度	環境 議題	前測	3.35	.37	2.92	.63
		後測	3.35	.43	3.04	.71
	綠色能 源態度	前測	3.16	.74	2.93	.41
		後測	3.34	.55	3.06	.50
行動 技能	行動 技能	前測	.91	.27	.82	.17
		後測	1.75	.28	.88	.20
行動 經驗	行動 經驗	前測	2.52	.60	2.37	.54
		後測	2.91	.31	2.46	.33

表 5 前後測描述統計合計

項目	組別	實驗組 (n=27)		對照組 (n=27)	
		單題平均得分	標準差	單題平均得分	標準差
覺知與 敏感度	前測	3.15	.37	3.06	.39
	後測	3.39	.21	3.16	.38
概念與 知識	前測	.63	.18	.56	.14
	後測	.82	.23	.79	.22
價值觀 與態度	前測	3.26	.56	2.93	.50
	後測	3.34	.57	3.05	.58
行動技能	前測	.91	.27	.82	.17
	後測	1.75	.28	.88	.20
行動經驗	前測	2.52	.60	2.37	.54
	後測	2.91	.31	2.46	.33

在環境覺知的前測單題平均得分低於對照組 ($3.09 < 3.19$)；在個人感受的前測單題平均得分則高於對照組 ($3.21 > 2.93$)；在教學後，環境覺知的後測單題平均得分高於對照組 ($3.38 > 3.34$)；在個人感受的測單題平均得分則高於對照組 ($3.40 > 2.97$)。覺知與敏感度實驗組平均進步 .24 分,對照組平均進步 0.1 分，顯示此兩組學童皆有進步（如表 4、5）。

在能源議題現況、綠色能源認知和環保行動策略三者的前測單題平均得分皆高於對照組 ($.61 > .54$ 、 $.60 > .54$ 、 $.70 > .62$)；在教學後，三者的後測單題平均得分亦高於對照組，實驗組後測單題平均得分為 ($.72 > .68$ 、 $.80 > .78$ 、 $.95 > .92$)。概念與知識上，實驗組平均進步實驗組進步 .19 分，對照組進步 .23 分，顯示此兩組學童皆有進步（如表 4、5）。

在環境議題和綠色能源態度的前測單題平均得分均高於對照組 ($3.35 > 2.92$ 、 $3.16 > 2.93$)；在教學後，兩者的後測單題平均得分亦高於對照組，實驗組後測單題平均得分為 ($3.35 > 3.04$ 、 $3.34 > 3.06$ 、)。價值觀與態度上，實驗組平均進步實驗組進步 .08 分，對照組進步 .12 分，顯示此兩組學童皆有進步（如表 4、5）。

在行動技能的前測單題平均得分高於對照組（.91 > .82）；在教學後，行動技能的後測單題平均得分亦高於對照組後測單題平均得分為（1.75 > .88），行動技能上，實驗組平均進步實驗組進步.84分，對照組進步.04分，顯示此兩組學童皆有進步，可知實驗組學童較對照組學童在綠色能源行動技能方面，能提出較多個有效方法，以解決問題（如表 4、5）。

在行動經驗的前測得分高於對照組（2.52 > 2.37）；在教學後，行動經驗的後測單題平均得分亦高於對照組後測單題平均得分為（2.91 > 2.46），行動經驗上，實驗組平均進步實驗組進步.39分，對照組進步.09分，顯示此兩組學童皆有進步（如表 4、5）。

為進一步了解其差異情形，是否與教學方式有關，便進行量表的共變數分析。

二、單因子共變數分析

表 6 單因子共變數分析摘要表

項目	變異來源	型 III 平方和 (SS)	自由度 (df)	平均平方和 (MS)	F 檢定 (F)	顯著性 (Sig)	效果量值 (F)
環境 覺知	組別	2.328	1	2.328	.486	.486	
	誤差	244.280	51	4.790			
個人 感受	組別	46.224	1	46.224	15.703***	.000	.554
	誤差	150.128	51	2.944			
能源議 題現況	組別	.354	1	.354	.555	.460	
	誤差	32.563	51	.638			
綠色能 源認知	組別	4.386	1	4.386	5.257*	.026	.319
	誤差	42.546	51	.834			
環保行 動策略	組別	.300	1	.300	1.274	.264	
	誤差	12.016	51	.236			
環境 倫理	組別	2.523	1	2.523	1.001	.322	
	誤差	128.461	51	2.519			
綠色能 源態度	組別	17.733	1	17.733	4.434*	.040	.295
	誤差	203.975	51	4.000			
行動 技能	組別	88.212	1	88.212	50.998***	.000	1
	誤差	88.215	51	1.730			
行動 經驗	組別	158.659	1	158.659	7.790**	.007	.392
	誤差	1038.766	51	20.368			

* p<.05 ** p<.01 *** p<.001

在綠色能源覺知與敏感度分析中，在個人感受上有顯著的差異（ $F=15.703$ ），具大效果量；在環境覺知上無明顯差異。二組的主要差異在個人感受方面，分析本研究之原因，可能是因為研究者在課程教學時，都有使用圖片、影片之視聽媒體介紹，能讓學童較具體感受到地球暖化與氣候變遷的嚴重性，但實驗組在教學當中，教師會提出一些相關問題給予學童思考，反思造成這些現象的原因是什麼，所以較能感受環境污染的嚴重性（如表 6）。

在綠色能源概念與知識分析中，在綠色能源認知上有顯著的差異（ $F=5.257$ ），具中效果量；在能源議題現況與環保行動策略上無顯著差異。其原因可能是因為能源議題與學生日常生活習習相關，加上全球暖化的現象又日益嚴重，因此學生會重視綠色能源知識的學習，尤其是綠色能源相關的新科技或產品，更能吸引學童的注意力，像太陽能車 PK 賽時，學童都非常的興奮想去實際操作，以瞭解太陽能的功效，所以實驗組和對照組學童在綠色能源相關的概念知識無顯著差異（如表 6）。

在綠色能源概念與知識分析中，在綠色能源態度上有顯著的差異（ $F=4.434$ ），具小效果量；在環境倫理上無顯著差異。其原因可能是因為實驗組學童分組蒐集與整理綠色能源相關資料，並製作成海報，上台報告分享時，別組同學也很認真想要知道其他組的報告內容，下課時也會去觀看海報，對綠色能源有相當的瞭解；而對照組在教師簡報講述教學時，學童也都很認真聽講綠色能源的優缺點與其應用的情形，所以兩組學童對綠色能源都能有正向肯定的態度，因此在價值觀與態度的得分，沒有顯著的差異（如表 6）。

在綠色能源行動技能分析中，在行動技能上有顯著的差異（ $F=50.998$ ），具大效果量。實驗組和對照組學童具有搜集資料，和應用所學綠能知識設計綠能屋，以解決能源逐漸枯竭與地球暖化的問題之能力，而實驗組學童多了分組查詢、搜集綠能資料和上台報告的經驗，這可能就是有顯著差異的主要因素，因此實驗組與對照組在綠色能源之行動技能方面有顯著差異（如表 6）。

在綠色能源行動經驗分析中，在行動經驗上有顯著的差異（ $F=7.790$ ），具中效果量。可能是因為實驗組的學童透過 STS 教學方式，讓學童主

動學習、實際蒐集資料、相互討論、體驗與能源議題相關的活動過程當中，使學童更有機會去思考反省自己的想法與行為，並真正體會環境保護需要靠大家的實際行動，進而願意身體力行節能環保的行為；而接受講述教學的學童，雖然知道節能的重要性及方式，但在實際行為表現上，可能需再不斷提醒（如表 6）。

三、原始後測總分平均數與調整後總分平均數

表 7 調整後總分平均數摘要表

項目	原始後測總分平均數		調整後總分平均數	
	實驗組	對照組	實驗組	對照組
覺知與敏感度	33.92	31.56	33.76	31.76
概念與知識	11.48	10.44	11.30	10.63
價值觀與態度	33.44	30.48	32.68	31.24
行動技能	5.25	2.62	5.23	2.65
行動經驗	31.96	27.07	31.28	22.76

以前測分數作為共變量，排除了前測的差異，經實驗處理後，覺知與敏感度的分數由 33.92 分及 31.56 分調整為 33.76 分和 31.76 分；概念與知識分數由 11.48 分及 10.44 分調整為 11.30 分和 10.63 分；價值觀與態度分數由 33.44 分及 30.48 分調整為 32.68 分和 31.24 分；行動技能分數由 5.25 分及 2.62 分調整為 5.23 分和 2.65 分；行動經驗分數由 31.96 分及 27.07 分調整為 31.28 分和 22.76 分，顯示實驗組的後測平均數高於對照組的後測平均數（如表 7）。

由研究結果整理後發現，經由 STS 教學法教學後的學生，在學習綠能與環保相關的資訊上，有較高的成效，表示 STS 綠色能源教學有助於學生的學習，可能是因為學生藉由社會議題、互相討論與提出觀點，使學生更有機會去思考反省自己的想法與行為，而對此單元產生興趣，進而積極參與節能環保的行為。

伍、討論與建議

由文獻探討中發現，許多研究論文指出 STS 教學對於學生的環境教育相關能力，有不錯的效果，而本研究以 STS 模式進行教學，強調科學、技術與社會之間的結合，研究也發現以 STS 模式進行教學的學生在綠色能源的學習相對講述式教學模式的學生，在學習上來的有效。

而實施綠色能源教學之後，實驗組與對照組學童在覺知與敏感度、概念知識、價值觀與態度、行動技能、行動經驗等方面均有成長，也可能因為 STS 綠色能源教學法的性質，較強調科技與社會的結合，較多機會讓學生提出、發現、解決與反思問題，也較多需要實際行動的活動與需要身體力行的節能環保行為，讓學生較能夠在活動過程中加深對於綠色能源的印象，因此在綠色能源之覺知與敏感度、行動技能、行動經驗上的得分有顯著差異，在概念知識、價值觀與態度上沒有顯著差異。

建議教師可以參加 STS 教學模式相關的進修研習活動，運用 STS 教學方式進行環境議題的教學，讓學生可以主動學習探索，獨立思考與解決問題，藉由解決問題的活動過程，將所學到的技能與概念靈活應用於日常生活中，在研究中也發覺，藉由影視多媒體的觀賞，學生更能瞭解綠色能源的應用及發展情形，也能提升學生的學習興趣，教師可多採用影視多媒體教學，亦可利用能源教育資訊相關網站，所提供的教學資源，以增加學童學習動機和豐富能源教學內容。而在研究中，學習成效較低的面向，建議可藉由其他教學方式或其他教學教具進行加強，以提升學生對於綠色能源的知識。

參考文獻

中文部分

王秀紋（2009）。**推動國民小學能源教育之層級分析—以南投縣為例**（未出版碩士論文）。朝陽科技大學，台中縣。

王美芬、熊召弟（1998）。**國民小學自然科教材教法**。台北：心理出版社。

- 宋佳芳（2009）。國小四年級學童對節能減碳概念之研究-以高雄縣市地區為例（未出版之碩士論文）。國立高雄師範大學，高雄市。
- 林明瑞（1997）。STS 模式之環境教育教學法。科學教育月刊，204，24-31。
- 林美足（2010）。高雄市國小六年級學童對新環境典範觀、綠色能源認知和態度相關之研究（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 陳世富（2009）。能源永續教育融入自然與生活科技學習成效之研究-以國小四年級能源與運輸工具為例（未出版之碩士論文）。國立臺北教育大學，台北市。
- 張子超（2000）。九年一貫課程環境教育融入的內涵與教學。臺灣教育，589，12-21。
- 張有典（2004）。統整式能源教育課程對國小學生節約能源態度之影響研究（未出版之碩士論文）。國立台中師範學院，台中市。
- 教育部（2010）。國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。
- 劉志明（2010）。推動國小綠色能源教育之相關因素討論-以台南縣為例（未出版之碩士論文）。立德大學，台南市。
- 鄭麗香（2007）。STS 教學模組對國小五年級學童環境教育分項能力之成效研究（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 蕭鴻銘（2007）。以 e-STIS 教學模組運用於國小環境教育之學習成效研究—以汞污泥環境議題為例（未出版之碩士論文）。國立屏東教育大學，屏東縣。
- 謝浩淪（2006）。國小高年級 STS 綠色能源教學之行動研究（未出版之碩士論文）。台北市立教育大學，台北市。

英文部分

- Aikenhead, G. S. (1994). *What is STS science teaching? STS education : International perspectives in reform*. New York : Teachers' College Press.
- Heath, P. A. (1992). Organizing for STS Teaching and Learning : The doing of STS. *Theory into Practice*, 31 (1) , 52-58.
- Solomon, J. (1993). *Teaching science , technology and society*, Philadelphia : Open University Press.

Yager, R. E. (1992) . *The constructivist learning model : A must STS classrooms*. ICASE Yearbook, 14-17.

附錄一

STS 綠色能源教學與講述教學之課程流程設計與架構

組別	實驗組	對照組	
課程	STS 綠色能源教學	講述教學	
教學階段及學習活動		教學階段及學習活動	

邀請	1. 議題討論：觀看「北極熊沒有家」的影片，之後討論相關問題。 (1) 什麼原因造成北極熊沒有家？ (2) 造成這些問題的主要原因是什麼？ (3) 這些現象會對人類生活造成什麼影響？	1. 觀看「北極熊沒有家」的影片引導學生學習動機。 2. 瞭解生活中常使用的能源及其使用後會愈來愈少。 3. 知道能源使用會產生環境汙染、溫室效應，影響氣候變遷。	引言 正題
	探索與發現	2. 瞭解能源的意義與種類並分組討論發表在日常生活中食衣住行各方面所使用的能源。 3. 瞭解石化燃料的有限並分組調查討論其對環境的影響。 4. 觀看「太陽能車」的影片，之後討論相關問題。 (1) 太陽能車有什麼好處？ (2) 日常生活中你發現有哪些利用太陽能的產品？	

創造	5.分組查詢並報告綠色能源（太陽能、風力、水力、生質能、地熱）的利用情形與優缺點？	生質能－利用太陽能與二氧化碳，進行光合作用促進植物生長，再作為燃料，如生質柴油、酒精汽油。	重點摘要
探索與發現提出解釋和解決策略	6.討論綠色能源與石化能源的差異？	地熱－來自地球岩漿及放射性物質的衰變所釋放出來的能量。	提出思考
	7.利用綠色能源做玩具（太陽能車PK賽）	5.介紹「節能屋」、「節能標章」、「能源效率分級標示」	結論
	8.能源迷宮大挑戰。		
	9.參觀「節能屋」瞭解綠色科技的應用情形。	6.各種綠色能源使用之重點整理。	
	10.認識「綠建築」、「節能標章」、「能源效率分級標示」、並蒐集有節能標章的物品海報。	7.請學生發表生活上節約能源的方法。	
	11.分組設計節能綠建築並發表。	8.教師歸納「潔能」與「節能」的重要並落實於生活之中。	
	各組一張海報，請小朋友發揮自己的創意，結合綠色能源的使用，設計一個想像中的創意綠能屋海報並發表設計構想，與全班分享。		
	12.「酷 cool 節能屋」闖關活動。		

採取行動	13. 蒐集節能減碳小秘方，檢核自己日常生活中節能減碳的情形，落實節能減碳的實際行動，以達到「潔能」與「節能」的目標		
------	--	--	--

附錄二 綠色能源學習成效問卷

親愛的同學你好：

這是一份研究問卷,目的是希望了解同學在綠色能源教育上的表現情形,純屬學術研究之用,不會列入成績計算,你所填寫的資料絕對保密。請你仔細閱讀每一個題目後,再依照自己的想法直接作答。謝謝你的幫忙!

第一部分：學生個人資料

我的性別：男 女 班級座號： _____班 _____號

第二部分：學習成效度量問卷

一、覺知與敏感度 答題方式：以下各題敘述,每一題均有「從沒這樣」「很少這樣」「經常這樣」「總是這樣」四個選項,請仔細閱讀後,依據自己的真實感受,在適當的□中打【√】,每題只能勾選一個。				
	從沒這樣	很少這樣	經常這樣	總是這樣
1.我覺得人類生活上的食、衣、住、行、育、樂各方面都需要使用能源。				
2.我覺得能源的使用,如汽車使用汽油,會造成環境污染。				
3.我發現石油、天然氣等能源被人類過度使用後會愈來愈少。				
4.我覺得全球的氣候變遷最主要原因是人類的行為造成的。				
5.我覺得近幾年氣候異常的現象,常會威脅人類生命財產。				
6.我認為環境污染會影響到後代人類的生存。				
7.我覺得現在雖然有許多不同的能源可供利用,但是仍有可能再發生能源危機。				
8.我喜歡藉由身體感官(視覺、觸覺、聽覺)感受自然環境的美好。				
9.看到環境遭到破壞與污染的新聞報導時,我會感到很難過。				
10.我發現很多生活家電物品,多了節能標章。				

二、概念知識

答題方式：每一題有四個選項,請你把認為最正確的答案號碼填在 () 中,每題 只能選一個答案。

- () 1.民眾反對興建核能發電廠的原因中,下列敘述何者不是主要因素?
(1) 空氣污染 (2) 輻射安全 (3) 核廢料 (4) 核電廠意外。
- () 2.水力發電對環境會造成什麼影響?(1) 輻射污染 (2) 魚類無法迴游 (3) 空氣污染 (4) 地下水污染。
- () 3.溫室效應可能會對地球造成什麼影響?(1) 使地球更溫暖,更適合人類居住 (2) 植物會開得更好 (3) 造成全球平均溫度上昇,生態環境異常 (4) 環境因此變得很舒適,像一個溫室一樣。
- () 4.我們生活的地球環境中,哪一種能源使用完了無法再生?(1) 太陽能 (2) 風力 (3) 石油 (4) 水力。
- () 5.下列何者是目前正在積極研發使用的綠色能源?(1) 煤炭 (2) 石油 (3) 天然氣 (4) 太陽能。
- () 6.下列何種能源具備較為潔淨,對環境污染較小的優點?(1) 煤炭 (2) 石油 (3) 天然氣 (4) 風力。
- () 7.目前台灣最適合使用太陽能的地區在哪裡?(1) 南部 (2) 東部 (3) 北部 (4) 西部
- () 8.«太陽能光電板»是將陽光轉換成何種能源?(1) 火力 (2) 風力 (3) 電力 (4) 磁力
- () 9.將太陽能電池設置於屋頂、製成遮陽棚等,合乎什麼理念?(1) 健康理念 (2) 安全理念 (3) 樂活理念 (4) 綠建築理念。
- () 10.水庫中的水可以用來發電,是運用水的?(1) 化學能 (2) 電能 (3) 機械能 (4) 位能變成動能。
- () 11.風力發電面臨最大的挑戰是?(1) 日照時間不足 (2) 雨季太集中 (3) 水災 (4) 風力不穩定。
- () 12.下列有關「綠色能源」的敘述,何者是正確的?(1) 造成溫室氣體排放過量 (2) 低污染 (3) 有一天會用完 (4) 危害生態環境。
- () 13.一般建議將冷氣的溫度設定在幾度之間最能節約能源?(1) 18~20°C (2) 20~22°C (3) 24~26°C (4) 26~28°C
- () 14.下列何項照明燈具較為節省能源?(1) LED 燈 (2) 鎢絲燈泡 (3) 聚光燈 (4) 探照燈

三價值觀與態度				
答題方式：以下各題敘述,每一題均有「非常不同意」「不同意」「同意」「非常同意」四個選項,請仔細閱讀後,依據自己的看法,在適當的□中打【√】,每題只能勾選一個。				
	非常不同意	不同意	同意	非常同意
1.我們只有一個地球,節約能源是必要也是每一個人應該做的。				
2.我認為利用綠色能源所建立的發電設置,不預經環境影響評估。				
3.傳統能源的生產與使用會導致污染,我贊成使用不會造成環境污染的綠色能源。				
4.發展綠色能源的費用較高,但為維護環境我不會在意調高電費。				
5.政府規定汽機車必預定期做排放廢氣檢驗,是每位國民的義務及責任。				
6.目前綠色能源很貴,我們可以等到完全沒有傳統能源,再開發使用綠色能源。				
7.開發綠色能源是科學家的事,和我沒有關係。				
8.我會過簡單的生活方式,以減低環境的負擔。				
9.地球有取之不盡、用之不竭的綠色能源。				
10.傳統能源不久就會用完,不論如何我們應儘早研發綠色能源技術。				

四、行動技能

答題方式：請小朋友先看看下面的故事,故事下面有幾題的問答題要問你的想法,請盡量將自己的想法與所知道的答案寫出來,可以寫多一點。

故事內容(改編自「西瓜星球,砰」)：

在廣大無邊的宇宙中,有一個小小的西瓜星球,住著一群西瓜星人,他們在西瓜皮上打洞鑽井,從井裡抽出西瓜汁當作食物。叮噹博士是西瓜星球上著名的科學家,有一天他計算出西瓜星球上的西瓜汁,只夠他們再吃 125 年,於是趕緊告訴科學部長,希望大家提早想辦法。科學部長聽了之後很緊張說：「這真是個大問題,一定要報告總統!」可是總統聽了之後說：「真是大驚小怪,還有 125 年那麼久以後的事情,以後再想吧!」

但幾個月後,突然有一顆隕石撞擊在西瓜星球,引發強烈的地震且把西瓜星球打穿破了兩個大洞,西瓜汁從大洞裡流出來,這些流出來的汁液因為受到污染,已經不能再吃了,工程師們好不容易的把那兩個大洞堵住,可是根據叮噹博士估算,現在西瓜星球裡剩下的西瓜汁,大概只能夠再吃一年而已。

1.小朋友,你覺得目前西瓜星球會遭遇到哪些問題呢? 答：

2.如果你要幫忙解決西瓜星球的問題,你可以利用哪些方法來收集資料呢?
答：

3.想想看,如果你是西瓜星球上的居民,你會想到用什麼辦法拯救西瓜星球?
答：

五、行動經驗				
答題方式：以下各題敘述,每題均有「從沒這樣」「很少這樣」「經常這樣」「總是這樣」四個選項,請仔細閱讀後,依據自己平常的情形,在適當的□中打【 ✓】,每題只能勾選一個。				
	從 沒 這 樣	很 少 這 樣	經 常 這 樣	總 是 這 樣
1.我會將使用傳統能源的危機,告訴親朋好友。				
2.我會將節約能源經驗告訴親友,帶動大家一起響應節約能源。				
3.我要提醒家人將家中的燈泡或家電換成省電型的。				
4.如果家人要買新的電器用品,我會建議家人購買有貼有節能標章的商品。				
5.我要把綠色能源的好處,向親朋好友推薦。				
6.我要說服校長,希望學校能裝設太陽能發電。				
7.我會主動收集有關於節約能源的資料。				
8.我會去注意家中那些電器用品比較浪費電。				
9.我會主動注意「能源」的新聞或報章雜誌報導。				
10.電器不用時,我會把插頭拔下。				
11.除了注意電費帳單的多少外,我也會注意帳單上二氧化碳的排放量。				