

國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育學系
博士論文

指導教授：葉國樑 博士 曾治乾 博士

國中生節能減碳教學效果之研究～
以台北市某國中為例

研 究 生：唐 孝 蘭 撰
中 華 民 國 一 零 一 年 六 月

國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育系博士論文

國中生節能減碳教學效果之研究

—以台北市某國中為例

摘 要

本研究旨在發展一套針對國中學生之節能減碳教學介入課程，並探討該介入課程之成效。本研究採取方便取樣(convenience sampling)，以台北市北安國中 100 學年度九年級學生為對象，選取四個班級為實驗組（127 人），四個班級為對照組（134 人），再以台北市弘道國中 100 學年度九年級學生，選取四個班級為校外對照組（139 人），此外，為瞭解台北市與其他縣市是否有差異性，選取新竹市立育賢國中 100 學年度九年級四個班級，作為他縣市之校外對照組（119 人），實驗組接受本研究設計之節能減碳教學課程，共計八節課。本研究採問卷調查進行前後測，比較四組間的差異，以及教學介入之前後測的不同，並以變異數分析等方法進行統計分析，本研究重要結果如下：

- 一、 節能減碳教學介入後，能夠增進實驗組節能減碳知識、增強節能減碳正向態度、提升環境敏感度、提高節能減碳之行為意圖，並達到顯著效果。
- 二、 實驗組研究對象節能減碳行為意圖，與態度、環境敏感度間，存在

不等程度之正相關，表示節能減碳態度越積極、環境敏感度越正向，其節能減碳行為意圖也越強烈。

三、實驗組對於節能減碳教學內容、課程喜愛程度及授課教師滿意度，都給予高度正向的肯定。

整體而言，本研究結果顯示「節能減碳教學」介入課程具有不錯的教學成效。因此，建議教育單位可參考運用本研究之介入課程，將節能減碳議題融入現行教科書內容，有系統地推行學校節能減碳教育。

關鍵字：國中生、節能減碳、全球暖化

**The learning effectiveness of global warming and carbon reduction
through health education intervention ~
An example of the junior high students in Taipei city**

A Doctoral Thesis
By
Hsiao-Lan Tang

ABSTRACT

The purpose of this study was to create and evaluate the effectiveness of global warming and carbon reduction intervention curriculums among junior high students. This study used convenience sampling to select 8 classes (4 classes for experimental group, and 4 classes for control group) in ninth grade of Beian Junior High School in Taipei to conduct the education intervention. The questionnaire survey included 8 classes 251 students in Beian Junior High School, 4 classes 139 students in Taipei Municipal Hongdao Junior High School, and 4 classes, 119 students in Yu-hsien Junior High School in Hsinchu City. The intervention used self-compiled teaching modules in eight topics. Questionnaires were distributed at pre-test and post-test. One-way Analysis of variance was conducted.

The main research findings were as follows: (1) The experimental group showed significant improvement in knowledge, attitude, environmental sensitivity, and behavior intention of energy conservation and carbon emission reduction after education intervention. (2) The experimental group showed attitude and environment sensitivity are significantly correlated with behavior intention of energy conservation and carbon emission reduction. The subjects' attitude and environment sensitivity can significantly predict their behavior intention of energy conservation and carbon emission reduction. (3) The experimental group showed satisfactions with global warming and

carbon reduction intervention program.

In conclusion, the study demonstrated that the global warming and carbon reduction intervention program was effective. It is encouraging to see the sign of behavior change in energy use through the intervention of health education program. Suggestions drawn from this study will be provided to edit the new version of health education textbook of junior high school in Taiwan.

Key words: junior high student, global warming , carbon reduction

目錄

第一章	緒論	1
第一節	研究動機與重要性	2
第二節	研究目的	8
第三節	研究問題	9
第四節	研究假設	9
第五節	名詞界定	10
第六節	研究限制	12
第二章	文獻探討	13
第一節	全球暖化	13
第二節	能源教育	38
第三節	綠色經濟	52
第四節	節能減碳教育	74
第三章	研究方法	113
第一節	研究設計	113
第二節	研究對象	114
第三節	研究工具	115
第四節	研究步驟	139
第五節	資料處理與分析	143
第四章	結果與討論	151
第一節	研究對象社會人口學變項之分布	151
第二節	研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖之分布	154
第三節	研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測之比較	165
第四節	節能減碳教學效果評價	169
第五節	研究對象節能減碳行為意圖之影響因素	191
第六節	教學介入過程評價	196
第七節	綜合討論	199
第五章	結論與建議	213

第一節 結論	213
第二節 建議	214
參考文獻	217
附錄	242
附錄一 問卷內容效度考驗專家名單	242
附錄二 專家審查說明函	243
附錄三 「國中生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究」問卷	252
附錄四 學習單	259
附錄五 焦點團體訪談大綱	261
附錄六 深度訪談大綱	262
附錄七 教學回饋表	263
附錄八 教師省思日誌	264

表目錄

表 2-2-1 全球暖化的影響	21
表 2-1-2 溫室氣體種類	22
表 2-1-3 京都議定書內容	24
表 2-1-4 溫室氣體管制	27
表 2-1-5 各國溫室氣體減量法	27
表 2-1-6 氣候變遷表現指標	30
表 2-4-1 國外環境及節能減碳之相關研究	76
表 2-4-2 國內有關環境及節能減碳教育的相關研究	79
表 2-4-3 KEEP 教學四大主題與次主題分列表	98
表 3-1-1 研究設計	114
表 3-3-1 節能減碳教學單元與概念對應表	117
表 3-3-2 節能減碳教學大綱	119
表 3-3-3 節能減碳單元一教案	121
表 3-3-4 節能減碳單元二教案	121
表 3-3-5 節能減碳單元三教案	122

表 3-3-6 節能減碳單元一教案	123
表 3-3-7 節能減碳單元五教案	124
表 3-3-8 節能減碳單元六教案	124
表 3-3-9 節能減碳單元七教案	125
表 3-3-10 節能減碳單元八教案	126
表 3-3-11 節能減碳知識雙向細目表	130
表 3-3-12 節能減碳態度雙向細目表	131
表 3-3-13 節能減碳環境敏感度雙向細目表	132
表 3-3-14 節能減碳行為意圖雙向細目表	132
表 3-3-15 個人基本資料	133
表 3-3-16 專家內容效度 (n=6)	133
表 3-3-17 節能減碳知識各題難度及鑑別度	135
表 3-3-18 節能減碳知識量表	136
表 3-3-19 節能減碳知識量表題目	137
表 3-3-20 各量表內部一致性信度分析 (N=77)	139
表 3-4-1 各組實施前測時間表	140

表 3-4-2 實驗組教學介入時間表	140
表 3-4-3 各組實施後測時間表	141
表 3-5-1 節能減碳行為意圖及其影響因素之譯碼方式與意義	144
表 3-5-2 社會人口學變項的譯碼方式與意義	145
表 3-5-3 考驗研究假設之統計方法	147
表 3-5-4 質性資料譯碼方式及意涵	149
表 4-1-1 研究對象社會人口學變項分布情形	151
表 4-2-1 實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前測之分布情形	155
表 4-2-2 研究對象知識前測 LSD 多重比較	156
表 4-2-3 研究對象節能減碳知識各題之答對率 (N=519)	156
表 4-2-4 研究對象節能減碳態度各題之分布 (N=519)	158
表 4-2-5 研究對象節能減碳環境敏感度各題之分布 (N=519)	161
表 4-2-6 研究對象節能減碳行為意圖各題之分布 (N=519)	163
表 4-3-1 各組前後測人數	166
表 4-3-2 各組變項前後測之分布情形	167
表 4-3-3 實驗組各變項前後測之比較 (n=125)	168

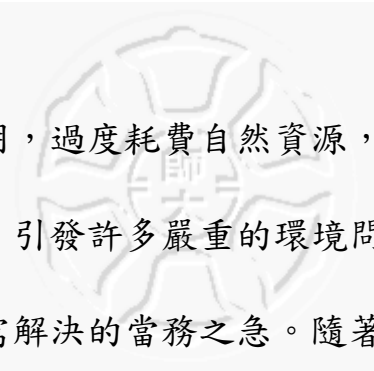
表 4-3-4 校內對照組各變項前後測之比較 (n=132)	168
表 4-3-6 市外對照組各變項前後測之比較 (n=117)	169
表 4-4-1 重複量數之檢定分析	170
表 4-4-2 LSD 多重比較.....	171
表 4-4-3 各組在各變項前後測之變異數分析摘要表.....	171
表 4-4-4 知識 LSD 多重比較.....	172
表 4-4-5 態度 LSD 多重比較.....	173
表 4-4-6 環境敏感度 LSD 多重比較	174
表 4-4-7 行為意圖 LSD 多重比較.....	175
表 4-4-8 實驗組節能減碳知識成對樣本統計量 (n=125)	176
表 4-4-9 實驗組節能減碳知識成對樣本檢定 (n=125)	179
表 4-4-10 實驗組節能減碳態度成對樣本統計量 (n=125)	181
表 4-4-11 實驗組節能減碳態度成對樣本檢定 (n=125)	183
表 4-4-12 實驗組節能減碳環境敏感度成對樣本統計量 (n=125)	184
表 4-4-13 實驗組節能減碳環境敏感度成對樣本檢定 (n=125)	186
表 4-4-14 實驗組節能減碳行為意圖成對樣本統計量 (n=125)	187

表 4-4-15 實驗組節能減碳行為意圖成對樣本檢定 (n=125)	188
表 4-4-16 各教學單元與分量表之對應題號	189
表 4-5-1 研究對象前測行為意圖與知識、態度、環境敏感度之相關 (n=519)	192
表 4-5-2 研究對象前測行為意圖與各預測變項之多元共線性診斷 (n=519) ...	193
表 4-5-3 研究對象前測各預測變項與行為意圖之迴歸係數 (n=519)	194
表 4-5-4 實驗組後測行為意圖與知識、態度、環境敏感度之相關 (n=125)	195
表 4-5-5 實驗組後測行為意圖與各預測變項與之多元共線性診斷 (n=125)	195
表 4-5-6 實驗組後測各預測變項與行為意圖之迴歸係數 (n=125)	196
表 4-6-1 實驗組對於課程內容評價	197
表 4-6-2 實驗組對於課程喜好度評價	197
表 4-6-3 實驗組對授課教師滿意度評價	198

圖目錄

圖 2-1-1 全球氣候變遷對健康衝擊之直接與間接效應架構圖。.....	34
圖 2-3-1 台灣的產品碳標籤.....	69
圖 2-4-1 能源教育目標（程金保，2008）.....	91
圖 2-4-2 節能減碳課程發展步驟（黃月純，2009）.....	95
圖 3-1-1 研究架構.....	113
圖 3-3-1 節能減碳教學概念圖.....	116
圖 3-3-2 課程設計架構.....	118
圖 4-4-1 實驗組節能減碳知識前後測分數直方圖.....	177
圖 4-4-2 實驗組節能減碳知識前後測分數直方圖.....	177
圖 4-4-3 實驗組節能減碳態度前後測分數直方圖.....	182
圖 4-4-4 實驗組節能減碳態度前後測分數直方圖.....	182
圖 4-4-5 實驗組節能減碳環境敏感度前後測分數直方圖.....	185
圖 4-4-6 實驗組節能減碳行為意圖前後測分數直方圖.....	188

第一章 緒論



人類為發展科技文明，過度耗費自然資源，大量使用煤炭、石油、天然氣等化石燃料能源，引發許多嚴重的環境問題，尤其是全球暖化議題，更讓科學家視為亟需解決的當務之急。隨著全球溫度日益升高，人類必須立即採取行動，以遏制二氧化碳的排放，否則未來將會造成嚴重極端氣候與生態失衡，更為人類永續生存帶來重大的危機與隱憂。因此，「節能減碳」乃當前國際間重要核心議題，也是人類與地球共存共榮永續發展之關鍵，為了提升節能減碳素養，進而落實節能減碳行為，根本之道應從教育層面著手，將節能減碳教育與正式學校教育課程融合，培養學生節能減碳環境素養，建立正向節能減碳態度，將節能減碳觀念內化成為個人的生活習慣。

本研究旨在發展一套適用於國中學生之節能減碳教學課程，並探討此課程之成效。本章緒論共分為六節，經由闡述研究動機與目的，呈現研究主題，並界定研究中相關重要名詞及說明研究限制。此六節分別為：第一節研究動機與重要性、第二節研究目的、第三節研究問題、第四節研究假設、第五節名詞界定、第六節研究限制，分別闡述如下。

第一節 研究動機與重要性

全球暖化形成極端氣候，威脅人類的生命財產，儘管全球達成共識催生了京都議定書的制訂，但全球暖化以及連帶引發的極端氣候問題仍持續惡化，預估全球海平面將在本世紀末上升1-2公尺，比聯合國IPCC在2007年的預測還要多四倍左右。2011年初，澳洲東北部昆士蘭，遭遇世紀大洪患，12月降雨量創下150年來新高，整個昆士蘭一半以上的面積泡在水裡，彷彿淹出一個巨大的內陸海，多達20萬人受災，經濟損失高達300億台幣；2011年2月，紐西蘭第二大城基督城發生規模6.3強震，摧毀許多建築和車輛，是歷來最嚴重天災之一；2011年3月，日本東北地區發生芮氏規模9.0強震並引發大海嘯，福島核電廠遭受重創、輻射外洩，核安危機擴大。回顧2010年，世界各地陸續出現極端氣候，溫帶與寒帶的北半球國家氣溫飆高、西歐國家冬季酷寒、高緯度的俄國也出現酷暑。氣候異常，天災不斷，層出不窮的氣候災難，除了帶來生命財產的威脅，也造成農作物歉收，糧食價格飆漲，嚴重影響民眾日常生活，甚至引發社會的不安。

二氧化碳排放量升高，除了對全球生態環境造成嚴重的浩劫，將可能導致人類的傷亡。最近的14年，發生了人類史上最熱的10年，由於海洋的溫度急速上升，形成更多威力更強大的熱帶暴風和颶風；而降雨模式的改變使得水災和旱災的情況愈來愈嚴重；氣溫的升高造成全球傳染

性疾病的爆發，導致許多野生動物瀕臨絕種的危機。人類應該了解，如果沒有其他大自然的各種生命，人類的永續發展也不會實現的，因為人類只是大自然生態圈的一分子而已。所以，人類必須盡力維護「生命支持系統」的正常運作以提供生態系服務，並且保護所有的大自然生命和生態系，再藉由深層價值觀的改變，以及同時從政治、社會、文化等層面著手，來解決全球暖化和氣候變遷議題，希望人類與全地球生命都能永續的生存並發展下去（王從恕，2010）。因此，近年來全球暖化議題已受到國內外政府、企業與相關環保組織的高度重视。

皮尤全球氣候變遷中心(Pew Center on Global Climate Change)在(氣候變遷 101)(Climate Change 101)報告裡提到，全球均溫「在人類歷史上一直都有自然的起伏。例如北半球的氣候，曾經從十一到十五世紀相當暖和的期間，轉變為十七至十九世紀中葉的較低溫時期。不過研究二十世紀末地球氣溫快速上升的科學家說，目前的情形無法用自然溫度變化來解釋。」人類是新加入的因素，燒煤、燒油等化石燃料，濫砍森林、大規模養牛、從事農業和工業化活動，使二氧化碳及其他溫室氣體的排放量暴增。而世界各國憂心的「全球暖化」現象，不僅導致地球氣溫的上升，也會造成各種惡劣的環境影響，如氣候極端的變異（如異常嚴重或頻繁的颱風或乾旱）、生態系統失衡、海平面的上升、海岸線的鹽化、水文及水資源的破壞及糧食的生產的破壞等等，這些氣候變遷對環境的

惡劣影響，自然就對人類的健康造成負面影響。全球暖化及氣候變遷所造成的健康影響包括嚴重氣候變異（如水災、颱風、颶風、乾旱）及高溫氣候導致的身體傷害及死亡；微生物盛行致使食物及飲水中毒；宿主—病媒—病原關係變異導致新興及再浮現傳染病（如登革熱、新型流感、血吸蟲病、瘧疾）的盛行；因過敏原的增加而增加的過敏症；因惡化的空氣汙染導致的呼吸道及心臟疾病；因為糧食生產減少造成的營養不良、疾病、及饑餓問題等等。

台灣雖然是一個面積相對較小的地區，但大量消費與大量生產商品的後果，二氧化碳的總排放量卻是全球第 22 名，占了全球排放量的 1%；據估計，台灣產業製造與販賣商品，每賺進一美元，就向大氣排放 0.52 公斤的二氧化碳（蘇建霖，2007）。全球暖化的問題勢必越來越嚴重，台灣將來也勢必要投入到過去一、二十年來已經在世界許多國家興起的「抗全球暖化運動」，而台灣在投入這個全球運動之前，社會迫切需要有關全球暖化的啟蒙及教育工作，台灣民眾、產業及政府需要培養不盲目追求消費、不迷信經濟成長、愛護地球、有深刻環境保護意識的「地球公民」素養。（陳美霞，2009）

前任美國副總統高爾在全世界各地，展開有關「全球暖化的議題」的巡迴演講，以輕鬆自然以及實事求是的態度，向民眾說明地球目前所面臨的緊急危機，由於受到高爾演講的感動，環保人士蘿莉大衛和電影

製片羅倫斯班德，將演講內容拍成電影「不願面對的真相」，更清楚廣泛地傳達給社會大眾，喚起世人對全球暖化議題的重視，瞭解到這將是人類與生態環境共存共榮的最大挑戰。氣候的災難不再是危言聳聽，而是不爭的事實，電影「明天過後」和「不願面對的真相」已經做了最好的預言，電影中「明天過後」的情節，也許是未來人類必須得面對的真相。全球暖化帶來許多環境上的改變，像是海平面上升、冰河後退等現象，它會造成生物絕種的危機，這些氣溫上升和氣候變化、水災、旱災、流行性傳染病大量散播以及致命熱浪，災情之嚴重是我們從來沒有經歷過的，而且完全是人類自己造成的，我們應該儘快採取防範措施，避免全球暖化繼續惡化。環保行動不可能單打獨鬥，必須透過整合各界的力量，例如：學校、社區、義工團體，共同正視目前所面臨的環境問題，才能發揮挽救地球危機的作用。因應地球永續發展，必須從日常生活方面著手，舉手之勞作環保的行為是一個最快、最好的方法。節能減碳、資源回收等多樣化的環保主題活動，可促進社區民眾及社群參與，共同投入環保回收、愛家園活動。

因此，唯有透過環保教育的推動，將環境保護節能減碳觀念內化，體認地球永續發展是每一個地球人的義務與責任，才能讓地球生生不息、後代子孫綿延不絕。環境與節能減碳永續教育的推動就是一種教育改革：就教學的內涵而言，環境保護議題是最近國內外所關注的焦點，

如果學校教學能作適度回應，正可表現課程的國際觀點與現代性；對學生的認知學習而言，環境與節能減碳永續教育除了具獨特的概念架構，更具跨科際連結的知識體系，擁有一個整體性與豐富性的內涵；對學生的情意學習而言，藉由對環境的關心，關懷社會中的弱勢族群與自然環境中的弱勢物種，進而整個地球環境生態，可成為高尚的人格情操；對學生的行為學習能力而言，環境與節能減碳永續教育，重視日常生活中具體呈現的現象或問題，經由生活中議題的探討與解決，達成生活能力的落實與實踐；最後對學校與教師而言，環境與節能減碳永續教育之內涵觀念仍持續發展，需要學校與教師主動關切與合作學習，因而藉由科際整合與教學自主，提升教育體制內的活力。

國內關於環境與節能減碳永續發展教育的發展方面，經由我國國民教育九年一貫課程的教育改革，將環境與永續發展教育的理念、目標、內涵、教學與評量融入於國民中小學的課程綱要，著實是推動學校環境與永續發展教育的重要機會。九年一貫課程除了七大學習領域之外，明訂「環境教育」為重大議題之一，必須適度融入各個學習領域，而且「健康與體育」學習領域原本就和環境與永續發展教育關係密切，因為「健康與體育」領域強調的，不只是「人自己之生長發育」、同時也關懷學生在「人與人、社會、文化之互動」及「人與自然、面對事物時如何做決定」二個層面的學習，其課程目標中清楚標識出「培養營造健康社區

與環境的責任感和能力」、「培養增進人際關係與互動能力」、「培養擬定健康策略與實踐能力」、「培養運用健康資訊、產品和服務能力」的重要，這些領域課程目標與環境永續教育的最終目標—「培養成為負責任的環境公民」完全一致。

就目前教學實務層面而言，雖然教育部研訂「全國教育各領域課程綱要」中，將節能減碳議題納入正式課程，含括了七大學習領域中的自然與生活科技、社會科、健康與體育等三大學習領域，及六大議題之環境教育。但為因應節能減碳教育的急迫性，關於節能減碳課程的安排與內容陳述上，仍有許多值得改進之處，如：課程規劃、內容分析、篇幅比例等，各版本教科書在節能減碳行動的解釋說明上也有明顯差異。而國中節能減碳之課程，主要編排在自然與生活科技領域、社會領域及健康與體育三大領域中，在課程內容規劃方面，以自然領域最多，社會領域其次，健康與體育領域則是缺乏一個完整單元，有系統地將節能減碳概念教導學生，再加上國中生對於全球暖化與節能減碳仍存在許多迷思，因此，配合現行健康教學課程，發展一套統整性的節能減碳教學課程實為當務之急。

本研究目的為調查國中學生節能減碳環境永續知識、態度、環境敏感度與行為意圖，參考現行九年一貫健康與體育學習領域課程綱要、及100年新課程綱要之分段能力指標，關於節能減碳環境永續教育之內涵，

編擬出一套節能減碳相關議題教學，進行實驗教學介入。由於目前國中健康課程現行教科書，並沒有節能減碳單元，節能減碳概念分散於各個教學單元中，因此本研究希望能建構一套完整的課程教學，以落實校園節能減碳教育之推動，希冀日後可作為國內國中階段節能減碳環境教育教學之參考。

第二節 研究目的

本研究主要依據現行九年一貫健康與體育學習領域課程綱要、及 100 年新課程綱要，並參考國內外有關節能減碳環境教育課程，發展出一套針對國中學生關於節能減碳教學課程，分析此教學之成效，並探討國中學生在節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖方面之差異，同時觀察學生上課的反應、參與度及課堂氣氛的情形。希望能提供國中學生一系列完整的節能減碳環境教學，以落實推動學校節能減碳教育，並將節能減碳價值觀內化為全民行動，一起邁向低碳生活，有效地遏抑全球暖化危機，讓地球永續經營生生不息。

本研究目的有下列二項：

- 一、探討節能減碳教學介入，對於國中學生節能減碳知識、態度、環境敏感度，與行為意圖之教學效果。
- 二、提出本研究之教學心得，研究結果作為日後節能減碳環境教育推廣

之參考。

第三節 研究問題

根據研究目的，提出研究問題如下：

- 一、教學介入前研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖為何？
- 二、教學介入後研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖前後測間是否有所差異？
- 三、節能減碳教學是否能有效增進研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖？
- 四、研究對象節能減碳知識、態度與環境敏感度，與節能減碳行為意圖之相關性為何？
- 五、研究對象之節能減碳知識、態度與環境敏感度，對節能減碳行為意圖的影響力為何？

第四節 研究假設

針對上述的待答問題，提出以下幾項研究假設，這些研究假設以虛無假設形式表示，且在顯著水準 $\alpha = 0.05$ 情形下進行統計考驗，分述如下：

- 一、實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前測之節能減碳知識、

態度、環境敏感度與行為意圖間沒有顯著差異。

二、實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前測、後測之間，研究對象在節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖上，無顯著差異。

三、實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前後測之節能減碳知識、態度、環境敏感度及節能減碳行為意圖，不因組別不同而有顯著差異。

四、研究對象節能減碳行為意圖與知識、態度、環境敏感度間無顯著相關。

五、研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度對節能減碳行為意圖沒有顯著解釋力。

第五節 名詞界定

為使研究所使用的名詞意義明確，茲將重要名詞加以界定如下：

一、節能減碳

節能減碳包括「能源節約」與「溫室氣體減量(其中以二氧化碳減量佔大部分)」兩大部分；加強能源管理減少能源之損失和浪費，提高能源使用效率，有效、合理地利用能源及使用再生能源，藉以減少溫室氣體排放，以緩和全球暖化問題。節能是方法，減碳是目的，因而簡稱為「節能減碳」(陳偉羣，2009；黃月純，2009；臺北市政府產業發展局，2008；

臺灣環境保護聯盟，2008)。

二、節能減碳行為意圖

依據 Ajzen & Fishbein (1980) 的看法，意圖是指個人從事某行為的主觀機率或可能，應用於研究上，是指個人對於未來從事節能減碳行為可能性的主觀判斷。

三、節能減碳知識

指對有關節能減碳的正確認識程度。本研究根據文獻資料(王從恕，2010；林珮君，2010；黃月純，2009)，主要包括：「全球暖化原因」、「全球暖化之影響」、「暖化與健康之關係」、「節約能源」、「節能減碳之重要性」、「如何落實節能減碳」等六方面進行探討。

四、節能減碳態度

態度是指個體對人、事及周圍世界所持的一種持久性與一致性之傾向(張春興，1996)。「環境態度」為對環境中之特殊情況、整個環境或環境直接有關的人或物之信仰的組合。這些組合包括整體的評估：贊成或反對、喜好或厭惡(李永展，1991)。「節能減碳態度」是指個人對於節能減碳行為致力支持的程度。

五、環境敏感度

指個人對於環境的感受性，及所能容忍的程度。環境敏感度不只是一種對環境的移情作用，而且是一種基於個體以前的生活經驗，產生對

環境相關事物學習的興趣、關心環境並以行動去保護它的傾向。（林佩君，2010）

第六節 研究限制

一、研究對象方面：

本研究對象僅為台北市某所國中九年級學生，研究結果無法推論至其他地區的國中生，但是可以做為其他地區相關研究的參考。

二、研究工具方面：

本研究調查係採自我填答方式進行，故受試者回答的瞭解程度或信念確立，可能受到學生個別差異的影響無法掌握，此外，受試者是否有依照實際情形作答、填答時的認真程度、或者作答情形是否受到其當時的情緒、身體狀況、情境等因素的影響，這些因素可能會對研究結果有所影響。

三、研究內容

節能減碳的涵蓋範圍很廣，而影響個人節能減碳行為的因素也很多。因此，本研究以探討節能減碳行為意圖為主，並依文獻探討的結果，設計關於「全球暖化原因」、「全球暖化之影響」、「暖化與健康之關係」、「節約能源」、「節能減碳之重要性」、「如何落實節能減碳」等主題進行教學，故研究範圍僅限於教學之內容。

第二章 文獻探討

本章旨在歸納及整理與研究主題相關之文獻，以做為本研究的概念架構與理論基礎。本章共分為四節：第一節全球暖化、第二節能源教育、第三節綠色經濟、第四節節能減碳教育。

第一節 全球暖化

暖化現象已對地球各地造成嚴重的傷害，同時也喚起了國際間前所未有的重視。2007 年初，由全球一百一十多國的兩千多位科學家所組成的聯合國跨政府氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 公布了第四份報告，因為人類排放過量的二氧化碳等氣體，造成全球暖化，使得冰河及極地冰帽融化、洋流和氣候改變及海平面升高。預估世界各國若不能在 2015 年前阻止大氣中的二氧化碳濃度突破 450 ppm ，屆時可能會有數十億人口因水源枯竭面臨缺水危機，甚至因極端氣候造成的巨大天災而被迫成為無家可歸的環境難民，同時還會有三成的物種從地球上消失。由此可見問題的嚴重性與迫切性，如果我們不立即採收行動做有效的改變，大災難即將在這個世紀末發生。

過去 50 年來，全球平均氣溫以相當快的速度持續上升，導致全球氣候的巨變，自 1978 至今，北極冰圈以每十年約百分之九的速度縮小，超

級暴風雨造成嚴重水災，旱災和森林火災頻傳，2003 年的歐洲熱浪造成 3 萬人喪生，並在印度造成 1 千 5 百人喪命，珊瑚礁及高山草原等生態棲息地遭到嚴重破壞，許多動植物將面臨絕種的危機（吳瓊治，2010）。

當今氣候變遷和全球暖化，確實已造成許多物種瀕臨滅絕。在大眾媒體中最常見也備受關注的例子，就是北極熊的生存問題。由於全球暖化造成北極冰冠的融化，進而使北極熊的棲地減少與捕食困難，現在已發現北極熊體重減輕，甚至有大熊啃食小熊的情況出現。因此，當今氣候變遷和全球暖化的情況下，第二個應永續的對象，就是「大自然」本身（包括：地球、生物多樣性、生態系）。就如生態學者認為，「對大自然的干擾，不只是不必要、不理性，也是一種粗暴和罪惡的行為，人類應該對此負起責任。……人類必須輕而無痕的居住在易受傷害的自然環境中。」

美國馬賽科學研究學會(Sigma Xi)應聯合國之邀，也自組國際氣候科學家小組，並在 2007 年 2 月提出「迎戰氣候變遷」報告(Confronting Climate Change)。報告中說，即使地球平均溫僅略微上升，像 1750 年迄今才高出攝氏 0.8 度，卻已「伴隨著水災、旱災、熱浪和野火事件顯著增加...也出現了夏季北極海的冰大幅減少，格陵蘭冰原的融冰大為增多，西南極冰原不穩跡象頻傳，以及眾多動植物物種分布的地理和緯度範圍有所變動。」馬賽科學研究學會的報告說，由於我們無法完全停止排放

二氧化碳，若排放量增加的速率僅在中等預測範圍內，「那麼到 2100 年所累積的暖化結果，將比工業革命前的情況多出攝氏 3 至 5 度。」這就可能引發前所未見大規模的海平面上升、乾旱及水患，讓眾多人類棲息地變得再也不適合居住，而這只是中等程度的預測，很多氣候學家認為地球還會更熱。

根據聯合國政府間氣候變遷研究小組(intergovernmental panel on climate change, IPCC)於 2001 年公佈的第三次評估報告指出：在 1901-2000 年，全球的暖化趨勢約上升了 $0.6\pm0.2^{\circ}\text{C}$ (IPCC, 2001)；而 2007 年公佈的第四次評估報告更認為：光是 1956-2005 年，全球的暖化趨勢就上升了 $0.65\pm0.15^{\circ}\text{C}$ (IPCC, 2007)，顯示 20 世紀主要的暖化現象發生在過去五、六十年間。全球隨著氣溫平均值上升面臨了越來越多的威脅：極端氣候發生的頻率增加，強度也增強了(中國的電暴、美國的超級颶風及緬甸的熱帶氣旋)、水旱災或森林火災不斷(歐洲的世紀洪水)、地震、海嘯機率大增(2004 年南亞海嘯、2008 年中國四川地震、2009 年海地強震、2011 日本強震及海嘯)、冰河融化、海平面上升、傳染病散播等。反觀臺灣，近百年平均溫度增加了 1.3°C ，為全球平均值的 2 倍，近 30 年增溫速度更是百年趨勢的 2-3 倍；臺灣最高峰玉山，也成了氣候變遷的受害者，不僅夏季植物提早開花，冷杉、鐵杉也異常開花並大量死亡，愈來愈多中低海拔的生物正往高海拔遷移(李育豪，2007；洪志誠，2003；

張靜安，2008；蕭富元，2007a)。

在全球暖化和氣候變遷下，台灣應該優先考慮兩個迫切需要解決的議題：第一個是如何因應 2009 年聯合國氣候變遷會議的減碳要求，第二個是在全球暖化和氣候變遷下，如何因應未來台灣將出現更多的極端氣候可能造成的災害，和山坡地抗災能力薄弱的議題。台灣雖然地狹人稠，但台灣的二氧化碳總排放量，卻是相當可觀，而人均排放量更是名列前茅，過去十五年的增加比例是世界第一（李名揚，2008）。雖然台灣並不直接參與減碳協議的簽署，但台灣必將受到減碳的要求和壓力，因為台灣若不改進自身工業生產過程以達到減碳目標，極有可能遭受國際經貿的制裁。所以，台灣應及早綠化工業生產過程，並開發非污染能源，以因應減碳的要求和壓力。第二個議題，是極端氣候對台灣可能造成的災害，可以預見台灣未來將出現更多的極端氣候，尤其是降雨不均問題，例如：乾旱季的增長，水災、土石流等。

2009 年丹麥哥本哈根召開聯合國氣候變遷會議，雖然並非所有議題都有一致的共識，但世界主要二氧化碳排放國——美國和中國已釋出減碳善意。希望能在後續的氣候變遷會議中簽署新的減碳協議，順利取代即將於 2012 年到期的京都議定書，繼續完成減碳、保護森林，以及協助開發中國家兼顧減碳與經濟發展等目標。在全球已經暖化的當今，我們這一代必須盡一切的努力，去避免在未來的 50-100 年內產生劇烈的氣候改

變，影響和危及下一代的權益。

一、暖化之成因與影響

IPCC 的報告顯示，引起全球溫度上升的主要原因，90%的可能性是各種人為活動排放溫室氣體所造成，其中二氧化碳是影響很大的溫室氣體之一，二氧化碳的濃度從工業革命前的 280ppm 快速增加到目前的 380ppm，比工業革命之前高出了 35% (邱淑慧譯，2007；蕭富元，2007a；顧洋，2008；IPCC, 2007)。二氧化碳對全球暖化的貢獻度占 64%，目前全球平均溫度的變化，幾乎和二氧化碳含量的變化同步上升 (臺灣環境保護聯盟，2008)，因此「節能減碳」為目前降低全球暖化最直接的做法。

溫室效應的原理是因太陽輻射出來的短波輻射能夠穿過大氣層抵達地球表面，這些能量約有 30% 會被大氣層反射出去，20% 被大氣層吸收，其餘的 50% 提供地球熱能。地球的水和土地吸收了太陽能量後，會緩慢的把一部份熱能以長波輻射釋放出來；長波輻射遇到大氣層中的溫室氣體，就會被吸收、截留在大氣層內，使得地球保持溫暖。地球如果沒有溫室氣體，地球表面的平均溫度大概為零下 18°C，溫室氣體的存在，使得全球平均溫度在 15°C 左右，如果溫室氣體在大氣層中的濃度漸漸升高，大氣層中的溫度也會逐漸升高，造成地球越來越溫暖 (倪宏坤，2006；葉欣誠，2006)。從氣候歷史來看，近百年全球平均溫度上升的速度大約是五千年前到一萬年前的 30 倍，科學家預估若照這樣的速度持續增加下

去，到了 2100 年，全球平均地面氣溫將比 1990 年增加 1.4-5.8°C (IPCC, 2007)，屆時暖化將引起嚴重的環境災難。事實上，目前全球暖化已導致全球的乾旱、熱浪、水患等自然災害的發生頻率增加，造成的環境衝擊有日益嚴重的趨勢。

每一種溫室氣體造成的暖化效應並不相同，國際間以全球暖化潛勢 (Global Warming Potential, GWP) 代表該氣體相對二氧化碳 (CO_2 GWP= 1) 而言，其暖化強度的比例，當 GWP 值越高，即意味著該氣體對全球氣溫所造成的暖化程度越高。雖然氫氟碳化物、全氟碳化物及六氟化硫對溫室效應的影響最顯著，且存在於大氣中的時間（生命週期）較長，但由於二氧化碳的含量最多，相對對全球升溫的影響也最大，約是所有溫室氣體總貢獻的 64%（葉欣誠，2006）。

權威的「看守世界雜誌」（World Watch Magazine | Worldwatch Institute）專業報告指出：畜牧業直接及間接排放的溫室氣體佔全球排放量半以上，80% 的亞馬遜雨林是因為開墾牧場或種種飼養動物的穀類（如大豆）而消失，這些穀類可以養活 20 億的人口，卻只提供少數人口的口腹享受。畜牧業消耗了全球超過 1/3 穀物及 70% 的淡水資源，是造成糧食短缺、飢荒、海洋河川污染和水資源枯竭的主因。肉類從生產、運輸、保存和烹煮，過程都是高耗能與高排碳的行業。IPCC 的主席帕喬里（Rajendra Pachauri）指出，「聯合國糧農組織（FAO）估計，肉品生產直接

造成的溫室氣體排放，約占全球總量的 18%，交通運輸的排放量只占了 13%，牛羊打嗝與排氣會釋出大量甲烷，其溫室效應高達等量二氧化碳的 23 倍。」世界關懷農業組織(Compassion In World Farming， CIWF)呼籲各國政府在協商(京都議定書)的同時，也要針對減少肉類生產與消耗量訂定明確目標。該組織指出，過去四十年來，全球肉類消費量直線上升，嚴重威脅人體健康與地球生態環境。全球至少有三分之一的糧食用於飼料大，獲取 1 公斤的牛肉需要消耗 10 公斤的飼料與 10 萬公升的水，全球農場牲畜每天至少製造 130 億噸的廢棄物，汙染土壤與河川，加劇全球暖化。「科學世界」(Science World) 2002 年 1 月 21 日報導：大氣中的沼氣吸熱量，每分子比二氧化碳多 21 倍，是最厲害的溫室氣體。據美國國家環境保護局指出，世界各地有 13 億頭牛幾乎不斷在打嗝(美國就有 1 億)，牲畜釋放的沼氣是全球溫室氣體主要來源之一，一頭牛平均每天排放 600 公升沼氣。

IPCC(1996)將全球氣候改變所導致的環境問題與影響，分為以下三方面：

(一)物理系統的改變：冰河收縮、久凍結地帶融化、河流和湖泊會較遲結冰，並提早融化等。

(二)生物系統的改變：中高緯度會有較長的生長季節、動植物的生長區會向極化和高度的移動、某些動植物的族群會減少、樹木會提早開花、

昆蟲的蔓延、生物多樣化減少等。

(三)人類系統的改變：熱帶和亞熱帶地區的農作物收成會減少、很多地區的用水供應會減少、更多人患上瘧疾和霍亂、某些地區泛濫的情況會變得更嚴重、需要更多能源來作冷卻、海平面上升可能會影響沿海城市等。這些環境災難中，沿海低窪地區及島嶼國家受到的衝擊特別顯著，最明顯的案例是在 1999 年太平洋上提布亞塔拉瓦和阿布努亞兩個小島，由於暖化造成的海水上升，使其消失在大海中(孫維廷、洪志誠，2005)；島嶼國家吐瓦魯也已面臨沒有淡水可以飲用。政府氣候變遷研究小組(IPCC)2001 年的報告書中估計，到 2100 年全球平均氣溫將使南北兩極冰山融化、海平面將上升 15-90 公分，若持續惡化將使得低窪島嶼國家，如吐瓦魯、吉里巴斯等國沒入太平洋中，北極熊、企鵝的棲地遭到破壞而有滅絕的危機，歐洲阿爾卑斯山冰河融化，歐洲地中海沿海地區因為夏季熱浪幾乎無法居住，乾旱區擴大造成非洲和南亞等地的旱災更嚴重，而其他自然生態系統遭到嚴重改變，極端氣候條件頻仍(IPCC, 2001)。

表 2-2-1 全球暖化的影響

項目	影響層面
水資源	造成水供應系統的改變，還有水質的改變，並使乾旱、洪水的發生頻率增加。
農業	使農作物產量改變，還有增加灌溉用水的需求。
海平面及沿海地區	因海平面升高使得低窪的島嶼及沿海城市受到洪水侵襲，海灘也因此縮減，還會影響漁獲。
森林	會改變森林的組成及所在的位置或導致有些森林消失，甚至乾旱引發的火災，減少野生動植物棲息地及物種。
生物多樣性	因生物適合的棲息地的減少，使得動植物物種的滅絕。
極端天氣	會造成延長熱浪及乾旱，還有颶風、颱風、龍捲風以及暴風的增強。
疾病與健康	食物及水的供應受到影響，使疾病的傳播容易，因為熱及疾病所產生的生病和死亡人數增加。
人口	因疾病和生活環境惡化使人口死亡和遷徙增加，並造成因環境問題產生的死亡增加。

資料來源：臺灣環境資訊中心網站（2008）

二、國際溫室氣體管制

人為造成的溫室氣體是地球溫暖化的元兇，為使全球暖化趨緩，減少溫室氣體的排放，降低大氣中溫室氣體的濃度，實是當務之急(台灣環境保護聯盟，2008；黃啟峰，2007)。

1992 年聯合國在巴西里約召開「地球高峰會議」，通過了「聯合國氣候變化綱要公約」(UNFCCC)，其主要目的是限制人類製造的溫室效應氣體總量，使其不至於影響全球氣候(工業技術研究院，2008a)，會中所

提出因應全球暖化的兩項主要策略：減緩和調適。「減緩」是指減少溫室氣體排放或把它吸收貯存，以降低大氣中溫室氣體的濃度；「調適」則是指發展可以降低全球暖化負面影響，甚至開發其正面效益的方法(顧洋，2008)。1997 年聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會於12月1日至11日，在日本京都舉行，共有149個國家，通過一項具法律約束力的「京都議定書」(黃啟峰，2007)，這是人類歷史上第一次以法律約束的形式，限制已開發國家的溫室氣體排放量，也是第一次全世界共同以行動宣示對抗全球暖化的決心(鐘丁茂，2005)。

會中通過具有管制效力的「京都議定書(Kyoto Protocol)」，明定針對二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亞氮(N₂O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)及六氟化硫(SF₆)等六種氣體進行削減(工業技術研究院，2008b)；2005年京都議定書正式生效也象徵先進國家抑制溫室氣體排放的決心(羅新衡、高紹惠，2007)。

表 2-1-2 溫室氣體種類

目前「京都議定書」 管制6種人為溫室氣體		人為活動
CO ₂	燃燒石化燃料(例如石油、煤、天然氣)、土地利用變更、工業製程	
CH ₄	碳氫化合物燃料、畜牧業、農耕	
N ₂ O	燃燒石化燃料、污水處理、化學工業製程、農耕	

目前「京都議定書」

管制6種人為溫室氣

人為活動

體

HFCs	冷凍冷藏、半導體製程
PFCs	半導體製程
SF ₆	半導體製程、重工業、電力業、鋁鎂合金、平面 顯示器產業

資料來源: IPCC 4th Assessment Report

「京都議定書(Kyoto Protocol)」議定書的全文共28 條及A、B 兩個附件，主要內容為：（一）減量時程與目標：公約附件一國家及摩洛哥與列支敦斯登，應於2008 至2012 年間達成減量目標，同時採差異性削減目標之方式：歐洲聯盟及東歐各國8%、美國7%、日本、加拿大、匈牙利、波蘭6%，另冰島、澳洲、挪威則各增加10%、8%、1%。（二）管制六種溫室氣體：其中CO₂、CH₄、N₂O管制基準年為1990年，而HFCs、PFCs與SF₆為1995 年。且制定「共同執行」、「清潔發展機制」、及「排放交易」等三種彈性機制，森林吸收溫室氣體之功能納入減量計算，即1990年以後所進行之植林、再植林及砍伐森林所造成之溫室氣體吸收或排放之淨值，可計算於減量之中。京都議定書中一項新的特點是允許進行國際合作計畫，來達到減少溫室氣體排放減量的承諾。同時將達成減量目標的期間由固定的一個年度，擴大為一個五年的期間，讓各國可以選擇

在最便利與最具經濟效益的期間內執行。

京都議定書內容概要如下：

表 2-1-3 京都議定書內容

項 目	內 容
管制氣體	主要管制 6 種溫室氣體：二氧化碳(CO ₂)、甲烷(CH ₄)、氧化亞氮(N ₂ O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF ₆)。其中以 CO ₂ 為主要對象。
締約國的分類與規範	京都議定書第一期約定各國承諾時間為：2008 年至 2012 年。並明定各類締約國的規範 第一類為「已開發國家」，必須減量並提供經濟援助及技術轉移。 第二類為「東歐經濟轉型國家」，必須減量。 第三類為「發展中國家」，於第一承諾期間並無減量義務。
減量規定	要求上述第一類與第二類締約國必須在 2008-2012 年間將溫室氣體中 CO ₂ 、CH ₄ 、N ₂ O 排放量降至 1990 年(管制基準年)水準平均再減 5.2%，而 HFCs、PFCs 與 SF ₆ 管制基準年為 1995 年。
生效條件	1.至少 55 個締約方批准。2.第一類與第二類的締約國，1990 年二氧化碳排放量須至少占全體排放總量之 55%。兩項門檻皆通過後，京都議定書才能於其後第 90 天開始生效。

資料來源: IPCC 4th Assessment Report

京都議定書於2005年2月16日正式生效，代表低碳經濟時代來臨，主要限制二氧化碳的排放，也對各國能源配比與產業結構造成直接衝擊，影響各國經濟發展甚至損及國際競爭力，為了因應與減少京都議定書帶來的衝擊，各國採取的政策有：選擇二氧化碳排放量較少的能源，或開發太陽能、風能等再生能源；利用徵收碳稅來約束能源的使用量及二氧化碳的排放量，或通過造林及加強森林管理措施，以增強陸地碳吸收量。此外，也有透過共同執行(Joint Implementation, JI)、排放權交易(Emission

Trade, ET)或清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)等國際合作，達到減緩地球暖化的速率(孫維廷、洪志誠，2005)。

以經濟學的觀點，碳交易政策稱作「總量管制與交易」(cap and trade)，是透過界定污染的「排放總量」和「排放權」，市場機制會把減少污染的成本降到最低，這個概念在上個世紀的 60 年代被提出，在 90 年代美國治理酸雨的時候首次被採用，結果成效斐然，為防治污染開闢出一條新的道路。有鑑於酸雨的經驗，世界各國也想導入市場機制來對抗全球暖化，於是京都議定書(Kyoto Protocol)不僅規範各國在一定時程內，需要減少的碳排放量，同時還包含了一個「排放交易」的條款，國際「碳市場」應運而生。

美國受制於國內巨大的保守政治勢力，遲遲無法簽訂京都協議書，在這個背景之下，西北大學的桑德(Richard Sandor)教授在 2003 年推動成立了芝加哥氣候交易所，和其他受京都議定書規範的國家(如歐洲各國)的情況不一樣，美國的芝加哥氣候交易完全是由企業推動、企業自願參與，設定共同的減排目標。在全盛時期時，總共有 450 個大型企業參與，其中包括 IBM、杜邦、福特汽車等知名大公司，這些企業承諾在 2003 到 2006 年間(第一期)減少 4%的碳排放，在 2007 到 2010 年間(第二期)繼續減少 6%的碳排放，如果把這些參與企業的排放總量加總，比一個德國總排放量還要多。中國也正在研擬碳交易的可行性，芝加哥氣候交易所和

天津市政府及中國石油公司(PetroChina)合資成立了天津氣候交易所(Tianjin Climate Exchange)為中國市場鋪路，中國各地的「環境交易所」也如雨後春筍般地掛牌成立。台灣則因為國際地位特殊，在這個風潮中完全缺席，爭議多時的「溫室氣體減量法」，如今仍尚未通過立法。其實，碳交易不過是諸多減碳政策之一，並非解決全球暖化的唯一解藥。

2009年在丹麥哥本哈根召開的第15次聯合國氣候變遷大會，達成了「哥本哈根協議(Copenhagen Accord)」，其內容包括：(1)將全球的升溫控制在2°C以內，附件一國家須在2010年1月底前提報2020年以前各自減碳目標，非附件一國家則繳交減量行動；(2)承諾由氣候基金資助減少森林退化；(3)成立哥本哈根綠色氣候基金，簽署協議的已開發國家於2010年至2012年間，投入300億美元協助開發中國家對抗氣候變遷，到2020年時每年共同提供1000億美元的資助；(4)建立技術機制(Technology Mechanism)加速技術發展與移轉，以支持氣候變化的減緩與調適；(5)指出調適對高脆弱度國家的重要性，已開發國家並有責任協助開發中國家的調適工作。哥本哈根協議雖未訂定2013年後已開發國家具體減量目標或指出2020年、2050年全球應執行之減量目標，但已就其他主要歧見形成共識，為極重要的後續行動基礎(行政院環境保護署，2009；張楊乾，2009；趙家緯，2009)。

對於溫室氣體管制規範，各國提出減碳政策，主要歸類為四大項目，

研究者整理歸納如下表：

表 2-1-4 溫室氣體管制

政策	工具	案例
法令規章	簽訂國際公約	京都議定書
	制訂國內減碳法規	台灣，溫室氣體減量法草案
經濟工具	綠色租稅	● 英國，課徵氣候變遷稅 ● 法國，課徵碳稅
	潔淨能源補貼	美國，生質柴油與燃料酒精給予每加侖10%租稅抵減
	溫室氣體交易	排放交易，歐盟氣候變遷交易所，進行買賣
技術發展	減碳新技術	碳捕捉、碳封存

同時，許多國家制訂了溫室氣體減量法，如下表：

表 2-1-5 各國溫室氣體減量法

國家	法令名稱	重點內容
日本	地球溫暖化對策推進法	● 原則性立法，沒有訂定明確減量目標 ● 各級政府應制定抑制計畫與公布措施成效，並可設置地球溫暖化防止活動推動中心及人員
瑞士	CO ₂ 減量法	● 訂定明確減量目標，並區分兩階段實施 ● 第一階段：自願措施；第二階段：實施碳稅

國家	法令名稱	重點內容
英國	氣候變遷法	● 訂定長期(2050)目標，政府負減量責任 ● 每五年一期，分期達成
台灣	溫室氣體減量法	● 原則性立法，沒有訂定明確減量目標 ● 區分兩階段實施：第一階段：能力建構；第二階段：總量管制與交易制度 ● 明定各目的事業主管機關責任 ● 規範一定規模新設污染源責任

資料來源：李堅明 (2007)

為要達成京都議定書所規範之減量目標，各國優先推動國家整體策略之調整，確立各級政府責任之分工，調整各部門政策措施(再生能源及節約能源)，優先建立國家級溫室氣體統計、登錄及監督系統(行政院環境保護署，2006)；目前國際上所指溫室氣體的抑制排放目標，大多是針對二氧化碳來進行(羅新衡、高紹惠，2007)。其實自1990年代以來，各國即開始積極節約能源的使用或尋求替代能源以減少對環境的破壞(林明賢，2006)；其中推廣綠色能源最有力為德國，積極發展再生能源，特別是風力發電、太陽能與生質能(廖惠珠，2006；臺灣環境保護聯盟，2008)；英國製定「氣候變遷稅」並立法限制二氧化碳的排放量(臺灣環境保護聯盟，2008)；歐盟各國積極推動各項提升能源效率措施，並有共識盡量使

用風力發電、太陽能及省電燈泡，400 個節能團體共同形成「歐洲能源網」，希望能將節能減碳工作落實於日常生活中；北歐國家徵收碳稅(行政院環境保護署，2006；高紹惠，2009；翁鳳英，2008；臺灣環境保護聯盟，2008)；2007年6月世界八大國(G8)也達成共識，希望於2050年CO₂排放量能減少為現在的1/2(林明賢，2006)。各國為能有效減緩全球暖化及呼應京都議定書的要求，大都採用以下的重點策略：(1)節約能源使用；(2)提高能源使用率及加強能源效率管理；(3)使用低碳能源；(4)使用再生能源；(5)加強節能減碳新技術的研發及應用，包括：使用CO₂之吸收、貯存、中和技術；(6)產業、能源結構調整及價格策略配合；(7)推動節能減碳教育、宣導及獎勵。上述各國的重要策略就是以「節能減碳」為主軸，因而「全球暖化」議題就轉成「節能減碳」議題。

三、國內之因應措施

環保組織看守德國協會(German Watch)2010 年 12 月在坎昆舉行的氣候會議中，公佈主要碳排放國抗暖表現的排名。台灣在五十七個主要的碳排放國之中，排名倒數第十四名，勉強沒有進到「表現極差 (Very Poor) 」的組別裏，而若是和 2008 年的排名相較，則依舊退步了十五名，抗暖表現連續兩年被該組織評為「差 (Poor) 」。會議中全球抗暖表現最差的主要碳排放國家，依舊是產油大國沙烏地阿拉伯，中國大陸排倒數第五、美國排倒數第七、俄羅斯排倒數第十三名。至於碳排放量全球第一

的中國大陸，則依舊名列倒數前十名，不過中國大陸在政策的表現上卻令人驚豔。歐洲氣候行動連線(CAN Europe)總裁杜維(Matthias Duwe)指出，中國大陸在國家政策和再生能源立法進度都有改善，已形成一股強大的趨勢。在哥本哈根會議失敗後，各國在氣候政策的表現反有長足進步，呈現各國的國內減碳政策，超越國際減碳談判進度的情況。(台灣環境保護聯盟，2011)

表 2-1-6 氣候變遷表現指標

	2011		2010		2009	
	排名	分數	排名	分數	排名	分數
臺灣	47	50.15	47	47.5	32	51.5
新加坡	32	54.97	40	48.8	38	49.5
南韓	34	54.54	41	48.7	41	48.1
日本	38	53.09	35	50.9	43	47.1
中國	56	44.90	52	46.6	49	45.9
印度	10	64.11	9	63.1	7	62.1
印尼	21	59.73	23	54.9	27	53.8
馬來西亞	53	47.10	50	46.9	52	44.3
泰國	19	59.83	26	54.6	35	50.2

評分標準：溫室氣體排放量改變趨勢 50%；年排放量 30%；氣候變遷政策 20%。

(Climate Change Performance Index, Germanwatch + CAN-Europe) (台灣環境保護聯盟，2011)

台灣排名沒有進步，與二氧化碳排放量居高不下關係最大，政府如果繼續通過煉鋼廠等耗能產業，二氧化碳將會持續成長。以火力發電廠

為例，台中火力電廠(5500MW)繼續蟬連全球電廠 CO2 排放第一名，麥寮電廠從 2008 年起就以晉升為第五名，甚至兩廠的排放量仍在不斷增加中，短短不到四年，台中火力電廠由年排放不及 3800 萬噸增加到近 4000 萬噸，麥寮電廠也由 2900 萬噸增加至約 3000 萬噸。(台灣環境保護聯盟，2011)。台灣的碳排放量約佔全球百分之一，1990～2006 年的碳排放量的增長率，更高達 133%，是全球碳排增長最快的國家之一。2009 年 12 月哥本哈根會議後，行政院政務委員梁啟源邀各部會協商訂出「我國 2020 年二氧化碳排放基線 (Business As Usual,BAU) 排放量、減量措施。其中最受矚目的是，政府將國光石化、六輕五期增加的排碳量納入模擬計算，到 2020 年我國的排碳量將達到 467 百萬噸，比 2005 年的 257 百萬噸，增加了 210 百萬噸，足足成長 82%。然而政府已宣示我國溫室氣體減量目標與期程，2020 年應回到 2005 年；2025 年回到 2000 的排放量水準。IPCC (聯合國政府間氣候變化專家小組) 建議開發中國家承諾幅度應較基線排放量減少 15%到 30%之間，我國向國際社會承諾，2020 年的溫室氣體排放量較預測的基線排放量減少至少 30%；而為了開發國光石化、六輕五期，則進一步承諾至少減到 45%。目前國人年平均碳排放佔全球第十七、總排放量佔全球第 22，要如何能一方面發展高排碳產業，一方面又能達成減量目標？確實是一件相當值得思考的議題。

雖然台灣並非國際氣候協議的簽約國，但為因應 2005 年生效的「京

都議定書」，政府對外宣示願意善盡共同保護地球環境之責任，減緩全球氣候變遷，降低溫室氣體排放，對內則回應 2005 年全國能源會議及社會大眾之期待，並使國內推動溫室氣體減量具有法源依據，落實依法行政，研擬「溫室氣體減量法」。此法立法原則係依據聯合國氣候變化綱要公約精神，承擔共同但差異的責任，確保國家永續發展，並重點規範政府機關權責、溫室氣體減量對策及教育宣導、政府間跨部會推動溫室氣體減量機制、減量執行模式及執行工具等，作為國內整合決策機制及參與國際合作之橋樑，藉此降低決策的相對不確定性。

由於目前台灣的溫室氣體並不算是法定污染物，不受「空氣污染防治法」的管制，立法院現正審議的「溫室氣體減量法」草案，是以溫室氣體的減量與氣候變遷的調適為主。目前「溫減法」已通過立院衛環委員會的審議，並保留部份條文交由黨團協商時討論，主要的爭議點有三點：一、沒有設立減量目標。目前在立院主要審議的「行政院共識版」裏，並沒有把減量的基準年及目標年放進去。第二、排放額度是否應有償取得。政府在給各企業的排放額度時，是要依過去排放量來算，排愈多就給愈多；還是留一定比例的額度拍賣或配售，強制要求企業減碳。以目前的規劃，可能朝無償配額，或以最多不超過 5% 的有償配額。第三、抵換機制國內外比例。當企業未來沒有辦法達到減碳目標時，根據「溫減法」企業是可以去買碳匯(Carbon credit)的。但是要到對岸去買，或到

國際市場去買，還是跟台灣自己減量有成的企業買，法案裏則設有一定的比例。

四、暖化對健康的影響

全球暖化及氣候變遷所造成的健康影響，包括嚴重氣候變異(如水災、颱風、颶風、乾旱)；高溫氣候導致的身體傷害及死亡；微生物盛行造成食物及飲水中毒；宿主—病媒—病原關係變異導致新興及再浮現傳染病(如登革熱、新型流感、血吸蟲病、瘧疾)的盛行；因過敏原的增加而增加的過敏症；因惡化的空氣汙染導致的呼吸道及心臟疾病；因為糧食生產減少造成的營養不良、疾病、及饑餓問題等等(陳美霞，2009)。

全球氣候變遷對於人類健康有直接與間接的衝擊(如下圖)。直接的衝擊以氣候發生極端變化為主，像是溫度的劇烈變化、降雨量的驟變、海平面升高等，層出不窮的極端天候現象所導致的天然災害對健康造成之衝擊。間接的衝擊則是改變了水、空氣、食物的品質，以及生態系統、農業、工業、住宅、經濟的改變等等所衍生的健康問題；另一方面全球氣候變遷也會改變現有的環境、社會與健康體系，進而直接或間接影響人類的健康。這些影響現在看來似乎不大，然而在氣候變遷下的未來，全球暖化效應將對人類的生活產生深遠影響。(林若婷、詹長權，2009)

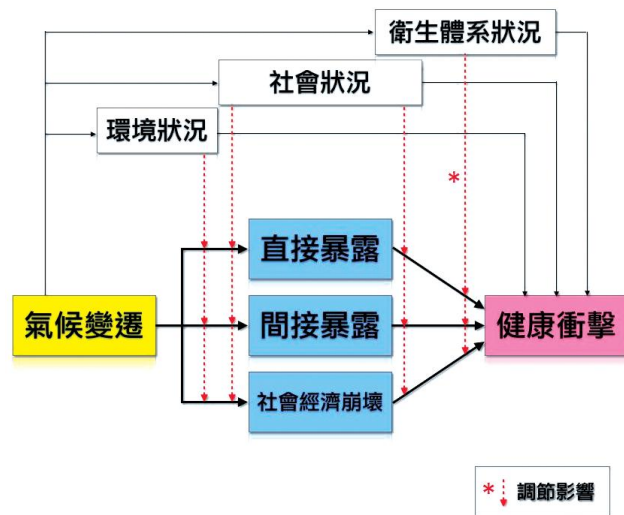


圖 2-1-1 全球氣候變遷對健康衝擊之直接與間接效應架構圖。

(摘自：2007年聯合國「政府間氣候變遷委員第四次氣候變遷評估第二工作組報告」第八章：人類健康，p.396)

根據IPCC第四次氣候變遷評估報告指出，目前全球氣候變遷已經對人類產生的健康衝擊主要分為三大類：(一)改變傳染性疾病的傳染途徑與分布的區域；(二)改變花粉季節的時間與空間；(三)因熱浪肆虐所導致的死亡人數增加。根據預測資料指出，隨著全球氣候的持續增暖，對人類的健康衝擊與嚴重影響勢必會持續擴大。

上升的溫度會加速病原體成熟與其在寄主體內複製繁殖的速率、增加特定區域寄主的密度、提高人類被叮咬的機會，導致較高傳染病流行的機率，例如瘧疾、登革熱、腦炎等疾病的大規模蔓延。全球氣候變遷相關的傳染性疾病，被研究最多就屬病媒傳染病中的登革熱與瘧疾，而登革熱又是目前全世界最重要的病毒引起的急性傳染病。高溫與暴雨也會增加登革熱的盛行率，全世界有三分之一的人口居住在登革熱傳播盛

行的區域，許多研究報導都指出，登革熱的時空分布與氣候息息相關，例如氣象條件與埃及斑蚊分布密度之間的關係。一般來說，高溫與充沛的雨量都會增加登革熱傳播的機會，但是在乾旱的環境下，特別要注意的是民眾經常會使用容器儲水，反而提供登革熱病媒蚊最佳的繁殖場所，病媒孳生源隨著暖化而擴張，終將導致登革熱問題隨著全球變遷而惡化，研究估計若全球暖化持續惡化，在 2080 年時全球將有 60 億人口處在登革熱感染的高風險下，相較若氣候沒有持續改變的情況，屆時只有 35 億人口處在感染高風險之下。。

以瘧疾來說，在非洲的研究發現每升高攝氏 0.1 度，蚊子的繁殖速率增加十倍，而且溫度與瘧疾盛行率有高度相關，過去不曾出現瘧蚊的較高海拔地區，在全球暖化的影響下使得瘧蚊可能存活繁殖，研究估計在 2080 年時，在這些新的地區可能造成高達 2.6-3.2 億的人口感染瘧疾。瘧疾的分布與傳播，短期隨氣候季節的溫度高低變動，長期則與抗藥性及愛滋病感染相關，原本介於惡性瘧原蟲流行邊緣的區域，會因為全球暖化而帶來更大的瘧疾風險。其他媒介傳染病則也多受到氣候因子影響，特別是下大雨或洪水之後改變了人類—病原—嚙齒動物之間接觸的關係，例如過去中南美洲與南亞都發現，每當洪水之後常伴隨著鉤端螺旋體病例出現。另外，中國的研究也指出，血吸蟲症的分布也與溫度上升有關，在全球暖化之後，血吸蟲宿主能夠生長的最低溫度區域逐漸往北

方發展，額外使得兩千多萬人口受到感染血吸蟲症的威脅。

除了氣候暖化導致瘧疾和登革熱增加，透過水患與乾旱影響，也可能提高其他傳染病的傳播、分布與發生率。水患多指颶風與洪水，在衛生條件比較差且傳染病高發病的地區，大多是低收入國家，通常在洪水事件發生後會伴隨腹瀉疾病率的上升，例如霍亂、隱孢子蟲症、傷寒等腹瀉疾病。高溫乾旱則會造成牲畜死亡、糧食欠收，進而導致食物缺乏、饑餓和營養不良。在營養缺乏的情形下抵抗力也會降低，進而使人們對傳染性疾病的易感性增加。陳健仁以暖化所造成的強降雨作解釋，指上游奔騰而下的洪水與土石流，很容易就造成水質混濁無法飲用、而原本特定地區的污染物，也會隨水源蔓延到其他區域，使得飲用水遭微生物污染的機率增加。陳健仁也拿印度鄰國孟加拉為例，大水肆虐過後竟使 E 型肝炎的流行率由 12% 上升至 30%，近而導致許多孕婦流產。他也認為在八八水災過後，部份災民就因為接觸到不乾淨的水源，進而感染了類鼻疽菌，也就是驟雨導致水源污染的實例。

此外，人類的健康狀態也會影響人類對氣候變遷的因應能力，例如愛滋病感染者的免疫力較低，未來像非洲與亞洲這些愛滋病流行區，將更容易受到氣候變遷所造成的傳染病的威脅。另一個因為乾旱造成的傳染病空間分布上的改變，便是農作與牲畜死亡，使得人們不得不遷徙流動，因此改變了愛滋病的傳播與分布。陳健仁也以愛滋病毒的傳統途徑

作剖析，他指愛滋病原只存在於非洲叢林，但因氣候變化導致非洲長期的乾旱，促使鄉村人口到都市謀生；其中因有部份人從事性工作，也讓愛滋病隨著國際性交易的路徑，傳播到全球。陳健仁指出，到 2006 年為止，全球已有 3,950 萬人死於愛滋病，這或許也可以說與暖化有關；他也認為，因天氣變暖和而更活躍的住宅區嚙齒類動物，甚或是未來因暖化被迫離鄉的環境難民，可能都將成為新型傳染病散播的溫床。中研院環境變遷研究中心主任劉紹臣教授也表示，台灣夜溫增加非常明顯，也讓蚊蟲的活動力逐年增加。台大醫院急診醫學部主治醫生石富元則指出，雖然災難在過去三十年顯著的增加，與環境的過度開發及民眾集中居住在易受害的地方有關；強調氣候變遷所導致的災難風險，仍是不可忽略的。（低碳生活部落格，2011）

全球暖化導致氣候異常高溫，而熱浪所造成的罹病與死亡，對於特定族群而言具有相當大的健康危害，過去流行病學的調查發現夏天高溫的天氣與較高的罹病率(morbidity)與死亡率(mortality)有關，在 1980 年的熱浪侵襲下，推估有 1700 個病例因此死亡。1995 年發生在芝加哥長達五天的高溫與前一年同期正常溫度下造成了死亡個案增加達 85%、住院數增加了 11%，尤其是原本就有糖尿病、呼吸道疾病、神經系統疾病的病人，而且這些健康危害跟熱浪有直接關連；從 1999 到 2003 這五年期間，美國平均每年因熱浪死亡的人數將近 700 人，共造成 3442 人的死亡。至

今，熱浪在美國已經成為氣候因素造成死亡人數最多的原因，比起颶風、龍捲風、雷擊、洪水、地震的總和還多（陳炳仁、陳亮恭，2009）。此外，空氣汙染會對呼吸道造成傷害，包括地表臭氧濃度的上升會加重呼吸道疾病的惡化。當空氣中的煙霧量增加時，因呼吸道疾病求診與住院的頻率都會增加，空氣中的過敏原與懸浮粒子濃度越高，急診室因氣喘或慢性阻塞性肺病加重而求診的數量越多。

日益嚴重的全球氣候變遷問題改變了氣候型態，也促使各種傳染病的流行，嚴重威脅到我們人類的健康。而台灣地處熱帶與亞熱帶的氣溫，適合多種傳染性病原體生存，若再加上全球暖化與天然災害的發生，非常容易造成重大傳染病的流行，使得台灣在面對全球暖化所造成的傳染病流行與防疫政策的實施更具挑戰性。由於暖化所造成的環境污染，已造成部份國家國民營養下降、食品中毒率增加、傳染病擴散更快等，若從公共衛生的角度，政府與醫界應該更重視暖化的議題。

第二節 能源教育

工業革命興起，蒸汽機、內燃機帶動了各種機械的創造與革新，為了人類社會的發展運用了大量的能源，相對的也造成大量的汙染。工業革命至今，成本的計算，只把取得天然物資（如開採礦物）的費用列入，忽略了其所使用的最大資本是天然物資，如礦物的本身，以及自然界生

命系統和生態系統所供應的自然環境，我們統稱為「自然資本」。如果到今天，仍然把自然資本當作取之不盡、用之不竭的免費供應，人口大量膨脹、人須活動的大量增加，必然加速自然資源枯竭，自然生命及生態平衡系統遭到破壞，人類也將無以為繼。由於技術快速發展(電腦、網路、軟體)，冷戰結束，蘇聯解體，共同市場建立，貿易障礙減少等因素，使前所未有的全球人口，加入了全球化行列，形成了中產階級的崛起，也加速了對能源的需求，特別是新興國家（如中國）的需要激增。自然資源的急速枯竭、汙染的增加、自然危害的頻繁、政治的不安定、油價的暴升、政府舉債的大量增加。人類已經超越了警戒線，危機不是可以避免，但是會愈來愈困難，人類正如在水缸中被加溫的青蛙，務必要及時設法跳出能源危機。

能源對環境和經濟具有重大的影響力，2002 年永續發展世界高峰會（World Summit on Sustainable Development, WSSD），將能源列為五大議題之一，並揭櫫了能源與水資源、健康、農業及生物多樣性等四項議題有密不可分的關係。政府規劃節能減碳政策，運用高效率的機器來降低再生或非再生能源的消耗，控制並降低因使用能源而排放的二氧化碳量，而達到「節能減碳」的目的。以減緩地球暖化的趨勢，避免人類遭受環境的威脅，使人擁有一個永續經營、生生不息的地球。

在氣候變遷和全球暖化相關會議中，開發中國家與已開發國家，都

會擔心減碳過程所造成的成本提高，會損及其經濟競爭力和獲利。尤其開發中國家常會要求已開發國家，給予經濟和技術援助，甚至包含碳權的交易，以作為減碳或保育森林的交換條件，以確保自身經濟發展不會受到影響。開發中國家應該要體認地球「生命支持系統」的整體性，一旦生命支持系統出現危機，開發中國家也不能置外於氣候變遷和全球暖化所帶來的災難。因此，所有國家都必須跨出國與國疆界，從全球的角度來觀察和解決問題，「資源」不再是自身的，就如同深層生態學所說，人類只是棲息在這塊大地上，合理使用自然資源維持基本生命所需。甚至，地球並不屬於人類；例如，挪威的地形景物、河川、動植物和附近的海洋，都不是挪威的財產。同樣的，在北海下或任何地方的石油，也不屬於任何國家或人民。（Naess, 1998）。

能源是人類文明發展、技術進步的推手，「節能減碳」儼然已是全球性的問題。科技的進步創造發明許多機器，引發工業革命，大量使用機器增加生產，因而改善人類生活、提昇人類文明。這許多機器的運轉，無論是製造、營建、運輸、通訊等，都必需依賴能源，能源可以說是現代人類活動主要的原動力（李隆盛等，2005）。我們人類的活動一直在消耗地球的能源，而地球的能源是有限的，尤其現在世界各國都以石油為主要能源，導致石油能源的供應已遠遠不及需求，如果我們沒有找出新替代能源，不久的將來人類將面臨能源危機（史帝芬·李柏、葛倫·史

垂西，2006；王柏鴻譯，2007）。臺灣在能源無法自主、消耗量驚人及二氧化碳排放量高的現況中，「節能」及「減碳」不僅是國際間熱門的議題，更是臺灣全民應積極面對、刻不容緩的首要課題。（周芝嫻，2010）

一、全球性的能源危機

能源具備五個特性（杜政榮、吳天基、江漢全，2001），分述如下：（一）供給特性：投資之不確定性高、能源蘊藏分佈不平均、能源價格及供應之波動性高（二）需求特性：需求殷切—能源與人類生活息息相關，能源需求明顯超過所能供給的量；經濟與社會面影響需求，經濟與人口成長、生活型態、產業結構、技術水準、能源價格等因素會對能源之需求產生變化。（三）價格特性：能源投資具有沉沒成本，能源生產一旦投資下去則難以撤回；能源事業為具有規模經濟之性質，規模愈大成本愈低，故其型態大多為獨占或寡占，致使其價格機能無法充分發揮，必須透過政府之管制。（四）管制特性：由於能源的重要性及市場特性，故政府需對能源市場的管制與監督，以保障全民利益及促進經濟發展，但過度管制易導致市場無效率，若毫無管制則廠商獲得暴利，故如何適當管制以兼顧效率與公平。（五）環境特性：隨人口成長與經濟的發展，能源之運用也愈多，在能源運用的過程及能源在探勘生產的過程，人類賴以生存的環境也會遭到嚴重破壞，如何兼顧經濟（Economy）、能源（Energy）與環境（Environment）此三E達成平衡以達成永續發展，就成為舉世關

切的課題。

從能源之特性來看，全球所面臨的能源問題已接連浮現，能源價格的飆漲、能源的枯竭、環境的破壞問題，都已經嚴重影響到人類的日常生活。

（一）價格飆漲

自從 2003 年 12 月美國西德州原油現貨價格脫離每桶 30 美元以來，國際油價持續攀升，2005 年西德州原油現貨收盤價格已漲至每桶 69 美元以上，在 2008 年 7 月中旬更是油價突破每桶 145 美元，由此可見，高油價之時代已經來臨。低成本的生产者將是未來的贏家，在能源價格不斷上漲、激烈波動的趨勢下，能及早找到降低能源成本的政府、企業、個人，將取得明顯的競爭優勢(Peter Tertzakian 著，李方齡譯，2006)。隨著國際油價不斷的上漲，國內油價也不斷的突破歷史新高價位，目前人類已經走到一個煤、石油、天然氣有限，必須節約能源及開發新能源的時代，如何有效運用能源，提升能源使用效率，降低生產的成本、開發再生能源、創造綠色能源科技，將是人類及地球永續發展的唯一解藥。

（二）能源匱乏

根據研究資料顯示，地下海底開採的石油，約 40 年內就會開採完，天然氣約 65 年，煤 160 年，全球 400 多座核電廠所需的鈾礦，則將於 60 年內用光（黃建誠、林振芳，2006）。2004 年底世界原油蘊藏量估計為 1

兆 1886 億桶，預估尚可開採 41 年，其中約 61.7% 位於中東國家，2004 年底世界天然氣蘊藏量估計為 179.5 兆立方公尺，預估尚可開採 67 年，較原油多 26 年，主要蘊藏地區包括以歐洲、前蘇聯與中東國家為主，約占世界總蘊藏量之 76.3%（經濟部能源局，2005）。由此可知，未來 40 年內即將面對能源耗盡之問題，在面臨能源耗盡之情形下，各國將面對能源之爭奪戰，將嚴重影響到各國的經濟發展，所以如何開發其他有效之替代能源，已是目前世界各國競相投入研究之重要目標與方向。

（三）環境破壞

能源是經濟成長重要的關鍵，卻也是造成環境污染的主要兇手，近年來由於全球環保問題日益受到國際間之重視，針對全球氣候變化，認為溫室氣體二氧化碳排放量的增加乃是由於石化能源大量使用的結果。溫室氣體在過去數十年間之快速累積，所產生溫室效應牽動地球不正常之氣候變遷，對地球環境造成嚴重衝擊，造成地球生態環境的破壞，因此，如何在能源使用過程中減少溫室氣體的排放，穩定地球氣候，視為當前最重要的環境課題。

二、台灣面臨的能源問題

台灣傳統能源自產有限，有 99% 以上能源供應來自國外進口，從能源結構來看，臺灣能源依存度過高；以 2007 年為例，進口能源占總供給量 99.32%，自產能源僅占總供給量 0.68%；而進口能源中化石燃料占

91.65%(經濟部能源局，2009；蕭富元，2007b)。另外，臺灣電力來源主要是以燃煤之火力發電為主，2008 年臺灣電力公司的資料顯示：火力發電占了 74.3%(臺灣電力公司，2008)；再加上電價低及宣導少，臺灣一般人較少有節約能源的觀念與習慣(張靜安，2008；廖惠珠，2006；蕭富元，2007b)。就二氧化碳排放量而言，臺灣二氧化碳排放量占全球總量的 1%，排名第 22 名；在過去近 20 年來，成長了 110%左右，將近全球成長值的 4 倍，平均每人二氧化碳年排放量為 12 噸，為全球平均值的 3 倍(李涵茵，2006；張靜安，2008；蕭富元，2007a)；其中使用能源所排放的二氧化碳，就占臺灣溫室氣體排放總量的 74% (梁啟源，2008)。以臺灣的地理位置來看，臺灣是個四面環海，擁有豐富生態資源的島嶼國家，根據國內專家學者研究指出：全球暖化加速南北極冰原、冰山之融化，導致海平面持續上升，海岸線會以 500 倍速度入侵陸地，增加沿海陸地淹水機會，減少陸地使用面積，亦會對淺海養殖業生態產生衝擊；加上臺灣沿海地區超抽地下水造成地層下陷，海水上升所帶來的衝擊將更劇烈，對沿海地區人民生命財產造成重大威脅(彭國棟，2007；黃啟峰，2007；蕭富元，2007a)。

能源的耗用為全球環境帶來嚴重的負面影響，臺灣也無法倖免，在經濟發展的早期，為了追求經濟與建設的快速發展，然而大量的使用能源，未能將環境納入考量，以致造成環境的嚴重污染，同時也付出鉅大

的社會成本；尤其，臺灣缺乏自有能源，大部分的能源均需依賴進口，若能深入開發能源技術，推廣節約能源技術與經驗，促進社會大眾對於節約能源觀念之落實，將有助於提昇我國之競爭力。節約能源可以減少能源進口，增加能源安全，並經由能源效率提升的倡導，可淘汰浪費能源的設備，除了有利環境保護，亦可促進經濟繁榮（呂錫民、陳發林、張憶琳，2008）。李涵茵、吳再益與楊正光（2008）也指出國外能源服務產業（Energy Services Company, ESCO）已蔚為風潮，ESCO 積極培養節能新知、技術以及人才，並與客戶、金融機構、能源事業合作，開拓節約能源新市場。呂錫民、陳發林與張憶琳（2008）亦指出能源是國家的經濟命脈，實施能源政策能促進社會繁榮與增加民生福祉。于寧與梁永瑩（2007）指出節約能源、減少溫室氣體排放可以減緩全球暖化可能危及並導致地球氣候異常、自然生態環境惡化等衝擊。維基百科（2008）指出自 2001 年起美國、加拿大、日本、台灣、澳洲、紐西蘭、歐盟每年召開國際能源之星計畫會議，透過國家政策來節約能源。台灣也推行國際能源標章，它是一種結合市場機制的經濟工具，也是一種教育工具，教導民眾改變生活習慣，由採購節能產品做起，養成愛惜資源，珍視環境品質及生態系統的觀念。

政府為因應能源情勢問題，曾先後公布及修訂能源原則及政策供各界參考遵循，最早乃在民國 57 年 9 月公布「臺灣地區能源發展原則」，

民國 62 年 4 月首次公布「臺灣地區能源政策」，為配合國內外能源情勢的變化，分別於民國 68 年、73 年、79 年及 85 年作了四次修正，其中行政院民國 85 年 7 月 25 日第 2490 次會議核定第四次修正能源政策，其中理念是兼顧當前環境、本土特性、未來前瞻性、大眾接受性與具體可行性之原則下，秉持追求自由、秩序、效率及潔淨之能源供應體系之總目標，將能源政策修訂為「穩定能源供應」、「提高能源效率」、「開放能源事業」、「重視環保安全」、「加強研究發展」、「推動教育宣導」等六大政策方針(經濟部能源局，2005)。

「節能減碳」是重要的全球性的議題，歷經這兩年能源高漲，民眾皆感受到「節能減碳」的重要性，其所涵蓋的概念包含能源節約與二氧化碳減量，進而達成有效的運用能源、節約能源與減緩全球暖化問題。然而，節能減碳教育宜從能源教育為出發點，從小開始推行以養成節約能源的態度與習慣。能源教育能幫助學生了解能源內涵、拓展科學新知、刺激創造思考，透過潛移默化的方式將正確的能源觀念延伸到家庭、社區，進一步影響社會大眾的態度與行為，以建立一個環保又樂活的生活型態（宋佳芳，2009）。因此，政府必須因應國際能源趨勢適時地制定合宜之能源政策，做為推動能源科技教育的依據；並廣為宣導節能減碳政策，讓國人了解推展之迫切性與重要性，以落實政策的推展；依時勢變遷與需求修訂能源教育規章，將能源教育納入各領域之教學及學習評

量中，以全面落實能源科技教育；提昇教師能源素養，提高各領域教師教學融入能源教育之概念；獎勵發展全民能源教育之教材教法，落實全民能源教育，達成全民節能減碳（陳瑞榮，2008）。

三、發展再生能源

「再生能源」是自然界中短時間可以循環再生的能源，遍及地球各地。從永續發展的角度來看，再生能源將是未來人類可以依賴的主要能源。人類既然有能力發展各種高科技，理應也有智慧來解決目前所遭遇到的能源問題。在永續發展觀念下所強調的能源供給是「新能源」的開發，其中包括太陽、風、水力、地熱、生物質、及海洋等。Yucel (2007) 指出現今能源政策，主要聚焦於永續的能源體系與再生能源資源。氣候變遷帶來的挑戰刺激了全世界，各國正積極因應氣候變遷、發展低碳經濟的此時，英國更是走在這股浪潮的前端，並了解要大幅減少碳排放量，發展再生能源是重要的關鍵。根據在2008年通過的氣候變遷法案(Climate Change Act)，英國已設立具有法律效力的減排目標，以1990年碳排放量為基準，到2020年將減少34%碳排放量，到2050年將減少80%碳排放量，並維持能源供應穩定，發展自由競爭的電力市場。英國政府、企業及研究人員，為了達到政府目標與氣候變遷的雙重挑戰，英國正積極進行低碳能源產業擴展計畫。英國已簽署一份保證，承諾2020年時，至少有15%能源來自再生來源。英國是全球第一個為了使二氧化碳和其他溫室效應

氣體（例如甲烷）排放到大氣層的數量減少，而通過具有法律約束力目標的國家。預計到2020年時，英國公司和企業家至少會投資1000億英鎊，目前已有1000多家企業投入這個產業，而且數字一直持續在增加。

（一）風力

四面環海的英國，擁有全歐洲最大的風力資源，非常適合發展離岸風力發電廠。估計覆蓋面積和倫敦大小差不多的風力發電廠，就足以提供全英國 10%所需的電力。1991 年，英國第 1 座風力發電廠興建於康瓦爾郡（Cornwall）戴拉博（Delabole）的海岸上，由 10 部發電機組成，每部發電量 0.4MW（百萬瓦），因此發電廠的總發電量達 4MW。而號稱全球最大的離岸風力發電廠，在英國東南部肯特郡（Kent）外海正式啟用，發電量高達 30 萬瓩(300MW)，可供數十萬戶家庭用電所需。若加上新電廠所供應的風力發電量，英國風力可以達到 500 萬瓩(5GW)，足夠供應三百萬戶家庭用電，也使風力發電占英國總體電力約超過 4%，加上其他再生能源總計占約 5%。

英國的岸上風力發電廠目前所供應的電力超過 200 萬住戶，地理位置的優勢使英國成為歐洲最適合離岸風力發電機運轉的地方，離岸風力發電產業目前正迅速擴展。英國政府制定計畫興建足夠的風力發電廠，讓總發電量達到 39 gigawatts，每年營收達到 80 億英鎊。全球前 10 大的小型風力公司中，有 5 家總部位於英國。英國是世界第一個達到 100 萬

瓩(1GW)離岸風力發電能力的國家，預計在 2020 年前，將達到 4,000 萬瓩(40GW)的發電能力。英國政府也已承諾，在 2020 年前至少有 15%的能源來自再生能源，也促使對再生能源產業的投資以每年 30%的速度積極成長。目前英國已有 1 千多家企業投入這個產業，而數字一直持續在增加中。預計到 2020 年英國企業對再生能源產業的投資，至少可以達 1,000 億英鎊(約四兆新台幣)。

(二) 海洋能源 – 波浪與潮汐

歐洲海洋能源中心位於英國，是世界上第一個波浪與潮汐科技測試中心，位於奧克尼島(Orkney)。由於英國海岸線綿延超過 1 萬 9000 英里(30500 公里)，海域有取之不盡的波浪起落可用來發電，波浪加上潮汐的潛能，堪稱是全世界數一數二的再生能源來源。波浪與潮汐科技正在研發的階段，雖然落後風力發電部門超過 10 年以上，但其發展設備已達世界級的水準。根據計算，波浪科技擁有製造 50 TWh 電量的實力，足以供應 1 千 1 百萬戶家庭，而潮汐流動可發電 17 TWh，足以供應 4 百萬戶家庭的電力。預料在 2020 年後，這項科技會開始盛行，在降低溫室氣體排放與增加再生能源量給企業與家庭方面，扮演重要角色。

英國在海洋能源已經遙遙領先，全球 23%的波浪開發和 27%的潮汐開發都在英國境內。英國擁有領先的海洋能源發電技術，預計在 2030 年，年產值可達近 10 億英鎊，提供英國總電量最多達 20%。

同是島嶼國家的台灣，海岸線綿延超過 1 萬 9000 英里(30,500 公里)，波浪加上潮汐的潛能，加上有規律的北大西洋環流，潛藏著豐富的海洋資源可以使用。台灣日前已通過「再生能源發展條例」，一般民眾對於再生能源的接受度普遍提高，在離岸風力發電領域，有越來越多大大小小的組織投入，凝聚各方力量促進這個產業的發展；在海洋能技術領域，也有越來越多台灣民間企業掌握低碳商機，從傳統的機械生產，轉而投入開發海洋能發電設備，這代表著台灣綠色能源產業，已經開始隨著國際潮流急起直追蓬勃發展起來。

（三）太陽能

太陽能是各種可再生能源中最重要的基本能源，生物質能、風能、海洋能、水能等都來自太陽能，廣義地說，太陽能包含以上各種可再生能源。隨著石油資源的日益枯竭，全球太陽能產業持續蓬勃發展，美國在政府政策的大力推行之下，已成為僅次於德國與義大利，擁有全球第 3 大太陽能市場的國家。美國聯邦政府相繼制定了一系列的法律、法規，各州政府也研擬了配套的經濟激勵政策，進而促進可再生能源在美國的推廣應用和產業發展。從成本的角度而言，太陽能發電其實在美國已越來越有競爭力，特別是在陽光充沛的加州地區。根據美國太陽能產業協會統計，2009 年美國屋頂太陽能板市場呈倍數成長，全美境內太陽能發電量已經增加至 20 億瓦，足以提供超過 35 萬戶家庭的電力。2009 年美

國各州太陽能新增裝置量，表現最好的是加州，約佔全美 2009 年總和的一半；其次為紐澤西州和佛羅里達州。預估在 2020 年之前，太陽能電廠需求將快速成長，並達到今天太陽能市場之 20-40 倍的市場規模（馬道，2010）。

日本與德國都曾經和臺灣一樣，98%以上的能源仰賴國外進口，如今日本與德國已經是開發太陽能源表現亮麗的國家，其能源進口比例已經大大降低。台灣位處亞熱帶，太陽能資源豐富，也因此帶給大家一個深切期望：太陽能未來可以替代大部份能源需求，就像美國科學家預計在美國西部建造一座太陽能發電廠，到了 2050 年可望替代美國 69%的電力、35%的能源。臺灣鄰近赤道，日照量充足，發展太陽能條件佳，目前無論是國內或國外，太陽能為目前多種再生能源中最具發展潛力的一種能源，但我國屬海島型國家，地小人稠，工業生產與經濟活動密集又活絡，能源消耗量龐大，導致 98%以上能源需靠進口。太陽能輻射雖呈分散式分佈，但其能量強度不高，平均每平方公尺不到 1000 瓦，因此地理位置與土地面積就成為太陽能蘊藏量的關鍵。

純就能源供給面來說，我國能源仰賴進口是一個無解問題，無論如何努力發展新能源或再生能源，均無法 100%滿足能源需求。在土地不足的情形下，我國只能發展太陽光電池發電，但必須解決安裝環境的問題。因裝設面積不足，77%的用戶無法由太陽能光電池提供替代能源，若推廣

環境無法徹底改變，在台灣，太陽能光電池則無法像美國一樣成為重要替代能源。因此，首先台灣需要長期政策配合，積極進行新技術研發，使太陽能設備與建築體結合，增加太陽能吸收面積並提高發電效率，如此才有可能改變太陽能推廣環境。

第三節 綠色經濟

根據聯合國氣候變遷專家小組(IPCC)的第四份評估報告，全球的溫室氣體必須在 2015 年前停止增長並逐年遞減，且至少在 2050 年能減至 2000 年排放量的一半，才能在世紀末前將暖化控制在兩度。而環境保衛基金會(Environmental Defense Fund)的研究則發現，若開發中國家排放量仍如現狀增長，到 2050 年就算已開發國家的碳排放減至零、全球也不再砍伐雨林，全世界的碳排放量仍會與 2000 年差不多，大氣內的溫室氣體濃度，也將遠超過科學家所警告的上限。因此，國際間正討論規定更嚴格的新氣候協議，以接替在 2012 年過期的「京都議定書」，而我國的溫減法不論是以何種版本拍板定案，最重要的還是必須得確實嚴格執行，才能真正降低台灣的溫室氣體排放量，控制在安全的範圍之內

哥本哈根會議後，全球掀起一股綠色產業風潮，低碳產業儼然成為未來趨勢。不論是企業自身採取減碳作為，或是購買具國際認證的碳匯，只要運作得宜，碳資本市場是會幫助全球降低二氧化碳排放量的，因此，

發展節能綠色商品及低碳產品研發製程已是刻不容緩之趨勢，一個企業的經濟績效與其環境面向績效應當是成正比的。

我們應該「追求更好的生命品質，而不是更高的生活水準；增加生活經驗的深度（depth）和豐富度（richness）而非強度（intensity）」、「過簡樸的生活，減少對個人財富的追求，避免只因為新奇而喜新厭舊，保持對商品功能的敏感度，挑選適宜又足以滿足需求的商品，反對純消費主義。」（Naess, A., 1995）。西方 1930 年代經濟大蕭條，經濟學家凱因斯主張擴大消費以解決經濟危機，消費主義便名正言順地流行開來。在刺激消費的堂皇藉口下，人們不再是為了生活基本需求而購買商品，消費成為社會的時尚、民眾的意識形態，企業界為了推銷商品使廣告充斥每個角落，在此氣氛下，民眾很難不被誘導去購買大量卻不必要的商品；當商品大量被消費，企業界也就大量生產它，而國家為了促進經濟成長，也鼓勵民眾消費並協助企業大量生產商品，溫室氣體也就大量被生產出來，這其實是當今全球暖化最主要的罪魁禍首。因此，應該教育民眾，促使他們反省主導他們消費行為的消費意識形態，讓他們理解任何商品的生產都需要化石能源的消耗，因而產生更多溫室氣體引發溫室效應，最後導致全球暖化的問題，他們有了這個概念之後，進而就可能改變他們的消費習慣，他們要是能減少商品的購買，資本家就會減少商品的生產而降低化石燃料的使用。另外，民眾及關心全球暖化問題的有

志之士，則應該批判政府的經濟成長及消費主義意識形態，監督政府改正過去鼓勵企業大量生產商品、盲目推動經濟成長的政策，讓政府至少擔負起減緩溫室效應氣體的產生、減緩全球暖化問題的責任；假如更多民眾經過反省，改變了他們的消費行為，進而形成一股愛護地球、愛護環境、不盲目消費的社會文化，就很可能對資本家造成壓力，至少讓他們無所不用其極的推銷商品的行徑有所收斂。

一、碳足跡

碳足跡(Carbon Footprint)可被定義為與一項活動(Activity)或產品的整個生命週期過程所直接與間接產生的二氧化碳排放量。從溫室氣體涵蓋範圍來看，溫室氣體盤查可分為三個範疇：（一）國家或地區的能源燃燒排放統計。（二）針對企業或組織自身與相關的溫室氣體排放。（三）針對個別產品生命週期的溫室氣體排放，其中第三個範疇是對各產品生命週期溫室氣體的排放作盤查，即所謂的「碳足跡」。

相較於溫室氣體排放量，碳足跡的差異之處，在於從消費者端出發，一般企業及產業溫室氣體的排放，是指製造部分相關的排放，但碳足跡排放尚須包含產品原物料的開採與製造、產品本身的製造與組裝，一直到產品使用、廢棄或回收時所產生的排放量，故上述之範圍是整個產品的生命週期（行政院環保署，2009）。近年來，企業重視氣候變遷之議題，並重視發展減緩氣候變遷之產品，因此，產品碳足跡已廣泛成為各

為政府及企業界達成目標之工具，也成為一種新溝通的媒介。各國對於環境的管理工作，已經由以前針對製造廠商的污水、廢氣及廢棄物的污染防治工作，演進到透過綠色消費運動來增加綠色消費與鼓勵綠色產品廠商的方向。廠商為求在這趨勢中獲益，便需要改善產品設計與製程來製造環保產品。在這個轉變過程中，需要運用到許多新的環境管理技術與工具，例如各種評估環境績效的生命周期評估、生命周期成本工具，以及廠商改善環境績效所需要的各種管理系統工具與技術等都是。這些技術工具的發展，都需要產業界、學術界與政府機關的共同參與發展（于寧、賴明伸，2005）。

由於地球環境變遷加劇，全球暖化已成為世界關注的焦點，PAS 2050 產品與服務生命週期溫室氣體排放評估規範（Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services）是一項由英國標準協會（BSI British Standards）、碳信託（Carbon Trust）、以及英國環境、食品與農村事務部（Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA）於2008年10月所聯合發佈的獨立及統一標準；其制定作業由一獨立、包括非政府組織、學術界、企業界和政府部門代表在內的指導小組進行監督，並有多個子小組進行技術問題討論以提供技術支援。發佈內容除標準本身外，亦有其指引，用以指導如何計算產品和服務的碳足跡（carbon footprint），包括系統界線界定以分析與鑑別排

放源（王彬墀等人，2009）。

「產品碳足跡」，顧名思義即為產品從原物料、製造、配送、消費者使用及廢棄等階段，各個生命週期階段的生產活動中，所排放之溫室氣體，透過合理的分配及計算後，進而得出該產品之碳排放數額。依據BSI(英國標準協會)於2008年10月所制訂的PAS2050的標準中來看，「產品碳足跡」的計算模式，又可分為B to B(Business to Business)及B to C(Business to Cosumer)二種。這兩者最大的差別，則在於進行產品全部生命週期排放量盤查時，B to B僅盤查到配送階段，而B to C則是進行完整的盤查至產品廢棄階段。

在 PAS2050 碳足跡標準規範指南中，說明如何評估個別產品的溫室氣體排放量，在其整個生命週期，從原材料通過各階段的生產（或服務提供）、分配、使用和處置及回收階段。碳足跡是一個術語，用於描述由一個特定的活動或實體造成的大量溫室氣體（Greenhouse Gas）排放量。了解這些排放量，及它們來自哪裡是必要的。為了減少它們。在過去，企業僅衡量自己企業內部的排放量，所形成碳足跡對環境的影響，但現在他們越來越關注於整個供應鏈的溫室氣體排放量。有多家企業約75種產品中已試行PAS 2050標準，這些公司包括百事可樂（Pepsi Co）、博姿（Boots）、Innocent、馬紹爾（Marshalls）、特易購（Tesco）、吉百利（Cadbury）、哈利法克斯（Halifax）、可口可樂（Coca Cola）、金

佰利（Kimberly Clark）、合作集團（The Co-operative Group）等跨產業的跨國公司或連鎖企業。均能透過重新設計物流網路，使產品可以直接配送到商店，從而減少了運輸距離和包裝成本。企業透過了解二氧化碳排放的形成過程，並降低排放量，從而節省企業的相關費用。這是企業首次擁有一項可以測定產品和服務碳足跡的完善統一的標準。將有利於企業真正認識到產品在碳排放方面的影響，並採取切實可行的途徑來降低整個供應鏈中的二氧化碳排放量，希望所有規模和產業的企業都將廣泛採用本規範。PAS 2050 是英國標準協會在永續發展和環境領域中最新增加的一項標準，除可為企業及消費者在產品的碳含量方面提供透明可靠的訊息外，最重要的意義是可使企業以更永續的模式管理其營運活動，進而善盡企業的社會責任（王彬墀等人，2009）。

近年來諸多針對國家的碳足跡探討，都佐證已開發的消費型大國，應以「永續消費」作為減碳規劃之核心。如英國雖於1992年至2004年間，境內的溫室氣體排放量下降了5%，但實際上，若將其因消費所導致的間接溫室氣體排放量納入時，則其碳足跡反而是上升了18%（Wiedmann et al, 2008）。挪威研究者Hertwich等人就2001年時，全球73個國家以及14個區域之人均碳足跡進行估算，其研究結果顯示出盧森堡、香港與美國為碳足跡排放最高者，就消費行為分析，其中食物消費佔比達20%最高，家庭部份佔比達19%次之。另外亦有研究指出，中國現在的總溫室氣體排放量

已超越美國，成為世界第一，但其排放量中，有高達23%是為了製造產品滿足先進國家生活所需，所間接導致排放量。

若企業能夠規劃幾個控管措施，來完成所需的「減碳」工作，或透過減碳方案的執行，也可獲得到不少的「節能」空間，進而降低企業生產時的成本支出，達成企業與環保雙贏的目標。在節能減碳的風潮下，全球愈來愈多的知名品牌，投入碳足跡的計算工作，從中可發掘生產流程內較不具效率的環節，進而可以加以改善，這也值得其他企業效法。面對全球暖化的問題時，若僅著眼於自己國家的碳排放的削減，並不足以因應當前的嚴峻狀況。因此採用碳足跡的概念，將個人或企業活動的相關溫室氣體排放量納入考量時，才能研擬出一個適切的低碳生活以及減量計畫，否則可能僅導致污染源轉移，實質上並未減量的假象。

二、生態足跡

生態足跡的概念很簡單，但涵蓋層面卻相當廣泛，它說明各種經濟體要產生功能所需要的能源與物質之流通，並且將其轉換成自然界在維持這些流通上相對提供的陸地／水域面積；這個同時具有分析性及教育性的技術不僅可用來評估目前人類活動的永續性，在建立共識及協助決策上也很有效。從經濟學的角度來看，經濟體需要消耗資源，正如牧場需要糧草豢養牲畜，最後會形成廢棄物，而再次地離開這個經濟體。因此，人們必須要去思考：究竟多大的牧場才能支持牲畜，來生產所需的

食物和吸收廢棄物？或者，需要多大的土地來支持特定的經濟體，才能永續地生活在它目前生活的物質標準？經濟體為適應成長，競相削減生命的基本供應，人們可以用任何族群的生態足跡來衡量目前生態下的消費、預期的需求、並指出生態上可能的不足。進步的發展快速，使得平均每人消費速率相對於人口成長快速，由這個趨勢看來，人類如同其他物種一般，其基本需求及所需物品皆需仰賴自然界的供給，儘管科技、經濟的成就非凡，人類消費行為所產生的物質都將以廢棄物的形式回流至生物圈。

在永續發展的思潮下，Wackernagel & Rees 將生態經濟學為基礎的容受力分析，轉換成較容易理解的生態足跡概念。生態足跡是以生物生產力土地估算特定人口或經濟體的資源消費與廢棄物吸收之面積；亦即只要有任何物質或資源被消耗，就必須要從另外一個或數個生態系中提供一些土地，這些土地負責提供與這些消費有關的資源或廢棄物分解的功能（Wackernagel & Rees, 1996）。代表著生態足跡的大小與環境衝擊成正比，足跡越大，環境衝擊也越大；而足跡的大小與每人可使用的生物生產力土地面積成反比，足跡越大，每人可使用的生物生產力土地面積也就越小。藉由生態足跡的分析，可更明確地揭露問題的嚴重性，並做為永續性衡量的工具之一。

整個人類的生態足跡必須比地球表面生態生產力部份的比例小，若

每人每單位的「地球分配」(Earthshares)持續縮小，而生態足跡卻持續成長時，這個地球是不可能永續的。將消費轉換成土地面積，任何財貨或服務的生產與利用都有賴於多樣的生態生產力，這些生態生產力可被轉換成相當的土地面積，將所有消費分類與廢棄物處理所需的土地加總起來，就估算出特定人口的生態足跡。生態足跡分析顯示出必須減低多少消費、如何發展科技、或者怎麼改變行為以達到永續性的目標，最重要地，人類社會可以運用這些方法開始朝永續發展的方向改變。生態足跡分析的優點在於它能簡單生動地溝通人類與生態圈之間生物物理的「關聯」(connectedness)，它透過消費捕捉了人類自然關係的本質(Wackernagel and Rees, 2000)。

生態足跡的計算是基於兩個簡單的事實：1、我們可以保留大部份消費的資源及大部份產生的廢棄物；2、這些資源及廢棄物大部份都可以轉換成可提供這些功能的生物生產性土地(biological productive land)。生態足跡的計算方式明確地指出某個國家或地區使用了多少自然資源，然而，這些足跡並不是一片連續的土地；由於國際貿易的關係，人們使用的土地與水域面積分散在全球各個角落，這些需要很多研究來決定其確定的位置。(李永展，2007)

生態足跡分析是估算一特定時間點上人類社會的消費型態及水準對自然資源與自淨能力的依賴程度，並比較該社會所在地區之生物生產力

可利用量，以判斷是否超限利用。由於永續與不永續是人類社會經濟體與生態系統間互動後所呈現的狀況，藉由生態足跡時間序列的分析方式，可以呈現人類社會經濟體的消費與生產活動對生物生產力的需求程度、以及對生物生產力供給能力的影響。根據生態足跡所具有之做為永續發展的指標、永續發展的檢驗工具、生態環境的持續性追蹤之功用，我們可以發現生態足跡為研判人類消費規模是否超過生物圈的再生能力，以及估算其超過的程度。由於生態足跡同時衡量實體經濟規模與顯示超限利用，以及生態足跡具有聯結社會經濟代謝與土地利用的功能，故可做為評量社會經濟代謝不永續的一種方法。再者，建構在永續發展的理念下將其定義為：「在未永久減損某個集居地人口維生生態系統的生產力下，該集居地所能永久支持的最大人口數」（李永展、陳安琪，1999）。

完整的生態足跡分析，包含直接使用的土地面積與所有物質與能源消費的間接影響，這不僅包括製造可再生資源及維生服務所需的自然資本面積，更包括由於污染、輻射等因素造成生物性生產力喪失的生態土地面積，亦即利用能量轉換的過程，亦可將不可再生資源的使用包含在內。Wackernagel 與其他研究者於2005年提出了生態足跡的新計算方式，將人類的消費與廢棄物生產分為農作物、動物產品、魚類、森林生產、建成區域及化石能源之二氧化碳排放（或化石能源）。根據新版的計算

方法，Redefining Progress (RP) 所估算的國家生態足跡結果，顯示人類對大自然所造成的足跡負荷，比先前版本估算的情況更糟。以全球的尺度而言，人類超支生態限制達39%，幾乎是2004年該機構所做研究的二倍；這意味著，以目前的消費水準，我們至少需要1.39個地球才能確保未來世代過得跟我們現在一樣。由於新版本對於碳循環與建成區域有更細密的估算，因此該研究也發現，使用化石燃料較多以及較高度都市化的國家，是造成生態赤字的主要禍首（Venetoulis & Talberth, 2005）。

自1961年以來，由於人口激增，全球人類的生態足跡逐漸升高，造成地球自然資本逐漸耗竭。直到1997年，至少攀升超過地球生態承載力的30%以上。同樣的，台灣在1970年代後期以來，經濟持續快速發展，生態負荷壓力持續加重，生態耗損速率超過天然更新速率，嚴重損害台灣可持續發展的基石。人類超限使用大地資源，各地生態災難層出不窮，大地已經逐漸反撲人類。這些徵兆深深地提醒我們，人類不可盲目地追求經濟成長下去，

1995年台灣平均每人生態足跡為4.18公頃，並呈現逐年擴張趨勢。以此推算，維持台灣人們生存約需台灣面積25倍的生產性地表面積。李永展與陳安琪的研究則指出，1997年台灣平均每人生態足跡為4.67公頃，超過全世界平均值（2.34公頃），超過全球應有生態足跡大小的生態標竿（1.70公頃），全台灣的總生態足跡為59,474,670公頃，相當於29.1倍的台

灣面積。在台灣生態足跡的組成之中，組成比例最高的是二氧化碳足跡36.9%，其次為農地足跡29.5%。由此可知，台灣二氧化碳排放相當地高，反映國內高耗能產業所占比例偏高，應該儘速進行產業轉型，改用低碳或無碳能源，鼓勵低碳或無碳排放產業型態。另一方面，台灣偏低的生態承载力已經揭露自然資本面臨匱乏的危急狀況。而李永展對台灣2004年生態足跡計算的研究，在各項足跡組成的土地屬性中，以森林最高，台灣生態足跡為6.718全球公頃/人，總生態足跡為152,425,522 全球公頃，相當於42.34個台灣的面積大小，顯示目前國人的消費型態，所消耗的資源遠遠超出自然所能容受的範圍。此研究結果也凸顯了台灣二氧化碳排放所造成的足跡壓力，台灣二氧化碳排放所需之碳吸收地面積達2.295全球公頃/人，換算總生態足跡為52,071,535全球公頃，是台灣總面積的14倍以上。換言之，即使台灣島上全部種滿了樹，也需要14個以上的台灣，才足以吸納我們所排放的二氧化碳。

生態足跡可說是21世紀的生態經濟新工具，目的在於追蹤國家、城市、家庭與個人的發展是否往可持續方向進展，讓人類了解到自然資源使用對地球的生態衝擊，進而改變生活方式以邁向永續未來。若國家、地區與城市能逐年監測承载能力與生態足跡，配合國民所得GNP 同步公佈，不僅可以瞭解經濟動態，還能掌握生態變遷。藉此將自然保育與人類永續的理念落實於社會的整體運作與回饋機制，進一步提供人類社會

未來出路的判斷標準與行動方向。以生態足跡分析來研究人類活動，能夠比較各項活動對生態的衝擊，且相較於傳統「一次（one-shot）」的環境評估方式，足跡分析對環境衝擊分析更能有累積性的效果。每一項經濟活動都對生態有所需求，而生態足跡則顯示出這些需求如何呈現在食物、纖維、不可再生資源、廢棄物吸收、都市發展，甚至是維護生物多樣性、為生態空間競爭等各方面。總而言之，生態足跡分析探討人類持續依賴自然以及要怎麼做才能保障地球的容受力，進而支持人類未來的生存。了解生態的限制可使永續性策略更有效且更有價值，協助人類作出明智的抉擇。此外，生態足跡強調全球性問題會牽動地方政策，且證明過度消費會造成的生態與社會衝擊，生態足跡分析可決定社會在運作時所需注意的生態約束力，擬定政策時避免或減低過度消費的情況，同時幫助監控達成永續性目標的進度，提供一個生態圈的生產與經濟體的消費的平衡點，瞭解生態上是否還有經濟擴展的空間，或是工業社會已經超支了地方（或全球）的容受力，讓決策者可以有一套實質的準則來制訂政策、計畫、或依據它們生態衝擊程度作技術上的處理。

三、商品碳標籤

碳足跡標籤(Carbon Footprint Label)，又稱碳標籤(CarbonLabel)或碳排放標籤(Carbon Emission Label)，是一種用以顯示公司、生產製程、產品（含服務）及個人碳排放量之標示方式，其涵義是指一個產品從原料

取得，經過工廠製造、配送銷售、消費者使用到最後廢棄回收等生命週期各階段所產生的溫室氣體，經過換算成二氧化碳當量的總和。英國政府於2001年所成立的Carbon Trust，於2006年所推出之碳減量標籤(Carbon Reduction Label)是全球最早推出的碳標籤。

國際間不少企業已開始重視生產綠化商品的重要性，這不僅可為企業打造優質綠化形象，亦可連帶提升企業綠色競爭力，因而紛紛開始實行產品碳標籤政策，讓消費者直接了解商品碳排放量訊息。學術界和碳排放的專家指出，產品製造過程中碳排放量，遠遠大於配送和銷售過程中的碳排放量。透過碳標籤制度的施行，能使產品各階段的碳排放來源透明化，促使企業調整其產品碳排放量較大的製程，也能促使消費者正確地使用產品，以達到減低產品碳排放量的最大效益。目前包括英國、美國、加拿大、日本、韓國、泰國、澳洲等國家正如火如荼地展開碳足跡相關政策與工作的建置，從已實施產品碳標籤的經驗可見，許多國家正朝著低碳社會的道路邁進，並且也為企業帶來碳排放減量的機會與強化公司品牌的聲譽。

（一）英國

Carbon Trust為2001年由英國政府設置的獨立公司，主要任務為發展低碳經濟、減少二氧化碳排放量和發展商業低碳技術。2007年，Carbon Trust成立了Carbon Label Company，以呼應企業與消費者雙方對碳標籤的

需求，並補強Carbon Trust在碳標籤工作項目上的不足。2007年3月，其推出全球第一批碳標籤產品，包括洋芋片、奶昔、洗髮精等消費性產品。有3家廠商的產品率先加入了碳足跡計算的行列，包括Walkers洋芋片、Boots植物性洗髮精及Innocent果汁冰砂等，其後陸續計有20家企業加入該組織之先導計畫，其產品共同特色為都是英國消費者耳熟能詳且暢銷的民生用品。雖然該組織已表明碳足跡的計算可以為產品或服務，且適用於廣泛的產品類別，但基於為使更多的消費者能接觸到碳標籤產品，因此單價較低且暢銷的零食與清潔用品成為首批於英國上市的碳標籤產品。從2007年3月的先導計畫開始至2009年3月為止，Carbon Reduction Label已經應用於20家企業，共75種的產品系列。

（二）日本

經濟產業省於2008年8月開始建立碳標籤之相關規定，並與產業技術研究所、環境省、農林水產省合作。日本經濟產業省(METI)於2009年3月宣布碳足跡系統的準則(Guidelines on the Carbon Footprint System)，同時也建立產品類別規則標準(Standards for Establishing Product Category Rules)。2008年6月日本建立自己的碳標籤(CF)系統，日本經濟產業省一直努力與企業和專家制定一個統一的計算碳排放的方法；試驗的項目有非耐用性消費產品、食品和飲料。於2008首先完成首批30家企業，54種產品之碳標籤示範展出，後續將遴選有意願之企業投入PCR之草案研

提，以完備各種產品之碳足跡計算方法。

（三）韓國

負責推動韓國環保標章之KOECO（Korea Eco-Product Institution）為非營利組織，於2008年7月首次試行碳標籤。目前則由KEITI機構負責，選出10項產品包括洗衣機、淨水器、熱水器等。頒給碳標籤，試行階段係因國家認可之可信賴性碳排放計算尚未完成。8月份開始進行參與公司之人員訓練，以便對這十項產品進行排放量確認檢查，並在年底前公佈這些產品之排放量資訊。9月份計畫擬定碳排放量計算工具，碳標籤之正式實施則將配合ISO標準建置之時程。評估於12月份檢討試行成果，如效果良好，2009年以企業自願參加為基礎，非強制性的認證制度，目前已有35項產品，包含所有產品與服務(但不包含農產品、漁業、畜牧業、林業、醫藥產品以及醫療設備)通過碳標籤的審核。

（四）泰國

泰國溫室氣體管理組織(Thailand Greenhouse Gas Management Organisation, TGO)於2008年8月表示將成立一個專家審議委員會，來對於產品碳標籤之使用申請進行審查。泰國溫室氣體管理機構正與泰國環境研究所(Thailand Environment Institute, TEI)合作，以建立「碳減量標籤」計畫。這些產品被認證，在其生產過程中具有較低之二氧化碳排放量。且隨著碳減量標籤，TGO預見未來，將可激勵生產者減少溫室氣體排放

量之機會，並使用更有效率之流程生產、製造產品。

（五） 歐盟

碳標籤計畫由WIP再生能源及歐盟委任能源支持。此計畫提議執行不同的標籤倡議以促進生物燃料的使用，二氧化碳標籤將發展為生質柴油，潤滑油及運輸服務等。歐盟碳標籤項目的目標，著重在減少歐洲運輸部門的二氧化碳排放量，推廣使用生質柴油和利用低碳燃料，低粘度潤滑油和低碳運輸服務，以減少溫室氣體排放和減少對石油的依賴及減緩氣候變化。

（六） 德國

在2008年4月由德國政府所支持的「產品碳足跡」標籤計畫已開始執行。該計畫由世界自然基金會(WWF)、應用生態學研究所(Oko-Institut)、波茨坦氣候影響研究所(PIK)及THEMA1共同合作，負責此計畫的協調管理及業務監督工作。

（七） 加拿大

CarbonCounted為加拿大非營利機構，其總部設於多倫多，所推動之碳標籤計畫於2007年1月開始運作。至2008年底，計有11個諮詢合作夥伴、全球4500個使用者於CarbonConnect系統中註冊。

（八） 台灣

我國也於2009年開始研議台灣碳標籤的機制，期望以我國碳標籤政策，強化低碳產品的市場競爭力，並提升消費者對於碳標籤產品的購買意識，達成低碳經濟的永續消費與生產模式。



圖 2-3-1 台灣的產品碳標籤

全球暖化與氣候變遷已成為國際間關注的重要議題，人類活動是導致溫室氣體產生的主要原因，而消費型態則是人類活動中最重要的一個環節，如果不能提昇永續生產與消費的方式，那全球環境就會持續的惡化下去。近年來，許多國家相繼實施產品碳標籤制度，分析產品的碳足跡，並以碳標籤呈現，以鼓勵民眾低碳消費。傳統的生態標籤告訴我們，我們只能知道某一產品是否比另一類似產品更具生態性，但沒有說明大量消費累積的影響。生態足跡分析可以藉由結合個人消費和全球生態的限制性來改進產品的標籤。生態標籤（Eco-labelling）可以涵括生態足跡，其作法為藉由陳述某一財貨的一般用途挪用典型消費者地球公平分配的多寡而得（Wackernagel and Rees, 2000）。

而產品碳標籤的建立，就是從永續生產與消費的觀點出發，鼓勵廠商核算產品的碳足跡，並以碳標籤標示產品所排放的二氧化碳當量，俾供民眾選購參考。碳標籤所標示的數字，雖然不能和其他同類型的商品進行比較，但可以讓民眾知道，計算該產品的企業有心為了改善環境而盡一份心力；因此，選購標示碳標籤產品的民眾，除了是認同企業對環境所盡的責任之外，也是間接鼓勵企業對其產品進行二氧化碳減量活動。對企業而言，分析產品碳足跡可以了解產品在生命週期各階段所產生溫室氣體的排放量和比例，從而進一步檢討溫室氣體減量的對策，例如透過採用對環境有益之原料、產品包裝減量或回收、提升運輸效率等來減少溫室氣體排放量，通常這有利於替代產品的組態、來源與製造方法，以及對原料選擇與供應商的評估，因此可以得到降低成本的效果，也能盡到企業社會責任。對民眾而言，透過碳標籤可以優先選購有進行碳排放計算的產品，使其在購買與選擇與使用產品時，能對產品生命週期的溫室氣體排放有更多的瞭解；而民眾優先選購標有碳標籤的產品，也能鼓勵企業對其產品進行碳足跡盤查與計算，有利於企業產品自身的減量活動

四、綠色消費

人類消費行動對於環境破壞的衝擊最大，消費行為是消費者購買與使用各種產品與服務的行為，由於這些產品或服務，在其原料開採、產

品製造、消費者使用、廢棄處置等過程中，都可能產生各種對環境的衝擊，因此人類的消費行為，便成為破壞環境的主要原因。為減少人類消費行為對於環境產生的破壞，可採取兩種管制方法。第一種是減少產品與服務在製造階段產生的環境污染破壞，例如美國政府在國內環保潮流推動下，於一九七〇年底成立環保署，陸續頒布各項管制空氣、水體及廢棄物污染的環保法規。這些法規的作用，大多在管制製造工廠產生的污染物排放量，例如要求工廠在排放污染物前，應該先進行排放管末端的處理，才能對外排放。工廠所使用的污染防制處理技術，則涵蓋物理、化學及生物等污防技術與科學知識。第二種管制方式則是推動綠色消費。綠色消費的基本理念是體認到人類無法避免衣食住行育樂等消費行為，因此尋求在消費行為中減少對環境的衝擊，以保護環境。具體的做法就是鼓勵消費者購買較為環保的產品（或稱綠色產品），例如省電燈泡、省水龍頭及再生紙等產品，使得消費者在使用這些產品的過程中，減少伴隨產生的發電污染、水資源耗用、廢棄物污染等環境破壞。這種藉著購買綠色產品來減少消費行為產生污染的作法，就是「綠色消費」行為（于寧、賴明伸，2005）。

能源價格上漲和全球氣候變化，形成許多生態環境問題，影響消費者和投資者的意見，促使政府和企業推動有利於保護環境政策及措施，企業已將環境問題、環保認證正式列入甄選供應商的必要條件（Brown,

2008)；率先投入綠色設計研發方式的企業，產品就更具有市場競爭力。若將生態永續性問題在設計的早期階段即納入考量，可節省不必要的資源浪費，設計初階段即決定產品材料及製造過程中會產生的化學性污染。成功的綠色產品必須能夠節省材料與能源並減少對環境的污染，不但產品擁有了創新的設計同時也有效地減少了資源的開銷，這是一種雙贏的結果（Diehl, 2001）。

全球暖化將使經濟建設和社會發展面臨更多不確定因素；氣候暖化與經濟發展將導致能源架構的調整，工業生產能力和經濟效益將受到影響。國際間透過京都議定書作為碳減量的目標依據，對永續產品設計要求標準將越趨於嚴格；企業可參與各種自願性減量的方法，改進生產開發模式。在國際間對企業要求碳揭露及碳關稅雙重壓力之下，對企業產品設計研發帶來之衝擊及改變是不容乎視的問題；產品在初步設計開發階段，決定了多達百分之八十的製造開發生產所需之費用。在產品設計生命週期初階段，設計團隊即考慮環境因素層面，有利於發掘潛在的環境效益和降低開發成本。企業可藉由產品在生命週期中各階段所造成的環境衝擊進行評估分析，導入低碳排放之要項，全面性的盤查及檢視，有助於研發初期即進行優良環保生產模式。（王琬舒，2009）

一九九四年代表全球環保標章組織的「全球環保標章網路組織」（Global Eco-labeling Network）正式成立，以環保標章計畫來推動綠色消

費，至此已經成為全球的環保趨勢。目前北美洲的美國與加拿大、歐洲的 18 國、亞洲的中國、香港、日、韓、泰、菲及我國、大洋洲的紐澳等國，都有環保標章計畫。總計全球約有三十多個國家或地區的四十餘個執行組織在推展類似的環保標章制度。過去各國所推動的綠色消費行動，不論是針對民間消費者或是政府機關，鼓勵使用的大致是以實質產品為主，例如省電產品與回收材料製造產品。近年來，已有越來越多的環保標章計畫體認到應該把推廣項目延伸到服務業並擴大產品項目，例如美國環保署的建築物能源之星標章計畫與加拿大的楓葉環保旅館標章計畫等。綠色產品購買行為，延伸自傳統消費行為模型，但是其購買意主要反映消費者對社會規範的認同。換言之，綠色產品消費為利他行為，有社會影響的因素存在。綠色商品（Green Product），一般所指標準如下（黃恆獎、蕭廣中，1995）：

- （一）對人體、動物的健康無害。
- （二）產品在生產、使用、廢棄的過程對環境的危害最小。
- （三）產品在生產、使用、廢棄的過程中不使用過度的資源或能源。
- （四）不因商品的過度包裝或極短的產品生命週期，導致不必要的浪費。
- （五）不會對動物進行不必要的實驗或殘害。
- （六）不使用稀有且需保護的資源作為製造原料

從原料生產、供應及取得為起點，到商品的研發、設計及製造，以

至產品的行銷、販售、消費及回收終點，均以環保觀點出發。易言之，從原物料生產者到最終消費者，每個環節間均融入綠色理念，建構一個完整的綠色生產及消費系統，再由政府部門、環保團體或學術界進行客觀的評估及監督，對環境改善及生活品質提升，將具實質貢獻（陳欽雨、高宜慶，2005）。

第四節 節能減碳教育

「節能減碳」的概念包括能源節約與二氧化碳減量，以有效運用能源並緩和全球暖化問題(工業技術研究院，2004；陳瑞榮，2008；蔡勳雄，2008)。「能源教育」已在國內外發展多年，因此有較完整的教育中心思想、目標、特性及內涵(林明瑞，2009)。而我國「能源教育」也已實施多年，其核心課程自早期的工藝課程到生活科技課程，延續迄今的九年一貫「自然與生活科技課程」、「環境教育及重大議題」等（呂宗賢，2007；余鈺焜，2007；涂重敬，2003；張有典，2004；張聖宗，2004；陳瑞榮，2008）。環境意識和能源概念的興起，也成為當前在自然科學教育上的重要議題(Yucel, 2007)。我國實施能源教育之終極目標，則是在於培養全民節能素養，以提升能源使用效率並達成全民節約能源之目的。就能源教育推動之國內外發展情勢而言，美國是世界能源第一大國，於1980年訂定了「國家能源教育發展方案」(National Energy Education Development

Program, 簡稱 NEEDP)並從 1982 年開始實施能源教育;日本也從 1986 年開始推動能源教育(國立臺灣師範大學, 2008a);歐盟則有在推動能源教育上非常重要的「能源效率資訊教育暨訓練方案」(Energy Efficiency Information Education and Training Programs)(程金保、商育滿、胡開惠, 2008; Cutshall, 2002; Education Commission of States, 1981; Fry, 2007)。

國內外有許多能源教育之相關研究, Hugerat (2004) 認為一項專業的成功端賴學習者能夠將理論應用於實務, 學習者在不熟悉環境中感覺到的問題, 且需要在教師輔導之下來尋找問題答案, 如果方案具有清楚目標, 則是有助於學習者找尋問題解決方法、教育與社會價值。Chedid (2005) 曾以「能源、社會與教育, 而且特別強調 K-12 教育科技政策」為題從事研究, 此一研究先探討能源使用對我們的生活和經濟層面之深遠影響, 此研究指出在各項全美能源政策報告之中, 忽略了教育是解決未來能源問題之有利因素, 強調能源政策與教育之間的互動關係, 表示教育政策是開發對環境產出最小衝擊的經濟與商業永續能源體系之潛在工具。以下為國外關於環境及節能減碳之研究, 整理如下:

表 2-4-1 國外環境及節能減碳之相關研究

研究者	研究內容
Driver、Stanisstreet 和 Boyes (2010)	針對英國青少年進行研究，發現核能的財務成本、對人類與其他生物可能造成的安全性危害是青少年不支持核能的原因；有些青少年具有「核能發電廠產生的放射線會造成全球暖化」的迷思概念
Skamp、Boyes 和 Stanisstreet (2009)	針對澳洲 7-10 年級學生進行研究，發現有 63% 的學生認為多搭乘大眾交通工具可以減緩全球暖化，但只有 13% 的學生願意多搭乘大眾交通工具。學生即使知道某些環境行動可以減緩全球暖化，卻不見得願意去做；有 72% 的學生願意隨手關閉電源，但只有 45% 的學生認為節約用電可以減緩全球暖化。學生願意去做只會稍微帶來不便的環境行動，卻不見得認為這些行動有助於減緩全球暖化。
Kilinc、Stanisstreet 和 Boyes (2008)	針對土耳其 10 年級學生進行研究，發現許多學生認為「放射線會造成全球暖化，減少核能使用可以減緩全球暖化」。許多學生將「臭氧洞」與「全球暖化」概念混淆，很多對環境有益但無法減緩全球暖化的行為，會被誤認為可以幫助減緩全球暖化。
Eames, Cowie 和 Bolstad (2008)	針對 2002 ~ 2003 年期間紐西蘭學校的環境教育 (environmental education) 實境特徵進行一項全國性調查，涵蓋將近 200 所紐西蘭學校並在 8 所學校的環境教育實境中從事個案研究，結果指出在國家課程政策變革時期必須更強調環境教育及永續教育。
Michail、Stamou (2006)	針對希臘小學教師進行研究，發現許多教師對酸雨、臭氧層破洞、溫室效應等環境知識具有迷思概念；環境訊息的主要來源是媒體，因此教師所接受的環境教育非科學式。

研究者	研究內容
Papadimitriou (2004)	針對希臘職前教師進行研究，發現許多職前教師不知道適當的行為可以減緩溫室效應，對臭氧洞、酸雨、汙染與氣候變遷之間存有迷思概念，許多職前教師也不清楚溫室效應與臭氧層破洞發生的機制。
Daniel、Stanisstreet 和 Boyes (2004)	針對英國學生進行研究，發現許多學生認為減少工業與交通運輸上的氣體排放、使用再生性能源，皆能減緩溫室效應；少數學生認為節約用電、回收紙類能減緩溫室效應；學生對全球暖化議題感到無能為力；許多學生具有「減少核能使用可以減緩溫室效應」的迷思概念。
Khalid (2003)	針對美國高中職前科學教師進行研究，發現許多職前教師對溫室效應、臭氧層破洞、酸雨的成因和影響具有迷思概念。
Jeffries、Stanisstreet 與 Boyes (2001)	針對英國生物科系大一學生進行研究，發現許多學生未意識到全球暖化對農作物病蟲害分佈的潛在影響，也未意識到地表的臭氧層是溫室氣體；學生普遍認為「全球暖化是由於太陽輻射的增加所引起的」、「全球暖化與臭氧層破洞有關」、「全球暖化會引起皮膚癌」、「使用無鉛汽油可以減緩全球暖化」。
Summers、Kruger、 Childs 與 Mant (2000)	針對英國國小在職教師進行研究，發現部分教師認為「臭氧層破洞造成全球暖化」，且具有「汽車排放的廢氣會造成臭氧層破洞」等迷思概念。

研究者	研究內容
Christidou 和 Koulaidis (1999)	針對希臘賽薩羅尼奇(Thessaloniki)國小學生進行研究，發現有 12.5%的學生認為二氧化碳和甲烷均勻分布在大氣中，可吸收太陽的熱能並造成溫室效應；有 37.5%的學生認為溫室效應是由空氣汙染所造成的，人類活動所產生的二氧化碳、甲烷、氟氯碳化物汙染了空氣並造成氣候變熱。
Boyes 和 Stanisstreet (1997)	針對英國 13-14 歲學生進行研究，發現認為臭氧層破洞會導致溫室效應的學生，是認為溫室效應會導致臭氧層破洞學生的兩倍，而學生的資訊來源主要是媒體和學校。
Dove (1996)	針對英國職前教師進行研究，發現職前教師對「溫室效應」一詞並不陌生，但並不瞭解其內涵，且具有「臭氧層破洞會造成溫室效應」的迷思概念。
Boyes 、 Chambers 與 Stanisstreet (1995)	針對英國國小教育學程的大學生進行研究，發現許多大學生認為臭氧層破洞會使溫室效應更加惡化。
Gomez-Granell 和 Cervera-March (1993)	針對西班牙大學生進行研究，發現有 92%的學生知道使用噴霧劑會造成臭氧層破洞，但有 55%的學生相信這樣也會增加紫外線；有 47%的學生認為砍伐及燃燒樹木會讓二氧化碳的濃度增加，但只有 13%的學生知道這樣的行為會影響溫室效應。
Boyes 和 Stanisstreet (1993)	針對英國 11-16 歲的中學生進行研究，研究中指出有些中學生已具有「溫室效應會導致氣候變遷」等科學想法，且許多學生具有「使用無鉛汽油可以改善溫室效應」、「臭氧層破洞導致溫室效應」、「全球暖化會增加得到心臟病的機率」等迷思概念。

研究者	研究內容
Boyes 和 Stanisstreet (1992)	針對英國的大學一年級學生進行研究，發現學生具有「使用無鉛汽油可以減緩溫室效應」的迷思概念，且易將「臭氧層破洞」與「溫室效應」概念混淆。

國內已有一些研究運用科學的方法，諸如實驗法、準實驗法或問卷調查法等，探討節能減碳教育實施成效，整理如下表：

表 2-4-2 國內有關環境及節能減碳教育的相關研究

研究者	研究內容	研究成果
陳淑敏 (2012)	高雄市國小學童節能減碳知識、行為與環境態度之研究	整體節能減碳知識、行為與整體環境態度呈現正相關，學生的整體環境態度趨於正向；「家庭社經地位」、「學校所在區域」、「學業成績」及「節能減碳知識主要來源」等背景變項在整體環境態度上具有顯著差異。
王馨敏 (2011)	七年級學生進行碳足跡課程之行動研究	研究結果發現學生上完碳足跡課程後，在碳足跡的知識以及節能減碳的態度皆有明顯的提升，此課程對學生有正面的影響。
張穎瀚 (2011)	中學生節能減碳知識、態度與行為之研究	研究結果發現學生的節能減碳整體知識表現尚可，整體態度與行為偏正向表現，且節能減碳知識、態度與行為之間的預測效果皆達顯著。

研究者	研究內容	研究成果
洪婷靖 (2011)	情境教學融入碳足跡課程對 七年級學生碳足跡知識之學 習成效與節能減碳態度與行 為之影響	在課程感受問卷方面，情境教學組學生有良好的課程感受，且顯著優於講述教學組學生。學生透過填寫碳足跡日記能夠覺知自己的碳足跡大小、省思自己的碳排放量和產生低碳的行為意圖。
盧幸如 (2011)	台北地區國小六年級學童節 能減碳知識與態度之研究	研究結果顯示，台北地區六年級學童節能減碳知識測驗成績中上，並具有積極正向的節能減碳態度。節能減碳知識與節能減碳態度有顯著正相關，知識得分較佳者，其節能減碳的態度也較積極正向。
賀冠豪 (2011)	臺北市國小教師節能減碳相 關概念、態度與教學概況之調 查研究	研究結果顯示教師對節能減碳大致呈現正向態度，但行動度仍不足；約 90% 的教師曾進行相關教學，其主要動機並非課程要求，而是教師認為「節能減碳」是重要的環境議題。
鄭翔仁 (2011)	節能減碳行為影響因素之探 討	研究結果顯示，能源態度為影響節能減碳行為意願之重要因素，意即情境因素對於節能減碳行為更是有直接的影響，建議政府以及能源教育單位應該不僅注重節能減碳知識的傳播，也應該重視培養正確能源態度的重要性。

研究者	研究內容	研究成果
王永誠 (2011)	以 E-STS 教學模組進行全球暖化相關議題教學之行動研究	發現以 E-STS 教學模組中具體實作、學童日常生活經驗結合與多元授課方式，對全球暖化相關知識與迷思概念改善有提升作用
吳慧春 (2010)	全球暖化認知與節能減碳態度之心智圖教學研究	分析心智圖教學策略對國中生暖化節碳之學習成效，研究確知國中生接受暖化節碳的教育明顯不足，在基本認知上常有誤解，面對的態度也消極冷漠，心智圖教學則確實有效予以改善
邱勤予 (2010)	台北地區國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究-以台北二所國中為例	研究對象之節能減碳認知、態度、環境敏感度、自我效能、減碳行為意圖得分均達中上程度；節能減碳認知、節能減碳態度、環境敏感度、節能減碳自我效能與節能減碳行為意圖呈現顯著正相關；節能減碳態度、環境敏感度、節能減碳自我效能之預測變項對節能減碳行為意圖具顯著影響。
林珮君 (2010)	國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究～以台北縣國中為例	研究對象之節能減碳認知、態度、環境敏感度，對節能減碳行為意圖具有顯著影響力
毛榆涵 (2010)	花蓮地區國小學童全球暖化及節能減碳教學之研究	全球暖化及節能減碳教學，對於學生在知識方面的進步顯著，態度及行為則有賴長期觀察

研究者	研究內容	研究成果
王宣中 (2010)	學校師生上下學通群之交通生態足跡研究～以萬來國小為例	鼓勵通勤距離較短的師生與家長，使用綠色運具對減少生態足跡會有較佳的效果
林家吟 (2010)	國小三年級全球暖化教學模組實施成效之研究	實施教學模組後，學生不論是在家中或學校，日常生活中的環境行為均有正向的改變，更願意力行節能減碳的生活方式
陳沛怡 (2010)	國中學生生態飲食行為意圖及其相關因素研究～以南投縣某完全中學國中部為例	其中以「環境關心度」解釋力最大，亦即受測學生性別為女性、午餐在家用餐、外出用餐會自備餐具、環境覺察度及環境關心度越高的學生，其未來越有可能傾向生態飲食行為
陳昭吟 (2010)	國中教師節能減碳認知、態度及行動經驗之研究	「重視地球自然環境」是國中教師節能減碳行動正向決策的重要歸因；面對自然環境保護與社會經濟發展的兩難，國中教師支持「自然環境保護」
周芝嫻 (2010)	國小低、中、高年級節能減碳知識標準化評量之研究	學童對重要環境議題的成因及之間的相互影響不是非常清楚，而學童獲得節能減碳相關知識主要源自學校師長
郭家玲 (2010)	大臺北地區國中學生對於全球暖化與節能減碳知識、態度、行為意向之研究	發現大臺北地區國中學生的全球暖化與節能減碳訊息來源以媒體和教師為主，學生的全球暖化與節能減碳整體知識表現尚可，整體態度偏正向表現，整體行為意向則偏向中間表現

研究者	研究內容	研究成果
施奉君 (2010)	南投縣國中學生能源知識與能源態度相關研究	南投學生能源知識來源多數來自上課，不同能源知識來源會造成能源態度上之差異
張景翔 (2010)	高中學生環境態度與生態平衡知識之研究—以臺北市地區為例	不同年級、社經地位對生態平衡知識有顯著差異
林建輝 (2009)	高中學生環境永續發展行為意圖及其相關因素研究～以台北市某高中學生為例	環境永續發展態度、環境永續發展價值觀、環境永續發展技能等預測變項對環境永續發展行為意圖具有顯著的影響力
林韋如 (2009)	我國國小學童關於全球暖化現象之相關知識、態度與行為意向調查研究。	國小學生全球暖化的相關知識與資訊來源主要為電視、學校課程與老師；學生性別、學校所在地、家長學歷、參與環境相關活動的頻率與其全球暖化的知識、態度、行為意向表現，皆達顯著水準；全球暖化的態度與行為意向之間具有顯著正相關
徐培祥 (2009)	屏東縣恆春鎮國小高年級學生能源認知與能源態度之研究	自然與生活科技成績較優之學生有較佳之能源認知與能源態度
莊淑臻 (2009)	國小教師對全球暖化議題之知識、教學態度、教學現況與進修需求之研究	發現曾實施全球暖化教學的教師比例超過九成，且主要以講述法進行全球暖化教學

研究者	研究內容	研究成果
陳美冠 (2009)	高雄縣國小教師節能減碳實踐之研究	國小教師在節能減碳實踐上，有不錯的表現；男性教師在節能減碳實踐上的表現優於女性教師；年齡愈長者在節能減碳實踐上的表現優於年齡輕者；教學年資較資深者在節能減碳實踐上的表現優於資淺者
陳偉群 (2009)	國小六年級全球暖化教學活動與學習成效之探討	「全球暖化」教學活動的實施，對學生全球暖化概念環、境教育的態度有提升作用
陸佳泰 (2009)	高級中學永續發展教育之研究	高中學生擁有中上程度的永續發展知識、技能與價值觀；市郊與市中心的高中學生，對應發展的永續發展知識、技能與價值觀，有顯著差異
莊博閔 (2009)	國中生綠色消費知識、態度與行為之調查研究－以臺北縣某國中為例	綠色消費知識九年級優於七、八年級；綠色消費態度與行為皆為七年級優於八、九年級
趙姿婷 (2009)	北高兩市民眾對全球暖化的認知概念及實際行動之研究	民眾的暖化認知與性別、年齡、教育程度、收入的不同而有顯著差異；民眾獲取暖化認知的來源主要以電視及報紙為主

研究者	研究內容	研究成果
鄭鈺燕 (2009)	我國大學生對於溫室效應導致氣候變遷的相關知識、態度與行為意向之調查研究	女生在全球暖化議題的態度與行為意向較男生積極；北部學生比南部學生的知識得分高，東部學生態度表現較積極；有環境相關活動經歷的學生比未有過環境相關活動經歷的學生有較佳的知識、態度、行為意向表現
周淑嬌 (2008)	國中生環境知識、環境態度、自我效能、環境行動經驗與環境行為意圖之相關研究—以臺北縣某所國中學生為例	環境知識、環境態度、自我效能、環境行動經驗與環境行為意圖間呈現顯著正相關，且對環境行為意圖具有顯著的影響力
張筑潔 (2008)	臺北市社區大學學員的環保認知與環境行為關係之研究	年輕者之環保認知表現明顯優於年長者、年長者的環境行為表現明顯優於年輕者；學歷較高者之環保認知表現明顯優於學歷較低者、高中職學歷者在環境行為的表現上明顯優於大專院校以上學歷者
張淑惠 (2008)	發展國小高年級學生對於全球暖化相關概念認知之有效工具	學生普遍對於全球暖化相關概念存有迷思且認知不足，且學生全球暖化相關認知測驗結果與能源管理態度成札相關
劉怡君 (2008)	以 STS 理念融入溫室效應教學之研究。	將近九成的學生在經由 STS 教學後，在溫室效應的覺知有札向提升

研究者	研究內容	研究成果
湯宜佩 (2007)	用問卷調查探討職前教師氣候變遷概念認知與態度，並藉由晤談的方式探究其迷思概念及可能原因	研究發現教師具有下列迷思概念，如溫室效應完全是由人類所產生、臭氧層破了一個洞、臭氧層破洞會造成溫室效應等
蔡鳳怡 (2007)	探討自民國91年至民國96年間曾參與能源教育示範學校選拔活動之國民小學	結果顯示校園中執行節約能源的技術、推行能源教育的方法、節約能源做法、能源教育推動的困難，以及未來採行節約能源之展望
劉崇武 (2007)	高雄縣國小高年級學生能源認知與能源態度之研究	國小高年級學生具有正面積極的能源態度；國小學生之能源認知與能源態度有顯著正相關
王逸欣 (2006)	針對不同背景的大學生，探討對全球暖化之相關知識、態度與行為意向的情形	有九成以上的大學生聽過全球暖化環境議題，知識、態度與行為意向之間都呈現顯著的正相關
張凱惠 (2006)	分析台北市國小教師背景與暖化概念了解之關係	有科學閱讀習慣、數理學科背景及曾修習過相關課程教師之問卷得分較高
許琇玲 (2006)	探究我國與日本的國小學生及大學生對於溫室效應導致全球變遷之相關知識、態度與行為意向之綜合表現。	我國與日本的大學生與小學生大多聽過溫室效應與氣候變遷議題。二國學生對溫室效應與氣候變遷之態度及行為意向，表現出積極正向的態度
陳怡靜 (2004)	探討學生經由傳統教學與STS教學學習溫室效應，學生環境知識、態度與行為之變化	透過教學可以使學生具備相當的環境知識，進而產生負責任的環境態度及環境行為

研究者	研究內容	研究成果
陳珮英 (2004)	國中學生永續發展行為意圖及其相關因素研究—以臺北市大安區國中學生為例	永續發展知識、永續發展價值觀、永續發展技能、環境敏感度與永續發展行為意圖間呈現顯著正相關，並對永續發展行為意圖具有顯著的影響力
陳惠娟 (2004)	國小教師永續教育專業知能之調查研究—以臺北市為例	教師之永續教育專業知能已達中上程度，具有正向積極的永續發展環境素養；參與環境教育的經驗及參與相關教育研習對永續教育專業知能有明顯的影響
張聖宗 (2004)	以學生的能源永續教學行動學習為教學主軸，組成教師行動團隊，編製能源永續課程與行動課程，並利用多元評量比較實驗組與對照組的學生學習成效，以協助學生進行團隊學習	研究結果顯示：在「能源永續課程」及「能源永續行動課程」學習後，實驗組學生均明顯比對照組學生表現得更好，態度更積極且更具行動力
王亦欣 (2003)	使用四種不同表徵的閱讀教材讓學生自行閱讀理解天文與溫室效應課程，並以比較學生的學習差異	四組學生的學習成效無顯著差異，而學生在溫室效應教材迷思概念有差異性
林憶姍 (2003)	探討臺灣中部地區國小師資生對溫室效應的認知與迷思	理工與非理工背景國小師資生在溫室效應的成因都具備基本科學的概念，但仍存在迷思概念

研究者	研究內容	研究成果
柯玫淑 (2003)	國小中、高年級能源永續概念標準化評量之研究	發現學童獲得能源相關知識主要源自學校師長、父母親、電視、課本、課外書籍、報紙雜誌等。學校裡中年級學童主要源自級任老師；高年級學童則主要源自級任老師、自然老師及社會老師
陳益和 (2003)	利用數位學習模式，來協助我國青少年學習能源教育的內容	發現應用 WWW 和 e-Learning 觀念輔助課程教學，可以培育出比較活潑、具創意且適合 E 世代所需之未來年輕學子
張有典 (2003)	透過準實驗研究法，瞭解統整式能源教育課程對國小學生節約能源態度之影響	研究指出接受「統整式能源教育課程」的教學實驗後，實驗組的學生在「節約能源態度量表」得分明顯優於控制組
涂重敬 (2002)	高雄市國中自然與生活科技教師能源教育教學現況與能源態度之研究	研究結果指出，自然與生活科技教師能源教學及能源態度之間有顯著的正相關

綜合以上國內外相關研究發現，全球暖化議題已受到相當重視，有效地推展節能減碳教育，可說是國內目前當務之急。歸納分析國內相關研究，大多數研究對象是以國小、國中學生為主，主要使用調查法探討研究對象對於能源永續或節能減碳知識、態度、自我效能、行為意向等分布情形與相關性，抑或針對特定主題進行教學介入，例如：碳足跡、溫室效應等，尚未發展出一套適合國中學生的整體性節能減碳教學課

程，有鑑於此，配合目前九年一貫國中課程大綱，分析各領域實務教學現況，編擬出一套具系統性且統整性之「節能減碳教學」課程，著實有其必要性。

政府近年來也把「節能減碳」列為重要政策之一（經濟部，2005）。在節能減碳教育上，早在民國 84 年 10 月由教育部與經濟部公布的「加強國民中小學能源教育實施辦法」中，即強調國民中小學能源教育及學生能源素養之培養（田振榮，1997；教育部環保小組，2008；經濟部，2008）；並於民國 85 年 7 月由行政院公布的「臺灣地區能源政策及其執行措施」之中，將「推動 教育宣導」列入成為第 6 項，明確指出「推動教育宣導」為當前能源政策之重要一環；經濟部於民國 87 年 5 月和民國 94 年 6 月召開「全國能源會議」則進一步做成具體行動方案，「加強能源教育與宣導計畫」成為其第 11 項執行措施。除此之外，經濟部亦於民國 91 年與教育部共同頒布了「加強中小學推動能源教育實施計畫」，要求各級學校據以實施，顯示出我國政府對能源教育的重視。

我國教育部環境保護小組體認教育在國家永續發展中所應扮演的角色，提出「邁向二十一世紀——教育部永續發展環境教育行動策略」，並擬定三個目標：一、遵行我國憲法基本國策，進行環境保護、生物保育及資源利用等永續發展觀念之教育工作；二、使全民認識環境問題，瞭解並關切資源與生活環境間的關係，進而成為維護生態平衡及環境品質

的實踐者；三、藉由教育過程培育具有環境素養之公民，使全民獲得保護及改善環境所需之倫理、知識、態度、技能及價值觀；而在行動策略中有關政府相關部門配合措施的第二項，指出在公私部門人力發展及培育計畫中，編列永續性與環境保護課程。

目前現行九年一貫課程綱要，健康與體育領域中之第七主題軸「群體健康」中第三個內涵，「在營造個體、社區與環境健康的過程中，人與環境是相輔相成的」，(晏涵文，2000)；而第五主題軸「安全生活」，也與永續發展教育有一定程度的相關性。全球暖化所帶來的全球性環境議題，漸漸地改變了人們對待環境及資源使用的態度(楊進財，2007)，有鑑於全球氣候變遷及能源日益短缺，節能減碳為當前政府重要施政(98 年全國能源會議，2009)。在面對節節高漲的能源價格及減少二氧化碳排放之環境保護聲浪中，政府機關及學校推動節約能源政策，希望透過政府機關及學校全面率先帶頭推動節約能源，建立良好的學習典範引導民間採行，進而帶動全民節約能源運動，藉以降低能源使用之成長，以達到我國能源(Energy)、經濟(Economy)及環境(Environment)此三 E 永續之三贏目標，有助於提昇我國之競爭力(呂宗賢，2008)。由上述可知，「節能減碳」不僅是現今國際重要課題之一，「節能減碳教育」亦成為各國科學教育和科技教育中不可或缺之一環。

一、節能減碳教學理念

關於學校節能減碳教育的中心思想、目標、特性及內涵，歸納如下：

(一) 節能減碳教育的中心思想：聯合國科教文組織(UNESCO)確定環境

教育五大教育目標為：覺知、知識、態度、技能及參與。

(二) 節能減碳教育的目標分別為：

1. 觀念教育：要能啟發學童的節能減碳覺知。
2. 態度教育：培養學童對節能減碳的價值觀認同感及積極的態度。
3. 行為教育：促使學童養成正確、積極的節能減碳行為，並能落實到日常生活中。

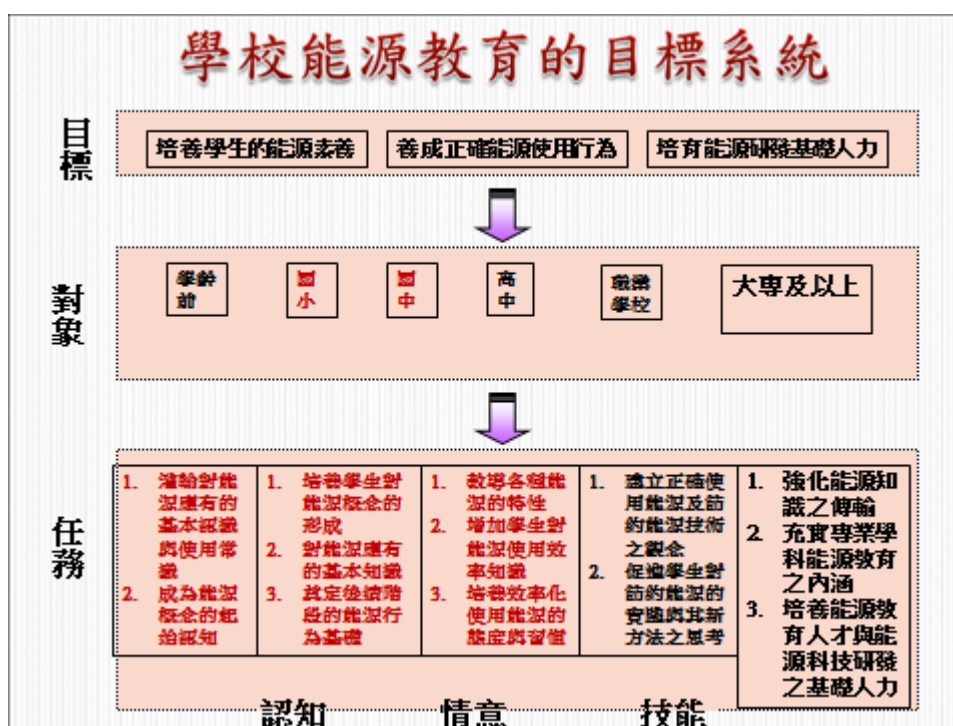


圖 2-4-1 能源教育目標（程金保，2008）

(三) 節能減碳教育的特性(U.S. Department of Energy, 1982；田振榮，

1992；林明瑞，2009；陳建州，2001；能源教育資訊網，2009b)：

1. 為跨科整合課程：無法特定於某一科目或課程中施教。
2. 就目標而言，以國家節能減碳政策為導向，並且重視教育及學習歷程。
3. 以學生的「日常生活」實踐為中心，是一種「務實的教育(reality education)」以培養良好節能減碳素養的公民。
4. 鼓勵學生在參與中學習。

（四）節能減碳教育的內涵(林明瑞，2009)：

1. 「全球暖化」、「全球環境變遷」與「節能減碳」的關聯性。
2. 使用低碳與再生能源，並認識開發新能源及再生能源發展的必要性。
3. 有效節能減碳並落實到日常生活中，包括食、衣、住、行等各方面。
4. 正確並有效的使用能源，提高能源使用效率。
5. 減少「全球暖化」、「全球環境變遷」對自然環境及生態的影響。

（五）節能減碳教學實務架構

在節能減碳教學上，Chalmers（2008）曾提出四個層面的優質教學實務架構，這四個層面可分述如下：

1. 機構氛圍與制度

- (1) 採取學生為中心的學習觀點。
- (2) 肯定並獎勵優質教學及其對學生學習之貢獻。
- (3) 良好教師特質。
- (4) 有關的和適當的教學經驗、學歷及專業發展。
- (5) 善用現存的研究發現於教學和課程內容。
- (6) 社區學習／伙伴關係。

2. 多元性

- (1) 對學生與教職員多元性的價值之認定與關懷。
- (2) 提供足夠的支援性服務。
- (3) 積極的晉用人員與入學許可。
- (4) 轉換與學術支援之提供。
- (5) 積極的人員晉用。
- (6) 多種獎勵與肯定人員之管道。

3. 評量

- (1) 闡明方法爭議之評量政策。
- (2) 採用證據為基礎的方法之評量政策。
- (3) 最佳實務之機構政策與人員／系所活動之相互契合。
- (4) 對形成性評量的承諾。
- (5) 提供詳細具體的、持續的與適時的回饋。

(6) 外顯的學習成果。

(7) 檢討標準與監督評量任務。

4. 參與和學習社群

(1) 學生參與。

(2) 助長與促進（學術性）學習社群。

(3) 參與和指認學習社群。

(4) 人員參與。

黃月純提出一般教學實務架構，可融入於學校中各類課程，節能減

碳發展課程如下：

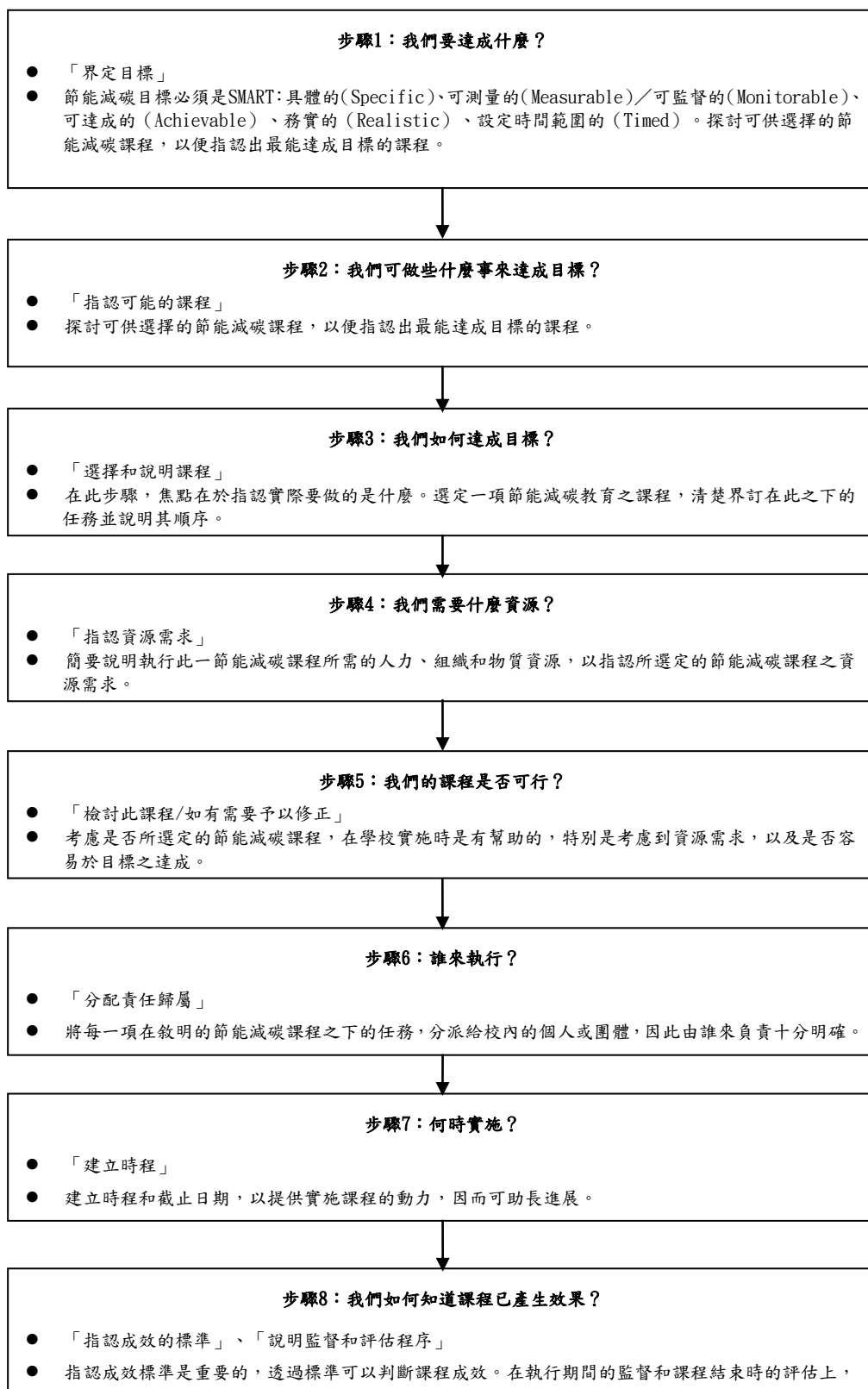


圖 2-4-2 節能減碳課程發展步驟（黃月純，2009）

學校提供一個發展學生負責的能力及多元知識的空間，激勵學生培養民主合作及相互尊重的精神，對於參與社會，特別是氣候議題的教育及節能減碳作法，提供學生相當好的素養培成。主要內容為發展參與、負責任及自主性社會能力，與家長共同合作創造學生有價值的生命，激發學生友善的發展環境，提供多元知識與經驗的空間，同時也提供機會讓學生了解文化的價值。教育是節能減碳最為根本的基石，才能增進全球公民的節能減碳意識知能，轉變其生活態度，最後落實節能減碳的具體行為。節能減碳教育需要的不僅是改進能源效率的新科技引進，更需要改變廣泛社會各個層面的人員態度與行為。孩子的態度與行為在早期年齡階段形塑而成，校內外所學習的結果不但影響個人行為，甚至擴展至家庭、朋友、社區。因此世界各國都發現節能減碳教育一定要從小紮根起，亦即教育孩子能源使用效率和減少能源消耗，將會對社會產生立即與長期永續的利益。

二、美國KEEP能源教育教材

KEEP(K-12 Ennnergy Education Program)是一個經過十年嚴謹研究發展過程，由美國威斯康辛州立大學Stevens Point校區(University of Wisconsin - Stevens Point)以及威州環境教育中心(Wisconsin Center for Environmental Education)主導，結合該州能源專家、環境教育學者、近百位在職教師參與實際討論、規劃、使用、回饋的能源教育教材。

該教材的經費資助除了威斯康辛教育中心、威斯康辛州能源中心，亦有來自能源相關企業贊助的非營利(Focus on Energy)經費。Focus on Energy是一個公私機構共同合作的組織，主要提供能源資訊和服務給全威斯康辛州公用能源的消費者。這項計劃的目標是為了鼓勵能源效率以及對再生能源的利用、提升環境品質，並確保威斯康辛州未來的能源供給。

KEEP能源教育概念架構本身不是一項教案，而比較像是一個提供教案基礎的大綱。就像是骨架上的骨頭一樣，為身體提供力量和構造。構成此架構的觀念為一個牢固的、有組織的及全面性的教案提供基礎。儘可能地將各種不同的議題和觀點納入其中。KEEP架構中的觀念由四大主題構成，每一個主題中的觀念會再細分成次主題，如下表。

表 2-4-3 KEEP 教學四大主題與次主題分列表

主題一 我們需要能源 (K-4；5-8；9-12)	主題二 能源的開發 (K-4；5-8；9-12)	主題三 能源開發的效應 (6-8；9-12)	主題四 能源管理 (6-8；9-12)
A.能量的定義 B.主導能量的自然定律 C.系統中的能量流動 D.無生物系統中的能量流動 E.生物系統中的能量流動 F.生態系統中的能量流動(包含人類社會在內)	A.能源的開發 B.能源的消耗 C.再生能源的發展	A.環境品質 B.社會政治 C.能源與經濟 D.生活型態/健康和 安全/文化	A.能源利用之管理 B.能源發展和利 用的未來展望

KEEP教材的特色，分述如下：

(一) 研發過程嚴謹

KEEP的研發過程歷經許多步驟，從能源教育的概念架構發想研究到教學活動試用修訂，每個步驟都經過環境教育、能源專家與在職教師的審訂、評量與回饋。根據這些專業人士的回饋再修訂每個教案的內容。

(二) 教學方法活潑、讓能源教學不會生硬無趣

KEEP的教學內容與教學方法都著重操作、體驗與互動。學生能夠透

過教學活動學到能源相關的知識、實際運用資料蒐集、測量、紀錄、合作，並針對能源議題進行討論，運用批判性思考的能力與價值澄清的方法、培養行動技能等。

（三）概念架構清晰完整

KEEP最足以讓教師受惠的特色，就是具有發展相當完整的能源教育概念架構。此教材針對K-4年級、5-8年級、9-12年級三個年級階段，發展出不同的學習主題概念，可以清楚地讓參考使用本教材的教師瞭解當他們使用本套教材的教學活動時，學生將會學習到哪些能源方面的概念。或者，當教師心中已經設立好要傳達的概念，他們可以參照概念架構表，對照那些概念在哪些單元中出現，以及是否適合其學生的年齡層、學習能力與先備知識。而根據學生的理解能力與學習能力的發展階段，KEEP在幼稚園到四年級階段較強調認識能源（We Need Energy）與能源的開發（Developing Energy Resources）；中學部分則隨著學生理解能力的提升，強調四個主題平均認知；而在高中部分則因為學生對於政治社會與經濟等相關領域已有深一層的認識，因而較為強調能源開發的效應（Effects of Developing Energy Resources）與能源管理（Managing Energy Resources Use）兩大主題。

（四）操作說明與資料完整，廣受教師好評

KEEP的每一個操作單元都會詳細註明教學目標、使用年級、主要概

念、關鍵字彙、搭配學門、需準備的教材或教具、與該單元相關的背景知識、建議教師與學生的後續參考資料、教學活動操作過程、建議的評量方法。此外，更已有可搭配使用的學習單提供給教師參考使用。除了教學活動之外，KEEP教材亦提供網路線上課程，並與威斯康辛州立大學的碩士課程合作，提供學分制的教師進修課程。十餘年以來並經過多次試用、修訂，截至2003年，KEEP已經培訓過2000餘位在職教師，且深受教師好評。

（五）一套科際整合的能源教材，有益於幫助學生朝向全人發展

KEEP是一套將環境教育(Environmental Education)、科學教育(Science Education)、社會教育(Social Studies)、科技教育(Technology Education)、家庭與消費教育(Family and Consumption Education)、數學與藝術教育等領域結合的教材。在本教材研發的概念架構中，都可對照KEEP中的各個單元符合了前述各種科別的教學目標與概念。因此，這一套能源教育教材，將不會只限於「自然與生活科技」的老師才能使用。而對學生而言，透過能源教學可以學到科際整合的技能與知識，不僅有益於幫助學生朝向全人發展，也不會造成與國內目前教育制度中學力測驗的阻礙。

（六）教案著重行為的改變，讓教學的成效可以落實在學校的能源管理層面，對教學與學校省能都有助益。

KEEP「概念方針」的設計是和環境教育目標一致的，KEEP人員乃是依此發展KEEP活動。因此，教師和課程規劃者可自行運用KEEP教材以發展並執行能源及環境教育的課程。KEEP概念可供自然科學、數學、社會、語言、藝術、科技教育、家政與生活以及任何想在其環境教育課程中推動能源教育的老師使。老師可以依據其任教年級、領域與學生認知發展程度，利用所附之活動整合列表中，找到可以配合其教學需求的活動。

總體而言，美國KEEP 教材章節明確且生活化，將相同概念歸類於同一主題甚至同一章節中，令學生清楚了解該章節的主要學習概念，不致與其他相似課程混淆。教材中四大主題較重視「能約能源」，以「環境與生態」為輔，強調日常生活中能源的重要性與迫切性。且因章節連貫，且搭配活動課程實施，藉由生活經驗體會教材內容，能充分發揮教材的生活化與活潑性。反觀我國能源教育實施是以教材為主，學校定期舉辦相關活動配合學習，相較於美國能源課程則，則是以學生為中心，教學方式較活潑且教師較有教學自主權，能有較多的教學發揮空間。我國在能源教育課程的組織上，至今仍無法統整為一套較有系統的教材，能源教育課程亦較為鬆散、零碎且無彈性，建議可借鏡美國KEEP 教材，將能源教育相關教材內容整合，依年級階段、難易程度、課程相關性等方面，將課程環環相扣，讓學生能有系統的學習能源教育課程。（余鈺焜，

2007)

三、丹麥「氣候教學專案」

丹麥政府對於地球暖化的問題已經積極大量投入相關資金及研究，目前氣候溫度正不斷上升造成海平面上升的結果，丹麥也經歷了水災暴雨的侵襲，喚醒了全民愛護地球的環保意識，也對未來做了長期的規劃，對於氣候的適應也將透過各種方式讓丹麥人民學習尊重與貢獻知識（The Ministry of Climate and Energy, 2010），丹麥社會正在持續適應與尋求解決方案，勇敢的面對這個全球的挑戰。聯合國氣候變遷會議（The United Nations Climate Change Conference 2009, COP15）於2009年 12月7日至18日於丹麥哥本哈根舉行，配合氣候議題受到高度關注，丹麥教育部鼓勵學生、老師及學校將「氣候教學」列入重要議程，透過中小學相關的教育行動及高中大學相關學程進行推展（Danish Ministry of Education, 2009a）。

（一）氣候教學專案內容

1. 全國傳遞及網絡專案：學習資料庫、氣候教師網絡、氣候促進網絡、研討會、教師研習等相關訊息的傳播與資料運用，以及議題的討論和意見交換等等。
2. 進行氣候專題的研究。
3. 「氣候專題」與「永續發展教育」的相互合作。

4. 提供教育專案的支持。

（二）創新活動教學重要觀點

創新性活動主要是在大學及技職體系推動，在教學之學程及學生教學方面有五項重要觀點，以下簡述內容（Danish Ministry of Education, 2009b）：

1. 知識觀點（knowledge perspective）探討影響地球氣候之影響因素。
2. 行動及行為觀點（Action and behavioural perspective）探討如何減少全球暖化的行動。
3. 科技及社群觀點（Technology and community perspective）探討科技的存在如何減少溫室效應，採用科技地區的社會經濟狀況發展為何。
4. 未來觀點（Future perspective）未來永續科技、作法及傳遞。
5. 社會及經濟觀點（Socio-economic perspective）與氣候變遷相關的議題有：氣候變遷及改進氣候影響的努力如何影響經濟、氣候及能源政策的安全觀點。

（三）教師教室教學

成立Teachers' cop15.dk網站，主要在提昇教師將氣候議題融入教學能力，提供教師氣候教學相關的課程，從丹麥的學習觀點出發，聚焦在學

生參與及民主過程的學習，班級可以進行跨國的合作。網站也邀請世界各國的教師提供創新的教學方法作為參考應用於教室中的氣候變遷教學進行（Danish Ministry of Education, 2009c）。

（四）韋伯斯楚普學校（vebbestrup skole）

韋伯斯楚普學校於2005年獲得節能獎，全校共有七個班級，從幼稚園到六年級，各班學生約在15人左右，於2005年獲得丹麥節能獎。該校全體師生了解能源與環境的狀況，成功的減少對水電方面的消耗，從使用電視機、DVD、遊戲機、MP3到電腦手機等都具有節能的觀念，將關燈關水的習慣養成為生活的一部份。同時也推廣到家庭，讓學生扮演「能源大使」，告訴家人如何節約能源，教室裡的規則包括：關掉不使用的燈、減少電熱器的使用、關閉電腦電源、節約用水、增加窗戶氣密減少冬季熱能散出等規範，並且採購節能產品，鼓勵節能行為。這所學校提供了實踐的良好範例，養成學生積極參與節能活動，將節能減碳內化為一種生活的態度。

丹麥政府在國際節能減碳的參與相當投入，明訂目標及作法，建立了縱橫的網絡進行密切配合，從政府機構到NGO組織都能夠相互合作分工，觸角遍及家庭、學校及中小企業，全面提供完善的能源服務及綠色認證，有效宣導政策及資訊，讓節能減碳的行動深入家庭、社區以及每一個人心中，如此更能深入地方及教育機構進行紮根的工作，將可作為

台灣未來進行節能減碳之借鏡。此外，丹麥的學校將節能減碳納入課程，建議國內也能仿效如此作法，並嘗試與國際綠色學校進行交流聯盟，強化學校、家庭攜手合作，落實節能減碳的實踐工作，唯有透過普遍的參與，才能讓消費模式及能源供應系統產生改變，共同朝向永續社會的目標邁進（李曉蓉，2010）。

四、國內課程現況分析

教育部在研訂「全國教育各領域課程綱要」中，將節能減碳議題納入正式課程，含括了七大學習領域中的自然與生活科技、社會科、健康與體育等三大學習領域，及六大議題之環境教育。為因應節能減碳教育的急迫性，關於節能減碳課程的安排與內容陳述上，仍有許多值得改進之處。如莊承益（2007）以國小學童進行全球暖化教學研究時，分析了南一、康軒及翰林版本的教科書之節能減碳內容時，發現各版本皆未能完整介紹全球暖化的科學知識。而陳偉羣（2009）也提出在國小階段節能減碳的相關課程不多，相關內容安排在六年級下學期，而課程內容多著重於全球暖化對生態與氣候之影響，缺乏完整性的科學解釋和爭議性的科學證據，各版本在節能減碳行動的解釋說明上也有明顯差異。

由此可知，目前國內節能減碳之教材分析皆停留在國小教材內容，並未擴及分析到國中教材，以下依課程規劃、內容分析、篇幅比例等，分別介紹說明如下（吳慧春，2010）：

（一）課程規劃

國中節能減碳之課程主要編排在自然與生活科技領域（以下簡稱自然領域）、社會領域中的地理科與公民科及健康與體育三大領域中，教課書中陳述的內容主包含全球暖化的現象、成因、影響及因應之道。比較三大領域之內容差異，自然領域中著重探討全球暖化的成因與原理，而在社會領域之地理科則強調現象與因應之道，公民科則著重於國際環境組織之介紹，健康與體育領域著重於全球暖化對人類健康之影響。除了自然領域對於全球暖化議題涉及較多外，社會領域之地理及公民科，各個版本都只在九下最後一個單元提及，至於健康科方面，則沒有任何一個單元深入說明暖化與節能減碳，僅在八下及九上提到環境污染與環保行為。

（二）內容分析

教材內容多寡方面，以自然領域最多，社會領域其次。自然領域之教材內容包含全球暖化的現象、成因、溫室效應及環境公約。就現行國民中學自然與生活科技課本中，有關能源教育與節能減碳及氣候變遷相關的教材內容，各版本教材在能源與環境相關的課程內容所佔的時數相近，總時數皆在 10 個小時(600 分鐘)上下，主要內容擺在三年級下學期教授，配置比重占自然與生活科技課程的 14%~16%之間。各版本在課程設計上較著重知識的介紹，對於環境永續與節能減碳的價值內涵著墨不

多。

在社會科領域方面，課程也都安排在九下最後單元，地理科只有概略介紹全球暖化現象、成因、影響、溫室效應及環境公約，並未敘述相關的科學概念，較為強調全球暖化對人類之影響；而公民科則著重於京都議定書與蒙特婁公約訂定的意涵及其對社會的影響。

而在健康與體育領域之健康課程中，關於環境保護及永續發展內容方面，翰林版安排在八上「維護生活環境」單元，教學時數約二節課，提到空氣汙染及垃圾汙染的嚴重性、來源、危害及防治方法，並了解垃圾的處理方式，養成珍惜資源、愛護地球的生活習慣。康軒版則是安排在九下「息息相關話環保」單元，包含「關心我們的環境」及「綠色消費」二節，授課時數大約為二節課，介紹垃圾汙染、空氣汙染、噪音問題及水汙染的現況，及對健康造成的危害。且說明人類行為與科技對環境的影響、環境問題對人類健康的影響；同時讓學生瞭解了解人類生活中，食衣住行上消耗環境資源的情形，體認綠色消費對環境的影響力，明白利用消費行為幫助改善地球環境。

（三）篇幅比例

各版本節能減碳內容所佔之頁數來看，自然領域的節能減碳之內容，南一共 5 頁（4.3%）、康軒共 3.5 頁（2.4%）及翰林共 5 頁（2.7%）。南一和翰林版本所占的篇幅最多，老師手冊中補充內容以翰林版本較完

整；而康軒版本之內容，篇幅較少，文字敘述較為精簡。

柯倩玉（2008）藉由問卷與訪談國小老師，發現老師都認為國小的全球暖化教育很重要，但因受限於授課時數，導致國小高年級學生在暖化節能認知不足。吳慧春（2010）認為，由於現階段全球暖化課程安排在九年級的最末單元，教學活動經常受到授課節數不足與升學考試之影響，導致無法全球性的教授暖化節能之概念，而自然領域的老師，皆表示因受到教學節數不足及升學壓力的影響，並不會特別重視節能減碳之課程內容。

國外學者 Cavanagh（2007）指出因現今使用的教材或是教科書趕不上科學家所發現的證據，氣候變遷的課程對老師造成很大的挑戰性。面對此一問題，最好能提供老師一個專業的節能減碳教學之網路平台，能讓老師能方便獲取最新的研究資訊，並提供修習相關的課程機會。

（四）國中生對全球暖化與節能減碳之誤解

近年來，由於媒體報導全球暖化、氣候變遷、乾旱等現象已威脅到人類生命，所以學生會較為關心全球暖化的議題。但全球暖化牽涉到的科學概念相當廣，媒體在報導時比較無法作全面完整的科學報導，因而容易使學生概念不清而產生誤解。

Koulaidis & Christidou（1999）調查研究指出國小學生認為溫室效應是人類活動所產生的空氣污染；也不了解太陽輻射線和地表輻射的差

異，進而認為全球暖化是因為溫室氣體吸收了太陽輻射線所致。葉欣誠（2006）在「地球暖化怎麼辦？」一書中指出全球暖化不是臭氧層破洞所造成的。但有學生認為因為臭氧層的破洞，太陽輻射能量進入地球的量增加使全球溫度出現增溫的現象（Daniel, Dev, Soyoung, & Umarnporn, 2009）。林韋如（2009）針對臺灣地區國小學生進行研究，發現國小學生普遍認為臭氧層破洞是造成全球暖化的主要原因之一，並認為地球不需要有溫室效應存在。

學生誤認為臭氧層破洞是全球暖化的主因，連帶認為全球暖化會導致皮膚癌病例增加，另外學生對京都議定書的意義與目的並不了解，所以無法知道限制二氧化碳排放有助於地球環境的穩定（Daniel et al., 2009）。趙姿婷（2009）針對臺北市、高雄市民眾進行研究，發現民眾存有「暖化會造成皮膚癌」、「暖化會造成食物中毒」等迷思概念。

根據林佩君（2010）「國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究」的結果發現，研究對象在「冷氣溫度設定在 26-28°C，同時搭配電扇使用，可以減少電力耗用。」、「冰箱內應充份利用空間，盡量擺滿食物以節省能源。」、「台灣地區目前有 90%以上的能源需仰賴進口。」答對率偏低，顯示能源有限性較普遍為學生所知，但是如何有效的利用能源方面知識較低，因此，在節能減碳教學設計上可加強節約能源的內容。此外，「地球暖化下，可能助長蚊蟲滋生，降低居住品質。」答對率明顯

偏低，顯示應增加學生對於地球暖化在環境造成不同程度的破壞，以及對於環境衛生方面可能造成的影響。在節能減碳與健康方面，「以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。」答對率偏低，顯示研究對象在節能減碳與健康的瞭解程度不足。在「能源永續及未來展望」方面，「垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。」、「節約能源的目的是降低能源使用效率，所以應提高石化能源的使用比例，做為未來永續能源發展的基礎。」答對率偏低，顯示研究對象對能源永續有一定的瞭解，但對目前政府及民間大力推廣的能源永續議題觀念上可再加強。

郭家玲（2010）針對「大臺北地區國中學生對於全球暖化與節能減碳知識、態度、行為意向之研究」中發現，有半數以上的學生不瞭解日常生活中節約用水，可以減少碳排放。在節能減碳知識中，「全球暖化的原因」作答情形最差，其中「溫室效應的基本原理」，學生的答對率只有41.6%；「溫室效應可以使地球表面維持一定的溫度，使環境適合生物的生存」與「臭氧層破洞會造成全球暖化」之答對率分別為32.3%與13.5%，顯示國中學生對於溫室效應存有迷思概念，此與王永誠（2011）、吳慧春（2010）、林家吟（2010）、陳昭吟（2010）、林韋如（2009）、王逸欣（2007）、湯宜佩（2007）、張凱惠（2006）針對臺灣地區小學生、大學生、國小職前教師、國小教師、國中教師所作之調查結果相似。另外，吳慧春（2010）

的研究結果指出，在節能減碳執行方面，只有 29% 的學生感覺到大家正在執行節能減碳，凸顯台灣節能減碳之教育推行的不足。

進行節能減碳教學介入前，若能先瞭解現行教材內容之不足及教學現況，將有助於節能減碳教育推動成效。因此，綜合以上文獻，本研究針對學生節能減碳的認知程度及錯誤概念，設計教學內容時特別加強關於「全球暖化原因」、「全球暖化之影響」、「暖化與健康之關係」、「節約能源」、「節能減碳之重要性」、「如何落實節能減碳」等主題，以提高教學之成效。

第三章 研究方法

本章研究方法共分為六節，分別說明本研究之研究設計、研究對象、課程設計、研究工具、研究步驟及資料處理與分析。

第一節 研究設計

本研究探討節能減碳教學介入後，對於國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素的影響。依據研究目的及國內外相關文獻，整理出研究架構如下圖。

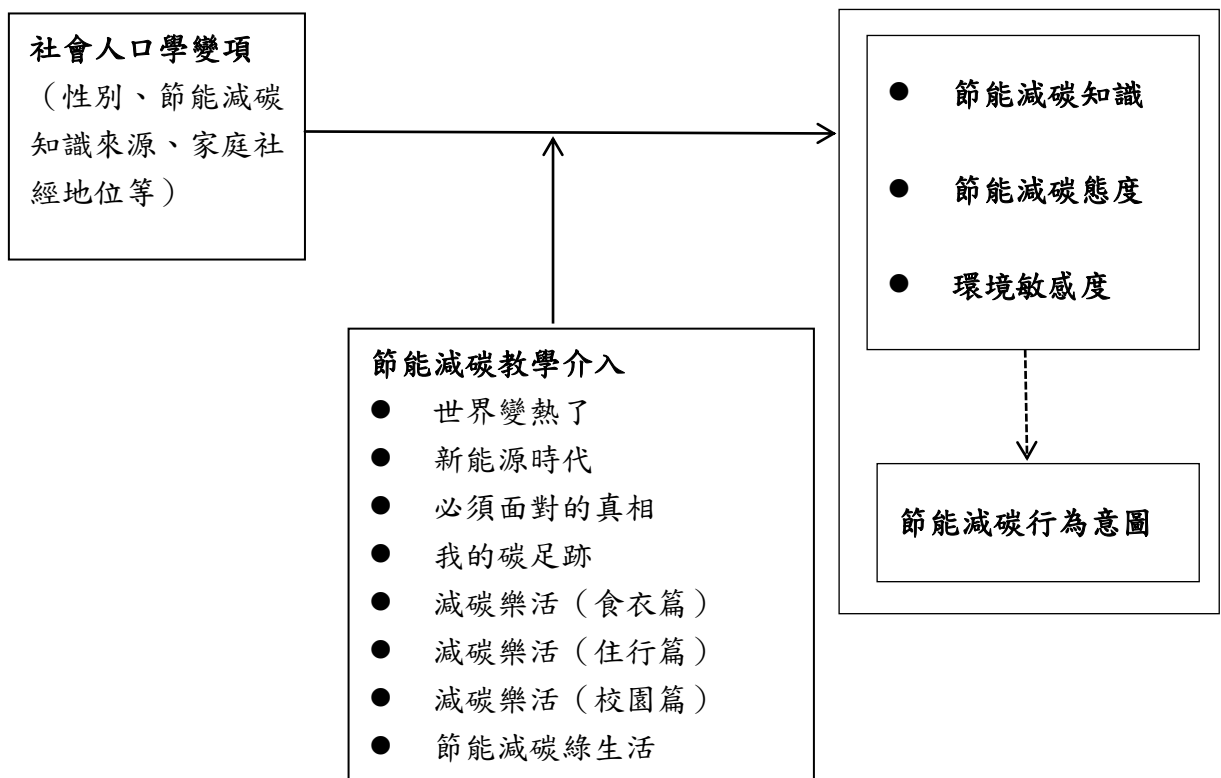


圖 3-1-1 研究架構

本研究採用「實驗組、對照組及校外對照組前測後測設計」，探討節能減碳教學模組之效果，為了避免實驗組及對照組受試學生間的實驗污

染，因此另外增加校外對照組，以提高實驗教學的可比較性與推廣度。

本實驗分為四組：即實驗組、對照組、校外對照組（北市）、校外對照組（新竹市），研究設計如下表：

表 3-1-1 研究設計

	前測	教學介入	後測
實驗組	O1	X	O2
對照組	O3		O4
校外對照組（北市）	O5		O6
校外對照組（竹市）	O7		O8

O1、O3、O5、O7：實驗組、對照組、校外對照組之前測

O2、O4、O6、O8：實驗組、對照組、校外對照組之後測

X：實驗組學生教學介入

第二節 研究對象

回顧相關研究，國中階段節能減碳之研究對象，都是以七、八年級學生為主，鮮少以九年級為研究對象，而全球暖化原因之內容，涉及理化等相關知識，若能選擇九年級學生為研究對象，對於節能減碳教學成效可能更佳。由於行政作業及個人意願之考量，故本研究採取方便取樣 (convenience sampling)，以台北市北安國中 100 學年度九年級學生為對象，選取四個班級為實驗組，四個班級為對照組，再以台北市弘道國中 100 學年度九年級學生，選取四個班級為校外對照組，此外，為瞭解台北市與其他縣市是否有差異性，採用方便取樣，選取新竹市立育賢國中 100

學年度九年級四個班級，作為他縣市之校外對照組。節能減碳實驗教學介入由研究者本身擔任教學者，為求實驗研究之客觀性，研究者在參與實驗教學時，務必秉持公平公正的原則，確實依照教案內容進行教學，以避免造成實驗誤差。

第三節 研究工具

本研究之研究工具為自編之「國中學生節能減碳教學」介入與評價節能減碳教學介入成效評量問卷二種，茲將研究工具編製步驟及內容分述如下：

一、國中生節能減碳教學

本研究研發之「國中學生節能減碳教學」，總共包括八個單元，共計八節課實施。整體教學內容設計架構，乃依據研究者自編之「節能減碳教學概念圖」，而各教學單元課程設計，則改編自程金保（2008）「學校能源教育的目標系統」，「國中生節能減碳教學」概念架構及設計流程分述如下：

（一）節能減碳教學概念圖

根據本研究節能減碳課程設計架構，並參考郭家玲（2010）碩士論文「大臺北地區國中學生對於全球暖化與節能減碳知識、態度、行為意向之研究」，建構出符合本研究之「節能減碳教學概念圖」（如圖），而研究工具之課程規劃及評量問卷設計，乃依據本概念圖發展而成。

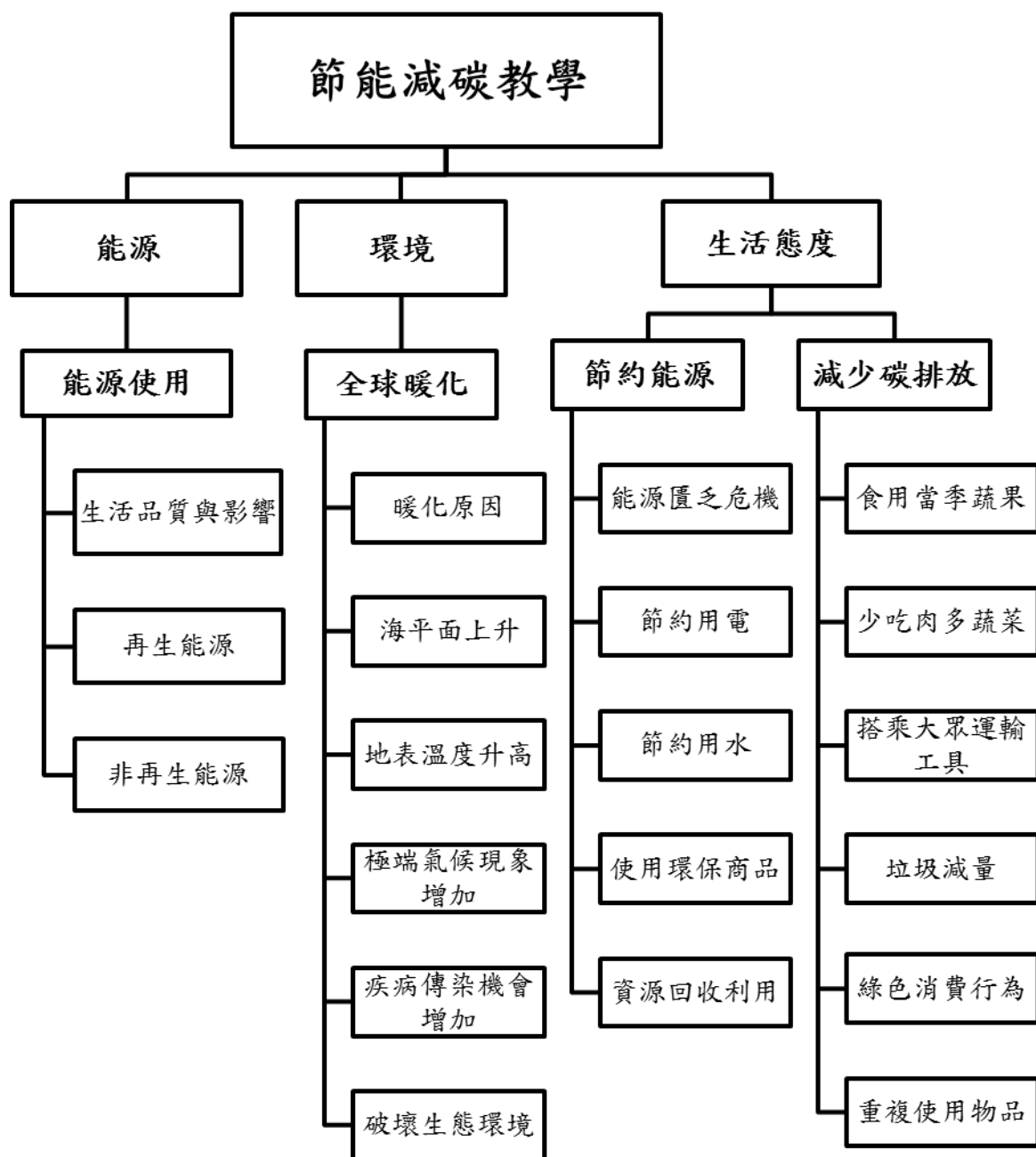


圖 3-3-1 節能減碳教學概念圖

「節能減碳教學概念圖」上方之「能源」、「環境」、「生活態度」三

個領域，發展出「能源使用」、「全球暖化」、「節約能源」及「減少碳排放」四個面向。下圖為節能減碳教學單元與概念之對應關係：

表 3-3-1 節能減碳教學單元與概念對應表

領域	概念面向	教學單元
能源	能源使用	必須面對的真相 新能源時代
環境	全球暖化	世界變熱了 必須面對的真相 新能源時代 我的碳足跡
生活態度	節約能源	新能源時代
生活態度	減少碳排放	我的碳足跡 減碳樂活（食衣篇） 減碳樂活（住行篇） 減碳樂活（校園篇） 節能減碳綠生活

（二）課程設計架構

本研究之節能減碳整體教學內容規劃，係依據「節能減碳教學概念」發展而來，而各教學單元課程設計參考程金保（2008）「學校能源教育的目標系統」，並依據本研究目的，改編成為符合本研究單元課程設計之架構如下：

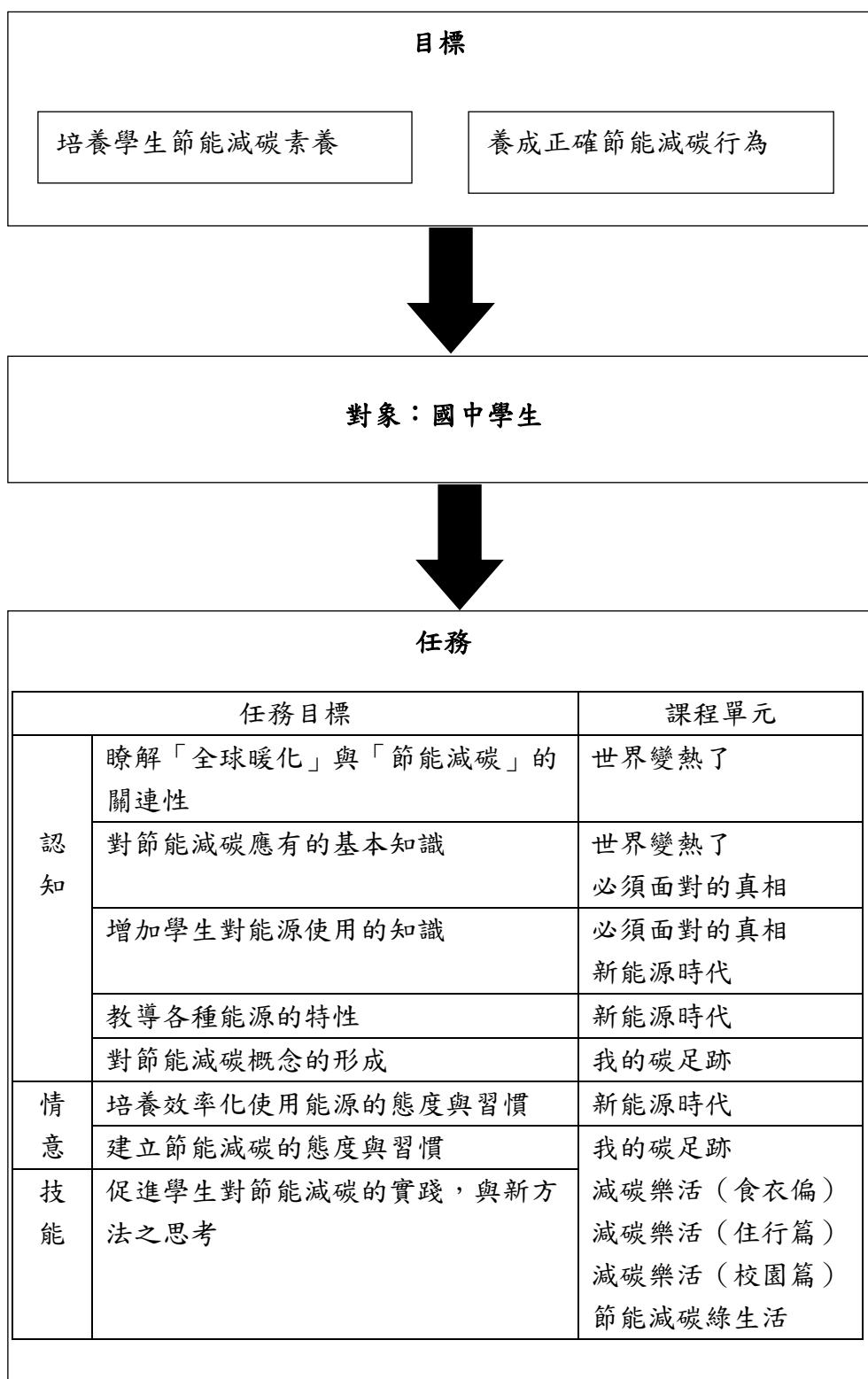


圖 3-3-2 課程設計架構

本研究參考國內外相關節能減碳教學研究，及實務教學課程設計，並配合現行九年一貫課程大綱，自編一套適合國中學生的節能減碳教

材，總共分成八個單元，包括「世界變熱了」、「必須面對的真相」、「新能源時代」、「我的碳足跡」、「減碳樂活(食衣篇)」、「減碳樂活(住行篇)」、「減碳樂活(校園篇)」、「節能減碳綠生活」。由研究者擔任教學者，每週教授一單元，每單元授課一節課時間，一節課為 45 分鐘，總共進行八節課教學介入。

(三) 節能減碳教學大綱

表 3-3-2 節能減碳教學大綱

單元名稱	概念面向	教學內容	任務目標
世界變熱了	● 全球暖化（環境）	● 全球暖化之現況 ● 暖化之原因 ● 暖化造成的影響	● 瞭解「全球暖化」與「節能減碳」的關連性 ● 對節能減碳應有的基本知識
新能源時代	● 全球暖化（環境） ● 能源使用（能源） ● 節約能源（生活態度）	● 能源使用與暖化之關係 ● 發展再生能源之重要性 ● 國內能源使用的現況 ● 節約能源人人有責	● 增加學生對能源使用的知識 ● 教導各種能源的特性 ● 培養效率化使用能源的態度與習慣
必須面對的真相	● 能源使用（能源） ● 全球暖化（環境）	● 台灣能源使用的現況 ● 台灣面臨的環境危機 ● 暖化對台灣造成的影響（登革熱、物種滅絕、氣候異常）	● 對節能減碳應有的基本知識 ● 增加學生對能源使用的知識

我的碳足跡	● 全球暖化(環境) ● 節約能源(生活態度) ● 減少碳排放(生活態度)	● 瞭解食衣住行的碳排放 ● 計算日常生活的碳排放量	● 對節能減碳概念的形成 ● 建立節能減碳的態度與習慣 ● 促進學生對節能減碳的實踐，與新方法之思考
減碳樂活(食衣篇)	● 節約能源(生活態度) ● 減少碳排放(生活態度)	● 食物里程數之概念 ● 低碳飲食設計及料理方式 ● 洗滌衣物之省電方式	● 建立節能減碳的態度與習慣 ● 促進學生對節能減碳的實踐，與新方法之思考
減碳樂活(住行篇)	● 節約能源(生活態度) ● 減少碳排放(生活態度)	● 省電省水 ● 低碳交通工具的選擇 ● 環保綠建築	● 建立節能減碳的態度與習慣 ● 促進學生對節能減碳的實踐，與新方法之思考
減碳樂活(校園篇)	● 節約能源(生活態度) ● 減少碳排放(生活態度)	● 校園能源使用之現況 ● 垃圾分類與資源回收 ● 校園節能減碳行動	● 建立節能減碳的態度與習慣 ● 促進學生對節能減碳的實踐，與新方法之思考
節能減碳綠生活	● 節約能源(生活態度) ● 減少碳排放(生活態度)	● 樂活生活概念 ● 綠色消費 ● 商品碳標籤 ● 設計減碳計畫行動方案	● 建立節能減碳的態度與習慣 ● 促進學生對節能減碳的實踐，與新方法之思考
教育部課程大綱及基本能力 ● 7-3-4 分析人類行為如何改變全球環境，並探討環境改變對人類健康的影響。 ● 7-3-5 提出個人、社區及組織機構為建造更健康的環境所擬定的行動方案與法規。 ● 尊重、關懷與團隊合作			

(四) 節能減碳教學教案

表 3-3-3 節能減碳單元一教案

單元一～地球變熱了		
教學目標	教學活動	教學策略
1. 了解利用能源產生的環境問題與造成地球暖化的原因。 2. 體認地球暖化的嚴重性及減緩溫室效應的方法。 3. 意識到目前所面臨的環境問題，明白愛護環境要從自己做起，進而激發關懷與尊重地球環境的情操。 4. 瞭解節能減碳議題的內涵，及節能減碳行動所帶來之利益。 5. 能夠在生活中確實且願意落實節能減碳的具體行動。	1. 藉由影片「 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 」及相關照片的引導，激發學生對於全球暖化議題的重視。 2. 教師說明全球暖化對於人類生活，可能造成不同層面的影響，例如：全球溫度升高造成海平面的上升，減少陸地面積；溫度升高可能導致物種滅絕；氣候異常現象與傳染病的關係…。 3. 透過腦力激盪教學策略，刺激學生思考全球暖化，對自己生活可能會造成的影響，鼓勵同學踴躍發表。最後由教師歸納統整，價值澄清節能減碳的觀念。 4. 教師強調節能減碳對環境保護的重要，且說明落實節能減碳所能帶來的實際效益。 5. 經由小組討論方式，價值澄清節能減碳的觀念，且能夠於日常生活中，實際付諸行動。	● 腦力激盪法 ● 小組討論法 ● 價值澄清法 ● 小組合作學習討論 ● PPT 教學 ● 影片「 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 」

表 3-3-4 節能減碳單元二教案

單元二～新能源時代		
教學目標	教學活動	教學策略
1. 認識目前各種能源的利用。 2. 瞭解再生能源及其重要性。	1. 透過照片及圖解說明，教師講解各種能源利用的實際情形，並解釋各種能源使用帶給人類生活品質的提升，同時對於地球環境的	● 討論法 ● 問答法

3. 明白肆意揮霍石化燃料、大量耗用資源，對於地球造成的殺傷力。 4. 體認發展綠色能源是目前當務之急，期望以更高的能源效率、最少的金錢、最低的污染，享受最好的生活品質。	破壞。 2. 以問答法引導學生思考：能源使用與氣候變遷的關聯性，價值澄清肆意揮霍地球資源，可能遭致全球毀滅的後果。 3. 教師說明目前全球正面臨能源匱乏的危機，提出綠色能源科技的概念，強調發展新能源是目前當務之急。 4. 教師強調天然資源利用與環境保護間，應取得供需平衡的狀態，同時發展綠色能源、再生能源，才是人類及地球永續發展的解決途徑。	● 價值澄清法 ● 自我檢核 ● PPT 教學
---	--	---

表 3-3-5 節能減碳單元三教案

單元三～必須面對的真相		
教學目標	教學活動	教學策略
1. 認識當前台灣能源利用的現況，例如：核能、火力、風力、水力、太陽能。 2. 瞭解國內再生能源利用的情形。 3. 瞭解能源利用對於生活環境的影響。 4. 體認目前台灣所面臨的環境問題，例如：氣候異常、登革熱北移…，建立愛護環境從自身做起的觀念。	1. 藉由照片講解國內目前各種能源利用的現況，並採用腦力激盪法，引導學生思考，這些能源使用，對台灣環境可能造成的破壞。 2. 教師歸納說明目前台灣所面臨的危機，例如：南北部降雨不均、海平面上升陸地面積變少、物種滅絕、地震海嘯機率大增、蚊子北移造成登革熱大流行、夏夜暴熱冬天點蚊香、二氧化碳濃度偏高…。 3. 透過小組討論法，讓學生彼此互相分享生活心得，體會環境破壞對生活產生的衝擊。 4. 經由各組的發表分享，教師統整強調，保護環境的根本之道，需	● 腦力激盪法 ● 小組討論法 ● 價值澄清法 ● PPT 教學

	從本身實際行動的觀念。	
--	-------------	--

表 3-3-6 節能減碳單元四教案

	單元四～我的碳足跡	
教學目標	教學活動	教學策略
1. 瞭解日常生活均會排放 CO ₂ 。 2. 認識碳足跡，並能夠盡量做到減少碳排放。 3. 了解自己家中每月基本用電、用水及瓦斯，所產生碳排放，進而體認節能減碳必須從日常生活做起。	1. 教師歸納整理之前課程內容「台灣目前的現況」，並引導學生思考在現實生活中，每個人可以從那些方面加以改善，例如：食、衣、住、行、育樂等。 2. 教師說明何謂「碳足跡」，讓學生體認人類日常生活的各種行為，都會造成碳排放。 3. 進行學習單「我的 CO ₂ 有多重？」，以分組討論的方式，讓學生實地計算自己的碳排放量。 4. 請每組報告，並分析比較每組碳排放的差異性。 5. 教師歸納說明日常生活中如何減少碳排放。 6. 依照學習單的計算方式，教師可事先準備水費單、電費單、瓦斯使用度數或是桶裝瓦斯大概重量，計算出一個家庭每月日常生活排放出的 CO ₂ 體積，引導學生體會減碳的重要性。 7. 配合影片「暖化後的未來世界」，讓學生瞭解若不從自己做起，未來的世界可能會變成如何。(影片大約播放 10 分鐘)	● 腦力激盪法 ● 小組討論法 ● 價值澄清法 ● 問答法 ● PPT 教學 ● 影片「暖化後的未來世界」

表 3-3-7 節能減碳單元五教案

	單元五～減碳樂活（食衣篇）	
教學目標	教學活動	教學策略
1. 瞭解不同食物從生產到消費者食用的過程中，產生的二氧化碳量會因種類、產地、栽培方式、烹調等不同而有差異。 2. 能估算出不同食物的碳足跡計算，正確選購及設計較低碳足跡的飲食。 3. 瞭解養成使用環保碗、筷、杯，對環境的幫助。 4. 瞭解生活中如何省水省電。 5. 認識環保標章的意義，並能正確選購具此標章的生活用品。	1. 教師引導學生思考，蔬菜類、水果類、肉類、包裝食品中，那一項食品在生產的過程中所產生的二氧化碳排放量是最低的，並歸納出影響二氧化碳排放的原因可能有栽種的方式、產地的距離、運送的方式、烹調方式、是否能回收等等。 2. 教師藉此比較其中的差異性，以引導學生正確選購有益健康與環境的食品。 3. 繼續上節課的影片「暖化後的未來世界」，刺激學生思考未來的生活情況。（約播放 15 分鐘） 4. 教師統整在「食」、「衣」方面，如何落實節能減碳，並請學生一起腦力激盪。	● 問答法 ● 腦力激盪法 ● 價值澄清法 ● PPT 教學 ● 影片「暖化後的未來世界」

表 3-3-8 節能減碳單元六教案

	單元六～減碳樂活（住行篇）	
教學目標	教學活動	教學策略
1. 認識節能標章的意義並能正確選購具此標章的家電用品。 2. 瞭解日常習慣如隨手關燈、拔插頭、先擦乾再吹頭髮等皆可節省耗電量。	1. 教師說明節能標章的意義，並詢問同學曾經在哪些產品上見過。 2. 請學生分組，設計不同的居家環境適合的消暑計畫。例如：一般公寓、大樓集合式住宅、頂樓、平房、獨棟等；及住家的方位，如是否有西晒問題等，每組只能選	● 腦力激盪法 ● 問答法 ● 小組討論

3. 認識綠建築的概念。 4. 認識室內外的隔熱方式如窗簾的使用與環境的綠化等也能達到省電。 5. 瞭解汽機車定期保養的重要，進而提醒家長能確實做到。 6. 體會養成多步行、騎腳踏車及搭乘公共運輸系統的重要。	擇一種。再根據居家類型設計安排可以有減碳功效的消暑計畫 3. 教師說明家中電器如何搭配使用可以提昇效能，環境如何綠化、或是加裝隔熱設備等。 4. 配合動畫放映，請學生找出減碳的日常行為，教師歸納統整後，開放學生集思廣益，互相分享更多好點子。	法 ● PPT 教學 ● 動畫
---	--	-----------------------

表 3-3-9 節能減碳單元七教案

	單元七～減碳樂活（校園篇）	
教學目標	教學活動	教學策略
1. 瞭解學校能源使用的狀況，並懂得如何節約能源。 2. 瞭解如何將節能減碳於落實校園生活中。	1. 教師引導學生思考，每日到校後會使用到那些能源？ 2. 教師可事先詢問學校總務處每月電費或水費情況，讓學生瞭解學校的能源使用量多麼大。 3. 若教室有裝設冷氣，請學生報告近一個月來的冷氣費用。教師藉此引導學生體會節約能源的重要。 4. 請學生以腦力激盪的方式，發表校園生活中節能減碳的方法，例如：資源回收、隨手關燈等，最後由教師歸納整理。 5. 進行「是非大考驗」，幫助學生澄清觀念。	● 問答法 ● 腦力激盪法 ● 遊戲法 ● PPT 教學

表 3-3-10 節能減碳單元八教案

單元八～節能減碳綠生活		
教學目標	教學活動	教學策略
1. 認識樂活生活概念即減碳生活方式。 2. 懂得幫自己及家人規畫符合減碳概念的休閒活動。	1. 教師說明樂活的意義，並強調節能減碳其實就是一種樂活的觀念，能夠為環境盡一份心。 2. 教師舉一些樂活生活的實例，例如：休閒活動的安排、選擇購買綠色商品、認識商品碳標籤（部分品牌飲料的瓶身，有碳標籤標示）等，讓學生更能體會，或請學生分享自身的經驗。 3. 分組討論，請學生想出更多的樂活好點子，並分組發表，最後由教師歸納整理。 4. 以影片「暖化後的未來世界」部分片段作為總結，引導學生瞭解，為了將來世代子孫的生活環境，我們必須從現在自身做起，減少碳排放，才能延緩全球暖化的速度。	● 價值澄清法 ● 小組討論法 ● PPT 教學 ● 影片「暖化後的未來世界」

二、節能減碳教學介入成效評量問卷

本研究採問卷調查進行，比較實驗組、對照組、校外對照組和市外對照組間的差異，以及教學介入之前後測的不同。介入成效評量問卷的編製，根據本研究之研究目的、研究架構、介入內容，並參考國內外相關文獻而設計，經編擬初稿、專家內容效度檢定、信度分析、知識題鑑別度分析等過程，最後完成評價問卷。

（一）問卷初稿擬定

評價問卷初稿乃依據研究目的、研究架構、教育意涵及教學內容進行編擬，並參考林珮君（2010）「國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究—以台北縣某國中為例」，及郭家玲（2010）「大臺北地區國中學生對於全球暖化與節能減碳知識、態度、行為意向之研究」，問卷共包括節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖及外在變項之基本資料，並根據教學內容稍微增減些許題目。

正式問卷初稿編擬內容分述如下：

1. 節能減碳知識

本研究所指節能減碳知識是指對節能減碳相關問題的瞭解程度。本量表依教學單元共分成「世界變熱了」4題、「新能源時代」5題、「必須面對的真相」3題、「我的碳足跡」3題、「減碳樂活（食衣篇）」3題，「減碳樂活（住行篇）」3題、「減碳樂活（校園篇）」4題、「節能減碳綠生活」4題，共計29題。均採用是非題型，分為「對」和「錯」二個選項。

2. 節能減碳態度

本研究所指的節能減碳態度是指對節能減碳之態度、評價、認同感，以及對人類在能源使用與環境保護中，存在的責任和扮演的角色之看法。本量表依教學單元共分成「世界變熱了」2題、「新能源時代」2題、「必須面對的真相」2題、「我的碳足跡」2題、「減碳樂活（食衣篇）」2題，「減碳樂活（住行篇）」2題、「減碳樂活（校園篇）」2題、「節能減

碳綠生活」2 題，共計 16 題。問卷計分方式採 Liker's 五點量表，決定評定的等級，分為「非常同意」、「不同意」、「中立意見」、「同意」、「非常同意」五個等級。

3.環境敏感度

本研究所指的環境敏感度不只是一種環境移情作用，而是一種基於個體以前的生活經驗，產生對環境相關事物學習的興趣、關心環境並以行動去保護它的傾向（陳佩英，2004）。本量表依教學單元共分成「世界變熱了」2 題、「新能源時代」2 題、「必須面對的真相」2 題、「我的碳足跡」3 題，環境敏感度共 9 題。問卷計分方式採 Liker's 五點量表，決定評定的等級，因為題目中之文字描述的差異，分成「非常關心」、「不關心」、「中立意見」、「關心」、「非常不關心」，以及「很高」、「高」、「中等」、「低」、「沒有」五個等級。

4.節能減碳行為意圖

本研究所指的節能減碳行為意圖只對刺激發動某種反應之具體行動傾向（對於節能減碳問題採取行動來支持）。本量表依教學單元共分成「減碳樂活（食衣篇）」2 題，「減碳樂活（住行篇）」3 題、「減碳樂活（校園篇）」3 題、「節能減碳綠生活」2 題，共計 10 題。問卷計分方式採 Liker's 五點量表，決定評定的等級，分為「非常願意」、「願意」、「普通」、「不願意」、「非常不願意」五個等級。

5.基本資料

依據文獻探討，選擇與本研究有關之社會人口學變項，包含性別、能源知識主要來源、家庭社經地位等，共計四項，以提供本研究架構中自變項之用。作答方式除能源知識主要來源採複選外，其餘均採單選形式，依實際情況作答。

(二) 專家效度審查

問卷初稿完成後，為確定研究工具之涵蓋性、適用性及正確性，於2011年7月上旬函請環境教育、公共衛生、衛生教育等領域之專家學者（附錄一專家效度名單），針對問卷內容給予審查、建議或修改，藉此進行內容效度的處理，作為問卷修改之參考。

評量問卷內容依照研究者自編「節能減碳教學概念圖」、「問卷雙向細目表」發展而來，因此送請專家學者考驗內容效度時，將「節能減碳概念圖」、「問卷雙向細目表」、「專家審查問卷」與本章第一節之「研究架構」（附錄二專家審查說明函），一起送請六位專家學者審查，最後依據專家學者對問卷的評等結果與建議，編製修改完成正式問卷。

問卷雙向細目表是由「節能減碳教育概念圖」上方之「能源」、「環境」、「生活態度」三個項目發展而來，「面向」包括：「能源使用」、「全球暖化」、「節約能源」、「減少碳排放」，「指標」則由概念圖之其他項目歸類而成。問卷主要分為「知識」、「態度」、「環境敏感度」、「行為意圖」、

「個人基本資料」等五大部分，其雙向細目表分別如下表所示。

表 3-3-11 節能減碳知識雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	世界變熱了	全球暖化	暖化原因
02	世界變熱了	全球暖化	疾病機會增加
03	世界變熱了	全球暖化	破壞生態環境
04	世界變熱了	全球暖化	暖化原因
05	新能源時代	能源使用	非再生能源
06	新能源時代	能源使用	再生能源
07	新能源時代	節約能源	能源匱乏危機
08	新能源時代	能源使用	再生能源
09	新能源時代	能源使用	生活品質與影響
10	必須面對的真相	能源使用	非再生能源
11	必須面對的真相	全球暖化	疾病傳染機會增加
12	必須面對的真相	全球暖化	暖化原因
13	我的碳足跡	節約能源	能源匱乏危機
14	我的碳足跡	全球暖化	暖化原因
15	我的碳足跡	節約能源	節約用電
16	減碳樂活（食衣篇）	節約能源	節約用電
17	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	重複使用環保餐具
18	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	少吃肉多蔬菜
19	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
20	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	搭乘大眾運輸工具
21	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	使用環保商品

題號	教學單元	面向	概念指標
22	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
23	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	垃圾減量
24	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	垃圾減量
25	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
26	節能減碳綠生活	節約能源	節約用水
27	節能減碳綠生活	減少碳排放	綠色消費行為
28	節能減碳綠生活	節約能源	能源匱乏的危機
29	節能減碳綠生活	減少碳排放	綠色消費行為

表 3-3-12 節能減碳態度雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	世界變熱了	全球暖化	暖化原因
02	世界變熱了	全球暖化	暖化的影響
03	新能源時代	能源使用	非再生能源
04	新能源時代	能源使用	再生能源
05	必須面對的真相	減少碳排放	生活中減少碳排放量
06	必須面對的真相	減少碳排放	生活中減少碳排放量
07	我的碳足跡	減少碳排放	生活中減少碳排放量
08	我的碳足跡	節約能源	節約用電
09	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	重複使用環保餐具
10	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	食用本地當季蔬果
11	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
12	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	搭乘大眾運輸工具
13	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
14	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用

題號	教學單元	面向	概念指標
15	節能減碳綠生活	減少碳排放	重複使用物品
16	節能減碳綠生活	節約能源	使用環保商品

表 3-3-13 節能減碳環境敏感度雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	世界變熱了	全球暖化	暖化原因及影響
02	世界變熱了	全球暖化	暖化的影響
03	新能源時代	能源使用	生活品質與影響
04	新能源時代	節約能源	能源匱乏危機
05	必須面對的真相	節約能源	能源匱乏危機
06	必須面對的真相	減少碳排放	暖化的原因
07	我的碳足跡	全球暖化	暖化的影響
08	我的碳足跡	減少碳排放	生活中減少碳排放量
09	我的碳足跡	減少碳排放	生活中減少碳排放量

表 3-3-14 節能減碳行為意圖雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	少吃肉多蔬菜
02	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	垃圾減量
03	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
04	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
05	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	搭乘大眾運輸工具
06	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
07	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	重複使用物品
08	減碳樂活（校園篇）	節約能源	節約用電

題號	教學單元	面向	概念指標
09	節能減碳綠生活	減少碳排放	重複使用物品
10	節能減碳綠生活	減少碳排放	使用環保商品

表 3-3-15 個人基本資料

題號	項目
一	性別
二	節能減碳資訊來源
三	父親教育程度
四	母親教育程度
五	父親職業
六	母親職業

(三) 專家內容效度

研究者彙整專家所提出的意見進行修改之後定稿，內容效度指標至少要達到 0.90 (Walters, Strickland & Lenz, 1991)，本問卷專家內容效度指標如下：

表 3-3-16 專家內容效度 (n=6)

分量表名稱	題數	CVI 數值
節能減碳知識	29	.93~1.00
節能減碳態度	16	.96~1.00
環境敏感度	9	.99~1.00
節能減碳行為意圖	10	.93~1.00

(四) 問卷預試及分析

為瞭解修改後問卷初稿是否符合研究對象，並預估實際施測時間及

可能遭遇之狀況，故進行問卷預試。之後，將結果資料進行試題分析及信度分析，說明如下：

1. 預試樣本選取

七月中旬，分別於台北市立北安國中、台北市立弘道國中，各選取非研究對象之班級，每個學校選取一個班，總共二個班（即將升九年級學生），共計 78 位學生，有效問卷共 77 份。施測過程中，鼓勵學生提問以作為問卷修改之參考，實施時間大約 20 分鐘。

2. 問卷篩選

凡是問卷答案選項全部一致或漏答者，均視為無效問卷。

3. 試題分析

研究者根據知識題總分高低，從最高部分向下取總人數的 27% 為高分組，再從最低部分向上取 27% 為低分組，並據此計算出節能減碳知識量表每一題之鑑別度。一般而言，鑑別力愈高越好，可接受的最低標準在 .20 以上，低於此標準之下，就視為鑑別力不佳試題（Noll, Scannell & Craig, 1979），應進行修改或刪除，以作為編製正式問卷的依據。

表 3-3-17 節能減碳知識各題難度及鑑別度

題目內容	答對率	鑑別度
1. 大量使用化石燃料的能源型態，是促使全球暖化、產生氣候變遷的主要原因。	87.7%	0.188
2. 全球暖化會導致皮膚癌增加。	33.8%	0.188
3. 溫室效應氣體的逐年增加，會造成地球氣溫升高，改變生態環境。	100%	0.006
4. 機動車輛所排放的碳氫化合物及氮氧化合物會造成空氣汙染。	92.3%	0.166
5. 只要科技持續的進步，就不用擔心地球資源會用完。	100%	0.006
6. 綠色能源是在生產及消費過程中，對生態環境低汙染或無汙染的能源。	89.2%	0.250
7. 人類所利用的能源皆直接或間接來自大自然，取之不盡用之不竭。	93.8%	0.125
8. 太陽能不算是一種再生能源。	76.9%	0.375
9. 燃煤火力發電的汙染物，易降低呼吸系統正常防禦及清除功能，產生呼吸道疾病。	92.3%	0.250
10. 台灣地區目前有 90%以上的能源需仰賴進口。	81.5%	0.166
11. 地球暖化下，可能助長登革熱病媒蚊滋生，降低居住品質。	78.5%	0.325
12. 台灣二氧化碳總排放量與其他大多數國家相比，情況並不嚴重。	92.3%	0.250
13. 應減少使用石油，以減緩溫室效應氣體。	96.9%	0.066
14. 人類的日常活動幾乎都會產生碳排放量。	96.9%	0.215
15. 控制室內外溫度相差不超過 5℃，可避免能源消耗與身體不適。	83.1%	0.438
16. 冰箱內應充份利用空間，盡量擺滿食物以節省能源。	89.2%	0.375
17. 少用衛生筷、自備環保筷，可以避免因為使用店家提供的筷子而影響健康。	92.3%	0.125
18. 應多吃青菜蔬果、少吃肉，可降低罹患心血管疾病的率，也可改善地球暖化問題。	87.7%	0.375
19. 冷氣溫度設定在 26-28℃，同時搭配電扇使用，可以減少電力耗用。	89.2%	0.288
20. 短程路途以騎單車或步行前往的方式，可減少廢氣排放、能源消耗量，也可增加心肺功能。	100%	0.006

題目內容	答對率	鑑別度
21. 環保綠建築是使用能回收再利用、低污染、健康安全的建材。	96.9%	0.215
22. 做好垃圾減量可以有效利用資源，且可改善環境衛生。	100%	0.006
23. 以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。	41.5%	0.438
24. 垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。	38.5%	0.563
25. 在推動有限資源的約制使用時，資源應盡量再生利用，發揮其長期及最大的效用。	93.8%	0.188
26. 面對地球的氣溫節節上升，應多開冷氣降低室內溫度。	92.3%	0.188
27. 綠色商品象徵著可回收、低污染、省資源的環保理念。	98.5%	0.006
28. 永續發展是當利用資源與環境時，不危及環境及地球上其他人類的福祉，同時也不能損及未來世代滿足其基本需求的能力。	92.3%	0.250
29. 商品碳標籤顯示產品從製造到最後廢棄回收，總共產生的二氧化碳量。	69.2%	0.250

鑑別度分析結果顯示，節能減碳知識量表中，第 3、4、5、7、9、10、13、17、20、22、25、26、27 題，由於答對率太高或鑑別度太低，予以刪除。而第 1、2 題，雖然鑑別度未達標準，但考量節能減碳觀念的必要性及重要性，故不予刪除，最後保留題目共 16 題，如下表。

表 3-3-18 節能減碳知識量表

題號	教學單元	面向	概念指標	答對率	鑑別度
01	世界變熱了	全球暖化	暖化原因	87.7%	0.188
02	世界變熱了	全球暖化	疾病機會增加	33.8%	0.188
06	新能源時代	能源使用	再生能源	89.2%	0.250

題號	教學單元	面向	概念指標	答對率	鑑別度
08	新能源時代	能源使用	再生能源	76.9%	0.375
11	必須面對的真相	全球暖化	疾病傳染機會 增加	78.5%	0.325
12	必須面對的真相	全球暖化	暖化原因	92.3%	0.205
14	我的碳足跡	全球暖化	暖化原因	96.9%	0.215
15	我的碳足跡	節約能源	節約用電	83.1%	0.438
16	減碳樂活（食衣篇）	節約能源	節約用電	89.2%	0.375
18	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	少吃肉多蔬菜	87.7%	0.375
19	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電	89.2%	0.288
21	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	使用環保商品	96.9%	0.215
23	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	垃圾減量	41.5%	0.438
24	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	垃圾減量	38.5%	0.563
28	節能減碳綠生活	節約能源	能源匱乏的危 機	92.3%	0.205
29	節能減碳綠生活	減少碳排放	綠色消費行為	69.2%	0.250

正式問卷之節能減碳知識量表題目如下（正式問卷如附錄三）：

表 3-3-19 節能減碳知識量表題目

題號	題目
01	大量使用化石燃料的能源型態，是促使全球暖化、產生氣候變遷的主要原因。
02	全球暖化會導致皮膚癌增加。
03	綠色能源是在生產及消費過程中，對生態環境低汙染或無汙染的能源。
04	太陽能不算是一種再生能源。
05	地球暖化下，可能助長登革熱病媒蚊滋生，降低居住品質。

題號	題目
06	台灣二氧化碳總排放量與其他大多數國家相比，情況並不嚴重。
07	人類的日常活動幾乎都會產生碳排放量。
08	控制室內外溫度相差不超過 5°C，可避免能源消耗與身體不適。
09	冰箱內應充份利用空間，盡量擺滿食物以節省能源。
10	應多吃青菜蔬果、少吃肉，可降低罹患心血管疾病率，也可改善地球暖化問題。
11	冷氣溫度設定在 26-28°C，同時搭配電扇使用，可以減少電力耗用。
12	環保綠建築是使用能回收再利用、低污染、健康安全的建材。
13	以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。
14	垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。
15	永續發展是當利用資源與環境時，不危及環境及地球上其他人類的福祉，同時也不能損及未來世代滿足其基本需求的能力。
16	商品碳標籤顯示產品從製造到最後廢棄回收，總共產生的二氧化碳量。

（五）信度分析

本研究採用 L. J. Cronbach α 所創之 α 係數，分別對「節能減碳知識」、「節能減碳態度」、「環境敏感度」、「節能減碳行為意圖」量表進行信度分析。以 α 係數代表內部一致性信度， α 係數越高，代表量表內部一致性愈佳， α 係數最好在 0.6 以上。由下表可知，本問卷量表信度均達到標準。

表 3-3-20 各量表內部一致性信度分析 (N=77)

分量表名稱	題數	Cronbach α
節能減碳知識	29	.651*
節能減碳態度	16	.893
環境敏感度	9	.835
節能減碳行為意圖	10	.831

註：* 為庫里信度

第四節 研究步驟

本節將詳細說明本研究之研究步驟，包括事前的行政聯繫、教學模組設計、研究工具的施測過程。

一、行政聯繫

本研究是以教學介入的方式進行，由研究者負責教授課程，採取方便取樣、隨機指派方式，隨機選取台北市立北安國中 100 學年度九年級四個班級為實驗組、四個班級為對照組，台北市立弘道國中 100 學年度九年級四個班級為校外對照組，新竹市立育賢國中 100 學年度九年級四個班級為校外對照組。

二、課程設計

研究者於 2010 年 12 月開始編製「節能減碳教學」，2011 年 4 月初稿完成，在與指導教授幾經討論多次修改之後，6 月底完成教學設計。

三、前測

教學介入之前一週，實施前測，以下為各組實施前測時間表：

表 3-4-1 各組實施前測時間表

實驗組 (127 人)	2011.9.2 (9 年 1 班)	2011.9.6 (9 年 2 班)	2011.9.2 (9 年 3 班)	2011.9.6 (9 年 4 班)
對照組 (134 人)	2011.9.6 (9 年 5 班)	2011.9.5 (9 年 6 班)	2011.9.5 (9 年 7 班)	2011.9.6 (9 年 8 班)
校外對照組 (台北市) (139 人)	2011.9.6 (9 年 4 班)	2011.9.6 (9 年 17 班)	2011.9.7 (9 年 14 班)	2011.9.8 (9 年 13 班)
校外對照組 (新竹市) (119 人)	2011.9.5 (9 年 1 班)	2011.9.7 (9 年 2 班)	2011.9.7 (9 年 3 班)	2011.9.8 (9 年 4 班)

四、教學介入日期

節能減碳教學利用每週一節健康課實施，每個單元教授一節課（45 分鐘），總共預計八節，由於必須配合學校的活動，例如：畢業旅行、段考等，各班教學進度可能會有一節課的差異，整個教學介入估計為期大約十週左右。以攝影機將全程課程進行實況，拍攝下來。下表為實施教學介入的時間：

表 3-4-2 實驗組教學介入時間表

第一節課	2011.9.9 (9 年 1 班)	2011.9.6 (9 年 2 班)	2011.9.9 (9 年 3 班)	2011.9.6 (9 年 4 班)
第二節課	2011.9.23 (9 年 1 班)	2011.9.13 (9 年 2 班)	2011.9.23 (9 年 3 班)	2011.9.13 (9 年 4 班)
第三節課	2011.9.30 (9 年 1 班)	2011.9.20 (9 年 2 班)	2011.9.30 (9 年 3 班)	2011.9.20 (9 年 4 班)
第四節課	2011.10.7 (9 年 1 班)	2011.9.27 (9 年 2 班)	2011.10.7 (9 年 3 班)	2011.9.27 (9 年 4 班)
第五節課	2011.10.14 (9 年 1 班)	2011.10.4 (9 年 2 班)	2011.10.14 (9 年 3 班)	2011.10.4 (9 年 4 班)
第六節課	2011.10.21 (9 年 1 班)	2011.10.11 (9 年 2 班)	2011.10.21 (9 年 3 班)	2011.10.11 (9 年 4 班)

第七節課	2011.10.28 (9年1班)	2011.10.18 (9年2班)	2011.10.28 (9年3班)	2011.10.18 (9年4班)
第八節課	2011.11.4 (9年1班)	2011.10.25 (9年2班)	2011.11.4 (9年3班)	2011.10.25 (9年4班)

五、後測

表 3-4-3 各組實施後測時間表

實驗組 (125人)	2011.11.18 (9年1班)	2011.11.8 (9年2班)	2011.11.18 (9年3班)	2011.11.8 (9年4班)
對照組 (132人)	2011.11.15 (9年5班)	2011.11.14 (9年6班)	2011.11.14 (9年7班)	2011.11.15 (9年8班)
校外對照組 (台北市) (136人)	2011.11.15 (9年4班)	2011.11.15 (9年17班)	2011.11.16 (9年14班)	2011.11.17 (9年13班)
校外對照組 (新竹市) (117人)	2011.11.14 (9年1班)	2011.11.16 (9年2班)	2011.11.16 (9年3班)	2011.11.17 (9年4班)

六、質性資料收集

本研究目的，在於發展一套節能減碳教學教材，增進國中學生提升節能減碳知識、態度、環境敏感度及行為意圖。為收集完整資料，補充量化研究資料之不足，本研究另外透過「課堂觀察」、「教學省思日誌」、「訪談」、「焦點團體」、「學生學習單」、「教學回饋表」等質性資料收集，用以輔助研究者記錄學生學習過程中之表現，以瞭解節能減碳教學之成效。

(一) 課堂觀察記錄

研究者在本研究中擔任參與者與觀察者的角色，在進行教學時，以 DV 攝影記錄方式處理，透過影片的反覆觀察，歸納其中重要片段，進行逐字稿的轉譯工作

（二）學習單

由研究者配合教學單元所設計，學生於教學過程中所完成之學習單（附錄四），可幫助得知學生之學習成效。

（三）焦點團體

實驗教學介入及後測完成之後（11.23 午休時間），實驗組每班隨機選取二名學生，總共八人，進行焦點團體，時間為 30 分鐘，由研究者自訂訪談大綱（焦點團體訪談大綱附錄五），除瞭解教學介入學生的影響，也可從中獲得學生對教學之感想，並深入探究教學內容未盡之其他相關議題，以作為日後研究之參考。

（四）訪談記錄

除量化研究法設計問卷外，研究者亦使用質性研究法，採半結構性訪談得知學生之學習成效。研究者利用後測完成某日午休時間（11.19），每班挑選健康小老師為訪談對象，因為小老師平日即和研究者建立良好關係，對於訪談問題較無所顧忌，更能暢所欲言。進行半結構性訪談（semi-structured interview）時，每位訪談者時間為 10 分鐘，共計四位訪談者，由研究者訂定訪談大綱（訪談大綱附錄六），根據談話進度適

當追問並同時修正問題，並以錄音方式記錄訪談內容，瞭解學生對於課程教學的想法及心得，作為後續的資料分析。

（五）教學回饋表

於每個教學單元結束後，立即在課堂上將研究者自編之「教學回饋表」（附錄七）發給同學填寫並收回。

（六）教師省思日誌

在進行教學過程中，研究者隨時紀錄與教學有關事件之感想、心得與經驗，並於教學後立即書寫教學心得（附錄八），記錄課程中上課氣氛、學生反應、教學活動參與度等，將實施課程期間感受到的經驗，夠過文字表達抒發，藉以回顧教學時所遇到的困難，尋找因應對策評估教學成效，作為下次改進教學方式之依據。

七、問卷回收與整理

問卷完成後，回收並逐一檢查，並將問卷編號，即依問卷各題譯碼方式逐份譯碼，並輸入電腦作為資料檔，待進行資料處理與分析。

第五節 資料處理與分析

資料處理分為二部分，第一部份說明資料之譯碼與計分方式及其代表意義，第二部份說明統計分析方法，第三部分為質性資料分析方法，茲分述如下：

一、譯碼與計分方式及其意義

除研究架構中外在變項外，各分量表的答題方式皆在兩個相反詞句之間，均勻分為五個等級，依受訪者勾選，由左至右譯碼後再計分，並視為等距尺度來處理。

表 3-5-1 節能減碳行為意圖及其影響因素之譯碼方式與意義

變項名稱	譯碼方式	分數意義
節能減碳知識	1：答對者 0：答錯者	得分越高，表示研究對象節能減碳知識程度越高；得分越低，表示研究對象節能減碳知識程度越低。
節能減碳態度	非常不同意～非常同意 1～5 分 (反向題計分方式需採反向計分)	得分越高，表示研究對象節能減碳態度越積極。
環境敏感度	非常不關心～非常關心 沒有～很高 1～5 分	得分越高，表示研究對象環境敏感度越高；得分越低，表示研究對象環境敏感度越低。
行為意圖	非常不願意～非常願意 1～5 分	得分越高，表示研究對象未來會去採取節能減碳行為的意圖越強烈；得分越低，表示研究對象未來會去採取節能減碳行為的意圖越不強烈

表 3-5-2 社會人口學變項的譯碼方式與意義

變項名稱	譯碼方式	分數意義及說明
性別	1: 男 2: 女	研究對象的性別
節能減碳知識來源	1~12 分別為學校授課、電視、廣播、報章雜誌、書籍、參觀訪問、同學朋友、父母、兄弟姊妹、政府文宣、網際網路、其他	研究對象節能減碳的知識來源
父母教育程度	1: 小學或以下 2: 國中 3: 高中或高職 4: 大學或大專 5: 研究所以上	父母最高學歷以教育指數表示
父母職業別	1: 無業或非技術人員 2: 技術性人員 3: 半專業人員及一般性公務人員 4: 專業人員及中級行政人員 5: 高級專業人員及高級行政人員	父母目前所從事的工作類別，以職業指數表示
家庭社經地位等級	(教育指數×4) + (職業指數×7) 1: 41-45 高社經地位 2: 30-40 中社經地位 3: 11-29 低社經地位	以父母親社經地位等級最高者，代表家庭社經地位

二、統計分析

在正式問卷訪視資料收回後，將資料譯碼校對並輸入電腦建立資料檔，以 SPSS for Windows 統計套裝軟體進行統計分析。依據研究目的、假設和研究架構，採用下列幾種統計方法分析：

(一) 描述性統計

描述自變項與依變項之分佈情形，將類別資料以次數分配、百分率

方式敘述；等距資料則以平均值、標準差、最大值、最小值等敘述之。

（二）推論性統計

1. 以變異數分析（ANOVA）實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組在各類信念（節能減碳知識、態度、環境敏感度及行為意圖）等前測資料之同質性檢定。
2. 以成對樣本 t 檢定分別考驗實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組的前後測結果，研究對象在各類信念（節能減碳知識、態度、環境敏感度及行為意圖）上是否有差異。
3. 以多變量重複量數分析法（MANOVA Repeated measures）考驗實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組在各類信念（節能減碳知識、態度、環境敏感度及行為意圖）上之前測、後測間的差異情形。
4. 皮爾森積差相關（Pearson product-moment correlations）來探討研究對象節能減碳行為意圖與知識、態度、環境敏感度間的關係。
5. 以多元線性迴歸分析（Multiple linear regression analysis）來探討研究對象，節能減碳知識、節能減碳態度及環境敏感度，是否能有效預測節能減碳行為意圖。

表 3-5-3 考驗研究假設之統計方法

研究假設	研究方法
實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前測之節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖及社會人口學變項之分布情形。	百分率、平均值、標準差
實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前測之節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖間沒有顯著差異。	變異數分析 (ANOVA)
實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前測、後測之間，研究對象在節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖上，無顯著差異。	成對樣本 t 檢定
實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前後測之節能減碳知識、態度、環境敏感度及節能減碳行為意圖，不因組別不同而有顯著差異。	多變量重複量數分析法 (MANOVA)
研究對象節能減碳行為意圖與知識、態度、環境敏感度因素間無顯著相關。	皮爾森積差相關 (Pearson product-moment correlations)
研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度對節能減碳行為意圖沒有顯著解釋力。	多元線性迴歸分析 (Multiple linear regression analysis)

三、質性資料分析

依據胡幼慧 (1996) 的觀點，分析資料最重要的工作，是在於捨棄它們，並要能夠去蕪存菁，抓到精華。由於本研究的目標，在於探討節能減碳之教學效果，研究者在分析質性資料過程中將採三角檢核 (triangulation) 的方式，輔助研究者檢定資料的度及效度。依據夏清林 (1997) 的觀點，三角檢核主要透過三個不同視野所匯集而成，不同視

野浮現彼此觀點的矛盾與差異，再透過這些矛盾與差異的觀點分析，提高研究的解釋效力。而些差異的觀點，正可補足研究者視野之闕如，並透過不同觀點之相互交流及補充，產生對研究解釋的共同見解，提升研究結果之可信度。

三角檢核具有「不同資料蒐集方法的三角檢核」、「檢驗不同資料來源之三角檢核」、「運用多個分析者之三角檢核」及「使用多種理論觀點的三角檢核」等四種類型。本研究採用「不同資料蒐集方法的三角檢核」及「運用多個分析者之三角檢核」二種檢核方式，輔助本研究質性資料之信度及效度。

（一）不同資料蒐集方法的三角檢核

研究者採實驗法量性資料收集方式，並透過「課堂觀察記錄」、「教師省思日誌」、「焦點團體」、「訪談」、「教學回饋表」及「學習單」等多元的資料分析方法，以提高研究結果之解釋力。

（二）運用多個分析者之三角檢核

研究進行過程中，除了不斷提醒自己應謹遵研究倫理之外，分析資料過中，如遇困難，除了會徵詢受試者意見之外，亦會與指導教授共同商討研究的結果與解釋，以避免因研究者個人之盲點或偏見，導致研究結果的偏差。

（三）質性資料處理

由於研究者採取多元方式收集質性資料，包括「課堂觀察記錄」、「教師省思日誌」、「焦點團體」、「訪談」、「教學回饋表」及「學習單」等，因此，將各種不同資料分別歸類紀錄，以利日後之分析整理，以下為質性資料類型及代碼意涵：

表 3-5-4 質性資料譯碼方式及意涵

資料類型	主要內容	代碼範例	代碼意涵
課堂觀察	觀察學生課堂反應	觀 09-02	代表 9 月 2 日課堂觀察記錄
省思日誌	記錄研究者教學省思日誌	省 09-02	代表 09-02 教師省思日誌
訪談	訪談學生記錄	訪 09-02	代表 9 月 2 日進行學生訪談記錄
焦點團體	焦點團體訪談記錄	焦 11-03	代表 11 月 3 日進行焦點團體訪談記錄
學習單	學生撰寫之學習單	學 09-02 (1-1)	代表一班第一組學生撰寫之學習單

第四章 結果與討論

本研究旨在探討「國中生節能減碳教學介入」之成效。本章分為以下部分進行探討：（一）研究對象社會人口學變項之分布；（二）研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖之分布；（三）研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測之比較；（四）節能減碳教學效果評價；（五）研究對象節能減碳行為意圖之影響因素；（六）教學介入過程評價；（七）綜合討論。

第一節 研究對象社會人口學變項之分布

根據前測所收集之資料，研究對象之社會人口學變項包括：性別、節能減碳資訊來源、父親教育程度、母親教育程度、父親職業、母親職業，分布如下：

表 4-1-1 研究對象社會人口學變項分布情形

變項名稱	類別	人數 (N=519)	百分比 (%)
性別	男	252	48.6
	女	267	51.4
節能減碳資訊來源	學校授課	379	73.1
	電視	447	86.1
	廣播	98	18.9
	報章雜誌	286	55.1
	書籍	164	31.6
	參觀訪問	48	9.3
	同學朋友	117	22.6
	父母	196	37.8

變項名稱	類別	人數 (N=519)	百分比 (%)
父親教育程度	兄弟姊妹	54	10.5
	政府文宣	140	26.9
	網際網路	310	59.8
	其他	0	0
	小學或以下	1	0.3
	國中	60	11.5
	高中或高職	177	34.1
	專科	66	12.7
母親教育程度	大學	154	29.7
	研究所以上	61	11.8
	小學或以下	3	0.6
	國中	42	8.0
	高中或高職	207	39.9
	專科	82	15.8
	大學	153	29.4
	研究所以上	32	6.2
父親職業	無業或非技術人員	90	17.3
	技術性人員	113	21.7
	半專業人員及一般性公	145	27.9
	專業人員及中級行政人	135	26.0
	高級專業人員及高級行	37	7.1
母親職業	無業或非技術人員	173	33.4
	技術性人員	93	18.0
	半專業人員及一般性公	132	25.4
	專業人員及中級行政人	107	20.7
	高級專業人員及高級行	13	2.5
家庭社經地位	高社經地位	177	34.1
	中社經地位	378	38.7
	低社經地位	141	27.2

一、性別

全體研究對象之性別，男生有 252 人（48.6%）女生有 267 人（51.4%），男女生比例幾乎各半。

二、節能減碳資訊來源

節能減碳資訊來源以電視最多（86.1%），其次為學校授課（73.1%），及網際網路（59.8%）。

三、父親教育程度

父親教育程度以高中高職比率最高，佔 34.1%，其次為大學，佔 29.7%。

四、母親教育程度

母親教育程度以高中高職比率最高，佔 39.9%，其次為大學，佔 29.4%。

四、父親職業

父親職業以半專業人員及一般性比率最高，佔 27.9%；專業人員及中級行政次之（26.0%）。

五、母親職業

母親職業以無業或非技術人員比率最高，佔 33.4%；半專業人員及一般性次之（25.4%）。

六、家庭社經地位

依據父母親教育程度及職業類別，計算出研究對象之家庭等級社經地位，其中以中社經地位最多，佔 38.7%；其次為高社經地位（34.1%）居次；低社經地位最少（27.2%）。

整體而言，從研究對象之社會人口學變項資料得知，男女生比例幾乎各半、父親及母親教育程度均以高中高職比率最高、家庭等級社經地位以中社經地位最多，可見研究對象社會人口學分布傾向常態，研究樣本具有代表性。

第二節 研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖之分布

依據全部研究對象前測資料，採用變異數分析（ANOVA）分析結果（表 4-2-1）可知，實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組四組間，僅在節能減碳知識上有顯著差異存在，在節能減碳態度、環境敏感度、行為意圖上並無顯著不同。

表 4-2-1 實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前測之分布情形

	組別	人數	平均數	標準差	F值
知識總分	實驗組	127	12.42	1.621	2.494*
	校內對照組	134	12.47	1.684	
	校外對照組	139	12.48	1.559	
	市外對照組	119	11.57	2.334	
	總數	519	12.16	1.835	
態度總分	實驗組	127	68.18	6.612	1.913
	校內對照組	134	68.38	6.795	
	校外對照組	139	68.52	7.719	
	市外對照組	119	67.51	8.605	
	總數	519	67.07	8.769	
環境敏感度總分	實驗組	127	31.22	5.094	1.323
	校內對照組	134	31.52	4.856	
	校外對照組	139	33.10	5.199	
	市外對照組	119	32.59	5.798	
	總數	519	31.55	5.717	
行為意圖總分	實驗組	127	37.74	5.896	1.182
	校內對照組	134	37.79	5.903	
	校外對照組	139	39.51	6.079	
	市外對照組	119	37.92	6.476	
	總數	519	37.37	6.881	

註：* $<.05$

再以 Post Hoc 進行多重比較，採用 LSD 法進行檢定，比較研究對象在節能減碳「知識」前測上各組之差異性，如表 4-2-2，顯示研究對象在節能減碳知識分布情形，市外對照組分數明顯低於其他三組，且達到統計上顯著意義。

表 4-2-2 研究對象知識前測 LSD 多重比較

	(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤差
知識前測	1	2	-.352	.275
		3	-.360	.271
		4	.644*	.283
	2	1	.352	.275
		3	-.009	.312
		4	.896*	.322
	3	1	.360	.271
		2	.009	.312
		4	.904*	.319
	4	1	-.644*	.283
		2	-.896*	.322
		3	-.904*	.319

註：* $<.05$ ；1：實驗組 2：校內對照組 3：校外對照組 4：市外對照組

一、研究對象節能減碳知識之分布

節能減碳知識總分為 16 分，研究對象（表 4-2-1）節能減碳知識部分平均得分 12.16，標準差 1.835，整體而言，研究對象節能減碳知識偏高。此外，由表 4-2-1 可知，實驗組節能減碳知識平均分數為 12.42，校內對照組為 12.47，校外對照組為 12.48，市外對照組為 11.57，市外對照組知識分數低於其他三組，表示台北市學生節能減碳知識可能優於其他縣市。

表 4-2-3 研究對象節能減碳知識各題之答對率（N=519）

題目	答對率(%)
1. 大量使用化石燃料的能源型態，是促使全球暖化、產生氣候變遷的主要原因。	86.4
2. 全球暖化會導致皮膚癌增加。	34.1

題目	答對率(%)
3. 綠色能源是在生產及消費過程中，對生態環境低汙染或無汙染的能源。	93.8
4. 太陽能不算是一種再生能源。	74.3
5. 地球暖化下，可能助長登革熱病媒蚊滋生，降低居住品質。	67.8
6. 台灣二氧化碳總排放量與其他大多數國家相比，情況並不嚴重。	88.5
7. 人類的日常活動幾乎都會產生碳排放量。	93.8
8. 控制室內外溫度相差不超過 5°C，可避免能源消耗與身體不適。	77.1
9. 冰箱內應充份利用空間，盡量擺滿食物以節省能源。	84.2
10. 應多吃青菜蔬果、少吃肉，可降低罹患心血管疾病率，也可改善地球暖化問題。	85.1
11. 冷氣溫度設定在 26-28°C，同時搭配電扇使用，可以減少電力耗用。	87.6
12. 環保綠建築是使用能回收再利用、低污染、健康安全的建材。	95.7
13. 以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。	51.7
14. 垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。	44.0
15. 永續發展是當利用資源與環境時，不危及環境及地球上其他人類的福祉，同時也不能損及未來世代滿足其基本需求的能力。	87.3
16. 商品碳標籤顯示產品從製造到最後廢棄回收，總共產生的二氧化碳量。	65.1

由表 4-2-3 得知，以第 2 題「全球暖化會導致皮膚癌增加。」答對率最低，只有 34.1%；第 14 題「垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。」居次，答對率為 44.0%；其次為第 13 題「以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。」答對率為 51.7%。由此可知，

一般國中學生對於全球暖化與健康的關係，存在錯誤的迷思。

二、研究對象節能減碳態度之分布

節能減碳態度量表共 16 題，每題態度由非常不同意～非常同意，給予 1～5 分，其中第 3、7、8 題為反向題，計分方式採反向計分。由表 4-2-1 可知，研究對象之節能減碳態度總分平均值為 67.07 分，標準差為 8.769 分，其中實驗組節能減碳態度平均分數為 68.18，校內對照組為 68.38，校外對照組為 68.52，市外對照組為 67.51，經變異數分析檢定發現，實驗組、校內對照組、校外對照組及市外對照組在節能減碳態度上並無顯著差異。

表 4-2-4 研究對象節能減碳態度各題之分布 (N=519)

題 目	非常同意	同意	中立意見	不同意	非常不同意	平均值	標準差
	n %	n %	n %	n %	n %		
1. 溫室效應氣體會造成地球氣候暖化危機，是現今人類應嚴肅面對的課題。	370 (71.2)	98 (18.9)	47 (9.0)	3 (0.6)	1 (0.3)	4.60	.704
2. 能源危機是很重要的問題，所帶來的不只是環境生態的改變，和人類健康也密切相關。	357 (68.7)	103 (19.8)	51 (9.9)	5 (0.9)	3 (0.6)	4.55	.760
3. 能源不當使用會造成地球能源危機，但這個議題離我太遙遠可以不用去關心。	284 (54.8)	124 (23.8)	71 (13.6)	18 (3.4)	22 (4.3)	4.21	1.081

題 目	非常 同意	同 意	中 立 意 見	不 同 意	非 常 不 同 意	平 均 值	標 準 差
	n %	n %	n %	n %	n %		
4. 為了保護地球環境和人類健康，應該積極開發低汙染、高效率的替代能源。	277 (53.3)	153 (29.4)	76 (14.6)	8 (1.5)	5 (1.2)	4.32	.867
5. 我們有責任幫助減緩全球暖化。	333 (64.1)	125 (24.1)	55 (10.5)	3 (0.6)	3 (0.6)	4.50	.757
6. 政府應當規範企業的碳排放量。	299 (57.6)	114 (22.0)	95 (18.3)	8 (1.5)	3 (0.6)	4.34	0.872
7. 一個人的影響力有限，就算再怎麼努力減少個人碳足跡，也對地球沒太大幫助。	230 (44.3)	166 (31.9)	82 (15.8)	19 (3.7)	22 (4.3)	4.08	1.066
8. 為了生產足夠的電力，即使犧牲環境品質也是無所謂的。	292 (56.3)	119 (22.9)	69 (13.3)	16 (3.1)	23 (4.3)	4.24	1.076
9. 比起免洗餐具，自備環保餐具環保又健康，還可避免 A 型肝炎的傳染。	307 (59.1)	136 (26.3)	61 (11.8)	13 (2.5)	2 (0.3)	4.41	.816
10. 不選購國外進口的蔬果，有助於減少碳排放。	48 (9.3)	77 (14.9)	296 (57.0)	63 (12.1)	35 (6.8)	3.08	.954
11. 隨手關燈，電器不用時隨手拔或關閉插頭，可以節能省錢。	275 (52.9)	136 (26.3)	63 (12.1)	21 (4.0)	24 (4.6)	4.19	1.094
12. 以走路或儘量搭乘大眾運輸工具的方式，能降低汽機車排放汙染物，減少呼吸道疾病。	292 (56.3)	149 (28.8)	64 (12.4)	11 (2.2)	3 (0.3)	4.39	0.809
13. 做好資源回收的工作可以維護地球環境。	318 (61.3)	143 (27.6)	51 (9.9)	7 (1.2)	0 (0.0)	4.49	.724
14. 將舊制服及課本回收，就是資源再利用的表現。	267 (51.4)	148 (28.5)	85 (16.4)	16 (3.1)	3 (0.6)	4.27	.887

題 目	非常同意	同意	中立意見	不同意	非常不同意	平均值	標準差
	n %	n %	n %	n %	n %		
15. 「用完就丟」的商品（如保麗龍、鋁箔包等）雖然便利衛生，但為了環境及人類健康著想，不應該購買。	156 (30.0)	135 (26.0)	193 (37.2)	31 (5.9)	4 (0.9)	3.78	.973
16. 同樣功能的商品，如果有節能標章的貴 10%，我會支持以多付錢（或建議家人購買）以盡到環境保護責任。	124 (23.8)	125 (24.1)	223 (43.0)	34 (6.5)	13 (2.5)	3.60	.999

由表 4-2-4 可知，以第 10 題「不選購國外進口的蔬果，有助於減少碳排放。」平均得分最低，只有 3.08；第 16 題「同樣功能的商品，如果有節能標章的貴 10%，我會支持以多付錢（或建議家人購買）以盡到環境保護責任。」居次，平均得分 3.60 為；其次為第 15 題「用完就丟的商品（如保麗龍、鋁箔包等）雖然便利衛生，但為了環境及人類健康著想，不應該購買。」平均得分為 3.78。顯示研究對象較不願意為了做到節能減碳，犧牲生活享受及便利性，或是花費較多金錢。

此外，第 1 題「溫室效應氣體會造成地球氣候暖化危機，是現今人類應嚴肅面對的課題。」、第 2 題「能源危機是很重要的問題，所帶來

的不只是環境生態的改變，和人類健康也密切相關。」及第 5 題「我們有責任幫助減緩全球暖化。」得分偏高，表示研究對象能夠意識到暖化的嚴重性、體認能源危機，並認為自己有義務減緩暖化現象的發生。

三、研究對象節能減碳環境敏感度之分布

節能減碳環境敏感度量表共 9 題，其中第 1~5 題由非常不關心~非常關心，給予 1~5 分；第 6~9 題由沒有~很高，給予給予 1~5 分。由表 4-2-1 可知，研究對象之節能減碳環境敏感度總分平均值為 31.55 分，標準差為 5.717 分，其中實驗組節能減碳環境敏感度平均分數為 31.22，校內對照組為 31.52，校外對照組為 33.10，市外對照組為 32.59，經變異數分析檢定發現，實驗組、校內對照組、校外對照組及市外對照組在節能減碳環境敏感度上並無顯著差異。

表 4-2-5 研究對象節能減碳環境敏感度各題之分布 (N=519)

題 目	非常關心 (很高) n (%)	關心 (高) n (%)	中立意見 (中等) n (%)	不關心 (低) n (%)	非常不關心 (沒) n (%)	平均值	標準差
1. 我對全球暖化、能源供應問題的關心程度。	85 (16.4)	244 (47.1)	175 (33.7)	13 (2.5)	2 (0.3)	3.77	.759
2. 我對暖化現象造成自然環境變化的關心程度。	113 (21.7)	233 (44.9)	158 (30.7)	13 (2.5)	2 (0.3)	3.85	.794

題 目	非常關心 (很高)	關心 (高)	中立意見 (中等)	不關心 (低)	非常不關心 (沒)	平均值	標準差
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
3. 我對下一代的生活環境、能源問題的關心程度。	74 (14.2)	188 (36.2)	222 (42.7)	29 (5.6)	6 (1.2)	3.57	.848
4. 我對能源短缺所造成的物價上漲問題(例如汽油)的關心程度。	110 (21.1)	170 (32.8)	195 (37.5)	35 (6.8)	9 (1.9)	3.64	.949
5. 我對自己的生活習慣會造成能源及環境問題的關心程度。	101 (19.5)	231 (44.6)	162 (31.3)	19 (3.7)	6 (0.9)	3.78	.833
6. 我有注意到政府推動的節能減碳政策。	35 (6.8)	130 (25.1)	275 (52.9)	56 (10.8)	23 (4.3)	3.19	.878
7. 我能感受、欣賞環境的程度。	84 (16.1)	201 (38.7)	189 (36.5)	32 (6.2)	13 (2.5)	3.60	.915
8. 我會主動從報章雜誌、書籍或電視瞭解環境及能源相關資訊的程度。	72 (13.9)	117 (22.6)	233 (44.9)	72 (13.9)	24 (4.6)	3.27	1.019
9. 我平常會和家人或朋友注意節能減碳的相關議題。	42 (8.0)	72 (13.9)	241 (46.4)	107 (20.7)	57 (10.8)	2.88	1.044

由表 4-2-5 可知，以第 9 題「我平常會和家人或朋友注意節能減碳的相關議題。」平均得分最低，只有 2.88；第 6 題「我有注意到政府推動的節能減碳政策。」居次，平均得分為 3.19；其次為第 8 題「我會主動從報章雜誌、書籍或電視瞭解環境及能源相關資訊的程度。」平均得分

為 3.27。結果顯示，研究對象並不會主動注意節能減碳相關訊息，對於環境及能源資訊關心程度不高。

四、研究對象節能減碳行為意圖之分布

節能減碳行為意圖量表共 10 題，每題由非常不願意～非常願意，給予 1～5 分，由表 4-2-1 可知，研究對象之節能減碳行為意圖總分平均值為 37.37 分，標準差為 6.881 分，其中實驗組節能減碳行為意圖平均分數為 37.74，校內對照組為 37.79，校外對照組為 39.51，市外對照組為 37.92，經變異數分析檢定發現，實驗組、校內對照組、校外對照組及市外對照組在節能減碳行為意圖上並無顯著差異。

表 4-2-6 研究對象節能減碳行為意圖各題之分布 (N=519)

題 目	非常 願意 n (%)	願 意 n (%)	普 通 n (%)	不 願 意 n (%)	非常 不 願 意 n (%)	平 均 值	標 準 差
1. 我願意多吃青菜蔬果、少吃肉。	116 (22.3)	167 (32.2)	196 (37.8)	22 (4.3)	18 (3.4)	3.66	.983
2. 我願意選擇喝白開水，避免購買市售的瓶裝飲料。	114 (22.0)	170 (32.8)	175 (33.7)	42 (8.0)	18 (3.4)	3.62	1.022
3. 當室溫低於 28℃，我願意打開窗戶透過自然風的流通，或使用電風扇來取代冷氣機的使用。	80 (15.5)	136 (26.3)	198 (38.1)	67 (13.0)	38 (7.1)	3.30	1.100

題 目	非常 願意	願 意	普 通	不 願 意	非常 不 願 意	平 均 值	標 準 差
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)		
4. 電腦 10 分鐘以上不用時我願意隨時關機。	85 (16.4)	77 (14.9)	196 (37.8)	106 (20.4)	55 (10.5)	3.06	1.196
5. 如果到距離不太遠的地方，我願意（或建議家人）搭公車、走路或騎腳踏車，不要使用轎車、機車。	182 (35.0)	151 (29.1)	149 (28.8)	22 (4.3)	15 (2.8)	3.89	1.026
6. 我願意回收原本要丟棄的東西，如紙、鐵鋁罐、寶特瓶、廢電池等。	230 (44.3)	186 (35.9)	79 (15.2)	15 (2.8)	9 (1.9)	4.18	.918
7. 我願意將紙張背面或空白處重覆使用。	236 (45.5)	172 (33.1)	92 (17.6)	11 (2.2)	8 (1.5)	4.19	.908
8. 我願意注意節約能源與資源再利用（如隨手關燈、節約用水等）。	220 (42.4)	206 (39.6)	80 (15.5)	8 (1.5)	5 (0.9)	4.21	.826
9. 我願意重覆使用環保袋、自備餐具。	167 (32.2)	167 (32.2)	154 (29.7)	19 (3.7)	12 (2.2)	3.89	.976
10. 我願意(或建議父母)購買環保節能標章的產品，即使價格貴 10%。	84 (16.1)	130 (25.1)	235 (45.2)	42 (8.0)	28 (5.6)	3.38	1.028

由表 4-2-6 可知，以第 4 題「電腦 10 分鐘以上不用時我願意隨時關機。」平均得分最低，只有 3.06；第 3 題「當室溫低於 28℃，我願意打

開窗戶透過自然風的流通，或使用電風扇來取代冷氣機的使用。」居次，平均得分 3.30；其次為第 10 題「我願意(或建議父母)購買環保節能標章的用品，即使價格貴 10%。」平均得分為 3.38。由此可知，研究對象長時間使用電腦，不太願意養成隨手關機的習慣，並且重視生活舒適，不太願意減少冷氣的使用，而對於需要多付費購買環保節能標章的商品，採取保守的意圖。

另外，第 8 題「我願意注意節約能源與資源再利用（如隨手關燈、節約用水等）」第 7 題「我願意將紙張背面或空白處重覆使用。」第 6 題「我願意回收原本要丟棄的東西，如紙、鐵鋁罐、寶特瓶、廢電池等。」得分為 4.21、4.19、4.18，顯示研究對象在節約能源、廢物利用及資源回收方面，具有較高的意願。

第三節 研究對象節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測之比較

本節旨在探討節能減碳教學介入後，研究對象在節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖變項前後測之差異情形。研究者以成對樣本 t 檢定進行考驗，分別比較實驗組、校內對照組、校外對照組及市外對照組之差異。

由於進行後測時，少數學生請假缺席，因此，前後測施測人數不同，

如下表 4-3-1。

表 4-3-1 各組前後測人數

	前測人數	後測人數
實驗組	127	125
校內對照組	134	132
校外對照組	139	136
市外對照組	119	117
總人數	519	510

九月開學後進行前測，經過大約二個多月實驗組節能減碳教學介入，於 11 月左右分別對實驗組、校內對照組、校外對照組及市外對照組進行後測，研究者將收集之前後測資料分析比較，描述性統計結果如下表 4-3-2。

表 4-3-2 各組變項前後測之分布情形

變項	組別	人數		平均數		標準差	
		前測	後測	前測	後測	前測	後測
知識	1	127	125	12.42	13.42	1.621	1.581
	2	134	132	12.47	12.53	1.684	1.411
	3	139	136	12.48	12.91	1.559	1.747
	4	119	117	11.57	11.78	2.334	1.753
	總數	519	510	12.16	12.76	1.835	1.724
態度	1	127	125	68.18	72.54	6.612	7.077
	2	134	132	68.38	65.81	6.795	9.395
	3	139	136	68.52	67.04	7.719	11.458
	4	119	117	67.51	65.25	8.605	8.932
	總數	519	510	67.07	68.26	8.769	9.622
環境敏感度	1	127	125	31.22	35.92	5.094	4.325
	2	134	132	31.60	31.55	4.856	6.235
	3	139	136	33.01	32.30	5.199	5.557
	4	119	117	32.59	32.76	5.798	4.939
	總數	519	510	31.55	33.45	5.717	5.489
行為意圖	1	127	125	37.74	43.75	5.896	4.693
	2	134	132	37.79	37.55	5.903	6.669
	3	139	136	39.51	39.06	6.079	5.877
	4	119	117	37.92	38.12	6.476	6.100
	總數	519	510	37.37	40.12	6.881	6.299

註：1：實驗組 2：校內對照組 3：校外對照組 4：市外對照組

一、實驗組知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測之比較

由表 4-3-3 可知，實驗組在節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖後測分數均高於前測，且達到統計上顯著差異，表示節能減碳教學介入具有相當成效。

表 4-3-3 實驗組各變項前後測之比較 (n=125)

變項	平均數	標準差	自由度	t 值
知識後測 - 知識前測	1.005	2.221	124	6.111***
態度後測 - 態度前測	4.365	12.400	124	5.819***
環境敏感度後測 - 前測	4.619	7.479	124	8.147***
行為意圖後測 - 前測	6.009	8.621	124	9.649***

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

二、校內對照組知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測之比較

由表 4-3-4 可知，校內對照組僅在節能減碳態度後測分數高於前測，且達到統計上顯著差異，而在節能減碳知識、環境敏感度、行為意圖前後測間並無顯著差異。

表 4-3-4 校內對照組各變項前後測之比較 (n=132)

變項	平均數	標準差	自由度	t 值
知識後測 - 知識前測	-.062	2.221	131	-.223
態度後測 - 態度前測	-2.968	11.579	131	-2.018*
環境敏感度後測 - 前測	.200	7.047	131	.229
行為意圖後測 - 前測	-.323	7.959	131	-.327

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

三、校外對照組知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測之比較

由表 4-3-5 可知，校外對照組在節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測分數，均未達到統計上顯著差異。

表 4-3-5 校外對照組各變項前後測之比較 (n=136)

變項	平均數	標準差	自由度	t 值
知識後測 - 知識前測	.433	2.407	135	1.472
態度後測 - 態度前測	-1.507	13.314	135	-.927
環境敏感度後測 - 前測	-.716	7.171	135	-.818
行為意圖後測 - 前測	-.463	8.336	135	-.454

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

四、市外對照組知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測之比較

由表 4-3-6 可知，市外對照組在節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖前後測分數，均未達到統計上顯著差異。

表 4-3-6 市外對照組各變項前後測之比較 (n=117)

變項	平均數	標準差	自由度	t 值
知識後測 - 知識前測	.288	2.666	118	.830
態度後測 - 態度前測	-1.949	12.341	118	-1.213
環境敏感度後測 - 前測	.288	7.358	118	.301
行為意圖後測 - 前測	.424	8.773	118	.371

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

第四節 節能減碳教學效果評價

本節旨在探討節能減碳教學之效果，並分析各個教學單元分別在「知識」、「態度」、「環境敏感度」及「行為意圖」上之成效。本研究採重複量數分析法 (MANOVA) 考驗實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組前後測間之差異，並採用 LSD 法進行 Post Hoc 多重比較。再利用成對 t 樣本檢定，分別考驗實驗組各分量表中各題前後測分數之差異，之後，依據各個教學單元在各分量表之題號，探討各單元教學之效果。

一、教學介入前後各組間之比較

依據研究對象前測資料分析結果 (表 4-2-1) 可知，實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組四組間，在節能減碳知識上有顯著差異存在，未符合變異數分析同質性檢定。因此，以「知識分數」為共變量，進行重複量數檢定，分析結果如下表 4-4-1，其中，共變項本身的效果亦達到

顯著 ($F=14.870$, $P=.000$)，顯示加入「知識分數」來控制整個變異數分析是有意義的。

表 4-4-1 重複量數之檢定分析

變異來源	SS	df	MS	F
共變量 (知識分數)	4988.468	1	4988.468	14.870 ***
組間	20950.124	3	6983.375	25.222 ***
組內				
組間* 共變量	2566.569	1	2566.569	9.553 **
受試者間	93598.143	505	335.477	
殘差	77524.369	506	276.873	

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

由表 4-4-1 結果顯示，組間的差異達到統計上的顯著意義 ($F=25.222$, $P=.000$)，前後測數分的差異會因為組別而不同，表示組別不同，前後測分數會因教學介入而有差異。以 Post Hoc 進行多重比較，採用 LSD 法進行檢定，比較研究對象「知識」、「態度」、「環境敏感度」及「行為意圖」整體教學成效之差異性，如表 4-4-2，顯示節能減碳教學介入後，實驗組分數均高於其他三組，其中實驗組對於校內對照組及市外對照組，分數更達到統計上顯著意義。

表 4-4-2 LSD 多重比較

	(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤差
教學介入前後	1	2	1.21 [*]	.540
		3	.36	.528
		4	1.38 [*]	.549
	2	1	-1.21 [*]	.540
		3	-.85	.585
		4	.17	.603
	3	1	-.36	.528
		2	.85	.585
		4	1.01	.592
	4	1	-1.38 [*]	.549
		2	-.17	.603
		3	-1.01	.592

註：* < .05；1：實驗組 2：校內對照組 3：校外對照組 4：市外對照組

由表 4-4-3 可知，實驗組、校內對照組、校外對照組及市外對照組，在節能減碳知識、態度、環境敏感度及行為意圖上，因教學介入而產生組別間之差異性，並達到統計上之顯著意義。

表 4-4-3 各組在各變項前後測之變異數分析摘要表

變項	變異來源	SS	df	MS	F
知識	組別	17.281	3	17.281	6.200 [*]
	誤差	785.969	505	2.787	
態度	組別	2854.028	3	951.343	12.330 ^{***}
	誤差	21527.356	505	77.159	
環境敏感度	組別	1263.594	3	421.198	15.940 ^{***}
	誤差	7451.562	505	26.424	
行為意圖	組別	2337.345	3	779.115	22.030 ^{***}
	誤差	9973.412	505	35.367	

註：* < .05；** < .01；*** < .001

再以 Post Hoc 進行多重比較，採用 LSD 法進行檢定，比較研究對象節能減碳「知識」部分各組之差異性，如表 4-4-4，顯示實驗組經過節能

減碳教學介入後，節能減碳知識分數明顯高於其他三組，其中，對於對照組及市外對照組分數更達到統計上顯著意義。

表 4-4-4 知識 LSD 多重比較

	(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤差
教學介入前後	1	2	.971 [*]	.261
		3	.506	.259
		4	1.637 [*]	.269
	2	1	-.971 [*]	.261
		3	-.464	.283
		4	.666 [*]	.293
	3	1	-.506	.259
		2	.464	.283
		4	1.131 [*]	.290
	4	1	-1.637 [*]	.269
		2	-.666 [*]	.293
		3	-1.131 [*]	.290

註：* < .05；1：實驗組 2：校內對照組 3：校外對照組 4：市外對照組

以 Post Hoc 進行多重比較，採用 LSD 法進行檢定，比較研究對象節能減碳「態度」部分各組之差異性，如表 4-4-5，顯示實驗組經過節能減碳教學介入後，節能減碳態度分數明顯高於其他三組，並且達到統計上之顯著意義。

表 4-4-5 態度 LSD 多重比較

	(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤差
教學介入前後	1	2	6.880 [*]	1.476
		3	5.497 [*]	1.462
		4	7.287 [*]	1.520
	2	1	-6.880 [*]	1.476
		3	-1.383	1.599
		4	.407	1.652
	3	1	-5.497 [*]	1.462
		2	1.383	1.599
		4	1.791	1.640
	4	1	-7.287 [*]	1.520
		2	-.407	1.652
		3	-1.791	1.640

註：* < .05；1：實驗組 2：校內對照組 3：校外對照組 4：市外對照組

以 Post Hoc 進行多重比較，採用 LSD 法進行檢定，比較研究對象節能減碳「環境敏感度」各組之差異性，如表 4-4-6，顯示實驗組經過節能減碳教學介入後，節能減碳環境敏感度分數明顯高於其他三組，並且達到統計上之顯著意義。

表 4-4-6 環境敏感度 LSD 多重比較

	(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤差
教學介入前後	1	2	4.163 [*]	.839
		3	3.618 [*]	.831
		4	3.154 [*]	.864
	2	1	-4.163 [*]	.839
		3	-.545	.909
		4	-1.009	.939
	3	1	-3.618 [*]	.831
		2	.545	.909
		4	-.464	.932
	4	1	-3.154 [*]	.864
		2	1.009	.939
		3	.464	.932

註：* < .05；1：實驗組 2：校內對照組 3：校外對照組 4：市外對照組

以 Post Hoc 進行多重比較，採用 LSD 法進行檢定，比較研究對象節能減碳「行為意圖」各組之差異性，如表 4-4-7，顯示實驗組經過節能減碳教學介入後，節能減碳行為意圖分數明顯高於其他三組，並且達到統計上之顯著意義。

表 4-4-7 行為意圖 LSD 多重比較

	(I) 組別	(J) 組別	平均差異 (I-J)	標準誤差
教學介入前後	1	2	6.319 [*]	.930
		3	4.690 [*]	.922
		4	5.631 [*]	.958
	2	1	-6.319 [*]	.930
		3	-1.629	1.008
		4	-.688	1.041
	3	1	-4.690 [*]	.922
		2	1.629	1.008
		4	.941	1.034
	4	1	-5.631 [*]	.958
		2	.688	1.041
		3	-.941	1.034

註：* < .05；1：實驗組 2：校內對照組 3：校外對照組 4：市外對照組

為探究節能減碳教學在「知識」、「態度」、「環境敏感度」及「行為意圖」上之成效，研究者分別對於各題進行成對樣本 t 檢定，結果分述如下：

二、實驗組節能減碳知識教學效果

由表 4-4-8 及 4-4-9、圖 4-4-1 及圖 4-4-2 可以看出，實驗組在節能減碳知識上，除第 3 題（前測 0.94、後測 0.91）、第 8 題（前測 0.75、後測 0.73）、第 9 題（前測 0.86、後測 0.84）外，後測分數均較前測分數高。其中第 2、4、5、10、11、16 題，達到統計上之顯著差異，表示節能減碳教學介入，對於增進實驗組節能減碳知識方面，具有不錯的成效。

表 4-4-8 實驗組節能減碳知識成對樣本統計量 (n=125)

			平均數	標準差
成對 1	第 1 題	前測	.82	.384
		後測	.90	.307
成對 2	第 2 題	前測	.28	.452
		後測	.55	.500
成對 3	第 3 題	前測	.94	.243
		後測	.91	.293
成對 4	第 4 題	前測	.75	.435
		後測	.90	.307
成對 5	第 5 題	前測	.63	.487
		後測	.81	.392
成對 6	第 6 題	前測	.93	.261
		後測	.95	.223
成對 7	第 7 題	前測	.93	.261
		後測	.98	.144
成對 8	第 8 題	前測	.75	.435
		後測	.73	.447
成對 9	第 9 題	前測	.86	.344
		後測	.84	.365
成對 10	第 10 題	前測	.89	.320
		後測	.99	.102
成對 11	第 11 題	前測	.84	.365
		後測	.99	.102
成對 12	第 12 題	前測	.95	.223
		後測	.97	.175
成對 13	第 13 題	前測	.53	.502
		後測	.55	.500
成對 14	第 14 題	前測	.50	.503
		後測	.60	.492
成對 15	第 15 題	前測	.89	.320
		後測	.94	.243
成對 16	第 16 題	前測	.55	.500
		後測	.81	.392

圖 4-4-1 實驗組節能減碳知識前後測分數直方圖

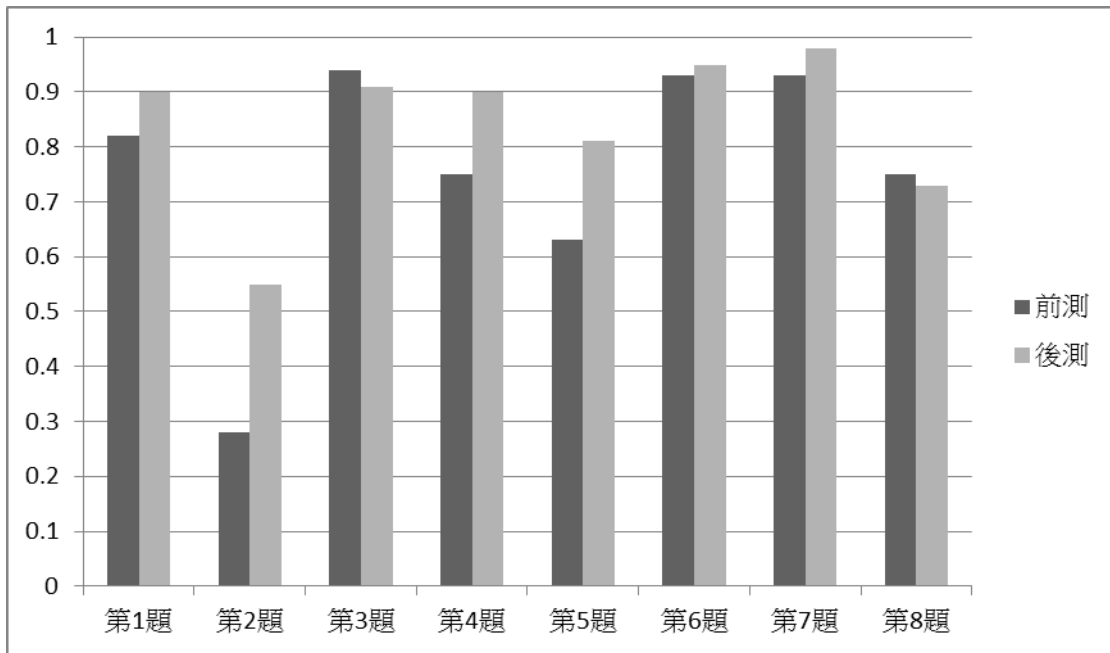
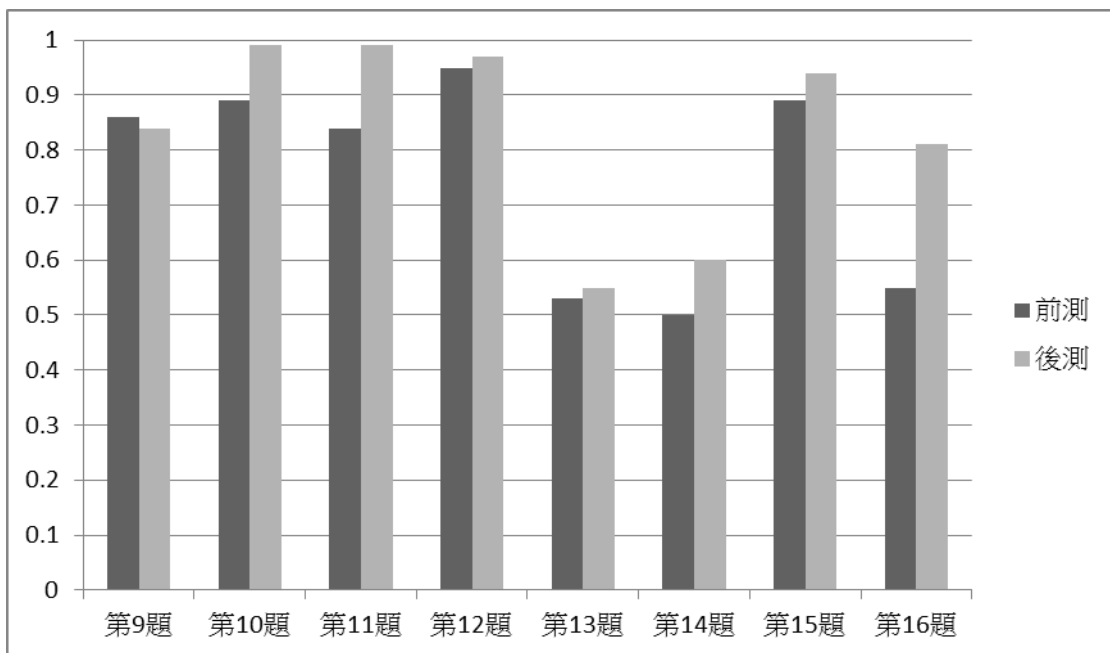


圖 4-4-2 實驗組節能減碳知識前後測分數直方圖



由表 4-4-9 中得知，第 2 題「全球暖化會導致皮膚癌增加。」（ $P < .001$ ），表示學生能夠理解皮膚癌的真正原因為何，釐清全球暖化的影響性。第 4 題「太陽能不算是一種再生能源。」（ $P < .01$ ），顯示教學介入前，學生對於再生能源的觀念並非相當瞭解，日後對於綠色能源概念需再補強。第 5 題「地球暖化下，可能助長登革熱病媒蚊滋生，易得登革熱。」（ $P < .01$ ），從之前文獻探討中即可得知，一般而言，學生對於全球暖化與健康的關係非常陌生，透過教學介入，提升了此部分的觀念。第 10 題「應多吃青菜蔬果、少吃肉，可降低罹患心血管疾病率，也可改善地球暖化問題。」（ $P < .01$ ），節能減碳教學介入後，大多數學生已具備「多吃菜少吃肉可減少碳排放」的概念。第 11 題「冷氣溫度設定在 26°C ，同時搭配電扇使用，可以減少電力耗用。」（ $P < .001$ ），學生已瞭解節約能源必須從日常生活做起，正確使用冷氣除了讓生活舒適，還能夠達到節能減碳之目的。第 16 題「商品碳標籤顯示產品從製造到最後廢棄回收，總共產生的二氧化碳量。」（ $P < .001$ ），商品碳標籤乃近年來業界對於推行節能減碳之項目，但多數學生未能立即接收到此項概念，經由節能減碳教學的介入，導引學生跟上時代潮流配合社會脈動。

表 4-4-9 實驗組節能減碳知識成對樣本檢定 (n=125)

後測—前測	平均數	標準差	t值
第 1 題 大量使用化石燃料的能源型態，是促使全球暖化、產生氣候變遷的主要原因。	.073	.487	1.468
第 2 題 全球暖化會導致皮膚癌增加。	.271	.640	4.144***
第 3 題 綠色能源是在生產及消費過程中，對生態環境低汙染或無汙染的能源。	-.031	.369	-.831
第 4 題 太陽能不算是一種再生能源。	.146	.502	2.845**
第 5 題 地球暖化下，可能助長登革熱病媒蚊滋生，易得登革熱。	.188	.586	3.135**
第 6 題 台灣二氧化碳平均排放量與其他大多數國家相比，情況並不嚴重。	.021	.324	.630
第 7 題 人類的日常活動幾乎都會產生碳排放量。	.052	.303	1.682
第 8 題 控制室內外溫度相差不超過 5℃，可幫助降低碳足跡。	-.021	.598	-.341
第 9 題 冰箱內應充份利用空間，盡量擺滿食物以節省能源。	-.021	.435	-.469
第 10 題 應多吃青菜蔬果、少吃肉，可降低罹患心血管疾病率，也可改善地球暖化問題。	.104	.340	3.005**
第 11 題 冷氣溫度設定在 26-28℃，同時搭配電扇使用，可以減少電力耗用。	.146	.383	3.728***
第 12 題 綠建築是使用能回收再利用、低污染、健康安全的建材。	.021	.289	.705
第 13 題 以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。	.021	.632	.323

後測—前測	平均數	標準差	t值
第 14 題 垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。	.104	.589	1.733
第 15 題 永續發展是當利用資源與環境時，不危及環境及地球上其他人類的福祉，同時也不能損及未來世代滿足其基本需求的能力。	.052	.366	1.394
第 16 題 商品碳標籤顯示產品從製造到最後廢棄回收，總共產生的二氧化碳量。	.260	.585	4.363***

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

三、實驗組節能減碳態度教學效果

由表 4-4-10 及 4-4-11、圖 4-4-3 及圖 4-4-4 可以看出，實驗組在節能減碳態度上後測分數均較前測分數高，除第九題外，均達到統計上之顯著差異（ $P<.001$ ），表示藉由節能減碳教學介入，能夠增強受試者節能減碳的正向態度。

表 4-4-10 實驗組節能減碳態度成對樣本統計量 (n=125)

			平均數	標準差
成對 1	第 1 題	前測	4.49	.384
		後測	4.78	.307
成對 2	第 2 題	前測	4.44	.452
		後測	4.70	.500
成對 3	第 3 題	前測	4.14	.243
		後測	4.68	.293
成對 4	第 4 題	前測	4.22	.435
		後測	4.60	.307
成對 5	第 5 題	前測	4.35	.487
		後測	4.60	.392
成對 6	第 6 題	前測	4.13	.261
		後測	4.65	.223
成對 7	第 7 題	前測	4.00	.261
		後測	4.47	.144
成對 8	第 8 題	前測	4.08	.435
		後測	4.64	.447
成對 9	第 9 題	前測	4.35	.344
		後測	4.43	.365
成對 10	第 10 題	前測	2.94	.320
		後測	4.32	.102
成對 11	第 11 題	前測	4.04	.365
		後測	4.41	.102
成對 12	第 12 題	前測	4.28	.223
		後測	4.58	.175
成對 13	第 13 題	前測	4.34	.502
		後測	4.68	.500
成對 14	第 14 題	前測	4.17	.503
		後測	4.61	.492
成對 15	第 15 題	前測	3.66	.320
		後測	4.33	.243
成對 16	第 16 題	前測	3.55	.500
		後測	4.16	.392

圖 4-4-3 實驗組節能減碳態度前後測分數直方圖

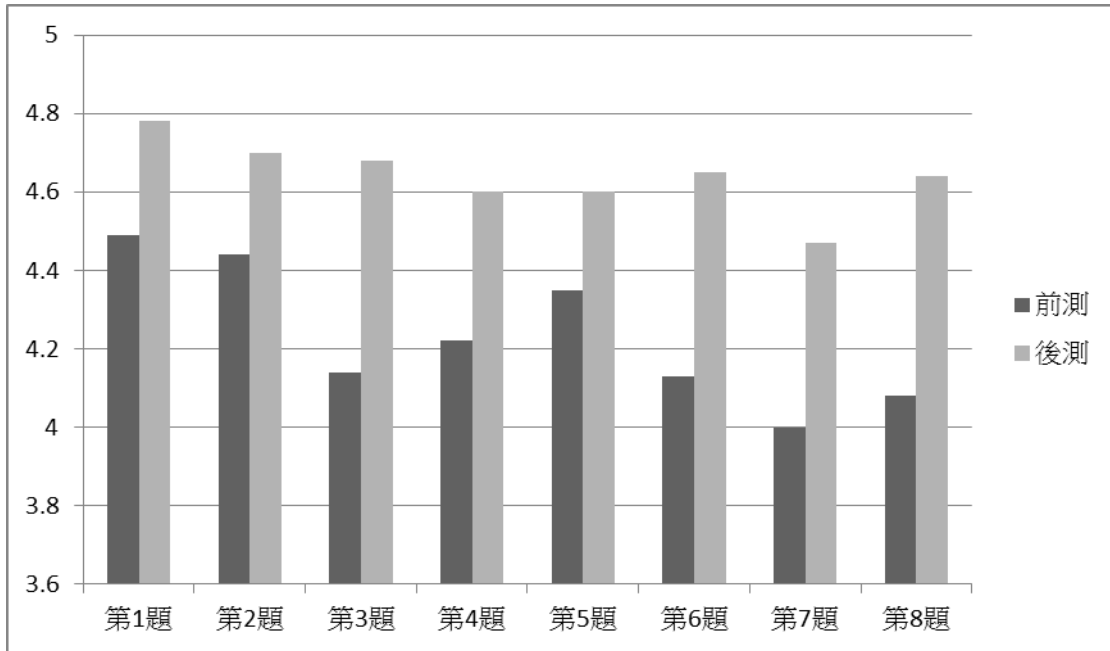


圖 4-4-4 實驗組節能減碳態度前後測分數直方圖

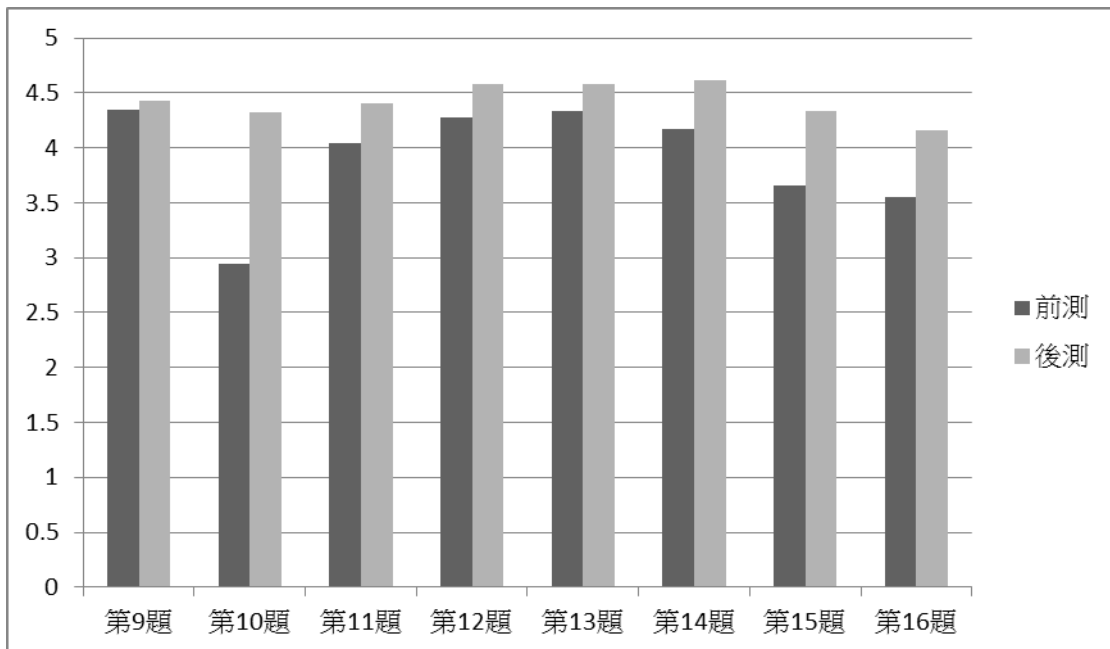


表 4-4-11 實驗組節能減碳態度成對樣本檢定 (n=125)

後測—前測	平均數	標準差	t值
第 1 題 溫室效應氣體會造成地球氣候暖化危機，是現今人類應嚴肅面對的課題。	.292	.928	3.079**
第 2 題 能源危機是很重要的問題，所帶來的不只是環境生態的改變，和人類健康也密切相關。	.260	1.039	2.457*
第 3 題 能源不當使用會造成地球能源危機，但這個議題離我太遙遠可以不用去關心。	.542	1.114	4.765***
第 4 題 為了保護地球環境和人類健康，應該積極開發低汙染、高效率的替代能源。	.385	1.040	3.631***
第 5 題 我們有責任幫助減緩全球暖化。	.250	1.036	2.364**
第 6 題 政府應當規範企業的碳排放量。	.521	1.036	4.926***
第 7 題 一個人的影響力有限，就算再怎麼努力減少個人碳足跡，也對地球沒太大幫助。	.469	1.066	4.309***
第 8 題 為了生產足夠的電力，即使犧牲環境品質也是無所謂的。	.552	1.132	4.778***
第 9 題 比起免洗餐具，自備環保餐具環保又健康，還可避免 A 型肝炎的傳染。	.073	1.242	.575
第 10 題 不選購國外進口的蔬果，有助於減少碳排放。	1.292	1.353	9.356***
第 11 題 隨手關燈，電器不用時隨手拔或關閉插頭，可以節能省錢。	.365	1.629	2.192**
第 12 題 以走路或儘量搭乘大眾運輸工具的方式，能降低汽機車排放汙染物，減少呼吸道疾病。	.302	1.087	2.723**

後測—前測	平均數	標準差	t值
第 13 題 做好資源回收的工作可以維護地球環境。	.333	1.012	3.227**
第 14 題 將舊制服及課本回收，就是資源再利用的表現。	.448	1.035	4.241***
第 15 題 「用完就丟」的商品（如保麗龍、鋁箔包等）雖然便利衛生，但為了環境及人類健康著想，不應該購買。	.677	1.165	5.693***
第 16 題 同樣功能的商品，如果有節能標章的貴 10%，我會支持以多付錢（或建議家人購買）以盡到環境保護責任。	.604	1.192	4.967***

註：*＜.05；**＜.01；***＜.001

四、實驗組節能減碳環境敏感度教學效果

由表 4-4-12、表 4-4-13 及圖 4-4-5 可以看出，實驗組在節能減碳環境敏感度上後測分數均較前測分數高，並達到統計上之顯著差異（ $P < .001$ ），顯示透過節能減碳教學介入，學生對於環境的感受性及關懷程度更加敏銳。

表 4-4-12 實驗組節能減碳環境敏感度成對樣本統計量（n=125）

			平均數	標準差
成對 1	第 1 題	前測	3.49	.609
		後測	4.20	.795
成對 2	第 2 題	前測	3.60	.559
		後測	4.34	.900
成對 3	第 3 題	前測	3.27	.703
		後測	4.10	.888
成對 4	第 4 題	前測	3.47	.691
		後測	4.08	1.046

			平均數	標準差
成對 5	第 5 題	前測	3.64	.664
		後測	4.21	.872
成對 6	第 6 題	前測	3.05	.722
		後測	3.57	.944
成對 7	第 7 題	前測	3.40	.747
		後測	4.10	1.021
成對 8	第 8 題	前測	3.13	.818
		後測	3.76	1.117
成對 9	第 9 題	前測	2.66	.794
		後測	3.54	1.084

圖 4-4-5 實驗組節能減碳環境敏感度前後測分數直方圖

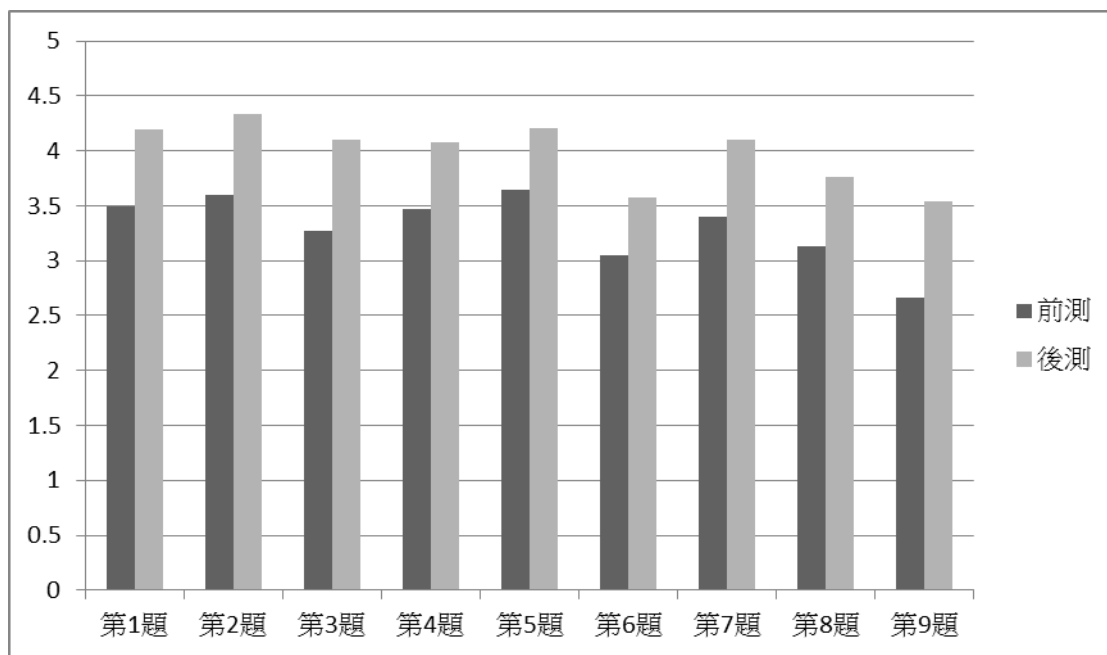


表 4-4-13 實驗組節能減碳環境敏感度成對樣本檢定 (n=125)

後測—前測	平均數	標準差	t值
第 1 題 我對全球暖化、能源供應問題的關心程度。	.708	.939	7.388***
第 2 題 我對暖化現象造成自然環境變化的關心程度。	.740	.965	7.508***
第 3 題 我對下一代的生活環境、能源問題的關心程度。	.833	1.002	8.151***
第 4 題 我對能源短缺所造成的物價上漲問題(例如汽油)的關心程度。	.615	1.260	4.780***
第 5 題 我對自己的生活習慣會造成能源及環境問題的關心程度。	.573	1.074	5.229***
第 6 題 我有注意到政府推動的節能減碳政策。	.521	1.133	4.504***
第 7 題 我能感受、欣賞環境的程度。	.708	1.160	5.983***
第 8 題 我會主動從報章雜誌、書籍或電視瞭解環境及能源相關資訊的程度。	.635	1.215	5.124***
第 9 題 我平常會和家人或朋友注意節能減碳的相關議題。	.885	1.221	7.102***

註：* < .05；** < .01；*** < .001

五、實驗組節能減碳行為意圖教學效果

由表 4-4-14、表 4-4-15 及圖 4-4-6 可以看出，實驗組在節能減碳行為意圖上後測分數均較前測分數高，並達到統計上之顯著差異 ($P < .001$)，表示實驗組學生會受到節能減碳教學介入的影響，於日常生活中提高節

能減碳之行為意圖。

表 4-4-14 實驗組節能減碳行為意圖成對樣本統計量 (n=125)

			平均數	標準差
成對 1	第 1 題	前測	3.45	.784
		後測	4.22	1.075
成對 2	第 2 題	前測	3.38	.706
		後測	4.28	1.126
成對 3	第 3 題	前測	2.94	.786
		後測	4.16	1.074
成對 4	第 4 題	前測	2.76	.854
		後測	4.08	1.220
成對 5	第 5 題	前測	3.69	.665
		後測	4.48	1.117
成對 6	第 6 題	前測	3.96	.615
		後測	4.65	1.085
成對 7	第 7 題	前測	4.01	.549
		後測	4.69	1.031
成對 8	第 8 題	前測	4.09	.630
		後測	4.55	1.006
成對 9	第 9 題	前測	3.78	.649
		後測	4.50	1.078
成對 10	第 10 題	前測	3.21	.808
		後測	4.15	1.045

圖 4-4-6 實驗組節能減碳行為意圖前後測分數直方圖

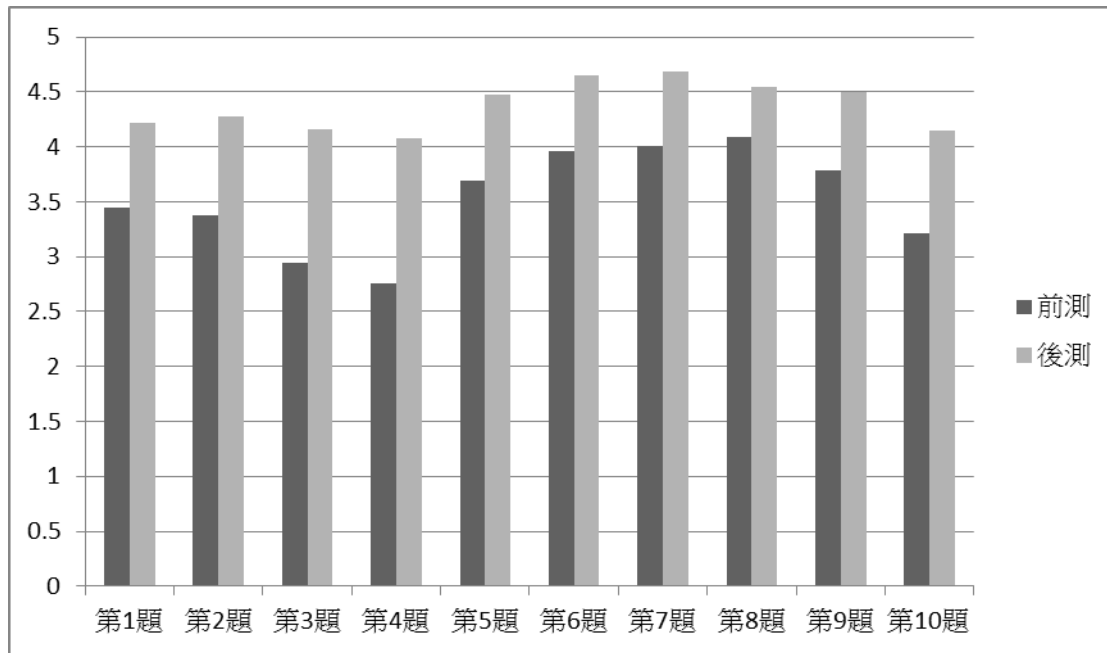


表 4-4-15 實驗組節能減碳行為意圖成對樣本檢定 (n=125)

後測—前測	平均數	標準差	t值
第 1 題 我願意多吃青菜蔬果、少吃肉。	.771	1.100	6.866***
第 2 題 我願意選擇喝白開水，避免購買市售的瓶裝飲料。	.906	1.282	6.926***
第 3 題 當室溫高於 28℃，我願意打開窗戶透過自然風的流通，或使用電風扇來取代冷氣機的使用。	1.219	1.135	10.520***
第 4 題 電腦10分鐘以上不用時我願意隨時關機。	1.323	1.326	9.777***
第 5 題 如果到距離不太遠的地方，我願意（或建議家人）搭公車、走路或騎腳踏車，不要使用轎車、機車。	.792	1.151	6.740***
第 6 題 我願意回收原本要丟棄的東西，如紙、鐵鋁罐、寶特瓶、廢電池等。	.687	1.145	5.881***
第 7 題 我願意將紙張背面或空白處重覆使用。	.677	1.110	5.978***

後測—前測	平均數	標準差	t值
第 8 題 我願意注意節約能源與資源再利用(如隨手關燈、節約用水等)。	.458	1.123	3.998***
第 9 題 我願意重覆使用環保袋、自備餐具。	.719	1.254	5.616***
第 10 題 我願意(或建議父母)購買環保節能標章的用品，即使價格貴10%。	.937	1.074	8.551***

註：*＜.05；**＜.01；***＜.001

六、節能減碳各單元課程之教學效果

整體而言，節能減碳教學中的所有單元，均有達到不錯的教學成效，特別是在節能減碳態度、環境敏感度及行為意圖方面。但在知識部分，有些單元成效結果不如預期，探究原因有三：(一)可能題目過於簡單偏向一般常識，無法顯出教學成效；(二)由於不影響學業成績，學生未能專心上課並認真作答；(三)教學設計仍有疏漏，未能盡善盡美。由此可知，本研究之節能減碳教學設計，較為偏向情意教學及態度方面，對於知識部分，必須斟酌予以修正。

表 4-4-16 各教學單元與分量表之對應題號

教學單元	知識部分	態度	環境敏感度	行為意圖
世界變熱了	第 1 題	第 1 題**	第 1 題***	
	第 2 題***	第 2 題*	第 2 題***	
新能源時代	第 3 題	第 3 題***	第 3 題***	
	第 4 題**	第 4 題***	第 4 題***	
必須面對的真相	第 5 題**	第 5 題**	第 5 題***	
	第 6 題	第 6 題***	第 6 題***	
我的碳足跡	第 7 題	第 7 題***	第 7 題***	
	第 8 題	第 8 題***	第 8 題***	
			第 9 題***	

教學單元	知識部分	態度	環境敏感度	行為意圖
減碳樂活	第 9 題	第 9 題		第 1 題***
(食衣篇)	第 10 題**	第 10 題***		第 2 題***
減碳樂活	第 11 題***	第 11 題**		第 3 題***
(住行篇)	第 12 題	第 12 題**		第 4 題***
				第 5 題***
減碳樂活	第 13 題	第 13 題**		第 6 題***
(校園篇)	第 14 題	第 14 題***		第 7 題***
				第 8 題***
節能減碳綠生活	第 15 題	第 15 題***		第 9 題***
	第 16 題***	第 16 題***		第 10 題***

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

由表 4-4-16 得知，單元「世界變熱了」，知識部分第 1 題「大量使用化石燃料的能源型態，是促使全球暖化、產生氣候變遷的主要原因。」雖然後測分數高於前測，但前測分數答對率已高達八成，表示大多數學生顯然均已具備此觀念。單元「新能源時代」知識部分第 3 題「綠色能源是在生產及消費過程中，對生態環境低污染或無污染的能源。」，以及單元「必須面對的真相」知識部分第 6 題，前後測答對率都高達九成以上，顯示題目對於學生可能過於簡單。單元「我的碳足跡」知識部分第 7 題「人類的日常活動幾乎都會產生碳排放量。」前後測答對率均偏高，顯示學生應該已具備此項觀念，而第 8 題「控制室內外溫度相差不超過 5℃，可幫助降低碳足跡。」顯示學生對於碳足跡觀念，仍然有待加強。

減碳樂活「食衣篇」，知識部分第 9 題「冰箱內應充份利用空間，盡量擺滿食物以節省能源。」未能達到教學效果，表示還需要多強化學生

電器產品正確的使用觀念，而態度部分第 9 題「比起免洗餐具，自備環保餐具環保又健康，還可避免 A 型肝炎的傳染。」，前後測差異不大，可能八年級下學期才剛上完傳染病單元，學生記憶猶新。減碳樂活「住行篇」，知識部分第 12 題「綠建築是使用能回收再利用、低污染、健康安全的建材。」，以及單元「節能減碳綠生活」，知識部分第 15 題「永續發展是當利用資源與環境時，不危及環境及地球上其他人類的福祉，同時也不能損及未來世代滿足其基本需求的能力。」，前後測未達統計上顯著差異，但前後測答對率也都高達九成以上。減碳樂活「校園篇」，知識部分第 13 題「以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。」，出乎意料地，學生答對率前後測都只有五成左右，可能有些學生粗心誤會題目的意思，沒注意「飲料」二字，而第 14 題「垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。」，發現學生欠缺垃圾減量的觀念。

第五節 研究對象節能減碳行為意圖之影響因素

本節探討全體研究對象以及實驗組教學介入後，其節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖間的關係，並以多元線性迴歸分析節能減碳知識、態度、環境敏感度對行為意圖之預測情形。

一、研究對象前測行為意圖與知識、態度、環境敏感度之相關

由表 4-5-1 皮爾森積差相關 (Pearson product-moment correlations) 檢定矩陣可知，節能減碳知識、態度、環境敏感度與行為意圖之相關性都達到統計上的顯著水準，意即全體研究對象在影響其節能減碳行為意圖因素方面，與節能減碳知識、態度及環境敏感度之間具有顯著相關。其中環境敏感度與節能減碳行為意圖的相關係數最高 ($r=0.648$, $p<.01$)，其次為節能減碳態度與節能減碳行為意圖 ($r=0.585$, $p<.01$)，節能減碳知識與節能減碳行為意圖 ($r=0.205$, $p<.01$)。此外，由於所有相關值均為正值，表示節能減碳行為意圖與知識、態度、環境敏感度間，存在不等程度之正相關。換言之，當研究對象節能減碳知識越豐富、節能減碳態度越積極、環境敏感度越正向，其節能減碳行為意圖也越強烈。

另外，由表 4-5-1 中也可發現，節能減碳知識、態度及環境敏感度等預測變項彼此之間存有相關，也均達到統計上之顯著水準，顯示這些變項並非為兩兩相互獨立的變項，而是有部分重疊的現象，因此在後續的多元線性迴歸分析時，需特別注意是否有嚴重共線性的問題。

表 4-5-1 研究對象前測行為意圖與知識、態度、環境敏感度之相關 (n=519)

變項	知識	態度	環境敏感度	行為意圖
知識	1			
態度	.200**	1		
環境敏感度	.130*	.493**	1	
行為意圖	.205**	.585**	.648**	1

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$ ；行為意圖為依變項

二、研究對象前測知識、態度、環境敏感度對行為意圖的預測情形與解釋力

根據表 4-5-2 結果得知，各預測變項的容忍度 (Tolerance) 均未小於 0.1，而變異膨脹係數 (Variance inflation factor, VIF) 均未大於 10，因此各預測變項間無多元共線性的現象 (林清山，1992；王保進，2002)。

表 4-5-2 研究對象前測行為意圖與各預測變項之多元共線性診斷 (n=519)

變項名稱	容忍度 (Tolerance)	變異膨脹係數 (VIF)
知識	.959	1.043
態度	.738	1.355
環境敏感度	.756	1.323

在上述各項統計前提都符合的前提下，依據表 4-5-3 多元迴歸分析結果可知，此迴歸分析統計模式適合度達到統計上的顯著水準 ($P < .001$)，意即可以用節能減碳態度及環境敏感度來預測節能減碳行為意圖。而節能減碳態度及環境敏感度變項共可解釋節能減碳行為意圖之變異量達 51.4%。

此外，由表 4-5-3 中各變項對研究對象節能減碳行為意圖之標準化係數可知，各預測變項在排除其他變項之影響力後，環境敏感度 ($t=10.556$ ， $P < .001$) 及節能減碳態度 ($t=7.451$ ， $P < .001$) 對節能減碳行為意圖皆有正向影響力，表示研究對象的節能減碳態度越積極、環境敏感度越高，其節能減碳行為意圖越強烈。

表 4-5-3 研究對象前測各預測變項與行為意圖之迴歸係數 (n=519)

變項	原始係數	標準誤	標準化係數	t 值
截距	-1.774	2.534		-.700
知識	.288	.149	.077	1.934
態度	.264	.035	.337	7.451***
環境敏感度	.568	.054	.472	10.556***
R=.720 $R^2 = .518$ $R^2 (Adj) = .514$ $P < .001$				

註：* $< .05$ ；** $< .01$ ；*** $< .001$

三、實驗組後測行為意圖與知識、態度、環境敏感度之相關

由表 4-5-4 皮爾森積差相關 (Pearson product-moment correlations) 檢定矩陣可知，節能減碳態度、環境敏感度與行為意圖之相關性都達到統計上的顯著水準，意即節能減碳教學介入後，實驗組研究對象在影響其節能減碳行為意圖因素方面，與節能減碳態度及環境敏感度之間具有顯著相關。其中與節能減碳態度與節能減碳行為意圖的相關係數最高 ($r=.464$, $p<.01$)，其次為節能減碳環境敏感度與節能減碳行為意圖 ($r=.409$, $p<.01$)。此外，由於所有相關值均為正值，表示節能減碳行為意圖與態度、環境敏感度間，存在不等程度之正相關。換言之，當研究對象節能減碳態度越積極、環境敏感度越正向，其節能減碳行為意圖也越強烈。

另外，由表 4-5-4 中也可發現，節能減碳知識、態度及環境敏感度等預測變項彼此之間存有相關，也均達到統計上之顯著水準，顯示這些變

項並非為兩兩相互獨立的變項，而是有部分重疊的現象，因此在後續的多元線性迴歸分析時，需特別注意是否有嚴重共線性的問題。

表 4-5-4 實驗組後測行為意圖與知識、態度、環境敏感度之相關 (n=125)

變項	知識	態度	環境敏感度	行為意圖
知識	1			
態度	.209*	1		
環境敏感度	-.046	.248*	1	
行為意圖	-.068	.464**	.409**	1

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$ ；行為意圖為依變項

四、實驗組後測知識、態度、環境敏感度對行為意圖的預測情形與解釋力

據表 4-5-5 結果得知，各預測變項的容忍度 (Tolerance) 均未小於 0.1，而變異膨脹係數 (Variance inflation factor, VIF) 均未大於 10，因此各預測變項間無多元共線性的現象 (林清山，1992；王保進，2002)。

表 4-5-5 實驗組後測行為意圖與各預測變項與之多元共線性診斷 (n=125)

變項名稱	容忍度 (Tolerance)	變異膨脹係數 (VIF)
知識	.946	1.057
態度	.890	1.124
環境敏感度	.929	1.077

在上述各項統計前提都符合的前提下，依據表 4-5-6 多元迴歸分析結果可知，此迴歸分析統計模式適合度達到統計上的顯著水準 ($P<.001$)，意即可以用節能減碳態度及環境敏感度來預測節能減碳行為意圖。而節能減碳態度及環境敏感度變項共可解釋節能減碳行為意圖之變異量達

30.4%。

此外，由表 4-5-6 中各變項對研究對象節能減碳行為意圖之標準化係數可知，各預測變項在排除其他變項之影響力後，節能減碳態度（ $t=4.624$ ， $P<.001$ ）及環境敏感度（ $t=3.356$ ， $P<.001$ ）對節能減碳行為意圖皆有正向影響力，表示研究對象的節能減碳態度越積極、環境敏感度越高，其節能減碳行為意圖越強烈。

表 4-5-6 實驗組後測各預測變項與行為意圖之迴歸係數（ $n=125$ ）

變項	原始係數	標準誤	標準化係數	t 值
截距	17.621	5.571		3.163**
知識	-.422	.261	-.142	-1.617
態度	.278	.060	.420	4.624***
環境敏感度	.323	.096	.298	3.356***

$R=.571$ $R^2=.326$ $R^2(Adj)=.304$ $P<.001$

註：* $<.05$ ；** $<.01$ ；*** $<.001$

第六節 教學介入過程評價

本研究之過程評價，主要評量「節能減碳教學」介入過程中，學生對於介入課程內容滿意度之評價。研究者於每個單元教學結束後，立即請學生填寫教學回饋表，由實驗組受試者依其個人觀感，主觀評價各單元課程是否能增進自我節能減碳之內涵，並調查受試者對於各單元之喜好及滿意程度。結果分述如下：

一、單元課程內容評價

每個教學單元課程結束後，由下表 4-6-1 中可發現，受試者對於八個

教學單元都給予高度的肯定，每個教學單元八成以上受試者都認為，能夠經由課程中獲得節能減碳相關知能。

表 4-6-1 實驗組對於課程內容評價

教學單元	很有收穫 人數(%)	普通 人數(%)	沒收穫 人數(%)
世界變熱了	120 (94%)	7 (6%)	0 (0%)
新能源時代	108 (85%)	19 (15%)	0 (0%)
必須面對的真相	117 (92%)	10 (8%)	0 (0%)
我的碳足跡	106 (84%)	19 (15%)	1 (1%)
減碳樂活(食衣篇)	111 (88%)	13 (10%)	2 (2%)
減碳樂活(住行篇)	112 (88%)	13 (10%)	2 (2%)
減碳樂活(校園篇)	102 (81%)	20 (16%)	4 (3%)
節能減碳綠生活	104 (83%)	19 (15%)	3 (2%)

二、單元課程喜好度評價

整體而言，節能減碳教學大致能夠獲得學生的喜愛，由下表 4-6-2 中得知，實驗組對於整體教學介入，幾乎達到大約九成的喜愛程度。其中受試者最喜愛的是第一單元「世界變熱了」，其次為「必須面對的真相」及「我的碳足跡」，可能因為此三單元教學均有配合影片「 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 」及「暖化後的未來世界」，較能夠引起學生的興趣。

表 4-6-2 實驗組對於課程喜好度評價

教學單元	喜歡 人數(%)	普通 人數(%)	不喜歡 人數(%)
世界變熱了	119 (94%)	8 (6%)	0 (0%)
新能源時代	113 (89%)	13 (10%)	1 (1%)
必須面對的真相	116 (91%)	11 (9%)	0 (0%)
我的碳足跡	115 (91%)	9 (7%)	2 (2%)
減碳樂活(食衣篇)	114 (90%)	12 (10%)	0 (0%)
減碳樂活(住行篇)	113 (89%)	11 (9%)	3 (2%)
減碳樂活(校園篇)	107 (85%)	15 (12%)	4 (3%)
節能減碳綠生活	114 (90%)	9 (7%)	3 (3%)

三、授課教師滿意度評價

由表 4-6-3 結果顯示，實驗組對授課教師滿意度有九成以上給予正向肯定。因為研究者即教學者，與受試者早已建立良好的感情基礎，再加上無分數壓力的教學環境下，整個教學介入氣氛和諧，學生也能暢所欲言，充分表達自我想法。

表 4-6-3 實驗組對授課教師滿意度評價

	世界變熱了	新能源時代	真相 必須面對的	我的碳足跡	(食衣篇) 減碳樂活	(住行篇) 減碳樂活	(校園篇) 減碳樂活	生活 節能減碳綠
	同意 (%)	同意 (%)	同意 (%)	同意 (%)	同意 (%)	同意 (%)	同意 (%)	同意 (%)
教學內容準備充分、內容豐富	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
教學口齒清晰、音調適中	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
上課氣氛融洽	99%	99%	100%	96%	100%	100%	99%	98%
耐心回答我的問題	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
教學方法能讓我思考	100%	100%	100%	99%	100%	100%	100%	100%
適時讚美我的表現	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
我能充分表達想法	100%	99%	99%	100%	100%	99%	99%	99%
整體而言我對授課老師十分滿意	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

第七節 綜合討論

本研究為探討國中生「節能減碳教學」介入效果，將研究對象分為實驗組、對照組、校外對照組及市外對照組，分別實施前測及後測，並對實驗組學生進行八個單元教學課程，以下針對前述研究結果進行討論：

一、研究對象節能減碳知識

本研究對象節能減碳知識總分為 16 分，平均得分 12.16，標準差 1.835，整體而言，研究對象節能減碳知識達到中等程度。此與陳淑敏（2012）對高雄市國小學童節能減碳知識、行為與環境態度之研究；張顯瀚（2011）針對中學生節能減碳知識、態度與行為之研究；盧幸如（2011）對台北地區國小六年級學童節能減碳知識與態度之研究；邱勤予（2011）對台北地區國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究-以台北二所國中為例；陳珮英（2004）針對台北市大安區國中生所做之永續發展知識，和黃凱羚（2008）以台北縣某國中生之環境知識得分偏高及林婉君（2010）國中學生節能減碳意圖及其相關因素之研究，結果相仿。但與郭家玲（2010）「大臺北地區國中學生對於全球暖化與節能減碳知識、態度、行為意向之研究」所提出的研究結果不同，郭家玲（2010）發現臺北縣市國中學生對於全球暖化與節能減碳知識的表現尚可，有很大的學習進步空間。

在知識部分中，以第 2 題「全球暖化會導致皮膚癌增加。」答對率

最低，只有 34.1%，此與郭家玲(2010)、林韋如(2009)、王逸欣(2007)、湯宜佩(2007)、張凱惠(2006)針對臺灣地區小學生、大學生、臺北市國小職前教師、臺北市國小教師所作之調查結果相似，顯示國中學生對於溫室效應存有迷思概念。第 14 題「垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。」居次，答對率為 44.0%，此與邱勤予(2011)針對台北地區國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素的研究結果相同，顯示研究對象對能源永續及未來展望方面的認識尚有不足，而目前政府及許多民間組織大力推廣的能源永續發展議題觀念上可再多增加相關介紹。另外，「以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。」答對率偏低，此與邱勤予(2011)的研究結果相同，顯示研究對象在節能減碳與健康的瞭解度還不夠，於此部分的知識可加以推廣，尤其是未來節能減碳教育當中應多增加授課比重與時數以令國中學生理解。

研究者從教學過程中發現，大多數學生對於節能減碳議題並不陌生，因此，在教學內容上必須能夠切合其生活經驗，應符合社會脈動順應世界潮流，才能引起學生共鳴，否則可能會流於政令宣導，無法吸引學生興趣。另外，國中生對於全球暖化所造成的嚴重性，其瞭解程度僅止於會導致海平面上升、陸地面積縮小、北極熊無家可歸，針對整個大環境生態的改變、氣候變遷、能源危機、傳染病蔓延，甚至全球經濟面的影響，觀念闕如。

「原本以為暖化就是地球溫度增加，冰山融化海平面上升，北極熊無家可歸，沒想到還會造傳染病的蔓延、氣候異常等問題，甚至還可能引發戰爭。」（焦受訪者 B）

「我從來沒注意到保特瓶上面，印有碳足跡標示，說真的，若不是上課提到，我壓根不會注意，也不懂那是什麼？」（訪受訪者 B）

此外，學生對於許多節能減碳觀念似懂非懂，大部分學生瞭解二氧化碳是造成全球暖化的原因，但是對於人類日常活動的碳排放，缺乏正確觀念。（省 09-09）

「我不太清楚為何用電用水也會產生碳排放？」（焦受訪者 H）

「京都議定書明文規定中，簽署國家需限制國內的碳排放，而美國並未簽署，引導學生思考可能造成之後果。」（省 09-30）

「環境難民好可憐，我壓根沒想過成為難民後，還得經過重重篩選，才能進到別的國家生活。」（訪受訪者 D）

進行教學第二單元「新能源時代」時，學生反應較為冷淡，可能由於能源議題與學生生活距離較遠，概念也較為抽象，因此學生反應較為冷淡，無法引起學生興趣。

「講到能源部分時，覺得有點枯燥，什麼火力、水力、風力、太陽能…」（訪受訪者 C）

「在新能源時代單元課程時，介紹相關能源利用時，學生顯出一種

興趣缺缺的表情，專注力不夠，也比較沒反應。」（省 09-23）

但是配合影片「暖化後的未來世界」播出時，感覺學生有在認真思考能源議題。因為影片中提及學生從未思考過的問題，像是由於能源匱乏，將來各國為搶奪能源可能會引發戰爭，至於交通工具也會因為石化能源耗盡，必須採用其他替代能源，例如：氫氣等，目前生活一般使用的汽機車、飛機，未來可能成為一堆廢鐵；而在房屋方面，現今家家戶戶必備的冷氣空調系統，未來也可能走入歷史，整個房屋建材與結構，會朝綠建築的概念設計，例如：屋頂為太陽能板，吸收陽光轉換成能源，風力發電機隨處可見，生活中許多的改變都只為了獲得較多的能源。大多數的學生不能體會，能源匱乏對於生活會造成多麼大的影響，從食衣住行各方面，人類生活會因為缺乏能源而產生重大變革。

二、研究對象節能減碳態度

在態度方面，本研究對象節能減碳態度總分為 80 分，平均得分 67.07，標準差 8.769，表示學生的整體節能減碳態度傾向正面積極，研究結果與陳淑敏（2012）、張顥瀚（2011）、盧幸如（2011）、賀冠豪（2011）、郭家玲（2010）研究結果相仿。其中「不選購國外進口的蔬果，有助於減少碳排放。」、「同樣功能的商品，如果有節能標章的貴 10%，我會支持以多付錢（或建議家人購買）以盡到環境保護責任。」平均得分偏低，與郭家玲（2010）、邱勤予（2010）、林珮君（2010）結果相同，

可能是因為研究對象在節能減碳與商品價錢及自我的滿足間，以價錢及自我滿足為優先考量。此外，「能源危機是很重要的問題，所帶來的不只是環境生態的改變，和人類健康也密切相關。」及「我們有責任幫助減緩全球暖化。」得分偏高，此與林珮君（2010）、郭家玲（2010）研究結果相仿，表示研究對象能夠意識到暖化的嚴重性、體認能源危機，並認為自己有義務減緩暖化現象的發生。

另外，節能減碳態度的培養需與學生日常生活結合，從研究者教學介入觀察發現，當課程中播放影片 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 時，學生聚精會神觀看，尤其是有關八八風災滿目瘡痍的景象時，許多學生眼眶泛著淚光，同時也帶給學生相當大的震撼，明瞭暖化問題造成多麼嚴重的威脅。（觀 09-06）

「單元進行到減碳樂活篇時，適逢九年級畢業旅行結束，剛好將教學內容與生活經驗結合，引導學生反思：出外用餐是否自備環保餐具？餐點是否吃完不浪費？飯店空調溫度是否控制在 $26\sim 28$ 度？」（省 10-14）

由於研究對象班級教室均有冷氣，引導學生正確使用電器的方式，培養珍惜能源的使用態度。另外，校內禁止使用免洗筷，學生需自備餐具，幾乎人人都已養成習慣，甚至連畢旅的時候，也有將近八成孩子自備餐具。

「以前我會認為，雖然節約能源大家都知道，但是好像無關痛癢，沒多大感覺，也會不太在意，但是，現在會擔心萬一哪天真的沒有能源

了，生活該怎麼辦？」(焦受訪者 F)

學生能夠清楚體認節能減碳是每一個人的責任，因此，看到其他人一些不環保的行為時，會產生一種厭惡的態度與觀感，覺得缺乏公德心是不道德的行為。同時，身為教育工作者，應時時警惕自己，做好身教、言教，畢竟在校園中，全校教職員工的一舉一動，可說是學生的典範。

「班上一直都有在做垃圾分類、資源回收、廚餘回收，可是辦公室老師們都不做，特別是校長，我們去掃校長室時，整個便當盒直接丟垃圾桶。(觀 10-28)」從學生忿忿不平的反應，可以得知教學課程已經影響了學生的環保態度，對於他人的不環保舉動，會心生厭惡，甚至會直接指正對方的行為。

三、研究對象環境敏感度

本研究對象節能減碳環境敏感度總分為 45 分，平均得分 31.55，標準差 5.717。顯示研究對象有不錯的環境敏感度。此部分研究結果與邱勤予（2010）、林珮君（2010）、黃凱羚（2008）及陳珮英（2004）研究結果相仿。其中「我平常會和家人或朋友注意節能減碳的相關議題。」、「我會主動從報章雜誌、書籍或電視瞭解環境及能源相關資訊的程度。」平均得分最低。表示研究對象並不會主動注意節能減碳相關訊息，對於環境及能源資訊關心程度不高，此與邱勤予（2010）、林珮君（2010）研究結果相同。

提升環境敏感度能直接促使節能減碳行為之實踐，「上完第一節課，看了影片 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，全班都覺得暖化問題好嚴重，因此，第二天全班決定停開冷氣一天。」（訪受訪者 A）當時正值九月初，台北市天氣相當炎熱，孩子因為教學單元「世界變熱了」，真正明瞭暖化的嚴重性後，感到非常震驚，自動自發地選擇停開冷氣一天。由此可知，想要提高節能減碳行為，僅僅藉由知識灌輸是不夠的，唯有啟動孩子發自內心愛護環境的情懷，才能在潛移默化中影響行為的改變，內化成為自己的日常生活習慣。

影片教學有效提高學生環境敏感度，看到 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 中美麗的寶島受到破壞，台灣人民無家可歸，可以明顯感受到孩子開始關心自己生存的這塊土地（觀 09-09）。若只是經由教學投影片的講述法，其實對孩子的震撼力不足，因為現在的學生專注力薄弱，需要各種聲光刺激的教學媒體輔助，影片可以補足投影片教學上的缺憾，就像「 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 」土石流爆發沖毀建築物的場面、民眾家毀人亡的悲戚、世界因各地氣候變遷發生的飢荒水患等；「暖化後的未來世界」動物學家為了捍衛僅存的北極熊，壯烈犧牲自己的生命，非洲環境難民步行穿越撒哈拉沙漠，只為了一口飲用水…。這些景象對於這些生活無虞孩子的而言，是遙不可及的事情，但是全球暖化若繼續嚴重下去，未來他們可能必須一一去面對，研究者在影片教學時，會依據劇情在旁解說，引導孩子體會影片所要傳達的意念，

孩子也非常聚精會神地觀看，相信對孩子心理層面應該有所啟發。在進行影片輔助教學時，教師應當在旁提示重點，針對內容適時澄清價值觀念，如此才能獲得最大學習效果（省 10-07）。

學生學習關心自己的生活環境，欣賞珍惜大自然的美景，懂得地球資源的寶貴，並開始主動關注社會或國際間的動態，例如：12 月時，加拿大退出京都議定書，學生特別跑來告訴我這件事，另外，還有學生下課問我，台灣真的會淹沒嗎？由此可見，節能減碳教學提高了學生對環境的關心程度。

影片「暖化後的未來世界」假設，全球暖化持續下去未來世界的轉變，孩子終於能夠體會什麼是「環境難民」，領悟到若海平面不斷上升，居住地被淹沒之後，可能自己會變成影片中的難民，需通過層層關卡篩選，才能被高緯度國家接受，並非直接換個居住地如此簡單而已，從孩子的表情可以看出，他們對於環境難民的處境非常震驚。（省 09-20）

四、研究對象節能減碳行為意圖

本研究對象節能減碳行為意圖總分為 50 分，平均得分 37.37，標準差 6.881，顯示研究對象具有積極之節能減碳行為意圖。此部分研究結果與陳淑敏（2012）、張顥瀚（2011）、邱勤予（2010）、林佩君（2010）、郭家玲（2010）、黃凱羚（2008）、陳珮英（2004）研究結果相仿。其中「電腦 10 分鐘以上不用時我願意隨時關機。」、「當室溫低於 28℃，

我願意打開窗戶透過自然風的流通，或使用電風扇來取代冷氣機的使用。」、「我願意(或建議父母)購買環保節能標章的用品，即使價格貴10%。」平均得分偏低，此與邱勤予（2010）、林珮君（2010）研究結果相同。由此可知，研究對象長時間使用電腦，不太願意養成隨手關機的習慣，並且重視生活舒適，不太願意減少冷氣的使用，而對於需要多付費購買環保節能標章的商品，採取保守的意圖。

另外，「我願意注意節約能源與資源再利用（如隨手關燈、節約用水等）」、「我願意將紙張背面或空白處重覆使用。」、「我願意回收原本要丟棄的東西，如紙、鐵鋁罐、寶特瓶、廢電池等。」得分較高，顯示研究對象在節約能源、廢物利用及資源回收方面，具有較高的意願，與邱勤予（2010）、林珮君（2010）研究結果相同。

落實節能減碳行為與知識傳遞、態度養成、環境敏感度提高，關係密不可分。學生不願意從事節能減碳行為，主要是因為不瞭解全球暖化的嚴重性，更不清楚暖化現象對環境、健康、未來生活造成的衝擊，因此，透過節能減碳教學介入，除了澄清許多重要觀念外，同時幫助學生養成正確的環保態度，能夠主動關心周遭生活環境，並且將節能減碳行為內化成為一種生活態度與習慣，自動自發地落實節能減碳行為。

「現在中午吃飯時間，我們會將教室燈全部關掉，做到節約能源。」

（訪受訪者 A）原本孩子們習慣開燈吃飯，教學介入後有幾個班級會熄

燈，因為課程中有提到生活省電省水的方法。

「北極熊好可憐唷！因為沒有食物而吃掉自己的小孩，好殘忍。」(焦受訪者 G) 影片 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 中有一段北極熊因為冰山融化，造成食物缺乏，進而吃掉幼熊的畫面，大部分的學生都覺得難以置信，感傷之情溢於言表，藉此激發出孩子悲天憫人、愛物惜福之情懷。

在進行教學節能減碳前，學生缺乏碳足跡的概念，分組完成學習單「算算看～我的 CO_2 有多重」發現，學生的數學計算能力不佳，必須經由老師從旁指導，但是實際計算出每人可能製造出來的碳排放量後，孩子對於結果相當震驚。換言之，學生在食衣住行各方面，一切都視為理所當然，對於自己對環境的破壞根本毫無感覺，因此，教導學生在物質享受與環境保護間，如何取得一個平衡點，以促進永續發展的未來，是非常重要的課題。

環境教育最根本的目的，就是在於環保行為的落實。想要達到行為改變的成效，必須從知識的角度切入，同時加強態度及情意教學，多管其下才能相輔相成，進而實踐期望之教學目標。

五、節能減碳教學效果評價

實驗組、校內對照組、校外對照組及市外對組，在節能減碳知識、態度、環境敏感度及行為意圖上，因教學介入而產生組別間之差異性，並且實驗組在節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖後測分數均

高於前測，且達到統計上顯著差異，表示節能減碳教學介入具有相當成效。意即，節能減碳教學介入能夠有效增進學生節能減碳知識，讓學生對於環境的感受性及關懷程度更加敏銳，並於日常生活中提高節能減碳之行為意圖。

整體而言，節能減碳教學中的所有單元，均有達到不錯的教學成效，特別是在節能減碳態度、環境敏感度及行為意圖方面，此與王馨敏(2011)及洪婷靖(2011)之研究結果相仿。王馨敏(2011)在對七年級學生進行碳足跡課程之行動研究中，由組成教師行動研究團隊，編製以碳足跡為核心概念的課程，並利用多元評量的方式，如學習單、臨床晤談、觀察等來了解學生的學習成效。結果發現學生上完碳足跡課程後，在碳足跡的知識以及節能減碳的態度皆有明顯的提升，對學生有正面的影響。另外，洪婷靖(2011)的研究「情境教學融入碳足跡課程對七年級學生碳足跡知識之學習成效與節能減碳態度與行為之影響」，結果發現情境教學組學生在碳足跡知識學習效益顯著優於講述教學組與無教學組，且在課程感受問卷方面，情境教學組學生有良好的課程感受，顯著優於講述教學組學生，同時，實驗組學生透過填寫碳足跡日記，能夠覺知自己的碳足跡大小、省思自己的碳排放量和產生低碳的行為意圖。

節能減碳教學八個單元中，雖然整體「知識」部分達到統計上之顯著效果，但是仔細探討各個單元，發現有些單元成效結果不如預期，不

像「態度」、「環境敏感度」及「行為意圖」每個單元達到統計上之顯著效果。探究其他原因，可能是題目過於簡單偏向一般常識，無法顯出教學成效；或是由於沒有分數壓力下，學生未能專心上課認真作答；教學設計仍有疏漏，未能盡善盡美；本課程設計偏向情意教學。但就其他角度而言，若研究對象知識已到達一定程度時，教學課程設計必須應偏向情意及態度教學，從提升研究對象的環保態度及環境敏感度切入，才能夠真正有效改變其環保行為。鄭翔仁（2011）「節能減碳行為影響因素之探討」的研究結果也顯示，情境因素對於節能減碳行為有直接的影響，而能源態度為影響節能減碳行為意願之重要因素，因此建議政府以及能源教育單位應該不僅注重節能減碳知識的傳播，也應該重視培養正確能源態度的重要性，透過舉辦活動以及實際作業的方式讓民眾有根深柢固的節能概念。另外，在社會影響方面，能源教育應該要重視個人身邊的利害關係人的重要性，使得節能減碳的觀念能夠與每個民眾環環相扣。

賀冠豪（2011）在透過問卷調查瞭解臺北市國小教師「節能減碳」教學之概況，結果顯示教師對節能減碳大致呈現正向態度，但行動度仍不足，約 90%的教師曾進行相關教學，其主要動機並非課程要求，而是教師認為「節能減碳」是重要的環境議題。顯示「節能減碳」在現行課程中，並未有一個完整單元進行教學，但其重要性卻不容忽視，因此本

研究「節能減碳教學介入」著實具有環境教育之意義及必要性。

六、研究對象節能減碳行為意圖之影響因素

本研究針對全體研究對象進行探討，發現節能減碳知識、節能減碳態度、環境敏感度等預測變項與節能減碳行為意圖的相關都達統計上顯著水準；也就是說，國中學生在影響節能減碳行為意圖的因素與節能減碳行為意圖是有顯著關係的。換言之，當研究對象的節能減碳認知越充足、節能減碳態度越積極、環境敏感度越高，則節能減碳行為意圖也有越強烈的情形。

根據張華南（2008）、邱勤予（2010）、林珮君（2010）、郭家玲（2010）、陳淑敏（2012）研究指出，能源知識與能源行為之間達顯著正相關；在周錦鐘（2003）、江俊忠（2008）、張華南（2008）、邱勤予（2010）、林珮君（2010）、郭家玲（2010）、陳淑敏（2012）的研究則指出，能源態度與能源行為之間達顯著正相關；另外，徐永鑫（2004）、陳佩英（2004）、黃彥文（2006）、黃凱羚（2008）、邱勤予（2011）、林珮君（2010）的研究中指出，環境敏感度高者，其環境行為表現之相關達顯著差異。另外，當研究對象的節能減碳的知識越充足、節能減碳態度越積極、環境敏感度越高，則可預測其節能減碳行為意圖有越強烈的情形。此結果與周錦鐘（2003）、徐永鑫（2004）、陳佩英（2004）、黃彥文（2006）、江俊忠（2008）、黃凱羚（2008）、張華

南（2008）、林佩君（2010）、邱勤予（2011）、張穎瀚（2011）的研究結果相仿。

而在進行節能減碳教學介入後，實驗組研究對象在影響其節能減碳行為意圖因素方面，與節能減碳態度及環境敏感度之間具有顯著正相關，與知識並未具有相關，顯示當研究對象知識到達一定程度時，節能減碳態度、環境敏感度等情境因素，對於節能減碳行為意圖比較具有影響力，此與鄭翔仁（2011）研究結果相仿。此外，研究結果顯示，節能減碳態度及環境敏感度對於節能減碳行為意圖具有正向影響力，意即研究對象的節能減碳態度越積極、環境敏感度越高，其節能減碳行為意圖越強烈。

第五章 結論與建議

本研究旨在發展一套「國中生節能減碳教學課程」，並探討介入課程對於國中生「節能減碳知識」、「節能減碳態度」、「環境敏感度」、「節能減碳行為意圖」之教學效果評價，本章依據前述之研究結果，分別提出結論及建議如下。

第一節 結論

根據研究目的、研究假設、研究結果與討論，歸納以下結論：

- 一、 節能減碳教學介入後，能夠增進實驗組節能減碳知識、增強節能減碳正向態度、提升環境敏感度、提高節能減碳之行為意圖，表示教學介入具有顯著成效。
- 二、 全體研究對象節能減碳行為意圖與知識、態度、環境敏感度間，存在不等程度之正相關，表示節能減碳知識越豐富、節能減碳態度越積極、環境敏感度越正向，其節能減碳行為意圖也越強烈，其中節能減碳態度及環境敏感度變項，共可解釋節能減碳行為意圖之變異量達 51.4%。
- 三、 研究對象節能減碳行為意圖，與態度、環境敏感度間，存在不等程度之正相關，表示節能減碳態度越積極、環境敏感度越正向，其節能減碳行為意圖也越強烈，其中節能減碳態度及環境敏感度變項，

共可解釋節能減碳行為意圖之變異量達 30.4%。

- 四、 學生對於八個教學單元都給予高度的肯定，八成以上受試者認為，能夠經由課程中獲得節能減碳相關知能，對於整體教學介入的喜愛程度大約達到九成，且對於授課教師滿意度，也有九成以上學生給予正向肯定。

第二節 建議

依據研究結果，針對教學實務面及未來研究方向，提出以下建議：

一、 發展一套配合十二年國教之節能減碳教學課程

從本研究結果得知，節能減碳教學具有良好成效，因此，建議此節能減碳教學課程可以配合目前健康課程，實際應用於學校教育中。由於教學介入課程共有八個單元，若全部在一學期內教授完成可能有所困難，在考量教科書教學進度因素之下，建議可以將八個單元分散之七、八、九三個年級，總共六學期中進行教學。

節能減碳教育推廣應從小紮根，建議未來可以發展出一套整體性之教學模組，分別適用於國小、國中及高中，以因應未來十二年國教之推行，有系統地灌輸節能減碳觀念，培養學生節能減碳之生活態度，進而落實節能減碳行為。

二、 聯合自然及社會領域協同教學

由於全球暖化議題涉及自然領域及社會領域，若能同時依據健康領域、自然領域及社會領域課程綱要，針對節能減碳主題進行協同教學，例如：公民課對於「京都議定書」、「碳交易」、「碳稅」進行討論、理化課加強暖化之成因與危害、地理課比較陸地面積變化、生物課說明暖化與物種滅絕之關係等，如此多元教學，相信必能有效提高學生節能減碳認知、態度、環境敏感度，及節能減碳行為。

三、 比較不同教學者之教學效果

由於研究者本身即為教學者，對於整套節能減碳教學瞭如指掌，建議能將教案部分增加教師手冊說明，讓其他教學者更清楚瞭解如何運用此套教學介入課程，以增加本研究教學模組之實用性與推廣性。同時，可進一步比較不同教學者，使用本介入課程，教學效果是否有差異性。

四、 對未來研究之建議

- (一) 擴大研究範圍：由於侷限人力、物力、時間及行政考量，本研究介入侷限於台北市立北安國中九年級學生，因此研究結果之外在效度受到限制，無法推論至全國。故建議未來研究可以針對不同地區之學校進行教學介入，使研究結果更具代表性，並擴大研究對象，甚至涵蓋七～九三個年級分別進行教學，進而比較不同年

級間之差異性。

- (二) 比較城鄉差距：本研究僅對於一所國中進行教學介入，若在各方條件許可之下，建議可針對不同縣市進行節能減碳教學，比較不同縣市國中學生之教學效果，不但提高研究的推論性，也可進一步探討城鄉差距在教育上潛藏的問題。
- (三) 增加教學深度與廣度：從研究結果得知，對於研究對象而言，教學課程中許多節能減碳知識太過簡單，建議可以加深教學內容，例如：綠建築的設計、綠色能源、綠色經濟、碳稅、碳交易市場等。
- (四) 運用多元教學法：本研究大多採用講述法、討論法及問答法，建議可以嘗試不同教學方法，例如：針對「碳稅」議題，舉行公聽會，學生分組成為各方代表，有市井小民、公司企業、政府機關、環保人士等，分組事先收集相關資料，在課堂上進行發表，讓學生學習思考如何在經濟、環境、生活品質之取得一個平衡點。

參考文獻

- ±2°C－台灣必須面對的真相（2010）。±2°C－台灣必須面對的真相。2010年7月11日，取自 http://www.bcc.com.tw/bcc_event/2c/0224/01.html。
- 98年能源委員會（2009）。會議緣起。線上檢索日期：2009年5月。
- 工業技術研究院（2004a）。氣候變化綱要公約全球資訊網。2009年12月15日，取自 http://sd.erl.itri.org.tw/fccc/ch/intro/intro_3.htm
- 工業技術研究院（2008b）。何謂氣候變化綱要公約。線上檢索日期：2009年5月。
- 工業技術研究院（2008）。京都議定書。線上檢索日期：2009年5月。
- 于寧、賴明伸（2005）。綠色消費的國際發展趨勢。科學發展，387，20-25。
- 方德隆（譯）（2004）。Ornstein, A. C. & Hunkins, F. P. 著。課程發展與設計（Curriculum: foundations, principles and issues II, 4th edition）。台北：高等教育。
- 王文科（1988）。課程與教學。台北市：五南。
- 王亦欣（2003）。探討國二學生閱讀漫畫表徵的文本對地球科學概念學習的影響～以天文和溫室效應為例。國立臺灣師範大學科學教育研究所博士論文。台北。
- 王保進（2002）。視窗版SPSS與行為科學研究。台北：心理。
- 王永誠（2011）。以E-STs教學模組進行全球暖化相關議題教學之行動研

究。國立東華大學自然資源與環境學系碩士論文。花蓮。

王如哲(2009)。教育新知能源教育的未來與展望。**台灣教育**，660，16-22。

王宣中(2010)。**學校師生上下學通群之交通生態足跡研究～以萬來國小為例**。大業大學工業工程與科技管理學系碩士論文。桃園。

王柏鴻譯(2007)，史帝芬·李柏(Stephen Leeb)、葛倫·史垂西(Glen Strathy)

原著。**石油衝擊**(The Coming Economic Collapse)。台北市：時報文化。

王進榮(2009)。漫談節能減碳與政策。**能源報導**，2009(1)，33-36。

王從恕(2010)。全球變遷下全球與台灣的永續發展願景。**應用倫理評論**，48，61-70。

王彬墀、李育明、陳秋楊(2009)。**PAS 2050產品與服務生命週期溫室氣體排放評估規範之探討**，2009永續性產品與產業管理研討會。台南：國立成功大學。

王琬舒(2009)。**碳足跡標準規範之永續產品設計研發節能效益分析與評估**。大葉大學設計暨藝術學院碩士論文。台北。

王順美(2002)。**台灣綠色學校伙伴網路計畫之現況**。2002 環境教育研討會。

王逸欣(2006)。**我國大學生的全球暖化現象之相關知識、態度與行為意向的研究**。國立高雄師範大學環境教育研究所碩士論文。高雄市。

王馨敏(2011)。**七年級學生進行碳足跡課程之行動研究**。國立彰化師範

大學生物學系研究所碩士論文。彰化。

毛榆涵（2010）。**花蓮地區國小學童全球暖化及節能減碳教學之研究**。國

立東華大學科學教育研究所碩士論文。花蓮。

台灣電力公司（2008）。<http://www.taipower.com.tw/>。線上檢索日期：2011年1月。

台灣環境保護聯盟（2008）。**保衛家園・抗暖化**。台北市：台灣環境保護聯盟

台灣環境保護聯盟（2011）。**2010年台灣環境回顧**。線上檢索日期：2011年1月。

台灣環境資訊協會。<http://www.e-info.org.tw/>。線上檢索日期：2011年1月。

田振榮(1997)。推動能源教育之現況與檢討。**技術與職業教育雙月刊**，40，28-31。

江哲銘（2008）。教育部永續校園推動緣起、目標與成果。**載於九十七年度教育部永續校園初期綜合輔導會議技術手冊**。台南市：教育部環境保護小組。

江俊忠（2008）。**南投縣國小教師能源使用態度及行為之研究**。朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文，台中縣。

行政院經濟建設委員會（2005）。**國家發展重點計畫2002-2007**。台北市：

行政院經濟建設委員會。

行政院環境保護署(2009)。**EcoLife Taiwan**清淨家園顧厝邊綠色生活網—

無悔十大宣言。2009年4月13日，取自

http://ecolife.epa.gov.tw/cooler/flash/eco2_main_01.html

任孟淵、王順美(2009)。推動永續消費之環境教育觀點。**環境教育研究**，

7 (1)， 1-26。

李方齡譯(2006)，PETER TERTZAKIAN著。**每秒千桶一看準下一波能**

源大勢與世紀商機。台北：美商麥格羅·希爾國際股份有限公司。

李永展、陳安琪(1999)。應用生態足跡分析探討貿易對永續發展之影響。

都市與計劃，**26 (2)**，133-151。

李永展(2007)。**生態足跡入門—什麼是生態足跡？**台灣環境資訊協會。

李育豪(2007)。氣候變遷-玉山也受害。**天下雜誌**，**369**，124-126。

李培芬(2008)氣候變遷對生態的衝擊，**科學發展**，**424**，34-43。

李堅明(2009)。台灣推動部門節能減碳策略與措施。**能源報導**，2009年

五月，P5-P7。

李涵茵、吳再益、楊正光(2008)。台電公司推動ESCO 策略。**能源季刊**，

38 (1)，83-95。

李恆華(2004)。**大學校院環境教育相關課程教師之教學現況調查及其相**

關因素研究。國立臺灣師範大學衛生教育學系碩士論文。台北。

- 李曉蓉（2010）。丹麥節能減碳教育政策與學校實施案例。台灣教育雙月刊，661，21-29。
- 宋佳芳（2009）。節能減碳專案式學習——以「太陽能車教學」為例。生活科技教育月刊，42（1），40-66。
- 呂宗賢（2008）。臺北縣國民中學推動節約能源政策之探討，世新大學碩士論文。台北。
- 呂錫民、陳發林、張憶琳（2008）。台灣應有的能源政策建議。能源季刊，38（2），75-86。
- 杜政榮、吳天基、江漢全(2001)。環保與生活。台北：國立空中大學。
- 邱政皓（2010）。量化研究與統計分析。臺北市：五南圖書。
- 邱皓政（2006）。量化研究法（一）——研究設計與資料處理。台北市：雙葉。
- 邱皓政（2006）。量化研究與統計分析——SPSS中文視窗版資料分析範例解析。台北市：五南。
- 邱勤予（2010）。台北地區國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究-以台北二所國中為例。國立台灣師範大學健康促進與衛生教育學系碩士論文。台北。
- 吳明隆（2000）。SPSS統計實務。台北市：松岡。
- 吳慧春（2010）。全球暖化認知與節能減碳態度之心智圖教學研究。國

立臺灣海洋大學海洋環境資訊學系碩士學位論文。基隆。

吳瓊治（2010）。品能源危機下，以「節能減碳」因應地球永續發展。品

質月刊，46（2），32-35。

低碳生活部落格。<http://lowestc.blogspot.com/>。線上檢索日期：2011年2

月。

余鈺焜（2007）。台美國民教育階段能源教育教材之比較。立德管理學院

資源環境研究所碩士論文，未出版。

林志明（2005）。環境教育議題融入製造科技活動設計與探討。生活科技

教育月刊，38（4），64-74。

林明瑞（2009）。國小階段節能減碳概念發展、素養內含之探討及所需課

程及評量之發展研究整合型計畫。行政院國家科學委員會專題研究

計畫申請書，未出版。

林明賢（2006）。傳統技術創新升級策略——以LED替代傳統光源為例。國

立中山大學高階經營碩士論文。

林珮君（2010）。國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究～以台

北縣國中為例。國立台灣師範大學健康促進與衛生教育學系碩士論

文。台北。

林若婷、詹長權（2009）。全球暖化所造成的新興傳染病與防疫政策。醫

療品質雜誌，3（4），4-8。

林家吟（2010）。國小三年級全球暖化教學模組實施成效之研究。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文。屏東。

林韋如（2009）。我國國小學童關於全球暖化現象之相關知識、態度與行為意向調查研究。國立高雄師範大學環境教育研究所碩士論文。高雄。

林清山（1992）。心理與教育統計學。台北：東華。

林清章、賴東彥、陳建州（2008）。能源教育的內涵與實施方法之探討。
Asian Journal of Management and Humanity Sciences，3（1-4），
80-105。

林盛隆、江俊忠、楊靜宜（2009）。南投縣國小教師能源態度及行為之研究。**環境教育研究**，6（1），1-40。

林建輝（2009）。高中學生環境永續發展行為意圖及其相關因素研究～以台北市某高中學生為例。國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育學系研究所碩士論文。台北。

林憶珊（2003）。臺灣中部地區國小師資生溫室效應概念之認知研究。國立嘉義大學教育學院國術教育研究所自然教學碩士學位班碩士論文。嘉義市。

京都議定書（2008）。維基百科。2008年8月21日

周芝嫻（2010）。國小低、中、高年級節能減碳知識標準化評量之研究。

國立臺中教育大學環境教育及管理研究所碩士論文。台中。

周淑嬌（2008）。**國中生環境知識、環境態度、自我效能、環境行動經驗**

與環境行為意圖之相關研究—以臺北縣某所國中學生為例。國立臺

灣師範大學健康促進與衛生教育學系碩士論文。台北。

周錦鐘（2003）。**臺北市國民小學教師能源態度研究**。臺北市師範學院國

民教育研究所碩士論文，臺北市。

孫維廷、洪志誠（2005）。從京都議定書談氣候變遷與暖化實驗。**市師環**

教，**61**，54-68。

馬道（2010）。美國太陽能產業現況及政策。**經濟前瞻**，**131**，89-92。

馬衛華、柳娟（2007）。台灣大專院校的能源教育。**中國電力教育月刊**，

42（1），23—24。

洪志成、廖梅花合譯（2004）。**焦點團體訪談**。嘉義：濤石。

洪婷靖（2011）。**情境教學融入碳足跡課程對七年級學生碳足跡知識之學**

習成效與節能減碳態度與行為之影響。國立彰化師範大學生物學系

研究所碩士論文。彰化。

柯玫淑（2003）。**國小中、高年級能源永續概念標準化評量之研究**。臺中

師範學院環境教育研究所碩士論文。台中。

柯倩玉（2008）。**全球暖化數位教材之設計與評估～以國小高年級學童為**

對象。台北市立教育大學環境教育與資源研究所碩士論文。台北。

- 施奉君（2010）。**南投縣國中學生能源知識與能源態度相關研究**。朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文。南投。
- 科學人雜誌（2008）。**台灣如何利用太陽能發電**。72期2月號。
- 胡幼慧（1996）。**質性研究：理論、方法與本土女性研究實例**。台北：巨流。
- 倪宏坤（2006）。**全球變遷（第一版）**。台中市：暢談國際文化。
- 翁鳳英（2008）。歐盟節能實例。**能源報導**，2008，31-24。
- 晏涵文（2000）。健康與體育新課程綱要之理念、內涵與特色。**健康教育**，85，16-29。
- 晏涵文（2001）。**教育改革與環境教育**。載於張子超（主編），**環境教育課程設計**（頁28-47）。台北市：師大書苑。
- 涂重敬（2003）。**高雄市國中自然與生活科技教師能源教育教學現況與能源態度之研究**。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文。高雄。
- 唐孝蘭、葉國樑（2001）。探討價值澄清法在資源回收教學上之應用。**衛生教育學報**，16，103-132。
- 徐永鑫（2004）。**苗栗縣綠色學校國小高年級學童之環境敏感度、環境議題知識及環境行為之調查研究**。國立新竹教育大學進修部自然教育學系教學碩士班碩士論文，新竹市。

- 徐培祥（2009）。屏東縣恆春鎮國小高年級學生能源認知與能源態度之研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文。高雄。
- 張子超（2000）。九年一貫課程環境教育的內涵與教學。台灣教育，589，12-21。
- 張子超（2009）。永續發展的教育觀點。2009年8月21日，取自 http://www.greenschool.moe.edu.tw/files/17/7046_f_27.doc
- 張子超（主編）（2001）。環境教育課程設計。台北：師大書苑。
- 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。臺中師範學院環境教育研究所碩士論文。台中。
- 張聖宗(2004)。國小高年級能源永續教學之行動研究。臺中師範學院環境教育研究所未出版碩士論文。台中。
- 張淑惠（2008）。國小學生對全球暖化議題與能源管理態度之研究。清雲科技大學經濟管理研究所碩士論文。桃園縣。
- 張景翔（2010）。高中學生環境態度與生態平衡知識之研究—以臺北市地區為例。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。台北。
- 張筑潔（2008）。臺北市社區大學學員的環保認知與環境行為關係之研究。國立臺灣師範大學社會教育學系碩士論文。台北。
- 張凱惠（2005）。台北市國小教師全球暖化相關概念之調查研究。臺北市立教育大學科學教育研究所碩士論文。台北。

張華南（2008）。大學學生能源認知與能源態度之研究—以朝陽科技大學

為例。逢甲大學經營管理碩士在職專班碩士班論文，台中市。

張楊乾（2009）。哥本哈根協議爭議中產出。線上檢索日期：2010年11月。

張楊乾。低碳生活的24堂課～小至馬桶大到棒球場的減碳提案。朱雀文化事業有限公司出版。

張顥瀚（2011）。中學生節能減碳知識、態度與行為之研究。國立彰化師範大學生物學系研究所碩士論文。彰化。

教育部環保小組(2008)。教育部推廣校園節能減碳方案

http://co2.saveoursky.org.tw/upfiles/ADUpload/tw_knowledgemul1269365319.pdf。線上檢索日期：2011年2月。

莊承益（2007）。全球暖化教學設計與學習成效之研究。台北市立教育大學社會科教育系碩士論文。台北。

莊淑臻（2009）。國小教師對全球暖化議題之知識、教學態度、教學現況與進修需求之研究。國立臺中教育大學環境教育研究所碩士論文。

台中。

莊博閔（2009）。國中生綠色消費知識、態度與行為之調查研究—以臺北縣某國中為例。國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育學系碩士論文。台北。

陳正昌、陳新豐、程炳林、劉子鍵（2007）。多變量統計方法—統計軟體

應用。台北市：五南。

陳向明（2002）。社會科學質的研究。台北市：五南。

陳沛怡（2010）。國中學生生態飲食行為意圖及其相關因素研究～以南投縣某完全中學國中部為例。國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育學系研究所碩士論文。台北。

陳昭吟（2010）。國中教師節能減碳認知、態度及行動經驗之研究。國立東華大學科學教育研究所碩士論文。花蓮。

陳炳仁、陳亮恭（2009）。全球暖化對老年人健康的影響。醫療品質雜誌，3（4），9-13。

陳美冠（2009）。高雄縣國小教師節能減碳實踐之研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文。高雄。

陳美霞（2009）。從公共衛生看全球暖化問題。醫療品質雜誌，3（4），14-18。

陳珮英（2004）。國中學生永續發展行為意圖及其相關因素研究—以臺北市大安區國中學生為例。國立臺灣師範大學衛生教育學系碩士論文。台北。

陳淑敏（2012）。高雄市國小學童節能減碳知識、行為與環境態度之研究。國立屏東教育大學數理教育研究所碩士論文。屏東。

陳惠娟（2004）。國小教師永續教育專業知能之調查研究—以臺北市為

例。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。台北。

陳益和(2004)。青少年能源教育數位學習之研究。國立高雄應用科技大學電機工程系碩士班碩士論文。高雄。

陳欽雨、高宜慶（2005）。綠色生產及消費系統評估架構之發展與分析。人文暨社會科學期刊，1（1），1-17。

陳偉（2008）。國小六年級全球暖化教學活動與學習成效之探討。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士班碩士論文。台北。

陳偉群（2009）。國小六年級全球暖化教學活動與學習成效之探討。國立臺北教育大學自然科學教育學系碩士論文。台北。

陳瑞榮（2008）。我國能源科技教育與節能減碳政策之推展現況探討。生活科技教育月刊，41（6），56-70。

陳靜茹（2008）。全球暖化與京都議定書議題之研究——以分析2001-2007年紐約時報新聞為例。世新大學廣播電視電影研究所碩士論文。台北。

陸佳泰（2009）。高級中學永續發展教育之研究。國立臺灣師範大學生命科學系在職進修碩士班碩士論文。台北。

郭恆祺（譯）（2007）。James Howard Kunstler著。沒有石油的明天：能源枯竭的全球化衝擊（The Long Emergency: Surviving the Converging Catastrophes of the Twenty-First Century）。台北市：商周。

- 郭家玲（2010）。**大臺北地區國中學生對於全球暖化與節能減碳知識、態度、行為意向之研究**。國立臺灣師範大學生命科學系碩士論文。台北。
- 郭寶蓮譯（2004），大衛·古斯丁著。**石油耗竭：文明的未來出路在哪裡？**台北：城邦文化事業股份有限公司。
- 許琇玲（2006）。**溫室效應導致氣候變遷之相關認知、態度與行為意向調查研究**。國立高雄師範大學環境教育研究所碩士論文。高雄市。
- 夏清林譯（1997）。**行動研究方法導論：教師動手作研究**。台北：遠流。
- 康國裕（2001）。落實能源教育的重要性。**技術及職業教育**，62，2-4。
- 湯宜佩（2007）。**臺北市國小職前教師氣候變遷概念與態度之調查研究**。台北市立教育大學環境教育與資源研究所碩士論文。台北。
- 湯馬斯·佛理曼著（丘羽先、李欣容、許貴運、童寧、黃孝如、楊舒娟、蔡菁芳、顧淑馨譯）（2009）。**世界又熱、又平、又擠**。台北：天下文化。
- 程金保（2008）。**我國能源教育之發展**。線上檢索日期：2009年11月。
- 程金保、商育滿、胡開惠(2008)。能源教育大不同——以歐美為例探討國內外推行能源教育之差異。**能源報導**，32，32-34。
- 彭國棟（2007）。全球暖化與生物多樣性保育。**自然保育季刊**，57，3-11。
- 葉欣誠（2006）。**地球暖化，怎麼辦？**高雄市：環境保護局。

- 黃月純（2009）。節能減碳教育實施之探析。台灣教育，658，14-21。
- 黃必昌（2008）。我國國民小學溫室氣體排放管理現況與節能減碳策略研究。大葉大學工業工程與科技管理學系碩士在職專班碩士論文。彰化。
- 黃光雄主譯（2005）。質性教育研究：理論與方法。嘉義：濤石。
- 黃光雄、蔡清田（2003）。課程研究與課程發展理念的實踐。中正教育研究，2（1），P1-20。
- 黃光雄、蔡清田（2009）。課程發展與設計。台北市：五南。
- 黃恆獎、蕭廣中（1995）。綠色行銷與消費者購買行為之結構性分析。管理評論，14（2），21-40。
- 黃明忠、黃文良（2008）。E-learning教學模式應用於高職節約能源教育之研究。工程科技與教育學刊，5（4），553-562。
- 黃服賜（2000）。學校環境教育的理念與原理。環境教育季刊，43，74-86。
- 黃彥文（2006）。大學生綠色消費行為之研究—以台北市立教育大學學生為例。臺北市立教育大學環境教育研究所碩士論文，台北市。
- 黃瑞琴（2002）。質的教育研究方法。台北市：心理。
- 黃建誠、林振芳（2006）。節能省電救地球。台北：新自然主義股份有限公司。
- 黃啟峰（2007）。二氧化碳與全球暖化。科學發展，413，6-12。

賀冠豪（2011）。**臺北市國小教師節能減碳相關概念、態度與教學概況之**

調查研究。臺北市立教育大學環境教育與資源研究所環境資源組碩

士論文。台北。

楊世瑩（2007）。**SPSS統計分析實務**。台北市：旗標。

楊孟麗譯（2007）。**實驗與類實驗設計—因果擴論**。台北市：心理。

詹志禹、蔡金火（2001）。**九年一貫課程改革與教師行動研究**。載於中華

民國課程與教學學會（主編），**行動研究與課程教學創新**（頁75-99）。

台北市：揚智文化。

詹姆斯·哈維·康斯勒(James Howard Kunstler)（2007）。**沒有石油的明天：**

能源枯竭的全球化衝擊（The Long Emergency: Surviving the

Converging Catastrophes of the Twenty-First Century）（郭恆祺譯）。台

北市：商周出版。（原作2005 年出版）

經濟部能源局（2005）。**能源政策白皮書**。台北：經濟部能源局。

經濟部（2001）。**中華民國台灣地區能源簡介**。台北：經濟部。

經濟部能源局（2006）。**政府機關學校耗能指標指導手冊**。台北：經濟部

能源局。

經濟部能源局（2007）。**能源簡介**。台北：經濟部。

經濟部（2008）。**永續能源政策綱領**。

<http://info.gio.gov.tw/ct.asp?xItem=37060&ctNode=3764&mp=1>。線上

檢索日期：2011年2月

經濟部能源局（2009）。<http://www.moeaboe.gov.tw/>。線上檢索日期：2011

年2月。

甄曉蘭（2003）。課程行對研究—實例與方法解析。台北市：師大書苑。

趙姿婷（2009）。北高二市民眾對全球暖化的認知概念及實際行動之研

究。國立台中教育環境教育研究所未出版碩士論文。台中。

趙家緯（2009）。哥本哈根會議為愚蠢年代揭幕。線上檢索日期：2010

年11月。

蔣本基、顧洋、鄭耀文、林志森（2006）。我國溫室氣體減量整體因應策

略。科學與工程技術期刊，2（1），1-8。

廖惠珠（2006）。全球頂尖的節能高手德國。能源報導，2006.8，17-20。

蔡志忠（2008）。全球暖化的現況，危機及因應之道。2008年11月9日演

講資料，能源教育研習計畫-教師組：雲林縣。

蔡函岑（譯）（2009，10月17日）。凸顯全球暖化問題 馬爾地夫內閣海底

開會。大紀元。2010年5月1日，取自

<http://www.epochtimes.com/b5/9/10/17/n2692244.htm>

蔡美華譯、王文科審定（2003）。行動研究法。台北市：學富。

蔡清田（2004）。課程發展行動研究。台北市：五南。

蔡鳳怡（2007）。國民小學節約能源做法之研究--以參與2002-2007能源教育

示範學校選拔之學校為例。國立臺灣師範大學環境教育研究所碩士論文。台北。

歐用生（1996）。教師專業成長。台北市：師大書苑。

劉怡君（2008）。以STS 理念融入溫室效應教學之研究。臺北市立教育大學自然科學系教學碩士學位班碩士論文。台北。

劉崇武（2007）。高雄縣國小高年級學生能源認知與能源態度之研究。國立高雄師範大學工業科技教育學系碩士論文。高雄。

鄭鈞元、黃文良（2008）。多媒體能源導論教學之研究。工程科技與教育學刊，5（4），589-600。

鄭翔仁（2011）。節能減碳行為影響因素之探討。東海大學企業管理學系研究所碩士論文。台北。

鄭鈺燕（2009）。我國大學生對於溫室效應導致氣候變遷的相關知識、態度與行為意向之調查研究。高雄師範大學環境教育研究所碩士論文。高雄。

盧幸如（2011）。台北地區國小六年級學童節能減碳知識與態度之研究。臺北市立教育大學歷史與地理學系研究所碩士論文。台北。

遲正憲（2010）。推動節能減碳的社會教育之層級分析。朝陽科技大學環境工程與管理系碩士論文。彰化。

環境資訊中心（2009，12月17日）。2009新聞回顧：哥本哈根氣候變遷會

議結果顯示：前途多艱。2010年7月11日取自

<http://e-info.org.tw/node/50294>

鍾丁茂（2005）。碳排放減量與京都議定書。**生態台灣**，8，42-44。

蘇建霖（2007）。全球暖化--台灣的現況與因應策略。**能源報導**，3，8-10。

蕭代基（2009）。環境危機是人類永續發展的根本危機。**經濟前瞻**，122，17-19。

蕭富元（2007a）。全球暖化台灣發燒。**天下雜誌**，369，106-115。

蕭富元（2007b）。台灣能源的三大罩門。**天下雜誌**，369，120-123。

羅永伸（2009）。彰化縣國小校園環保措施的重要性績效分析。大葉大學工業工程與科技管理學系碩士在職專班碩士論文。

羅新衡、高紹惠（2007）。減少二氧化碳排放由日常生活著手。**科學發展**，413，13-17。

顧洋（2008）。全球暖化的因應。**科學發展**，421，6-11。

二、英文部分

Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1992), *Students' perceptions of Global Warming*. International Journal of Environmental Studies, 42, 287-300.

Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1993). *The greenhouse effect – Children's perception of causes, consequences and cures*. International Journal of science education, 15(5), 531-552.

Boyes, E., Chambers, W., & Stanisstreets, M. (1995). *Trainee primary Teachers' Ideas*

- about the Ozone Layer*. Environmental Education Research, 1(2), 133-145.
- Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1997). *Children's models of understanding of two major global environmental issues (ozone layer and greenhouse effect)*. Research in Science & Technological Education, 15(1), 19-28.
- Burkardt, H. (2002). *The Development of a Sustainable World Energy System: A Full Spectrum of the Issues*. Paper presented at the joint meeting of the 5th International Symposium on CO₂ Fixation and Efficient Utilization of Energy (C & E 2002), and the 4th International World Energy System Conference (WESC-2002), March 4-6, 2002 at the Tokyo Institute of Technology, Tokyo, Japan.
- Cavanagh, S. (2007), *Lessons about climate change pose many challenges for science teachers*, Education Week, 27(10), 1.
- Central Office, Breakthrough Institute (2008). National Energy Education Act, Policy Concept Draft. Oakland, CA: The Author.
- Chedid, L. G. (2005). *Energy, society, and education, with emphasis on educational technology policy for K-12*. Journal of Science Education and Technology, 14(1), 75-85.
- Chalmers, D. (2008). *Indicators of university teaching and learning quality*. Strawberry Hills, NSW: The Carrick Institute for Learning and Teaching in Higher Education Ltd.
- Chedid, L. G. (2005). *Energy, society, and education, with emphasis on educational technology policy for K-12*. Journal of Science Education and Technology, 14(1), 75-85.
- Cutshall, S. (2002). *Technology education tackles energy crisis*. Techniques: Connecting Education and Careers, 77(8), 26-29.
- Christidou, V., Koulaidis, V. (1996). *Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications*. Science Education, 80(5), 559-576.
- Daniel P., & Dev N., & Soyoung C., & Umarporn C. (2009) .*Seventh Grade Students'*

- Conceptions of Global Warming and Climate Change*. Environmental Education Research, 15(5), 549 – 570.
- Daniel, B., Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2004). *How can we best reduce global warming? School students' ideas and misconceptions*. International Journal of Environmental Studies, 61(2), 211-222.
- Danish Ministry of Education(2009a).*A big climate year*. Retrieved December 18, 2009, from <http://www.eng.uvm.dk/Uddannelse/Themes/Climate%20Education.aspx>
- Danish Ministry of Education (2009b). *The Danish initiatives*. Retrieved December 18, 2009, from <http://www.eng.uvm.dk/Uddannelse/Themes/Climate%20Education/The%20Danish%20Initiatives.aspx>
- Danish Ministry of Education (2009c). *Climate change in the classroom*. Retrieved December 18, 2009, from <http://www.eng.uvm.dk/Uddannelse/Themes/Climate%20Education/Climate%20change%20in%20the%20classroom.aspx>
- DeWaters J., S. Powers, 2009, “*Work in Progress - Energy Education and Energy Literacy: Benefits of Rigor and Relevance*,” *Frontiers in Education Conference*, pp.1 – 2.
- Dias, R. A., Mattos, C. R. & Balestieri, J. A. P. (2004). *Energy education: breaking up the rational energy use barriers*.
- Diehl , J.C.et al (2001) , *Ecodesign methodology development Form liner hierarchies to nonlinear networks* , *European Journal of Operational Research* .26 , pp.229-237.
- Dove, J. (1996). *Student Teacher Understanding of the Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion and Acid Rain*. Environmental Education Research, 2(1), 89-100.
- Driver, L., Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2010), *Young People's Views about Nuclear power to Reduce Global Warming*. International Journal of Environmental Studies, 67(1), 1-3.

- Eames, C., Cowie, B. & Bolstad, R.(2008) *An evaluation of characteristics of environmental education practice in New Zealand schools.*
- Education Commission of the States. (1981). *Energy education: A policy development handbook.* Denver, CO: Education Commission of the States.
- Elliott.J. (1992) .*Action research for educational change.*Milton Keynes : Open University Books.
- Elliott W. Eisner(1998).*The Educational Imagination*,4th ed.New York : Macmillan.Elliott, Lorraine(2004). *The Global Politics of the Environment*, 2nd ed. New York: Palgrave. 10-12
- Fry, T. (2007). *Offshore energy education must begin with the public and politicians.* *Offshore*, 67(5), 130-131.
- Frumkin H, Hess J, Luber G, Malilay J, McGeehin M.(2008), *Climate Change: The Public Health Response.**Am J Public Health*,98(3):435-445.
- Gomez-Granell, C., Cervera-March, S. (1993). *Development of conceptual knowledge and attitudes about energy and the environment.* *International Journal of Science Education*, 15(5), 553-565.
- Goodlad,J.I. (1979) .*The scope of curriculum field.*In Goodlad,J.I.et al.,*Curriculum inquiry : The study of curriculum practice.* N.Y.McGraw-hill Sterling, S (1996).*Education in Change*’ in H John & S Sterling (Des) *Education for Sustainability*, Earthscan Publications Ltd, London.
- Hugerat, M. (2004) *Environmental education through science and technology projects: Two case studies.*
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1988), *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, N.Y.: United Nations.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001).*Climate Change 2001: Synthesis Report*, Geneva: IPCC.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2007). *Climate Change 2007: Synthesis Report*, Geneva: IPCC.
- Jeffries, H., Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2001). *Knowledge about the "Greenhouse Effect": have college students improved?* Research in Science & Technological Education, 19(2), 205-221.
- Khalid, T. (2003). *Pre-service High School Teachers' Perceptions of Three Environmental Phenomena*. Environmental Education Research, 9, 35-50.
- Kilinc, A., Stanisstreet, M. & Boyes, E. (2008). *Turkish Students' ideas about Global Warming*. International Journal of Environmental and Science Education, 3(2), 89-98.
- Koulaidis, V., & Christidou, V. (1999). *Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications*. Science Education, 83(5), 559-576.
- Kuhlemeier, H., Bergh, H. V. D., & Lagerweij, N. (1999). *Environmental Knowledge, Attitudes, and Behavior in Dutch Secondary Education*. The Journal of Environmental Education, 30, 4-14.
- Krajcik, J. S., Czeniak, C., & Berger C. (1999). *Teaching children science: A project-based approach*. Boston: McGraw-Hill College.
- Makki, M. h., Abd-El-Khalick, F., & Boujaoude, S. (2003). *Lebanese Secondary School Students' Environmental Knowledge and Attitudes*. Environmental Education Research, 9(1), 21-33.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. New York: Cambridge University Press.
- World Commission on Environment and Development (1987) .*Our Common Future—The World Commission on Environment and Development*. Geneva, Switzerland : Oxford University Press.
- Michail, S., Stamou, A. G., & Stamou, G. P. (2006). *Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: An exploration of their environmental knowledge and images of nature*. Science Education, 91(2), 244-259.

- Multi Model Climate Projections. *National Center for Atmospheric Research Boulder, Colorado, USA*, 25-27.
- Naess, A., (1998) “*The Deep Ecological Movement: Some Philosophical Aspects*,” in M. E. Zimmerman (ed.)
- Noll, V. H., Scannell, D. P., & Craig, R. C. (1979) *Introduction to Educational Measurement*. (4th ed.) Boston: Houghton Mifflin.
- Nordine, J. C. (2007). *Supporting middle school students' development of an accurate and applicable energy concept*. (Dissertation & Thesis)
- Petergem, P.V., Blieck, A. & Boeve-De Pauw, J. (2007). *Evaluating the implementation process of environmental education in preservice teacher education: Two case studies*.
- Roman, H. T. (2008) *Think green: Teach students smart ways to reduce home energy use*.
- Schlageter & J.N. (1980). *Student cognition, attitudes, and action-orientation and teacher attitudes toward environmental education concepts at the seventh grade level*. The University of Rochester. Dissertation Abstracts.
- Serafin, R., Heikes, B., Sargeant, D., Smith, W., & Takle, E., Thomson, D., Wakimoto, R. (1991). *Study on observational systems: A review of meteorological and oceanographic education in observational techniques and the relationship to national facilities and needs*. Bulletin American Metrological Society, 72, 815–826. and Willingness to Act Research in Science Education, 39, 661-680.
- Summers, M., Kruger, C., Childs, A., & Mant, J. (2000). *Primary School Teachers' Understanding of Environmental Issues: an interview study*. Environmental Education Research, 6(4), 293-312.
- The Ministry of Climate and Energy(2009a).Background. Retrieved December 16,2009, from <http://www.kemin.dk/en-US/TheMinistry/background/Sider/Forside.aspx>
- The Ministry of Climate and Energy(2010).*Future climate and climate adaptation*.

Retrieved January 1, 2010, from

<http://www.kemin.dk/en-US/facts/climate/Sider/Futureclimateandclimateadaption.asp>

x

Thomas Stocker, Qin Dahe, Gian-Kasper Plattner, Melinda Tignor, Pauline Midgley (2010).

Meeting Report. National Center for Atmospheric Research Boulder, Colorado, USA, 25-27.

Vasiliki Papadimitriou (2004). *Prospective Primary Teachers' Understanding of Climate Change, Greenhouse Effect, and Ozone Layer Depletion*. Journal of Science Education and Technology, 13(2), 299-307.

Venetoulis, J & Talberth, J (2005), *Ecological Footprint of Nations: 2005 Update, Sustainability Indicators Program, Redefining Progress*.

Wackernagel, M. & W. Rees (1996), *Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on The Earth*, Gabriola Island, BC, Canada: New Society.

Walters, C. F., Strickland, O. L., & Lenz, E. R. (1991). *Measurement in nursing research* (2nd ed). Philadelphia: Davis.

附錄一

問卷內容效度考驗專家名單

姓名	現職
周儒	國立台灣師範大學環境教育所教授
柯淑婉	國立台灣師範大學環境教育中心
張子超	國立台灣師範大學環境教育所教授
曾治乾	國立台灣師範大學健康促進與衛生教育學系教授
葉國樑	國立台灣師範大學健康促進與衛生教育學系教授
蘇宏仁	國立新竹教育大學應用科學系教授

（依專家姓名筆畫排列）

附錄二

「國中生節能減碳教學效果之研究～以台北市某國中為例」

專家審查說明函

老師賜鑑：

您好！我是國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育學系博士學生，目前於葉國樑教授的指導下進行「國中生節能減碳教學效果之研究～以台北市某國中為例」為博士論文題目。目前正在發展問卷初稿作為研究工具，素仰台端學識淵博、素養豐富，懇請您撥冗協助審查，如蒙惠允，由衷感激！

隨本函附上：

1. 本研究之摘要說明
2. 本問卷評選說明

請您就所附之問卷進行審查，將您寶貴的建議寫於空格中或直接修改於題目上。感謝您的熱心指導，如您方便，請於 100 年 7 月 30 日前將審查結果寄回，懇請您惠賜卓見，謝謝你的支持與協助！

敬祝 教安

國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育研究所

指導教授 葉國樑 博士

研究生 唐孝蘭敬上

如有疑問請與我聯繫！聯絡電話：0922865600

e-mail：miranda2685@gmail.com

中華民國 100 年 7 月

一、研究摘要說明

(一) 研究目的

本研究主要依據現行九年一貫健康與體育學習領域課程綱要、及100年新課程綱要，並參考國內外有關節能減碳環境教育課程，發展出一套針對國中學生關於節能減碳教學模組，分析此教學模組之成效，並探討國中學生在節能減碳環境永續知識、態度、環境敏感度與行為意圖方面之差異，同時觀察學生上課的反應、參與度及課堂氣氛的情形。希望能提供國中學生一系列完整的節能減碳環境教學，以落實推動學校節能減碳教育，並將節能減碳價值觀內化為全民行動，一起邁向低碳生活，有效地遏抑全球暖化危機，讓地球永續經營生生不息。

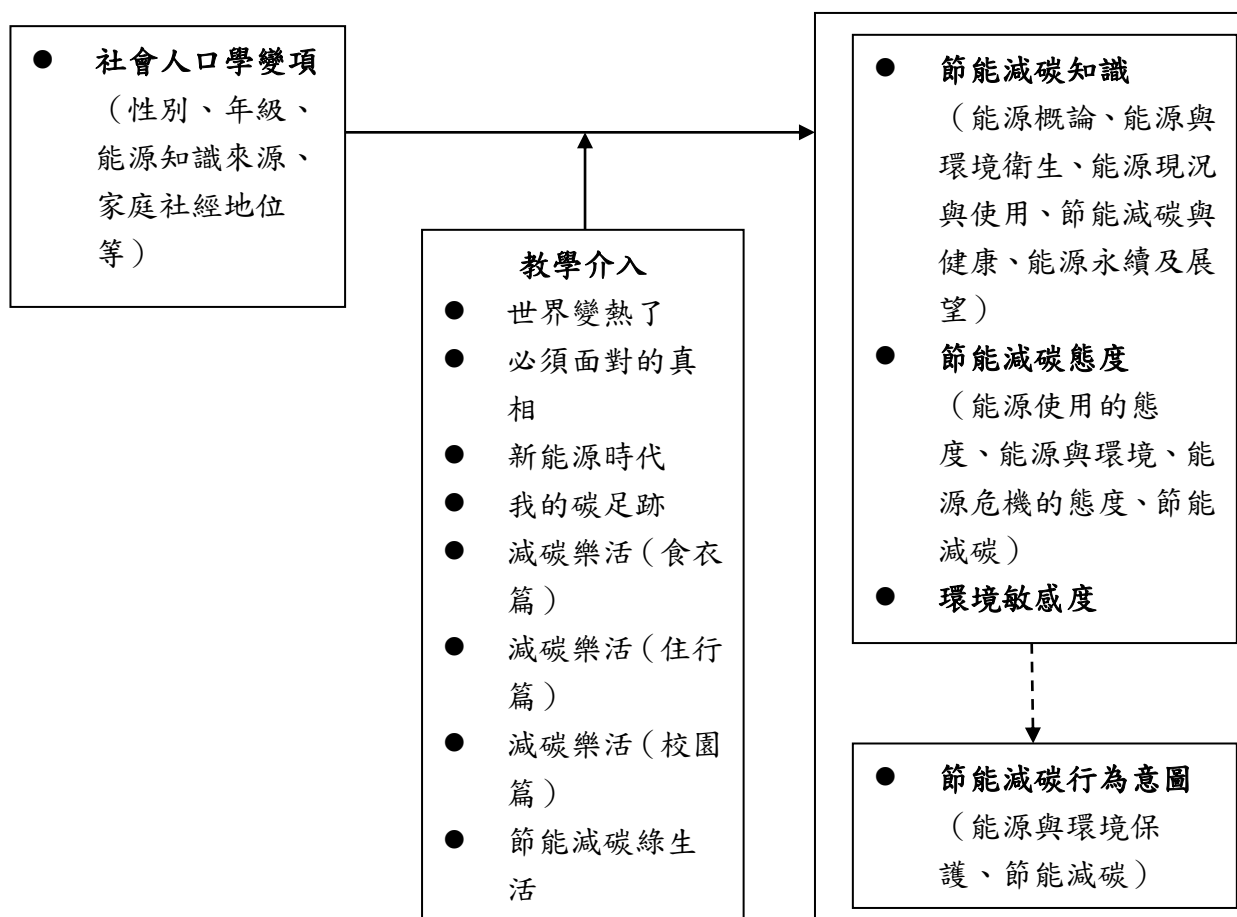
本研究目的有下列三項：

1. 瞭解台北市國中生節能減碳環境永續知識、態度、環境敏感度與行為意圖之情形。
2. 探討研究對象之節能減碳環境永續知識、態度、環境敏感度，與行為意圖之關係。
3. 探討節能減碳教學效果及提出教學心得。

(二) 研究方法

分為研究架構、研究設計、研究工具，分別說明如下：

1. 研究架構



2. 研究設計

本研究採用「實驗組、對照組、校外及市外對照組前測後測設計」，探討節能減碳教學模組之效果，為了避免實驗組及對照組受試學生間的實驗污染，因此另外增加校外及市外對照組，以提高實驗教學的可比較性與推廣度。本實驗分為四組：即實驗組、對照組、校外及市外對照組。

研究設計如下：

	前測	教學介入	後測
實驗組	O1	X	O2
對照組	O3		O4
校外對照組	O5		O6
市外對照組	O7		O8

O1、O3、O5、O7：實驗組、對照組、校外及市外對照組之前測

O2、O4、O6、O8：實驗組、對照組、校外及市外對照組之後測

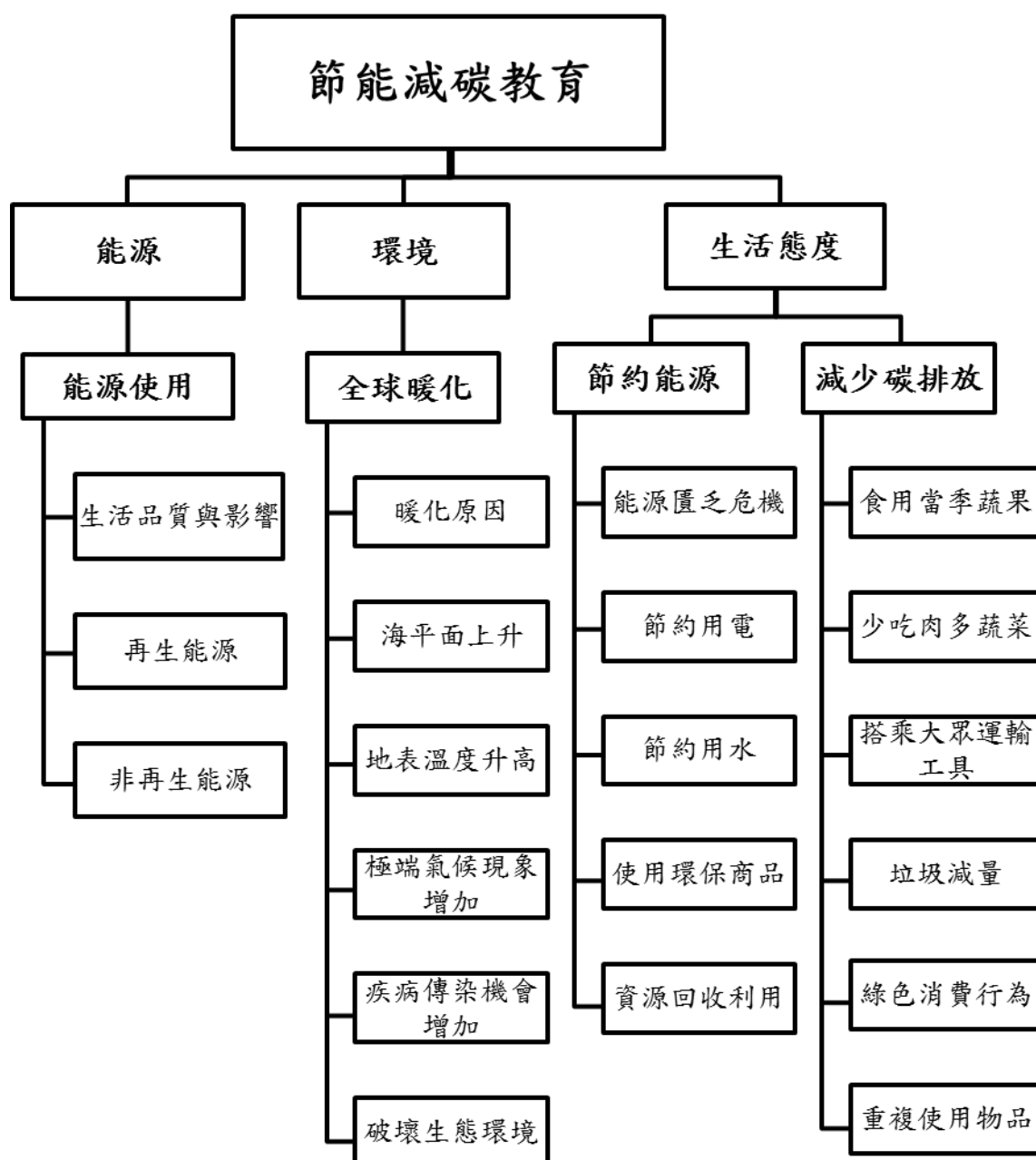
X：實驗組學生教學介入

3. 研究工具

結構式問卷的編製，引用林珮君（2010）碩士論文「國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究—以台北縣某國中為例」，包括節能減碳知識、態度、環境敏感度、行為意圖及外在變項之基本資料，並根據教學內容稍微增減些許題目。

● 節能減碳教育概念圖

研究者自編之「節能減碳教育概念圖」，乃參考郭家玲（2010）碩士論文「大臺北地區國中學生對於全球暖化與節能減碳知識、態度、行為意向之研究」，依據本研究目的發展而成（如圖）。



● 問卷雙向細目表

問卷雙向細目表之三個「領域」係由「節能減碳教育概念圖」上方之「能源」、「環境」、「生活態度」三個項目發展而來，「面向」與「指標」則由概念圖之其他項目歸類而成。問卷主要分為「知識」、「態度」、「環境敏感度」、「行為意圖」、「個人基本資料」等五大部分，其雙向細目表分別如下表所示。

節能減碳知識雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	世界變熱了	全球暖化	暖化原因
02	世界變熱了	全球暖化	疾病機會增加
03	世界變熱了	全球暖化	破壞生態環境
04	世界變熱了	全球暖化	暖化原因
05	新能源時代	能源使用	非再生能源
06	新能源時代	能源使用	再生能源
07	新能源時代	節約能源	能源匱乏危機
08	新能源時代	能源使用	再生能源
09	新能源時代	能源使用	生活品質與影響
10	必須面對的真相	能源使用	非再生能源
11	必須面對的真相	全球暖化	疾病傳染機會增加
12	必須面對的真相	全球暖化	暖化原因
13	我的碳足跡	節約能源	能源匱乏危機
14	我的碳足跡	全球暖化	暖化原因
15	我的碳足跡	節約能源	節約用電

16	減碳樂活（食衣篇）	節約能源	節約用電
17	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	重複使用環保餐具
18	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	少吃肉多蔬菜
19	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
20	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	搭乘大眾運輸工具
21	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	使用環保商品
22	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
23	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	垃圾減量
24	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	垃圾減量
25	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
26	節能減碳綠生活	節約能源	節約用水
27	節能減碳綠生活	減少碳排放	綠色消費行為
28	節能減碳綠生活	節約能源	能源匱乏的危機
29	節能減碳綠生活	減少碳排放	綠色消費行為

節能減碳態度雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	世界變熱了	全球暖化	暖化原因
02	世界變熱了	全球暖化	暖化的影響
03	新能源時代	能源使用	非再生能源
04	新能源時代	能源使用	再生能源
05	必須面對的真相	減少碳排放	生活中減少碳排放量
06	必須面對的真相	減少碳排放	生活中減少碳排放量
07	我的碳足跡	減少碳排放	生活中減少碳排放量
08	我的碳足跡	節約能源	節約用電

09	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	重複使用環保餐具
10	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	食用本地當季蔬果
11	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
12	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	搭乘大眾運輸工具
13	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
14	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
15	節能減碳綠生活	減少碳排放	重複使用物品
16	節能減碳綠生活	節約能源	使用環保商品

節能減碳環境敏感度雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	世界變熱了	全球暖化	暖化原因及影響
02	世界變熱了	全球暖化	暖化的影響
03	新能源時代	能源使用	生活品質與影響
04	新能源時代	節約能源	能源匱乏危機
05	必須面對的真相	節約能源	能源匱乏危機
06	必須面對的真相	減少碳排放	暖化的原因
07	我的碳足跡	全球暖化	暖化的影響
08	我的碳足跡	減少碳排放	生活中減少碳排放量
09	我的碳足跡	減少碳排放	生活中減少碳排放量

節能減碳行為意圖雙向細目表

題號	教學單元	面向	概念指標
01	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	少吃肉多蔬菜
02	減碳樂活（食衣篇）	減少碳排放	垃圾減量
03	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
04	減碳樂活（住行篇）	節約能源	節約用電
05	減碳樂活（住行篇）	減少碳排放	搭乘大眾運輸工具
06	減碳樂活（校園篇）	節約能源	資源回收利用
07	減碳樂活（校園篇）	減少碳排放	重複使用物品
08	減碳樂活（校園篇）	節約能源	節約用電
09	節能減碳綠生活	減少碳排放	重複使用物品
10	節能減碳綠生活	減少碳排放	使用環保商品

請您將修改意見寫在該題目下方空白處或直接做文句之修改，若您認為題目不適當，應予以刪除，請您將文字直接劃掉，若有其它替代性之意見可寫在該題目下方空白處。

若您尚有其他建議，請您將寶貴建議寫於下方之綜合意見欄 中，謝謝您！

綜合意見

附錄三

「國中生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究」問卷

親愛的同學您好！

這是一份調查國中生節能減碳行為意圖及其相關因素的學術性問卷，主要是想瞭解您對節能減碳的看法。

此份問卷不是考試，對您的學業成績沒有影響，您的填答只用於學術研究，絕不對外公開，請您安心作答。

本問卷除第一大項外，所有問題沒有一定的對或錯。請您詳讀每一敘述後，依據個人實際想法與經驗填寫。

非常感謝您的作答，您提供的寶貴意見，將使本研究更有價值。

祝您學業進步、健康快樂！

國立台灣師範大學 健康促進與衛生教育研究所

指導教授 葉國樑博士

研究生 唐孝蘭敬上

中華民國 100 年 月

第一部分 節能減碳知識

【說明】以下是有關於節約能源的問題，請您仔細閱讀每一個題目後再作答。

- 本部分皆有二個選項，每一題只能選擇一個答案，請您於右邊答案欄中勾選您認為正確的答案。
- 請每一題都要作答，謝謝您！

	對	錯
01. 大量使用化石燃料的能源型態，是促使全球暖化、產生氣候變遷的主要原因。·····	☐	☐
02. 全球暖化會導致皮膚癌增加。·····	☐	☐
03. 綠色能源是在生產及消費過程中，對生態環境低汙染或無汙染的能源。·····	☐	☐
04. 太陽能不算是一種再生能源。·····	☐	☐
05. 地球暖化下，可能助長登革熱病媒蚊滋生，易得登革熱。·····	☐	☐
06. 台灣二氧化碳平均排放量與其他大多數國家相比，情況並不嚴重。·····	☐	☐
07. 人類的日常活動幾乎都會產生碳排放量。·····	☐	☐
08. 控制室內外溫度相差不超過 5°C，可幫助降低碳足跡。·····	☐	☐
09. 冰箱內應充份利用空間，盡量擺滿食物以節省能源。·····	☐	☐
10. 應多吃青菜蔬果、少吃肉，可降低罹患心血管疾病率，也可改善地球暖化問題。·····	☐	☐
11. 冷氣溫度設定在 26-28°C，同時搭配電扇使用，可以減少電力耗用。·····	☐	☐
12. 綠建築是使用能回收再利用、低污染、健康安全的建材。·····	☐	☐
13. 以飲料代替白開水，可促進身體新陳代謝，又可提高人體抗病能力。·····	☐	☐
14. 垃圾資源回收比減少垃圾的來源更為重要。·····	☐	☐
15. 永續發展是當利用資源與環境時，不危及環境及地球上其他人類的福祉，同時也不能損及未來世代滿足其基本需求的能力。·····	☐	☐
16. 商品碳標籤顯示產品從製造到最後廢棄回收，總共產生的二氧化碳量。·····	☐	☐

第二部分 節能減碳的態度

【說明】以下是與您個人看法有關的題目，請您仔細閱讀每一個題目後再作答。

- 沒有絕對的對錯，請每一題都要作答，謝謝您！
- 每一題皆有五個選項，請在與您本身看法最接近的□中打「✓」。
 - 非常同意：100%贊同題目的敘述。
 - 同意：有 80%贊同題目的敘述。
 - 中立意見：對於題目的敘述沒有任何意見。
 - 不同意：有 80%不贊同題目的敘述。
 - 非常不同意：完全不贊同題目的敘述。

	非常 同意	同 意	中 立 意 見	不 同 意	非 常 不 同 意
01. 溫室效應氣體會造成地球氣候暖化危機，是現今人類應嚴肅面對的課題。……………	☐	☐	☐	☐	☐
02. 能源危機是很重要的問題，所帶來的不只是環境生態的改變，和人類健康也密切相關。……………	☐	☐	☐	☐	☐
03. 能源不當使用會造成地球能源危機，但這個議題離我太遙遠可以不用去關心。……………	☐	☐	☐	☐	☐
04. 為了保護地球環境和人類健康，應該積極開發低汙染、高效率的替代能源。……………	☐	☐	☐	☐	☐
05. 我們有責任幫助減緩全球暖化。……………	☐	☐	☐	☐	☐
06. 政府應當規範企業的碳排放量。……………	☐	☐	☐	☐	☐
07. 一個人的影響力有限，就算再怎麼努力減少個人碳足跡，也對地球沒太大幫助。……………	☐	☐	☐	☐	☐
08. 為了生產足夠的電力，即使犧牲環境品質也是無所謂的。……………	☐	☐	☐	☐	☐

	非常同意	同意	中立意見	不同意	非常不同意
09. 比起免洗餐具，自備環保餐具環保又健康，還可避免 A 型肝炎的傳染。……………	☐	☐	☐	☐	☐
10. 不選購國外進口的蔬果，有助於減少碳排放。…	☐	☐	☐	☐	☐
11. 隨手關燈，電器不用時隨手拔或關閉插頭，可以節能省錢。……………	☐	☐	☐	☐	☐
12. 以走路或儘量搭乘大眾運輸工具的方式，能降低汽機車排放汙染物，減少呼吸道疾病。……………	☐	☐	☐	☐	☐
13. 做好資源回收的工作可以維護地球環境。……………	☐	☐	☐	☐	☐
14. 將舊制服及課本回收，就是資源再利用的表現。	☐	☐	☐	☐	☐
15. 「用完就丟」的商品（如保麗龍、鋁箔包等）雖然便利衛生，但為了環境及人類健康著想，不應該購買。……………	☐	☐	☐	☐	☐
16. 同樣功能的商品，如果有節能標章的貴 10%，我會支持以多付錢（或建議家人購買）以盡到環境保護責任。……………	☐	☐	☐	☐	☐

【說明】下列是與您個人感受有關的題目，請您仔細閱讀每一個題目後，依據自己真正的感受選擇適當的題目。

	非常關心	關心	中立意見	不關心	非常不關心
01. 我對全球暖化、能源供應問題的關心程度。.....	☐	☐	☐	☐	☐
02. 我對暖化現象造成自然環境變化的關心程度。.....	☐	☐	☐	☐	☐
03. 我對下一代的生活環境、能源問題的關心程度。.....	☐	☐	☐	☐	☐
04. 我對能源短缺所造成的物價上漲問題(例如汽油)的關心程度。.....	☐	☐	☐	☐	☐
05. 我對自己的生活習慣會造成能源及環境問題的關心程度。.....	☐	☐	☐	☐	☐

	很高	高	中 等	低	沒 有
06. 我有注意到政府推動的節能減碳政策。……………	☐	☐	☐	☐	☐
07. 我能感受、欣賞環境的程度。……………	☐	☐	☐	☐	☐
08. 我會主動從報章雜誌、書籍或電視瞭解環境及能源 相關資訊的程度。……………	☐	☐	☐	☐	☐
09. 我平常會和家人或朋友注意節能減碳的相關議題。	☐	☐	☐	☐	☐

第四部分 節能減碳的行為意圖

【說明】以下是與您個人行為有關的題目，請您仔細閱讀每一個題目後再作答。

- 沒有絕對的對錯，請每一題都要作答，謝謝您！
- 每一題皆有五個選項，請在與您本身看法最接近的□中打「✓」。
 - 非常願意：是指有大約 90%的機率會從事此行為。
 - 願意：是指大約有 70%的機率會從事此行為。
 - 普通：是指大約有 50%的機率會從事此行為。
 - 不願意：是指大約有 30%的機率會從事此行為。
 - 非常不願意：是指完全不會從事此行為。

	非 常 願 意	願 意	普 通	不 願 意	非 常 不 願 意
01. 我願意多吃青菜蔬果、少吃肉。……………	☐	☐	☐	☐	☐
02. 我願意選擇喝白開水，避免購買市售的瓶裝飲料。	☐	☐	☐	☐	☐
03. 當室溫低於 28℃，我願意打開窗戶透過自然風的 流通，或使用電風扇來取代冷氣機的使用。……………	☐	☐	☐	☐	☐
04. 電腦 10 分鐘以上不用時我願意隨時關機。……………	☐	☐	☐	☐	☐
05. 如果到距離不太遠的地方，我願意（或建議家人） 搭公車、走路或騎腳踏車，不要使用轎車、機車。	☐	☐	☐	☐	☐
06. 我願意回收原本要丟棄的東西，如紙、鐵鋁罐、寶 特瓶、廢電池等。……………	☐	☐	☐	☐	☐
07. 我願意將紙張背面或空白處重覆使用。……………	☐	☐	☐	☐	☐
08. 我願意注意節約能源與資源再利用（如隨手關燈、 節約用水等）。……………	☐	☐	☐	☐	☐
09. 我願意重覆使用環保袋、自備餐具。……………	☐	☐	☐	☐	☐
10. 我願意(或建議父母)購買環保節能標章的用品，即 使價格貴 10%。……………	☐	☐	☐	☐	☐

第五部分 個人基本資料

為了使資料前後連貫，我們需要一些您個人基本資料，以便研究者進一步分析及瞭解所獲得的數據，您回答的資料僅作為研究參考，絕不外洩，請您安心回答，謝謝您！

一、性別：(1) ☐男 (2) ☐女

二、請問您平常都透過哪些管道得知節能減碳相關資訊？（可複選）

(1) ☐學校授課 (2) ☐電視 (3) ☐廣播 (4) ☐報章雜誌 (5) ☐書籍
(6) ☐參觀訪問 (7) ☐同學朋友 (8) ☐父母 (9) ☐兄弟姊妹 (10) ☐
政府文宣(如海報) (11) ☐網際網路 (12) ☐其他（請寫出）_____

三、父親教育程度：(1) ☐國小或以下 (2) ☐國中 (3) ☐高中高職

(4) ☐專科 (5) ☐大學 (6) ☐研究所以上

四、母親教育程度：(1) ☐國小或以下 (2) ☐國中 (3) ☐高中高職

(4) ☐專科 (5) ☐大學 (6) ☐研究所以上

五、父親職業：(1) ☐無 (2) ☐有，請於下表中勾選

六、母親職業：(1) ☐無 (2) ☐有，請於下表中勾選

父親	母親	職 業
☐ (1)	☐ (1)	工廠工人、學徒、小販、漁夫、清潔工、雜工、臨時工、工友、建築物看管人員、門房、管家、服務生
☐ (2)	☐ (2)	監工、水電工、店員、雜貨店老闆、零售員、推銷員、自耕農、司機、裁縫、廚師、美容師、理髮師、郵差、推拿師、士官、士兵、打字員、領班、監工
☐ (3)	☐ (3)	技術員、技佐、委任級公務人員、科員、行員、出納員、縣市議員、鄉鎮民代表、批發商、包商、代理商、尉級軍官、警察、消防隊員、甲等職員、船員、秘書、代書、演藝人員、服裝設計師、檢驗師、護士
☐ (4)	☐ (4)	中小學校長、中小學老師、會計師、法官、推事、律師、工程師、建築師、薦任級公務人員、公司行號科長、船員、經理、襄理、協理、副理、校級軍官、警官、作家、畫家、音樂家、新聞電視記者、護理師、藥師
☐ (5)	☐ (5)	大學(專)校長、大學(專)講師、醫師、大法官、科學家、特任或簡任以上公務人員、立法委員、監察委員、考試委員、董事長、總經理、將級軍官
☐ (6)	☐ (6)	其他(如果你父母的職業不屬於以上任何一類)，請簡單描述他們的工作性質與職業 父：_____ 母：_____

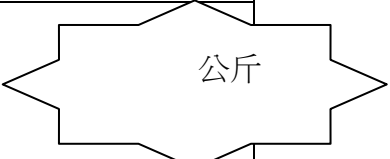
完成了，謝謝您！再檢查一下，勿漏寫喔！

附錄四

學習單



算算看~我的 CO₂ 有多重?

我每月的排碳量計算表	
	我吃了多少的肉【 】公斤 x 13 =  公斤
	我買了新衣【 】件 x 4.2 =  公斤
	我的用電量【 】度 x 0.623 = 我的用水量【 】度 x 0.195 = 我的天然氣量【 】度 x 2.09 = 我的桶裝瓦斯【 】公斤 x 1.75 = 公斤
	我花的公車車資【 】元 x 0.014 = 我搭捷運的車次【 】次 x 0.186 = 公斤
合計	公斤

http://ecolife.epa.gov.tw/cooler/check/Co2_Countup.aspx



算算看~我的 CO_2 有多大?



我蓋了幾間教室?



1 公斤的二氧化碳容量大約 500 公升!



我要種幾棵樹才能完全吸收



棵

一株 20 年生的林木依樹種不同，一年均可吸收 11~18 公斤的 CO_2 !



附錄五

焦點團體訪談大綱

- 一、 所有課程中，令你印象最深刻的部分為何？
- 二、 你最喜歡哪些內容，最不喜歡哪些內容，為什麼？
- 三、 說說看，為何我們要重視全球暖化的議題？
- 四、 學完這些單元，會不會促使你在生活中做到節能減碳？請舉例。
- 五、 學完這個單元，你對於節能減碳的觀念、態度或是環保行為，有沒有什麼改變？請舉例。
- 六、 課後，你是否曾經和家人或朋友，談論有關全球暖化或節能減碳的議題？
- 七、 你聽過什麼是「碳權」、「碳稅」、「碳交易」嗎？

附錄六

深度訪談大綱

- 一、 整個課程，說說看，你學到了什麼？
- 二、 哪些部分讓你印象深刻，為什麼？
- 三、 你最喜愛哪些內容，為什麼？
- 四、 哪些內容你覺得枯燥、或是過於簡單？
- 五、 學完這個單元，是否改變了你的日常行為，請舉例？
- 六、 你會不會將課程所學的觀念，告訴你的家人或朋友，甚至影響他們？

附錄七

教學回饋表

親愛的同學：

恭喜你完成本單元課程，仔細思考一下，自己究竟學到了什麼？是否透過課程獲益良多？請你寫出對於此單元的看法，辛苦了！

教學單元：世界變熱了			
● 上完此單元，我覺得……	☐ 很有收穫	☐ 普通	☐ 沒收穫
● 對於此單元，我的喜愛程度？	☐ 喜歡	☐ 普通	☐ 不喜歡
● 對於授課教師，我覺得……			
教學內容準備充分、內容豐富	☐ 同意	☐ 不同意	
教學口齒清晰、音調適中	☐ 同意	☐ 不同意	
上課氣氛融洽	☐ 同意	☐ 不同意	
耐心回答我的問題	☐ 同意	☐ 不同意	
教學方法能讓我思考	☐ 同意	☐ 不同意	
適時讚美我的表現	☐ 同意	☐ 不同意	
我能充分表達想法	☐ 同意	☐ 不同意	
整體而言我對授課老師十分滿意	☐ 同意	☐ 不同意	

附錄八

教師省思日誌

教學單元	授課時間： 授課班級：
學生反應與回饋	
其他事件	
教學省思與檢討	
具體改進策略	