

建構節能減碳教育概念圖及核心素養之研究

劉世勳^{*}
桂紹貞^{**}
周談輝^{***}
張振華^{****}
劉宴伶^{*****}
陳秀珍^{*****}

摘要

本研究目的在建構國民應備節能減碳知能之概念圖及核心素養，以小一至專科五年級（含括6歲至20歲年齡層）的學生為研究對象。採用內容分析法分析能源供應、能源利用、減緩暖化、節能行動、低碳生活、綠色能源發展及環境保護等能源與環境教育內涵，經篩選分類系統化的組合，繪製成清晰易懂的「節能減碳知能概念圖」，將能源供應可採取的途徑、能源利用的主要用途、減緩暖化可改善的效應、節能行動可採取的方法及低碳生活可推動的模式，透過認知、技能、情意及行動四個學習領域，以系統關聯圖與課程相結合，作為建構核心素養及規劃設計融入三級學校課程之參考依據。

再以專家評估法，以知能概念圖為基礎架構，將能源供應、能源利用、減緩暖化、節能行動及低碳生活等五大構面，統整建構國民應備之「節能減碳核心素養」共有49項能力，採用德懷術專家評估技術，完成評估每項核心素養的需求性，作為三級學校融入相關課程設計教學大綱之參考依據。並建議未來能評估分析此節能減碳教育之核心素養融入相關課程之可行性，進一步實際轉化為課程進行教學。

關鍵詞：節能減碳、環境教育、能源教育、課程概念圖

*景文科技大學 環境與物業管理系助理教授

**康寧大學 通識教育中心講師

***中國文化大學 國際企業管理學系教授

****康寧醫護暨管理專科學校 通識教育中心講師

*****康寧醫護暨管理專科學校 護理科專任助理

*****康寧醫護暨管理專科學校 護理科副教授（通訊作者）

電子郵件：sjchen@knjc.edu.tw

收稿日期：2010.11.16

修改日期：2011.04.20

接受日期：2011.05.12

A Construction Study of the Conceptual Map and Core Knowledge of Energy Conservation and Carbon Reduction Education

Shih-Shion Liu^{*}
Shao-Chen Kui^{**}
Tan-Huei Chou^{***}
Chang-Cheng Hua^{****}
Yen-Ling Liu^{*****}
Shiu-Jen Chen^{*****}

Abstract

The objective of this research was to construct the conceptual map and core knowledge of energy conservation and carbon reduction education required by nationals. The research targets were ranging from six to twenty years. Analyzing the contents of the energy and environmental education, including the energy production, energy utilization, global warming reducing, energy conservation activities, low carbon living, the development of green energy and environmental protection, by systematically sorting into a clear conceptual map of knowledge of the energy conservation and carbon reduction. By four learning fields, that is recognition, ability, willingness and action, the systematic conceptual map was combined with courses so that it could be the reference of constructing core knowledge and courses design in three-level educational institutions.

The five dimensions including energy production, energy utilization, global warming reduction, energy conservation activities and low carbon living, which are based on expert assessment and conceptual map, were organized for establishing the core knowledge citizens should hold. By adopting Delphi survey, the estimation of demand of each core abilities was built. Suggested to analyze the feasibility of core knowledge constructed this study into relative courses; furthermore, transform it into classes of the three-level school.

Key words: energy conservation and carbon reduction, environment education, energy education, curricular conceptual map

*Assistant Professor, The Department of Environment and Property Management, JinWen University of Science & Technology

**Lecturer, Center of General Education, University of Kang Ning

***Professor, Department of International Business Administration, Chinese Culture University

**** Lecturer, Center of General Education, Kang-Ning Junior College of Medical Care and Management

***** Research assistant, Kang-Ning Junior College of Medical Care and Management

***** Associate professor, Department of Nursing, Kang-Ning Junior College of Medical Care and Management(correspondence author)

壹、緒論

一、研究背景

全球暖化及氣候變化加劇，極端及異常氣象頻仍，兩極冰山、冰帽及冰川也超乎預期地迅速融化消失，而海平面上升、地球生態面臨威脅，在在都將影響人類社會的永續發展。台灣近年歷經多次強烈風災、水災、山崩、土石流，甚至久旱不雨等災變，造成嚴重人命傷亡及財產損失，這類超級豪大雨連續降雨或苦旱天象，顯示了氣候型態的劇變及不可預期。此外，近年冬季冷熱交替出現的現象，更讓全島居民及動植物無所適從，大自然春夏秋冬四季循環似已亂了步調。據調查資料顯示，台灣二氧化碳總排放量約佔世界的 1%（全球排名第 22 位），而人均排放量則高居第 16 位，幾乎為全世界平均值的 3 倍，比德、法等 OECD 國家都來得高，但經濟成長卻與能源消耗和碳排放量成反比。

從數年前起，每年颱風雨災帶來的傷害愈顯劇烈。台灣本身四面環海，政經社會都受氣候變遷影響甚鉅，長此以往，若不能積極節能減碳，國人無異是自陷困境，加速成為脆弱化國家（fragile country）及環境難民（environmental refugee）的不幸可能。在聯合國公佈報表中，台灣是屬於氣候變遷高危險群。在長達一世紀裡，我國地表平均溫度增加了 1.3 度 C，是全球平均值的 2 倍，較工業大國的日本和經濟成長快速的中國都來得高。依中央研究院環境變遷研究中心的觀察，台灣溫度異常加速攀升的因素除了與全球暖化現象有關外，與我國人口密度和每單位能源消耗量也有密切關係。

以康寧專校為例，校地 2.3 公頃，全校 6 棟建築物，教職員生共 2,500 人，平均每年電力消耗約 350 萬度，支付電費年新台幣約 1000 萬元，除造成碳排放之外，也增加許多經費負擔。目前已積極更換省電型設備，裝置節能系統，如能從節能減碳教育宣導，落實行動著手，預期會有更佳的成效。

所謂「亡羊補牢、猶未為晚」，各國政府及環保團體積極推動「節能減碳運動」，或拍攝如「藍色星球」、「± 2 °C」等環保理念影片，宣導迅速暖化的可怕，並因此瞭解到加強國中、小及專科學生環保意識的迫切性，因此擬從國小至專科階段建立一完整節能減碳知能之完整架構，經由整理各計畫質化及量化數據或資料加以分析評估。

二、研究目標

本研究主要目標是規劃國民應備之節能減碳核心素養融入相關課程之可行實施模式，設計出中小學及專科學校推動節能減碳教育之知能評估表，並繪製簡明易懂之課程系統概念圖，訂定節能減碳教育知識、行動及意向之具體評估指標。而本研究中，所探討之核心素養能力主要包括以下三部份（What? Why? How?）：

- (一)、正確知識 (What?)：能了解各種能源及全球暖化相關知識。
- (二)、正向情緒+正確知識：(Why?)：能感受為何需要節能減碳。
- (三)、行動意向 (How?)：能以具體行動落實節能減碳。

三、研究範圍

本研究以建構現代國民應具備之節能減碳知能之概念圖及核心素養為基礎，作為進一步將節能減碳知能規劃融入國小、國中及五專教育相關課程進行教學之參照依據。研究範圍包括國小6學年、國中3學年及五專5學年，貫穿6歲至20歲共14個年齡層，學前及大學教育則不列入本研究範圍。

貳、文獻探討

本研究著重的執行層面為建構節能減碳知能融入中小學及專科課程概念圖、國小節能減碳紮根行動、國中節能減碳紮根行動、專科節能減碳課程發展等面向，以下就目前推動做法與文獻做探討。

一、節能減碳教育

我國現任環保署長沈世宏（2008）在「節能減碳無悔措施全民行動方案」中提倡簡約樂活生活，由食、衣、住、行、育、樂等生活化及多樣性方式，推展全國減碳新生活運動。同時結合環團學研，培訓環保志(義)工及社區、企業、機關與學校物業管理人員，落實減碳及節能教育宣導，讓全民參與減碳行動，邁向低碳社會。師大環教所王順美教授，在其發表「社會變遷下的環境教育—綠色學校計畫」文章中提到：「綠色學校是近十年來環境教育推廣的策略，它主要強調學校應該在教學、生活行為、校園建築、行政決策中，要放入生態的思維，引導學生進行環境學習」（王順美，2004）。

Finger (1994) 強調的社會環境學習 (social-environmental learning) 的教育學 (pedagogy) 概念。此種教育學強調集體的、共同的學習，以脫離社會、經濟惡性循環的漩渦。以往的學習強調的是個人能力的培養，例如：技能、競爭力、意識等，進而假設個人能力培養好就足以勝任組織中的角色。但 Finger 指出社會必須集體的學習，一個單位整體的學習—包括整個組織人員的參與、組織的轉型 (transformation)，凝聚整體的共識，才能給個人學習最好的情境。這個學習方式是相信組織成員參與，會帶來組織的進步與民主。整個組織單位共同的學習，會改造整個組織單位，個人在當中也進行學習。而這組織單位可以是社區、學校、或社群。學校順應著這一股社會學習及永續發展的潮流，進行集體學習、組織轉型，開始建立綠色學校（王順美，2004）。

因此擬以「綠色學校」為基礎，應從硬體面（設備、設施、環境、行動）及軟體面（核心素養、情意、知識、課程內容）將節能減碳概念深入校園，進而由學校影響家庭、社區、企業，擴及整個縣市，甚至全國，而本研究欲以軟體面為出發點，設計出節能減碳知能評估表，建構課程概念圖與核心素養。

二、中小學及專科節能減碳知能課程概念圖

宣導與教育的差別，在於個體的「深層假定」是否有永久的改變。「深層假定」原是行政學名詞，意指組織成員確實信仰的集體意識，常出現於官僚組織或社群團體。東華大學教管系系主任范熾文先生，從事長年的教育行政研究，他認為在社會變遷及教育理念雙重影響下，進行行政的改組與調整，改變傳統學校課程體制，亦即從深層假定、價值上進行根本的改變，重新塑造學校成員的角色，以促使學校產生組織變革，目的在於提昇學校適應力，增進學校組織發展與生存（范熾文，2006）。

宣導的效果可能是暫時的、表面的、易遺忘的、易忽略的；而教育卻是長久的、深層的、深刻的、反射的。因此，教育是節能減碳不可或缺之一環，也是最為根本的基石。必須從教育紮根，才能增進全球公民的節能減碳意識知能，轉變其生活態度，最後反映出節能減碳的具體行動（黃月純，2009）。

在目前九年一貫的課程綱要規定下，縱然有類似「國民教育九年一貫課程綱要：其他融入學習領域議題」的教育方案，但要學校教師於有限的時間與經驗內，適切地把相關環境教育或節能減碳議題融入於各學習領域（語文、數學、社會、自然與生活科技、藝術與人文、健康與體育、綜合活動）當中，實是相當不易的挑戰（黃達三，2001）。本研究係針對此項議題進行探討，針對國小、國中及專科的各領域課程融入環境保護概念。

然而節能減碳知能涵蓋面相當廣，以文字呈現並不是最適宜的表達方式。本研究配合國科會指導，發展出獨特的節能減碳知能融入國中小及專科課程概念圖。通常概念圖在教師的教學及學生的學習上，可提供下列有助於教師教學規劃及教學的功能（李秀娟、張永達、黃達三，1998）：

- (一)、幫助教師對自己學科內容知識 (content knowledge) 的再思考。
- (二)、當作教師教學活動的進階組織因子 (advance organizer)。
- (三)、作為檢驗學生前導知識 (prior knowledge) 的策略。
- (四)、診斷學生迷失概念 (misconception) 的工具。
- (五)、作為評量學生學習成就的方法。
- (六)、作為教師教學設計的藍圖。

總而言之，綜合上述之文獻探討，可歸納下述幾項觀點：

第一、節能減碳教育的實施須藉組織力量推展，小至家庭、學校，大至社區、企業、社會。組織學習可凝聚共識，體認大家一起來的精神，遠比只重視個人知能或宣導有效。

第二、教育是節能減碳不可或缺之一環，也是最為根本的基石。必須從教育紮根，才能增進全球公民的節能減碳意識知能，轉變其生活態度，最後反映出節能減碳的具體行動。

第三、以概念圖的方式呈現整套節能減碳知能，是較文字條列敘述較佳的方法並具系統性及邏輯性。

參、研究設計與實施

一、研究方法

本研究採內容分析研究法及專家評估法，蒐集能源生產利用、節能減碳方法，綠色能源、節能行動、低碳生活等資料素材，分析與現行中小學及專科學校課程之相關性，透過專家、教師焦點座談、調查評估，建構國民應備節能減碳知能之核心素養，繪製簡明易懂之課程系統概念圖，作為規劃適合融入教學之課程單元之依據。

二、研究對象

本研究欲探討之實施對象係小學一年級至五專五年級學生，學齡貫串計 14 年，選擇臺北市內湖地區共同生活圈相鄰近之三所學校師生為樣本，此三所學校分別為新湖國小、內湖國中及康寧醫護暨管理專科學校。

三、研究步驟

根據上述研究目的與研究方法，本研究先分析國小、國中、高中職、專科學生應備節能減碳之核心素養，探討此三層級學校現行正式課程與節能減碳知能之關聯性。然後研究節能減碳之核心素養知能可融入三級學校之何種相關課程？例如，國民小學有自然與生活科技、健康教育、綜合活動等課程可設計加入能源教育內容。再統整規劃節能減碳之核心素養知能融入相關課程之單元大綱，最後繪製節能減碳知能融入國小、國中、高中職、專科學校之系統關聯概念圖。研究流程如圖一，整體研究步驟如下：

(一)、蒐集相關資料

蒐集能源利用、綠色能源、再生能源、地球暖化、環境保護、節能減碳及國小、國中、高中職、專科學校現行課程標準相關資料、相關研究論文及與本研究相關的文獻。

(二)、進行文獻探討

閱讀、分析與歸納相關文獻，探討課程概念圖規劃及課程發展的相關文獻，彙整國小、國中、高中職、專科學生應備節能減碳之核心素養，以作為本研究的規劃基礎。

(三)、內容分析

分析當前國民應備節能減碳知識技能及小學、國中、高中職、專科學校現行與節能減碳相關之課程內容。

(四)、召開第一次專家會議

確認文獻探討及內容分析所得之國小、國中、高中職、專科學生應備節能減碳之核心素養。

(五)、評估表編製與修正

經文獻分析、內容分析與系列的專家討論、座談後，決定學生應備節能減碳之核心素養需求程度與適用年級的評估模式，據以發展出評估表初稿，然後經過專家座談與審查後，再作修正完成正式評估表。

(六)、召開第二次專家會議

審查「節能減碳之核心素養知能評估表」。

(七)、調查評估

採德懷術（Delphi）專家評估法，邀請國小、國中、高中職、專科教師代表、能源、環保專家 10 位進行節能減碳核心素養評估作業，評估表以郵寄方式發收，針對三級學校學生的需求程度進行評估，共進行三回合，逐次聚焦確認核心素養。

(八)、召開第三次專家會議

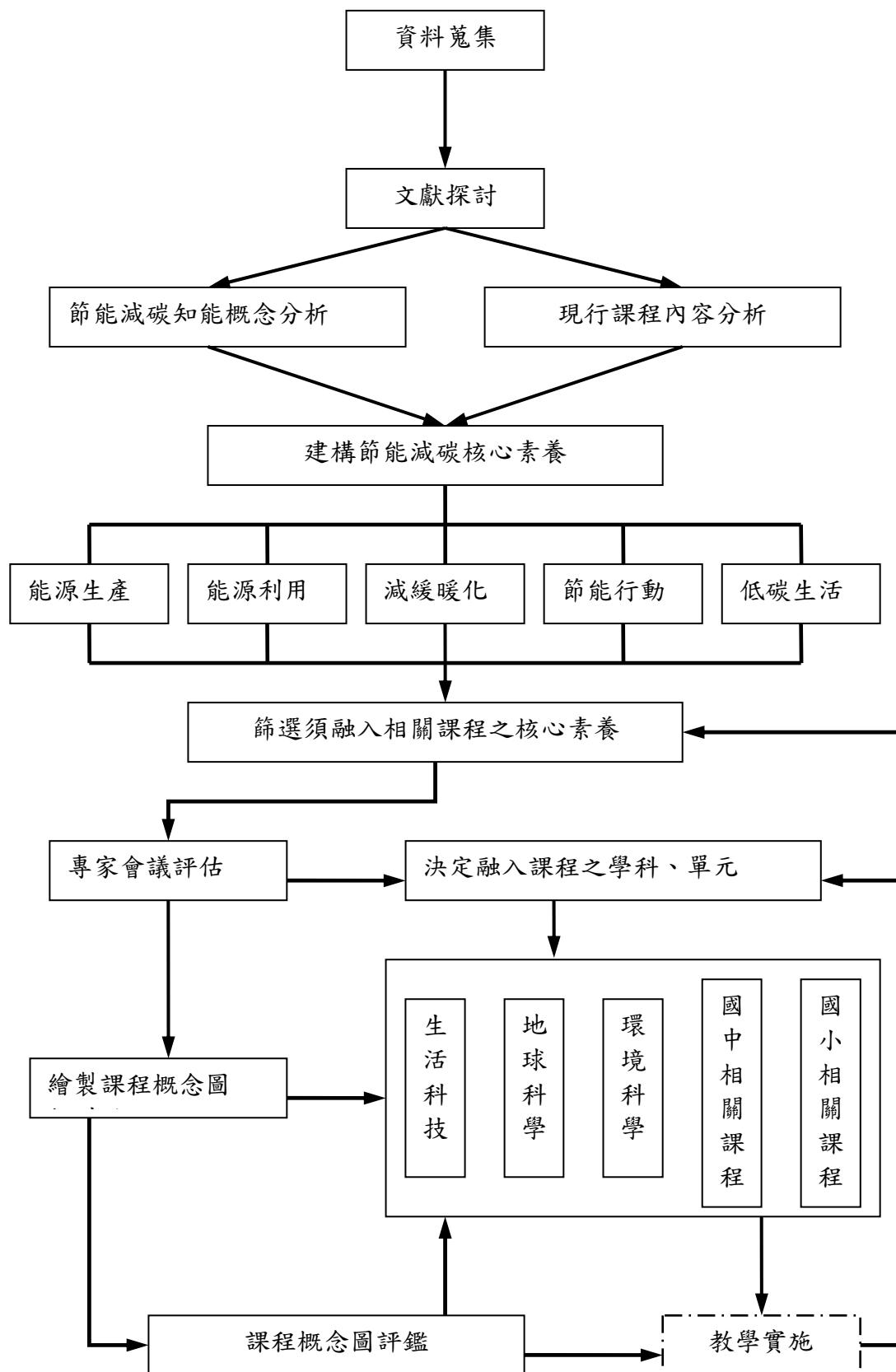
邀請國內相關的專家學者，針對節能減碳之核心素養知能評估結果，規劃融入三級學校正式課程科課目、大綱的結論，進行審議。

(九)、繪製課程系統概念圖

就調查評估及專家會議結果，統整繪製節能減碳知能融入三級學校正式課程之系統概念圖。

(十)、撰寫研究報告

將文獻探討、內容分析、專家座談、調查評估之過程與結果，及統整繪製之系統概念圖，撰寫、修正完成研究報告。

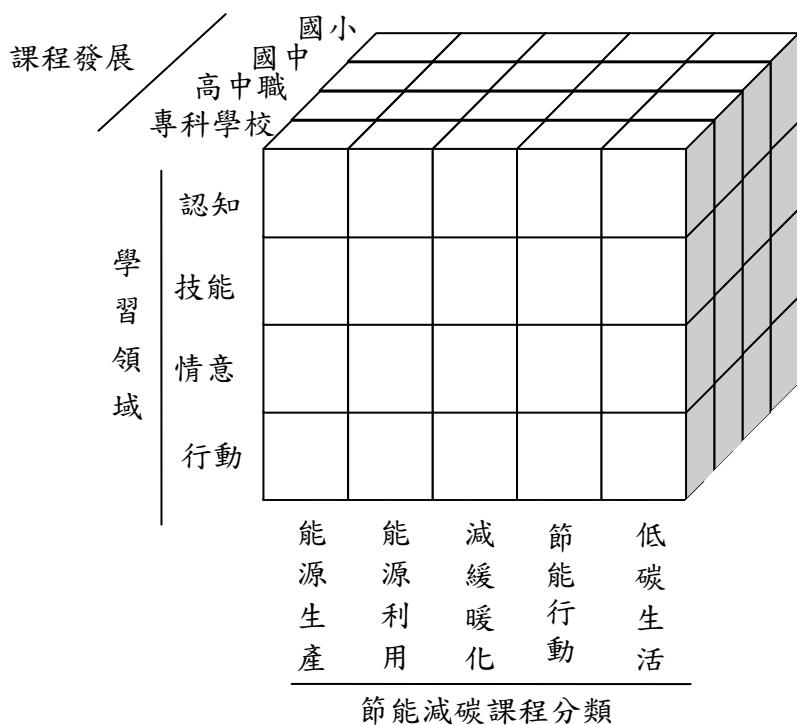


圖一 建構節能減碳知能概念圖研究流程

四、節能減碳知能概念與課程內容分析

透過國小、國中與專科學校教師、課程領域小組及學校課程發展委員會，瞭解現行正式課程內容與節能減碳知能的關聯性，並分析國內教育部所訂定此三級學校分別之課程綱要。研究小組設計「節能減碳知能概念分析表」(如附錄一)及「現行學校教育節能減碳知能內容分析表」(如附錄二)，進行資料的蒐集與分析工作。

經每週一次的研究小組會議及二次專家會議討論後，歸納出適合國小、國中、高中職與專科學生應該具備之節能減碳知能，為求簡單明瞭表達其應備知能內容，本研究將節能減碳知能與學習領域及課程發展之關聯性以架構圖表示之，如圖二所示。



圖二 節能減碳知能架構圖

由圖二可知，本研究將國民節能減碳教育所需知能分為五大構面，亦即能源供應、能源利用、減緩暖化、節能行動和低碳生活應融入於國小、國中、高中職和專科學校課程教材中，此五大構面可利用認知、技能、情意與行動的學習方法讓學生瞭解節能減碳的正確知識、具備正向情緒，並進一步以具體行動落實於生活中，藉此學校教育紮根，以期有效推廣節能減碳之覺知與實踐。

根據圖二所建立的節能減碳知能架構圖，將五大構面所涵蓋的知識、技能、情意及行動項目，就國民應備之知能與學習領域、課程發展之關聯性，系統化的繪製成「節能減碳知能概念圖」，由於圖面太大，五大構面分別展開呈現，詳如第四節所述。

五、節能減碳核心素養專家評估

本研究根據前階段文獻探討、蒐集分析節能減碳教育五大構面知能及現行學校教育課程內容分析後，研究小組設計一份「建構國民節能減碳教育核心素養調查評估表」(如附錄三)，評估內容包括能源供應、能源利用、減緩暖化、節能行動、低碳生活等五大構面，每一構面草擬 8 至 10 個核心素養，以「極需要」、「很需要」、「需要」、「尚需要」、「稍需要」、「不需要」六個選項，請學者專家評估各項素養在學校教育推動節能減碳教育的需求性進行客觀評估。

此項評估作業採用德懷術(Delphi Technique)專家評估法進行評估，評估表經過專家會議審議修正，建立專家內容效度後以郵寄方式請專家進行評估。本研究共邀請 10 位具節能減碳教育、課程教學、綠色能源、環境永續發展領域相關之專家學者(如附錄四)，進行三回合評估作業。第一次評估表每位專家已在每一核心素養欄位內勾選其需要性，每位專家的落點可能未必相同，回收後統計每個空格被勾選的總次數，然後將各題各空格出現的次數(最多 10，最少 0)分別填上，製作成第二次評估表，讓專家們可了解其他 9 位專家的意見，作為回復第二次評估意見的參考。

第二次評估表各空格內呈現兩項資料：1.第一次評估所得的統計次數字，可以灰階數字打上。2.該專家第一次評估勾選的位置，以淺色塊填滿該方格的方式處理。因此，第二次評估表是個別化印製，每一份是不一樣的，且評估表呈現的方式必須在指導語中詳細交代。

第三次評估比照第二次再處理一次，寄出去的評估表綜整各項資料後每人只有一份，並要考慮讓專家能很方便填答，三次的評估表都是記名的，所以要設計簽名的欄位。核心素養內容若專家有建議作文字修正，或增減項目，應參照修改製作成第二次評估表。

本評估作業自 99 年 8 月開始進行，由於部份專家出國緣故，直至 99 年 10 月底才順利完成三次的評估作業，經研究小組及專家會議討論，確認節能減碳核心素養能力共 49 項內容，詳如第四節所述。

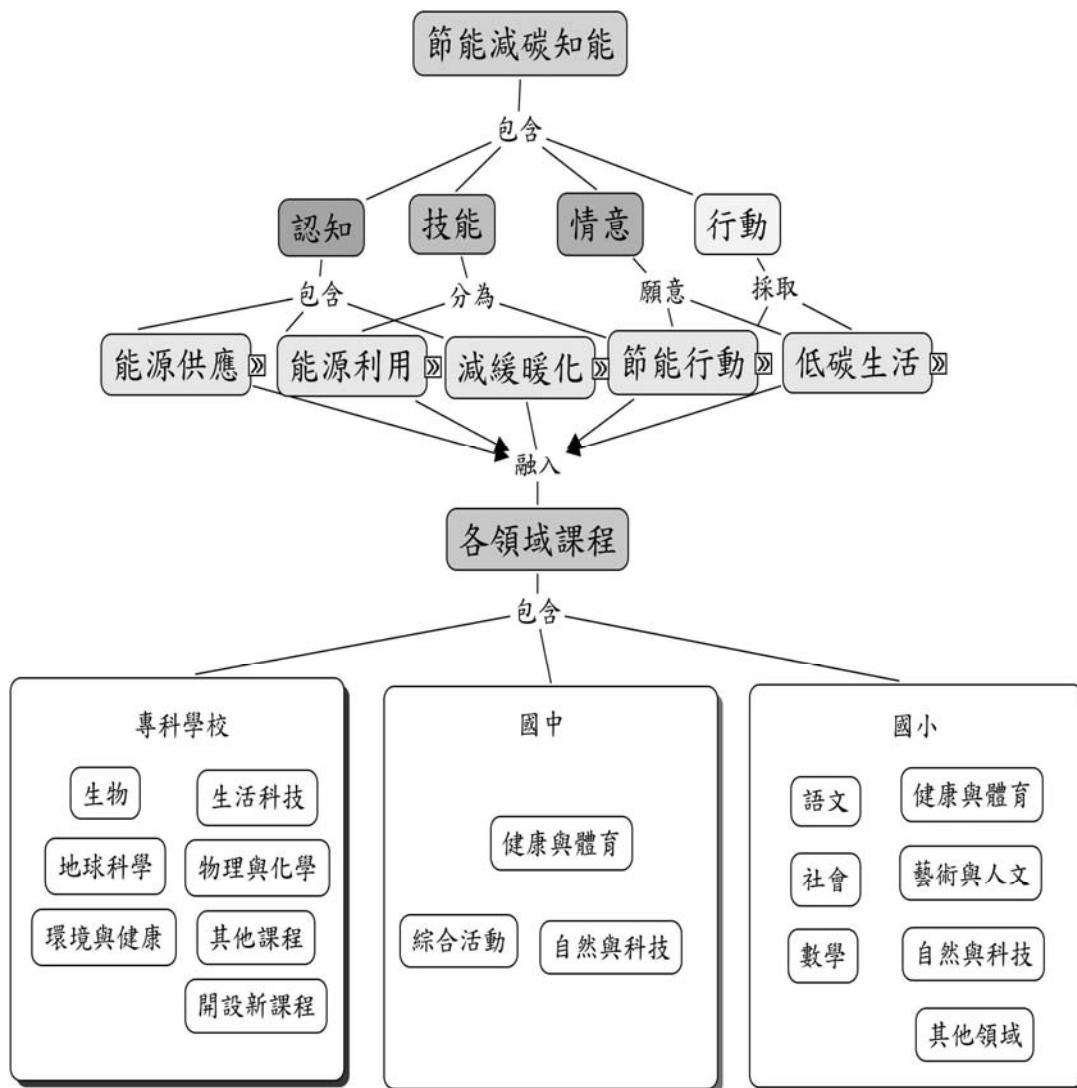
肆、研究結果與討論

本研究分析評估節能減碳教育內涵的結果，完成「節能減碳知能概念圖」與「核心素養能力表」之建構，這些內容是當前國民應備之基本節能減碳知能，亦可作為融入三級學校推動節能減碳教育，規劃融入相關課程科目，設計教材大綱之重要依據。茲分別將成果臚列及討論如下：

一、節能減碳知能概念圖

建立應具備知能內容後，本研究結合現行三級學校課程，系統化地設計出節能減碳知能概念圖，如圖三所示。整體概念圖係由節能減碳知能架構圖中之學習領域與課程分類作為出發點，將其融入三級學校的各領域課程中。由此圖可知國小與國中皆可將此節能減碳知能融入於健康與體育、藝術與人文、自然與科技、綜合活動、語文、社會和數學學習中；另外，專科學校因科目分類較細，因此可融入課程較為不同，本研究歸納出可將節能減碳知能納入

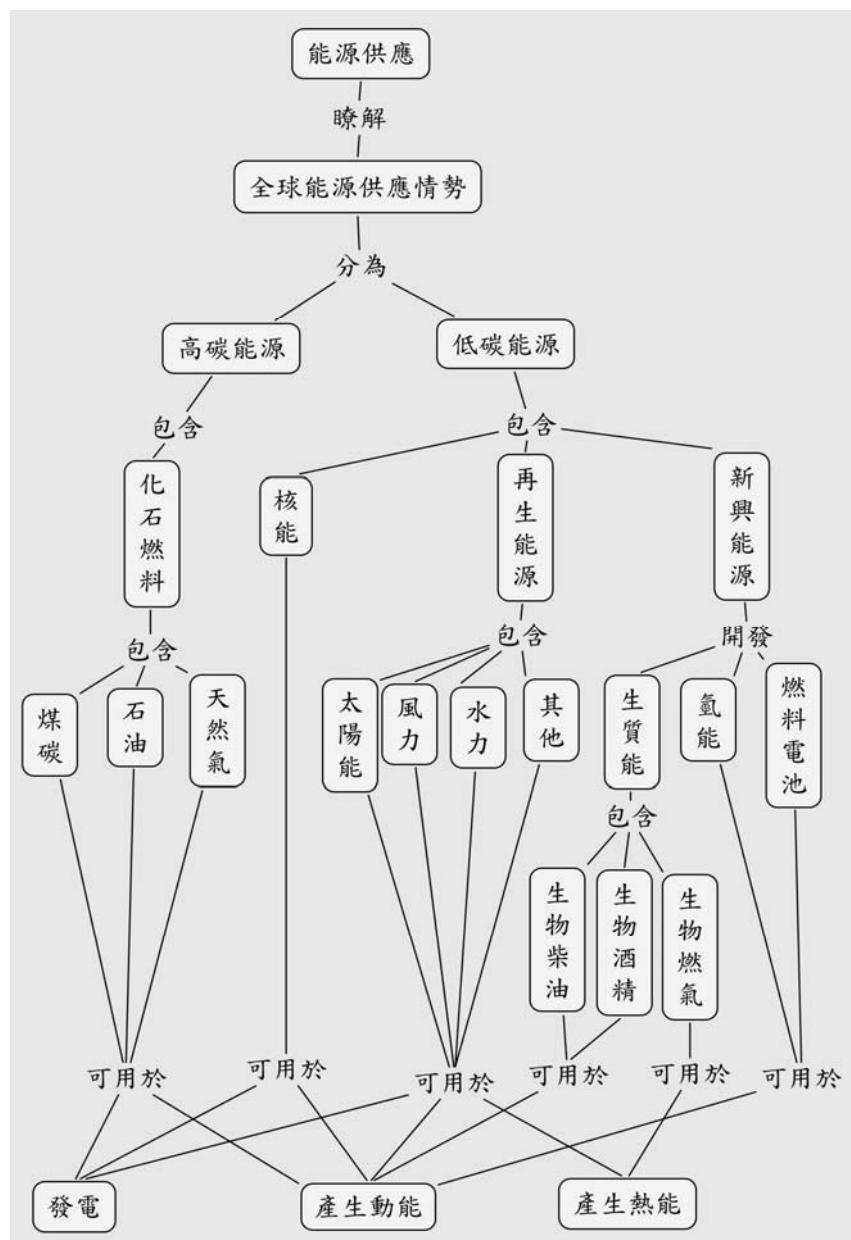
生物、地球科學、環境與健康、環境科學、生活科技、物理與化學等與其他可能的課程，甚至可依各科系老師開設新課程，使學生多元化接收節能減碳知能訊息。



圖三 節能減碳知能概念圖

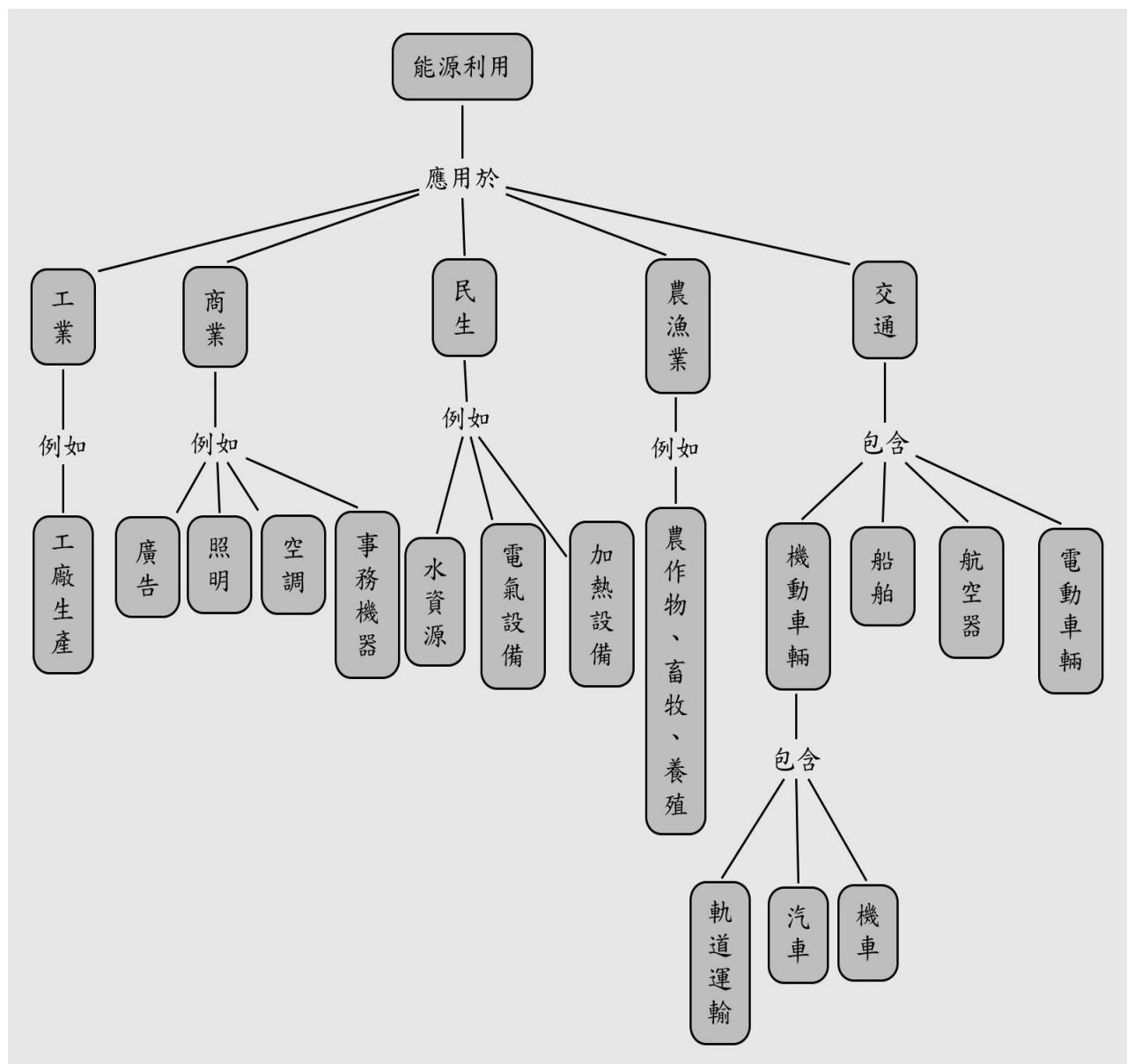
其中，本研究規劃出五大核心素養知能構面，分別設計其應涵蓋之能源知識，茲將說明如下：

(一)、能源供應：先使學生瞭解現今能源開發之狀況與分類，再區分出高碳能源與低碳能源的獲得途徑、定義和界定，不僅加強目前全球關切低碳能源之種類，包括核能、再生能源與新興能源，亦可藉此深入探討我國能源危機、能源應用之廣泛性（如圖四所示），讓學生深化節約能源與善用能源的觀念。



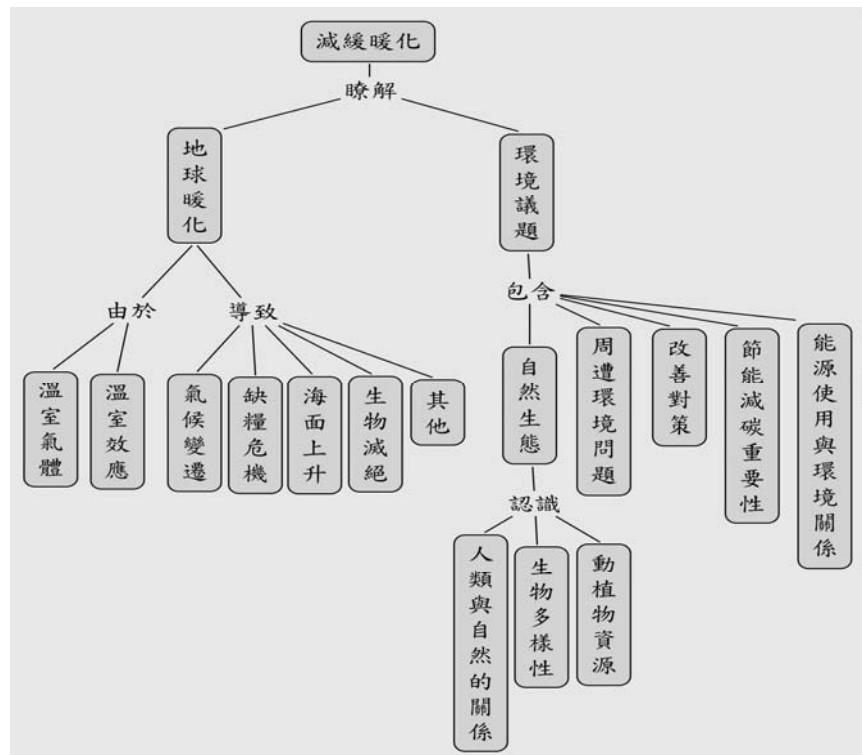
圖四 能源供應知能展開圖

(二)、能源利用：使學生瞭解能源分別應用之用途，基本上可分為工業、商業、民生、農漁業以及交通，其詳細如圖五所示。



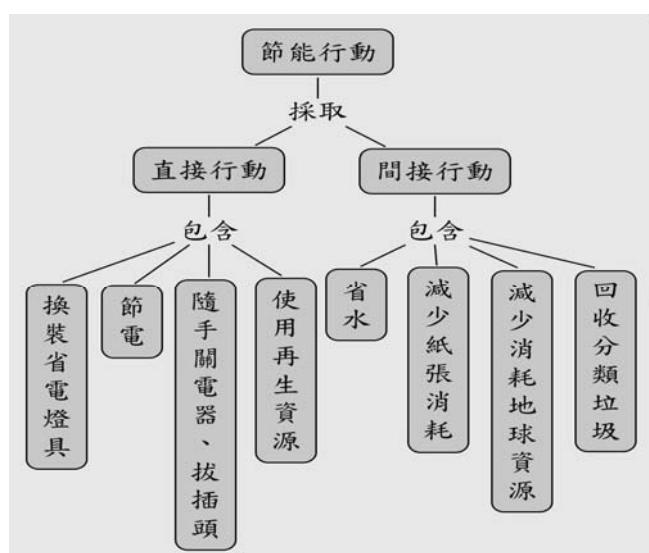
圖五 能源利用知能展開圖

(三)、減緩暖化：此知能構面中，學生應瞭解地球暖化之原因、導致結果如氣候變遷、全球暖化等，另外還需深入了解減緩暖化的政策與影響。其展開圖如圖六所示。



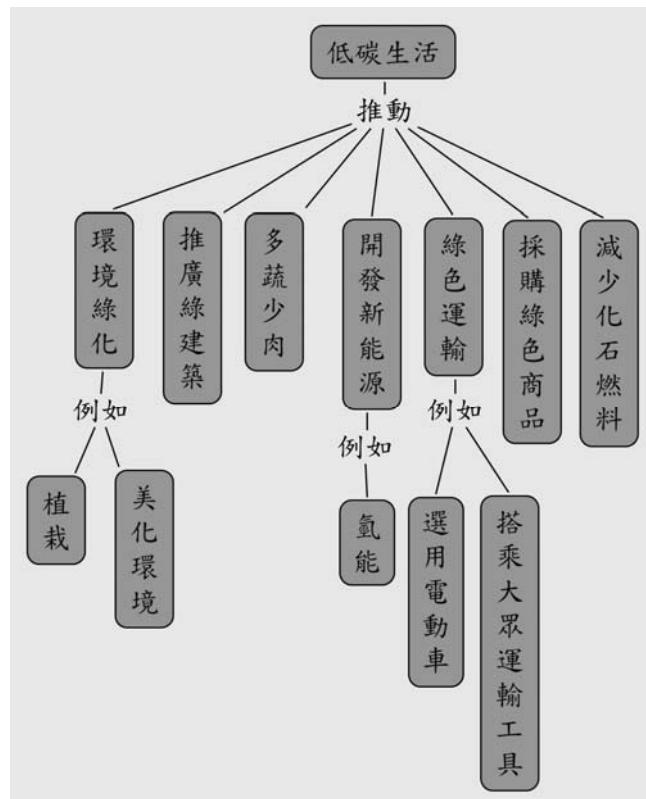
圖六 減緩暖化知能展開圖

(四)、節能行動：於此構面中，學生除應具備上述知能並融會貫通之外，亦應採取具體行動並實際體驗節能、節水於生活中之應用以及所帶來的好處，如正確使用冷氣機、吹風機等學生於日常生活中皆會接觸到之耗電設備，加強善待環境的觀念並落實生活環保，其展開圖如圖七所示。



圖七 節能行動知能展開圖

(五)、低碳生活：經由體驗將生活中減碳行動融入於學習活動中，如於戶外教學時讓學生搭乘大眾運輸工具，甚至選用電動車來感受、觀察並比較與騎乘汽機車的不同（廢氣、噪音等）以及計算排碳量，培養學生落實節能減碳的行動意向，對節能減碳環境問題有認同與參與感，如圖八所示。



圖八 低碳生活知能展開圖

二、節能減碳核心素養

本研究將節能減碳核心素養能力分成五個知能構面，經過專家會議與相關能源教育研究人員討論後，訂定出國小、國中、高中職與專科學生應具備之能力細項內容和素養屬性(認知.技能.情意.行動)。另外，透過德懷術評估法可得各核心素養能力對於學生之需求度大小，利用 5 分滿分做為需求度之評估值，根據需求度大小來排列各構面之素養能力，亦即『1-1 認識能源獲得的途徑、定義與界定。』比『1-2 認識採用再生能源供應能量的方式與概況。』之素養能力更重要，而『2-1 能正確使用電力於日常生活之電器設備。』比『2-2 瞭解人類利用能源的途徑。』之素養能力更重要，以此類推。若經過德懷術專家整體評估其需求度平均值於 3 分以下，則不納入學生核心素養能力中。

依據上述原則，完成節能減碳核心素養能力共 49 項，包含能源供應 9 項、能源利用 9 項、減緩暖化 9 項、節能行動 9 項以及低碳生活 13 項，詳細條列如下：

(一)、能源供應構面

知能構面	核心素養能力	素養屬性	需求度 (滿分 5 分)
1.能源供應	1-1 認識能源獲得的途徑、定義與界定。	認知	4.4
	1-2 認識採用再生能源供應能量的方式與概況。	認知	4.3
	1-3 區分能源供應其排碳量的高低。	認知	4.1
	1-4 認識採用核能供應能量的方式與概況。	認知	4
	1-5 認識採用化石燃料供應能量的方式與概況。	認知	4
	1-6 認識各種能源的用途。	認知	4
	1-7 瞭解我國目前能源使用之結構及供需狀況。	認知	4
	1-8 認識開發新興能源的開發狀況。	認知	3.6
	1-9 認識採用生質能源供應能量的方式與概況。	認知	3.1

(二)、能源利用構面

知能構面	核心素養能力	素養屬性	需求度 (滿分 5 分)
2.能源利用	2-1 能正確使用電力於日常生活之電器設備。	技能	4.7
	2-2 瞭解人類利用能源的途徑。	認知	4.3
	2-3 能正確使用燃料於日常生活之加熱設備。	技能	4
	2-4 瞭解能源應用於交通工具的方式與現況。	認知、技能	4
	2-5 認識能源應用於工業生產的方式與現況。	認知	3.9
	2-6 能有效應用水資源於日常生活中。	技能	3.7
	2-7 認識能源應用於民生的方式與現況。	認知	3.6
	2-8 認識能源應用於商業活動的方式與現況。	認知	3.6
	2-9 瞭解能源應用於農漁業生產的方式與現況。	認知	3.3

(三)、減緩暖化構面

知能構面	核心素養能力	素養屬性	需求度 (滿分 5 分)
3.減緩暖化	3-1 瞭解地球暖化導致的結果如氣候變遷現象。	認知	5
	3-2 認識地球暖化的成因。	認知	4.8
	3-3 認識全球性的環境議題及其對人類社會的影響，並瞭解相關的解決對策。	認知	4.6
	3-4 能瞭解節能減碳之重要性。	認知、情意	4.6
	3-5 瞭解生活周遭的環境問題及其對個人、學校與社區的影響。	認知	4.5
	3-6 瞭解基本的生態原則，以及人類與自然和諧共生的關係。	認知	4.2
	3-7 認識能源使用與環境間之關係。	認知	4.1
	3-8 認識生活周遭的環境問題形成的原因，並探究可能的改善方法。	認知	4.1
	3-9 熟悉減緩地球暖化的對策。	認知、技能	4

(四)、節能行動構面

知能構面	核心素養能力	素養屬性	需求度 (滿分 5 分)
4.節能行動	4-1 能養成節約用電的習慣。	情意、行動	5
	4-2 能以實際行動支持節能措施。	情意、行動	4.9
	4-3 能採取直接或間接的節能行動。	認知、行動	4.9
	4-4 能正確使用冷氣機、吹風機、電鍋、乾衣機等耗電設備。	技能、行動	4.9
	4-5 能選購環保、節能標章、省水標章的商品。	情意、行動	4.5
	4-6 能減少紙張等地球資源的使用量。	技能、行動	4.1
	4-7 能正確的換裝省電型的照明燈具。	技能、行動	4
	4-8 能養成回收分類垃圾的習慣，以利資源回收再利用。	情意、行動	4
	4-9 能使用再生紙等再生資源之產品。	技能、行動	3.9

(五)、低碳生活構面

知能構面	核心素養能力	素養屬性	需求度 (滿分 5 分)
5.低碳生活	5-1 能以實際行動搭乘大眾交通工具。	情意、行動	4.8
	5-2 能主動參與學校社團和社區的環境保護相關活動。	情意、行動	4.5
	5-3 能實踐多蔬少肉選用當地食材。	情意、行動	4.3
	5-4 能以實際行動支持環境綠化、推廣綠建築。	情意、行動	4.3
	5-5 能以實際行動採購綠色商品。	情意、行動	4.2
	5-6 能列舉低碳生活的實務作為。	情意、行動	4.1
	5-7 能覺知環境與個人身心健康的關係。	情意、行動	4.1
	5-8 能覺知人類生活品質乃繫於資源的永續利用和維持生態平衡。	認知、情意	4.1
	5-9 能以實際行動減少使用化石燃料等。	情意、行動	4
	5-10 能辨識與執行符合環境保護概念之綠色消費行為。	認知、情意、行動	4
	5-11 能以實際行動使用新興能源與再生能源。	情意、行動	3.8
	5-12 能藉由感官接觸環境、欣賞自然，並能以多元的方式表達內心感受。	情意	3.6
	5-13 能選用電動車作為日常交通工具。	情意、行動	3

將節能減碳概念從教育上扎根是長遠而無法立即見效的劃時代工作。從 6 歲到 20 歲的學生已從對節能減碳具有的模糊概念，經由課程學習、活動體驗及宣導，逐步在思想上具體成型而能實踐於日常生活；進而將觀念帶入家庭，在親朋好友間發酵擴散，漸漸影響至社區、社會。

伍、結論與建議

一、結論

本研究歷經一年四個月，在研究人員利用部份時間共同努力下，主要獲致建構節能減碳教育知能概念圖及核心素養兩項成果：

- (一)、透過蒐集相關資料與文獻，採用內容分析法分類系統化能源與環境教育內涵，並依照專家會議所給予之建議繪製成「知能概念圖」，可細分為：能源供應可採取化石燃料等 10 種途徑，能源利用可應用於工業等五種用途，減緩暖化可進而瞭

解地球暖化和環境議題，節能行動可採取隨手關燈等 8 種方法，低碳生活可推動搭乘大眾運輸工具等 9 種模式，並透過認知、技能、情意及行動四個學習領域，以系統關聯圖與課程相結合，可作為建構核心素養及規畫設計融入三級學校課程之參考依據。

- (二)、依照專家評估結果完成節能減碳核心素養能力共 49 項，包含能源供應 9 項，能源利用 9 項，減緩暖化 9 項，節能行動 9 項，低碳生活 13 項。並依重要性分構面依序排列，可作為三級學校融入相關課程設計教學大綱之參考依據。

二、建議

為使我國各級學校能有效推動節能減碳教育，深化節能減碳、環境保護、綠色能源等知能之覺知與實踐，本研究小組有以下建議：

- (一)、以本研究所建構之概念圖及核心素養為基礎，繼續發展規劃將國民應備節能減碳核心素養，融入國小、國中、高中職及專科學校相關課程科目中，設計合宜之教材，落實教學活動。
- (二)、將節能減碳知能融入各級學校品德教育，研訂品德核心素養，研擬生活行為準則，訂定行為規範及可達成的具體指標，建立考核評估機制，並配合制定行為準則自我檢核表，以深化品德素養的覺知與實踐，建構品德形塑的具體機制，使節能減碳成為國民倣好品德的一部份。

致謝

感謝行政院國家科學委員會能源國家型科技計畫給予本研究適時的建議與經費提供，促使本研究得以順利完成。本研究計畫題目為「推動共同生活圈節能減碳教育之整合型研究計畫」，屬國家型能源計畫之一，本文為研究成果之一部分，計畫編號為 NSC 98-2514-S-345-001-NE，特此致上無限謝忱。

參考文獻

中文部分

王順美（2004）：社會變遷下的環境教育—綠色學校計畫。師大學報：科學教育類，49(2)，87-106。

行政院環保署（2008）：節能減碳無悔措施全民行動方案，2008年7月，取自
http://www.aec.gov.tw/www/other/files/co2_1-1.pdf。

李秀娟、張永達、黃達三（1998）：概念圖應用於國中生物教材之分析與評論—以神經系統為例。科學教育月刊，213，14-26。

范熾文(2006)：學校經營與管理—概念、理論與實務。麗文文化。

黃達三（2001）：國民教育九年一貫課程環境教育課程設計。中華民國九十年度環境教育國際學術研討會發表論文集：環境教育論述組。

黃月純（2009）：節能減碳教育實施之探析。台灣教育，658，14-21。

英文部分

Finger (1994). Learning our way out : A conceptual framework for social environmental learning. World Development, 23 (3), 503-51.

附錄一 「節能減碳知能」概念分析表格式

領域	項目	核心素養概念分析	知能屬性
一、能源生活	化石燃料	認識煤、石油、天然氣等化石燃料之蘊藏、開採、運輸、應用之知識	知識
	核能		
	再生能源		
	生質能		
二、能源利用			
三、地球暖化			
四、節能行動			
五、低碳生活			

說明：1.核心素養指透過節能減碳教育，預期學生可習得之知識能力。

2.知能屬性可區分為：知識、技能、情意、行動。

附錄二 現行學校教育「節能減碳知能」內容分析表

課程名稱	實施 年級	學分 時數	單元名稱	分配 時間	相關教學內容

說明：請就學校現有正式課程內容中，分析含有「節能減碳知能」之單元，包括能源供應、能源利用、地球暖化、節能行動、低碳生活相關之知識、技能、情意、行動之單元大綱。

附錄三

推動共同生活圈節能減碳教育之整合型計畫

專家評估表

敬啓者：

本小組以推動共同生活圈節能減碳教育為主軸，研究建構節能減碳知能核心素養，及融入國小、國中及專科學校正式及非正式課程的可行方案，期透過課程的研發，教學活動的實施，落實節能減碳的效果。

此為最後一次評估表，於第二次評收回覆中，每位專家已參考其他專家的意見並在每一核心素養欄位內勾選其重要性，每個空格統計其被勾選的總次數，然後將各題各空格出現的次數(最多 10，最少 0)分別以淡灰階字體填上，製作成第三次評估表。核心素養內容於前兩次結果有專家做建議之文字修正或增減項目，修改製作成第三次評估表，於修改處以底線註明之，並於某些特定項目下特做說明補充。該專家第一次評估勾選的位置，將以紅色塊填滿該方格；第二次評估勾選的位置，將以藍色塊填滿該方格，故專家參酌其他專家意見之後，可維持其意見，亦可作修正。

素仰 台端對能源、環境相關領域學驗俱豐，煩請就推動節能減碳教育的觀點提供高見，評估各核心素養能力的需要性，分別在適當欄位中勾選「極需要 5」、「很需要 4」、「需要 3」、「尚需要 2」、「稍需要 1」、「不需要 0」。感謝您的費神協助！

計畫總主持人 陳秀珍 敬上

99.11.16

填寫者簽名：

建構節能減碳知能核心素養需求程度評估表

知能 構面	核心素養能力	需求程度表					
		不 需 要 (0)	稍 需 要 (1)	尚 需 要 (2)	需 要 (3)	很 需 要 (4)	極 需 要 (5)
1.能源供應	1-1 認識能源獲得的途徑、定義與界定。	0	0	0	0	5	5
	1-2 區分能源供應其排碳量的高低。	0	0	0	0	8	2
	1-3 認識採用化石燃料供應能量的方式與概況。	0	0	0	3	4	3
	1-4 認識採用核能供應能量的方式與概況。	0	0	0	1	8	1
	1-5 認識採用再生能源供應能量的方式與概況。	0	0	0	1	5	4
	1-6 認識採用生質能源供應能量的方式與概況。	2	0	0	2	6	0
	1-7 認識開發新興能源的方式與概況。	0	0	1	5	1	3
	1-8 認識各種能源之分類與用途。	0	0	0	1	7	2
	1-9 瞭解我國目前能源使用之結構及供需狀況。	0	0	0	1	8	0
	1-10 瞭解全球之能源供應情勢。	0	0	0	0	0	0
其他（請增列）							
2.能源利用	2-1 瞭解人類利用能源的途徑。	0	0	0	1	5	4
	2-2 認識能源應用於工業生產的方式與現況。	0	0	0	2	8	0
	2-3 認識能源應用於商業活動的方式與現況。	0	0	0	5	5	0
	2-4 認識能源應用於民生的方式與現況。	1	0	0	0	7	2
	2-5 能有效應用水資源於日常生活中。	0	1	0	0	9	0
	2-6 能正確使用電力於日常生活之電器設備。	0	0	0	0	3	7
	2-7 能正確使用燃料於日常生活之加熱設備。	0	0	0	0	9	1
	2-8 瞭解能源應用於農漁業生產的方式與現況。	0	0	0	7	3	0
	2-9 瞭解能源應用於交通工具的方式與現況。	0	0	0	0	8	2
	其他（請增列）						

知能構面	核心素養能力	需求程度表					
		不需要 (0)	稍需要 (1)	尚需要 (2)	需 要 (3)	很 需 要 (4)	極 需 要 (5)
3.減緩暖化	3-1 認識地球暖化的成因。	0	0	0	0	4	6
	3-2 瞭解地球暖化導致的結果,如氣候變遷等現象。	0	0	0	0	0	10
	3-3 瞭解生活周遭的環境問題及其對個人、學校與社區的影響。	0	0	0	2	2	6
	3-4 熟悉減緩地球暖化的對策。	0	0	0	1	9	0
	3-5 認識生活周遭的環境問題形成的原因,並探究可能的改善方法。	0	0	0	0	9	1
	3-6 瞭解基本的生態原則,以及人類與自然和諧共生的關係。	0	0	0	3	3	4
	3-7 認識全球性的環境議題及其對人類社會的影響,並瞭解相關的解決對策。	0	0	0	1	4	5
	3-8 能瞭解節能減碳之重要性。	0	0	0	0	4	5
	3-9 認識能源使用與環境間之關係。	0	0	0	0	0	0
	其他（請增列）						
4.節能行動	4-1 能採取直接或間接的節能行動。	0	0	0	0	2	8
	4-2 能以實際行動支持節能措施。	0	0	0	0	1	9
	4-3 能正確的換裝省電型照明燈具。	0	0	0	1	7	2
	4-4 能養成節約用電的習慣。	0	0	0	0	0	10
	4-5 能正確使用冷氣機、吹風機、電鍋、乾衣機等耗電設備。	0	0	0	0	1	9
	4-6 能養成回收分類垃圾的習慣, 以利資源回收再利用。	0	0	0	0	8	2
	4-7 能使用再生紙等再生資源之產品。	0	0	0	1	9	0
	4-8 能選購環保、節能標章、省水標章的商品。	0	0	0	0	5	5
	4-9 能減少紙張等地球資源的使用量。	0	0	0	1	7	2
	其他（請增列）						

附錄四 德懷術專家名單

姓名	現任職務	經歷
王 鑫 教授	中國文化大學地理所 教授兼所長	台灣大學地理系 主任 教育部環保小組 執行秘書 國科會專題審查 委員
陳義揚 教授	中國文化大學工學院 院長	國立空中大學 校長 教育部文教 處長
周談輝 教授	中國文化大學 教授	台灣師範大學工教所 教授 康寧醫護暨管理專科學校 校長 教育部環保小組 顧問
葉欣誠 教授	台灣師範大學環教所 教授兼所長	高雄師範大學環教所 教授兼所長
程金保 教授	台灣師範大學機電系 教授兼系主任	台灣師範大學工教系 教授 經濟部能源局輔導學校推動能源教育計劃 主持人
馮丹白 教授	明新科技大學 校長	台灣師範大學工教系教授兼科技學院 院長
李隆盛 教授	聯合大學 校長 中華民國課程與教學學會 理事長	台灣師範大學科技學院 院長 台灣師範大學工教系 教授兼主任
徐昊果 教授	台灣師範大學工教系 教授	國科會「能源與環境非制式教育計畫－建構能 源之體驗課程計畫」 計畫主持人 國科會「能源國家型人才培育自由導向整合型 計畫－建構節能減碳實作體驗課程計畫」 計畫主持人
鄭慶民 教授	台灣師範大學工教系 教授	經濟部能源局「輔導學校能源教育推廣計畫」 協同主持人 教育部「技藝教育推展與改進小組－實用技能 學程計畫」 計畫主持人
劉世鈞 教授	台南大學材料系教授 兼綠能系主任	國科會「節能減碳教育計畫」 計畫主持人

