

教育部114學年度中小學科學教育專案年度期中報告綱要

計畫編號：41

計畫名稱：以 PISA 創造性思維評量架構發展能源教育課程(第一年)

主持人：張琬翔 協同主持人：張裕助、王瑋樺、朱碧梅

執行單位：臺南市東區崇學國民小學

摘要

本研究基於十二年國教素養導向的理念，以 PISA 創造性思維評量架構發展能源教育課程，包含「社會問題解決領域：綠推使徒」和「科學問題解決領域：綠技謀士」兩套課程，兩套課程都有產生多樣化的構想、產生創意構想、評價與改良他人的構想之三個單元，並探討創造性思維能源教育課程是否對學生的學習成效造成影響。

研究樣本為臺南市某國小3個班級高年級學生（共計約84名），採單組前後測設計(one-group pretest-posttest design)進行實驗教學活動。研究工具為自編的能源素養態度與行為經驗量表、教育部因材網能源議題成就測驗和學生5C 關鍵能力意向量表。所得資料以 SPSS 軟體進行相依樣本t檢定(Paired Sample t test)驗證學習成效之差異；並透過研究討論、教室觀察及文件記錄來蒐集資料，進行相關分析與檢證。最後歸納本計畫結論與建議，供日後教師與有關單位發展創造性思維能源教育課程時之參考。

關鍵字：能源教育、能源素養、創造性思維、社會問題解決、科學問題解決

壹、計畫目的及內容

一、研究背景與動機

近年來，再生能源的發展紛紛在國際間興起，因化石燃料是不可再生的能源且其發電過程會排放過量的溫室氣體，加劇氣候變遷。太陽能是一種潔淨、減少環境污染的綠能，和風力能、水力能、生質能、地熱能等都屬於對環境友善的再生能源。臺灣也透過獎勵在機關民宅、工廠畜舍和閒置農地等處建置太陽光電，營造永續環境。教育部(2022)在永續發展目標(SDGs)教育手冊-臺灣指南指出，臺灣現有能源多數仰賴國外進口，面臨能源需求持續成長、全球能源價格劇烈波動，以及石油、天然氣與煤炭等化石燃料即將枯竭等諸多挑戰；為因應這些挑戰，我們需要喚起學生對能源議題的重視，培養他們對能源實質內涵的認識與理解，並鼓勵他們建立節約能源的習慣和態度。同時，我們也應該讓他們意識到開發新興能源的重要性，以減緩能源枯竭所帶來的衝擊。需喚起學生重視能源，培育對能源實質內涵的知能，養成節約能源的習慣與態度，認知到開發新興能源的可能方向，以降低能源枯竭之衝擊。十二年國民基本教育議題融入說明手冊指出，能源教育旨在培養學生的能源素養，舉凡能源的基本概念及知識、正確能源價值之觀念，強化節約能源之思維、態度、習慣和行為等(國家教育研究院，2020)。因此研究者期盼引導學生透過創造性思維(Creative Thinking, CT)學習太陽能光電主題課程，實踐聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)之 SDG4優質教育、SDG7可負擔的潔淨能源、SDG12負責任的消費、SDG11永續城市

社區和 SDG13 氣候行動，提高學生在能源素養的認知、態度及行動經驗。

創造性思維鼓勵學生挑戰傳統思考方式，尋找新的解決方案。這種過程促使學生運用多種高層次思考技能，如分析、歸納、統整、比較和評價等，有助於學生更好地應對校園和日常生活中的挑戰。此外，當學生的獨特見解和想法得到肯定時，有助於展現自我能力，進而提升自信心和自我效能。同時，創造性思維需要不同觀點的融合與有效的溝通，通過合作解決問題，學生學會了尊重他人觀點、社會合作技巧，以及如何有效表達自己的想法。PISA2022指出，創造性思維幫助學生發揮想像力，發展原創想法，跳出框框思考並解決問題；而且創造性思維不僅僅是想出意想不到的想法，更是一種基於知識和實踐的有形能力，支持個人和團體取得更好的結果，尤其是在受限或具有挑戰性的環境中(OECD, 2022)。PISA2022 對創意思考的定義為「有效參與創意的產生、評估和改進的能力，這些創意可以帶來原創和有效的解決方案、知識的進步和有影響力的想像力表達。」。創意思考主要檢視學生在三大認知歷程上的表現：產生多樣化的構想、產生創意構想、評價與改良他人的構想，可運用四種測驗內容評估學生在創意思考領域的表現：寫作表達、視覺表達、社會問題解決、科學問題解決(國立臺灣師範大學臺灣 PISA 國家研究中心, 2022)。

為激發學生的創造性思維，研究者預計以 PISA2022 創造性思維評量架構發展「社會問題解決領域:綠推使徒」和「科學問題解決領域:綠技謀士」兩套能源教育課程。課程實施將以「翻轉學習」的模式，設計屬於孩子的【啟思學習】步驟:(1)關懷同理、(2)習得知識、(3)體驗實踐、(4)分享表達。同時融合【自主學習】的課堂組織銜接和扣連：學生自學、組內共學、組間互學、教師導學，培養學生「關懷環境」、「傳承永續」、「體驗實踐」、「觀察現象」四種能力，漸進孕育12年國教核心素養。

二、研究目的與假設

- (一)第一年：自編「社會問題解決領域:綠推使徒」創造性思維能源教育課程，並實踐與評鑑課程。
- (二)第二年：自編「科學問題解決領域:綠技謀士」創造性思維能源教育課程，並實踐與評鑑課程。
- (三)探討國小高年級學童接受創造性思維能源教育課程後，對學習成效之影響。

綜合前述，本研究有以下研究假設。

- 假設一：學生接受創造性思維能源教育課程後在「能源素養態度」上有差異。
- 假設二：學生接受創造性思維能源教育課程後在「能源素養行動經驗」上有差異。
- 假設三：學生接受創造性思維能源教育課程後在「能源議題成就測驗」上有差異。
- 假設四：學生接受創造性思維能源教育課程後在「5C 關鍵能力意向」上有差異。

貳、文獻探討

一、能源教育與能源素養

我國非常重視能源教育在九年一貫課程時期就制定國民小學能源教育能力指標，期望教師能由「能源知能、能源價值、生活實踐」等三大核心理念出發並向下紮根，透過多元的教學活動，培育學生的能源知能與正確價值觀，使學生在面對能源議題時，能具備解決問題的能力與行動意願，並將所學落實於日常生活，最終成為具有能源素養的公民。以下依核心理念分列八項主題軸，具體描述能源教育之課程目標：(1)能源概念：使學生瞭解能源種類、能源形式、能源轉換之基本概念；(2)能源使用：使學生瞭解我國能源現況、非再生能源與再生能源之意義、能源新利用與節約能源之基本概念；(3)能源發展：使學生瞭解新興能源之基本概念，認識我國之能源政策意義；(4)能源意識：使學生除具備能源知能外，培養自我之能源意識；(5)能源議題：培養學生

正確能源價值觀，並指出能源與策略、能源與環境之影響及關連；(6)公民責任：培養學生閱讀、蒐集並分享討論能源使用、節約能源之相關議題，並接受節約能源、節能減碳為全球公民之責任；(7)自我實現：使學生在建立正確價值觀後，落實實踐於自我行動經驗；(8)行動參與：使學生除自我實現外，亦能落實於家庭生活實踐、參與學校及社會各相關活動(國立臺灣師範大學，2013)。

面對21世紀的知識爆炸時代，我國在十二年國民基本教育的課程變革上，以核心素養作為課程發展的主軸，並將議題融入各領域。能源教育議題為19項議題之一，其學習主題與實質內涵為：(1)能源意識：能源教育首先要喚起學生的能源意識（覺知），意即當學生認為能源與自身有關，才能促進他們想了解能源是什麼、為何要節約能源的學習動機，並以例舉國內外時事、實際案例的方式來引導學生，以連結學生的日常生活與能源間之關係；(2)能源概念：使學生認識能源的種類、形式、應用、開發及創能、儲能與節能的原理，並了解能量轉換的概念；(3)能源使用：使學生了解能源的使用與經濟發展、環境之間相互的牽動與影響，知悉能源高效率使用可減少不必要的浪費，以及能源安全的意義；(4)能源發展：使學生認識及了解國內外傳統能源及新興能源的發展趨勢，以及我國目前能源政策方向等議題；(5)行動參與：培養學生蒐集能源議題相關資料，與他人討論、分析、分享所獲得的資訊，進而展現行動參與的實踐能力，達到將節能減碳落實於日常生活中之目的。包括對於家庭、校園生活能提出合適的節能規劃或能源專題實作，參與能源相關活動，對於國內外的能源政策、措施，能提出自己的創新看法(國家教育研究院，2020)。

前述可知，能源素養的概念強調個人在對應環境需求時所具備的基礎知識、思維方式、技能與態度，含括「科學素養」、「科技素養」和「環境素養」；科學素養即科學知識、科學態度及科學探究、解決問題、分析、綜合、評鑑等較高層次的學習歷程；科技素養係指使用、管理、分析、評估和瞭解科技系統、解決問題、溝通與參與社會的能力等；環境素養係指提供個人處理與環境需求有關的基礎知識、技能與動機，以便對環境的永續發展做出貢獻(李隆盛、李懿芳、潘瑛如，2015)。意即能源素養包含對於認識能源的來源認知、態度及行為等三個層向，認知因素包含基礎科學的能源概念、能源的基本來源與資源、能源的發展與使用、能源對於環境或社會的影響；態度因素包含關心世界上的能源議題和積極的態度與價值觀；行為因素包含節約能源的行動、改變與鼓吹（王裕宏、劉佳儒、楊芷翎，2021）。

二、能源教育的研究

謹佩明、張自立、辛懷梓（2013）進行能源教育融入科學社團活動，以國小 101 學年三年級各班自由加入科學社團之學生，共26人為對象。以自編能源教育教材，採專題式學習教學法，進行4節教學活動。研究結果顯示，能源知識教育後，學生對能源知識認知有顯著的提升、對節能知識有顯著的改變，但對學生節能態度並無影響。

廖哲緯、曾治乾（2013）探討自編能源教育課程對國中學生的能源認知、能源態度、環境敏感度與能源行為能否產生正向的改變。採用前後測不等組設計，研究對象為新竹市某公立國中4個班級 100名學生，2個班級採用本研究自編課程，另外2個班級則進行一般課程作為對照。結果發現：(1)課程介入的確造成學生的能源認知增加；(2)學生的能源態度在課程介入後變得更積極正向；(3)前測環境敏感度高的學生，接受課程後敏感度顯著提升；(4)能源行為並未受到課程影響而有整體提升。

徐昊果和施秀青（2014）的研究完成「能源」主題課程單元教材4冊、節能減碳推廣手冊3本，發展再生能源可操作式數位化教具，並完成知識性與體驗式節能減碳實作課程；其研究發現能源實作體驗課程可以提升國中小學生的能源認知，且學生對於體驗式的課程有較高的興趣。

陳麗月、陳碩祈、林曉雯(2016)等人進行綠色能源教育課程且融入科學-科技-社會 (Science-Technology-Society, STS) 教學模式的學習成效，以屏東市某國小四年級學生，兩個班級共54位學生進行準實驗研究，研究結果顯示接受 STS 教學模式之學生，其知覺與敏感度、行動技能、行動經驗的提升皆優於講述教學；而在概念知識、價值觀與態度的提升情形，相較講述教學沒有顯著的差異。

王裕宏、劉佳儒和楊芷翎（2021）以2020年在國立臺灣科學教育館辦理的能源議題展示為實例，並以國中及國小學生為研究對象，透過問卷調查法，探討運用有趣及高互動的展示情境學習，是否能促進能源素養之學習成效。研究結果發現，科學博物館的情境學習，對於能源知識的認知及能源的態度皆有直接且正向的影響；透過有趣及互動的展示方式，確實可以提升能源知識的概念及對於能源議題的重視程度；但參與本次的學習活動，並不會影響能源的行為意向。

莊宗達(2022)以社會環境議題能源議題單元為例，培育自主行動素養學習之研究，採用準實驗研究法，以高中二年級學生為研究對象。研究結果發現可作為「規劃執行與創新應變」素養導向教學方法的參考範例，其次運用此學習方法有助於提升學習內容的學習成效，在「規劃執行與創新應變」核心素養的培養上則具有部分成效。

曾莉婷、陳美如（2022）採個案研究，以13位小學中高年級的學生為研究對象，運用知識翻新理論與知識論壇的輔助，探討知識翻新活動對於學生在能源教育議題中之認知與情意學習的發展與關係。研究結果發現，透過知識翻新之教學策略皆有助於提升認知及情意目標層次，且兩者具正相關，亦即學生不僅能運用所學解決遇到的真實問題，也培養樂在學習的積極態度。

國內學者對於能源教育的研究已有多年，研究主題涵蓋教材發展、教學方法、學習成效等方面。根據前述研究顯示，能源教育在學生意識認知、態度和行為上皆具有正向影響。這些研究強調了能源教育的重要性，並提供了不同方法來促進學生對能源議題的認知和態度。

三、PISA2022創造性思維

創造性思維幫助學生發現和發展自己的潛力，有助於年輕人做好準備，以適應需要靈活工作者的快速變化的世界；亦即創造性思維幫助學生發揮想像力，發展原創想法，跳出框框思考並解決問題。創造力可以用許多不同的方式表現出來，通常能區分為大 C 創造力('big C' creativity)和小 C 創造力('little c' creativity)；大 C 創造力是指智力或技術突破或藝術或文學傑作，需要大量的專業知識、奉獻精神和社會對產品價值的認可；小 C 創造力則是種日常創造力，包括以不尋常的方式排列照片，將剩菜組合成美味的飯菜，或者為工作中複雜的日程安排問題找到解決方案，所有人都能夠通過參與創造性思維來展示小 C 創造力(OECD, 2022)。

PISA 創造性思維側重於日常環境中與「小 c」創造力相關的認知過程和結果。PISA2022創造性思維的評量架構，採用三大認知歷程評估學生在創造性思維上的整體表現：(1)產生多樣化的構想，聚焦在學生是否具有進行跨領域思考的能力，其評分要點要求答案間的差異程度；(2)產生獨創的想法，聚焦於學生如何在跨領域中尋找合理且原創之構想的能力，其評分要點為答案是否為「原創」，作答未列在評分規準內即為原創；(3)能評價及改良他人的想法，聚焦於學生評估被給予構想的限制和找到創新的方法去改良這些構想的能力。為了減少各項目之間的相依性(dependency)，學生不會被要求去想出一個原創的解決方法，而是依據他人已提出的構想為基礎去做改變；其評分要點為若作了原創的改良或功能增強則屬於為原創(OECD, 2022；國立臺灣師範大學臺灣 PISA 國家研究中心, 2022)。

PISA2022創造性思維運用寫作表達、視覺表達、社會問題解決、科學問題解決等

四種測驗內容評估學生在創造性思維領域的表現。本研究採用社會問題解決和科學問題解決兩個領域內容，說明如後：(1)社會問題解決領域在評估社會問題解決的試題範本會要求學生：在個別或群體合作的情境下，面對和處理含有一個社會議題的開放式問題；基於題目中給予的情境，產生應對社會問題的解決方法；提出原創的改善方案來解決問題。(2)在科學問題解決領域的問題情境中，學生可能會面對的是：處理一個開放式科學情境問題；在題目給予的情境下，對科學自然問題提出假設或是解決方案；接著提供原創的實驗改良或是問題解決方案(OECD, 2022；國立臺灣師範大學臺灣PISA 國家研究中心, 2022)。

參、研究方法及步驟

一、研究對象與研究設計

本研究以方便取樣(convenience sampling)方式選取臺南市崇學國小高年級3班共84位學童為研究對象，採單組前後測設計(one-group pretest-posttest design)進行實驗教學活動。每班學生都接受6個單元的創造性思維能源教育課程，在實驗教學處理前後對學生進行「自編的能源素養態度與行為經驗量表、教育部因材網能源議題成就測驗和學生5C 關鍵能力意向量表」之前後測。研究設計模式如表1所示。

表1研究設計模式表

組別	前測	實驗處理	後測
高年級(男女)	O ₁	X 創造性思維能源教育 課程	O ₂

- 就前測方面，O₁ 表示實驗教學處理前的前測，即以「自編的能源素養態度與行為經驗量表、教育部因材網能源議題成就測驗和學生 5C 關鍵能力意向量表」為前測工具。
- 實驗處理方面，X 表示學生所接受的實驗教學處理—由該班授課教師（本計畫協同主持人）實施創造性思維能源教育課程。
- 就後測方面，O₂ 表示實驗處理後所實施的後測，即以「自編的能源素養態度與行為經驗量表、教育部因材網能源議題成就測驗和學生 5C 關鍵能力意向量表」為後測工具。

二、研究工具

(一)能源素養態度量表

能源素養態度是指個人對能源的信念、情感或價值觀，可反映了個人對能源問題的看法和感受。本研究之能源素養態度量表參考王裕宏、劉佳儒和楊芷翎（2021）、李隆盛、李懿芳和潘瑛如（2015）、莊宗達（2022）、陳麗月、陳碩祈和林曉雯（2016）等人研究編製而成，分為能源議題、節約能源和綠色能源之三個構面，共12題。能源素養態度題目如表2所示，採李克特（Likert type）5點量表計分方式，從完全符合（5分）到不曾符合（1分），受試者得分數愈高，表示其能源素養態度愈佳。

表2自編之能源素養態度量表

層面	項目
能源 議題	1. 我認為能源對人類社會非常重要，因為能源可以供應我們日常生活、交通、工業生產等所需的動力。

	2. 我認為能源發展應兼顧經濟成長、環境保護與社會進步。 3. 我關心與能源相關的新聞或議題，因為我想了解能源的最新發展。 4. 我關心節約能源或推動綠色能源的活動，因為我想為保護地球盡一份力。
節約 能源	5. 我認為節約能源可以保護環境、減少污染。 6. 我認為每個人都有責任節約能源，因為這是保護地球的共同義務。 7. 我支持在家中節約能源，例如關燈、關水龍頭、不使用時拔掉電器插頭等。 8. 我認為有效的節約能源方式包括使用節能家電、隨手關燈、搭乘大眾運輸工具等。
綠色 能源	9. 我支持使用可再生且減少環境污染的綠色能源。 10. 雖然綠色能源的成本高，但為了保護環境與應對氣候變遷，我仍支持發展綠色能源。 11. 開發綠色能源的費用較高，但為維護環境，我願意多付電費。 12. 我支持政府推動綠色能源發展，例如補助綠色能源產業、鼓勵民眾使用綠色能源等。

(二)能源素養行動經驗量表

能源素養行動經驗是指個人在能源方面的實際行為、改變與鼓吹，能反映個人如何將能源素養付諸在日常生活中實踐。本研究之能源素養行動經驗量表參考王裕宏、劉佳儒和楊芷翎（2021）、李隆盛、李懿芳和潘瑛如（2015）、陳麗月、陳碩祈和林曉雯（2016）等人研究編製而成，分為節能習慣和推廣節能之兩個構面，共12題。能源素養行動經驗量表題目如表3所示，採李克特（Likert type）5點量表計分方式，從完全符合（5分）到不曾符合（1分），受試者得分數愈高，表示其能源素養行動經驗量愈佳。

表3自編之能源素養行動經驗量表

層面	項目
節能 習慣	1. 我會隨手關閉沒有使用的家電用品，例如：電燈、電扇等。 2. 我會多利用走路、騎腳踏車和搭乘大眾運輸的方式外出。 3. 我會為節約能源而減少購物。 4. 我會去注意家中哪些家電用品比較浪費電，並減少使用這些高耗能電器。 5. 我會把冷氣調在適當溫度來節省能源。 6. 我會主動收集有關節約能源的資料。
推廣 節能	7. 我會提醒身邊的人日常生活要節約能源。 8. 我會向親朋好友推薦綠色能源的好處。 9. 我會將節約能源經驗告訴親友，鼓勵大家一起響應節約能源。 10. 我願意邀請家人或同學一起參與能源議題有關的活動。 11. 我會提醒親朋好友將家中家電用品換成節能省電型的產品，例如：省電燈泡、省水水龍頭等。 12. 如果有人要買新的家電用品，我會主動建議購買有節能標章的商品。

(三)能源議題成就測驗

本研究之能源議題成就測驗採用教育部因材網能源議題成就測驗，分為能源意識、能源概念、能源使用、能源發展、行動參與等五個層面，每個層面挑選4題，本測驗共20題。每題5分，滿分為100分。題目內涵如下表(教育部因材網，2024)。

表4教育部因材網能源議題練習題

層面	知識節點
能源意識	EA-III-1 能源與生活 EA-III-2 能源與環境 EA-IV-1 人與能源的關係 EA-IV-3 節能減碳
能源概念	EC-III-1 能源與能量的種類與形式 EC-III-2 能量形式的轉換 EC-IV-1 能源與能量 EC-IV-3 我國能源現況
能源使用	EU-III-1 能源在生活中的使用情形 EU-III-2 能源使用效率 EU-IV-1 能源與生活
能源發展	ED-III-1 臺灣能源的政策與發展 ED-IV-2 我國能源政策
行動參與	EE-III-1 能源議題停看聽 EE-III-2 節能減碳的生活實踐 EE-III-3 能源實踐家-實作活動 EE-IV-1 家庭實踐節能行動

資料來源：教育部因材網(2024)。能源議題。<https://adl.edu.tw/>

(四)5C 關鍵能力意向量表

本研究之5C 關鍵能力意向量表採用教育部因材網學生5C 關鍵能力意向量表，5C 關鍵能力分為問題解決、創造思考、批判思考、團隊合作、溝通表達之五構面，共59題。量表題目如表5所示，採李克特（Likert type）5點量表計分方式，從非常同意（5分）到非常不同意（1分），受試者得分數愈高，表示其5C 關鍵能力意向愈佳(教育部因材網，2024)。

表5教育部因材網5C 關鍵能力意向量表

層面	項目
問題解決	1. 解決問題之前，我會先想問題是什麼？ 2. 我認為在解決問題之前，要先知道問題出在哪裡？ 3. 我知道老師所問的問題，到底要問什麼？ 4. 除了問題之外，與問題有關的原因也要了解。 5. 在解決問題的過程中，我常會收集相關資料。 6. 遇到問題需要解決時，我會先思考問題解決的方法與步驟。 7. 我會與別人合作，共同來解決問題。 8. 解決問題時，我能將大家的工作分配好。 9. 我希望能想出好玩、有創意的方法來解決問題。 10. 我可以想出許多種方法來解決問題。 11. 我認為解決問題時，要比較每一種解決方法所可能產生的後果。 12. 我覺得要用一個標準來比較，才能確定所採用的方法是否合適。 13. 我會設計一些實驗來試試看，能不能將問題解決。 14. 我能對別人所想的解決方法，提出問題或建議。 15. 對於大家所提出的意見，我可以判斷哪一種解決方法比較好。 16. 解決問題的方法想出來後，會認真去執行。

層面	項目
	17. 問題解決的過程中，我很有耐心，直到問題解決。
創造思考	18. 我喜歡仔細觀察我沒有看過的東西，因為這樣我可以更了解這個東西。 19. 我喜歡做許多以前沒有做過的事。 20. 我會想要知道別人正在想什麼。 21. 有許多事情我都很想親自去試試看。 22. 我喜歡試著找出事情發生的各種原因。 23. 我喜歡問一些別人沒有想過的問題。 24. 碰到不知道的事，我喜歡去問人家。 25. 我喜歡幻想一些我想知道或想做的事。 26. 我喜歡想一些不曾在我身上發生過的事。 27. 我喜歡想像有一天能成為藝術家、畫家、音樂人或詩人。 28. 我喜歡想一些新點子(花樣)，即使用不著也沒關係。 29. 我喜歡想一些別人沒想過的問題。
批判思考	30. 當我有疑問時，我會尋求他人的幫助。 31. 當我不明白時，我會試著用其他的方法。 32. 當我在學習中感到不明白時，會停下來並重新閱讀相關資訊。 33. 我會定期反省自己是否有達到我的目標。 34. 在回答問題前，我會考慮多種選擇。 35. 當我學習新的東西，我會問自己了解多少。 36. 當我完成一個任務後，我會再想想是否有更簡單的解決方法。 37. 我能在學習後，統整自己所學的資訊。 38. 當我完成一個任務時，我會反省有沒有達到當初訂好的目標。
團隊合作	39. 在參加小組合作的學習活動時，我覺得同組同學也會一樣盡力。 40. 在參加小組合作的學習活動時，我覺得我們會合作成功。 41. 當同學提出意見時，我不會懷疑對方的動機。 42. 在與同學合作的過程中，我會詢問並了解對方的意見。 43. 在與同學合作的過程中，我會提供有用的資訊。 44. 和同學的合作過程，可順利溝通沒有問題。 45. 在參加小組合作的學習活動時，我能又快又好地完成工作。 46. 在小組裡，我們都能分工合作。 47. 在小組裡，我知道自己應負責的工作內容。
溝通表達	48. 我在社交場合中總是感到安穩、不慌張。 49. 在跟同學、老師討論或上台報告時，我覺得放鬆且自在。 50. 跟別人聊天時，我可以自在的說出我想說的話。 51. 我會嘗試讓其他人喜歡和我在一起。 52. 我會嘗試用溫和的語氣與他人溝通。 53. 跟別人聊天時，我會考慮對方的感覺。 54. 我喜歡和不同的人交朋友、分享與聊天。 55. 我喜歡認識新的朋友。 56. 我在跟同學、老師討論時，會相處得很好。 57. 當與他人溝通時，我能用準確的言語描述自己的想法。 58. 我能正確地表達出我所想要表達的意思。 59. 我能用對詞語。

資料來源：教育部因材網(2024)。5C 關鍵能力意向量表。<https://adl.edu.tw/>

(五)學生回饋單

學生回饋單分為學生對教材內容的評鑑和對教師授課的想法，詳細如下述。

1. 教材內容的評鑑（如表 6）

表6學生對課本內容的想法

評量規準	5完全符合	4經常符合	3有時符合	2部分符合	1不曾符合
1. 教材的故事內容很有趣。					
2. 教材的圖片很能吸引我。					
3. 教材的內容安排很清楚。					
4. 這種教材可以幫助我學習。					
5. 我很喜歡這種教材的遊戲題目。					
6. 這種教材會讓我更想上課					

修改至來源:張霄亭譯 (2012)。教學科技與媒體, P3-27圖3-9。臺北：華騰文化。

2. 對教學過程的評量(教學反思回饋，如表 7)

表7學生對教師授課的想法

評量規準	5完全符合	4經常符合	3有時符合	2部分符合	1不曾符合
1. 我能夠很清楚老師上課教的內容。					
2. 我能夠很清楚老師講的每一句話。					
3. 我能夠很清楚聽到老師的聲音。					
4. 我覺得老師上課的內容很簡單。					
5. 我覺得老師上課很有趣。					
6. 我覺得老師都有注意到我。					
7. 我覺得我上課的時候很專心。					
8. 這堂課我想給幾顆星？					

修改至來源:張霄亭譯 (2012)。教學科技與媒體, P3-27圖3-9。臺北：華騰文化。

三、資料蒐集與分析

(一)量的資料

本研究分別將學童的作答結果登入電腦建立資料，並以 SPSS 軟體進行統計分析比較。首先採相依樣本 t 檢定來比較學生在學習成效前後測的差異情形，考驗研究假設，各項統計考驗以.05為顯著水準。

(二)質的資料

本研究蒐集上課觀察記錄、教師訪談資料與學習檔案，利用文件分析瞭解學童經過不插電運算思維課程所呈現出來的學習成就、態度和表現。

四、實驗教學主題:研究主題兩年，茲說明如表8。

表8研究主題表

計畫年度	領域	課程主題	單元名稱
第一年	社會問題解決	綠推使徒	一起來響應綠能
			綠能屋頂宣導歌
			綠能商品標章方案
第二年	科學問題解決	綠技謀士	綠能屋頂魔法師
			太陽光電放哪裡？
			如何幫太陽能板洗澡？

五、實驗課程架構

領域		社會問題解決領域：綠推使徒 (本年度課程發展與實施)		
單元名稱		一起來響應綠能	綠能屋頂宣導歌	綠能商品標章方案
總綱 核心素養	B1 符號運用與溝通表達 E-B1 具備理解及使用語言、文字、數理、肢體及藝術等各種符號進行表達、溝通及互動，並能了解與同理他人，應用在日常生活及工作上。	A2 系統思考與解決問題 E-A2 具備問題理解、思辨分析、推理批判的系統思考與後設思考素養，並能行動與反思，以有效處理及解決生活、生命問題。	C1 道德實踐與公民意識 E-C1 具備道德實踐的素養，從個人小我到社會公民，循序漸進，養成社會責任感及公民意識，主動關注公共議題並積極參與社會活動，關懷自然生態與人類永續發展，而展現知善、樂善與行善的品德。	
學習重點	學習表現	2a-III-2 表達對在地與全球議題的關懷。 3c-III-1 聆聽他人意見，表達自我觀點，並能與他人討論。	2c-III-2 體認並願意維護公民價值與生活方式。 3b-III-2 摘取及整理社會議題相關資料的重點，判讀其正確性及價值，並加以描述和解釋。	2a-III-2 表達對在地與全球議題的關懷。 3d-III-3 分享學習主題、社會議題探究的發現或執行經驗，並運用回饋資訊進行省思，尋求調整與創新。
	學習內容	Af-III-1 為了確保基本人權、維護生態環境的永續發展，全球須共同關心許多議題。	Ae-III-1 科學和技術發展對自然與人文環境具有不同層面的影響。	Ab-III-3 自然環境、自然災害及經濟活動，和生活空間的使用有關聯性。
學習目標		理解再生能源的優點及其對環境的益處。 構思激發學生響應綠能的標語。	了解能源危機、太陽能發電的優點、發電原理，及發電案例。 實作綠能宣導營隊歌摘要法。	認識碳足跡與減碳標籤的意涵。 構思如何修改太陽能產品標籤方案，說明標籤各部件的意涵。
融入議題	實質內涵	人權教育-人 E4 表達自己對一個美好世界的想法，並聆聽他人的想法。 環境教育-環 E14 覺知人類生存與發展需要利用能源及資源，學習在生活中直接利用自然能源或自然形式的物質。 能源教育-能 E1 認識並了解能源與日常生活的關聯。能 E3 認識能源的種類與形式。能 E8 於家庭、校園生活實踐節能減碳的行動。	人權教育-人 E4 表達自己對一個美好世界的想法，並聆聽他人的想法。 能源教育-能 E1 認識並了解能源與日常生活的關聯。能 E4 了解能源的日常應用。能 E8 於家庭、校園生活實踐節能減碳的行動。 資訊教育-資 E3 應用運算思維描述問題解決的方法。資 E9 利用資訊科技分享學習資源與心得。	人權教育-人 E4 表達自己對一個美好世界的想法，並聆聽他人的想法。 環境教育-環 E17 養成日常生活節約用水、用電、物質的行為，減少資源的消耗。 能源教育-能 E4 了解能源的日常應用。能 E8 於家庭、校園生活實踐節能減碳的行動。 法治教育-法 E4 參與規則的制定並遵守之。

領域		科學問題解決領域:綠技謀士 (第一年發展部分課程, 第二年實施)		
單元名稱		綠能屋頂魔法師	太陽光電放哪裡?	如何幫太陽能板洗澡?
總綱 核心素養		A2 系統思考與解決問題 E-A2 具備問題理解、思辨分析、推理批判的系統思考與後設思考素養，並能行動與反思，以有效處理及解決生活、生命問題。	A3 規劃執行與創新應變 E-A3 具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的彈性適應力。	B2 科技資訊與媒體素養 E-B2 具備善用科技、資訊與各類媒體之能力，培養相關倫理及媒體識讀的素養，俾能分析、思辨、批判人與科技、資訊及媒體之關係。
學習重點	學習表現	ti-III-1 能運用好奇心察覺日常生活現象的規律性會因為某些改變而產生差異，並能依據已知的科學知識科學方法想像可能發生的事情，以察覺不同的方法，也常能做出不同的成品。	po-III-1 能從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等察覺問題。 ah-III-1 利用科學知識理解日常生活觀察到的現象。	ai-III-1 透過科學探索了解現象發生的原因或機制，滿足好奇心。 ah-III-2 透過科學探究活動解決一部分生活週遭的問題。
	學習內容	INf-III-2 科技在生活中的應用與對環境與人體的影響。	INg-III-1 自然景觀和環境一旦被改變或破壞，極難恢復。	INg-III-5 能源的使用與地球永續發展息息相關。
學習目標		認識常見的太陽能光電種類。 構思光電屋頂下閒置空間的創新用途。	認識太陽能光電的成功案例與選址爭議 構思適合裝設太陽能板的場域。	認識太陽能板的清洗方式。 構思如何兼顧效率和安全來改良現有的雨水或人工清洗方式。
融入議題	實質內涵	環境教育-環 E14 覺知人類生存與發展需要利用能源及資源，學習在生活中直接利用自然能源或自然形式的物質。 科技教育-科 E1 了解平日常見科技產品的用途與運作方式。科 E8 利用創意思考的技巧。 能源教育-能 E1 認識並了解能源與日常生活的關聯。能 E3 認識能源的種類與形式。	環境教育-環 E3 了解人與自然和諧共生，進而保護重要棲地。環 E4 覺知經濟發展與工業發展對環境的衝擊。環 E5 覺知人類的生活型態對其他生物與生態系的衝擊。 科技教育-科 E1 了解平日常見科技產品的用途與運作方式。科 E8 利用創意思考的技巧。 能源教育-能 E6 認識我國能源供需現況及發展情形。	環境教育-環 E14 覺知人類生存與發展需要利用能源及資源，學習在生活中直接利用自然能源或自然形式的物質。 科技教育-科 E1 了解平日常見科技產品的用途與運作方式。科 E7 依據設計構想以規劃物品的製作步驟。科 E8 利用創意思考的技巧。 能源教育-能 E5 認識能源於生活中的使用與安全。能 E7 蒐集相關資料、與他人討論、分析、分享能源議題。

肆、目前研究結果

(一) 實驗課程內容規劃

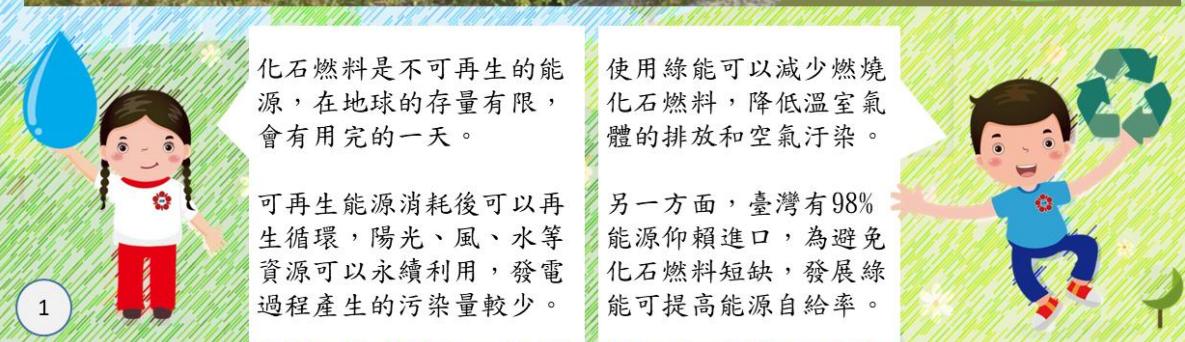
創造思維 向度	社會問題解決(3 節，120 分鐘)	科學問題解決(3 節，120 分鐘)
議題融入	人權教育、環境教育 能源教育、資訊教育	環境教育、科技教育、能源教育
課程主題	綠推使徒	綠技謀士
單元 (內容)	一起來響應綠能 (再生能源、標語構思)	綠能屋頂魔法師 (光電種類、空間利用)
多樣化的想法	<ul style="list-style-type: none"> ● 理解再生能源的優點及其對環境的益處。 ● 構思激發學生響應綠能的標語。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 認識常見的太陽能光電種類。 ● 構思光電屋頂下閒置空間的創新用途。
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 介紹再生能源的優點及其對環境的益處。 ✓ 說明標語的意涵，展示標語實例。 ✓ 構思如何激發更多學生響應太陽能的標語三則。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 閱讀案例:認識太陽能光電依據架設位置可分為屋頂型、地面型、水域型三種。 ✓ 學生扮演魔法師，魔仗一揮轉換觀察事物的觀點，構思屋頂型太陽能設備下閒置空間的創新用途三項。
活動簡述	綠能屋頂宣導歌 (能源推動、營隊歌摘要法)	太陽光電放哪裡? (綠能爭議、綠電選址)
獨創的想法	<ul style="list-style-type: none"> ● 了解能源危機、太陽能發電的優點、發電原理，及發電案例。 ● 實作綠能宣導營隊歌摘要法。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 認識太陽能光電的成功案例與選址爭議 ● 構思適合裝設太陽能板的場域。
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 欣賞太陽能動畫的影片。 ✓ 情境:學生擔任太陽能屋頂社區推廣大使... ✓ 學生改編兒歌構思營隊歌讓社區知道學校太陽能屋頂推動成果的宣導方案 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 閱讀案例:太陽能放置地點介紹，兩難探討:光電開發選址惹爭議 ✓ 情境安排:太陽能板需要大面積的安裝地點，除了建築物屋頂，還有哪些場域適合裝設太陽能板來發展綠能？
能評價及改良他人的想法	綠能商品標章方案 (碳足跡標籤、綠能商品標籤)	如何幫太陽能板洗澡? (太陽能板清洗、清洗改良)
單元 (內容)	綠能商品標章方案 (碳足跡標籤、綠能商品標籤)	如何幫太陽能板洗澡? (太陽能板清洗、清洗改良)
學習目標	<ul style="list-style-type: none"> ● 認識碳足跡與減碳標籤的意涵。 ● 構思如何修改太陽能產品標籤方案，說明標籤各部件的意涵。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 認識太陽能板的清洗方式。 ● 構思如何兼顧效率和安全來改良現有的雨水或人工清洗方式。
活動簡述	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 閱讀「碳足跡和減碳標籤」，了解低碳生活落實方案。 ✓ 任務:有人提出商品上可以比照碳足跡標籤的方式來註記使用太陽能，但不夠明確，請你構思如何改善標籤方案。 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 科普文章和影片介紹太陽能板的清洗方式。 ✓ 情境安排:學生構思如何改良現有的雨水或人工清洗方式，讓清潔時不會造成汙染且能減少人力。

(二)學生課本



單元1：綠推使徒(創造性思維-社會問題解決領域)

1-1【一起來響應綠能】



全球能源發展趨勢：
再生能源發電比例逐漸提高，
化石能源發電比例持續下降。

讓我們一起來呼籲大眾
使用綠能，為人類和地
球的未來共同努力！



【做做看】

- 請你想出三項響應太陽能的標語，每項標語的字數約6-18個字。
- 這些標語的名稱要具獨創性、充滿豐富的想像力，能彰顯太陽能的優點或對環境的益處，且三個標語彼此間的差異越大越好。



「標語」構想1



「標語」構想2



「標語」構想3



完成後跟同學
互相觀摩構想
，再全班選出
一個最具創意
的標語唷！



【標語】

- ✓ 標語是為宣傳而張貼的詞句。通常語句簡短、精鍊、意義明顯。
- ✓ 如「流汗總比流血好」，可用來宣導騎士必須戴安全帽。
- ✓ 如「快快樂樂的出門，平平安安的回家」，可以用以宣導交通安全的重要。

資料來源：[教育雲教育百科](#)



(三)教師手冊



設計理念

近年來，再生能源的發展紛紛在國際間興起，因化石燃料是不可再生的能源且其發電過程會排放過量的溫室氣體，加劇氣候變遷。太陽能是一種潔淨、減少環境污染的綠能，和風力能、水力能、生質能、地熱能等都屬於對環境友善的再生能源。臺灣也透過獎勵在機關民宅、工廠畜舍和閒置農地等處建置太陽光電，營造永續環境。

接下來讓我們引導學生透過創造性思維(Creative Thinking, CT)學習太陽能光電主題課程在「社會問題解決」和「科學問題解決」的創意表現，實踐聯合國永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)之SDG4優質教育、SDG7可負擔的潔淨能源、SDG12負責任的消費、SDG11永續城市社區和SDG13氣候行動。

創造性思維是指藉由學生創意生成的認知過程（分別產生多樣化或創造性的想法）以及想法評估和改進來衡量創造力。為激發學生的創造性思維，本課程作者以「翻轉學習」的模式，設計屬於孩子的【啟思學習】步驟：(1)關懷同理、(2)習得知知識、(3)體驗實踐、(4)分享表達。同時融合【自主學習】的課堂組織銜接和扣連：學生自學、組內共學、組間互學、教師導學，培養學生「關懷環境」、「傳承永續」、「體驗實踐」、「觀察現象」四種能力，漸進孕育12年國教核心素養。



因本課程內容包含再生能源、能源發展、空間利用、綠能爭議和創造思考等適合多角度探討的專題式學習(Project-Based Learning, PBL)議題，教學活動預設為參與對象為社交能力及小組合作關係良好的國小高年級學生，建議採用高協作式的自主學習。

每單元包含四個活動：(1)關懷同理：學生自學閱讀再生能源、太陽能光電、碳足跡、綠能選址爭議…等科普文章或影片，引發學生關懷環境的動機，涵養覺察問題與獲得資訊的能力；(2)習得知知識：熟知標語應用、搜尋太陽能發電案例、認識減碳標籤、T摘要整理太陽能發電種類、摘要綠能爭議和解決方法、了解太陽能光電板為何要傾斜裝設和常見的清洗方式；(3)體驗實踐：藉由標語構思、營隊歌摘要法、綠能商品標籤、閒置空間創意利用、構思光電場域、幫太陽能板洗澡…等組內共學實作歷程培養愛護自然和惜取資源的關懷心與行動力，透過探究活動激發解決問題和創造性思維等核心素養；(4)分享表達：配對討論、大班發表、票選活動、五步驟分享等組間互學，鑑賞多樣性的寫作和視覺表達作品，領悟創作會有不同的呈現方式、構想理念和解釋方式。每個活動搭配教師導學的提問回饋、點撥釐清、總結延伸，引導學生進行自主學習，完成創造性思維課程。



創造性思維教學目標

社會問題解決 多樣化的想法



12年國教核心素養

- **總綱核心素養**
- B1 符號運用與溝通表達
- E-B1 具備理解及使用語言、文字、數理、肢體及藝術等各種符號進行表達、溝通及互動，並能了解與同理他人，應用在日常生活及工作上。

- **學習重點(社會領域)**

- 學習表現:
 - 2a-III-2 表達對在地與全球議題的關懷。
 - 3c-III-1 聆聽他人意見，表達自我觀點，並能與他人討論。
- 學習內容:
 - Af-III-1 為了確保基本人權、維護生態環境的永續發展，全球須共同關心許多議題。



12年國教融入議題

- 人權教育-人E4 表達自己對一個美好世界的想法，並聆聽他人的想法。
- 環境教育-環E14 覺知人類生存與發展需要利用能源及資源，學習在生活中直接利用自然能源或自然形式的物質。
- 能源教育-能E1 認識並了解能源與日常生活的關聯。能E3 認識能源的種類與形式。能E8 於家庭、校園生活實踐節能減碳的行動。



單元1：綠推使徒(創造性思維-社會問題解決領域)

1-1【一起來響應綠能】



教學活動一：關懷同理(7分鐘) 學生自學 教師導學

1. 教師請【學生自學】瀏覽課本圖文內容，引起學習動機。
2. 鼓勵學生使用選取策略(Selection)標示課本中的重點對話字詞(畫底線)或使用刪除策略(Deletion)將對話中多餘或瑣碎的資料刪去，從而找出較圖文中重要的意思語句(畫刪除線)。
3. 教師提問：
 - 哪些是課文中所指的「再生能源」？
擬答：太陽能、風力能、水力能、生質能、地熱能
 - 哪些是「不可再生能源」的缺點？
擬答：在地球的存量有限，會有用完的一天。
 - 哪些是發展「再生能源」的好處？
擬答：陽光、風、水等源可以永續利用，發電過程產生的污染量和溫室氣體較少，提高能源自給率。



活動目標

- 理解再生能源的優點及其對環境的益處。
- 構思激發學生響應綠能的標語。



教學內容要點

- 再生能源
- 標語構思



評量方式

● 評分要點

1. 答案是否「適當」：需符合題目要求的格式、不答非所問
2. 答案之間是否「足夠不同」：響應太陽能標語的差異程度

● 評分標準

1. 滿分：所有答案均適當且彼此不同；
2. 部份給分：3個答案中，2個或3個適當，但只有2個不同；
3. 零分：其他情形均不給分。

教學活動二：習得知識(10分鐘) 組內共學 教師導學

1. 教師請學生【組內共學】閱讀「標語」的意涵，並輪流討論標語的應用實例。
2. 過程中適時進行【教師導學】提醒學生聚焦學習重點與澄清概念。

教學活動三：體驗實踐(15分鐘) 組內共學 教師導學

1. 學生【組內共學】共同想出三項響應太陽能的標語，每項標語的字數約6-18個字。
2. 教師提醒學生標語的名稱要具獨創性、充滿豐富的想像力，能彰顯太陽能的優點或對環境的益處，且三個標語彼此間的差異越大越好。

教學活動四：分享表達(8分鐘) 組間互學 教師導學

1. 整理已學，學生講給自己聽。
2. 【組間互學】，兩人一組猜拳，贏的先講「太陽能標語」給對方聽，比較區分與改正修訂。
3. 組間互學，換輸的同學講給對方聽，比較區分與改正修訂。
4. 學生分組代表上台發表，全班選出一個最具創意的標語。
5. 教師導學的總結延伸。

(四)能源素養態度量表

1. 研究樣本、資料處理與分析

本研究之預試樣本為162位國小學生，以 SPSS 進行項目分析、因素分析與信度分析。再用 LISREL 進行驗證性因素分析驗證正式量表之信效度。使用 SEM 樣本數 N 宜大於 $[K(K-1)]/2$ ，K 是觀測變數之個數，N 在50~500為宜（孫曼儀、王鍾和，2008）。本研究所蒐集正式問卷樣本數為372，觀察變數 K 有12個，符合 $372 > 66$ 之條件。

2. 建立問卷初稿與專家內容效度

本量表經計畫主持人與協同主持人多次討論修正，擬出問卷初稿12題（詳如表2）。初稿內容再會同3位專家就問卷內容提出修正意見，進行專家效度之鑑定。專家問卷係採「適合」、「修正後適合」、「不適合」三點量表，請專家學者填答「專家意見調查」。在回收專家學者協助填答之間卷後，整理其所提供的意見，並統計分析以瞭解問卷的內容效度，其結果如表1所示。根據統計分析結果，將「適合」、「修正後適合」合計達 85% 之題目予以保留，編製成預試問卷，最後確定12為預試題目。

3. 預試之項目分析

項目分析 (item analysis) 主要是將量表中每一個題項，逐題分析其可用程度，常用極端組檢合法與同質性檢驗法作為的判斷題項可用程度的方式。

極端組檢驗法在求出題目的「決斷值」(CR 值)，其步驟首先將所有受試者的預試結果按照總分高低排列；其次將得分前 27% 的受試者分為高分組，得分後 27% 者為低分組；最後使用獨立樣本 t 檢定求出高低兩組受試者在各題項的差異情形。若題項之 t 值 (即 CR 值) 越大且到統計達顯著水準($p<.05$)，表示該題鑑別度越好，則題項保留；反之，若題項未達顯著，則可將該題刪除。從表可知極端組比較結果，能源素養態度量表12個題項的 CR 值-10.301至-17.368間，12個題項均達統計上的顯著水準 ($p=.000 < .001$)。

同質性檢驗的方式有三，一為求出量表各題項與量表總分之積差相關係數，二為辨別量表的內部一致性 α 係數，三為利用因素分析，當因素設定為一個主成分時，個題目具有一定水準的因素負荷量(邱皓政，2008)。

能源素養態度量表各題項與量表總分之積差相關在 .634 至 .877 間，均達 .01 顯著水準，呈現高度相關。在內部一致性 α 係數方面，總量表的 α 值為 .948，有11個題項刪除後的量表 α 值均降低，僅第10題刪題後的 α 係數提高為 .954，顯示量表項目具有相當的同質性。因素負荷量均在 .590 至 .883 間，均在 .5 以上。經極端組比較和同質性檢驗兩者綜合判斷後，決定12個題項均保留採用。

表9「能源素養態度量表」項目分析統計表

預試問卷題號與內容	決斷值 (CR 值)	極端組比較			同質性檢驗		
		題目與 總分 相關	校正題 目與總 分相關	題項刪 除後的 負荷 量	因素 相關 α 係數	備註	
1. 我認為能源對人類社會非常重要，因為能源可以供應我們日常生活、交通、工業生產等所需的動力。	-11.728***	.811**	.795	.943	.822	保留	
2. 我認為能源發展應兼顧經濟成長、環境保護與社會進步。	-14.180***	.830**	.717	.945	.839	保留	
3. 我關心與能源相關的新聞或議題，因為我想了解能源的最新發展。	-15.425***	.769**	.707	.945	.756	保留	
4. 我關心節約能源或推動綠色能源的活動，因為我想為保護地球盡一份力。	-12.397***	.756**	.808	.942	.752	保留	

5. 我認為節約能源可以保護環境、減少污染。	-10.301***	.840**	.838	.942	.850	保留
6. 我認為每個人都有責任節約能源，因為這是保護地球的共同義務。	-11.038***	.864**	.767	.944	.876	保留
7. 我支持在家中節約能源，例如關燈、關水龍頭、不使用時拔掉電器插頭等。	-12.516***	.807**	.773	.943	.812	保留
8. 我認為有效的節約能源方式包括使用節能家電、隨手關燈、搭乘大眾運輸工具等。	-10.393***	.811**	.850	.941	.815	保留
9. 我支持使用可再生且減少環境污染的綠色能源。	-13.294***	.877**	.844	.941	.883	保留
10. 雖然綠色能源的成本高，但為了保護環境與應對氣候變遷，我仍支持發展綠色能源。	-14.061***	.872**	.541	.954	.875	保留
11. 開發綠色能源的費用較高，但為維護環境，我願意多付電費。	-17.368***	.634**	.792	.943	.590	保留
12. 我支持政府推動綠色能源發展，例如補助綠色能源產業、鼓勵民眾使用綠色能源等。	-11.116***	.831**	.795	.943	.832	保留

註：**p<.01, ***p<.001

4. 預試之因素分析

因素分析的結果發現 KMO 值為 .933，大於 .90，表示變項間有共同的因素存在，變項適合進行因素分析。而 Bartlett 球形檢定的 χ^2 值為 1680.648 ($p=.000 < .001$)，自由度 66，可以拒絕虛無假設，代表母群體的相關矩陣間有共同因素存在，顯示預試資料適合進行因素分析。各題的因素負荷量均大於 .50，累積解釋變異量為 65.962%。能源素養行動經驗量表完成探索性因素分析之後，總計保留 12 題。以下茲以表 10 分別就因素負荷量、特徵值、累積解釋變異量等因素分析結果加以摘要呈現。

表 10 「能源素養態度量表」因素分析表

	預試問卷題號與內容	成份矩陣 共同性	
1.	我認為能源對人類社會非常重要，因為能源可以供應我們日常生活、交通、工業生產等所需的動力。	.822	.675
2.	我認為能源發展應兼顧經濟成長、環境保護與社會進步。	.839	.705
3.	我關心與能源相關的新聞或議題，因為我想了解能源的最新發展。	.756	.571
4.	我關心節約能源或推動綠色能源的活動，因為我想為保護地球盡一份力。	.752	.565
5.	我認為節約能源可以保護環境、減少污染。	.850	.723
6.	我認為每個人都有責任節約能源，因為這是保護地球的共同義務。	.876	.768
7.	我支持在家中節約能源，例如關燈、關水龍頭、不使用時拔掉電器插頭等。	.812	.659
8.	我認為有效的節約能源方式包括使用節能家電、隨手關燈、搭乘大眾運輸工具等。	.815	.665
9.	我支持使用可再生且減少環境污染的綠色能源。	.883	.780
10.	雖然綠色能源的成本高，但為了保護環境與應對氣候變遷，我仍支持發展綠色能源。	.875	.765
11.	開發綠色能源的費用較高，但為維護環境，我願意多付電費。	.590	.348
12.	我支持政府推動綠色能源發展，例如補助綠色能源產業、鼓勵民眾使用綠色能源等。	.832	.693
		特徵值	7.915
		累積解釋變異量(%)	65.962

5. 預試之信度分析

因素分析完後，為了進一步使預試問卷能具有可靠性及穩定性，乃採用 Cronbach α 係數進行信度分析。在「能源素養態度量表」之信度分析之結果如表所示。由信度分析表可以發現「能源議題」、「節約能源」、「綠色能源」等各層面的 α 係數分別為 .868、.903、.855，而整體題目之 α 係數為 .948。吳明隆（2003）指出層面因素的 α 係數在 .70 以上，總量表的 α 係數在 .90 以上，表示量表信度甚佳。本量表三個因素層面均在 .80 以上，整體題目 α 係數為 .948 大於 .90。由此可知，「能源素養態度量表」之信度頗佳，具備實用的價值性。

表 11 「能源素養態度量表」信度分析表

層面	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
能源議題	.868	4
節約能源	.903	4
綠色能源	.855	4
整體	.948	12

6. 正式問卷信效度

(1) 樣本估計、模式識別與資料檢視

使用 SEM 之樣本數 N 宜大於 $[K(K-1)]/2$ ，K 是觀測變數之個數，N 在 50~500 為宜，若 N 小於 50，則模式容易無法收斂（孫曼儀、王鍾和，2008）。本研究所蒐集正式問卷樣本為 372，觀察變數 K 有 12 個，符合 $372 > 66$ 之條件。模式識別用 t-rule 來處理，即 $t < K(K+1)/2$ ，t 為要估計的參數，模式要估計的參數為 27，小於 78，模式可識別。

在資料檢視方面，ML 有常態分配的假定，在模式適配度考驗前，先以 PRELIS2.8 進行多變項常態分配假設的考驗，結果 $\chi^2 = 3226.512$, $p = .000$ ，表示蒐集的觀察資料並未符合多變項常態分配的假設。當資料呈現非常態分配時，可改用漸進分配自由法 (Asymptotic Distribution Free, ADF)，但 ADF 相當依賴樣本數，在有限樣本下仍無法避免樣本分配的影響，而 ML 具有強韌統計的特徵，對於 8 個觀察變項以上的大模式而言，在各種非常態分配的條件下，ML 比其他估計法有較好的統計特質（陳萩卿、張景媛，2008；黃芳銘，2010）。考量本研究是 12 個觀察變項的大模式，各觀察變項偏態在 -1.834 到 -0.495 間，絕對值均小於 3，峰度介於 -0.783 到 3.202 之間，絕對值亦小於 10，均在可接受範圍（邱皓政，2008），故仍採用 ML 進行模式估計。

表 12 觀察變項平均數、標準差、偏態峰度一覽表

觀察變項題號	每題平均數	標準差	偏態	峰度
1	4.38	.868	-1.084	.167
2	4.28	.956	-1.050	.196
3	4.07	1.048	-.743	-.482
4	4.36	.948	-1.360	1.203
5	4.52	.812	-1.595	1.663
6	4.53	.832	-1.564	1.320
7	4.46	.906	-1.834	3.202
8	4.47	.885	-1.719	2.671
9	4.51	.836	-1.620	2.044
10	4.27	.958	-1.146	.694
11	3.56	1.305	-.495	-.783
12	4.29	.970	-1.150	.479

在進行理論假設模型的適配度評鑑與模式驗證之前，進行各觀察指標之間的相關性檢驗，結果如表 13 所示，全部的相關係數皆達 .01 的顯著水準，表示 12 個觀察變項之間有密切的關係存在，且各觀察指標之間相關的絕對值皆無太接近 1 的情況產生，符合基本適配指標的理想標準。

表 13 各觀察指標之間的相關性檢驗表

觀察 變項	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2	.692**	1										
3	.518**	.530**	1									
4	.495**	.446**	.605**	1								
5	.534**	.470**	.402**	.582**	1							
6	.575**	.498**	.472**	.655**	.661**	1						
7	.481**	.429**	.402**	.507**	.582**	.508**	1					
8	.504**	.434**	.428**	.561**	.547**	.552**	.614**	1				
9	.559**	.508**	.478**	.608**	.526**	.607**	.517**	.649**	1			
10	.518**	.475**	.511**	.527**	.499**	.533**	.470**	.539**	.613**	1		
11	.337**	.373**	.398**	.358**	.311**	.321**	.279**	.374**	.387**	.479**	1	
12	.525**	.478**	.532**	.604**	.516**	.576**	.499**	.565**	.618**	.670**	.445**	1

(2) 一階模式之驗證

能源素養態度量表之一階三因子斜交模式如圖 1，圖中 \square 為觀察變項，即正式量表中的測量題項，○是潛在變項，為正式量表之各構面。由潛在變項指向觀察變項的單箭頭為因果效果，即前者影響後者。至於雙箭頭則代表相關關係，即潛在變項間存在相關關係。以下依序說明基本適配度、整體模式適配度、內在結構適配度。

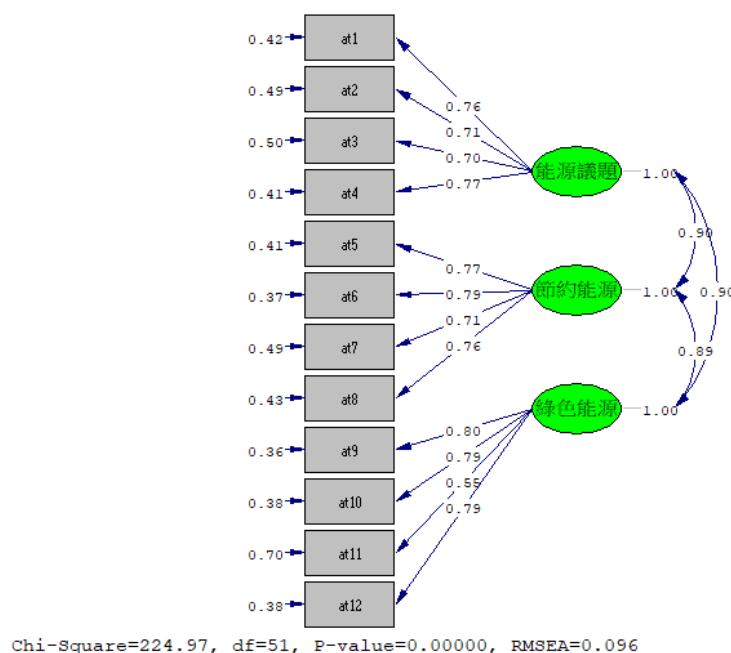


圖 1 一階三因子斜交模式

模式基本適配度，主要是用來顯示測量模式的適配程度是否合理。由表 14 可知，本量表觀察變項的測量誤差介於 0.36~0.70，沒有出現負的誤差變異，且均達顯著；因素負荷量在 0.55~0.80，符合介於 .50~.95 的標準且皆達顯著，並沒有出現很大的標準誤，至多不超過 0.07。由此顯示，一階模式符合基本適配考驗，沒有違犯估計，可進一步分析整體模式適配度與內在結構適配度。

表14一階模式估計參數表

參數	ML 估計值	標準誤	t 值	完全標準化係數	參數	ML 估計值	標準誤	t 值	完全標準化係數
λ_1	0.66	0.04	16.58*	0.76	ε_1	0.32	0.03	11.27*	0.42
λ_2	0.68	0.04	15.13*	0.71	ε_2	0.45	0.04	11.89*	0.49
λ_3	0.74	0.05	14.90*	0.70	ε_3	0.55	0.05	11.97*	0.50
λ_4	0.73	0.04	16.75*	0.77	ε_4	0.37	0.03	11.18*	0.41
λ_5	0.62	0.04	16.87*	0.77	ε_5	0.27	0.02	11.29*	0.41
λ_6	0.66	0.04	17.70*	0.79	ε_6	0.26	0.02	10.84*	0.37
λ_7	0.65	0.04	15.17*	0.71	ε_7	0.41	0.03	11.98*	0.49
λ_8	0.67	0.04	16.52*	0.76	ε_8	0.33	0.03	11.45*	0.43
λ_9	0.67	0.04	17.83*	0.80	ε_9	0.25	0.02	10.71*	0.36
λ_{10}	0.75	0.04	17.42*	0.79	ε_{10}	0.35	0.03	10.97*	0.38
λ_{11}	0.71	0.07	10.92*	0.55	ε_{11}	1.17	0.09	12.94*	0.70
λ_{12}	0.77	0.04	17.44*	0.79	ε_{12}	0.37	0.03	10.95*	0.38
Φ_{21}	0.90	0.02	39.95*	0.90	Φ_{32}	0.89	0.02	39.23*	0.89
Φ_{31}	0.90	0.02	39.78*	0.90					

註 : * p < .05

整體模式適配度在評鑑整個模式與觀察資料的適配程度，是評價模式的外在品質，其適配考驗可從絕對適配度、增值適配度、簡約適配度來評鑑（表 15）。絕對適配度是評量理論模式可以預測觀察資料之共變數矩陣或相關矩陣的程度；增值適配度是理論模式和基準模式的比較結果，模式可以解釋觀察資料的共變數百分比，其值愈接近 1 適配度愈佳，一般而言大於 .90 就表示適配度極佳；簡約適配度則是評估理論模式的精簡度（余民寧，2006；吳明隆，2009；黃芳銘，2010）。絕對適配度部分，雖然 χ^2 值顯著，但卡方檢定本身有很多限制，較適用於樣本數 100 到 200 間，一旦樣本數愈大會造成卡方值上升拒絕虛無假設，建議將此值做為參考，不列入模式的評鑑（余民寧，2006；吳明隆，2009；黃芳銘，2010）。SRMR=0.044<.05、RMSEA=0.096<.10、RMR=0.039<.05，表示模式與觀察資料的適配度尚佳。GFI=0.91、AGFI=0.86，其數值愈接近 1，表示模式的適配度愈佳。就絕對適配指標而言，多數達到適配標準。增值適配指標的檢驗，NFI、NNFI、CFI、RFI、IFI 依序是 0.97、0.96、0.97、0.95、0.97，皆大於 .90 的標準，理論模式所能解釋的變異量及共變量算很充足。在簡約適配度部分，PNFI=0.75、PGFI=0.59，均大於 .05 標準， χ^2 自由度比為 4.41 小於 5。CAIC 符合理論模式值小於獨立模式值，且同時小於飽和模式值之標準。以整體適配度的考驗結果來說，多數指標達到標準，顯示出理論模式與觀察資料的適配度良好。

表15適配度評鑑結果表

統計檢定量	適配標準	檢定結果	
		一階 CFA	二階 CFA
絕對	χ^2 值	愈小愈佳且不顯著	224.97 (P = 0.0)
	SRMR	<.05	0.044
	RMSEA	<.05 優良，<.08 良好，<.10 普通	0.096

適配度	RMR	<.05	0.039	0.039
	GFI	>.90	0.91	0.91
	AGFI	>.90	0.86	0.86
	ECVI	愈小愈佳	0.75	0.75
	NCP	愈小愈佳	173.97	173.97
增值適配度	NFI	>.90	0.97	0.97
	NNFI	>.90	0.96	0.96
	CFI	>.90	0.97	0.97
	RFI	>.90	0.95	0.95
	IFI	>.90	0.97	0.97
簡約χ ² 自由度比 適配度	PNFI	>.50	0.75	0.75
	PGFI	>.50	0.59	0.59
	CN	>200	128.55	128.55
	理論模式 AIC	<.3 嚴謹，<.5 寬鬆	224.97/51=4.41	224.97/51=4.41
	獨立模式 AIC	理論 AIC 小於獨立 AIC，且小於飽和 AIC	278.97 6474.99 156.00	278.97 6474.99 156.00
理論模式 CAIC 獨立模式 CAIC 飽和模式 CAIC	飽和模式 AIC	理論 CAIC 小於獨立 CAIC，且小於飽和 CAIC	411.78 6534.02 539.67	411.78 6534.02 539.67

模式內在結構適配度用以評鑑模式內在品質，即觀察變項是否足夠反應其對應的潛在變項，用於瞭解潛在建構的效度與信度。由表可知在估計參數的顯著性考驗方面，所有觀察指標的因素負荷量與結構參數皆達顯著水準，表示模式內在品質頗為理想。從表8可知，本量表的個別項目信度介於.30到.64之間，除題項11 ($R^2=0.30$) 未高於.5的標準之外，其餘皆符合大於.5的標準。潛在變項的組合信度 (Composite Reliability, CR) 依序為0.8248、0.8437、0.8259，均高於.6之標準；平均變異抽取量 (Average Variance Extracted, AVE) 依序為0.5412、0.5747、0.5477，皆符合大於.5的標準，顯示聚斂效度 (convergent validity) 良好。總之，本量表的模式內在結構適配度頗為理想。

表 16 能源素養態度量表一階模式內部品質考驗結果表

因素	正式問卷題號	個別項目信度	潛在變項 CR	潛在變項 AVE
能源議題	1	0.58	0.8248	0.5412
	2	0.51		
	3	0.50		
	4	0.59		
節約能源	5	0.59	0.8437	0.5747
	6	0.63		
	7	0.51		
	8	0.57		
綠色能源	9	0.64	0.8259	0.5477
	10	0.62		
	11	0.30		
	12	0.62		

綜合上述，一階CFA的適配度檢定，除了少數指標未能符合標準外，不論在基本適配度、模式外在與內在品質，皆能獲得理想之實徵數據的支持，假設模式與實際資料可以適配。即能源素養態度量表一階三因子斜交模式的適配度良好，通過信效度之檢驗。

(3) 二階因子模式

由一階CFA結果可知，三個潛在變項間均存在著顯著的高度相關，在0.89到0.90

間。這意味著潛在變項間的背後仍存在著某種重疊的因素，可再被抽取出來，即為第二階的潛在因素（余民寧，2006）。一階模式1的卡方值為224.97，二階模式的卡方值為224.97；一階模式的卡方值與二階兩者相除所得之目標係數T為1，表示二階可取代一階模式。基於簡效原則，本研究採用二階CFA檢測量表中因素的結構之分配，能源素養態度量表二階CFA參數詳列如下。

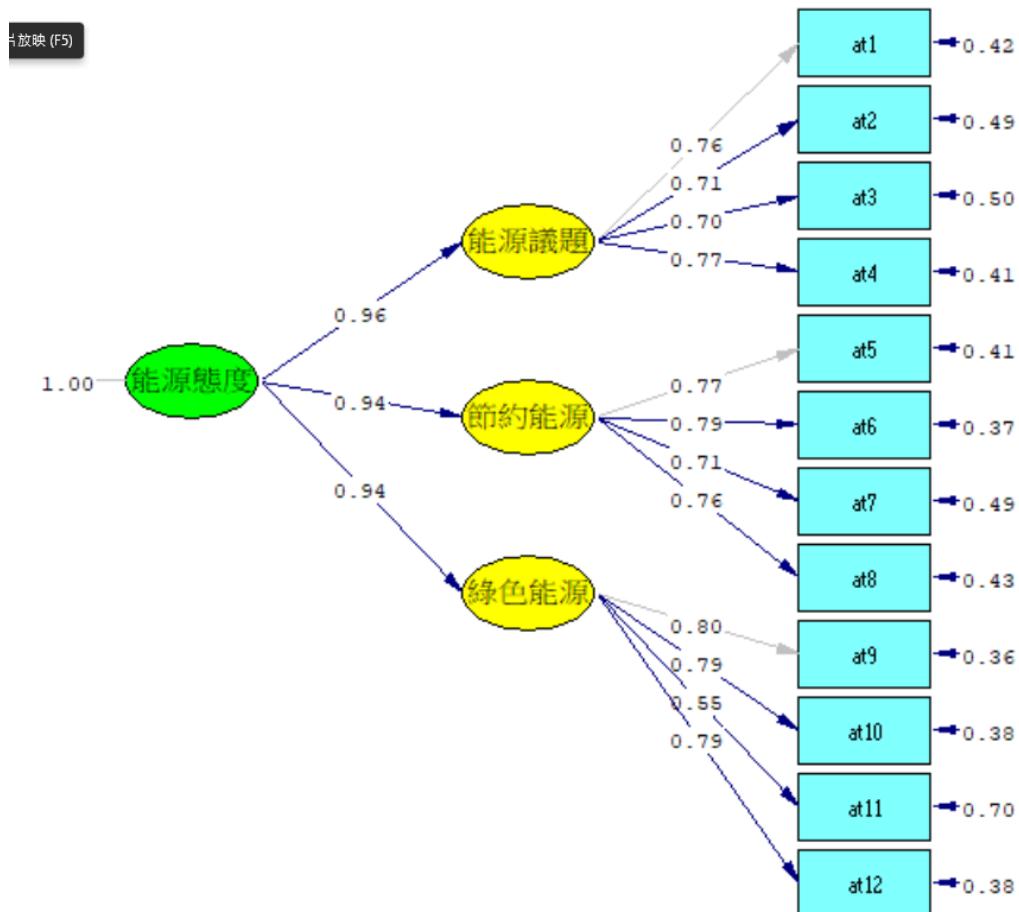


圖 2 二階因子模式

基於簡效原則，針對二階因子模式進行 CFA，其適配度評鑑結果如表17，模式參數估計如圖2。在基本適配度中，測量誤差介於0.36~0.70，符合「不能有負的誤差變異」，誤差變異的 t 值介於10.71~12.94，數值皆達顯著；因素負荷量在.55~.80，符合.50~.95的標準且皆達顯著，並沒有出現很大的標準誤，至多不超過0.07。由以上分析結果顯示，該量表符合基本適配考驗，因此，可進一步分析整體模式適配標準與模式內在結構適配度。

表 17 能源素養態度量表二階 CFA 模式估計參數考驗數值摘要表

參數	ML 估計值	標準誤	t 值	完全標準化係數	參數	ML 估計值	標準誤	t 值	完全標準化係數
λ_1	0.66	-	-	0.76	ε_1	0.32	0.03	11.27*	0.42
λ_2	0.68	0.05	13.69*	0.71	ε_2	0.45	0.04	11.89*	0.49
λ_3	0.74	0.05	13.51*	0.70	ε_3	0.55	0.05	11.97*	0.50
λ_4	0.73	0.05	14.84*	0.77	ε_4	0.37	0.03	11.18*	0.41
λ_5	0.62	-	-	0.77	ε_5	0.27	0.02	11.29*	0.41
λ_6	0.66	0.04	15.69*	0.79	ε_6	0.26	0.02	10.84*	0.37
λ_7	0.65	0.05	13.86*	0.71	ε_7	0.41	0.03	11.98*	0.49

λ_8	0.67	0.05	14.87*	0.76	ε_8	0.33	0.03	11.45*	0.43
λ_9	0.67	-	-	0.80	ε_9	0.25	0.02	10.71*	0.36
λ_{10}	0.75	0.05	16.22*	0.79	ε_{10}	0.35	0.03	10.97*	0.38
λ_{11}	0.71	0.07	10.62*	0.55	ε_{11}	1.17	0.09	12.94*	0.70
λ_{12}	0.77	0.05	16.24*	0.79	ε_{12}	0.37	0.03	10.95*	0.38
γ_1	0.96	0.06	15.66*	0.96	ζ_1	0.09	0.04	2.39 *	0.09
γ_2	0.94	0.06	15.67*	0.94	ζ_2	0.11	0.04	3.11*	0.11
γ_3	0.94	0.06	16.47*	0.94	ζ_3	0.11	0.04	3.07*	0.11

註：-表示該參數對應的觀察變項做為參照指標，故無需估計；* $p < .05$

二階模式之絕對適配度中，SRMR=0.044<.05、RMSEA=0.096<.10、RMR=0.039<.05，表示模式與觀察資料有良好適配度。GFI=0.91、AGFI=0.86，其數值愈接近1，表示模式的適配度愈佳。就絕對適配指標而言，多數達到適配標準。增值適配指標的檢驗，NFI、NNFI、CFI、RFI、IFI依序是0.97、0.96、0.97、0.95、0.97，皆大於.90的標準，理論模式所能解釋的變異量及共變量算很充足。在簡約適配度部分，PNFI=0.75、PGFI=0.59，均大於.05標準， χ^2 自由度比為4.41小於5。CAIC符合理論模式值小於獨立模式值，且同時小於飽和模式值之標準。以整體適配度的考驗結果來說，多數指標達到標準，顯示出理論模式與觀察資料的適配度良好。

二階模式在估計參數的顯著性考驗方面，所有觀察指標的因素負荷量與結構參數皆達顯著水準，表示模式內在品質頗為理想。12個測量指標的個別項目信度在介於.30到.64之間，除題項11 ($R^2=0.30$) 未高於.5的標準之外，其餘皆符合大於.5的標準。潛在變項的組合信度(Composite Reliability, CR)依序為0.8248、0.8437、0.8259，均高於.6之標準；平均變異抽取量(Average Variance Extracted, AVE)依序為0.5412、0.5747、0.5477，皆符合大於.5的標準，顯示聚斂效度(convergent validity)良好。總之，本量表的模式內在結構適配度頗為理想。

表 18 能源素養態度量表二階模式內部品質考驗結果表

因素	正式問卷題號	個別項目信度	潛在變項 CR	潛在變項 AVE
能源議題	1	0.58	0.8248	0.5412
	2	0.51		
	3	0.50		
	4	0.59		
節約能源	5	0.59	0.8437	0.5747
	6	0.63		
	7	0.51		
	8	0.57		
綠色能源	9	0.64	0.8259	0.5477
	10	0.62		
	11	0.30		
	12	0.62		

綜合上述所有模式適配指標檢驗，可以看出不論是在基本適配、整體模式適配及內在結構適配三個方面上，多數檢定量符合適配的標準，表示本研究能源素養態度量表二階模式與理論模式的適配度良好，正式問卷通過信效度之檢驗。

7. 學生能源素養態度之分析

就性別及年級與能源素養態度的關係而言，其統計分析結果如表所示，男生平均分數為4.3384分，女生為4.2732分。5年級學生的平均分數為4.2455分，6年級學生為4.3337分。

表19學生性別與年級在能源素養態度之各細格平均數與邊緣平均數表

性別	年級	五年級	六年級	邊緣平均數
男生		4.1909(55)	4.3960(141)	4.3384(196)
女生		4.3000(55)	4.2610(121)	4.2732(176)
	邊緣平均數	4.2455(110)	4.3337(262)	4.3076(372)

由二因子變異數分析摘要表可知，學生性別與年級在能源素養態度交互作用之 F 值未達顯著($F=2.407$ ， $P=.122>.05$)。在個別因子之主要效果中，「性別」因子主要效果之 F 值等於 1.115 ($P=.292>.05$)，未達顯著差異；「年級」因子主要效果之 F 值等於 .027 ($P=.869>.05$)，未達顯著差異。

表20學生性別與年級在能源素養態度之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	顯著性
性別	.533	1	.533	1.115 n.s.	.292
年級	.013	1	.013	.027 n.s.	.869
性別 * 年級	1.152	1	1.152	2.407 n.s.	.122
誤差	176.061	368	.478		
總計	7080.701	372			

* $p<.05$ ，n.s.不顯著

(五)能源素養行動經驗量表

1. 研究樣本、資料處理與分析

本研究之預試樣本為162位國小學生，以 SPSS 進行項目分析、因素分析與信度分析。再用 LISREL 進行驗證性因素分析驗證正式量表之信效度。使用 SEM 樣本數 N 宜大於 $[K(K-1)]/2$ ，K 是觀測變數之個數，N 在 50~500 為宜（孫曼儀、王鍾和，2008）。本研究所蒐集正式問卷樣本數為 372，觀察變數 K 有 12 個，符合 $372 > 66$ 之條件。

2. 建立問卷初稿與專家內容效度

本量表經計畫主持人與協同主持人多次討論修正，擬出問卷初稿 12 題（詳如表 3）。初稿內容再會同 3 位專家就問卷內容提出修正意見，進行專家效度之鑑定。專家問卷係採「適合」、「修正後適合」、「不適合」三點量表，請專家學者填答「專家意見調查」。在回收專家學者協助填答之問卷後，整理其所提供的意見，並統計分析以瞭解問卷的內容效度，其結果如表 1 所示。根據統計分析結果，將「適合」、「修正後適合」合計達 85% 之題目予以保留，編製成預試問卷，最後確定 12 為預試題目。

3. 預試之項目分析

極端組比較結果，能源素養行動經驗量表 12 個題項的 CR 值 -10.262 至 -19.950 間，12 個題項均達統計上的顯著水準 ($p=.000 < .001$)。能源素養行動經驗量表各題項與量表總分之積差相關在 .705 至 .911 間，均達 .01 顯著水準，呈現高度相關。在內部一致性 α 係數方面，總量表的 α 值為 .962，有 11 題項刪除後的量表 α 值均降低，僅第 1 題刪題後的 α 係數略為提高為 .963，顯示量表項目具有相當的同質性。因素負荷量均在 .712 至 .908 間，均在 .6 以上。經極端組比較和同質性檢驗兩者綜合判斷後，決定 12 個題項均保留採用。

表 21 「能源素養行動經驗量表」項目分析統計表

預試問卷題號與內容	極端組比較		同質性檢驗			備註
	決斷值 (CR 值)	題目與 總分 相關	校正題 目與總 分相關	題項刪 除後的 a 係數	因素 負荷 量	
1. 我會隨手關閉沒有使用的家電用品，例如：電燈、電扇等。	-10.262***	.705**	.665	.963	.712	保留
2. 我會多利用走路、騎腳踏車和搭乘大眾運輸的方式外出。	-14.245***	.790**	.754	.960	.794	保留
3. 我會為節約能源而減少購物。	-19.507***	.849**	.816	.959	.847	保留
4. 我會去注意家中哪些家電用品比較浪費電，並減少使用這些高耗能電器。	-19.950***	.847**	.816	.959	.849	保留
5. 我會把冷氣調在適當溫度來節省能源。	-12.824***	.783**	.744	.961	.787	保留
6. 我會主動收集有關節約能源的資料。	-18.854***	.841**	.803	.959	.834	保留
7. 我會提醒身邊的人日常生活要節約能源。	-16.983***	.876**	.849	.958	.873	保留
8. 我會向親朋好友推薦綠色能源的好處。	-19.947***	.911**	.888	.957	.908	保留
9. 我會將節約能源經驗告訴親友，鼓勵大家一起響應節約能源。	-17.935***	.889**	.863	.957	.888	保留
10. 我願意邀請家人或同學一起參與能源議題有關的活動。	-17.259***	.888**	.862	.957	.886	保留
11. 我會提醒親朋好友將家中家電用品換成節能省電型的產品，例如：省電燈泡、省水水龍頭等。	-15.371***	.846**	.816	.959	.849	保留
12. 如果有人要買新的家電用品，我會主動建議購買有節能標章的商品。	-15.124***	.858**	.829	.958	.860	保留

註：***p<.001，**p<.01

4. 預試之因素分析

因素分析的結果發現 KMO 值為 .938，大於 .90，表示變項間有共同的因素存在，變項適合進行因素分析。而 Bartlett 球形檢定的 χ^2 值為 1971.080 ($p=.000 < .001$)，自由度 66，可以拒絕虛無假設，代表母群體的相關矩陣間有共同因素存在，顯示預試資料適合進行因素分析。由表可知，在能源素養行動經驗量表中，各題的因素負荷量均大於 .50，累積解釋變異量為 70.918%。能源素養行動經驗量表完成探索性因素分析之後，總計保留 12 題。

表 22 「能源素養行動經驗量表」因素分析表

預試問卷題號與內容	成份矩陣	共同性
1. 我會隨手關閉沒有使用的家電用品，例如：電燈、電扇等。	.712	.507
2. 我會多利用走路、騎腳踏車和搭乘大眾運輸的方式外出。	.794	.630
3. 我會為節約能源而減少購物。	.847	.718
4. 我會去注意家中哪些家電用品比較浪費電，並減少使用這些高耗能電器。	.849	.720
5. 我會把冷氣調在適當溫度來節省能源。	.787	.619
6. 我會主動收集有關節約能源的資料。	.834	.696
7. 我會提醒身邊的人日常生活要節約能源。	.873	.763
8. 我會向親朋好友推薦綠色能源的好處。	.908	.824
9. 我會將節約能源經驗告訴親友，鼓勵大家一起響應節約能源。	.888	.788
10. 我願意邀請家人或同學一起參與能源議題有關的活動。	.886	.786
11. 我會提醒親朋好友將家中家電用品換成節能省電型的產品，例如：省	.849	.720

電燈泡、省水水龍頭等。		
12. 如果有人要買新的家電用品，我會主動建議購買有節能標章的商品。	.860	.739
	特徵值	8.510
	累積解釋變異量(%)	70.918

5. 預試之信度分析

由信度分析表可以發現「節能習慣」、「推廣節能」層面的 α 係數分別為 .911、.953，而整體題目之 α 係數為 .962。吳明隆（2003）指出層面因素的 α 係數在 .70 以上，總量表的 α 係數在 .90 以上，表示量表信度甚佳。由此可知，「能源素養行動經驗量表」之信度頗佳，具備實用的價值性。

表 23 「能源素養行動經驗量表」信度分析表

層面	Cronbach's Alpha 值	項目的個數
節能習慣	.911	6
推廣節能	.953	6
整體	.962	12

6. 正式問卷信效度

(1) 樣本估計、模式識別與資料檢視

使用 SEM 之樣本數 N 宜大於 $[K(K-1)]/2$ ， K 是觀測變數之個數， N 在 50~500 為宜，若 N 小於 50，則模式容易無法收斂（孫曼儀、王鍾和，2008）。本研究所蒐集正式問卷樣本為 372，觀察變數 K 有 12 個，符合 $372 > 66$ 之條件。模式識別用 t-rule 來處理，即 $t < K(K+1)/2$ ， t 為要估計的參數，模式要估計的參數為 25，小於 78，模式可識別。

在資料檢視方面，ML 有常態分配的假定，在模式適配度考驗前，先以 PRELIS2.8 進行多變項常態分配假設的考驗，結果 $\chi^2 = 2516.973$, $p = .000$ ，表示蒐集的觀察資料並未符合多變項常態分配的假設。當資料呈現非常態分配時，可改用漸進分配自由法（Asymptotic Distribution Free, ADF），但 ADF 相當依賴樣本數，在有限樣本下仍無法避免樣本分配的影響，而 ML 具有強韌統計的特徵，對於 8 個觀察變項以上的大模式而言，在各種非常態分配的條件下，ML 比其他估計法有較好的統計特質（陳萩卿、張景媛，2008；黃芳銘，2010）。考量本研究是 12 個觀察變項的大模式，各觀察變項偏態在 -1.646 到 -0.591 間，絕對值均小於 3，峰度介於 -0.836 到 2.284 之間，絕對值亦小於 10，均在可接受範圍（邱皓政，2008），故仍採用 ML 進行模式估計。

表 24 觀察變項平均數、標準差、偏態峰度一覽表

觀察變項題號	每題平均數	標準差	偏態	峰度
1	4.40	.948	-1.646	2.284
2	4.02	1.165	-.853	-.341
3	3.91	1.185	-.741	-.429
4	4.13	1.065	-1.060	.446
5	4.18	1.107	-1.223	.699
6	3.74	1.306	-.591	-.836
7	4.02	1.204	-1.001	.015
8	3.88	1.309	-.821	-.542

9	3.98	1.237	-.886	-.319
10	3.88	1.309	-.855	-.434
11	4.06	1.161	-.994	.068
12	4.09	1.150	-1.088	.331

在進行理論假設模型的適配度評鑑與模式驗證之前，進行各觀察指標之間的相關性檢驗，結果如表 5 所示，全部的相關係數皆達 .01 的顯著水準，表示 12 個觀察變項之間有密切的關係存在，且各觀察指標之間相關的絕對值皆無太接近 1 的情況產生，符合基本適配指標的理想標準。

表 25 各觀察指標之間的相關性檢驗表

觀察 變項	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1											
2	.609**	1										
3	.489**	.671**	1									
4	.601**	.646**	.642**	1								
5	.590**	.666**	.606**	.611**	1							
6	.436**	.598**	.657**	.532**	.554**	1						
7	.599**	.639**	.632**	.698**	.593**	.674**	1					
8	.455**	.607**	.636**	.597**	.604**	.676**	.740**	1				
9	.531**	.572**	.594**	.624**	.534**	.669**	.777**	.782**	1			
10	.498**	.561**	.615**	.599**	.569**	.657**	.705**	.704**	.749**	1		
11	.528**	.607**	.651**	.637**	.604**	.635**	.719**	.696**	.785**	.714**	1	
12	.547**	.596**	.611**	.655**	.586**	.545**	.676**	.666**	.689**	.661**	.707**	1

(2) 一階模式之驗證

能源素養行動經驗量表之二因子斜交模式如圖 2，圖中 \square 為觀察變項，即正式量表中的測量題項，○是潛在變項，為正式量表之各構面。由潛在變項指向觀察變項的單箭頭為因果效果，即前者影響後者。至於雙箭頭則代表相關關係，即潛在變項間存在相關關係。以下依序說明基本適配度、整體模式適配度、內在結構適配度。

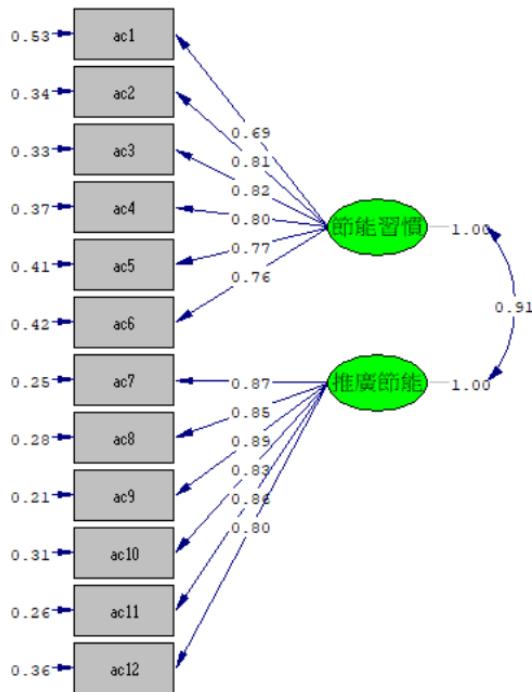


圖 2 二因子斜交模式

模式基本適配度，主要是用來顯示測量模式的適配程度是否合理。由表可知，本量表觀察變項的測量誤差介於 0.21~0.53，沒有出現負的誤差變異，且均達顯著；因素負荷量在 0.69~0.89，符合介於 .50~.95 的標準且皆達顯著，並沒有出現很大的標準誤，至多不超過 0.06。由此顯示，一階模式符合基本適配考驗，沒有違犯估計，可進一步分析整體模式適配度與內在結構適配度。

表26一階模式估計參數表

參數	ML 估計值	標準誤	t 值	完全標準化係數	參數	ML 估計值	標準誤	t 值	完全標準化係數
λ_1	0.65	0.04	14.71*	0.69	ε_1	0.48	0.04	12.68*	0.53
λ_2	0.94	0.05	18.58*	0.81	ε_2	0.47	0.04	11.58*	0.34
λ_3	0.96	0.05	18.90*	0.82	ε_3	0.45	0.04	11.43*	0.33
λ_4	0.85	0.05	18.11*	0.80	ε_4	0.41	0.04	11.77*	0.37
λ_5	0.85	0.05	17.17*	0.77	ε_5	0.50	0.04	12.09*	0.41
λ_6	0.99	0.06	16.90*	0.76	ε_6	0.72	0.06	12.17*	0.42
λ_7	1.04	0.05	20.82*	0.87	ε_7	0.36	0.03	11.44*	0.25
λ_8	1.11	0.06	20.16*	0.85	ε_8	0.48	0.04	11.75*	0.28
λ_9	1.10	0.05	21.69*	0.89	ε_9	0.32	0.03	10.92*	0.21
λ_{10}	1.09	0.06	19.42*	0.83	ε_{10}	0.54	0.04	12.03*	0.31
λ_{11}	1.00	0.05	20.48*	0.86	ε_{11}	0.36	0.03	11.61*	0.26
λ_{12}	0.92	0.05	18.33*	0.80	ε_{12}	0.48	0.04	12.35*	0.36
Φ_{21}	0.91	0.01	65.74*	0.91					

註：* p < .05

整體模式適配度在評鑑整個模式與觀察資料的適配程度，是評價模式的外在品質，其適配考驗可從絕對適配度、增值適配度、簡約適配度來評鑑。絕對適配度是評量理論模式可以預測觀察資料之共變數矩陣或相關矩陣的程度；增值適配度是理論模式和基準模式的比較結果，模式可以解釋觀察資料的共變數百分比，其值愈接近 1 適配度愈佳，一般而言大於 .90 就表示適配度極佳；簡約適配度則是評估理論模式的精簡度

(余民寧，2006；吳明隆，2009；黃芳銘，2010)。絕對適配度部分，雖然 χ^2 值顯著，但卡方檢定本身有很多限制，較適用於樣本數 100 到 200 間，一旦樣本數愈大會造成卡方值上升拒絕虛無假設，建議將此值做為參考，不列入模式的評鑑(余民寧，2006；吳明隆，2009；黃芳銘，2010)。SRMR=0.038<.05、RMSEA=0.095<.10、RMR=0.052 略高於.05 的標準，表示模式與觀察資料的適配度尚可。GFI=0.91、AGFI=0.86，其數值愈接近 1，表示模式的適配度愈佳。就絕對適配指標而言，多數達到適配標準。增值適配指標的檢驗，NFI、NNFI、CFI、RFI、IFI 依序是 0.98、0.98、0.98、0.97、0.98，皆大於.90 的標準，理論模式所能解釋的變異量及共變量算很充足。在簡約適配度部分，PNFI=0.78、PGFI=0.62，均大於.05 標準， χ^2 自由度比為 4.37 小於 5。CAIC 符合理論模式值小於獨立模式值，且同時小於飽和模式值之標準。以整體適配度的考驗結果來說，多數指標達到標準，顯示出理論模式與觀察資料的適配度良好。

表27適配度評鑑結果表

	統計檢定量	適配標準	檢定結果
			二因子斜交模式
絕對適配度	χ^2 值	愈小愈佳且不顯著	231.84 (P = 0.0)
	SRMR	<.05	0.038
	RMSEA	<.05 優良，<.08 良好，<.10 普通	0.095
	RMR	<.05	0.052
	GFI	>.90	0.91
	AGFI	>.90	0.86
	ECVI	愈小愈佳	0.76
增值適配度	NCP	愈小愈佳	178.84
	NFI	>.90	0.98
	NNFI	>.90	0.98
	CFI	>.90	0.98
	RFI	>.90	0.97
	IFI	>.90	0.98
	PNFI	>.50	0.78
簡約適配度	PGFI	>.50	0.62
	CN	>200	133.28
	χ^2 自由度比	<.3 嚴謹，<.5 寬鬆	231.84/53=4.37
	理論模式 AIC	理論 AIC 小於獨立 AIC，	281.84
	獨立模式 AIC	且小於飽和 AIC	9788.70
	飽和模式 AIC		156.00
	理論模式 CAIC	理論 CAIC 小於獨立	404.81
度	獨立模式 CAIC	CAIC，且小於飽和 CAIC	9847.72
	飽和模式 CAIC		539.67

模式內在結構適配度用以評鑑模式內在品質，即觀察變項是否足夠反應其對應的潛在變項，用於瞭解潛在建構的效度與信度。由表可知在估計參數的顯著性考驗方面，所有觀察指標的因素負荷量與結構參數皆達顯著水準，表示模式內在品質頗為理想。從表8可知，本量表的個別項目信度介於.47到.79之間，除題項1 ($R^2=0.47$) 未高於.5 的標準之外，其餘皆符合大於.5的標準。潛在變項的組合信度 (Composite Reliability, CR) 依序為0.9007、0.9400，均高於.6之標準；平均變異抽取量 (Average Variance Extracted, AVE) 依序為0.6025、0.7233，皆符合大於.5的標準，顯示聚斂效度 (convergent validity) 良好。總之，本量表的模式內在結構適配度頗為理想。

表 28 能源素養行動經驗量表二因子斜交模式內部品質考驗結果表

因素	正式問卷題號	個別項目信度	潛在變項 CR	潛在變項 AVE
節能習慣	1	0.47	0.9007	0.6025
	2	0.66		

	3	0.67		
	4	0.63		
	5	0.59		
	6	0.58		
	7	0.75	0.9400	0.7233
	8	0.72		
推廣節能	9	0.79		
	10	0.69		
	11	0.74		
	12	0.64		

綜合上述，二因子斜交模式CFA的適配度檢定，除了少數指標能未符合標準外，不論在基本適配度、模式外在與內在品質，皆能獲得理想之實徵數據的支持，假設模式與實際資料可以適配。即能源素養行動經驗量表二因子斜交模式的適配度良好，通過信效度之檢驗，正式問卷通過信效度之檢驗。

7. 學生能源素養行動經驗之分析

就性別及年級與能源素養行動經驗的關係而言，其統計分析結果如表29所示，男生平均分數為4.0816分，女生為3.9612分。5年級學生的平均分數為3.9659分，6年級學生為4.0493分。

表29學生性別與年級在能源素養行動經驗之各細格平均數與邊緣平均數表

性別 \ 年級	五年級	六年級	邊緣平均數
男生	3.9303(55)	4.1407(141)	4.0816(196)
女生	4.0015(55)	3.9428(121)	3.9612(176)
邊緣平均數	3.9659(110)	4.0493(262)	4.0246(372)

由二因子變異數分析摘要表可知，學生性別與年級在能源素養行動經驗交互作用之 F 值未達顯著 ($F=1.525$ ， $P=.218>.05$)。「性別」因子主要效果之 F 值等於 .485 ($P=.487>.05$)，未達顯著差異；「年級」因子主要效果之 F 值等於 .338 ($P=.562>.05$)，未達顯著差異。

表30學生性別與年級在能源素養行動經驗之二因子變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	顯著性
性別	.445	1	.445	.485 n.s.	.487
年級	.310	1	.310	.338 n.s.	.562
性別 * 年級	1.399	1	1.399	1.525 n.s.	.218
誤差	337.784	368	.918		
總計	6366.569	372			

* $p<.05$ ，n.s.不顯著

(六) 前測之基本統計量

向度	前測平均數	前測標準差
能源素養態度量表	4.17	0.71
能源素養行動經驗量表	3.85	0.93
能源議題成就測驗	51.85	19.80
5C 關鍵能力意向量表	3.88	0.83

伍、目前完成進度及預定完成進度

本計畫目前完成進度及預定完成進度如下「進度甘梯圖（Gantt Chart）」：

執行期程	114年						115年						
	1-7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1. 文獻資料蒐集、籌組教師社群研究團隊	■												
2. 研究團隊運作與專業成長活動	■	■	■	■	■	■	□	□	□	□	□	□	□
3. 擬定科學科學教育計畫主題	■												
4. 撰寫科學教育計畫申請書	■												
5. 實驗課程發展與實踐			■	■	■	■	■	□	□	□			
6. 資料分析與蒐集				■	■	■	■	□	□	□	□	□	
7. 撰寫成果報告						■					□	□	□
8. 發表與分享。				■			■						□

研討會發表

- 張琬翔、黃瑋琦(2025，10月)。十二年國民基本教育「能源素養態度量表」之發展。論文發表於南臺科技大學通識教育中心主辦之2025「人工智慧時代的跨域教學與研究」學術暨教學研討會，臺南。

審查意見表	
一、論文編號：B01	
二、論文題目：十二年國民基本教育「能源素養態度量表」之發展	
三、審查意見：	
<p>本研究進行「能源素養態度量表」之編制，提供教育界應用，研究主題值得投入。</p> <p>本研究以項目分析、信度分析、探索性因素分析、以及結構方程式進行驗證性因素分析，評估「能源素養態度量表」之信效度，藉以發展正式有效之問卷量表，研究方法周全且具有效性。</p> <p>本研究的研究結果顯示，預試量表從研究樣本、資料處理與統計分析、再建立問卷初稿與專家內容效度，最後在預試量表三大構面(能源議題、節能能源和綠色能源)得出預試題目12題。正式的量表問卷於三大構面12題的信效度統計分析也具優良數據，通過信效度之檢驗。</p> <p>整體而言，本研究發展編制的「能源素養態度量表」具良好的信效度驗證，可提供未來教育界測量學生能源素養態度之表現。</p>	
四、審查結果請勾選：	
<input type="checkbox"/> 採用 <input type="checkbox"/> 不採用	

2025「人工智慧時代的跨域教學與研究」學術暨教育研討會

論文投稿發表證明

論文題目：**十二年國民基本教育「能源素養態度量表」之發展**

發表人(一)：張琬翔老師（臺南市立崇學國小）

評論人(一)：涂金堂教授（國立高雄師範大學）

論文題目：**AI共創於「部落創建」文化模擬學習中的應用與影響—以「說故事的力量—古典短篇小選選讀」通識課程為例**

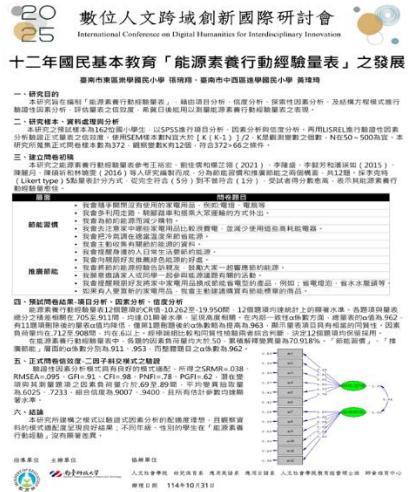
中華民國 114 年 10 月 17 日

南臺科技大學
通識教育中心

蔡蕙如

- 張琬翔、黃瑋琦(2025, 10月)。十二年國民基本教育「能源素養行動經驗量表」之發展。論文發表於南臺科技大學人文社會學院主辦之2025數位人文跨域創新國際研討會，臺南。

南臺科技大學「2025數位人文跨域創新國際研討會」論文摘要審查表					
請在下面適當的欄位打勾					
	極優	優	普通	差	極差
1.研究原創與創新性	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.研究議題重要性	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.議題與研討會主題相關性	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.研究方法嚴謹度	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.研究之學術與應用價值	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
分數：	(請以1-10分為評分範圍)				
審查結果： ◎推薦 (◎優秀表◎不推薦) 審查意見： 研究設計與社會關懷程度 研究問題之具深度又詳盡充份 研究之議題相合					



陸、建議與討論：(含遭遇之困難與解決方法)

(一)結論

1. **課程發展與架構建立：**本計畫第一年旨在發展「社會問題解決領域:綠推使徒」創造性思維能源教育課程，目前已經完成實驗課程內容規劃、學生課本與教師手冊的草稿編製。課程內容設計旨在引導學童思考再生能源的優點、構思響應綠能的標語、了解能源危機與太陽能發電，並學習如何改良綠能產品標章方案等，以提升其能源素養。
2. **研究工具的發展驗證：**本研究自編的「能源素養態度量表」與「能源素養行動經驗量表」經過嚴謹的預試與正式問卷信效度分析，兩份問卷的信效度佳。並完成前測資料的蒐集。

(二)建議

1. **課程設計與PISA概念轉化之挑戰：**將PISA創造性思維評量架構中較為抽象的認知歷程（如「產生多樣化的構想」、「產生創意構想」及「評價與改良他人的構想」），轉化為符合國小高年級學童學習特點且具備實用性的能源教育課程內容與活動，是一項複雜的任務。本研究透過文獻資料的廣泛蒐集，並由計畫主持人與協同主持人共同組成教師社群研究團隊，進行多次的討論、修正與試教，有效將抽象概念轉化為具體的教學活動。
2. **研究工具信效度驗證的嚴謹性與資料處理：**自編量表的信效度驗證是一項耗時耗力的工作，需要確保問卷內容的適切性、蒐集足夠的預試與正式樣本，並執行統計分析。在研究計畫通過前，本研究即開始蒐集問卷樣本，在資料分析上，採用SPSS進行項目分析與因素分析，並使用LISREL進行驗證性因素分析，以確保量表的信度與效度。

柒、參考文獻

- 王裕宏、劉佳儒、楊芷翎（2021）。科學博物館情境學習促進學生素養之成效研究。*工業科技教育學刊*, 14, 56-70。
- 李隆盛、李懿芳、潘瑛如(2015)。「國中生能源素養量表」之編製及信效度分析。*科學教育學刊*, 23(4), 375-395。
- 徐昊果、施秀青（2014）。國民中小學能源教育之推動經驗與成果。*技術及職業教育*

學報，5(3)，99-128。

國立臺灣師範大學(2013)。國民小學能源教育能力指標。

https://energy.mt.ntnu.edu.tw/knowledge_teach.php

國立臺灣師範大學臺灣 PISA 國家研究中心(2022)。PISA 2022 創意思考評量架構。

<https://cirn.moe.edu.tw/WebContent/index.aspx?sid=1224&mid=16299>

國家教育研究院(2020)。十二年國民基本教育國民中小學暨普通型高級中等學校議題融入說明手冊。臺北：國家教育研究院。

張霄亭譯 (2012)。教學科技與媒體。臺北：華騰文化。

教育部永續循環校園探索及示範計畫推動辦公室(2022)。永續發展目標(SDGs)教育手冊-臺灣指南。臺北:教育部。

教育部因材網(2024)。21世紀核心素養-合作問題解決(CPS)評量單元。

<https://adl.edu.tw/>

教育部因材網(2024)。5C 關鍵能力意向量表。<https://adl.edu.tw/>

教育部因材網(2024)。能源議題。<https://adl.edu.tw/>

莊宗達(2022)。培育自主行動素養學習之研究：以社會環境議題能源議題單元為例。地理研究，75，155-180。

陳麗月、陳碩祈、林曉雯(2016)。國小四年級學生 STS 進行綠色能源課程學習成效之研究。屏東大學科學教育，7，3-30。

曾莉婷、陳美如 (2022)。運用知識翻新活動提升學生在能源教育之認知與情意學習。科學教育學刊，30(3)，241-265。

廖哲緯、曾治乾 (2013)。能源教育課程對於國中學生意識、態度、行為影響。健康促進暨衛生教育雜誌，35，45-59。

謙佩明、張自立、辛懷梓 (2013)。能源教育融入科學社團活動之分享—以秀朗國小三年級活化課程為例。國教新知，60(2)，93-96。

OECD(2022)。THINKING OUTSIDE THE BOX:The PISA 2022 Creative Thinking Assessment。<https://www.oecd.org/pisa/innovation/creative-thinking/>