

技術及職業教育學報 第五卷第三期  
2014 年 12 月 頁 99~128

## 國民中小學能源教育之推動經驗與成果

徐昊杲\*、施秀青\*\*

### 摘 要

本研究旨在探討國民中小學能源教育永續發展，為達成教學目標，透過專家會議進行文獻確認與修正，作為國民中小學能源教育永續發展教材及教具的基礎。另外，透過非制式教育推動模式，辦理能源實作體驗營，強化訊息交流與知識分享，並利用問卷調查法檢視課程實施之成效，歸納結果：(1)完成「能源」為主題，課程單元教材 4 冊；節能減碳推廣手冊共計 3 本。(2)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。(3)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。

**關鍵詞：**節能、減碳、能源教育、能源實作課程

---

\* 徐昊杲：國立臺灣師範大學工業教育系教授

\*\* 施秀青（通訊作者）：德霖技術學院應用英語系講師

電子郵件：daphne568@gmail.com

收件日期：2014.10.07；接受日期：2014.12.04

*Journal of Technological and Vocational Education*

*December , 2014, Vol.5 No.3, pp. 99~128*

## **Energy Education Promotion for Elementary and Junior High Schools**

How-Gao Hsu<sup>\*</sup> & Hsiu-Ching Shih<sup>\*\*</sup>

### **Abstract**

This study aims to explore energy education for sustainable development in the Elementary and Junior high Schools. In order to achieve the teaching goals, meetings of experts were summoned to verify and revise related literature as groundwork for the development of teaching materials and tools. Furthermore, through informal education operation mode, hands-on camps were held to facilitate information exchange and knowledge sharing. The study conducted a questionnaire to explore the effects of the course. The results revealed the following: (1) Complete four volumes of teaching materials with energy themes, three promotion pamphlets in energy conservation and carbon reduction (2) Create maneuverable teaching tools to simulate renewable energy operation, and hands-on courses for energy conservation and carbon reduction (3) Energy hands-on course helps Elementary and Junior high school students raise their energy awareness and students have higher interests in hands-on courses.

**Keywords: energy conservation, carbon reduction, energy education, hands-on experience course**

---

<sup>\*</sup> How-Gao Hsu: Professor, Department of Industrial Education, National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

<sup>\*\*</sup> Hsiu-Ching Shih (Corresponding Author): Instructor, Department of Applied English, De Lin Institute of Technology, Taipei, Taiwan

E-mail: daphne568@gmail.com

Manuscript received: 2014.10.07; Accepted: 2014.12.04

## 壹、前言

隨著科技不斷的進步及物質需求的增加，人類對於能源依賴程度日益加深，需求也與日俱增。在過去50年來，全球能源需求量呈現3倍速成長，而未來30年仍將以3倍速繼續成長。尤其，燃燒化石燃料所排放的二氧化碳則造成了另一個嚴重的環境問題，即為溫室效應。

2005年開始，聯合國教科文組織（UNESCO）推動聯合國永續教育發展十年（United Nations Decade of Education for Sustainable Development, UNDESD），將全球暖化列為教育的核心主題之一（UNESCO, 2002）。為讓地球和人類永續發展，教育扮演著關鍵性角色，透過教育能讓人類有更好的生活品質。而我國政府為凝聚各界對永續能源政策目標之共識，加速節能減碳之落實，2009年行政院國家永續發展委員會發布《永續發展政策綱領》，提供永續教育發展實施的依據（行政院永續發展委員會，2011），2010年公布《環境教育法》，積極推動環境教育（吳清山、王令宜、黃建翔，2014）。

然而近年國內永續教育發展之實證性研究僅限於國中階段（馮莉雅，2007）且多偏重於地理環境教育（王鑫，1999；張珍悅、徐勝一，2010），至於國民小學推動永續教育發展在課程主題、困境與改進等方面之研究則較少見，事實上國民中小學推動永續教育發展之課程內涵，宜包括永續社會和永續環境（吳清山等，2014）。有鑒於此，民國98年4月舉辦全國能源會議（經濟部能源局，2009），強調環境與能源的重要性，其中一項具體結論即提出，欲推廣大眾科普教育、提升全國國民的節能減碳素養，擴大民間參與；建置數位學習課程，加強資料庫建置與管理。因此，能源教育之推行不應侷限於校園，朝向非制式教育發展是必須且必要的。

本研究目的在推動國民中小學永續教育發展之基礎階段，針對能源主題教育，透過非制式教育建置體系化學習過程，包括研發節能減碳課程教材、教學媒體，以及再生能源教學教具，將研發成果轉成數位教材，讓學習者藉由本體驗課程活動達到自我學習成長的目標。具體而言，本研究之目的如下：

- 一、編製節能減碳實作體驗課程教材及推廣手冊
- 二、發展節能減碳課程，研發可操作式大型與小型再生能源教學教具。
- 三、辦理國中小學能源實作體驗營，推廣節能減碳教學活動，提升學生能源認知。

植基於前述目的，本研究建構一套非制式能源教育推動模式，藉由非制式教育活動的辦理，建立能源相關基礎概念與再生能源科技知識。

## 貳、文獻探討

有鑑於能源教育與再生能源科技發展之重要性，政府對於發展具備展示教學功能之建築設備及教學器具，並列為推動重點項目之一，從各校推動能源教育的過程中發現，大多數教師多感受到僅以講授的方式很難達到預期的能源教育推動理想，抽象的能源概念對能源教育的推展成效有限。吳清山等（2014）研究指出，國民中小學永續教育發展實行面臨困境，依序為「缺乏足夠認識」、「缺乏適切課程」「缺乏足夠教育資源及設施」。鄭一青、許芳菊（2006）的研究指出如果缺乏有效實行方法的傳授與整套相關的教學計畫，將很難達成預期的理想成效。而以往學校中推動能源教育的教學者，皆著重知識性的灌輸，以課外讀物、補充教材的方式來呈現，少有系統化且體驗方式的教學，檢視坊間所看到之再生能源教學教具製作品，亦多屬勞作創作之類型，雖具有實驗性質，卻仍缺乏實用之體驗功能，因此學習效果不彰，在態度及行動能力的培養成效更是有限。因此，本研究將建構一套能源教育實作體驗課程，融合知識性課程與實作課程，將抽象的再生能源及節約能源概念，轉變為實際與具體的印象，加深體驗以啟發學生對能源的認識，進而激發好奇心及觀察力，讓學生能主動去探索和發現問題，從而獲得正確之能源認知，以奠定學生的能源教育基礎。

### 一、能源教育的內涵

經濟部能源委員會（1998）的研究指出，符合我國國小能源教育的課程內涵共有以下六項。（一）使學生對能源有基本認知：認識能源的意義和來源、能源的種類與用途、能源的基本定律。（二）使學生能夠瞭解能源的重要：能源與生活、能源與交通、能源與產業、能源的有限性。（三）使學生能夠瞭解各種節約能源的方法：各種節約能源的概念。（四）使學生能夠瞭解能源和環境的關係：能源與生態、不當使用能源的後果、環境保護的重要性。（五）使學生能認識能源發展的必要性：能源與生活、能源與交通、能源與科技、能源與產業、能源情勢、能源法規、能源政策與開發。（六）使學生能正確與安全的使用能源：有效的使用能源、正確能源使用方法、意外的因應。

本研究亦針對現行市面上國小及國中的自然與生活科技課本，彙整能源相關內容作分析，如表 1 及表 2，整體而言，能源教育之內涵重視認知、情意、技能之養成，也注重民眾能源素養之提升，其中包括能源概念、節約能源、環境保護、能源種類、能源使用、能源技術、能源政策與管理、能源未來展望等議題。

表 1

國小自然與生活科技課本能源教育內容

| 年級 | 版本 | 課程名稱           | 主題                | 主要內容                                                | 頁碼 |
|----|----|----------------|-------------------|-----------------------------------------------------|----|
| 三上 | 康軒 | 第三章<br>空氣和風    | 3-2<br>空氣流動成風     | 1. 空氣的流動<br>2. 製作風向風力計                              | 47 |
|    |    |                | 3-3<br>空氣和風的應用    | 1. 風的遊戲<br>2. 空氣和風的用途                               | 51 |
|    |    |                |                   |                                                     |    |
|    | 南一 | 第三章<br>空氣      | 3-2<br>空氣的流動      | 1. 空氣流動的方向<br>2. 風和生活中的關係                           | 44 |
|    |    |                |                   |                                                     |    |
|    | 康軒 | 第四章<br>運輸工具與能源 | 4-3<br>認識能源       | 1. 推動運輸工具的力量<br>2. 生活中的能源                           | 70 |
| 四上 | 南一 | 第四章<br>電路 DIY  | 4-1<br>燈泡的連接與發光   | 1. 通路<br>2. 燈泡的並聯和串聯                                | 64 |
|    |    |                | 4-2<br>電池的探討      | 1. 電池的串聯<br>2. 電池的式樣和處理                             | 68 |
|    |    |                | 4-3<br>導電和不能導電的物體 | 1. 哪些東西會導電                                          | 72 |
|    |    |                | 4-4<br>元宵燈籠       | 1. 手提燈籠的外觀有些甚麼特徵                                    | 74 |
|    |    |                |                   |                                                     |    |
|    |    |                |                   |                                                     |    |
| 四下 | 康軒 | 第四章<br>通電的玩具   | 4-1<br>燈泡亮了       | 1. 我要讓燈泡發亮<br>2. 哪些東西會導電<br>3. 做一個會發亮的玩具<br>4. 改良玩具 | 52 |
|    |    |                | 4-2<br>會動的玩具      | 1. 好玩的小馬達<br>2. 有電真方便                               | 61 |
| 五上 | 康軒 | 第一章<br>太陽的觀測   | 1-1<br>太陽的位置      | 1. 陽光和影子<br>2. 太陽在哪裡<br>3. 記錄太陽的位置<br>4. 不同季節的太陽位置  | 6  |
|    |    |                | 1-2<br>太陽與生活      | 1. 太陽和我們的生活                                         | 18 |
| 五下 | 康軒 | 第三章<br>熱的傳播與保溫 | 3-1<br>熱是怎樣傳播的    | 1. 熱與溫度<br>2. 熱的傳導<br>3. 熱的對流<br>4. 熱的輻射            | 36 |

(續下頁)

| 年級 | 版本 | 課程名稱         | 主題                | 主要內容                                                            | 頁碼 |
|----|----|--------------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|----|
|    | 南一 | 第一章<br>太陽與四季 | 1-1<br>一天中太陽位置的變化 | 1. 陽光與影子<br>2. 觀測太陽<br>3. 關日資料的轉錄                               | 6  |
|    |    |              | 1-2<br>一年中太陽位置的變化 | 1. 四季太陽的位置<br>2. 四季日照對生活的影響                                     | 14 |
|    |    |              | 第四章<br>電磁作用       | 4-2<br>電磁鐵                                                      | 67 |
|    |    |              | 第四章<br>電磁作用       | 4-3<br>電磁鐵的用處                                                   | 74 |
| 六上 | 康軒 | 第一章<br>簡單機械  | 1-3<br>流體傳送動力     | 1. 水怎樣傳送動力                                                      | 20 |
|    |    |              | 第四章<br>奇妙的電磁世界    | 4-2<br>電磁鐵的製作                                                   | 66 |
|    |    |              |                   | 1. 通電的導線<br>2. 通電的線圈<br>3. 電磁鐵的裝置<br>4. 如何增強電磁鐵的磁性<br>5. 電磁鐵與磁鐵 |    |
|    |    |              |                   |                                                                 |    |

表 2

## 國中自然與生活科技課本能源教育內容

| 年級 | 版本 | 課程名稱                           | 主題             | 主要內容                                                                | 頁碼  |
|----|----|--------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------|-----|
| 一上 | 南一 | 第七章<br>豐富人類生命的<br>內涵—科技與生<br>活 | 7-3<br>居家的生活環境 | 1. 瞭解家庭中節約用水的方法。<br>2. 日常生活中，標示有環保標章<br>及資源回收標誌的物品，都應<br>做好資源回收的工作。 | 153 |
|    |    |                                | 6-2<br>住屋環境的認識 | 1. 空調設備的使用應符合環保的<br>需求，以節省能源。<br>2. 家中照明設備應選用合適的省<br>電燈泡。           | 141 |
| 一下 | 南一 | 第六章<br>營建科技                    | 6-3<br>住屋的維生系統 | 1. 瞭解住屋的給、排水系統。<br>2. 瞭解住屋的電力系統。<br>3. 瞭解住屋的安全系統。                   | 147 |

(續下頁)

| 年級 | 版本 | 課程名稱                | 主題                    | 主要內容                                                                                              | 頁碼  |
|----|----|---------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 一下 | 康軒 | <b>第五章</b><br>生態系   | <b>5-4</b><br>物質的循環   | 1. 太陽的能量可供生物利用並被物體吸收，而地球也會以輻射的方式傳出能量。<br>2. 瞭解何謂溫室效應。                                             | 124 |
|    |    | <b>第六章</b><br>人類與環境 | <b>6-3</b><br>生態保育    | 1. 一旦經濟利益與生態保育發生衝突時，就必須找到兼顧經濟發展與生態保育的平衡點。<br>2. 資源回收再利用，可以減少資源的消耗。<br>3. 太陽能集熱板利用太陽能加熱，再將熱能轉換為電能。 | 141 |
|    | 康軒 | <b>第四章</b><br>溫度與熱  | <b>4-4</b><br>熱的傳播方式  | 1. 太陽能源源不絕的提供地球熱能，這種不需依賴介質也能傳播熱能的方式，稱為輻射。<br>2. 任何物體都能夠以輻射方式吸收或放出熱能，如果能阻斷或減少熱傳播，就可以達到保溫的目的。       | 107 |
|    |    |                     | <b>7-2</b><br>萬丈高樓平地起 | 1. 現代建築可使用省電燈泡，設置雨水回收循環再利用系統、堆肥區等資源回收措施，以回歸生態循環。                                                  | 169 |
|    | 康軒 | <b>第七章</b><br>建造家園  | <b>7-3</b><br>舒適安全便利窩 | 1. 購買電器認明商品檢驗合格標章，避免觸電與電器走火。<br>2. 了解住家安全，包括房屋結構安全、用電、瓦斯、防火和防盜等設施，與設備的使用及維護等。                     | 172 |
|    |    |                     | <b>主題活動</b><br>冷暖人間   | 1. 生活中有許多的動力與現象都來自於熱，而許多活動都會產生熱，讓我們來找找週遭有多少跟熱有關的事物呢？                                              | 184 |

(續下頁)

| 年級 | 版本 | 課程名稱              | 主題                | 主要內容                                                                                      | 頁碼  |
|----|----|-------------------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 二下 | 南一 | 第三章<br>氧化還原       | 3-3<br>日常生活中的氧化還原 | 1. 天然氣、汽油以及煤等燃料，需要氧來幫助燃燒，提供生活所需的大部分能量。                                                    | 57  |
|    |    | 第四章<br>認識日常有機生活用品 | 4-2<br>常見的有機化合物   | 1. 有機化合物的組成只含有碳和氫兩種元素時，即為碳氫化合物，簡稱烴。<br>2. 家庭常用的氣體燃料如天然氣與液化石油氣，燃燒時能產生大量的熱能。                | 65  |
|    |    |                   | 4-5<br>食品科技       | 1. 瞭解烹煮食物和溫度、壓力的關係。<br>2. 壓力鍋可以節省烹煮食物的時間，而悶燒鍋則可以節省能源。                                     | 77  |
|    | 康軒 | 第四章<br>有機化合物      | 4-2<br>常見的有機化合物   | 1. 天然氣與液化石油氣都是家庭常用的氣體燃料，為易燃氣體的混合物，燃燒時能產生大量的熱。<br>2. 燃燒時柴油產生的熱量較汽油大，所以大型巴士和卡車等重型車輛多以柴油為燃料。 | 66  |
|    |    |                   |                   | 1. 瞭解為何水力發電廠發電時，要讓水庫中的儲水由高處往下衝。<br>2. 利用流水或風可以產生能量，例如風力發電或水力發電廠。                          | 32  |
|    |    |                   |                   | 1. 運用資訊網路，了解家庭用水量，並能節約用水。                                                                 | 140 |
| 三上 | 南一 | 第六章<br>天然災害的認識與防治 | 活動 6-1<br>家庭用水    | 1. 介紹熱能應用在動力系統的方法。<br>2. 介紹內燃機的種類。<br>3. 介紹流體動力所應用的基本原理。<br>介紹油壓系統的原理。                    | 148 |

(續下頁)

| 年級 | 版本 | 課程名稱       | 主題               | 主要內容                                                                                                 | 頁碼                                                            |     |
|----|----|------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----|
| 三上 | 康軒 | 第三章<br>功與能 | 7-3<br>運輸的系統與載具  | 1. 陸上運輸系統及運輸載具。<br>2. 海上運輸系統及運輸載具。<br>3. 航空運輸系統及運輸載具。<br>4. 太空運輸系統及運輸載具。                             | 152                                                           |     |
|    |    |            | 3-3<br>功能轉換與能量守恆 | 3. 瞭解功與能可以互相轉換，施力作功可以使物體具有能量。<br>4. 除了動能、位能之外，能量還有熱能、光能、電能和化學能等形式。這些不同形式的能可以互相轉換，而且都能遵守能量守恆定律。       | 56                                                            |     |
|    |    |            | 3-6<br>能源        | 1. 知道能源的意義。<br>2. 知道初級能源和次級能源及其種類。<br>3. 知道再生能源和非再生能源及其種類。<br>4. 知道化石燃料與核能。<br>5. 瞭解台灣的能源現況，及與污染的關係。 | 72                                                            |     |
|    |    |            | 第四章<br>基本電路      | 4-1<br>電壓與電流                                                                                         | 1. 瞭解電器串聯與並聯的特性。<br>2. 瞭解電位差的意義，並知道電壓可以驅動電荷流動，並知道電流由高電位流向低電位。 | 80  |
|    |    |            | 第七章<br>運動中的天體    | 7-2<br>日地月相對運動                                                                                       | 1. 知道地球的潮汐現象。<br>2. 潮差較大的海域可以發展潮汐發電，是取之不盡、用之不竭的再生能源。          | 148 |
|    |    |            | 第八章<br>動力與運輸     | 8-2<br>動力與動力機械                                                                                       | 1. 知道能源形式的轉換及能源與動力的關係。<br>2. 馬達與引擎是生活中常見的動力機械，可以將電能或熱能轉換成機械能。 | 162 |

(續下頁)

| 年級 | 版本 | 課程名稱           | 主題                  | 主要內容                                                                   | 頁碼  |
|----|----|----------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------|-----|
| 三下 | 南一 | 第一章<br>電與磁     | 1-5<br>電磁感應         | 1. 瞭解磁場變化產生電流的原理。<br>2. 瞭解交流電與直流電的性質。<br>3. 瞭解發電機的發電原理。                | 37  |
|    |    |                | 2-3<br>電流的熱效應       | 1. 瞭解日常生活中能量相互轉換的應用。<br>2. 透過數學關係式，了解電能與熱能的轉換與電器功率的計算，以及家庭電器標示意義。      | 62  |
|    |    | 第二章<br>電與生活    | 2-4<br>電的輸送與消耗      | 1. 認識電的傳輸方式。<br>2. 了解電費計算的方式，並能選用節省能源的家用電器。                            | 64  |
|    |    |                | 2-5<br>家庭用電安全       | 1. 瞭解短路與安全負載電流。<br>2. 確保家庭用電的基本方法。                                     | 70  |
|    |    | 第四章<br>珍惜常用的資源 | 4-1<br>認識自然資源       | 1. 瞭解何謂自然資源以及其形成過程與特性。<br>2. 瞭解化石燃料—煤、石油和天然氣形成過程與特性。                   | 90  |
|    |    |                | 4-2<br>認識常用的能源      | 1. 認識日常生活中電的主要來源，包括水力發電、火力發電及核能發電。<br>2. 瞭解汽油的種類及使用。<br>3. 瞭解瓦斯的種類及使用。 | 96  |
|    |    |                | 4-3<br>再生能源與能源再利用   | 1. 介紹再生能源之發展，探討未來能源與科技的發展。                                             | 107 |
|    |    |                | 4-4<br>自然資源的保育與永續發展 | 1. 瞭解節約能源的方法，開發節省能源裝置。<br>2. 說明綠建築的意涵。<br>3. 瞭解自然資源的永續利用與發展。           | 111 |
|    |    | 第一章<br>電的應用    | 1-3<br>電流的熱效應       | 1. 瞭解電能轉換為熱能的現象，稱電流的熱效應。<br>2. 在生活中，利用電流的熱效應來製造照明器具和電熱器具。              | 20  |

(續下頁)

| 年級 | 版本 | 課程名稱         | 主題              | 主要內容                                                                                      | 頁碼  |
|----|----|--------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
|    |    |              | 1-4<br>電與生活     | 1. 認識電力的傳輸方式。<br>2. 認識一般家庭電器所標示其規格，表示使用的電壓和消耗的電功率。                                        | 26  |
|    |    |              | 5-1<br>能源萬事通    | 1. 瞭解能源的利用與轉換。<br>2. 比較各種電力產生方式之優缺點。<br>3. 瞭解節約能源與開發新能源的重要性。<br>4. 認識能源科技的應用現況及解決能源問題的方法。 | 118 |
|    | 康軒 | 第五章<br>科技你我他 | 活動 5-1<br>能源的妙用 | 1. 瞭解各種新能源科技產品及其用途。<br>2. 構思能源科技產品的新用途。<br>3. 瞭解創意對於科技與環保的重要性。                            | 127 |
|    |    |              | 主題活動<br>生活的推手-電 | 1. 到圖書館或是網路上搜集電的相關資料，將所得的資料與同學分享。                                                         | 149 |

我國能源教育在幼兒、國小、國中階段的能源教育目標是以能源認知層面為主體；高中階段是以能源的情意層面為其宗旨；職業教育乃至大專以上的階段則以技能之應用為最終目的。雖施教內容依各級學校有程度上的分別，然而新形式能源的研究開發，除體制內正規教育外，宜透過非正式教育推動模式，全面性的引導並給予公平審視與發展的機會。

吳清山等（2014）研究指出，國民中小學永續教育發展的課程主題，以「永續能源」、「資源再利用」、「自然保護」等最具重要性；以及「問題導向教學」在永續教育發展之教學最具關注。我國重視再生能源科技發展，行政院2007年產業科技策略會議指出，臺灣2010年再生能源發電裝置容量占總裝置容量10%。此外，經濟部能源局更指出我國再生能源發展目標，應積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發潛力，因此訂定再生能源推動現況與未來發展目標，如表3所示，以慣常水力發電、風力發電、太陽光電及生質能為主要推動項目，希望在全球氣候變遷與節能減碳趨勢中，開創臺灣再生能源技術的新領域。

因此，本研究在能源教育課程研發中，針對風力發電、水力發電及太陽能發

電進行教材及教具研發，推動永續教育發展之課程主題；在問題導向教學方面，針對現行市面上國小及國中的自然與生活科技課本，彙整能源相關內容作分析，發展研究工具，瞭解能源教育推動之實施成效。

表3

我國再生能源推動現況與未來發展目標

| 再生能源     | 年            |           | 2007         |           | 2010         |           | 2025         |           |
|----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|--------------|-----------|
|          | 裝置容量<br>(萬瓩) | 比例<br>(%) | 裝置容量<br>(萬瓩) | 比例<br>(%) | 裝置容量<br>(萬瓩) | 比例<br>(%) | 裝置容量<br>(萬瓩) | 比例<br>(%) |
| 1.慣常水力發電 | 192.2        | 5.0       | 216.8        | 5.7       | 250          | 4.4       |              |           |
| 2.風力發電   | 28.16        | 0.7       | 98           | 2.6       | 300          | 5.3       |              |           |
| 3.太陽光電   | 0.21         | 0.0       | 3.1          | 0.1       | 100          | 1.8       |              |           |
| 4.生質能發電  | 63.7         | 1.7       | 74.1         | 1.9       | 140          | 2.5       |              |           |
| 5.地熱發電   | -            | -         | -            | -         | 15           | 0.3       |              |           |
| 6.燃料電池   | -            | -         | -            | -         | 20           | 0.4       |              |           |
| 7.海洋能發電  | -            | -         | -            | -         | 20           | 0.4       |              |           |
| 合 計      | 284.3        | 7.5       | 392          | 10.3      | 845          | 15.1      |              |           |
| 8.太陽能熱水器 | 1.66 百萬平方公尺  |           | 2.05 百萬平方公尺  |           | 4.09 百萬平方公尺  |           |              |           |

資料來源：經濟部能源局（2008）。

## 二、非制式教育

《科學教育白皮書》認為中小學的教育展望是提升教師學科教學知識及技能，並且希望各級教育單位提供教師具有「多元、不同主題」的研習活動（教育部，2003；邱庭煒、朱楠賢、何雅娟、陳香微，2011）。隨著社會變遷快速，學校課程有時不能即時反映社會的新興議題，以學生活動為主的學習經驗，較少採用正式課程的教學型態。學習應是一項經驗的重組和知識累積的過程，並能將這些學習內容或經驗加以連結，應用於學校教育之中或學校之外。近年來，非制式的科學教育已成為科學教育改革中不能忽略的一環，除了擁有生動的展示與活動等多元化的學習方式，讓學生得到不同的啟發。泰勒(Tyler, 1949)指出有效課程組織，必須符合三種規章，即繼續性、順序性及統整性。人類的經驗和活動是個整體，當我們要培養學生的能力時，卻需要將整體區分不同領域來施教，因此完整生活變成語言、社會、自然、藝術...等領域。本來在家可學，在學校、社區也可學，然而，現在只有學校才被視為學習的地方，學校所學和社會生活可能不相干。由此可見課程組織的統整性，旨在統合學生分割的學習狀態，讓各領域的學習得以

關聯起來。

黃政傑（1991）認為統整性，可用於科目與科目之間、理論與實際之間、校內活動與校外活動之間、也可用於認知、技能、與情感之間。奧利佛(Oliver, 1977)指出，學校課程未能顯示銜接性地方，其一為理論與實用缺少銜接；其二為學校與現代生活之間缺少銜接，學校很少運用社區資源來教學。有鑑於此，國內、外的許多科學教育學者也紛紛指出，非制式科學教育場所提供了所有年齡層的人們一個重要科學學習的社會資源。Fenichel & Schweingruber (2010)認為非制式科學教育機構所提供的研習內容，可以學習其他人的教學經驗、策略模範外，另外還可提供數位學習，利用線上資源，結合學校學習以利後續課程發展等。

邱庭煒等（2011）研究指出，非制式教育主要功能在結合學校課程辦理主題式學科知能研習，以及強化教學運用網路化，將教學資源以數位建置，提供教師隨個人需求自由運用。藉此達成許多制式科學課室所不能達成的目標，並能進一步的幫助學生學習科學。非制式教育，因較能超越學校制約式教學，受到的課程控制較少，又能提供自由發揮空間，在情意與社會互動方面並提供參與者「動手操作」的科學活動，強調知識、技能與情意的認知過程，會有較明顯的成效，學生在正式課程及之外的非正式課程透過社會互動、同儕切磋、互相幫助發展，可獲得更多學習經驗。艾和昌、張淑萍（2014）研究認為，非制式教育適合培育各階層級學生，並能發展成職場所需之人才。

本研究能源教育之內涵即重視認知、情意、技能之養成，如前述依現行市面上國小及國中的自然與生活科技課本，彙整能源相關內容作分析，包括能源概念、節約能源、環境保護、能源種類、能源使用、能源技術、能源政策與管理、能源未來展望等議題，增加學習的意義性、適用度、也增加學習的效率。學生在正式課程及之外的非正式課程透過社會互動、同儕切磋、互相幫助發展，可獲得更多學習經驗。

### 三、體驗式能源教學教具

建構主義的教學理論，分為兩個層面一是知識由個人以經驗建構，強調個人經驗，另一則為知識是個人與他人合作完成的，強調社會合作（郭實渝，2008）。就學習的觀點而言，Vygotsky重視社會互動，即人類的學習係經由與環境的互動而產生；實用主義重視知識的工具理性價值，杜威(Dewey)認為教育是一種經驗的不斷重組與改造歷程，「做中學」是培養學生參與社會生活的能力。因此，教師運用實物以輔助教學，提供學生學習時的直接經驗輔助器材，所謂「工欲善其事，必先利其器」，透過「器」的研發將更能輔助教師的教學及學生的學習（黃文良、曾維雄，2006）

對教育研究而言，杜威反思的知識是為了持續不斷地探究多元的經驗，而非停留在暫時性的科學探索方法（葉彥宏、謝妃涵，2011），能源體驗式教具是為提供符合杜威的教育觀，強調「教育即生活」「教育即成長」「生活即發展」，從生活上取材，使學生樂於觀察、探索及操作，引導學生對能源產生重要的概念。

本研究透過體驗式教具配合量化數據，更能將抽象的再生能源及節約能源概念，轉變為解決實際生活的經驗，不但加深學生對能源的認識，亦可激發好奇心及觀察力，讓學生能主動去探索和發現問題，將學得的知識有效的應用於生活。因此，製作一套適切易於組裝、推廣、運用之能源教具，將可在能源教育之推展與落實發揮積極之效益，並能兼具教育與實用之功能，提升教育之價值。除了可操作式的再生能源教具外，更能具體運用再生能源之工具，發展以組裝式之玩具素材，將教具與工具結合，達成玩具、教具、工具三合一之目標，更能寓教於樂，在情意、技能、態度等方面激發潛能，深具教育、推廣、實用之價值。

## 參、研究設計

### 一、研究架構

本研究架構圖，如圖1所示，囿於本篇幅限制，本論文著重分析內容為“處理階段”中之節能減碳實作體驗課程教材（子計畫一）之成果、可操作式再生能源教學教具（子計畫二）之成果，與國小（中）學生能源實作體驗營（子計畫三）之部分成果。預期效益則為“輸出階段”之2.3.6項所示，故強化發展教材、教具與能源實作體驗營，分析國中小學生能源教育之成效，以達成研究目的並提升學生節能減碳素養與認知，引發對能源科學探究心與好奇心之預期效益。

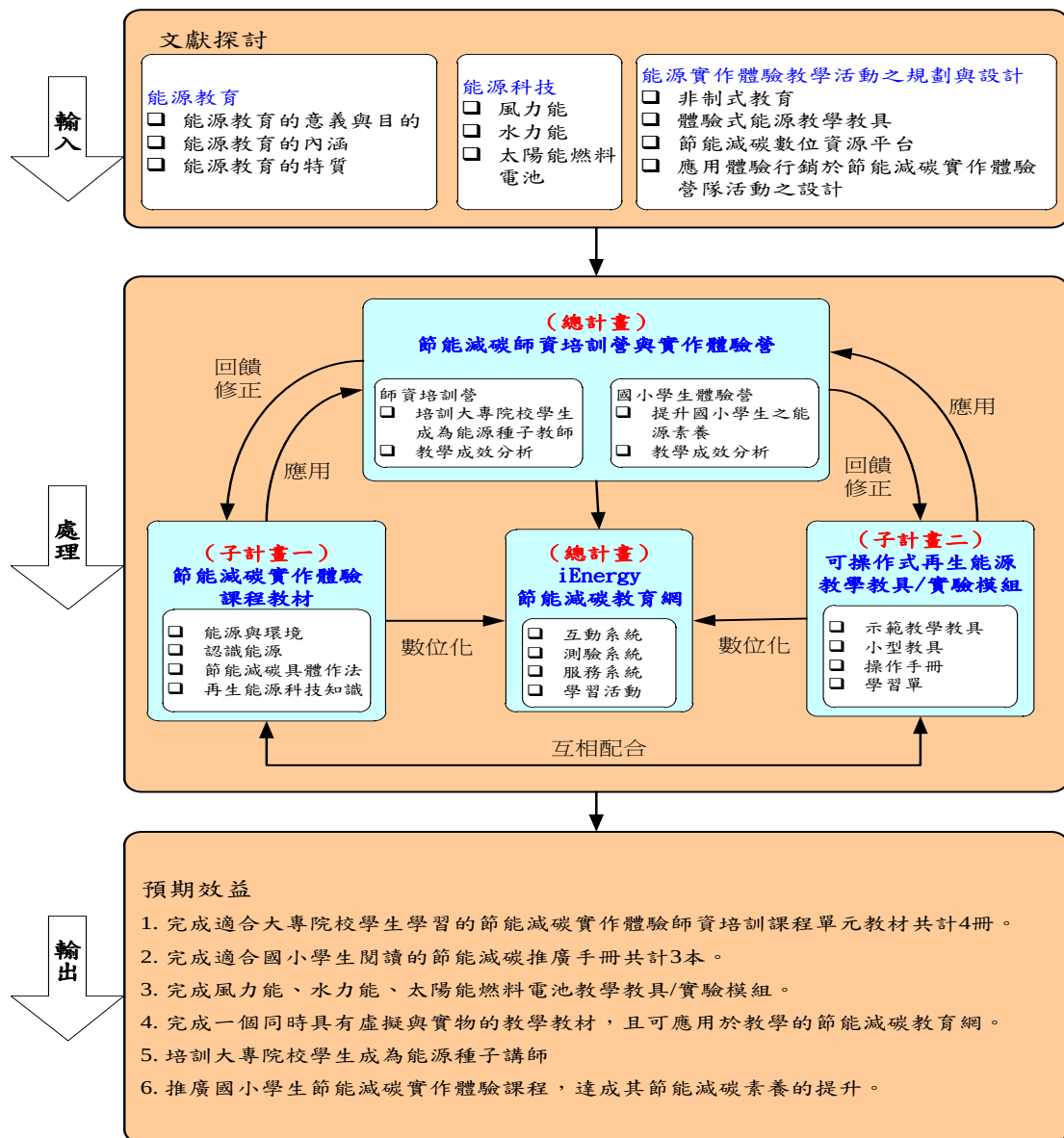


圖 1 研究架構圖

資料來源：2010年度「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」

## 二、研究對象

本研究透過「能源實作與體驗營問卷」進行調查，對象為參加能源實作體驗營之國中小學生（國中學生：係指當年暑假國小六年級升國中七年級學生）。

本調查依計畫逐年執行，包括（1）2012年「能源實作與體驗營」節能減碳認知調查，120人；（2）2010年至2012年「能源實作與體驗營」滿意度調查，408人。

### 三、研究限制

「能源實作與體驗營」組成學員，均為暑假期間臨時報名參加國中小學生，考量無法採隨機分派實驗組與對照組，因此本研究選用準教學實驗法單組前後測的設計進行施測。

### 四、測量工具

本研究之測量工具設計為能源實作與體驗國中小課程認知、滿意度等調查問卷，調查對象為參加能源實作體驗營之國中小學生。茲說明如下：

本研究所自編之能源實作與體驗國中小課程認知及滿意度調查問卷（如表4），包含認知13題，以是非及選擇呈現。滿意度7題，以三點量表呈現。本問卷採用專家效度，經專家學者嚴謹審查每一題後，修改為適合國中、小學生閱讀之文字表達。調查方式以普測方式進行，在課程結束之後進行問卷調查，藉以獲得立即回饋。回收之數據以平均數、標準差、百分比、次數統計等統計方法對研究資料進行分析。

表 4

能源實作與體驗課程認知及滿意度調查問卷題數及內容概述

|     | 題數 | 問卷內容概述                        |
|-----|----|-------------------------------|
| 認知  | 13 | 是否瞭解人類對於能源的不當利用，將造成生態環境的破壞。   |
| 滿意度 | 7  | 包含學生對於知識性課程、體驗式課程、帶隊人員等之滿意程度。 |

## 肆、結果與討論

本研究綜合文獻探討以及體驗活動設計的關鍵原則，作為課程發展之基礎，並以活潑與互動式的感官刺激為設計重點，設計以「能源」為主題，包含認知、情意、技能層面，設計理念應用科學教育界中整合人文與自然科學之科學、科技與社會（Science, Technology & Society, STS）思潮，並以體驗學習及問題導向做為課程設計與實施的基本原則，規劃能源實作體驗課程內涵，將其課程架構分為認知部分：能源的基礎概念、能源與環境、再生能源科技；情意部分：節能減碳這樣做；技能部分：能源實驗場、線上動手做。並據以產出包含教材、教具、多媒體網站、營隊活動辦理等四大項研究成果，茲說明如下：

### 一、節能減碳實作體驗課程教材

本研究首先蒐集、分析及整理相關文獻資料，作為課程發展之理論基礎，並

理解能源教育的核心理念與內涵，以及再生能源科技的定義、特性、內涵，以作為發展課程教材之參考，從2010年至2012年，共完成課程單元教材4冊(表5、圖2)：(1)認識能源；(2)風力發電；(3)水力發電；(4)太陽能與燃料電池。以及適合國中小學生閱讀的節能減碳推廣手冊共計3本(表6、圖3)：(1)能源實作與體驗-風力能；(2)能源實作與體驗-水力能。(3)能源實作與體驗-太陽能與燃料電池。

表 5

能源實作體驗營課程單元教材名稱及內容

| 單元教材名稱 | 內 容                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 認識能源   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 再生能源（太陽能、風力能、水力能、生質能、地熱能、海洋能）的種類及應用</li> <li>2. 非再生能源（石油、煤炭、天然氣、核能）的種類以及應用</li> <li>3. 溫室效應與全球暖化</li> <li>4. 京都議定書與哥本哈根議定書</li> <li>5. 全球暖化的衝擊</li> <li>6. 節能減碳請你跟我這樣做</li> <li>7. 計算碳足跡</li> </ol> |
| 風力發電   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 風力發電概說</li> <li>2. 風力發電的原理</li> <li>3. 風力發電的種類</li> <li>4. 建置風力發電廠</li> <li>5. 風力發電機使用情況</li> <li>6. 影響風力發電的因素</li> </ol>                                                                           |
| 水力發電   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水 H<sub>2</sub>O</li> <li>2. 水力發電的原理</li> <li>3. 水力發電的流程</li> <li>4. 水力發電的種類</li> <li>5. 水輪機的類型</li> <li>6. 建置水力發電廠</li> <li>7. 水力發電的使用概況</li> <li>8. 影響水力發電的因素</li> </ol>                          |

(續下頁)

| 單元教材名稱   | 內 容             |
|----------|-----------------|
| 太陽能與燃料電池 | 1. 太陽能          |
|          | 2. 太陽能發電的原理與種類  |
|          | 3. 太陽能發電的應用     |
|          | 4. 燃料電池         |
|          | 5. 燃料電池的原理      |
|          | 6. 燃料電池的種類      |
|          | 7. 燃料電池的應用      |
|          | 8. 太陽能燃料電池的影響因素 |



圖 2-1 認識能源教材



圖 2-2 風力發電教材



圖 2-3 水力發電教材



圖 2-4 太陽能與燃料電池教材

表 6

節能減碳推廣手冊名稱及內容

| 推廣手冊名稱           | 內 容                                                                                                                                                                                             |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 能源實作與體驗-風力能      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能源與環境</li> <li>2. 認識能源</li> <li>3. 風力發電機扇葉模組說明</li> <li>4. 動手做風力發電機 1</li> <li>5. 動手做風力發電機 2</li> </ol>                                               |
| 能源實作與體驗-水力能      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能源與環境</li> <li>2. 認識能源</li> <li>3. 水力發電機示範教具</li> <li>4. 水力發電機葉片模組</li> <li>5. 動手做水力發電機 1</li> <li>6. 動手做水力發電機 2</li> </ol>                           |
| 能源實作與體驗-太陽能與燃料電池 | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 能源與環境</li> <li>2. 認識能源</li> <li>3. 太陽能燃料電池示範教具</li> <li>4. 實驗一：水的電解</li> <li>5. 實驗二：染料敏化太陽能電池</li> <li>6. 實驗三：太陽能小船</li> <li>7. 實驗四：太陽能悶燒鍋</li> </ol> |



圖 3-1 風力能推廣手冊



圖 3-3 水力能推廣手冊



圖 3-2 太陽能與燃料電池推廣手冊

## 二、可操作式再生能源教學教具

配合教材與手冊，本研究也研發完成多套小型教學教具（見表7、圖4），讓學生動手組裝教具，實際體驗，從做中學，並藉由親手變化不同形式的材料或造型，探索哪些因素影響發電量，如何獲取最大發電效益。

本研究亦研發大型的示範教具（如表8），其中水力發電示範教具已獲得新型專利（專利證號：M441900）（圖5），太陽能燃料電池示範教具專利申請中。

表 7

小型教學教具提供之學習內容

| 教具名稱      | 學習單內容                                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------|
| 風力發電機教具模組 | 1 觀察不同實驗項目造成的變化，藉由分組討論，將觀察到的數據以及可能的影響因素記錄下來。<br>2 自行設計風力發電機，將其設計理念及外觀形狀繪製在學習單上。 |
| 水力發電機教具模組 | 1 觀察不同實驗項目造成的變化，藉由分組討論，將觀察到的數據以及可能的影響因素記錄下來。<br>2 自行設計水力發電機，將其設計理念、外觀形狀繪製在學習單上。 |
| 染料敏化太陽能電池 | 拿到太陽光下照射，或在日光燈下照射，測量其電流值。                                                       |
| 迷你太陽能悶燒鍋  | 繪製設計草圖，實品完成後拿到戶外曬太陽，並每隔十分鐘觀察一次棉花糖融化的狀態，或是利用溫度計測試內部溫度。                           |
| 太陽能小船     | 繪製設計草圖，實品完成後放置水盆中航行，學習太陽光線與太陽能板角度之不同所產生動力的影響。                                   |

（續下頁）

| 教具名稱 | 學習單內容                           |
|------|---------------------------------|
| 氫氣槍  | 了解電解原理，了解正負極產出的氣體為何，比較各組的氫氣槍射程。 |
| 海水電池 | 學習串聯與並聯的方法並進行比較。                |



圖 4-1 風力發電機教具模組



圖 4-2 水力發電機教具模組



圖 4-3 染料敏化太陽能電池

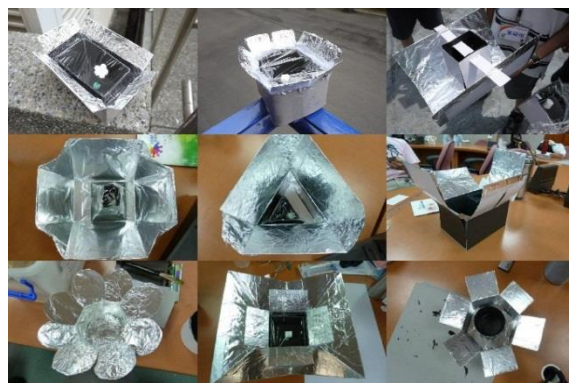


圖 4-4 迷你太陽能悶燒鍋

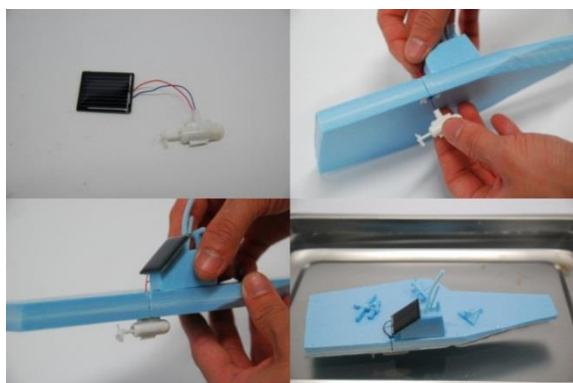


圖 4-5 太陽能小船

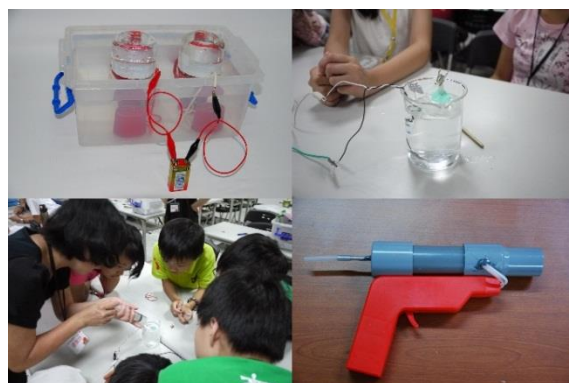


圖 4-6 氫氣槍



圖 4-7 海水電池

表 8

示範教具名稱、實驗內容及說明

| 示範教具名稱        | 實驗內容                                                                                                                                                               | 說明                                                             |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 水力發電機<br>示範教具 | 1 改變水位的高低<br>2 改變流量大小<br>3 改變水柱沖擊葉片的位置                                                                                                                             | 觀察、比較各種實驗變項所產生的電壓、電流及 LED 亮度狀況，討論各種狀況對發電量的影響，並記錄下來。            |
| 太陽能燃料電池示範教具   | 1 燈源光線強弱(模擬日照時太陽能強度的不同)<br>2 燈源光線與太陽能板角度(模擬日照時不同時間點照射在太陽能板的角度)<br>3 燃料電池內的液體(加酸鹼)<br>4 負載大小                                                                        | 觀察、比較各種實驗變項影響太陽能板的發電量，進而影響負載的能力以及 LED 的亮度，討論各種狀況對發電量的影響，並記錄下來。 |
| 綜合教具<br>觀測模組  | 使用單一再生能源輸入，可以直接觀察電源端的輸入功率，亦可觀察負載端的電壓及電流值，進一步計算出兩邊功率以及輸出效率。另外，也可以將風力發電機、水力發電機、太陽能板全部串接，形成一套具有多種能源輸入之教具模組，所產出的電源將由發電量最大的機組支應。(例：若太陽光線不足則由水力發電供應。水力發電不足則由風力發電供應，以此類推) |                                                                |



圖5 水力發電示範教具

#### 五、能源實作體驗營成效分析與討論

為瞭解本研究所建構之課程成效，採自編之「能源實作與體驗國中小課程認知、及滿意度調查問卷」，調查參加能源實作體驗營之國中小學生的認知、滿意程度等。同時包含開放式意見，以作為課程及教學改進之參考。問卷回收之統計分析說明如下：

##### （一）參加能源實作體驗營學生之節能減碳認知與課程滿意度

參加能源實作與體驗營的國中小學生人數，在2010 年總共有194 人，台北場40 人，台中場40 人，高雄場40 人，其他74 人。2011 年舉辦三場人數共129 人，台北場(1)有40人，高雄場41 人，台北場(2)有48 人。2012 年舉辦三場人數共128 人，台北場40 人，台中場46 人，高雄場42 人，如表9 所示：

表 9

能源實作體驗營各場人數之分佈情形

| 年次   | 場次     | 人數 | 合計（人） | 總人數 |
|------|--------|----|-------|-----|
| 2010 | 台北場    | 40 | 194   | 451 |
|      | 台中場    | 40 |       |     |
|      | 高雄場    | 40 |       |     |
|      | 其 他    | 74 |       |     |
| 2011 | 台北場(1) | 40 | 129   |     |
|      | 高雄場    | 41 |       |     |
|      | 台北場(2) | 48 |       |     |
| 2012 | 台北場    | 40 | 128   |     |
|      | 台中場    | 46 |       |     |
|      | 高雄場    | 42 |       |     |

1. 學習評量：本研究針對參加2012年體驗營學生128人進行實作教學，在能源實作體驗營前後進行施測（能源認知評量13題），測驗結果，採相依樣本t 考驗進行統計分析（有效問卷120人），發現參與之國中小學生前測學習平均數為10.40，後測學習平均數為11.62，達顯著差異。表示參加能源實作課程之後，有助於對全球暖化、節約能源以及能源使用問題的瞭解，亦即能源實作體驗課程可以提升國中小學生節能減碳素養。

2. 實作課程滿意度調查：採 2010年至 2012年參加「能源實作與體驗營」同學進行問卷調查，量表採三點量表為受試者依其同意程度加以評定，讓受試者依其同意程度由「完全同意」的3分，依序至「完全不同意」的1分加以評定（共7題）。回收有效問卷 408 份，採平均值 2 做比較（考驗值  $\bar{X} = 2$ ）進行單一樣本 t 檢定考驗，統計結果 2010 年的平均分數 2.77，t 值為 22.30 ( $p < .001$ )；2011 年的平均分數 2.76，t 值為 5.01 ( $p < .001$ )；2012 年的平均分數 2.78，t 值為 6.11 ( $p < .001$ )，三個年度均接近 3 分「完全同意」，表示參與學生認同實作課程安排，體驗營可以增進能源相關知識。

(二)參加能源實作與體驗營之國中小學生對實施地點、人力資源、節能減碳推廣、及喜歡課程等進行滿意度考驗均呈現正面、積極回饋

1. 參加能源實作與體驗營之國小學生，對於此次營隊辦理地點的滿意程度，如表10所示，達顯著差異。但2012年之台中場地未能達顯著性滿意。

- 2.參加能源實作與體驗營之國中小學生，對於營隊人力資源提供的滿意程度，如表11 所示，達顯著性。
- 3.參加能源實作與體驗營之國中小學生回去後，願意協助推動學校或家裡的節能減碳宣導之程度（滿意度調查），如表12 所示，達顯著差異。
- 4.參加能源實作與體驗營之國中小學生，對於此營隊的整體滿意程度，如表 13 所示，達顯著差異。
- 5.在能源實作與體驗營當中，參加之國中小學生對於體驗式的課程有較高的興趣，最喜歡的課程包含：風力發電機、水力發電機、迷你太陽能悶燒鍋、繪製購物袋等。如表 14 所示。

表 10

體驗營學生對營隊地點合適度的 t 考驗分析一覽表（考驗值  $\bar{X} = 2$ ）

| 年次   | 場次    | 人數  | 平均數  | 標準差  | t 值       |
|------|-------|-----|------|------|-----------|
| 2010 | 台北場   | 36  | 2.67 | 0.53 | 7.483***  |
|      | 台中場   | 41  | 2.56 | 0.59 | 6.051***  |
|      | 高雄場   | 31  | 2.71 | 0.46 | 8.563***  |
|      | 其 他   | 74  | 2.77 | 0.45 | 14.572*** |
|      | 整 體   | 182 | 2.69 | 0.51 | 18.374*** |
| 2011 | 台北場 1 | 36  | 2.33 | .68  | -5.916*** |
|      | 高雄場   | 36  | 2.72 | .66  | -2.527*   |
|      | 台北場 2 | 45  | 2.62 | .58  | -4.403*** |
|      | 整 體   | 117 | 2.56 | .65  | -7.272*** |
| 2012 | 台北場   | 33  | 2.70 | .53  | 2.14*     |
|      | 台中場   | 42  | 2.62 | .58  | 1.33      |
|      | 高雄場   | 34  | 2.71 | .46  | 2.60*     |
|      | 整 體   | 109 | 2.67 | .53  | 3.36**    |

\* $p < .05$  \*\* $p < .01$  \*\*\* $p < .001$ 

表 11

體驗營學生對營隊提供人力資源之滿意度 t 考驗分析一覽表（考驗值 Mean=2）

| 年次   | 人數  | 平均數  | 標準差 | t 值       |
|------|-----|------|-----|-----------|
| 2010 | 179 | 2.82 | .43 | 25.376*** |
| 2011 | 117 | 2.74 | .51 | 5.426***  |
| 2012 | 109 | 2.73 | .48 | 5.05***   |

\*\*\* $p < .001$

表 12

體驗營學生課後願意協助宣導節能減碳之 t 考驗分析一覽表 (考驗值 Mean=2)

| 年次   | 人數  | 平均數  | 標準差 | t 值      |
|------|-----|------|-----|----------|
| 2010 | 182 | 2.64 | .56 | 15.62*** |
| 2011 | 117 | 2.72 | .52 | 5.837*** |
| 2012 | 109 | 2.74 | .44 | 5.78***  |

\*\*\* $p < .001$ 

表 13

學生對能源實作體驗營之的整體滿意度 t 考驗分析一覽表 (考驗值 Mean=2)

| 年次   | 人數  | 平均數  | 標準差 | t 值      |
|------|-----|------|-----|----------|
| 2010 | 182 | 2.77 | .44 | 23.84*** |
| 2011 | 117 | 2.68 | .52 | 6.585*** |
| 2012 | 109 | 2.72 | .49 | 4.57***  |

\*\*\* $p < .001$ 

表 14

參加能源實作體驗營之學生最喜歡的課程分析一覽表

| 年次      | 能源<br>與環<br>境 | 認識<br>能源 | 繪製專<br>屬購物<br>袋  | 風力發<br>電<br>機實驗         | 低碳生<br>活創意<br>出招             | 水力發<br>電機示<br>範教具 | 動手做<br>水力發<br>電機 |
|---------|---------------|----------|------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------|------------------|
| 2010 人次 | 47            | 52       | 86               | 118                     | -                            | -                 | -                |
| 2011 人次 | 49            | 51       | -                | -                       | 44                           | 55                | 94               |
| 年次      | 能源與環境         |          | 迷你太<br>陽能悶<br>燒鍋 | 太陽能<br>燃料電<br>池示範<br>教具 | 動手做太陽能實驗<br>- 氫氣槍、染料敏化<br>電池 |                   | 再生能<br>源 QA      |
| 2012 人次 | 42            |          | 74               | 53                      | 63                           |                   | 48               |

## 伍、結論與建議

### 一、結論

本研究旨在透過非制式教育的方式，配合計畫所建構之節能減碳實作體驗課程教材，以及可操作式再生能源教學教具，藉由國小（國中）學生體驗營進行教學，以提高國中小學生之節能減碳認知及素養。本研究產出以下結論：

- (一) 完成「能源」為主題，課程單元教材四冊，有助於發展適切性的永續發展課程與教材，其中包含：(1)認識能源；(2)風力發電；(3)水力發電；(4)太陽能與燃料電池。以及三本節能減碳推廣手冊：(1)能源實作與體驗-風力能；(2)能源實作與體驗-水力能。(3)能源實作與體驗-太陽能與燃料電池。
- (二) 發展再生能源可操作式數位化教具，完成知識性與體驗式節能減碳實作課程。本研究根據文獻探討及文件分析，建構能源教育實作體驗課程，將其課程架構分為認知部分：認識能源、能源與環境、再生能源科技知識；情意部分：節能減碳具體方法；技能部分：小型教學教具包括動手做風力發電機教具、動手做水力發電機教具、染料敏化太陽能電池、太陽能小船、水的電解與氫氣槍、迷你太陽能悶燒鍋，大型示範教具包括水力發電機示範教具與太陽能燃料電池示範教具，以及組合式的綜合教具觀測模組。有效的學習是由具體經驗出發，並由個人在經驗中進行觀察及反思，研究中結合知識性課程與體驗式課程，完成一樣虛擬與實物共存的多媒體教學教材，期能使國中小學生在靜態與動態兼具的學習環境下親身體驗能源科學，提升學生對於能源的認識及興趣，並培養其能源素養，奠定能源教育基礎。
- (三) 能源實作體驗課程可以提升國中小學生的能源認知，節能減碳實作體驗課程活動，可以強化節能減碳行為意圖，有助於永續性發展教育之能源課程主題的推動。
1. 建置節能減碳數位化的能源實作課程，有助於充實永續性發展教育資源，強化學生的能源認知。至2012年研究期滿共辦理9場次能源實作體驗營，本研究發現參與能源實作體驗營之國中小學生之學習成效達顯著性，表示這些學生在透過營隊的節能減碳教育課程後，能夠提高其能源的認知。同時在問卷中也顯示，參與的學生皆願意協助推動學校或家裡的節能減碳宣導，將自己所習得的正確知識傳達給其他人。
  2. 國中小學生對於能源實作體驗營滿意度佳，且體驗式課程透過實際觀察、學習、操作等活動，激發學生學習意識，比知識性課程更能引發學生學習興趣。

本研究透過非制式的活動辦理，有助於推動國民中小學永續教育發展之課程發展，尤其動態與靜態兼具體驗課程，讓學生在認識能源方面，不僅可以提升節能減碳素養，也能啟發能源科學的興趣。在問卷中調查小朋友最喜歡的課程次數統計，學生對於體驗式的課程有較高的興趣，最喜歡的課程包含：風力發電機、

水力發電機、迷你太陽能悶燒鍋、繪製購物袋等，另外開放式問題中，較低學年層的國小生建議，希望示範教具設計可以更簡易化。綜合以上結論，在未來活動的持續辦理上，課程安排方面應該多以體驗式教學為主，知識性課程為輔；在教具設計上，趨向更簡單化、逐步化、與系統化方向邁進。

## 二、建議

為了能源教育永續發展，「永續發展教育」提供節能減碳種種的教育內容、方式和作為，透過教育力量以提升社會大眾對能源教育的意識、能力和態度。以往學校中，推動能源教育的教學者，皆著重知識性的灌輸，以課外讀物、補充教材的方式來呈現，說教意味濃厚，少有系統化且具趣味性的體驗學習式課程；檢視坊間所看到之再生能源教學教具製作品，亦多屬勞作創作之類型，雖具有實驗性質，卻仍缺乏實用之體驗功能，因此，就永續發展教育創新與多元的價值而言，能源教育需要有別於傳統的教學，建構一套能源教育實作體驗課程，融合知識性課程與實作課程，將抽象的再生能源及節約能源概念，轉變為實際與具體的印象，加深體驗以啟發學生對能源的認識，進而激發好奇心及觀察力，讓學生能主動去探索和發現問題，從而獲得正確之能源認知，以奠定學生的能源教育基礎。就能源教育的發展而言，除建立橫向知識連結外，更應加強縱向能源教育養成推動，完整涵蓋國小至國中自然科學領域相關課程，藉由國民教育九年一貫課程的教育改革，擴大能源教具的使用範圍，將節能減碳教育與永續發展教育的內涵融入於國民小學的課程綱要，支援各個不同階段之自然與生活科技學習領域課程。

本研究從能源教育之永續發展觀點下，提出

- (一) 節能減碳教育的課程安排應以體驗式為主。學生對於體驗式的課程有較高的學習興趣，未來在節能減碳教育課程的規劃上，可設計一系列以問題為導向的體驗式課程，協助學生發現問題、解決問題，並以創造問題為導向課程。
- (二) 示範教具有助於提升教學成效，但設計上應簡化其操作程序。亦即示範教具越容易使用、越有助於解決能源教育學習。
- (三) 另外針對永續發展能源教育而言，除透過正規制式教學提升國民中小學節能減碳教育的永續發展外，建議透過推動非制式能源教育模式，提升學生對節能減碳的認識，強化節能減碳態度與行為意圖。

## 致謝

本研究承蒙國科會經費補助方能順利完成，計畫編號為 NSC100-3113-S-003-011- 以及 NSC 101-3113-S-003-010-，特此感謝。

## 參考文獻

- 王鑫（1999）。地球環境教育與永續教育發展。**環境教育季刊**，37期，87-103。
- 艾和昌、張淑萍（2014）。非制式教育培育人才-以太陽能光電能源科技為例。收於林輝政、紀國鐘（主編），**能源產業科技人才培育專刊**，128-139。台北市：科技部能源國家型科技人才培育計畫。
- 邱庭煒、朱楠賢、何雅娟、陳香微（2011）。非制式科學教育機構對國民中小學教師增能策略之研究--以國立臺灣科學教育館為例。**科學教育月刊**，344期，2-19。
- 易洪庭（1993）。**全面落實推動能源教育**。臺北：經濟部能源委員會。
- 吳清山、王令宜、黃建翔（2014）。國民中小學推動永續教育發展之調查研究。**課程與教學季刊**，17(2)，93-118。
- 陳維新（2006）。**能源概論**。臺北：高立圖書有限公司。
- 黃文良、曾維雄（2006）。青少年再生能源教育教學活動之規劃設計。**工程科技與教育學刊**，3（2），160-174。
- 黃政傑（1991）。**課程設計**。臺北：東華書局。
- 許良明（2006）。汽車駕駛應有的素養—省油習慣之養成。**能源報導**，5，34-36。
- 郭實渝（2008）。教學建構主義的哲學基礎。**台東大學教育學報**，19（2），119-142。
- 馮莉雅（2007）。國中永續教育發展之課程研究。**國民教育研究學報**，19，1-27。
- 張珍悅、徐勝一（2010）。永續教育發展脈絡探討：「聯合國永續教育發展十年計畫」之回顧。**地理研究**，52期，1-26。
- 葉彥宏、謝妃涵。（2011）。以J. Dewey 的「反思」探討教育研究的存有論意涵。**台東大學教育學報**，22（1），1-24。
- 教育部（2003）。**科學教育白皮書**。臺北市：教育部。
- 經濟部能源委員會（1998）。**能源教育目標與課程內涵之研究計畫**。臺北市：經濟部能源委員會。
- 經濟部能源局（2005）。**能源政策白皮書**。臺北：經濟部能源局。
- 經濟部能源局（2008）。**中華民國第二十九屆電力工程研討會--臺灣再生能源產業發展之契機**。臺北：經濟部能源局。

- 鄭一青、許芳菊（2006）。開啟教育的藍天。《天下雜誌》，181，234-238。
- Ajzen, I. (1985). From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckman(Eds.), *Action-control: From cognition to behavior* (pp. 11- 39). Heidelberg, Germany: Springer.
- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179-211.
- Davis F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results*, Ph.D. dissertation, MIT Sloan School of management, Cambridge, MA.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- Marilyn Fenichel & Heidi Schweingruber (2010). *Surrounded by science: Learning science in informal environments*. National Academy Press.
- Oliver, A. I. (1977). *Curriculum Improvement (2nd ed.)*. N.Y. : Harper & Row.
- Tyler, R. W. (1949). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: The University. of Chicago.
- UNESCO (2002). *United Nations Decade of Education for Sustainable Development*. Retrieved June 13, 2014, from [http://portal.unesco.org/education/admin/ev.php?URL\\_ID=23295&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201](http://portal.unesco.org/education/admin/ev.php?URL_ID=23295&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201).