科學博物館教學研究：家庭觀眾群體對節能減碳觀念的知與行初探

葉蓉樺
國立自然科學博物館科學教育組
jung@mail.nmns.edu.tw

摘　要

近年來隨著全球暖化造成氣候異常的現象開始受到重視，透過節約能源減少二氧化碳排放成為挽救地球危機的關鍵行動，也是目前政府強力推動的觀念。本研究旨在瞭解科學類博物館家庭成員同來觀眾對節能減碳的知識與態度、節能減碳行為意圖情形。研究對象為國立自然科學博物館 2009 年 5 月參加「節能小尖兵」活動之家庭觀眾，以半結構訪談為研究工具，共取得有效晤談資料 336 筆。研究結果顯示：在知識方面，無論是家長或兒童，都對「節能減碳」及「全球暖化」兩個名詞有印象、參加者多數都表示對於「節能減碳」與「全球暖化」兩者間的關係在參與活動前並不瞭解、66%受訪家長表示對於全球暖化對氣候的影響感到驚訝或情況嚴重，僅 15%的隨行子女受訪者對這點感到驚訝或情況嚴重；對於節能減碳行動的態度方面，受訪者當中有 87%認為自己無法對減緩全球暖化帶來的氣候變異作些什麼， 61%的受訪者覺得就算自己實踐節能減碳行動也看不出影響，45%認為應該從工廠、大型機關團體去作才有用；行動意圖方面，90%的受訪者願意實踐的節能行為是在經濟能力範圍選用節能商品、90%家長身分的受訪者選擇少看電視或打電腦一小時、87%的子女身分受訪者選擇早餐吃蔬食、受訪者們都認為實踐節能行動會影響生活品質是他們不會落實節能行動的主要原因，64%的受訪者覺得只有自己實踐節能行為(隨身帶餐具、省水、回收垃圾、素食、購物不要包裝袋等)很尷尬。根據研究結果，建議進行公眾教育推廣時，在知識方面強調節能減碳與挽救全球暖化間的關聯，以及全球暖化對台灣氣候的影響；對各種節能行為的宣導方面，應加強介紹該項行為與減少碳排放的因果關係，以及節能行為並不可笑或杞人憂天的觀念。

關鍵字：節能減碳、能源教育、親子觀眾

壹、前言

全球暖化(global warming)是全世界人類所共同面臨最嚴重的環境問題，2007 年聯合國政府間氣候變遷工作小組(IPCC)提出：地表溫度的增加有超過 90%以上的機率是由人類活動排放的溫室氣體所造成的（其中能源使用所排放的溫室氣體約佔總排放量的六至七成）。由全球暖化造成的極端化氣候變異造成經濟的損失，人類只能努力

面對。傳統化石能源日益枯竭以及其被利用時所造成的環境污染，已為人類的永續生存帶來了很大的危機。人們再也無法忽視化石能源的有限以及全球暖化的挑戰。因此，政府將「節能減碳」列為國家重大施政方針。「能源教育」從『能源的開源與節流』觀點出發，以介紹「節能減碳」的基礎理論與應用研究有助於建立國民的正向態度與強化行動技能，減少生活產生的二氧化碳排放、減緩暖化進行的速度。

貳、文獻探討

一、能量相關概念學習的研究

(一)學生對能量的概念

根據 Solomon(1983)及 Papadouris、Constantinou 與 Kyratsi(2008)的研究顯示，學生對於能量的概念常與生活經驗、直覺互動，造成混淆甚至矛頓的結果。根據 Liu 與 Tang(2004)的研究顯示，學生使用多種不同架構進行對能量特質的描述：是人類造就的(Anthropocentric)、人類需求、來源、流動、成分、運動、型式、測量單位、轉換、作功、守恆、儲藏、產物、功能。這些概念架構不完全符合目前科學認同的概念，但卻是學生用以作為教室學習的基礎。Liu 與 McKeough (2005)的研究指出，學生對能量的概念隨著年齡持續發展，與個人的成熟度及學校教導的概念間都有關。能量的概念中含有日常生活中的語詞同時用在科學的解釋中，也一直欠缺對「能量」是什麼維持高度紛歧的看法(Arons, 1989; Kempt, 1984)，因為能量本身不能被看見，也只能當它進行轉換時被量測，通常是以它所作的功來表達但有關它的概念卻常是經由量來表達(例如第一定律、第二定律)。

(二)能量概念教學策略

有些研究認為現有的教學策略不足以將學生對能量的概念導向科學認可的架構(Duit, 1984; Trumper,1993)。關於能量在系統中轉換的教學方面，研究顯示由概念圖教學(林達森，2005)、符合建構理念的策略(Fetherston, 1999；涂志銘、林秀玉、 張賴妙理、鄭湧涇，2008)、 利用概念改變文本取向(Tastan ,Yalcmkaya & Boz, 2008)有良好的成效。

這些研究的研究目的都在驗證特定學科領域中特定的科學概念或概念架構在解題上的應用，並未探討學生是否能應用特定科學概念於詮釋(或瞭解)能源相關議題、全球暖化現象與能源使用的關係。

二、關於國內能量相關概念教學研究現況

王澄霞和楊永華(1987)對臺灣自國小至高中的課程當中「能量」概念的分析，顯示教材偏重能量相關的基本科學定律，提出應該與日常生活進行連結、選取日常生活物品進行實驗。根據郭重吉、黃台珠、張俊彥、張惠博、邱美弘、譚克平、陳忠志、周進洋、王國華和黃鴻博(2008, pp193-200)對國內科學科目課程內容綱要進行的分析，指出能量概念為跨領域議題，然而各科學科目中與能量相關的內容綱要，都側重在學科領域內特定的概念：

例如物理領域著重能量型式、能量傳遞、轉換和守恆；化學領域著重反應熱、能源型式及其轉換；生物領域為生態系中物質與能量的轉換；地球科學領域為四季、氣象。現行教材中，不同領域對能量的介紹欠缺彼此間的連結，學生將各個學域習得的概念當成獨立的訊息，無法應用學科(物理、化學、生物)概念瞭解全球暖化議題與能量/能源的關係。

三、從知曉到行動的研究：環境保護行動意願之研究

非制式科學學習情境是否有助於學生對於科學概念的瞭解，一向受到博物館實務工作者及學校教育單位的質疑(Hofstein & Rosenfeld, 1996; Rennie & McClafferty, 1996)。近期國內科學類博物館進行的觀眾研究顯示，在博物館這類非制式科學學習情境下，觀眾確實獲得相關的科學概念(許毅璿、黃昱翔、隗振瑜和向麗容, 2008;高慧芬和葉蓉樺，2008;葉蓉樺,2008)。許毅璿等人(2008)以國立臺灣博物館「生命密碼：拯救生物多樣性」特展的國小學童觀眾為對象進行調查，發現學童在參觀後對於生物多樣性、生物生存環境變遷、環境保護等概念的認知顯著提昇；對於保護生物棲地的態度也更趨正向；但是對實際要付諸行動的意願調查(例如外出用餐自備筷子，不使用免洗筷)則與參觀前一樣低。顯示博物館提供的非制式科學學習情境在提昇科學概念的認知、環境保護的正面態度有良好的成效，但是在勸誘觀眾付諸行動方面有待加強。

四、能量/能量教育相關概念應涵蓋的範圍

威斯康辛大學自然資源學院(University of Wisconsin, College of Natural Resources)對於能源觀念的課程概念圖將與能源管理行動相關的概念，以科學、科技與社會的關連性區作為四項核心概念：能量、能源、能源使用的影響、能量使用的管理(KEEP office, 2001)。這份概念圖中將能量與能源視為一體兩面，並且影響我們對於「能源使用的影響」之瞭解，而「能源使用的影響」之概念則造成「能量使用的管理」的概念形成，即是否實踐節能行為。這些主概念間的關係簡化繪製如圖 1。

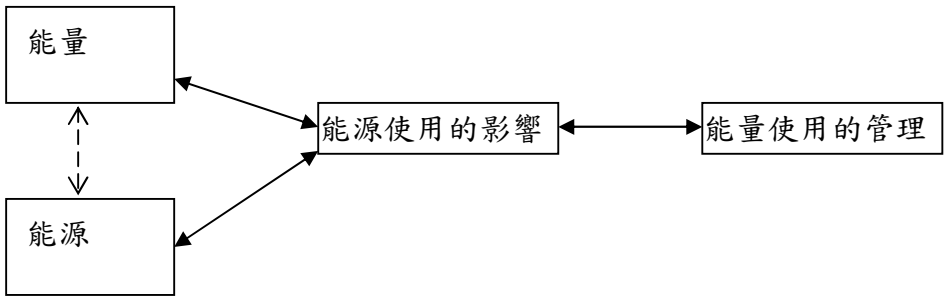

圖 1.能源相關概念圖示(改繪自 KEEP office, p29)

現行中小學九年一貫課程綱要的自然與生活科技領域當中，教學目標多為能量(例如能的種類、能量相關科學原理等)、能源(例如能源的種類)，欠缺對能源使

用的影響及能量使用的管理等概念的介紹。

參、研究方法

研究以口答式問卷，由受過訓練的助理進行半結構式晤談。研究對象為國立自然科學博物館 2009 年 5 月參加「節能小尖兵」活動之家庭觀眾，以半結構訪談為研究工具，共取得有效晤談資料 336 筆。家長 172 名、兒童 164 名。活動內容先介紹全球暖化對氣候及台灣的影響，再以教具介紹各種能源及其二氧化碳排放狀況，最後參考環保署網站介紹的節能行動說明各項生活行為的二氧化碳排放量，以及生活節能減碳行為。活動前，以舉手方式調查觀眾是否聽過節能減碳、全球暖化，並請觀眾簡單陳述自己的瞭解或看法；活動後進行半結構式晤談，就觀眾在參觀前後對全球暖化效應之影響、能源與節能減碳的關係、對節能行為的態度與實踐意願、最可能實踐的節能行為等進行瞭解。

肆、研究結果與討論

一、相關科學知識

無論是家長或兒童，都對「節能減碳」及「全球暖化」兩個名詞有印象。參加者多數都表示對於「節能減碳」與「全球暖化」兩者間的關係在參與活動前並不瞭解(271/336)、約六成受訪家長(104/172)表示對於全球暖化對氣候的影響感到驚訝或情況嚴重，僅約 15%(25/164)的隨行子女受訪者對這點感到驚訝或情況嚴重。

二、對於節能減碳行動的態度

受訪者當中約九成(303/164)認為自己無法對減緩全球暖化帶來的氣候變異作些什麼， 約六成(202/336)的受訪者覺得就算自己實踐節能減碳行動也看不出影響，45%(151/336)認為應該從工廠、大型機關團體去作才有用。

三、行動意圖

九成(313/336)受訪者願意實踐的節能行為是在經濟能力範圍選用節能商品、九成(155/172)家長身分的受訪者選擇少看電視或打電腦一小時、87%的子女身分受訪者(142/164)選擇早餐吃蔬食。

受訪者們普遍認為實踐節能行動會影響生活品質是他們不會落實節能行動的主要原因，64%(215/336)的受訪者覺得只有自己實踐節能行為(隨身帶餐具、省水、回收垃圾、素食、購物不要包裝袋等)很尷尬；約四成受訪者覺得節能商品很貴(134/336)，這些家電用具還等不到省的電費回本就需要換新；一半的受訪者(168/336)認為要改變習慣很麻煩，或常會忘記要作因此不會作到。

四、建議

研究結果顯示，多數家長在教育活動前對於全球暖化造成的危機並不覺得有太大的切身關聯，在教育活動中得知此訊息感到相當驚訝；兒童則將此訊息視為一個事實而記憶或接納，情緒反應較弱。進行公眾教育推廣時，在知識方面強調節能減碳與

挽救全球暖化間的關聯，以及全球暖化對台灣氣候的影響，透過知識上的因果關係讓民眾認同其重要性而有付諸行動的意願；對各種節能行為的宣導方面，應加強介紹該項行為與減少碳排放的因果關係，以及節能行為並不可笑或杞人憂天的觀念。

致謝：本研究承國科會 NSC-97-2511-S-178-001-NEP 補助，特此致謝。

伍、主要參考文獻

Arons, A. B. (1989). Development of energy concepts in introductory physics courses. American Journal of Physics, 67, 1063-1067.

Council of Ministers of Education (1997). Pan-Canadian Protocol for Collaboration in School Curriculum. Feb. 2009 Retrieved from http://www.cmec.ca/

Duit, R. (1984). Learning the energy concept in school- empirical results from the Philippines and West Germany. Physics Education, 19, 59-66.

Fetherston, T. (1999). Students constructs about energy and constructivist learning. Research in Science Education, 29(4), 515-525.

Hofstein, A. & Rosenfeld, S. (1996). Bridging the gap between formal and informal science learning. Studies in Science Education, 28, 87-112.

KEEP office (2001) Retrieved Feb. 2009, from http: //www.uwsp.edu /CNR /wcee /Keep /Resources /conceptual guide

Kempt, H. (1984). The concept of energy without heat or work. Physics Education, 19, 234-239.

Liu, X. & McKeough, A. (2005). Developmental growth in students' concept of energy: analysis of selected items from the TIMSS database. Journal of Research in Science Teaching, 42, 493-517.

Clark, C. M. & Peterson, P. L. (1986) Teachers' Thought Processes. In *Handbook of Research on Teaching*, 3d ed., ed. Merlin C. Wittrock (New York: Macmillan,), 255–296.

National Research Council (1996). National science education standards. Washington, DC: National Academies Press.

Papadouris, N., Constantinou, C. P. & Kyratsi, T. (2008). Students' use of the energy model to account for changes in physical system. Journal of Research in Science Teaching, 45(4), 444-469.

Rennie, L. J., & McClafferty, T. P. (1996). Science centres and science learning. Studies in Science Education(27), 53-98.

Solomon, J. (1983). Messy, contradictory and obstinately persistent: a study on children's out-ou-school ideas about energy. School Science Review, 65, 225-229.

Stocklmayer, S., & Gilbert, J. K. (2002). New experiences and old knowledge: Towards a model for the personal awareness of science and technology. *International Journal of Science Education*, 24(8), 835-858.

Taştan, Ö., Yalçmkaya, E. & Boz, Y. (2008). Effectiveness of conceptual change tesxt-oriented instruction on students' understanding of energy in chemical reactions. Journal of Science Education Technology, 17, 444-453.

Trumper, R. (1993). Children's energy concepts: A cross-age study. International Journal of Science Education, 15, 139-148.

王澄霞和楊永華。(1987)。小學至高中「能量」概念發展及深廣度之比較研究。師大學報，32，453-485。

林達森。2005。不同導入訓練歷程之「概念構圖教學法」對國小階段生物能量概念學習與態度影響之實徵研究。高雄師大學報(自然科學與科技類) 19，105~122。

高慧芬、葉蓉樺。(2008)。科學博物館主題式教育活動成效評估。論文發表於第 24 屆中華民國科學教育學術研討會。彰化，國立彰化師範大學。

涂志銘、林秀玉、張賴妙理和鄭湧涇。(2008)。符合建構論理念的教學策略對植物的養分與能量概念學習的成效。科學教育學刊 16 (1)， 75~103。

郭重吉、黃台珠、張俊彥、張惠博、邱美弘、譚克平、陳忠志、周進洋、王國華和黃鴻博(2008)科學認知與學習之全國性調查報告。國立臺東大學自然科學教育系，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告 NSC-96-2522-S-143-002-LS。