

# 透過知識創新教學理念與學習平臺以培養國小學生 自然課合作學習與翻新想法的習慣

洪煌堯<sup>1</sup> 蔡佩真<sup>2</sup> 林倍伊<sup>1、\*</sup>

<sup>1</sup>國立政治大學 教育學系

<sup>2</sup>新北市五華國民小學

## 摘要

本研究以知識創新的教學理念為基礎，設計國小自然課程中有關「節能減碳」知識的學習活動，並經由知識論壇平臺的輔助以促進學生以翻新想法為核心的合作學習。本研究採個案研究，以臺灣國小五年級學生為研究對象。以知識創新的教學理念進行一學年有關節能減碳教育的教學，學生利用知識論壇平臺進行互動、合作與討論。結果發現，知識創新教學有助於促進學生間以「想法」為單位的合作學習，例如學生在知識論壇上的「修改他人想法的貼文」在學習第一至三階段中不斷成長，「共有作者貼文」的比例在學習階段一至四中不斷成長。透過知識論壇的合作互動，學生能夠產生許多關於節能減碳的個人想法，同時分享並不斷改進想法，使想法更具完整性與解釋力。另外，與國中教材的重要概念相比，結果亦顯示在知識創新的教學下學生能提出更豐富、多元的節能減碳的想法。證實知識創新環境中的學習有助於培養學生集體知識共構的習慣，以及豐富學生的合作學習經驗。本研究建議：鼓勵以想法為中心的合作學習與互動，以幫助學生發展知識創新的關鍵能力。

**關鍵詞：**合作學習、知識創新、知識論壇平臺、節能減碳、電腦支援協作學習

## 壹、緒論

### 一、研究背景與動機

節能減碳是當前國際間所關注的重要議題，也是人類與地球如何永續發展的重要關鍵(Boyes & Stanisstreet, 1993; Hansen, 2010)。教育對於節能減碳的重要性，在於從學習中去深化一個人的概念。由教育紮根，才能增

進全球公民節能減碳的意識與知能。藉由生活態度的轉變，才能產生具體行動。因此，本研究嘗試以教學來影響學生對地球永續發展之議題的認識，讓學生在參與學習活動的過程中對環保產生深刻瞭解，進而轉變生活態度，最後產生具體行動。

一般傳統教學方式有以下一些特點：(一)以個人學習為主；(二)教學內容仰賴教科書；

\*通訊作者：林倍伊

(投稿日期：民國102年9月8日，修訂日期：民國103年3月4日，接受日期：民國103年3月6日)

(三)科技輔助與應用較少。這樣的學習型態容易忽略學生在學習上的合作參與及互動，窄化了學生的學習經驗(不知如何將課本知識運用於實際生活)，形成一種被動知識(inert knowledge)的學習(Whitehead, 1959)。再者，科技輔助學習是近年來的新興教學方式，但科技在教室中使用的情形仍多以呈現教材為主(如PowerPoint或電子書)，作為幫助學生主動學習與探索的工具仍不普遍(Rena & Keith, 2001)。如何在教育上利用科技以輔助學生進行更高層次的學習——例如培養學生的高層次思考，包括提問、反思探究等能力，仍有進一步研究的空間(Scardamalia, 2002)。

相對於傳統教學，近年來學生中心的教學法蓬勃發展，例如，探究教學法、合作學習法、問題導向教學法等。但研究者認為這些以學生中心的教學法，仍停留在重視「課堂活動」的階段，很少能將合作學習提升至更高層次，即視學習為一知識創造，而非僅只是知識累積的歷程(Hong, 2011; Hong & Sullivan, 2009; Scardamalia & Bereiter, 2006)。為了進一步提升學生合作探究與解決問題能力，Scardamalia與Bereiter (2006)提出了「知識創新教學」(knowledge building pedagogy)。它除了重視學生的主動學習與參與外，更將學習活動進一步提升為「知識創造」的歷程。知識創新教學強調運用群體反思以共構與創新知識；以及在求知的歷程中，學生必須主動思考、讓知識以想法的形式呈現並不斷地被修正與改進(Scardamalia, 2002; Scardamalia & Bereiter, 2003, 2006)。它同時也鼓勵使用科技以輔助學生進行合作學習以集體共構知識；「知識論壇」即是以「知識創新教學」理念為基礎所設計的學習平臺(Scardamalia, 2003)。相關研究指出，知識創新教學理論有助於改善傳統學生被動的學習方式(Hong & Lin, 2010; Hong, Chang, & Chai,

2014)，而知識論壇的學習輔助平臺也有助於學生分享知識與自我反省，以將學生帶往高層次思考(Hong, 2014; Hong, Chen, Chai, & Chan, 2011)。

本研究的目的即在於透過知識創新教學理念的實施，來輔助傳統教學的不足，達到(一)重視合作互動；(二)鼓勵學生主動提出想法以創造與運用知識；和(三)善用教學科技以促進學生學習之教學理念。知識創新教學鼓勵學生間以「想法」為合作與互動的單位。透過在社群中不斷產生想法、進行想法修正與整合等知識共構的過程，輔以知識論壇平臺以協助學生透過論壇討論(如貼文、互動、回應等功能)進行合作探究。知識創新教學指出，使學生獲得知識的最佳方式是透過社群成員間的集體合作與互動來不斷產生對話與改進想法，讓學生實際參與從初步產生想法到形成知識的過程，讓學生明白他們也可以是具有創造力的知識生產者與工作者。另外，本研究也希冀透過知識創新教學理念的運用，經由集體知識共構，來幫助學生達到對節能減碳知識的深刻體會與理解，進而能讓節能減碳之概念確實深根於學生的概念中。

## 貳、文獻探討

### 一、合作學習

合作學習是一種以學習者間互動為中心(Stahl, Koschmann, & Suthers, 2006)的教學方法——由成員在互動過程中的合作與討論以澄清想法、探究、思考、推理並一起解決問題的教學(黃政傑、吳俊憲, 2006; D. W. Johnson & R. T. Johnson, 1993; Slavin, 1995)。此過程可以促進學生的人際關係、提高學習效果，以及培養社交技巧(Slavin)。合作學習的過程中，強調小組的積極合作、分工與行動(D. W. Johnson & R. T. Johnson)以達成小組

共同目標，同時也習得社交技巧，對學生人格養成和心理健康亦有正面的影響(黃政傑、林佩璇，1996)。在學習成果上也顯示小組合作的作品和討論品質比其他的學習方式好(D. W. Johnson & R. T. Johnson)。D. W. Johnson 與 R. T. Johnson於1960年代中期，在美國創立合作學習中心(Cooperative Learning Center)，將合作學習理論轉化為可具體在教室操作的教學策略與程序。之後，便逐漸開啟有關合作學習的相關研究。目前「合作學習」的教學觀念，已被國內外許多學校和教師接受，並推展在實際教學上，也獲得相當好的評價。黃政傑與林佩璇指出，合作學習可以促進學生的團隊能力，其中包含分工合作的知識、技能和情意等方面；合作是這個時代和社會迫切需要的重要能力之一。

國際學生能力評量計劃(Programme for International Student Assessment, PISA) 2012和2015的施測主軸即強調學生的互動問題解決(interactive problem solving)和協同問題解決(collaborative problem solving)能力(Greiff, 2012)。近年來，更有學者將教學科技加以運用在合作學習上，並形成「電腦支援合作學習」(Computer-Supported Collaborative Learning, CSCL)的研究學術社群，專門探討如何有效運用科技以提升學生合作與知識建構的能力。羅希哲、蔡慧音與曾國鴻(2011)指出，以網路平臺做為知識分享與溝通的媒介，是網路合作學習的特色。其研究也發現，以網路平臺進行網路專題式合作學習較傳統式學習有趣。而在不同知識建構導向的網路媒介使用會有不同的學習成果，例如，楊森吉(2011)探究學習者在wiki共筆、數位閱讀標註及知識論壇(Knowledge Forum)三種不同知識建構導向之電腦支援合作學習環境下，其合作知識建構與問題討論歷程是否有差異。結果發現在這三種知識建構環境上，

知識建構成果均呈現一定品質水準，但知識論壇更適合於合作問題解決討論。綜上所述可知，培養學生合作問題解決能力的重要，以及使用電腦支援合作學習科技對於提升學生相關合作能力的可能助益。有鑑於此，本研究提出以知識論壇(說明如下「研究方法」一節)作為促進學生合作學習的輔助，以幫助學生產生想法、進行想法互動，提升想法層次，並促進其對於想法概念的多元理解，使其逐漸將想法視為可被交換與運用來解決真實問題的具體產物(Chiu & Hong, 2012)。

## 二、節能減碳教育

節能減碳對於教育的重要性在於，它是從一個人的概念去深化，從教育紮根，才能增進全球公民的節能減碳意識與知能，並轉變其生活態度，最後產生具體行動。Boyes與Stanisstreet (1993)提出節能減碳教育應及早開始，否則產生的誤解將對小孩子造成根深柢固的深遠影響。Hansen (2010)認為，探討臭氧層破壞的相關研究課題不應只存在於非正式學習的活動中，也應該被列入正式學習的課程中，更需要不斷更新其課程內容以對應最新知識。由於非正式學習中的公共媒體常是小學生學習節能減碳的錯誤知識來源，因此更必須正視正式教育中對節能減碳的影響力(Hansen)，透過多樣課程、正式和非正式的學習來不斷提升學生們節能減碳的相關知能，才能真正改變現狀。Zografakis, Menegaki與Tsagarakis (2008)也指出，一個人經過對相關資訊的瞭解和參與相關能源教育活動後，可以發現其能源浪費的行為會減少。Dias, Mattos與Balestieri (2004)亦指出，未來社會繁榮不能完全依賴科學家或工程師，它需要的是將節能減碳的概念深植於每個人心中；他們也提出教育是正向轉化全國性能源之節約使用行為的最佳方法。綜言



之，世界各國都發現節能減碳教育一定要從小紮根，才能對社會產生立即性與長期永續的有利影響。

研究者進行關於節能減碳教育之文獻整理分析與統計，發現大部分節能減碳教育的研究多著眼於對節能減碳觀念的知識、態度、及行為研究之間卷式調查(林佩君, 2009; 唐國華, 2010; 鍾秀媛, 2009; Boys & Stanisstreet, 1993; Hansen, 2010; Zografakis et al., 2008); 僅有少部分的研究為實驗介入之教學研究(李麗香, 2010; 黃筑暉, 2008; Solbes, Guisasola, & Tarin, 2009)。然而，如要全面改變與建立學生正確的節能減碳觀念，一定要從教學研究做起，找出有效的教學模式，才能真正增進學生的節能減碳知能、態度或行動。

綜上所述，吾人應可瞭解，國際間如何重視節能減碳的議題；教育對於節能減碳的重要性在於從一個人的深層概念去影響其行為；以及過去研究與文獻所指出，在節能減碳教育研究上的不足。因此，本研究希冀能找出一種讓學生在知識創造的過程中，可以對節能減碳的問題不斷的提出解決想法、深入探討問題本質、進而對其相關概念有深刻理解、並產生情意或行動的教學方式。因此，本研究嘗試以「知識創新」教學法來提升學生在節能減碳概念上的理解，並培養其合作與解決問題能力。

### 三、知識創新理論

知識創新的基本意義單位是「想法」(idea)，透過社群成員不斷產生想法與翻新想法，而逐漸共構新知識(Scardamalia, 2004)。Popper (1972)提出，將想法視為一個實體概念(conceptual objects)，並藉由群體間的互動與合作而演進或修改它。Popper所提的三個

世界的知識論闡述了想法對於維持知識社群進步之重要，第一世界即自然世界，知識表現在物理實體上；第二世界即精神世界，知識建構在人類的心理狀態；而Popper所提出的第三世界則認為知識是建立在視想法如同實體概念(idea as conceptual objects)並不斷修改的歷程。世界因為人類持續產生新想法而進步。想法一旦產生，便有了公共的生命，藉由想法在社群的交流中達到進一步的改進。人類因有創造和運用想法的獨特能力，才能不斷創造新知識。

知識創新強調運用群體參與，進而創新知識的歷程(Scardamalia & Bereiter, 2006)。透過成員的集體反思以及其間訊息的交流、合作與建構，進而發展新知識的過程，它強調知識可以不斷的被修正與改進(Scardamalia, 2002; Scardamalia & Bereiter, 2003)。知識不是被動的吸收，而必須是學生主動思考，進而將其創造出來，並經由不斷修正與改進，進而產出漸趨更完善與可行的知識。因此，它強調沒有絕對的正確的答案，只有暫時最佳的解釋(Scardamalia, 2002; Scardamalia & Bereiter, 2003, 2006)。就知識創新的教學環境而言，知識的演進通常開始於想法的產生，當想法繼續不斷的進行改進，便能夠得到知識的成長空間(Hong & Sullivan, 2009)。以知識創新為理念的教學設計，教師會營造開放的學習氛圍，使學生不斷提出想法，並透過同儕間的不斷分享、提問、討論，以達到社群中集體知識的共構(Stahl, 2007)。

知識創新的概念運用在華人的教學上，是否會受到文化轉移的影響，Yusoff, Yu與Chang (2013)提出以知識論壇作為知識創新的討論平臺，發現新加坡的國小學生對於科學概念有更深的瞭解，而且可以提升他們對於科學課程的討論深度。Hong (2011)研究臺灣

小學生的科學理論概念發現，國小學生雖普遍有合作的經驗，但其合作概念仍停留在分工的觀點；但經由知識創新教學後，學生漸能進行以創新為基礎的科學合作，學生在討論平臺上有更多以想法為中心的機遇式合作 (opportunistic collaboration)，而非只是以分工式合作為基礎的探究活動。Chan, Lam與Leung (2012)以香港高中生為研究對象，以知識論壇作為集體討論的平臺，發現學生在知識獲得，想法改進和社群的知識創新過程中發展一個集體合作的班級文化，在解決問題的過程深化了對知識創新的論述，且有更好的科學表現。Chang與Hong (2012)的研究也發現知識創新教學對臺灣的師培生的學習有所改進，可以提升教學的回饋品質、強化自我反思能力、並幫助教學實務知識的發展以及建立主動學習的教學信念。本研究希望透過知識創新教學理念要素的發揮，開創學生知識共創的可能性(詳細教學設計見方法論一節)。

知識論壇平臺是基於知識創新理論而設計的輔助學習平臺，平臺支援學生透過發表貼文不斷產出想法。再利用鷹架、註解、關鍵字、閱讀貼文、回應貼文等功能，使想法更具體化，並到互動與改進，進而使社群成員逐步共構知識。此外，平臺可自動紀錄學生的想法內容以及互動情形，提供學生本身及教師進一步去探討學生的知識形成過程與想法互動情形。

透過知識論壇的學習輔助可以「具體化」與「視覺化」社群成員間的想法，以利於社群間進行想法的交流與演化(Zhang, Hong, Scardamalia, Teo, & Morley, 2011)。Scardamalia (2004)認為透過知識論壇平臺的輔助，會使知識創新的環境更加有效率。在實證研究裡也發現，運用此種知識創新教學理論以及知識論壇平臺，可以有效的幫助實踐知識建構在課堂的學習活動中(Chan, Lam,

& Leung, 2012; Hong & Lin, 2010; Hong et al., 2011; Hong, Scardamalia, Messina, & Teo, 2008; Zhang et al., 2011)。

本研究的目的是在運用知識創新教學，配合知識論壇平臺討論，來培養國小學生自然課合作學習與翻新想法的習慣，以及提升其對節能減碳科學概念之理解。本研究以一個班級為研究對象，透過知識創新教學設計與多元資料蒐集，以探究合作學習的平臺學習歷程與科學概念學習成果。其中，在「學習歷程」方面，本研究所關切的主要研究問題是：透過知識創新教學，學生在知識論壇上進行合作學習的情況為何(例如其發表貼文與閱讀的情形為何；閱讀與貼文模式為何；以及，學生在平臺上的想法交流與互動過程為何)？而在「學習成果」方面，本研究所關切的主要研究問題則是：透過知識創新教學，學生合作學習的知識內容為何(包括學生在平臺上所討論的溫室效應與節能減碳概念之內容為何；以及這些討論內容與環保署正式編製的學習教材內容有何異同等)？

## 參、研究方法

本研究採個案研究，教學方法採用知識創新理論，並以「知識論壇」平臺作為主要學習環境，來進行知識創新活動，以培養國小學童的合作習慣，及提升其對溫室效應和節能減碳概念的理解。本研究欲從知識論壇中學生的合作歷程與其學習成果來瞭解知識論壇上的討論是否有助於學生在上述二方面的學習。

### 一、研究對象

研究對象為臺北市某國小五年級的一班學生共34人，該國小位於社經地位較弱勢的地區(傳統市場附近)，家長多為忙於生計

的中、低收入戶工作者，因此學生在學業表現上也相對弱勢。本研究針對上述學生進行一學年以「溫室效應和節能減碳」為主題的科學課程，在此之前學生皆未接觸過知識論壇平臺。授課教師為自然科學專任教師，任教資歷已超過十年，先前已有一年的知識創新教學經驗。上課教室為一般小學的自然科學教室，教室設備包括六大張實驗桌、洗手檯、黑板、可撥放多媒體的投影設備、有關自然科學的情境掛圖。並提供每組學生兩臺電腦，即二至三人共用一部電腦，以進行知識論壇平臺上的討論。

## 二、教學設計

在整學年的教學設計方面，學習活動可以分成二個學期，每個學期以期中作為分界點又均分為二階段，所以共有四個學習階段。教師規劃讓學生先進行溫室效應問題討論與基礎概念探討(階段一)與想法的討論(發散、交流與收斂等；階段二)；之後，再進行「節能減碳」的問題討論與基礎概念探討(階段三)與進一步的想法討論(階段四)。

在單堂教學設計規劃中，教師除了應用「真實問題」、「多元化的想法」、「不斷改進想法」等知識創新教學理念(鷹架)外(參考下一節之表1)，並輔以知識論壇平臺作為主要授課方式。課堂一開始先利用5到10分鐘說明該次的教學目的、檢視班級閱讀與回覆他人貼文情況或針對學生前幾次的貼文狀況進行檢討。在教師進行講述後，其餘約30到35分鐘的課堂時間便留給學生透過知識論壇平臺與同儕進行想法互動討論，教師於此段課堂時間則擔任協助學生學習的角色。此外，有一點值得說明的重要研究資訊是，因為在學期的後半段(階段四)知識論壇的伺服器連線發生問題，造成學生無法即時使用平臺發表或閱讀貼文。為解決此一問題，教師

請學生開啟Microsoft Word，再以文字方式表達、整合自己的想法，並再將想法存在自己的電子郵件信箱中。待發現可以再次登錄時，才將存於Word的貼文轉貼至知識論壇中，若仍無法解決，則待下一次上課再將其文字貼到知識論壇中。

## 三、知識論壇平臺理念介紹

知識論壇是由Scardamalia與Bereiter (2003)團隊所研發的平臺(Scardamalia, 2004)，此平臺背後所蘊含的設計基礎是知識創新教學理論。本研究希望透過此學習環境來幫助學生建構知識，達到知識創新的目的。知識論壇平臺可以支援學生想法的產生，當某一想法產生時，社群成員透過「理論建構」(theory-building)鷹架(如：「我的想法」、「這個想法不能說明」、「更好的想法」、「綜合你我的想法」等)的引導與同儕間想法不斷的互動而使想法不斷修正與改進，進而轉化成社群知識。

表1所列為知識論壇中用以輔助支持知識創新活動的各種功能舉例。圖1所示為知識論壇中的討論板截圖示例。

## 四、資料來源與分析

本研究的資料來源主要為知識論壇平臺之想法互動歷程紀錄、知識論壇平臺之討論內容。過程資料分析係以一學年分成四個階段(如前所述)的授課為基礎，以分析觀察學生的學習變化。資料分析包括以下三個部分：

### (一)合作學習歷程分析

#### 1.發表與閱讀貼文分析

將知識論壇的貼文進行分類與統計。整體貼文的大分類如下：(1)「發表貼文數」與(2)「閱讀貼文數」。其中的發表貼文又可細



表1：知識論壇功能輔助支持知識創新理論之說明

知識創新理論	知識論壇功能
關心學習者的想法，重視真實情境中的問題 (real ideas and authentic problems)	(1) 透過「想法貼文」(notes)以陳述問題，及提出使用者最核心的想法與反思。 (2) 「互動分析」可協助成員聚焦於未解決的問題、具可行性想法、以及其他高層次知識。
想法是可以不斷翻新的 (improvable ideas)	(1) 平臺的鷹架功能提供使用者進行理論的發展與社群的討論，使想法得到進一步修正。 (2) 平臺提供分析工具(例如，社群網絡圖、關鍵字連結)進而促使想法的連結與改進。
想法多樣性 (idea diversity)	(1) 多元想法的連結與統整有助於整合社群成員間不同的想法和觀點。 (2) 平臺提供語意分析(sematic analysis)功能以及想法視覺化(visualizations)功能，以幫助多元想法的連結。
統整有助於邁向超越 (rise above)	(1) 學習者可以使用高階的統整(rise above)功能來整合社群間的想法，促進想法的統整。 (2) 平臺中的想法可以不斷地被嵌入筆記(notes)、加入意見、隨時檢視。想法改進的歷程是不斷演化的(evolutionary)、與即興的(emergent)，學生的學習不是僅能朝向事先既定的目標去完成。
社群共創知識與共同承擔責任 (collective responsibility for community knowledge)	(1) 社群的知識共構是一種集體責任，所有參與者都應被視為正當的知識貢獻者。社群的目標不僅是為了個人的學習與成長，成員更應負擔共同提升社群集體知識的責任。 (2) 閱讀貼文、建立在他人想法之上的貼文(build-on notes)、貼文連結(note-linking)等使想法具體化，進而促使社群間的想法反思。
知識產出應透過平等參與，成員的貢獻無法切割 (democratizing knowledge)	(1) 知識論壇平臺提供了每一位社群成員平等參與、討論問題與分享知識的空間。 (2) 平臺的分析工具(例如，社會網絡分析)讓每一位參與者檢視其對社群的貢獻與努力。
互享共榮的知識創新過程 (symmetric knowledge advance)	(1) 知識分享和共構的基礎在於對於「給予知識就是取得知識」此一原則的深入瞭解與實踐。 (2) 用社群共構的虛擬知識空間來支持團隊間的互動和互補工作。知識分享的對稱性會直接反應在資訊與觀點間的流動，以及不同團隊和社群之間的資料分享；平臺的分析工具提供跨團隊間的回饋和跨主題的互動。
知識創新注重對話歷程 (knowledge building discourse)	(1) 想法的修正建立在他人貼文之上或註解等知識創新活動。鼓勵參與者分享問題與共同交織彼此想法，促使成員們瞭解和超越個人式的學習與知識理解。 (2) 以豐富的貼文互動和社群討論來支持更具彈性與即興式(improvised)的學習方式。
做知識的自主追求者 (epistemic agency)	(1) 主動設定、計畫、管理自我學習目標，而不是將高層次的學習與知識管理工作都交給老師。 (2) 平臺提供分析工具支持使用者進行個人或團體歷程的反思。提供鷹架以鼓勵社群成員使用知識性的術語(例如：我的想法、我想知道、這個想法不能說明)，以進行後設認知層次的自我知識管理。
權威資訊的建構性運用 (constructive use of authoritative sources)	(1) 鼓勵參考權威性訊息，但強調使用者應附註參考書目與資料來源，以支持社群知識的形成。 (2) 關鍵字的確認與語意分析工具的使用可以促使社群成員對這些權威性訊息進行反思。

表1：知識論壇功能輔助支持知識創新理論之說明(續)

知識創新理論	知識論壇功能
知識創新無所不在 (pervasive knowledge building)	(1) 知識創新並不侷限特定的場所或科目，而是同時存在於個體的思想(考)、與學校內外和社會與文化脈絡中。 (2) 知識論壇平臺上的知識形成，有賴於社群成員的想法貢獻與集體反思，並從各種不同知識媒介和來源整合而成。
內嵌與即時性的評量有助於知識創新 (embedded and concurrent assessment)	(1) 評量對於知識創新舉足輕重，評價實際問題和可能解決方案間的差距可以增進社群的集體知識。 (2) 知識論壇中的所有評量工具都內嵌於平臺中，論壇上的所有想法也都可以隨時地(concurrent)被其他社群成員註解與評價、反思、和修正，因此，社群成員形成一種自動要求回饋與理解的習慣，此為21世紀重要的技能。

資料來源：修改自“Sustaining knowledge building as a principle-based innovation at an elementary school,” by Zhang et al., 2011, *Journal of Learning Sciences*, 20(2), 268-269.

註：本研究中學習活動的設計主要係透過知識論壇平臺上的引導機制以促發合作學習，本表主要在說明知識論壇平臺如何結合知識創新教學理念以發展各種合作學習的引導機制。

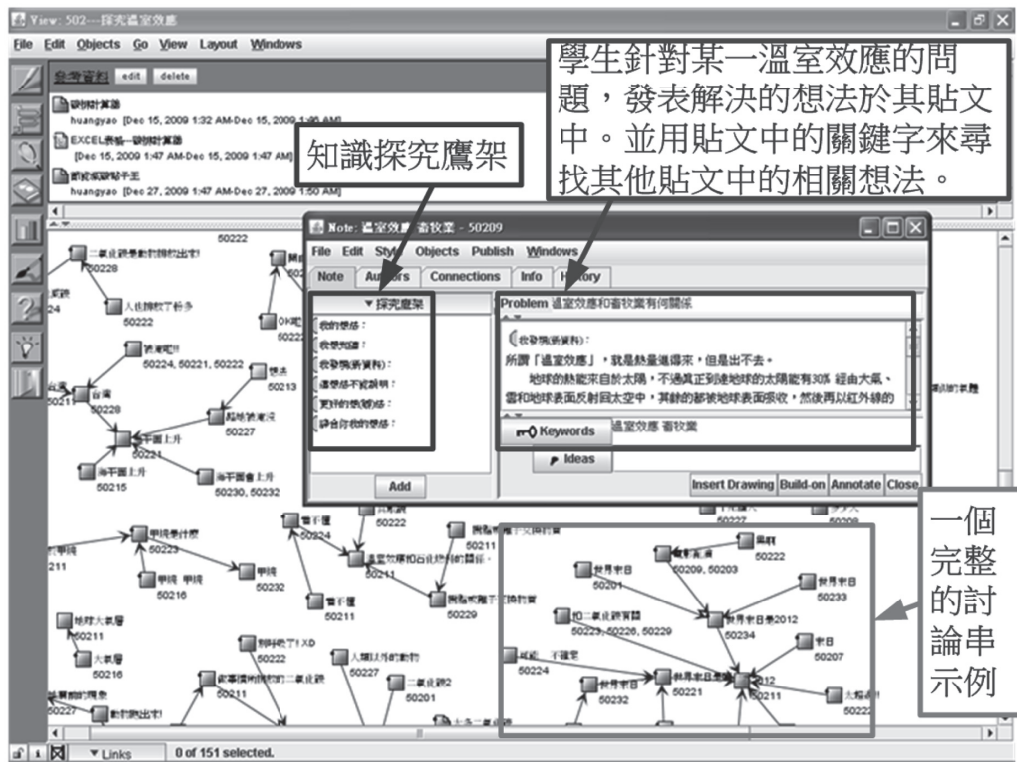


圖1：知識論壇中的討論板(截圖)示例

註：截圖反映出參與者的互動情形，圖中的每一個方形圖案都代表一個貼文，兩個方形圖案之間的連結代表知識建構的活動；整體的討論板係以概念圖的方式設計，目的在顯示出社群成員集體進行知識創新與合作的努力。此外，中間的彈出視窗為貼文的圖示，與「鷹架」、「問題」以及「關鍵字」等工具的一些解釋。下方亦示例一個討論串。



分為A.「單一作者貼文」與B.「共有作者貼文」；或另外細分為A.「自創的貼文」(即每一討論串開始的第一篇貼文)與B.「修改他人想法產生的貼文」。其中「共有作者貼文」與「修改他人想法產生的貼文」是需要合作才能完成的貼文。

## 2. 社會網絡分析

運用學生在平臺上的「閱讀連結」以呈現學生間想法交流與分享的情形。一個連結係指兩個貼文間的關聯，以網路密度(network density)表示學生在四個階段的「閱讀連結」與「貼文連結」的消長情形。其中，閱讀(或貼文)連結密度的計算方式為「社群成員間閱讀(或回應)一次以上的貼文之人數佔該社群間每一個成員都閱讀一次以上的貼文之人數的比例」。

## 3. 互動分析

透過NVivo軟體進行質性資料之內容分析與歸納統整，研究者將學生的想法貼文進行開放性編碼(open coding; Strauss & Corbin, 1990)，接著由另一位研究員進行編碼歸類。兩位研究者在進行編碼前預先討論彼此對於編碼擷取的定義，而後各自進行編碼工作，其Kappa一致性係數分析後結果達 .966 評分者間信度水準。

歸結知識論壇的貼文內容可分為：「我的想法」、「我想要知道」、「我發現(新資料)」、「這個想法不能說明」、「更好的想法」、「綜合你我的想法」以及「社交語言」等七個編碼類別，透過閱讀學生之貼文內容，與前後貼文之連結來進行資料編碼。之後，再進一步歸為四大類，包括「社交語言」、「想法產生」、「想法分享」、「想法改進」(依據Hong 與 Sullivan, 2009；如表2)。

## (二) 合作學習結果

### 1. 溫室效應想法與節能減碳的內容分析

根據開放性編碼，並透過NVivo軟體進行內容分析，將「溫室效應概念」貼文歸納為「溫室效應相關概念」、「造成溫室效應的原因」、「溫室效應帶來的後果」、以及「解決溫室效應採取的行動」；「節能減碳想法」貼文則歸納為「食、衣、住、行、育、樂」六大方面。類別資料編碼分析方法如前，由Kappa一致性係數來計算評分者間信度，其結果達 .918 評分者間信度水準。

### 2. 與環保署編製教材內容比較

研究者比較學生發表於知識論壇平臺上的想法與環保署編製的教材內容概念，以檢視學生所共構知識概念內容的完整性。網路上目前最具權威的課程教材為「環保署綠色生活網」(<http://ecolife.epa.gov.tw/Cooler/download.aspx#E>)，其中有特別針對節能減碳而設計的教材內容，供給教學現場教師下載使用。但該網站僅提供國中與高中溫室氣體的上課教材，由於本研究的對象是小學五年級學生，與國一生較接近，所以本研究選取國中溫室氣體的上課教材做為比較對象。資料編碼亦協同另一位研究員，將國中溫室氣體教材以概念為單位進行編碼。計算兩位評分者所擷取出的相同概念數佔總概念數的比例，評分者間信度為 .948。

## 肆、研究結果與討論

### 一、知識論壇平臺之合作學習

#### (一) 發表與閱讀貼文分析

計算34位學生在知識論壇中想法的活動數量，共發表了360篇貼文，每個人平均發表了10.91 ( $SD = 7.38$ )篇貼文，其中有64.86%是單一作者創建的貼文數，35.14%是共有作

表2：學生的溫室效應與節能減碳想法之互動編碼

想法互動類別	鷹架	概念說明	舉例
社交語言	(無)	只是社交語言沒有提及任何有關溫室效應或節能減碳的想法	你的想法比我還少呢!加油吧!(A22) 你都沒整理資料,誰看的懂啊!還敢說我們沒仔細看!真敢說世你!(A21)
想法產生	我的想法	能提出(有關溫室效應或節能減碳)自己的想法	我的想法:多多搭乘交通運輸工具。(A03) 我認為溫室效應會造成海平面上升。(A21)
想法分享	我想知道	能提出對溫室效應或節能減碳的疑惑之處或想知道相關問題	造成溫室效應還有其他氣體嗎?(A16) 我想知道:一個玩具會增加多少碳足跡。(A01、A04、A07)
	我發現(新資料)	能從其他資料(網路、書籍、長者……)分享溫室效應或節能減碳的想法	我發現這個網址提供了一些節能減碳的想法: <a href="http://sfs.hles.ylc.edu.tw/ee/">http://sfs.hles.ylc.edu.tw/ee/</a> (A04) 我發現(新資料):造成全世界溫室效應的氣體有四種,畜牧業(生產肉、蛋、奶、毛皮)涵蓋了其中的三種,二氧化碳、笑氣及甲烷。資料來源:Yahoo奇摩(A22)
想法改進	這個想法不能說明 更好的想法 綜合你我的想法	能對既有或他人的想法產生質疑或批判 能提出更好的想法或解釋 能整合數個(兩個以上)關於溫室效應或節能減碳的想法	如果住高樓也要走樓梯嗎?(A21) 那很遠的路,怎麼辦?(A07、A05、A16) 但如果比較高的樓層,就必須搭電梯!(A28) 近路用走的,遠路要搭大眾運輸工具或騎腳踏車代步,這樣才能減少二氧化碳的排放量。(A09、A10、A14) 除了你說的,還有許多方法。ex:少開車、少吃肉、少看電視……等。(A11) 綜合你我的想法:而且要少開車,多搭大眾交通工具:(A31)

者創建的貼文數；47.64%是自創的貼文數，52.36%是修改他人而產生想法的貼文數。整體而言，單一作者的貼文數大於共有作者，修改他人而產生想法的貼文數則是大於自創的貼文數。而在閱讀他人貼文數量方面，每個人平均閱讀他人貼文數達70.97 ( $SD = 44.06$ )篇。由此可知，學生在知識論壇平臺上除了自己發表貼文，對學習社群進行想法貢獻，同時也以合作學習的方式進行發表，並能根據他人的想法進行共構知識。

此外，進一步分析發現，在單一作者貼文百分比部分，大致呈現逐步下降的狀況；在共有作者貼文百分比部分，大致呈現貼文數百分比逐步上升的狀況；在自創貼文百分比部分，整體呈現逐步下降趨勢，唯有在學

習階段四是上升的；而在修改他人想法產生的貼文百分比部分，整體呈現逐步上升趨勢，唯有在學習階段四是下降的，如表3及圖2與圖3所示。

進一步以ANOVA的重複量數分析學生的單一作者的貼文數、共有作者貼文數、自創的貼文數以及修改他人想法產生的貼文數在不同學習階段間是否有差異如表4。由於期末伺服器的連線問題，學生無法按照原訂進度上知識論壇進行討論，因此在階段四將不列入討論範圍。針對學生在學習階段一到三的貼文數進行重複量數分析，其中，由於共有作者貼文數量較少，以致於無法進行ANOVA重複量數比較。在單一貼文數部分，分析結果顯示， $F = 0.40$ ， $p > .050$ ，表示學生在四個學習階段

表3：學生在知識論壇中發表與閱讀貼文數增長情形及進一步分析

學習階段 整體次數統計	階段一		階段二		階段三		階段四		四個階段	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
發表貼文數	2.96	2.24	4.25	3.57	3.27	2.00	2.36	1.60	10.91	7.38
閱讀貼文數	8.76	7.00	26.07	27.82	29.36	30.66	15.79	13.85	70.97	44.06
詳細次數統計	總數	百分比	總數	百分比	總數	百分比	總數	百分比	總數	百分比
單一作者貼文	65	87.84%	76	74.51%	51	52.04%	24	40.68%	216	64.86%
共有作者貼文	9	12.16%	26	25.49%	47	47.96%	35	59.32%	117	35.14%
自創的貼文	48	64.86%	38	37.25%	25	25.51%	20	33.90%	131	47.64%
修改他人想法產生的貼文	26	35.14%	64	61.54%	73	74.49%	39	66.10%	144	52.36%

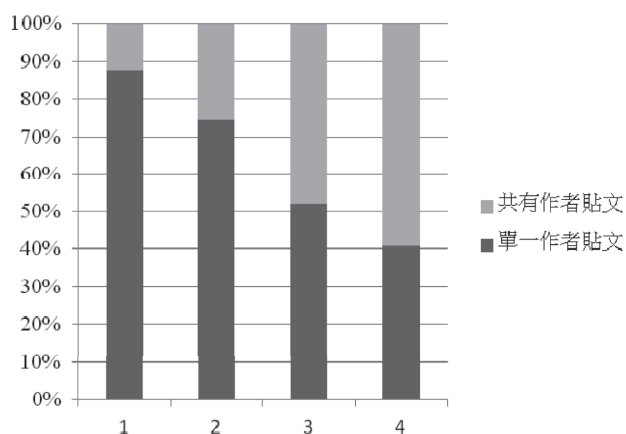


圖2：單一作者與共有作者貼文階段一至四之百分比

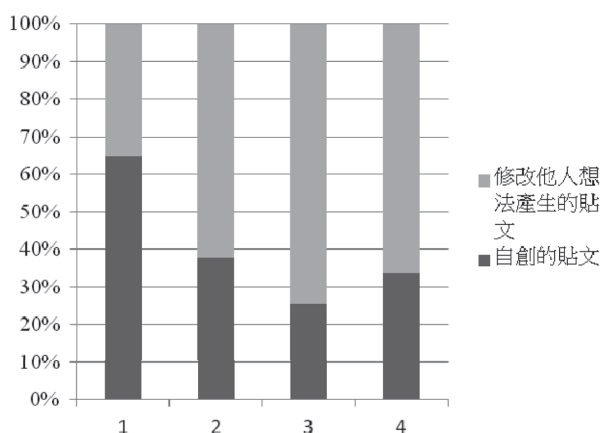


圖3：自創的與修改他人想法的貼文階段一至四之百分比



中的單一作者貼文數表現沒有顯著的不同。在自創貼文數部分， $F = 1.50$ ， $p > .050$ ，表示學生在四個學習階段中的自創貼文數表現沒有顯著不同；在修改他人想法貼文數部分， $F = 4.43$ ， $p < .050$ ，表示學生在三個學習階段中的修改他人想法產生的貼文數表現有顯著不同，且事後比較顯示學生在學習階段三時修改他人想法的貼文比學習階段一多。

唯在學習階段三到階段四中，自創的貼文數產生了明顯上升的趨勢，因為在期末時，知識論壇的伺服器連線有些問題，課堂上花了很多時間在解決與嘗試連線問題，學生無法由平臺上看到他人的貼文，導致學生間的討論時間減少了，另外，教師請學生開啟Microsoft Word以文字方式整合自己的想法，再將想法存在自己的信箱，若發現可以登錄了，再將存於Word的貼文發表至知識論壇中，若仍無法使用知識論壇則下一次上課再將之貼到知識論壇，也使學生多以個人為

單位自創貼文，無法透過平臺看到同儕的想法貼文，進而修改他人的想法。因此，學習階段三到階段四才會呈現出自創的貼文明顯上升的情況。

綜上所述，知識創新教學理念重視合作以共構知識，而學生在知識論壇上的發表貼文大致呈現「單一作者的貼文」和「自創的貼文」比例逐步下降，而「共有作者貼文」與「修改他人想法產生的貼文」比例逐步上升的趨勢。此結果有別於一般傳統注重個人知識成長的學習方式。

## (二)閱讀連結與貼文連結分析

知識論壇中學生可以提出想法、修正想法與整合想法，是一個以想法為中心來進行與同儕互動與合作的學習環境。分析四個階段的互動增長情形發現，學生在「閱讀連結」模式，即學生間的想法交流與分享達78.57%的密度，在「貼文連結」模式中，即學生想法的進一步深化和提升達36.82%的密

表4：學生在知識論壇貼文數的重複量數分析

	變異來源	SS	df	MS	F
單一作者貼文	組間	6.22	1.27	4.89	0.40 (NF)
	組內				
	受試者間	94.31	11.00	8.57	
	殘差	171.78	14.01	12.26	
	全體	272.31	26.28	25.72	
自創的貼文	組間	4.20	2.00	2.10	1.50 (NF)
	組內				
	受試者間	11.37	9.00	1.26	
	殘差	25.13	18.00	1.40	
	全體	40.70	29.00	4.76	
修改他人想法產生的貼文	組間	22.75	2.00	11.38	4.43*
	組內				
	受試者間	33.96	7.00	4.85	
	殘差	35.92	14.00	2.57	
	全體	92.63	23.00	18.80	

\* $p < .050$

度。連結密度的計算方式定義為實際的閱讀連結除以最大可能連結，舉例來說，若有三位學生在知識論壇上，其最大的貼文連結數為三，計算其中一位學生在實際上閱讀了一篇貼文，其密度為 $1/3 = 33.33\%$ 。

此外，分析學生在知識論壇中的閱讀連結模式和貼文連結模式的四個階段表現(如表5與圖4)，學習階段一到三的貼文數百分比呈現逐步上升的狀況，但在學習階段四卻下降了。如上所述，學生在期末貼文量減少的原因，推估受到期末伺服器連線的影響。但大致上，學生的閱讀連結模式和貼文連結模式大體呈現密度上升情況。

綜上所述，從階段一到三發現知識論壇平臺的社會網絡輔助作用讓社群成員可以提出想法，並與同儕互動以修正與整合想法。但當在階段四，平臺失去其原本功用時，社群討論的網絡密度明顯下降。這亦間接證明知識論壇在合作學習上的重要性。有別於一般師生間面對面的課堂討論與教學，平臺上的討論有助於多元想法的立即連結、互動、與整合(Zhang et al., 2011)。

表5：分階段的閱讀連結模式和貼文連結模式密度

學習階段	階段一	階段二	階段三	階段四
閱讀連結模式	18.25%	44.44%	62.22%	44.12%
貼文連結模式	7.30%	10.47%	23.80%	11.74%

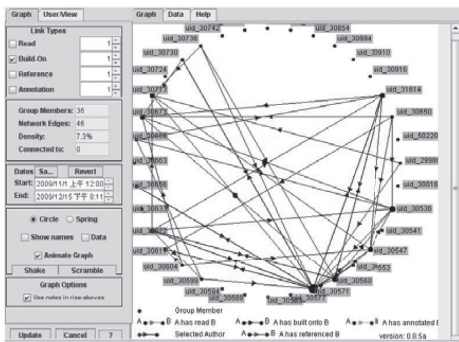


圖4-1 階段一

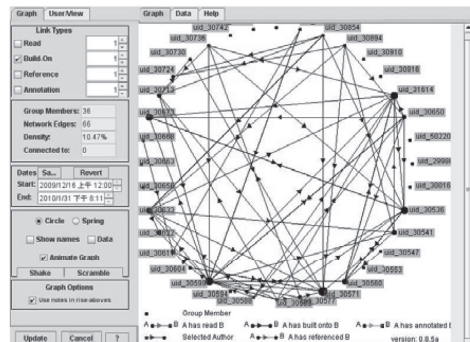


圖4-2 階段二

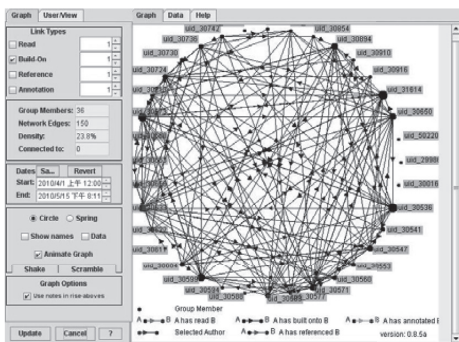


圖4-3 階段三

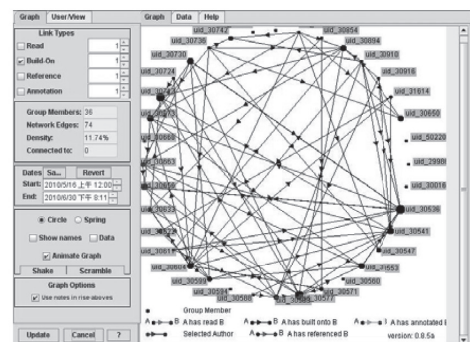


圖4-4 階段四

圖4：階段一到階段四的學生貼文連結模式

### (三)互動分析

表6呈現學生在知識論壇平臺上提出想法之互動情形，若整合階段一與二(上學期)，階段三與四(下學期)，在上學期中會發現較低階的想法互動類別(社交語言、想法產生)被使用的次數呈現下降趨勢，而在下學期中，高階的想法互動類別(想法分享、想法改進)被使用的次數則呈現上升趨勢。由此可見，隨著時間的推演，學生在知識創新的學習環境中，社群成員透過知識論壇平臺的互動所提的溫室效應與節能減碳想法能被進一步深化，而並非只是各自提出想法，或上網找資料而已。

由於階段四因為伺服器連線問題，其平均數和標準差明顯低於前三個階段，階段四不列入此一分析。進一步以ANOVA重複量數進行推論統計如表7。結果顯示，除了「社交語言」部分沒有分析(因為學生在此部分的使用數量較少而無法進行ANOVA分析)，與「想法分享」部分的 $F$ 值未達顯著差異( $F = 2.60, p > .050$ )外，在「想法產生」和「想法改進」部分者有顯著改變。其中，「想法產生」的 $F$ 值為5.87 ( $p < .050$ )，「想法改進」的 $F$ 值為12.95 ( $p < .001$ )。即學生在學習的三個階段中，在「想法產生」和「想法改進」的表現有顯著的不同，且事後比較發先在「想法產生」中，學習階段二的想法明顯比階段一高；在「想法改進」上，在學習階段三明顯高於階段一和二，顯示學生在整個教學過程中，不斷地產生想法並改進想法。

綜上所述，知識論壇平臺學習環境有助於鼓勵學生提出想法，並提供學生以想法為單位的交流學習機會，所以社群成員可以不斷改進想法、整合想法，而非以單打獨鬥的方式各別累積個人的知識。整體而言，學生的學習呈現大量的「想法分享」以及趨向不斷「改進想法」之合作學習。

## 二、知識論壇平臺之學習結果

此部分分析將資料分成兩階段處理，第一部分為知識論壇平臺上想法的內容與階段性變化分析，分為溫室效應和節能減碳兩類，第二部分為知識論壇平臺想法內容概念與環保署所編製的國中教材內容的比較。

### (一)溫室效應與節能減碳想法的內容分析

在學習階段一和二中，學生在知識論壇平臺上提出的溫室效應想法多探討相關概念，包括溫室效應的定義以及溫室氣體，在釐清了溫室效應的相關概念定義後，則多討論造成溫室效應的原因及後果。由於溫室效應與節能減碳的概念有重疊之處，在階段三和四也有論及與溫室效應相關的概念，此時學生開始討論解決溫室效應採取的行動，並且出現之前未被討論過的想法，例如：糧食短缺、物種滅絕、正視溫室效應問題、正視不當重大建設問題。由溫室效應想法的發展階段，可看出學生的探討內容的邏輯順序，依循著溫室效應相關概念、原因、後果、解決溫室效應採取的行動的邏輯順序再討論溫室效應的概念(如附錄一)。

而在節能減碳想法上，學生在「食、住、行」方面比「衣、育、樂」方面，則能提出相對較多的想法。由節能減碳想法的發展中可看出學生在討論過程中，能努力地去尋找相關資料以回應他們感興趣的問題，同時也在過程中不斷地發現新問題。因而能逐漸地對同一節能減碳議題下的相關子問題有多面向的理解。以節能減碳中有關「住：電器使用類」的概念為例，在學習階段二，一些較普遍的概念(如：電器使用類的隨手關電器用品、隨手拔插頭、減少電器使用，節水類的二次使用水資源、洗澡時，一開始的冷水利用、馬桶水箱放一個大的保特瓶，物



表6：學生在知識論壇平臺上社交語言、想法產生、想法分享及想法改進之分析

想法互動類別	想法次數							
	階段一		階段二		階段三		階段四	
	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差	平均數	標準差
社交語言	0.30	0.46	0.61	2.34	0.12	0.00	0.03	0.00
想法產生	1.30	1.96	3.15	3.20	2.30	1.83	2.00	1.56
想法分享	0.73	1.13	0.58	1.15	1.18	1.47	0.67	0.89
想法改進	0.12	0.33	0.58	1.43	1.48	1.54	0.73	0.98

表7：學生在知識論壇互動分析的重複量數分析

	變異來源	SS	df	MS	F
想法產生	組間	56.51	2.00	28.25	5.87*
	組內				
	受試者間	250.02	32.00	7.81	
	殘差	308.16	64.00	4.82	
	全體	614.69	98.00	40.88	
想法分享	組間	6.57	2.00	3.28	2.60 (NF)
	組內				
	受試者間	70.75	32.00	2.21	
	殘差	80.77	49.65	1.63	
	全體	158.08	83.65	7.12	
想法改進	組間	32.81	2.00	16.41	12.95***
	組內				
	受試者間	62.67	31.00	2.02	
	殘差	78.52	62.00	1.27	
	全體	174.00	95.00	19.69	

\* $p < .050$ , \*\*\* $p < .001$

品使用類的少用一次即丟物品，生活習慣類的多種樹、少砍樹)被學生大量討論著；但到了學習階段三與四，一些較特殊的概念(如：使用省電裝置、多使用太陽能、選用主電源可關的機種、布尿褲取代紙尿褲、不追求流行、減少燒紙錢)則相繼出現，舉學生於知識論壇中討論提及以下幾點可以在電器使用上達到節能減碳的例子如下：「選購具有節能標章的家電」、「比較哪些電器的待機耗電量較高」、「變頻冷氣的裝置並比較各家廠牌的冷氣耗電率差異多少?」、「發電

廠持續運轉在發電會產生多少公噸的二氧化碳」，最後一個例子可以回溯到學習階段一和二的主题溫室效應。其想法之階段性數量統計如表8。學生會先產生一些大量的或較普遍的想法，而這些想法也會在後面的學習階段被繼續探討著，但在這些較普遍性想法被討論到一定程度時，許多較特別的想法就會出現，除此之外，一些較統整性的想法會在學習的後半階段出現，例如：減少用電量、節約用水、及多運動(如附錄二)。

表8：學生在知識論壇平臺上提出關於「住：電器使用類」想法之階段性數量統計

類別	概念	次數統計			
		階段一	階段二	階段三	階段四
電器使用類	隨手關電器用品		5	3	3
	隨手拔插頭		4	5	6
	減少電器使用		2	5	
	冷氣室溫恆溫設定		1		
	減少用電量			4	1
	減少多餘電器			3	
	使用省電裝置			4	
	多使用太陽能			3	
	選用主電源可關的機種				2

本研究同時也將學生在論壇的討論過程中，針對「食、衣、住、行、育、樂」等方面的想法討論與互動說明如下。例如，在「食」的方面，有學生首先提出了「多吃當地農產品」的想法，但透過平臺上的想法互動後，有同學則進一步反問：「我想知道(鷹架)為什麼吃當地農產品可以節能減碳？」之後，又有其他同學進一步回應：「我發現(新資料)，支持本地農產品，可以減少長程運輸所需能源與二氧化碳排放量；選用當季食物，除了美味新鮮，更能免去儲藏的過程，一次購買所需的量不浪費。若一個禮拜選用一次當地產品，一年就可減少兩噸二氧化碳。」此為學生想法互動之一例。

「衣」的方面，首先有學生提到了「舊衣新穿或重新使用」的資源回收想法。但其他學生則進一步追問：「我想知道(鷹架)資源回收的好處是什麼？二手傳承是什麼？」之後，則又有學生做進一步的解釋：「舊衣回收為環保」、「我們可以將穿過的衣物，整理起來送給比我們更需要的人穿」，幫助社群共構對資源回收的理解。

「住」的方面，則有學生在討論一開始即提到「少用電器用品，因為不環保」。

之後，馬上有學生回應實際的作法，例如：「夏天時，全家睡同一個房間，減少冷氣機的使用量！」接著，有學生進一步回應說：「當電器用品不用時，要把插頭拔掉，才不會浪費電，就不會增加二氧化碳」。此外，學生又陸續提出許多新問題，例如：「我想知道(鷹架)那拔插頭可以節省多少電費？」、「我想知道(鷹架)哪一種家電用品同樣使用一小時，二氧化碳的排放量最多？」接近期末時，則另有學生又回應：「我發現(新資料)，以輸入100 W的燈來說，關一小時可以省0.1度電」；同時，也有同學直接算出可節省的電費如下：「我發現(新資料)，電視小聲一點，亮度暗一點，一個月省29.4元，換顆省電燈泡，每月再省28元，冰箱打開東西立刻拿出來又省67塊，一年電費就能少花1,492元。」

而在「行」的方面，則有學生在期初提出「多搭大眾運輸工具，少開車。」之後，即有學生立即反問：「我想知道(鷹架)為什麼？」、「我想知道(鷹架)如果不開車，那如果真的要到很遠的地方要怎麼辦啊？」；後來，有其他學生即回應：「可以騎腳踏車、多走路」；同時，也有學生進一步覆議之前

所提出的想法，例如：「真的再繼續開採石油，就無法使用汽車了，就只能走路了」；接近期末時，還有學生進一步綜合整理了討論板上的想法，並計算了汽機車所排放的二氧化碳如下：「我發現(新資料)，汽車跑一公里，約產生81克二氧化碳，機車跑一公里約產生23克。交通運輸排放的溫室氣體佔全球排放量的14%，如果多多搭乘大眾運輸，以步行或自行車作為短程接駁，不但節省能源，減少二氧化碳廢氣污染，還可以強健體魄呢！」

「育」的方面，則有學生在一開始討論的階段即提出一些教育的想法，如進行「節能減碳活動倡導」、「增加環保資訊類的資訊」、「成立環境教育推展小組，推展環境教育」等等；之後，則有學生進一步在這些想法上做補充說明，例如：「節能減碳活動包括關燈活動如在3月28日，包括臺北101在內，全球各地約有371個地標接力熄燈一小時響應節能減碳。」另外也有學生又進一步提出了問題：「我想知道(鷹架)很多人說購物時多注意有環保標章的商品，那是哪些種類的商品呢？還是什麼商品都有環保標章呢？」其他同學也針對此問題回應如下：「我發現(新資料)：除了環保標章外，還有節能標章和省水標章喔！」

相較於其他方面，「樂」的部分討論較

少，但仍有學生在期初即討論了「2012電影之世界末日的的原因與節能減碳間的關係」、「正負二度C」等議題，或根據自己的生活經驗討論了他們對「玩具製作過程造成的碳排放量」的看法等。

綜上所述，在開放的學習氛圍下，針對同儕所提的想法，進行隨機性的想法的討論、解釋、修正、演進或整合，而非像一般傳統的學習方式，依循著教師所安排的授課大綱再討論溫室效應與節能減碳的概念。

## (二)知識創新之節能減碳探討內容與其他教材內容比較

將溫室效應和節能減碳的概念，以卡方統計方式進行百分比同質性比較。課程整體的檢定呈現顯著差異( $\chi^2 = 48.455, p < .001$ )，即表示學生在知識論壇平臺所討論的溫室效應與節能減碳概念較環保署所編製的國中教材內容有所不同。而進一步由表9研究結果發現，在溫室效應概念部分，學生在平臺上所提的概念與國中上課教材未達顯著差異( $\chi^2 = 1.613, p > .050$ )，即表示學生在平臺上所共構的溫室效應概念大致皆能符合國中上課教材之重點；而在節能減碳概念部分，學生在平臺上所提的概念相較於國中上課教材達顯著差異( $\chi^2 = 51.429, p < .001$ )，即表示學生於知識論壇所探討的節能減碳概念比國中教材中所提及的概念更多元與豐富。

表9：兩種課程提及有關溫室效應與節能減碳概念之相似性比較

	知識創新教學	國中溫室氣體減量上課教材
溫室效應概念	有提到的概念數量	19
	沒有提到的概念數量	5
	$\chi^2$ 檢定	1.613
節能減碳概念	有提到的概念數量	75
	沒有提到的概念數量	9
	$\chi^2$ 檢定	51.429***

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



進一步檢視其討論內容顯示，學生在知識論壇上所探討的溫室效應相關概念、原因與後果類別皆能涵蓋國中教材的重要概念，包括溫室效應定義、過度開發環境、二氧化碳排放過量、海平面上升、全球氣候破壞等，唯有在「工業活動是造成溫室效應加劇的主因」、「全球平均溫度變化曲線」、「全球暖化的潛勢」、「經濟損害」、「京都議定書、蒙特婁議定書」是本研究中學生沒有探討到的概念。而在節能減碳概念方面與國中教材中的節能減碳概念之比較則顯示，學生在知識論壇所討論的食、衣、住、行、育、樂之節能減碳概念數量皆多於國中教材。

綜上所述，學生在知識創新的學習氛圍下，可以提升社群成員「共創知識」的能力。在知識創新教學下，學習活動可以是自發性及有系統的知識建構，學生從自身的生活經驗出發；探索網路資料；針對想法進行比較、澄清、與深度瞭解；與同儕討論與共構知識；並進一步反思形成心得感想等學習方式逐步合作、共構溫室效應與節能減碳等知識概念，在和其他教材比較的結果顯示，學生在知識創新的教學方式下，亦能集體建構完整與多元的溫室效應與節能減碳概念。

## 伍、結論與建議

傳統教學法重視學生個人知識的習得與教師主導性較強的教學。為改變傳統教學法之被動學習方式，產生了以學生互動學習為中心的合作學習法，但合作學習法仍存在著過於重視既定活動安排之缺失，學生間的互動仍以例行公事、吸引專家知識內容(例如：jigsaw的分工合作式教學)的方式為主。學生間的合作很少能進一步提升至以「想法」為互動與對話的核心。知識創新教學理

念不僅重視學生想法的產出，並提供知識論壇平臺，讓學生間的想法得以具體化、視覺化，進而形成以想法為中心的合作學習，並以想法的開展漸趨形成多元的知識，讓學生從想法改進者逐漸轉化成為知識的工作者，而非僅只是知識的接收者。本研究結果發現，隨著時間的演進，學生的學習上則愈傾向合作共學的方式，另則，較高階的想法互動(想法分享、想法改進)次數也呈現上升趨勢。說明知識創新環境可以讓學生的互動跳脫出如傳統合作學習所重視的事務分工，進一步以「想法」作為互動中心的機遇式合作(opportunistic collaboration)學習(Hong, 2011)。綜上所述，傳統的課受限於課本，或教師講述的內容，較不可能有產生「多樣化」想法的可能。然而在知識創新教學下，以想法進行互動可以促使學生對節能減碳概念進行反思、修改、深化或翻新。使學生更能增進其全球公民的節能減碳意識與知能，並轉變其生活態度。知識創新教學環境可以培養學生合作學習的習慣，透過知識創新的對話歷程、同儕間的平等參與、成員貢獻的互享共榮，以此逐步共構知識。

傳統教學通常將教科書或專家知識視為最主要的教材來源，然而教科書僅是學習教材的來源之一。在學生的生活中其實也充滿著各式學習材料，教師應多加善用。知識創新教學認為知識創新無所不在，教師應關心學習者真正的想法，重視真實情境中的問題(非只是課本知識與問題)，並幫助學生瞭解想法是多元且可不斷翻新的。透過社群成員間不斷與其想法對話與互動，進一步翻新與統整想法，可以使學生發展出知識創新能力，而非成為記誦內容知識的能者。在內容知識的學習上，研究結果亦指出，透過知識創新教學，學生在知識創新環境中的學習較具自

主性。在開放的學習氛圍下，針對自己與同儕所提的想法，進行修正、改進或整合，學生集體共構的節能減碳知識也與環保署所制定的內容並無差異，甚至更多元(例如：食、住、行之節能減碳想法就被提到許多類別)；此外，也可發現學生探討的節能減碳內容是有邏輯順序的，例如，學生依循著溫室效應相關概念、原因、後果、解決溫室效應行動的邏輯順序進行討論；最後，也可從這些想法看出學生討論的節能減碳想法是有結構與階層性的，例如，學生會先產生一些較普遍或基礎的想法，而這些想法也會在後面的學習階段被繼續探討著，舉例學生在探討「育」相關的節能減碳活動中，在第一階段提到節能減碳活動的倡導；第二階段中則增加環保資訊類的討論；而在階段二到階段三中，則陸續又提出了節能減碳行動和素食活動的倡導、與生活息息相關的環境教育之實施、垃圾分類活動、國際熄燈一小時活動等想法；最後，在學習階段四，學生則更進一步去探討環保資訊相關想法(例如對環保標章的想法、疑惑以及意義澄清等想法；詳見附錄二)。由此可看出，透過讓學生以想法為單

位的互動，以及同儕間共構知識，可讓學生在共構知識的過程養成提想法和與想法互動的習慣，這是傳統重視背誦與考試的教學方式較缺乏的。本研究的主要研究限制之一在於缺乏個人知識成長的評量，因此無法瞭解個人知識成長在社群集體知識共構下的改變情形為何。進一步研究將考慮同時評量及分析二者間的相互影響，以更深入了解知識共構與合作學習是否亦有助於個體的學習與知識成長。

綜言之，本研究的結果指出知識創新教學在幫助學生養成合作與共創知識習慣的可能性。教師在設計課程時，不應只重視專家或課本的知識內容，更應進一步讓學生產生想法、同時鼓勵同儕間進行想法的互動與討論。如此，學生在學習的方式上可以更多元，另外在知識的習得上也可以更加深加廣。

## 誌謝

本文承蒙科技部補助部分經費得以完成，研究計劃編號NSC 101-2628-S-004-001-MY3，特此誌謝。

## 參考文獻

1. 李麗香(2010)。電腦概念構圖教學應用在能源動力科技概念學習成效之研究。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。
2. 林佩君(2009)。國中學生節能減碳行為意圖及其相關因素之研究——以臺北縣某國中為例。未出版之碩士論文，國立臺灣師範大學健康促進與衛生教育學系，臺北市。
3. 唐國華(2010)。高雄市國中學生能源科技認知與節能減碳態度之研究。未出版之碩士論文，國立高雄師範大學工業科技教育學系，高雄市。
4. 黃政傑、吳俊憲(2006)。合作學習：發展與實踐。臺北市：五南。
5. 黃政傑、林佩璇(1996)。合作學習。臺北市：五南。
6. 黃筑暉(2009)。講述教學法對節能減碳教學單元之成效探討。未出版之碩士論文，淡江大學水資源及環境工程學系碩士班，新北市。

7. 楊森吉(2011)。知識建構導向電腦支援合作學習環境之學習歷程評估研究。未出版之碩士論文，國立政治大學圖書資訊學數位碩士在職專班，臺北市。
8. 鍾秀媛(2009)。臺北縣國小高年級學童節能減碳認知、行動及態度差異之研究。未出版之碩士論文，臺北市立教育大學自然科學系碩士班，臺北市。
9. 羅希哲、蔡慧音、曾國鴻(2011)。高中女生STEM網路專題式合作學習之研究。高雄師大學報：教育與社會科學類，30，41-61。
10. Boyes, E., & Stanisstreet, M. (1993). The greenhouse effect-children's perceptions of causes, consequences and cures. *International Journal of Science Education*, 15, 531-552.
11. Chan, C. K., Lam, I. C., & Leung, R. W. (2012). Can collaborative knowledge building promote both scientific processes and science achievement? *International Journal of Educational Psychology (IJEP)*, 1(3), 199-227.
12. Chang, C. H., & Hong, H. Y. (2012). Teacher-education students' beliefs in science teaching in a knowledge building environment. In J. Van Aalst, K. Thompson, M. J. Jacobson, & P. Reimann (Eds.), *The future of learning -- ICLS 2012* (Vol. II, pp. 497-498). Sydney, Australia: International Society of the Learning Sciences.
13. Chiu, C. H., & Hong, H. Y. (2012). Enhancing students' understanding of what ideas are for knowledge building. In J. Van Aalst, K. Thompson, M. J. Jacobson, & P. Reimann (Eds.), *The future of learning -- ICLS 2012* (Vol. II, pp. 495-496). Sydney, Australia: International Society of the Learning Sciences.
14. Dias, R. A., Mattos, C. R., & Balestieri, J. A. (2004). Energy education: Breaking up the rational energy use barriers. *Energy Policy*, 32(11), 1339-1347.
15. Greiff, S. (2012). From interactive to collaborative problem solving: Current issues in the Programme for International Student Assessment. *Review of Psychology*, 19(2), 111-121.
16. Hansen, J. K. P. (2010). Knowledge about the greenhouse effect and the effects of the ozone layer among Norwegian pupils finishing compulsory education in 1989, 1993, and 2005-what now? *International Journal of Science Education*, 32(3), 397-419.
17. Hong, H.-Y. (2011). Beyond group collaboration: Facilitating an idea-centered view of collaboration through knowledge building in a science class of fifth-graders. *Asia-Pacific Education Researcher*, 20(2), 246-260.
18. Hong, H.-Y. (2014). Developing student-centered teaching beliefs through knowledge building among prospective teachers. In S. C. Tan, H. J. So, & J. Yeo (Eds.), *Knowledge creation in education* (pp. 189-204). Singapore: Springer Science, Business Media Singapore.
19. Hong, H. Y., Chang, Y. H., & Chai, C. S. (2014). Fostering a collaborative and creative climate in a college class through idea-centered knowledge-building. *Instructional Science*, 42(3), 389-407.

20. Hong, H. Y., Chen, F. C., Chai, C. S., & Chan, W. C. (2011). Teacher-education students' views about knowledge building theory and practice. *Instructional Science*, 39(4), 467-482.
21. Hong, H. Y., & Lin, S. P. (2010). Teacher-education students' epistemological belief change through collaborative knowledge building. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 19(1), 99-110.
22. Hong, H. Y., Scardamalia, M., Messina, R., & Teo, C. (2008). Principle-based design to foster adaptive use of technology for building community knowledge. In G. Kanselaar, V. Jonker, P. A. Kirschner, & F. J. Prins (Eds.), *International. Perspectives in the learning sciences: Creating a learning world. Proceedings of the eighth international conference for the learning sciences -- ICLS 2008*, (Vol. 1, pp. 374-381). Utrecht, The Netherlands: International Society of the Learning Sciences.
23. Hong, H. Y., & Sullivan, F. R. (2009). Towards an idea-centered, principle-based design approach to support learning as knowledge creation. *Educational Technology Research & Development*, 57(5), 613-627.
24. Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1993). *Cooperative learning*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
25. Popper, K. R. (1972). *Objective knowledge: An evolutionary approach*. Oxford, UK: Clarendon Press.
26. Rena, M. P., & Keith, P. (2001, January). *Lessons from cyberspace classroom*. Paper presented at the meeting of the 17th Annual Conference on Distance Teaching and Learning. Madison, WI.
27. Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67-98). Chicago, IL: Open Court.
28. Scardamalia, M. (2003). Knowledge forum (advances beyond CSILE). *Journal of Distance Education*, 17(3), 23-28.
29. Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge Forum®. In A. Kovalchick & K. Dawson (Eds.), *Education and technology: An encyclopedia* (pp. 183-192). Santa Barbara, CA: ABC-CLIO.
30. Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge building. In J. W. Guthrie (Ed.), *Encyclopedia of education* (2nd ed., pp. 1370-1373). New York: Macmillan Reference.
31. Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 97-118). New York: Cambridge University Press.
32. Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research, and practice* (2nd ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
33. Solbes, J., Guisasola, J., & Tarin, F. (2009). Teaching energy conservation as a unifying principle in physics. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 265-274.



34. Stahl, G. (2007, July). *Meaning making in CSCL: Conditions and preconditions for cognitive processes by groups*. Paper presented at the International Conference on Computer-Supported Collaborative Learning. Brunswick, NJ.
35. Stahl, G., Koschmann, T., & Suthers, D. (2006). Computer-supported collaborative learning: An historical perspective. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 409-426). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
36. Strauss, A. L., & Corbin, J. (1990). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Newbury Park, CA: Sage.
37. Whitehead, A. N. (1959). The aims of education. *Daedalus*, 88(1), 192-205.
38. Yusoff, M., Yu, S., & Chang, C. Y. (2013). The Use of knowledge building tool for science learning in an elementary school. In Y. T. Lee & C. P. Lim (Eds.), *Creating holistic technology-enhanced learning experiences* (pp. 75-91). Rotterdam, The Netherlands: Sense.
39. Zhang, J., Hong, H.-Y., Scardamalia, M., Teo, C., & Morley, E. (2011). Sustaining knowledge building as a principle-based innovation at an elementary school. *Journal of the Learning Sciences*, 20(2), 262-307.
40. Zografakis, N., Menegaki, N. A., & Tsagarakis, P. K. (2008). Effective education for energy efficiency. *Energy Policy*, 36(8), 3226-3232.

## 附錄

## 附錄一：學生於知識論壇所提及有關溫室效應之概念與環保署國中教材所包含的學習概念之比較

類別	知識翻新教學	國中溫室氣體減量上課教材
	概念	概念
溫室效應相關概念	溫室效應定義 溫室氣體	溫室的作用、大氣的溫室效應 造成溫室效應的氣體探討
造成溫室效應的原因	人類過度開發  人類製造太多二氧化碳	人為的活動  溫室效應元兇：二氧化碳 工業活動是造成溫室效應加劇的主因
溫室效應帶來的後果	海平面上升  疾病的蔓延 破壞全球氣候 破壞生態環境 糧食短缺 物種滅絕 世界末日	海平面上升、冰河的消退、南北極冰山的融化  全球氣候異常 環境生態改變  北極熊數量減少、珊瑚白化  全球平均溫度變化曲線 全球暖化的潛勢 經濟損害
解決溫室效應採取的行動	提倡應針對原因具體研擬解決方案 減少二氧化碳排放量 正視溫室效應問題 投入愛護地球行列 力行環保(節能減碳) 從自己開始行動 正視不當重大建設問題 使用碳排計算器計算自己的碳排放量	從日常生活中減少CO <sub>2</sub> 的排放       家庭CO <sub>2</sub> 排放量的計算 京都議定書、蒙特婁議定書

## 附錄二：學生於知識論壇所提及有關節能減碳概念與環保署國中教材中的節能減碳概念之比較

		知識翻新教學	國中教材
	類別	概念	概念
食	肉品食物類	減少畜牧業	
		降低甲烷	
	農產品類	少吃肉	
		多吃農產品	
		永續農業	
	飲食習慣類	多吃蔬食	
		自種蔬果	
		多吃當地食品	
		多吃當季食品	
		少吃國外食品	
吃低碳里程食物			
減少肉食			
食用器具類	不浪費食物	吃多少、點多少	
	禁食禱告		
		剩菜換裝秀	
	多多利用保溫的器具	大家一起來「焗燒」	
	少用免洗筷		
	自備水壺	自備隨身杯、水壺	
	攜帶環保筷	自備環保筷	
	重複使用的餐具		
	餵母乳取代瓶裝奶粉		
	少買包裝精美之食物		
衣	舊衣利用類	舊衣新穿	舊衣回收做環保
		舊衣改為別的使用途	
	購衣習慣類	別衝動買衣服	天然材質衣最好
住	電器使用類	隨手關電器用品	隨手關電源、確認充電完成就拔掉插頭
		隨手拔插頭	隨手拔掉插頭
		減少電器使用	少開冷氣多開電風扇
		冷氣室溫恆溫設定	冷氣溫度控制在26-28°C
		減少用電量	冷氣如果能調高1°C 就可以節省6%耗電、電視、冰箱想好再開
			減少多餘電器
		使用省電裝置	使用省電燈泡取代傳統鎢絲燈泡

## 附錄二：學生於知識論壇所提及有關節能減碳概念與環保署國中教材中的節能減碳概念之比較(續)

	知識翻新教學	國中教材
類別	概念	概念
住 電器使用類	多使用太陽能 選用主電源可關的機種	如何以眼睛最舒服的亮度來安裝照明呢?建議辦公室40~50燭光書房為50~80燭光臥室則為30~50燭光 電器購買：變頻冷氣的能源效率較高 減少電器品待機時間
節水類	二次使用水資源 洗澡時，一開始的冷水利用 馬桶水箱放一個大的保特瓶 節約用水 不抽地下水	減少浪費水資源
物品使用類	減少購買包裝精緻物品 少用一次即丟物品 建築節約設計 廢棄物減量 資源回收 延續物品使用 二次使用紙張 布尿褲取代紙尿褲	不迷信精美包裝 綠建築 使舊東西具有新價值
生活習慣類	多種樹 少砍樹 少抽菸 減少燒紙錢 不追求流行	向塑膠袋說「不」 植樹減碳  將窗戶打開空氣對流
行 交通工具類	汽車廢氣排放 石化燃料 多搭乘大眾運輸 多騎腳踏車 少開車 少騎機車 少搭乘高鐵 減少出國次數 少搭飛機	搭乘公共運輸工具



## 附錄二：學生於知識論壇所提及有關於節能減碳概念與環保署國中教材中的節能減碳概念之比較(續)

類別	知識翻新教學	國中教材
	概念	概念
行 交通工具類		減少車內不必要的東西 養成開車好習慣：車子不緊急發動及加速、需長時間停車請熄火
步行類	多走路 少搭電梯 多走樓梯 走路上學 多運動	健步 少搭乘電梯 多爬樓梯
育 節能減碳活動倡導類	提倡節能減碳行動 環境教育 素食活動倡導 國際活動：熄燈一小時 垃圾分類活動	
環保資訊類	環保標章 環保署網站分享	認明「環保標章」
樂 電影類	節能減碳相關電影探討	
玩具類	玩具製作碳排放量探討	

# Elementary Students Engaging in Collaborative Idea Generation and Improvement in a Science Class through Knowledge Building and Knowledge Forum

Huang-Yao Hong<sup>1</sup>, Pei-Chen Tsai<sup>2</sup> and Pei-Yi Lin<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Department of Education, National Cheng Chi University

<sup>2</sup> Wu-Hua Elementary School, New Taipei City

## Abstract

This study aimed to help students collectively construct knowledge regarding energy saving, using an innovative pedagogical approach called knowledge building. Participants in this case study were 5th-grade students in Taiwan. They worked in Knowledge Forum -- a knowledge building environment--for a complete school year. The analysis indicated that knowledge building did make students become more collaborative; as a result, they were able to engage deeply in the process of ideas generation, idea interaction, and idea improvement, rather than to engage in superficial social talk. In addition, it was found that students were able to discuss and form rich concepts of energy saving; they were not only able to share ideas, but to deepen their ideas relevant to energy-saving; it was found that there were significantly more concepts co-constructed in class than concepts covered in some official curriculum materials. In sum, knowledge building seemed to be useful for students to create collaborative knowledge in science learning. Some implications regarding teaching and collaborative learning were discussed.

**Key words:** Collaborative Learning, Knowledge Building, Knowledge Forum, Energy Saving, Computer Collaborative Learning

---

\* Corresponding author: Pei-Yi Lin