

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

曾莉婷* 陳美如

國立清華大學 教育與學習科技學系

摘要

面對世界的變革，一個人是否具有學習力並能跨域學習，從而創造新的知識，以解決當今所面臨的問題將成為關鍵。如今認知技能(認知)相關研究已累積豐富之研究結果，然而，情意面向卻長期受到忽略。本研究採個案研究，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，期望學生能對於能源議題提出真實的問題、理解並回應他人想法以形成觀點；能蒐集與分析資料、擬定研究計畫、創作能源屋。研究方法採質量混合，針對認知目標層次與情意目標層次進行分析與歸納，呈現認知與情意學習的歷程。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。

關鍵詞：知識翻新、能源教育、情意目標、認知目標

壹、研究背景與動機

現今科技愈趨複雜、經濟競爭愈演愈烈，知識經濟世代的來臨，個人與組織是否具有競爭力的關鍵不在於儲存多少知識量，而在於是否具有學習力(韓明媚，2010)。然而，知識獲取的學習方式無法培養學習力。近來各國教育改革的方向，逐漸轉向以學習者為主體(陳美如，2017)，學習科學研究日益蓬勃，其論述建立在從「教育觀」到「學習觀」之間的移轉，以及提升學習成效、改善學習環境設計與建構學習理論(曾正宜，

2015)。因此，教育系統必須重新建構學習的意義，並發揮科技的優勢，使學生能夠跨域學習進而創造新的知識，以解決當前所面臨的問題。

解決問題過程的認知與情意同等重要，Pekrun (2011)研究中指出學生在參與學習的歷程時，其情意態度可作為學習和認知發展的動力。然而，Polo與Lund (2022)卻指出迄今為止的教育研究某些程度低估了學習中的情感維度，教學與學習若僅局限於知識與認知層面，對問題解決有其限制；Mangaroska等

*通訊作者：曾莉婷，litingtseng614@gmail.com

(投稿日期：民國111年5月31日，修訂日期：民國111年8月29日，接受日期：民國111年8月29日)

(2021)提出主要原因是忽略了問題解決者的情感狀態和面對問題的興趣(即動機)。

再者，伴隨全球暖化與世界人口增長，能源問題日益嚴重，尤其近來俄烏戰爭更加深能源議題的重要性。Kannan與Vakeesan (2016)強調21世紀最重要的議題即是預防能源危機。考量國家永續發展，《十二年國民基本教育課程綱要：總綱》要求各領域的課程設計中適切融入議題，能源教育便是其中一項(教育部，2014)。然而，能源教育的重點不在能源知識的灌輸，應側重生活層面的結合與參與，喚起學生的能源意識，才能促進學習動機(黃曉韻，2022)。陳美卿(2020)研究指出小學能源教育需要藉由課程的統整來達成與生活的結合，現今能源教育卻僅零散地分布在各領域與議題教材中，未有系統性的探究，故能源教育的成效有限。

屬於學習科學領域的知識翻新理論(knowledge building)，其先驅代表人物為Marlene Scardamalia與Carl Bereiter，他們最早開發出學習的網路平台——知識論壇(Knowledge Forum, KF)，利用科技突破時空限制，使學習者能夠共享社群知識、持續昇華自我的觀點，其鷹架(scaffolds)功能更可以幫助學生持續優化其想法(Scardamalia, 2003)。Scardamalia與Bereiter (2021)近年研究也證明在知識翻新的歷程中，學生主動性的提升與幸福感的增加有關，也就是透過知識翻新教學，從KF上共享資訊到解決問題的過程中獲得滿足與成就感，然而有關情意學習的研究仍相對不足。在歷經多年的發展後，知識翻新的理論、教學法和科技的應用已系統化整合，同時亦從加拿大擴展至美國、西班牙、新加坡、中國、香港、臺灣等地區。

過去以教學主義(instructionism)思維為主而發展的電腦輔助教學已被證明無效(Cuban,

2001)，而科技融入教學已成趨勢。因此，本研究期望運用知識翻新理論與KF的輔助，提升學生在能源教育學習的認知目標層次與情意目標層次，研究問題如下：

- 一、學生在知識翻新過程中，其在鷹架功能使用情形為何？
- 二、經過知識翻新活動，學生在能源教育學習前後期的認知學習的發展為何？
- 三、經過知識翻新活動，學生在能源教育學習前後期的情意學習的發展為何？
- 四、透過學生個案的討論與分析，探究認知目標層次與情意目標層次之間的關聯為何？

貳、文獻探討

一、知識翻新

由於新世代教育思潮的轉變，兩位加拿大多倫多大學的教授Marlene Scardamalia和Carl Bereiter在1970年代提出知識翻新理論。其理論被定義為持續專注於協作過程的發展，從而產生或改善對社群有價值的想法(Scardamalia, 2004)，也就是說，知識是可以不斷被持續改進的(Scardamalia & Bereiter, 2003)，應透過以想法為中心的協作學習，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(洪煌堯、蔡佩真、林倍伊，2014)。以下將針對知識翻新理論的基本原則與KF進行探討。

(一)知識翻新原則

知識是可以持續不斷地改進、創造，而學習乃社會化的歷程，透過社群協作進行學習，不斷地將想法(idea)提升和翻新，以解決社群問題，甚至逐漸共構較深層的新知識(Scardamalia & Bereiter, 2003)，即是知識

翻新的要旨。因此，在知識翻新的環境中是以學生想法為中心(idea-centered)的學習，Scardamalia與Bereiter (2006)亦將「知識翻新」定義為「提出對社群有價值的想法和持續改進的社會互動過程」，並以「KF」作為輔助工具，藉由此平臺營造能進行知識翻新的環境。

Scardamalia (2002)根據知識翻新學習活動提出12項原則，以下針對本研究所運用之原則進行說明，如表1所示：

Scardamalia與Bereiter (2021)指出教師應盡可能協助賦予學生知識共構的責任，形成學生參與基於知識翻新原則的討論文化，例如：是否聽見每一位社群成員的聲音(知識的民主化)？我們能做些什麼找出解決方法(可改進的想法)？另外，先前的研究表明，知識翻新能夠促進學生以更積極的學習態度和自主的方式進行學習(Hong & Lin, 2010)，並培

養學生具備更高層次的思維能力(Hong et al., 2011, 2014; Zhang et al., 2011)，上述原則為本研究教學設計之重要基礎。

(二)KF的想法多樣性、修改、協作功能

為提升學生的互動，記錄或檢視學生的想法品質，KF常作為協作學習的主要環境(Cheng & Zachry, 2020)。在知識翻新的教學過程中，所有的想法與創新知識皆可被KF記錄保存下來，知識論壇不僅是一種分析、評量的工具，更是進行知識翻新與學習社群主要活動的所需環境(Scardamalia & Bereiter, 2003)。如附錄一與附錄二所示，學習者以筆記(note)的形式在共享環境中貢獻理論、計畫、證據與參考資料等，故KF中的想法呈現多樣性的樣態，每篇貼文除了皆能相互連結外，還能在筆記中加入關鍵字(key words)、鷹架等，幫助學習者系統化的建立自己的想

表1：知識翻新原則與運用於本研究之說明

知識翻新原則	定義	實際運用於本研究的示例
建構性的運用權威性的資料	資料不完全是正確的，學習者必須抱持著批判的態度判斷內容的可信度，以及善用權威性文獻。	透過閱讀或是網路媒體查找與能源有關的知識和資料，非一味的盲從、贊同，必須分析、批判內容以確認訊息的真實性。
真實的想法與問題	透過處理真實情境中的問題，更會使學生能輕易的連結想法和概念以建構新知。	依據課堂、日常生活所面臨的能源議題，或學習者有興趣的能源議題皆可張貼自己的想法、觀點或是問題於KF上。
知識的共享及創新過程	學習者共享知識不局限於單一社群，當貢獻知識時，同時也是知識共同增長的時刻。	有許多小組任務(辯論賽的正反方、能源屋各地區組)，社群成員不會局限在特定群體中而忽視其他群體；相反地，能在KF上跨群給予意見，進而共同創造社群知識。
無所不在的知識翻新活動	跨越時間與空間上的限制，知識翻新不只是發生於教室內，更是遍及日常生活中，隨處可見。	學生皆可依據自身的速度進行學習，不需經由教師主導，學生能主動蒐集資料，若是有任何問題、想法或反思皆可在KF上張貼貼文以表達觀點，以利社群成員進行討論，不斷翻新知識，昇華觀點。

資料來源：整理自“Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge,” by M. Scardamalia, in B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67-98), 2002, Open Court；林倍伊、林顯達、李佩蓉、詹雯靜、洪國財、洪煌堯(2016)。在不同模式的電腦支援協作學習環境下，師培生理解教學理論層次之差異——以Blackboard和Knowledge Forum為例，*資訊社會研究*，31，71-108；張義兵(2018)。知識建構——新教育公平視野下教與學的變革。南京師範大學出版社。

註：KF：知識論壇(Knowledge Forum)。

法，甚至能綜合先前的筆記，再透過持續不斷的修訂，促進社群知識的進展。

其中，語言鷹架的設計是具有層次的(Scardamalia & Bereiter, 1983)，KF提供鷹架新增合併的功能，提供學習者在不同的學習課題彈性運用鷹架導引其想法的發展。KF的學習鷹架包括(如附錄三)：1.我的理論(my theory)，以先備知識形成自我觀點；2.我想瞭解(I need to understand)，嘗試理解他人提出的不同觀點；3.新的資訊(new information)，找尋更多的理由推論觀點；4.這理論不能解釋(this theory cannot explain)，提出證據證明觀點不可行；5.更好理論(a better theory)，透過舉例論證觀點；6.綜合統整(putting our knowledge together)，整理先前觀點進而下結論。Gan等(2021)的研究表明語言鷹架的設計的確能組織思維，幫助社群成員有系統且清楚地表達自己的想法，進一步提升其後設認知能力，鷹架設計層次是由下而上的(bottom up)，使用的層次愈高將會具有愈高階的認知思維能力。

二、知識翻新活動中認知與情意學習

(一)修訂版Bloom的認知理論與知識翻新

近年來教育目標之發展，不僅協助學生瞭解學習內容，更希冀提升學生創造思考、批判思考與後設認知的能力(林倍伊等，2016)，由於知識翻新能幫助學生發展較高層次的認知活動，特別是關於「想法深化與澄清」之活動(林雅婷，2015)，不斷精進想法以發展社群知識。Anderson等(2001)修訂Bloom所提出的六層次認知目標(註1)，以動詞呈現認知歷程向度，包括：記憶、瞭解、應用、分析、評鑑、創造六層次。林倍伊等指出記憶、理解、應用等層次大都應用在事實知識、概念知識和程序知識上，故屬較低層次

的認知思考；而分析、評鑑、創造涉及較複雜的思考過程，為後設認知知識的應用，屬較高層次的認知思考。

知識翻新研究大多強調知識民主化的重要性，並提出學生為社群知識做出貢獻的能力和重視不同思想的態度。Zhu等(2022)更進一步表示社群成員具有共同的目標，聚在一起進行知識翻新協作對話，綜合各自所貢獻出的不同想法，最終找出理解上的差距並試圖跨越，此為想法之推進，將提高社群成員的認知能力；另一方面，Hong等(2011)以及Hou (2011)亦發現學生會依「記憶、理解、應用、分析、評鑑、創造」之認知目標層次進行KF線上討論，愈高層次的認知討論將有助於學生學習的投入。因此，本研究採取Anderson等人所修訂的認知層次理論作為分析指標並進行編碼，分析小學生在能源教育學習中的認知歷程轉變。

(二)Krathwohl的情意目標與知識翻新

Yeh (2002)研究指出認知與情意兩者雖具有相互影響的關係，情意層面卻往往被忽略，僅強調知識與技能層面。而能源問題的解決，除具備認知能力外，還需要情意(非認知)的配合。Kuhl (2000)認為人類的情感因素有很大程度會影響學習的表現。學習者是否享受學習的過程對於學習者有重要影響(Obergriesser & Stoeger, 2020)；Finn與Zimmer (2012)也表示情感往往會影響學生在學習過程中的參與度和學習動機。Cristofaro (2020)則進一步指出未來有關認知的研究應更加關注情感狀態，當個體受到環境的影響，其情感狀態對於認知與做決策具有關鍵性的作用，他們能意識到情感與認知的力量以進行後續思考與感受。

近幾年知識翻新和學習科學研究證明透

過知識翻新教學，在KF上共享資訊進而解決問題，確實能提升學生的主動性、成就感與幸福感(Scardamalia & Bereiter, 2021)，然而，有關情意學習的研究仍相對不足。由於品格與價值觀的養成，是逐漸內化的歷程，更是指引個體行為的關鍵因子。本研究為進一步瞭解小學生在能源教育學習前後期的情意發展，以Krathwohl等(1964)發表《情意領域手冊》之情意目標層次的指標進行討論，包括：接受、反應、價值判斷、組織、品格形成等五層次。

(三)情意與認知的關聯

前述探討學習與發展的相關研究大多著重於認知層面，關於認知與情意學習的關係，Snow等(1996)便指出學生在學習時，其情感層面的影響力有時更甚於認知層面，甚至將主導認知功能的發展。Obergruesser與Stoeger (2020)提及情意對學習的重要性，並有助於認知學習策略與後設認知的發展；Sinatra與Mason (2013)亦指出正向的情緒將增加學習者積極投入任務的動力，並激發認知策略的使用。

然而，即便知道情意與認知有著密切的關聯，目前的相關研究卻未針對兩者的關聯性再進行更進一步探究。因此，本研究除採用Anderson等(2001)修訂Bloom提出的六層次認知目標作為認知歷程的架構外；亦採用Krathwohl等(1964)提出五個層次的情意教育目標作為情意歷程的架構，結合認知和情意兩個向度，並細究兩者發展的關聯性。

三、能源教育議題

依據國際能源總署(International Energy Agency [IEA], 2021)出版之能源使用二氧化碳排放量統計資料顯示，2019年臺灣是全球第22大

排碳國。IEA (2022)更發布2021年的二氧化碳排量增長6%，達到363億噸，創下歷史新高。

當科技發展造成環境變化，面對日益嚴峻的能源問題，能源教育被視為最有效的長期方案之一(Dias et al., 2004)。然而，能源教育的推動應如何落實，如何跨領域且有意義地結合自然科學知識和能源教育，是目前尚未完善的議題(蔡欣倫，2020)。由於Dias等(2021)強調能源教育的目的是提高個人價值觀，導致更長期的行為，從而內化形成一種態度(個人價值觀和行為之間的聯繫)。因此，蔡欣倫指出未來的能源研究應聚焦在如何培養能源素養的課程設計、教材、教法和評量方式，而非僅注重科學知識，要能與生活相結合；再者，王尊玄與王仁俊(2020)亦表示能源教育若是以實作與探究的方式進行，將顯著提升認知、情意、技能層面學習成果。故本研究將以科技輔助教學，帶入知識翻新原則，提升學生的學習動機；再者，針對貼近生活時事設計課程內容，營造真實的問題環境，藉由辯論以增進學生問題解決之能力；最後，提供學生動手做能源屋的實務機會，期望培養學生永續發展的價值觀念，並建立節能意識。

參、研究方法

一、研究與場域

本研究採便利抽樣，參與者為苗栗縣某國小三至六年級的課後混齡班，共13位學生，雖屬一般地區學校，然而每班人數目前均少於六人，全校共六個班級。該校雖為社經地位較弱勢的鄉村地區，但資源豐富，舉辦過能源科技探索冬令營，也辦理學生科技教育學習及探索活動，並獲得某國立大學的深耕計畫輔導與協助，在校園裡設置一組太陽能發電教學系統，讓學生能夠就近觀察綠

色能源的運作。本研究在上述背景下，實施一學期以能源教育為主軸的知識翻新課程，並提供每位學生一臺平板，以利課堂進行KF上的討論。

二、研究設計

(一)研究架構

本研究設計採取混合研究兼個案分析，透過知識翻新活動、議題探討、小組協作、專題探究等模式融入於能源教育學習，以探討知識翻新活動對於學生認知歷程及情意歷程的轉變。研究架構如圖1所示，前期所採用的知識翻新原則為「真實的想法與問題」以及「建構性的運用權威性資料」；後期所採

用的知識翻新原則為「知識的共享及創新過程」以及「無所不在的知識翻新活動」，期望培養學生提出真實問題、質疑想法、擬定計畫、分析資料、問題解決等能力。

(二)教學設計與實施

本課程於課後班時間所實施，每週兩節，一節課40分鐘，為期20週。基於Scardamalia (2002)所提出的12項原則，本課程的前後期教學活動設計採用其中4項原則作為核心的教學策略。如表2與附錄四所示，前期(共10週)的活動內容主要為能源閱讀，透過閱讀各類能源議題，學生能提出真實的問題、質疑他人的想法、蒐集相關資料與形成論點進而辯論；後期(共10週)的活動內容主要

表2：課程內容

期別	週次	課程內容	教學原則
前期	一	批判性思考自我評估量表與前測、引入知識論壇(能源是什麼？能源有哪些？)	1.建構性的運用權威性的資料 2.真實的想法與問題
	二	能源閱讀：風力議題探討	
	三	能源閱讀：水力議題探討	
	四	能源閱讀：火力議題探討	
	五	能源閱讀：太陽能議題探討	
	六	能源閱讀：核能議題探討	
	七	小組能源議題探究(籌辦辯論大會資料)	
	八	小組能源議題探究(籌辦辯論大會資料)	
	九	小組能源議題探究(籌辦辯論大會資料)	
	十	辯論大會、回饋	
後期	十一	能源研究(提出研究問題)	1.知識的共享及創新過程 2.無所不在的知識翻新活動
	十二	能源研究(研究方法——實驗設計與步驟)	
	十三	能源研究(研究方法——實驗設計與步驟)	
	十四	能源研究(研究方法——執行研究)	
	十五	能源研究(研究方法——執行研究)	
	十六	能源研究(研究方法——執行研究)	
	十七	能源研究(研究方法——執行研究)	
	十八	能源研究(驗證假設與結果討論)	
	十九	能源研究(準備成果發表資料)	
	二十	成果發表、心得回饋、批判性思考自我評估量表與後測	

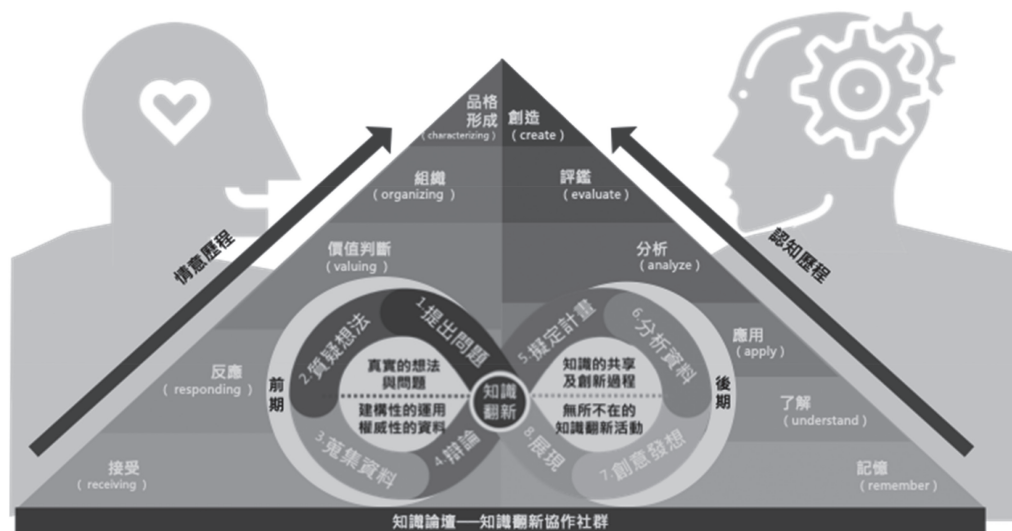


圖1：研究架構圖

為能源屋研究，學生針針對自己的能源屋擬定研究計畫、透過資料的蒐集與分析，並創意發想，最終展現成果。

三、資料蒐集與分析

(一)鷹架運用分析

鷹架運用分析使用KF中內嵌的資料庫分析工具(analytic toolkit)計算學生在能源課程前後期鷹架使用情形，學習鷹架包括：1.我的理論；2.我想瞭解；3.新的資訊；4.這理論不能解釋；5.更好理論；6.綜合統整等六層次。

(二)認知目標分析

若是要提升學生學習的投入，同時讓他們能夠進行愈高層次的認知討論，依照「記憶、理解、應用、分析、評鑑、創造」之認知目標層次，在KF上討論是良好的策略(Hong et al., 2011)。KF上所有社群成員的貼文與回文內容，作為研究知識翻新之教學策略對於學生能源議題認知目標層次改變歷程的探究。以每一則筆記為分析單位，依據Anderson等(2001)修訂Bloom的認知理論六層次進行

編碼，以瞭解學生認知歷程的轉變，如表3所示。本編碼表經過另一位同樣研究知識翻新的研究者進行評分者間信度之比較，採用Kappa一致性係數計算評分者間的信度。研究者隨機抽樣30筆學生的貼文內容資料進行初步編碼分析；再由另一位研究者獨立進行編碼歸類，得出Kappa一致性係數為.78。

(三)情意目標分析

近幾年知識翻新和學習科學研究亦證明透過知識翻新教學，在KF上共享資訊進而解決問題，確實能提升學生的思考力與主動性(Scardamalia & Bereiter, 2021)，但有關情意學習的研究仍相對不足。KF上所有社群成員的貼文與回文內容，作為研究知識翻新之教學策略對於學生能源議題情意目標層次改變歷程的探究。以每一則筆記為分析單位，依據Krathwohl等(1964)的情意目標五層次進行編碼分類，以瞭解學生情意歷程的轉變，其情意歷程向度之說明，如表4所示。本編碼表亦是經過另一位同樣研究知識翻新的研究者進行評分者間信度之比較，採用Kappa一致性係

表3：認知目標分析架構與編碼表

編碼項目	定義	學生貼文內容範例
1. 記憶(remember)	從長期記憶獲取相關知識。	S11：世界上最早的風車是阿布·羅拉發明的風車。
2. 了解(understand)	從教學信息中構造含義，包括口頭，書面和圖形交流。	S2：我在為核而來網站看到核能發電不像化石燃料發電那樣排放大量的污染物質到大氣中，因此核能發電不會造成空氣污染。
3. 應用(apply)	在既定情形中執行步驟。	S4：今天進度做了能源屋的屋頂。我覺得今天很好玩，因為有用到熱融槍。但我的問題是把太陽能板的色紙撕破。
4. 分析(analyze)	將材料分解為組成部分，並確定各部分間的相互關係以及整體結構或目的。	S12：我覺得在南投縣比較適合發展水力發電，因為那裡有很多山。
5. 評鑑(evaluate)	根據標準和準則做出判斷。	S6：我建議你可以說完整一點，可以再說的更清楚，比如說你學到了什麼、把他講的不錯的地方說出來。
6. 創造(create)	將元素放一起形成一個連貫或功能完整的整體；將元素組織成新的樣式或結構。	S9：我的能源屋位於苗栗縣，面向東方。我的能源屋具有特色，有閣樓，而且屋頂能想像掀蓋，使用自然光，屋頂上方有太陽能板，吸收太陽能轉變為電力。也使用風力發電機來發電。建造樓梯能輕鬆上下閣樓和一樓，裡面有浴缸。庭院佈置美麗，夜晚時能使用太陽能發的電力。

資料來源：編碼翻譯並整理自 *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives* (p. 268), by L. W. Anderson, D. R. Krathwohl, P. W. Airasin, K. A. Cruikshank, R. E. Mayer, P. R. Pintrich, J. Rath, & M. Wittrock, 2001, Addison Wesley Longman.

表4：情意目標分析架構與編碼表

編碼項目	定義	學生貼文內容範例
1. 接受(receiving)	意識到且關心某些想法或現象的存在，並願意接納它們。	S5：我看到渦輪機，為什麼水力可以發電？
2. 反應(responding)	積極地參與學習活動，並從活動中獲得滿足。	S5：我覺得我的能源屋最有創意的是林○○哥哥幫我做的風車，我好開心，謝謝。
3. 價值判斷(valuing)	贊成或反對事物、現象或觀念的價值，進而建立正反面的信念或態度。	S13：我覺得核能發電很厲害，因為他不會造成空氣污染，發電量超大，我在核能與我中得知——核能不會排放廢氣且成本低，更減少對化石燃料的依賴。
4. 組織(organizing)	將價值與既有的價值聯繫起來加以內化，從而建立自我的價值體系，成為新的價值觀。	S5：根據你說的，我們知道新竹的風很大，也知道風力發電的來源，所以我建議你的能源屋可以設風力發電。
5. 品格形成(characterizing)	依據自身所內化的價值行事，並將此行為融入自己的人格之中。	S2：應該努力做下去不能放棄，因為如果你放棄的話，完美的作品就無法完成。

資料來源：編碼翻譯並整理自 *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals (Hand book II: Affective domain)* (p. 268), by D. R. Krathwohl, B. S. Bloom, & B. B. Masia, 1964, Longmans.

數計算評分者間的信度，得出Kappa一致性係數為.81。

(四)相關分析

本研究將認知歷程分析結果與情意歷程分析結果進行無母數 t 檢定分析、皮爾森相關分析，探討學生的認知目標層次及情意目標層次之間的發展與關聯性。

(五)訪談

此外，為瞭解學生於KF的參與程度，除了使用KF中內嵌的資料庫分析工具統計活動量外，也針對13位學生進行訪談，將訪談結果採取開放式登錄之形式，訪談問題包括：

- 1.使用KF時，你有遇到什麼困難或問題嗎？
- 2.KF的鷹架使用是否對你有幫助？

肆、研究結果與討論

一、KF的鷹架功能使用情形

從前後兩期的鷹架使用分析來看(圖2)，在前期，學生大多使用「我的理論」、「我想瞭解」與「新的資訊」三種類型；在後期

大量加入「更好理論」、「這理論不能解釋」及「綜合統整」三種類型，可以發現後期使用的鷹架類型較為豐富。表示前期學生可以直觀地表達自身的想法或者提出主題相關的問題並分享新的訊息；後期增加的三種鷹架類型皆為更高層次，表示能整合想法、給予建議，甚至激發認知上的衝突。隨著鷹架的使用類型增加，想法相互連結，進行後設對話(meta-discourse)，使學生能在KF上促進想法的發展(林倍伊等，2016)，使想法更加完善、細緻，以找到解決方案，也就是說，學生可透過語言鷹架歸納且整理已知的知識以及未知、需要解決的問題，並逐漸提升其認知層次(王靜華等，2016)。

以下輔以學生訪談資料討論學生在使用語言鷹架的情形與想法：

知識論壇的鷹架對我有幫助，因為看到別人使用語言鷹架發文時，我可以更知道他們的想法，所以我也會使用語言鷹架。(S4)

使用語言鷹架時，可以非常詳細的表達你的內容，我認為只要落實使

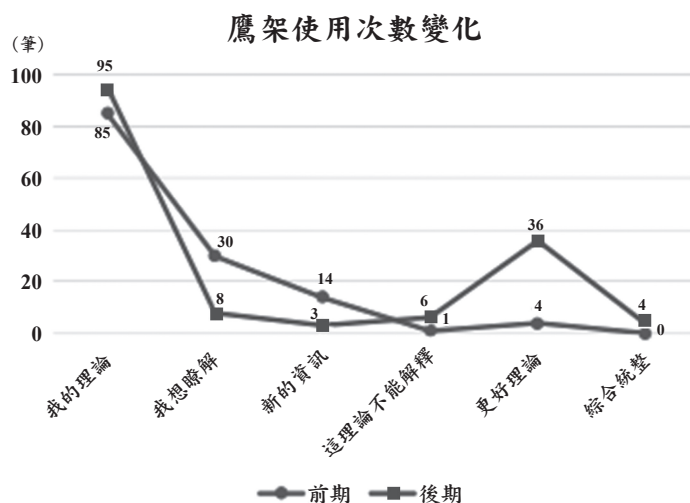


圖2：前後期鷹架使用情形

用語言鷹架，就可以有更好的表達效果。(S9)

語言鷹架是英文，所以一開始我不懂，但後來知道每個鷹架的翻譯，我覺得可以讓別人清楚的知道我要表達的意思。(S13)

二、知識翻新想法歷程分析

(一) 認知歷程轉變

根據認知目標分析架構，學生在前十週所張貼的筆記作為前期語料，後十週的筆記亦為後期語料。前後期認知層次之數量如表5，前後期認知目標層次之無母數 t 檢定如表6。

經由表5的百分比顯示，學生在前後期的討論從較低層次轉向較高層次的認知表現。低層次認知的記憶從24%降至9%；瞭解從

21%降至10%。高層次認知的評鑑從前期17%到後期提升至33%；創造從前期1%到後期提升至8%。介於中間的應用則從前期的9%提升至31%。分析從前期的28%，後期降至9%，探究其原因跟學生學習活動有關，因前期主要學習活動為能源議題的辯論。前後期的無母數 t 檢定亦表明，低層次認知的記憶之降低達顯著差異；高層次評鑑與創造之提升亦達顯著差異；應用與分析之改變亦有顯著差異。進一步以個案學生S9各項認知目標層次相對應之語料進行比對，如表7。

從個案學生的認知層次語料，表明學生歷經20週的知識翻新教學及KF的輔助，高層次認知的討論比例逐漸加重，尤其在評鑑與創造的認知到後期所呈現的想法更具整合性，並呈現在真實情境與實作中的問題解決。

(二) 情意歷程轉變

接著，研究者以Krathwohl等(1964)情意目標層次進行分析，瞭解學生在知識翻新教學環境情意的歷程改變。

表8顯示，學生的情意表現從較低層次轉向較高層次。首先，前期的情意表現依序著重在反應(36%)、價值判斷(28%)與接受(26%)，此階段學生願意關注學習的課題並主動參與活動，從中思考、評量與選擇結

表5：學生認知目標層次的表現

認知目標	前期		後期	
	篇數	%	篇數	%
記憶	33	24	15	9
瞭解	28	21	16	10
應用	12	9	52	31
分析	38	28	15	9
評鑑	23	17	54	33
創造	1	1	13	8
總計	135	100	165	100

表6：前後期認知目標層次之無母數 t 檢定

認知目標	前期(N = 13)				後期(N = 13)				Z值
	平均數	標準差	最小值	最大值	平均數	標準差	最小值	最大值	
記憶	2.539	2.402	0	8	1.154	0.801	0	3	-2.328*
瞭解	2.154	2.115	0	6	1.231	0.927	0	3	-1.196
應用	0.923	0.760	0	2	4.000	1.871	1	7	-3.071**
分析	2.923	1.706	0	5	1.154	0.899	0	4	-2.740**
評鑑	1.769	1.012	0	3	4.154	2.267	1	7	-2.646**
創造	0.077	0.277	0	1	1.000	0.707	0	2	-2.972**

註：* $p < .05$, ** $p < .01$ 。

表7：個案學生S9各項認知目標層次相對應之語料

認知目標	語料	
	前期	後期
記憶	世界最大的核能發電廠是柏崎刈羽核能發電廠。	未出現。
瞭解	對你說的「太陽能發電一天產生約1.2度電，一年438度電，電價3.36元所以20年後會回本」我覺得20年太久了。	我的能源屋在苗栗，它的位置是在臺灣的西北部與新竹相鄰；地形是丘陵；氣候是亞熱帶氣候，大約20度到22度左右；特色是風大、太陽大。我的參考資料：Google、維基百科。
應用	未出現。	我的庭院差不多做好了，做得好累，因為常常被燙到，覺得很痛。我的困擾是材料不足，而且每次黏的時候都要一直扶著，很麻煩。
分析	核能發電的優點是發出的電很大，缺點是核爆發後會有核輻射，造成非常大的傷害，而且目前沒有最好的處理方法。	第一步，蒐集有關苗栗的能源相關資料；第二步，設計能源屋外貌；第三步，蒐集材料；第四步，製作能源屋；第五步，介紹能源屋。我需要的材料有大紙板、冰棒棍、熱融膠、吸管、珍珠板與色紙；我會使用的工具有剪刀……
評鑑	我認為不要發展太陽能，因為我覺得太陽能發電成本高、效率低及太陽能板有毒，而且太陽能發電機零件昂貴，一套成本價30000~40000元，重點是有毒(廢砂漿)。資料來源 https://www.finmart.com.tw/Wiki/ALL/04	我認為的能源是使用某種物能運作機器的力量；我製作能源屋的原因是希望能瞭解環保與永續；我選擇苗栗的原因是有風力和太陽能可發展。最後完成能源屋，我希望能知道未來能透過什麼能源活在地球上。你這次的表達是我看過最充實的一次，因為語言鷹架只要落實使用，就可以有更好的表達效果，希望你帶著這個習慣上國中。
創造	未出現。	我的能源屋位於苗栗縣，面向東方。我的能源屋具有的特色是有閣樓，而且屋頂能掀蓋，並使用自然光，屋頂上方有太陽能板，吸收太陽能轉變為電力；也使用風力發電機來發電。我還建造了樓梯能輕鬆上下樓，裡面有浴缸，庭院佈置美麗，夜晚時就能用太陽能發電，謝謝大家。

表8：學生情意目標層次的表現

情意目標	前期		後期	
	篇數	%	篇數	%
接受	49	26	25	9
反應	66	36	54	20
價值判斷	51	28	125	47
組織	13	7	33	13
品格形成	6	3	27	11
總計	185	100	264	100

果；後期的情意表現前三名依次為價值判斷(47%)、反應(20%)、組織(13%)，而屬於品格

形成層次的筆記從原本的3%提升至11%。學生在後期逐漸建立正面的信念或態度，並將此價值反映於自己的品格。

本研究進一步將情意目標層次進行前後期的無母數 t 檢定，如表9。

表9表明，「接受」平均數從前期3.769降至後期的1.605，並達顯著差異($p < .05$)；「組織」平均數從前期1.000到後期提升至2.539，並達顯著差異($p < .01$)；「品格形成」平均數從前期0.660到後期提升至2.077，並達顯著差異($p < .01$)，雖然「價值判斷」未

達顯著差異，但其平均數亦由3.923提高至5.769。葉玉珠(2002)提及高層次思考的學習，價值判斷、組織與品格形成應為主要的教學目標，學生若「相信」所接受的價值，便能將信念積極「實踐」於日常生活中。表10

為個案學生S12各項情意目標層次相對應之語料。

由上述語料表示學生在前後期討論中情意層次逐漸提高，從原本僅是願意關注能源相關議題，到後來能從實踐中綜合大家的想

表9：前後期情意目標層次之無母數t檢定

情意目標	前期(N = 13)				後期(N = 13)				Z值
	平均數	標準差	最小值	最大值	平均數	標準差	最小值	最大值	
接受	3.769	2.279	1	9	1.923	1.605	0	6	-2.390*
反應	5.077	3.730	1	12	4.153	2.267	2	10	-0.475
價值判斷	3.923	1.498	1	6	5.769	3.320	2	12	-1.693
組織	1.000	1.000	0	3	2.539	1.050	1	4	-2.980**
品格形成	0.462	0.660	0	2	2.077	0.862	0	3	-2.994**

註：* $p < .05$, ** $p < .01$ 。

表10：個案學生S12各項情意目標層次相對應之語料

情意目標	語料	
	前期	後期
接受	我的問題是：世界最大的核能發電廠在哪裡？	未出現。
反應	風力發電機由一位英國海軍上將Sir Francis Beaufort發明的。 我補充火力發電廠相關資料，可以進入這裡 https://reurl.cc/mGdnyA 。	南投的位置在臺灣的中間；地形大部分是丘陵和高山，所以我覺得在南投市比較適合發展水力發電，因為那裡有很多山。
價值判斷	火力發電排放的CO ₂ 會造成空氣品質不良，也會傷害人的肺。	針對你說「你喜歡比較不會爆炸的發電方式」，我建議你先看發電廠的結構再做能源屋。 針對你說「夜晚能用太陽能發電」我認為晚上沒太陽不能用太陽能。
組織	太陽能是自然資源，也很環保，發電一天產生約1.2度電、一年438度電、電價3.36元，但太陽能板壽命25到30年，未來會有很多太陽能板廢棄物。	我製作能源屋的原因是可以觀察發電廠是如何發電；我的能源屋選擇在南投是因為我覺得那裡很多山；完成能源屋，我希望能知道發電廠的內部構造。 你說苗栗有風跟太陽，但新竹風比較大，你為什麼不去新竹組呢？ 我的能源屋有兩種的發電設備，我的屋頂是太陽能發電廠，內部是水力發電，所以我還在屋子裡挖一個洞接水管。
品格形成	未出現。	我的能源屋所占的空間很小、又方便攜帶。我覺得可以加強的地方是把一些有漏洞的地方給補好，還要把一些零件黏貼好。我遇到的困難重重，因為我不知道怎麼規劃房子，也不知道一些零件貼上去會不會很好看？但是當我做完能源屋我很高興，因為自己做的能源屋做的很好看，也可以運用兩種能源發電。

法，形成自身的價值觀並更享受製作能源屋樂趣。

(三)認知歷程與情意歷程之相關性

為進一步探究學生的認知目標層次以及情意目標層次是否具有相關性，將認知目標層次與情意目標層次的整體與各項分析結果進行皮爾森相關分析，分析結果如表11與表12所示。

分析結果顯示整體認知目標與情意目標的相關係數高達.942 ($p < .01$)，呈現高度相關，其中認知目標層次「分析」與情意目標層次「價值組織」($r = .690^{**}$)與「反應」($r = .580^{*}$)間有高度相關，當學習者能夠分析想法，確認各部分間的相互關係及整體結構時，他們除了積極參與學習活動，更要將既有的價值聯繫起來；認知目標層次「評鑑」與情意目標層次的「價值判斷」($r = .645^{*}$)、「價值組織」($r = .606^{*}$)亦達高度相關，當學習者試著根據標準作出判斷時，除了建立正反面的信念外，還必須內化自身的價值體系，成為新的價值觀；而認知目標層次「創

造」與情意目標層次「品格形成」($r = .527^{*}$)亦達高度相關，當學習者能將多種元素創造成為新的結構時，除了主動實踐外，更能將所內化的價值觀融入於人格或行為中。可以推論隨著認知目標層次愈趨愈高，情意目標層次也會提升。這也呼應了Ghlamallah (2022)的最新研究，表示學習者在與外部經驗接觸時，其感官會最先發出訊號，接著在腦中產生一個複雜的過程，從而在經驗中持續獲得知識以達穩定，也就是說，這一歷程即為價值觀的形成，情意的表現在此具關鍵作用，並影響學習、認知和記憶層面。

Finn與Zimmer (2012)研究中指出「學生在參與學習歷程時，情意會影響參與度與動機」。甚至可作為學習和認知發展的動力(Pekrun, 2011)，Dekker (2020)也認為不同價值觀的衝突是培養高層次認知能力的重要取徑，KF的學習環境除了將想法可視化，正好能透過平等的參與討論，使多樣化的想法不斷的翻新、完善。

三、個案分析

(一)想法歷程量化分析

由於本研究為中、高年級(三至六年級)之混齡教學案例，每年級學生人數也不同，研究者依年級及性別分布，隨機抽取4位學生(中年級：S2；高年級：S6、S9、S12；S2、S6為女學生，S9、S12為男學生)為個案進行

表11：整體認知目標與情意目標之皮爾森相關分析

目標層次	平均值	標準差	相關係數
認知目標	22.923	8.281	.942**
情意目標	30.692	9.303	

註： $^{*}p < .05$ ， $^{**}p < .01$ 。

表12：認知目標層次與情意目標層次之皮爾森相關分析

情意目標	認知目標					
	記憶	瞭解	應用	分析	評鑑	創造
接受	.530	.292	.009	.109	.218	-.183
反應	.489	.406	.486	.580*	.527	.481
價值判斷	.166	.258	.283	.492	.645*	.464
價值組織	.253	.164	.594*	.690**	.606*	.666*
品格形成	-.086	.039	-.016	-.051	.305	.527*

註： $^{*}p < .05$ ， $^{**}p < .01$ 。

深度的描述與分析，以下援引S2、S6、S9、S12的想法歷程，探討其想法於認知目標層次與情意層次的發展(表13、表14)。

4位個案學生的研究結果與班級整體的認知和情意歷程轉變結果相符合，在認知目標方面，前期主要是著重在「記憶」、「瞭解」低層次認知目標；後期則是著重在「評鑑」、「創造」等高層次認知目標。在情意目標方面，前期學生對於新課程表現出新奇、願意參與與接納的反應，著重在「接受」、「反應」低層次情意目標；後期則是開始針對課程內容逐漸建立與內化自身的價值觀，轉移至「價值判斷」、「價值組織」、「品格形成」等高層次情意目標。與前期相比，四位學生的認知目標與情意目標層次皆有愈來愈高的傾向。

(二)想法歷程質性分析

除了將想法歷程進行量化分析外，以下呈現上述4位個案學生在KF中所留下的每篇筆記，進一步瞭解前後期的歷程改變。

首先，以三年級學生S2為例，將其在前期與後期所張貼的筆記排序於時間軸上，如附錄五所示，每則筆記以英文字母N代稱，並以數字標示先後順序。可以發現學生S2在前期時提出許多關於能源的問題，透過每一次上課前閱讀的主題能源資料，以自身觀點評斷該能源的優缺點；學生S2：「我的問題是：為什麼蒸氣火車需要氣缸？」、「風力發電優點是運用大自然能量，缺點是每天風向都不一樣」。

在中期辯論大會前後時，學生S2開始學會引用他人的觀點，並結合自身想法進行評論，甚至可以說出其中理由：

表13：學生S2、S6、S9、S12想法於認知目標層次上的量化紀錄

學生	期別	記憶	瞭解	應用	分析	評鑑	創造
S2	前期	3	6	1	3	2	0
	後期	1	1	5	1	7	1
S6	前期	4	2	2	5	1	0
	後期	1	2	6	1	7	2
S9	前期	1	0	0	3	2	0
	後期	1	0	2	1	7	1
S12	前期	4	4	1	5	3	1
	後期	2	0	7	4	5	2

表14：學生S2、S6、S9、S12想法於情意目標層次上的量化紀錄

學生	期別	接受	反應	價值判斷	價值組織	品格形成
S2	前期	5	8	3	2	1
	後期	4	6	6	4	3
S6	前期	1	5	5	2	0
	後期	2	4	11	3	2
S9	前期	4	2	6	1	0
	後期	1	4	5	3	2
S12	前期	2	10	5	3	0
	後期	2	10	7	4	2

引用許啟洽說的：「燃燒化石燃料，如：煤、石油等，會產生二氧化碳的氣體，使溫室效應日趨嚴重，也會產生硫氧化物及氮氧化物；而核能發電完全不產生上述氣體，對環境保護極有益處。」所以，我覺得核能發電比較不會汙染環境，而且是透過化學反應產生能量。(S2)

到了後期，透過一步步的研究流程創作能源屋，從一開始確定能源屋的所在地，並蒐集當地氣候、地形等資料推論當地適合使用什麼類型的能源屋；學生S2：「我的能源屋在新竹，它的位置是西北部、地形是丘陵、氣溫20度以上，新竹因為冬季季風強盛，為全省之冠。所以我認為新竹風很大，適合發展風力發電」。

製作能源屋時，藉由每次的實作紀錄，從而反思自己所遇到的問題及監控進度，最重要的是學生S2在這過程中，逐漸培養其正向情意態度並鼓勵他人。學生S2：「我終於快做好了！已經完成桌子和椅子，還剩下一些些地方有空位。我覺得做能源屋很好玩，因為做美勞是我最喜歡的事情。如果你到後面不想做，我建議你應該努力做下去不能放棄，因為如果你放棄的話，完美的作品就無法完成」。

學生S2的想法愈到後期愈能結合他人與自身的觀點進行評論，同時因為情意目標層次的提升，甚至更有動力能反思與監控自己的學習歷程以解決問題；比對其想法於認知目標層次上的量化紀錄，認知層次確實是有提高的現象。

接著，以五年級學生S6為例，將前後期所張貼的筆記排序於時間軸上，如附錄六所示。由於學生S6的筆記在前期時大部分

提出的想法皆是由自身的觀點出發，常常會出現「我覺得……」、「我認為……」等語句，較未以中立客觀的視角進行能源的優缺點評斷，或未給予適當理由和實質建議，僅停留於是非對錯的判斷階段，例如：「我認為風力發電優點是不會汙染空氣，缺點很吵，聲音很大」、「核能發電成本是每度電只要0.62元，雖然很省但我覺得可以再省更多」、「你為什麼會說核能發電不會空氣汙染呢？我認為核能發電廠會造成空氣汙染，因為發電時還是會排放少量的汙染物」。

到了中期辯論大會前後時，除了學會引用他人的觀點進行評論外，也會試著提供建議並說明緣由：

不支持核能發電，因為核爆無法預知，而且製作的過程很危險，人命也有可能保不住，如果不幸地核能爆發了，會汙染大氣、海洋、土壤和人類食材。引用自<https://bit.ly/3TCjivw>。

我不支持核能發電，建議可以多發展太陽能、風力等能源，因為它們不會造成空氣汙染，又是再生能源。(S6)

在後期製作能源屋時，可以發現學生S6更精確地評鑑他人，並能自我抽離視角，置於他人的問題中，不斷反思予以實際的建議。

你不能因為大家都選新竹你就選新竹，你選擇新竹的原因是因為它風大，但是如果新竹沒有風你會選嗎？

針對你說「它的位置在臺灣的中間」中間是哪裡？應該要說清楚哪個縣市不然有些人會不知道。

如果你的熱融膠很快就乾的話，我建議你可以把你的能源屋一起帶去你要黏的地方，而且可以先擺好再黏。(S6)

再者，同樣以另一位五年級學生S9為例，將他張貼的筆記依前後期排序於時間軸上，如附錄七所示。對比學生S2的封閉式提問，S9在前期所提出的問題較傾向開放式的討論，因意識到且關心能源相關的議題，於是願意接受、注意並反應，甚至最後能綜合論證提出自己的觀點：

我的問題是：太陽能發電真的好嗎？

我想問大家還有什麼交通工具是透過燃燒煤行進的？

我的問題是：如何才不會核爆，才不會有核輻射？

太陽能板真的能夠一直用嗎？因為太陽能板成本太高、效率低、組裝麻煩、需擴大土地、有毒、夜間無法發電。(S9)

到了後期，學生S9除了針對他人的想法給予意見外，更專注進行能源屋探究。連結自身的經驗，包括：竹南的離岸風電、後龍的風力發電機以及校內的太陽能發電裝置，選擇苗栗作為能源屋的定點；學生S9：「我認為的能源是使用某種物能運作機器的力量；我製作能源屋的原因是希望能瞭解環保與永續；我選擇苗栗的原因是有風力和太陽能可發展」。

透過每週記錄能源屋的實作進度，發現學生S9的能源屋富有多個巧思，在成果報告時更提及為何要製作可掀蓋屋頂的緣由，原因是「陽光的傾斜角度會依氣候、季節的不同而有所變化」。

我的能源屋位於苗栗縣，面向東方。我的能源屋具有的特色是有閣樓，而且屋頂能掀蓋，並使用自然光，屋頂上方有太陽能板，吸收太陽能轉變為電力；也使用風力發電

機來發電。我還建造了樓梯能輕鬆上下樓，裡面有浴缸，庭院佈置美麗，夜晚時就能用太陽能發電，謝謝大家。(S9)

最後，則以一位六年級學生S12為例，依前後期所張貼的筆記排序於時間軸上，如附錄八所示。學生S12在前期便積極的參與課程，對於其他同學在KF上的各種提問都願意且試圖找尋解答，時而補充多筆相關資料。學生S12：「太陽能發電是把陽光轉換成電能。詳細的發電原理可以進入以下網站：<https://reurl.cc/8WlGpg>」。學生S12：「因為火力發電量是較高的，成本也很低，所以臺灣有很多火力發電廠，我補充關於台中火力發電廠造成空氣汙染的新聞<https://www.ettoday.net/news/20190108/1351152.htm>」。

在中期辯論大會前後時，他能跳脫既有的思維，針對太陽能反方所主張「太陽能板成本高」的論點進行辯駁；在閱讀許多相關資料後，亦能以條列式的方式表達與總結太陽能的優點：

太陽能發電一天產生約1.2度電、一年438度電、電價3.36元，所以20年後會回本。我認為太陽能是自然資源，不會像核能和火力要購買，所以我支持太陽能發電。

我在網站<https://www.solar-diamond.com>看到太陽能的特色有：①不是人類製造的；②可以一直使用的資源；③有良善的設計規劃；④電價3.36元。我覺得太陽是自然資源也是再生能源、風險不高、成本低。(S12)

至後期，學生S12主要是想瞭解發電廠的內部構造，因此在製作能源屋時搜尋有關發電機結構等資料，為了能源屋結構費盡心

思，即便遇到許多困難，靠自己的力量或是詢問師長，在此過程中具備了問題解決與實踐的能力，同時也幫助他人另闢管道解決所遇到的難題。

我做的能源屋目前進度只剩下裝飾。我的想法是可能以後主要會用水力發電，但我不知道水力發電要怎麼用？所以我會上網搜尋。

我的能源屋有兩種的發電設備，第一個是太陽能、第二個是水力發電。我的屋頂是太陽能發電廠，但內部是水力發電，所以我還在屋子裡挖了一個洞接水管。

你如果不能用QR進入知識論壇，可以使用歷史紀錄來看能不能找到。
(S12)

本研究在前期所運用的知識翻新原則為「真實的想法與問題」以及「建構性的運用權威性資料」，學生針對生活中能源相關的議題進行正反面的分析與反思資料的真實性；後期所採用的原則為「知識的共享及創新過程」以及「無所不在的知識翻新活動」，培養學生擬定計畫、組織資料、問題解決等能力，從而引導學生自主學習。為探究學生的認知歷程與情意歷程之前後期變化，再根據上述4位學生的想法，將每筆語料分別以認知目標與情意目標架構進行分析，形成雙向細目二維圖表(附錄九)，表明學生的認知目標層次有所提升時，情意目標層次也會同步提升。

一直以來，高層次且複雜的思維較常被歸類於認知領域(Martínez-Bravo et al., 2022)，Sachdeva與Eggen (2021)更指出高層次思考能力的成長應包括認知技能和情感傾向的能力增長。為了細究認知歷程與情意歷程間的關

係與發展，根據上述認知與情意的相關分析結果，以及4位學生的想法歷程質性分析，進而形成認知歷程與情意歷程之關係圖，如圖3所示。在記憶目標層次，情意歷程的目標達到接受與反應；在瞭解目標層次，情意歷程的目標也達到接受與反應，甚至有可能達到價值判斷，依此類推。

伍、結論與建議

一、結論

(一)經過知識翻新活動，有助於提升學生之高層次認知

經過知識翻新的學習後，有助於學生提出多樣化的想法，再隨著時間將想法不斷地改善、修正而更深化。換而言之，KF上的活動量與質量皆為重要(Cheng & Zachry, 2020)。研究結果發現學生所提出較低認知層次的想法大多是為封閉式問題進行解答，或是以自身的觀點評斷事物；由於學生大量閱讀與搜尋相關資訊後，漸能夠整合多方觀點，給予實質的建議以解決問題，甚至能運用所學實踐自身的構思。由於知識翻新的核

品格形成					○	✓
組織			○	✓	✓	✓
價值判斷		○	✓	✓	✓	✓
反應	✓	✓	✓	✓	✓	✓
接受	✓	✓	✓	✓	✓	✓
情意歷程 認知歷程	記憶	瞭解	應用	分析	評鑑	創造

✓ 可達到的目標 ○ 有可能達到的目標

圖3：認知歷程與情意歷程之關係圖

心是透過跨領域的學習深入研究複雜的現實問題，從而創造出解決的方案，因此認知活動是推進對話與想法的關鍵(Soliman et al., 2021)。另外，語言鷹架功能亦能幫助其組織想法，由於具有層次性，學生逐漸學會考量知識翻新對話的情境以及清楚表達自身想法，愈到後期，學生會使用愈高層次且更多元的語言鷹架。因此，知識翻新之教學策略能提升學生的認知目標層次。

(二)經過知識翻新活動，有助於提升學生的情意目標層次

研究者將量化與質性資料相互佐證，發現學生一開始僅是注意到關於學習議題所面臨的困難，而提出問題；或願意搜尋相關資訊並回覆問題，卻未過濾資料，將所得資訊轉貼給他人；僅針對議題表示贊成或反對，但未有解釋理由，故提出的想法大多是較低情意層次。經過社群的互動，上述情況漸有改善的趨勢，學生逐漸能將價值觀重組與再概念化，形成獨有的價值體系，甚至內化至自身品格中轉為實踐。也就是說，知識翻新研究應多加重視情感狀態，當學生能夠意識到自己的情感對於認知過程起了作用，便能進行後續的思考與決策(Cristofaro, 2020)。

(三)情意目標及認知目標的發展具正相關

過去，知識翻新研究大多檢視集體的效能與互動，而較少聚焦學生個人知識的進步；又或者教學現場往往關注學生認知層次是否提升以及學習成效，而忽略情意面的發展。本研究探詢知識翻新活動對於學生的認知與情意學習之發展，將認知與情意目標層次進行分析，研究結果顯示透過知識翻新之教學策略皆有助於提升認知目標層次以及情意目標層次，且兩者具有正相關，也就是說學生不僅能運用所學解決遇到的真實問題並

培養樂在學習的積極態度，同時呼應認知與情意的發展是一體兩面(郭靜姿, 2003)，情意表現會影響認知表現，兩者相輔相成。從多元的角度來看，未來知識翻新的歷程中確實可以考慮針對各個不同維度進行更全面的研究，例如：認知、後設認知、情意、和行為等(Ouyang et al., 2022)。

因此，本研究之重要性有二，一為「探討認知歷程與情意歷程關係」，在這過程中，不僅只有學生的認知層次改變，從一開始抱持著有興趣的態度參與課程活動，到後來主動、積極且願意面對真實的問題，提出實質的建議，甚至將良好的價值觀付諸於實踐，從而培養高層次思考的能力；二是「為混齡教育提供另一種的教育模式」，由於混齡教學至今在知識翻新領域中尚未有人探詢，而KF的輔助能夠跨越時間與空間的限制，剛好符應混齡式、個別差異化教學的需求，每個人依照自身的學習速度分享想法，不斷修正與翻新知識。

二、建議

(一)課程面——運用知識翻新原則進行課程設計

本研究採用知識翻新原則中「真實的想法與問題」、「建構性的運用權威性資料」、「知識的共享及創新過程」以及「無所不在的知識翻新活動」作為整體課程的主軸。建議未來研究者可嘗試其他項原則設計課程，落實知識翻新學習，帶領學生至更高的思考層次，形成共好、共創的學習社群，培養其主動求之與問題解決的能力。

(二)教學面——帶入語文教學之關鍵字、句型、想法表達及後設認知的策略

KF上有許多功能可以結合語文教學，例如：研究者可以帶領著學生從關鍵字著手，

企圖找出內文中的重點擬出標題；再者，多數研究對象亦表示語言鷹架能構建他們的想法，使討論更加明確與順利。若是能讓學生學會運用句型，就能瞭解隱含在句型裡面的語法，進而理解句型裡所包含的知識(Ecalles et al., 2013)以及想傳達的意思。因此，建議未來研究者可帶入語文教學，引導學生使用句型，從而讓敘述完整具結構性，並在此過程中，不斷提升自己的後設認知能力，監控自身的學習。

(三)研究面——情意在科學教育之實踐與研究的持續進展

本研究發現，情意與認知發展具正相關，本研究也印證情意教學的重要性，建議後續科學教育研究，除著重科學概念與實作外，情意在科學教育實踐與研究亦不容忽視。期望厚實科學教育之研究結果，並解決臺灣科學教育在國際評比中高表現低態度與興趣之現象。

(四)研究面——增列控制組，研究對象擴展，延長實驗時間

本研究以13位國小三至六年級的學生為研究對象，樣本數少、橫跨較多年級，年齡

較低，且未有控制組。建議未來研究增列控制組；並可嘗試以國中、高中、大學或研究所等學習階段的學生為對象，大部分學生在課後皆有3C產品能使用KF，對於批判性思考的分析結果呈現或許會更加細緻、多元，另外，也能增加樣本數，使分析結果更具說服力。然而，研究者在進行知識翻新教學所遇到的其中一個難題即是「時間不足」，本研究的實驗時間雖為期20週，每週卻僅有1至2小時的授課時間，且有些研究對象因接送問題並非全程參與。此外，教學活動需導入與應用科技資訊，較低年級的研究對象需要一段時間適應、熟悉介面。建議未來研究者可延長實驗時間至1年，或者是每週2至4小時，以進行更深入、全面的研究。

附註

1. Bloom (1956)公布《認知領域教育目標分類》(*Taxonomy of Educational Objectives*)，將認知目標分成知識(knowledge)、理解(comprehension)、應用(application)、分析(analysis)、綜合(synthesis)、評鑑(evaluation)六層次，此形成由低階至高階的目標分類。

參考文獻

- 王尊玄、王仁俊(2020)。以POEC模式發展STEM課程應用於國中能源教育之行動研究——以風力發電為例。《工業科技教育學刊》，13，89-104。https://doi.org/10.6306/JITE.202011_(13).0007
- [Wang, T.-H., & Wang, J.-C. (2020). Action research on the application of STEM courses to energy education based on POEC model—Wind power generation as an example. *Journal of Industrial Technology Education*, 13, 89-104. https://doi.org/10.6306/JITE.202011_(13).0007]
- 王靜華、林顯達、楊怡婷、洪煌堯(2016，5月)。知識翻新教學融入中文課程對國小四年級想法的影響。第二十屆全球華人計算機教育應用大會，香港。https://bit.ly/3R2jcvC
- [Wang, C.-H., Lin, H.-T., Yang, I.-T., & Hong, H.-Y. (2016, May). *Effects of knowledge building*

- on elementary school students' understanding of the ideas*. The 20th Global Chinese Conference on Computers in Education 2016, Hong Kong. <https://bit.ly/3R2jvcv>]
- 林倍伊、林顯達、李佩蓉、詹雯靜、洪國財、洪煌堯(2016)。在不同模式的電腦支援協作學習環境下，師培生理解教學理論層次之差異——以Blackboard和Knowledge Forum為例。《資訊社會研究》，31，71-108。 [https://doi.org/10.29843/JCCIS.201607_\(31\).0003](https://doi.org/10.29843/JCCIS.201607_(31).0003)
- [Lin, P.-Y., Lin, H.-T., Li, P.-J., Chan, W.-C., Hung, G.-T., & Hong, H.-Y. (2016). Comparing the differences in teacher-education students' understanding of teaching capacity in two types of computer-supported collaborative learning environments. *Journal of Cyber Culture and Information Society*, 31, 71-108. [https://doi.org/10.29843/JCCIS.201607_\(31\).0003](https://doi.org/10.29843/JCCIS.201607_(31).0003)]
- 林雅婷(2015)。基於知識翻新原則之小組問題解決歷程與成效之個案研究。未出版之碩士論文。國立政治大學。
- [Lin, Y.-T. (2015). *A case study of group problem solving processes and outcomes supported by knowledge building principles* [Unpublished master thesis]. National Chengchi University.]
- 洪煌堯、蔡佩真、林倍伊(2014)。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。《科學教育學刊》，22(4)，413-439。 <https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2204.04>
- [Hong, H.-Y., Tsai, P.-C., & Lin, P.-Y. (2014). Elementary students engaging in collaborative idea generation and improvement in a science class through knowledge building and knowledge forum. *Chinese Journal of Science Education*, 22(4), 413-439. <https://doi.org/10.6173/CJSE.2014.2204.04>]
- 教育部(2014)。十二年國民基本教育課程綱要：總綱。 <https://reurl.cc/nOdWal>
- [Ministry of Education. (2014). *Curriculum guidelines of 12-year basic education: General guidelines*. <https://reurl.cc/nOdWal>]
- 陳美如(2017)。朝向學生學習的學校教育與課程教學變革探究。收錄於白亦方(編著)，《課程改革2016回顧與展望》(頁77-100)。五南。
- [Chen, M.-J. (2017). Research on the reform of school education and curriculum teaching towards student learning. In I.-F. Bai (Ed.), *Curriculum reform review and prospect in 2016* (pp. 77-100). Wu-Nan.]
- 陳美卿(2020)。國民小學能源教育支持系統、教學策略與學習成效關係之研究。未出版之博士論文。國立臺北教育大學。
- [Chen, M.-C. (2020). *A study on relationships among the support system, instructional strategies and learning effectiveness of energy education in elementary schools* [Unpublished doctoral dissertation]. National Taipei University of Education.]
- 張義兵(2018)。知識建構——新教育公平視野下教與學的變革。南京師範大學出版社。
- [Zhang, Y.-B. (2018). *Knowledge construction—The reform of teaching and learning under the*

- new perspective of educational equity*. Nanjing Normal University Press.]
- 郭靜姿(2003, 4月)。從資優生特質研究談情意輔導需求。情意思考教學研討會, 臺北市, 臺灣。
- [Kuo, C.-C. (2003, April). *On the needs of emotional counseling from the research on the characteristics of gifted students*. Affective Thinking Teaching Seminar Conference, Taipei, Taiwan.]
- 曾正宜(2015)。學習科學之核心議題與研究趨勢。教育研究集刊, **61**(3), 105-121。https://doi.org/10.3966/102887082015096103004
- [Tseng, J.-Y. (2015). Learning sciences: Core issues and research trends. *Bulletin of Educational Research*, *61*(3), 105-121. https://doi.org/10.3966/102887082015096103004]
- 黃曉韻(2022)。闖關遊戲運用於能源之行動研究——以大潭、興達電廠為例。未出版之碩士論文。臺北市立大學。
- [Huang, H.-Y. (2021). *An action research of energy education through barrier-breaking games—An example of Datan and Xingda power plant* [Unpublished master thesis]. University of Taipei.]
- 葉玉珠(2002)。高層次思考教學設計的要素分析。國立中山大學通識教育學報, **1**, 75-101。
- [Yeh, Y.-C. (2002). Analysis of elements of high-level thinking instructional design. *General Education Journal*, *1*, 75-101.]
- 蔡欣倫(2020)。運用CiteSpace繪製與探索台灣期刊資料庫之能源教育與素養知識圖譜。科學與人文研究, **7**(2), 268-281。https://doi.org/10.6535/JSH.202002_7(2).0002
- [Tsai, H.-L. (2020). Mapping and exploring knowledge domain of energy education and literacy in Taiwan periodical literature database by CiteSpace. *Journal of Sciences and Humanities*, *7*(2), 268-281. https://doi.org/10.6535/JSH.202002_7(2).0002]
- 韓明媚(2010)。學習力：沒有學習力，就沒有競爭力。就是文化。
- [Han, M.-M. (2010). *The power of learning: There's no competitiveness without the power of learning*. Jiu Shi Wen Hua.]
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R., Airasin, P. W., Cruikshank, K. A., Mayer, R. E., Pintrich, P. R., Raths, J., & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Addison Wesley Longman.
- Bloom, B. S. (Ed.). (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals (Handbook I: Cognitive domain)*. Longman.
- Cheng, R., & Zachry, M. (2020). Building community knowledge in online competitions: Motivation, practices and challenges. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, *4*(CSCW2), 1-22. https://doi.org/10.1145/3415250

- Cristofaro, M. (2020). "I feel and think, therefore I am": An affect-cognitive theory of management decisions. *European Management Journal*, 38(2), 344-355. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2019.09.003>
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused: Computers in the classroom*. Harvard University Press.
- Dekker, T. J. (2020). Teaching critical thinking through engagement with multiplicity. *Thinking Skills and Creativity*, 37, Article 100701. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2020.100701>
- Dias, R. A., de Paula, M. R., Rizol, P. M. S. R., Matelli, J. A., de Mattos, C. R., & Balestier, J. A. P. (2021). Energy education: Reflections over the last fifteen years. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 141, 110845. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110845>
- Dias, R. A., Mattosb, C. R., & Balestieria, J. A. P. (2004). Energy education: Breaking up the rational energy use barriers. *Energy Policy*, 32(11), 1339-1347. [https://doi.org/10.1016/S0301-4215\(03\)00100-9](https://doi.org/10.1016/S0301-4215(03)00100-9)
- Ecalles, J., Bouchafa, H., Potocki, A., & Magnan, A. (2013). Comprehension of written sentences as a core component of children's reading comprehension. *Journal of Research in Reading*, 36(2), 117-131. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2011.01491.x>
- Finn, J. D., & Zimmer, K. S. (2012). Student engagement: What is it? Why does it matter? In S. L. Christenson, A. L. Reschly, & C. Wylie (Eds.), *Handbook of research on student engagement* (pp. 97-131). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2018-7_5
- Gan, Y. C., Hong, H.-Y., Chen, B., & Scardamalia, M. (2021). Knowledge building: Idea-centered drawing and writing to advance community knowledge. *Educational Technology Research and Development*, 69(5), 2423-2449. <https://doi.org/10.1007/s11423-021-10022-7>
- Ghulamallah, H. (2022). Krathwohl's taxonomy of the affective domain transposed. *Journal of Faslo El-Khitab*, 11, 555-566.
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9289-y>
- 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. <https://doi.org/10.1007/s11251-010-9143-4>
- 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. <https://doi.org/10.3860/taper.v19i1.1511>
- Hou, H.-T. (2011). A case study of online instructional collaborative discussion activities for problem-solving using situated scenarios: An examination of content and behavior cluster analysis.

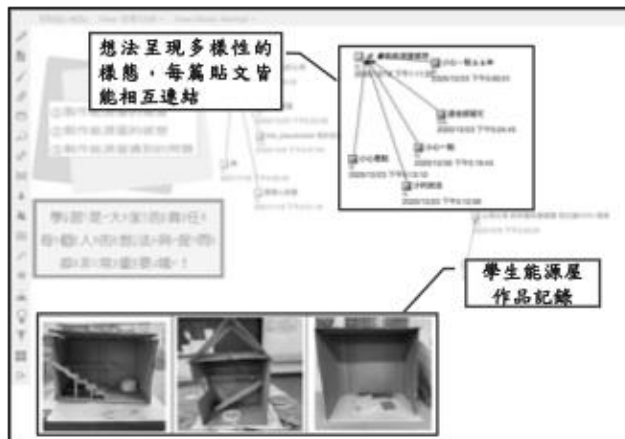
- Computers & Education*, 56(3), 712-719. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.013>
- International Energy Agency. (2021). *Key world energy statistics 2021*. <https://bit.ly/3e6eoqh>
- International Energy Agency. (2022). *Global energy review 2021*. <https://bit.ly/3R7sk20>
- Kannan, N., & Vakeesan, D. (2016). Solar energy for future world: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1092-1105. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.05.022>
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., & Masia, B. B. (1964). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals (Hand book II: Affective domain)*. Longmans.
- Kuhl, J. (2000). A functional-design approach to motivation and self-regulation: The dynamics of personality systems and interactions. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 111-169). Academic Press.
- Mangaroska, K., Sharma, K., Gašević, D., & Giannakos, M. (2021). Exploring students' cognitive and affective states during problem solving through multimodal data: Lessons learned from a programming activity. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 40-59. <https://doi.org/10.1111/jcal.12590>
- Martínez-Bravo, M. C., Sádaba Chalezquer, C., & Serrano-Puche, J. (2022). Dimensions of digital literacy in the 21st century competency frameworks. *Sustainability*, 14(3), Article 1867. <https://doi.org/10.3390/su14031867>
- Obergriesser, S., & Stoeger, H. (2020). Students' emotions of enjoyment and boredom and their use of cognitive learning strategies—How do they affect one another? *Learning and Instruction*, 66, Article 101285. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2019.101285>
- Ouyang, F., Chen, S., Yang, Y.-Q., & Chen, Y.-Q. (2022). Examining the effects of three group-level metacognitive scaffoldings on in-service teachers' knowledge building. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 352-379. <https://doi.org/10.1177/07356331211030847>
- Pekrun, R. (2011). Emotions as drivers of learning and cognitive development. In R. A. Calvo & S. K. D'Mello (Eds.), *New perspectives on affect and learning technologies* (pp. 23-39). Springer.
- Polo, C., & Lund, K. (2022). *Affective dialoguing together: Considering the socio-cognitive-emotional nature of collaborative learning in the analysis of educational interactions*. <https://reurl.cc/aa0G49>
- Sachdeva, S., & Eggen, P.-O. (2021). Learners' critical thinking about learning mathematics. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 16(3), Article em0644. <https://doi.org/10.29333/iejme/11003>
- Scardamalia, M. (2002). Collective cognitive responsibility for the advancement of knowledge. In B. Smith (Ed.), *Liberal education in a knowledge society* (pp. 67-98). Open Court.
- Scardamalia, M. (2003). Knowledge forum (advances beyond CSILE). *Journal of Distance Education*, 17(3), 23-28.

- Scardamalia, M. (2004). CSILE/Knowledge Forum. In A. Kovalchick & K. Dawson (Eds.), *Education and technology: An encyclopedia* (pp. 183-192). ABC-CLIO.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (1983). The development of evaluative, diagnostic, and remedial capabilities in children's composing. In M. Martlew (Ed.), *The psychology of written language: Developmental and educational perspectives* (pp. 67-95). John Wiley & Sons.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2003). Knowledge building. In J. W. Guthrie (Ed.), *Encyclopedia of education* (2nd ed., pp. 1370-1373). Macmillan Reference.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2006). Knowledge building: Theory, pedagogy, and technology. In R. K. Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 97-118). Cambridge University Press.
- Scardamalia, M., & Bereiter, C. (2021). Knowledge building: Advancing the state of community knowledge. *International Handbook of Computer-Supported Collaborative Learning, Computer-Supported Collaborative Learning, 19*, 261-279. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65291-3_14
- Sinatra, G. M., & Mason, L. (2013). Beyond knowledge: Learner characteristics influencing conceptual change. In S. Vosniadou (Ed.), *International handbook of research on conceptual change* (2nd ed., pp. 377-394). Routledge.
- Snow, R. E., Corno, L., & Jackson, D., III. (1996). Individual differences in affective and conative functions. In D. C. Berliner & R. C. Calfee (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 243-310). Prentice Hall International.
- Soliman, D., Costa, S., and Scardamalia, M. (2021). Knowledge Building in online mode: Insights and reflections. *Education Sciences, 11*(8). <https://doi.org/10.3390/educsci11080425>
- Yeh, M.-L. (2002). Assessing the reliability and validity of the Chinese version of the California critical thinking disposition inventory. *International Journal of Nursing Studies, 39*(2), 123-132. [https://doi.org/10.1016/S0020-7489\(01\)00019-0](https://doi.org/10.1016/S0020-7489(01)00019-0)
- Zhang, J., Hong, H.-Y., Scardamalia, M., Teo, C. L., & Morley, E. A. (2011). Sustaining knowledge building as a principle-based innovation at an elementary school. *Journal of the Learning Sciences, 20*(2), 262-307. <https://doi.org/10.1080/10508406.2011.528317>
- Zhu, G.-X., Chai S.-M., & Ding M.-R. (2022). Exploring pre-service teachers' democratizing knowledge in a knowledge building community: Indicators and results. *The Asia-Pacific Education Researcher*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00662-5>

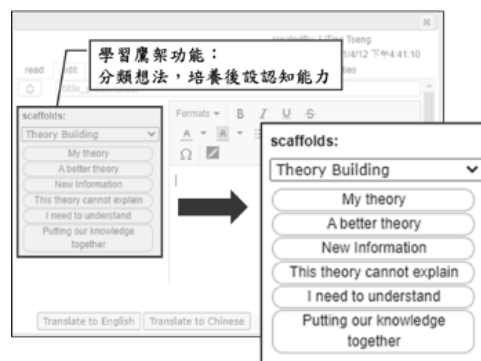
附錄一：KF 工具列使用之介面



附錄二：KF 視窗使用之介面

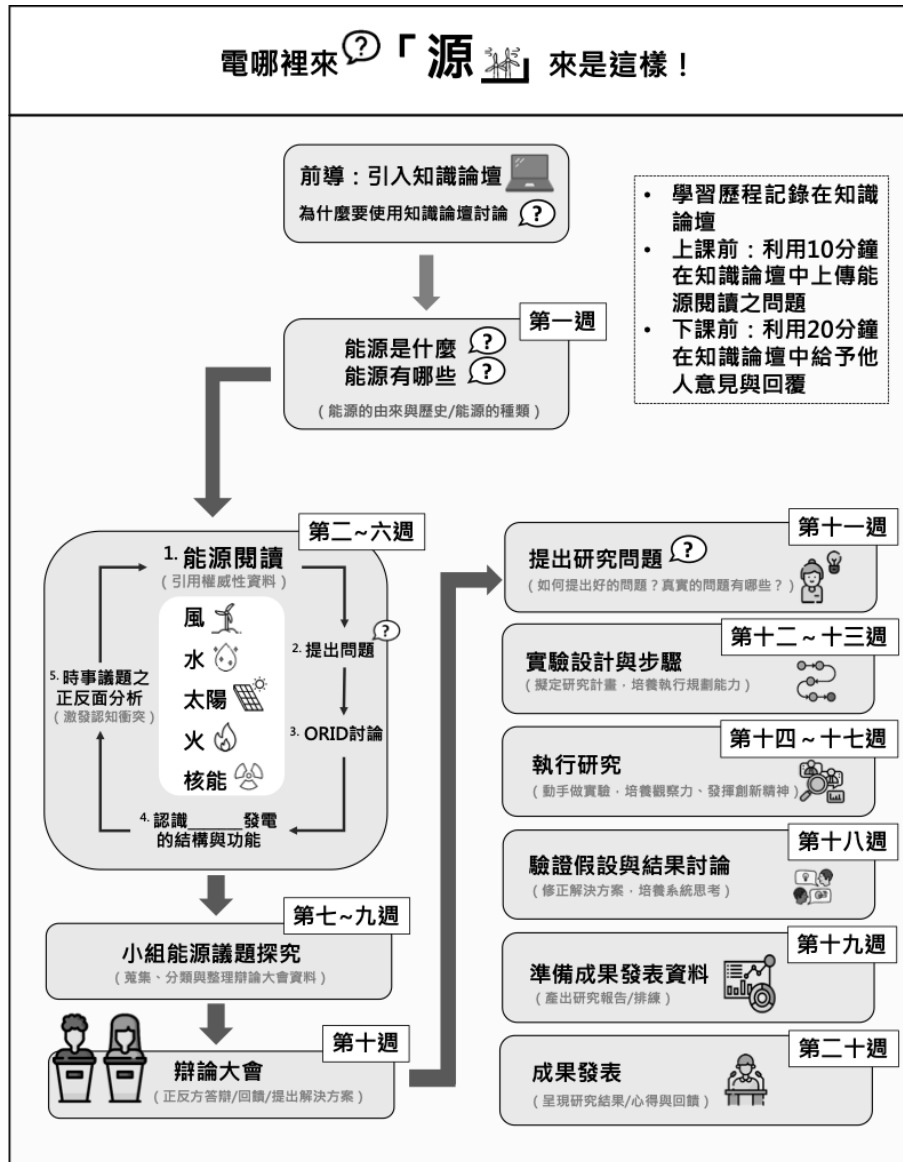


附錄三：KF 學習鷹架之介面



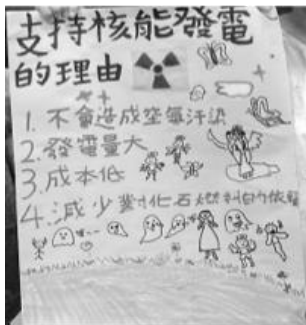
附錄四：課程教學活動

電哪裡來[?]「源」來是這樣！



附錄五：學生 S2 想法歷程與實作舉隅

2020年 9月

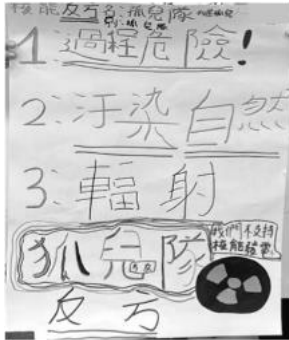


- 9月2日 ● [導入課程——能源是什麼？]
②我認為的能源是水、風、太陽、地熱能、海洋能和生質能。
- 9月9日 ● [能源閱讀——風力議題探討]
②我的問題是：風車是誰發明的？
- 9月9日 ● ②我認為風力發電的優點是運用大自然能量，缺點是每天風向都不一樣。
- 9月16日 ● [能源閱讀——水力議題探討]
②我的問題是：什麼是渦輪機？
- 9月16日 ● ②下雨的原因是因為太陽會蒸發水，變成水蒸氣，水蒸氣上升積在雲裡，太多會變重，就會下雨。
- 9月16日 ● ②水力發電的優點是可以發電，缺點是建水壩會破壞大自然。
- 9月23日 ● [能源閱讀——太陽能議題探討]
②我的問題是：太陽很大就可以用太陽能板發電嗎？
- 9月23日 ● ②太陽能發電是透過太陽能板儲存電。
- 9月30日 ● [能源閱讀——火力議題探討]
②我的問題是：為什麼蒸氣火車，需要氣缸？
- 9月30日 ● ②我認為火力發電能量很大是因為有石油、天然氣和煤炭，但有天煤炭會用完。
- 10月7日 ● [能源閱讀——核能議題探討]
②發電的原理是核分裂，因為中子撞鈾會產生很大的能量以及輻射。
- 10月7日 ● ②核能發電的優點是威力很大，但缺點是會有輻射。
- 10月28日 ● [能源辯論大會]
②引用許敬治說的：「燃燒化石燃料，如：煤、石油等，會產生二氧化碳的氣體，使溫室效應日趨嚴重，也會產生硫氧化物及氮氧化物；而核能發電完全不產生上述氣體，對環境保護及有益處。」所以，我覺得核能發電比較不會汙染環境，而且是透過化學反應產生能量。
- 11月4日 ● ②我不支持太陽能發電，因為它有毒廢物，而且成本高。我覺得○○○表現最好，因為講話有趣，把不支持太陽能發電的意見都講出來。
- 11月11日 ● [能源屋研究——研究動機]
②我知道的能源發電有水力、火力、風力、太陽能和核能。我想製作能源屋，感覺很好玩。因為新竹的風景很美，所以我選擇製作新竹地區的能源屋，完成後也希望能知道新竹大部分用什麼能源發電。
- 11月18日 ● [能源屋研究——背景介紹]
②我的能源屋在新竹，它的位置是西北部、地形是丘陵、氣溫20度以上，新竹因為冬季季風強盛，為全省之冠。所以我認為新竹風很大，適合發展風力發電。
- 11月25日 ● ②你說「屏東地形是平原，很平穩可以種菜，它的氣溫是32度到23度」，但我在網路上看屏東的溫度已經超過三十八度，而且有些地方是高山。
- 11月25日 ● [能源屋研究——研究步驟]
②第一步，蒐集有關新竹相關資料；第二步，確定發電型態——風力；第三步，擬定與蒐集材料；第四步，製作風力能源屋；第五步，確定風力方位；第六步，介紹功能與裝飾。我需要的工具有美工刀、雙面膠、熱融槍；我需要的材料有4枝竹筷子、1罐細沙、藍色水彩、1個紙箱、4片紙箱片、1張白紙。
- 12月9日 ● [能源屋研究——實作流程]
②我的能源屋貼上了小狗、小貓和倉鼠，大部分都做完了，只剩下風力發電機。我在製作的時候遇到的問題是熱融膠一下子就乾掉了，所以在建造房子的時候有點困難。因為從來都沒有做過這麼大的作品，而且覺得自己做的很豐富，很開心。
- 12月23日 ● ②我想提醒大家以後記得用熱融槍要小心，冰棒棍很細，要拿不會被燙到的地方！
- 12月30日 ● ②我終於快做好了！已經完成桌子和椅子，還剩下一些地方有空位。我覺得做能源屋很好玩，因為做美勞是我最喜歡的事情。如果你到後面不想做，我建議你應該努力做下去不能放棄，因為如果你放棄的話，完美的作品就無法完成。
- 1月6日 ● [能源屋研究——成果發表]
②我的能源屋介紹：它有一個房子、發電機、小狗、老鼠、大海、遮雨的地方、桌子、椅子、海龜、圍牆。其中我最滿意的地方是房子，因為那是我做最好了一次，我很滿意我做的能源屋。我認為需要增強的地方是桌子，因為大家一直說我的桌子是香菇。過程中，我遇到的問題就是冰棒棍一直黏不住，只要去擠熱融膠，回來熱融膠已經乾掉了，所以我一直在想這個辦法。

2021年 1月

附錄六：學生 S6 想法歷程與實作舉隅

2020年 9月

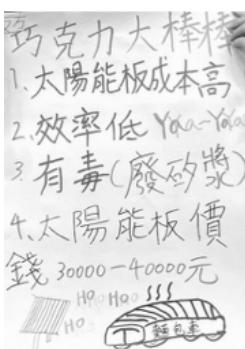


- 〔導入課程——能源是什麼？〕
- 9月2日 ● N₁我認為的能源是水、風、陽光產生的電。
- 〔能源閱讀——風力議題探討〕
- 9月9日 ● N₂我的問題是：風力發電機是誰發明的？
- 9月9日 ● N₃我認為風力發電的優點是不會污染空氣，缺點是很吵，聲音很大。
- 9月9日 ● N₄我在百科知識的網站上看到全球可利用的風能比地球上可開發利用的水能總量還要大10倍。
- 〔能源閱讀——水力議題探討〕
- 9月16日 ● N₅水力發電的優點是比較省力，缺點是會破壞生態。
- 〔能源閱讀——火力議題探討〕
- 9月30日 ● N₆我覺得火力發電很好，發電量大，但如果一直建造，地球就沒空間了，而且煤也會用完。
- 〔能源閱讀——核能議題探討〕
- 10月7日 ● N₇我的問題是：核能發電廠爆炸可能會死很多人，爆炸能避免嗎？
- 10月7日 ● N₈核能發電成本是每度電只要0.62元，雖然很省但我覺得可以再省更多。
- 〔能源辯論大會〕
- 10月21日 ● N₉你為什麼會說核能發電不會空氣污染呢？我認為核能發電廠會造成空氣污染，因為發電時還是會排放少量的污染物。
- 10月28日 ● N₁₀我不支持核能發電，因為核爆無法預知，而且製作的過程很危險，人命也有可能保不住，如果不幸地核能爆發了，會污染大氣、海洋、土壤和人類食材。引用自 <https://e-info.org.tw/node/74735>
- 11月4日 ● N₁₁我不支持核能發電，建議可以多發展太陽能、風力等能源，因為它們不會造成空氣污染，又是再生能源。
- 〔能源屋研究——研究動機〕
- 11月11日 ● N₁₂我認為好能源是使用風力來發展電。為什麼我想製作新竹的能源屋呢？因為我的出生地在新竹，雖然沒有待很久，但還是想知道新竹適合發展什麼能源？完成能源屋，也希望可以知道新竹的風真的很大嗎？適合蓋風力發電機嗎？
- 〔能源屋研究——背景介紹〕
- 11月18日 ● N₁₃我的能源屋在新竹，它位於臺灣西北部、地形是丘陵，由於新竹的季風氣候是全台最強盛的，因此叫作風城。
- 11月18日 ● N₁₄你不能因為大家都選新竹你就選新竹，你選擇新竹的原因是因為它風大，但是如果新竹沒有風你會選嗎？
- 11月18日 ● N₁₅針對你的敘述，我建議你可以再把它分開，不然會讓人眼花撩亂。
- 11月18日 ● N₁₆針對你說「它的位置在臺灣的中間」中間是哪裡？應該要說清楚哪個縣市不然有些人會不知道。
- 〔能源屋研究——研究步驟〕
- 11月25日 ● N₁₇第一步，蒐集有關新竹的相關資料；第二步，確定發電型態——風力；第三步，擬定與蒐集材料；第四步，製作風力能源屋與風力發電機；第五步，確定風向；第六步，介紹能源屋的功能與裝飾。我需要的工具有一把美工刀、雙面膠、熱融槍；會使用的材料有4根竹筷子、1罐細沙、藍色水彩、1個紙箱、4片紙箱片、1張白紙。
- 〔能源屋研究——實作流程〕
- 12月9日 ● N₁₈我的能源屋只差內部的裝飾，我在製作能源屋之前覺得很開心，但是做了之後才知道不簡單。我遇到的問題是材料不足，而且沒有構圖好。
- 12月9日 ● N₁₉如果你的熱融膠很快就乾的話，我建議你可以把你的能源屋一起帶去你要黏的地方，而且可以先擺好再黏。
- 12月23日 ● N₂₀針對你寫的進度與感想，我建議你可以說更完整一點，比如說你學到了什麼。
- 12月30日 ● N₂₁我的能源屋內、外都好了，而且風力發電機也完成了。我覺得這個過程很有趣，我覺得我的能源屋最有創意的地方是在發電機因為是用飛鏢所製成的，雖然我常碰到材料不足的問題，但後來我請老師幫忙解決了。
- 〔能源屋研究——成果發表〕
- 1月6日 ● N₂₂我的能源屋在新竹，它裡面有椅子、桌子、床，主要是以風力發電的方式，因為新竹的風很大。我最滿意的部分在發電機，因為它是用飛鏢所做成的。我覺得要改進的部分是大海，因為別人都說海不是要很高嗎？我遇到的困難有很多，比如：材料不夠，東西被其他同學搶，我的解決方法是再拿回來，材料不夠自己買。我做完能源屋的心情很開心，因為在這幾週學到很多，比如：哪些地區是用什麼能源發電。
- 1月6日 ● N₂₃我覺得你做得很美，但是你可以再把太陽能板做得更漂亮。
- 1月6日 ● N₂₄我覺得你可以再說得更清楚，例如把他剛剛分享能源屋講得不錯的地方記錄下來。

2021年 1月

附錄七：學生 S9 想法歷程與實作舉隅

2020年 9月



- 〔能源閱讀——太陽能議題探討〕
- 9月23日 ● ②我的問題是：太陽能發電真的好嗎？
- 9月23日 ● ②我認為太陽能發電的優點是方便、快速，有陽光就能發電，但太陽能板有毒。
- 〔能源閱讀——火力議題探討〕
- 9月30日 ● ②我的問題是：我想問大家還有什麼交通工具是透過燃燒煤行進的？
- 9月30日 ● ②我認為火力發電能發很多電，但會排放太多CO₂。
- 〔能源閱讀——核能議題探討〕
- 10月7日 ● ②我的問題是：如何才不會核爆，才不會有核輻射？
- 10月7日 ● ②核能發電的優點是發出的電很大，缺點是核爆發後會有核輻射，造成非常大的傷害，而且目前沒有最好的處理方法。
- 10月7日 ● ②針對如何處理核廢料的方式，我認為不要倒最好。
- 10月7日 ● ②世界最大的核能發電廠是柏崎刈羽核能發電廠。
- 〔能源辯論大會〕
- 10月21日 ● ②針對你說的「太陽能發電一天產生約1.2度電 一年438度電 電價3.36元，所以20年後會回本」我覺得20年太久了。
- 10月28日 ● ②我認為不要發展太陽能，因為我覺得太陽能發電成本高、效率低及太陽能板有毒，而且太陽能發電機零件昂貴，一套成本價30000~40000元，重點是有毒廢矽漿。資料來源<https://www.finnmart.com.tw/Wiki/ALL/04>
- 10月28日 ● ②太陽能板真的能夠一直用嗎？因為太陽能板成本太高、效率低、組裝麻煩、需擴大土地、有毒、夜間無法發電。
- 11月4日 ● ②我覺得這次比賽中正方和反方表現都很好，像是音量都非常大聲，讓人聽得清楚，各有論點非常厲害。
- 〔能源屋研究——研究動機〕
- 11月11日 ● ②我認為的能源是使用某種物能運作機器的力量；我製作能源屋的原因是希望能了解環保與永續；我選擇苗栗的原因是風力和太陽能可發展。最後完成能源屋，我希望能知道未來透過什麼能源活在地球上。
- 11月11日 ● ②建議你在打字時，要檢查有沒有錯字喔！
- 〔能源屋研究——背景介紹〕
- 11月18日 ● ②我的能源屋在苗栗，它的位置是在臺灣的西北部與新竹相鄰；地形是丘陵；氣候是亞熱帶氣候，大約20度到22度左右；特色是風大、太陽大。參考資料：Google 維基百科。
- 11月18日 ● ②建議你的言論可以再簡單易懂，使閱讀者能夠一眼就能看懂，這樣比較好喔！
- 〔能源屋研究——研究步驟〕
- 11月25日 ● ②第一步，蒐集有關苗栗的能源相關資料；第二步，設計能源屋的外貌；第三步，蒐集相關材料；第四步，開始製作能源屋；第五步，介紹能源屋。我需要的材料有大紙板、冰棒棍、熱融膠、吸管、珍珠板與色紙；我會使用的工具有剪刀、美工刀、熱融槍、白膠與膠帶。
- 〔能源屋研究——實作流程〕
- 12月9日 ● ②我已經把我的能源屋大概的外型都做好了，我的製作過程非常辛苦，因為我常常被熱融槍燙傷。
- 12月30日 ● ②我的庭院差不多做好了，我做得好累，因為我常常被燙到，覺得很痛。我的困擾是常常材料不足，而且每次黏的時候都要一直扶著，很麻煩。
- 12月30日 ● ②溫馨提醒：你的內容不錯，但要小心有錯字，也要注意有沒有多餘的字，例如：表外表？
- 〔能源屋研究——成果發表〕
- 1月6日 ● ②我的能源屋位於苗栗縣，面向東方。我的能源屋具有的特色是有閣樓，而且屋頂能掀蓋，並使用自然光，屋頂上方有太陽能板，吸收太陽能轉變為電力；也使用風力發電機來發電。我還建造了樓梯能輕鬆上下樓，裡面有浴缸，庭院佈置美麗，夜晚時就能用太陽能發電，謝謝大家。
- 1月6日 ● ②我想要投票給○○○，因為他做得很努力，雖然他的外觀不太美麗，但是我還是覺得他很棒，加油！
- 1月6日 ● ②你這次的表達是我看過最充實的一次，因為語言鷹架只要落實使用，就可以有更好的表達效果，希望你帶著這個習慣上國中。祝你新年快樂！

2021年 1月

附錄八：學生 S12 想法歷程與實作舉隅

2020年 9月

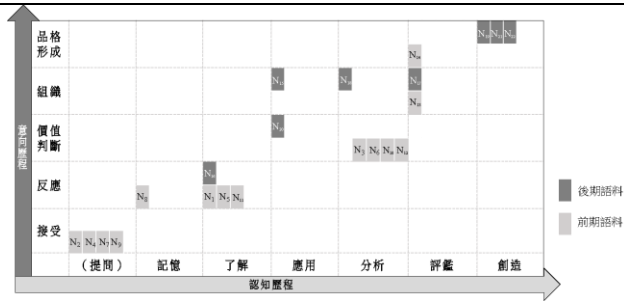


- 〔能源閱讀——風力議題探討〕
- 9月9日 ● ②風力發電的優點是環保，因為使用自然資源；缺點是生物可能會變少。
- 9月9日 ● ③風力發電機由一位英國海軍上將（Sir Francis Beaufort, 1774 - 1857）發明的。
- 〔能源閱讀——水力議題探討〕
- 9月16日 ● ②今天上完課我知道水力發電是怎麼運作的，也知道它的優缺點。
- 9月16日 ● ③水力發電的優點是可以發電、較省力、較環保、運用自然資源；缺點是危害動物的棲息地使生物減少。
- 〔能源閱讀——太陽能議題探討〕
- 9月23日 ● ②太陽有很多功能也環保，但太陽能板壽命25到30年，未來會有很多太陽能板廢棄物。
- 9月23日 ● ③太陽能發電是把陽光轉換成電能。詳細的發電原理可以進入以下網站：
<https://reurl.cc/8WIGpp>。
- 〔能源閱讀——火力議題探討〕
- 9月30日 ● ②蒸汽機為所有早期火車頭、汽船和工廠提供動力，因此是工業革命的基礎。透過閱讀文章我們將學習蒸汽機是如何工作的。
- 9月30日 ● ③火力發電是全臺灣發電量最大的發電方式。我選補充了臺灣的發電廠，可以進入這個網站<https://reurl.cc/mGdnvA>。
- 9月30日 ● ④火力發電排放的CO₂會造成空氣品質不良，也會傷害人的肺。
- 9月30日 ● ⑤因為火力發電量是較高的，成本也很低，所以臺灣有很多火力發電廠，補充關於台中火力發電廠造成空氣污染的新聞
<https://www.ettoday.net/news/20190108/1351152.htm>。
- 〔能源閱讀——核能議題探討〕
- 10月7日 ● ②我的問題是：世界最大的核能發電廠在哪裡？
- 10月7日 ● ③氫是一種化學元素，化學符號為H，原子序數是1，在元素周期表中位於第一位。我找到關於元素氫的資料，有興趣的可以點這個網址
<https://www.easvatom.com.tw/wiki/%E5%85%83%E7%B4%A0%E6%B0%AB>。
- 10月7日 ● ④核能發電的原理是兩個較輕的核在融合過程中產生質量耗損而釋放出巨大的能量，兩個輕核在發生聚變時雖然它們都帶正電荷而彼此排斥，這個反應叫做核融合。
- 10月7日 ● ⑤我覺得核能發電成本算低，但是風險較高，很容易中毒。
- 〔能源辯論大會〕
- 10月21日 ● ②太陽能發電一天產生約1.2度電、一年438度電、電價3.36元，所以20年後會回。我認為太陽能是自然資源，不會像核能和火力要購買，所以會回本。
- 10月28日 ● ②我在網站<https://www.solar-diamond.com>看到太陽能的特色有：①不是人類製造的；②可以一直使用的資源；③有良善的設計規劃；④電價3.36元。我覺得太陽是自然資源也是再生能源、風險不高、成本低。
- 11月4日 ● ②我支持火力，因為很會回話，有自己的觀點，也很有團結力，更不會推擠、不會卡詞，我覺得超級棒！
- 〔能源屋研究——研究動機〕
- 11月11日 ● ②我認為的能源有風力、太陽能、水力、核能與火力發電。我想要製作能源屋的原因是可以觀察發電廠是如何發電；我的能源屋選擇在南投是因為我覺得那裡很多山；完成能源屋，我希望能夠知道發電廠的內部構造。
- 11月11日 ● ③我認同你說的，新竹算是很大風。
- 〔能源屋研究——背景介紹〕
- 11月18日 ● ②我的能源屋在南投，它的位置在臺灣的中間；地形大部分是丘陵和高山；氣候很晴朗；特色是休閒活動可以採茶，所以我覺得在南投市比較適合發展水力發電，因為那裡有很多山。
- 11月18日 ● ③針對你說的「你喜歡比較不會爆炸的發電方式」，我建議你先看發電廠的結構再做能源屋。
- 11月18日 ● ④你說你選擇苗栗是因為有風跟太陽，但是新竹那裡的風比較大，你為什麼不去新竹組呢？
- 〔能源屋研究——研究步驟〕
- 11月25日 ● ②第一步，蒐集有關南投地區的相關資料；第二步，看看發電廠的結構；第三步，收集會使用到材料；第四步，製作水力發電廠；第五步，確定能源屋有沒有瑕疵的地方；第六步，介紹能源屋的功能與裝飾。我需要的工具有剪刀、尺、圓規、熱融槍、白膠；材料有冰棒棍、紙張。
- 11月25日 ● ③如果你要使用美工刀，很危險喔！所以要小心！
- 〔能源屋研究——實作流程〕
- 12月9日 ● ②我的能源屋進度在五成左右，我發現製作能源屋可以觀察發電廠是怎麼設計的，但我遇到的問題是我不知道能源屋的大小要多大？
- 12月23日 ● ③你說你沒構圖好、材料也不足，所以我建議你可以找網路的能源屋可以參考，或是問問同學和老師，也可以跟我們這組的借材料。
- 12月23日 ● ④雖然你的能源屋外觀做好了，但我建議你可以先美觀外部，不然有誰會想看箱子上的實實呢？
- 12月30日 ● ⑤我做的能源屋目前進度只剩下裝飾。我的想法是可能以後主要會用水力發電，但我不知道水力發電要怎麼用？所以我會上網搜尋。
- 12月30日 ● ⑥我的能源屋有兩種的發電設備，第一個是太陽能，第二個是水力發電。我的屋頂是太陽能發電廠，但內部是水力發電，所以我還在屋子裡挖了一個洞接水管。
- 〔能源屋研究——成果發表〕
- 1月6日 ● ②我的能源屋所佔的空間很小，又方便攜帶；然後外、內部都有美觀；我的能源屋可以使用太陽能和火力。我比較滿意的地方是能源屋的外觀有美化，這樣比較好看；而且可以使用兩種能源發電。我覺得可以加強的地方是把一些有漏洞的地方給補好，還要把一些零件貼上去會不會很好看？當我做完能源屋我很高興，因為自己做的能源屋做的很好看，也可以運用兩種能源發電。
- 1月6日 ● ③我想投給○○○，他的能源屋很有創意，因為有樓梯也可以伸縮屋頂。
- 1月6日 ● ④針對你說的「夜晚時就能用太陽能發電」我認為晚上是不能用太陽能，因為沒太陽。
- 1月6日 ● ⑤你如果不能用QR進入知識論壇，可以使用歷史紀錄來看能不能找到。

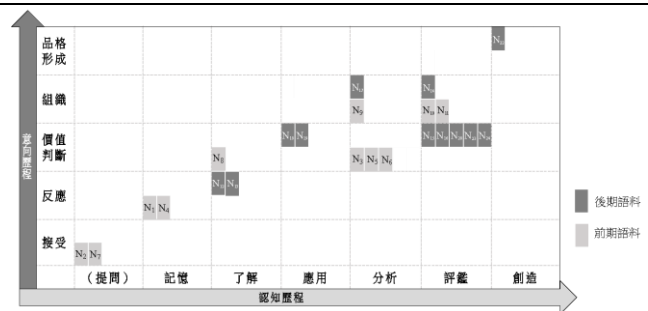
2021年 1月

附錄九：認知歷程與情意歷程之雙向細目二維圖表

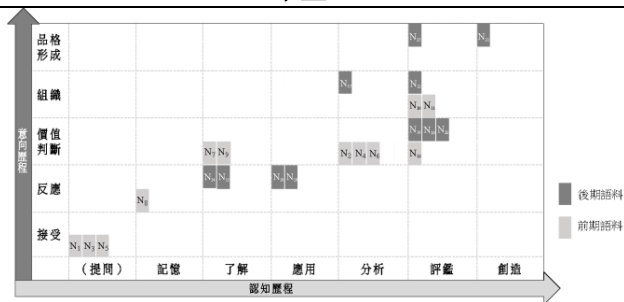
學生 S2



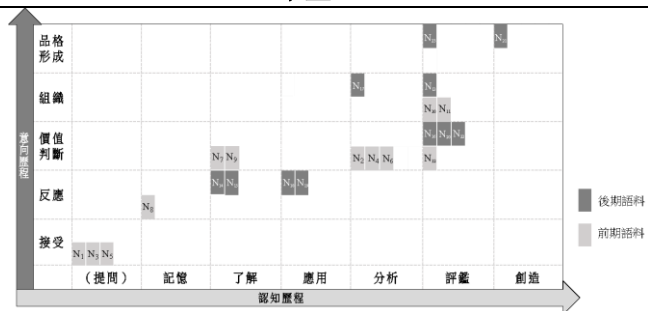
學生 S6



學生 S9



學生 S12



Using Knowledge Building Activities to Enhance Students' Cognitive and Affective Learning in Energy Education

Li-Ting Tseng* and Mei-Ju Chen

Department of Education and Learning Technology, National Tsing Hua University

Abstract

As the world is continuously changing, it is crucial that whether a person is able to use interdisciplinary learning to create new knowledge in order to solve problems we are facing today. A great deal of previous research has focused on the cognitive skills (cognition) required for problem solving. However, there have been few research studies of the affective learning. This research conducted a case study method, taking 13 third to sixth grade students in the elementary school as the participants. The theory of knowledge building and the assistance of knowledge forum were used to explore the development and relationship of knowledge building activities on students' cognition and affective learning in energy education issues. The students are expected to ask real questions about energy issues, suspecting others' ideas and forming arguments. In addition, they also are asked to collect and analyze data, formulate research projects, and create energy houses. This research conducted a mixed-method that is to analyze and summarize the cognitive goals as well as the affective goals to present the process of cognitive and affective learning. The results of the study found that the teaching strategies of knowledge building could improve cognitive and affective learning goals. Both learning goals were positively correlated. That is to say, students not only can apply what they have learned to solve real-world problems, but also have a positive attitude to learn.

Key words: Knowledge Building, Energy Education, Affective Goals, Cognitive Goals

* Corresponding author: Li-Ting Tseng, litingseng614@gmail.com