以後設認知取向之創造思考教學促進國小學童科學創造力之行動研究

吳佩燕*、許銘津**
宜蘭縣廣興國民小學*、國立花蓮教育大學科學教育研究所**
swallow@ilc.edu.tw

摘　要

本研究以後設認知取向進行創思教學的行動研究，引導國小六年級學童應用創思心理策略與心理技巧，以支持、鼓勵的方式，並透過在普通教室設置科學平台所提供的創思支持環境，培養學童的創思能力，進而促進科學創造力的表現。本研究共進行了兩個單元的教學活動，每一個單元皆進行兩次的循環教學，透過計畫、行動、省思的教學行動後，發現：

一、後設認知取向之創思教學是可行的，可幫助教師培養學童之創思能力。
二、普通教室之科學平台可提供創思教學的外在支持性環境。
三、創思心理技巧與心理策略可提升學童的科學創造力表現。
四、簡化創思心理歷程與具體之創思心理策略和技巧能符合學童學習歷程。
五、研究者透過創思後設教學行動研究學習到創思教學知識與應用創思教學之後設認知技能。

關鍵字：後設認知、科學創造力、創造思考教學

一、研究目的

本研究以行動研究的方式進行，應用後設認知之覺知、評估、調整等策略輔助創造思考教學，並利用科學平台加強教室的科學學習環境，強化創造思考教學的支持性環境，以刺激學童的科學學習動機，培養學童運用後設認知監控個人的創造思考學習歷程之自我學習，進而促進科學之創新、創造能力的表現，同時，也希望能了解自然與生活科技領域教師以後設認知取向進行創造思考教學之教學行動歷程，提供科學教育之教學參考。

二、前言

近年來，各國不論在國家施政方針、教育政策制定或領袖的公開談話，皆顯現創造力教育的重要，Sternberg 和 Lubart 即提出創造力與思考能力的啟發、培養，已是各國教學改革的重要趨勢及教學目標(洪蘭譯，1999)，自然與生活科技學習領域的課程亦明示「培養獨立思考、解決問題的能力及激發創造潛能」為教學目標(教育部，2001)，研究

者深感學童「學而不思」與每下愈況的創造能力，而體認國家未來主人翁所具備之「帶得走的能力」應是創造力與後設認知能力，因此，研究者期許透過後設認知之創造思考教學，以促進國小學童科學創造力的發展，厚植國家未來主人翁處世應變與獨力的能力。

三、研究背景

後設認知，其實就是個人的高一層次思考活動，是人人皆有之潛能，如曾陳蜜桃(1990)指出，後設認知可教可學。後設認知主要有兩部分，個人對自己認知歷程、結果或任何相關事項的認知策略知識，個人對自己認知歷程的主動監控、結果的調整以及各項歷程的協調(Flavell,1976)。Meece(1994)曾指出自我監督能力能影響學習之成效，這正是後設認知的一部分，張昇鵬(1995)亦提出，運用後設認知能提昇創造思考的效果；此謂之創造思考，是一種具有新穎特質的思考，能產生有價值的想法，創造思考技巧是可以透過教學而學習的(Sternberg,2003)。

而創造思考教學，是一種啟發創造力的教學(毛連塭，1988)，可培養學生具備創造思考技巧、能力，與激發學生的創造動機和創造力表現。Sternberg 和 Lubart 更提出一個鼓勵和看重創造力的環境對創造力是有利的(洪蘭譯，1999)，換言之，也就是創思教學必須在一個能夠接納、包容並鼓勵不同意見的自由、安全、和諧的「支持性的環境」進行(陳龍安、朱湘吉，2001)，本研究便應用莊敏雄(2003)提出之「科學平台」，作為普通教室的科學學習角，輔助作為創思教學物理支持性環境。

一般而言，創造力是一種包含敏覺力、流暢力、變通力、獨創力、精進力等特質的能力(Guiford,1986)，以及具有 Sternberg 及 Lubart 所言之--新穎、恰當、品質和重要性的條件(洪蘭譯，1999)。但科學創造力除了具有一般創造力的特質，還必須能以所學之科學知識、原理基礎，進行創新或創造，它是一種適切的，有意義的、有價值的創造力(洪文東，2000)，能在科學過程技能與科學知識展現多元思考能力、解決問題能力、組合舊概念、形成新概念和創新的一種能力(江新合、唐偉成，1999)。如同前所言，透過創思教學，可培養創思能力，更進一步可促進創造能力的表現，本研究即以饒見維(2005)所提出之創思心理歷程及創思心理技巧、心理策略為後設取向之創思教教學架構，引導學童適當應用與練習。饒見維(2005)之創造思考之心理歷程包括面對問題、任務或情境、確定問題本質或關鍵、產生並表達許多創意、選擇創意、修改創意、提高創意品質、評價或試用創意、面對問題、任務或情境等步驟，其是一個不斷提出方法、創意，然後不斷試驗、驗證，直到圓滿達成任務或解決問題的動態的心理歷程。

在過去相關研究 (張昇鵬，1995；簡惠燕，1999；曾望超，2003)皆顯示，後設認知與創造思考歷程、創造力及教學策略有密切相關，能幫助學童在思考層面的擴展與層次提升，但其在研究以國小一般生為對象者，以及應用後設認知取向之創思教學融入自然科教學以促進學童創造力之實徵研究，卻極待後續積極努力。因此，本研究從後設認知、創思教學與科學創造力等三方面進行實際的教學行動研究，盼能提供有意從事科學創造力教育的國小教師更多的教學參考。

四、研究方法

採用行動研究方式進行，行動研究是教師在教學現場發現教學問題，由教師所做的一系列教學探究活動，蒐集有關的資訊，解決教學問題，改進教學方法及提升學童學習的成效。本研究以宜蘭縣十二班之鄉村型國小之六年級學童普通班做為教學研究實施之對象，該班共有男生 11 位，女生 15 位；教學研究現場包括普通教室和自然科專任教室，參與人員除研究者、學童外，尚有二位同儕教師與一位實習教師協助教室觀察或教學意見提供。

五、研究流程

本研究於確定研究主題後開始研究的準備階段，然後進行教學行動，最後將教學行動中所蒐集的資料整理，進行分析。研究流程分為三個階段，階段一為準備階段，主要是蒐集相關文獻、決定研究計畫和分析、發展相關教材，同時也準備教室之科學平台建置工作。階段二開始進入實施階段，以教學行動為研究主軸，每一個活動單元的教學均透過教學計畫、行動後，依據教學活動省思及所收集之資料修正教學行動，調整後進行再次的教學行動，以此類推。階段三則將實施階段所蒐集的多元資料進行資料編號、編碼，透過分析、歸納、解釋，最後整理撰寫研究報告，提出研究結果與適當具體的建議。

六、研究工具與資料處理分析

本研究主要以行動研究的計畫－行動－省思－調整－修正的螺旋循環方式，持續地進行教學活動，在教學活動中亦持續不斷的蒐集資料，同時也進行資料分析與詮釋，所蒐集的資料種類包括教學活動歷程之錄影、教學者之省思札記、教室觀察記錄、人員晤談和學童的作品、學習文件等。資料處理時是將教學活動之原始資料與教學構想進行持續性的比較、分析、對照，檢驗研究的有效性與正確性，提高研究之效度。同時儘可能透過多樣管道，不同的研究工具，如上課錄影、學童學習文件資料、學童作品及參與研究人員之晤談...等多重資料來源進行三角檢驗，避免研究者之個人偏見，提高研究之可信程度。另一方面，本研究亦從自我效化、同儕效化和學習者效化三方面，瞭解並尊重不同的觀點與價值，降低研究者之偏見，以確保研究品質及提高研究之效度。

七、結果與討論

(一)後設取向之創思教學行動研究歷程

研究者以後設認知取向進行創思教學，透過創思教學提示條、創思小組學習單、個人檢核表和同儕互評表之輔助，以及小組合作的方式發現，學童之後設認知機制可以被刺激與提升。參與本研究之國小學童在創思之後設認知的知識、知覺和技能三個向度表現，其在創思心理歷程以「產生及表達創意」、「選擇創意」、「修改創意」這三個階段之後設認知知識與知覺表現較好，其中修改創意階段中，學童能以運用判準進行後設批判表現後設知技能，「S6：比較細比較重的飛機飛得比較遠，還有繩子不要抹太多油。T：…那你這是從哪裡得來的資訊？S6：在家裡查電腦的。(S6 晤談 950110)」、「S25：我們就看那個是什麼材質做的比較好飛。研：你們用了哪些材料來做比較？S25：海報紙、報紙還有廣告紙，試過後，海報紙飛得比較遠。

S25：還有那個射的位置。如果射的時候往上一點，就是手舉高一點，就會往上飛，會飛得比較久。(S25 晤談 950110)」；在創思心理技巧中，延後判斷、腦力激盪和批判思考在後設認知的知識、知覺和技能表現較佳；創思心理策略則以先量後質、內外同步之後設認知識、知覺和技能表現較好，「研：那些創造思考的技巧，你覺得有用嗎？S16：有，內外同步。就是做實驗，有時候心理想什麼就會寫下來或去做……，有時在生活上也會應用到。(上課錄影 950105)」。換言之，創思之後設認知策略是具有可行性，惟仍需長時間之訓練，才能養成心理運思與監控習慣。

饒見維(2005)的創思基本心理歷程為精緻的心理運思過程，經由教學的實施，可化為具體的創思教學流程，提供教學者設計創思教學之架構。參與本研究之學童在創思學習的表現，普遍在「面對任務、確定任務、修改創意、實踐分享與完成任務」等歷程產生困惑(如表 1)，可見學童創思歷程概念尚處模糊階段，因此，研究者建議將創思心理歷程修正為「了解任務、產生及表達創意、修改創意與實作分享」四個階段，較符合國小學童之創思心理發展與認知，進而可培養學童設計、操作實驗的能力和創思表現。

對於國小學童創思心理策略與技巧之引導，必須具體或實例操作示範，學童較容易學習，如先安排遊戲活動練習心理技巧；心理策略雖是抽象原則，亦可將其具體表徵，如內外同步心理策略，就是隨時記錄心理的創思想法，引導時要以學童易了解之淺白用語，直接運用口語「想到就寫」，可達到直接提醒學童，儘量避免因語文能力造成學童認知與理解困難；創思心理策略和心理技巧可分階段實施，可從較具體的先實施，如延後判斷、腦力激盪、先量後質和內外同步等，再循序引導進行較高一層次之創思心理策略和技巧。

研究者秉持創思教學的理念與原則，除了透過課堂中言語的鼓勵、包容等心理的支持性環境，亦安排普通教室中之科學學習角，設置科學平台操作區，讓學童可以延伸課堂中的科學學習活動，隨時動手操作創思活動，不受時間與空間限制，「科學平台操作區很不錯，可以讓我們不必去自然教室玩(研究)。(S3 學 950117)」、「科學平台操作區對我比較有幫助，讓我有地方做實驗，我在那裡做張力飛梭。(S20 學 950117)」同時，科學學習角亦是一種助長學童主動探索的學習環境佈置，營造一種外在的創思支持性環境，提升學童的創造性表現。

(二)學童的學習表現

本研究發現多數學童能以科學知識為基礎，如在第二次滅火比賽的檢討中，學童提到：「瓶子太小，裡面的東西很容易倒，材料不足，酸梅汁不容易產生二氧化碳，設計使用不方便。」透過分組上台報告實作設計，與聽眾(同儕)進行實作設計的討論，促進創思的批判思考心理技巧之運用，如學童以比賽判準「飛得最遠」質詢實作設計的材料；同時，討論過程中也可強化學童的科學知識與釐清概念，如在張力飛梭的提問討論，學童能提出線繩的摩擦力問題或是建議塗抹牛油等方式減少摩擦力。且從學童在張力飛梭的比賽成績表現(如表 2)，亦顯示學童的科學知識應用情形。

表 1 學童對創思心理歷程的瞭解與回憶情形

說明人數單元	完全正確回憶	部分正確回憶	完全無法回憶	部分正確回憶的內部錯誤情形					
				面對任務↓確定任務	確定任務↓產生及表達創意	產生及表達創意↓選擇創意	選擇創意↓修改創意	修改創意↓實踐分享	實踐分享↓完成任務
張力飛梭第一次	2	20	4	10	4	4	2	8	9
張力飛梭第二次	5	20	1	11	4	2	3	8	10

表 2 張力飛梭比賽成績

組別 / 活動		第一組	第二組	第三組	第四組	第五組	備註
第一次	射遠	4.85 公尺	10.6 公尺	2.1 公尺	1.3 公尺	1.4 公尺	此記錄為現場表現最好的一次皆
	射久	0 秒 75	1 秒 37	1 秒 38	0 秒 75	1 秒 04	
第二次	射遠	8.27 公尺	17.39 公尺	12.96 公尺	6.93 公尺	18.1 公尺	
	射久	1 秒 37	2 秒 15	2 秒 48	2 秒 19	1 秒 85	

另一方面，學童在時間內產生的創意點子數每一次都有進步(如表 3)，流暢力明顯有進步，且學童每一次想出的創意點子類別亦有增加(如表 4)，變通力亦有成長，換言之，學童能應用心理策略和心理技巧提升科學創造力的表現。可見，隨時間能提升熟練度，學童能在創思活動中逐漸熟悉並應用創思心理策略和技巧，並且能將科學知識應用與修改創思作品，讓作品發揮科學創造力。

表 3 各組構想實驗器材的點子數量

項目數量 / 組別	單元一 滅火總動員		單元二 張力飛梭	
	第一次	第二次	第一次	第二次
第一組	14 個	21 個	39 個	55 個
第二組	19 個	24 個	42 個	56 個
第三組	28 個	18 個	31 個	42 個
第四組	13 個	21 個	29 個	53 個
第五組	19 個	34 個	47 個	43 個

表 4 各組構想實驗器材的點子類別

項目類別數 / 組別	單元一 滅火總動員		單元二 張力飛梭	
	第一次	第二次	第一次	第二次
第一組	3 類	4 類	8 類	9 類
第二組	5 類	5 類	7 類	10 類
第三組	6 類	5 類	7 類	9 類
第四組	5 類	5 類	7 類	8 類
第五組	4 類	7 類	9 類	9 類

雖然只有極少數學童能以後設認知監控創思活動，其仍可發現教師善用提醒、標記、檢核表等後設認知策略，是可以啟發學童之後設認知潛能。由於學童的後設認知與年齡有正相關，若能長時間的培養與練習，可將創思之後設認知潛移默化為思維習慣的本能，部分學童的晤談與學習省思記錄，「延後判斷，讓我知道說，如果有人提出來很多東西，不要馬上就跟他說怎樣…就去排斥他。(S7 晤 941103)」、「出遊時也可以運用延後判斷，想到更多旅遊的地點！(S25 學 950117)」、「延後判斷這個技巧可以讓你想到什麼就說什麼，不管對錯，對我的創意有很大的幫助。(S9 學 950103)」可發現，延後判斷心理技巧在四次的教學行動持續被運用與練習，且每一次教學行動在「產生及表達創意與選擇創意」歷程皆有應用到，至少多了兩次的

應用機會，故學童最熟練與進行自我監控。因此，透過教師的教學策略與提醒，學童可以在長時間與練習下，達到熟練的程度與掌握應用時機，進而內化為創思的心理習慣，成為創思學習的助力。

傳統自然科的食譜式實驗活動，常造成學童「做而不思」，然而在創思心理歷程的步驟引導，學童能依循創思的心理歷程，作為實驗活動的步驟，有計畫的進行實作活動任務，完成創思作品。經過創思教學活動的練習，多數學童逐漸了解創思的心理歷程，並且能體會與樂在創思活動的學習。「研：...我們還教了創造思考歷程，那你覺得這個歷程步驟對你有幫助嗎？S13：有些讓我們學到一些成語，讓我們知道有哪些**成語**可以應用。研：成語？那你懂得那些成語的意思嗎？S13：有些懂，有些不是很懂。(S13 晤 941105)」可發現多數學童仍需在教學者的引導與協助，方能完整執行創思心理歷程，教學者若能持續訓練學童應用創思心理歷程，有朝一日學童將可達到自主運用創思心理歷程設計實驗活動的能力。

學童在小組合作創思學習中，大部分都能學習分工合作完成創思活動，尤其在小組同儕之間的互相影響，可以提醒創思心理策略、技巧等的應用，為了能獲得比賽最佳成績表現，與爭取小組榮譽，學童大都積極的參與創思活動，如第二次張力飛梭活動後的學童省思記錄，「第二組：我們辛辛苦苦，同心協力，終於完成了張力飛梭，剛開始要起飛的時候，我們全組都非常的緊張，最後...沒想到，我們飛得最遠呢！」而積極合作的氣氛下，學童在創思活動討論，如產生及表達創意的實驗器材構想，除了量的提升也獲得品質上的提升；透過小組比賽競爭的壓力，亦能激發學童互助合作學習與促進創思表現，「第一組：這次進步很多很開心，比上次更有了一些，競爭(比賽)壓力變好大！」、「第二組：很好玩，很有趣，多了很多知識，我們有比上次好很多，以前 12 公尺多，現在有 17 公尺多，所以我們覺得很好，不過飛機壞掉、手受傷。」、「第三組：我們這組非常合作，這次我們的飛機比上次堅固，所以成績不錯，比第一次進步多了，要是可多射幾次，我們的飛機會飛的更遠。」同時，透過張力飛梭的比賽成績的進步(表 2)亦可得知。

(三)教師的專業成長與角色扮演

教學行動研究乃是為教學者解決教學現場的問題，研究者透過後設取向之創思教學行動，逐漸了解學童的創思心理歷程大致在確定任務、產生及表達創意、實踐分享比較明顯，研究者能嘗試以創思提示條、創思檢核表、創思學習單的標記等，引導與提醒學童進行創思活動，同時，提供內在鼓勵與外在的科學平台等創思支持性環境，促進學童的創思學習。研究者在後設創思教學之「教」與「學」中，累積後設創思教學經驗與創思教學活動設計之專業知能，體會創思的動態來回演變之歷程與了解創思心理策略和心理技巧的知識，更進一步從後設創思教學之行動中，應用後設認知技能，透過持續不斷的自我監控歷程，修正及調整教學的行動，解決教學問題，改善教學成效。

參考文獻

毛連塭(1988)。創造思考和學校教育。載於台北市立師範學院主編。**台北市創造思考教學研究專輯(一)**(頁 1-10)。台北：台北市政府教育局。

洪蘭(譯)(1999)。R. J. Sternberg 和 T. I. Lubart 著。**不同凡想：教育界、產業界的創造力開發**。台北：遠流。

江新合和唐偉成(1999)。開發科學創造力的 V-Map 教學策略實徵研究。**科學教育學刊，7**(4)，367-391。

張昇鵬(1995)。資賦優異學生後設認知能力與創造思考能力關係之研究。**特殊教育研究學刊，13**，221-240。

教育部(2001)。**國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域**。台北：教育部。

莊敏雄(2003)。**建置教室「科學平台」輔助國小自然科教學之行動研究**。國立花蓮師範學院科學教育研究所碩士論文。

陳龍安、朱湘吉(2001)。**創造與生活**。台北：五南。

曾陳密桃(1990)。**國民中小學生的後設認知及其與閱讀理解之相關研究**。國立政治大學教育研究所博士論文。

曾望超(2003)。**國小教師創意教學與學生後設認知能力、創造力及問題解決能力之相關研究**。國立高雄師範大學教育學系碩士論文。

簡惠燕(1999)。**國小學生在科學問題解決過程中創造力與後設認知之相關研究**。屏東師範學院國民教育研究所碩士論文。

饒見維(2005)。**創造思考訓練：創思的心理策略與技巧**。台北：五南。

Flavell, J. H. (1976). Metacognitive aspects of problem sovling, In L. B. Resnick(Ed.), *The nature of intelligence*. Hillsadle, NJ: Erlbaum.

Guiford, J. P. (1986). *Creative talents: Their nature, uses, and development*. Buffalo, NY: Bearly.

Meece, J. L. (1994). The role of motivation in self-regulated learning. In D. H. Schunk & B. J. Zimmerman (Eds.), *Self-regulation of learning and performance: Issues and educational applications*(pp.25-43). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Sternberg, R. J. (2003). WICS as a model of giftedness. *High Ability Study, 14*(2), 109-137.