探討後設認知策略對學生探究能力和概念改變的影響

張文馨[1]、許瑛玿[2]
國立台灣師範大學地球科學研究所[1]
國立台灣師範大學科學教育研究所&地球科學系[2]
haha1788@gmail.com[1]、yshsu@ntnu.edu.tw[2]

摘　要

後設認知是影響學生各方面學習成就表現的因素之一，本研究期望藉由發展四季成因線上課程，來促進學生對科學探究能力與概念的學習，並作為研究者與老師設計後設認知策略融入課程的參考。本研究以兩班國三學生為研究對象，分別施以有、無後設認知融入的四季成因線上課程後，比較後設認知策略對學生探究能力與概念改變的影響。目前研究結果為：(1)有後設認知策略融入的四季成因線上課程明顯比無後設認知策略融入的四季線上課程，更能有效促進學生概念的學習；(2) 兩班學生在接受線上課程前後，在後設認知能力量表上的得分無顯著差異。

關鍵字：後設認知、探究能力、線上課程

一、緒論

近幾年來，學生的科學探究是許多研究學者的研究重點之一。我國在「國民中小學九年一貫課程綱要」自然與生活科技學習領域中，針對其基本理念，提到：「學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力。特別是以實驗或實地觀察的方式去進行學習，使我們獲得處理事務、解決問題的能力。瞭解到探究過程中細心、耐心與切實的重要性。」（教育部，2000，p.1），顯示我國課程綱要中強調學生探究能力的培養。然而，也有許多研究者發現學生在經過一系列由實驗或者實地觀察組成的探究課程後，對其科學概念的理解或者探究能力的學習成效皆沒有顯著成效。Blank（2000）的研究提到，學生在經過日晷的竿影實驗課程活動後，發現學生對竿影為何會移動的問題仍然保有錯誤概念。Roth（1989）認為當學生科學想法與科學經驗無法聯結時，便無法擔保學生能在探究活動中得到完整且正確的科學理解。Moscovici 與 Nelson（1998）則告誡老師必須特別注意「進行科學（doing science）」與「進行科學活動（doing science activities）」兩者具有很大的落差。

根據 Blank（2000）的統計，多數研究指出當學生探討「how they know」以及「why

they know」時的認知理解是需要後設認知經驗的。White 和 Frederiksen（1999）指出，在電腦輔助的探究課程中若加入合作探究與反思學習教學策略，更能夠促進學生在科學探究能力的學習，尤其對低學習成就的學生更為顯著。王子華（2002）認為一個好的線上學習課程，應該具備後設認知策略的設計，使學習者做更多有意義的學習。林清山與張景媛（1993）發現擁有高後設認知能力的學生數學解題策略上顯著優於中低後設認知能力的學生。Lin（1994）發現後設認知能力也影響到學生問題解決的能力。Flavell（1976）認為後設認知影響其問題解決的能力與智能的發展。由此可知，後設認知對學生的各項能力都有顯著的影響力。

基於以上文獻探討，決定挑選國中自然與生活科技學習領域之教材內容要領「晝夜與四季」，因四季成因的概念對國中生來說過於抽象，若能提供模擬動畫對學生學習較有幫助，故選定此教材發展成線上學習課程，以探討後設認知策略融入四季成因線上課程對國中生探究能力與概念改變的影響。

二、研究目的

本研究修改先前四季成因線上課程（何玉婷，2005），並融入後設認知策略於四季成因線上課程，藉以引導學生進行四季成因的探究，以增進其科學探究能力與四季成因概念的學習。經施測後設認知量表，並輔以晤談工具蒐集後設認知質性資料，探討後設認知策略對國中生學習科學探究與四季成因概念的影響。針對此研究目的，其研究問題如下：

1. 探討有無後設認知策略融入的四季成因線上課程對國中生科學探究能力的影響為何？
2. 探討有無後設認知策略融入的四季成因線上課程對國中生學習四季成因概念的影響為何？
3. 探討有無後設認知策略融入的四季成因線上課程對國中生後設認知的影響為何？
4. 探討接受後設認知策略融入的四季成因線上課程之國中生，其後設認知能力如何影響探究能力的表現？
5. 比較不同學習成就的學生，在接受後設認知策略融入的四季成因線上課程後，其科學探究能力的表現差異為何？

三、研究方法

（一）、研究對象

本研究採樣方式為便利樣本（convenient sampling），樣本來自高雄市立某高級中學，挑選兩班國三學生為研究樣本，於實驗組實施融入後設認知策略之四季線上課程，學生人數為 26 人；於控制組實施無融入後設認知策略之四季線上課程，學生人數為 25 人，分別進行 8.5 小時的課程訓練。並分別從兩班中，各隨機選取 6 人，共 12 人，進行晤談。

（二）、研究工具

1. 後設認知能力問卷：

最早提出「後設認知」的人是 Flavell（1976）， 他認為後設認知是個體對自己認知歷程與此歷程中有關事物的知識，且在有具體目標下能於認知過程進行監控與事後調整的能力。不同學者對後設認知有不同定義，例如:Brown（1980）則定義後設認知是個體除了知道關於自身與周圍環境的知識外，並且能夠在認知過程中進行控制。張景媛（1990）認為後設認知是個人擁有的關於認知系統的知識。本研究定義「後設認知」為個體在學習前，能進行自我能力預估並知道有效達成學習任務的評定標準，而在學習過程中，知道採取各種策略（監控、評鑑、修正）以達成學習目標的能力。

經過文獻探討發現，評鑑後設認知能力的方法有：晤談法、問卷調查法、偵錯法與放聲思考法等。本研究決定採用問卷調查法，並輔以半結構晤談來評鑑學生的後設認知能力。所研發的問卷乃參考文獻及國內外所研發之量表後，統整後設認知構念如下表 1。根據表 1，本研究決定採取較多文獻使用的四項後設認知構念：自我計畫、自我監控、自我修正、自我評鑑，作為設計後設認知量表的依據，研發的量表內容明細如表 2 所示。並於量表中，加入 4 題有關後設認知知識的開放性問題。此份問卷經專家審查及預試，問卷量表部分預試的內部一致性(Cronbach α) 達 0.93。

2. 四季成因二階段診斷測驗：

本研究所使用之四季成因二階段診斷測驗，乃何玉婷於 2005 年所研發之四季成因二階段診斷測驗，該測驗遵照二階段診斷測驗發展的十個步驟，總共分成 10 個題組，每個題組的兩個階層問題都答對，才能得 1 分，故該測驗的滿分為 10 分，其 KR-20 信度值為 0.5。

表 1：後設認知構念統整

研究者	構念
Flavell(1976)	後設認知知識、後設認知經驗
Brown(1987)	後設認知知識、後設認知調整
王子華（1991）	目標設定、自我監控、自我修正、自我評鑑
OÕNeil（1996）	覺知、認知策略、計畫、自我檢核
施志宜（1998）	計畫、監控、評估
Schraw（2001）	計畫、監控、評估
林余思（2002）	計畫策略、監控策略、評估策略
Sbhatu（2006）	先備知識、監控、調整

表 2：後設認知能力問卷所含構念及其定義與題數

構念	定義	題數	信度
後設認知知識	對自我的認識、個體間差異的瞭解以及策略的理解，例如知道自己語文能力比推理能力強等。	4	
自我計畫	能夠針對主題進行評估、設定目標、進行自我預測及排定計畫。	8	0.7062
自我監控	能運用各種策略監督個人的學習過程，藉以達成學習目標。	10	0.8334
自我修正	當監控過程中出現問題時，會針對計畫或策略適時進行調整。	5	0.7764
自我評鑑	知道如何檢測學習成果、計畫的有效性	9	0.7431
		36	

3. 後設認知教學策略融入四季成因線上課程

Quintana＆Zhang 與 Krajcik (2005)指出，當學習者在進行較複雜的學習活動時，如線上探究課程，學習者的後設認知能力是非常重要的，但是在多數新手學習者的身上，普遍缺乏此種後設認知能力。曾永祥（2003）提出，在進行線上課程時，若能培養學生的後設認知能力，將能促進學生對學習階段的連結以及提升學生線上課程的學習成效。故本研究修改何玉婷（2005）依 TEL（Technology

Enhanced Learning)教學模式所設計的四季成因線上課程，再根據 Quintana, Krajcik and Zangn（2005）所提出的線上探究課程會使用到的後設認知教學策略：對任務的理解與計畫、監控與調整、反思等三個部分，針對學生在進行線上探究課程會面臨到的問題，融入後設認知策略，以提升學生進行線上課程的學習成效。課程架構如下表 3 所示。

表 3：課程架構

課程階段	學習目標	後設認知策略
情境呈現	以世界氣溫模擬動畫，使學生能回想過去生活中的經驗，並瞭解本課程所要探討的內容。	在分組討論區以問題引導，讓學生比較個人與其他同學的不同觀點。
異例呈現	根據四季成因二階段診斷測驗前測，可以將學生在四季成因上的另有概念分類，針對不同迷思概念給予相對應的異例動畫，使學生產生認知衝突，重新檢視其概念的合理性。	學生可重複觀看動畫，並須完成檢核表，確保學生確實產生認知衝突。
動畫觀看	提供 7 個四季成因相關概念模擬動畫，讓學生操作完動畫後，修正本身對四季成因的想法。	學生可以重複操作這些動畫，並提供引導問題，讓學生可作自我檢測對動畫的理解，以達到自我監控反思的效果。

探究活動	使用四季成因電腦模擬，讓學生依循學習單的引導進行有意義科學探究，探討緯度、自轉軸傾角、軌道偏心率對地球上四季變化的影響。	學習過程中輔以自我檢核表、同儕互評表，來讓學生依據科學探究準則進行反思、監控、修正等。

（三）、研究流程：

本研究之研究流程分三個階段：準備階段、正式施測階段、資料分析階段。

準備階段：從 2008 年 10 月至 2009 年 8 月，透過探討相關文獻，發展探究能力測驗、後設認知能力量表，並依據其學生的探究能力測驗前測結果，發展後設認知策略融入之四季成因線上建模課程。於發展過程中，由三位相關領域專家學者進行審查與修正，並於 2009 年 7 月中旬進行前導性測試，修改課程內容、測驗與實施程序等。

正式施測階段：本研究於 2009 年 8 月初至 10 月底，至高雄某高級中學進行正式施測，工作內容包括前測、四季線上課程教學、後測、學生晤談。而目前蒐集到的資料有：後設認知能力問卷前後測、科學探究能力測驗前測、學習單內容、學生進行線上課程側錄檔。科學探究能力測驗後測和晤談將於 10 月中旬完成。

資料分析階段：將針對所收集的量化與質性資料進行分析。

四、研究結果與討論

本研究之所有資料尚未蒐集完全，故本文中僅針對目前蒐集完畢之資料進行資料分析與結果討論。

（一）探討有無後設認知策略融入的四季成因線上課程對國中生學習四季成因概念的影響為何？

因為其四季成因二階段診斷測驗未通過常態考驗，可將顯著水準訂為 0.04，進行二因子混合設計的 ANOVA 分析，結果如表 4，描述性統計統整如表 5。由表 4 可知，課程與四季成因概念前後測的交互作用，p 為 0.05 未達 0.04 顯著水準，顯示有無後設認知策略融入的四季成因線上課程與學生四季成因概念前後測間無交互作用存在，而有無後設認知策略融入的四季成因線上課程對學生在四季成因概念的改變達顯著水準，且兩班學生在四季成因概念前後測間達顯著差異。由表 5 中兩班前後測平均分數即可得知，無論接受有或無後設認知策略融入的四季線上課程，都對國中生學習四季成因概念有顯著幫助；而且接受有後設認知策略融入線上課程者的四季成因概念進步比無後設認知策略融入課程者明顯較多。

表 4：概念改變前後測二因子混合設計的 ANOVA 分析表

	SS	df	MS	F	p
前後測	30	1	30.15	17.35	0.000
不同課程	42.67	1	42.67	9.24	0.004
前後測*不同課程	7.1	1	7.1	4.08	0.05

表 5：四季成因概念前後測描述性統計

	前測		後測	
	Mean	S.D	Mean	S.D
實驗班 N=26	2.84	1.49	4.46	2.39
控制班 N=25	2.08	1.38	2.64	1.68

（二）探討有無後設認知策略融入的四季成因線上課程對國中生在後設認知的影響為何？

利用二因子混合設計的 ANOVA 分析，比較兩班學生課程前後測在後設認知量表得分上是否具顯著差異。經 SPSS 考驗通過常態檢定，並在相關係數與母群變異數的均質檢定皆通過後，進行平均數分析，結果整理如下表 6。由表 6 可知，無論是在同一班中後設認知執行前後測，未通過顯著考驗，顯示接受不同四季線上課程的兩班學生，在後設認知能力的表現上並沒有顯著差異。

表 6:學生在後設認知執行的二因子混合 ANOVA 分析表

	SS	df	MS	*F*	*p*
前後測	240.36	1	240.36	1.57	0.216
不同課程	38.32	1	38.32	0.039	0.845
前後測*不同課程	332.05	1	332.05	2.174	0.147

五、結論

綜合以上研究發現，本研究所設計的兩套四季成因線上課程，對學生在學習四季成因概念均有明顯幫助，而有後設認知策略融入四季成因線上課程比起無後設認知策略融入四季成因線上課程更能有效幫助學生在四季成因概念的學習，故本研究所設計的後設認知策略線上課程對學生概念的學習有所助益。不過，兩班學生在後設認知的表現上並沒有顯著的差異，其原因可能在於後設認知能力的訓練需要較長期的時間與觀察，短期的課程訓練並無法看出成果，是其未具有顯著差異的可能原因之一，也可能是目前結果分析以問卷調查法所蒐集的量化資料為主，所以無法確切的探討學生後設認知的改變情形，故未來將會進一步分析問卷中開放性問題的部分，並輔以半結構晤談和學習單內容的分析，深入探討有無後設認知策略融入的四季成因線上課程對學生後設認知的影響。

六、參考文獻

教育部（2000）。*國民中小學九年一貫課程綱要自然與生活科技領域*。台北：教育部。

林清山&張景媛（1993）。*國中生後設認知、動機信念與數學解題策略之關係研究*。教育心理學報，26 期，53～74。

張景媛（1990）。*後設認知能力與資優教育*。資優教育季刊，34 期，6～9。

曾永祥（2003）。*線上課程對高二學生四季成因概念學習的影響*。未出版之碩士論文，國立台灣師範大學地球科學系科學教育組。

何玉婷（2005）。*探討不同教學方式對高中學習四季概念的影響*。未出版之碩士論文，國立台灣師範大學地球科學系科學教育組。

Blank, L. M. (2000). A Metacognitive Learning Cycle:A Better Warranty for Student Understanding? *Science Education, 84*(4), 486-506.

Brown, A. L. (1987). Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, motivation, and understanding* (pp. 65-116). Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum.

Flavell, J. H. (1987). Speculations about the nature and development of metacognition. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Eds.), *Metacognition, Motivation and Understanding* (pp. 21-29). Hillside, N. J.: Lawrence Erlbaum.

Quintana, C., Zang, M., & Krajcik, J. (2005). A framework for supporting metacognitive aspects of online inquiry through Software-Bsaed scaffolding. *Educational Psychologist, 40*(4), 235-244.

Reeve, R. A., & Brown, A. L. (1985). Metacognition reconsidered: Implications for intervention research. *Journal of Abnormal Child Psychology, 13*(3), 343-356.

White, B. Y., Frederiksen, J. R. (1998). Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cogntion and instruction, 16*(1), 3-118.

White, B. Y., Shimoda, T. A., & Frederiksen, J. R. (1999). Enabling students to construct therories of collaborative inquiry and reflective learning: Computer support for metacognitive development. *Internation Journal of Artificial Intelligence in Education, 10*(2), 151-182.