從「熱認知觀點」探討概念卡通論證教學對學童科學說明合理性判斷影響之研究

古智雄[1]、陳文正[2]
國立東華大學科學教育研究所
[1]chku@mail.ndhu.edu.tw 、 [2]95p4002@ems.ndhu.edu.tw

摘　要

本研究旨在探討概念卡通論證教學前後，學童面對科學說明(scientific explanations)合理性判斷的變化情形，並進一步分析受到班級聚集地位影響，學童於判斷過程中所喚起的熱認知現象(arousal of hot cognition)。本研究為準實驗研究設計，研究對象為東台灣國小高年級學童，共 3 個班 74 人，隨機指定其中二個班級為實驗組，另外一個班級為對照組。主要研究工具為自編的「科學合理性測驗卷」及「班級結構問卷」。研究發現：施以概念卡通論證教學後，學童在科學合理性測驗卷的判斷上，傾向選擇具有論證型式之科學說明選項，顯示概念卡通論證教學對學童科學說明合理性的判斷有正向的影響。然而，在班級聚集地位的影響下，學童在科學合理性測驗的判斷上，仍表現出熱認知現象。

關鍵詞：科學說明合理性、熱認知、論證教學

一、研究背景與重要性

在科學哲學的研究領域中，有關科學的合理性（rationality in science）之意涵，經常是研究者所探討的主題之一，落實到科學教育的研究，面對合理性的相關議題時，傳統的理性觀著重在「智識獨立性」與「判斷自主性」。然而，在實際的教室裡，同儕互動中，彼此的刻板印象、尊親關係等確實影響了學生對於合理性的判斷（楊文金, 1996,1998）。隨著科學哲學的轉向，當代的科學哲學觀逐漸接受 Kunda（2000）及 Thargard（1989）所稱「熱認知」（hot cognition）的意涵與表現，不再認為科學學習純然是傳統理性觀的冷認知。在社會認知的研究裡，熱認知係指相對於傳統理性觀的冷認知而言，意指富動機及情感負載的處理，受到需求和感覺的影響，使得目標和情緒渲染（color）到認知者的判斷（Kunda, 2000）。

在現今社會中，有許多與科學相關的社會性議題，由於牽涉的層面較廣，必須提供各個團體充份表達主張進行論證的機會，再讓社會大眾充份交換意見，達成共識後方可執行，因此，若要培養未來公民根據有證據基礎的資訊，作出正確且對眾人有利的決定，學生就必須要能辨別「個人意見」以及「具證據基礎的主張」，而且要能夠應用所學的科學知識，做出具有證據基礎的結論（OECD, 2007），換言之，論證能力可視為科學素養的關鍵能力之一 。

近年來，論證已逐漸成為科學教育研究的重要議題之一，而進行論證教學的題材及策略對教學成效有其影響，其中，概念卡通（Concept Cartoon）經常被用來引出學習者的概念，並且廣泛地被用來達成許多教學目標（Kabapinar, 2005; Ekici, Ekici & Aydin, 2007），而且採擷適當的科學理論為題材，透過呈現相關科學概念或想法，可用來啟動學童的論證活動。論證相關研究的進展，學生的論證能力、科學知識及科學本質成為探討論證教學成效的重要指標（黃柏鴻和林樹聲, 2007），而 Yore 和 Treagust（2006）主張科學素養可分為二個層次，第一層次為具備熟悉科學語言的基本能力，第二層次即為瞭解科學本質及科學知識，因此，本研究運用概念卡通為策略進行論證教學，讓學童瞭解科學說明裡應具備的重要元素，並探討教學前後，學童面對科學說明合理性判斷的變化情形，應該有意義與重要性。

晚近許多實徵研究結果皆說明了「互動過程」對科學學習具有某些負面影響（楊文金，1998, 1999、黃俊儒, 2000；Solomon, 1994；Richmond & Striley, 1996），有些學者也已意識到學生間所存在的位階關係對於學習機會所造成的影響，並開始質疑在小組討論的學習情境中，學生學習公平性問題（Bianchini, 1997），一些研究指出，學童班級聚集地位(children's class aggregated status)、社會常模(social norms)及權威加持(authority reinforcement)等因素，都會影響學童對科學說明合理性的判斷，喚起認知者的熱認知現象（古智雄，2000、葉佳承，2003、何燿州，2004、孫東志，2004、徐志宏，2004、鄭惠君，2004、陳文正，2004、林義涵，2006、陳春男，2006)。

綜上所述，學童的科學學習，不僅是個體認知問題，而是富動機、情緒負載的處理，受到需求和感覺的影響，渲染其對問題的判斷。雖然已有許多實徵研究發現小組內的權力、地位、動機、情緒等因素會影響到學習者的學習。然而，探討論證教學對學童科學說明合理性選擇之影響，以及班級聚集地位對學童科學合理性判斷之影響的研究仍少。準此，本研究基於社會認知理論的熱認知觀點，以更貼近現實的情境探討學童面對科學說明的合理性判斷應有其重要意義。

二、研究目的與問題

基於上述研究背景與動機，本研究旨在探討概念卡通論證教學前後，學童面對科學說明(scientific explanations)合理性判斷的變化情形，並進一步分析受到班級聚集地位影響，於判斷過程中所喚起的熱認知現象(arousal of hot cognition)。研究對象為東台灣國民小學之高年級學童。依據研究目的提出待答問題如下：

(一) 概念卡通論證教學前後，學童在科學說明的合理性判斷前後測表現之差異為何？

(二) 在科學說明的合理性判斷裡，學童受到班級聚集地位的影響，前後測表現的差異為何？

三、文獻分析

（一）熱認知與合理性判斷

在科學合理性的議題上，傳統的理性觀點強調智識獨立與判斷自主，認為思考過程是智慧、訊息驅力的處理，此即所謂的「冷認知」。而「熱認知」乃相對於冷認知而言，是指富動機、情感負載的處理，經常受到需求和感覺的影響，使得目標、情緒渲

染到判斷 (Kunda, 2000) 。所以合理性判斷應與社會互動有關。換言之，當代的理性觀認為科學概念不再是個人線性的自然現象，是情境、理性、多重角色的社會建構(古智雄，2001)。因此，學童的科學學習不僅是個體認知方面的課題，還滲入了許多個體外在的因素。

在科學學習過程中，互動的人、事、時、地、物等外在情境因素亦會影響學童對知識的建構。同儕參與互動時，除了要考慮交談的內容之外，參與互動者對於互動脈絡的先存概念亦將影響互動的歷程與互動的結果。Bianchini (1997) 的研究指出，學生社群在科學學習的情境中存在著不同位階的關係，而此種位階的形成主要是由學生的學望與人望複合而成，此即所謂的聚集地位。此位階關係對學童的學習與訊息判斷均有其影響。因此，本研究將班級聚集地位對學童科學合理性判斷之影響，列為研究重點之一。

（二）概念卡通與論證教學

近年來，論證在科學教育研究上已有相當成果。Duschl 和 Osborne (2002) 發現實施論證教學除了可以提昇學生的論證能力，更可促進學生主動學習、科學探究、推理和批判思考等能力。而黃翎斐和胡瑞萍（2006）剖析國內外已發表的研究，指出論證活動對科學學習的成效可概分為四個面向，分別是：(一)幫助概念理解；(二)發展科學探究能力；(三)了解科學的知識論；以及(四)促進批判思考與科學思考能力的發展。顯示論證教學的確有助於學生的科學學習。

概念卡通應用在教育上的研究已有一段時間，源自 1990 年代，英國學者試圖將概念卡通運用在科學教學中的相關探討 (Stephenson & Warwick, 2002; Naylor & Keogh, 2000; Kabapinar, 2005; Ekici et. al., 2007) 。所謂概念卡通，依 Naylor 和 Keogh (2000) 的主張，概念卡通是利用卡通人物視覺表徵科學概念，引發學習者對話討論的教學素材與活動。它具有以下幾項特徵：(一)科學概念的視覺表徵；(二)運用最少文字且具有對話的形式；(三)提供不同的觀點；(四)包含當代科學知識的觀點。概念卡通強調的是可以引發學習者的學習動機，提供不同的學習經驗，並作為討論的刺激因子來啟動小組討論 (Naylor & Keogh, 2000) 。換言之，概念卡通並非僅用來評量學生科學概念的學習，更應該被視為幫助教與學的一種工具 (Keogh & Naylor, 1999)。本研究運用概念卡通為策略進行論證教學，讓學童瞭解科學說明裡應具備的重要元素，並探討教學前後，學童面對科學說明合理性判斷的變化情形。

四、研究方法

(一)研究設計

本研究採準實驗研究設計，如圖一所示，將研究對象班級隨機分為實驗組與對照組，其中，實驗組總共實施三次科學合理判斷測驗，並在第一次測驗結束後，施以三個單元的概念卡通論證教學，採取 Chen 等人(2009)之教學研究設計，之後再進行第二次測驗，最後以學童班級聚集地位為熱認知變項，將之放入第三次測驗裡；對照組僅進行第一次及第二次測驗，並沒有進行概念卡通論證教學。

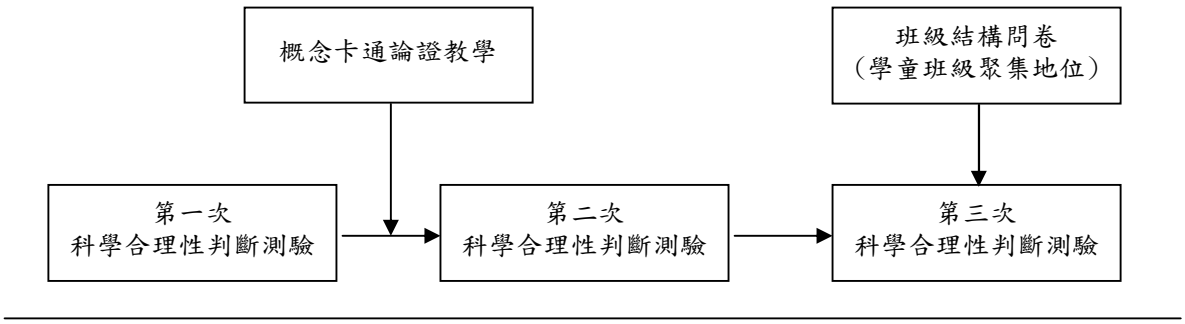

圖 1 研究設計圖示

(二)研究對象

本研究以東台灣國小高年級學童為研究對象，採方便取樣，共 3 個班 74 人，隨機指定 2 個班為實驗組，其餘 1 個班為對照組。依據加入熱認知變項強化選項之不同，再將實驗組隨機分派為兩組，其中，強化甲選項的是實驗 A 組，強化乙選項的是實驗 B 組。

(三)研究工具

本研究先透過「班級結構問卷」的施測瞭解學童在班上的相對地位等資料；再透過「科學合理性測驗卷」剖析學童對科學問題合理性判斷的冷熱情況。測驗卷共有八道題目每道題目設計兩種說明，其中，甲選項之科學說明設計為具有論證格式(TAP)，乙選項之科學說明則設計為不具有論證格式(Non-TAP)。在信度分析採重測信度(test-retest reliability)，分析結果得到重測信度為 0.87，在測驗卷的效度分析方面，延請具科學教育背景的教授及博士生進行審查，以取得專家內容效度。

(四)資料分析

本研究在資料分析的部份，先以 EXCEL 軟體建立資料檔，然後以 SPSS 10.0 版軟體進行相關的統計分析。在合理度測驗卷甲乙選項人數改變上，施以卡方(χ^2)檢定進行差異性分析；在甲乙選項合理分數變化量的部份，則施成對樣本 t 檢定。

五、研究結果

本研究結果與發現將檢視學童在兩個階段的科學合理性判斷的測驗之表現，以回答本研究的待答問題。首先，比較第一階段(概念卡通論證教學前後) 學童在科學合理性判斷選擇人數改變及合理性分數變化；其次，分析第二階段(班級聚集地位影響下)學童在科學合理性判斷選擇人數改變及合理性分數變化；最後，偶合實驗 A、B 組的結果進行分析。

（一）第一階段選擇人數改變情形

表1 第一階段學童選擇人數改變情形

組別		實驗 A 組		實驗 B 組		對照組	
		第一次測驗		第一次測驗		第一次測驗	
		甲	乙	甲	乙	甲	乙
第二次測驗	甲	68	45	63	33	89	26
	乙	21	66	16	56	24	85
χ^2 顯著性		.01**		.02*		.89	

*表示達顯著性差異($p < .05$)；**表示達顯著性差異($p < .01$)。

從表 1 的分析結果來看，實驗 A 組和實驗 B 組在第一階段選擇人數的改變上，有改選擇甲選項的趨勢，「第一次選擇乙、第二次改選擇甲」的人數，實驗 A 組有 45 人次，實驗 B 組則有 33 人次，且兩個實驗組選擇人數改變的卡方考驗(χ^2)結果皆達到顯著性差異($p < .05$)，而對照組則無。由上述統計結果來看，經過概念卡通論證教學後，學童在科學合理性測驗卷的判斷上，傾向選擇具有論證型式的科學說明(甲選項)，顯示概念卡通論證教學對學童科學說明合理性的判斷有正向的影響。

（二）第一階段合理性分數變化情形

表 2 第一階段學童合理性分數改變情形

	實驗 A 組		實驗 B 組		對照組	
	平均數		平均數		平均數	
	甲	乙	甲	乙	甲	乙
第一次測驗	5.61	6.05	5.66	5.66	6.32	6.25
第二次測驗	6.11	5.70	6.05	5.49	6.49	6.39
p-value	.95	.00**	.79	.46	.34	.38

依研究設計，科學合理度測驗卷的甲選項之科學說明設計為具有論證格式(TAP)，乙選項之科學說明則設計為不具有論證格式(Non-TAP)。從表 2 的分析結果來看，在第二次測驗時，實驗 A 組和實驗 B 組的甲選項平均合理性分數皆提昇了，高於第一次測驗的合理性判斷，即變化量皆為正值；反之，在乙選項的平均合理性分數則低於第一次測驗，變化量呈現負值，且實驗 A 組的乙選項合理性分數的差異性考驗上，達顯著性差異($p < .00$)。在對照組部份，甲、乙選項在第二次測驗的平均分數皆提昇，且未達顯著性差異。上述統計結果來看，經過概念卡通論證教學後，學童在科學合理性測驗卷的判斷上，提昇甲選項之分數，而降低乙選項的給分，顯示概念卡通論證教學對學童科學說明合理性的判斷所影響。

（三）第二階段選擇人數改變情形

表3 第二階段學童選擇人數改變情形

組別		實驗 A 組		實驗 B 組	
		第二次測驗		第二次測驗	
		甲	乙	甲	乙
第三次測驗	甲	70	8	57	2
	乙	43	79	39	70
χ^2 顯著性		.00**		.00**	

本研究在第二階段的重點，在探討班級聚集地位對學童科學合理性判斷之影響，其中，實驗A組的甲選項放入班級聚集地位較低之變項，實驗B組的乙選項放入班級聚集地位較高之變項。從表3的分析結果來看，實驗A組和實驗B組在第二階段選擇人數的改變上，有改選擇乙選項的趨勢，「第二次選擇甲、第三次改選擇乙」的人數，實驗A組有43人次，實驗B組則有39人次，且兩個實驗組選擇人數改變的卡方考驗(χ^2)結果皆達到顯著性差異($p < .01$)。由上述統計結果來看，在班級聚集地位的影響下，實驗組學童在第二階段測驗時，其合理性判斷的確浮現出熱認知現象。

（四）第二階段合理性分數變化情形

表 4 第一階段學童合理性分數改變情形

	實驗 A 組		實驗 B 組	
	平均數		平均數	
	甲	乙	甲	乙
第二次測驗	6.11	5.70	6.05	5.49
第三次測驗	5.09	6.85	4.74	6.80
p-value	.00**	.24*	.00**	.00**

從表 4 的分析結果來看，在第三次測驗時，實驗 A 組和實驗 B 組的乙選項平均合理性分數皆提昇了，高於第二次測驗的合理性判斷，即變化量皆為正值；反之，在甲選項的平均合理性分數則低於第二次測驗，變化量呈現負值，且兩個實驗組在甲、乙選項合理性分數的差異性考驗上，皆達顯著性差異($p < .00$)。在班級聚集地位的影響下，實驗組學童在第二階段測驗時，其合理性判斷的確浮現出熱認知現象。

（五）偶合實驗 A、B 組的結果進行分析

為了進一步的瞭解實驗組學童在科學合理性測驗之表現，本研究偶合實驗組學童在三次科學合理性測驗之甲、乙選項平均得分，結果如圖 2 所示。

從圖 2 的統計結果來看，在第一次測驗時，甲、乙選項的合理性平均分數接近，分別為 5.64 及 5.86。施以概念卡通論證教學後所進行的第二次測驗時，學童在科學合理性測驗卷的判斷上，提昇甲選項之分數，而降低乙選項的分數，然而，在第三次測驗時，受到班級聚集地位的影響下，實驗組學童則提昇乙選項之分數，而降低甲選項的分數。

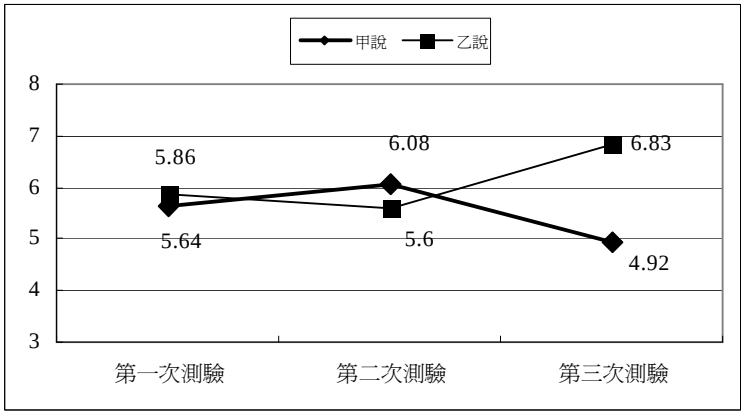

圖 2 實驗組學童合理性平均數變化情形

六、結論與建議

本研究旨在探討概念卡通論證教學前後，學童面對科學說明合理性判斷的變化情形，並進一步分析受到班級聚集地位影響，學童於判斷過程中所喚起的熱認知現象。研究發現，經過概念卡通論證教學後，學童在科學合理性測驗卷的判斷上，傾向選擇具有論證型式的科學說明，顯示概念卡通論證教學對學童科學說明合理性的判斷有正向的影響，然而，在班級聚集地位的影響下，學童在科學合理性測驗的判斷上，仍然表現出熱認知現象。「熱認知」是社會互動中的必然，正視熱認知的群體動力現象，

好好處理，它會是既正面又光明的互動模式，此處有一個傳統的處方或許是一個可行的思考方向，就是提昇學童的批判思考能力。

本研究顯示概念卡通論證教學對學童科學說明合理性的判斷有正向的影響，然而，不同論證學習成效對學童科學合理性的判斷，是否有不同的影響？應該值得探討的議題。此外，經過論證教學後，面對不同問題屬性的科學說明，學童的合理性判斷是否有所差異？亦為可行的研究方向。

七、參考文獻

古智雄（2001）：*國小學童科學問題合理性判斷的熱認知喚起與弱化作用*。國立台灣師範大學博士論文(未出版)。

Chen, W. C., Ku, C. H. & Ho, Y. C. (2009). Applying the strategy of concept cartoon argument instruction to empower the children's argumentation ability in a remote elementary science classroom. *Paper presented at the 13th European Conference for Research on Learning and Instruction(EARLI), Amsterdam, Netherlands, August 25-29, 2009.*

Duschl, R. A., & Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education, 38,* 39-72.

Keogh, B., & Naylor, S. (1999). Concept cartoons, teaching and learning in science: an evaluation. *International Journal of Science Education, 21*(4), 431-446.

Kunda, Z. (2000). The impact of motivation and affect on judgment. *Social Cognition: making sense of people*. (pp.211-262). Massachusetts Institute of Techonology.

Thargard, P. (1989). Scientific cognition: not or cold. In S. Fuller et al. (Eds.), *The cognitive turn*(pp. 71-82). Princeton: Princeton University Press.