國小學童因果關係能力與認識觀之初探

蘇曉萍*、陳景期**、盧玉玲***
國立臺北教育大學自然科學教育研究所研究生*
國立臺北教育大學自然科學教育博士班研究生**
國立臺北教育大學自然科學教育研究所教授***
ilff0202@hotmail.com

摘　要

本研究旨在探討國小學童因果關係能力與因果關係的認識觀類型，研究工具是自行研發的「國小學童對因果關係的認知問卷」，工具包括八種不同型態之分測驗。本研究以此問卷對桃園縣某國小四年級 35 位學童施測，研究結果顯示國小學童因果關係認識觀類型以傳統導向為主，偏向被動接受、記憶知識以及從生活觀察而獲得正確的答案，四年級男生與女生的學童「因果關係」能力無顯著差異，高分群與低分群以及男生與女生學童對因果關係不同類型認識觀的百分比分布是相同的。

關鍵字：因果關係、認識觀

一、前言

（一）研究的理念和重要性

教育部（2008）所公布的九十七年國民中小學九年一貫課程綱要「自然與生活科技」領域中明列出分段能力指標八個要項之首「過程技能」：增進科學探究過程之心智運作能力，此要項中的兩個項目：組織與關聯，歸納、研判與推斷，均列舉出與因果關係相關的能力指標；美國的 SAPA 課程定義了十三種科學過程技能，在八種基本過程技能與五種統整過程技能中，均說明了覺察因果關係能力的重要性，因此找出問題的因果關係，是解釋日常生活現象、做出合理判斷和結論之關鍵。

知識並非獨立存在於建構的個人之外，早期知識論（epistemology）多以哲學領域切入，近年來有關「個人知識論」的研究議題，普遍受到學術界各領域的重視。對於個人知識論的研究，早期可追溯至 Piaget（1950）所提出的「起源的知識論」（genetic epistemology）觀點，Piaget 的研究重心在於孩童的認知發展歷程，他主張諸多關於知識論的問題，與認知發展有密切的關連性，他對於認知發展所提出的階段論，也影響許多探討個人知識論的研究者，同樣採用階段論的觀點，來分析個人知識論的發展情況。

有關知識觀或知識信念（epistemological belief）之研究指出，個人對於知識本質的信念會影響其認知學習和訊息詮釋，知識信念是個人對認知與學習的基本假設，這些基本假設會使學生採用不同觀點來看待認知與學習，進而影響其學習動機與表現。不同的科學學習者對於同一現象可能有不同的解釋，因此有必要探討其知識信念的內涵，瞭解學生在因果分析的情境下，是如何運用自己的知識來解決問題，以在教學時提供重要鷹架更契合學生的需要。

（二）研究目的

因此本研究發展「國小學童對因果關係的認知」問卷，以分析學童的「因果關係」能力為何及其「因果關係」之認識觀類型。

二、文獻探討

（一）知識論

認識論或知識論（epistemology）的觀點「人類如何認識外在世界的？」是西洋哲學向來所關注的焦點，而學生的學習策略及學習成就也與自身的知識認識觀相對應(Schommer, 1993；Roth and Roychoudhury, 1994)。有學者指出，個人在作決策判斷時，認識論的信念(epistemological beliefs)主要是個人用來判斷何種資訊是重要的依據之一(Yang & Anderson, 2003)。綜合認識論的研究與觀點，認識論指的是個人對於知識的「來源、過程、本質、限制」的觀點。

（二）科學認識觀

科學認識觀，指的是對於科學知識如何發展、如何做判斷、影響科學知識發展的因素以及知識本質的觀點(姜志忠、張惠博、林淑楞、鄭一亭，2006)。蔡今中（2002）從「科學教學信念」、「科學學習信念」與「科學本質」等三個面向詮釋教師的知識觀，其中與本研究意欲觀察之學童科學認識觀較有相關之內涵為「科學學習」與「科學本質」兩個面向，其內涵如下：

表 1：科學知識觀信念的範疇架構（資料來源：蔡今中，2002，p.774-6）

範疇		科學學習		科學本質
傳統導向	理念	科學學習是從可靠的來源取得或衍生（ reproducing）知識。	理念	科學提供正確的知識、科學代表事實。
	描述	傳遞知識、熟記公式、定義、關鍵字與科學事實、複製教師所做的、努力練習單一問題、被動傾聽、尋找正確答案、精確計算	描述	精確的描述、中立或客觀的觀察、客觀解釋、事實。
	舉例	成功的科學學習，學生首先要記住相關公式與定義、要廣泛地練習單一問題。	舉例	科學是從自然現象中客觀觀察而獲得、它提供正確的答案。
過程導向	理念	科學學習聚焦於科學的過程或問題解決的程序。	理念	科學知識是透過科學方法。
	描述	理解科學的方法、遵循問題解決的程序、透過發現的過程學習、在確認的過程中操作。	描述	或遵循既定程序而發現科學的方法、既定程序、發現的過程、遵循科學的規則。
	舉例	最佳的科學學習是透過科學方法練習。如果學生仔細地遵循確認的過程，就能獲得科學概念。	舉例	科學知識是透過科學方法公式化、科學家遵循確定的程序形成科學知識。
建	理	科學學習是建構個人的理解。	理	科學是一種獲知的方法、它是透過

	念		念	科學社群同意的共識與典範而創造。
構主義導向	描述	解釋、運用真實經驗探究、與同儕或老師討論、與先備知識或個人日常經驗有關。	描述	它是透過科學社群同意的共識與典範而創造真實、想像行動、理論負載的觀察、透過社會協商建構。
	舉例	如果學生能有效將科學概念與他們的個人經驗產生關聯，科學學習將能成功。他們必須運用科學概念解釋個人經驗。	舉例	科學是從科學家想像的行動發展。但是，他們無法植基於他們個人的想像去發展科學知識。因此，科學家的社會協商在知識的發展上扮演重要的角色。

劉湘瑤、李麗菁、蔡今中(2007)提出科學認識觀，是指對科學知識的特性以及科學知識發展過程之看法，也就是說，它是個人的科學哲學信仰。在現今科技主導的現實生活面，個人是如何將外在世界的科學相關資訊，建構成自己相關的表徵方式，並用來解決問題與從事科學判斷，皆是需要認識論的信念來幫助個人達成。因此科學學習者必須認同科學認識論是瞭解科學不可或缺的元素，並將此應用於知識的產生與價值判斷。

（三）因果關係的重要性

因果關係是人類使周遭世界的一切有序化的基本假說，是科學、邏輯學、哲學以及語言學等領域的基礎學科與研究重點。因果思考（causal thinking）能幫助因果性分析，舉凡自然界力量形成的原因、了解每個個體的用途都必須應用因果思考來預測將要發生的事情（Beck & Forstmeier, 2007）。Hong（2006）也提出問題解決模式時，談及使用「因果性分析」的方法，說明凡事有因必有果，學童進行探究學習時，若能藉由讓學童一層層支解問題，持續到找出最根本的原因，才能根本解決問題。

綜合以上觀點，科學認識觀對於學童進行因果性思考以及問題解決時，會影響學童的科學判斷，由此所見，因果關係能力與認識觀的關係有密切的關連性，是本研究欲探討的重心。

三、研究方法與流程

（一）研究流程

本研究首先發展「國小學童對因果關係的認知」問卷，以此問卷對四年級學童施測，再分析出四年級學童的「因果關係」能力與「因果關係」之認識觀類型。

（二）研究工具

本研究透過文獻蒐集「因果關係」工具，於其中挑選出數種工具類型發展成「因果關係」工具的初稿，將試卷初稿與十位參與科學數位課程且有五年以上教學經驗的在職教師，以及三位相關研究人員討論、修正並審查後，再對某國小四年級 12 位學童進行預試，建立專家與內容效度，形成開放性研究工具—「國小學童對因果關係的認知問卷」，將此問卷八個分測驗羅列於後：

表 2：國小學童對因果關係的認知問卷

分測驗類型	分測驗內容	自然科學主要概念
分測驗 1	由自然科學實驗找出哪個是原因？哪個是結果？	燈泡亮了
分測驗 2	一個原因會導致多個結果，由一個原因為主題找出數個結果，並寫出其科學知識觀。	天氣變化
分測驗 3	多個原因會導致同一個結果，由一個結果為主題找出數個原因，並寫出其科學知識觀。	溶解速度
分測驗 4	原因—結果鏈。例如：下雨→地就濕；地濕→人滑倒；人滑倒→人受傷。由一個原因為主題開始寫出因果鏈。	水汙染
分測驗 5	多個原因—結果/原因—多個結果，一題由一個原因也可以說是是一個結果為主題，請學童去推論數個前因與數個後果，並寫出其科學知識觀。	空氣的流動
分測驗 6	原因—結果／原因—結果，兩題由一個原因也可以是一個結果為主題，請學童去推論一個前因與一個後果，並寫出其科學知識觀。	空氣汙染
分測驗 7	條件式因果，如果 (原因)可能(結果)，三題由一個假定性的現象為原因做為主題，找出可能發生的結果，並寫出其科學知識觀。	昆蟲傳授花粉
分測驗 8	能找出原因的魚骨圖，以一個主題為結果，找出好的原因(因素)與不好的原因(因素)，並寫出其科學知識觀。	蔬菜的成長

（三）研究對象

研究對象為桃園縣某國小的 35 位四年級學童，男生 16 位，女生 19 位。

（四）資料分析與處理

本研究依前述標準，參考蔡今中（2002）提出的科學知識觀信念中「科學學習信念」與「科學本質看法」兩個面向，將「因果關係」認識觀類型區分為傳統導向、過程導向與建構主義導向。並參考蔡雪芬(2007)「因果關係之類型分析量表的編碼表」訂定評分標準，將標準設定如下：判定各題之答案有明確因果關連的答案歸類為 A 類（即必然因果），在某些情況下可解釋為有因果關連（即部分因果）的答案歸類為 B 類。沒有因果關連的答案歸類為 C 類（即非或偶然因果），其中 A 類的層次最高，B 類的層次次之，C 類的層次低，依此層次給予 2 分、1 分與 0 分。

本研究以兩位自然科學教師與一位自然科學教育研究所畢業碩士為評分員，共同進行評分並統計的學童認識觀的類型次數，達成共識評量。

量化資料：以獨立樣本 T 檢定國小學童男女因果關係能力之差異，再以 Pearson 相關分析出國小學童對「因果關係」測驗類型的答題相關。同時將學童認識觀的類型次數進行卡方考驗，找出因果關係認識觀的類型的分布，並分析國小學童高分群與低分群以

及男女在「因果關係」認識觀類型分佈之差異。

四、研究結果與討論

（一）男女學童因果關係能力測驗結果

由整體測驗成績獨立樣本 T 檢定的分析結果（P＞.05）及分測驗成績之 T 檢定的分析結果（P＞.05），均未達顯著水準，此顯示本研究之男學童與女學童在因果關係能力測驗沒有顯著差異，結果如表 3。

表 3：因果關係能力測驗獨立樣本 T 檢定

因果能力測驗(N=35)	M	M(男)	M(女)	T	P
整體測驗	47.7714	46.1875	49.1053	-1.316	.197
分測驗 1	3.3714	3.3750	3.3684	.015	.988
分測驗 2	3.6857	3.8125	3.5789	.345	.732
分測驗 3	4.1143	4.1250	4.1053	.069	.946
分測驗 4	4.6286	4.3750	4.8421	-.861	.395
分測驗 5	8.2286	7.5000	8.8421	-1.740	.091
分測驗 6	6.5714	6.3125	6.3125	-.990	.330
分測驗 7	3.5429	3.3750	3.6842	-.791	.435
分測驗 8	13.6286	13.3125	13.8947	-.564	.576

（二）因果關係各分測驗成績間之相關係數

本研究更進一步的分析各分測驗成績之相關係數，由表 4 所示。由表 4 可知分測驗一、分測驗三、分測驗八的成績分別與其他分測驗並無顯著相關。分測驗二與分測驗五、分測驗六有顯著的正相關，代表學童在更複雜的原因推論結果能力，與由結果找出原因的問題的能力，表現良好者，其在從事一個原因推論多個結果的能力也可能較佳。此外，分測驗四與分測驗六有顯著的正相關，代表學童從事因果鏈推論能力佳者，其從事原因推論結果與由結果找出原因的能力也可能表現良好，反之亦然。

其後，分測驗五與分測驗七、分測驗六與分測驗七均有顯著的正相關，顯示若學童能瞭解結果也可能是一個原因，在推論互為因果的問題中則也可能表現良好，在面臨條件式的因果推理時亦然。

表 4：因果關係各分測驗間之 Pearson 相關係數

因果能力測驗(N=35)		分測驗 1	分測驗 2	分測驗 3	分測驗 4	分測驗 5	分測驗 6	分測驗 7	分測驗 8
分測驗1	相關	1	.226	.070	.319	.050	.108	.202	.014
分測驗2	相關	.226	1	.059	.253	.393*	.340*	.143	-.219
分測驗3	相關	.070	.059	1	.122	-.255	.142	.180	.111
分測驗4	相關	.319	.253	.122	1	.166	.461**	.259	-.011
分測驗5	相關	.050	.393*	-.255	.166	1	.190	.369*	-.138
分測驗6	相關	.108	.340*	.142	.461**	.190	1	.346*	-.086
分測驗7	相關	.202	.143	.180	.259	.369*	.346*	1	.196

分測驗8	相關	.014	-.219	.111	-.011	-.138	-.086	.196	1

*P＜.05　**P＜.01

（三）學童因果關係認識觀類型之差異

本研究國小學童的認識觀類型的分類統計如表 5、表 6 所示，傳統導向之次數明顯高於其它兩種導向。整體而言，國小學童描述其多以老師、醫生、科學家、父母、鄰居、同學、新聞、報紙、生活經驗與書本知識為個人的因果關係認識觀，綜合上述國小學童的認識觀類型是以偏向被動接受、記憶知識以及從生活觀察而獲得正確的答案。表 5、表 6 亦顯示國小學童高分群與低分群以及男性與女性對三種因果關係認識觀類型的百分比分布也可說是相同的。

表5：Pearson卡方考驗國小學童高分群與低分群的認識觀類型

科學知識觀信念的類型		傳統導向	過程導向	建構主義導向	P
整體測驗	低分群	158	19	4	.575
	高分群	167	27	3	

表6：Pearson卡方考驗國小學童男女的認識觀類型

科學知識觀信念的類型		傳統導向	過程導向	建構主義導向	P
分測驗 2	男	48	0	0	
	女	57	0	0	
分測驗 3	男	27	19	2	.271
	女	31	26	0	
分測驗 5	男	81	14	1	.701
	女	95	16	3	
分測驗 6	男	64	0	0	
	女	76	0	0	
分測驗 7	男	43	1	4	.152
	女	56	0	1	
分測驗 8	男	27	4	1	.514
	女	28	7	3	

五、結論與建議

本研究發現國小學童在從事因果關係判斷時，已從對科學認識觀信念中，建構一些科學經驗與知識，進而影響了其對因果關係的推論。因此國小學童對於科學因果關係的看法，已有自成的一套因果認識觀。研究者建議教師應設計以過程導向、建構主義導向循序漸進之科學知識觀信念教學活動，引導學童透過合作學習策略分析因果關係，找出問題解決之道，讓學童的認識觀更切合時代，以激發其學習動機、改善其學習策略與學習成就。初步的研究結果可作為後續研究發展適當的質性工具以及設計教學活動，來改善並檢視學童的因果關係認識觀，以深化此研究之目的。

參考文獻

姜志忠、張惠博、林淑楞、鄭一亭（2006）。物理史融入教學對提升學生科學認識論瞭解及其學習成效之研究。**科學教育學刊，14**（6），637-661。

教育部（2008）。**九十七年國民中小學九年一貫課程綱要**。台北市：教育部。

蔡雪芬（2007）。**小五學生因果關係之診斷工具及認知類型的分析研究**。國立高雄師範大學物理學系研究所碩士論文，未出版，高雄市。

劉湘瑤、李麗菁、蔡今中（2007）。科學認識觀與社會性科學議題抉擇判斷之相關性探討。**科學教育學刊，15**（3），335-356。

Beck, J., Forstmeier, W. (2007). Superstition and belief as inevitable by-products of an adaptive learning strategy. *Human Nature, 18,* 35-46.

Hong, J. C. (2006, June 11-14). *A study of idea searching as the knowledge creation approaches on Chinese eight trigrams (Pa Gua).* Paper presented at the 2006 ISPIM Conference, Athens, Greece.

Tsai, C.-C. (2002). Nested epistemologies: Science teachers' beliefs of teaching, learning and science. *International Journal of Science Education, 24,* 771-783.

Yang, F.-Y., & Anderson, O. R. (2003).Senior high school students' preference and reasoning modes about nuclear energy use. *International Journal of Science Education, 25*(2), 221-244.