科學教育學刊
2011, 第十九卷第六期, 531-548

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(6), 531-548

由認識觀發展的角度探討國小學童對科學探究過程之看法

林美馨[1]　楊芳瑩[2、*]

[1]國立臺灣師範大學　地球科學系(所)
[2]國立臺灣師範大學　科學教育研究所暨地球科學系

(投稿日期：民國100年6月3日，修訂日期：民國100年10月1日，接受日期：民國100年12月22日)

摘要：本研究的目的旨在以個人認識觀發展的角度探討國小學童對科學探究看法之現況。研究工具為「科學探究看法問卷」，採開放性的問答方式，針對120位三、六年級與男、女各半的學童做施測，此科學探究問卷包含：科學活動、科學方法與科學證據等三個面向。施測完畢後，根據過去研究發展出的認識觀架構，進行內容解碼分析，並進行評分者一致性的百分比考驗。主要研究發現如下：(1)在科學活動方面，三年級學童大部分持前實證觀觀點，六年級才有較多的實證觀點；(2)三、六年級學童在科學方法上，大都持有前實證觀點；(3)三、六年級學童針對科學證據的本質所提出的看法則大都屬實證認識觀點，並有朝向多元觀發展之趨勢；(4)男、女生在科學探究過程的三個面向，即科學活動、科學方法與科學證據的看法上沒顯著差異；(5)三、六年級學童在科學活動、科學證據的看法上有顯著不同，但在科學方法方面則沒有顯著差異。

關鍵詞：科學探究、認識觀

壹、緒論

認識觀(epistemology)一詞起源於哲學，主要探討知識的本質與知的過程本質，而心理學家認為每一個人因教育經驗，會形成個人認識觀(personal epistemology)。根據心理學研究的定義(Hofer & Pintrich, 1997)，個人認識觀指的是個人對於知識本質與知的過程本質之信念觀點(beliefs about the nature of knowledge and knowing)，若在科學的範疇中討論個人認識觀，則探討的重點就是個人對於科學知識本質與科學知識建構過程(也就是科學的知的過程)的看法或觀點，科學認識觀的範疇與科學本質所討論的面向一致，Lederman (1992)指出，科學本質主要探討的面向包含：科學方法論或認識論(epistemology of science)、科學為知的過程(science as a way of knowing)，或是科學知識

*通訊作者：楊芳瑩

發展過程的價值與信念。而所謂「科學認識觀」即是個人對上述科學本質面向的看法。

由於個人的科學探究經驗影響其對科學之信念與態度的發展(e.g., Bell, Blair, Crawford, & Lederman, 2003; Lederman & Lederman, 2005; Wallace, Tsoi, Calkin, & Darley, 2003)，而學生的科學探究經驗多來自課堂，為能瞭解科學課程經驗與個人科學知識信念發展間的關係，有必要瞭解不同階段學習者在目前的學習環境中究竟形成什麼形式的科學探究觀點。近年來關於科學認識觀理論與研究已可見於文獻紀錄(e.g., Tsai, 2006; Tsai & Liu, 2005)，相關的討論也涵蓋個人科學探究觀點，然而多數研究以描述學生的整體科學認識信念形態為主，鮮少專門針對科學探究面向做討論，更少見跨年齡或階段的比較，且受試者多為高中以上學生，此外這些研究中，大多使用量化問卷調查方式來分析學生的科學認識觀，這對分析瞭解學習者的看法有侷限。有鑒於此，本研究嘗試用開放性問卷及質性分析法，針對不同國小階段學童(中、高年級)對於科學探究過程的看法做深入分析。

從文獻分析可知科學探究過程可從科學活動、科學方法以及科學證據等面向來探討。立基於Lederman與Lederman (2005)的研究架構，本研究的主要目的是分析學童對科學探究過程的看法，本研究的理論基礎來自於認識觀發展與科學探究觀點的論述，但因這兩線的理論過去並無相關交叉研究，因此本研究嘗試結合這兩個理論論述，提出可能的相關架構，並由實際的質與量之研究資料來分析認識觀與科學探究看法間的相關性。

貳、文獻探討

一、科學探究於教育的意涵與重要性

探究是科學活動的主要過程，美國國家科學教育標準(National Science Education Standards, NSES)指出(National Research Council [NRC], 1996)，學生應該利用科學探究的方式，獲得有關科學與自然界的豐富知識，並且透過使用證據、形成問題，提出解釋的方法發展完整的探究能力，這樣才符合實際的科學活動。NRC在編輯科學課程時，強調要從科學本質(nature of science)、科學史的脈絡去學習探究、技術及科學的內容，培養學生的科學探究能力，並以科學探究進行探究活動，作為教育的策略，在科學探究歷程中要學會運用證據和策略來發展與修改他們提出的解釋理由。

Lederman與Lederman (2005)針對美國國家科學教育標準中，對不同階段學生所須之科學探究的理解的相關論述與細項(NRC, 2000)做整理後，提出學生對於科學探究的本質應該包含以下的理解：

(一) 知識應該來自不同的探究方法。
(二) 瞭解當前的知識以及研究方針，如在研究程序內的研究設計、解釋、規劃。
(三) 假說(assumption)要被承認，需要透過有系統的科學探究建構。
(四) 根據提出的研究問題不同，對於數據的蒐集和分析之限制有重新的認知。
(五) 對於另有解釋和模型可以重新認知與分析。
(六) 瞭解實驗控制變項的使用理由。
(七) 瞭解數據和證據的差異。
(八) 藉由一致性的論證邏輯，瞭解證據、解釋的關連性。

(九) 瞭解科學訊息的發展和認同扮演的角色。

而上述的科學探究之理解，正與我國的科學教育也強調科學學習過程中，科學探究的重要性一致。教育部(2003，頁3)九年一貫自然與生活科技領域綱要在分段能力指標中即提到：「經由科學性的探究活動，自然科學的學習使學生獲得相關的知識與技能。同時，也由於經常依照科學方法從事探討與論證，養成了科學的思考習慣和運用科學知識與技能以解決問題的能力。經常從事科學性的探討活動，對於經由這種以探究方式建立的知識之本質將有所認識，養成重視證據和講道理的處事習慣。……自然與生活科技學習領域的主要目標，可說在於提升國民的科學與科技素養。」，從其分段能力指標中的基本理念可看出，「科學探究」包含了科學活動與科學方法、科學知識，而在運用科學方法從事論證的同時又包含了科學證據的部分。

由以上的文獻記錄可知，科學的探究包含了科學知識的獲得，更包含了如何發現這些知識的過程，然而臺灣以往許多科學教育常較偏重科學知識的獲得，忽略了探究的重要，使科學知識流於死記的形式，因此教師在教授科學時應由重視科學知識的層面，轉為重視科學探究的層面，方能有效提升學生的科學素養。

綜合上述，從國內外的課程標準可看出，科學探究是學習科學不可缺少的歷程，透過科學探究可以讓學生在科學活動中利用科學方法、科學證據建構出科學知識，若在學習科學的過程缺乏探究的歷程，學生所獲得的科學知識將流於死記的方式，無法內化成本身的知識，也無法體驗到學習科學的樂趣，更遑論對科學的本質有深刻的瞭解。為瞭解學生的科學探究經驗與其個人對科學本質之看法間的關聯性，有必要進一步瞭解學生在當前的科學學習環境中，究竟形成什麼樣的科學探究觀點，這即是本研究的主要目的。基於上述的理由，以下將針對科學本質與科學認識觀，以及科學探究看法相關研究做進一步的文獻分析。

二、科學認識觀

科學認識觀的探討與研究須從科學史哲的內涵談起。從歷史來看，科學哲學觀經歷不同的轉型與變化，Nussbaum (1989)將1950年代前的經驗主義／實證主義(empiricism/positivism)、理性主義(rationalism)視為傳統的科學哲學觀點，1950年代以後的建構主義(constructivism)視為現代的科學哲學觀點。茲將Nussbaum文章中提及有關邏輯實證主義、理性主義以及建構主義的科學哲學觀點摘錄如下(表1)。從定義上看，邏輯實證與理性主義有許多雷同之處，研究者並按照其科學本質的屬性作分類。

從表1可看出傳統的科學哲學觀，認為科學知識來自感官經驗的事實，是客觀的，不變真理；現代的科學哲學觀則認為科學知識是建構出來符合當前現狀最完美的知識，因此知識是暫時的，可能改變的。在科學方法方面，傳統的科學哲學觀，認為科學方法是一種客觀的觀察過程，透過歸納、實驗而來，有一套眾所公認的方法步驟；現代的科學哲學觀則認為不可能有「絕對客觀、毫無成見的觀察」，科學方法要透過社群討論而來，沒有單一方法，適用於所有科學研究的環境。在科學理論方面，傳統的科學哲學觀，認為科學理論要透過客觀的觀察形成假說，經由歸納驗證後才形成理論和定律；現代的科學哲學觀則認為科學理論要透過社群討論產生。而在科學活動方面，傳統的科學哲學觀認為科學家進行的科學活動是在找

表1：實證主義、理性主義以及建構主義的科學哲學觀

科學本質的範疇	傳統的科學哲學觀		現代的科學哲學觀
	邏輯實證主義	理性主義	建構主義
科學知識	• 知識是被發現的事實或至少被證實的。 • 知識要透過感官察覺的證據去獲得。	• 已經是被證實或確定才算是知識。 • 知識要透過心智能力去獲得。 • 在證實有關自然現象的知識時，要應用先前的已知的經驗範疇及具普遍性的概念。 • 透過先前概念的結構建構事實，然後再轉化成對真實世界的認知。	• 是人類所建構出到目前為止的最佳知識。 • 知識是無法被證明和驗證的。 • 根據科學中的準則(合理、邏輯、實證)形成目前最佳知識。
科學方法	• 客觀的觀察和歸納構成科學方法。	• 科學方法是有系統的將先前的經驗範疇應用在實驗資料上。	• 科學方法要透過社群討論而來，要用科學方法、證據去證明理論的真偽。
科學理論	• 客觀的觀察形成假說，透過歸納證實後形成理論和定律。	• 在認知活動中只承認一種理論。	• 理論是大膽的被推測、創造建構而來。 • 透過一群專家、心理學家、社會學家等共同討論後產生理論。
科學活動	• 利用科學方法朝向尋找真理進行。	• 科學朝向接近真理發展。	• 是透過社會性討論協商過程的活動。

註：摘錄自Nussbaum (1989)。

尋真理；現代的科學哲學觀則是在提出建構知識的活動，要找出更多符合理論的事實，是一種透過社會性討論協商過程的活動。總之，上述的現代科學哲學論點即是當代主要的科學本質觀點。

上述的科學哲學觀點即所謂的科學本質(nature of science)。科學本質指的是科學哲學家對科學發展過程的論述與定義，但一般人並不一定具備科學哲學家所認定的科學本質觀，學生對於科學本質的看法經常是由個人的科學學習經驗獲得，因此從心理學的觀點來說，個人對於科學知識本質的看法及對科學知識知的過程之看法，是「科學認識觀」，許多研究學生對科學的看法之相關研究也多以學生的科學認識觀作為主要研究變項(Tsai, 1998, 2006; Wallace et al., 2003; Wen & Lin, 2007)，因此，為強調本研究的主要探討問題是學生的個人看法，本研究中將科學本質設定為學界認同的科學發展過程之相關論述，而科學認識觀指的是個人對於科學知識本質發展過程的看法。兩者探討的主題內容多有重疊，但觀點的來源不同，前者是學界有所共識的論述而後者是指個人看法。因此，雖然科學本質哲學觀點不斷演進，一般人對於科學本質的理解並沒有因此跟進，個人也會因科學學習經驗形成不同的科學認識觀。比較哲學觀的發展與實證研究結果，不少學者將學生的科學認識觀分成邏輯實證認識觀以及建構認識觀，例如Edmonson (1989)晤談19個大學生的生物學概念，從學生的回應中出現兩類認識觀，一是邏輯實證認識觀(positivist epistemology)，另一是建構認識觀(constructivist epistemology)，持邏輯實證觀的學生會使用漸進動機的機械式學習，而持建構認識觀的學生探索對學習物質的深度瞭解，並且使用有意義的學習策略。

此外，另有學者提出介於實證與建構觀之間的混合認識觀(mixed epistemology)。例

如，Tsai (1998)探討臺灣八年級學生的學習策略和科學認識觀，他的研究是要研究科學認識觀與學生在科學本質和學習策略上的瞭解。Tsai的研究發現學生的認識觀可被分成建構認識觀與實證認識觀，但有些學生似乎在沒有一致的認識觀點，而是某些問題呈現建構觀但有些問題則顯現實證觀，這些學生即被類歸為「混合認識觀」。Tsai的研究指出，傾向實證認識觀的學生認為科學是「邏輯地、有系統的分析一個事實」。那是一種靜態的、有根據的、準確的、正確的固定科學方法過程，他們認為老師應該是要告訴他們如何記憶和熟悉學習策略，以及對於事實、公式的實施和重複的步驟，因此學生平常的生活無法和科學做連接。而傾向建構認識觀的學生認為在生活中科學是一個具創造力的活動，科學具有試驗性(tentative)，並且可以使用多元的研究方法，持混合觀的學生較為少數，也似乎較沒有一致的學習策略，有時趨近建構觀，而有時傾向實證觀。

綜合上述研究，我們可以發現從哲學的角度，學生對科學本質的詮釋，大致可分成實證主義認識觀與建構主義認識觀兩個部分，而科學認識觀之發展，不見得從實證主義認識觀直接跳至建構主義的認識觀，可能還包含介於兩者之間的混合認識觀。

三、從心理學的角度探討科學認識觀

Hofer與Pintrich (1997)整理心理學家們(Baxter Magolda, 1987, 1992, 2004; Belenky, Clinchy, Goldberger, & Tarule, 1986; King & Kitchener, 1994; Kuhn, 1991, 1993; Perry, 1970)對個人知識認識觀研究的分析發現，個人的認識觀發展至少應該有三個階段，此為發展模式。雖然針對認識觀形成有不同的理論模式，但多數學者持發展觀，所不同的是在於發展軌跡的不同(見Hofer & Pintrich)。Yang與Tsai (2010a)綜合Perry、Kuhn (1991, 1999)以及King與Kitchener (1993, 1994)等人的觀點，建立個人認識觀分析架構，並分析學童知識信念的類型，結果發現學童的個人認識觀可分成絕對論(absolutist)、多元論(multiplist)及評估論(evaluative)三類。有鑑於知名認知心理學家Carey (1986, 2009)提出：認知發展脈絡與科學知識發展脈絡一致，研究者認為從認知發展的角度而言，科學認識觀的發展與知識認識信念的發展亦應有一致趨勢，畢竟兩者都是教育經驗的結果(Perry)。科學教育研究者如Tsai (1998)等，提出學生的科學本質信念可分成實證認識觀、混合認識觀以及建構認識觀，這樣的分類也暗示科學認識觀的演進與認知發展的趨勢吻合。然而實證上科學認識觀是否有一發展脈絡，須有不同年齡層的樣本資料驗證，但目前相關研究多為高中或大學生樣本，這也凸顯瞭解學童認識觀研究的必要性。

姑且不論其是否具發展脈絡，不論從心理學或哲學的角度來看，個人科學認識觀至少可分三類，科學認識觀中的實證認識觀類似於心理學認識信念觀點的絕對知識論，認為科學知識是確定的，科學知識是永恆的真理，可以透過感官獲得事實；建構認識觀則類似於心理學的評估知識論，認為知識是暫存的，具有不確定性，要依據推論和證據透過比較和評估後才能做判斷；此外，混合的科學認識觀則是介於實證認識觀與建構認識觀之間，這與心理學的多元知識論對於知識的看法是介於絕對知識論和評估知識論間相類似。

四、科學認識觀與對科學探究觀點

科學教育者普遍相信：透過令人信服的探究活動進行科學的學習，有機會讓學習者

真實的體驗到科學，藉以建構對於科學本質的理解。科學教育研究領域中有很多探討學生學習和他們對於科學本質瞭解的相關研究(e.g., Lederman & Lederman, 2005; Lederman, Abd-El-Khalick, Bell, & Schwartz, 2002)，然而從研究顯示，透過探究活動，學生對科學本質的看法不易改變，也就是說他們具有與當代科學本質觀不同的個人科學認識觀點，而此科學認識觀經常有違於當代的科學本質觀。本研究主要探討的議題是學習者對「科學探究」過程的看法，根據Lederman (1992)的定義，「科學探究」實屬科學方法(認識)論或科學知的過程的討論範疇，因此我們可說個人的科學探究看法事實上屬科學認識觀的一個面向。本研究的目的即在於透過深入的質性分析，瞭解學童對科學探究的看法，以呈現科學認識觀的不同層面。

根據NSES (NRC, 1996)，對於科學探究的理解包含：(一)多元的方法及明確有目的的科學研究設計與流程；(二)科學研究的形成與執行是根據特定的前提或條件；(三)資料的收集與分析有其侷限；(四)證據和推論須有邏輯一致性；(五)瞭解資料和證據有所不同；(六)針對同一問題，有不同的理論模式和解釋方式；(七)科學社群的角色。Lederman與Lederman (2005)採用上述NSES定義，探討國小學生和教師對於科學本質及科學探究的理解，其研究重點在瞭解透過探究活動後，教師、學生NOS (Nature Of Science)的改變情形。他們利用VNOS-D (Views of Nature Of Science questionnaire, form D)及VOSI (Views Of Science Inquiry)兩種問卷來偵測探究活動中，教師和學生使用科學方法、資料及科學證據的情形，強調探究的基礎活動應該要先確認問題，並增加多元的調查方法，而且要透過證據去支持推論。由此可知，科學證據也是科學探究過程中一個極重要的面向。結合科學哲學觀點和Lederman與Lederman的研究所探討的科學探究元素，本研究定義科學探究過程包含：科學活動、科學證據以及科學方法等三個向度。本研究的探究活動即參考Lederman與Lederman的探究活動設計。

前已提到，心理學家將個人認識觀分成絕對認識觀、多元認識觀以及建構認識觀三個類別，許多科學教育研究學者發現，個人經由不同教育經驗發展出的個人知識信念(epistemological beliefs)似乎與個體對科學本質理解，也就是與科學認識觀有關(Metz, 2004; Sandoval, 2005; Yang, 2005)。在後續的研究中，Yang, Hsu與Tsai (2008)透過實際與學生面談及內容分析，比對個人認識觀的不同階段類別，並整合表1中所述之不同科學哲學觀的論述，以及Lederman與Lederman (2005)的研究，建構了一個科學探究看法類別架構，針對科學活動、科學方法以及科學證據三個科學探究的面向做質性定義，此架構將科學探究看法分為「實證觀」(Positivist View, PV)、「多元觀」(Multiplist View, MV)及「建構觀」(Constructivist View, CV)三類。簡單來說，「實證觀」者認為知識是可知的，所以科學知識是被發現的，科學過程有一定的客觀方法，即透過觀察與實驗來歸納事實，形成理論，而理論的合理性必須透過檢視資料與論述間一致性之邏輯規則來做判斷。持「多元觀」者認為，科學家對同一問題有不同的立場與看法，每個科學家都有其專精且標準不同，因而無法比較其論述，科學方法有許多不同的形式，只要提供數據、推論合理，研究結果即可被認同。「建構觀」者則認為所有的知識是建構而來，科學家的說法也必須經過檢視，不同科學領域有不同的研究目的與方法，科學方法可以是實驗、統計或假說與數據的推論，然而結果

必須能夠重複驗證，且經過科學社群的認可，也就是說，科學論述是可以根據證據的相對強弱來比較。將表2除去「前實證觀」(Pre-Positivist View, PPV)類別即為Yang等(2008)所提出的科學探究看法分析架構表。

根據這樣的科學探究看法分析架構，Yang等(2008)交互比對了高中學生個人知識認識信念以及其對科學探究歷程之認識與理解，結果發現學生對於科學探究歷程的認識與理解和其個人認識信念呈正相關，而高中學生大多持多元的個人認識觀。也就是說，高中學生的科學探究看法與其個人認識觀的型式一致。這樣的結果暗示個人的科學探究觀點也可能有發展趨勢，然而科學探究觀是否存有發展的順序，應須有更多不同年齡層的研究來佐證，本研究的目的之一就是探討學童的科學探究看法之類別，以進一步釐清可能的發展脈絡。

綜合上述，尚不論是否屬發展模式，研究者認為不論是從哲學的角度或是從心理學的角度而言，學生的科學探究看法，應該至少可以分成三類，另外，研究者以為，不論是採混合觀的名稱或是多元觀的名稱，都只是名稱不同而已，因此本研究擬採用Lederman與Lederman (2005)對科學探究歷程的定義，以及立基於Yang等(2008)對科學探究看法的分類架構，嘗試對學童的科學探究看法做比較與分析。雖然本研究立基於Yang等對科學探究看法的分類架構，嘗試對學童的科學探究看法做比較與分析，但在研究樣本的年齡以及架構上仍有差異存在，本研究樣本是以國小學童做為樣本，且Yang等對科學探究的看法的研究架構僅分成實證觀、多元觀、建構觀三類，然而由於本研究樣本年紀較小，發現許多學童對科學探究的看法，尚未能達到實證觀的觀點，因此本研究擬將國小學童對於科學探究的看法分成前實證觀、實證觀、多元觀、建構觀四類，並且根據科學探究本質所涵蓋的三個向度，即「科學活動」、「科學方法」以及「科學證據」做研究設計，研究模式如圖1所示。

參、研究方法

本研究透過科學探究看法問卷對學童進行開放性問題回應調查，以瞭解學童對科學

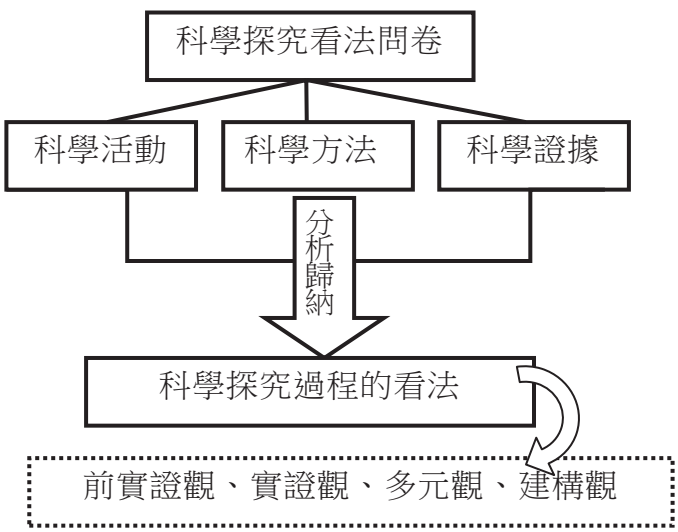

圖1：科學探究研究模式

探究過程的看法。

一、研究對象

本研究以臺北市某國小中、高年級各兩班學童之便利性樣本作為施測的正式樣本，其中三年級男生有30人，女生有30人，六年級男生有30人，女生有30人，總共施測人數共120人。本研究三年級施測時間為三下期末考後，六年級為六上剛開學，以期使樣本年齡差距接近兩歲，以符合認知發展的差距。

二、研究工具

(一)「科學探究看法問卷」編製過程

本研究的「科學探究看法問卷」是修改自Lederman與Lederman (2005)所發展的VOSI，Lederman與Lederman問卷中的問題是屬於情境式的議題，總共有4大題，本研究主要是要針對國小學童科學活動、科學方法與科學證據等三個面向的科學探究看法做探討，由於Lederman與Lederman問卷問題中的第3大題和第4大題都是探討國小學童對科學證據的看法，考慮小學生耐力有限，作答時間不宜超過40分鐘，因此只保留和此研究面向相關的主要問題，將具重複性的探究問題簡化，省略了第4大題，以符合國小學童做答的能力。本研究工具在形成正式施測問卷之前，先與科教專家討論問卷內容並做修改與編輯，做完專家審查問卷以達成內容效度的檢核後，再將編輯過的問卷讓2位具自然科背景之國小自然科教師做文句可讀性審查，並找10位剛升上三年級學生閱讀問卷內容，以瞭解問卷的詞彙、文句、問題的發問方式是否符合學生的理解能力。本問卷經過兩次預試與修正後，再使用於正式施測中。

(二)問卷內容

本問卷是採用問答題的形式編纂，共分成三大題，主要討論「科學活動」、「科學方法」以及「科學證據」的內涵，分述如下：第一大題是問學童「科學家都在做些什麼樣的工作？」，目的在於瞭解學生對「科學活動」的看法。第二大題是要學童解釋「科學家如何做他們的工作？」，亦探究學童對於「科學活動」的看法。第三大題為情境題，以科學家運用觀察法，歸納出吃不同食物的鳥類，具有不同嘴型的例子，分成a, b, c, d四小題去問學生，其中第a小題是問學童「認為這個人的研究科不科學？為什麼？」，第b小題則問學童「認為這個人的研究是個實驗嗎？為什麼？」，此兩小題探究學童對於「科學方法」的觀點；第c小題是問「你相不相信他的說法？為什麼？」，第d小題則問學童「如果你看到什麼資料，你會相信(或更相信)這樣的說法？」，此兩小題主要是要探究學童對於「科學證據」的看法。

(三)資料編碼方式

首先將所有受訪學生編碼，如31015，第一碼代表年級，第二、三碼代表班級代號，第四碼及第五碼則是學生座號。例如臺北市某國小三年7班23號，其編碼則為30723。

(四)解碼準則(coding scheme)

本科學探究看法問卷的主要目的是探究國小學童對科學探究過程的看法，由於本研究的樣本是國小三、六年級學童，在分析數據時發現有些學童尚無法表達出成熟的實證論觀點，但從學生的回應內容分析中，發現這些回答不完整的學生之回應多反應實

證觀的內容(例如，許多這類型的學生會回答「科學活動是發現新事物」，或「科學家觀察現象並研究」)，因此本研究在Yang等(2008)所建構的科學探究解碼的模式架構上，多增列了前實證觀，以凸顯學童的回應內容實與實證觀相關(見表2)。所以本研究科學探究看法包含：前實證觀、實證觀，多元觀以及建構觀等類別，以這樣的編碼準則，針對兒童有關科學活動、科學方法以及科學證據對於知識的看法做分析，以歸納出學童科學探究看法類別。此外在分析時，將定義不明確或敘述不清楚，無法明確歸納於前實證觀、實證觀、多元觀以及建構觀的四個類別者，用N/A(無法判定)做歸類。

內容分析過程說明如下：

1. 在科學活動的解碼方面，要同時分析第1題及第2題，以正式施測的31014、61126與61111等編號學生為例：

T：你認為科學家都在做些什麼樣的工作？
31014：研究。
61126：研究、天文、科學、實驗等……。
61111：研究、實驗、統計。
T：請解釋科學家如何做他們的工作？
31014：發現動植物。
61126：做一種實驗來證實其他人的說法。
61111：先訂一個研究的主題開始研究並做實驗，再拿結果做出統計。

編號31014學生對於1、2題的回答符合表2「前實證觀」中：「科學家研究是發現事物」之描述,因此歸類於「PPV」的類別；編號61126學生的回答則符合表2「實證觀」中：「透過實驗以便證明一個理論或假說」的描述，屬「PV」；而編號61111之回應符合表2「多元觀」之描述：「解決問題的過程是複雜的」，屬於「MV」。

2. 在科學方法的解碼方面，須分析第3(a)題及第3(b)題，以正式施測的30705、61105與61130學生為例：

T：你認為這個人的研究科不科學？為什麼？
30705：科學，因為他會去觀察很多不同的動物。
61105：不科學，因為他是實際去觀察的。
61130：是科學，因為科學家要靠記錄來斷定。
T：你認為這個人的研究是個實驗嗎？為什麼？
30705：是實驗，他會去觀察鳥的嘴形。
61105：不是，因為他只是靠觀察而已。
61130：不是，他是去觀察不是實驗。

從編碼30705學生在3(a)題回答「科學，因為他會去觀察很多不同的動物」，而在3(b)題則回答「是實驗，他會去觀察鳥的嘴形」，符合表2「PPV」中：「無法區分實驗和觀察、歸納的不同」的描述，因此是屬於「PPV」的類型；編號61105學生在3(a)題回答「不科學，因為他是實際去觀察的」，而在3(b)題回答「不是，因為他只是靠觀察而已」，符合表2「PV」的內容：「唯有實驗才是科學方法」，因此是屬於「PV」的

表2：科學探究看法的解碼觀點

解碼項目	分析對應題目	前實証觀的觀點	實証觀的觀點	多元觀的觀點	建構觀的觀點	N/A
科學活動 (Scientific Activity, SA)	1. 你認為科學家都在做些什麼樣的工作？ 2. 請解釋科學家如何做他們的工作？	發明或發現新(不同)的事物	1. 提出一個解釋自然現象、解決問題的活動。 2. 提供一個確定的研究過程。 3. 提出研究是從觀察開始。 4. 引導實驗以便證明某一個假說／理論。 5. 自己操控調查研究。 6. 找尋真理，或確定性的答案。	1. 提出一個解釋自然現象、解決問題的活動。 2. 解決問題的過程是複雜的。 3. 不同的調查者以及科學家，有不同的研究目標和方法。 4. 無法找到真理，每一個科學家和研究團隊有他自己的標準。	1. 提出一個建構知識的活動。 2. 建構出理論模型去解釋自然現象。 3. 不同的調查者以及科學家，有不同的研究目標和方法。 4. 解決問題的過程是複雜的。 5. 透過可以解釋的證據去做判斷，以提出較好的回答(結果是可以重覆驗證的)。 6. 社會性的討論、協商過程的活動。	無法判斷其對探究過程的看法
科學方法 (Scientific Method, SM)	3(a). 你認為這個人的研究科不科學？為什麼？ 3(b). 你認為這個人的研究是個實驗嗎？為什麼？	1. 觀察。 2. 研究。 3. 應用技術、設備(無法從實驗區分科學)。 4. 無法區分實驗和觀察、歸納的不同。 5. 無法知道觀察、歸納也是一種科學方法。	1. 一個固定過程從觀察開始，有系統的闡述假說，引導實驗，進行假說的試驗。 2. 歸納理由。 3. 唯有實驗才是科學方法。	不同的方法，不同的結果 1. 實驗。 2. 統計的報告。 3. 觀察和推斷。 4. 歸納和推論的理由。	不同的但是可以試驗的方法，可以被接受的結果是透過討論而來 1. 實驗。 2. 統計的報告。 3. 假設的推論。	
科學證據 (Scientific Evidence, SE)	3(c). 你相不相信他的說法？為什麼？ 3(d). 如果你看到什麼資料，你會相信(或更相信)這樣的說法。	1. 提出權威來源。 2. 他人看法。	1. 能觀察到的現象，事實。 2. 有精確數目的數據可以當成證據。 3. 正確的証明一些事情。	1. 可以觀察。 2. 數據可以說明理論。 3. 證據是數據加上其他訊息(個人的論說或訊息而不是觀察事實)，以便可以構成一個真相。	1. 主張從正確或不正確的數據或訊息推論才產生理論。 2. 可以重複的。 3. 和一群調查者有一致的意見。	

註：修改自Yang等(2008)。

類型；編號61130學生在3(a)題回答「科學，因為科學家要靠記錄來斷定」，而在3(b)題回答「不是，他是去觀察不是實驗」符合表2「MV」中：「科學方法有很多種」的說法，也就是可以透過不同方法如觀察和推斷、實驗，歸納和推論的理由、產生不同的結果，因此是屬於「MV」的類型。

3. 在科學證據的解碼方面要同時分析第3(c)題及第3(d)題，以正式施測的30702、61226、61231與61207等編號學生為例：

T：你相不相信他的說法？為什麼？
30702：相信，因為不同的嘴形，可以啃咬不同的食物。
61226：相信，上經典課老師有說。
61231：相信，他有做統計。
61207：相信，因為每種生物都會以自己的利益生長和生存在對他有利的環境。
T：如果你看到什麼資料，你會相信(或更相信)這樣的說法？
30702：看到動物科學書上有關鳥嘴的資料。
61226：老師說或上網查。
61231：表格數據。
61207：如果有科學證明，或是有更多科學家贊成此說法。

從編號61226學生在3(c)題回答「相信，上經典課老師有說」，且在3(d)題回答「老師說或上網查」，符合表2「PPV」中：「提出權威來源」之描述，因此是屬於「PPV」的類型；編號30702學生在3(c)題回答「相信，因為不同的嘴形，可以啃咬不同的食物」，而在3(d)題回答「看到動物科學書上有關鳥嘴的資料」，符合表2「PV」描述：「能觀察到的現象，事實，可以當成證據，正確的去證明一些事」，因此是屬於「PV」的類型；編號61231學生在3(c)題回答「相信，他有做統計」，而在3(d)題回答「表格數據」，從他的回答理由可看出，符合表2中「MV」的看法：「利用數據可以去說明理論」，因此是屬於「MV」的類型；而編號61207學生在3(c)題回答「相信，因為每種生物都會以自己的利益生長和生存在對他有利的環境」，在3(d)題回答「如果有科學證明，或是有更多科學家贊成此說法」，從他的回答理由可看出，符合表2「CV」中：「和一群調查者有一致的意見」之描述，因此是屬於「CV」的類型。

(五)評分者信度考驗

實施完科學探究看法問卷正式施測後，研究者將學生回答的結果輸入電腦，並依表2的解碼觀點，進行解碼，並請一位具有認識觀背景的科教研究者獨立進行第一次預試解碼，以便做評分者一致性的百分比考驗，由分析得到第一次預試評分者一致性的百分比考驗(表3)，並且和該位科教研究者共同討論有「異見」的題目，以達到共識。

表3：科學探究問卷之評分者一致性的百分比分析

項目	科學活動	科學方法	科學證據
評分者一致性的百分比	0.90	0.96	0.93

肆、結果與討論

一、科學探究看法類型之描述性統計分析

本研究根據表2的科學探究觀點解碼表，將男、女各半的60位三年級學童及60位六年級學童對科學活動、科學方法以及科學

證據的看法做分類，以歸納其科學探究看法類型。

在科學活動面向部分，從表4可看出持多元觀與實證觀的比率是六年級高於三年級，而且六年級有52%的學童持實證論的觀點；而三年級學童則是持前實證觀的比率較多，高達79%。因此，從此結果可以發現，三年級學童科學活動的科學探究看法大部分持前實證觀的觀點，而六年級學童則有較多學童已持實證觀的觀點，三、六年級學童僅少數持多元觀的論點，但皆未能有持建構觀者。

在科學方法面向部分，從表4可看出，三、六年級學童科學方法的科學探究看法大部分持前實證觀的觀點，有超過6成比率學童持前實證觀的觀點，而持實證觀與多元觀論點的學童則較少，且皆未能有持建構觀者。

在科學證據面向部分，從表4可看出持多元觀與實證觀的比率是六年級高於三年級，六年級有72%的學童持實證觀的觀點，三年級也有57%的學童持實證觀的觀點，且三年級學童並無持多元觀者；而三年級學童有43%持前實證觀，比六年級學童20%來的多；六年級學童也已經有2%持建構觀的論點，但三年級學童則尚未有持建構觀者。因此，從此結果可以發現，三、六年級學童對SE證據的科學探究看法大部分已持實證論的觀點，而且三年級學童仍有接近4成學童對科學證據的科學探究看法尚停留在前實證觀時期，並且皆未能發展至多元觀與建構觀時期，六年級則有少部分學童的科學探究看法已發展至多元觀與建構觀。

在男、女不同性別方面，從表5可以發現，有一半以上的男、女生在科學活動及科學方法的科學探究看法持較多前實證觀的觀點，僅少數持實證觀與多元觀，且皆無持建構觀者；有6成以上的男、女生，則在科學證據的科學探究看法持較多實證觀的觀點，僅約3 ~ 4成的男、女生持前實證觀的論點，少數男生持多元觀與建構觀，且女生僅4%持多元觀，0%持建構觀。

二、不同年級學童科學探究看法的差異

本部分研究擬針對不同年級學童之科學活動、科學方法以及科學證據的科學探究觀點類型，做卡方檢定。從表4發現不同年級學童在科學方法的看法上並無顯著差異，但是不同年級學童對科學活動以及科學證據的科學探究看法($p < .01$)，則有顯著差異，而且從科學活動中，六年級學童在實證觀部分調整後的殘差(adjusted residual)為-3.7，實證觀為3.5，可看出六年級持實證觀的比率顯

表4：不同年級學童科學探究看法類型的卡方檢定交叉分析表

項目	年級	百分比(調整後的殘差)				卡方檢定		
		前實證觀	實證觀	多元觀	建構觀	*d*	χ^2值	*p*值
科學活動	三年級	79% (3.7)	19% (-3.5)	2% (-0.8)	0% (-)	2	13.76	.00**
	六年級	44% (-3.7)	52% (3.5)	4% (0.8)	0% (-)			
科學方法	三年級	62% (-0.4)	18% (1.2)	20% (-0.5)	0% (-)	2	1.45	.49
	六年級	66% (0.4)	10% (-1.2)	24% (0.5)	0% (-)			
科學證據	三年級	43% (2.5)	57% (-1.6)	0% (-1.8)	0% (-1.0)	3	9.35	.03**
	六年級	20% (-2.5)	72% (1.6)	6% (1.8)	2% (1.0)			

**$p < .01$

著高於三年級，而持前實證觀的比率則是三年級顯著高於六年級，可見國小學童在科學活動部分的科學探究看法已經由前實證觀朝向實證觀發展。從科學證據中，六年級學童在前實證觀部分調整後的殘差為-2.5，可看出三年級學童持前實證觀的比率顯著高於六年級，且從六年級學童在實證觀及多元觀調整後殘差接近2.0來看，可見國小學童在科學證據部分的科學探究看法已經由前實證觀朝向多元論發展。

三、不同性別學童的科學探究看法之差異

本部分研究擬針對不同性別學童之科學活動、科學方法以及科學證據的科學探究看法類型，做卡方檢定。從表5發現不同性別學童的科學活動、科學方法以及科學證據的科學探究看法類型，p >.05，並無顯著差異。

四、討論

歸納表4與表5的統計結果討論如下：

(一) 從本研究發現三年級學童在科學方法與科學活動的科學探究看法，6成以上的學童尚未能表達成熟的實證觀觀點，而在科學活動的科學探究看法上，則有一半以上的學童表達實證觀論觀點，到了六年級，持實證觀的學童在科學活動與科學證據的科學探究看法已有顯著增加，而學童對科學方法的科學探究看法卻大部分仍持前實證觀的觀點，並沒有因為年級而改變，這個結果顯示學童在科學方法的內涵與意義方面似乎採取的是前實證觀的方式呈現，而在科學證據與科學活動內涵與意義方面似乎採取的是實證觀的方式呈現，然而這是否意味著九年一貫自然與生活科技課程，在科學方法的內涵與意義方面的教授上是否採取前實證觀的方式呈現，或在科學證據與科學活動內涵與意義方面的教授上是否採取的是實證觀的方式呈現，則有待進一步研究驗證。

(二) 許多學者研究發現，持不同科學認識觀的學生所使用的學習策略便會有不同，持邏輯實證觀的學生其日常的生活較無法和科學做連接(Novak, 1993; Tsai, 1998)，而本研究發現國小學童在科學方法、證據與活動的科學探究看法大部分是採取前實證觀或實證觀的觀點，這表示學童日常生活的問題解決不見得採取科學的方式，建議未來教師在設計科學相關議題時，能盡量融入日常生活的議題做為教學主軸，以便學生在學習科學知識時能與日常生活結合。

表5：不同性別學童科學探究看法類型的卡方檢定分析表

項目	性別	百分比(調整後的殘差)				卡方檢定		
		前實證觀	實證觀	多元觀	建構觀	d	χ^2值	p值
科學活動	男生	62% (-0.2)	34% (0.0)	4% (0.6)	0% (-)	2	0.41	.81
	女生	64% (0.2)	34% (0.0)	2% (-0.6)	0% (-)			
科學方法	男生	72% (1.7)	15% (0.3)	13% (-2.3)	0% (-)	2	5.14	.08
	女生	56% (-1.7)	13% (-0.3)	31% (2.3)	0% (-)			
科學證據	男生	35% (0.8)	61% (-0.8)	2% (-0.6)	2% (1.0)	3	1.94	.59
	女生	28% (-0.8)	68% (0.8)	4% (0.6)	0% (-1.0)			

(三) Yang等(2008)曾用和本研究相同的科學探究工具對高中生施測，Yang等的研究指出：高中學生在科學活動面向部分，約有49%的學生持實證觀的觀點，43%的學生持多元觀的觀點，8%的學生持建構觀的觀點；在科學方法面向部分，約有23%的學生持實證觀的觀點，66%的學生持多元觀的觀點，11%的學生持建構觀的觀點；而在科學證據面向部分，約有62%的學生持實證觀的觀點，31%的學生持多元觀的觀點，7%的學生持建構觀的觀點。從Yang等的研究可看出高中學生科學活動與科學證據的探究看法大部分持實證觀的觀點，而高中學生對科學方法的探究看法大部分持多元觀的觀點。而本研究發現國小階段在科學活動方面，三年級學童大部分持前實證觀觀點，六年級才有較多的實證觀點；三、六年級學童在科學方法上，大都持有前實證觀點；三、六年級學童針對科學證據的本質所提出的看法則大都屬實證認識觀點，比對本研究與Yang等的研究結果可以發現，從國小到高中學童對科學活動與科學方法的探究看法已有較高度的發展，然而在科學證據的探究看法部分，學童的發展似乎較科學活動與科學方法部分來得緩慢。

伍、結論

國小學童在科學證據、科學方法與科學活動所持有的科學探究看法並未同步發展，其在科學方法與科學活動的科學探究看法大部分尚未能形成成熟的實證觀觀點，大都表現出前實證觀觀點，而學童在科學證據的科學探究看法則大多能表達出實證觀觀點，因此本研究中發現國小學童在科學證據的科學探究看法有較成熟的表現，其次是科學活動科學探究看法的呈現，而學童對於所謂的科學方法似乎尚無法形成明確的看法。另外，本研究也發現不同性別的學童在科學證據、科學方法與科學活動所持有的探究看法大致一致，男、女生在科學證據、科學活動與科學方法的探究看法之形式並無顯著差異。

比對本研究與過去的研究(Liu & Tsai, 2008; Yang, 2005; Yang & Tsai, 2010a, 2010b; Yang et al., 2008)可知，本研究的發現支持了科學探究看法與個人認識觀一樣，似乎均有發展的趨勢，這些研究指出，科學探究看法由中年級學童的前實證觀到高年級有較多的實證觀，至中學階段以實證觀與多元觀或混合觀為主(Tsai, 1998; Yang; Yang et al.)，最後到大學階段出現較多的類建構觀點(King & Kitchener, 1994; Liu & Tsai)，這樣的趨勢符合發展模式。然而，因上述的研究雖然探討類似的科學探究面向，有些研究所用的工具不盡相同，因此還須有更多類似的研究佐證本研究所提出的觀點。

陸、建議

一、對教師教學方式的建議

要提升學生的思考與論證能力，多數教育學者提出教師在教學上應要避免食譜式的實驗方法，要以學童為中心，採用比較建構的探究式教學法，讓學生討論解決科學問題中可行的實驗或研究方法，並且在活動過程中要給與學生充分的時間去做思考與論證，並適時探討科學探究過程中所涉及的方法與證據，方能提升學生獨立思考與思辨的能力，進而逐步發展出更高層次的科學探究觀點。然而本研究結果指出，不論是科學探究看法或是個人知識認識觀，以發展的角度而

言，都需經歷持續的相關教育經驗之刺激，因此教師們提供相關的教育經驗時，需考量學生的認知與信念發展，依據學生不同的認識觀發展階段，採取漸進式的教學方式，例如，若學生持實證觀，則須提供的應以多元觀的學習經驗為主，有時可讓學生按步驟進行實驗或活動，有時則以上述學生主導的建構教學方式進行活動，這樣的多元過程中也需不斷的與學生討論科學活動中方法與證據的意義，待其發展至多元論階段再進一步採取完全由學生主導知識建構的學習方式來進行教學，這樣或許可以免造成學生的學習與認知負擔，因而造成反效果，使學生不願思考自身的想法(Yang & Tsai, 2010b)。

二、對未來研究的建議

(一)研究方法的改進

由於本研究的研究工具是採取開放性問題問答題的形式做施測，雖然可以大量做施測，但是在分析時發現，有少數學童的回答時的書寫的語意並不十分清楚，因此會造成分析時的困擾，雖然分析時將這些語意不清的樣本剔除，不列入科學探究看法類型分析，卻也造成樣本流失，因此建議本研究未來研究的形式可改為晤談的方式，或者在採取問答題的形式做施測後，針對部分語意不清者再進行晤談，以進一步瞭解學童真正的想法。

(二)樣本的改進

由於本研究樣本只採取單一區域做研究，並無法完全涵蓋整個臺灣目前學童的科學探究看法，因此建議未來的研究可以在北、中、南、東的城市和鄉村各選取一所國小做施測，以期使研究結果更具代表性，並且能進一步驗證本研究的結果。

(三)後續研究方向

針對同一批學童升上國中、高中後對科學證據、科學方法與科學活動所持有的科學探究看法的發展，可以再做後續追蹤研究，以便瞭解其發展的脈絡。

三、研究限制

由於本研究之樣本只以臺北市一所國小學生作為便利性樣本，雖然研究樣本達120人已具統計上的意義，但讀者若要將本研究結果推論到其他地區學校時，應該謹慎不宜做過度之推論。

誌謝

感謝國科會科教處補助本項研究，相關研究計畫編號為： NSC 100-2631-S-003-006, NSC 98-2511-S-003-048-MY2 及 NSC 96-2522-S-003-002。

參考文獻

1. 教育部(2003)。**國民中小學九年一貫課程綱要：自然與生活科技學習領域**。臺北市：作者。
2. Baxter Magolda, M. B. (1987). The affective dimension of learning: Faculty-student relationships that enhance intellectual development. *College Student Journal*, *21*(1), 46-58.
3. Baxter Magolda, M. B. (1992). *Knowing and reasoning in college: Gender-related patterns in students' intellectual development*. San Francisco: Jossey-Bass.
4. Baxter Magolda, M. B. (2004). Evolution of a constructivist conceptualization of epistemological reflection. *Educational Psychologist*, *39*(1), 31-42.

5. Belenky, M. F., Clinchy, B. M., Goldberger, N. R., & Tarule, J. M. (1986). *Women's ways of knowing: The development of self, voice, and mind*. New York: Basic Books.
6. Bell, R. L., Blair, L. M., Crawford, B. A., & Lederman, N. G. (2003). Just do it? Impact of a science apprenticeship program on high school students' understandings of the nature of science and scientific inquiry. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(5), 487-509.
7. Carey, S. (1986). Cognitive science and science education. *American Psychologist*, *41*(10), 1123-1130.
8. Carey, S. (2009). *The origin of concepts*. New York: Oxford University Press.
9. Edmonson, K. M. (1989). *The influence of students' conceptions of scientific knowledge and their orientations to learning on their choices of learning strategy in a college introductory level biology course*. Unpublished doctoral dissertation, Cornell University, Ithaca, NY.
10. Hofer, B. K., & Pintrich, P. R. (1997). The development of epistemological theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, *67*(1), 88-140.
11. King, P. M., & Kitchener, K. S. (1993). The development of reflective thinking in the college years: The mixed results. *New Directions for Higher Education*, *84*, 25-42.
12. King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). *Developing reflective judgment: Understanding and promoting intellectual growth and critical thinking in adolescents and adults*. San Francisco: Jossey-Bass.
13. Kuhn, D. (1991). *The skills of argument*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
14. Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, *77*(3), 319-337.
15. Kuhn, D. (1999). A developmental model of critical thinking. *Educational Researcher*, *28*(2), 16-46.
16. Lederman, J. S., & Lederman, N. G. (2005, April). *Developing and assessing elementary teachers' and students' understandings of nature of science and scientific inquiry*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching. Dallas, TX.
17. Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, *29*(4), 331-359.
18. Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, *39*(6), 497-521.
19. Liu, S.-Y., & Tsai, C.-C. (2008). Differences in the scientific epistemological views of undergraduate students. *International Journal of Science Education*, *30*(8), 1055-1073.
20. Metz, K. E. (2004). Children's understanding of scientific inquiry: Their conceptualization of uncertainty in investigations of their own design. *Cognition and Instruc-*

tion, *22*(2), 219-290.
21. National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academic Press.
22. National Research Council. (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, DC: National Academic Press.
23. Novak, J. D. (1993). Human constructivism: A unification of psychological and epistemological phenomena in meaning making. *International Journal of Personal Construct Psychology*, *6*(2), 167-193.
24. Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: Philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, *11*(5), 530-540.
25. Perry, W. G., Jr. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years: A scheme*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
26. Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, *89*(4), 634-656.
27. Tsai, C.-C. (1998). An analysis of scientific epistemological beliefs and learning orientations of Taiwanese eighth graders. *Science Education*, *82*(4), 473-489.
28. Tsai, C.-C. (2006). Reinterpreting and reconstructing science: Teachers' view changes toward the nature of science by courses of science education. *Teaching and Teacher Education*, *22*(3), 363-375.
29. Tsai, C.-C., & Liu, S.-Y. (2005). Developing a multi-dimensional instrument for assessing students' epistemological views toward science. *International Journal of Science Education*, *27*(13), 1621-1638.
30. Wallace, C. S., Tsoi, M. Y., Calkin, J., & Darley, M. (2003). Learning from inquiry-based laboratories in nonmajor biology: An interpretive study of the relationships among inquiry experience, epistemologies, and conceptual growth. *Journal of Research in Science Teaching*, *40*(10), 986-1024.
31. Wen, M. L., & Lin, Y.-W. (2007, April). *Domain-general and domain-specific science epistemological beliefs of science students of biology, chemistry, and physics majors*. Paper presented at the National Association for Research in Science Teaching. New Orleans, LA.
32. Yang, F.-Y. (2005) Student views concerning evidence and the expert in reasoning a socio-scientific issue and personal epistemology. *Educational Studies*, *31*(1), 65-84.
33. Yang, F.-Y., & Tsai, C.-C. (2010a). Reasoning about science-related uncertain issues and epistemological perspective among children. *Instructional Science*, *38*(4), 325-354.
34. Yang, F.-Y., & Tsai, C.-C. (2010b). An epistemic framework for scientific reasoning in informal contexts. In L. D. Bendixen & F. C. Feucht (Eds.), *Personal epistemology in the classroom: Theory, research, and implications for practice* (pp. 124-162). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
35. Yang, F.-Y., Hsu, Y.-S., & Tsai, M.-J. (2008, March). *A cross-analysis for high-school students' personal epistemology and understandings about inquiry*. Paper presented in the NARST 2008 Annual Meeting. Baltimore, ML.

科學教育學刊
2011, 第十九卷第六期, 531-548

Chinese Journal of Science Education
2011, 19(6), 531-548

Exploring Elementary Students' Views Regarding Scientific Inquiry from the Perspective of Epistemological Development

Mei-Hsin Lin[1] and Fang-Ying Yang[2,*]

[1]Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University
[2]Graduate Institute of Science Education & Department of Earth Sciences, National Taiwan Normal University

Abstract

The purpose of this study is to explore epistemological perspectives regarding scientific inquiry among elementary school students. The research tool was the "Views Of Science Inquiry" (VOSI) questionnaire. The participants were 120 third and sixth grade students, half of which are male and half are female. A coding scheme developed by Yang et al. (2008) was modified and applied to content analysis, and a chi-square test was conducted for evaluator consistency. The results showed that epistemological perspectives regarding scientific inquiry among third grade students can be classified into at least four categories, namely, pre-positivist, positivist, multiplist, and constructivist positions. Most third grade participants held a pre-positivist position, while many sixth graders showed a positivist viewpoint toward scientific activities. Regarding epistemological perspectives concerning scientific methods, both third and sixth graders occupied a pre-positivist position. In regard to scientific evidence, the majority of third and sixth grade students displayed a positivist position, while some began to express a multiplist view. There was no significant gender difference in epistemological perspectives regarding scientific activities, methodology, and evidence. However, the third and sixth grade participants showed significant differences in their views regarding scientific activities and evidence, but not scientific methods. The research findings support the premise that epistemological perspectives regarding scientific inquiry are undergoing development during these years.

Key words: Science Inquiry, Epistemology

* Corresponding author: Fang-Ying Yang