中學生自然科學學習信念量表的建立

吳智惠
台北縣立八里國中
athena551@mail2000.com.tw

摘　要

本研究旨在建立我國九年級中學生自然科學學習信念量表。

在彙整相關文獻後，研究者建構出符合本研究目的之中學生自然科學學習信念的理論背景，為了達成系統化、結構化的探究學生自然科學學習信念，從認知、情意以及行動三個面向，發展相關測驗題組。經由相關領域學者審閱、進行多次題組測試、修改定稿後計有23題，選擇適當樣本正式施測（N=254）、因素分析以及相關考驗本量表信度、校度的統計方法進行檢驗。

研究結果顯示，中學生自然科學學習信念量表總共有23題，其中認知面向有6題，情意面向有7題，行動面向有10題，經過統計方法主成分分析後，選取適當題目後，總量表的內部一致性 Cronbach α 為 .86。值得注意的是三個因素的累積變異解釋量達到40.2%，此為一份探究性測驗工具的研究結果報告。

關鍵詞：主成分法、自然科學學習信念、探究性測驗工具

一、前言

Schoenfeld（1983）指出，「學習」並非是單純的認知活動，而是學生學習信念的運作歷程。愈來愈多的研究結果顯示，學生的學習信念在學習過程扮演著重要的角色（Aikenhead, 1987; Kitchener & King, 1981; Perry, 1968; Ryan, 1984; Schommer, 1990,1993; Schoenfeld, 1983; Songer & Linn, 1991），多位學者在其研究報告指出個人學習信念的建構，深受其所處的學習環境文化影響（Jegede, Fraser, & Okebukola, 1994; Jegede & Okebukola,1991; Perry,1968）。本研究發展符合國人教育文化特質，能詳實呈現當前國家自然科學文化下，中學生自然科學學習信念的測驗工具。

二、相關文獻

溯及本研究目的，研究者茲由科學學習的信念、構成科學學習信念因素以及科學探究與實驗學習，說明相關文獻。

（一）科學學習的信念

學生的學習信念在學習過程扮演著重要角色，它可能幫助學生學習同時也可能阻礙學習的進展。當教育者能充分了解學生學習信念具有豐富、多樣化的特性，也就更能提供合宜的教學規劃，進而幫助學生達成良好的學習成效（Hammer & Elby, 2003）。無論是數學教育或是科學教育研究都忽略學生的信念具有準結構性、群集性（Scheffler, 1965;

引自 Pajares,1992），意即探究學習信念不應該只是探討學生對某個主題的觀點、某種學習策略的偏好傾向、某些學習情境的主觀認知以及片段的個人學習觀點即可，應朝著具結構性、整體性的研究規劃，以期能詳實呈現學生的學習信念。有鑑於此，本研究所指稱的學習信念將含括認知、情意與行動三個面向，經由相關文獻彙整以及解析比較後，本研究將科學學習信念定義為，學生在社會互動的學習氛圍下，經由學習環境的激發，透過個人與生俱來獨特的認知本能與自由意識的篩選，精練而成的個人自然科學學習信念，此學習信念的影響，包含個人內在科學學習認知思維的塑造，學習傾向的偏好以及外在學習行為的制約。簡言之，學生長期沉浸在各種科學學習情境中，其收穫並非僅止於認知基模的豐富化，個人對於科學學習的情意與行動面向的發展趨勢，也應當獲得相當程度的重視。

（二）構成科學學習信念因素

科學學習信念組成因素：認知因素、情意因素以及行動因素的文獻解析、彙整以及闡釋如下文所示：

1. 科學學習信念的認知因素

回溯西方文明發展史，知識與信念的構築並非毫無牽涉。從早期大眾認同聖經記載內容即為知識，演變至近代發軔於實證主義的哲學觀點，認為知識的獲得，必須符合可以公開檢證的標準以及可重複驗證的探究方法；然而有別於知識，個人信念的獲取無須憑恃任何外加哲學觀點的規範抑或經文典籍的指導，全然植基於個人對真實的自由詮釋，也正因此，一般人對於信念意涵的理解，往往與個人信仰以及意識形態糾纏不清，然而值得注意的是個人的生命歷練為其信念的組成基質，與生俱來的求知本能則啟動個人塑造信念的機制。因此，關於知識與信念相互糾葛、弔詭的現象，Cobern（2000）提出明確的剖析，「對於真實若不存在假設，則知識將不存在構築的基礎；再者缺乏知識所構築而成的信念，必然是空洞的。」。誠然，由寬宏的科學史觀審視 Cobern 的主張，顯而易見的是基於不同的科學哲學典範（paradigm）包含實證主義、邏輯實證主義、建構主義等等，對於科學知識構築的影響以及詮釋結果大相逕庭。省思科學哲學對科學知識構築的影響層面，除了客觀的證據收集、邏輯方法檢證之外，尚且包括科學家（科學社群）的心理因素與當時文化背景下的社會因素。

有關科學學習信念的認知因素，本研究所要探討的主題即為學生對於科學知識的主張，這些主張包含學生對科學知識特性的認知（例如：我認為一般人相信科學知識是客觀的，那是因為科學知識具有可以重複驗證的特性。）、科學知識與日常生活的連結（例如：我認為從學校學到的科學知識，已經足夠解決日常生活中所遭遇的問題。）、科學知識的延伸（例如：我認為電視廣告（例如：RO 淨水機）其產品內容的科學相關知識，都是正確的。）。

信念具有認知因素(Scheffler,1965; 引自 Pajares, 1992)，但是不單只是認知成分即可構成信念。舉例說明，我相信數學教育的精義在於教導學生解決問題。如果將句中的「相信」一詞替換成為「知道」，那麼整句話的意思就會脫離在情意上所呈現的期待色彩，取而代之的是顯現篤定無誤的認知意涵。因此，「知道」是構成信

念的必要條件，但是只有這個條件並不足以構成完備的信念意涵。信念的構成尚且需要其他的輔助條件。因為當學生面對問題情境時，其心智運作歷程所連結相關的知識與概念，已經透過主觀意識對於特定訊息進行偏好的篩選，因此認知因素是構成信念的要素之一，卻不盡然。

2. 科學學習信念的情意因素

探討學生對自然科學學習信念的研究報告指出，若學生相信學習自然科學是一件有意義的事，其學習過程傾向展現高度的學習動機（Eynde, Corte & Verschaffel, 2002）、積極的學習態度(Schommer,1994)與自信心（McLeod,1992）。在日常生活中，學生則偏好以符合科學素養的學習信念進行問題解決。例如，面對奇特的自然現象，此類型的學生偏好使用科學知識來解釋，而非經由直覺斷定它是無法理解的靈異現象。

Kitchener（1983）從信念形成的機制作了以下的推論：信念的形成源自於個人與外在環境的互動過程，所進行一系列詮釋結果，進行主觀詮釋的前提植基於個人對於「何謂真理」的假設以及對於未來的期待，由於每個人的成長背景以及文化教養殊異，對於真理的假定與未來的期待不盡相同，但是可以確信的是個人對於真理的追求、對未來的期待，深受個人好奇心與想像力所驅使，進而其主動建構信念的歷程無可避免將涉及個人情意的偏好。

簡言之，個人對於未來發展的願景以及其所抱持何謂真理的觀點，在潛意識中掌控著一系列詮釋行為的進行。多位學者 Abelson (1979), Calderhead & Robson (1991), McLeod (1992), Nespor (1987), Pajares (1992), Posner *et al*., (1982), Schoenfeld (1992), Schommer (1990)建議在探究學生學習信念的過程中，個人情意傾向不容忽視。

3. 科學學習信念的行動因素

透過行為觀察，我們可以間接的察覺個人對於某特定事件的信念為何，這是因為個人的信念隱含行動因素（Aiken, 1987; Rokeach, 1972）。如上節所述個人對於未來發展的願景以及其所抱持的真理觀點，在潛意識中掌控著一系列詮釋行為的進行。為了滿足個人對未來發展的期待，組成信念的行動因素，扮演著促進個體採取積極行動的角色。個人行為的展現與其所抱持的信念有著密切的關係（e.g., Abelson,1979;Kitchener,1986; Lewis,1990; Nespor,1987; Nisbett & Ross,1980; Rokeach,1968）。在本工具中視學生能否主動使用科學知識、過程技能於日常生活的問題解決情境，為學生以行動具體展現其自然科學學習信念。

（三）科學探究與實驗學習

依據前文對學生自然科學學習信念的定義，反思學生體驗學習科學的場域，可區分為正規科學學習場域與日常生活學習場域，在正規學習場域中又包括一般課堂學習以及實驗課程的安排。根據研究顯示實驗課程對於學生科學學習的影響極為重大，為了發展學生科學探究能力，現今科學課程的規劃含括相當數量的實驗活動（林陳涌 & 童麗珠，2000），本文將進一步探討實驗學習影響的層面。

Armstrong（引自 Layton, 1990）指出實驗課的目的在於訓練學生習得科學方法，並且強調經由實作來理解科學（Doing in order to understand）。除此之外，隨著現代科技進展一日千里，科學課程的發展必須與時俱進，符合時代需求的呼聲之下，當今的科學教育學者很難忽視下列問題：這些問題包括當現今科學知識持續大量、快速的更新與累積，新知識獲得的速度，能否追趕的上被淘汰的速度?如同電腦防毒軟體一般，科學知識也同樣具備有效期限嗎?思考這些問題，除了有助於釐清對實際情況的了解，並且呼籲科學教育的目的除了科學知識、科學概念與科學過程技能的教授之外，更應該包含教導學生「學習如何學習（Learning how to learn）」（Novak, 1990）。實驗課程對於學生學習信念的影響便不容小覷，相關文獻顯示，實驗課程對學生學習的影響應當包含兩個層次，其一是經由實作來理解科學（Doing in order to understand），二是學習如何去學（Learning how to learn）。「由實作中理解科學」以及「學習如何去學」這兩個層面進行問題題組的發展，以達成在實驗課的學習情境，澄清學生科學學習信念為何的研究目的。

三、研究方法

（一）工具內容結構

研究者依據本工具發展的理論背景，由認知、情意與行動三個面向，組成學生自然科學學習信念的工具發展結構。此外，考量學生的學習情境應該包括日常生活、一般校內課程以及實驗課程，為了清楚呈現工具的結構，研究者將題組發展的問題情境，設計成實驗情境與非實驗情境，其中非實驗情境包含日常生活、一般校內課程，因此發展出來的題組總共有 6 種（3*2）作為組織學習信念各個面向的次級結構。亦即每個面向的題目發展過程，應該包含實驗課程與非實驗課程情境。

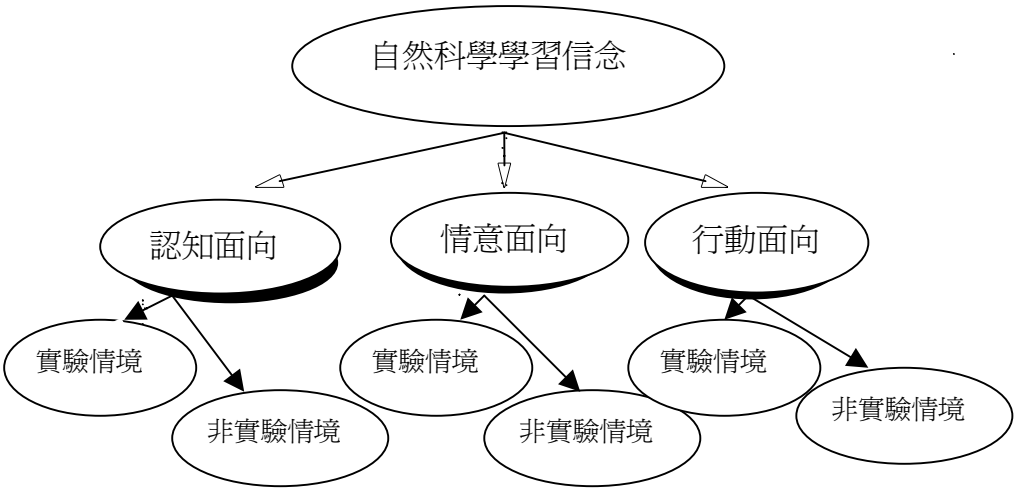


圖 1 中學生自然科學學習信念量表題組結構

（二）測驗編製流程

（一）初步發展題目草稿計 50 題，經過第一次預試，會同國中自然科教師 3 位以及 6 位九年級學生，男女學生各半，依照在校學習成就，分成高、中、

低三組，每個人在充裕的時間與開放式的問題討論情境下，共同參與題目的初步修訂，務必達到題目容易理解、意義單純以及文句鋪陳簡單易讀的目的，初步修訂後刪除部分題意難懂者並且修改數題文意不清易渾淆者。

（二）敦請國內科學教育學者、測量工具發展專家就工具結構以及初步修訂題目，審查其內容合適性並且提供改進建議。參考審查意見刪除、修改不適當題目，製成「中學生自然科學學習信念量表」初稿。初步修訂後，符合上述條件的題目共計有 34 題，題目性質分布如下表所示：

表 1 施測工具的題目性質分配表

	非實驗學習情境	實驗學習情境
認知因素	題號 1~6（共 6 題）	題號 7~12（共 6 題）
情意因素	題號 13~18（共 6 題）	題號 19~22（共 4 題）
行動因素	題號 23~28（共 6 題）	題號 29~34（共 6 題）

（三）施測

1.施測方法

本研究以團體施測的方式進行，受試者在閱讀問卷內的題組後，依據自己的判準，選取合適的回應選項。每一個題目皆有五個選項，如果本題的描述與想法完全相符，勾選「非常同意」；如果本題的描述與想法部分相同，勾選「同意」；如果本題的描述，很難表示意見，勾選「中立」；依此類推，勾選最符合心中想法的選項。

2.抽樣方法

參考相關研究文獻、衡量研究目的以及估計實際施測所需要的人力、物力資源後，本研究以方便、立意為抽樣原則。樣本為台北市金華國中、桃園縣龍崗國中、彰化縣溪州國中、花蓮縣富里國中四所學校共 254 名學生。

（四）資料分析

本研究以內部一致性考驗「中學生自然科學學習信念量表」的信度，以專家效度與構念效度兩種方法考驗此工具的效度。使用 SPSS for windows 12.0 進行因素分析，本研究進行各項統計考驗時，以 p =.05 作為統計的顯著水準。

四、研究結果與討論

（一）研究結果

以 SPSS for windows 12.0 進行因素分析，採主成分法（Principal Component Analysis）抽取三個因素，分析結果顯示可解釋總變異量達 38.2%，考慮理論內涵、因素負荷量與內部一致性係數下選取題目。第一個因素選取因素負荷量大於 .22 以上題目，即題目 1、2、3、8、10、12，α= .50；第二個因素選取因素負荷量大於 .24 以上題目，即題目 13、15、16、17、18、20、21，α= .69 ；第三個因素選取因素負荷量大於 .27 以上題目，即題目 23、24、25、26、27、28、29、30、31、

33，α＝ .81。

（二）討論

研究結果顯示，中學生自然科學學習信念量表總共有 23 題（選取結果請參見附錄一），刪除內部一致性較低的題目後，其中認知面向有 6 題，情意面向有 7 題，行動面向有 10 題。選取適當題目後，再經過統計方法主成分分析，總量表的內部一致性 Cronbachα 為 .86。三個因素的累積變異解釋量達到 40.2%。

五、參考文獻

林陳涌 & 童麗珠（民 89）：生物實驗教學能力重要性評估比較研究。師大學報科學教育類，45（2），21-38。

Abelson, R.（1979）. Differences between belief systems and knowledge systems. *Cognitive Science,* 3, 355-366.

Calderhead, J., & Robson, M.（1991）.Images of teaching: student teachers' early conceptions of classroom practice. *Teaching & Teacher Education,* 7, 1-8.

Cobern, W. W.（2000）.The nature of science and the role of knowledge and belief. *Science and Education*, 9, 219-246.

Eynde, P. O., Corte, E. D., & Verschaffel, L. （2002）. "Knowing what to believe": the relevance of students' mathematical beliefs for mathematics education. In: Hofer, B. K., & Pintrich, P. R.（eds）, Personal epistemology: the psychology of beliefs about knowledge and knowing.（pp. 297-320） NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Kitchener, K. S., & King, P. M. (1981). Reflective judgment: Concepts of justification and their relationship to age and education. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 2, 89 – 116.

Layton, D.（1990）. Student laboratory practice and the history and the philosophy of science. In: Hegarty-Hazel, E.（ed.）1990, The Student Laboratory and the Science Curriculum.（pp.37-59）. New York : Routledge.

McLeod, D. B.（1992）. Research on affect in mathematics education: a reconceptualization. In D. A. Grouwa（Ed.）, *Handbook of research on mathematics learning and teaching*（pp. 575-596）. New York: Macmillan.

Novak, J. D.（1990）. The interplay of theory and methodology. In: E. Hegarty-Hazel（ed.）, The Student Laboratory and the Science Curriculum. （pp.60-74）. New York : Routledge.

Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-332.

Perry, W.G., Jr.（1968）. Patterns of development in thought and values of students in a liberal arts college: A validation of a scheme. Cambridge, MA: Bureau of Study Counsel, Harvard University.（ED 024315）

Rokeach, M.（1968）. Beliefs, attitudes, and values: A theory of organization and change. San Francisco: Jossey-Bass.

Schoenfeld, A. H.（1983）. Beyond the purely cognitive: beliefs systems, social cognitions, and metacognitions as driving forces in intellectual performance. *Cognitive Science*, 7, 329-363.

附錄一 中學生自然科學學習信念量表題目選取結果
（N=254，總量表 α= .86，共 23 題）

理論因素	題組情境	題號	題目
認知因素	非實驗情境	1	我認爲從學校學到的科學知識，已經足夠解決日常生活中所遭遇的問題。
		2	我認爲有一個電視廣告（例如：RO淨水機）其產品內容的科學相關知識，都是正確的。
		3	我認爲科學探究講求證據，因此在研究報告中，往往附上支持研究結果的統計數據與圖表。
	實驗情境	8	在實驗課堂上，我認爲若有充足的時間，將有助於思考實驗延伸出來的問題。
		10	我認爲在操作實驗過程中，多花一些時間與同學討論，能幫助我澄清許多問題。
		12	我認爲做實驗可以幫助我加深對科學概念的理解。
情意因素	非實驗情境	13	對於一個與科學相關的環境問題，我相信專家的建議。
		15	上課時遇到問題，我喜歡找同學討論。
		16	上課時遇到問題，我喜歡自己查資料解決問題。
		17	我希望上自然課時能多學一些實用的知識。
	實驗情境	18	上自然課時，我喜歡動手做實驗。
		20	上實驗課時，我喜歡大家一起動手，不要每次都只是少數固定的人在做。
		21	我希望大家可以輪流做實驗，這樣才不至於都只是少數人在做實驗。
行動因素	非實驗情境	23	我通常會用所學得的科學知識，來判斷自己或他人的看法是否正確（例如：減肥食品的功效）。
		24	我會試著運用學過的科學知識，來解釋一些日常生活中的民俗活動（例如：躺針床/赤腳踏過炭火）。
		25	面對一些少見的自然現象時（例如：下冰雹），我通常會試著去想造成這個現象的原因。
		26	當別人告訴我一些奇特的自然現象時（例如：沙塵暴），我會嘗試運用學過的科學知識來解釋。
		27	我通常在上課前預習學習內容，因爲我相信這樣做對於獲得科學新知有很大的幫助。
	實驗情境	29	上實驗課遇到問題時，我通常會主動請教老師以尋求問題解答。
		30	上實驗課遇到問題時，我通常會主動找同學一起討論來澄清疑問。
		31	上實驗課遇到問題時，我通常會主動去查詢相關資料（例如：查閱參考書或上網找資料）。
		33	完成實驗後，我通常會想一些能夠解釋實驗結果的原因。
		34	我通常使用學得的科學概念，去解釋實驗過程所觀察到的現象。