

透過教學檢核表在國小四年級推動符合科學本質能力指標內涵教學之行動研究

邱太河*、劉聖忠**

國立花蓮教育大學科學教育研究所

9403005@stu.nhlue.edu.tw*、sclieu@mail.nhlue.edu.tw**

摘要

本文旨在探討國小現場教師基於對科學本質能力指標的素樸了解，從文獻、花蓮教育大學科學本質教學研究團隊和專家教師意見發展出來的教學檢核表內容為何，試圖透過教學檢核表在國小現場實施符合科學本質能力指標內涵之教學。初步研究結果發現國小中年級科學本質能力指標適合在探究型課程中實施，觀察型課程中測量月亮的高度，探討誤差的概念，可進行符合科學本質能力指標 3-2-0-2 內涵之教學；學生觀察月亮的生活經驗與課本引介的科學知識有落差，可探討「科學知識不是真理、暫時性、一致性」等科學本質內涵，但教科書並沒有將此設為教學目標；教學檢核表無法設計成細緻的逐步(step by step)檢核形式。

關鍵詞：科學本質能力指標、教學檢核表

一、研究背景與目的

為了提昇全民科學素養，教育部（2003）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」中明確指出培養國民科學素養的內涵，依其屬性和層次分成過程技能、科學與技術認知、科學本質、科技的發展、科學態度、思考智能、科學應用、設計與製作等八項指標來陳述，「科學本質」為分項指標中的第三項，因此在課室中實施符合科學本質能力指標內涵之教學成為現場教師的當務之責。

然而，從文獻中發現現場教師對科學本質能力指標的瞭解程度是素樸的(naïve)（黃慶隆，2006），究竟該如何實施符合科學本質能力指標內涵之教學呢？目前有兩種教學趨勢：1.以科學本質能力指標背後之隱含內涵融入探究教學中（陳俊欽，2006）；2.因應逐條科學本質能力指標之教學目標，採用不同的教學策略實施探究教學（陳文玲，2006）。這兩種教學都採用明示課程(explicit)，將科學本質當成教學目標實施科學本質教學，此舉與國外文獻(Khishfe & Lederman, 2006)觀點一致；Clough(2006)認為明式課程可吸引學生的注意力，但科學本質教學必須回應學生概念改變的需求，吸引注意力不足以引起概念改變，因此課程設計著重讓學生反覆(back and forth)體會科學本質內涵，這個觀點和陳俊欽（2006）、陳文玲（2006）的研究結果是一致的。

此外，從促進閱讀理解的文獻(Massey, 2003)中發現適性化(individualized)取向的檢核表(checklist)，透過學習者實踐、反省、再實踐、再反省的歷程有助於掌握目標、達成目標。所以，研究者試以國小現行教材、採納文獻和專家教師意見、參與科學本質研究團隊（由指導教授、一般研究生、在職研究生組成，平時透過網路平台溝通意見並且每個月至少召開一次定期會議討論科學本質教學與研究方向）發展符合國小中年級科學本質能力指標內涵教學之檢核表，並且透過已發展之教學檢核表，在國小四年級實施符合科學本質能力指標內涵之教學，提出待答問題如下：1.符合國小中年級科學本質能力指標內涵之教學檢核表其內容為何？2.如何根據已發展之教學檢核表，在國小四年級實施符合科學本質能力指標內涵之教學？

二、文獻探討

(一) 科學本質能力指標

教育部(2003)頒布的九年一貫課程綱要自然與生活科技領域中,對「科學本質認識」之分段能力指標國小中年級階段三條如下:3-2-0-1 知道可用驗證或試驗的方法來查核想法;3-2-0-2 察覺只要實驗的情況相同,產生的結果會很相近;3-2-0-3 相信現象的變化,都是由某些變因的改變所促成的。分項能力指標屬探究類型,適合在探究型課程中實施。本研究針對 3-2-0-1 和 3-2-0-2 進行教學,僅探討兩條能力指標內涵,團隊的詮釋如表 1:

表 1:社會脈絡變遷中科學課程之區塊研究對國小科學本質能力指標之詮釋(2006)

分段能力指標	內涵的詮釋	
3-2-0-1 知道可用驗證或試驗的方法來查核想法	一、 主要內涵	讓學生了解一個想法是否成立可以靠驗證或試驗的方法來確認。
	二、 隱含內涵	1.「驗證性」:科學知識是否成立可以靠驗證或試驗的方法來確認。 2.「一致性」:大自然的現象有其重複出現的一致性(這是一種機率的概念)。3.「因果關係」:一致性的存在是以因果關係的存在為前提。
	三、 名詞釋義	1.「知道」:代表不是原來就有的想法或概念,必須要靠外來的幫助,包含老師的引導與課程設計等,使學生建立「可用驗證或試驗的方法來查核想法」的概念。2.「可用」:意謂不一定非要使用驗證或試驗的方法來查核想法;驗證或試驗只是所有方法中的一部分。3.「想法」:必須在科學知識的範疇裡,且可以被驗證或試驗的。4.「驗證」:就是將已知的結果透過「觀察」或「實驗」的方法,檢驗「觀察」或「實驗」所「產生的結果」是否與「已知的結果」相符。5.「試驗」:相對於「驗證」而言,「試驗」並不具備「已知的結果」,試驗強調透過嘗試(trial-and-error)去了解一個「想法」可能產生的結果為何? 6.「實驗」:意謂包含變數控制的一種驗證程序;一般而言,「觀察」並不包含變數控制。
3-2-0-2 察覺只要實驗的情況相同,產生的結果會很相近	一、 主要內涵	教學者透過嚴謹的變數控制,創造出相同的實驗情境,使學生透過個人多次的實驗,或與全班不同組別實驗結果的比對後,察覺實驗後所獲得的產物或數據是相近的。
	二、 隱含內涵	1.「可複製性」:不同的人在不同的地點針對相同的大自然現象進行觀察或實驗,「應該」獲得相同的「結果」。(這是一個機率的概念)。2.「一致性」:大自然的現象有其重複出現的一致性(這是一種機率的概念)。3.「可驗證性」:科學知識是否成立可以靠「驗證」或「試驗」的方法來確認。4.「誤差」:意謂實驗的結果可能不完全相同,不完全相同的原因,可能源自於實驗過程中人為的誤差或儀器的極限。延伸到(3-3-0-5)
	三、 名詞釋義	1.「察覺」:意謂不是透過單一的實驗結果可產生的,必須透過個人多次實驗的結果,或者與全班不同組別實驗結果的比對後所引起的覺知(awareness)。2.「實驗」:就是包含變數控制的一種驗證程序。3.「情況相同」:意謂實驗者透過嚴謹的變數控制下所創造出來的實驗情境。理論上來說,在此所謂的「情況相同」意指在完全相同的條件下進行的實驗。4.「結果」:結果泛指實驗最後所獲得的產物(product)或紀錄的數據(data);可能是個人多次實驗的結果,也可能是全班不同組別實驗的結果。5.「相近」:就是學生透過個人多次的實驗,或是與全班不同組別的實驗結果相比較,結果不完全相同但很接近。

黃慶隆(2006)以二階段診斷測驗工具調查研究,發現國小在職教師對科學本質能

力指標之了解「自認了解程度」為 85.3%，「實際了解程度」為 39.3%，從觀察是理論蘊含的(theory-laden)的角度來分析，教師因本身理論比較素樸(naïve)且未經過引導，以此解讀專家詮釋後具有多階且層次深廣的能力指標時，造成「實際了解程度」遠低於「自認了解程度」的情形。

(二) 科學本質教學

陳文玲(2006)因應中年級逐條科學本質能力指標之教學目標，採用不同的教學策略包括：POE 教學、探究式教學、學習環、問題引導學習、實驗探究式教學等，依循能力指標中「知道」、「察覺」、「相信」之內涵，透由不斷重複學生的學習經驗，培養學生具備科學本質之信念。

陳俊欽(2006)以九年一貫科學本質分項能力指標背後之隱含內涵—即以觀察是理論蘊含為原理；大自然現象有其重複出現的一致性和科學知識不是真理為兩條主脈—進行科學本質教學，實際教學活動以融入式之明示課程進行，培養六年級學生對科學本質概念的了解，發現要在教學活動中同時呈顯一致性與暫時性是非常不容易的，如果能在學習經驗與科學本質內涵之間反覆討論可增強教學效果。

Khishfe & Lederman(2006)採用融入式(integrated)和非融入式(nonintegrated)課程設計對 42 位學生進行分組教學，發現兩組學生對科學本質的了解程度並無顯著差異，明示課程才是促進學生了解科學本質的關鍵。

Clough(2006)回顧研究文獻，指出有效的科學本質教學必須在理論與實務之間搭起一座橋，課程設計著重讓學生反覆(back and forth)體會科學本質內涵；明式課程僅能吸引學生的注意力，但科學本質教學必須回應學生概念改變的需求，吸引注意力不足以引起概念改變。

(三) 檢核表

Massey(2003)認為適性化(individualized)取向的閱讀檢核表(checklist)由教師設計提供學生逐步(step by step)檢核，讓學生在執行檢核中反省，進而由學生自己設計閱讀檢核表再執行檢核，從持續地反省、設計、執行檢核...的歷程中掌握閱讀目標、達成閱讀目標。由此可知，使用檢核表促進閱讀理解的價值不在於檢核表本身，而在於透過使用檢核表的歷程中達成閱讀理解的目標。

三、 研究方法

本研究以「教師即研究者」理念在台中縣某智類型國小四年級四個班級(每班人數約 30 人，每班皆採分組教學)進行一學期研究教學，課程以牛頓版四年級自然與生活科技領域教科書為主，七至十一月發展符合科學本質能力指標 3-2-0-1、3-2-0-2 內涵教學之檢核表，十二月至九十六年元月透過已發展之教學檢核表實施教學；國小中年級科學本質分項能力指標屬探究類型，適合在探究型課程中實施，而牛頓版四年級自然與生活科技領域教科書第一單元「一起賞月」和第二單元「水中的生物」屬觀察型課程，因此未列入科學本質教學計畫，第三單元「鹽到哪裡去了？」屬探究型課程，與文獻(陳文玲，2006)中的課程設計相符，所以選定本單元實施科學本質教學；基於對國小中年級科學本質分項能力指標的素樸了解，研究者加入花蓮教育大學科學本質教學研究團隊，參與團隊會議—與專家教師和論文指導教授討論文獻、課程設計與教學、研究發展方向—透過網站分享研究和教學經驗、辦理內部研習等活動，並定期與論文指導教授討論；在發展教學檢核表期間研究者蒐集團隊會議紀錄、網站分享資料、教學省思札記、與論文指導教授討論錄音等資料做為發展檢核表依據，在透過已發展之教學檢核表實施

教學期間擬蒐集教學現場錄影、教師隨堂筆記、學生學習筆記、教學檢核表、團隊會議紀錄、網站分享資料、教學省思札記、與論文指導教授討論錄音等資料做為分析依據；蒐集的資料按照研究目的、教學目標、教學策略、教學反思、學生行為表現、學習態度等，作為編碼類別，接著將資料予以分類、歸納分析，以整理研究結果；考驗行動研究信效度方法採 1.自我效化(self validation)－長期觀察修正研究者想法 2.同儕效化(peer validation)－透由協同研究者（科學本質研究團隊成員 A 教師、國小現場同仁 B 導師）澄清研究者想法 3.學習者效化(learner validation)－紀錄學生反應支持研究者想法。

四、初步的研究結果與討論

教學檢核表無法設計成如同閱讀檢核表一般細緻逐步(step by step)檢核的形式，原因為：教學是師生雙向的互動歷程，教學現場瞬息萬變，不同的班級、不同的教師有不同的互動模式，按圖索驥只會限制教師教學，不利於教學目標的達成，更何況不需使用教學檢核表，也可進行符合科學本質能力指標內涵之教學。

國小中年級科學本質能力指標適合在探究型課程中實施，牛頓版四年級自然與生活科技領域教科書第一單元「一起賞月」屬觀察型課程，學習活動中「測量月亮的高度」可藉由不同學生測得不同的高度探討誤差的概念，例如：教師引介「使用拳頭數測量高度」時，先進行試測國旗杆頂高度是幾個拳頭數，發現學生測得結果並不相同，因此可進一步討論「為什麼同學們測得的拳頭數不同？」讓各組學生發表意見，學生的答案有「拳頭大小不一、站的位置不同、測量的方式不同…」接著討論「怎麼測量，結果會比較相近？」學生的答案有「站在相同的位置、使用月亮觀測器…」依照學生提出的方法再測一次，結果較相近，但仍有不同，此時教師引介「誤差」的概念（人為誤差和儀器誤差），進行符合科學本質能力指標 3-2-0-2 內涵之教學；學生觀察月亮的生活經驗與課本引介的科學知識有落差，可探討「科學知識不是真理、暫時性、一致性」等科學本質內涵，但教科書並沒有將此設為教學目標，科學本質教學有很大的空間，但教學指引說明不足，現場教師不容易實施符合科學本質能力指標內涵之教學。

五、參考文獻

中文部份

黃慶隆（2006）：國小在職教師對九年一貫課程綱要科學本質能力指標瞭解之研究。國立花蓮教育大學科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

陳俊欽（2006）：促進國小高年級學童對科學本質能力指標隱含內涵了解之行動研究。

國立花蓮教育大學科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

陳文玲（2006）：一位教師落實科學本質能力指標之教學行動與反思。國立花蓮教育大學科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

英文部份

Massey, D. D. (2003). A comprehension checklist: what if it doesn't make sense? *The Reading Teacher* 57 (1) p 81-84.

Clough, M. P. (2006). Learners' responses to the demands of conceptual change: considerations for effective nature of science instruction. *Science Education* 15 p 463-494.

Khishfe, R. & Lederman, N. (2006). Teaching nature of science within a controversial topic: integrated versus nonintegrated. *Journal of research in Science Teaching* 43 (4), p 395-418.