由實作評量瞭解國小四年級學童學習科學本質能力指標中 3-1-0-1 與 3-1-0-2 之研究

劉聖忠、吳麗后*
花蓮教育大學科學教育研究所
sclieu@mail.nhlue.edu.tw、s9203015@stu.nhlue.edu.tw*

摘　要

本研究主要評量國小學童對科學本質能力指標的學習情形為何？此為準實驗研究法，對象為某國小四年級五個班，共 156 人，男生 73 人，女生 83 人。結果發現：

3-1-0-1『能依照自己所觀察到的現象說出來』學生在學習前的觀察能力較薄弱，學習後學生可以寫出較多的科學語彙。學生的學習結果可分下列幾個層次：

（1） 沒有學習發生。
（2） 學到科學的語彙，但沒有觀察的體會。
（3） 有觀察的體會，但不會使用科學的語彙。
（4） 可以使用科學的語彙描述觀察的體會。

3-1-0-2『仔細觀察就可以有新奇的發現』從訪談結果，認為學生在小組合作的學習環境中較有信心。

關鍵詞：科學語彙、實作評量、觀察檢核表

一、　研究背景與目的

國內於九十二學年度頒布國民中小學九年一貫課程綱要，其中裡頭的「自然與生活科技」學習領域中提到「科學本質」為八大能力指標之一，顯示教育界的學者希望老師們能將科學本質當作教學目標。因此老師們需要對科學本質能力指標的內涵多所了解，才能將現代的科學本質觀納入其教學目標中，但從許多研究中也發現目前無論是現任教師或職前教師都對科學本質的能力指標內涵不甚了解（張兆芳，2005、郭博嵐，2005、黃慶隆，2006）。而即使老師欲將科學本質當作教學目標，若沒有適當的評量工具會讓老師無法確定教學目標是否達成，因此這樣的教學只有老師單向的給予及直覺的判斷，缺乏較客觀的回饋機制，易造成教學上的阻礙(鄭淑妃，2005)。

因此本研究的個案教師選擇了科學本質能力指標中的 3-1-0-1 與 3-1-0-2 作為國小四年級的教學目標，主要是因為目前國小低年級的「生活課程」中融合社會、自然與科技、藝術與人文三大學習領域，且改變以往傳統「課程標準」的模式為「課程綱要」的設計理念，賦予各地區、學校、各班教師彈性規劃課程的自主空間(教育部，1998)。若想測出低年級學童的『觀察能力』有執行上的困難，且要求低年級學童用口語或文字表達所學的更加困難。因此本研究將學童年級提昇至中年級，針對這兩條指標中的『觀察』作為教學計畫重點，讓學童能使用『五官經驗』觀察大自然現象，進而學會用科學語彙描述表達所觀察到的現象，將科學事實呈現出來。

研究者發現過去問卷大多是想測出學生大範圍的科學本質觀，與目前九年一貫的科

學本質目標不同，直到 2005 年才有高慧蓮教授的團隊是針對九年一貫科學本質能力指標作為研究的重心，此研究團隊也發展了情境式的問卷與多元化評量工具。但仍是將測驗的指標界定在許多內涵裡。與本研究的目的不盡相同，研究者運用這兩條能力指標作為具體的教學策略，透過「觀察檢核表」與「實作評量」作為評量學生學習的「觀察」成果。

二、　文獻探討

本研究僅針對科學本質中的兩條能力指標做研究，所以也只對這兩條指標做詮釋。本研究根據國科會計畫『九年一貫自然與生活科技領域能力指標詮釋研究—計畫三：國小學生科學本質的探究』(高慧蓮，2003)，與 2004 年所召開『國家科學研究會區塊研究計畫—科學本質焦點論壇』，高慧蓮、陳文典、吳璧純和劉聖忠等四位教授各自對科學本質的能力指標所提出的一些意見做比較（如表一）。

表一

	3-1-0-1 能依照自己所觀察到的現象說出來。	3-1-0-2 相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現。
陳文典	依所見事實（不是自己臆想）作陳述的習慣。	「相信」一詞之意為人們經過事實一再的印證之後，對於某些知識(可能是事實、理論、關係…)非常嫻熟而且深信不疑。
吳璧純	引發學童表現質樸概念之後，教師透過情境的佈置或線索的提供，引導學童以五官知覺進行自然現象的觀察來幫助學童建構知識，並培養學童以科學的語言或符號表達觀察的能力。	在教學活動中，學童常經由自己的探究觀察提出看法，受到老師或同儕的鼓勵與接納，或是透過觀察其他同學有類似的表現與收穫，逐漸會產生「每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現」的信念。
高慧蓮	科學知識是基於觀察的經驗基礎，學生能根據事實將自己觀察的現象說出來。	科學知識是基於觀察的經驗基礎，仔細觀察是科學活動中很重要的活動之一，相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現。
劉聖忠	培養學生能依科學的事實（facts）作陳述的習慣，此處的「陳述」強調不是學生自己所臆測的。	學生經由適當的教學引導下，針對特定的目標實地觀察，並透過全班整體的表現，讓學生對『只要能仔細觀察常可有新奇的發現』這句話產生信心。
結論	學生要能依據科學事實做陳述習慣。	讓學生對仔細觀察就能有新奇的發現產生信心且有此信念。

前面所談及的大範圍的科學本質問卷，在此對這些研究作一些回顧：從沈慧芬（2002）的論文中發現許多科學本質評量工具，大多數都是在測驗高中以上的學生或教師。內容如下：

（一）　理解科學測驗（Test on Understanding Science，TOUS）： Klopfer & Cooley 於 1961 年發展了「理解科學測驗：Test on Understanding Science，TOUS」的工具，在這工具中將科學本質分作三個領域：科學事業、科學家、科學

方法和目的。適用於高中程度以上的受試對象，其改良版已將受試程度降至國中階段。

（二） 科學過程量表 SPI（Science Process Inventory “From C”）：Welch& Pella（1968）所發展的，以科學的假設、科學的活動、科學的結果、科學的倫理為主要題幹。

（三） WISP 量表（The Wisconsin Inventory of Science Processes）：由美國威斯康辛科學素養中心（Scientific Literacy Center, 1967）所編制的科學過程量表，內容著重在科學探究過程。國內學者巫俊明於 1997 年翻譯成為中文，作為五專二年級學生接受科學史課程後，對科學本質的了解研究工具。

（四） NSKS（Nature of Science Knowledge Scale）：Rubba & Andersen（1978）所發展的科學知識本質量表，主要是量測受試者對科學知識本質的了解程度，所用的語彙是由平均六年級（相當國內的國小六年級）學生而來，但是以高中選修科學課程的學生為受試對象。

（五） 科學、技學與社會的觀點量表（Views on Science - Technology - Society, VOSTS）：Aikenhead、Fleming & Ryan（1987）為了探究高中學生對 STS 所持之信念而發展了評量工具，VOSTS 分作四個層面—定義（Definiton）、外在科學社會學（External Sociology of Science）、內在科學社會學（Internal Sociology of Science），內容選項是來自於學生經驗與想法，故能較真實反映出學的信念與想法。

（六） Abells & Smith（1994）以開放性的問卷，廣泛的收集小學職前教師對科學的看法與認知。

（七） 了解科學調查表（Understanding Nature of Science Inventory, UNSI）：鄭湧涇、周美雪和張麗珠（1989）為了了解中學生物教師對科學的了解程度所發展的量表，研究的對象為師大的生物系學生與短期研習的在職生物教師，題型多分佈在科學方法與科學知識方面，有關科學社群題目很少。

（八） 了解科學本質量表—高中版（Understanding Nature of Science-senior high school, UNOS-ES）：林陳涌（1995）調查高中一、二、三年級學生對科學本質的了解程度，可分為科學方法的本質（NSM）、科學知識的本質（NSK）、科學事業的本質（NSE）三個向度。

（九） 科學過程技能本質問卷：熊芳雪（1997）針對國小老師所設計出的問卷，內容著重於科學過程技能，編製時也以著重於過程技能的 WISP 與 SPI 為主要參考工具。

（一□）「科學態度量表」中譯本：原文來自美國 Richard W.Moore and Rachel Leigh Hill Foy 所發展的 The Scientific Attitude Inventory: A Revision(SAI Ⅱ)，林寶英於 1998 年翻譯為中文，問卷結構分為六個立場陳述，主要陳述都在科學本質概念，研究對象為大學一年級學生。

（一一）教師對科學本質與科學教學信念量表（BASSSQ）：陳忠志（1998）針對國中二年級物理教師編制，問卷結構分為「科學的探討過程」與「科學知識論的本質—科學知識的不確定性」。

在國內專門研究國小學童的科學本質評量有學者莊嘉坤（1999）的質性研究與董韶芳（2001）的單一向度的問卷之外，尚有楊玉燕（2001）、鄭可偉（2002）、李悅美（2002）與邱明富（2003）等，但他們皆想用一份問卷做出學童大範圍的科學本質觀，其內涵與現今九年一貫所使用的科學本質能力指標不盡相同，因此不適合本研究使用。

而在 2005 年高慧蓮教授所組成的研究團隊也開始使用科學本質能力指標作為研究的重心，此團隊開發了情境式問卷與多元評量工具，但因學童在填寫時會因為生活情境的不同，容易造成學生的思考困擾，加上題目皆以研究者為中心去敘述題目，無法探討到學童內心真正的想法，有可能低估教學背後的複雜性。有鑑於此，本研究先用實體讓學生觀察，降低學生之間生活情境的差異，而且在學習前做了學前測驗試著了解學生對「觀察」的先備想法。

一般而言，當學生進行觀察活動時，就是讓學生有目的的用感官去「經驗」，這個「經驗」有可能是和老師所要求的目的相符的，但也有可能這個「經驗」是和老師所要求的目的不相符的，所以為了讓學生可以觀察到我們希望她們看到的事物，必須讓學生在進行觀察前就先有了想法才去觀看，因此研究者運用了「觀察檢核表」和「數位相機」讓學生在看之前，已經知道了看的理由，和有了要看的想法，這樣才可以決定了要怎麼看、用什麼看、哪些該看以及哪些不該看（Chalmers, 1982）。

因此根據九年一貫科學本質能力指標中 3-1-0-1「能依照自己所觀察到的現象說出來」與 3-1-0-2「相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現」作為本研究實作評量的主軸，運用「觀察是理論蘊涵」的理念，使學生的觀察能力透過觀察檢核表的引導，讓觀察檢核表成為學生手中的地圖，以免進行的觀察活動中只是粗略的「看」或走馬看花，而無法看到我們希望學生發現的現象；使用數位相機能提供證據讓老師知道學生看了些什麼，且清楚的指出學生所看到的現象（吳紀蓉，2003、陳淑芸，2004）。

近年來，有鑑於傳統紙筆測驗的限制，使得另類評量（alternative assessment）逐漸受到重視。一般而言，研究結果多半擔心如僅實施單一的紙筆測驗，會造成知識窄化，忽略技能與情意的內涵，無法提升學生解決問題的高層次思考（李坤崇，2001）。故實作評量能讓老師觀察學生執行一項作業，並對學生作業表現特徵進行等第評定的歷程，通常用在溝通訓練、心理動作技能、體育活動、概念獲得和情意特質等方面的評量方式（李思明，2001）。而實作評量強調評量的結果不僅反映出學生解答的正確性，同時也顯現出其得到答案的過程，「設計題目使受測者面對這些問題，經由科學性的探討，記述下執行的過程及結果」，藉由受測者的記述和表現，來瞭解其處理問題的能力（陳文典，2000）。因此實作評量是以結合實際生活情境相近的問題來測量學生的反應、學習過程以及作品（成果）表現；在實作評量中，強調由學生自己組織知識、自己提供答案、自我校正並調適知識（吳璧純，1996）。實施實作評量的目的在於使教師能夠直接觀察學生達到結果的過程，不只是評量學生解答的正確性，且信實的表現出學生處理問題過程中的想法、解決問題的想法與解決問題情形，因此這樣的評量方式才可以評量出科學本質能力指標的能力。

三、　研究方法

本研究透過準實驗研究法，選取的研究對象為台中縣中型國小四年級中的五個班

級，擔任其自然與生活科技領域的老師之教學資歷有七年，目前正在研究所進修。此五個班級分成三組不同的教學方法，A、B 兩班為檢核表教學法；C、D 兩班為操作式教學法；E 一班為講述式教學法，所謂的三組不同的教學方法參見表二

表二 研究對象分組設計

組別	教學策略
講述式教學	（一）在黑板上呈現大型獨角仙圖表且用電腦投影放大，老師在課堂上講解。 （二）學生經由黑板上的圖表與數位照片，回答學習單的問題。 （三）分組報告。
操作式教學	（一）給每組學生一對獨角仙成蟲、放大鏡、學習單。 （二）每組學生經由黑板上面的大型獨角仙圖表，加上老師的講解，學生使用放大鏡觀察獨角仙成蟲的身體特徵，回答學習單的問題。 （三）分組報告。
檢核表教學	（一）給每組學生一對獨角仙成蟲、放大鏡、數位照相機、一張觀察檢核表及學習單。 （二）每組學生依照觀察檢核表指示，老師在旁協助，學生用放大鏡觀察或直接觀察獨角仙成蟲的身體特徵，並且利用數位相機將所觀察到拍攝下來，之後在觀察檢核表的圖相中標示回答問題。 （三）分組報告。

其使用的研究工具有如表三

表三 不同教學方法使用的研究工具

	講述式教學	操作式教學	檢核表教學
實體（獨角仙）	掛圖、相片	有	有
學習單	有	有	有
觀察檢核表	無	無	有
數位相機	無	無	有
訪談	教學前、教學後	教學前、教學後	教學前、教學後
開放性問卷	前測、後測 延宕測驗	前測、後測 延宕測驗	前測、後測 延宕測驗

由以上所設計的教學分組與研究工具的分配後，本研究也將這兩條能力指標中的 3-1-0-1「能依照自己所觀察到的現象說出來。」做個名詞釋義：

1. 「觀察」就是依據「理論」的引導，有目的的用五官去經驗外在世界；「科學事實」就是用五官所經驗到的現象；例如看到、聽到、觸摸到...。

2. 「說出來」就是可以用話語、圖畫、表格…等表達或詮釋自己所觀察到的現象。在教學上的啟示：教師不應該任由學生漫無目的的根據自己的想法發表觀察的結果，此條能力指標之教學目標為培養學生「根據科學事實做陳述的能力」。

由於「講述式教學」中，學生並沒有觀察實體獨角仙之機會，只能看到獨角仙的掛圖與老師的講解。而「操作式教學」和「檢核表教學」中，學生都有觀察實體獨角仙之

機會，在「檢核表教學」中是透過觀察檢核表呈顯具體詳實的教學引導，引導學生先瞭解所用的科學語彙之意涵，再逐步的要求學生按著檢核表勾選所觀察到的現象。研究者預期此種教學法下之學生能使用科學語彙形容獨角仙的能力會比較好；但在「操作式教學」中，老師會描述獨角仙外型的科學語彙，一邊要求學生親自尋找所講述的現象，因此研究者預期此種教學下的學生能使用科學語彙形容獨角仙的能力會比較差；而預期「講述式教學」學生可能上完課後就容易忘記上課所學習到的科學語彙。此現象經由開放式問卷與學習單裡面的科學語彙分析此三者教學的學生學習結果。

3-1-0-2「相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現。」的名詞釋義：

1. 「仔細觀察」意指：在適當的教學引導下（例如：使用觀察檢核表）針對特定的目標，使學生有目的的用五官去經驗。

在「講述式教學」中，學生並沒有觀察實體獨角仙之機會，只能看到獨角仙的掛圖。在「操作式教學」和「檢核表教學」中，學生都有觀察實體獨角仙之機會，但在「操作式教學」中缺乏對學生具體詳實的教學引導，因此研究者預期此種教學法下之學生新奇的發現會比較少；在「檢核表教學」中透過觀察檢核表呈顯具體詳實的教學引導，因此預期此種教學法下之學生新奇的發現會比較多。

2. 「新奇的發現」意指：發現或了解以前不知道或沒有注意到的事物。從學生的學習單中的第 7 題中、觀察檢核表中「我還發現...」的填寫欄中、和開放式問卷中，學生的描述愈多，其中有愈多科學語彙，甚至超越檢核表中的內容就表示學生有愈多新奇的發現。

3. 「相信」意指：讓學生對「只要能仔細觀察常可有新奇的發現」這句話產生信心。從上課分組討論、觀察檢核表中的答案與半結構訪談中的問題「妳覺得只要仔細觀察就可以發現新奇的東西嗎？」，發現學生對這個問題所回答的答案可以總結學生是否『相信』「只要能仔細觀察常可有新奇的發現」這句話。

研究者將所收集到的學生之科學語彙與圖畫作進一步評量，除了設計一份評量基準表外，還邀請另外兩位自然科老師參與討論訂定評量基準，以確認測量內容與上課的教學吻合；除了研究者評分外，也請個案教師與另一位同校的老師重新取樣評分，增加裁判間信度，其信度在 0.94。

四、 初步的研究結果

（一）學童的觀察能力

資料的收集經由評量基準表初步分析結果顯示，四年級的學生學習前就擁有良好的科學觀察能力佔全班少數。在學習前，開放式問卷大多數都只是將曾經上課所聽到的科學語彙寫下，不會運用所繪畫下來的圖案加以註明，而且許多學生在把玩獨角仙之後會忘記將皮膚接觸到的感受寫下來。

經由上課老師的講解或觀察檢核表的引導後，學習後測驗發現學生會將老師上課所講的科學語彙寫在開放式問卷上，改正之前繪圖方式，會利用繪圖把正確的位置指出，這項能力在使用觀察檢核表的班級有顯著的提升，而且指到正確的位置項目數也有提高；在科學語彙使用上觀察檢核表的班級明顯的會把正確的語詞寫下。在此研究

中也發現，班級小組的學習合作最能提升學童的觀察能力，同伴間的互動能讓學童更有信心的相信只要仔細的觀察就有新奇的發現。

（二）學童所使用的科學語彙

學生的學習結果會有下列幾個層次：

1. 沒有學習發生（沒有學到科學語彙，也沒有觀察的體會）。
2. 學到科學的語彙，但沒有觀察的體會。
3. 有觀察的體會，但不會使用科學的語彙。
4. 可以使用科學的語彙描述觀察的體會。

依據研究初步的發現，學生常常會將日常用語和科學語彙混淆，雖然知道科學事實但是無法使用正確詞彙靈活運用，在延宕測驗發現學習過一段時間學童很容易將科學語彙忘記，這種現象應該是學童在生活中接觸不多且不常使用。如果學生本身就對科學有興趣，會自行去尋找資料，常常閱讀科學書籍則科學語彙自然轉化成思考模式，這樣的學習經過長時間的考驗也不容易遺忘。

（三） 學童的學習態度

學生在使用數位相機後，對學習態度有顯著的提升，但是因為課堂上沒有辦法讓每個人都使用到，因此造成沒有使用到數位相機的學生興致減退。也有學生在學習之後的訪談中說出數位相機較難操作，影響觀察進度。而放大鏡的使用讓他們感到操作方便順利觀察。