九年一貫科學本質能力指標 3-1-0-1 及 3-1-0-2 詮釋之研究

郭博嵐、劉聖忠*
桃園縣幸福國民小學、國立花蓮教育大學科學教育研究所*
billy@mail.hfps.tyc.edu.tw、sclieu@mail.nhlue.edu.tw*

摘　要

本研究之目的在探討九年一貫自然與生活科技領域國小科學本質能力指標之詮釋。研究者與研究團隊針對國小科學本質能力指標進行詮釋，接著邀請十位領域內代表不同聲音的人士進行『國小科學本質能力指標詮釋─焦點團體座談會（focus group）』，冀望透過焦點座談達成能力指標詮釋之共識。研究結果中呈現科學本質能力指標 3-1-0-1、3-1-0-2 詮釋文；雖無法透過焦點座談達成具有共識之詮釋，但結果仍顯示了科學本質能力指標的內涵是複雜且不易達成的；與過程技能能力指標具有關連，也有所區隔；科學本質能力指標缺乏了科學社群向度。

關鍵詞：九年一貫、科學本質、能力指標

科學家在追求真理。我都會笑學生，這裡沒有真理。
不自覺當中，我卻以培養具有科學素養的國民當成我的真理。
對喔！我自己犯了同樣的事，自己沒有感覺。
可是，如果培養具有科學素養的公民是個不存在的幻象，
我在想，那科學教育就沒有存在的意義跟價值。
但是
你看！科學家追求真理的過程，真理從來沒有達成，
可是科學卻越來越壯大啊，對不對！
所以，是不是有什麼方法，能夠讓現場的老師對科學本質有一點體會，能夠把這些精神，
真的傳達到學生的身上，讓他們不要像我們過去那樣，沒有真正體會到內涵...
（焦點座談轉錄稿 940712-b1）

一、研究背景與目的

不分國內外科學教育向來以培養具有科學素養的國民為目的而努力（American Association for the Advancement of Science, [AAAS], 1989；National Research Council, [NRC], 1996；教育部，2003），對於科學素養當中應包括哪些內涵，雖然沒有一個非常明確的界定，但是對於增進科學本質的瞭解，向來都是科學素養的內涵中不可或缺的一

環（Lederman, 1998）。我國基於科學本質的重要性，國民中小學九年一貫課程綱要（教育部，2003）自然與生活科技學習領域，也將科學本質列入其能力指標中。於是乎，現在我國國小教師要增進國小學童對於科學本質的瞭解時，一切教學活動的根據就是九年一貫課程綱要自然與生活科技學習領域中的國小科學本質能力指標（以下簡稱：科學本質能力指標）。至於想要達成科學教育的目的，培養具有科學素養的國民，非得靠現場教師的執行不可，如果現場的教師不了解科學本質能力指標的內涵，無法傳遞科學本質內涵予學生，九年一貫課程綱要的美意就如同空談。很不幸的，由相關研究中發現國小教師對於科學本質能力指標的內涵並不瞭解，甚至往往是錯誤的（張兆芳，2005；郭博嵐，2005；黃慶隆，2006）。由於上述困境，並冀望能運用當前教育環境中最便捷的資源，就是科學本質能力指標，利用對其進行詮釋之方式，盼能讓科學教師對科學本質內涵有更深層的瞭解，並將這種體會傳遞給學生。於是研究者與所屬之『花蓮教育大學科學本質研究團隊』著手進行科學本質能力指標詮釋，接著由台灣師範大學主辦，於民國 94 年 7 月 11-13 日在花蓮教育大學進行『國小科學本質能力指標詮釋─焦點團體座談會（focus group）』（以下簡稱：焦點座談），座談中邀請了十位在這個領域分別代表不同聲音的人士，花三天的時間密集的討論凝聚共識，以釐清科學本質能力指標的內涵。本文撰寫之目的，乃考量如要幫助現場老師可以順利的使用科學本質能力指標，就需要藉助科學本質能力指標的詮釋文，於是將『花蓮教育大學科學教育研究所科學本質研究團隊』的詮釋文，與團體座談中各專家學者對於科學本質能力指標之觀點，藉著此次機會傳遞出來，希望對於現場教學的教師或是相關的研究者能有所助益。

二、研究方法

著手進行詮釋之初，研究者首先彙整分析劉聖忠教授為期十八小時的『國小科學本質能力指標詮釋課程』（擷取自花蓮師範學院科學教育研究所教學碩士班二年級科學本質課程）之錄影逐字稿，並以該課程學生之隨堂筆記、作業報告交叉檢定，形成科學本質能力指標詮釋文的初步架構，並與相關文獻之詮釋文相較，以提供團隊討論之參考。研究團隊以約每兩週一次的進度進行共同討論，詮釋科學本質能力指標乃由劉聖忠教授主持，與修習過科學本質課程之在職國小教師四名（含研究者）、職前教師二名，共七人合作進行，藉以採納多方觀點與現場教師的聲音。考量科學本質能力指標應用在教學情境方面會有其限制性，教師需依其現場做適當的判斷，適度的選擇有意義的部分進到其教學情境中，選擇的過程中，教師的對科學本質的瞭解即佔非常重要的地位，於是我們將科學本質能力指標詮釋文的讀者定位為現場教師。歷時近一年審慎的詮釋過程，得以逐條呈現本研究團隊對國小科學本質能力指標之詮釋，但其中仍然可能潛藏著歧異性，研究團隊希望可以凝聚科學教育社群的共識，於是辦理『焦點座談』。邀請十位在這個領域分別代表不同聲音的人士，例如中央研究院的教授，以及代表現場教學聲音的資深教師等。會前先提供與會者研究團隊對科學本質能力指標之詮釋，以形成一個思惟

的架構供與會者參考。座談會於花蓮舉行，為期三天的時間針對國小科學本質能力指標的內涵進行詮釋。分別於會議之前、中、後蒐集與會者對每一條能力指標之『會前基本看法』、『發言條』、『科學本質能力指標最終詮釋意見表』，座談過程並錄影形成『焦點座談轉錄稿』，以上述資料總結每條能力指標之詮釋，冀望透過焦點座談密集的討論以形成共識。

三、研究結果與討論

（一）研究團隊對科學本質能力指標之詮釋

有鑑於科學本質能力指標的重要性及其目前之困境，目前國內有許多學者已開始針對此方向發展相關研究，同時也已經累積了一些科學本質能力指標的詮釋結果，其中尤以陳文典教授（教育部，2004）與屏東師範學院的研究團隊著力最深（高慧蓮、黃子瑜和蘇明洲，2001；高慧蓮、蘇明洲，2004；高慧蓮，2005）。陳文典教授考量九年一貫課程綱要中『能力指標』與『教材細目』之條文過於簡短，不易傳達出其內涵予現場教師，乃於教育部（2004）所出版的『自然與生活科技課程綱要能力指標與教材細目解說』一書中，以較詳盡之文字陳述加以說明，並對於如何運用在教學、評量及教材編選工作上加以註解，也提供科學本質能力指標中的 3-2-0-1、3-2-0-2、3-3-0-1、3-3-0-2 及 3-3-0-5 簡易教學範例詮釋；高慧蓮、蘇明洲（2004）亦針對國小部分的十條科學本質能力指標做條文解讀，藉著分析美國課程標準中的科學本質內涵所應涵蓋的項目，以界定其內容範疇為『科學知識的本質』、『科學探究的本質』及『科學事業的本質』三個向度，來表述我國科學本質能力指標中所蘊藏之科學本質內涵，並列舉學生達到該條能力指標之際所需呈現的行為表現，藉以詮釋科學本質能力指標之深層涵意。隨後高慧蓮（2005）並依能力指標的詮釋結果，採用內隱及外顯的途徑設計教材，開發國小高年級科學本質教學模組，根據模組實驗的情形來檢核其所列出的行為表徵，是否可以課堂上由學生的行為表現出來，據以修正能力指標的解讀與詮釋。

然研究者深知，如要為教師建立實施教學所須具備之科學本質信念，藉以提昇教師科學本質教學知識，最後將指標中所隱含之科學本質內涵傳達給學生，目前所賦予科學本質能力指標之意涵仍然略顯不足。因此除參酌相關文獻外，研究者首先分析國內外文獻中之科學本質內涵，將之歸納成重點並凝聚成『科學本質關鍵概念』(郭博嵐，2005)，接著透過研究團隊眾人之力進行詮釋，找出該條能力指標中之關鍵字進行『名詞釋義(參照表 3-1-0-1)』，探求能力指標所要表達的『主要內涵』，並根據科學本質關鍵概念，將該條能力指標背後的科學本質『隱含內涵』呈現出來。研究團隊對科學本質能力指標的詮釋計有國小一至六年級共十條能力指標，但因篇幅的限制僅摘錄前兩條科學本質能力指標 3-1-0-1（表 3-1-0-1）及 3-1-0-2（表 3-1-0-2）的詮釋文，分別如下。

表 3-1-0-1

分段能力指標	詮釋文		
3-1-0-1 能依照自己所觀察到的現象說出來	內涵的詮釋	一、主要內涵	● 教學者覺知到學生個人的先備經驗、個人的臆測或不完整的科學理解，將影響學生的觀察結果；也就是在觀察是理論蘊含的前提下，培養學生能依科學的事實(facts) 做陳述的習慣。
		二、隱含內涵	● 觀察是理論蘊含的（theory-laden），也就是「理論」先於「觀察」。
		三、名詞釋義	● 「能」：就是帶的走的能力。 ● 「觀察」：就是依據「理論」（請參見以下的定義）的引導，有目的的用五官去經驗。 ● 「現象」：包括的範圍應該超越大自然的現象，但就此處而言，我們希望聚焦在大自然的現象。 ● 「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。 ● 「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、眼耳鼻舌身。 ● 「理論」：可能是個人的臆測、想法或科學的理論。

表 3-1-0-2

分段能力指標	詮釋文		
3-1-0-2 相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現。	內涵的詮釋	一、主要內涵	● 在個人經驗與公共知識追求最大普遍性之前提下，學生經由適當的教學引導，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。
		二、隱含內涵	● 「追求最大普遍性」就是科學理論的發展中，後來的理論所能夠涵蓋的「範圍」應該比先前的理論要來得深廣周全。
		三、名詞釋義	● 「相信」:指經過長期的培養與體驗所形成的態度或信念。 ● 「仔細觀察」:就是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。 ● 「新奇的發現」:就是發現或了解以前不知道或沒有注意到的事物。 ● 「透過全班整體的表現」:有三個層次，在低年級希望學生相信只要仔細觀察常可有新奇的發生，在中年級希望學生至少有一次親身經歷新奇發現的經驗，在高年級希望學生有多次甚至重複新奇發現的經驗，如此學生才能越來越「相信」只要仔細的觀察常可有新奇的發現。

科學本質能力指標應用在教學時，應以螺旋課程（spiral curriculum）的形式呈現，強調其遞歸性（recursive）。故雖能力指標 3-1-0-1 與 3-1-0-2 放置在國小低年級階段，但應重複顯現在中、高年級，依其年級的提升，逐漸由簡入深，加深其內涵；焦點座談結果持相同觀點，科學本質轉化至教學現場，教學設計應以多階層、分年段、分程度的螺旋課程貫穿，低年級上過的東西，中年級要再繼續加深加廣，到高年級還要繼續加深加廣（焦點座談轉錄稿 940712-b5）。

3-1-0-1『能依照自己所觀察到的現象說出來』教學啟示乃應引導學生有目的用五官去經驗大自然的現象。這個歷程是由室內慢慢到室外，由簡單到複雜，由人工實驗室到大自然現象，教師透過這個過程去理解學生的先備經驗。建議教師在面對（1）低年級學生時，著重在對事實的陳述，陳述事實的理論是來自過去的經驗。教師需把觀察對象（如：樹葉）帶到教室，引導學生運用單一的五官的經驗，針對單一對象，學生只是說出他的經驗與他的想法，只要說出就可以了（如：黃色、綠色）;（2）中年級學生不再只是用口述的方式表述，還要慢慢的引導學生自己使用觀察檢核表來觀察、記錄、發現。同時不是只看一棵、兩棵樹，要用數種的五官經驗，對不同的觀察對象，描述不同的對象，然後要察覺異同，進而察覺每個人的想法不同，有彼此差異性，而此差異性來自於同學。例如：去觀察樹葉，學生不知道有乳汁、葉脈的問題，不知道有顏色、葉綠素的問題等，此時不是去告訴他答案，讓學生自己使用觀察檢核表，在這個環境裡面檢核，檢核的過程中學生就已經透過檢核表慢慢在學習了;（3）高年級除了在大自然中使用觀察檢核表之外，不再單純的只有學生個人的想法，老師應該把正確的科學知識帶進來，要讓學生知道他的想法與正確的科學知識之不同點，進而他願意平衡過去的想法。

3-1-0-2『相信每個人只要能仔細觀察，常可有新奇的發現。』教學啟示為教師應引導學生透過全班整體的表現讓學生相信。如何讓學生相信？就是要讓學生重複的體驗，不是只有老師告訴他，他發現別的同學仔細的去觀察，就有了新奇的想法，因為很多同學都這樣成功了，他就會相信。學生從低到高年級的時間裡有重複成功的經驗，這樣學生才會相信。觀察時尚須注意不能讓學生漫無目的去看老師指定目的之外目標，要給學生目標去觀察特定的東西：樹葉、樹皮、樹枝，針對特定觀察物發現或了解以前不知道或沒有注意到的事物。國小的觀察部分是比較偏向形狀大小，當要學生觀察形狀、大小、結果學生卻發現味道的差異，鼓勵他，這就是新奇的發現。例如：盤尼西林、陰極射線的發現過程都是可以利用的科學史故事。建議面對（1）低年級的學生時，偏向個人經驗，在老師營造的教室裡進行觀察，需要老師較完整的引導去觀察、說出自己的經驗，自己去發現，也許他沒有看到什麼東西，多鼓勵學生，如此會有很多的新發現，此時還不需要強調合作學習，重點擺在發展個人的五官經驗;（2）中年級學生進行觀察時，讓學生體會到別人有仔細觀察就看到東西，你沒有仔細看，就沒有看到新奇的發現，只要學生願意仔細去看，就可以看到，同時開始去看到自己與他人相法的差異，透過合作學習察覺到彼此想法是不同的;（3）高年級學生已經可以在大自然未經控制的場所進行觀察了，且要讓學生知道新奇發現的背後之想法是要合理的，不是個人任意妄想的點子而已，自己的想法要如何能讓別人信服，以形成共識。進而要讓學生知道在科學社群中一個想法是如何成為共識而成為科學知識的過程，科學知識是如何的追求其最大普遍性。

（二）焦點座談對科學本質能力指標之詮釋

研究者相信大家應該都可以同意當前教育現場一切教學活動的根據就是九年一貫

課程綱要，但是九年一貫課程綱要之執行成果與社會之期待卻有大幅度的落差是令人質疑的，主要的原因大都歸咎於課程本身有太多的瑕疵。既然如此，那是否還值得詮釋科學本質能力指標？考量此因素，研究者在進行詮釋之前，歸納國內外科學本質文獻之內涵，以探討科學本質能力指標之內涵是否充足，其結果發現科學本質能力指標已包含了大部分的科學本質內涵；焦點座談在經過了審慎探討科學本質能力指標內涵的一連串過程後，與會學者也都可以肯定科學本質能力指標的確有它宣稱與既存的內涵，過去曾有相關研究者一開始對九年一貫課程綱要嗤之以鼻，但以其為基準再做研究後，研究結果呈現九年一貫課程綱要裡面有許多內涵對現場老師之教學是有益的，只是教師沒有時間去瞭解（焦點座談轉錄稿 940712-b7）。因此研究者認為不應輕忽九年一貫編者對能力指標之安排，去深究詮釋其背後要表達的內涵，可以發現其用心與其對教育現場的美意。

焦點座談藉由代表現場教師的與會者瞭解到，教師會覺得科學本質能力指標之敘述很簡單易懂(黃慶隆，2006)，易把科學本質能力指標誤當檢核表使用，檢核學生是不是達到科學本質能力指標字面上的行為，因為老師已經誤把科學本質能力指標當成過程技能能力指標使用了。大部分的人都會分不清楚過程技能與科學本質能力指標的不同，從過去一直到現在的科學教師以為學到了科學過程技能，就是學會了科學知識了，於是也如此傳授予學生。要解決這個問題，與會學者認為要讓現場教師瞭解這個概念，最好的方式就是運用許多的範例（exemplars）來呈現科學本質內涵，呈現的內容在低、中、高年級有不同的重心，依據能力指標的次序，低年級先要說明『觀察是複雜且困難的（3-1-0-1、3-1-0-2）』，中年級接著是『驗證（觀察和實驗）也是複雜且困難的（3-2-0-1、3-2-0-2、3-2-0-3、3-3-0-1）』，高年級則要瞭解『科學是有侷限性的（3-3-0-2、3-3-0-3、3-3-0-4、3-3-0-5）』（焦點座談轉錄稿 940712-b7）；研究者在進行詮釋的過程中發現，過程技能是培養認知、技能的能力，科學本質培養的是與情意較相近的信念，科學本質需經由過程技能階段來達成。科學本質信念的內涵並不易用能力指標的方式呈現，但能力指標卻也已盡其條列式文字所能去呈現其代表信念的部分。細觀能力指標中重複出現的前兩個字詞，『知道』、『察覺』與『相信』即是形成科學本質信念的關鍵詞，反觀過程技能能力指標，並沒有『相信』一詞之使用，此為科學本質、過程技能能力指標以文字呈現之明顯分別。因應科學本質乃是一種信念，應使用明示(explicit)課程的形式來教學，教學取徑沒有所謂『白吃的午餐』，要確實傳達有關科學本質的議題給學習者做反思討論，就必須將科學本質內容列為直接的教學目標（李宜鴻，2006）。列為教學目標時，科學本質能力指標在低、中、高年級的重心可採用能顯現科學本質能力指標信念特色的關鍵字『知道』、『察覺』、『相信』來表示。低年級在經歷『知道』的過程後，進而達到『相信』，中、高年級則是透過『知道』、『察覺』的過程，而後始能『相信』，藉由讓學生『相信』，培養學生的信念。

對於低、中、高年級科學本質能力指標重心的看法，研究者與焦點座談的看法呈現

了『眾聲喧嘩』現像，然而對於觀察能力的培養，一致認為是非常困難、不容易的，此皆歸因於『觀察是理論蘊含的』，學生帶有主觀的觀察結果，並不易與大家認同的客觀共識相同，需經歷一段平衡（balanced）的過程，所以並非如大部分教師認為觀察是很簡單的一件事。而『觀察』卻又是培養學生科學本質信念之基礎工具，透過觀察，才能有所『知道』，也才能進一步『察覺』，最後達到『相信』。也因此能力指標把『觀察』列在首條 3-1-0-1 及第二條 3-1-0-2 中，為科學本質內涵之基礎。雖然焦點座談對於能力指標之詮釋未達成共識，但呼應指標 3-1-0-1、3-1-0-2 之重要性，本研究乃先呈現這兩條能力指標詮釋文。

焦點座談一方面主張『科學是有侷限性的』，一方面卻也擔心教師在對於科學本質的瞭解不足的情形下，並無法真正體會科學知識，科學教師對科學知識沒有體會，其學生也對科學知識沒有體會。因為課堂外的世界並不是一個理想狀態，課堂中的科學知識不適用，所以永遠無法體會科學知識的力量。如此極易被誤導為要學生自己去變通，證據與理論不合的時候，學生會覺得理論值永遠都是對的（焦點座談轉錄稿 940712-b1）。因此焦點座談強調科學是具有力量（powerful）的，在國小在這個階段特別要讓學生對科學產生信心，不惜讓國小學童成為實證主義者（焦點座談轉錄稿 940712-b2）；研究者認為雖然『科學知識不是真理』，但在科學教學上『大自然現像具有一致性』與『科學知識具有暫時性』兩者是可以達成平衡的。觀察過程中，尊重每個學生合理的觀察結果，體會共識的形成。過偏於暫時性，則無典範（paradigm）可依循；拘泥於一致性，則難以脫離實證主義的泥淖。教師必須自己體驗過，並讓自己成功的平衡經驗複製到學生上。

四、結論與建議

科學本質能力指標的詮釋在焦點座談中顯示了多元(multiple)的觀點。科學哲學之發展，經歷 Hanson(1958)之觀察是理論蘊含的（theory-laden），與 Kuhn（1962/1994）的不可共量性(incommensurability)後，邁向一個多元的時代。科學的本質（nature of science）本來就是多元的，所以如果只有一個詮釋，反而不符合科學的本質（焦點座談轉錄稿 940712-b4）。所以雖然沒有透過焦點座談達成能力指標詮釋之共識，但可以肯定科學本質能力指標背後隱含廣泛內涵、具有其價值與意義。但同時其卻也仍有其缺乏的向度『科學社群（community）』，沒有科學社群就不會有科學知識，所以科學本質應該要加入科學社群進來（焦點座談轉錄稿 940712-b5）。本研究僅提及九年一貫課程國小階段之論述，未來可結合國中階段能力指標來討論。此外，能力指標中的科學本質、過程技能二者的區隔、關聯性也仍具有很大的探討空間。

五、參考文獻

李宜鴻（2006）：**以『觀察是理論蘊含』為主軸的科學本質課程之個案研究**。國立花蓮教育大學科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

高慧蓮（2005）。**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。行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（報告編號：NSC92-2522-S-153-012-），未出版。

教育部（2003）。**國民中小學九年一貫課程綱要**。台北市：教育部。

教育部（2004）：**自然與生活科技課程綱要『能力指標』與『教材細目』解說**。台北市：教育部。

郭博嵐（2005）：**國小在職教師對九年一貫科學本質能力指標了解之詮釋性研究**。國立花蓮師範學院國小科學教育研究所碩士論文，未出版，花蓮。

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。