

從同儕互動的觀點 討論中學理化實驗課之教學安排

黃俊儒 楊文金

國立台灣師範大學科學教育研究所

(投稿日期：89年05月17日 接受刊登日期：89年11月22日)

摘要：透過學生間的互動來對科學學習產生助益，是近來科學學習研究所關注的焦點之一。就現行台灣地區科學課程的設計而言，理化實驗課提供了學生間同儕互動的最佳場域，不過仍須輔以妥善的教學安排，方能夠使同儕互動的優點有所發揮。因此本文旨在從學生之間同儕互動的角度，探討國中理化實驗課中教學安排的方式。透過對於理化實驗課中相關理論基礎的探討，分析一堂理化實驗課中所可能面臨的問題，並從任務性質及教學處置兩方面的考量，發展三階段的教學處置，以期從理論的討論上提供改善學生間互動品質的方法，促進同儕間角色關係的平衡。

關鍵字：同儕互動、理化實驗課、三階段教學處置

壹、緒論

提昇學生學習科學的動機，開發學生不同的科學學習型態，一直是科學教育研究所關心的問題。如果就歷史發展的脈絡來審視這個問題，在60至70年代，關心的是教師究竟該以何種教學行為才能使學生保持警惕、興趣及投入在課業中；70年代後期，研究則轉移到學生的行為身上。近來，則有越來越多的學者將興趣投注在同儕間互動的學習之上（Webb, 1989）。從學習心理學的角度而言，同儕之間的互動可以提供一個互相支援的環境，此環境可以鼓勵學生去經驗及檢視新的想法，批判性地重新解釋他們自己的概念。並且同學們一起進

行工作，可以用同儕之間特殊的用語來進行問題解決，使他們能夠藉此明瞭組員那裡出錯了、那裡不瞭解，並對困難的詞彙進行轉譯來傳達給其他組員（Damon & Phelps, 1989）。

就台灣現行國民中學的科學學習課程而言，上課的型態仍然是以課堂中講述的方式為主。然而除了這種常態性的科學學習活動之外，實驗課應該是科學課程之所以有別於其他學科的重要特點，不僅具有學習心理上的意涵，在科學本質的思考上更具有不可取代的特質及地位。Tamir（1991）曾經指出，在學校正規的科學課程中，大部份的活動型態不外是說、讀、寫三種，這樣的情形只有在兩個星期中的一天才可能發生改變，那就是上實驗課時

學生還可以操作一些接頭、水槽、圖表或是照片等儀器設備。這個情形與國內現行的中學科學課程安排很類似，只有在上實驗課的時候，學生才有機會從事自己動手或是觀察、記錄、計算等等活動，並且與同儕一起討論或是合作。在科學學習的相關課程安排中，實驗課正提供了最多讓學生可以互動的機會，但是同儕互動的優點也並非輕易可得，往往需要輔以有系統的教學安排。因此如何有效地組織一堂科學實驗課，以期讓同儕互動的優點得以彰顯，不論就學習心理的特質或是科學活動的本質來看，其實都是一個很值得進一步探討的問題。

貳、實驗教學的理論基礎

如何組織一堂有效的實驗課教學，其理論基礎的來源十分廣泛。Laton (1990) 建議應該由科學史及科學哲學的例證來反省科學實驗室的教育目標，也就是從科學史及科學哲學的觀點來考慮科學本質與學生進行實驗過程之間的關係。Millar (1989a) 則指出，從科學社會學經驗典範的角度來考量學校中的實驗會比較符合科學教室中的真實面。此外，如果從認知學習的角度來看，Gunstone 及 Champagne (1990) 曾經指出，實驗室教學是一種可以有效地造成概念改變的方式。Hofstein (1988) 也認為，要實驗室有效地教所有的目標並不合理，但是在成就某些目標上，實驗室卻扮演一個重要的角色，例如邏輯推理、探究、問題解決的技能、正向態度的發展等方面。Tobin (1990) 則從社會心理的角度指出，學生對於其他同儕、教師、書本及教材的諮詢是很關鍵的，所以對於學生如何投入工作、建構理解、在合作的小組中協商意義及如何指導教師建立及維持有助於學習之環境的研究是需要的。

從不同理論基礎為出發，就如同選擇了某種賦予實驗課意義的觀點。例如從科學哲學中邏輯實證主義的觀點出發，會著重在實驗過程中學生如何作觀察與紀錄，如何推論出實驗中

所蘊含的科學規律。就科學史的觀點而言，則會關心實驗課的課程安排是否融入了科學史的精神，或者是從整個歷史的淵源來思考實驗室的設置及組成是否適合現今的時代氛圍。再者，在科學社會學的觀點上，就會關心實驗課的整體生態，相較於真實科學家所需要考慮的種種因素是否有所不同，現今實驗課的生態是否與真實的實驗室情境相符。就科學認知心理學的觀點，則會關心所安排的實驗課程是否會因為操作實驗器材而導致學生產生迷失概念，或者是思考如何改進實驗器材及設計才能進一步改進這些問題。如果以科學社會心理學的角度來看，則會關心學生與學生在學習的過程中，影響兩人互動所涉及的因素，其中包含了同儕之間的交情，也可能涉及班級上的相對地位。

在科學實驗課的發展過程之中，上述這些問題均廣為許多研究者所耕耘，並且也累積了許多具體的研究成果 (Millar, 1989b; Laton, 1990; Lunetta, 1997)。基於不同的理論基礎作出發，再配合實務工作的考量，往往會有不同的著眼點。如果就同儕互動的觀點來看，對於教學的老師或是學習的學生而言，其實還有一些問題需要進一步關心，這部份可以從過去相關的研究結果中發現。

參、同儕互動中需要考量的問題

現行國民中學理化實驗課的教學所採取的教本，對於實驗的進行均有一定的步驟，較接近食譜式的教材，而上課的方式則多是由教師在分組之後，學生們各自進行實驗及作實驗記錄。理化實驗課的過程是一個學生之間互動十分熱絡與頻仍的情境，以目前學生約 40 名左右的一個班級而言，一位教師既要準備儀器，又要負責教學，一方面回答學生的發問，另一方面又需要處理突發的事件。要一次面對如此多的狀況，對於一位教師而言其實是十分沈重的負荷，如果又是一名沒有經驗的初任教師，

那麼情形又勢必定會更加的複雜。

除了對於教師而言，一堂實驗課所可能面臨的問題之外，學生在這樣的一堂實驗課中，究竟學到些什麼？又互動了些什麼？從後實證科學哲學的角度來看，「討論」與「互動」在科學發展的過程中，扮演了一個極為關鍵性的角色（Latour, 1987；江天驥, 1988；張巨青、吳寅華, 1994）。近十年來，有非常可觀的研究將焦點投注到科學教室中知識之社會建構的過程（Solomon, 1987；Edwards & Mercer, 1987；Cazden, 1988；Shepardson, 1996），或是對合作學習及小組作業方式的探討（Roth, 1996；Alexopoulou & Driver, 1996），足見教育學者們對於學生間互動的學習方式所寄予之厚望。

儘管有許多的理論及證據註解了同儕互動的重要性，但學生彼此間互動的過程果真會如我們所期望般的理想與順利嗎？Tamir（1991）曾經指出，在正規的課程中，學生之間所充斥的多是彼此競爭的心態，在實驗的過程中，才會有互助合作或是幫助其他同學的情形。但是整個過程果真會如此和諧嗎？關於這個疑問，也許近年來國內外有一些相關的研究結果是值得注意的。例如，在 Salomon 及 Globerson（1989）的研究中就曾指出，一個小組中常會存在一些因素，而削弱了小組學習的效果。這些因素包括搭便車效應（free rider effect）（反正沒有我小組不是也運作得好好的，反正只要結果可以出來就好了）、佔便宜效應（sucker effect）（是搭便車效應的延伸，有時高地位者為了不甘被佔便宜，索性自己也以比較不投入的心態來面對學習）、地位分化效應（以高地位學生為主導及溝通的中心，引發「富者愈富，窮者愈窮」的效應）、小團體效應（例如高地位學生只與高地位學生或是興趣相投的學生作討論）等。此外，Solomon（1994）在探討班級討論的研究中指出，小朋友與同儕討論的過程中，會因為其它同學的影響而放棄自己「正確的」想法，以便與其他朋友的想法一致。Richmond 和 Striley（1996）的研究中也指出，學生對自我和對他人的知覺，會影響個體

的立場並造成觀點的改變。Cohen 和 Lotan（1995）及 Bianchini（1997）則進一步以學生之間所存在的位階關係來瞭解學習機會的問題，並開始質疑在小組討論的學習情境中，學生參與學習的公平性。

此外，國內有一系列的研究，更是明確地指出在同儕互動的過程中，認知的依賴性及不平等性。例如楊文金（1997）指出，高一與高二的學生在對訊息的合理性作選擇時，會受到彼此間所屬之社會類別的影響。黃忠雄（1997）及吳恬妮（1999）也在同儕間組對討論的情境下，發現對話不平等的現象。曾守恆（1997）的研究則發現，在班級討論的情境中，被同學認為「像科學家」的學生所提出的主張，較容易獲得同學的支持，反之則否；類似的效應也存在於國小學生的班級討論（羅文杰, 1998）。

從上述的相關研究結果發現，不管是班級或小組的同儕互動，其實都涉及了「與他人對話」的過程，除了預想中應該有的理性思辯過程之外，許多社會因素也影響了這些對話與討論的平等性，這些現象的背後與每個學生的學習機會、教育資源的分配、社會的正義原則等均有密切的相關，十分值得加以重視。就目前國內中小學所實施之科學教育的現況，科學實驗課是一個同儕互動最為頻繁的學習情境，而這個過程中，學生之間角色關係的分化往往會影響學習資源的共享，那麼究竟該如何處置這些教學才能平衡同儕之間的角色關係呢？如果以現行教育體制作為考量的依據，則不外是從教材內容與教學方法尋求解決之道。依據過去相關的研究，考量任務性質與教學處置等兩種方式應該是值得參考的進程。

肆、任務性質的考量

一個實驗任務的性質是反應出此實驗教材品質的重要依據，如果以平衡學生之間的角色關係作為前提，則一個實驗任務所包含的能力向度及任務結構均是需要考量的因素。

一、多元能力向度

根據研究指出，大眾傳播、科學教師、科學教科書、學生家庭的社經地位與生活背景、學生的年齡、科學小說與漫畫、潛在課程、學生自我意象等八項因素均可能影響學生對於科學的意象（郭重吉、蔣佳玲，1995）。假如我們對這些因素作更進一步的分析，可以發現其牽涉的範圍很廣並非單一的課題所能完全涵蓋，其中同時包括了科學哲學、知識社會學、社會心理學及歷史等探討的層面。從科學史的發展中可以發現，法拉第擅於實驗，卻拙於數學演算，但這並不妨礙他成為大科學家；馬克斯威爾擅於數學，從未真正從事電磁的實驗，也能成為大科學家。但是值得警惕的是，科學教育所提供的科學學習卻逐漸簡併為一個單一的維度（楊文金，1996）。

Lotan 及 Cohen (1997) 曾經指出在教材中融入多元能力處置的重要性，他們建議在學習活動開始之前，教師應該和學生共同討論關於一個作業所涉及的多種智力（例如空間能力、創造力、推理能力...等），然後強調沒有人能全部擁有這些能力，說明每位學生至少在其中一方面會有好的表現。這樣的作法就是希望分散掉單一能力的集中效應，開發出更多不同的能力維度，只是這樣的作法需要有相應教材內容的配合。不同的能力就像是一種特殊的地位特徵，假如透過這些多元能力向度的處置，學生能夠重新分配自己和他人新的高、低地位特徵，則當這些新的高、低地位特徵產生的期望和之前的期望相結合時，就可以減低對高地位學生的期望優勢，改善學習機會分佈的情形。

二、任務性質的結構

除了學習任務內容多元能力向度的考量之外，任務結構的屬性也是另一項需要考量的因素。Steiner (1972) 曾對任務結構的性質作過深入的探討，他認為任務的性質決定了資源的相關性（如：知識、能力），且任務的性質是小組生產力多少的決定要素。他曾將任務的屬性區分成三個可理解的面向：

(一) 單一性任務 (unitary task) 及分割性任務 (divisible task)；

(二) 極限性任務 (maximizing task) 及完美性任務 (optimizing task)；

(三) 分離性任務 (disjunctive task)、連結性任務 (conjunctive) 及加成性任務 (additive task) (引自 Aronson、Wilson & Akert, 1994；邱旻昇，1999)。

以下將針對這三個面向分別敘述：

(一) 單一性任務及分割性任務

單一性任務是指工作的指派必須由個人獨立完成，例如紙筆考試、一個代數問題的解決、閱讀一段文章寫感想等。分割性任務則可以容易被分割成一些子任務，而每一個子任務可以被不同的個體來執行。例如有十個代數問題，由十個人來解題，一人一題。

(二) 極限性任務及完美性任務

極限性任務的目標是儘可能的做到最快、最遠。例如一個人或一組被要求使出最大力氣拉繩子，那麼最有力的拉扯將比沒有力的拉扯被視為是一個成功的表現。完美性任務則是要求產生一個特別、最完美的結果。例如要求個人預測目前室溫多少，那麼這個目標就是誰的預測能和溫度計的值最接近。個人或小組的工作結果必須和一個先前就決定好的結果來比較，是此種任務特徵。

(三) 分離性任務、連結性任務及加成性任務

分離性任務是最普遍的團體工作類型，團體表現取決於能力最好的團員之表現。例如一個團體正在解一道困難的數學題，如果他們之中有一個知道如何解答的數學大師，那他就能夠告訴其他人答案。在連結性任務中，團體表現取決於能力最差的團員。在此類任務中，每個人都依賴彼此的表現，例如一組登山隊，速度最慢的隊員之進度是全團的進度。在加成性任務中，團體成員基本上進行相同的工作，他們的貢獻總和是最後的成果，譬如啦啦隊所製造的總音量，只要團體成員都盡到責任，團體表現將比個人更好。

其中對於改變理化實驗課情境中的學習

機會而言，最相關的是分離性、連結性及加成性這三個不同的面向。在一個分離性任務中，大多只有一個正確解答，因此小組中最有才幹的組員將最有影響力，那些較沒有能力的學生就會比較缺乏嘗試的動機，因為只要有人能夠先達成，任務就算是成功，他們究竟努不努力將不會受重視而且與大局無關 (Hertz-Lazarowitz, 1992)。因此分離性任務通常會導致富者愈富的效應 (Cohen, Lotan, & Catanzarite, 1990)，因為有能力的學生會在同儕互動過程中變成主要的影響關鍵，而使中等能力和低能力的學生較少的機會投入活動中。在連結性任務中，組中最沒有能力的學生是達到小組目標最關鍵的人物。因為在這種任務結構中，最有能力的學生最有可能會喪失學習動機，因為他覺得即使盡了最大的努力也不能獲得相應的收獲。高能力的學生有時會有所抱怨，因為他們必須等待低能力的學生，而低能力的學生也必須承受較大的壓力。對於學習機會來說，雖然這種安排方式可以獲得較為平等的結果，但是需要注意的是過程中是否可能犧牲了某些高能力者的進步空間，再者，低能力學生是否會承受太重的壓力甚至造成自尊的二度受挫，也都是需要考慮的地方。加成性任務則需要所有組員協同努力，以達到學習目標。通常就算有一些個體沒有參與任務仍然可以達成，但是效果可能較不彰。

由上述三種任務中，可以分別觀察出同儕在任務進行時的互動方式。以分離性任務來說，任務的成敗維繫於少數的一兩人，所以平等性很低，互動也不會很多；而在連結性任務中，必須等待能力較差的同儕一起完成任務，所以互動量會提高，而平等性也會提高；加成性任務有賴每位同學的貢獻，其互動量是最高的，平等性也是最高的。每種任務均有其利弊得失，端看使用的情境及教學目標來予以考量。

伍、教學處置的考量

除了上述任務性質的考量之外，Cohen 和

Lotan (1997) 指出即使一個學習單元中只強調少數甚至是單一能力，那麼透過教學的處置，也能促使學生的相互期望提高。例如就現行的國中理化實驗課程而言，可以在內容上作變動的彈性並不大，因此透過對於教學處置的設計，或許可以尋求改變的可能。

一、權威委任

所謂「地位」(status) 係指個人在團體中身份的高低，乃因其聲望的高低而來的。有關個人地位的高低對團體溝通程度的影響，Jablin (1979) 在他的研究中曾經得到過下面的結論 (引自李郁文, 1998)：

- (一) 人們往往較喜歡與地位高者溝通來往；
- (二) 具有較高地位的人，其彼此之間的往來溝通，要比那些地位較低者彼此間的往來，來得更為頻繁；
- (三) 地位的差距愈大，則資訊的走向從高階到低階要比從低階到高階的可能性來得大；
- (四) 當高地位者與低地位者進行溝通時，高地位者往往會掌控 (dominate) 內容；
- (五) 低地位者常常會嘗試著尊敬的表示、奉承阿諛或者同意其觀點等方式來贏得高位者的恩惠。

從幾個結果可以發現，一個團體中個體受尊崇的程度確實是影響溝通的一個重要因素。如果在學生的團體中也強固地存在這樣的常模，那或許是造成同儕間平等溝通的一種障礙；但是換一個角度來想，如果在現行學校的教學體制中並不足以立即提供有效分散此效應的環境，則思考如何善用這種尊崇的效應，這或許也是另一個可以改善同儕間學習機會的途徑。

Lotan (1997) 曾經指出，透過「權威委任」(delegation of authority) 的方式，學生可以對自己的學習富有責任感。例如在學習的過程中，透過某些角色的安排與權威的賦予，使小組的規範能夠建立，使學生能夠各司其職，各自在自己所擔任的角色內負起責任。如果以儒家的觀點來看這種作法，就是賦予每個學生

都有成爲「尊」的機會，都有擔任資源分配者的機會。此外，Cohen 和 Lotan (1997) 也指出，還有一個辦法就是教師必須儘量在小組討論時，公開表揚學生討論時的優異表現，尤其是針對低地位的學生，如此一來才有改變的可能性。這也就是說：對學生而言，教師所傳達的一言一行都是其藉以形成自我概念、影響其成就動機及自我期望的重要依據。善用教師期望很容易地就能有效地提昇學生的成就表現，進而改變班級結構。這也是另一種「權威委任」的過程，只是其委任的途徑是直接來自於教師。

二、能力授予

過去培根認爲知識是一種力量，也就是社會發展的革命力量、人性自我完善的力量、滋養信仰的力量（余麗嫦，1990）。如果由社會構成論（social constructionism）的角度來看知識的地位，則可以有不同的解讀，例如 Fuacult 就指出知識與權力是緊密結合在一起的。在所謂的權威與義務之下，某個人可以對他人做出的行爲，是由現在被認定爲「知識」的東西所給定的，因此以某一種特定方式來行動的權力，是依據當時社會中所盛行的「知識」而定（Burr, 1995）。因此知識與權力之間是緊密扣聯在一起的，如果放在學生學習的場景中，則可以引伸出權威與能力之間搭配的重要性。因爲權威的授予如果不能搭配一定的能力，則不免有變成威權之虞。

Cohen (1997) 的研究中曾經說明什麼才是一個公平的教室（equitable classroom），其中有兩點與本文所關心的問題息息相關，一點是每一個學生都有機會接觸具挑戰性的學習材料，並且老師不因某些學生程度不夠而不指派高層次思考的作業，同學間不阻礙其操作與使用教學資料的權利。另一點是，學業成就在高低地位中差距不至於太大，強者可以恆強，但是弱者不要離平均太遠。言下之意，指出了低地位的學生也應該有直接接觸高層思考作業的機會。

基於上述，Lotan 及 Cohen (1997) 也曾

經介紹一種將能力授予低地位學生（assigning competence to low-status student）的教學處置方式。這個處置方式指出，一個地位愈高的個體，愈可能成爲一個評量的來源，也就是說，高地位的個體會影響到他人的自我評量。例如，教師身爲一個高地位的來源，只要教師正向評定一個學生的表現，那麼這位學生就會認爲他自己的能力就如同教師所評定一樣。所以在實際的作法上是當活動進行中，教師先觀察並題問題以刺激學生思考，過程中教師特別注意低地位的學生，等待他們表現出對任務有助益的能力，然後老師公開說明該能力與任務之間的關係，在以後的活動中就可以賦予這位學生某種可以勝任的工作。

Lotan 與 Cohen 對於能力授予的詮釋是一個理想色彩很濃厚的作法，需要許多大環境的配合。因爲教師要能夠同時注意到這麼多學生個別的反應，並且需同時評估學生所勝任的工作與原本教學計畫的配合，這些工作對於台灣地區現行的教育環境來說，雖然立意很好，但卻是一項艱難的挑戰。尤其是在學生從事理化實驗的場景中，能力授予的工作則需要有另一層的轉化。例如一位教師要一次面對接近四十名的學生及複雜的互動狀況，可能會有分身乏術的情形，如果能夠搭配班級中高地位的學生，配合教材的轉化來作能力授予的工作，也許是另一個可以參考的方式。

陸、三階段教學處置

透過上述理論基礎的討論，本研究據此發展了一個包含三階段的教學處置方式，以下就以國中理化實驗「電壓與電流的測量」單元爲例，說明此教學處置的進行流程。爲求學生之間可以共享較多的學習機會，依據文獻探討中所顯示的任務性質，分別將此單元的題材區分成兩個部份，一部份是「安培計的使用」，另一部份則是「伏特計的使用」，並分別設計配合不同單元學習的工作單，之後教學處置的方式可以分成以下三個階段來進行：

一、第一階段：小老師教學

依據權威委任 (delegation of authority) 的概念，教學處置的第一個階段是教師可以根據學生平時的表現，從每個小組中選取一個學習成就較為優異，同時亦有自信的學生來擔任小老師的工作。然後任課老師先利用課餘的時間教授伏特計與安培計的使用，使選出來的小老師有一半能夠負責教授「安培計的使用」，一半能負責教授「伏特計的使用」。

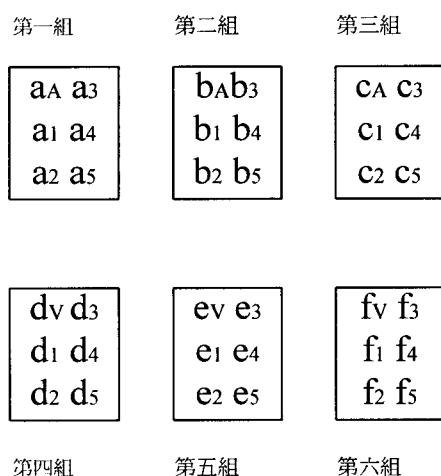
整個實驗進行的方式可以如下圖所示，圖一代表實驗課一開始的原始小組，以第一組的學生為例，其中 aA 代表該小組中已經學會安培計 (A) 的小老師，而 a1、a2、a3、a4、a5 則分別代表該小組中其它的組員 (其中 aA、bA、cA 是學會操作安培計的小老師，但並未學過伏特計操作；dv、ev、fv 則是學會伏特計操作的小老師，但並未學過安培計操作)。

實驗課開始的時候，每一個小組的學生分別有一半留在原組學習該小組之小老師所教授的單元，另一半則到別組去學習另一位小老師所教授的單元 (如圖二所示)。例如第一組的小老師 (aA) 負責教授安培計，第四組的小老師 (dV) 負責教授伏特計，則第一組有一半同學

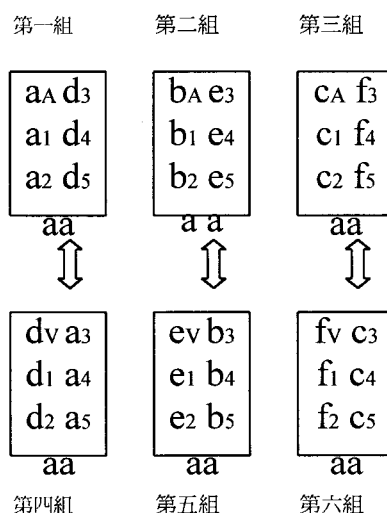
留在原組學習安培計，另一半則到第四組學習伏特計。同理，第四組的學生也作如是的交換安排。經過這些小老師的教學之後，每個學生均學到了安培計或是伏特計的相關知識，也各自成為該部份的「小專家」(如圖三中的 a1A、a2A、d3A、d4A、d5A)。

二、第二階段：同儕互教

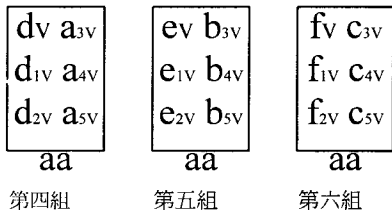
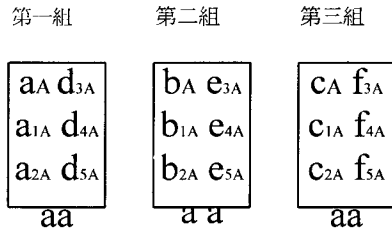
依據能力授予 (assign competence) 的概念，經過第一階段的小老師教學之後，每組的學生均分別獲得了一部份的實驗知識，而成為該部份實驗知識的「小專家」。而這階段的主要工作是學生再回到原小組，由小專家將自己所學到的實驗知識教授給其他同學，並且從其他同學身上學習自己所沒有學到的另一部份知識 (如圖四所示)。例如，第一組中一半習得伏特計的學生就教授另一半的學生完成伏特計的工作單；同理，另一半的學生則教授安培計的使用，並協助完成安培計的工作單。透過這個同學互教的過程，每個學生均有機會同時扮演教別人與被別人教的角



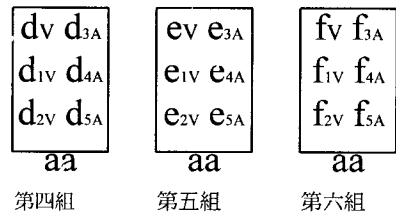
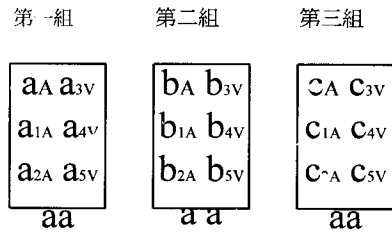
圖一：原小組



圖二：小老師教學



圖三：小老師教學完畢



圖四：同儕互教

三、第三階段：綜合討論

進行完前兩個階段的同學互教之後，學生分別完成了伏特計與安培計之實驗知識的學習。之後再設計一項以統合這兩項實驗知識為主的綜合討論工作單，由整組學生共同討論完成，如此便完成了整個三階段的教學處置流程。

柒、討論與建議

經由上述理論的探討，本研究進一步將此三階段教學處置的實驗課設計運用在現行的國中理化實驗上。結果發現，此課程設計除了可以改善同儕之間角色關係的固著之外，還可以提昇學生在實驗過程中對於實驗內容的認知層次，減少學生將精神耗費在秩序維持或是閒聊等事件上的比例，並且可以開發出更多有效的學習機會。由於這些結果涉及更多關於學習機會分佈的問題，將另闢專文來加以討論，在此本文僅針對理念上的研究設計討論其對於實驗室中科學教學的意涵。

一、利用不同的教學處置來平衡學生間的角色關係

從過去的相關研究結果可以發現，存在於學生之間的地位關係十分地固著（邱晏昇，1999），而這種固著的關係是影響學生從事實驗活動時角色分化的重要因素，會間接地影響到學生學習科學時學習機會的分佈（黃俊儒、楊文金，1999）。從 Richmond 及 Striley（1996）的研究也顯示，當學生在計畫、操作與解釋科學實驗的結果時，同儕間領導者與協助者的角色就會突顯出來。這種自然產生的角色，往往需要透過不同教學處置的變換來加以稀釋地位的明顯分化，例如 Hogan（1999）就提供了一個別於過去常態實驗的情境，進而形成了不同的小組與個體行為，因此在他的研究中角色間的分化並不明顯。

其實在學生實驗的過程中，小組互動型態的僵化是一個很值得深思的議題。在常態的教學中，一般任課的教師並不會特別要求一個實驗小組內部該如何分工，大部份是由學生自己分化應該負責的工作。一般而言，小組內部分

工與角色固定的情形很快，如果沒有在教學的過程中注入一些不同的刺激或是改變，則這種情形就不會有機會改變了，而學習機會不均的現象就會應然而生。因此如果能夠時常在不同的學習單元中變換教學的方式，減少角色的固著，如此對於雙向的同儕互動關係應該會有正面的助益。本文中所提供的三階段教學處置方式，或許就是一個可以參考的方式之一。

固著的地位關係並不容易透過短暫的教學處置就獲得立即的改變，而且同樣一種教學處置也未必可以適合所有學生。Salomon 及 Globerson (1989) 就指出，有的合作學習或是小組互動的方法適用於結構性的學習任務，但是在開放性的任務中就失效了。Kelly 及 Chen (1999) 更強調並沒有單一一種科學學習的方式可以解決所有問題，重要的是提供各種不同的科學學習機會，以維持不同學生的人格自尊。因此應該極力開發更多樣的教學方式，摒除單一教學法可以竟全功的心態，以避免學生之間角色關係與學習型態的僵固。

二、鼓勵同儕互教的活動設計

本文一開始就曾經指出，過去與教室相關的研究大部份都著重在教師行為的探討上，教學的方式也多以教師作為主體，透過同儕互動的方式則是近來才有比較多的討論，因此也存在著更多改造的可能。在科學教學的相關研究中，Roth、McGinn 及 Bowen (1996) 透過對科學研究 (studies of science) 與技學研究的反省，建議一個有意義的科學學習環境應該包括開放性的探究、將科學視為話語、認知師徒制等三項特質。其中要準備一個開放性的探究環境更需要五個條件的配合，這五個條件包括：

- (一) 作業的問題必須是定義不完整的 (ill-defined)；
- (二) 參與者需經歷科學致知與學習的不確定性與模糊性；
- (三) 學習需由學習者當下的知識狀態出發；

以去瞭解學生在同儕團體中的限制，以促進學生的學習是一件重要的事。

(四) 參與者需經歷到自己是學習社群的一員，知識、話語與結果的形成均是來自於成員間的互動；

(五) 成員能夠援用知識較豐的專家知識及任何可以增加他們自己學習的資源。如果要滿足這三項特質與這五個條件的要求，則設計學生之間的小組互動教學是一個必須的進程。

因此在科學學習活動中廣泛運用同儕互動的方式，不論是實務上或是理論背景上均有其依據。在 Roth 等人的研究中就採取認知師徒制的教學，但是他們的研究也受限於所使用的班級多是中、高程度的班級，並且參與研究的教師多具有碩士學位，且對於研究工作、開放性的問題均很熟練。因此在台灣的教學情境中是否也能如此配合，則還是一個亟待商榷的問題。由本文理論探討的意涵則可以發現，現行的理化課程中，短期內並不足以實施類似認知師徒制中的小班教學，因為在一對多的情形下，實施認知師徒制教學勢必有其難度。在這種情況下如果要滿足 Roth 等人對於科學學習環境的建議，則應該善用同學之間可以互相教導的資源，鼓勵規畫同學間互教的活動設計，開創出有別於以教師為主體的教學模式。

此外，任何一種教學處置的方式均有其客觀或主觀的侷限，例如在本研究中所發展的三階段教學處置，雖然試圖透過權威委任與能力授予的方式來建立學生的權威感與能力，但是過程中卻也需要配合低成就學生自信心的同步成長，才能夠有更好的效果。因此輔以長期的施行，是逐漸建立學生自信心的必要途徑之一，否則效果必定有所折扣。並非教室中所有的小組團體結構均可以提供一個學生間合作地建構科學知識的機會，有些小組的分配方式也常常會使學生沒有交集地各作各的，當需要的時候才從小組的成員中尋求幫助，或是獨立地做完工作最後才拼湊起來作為成品。Hogan (1999) 就曾經指出，在一個以探究為取向的科學教室中，小組的作業方式是一個基石，所

三、善用同儕間不同角色的安排

小組互動過程中，學生之間地位的關係固定的很快，這種固著的關係一方面可以透過變換不同的教學方式來獲得稀釋或改變，另一方面則可以逆向地來思索如何在某些特定的情境中善用這種地位間結構的穩定關係，以提昇小組互動的品質。過去的研究中發現，如果一個小組中有明顯的領導者產生，可能就會顯著地影響其他組員在重要概念、過程或是決定中的參與及疏離（Bianchini, 1997）。Salomon 及 Globerson（1989）認為在小組活動中，假如有不同的角色自然地分化出來，則這一個小組就會比較沒有生產性。Hogan（1999）的研究中則顯示，能夠做好小組中互動及觀念媒介的角色，往往都是高地位的學生；而能夠造成整個小組中良好推理品質的，也往往是因為有這些學生的存在。可見在小組互動的過程中，地位與角色的分化是一件很正常的事，裡面也各自存在不同的利弊得失。

因此到底要不要強制地賦予學生指定的角色，或是該不該抑制學生之間自然角色的形成，這是在小組教學上的一個重要問題。例如 Hogan（1999）就主張，在學生間自然交換與發展想法的過程中，不應該限制學生間角色形成。Cohen（1994）則認為分配角色到小組的成員中，是一般合作學習的教學法中所常會使用的策略，但是在開放性的任務中使用這個策略卻往往會有抑制生產的反效果。因此在一般的教學設計中，如果貿然選擇低地位的學生作為需要擔負重任的小老師，雖然立意甚佳，卻常會有無法維持小組的秩序，甚至有受到二次傷害之虞。從本研究所設計的三階段教學處置則建議善用同儕不同角色間的張力，例如可以賦予一些高地位學生另一種性質的學習任務，一方面開拓出新型態的學習機會，另一方面也是將原有的學習機會釋出給低地位學生。這樣可以使高地位學生有機會從事另一種嘗試，低地位學生則可以獲取過去未有的學習機會。

誌謝

感謝國科會專題計劃 NSC89-2511-S-003-050 補助。

捌、參考文獻

1. 江天驥（1988）：《當代西方科學哲學》。台北：谷風。
2. 余麗嫦（1990）：《培根及其哲學》。台北：巨流。
3. 吳恬妮（1999）：《探討國中生生物科自我效能與學術地位之關係及其在組對討論中的效應》。台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
4. 李郁文（1998）：《團體動力學：群體動力的理論與實務》。台北：桂冠。
5. 邱旻昇（1999）：《從期望地位的觀點探討學生在科學小組討論中互動的平等性》。台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
6. 張巨青、吳寅華（1994）：《邏輯與歷史-現代科學方法論的嬗變》。台北：淑馨。
7. 郭重吉、蔣佳玲（1995）：評析學生對科學家的形象之相關研究。《科學教育月刊》，179期，頁2-13。
8. 曾守恆（1997）：《「同儕科學家意象」對科學知識重建過程的影響分析》。台灣師範大學物理研究所碩士論文。
9. 黃忠雄（1997）：《國中生「同儕科學家意象」對科學概念合理性判斷的影響》。台灣師範大學地球科學研究所碩士論文。
10. 黃俊儒、楊文金，（1999），從「行為-認知二維分析模式」探討理化實驗課學習機會之分佈。中華民國第十五屆科學教育學術研討會。彰化：彰化師範大學。
11. 楊文金（1996）：比較、社會比較、與科學學習動機。《科學教育月刊》，195期，頁2-15。
12. 楊文金（1997）：社會類別對信念選擇的影響分析。《科學教育學刊》，5（1），頁1-21。
13. 羅文杰（1998）：《兩種「班級結構」分類

- 法在國小「同儕科學家意象」的維度上之比較分析》。台灣師範大學科學教育研究所碩士論文。
14. Alexopoulou, E. & Driver, R. (1996). Small-Group discussion in physics: Peer interaction modes in pairs and fours. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(10), 1099-1114.
 15. Aronson, E.、Wilson, T. D. & Akert, R. M. (1994). *Social Psychology*. NY: Harper Collins College Publisher. 李茂興、余伯泉 (譯), 社會心理學。台北: 揚智。
 16. Bianchini, J. A. (1997). Where knowledge construction, equity, and context intersect: Student learning of science in small groups. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(10), 1039-1065.
 17. Burr, V. (1995). *An Introduction to Social Constructionism*. London: Routledge.
 18. Cazden, C. B. (1988). *Classroom Discourse: The Language of Teaching and Learning*. Portsmouth, NH: Heinemann. 蔡敏玲、彭海燕 (譯), 教室言談-教與學的語言。台北: 心理
 19. Cohen, E. G., Lotan, R. A., & Catanzarite, L. (1990). Treating status problems in the Cooperative classroom. In S. Sharan (Ed.), *Cooperative learning: Theory and Research* (pp. 203-230). New York: Praeger.
 20. Cohen, E. G. & Lotan, R. A. (1995). Producing equal-status interaction in the heterogeneous classroom. *American Educational Research Journal*, 32(1), pp.99-120.
 21. Cohen, E. G. & Lotan, R. A. (Eds.). (1997). *Working for equity in heterogeneous classroom*. NY: Teacher college, Columbia University.
 22. Damon, W. & Phelps, E. (1989). Critical distinctions among three approaches to peer interaction. *International Journal of Educational Research*, 13, 9-19.
 23. Edwards, D. & Mercer, N. (1987). *Common Knowledge*. NY: Methuen.
 24. Gunstone, R. F. & Champagne, A. B. (1990). Promoting conceptual change in the laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The Student Laboratory and the Science Curriculum* (pp.159-182). London: Rutledge.
 25. Hertz-Lazarowitz, R. (1992). Understanding interactive behaviors: Looking at six mirrors of the classroom. In R. Hertz-Lazarowitz, & N. Miller, (Eds.). *Interaction in Cooperative Groups: The Theoretical Anatomy of Group Learning*, (pp.17-35). NY: Cambridge University Press.
 26. Hofstein, A. (1988). Practical work and science education II. In P. Fensham (Ed.), *Development and Dilemmas in Science Education* (pp. 189-216). London: Falmer.
 27. Hogan, K. (1999). Sociocognitive roles in science group discourse. *International Journal of Science Education*, 21(8), 855-882.
 28. Kelly, G. J. & Chen, C. (1999). The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), 883-915.
 29. Kuhn, T. S. (1962/1970). *The Structure of Scientific Revolutions*. Enlarged(ed.). Chicago: University of Chicago Press. 王道還等 (譯), 科學革命的結構。台北: 遠流。
 30. Laton, D. (1990). Student laboratory practice and the history and philosophy of science. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The Student Laboratory and the Science*

- Curriculum (pp.37-59). London: Rutledge.
31. Latour, B. (1987). *Science in Action*. MA: Harvard University Press.
 32. Lunetta, V. N. (1997). The school science laboratory : Historical perspectives and contexts for contemporary teaching. In K. Tobin & B. Fraser (Eds.), *International Handbook of Science Education*. The Netherlands: Kluwer Press.
 33. Millar, R. (1989a). Introduction: Science education and science studies. In R. Millar (Ed.), *Doing Science: Images of Science in Science Education* (pp.1-9). London: The Falmer Press.
 34. Millar, R. (1989b). Bending the evidence: The relationship between theory and experiment in science education. In R. Millar (Ed.), *Doing Science: Images of Science in Science Education* (pp.38-61). London: The Falmer Press.
 35. Richmond, G. & Striley, J. (1996). Making meaning in classroom: Social processes in small group discourse and scientific knowledge building. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(8), 839-858.
 36. Roth, W. -M. (1996). Teacher questioning in an open-inquiry learning environment: Interactions of context, content, and student responses. *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 709-736
 37. Roth, W. -M. , McGinn, M. K. & Bowen, G. M. (1996). Applications of science and technology studies: Effecting change in science education. *Science, Technology, & Human Values*, 21, 454-484.
 38. Salomon, G. & Globerson, T. (1989) . When teams do not function the way they ought to do. *International Journal of Educational Research*, 13, 89-99.
 39. Shepardson, D. P. (1996). Social interaction and the mediation of science learning in two small groups of first-graders. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(2), 159-178.
 40. Solomon, J. (1987). Social influence on the construction of pupil's understanding of science. *Studies of Science Education*, 14, 63-82.
 41. Solomon, J. (1994) . Group discussions in the classroom. In R. Levinson (Ed.). *Teaching Science*. London: Routledge.
 42. Steiner, I. D., (1972). *Group process and productivity*. New York and London: Academic Press.
 43. Tamir, P. (1991). Practical working in school science: An analysis of current practice. In B. E. Woolnough (Ed), *Practical Science*. Great Britian: Open University Press.
 44. Tobin, K. (1990). Research on laboratory activities: In pursuit better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*, 90, 403-418.
 45. Webb, N. M. (1989) . Peer interaction and learning in small groups. *International journal of educational research*, 13(1), 21-39.

Investigate the instruction management of high school science laboratory from the perspective of peer interaction

Chun-Ju Huang Wen-Gin Yang

Graduate Institute of Science Education, National Taiwan Normal University

Abstract

In recent years, improving students' science learning by peer interaction has become one of the main focuses in science learning studies. In Taiwan, although the science laboratory has provided students with a good place to interact with each other, a well-designed teaching management is needed to facilitate peer interactions.

This paper aims to investigate junior high school laboratory teaching design from the perspective of peer interactions. Through the review of literatures in science laboratory theories, the researcher analyzed the possible problems a high school laboratory class may have. He then developed a three-step instruction management based on the task feature and teaching treatment to improve the interaction quality among students.

Key Words: Peer Interaction; Science Laboratory; Three-step Instruction Management