

資優班學生科學探究活動之分析

張麗雲

國立彰化師範大學教育研究所博士班研究生

摘 要

本研究旨在探究資優班學生科學探究活動，以詮釋性研究法進行，分析學生進行科學研究時所探討的研究問題、所遭遇的困難、解決問題方式、學生與同儕合作關係的發展以及學生所知覺的缺失與收穫，並探索教師於科學探究活動中的角色。研究結論如下：在科學探究活動中，學生所探討的問題與組員的興趣、專長有關，且與日常生活密切關係；學生所遭遇的困難包括訂定題目、實驗材料與儀器、操作過程、撰寫研究報告以及時間問題等；學生透過不斷與小組成員討論，以及與環境互動來解決問題，此正是科學探究活動解決問題的基礎與原動力。合作關係的發展，學生接觸不同觀點，並澄清觀點，相互促進，其中雖然有衝突，但也學習溝通來化解衝突，學會與別人合作與討論，幫助科學概念的學習及科學態度的養成。學生對科學探究活動所知覺的缺失為實驗誤差，而最大的收穫是學習完整的科學探究活動及解決問題的過程。教師的角色應著重，包括教師的發問技巧（增強學生討論，增進思考，學生親自實驗，尋求答案）、引發研究動機、營造科學環境以及運用建構式教學模式進行教學，而不介入學生的科學探索活動太多，讓學生學習科學探索並發揮創意。

關鍵詞：資優班學生；科學探究活動

壹、緒論

一、研究背景與動機

Hodson於2004年指出，科學教育在二十世紀大部分國家的學校課程中，有著相當的地位，當中出現過標誌科學教育的口號包括有「做個科學家」(Being a Scientist)、「透過動手來學習」(Learning by doing)、「求過程、不求結果」(Process not Product)、「全民科學」(Science for All)、「兒童對世界的認知」(Children making sense of the World)，但對於課程組織及進行學習的方法就沒有太大的共識(蘇詠梅，2006)。NRC(National Research Council)1996年出版的國家科學教育標準，強調科學教育的課程應該鼓勵學生動手去「做」，並指出科學學習應與科學活動結合，增加科學探究的經驗，從事專題導向的科學探究工作，使學生能夠描述事件，形成問題，尋求解釋，以現有的科學知識驗證解釋，確認假設，運用批判與邏輯思考。學生透過此種方式，將科學知識與推理以及思考過程結合，以發展出對科學知識的深刻理解。另外，1960年代的科學課程改革(例如英國的Nuffield Programmes、美國的BSSC、PSSC、CHEM Study等)，鼓勵學生從事科學探究，且將之作為科學教育的核心部分(劉宏文，2001)。科學教育在於養成並提高國民之科學素養，希望透過學校科學教育來幫助學生運用科學概念、科學方法和科學態度以解決日常生活所遭遇的問題，使學生能夠適應生活，並為將來

生活作準備(魏明通，1997)。許翠華(2003)則認為，「科學教育」是透過發現問題、把握問題、推測、實驗驗證等方法，了解自然界中的各種存在的事實和預測未來可能發生的現象或事實。

AAAS(American Association for the Advancement of Science)1989年所出版的2061計畫—全體美國人的科學指出，如果科學學習活動只是針對一些可預期到答案的問題，或者是一些不實際的文字問題(word problems)，學生僅能學到科學的片面，教師在教學時應以學生熟悉的自然界問題開始，鼓勵學生進行探究活動，並鼓勵學生在不同的情境之中反覆運用科學想法，學生將可從中學習到批判性與邏輯性思考、資訊分析、溝通科學想法、以及在團隊中與人合作。劉宏文(2001)指出，學生專題研究包括許多種形式的科學探究活動，時間上可以是短期的也可以是長期的；分工上可以是個別進行的，也可以是小組合作完成的；過程可以是假設驗證，也可以是觀察導向的；類別上可以是純科學也可以是科技與應用設計的，主要的關鍵點集中在學生對真正有興趣的問題進行探究，而且能夠主導研究的過程，並能對研究的成果負責，在探究過程中能進一步反映出科學或技術專家的實際工作，學生通過此專題研究，能發展、運用、科學方法，並能理解過程、技能與科學概念知識相互間的關係。本研究運用學生專題科學探究活動來分析學生科學探索過程，時間為期一整學年度，分析並探討學生之科學探究活動的過程。

本研究藉由國中一年級資優班生物科教學，加入引導學生於科學探究活動

中進行科學學習，探究過程由學生主導，以課外活動的方式加以組織，因為科學教學的核心策略，即是協助學生去探究由學生自身經驗到的真實問題（NRC，1996）。本研究期望透過學生的探究活動過程中，理解學生的學習歷程，包括學生所探究的問題、如何解決問題以及如何與同儕合作等等，使所有學生都能參與小組間的互動，以達到對科學概念與科學本質深刻的瞭解，促發學生研究學習動機、增加科學研究的經驗，進而做為指導科學研究的調整與修正參考。

二、研究目的

基於上述研究背景與動機，本研究主要分析學生在進行科學研究時所探究的問題、所遭遇的困難、如何解決問題、學生與同儕合作關係的發展以及學生所知覺的缺失與收穫等等。另外，也探索教師於科學探究活動中的角色，期能作為其他從事引導學生科學探究活動之教師參考。故，本研究之研究問題如下：

（一）在科學探究活動中，學生所探究的問題為何？

（二）在科學探究活動中，學生所遭遇困難為何？

（三）在科學探究活動中，學生如何解決問題？

（四）在科學探究活動中，合作關係的發展為何？

（五）學生對科學探究活動所知覺的缺失與收穫為何？

（六）在科學探究活動中，教師的角色為何？

貳、文獻探討

一、科學探究活動之建構模式的理論

1980年代，建構主義作為知識與學習的理論，逐漸成為科學教學的主要理論架構；建構主義主張，學習者以個人原有的認知結構為基礎，持續的與外在經驗世界互動，進而建構出對自然界的理解，並賦予外在世界獨特的意義（劉宏文，2001）。胡久華（2006）也指出科學教學的建構模式是以建構主義的學生觀、知識觀、學習觀和教學觀為理論依據、以小組合作學習為基本學習形式、以科學探究為基本過程；該教學模式以學生為中心，教師在整個教學過程中是組織者、幫助者和促進者；強調學生的主體性，教學的探究性，使知識技能的掌握、能力的形成和態度的培養在運用科學方法而展開的科學探究過程中得到統一。而鄭美紅與蔡慶麟（2005）更指出科學探究的自主性愈大，學生對科學探究的掌握愈理想，也就是，活動的自由度愈高，學生的參與愈多，有較多的機會，思考探究過程的實際意義。可見，學生自主的科學探索，對其建構科學知識，解答問題，有莫大的幫助。因此，很多的文獻皆對學生科學探究有正面的看法，例如Hodson（1993）提及科學的實務知識與概念知識在探究活動中，以各種不同的形式互動，來促進學生對於科學的認知，進而主動建構對於科學知識的理解。學生可以針對自己有興趣的主題，形成探究問題、設計實驗過程、尋求問題解決，而Friedler 與 Tamir（1990）也鼓勵學

生參與實際的探究活動，以發展探究的知識與技能，將探究活動作為科學教學的基本要素。這些與Wheatley（1991）對建構主義所提出的知識宣稱符合，包含知識是認知主體主動建構的結果，不能經由被動的傳輸而獲得；認知功能在於適應與組織經驗世界，不是用以發現本體的現實；知識是經由個人與他人之間協商、折衷、和解的社會歷程所集體建構。Ritchie 與 Rigano（1996）運用建構主義觀點探究學生在科學探索活動中的學習，可以幫助教師與研究者更為理解科學學習的複雜性。透過科學探究活動動手做的經驗，學生學習到科學探究活動的實務經驗，包括擬定問題、設計實驗、進行實驗、解釋結果、引出結論等；再者，在探究過程中，學生也同時學習到關於科學內容、理論等概念知識，所以科學探索活動基本上是對建構主義教學理論的一種具體實踐。

當代有關科學教育的文獻，皆提到提倡探究活動對科學教學的重要（AAAS, 1989；NRC, 1996）。Hodson 與 Hodson（1998）指出，學校的科學教學除了教給學生科學概念、既成科學事實，以及個人對科學的信念之外，尚應包含學習「科學內容」、學習「科學是什麼」、學習「做科學」等要素在內，且這些要素需要透過執行真正的科學探究活動才能獲得的。一些研究者開始探討以開放式探究活動進行科學學習，Roth 與 McGinn（1998）指出開放式探究活動是以探究專題為中心的學習活動，學生必須由探究過程的實務操作中，經由探究環境、同儕、教師的互動學習到科學知識，進而理解科學的本質。Roth 與 Roychouhury（1993）

也指出學生為中心的開放式探究活動，對高階的過程與技能的學習，皆有顯著的提升。而Hodgkin（1985）曾以登山的隱喻，來描述學生從事以專題為中心的開放式科學探究活動，他認為在一個充滿了支持性與激發性的環境裡，個人對事物的投入與挑戰，是人類的學習與成長非常重要的元素。Woolnough（1994）也發現鼓勵學生從事科學探索活動，包括學生專題探究、科學展覽與比賽等活動，這些是影響學生未來選讀科學相關科系的決定性因素。然而，目前課程中的實驗活動是結構式與食譜式（Lloyd，1992），將科學探究活動依附於科學概念的學習，而未突顯出探究本身的意義（Woolnough & Allsop，1985），造成科學教育活動極少提供機會，讓學生探索問題、形成假設、設計與執行實驗，也很少有機會讓學生討論實驗假設、分析實驗結果、共同形成結論，也忽視了學生運用科學知識以解決問題的技能與信心（Fensham，1988）。我們知道科學探究活動，會因研究立場的不同而有不同的主張，透過科學探究的方式學習科學，使學生建構整體科學教育概念，發覺個人經驗世界與科學之間的關係，進行科學對話，共同經歷到科學探究的困境、挫折，以呈現科學探究的結果。

如何在科學課程、科學教學與科學活動中讓學生體會科學探究的本質，一直就是科學教育最關注的議題之一（Chiappetta, Koballa & Collete, 1998）。Hodson（1990）也認為，科學活動不應侷限在概念的學習、以及實驗技能的獲取上，科學活動應有更為寬廣的潛力，以發展探究的技能。也就是，透過科學探究活動，培養學生解決問題

的能力，學習以科學視野審視世界。由此可見，發展學生探究的技能的重要，本研究就是要透過生物科的教學過程，加入學生為中心之科學探究活動，讓學生建構科學知識並從事科學研究活動，學習探究技能。

二、科學展覽活動的探討

九年一貫課程的十大目標中，其中第十項是「培養獨立思考與解決問題的能力」（教育部，1998），與科學展覽活動的目的相同。在科學教育界越來越重視以活動的方式來教導學生學習科學，在科學展覽的活動中，學生從進行觀察、發現問題、收集資料、設計實驗、實際操作、撰寫報告等過程，來解決問題。王以德（1992）研究指出以活動為導向之自然科學學習，學生的邏輯思考與科學過程技能、邏輯思考與科學態度、科學過程技能與科學態度及科學活動的正相關均達到顯著水準。昔日至今，科學展覽活動已經舉辦四十七年了，四十餘年來，各種科學技術日新月異，時空環境快速變遷，應提昇學生對科學研究之興趣，落實中小學科展目標，培養全國中小學學生對於科學事務有初步基本概念。盧秀琴（2002）指出從民國九十一年開始，科學展覽活動的比賽制度已經改變，其主要改變原因乃配合九年一貫課程教材，鼓勵老師及學生就教材協同研究，深化生活中的科學經驗，累積鄉土教材，使科學研究變為好奇心的驅使，培養學生普遍對科學觀察研究之風氣。何小曼（2001）也認為配合教育部每年的科學展覽，各小學也在每學年舉辦校內科學展覽活動，有很多學校更是以班為單位，必須提出作

品參展，希望能藉此來提高小學生的科學研究風氣。科學展覽活動，在科學教育是扮演一個重要的角色，世界各國也藉助這些活動，開發學生很多的創見和想法。學生從事科學展覽活動作品的研究，是一種有計劃的科學學習活動，指導老師必須理論與實際並重，不能憑空想像的方式來進行指導，必須有理論的根據，作為指導的基礎與策略，協助學生執行這項計劃。

許翠華（2003）反省科學展覽活動之行動目標，指出學生能從科展中體驗一個完整科學研究的歷程，也能知道科學研究的方法，以及能表達與修正自己的科學想法，並落實行動。何小曼（2001）也指出科學展覽活動是以比賽的方式來鼓勵學生作出優秀的作品，但是要在科學展覽活動中得獎，並不是一朝一夕的事，必須累積相當經驗和知識才能做到，沒有辦法速成；在比賽中得獎固然可喜，但是這並不是舉辦科學展覽活動的主要目的。另外，Riggin於1985年指出參加科學展覽活動對於發展學生以科學方法解決問題能力深具潛力，並可以幫助學生獲得自信、尊重他人與立定以科學事業為終生職業之志向，對於科學有潛力的學生也可以透過科學展覽活動展露頭角，獲得適當的關注與培養（黃鴻博，1996）。

王美芬、熊召弟（1995）認為科學展覽活動與自然科的教學不同，它可說是一種科學專題的探究活動，經由科學性的探究活動，使學生獲得相關的知識與技能；同時，也由於經常依照科學方法從事探究與論證，養成了科學的思考習慣和運用科學知識與技能以解決問題的能力；長期從事科學性的探究活動，

對於經由這種以探究方式建立的知識之本質將有所認識，養成提證據和講道理的處事習慣。因此，黃鴻博（1996）認為「科學展覽」就是具有「科學教育意義」的「科學學習活動」。所以，科學展覽活動的辦理，對於學生學習科學與學校科學教育的發展均具有多方面的價值與意義。張政義（2002）研究四名小學高年級學生進行科學研究的探究歷程，來呈現科學專題探究活動的教育意義與價值，並實地觀察、非正式晤談和師生對話，以及配合學生的札記、實驗計畫與作品說明書等資料蒐集，其科學專題探究活動關注其中的觀察現象階段、實驗研究過程階段、實驗研究整理階段等三個階段，研究發現在觀察現象階段，學生以「問題為中心」融合舊經驗，創造目的性的循環學習模式，主動建構專題探究的流程，發展出科學社群的雛型；在實驗研究過程階段，學生藉由「問題因子」的交互作用來發展「研究問題」，以「十字」型的交叉思考模式提供「解決問題」的發展策略，做為教室外非結構化學習的基礎；在實驗研究整理階段，學生的學習快速遷移而自然的呈現出研究結果，並由脈絡抽離化的實驗活動歸納各項結果的原則性，形成結論，成為真理權威的建立者。「學習者為中心」主動建構的探究歷程，不僅呈現科學展覽的教育意涵，並可提供科學教育多元化發展方向之參考。

由此可知，舉辦科學展覽活動的目的，最重要的還是在經由參與研究活動，普遍提高學生對科學研究的興趣，鼓勵學生主動發現問題，以各種方法尋求答案，並指導學生選擇正確的研究方法，提出完整的研究報告，進而培養

學生正確的科學概念、科學方法和科學態度。故，科展的目的應是讓學生有科學研究的概念，並應用日常對事物的觀察、紀錄與分析，提出可能之解決辦法，進而提升學生運用科學方法對問題的探究能力，並解決或處理問題。

參、研究方法

一、研究對象

研究對象為中部地區一所縣立高中之國中部一年級數理資優班學生，此班級為入學前經由資優班考試篩選，學生共30名，學生的學科能力屬於中上程度。科學課程的安排與授課時數完全以教育部頒佈的課程標準為依據（以自然課程的安排為例，每星期三節），另外加入每月2節的假日課程（星期六）。全班分八組，主題及人數為：第一組傳聲筒（4位）、第二組滲透壓（4位）、第三組綠肥（3位）、第四組肥皂（4位）、第五組植物對人聲音的感受與生長關係（4位）、第六組蚜蟲防治改為介殼蟲防治（4位）、第七組羽毛球拍線度金可以加強韌性嗎？（3位）、第八組植物與空氣清淨有關嗎？（4位），由學生自行分組，選組長及分配工作，以小組合作學習方式，教師從旁協助。本研究對象預定參與專題探究之科學展覽活動。探究其生物科專題探究的過程與問題，並由其中選擇兩組學生作為深入訪談之對象，以深入了解學生於科學探索的學習情形。其餘六組學生則共同組成進行科學學習與探究的學習社群。作此選擇的原因有二：

（一）由於研究者在學校中的任教

科目為生物，且有十年的教學經驗，歷年來也曾多次指導高中學生參與小論文撰寫。

(二) 本研究的目的之一，希望透過科學探究活動，深入、詳盡的觀察與描述學生在不同的層級（個人與小組）知識的建構歷程。此班級為國一數理資優班，第一次於國中進行科學展覽之專題探究。

二、研究設計

為了有效的進行科學探究活動，本研究鼓勵學生以3-4人為一小組進行科學探究活動，為期一年，以體會進行科學探究的經驗。學生在小組中工作，除了能分擔認知上的工作負荷，也協助學生體現科學探究工作社會本質的一面，體認到小組合作對於科學探究工作的必要，以達到小組共同的目標。本研究主要以觀察(9510-9605)、研究反思日誌(9509-9605，每組研究期中及期末各繳交一次，學生依研究日期進行研究反思日誌的紀錄)及訪談(960507，第一組及第六組接受訪談)等作為資料收集的方法，試圖在科學探索活動的架構下，對學生如何建構科學知識進行描繪。研究聚焦於學生所探究的研究問題，研究過程中所遭遇的困難、解決方法，小組間互動的合作關係發展過程，學生所知覺的缺失與收穫以及教師的角色。將小組的動態歷程加以分析，以進一步理解學生科學探究的歷程。本研究以詮釋性研究法(interpretive methodology)針對個案在研究現場的對話(discourses)、文本(text)、研究反思日誌與訪談進行質的分析(qualitative analysis)。研究者將所收集到的資料輸入電腦進行編

碼，原始資料以每一句子或每一段落形式加以打散，再針對各形式所代表的現象以概念化的形式加以命名，重新將資料重組。

在進行本研究之前，研究者告知研究參與者本研究的目的，以及本研究對科學教育的意義。參與本研究的八組學生，可於學期中的每周一、三、五中午時間參與討論(12:20-13:10)、隔週星期五下午(14:05-15:45)的社團活動時間、以及暑假期間等進行科學探究活動。在研究開始之前研究者提供科學探究活動的說明，並列舉歷年完成的探究活動，說明學生在進行探究活動過程，如何找尋研究問題，如何形成研究問題與研究假設，如何進行實驗操作，如何進行資料收集、整理，如何溝通研究成果以及討論控制變因的意義等過程，務期所有參與研究的學生，皆能真正理解科學探究活動的意義、特質與學生主動學習的精神。學生必須與小組其他成員溝通自行找尋探究題目、決定探究方法與過程、解釋與處理數據、解決問題、引出結果。

本研究進行期間，為了有效的組織研究活動，適時瞭解學生相關的經驗與訊息，觀察學生在科學探究中的行為，共同約定了下列幾項工作：

(一) 在進行探究活動之前，所有研究參與者，皆須參與討論與科學探究計畫相關的各種問題，包括實驗前計畫、對前次實驗的檢討等。研究者並不主導討論的內容與方向，而是以協助者的立場參與討論。

(二) 每位參與科學探究的學生，在活動過程中皆須完成研究反思日誌，內容包括：個人心得、與探究主題相關

的概念與原理、遭遇的問題、解決過程、探究計畫、探究結果等。探究活動結束之後，每個月一次每組學生皆須提出各組的綜合研究報告。

(三) 研究者提供學生相關的科學概念與參考資料，討論探究過程中的問題，研究者提供解決問題的可能方向，但不代替解決問題。

肆、結果與討論

本研究採取學生為中心的科學探究活動來進行探討，並依據以下的研究問題，包括學生在進行科學研究時，學生所探究的問題、所遭遇困難、如何解決問題、與同儕合作關係的發展、學生所知覺的缺失與收穫以及教師於科學探究活動中的角色等，分別探究與分析之。

一、在科學探究活動中，學生所探究的問題

(一) 尋找研究方向

學生在科學探索活動中的學習，採取小組合作的探究方式，學習深受其他人的影響。以學生為中心之討論方式，在互動中引發知識和經驗的相互轉換，凝聚共同研究方向的想法。學生可能依自己有興趣或有能力之部分來訂定研究方向，例如有些學生會在訂定題目前，先了解組員所擅長或可取得的資源來訂定主題，例如第六組表示「在討論的過程中，我們都有先了解隊員所擅長之處，以便把隊員擅長的工作分給他，這樣才能發揮自己的所長（日誌/6A/960120）」張政義（2002）也表示學生依「興趣」與「能力」融合舊經驗確立研究主題和屬性；學生依興趣

能力，選擇研究主題與方向；學生由舊經驗出發，透過討論比較，選擇研究方向。另外，學生透過討論的學習方式凝聚科學專題研究的主題方向，「我們有想過理化類的，也有想過科學類的。例如：「如何讓泡泡不受外力影響，而不破。最後我們決定於今日我們所做的題目（日誌/6A/960115）」。「在想題目時，我們彼此提出了很多題目和想法，可是想到的題目，不是太難做，就是別人已經做過了，想到最後只有蚜蟲這個題目最好，所以就決定拿它來做科展（日誌/6C/960215）」。「有一天，我們用MSN討論時，其中一個組員想出了一個點子，就是作有關水的，但經由討論後發現有太多的問題，例如：如果要測水的清淨度儀器不容易找，還有水有分很種.....等很多，所以還是沒有討論出題目來（日誌/6D/951215）」學生在科學探究活動中所學習的知識，乃由不同的學生透過不同的學習過程，共同建構出相同的知識；也可以說科學探究活動學習的特色乃是學生經由團體互動中，對「事實」和因而產生的「知識」做主觀的「共同建構」，發生學習的意義。所以，可以發現科學探究活動的學習，特別強調在研究過程中，要讓學生不斷「共同討論」，使學生有機會能彼此磋商學習而達到共識（張政義，2002）。

(二) 問題與日常生活有關

學生在訂定題目方向時，常常會與生活有所連結，並特別關注日常生活的事件。例如第六組「有一天我無聊就跟奶奶到菜園，結果我發現一種很有趣的蟲，我一碰它，它就飛走了，長的黑黑小小的，我對它產生了很大的興

趣，這時我忽然想到以前老師好像有講過它好像是一種害蟲，於是我回家後開始查有關它的資料，才知道它是一種繁殖很快的害蟲（蚜蟲），對農夫辛辛苦苦種的青菜有很大的傷害，所以我想，如果能夠想出簡便又好操作方法不讓它們傷害青菜，對農夫會有很大的幫助，可是礙於動物保育，所以要找出不能殺死它們，只能驅除它們的方法，於是我把我的想法告訴他們，他們也都同意這個主題，於是我們分工合作開始查資料，他們各自都查到很多防範蚜蟲的方法，但都不確定是否正確，於是我們的想法慢慢轉移到這個部分，我們想要查清楚這些方法是否正確，所以我們開始討論，從中挑選了很多方法，想要作實質的實驗，查清楚這些方法是否正確（訪談/6D/960507）。」以及第四組表示「那時因覺得肥皂是蠻生活化的題材，所以決定使用此題目（日誌/4A/951101）。」

學生於學習過程中發現問題並學會想辦法處理問題，學生從雜亂無章的「資料」或「事實」中分析存在的限制或困境，由此限制或困境的情境中發現問題，學生的學習因而經歷了「察覺事實」、「察覺困境」與「處理問題」的轉換過程，經過此歷程，學生對研究題目形成內心傾向，這種傾向結合了過去的「生活經驗」、「興趣」和「能力」，以加深加廣的方式進行思考與討論，進而共同決定研究方向。

二、在科學探究活動中，學生所遭遇的困難

學生執行科學研究有很多的困難，下面就訂定題目、實驗材料與儀器、操

作過程、撰寫研究報告以及時間問題等，提出說明。

（一）研究題目的訂定

發現學生對於「訂定研究題目」有很大的困難，例如第一組及第四組皆表示「想題目滿困難（觀察/1A4D/951023）」，第四組也表示「當時因為對石頭有著奇妙的想法，所以便訂定題目為石頭，沒想到，因取樣不易，且機器費用昂貴，加上無從開始及實驗，所以此次的題目宣告結束。此次失敗讓我發現題目訂定的重要性，題目若實行困難，可能就不易有結果，所以題目的決定會影響後來整個實驗（日誌/4A/951021）。」「研究題目」是科學展覽活動的核心與起步，若不能決定題目，則科學展覽活動將無法進行，若所決定的題目適當性不足，也會影響科學展覽的進行是否順利。因此筆者由研究反思日誌中發現，學生受限於所經驗的科學探究方法較為狹隘，且其所探究過的科學活動內容也不夠廣泛，再加上學生對於所謂的「研究題目」是否適當，也缺乏自行判斷的能力，因此藉由上課的引導，期望學生能由自己的學習經驗中以興趣為出發，找尋適當的研究題目，使「科學探究活動」的過程能更加順暢。研究題目的訂定常出現的問題：

1. 題目太大：題目太大是學生在訂定題目時常見的問題，其他的研究也提及此問題，例如許翠華（2003）指出，學生在尋找研究題目時，首先學生往往第一次設定的研究題目，範圍常常很大，而無法聚焦；其次，學生受限於學習與生活經驗，無法確知所要研究的問題是否可以進行研究；再者，學生受限於研究方法的學習尚未具足，所以在

初次從事科學研究時，常常只會用「蒐集資料」的方法，也常常誤以為「蒐集好完整的資料」這樣就是一份「科學研究」報告。

2. 研究題目來自瞬間的靈感：學生訂定研究主題時常常會在生活中取材，或是與組員的討論時的瞬間靈感，沒有周全的瞭解，且過了一陣子就淡忘了。所以，建議學生隨時準備一本小冊子，將隨時的靈感或想法記錄下來，以便能進一步查閱資料，看是否此題目可行。

（二）實驗材料與儀器

學生於研究主題決定後，接著會面臨實驗材料或儀器準備的問題，第一組學生指出：「從網路上查到釣魚線、墨斗線、棉線、羽球線……等材料，但我有些連聽都沒聽過，只好去問商家了。我覺得研究過程中，找到所有齊全的材料是困難的（日誌/1D/960211）」「一直找不到墨斗線（日誌/1B/960212）。」

第五組「要去花店找草苗，也要選花的種類，很困難（日誌/5A/960126）。」

第六組「我們的假設之一，為用"風油精"加水600-800倍溶液，用噴霧器對害蟲仔細噴灑，使蟲體上沾上藥水。我曾經打104詢問有關賣風油精的電話，但服務人員只有給我藥局的電話，於是我一家一家的打，但每家都沒有賣，感覺很灰心，最後只好用綠油精替代，看有沒有效（日誌/6D/960122）。」「為了防範蚜蟲，我們做了辣椒汁、蒜頭汁主要將它噴灑在菜苗上，這樣就可以預防蚜蟲，問題是我們的辣椒汁、蒜頭汁裡都有料，而且幾乎沒什麼水在裡面，現在這個問題不知如何是好？（觀察/日誌/6C/960218）」

（觀察/日誌/8A/960207）。」

第八組「上網查3種空氣清淨機，選擇Bioctesk空氣粒子計數器，因為它有檢測空氣素質的功能，但不知哪裡可以借或買。」「打電話給環保署，有位劉先生回應我們，沒有這項儀器，我們也親自至全國電子門市詢問，但都不是我們所要的，所以只好在想其他辦法（觀察/日誌/8A/960207）。」

綜合以上學生的問題可以得知，實驗器具或材料的準備也是一大學問，學生從準備當中，學習如何打聽、查訪以及購買，讓他們深刻體驗研究的過程。

（三）操作過程

學生於科學探究活動之實驗操作過程中，產生許多的困難，以下由觀察及訪談中可得知。

第一組表示「沒有固定線的長度，每一次做的規格都不一樣，隔天得重做（日誌/1A/960208）。」「測出的數值都相差不遠，且有些材質不是很好，無法有效的測出準確的數值，而且有些材料一定要統一，才能使數據準確無誤（日誌/1C/960208）。」「從預期的72種實驗，變到84種實驗，使難度增加，84種中做了18種，不過由於數值錯誤而告失敗，最後重作，84種中完成63種實驗（觀察/日誌/1B/960218/960219）。」

第二組「泡3顆蛋，移動破了1顆，搓揉破掉一顆，發現移動時杯子應該扶在下面，搓揉時應該要小心（/觀察/日誌/2B/960207）。」

第三組「今天我們的綠豆掛掉了，幸虧當天有種備用組」「綠豆尚未發芽，不知何時才長出牙。」「發現綠豆都死了，我們改種其他植物，後來我們改成種菠菜（日誌/3A/960207）。」

第四組「剛開始我們要先測定市售品牌的肥皂的去污效果及PH值，去污效果，剛開始我們把肥皂弄成絲狀，放入油水中，再看情形如何，最後是失敗（觀察/日誌/4A/960122）。」「上次實驗我們是懷疑水油比例不對，所以由上次的1比3改成後來的1比4，在一次的實驗去污效果，實驗結果還是失敗（日誌/4A/960123）」「由於油水不是問題，所以我們對肥皂產生了懷疑，懷疑是不是肥皂要沏細一點變成粉狀，才有辦法溶解，所以又再試了一次。結果還是失敗（觀察/日誌/4A/960125）。」

第五組「說話時要注意表情，說話的音量，每天的心情都要一樣，而且很累（日誌/5A/960127）。」

第六組「種的菜苗，有一些死掉了（日誌/6D/960123）。」「當用具準備齊全時，有一個大問題發生了，沒有地方可以做這個實驗，因為如果要污染一定不能放在家裡種菜的地方，因為這樣家裡種的菜會被污染，所以只好先在學校做實驗（日誌/6D/960202）。」

第七組「進入實驗室，今天採用熱浸法，效果不彰（觀察/日誌/7A/960218）。」「今天用電解鍍，效果也不好（觀察/日誌/7A/960219）。」「得到結論，羽球拍面表面不夠粗糙，無法鍍金（觀察/日誌/7A/960310）。」

學生在操作過程中可能不斷嘗到失敗，也需不斷查閱資料、更正資料以及重新操作，進而深深體驗研究的不易與研究探索的樂趣，更進一步體認到研究之不朽精神。

（四）撰寫研究報告

學生撰寫研究報告為了要符合APA格式，顯得較為困難，不過藉由閱讀相

關期刊來引導並討論，學生很快就能體會研究報告的撰寫格式之目的與方法。例如，第六組表示「因為之前很少做報告，這次算是第一次，做起來格外有挑戰性，包括主題、假設、目的、文獻、器材等等都是要運用文筆寫出來，還有格式、順序等等，都是做報告所要注意的，所以這次作報告讓我有第一次的經驗（訪談/6B/960507）。」第一組也提及「報告的書寫要符合APA格式，覺得很困難（訪談/1B/960507）。」第二組指出「本來想法是變性已停止，但濃度不斷增加，只是隔日後的數據和我的想法有衝突，所以必須捨去原來的假設（日誌/2A/960312）。」「報告編排可以更好（日誌/2B/960416）。」第五組「有時會查不到所要找的資料（觀察/5B/960207）。」

（五）時間問題

時間是一項嚴重的考驗，加上國中課業的質與量皆比國小大的多，相對地壓力也大。每週135分鐘之自然課程（沒有含其中一節的生活科技），除了課程基本進度外，還需進行科學研究實有困難，所以學生與指導教師將必須利用中午午休時間、寒暑假或者假期來進行，對於教師的休息時間與假期造成嚴重的影響，加上國中一年級對於科學研究概念不清楚，需老師時時叮嚀在側。而許翠華（2003）也指出科學展覽是一項困難的任務，因為每週只有一百二十分鐘（國小）自然與生活科技領域上課時數，每位學生要完成課程之學習外，又要進行科學展覽之學習活動。所以，學生進行探究實為嚴重之時間考驗

另外，組員之間的時間協調也是一項問題，如「找到所有組員都有空的時

間有時蠻困難（訪談/2B/960507）」，需另外抽時間去做，很少有空閒的時間，如「蠻需要花費許多時間和精力來投入，所以會失去午睡和假日時間（訪談/2B6A/960507）」「有些實驗可以更快，時間更短（訪談/2A/960507）」「時間有點趕，所以有些實驗無法作的很好」「睡眠時間減少，晚上打資料要到十一、二點，中午也不能午休，必須為植物噴藥（訪談/6D/960507）」。由以上資料得知，科學探究活動對學生與教師而言，時間都是一項需挑戰的問題。

而許翠華（2003）分析在指導學生從事「科學展覽」的過程中，學生對於「科學展覽」感覺困難的原因如下：（一）學生在已學過的課程中尚未完全具備許多科學研究的能力，例如：實驗方法、紀錄表格的設計、謄打等等。（二）學生尚未具備足夠從事科學研究的科學知識。（三）學生對一個完整的科學研究沒有經驗過。（四）學生課外活動（補習）太多，沒有充分的時間完成。（五）家長對「科學展覽」的看法、參與度和配合度不同。

三、在科學探究活動中，學生如何解決問題

「問題解決」的活動起自人與環境的互動（翁玉華，1998），如第六組「種種子的過程中，有些盆栽有種到兩棵以上，等發出苗時，才發覺到有兩棵種在一起。當時我就把有死掉的菜苗拔走，再把長的比較好的菜苗再種下去，使有重複到的能夠分開，也能把死掉的菜苗處理掉（日誌/6A/960130）。」「我們詢問組員住家附近的農夫，看哪

裡有蚜蟲，並詢問看能不能抓來做實驗。蚜蟲本身就很小隻，所以在抓的過程中容易把蚜蟲給壓死，因此我們使用毛筆來抓，容易抓，也不會把蚜蟲給壓死（日誌/6A/960209）。」故學生與環境的互動，是產生問題解決策略的必要因素。學生以「問題為中心」創造學習歷程，而形成了研究動機，並且進一步討論確立研究主題或方向，學生學習運用科學方法進行探究，對研究問題加以解釋和應用，此種研究精神，正是科學探究活動得以推展的基礎與原動力。科學探索活動其實就是問題的解決，學生探討研究問題原因，運用研究問題做為實驗設計的依據，並運用科學探究活動尋找解答，來解釋原因，以達到研究的目的。因此，研究問題的探索成為學生解決問題的策略，形塑學習歷程。

張政義（2002）指出學生之好奇心心理形成企圖「解決問題」的研究動機，學生由觀察中發現所期望的現象和實際發生的現象有差異，產生了問題解決的企圖，學生想要「解決問題」，希望進一步發現問題的真相，觸發探索問題動機，學生經由問題的「好奇」和「動機」間之相互連結，促成由「研究動機」到主動「解決問題」的學習轉換過程。以下為學生在科學研究進行中，透過觀察及訪談中，所發現對於研究中問題解決狀況，加以呈現如下：

第一組「我認為早餐店賣的早餐，用來成裝飲料的塑膠杯材質不錯，耐摔、硬度夠，所以我就和早餐店的老闆要幾個來實驗（日誌/1C/960205）。」「進行實驗時，因為需要測量聲音的大小，要使用到分貝器，所以我們就向組員的爸爸的同事借了分貝器一

段時間，來完成實驗的數值（日誌/1C/960206）。」「比昨日做得更順利，且也做出比昨日更多組的作品，然後我們再把數值高的作品選出（日誌/1C/960209）」「在實驗結果的數值上差異不大，因為杯子上連接處有空氣，所以造成阻礙，且須增加銅線及羽毛球線等材料製作，所以我們決定另日再來繼續實驗（日誌/1C/960210）」「後來我們找了熱溶槍來協助我們實驗，看能不能解決此問題，使用了熱溶槍，聲音明顯的變大了許多，也比以前的作品更清晰、清楚，接上了透明管子，使聲音更清楚，也不再受外界的干擾（日誌/1C/960309）」「決定把線延長到3公尺以上便可以解決第一個問題，原本有塑膠管，中間是中空的，但好像有空氣跑進去，完全沒聲音，所以先刪掉了，剩下63種（日誌/1D/960209）」。

第二組「八顆蛋分別標上編號並秤出重量,但其實是有必要,因為原先的每一個蛋的重量都不相等,浸完醋才發現,因為醋的關係,標上的編號脫落了,但再以數學角度想,以等差的觀念求出。實驗的過程中,都需要數學解決困難（日誌/1C/960309）。」「本來想像蛋的重量會繼續減少,但結果並不是。我參考網路資料列出合理的關係並持續觀察。當數據和原本理論不合時,則找出可能影響結果的因素,即可列出其關係（日誌/2A/960306）。」「蛋重量第1天75kg、第2天97kg、第3天90.4kg、第4天92kg、第5天95kg、第6天98kg,後來,糖水重量沒有逐漸增加,也沒有逐漸減少,是沒規律增加,而泡鹽水的也一樣,不知為什麼,後來上網查資料才知道原來沒規律增加是蛋已變性（日誌

/2B/960216）。」

第六組「我們一直在擔心找不到蚜蟲，因為現在大部分的農田都有噴灑農藥，但是沒想到老天爺還幫助我們，因為我奶奶種菜的田裡剛好採收高麗菜，所以有很多蟲，所以這個問題解決了（日誌/6D/960115）」。

學生於科學探究活動中，持續發現問題、面對問題以及解決問題，以讓科學研究能順利進行，完成科學探究活動，學習科學家精神，並期望能運用於日常生活的問題解決上。

四、在科學探究活動中，合作關係的發展

學生間為了達成完成科學展覽作品研究的目標，透過言語表達，相互傾聽和觀察手勢、表情等過程，彼此溝通意見，形成討論，在討論的「交互作用」過程中，學生的合作學習常在「學生解釋其想法讓其他學生瞭解時」發生作用，會改變思考方式，促成認知結構的發展或變化。學生透過小組成員的相互合作，從科學探究活動中，體會科學探索不是孤立的，必須與科學夥伴社群、社會大眾保持對話，以建立知識溝通網絡，探究的結果才能得到驗證與支持，以體現科學活動的社會性本質。最後，學生表示科學探究活動過程中交到很多好朋友，學會與別人合作與討論，雖然其中有衝突，但已學會如何溝通來化解衝突，事後大家還是好朋友。

合作學習（Cooperative Learning）與維果斯基對社會性交往的重視以及“最近發展區”的思想是一致的，學習者在與比自己水平稍高的成員的交往中將潛在的發展區轉化為現實的發展，並

創造更大的發展的可能。建構主義的教學理論模式中大都包含這樣的特徵：學習者選擇自己的學習目標，決策如何實現自己期望的目標，學習者在學習過程中，透過主動建構扮演著主人和合作參與者的角色，發展社會交往與協作和對現實問題的解決的能力，發展創造、批判思維和協作技能（李小林，2004）。Staver（1998）的實驗研究證明同伴間的合作能夠幫助學生由前概念轉變為科學概念，進而發展科學的意義與觀念。小組合作學習可增加學生交流，培養學生合作意識及合作技能，合作學習與傳統的教學相比具有較大的優勢，小組合作學習在轉變個人觀念方面具有重要作用。因此有必要而且也很有意義把合作學習作為科學教學的重要形式之一（胡久華，2006）。

Roth（1995）曾進行一項高中學生從事科學探究活動的研究指出，鼓勵學生以小組的方式進行探究工作，各小組間分享探究心得，終至將知識擴散到與全班共享，並以更為接近科學本質的方式學習科學。Slavin（1995）指出，學習夥伴的合作學習會給學習者帶來多項益處，包括接觸不同的觀點、澄清錯誤的觀點，且帶給學習者之間的相互促進和觀點的“昇華”。

然而，在合作的過程也常常會發生爭執，如「有時無法平和地合作（訪談/6ABCD/960507）」、「有些組員虎頭蛇尾（訪談/6D/960507）」，或有些組員到最後有些缺乏向心力，或組員間認為分配工作不均，如「工作沒分好（訪談/6A/960507）」、「組長分配工作不完善（訪談/6B/960507）」，或者組員間的觀念衝突「有一陣子，全組皆

不合群，有時組員間溝通不良（訪談/6C/960507）」，學生也藉此學習化解爭執，如「有時候會有衝突，意見不合，這時就必須請其中一組員，來軟化場面，並找尋適合的解決辦法，在每一次的爭論中，還可以學到不同化解糾紛的方法（訪談/6C/960507）」。合作學習支援包括：支援學習團體的活動，幫助學習團體的成員都理解個人的不同角色，學會包容不同的或有衝突的觀點，這將增強個人的責任心和明顯地有益於學習活動（李小林，2004）。科學是一集體的志業，所有的科學有賴於最後意見的共享與討論（NRC, 1996）。

實質明確的合作學習是促進學生合作學習的基礎，如何應用合作學習的策略是促進學生合作學習的關鍵，張俊彥與程上修（2000）將合作學習與創造性問題解決教學法加以融合之後，比較高一學生在科學概念、學習態度與問題解決能力之差異，結果發現，實驗組學生在科學概念的學習及科學態度的養成上，皆達顯著差異。合作是科學探究活動很重要的課題，在研究的狀態中成長，在反思的過程中提昇，也是促進合作學習順利進展的根本。徐玲（2005）透過組織學生課外合作學習，探討了促進學生自主學習的理論依據、操作步驟及實施運作方法，合作學習有利培養學生團隊精神和責任感。例如，第一組表示「聯絡組員準備實驗所需的材料，每個人都平均分配要帶的器具（訪談/1A/960507）」、「一直找不到墨斗線，請其他成員幫忙尋找，其他組員找到墨斗線了（日誌/1B/960213/960214）」、「我的組員對我的學習過程幫助很大（訪談/1ABCD/960507）」。張政義

(2002) 討論溝通中相互合作學習的作用，由於科學展覽的活動，強調組內成員的合作，所有的成員均應在研究活動中積極參與，否則科學探究的學習將只有合作之形而無合作之實。就這一點而言，研究者認為透過學生間的「討論」，可成為判斷有效合作學習能否進行的重要決定因素。例如，第六組表示「我們需要用到很多日常用電器，我們經過充分的討論，才決定要使用哪種器具，並決定誰的家裡有那種器具，便優先帶來使用(訪談/6D/960507)」，研究者認為

五、學生對科學探究活動所知覺的缺失與收穫

(一) 缺失

研究過程中產生一些實驗誤差，如「作實驗的場所不是完全安靜無聲，數據有些受影響(訪談/1D/960507)」，「實驗用藥的比例要做的精確(訪談/6C/960507)」，「有些葉子會沒噴到(訪談/6D/960507)」，「沒有想的很周到(訪談/6B/960507)」，「噴藥時的量有實不太一樣，好像會影響蟲的量(訪談/6A/960507)」，再者，學生於科學探索活動的過程中，實驗結果往往與預期結果不同，如「結果常不如預期」。另外，有些實驗理論上做得出來，卻沒做出來。以上皆是學生認為的缺失。

(二) 收穫

參與科學探究的學生表示，他們學習到如何設計實驗、如何尋找資料並整理資料、如何尋找實驗器材、如何解決問題以及寫報告的方法(APA格式)。也即參與科學探究活動，能讓學生體會

到實驗及解決問題的過程。所以，就如學生所提及的，最大的收穫是自己有能力完成實驗，並能尋找問題的解答，且遇到困難能透過討論解決，如「雖然實驗常常失敗，不過我從科學探索活動中了解到，一個人要擁有一顆科學家的精神，才有辦法完成一個實驗，並從迷惑中尋求解答，這是我做科展以來，最大的省悟(訪談/1B/960507)」，「作科學展覽可以使我們對相關科學概念瞭解的更透徹(訪談/1A/960507)」，「使用尼龍槍比想像中還簡單(日誌/1B/960310)」，「噴藥變的很容易(訪談/6D/960507)」。

訪談中學生皆表示感覺自己像科學家，因需要不斷作實驗及整理數據，如「作科學探索活動使我知道科學家如何工作(訪談/1ABCD/960507)」；也有別組的學生認為他們就像生物學者，每天泡在植物中做實驗。按自己的方法作實驗，體驗到探索科學的樂趣，學到相關主題的常識，也了解到實驗需多次進行。此外，能讓自己有更多的想像空間，解答問題時可以有較多方向思考，也可以與其他組員辯駁自己所持的觀點，更可以幫助腦筋思考，所以學生表示「科學探究的實驗比學校實驗室中的實驗更有趣(訪談/1/6/960507)」。

學生認為科學探究活動讓他們瞭解做研究的價值，要認真於每一件事，不可半途而廢，要有毅力，無論有無結果都很重要，學會如何探索問題，也學到如何忍耐接受失敗的結果。另外，也學會買材料時如何殺價以及電腦真是好用等等。

六、在科學探究活動中，教師的角色

以下就教師可著力的點及困境提出說明：

(一) 教師的發問技巧：指導教師的發問技巧，有增強學生討論效果的作用，教師在討論的修辭上，將問題的性質簡化為「為什麼」、「如何」及「為何」三類問題；並且修正討論的開頭用語，可以加強師生、學生間的討論互動，增進思考「周延」的功能；因此，科學探究過程中指導教師的發問，可以產生一種讓學生好奇、困惑、懷疑而要去親自看看或實驗的作用；指導教師的發問技巧可以用來引起動機，喚起注意，引發思考，尋求答案，增強學生由討論中快速學習的效果（張政義，2002）。由以上的說明不難看出，當引領學生進行科學探究活動，教師應著力於引發學生廣泛、深入及持續的思考，而不是給予答案。

(二) 引發研究動機：許翠華（2003）反省科學展覽活動時指出，在「科學展覽」教學中引導學生先備能力及經驗；能引起及延續學生進行科學觀察、實驗與記錄呈現的興趣；能有效指導學生進行計劃、執行、檢核與修正的過程。所以，教師的責任在於如何讓學生持續有科學探究的動機，促使學生能不斷地討論、收集資料以及解決問題。

(三) 老師指導的困境：老師在面臨指導初次參與「科學展覽」的學生，可能會遭遇如下所列的一些困境：1.如何在有限的教學時間內，有效的提昇學生做科學研究的能力；2.學生研究的題

目包羅萬象，老師並非樣樣專精；3.如何在教學之中不斷的透過教學活動，保持學生的好奇心與研究動力；4.如何能有效的協助每一個學生經驗一個完整的科學研究歷程（許翠華，2003）。因此，二十一世紀的今日，唯有不斷吸收新知、不斷研究、不斷自我反思，才能適應執教於當今的時代。

(四) 營造科學環境：科學教育研究者也逐漸體認到創造一個允許學生從事探究性科學環境的重要（Roth & McGinn, 1998）。營造科學環境必須先將教師的心打開，不可固著於升學考試，在課程中也需不斷加入相關研究的信息，漸漸讓學生感受研究的氣息。

(五) 建構式教學模模式：持建構主義觀點的教育家基於建構的理論，提出了若干教學的理論模式：合作學習、支架式教學、情境教學或拋錨教學和隨機通達教學；其中支架式（scaffolding）教學是借建築行業中使用的腳手架來形象地說明教學的模式；教師引導著教學的進行，使學習者掌握、建構和內化所學的知識技能，從而使他們進行更高水準的認知活動（Slavin, 1995）。透過支架（教師的幫助）把管理學習的任務逐漸由教師轉移到學習者自己，最後撤去支架（李小林，2004）。配合專題本位教學與學習的精神，指導學生科學探究活動，不失是一個不錯的方法。Crawford（2000）為了能進一步探知教師在科學探究活動中的角色，針對高中生物教師以探究導向（inquiry-based）的課程進行為時一年的研究。Crawford認為探究導向的教學與一般「動手作（hands-on）」的實驗活動並不相同，他認為科學探究導向

可以針對真實的問題，相互合作與討論，解釋數據學習科學家的行動，讓學生瞭解科學探究的本質，要從整體的、真實的探究活動中學習科學探究的經驗。

另外，李小林（2004）也提到在建構主義的教學活動中，教師的角色有了明顯的變化，從“學科專家”轉變成一位學習的促進者和輔導者。Roth（1995）指出教師的角色是知識的共同建構者，而非知識的傳播者。教師是否要介入學生的科學探究活動？這個話題一直困擾著很多教師，但是一步一步的告訴學生如何做，卻又失去了讓學生學習發揮創意的機會。在兩難的情況下，教師的角色及功能應如何扮演得宜就顯得特別重要。

伍、結論與建議

一、結論

（一）在科學探究活動中，學生所探究的問題

學生透過小組的討論，並結合各組員的興趣、能力或與日常生活有關之事物上，進行科學探究活動之問題的訂定，從討論過程所浮現的問題中來尋找並設定其所欲探究的研究問題。故學生進行科學探究活動，其問題的特性與組員的興趣、專長有關，且與日常生活有密切關係。

（二）在科學探究活動中，學生所遭遇困難

對學生來說執行科學研究有很多的困難，包括訂定題目、實驗材料與儀器、操作過程、撰寫研究報告以及時間

問題等，這些困難是學生於科學探究活動的過程中，所親身感受的，實驗中的不同階段皆有其須克服的層面，因此學生須不斷的挑戰，來完成科學研究。

（三）在科學探究活動中，學生如何解決問題

學生運用科學方法對研究過程中的相關問題進行處理與解釋，透過小組討論，與環境互動，這些都是問題解決策略的必要條件。學生以「問題為中心」創造學習歷程，並形成了研究動機，並且學習運用科學方法進行探究，對研究問題加以解釋，此種研究精神正是科學探究活動解決問題的基礎與原動力。

（四）在科學探究活動中，合作關係的發展

同儕間的合作能夠幫助學生由前概念轉變為科學概念，使他們形成並發展科學，尚增加學生交流、培養學生合作意識及合作技能等。合作學習中，學生會接觸不同的觀點、澄清觀點、相互促進，其中雖然有衝突，但可藉此溝通來化解衝突，學會與別人合作與討論，有助於科學概念的學習及科學態度的養成，如此更為接近當代科學哲學所宣稱的科學本質的方式學習科學。

（五）學生對科學探究活動所知覺的缺失與收穫

學生對科學探究活動所知覺的缺失，他們認為研究過程中會有一些實驗誤差，例如噪音，調配實驗用藥濃度以及噴藥的量的精確情形等，可能致使實驗結果與預期結果不同，或者有些實驗理論上做得出來，卻沒做出來。學生對科學探究活動所知覺的收穫，是學習完整的科學探究活動及解決問題的過程，且自己像科學家有能力完成實驗及整理

數據，解答問題，並於遇到困難時能透過討論解決。

(六) 在科學探究活動中，教師的角色

本研究就教師可著力的點及困境提出說明：包括教師的發問技巧（增強學生討論，增進思考，學生親自實驗，尋求答案）、引發研究動機、營造科學環境以及運用建構式教學模式進行教學。

二、建議

(一) 學生確定主題前，教師應多引導蒐集資料，並鼓勵學生閱讀科學探索文獻。

(二) 教導各種資料查詢檢索方法，以協助解決問題。

(三) 事先說明合作學習的重要性，以及可能之衝突。

(四) 科學探索活動可延長為兩年時間，使時間更充裕。

(五) 教師不應介入學生的科學探索活動太多，讓學生主動學習科學探索並發揮創意。

參考文獻

- 王以德（1992）：**我國國中生邏輯思考與科學過程技能的研究**。國立彰化師範大學科學教育研究所碩士論文，未出版，彰化縣。
- 王美芬與熊召弟（1995）：**國民小學自然科教材教法**。台北：心理。
- 何小曼（2001）：**如何輔導兒童進行科學展覽活動**。八十九年度科學活動暨科展製作研習活動手冊，27-33。
- 李小林（2004）：**建構主義教學模式的分析**。2007年5月13日取自http://www.pep.com.cn/kcs/kyj/ztyj/jgzy/200403/t20040318_81327.htm
- 林寶山（1990）：**教學論-理論與方法**。台北：五南。
- 胡久華（2006）：**科學教學建構模式的理論與實踐研究**。2007年5月30日，取自http://chem.cersp.com/HXJX/JXFS/200612/2236_3.html
- 徐玲（2005）：**組織小組合作學習,促進學生自主學習**。**廣東技術師範學院學報**，2，2007年4月20日取自<http://scholar.ilib.cn/A-gdjssfxymb200502022.html>
- 翁玉華（1998）：**問題解決能力與科學過程技能之相關探討**。台灣師範大學地球科學研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 張俊彥和程上修（2000）：**在地球科學課融入創造性問題解決及合作學習策略之初探研究**。**科學教育學刊**，3（8），251-272。
- 張政義（2002）：**一位國小教師指導「光和像」科學展覽作品的研究**。國立台北師範學院數理教育研究所碩士論文，未出版，台北市。
- 教育部（1998）：**國民教育階段九年一貫課程綱要總綱**。台北市：教育部。
- 許翠華（2003）：**指導科學展覽活動的老師專業發展之行動研究**。教師專業與兒童適性發展～本土教育模式國際學術研討會，2007年4月21日，取自http://www.tmue.edu.tw/~cdi/materials/teaprodeve/200312_06.pdf
- 黃鴻博（1996）：**國民小學學校中的科學展覽活動**。**科學教育研究與發展季刊**，85（3），3-22。

- 劉宏文 (2001) : 高中學生進行開放式科學探究活動之個案研究。彰化師範大學科學教育研究所博士論文，未出版，彰化縣。
- 劉誠傑 (2005) : 論促進學生合作學習。中國成人教育，10，2007年4月20日，取自10http://scholar.ilib.cn/A-zgcrjy200510043.html
- 鄭美紅與蔡慶麟 (2005) : 初中科學探究活動的設計與推行模式。亞太科學教育論壇，六，第一冊，2007年6月1日，取自www.ied.edu.hk/apfslt/v6_issue1/chengtsoi/chengtsoi5.htm - 15k
- 盧秀琴 (2002) : 新制科學展覽的動向。國民教育，43(1)，74-79。
- 魏明通 (1997) : 科學教育。台北：五南。
- 蘇詠梅 (2006) : 小學科學探究學習的探討。亞太科學教育論壇，7，第一冊，2007年6月1日，取自http://www.ied.edu.hk/apfslt/v7_issue1/sowm/sowm3.htm#c
- American Association for the Advancement of Science. (1989). *Project 2061: Science for all Americans*. Washington, D.C.: AAAS, Press.
- Chiappetta, E.L., Koballa, Jr. T. R., & Collete, A. T.(1998). *Science instruction in the middle and secondary schools (4th ed.)*. Ohio: Merrill.
- Crawford, B. A. (2000). Embracing the essence of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science teaching*, 37(9), 916-937.
- Fensham, P. (1988). Familiar but different: some dilemmas and new direction on science education. In P.J. Fensham (Ed.), *Development and dilemmas in science education* (pp. 1-26). London: The Falmer Press.
- Friedler, Y. , & Tamir, P. (1990). Life in science laboratory classroom at secondary level. In E. Hegarty-Hazel (Ed.). *The student laboratory and science curriculum* (pp. 337-354). London: Rutledge.
- Hodgkin, R. A. (1985). *Playing and exploring: Education through the discovery of order*. London: Methuen.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 70, 33-40.
- Hodson, D. (1993). Re-thinking old ways: Toward a more critical approaches to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Hodson, D., & Hodson, J. (1998). From constructivism to social constructivism: a Vygotskian perspective on teaching and learning science. *School Science Review*, 79(289), 33-41.
- Lloyd, B.W. (1992). The 20th century general chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 69, 866-869.
- National Research Council. (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- Ritchie, S. M., & Rigano, D.L. (1996).

- Laboratory apprenticeship through a student research project. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(7), 799-815.
- Roth, W. M. (1995). *Authentic school science: Knowing and learning in open inquiry science laboratories*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.
- Roth, W. M., & McGinn, M. K. (1998). Knowing, researching, and reporting science education: Lesson from science and technology. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(2), 213-235.
- Roth, W. M., & Roychouhury, A. (1993). The development of science process skills in authentic contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 127-152.
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning-theory, research and practice*. Boston: Allynand Bacon.
- Staver, J. R.(1998). Constructivism: Sound Theory for Explicating the Practice of Science and Science Teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 501—520.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science Education*, 75, 9-21.
- Woolnough, B. E. (1994). Factors affecting students' choice of science and engineering. *International Journal of Science Education*, 16(6), 659-676.
- Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical work in science*. London: Cambridge University Press.

A Study on Science Inquiry for Gifted Students

Li-Yun Chang

National Changhua University of Education, Graduate Institute of Education

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the science inquiry activity for gifted students in junior high school. Over a one-year period, the researcher used interviews, observations, research diary reports, and qualitative analysis as methodology to describe a wide range of phenomena, which happened to scientific inquiry of gifted students. It was found that the problems students brought up were closely related to their daily life experiences. Problems which emerged in the period included the selection of the topic, the experimental material and the instrument, the operating process, the organization of research paper, the problem of insufficient time, and so on. Through inquiry, students learned to cooperate, discuss and solve the problems. The flaw of inquiry was some experimental errors, and what they learned most was that they could learn the whole process of scientific inquiry.

Key words: gifted students; science inquiry

