

探討奈米科技融入國小五年級自然 與生活科技領域教學之研究

蔡明容¹ 黃萬居²

¹台北市立東門國小 ²台北市立教育大學

(投稿日期: 95年8月9日; 修正日期: 95年11月20日; 接受日期: 95年11月26日)

摘要

本研究旨在探討奈米科技教學模組及相關實驗教材對學生科學過程技能、科學態度及批判思考能力之影響, 採用所羅門四組 (Solomon four-group design) 準實驗設計, 研究對象為台北市中正區 DM 國小五年級四個班級的學生, 以自編之奈米科技教學模組進行教學活動, 並對學童實施測「過程技能測驗」、「自然科學習態度問卷」及「自然科批判思考能力測驗」, 探討學生科學過程技能、科學態度及批判思考能力的表現。

研究結果發現:(一)接受「奈米科技教學模組」教學的實驗組學生, 在「自然科過程技能測驗」的得分顯著高於一般教學模式之控制組學生。(二)接受「奈米科技教學模組」教學的實驗組學生, 在「自然科學習態度問卷」的得分顯著高於一般教學模式之控制組學生。(三)接受「奈米科技教學模組」教學的實驗組學生, 在「自然科批判思考能力測驗」的得分顯著高於一般教學模式之控制組學生。

關鍵詞: 奈米科技、科學過程技能、科學態度、批判思考

壹、緒論

一、研究背景及重要性

現代科技日新月異，人類文明不斷向前邁進，新科技的發明使得人類的的生活面臨轉變。研究者於二〇〇二年九月參與教育部顧問室「奈米科技 K-12 人才培育計畫」，對於新興科技議題如何融入國小自然與生活科技領域課程產生莫大的興趣。各項報導及研究顯示奈米科技將改變人類各項生活方式（江晃榮，2001；尹邦耀，2002；馬遠榮，2002；李世光等，2003；洪蘭譯，2003；鄭天結、姚福燕，2004）。因此，科技新興議題如何與學校教學作有效的連結，是刻不容緩的議題。研究者認為將奈米科技此新興議題融入自然與生活科技領域對國小學童過程技能之學習應有正面之影響，故擬對奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域加以探討。

科技的發展不斷向前邁進，科技與生活的連結越來越密切。新興的科技議題如何與目前的教學活動相結合是一個非常重要的課題。因為它可能關係國家的競爭力及往前進步的動力（李世光等，2003）。因此，學生如何儘早在學校學習新的科學知識，以便讓新興科技知識往下紮根。研究者認為如何讓科技新知早日融入學校教學，減少科技學習的落差，將是未來自然與生活科技領域課程的一個非常重要的關鍵議題。

而現階段我國中小學科學教育主要目標即為培養學生的科學素養，而未來的高科技社會中，亦需提升全民科學素養，因此在九年一貫自然與生活科技領域之分段能力指標中，包括了多種科學素養分別是：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，在這八項科學素養中，過程技能是一直被重視的，從以前的 SAPA 課程到現在的九年一貫，在在都顯示出過程技能均為小學自然科課程欲培養學生的能力之一（教育部，1975;1993;2002）。

本研究除了探究在現行九年一貫課程教學活動中，新興奈米科技議題如何以主題的方式融入五年級自然與生活科技領域的教學活動。同時透過教學模組的開發、設計，發展一套可讓學童對新興奈米科技議題感興趣的教學模式，建議能在日後教學上使用，以使奈米科技知識能在教學上輕鬆達成。研究目的除了使學生喜歡學習新奇的科技知識，並希望增長學生的生活科技的知識，以藉此提昇學生的競爭力，並期望研究的成果在日後的實施能收事半功倍之效果。

二、研究目的

基於上述的研究背景與重要性，本研究是藉由開發奈米科技教學模組及相關實驗教

材，融入國小五年級自然與生活科技領域的教學。探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學，對國小五年級學童科學過程技能、科學態度、批判思考能力的影響，以增進研究者未來在國小「自然與生活科技」學習領域的教學，與新興科技議題融入國小「自然與生活科技」學習領域之成效。

貳、文獻探討

一、奈米科技

奈米科技(Nanotechnology)的定義尚無定論，一般來說，奈米科技中的奈米(nanometer)是指 10^{-9} 公尺，一個奈米的長度大約是十個氫原子排在一起的長度。奈米科技是指在奈米尺度(1 nm~ 100 nm)上研究物質(包括原子、分子的操縱)的特性和相互作用，以及利用這些特性的多學科交叉性的科學和技術(馬遠榮, 2002)。最先提出人類有可能在奈米層級做各種應用的，是一九六五年諾貝爾物理獎得主費曼，他也是知名的科普作家，在一九五九年提出「將大英百科全書全部寫在一個針尖上」；以現在的科學觀點來看，只要縮小四千萬倍就行了。對物理學家而言，奈米級物質太小，很難觀察、控制；但對化學家而言，奈米級物質卻太大，因為可以包含幾百個原子、分子，彼此間交互作用太複雜。一九七〇年代末期，隨著科技進步，科學家發現，奈米級大小、介於巨觀和微觀之間的「介觀」物理現象，值得進一步研究。一九八〇年代，電子掃描穿隧顯微鏡(Scanning tunneling microscopes, 簡稱 STM)、原子力顯微鏡(Atomic Force Microscopy, 簡稱 AFM)、近場光學顯微鏡(Near-field scanning optical microscopy, 簡稱 NSOM)的出現，提供科學家觀測、操控奈米尺寸原子、分子的「眼睛」和「手指」；八〇年代後期，已有大量科學家進入奈米相關基礎研究領域。首先由政府公開將奈米列為重點研究項目是日本，在一九九〇年代初期投入大筆經費，「奈米(Nano Meter)」一詞就是在此時由日本提出；美國則因經費、人力充足，各方向研究包括奈米領域，一直都很多，也維持相當領先地位(馬遠榮, 2002)。台灣在一九九七年，開始有設立國家型計畫構想，隔年國科會規畫奈米尖端計畫，2003年正式成為國家型計畫，吸引學術界大量投入；工研院也在2002年正式成立奈米科技研發中心，朝奈米科技應用層面全力發展(李世光等, 2003)。

奈米科技在各領域所面對的挑戰與機會：1.材料與製造：奈米技術改變我們未來製作材料與裝置的方法。挑戰包括：使用設計之材料合成、生物和生物活化材料的發展以及低成本之量產技術的發展，和確認導致奈米尺度材料功能失靈之起始原因。2.奈米電子及電腦技術：新巨磁阻現象的發現在未來十年內，奈米技術將完全取代舊有的電腦磁記錄

磁頭技術。3.醫藥與健康：生命系統係由奈米尺寸的分子行為所控制，而目前化學、物理、生物及電腦模擬等學門皆匯流在奈米尺度上的發展，此一跨領域跨學門的趨勢，可刺激奈米生物科技的發展。4.航空與太空探測：奈米結構材料可應用在設計及製造重量輕、強度高、熱穩定性高的之飛機、火箭、太空站及太空探測基地等，此外低重力、高真空之太空環境，可以幫助發展在地球上無法製造之奈米結構或系統。5.環境與能源：奈米科技在能源效率、儲存及生產上具有潛在巨大的衝擊。6.生物科技與農業：生命的基本元素，如蛋白質、核酸、脂、質醣等，皆因其在奈米尺度上之大小、型態的不同具有獨特的性質。生物合成與生物製程，提供新的方法製造新的化合物及藥物。7.國家安全（財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心，2004）。

二、科學過程技能

一九五七年，蘇俄第一顆人造衛星——史撥尼克號——的發射成功，震驚世界各國，使一向自居龍頭的美國朝野一片反省之聲，認為缺乏科學及科技人才，最主要原因是數學與科學教育亟待全面改革。美國國家科學基金會（National Science Foundation, 簡稱 NSF），因此提供研究基金，鼓勵科學家和科學教育家從事科學教育改革。包括：數理師資素養的計畫、編定新課程等（王美芬和熊召弟，1995）。一九六一年美國科學促進委員會（American Association for the Advancement of Science, AAAS）設計一套課程名為科學—過程探討研究（Science—A Process Approach, SAPA）。此套課程受行為主義心理學家蓋聶的影響，將科學過程技能區分成十三種，並將這些技能的性質加以組織，以方便學生學習（林永喜，1992）。這些過程技能被定義為一群可轉移的能力，適用於許多科學領域，並能反應科學家所從事的活動。SAPA 將科學過程技能分為基本的和統整的科學過程技能兩部份。幼稚園至小學三年級的科學課程應該培養八種基本的過程技能，包括：觀察（observing）、分類（classifying）、應用時間空間的關係（using space/time relations）、應用數字（using numbers）、傳達（communicating）、測量（measuring）、預測（predicting）、推論（inferring）。至於小學四到六年級則應該培養五種統整性過程技能，包括：形成假說（formulating hypotheses）、控制變因（controlling and identifying variables）、解釋資料（interpreting data）、下操作型定義（defining operationally）和實驗（experimenting），其中基本的過程技能是學習複雜和統整性過程技能的基礎（王美芬和熊召弟，1995）。

SAPA 過程技能的課程對我國科學課程發展有深確的影響：（1）1975 年自然科課程（板橋模式課程）標準：由各種探討活動之參與，養成主動探討之學習方法與習慣；習得觀測、分類、傳達、解釋資料、進而驗證等之科學過程技能，與蒐集、處理、應用資

科之方法，從而逐漸形成並建立具有統整性之重要科學概念；並培養細心、客觀、耐心、合作等之科學態度，以普遍提升全民之科學素養，增進適應現代生活之能力，(2) 1993年自然科課程（新課程）標準：國民小學自然教育目標，在於指導兒童接近自然，了解人與其周圍的環境和諧共存之重要，增進科學知能與科學情趣，熟練科學方法，以養成具有科學素養的國民，(3) 2003年自然與生活科技領域課程（九年一貫課程）課程綱要：其基本理念之學習科學，讓我們學會如何去進行探究活動：學會觀察、詢問、規劃、實驗、歸納、研判，也培養出批判、創造等各種能力（教育部，1975;1993;2002）。

所以時代在變，自然科的教育著重點也在變，但是不變的是歷次課程標準及綱要仍著重於科學過程技能或科學方法的運用及學習。

三、科技議題與九年一貫自然與生活領域

二十一世紀將是以「知識經濟」為主軸的資訊化社會，是一個藉由知識的累積、傳播、與運用為國家創造財富，而形成一更瞭解大自然並有效率應用大自然資源的社會。今日網際網路的蓬勃發展，生物技術與奈米科技的開發，預期將全面改變本世代的許多在科技、經濟與社會的發展，進入所謂的「第四次工業革命」期。因此，在此世紀之交，面對新興科技洶湧而來的動態衝擊，所有國家的政府及人民，無不戰戰兢兢，小心應付，深怕在疏忽及誤判下，喪失發展的契機(吳茂昆，2002)。

科技的發展大幅改善了人類生存的環境，增進人類生活的福祉，使人們的生活更加舒適、便利、有效率，同時科技也擴大了人類改變自然世界的的能力。然而，當我們運用科技造福人類之時，由於人類使用的偏差，也衍生了許多有害的後果，包括核能廢料、環境污染、生物多樣性的消失等，人們才開始逐漸意識到科技對於社會的影響經常包含許多不同的層面，察覺科技發展的結果，往往會帶來許多超乎預期的社會問題，因而引發許多兩難的爭議性議題（林樹聲，2001）。科技議題之所以會引發社會爭議，主要的原因是來自於人們彼此間的價值衝突（Solomon, 1990）。當科技議題衝擊社會並且引發討論時，不同的團體常會基於自身的價值立場而提出不同的論點，這些價值立場可能來自「科技、政治、商業利益、意識形態、以及環境保護」等各層面。不同層面的價值立場經常是對立的、相衝突的，在各層面彼此間無法取得共識的情況下，此時科技議題就會引發社會爭議。正如 Kowal（1980）所認為，科技爭議是起因於人為因素，而非科學事實本身。許多學者建議將爭議性科技議題融入教學（Pedretti, 1999），美國科學教師學會（National Science Teacher Association, 1982）更發表聲明，明確建議小學、國中、高中的科學課程最少要有百分之五%、十五%、二十%是與科技引起的社會議題相關。美國

社會研究會（National Council for the Social Studies，1983）也提出指導方針，建議學校科學課程必須納入引起社會爭議的科技議題。

四、科學學習態度

學習態度是指個體在和各項與科學的人、事、物、想法的接觸或交互作用過程中，所形成的對這些和科學有關的態度對象之感覺、意見、信念等，是種普遍且持久性的感覺，會影響其對科學的看法與行為，例如「對科學這門學科的態度」、「對科學家的態度」、「對自然科的態度」..等，皆包括了與科學有關的「態度對象」在內，如：科學、科學家、自然科..等。其次，有些學者認為學習態度是決定學生思想和行為的動力，學生對學校、教師及課程的態度，會影響其在學校的行為表現及人格適應。教育心理學者阿納斯塔西 Anastasi 即認為：「個人態度的強弱及方向，代表其人格的一個重要部分，它會影響到個人的教育適應狀況及其他階段的生活。」亦即學生假若對學校不懷好感，其於學校中便很難有良好的表現；如果他對教師態度十分尊敬，定能向教師好好學習；如果對課程有興趣，表現必定較好。因此學習態度會影響學生在學校的行為表現，對於教學有直接的影響力量。此外，學生的學習態度受到外在影響後，會不斷的調整與改變。學生對於學習環境的態度，由於受到許多因素諸如個人的人格特質、家庭及大眾傳播工具的影響，以及後來在社會環境中經驗的擴大與交互的影響，導致學生可能調整其原有的態度。亦即，學生受到外在複雜因素影響之下，學習態度可能因此受到影響，而教學對學生而言也是外在的因素之一，因此同樣會影響學生的學習態度。由此可知，教學與學習態度間，具有相當程度的影響關係。

綜上所述，學生的學習態度與教學間彼此有影響的力量，而且學習態度具有診斷與輔導的作用。我們為了改進整個教學與學習的品質，需要了解學生們對教學的意見，也就是需要了解學生的學習態度，這是相當重要的。

五、批判思考能力

洪久賢（1993）認為批判思考的「認知層面」也就是指邏輯推理、科學方法及做判斷所需的規準等方面的知識，而且批判思考需要有學科知識為基礎，在真實世界裡有機會應用知識則效果更為彰顯。一個人要能批判地思考必須先具備知識；批判思考不可能在真空（vacuum）狀態下發生，必須應用學科知識與經驗常識方可進行（Norris，1985；陳麗華，1989）。國內外學者若視批判思考為技能，普遍認為批判思考是一種技術（skills）或能力（abilities），意指人類實際的認知能力，包含集中注意力、分析、判斷等（蘇明勇，

2004)。而張玉成（1993）則將批判思考的技能簡化為把握重點、條理貫達、謹嚴態度、探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學之研究

45

事證舉例、正確推理、掌握變項與價值判斷等七項行為特質，可作為理解批判思考能力之參考。

研究者以蘇明勇（2004）所整理出以下幾點較為重要之要點，其要項內容包括：釐清問題、判斷訊息可信度、確認假設、演繹歸納、及評鑑等五項。這五項重要的指標也是本研究之「科學批判思考能力測驗」編製的依據。

批判思考是一種高層次的思考活動，也是人類心靈運作的重要過程，其目的在於運用邏輯推裡的科學方法，對於訊息做出澄清、評估與判斷，最後做出決定或解決問題，使得人類生活更加合理與和諧。研究者在教學過程中期望學童在課堂上，與他人進行討論時，能理性且虛心地運用所知，對訊息加以掌握、評估、判斷、取捨、推論。運用此特質來探索新興的科技議題並能解決可能面臨的問題。

六、相關研究

（一）科技議題融入九年一貫自然與生活領域課程的相關研究

研究者搜尋國內相關科技議題研究，發現有以下幾筆論文，與研究者的內容相近，分別敘述如下：

1.台灣中部地區國小在職教師對爭議性科技議題融入自然與生活科技學習領域

之教學（謝明學，2002）。根據研究之調查，提出以下結論：（1）多數教師對「科技的定義」仍相當混淆，但對「爭議性科技議題的特性」持有普遍的認知。

（2）教學實務上：多數教師願意將爭議性科技議題融入自然與生活科技學習領域，並進行教學；教師會以「學生生活週遭的問題」作為選擇爭議性科技議題的主要考量條件；教學目標方面，多數教師分別會以「瞭解爭議性科技議題無法單靠科學解決」、「培養問題解決的能力」、「關心科技對社會的影響」作為認知、技能、情意三部分的主要教學目標；多數教師會以「討論法」作為爭議性科技議題的主要教學策略；多數教師會以「學習單」作為爭議性科技議題的主要評量策略。（3）多數教師無法掌控自身在爭議性科技議題教學中所應保持的立場。（4）多數教師贊成鼓勵學生將課堂討論結果「以實際行動影響週遭的人」。（5）多數教師認為教導科技爭議不應只是教授單純的理論知識，而必須

涉及其他領域。(6)多數教師認為現今的師資培育課程對於協助教師進行爭議性科技議題的教學並不足夠。

2.用修正式學習環於國小高年級爭議性科技議題之教學研究(陳雅芳,2002)。

主要研究發展一套以「學習環」為基礎,適用於討論爭議性科技議題的教學模
科學教育研究與發展季刊第四十五期

式,並探討此模式影響國小六年級學生對「基因改造食品議題」的認知情況。
主要研究結果與建議如下表:

表 2-4 應用修正式學習環於國小高年級爭議性科技議題之教學研究

研究結果	建議
1.兩組學生在「基因改造食品議題開放性問卷」後測的答案個數均優於前測,達統計上的顯著差異($p < .05$)。 2.兩組學生在「基因改造食品議題開放性問卷」後測整體表現並無顯著差異,但實驗組在「瞭解議題內容、師生與同儕互動、上課發表情形」有較佳的表現。 3.對教材和教法的意見上,師生均抱持著正面觀感。	1.教學方面 (1)教師可採用修正後的學習環教導爭議性科技議題的教學。 (2)師生平常應有小組討論活動的練習 (3)融入自然與生活科技領域中教學 2.教材方面 教材的選取宜與生活相關,且設計教材時可按修正後的學習環階段進行設計。 3.研究設計方面 (1)研究工具--議題的認知可採不同型式評測。 (2)以類似的主題設計一系列單元並增加實施次數。

- 3.STS 教學模組對國小六年級學生學習成效之探究--以垃圾處理爭議為例(甘記豪,2003)。研究旨在設計一國小六年級「垃圾處理」的教學模組,以提升國小六年級學生面對「垃圾處理」之認知。資料分析後獲致下列結果:(1)學生經教學模組的教學後對「垃圾分類」之內容與「垃圾處理」之種類及優缺點的認知有增加。(2)教學結束一個月後,大部分學生對於垃圾處理的種類及各方法的優缺點之認知不及後測所填寫內容完整,但少數學生對焚化處理優點的想法卻有增加。(3)老師和學生對於垃圾處理教學模組皆抱持正面觀感,老師認為教學模組可以激發學生的學習動機與興趣,學生也認為這個議題很有趣。4.一位國小資深自然科教師教導爭議性科技議題之專業改變--以「基因改造食品」為例(林韻芳,2003)。主要研究在探討一位國小資深自然科教師在教導「基因改造食品」單元過程中其專業知能的改變。採個案研究法進行,對象為一位教學長達三十一年之自然科教師,與其任教學校之四個六年級班級。研究結果如下:(1)個案教師的學科知識隨著教學經驗的累積與學習而有所延伸、擴展。(2)個案教師在講述的時間、給予學生小組討論的時間、辯論方式、提問問

題的類型、安排學生資料蒐集的時機、教學媒體的使用等在兩階段教學中皆有所改變。(3) 個案教師對於學生學習興趣與學習困難的理解隨著四個班級的教學進行而逐漸增加。(4) 促進個案教師改變的因素包括「教師的自覺與反思、學生上課時的反應與表現、實際的教學經驗、研究者的回饋」等。

(二)有關科學過程技能的相關研究

依據劉香(2003)整理國內七〇年以後,有關科學過程技能的研究結果,雖然有許多的研究都證明科學過程技能對學生的科學學習是有幫助的,但是我國學生在科學過程技能的表現似乎並未如預期的好。

影響學生過程技能表現的因素相當多,茲將國內外的相關研究整理如下:何

寶珠(1990)指出實驗國一學生科學過程技能學習活動的效果,結果實驗組高於控制組,顯示科學過程技能教學活動能提高學生科學過程技能。鍾聖校(1984)

研究台北地區六年級183名學生,接受科學過程技能課程設計教學的學生,其科學過程技能的基本能力、統整能力、操作能力顯著高於接受傳統教學的學生。陳瓊森(1984)以國內南部五縣市國一到國三學生計1470名為對象,指出認知發展和科學過程技能有關,而年級因素與科學過程技能也有顯著相關。許榮富

(1986)指出男生在科學過程技能的表現優於女生。陳麗煒(1989)抽樣全國

1443名國二學生,研究結果亦為認知發展與科學過程技能有關。陳麗煒(1989)、

何寶珠(1990)、鄭碧雲(1991)研究顯示:男女性別和科學過程技能的成就沒

有差異。洪信德(2001)以彰化縣內五年級186人以及六年級183人為樣本,研

究結果五年級學生44.65%缺乏變因概念,六年級學生為26.94%;五年級學生

26.45%能從問題中指出操縱變因或應變變因,但未能說明兩者因果關係或設計

適當的實驗方式進行實驗驗證,六年級學生為29.43%;五年級學生28.9%能從

問題中明確指出操縱變因與應變變因,並且能說明兩者之間的因果關係或設計適

當的實驗方式進行實驗驗證，六年級學生為43.63%。李文德（2001）指出在教學過程中，發現學童要達到過程技能中的觀察、比較與分類、傳達的能力較為容易；但要中年級學童對於資料或情境進行組織與關連的能力時，仍舊有困難；而歸納與推斷的能力，在中年級的教學過程中，發現部分學童已經能藉由觀察後猜測與歸納，並傳達出來，不過多半是由老師來領導，學童仍在學習。劉銀姬（2002）

研究以國中二年級學生為研究對象，研究結果發現：實驗室教學對個案學生學習基礎科學過程技能有顯著之成效結果。藉由學生對實驗的認同，設計各種不同的

48

教學活動，使學習者能藉由實驗達到培養科學過程技能的目的。李彥斌（2002）指出經科學過程技能訓練（實驗組）後，國小學童在科學創造潛力方面，開放性、獨創性、精密性、流暢性與標題，實驗組前測時低於對照組，後測時，實驗組平均分數明顯高於對照組；但是精密性方面，對照組平均分數也有明顯的進步，因此不能確定受到科學過程技能之促進。另外變通性方面，實驗組的進步分數未達到顯著的差異。

(三)有關科學學習態度的相關研究

王貴春（2000）整理歷來學者研究學生學習態度的內涵，認為因研究主題不同而學者對學習態度有不同的界定。有的採較狹義的說法，將學習態度界定為學生對課程價值、教師、學習環境，以及學習課業的動機、技巧、方法、過程等所抱持的態度而言。

紀文祥（1965）認為學習態度是指學習活動上的態度而言，即個體在學習過程，對課業、教師或教材及考試所產生的依種心理反應傾向。並認為學習態度的研究內涵應包括讀書、作筆記、寫作業、撰寫作文及報告、準備及參加考試、其他學習活動及與教師間的關係。Brown & Holtzman（1968）在一項對高中學生學習習慣及學習態度的調查，認為學習態度問卷的內涵應包括對教師的態度、對教育活動的態度。Entwistle & Cowell 等（1971）認為學習態度調查問卷的研究內涵應包括動機、學習方法、考試技巧、學習注意力。黃萬益（1975）認為與個體一致或為個體所喜愛的學習活動，個體必將全力以赴，積極進行；反之則注意力分散，學習不認真，且有逃避學習的傾向。賴保禎（1980）發展出一份適用於國中

學生及高中學生的標準化學習態度測驗問卷，認為學習態度的研究內涵應包括學習方法、學習計畫、學習習慣、學習環境、學習過程、準備考試、考試技巧、學習慾望。張新仁（1982）將學習態度界定為學習者對學習活動或學習環境所持正向的或反向的評價或感情，及積極學習或消極應付的行為傾向。其認為學習態度的內涵包括：對學校課程的態度、對學校學習環境的態度、主動學習等。陳秀慧（1984）認為調查高中學生英文學習態度內涵應包括對課程的態度、對教師的態度、自動學習、課業學習等。秦夢群（1992）則認為學習態度可分為對課業學習的態度與對學習環境的態度，前者為學生對所學的動機與興趣，後者為周圍環境的變數（如老師執教態度、同學之間的人際關係等）造成學生主觀的看法。曹玉玲（1993）將學習界定為學習者對學習活動或學習環境所持正向的或負向的評

探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學之研究

49

價或感情，包括：對讀書的態度、對課程的態度、對同學的態度、對教師的態度及對學校學習環境的態度。姚如芬（1993）認為學習態度的研究內涵應包括學習方法、學習計畫、學習習慣、學習慾望、學習過程、準備考試等。鄭增財（1995）在其對國中技藝教育班學生學習態度調查中認為學生態度研究內涵應包括對接受技藝教育的態度、對接受技藝課程的態度、對技藝教師的態度、對技藝教育學習環境的態度、對繼續就讀延教班的態度等。

(四)有關批判思考能力的相關研究

依據蘇明勇（2004）整理國內外相關批判性思考教學之研究說明如下：

1. 國外相關研究Anderson(1989)大學生批判性思考調查研究；Brown(1991)探討青少年認知型態、批判性思考與道德推理間之相關研究；Stewart(1992)批判性思考之相關研究；McGovern (1995)批判性思考相關研究；Hill(1996)批判性思考與道德發展之相關研究；批判性思考融入各科教學、發展各種相關能力與氣質量表——美國索馬諾州立大學批判性思考和教育改革中心(Paul,2000)；批判性思考的邏輯基

礎研究— Ennis (1985) 一個評測批判性思考的邏輯基礎；「批判性思考教學和教育改革國際學術研討會」。2.國內相關研究：由「中華民國期刊論文檢索影像系統」搜尋結果，發現以「批判思考」為題的論文共有五十四筆，近三年內（90至92年）有二十一筆，佔了38.9%，可以發現明顯增加之趨勢。若由內容來看，國內批判思考研究包含如下：批判性思考理念探討—例如：江芳盛(1990)— 高雄市國民小學教師批判性思考教學行為之研究；張玉成(1992)— 國小國語文科實施批判性思考教學之實驗研究。評量量表之研發—例如：毛連塹、劉燦樑、陳麗華(1991)—批判性思考之相關研究；吳靜吉、葉玉珠(1992)— 康乃爾批判思考測驗甲式；溫明麗(1997)—批判思考測驗量表。批判思考融入不同學科教學之研究—例如：葉玉珠(1991)—我國中小學生批判思考及其相關因素之研究；陳麗華(1991)；洪九賢、蔡長艷(1995)— 批判性思考教學在家政教育之研究；葉玉珠(1996)— 電腦模擬應用於批判性思考教學之訓練成效；宋慧娟(1995)— 家政教育學生批判性思考教學之實驗研究。

參、研究方

本研究採用量的研究方法，並輔以質的資料。以下分別就研究設計、研究對象、研究工具、資料蒐集與分析加以說明：

一、研究設計

本研究採用準實驗研究設計，分為實驗組二班與控制組二班。實驗組接受「奈米科技教學模組」的實驗處理；控制組則接受依照課本及教學指引的教學方式，並在實驗處理前、後對學童施測「科學過程技能測驗」、「自然科學學習態度問卷」及「自然科批判思考能力測驗」，最後再比較兩組的情形。實驗設計如下：

表 3-1 實驗設計

組別	人數	前測	實驗處理	後測
實驗組 E1	34	T1	X	T2
實驗組 E2	34		X	T2
控制組 C1	34	T1		T2
控制組 C2	32			T2

X：表接受「奈米科技教學模組」之實驗處理。

T1：表示實驗前所實施的前測，即本研究中的「科學過程技能測驗」、「自然科學學習態度問卷」及「自然科批判思考能力測驗」。

T2：表示實驗後所實施的後測，即本研究中的「科學過程技能測驗」、「自然科學學習態度問卷」及「自然科批判思考能力測驗」。

二、研究對象

本研究以台北市中正區某國小五年級四班的學生為研究對象，這四個班級由同一位自然科教師擔任自然科教學。而此四個班，是由研究者任教的班級中選取而來，四個班級在自然科學的學期平均成績、S.P.M 成績、上課秩序及學生特質等皆較為一致，是同質性較高的四個班級。四個班級分為實驗組與控制組兩組，實驗組施以奈米科技教學模組，控制組則依照課本及教學指引進行教學，四組學生於實驗過程進行時，皆未告知正在進行實驗教學，以避免霍桑效應之產生。

三、研究工具

(一)科學過程技能測驗

本研究採用張淑慧（2002）所編製的統整科學過程技能測驗，內容包括五種統整科學過程技能，分別是：1.形成假說：提出實驗所預期的成果。2.控制變因：能找出影響實驗結果的變因，控制到只操弄一個變因，而其他均保持不變的地步，它包含操縱變因、保持不變的變因和應變變因。3.解釋資料：組織資料並提出結論。其原意是觀察所給予合理解釋的過程，目的在進一步產生推理、預測

探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學之研究

及假設。4.下操作型定義：透過可操作的方法或結果等可觀察的特性，替抽象的

事、物下的具體的定義。5.實驗：包括所有基本過程與統整過程的綜合能力。問

卷之重測信度係數為0.766，達0.05 顯著水準。內部一致性信度分析，量表之

Cronbach α 為0.713，具有良好的內部一致性信度。效度方面採用內容效度及專家效度檢視。

(二)自然科學習態度問卷

本研究採用王貴春（2000）所編製的自然科學習態度問卷。內容包括四個層面，第一層面是對自然科課程的態度；第二層面是對自然科教師的態度；第三層面是自然科學習動機；第四層面是自然科學習策略。問卷的重測信度係數為0.983，達0.01 顯著水準。內部一致性信度分析，自然科學習態度總量表之

Cronbach α 為0.9614，折半信度為0.9504，而各分測驗之Cronbach α 係數在0.8156至0.9145 之間，折半信度在0.7888 至0.9294 之間，可謂具有良好的內部一致性信度。效度方面，採用內容效度（content validity）檢視。

(三)國小自然科批判思考能力測驗

本研究採用蘇明勇（2004）所編製的國小自然科批判思考能力測驗，第一測驗向度是釐清問題；第二測驗向度是判斷可信度；第三測驗向度是確認假設；第四測驗向度是演繹歸納；第五測驗向度是綜合評鑑。題目的難度指數（item difficulty index）為0.51*；鑑別度（item discrimination index）為0.39*。依據郭生玉（1998）試題分析之標準，試題等級屬於優良。

四、資料蒐集與分析

本研究的資料蒐集主要為量化的問卷和測驗資料，佐以錄影教學過程等質的資料。

以SPSS/WIN 10.0 中文版的套裝統計軟體，進行統計分析考驗。為了要確定「奈米科技教學模組」的效果、「前測經驗」和「測驗與實驗處理的交互作用」三種效果，研究者將各項測驗的資料採用2（測試別） \times 2（奈米科技教學模組與一般教學）的二因子變異數分析，以0.05 為顯著水準。

針對學生在訪談之輔助資料，與教學錄影，及學校資深自然科老師的教學觀察紀錄、研究者的教學反思紀錄，作為質的資料分析的參考。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

52

肆、研究結果與討論

一、奈米科技融入國小五年級自然與生活科

科技領域教學對國小五年

級學童科學過程技能的影響

本研究在實驗處理前後，分別進行相同內容的科學過程技能能力測驗，實驗組E1、

控制組C1 實施前測；實驗組E1、實驗組E2 實施奈米科技教學作為實驗處理，四組皆實

施後測，最後再比較四組的情形。其內容包括「形成假說」、「控制變因」、「解釋資料」、「下操作型定義」及「實驗」等五個分量表，四組學生在此測驗前後測各分量表之平均

數與標準差如表 4-1 所示：

表 4-1 四組學生在「科學過程技能測驗」分量表前後測之平均數與標準差

分量表	前測				後測							
	實驗組 E1 (34 人)		控制組 C1 (34 人)		實驗組 E1 (34 人)		實驗組 E2 (34 人)		控制組 C1 (34 人)		控制組 C2 (32 人)	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
第一分量表	2.03	1.19	2.21	0.96	2.19	10.9	1.61	0.92	1.58	1.20	1.69	0.81
第二分量表	2.56	1.46	1.73	1.35	2.47	1.70	2.58	1.39	1.71	1.35	2.00	1.73
第三分量表	2.26	0.99	2.27	1.04	2.19	0.97	2.55	1.18	2.00	1.10	2.10	0.82
第四分量表	1.88	1.09	1.67	0.89	2.16	1.17	1.87	1.34	1.81	1.08	1.62	0.90
第五分量表	1.09	0.75	1.03	0.77	1.22	0.71	1.13	0.76	1.00	0.82	0.72	0.75
總量表	9.91	2.63	8.08	2.20	10.2	3.46	9.74	3.52	8.10	3.76	8.14	2.13

由表 4-1 可以看出實驗組學生在「科學過程技能測驗」後測得分確實高於前測分數，實驗組學生在「科學過程技能測驗」後測得分也高於控制組學生。

經二因子變異數分析 (two-way ANOVA) 考驗的統計結果：實驗組學生在「科學過程技能測驗」之「總測驗」、「分測驗一：形成假說」、「分測驗二：控制變因」、「分測驗三：解釋資料」及「分測驗四：下操作型定義」、「分測驗五：實驗」之得分顯著高於控制組學生。顯示實驗組學生經過奈米科技教學，在科學過程技能測驗上之表現高於控制組學生。綜合統計結果如表 4-2 所示：

表 4-2：科學過程技能測驗二 因子變異數分析結果

測驗項目	測驗內容	統計結果
分測驗一	形成假說	F=14.232***
分測驗二	控制變因	F=39.734***
分測驗三	解釋資料	F=17.745***
分測驗四	下操作型定義	F=10.667*
分測驗五	實驗	F=22.920***
總測驗		F=76.050***

*p<.05 ; ***p<.001

科學教育研究與發展季刊第四十五期

表 4-3 為實驗組 E1、實驗組 E2、控制組 C1 與控制組 C2 四組學生在「自然科學學習態度問卷」分量表前後測之平均數與標準差。由表 4-3 可以看出實驗組學生在「自然科學學習態度問卷」後測得分低於前測分數，實驗組學生在「自然科學學習態度問卷」後測得分也低於控制組學生。

經二因子變異數分析 (two-way ANOVA) 考驗的統計結果：實驗組學生在「自然科學學習態度問卷」之「總測驗」、「分測驗一：對自然科課程的態度」之得分顯著高於控制組學生，但在「分測驗二：對自然科教師的態度」、「分測驗三：自然科學學習動機」及「分測驗四：自然科學學習策略」測驗之得分則無顯著差異。亦即顯示實驗組學生經過奈米科技教學，在自然科學學習態度問卷之表現與控制組學生有顯著差異。綜合統計結果如表 4-4 所示：

表 4-4：自然科學學習態度問卷二 因子變異數分析結果

測驗項目	測驗內容	統計結果
分測驗一	對自然科課程的態度	F=8.397* ; p=.005
分測驗二	對自然科教師的態度	F=3.815 ; p=.053
分測驗三	自然科學學習動機	F=2.606 ; p=.109
分測驗四	自然科學學習策略	F=.658 ; p=.419
總測驗		F=5.655*

*p<.05 ; ***p<.001

研究者於研究進行期間，進行教室觀察，並訪談學生對自然課的看法。發現實驗組學生喜歡上自然課的佔大部分，但是影響學生是否喜歡自然科教學的原因，除了教材的內容，亦包括教師的教學態度、教學方法、師生間的互動方式，以及外在的因素。茲就學生晤談之反應歸納如下 (S 代表學生，第一個數字 1 代表實驗組，2 代表控制組；第二個數字 1 代表男生 2 代表女生；第三和第四的數字則為學生的座號)：

(一)對教材的反應

- 老師所準備的題材與生活上的議題相結合，很特別，我每一節都充滿新鮮感。(S1104)
- 這些實驗的材料很簡單，可以輕易取得，我很喜歡這個教學議題。(S1226)
- 老師讓我們自己設計實驗的操作流程，我很認真思考，如何比較不同材料的實

驗結果好有成就感。(S1109)

- 老師將目前流行的議題跟課本結合，我很喜歡這樣上課的內容。(S1233)
- 我很喜歡奈米科技帶來的新奇變化，因為老師教同學的內容，可以讓我增廣見聞，回家又可以跟家人介紹，爸媽說我們學的內容很新穎。(S1231)
- 上自然課時，老師經常出問題要我們回答，而且要我們討論課程的內容，我覺得很無聊。(S2108)

(二)對老師教學態度的反應

- 老師上課時很認真，我覺得他是一個好老師。(S2230)
- 老師常常想很多問題，讓我們一邊思考一邊學到東西，所以我現在很
- 喜歡上自然課。(S1119)
- 老師上課有時候很好玩、幽默，會說笑話給大家聽，讓大家哈哈笑。(S2102)
- 老師用心，經常關心功課差的同學，鼓勵他們回答問題。(S1227)

由上述訪談歸納可以發現，實驗組學生對於老師所進行的奈米科技教學主題感到喜愛，樂在其中。亦即經過奈米科技教學後，對於學生在自然課的學習有所影響。因此，由此訊息可以推知，以奈米科技教學對學生的自然科學習態度是有提昇。

綜合上述質量資料分析的結果得知，奈米科技學確實可能提升學生的自然科學習態度。然而在實驗組的「分測驗二：對自然科教師的態度」、「分測驗三：自然科學習動機」及「分測驗四：自然科學習策略」部分，未達到顯著的差異，針對這些部分的結果，研究者再加以分析討論：

(一)實驗組學生接受奈米科技教學後，對自然科教師的態度不顯著，研究者認為其可能原因是：研究者自編之奈米科技教學活動，是就學校原有教科書之課程內容加以融入，因此學生學習之課程內容雖有改變，但因教師教學風格是仍以提問、討論的方式進行，與原先教學活動並無明顯不同。因此，對學生的學習情境並無改變，所以致使學生對自然科教師的態度的得分因而未達到顯著的差異。

(二)實驗組學生接受奈米科技教學後，自然科學習動機不顯著，研究者認為其可能原因是：自編之奈米科技教學活動，課程內容雖有明顯不同，可能因為教學者自然科學經驗僅有二年，雖以多元的活動方式進行教學活動，但對學生學習的引

導、協助可能需要再加強。且在進行實驗教學期間，學校臨時舉辦另一個相似的教學實驗活動，本實驗組每班學生各有二組學生，共24 人參與該活動。該教學實驗活動，除了由資深的自然科教師進行教學，並且提供優厚的獎品及行政支持。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

56

援。由於該活動的舉辦過於突然，非研究者可以預期，因而造成自然科學習動機得分無法達到顯著差異。

(三)實驗組學生接受奈米科技教學後，自然科學習策略不顯著，研究者認為其可能原因是：學生學習策略的迷思普遍還是將學習的內容背下來，以求考試得到好成績。雖然教學的內容、題材不同，學生學習策略的迷思習慣使得實驗中結果未達顯著的差異。因此，進行教學研究時，研究者在教材的編寫過程中應儘量運用多元評量的方式，引導學生練習多元的學習策略。讓學生面對不同的教學內容，調整適合的學習策略。

—

於控制組學生。欲了解四組學生在「批判思考能力測驗」內容中五個分量表「釐清問題」、「判斷可信度」、「確認假設」、「演繹歸納」與「綜合評估」等五個分量表之後測平均數有無顯著差異。

經二因子變異數分析 (two-way ANOVA) 考驗的統計結果：實驗組學生在「批判思考能力測驗」之「總測驗」、「分測驗一：釐清問題」、「分測驗三：確認假設」及「分測驗四：演繹歸納」之得分顯著高於控制組學生，亦即由上述結果中發現，顯示實驗組學生經過奈米科技教學，在批判思考能力測驗上之表現顯著高於控制組學生。此外，實驗組學生與控制組學生在「分測驗二：判斷訊息可信度」與「分測驗五：綜合評估」兩項分測驗之得分則無顯著差異。綜合統計結果如表 4-6 所示：

表 4-6 批判思考能力測驗二 因子變異數分析結果

測驗項目	測驗內容	統計結果
分測驗一	釐清問題	F=5.860*
分測驗二	判斷訊息可信度	F=3.321；p=.071
分測驗三	確認假設	F=30.277***
分測驗四	演繹歸納	F=8.573*
分測驗五	綜合評估	F=.535；p=.466
總測驗		F=30.959***

*p<.05 ; ***p<.001

四、研究者的反省與心得

本研究中，研究者即教學者，因此所扮演的角色主要在使研究正確進行，將教學活動設計的內容重點完整呈現，避免不必要干預或教學者偏離原來教學目標。因而在實驗教學期間，請學校資深自然科教師進行教室觀察與數位攝影機進行教學錄影，並且與學校資深自然科教師與學生進行訪談，以期實驗教學順利進行。以下針對研究者之反思與心得歸納重點陳述於下：

(一)教學設計方面

1.設計架構

整個實驗教學期間，研究者著重於奈米科技教學活動設計是否可順利進行、是否可提升五年級學童科學過程技能的能力、對自然科學習的態度及批判思考的能力。研究發現「以熱門的科技議題」的奈米科技教學活動架構，

可以使教學者流暢的進行教學流程，並且可以提升五年級學童科學過程技能的能力、對自然科學習的態度及批判思考的能力，因此證明依此教學架構設計之教學活動確實可行。

2.教學時間

新興的科技議題必須掌握適當的教學時機，藉由大家熱門討論的議題，讓學生參與投入，但由於必須配合學校的教學進度，使得時間非常緊湊。因此有些活動內容必須減縮，雖然教學過程中學生樂在學習，但老師和學生都有時間緊迫的壓力。研究者認為設計教學活動時，教學時間宜適當分配，有

充分的時間進行活動，不可設計太多活動，以免時間不足。

3.實驗設計與器材準備

新興的科技議題要落實於日常生活中，讓學生樂於學習，實驗設計最好由舊經驗出發，結合當時的科技議題，由學生設計操作，運用簡易、有趣的器材，讓艱深的科技知識簡單的呈現。因此，研究者於實驗教學進行期間，不斷與校內奈米科技種子教師構思、討論如何設計合適的實驗，並選擇日常生活中可取得的材料，例如以荷葉、羽毛講解奈米結構的特性。所以，研究者認為實驗的設計，必須注意以下幾項：以身邊易取得的材料，器材簡單易準備；操作簡易，易做易懂；實驗結果，容易吸引學生；耐用或可重複使用，容易搬動、調整。

(二)學生的反應

學生在實驗期間對於課程的題材非常有興趣，期待每一次上課的到來，且經常出現學生下課仍捨不得離開教室，爭著與老師討論奈米科技的話題，而且還利用課餘時間收集奈米科技相關的訊息。學生認為可以在課堂上學習熱門的科技議題，讓他們得到成就感，並且從學習中得到更多的科學知識、原理及能力。因此，實驗組的學生很高興有機會參與活動，而教學者任課的其他班級表示希望老師能利用其他的時間介紹奈米科技的相關課程。由上述研究發現，奈米科技議題的教學有助於提升學生科學過程技能及批判思考的能力。

(三)遭遇的困難

1.時間的規劃

此次實驗教學採融入原有學校自然科課程，教學內容必須兼顧課本的時間安排。而關於科學技能及批判思考能力的學習可以藉由教學活動設計讓學探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學之研究

59

生練習，只是關於學習態度的部分，雖然可以運用不同教學方式來提昇，只是實驗教學的時間只有三週12節，要在短時間內期待學生在學習態度有明顯的轉變，研究者認為難度頗高。

2.課程的壓力

九年一貫課程實施，老師有更多自編教材的自主性，但全年級既定的課程內容，研究者仍須兼顧。因為實驗教學的內容並非全年級月考的範圍，不管學校、教師、家長甚至學生，皆認為課本的內容才是必須要全部教完的，

而奈米科技議題的教學內容月考又不會考。因此，要在既定的課程融入奈米科技議題，課程的時間掌握必須規劃完善，以避免無法將全部的課本內容教完。

3. 突發狀況的處理

教學實驗進行期間，學校突然接受委託進行另一個教學實驗計劃，實施的對象與研究者的實驗對象產生重疊，造成學生學習上的壓力。因為，實驗組有三分之一的學生同時參與額外的研究，增加學生在資料的收集與學習的負擔。因此，研究者認為在進行教學實驗之前，應予學校行政人員事先溝通、協調的工作，降低突發狀況對教學實驗的影響。

回顧整個教學活動，研究者從教學實驗的活動設計、準備過程中，體認奈米科技議題所帶來的震撼，如何將艱深的奈米資料閱讀、理解並融入教學中，對於研究者是一大挑戰。經過不斷的與校內資深自然科教師及指導教授討論、修正，才完成整個教學活動設計，期盼藉此嘗試融入科技議題的教學內容，來提升學生的學習興趣，提升五年級學童科學過程技能的能力、對自然科學的態度及批判思考的能力。。

伍、結論與建議

一、結論

根據以上研究結果，本研究的主要發現歸納如下：

(一) 奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學對國小五年級學童科學過程技能的能力具有正向的影響。

綜合本研究之量化分析結果，發現奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學對國小五年級學童科學過程技能的能力具有正向的影響，顯示奈米科技教學模組設計，有效引導學生在科學過程技能的學習。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

60

(二) 奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學對國小五年級學童對自然科學學習態度有正向的影響。

經由量化及質化的分析結果顯示，奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學對國小五年級學童對自然科學學習態度具有正向的影響，即奈米科技教學模組設計，有益於提昇學生在自然科學學習態度之表現。

(三) 奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學對國小五年級學童批判思考能力有正向的影響。

研究者認為在一般教學環境下，學生普遍缺乏批判思考能力的訓練，以致思

考的面向過於單一，無法全盤掌握問題的核心。因此綜合本研究之量化分析結果，顯示奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學對國小五年級學童批判思考能力具有正向的影響，因此在教學活動中，適時加入批判思考能力訓練有助於學生批判思考能力的發展。

二、建議

(一)積極提昇教師奈米科技的專業知識：教師除了應具備教學的能力、科學素養外，

亦應不斷吸收科技新知，提昇科學的專業知識，將教學與學生的生活結合，讓教學活動生活化、現代化，達成全方位的教學目標。以現階段而言，大多數的國小自然科教師對奈米科技仍然相當陌生，對於奈米科技的相關知識更是一知半解。若教師本身對奈米科技都不了解的情況之下，要如何傳達奈米科技的知識將是教師的一大考驗。因此，研究者建議，教育主管機關定期舉辦奈米科技相關的研習活動、教學觀摩或研討會，積極培養國小自然科教師奈米科技的專業知識。

(二)推動奈米科技議題列入九年一貫能力指標：經過這幾年的試煉，九年一貫課程已

漸入佳境，而目前國民小學教科書的編寫及設計都是依據九年一貫各領域的能力指標，若能推動奈米科技的議題具體列入自然與生活科技領域各分段能力指標，透過完整、具體的規劃，將奈米科技的相關知識落實在各個學習階段，對於奈米科技知識的推廣必能產生強大的助力。

(三)積極研發奈米科技的相關教材：當教師普遍具備奈米科技相關領域的知識，再透

過教育主管機關或教科書廠商舉辦的奈米科技教案甄選活動，讓具有奈米科技專業素養的教師發揮所長研發教材，藉由大家的參與，讓老師及學生多方面的認識、了解奈米科技，對於國人奈米科技知識的提昇將有事半功倍的效果。

(四)加強學生批判思考能力的訓練：新興的科技議題尚屬推廣階段，理論架構有待多

探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學之研究

61

元的討論，因此教學過程中對於科技議題的訊息，必須加強學生批判思考的訓練，以免造成觀念的誤解或迷思概念。經由不斷的同儕討論、激盪，釐清問題、判斷訊息的可信度或設計實驗進行驗證來加深學習的印象，最後，經由推論的結果建構清晰的奈米科技知識。

(五)教材的編寫：本研究之結果顯示奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教

學有顯著的正向成效，但在奈米科技教學活動時，應注意教材的內容及材料的取得，由於新興議題需要較多的時間讓學生去參與，限於教學進度，使得教學時間

相當緊湊，學生投入有限。因此，雖然教學過程充滿新奇、有趣，學生樂於學習，但老師和學生都有時間的壓力。因此研究者建議在進行教學活動設計時，教學時間應適當分配，有充分的時間進行活動，不宜貪多設計。而且，教學活動設計中關於實驗的設計及操作應盡量由學生設計，並以日常生活中可得的材料為主，以符合經濟效益，且結合生活經驗。

參考文獻

王美芬和熊召弟（1995）：國民小學自然科教材教法。台北：心理出版社。

王貴春（2000）：STS教學與國小學生創造力及學習態度之研究。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。

尹邦躍編著（2002）：奈米時代。五南出版社。

江晃榮（2001）：不可思議的生物科技。台北：世茂出版社。

甘記豪（2003）：STS教學模組對國小六年級學生學習成效之探究--以垃圾處理爭議為例。

國立嘉義大學科學教育研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。

李世光、吳政忠、蔡雅雯、林宜靜和黃圓婷（2003）：奈米科技人才培育計畫之推動規劃

與展望：從K-12奈米人才培育試行計劃談起。物理雙月刊，

25（3），435-443。

吳茂昆（2002）：因應知識經濟世代之科技發展政策。國家

政策季刊，167-182。

林永喜（1992）：科學課程之歷程研究簡述。初等教育學刊，

1，215-235。

林樹馨（2001）：科學通識課程之設計與實施——以「現代科技

爭議、探討」課程為例。通識

教育季刊，8（2），109-134。

林韻芳（2003）：一位國小資深自然科教師教導爭議性科技

議題之專業改變--以「基因改

造食品」為例：國立嘉義大學科學教育研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。

洪蘭譯（2003）：奈米獵殺。台北：遠流出版社。

科學教育研究與發展季刊第四十五期

62

洪久賢（1993）：家政科批判思考教學之探討。中等教育，44

（5）：5-14。

馬遠榮（2002）：奈米科技：二十一世紀的工業革命。台北：

商周出版社。

財團法人國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心（2004）。

奈米科技簡介。2004年5

月16日，取自：http://www.nano.com.tw/Nano_Intro/

教育部（1975）：國民中小學課程標準。台北市：教育部。

教育部（1993）：國民中小學課程標準。台北市：教育部。

教育部（2002）：國民中小學九年一貫課程綱要。台北市：教育部。

郭生玉（1998）：心理與教育測驗（頁271）。台北市：精華。

陳雅芳（2002）：應用修正式學習環於國小高年級爭議性科

技議題之教學研究。國立嘉義

大學科學教育研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。

陳麗華（1989）：國小社會科批判思考教學的省思。現代教育，7：121-135。

張淑慧（2002）：科學玩具遊戲教學之成效分析。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。

張玉成（1993）：思考技巧與教學。台北市：心理。

鄭天喆和姚福燕主編（2004）：深入淺出談奈米科技。台北：達觀出版公司。

劉香（2003）：探討不同學習風格的國小中年級學童過程技能表現之研究。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。

謝明學（2002）：台灣中部地區國小在職教師對爭議性科技議題融入自然與生活科技學習領域之教學意見。國立嘉義大學國民教育研究所碩士論文，未出版，嘉義縣。

鍾聖校（1999）：自然與科技課程教材研究。台北：五南出版社。

蘇明勇（2004）：蘇格拉底詰問模式對六年級學生批判思考能力與傾向之研究。台北市立師範學院科學教育研究所碩士論文，未出版，台北市。

Kowal, J. P. (1980). Responsible science reporting in a technological age. *Journal of Technical Writing and Communication*, 10(4), 307-314.

Norris, S. P. (1985). Synthesis of research on critical thinking. *Educational Leadership*,

42(8),

40-45.

National Council for the Social Studies, Science and Society Committee.

(1983). Guidelines for

teaching science related societal issues. *Social Education*, 47,258-261.

Pedretti, E. (1999). Decision making and STS education: Exploring scientific knowledge

and

social responsibility in schools and science centers through an issues-based approach.

探討奈米科技融入國小五年級自然與生活科技領域教學之研究

63

School Science and Mathematics, 99(4), 174-182.

Solomon, J. (1990). The discussion of social issues in the science classroom. *Studies in*

Science

Education, 18, 105-126

科學教育研究與發展季刊第四十五期

64

A Study on Integration

Nanotechnology

in Science and Technology Instruction

at

Fifth Grade Classroom

Ming-Jung Tsai ¹ Wanchu Huang²

¹ Taipei Municipal Dung-men Elementary School

² Taipei Municipal University of Education

Abstract

The purposes of this study were to investigate: 1) the effect of nanotechnology teaching

module toward the science process skill. 2) student's attitude toward nanotechnology

teaching

module in elementary science class; and 3) the effect of nanotechnology teaching

module about

critical thinking abilities. This was a quasi-experimental research which was based on

Solomon four-group design. The subjects were four classes of fifth graders selected from

an

urban elementary school in Taipei City. The instruments were Questionnaire on Science

Process Skill (QSPS) , Questionnaire on Learning Science Attitude (QLSA) and

Questionnaire

on Critical Thinking Abilities (QCTA) .The results of this study were as following: (1)

QSPS score was higher for students who were taught with nanotechnology teaching

module

than those who taught with general instruction. (2) QLSA score was higher for students

who

were taught with nanotechnology teaching module than those who taught with general

instruction. (3) QCTA score was higher for students who were taught with

nanotechnology

teaching module than those who taught with general instruction.

Key words: nanotechnology, science process skill, learning science attitude, critical

thinking

abilities

—