科學教育學刊 Chinese Journal of Science Education
2005, 第十三卷第一期, 101-120 2005, 13(1), 101-120

國小師生對奈米科技之熟悉度、學習需求及其融入課程研究

曾國鴻[1] 陳 沅[2]
[1]美和技術學院經營管理研究所教授兼學術副校長
[2]高雄師範大學工業科技教育學系博士生

(投稿日期：民國92年8月4日，修訂日期：93年5月6日，接受日期：93年7月1日)

摘要：奈米科技的應用在生活中將逐漸普遍化，因此本研究希望關懷第一線教師與學生對「奈米科技」的學習需求性，期爲科學教育改革與未來實務發展提出具體建議。研究結合質與量進行實徵研究，以台南、高雄南部4縣市共1984位教師與1852位高年級學生爲研究對象，採問卷調查其對奈米科技的熟悉程度、學習需求、方式，及融入課程意願。同時比較實驗組與控制組學生對此議題學習需求的差異，並藉由訪談了解奈米科技融入課程對學生的影響。研究結果發現，能清楚界定奈米科技的教師少於 20 %；願意透過適當學習方式認識奈米科技，並融入課程的老師，比例相對提高。學生對奈米科技的學習需求比例，平均高於教師群體。資優生對奈米科技的學習需求，顯著高於普通生。此外，接受「奈米科技新知課程」的學生，對科技新知融入課程的意願、認同感與學習正向態度的剖面上，隨著授課時間的增加，呈現積極性的成長。本研究透過實徵性教學研究得到科技新知落實在國小自然科課程的可行性結果，對教師與學生期望科技新知落實在課程的普遍化需求相呼應，並提出較嚴謹的參考價值。期待國小科學基礎教育重視學生對科技新知的敏銳察覺，啓發學生對自然的好奇心有積極性的培養，開拓其在未來學習路程中想要繼續探索的心與習慣。

關鍵字：奈米科技、學習需求。

壹、緒論

1990 年後科學家由蓮花效應（Lotus Effect），激發出無限的想像力與創意而產出奈米科技（Nanotechnology），科學家早已預測未來將是奈米科技縱衡的時代，以奈米科技爲主的技術，不斷的引起各種革命。在奈米科技衝擊下，社會結構勢必受到重組，科學教育也進入全然不同的視野。因應科技變革，科學教育的視野與實施必須有所調整。有關奈米科技的研究，已如火如荼展開，惟一般研究較鎖定在高科技的研究層面。本研究則關注在國小師生對奈米科技熟悉度、學習需求

表 1：美國聯邦 2000~2001 年會計年度投資國家奈米技術創新計畫預算書籍成長率（單位：百萬美元）

部/署	2000 年	2001 年	成長率（%）
國家科學基金會	97	217	124
國防部	70	110	57
能源部	58	96	66
國家太空總署	4	20	400
商業部	8	18	125
國家衛生局	32	36	13
總計	270	497	84

資料來源：引自奈米科技（馬遠榮, 2002, P37）

及其融入課程意願上面，由於奈米科技融入基礎教育的相關研究尚在啓蒙階段，故與本研究主題相關的實徵文獻實在很少；因此，以下文獻僅由奈米科技、及與科學教育的相關研究切入，來加以探討。

一、奈米科技的起緣及其在各國的競相發展

奈米科技的發展，肇始於 1959 年美國物理學家費因的研發（國科會科資中心, 2004）。Ausman（2003）提到過去傳統的環境保護技術總是在等著問題發生，而奈米科技爲環境的解剖提供技術（轉引自劉瑄儀, 2003）。由於目前正值高科技主導人類需求的時代，能源及資源的消耗加劇成長，能源的短缺及環境污染問題衝擊地球的發展，威脅人類的生活。奈米科技的研發，爲世界新能源的開發與應用概念帶來新願景（吳茂昆, 2002），也因此世界先進國家莫不將奈米科技定位爲國家級發展計畫（馬遠榮, 2002）。美國前總統柯林頓便在 2000 年宣布投資四億九千七百美元發展「國家奈米技術創新」（National Nanotechnology Initiative, NNI）的科研計畫（如表 1）。奈米科技自 2001 年度被美國簽署爲國家戰略，即由聯邦政府主導，各研究機構、大學與企業界全力投入（逢甲大學, 2003）。NIH（National Institutes of Health）認爲訓練科學家及工程人員進入多應用領域的奈米科技研究（林綺芬, 2002），將是美國所應面臨的重要挑戰。

英國亦於 1993 年起開始執行「技術遠見專案」（Technology Foresight Programme），並於 1997 年成立「奈米科技協會」（Institute of Nanotechnology, ION），將科技發展著重於奈米科技。歐盟亦爲其相同目的加強與各國競爭力，成立「國際協會」（International Association, INTAS），促進與各國的交流（馬遠榮, 2002）。

由上可知，奈米科技儼然是一顆新星，在二十一世紀各國中引燃科技戰火。全球也將因奈米科技的研發，重新劃分未來世界高科技競爭的版圖（轉引自馬遠榮, 2002）。反觀我國在奈米科技政策上已落後歐美各國，目前配合產業加強發展科技與經濟政策外，協助科技人才的育成，已是不容置疑。

二、奈米科技在我國科學教育扮演的角色

近 10 年科技的高度發展，直接衝擊科學教育的內涵與知識結構，全球化的學習取向，使基礎科學的學習視野受到許多關注。科學教育的更新，總是無法脫離時代的發展脈絡。早在 1900 年，建構論始祖 Giambattista Vico 就提出科學意義的形成，是人類歷史活動的產物（Pompa, 1990），學習活動與學習者的經驗更

是強烈關連，因此以人爲科學教育主體的理念受到關注，強調人主動建構的理念，被廣泛引用在科學教育中（Glasersfeld, 1989）。Bryan（2003）發現科學在國小施教是具有相當的價值的。故有必要藉由人與環境的相互作用下，強化人的認知能力，而重視科學知識的獲得乃學習者主動在建構歷程中所形成的（Nussbuaum, 1989）。因此包含國小在內的學校科學教育的任務除超越知識的傳達，更重要的是培養生活方式與生活態度，養成對週遭環境嚴謹、清明、宏觀的態度（何飛鵬, 引自馬遠榮, 2002）。

我國科學教育改革大致經歷科學教育萌芽階段、九年國民教育普及化階段、全體國民科學素養（Science for All）培養階段，乃至「九年一貫」課程統整等階段（教育部, 1998）；期待透過科學新課程培養具備人本情懷、統整能力、民主素養、鄉土與國際意識，以及能進行終身學習之健全國民（鍾聖校, 1999），科學教育的革新主要訴求爲迎合世界科技發展，以因應快速變動的社會。2002 年元旦，台灣已加入 WTO，我們在邁入白熱化世界戰場的過程中，如何提高國際競爭優勢是急待努力的目標。事實上，台灣在全球政策化，將奈米科技爲主導的高科技經濟，視爲提高國際競爭優勢的關鍵。由於科學人才的培育是主導國家在國際競爭力的主因，因此科學教育所期許的是：培育出能創造社會福利與提升國際競爭優勢的人才。科學教育須具備前瞻性視野，與時代脈絡結合，方能爲國家提升全球化競爭優勢。近幾年我國科技細項指標中，數理教育和科學研究分列第 2、3 名，顯見科學教育對維繫台灣國際競爭力負有重大職責。科學教育如何在知識當道、奈米科技爭鋒的知識經濟時代發揮優勢以維繫國家的長遠發展，是我國科學教育改革最重要課題之一。因此，奈米科技在我國科學教育扮演相當重要的角色。

三、國小師生對奈米科技的學習需求與熟悉度探討

Flaibrother（1996）認爲教學必須針對學生的學習需求，而優良教學更需將學生的滿意度列爲最優先(轉引自饒達欽和鄭添財, 1997)，因此在國際競爭與經濟主導下，教育的視野需要結合時代發展脈絡，科技新知的陶冶與啓迪要以學生的學習需求爲第一優先，這些都是基礎科學教師應有的認識。

目前教育生態在 E 世紀已超越個人、國家，進入全球透明化的學習世界，電腦網路科技蓬勃發展下，科學教育的範圍使學生對學習的需求由過去強調課程邏輯組織化的知識結構訓練，進入一個超越國界的廣闊學習空間，許多學生對科技新知的關注與知識的學習需求早已不是課內制式知識所能滿足。因此，科學教育應考量師生的學習需求，使學生能獲得更寬廣的奈米科技新知的視野。

科學教育如何在奈米科技時代，培養兒童在基礎科學訓練歷程，擺脫過去機械式學習模式，建立以創意爲主導的學習視野，使學生具備國際觀，發揮學習優勢以維繫國家的長遠發展，是教育改革中最爲重要的一環。科學教育的觸角，已延伸至如何培養學生具備良好的科學、科技和數學素養以應付新科技世界（郭重吉, 2001）。故科學知識結構的變化，應培養學生能整合知識、管理知識並有效應用知識，以提供問題解決的方法與策略，提升創造思考與發明的能力，如此才是科學教育無可避免的發展趨勢。

有鑒於我國近幾年來，國家競爭力不斷下滑，追究其主因之一，在於科技創新能力的下滑（馬遠榮, 2002），爲強化競爭力，各國的研發政策均提供學生獎學金，規劃奈米科學與工程相關課程人才培訓。吳茂昆（2002）更提出

我國奈米科技國家型計畫所需人才的培育，必須從小學、中學、大學、研究所，及在職訓練各種教育政策目標相結合。由於上述各級學校的科學教育是國際競爭力最關鍵元素之一，故在奈米尖端科技導引下的科學教育也應有所調整。亦即科學教育的內涵在奈米科技爭鋒的時代，將奈米科技相關知識適時提供給學生，讓學生能對課程中所提供的奈米科技新知產生熟悉度，以增加平常對此尖端科技新知的敏銳覺察能力與閱讀興趣，如此方能推動科學教育精緻化，追求卓越的教學品質（吳京, 1997）。

就學生達成科學認知或熟悉的歷程而言，可概分爲內容（概念的寬廣度）、複雜度（由具體到抽象）、時間（建構認知體系需費時多少）等三個層面。次就熟悉度向度而言，Marek（1986）曾在其對學生擴散的熟悉度方面分爲很熟悉、部份熟悉、誤解、無意見等四個問卷向度，調查發現有 37.5 %的學生對擴散部份熟悉或很熟悉。Hoffman, Wu, Krajcik 和 Soloway（2003）更提出國小六年級生對科學內容的瞭解或熟悉度有聽過後加以重述、界定其意義、敘述相關的概念或現象、修正或推廣等四個層面。Debra Panizzon（2003）另採用開放式的問題讓學生寫出對擴散熟悉度的認知模式，再訪談學生對上項結果模式所代表的意義。此外，Geeland, Wildy, Louden 和 Wallace（2004）從目的與價值切入，來看科學教與學到底是爲了熟悉或考試，結果發現在高中層級會將兩者做爲其教與學的目的與價值；以上調查或訪談方式、問卷向度或熟悉度的評估法等正可作爲本研究之重要參考。

總之，基礎教育應該以開啓學生在奈米科技新知的視野爲目標，爲滿足師生的學習需求，將奈米科技向下札根，在小學進行適當的教學，以期能開拓教師與學生對此項全球化熱門科技的關注，開啓其產生熟悉度的一扇窗。

四、接受奈米科技融入國小自然科課程意願的探討

就選修國小自然科課程意願的相關研究而言，Farenga 和 Joyce（1999）調查 427 位國小高年級學生（美國小學第 4 至 6 年級）後，發現其在未來選修科學課程意願時，顯著地（$p < .01$）深受性別的刻板印象所影響，且選修科學課程的種類與學分數亦受性別的刻板印象顯著地（$p < .000$）影響。其次，就融入自然科課程意願的相關研究而言，Sinatra, Southerland, McConaughy 和 Demastes（2003）發現學生選修融入光合作用的生物課程時，對修習課程的意願或接受度與其對課程的熟悉度顯著相關，而學生的主動、創造思考能力與其對課程的熟悉度也有顯著相關。

由於奈米科技係解剖環境的一種技術，因此奈米技術將改變未來科技製造的方法，也直接衝擊科學教育的範疇。由上可知，全球已大量投入奈米科技的研發，美國更把奈米技術揭示爲國家科學技術領域最重要目的之一。這場奈米科技浪潮，橫跨物理、化學、生物、材料等，超越學科界線，將融入我們日常生活中，改變人類生活習性，影響人類傳統思維模式，甚至藝術表現（馬遠榮, 2002），故這場以奈米科技爲主流的浪潮與科技競爭早已是白熱化。

奈米科技融入國小自然科課程的施教，應跳脫單線思考模式的教學，教師的教學素養宜被尊重，成爲科學教育重要的一環，並配合生涯發展，提昇科學、技學素養，協助科學教育有更寬廣的眼光，以促使科學教育有健全發展（鍾聖校, 1999）。惟奈米科技融入國小自然科課程的相關研究仍在啓蒙階段，故有關其接受此種課程意願的探討幾乎沒有，然而此種變革預計將使任教國小自然科課程教師的教學挑戰升高。亦即，未來科學教育如何將尖端科技融

入基礎教育的一環，是科學教師所需面臨的重大挑戰，而科學教師如何整合高科技新知、融合實務經驗，在提高國家競爭力的前提下隨著急速變遷的社會傳承教育的使命，已是小學科學教師無法避免與迫切的任務。

綜上所述，本研究有鑑於奈米科技的應用在生活中將逐漸普遍化，乃藉由實徵研究，關懷國小科學教師與學生對「奈米科技」的熟悉程度、學習需求及其融入國小自然科課程等主題，欲以實際行動來關注科學教育的未來發展。

貳、研究目的

奈米科技對未來生活將產生極大的影響，科學教育已無法避免將奈米科技融入學習的趨勢，因此本研究有以下六個研究目的：

一、探討國小教師與高年級學生對奈米科技熟悉程度及其差異比較。

二、了解國小科學教師及高年級學生對奈米科技的學習需求與融入課程意願。

三、探討將科技新知融入課程與否對學生在接受科技新知課程的意願與學習需求是否有顯著差異。

四、調查國小科學教師與學生對奈米科技的學習需求方式。

五、探討奈米科技融入國小課程的可行性。

六、藉由實徵研究，提出科技新知融入國小基礎教育的實務發展建議。

叁、研究設計與實施

一、研究流程

本研究的關注焦點在透過實徵方式了解國小第一現場進行教學的教師與學生對奈米科技熟悉度，希望忠實呈現教師與學生對奈米科技的關懷程度與學習需求。研究中採問卷調查、教學實驗與訪談等方法，進行教師與學生對奈米科技的熟悉程度與融入課程的相關議題探討，其研究流程如圖 1 所示。首先採用問卷進行調查，由於針對國小學生在尖端科技的需求只鎖定在基礎觀念的介紹，希望啓迪其好奇心，以開拓其在科學探索的心。研究調查內容主要關注師生在奈米科技的熟悉程度與融入課程意願；其次調查教師與學生對奈米科技的學習需求與學習方式；再以準實驗法分別對台南市某校國小六年級兩班學生進行「尖端科技新知」融入課程教學，並就其對尖端科技融入課程意願做差異比較；最後藉由深度訪談了解尖端科技融入國小課程在實施上的可行性與成效分析，並提出結論與實施的具體建議。茲將研究方法、研究對象，工具、實施過程及資料分析方法分述於下。

二、研究方法及其研究對象

(一)問卷調查

本研究以南部四縣市國小任教數學、自然科的教師與高年級學生爲研究對象，進行奈米科技熟悉程度與學習需求的調查，各縣市採分層隨機抽樣，按學校數的比例，各抽出 15 % 的學校之教師爲受試樣本進行問卷調查 (如表 2)。

(二)教學實驗

研究中同時以準實驗法進行探討學生對尖端科技學習意願的評估。實驗教學之研究對象爲台南市某國小六年級 2 班學生，其中 A 班學生爲實驗組，每週上一節尖端科技課程，尖端科技課程內容共包括九個議題，奈米科技以第一個焦點課程處理後，在其後議題中不時被引述；B 班學生爲控制組，以六上自然課爲上課內容。本研究的實驗處理，主要探討提供奈米科技融入自然課程與否，對學生在尖端科技的學習需求態度是否有差異。

(三)訪談

本研究針對實驗組進行奈米科技課程爲期

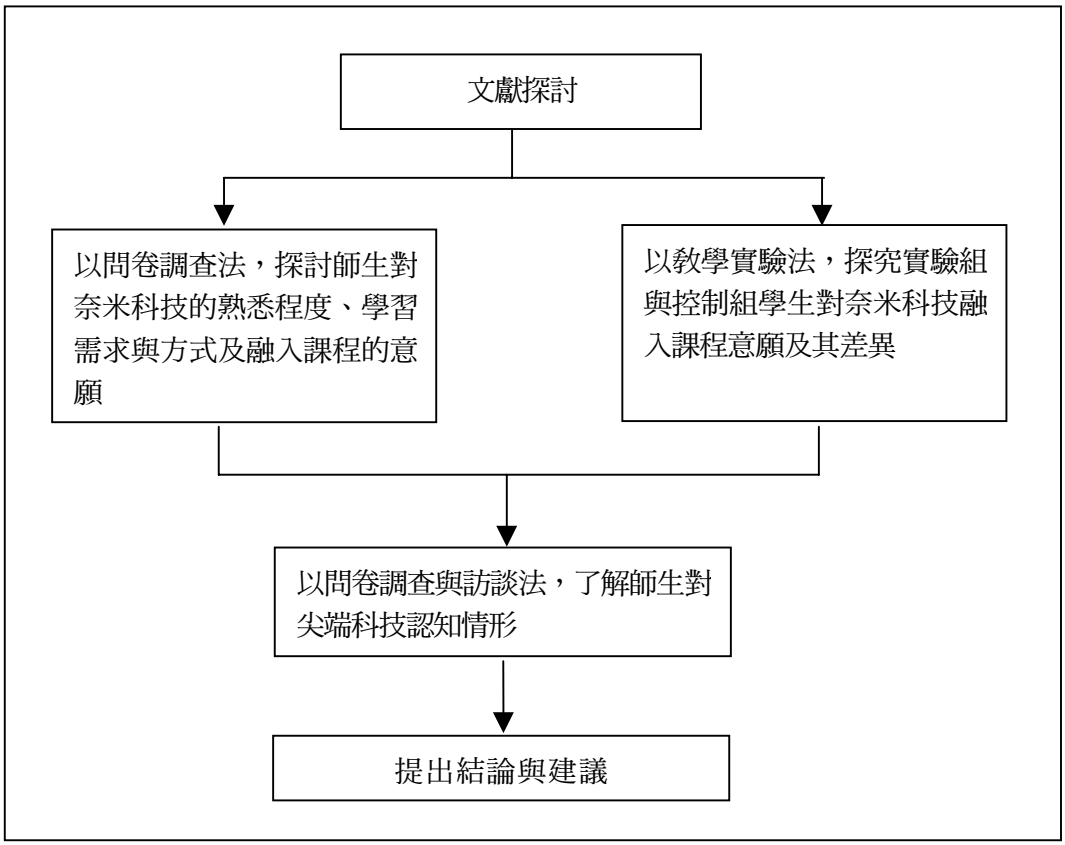


圖 1：研究流程

表 2：國中小數理教師與學生奈米科技熟悉程度調查人數分配

對象 \ 縣市		台南市	台南縣	高雄市	高雄縣	合計
問卷調查	國小教師	543	243	745	453	1984
	五年級學生	209	198	298	241	946
	六年級學生	234	178	258	236	906
實驗組	A 組	29				29
控制組	B 組	44				44

四個月的教學後，即實際訪談擔任該班奈米科技課程的科學教師（S 老師）、該班級任導師（M 老師）與其任教學生，以了解尖端科技融入國小課程的實況。在四個月的教學中，其課程主要授課內容爲現代科技新知，包括奈米科技與其他的戰爭科技（War Technology）、汽車製造科技（Car Manufacturing Technology）、行動網際網路科技（Mobil Internet Technology）等 9 項議題，課程內容設計與上課方式主要由任課教師決定，上課方式以教師講述法爲主。授課專家教師與授課內容的相關資料如表 3 所示。

表 3：從事尖端科技的專家教師與級任導師之相關資料與授課內容

教師基本資料	授課老師：S 老師（男）；級任導師： M 老師（女）
學生人數	29 位六年級學生（男 21 位，女 8 位）
授課科目與時數	尖端科技新知 每週授課 1 節共 40 分
教學目標	讓學生了解現代科技與本身生活的相關知識，培養他們從小關心世界科技的發展，了解科技對人類文明的貢獻，而能自己培養閱讀文章的興趣，進而能運用自己的創意來開創人生
教學內容	奈米科技（Nanometer Technology） 戰爭科技（War Technology） 農業生產科技（Agricultural Product Technology） 紡織科技（Textile Manufacturing Technology） 汽車製造科技（Car Manufacturing Technology） 行動網際網路科技（Mobil Internet Technology） 建築工程科技（Architecture Engineering Technology） 人工心臟科技（Artificial Heart Technology） 災害防治科技（Disaster Protection Technology）

註：奈米科技在其他八個議題教學中不時被引述

三、調查工具、過程及其統計方法

本研究採用的調查工具爲研究者所編製之問卷，該問卷用以調查國小科學教師與學生對奈米科技的熟悉程度、融入意願與需求方式等，該問卷整體信度爲.90（採重測信度，間隔時間爲一週），並建立專家效度。調查相關細項分析如下：

(一)科學教師與學生對奈米科技熟悉程度、學習需求、融入課程意願及學習需求方式等調查

由於全球已大量投注在奈米科技的技術開發中，未來奈米科技的研發，將是各國在國際科技發展競爭力的重要關鍵，其與生活應用的層面也將在日常中逐漸普及化，因此本研究選擇以奈米科技作爲尖端科技熟悉程度、學習需求、融入課程意願及學習需求方式等探討的元素，進行問卷調查，其問卷內容主要有以下三部分：

1. 國小科學教師與高年級學生對奈米科技熟悉的程度
2. 國小科學教師與高年級學生對奈米科技的學習需求與融入課程意願
3. 國小科學教師與高年級學生對奈米科技學習的需求方式

以上調查結果，均以百分比與曲線圖加以呈現，並進行相互比較。

(二)國小高年級學生對奈米科技熟悉程度、學習需求與融入課程意願的差異比較

此項調查主要目的係比較國小高年級學生對奈米科技的熟悉程度、學習需求與融入課程意願的比率是否相同，其調查結果進一步利用單因子變異數分析（ANOVA）加以考驗，俾了解年級、資優班和普通班等自變項的不同，

是否會對學生在奈米科技的學習需求與融入課程意願存有差異。

四、教學實驗過程及其統計方法

教學實驗的主要目的乃在比較提供奈米科技課程與否，對國小學生尖端科技融入課程意願的比較。而此項教學實驗係以六年級兩班學生爲對象進行一學期（四個月）自然科教學，再就學生對奈米科技融入課程意願做比較。其中實驗組 A 班學生在自然課中融入科技新知課程，而 B 班學生則按傳統六年級自然課程中的內容進行教學。於教學一學期後，再比較兩班學生對奈米科技的融入課程意願，並以單因子變異數分析檢驗其意見之間是否有顯著差異。

五、訪談過程及其信效度分析

本研究藉由訪談資料的三角測定，建立訪談信度。研究主要收集實驗組尖端科技教師上課內容、該班導師的觀察與學生對尖端科技的學習進行訪談，訪談主要內容分析如下：

(一)訪談內容與重點：

1. 尖端科技教師訪談內容

尖端科技教師訪談內容主要聚焦在經營尖端課程與其課程設計的理念及對尖端課程經營的期許等。

2. 該班導師訪談內容

由於學生進行尖端課程學習時導師在教室內協助觀察，因此本研究藉由訪談該班導師獲得學生的現場觀察情況，了解學生在尖端課程中的學習表現。

3. 學生訪談內容

本研究首先針對 28 位實驗組學生進行尖端科技課程後的問卷調查，再與 5 位學生進行深度訪談，以了解實驗組學生對提供尖端科技實施的認同與建議。受訪學生名單由該班導師根據學生在該課程中互動表現建議，包括 2 位高度互動、2 位中度互動與 1 位低度互動者。問卷內容採開放式，由學生陳述尖端科技的重要性、尖端科技課程是否融入國小課程的必要性、個人對該課程的喜愛度及其對該課程上課方式的建議。

(二)訪談資料整理方式

訪談過程全程錄音，再翻譯出逐字稿，經被訪者核對無誤後，整理出重要相關重要資訊。

六、研究限制

本研究受限於研究的便利性，僅選擇南部四縣市爲研究樣本，尚無法將研究樣本擴展至全國性。實驗教學觀察雖然長達四個月，但由於任課教師在科技新知課程進行九個議題的教學，奈米科技爲第一個焦點議題，其後在其他議題教學中雖然不時引用到奈米科技，但純針對奈米科技進行教學的時間略有受限。

肆、研究結果與討論

一、對科學教師與學生奈米科技熟悉程度的調查結果

(一)科學教師與學生對奈米科技的熟悉程度調查結果

就「科學教師與學生對奈米科技的熟悉程度」調查內容而言，師生對奈米科技的熟悉情況可分爲以下三類：

- 不曾聽過奈米科技（A）
- 曾經聽過奈米科技但不熟悉（B）
- 能清楚界定奈米科技（能界定奈米的意義）（C）

1. 教師對奈米科技的熟悉程度的調查結果

針對教師在奈米科技的熟悉程度的調查結果，在四縣市的教師皆以曾經聽過奈米科技但不熟悉的比例最高。

表4：國小科學教師奈米科技熟悉程度的調查結果

教師	年資	台南市	台南縣	高雄市	高雄縣	合計
國小教師（A，B，C）%	1~5	(24, 74, 2)	(40, 59, 1)	(49, 50, 1)	(59, 41, 0)	(172, 224, 4)
	5~10	(25, 74, 1)	(43, 54, 2)	(56, 33, 1)	(56, 33, 1)	(180, 194, 5)
	10~25	(38, 49, 1)	(39, 60, 1)	(68, 16, 6)	(54, 22, 18)	(199, 147, 26)
	25~40	(59, 41, 0)	(76, 24, 0)	(73, 27, 0)	(65, 34, 1)	(273, 126, 1)
	40 以上	(78, 22, 0)	(33, 60, 0)	(75, 25, 0)	(71, 29, 0)	(257, 136, 0)
全體						(1081, 827, 36)
比例（%）						(55.6, 42.5, 1.85)

A：完全沒聽過　B：聽過但不熟悉　C：熟悉奈米科技（能界定奈米的意義）

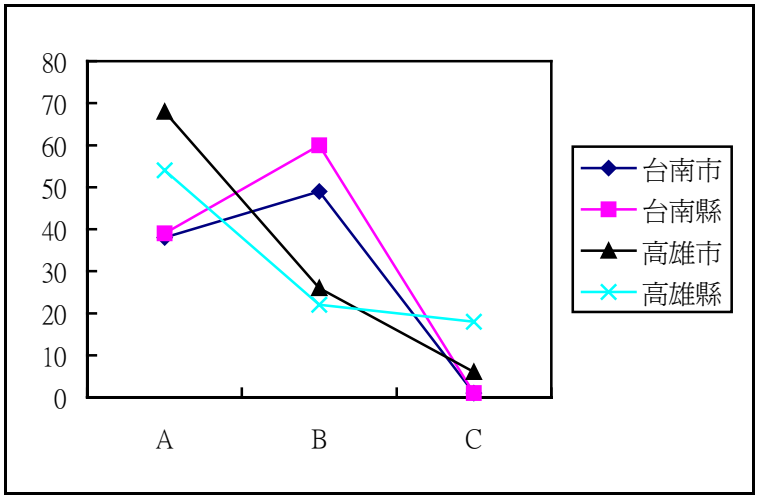


圖 2：國小科學教師尖端科技熟悉程度調查結果的曲線圖（任教年資 10~25）

(1)針對南部四縣市的教師調查結果，就全體比例而言，55.6 %以上的教師對自己在尖端科技熟悉程度的認定上以「不曾聽過奈米科技」的比例最高；其次是「曾經聽過奈米科技但不熟悉」占 42.5 %；而以「能清楚界定奈米科技」的比例最少（少於 2 %，如表 4 與圖 2）。

(2)隨著任教年齡增加，國小教師在「不曾聽過奈米科技」的比例皆有遞增趨勢（如表 4）。高雄市和高雄縣的國小教師以「不曾聽過奈米科技」比例較高，台南市與台南縣則以「曾經聽過奈米科技但不熟悉」的比例高於「不曾聽過奈米科技」的比例，圖 2 呈現四縣市任教年資 10~25 年的教師對奈米科技熟悉程度的差異比較。

2. 學生對奈米科技熟悉程度的調查結果

學生在尖端科技熟悉程度調查所得結果，以「不曾聽過奈米科技」的比例較高，五、六年級分別爲 41 %和 43 %；在「曾經聽過奈米科技但不熟悉」的比例上，六年級學生爲 42 %，

表5：國小高年級學生尖端科技熟悉程度調查結果

年級	程度（%）		
	A	B	C
五	41	39	20
六	43	42	15

A：完全沒聽過 B：聽過但不熟悉 C：熟悉奈米科技（能界定奈米的意義）

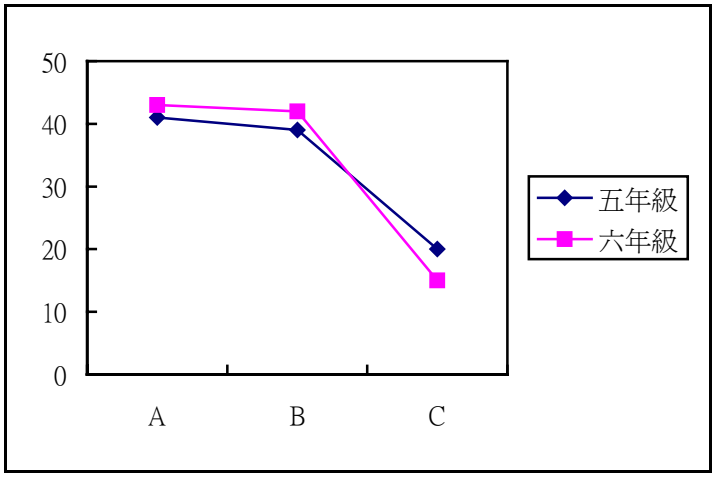


圖 3：國小高年級學生尖端科技熟悉程度的調查結果的曲線圖

高於五年級學生的 39 %；在「能清楚界定奈米科技」的比例上，五、六年級分別爲 20 %、15 %（如表 5 與圖 3）。整體而言，國小學生對奈米科技的自我認知熟悉程度，皆未達 50 %，顯示台灣學生對奈米科技的接觸與追求，尚未普遍化。

(二)資優生與普通生對奈米科技熟悉程度的調查結果

國小高年級資優生與普通生對奈米科技熟悉程度調查所得結果，在「完全沒聽過」的比例上，五、六年級資優生皆低於同年級普通生；在「曾經聽過奈米科技但不熟悉」和「能清楚界定奈米科技」程度的比例，五、六年級資優生皆高於同年級普通生。另外六年級資優生，有高達 40 %學生認爲自己對奈米科技熟悉且能清楚界定奈米（如表 6 與圖 4），顯示國小資優生對奈米科技的熟悉度高於同年級普通生。

二、科學教師與學生在奈米科技的學習需求與融入課程意願的調查結果

(一)教師對科技新知學習需求與融入課程意願的調查結果

就「科學教師科技新知學習需求與融入課程意願」調查內容而言，國小科學教師的意見可分爲以下四個問題層次加以反應，其中 D、E 爲認知需求問題，F、G 爲融入課程問題：

- 我願意經由適當管道認識奈米科技（D）
- 我願意但認爲自己沒有時間去關心奈米科技（E）
- 我認爲了解奈米科技對教學有幫助（F）
- 我願意將所認識的奈米科技融入課程介紹給學生（G）

表6：國小高年級與國中學生尖端科技熟悉程度的調查結果

年級	班別	程度（%）		
		A	B	C
五	普通班	67	27	6
	資優班	33	44	28
六	普通班	57	26	17
	資優班	28	32	40

A：完全沒聽過　B：聽過但不熟悉　C：熟悉奈米科技（能界定奈米的意義）

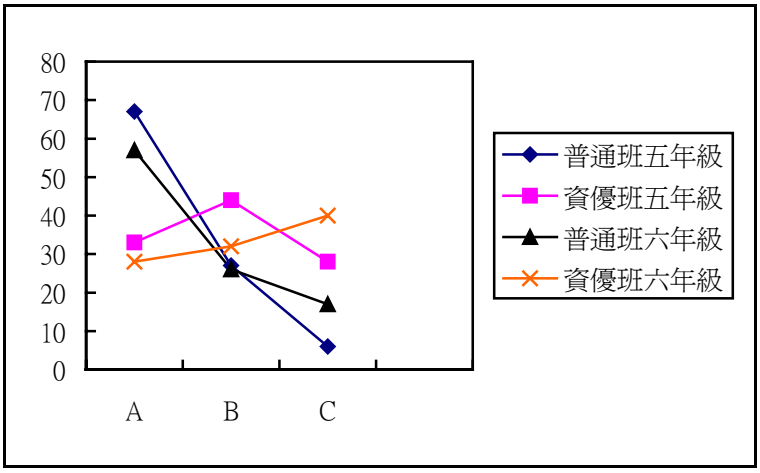


圖 4：國小高年級資優學生與普通學生尖端科技熟悉程度的對照曲線圖

1. 就「我願意經由適當管道認識奈米科技」的態度而言，如表 7 所示，四縣市國小科學教師的贊成比例皆超越 50 %，表 7 的各項年資教師的細項中有 50 %~91 % 比例的科學教師贊成，顯示小學科學教師對奈米科技有學習需求。
2. 就「我願意但認爲自己沒有時間去關心奈米科技」的態度而言，國小科學老師贊成的比例在 10 % ~ 33 %；其次就「我認爲了解奈米科技對教學有幫助」的態度而言，國小科學教師贊成的比例在 32 % ~ 57 %；對「我願意將所認識的奈米科技融入課程介紹給學生」的態度，科學教師贊成的比例都達到 47 % ~ 87 %之間，顯示大部分的教師對具備的奈米科技新知有高度融入課程進行教學。

(二)資優生與普通生對奈米科技學習需求與融入課程意願的調查結果

就「學生對奈米科技學習需求與融入課程意願」調查內容而言，國小高年級學生的反應意見可分爲以下四個問題層次：

- 我希望能認識奈米科技（H）
- 我希望學校課程能介紹奈米科技（I）
- 我認爲了解奈米科技對學習有幫助（J）
- 我認爲自己沒有時間去關心奈米科技（K）

1. 就「我希望能認識奈米科技」的態度而言，國小五、六年級資優生，贊成比例分別爲 76 %、79 %，高於同年級普通班學生的 53 %、63 %；持反對意見者，

表 7：科學教師對奈米科技學習需求與融入課程意願的調查結果

項目	教師	年資	縣市			
			台南市	台南縣	高雄市	高雄縣
認知需求	(D，E) %	5 以下	(76, 25)	(80, 20)	(72, 23)	(67, 33)
		5~10	(69, 23)	(62, 13)	(50, 13)	(66, 10)
		10~25	(91, 32)	(82, 21)	(89, 22)	(79, 20)
		25~40	(78, 25)	(78, 17)	(83, 15)	(82, 15)
		40 以上	(78, 12)	(78, 14)	(83, 10)	(86, 10)
融入需求	(F，G) %	5 以下	(35, 76)	(32, 47)	(35, 82)	(49, 76)
		5~10	(57, 67)	(47, 69)	(47, 67)	(44, 81)
		10~25	(45, 80)	(54, 87)	(50, 67)	(45, 76)
		25~40	(46, 80)	(49, 78)	(40, 83)	(34, 79)
		40 以上	(49, 77)	(47, 77)	(40, 67)	(35, 67)

表 8：國小五六年級資優學生與普通學生對奈米科技學習需求與融入課程意願的調查結果對照

年級	班別	(贊成，反對，沒意見) %			
		H	I	J	K
五	普通班	(53, 21, 26)	(41, 24, 35)	(41, 25, 34)	(34, 38, 28)
	資優班	(76, 10, 14)	(72, 18, 10)	(69, 15, 16)	(10, 69, 21)
六	普通班	(63, 16, 21)	(45, 20, 35)	(42, 21, 37)	(32, 34, 34)
	資優班	(79, 4, 17)	(74, 13, 13)	(76, 5, 19)	(5, 71, 24)

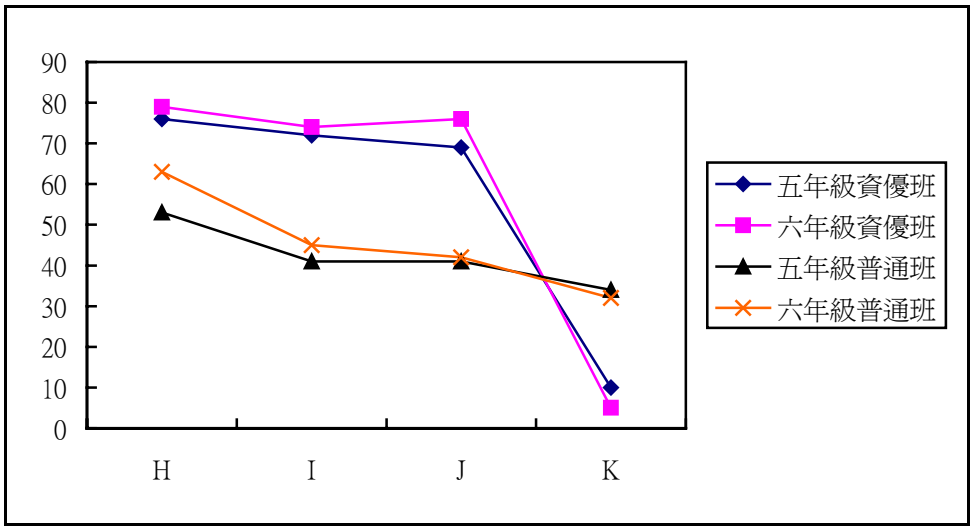


圖 5：國小高年級學生對奈米科技學習需求與融入課程意願的對照曲線圖

表 9：實驗組與控制組學生於教學後對融入課程意願的調查結果對照

年級	班別	（贊成，反對，沒意見）%	
		教學前	教學後
六	實驗組	(22, 61, 17)	(88, 8, 4)
	控制班	(56, 34, 10)	(47, 41, 12)

表 10：實驗組與控制組學生於教學後對融入課程意願的變異數分析摘要表

變異來源	SS	df	MS	F	P
組間	5.942	1	5.942	13.071	.001
組內	32.277	71	.455		
總合	38.219	72			

六年級資優生只有 4 %；整體而言，隨年級躍升贊成比例遞增(如表 8 與圖 5)。

2. 就「我希望學校的課程能介紹奈米科技」的態度而言，國小五、六年級資優生的贊成比例達 70 %，約高於同年級普通生 30 %以上，二者進行單因子變異數考驗其 F 值爲 14.88，P 值爲.001，達.05 的顯著差異，顯示資優生對奈米科技新知的學習需求有顯著地較強覺知。

(三)實驗組與控制組學生於教學後對融入課程意願的評估結果

1. 就「我認爲了解奈米科技對學習有幫助」的態度而言，國小六年級實驗組學生在受教一學期後的贊成比例爲 88 %，控制組學生在受教一學期後的贊成比例在 47 %左右，反對者也達三分之一以上（見表 9）。接著二者進行單因子變異數考驗之 F 值爲 13.07，P 值爲.001，達.01 的顯著水準差異（見表 10）。
2. 就「我認爲自己沒有時間去關心奈米科技」的態度而言，國小六年級實驗組學生在教學後的比例低於 10 %，控制組學生教學後在贊成、反對與沒意見的比例分別爲 47 %、41 %與 12 %（見表 9）。

三、科學教師與學生對奈米科技學習方式的調查結果

(一)國小科學教師對奈米科技學習方式調查結果

科學教師對奈米科技認知的學習方式包括透過舉辦科技新知研習會、學術研討會、書面資料、讀書會、宣導小組、媒體報導與自我進修等方式；在學習方式的優先順序方面，台南市的科學教師視「讀書會」爲最優先方式的比例最高，「研習會」方式則被視爲最後順序；反而台南縣、高雄市與高雄縣的科學教師則視「研習會」爲最優先的比例最高，「讀書會」則被台南縣與高雄市的科學教師視爲最後順序，四縣市地區的教師在此呈現差異需求（如表 11）。

(二)國小高年級學生對奈米科技學習方式的調查結果

學生對奈米科技認知的學習方式包括透過學校課程、科技報導、報紙電視媒體、研習營、父母與書籍等方式。其中五年級資優生對科技認知學習的方式優先順序爲「學校課程」、「報紙電視媒體」、「科技報導」、「書籍」、「研習營」、「父母」。五、六年級資優生皆將「學校課程」視爲最優先管道；五、六年級普通學生最優先

表 11：科學教師對提升尖端科技學習方式的優先順序

需求管道	台南市	台南縣	高雄市	高雄縣
研習會	7	1	1	1
學術研討會	4	4	6	5
書面資料	5	6	3	3
讀書會	1	7	7	6
宣導小組	2	3	5	5
媒體報導	6	2	2	2
自我進修	3	5	4	7

表 12：學生對提升奈米科技認知學習方式的優先順序

年級 / 需求管道	五年級		六年級		全體
	資優生	普通生	資優生	普通生	
學校課程	1	2	1	2	1
科技報導	3	3	2	1	3
報紙電視媒體	2	1	3	3	2
研習營	5	6	6	5	6
父母	6	4	5	6	5
書籍	4	5	4	4	4

學習方式分別爲「報紙電視媒體」、「學校課程」與「科技報導」。以全體不分年級、資優生與普通生而言，「學校課程」被學生視爲奈米科技學習方式最優先管道，其次依序爲報紙電視媒體、科技報導、書籍、父母、研習營（如表 12）。

四、對奈米科技融入教學的師生進行訪談的發現與討論

本研究實驗處理針對奈米科技新知是否融入自然課程對學生在尖端科技新知的追求需求進行差異性比較。實驗組教師在研究期間共進行九個科技新知課程議題的教學，奈米科技爲第一個焦點議題，並在其後四個月進行其他議題的教學中，不時被教學教師所引述。本研究深度訪談實驗組教學者、該班導師與學生等多人，希望了解教師將科技新知融入課程的構想與實際執行後，提出忠實見解，並透過訪談了解學生是否因爲課程中科技新知基礎介紹，開啓其對科技新知的視野。訪談結果大致得到以下相關議題：

(一)對科技新知授課教師與級任導師的訪談結果

在四個月的教學後，即與實驗組任課教師和級任導師進行訪談，任課教師對科技新知融入課程的理念與執著特別進行說明，茲針對科技新知融入國小課程的議題，獲得如下發現：

1. 科技新知落實在國小自然課程的教育是可行的

S 老師以「科技新知」融入自然課，實施教學已超過四個月，其對科技新知融入基礎課程有相當的堅持，經過實際教學後亦肯定科技新知對學生呈現正向的影響，學生由剛開始的

陌生，隨著教學經營時序的累積，對科技新知學習的興趣呈現遞增現象，與老師上課的互動由初期的沉默逐漸活潑。就如S老師所說：

「由於小孩子是無法觸及這些科技新知的領域，我希望在教學提升這些視野，給小朋友一個啟蒙，……現在全世界都在追求科技新知，無非是希望改善生活層面，因此我認為這些知識是與生活息息相關的，……，在介紹這些東西時，我選擇小朋友在日常生活中較容易接觸，且教材容易具體化的…..」

「學生上這門課的興趣，剛開始不是很起勁，大部分學生好像都不發言，問問題也沒有回應，很多人在看課外書，……不過現在可不一樣了，像最近談到奈米科技，我就覺得學生很專注在聽，大概他們覺得很有趣吧……」

2. 學生對科技新知的興趣隨性別差異有所不同

學生對尖端科技這節課有兩極化的評價，大致上男生的學習興趣高於女生，上課與老師的互動也較頻繁；女生對此課程興趣的培養在較長時間後才產生積極性變化；以上發現與Farenga、Joyce（1999）調查國小 427 位高年級生發現修習科學課程深受性別影響不謀而合；而較常閱讀自然科學書籍及常識較豐富的學生，上科技新知課的表現與老師的互動比較主動與積極，且對上課內容具有較高的批判力。正如M老師談到：

「對這門課的興趣男生和女生的差異性很大，有一些男生學習的 power 非常好，發言很踴躍，和老師的互動也很好，有疑問也常提出來……女生就差多了，上課通常很少發言，興趣也沒那麼高……不過這學期女生的興趣好像也提高了，雖然發言還是不多，但是沒有像課程剛開始時那樣病厭厭的模樣.……..」

3. 科技新知融入國小課程時，教材需要篩選，教學時亦需要具體化

國小學生對科技新知的吸收度與接受度，隨著科技內容有很大差異，有些過於冷僻或艱深的內容對學生較不具吸引力，題材宜選擇與生活較高相關或有趣的教材，比較能引起學生的學習動機，教學時亦須將內容具體化，以學生易懂爲原則，譬如M老師就說：

「例如講各國的飛航武器時，學生好像沒有產生任何感覺，第一次上課內容提到奈米科技時，沒有後來時吸引學生，那時學生好像無法察覺奈米科技與他們的相關性，所以這學期我又選擇這部分的教材，所不同的是我引了很多生活化的例子，例如：奈米冰箱可以讓食物長久保鮮，奈米材質的衣服可以防水，不會發臭的奈米馬桶……..，我感覺學生覺得很有意思.……」

4. 學生能將科技新知課程所學的轉化在生活機制中

學生能將科技新知課程中所學到的知識轉化在生活機制中，對生活環境與國家科技的發展具有較敏銳的判斷力，相對的也擴充學習視野，對學習所關注的焦點早已跳脫考試的框架。例如S老師說到：

「我覺得學生越來越關心與國家科技有關的問題，這學期學生常常在上課中問我一些媒體所報導最新科技的問題，他們開始會關注複製人是不是真的已經誕生？加入 WTO 之後的台灣問題？駭客入侵有沒有辦法防範？五角大廈要怎樣蓋才不會被恐佈份子爆炸？這些問題反映出尖端科技已經慢慢引導學生的思考與生活所關注的問題.……」

(二)對科技新知學生的訪談結果

本研究針對 28 位學生進行問卷調查，與 5 位學生進行深度訪談，訪談內容主要爲：對科技新知課程的認同、存在、重要性與喜歡等向度，訪談資料量化結果如表 13，從學生在問卷內容與訪談中大致獲得以下重要相關資訊：

1. 學生肯定科技新知課程對自我能力的提升

28 位學生中有 27 位認同「尖端科技課程對國小高年級學生的重要」，受訪學生亦表達

表 13：學生調查與問卷訪談內容認同百分比

訪談內容	百分比 (%)
認同尖端科技是重要	96
認同尖端科技需要存在	89
認同尖端科技與未來學習相關	45
喜歡上尖端科技課程	45
對尖端科技課程提出建議	86

此課程可以增廣對現代科技新知與時事層面知識的見聞。

「科技新知可以使學生對未來的趨勢十分有幫助……」(男)

「可以使我們學到許多我們不知道的知識，如：戰爭、醫療、環境等各方面全方位的知識，所以我覺得這種課程很好……」(男)

「由於現在的科技進步很快速，而且時事很多，如美伊戰爭；嚴重急性呼吸道症候群（SARS)，如果可以了解這些科技的層面的話，對小學生的智慧也就能增加一點……」(男)

「像美伊大戰，我們可以知道雷達是如何發出、戰機是如何飛起來、隱形飛機到底是怎樣不讓雷達發現、網路是什麼、什麼是寬頻….很多日常東西的原理，這是我們應知道的……」(男)

2. 學生察覺科技新知的知識與未來的學習有幫助

在受訪的學生中有五分之一學生提到:「目前科技新知所學的內容將能協助未來的學習」。譬如有三位受訪學生有如下反應：

「要上國中了，多多少少要了解一些社會與科技的知識，對我們以後的幫助很大……」(女)

「可以幫助自然科技的知識，以後可能會用到，也可能會學到，假如現在先上過，以後學的時候就較容易……」(男)

「因為現代科技適合用於十、二十年後的就業方法……所以我認為現在科技新知對未來將有幫助」(女)

3. 學生體認科技新知課程的重要性

有的學生認爲：「21 世紀兒童應該具備科技新知」，而在下面受訪學生的回應中，得知有些兒童能由國家或社會層面發展的角度認同科技新知課程在國小高年級學生實施教學的必要性。

「社會潮流導致世界科技日新月異，身為 21 世紀兒童應該要站在世界知識的高峰，俯瞰世界；身為地球上的一份子，有義務了解地球村之種種……」(女)

「並不是只有科學家才能有豐富的概念，人民也要普及科技教育」(女)

「為了國家前途，開啟兒童求知的慾望十分重要……」(男)

4. 學生希望科技新知的內容應有所取捨與簡化

大部分的學生認同：「科技新知課程有其重要性與必要性」，但是在受訪的學生中，有 90 %以上的學生「對教授內容認爲應簡化，才能提升大部分學生的學習效能」。也要求「科技新知的取材應以日常生活中相關較高的題材爲主，才不會過於艱澀」。例如可從下列學生的反應中得知如上的看法：

「老師可以配合時事或一些能引起我們興趣的材料，如奈米科技，美伊戰爭，SARS 等……」(男)

「需要生活化、淺化，讓人易懂，從現實生活中取題材來探索……」(男)

「循序漸進，由淺入深，使學生充分吸

收.....」(男)

「我認為有些不必過於深入了解，如戰爭科技、汽車製造科技....應該針對環保科技、奈米科技等較實際的.....」(女)

「老師給的資料很多，有些單元艱深難以理解，100 分只能吸收 5、6 分，不必教的這麼難」(男)

5. 學生希望科技新知的教授方式，宜增加討論互動機會與多元化經營

許多學生認爲以老師講述的方式進行科技新知課程，無法有效提升學習興趣與成效，希望「課程進行的方式，能增加趣味化與多元性，並以討論方式進行」。亦有 2 位學生提到適當的考試能提升學習成效。下面就是前述意見的反應實例：

「現在寫在黑板上的模式，有些乏味，不易激起學生求知慾望.....希望吸收知識的介紹，能活潑不死板」(男)

「上課方式有彈性一點，像猜謎或猜答遊戲.....」(男)

「可以運用電腦的科技來教學或者舉辦有獎徵答活動，讓小學生更喜愛這節課.....」(女)

「可以到電腦教室上課，並讓學生自己上網找資料.....」(男)

「多以專業的角度來探討，能用多元的教學方式.....並且適量的考試」(男)

伍、結論與建議

一、結論

本研究結合質與量的研究方式，探討國小師生對奈米科技之熟悉度、學習需求與方式及其融入課程意願等。透過實徵調查、訪問與長達四個月的科技新知教學實驗。針對南部四縣市國小任教數學或自然的科學教師與高年級學生進行問卷調查，調查內容包括奈米科技熟悉程度、學習需求、融入課程需求與學習方式四部分。由調查研究結果初步資料顯示，能清楚界定奈米科技的教師少於 20 %，但是令人感到欣慰的是，願意透過適當學習方式認識奈米科技並融入課程的老師，除台南縣 5 年年資以下的教師爲 47 %外，其餘縣市各年齡層的比例皆達 67 %以上。教師對奈米科技的學習方式呈現差異性，高雄市、高雄縣與台南縣的科學教師將「科技新知研習會」列爲優先方式的比例最高，而台南市科學教師則將此項方式的序位列爲最後，反而將「讀書會」列爲最優先方式的比例最高。

學生對奈米科技的學習需求比例，平均高於教師群體。整體而言，受調查學生能清楚界定奈米科技的比例並未高於 50 %，顯示台灣學生對科技新知的教學接觸機會明顯不足。國小五、六年級資優生由於課程中有較多機會接觸科技新知，因此對奈米科技熟悉程度與學習需求比例上顯著高於普通生，但是資優生能清楚界定奈米科技的比例尚未達 50 %，可見對科技新知的熟悉程度與興趣培養有待相關單位重視。研究中同時比較有接受與沒有接受「科技新知課程」的國小高年級學生，結果發現有接受「科技新知課程」的學生，對科技新知的學習需求，較未接受「科技新知課程」的學生，呈現積極性的顯著差異；在希望學校提供科技新知融入課程的意願，有接受「科技新知課程」的學生，也高於未接受此課程的學生；而接受科技新知課程的學生，對科技新知課程，在學習正向態度的剖面上，隨著授課時間的增加，呈現積極性的遞增。

研究中同時針對有接受「科技新知課程」的六年級學生進行問卷調查與四個月的教學實驗觀察，並同時深入訪談授課教師、該班級任導師與 5 位學生。大抵而言，授課教師與級任導師皆認同科技新知落實在國小自然課程的教育是可行的，且隨著課程進行時間的累增，對學生的學習態度實際產生正向影響。由學生的調查與訪談追蹤中，發現學生對科技新知課程

有良好的後設認知能力，除了能具體陳述科技新知課程對自我具有正向能力的提升外，並能認同科技新知對未來與國家的發展具有相關，但是對科技新知融入國小高年級課程的經營，學生提出具有建設性的建議，希望教材與教學方式以較具體與趣味化爲較佳選擇。

由於本研究第一部分結果反映國小教師與學生對科技新知有學習需求性，在第二部分的四個月教學實徵性研究中亦得到科技新知落實在國小自然科課程的可行性評估結果，對教師與學生在科技新知落實在課程中的普遍化需求相呼應，亦提出較嚴謹的參考價值。

二、建議

本研究希望透過實徵研究，關懷國小基礎教育現場的師生對科技新知的熟悉與需求性，由於奈米科技的生活應用愈來愈普遍化，因此本研究藉由奈米科技的實徵調查，希望爲科學教育改革與未來實務發展提出具體建議。透過四個月的科技新知教學實驗、調查與深度訪談初步結果，獲知從事國小第一線的科學教師與學生對奈米科技的熟悉程度明顯不足，且許多教師在接受問卷調查時，對自己在科技新知的熟悉程度明顯不足感到恐慌，惟令人感動的是大部分第一線教師皆表達出對奈米科技高度學習需求與積極融入課程的意願，希望相關單位能實際關懷在第一線教學現場的師生，提供其追求科技新知適切的學習方式，以協助教師充足科技新知自我知能，並回饋在教學情境上。

國內科學教育，首重在提升國際競爭力，國際競爭力的希望在教育，政府應以積極性策略，宣導科學創意學習與培養科技新知的理念，方能與國際發展與時代脈絡接軌。透過「科技新知」實際融入課程的實徵研究，學生對科技新知的後設認知能力明顯提升，而學生對科技新知融入課程內容的意願與融入方式，可提供「科技新知課程」如何在小學經營，方能激發學生高度的學習興趣，並激發學習的效能等資訊，作爲日後相關研究之參考。教師與學生對科技新知的關心，有其令人感動的積極面，惟在學習的管道需要較嚴謹的規劃，更需要教育支援的介入與政府提供有眼光的策略，使科學教育能提升國際競爭力，諸如前述目的皆需要政府主動投資，讓教育優勢得以延伸。

本研究期待國小科學基礎教育重視學生對科技新知的敏銳察覺，透過科技新知的基礎性介紹，啓發學生對自然的好奇心有積極性的培養，開拓其在未來學習路程中想要繼續探索的心與習慣。

參考文獻

1. 吳茂昆（2002）：美好的未來不是夢-簡介奈米國家行科技計畫。**科技發展政策報導**, SR9109。
2. 吳京（1997）：當前教育改革的目標方向及重點策略。**研考雙月刊**, **21**, **3**, 7-15。
3. 林綺芬（2002）：美國 2003 年奈米研究預算達七億美元較前年成長 17 %。2002 年 8 月 21 日，取自 http://itisdom.itri.org.tw/Bio/medical.nsf。
4. 教育部（1998）：**國民小學階段九年一貫課程總綱綱要**。台北：中華民國教育部。
5. 馬遠榮（2002）：**奈米科技**。台北：商周出版社。
6. 郭重吉（2001）：建構與教學。**中部地區科學教育簡訊**, **10**。
7. 逢甲大學奈米科技研究中心（2003）：**美國奈米科技發展現況**。2003 年 4 月 19 日。取自 http：//www.nano.fcu.edu.tw/nanointro3.htm。
8. 國科會科資中心（2004）:**奈米創新網。**取自 http：//www.nano.com.tw.
9. 劉瑄儀（2003）：**美國生態環境與微毫科技計畫**。2003 年 4 月 10 日，取自 http：

//www.stic.gov.tw/policy/nano/d4.htm。
10. 鍾聖校 (1999)：**自然與科技課程教材教法**。台北：五南出版社。
11. 饒達欽和鄭添財 (1997)：談教師教學品質。**技術與職業雙月刊**, **42**, 7-11。
12. Bryan, Lynn A. (2003). Nestedness of Beliefs: Examining a prospective elementary teacher's belief system about science teaching and learning. *Journal of Reaearch in Science Teaching (SSCI)*, *40*(9), P841.
13. Debra Panizzon (2003). Using a cognitive instructional model to provide new insights into students' understandings of diffusion. *International Journal of Science Education (SSCI)*, *25*(12).
14. Farenga, Stephen J. & Joyce, Beverly A. (1999). Intentions of young students to enroll in science courses in the future: An examination of gender differences. *Science Education (SSCI)*, *83*(1).
15. Geeland, David R.; Wildy, Helen; Louden, William & Wallace, John (2004). Teaching for understanding and/or teaching for the examination in high school physics. *Interna-tional Journal of Science Education (SSCI)*, *25*(12), p. 459.
16. Glasersfeld, E. (1989). Learning as a constructive activity. In P. Murphy & B. Moon (Eds.) *Development in learning: an assessment.* London: Hodder & Stoughton.
17. Hoffman, Joseph L.; Wu, Hsin-Kai; Krajcik, Joseph S. & Soloway, Elliot (2003).The nature of middle school learners' science content understandings with the use of on-line resources. *Journal of Reaearch in Science Teaching (SSCI)*. *40*(3), p. 332.
18. Marek, E. (1986). Understanding and misunderstandings of biology concepts. *American Biology Teacher*, p. 48.
19. Nussbuaum, J. (1989). Classroom conceptual change: philosophical perspectives. *International Journal of Science Education (SSCI)*, *11*(5), 530-554.
20. Pompa, L. (1990). *Vico: A stuty of the new science*. Camberige: Cambridge University Press.
21. Sinatra, Gale M.; Southerland, Sherry A.; McConaughy, Frances & Demastes, James W. (2003) Intentions and beliefs in students' understanding and acceptance of biological evolution. *Journal of Reaearch in Science Teaching (SSCI)*, *40*(5), p. 510.

Teachers and Students' Understanding, Learning Needs, and Willingness to Integrate Advanced Nanotechnology into Elementary School Curricula

Kuo-hung Tseng[1] and Yuan Chen[2]

[1]Mei-ho Institute of Technology

[2]Jun-fu Elementary School

ABSTRACT

This study utilized qualitative and quantitative research analysis to investigate elementary school teachers and grade five and six elementary school students' familiarity with advanced technology. It also investigated their learning needs, and their willingness to integrate curricula and learning methods about advanced technology. The subjects included the elementary science teachers and grade five and six elementary students from four cities and counties in southern Taiwan. A survey was distributed to the subjects with the purpose of understanding their learning needs and assessing their willingness to integrate curricula and learning methods about nanotechnology. In the study, a comparison was made between outstanding students and ordinary students about their knowledge of nanotechnology. Interviews were conducted to get a better understanding about students' opinions about the integration of advanced technology into curricula and their knowledge about nanotechnology. The results are important in assessing the possible integration of new advanced technology into elementary school curricula. The results showed that less than 20% of the teachers could clearly define nanotechnology. The percentage of the teachers who would like to learn about nanotechnology through proper learning methods and would integrate it into the school courses was relatively higher. With regard to the teachers' learning methods, attending a "Technology Seminar" was their first priority. On average, the students' interest in learning about nanotechnology was higher than the teachers'. Also, there was a significant difference between outstanding students and ordinary students in their demand for gaining knowledge about nanotechnology. The research discovered that the students who had received the advanced technology courses wanted to gain more knowledge about nanotechnology than those who had not received the courses in the same grade. Those students also had a higher demand for advanced technology to be integrated into the school curricula. For the students who received the advanced technology courses, their acceptance and attitudes about advanced technology courses improved gradually as lesson time increased.

Keywords: Advanced Technology, Nanotechnology, Learning Needs.