

偏遠地區國小教師奈米科技課程設計與教學之行動研究

吳文龍¹ 徐愛鈞² 黃萬居^{3*}

¹ 國立台灣師範大學 科學教育研究所

² 新北市牡丹國民小學

³ 臺北市立教育大學 自然科學系物理暨化學領域

*通訊作者

(投稿日期：民國 100 年 07 月 08 日，修訂日期：100 年 12 月 31 日，接受日期：101 年 01 月 12 日)

摘要：偏遠國小教師認為受環境限制缺乏奈米科技資訊，因此本研究以行動研究法探究偏遠地區教師自編奈米科技課程的歷程與教學的困境、成長與省思。本研究之個案教師任教於新北市雙溪區某偏遠國小，教學對象為十一位六年級學童。教學活動歷時共八週二十一節課，單元包括「自然魔術師」、「奈米是什麼米」、「現代多啦 A 夢」及「未來的世界」。主要的研究工具有「奈米科技認知問卷」、「自然科(奈米科技)學習態度問卷」；及質性工具：教學活動紀錄、教學檢覈表、學童學習文件與訪談等。研究發現：(1)學童奈米科技認知問卷的正確度由 32% 提升至 88%，顯示學童雖然身處於偏遠地區，但因豐富的自然資源，對奈米科技的學習仍然能有顯著的進步；(2)學童奈米科技學習態度五等第問卷達到 4.6，對新開發之教材有正向的態度；(3)個案教師經歷課程編排、試教及修正等的兩階段歷程，對奈米科技課程安排及偏遠地區教學提供具體性的結論與建議。

關鍵詞：奈米科技、偏遠地區學校、行動研究

壹、前言

世界各地的先進國家目前都努力發展奈米科技相關技術與產業，因此為增進民眾對奈米科技的瞭解，各國無不盡力將奈米的相關概念融入於現行的課程當中(潘文福，2004)。奈米科技發展與應用乃現今社會發展

的潮流，更代表著國家社會進步的程度。本研究個案教師所任教的偏遠國小科技資訊較都市型小學缺乏，從教學前的測驗便能發現學童對奈米科技的認知平均答對率只有 32%，完全沒聽過奈米一詞的學童更高達 72%。可見雖然「奈米科技」已為世界熱門科學之一，但偏遠國小所能接受到的資訊仍

然不足，站在教育平等的立場上偏遠國小實施奈米科技教育的確有其必要性存在。

我國國家科學委員會從 2003 年即開始推動一系列奈米科技的相關計劃，並且由教師們共同研發課程及進行討論，設計出生動活潑且適合國小學童的奈米教材內容。其中推動奈米 K-12 的負責人吳政忠(2004)提出：

「我不主張小學童學太深入的奈米知識，只要讓小學童瞭解奈米的基本概念即可；因此，如果能由小學就開始紮根，將可得到事半功倍的效果」

故本研究的主旨在於將奈米課程教材推廣至個案教師所任教之偏遠國小，使學童能對奈米科技有更清楚的瞭解，並且產生學習興趣，期能改善偏遠地區學童學習上不利的文化因素，更豐富其生活內涵，使每位學童都能與世界接軌。

貳、文獻探討

一、奈米科技與相關教學

西元 1959 年 12 月 29 日，諾貝爾獎得主 Feynman 在美國物理學會的聚會中發表演說，講題為「底部還有很大空間」(There's Plenty of Room at the Bottom)，會中暢談未來人類能在原子的微觀條件下操控或組成新的物質結構，並且預言在這些更微小物質或新結構中將產生豐富的新穎特性(傅昭銘，2009)。Feynman 對於奈米科技提出概念性的預測，引起更多科學家進行研究上的微尺化運動，開啓奈米科技時代的來臨，因此獲得「奈米科技之父」的尊稱。對奈米科技最基本的定義依 National Nanotechnology Initiative(2010)所提出的看法，意指物質尺寸在 1 至 100 奈米的空間時會存在不同於原子

和分子層級的微觀起點，並且又不同於現實巨觀物質領域，因為正好介於微觀和巨觀之間，所以科學家們又把它稱之「介觀物理」。

因為地球資源有限，科學家認為奈米科技具有廣泛運用和保護環境的種種優點(馬遠榮，2002)。不同於以往石化能源的運用發展，奈米科技將不會因為追求經濟或產業的成長而犧牲環保，因此經濟成長和環境保護兩者可以並行不悖的(Roco, 2006)。總合上述可知，奈米科技也是一場綠色工業革命(徐筱嵐，2009)。國科會科技中心(2004)在「奈米科技交流會」上以尺寸與技術的面向描繪出人類社會的發展階段：(1)農業時代—cm(公分)：農業工具；(2)工業革命—mm(毫米)：機械設備；(3)微電子時代— μm (微米)：IC 電子元件；(4)二十一世紀—nm(奈米)：分子技術。在科學不斷的發展下，可知未來奈米科技對人類發展的重要性。

研究者搜尋國內相關奈米科技教學研究，發現與研究者的研究主題相關之研究，分別敘述如下：潘文福(2004)建議教師在奈米科技主題的教學實施上，可以主題融入七大學習領域，並由教師利用多元化教學的資源，依學童心智發展程度調整教材媒體與教學法，主要目的為提升學習興趣，進而促進學習成效。沈宇哲(2009)及林武賢(2009)以實驗方式及學童親手作巴克球模型的方式進行教學，能使學童深刻體會特殊複雜的微觀結構，在學習相關領域之科目時更能體會其表達的內容，使得學習的過程能更快速及有效率；陳俊宏(2008)提出以 5E 學習環進行奈米科技教學，結果發現學童在概念學習保留效果明顯高於傳統教學法，且學業成就愈高學童在學習保留的效果方面也顯著愈高，研究結果與蔡明容及黃萬居(2006)相呼應；陳麗文與張字和(2007)運用 Moodle 平台進行教學，研究結果顯示「Moodle 網路平台組」及

「閱讀學習組」皆有利於奈米科技學習，且學習成效都能顯著提升，但整體來說數位學習成效高於閱讀學習，且學童認為數位學習有助於科技新知的學習。總體而言，在中小學進行奈米科技教學應以多元化及多方向的教學方式才能提高學童的學習成效。

在全球知識經濟發展日新月異的時代中，奈米技術的發展對於各國的競爭力產生極大的影響，在相關奈米產業逐漸成形之時，需要及早培育奈米技術人才並往下紮根，且即使是一般大眾也應對奈米科技有所瞭解，方能對此新興科技具有正確的知識和政策判斷能力(Fonash, 2009)。有鑒於此，政府應加速推廣 K-12 及一般民眾對奈米科技之認識，使得奈米科技教育成爲不可忽視之一環(Healy, 2009)。因此，本研究認爲在偏遠地區國小推動奈米教育是必需的教學主題，如此才能讓文化不利的偏遠地區學童，也能認識奈米科技一些基本概念，亦即爲學童打開一扇新興科技的窗戶。

二、偏遠地區教育

偏遠學校之教育者必須擔任實現教育機會均等及促成社會均等之教育任務(簡良平, 2010)。偏遠地區學童因文化不利因素，所得到的資訊多來自於學校教師、電腦網路、電視、及閱讀等。因此有關偏遠地區學童的研究大多集中於醫學、英語教學、資訊教育、及學校規劃，相關奈米科技只有一篇研究論文：「偏遠地區國小、中高年級學童奈米科技學習成效之研究-以台中縣平地及南投縣山區爲例」(廖湘暄, 2008)，此研究主要探討偏遠地區國小中、高年級學童奈米科技學習成效，並由學童性別、年級、家庭社經地位、科學讀物閱讀頻率及校外科學學習活動等五項背景因素進行分析探討。針對科

學讀物的部份，蔡宛靜(2009)提出偏遠地區學童因文化刺激不足，教師認同藉由閱讀可增進其學習成效。

陳銘漢、李清波與李鳳美(2006)指出偏遠地區學童學習表現落後因素常來自家長社經資源不足，而無法提供支持學童持續學習的環境。有鑑於此教師如何利用學校教育給予學童新的知識及視野，適當地運用電腦網路幫助學童拓展知識，教師對網路資料與教學的結合成爲偏遠地區學童能否吸收新知識的一大重要因素。

總合上述，本研究個案教師進行奈米科技的課程設計時，採用能促進多元學習的設計。因學童的學習態度也是影響學習效果之一重要因素，故在教學時應盡量顧及學童個人因素，滿足其心理層面之需求(Gauld, 1982)。又因在教學時數的安排方面宜讓學童有足夠的時間閱讀相關讀物及理解知識，並從網路中搜集不同的資訊並加以整理。從活動中學習到奈米科技的科學技能及對奈米應用時的批判思考能力，故研究者希望學童所能得到的能力除科學知識外，學習態度也是因素之一。

參、研究方法

一、研究對象與教學場域

本研究之研究對象包括一名偏遠地區的個案教師及其十一位六年級學童。個案教師爲本文作者群之一，在偏遠地區任教已有九年的經歷，且擔任導師兼任教學組五年及班級導師四年，主要任教科目爲自然與生活科技領域。由於偏遠地區的學校班級及人數較少，所以個案教師無論是學業上或家庭上的問題，較易於掌握每一位學童狀況。十一位六年級學童來自同一班級且包括四名男童及

七名女童，部分當地學童，因父母在外地工作之故，因此隔代教養十分普遍，雖然部份祖父母對於學童的教育問題相當重視，但可能因無法有效管教學童，故部分學童的教育主要還是仰賴班級導師，且學童活動範圍僅止於社區當中，導致學習上產生文化刺激不足，面臨到能力提昇的困境，無形中造成城鄉差距的問題。

個案教師之教學場域位於新北市雙溪區某國小。全校共43位學童，其中男童有13人，女童為30人。教師人數含代理代課及2688專案教師共計15人。學校屬偏遠小型學校，但學校設備相較於一般國小的設備來說，資訊設備及圖書資源並無多大差異，且各班教室內均配有兩台能提供上網功能的電腦，因此當教師有網路資料的需求時，能夠立即透過網路查詢所需資料。而圖書館內目前藏書量約為一萬冊，亦足夠供給學童之所需。

以下針對研究情境進行SWOT分析，提供更明確的研究對象特性與教學場域特點：

(一) 地理環境：

S(優勢)：牡丹依山傍水，鐵路通達，環境自然，污染少，因此生態資源較一般市區學校豐富。

W(劣勢)：屬封閉性村落型態，離市區較遠，火車班次少，雨多濕氣大。

O(機會點)：生態環保教育漸受重視，鄰近濱海風景線。

T(威脅點)：近年來污染漸增，部份生態開始受到破壞，人口逐漸流失。

(二) 學校規模

S(優勢)：小班小校，教師能給予學童較多的關心與照顧。

W(劣勢)：人員編制少，事多人少，教師必須兼任行政工作。

O(機會點)：因小班小校，獲得教育優先區補助。

T(威脅點)：家長對教學的反應不積極，教育重擔落在教師身上。

(三) 硬體設備

S(優勢)：具備一間電腦教室，且班班有單槍投影機，可上網。

W(劣勢)：教室窗框及佈告欄等木質部份，遭白蟻侵蝕。

O(機會點)：地方及民意代表主動爭取經費，台電亦有補助學校。

T(威脅點)：教室管線老舊，人力不足，財物管理不易。

(四) 教師資源

S(優勢)：教師大多年輕有活力，行動力與適應力強，並富有教學熱誠，彼此之間感情融洽。

W(劣勢)：教師多為初任教師即到牡丹任教，因此經驗與成熟度不足，缺乏楷模對象。

O(機會點)：提供在職進修訓練，鼓勵與同儕相互學習，善用網路上資源。

T(威脅點)：教師身兼行政，經驗不足壓力大。

(五) 學童

S(優勢)：學童質勝於文，單純可愛。

W(劣勢)：學童普遍學習習慣不佳，所見所聞不開闊，文化刺激不足，缺乏自信，學習動機不強而影響學習成就。

O(機會點)：鄉下子弟可塑性高。

T(威脅點)：過半數為單親以及隔代教養、新住民，家庭教育力較弱。

(六) 家長

S(優勢)：背景單純，動機善良，彼此之間互相熟識。

W(劣勢)：缺乏現代化教育方法，忙於生計，無暇關注學童學習，參與學校活動較為被動。

O(機會點)：學校提供親職教育機會，開

放家長參與管道。

T(威脅點)：隔代、單親及新住民家庭多
社會競爭力較低。

(七)地方資源

S(優勢)：本鄉鄉長、代表會主席、村長、
及地方仕紳均為本校校友及家長會成員，
對學校向心力強。

W(劣勢)：文化活動參與較弱，對「學
習」的認知仍存留有刻板印象。

O(機會點)：課程充分利用本鄉之自然資
源，學童愛鄉愛親近大自然。

T(威脅點)：地處偏遠與都會區之連結較
弱、發展腳步較封閉、遲緩。

二、研究設計

本研究採行動研究「計劃—行動—觀察—
反省—修正—再行動」的循環模式的方式
進行研究，研究進行方式依據黃萬居(2003)
行動研究主要研究過程：(1)確定研究問題及
其重點；(2)與相關人士討論初步研究計畫；
(3)參考相關文獻；(4)決定研究方式(問題調
查、觀察記錄、文件分析、訪談等)；(5)進行
資料收集；(6)進行資料結果分析與解釋；(7)
提出改進建議研究報告。

本研究的行動研究歷程是由奈米科技的
課程編寫到實際的教學活動。量的資料蒐集
包括奈米科技認知前測及後測問卷及自然科
學習態度問卷；而質的資料蒐集，主要是透
過協同研究的人員進行觀察、錄音或錄影，
再以訪談、學童文件資料、教學檢覈表、教
學紀錄表、教學及研究日誌等方法進行。因
此，研究者在教學的過程中藉由不斷的蒐集
相關的各項資料與分析資料，做進一步對教
學困境進行分析與省思，而達到教師自我成
長的目標。

三、研究工具與質性學童訪談編碼

本研究量的資料蒐集有奈米科技認知問
卷、自然科學習態度問卷；而質的資料蒐集，
主要是經由研究者之觀察、錄音或錄影、訪
談及學童文件資料以及教學檢覈表、教學紀
錄表、教學及研究日誌取得。

奈米科技認知問卷採用高美莉(2010)所
編製的奈米概念認知問卷，該問卷在2010年
以臺北市某公立學校五年級62名學童進行第
一次預試，計分方式是答對一題得一分，答
錯不計分，總得分愈高代表受試者的奈米概
念認知情形愈佳，Cronbach's α 值是.725，主
要概念包括(1)自然界的奈米效應、(2)奈米
的基本定義、(3)奈米科技起源、(4)奈米科技
的應用、(5)奈米科技的未來展望與省思，共
包括五個層面與本研究的教學內容相符。

自然科學習態度問卷採用王貴春(1999)
所編製的自然科學習態度問卷，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。各
分測驗之 Cronbach's α 係數在 0.81 至
0.91 之間，折半信度在 0.78 至 0.92 之間，
具有良好的內部一致性信度。此問卷之填答
與計分方式，採用李克特式五分等第計分方
式，分為「非常不同意」、「不同意」、「沒
意見」、「同意」、「非常同意」等五個選
項，得分依次為 5、4、3、2、1 分。本研究
因學童先前無奈米科技的相關知識，因此前
測使用自然科學習態度問卷施測，而在後測
時，因學童已學習過奈米科技的內容，因此
將該問卷之自然科一詞改名為奈米科技。

教學活動紀錄使用錄影的方式，真實地
記錄教學時的情景，採定點錄影的方式忠實
地記錄個案教師與學童的上課情形；教學記
錄檢覈表為協同研究者觀察過個案教師的教

學錄影教學，分析方向主要針對在教學中的缺失及學童學習的困難；訪談資料的內容針對學童對於整個科學寫作活動的感受及所遭遇的困難，利用下課時間進行非正式的訪談；學童文件資料包括學童的學習單、心得單、研究計畫等；教學省思日誌為個案教師在每次上課後記錄課程想法與心得，以利後續研究過程中的反省思考。綜合上述可看出行動研究的重要特性，可做為教師專業實踐的重要基礎，作為教師專業學習及發展的動力。

本研究之參與學童為同班共十一名六年級學童，分別為4名男學童及7名女學童，編碼分別為SM1、SM2、SM3、SM4、SF1、SF2、SF3、SF4、SF5、SF6及SF7，以方便後續口語資料分析的進行與說明。

四、課程發展與教學

研究設計之教學活動及研究的時間從2010年11月至2011年1月共八週，每週約三堂，每堂課40分鐘，四個單元分別為「自然魔術師」、「奈米是什麼米」、「現代多啦A夢」、「未來的世界」，在學前後分別進行測驗及訪談等研究的資料收集歷程。各單元的教學節數如下：「自然魔術師」時數為3節；「奈米是什麼米」時數為8節；「現代多啦A夢」時數為7節、「未來的世界」時數為3節。本研究以國小奈米科技概念圖(國科會科教處，2010)及參考吳政忠(2004)K-12奈米科技教學所研發之奈米教材為藍圖，加上個案教師對偏遠地區學童的個人教學經驗來進行課程開發與教學。由生活面切入學習，透過多樣的學習活動設計引起學童的動機及興趣。

表 1：奈米科技教學之概念與教學內容

主要概念	次要概念	節數	教學主題	教學活動	教學內容
自然界的 奈米現象	蓮葉效應 光晶效應 凡得瓦力 生物磁	3節	自然魔術師	1.訪問大自然 2.愛乾淨蓮葉小姐 3.我有特異功能	1.認識校園環境。 2.透過實驗瞭解蓮葉效應。 3.討論蓮葉效應的可能成因。 4.學童上網搜尋答案
基本定義 起源	奈米定義 奈米之父-費曼 顯微鏡的發展	8節	奈米是什麼米	1.「奈米」特異功能的秘密 I 2.「奈米」特異功能的秘密 II 3.奈米是什麼米 4.牡丹奈米大特搜 5.別鬧了費曼先生	1.透過 PowerPoint 認識自然界中的奈米現象。 2.欣賞「小奈與小米驚奇之旅」影片並分享觀後感。 3.認識社區校園中奈米現象。 4.認識費曼先生，讀物導讀。
奈米科技 的應用	對日常生活 的影響特殊效 應	7節	現代多啦A夢	1.奈米小記者 I 2.奈米小記者 II 3.奈米尺度特性 4.奈米材料	1.認識奈米科技應用在日常生活中的情形。 2.標章認證之目的與意義。 3.介紹目前奈米認證制度。 4.認識奈米尺度特性 5.認識奈米材料
奈米科技 未來展望 與省思	奈米科技未 來對人類的 正反面影響	3節	未來的世界	1.奈米產品的秘密 2.有趣的未來世界	1.瞭解奈米產品運用原理。 2.瞭解奈米科技的發展對將來可能產生的影響。

本研究課程之課程內容以「自然界的奈米現象」、「基本定義與起源」、「奈米科技的應用」以及「奈米科技未來展望與省思」為主要概念進行課程設計，本研究課內容如下表 1。個案教師於每次教學後都會進行蒐集與分析資料，作為後續修正教學模式的依據。本研究之研究流程如圖 1。

肆、結果與討論

在進行兩階段的教學之後，研究者針對學童對奈米科技之認知情形、學童對奈米科技課程之學習態度情形，以及奈米科技教學之困境、省思與成長，提出討論。

一、奈米科技之認知情形

奈米科技認知問卷共 31 題，第 1 題至第 29 題每題 1 分，總分為 29 分，第 30 題及第 31 題為質性問題。全班前後測所得之總分平均分數整理如表 2，由表 2 的結果可看出後測的總平均分數後測較前測高，且分數增加將近一倍，而答對率的部份由 32% 進步為 88%。由上述可知學童在經過教學後對奈米科技的認知情況有明顯的進步。

測驗題第 30 題的問題為「你聽過奈米是什麼嗎？」。在前測中，學童只是聽過或完全沒聽過的比率為 72%，而聽過奈米名稱的學童中，幾乎所有學童都是由電視或網路而得知，日常生活親身經驗的機會較少。學童答題情形如表 3 所示。學童在前測時，超過半數學童都覺得這份問卷非常困難，無法瞭解測驗題目或選項，但在後測時，73% 的學童認為自己已非常清楚奈米科技教學的內容，但仍有 3 位選擇選項 2「聽過名稱，但是不太清楚」，在後續訪談中此三名學童提出：

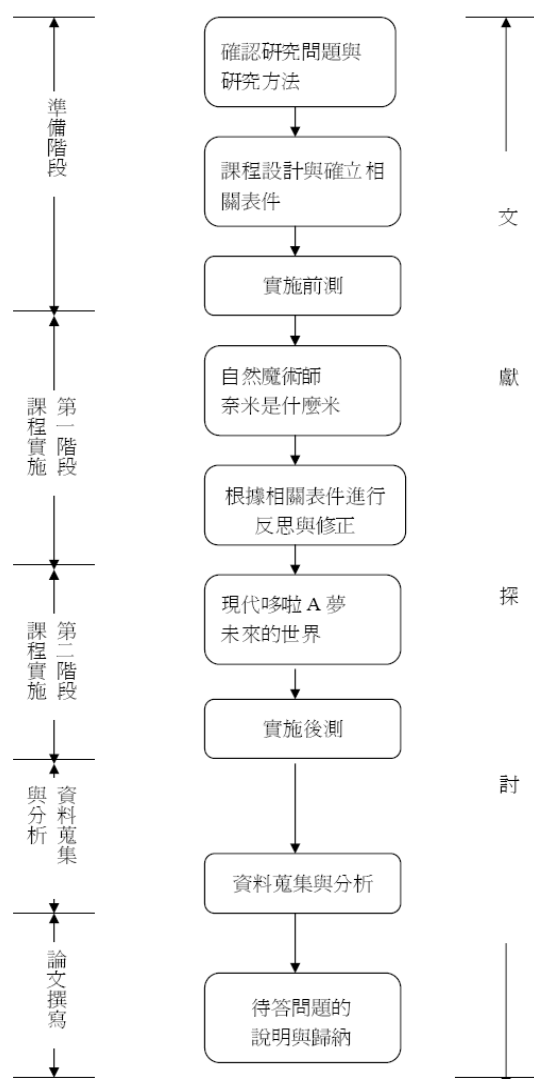


圖 1：研究流程圖

SF1：我們在查資料時看到好多好難的東西，教師你一定沒有教我們那些，因為太難了，我們只是小學童而已，所以我也覺得我還不是很懂奈米科技的內容，可能等我讀到大學或是當博士的時候就會懂了吧。
SF5：我記得之前上課，教師要我們去查資料時，我有好多東西都看不懂，很多名詞很奇怪，我媽媽和讀

大學的姐姐說那是大學生在讀的，所以我覺得大學生在讀，連教師妳都在讀，奈米科技一定是一門很深的學問。

SF6：我有認真查資料，我知道很多大學生都在研究這門科學，我們只是小學童，教師一定只敢把簡單的教我們而已。

經過後續訪談結果發現此三位學童自我要求較高，認為奈米科技的內容應該比教學的內容更深奧，而超出自己所能理解的能力範圍外，預設立場認為教師並未將所有奈米科技的內容安排在課程中，可知三位學童認為自己還有更進一步學習的空間，而未選擇非常清楚。

在奈米科技認知的各層面中，學童對於「自然界的奈米現象」後測所得總分相較於其他面向表現最高，許多題目的答對率已達到 100%，且學童對於自然界中可觀察到的奈米現象較易觀察與體會。學童在事後的訪談中也指出在學校中的自然資源環境有助於理解奈米現象，將口語資料羅列於下：

SM3：教師你帶我們逛校園的時候有觀察過，蓮葉上的水珠會滾離葉面，你說這是蓮葉效應。

SM4：教師在帶我們逛校園的時候，有教我們怎麼分辨水芋和有毒的姑婆芋，水芋的葉子也會像蓮葉一樣，可以讓水珠滾來滾去。所以不只蓮葉有這種情形。

SM2：(奈米的效應)是能讓蝴蝶翅膀顏色變來變去，我們有觀察過。

相較於都市小學，在偏遠地區的進行奈米科技的教學更多的自然資料實例，因此在設計上能以更貼近學童生活的例子，如蓮葉、蝴蝶等，幫助學童理解奈米尺度下物質所產生的特殊效應，此點與都市小學大部份為人造的教材能有更大的優勢，本研究的個案教師充分利用此點，因此學童對於「自然界的奈米現象」面向能有更深入的理解，而獲得更高的表現。

在「奈米科技應用情形」方面，後測的測驗總分最低，但在教學後亦有超過一半學童具正確概念，答對率約 63%至 90%。因此

表 2：奈米科技認知問卷平均分數

	前測	後測
總分平均分數	10.5	25.5
平均答對率	32%	88%
最高總分	16	29
最低總分	4	20

表 3：認知問卷第 30 題答題人數所佔比率

選項	1.非常清楚	2.聽過名稱但是不太清楚	3.只是聽過名稱	4.完全沒聽過
前測人數	0	3	3	5
所佔比率	0	27%	27%	45%
後測人數	8	3	0	0
所佔比率	73%	27%	0	0

層面之學習內容較多專有名詞，如鮑魚殼的層合構造、彩蝶效應、蓮葉效應，且部分科技產品，如奈米金面膜、奈米飲料瓶及奈米光觸媒空氣清淨機，因學童並未在日常生活用品中出現，而容易受到廣告等傳播媒體的誤導影響，如：在前測答題中，5位學童認為其原理是「避免光照引起飲料腐敗」，而有2位認為是「在飲料中添加奈米顆粒」，學童認為奈米飲料瓶為添加奈米的材料，或是增加瓶子的硬度，不認為奈米飲料瓶是指增加隔絕空氣的程度。但在經過教學後，學童對於專有名詞有較清楚的瞭解，因此答對的情形也提高，不過相較於其他面向測驗的得分較低。

在「奈米科技未來展望與省思」層面方面，因為課程討論內容與學童生活能接觸到的物品或創新有趣的想法，如「奈米膠囊的功能」「奈米光碟片」，可以讓學童構思奈米科技的應用將如何改變自己未來的生活；而「太空電梯的最佳材料」的題目則能讓學童天馬行空發揮想像力，引起學童熱烈的討論且可以增加學習效果。

二、對奈米科技課程之學習態度情形

因個案教師的學童從未接受過奈米科技相關教學活動，故研究者於教學活動前施測「自然科學習態度問卷」，以瞭解學童對於學習自然科學習態度，做為進行奈米科技教

學之參考。在完成兩階段奈米科技教學後，研究者實施「奈米科技課程學習態度問卷」後測，此問卷內容與「自然科學習態度問卷」相同，僅將學習科目由「自然科」改為「奈米科技課程」，以瞭解學童在學習奈米科技之學習態度情形。學習態度量表分為四個層面討論，表4為施測班級在態度量表中四個層面前測與後測之總分與分項平均總分。

由表4可看出前測時四個層面的總分均略低，每個分項層面的平均分數為3.5分(代表偏向沒意見)，其中又以第四層面有關學習策略為最低。而在後測中，四個層面平均分數已達4.6分(代表偏向相當同意)，可見學童在學習奈米科技課程時的學習態度，屬於正面積極。經過晤談後，學童表示奈米科技課程教學內容豐富有趣，並且經由動手做實驗、看影片、查資料、踏查訪問等多種學習活動，讓學童能產生興趣。此與陳麗文(2005)提出的結果相同，教師運用多元而生活化的教學方式，對學童有較佳的學習成效。

三、個案教師的教學困境、省思與成長

在教學過程中，個案教師在遭遇教學困境所引發之省思與成長為以下幾點：

(一)教學前對學童的瞭解

由於偏遠地區學童對於奈米科技認識較少，所以教師在教學前，藉由認知與態度的前測瞭解學童的學習態度及迷思概念，並藉

表4：態度量表四分層面總分

	態度項目	前測平均分數	後測平均分數
第一層面	對課程的態度	3.67	4.8
第二層面	對課程教師態度	3.74	4.7
第三層面	對課程學習動機	3.61	4.5
第四層面	對課程學習策略	3.33	4.2
	平均分數	3.5	4.6

由前測結果來修正兩階段的教學設計，藉由此教學設計方法所設計的課程更能貼切的符合學童的能力與需要，有助於教師教學與學童學習兩方面都能共同進行。在進行奈米科技教學過程中，個案教師不斷地確定每一位學童的學習狀況，連結新教材與舊知識的關係，藉以提升學習成效，並可作為下一階段教學修正的參考。

(二) 課程的設計與進行

奈米科技課程為充滿思考與創意的課程，個案教師在教學過程中，藉由不斷的提問及提供不同的學習方式，希望激起學童對課程的喜愛。個案教師在前測及第一階段的教學中發現學童對奈米科技認知極少，因此在第二階段的教學前再將教案做調整，以期更加能引起學童興趣、活潑化課程內容及連結日常生活面。因第二階段的課程有較多專有名詞，故此課程難度較深，因此個案教師再度將教案加以修正，將原本的課程難度降低。課程修正後，原本六節課之課程延長為九節課，並且蒐集更多適合教學的資料，以輔助學童學習。偏遠地區的學童的生活環境較單純，許多電器用品(如空氣濾淨機)或傳媒資訊對學童來說並不常見，因此教學者在設計奈米科技教學內容時，必須思考能與學童的生活經驗與背景結合，以符合皮亞傑認知發展理論的第三階段，而偏遠地區的學童常常受生長環境中文化刺激不足之因素(蔡宛靜，2009)，影響學習能力、狀況及表現，因此個案教師在教學中應提供多方面資訊之匯入，此點將有助於幫助偏遠地區學童學習。

(三) 教學時間與重點

個案教師在兩階段的教學過程中，依第一階段中學童的學習狀況而放慢教學進度，給予個別指導與教學，使學童獲得較佳的學習機會，這樣的狀況若是在寒暑假的活動營隊中就比較難達成。教師在教授學童較陌生

的學科知識時，宜適度放慢腳步讓學童確實學習，對於偏遠地區學童顯得更為重要。奧塞貝爾認為學習者本身若想使學習訊息與自己相關，則有意義學習便會自然而然地發生，因此若要讓偏遠地區學童對奈米科技課程產生此類有意義的學習，個案教師必須在教學中不斷的設法改變學童原有的學習習慣，並將教材與生活經驗連結。由個案教師的自省及學童的回饋中可見學童在奈米科技課程後段，在上課的發表次數、參與程度、尋找資料、報告情形及作業的表現，皆較剛開始上課時明顯提升。個案教師在教學過程中，特別著重於提升學童自我學習科學的能力，以及學習奈米科技興趣，期望在課程結束之後，學童對奈米科技的學習能有機會繼續延伸下去。

(四) 教學者的專業知識

為實施奈米科技教學，個案教師必須閱讀相關資料，並參與研習活動，使本身對於奈米科技有足夠的瞭解，只有教師本身積極吸取新知，避免成為一位知識上的「偏遠地區教師」，才能給學童更好的教學內容與學習。本研究的個案教師在課程的安排與設計方面配合學童能力的前測結果作調整，並將課程開發的過程分為兩個階段，第一階段的教學後個案教師將教學的日誌及錄影作初步整理，在經過與教授的指導及討論後，個案教師再度反思與修正設計第二階段的奈米科技教學活動。在協同其他研究者的過程中，可使個案教師產生許多想法與思考，在不斷思考課程內容的過程中將教學朝向多樣化及多元化，以引起學童學習動機與興趣，再依據教學現況，修正教學教案之設計，以達到預期的教學目標與成效。

伍、結論

在偏遠地區國小教學過程中，教師常常必須面臨學童文化刺激與知識背景不足的問題，並克服教學資源及家庭支持力較缺乏的情形。但相對而言，偏遠地區的校園大多自然資源豐富，學童單純良善且接受新知的學習意願高，又因為學童人數少故教師進行奈米科技教學時，較能掌握每一位學童的學習狀況，如教學過程能利用大自然的資源實施教學，並提供多方面的資訊將有利於學童克服文化不利之因素，將困境轉化為教學改變之契機。

教師將奈米科技課程融入校本課程，讓學童有足夠的時間學習，學童並能將奈米科技教育之訊息傳達與家人分享，達到推廣教育之效益。藉由偏遠地區學童學習奈米科技課程，增加了對自然環境的觀察與瞭解，並且對於新的科技技術開始產生興趣，進而主動搜尋學習新知。學童在奈米科技課程學習過程中，練習對於疑問提出問題、自行搜尋整理資料、最後再與同儕分享與討論，學習自我表達、澄清看法並師長討論，藉由上述的過程逐漸養成偏遠地區學生的自學能力。

參考文獻

1. 王貴春(1999)。STS教學與國小學童創造力及學習態度之研究。台北市立師範學院自然科學教育研究所，台北市(未出版)。
2. 吳政忠(2004)。往下紮根的奈米教育。2004年6月24日，取自台北市雜誌商業同業工會－電子報。
3. 沈宇哲(2009)。奈米微粒巴克球模型製作教學。物理教育學刊，10(1)，104-107。
4. 林武賢(2009)。國小五年級教師以實驗操作實施奈米科技教學之研究。東南科技大學機電整合研究所，台北縣(未出版)。
5. 徐筱嵐(2009)。奈米科技之前瞻性規劃--以美國推行綠色奈米為中心。科技法律透析，21(11)，34-50。
6. 馬遠榮(2002)。奈米科技：二十一世紀的工業革命。台北市：商周出版社。
7. 高美莉(2010)。國小五年級學童利用動手做學習奈米科技概念之認知與態度。臺北市立教育大學自然科學系碩士班，台北市(未出版)。
8. 國科會科教處(2010)。奈米國家型人才培育計畫---東台灣奈米科技教育研究與人才培育(I)。國立東華大學，花蓮縣。
9. 國科會科資中心(2004)。奈米創新網。取自<http://www.nano.com.tw>。
10. 陳俊宏(2008)。以5E學習環教學模組探討國小學童之學習成效-以奈米科技議題為例。國立屏東教育大學數理教育研究所，屏東縣(未出版)。
11. 陳銘漢、李清波與李鳳美(2006)。偏遠學校學童家庭因素對學習態度影響之研究--以某國中為例。學校行政，42，52-78。
12. 陳麗文(2005)。如何在中小學進行奈米科技的教學與應用。國教輔導雙月刊，45(2)，27-32。
13. 陳麗文與張字和(2007)。運用Moodle平臺進行奈米科技課程之初探。中華民國資訊學會通訊，10(1)，237-250。
14. 傅昭銘(2009)。臺灣奈米教育現況報導--奈米科技K-12人才培育計劃推展現況與展望。臺灣奈米會刊，12，2-7。
15. 黃萬居(2003)。行動研究與自然科學教學。現代教育論壇，8，173-181。
16. 廖湘瑄(2008)。偏遠地區國小、中高年級學童奈米科技學習成效之研究-以台中縣平地及南投縣山區為例。國立臺中教育大學科學應用與推廣學系科學教育碩士

- 班，臺中市(未出版)。
- 17.潘文福(2004)。奈米科技融入九年一貫課程之領域主題規劃。生活科技教育月刊，37(2)，20-25。
 - 18.蔡明容與黃萬居(2006)。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。科學教育研究與發展季刊，45，39-64。
 - 19.蔡宛靜(2009)。臺北縣偏遠地區國民中學閱讀推動計畫實施現況之探討。國立台東教育大學教育研究所，台東市(未出版)。
 - 20.簡良平 (2010)。偏遠地區小學教師對弱勢社區環境之覺知及其教學回應。教育實踐與研究，23(2)，37-64。
 - 21.Fonash, S. J. (2009). Nanotechnology and economic resiliency. *Nano Today*, 4, 290-291.
 - 22.Gauld, C. (1982). The scientific attitude and science education: A critical reappraisal. *Science Education*, 66(1), 109-121.
 - 23.Healy, N. (2009), Why nano education? *Journal of Nano Education*, 1(1), 6-7.
 - 24.National nanotechnology Initiative(2010). *Supplement to the President's FY2011 Budget*. Washington, DC: U.S.Government Printing Office.
 - 25.Roco, M. C. (2006) . Nanotechnology's future. *Scientific American*, August, 39.

An Action Research of Nanotechnology Curriculum Development and Teaching at a Remote Elementary School

Wen-Lung Wu¹, Ai-Chun Hsu², Wan-Chu Huang^{3*}

¹National Taiwan Normal University

²Muudan elementary school

³Taipei Municipal University of Education

Abstract

Due to restriction of remote districts, many teachers at the remote schools in Taiwan think that students faced the shortage of information about nanotechnology. This study adopted an action research to investigate the case teacher how to develop the curriculum, Nanotechnology Teaching (NT), and the predicament, growth and the introspection in teaching process. The case teacher taught at the remote districts in New Taipei City and had 11 sixth-grade students. The span of time was as long as eight weeks and 24 classes, including the units of “Nature Magician”, “What is Nano”, “Modern Doraemon” and “The Future world”. The instruments were Nanotechnology Cognitive Questionnaire (NCQ), Nanotechnology Learning Attitude Questionnaire (NLAQ), video/ audio recording of teaching, teaching diary, teaching activation records, teaching check list, student documents, interviews of students and so on. The findings were as followings: (1) the accuracy of NCQ was from 32% up to 88%. Because of the abundant natural resource, students in the remote districts could still show the advance after NT; (2) NLAQ score was 4.6 (indicates agreed), students had a positive appraisal towards NT. (3) After the case teacher experienced the two cycling processes of the curriculum development, teaching and revision, the study would provide the concrete suggestions for the NT in the remote districts.

Key words: nanotechnology, remote elementary school, Action research

