

奈米科技融入自然與生活科技領域教學之初探

蔡元福¹ 吳佳瑾² 胡焯淳³

¹台東縣仁愛國小

^{2,3} 國立台東大學自然科學教育系

(投稿日期：93年4月1日；修正日期：93年6月15日；接受日期：93年6月30日)

通訊作者：胡焯淳 台東市 950 中華路一段 684 號
cchu@cc.nttu.edu.tw 089-318855-2522

摘要

本研究以奈米科技為主題，發展可適用於國小學童中高年級自然與生活科技領域之教學模組，以期能使國小學童認識此一新興科技。設計課程前，首先對包含國小現職教師及國小學生等對象進行問卷調查，了解其對奈米科技之認識程度。依照調查結果所設計之教學內容，包含奈米觀念之簡介，帶領學童認識自然界中的奈米現象，介紹奈米技術應用於生活週遭之實例，且以台東縣之奈米雲母為例介紹奈米材料之應用，最後請學童反思奈米技術可能對人類生活之衝擊，並由實際的試教經驗提出教學建議。

關鍵字：奈米科技，自然與生活科技，課程設計

一、研究背景與目的

奈米科技在現今的社會中幾乎已經成為高科技的代名詞，生活中無論食衣住行，均可接觸到標榜奈米科技的產品，此科技已經被公認為 21 世紀最重要的技術之一，從民生消費性產業到尖端的高科技領域，都能找到與奈米科技相關的應用。奈米科技涵蓋的領域甚廣，從基礎科學橫跨至應用科學包含材料、光電、生物及醫藥等。若以「尺寸與技術」描繪人類社會的發展階段可分為：(1)農業時代：以公分為尺度的農業工具，(2)工業時代：以毫米為尺度的機械設備，(3)微電子時代：以微米為尺度的 IC 電子元件，(4)二十一世紀：以奈米為尺度而發展出的奈米技術，奈米世界即是介於「宏觀」和「微觀」之間的「介觀」世界。

一般國小教師普遍認為奈米科技是高深的先進科技與小學科學教育有天壤之別，然而許多革命性的科技發展是建立於簡單的基礎科學知識中。現今奈米技術的發展，有許多基礎的知識與觀念與現今國民科學教育的內容息息相關，這些內容橫跨數學及自然與生活科技領域，若能以介紹此新興科技為主軸，發展一教學模組，則不僅有助於學童基礎知識之學習，更能養成學童接受新知識之習慣。本教材之設計主要以學童的舊經驗為主，設計活動讓學生能主動參與討論，探究問題，在學童與學童及學童與教師的互動中產生有效的學習，進而建構學童基本的知識與觀念，啟發其具有創造力的想法，因此教學時亦儘量拋出各種問題，提供機會給學生建構其基本能力，以培養學生十大帶得走的能力（王美芬，2000）。由於奈米科技充斥於生活各領域，因此亦為相當適合之 STS 教材，國內自民國八十年左右引進 STS 理念，相關的研究眾多，研究結果多顯示 STS 組的學習成就皆較對照組學生有正向的表現（黃萬居，2002；連啟瑞，1997），因此本課程的設計核心亦以 STS 教學模式為主，儘量包含以下列特點（王澄霞，1995）：1. 以學生為中心。2. 以問題為中心。3. 根據學生的舊有知識。4. 連接教室外的世界。5. 連接於社會、文化和環境相關議題。6. 培養能作抉擇及解決問題的高層次思考。7. 除鼓勵個別學習外亦鼓勵合作學習，以提升倫理及社會價值觀。本研究計畫設計一個在小學中高年級階段可使用的奈米科技教學模組，希望經由此模組的建立與施行，可有助於學童對現代科技的認識，並可配合現有教材加強學童基礎的數理能力。

為了解現今學童對奈米科技之認識，抽樣調查小學高年級學童四個班級與國小現職教

師，其結果如附錄一所示。在國小學童中約有 65% 未聽過奈米的名詞，即使在如此高比例下，仍有約總數 69% 的國小學童認為奈米為一科技，可能與媒體或一般資料中常用的「奈米科技」有關，認為奈米是一種單位的國小學童僅佔 23%，卻有 12% 的國小學童認為奈米為一種食物。繼續回答所聽過的奈米產品時，約僅有 13.5% 的國小學童回答均無聽過，其比例較為聽過奈米名詞為低，推測原因可能為學童發揮其想像力或是現代學童仍可由同儕，書籍或媒體中或多或少得到有關奈米的訊息。國小現職教師中，則約有 73% 均可正確指出奈米為一種單位，同樣亦有高達 51.5% 之教師認為奈米為一種科技，應與生活中隨處可聽見的奈米科技有關。因此對於國小學童的課程設計首先藉由大小的比較帶入奈米的觀念，其次為奈米的科學涵義，並結合數學課程中的表面積觀念表達奈米材料性質特殊之原因，且與生活經驗結合介紹自然界的奈米現象與奈米技術在現代生活中應用，最後請學童反思此一新技術，新材料可能對現有的社會環境所造成的衝擊。

二、學習目標

1. 能了解物質大小有別，甚而物質的數量相同但是排列不同其性質亦有差異。
2. 能了解奈米尺度的相對大小及奈米粒子之基本製作方法。
3. 讓學童認知物質變成奈米尺寸時特性會改變。
4. 拉近學童與奈米現象的距離，認識自然界中已存在的奈米現象。
5. 介紹現在社會中奈米科技的應用，讓學童明瞭奈米的應用潛力。
6. 讓學童想像與創造理想的奈米世界，並反思奈米科技帶來進步與便利的背後或許也同時隱藏了難以想像的問題與後果。

三、教學活動內容設計與學習目標之關係

活動一【超級比一比】--學習目標：了解物質大小有別，數量相同排列不同亦有不同的性質。

器材：大小不同的石頭若干

1. 比比看大石頭、小石頭哪個比較重？
2. 選擇大小約略相同的石頭分成兩堆，一堆較多，一堆較少，請學童思考比較其差異。
3. 將大小約略相同的石頭，分成兩組，其中一組每個石塊均分開，另一組數目相同的石

塊則堆疊在一起，請學童思考比較其差異。

活動二【“啥”米”搞的鬼】--學習目標：了解奈米尺度的相對大小及奈米粒子之基本製作方法。

器材：紙帶，剪刀，尺

1. 各組分發一公尺長的紙帶，將其對半剪開後，請學童剪成 10 公分長的紙帶，再由 10 公分長的紙帶剪成 1 公分長的紙帶。並以 1 公分的紙帶，請學童剪成最細的紙條，並以分組競賽的方法鼓勵，此時最細的紙帶約 0.1 公分，若學童剪的紙條超過 0.1 公分時，可適時鼓勵學童剪成更細。將 1 公尺，10 公分，1 公分及 1 公厘的紙帶排列一起比較其大小。
2. 特別將 1 公尺與 0.1 公分比較說明千分之一的大小，引導出奈米即為 3 次的千分之一，因此為很小的長度單位。
3. 請學童利用不同的方法將現有的紙帶排列出 10 公分的長度。學童應有(1) 以 50 公分的長紙帶剪成 10 公分，(2)直接以一條 10 公分紙帶排出，(3)另以 10 個 1 公分排出 10 公分長度等三種方式。

活動三【大小就是不一樣】--學習目標：認知物質變成奈米尺寸時特性會改變。(教師演示)

器材：海綿，小刀，竹筷子，鐵塊，鋼棉，金奈米粒子溶液，鐵奈米粒子溶液

1. 將海綿切成 5 厘米的正立方體，算算看表面積為多少？將海綿切成一半，表面積有沒有改變？你怎麼知道的？切成越小時，表面積有何變化？表面積變化可能會產生何種現象？
2. 將一根竹筷子前端以小刀削成散開之竹片，比較削開的筷子與未削開的筷子以火點燃時之燃燒情形。
3. 以打火機燃燒鐵塊與鋼棉比較其燃燒情形。
4. 先以身上的小金飾提醒學童金在塊材時的一般性質，展出兩種不同大小的金奈米粒子，說明物質在奈米尺寸時會有不同的性質。
5. 展示鐵奈米粒子溶液，原溶液為無色透明，若以磁鐵置於器壁，可發現鐵粒子的聚集現象。

活動四【自然界中的奈米】--學習目標：認識自然界中存在的奈米現象。

器材：姑婆葉，芋頭葉，單槍或投影機

1. 在芋頭葉上灑水，與姑婆芋葉的比較，觀察不同的現象。
2. 蓮花從水中長出卻不會沾上污泥。
3. 鴨子水中游泳，羽毛並不會透水。
4. 蜜蜂身體內存在磁性奈米粒子，具有羅盤的功能，使蜜蜂飛行時不會迷失向。

活動五【奈米世界】--學習目標：明瞭奈米科技在現代社會之應用。

器材：單槍或投影機，添加奈米雲母之免洗碗

1. 將蓮花不沾汙的祕訣應用在紡織業，我們可以設計出不沾汙的布料，可以變成所謂的奈米布。
2. 奈米玻璃或鏡子，下雨時可以不用雨刷。
3. 奈米建材，如：牆壁、磁磚。因為外牆塗佈了照射太陽光後會殺菌的二氧化鈦，因此牆壁上不易發霉發黑，可保持牆壁的外觀整齊清潔。（呂宗昕，2003；馬遠榮，2002）
4. 台東的奈米雲母：南橫公路利稻村北面向陽山上的雲母礦某些即具有奈米尺寸等級，若能將其分離純化後可添加於印表機的墨水中，使印出的圖片色彩更艷麗且不易褪色。用於紙製的免洗碗中可以增加其保溫效果。

活動六【奈米的未來】--學習目標：創造新的奈米世界並反思奈米科技之影響與衝擊。

器材：學習單

1. 利用物質的奈米尺寸和一般尺寸的性質不同，我們可以研發出很多便利的產品，有人說未來是奈米的世界，也許你們就是這些產品的發明家，想想看你最希望用奈米技術發明什麼東西？
2. 請記住科技可以改變世界，但是新的科技，或許會帶來不可測的後遺症，如含有奈米級的物質排到下水道，對人體的用水會不會有影響？各位發明家，在你們發明的同時，也要考慮到這一點，你認為如果不當的使用這些科技可能對人類造成什麼影響？各組討論，並請說說看。

四、活動討論

活動一討論：石頭亦可使用積木，保利龍球或其他器材代替，此活動主要針對中年級左右的學童，高年級學童可直接進入第三小項活動。可將每一個石頭視為一個原子，

很多石頭堆疊時即成為一大岩石，就是我們在巨觀世界中所看到的現象；然而在介觀的世界中考慮的是約數十至數千個原子所組成的奈米粒子的性質，如同桌上的一小堆石頭；介觀世界下還有微觀世界，微觀世界考慮的即是每一個原子的行為，如同每一個單獨的石頭。學童的回答第二題及第三題時多集中於其重量的差異，教師說明時可以衍生除重量外是否有其他性質的差異，如兩堆石塊暴露在外之表面積，並由此表面積之差異引導出：雖由相同物質構成但可能其性質會有所不同。

活動二討論：配合投影片或簡報的照片說明人的身高約 20 億奈米，頭髮寬度約 100,000 奈米，灰塵約 10,000 奈米，紅血球約 1,000 奈米，病毒約 100 奈米，一原子約為 0.1 奈米。並說明奈米粒子並非最小的物質，奈米粒子亦由原子所組成。「一米」與「一奈米」的大小相比較，約相當於地球的直徑與地球上的一顆玻璃彈珠之直徑。配合投影片或簡報的照片說明欲製造奈米顆粒有兩種主要方式：由上至下(top down)可利用物理或化學方法將大塊材研磨切割成奈米尺寸顆粒；或是由下至上(bottom up)利用類似排積木的方法，由個別的小原子堆積成奈米尺寸大小的顆粒，即令其停止反應，而可得奈米粒子。製造奈米粒子如同蓋房子一般亦有兩種方式：早期人類蓋房子時，先找個山洞，將內部挖空後可以住人，此即為由上至下的方式，此方式可能會浪費很多材料；或是以現代的方法一磚一瓦由平地起高樓，此即為由下至上的方式，此方式則可將現有材料充分應用，是未來製造奈米粒子的主要方法。

活動三討論：此活動為本課程設計之重點，主要傳達的概念為物質在奈米級尺寸下，會有一些不同於塊材的性質，其中最易理解的為表面積效應，因為顆粒體積變小後表面積大增加因此其反應性增加。因此整枝的竹筷不易燃燒，但將其一端削成開花狀竹片，增加其表面積後就很容易點火燃燒；整塊的鐵塊根本不可能燒起來，但是製成鋼棉後因表面積加大，可以輕易的以打火機點燃。巨觀世界的金子閃閃發亮，但是當金子變成奈米尺寸時，金子不但無法看見顆粒狀，甚而會隨金奈米粒子尺寸的大小改變其溶液的顏色，顏色的分佈由深紅至紅紫色。當鐵製成奈米粒子時無法以肉眼看見，所以在溶液中是無色透明的液體，然而當放置磁性物質於器壁時，可以發現奈米粒子的聚集。演示的目的主要讓學童了解在奈米級的物質會有與巨觀世界中所存在的塊材有很大的差異性，這也是新奈米材料為何引起科學家如此的重視的原因。因為此新材料可能具有多種潛

力，可開發各式各樣不同的用途。本研究中金奈米粒子由檸檬酸還原而得，金奈米粒子豐富的颜色來自於金奈米粒子的表面電漿效應，氫氧化鐵奈米粒子由鐵與亞鐵離子與鹼作用而得（Hayat M. A.，1989；Alivisatos, A.P.,1996）。

活動四討論：在由校園中取得的芋頭葉與姑婆芋葉的上方灑水，觀察水滴在不同葉面上的型態，可知在芋頭葉上水滴成圓珠狀，但在姑婆葉上水滴則散開一片，因芋頭葉面上有微細的奈米疏水性纖毛，因此水滴不易物附著，因表面張力的關係而使水滴成圓珠狀。蓮花的葉面亦有相類似的結構稱為「蓮花效應」（lotus effect）（工研院網站，2004）。蓮葉由於表面的奈米結構，而具有抗水防塵的自潔功能，因此可以出淤泥而不染，甚至於把黏著劑直接擠在葉面上，都依舊無法附著，自然界中存在此一結構的植物葉片並不多，因此校園中常見的榕樹，苦楝，樟樹，台灣欒樹等植物之樹葉亦可代替姑婆葉進行對比，當水滴滴在這些樹葉時，均會有散開的現象，因此這些樹葉就較容易沾附污垢。蜜蜂飛行時會受地球磁場的影響，其飛行的時候需要一些導航系統，蜜蜂是利用腹部表皮下方有許多直徑為 7.5 奈米的鐵奈米顆粒，這些固形鐵顆粒經實驗發現其磁性物質為強磁性材料，蜜蜂應是透過這些磁性鐵奈米顆粒來感應地球磁場的變化，提供長途飛行時的導航。

活動五討論：本活動主要目的要傳達奈米科技已深入生活各領域，尤其配合介紹台東之奈米雲母礦讓學童了解此一天然奈米物質之特性。本教學特別對台東區學童展示奈米雲母所製成的免洗碗，強調奈米科技在生活中的例子，同時亦強調自然界中原本較存在的奈米粒子如何開發與應用而不破壞現有的自然環境實有賴人類之智慧。

活動六討論：本活動希望學童經由此奈米科技簡介後，能發揮想像力與創造力思考奈米技術可以應用之範圍，最終目的並要求學童思考此一新興科技可能造成之負面影響，帶領學童思考在奈米旋風中一些對社會的反思，是否新科技的發展亦是新污染的開始？科學家應如何應用最佳的科技造福人群而避免此新科技所帶來的危害。

五、活動內容概念

本次教學對象為國小學童，因此先假定其完全沒有奈米相關的知識背景。茲將各活動的主要概念整理如下：

活動一【超級比一比】：

- (1) 物質的大小有別。
- (2) 相同物質數目的多少會影響其性質。
- (3) 即使相同數目之物質，如果其為不同型態，仍會具有差異性。

活動二【啥”米”搞的鬼】：

- (1) 藉由實物比較十分之一，百分之一與千分之一的大小。
- (2) 由千分之一引導出奈米為三次千分之一的觀念。
- (3) 說明奈米粒子的製造可分為兩種方法。

活動三【大小就是不一樣】

- (1) 說明顆粒大小與表面積的關係。
- (2) 說明表面積不同可能有不同的現象產生。
- (3) 藉由金奈米粒子溶液與鐵奈米粒子溶液的現象強化學童顆粒大小不同，會產生不同的行為。

活動四【自然界中的奈米】

- (1) 直接將芋頭葉與姑婆葉或其他植物帶入教室中實驗，說明奈米其實很早就存在於自然界中。
- (2) 不論動物或植物其實自古便利用著奈米技術。

活動五【奈米世界】

- (1) 奈米帶給現代生活更多的便利。
- (2) 奈米科技的應用很廣，台東縣內即有天然的奈米材料。

活動六【奈米的未來】

- (1) 請學童發揮想像力與創造力思考奈米科技之應用。
- (2) 可以利用科技的便利，並減少科技的危害；學會如何在現代科技與維護自然環境中求得最佳的平衡點。

六、教學建議

- (1) 學童會有細菌是最小物質的迷思，可以在活動二時特別強調各種物質的相對大小關係，一般球狀細菌其大小約在 800 至 1200 奈米之間，較通稱之奈米粒子大許多。而且奈米粒子亦非最小的物質，還有比奈米粒子更小的原子，如同在活動一中原子如個別之石頭，而奈米粒子是由數十至數百顆石頭所組成的。
- (2) 學童不願相信紅色的金奈米溶液與日常所見的金子是相同的東西。可由歷史中唐朝煉丹者練出紅色的金水獻給皇帝飲用之例子說明其實在數百年前即知如何製備金奈米粒子，只是當年並不了解其性質；對高年級學童或可說明金奈米粒子實務上已經用於某些分析法中，如驗孕棒的紅色標記，或直接強調這是經過許多科學家的驗證。
- (3) 學童面臨新興科技多以好奇而後直接接受的作法，應在活動六時促使學童反思此一新興科技可能造成的影響。甚或以歷史上原子能科技的應用為例，說明新興科技如果應用不當，亦可能對人類帶來巨大的災害。
- (4) 本教學可與數學課中分數的計算或表面積的計算相互配合或與自然與科技領域之磁性物質相配合。學習單的設計如附錄二所示，本教學模組建議以 4 小時教學時間，使學童有更多的時間實做與觀察。

七、參考資料

- 工研院材料所奈米課程學習網站：http://mrl.hilearning.hinet.net/index_N1a.html。
- 王美芬（2000）：國小教師面對九年一貫「自然與生活科技」領域新課程因應策略。**國教新知**，46(3)，31-36。
- 王素慧(2004)：奈米科技融入教學主題課程奈米小丸子。**教師行動研究專輯 24**，台北市中正區東門國小奈米科技 K-12 人才培育計劃，7-17。
- 王澄霞（1995）：STS 活動中的「學」與「教」。**科學教育學刊**，3(1)，115-137。
- 呂宗昕（2003）：**圖解奈米科技與光觸媒**。台北：商周出版社。
- 馬遠榮（2002）：**奈米科技**。台北：商周出版社。
- 黃萬居（2002）：STS 教學與認知風格對國小學童自然科學習之研究。**科學教育研究與發展**，27，1-14。
- 連啟瑞，盧玉玲（1997）：STS 教學模組開發模式之建立及其實際教學成效評估。**科學教育學刊**，5(2)，219-243。
- Alivisatos, A.P.(1996). *Semiconductor Clusters, Nanocrystals, and Quantum Dots*, *Science*, 271,933

Hayat M. A. (1989). *Colloidal Gold : Principles, Methods, and Applications*. New York:
Academic Press

The Research of the Nanotechnology Incorporated on the Curriculum of Science and Technology Learning Ddomain

Yuan-Fu Tsai¹ Jia-Jin Wu² Cho-Chun Hu³

¹Taitung Ren-Ai Elementary School

^{2,3}Department of Natural Science Education, National Taitung University

Abstract

The major purposes of this study were to develop a teaching module based on nanotechnology for elementary school students. First, we designed a questionnaire about this new technology to investigate what the elementary school students and teachers have known about it. Then, according to the results, we developed a teaching module including the basic concept of nanometer, the nature phenomenon of nanometer, and the nanotechnology applied in our life. During the teaching process, students were also taught to deliberate about the impacts of this new technology. At last, according to the teaching experience, some suggestions were given at the end of this thesis.

Key words: nanotechnology, science and technology, curriculums design

附錄一 問卷統計

		小學 高年級 學童	現職 國小 教師
人數	(男/女)	66/67	9/24
你聽過奈米嗎？	聽過	64.7%	100%
	沒聽過	35.3%	0%
你認為奈米是什麼？(可複選)	一種儀器	12.0%	0%
	一種食物	12.0%	0%
	一種單位	22.6%	72.7%
	一種科技	69.2%	51.5%
	一種物品	18.8%	0%
	其他	0.7%	0%
你聽過的奈米產品包含？(可複選)	奈米布料(衣褲，帽，襪)	48.9%	75.8%
	奈米機械人	11.3%	6.0%
	奈米馬桶	14.3%	36.4%
	奈米化妝品	20.3%	45.5%
	奈米塗料	15.0%	57.6%
	奈米鞋	38.3%	42.4%
	奈米殺菌燈管	42.9%	66.7%
	奈米冰箱	36.8%	39.4%
	奈米洗衣機	21.1%	24.2%

	奈米食物	13.5%	12.1%
	奈米水	12.8%	18.2%
	奈米顯示器(電視)	30.8%	18.2%
	均無聽過	13.5%	0%
你認為奈米科技可能對人類世界產生最大的負面影響為?(可複選)	破壞自然環境	11.3%	9.0%
	違反自然法則	12.8%	15.2%
	製造新的污染	24.8%	30.3%
	可能造成人類或生物基因突變	35.4%	33.3%
	其他	15.8%	21.2%

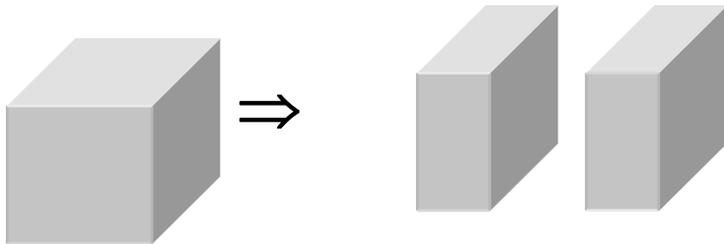
【啥”米”搞的鬼】

1 米 =	_____ 奈米
1 奈米 =	_____ 米



【大小就是不一樣】

1. 邊長為 5 cm 的立方體，對切後表面積有何變化？



原來表面積	
後來表面積	
表面積有何改變？	

2. 木塊和木屑

- a. 木塊與木屑何者表面積較大？
- b. 表面積較大的，和火的接觸機會是否比較大？
- c. 木塊及木屑何者較易燃燒？

3. 鐵塊和鋼綿

a. 猜看看何者可以被點燃？

<input type="checkbox"/> 鋼綿	<input type="checkbox"/> 鐵塊
<input type="checkbox"/> 兩者都可以	<input type="checkbox"/> 兩者都不行



b. 想想看，為什麼會這樣？

如果你是科學家，你最想發明怎樣的奈米產品？(也可以用畫的喔)

你覺得奈米世界是一個怎樣的世界，很美好，很方便，還是地球被破壞了不適合人類了呢？你又希望怎樣的奈米世界呢？

