

# 奈米科技議題於資優教育的應用

于曉平  
國立臺中教育大學  
特殊教育學系

## 摘要

本文針對奈米科技的發展及其可應用於資優教育的形式加以探討，其中針對奈米科技教育近年的發展、資優教育課程設計的原則，及奈米科技議題可在資優教育獨立研究課程的應用加以說明，並針對融入式、主題式或系列式課程之主題及進行方式，利用實例進行介紹。透過此一新興議題之探討，引發資優學生的學習興趣，提升學生的研究技能，進而成為實際的問題解決者。

**關鍵字：**資優教育、奈米科技議題

## The Application of the Nanotechnology Issues in Gifted Education

Hsiao-ping Yu  
Department of Special Education,  
National Taichung University of Education

## Abstracts

The paper explored the development of nanotechnology and application in gifted education. It analyzed the relationship about current development of nanotechnology education, the principle about the design of gifted education, and the application in the individual research in gifted education. Then, it also provided the actual examples about the issues discussion for infusion curriculum design, topic curriculum, and series curriculum on order to initiate gifted students' interest, improve their research skills, and be the real problem solver.

**Keywords:** Gifted education, Nanotechnology issues

※本文感謝科技部奈米國家型人才培育計畫之補助

## 壹、前言

近年來，隨著奈米科技的快速發展，奈米材料與製程技術日益成熟，其研發生產的產品應用領域廣泛，為產業界注入了新契機，也對人類的生活造成影響。有鑑於奈米科技基礎人才培育的重要，於2003年開始，臺灣陸續開辦有關奈米科技教育

種子老師之培訓，透過奈米科技人才培育計畫推動，研發出一系列的中小學奈米科技教育教材，並規劃辦理相關的奈米科技之營隊、專題演講、動手做等相關活動，讓中小學學生認識奈米科技。

根據于曉平（2008）之分析，有關奈米科技教育的推廣形式包括兩種，第一種



類型是教材、教案與教具設計，包括：教學簡報或書面教材、數位化教材（軟體、光碟）、遊戲器材或軟體、教具、實驗手冊、實驗包等，第二種類型是教育推廣，包括：融入式課程或主題課程、研習營、專題演講、研討會、工作坊、奈米週活動、實驗操作、叢書介紹、教材教具或海報展示、宣導影片、活動或手冊、國內外學術或產業界參觀等。希望藉由相關活動與材料的設計與規劃，幫助學生都能針對新興科技產業有更深入的了解。

以目前奈米科技教育來說，正式實施的課程多數僅能算是嘗試階段，並無完整的課程研發程序，且多數教材教案僅能算是教師自編或試教性質，並未經過審慎評估與審查，屬於「由下而上」(bottom-up)的學校本位課程發展。從 2008 年起進入第二期奈米科技教育之發展，開始著重「由上而下」(top-down)的課程理論發展與研究概念，有系統地進行奈米科技教育之研究與課程推廣，並發展不同主題的教學模組，走向更精緻、嚴謹之奈米科技教育。而奈米科技議題對資優教育而言有何意義？如何結合並應用？是本文探討的重點。

## 貳、資優教育課程發展與奈米科技議題融入

有關課程設計的類型意見紛歧，根據王文科教授分析（2007），可包含學科課程設計、融合課程設計、廣域課程設計、特殊主題設計與學習者中心課程設計等五種，其中奈米科技結合不同學科的知識背景，與特殊主題設計中為使學生對一特定焦點之主題有深入的認識，並從物理、化學、生物等不同角度切入探討，原本學科已難辨認，更能符應變遷中的社會條件與隨著學生的興趣改變，與真實生活環境更加貼近。此外，奈米科技課程亦可配合學生的需求與期待，成為因學生而設立的一些核心課程或活動課程之學習者

中心課程設計相符。

而有關資優課程之設計，學者提出三種不同的理論課程模式（呂金燮、李乙明，2003），其與奈米科技教育可相結合應用之處分析如下：

- 一、內容模式：強調學習事前選定的探究領域內的技能與概念的重要性，鼓勵資優學生盡可能快速地通過內容領域。有關奈米科技教育之推廣，包含許多新興研究成果與發現，並研發應用於現今食、衣、住、行、育、樂的生活中，學生可視本身的能力與理解的程度，進行奈米現象的了解或成因之探討，並進行相關資料蒐集與研究。
  - 二、歷程/產品模式：重視學生可以發展出的研究技能，包括學生問題發現、問題解決、合作與產出的能力，其可針對特定主題進行探討，在過程中學習必備的能力。將奈米科技相關議題融入資優課程時，學生不只學習內容知識，透過日常生活應用觀察、提問、實驗探究驗證與創意發想，對整體研究技能與態度的提升都有幫助。
  - 三、認識論/概念發展模式：強調讓資優學生理解與建構其知識系統，其非常重視讓學生針對某個知識領域或跨領域組成之觀念和主題所進行之學習，包含對重要觀念、主題和原則的了解。奈米科技包含物理、化學、生物等跨領域之知識與概念，設定為相關議題進行討論時，對學生跨科學習與建構整體知識概念有正面意義。
- 而資優課程之設計應考量其系統性、銜接性與統整性，並視需要進行教學的調整，以滿足資優學生的需求。依據特殊教育課程教材教法及評量方式實施辦法（2010）第六條規定：資賦優異教育之適性課程，除學生專長領域之加深、加廣或加速學習外，應加強培養批判思考、創造思考、問題解決、獨立研究及領導等能

力。其中有關獨立研究課程之規劃，在資優教育實施十分具有關鍵性，也是較符合資優學生學習特質的一種安排（吳昆壽，2006）。透過獨立研究或專題研究課程的進行，不僅引起學生的學習動機，激發學生的潛能，讓學生將所學的有系統地組織與應用，進而培養資優生高層次思考與實際問題解決的能力。在課程的安排上，強調創造思考、推理論證及研究方法的訓練，提供真實情境，經由教師引導協助學生釐清問題並加以探究，根據個人的興趣，選擇主要的研究方向，訂定研究計畫，選擇適當的研究方法，甚至透過社區相關資源及相關專家學者的協助，有系統地蒐集、分析與解釋資料，進而形成研究結果，培養學生成為知識的生產者。

其中教師透過相關議題的討論引導學生思考，並作為研究方法訓練的題材，是資優班老師課程規劃時常傷透腦筋之處。隨著奈米科技教育之推廣，近年將奈米科技議題運用於資優教育之專題研究或主題研究課程十分常見。然如何進行更有系統的規劃與應用？如何進行教學以引發資優學生的學習興趣？依據資優教育適性課程之規劃，強調可針對學生專長領域進行加深加廣的學習，並可透過相關議題的討論，針對實際生活中的應用情形加以分析探究，甚至進行實際問題的解決，在學生自選有興趣的研究主題進行研究前，可作為階段性強化學生研究能力的方法。

以高中為例，由於高中學科分際明顯，根據于曉平、潘彥宏、江慧玉、張清俊（2010）分析物理、化學、生物等課程綱要與奈米科技教育的關聯發現，奈米科技教育屬於跨學科的領域，且高一到高三的課程都可以探討與介紹，透過與生物、物理、化學等課程綱要之分析，與高中課程有關的部分亦不少，但由於一般教學時數有限，為便於教師在教學中能隨時從生活中取材與舉例，可進行融入式或主題式

的教學，或以選修課程行式開設。至於資優班的教學則可以前兩者，或以外加之專題課程進行之。

## 參、奈米科技議題於資優教育的應用

有關臺灣奈米科技教育之課程研發與教學設計，結合科學教育專家研擬出的奈米課程指標與課程設計的概念，針對奈米科技課程可納入之內容加以設計與安排，尤其強調課程內容本身的邏輯性、關聯性與完整性，並將奈米相關概念由易而難、由單純到複雜，並設計出核心主題與相關主題，以及各主題之間的銜接，以供各校實施時，可依校內可進行的時間長短作融入式、主題式或系列式選修課程之選擇。此外，在設計上，也顧及學生認知、情意、技能的統整，提供更完整的學習經驗，以提升學生對奈米科技研究的興趣。

以下分別現行曾實施過的融入式課程、主題式課程與系列式課程進行介紹：

### 一、融入式課程

為掌握奈米科技實際在融入式教學應用之情形，以現行在教科書中有提及的高中階段為例，北區奈米科技教育中心之種子教師江慧玉老師曾配合高一基礎化學課程某版本教科書中第五章「生活中的物質」中之「奈米材料」單元，由老師訂定主題，學生透過分組進行相關主題之資料蒐集，並於課堂進行 45 分鐘發表，兩班學生分別進行「奈米基本原理材料」與「奈米產品」兩個方向的報告，其主題包括（宋家驥，2011）：

#### （一）奈米基本原理與材料

1. 蓮花效應
2. 奈米的表面效應
3. 奈米的小尺寸效應
4. 奈米材料的製備方法
5. 奈米鐵磁流體
6. 奈米碳管

#### （二）奈米產品



1. 奈米保養品
2. 奈米金銀
3. 奈米馬桶
4. 奈米水
5. 場發射顯示器
6. 奈米光觸媒

此外配合教學之進行，教師針對學生之口頭報告內容過於籠統卻屬於核心概念之處加以講解與說明，並隨機發問，以確認學生的了解情形。學生之學習成果包括：書面報告與資料蒐集、口頭報告與簡報與海報製作，並於期末考試加入奈米材料相關的概念加以測試，了解學生的理解情形。

整體分析發現，課堂中直接提問比報告完發問的效果要好，各組學生無論是進行「奈米基本原理材料」與「奈米產品」等兩個不同方向的報告，在資料蒐集整理時都會從奈米的基本定義原理介紹起，學生透過這方面的教學與主動的學習，對奈米科技相關的概念與應用有較深入的了解與認識。至於教師的解說多以提供相關專有名詞的講解與更多不同形式的圖片呈現為主，教學結果亦可作為其他高中奈米科技教育進行之參考。其中有關資優教育應用部分，教師即可以教科書延伸進行專題式的議題討論，並透過學生的口頭簡報輔以海報製作說明，針對特定議題深入討論，並加強學生口語表達與報告的能力。

## 二、主題式課程

以高中曾進行之主題式課程為例，北區奈米科技教育中心之種子教師江慧玉老師曾配合高中選修課程開設六週的奈米選修課程，每週兩節課（宋家驥，2011），主題包括：

- (一) 奈米課程簡介
- (二) 奈米動手做—淘金銀
- (三) 校外參觀—AFM 顯微鏡
- (四) 奈米動手做—鐵磁飛舞
- (五) 校外參觀—無塵室蝕刻秀
- (六) 奈米狂想曲

其中實驗課程第一節為概念介紹與說明，第二節為實驗操作，最後一週則針對學生奈米相關主題整理進行口頭報告，並設計海報於校慶化學宅急便活動展出，包含：學生解說、學生設計之海報張貼、奈米教材與叢書展示、實驗與動手做、奈米碳球串珠販賣等，參加人數上千人，對學生奈米概念的理解與傳遞有很大的獲益。若以營隊形式呈現，以臺北市中正國中科學資優營之「認識奈米科技」為例，其利用暑期 5 個半天，針對國中七升八年級的學生 30 人，針對以下主題包括：概念介紹（奈米科技交響曲物理篇、化學篇、生物篇）與奈米實驗（奈米金銀變身秀、奈米不沾布），學生反應良好，在認知與情意態度上都有提升。

對資優主題課程或方案規劃，或是寒暑期營隊上，都可以透過主題式課程方式進行，教師除進行講解說明，亦可安排資料蒐集與口頭報告、實驗操作、參訪，並結合小型的成果展分享，讓資優學生進行更主動的學習與探究。苗栗縣頭份國中也曾於資優課程規畫中納入奈米科技相關之主題式課程。

## 三、系列式課程

若有較充足的時間，可開設一系列的奈米科技教育課程，然其課程規劃就極為重要。以曾經於北一女中進行之「奈米科技入門」選修課程為例，課程進行之初先由三位具多年奈米科技教育種子老師經驗的物理科張清俊老師、化學科江慧玉老師與生物科潘彥宏老師等向學校提出選修課程之計畫（如下表 1），課程時間為上下兩學期共一年。

各單元之設計，參考中區奈米發展中心所研究出之高中奈米科技教育核心概念（吳宗明，2010），其中包含：奈米現象—描述自然界的奈米現象、奈米科技—奈米特性的科技應用、奈米材料—製備與基本材料、奈米特性—基本原理與性質變化、奈米檢測—觀測與操控與奈米科技的



省思與未來等六大面向、26 個項目與 63 個細項，在較為充足的時間下，可納入進行較為完整的概念學習，協助學生對相關知識概念與實驗技能的了解與應用，師資規劃由物理、化學、生物三位奈米科技教育種子老師根據專長分配單元，另專家學者專題演講、參觀與學生成果報告則由三位老師共同參與，共規劃有上下學期共 34 次課程，詳細主題與課程進度如表 2。為在課程結束後進行更深入的比較分析，規劃於第一次和最後一次上課實施奈米概念評量，以了解學生整體的學習情形與對奈米科技教育的看法（宋家驥，2012）。

於資優教學中，若教師有完整的奈米

科技教育之教學資源，可以專題形式進行更完整且深入的議題討論，其結合講解、實作、參訪、議題討論、專題演講、主題探究、創意發想等過程，讓學生在跨學科領域的學習中，更能統整學習，並透過教師團隊的合作與交流討論，引導學生做更多元的思考與學習，並可以此主題進行科學研究，其中北一女數理資優班學生洪瑀與林季潔就曾以「鐵硒奈米顆粒製程及物性分析」為主題於全球最大規模的中學生科學競賽「英特爾國際科學展（簡稱 Intel ISEF）」拿下大會團隊化學科一等獎，顯見奈米科技議題其所具備的創新性與深度可作為科學議題探討之重要方向。

表 1

奈米科技教育系列式課程介紹

課程名稱：奈米科技入門	課程領域：自然科學
學分數：2(上學期)+2(下學期)	上課時間：星期三 第 7、8 節
招收對象：校內高一學生 30 人	上課地點：高一教室與化學實驗室
一、教育目標：	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 協助學生了解奈米科技的基本概念及其應用</li> <li>2. 引導學生進行奈米材料之相關檢測與實驗</li> <li>3. 培養學生思考奈米科技發展可能造成的影響</li> <li>4. 提升學生對奈米科技研究的興趣</li> </ol>	
二、課程內容：	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 奈米基本原理與性質變化</li> <li>2. 自然界的奈米現象</li> <li>3. 奈米材料之介紹與製備</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 奈米材料檢測之儀器操控</li> <li>5. 奈米特性的科技應用</li> <li>6. 奈米科技的省思與未來</li> </ol>
三、上課方式及課程要求：	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 實物或圖片、照片、影片的展示，再輔以教師的解說</li> <li>2. 實驗操作或模擬</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. 參觀大學實驗室或研發機構</li> <li>4. 學生蒐集資料，進行口頭與書面報告</li> </ol>
四、評量及成績計算方式：	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 口頭與書面報告或作業</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. 期末測驗</li> <li>3. 出席參與及平時表現</li> </ol>
五、指定教科書或參考書籍：	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 歷年全國奈米科技 K-12 教育研討會資料</li> <li>2. 奈米科技交響曲：生物篇、物理篇、化學篇 廖達珊等著，台大出版社</li> <li>3. 高中奈米通用補充教材 中北區奈米科技 K-12 教育發展中心</li> <li>4. 奈米科技：基礎、應用與實作 丁志明等 高立出版</li> </ol>	

表 2  
奈米科技教育系列式課程主題與進度

週次	第一學期課程內容	第二學期課程內容
1	課程介紹、概念評量	自清潔塗料
2	自然界的奈米現象	光觸媒
3	自然界的奈米現象	明倫高中參觀
4	光子晶體	壁虎效應
5	臺灣奈米展	奈米級添加物
6	奈米尺度/表面效應	奈米級添加物口頭報告
7	量子效應	生物醫學概論
8	奈米材料之介紹與製備	腺病毒組裝
9	奈米材料－奈米金銀	生物表面效應/癌症
10	奈米材料－磁顆粒	DNA 組裝
11	奈米碳管	生物自組裝
12	微電機中心參觀	奈米馬達
13	原子力顯微鏡介紹	奈米科技發展與省思
14	電子與掃描探針顯微鏡	奈米科技教育海報發表
15	顯微技術在生物醫學的應用	奈米科技教育海報發表
16	奈米科技專題演講	奈米科技專題演講
17	期末檢討暨奈米狂想發表會	奈米概念總結評量

### 肆、結語：資優教育課程發展與新興議題的結合

新興科技融入中小學課程成為引領學生對未來科技與發展的重要管道，其中對資優生更為重要，既可幫助其掌握社會與產業發展的趨勢，亦能藉此培育人才，吸引優秀學子願意投入新興科技之研究發展，目前奈米科技發展如火如荼，產業發展快速，以 2014 年 10 月才宣布之諾貝爾化學獎三位得主艾瑞克·貝齊格 (Eric Betzig)、史蒂芬·海爾 (Stefan W. Hell) 以及威廉·莫納 (William E. Moerner) 的研究，其以越過一個科學上設想的限制，以一個光學顯微鏡永遠無法超越 0.2 微米的

解析度規格，利用分子的螢光，科學家現在可以監看在細胞內部分子之間的相互作用；他們可以觀察與疾病相關的蛋白質之聚集，也可以在奈米的尺度裡追蹤細胞的分裂 (蔡蘊明, 2014)。由此可知奈米科技發展對科技界的重要性，期望透過人才培育計畫的推動與宣導，相信可以吸引學生對奈米科技產生興趣，激盪出更多的火花。

### 參考資料

于曉平 (2008)。奈米科技人才培育的可行模式與未來。發表於第六屆全國奈米科技 K-12 教師教學研討會，臺

- 北，11月6-7日。
- 于曉平、潘彥宏、江慧玉、張清俊(2010)。奈米科技與現行高中課程之關聯分析與實施方式之探究。發表於**第26屆中華民國科學教育學術研討會**，花蓮，12月10-12日。
- 王文科(2007)。課程與教學論(第七版)。臺北：五南。
- 吳宗明(2010)。奈米國家型人才培育計畫--中區奈米科技教育資源中心計畫(1/3)。NSC98-2120-S-005-001。(未出版)
- 吳昆壽(2006)。資優教育概論。台北市：心理。
- 呂金燮、李乙明(2003)。資優課程。臺北：五南。
- 宋家驥(2011)。奈米國家型人才培育計畫—奈米科技 K12 課程研發及北區人才培育計畫(2/3)。NSC99-2120-S-002-002。(未出版)
- 宋家驥(2012)。奈米國家型人才培育計畫—奈米科技 K12 課程研發及北區人才培育計畫(3/3)。NSC100-2120-S-002-002-NM。(未出版)
- 特殊教育課程教材教法及評量方式實施辦法(2010年12月31日)。
- 蔡蘊明(2014年10月9日)。時事焦點：**2014年諾貝爾化學獎—如何將光學顯微鏡變成奈米顯微鏡**。CASE 讀報：國立臺灣大學科學教育發展中心。<http://case.ntu.edu.tw/blog/?p=19420>