



National Ilan University

國立宜蘭大學工程學刊第7期，30-38頁，2011年12月  
Bulletin of Collage of Engineering, National Ilan University, NO.7, P.30-38, December.. 2011

Bulletin of Collage  
Of Engineering  
<http://engineering.niu.edu.tw/main.php>

## 實施於高級中等學校教育的奈米科技課程

楊屹沛

國立宜蘭大學生物機電工程學系助理教授

### 摘要

本研究嘗試設計一門開設於高級中等學校的奈米科技課程—「自然界的奈米」。課程目標是培育具奈米科技素養的人材，為奈米新科技的開發做準備。奈米科技實為一跨領域學科，本課程的挑戰在於如何整合相關科學知識且適時提供給學生。有鑑於台灣的升學考試制度，如何讓學生對非考試科目的奈米科技課程產生興趣亦是本課程面臨困難之一。本課程為了提升學生學習動機，特別應用多媒體輔助教學與實作練習。每堂課，除了配合多媒體講解課程內容，還使用許多相關的科學短片做為教材。此外，本課程還提供學生進行實驗室的參訪與實作練習，進一步提升其學習動機與知識。本課程共有 35 名高一學生選修。

**關鍵詞：**奈米科技、高級中等學校、工程教育。

\*通訊作者 E-mail :ypyang @ niu.edu.tw



National Ilan University

國立宜蘭大學工程學刊第7期，30-38頁，2011年12月  
Bulletin of Collage of Engineering, National Ilan University, NO.7, P.30-38, December.. 2011

Bulletin of Collage  
Of Engineering  
<http://engineering.niu.edu.tw/main.php>

# A course on nanotechnology for the senior high school education

**Yih-Pey Yang**

**Assistant Professor, Department of Biomechatronic Engineering,  
National Ilan University**

## **ABSTRACT**

A course on nanotechnology from nature was designed for the senior high-school students. The preparation of nanotechnology human resource for the next decade is a major challenge for the progress of the new technology. Nanotechnology is truly interdisciplinary; our challenge is to provide an interdisciplinary education to students with a broad understanding of sciences. After senior high school there is a unified university entrance exam in Taiwan, the courses excluded from the entrance examination are difficult to get students' attention. This study applied multimedia and practice into an introductory course and attempted to enhance students' motivation of learning. During each class, one or two technological topics were lectured accompanied with several short multimedia videos that presented relevant contents to enhance students understanding of the issues. Additionally, practice and laboratory visit raised students' academic motivation and knowledge. There were 35 senior high-school students took nanotechnology from nature as their selective course.

**Keywords:** Nanotechnology, senior high school, and engineering education.

**\* Corresponding author**

**E-mail :ypyang @ niu.edu.tw**

## 一、簡介

奈米科技(nanotechnology)乃是結合科學與工程技術的新興尖端科技，如今已廣泛應用於通訊技術、環境工程、材料科學、能源科技、生物醫學、醫藥健康等等各種研究領域，並逐步進入到我們日常生活中的各個層面。在全球化的時代，國際間的競爭日趨激烈，對於奈米科技的研發亦然；台灣也早於 2002 年開始由行政院國家科學委員會推動奈米國家型科技計畫。然而，若要成功發展奈米科技，勢必需要大量受過良好奈米相關科學技術層面、社會及倫理層面訓練的工程科技人才，這就有賴於去吸引並教育年輕學子投入到奈米科技的學習中[Roco, 2003]。因此，繼國科會主導的奈米科技研究計畫開展之後，教育部顧問室於 2003 年在全台各區成立奈米科技 K-12 教育發展中心，開始全面推動奈米科技的基礎教育。

奈米科技的工程教育可概分為幾個階層。最高階的大學及研究所專業教育方面，各種奈米科技相關專題研究訓練以及專業課程的開設，對於各大學院校而言都不是陌生的工作，因此，配合奈米科技研究計畫的進行，投入相關研究的大專教師愈多，相關的教育培訓課程自然愈多[Lakhtakia, 2006]。對於小學乃至於初級中等學校(國中)學生而言，具備一些重要、基本的奈米科技素養並誘發其對奈米科技的好奇心與興趣為其教育目標，因此，一些假日期間舉辦的奈米科技研習營、短期訓練課程乃至學期中一兩節的課餘研習活動已普遍展開。然而，當年輕學子進入到高級中等學校(高中)後，基礎的奈米科技素養介紹已無法滿足其學習慾望，而像大學研究所的專業課程又不太適合。如何設計一適用於高中教育的奈米科技課程遂成為本研究之課題。

對於像奈米科技這種具有複雜、範圍寬廣且跨領域問題的科學教育，及時教育(just-in-time education, JITE)法是一個不錯的選擇[Lakhtakia, 2006]。JITE 用於大學前(pre-university)的奈米科技教育，並不是要取代現行的中小學教育，而是以補充和提高教育成效的方式進行。現行的高中科學教育課程如基礎物理、基礎化學及基礎生物等，大致上已充滿了學生學習空間；在台灣，受到大學入學考試的影響，那些未受到入學測驗採計成績的學科，往往無法引起學生及家長的重視，甚而擔心學習這些課程會影響到其大學入學測驗成績。另一法是將奈米科技觀念融入到現行科學課程內，也就是說，在物理、化學或生物課程中，遇有奈米科技相關課題時再加以講授。如前所述，奈米科技的應用幾乎涵蓋了所有領域，所牽涉的知識範圍既深且廣，目前高中各學科教師是否有能

力整合各領域知識實未可知，最後若只能以片段且瑣碎的方式來進行奈米科技教育，其教育成效或有可能適得其反。

本研究嘗試設計一門開設於高級中等學校的奈米科技課程—「自然界的奈米」，其課程內容配合高中的物理、化學與生物課程知識範圍，並以自然界中的奈米現象為例，將奈米科技相關知識適時提供給學生，讓學生能對奈米科技新知產生興趣，進一步提升其奈米科技素養。

## 二、課程設計

教育部 2006 年 8 月 8 日公佈《中小學一貫課程體系參考指引(草案)》，其基本理念強調「強化課程的縱向連貫、橫向統整」。其中培養學生的「一般能力」即指跨領域(學科)的能力，展現於日常生活的學習能力、社會適應能力與生活能力。在「實施要點」中也強調：課程應掌握相關領域(或學科)間、各領域(或學科)內的縱向連貫與橫向統整，並結合學生的興趣與生活經驗，增進其實踐、體驗、省思與創造等基本知能。為貫徹新課綱之理念，本課程從自然界的奈米現象融入高中基礎物理、基礎化學及基礎生物之相關知識，期有助於建立普通高中科學課程間的橫向聯結，讓各單一學科課程內容能夠和其他學科內容建立融合的關係，使學生能夠將各學科課程串聯起來，建構不同學科彼此之間的關連性，並用於瞭解真實的生活世界(奈米科技在生活中之應用)，讓教學更為生動活潑，藉以激發學生的學習動機與興趣，培養學生觀察、統合和應用、解決問題的能力，以增進高中自然學科學習的意義、實用和發展性。

依 Benjamin S. Bloom 的觀點，教學目標大致可分為認知(cognitive)、情意(affective)及技能(psychomotor)三大類，一門課程的教學目標應盡量兼顧認知、情意及技能三種教學目標，才不會過於窄化教學目標及教學活動，而能在一門課程中帶出更多的附加價值[Bloom et al., 1956; Krathwohl, 2002]。科學教育課程大多是屬於理論認知的課程，若融入技能的教學目標對本課程而言可能比較牽強，但情意應是每一門課程都會涉及到的教學目標。因此，本課程的教學目標除了瞭解奈米科技相關理論外，還應培養學生對奈米科技的興趣，以及正確價值觀的建立；學生瞭解奈米科技的相關理論是認知的學習，而對奈米科技的興趣及價值觀的建立則屬於情意的學習。融入技能的教學目標對本課程而言較為困難，基本上，我們試以實驗室的觀摩活動以及簡易的實作訓練來進行。

本課程欲達成之核心能力如下：(1)認識奈米科技。(2)認識大自然中的奈米現象。(3)瞭解自然界奈米現象中的科學理論。(4)啟發學員藉由仿生技術創新發展新科技。課程內

容包含課堂講解、校外參訪及動手作實驗、仿生科技創新科技報告三大部分。課堂講解的主題依序為：(1)奈米世界，(2)奈米科技簡介，(3)蓮花、花瓣效應—奈米表面結構，(4)水龜、海豚、蜻蜓翅膀、鴨子羽毛—奈米表面結構，(5)壁虎、蜘蛛絲—聚少成多，(6)貝殼、牙齒與寶劍—奈米強化，(7)奈米顯微技術，(8)彩蝶、蛋白石—光子晶體。

除了一般課堂講解，本課程還安排同學參訪宜蘭大學的奈米科技展示中心與奈米科技相關的特色實驗室，讓同學們經由實體的觀摩學習，對奈米科技有更深入的認識。同時，本課程亦安排同學們可實際操作的奈米科技實驗（動手作一：蓮花效應實驗、動手作二：分子作用力的觀察），藉由親手操作來深化同學的奈米科技技能素養。

學期最後，讓同學分組進行仿生科技創新科技報告，訓練同學將所學知識進行統合應用，並思考現代社會所面臨的問題，進而利用所學提出解決方法，綜而言之，本課程內容最後的目的，在於提升學生主動學習的能力，啟發同學對於現代科技學習的興趣，並培養同學從生活周遭事物進行科學性的觀察，深化同學的科學素養。

本教材為了達到容易讓學生瞭解的效果，特別強調在圖像的運用上。藉由電腦多媒體功能的輔助，可以輕易地在課堂上呈現大量、清晰的圖形與影像，這是傳統書寫黑板教學所無法達到的效果。而現代網路資訊的發達，使得本課程可獲得許多相關的科學短片做為教材，不論是自然界的奈米現象，如蓮葉效應、蜘蛛絲的強韌等等，或是解釋相關科學原理的模擬解說影片，都提供了極佳的教學效果。

### 三、結果與討論

本課程—「自然界的奈米」於九十九學年第二學期開設於宜蘭高中，供高一學生選修。本課程係 2 學分選修課程，計有 35 名學生選修，學期中一名學生轉學，最後共有 34 名學生取得本課程學分。本課程除了採用傳統的紙筆測驗，檢視學生對於奈米科技的認知能力外，在學期結束前，以問卷調查方式來檢視本課程的教學成效。問卷概分為兩大部分，一是針對同學的學習態度進行調查，此學習態度又區分為針對課程本身與授課教師兩方面來詢問，其結果分列於表 1 及表 2。另一部分則是同學的學習滿意度問卷，同樣也區分成針對課程內容與教師授課方式兩方面來調查，其結果分列於表 3 及表 4。問卷中的尺度分為：非常同意(滿意)、同意(滿意)、普通、不同意(滿意)、非常不同意(滿意)；其轉換分數分別為 5、4、3、2、1。

對「自然界的奈米」課程之學習態度問卷結果顯示於表 1 中。表 1 內的題 2 與題 4 的較高分數顯示，本課程成功地傳達了奈米科技相關知識的有用性與重要性，除了個人

興趣以外，知識的有用與重要性足以吸引年輕學子投入到奈米科技的學習與研究中。這也是本課程重要的教學目標。題 6 的分數顯示，本課程確實提供了較為輕鬆的學習環境。有鑑於我國升學制度的特性，本課程一開始就特別注意如何在不增加學生學習負擔下來進行本課程的教學。題 3 與題 5 的分數較低，顯示本課程與學生的期望心理稍有落差，很有可能是因為學生第一次接收奈米科技新知，跟自己原先的想像與期待不同而造成，這是一般人接觸新事物時常見的現象。題 8 結果顯示，雖然奈米科技的應用日益增多，但尚未普遍存在於人們的日常生活中，因此學生感覺奈米科技知識於生活中的應用偏低；題 8 的標準差最高，或許與學生個人生活經驗有關，使得學生對本項目的看法有較大差異。

表 1 對「自然界的奈米」課程之態度

題號	題目	平均數	標準差
1	我覺得「自然界的奈米」課程很有趣，能吸引我學習	3.73	0.72
2	我覺得「自然界的奈米」課程很重要，值得我去學習	3.94	0.70
3	我覺得「自然界的奈米」課程教學效果使我感到滿意	3.64	0.65
4	「自然界的奈米」課程能提供對我有用的知識	4.15	0.76
5	「自然界的奈米」課程的安排符合我的需求	3.55	0.67
6	「自然界的奈米」課程規劃的上課進度，讓我學習沒壓力	4.12	0.78
7	「自然界的奈米」課程的上課時數分配很適當	3.73	0.72
8	「自然界的奈米」課程學習的知識，在日常生活裡用得到	3.64	0.86
整體總分		3.81	0.76

表 2 是對「自然界的奈米」授課教師之態度問卷的結果。整體來說，表 2 內各項目的認同度都頗高，特別是題 7 的高分顯示，授課教師成功地從生活周遭中學生所熟悉的生活經驗開始，讓學生比較容易接受尖端的奈米科技知能。然而，相對最低分的題 6 結果顯示，奈米科技畢竟是一個複雜又跨領域的學科，要讓高中一年級的年輕學子理解還是有相當的困難。連帶的，在項目 4 關於課程內容深淺性的認同度也就稍低了。另一相對低分項目為題 3，主要是因為本課程授課教師非高中教師，每週一次上課兩小時，選課同學又來自各班，造成師生間相處的時間短暫與困難。解決之道或許可藉助資訊網路，由於數位學習平台架設成本較高，跨校使用也有所限制，因此，運用臉書、部落格等來增加師生間的互動關係應有助於學習，也較為簡易可行。

表 2 對「自然界的奈米」授課老師之態度

題號	題目	平均數	標準差
1	老師教學時很用心，使我喜歡上課	4.06	0.75
2	老師很關心我們的學習狀況，使我樂於學習	3.91	0.77
3	老師都耐心回答我們的問題，直到完全懂為止	4.21	0.70
4	我覺得老師上課內容的深淺符合我的程度	3.91	0.72
5	我覺得老師的教學態度會影響我的學習意願	4.06	0.75
6	老師能充分的講解課程的內容，有助於我對課程的理解	3.88	0.60
7	老師上課時能將理論與生活經驗相結合	4.27	0.72
8	老師會經常講述「自然界的奈米」課程的目標與執行進度	4.03	0.73
整體總分		4.04	0.72

表 3 對「自然界的奈米」學習內容（教材）之滿意度

題號	題目	平均數	標準差
1	教材呈現方式豐富	3.87	0.67
2	教材呈現方式有趣	3.39	0.72
3	教材呈現方式吸引我的注意	3.42	0.62
4	教材呈現方式對我的學習有幫助	3.90	0.75
5	教材內容難易適當	3.71	0.78
整體總分		3.66	0.73

第二部分是同學的學習滿意度調查。表 3 經針對課程教材內容的問卷結果，基本上，同學認為教材內容豐富且對學習有幫助(題 1 與題 4)。但對教材的趣味性認同度稍低(題 2)，使得教材的吸引性也較低(題 3)。

相對於表 3 對教材內容的滿意度結果，表 4 結果顯示，學生對授課教師教學方式的滿意度明顯較高。滿意度稍低的兩項分別為題 1 與題 2。題 1 結果顯示，授課教師教學方式不夠生動活潑，剛好呼應了表 3 題 2 中的教材呈現方式不夠有趣。而題 2 的上課內容與個人程度的符合性，也呼應了表 1 題 5 的課程安排與個人需求的配合度以及表 2 題 4 的課程內容深淺與個人程度的適切性。題 10 為本份問卷中認同度最高的項目，顯示本課程大量使用多媒體以及各種科學影片的教學內容獲得學生的認同。

表 4 對「自然界的奈米」授課老師之滿意度

題號	題目	平均數	標準差
1	教師教學方式生動活潑	3.71	0.64
2	教師上課內容符合我的程度	3.77	0.72
3	教師講解條理分明	4.06	0.63
4	教師能正確的示範教學	4.10	0.65
5	教師對同學評量方式合理公平	4.16	0.82
6	教師的口齒清晰	4.29	0.64
7	教師講課條理分明	4.19	0.60
8	教師講解清楚明白	4.23	0.67
9	教師的講解有系統	4.26	0.77
10	教師善用教學媒體輔助教學	4.45	0.77
整體總分		4.12	0.72

表 5 對「自然界的奈米」課程之滿意度

題號	題目	平均數	標準差
1	整體而言，您對於本課程之滿意度為何？	3.97	0.60
2	若時間允許，您未來願意繼續參加進階的奈米科技研習營活動嗎？	3.65	0.88
3	若您有機會，願意向學弟妹推薦選修本課程嗎？	3.81	0.65
整體總分		3.81	0.73

最後，我們在表 5 詢問了同學對於「自然界的奈米」課程的總體印象。整體而言，修課同學對於本課程的教學滿意度還算滿意(題 1)，也還願意向學弟妹們推薦選修本課程(題 3)。但對於個人是否繼續參加進階的奈米科技研習活動，意願相對較低，意見也較分歧(題 2)，推測這與學生個人生涯規劃較為相關，也許是認為其在高中現階段對於奈米科技的學習到此即可，或許是面對升學壓力而評估個人不太有時間繼續參加奈米科技的研習進修。

#### 四、結論

本課程之施行，確實達到讓同學更快更容易地瞭解新穎的奈米科技觀念，解決了同學們因為物理、化學及生物基礎知識不足與三者間整合性問題而造成學習跨領域學科的

障礙困擾，對於奈米科技素養與人才的培育有極大助益。有鑑於我國升學制度的特性，本類選修課程需注意如何在不增加學生學習負擔下，又不至淪為同學草率應付的課程，著實不易。本課程不使用相關科學原理的數學語言，而是從生活周遭中我們所熟悉的自然現象開始，搭配大量的圖像與影片以及實地觀摩與實作的方式，嘗試讓同學在沒有考試制度的誘因下還能保持學習動機。整體而言，本課程的教學成效尚屬滿意。

### 誌謝

本研究承蒙國科會 NSC 100-2120-S-197-001-NM 之補助，謹此誌謝。

### 參考文獻

Bloom, B. S., M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill, and D. R. Krathwohl, 1956 *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals; Handbook I: Cognitive Domain*, Longmans, Green, New York.

Krathwohl, D. R., 2002 “A revision of bloom's taxonomy: An overview,” *Theory into Practice*, Vol. 41, No. 4, pp. 212-218.

Lakhtakia, A., 2006 “Priming pre-university education for nanotechnology,” *Current Science*, Vol. 90, No. 1, pp. 34-40.

Roco, M. C., 2003 “Converging science and technology at the nanoscale: opportunities for education and training,” *Nature Biotechnology*, Vol. 21, No. 10, pp. 1247-1249.