

## 結合「問題導向學習、校外教學、線上學習」模式

### — 高中生學習奈米科技之課程設計

臺北市立大直高級中學 陳素真、廖純英

#### 壹、前言

近幾年來，世界各主要科技先進國家如美國、歐盟、日本等紛紛如火如荼地推動奈米科技，國內也推動跨部門會「奈米國家型科技計畫」，學校教育亦開始積極推廣奈米知識。因此，我們著手設計奈米課程，期使學生經由設計的課程而瞭解奈米科技奧妙。

為提昇學生在課程上學習的興趣，我們引進了「問題導向學習」的模式，並配合校外教學課程和線上學習課程。希望能夠培養出學生具有主動學習和終身學習的能力，來因應知識爆炸而科技技術一日千里的時代；再者，奈米科技的知識內涵仍存在有不太明確且仍快速發展的特質，因此，養成與同儕合作、蒐集資訊、分析整理、融會貫通、研判現有知識的可信度、掌握未知部份之處和學習如何解決當前無法確知的問題等，是我們設計課程的主要重點和目標。

#### 貳、活動設計---「問題導向學習」模式的運作

##### 一、課程設計理念

我們以『問題導向學習』來探索奈米科技的微小世界，「問題導向學習」是指學生在小組中彼此相互幫助來學習課程，透過不斷的討論來瞭解彼此的想法，並確保小組中的成員精熟學習內容。

首先將「奈米科技」規劃出十四個主題架構，並影印製作奈米科技課程教材供學生參考，由學生分組選主題並自行蒐集資料，同時完成學習單，最後作研讀心得來發表，其中十四主題如下：

奈米生物晶片	原子力顯微鏡
奈米鋰電池	穿透式電子顯微鏡
奈米太陽電池	奈米碳管
奈米化妝品	奈米材料製備
奈米陶瓷	光觸媒空氣淨化
奈米光觸媒	光觸媒水淨化
奈米醫學	奈米薄膜材料

同學以 2-3 人爲一小組學習，每組負責一個研究主題，而每人負責需研習一部分的功課，然後將自己負責研讀的心得教導另一組員，使每位組員都精熟該組主題的所有概念知識。在全組員通力合作下，貢獻自己的所學習心得，並合作將依規定格式彙整成報告（報告以 ppt 檔呈現）。

在整個課程設計過程中，老師是引導者、規劃者、探討者，而學生是蒐集者、學習者、創造者，老師可依（5W：How、Why、Who、When、What）引導學生依循著主題來思考、搜尋、整理和分析。例如主題是奈米光觸媒，可思考生活中如何使用奈米光觸媒？爲什麼要使用奈米光觸媒？奈米光觸媒對人類的好處有那些？何時使用奈米光觸媒？奈米光觸媒原理及製程是什麼？相信透過這樣的思考學習，學生會不知不覺地培養如何取得資源的能力、分工合作的能力、獨立工作能力，甚至評量自己作品的的能力。

在此「問題導向學習」模式中，爲了提升學習動機，同學上台報告時，除呈現報告外，還需設計三個問題與討論，以增進同學互動學習的成效。相信在此有結構、有系統的教學模式下，學生透過團體互動的歷程，鼓勵相互協助，以完成小組報告，獲得最大的學習效果，對奈米科技就不再陌生了。

## 二、課程設計與實施

### (一) 教學計劃

主題名稱	奈米科技	教學節數：共六節	
能力指標	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 將研究的內容作有條理的、科學性的陳述。</li> <li>➢ 依資料推測其屬性及因果關係歸納研判與推斷。</li> <li>➢ 由探究的活動，嫻熟科學探討的方法，並經由實作過程獲得科學知識和技能。</li> <li>➢ 體會「科學」是經由探究、驗證獲得的知識。</li> <li>➢ 察覺科學探究的活動並不一定要遵循固定的程序，但其中通常包括蒐集相關證據、邏輯推論、及運用想像來構思假說和解釋數據。</li> </ul>	重大議題	生涯發展 資訊教育 環境教育
		教學準備	
		分組說明 製作網頁內容 設計學習單 校外教學參觀 評量製作	
教學目標	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 認識奈米意義。</li> <li>2. 認識奈米材料。</li> <li>3. 認識奈米級與傳統型材料的差異。</li> <li>4. 認識奈米材料的特性。</li> <li>5. 認識奈米材料是如何檢測。</li> <li>6. 認識奈米材料是如何製備。</li> <li>7. 認識奈米材料的應用。</li> <li>8. 認識奈米材料所造成的影響。</li> </ol>		
設計理念	在課程中提供的網路資源裡，有的部分是要由學生自我操作與導覽學習，各組依主題合作完成報告，並配合校外教學參觀，使理論與實作結合。		
教學活動歷程	視聽廣播教室、分組報告、分組討論、上網尋找資料、校外教學		
教學方法	媒體、問題導向學習、校外教學		
教學評量	學習單、整理報告、評量表		
教學成果	學生可從「問題導向學習」的模式中學到如何分工合作和知識分享，同時培養獨立思考、分析及解決問題的能力，並藉著互相討論與腦力激盪的過程，了解理論與實作的相結合。		

(二) 教學活動設計 (請參考所附的網頁)

教師活動	學生活動	評量與輔導
壹. 準備活動		
一、將課程分十四主題，並將學生分組，各組分配到各主題。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 上網或至圖書館尋找資料並將結果製作成 ppt 檔，於上課時上台報告。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 輔導認識資料、資訊和知識的差異</li> </ul>
二、教師設計網頁		
貳. 展開活動		
一、揭示網頁內容，引出主題大綱。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 參與分組討論，並合作瀏覽教師網頁，同時互相討論修正先前製作的 ppt 檔。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 鼓勵同學提出問題</li> <li>➤ 加入同學分組討論圈</li> </ul>
二、讓學生互相主動地學習、討論、思考。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 聆聽同學報告，感受、分享且記錄重點，發問並能列出各單元的看法。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 腦力激盪回答</li> </ul>
三、各組派出代表來報告，並發表合作學習的心得。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 聆聽同學報告，感受、分享且記錄重點，發問並能列出各單元的看法。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 各主題分組報告評量</li> <li>➤ 知識分享和歸納</li> </ul>
四、讓學生整理報告，並下載學習單。	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 下載資料，各組完成學習單</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 作業說明</li> </ul>
參. 綜合活動	(完成後請 e-mail 給老師)	
一、問題討論	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 搶答同學的所設計學習單問題</li> </ul>	
二、概念整理		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 說明活動</li> </ul>
肆. 校外教學的說明		
一、無塵室	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 聆聽、記錄重點</li> </ul>	
二、原子力顯微鏡		

### (三)、校外教學活動設計

由於參加在台大應用力學所舉辦的北區奈米科技 k-12 種子教師研習營，得知沈教授願意提供學生參觀無塵室及原子力顯微鏡實驗室，於是在奈米科技課程中規劃校外教學。在整個校外教學活動設計上，地點是台大應用力學研究所奈米機電中心，以參觀無塵室的晶片製程及了解原子力顯微鏡為主，在行前，老師事先製作奈米科技教材網頁，引導學生瀏覽內容，增強學生的先備知識。

臺北市立大直高中奈米科技參訪活動實施計畫		
依據：1.配合北區奈米科技 k-12 人才培育高中組推廣實施計畫辦理 2.配合高中職社區化親近奈米科技創意課程實施計畫辦理		
活動目的：為提昇學生對奈米科技課程的學習興趣，增進學生對奈米科技相關儀器的瞭解，落實奈米課程融入自然科學課程領域，特辦理參訪活動。		
活動對象：高一學生 80 人次。		
活動地點：國立台灣大學應用力學研究所北區奈米科技 k-12 教育發展中心		
活動時間：第一梯次：H107 班 領隊老師：楊全琮組長、陳素真老師		
時間	地點	相關事項
12：20	H107 教室	發放資料、行前叮嚀、點名
12：30-13：10	上車	出發
13：10-15：00	參觀實驗室	下車、集合，排成二路縱隊參觀 參觀微機電中心及原子力顯微鏡室
15：00-15：40	集合上車返回大直	點名上車
第二梯次：H106 班 領隊老師：廖純英組長		
時間	地點	相關事項
13：10	H106 教室	發放資料、行前叮嚀、點名
13：30-14：20	上車	出發
14：20-16：20	參觀實驗室	下車、集合，排成二路縱隊參觀 參觀微機電中心及原子力顯微鏡室
16：20-17：00	集合上車返回大直	點名上車
活動注意事項：1.請服裝整齊，女生需綁頭髮，事前做好課程預習並攜帶紙筆做紀錄。 2.活動學習單請事先預習，並於活動結束後繳交。		
活動經費：請准由高中職社區化親近奈米科技課程及北區奈米科技 k-12 人才培育計畫經費相關預算項下支應，不足額部分，由學生自付。		

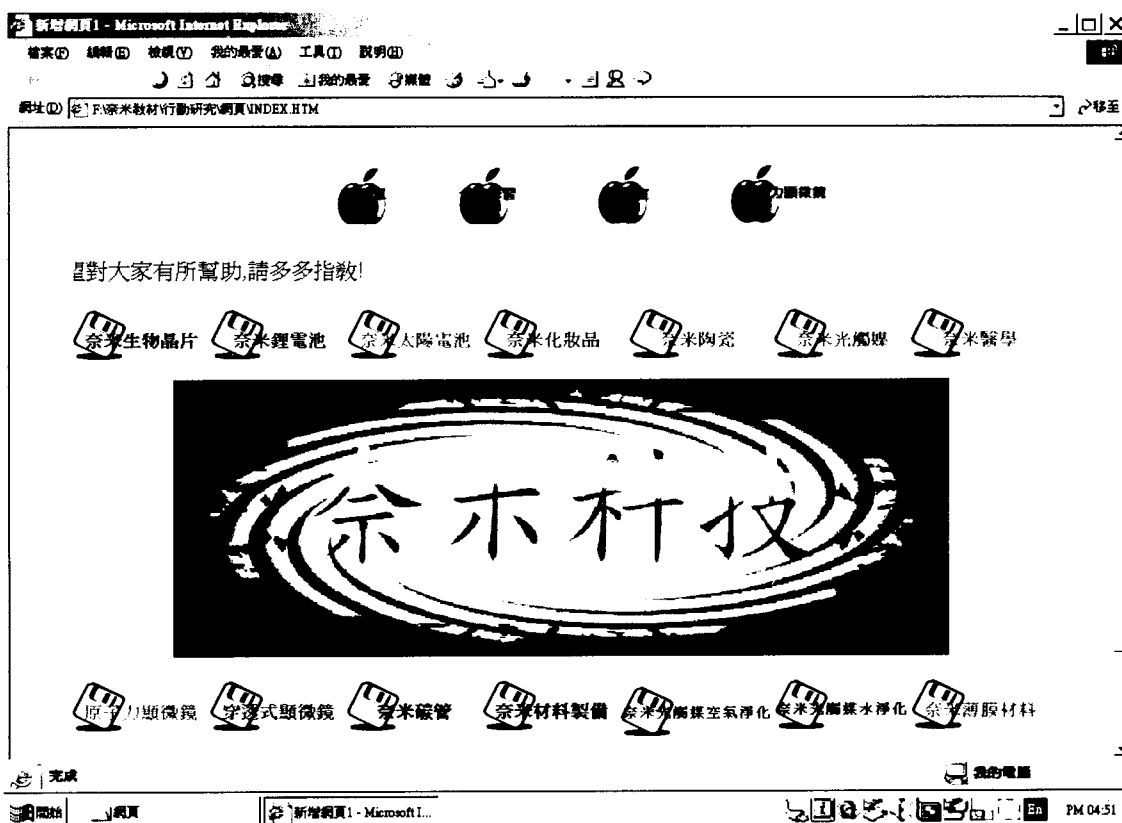
活動計畫如下表：

### (四)、線上學習課程設計----奈米科技教材網頁（請參考所附的網頁）

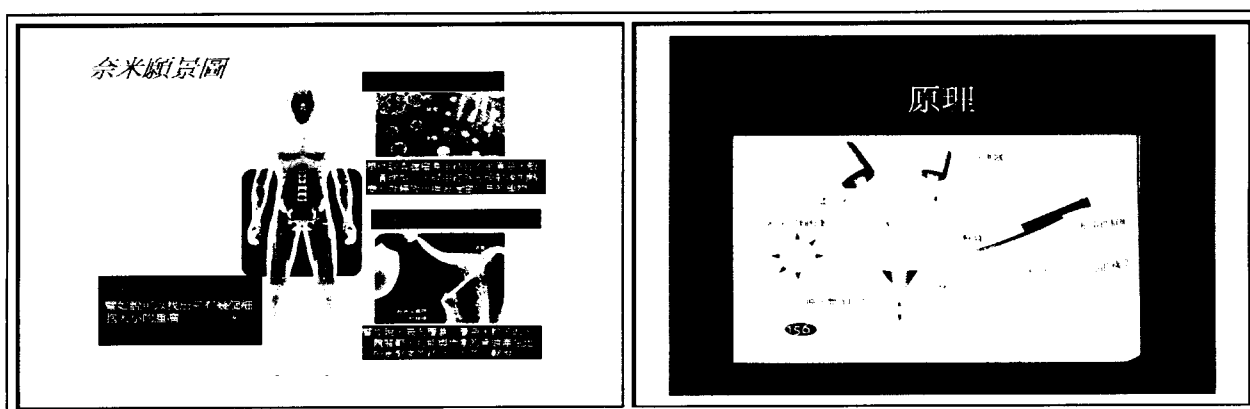
因為資訊科技可以提升學生的學習興趣、且可增強課外知識和多樣性，所以我們企圖將自己曾經研習的各種奈米知識和資料，整理成適合同學能力的教材，並編成 ppt 檔案，藉以深入淺出地去引導學生，因為版權問題，我們所做網頁只

限在提供同學在上課學習與討論之用。網頁教材如下圖：

1. 首頁內容：揭示十四個奈米主題，並做超連結。



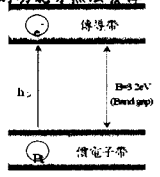
2. 各主題內容：內容只列出小部分供參考如下：(請參考所附的網頁多媒體光碟)



**二氧化鈦光觸媒反應原理**

➢ 二氧化鈦可視為一種半導體，紫外線具有足夠的能量使其表面的價電子脫離，所需能量的大小為3.2eV，根據左圖的公式，吾人可以導出該光源的波長為387nm，是紫外光。

➢ 波長超過387nm的光源，即不易使價電子脫離，光觸媒的功能亦無法發揮，日光95%以上均大於此波長。



傳導帶

$E_{ph} = h\nu$

$E = hc/\lambda$

$h$  普朗克常數  $6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$

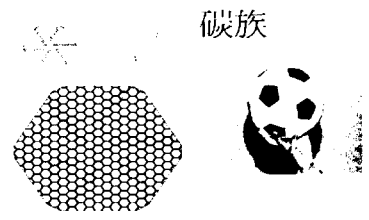
$\lambda$  光的波長

$c$  光速  $2.998 \times 10^8 \text{ m/s}$

$\lambda = 1240/E \text{ (eV)}$

價電子帶

**碳族**



我們將網頁掛於學校網站上，同學針對本組所分配的主題，透過瀏覽整個網頁，完成學習單。過程中可作心得與討論，再配合各組所蒐集的資料，作為知識的分享與交流。

### 參、教學過程實錄

#### 一、教學活動剪景（請參考所附的網頁）



對象：高一《班級:H106、H107》		日期：94.5
教學法：問題導向學習&校外教學&線上學習		
		
同學講解奈米生物晶片	同學互相討論學習單	參觀前使用電腦教室廣播系統講解奈米(線上學習)
		
老師在參觀前講解 AFM	進入無塵室前預備穿著	酷吧！我們要進入無塵室



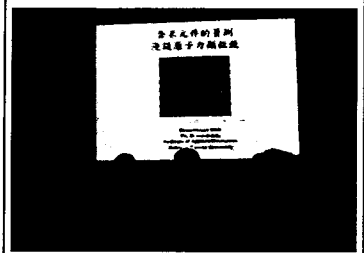
講師在講解晶片製作過程



無塵室中的精密儀器



在黃光室的神秘探索



講師在講解雲母 AFM 圖



說明原子力顯微鏡原理



比喻奈米的尺寸有多大



講師操作 AFM 儀器



講師指出探針是在何處



在 AFM 室測量樣本



集中注意力聽講


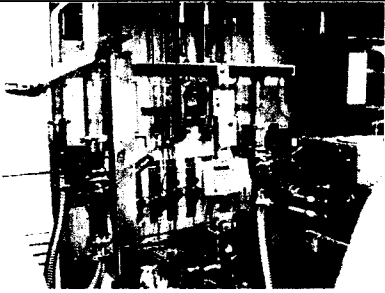



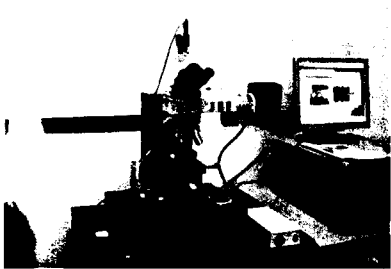


思考如何回答問題



答對了！得到獎品

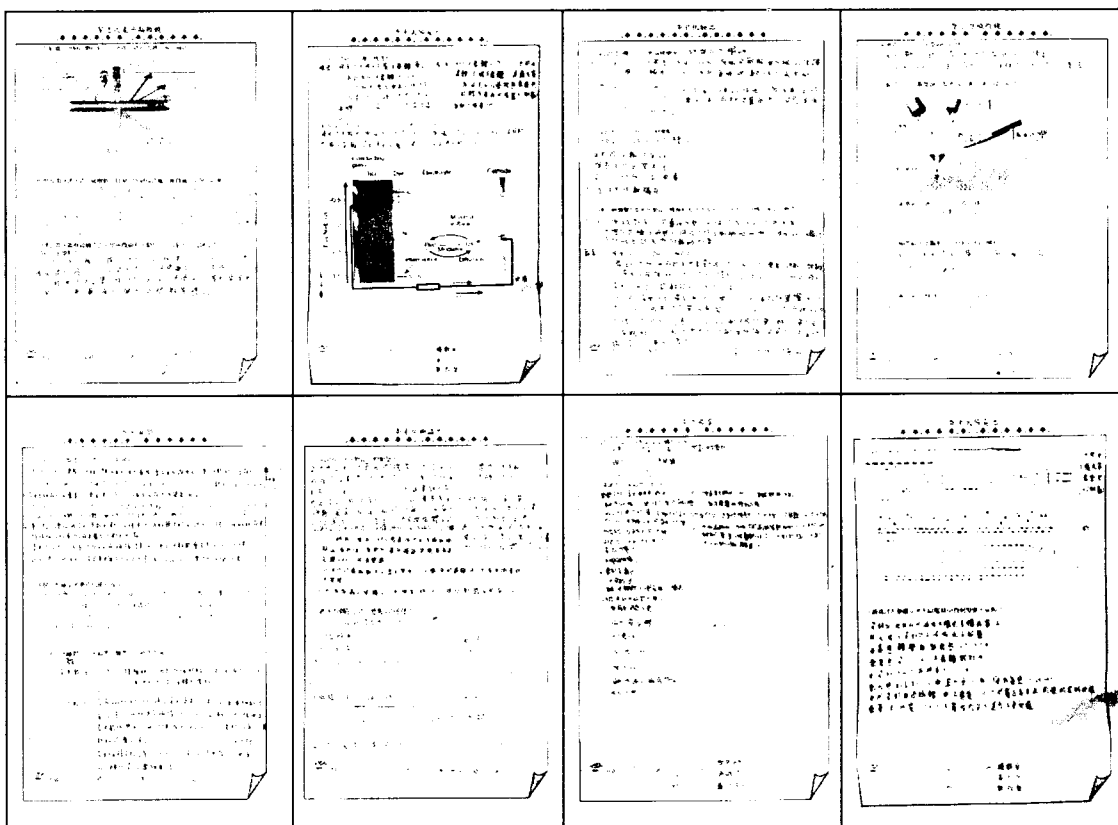


<p>體會一</p>	 <p>在黃光室製造晶圓</p>	 <p>無塵室中儀器</p>
<p>體會二</p>	 <p>上課投影片中的探針</p>	 <p>專注的研究奈米碳針</p>
<p>體會三</p>	 <p>上課投影片中的原子力顯微鏡</p>	 <p>昂貴的的原子力顯微鏡</p>

## 肆、學生學習成果

由學生的學習單及發表報告過程中，他們表示：報告發表內容需要加以統整、編排，並注意是否切合主題及紀錄來源，自己要充分了解報告內容，才可能上台講解。學習單以各組一張為原則，每組依據所分配研究的主題，共同完成一份學習單。成果如下：

### 一、學習單：



## 二、學生學習心得分享----參訪台大奈米機電中心

心得一	<p>今天很高興有這個機會去台大學習有關奈米科技的課程。首先，我們先去參觀無塵室。進去之前，每個人全副武裝，把全身都包起來，感覺非常慎重。能進去無塵室裡是一次非常難得的經驗，也學到了很多寶貴的知識。接著，我們聽了有關奈米以及原子力顯微鏡的簡報，我原本以為這些內容都是冰冷嚴謹、令人腦袋發昏的，但教授及研究生們的親切，打破了我們對艱深的科學知識的防備，更了解到奈米科技其實可以很有趣。在這宏偉的知識殿堂裡，我們接受了近 3 個小時的科學洗禮，所得到的收穫早已遠超過想像，但願這份對科學的感動及熱誠，能持在我們的心中燃燒。</p>
心得一	<p>我們這組做的是奈米穿透式電子顯微鏡，在今天又參觀了台大後發現，原子力顯微鏡真是太厲害了，竟然能把這麼小的東西放大成像，甚至還因為探針的搜索，成像還能變成 3d 圖，這比我們平常看到的顯微鏡厲害多了，由於穿透式電子顯微鏡具備超高倍率及超短波長，成了分析奈米材料的利器，使人類真正親眼看到了奈米，並進一步分析奈米級的結構，提供更多訊息給科學家去設計材料。我覺得這真是項偉大的發明</p>
心得一	<p>奈米研究是現代熱門的研究領域，今天真的很榮幸可以參觀台灣大學的兩間研究室，而且還是一般人想進也進不去的，許許多多的儀器設備，甚至是知識新知，都讓我大開眼界，無論是無塵室的黃光室、機器、雕刻器.....等，讓第一次看到的我，熊熊的燃起了對奈米的興趣，一個細微到都看不到的東西，卻可以造福全人類，這偉大的實驗，我們怎麼不可以參加呢？</p>

## 伍、教學評鑑

### 一、學習滿意度調查表

奈米科技課程設計意見調查表					
題項	非常滿意	滿意	尚可	不滿意	非常不滿意
1. 請問您對本次課程整體安排感到建議：	1	2	3	4	5
2. 請問您對參觀前的老師課程安排感到建議：	1	2	3	4	5
3. 請問您對同學的課程內容了解感到建議：	1	2	3	4	5
4. 請問您對參觀無塵室課程安排感到建議：	1	2	3	4	5
5. 請問您對原子力顯微鏡課程安排感到建議：	1	2	3	4	5
6. 請問您對課程時間的安排感到建議：	1	2	3	4	5

同學們！對學校為同學所安排到台大參觀奈米科技一系列課程之後，相信有豐碩的體驗與認識，請您們填寫本意見調查表，以利老師為下次安排課程設計的參考。請依據題意圈選您認為合適的答案，由非常滿意到非常不滿意分別是 1 至 5，如您圈選是 4 或 5，也請您提供寶貝的意見，謝謝！

其他建議：

## 二、 教師同儕互評表

### 奈米科技計畫總評量



姓名：\_\_\_\_\_

報告主題：\_\_\_\_\_

教師與同儕評量			
內容	卓越的	滿意的	需要努力的
至少運用三種資源	3	2	1
紀錄訊息的來源	3	2	1
蒐集到有趣的、新奇的資訊	3	2	1
確認了解主題	3	2	1
報告技巧			
準備完善並有組織	3	2	1
展現傳達技巧	3	2	1
運用多種模式	3	2	1
學生自我評量			
1. 請說明在學習做報告中，你學到什麼？			
2. 請說明在學習做發表上，你學到什麼？			
3. 請說明在奈米科技課程中，你感到最困難的部分是什麼？			
4. 請說明在奈米科技課程中，你感到最愉快的部分是什麼？			
5. 如果你再經一次上這課程，你會有哪些不同的做法或想法？			

## 陸、結語

面對被稱第四次工業革命的奈米科技技術這樣知識爆炸的時代，我們應該教導學生自我學習如何追求"實用"知識的觀念，而「問題導向學習」是一種方法學，教我們從中學得找尋知識的方法，其特色是由問題展開學習，在老師的引導下，從案例中練習如何辨識、分析和解決問題，其本身是一種「解謎」的過程，重點和方向永遠是"learning"，學生們必須自己決定想要學什麼，學多少，怎麼學，然後"學到了"自己設定的目標。

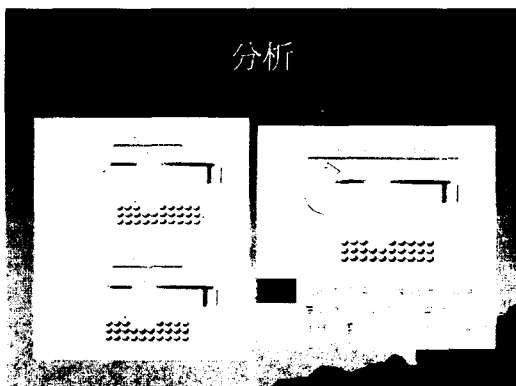
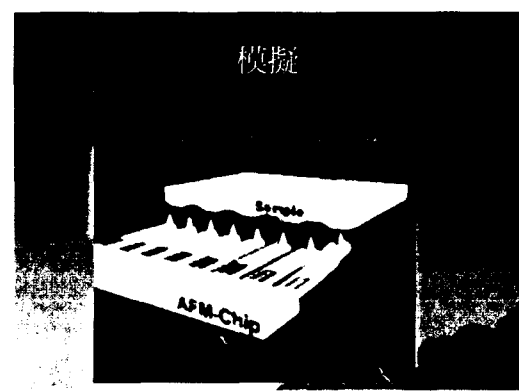
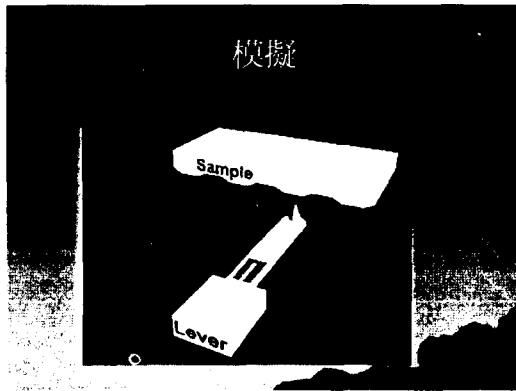
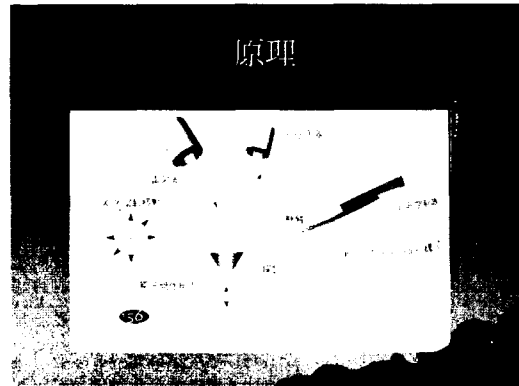
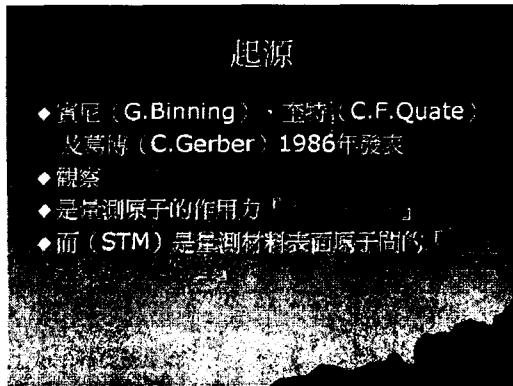
此外，我們配合的校外教學課程和線上學習課程，希望引起學生的動機與刺激，藉以課程和實務相結合，來了解奈米科技內在微小世界的奧妙。在此，我們設計正式問卷調查及評量分析，以評鑑教學成果。由學生發表心得與問卷調查結

果中，似乎可看出來在「奈米科技」課程設計的教學是受到所有同學們肯定。

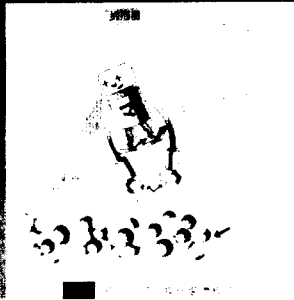
## 柒、參考資料

- 一、 呂宗昕 2003，圖解奈米科技與光觸媒，商周出版
- 二、 <http://nano.nchc.org.tw>
- 三、 李明濱、謝博生：醫學教育之革新與醫學教育雜誌之展望。醫學教育 2000；  
4：1-2
- 四、 <http://www.aip.org/png/2004/215.htm>
- 五、 [http://www.sciscape.org/news\\_detail.php?news\\_id=1742](http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=1742)
- 六、 [http://www.sciscape.org/news\\_detail.php?news\\_id=1763](http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=1763)
- 七、 <http://www.nature.com/nature/journal/v424/n6947/extref/nature01823-s1.mpg>
- 八、 [http://www.sciscape.org/news\\_detail.php?news\\_id=1220](http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=1220)
- 九、 [http://www.sciscape.org/news\\_detail.php?news\\_id=929](http://www.sciscape.org/news_detail.php?news_id=929)
- 十、 <http://www.sciscape.org/phpBB2/viewtopic.php?t=15392&start=0&postdays=0&postorder=asc&highlight>

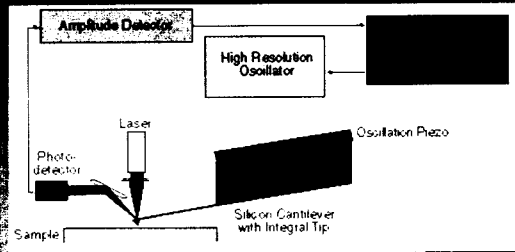
附錄：(網頁教材內容舉隅)



## 裝置



## AFM簡圖



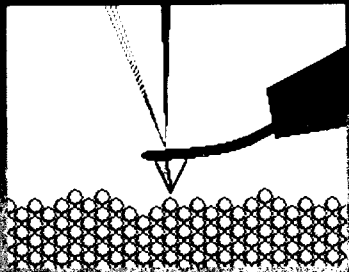
## AFM操作



## 探針



## 動畫



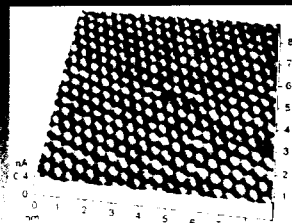
## 檢測方式

- ◆ 接觸式 (contact mode)
- ◆ 非接觸式 (non-contact mode)
- ◆ 敲觸式 (tapping mode)

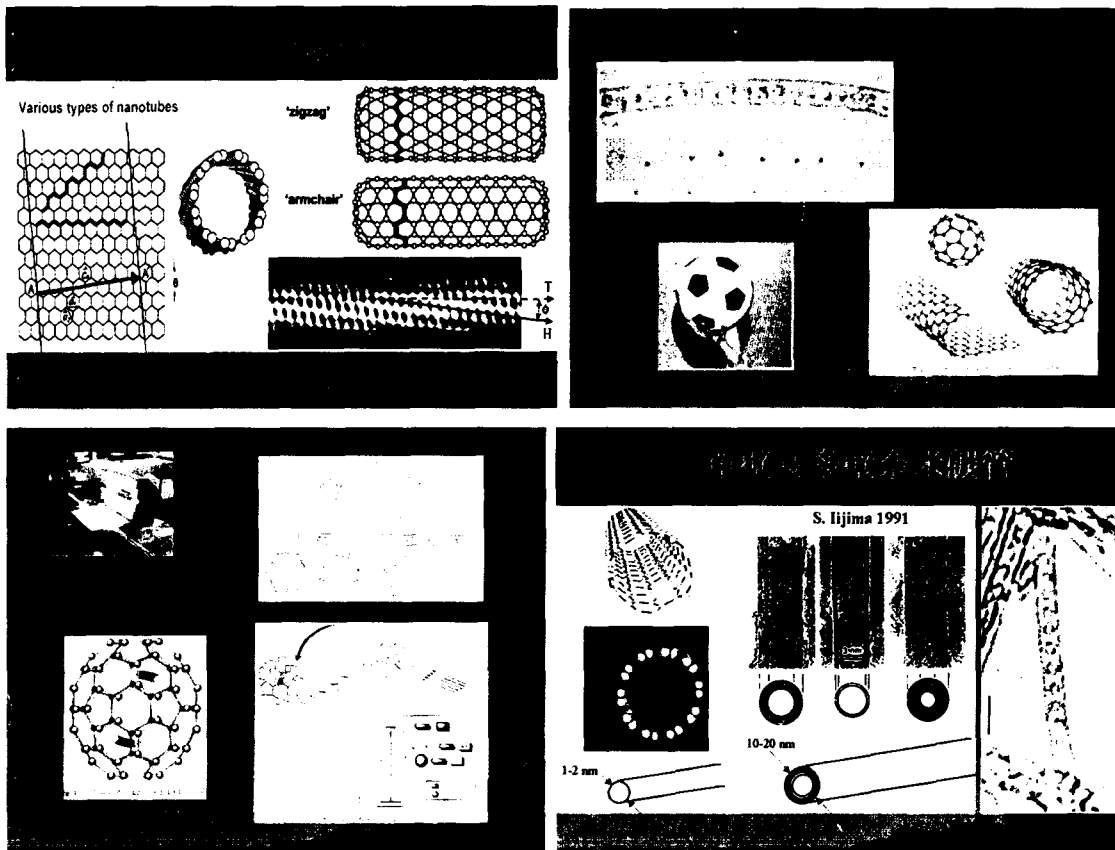
## AFM應用

- ◆ 分析薄膜表面粗糙度
- ◆ 量子點大小
- ◆ 奈米元件的表面結構
- ◆ 晶片微影
- ◆ 蝕刻製成

## 原子力顯微鏡的成像1







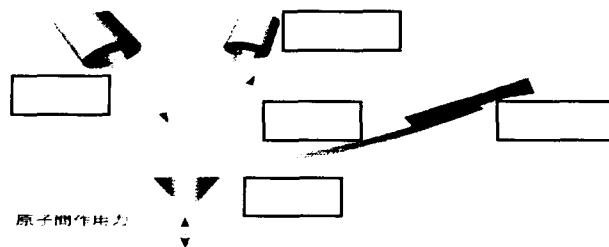
附錄：學習單

原子力顯微鏡

(請參考所附的網頁多媒體光碟)



1. 簡單描述原子力顯微鏡的原理？
2. 下圖為原子力顯微鏡的簡單構造圖，請完成空格內容？



3. 原子力顯微鏡的檢測方式可分哪三種？
4. 原子力顯微鏡主要觀察分析材料結構的哪些部分？
5. 原子力顯微鏡 (AFM) 的英文全文是為何？



班級：                      座號：                      姓名：

## 光觸媒水淨化



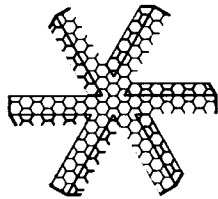
1. 爲了解決海中的漏油問題，科學家曾用光觸媒，請簡單寫出其方法？
1. 請描述奈米化的光觸媒有何特性？
2. 光觸媒二氧化鈦是目前最廣泛使用的奈米材料之一，爲何需紫外光照射？
3. 採用光觸媒分解水中有害物質應是可行，但目前爲何尚未到達全面實用化階段？請說明之。
4. 光觸媒在淨水場除殺菌外，還可除去重金屬離子，主要因爲光觸媒有何特性？

### 附錄：立體摺紙（奈米碳管及巴克球）

#### 立体折り紙(9,0)チューブを作ろう

三重大学工学部電子材料研究室

Designed by M. Maeda



①切りぬきます



②灰色部分に糊を貼り組み立てます

