

後記

測試紅外線波長 李文堂老師將實驗變簡單

「從做中學是很重要的！」嘉義高中李文堂老師秉持這樣的信念，將原本需要昂貴器材的「可見光及紅外線波長」測試，變成使用實物投影機就能做出的簡單實驗，學生因此有了親自操作的機會。

「妳看這個壁畫，是什麼圖案？沒錯，這是一棵樹，它名叫雨豆樹，是我們學校的校樹。」一進入嘉義高中，李文堂老師便熱心地介紹起校園裡面的景色：這是音樂館、這是陶壁畫、這是七十年前就在這裡的雨豆樹，李老師的言談之中，滿溢著對學校深厚的感情。一問之下，外表看來年輕有活力的李老師，竟然已經教學滿四十年，去年才剛同時獲得師鐸獎、資深優良教師獎、Power卓越教師獎大三元。

親手做、親眼看 簡單實驗化理論為實際

這樣一個優秀教師，上課時很有他的一貫想法：「學生一定要親手操作，從做中學習。」2009年參加高瞻計畫，李文堂老師將他測試紅外線波長的實驗整理成一份報告，但事實上這個實驗已在李老師的課堂上行之有年。李老師對於「光」有多年研究，發現測試紅外線波長的傳統方法很麻煩，需要很貴的器材，一般學校買不起，因此以前上到這一課時，都是口頭講解過去就結束了；但李老師自己設計了一個只要用實物投影機就可以測試紅外線及可見光波長的教具，操作簡單，不易失敗，每個學生都自己做一次實驗，讓這一課不再只是紙上談兵。

這個教具的研發早已獲得國內外各界的肯定，也曾在物理教育學刊刊登過；李老師自己針對這個主題，也和物理學科中心等單位合作，做了多場演講，為的是把這套方法推廣出去，給各學校的老師。除了這個實驗之外，李老師也研發了使用cd光碟片觀察光的繞射實驗，而這些實驗都會在課堂上讓學生親手操作，學生們也都很喜歡這樣的課程。目前雖然只有高瞻班的學生做過這些實驗，未來也可能推廣到其他班級，讓所有學生都有機會實驗。

做科展拚升學 高瞻班學生表現優秀

李老師不只是教學認真，更是不曾間斷進修，每學期段考時便是他充電的時刻，閱讀期刊文章，也經常投稿，要求自己每年都要做出作品來，有這樣認真嚴格的老師，想必他帶出來的學生也都不敢打混吧！

訪問曾被李老師教過的學生，他們對老師的印象，都是急性子、說話直接的人，有時也和學生有衝突，但是他對學生的鼓勵和期盼，學生也都能夠深刻體會。「他的教學方法很嚴格，但也很紮實，」現就讀台大醫科的陳亮甫同學表示，「高中打下的底子，讓我做實驗的動作比同學確實。」李老師的學生們在科展和升學表現也很優良，他本人已指導過34屆的學生科展，其中有5件送到國際去比賽；升學方面，去年畢業的學生中有6名台大醫科、6名台大光電，表現亮眼。「我們是全國錄取成績最低的第一志願，」李老師笑著說，「但是我們的表現絕對不會比較差。」

2-1 化 學

教案設計



化學新興科技課程開發與教學成效

臺北市立麗山高級中學
張堯卿



化學新興科技課程開發與教學成效

適用對象：高一學生

教學時間/節數：每套課程3小時

本校參與高瞻計畫4年，在化學課程領域上對新興科技課程開發一共3套課程，並利用課程延續學生專題研究，屢獲台灣國際科展獎勵並連續3年代表國家至加拿大與新加坡參加當地科學展覽會。

本文中舉例「奈米金屬製作與原理」課程做說明，本單元於2008年底設計完成，2009年3月實施，並分四階段（一年）追蹤學生學習變化，施測學生人數12人，其中後續研究與本主題相關專題研究學生8人，教學搭配簡報檔、講義、作業學習單等教學媒材，成為完整的教學方案。並於99學年度再開發一套新實驗課程（3小時），由學生實驗研究後，並於2011年1月寒假時提供本校「國中科學營」實際推廣。

本單元進行實驗教學時，有收集曾參加過奈米專題研究之學生意見。利用課程實施自評之雙向分析表，對參與學生做自評表後，分析結果討論如下：

1. 本單元可對一般學生做推廣設計，在科學知識、研究能力與科學態度等向度上，確實是可提升學生學習。
2. 對後續專題研究與本單元有相關之學生，在自評的四個向度上確實有顯著的成長。
3. 部分學生參與教材實施3週後，雖然其後續專題研究並非與本單元有關，但在過程技能此項向度上，亦有實際成長。

關鍵字：新興科技、課程開發、教學成效

A 教案設計理念

舉奈米金屬製作與原理為例

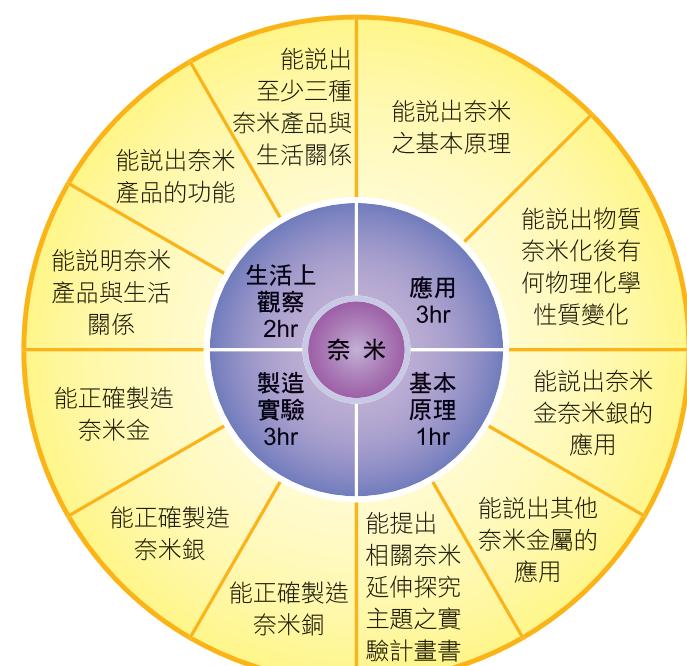
1999年6月22日諾貝爾化學獎得主思莫雷(Richard Smalley)教授在美國參議院奈米科技聽證會上強調：「奈米科技對於人類未來健康及生活福祉的貢獻，絕對不亞於本世紀電子產品、醫學影像、電腦輔助工程、人造高分子材料等的總和貢獻。」正如微米科技在廿世紀所扮演的關鍵性角色，奈米科技已被公認是21世紀最重要的科技產業。

學生在高中階段，對於新興科技的接觸與了解甚少，本課程設計理念為啟發學生對新興科技好奇心，讓學生能早日接觸奈米世界，並且能了解其面貌。課程設計由學生自行設計製造奈米金，奈米銀等奈米金屬實驗，從中訓練學生探究能力，並由參閱文獻資料與整理，更深入了解奈米的特性，培養新興科技人才，以便提高奈米科技的水平。

B 教案目標

1. 讓學生學習奈米之科學概念與基本原理
2. 讓學生了解奈米產品與生活之關係
3. 透過實作課程，學習奈米製作研究實驗之操作
4. 協助學生具備進行奈米相關主題探究之能力

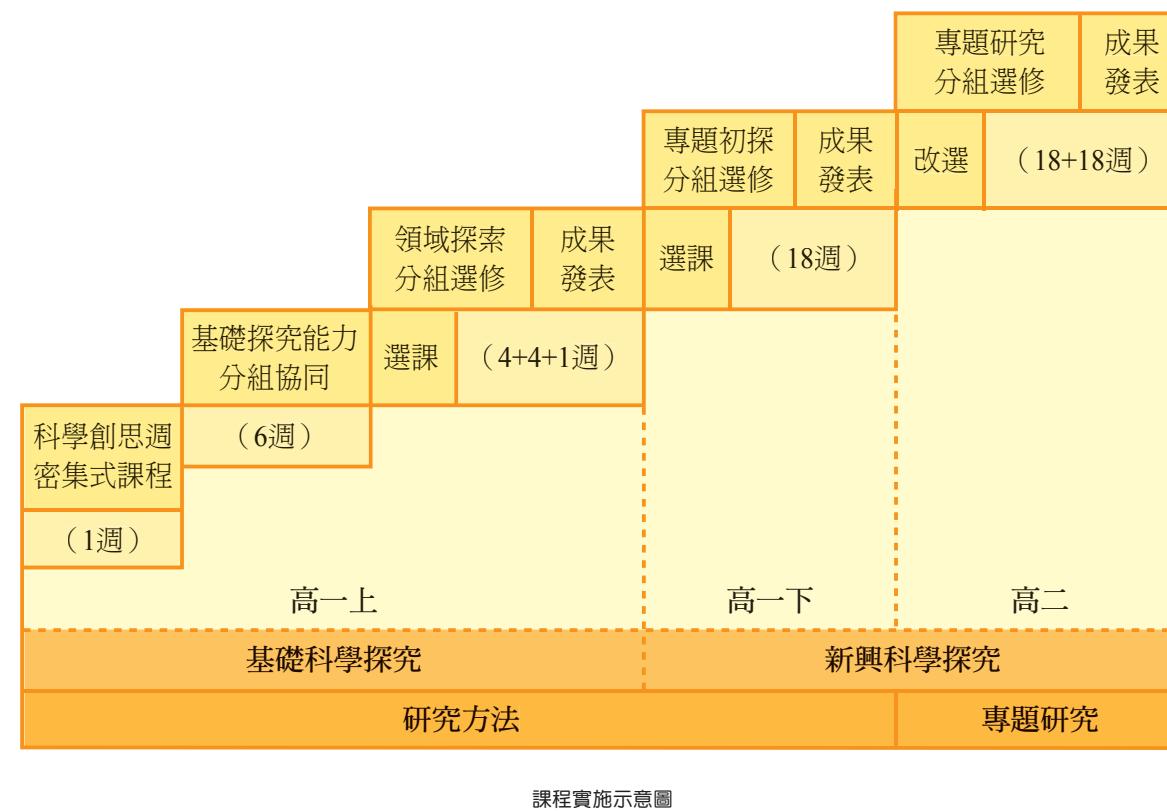
以奈米金屬製作與原理為例，課程教學目標以下圖表示：



C 教案方法

教學實施歷程

本校科學探究課程為高一至高二，每週3小時的校本課程其規劃如下圖：



本研究課程，實施於高一下學期研究方法課程之「專題初探」階段，採PBL方式進行，每套課程為期3週，每週3小時，共9小時的學習活動，包含1週資料蒐集訓練、1週實際操作實驗、1週分組報告、成果發表。學生經過課程學習後會開始尋找專題研究主題，對於選擇與本計畫開發相關課程為研究主題的學生，進行後續追蹤調查，並做成課程評鑑的一部分。

本單元課程於98年3月實施，由本校高一選化學研究方法「專題初探」學生進行為期一年的追蹤實驗教學，全班共有12名學生，均為自行申請選課再經任課教師錄取，其中4名學生並未全程參與本單元活動，其他8位學生因為專題研究與本單元課程有相關性，所以繼續參加實驗追蹤評量。在實驗教學實施期間，學生都能在指定的時間內完成任務。

為了瞭解學生在學習歷程中，其科學知識、過程技能、研究能力與科學態度四大向度中是否有改變，依本單元課程實施之前、後及後續追蹤（高二）等不同階段，將學生之學習情形以四個階段進行評量，分別為高一第二學期初（第一階段）、高一第二學期末（第二階段）、高二第一學期初（第三階段）與高二第一學期末（第四階段）。檢視學生作業學習單及學習歷程自評表後，據以檢討修訂教學設計為第二版。

本校高瞻計畫「綠、手、機」子計畫二：新興科技探究課程，旨在培養學生探究學習的能力，故本課程於第2週起由學生自行設計實驗，從過程中，教師可觀察學生在實驗設計上的假說與邏輯性，操作實驗時，可觀察學生遇到問題時如何尋找答案解決問題，最後透過訪談方式了解學生在專題實驗過程中，遇到挫折時如何因應及問題解決之探究過程。

本單元課程實施結束後，經修正後依此開發出另一個新的3小時實驗課程，由學生進行試做後，於100年寒假本校「國中科學營」實施推廣教育。對120位臺北市國中學生實施新興科技實驗教學，以達教育推廣的目的。



D 教案資源

教學媒材與評量

配合教學活動設計，本單元開發以下相關教學媒材：

- (一) 教學簡報檔，於第1週與第3週使用。
- (二) 講義：於前3週教學時擇要引用，學生於填寫作業學習單時可深入閱讀，並於日後操作時作為參考手冊。
- (三) 作業學習單：供學生於上完課後現場填寫。
- (四) 學習歷程自評表：作為學生自我學習檢核，也提供教師教學改進資訊。
- (五) 學生成果報告：選取較優良學生組別當做下依次上課的參考教材。

教學設備

筆記型電腦	1台	白金電極	1條
超音波	1台	CTAB	20克
黃金電極	1條	丙酮	10毫升
電源供應器	1台	鱷魚夾	1組
銀電極	1條	其他電極	各1條

第二週教學規劃

教學重點	自行設計奈米金屬製作	時數	3小時
教學目標	1. 學習實驗設計。 2. 學習實驗分工。 3. 學習實驗紀錄。 4. 學習實驗討論。 5. 學習實驗報告呈現。		
教學活動流程			
學生活動		教師活動	時間
分組，進行實驗操作。		指導各小組實驗進行，並觀察實驗進行時學生表現。	2小時
整理實驗紀錄，並做實驗結果討論。		協助學生寫實驗紀錄，並共同討論實驗結果。	1小時

E 教案活動

教學進度表

第一週教學規劃

教學重點	奈米是甚麼？	時數	3小時
教學目標	1. 從生活中去了解奈米產品。 2. 從產品中了解奈米的功能。 3. 從文獻資料中了解奈米特性。 4. 從文獻中了解奈米的基本原理。		
教學活動流程			
學生活動		教師活動	時間
1. 依教學目標內容尋找相關文獻。 2. 將文獻整理與老師討論。		1. 先將學生任意分組，進行小組討論。 2. 開放圖書館給學生收集資料。 3. 與學生討論文獻是否合適。	1小時
1. 做成簡報檔，並上台報告。 2. 提出問題。		請學生分組報告，並協助分類歸納。	1小時
1. 根據歸納結果討論與興趣相關主題。 2. 設計實驗初稿。		1. 請同學依主題興趣分組做更深探討，於下次上課提出。 2. 說明下次上課內容。	1小時

第三週教學規劃

教學重點	奈米金屬的應用	時數	3小時
教學目標	1. 認識奈米金、奈米銀應用。 2. 其他奈米金屬應用。 3. 自行設計與奈米金屬相關專題實驗。		
教學活動流程			
學生活動		教師活動	時間
收集與自己專題相關文獻，進行小組討論。		1. 開放圖書館給學生收集資料。 2. 與學生討論文獻是否合適。	1小時
小組向老師報告並討論。		請學生分組報告，並協助分類歸納。	1小時
討論並撰寫專題研究計畫書。		1. 請同學依主題興趣分組做深入探討。 2. 協助專題研究計畫書規劃。	1小時

後記

奈米金屬研究專題 麗山高中學生大放異彩

以張堯卿老師所設計課程「奈米金屬」的知識為基礎，加上麗山高中的「專題研究」課程，學生們都能舉一反三，發展出五花八門的專題來！這麼有創意的學生，是怎麼養成的呢？

在張堯卿老師的專題課上，學生們坐在實驗室裡，成小組隊形，各忙各的，吵得很；張老師並沒有在講課，但是也一樣忙得不得了，因為學生會不時拿著資料來問問題。這就是麗山高中獨特的專題式教學，每週三小時，學生們自己想題目，自己發展，「有時候他們選的專題，老師也未必懂！」張老師笑著說，「不過我們就和學生一起學習嘍。」



用開放的教學思維 教出獨立自主的學生

張堯卿老師在大學畢業後，曾先後在私人檢驗公司及台塑LED廠上班，後來念了博班修了教程，才走上執教之路。或許是他的經歷和其他一路念教育上來的老師不同，他對待學生的方式也很不同，保持非常開放的心胸，會放任學生嘗試錯誤，或是做到一半改題目，老師只建議方向和文獻，其餘一概放學生去做，「我要是出手，研究就變成我的了，他們應該要對自己的實驗負責。」張老師說，「步驟要自己做，才會記得。」

做專題，乍看之下是學生自己做研究，老師只在旁別協助，但「協助」也是要做很多功課的。張老師躲開學生耳目，悄悄地說，「學生要讀的文獻，我全部都有收集到！雖然我不會給他們，我要他們自己找。」當學生們的研究有了些成果時，張老師會大力鼓勵他們參加各種科學獎、科展等，「做就對了！」是張老師愛掛在嘴上的話，學生們也都懂得把握機會，希望自己的作品有一天可以亮相。

麗山高中專題研究課 學生選擇自己的路

麗山高中的學生，從高一便開始有固定每週三小時的專題課程，文科理科都有。高一上是探索期，總共可上三種不同的課程，學習基礎知識和探究能力，高一下就選定方向，高二開始進行專題研究。為了讓學生了解專題研究的步驟，張堯卿老師在高一下的高瞻課程中引導學生，整理資料、做實驗、上台報告，都由學生自己做，在四次上課時間內，就跑過一輪專題研究應有的流程；之後學生就有能力依自己的想法提出專題計畫書。「學生可以不用會很多知識，但要會獨立研究。」這是張老師的教學理念。

麗山高中自五年前開始進行高瞻計畫課程，以「綠手機」為主題，發展各科特色；張堯卿老師設計的奈米金課程，結合綠手機的「綠」，也就是環保議題，探討奈米金屬在綠色能源上的應用，並讓學生在課堂上以簡單的方式自製奈米金屬。學生們很快將新知識運用在專題中，例如奈米銀催化劑、奈米金加入葉綠素電池、使用奈米金當觸媒的毒氣淨化器等研究，屢屢在科展中抱下大獎，這都是麗山高中積極培養學生獨立思考研究的成果。「有很多大學教授對麗山畢業的學生印象深刻，驚訝於學生的思維如此奇特，和一般學生不一樣。」張老師講起自己學生，神情充滿驕傲，「培養基礎科學人才，國家才有希望！」麗山高中養出充滿創意的學生，獨特的課程設計功不可沒。

3-1 生物

教案設計



我電故我在 細胞膜電位&生物電

國立新竹高級中學
陳慕璇、馮蕙卿