

探究與實作教案 認識準確度 與精密度

林柏宏 老師
臺南市立土城高級中學



掃描QRcode，
下載最新電子檔

前言

從95暫綱、99課綱，到即將面對的107課綱，高中物理課程的內涵慢慢地起了變化，課程部分章節刪減，取而代之的是科學的探究與實作。教育部透過高中優質化輔助計畫，間接地推動自然科老師改變傳統授課方式，進而發展科學性的特色課程。本文即分享筆者發展特色課程的經驗與實例，以供各位先進參考。

課程規劃動機

筆者在教職生涯中，曾經指導學生參加數項科學競賽或活動，例如遠哲科學趣味競賽、思源科學創意競賽、高溫超導磁浮創意競賽。有些競賽是以設計好的題目，讓學生發揮創意，一步一步改良到最好；有些則是要學生在現有所學的課程知識中，自行設計出一系列的科學關卡，因此學生在這些過程中，不斷地動手作實驗、嘗試和改良，進而獲取最好的成果。這些指導的歷程，也讓我從中理解到，只要有機會讓學生親自動手，學生的創意有時也能超乎你的想像，儘管一百個過程中，只有幾個是正向的，但從失敗中

成長，也是學生主動思考的方式。有了這些經驗為基礎，讓我對於科學探究課程的規劃和設計，能有更多的想法和理念。

課程規劃過程

筆者規劃課程之初，恰逢學校執行高中優質化計畫的第二期程，學校以週六專題課程的形式開設，每次三小時，有不同形式的專題供學生選擇。在專題課程一開始，適逢遠哲科學趣味競賽期間，因此課程內容結合現成的競賽項目提供學生發揮。以筆者的經驗來看，專題課程的分組最佳規劃是每組4位，人太多容易有人偷懶，人太少則不易討論及分工。

在執行週末專題一兩年後，配合教育政策，在高一開設跑班選修課程中加入了「科學實驗」的選修課程，並搭配二~五次週末專題，但課程執行的困境也漸漸浮現，週末專題容易因為本校地處偏遠，造成學生參與課程的意願低落；此外，若開設成課程，如何進行有效的評量？因此，筆者有了以下的做法：



一、結合社會資源

本校學生因環境關係，地處偏遠，視野不易開闊，因此利用週末帶領學生進行參訪行程，例如週末由自然科教師領隊，到高雄科工館參觀，並結合館內「超導體驗」課程，提升學生課程參與的意願。（圖三）



圖一：週末科學專題—張力飛梭製作

二、實驗紀錄簿的設計

跳脫以往學習單的設計，採用空白與方格各半的版面，讓學生自己寫入實驗過程及紀錄，並配合教師批閱區域，恰好完成一次專題課程的紀錄。除了期末評分外，也可做為學生的學習歷程紀錄。（圖四）

圖二：週末科學專題—培訓科學服務志工



三、課程時間彈性調整

由於本課程只有一學分，若每次授課時間只有一節課，往往在課程說明後只剩少許時間供學生操作，因此與其他選修課程的老師協調後，課程採取半學期對開方式，雖然上課次數縮短成10週，但每次授課連續兩節的方式，讓每次課程得以完整。



圖三：週末專題—高雄科工館低溫體驗課程

圖四：選修課程實驗紀錄簿的設計





課程教案分享

在高中物理課程中，《認識準確度與精密度》這個單元放在高二的第一章，並配合游標尺的使用，但筆者認為游標尺屬於較精密的儀器，學生進行多次量測所得到的數據可能變化不大的狀況下，很難體會系統誤差與隨機誤差這個觀念，因此在課程設計中引入讓學生動手做的元素，透過簡易的科學遊戲，讓學生能直接了解準確度與精密度的概念。

一、動手做的題目選擇

在網路上有許多分享科學實驗的網站，其中在遠哲科學趣味競賽的官方網站裡，有許多題目都很適合進行探究實作課程，相關題目可以參考以下網址：

<http://www.ytlee.org.tw/ScienceContestFiles.aspx>



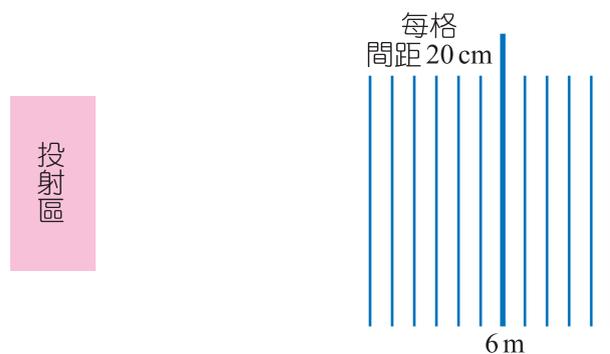
筆者一開始想以小時候玩過的竹槍為主題，但因為竹槍在製作上，人為影響的因素太大，不太適合用在討論系統誤差，因此後來選擇投石車的項目，因為部分同學可能已經有製作的經驗，且材料便宜又容易取得，可在課堂上事先說明後，讓

學生自行在家製作，並告知投射區域或距離以供學生可自行練習。

二、現場操作並記錄

其實在課程中讓學生現場動手操作，是最能引起學習動機的方式之一。因此，在投石車的距離與範圍選定後，立刻讓學生現場操作，並將投射結果選取10~20次進行記錄。

場地布置參考如圖五，要求學生以6公尺為目標，並以每隔20公分為一格，方便數據的記錄。

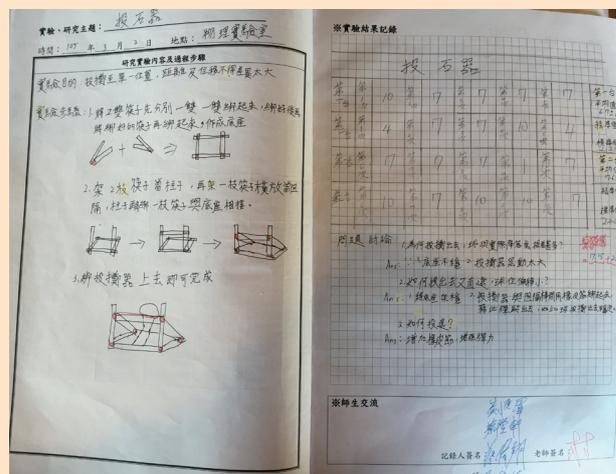


圖五：投射場地示意圖

筆者也會在課程中採取即時檢討的方式，要求其其他組學生提出改進意見，不是批判而是建議，等於讓其他學生擔任評審或指導老師的角色，如此



圖六：高一選修課－投石車的練習演示



圖七：高一選修課－投石車的實驗紀錄



一來，讓原本競爭的關係轉為組別間互相討論的共同成長和腦力激盪。

三、平均值與標準差的計算

學生獲得實驗數據後，可讓學生代入公式算出平均值及標準差。在計算標準差的過程，筆者也採取幾種方法讓學生嘗試，除了傳統紙筆計算外，各組可以準備一臺工程用計算機，讓學生練習查閱計算機說明書，學習利用計算機的功能，直接輸入數值算出標準差，或者教學生利用 EXCEL 軟體進行計算。

課程結束後，可將各組所計算的平均值及標準差公布，由學生判斷準確度最佳及精密度最佳的兩組，對學生能有激勵的效果。（這部分也可視為平時成績的計算）

四、投石車製作建議

投石車在製作上容易發生的問題是基臺的穩定度，因此需提醒學生多注意，必要時可利用其他材料輔助，並要求學生設計投石車的啟動裝置（例如固定繩，啟動時剪斷即可），這樣所選取的數據可避免人為操作所造成的誤差。

面對107探究與實作的準備

近幾年有許多學校為了提早因應107課綱，在選修課程已經有不少科學實作課程的設計，但許多老師大都處於單打獨鬥的困境，特別是偏遠或規模較小的學校老師，筆者有幸能與幾位鄰近學校的老師組成物理科跨校社群，藉由每個月一次共同備課的機會，相互分享探究實作課程的心得，省去了許多自行摸索的時間及錯誤的循環。這種成長小團體的模式，社群成員互動之間比較沒壓力，除了教學經驗的分享，相關資源也可以共享，彌補學校經費不足的窘況。（圖八、圖九）

結語

現在科學發展一日千里，學生學習的管道也不再只閱讀教材與老師講述，網路上的教材、媒體多如牛毛，但科學實驗的方法與精神仍須藉由教師來引導學生，因此未來107課綱的實作與探究可視為科學精神的培養與傳承，也預祝各位自然科伙伴能在教學生涯中從容面對新課程的挑戰。

圖片來源

圖一～九：林柏宏老師提供



圖八：結合鄰近學校組成的物理科跨校社群



圖九：透過定期共備時段，各校分享心得