

化學宅急便：竹山高中為學生的科學點燈

馮松林

國立竹山高級中學

教育部高中化學學科中心

songlin1@ms42.hinet.net

■ 前言

契機

2011 年國際化學年是我們改變教學的契機，教育部高中化學學科中心配合新課綱的推動，邀請全國十所高中辦理動手 Fun 化學活動，我們接受這個挑戰，在鄉下學校試著推行難得一見的科學實驗活動，一開始或許只是希望好玩的實驗能為學生帶來新的學習風潮。但是當我們在指導學生動手實驗的過程發現，讓學生動手其實是偏鄉學生學習科學的新方式，學生做實驗時展現課堂教學見不到的創意與自信，感動了我們。讓學生動手實驗的成功，重新燃起我們在偏鄉教科學的鬥志。

啟動

我們以動手實驗玩科學為教學主軸，並開始思考為本校所有自然組學生設計高中三年的學習歷程，規劃一系列動手實驗的學習活動。透過這些動手學習實驗的課程規劃，自然組學生是知識的主體，他們要將科學知識轉化成好玩的實驗，設計成關卡帶給全校及中小學生驚奇的體驗，每位同學還要參加校內、外科學實驗競賽。

南投縣竹山鎮的中小學師生都注意到了

「竹山高中的學生真的能玩科學」，讓我們這群在鄉下學校玩科學的老師得到最大的鼓勵。我們相信，不管鄉下學校教學環境有多艱鉅，我們要為鄉下科學教育走出一條全新的路。

■ 活動理念

科學不應只是精英的科學

很多學校活動和課程都希望派學校的菁英參加，大部分的學生從來從沒機會參加任何活動。而我們要讓每個學生都有玩科學喜歡科學的機會，不是以學習成績決定活動的參與，本校自然組的每位同學都是我們課程的參與者，在「將每個學生的學習帶上來」理念下，讓每位同學在動手實驗中學習科學，自己去設計實驗活動，將科學概念轉化為好玩的動手實驗，激起自我學習科學的動機，並且証明自我的能力，如圖 1 所示。

以科學活動導引科學能力的培養及學習

辦理科學活動及競賽一般重視的是活動本身的執行成效，比較不注重活動前參與學生之學習歷程。我們則將活動及競賽前學生的學習課程，做為學生學習的重心，我們在

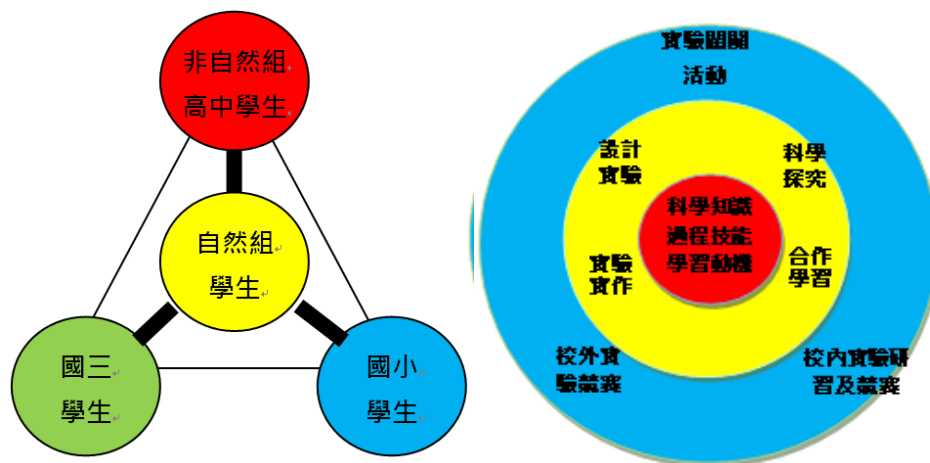


圖 1：以自然組學生為中心，將每個學生的學習帶上來（左）和以科學活動導引科學能力的培養及學習（右）

每個科學活動和競賽前，安排實驗原理及操作之學習課程，希望學生的參與就是學習的過程，如圖 2~5 所示。



圖 2：學生利用晚上到校實驗



圖 4：我的示範實驗是一流的



圖 3：實驗好玩又充滿刺激



圖 5：Facebook 上的活動網

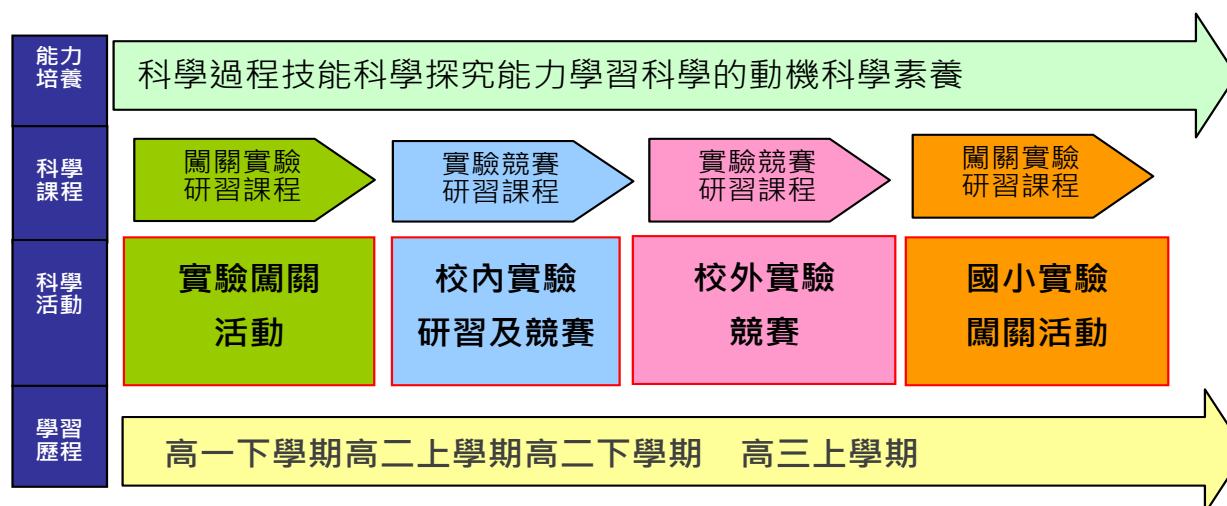


圖 6：本方案之學生科學實驗學習歷程

循序漸進活化教學，建構學生自我學習之能力

依據學習鷹架理論，我們配合學生之知識及能力背景，依學生年級不同，讓高一學生先擔任實驗闖關的關主，學習基礎的科學過程技能與探究方法。高二再參加校內的實驗研習及競賽，這項比賽是讓學生先學習實驗方法原理，然後再進行比賽。等到高二升高三，這時學生的能力漸趨成熟，可以參加校外實驗競賽，如遠哲科學實驗競賽等，並在學生參與科學活動中，提供有輔助架構的學習歷程，如圖 6 所示。

■ 實踐

科學宅急便—實驗闖關活動

高一學生在下學期時，開始參加實驗闖關活動基礎培訓課程，課程中會先安排學生基本實驗技能之學習，透過實驗實作的練習，學生要學習分組合作，每組負責不同的實驗關卡，在一個半月的探究活動中，設計動手實驗的關卡。

從 100 年開始至 103 年，總共有 4 個班 164 位同學擔任過關主，4 年來約有 6020 位中小學生參加竹山高中科學宅急便活動。每年學生所設計的關卡都不太一樣，以下為學生 103 年所設計的關卡：

1. **步步驚心**：闖關學生要猜拳走過以紙杯所做的橋，體驗紙杯分散壓力的驚險狀況，如圖 7 所示。



圖 7：步步驚心關卡

2. **我是神射手**：在塑膠水管做成的槍管中噴入酒精，塞入乒乓球，點火後酒精燃燒會產生氣體，管子變熱使氣體壓力變大，將乒乓球射出，如圖 8 所示。



圖 8：我是神射手關卡

3. **重砲連隊**：打擊四面封住的紙箱，箱內空氣震動，擠壓形成空氣砲。
4. **電解繽紛樂**：利用電解原理，在濾紙上噴上溶有酚酞的食鹽水，用通電的鉛筆筆心在濾紙上書寫，可以寫出紅色的字，如圖 9 所示。



圖 9：電解繽紛樂關卡

5. **益智天秤宮**：設計不同的平衡關卡，讓學生將紙牌疊高、用頭運水、用球拍運球。
6. **人力幫**



圖 10：竹山國小活動開幕典禮（上）和由巫春貴校長主持開幕（下）

浦：用手輕壓住塑膠管口上下晃動，水面會因大氣壓力而上升。

7. **反黑箱**：電解水所產生氫氣和氧氣，可做為氫燃料電池，讓 LED 燈發光。
8. **我要吃冰**：以冰加鹽（重量比 3:1）做冷劑，在零下 20 度的低溫，將養樂多冷卻成冰沙。
9. **幫你呼呼**：當氣流快速流動時，氣體的壓力變小，吹氣進向下的小漏斗，漏斗中的乒乓球會掉不下來。
10. **嗶啾泡泡**：將沙拉脫加甘油及洗髮乳等，學生可吹出很大的泡泡，其它同學則要用大紙杯接泡泡。

每年四、五月很多高三學生都已申請上大學，這些學生不是請假在家，就算來學校亦是無心上課，如何安排這些學生適切的學習活動讓校都相當頭疼，我們即召集已申請上大學的學生為志工，再設計科學實驗闖關活動至社區小學做科學服務。103 年我們已為竹山鎮 9 所小學辦科學闖關活動，104 年計劃服務全竹山所有 13 所小學，為竹山中小學送科學到學校，如圖 10~12 所示。



圖 11：中和國小師生快樂合影（左）和雲林國小學生闖關後合照（右）



圖 12：學生用心聽大姐姐講解（左）和小學生認真寫學習單（右）

不僅要辦科學實驗競賽，其實比賽前教導學生科學原理，讓學生實際觀察相關現象的呈現，才是比賽的核心價值。自 101 學年開始所有高二自然組同學，都要參加這個研習競賽活動，以下為歷年比賽題目：

◆ 101 學年 競賽題目

校內實驗研習及實作競賽競賽

實驗競賽可以激發學生的潛能，也可以考驗學生臨場應變的能力，從 100 年培訓學生參加化學闖關競賽後，我們就開始有將校外的比賽方式移植至校內辦理的構想，我們

養晶蓄銳：將飽和食鹽水裝杯放至酒精杯中密閉，以蒸氣擴散養晶法做食鹽結晶的培養。

我最精密：學生要調配不同濃度食鹽溶液，再依序將染色的食鹽水分層放入量筒中，依規定分層者得高分，如圖 13 所示。



圖 13：慢慢滴才能滴出好成績



圖 14：我變色了看我的時間



圖 15：竹山高中 101 年遠哲科學競賽全國第一名（左）和
103 年思源科學創意大賽全國優等獎（右）

◆ 102 學年競賽題目

秒錶反應：比賽時分二階段進行，參賽同學配製不同濃度的碘酸鉀及亞硫酸氫鈉溶液，第一階段配出能在 70 秒後反應變色的溶液，第二階段則依各組抽到的秒數臨場調配溶液，學生可以藉此瞭解反應的機制，並進而學會調配藥品，如圖 14 所示。

校外實驗競賽

科學競賽關於科學知識的測驗居多，不管是清華杯、鍾靈化學競賽、旺宏科學獎、TRML 數學比賽等，學生如果沒有豐富的學科知識，要在比賽中脫穎而出是相當的難，考量我們學生的學習特質及過去學習的方向，以實驗操作技能為主的競賽是我們學生可追尋的目標。其中由化學學科中心所辦理的化學闖關實驗競賽及遠哲趣味科學競賽，乃至於思源科學創意大

賽，這些動手做實驗的競賽，以基礎科學知

表 1：竹山高中 100-103 年遠哲趣味科學競賽學生成績

比賽項目	得獎名次	得獎同學
2011年第十七屆 遠哲科學實驗競賽	南區賽第二名	林詩淳、劉冠辰、陳翔喻、林宇祥
	全國賽第二名	林詩淳、劉冠辰、陳翔喻、林宇祥
2012年第十八屆 遠哲科學實驗競賽	中區賽第三名	林哲豪、林資宸、張育綸
	中區賽第一名	廖宜信、陳承煒、朱柏豪
	全國賽第一名	廖宜信、陳承煒、朱柏豪

比賽項目	得獎名次	得獎同學
2013年第十九屆 遠哲科學實驗競賽	東區賽第一名	周秉鍊、吳文睿、李仲祐
	中區賽第二名	洪綺妤、鄧至庭、張郁翎
	中區賽第二名	林宇瑞、葉政鋒、胡宗翰
	中區賽第三名	蔡佩婷、曾怡瑄、林芳君
	全國賽第三名	林宇瑞、葉政鋒、胡宗翰

比賽項目	得獎名次	得獎同學
2014年第二十屆 遠哲科學實驗競賽	桃竹區賽第一名	蕭志炫、巫松霖、羅羽珊
	桃竹區賽第三名	林炎奏、白暄民、林宇謙
	中區賽第一名	林重光、廖家賢、陳泯佑
	中區賽第二名	周亭羽、林子敬、曾鈺展
	中區賽第二名	張家禎、賴瑩儒、蘇子玲
	中國賽第三名	林郁嘉、辜曄宸、黃詠鉦

識為核心，學生透過實作成品或比試方式，做為決選的依據，而且賽前可依比賽規定項目做演練，是增加學生知識及實驗技能的好活動。

四年來，鄉下學生的優異科學表現，在遠哲趣味科學競賽、思源科學創意大賽及其它各項科學競賽，一次又一次的創下新的里程碑，如圖 15 和表 1 所示。

■ 反省

在南投偏遠的鄉下高中談科學，並不是一件容易的，不是辦幾場活動熱鬧熱鬧，學生即可因此獲得科學或學業上的進步。3 年半前開始，從闖關活動的訓練一路至遠哲科學實驗競賽全國賽，我們看到學生的成長、學生的喜悅，在制式課程中，我們為偏鄉的學生找到一個以實驗為主的創新課程。

我們依據科學學習弱勢學生的特質，建構長期及深刻的學習歷程，所規劃的學習願景，是我們對偏科學教學的承諾。目前，一個個學習的循環穩定的前進，學生的成就與笑顏，讓我們對偏鄉科學教育的承諾得以實現，在不斷反省與精進的成長過程，我們依然會堅持這一條為偏鄉科學教育貢獻之路。

