

# 翰林自然 × 科展



## 強者實戰分享

- ★陳俐蓉老師：菇 GO！背地—「站」
- ★隋奇融老師、蘇彥學老師：Wifi 對種子萌發與生長的影響—以北蔥為例
- ★徐碧穗老師：中樞神經節對美洲蟑螂步足反射的影響
- ★江芝韻老師：「暗藏殺機的許願池」—探討硬幣水對浮萍生長的影響及其存機制

## 優良教師分享

- ★蔡瑞琴老師：100% 得獎率的科展攻略

## 評審觀點分享

- ★蕭俊傑老師：科展題目怎麼找
- ★蕭俊傑老師：口試發表 5 大重點
- ★陳盈吉老師：科展過程中該注意些什麼？

翰林出版

12年國教最強團隊



96241028-27

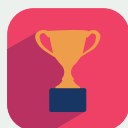
# 強者

實戰經驗分享

# 目次



## 強者實戰分享



### 01 菇 GO！背地一「站」

第 58 屆全國科展生物科第一名

桃園市新興國際中小學 陳俐蓉老師

### 05 Wifi 對種子萌發與生長的影響—以北蔥為例

第 58 屆全國科展生物科第三名

新北市中山國中 隋奇融老師、蘇彥學老師

### 09 中樞神經節對美洲蟑螂步足反射的影響

第 56 屆全國科展生物科第一名

新北市土城國中 徐碧穗老師

### 13 「暗藏殺機的許願池」—探討硬幣水對浮萍生長的影響及其存機制

第 56 屆全國科展生物科第二名

台南市德光中學 江芝韻老師

## 優良教師分享



### 17 100% 得獎率的科展攻略

第 58 屆全國科展 10 年優良指導教師獎

高雄市陽明國中 蔡瑞琴老師

## 評審觀點分享



### 21 科展題目怎麼找

科學 X 博士 蕭俊傑老師

### 25 口試發表 5 大重點

科學 X 博士 蕭俊傑老師

### 29 科展過程中該注意些什麼？

屏東縣明正國中 陳盈吉老師





## ★第58屆全國科展生物科第一名

# 菇 GO！背地一「站」

文・圖/桃園市新興國際中小學 陳俐蓉老師

走上科展路，經歷過不見底的山洞、突見乍現光芒、又遇讓人暈眩的峰迴而路轉，最後盡是滿滿明媚的風光，這就是「科展路」。總不斷反覆問著自己，更常被許多老師問道：「到底科展要怎麼帶學生做？」，「題目去哪裡找？」。「找題目」其實也是我的難題，但願意抱著勇氣在黑洞裡摸索絞盡腦汁、榨乾腦袋又何妨！至於「怎麼做」，其實做了就知道怎麼做，只要肯進入山洞，光總會在眼前出現的時刻吧！

## 1.如何發現專題？

我認為不要強迫孩子參加科展，也不要指定學生。我們可以藉由開發課程，積極、全面發掘具有科學研究興趣及發展潛力的學生。這些學生剛從國小自然課程脫離，他們對科學的

認知與概念、技能，大多有一定的限制，老師很難期望學生可以找到「適合」的題材，但是「科學專題研究」原本就是小朋友們的舞台，在這兩難之中我還是期待孩子的創意發想。除了①鼓勵學生多留意周遭、多觀察找出疑問，或者②從歷屆科展有興趣的作品中，根據「未完成」、「待探討」、「繼續努力」的部分來作為自己的研究題目，另外③也可以由課本上來找題目，從每一個單元做延伸的探討，向著他們所喜愛的方向前進。

對於想參與科學展覽的學生，通常我會利用「ABC作業」（圖1~3），鼓勵他們突破找不到研究題材的窘境，學生必須定期繳交一份研究計畫，這份計畫裡有準備研究的題目，再來透過小組會議的討論、腦力激盪不斷更新計畫中的研究對象。生物科展的挑戰性在於要

組別: (不須填) 科展小種子學員資料表 **A表**

姓名		班級	
同組夥伴			
參加經驗	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 國小曾經參加過，參加科別：_____，得獎紀錄：_____		
家長資源	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 家長或親人資源有：_____		
參加動機			
現在想法			
對自己的期待			
希望老師給予的幫助			

▲圖1 科學小種子學員資料表

科展小種子研究日誌 **B表**

姓名		班級	
紀錄日期			
參考文獻或網頁	摘要內容: (約 200 字左右)		
延伸問題和實驗方向(實驗目的)			
老師指導			

(每周至少一案)

▲圖2 科學小種子研究日誌

科展小種子實驗計畫

C表

姓名		班級	
組員			
實驗主題			
實驗動機			
實驗目的			
實驗架構			
實驗器材設備需求			
初步實驗結果紀錄	(以下視時間進度，若進度太慢 可以暫緩進行)		
	實驗步驟:		
	實驗結果:		
	實驗推論:		

▲ 圖3 科展小種子實驗計畫

「掌控生物」，例如觀察生活史時間的長度、培養生長的條件控制、又或者生物離家出走、不給臉色……，所以若能找到一個有緣的生物可以說是美妙的機遇呀！

一開始我們從「螞蟻怎麼不迷路？」、「蜘蛛結網，網的支撐力？」、「捕蟲植物怎麼吃蟲？」一直到「菇菇有向光性嗎？」。學生從課本的「植物的感應」，產生了「蕈菇向光性」這個發想，後來考慮到「光」這點子不夠新鮮，我們轉個方向：除了向光性不是還有向地性嗎？「重力」這點子就這樣萌芽了，也確立了「重力對蕈菇子實體生長發育之研究」作為主題。在循序漸進引導過程裡，孩子的創意經常會出現我們大人認為習以為常、認為不是問題的好問題，那麼這類素材，或許就是我們帶領孩子進入科展研究殿堂的好點子。

我們開始在網路上（科學期刊雜誌例如牛頓、科學人、科學發展……、全國碩博士論文、科展群傑廳）肉搜關於「蕈菇向性」的文章，甚至往「西方」取經，發現國內研究裡乏

見這類的主题，國外的文章也屬「化石」級的了，這樣非主流的題目需要冷飯熱炒啦！

## 2. 專題之前我要做些什麼？

接下來的作戰策略最好畫出一個簡單的架構流程圖，將整個「故事」清楚呈現出來，將故事構想化成實驗可行的步驟。通常我會用「5W」原則來設計小實驗：①不同品種的蕈菇（who）、②不同空間維度（what）、③不同生長階段（when）、④切除蕈帽（where）、⑤旋轉子實體（why），嚴謹地、有系統地、深入地做下去，來證明重力對子實體發育的影響性。

證明了又如何呢？有甚麼用途呢？說白點兒也就是冷飯熱炒需要「噱頭」：我們改變蕈菇生長的重力場強度，期待未來將可運用在太空培植蕈菇的可能性。一件作品必須被賦予「價值性」，這樣的故事才具有靈魂。

## 3. 專題進行中我要做些什麼？

主題產生以後，接下來根據實驗藍圖的各小題目去設計實驗，寫出所需的「器材」和依序列出「實驗步驟」，並隨時記下觀察記錄，寫成實驗日誌。我們之後只要整理數據，運用這些資料繪製統計圖，再加上討論和結論，作品就大功告成了。為了協助學生做科展能夠有些可循的方向，鞭策他們持續進行的鬥志，我通常會提供一些觀察記錄的表格（表1）來引導

日期: \_\_\_\_\_ 菇種: \_\_\_\_\_

處理 <sup>o</sup>	正立 <sup>o</sup>							橫立 <sup>o</sup>							倒立 <sup>o</sup>										
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+				
蕈柄長度 <sup>o</sup>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
彎曲角度 <sup>o</sup>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
彎曲重力 <sup>o</sup>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o
成長率 <sup>o</sup>	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

▲ 表1：實驗記錄—紀錄蕈菇在不同空間維度的重力生長表現



他們按步就班地執行。

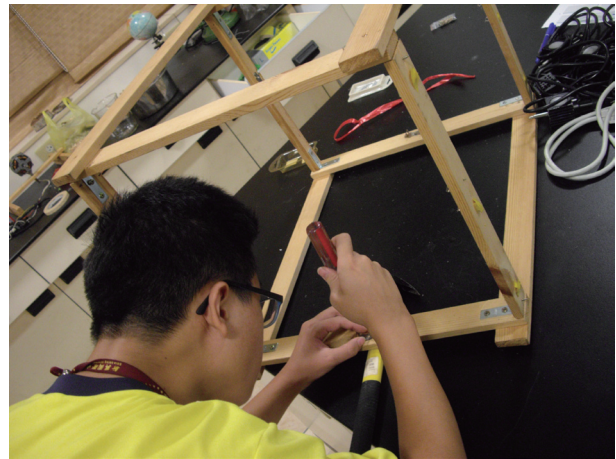
研究過程中主要有兩個問題需要克服：①為了屏除蕈菇可能因為「向光性」造成彎曲的可能性，孩子們親自打造了培養蕈菇的「家」——一個光線來自上下左右、四面八分均勻進入的LED光屋（圖4~5）。②其實最讓我們苦惱的是「旋轉離心器」的製作。我們陸陸續續嘗試其他方法，最後改用蓄電池驅動直流電馬達，以一些五金零件拚製成的「旋轉器」（圖6），得以完成實驗藍圖中最後一塊拼圖。

如何把收集到的觀察記錄、實驗日誌，整理成一份報告，是學生參加科學展覽最後一哩路了，指導者必須有耐心地帶著他們寫。剛開始或許是很難下筆，透過範本（高中小論文或優良科展作品）的指引，在實際做一兩遍以後，自然而然慢慢地就比較容易著手。

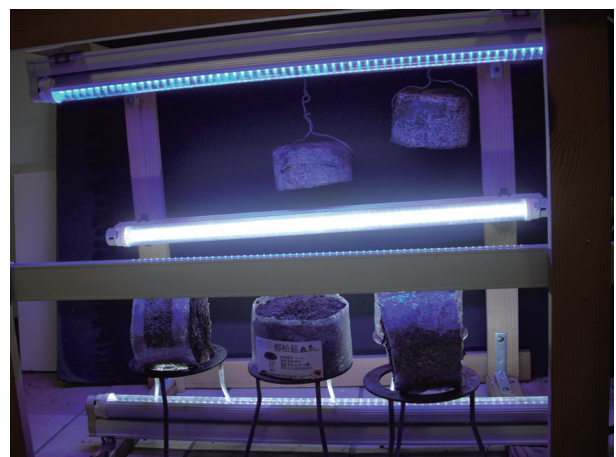
在結果中，我們①將原始數據轉換為統計圖表，而生物實驗最好要有足夠的重複數，並且要有②簡單的統計，例如平均值、標準差，也不建議太複雜，以免學生被問倒。利用一些簡單合適的統計可以表現出結果的差異性，讓結論下得更肯定。

#### 4. 專題發表時我要做些什麼？

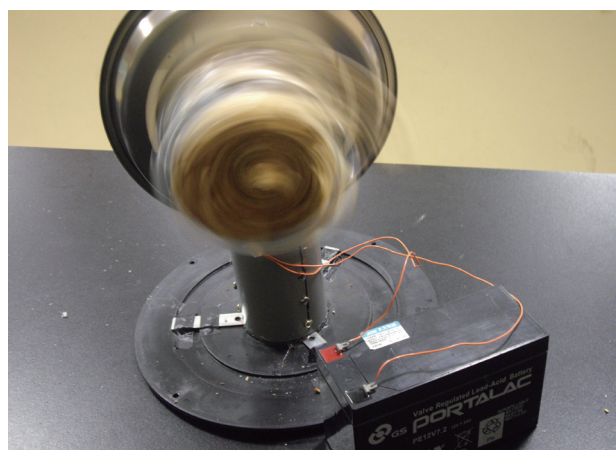
最後當說明書完成後，在作品口說傳達演練中，學生要能夠有效傳達自己科展作品內容，包括傳達方法、傳達口語及肢體方式，我會利用錄影方式完整記錄模擬報告的內容，以及和老師之間的互動問答作為改進的參考。不需要期待孩子如演說家滔滔不絕，但我期待孩子們眼神中的「光」：因為走過對科學探究的渴望，而現在學生們把滿滿的收穫熱切地與我們分享，而這樣的「光」也是指導老師走過科展路看到最美的風景了！



▲ 圖4 我們以木條親手打造菇菇的「家」。



▲ 圖5 製作完成的LED光屋，蕈菇以不同空間維度方向培養。



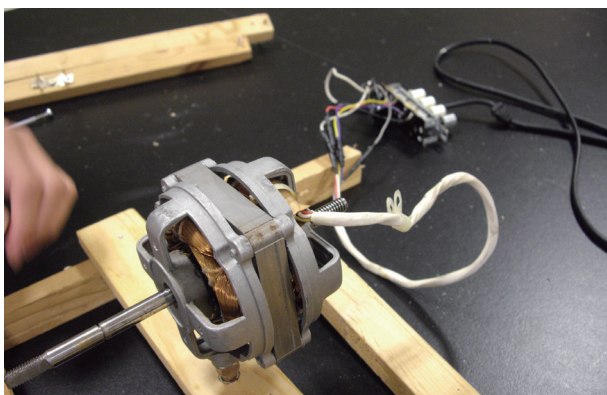
▲ 圖6 第三代「旋轉器」利用直流電馬達，可以長時間在控制下順利旋轉四十八小時。

## 5. 專題的特殊之處是什麼？

前面有提到最頭痛的旋轉離心器，反而也是讓我們獲得青睞的一環：第一代的旋轉器利用家用電風扇的馬達驅動（圖7），太空包放在電扇中心轉軸產生旋轉離心力來觀察蕈菇成長情況，但因為家用電風扇旋轉力太強，不是



▲ 圖7 利用電風扇馬達製作第一代的「旋轉器」。



▲ 圖8 第二代的「旋轉器」設法改變馬達轉速。



▲ 圖9 太空包在第二代的「旋轉器」運轉時，仍然因為轉速太快，太空包又飛出旋轉盤。

蕈柄長到一半斷掉，就是太空包飛出旋轉器，後來我們也嘗試製作馬達來控制旋轉速度（圖8），但是失敗作罷（圖9），最後總算透過雙手利用自製研究工具取代了現成高級儀器，我們的創意發想也獲得評審和參觀民眾激賞的注目。

這個過程中花了好長一段時間在不斷地反覆失敗，再重新找法子，孩子學會了「面對」，當拼圖得以完成，我們更感謝一路上扶持我們的雙手，孩子更要懂得「謙卑」。

**走過科展路十年，我常和孩子們分享「不做不會怎麼樣，做了會很不一樣」。我想，今天這個成績，「不是因為我比別人行，是因為我比別人都『想』，這個『夢』才得以實現！」**



專題電子檔  
QR code



作者

### 陳俐蓉

桃園新興高級中學附設國中部教師

期許自己保持初衷「學生物」的熱情來感染孩子，期望孩子觀察自然，看到生命的繽紛來尋求自己的定位，讓孩子在「玩生物」的歷程看見自己的能力。



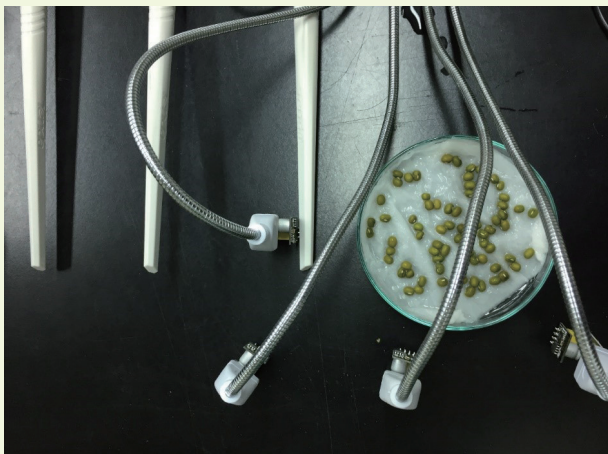
★第58屆全國科展生物科第三名

# Wifi 對種子萌發與生長的影響—— 以北蔥為例

文·圖/新北市中山國中 隋奇融老師、蘇彥學老師

## 1.如何發現專題？

暑假是老師能喘口氣休息的時刻，此時實驗室沒有學生，是發想專題靈感的好時機。筆者會利用這段時間，盤點這一學年在教學、實驗或研習等，遇到可以探究的部分，並加以琢磨後形成專題的方向。舉例來說，筆者利用暑假的時間自行學習Arduino和無線網路模組，利用Wifi通訊在兩台Arduino間傳遞訊息。開學後，有一組學生在研究計畫發想學習單，寫下想要做電磁波對生物的影響，並透過查資料條列出電磁波的種類。筆者認為電磁波是否會對生物造成影響，是一個生活化的主題，又能以現有的資源做科學探究，因此初步有了主題的大框架。接下來，筆者與學生一次又一次的文獻探討與討論，逐漸聚焦主題在「Wifi電磁波」與「植物的生長」。



▲ 圖1 利用現有的資源進行初步的實驗

筆者認為在國中階段時，自然科學相關的專題研究從解決真實環境所遇到的問題著手，有「主題好發想」與「材料好取得」兩大優勢，對教師和學生負擔較小。此外，這類的主题貼近生活，容易吸引人的目光，能讓評審老師在茫茫作品海中，願意多駐足一會兒，不失為一個良好的策略。

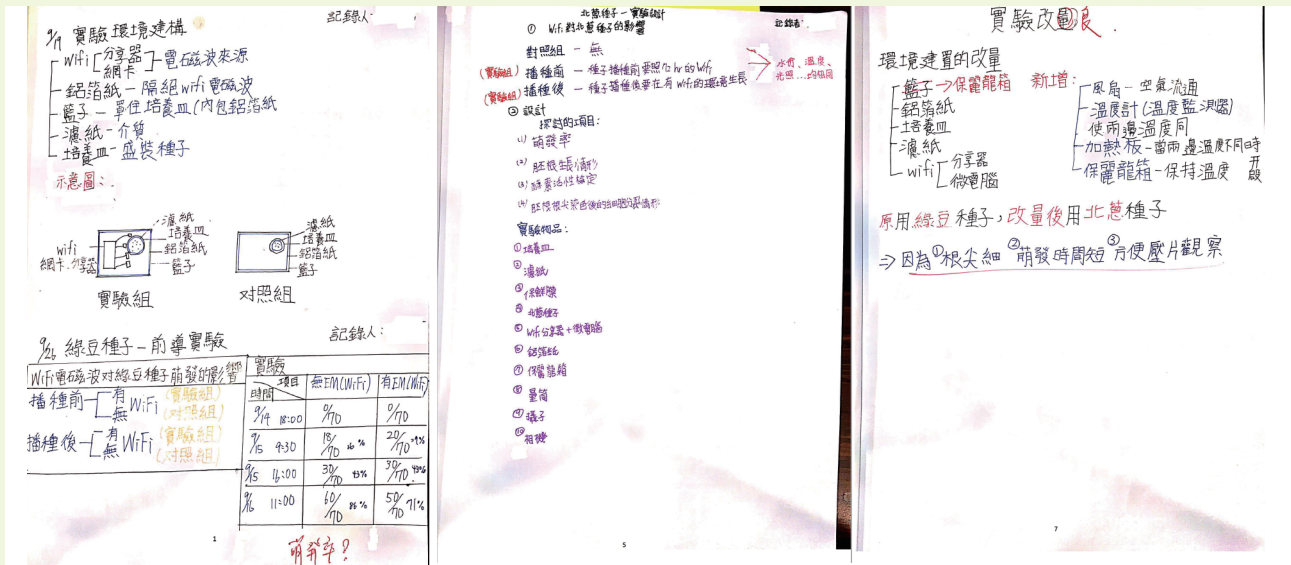


▲ 圖2 學生閱讀文獻並討論研究計畫

## 2.專題之前我要做些什麼？

沒有科學展覽經驗的學生，對於探究和實驗方法的知識與技能薄弱。因此老師需花一些時間教授基礎的研究方法。舉例來說，向學生說明「變因」的重要性，一個長時間和重複性的實驗，如何保持控制變因的一致？或是實驗設計中，對照組及空白試驗的重要性。講解完畢，學生對研究有基本的概念後，再要求擬定研究計畫，包括研究目標、材料與器材、實驗設計……。

▼圖3 實驗日誌之初步實驗與研究計畫部分內容



從106學年起，大多數的地方科展與全國科展要求每件作品需要提供實驗日誌。因此在起頭的階段，通常得花一些時間，培養學生將想法以文字或繪圖的形式，詳實的紀錄在科學筆記本中，建立未來一年的實驗日誌的「夥伴」關係。在閱讀學生報告後，和學生討論以及給予回饋，例如，學生沒有將溫度此項變因納入初始建構的實驗環境做控制；此外，一開始選用的生物是常見的綠豆，後來改選用北蔥，也是因為北蔥種子具有根尖細、萌發時間短和方便壓片觀察的特性。這些轉變是在學生

寫完計畫，教師閱讀完後，共同查詢資料以及花費許久時間討論後的結果。待完成一份合理及有可行性的計畫，才開始進行正式的實驗。一方面能培養學生做科學研究的態度，另一方面也能夠掌握學生實驗的進度。

### 3. 專題進行中我要做些什麼？

「老師，我們觀察胚根正在進行細胞分裂的細胞數，結果和我們的假設不同，怎麼辦？」專題研究中常會遇到問題，此時筆者心中通常已經有答案，但是傾向扮演一個引導

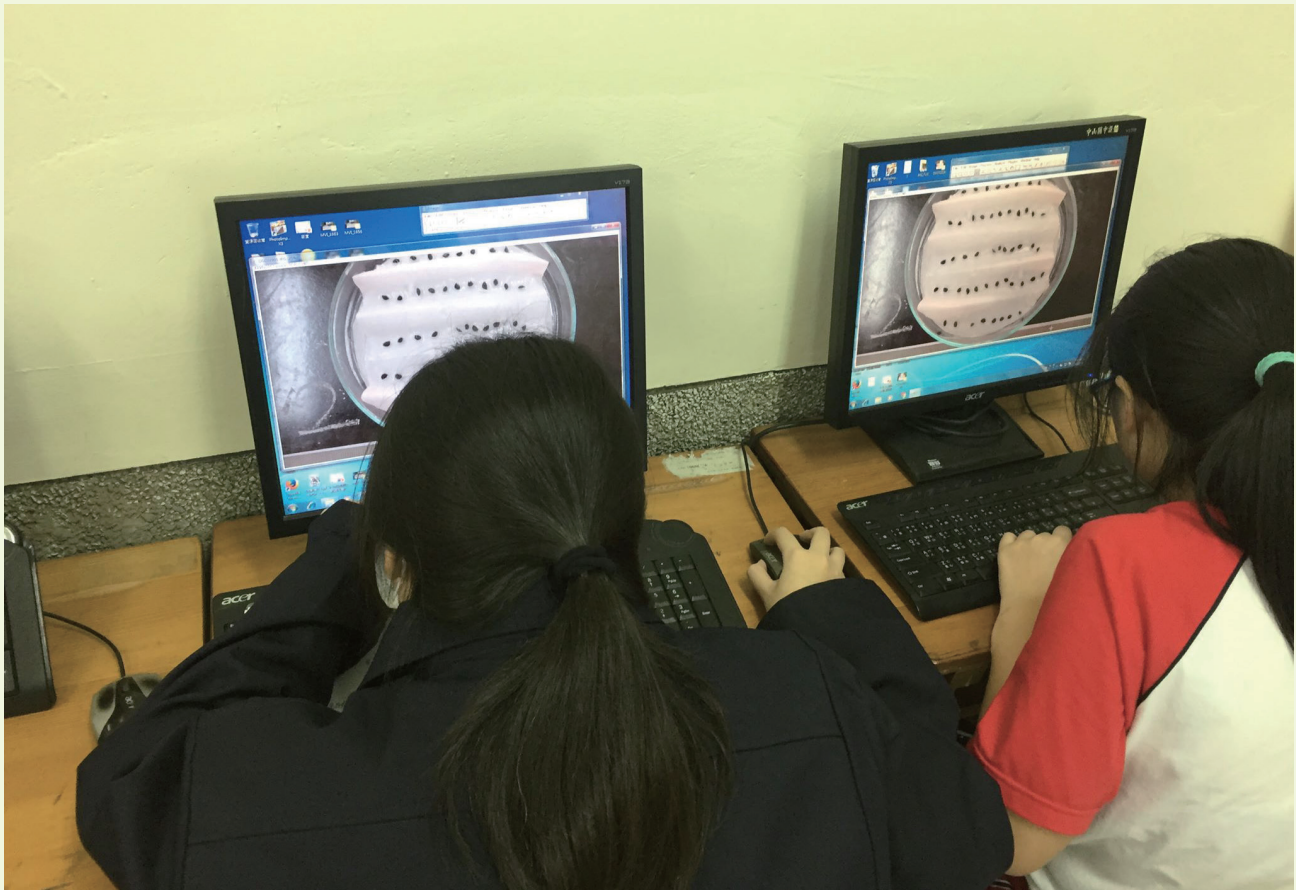


▲圖4 拍照記錄實驗



▲圖5 根尖細胞染色圖





▲ 圖6 學生對實驗過程中的相片紀錄做觀察

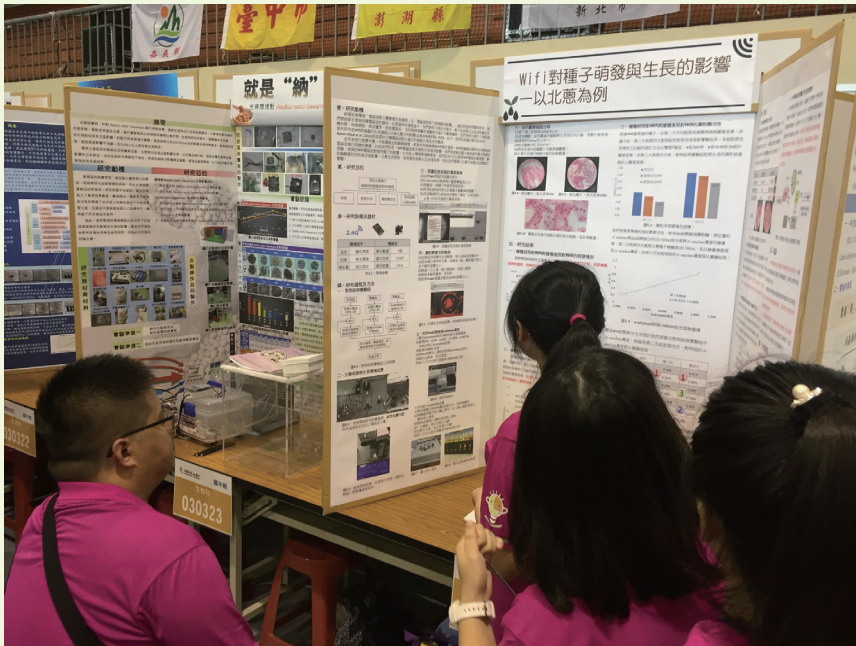
者，不會立即回饋給學生。筆者會和學生討論遇到的問題，引導學生思考可能是哪個環節出差錯，例如：「壓製玻片標本的方法」、「取用根尖的時間」……等，並且提點他們先查閱相關文獻，下次再進行討論或重新實驗。專題研究的歷程，能夠培養學生科學探究的素養，若教師介入程度太高，學生將淪為專題研究中的實驗助手，重複性操作的實驗技能會提升，然而卻失去養成知識和情意面的機會。

#### 4. 專題發表時我要做些什麼？

科學展覽是一個綜合性能力的競賽，從擬研究計畫開始，做實驗、分析數據、找出問題、撰寫研究報告，以及到最後階段的成果發表。在中小學年齡層的學生，要找到樣樣能力

佳，困難度高。筆者們在幫學生分組階段時，會盡量安排異質性高以及能力向性不同的學生在同一組，避免有整組同學實作能力強，但是口頭發表時表現不佳的情形發生。

筆者會將專題成果發表分成三個部份來處理，首先是海報製作，呈現實驗方法的亮點、實驗結果盡可能以統計圖表現，若是文字較多的部分，可以加粗字體、顏色或底色來突顯重點。海報完成後，學生依自己發表的部分寫逐字稿，教師協助修飾講稿的組織和邏輯與用詞的精準和科學性。一場發表最精彩的壓軸是問答時間，講者回應評審或聽者的疑問，既要即時又必須精準。因此，事前將可能被提出的問題列舉，例如「為何使用此研究方法？」、「為何研究結果會……？」、「統計



◀圖7 全國科展會場學生把握時間練習口頭報告與問答



專題電子檔  
QR code

方法」……等。並加以模擬問答演練，才能在最後一刻有信心的回答任何問題。

## 5.該專題的特殊之處是什麼？

在全國中小學科展實施要點明確指出作品評審標準，其中有兩個向度為「完整」與「原創」。完整度可以藉由投入時間與心力逐漸提升，然而原創性通常是每個學生與教師在做研究最頭疼的事情之一。以這份專題為例，筆者認為我們的特色是「原創」。以七年級學生角度而言，推測植物種子的生長受到抑制，聯想到的是「養分」，因此我們將研究目標鎖定在協助養分分解的酵素，而過去研究電磁波對生物的影響通常聚焦在細胞抗氧化酵素，這是我們研究目標上的創新。我們利用無線網路模組配合無線網路分享器，建構出電磁波的環境，有別於過往科展的電磁波專題在專業實驗室中進行，是我們研究方法中原創的亮點。

實踐科學教育的路上，需要長官、家長和

導師的支持，也需要找到志同道合的夥伴一起前行。很幸運的是，今年水到渠成，能有機會看著學生站在全國中小學科展的頒獎舞台。



作者

### 隋奇融

新北市中山國中教師

臺灣師範大學生命科學系

臺灣師範大學科學教育研究所（就讀中）

負責數理資優班的生物課與獨立研究課。最近的興趣是學習c語言和python，以及用Arduino或樹莓派做些小工具，結合在中學的實驗內，並發展探究課程的模組。



★第56屆全國科展生物科第一名

# 中樞神經節對美洲蟑螂步足反射的影響

文·圖/新北市土城國中 徐碧穗老師

## 1.如何發現專題?

在國中階段，最先接觸到的自然科學是生物領域，所以七年級的學生科展會有較大比例是生物科。而在生物課程一開始，是教「科學方法」，其中第二個步驟是「提出疑問」—這是科學發展的濫觴，有疑問才有繼續研究下去的可能，就像人人都會看到蘋果掉下來、卻只有牛頓問蘋果為什麼掉下來，也才開啟之後的研究，所以會問「為什麼」是很重要的能力。這點可以從「平常就抱持懷疑態度」做起，尤其生物學發展日新月異，只要有新的化石出土，課本就可能改寫，所以會教學生「書上寫的不一定是對的」。

當學生興沖沖的跑來：「老師，我想做動物相關的研究」，「好啊，那你想要做怎樣的 research 呢？」所學不多的學生往往是沒頭緒的，這時候就會建議學生先去看看別人做過些什麼，歷年科展就是最好的參考資料了，從中去找自己有興趣的，做延伸探討或創新研究。依學生興趣，讓學生自行尋找題目，而不是由老師給，因為做科展很燒腦費時，興趣是最大的動力。

也會有學生問：「老師，我想做科展，可是我成績沒很好耶……」。做科展是要有一定程度的邏輯思考能力，但有熱誠、願意投入研究更重要，否則光靠指導老師，會推動的很辛苦，

學生也不會感受到自己動手找到解答的快樂。

這次的題目，是學生跟著學校活動去看台灣國際科展的公開展覽，看到當時就讀中山女高的吳季昀所做的研究「『蟑』冠『裡』戴—蟑螂免疫系統之敵我辨識與記憶性等性質的探討」，覺得很有趣；後來又向學校請假去參加中山女高的科學家先修班活動，回來之後就開始想做蟑螂的相關研究—這很重要，因為是學生自己有興趣的問題，讓一個國中女生用蟑螂做實驗、花時間處理上千筆實驗數據，她完全沉浸其中、樂此不疲。

可是到底要研究什麼問題呢？一開始從歷年科展中找，發現蟑螂對聲波頻率和電磁波的反應還沒有被探討過，可以做做看，然後馬上就遇到一個問題：實驗材料的蟑螂從哪來？想起我之前曾參加過中山女高蔡任圍老師的研習，知道蔡老師對蟑螂很有研究，就厚顏去和蔡老師聯繫，蔡老師很爽快的答應協助，加上學生態度非常認真積極，促成跨校共同指導。

和蔡老師討論過後，知道聲波頻率和電磁波的影響很可能因為蟑螂沒有反應而無法測知，所以轉換研究主題。想到國中生物課程中，提到反射是不經過大腦（中樞神經系統）的行為，且反射動作容易觀察，所以可以試著用簡單的實驗方法來測試蟑螂的中樞神經系統

對步足反射的影響。

## 2. 專題之前我要做些什麼？

- ①訂好題目之後，先讓學生想一想他要如何設計實驗來找到題目的答案。這時科學方法的基本訓練很重要，一定要有實驗組、對照組，變因要控制好。
- ②注意實驗材料是否容易取得，以生物實驗來說，要有足夠的重複數，沒材料當然就沒辦法做，太貴的負擔不起也不行，或者有沒有可替代的實驗材料。

*在此提醒，要知道科展的安全規則，比方是否有使用危險設備或設計（交流電壓220伏特以上、X光、脊椎動物、人類、基因重組、使動物死亡、生物安全第二等級以上、有害微生物及危險性生物、劇毒、爆炸等），會禁止參賽，一定要特別留意。*

- ③要做文獻探討，可以了解這個問題有那些相關的前人研究、對此問題的瞭解到哪裡、順便看別人的實驗設計，然後再來修改自己的實驗設計。
- ④對指導老師來說，學生若是組隊參加，就要確認組員間的分工和溝通是暢通的，另外也要和家長保持良好聯繫，畢竟國中階段有課業壓力，學生做專題研究大多是用課餘時間，家長的態度也可能是影響因素。
- ⑤若是校內沒有足夠資源，就向外尋求協助。

*在此非常感謝北一女中蔡任圉老師（時任中山女高）跨校指導，提供實驗材料、教導實驗方法、並提供諮詢。*



▲圖1 中山女高動物行為與生理實驗室。左起：蔡任圉老師，曹靖好，徐碧穗老師。

## 3. 專題進行中我要做些什麼？

專題進行時，研究主題要聚焦，並且夠深入，從旁引導學生深度探討一個問題，亦可從實驗進行中觀察到的問題進一步探究。

要留意實驗進度的控制，要求學生定時回報實驗進度。可以準備一本研究日誌，依日期記錄所有實驗細節、和老師的討論等等，設計好紀錄用的表格，也可以用拍照的方式做紀錄。

寫研究報告要注意以下幾點：

- ①研究動機不是講「我喜歡打遊戲所以想找最佳解」，而是做文獻探討，前人做了哪些研究。
- ②研究目的要寫的明確、清楚，到底是要研究什麼問題。
- ③討論是說明由實驗結果可以進行的推論或假說，不只是未來展望。
- ④結論越精簡越好，說明這個研究的發現和獨特之處。
- ⑤可以畫簡單的實驗流程圖，更容易了解實驗架構。



發表海報的設計和編排方面，言簡意賅是最高準則，盡量用條列、表格、圖表取代文字。圖表加上適當的數據分析。呈現研究中的精華，可以有簡單的標題，也有提詞的作用。

#### 4. 專題發表時我要做些什麼？

- ①寫10分鐘講稿，對著鏡子練習講到順暢，自信很重要，這世界上你是最了解這研究的人，而且要主動凸顯自己研究的獨特性。
- ②模擬50題問答，依動機、研究方法、實驗結果、數據分析、結果、應用、參考資料等各部分提問並預想答案。出現在海報上的一定要會講，比方說：為什麼要採用電擊這種方式刺激肌肉？取樣數會不會太少？耗時長短是否代表抑制或助長反射？相關係數是怎麼算出來的？參考資料和研究有什麼關係？每一題都要弄清楚、想好答案、練習好，流利的問答呈現學生對研究內容的了解，研究是學生做的、不是老師代操。
- ③若是團體作品，每一個組員都應該是了解這

研究，而且對作品都有貢獻，所以每個人都要會講解作品、會回答問題。

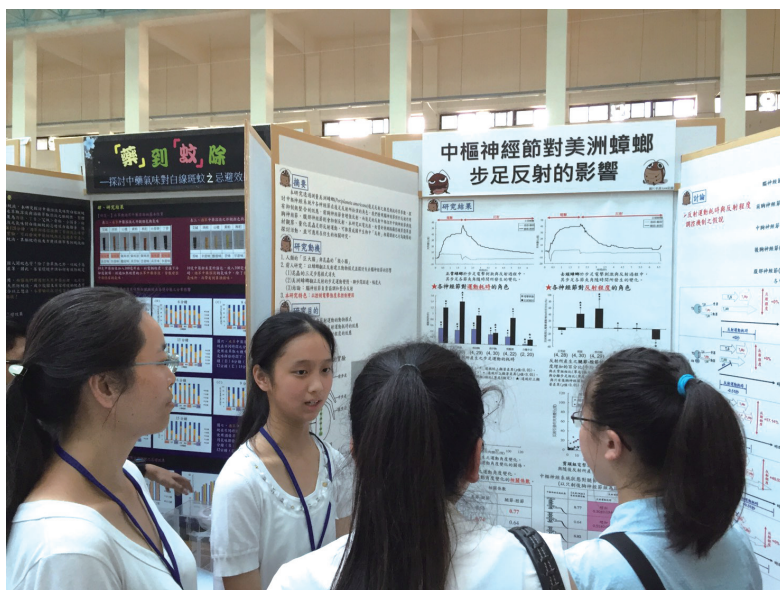
- ④佈展時，帶奇異筆、立可帶、膠帶等文具，以及海報備份，以備萬一有突發狀況可以臨時修改。
- ⑤問答時，一定要認真聽問題，同時要想回答的方式，一定要簡單扼要，切中問題來回答。不懂也要裝懂，別直接說「我不知道」，試著用自己的話解釋看看。

#### 5. 專題發表後時我要做些什麼？

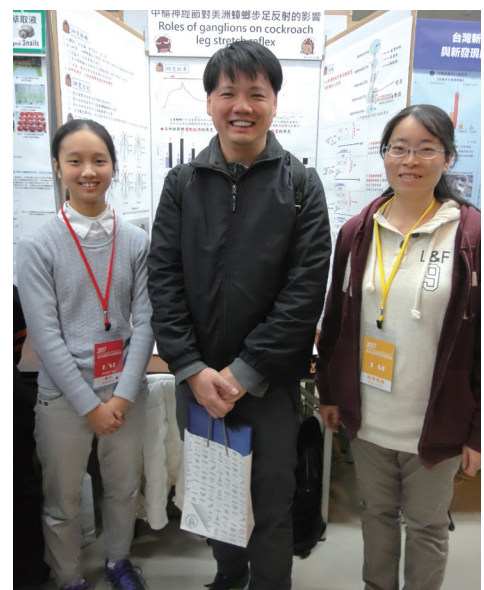
記錄被問到的問題，想想看有沒有可以補充的、或怎樣回答更完整，作為學生後續問答的重點，也是日後專題發表的實戰題庫。

#### 6. 專題的特殊之處是什麼？

概念簡單：問一個簡單的問題，用簡單的方法處理它。由生活周遭常見的事物（蟑螂）作為研究材料，延伸從課程中學到的觀念（反射），用簡單的方法（電擊）深入探討一個問



▲ 圖2 第56屆全國科展公開展覽



▲ 圖3 2017台灣國際科展公開展覽。左起：曹靖妤、蔡任圉老師、徐碧穗老師。

題（神經反射途徑），由實驗結果推論出的神經控制途徑假說。

## 7. 總結

在全國科展中獲得的評語是「演講流暢，充分表現對實驗內容的自信。實驗目標明確，實驗設計合理，施做亦流暢」，國際科展的評語是「針對問題予以詮詳。實驗過程合乎科學實驗原則」，由此可知聚焦於問題並深入探討、與實驗設計合理的重要性。

對學生來說，做科展其實是「學著想辦法解決問題」，比方說，沒有這個器材怎麼辦？那就想想看有沒有什麼地方可以找到、或者能

不能改用其他器材達到同樣的目的？這樣的實驗設計是不是合理？有沒有更好更精準的實驗設計方式？老師就是從旁引導，而不是直接告訴學生答案；但老師要做的功課可能不比學生少，當學生埋頭做實驗迷失方向，老師對這研究的了解要更深入才有辦法帶領，或者適時給學生一點提示。善用所有能用的資源，缺少的就開發出來。

這件作品很幸運，從市賽、國展、到台灣國際科展，有貴人相助，也獲得評審肯定。不過，做研究應該不只是想得獎，學著怎麼做研究、了解自己還能改進的地方、終於知道答案時的快樂、分享發現的滿足，到最後得獎其實是附加的肯定了。



▲ 圖4 第56屆全國科展頒獎典禮。右五為生物組評審林榮耀院士，右四為曹靖好。



▲ 圖5 2017台灣國際科展頒獎，動物學、植物學及微生物學組得獎者合影。左一為曹靖好，其他得獎者都是來自國內外的高中生。



專題電子檔  
QR code



作者

徐碧穗

新北市立土城國中教師

新北市國中學術性向資優教師生物科實作工作坊  
團員

新北市資優資源中心輔導員

生命可以有很多種不同的存在形式，喜歡生物是一件很酷的事！



★第56屆全國科展生物科第二名

# 「暗藏殺機的許願池」—— 探討硬幣水對浮萍生長的影響及其存機制

文·圖/台南市德光中學 江芝韻老師

## 1. 如何發現專題?

當時登革熱肆虐，台南首當其衝，那是一段人人聞登革熱色變的時間，家家戶戶每天都擔心著是不是回家巷口就會被貼公告要噴藥，又或者是教室的座位總有學生請假在家隔離，急診室裡頭也往往滿是痛苦不已的求診人潮，更有學生是全家輪番中鏢，回到教室後他們曾形容那是一種從骨子裡痛出來但你卻無力呻吟的絕望。那陣子，大家除了防蚊就是殺蚊子，各類媒體提供的滅蚊秘方可謂是五花八門，當然最重要的絕對是更被視為萬惡淵藪的積水容器，公園的水池偌大，其中有魚能吃子子、但更令孩子們好奇的是戶外的許願池，不論流動與否，好像都不會孳生蚊子。查資料後發現，曾經有人將壹圓硬幣放入水中，便能夠殺死子子。於是，孩子們把一元硬幣丟入家裡的水草缸中，但幾天後，他們卻反應水缸中原本青翠的浮萍，竟然長得越來越差、甚至有許多浮萍葉片都裂開，更有黃化甚至白化的現象。孩子們十分有趣的發現，讓鄭老師與我，決定帶領著孩子，探討究竟是什麼原因，使浮萍生長受到這樣的影響？

## 2. 專題之前我要做些什麼?

當學生發現問題，又或者是老師發現問題時，其實不外乎都是遵從著科學方法所述，去找答案。然而，學生可以google，那老師呢？老師與學生的差別在於，教師除了google外，還需要具備對資料正確的判斷技巧。學生最容易拿出手的參考文獻，其實就是維基百科，但……身為教師，拿出維基百科就真的太不夠專業了，教師們應該要引導學生去看維基百科下的參考文獻，若學生的耐心足夠，也可以教他們進行學術搜尋，或許有人會說，這樣不就是我要替學生把文獻都找過一番了嗎？也不用，老師此時可以選擇扮演問問題的角色，問學生：①他們所找到的文獻重點、也問學生：②文獻的年限，在日新月異的科學發展下，若學生拿出十年前的、甚至是二十年前的文獻，而教師沒有深究，那就真的會令人十分愕惋囉！接著才是最重要的，問學生：③所以你們想要問什麼問題？

有道是「工欲善其事，必先利其器」，學生最容易犯的錯誤就是：目標很遠大！我要拯救世界、我要解開這一連串的謎團，天啊！若是如此，那世界上大概沒有什麼不知道的事了，很多問題的解決需要設備的搭配，所以當

學生提出問題後，教師要問學生：④你認為你需要用哪些工具來完成你的實驗？這很重要，也是國高中端科展，最需要克服的難題，不只是金錢、更隱含了技術與知識背景。只要是上述四個問題可以好好回答，應該不至於出現太差或是完全不能開始的專題研究囉！

### 3. 專題進行中我要做些什麼？

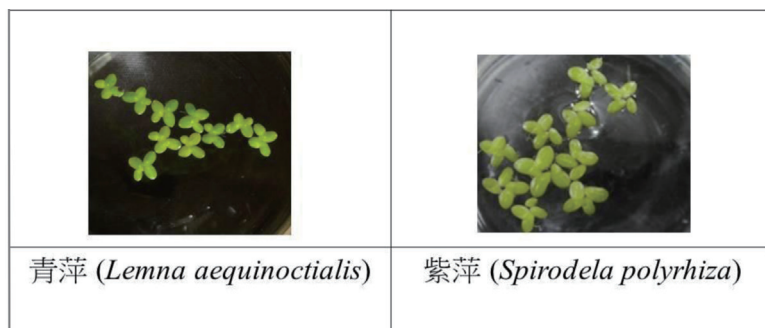
以下是學生在過程中，透過我們的引導所列出來的項目，許多材料，都不是一開始就能列出來的，例如打氣機，一開始學生養浮萍時，僅利用水，可是登革熱肆虐下，單純用水飼養可能會不小心長子了，同時也希望水可以有更高的含氧量，於是就會考慮使用打氣機。下列包括研究材料（圖1）、研究器材（圖2），此外針對學生想問的問題，也會讓他們將其整理後繪成圖表（圖3），最後最資料整理時再加以整理即可。

專題進行時，教師可以協助學生進行實驗進度的安排，並檢視試驗設計是否有不合理之處，例如學生可能一開始拿了很常見的大萍與青萍作為材料，但卻忽略了兩者可能是結構上

看起來就差異極大的，所以教師此時要適時引導學生調整材料，讓實驗設計更為合理，若能夠加以適時引導，不要讓學生過於天馬行空，更要注意學生在實驗設計過程中，能否遵守科學方法，尤其是實驗組與對照組之間的變因控制，更是我們在這幾年擔任評審的經驗中，發現最容易被學生忽略的地方。或許我們身為教師，會覺得實驗組與對照組就只有一個變因不同，這聽起來很簡單易懂，但就生物材料而言，個體差異、每天的生長狀況，包括：溫度、濕度、照光度等等，其實都可能影響後續的實驗結果，所以若能夠教導學生如何檢視其實驗中會影響結果的各種因素，將會是教師所要扮演的關鍵角色。

### 4. 專題發表時我要做些什麼？

發表專題前，教師應該要協助學生整理資料，當然整理的工作要由學生自己來操作，但是，老師要檢視孩子們實驗的紀錄是否詳實、並要求他們要以圖表呈現，並能夠針對圖表進行說明結果，以本研究為例，學生將其實驗結果與假說整理成圖（圖4）。



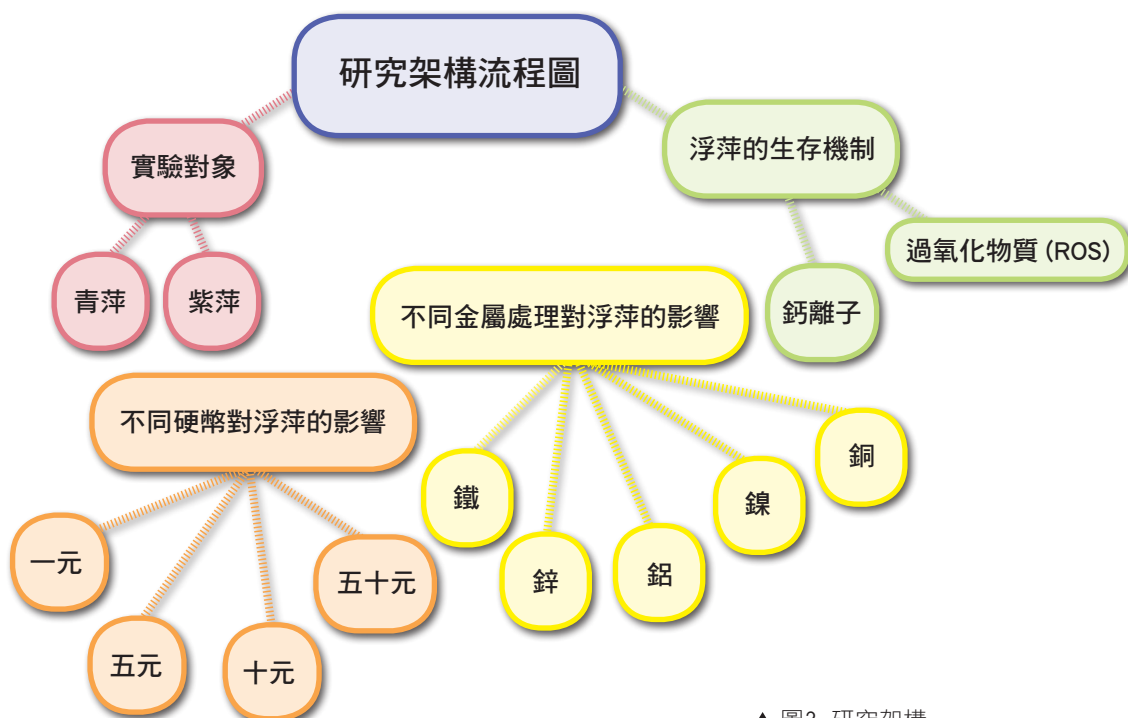
▲ 圖1 研究材料



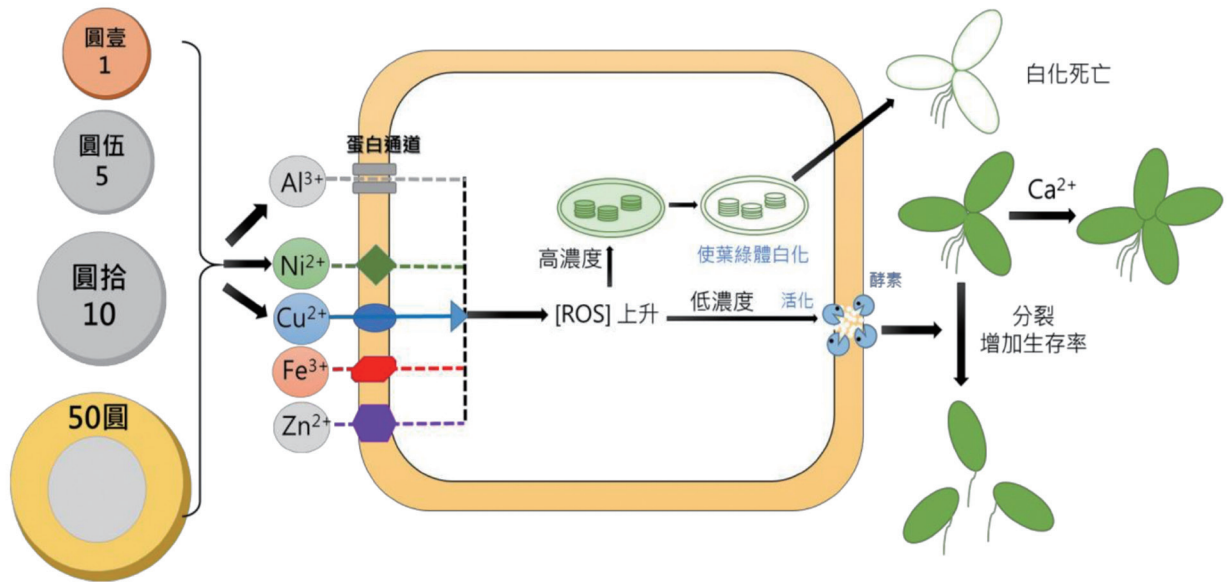


1ml&20 µl 微量滴管	實驗燒杯放置台	浮萍養殖箱	桌上型電腦
玻棒	燒杯	量筒	蒸餾水
打氣機	數位相機	黑布	鋁箔紙
氯化鐵 & 氯化鋅 & 硫酸銅	鑷子	塑膠血清瓶	氯化鈣 & 雙氧水

▲ 圖2 研究器材



▲ 圖3 研究架構



▲ 圖4 發表大綱

## 5. 專題發表後時我要做些什麼？

發表後，就用愉快的心情來面對吧，若有評審意見，則可以引導學生作為進一步改進實驗的參考依據。

## 6. 專題的特殊之處是什麼？

本專題的特殊之處，在於從生活中的小地方觀察，進而產生疑問，參考許多文獻後提出問題，甚至是針對問題進行一連串的設計實驗，最後再就實驗邏輯來加以統合性的提出結論。是見微知著、由小處深究的例子。



作者

### 江芝韻

德光中學生物教師

成功大學生命科學系（學士、博士候選人）

只要有心，人人都可以很科學～

個人興趣：熱愛科學，喜歡帶領學生探索新發現，享受園藝、戶外生態、旅遊、學習各種新事物、閱讀、推理、寫作。

教學專長：科學探究、植物科學、專題研究、國高中生物學



專題電子檔  
QR code



★第58屆全國科展10年優良指導教師獎

# 100% 得獎率的科展攻略

文·圖/高雄市陽明國中 蔡瑞琴老師

## 1. 為什麼要做科展？Why？

「今年的科展就要麻煩老師您了喔！～……」，對自然科老師而言，當學校賦予我們做科展的任務與宿命時，不知老師們是勇敢的面對與承擔？亦或者是直接搖頭SAY NO：「我不會」？對我而言與科展結下善緣也是新來乍到學校的第二年，至今已連續18年指導科展了！回想每一段指導科展的歷程，雖然對師生都必須投注許多課堂外的時間與心力，卻也成為師生共學的深刻體驗與回憶。所有因科展而相遇的一切，讓我和學生們的生活變得精彩、充滿挑戰且持續成長。所以我在學校成立了科展研究社，宗旨在培養同學對科學研究之興趣，維持孩子們是對生活問題的覺知與追根究柢的科學態度，進而提升學生的思考邏輯與發表能力。最很幸運地社團逐漸發展成「科學家族」師生社群，一群志同道合亦師亦友的科學人互相打氣、彼此鼓勵、播撒著科學的種子，這些充滿正能量的好夥伴讓科展之路走得長遠！

## 2. 什麼是科展？What？

科展就是以科學的方法解決人類所遭遇的問題，其實就是一連串發現問題與探索問題的過程，常言道：「有問題就沒問題！沒問題才是有問題！」Questions are good—出現問題

的時候就是科展的開始了！我的第一件科展作品「乾淨的臉上也有蟲嗎？」大多數的人會認為不可能吧？！臉都洗乾淨了怎麼會有蟲？但經過學生擠出數十位不同年齡層、性別及膚質等毛孔內的油脂，在顯微鏡下觀察時發現70%以上的成年人臉上真的有蟲！稱之為蠕形蟎，而且不是一般人認為的塵蟎，於是開始一連串的問題與解決問題的過程。另一件作品「3D



▲ 民國99年創立科展研究社



▲ 民國100年成立科學家族



▲ 住在人臉毛囊內的蠕形蟎



▲ 住在天然螺殼和3D列印殼的寄居蟹

列印殼不殼以成家？」融入當年的新興科技3D列印，剛好學生提出寄居蟹到底如何選殼的問題？於是開展一系列以寄居蟹換殼的問題解決歷程，雖然寄居蟹有進住3D列印的殼，但最終還是換回天然螺殼。

### 3. 科展題目在哪裡？Where？

科展題目就在學生的生活中，就在校園或居住的環境中。只有貼近生活且容易觀察取材的題目，才會持續不會半途而廢或徒勞無功！如果沒有靈感來源，可以從查詢歷屆科展得獎作品開始，可依科展屆次、組別、學科領域、相關評語及得獎情形查詢，主題的挑選可以從舊題目改變創新：例如植物睡眠運動一系列探討；或許是學生心裡關心的一件事：例如如何消除環境中的PM2.5？可以是身邊一項科學遊戲：到底是誰惹可樂生氣？或有趣新聞或網路傳言：飛蛋？而具鄉土性特殊性的題材也很討喜：例如鄒族捉牙蟲之研究、海上的藍眼淚……。

另外主題尋找千萬不要不切實際、天馬行空，要注意以下幾點重要原則：

①符合安全規則（微生物、實驗動物、電壓…

都應遵守安全規範）

②適合學生程度與能力（時、空、經費）

③從小處著手玩出大道理（小題大做）

④研究主題要聚焦和創新（能與文獻資料有所差異）

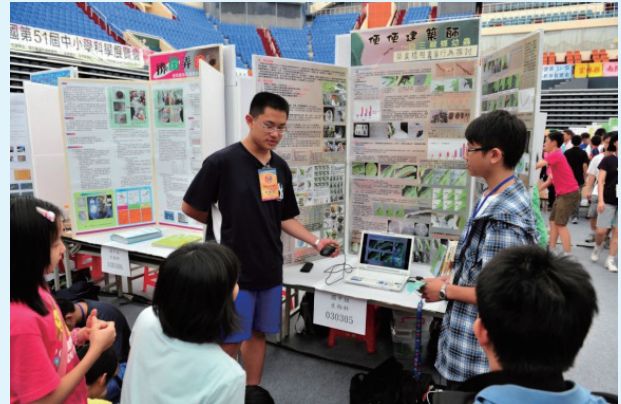
⑤能在規劃的時間內能完成（注意科展報名送件時程）

### 4. 找誰做科展？Who？

科展的主角是學生，找對學生科展就成功一半了！做科展首先要具備樂觀積極、負責任、具觀察力、有企圖心的人格特質，對實驗操作及記錄具耐心和有興趣的學生為佳，最重要還有學生與家長時間和態度都是支持與配合的！以我獲全國第一名的作品「便便建築師～白三線蝶築糞巢及糞橋之策略」就是最好例證。學生本身對昆蟲有一定的認識和喜好，平時和家人熱愛自然觀察經常參加生態活動，因此當進行野外調查和實驗室飼養觀察的過程，都是處於積極和快樂的狀態下進行研究，也是發自內心想了解和探索隱藏在自然界的奧秘。至於如何找到對的人？根據多年的經驗，有時候學生或家長會自我推薦找上老師、有些老師



▲ 白三線蝶幼蟲及其糞巢與糞橋



▲ 51屆全國科展參展學生解說

會從任教的學生中挑選適合人選，也可以辦理校內科展從優秀作品中組織團隊，本校則成立科學研究社團長期培養和建立甄選制度。

## 5. 如何做好科展？ How？

科展一旦開始，就義無反顧全力向前吧！為了收事半功倍之效，以下建議提供各位參酌：

- ① 利用5W1H法、流程圖、甘梯圖形成研究架構和科展計畫
- ② 善用概念圖、心智圖、V圖等學習工具輔助學生討論
- ③ 擬定科展計畫依照時程按部就班執行

### ④ 資料收集與推薦資源

- 課本、課外讀物、報刊雜誌
- 網路搜尋、請教google大神
- 聯繫專家學者尋求專業資源
- 科展群傑廳 <https://www.ntsec.edu.tw/Article.aspx?a=2>
- 科展設計與實作（2014年，全中平主編，國立科教館出版）

### ⑤ 工欲善其事必先利其器

- 人力資源：輔導團、研究機構、廠商、親友、資訊攝影設備：電腦軟體、數位感應、攝影及影像編修軟體

月份	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
尋找合適學生及相關主題												
進行相關實驗並訓練學生												
研究資料整理及撰寫報告								報名				
製作海報及口頭報告訓練										市賽		
根據評審建議進行修改、補強												
全國計畫書、海報及學生集訓												全國賽

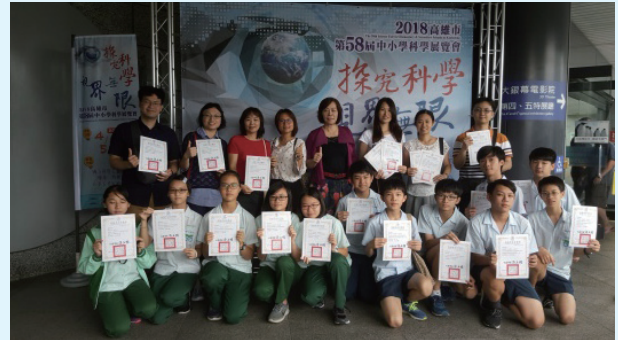
- 實驗記錄：研究日誌或實驗觀察原始紀錄  
本須記錄於成冊筆記本
- 數據分析：Excel統計圖表、Tracker、ImageJ、Phyphox、手機app軟體

## ⑥ 參賽注意事項：

- 作品標題海報排版清楚易懂顯出重點
- 文獻蒐集分析強調出自己的獨創性
- 有效利用圖表照片來陳述概念。
- 利用筆電、平板電腦展示圖片影片較為生動
- 學生報告需流利自然，理解後陳述而非背誦。
- 事先模擬回答問題，並研討未來展望。

## 6. 結語

科展是一種心智的訓練！對老師和學生都是，學生最大的收穫不是獎狀獎金、不是科學發現，而是經歷了一場尋找問題、創意設計、面對挫折、分享互動的科學之旅。能夠啟發學生喜歡科學持續研究就是成功的科展，老師的陪伴與努力就值得了。祝福有志投入科展的師生勇敢向前大步邁向科展之路！



▲ 58屆高雄市科展頒獎典禮



▲ 58屆台中全國科展頒獎典禮



作者

### 蔡瑞琴老師

107年全國科展十年優良指導教師獎

高雄市科展連續18年獲獎

高雄市立陽明國中生物教師兼教務、輔導主任

高雄師範大學科學教育研究所

臺灣師範大學生物學系

教學專長:生物教學與實驗、科學教育、獨立研究

教學座右銘:學習無極限~老師的視野是學生眼裡

的世界



優良教師感言  
QR code



## 科展秘笈

# 科展題目怎麼找

文/科學X博士

找科展題目，一直是很多科展選手會碰到的問題。看到別人做了很多有趣的題目，仔細看看研究內容覺得自己好像也做得到，但卻不知道人家是怎麼想出要做這個題目。當然，每一個好的題目當初一定是選手們花了很多心思想出來的。自己想出適合的題目當然最好，但如果真的一點頭緒都沒有，那該怎麼樣才能找到一個適合自己的題目呢？今天科學X博士將介紹幾個方法，讓選手們可以照著試試看，說不定一個全新的好題目就會誕生了！

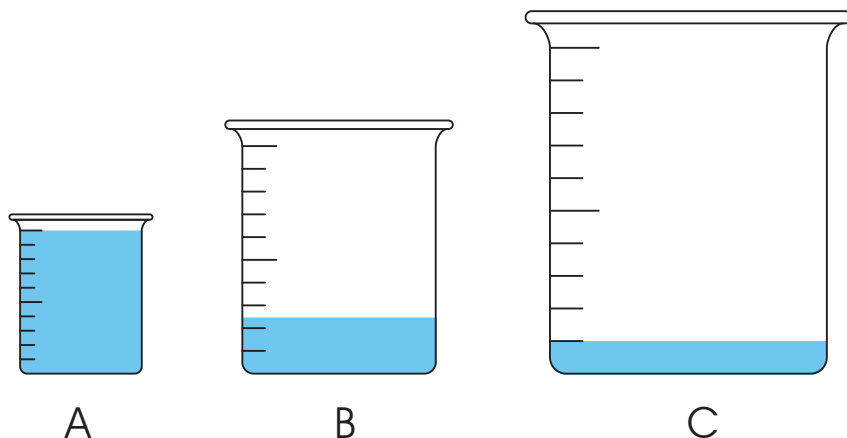
## 方法一：從課本找

自然課本中一定有很多現成的實驗，而這些實驗的結果可以經由學校安排的實驗，得到一個理想的答案。當然，課本裡面的實驗是沒有辦法拿來做作為科展競賽的，但大家可以仔細觀察一下課本實驗的整個進行過程。以熱學的單元來講，熱學教大家溫度，也教大家熱量。熱量1卡的意思，代表的是1公克的水上升

1度C所吸收的熱量。在這個章節中老師會安排的實驗，就是讓同學們用燒杯來裝水，再用酒精燈加熱一段時間後，觀察水上升的溫度來計算酒精燈所給予水的熱量。

$$1 \text{卡} = 1 \text{公克水} \times \text{上升} 1 \text{度C}$$

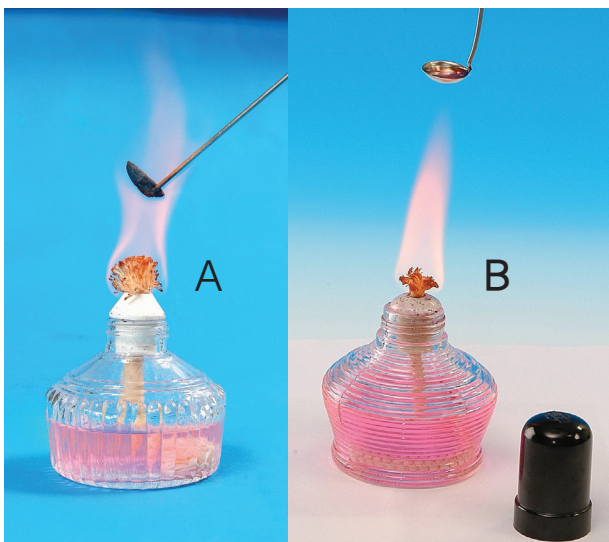
假設我們用100c.c.的水，加熱5分鐘後觀察它的溫度變化這個實驗來看，在整個實驗操作的過程中，大家會在學校的實驗室進行實驗，而實驗過程中所需要用到的實驗器材，也都是學校老師原本就會準備好的。換句話說，這整個過程是同學們拿到已經準備好的酒精燈、三腳架、石棉心網、燒杯，然後就開始動手做實驗了。如果同學們試試看，所有的器材都是自己準備，甚至是自己去買的話，那馬上就會發現一個問題了。同學們買了酒精燈、三腳架、石棉心網，最後要買燒杯時就會發現，燒杯有賣100 c.c.、250 c.c.、500 c.c.，各種大小。



▲ A.100C.C的燒杯，B.250C.C的燒杯，C.500C.C的燒杯

那如果我們想要裝100 c.c.的水來加熱，要底要買哪一種大小的燒杯呢？將100 c.c.的水分別裝入100 c.c.、250 c.c.、500 c.c.的燒杯時，水的形狀會不一樣，與燒杯接觸的面積也會不一樣。這時候，一個屬於自己的科展題目就出來了：「使用不同形狀的容器，會對酒精燈的加熱效果產生怎樣的影響？」從容器形狀與加熱效果的關係出發，就可以延伸出許多的變因。

另一方面，如果大家注意看看酒精燈的燈芯，有些燈芯比較「散」，火力會比較大；有些燈芯比較「合」，火力會比較小。火力小時燃料消耗較慢；火力大時燃料消耗較快。這時候反應快的選手們又可以聯想出另一個題目：「消耗同樣多的燃料時，火力的大小會對酒精燈所提供的總熱量有什麼影響？」經由這邊所提到的，容器形狀與火力大小兩種變因的組合，就可以設計出一個實驗，來找出最省燃料的加熱方法。



▲ 燈芯比較散的，火力較大（A）；燈芯比較合的，火力較小（B）

## 方法二：從現有作品找

在國立臺灣科學教育館網頁中的「科展群傑廳」，可以找到現有的許多優秀作品。仔細看看以往的作品，有機會發想出新的研究方向。從現有作品來找的話，有兩個方法可以讓大家參考。

### 1.改善測量方法

舉個例子來說，以前有一個作品，利用車用GPS的定位裝置在同一個經度上，分別在南臺灣、北臺灣地方各找了一個地點，分別豎立起一個垂直於地面的裝置，在中午的時候，測量太陽光照射在裝置後在地面所造成的影子長度，利用一些數學與三角的關係，推算出地球的半徑。而這個「測量地球半徑」的題目在過了幾年之後，又有其他選手們重新進行實驗，而後面作品改善了幾個地方：

- (1) 由於影子會有本影、半影，因此不太容易很精準的測量出影子的長度，因此新的作品中改用透鏡集中太陽光的方式，可以更準確的量出太陽光與裝置間位置的關係。
- (2) 原有的作品已經是在正中午測量影子長度，但新作品更進一步限制測量日期在冬至、夏至這兩天的正中午，可以更確保太陽、地心、測量點三者之間的位置關係。經由測量方法的改進，也可以讓原有的科展作品有更新的研究結果。





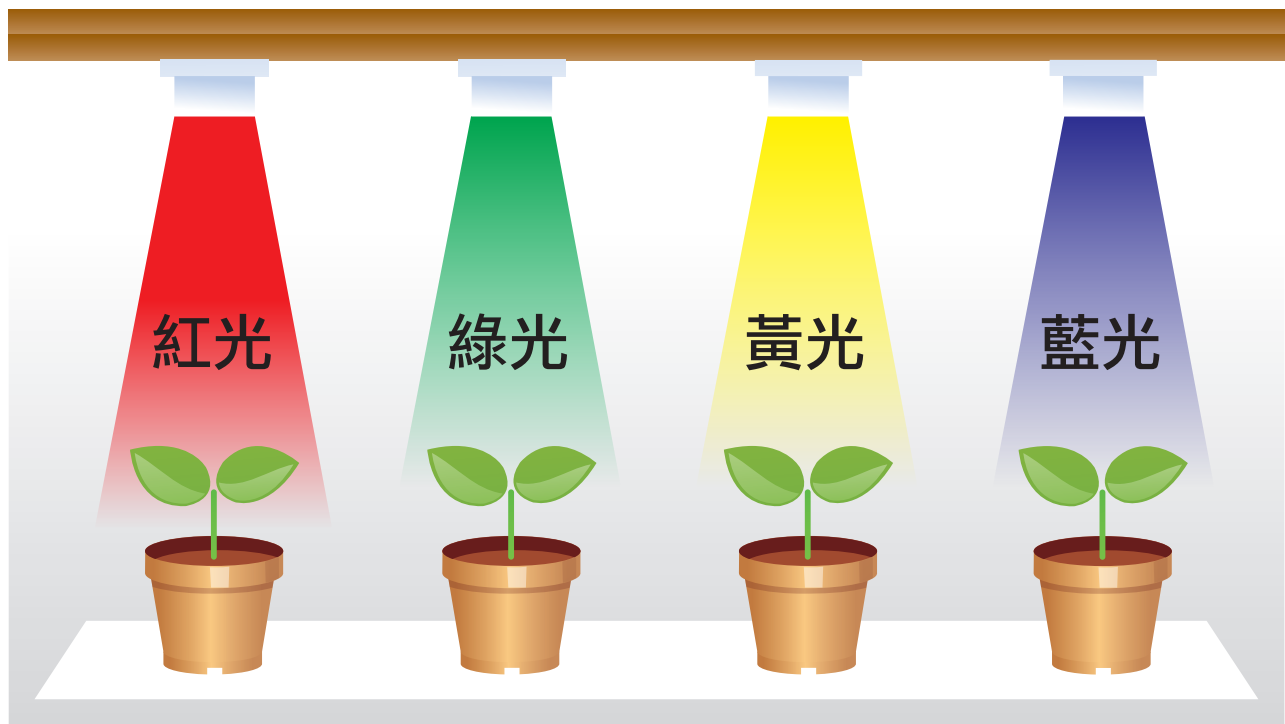
## 2. 改變實驗參數

大家都知道，植物的生長會受到光線的影響。曾經有一個科展作品，它的內容是利用紅光、黃光、綠光與藍光照射植物，看看不同顏色的光對植物生長的影響。看完這篇作品，選手們也可以試著想想看，如果光線可以改變顏色，那是不是也可以改變光線強度、光線照射時間或是週期、使用日光燈、電燈泡或是LED等等的變因，對植物會不會也產生不同的影響。藉由思考原有作品實驗參數的設定，也會有機會找到屬於自己的新實驗。

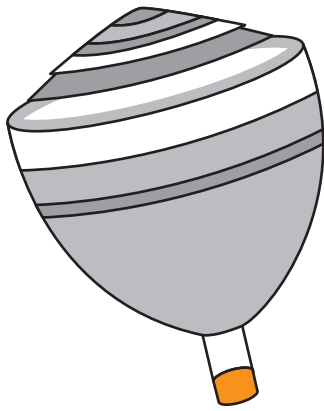
## 三、從生活中找

這是個最理想的找題目方法，每個人都會有自己熟悉的環境，也有會自己的興趣與嗜好，而對自己原有興趣嗜好的事物一定也最為

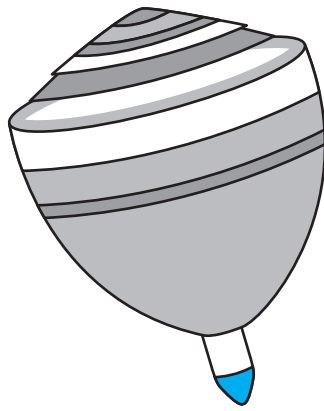
熟悉，從這其中所找出的題目，肯定是最適合自己，也最有機會是獨一無二的。舉個例子來說，幾年前曾經流行過一個玩具叫做戰鬥陀螺，戰鬥陀螺有許多可以改裝的組件，這些組件分別可以代表像是重量、半徑與高度、轉軸形狀等等參數。如果一位選手原本就已經很喜歡戰鬥陀螺，自己就是戰鬥陀螺專家了，那就很適合對這個研究再進一步的分析。選手可以先自己用實驗室中的工具做出一個實驗用陀螺，再為陀螺的行為訂出幾個像是轉動時間、打陀螺時的力量、轉動行為等測量的基準，最後改變重量、半徑與高度、轉軸形狀等參數，觀察這些參數對測量基準的影響。不過這樣的題目要儘量避免直接買現成的戰鬥陀螺玩具進行實驗，自己設計製作的陀螺，較能表現實驗的重點。



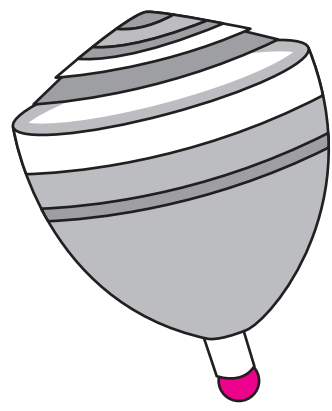
▲ 不同色光對植物的影響



圓柱



圓錐



圓球

▲ 不同形狀的轉軸對陀螺旋轉的影響

再舉一個更生活化的例子。節約能源是現在的全民運動，任何能在生活中節省更多的能源都是值得做的研究。X博士的生活中每天早晚都會喝溫開水，而我家裡的溫開水是用電熱水瓶燒出來的熱開水，與室溫的水調出來的。這時候我就會想到，我需要用到熱開水的時間只有早上和晚上，而中間有很長的一段時間，熱水瓶都是維持在保溫的電力消耗狀態。這時候我們就可以比較一下：

1. 維持熱水瓶的一般使用習慣，也就是早上讓熱水瓶燒好開水後，就一直維持保溫的電力消耗，直到把水喝完。
2. 早上喝完熱水後，就把插頭拔掉不要消耗電力，等到晚上回家後再重新燒一次開水。

這 1 與 2 這兩種方式哪種會消耗比較少的總電能，這個答案一定會隨著熱水瓶的電功率、是否把裡面的水裝滿、中間不插電的時間有多久而有所不同。這又是一個值得研究的好題目了。

可以找出科展題目的方法很多，如果真的沒有任何idea時，可以試試本文中所提供的方法，相信在這過程中，可以讓選手們產生更多的腦力激盪。



作者

## 蕭俊傑

現職 國家太空中心 任務科學家

經歷 國際科學展覽、全國科學展覽、國際發明

展冠軍作品 指導講師



## 科展秘笈

# 口試發表 5 大重點

文/科學X博士

科學相關的口語發表，一直是很多參賽同學們比較少接觸到的項目。科展競賽中自己辛苦所研究出的科學成果，要怎麼樣才能在有限的時間內，清楚的表達給評審們了解？如果參賽同學已經有自己習慣的發表方式，請同學以自己最自然最習慣的方式為主；如果同學們完全沒有頭緒的話，可以參考本文中所提供的方法。

## 重點一：講出結論的大綱

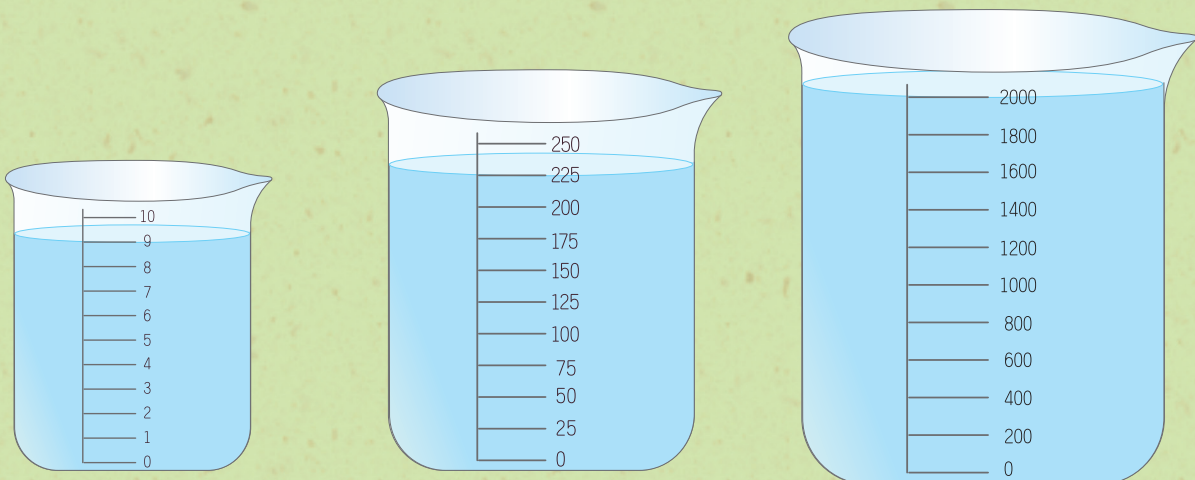
什麼叫結論的大綱？我舉一個我最常講的「燒開水的研究」。燒開水的實驗裡面，同學們可能做了很多不同的變因組合，像是火力大小、容器大小、多水少等等的變因，來看看燒開水所需要的燃料是多還是少。在實驗的最後，同學會在整個實驗變因的控制裡面找出一個最好的組合，比方講是「大容器、少水、小火」是最節省

燃料的組合。

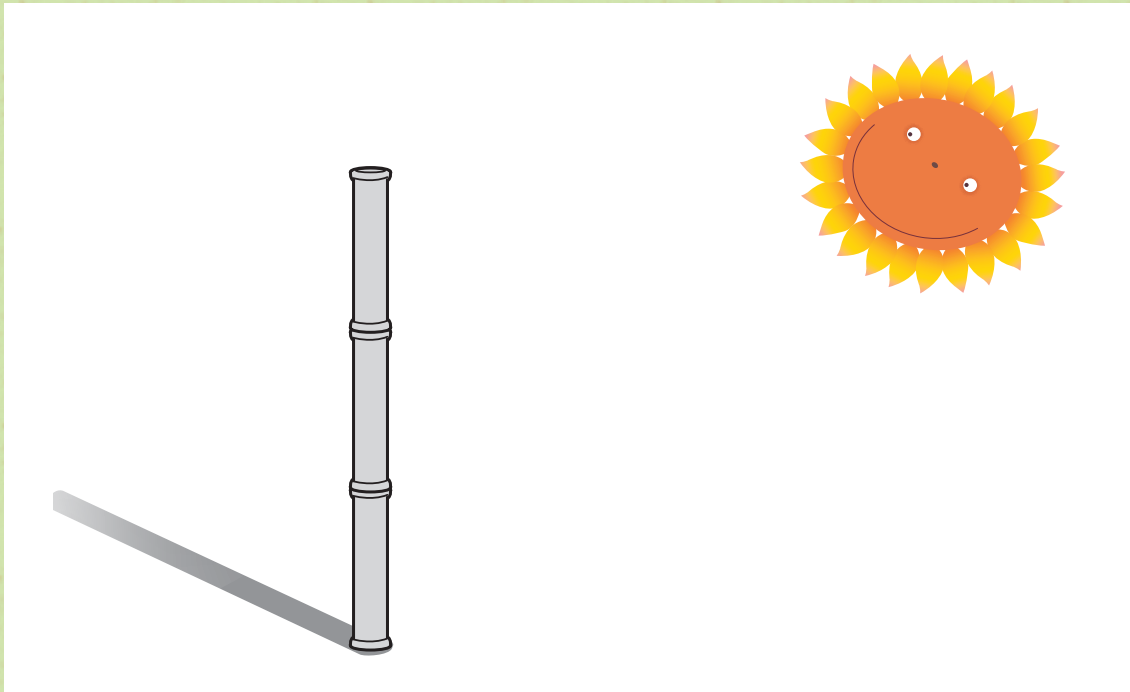
但是一開始在做報告的時候，不要直接把這個答案說出來，你說出的大綱是：「我們在這個實驗裡面，找出了最有效率的燒開水方法」，而至於那個最有效率的燒開水方法是什麼方法，請慢慢一步一步講出來，讓聽你發表的評審，循著你做實驗的步驟一步一步找到這樣的結果，而不是在最開始的時候就把我們結論所看到的結果直接講出來、你講出來的是「我們找出了最有效率的方法」，至於是什麼方法，請聽我一步一步來講。這就是我說的第一個重點「結論的大綱」。

## 重點二：描述真實的實驗步驟

老師也好、教授也好，評審們絕對都是科學上的專家，所以發表過程中我們講的很多知識，老師們大部分應該本來就知道。可是老師們跟



▲不同大小的容器、不同水量，都會影響燒開水的效率



▲本影與半影會造成測量物體長度時的困難

同學們不一樣的地方在哪裡，就是同學們有許多「親手動手做的經驗」。老師們懂得很多學理，可是他沒有像大家一樣，把這個實驗過程反覆做過非常多次。所以你在這個許許多多的實驗過程中發現的秘密與訣竅，就是原本老師不知道的事情了。

我舉個例子來講，大家都知道利用太陽在地面上立起來的物體造成的影子，可以在某些情況下反推這個物體的高度。如果你直接講說「我今天利用影子反推物體的高度」，這就會變成一句共通的話過去。但是大家都知道，在太陽光照射到物體的時候，影子會有本影跟半影的產生，而本影跟半影的產生基本上會對影子長度的測量，造成一定程度的困難。所以在發表的時候，如果你直接就講：「我們都知道，有本影跟半影的測量，所以我提供了……，某一個解決的方法」。這樣的結果就是你直接講出了這個碰到的問題，同時把這個

碰到的問題當作是常識。但其實這個常識你是在實驗中原本沒發現，也就是說如果沒有經過自己動手做的過程，很可能不會注意到這個事情，這個就是實驗過程珍貴的地方。如果你把它當作是一個常識來講，就像是：「我們都知道影子會有本影跟半影，所以我們……」，就太浪費這個發現它的過程了。

這種說法我們把它重新整理過一次：「我們今天原本想要做實驗的時候，是想要測量影子的長度，但是我們測量影子長度的過程中，發現他有本影跟半影的存在，所以我們進一步設計了另外一種方法」。這樣的表達方式，就可以讓評審*不是把本影跟半影的現象當作是原本的知識，而是當作是你在親手操作、親眼觀察的過程中，而找到了一個所不可忽略的重點*。這樣評審就會進入到你做實驗的精神所在，而他也能夠循著你實驗的步驟，一步一步跟著你實驗的過程中，找到你的研究重點。



## 科展秘笈

### 重點三：注意相關知識

有些同學們在做研究時有一個習慣，他花了很多時間、花了很多精神，只專注在自己有興趣的地方。以我們前面講的那個燒水的例子來看，同學們花了很多時間在研究為什麼大火比較有效率、為什麼小鍋子比較有效率、為什麼裝水裝多裝少會影響它的效率，這基本上是一個熱量傳播物理形式的討論。

但今天參賽同學用這個題目來參加科展比賽，同學所代表的應該是一位「熱學專家」，所以很多跟熱學有關的相關知識，雖然它跟研究內容可能沒有直接的關係，但是因為你是專家，所以必須要懂。比方講瓦斯的化學式、瓦斯跟天然氣有什麼不同、桶裝瓦斯跟家用裡面的管線有什麼不同。**因為你是專家，所以你既然做了熱學的題目，熱學的相關知識，都不能因為這個跟實驗沒有直接關係而不懂。**

你是專家，這些相關知識也應該要了解。



▲關於熱學的傳播，包括瓦斯桶、瓦斯爐的知識都應該去了解

### 重點四：找出關鍵一句話

評審花一段時間把你的作品從頭到尾都了解了，在評審了解了之後，你的最重要的結論是什麼？能不能用一段很短的話把它做一個總結？

比如說曾經有同學做這個實驗。辦公場所常常有輕鋼架天花板，裡面是有日光燈組所組成的，可能是固定的四支日光燈、或是三支日光燈燈管。同學的實驗是把一支日光燈轉掉讓它不



▲如何在最不影响亮度的情況下轉掉燈管、節省電力？

亮，來節省電力的消費。而到底在轉日光燈管的時候，是轉掉旁邊的好？還是轉掉中間的好？同學你花了很多時間去研究，最後的結論可不可以用一句話來代表，像是「如果要轉掉日光燈管，轉掉中間的，會比轉掉兩邊的對照度影響比較小」，或者再濃縮一下「轉兩邊、不如轉中間」。**用一句話去做你整個研究的重點。**當



然，這種方法不見得可以套用在所有研究，但是如果可以把它套用在你的實驗裡面的話，這句話將會讓評審留下較深的印象。

## 重點五：找出你實驗裡面的回味點

什麼叫回味點？科展口試的時候，評審要評非常非常多的實驗結果。評分的过程中人也會疲倦，評分的过程中評審也有可能會對前一組、前前一組的印象漸漸變弱。所以你的實驗中，要有一、兩個重點，讓評審能夠深入他的心中，讓他對你的實驗非常有印象。

比方講，我看過一個非常有趣的實驗，是原住民的小朋友做的。同學們在這個實驗裡面研究的是一個原住民的樂器的聲音特性，他們也把這個樂器帶到了口試現場，同時也利用這個科展所做的樂器做了一個短短的原住民音樂表演。我相信這個表演一定會讓評審有深刻的印象。當然不見得每個實驗都會有這樣讓人印象深刻的一個「回味點」可以產生。但是如果你能

夠**在你的科展表達裡面找出一個特別值得評審回味的特色**，讓評審看完所有實驗的時候，還會記得剛剛哪一組做了一個很特別的實驗，讓評審非常覺得值得回味的話，對於整個競賽的結果也會有所幫助。

口語表達的重點非常多，更多相關重點搜尋科學X博士<http://doctorx9000.com>



作者

## 蕭俊傑

現職 國家太空中心 任務科學家

經歷 國際科學展覽、全國科學展覽、國際發明展冠軍作品 指導講師



# 科展過程中該注意些什麼？

文·圖/屏東縣明正國中 陳盈吉老師

在找尋完題目之後，相信很多人會開始進行針對题目的探究，開始動手作實驗，可是在動手做實驗之前、做實驗當下、做實驗之後該注意那些事情呢？這也需要先動腦想一想，才會有事半功倍的成效。筆者針對多年來指導科展的經驗，提供以下幾點建議，讓各位讀者參考。

## 1. 文獻探討與分析

牛頓曾說：「如果我可以看得比別人遠，那是因為我站在巨人的肩膀上。」這句話的意思表明了研究的進行根據許多人的研究結果繼續往前進，透過文獻探討與分析，可以讓我們更了解進行實驗的時空背景、之前的研究結果以及他人提出的建議。若是我們想探究的題目和變因，其他人都已經完成了，那麼這樣的研究題目和變因探究就比較沒有意義了。所以進行文獻探討與分析，是一件非常重要的事情。在典型的碩、博士研究工作中，需要進行大量的文獻探討與分析，且中、英文文獻都需要詳細做出比較和整理，才能協助研究者釐清研究方向。可是在中小學的科展中，閱讀大量的碩博士文獻和外國資料，對於研究者和指導教師而言負擔甚大，也是一件不容易完成的事項。有鑑於此，筆者建議在從事中小學科展研究的時候，至少要完成國立台灣科學教育館所建置的「科展群傑廳」網站內的研究資料搜尋與分

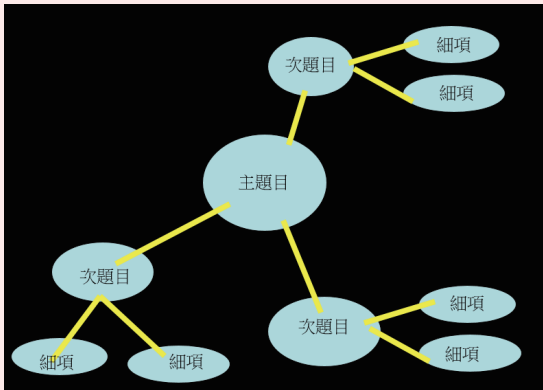


科展群傑廳

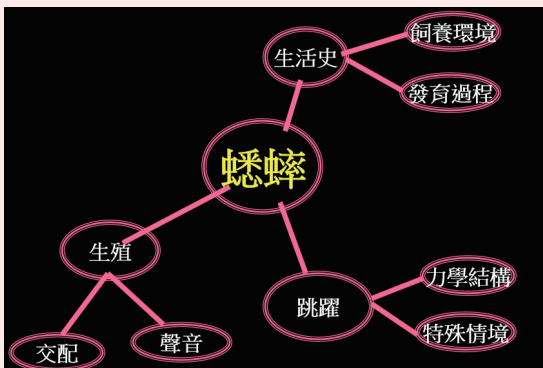
析，這個資料庫中收集國內數十年的歷屆科展作品資料，可以大致看出國內中小學科展在相關主題上所做的研究，協助研究者可以了解研究的趨勢和可能可以改變創新的地方。

## 2. 訂出研究主軸與變因操作

找出研究的題目之後，一定要能夠有一個清楚的主軸來協助我們進行科學探究，並且依照主題設計探究的變因，也就是說要有一個清晰的研究脈絡，才能夠讓我們在研究的過程中不至於迷路。筆者建議一個認知心理學上常用的整理方式—「概念構圖」分析，如圖1、圖2所示，在圖1中的中間位置有一個圈圈稱為主題目，根據這個主題目我們可以發展出想要探究的次題目有哪些，再根據這些次題目去思考要探究的向度有哪些。圖2為概念構圖範例，研究主題目為蟋蟀，分別延伸出三個次題目：生活史、生殖、跳躍，再根據不同次題目發展出研究向度。這樣的訂題和思考方式，提供給各位讀者做參考。



▲ 圖1 概念構圖法



▲ 圖2 概念構圖範例

### 3. 研究實驗日誌

在進行研究之後，開始記錄實驗中所發生的事情與結果數據，需要一個研究實驗日誌，除了幫忙記錄過程中所經歷的人事時地物之外，同時也提供了資料回顧和證明研究工作確實進行的證據。在此筆者建議指導老師可與學生一起設計研究日誌格式，可有學生的記錄欄位、思考區域、省思回顧、老師批閱等不同區塊，提供研究者紀錄與反思的工具。一般而言可以有活頁夾式、筆記本等不同呈現方法。筆者在多年的科展現場觀察，好的研究作品其研究日誌的表達方式多元，這點可以提供給各位即將進行科學研究的研究者們一起去思考，切記，凡走過必留下痕跡，研究實驗日誌正是記錄研究痕跡的正式工具。

### 4. 收集資料的方式

在研究的過程中，要儘可能收集發生的資料，常用的方式由文字記錄、數字測量、數據摘要、手繪圖片、照片、影片等多元的方式。這些資料的收集對於研究分析、數據討論、研究報告撰寫有著極大的助益，故在研究過程中需要同時收集大量的資料，以多元的方式記錄。另外也要提醒各位讀者與研究者，資料需要做好備份的工作，尤其是影音資料、數位資料，不然在電腦當機或壞軌的時候，辛苦的研究資料就會不見了，到時候可是要將研究工作重新來過，非常辛苦喔！

### 5. 常見的資料呈現表徵

科學類別的資料分析，注重於圖表的表達，建議各位儘量使用表格與圖形，用來表示發現的結果、數據的趨勢、以及過程中發生的變化。在表格與圖形的使用上，筆者建議兩者可同時呈現，但是最好需要有圖形存在，所謂一圖勝千言，圖形所能表達的資訊對於評審、閱讀者是最好的直觀結果，所以要善用圖形來進行說明。以下為筆者指導科展之資料常使用的呈現表徵：

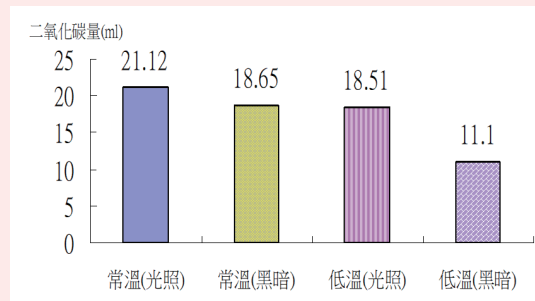
- ①表格（以臺灣扁鵲飼養體長變化紀錄為例）（圖3）
- ②行為歸類表（以老鼠迷宮溝通行為為例）（圖4）
- ③長方比較圖（以雙變因探討綠豆呼吸作用產生二氧化碳之比較為例）（圖8）
- ④趨勢圖（以臺灣扁鵲飼養26週體長變化為例）（圖6）
- ⑤過程示意圖（以草履蟲在濃食鹽水中死亡過程紀錄為例）（圖7）
- ⑥生活史（以臺灣扁鵲生活史為例）（圖8）





週數 體長 (cm) 蟲編號	第一週	第二週	第三週	第四週	第五週	第六週	第七週	第八週	第九週	第十週
A	0.90	0.95	1.40 (脫皮1)	1.65	2.30	2.61	3.36 (脫皮2)	3.35	4.05	5.00
B	0.90	0.95	1.60 (脫皮1)	2.00	2.15	2.22	2.75 (脫皮2)	死亡	死亡	死亡
C	0.80	0.80	1.60 (脫皮1)	1.75	2.33	2.81	3.03	3.75 (脫皮2)	4.45	4.26
D	0.70	0.76	1.62 (脫皮1)	1.73	1.90	3.15 (脫皮2)	3.73	4.05	4.75	4.94
E	0.85	0.85	1.8 (脫皮1)	2.20	2.48	3.03 (脫皮2)	3.31	死亡	死亡	死亡
F	0.69	0.71	1.23 (脫皮1)	1.40	2.25 (脫皮2)	2.50	3.51	3.65	4.35	4.30
G	0.75	0.72	1.46 (脫皮1)	1.83	2.15 (脫皮2)	2.17	2.45	2.58	3.28	4.88
平均體長	0.80	0.82	1.53	1.80	2.22	2.64	3.16	3.48	4.2	4.68

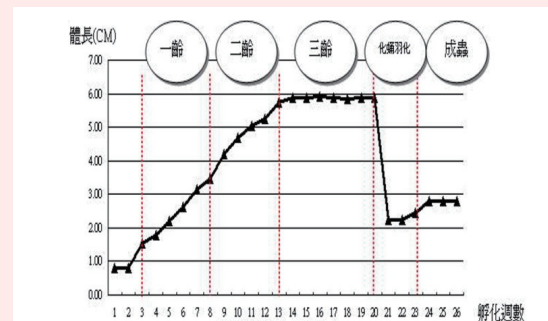
▲ 圖3 臺灣扁蝨飼養每週體長變化表



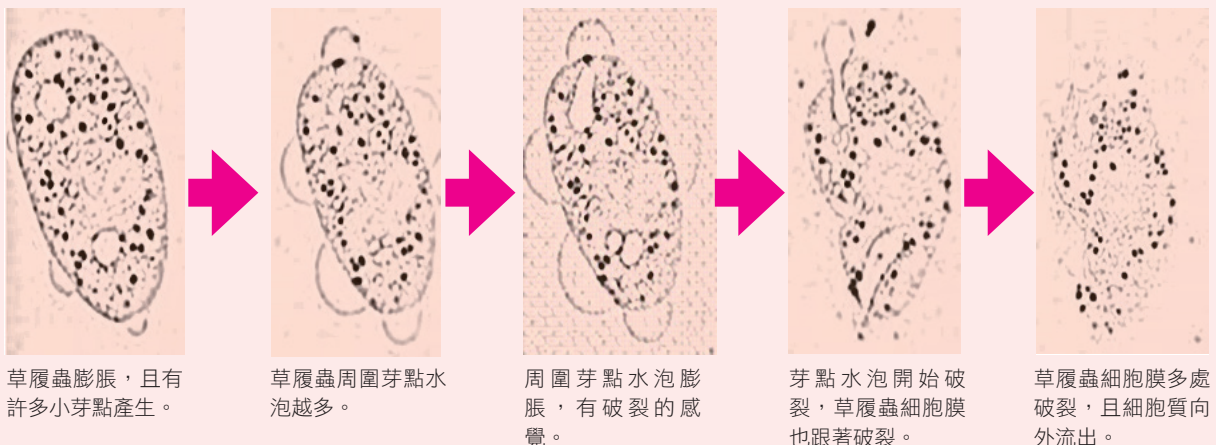
▲ 圖5 不同處理下綠豆產生二氧化碳量比較圖

老鼠溝通行為	行為內容
聞屁股	老鼠之間會互相聞彼此的屁股
爬到別隻的背部	有一隻老鼠會爬到另一隻老鼠的背部停留一段時間
聞耳朵	老鼠之間會將鼻子靠近另一隻老鼠的耳朵
親嘴巴碰鼻子	老鼠之間會將頭部靠近，親親嘴巴或碰碰鼻子
觸碰鬍鬚	鼻子與嘴巴並未碰觸，而是彼此的鬍子碰觸
互搓身體(理毛)	彼此幫彼此整理毛髮，或者是一隻會幫對方整理毛髮
聞生殖器官	有隻老鼠會側著頭，將頭鑽到另一隻的臀部下方
手碰手	兩隻老鼠互相拜年的動作，會碰觸彼此的手

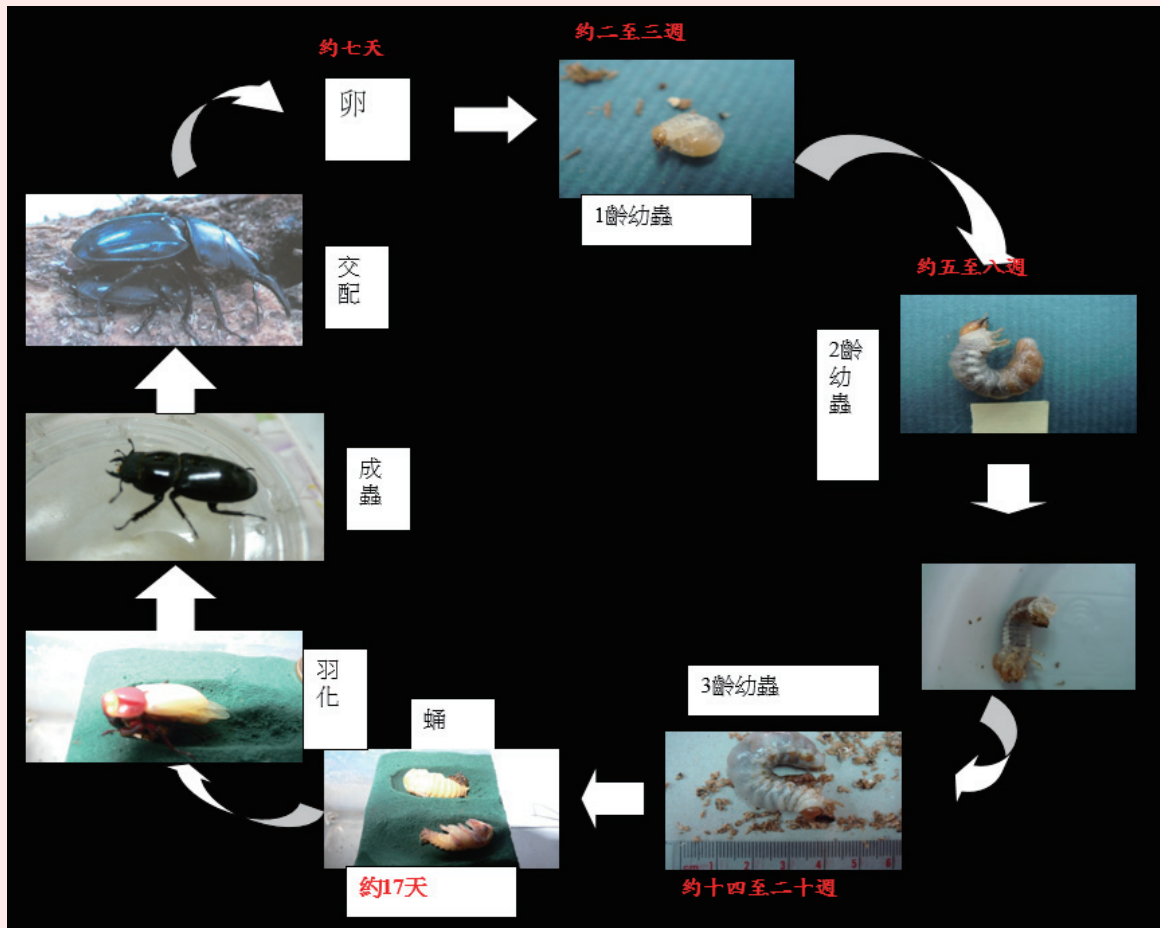
▲ 圖4 老鼠溝通行為編碼表



▲ 圖6 孵化週數與體長變化圖



▲ 圖7 草履蟲在濃食鹽水中死亡過程示意圖



▲ 圖8 臺灣扁鍬生活史

## 6. 結語

科展是師生之間互相研究共發的過程，是一種高度複雜的心智活動，也是一種精緻的對話歷程，其中有許多需要注意的細節與事項，礙於篇幅無法一一詳盡說明。最後要提醒各位進行研究的師生們，一定要對所研究的主題保持熱情，保持高度的敏銳力，儘可能收集資料，善用不同的表徵方式來進行報告的書寫與口語的表達，相信在過程中師生都會有極大的成長或獲得。



**作者**

**陳盈吉**

屏東縣明正國中

教育部師鐸獎得主、教育部杏壇芬芳獎得主，全國優良科展指導教師



翰林國中自然

# 徵稿

**徵稿對象** 全國熱愛自然、樂於分享的各校老師

**徵稿主題** 內容主題不限，強力徵求 108 課綱相關主題文章、跨領域教案、  
科普新知及教學分享等相關文章。

**稿件刊登** 翰林科學家、自然主題專刊、翰林官方網路平台等。

★有意願投稿者請與該區業務聯絡，  
將安排專人與老師洽談徵稿相關細節！

翰林出版