

---

# 生物科展 14 堂課

馬瑪宣

臺北市私立復興實驗高級中學

高中生並非研究生，在未經過大學實驗室洗禮並知識有限的情形之下，老師要如何帶學生做科展呢？之前有參加過一些帶學生科展經驗分享的研習，發現有蠻多老師有這一方面的疑問。在此分享一些在帶科展時常遇到的一些問題與解決方法，舉凡如何醞釀一個題目、實驗日誌的撰寫、如何建立一個資料庫分類所有可用資源、實驗 data 與顯微照片等；並提供一些實用的表格以及學生的學習歷程記錄，使老師能夠快速掌握學生狀況，希望能對進行生物專題研究或特色課程選修課有一些幫助。

## 壹、前言

一直以來教育改革是學者們爭相討論的話題：12 年國教的議題、特色課程設計，更常困擾著第一線的教師們，而帶專題老師的問題就是要做科展的壓力。在多年前第一屆帶領數理資優班時，我也是天天在煩惱，到底如何生出一個題目給學生做？到處取經求助於前輩，參加研習課程等。其實，帶科展並不難，學生才是科展的主體，我們是領導人，是師徒的關係，雖然老師有較多的專業知識，然而學生的創意往往是令人眼睛為之一亮。科學的靈魂是實證，是分析推理，是不斷的求證，

而科展是實現科學教育理想的一種方式。只要是完完整整的從觀察日常生活問題開始，一路到成立假說，實驗設計，進行實驗，結果分析討論，寫一篇完整的報告，做海報，學生認真學習有所獲得，這樣對我而言，已經是非常棒的了！然而，如果要說帶科展有何祕訣？讓我來分享一下我的科展心法：**(1)不斷的看許多科展報告書以及查資料；(2)與志同道合的老師們交流意見與實驗方法；(3)每年至全國中小學科展、國際科展吸收新知。**在做科學，玩科學的大有人在，希望多多結交一些投入科展的老師朋友們，互相成長，期待為台灣的科學教育多盡一份心力。

## 貳、生物科展 14 堂課課程探討

### 一、生物科展第一堂課——師父領進門

在學生踏入生物教室的第一堂課，我想給學生一個深切的體認，那就是做科展實驗是一個艱辛的歷程，從開始**擬定題目、實驗設計、假設、進行實驗、結果分析與討論、報告撰寫以及海報製作**等，幾乎等於一個研究生論文工作的縮小版，是耐心、毅力與實驗熱情的考驗與挑戰。有了先備的心理建設之後，最好邀請一位已經發表參加過科展的學長姐到場現身說

法，分享 10-15 分鐘的科展成長歷程。另外，事先準備好一個問卷，可以在短短的問卷調查中掌握一些科展學生的狀況。

## 二、生物科展第二堂課--確立方向： 如何開始？

當你才剛開始要進入研究工作領域，無論環境或目標都未熟悉，要如何開始呢？

### (一)草擬方向：

指導教師與學生討論大體的研究方向，請學生找尋有興趣的若干關鍵字 (key words)。指導教師可幫學生篩選兩三個較可行的題目縮小搜尋範圍，再做進一步的搜索。而同學間也可建立一個「**學習共同體**」，互相激盪出一些具有創意性的題目，再與老師討論它的可行性。

### (二)搜尋背景資料：

把重要的相關文獻找出來，請注意開始時只念摘要即可，但是重要論文則要仔細唸過；最後要整理出一篇報告，說明這個題目以往的研究，以及最近的發展。最好能夠上台報告給教師及參加科展的其他同學們聽，以便有進一步討論。當同學在台上報告時，教師可以預想學習過程，在報告的一開始，先給學生調整**聆聽報告的心態和氣度**，使得大家在聽某組報告後，能正向積極地予以回饋、刺激。

### (三)如何搜尋？

1. 經由網路或光碟，以關鍵字查詢早期

的研究報告或是歷屆科展作品，注意資料庫上的起迄年代各有不同；此類資料庫有 Medline、Agricola、Current Contents、全國中小學科展、國際科展、科展群傑廳等。

2. 注意查了上述的各種資料庫後，可能還有遺漏沒有查到，要特別小心。
3. 大部份的文獻只要看摘要即可，有興趣的再去找原文。重要的文獻則要仔細閱讀，整理出各家要點，找出可以進行探討的破綻。若是科展報告，注意看研究材料與方法，作為實驗可行不可行的參考，甚至可以從未來展望中找到靈感，或從實驗的弱點改善，接著做更進一步的研究。
4. 將文獻檔案整理歸類，必須考慮到可行性、手邊的資源、預算等，可以 email 給專家教授尋求建議或幫助。

### (四)除了電腦搜尋外，勿忽略書本與手邊資源！

1. 專書 與 教科書 或 教師手冊：最初步的找尋對象，通常可有較淺近而完整的說明。
2. Review 性期刊：Scientific American，Trends 系列期刊，Annual Review 系列等。
3. 一般期刊：部分期刊內有 news 欄或 mini review，簡要介紹該期重要發現。
4. 若是進父母或親戚的實驗室、中研院的資優人才培訓計畫，主題最好與實驗室研究方向一致。

### 三、生物科展第三堂課--如何醞釀一個題目？

(一) 通常這是最難熬的一段時間，雖然已有大概的目標，也查了一大堆文獻，但是你還是不知道要做什麼。且讓這種懸疑緊張的狀況，持續一段日子，但要時時思索你的問題。一有靈感就馬上記下來，實驗有時就是一些些突然間的創意加靈感，再由此點挖掘下去。

(二) 漸漸地，相信你會想出一條或數條可行的方向；有些人是突然在睡夢中浮現巧思，也有人是慢慢想出來的。要馬上記下來，否則事後會忘得一乾二淨。

(三) 這些決定，對你將來的研究工作，有很大的影響；唯有正確的洞見，才能達到正確的結果。這很像當年達爾文搭乘小獵犬號環繞世界，若沒有如此航行的歷程，他的推論將沒有依據，而根據手邊的資料做出正確的推理方向，總是會看到最正確的結論。

(四) 有時運氣也很重要，哥倫布要是不走東西向，而是走南北向，他可能永遠回不了葡萄牙，雖然他的理論是正確的，但是選擇走東西向是可以常識判斷的。

#### (五) 草擬研究大綱：

經過上述的醞釀後，條舉出所有可能進行探討的題目，每題考慮以下三點：

1. 要解決的問題是什麼？請用筆把問題寫下來，越簡短越好。
2. 用何種方法解決此一問題？
3. 預測可能遇到的困難。

#### (六) 確立研究題目：

1. 與學生檢討上述大綱，依時間或能力決定一題或數題。
2. 研究主題要明確，要有清楚的攻擊目標，切忌散漫無章，眼高手低。
3. 在搜尋資料時眼光要放寬廣，以便在科展報告的摘要部份，做一個完備而嚴謹的回顧，再由其中選出最重要且最合適的題目；但決定題目後，則集中力量在一個攻擊點。

### 四、生物科展第四堂課--一步一腳印：實驗日誌：

從一開始便要有良好的實驗記錄習慣，實驗日誌是研究者的生命記錄。

#### (一) 實驗記錄的座標表尺：時間！

1. 以日期作為實驗紀錄的編碼，如 102 年 3 月 14 日編碼為 1020314。所有記錄均得載入時間，並可作為記錄的名稱。
2. 設計製作「週記錄表」或「月記錄表」，可以鳥瞰實驗的整體，並作一清楚的綱要。

#### (二) 記錄方式：

1. 每一記錄單元獨立成篇，以日期命名；記錄內容分條列舉，以 (1)、(2)、(3) ... 編號標示，每一小條單獨敘述一個說明或觀察。
2. 記錄內容以『日記體』為主，詳細敘述每一細節，有結果則需製表或作圖；避免使用奇怪的代號，日後可能自己也忘掉代號的意義。

3. 若有膠片、照片、X-ray 底片、記錄紙、轉印紙、藥品標籤等，均需小心裝在透明袋，或黏貼在記錄本上，加以標示及說明，並在記錄中詳細描述。
4. 每頁均得標示頁碼，頁碼自始連貫至終，與下述記錄的分類命名無關。

**(三) 記錄的分類命名法：**

1. 依記錄內容，分為計劃(P) → 操作(E) → 結果(R) → 討論(D) 四類。可以 **P-E-R-D** 代號說明此記錄的性質，及各記錄單元之間的相互關係，方便追蹤，並可以清楚明白自己的實驗進度

並自我督(如圖 1)(PERD 參考資料 <http://juang.bst.ntu.edu.tw/M1230/A0.htm>

2. 拍照時，應當日把所照照片傳輸至電腦，並命名子資料夾名稱，記得在名稱後註明時間。例如 **黃花狸藻花苞 1010308**。
3. 在電腦內建立一個科展專區的資料夾，內容包含「說明書、海報檔、文獻報告及參考資料、照片檔、excel 檔、各種科展比賽專區、檢討部分以及一些與專家學者書信往來的資料」。

Telomerase structure analysis

**實驗紀錄系統 P-E-R-D**

<p><u>102 03 07 X</u> - P1-E1-R1-D1 P: PLAN 計畫 E: EXPERIMENT 實驗                  年 月 日 計畫代號 R: RESULT 結果 D: DISCUSSION 討論</p>		
日期	實驗記錄流程及記錄	備註
1020307 THU	第一次上生物選修課，老師介紹課程內容、各種比賽辦法、做比賽的態度。[1020307X-P1]	
1020314 THU	上網搜尋大致想研究探討的方向，尋找實驗室，寄 E-MAIL 聯絡實驗室教授，詢問是否可協助研究科展[1020314X-P1]	
1020318 MON	收到實驗室教授回信，同意提供器材實驗室進行研究，指派博士後研究員指導進行科展，與博士聯絡時間見面討論。[1020318X-P1]	
1020402 TUE	實際操作細胞培養的動作，博士解釋什麼是細胞存活率分析(MTT Assay)。[1020402X-P1-E1]	
1020409 TUE	再一次複習細胞培養動作，實際操作。學習怎麼數每一 $\mu\text{L}(\lambda)$ 裡面有多少細胞，該怎麼計算，博士示範。操作並將計算好的細胞其需要的數量種到 WEEL 裡面。[1020409X-P1-E1]	
1020410 WED	觀察前一天所種下的細胞生長的情形，實際操作利用 Hemocytometer 細胞計數器計算細胞量。[1020410X-P1-E1]	

- 註: a. 實驗之起點為計劃之擬定，如 [1020307X-P1]，執行此計劃則為[1020307X-P1-E1]，此實驗之結果整理為 [1020307X -P1-E1-R1]，對此結果之討論為 [1020307X-P1-E1-R1-D1]。但不一定要固守 P→E→R→D 次序，可省略任何一點。
- b. 若同一天有兩項實驗計劃，另寫為 [1020307A-P2]，其執行為 [1020307X-P2-E1]
- c. 若兩個不相關的計劃同時在進行著，可在日期後面以字母區分，如 [1010320SS-P1] 及[1020307 PP-P1]；每一計劃自成系統，亦可分開為兩本記錄簿。

圖 1 P-E-R-D system 的圖解樣本 (以胰臟癌的研究為例)

### 五、生物科展第五堂課--實驗計劃 [P]：針對一短程的實驗目標，進行紙上作業計劃，設計實驗流程

- (一) 收集所有已知的有關方法，研讀之後，選出一或二個最適當方法。
- (二) 整理出可行的實驗步驟，一步一步以流程條舉寫出，並註明實驗條件及細節；就像在寫小說情節一般，自我檢測看看是否順暢。正式操作前，要先在腦中演習一次流程。

- (三) 整理出所使用的藥品單，及其配製方法，可製成流程圖貼在筆記本上方便每次使用(如圖 2);並開始找藥品或購買。
- (四) 整理出所使用的主要儀器表，事先檢查或約定使用日期，不要臨時臨夜才發現不能使用儀器，打亂實驗行程；並事先學會使用方法。
- (五) 對可能出問題的步驟，事先與專家討論其要點，可以上網搜尋一些相關主題的專家，勇敢 email 給對方詢問問題，並預想解決方案。

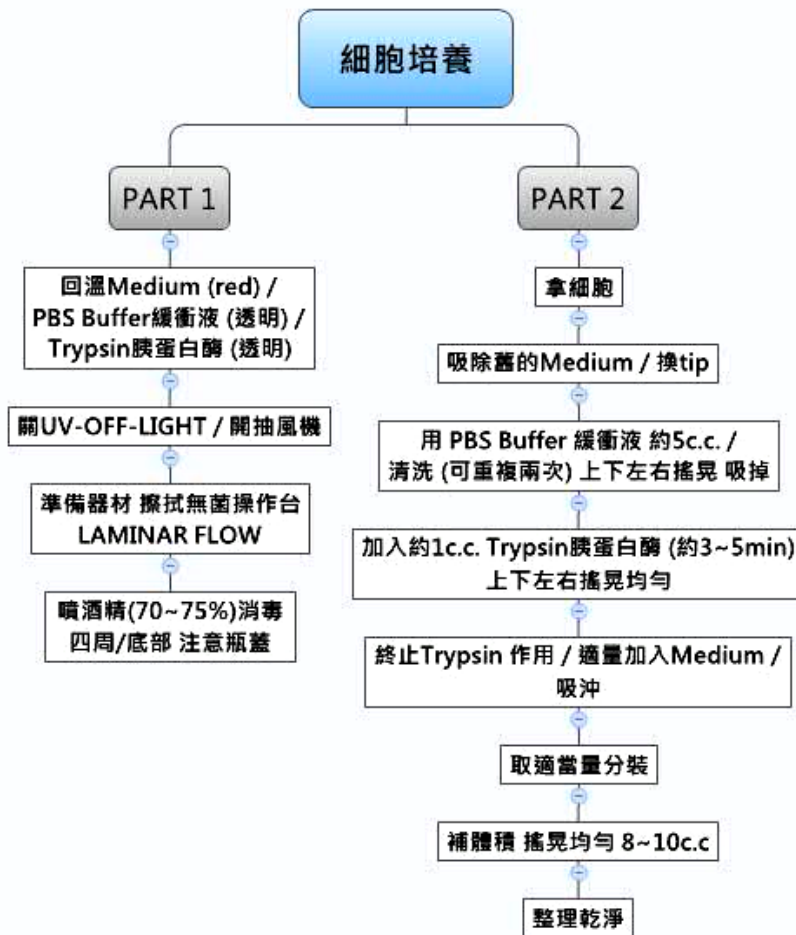


圖 2 實驗進行流程圖 (以胰臟癌細胞培養為例)

六、生物科展第六堂課－實驗操作 [E]：實驗成敗的關鍵時刻，也是發現的起點。

- (一) 依實驗計劃[P] 進行，記錄下所有進行過程的細節；要小心觀察所有細節，寧 可多記，勿漏記重要記錄。有點像福爾摩斯在觀察犯罪現場的記錄。
- (二) 可事先列表，或製作一執行流程，以便引導實驗進行。通常在正式的記錄本之外，可另設一本在實驗桌上使用的現場記錄簿(Benchman)。
- (三) 第一次試作失敗，檢討後若計劃不改，則進行第二次操作為 [P1-E2]。
- (四) 若檢討後改變計劃，則 [P1] 取消，重新寫計劃，另立一新日期。

七、生物科展第七堂課－ 實驗結果 [R]：不論成功或失敗，仔細察覺事實真相，均能獲益。

- (一) 就所得數據，一一整理出結果，不管成敗，都要製成完整形式的圖表(如圖 3)；數據若不整理成圖表，無法對它分析或思考。可把所有的圖表結果貼在書桌前，朝暮思考。
- (二) 對所得圖表進行觀察、討論，分條以文字描述所觀察及省思的結果。
- (三) 強迫自己對結果的圖表，作最大限度的想像，儘量擠出新的觀察結果。
- (四) 若結果不佳，也要慎重整理、檢討，失敗的實驗也算一個重要結果，勿隨手一丟了事；往往失敗的實驗會給我們一些靈感，甚至會改變實驗方向。

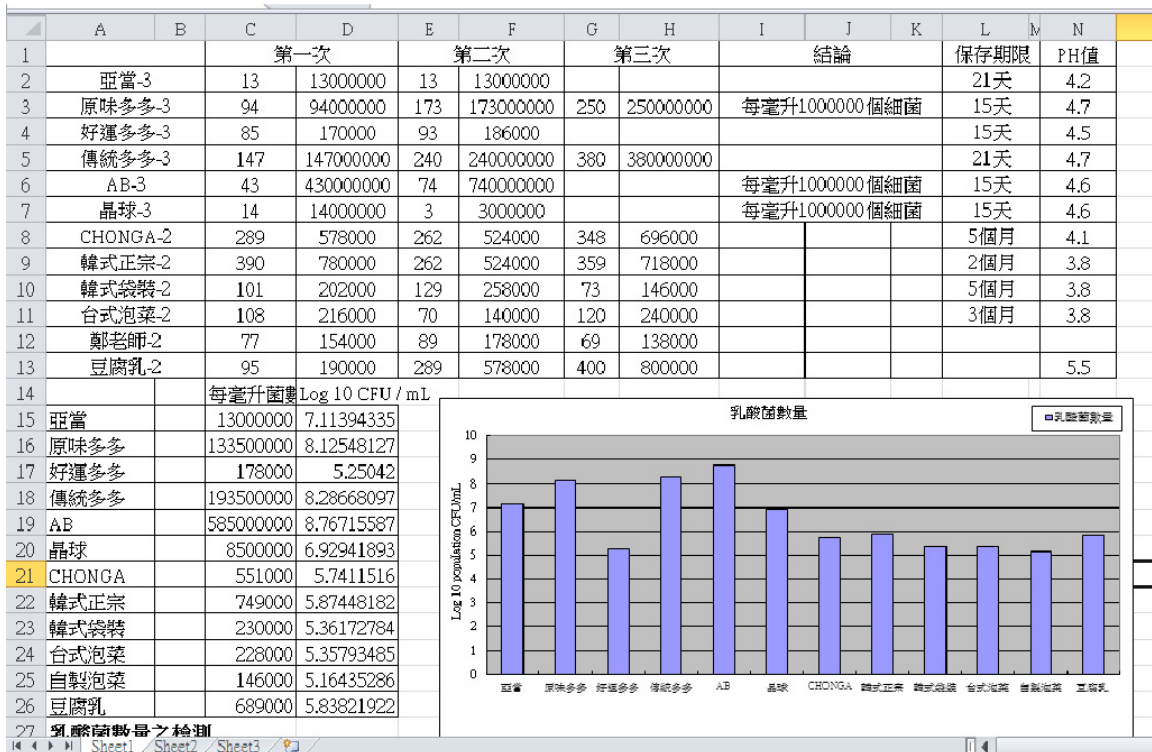


圖 3 實驗結果的省思，把它製成圖表，日夜反覆思考(以乳酸菌的檢測實驗為例)

## 八、生物科展第八堂課－實驗討論

[D]：由各種角度，檢討實驗的來龍去脈。

- (一) 對每一場的實驗結果進行討論，下個小結論，並說明其所衍生的問題或結果。
- (二) 由結果所衍生出的問題，提出可能之說明，並寫下解決方式。
- (三) 對失敗的實驗，提出改進及注意要點，捲土重來。
- (四) 實驗雖然看似成功，要思考各種可能造成相同結果的**假象**，以各種控制組來避免假象。可以設計**單盲實驗**(事先不知哪一組為控制組或對照組)，可以去除自己往偏好的結果方向觀察的缺點。
- (五) 不要忘記跳出實驗現場，以較寬廣的角度，再次檢討整個研究的大方向。

## 九、生物科展第九堂課－用心記錄與反思：

- (一) 以日記體的方式記錄，是一種自我對談及省思，往往可在以筆記錄的過程中，問題的答案自動浮上檯面；同學們大多懶於做這種記錄與省思，老師要多多鼓勵同學一步一腳印的紀錄法。
- (二) 積極的科展研究生活，學生每天可以一早來找指導老師討論昨日所記錄或所學，老師可以在同學筆記本上寫下建議，讓同學日日都有收穫。
- (三) 若一時無法對問題有所解答，過些時

候再重新細讀實驗記錄，可能會有新的心得。

- (四) 在 Lab meeting(專研課或選修課) 口頭報告；把重要結果整理成一頁 (**One-Page Show**) 來報告給修課的各組同學分享實驗心得，如此可以激勵同學彼此的交流與協助。
- (五) 當記錄數目累積相當多後，可在頁面邊緣貼標籤紙，建立實驗索引，方便查閱。

## 十、生物科展第十堂課－如何製作顯微相片：

在學校的實驗室，只要有顯微鏡、顯微鏡上架設的照相機以刻劃玻片，就可以做出還不錯的專業顯微相片(圖 4,5,6)。另外，有時會連續拍攝許多張圖片，記得要每一張都拍攝名稱以及刻畫玻片，日後在挑選相片時才能夠加上比例尺以及知道正確圖片名稱(圖 7)。

### 步驟一

先找到要拍攝的鏡頭、調整倍率以及焦距。



圖 4 黃花狸藻捕蟲囊捕食孑孓

### 步驟二

在同樣的倍率之下，拿下樣本，小心換上刻劃玻片，此時只能調整焦距至清晰的畫面，不可換倍率或調整相機鏡頭遠近。

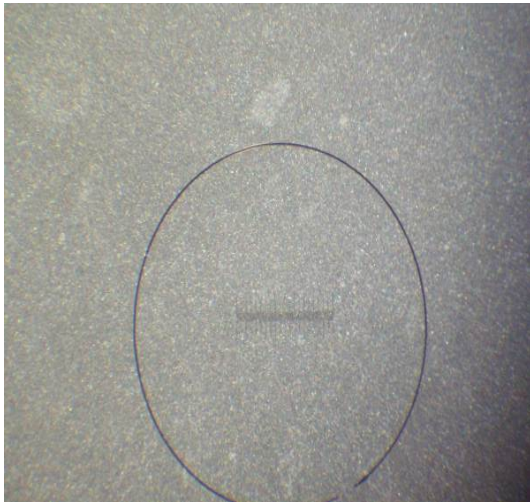


圖 5 刻畫玻片

### 步驟三

以 Photoshop 開啟樣本以及刻畫玻片檔案，以畫筆畫刻畫玻片的一半長度，再複製同一線段於樣本的圖上。刻畫玻片的全

長為 1.0 mm，一半的長度為 0.5 mm，共 100 小格，故每一格為 10 μm 視所需要的長度大小決定要的比例尺長度。



圖 6 黃花狸藻捕蟲囊捕食子加上比例尺

註：有些同學會質疑為何不直接用「倍率」顯示在顯微相片的說明部分，原因是有些時候會調整相機的拉進拉遠功能，所以倍率不是那麼的準確，因此用比例尺的方式更能更貼切的表達樣本的大小。(參考資料 1)

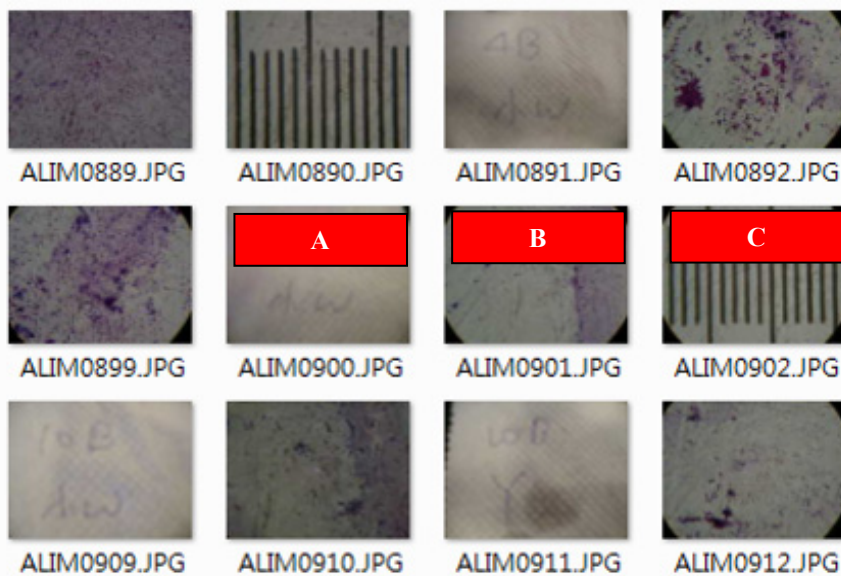


圖 7 在整理顯微照片檔時要記得在照片前或後拍刻畫玻片刻度以及照片名稱第一列照片中的 A 為刻畫玻片刻度；B 為照片名稱；C 為主要的實驗照片



## 十一、生物科展第十一堂課—Data 分析與統計：

如何分析實驗所得數據，對學生來講是個困難的課題，例如若要分析實驗組與對照組有無顯著差異，不能只看數據就直觀的說是否有差，那要如何說服別人數據的可信度呢？事實上，有很多的統計學方法可供使用參考，之前我們有做過「**使用抗菌肥皂洗手到底有沒有實際功效？**」以及「**不同飲水量對於  $\alpha$  澱粉酶活性的影響**」的科展研究，當時實驗組與對照組是用「**T-test**」進行分析比對 2 組的數值是否有顯著差異，但是前提是這 2 組的樣本數要大於或等於 15。若比較的樣本數不夠，可以使用「**Microsoft 中的 Excel 中的變方分析及 LSD**」，判斷數據是否有顯著差異。使用的顯著水準以  $\alpha = 0.05$  求出臨界值，利用變方分析統計出來的數值與前述所求出的臨界值來作比較。若超出臨界值，則代表該實驗與控制組有顯著差異。如果上面的分析還不夠清楚，可以參考「**用哪種統計分析方式好**」終極版(英文)，請到這個網頁參考：[http://www.ats.ucla.edu/stat/mult\\_pkg/whatstat/default.htm](http://www.ats.ucla.edu/stat/mult_pkg/whatstat/default.htm)

## 十二、生物科展第十二堂課--如何撰寫實驗報告

### (一) 撰寫實驗報告原則

1. 實驗報告是完全根據同學自己的實驗歷程撰寫的，因此除了小部份引用他人的文獻之外，都必須是實實在在的實驗結果與過程的記錄。

2. 報告長短與成績並不成正比，實在而有創見的一句話，比千百行空話要有價值。
3. 在整理實驗報告結果方面，膠片等影像結果可以用掃描或彩色影印附上。儘可能使用電腦文書處理及科學作圖軟體撰寫報告。

### (二) 實驗報告的結構

#### 1. 摘要：

在寫完報告之後，有了結果討論，把**實驗內容及簡單的結果**整理成約 150 ~ 200 字左右的精鍊文字描述，用自己的話說出來，不要抄襲論文。若需要引用他人文獻，請小心註明出處。

#### 2. 實驗的動機與目標

可以以一段文字敘述或者是條列式的方法呈現，若是中小學科展，要與課程相關的內容連結為佳。

#### 3. 材料和方法

請寫出自己的實驗步驟，完全記錄下你所操作的流程與條件，而非講義或論文上所載者。這部份最容易過度抄襲，若使用已知的報告或論文中的方法，請加註出處即可，不必要原文再抄一次，沒有任何意義。另外，為了讓讀者對報告有一個整體的了解，可以把全部的實驗過程整理成一個流程概念圖，分成幾個大的部分之後再細分成細項。

#### 4. 結果

- (1) 條理分明地寫出你的結果，照實陳述觀察所得結果。實驗數據要經過

整理後，才作成圖表以利判讀；不要將原始資料(raw data)原封抄錄或貼在報告。若重複嘗試過多次，請去蕪存菁，只寫出有意義的實驗結果，以免空佔篇幅；但切勿遺漏重要結果。

- (2) 若圖表太多，請去掉不重要者；若真的都很重要，請合併類似的圖表。
- (3) 圖表一定要精確製作，正確而易懂的圖表，最有助於研究結果的判讀。圖表都要加說明文字；好的圖表自己會說話，只要研讀單獨的圖表即可瞭解其實驗結果。

## 5. 討論

由結果所得到的觀察，進一步整合分析，說明由結果所透露出來的信息。若有與事實或已知不符的現象，請仔細討論或解釋之。通常都要引用已發表的論點來討論，並且引伸出可能的解釋模型；此一部份最需要發揮專業實力，要同學多多研讀報告並與老師討論，才能寫出一個合理的結果討論，以分項討論的方式為佳。

## 6. 參考資料：

報告中若有引用他人結果者，一定要列入參考文獻。編輯參考文獻要多下苦功，不可因為文獻不好查或不易打字而隨便交差。參考文獻的寫法相當複雜，不同比賽或期刊有不同格式，請選定一種寫法；推薦參考文獻採 **APA 第六版格式**。

## (三)文章寫法建議：

### 1. 先寫下大綱骨架：

不知如何開動寫作？先把骨架畫出來，安排好它們之間的先後順序，再填入文字。最基本的骨架是依上述之 **摘要** → **目的與動機** → **材料與方法** → **結果** → **討論** → **結論** → **未來展望** → **參考文獻** 流程，於每一大項下，把要寫的內容分點條列出來，再於各點填入說明文字；說明文字要有層次，寫法如下所述。

### 2. 文句合乎邏輯且具層次感：

文字敘述有層次感，相互連成一氣，且邏輯通順，是為上乘。例如：先整理出 a, b, c, d, x, y, z 等單點敘述，分析其內容之相關性，再以箭頭整理出幾個大類：(1) a → b → c → d (2) x → y → z 依此關聯性，分成上述之 (1) 及 (2) 兩點或數點，以文字連貫描述。

### 3. 文章多使用精練短句：

- (1) 冗長的文字令人無法閱讀，也會造成語意不清。兩個標點符號間，不要超過二十個中文字，最好保持在十個字左右。
- (2) 寫好的文句，要再三反覆推敲，看文字是否通順，是否能讓讀者輕易瞭解；若刪除文字後，不會影響文句的意義，則去除這些文字。
- (2) 避免不必要或輕浮的文字，勿使用過度口語化的文句。

### 4. 可先整理結果圖表：

- (1) 在寫正式的報告時，有一個比較容易入手的途徑。就是先把各個圖表整理出來，並且把它們的先後順序串連好，例如排好實驗(一)、(二)、(三)；圖一、圖二、圖三 ... 等次序。當作好圖、排好次序後，你心中已經有相當的定見，大概知道要如何強調論文主題。
- (2) 依據所擬的一系列圖表，寫出實驗結果並加註說明，緊接著依結果寫出討論。然後再回去寫**目的與動機**，而**材料與方法**可在任何時候撰寫，把**摘要**留在最後。
- (3) 在準備圖表的過程中，同時要把最近所有的相關期刊整理出來，並且至少要讀熟每一篇的摘要；除了準備作為參考文獻之外，也是你寫**討論**或**摘要**時的材料與論述根據。

#### 5. 編輯注意事項：

- (1) 英文大小寫要注意：中文文章內附有英文字詞時，不要隨意使用英文大寫字母。一個基本原則是，**假設這些英文字詞在英文文章中，應該大寫的才使用大寫**，否則維持小寫字母。英文的拼音一定要正確，換行時單字要依音節來分節；遇學名則要用**斜體字 (italic)**。
- (2) 英文空格要注意：夾雜中英文時，中英字詞之間要空半格；數字與其單位之間也要空半格（如 5 mL 而非 5mL），但溫度及百分比除外（如 37°C, 100%）；刮號之外側要空

半格，但刮號內側不空格；等號及加減號的前後各要空半格，例如  $_1+_2=_3$ ，不要打成  $1+2=3$ 。

- (3) 儘量使用中文名詞，但不要勉強翻譯專有名詞：以中文撰寫報告時，儘量使用中文名詞，但對一些尚無確定名稱的英文名詞則不要硬翻成中文，直接用英文名詞也可。一些方便而常用的縮寫（如 DNA, AIDS 等）直接用英文較好。
- (4) 小細節：
  - a. 版面平實比花俏而空洞要好，不要用太多花樣字體、花邊或背景，以免喧賓奪主。
  - b. 標題或重點可用較大的字或**黑體字**突顯，但不要用海報體等標題字型在主文中。
  - c. 報告要編頁碼，通常封面及目錄不編入正式頁碼，而以小寫羅馬數字(i, ii ...)編碼。

### 十三、生物科展第十三堂課——海報製作及口說訓練

(一) 海報是報告的濃縮版，若是縣/市科展、全國科展及國際科展，都有左、中、右三面。和做報告一樣，先把所有的項目都列出來，綱舉目張，在每一年的全國或國際科展都有許多製作版面精美的海報可供參考，主要以版面簡潔、突顯作品特色為首要。並且，文字要精簡扼要，海報可以做為作者解說作品時的提示稿。

(二)一般口頭報告的時間約為 8 分鐘左右，依照學生自己製作的海報講解。同學自我訓練時可以帶碼錶量時間，先寫下口說稿大綱再練習。可以先設定各個部分所需要的時間，摘要、目的與動機、實驗總流程可以合併一起講解，用自己的話語貫穿起來會較好。再來實驗的方法與結果也可以合在一起，接著講實驗的發現與討論，最後以簡潔的話語做個總結，勿忘要檢討反思自己實驗不足或不夠嚴謹的部分。其實口說的部份，我認為最重要的是表現研究者的**專業態度與實驗熱情**，沒有一定要如何講解才是王道的說法。如果教授對此件作品很感興趣，就會問多一些問題，比如說一些實驗方法的細節，來確認這件作品是否出於**學生之手**，還是背後有高人幫忙。一般而言，教授不太欣賞年紀很小的中小學生做很多高深生化分生的實驗，看起來很像學術性的論文的作品也是在中小學科展較不受歡迎的，

科展心得

經過這次科展的「淬鍊」，我學會也經歷了不少事。首先是實驗操作，很多儀器是我生平第一次接觸，原本只會在課本上出現的儀器名稱，現在竟然在我手中操作，真的很新奇。尤其是培養皿，皿中裝載的營養物質，凝固後，非常像平時解食袋用的果凍，令人想嚐一口！而畫菌也是一門藝術，要如何畫出一幅讓菌落平均分佈的作品，並不容易，力道輕或重，線條密或疏。每一個小細節都影響著實驗結果和數據。再來，憑老師的指導與實驗精神，讓我們學會了**耐心、毅力和細心**，不是每一個步驟都可**一步完成**，需要經過審慎的事前評估與考量，和**事後修改、檢討**，若不如此，數據是不會精準的！很多時候我們一整天下來，只是為了確認某一個實驗組的因素是可行的。最後，很謝謝老師和同學的協助，讓我有這個機會參與科展，這次的經驗我受益良多。

2013. 4. 26

除非那一年的件數較少，沒有比較成熟或有較創意的研究。

(三)另外，我認為**作品的原創性**是非常重要的，若能再加上能夠解決一些日常生活中的惱人問題就更上一層樓了。比如說先前有同學以**簡單又省錢**的方法(在水裡放一元銅幣)**解決**夏季惱人的**蚊子問題**，以及從**麵包蟲**中發現**分解保麗龍的細菌**等，都是富有創意又有實際生活應用特色的作品。老師或學生若有興趣可以多多在全國科展獲國際科展展覽期間拍攝一些優良的海報做為參考，每年收集一些些，多年下來會有不同的想法、熟悉科學的脈動以及自我成長等優點，好處多多。

#### 十四、生物科展第十四堂課--學生的回饋

以下是學生在科展訓練結束後的一些心得感想，給我很多的啟發，也讓我有更多的想法與努力的動力。

科展心得

歷點一年多的時間完成我們的科展作品和科考月刊的投稿，過程中我不僅學會了很多的實驗技術和製作技巧，更培養很多帶得走的多元能力。這樣的點經歷也成了我未來四年大學生涯的寶貴點經驗，也為我奠定了基礎的原理和概念。除了從實驗中學到的學術知識，精神層面也讓我變得更堅毅。過程中難免有很多的不利、很多的阻礙和遇到重重的困難，但是也要時常提醒自己“保持樂觀，永不放棄，全力以赴，沒有成功是不付出代價的，相信只要我們有決心，足夠堅定，沒有克服不了的。”當然也要感謝一路協助我們，不辭辛勞的馬老師，我們共同努力達成了不可能的任務。

我是十二年愛班李孟絨，回想起剛開始高中生活的我，什麼都不大清楚，唯有對進行研究把持著很強烈的熱忱，也因此在一到高二這段期間參加了眾多的科學競賽，首先是「科學小創意、永續大未來」，再來是「北市科展」，接著是「We can 創意影音競賽」，因為初學還摸不著頭緒，因此以上三個並沒有什麼佳績。而高二時我參加了一個名為「昆山科技·綠化競賽」的科展，拿下了佳作，當時也了解到原來做科展和他人分享自己研究的成果，是如此的有充實感。最後，在我高中時期最後一次的成果發表便是「校內科展」。雖然說是校內的競賽，但卻是利用最多時間來準備的一個科展，畢竟之前的比賽都有組員而這次卻是一個人一組，相對來說工作量也倍增。最後我以特優的佳績，結束了高中期間漫長的科展之旅。在這段期間，非常感謝馬老師的支持以及鼓勵，校內科展中我學到了比特優更為有價值的東西。我了解到了要認真的完成一份能夠公開的報告，背後要付出多少努力也了解到了努力過後的成功，是這世上最甜美的碩果。

## 參、科展心得分享與省思

### 一、優秀是教出來的

我想每個帶科展的老師在帶每一屆科展時都有不同的感受，主要是和「人」有密切的關係，而非是哪一件「作品」，或最後有無得「獎」。既然是帶人，最重要的就

是要帶他/她的「心」。如果老師很關切他們的進度，有無困難，是否需要老師的專業協助或是請求其他的專業人士幫忙，甚至是每日的進度報告指導，這股莫名的力量，是幫助他們繼續前進的最大推手。研究的路途上我們是一盞明燈，讓學生有靠

山而不迷途。但是這並不意味著是老師要介入幫忙做，所謂「**認知學徒制**」，是由「**學生主導**」方向的一種學習方式，我們只是幫助他們學習的人。如果學生擺爛，那意味著他們沒有興趣，老師也不應該一肩扛起收拾科展殘局的責任，並不是每一個研究都有良好的結果，或是一定會得到評審的青睞，但是我認為，良好的學習及研究態度是我們應該教導孩子們學會的。

## 二、常遇到的棘手問題

有時在一個科展的團體中會起一些小爭執，彼此之間計較誰做的多或少，勞役不均等，這時老師就要負起協調的責任，讓每個人都在合適的位置上發展所長。而比較棘手的問題是如果有學生反應，家長抱怨學生花太多的時間在做科展，課業退步等疑慮，這時就是要與學生和家長溝通。前幾年在做黃花狸藻的研究時，我們當時組員有四個，在直升班就開始做實驗，之中也換過題目。一直到高一下，有一位同學轉文組。有一天，她眼中泛著淚光來找我，說她無法再繼續和大家一起做研究，因為課業嚴重跟不上，而且對文組的來說，科展在升學方面的效應並不大。我當時是有些難過，但是並不強求她留下來，只是告訴她“既然已經花了一年半的時間，只剩下 3 個月就要比賽，再撐一下就過去了。不然，如果屆時看著同學們都一起上場比科展，唯讀你缺席，也許他們最後有得獎，頒獎台上沒有你，你會有遺憾嗎？在往後幾年回首這件事，會

後悔嗎？”後來，她考慮了幾天，決定留下來和伙伴一起打拼，課業業也要利用零碎時間努力。最後的結果是，這一組“**水中的吸塵器－黃花狸藻**”獲得了北市科展特優以及全國佳作。在畢業之後，學生有寫卡片給我，真誠的話語深深感動了我，胸口突然有一股暖流通過，她感謝我當時有鼓勵她繼續努力，也許當時不懂事，因為我訓練嚴格而想逃避，但是這一切在多年後都成為了深刻的回憶。

## 三、感恩

我想，科展之路，因為有「**師父－徒弟的緊密聯繫**」而不寂寞，也是這種熱血，讓我在多次挫折中一直堅持要協助需要我的學生吧！作品最後有無得獎並不重要，重要的是，我在這科學教育的過程中有做好我應該盡的責任，一屆又一屆，為了科學的發展而努力，希望和我有志一同的老師們為台灣的教育繼續一起加油！

## 肆、參考文獻及資料

- 馬瑪宣（2012）帶著釣竿的食蟲植物—新山夢湖的黃花狸藻。科學月刊第四十三卷第七期。
- 馬瑪宣、蘇淑菁、游凱迪、王筱筑、魏思齊（2012）發酵食品中耐酸、耐膽鹽及耐鹽乳酸菌之篩選。科學教育月刊 350 期。
- 馬瑪宣、游凱迪、池承恩、朱晏康（2011）抗菌肥皂的抗菌效果評估。科學教育月刊 336 期。
- What statistical analysis should I use? [http://www.ats.ucla.edu/stat/mult\\_pkg/whatstat/default.htm](http://www.ats.ucla.edu/stat/mult_pkg/whatstat/default.htm)
- PERD 參考資料 <http://juang.bst.ntu.edu.tw/M1230/A0.htm>