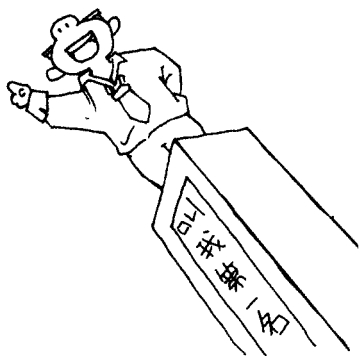


給有意從事科展的青年學子一 如何完成一件優秀的科展作品

黃嘉郁

臺北市立新興國中

這些年來，「科展」似乎成爲師生之間的熱門話題。追本溯源，因爲科展的參加、得名，對同學的生涯規劃有幫助，無怪乎各校師生，都汲汲投身於科展，雖「數載研究無人問」，只求「一朝獲獎眾人知」了。



本文從個人幾年來指導中學生的一些經驗出發，將「科展」這個事情的進行方式說個仔細，期盼讓大家對科展有個概括的認識，目的除協助有意從事科展的師生能夠踏出歷史的第一步外，也是希望幫助同學在科展會場上，有著傑出的表現，以完成參與科展研究的自我期望。

什麼是科展？

所謂科展，其實是「科學展覽會」的簡稱。基本上就是有一堆學生，將他們一年（或多年）內對於種種大自然或科學現象進行研究後，將所得結果在一個共同場合發表、展覽。爲鼓勵同學多多進行研究，也希望藉此爲國家發現優秀人才，因此科展設立獎勵制度。

但因科展獲獎與否，對於升學有正面幫助，故歷來有許多同學捨本逐末，不僅以大量作品投入，甚至找人捉刀。表面上他們獲得了獎項，但也相對地抹煞掉自己科學研究潛能，相當可惜。



參加科展的好處，除了有獲得獎項的機會以外，個人覺得在參加科展的過程，你可以學到很多的東西，包括可以把課本之中片段段的之事給整合運用起來、學習與其他同學分工合作，完成一項研究，甚至在比賽進行當中，你會認識到許多志同道合的新朋友（雖然在比賽現場，可以視之爲「可敬的敵人」）。林良不是說嗎：朋友就像是一本書一樣。相信這一些「新書」，不僅對於你現階段的近程目標—考取理想學校有幫助，甚至日後到大學、研究所，這些朋友可能在最意想不到的時候，給你最適當的幫助也說不定呢！

因此在介紹如何進行科展之前，先強調一個觀念：參加科展，應該是出自本身對科學研究的興趣，若僅爲得獎而參加科展，你

所失去的，不是獲獎所能彌補的。

以下就開始介紹如何完成一件優秀的科展作品吧！



如何找到好題目？

題目是科展進行的靈魂。在開始研究前，要先知道你想研究的是什麼。因為沒有題目，就像是在知識大海駛著一艘沒有舵的船，一不小心可能就失去了自我。因此決定「題目」這個「標竿」，將有助於「忘記背後，努力面前，向著標竿往前跑」。

找題目既然這樣重要，同學或許會想：身為一個小小的中學生，如何去跨出這第一步？老師在這建議：

老師在這建議：

1. 從生活周遭的現象進行觀察：許多科學上的發明或發現，乃是人類在觀察常見現象後，因為好奇，所以夙夜匪懈地進行研究，而恍然大悟的。例如自古至今，被蘋果 k 到的人不計其數，但是當這顆蘋果 k 到在躲瘟疫的牛頓時，這一 k 意義就不同了；在他仔細研究下，偉大的萬有引力被發明出來。故找尋科展題目，「眼熟能詳」的現象是我們可以下手的第一現場。
2. 從當年度的特殊事件著手：發生在一瞬間

的科學事件，其影響可能是永恆的，針對特殊議題仔細研究，仍可發現對科學有貢獻的事物。例如要是當年伏打沒有注意到賈法尼所發表，那篇關於「掛在架上的青蛙腿，會無故自動抽搐」的怪異現象報導，那他對於電學的貢獻，就必須晚了許久。因此從當年度的特殊著手進行研究，也是一個相當不錯的起步。

3. 改進（推翻）前人研究的結果：自然科學的研究的本質，就是在改進前人實驗與推翻前人研究的過程中，求取發現與進步。若你能針對前人的研究進行深入探討，甚至將之推翻，不僅對於相關學科領域頗具貢獻，也可讓自己名留科展的金榜。
4. 從教科書（課本）去延伸：同學也許會認為，身為卑微的中學生，對於相關學科知識學得又不夠透徹，不僅雙眼未開，所有的自然現象都看不清楚，也不敢巴望推翻前人的研究結果，那怎樣去找個題目呢？事實上，從你手邊有的「科學操作手冊」一教科書一裡面去找線索，說不定會有些新鮮事情發生呢！

以上四點僅是原則。要提醒大家的是：找題目時，不要好高騖遠，必須考量到時間及資源。一個優秀的題目，應是可讓你在課程之餘，運用身邊的器材、資訊等去完成。當然尋找題目的過程，除和相關領域老師談談外，應多利用學校的圖書館資源，甚至是網際網路，不要閉門造車。為何要找尋這樣的資訊呢？事實上從事科展，最怕的是自己想要做的點子，已經被他人先做過了。若透過資料的搜尋，不僅可避免事倍功半，且

可激發完成實驗的新點子。



研究內容的規劃

研究題目僅是方向的規劃；定好方向後，便是規劃如何將這研究的大船，駛向知識的彼岸了。

要提醒大家的是：題目僅是個大方向，這個大方向裡面包括的問題可能是一籬筐。在時間與資源有限的前提下，勢必無法針對所有問題進行仔細的盤查，因此切勿被這一籬筐的問題給迷惑了。在研究進行過程，你應該好好掌握自己的大方向，就像希臘神話中的雅典勇士—鐵修斯（**Theseus**）—一樣：鐵修斯在克里特島的迷宮（如在知識迷宮般）行走，為的是殺死食人的人頭牛身獸（**Minotaur**）（想要解決的研究主題），但他在行走過程，仍不忘阿麗亞德妮（**Ariadne**）交給他的線團（研究方向），最後終能在殺死怪獸後，順利走出迷宮（完成研究）。

因此定好題目之後，您應先設想一下題目所包括的可能內容，甚至跟學校老師討論看看，規劃研究工作如何開始進行，以免被研究過程的雜訊給迷惑了。同學們不應太過貪心，集中力量解決一到兩個問題，如此才能把該問題解決得更加透徹，讓研究結果更加深入。

資源與時程的規劃

在研究方向大致底定後，便開始尋求實驗資源、規劃研究進度了。

資源意指實驗過程所需的各項器材、藥品等有形資源，及屆時支援實驗進行的無形資源。有形資源方面，在研究內容所擬定研究步驟、所需的各項材料等，最好能使用學校現有的器材來操作，萬不得已需要用到比較特殊的設備，也應向鄰近公私立大學洽詢，不要浪費有限資源投資在僅會使用一、兩次的儀器設備上。無形資源方面，應考量可否在校內（或校外）找到相關領域的老師、教授協助你的研究。

時間規劃方面，同學應該仔細規劃在多少時間內應該完成多少實驗進度。通常所規劃的每一個實驗，應該預留充分的時間，因每次實驗過程，可能會發生研究設計上的錯誤等不在預期中的因素，這些都會導致實驗進度的延宕，所以預留充分的時間，等於是為自己的實驗進行找到可以轉圜的時間，這對實驗的完整性，將有莫大的助益。

當然除了保留時間來重新設計實驗之外，也要保留時間以證明實驗的「再現性」；此外具潛在危險性的實驗，須保留徵得相關單位同意實驗進行的時間。另外要保留撰寫實驗報告、製作科展海報的時間。

既然資源與時間的規劃是如此重要，您可以在進行實驗之前，表列出一張清單，針對您所能獲得（或所需）的資源、您的實驗進行時間等進行規劃。資源方面，應表列所需的器材、所能尋求到的協助等方向；時間規劃方面，您可以使用月曆來進行實驗時程

的規劃。如此整齊齊的列出，不僅方便自己的查詢，事到臨頭也不會慌了手腳了。



研究工作的進行

在研究過程，您得仔細考量每個可能影響您實驗結果的因子。影響實驗結果的諸多因子裡，您得學會去控制與操縱這些因子。基本上，每個實驗都應要有對照組；實驗組與對照組之間，應該只有一個因子是彼此差異的，否則您將不知就竟那個因子讓您的實驗有了重大的突破了。

除了學會去控制與操縱變因以外，您應為自己準備一本專門記錄科展實驗的紀錄本。畢竟人腦有限，在實驗過程，或許您能記憶猶新，可是等到整個實驗做完，您可能早已忘記第一個實驗到底做了什麼。因此在實驗操縱過程，您以這本記錄本，記錄在實驗過程究竟做了啥事，包括實驗裝置的種類與安裝、實驗的詳細操作步驟、實驗之後所觀測到的現象、實驗之後所得到的數據等，甚至您可以輔以影音資料，以錄像、錄音的方式，紀錄實驗結果，這不僅是實驗過程的記錄，甚至日後需要回想當初如何進行實驗，才有書面資料可供查詢。



實驗結果的處理

實驗完成後，須檢核實驗結果是否與預期相符。若實驗結果與預期內容不符，就應拿出實驗記錄，重新檢視實驗步驟是否出現瑕疵、遺漏，或是有部分結果漏了觀察。實驗記錄做得越詳細，這時候的幫助就越大了。因在設計實驗時，已考量所有的可能因子，則實驗結果應該是八九不離十才是，故回首檢查研究過程，第一步應是從實驗是否漏了什麼東西開始。

萬一實驗過程沒有遺漏、瑕疵，接下來就是看看是否有哪些變數被忽略了。在找出這些被忽略的因子後，重新進行實驗，看看的實驗結果與您的實驗預期是否相互符合。

另外一種狀況是：已經考慮到所有的變因，但實驗結果與預期仍不符合，此時，您應從您的實驗解釋進行著手，看看對於實驗結果的解釋，是否完整；竭盡可能的搜尋相關資料、文獻，用以解釋、佐證自己的研究結果，將可以有效說服人：您的研究真的是有效的。

總的來講，若實驗結果與預期不相符合，您應該從頭到尾地尋找，是否係理論設計階段就有偏誤，抑或實驗過程出了差錯，甚至是實驗結果不夠完備。這些都是對你實驗結果重新檢核的重點。萬一真的很不幸，

在經過 n 次、使用 n 種方法檢核後，發現實驗假設真的與實驗結果無法符合，那也不要太失望。萬萬不可因為實驗結果與預期不符，便大筆一揮，更改起研究結果，這不僅不合研究倫理，且說不定把一個重大的發現給湮滅掉了呢！

俟實驗預期與實驗結果相符合，或者是您重新將您整個假設推翻、重新進行實驗而符合假設後，緊接下來，便是研究結果的呈現了。如何呈現出您的實驗結果呢？俗諺說：「一張圖可以告訴我們所有的事情」，因此，您不該將原始實驗的數據整個放到實驗報告之中；最好的方法，便是將統計、分析後的結果，以圖、表來告訴別人：您的實驗結果，真的有明顯的差異存在。



實驗結論的提出

在經過實驗方向擬定、實驗設計、實驗操作、結果討論後，最後便是針對研究結果下個簡潔有力的結論了。

在撰寫實驗結論的過程，您需告訴實驗報告閱讀者：究竟實驗結果支持了哪些假設、實驗究竟獲得了什麼東西等，實際可由數據看出的部分。切勿做出研究數據外的推論，因為研究結論僅用於呈現結果，無法用於過度延伸。任何高見與想法，請放到研究

討論的地方吧！

作品說明書的撰寫與比賽看板的製作

書面報告撰寫應屬將您研究結果完整呈現出來的收尾步驟。就像我們在學校上進行實驗課程後，需撰寫實驗報告一樣，一份完整的科展作品說明書，便是將您研究過程自頭至尾，完整地寫下來。

- 1.摘要 (Abstract): 將整個研究的主要精神，以簡短三百至五百字來加以表達。
- 2.研究動機 (Motivation): 將進行此一研究的動機寫下。不必過長，一、二段即可。
- 3.研究設備與器材 (Material): 將實驗過程所使用到的主要設備、器材清單，一一列出。
- 4.研究過程與方法 (Procedure & Method): 將進行本項研究的整個操作過程，鉅細靡遺地寫下。
- 5.研究結果與討論 (Results & Discussion): 將研究結果以圖表方式列出，並且針對研究假設、各項參考資料等，進行實驗結果的探討。研究結果與討論可分開撰寫。
- 6.結論與建議 (Conclusion & Suggestion): 針對實驗結果，提出主要結論。若對後續實驗或相關單位等有任何建議，可另外獨立寫出。
- 7.謝詞 (Acknowledgement): 若在實驗過程曾接受其他單位的協助，則在此作簡單的致謝。
- 8.參考文獻 (Reference): 將所使用到的各項中英文參考資料，清楚地條列在此。
- 9.附錄 (Appendix): 可附上覺得需要附給評審參考的資訊。

基本上，審查教授會藉著您作品說明書的書面說明，來徹底瞭解您的作品，因此作品說明書真是佔有舉足輕重的地位，故撰寫時，應注意：

1. 須符合論文寫作的架構與基本格式。
2. 用句遣詞應力求文句通順，讀來淺顯易懂。
3. 善用圖表表達研究結果，輔以文字進行說明。
4. 討論內容須豐富，不應無病呻吟。
5. 分析應符合邏輯性，所下結論應完整。
6. 參考文獻內容應求權威、正確。

另外，看板製作也是科展十分重要的一環。誠如前述，科學展覽乃是將研究結果公開展示，在這展示的過程中，看板可說是科展的門面，若布置良好，不僅可以吸引他人目光，且在比賽現場評審的過程中，能吸引評審的青睞，進而願意多花時間與您討論作品，進而增添加分效果。因此看板製作除一般美工外，要注意：

1. 盡量凸顯自己研究的主題。
2. 讓你看板的內容整齊美觀。
3. 看板的字體適中便於閱讀。

另外，美工但並非是必要條件，因此切勿做出過份渲染的美工，而奪走了研究結果

的風采！



結語

科展研究是屬於一個連續性的過程。除重視研究過程的真實性外，學生與老師應不斷地改進、創造，讓自己的作品更臻完美。據統計，科展作品的製作時間，多長達半年以上，而指導老師與學生的討論指導時間，平均為每週五小時，顯示科展進行是件繁重的工作，這更需同學們耐心、時間、體力的投注，學校與家長的支持，師生之間創造力的激發。

當然一件作品是否能夠得獎，主要乃取決於評審大人的青睞。但是最重要的因素，應是同學對於這件作品的投入。倘若您能夠以科學研究的精神，依循科學方法，循序漸進的研究，不抄襲、不仿冒、不請人捉刀，我想科展得獎應是件唾手可得的事情了！