

# 對科學展覽應有的認識 及如何使展覽作品成功

張秋男

國立臺灣師範大學物理系

全國中、小學科學展覽到目前已經舉辦了廿一屆。而從第廿一屆開始，改在地方上舉行，不像前廿屆都在台北市內的國立科學教育館舉行。這一轉變，意味着舉辦全國科展的科學教育館以及關心科學教育的學者專家們，對中、小學科學展覽將繼續予以重視以及推展其功能。

其他國家，尤其是工業先進國家，對科學展覽均十分重視。主要的是要借科學展覽的活動來鼓勵及推動大家做「活」的學問。科學是一個着重於「實證」的學門，自然科學的實證是指觀察及測量，其活動是動態的，從問題的發生到問題的解決，除「動腦筋」之外，還要「動手」，及「動口」，講求自我的思考，也講求與他人的切磋。

做「活」的學問是要從小給予訓練的。其意義是要從其既有的學識出發，提出問題，自行解決問題，在這一系列的過程裡，不只訓練了他的科學精神、科學態度及科學方法，也因此而累積了更多實用的知識。現有的，對自然科學的瞭解，都是在這樣的程序裡，累積起來的。

那麼現在要問：做「活」的學問為什麼非要經過科展活動不可？這就涉及到科展的意義及鼓勵參與科展的原因了，我想先將這兩點說明清楚，最後再來讀怎麼才能做好一件成功的科展作品。

## 一、科學展覽的意義

### 1. 參與自由度較大的科學活動

平時學生只能從學校的教學過程一包括知識的傳授、習題的習作以及實驗教學等領略到一些科學家從事科學研究活動的大概，在科展的活動過程中，學生能像一個科學家一樣看到問題的所在，參考已有的資料，提出討論，設計解決問題的計劃，再着手將問題解決。有時候，舊問題解決了，新問題又產生了；有時候，問題尚未解決，却帶來了新的困難，此時必要投入更多的時間、人力，展開討論，才能逐一解決。這些「動腦」、「動手」、及「動口」的過程，實際做了，體會才能深刻，而將來在問題發生時，自然而然，就會本着科學的方法去追根究底了。

國人以前被胡適先生比喻為「差不多」先生，原因是大家在科學研究的訓練少，而做起事來，難免馬虎。從事科學研究，不只講求現象，也講求數量，也就是講求證據的確鑿。現象對了，數量不符，問題仍然存在。例如在近代物理學中，波爾的原子模型可以解釋基本的原子光譜線的來源及其能量的大小等問題，但對每一光譜線的強度却無法加以解釋，故必要有更精確的理論來解說它。這是講求現象與數量的一個例子，也是講求實證的例子，即任何一種理論所得結果必要

與實驗測得的量相符，才能為人所接受。另外亦指出，只能解釋部份現象或數量的理論並非完整的理論。波爾的原子模型只能解釋原子光譜線的來源及其能量的大小而不能說明其強度，顯然是有缺失的。故科展活動可給予參與者一整系列的訓練，養成參與者對數量的重視，對證據的重視。

在從事科學研究活動時，難免要去翻閱資料等，無形中推動自己的求知慾望，求取更多、更豐富的學識。這一點就科展的意義來說是非常重要的，亦讓參與者真正感覺到「學海無邊」，但却是「大有可為」，學識的「活」化，便更能深印在參與者的腦海裡，而不應只做鑽求課本知識的「書蟲」了。

另外，科學活動是一種群體的活動。每個人的精力、思維都是有限度的，故自己的科學成品必要拿出來讓大家知曉，一方面使別人在科學的研究中可以以你的經驗及成果做基礎而更上層樓，或借着你作品裡頭的觀念來啟發解決問題之道；一方面別人可提出批評，使共同要解決的問題，在解決方向上更正確。故科學研究成品的展示、公布是科學研究活動中不可缺的一環。對中、小學生而言，若欲着重於科學研究活動的參與及訓練，則科學展覽是一種經濟而效益大的活動。這裡展覽的效益與科學研究者的論文發表有相類似的效果，它擔任着知識的傳達及知識的評論兩大任務。

## 2. 達成學生的成就感

在科展中，學生將成品展示出來了，在參觀者的尋問下做說明，接受考驗，得來羨慕的眼光，這種成就感在求學做事過程中是一劑強心劑，使他對科學研究更具信心，更有興趣，而往後能踏着穩健的腳步積極向前，對其個人、社會及國家均有相當的助益。

正如上文中提到的，人是具群體性的，每一個人的性向及努力的方向均會受到群體的影響，

群體來的鼓勵力量是真真切切的，不含任何的虛假。「社會力量」是無情又公正的，社會對你成就的認可比什麼推動力量都大，可以使人愉快的、努力的繼續奮鬥。我們處今日提倡科學的時代裡，科學展覽在這方面給予中、小學的參與者的鼓勵是立竿見影的。

## 3. 教學相長的效益

學生在做科學展覽的過程中，從問題的提出到問題的解決，中間碰到了困難時，尋求幫助的對象，最直接的是教師。這樣可使師、生間的交談展開，教師在這種場合中，無形中將教師本身的知識，對科學研究的態度、方法及精神，傳到學生的腦子裡，這種「身教」式的影響之深刻，真可謂無以附加。平時千百句的叮嚀、訓誡，千百遍的說明，不如這種交談及接觸。學生與教師的相處、學習，科展活動提供了一個最直接而有效的機會。

在科展活動中，學生是實際的工作者，其所提出的問題，往往有着學生的寶貴工作經驗在裡頭，可使指導教師獲益，這在單向的教師教、學生學的過程裡，是不容易有的「教學相長」。

## 4. 對社會的啟發教育

任何一種展覽，其參觀者一定包括廣大的社會大眾。中、小學科展也不例外，除了各校師生可相互觀摩、批評及指教之外，社會人士亦是參與的一份子。這可使得學校或教育當局推動科學教育的努力，影響到社會大眾，使他們也感染到科學的重要，甚而使他們發生興趣，從而自己研究起來。另外，展覽中的成品中有不少是基本的、知識性的，與日常生活相關的，在好奇與實用的趨使下，社會大眾亦可獲致不少的研究方法及科學知識，不能不說科展對社會大眾具有科學教育的意義。

## 二、為什麼要鼓勵參加科展

在科展的意義裡，我們提到科展所帶來對個人、社會及國家的益處，尤其從教育立場上看，處今日升學競爭之環境下，更顯出其重要性，故鼓勵參與科展是理所當然的事。但為了更具體化起見，我再分類加以說明如下。

### 1. 可促進社會進步及因應未來生存需要

在科展活動中，我們可訓練及培養學生「動腦」、「動手」及「動口」的習慣及能力，使我國未來主人翁做起事來勤奮而有科學的方法，去掉一千多年來士大夫的觀念及其迂腐氣質，在往後的國際社會中爭生存。

現在科技的發展一日千里，在已開發國家中，講究的是科學化的管理、科學化的制度，以及科學的技術等等，我們希望借由科學展覽來培植新生代的國民，使得我國的管理、制度、技術等都能迎頭趕上而科學化。科學化或現在政府正努力從事的工業提昇絕非說說或喊喊口號就可以達成的。我以為，中、小學生是將來社會的中堅分子，乘早給予培養，則科學化或工業提昇將是水到渠成的事，否則科技落於人後，而淪為勞力的輸出者，這絕非危言聳聽！故說鼓勵參與科展，可以促進社會進步及因應未來的生存競爭。

### 2. 可使科學人才的質與量提高

我國科學的發展在近百年來所以一直落於人後，究其原因，大概是我國民——尤其是領導階層的知識分子，一向是動口不動手，缺乏「行」的方法及精神，難怪有識之士如王陽明先生、孫中山先生以及先總統 蔣公等都不斷的往這節骨眼上疾呼！

科學展覽提供了機會，讓我國未來的中堅分子，配合着現有中堅分子的實力，養成「求知」、「從事」的正確態度及方法，對科學工作有興趣及信心，應可使我國科學人才在質與量方面不斷的提高。

### 3. 是一種有效的教育方式

現在科教界裡，對教材、教法往往有不同的論點，有的主張以系統的知識為重，有的主張以求知的方法為重等等，見仁見智。但以目前我國的教育環境來說，最重要的角色應是教師，亦即你該怎麼教。不管是系統性的知識也好，求知的方法也好，若教之不得法，所得效果往往一樣：學生的知識沒有增多，方法亦未深切體認。而科展，在目前環境下，正是在教學過程中，補教材、教法不足的所在，是一種「活」的教育方式——有工作計劃，有知識的探索及累積，有儀器的設計及運用等等，還可因材施教，使學生從事科學活動深具信心。在今天升學壓力下，再不給予學生這方面的活動機會，實在是個「淺見」的作法。我們做教師的，爭的是什麼？一時的名利，還是國家、社會萬世的榮枯！

## 三、如何做好一件成功的作品

參加科學展覽，當然含有競爭的意味。凡是比賽總有優劣，因此應有勝不驕、敗不餒是一般的原則。既然參展了，總希望作品能達到某一水準，那麼怎樣做成一件成功的作品，便是大家關心的問題了。下面我所提出的幾個原則是一般性的，但凡科學研究，總免不了要維持這幾個原則，茲敘述如下。

### 1. 實實在在的工作——長期性的，一點一滴的。

這個原則，在從事科學研究工作上是一個必要的條件。這兒所謂的「實實在在」是指長期對科學的興趣及求知欲而言，在這過程中有了難解的問題，往往便成為「找題目」的來源了。有了題目，便可按部就班的展開工作。任何急就章的工作都不會好到那裡去。通常若一篇博士論文約需二年的時間，碩士論文約需一年的時間，本此而論，則科展作品至少亦需有半年的時間。

現在一般學校，大部分都在年初接到廳、局通知時才動工，二月中要參與地方展，三月中途

全國展，所能工作的時間非常有限，這樣的產品便難得有好作品了。有的人就因此而提出二年一次科展的建議，就目前的科展精神而言，我個人是不贊同這項建議的。理由很明顯，二年一次，科展的工作時間仍是一、二個月！

重視科展的學校或教師，往往在今年展品送出去後，即動腦想着下次科展的主題了，故理論上，科展至少有一年的工作時間，有的學校採輪流制的，就不止此數了。

國家重視全國各層次的科學活動，實在是煞費苦心。大學裡的教師，從事研究工作，都是一個題目接着一個題目的，每天都動腦筋想着自己研究工作的進展，想着解決問題之道，查看各種來自各方的資料、論文，點點滴滴，在某段時間內，有了可公諸於世的結果，便纂成論文，供人參考、批評。中、小學的科展，層次上雖較淺，但工作的精神與促進科學活動的活躍性是一致的。故讓我們所有的科學教師能實實在在，點點滴滴，長期的努力來工作，不只可使我們的作品有程度、能成功，而且可配合現在國家政策，使科學活動更形活躍。

## 2 研究方法（包括思考程序）應合乎科學原則

所謂合於科學的原則，簡單的說，即「知道多少就說多少，不隨便妄下結論」。「知道」是指真實知道，有憑有據的知道。科展的大部份作品，實驗工作所佔的百分比，歷年來都很高。而實驗是一種觀察、測量、比對、分析及歸納的工作，故所見所測及所論均應有真憑實據。尤其是測量值誤差的大小，更應詳加討論，否則你的測量值便毫無意義。

此處的實驗誤差並不是指實驗教學裡的百分誤差。百分誤差只是一種驗證式的實驗誤差，有「標準值」來判定你實驗的好壞。而科學研究工作，主要的是在求得未知量，故誤差的訂定與你所使用的儀器的精密度的精密度，資料的分佈及操作技術

有關（請參看科學教育雙月刊 38 期拙著：「物理實驗數據處理的基本認識」）。舉個例說，若作兩物體碰撞的實驗，測得撞前的總動量為 10.05 仟克一米/秒，而撞後的總動量為 10.09 仟克一米/秒，則不可立下結論說：「兩物體碰撞時，撞前的總動量等於撞後的總動量」，因為  $10.05 \neq 10.09$ ，千萬不可以兩者相差甚微來做理由。此時，對 10.05 及 10.09 的認可範圍，即誤差範圍便非常重要了。設若資料分析的結果顯示

$10.05 \pm 0.06$ ，即撞前動量，依測量時所使用的工具、安排及技術，認定撞前動量該在 10.11 ~ 9.99 仟克一米/秒之間，同理，若測得撞後動量為  $10.09 \pm 0.05$ ，則其真實值應在 10.14 ~ 10.04 之間，此時，我們當然可以說：在實驗誤差範圍內，撞前與撞後的總動量相等。

其他類似的例子很多，在此不多舉，只要記住一點：即在問題探索的過程中，在數量的表達及其文字的敘述上，要合乎科學原則，決不可先有成見，人云亦云。

## 3 創意的表達要清晰明白

做科學研究，創意是相當重要的，若整個工作過程中，沒有一點你自己的方法、見解在裡頭，這便可被指為「抄襲」了。自己的方法、見解及由之而得到的結果在整個作品中應特予強調及點出，讓人一看便能瞭解作品的重點所在，這樣才不致使作品的成績被打折扣。現代是個科學昌明的時代，任何人在有限的精力下，要吸收或評論的資料相當多，不可能有太多的時間去推敲一個人的作品。在科展評審過程中，雖然是儘量審慎，但畢竟時間有限，作品中的創意若不能讓人一目了然，是要吃虧的。何況作品意思的表達，在整個作品的成績上所佔的比率並不輕。

## 4 作品應具完整性

這是說科學研究的工作必要告一段落，有某項結果可公諸於世，讓人知曉及評論。故在作品

中，除了討論之外，最好應有個結論，即從研究工作的動機、思考、實驗的安排、分析、討論而到結論都交代得清楚明白，才算是一件完整的作品。

#### 5. 操作技能

這一項應不包括在科展作品成功的要件裡頭。所以提出是因為在委員評審過程中，爲了鑑定學生在作品工作上參與的程度，往往要學生當場操作其設計的實驗。故在科展時，操作所必用的電源裝置、工具等應準備齊全，以免當場緊張，影響成績。至於作者及指導教師在科展時應行注意的事項，其詳細部份可參閱師大科教中心印的「作者及指導教師應行注意事項」一文。

### 四、結 論

以上所論，僅就個人對科展的意義，爲何應參與科展及如何做一件成功的科展作品，提出淺見，供大家參考。大家或許會發現，以上所論，尤其是第三項：如何做好一件成功的作品，是原則性的。實則科學研究活動是個各盡所長，本乎興趣、信心而展開的活動，很難指出一個具體的辦法。而我認爲，科展活動的具體化、成功化，其辦法應是由各位指導教師來擬定。也希望本文能引起教師及學生對科展意義的認識方面有更深一層的體會。 □

〔註〕：本文是由作者在「高雄市科學研習活動指導研討會」及「台北市中小學科學教師科學研習會」中所做演講：「漫談科展」，整理而得。

## 阿司匹靈的秘密

阿司匹靈能止痛、退燒、消炎，它在本世紀初就問世了，但是一直到最近，醫生們才揭開它的秘密。

過去十年的研究，顯示阿斯匹靈的藥效是由於它能抑制人體中攝護腺素的製造而起的。人體在緊張或受壓迫時，會分泌出攝護腺素，能使疼痛加劇，引起發燒、發炎。

正常的情况下，攝護腺素的這些功能是有利的，例如當你被針刺到時，你的皮膚反應特別敏銳，因爲攝護腺素使傳達疼痛到腦部的神經更敏感。當被刺傷的部位發生感染，攝護腺素會幫助你升高體溫，以抵抗入侵的微生物。此外，攝護

腺素會使感染部位的血管擴張，讓更多的血液流通以助康復。但是這樣常會引起發炎。

阿司匹靈進入體內後，會和促進製造攝護腺素的酵素結合而使酵素失去催化功能。由於減少攝護腺素的產生，疼痛以及發燒、發炎的程度上會減輕。

研究的結果同時也顯示阿司匹靈的止痛效果部分是由於心理因素，服用者相信它會止痛，服用後就覺得疼痛減輕。

阿司匹靈還能減低血液凝結的性質，因此可防止心臟血管的疾病。

雯華