



# 科展競賽在我國 科學教育所扮演的角色

文／李文献

啟動科展專題研究的教育意義與教育責任，在於提供深一層的科學方法與獨立思考的訓練，在以教科書教育為主體的填鴨式教育環境下，補充一些實作的科學教育，補充一點獨立的思路引導。

展望人類文化與文明的發展，一步一步的創新引領文化走進一面一面的新頁，一層一層的領悟引導文明走向一次又一次的更新。創新依賴來自己知的啟發，領悟依賴對已知的理解。已知知識的傳承，仰賴有效的教導。教導是否有效，在於教導對文化與文明的推進是否有效益，而非在於教導對特定領導實權是否有效益。十七世紀開始吹起的探究宇宙自然的風潮，逐漸引領文化與文明納入自然界之理，而淡化神學文明及君臣文明的分量。近兩世紀吹起的科學風，更以有條理、有系統、具自然邏輯的探究流程，發展出對自然界更多元、更深層的理解，而開發出無數科學技術產品，急速改變生活型態與文明內涵。儼然，科技的成果已主控世界的領導權，科學教育的成效已深層牽涉經濟利潤的競爭、生活風格的改變、及文明型態的消長。科技教育的內涵，必然與國家的自然資源及人文偏向習習相關。臺灣的自然資源不可謂豐富，所幸人文資源已有特定深層的開發，人文智慧是推動臺灣面向世界科技舞台的重要資源。藉由教導已知知

識，引領人才運用活化的思路及精湛的技術，是推動臺灣生活文化與經濟文明展現在世界舞台所依賴的資源。科學教育應是兩大主軸並行，其一在教導已知的科技知識，其二在學習創新開發的流程。我國制式科學教育偏重提供教科書學習，而較少注重尋找科技新知的訓練。科展研究與競賽的主要功能就在訓練尋找未知的方法與流程，讓參與的教師及學生實質經歷科學方法的訓練，建立面向創新的技能。

## 科展競賽種類

由教育部主導的大型科學展覽活動，有「全國中小學科學展覽會」及「臺灣國際科學展覽會」（圖1、2），兩個科學展覽會都是由位於臺北市士林區的「國立臺灣科學教育館」（簡稱科教館）負責推動與舉辦。參與「全國中小學科學展覽會」的作品，都是先通過「學校科學展覽會」，進而到「地方科學展覽會」挑選出的精選作品。原則上在每年七月最後一周會師在選定的縣市，由該縣市教育局主辦，除科展



圖 1. 1960 年「第一屆全國中小學科學展覽會」在臺北市南海路科教館舊址舉行（圖片來源：科教館提供）



圖 2. 自 2002 年起舉辦的「臺灣國際科學展覽會」，是選訓我國參加各國際科展代表學生的唯一管道（圖片來源：科教館提供）



作品競賽外，也邀集許多科學團隊展出科學成品或安排科學教育活動，以科學共享盛夏。「全國中小學科學展覽會」是全國規模最大的科學展覽會，由國內科展團隊參加，分為國小組、國中組及高中組。

「臺灣國際科學展覽會」每年有來自於 20 多個國家的科展團隊參加，由國三及高中學生參與。作品通過初審後（每年 12 月間舉辦書面審查），即可參加在寒假期間舉辦的複審競賽。「臺灣國際科學展覽會」除評審優勝作品外，還負責選拔國家代表團隊，代表國家赴國外參賽或參展。2016 年選拔出 9 件作品參加美國英特爾國際科學及工程競賽（Intel International Science and Engineering Fair, Intel ISEF），3 件作品參加荷蘭國際環境及永續發展競賽（International Environment & Sustainability Project Olympiad, INESPO），2 件作品參加美國國際永續發展 3E 科技競賽（International Sustainable World Energy, Engineering, Environment Project Olympiad, I-SWEEEP），1 件作品赴國際科學博覽會（Expo Science Asia）參展。我國多年來參賽成績都搶眼亮麗，世界排名數一數二。以 2016 年全球最大及競爭最強的 Intel ISEF 為例，獲得大會獎的比例為 28%，而我國參賽的 9 件作品中就有 8 件獲得大會獎。依據科教館的統計，我國自 1982 年開始參加 ISEF，35 年來參與 ISEF 獲得大會獎比例平均為 56%。

「全國中小學科學展覽會」設計有國小組，意在鼓勵學生盡早參與科展作品研究，盡早接觸研究方法與流程，盡早培養研究興趣與探索風格。科展作品雖然應以探索未知領域為主要目標，但拓展教科書所學內容或加強內容完整性的作品，也適合參加「全國中小學科學展覽會」，肯定由

學習教科書所引發的更深層思考。「臺灣國際科學展覽會」則以科學論科學，並無所謂作者能理解科學程度的限制，也無探索議題的限制，專注的重點在作品內容的創新性，注重新穎知識的發現、未知科學議題的探索、科學內涵的新穎理解。

## 享受科展學習

生命的活力源於遠見，遠見引領你迎向新穎；生活的豐富源於眼界，眼界引導你享受多元。教育的宗旨在傳遞給下一代生活的技能。生活技能的種類相當多元，其中知識的獲啟是主軸技能之一。學習的功効在於開眼界，在於建立生活的遠見，在於以創新的技能面對生活，在於以邏輯的思維處理壓力。教科書的學習能迅速吸取公認的知識，但較少教導前人如何發現這些知識的探索歷程。這探索歷程才是人類科學發展、理解自然的傳承，才能作為科學創新、發掘未知的導引。科展學習就是提供一個探索新知的流程，提供一個參與實作的經驗，提供一個歸納結果的訓練，提供一個修正思維的決斷，提供一個邏輯解說的訓練。這些經驗必須自我領略，自我在經歷中累積，自我在錯誤中修正，自我在現象中思考。

我國的產業已從勞動密集逐漸轉型為知識經濟的時期，所擁有的科技力必須大幅提升。臺灣的科技產業已是眾多人生活的支柱，也是國家經濟的重要依賴，需要大量的科技人才投入產品的精進與研發，才能面向科技產品日新月異的挑戰。科技創新人才必須具備有豐富的實作經驗，科技創新人才的培育必須提供豐富的實作歷練、必須鼓勵嘗試新穎思維、必須推動探索新穎領域，絕不能謹守已知而不放。啟

動科展專題研究的教育意義與教育責任在於提供深一層的科學方法與獨立思考的訓練，在以教科書教育為主體的填鴨式教育環境下，補充一些實作的科學教育，補充一點獨立的思路引導。在思維方式被僵化的教育固化前，認識一條多元、活潑、自

主、邏輯、創新的思路。科展專題研究的學習方式是藉由實作經驗來精進觀測技術、藉由實驗發現來領悟知識、藉由推理數據來理解並分享自然。

科學技術的發掘，已是日新月異，日常生活早已脫離不了使用科技產品；經濟



圖 3. 科展學習提供一個探索新知的流程，一個參與實作的經驗；圖為參展師生正於全國中小學科展現場製作作品展板（圖片來源：科教館提供）



圖 4. 科展學習提供一個歸納結果的訓練，一個修正思維的決斷，一個邏輯解說的訓練；圖為第 48 屆全國中小學科展參賽學生向評審說明其作品內容（圖片來源：科教館提供）



利潤的獲取，已相當仰賴新穎科技產品的開發。科技的創新與精進，得依循科學方法的反覆演進與邏輯推理。那反覆演進怎麼做呢？實驗者的首要責任在獲取正確的實驗數據，並詳盡提供獲取該數據的實驗環境。正確的實驗數據，不代表是實驗者認為所應該獲得的實驗結果，而是要確認在相同的實驗環境下（如材料、溫度、濕度、磁場、壓力等等）會獲得相同的實驗結果，不論實驗者是否能瞭解該實驗結果。確認實驗結果的可再現性，是負責任實驗者的天職，以免誤導；再三確認異於認知的實驗結果，是負責任的實驗結果。實驗者就可以據此秉持實驗的正確性，無論自己或他人是否能夠瞭解該結果。科技發展至今，實驗技術已相當多元，採用不同的實驗技術可以探究系統的不同表徵。學習並運用多種實驗技術，可以獲取多元的資訊，幫助瞭解實驗數據，引導後續實驗。

實驗技術的精進依賴實作經驗，只有親身實作才能自我累積經驗、才能精進自我實作能力、才能反覆演進自我的實作藝術。實驗實作還得運用雪亮的視野，只是埋頭苦作，盲目地讀取實驗數據，無助於新穎知識的理解或新穎技術的開發。那如何建立雪亮的視野呢？視野就在實驗數據裡，讀懂實驗數據自然就能開拓眼界、增廣視野。整理、歸納、找趨勢、找表徵參數、找表徵描述函數是理解實驗數據的不二流程。以單一實驗參數整理數據，歸納出單一實驗參數對數據的影響，來簡化數據的變量，會有利於在繁雜的數據中，邏輯性的萃取出主控參數，引導思路。簡單就是美，用簡單的函數來描述數據的變化趨勢，萃取出表徵參數的數量化值，再看表徵參數隨著實驗參數的變化行為，可引導理解實驗數據所代表的意義。

## 科展的視界

科展專題的主軸內涵必須跳脫對已知的再證實，僅說實驗成果符合已知，即嫌創新太淡、即嫌新穎未深。專題探索尋找的是奇異不測的、偏離預計的、未被發覺的、公式推算不到的、視界未開的、精準尚未達到的、技術尚未開發的、功能尚未擴充的、效率尚未提昇的、充滿發展性的。別放過奇異點，那常會是你的寶，應該再確定後深入探索。科展研究必須懷抱藉實驗數據思考、思考、再思考，釐清我可以看到什麼，思考我可以問什麼問題，規劃我可以再做什麼，統整我可以提出什麼見解。科展研究的觀點在以數據的觀點看自然，並非以認知觀點看自然；在以自創情節說自然，並非以已知情節套自然。過程中想創新以尋未知的事理，想精進以夢雪亮的視覺，想新穎而捨傳統的包袱，想深度來做深入的追尋，喜享受來愛自然的哲理，喜傳播來說簡單的故事。

2016年Intel ISEF的大會標章“Think Beyond”（圖5），引導的是「想超越」，直接點出科展教育的主軸精神。那超越甚麼呢？超越教科書上所學到的知識、超越人類文明已享受的知識與技術、超越老師們所教導的知識、超越自我認知的知識。美國蘋果公司的箴言“To create something new, you have to be disconnected from your past”，「激勵創新必須切斷過去的認知」；法國哲學家笛卡兒（Rene Descartes）在17世紀科學醞釀發展時期，就認為“To attend the true in life we must discard all the ideals that we were taught and reconstruct the entire system of our knowledge”，「主張要放棄被教導的認知、重新組織出完整的知識系統，才能領受生命之真。」這當然非常不



圖 5. 2016 年 Intel ISEF 的大會標章，激勵的是「想超越」，直接點出科展教育的主軸精神（李文献 攝）

容易達到，但更實用的深層含意在於：不要讓被教導的已知成為鎖住心思枷鎖的認知，不能讓心思只隨著認知，不能讓生命只在證實認知。

## 展望

想創新是科技人日常生活的伴侶，想創新依賴的是活化的思路，不被已知知識所束縛，能跳脫認知的枷鎖，不被老師教導的原理所框架，要開啟雪亮的眼界不做盲目追求，想超越、想改進。這些生活習性的建立要在學習的早期就開始感染，參加科展就是經歷這流程、建立這風格最豐富的享受。美國有線電視新聞網（CNN）2016 年的報導專輯“Go there”，到未去過的地方實地採訪，可以借鏡來激勵參與科展教育，go there 去看看科展實作的風格、go there 去學學科展流程的邏輯、go there 去參與活化思路的學習、go there 去探探自然界的未知、go there 去感受自然界的多元、go there 去開啟未知之門。

科展研究的訓練相當辛苦，要在維持課業、家長支持及研究投入之間取得均衡推展，需調適時間管理，但絕對不應該為了科展研究，而忽略課業的長遠效益。投入科展研究的教師及學生，得認知科展成果並不一定會獲得得獎肯定，更不能幻想科展研究是利於升學的工具，畢竟獎勵是有限的，絕對無法人人如意。不能因投入科展研究就忽略學校課業，得將課業維持在一定的層級，來獲得家長的支持。以享受過程來參與研究，實驗失敗是常有的，可用的數據也常僅是一大堆努力的一小部分而已。調整好這般心態才能健康的享受科展資源、享受多元學習，建立活化的思維，面向越來越複雜的生活挑戰。就以英國物理學家牛頓（Isaac Newton）前瞻之言「真理的海洋，橫亙在前，仍然尚待發現。」來鼓勵學子，及早享受科展教育，踏入創新之旅。📍

李文献

國立中央大學物理系教授