第四屆全國科學教具創意設計競賽推廣與創新

文／洪偉清

壹、設計與經營理念

「全國科學教具創意設計競賽活動」（以下簡稱「本競賽」）旨在鼓勵師生發揮創意與巧思，設計能與課程結合的教具，以提升國內科學教具研發能量。提供實作或自主學習課程作為探究的教材，吸引學生主動學習科學及瞭解科學表達方式，以達活化科學教學為目的。在賽程設計方面，雖為競賽形式，仍以鼓勵做為出發點，參賽作品的設計書只要能達要求標準，並於期限內完成繳交，即能參加初賽。若要晉級參加複賽，競賽隊伍需在限期內完成簡報及海報並完成繳交，才能參加各區複賽。競賽設計是為確保參賽師生能將設計書內容，轉化成可以用於課室演示或教學實作的教具為目標，藉此提供教學現場更多探究與實作的範例與素材。

本競賽需完成設計書、簡報、海報及實作，並參加演示發表，我們希望在此過程中培養學生科學探究的基本能力。教具設計的目的，是為了降低學習的障礙、幫助學生理解或進行驗證理論而生，因此在設計書內容方面，需包含教具設計目的、實作流程及問題探究指引等重要項目，以引導師生尋找各個求學階段中較難理解的課程內容；透過教具的演示或實作進行現象觀察，幫助老師以淺顯易懂的方式清楚解釋科學原理，讓學生能縮短理解的時間，而能引發興趣及有效達到學習的目的。

學生也可利用教具來進行實驗設計，透過變因分析與議題的訂定，將教具變成專題實作的設備，因此對於設計者而言，需在完全瞭解關鍵原理的條件下，才能設計出可以解釋該原理的教具；對於老師而言，進行教具設計可協助發現學生不易理解之處；對學生而言，則能藉由教具設計過程真正瞭解原理背後的知識。然而在國內的教學現場，對於高中以下的學生來說，直接進行教具設計與製作，目前仍具有相當大的門檻與困難。主要是學生在求學過程，這能力未曾被訓練過，亦缺乏對於各種材料特性的知識與實作能力，故難以直接投入教具研發的行列。

一個可能的解決辦法，就是融入自主學習或探究實作的課程，透過老師的指導與同儕的討論，先從簡單的原理進行教具設計，並以日常用品為主進行改良與設計，只要能達到呈現現象、便於觀察條件即可，藉此培養學生動手實作的習慣。老師需透過適當的引導讓學生試著進行變因分析後，進行初步實驗測量以檢視在定性及定量上是否可證明原理或支持原理的預測，若不合則要求學生嘗試分析及研判，找出可能的原因再改良教具，直到所得的數據可與理論預測一致後，便完成一場教具設計的訓練。這個過程主要

是讓學生學習如何設計教具組裝與議題訂定的能力。此外，本競賽也特別安排口頭報告及現場演示，希望透過簡報、海報解說與設計及演示等元素，以培養學生科學表達的能力，提供師生一個學習交流平台及獲得學習佐證的機會。

競賽資訊的推廣有利於國內科學教育的扎根，我們需要讓更多學校、家長及同學知道，並爭取學校、教育部與科技部認同與重視，鼓勵教師參加競賽或指導學生參賽，讓探究與實作有不同面向的發展。激勵實作傾向較強的學生，透過參賽激發學習科學的意願，並在研發與改良的歷程，深化科學概念與科學原理，進而培養解決問題的能力。引導學生利用課堂所學的知識作為基礎，透過教具的設計而能真正瞭解背後的知識內涵，而能到「學能致用」的目標，將可更有效激發學生的學習意願，同時也為國內探究與實作提供更多的素材，吸引更多年輕學子未來願意投入教具研發工作，以達儲備科學教具創新與研發的人才。

貳、競賽設計與創新

本競賽主要目的是要讓所研發的教具能夠融入教學課程使用，故教具的功能需能有效鏈結課程，以能作為演示或實作的素材為考量，因此教具設計書需有詳細的製作流程可做為後續推廣使用。本競賽教具應用的範圍，涵蓋國小至大學教育階段。競賽流程區分為兩階段，第一階段為設計書審查，佔總成績的 40%，參加者需以教具適合的對象來決定參賽組別，組別規劃區分國中小組及大學高中組等二組，而教具設計書內容，需包含作品的名稱、適用對象與學習能力關聯、器材名稱與價位、教具設計流程圖及實作解說、探究問題指引及前後側評量表等項目。

為提升競賽作品的品質，在競賽說明書中會提供績優作品作的連結供下載參考，並藉由評量表作為教具成果發表的重要指引，引導參賽者設計出可具推廣性的教具，以供後續教學運用。第二階段為實物演示競賽，佔總成績的 60%，其中口頭報告佔 20%及實品演示佔 40%，合計三項的成績即為該作品的總成績。為激勵師生參加競賽的意願，特別將複賽區分北區、中區及南區，分別在科教館、科工館及科博館舉辦，使參賽者可就近參加比賽，以減少車舟勞頓之苦，讓更多教育資源可有效鏈結，並能提供最優質的競賽環境，同時開放民眾參加觀摩及票選活動的機會。未來希望能透過競賽的具體成果，提高企業界出資贊助的意願，使本競賽有機會長期舉辦，在國內生根發芽，以增加科學教育與研究發展的影響力。未來亦將規劃透過募款增加全國總決賽的賽程，計畫邀請各區獲獎的前三名作品出席參加，以增設獎項及獎金方式，激勵各區作品設計持續精進，也期望透過總決賽促使所有創新的教具能達商品化水準，吸引教具商願意投入資金購買授權，並能大量生產以提供物美價廉的教具，有效支援教學為目標，同時也讓研發者有

機會獲得一份額外收入，達到多贏的目標。

這次競賽設計的創新部分，主要設計在預防當受到新冠疫情影響而無法辦理實體競賽的具體作法，每一隊伍完成報名後，就會提供 400MB 雲端硬碟空間，供競賽者上傳教具設計書、簡報、海報資料、三分鐘簡報影片及演示影片。當實體競賽無法進行時，複賽將可以簡報影片及演示影片，將可做為評分的依據，確保競賽活動能如期辦理。另外一個創新做法，是在活動志工徵選上，首次開放高中學生報名參加志工培訓並擔任服務工作，主要目的是希望透過高中學生的參與而能瞭解競賽的形成與方式，提供年輕學子觀摩競賽的機會，以鼓勵學生參加的意願。這次競賽雖開放高達 60 位志工員額，但因家長反應非常熱烈，開放報名立即額滿。志工培訓課程內容，包含競賽流程說明、場地布置及責任分組與驗收，也安排趣味科學教具實作訓練，讓參加的學生能練習對民眾演示與解說的能力，藉此吸引更多參觀的民眾到競賽會場進行最佳人氣獎的票選活動，也讓高中志工在服務同時體驗科學教具解說與演示的機會。

圖 1. 全國科學教具創意設計競賽北區志工合影

為提高宣傳效果並讓科學教具的全國賽可鏈結學校，本人也規劃配合多個計畫，設計一系列的推廣活動，讓學校師生瞭解本競賽，並吸引更多師生參賽，如圖一所示。每年規劃約 12 場創意實作競賽營，提供各縣市高中學校主動提出申請合作辦理，合作的學校可遴選學生參加志工培訓，由教授群親自演示與授課，凡通過培訓測驗及完成服務者，除能獲得志工研習證書及志工服務證書外，日後報名參加學會的所舉辦的各項活動或競賽，均可享受優惠價報名的福利，科普團隊也利用各個競賽營中分享競賽訊息，並利用闖關方式讓學生學習教具設計與演示的方法，以培養教具設計基本能力及提升師生參加比賽的信心。

每年五月份透過辦理中文及英文的全國大專暨高中的物理辯論競賽，鼓勵學生將探究所使用實驗器材，改良成為教具來參加競賽；在寒、暑假期間，分別也在海科館、海生館、晁陽綠能休閒農場及數間高中學校，辦理跨域探索的競賽營，主題結合海洋科技、

海洋生態、環境教育、鑑識科學及創意實作等主題，藉以吸引更多學生參加，並將教具競賽訊息在營隊中進行詳細的介紹與說明，以有效鼓勵學生報名參加，透過以上各種活動的推廣與宣傳，每年將會有近 3000 位國、高中學生可獲得競賽相關活動訊息，以達宣傳效果。

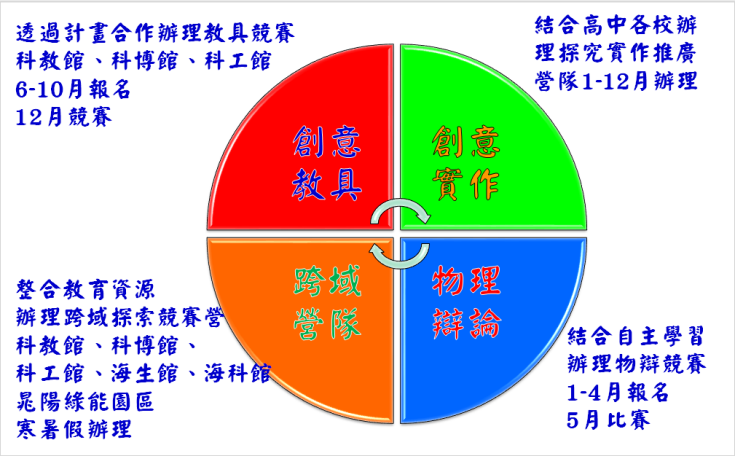

圖 2. 全國科學教具創意設計競賽宣傳與推廣方式

參、活動的推廣與報導

第四屆全國科學教具創意設計競賽，今年共 92 作品報名參賽，有 74 個作品進入決賽，其中國中小組與大學高中各有 37 件，共 369 位師生參加本競賽活動，大會共邀請 30 位專家與學者擔任評審工作，活動期間吸引超過 2000 餘人參加票選活動。

首場北區競賽於 110 年 12 月 11 日國立臺灣科學教育館舉辦，參加北區作品共計 30 件，大學高中組共 13 件佔 43.3%，國中國小組共 17 件佔 57.7%。科教館提供非常優質的競賽環境並協助完成主視覺海報設計與印製，同時也建立很好典禮儀程範例，以利後續中、南區競賽皆能繼續使用，透過科教館同仁的協助，也讓開幕及閉幕頒獎典禮，都成功順利的舉行，競賽當天吸引近 800 位民眾參加最佳人氣獎票選活動，為本次競賽做最好的推廣行銷與宣傳。

圖 3. 全國科學教具創意設計競賽北區科教館競賽合影

科教館劉火欽館長開幕致辭，特別感謝陸軍官校洪偉清部主任的多年來努力推動，讓科學教具研發能在國內生根發芽，劉館長表示科教館大眾科學教育推廣場域，此活動同時也發放民眾參加票選活動，讓更多民眾可一起體驗有趣的科學教育，完全契合科教館服務的宗旨，因此全力動員各項行政協助辦理，並提供最優質的場地支援競賽，讓活動能盛大舉辦，也讓所有選手也倍感光榮參加晉級賽。

這場活動主要經費除本人的科技部科普計畫經費支應外，並邀請臺灣師範大學駱芳鈺、彰化師範大學洪連輝及陸軍官校通識中心厲復霖教等多位教授的計畫經費共同支應，在獎金部分則由善科教育基金會全額贊助，並結合科教館、科博館及科工館的教育資源，才能讓活動順利推動。

前行政院院長現任善科教育基金會董事長張善政先生，對此活動非常重視，開幕致辭表示，希望透過基金會的參與為科學教育盡一份社會責任，競賽期間張董事長全程參與並親自出席頒獎典禮，也至各作品展示區體驗有趣的創意教具實作，藉此鼓勵參賽選手。

圖 4. 科教館劉火欽館長頒發北區評審證書合影

本次競賽所邀請評審團皆為國內相當知名的專家學者，先針對作品設計書進行線上評分後，決賽分別針對口頭報告及現場演示進行評分，所有參賽選手也都使出渾身解數介紹自己作品以爭取佳績，更為進館的民眾帶來難得科學體驗的機會，為本次系列競賽揭開最佳的序幕。

圖 5. 北區評審與參賽者互動與評分

第二場分區競賽於 12 月 18 日國立科學工藝博物館盛大舉行，共有 20 隊 140 餘位師生參加，同時有 600 餘人參加人氣獎投票活動，一起體驗充滿創意的科學饗宴。科工館張簡智挺主任代表致辭表示，科工館與陸軍官校科普長期合作，每年在全國各地辦理很多場科學教育推廣活動，因此第一屆及第二屆的競賽就選在科工館舉行，為國內科學教具研發開啟一扇窗，也因活動頗受民眾好評，洪教授在第三屆開始邀請科教館及科博館共同合作，提供更大空間讓更多的師生可一起參與，每年參賽作品也不斷提升，同時也吸引數百位民眾一起體驗有趣的科學實作。

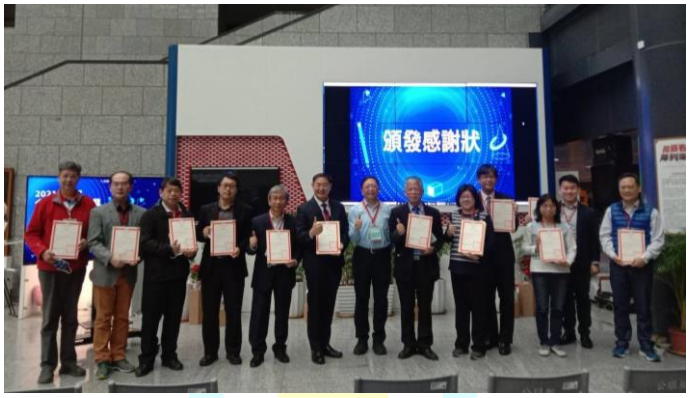

圖 6. 科工館張簡智挺主任代表頒發南區評審證書合影

善科教育基金會張善政董事長，第二場分區賽雖不能親自蒞臨致辭，但也特別預錄一段開幕視頻，來恭喜所有進入決賽隊伍，並鼓勵所有參賽者珍惜這次競賽的學習歷程。張董事長表示，每位參賽選手在競賽過程都投入非常多的時間，從無到有完成設計書撰寫、教具、簡報、海報製作及口頭報告和現場演示，這些都是非常珍貴的經驗、也是一輩子都不會忘的記憶，不管是否有獲獎，都不要有得失心，因為最有價值的經驗大家都已獲得。

彰化師範大學洪連輝及探究與實作盧政良理事長也受邀開幕致辭，也特別感謝洪教授的努力，促使本競賽能不斷發展，提供很多探究與實作的素材，能結合課程進行科學演示或實作，因此集結很多計劃資源讓這個有意義的活動能繼續辦下去，也藉本競賽激勵更多師生投入科學教具的研發，有效提供更多可融入課程的實作教具，讓科學教育能更加多元與活化，也希望藉以提供一個交流分享的平台。

這場的志工是由陸軍官校、屏東大學及中正預校所組成，每位志工在競賽期間都非常努力地宣傳，帶動大量民眾一起參加最佳人氣票選活動，每一位參賽選手也使出混身解數吸引民眾的青睞，努力爭取每一張選票，每位選手也展現對教具設計與科學的熱情，也成為這競賽最與眾不同的特色。

圖 7. 南區選手熱情向參觀民眾解說

第三場分區競賽在 12 月 26 日國立自然科學博物館舉行，計有 24 隊共 17O 位師生參加，共有近 700 為名眾參加最佳人氣獎票選活動，一起體驗有趣的創意教具。科博館黃文山副館長開幕致辭，特別歡迎前行政院院長現任善科基金會張善政董事長及靜宜大學兼博幼基金會唐傳義董事長的親自蒞臨，並感謝洪部主任努力規劃及所有競賽評審的辛苦，黃文山副館長表示，好的教具會讓學習更有趣、印象更深刻，也鼓勵同學發揮實力，讓大家看到自己的創意。

張善政董事長開幕致辭，首先恭喜所有努力並堅持走到決賽選手，並以「一分鐘推銷自已的故事」來鼓勵選手，強調好的表達可以讓科學更具影響力，期許大家保握決賽機會，把長期的準備與努力，在今天以最精采的演示與解說，在最短時間讓大家理解設計特色。

唐傳義董事長開幕致辭，特別介紹博幼基金會，長期在偏鄉及資源較缺乏地區投入教育推廣，也感謝洪部主任的邀請，讓靜宜大學及博幼一起合作辦理這次非常有意義的競賽，因此也特地安排靜宜大學大眾傳播系協助現場攝影，為競賽留下最精采的紀錄，更期許藉由博幼教育基金會的投入，讓競賽作品能更有效地推廣至各地區。

本人在開幕也特別感謝競賽合作單位，包含臺灣師範大學、彰化師範大學、陸軍官校等多個計劃的合作及科教館、科工及科博館提供優質競賽場地及各項行政支援，另也感謝善科基金會及博幼基金會的贊助與支援，讓今日的競賽能圓滿順利推動。

圖 8. 中區第一名獲獎團隊與貴賓合影

肆、推廣成效提升與獎項設計

為增加推廣成效，所有入選的教具設計書教案，皆會公布於物理學會的物理實作課程研發平台(www.tps-ppp.org)發表，提供參賽作品一個很好宣傳與推廣的平台，全國所有師生也都能由平台直接提供下載運用，此外物理實作課程研發平台，今年也特地成立「最佳人氣獎教案」選拔競賽，獲獎教案將受邀至年會成果發表，並受頒獎狀與獎品。

今年國立臺灣科學教育館劉火欽館長開幕致辭，特別宣布在 2022 年將邀請績優作品在科教館辦理特展，提供一個更好的展示平台，讓更多民眾有機看到參賽選手的精心設計的教具與創意，也讓這個活動能具有更大推廣成效。

今年的獎項各區均設有前三名、佳作、設計獎、創意獎及最佳人氣獎，各區第一名僅錄取一名，由國中小組及高中大學組的成績比序第一者，經評審團投票擇一晉級為各區的第一名，本次競賽北區共計 30 個作品晉級決賽 ，第一名由新北市板橋區埔墘國民小學以「彈力四輪車動起來」作品，榮獲北區第一名；中區決賽共計 24 個作品晉級決賽，由東海大學以「瓶中造霧」作品，榮獲中區第一名獎項；南區決賽共計 20 個作品晉級決賽，由國立屏東大學以「Blow 車後」作品，榮獲南區第一名獎項。

伍、活動省思與未來精進

此競賽連續辦理四年，已累計高達 243 件作品，未來若能繼續辦理將能為國內各階段的教育提供更多探究與實作的教學素材。本文針對第四屆進行分析，發現第四屆的報名參賽數比第三屆增加 17.9%，若與第一屆作作比較則增加 48.4%。若分析晉級決賽作品件數，可發現比第三屆增加 13.8%，若與第一屆相比則增加 29.8%，這都顯示本競賽持續成長中，其中適合國中小使用的作品計 131 件佔 53.9%，適合大學高中使用的作品為 112 件佔 46.1%。

主題部分，力學 67 件，佔 27.6%；電磁學 44 件佔 18.1%；光學 37 件佔 15.2%；自動控制 29 件佔 11.9%；聲學、熱學及電學合計 27 佔 11.1%；數學、化學、生物及地科合計 28 件佔 11.5%；其他 10 件佔 4.1%。其中力學的作品數目持續成長，相較於第一屆成長 1 倍，適合國中小使用的主題成長 0.7 倍，適合大學高中使用的主題成長 0.3 倍，主要是因目前國中、國小的課程內容在物理部份仍以力學為主，故而在教具設計上成長的比例較快。由數據統計發現利用 Arduino 所設計成的教具，明顯增加 3 倍，顯示融入自動控制的互動教具將是未來教具研發的重要趨勢。另一方面，跨領域或跨科的主題如數學、生物、化學及地科，雖僅有 28 件，但也逐年在增加中，有利於日後競賽內容的多元發展，更符合科學教具創意設計的精神。然而，在聲學、熱學及電學的部份累計四年共 27 件作品，僅佔總作品的 11.1%，顯示此類別的教具研發設計相對稀缺，未來可鼓勵師生可投入這方面做為研發主題。

今年活動以本人的科普計畫經費為基礎，成功邀請到善科教育基金會贊助競賽獎金，另也邀請臺灣師範大學駱芳鈺、彰化師範大學洪連輝及陸軍官校通識中心厲復霖教授透過跨計畫共同合作，同時整合科教館、科博館及科工館教育資源，才能順利推動。在創新的作為上，建立配合防疫預備案，提供每一個參賽作品皆有獨立上傳的雲端空間，讓大會更有效率收集競賽作品，包含設計書、簡報、海報、三分鐘簡報解說影片及演示影片，並開放高中參加志工培訓與服務，讓更多高學子認識本競賽，以達作更佳的宣傳效果。

此外，物理學會的實作平台，也特地成立「最佳人氣獎教案」選拔競賽，透過上網點閱及下載作品的次數進行評比，遴選出最佳人氣獎教案並頒予獎狀及獎品，以資鼓勵。另規劃在國立臺灣科學教育館邀請獲獎作品辦理特展，提供一個更好展示平台，讓更多民眾有機看到精心設計的教具與創意，同時也能達到提升推廣成效的目的。我們相信明年會更好，也希望能獲計畫支持及更多企業廠商的贊助，讓本競賽能一年一年的長期辦下去，期望成為國內最好的科學教具研發交流平台，而能達到培育更多科研人才的目的。

洪偉清

陸軍官校物理系教授兼大學部部主任