

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 科學創造思考奧林匹亞競賽活動模式發展與建立 The Development and Establishment of the Creative Thinking Science Olympia (CTSO) Program Model (II)

計畫類別：個別型計畫      整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2515-S-009-001

執行期間：89年8月1日至90年7月31日

計畫主持人：余曉清

共同主持人：黃坤錦

處理方式：可立即對外提供參考

(請打✓) 一年後可對外提供參考

兩年後可對外提供參考

(必要時，本會得展延發表時限)

執行單位：國立交通大學教育學程中心

中華民國90年7月31日

## 科學創造思考奧林匹亞競賽活動模式發展與建立

計劃主持人： 余曉清

執行單位： 國立交通大學教育學程中心

### 摘要

本計劃的主要目的是發展並建立一個科學創造思考的競賽活動之設計與舉辦模式。本年度即第二年計劃已達成下列的工作：(1). 第一階段為陸續協助支援各國中辦理校內的科學競賽活動的辦理。(2). 第二階段為繼續第一年的 15 項科學創意活動的發展與設計，又發展 6 個新的科學活動，同時更建立了科學創意性活動競賽模式的建立，且已上網提供給全國各校使用。(3). 第三階段已培訓新竹區 30 多位國中自然科教師為種子輔導員，並於大會活動的當天成功的擔任評審。(4). 第四階段正式舉辦大會活動，此次參賽的學生來自新竹縣市 41 所國中共 48 隊，每一組的成員約有 10 人，(每一活動都要求有男和女同學共同參與)，共 480 位學生參與活動競賽正式活動，共頒發特優 5 名，甲等 5 名，各站前三名共 27 名，另頒發奮鬥獎 10 名，努力獎 6 名。獎金由國科會經費支援，獎品則經由向聯電與交大募集。(5). 此活動新竹縣市政府教育局擔任協辦單位，提供所需的行政上的支援，新竹市政府已同意下年將此活動經費編入教育局科教預算。(6). 第五階段已完成科學競賽活動資料庫網頁，期提供給未來各學校或社區舉辦活動的參考資料。

此計劃不僅完成了 15 項科學創意活動的發展與設計，同時更建立了科學創意活動的創意性評分系統與科學創意性活動競賽模式的建立，整個計畫的完成具體的提供各學校或地方未來辦理科學創意性活動的完整模式。經由此次科學創意性活動的模式發展與建立的過程中，充分顯示其不僅引發學生對科學的興趣、科學求知、不斷嘗試錯誤、創新的精神之外，更使學生充分體認團體合作的重要與價值。除此之外，培訓新竹區 30 多位國中自然科教師為種子輔導員，可為未來各社區或學校舉辦活動所需的人員，網路資料庫的建立將更能有效的推動科學活動。期望此科學創意性活動競賽的模式能進而推廣至全國。

### ABSTRACT

The purpose of this project is to establish a Creative Thinking Science Olympiad (CTSO) model, the goal for this activity is hoping to promote students science creativity, science interest, science attitude, and cooperative spirit, which is divided into two years and six stages. For this second year, we have accomplished the following works: (1). To help

Hsin-Chu County individual schools to have their own CTSO at their school. (2). Develop and design six new creative science activities for CTSO activities. (3). Held a training camp to train about 30 seeds science teachers for Hsin-Chu City CTSO. (4). Held a formal Hsin-Chu city CTSO, there are 480 students from 41 Hsin-Chu County junior high schools, each team has 10 students (5 boys and 5 girls) involved in the CTSO. (5). Has accomplished CTSO homepage. Throughout this project, it clearly demonstrated the model of development and establishment of the CTSO successfully reach the goal which can be applied to the other school.

## 文獻探討

數十年以來國內的科學教育界一直努力期望能提昇國內中學生的科學創造思考力與科學學習者興趣、意願，但是這個心願似乎一直是個很難達成的夢想。依據郭重吉和江武雄(國 86)指出國中理化教學的困難及問題，顯示學生初學數理科時，興趣很高，但接受數理科教學一段時間及經過幾次考試失敗的挫折後，對教材和教學開始產生排斥，學習的意願隨著降低。教師認為學生的程度參差不齊，有一些學生學習意願很低，學生進入教室或實驗室前，沒有預習，到實驗室抱著好玩的心態，在實驗室示範教學或分組實驗操作，秩序很難控制，效果差又花時間，為了學生的安全和考試成績，自然科的教學很少讓學生實物操作和做實驗。因而於1987年進行測試國中生科學過程與技能的學習成就，發現學生應用所學過的科學概念在資料處理與解釋和形成假設的能力上很低，數理科成績很高的學生，科學概念的試題通過率很高，但是在資料處理的能力，例如，自行設計表格將實驗數據展現出來，自行計繪製變因關係圖，解釋實驗的結果，和形成假設等，學生所表現出來的能力很低。研究結果顯示學生只偏重記憶科學概念，但是不了解科學概念的意義，所以很難應用所學的科學概念去解決需要推論和統整的問題。事實上，我國參加國際 IAEP 的數理評量，結果也同樣顯示我國學生的科學概念成績高，但實驗操作卻非常低(楊榮祥,1992)。

Osborne 和 Wittrock(1983)指出人類的大腦會自行積極地建構它對外來訊息的解釋、判斷推論，而不是被動地接受。學生的學習主要在於其本身對於所學概念自己進行有意義的建構，並與其長期記憶和感官經驗互相驗證和比較，而學生們在自行建構外來訊息意義的過程中，對於學生學習成效具有舉足輕重的地位。

Tobin 認為在教學和學習上，知識建構的過程可大致描繪如下(引自 Etchberger & Shaw, 1992)：

1. 感覺(sense perception)：是指經由聽、看、觸摸、嚐、聞等感覺，以及操弄或觀察等一切對學習者提供資料的過程。建構主義者相信資料匯集的階段，只是知識建構的開始。
2. 反省(reflection)：亦即對匯集到的資料產生意義。學習者總是查看到新資訊與其原來所知有何關聯，並將已知或未知的訊息編織在一起，這是屬於開始思考(mind-on)的階段。

3. 共同研究(collaboration): 與他人或小組討論問題, 尋找問題的解答及另有看法。解釋、澄清、推敲、發問、評價、辯護、推廣、和爭論等磋商過程是產生意義的關鍵。而磋商也是解決問題; 檢驗、嘗試、拒絕、防衛、辯護、與解釋的方式。

4. 達成共識(consensus): 小組對於如何解決問題, 達成一致的看法而提供平衡。亦即調適既存的基模, 使其充實、並擴張既有的建構。

5. 分享(share): 每一個小組在分享他們的發現與理由時, 其他小組能從中學習, 上述第 3 及第 4 又再度發生。

有鑑於國內國中理化教學的問題, 以及 Tobin 的理論所提供的科學教學和學習具體建議, 我們希望經由發展建立科學創造力的科學活動讓學生運用所學的科學知識於科學活動的實驗設計、找出變因、形成假設、進行實物操作與測試、經由結果再回來修改設計等發展學生的問題解決能力與創造思考能力。加強讓學生親身去感受、觀察、操弄, 促使生可主動去思考, 同時經由小組互動共同解決問題達成共識。因此作者期望進行發展一個科學創造思考的競賽活動之設計與舉辦模式。

類似此種科學創造思考競賽活動, 在 1983 年 Dr. Gerard J. Putz 和 Jack Cairns 即為增進學生們學習科學的興趣, 因此開始科學奧林匹亞競賽活動。其內容與形式設計是以動手做活動為主要方式, 其包含所有的科學學科(生物、化學、地科、物理), 同時強調科技與工程上的應用, 即科技整合。因此, 活動包含紙筆測驗到各種實物的設計和建造等。活動主要除了要求學生對於科學知識的理解, 同時要求科學的方法和技能等應用於解決問題的能力。

整個活動的精神是強調團體合作, 共同設計方式解決問題的合作精神。以及好的運動精神。同時強調科學是有趣的、具有挑戰性的。其競賽的隊伍組成每一所學校由 15 位學生組成, 每一隊均需參加所有的科學奧林匹亞的活動。每一活動都要求由男和女學生參與。

其分級方式為

(1). Division A: 國小(K-3, 4-6 年級)

(2). Division B: 中學(6<sup>th</sup>-9<sup>th</sup> 年級)

(3). Division C: 高中(9<sup>th</sup>-12<sup>th</sup> 年級)

在美國各州均有自己的州的科學奧林匹亞競賽, 之後各州由一隊代表該州參與全國競賽。

近幾年來, 美國各地方漸漸的開始由學校或博物館或大學開始舉辦各種不同形式小規模的科學競賽活動, 其中如全家參與科學節目的科學活動 Family Fun at SCI-FEST (Science Collaborative Initiative Festival to Enhance Science and Technology)。由 Georgia's S.L. Mason Elementary School 舉辦。SCI-FEST 是由 Verilette Parker 身為 "Valdosta state University 的教師和 GIMS 的負責人", 與地區學校的校長討論, 結合學校、家長、產業界, 希望促進科學教育的發展。因此才形成了社區合作的家庭科學科技節目即 SCI-FEST planning 開始, 此家長、老師團體 (PTO) parent-Teacher Organization S. L. Mason Elementary School 結合 75 位家長教師校長大學教授、地區學者組成 committee 來計畫此 festival。科學活動的設計是由大學 preservice

teachers 來負責設計動手做(hands-on)科學、科技活動。適合於不同年齡的學生，特別為 k-3 的學生設計一些活動內容包含生物、物理、化學等活動。有 100 個 hands-on Science activities，各種科學 demo 和科學 show。Dec. 前寄送出該活動的通知給家長，學校也公告給學生知道春天將有一科學節目活動。大學的 preservice teacher, 以及 inservice teacher 都在協助，同時在各個活動前協助來的學生、家長學習科學由動手做中學習。

其次另一個例子是由博物館舉辦的活動，在 Franklin Institute Science Museum in Philadelphia 的一個 program 讓 Family 來參與此科學活動，此乃 Museum-based events 其一年中提供 3 個 Discovery Day 專門針對探索式學習的科學活動 (inquiry-based science learning activity)，提供動手做活動學習科學如{人體、水}讓女孩參與科學活動和家長也參與，共同建立科學的學習興趣、信心，更讓家長進而支持女孩子學習科學，未來從事科學工作...

第三個例子是晚上科學營(Evening Science : Solving Science Problem)，

晚上的科學課程以設計科學解決問題 (Problem Solving activity) 鼓勵家和學生共同學習科學。是由密蘇理州哥倫比亞公立學校學區 (Missouri, Columbia Public School)和密蘇理州立大學哥倫比亞校區 (U. of Missouri-Columbia ) 的 Professor Lloyd Barrow 共同開始設計此 after-School 科學活動課程。以 Problem Solving 為主，強調男女學生參與程度相同，採用生活家居的材料，促進學生對科學的好奇心，讓父母和孩子共同學習，這些活動可以自己在家中重覆做。

國內近幾年來遠哲基金會也舉辦類似科學奧林匹亞活動。這些活動主要目的不外乎是希望經由探索得到經驗體認到互相分享學習經驗，在討論科學過程中把科學和生活結合。重點在促使科學的學習能推展到家庭，促使父母和子女共同討論、學習科學，即親子共同參與探索式的科學學習經驗分享討論。期望能達成學生的問題解決能力，以及對大自然科學好奇心與興趣之發展。重點在即使離開教室，學生仍有興趣去找尋相關資料了解、討論科學的真實原因結果。

本計劃將整合國內外的經驗與方式，建立一個可以讓大多數的學生有機會可以參與的科學活動競賽的模式，其不僅是藉此提昇學生們的科學創造思考力，更重要的是提昇學生們的科學學習興趣與意願，加強學生的團體合作精神，更期望能藉此促使學校與社區結合，將這樣的活動模式繼續下去。相信經由此科學創造思考性的科學奧林匹亞的活動可以提昇國內中學生的科學創造思考力與科學學者興趣、意願，同時促進校長、老師、家長對於學生們科學創造思考力培養的重視與推廣，並為未來科學教育的紮根工作形成助力。

## 計劃目的

本計劃將整合國內外的經驗與方式，建立發展出一個可以讓大多數的國中學生有機會可以參與的創意性科學活動競賽的模式。其目的不僅是藉此提昇學生們的科學創造思考力，更重要的是提昇學生們的科學學習興趣與意願，加強學生的團體合作精神，更期望能藉此促使學校與社區結合，將這樣的活動模式繼續下去。活動

內容與設計形式是以動手做活動為主要方式，使得學生可以經由動手做的過程中運用其科學知識能於問題解決，以及發揮其創造思考力。因此，活動包含紙筆測驗到各種實物的設計和建造等。活動主要除了要求學生對於科學知識的理解，同時要求科學的方法和技能等應用於解決問題的能力。除此之外，活動競賽的設計是要求以團體的方式參與，讓學生得以發展團體合作的精神。相信經由此科學創造思考性的科學奧林匹亞的活動可以提昇國內中學生的科學創造思考力與科學學者興趣、意願，同時促進校長、老師、家長對於學生們科學創造思考力培養的重視與推廣，並為未來科學教育的紮根工作形成助力。

## 活動模式發展與建立

本年度的計劃除了將過去一年所建立的模式推廣到各國中，協助各國中辦理校內的科學競賽活動，同時將舉辦全新竹縣市的科學創造思考奧林匹亞競賽活動。本年度的計劃分為以下五階段：

### 第一階段 協助各國中辦理校內的科學競賽活動

由於第一年的試辦活動已邀請新竹縣市共 40 所的國中校長、教務主任、與自然科教師參與科學競賽試辦活動，同時在試辦活動中，本計劃主持人同時為這些參與人員舉辦一場演講，演講中將整個活動的舉辦目與舉辦方式進行深入淺出的介紹，同時，更提供所有學校相關資料。除此之外，參與人員更經由實地的觀察充分瞭解活動的進行。經由活動的試辦達成活動推廣的目的。

為使各學校不僅有意願且有能力實地進行各校的活動進行，本計劃主持人與試辦活動的三民國中自然科主習、以及試辦活動所培訓的輔導員將支援協助各校活動的辦理。已陸續協助光華、寶山等學校辦理該活動。

### 第二階段 繼續發展新的科學活動

為使未來科學競賽有足夠的活動可以不斷的推展下去，本計劃今年又陸續發展六項具有創造思考的活動，且已上網提供給全國各校使用。

### 第三階段 培訓種子教師擔任大會評審

由於活動競賽的進行成功順利與否均賴於種子教師的培訓是否完全，種子教師主要擔任全新竹縣市科學活動當天所需要的各項活動的主持人、評審等工作，培訓活動針對各項活動的進行規則、評分方式等進行詳細的說明，所有的種子教師並親自製作各項活動進行實地預演，以發覺其中可能的問題。共培訓了自願擔任此工作的種子教師約 30 餘人來自新竹縣市中學自然科教師，並成功的擔任大會當天的評審工作。

### 第四階段 正式舉辦科學創造思考奧林匹亞競賽活動

比賽當天共分成四個活動項目(四站)，第一站為飛行俱樂部，包含紙飛機與迴旋鏢項；第二站為飄浮世界，包含快感巡洋動力船與過五關兩項；第三站為十月的天空，包含水火箭與發射台兩項；第四站為魔法學校，包含罐理乾坤與化學遊戲兩項；第五項為蜿蜒小徑，數學遊戲一項。見 <http://SciEdu.nctu.edu.tw>。

正式活動的舉辦將同時有 9 項活動同時進行，共各校可派一隊代表參加，此次參賽的學生來自新竹縣市 41 所國中共 48 隊，每一組的成員約有 10 人，(每一活動都要求有男和女同學共同參與)，共 480 位學生參與活動競賽正式活動，每一組須參加所有科學競賽活動(約參加 10-15 項活動)，最後成績是由所參加各項活動成績加總得出名次。

評分與頒獎方式分成各站分數、五站總積分進行計分，依照五站總積分的前五名頒發特優 5 名，前六至十名頒發甲等 5 名，以及各站優勝前三名均頒發獎金與獎品共二十七個獎。除此之外，另頒發奮鬥獎 10 名，努力獎 6 名。獎金由國科會經費支援，獎品則經由向聯電與交大募集。

#### 第五階段 完成創意性科學競賽活動資料庫網頁

目前已將所有活動的相關詳細資料，舉辦活動的規則、內容等資料建立資料庫放到所屬的網頁上，期望藉此，可將此活動推展出去，漸漸地，可由學校、地方、社區自行舉辦，藉以推展科學生活化，提昇學生科學創造思考力。這些活動的資料已做成資料庫並設計專屬網頁 (<http://SciEdu.nctu.edu.tw>)。

目前新竹市政府已同意下年將此活動經費編入教育局科教預算，並進而主辦此活動。

### 建議與結語

經由此次科學創造思考競賽活動的模式發展與建立的過程中，充分顯示其不僅引發學生對科學的興趣、科學求知、不斷嘗試錯誤、創新的精神之外，更使學生充分體認團體合作的重要與價值。由此證實整個競賽的模式與科學創造思考奧林匹亞競賽活動的發展與建立相當值得繼續推廣。

此計劃共完成了 21 項科學創意活動的發展與設計，同時更建立了科學創造思考競賽活動的創意性評分系統與科學創造思考競賽活動競賽模式的建立，整個計畫的完成具體的提供各學校或地方未來辦理科學創意性活動的完整模式。本科學創造思考競賽活動的發展與建立其中值的改進的是，未來可以依據學生當時所學的課程內容為選材而進行活動的設計可以達到應用所學的科學知識於科學創意活動的設計中。相信更能達到培養學生科學創造思考力與科學紮根的效果。同時更重要的是目前新竹市政府已同意下年將此活動經費編入教育局科教預算，並進而主辦此活動，能將此活動

的主辦工作交由地方自行辦理，象徵著地方對於科學教育的重視以及未來科學教育在地方紮根的希望。

## 參考文獻

- 楊榮祥(民 81). 1992 國際數理教育評鑑 IAEP。科學教育月刊, 149,2-31。
- 郭重吉、江武雄、張文華(民 86)。中華數理教師在職進修課程設計之行動研究( I )-  
---教師轉變與課程調整。《科學教育學刊》。5(3)，295-320。
- Barrow, L.H. & Knipping, N., & Litherland, R. (1996, Oct.). Evening science : Solving science problems. Science and Children,20-23.
- Etzberger, M. L. & Shaw, K. L. (1992) Teacher changes as progression of transitional images : A chronology of a developing constructivist teacher, School Science and Mathematics, 92 (8), 411-417.
- Jone, M.G. (1996, Oct.). Family Science: A Celebration of Diversity. Science and Children, 31-33.
- McCreedy, D., & Bourn, M., & Mosatche, H.S., & Wagner, K.F. (1996, Oct.). A Collaboration for Education. Science and Children, 38-41.
- Parker, V. (1996, Oct.). Family fun at Sci-Fest. Science and Children, 24-25.
- Osborne , R. J. and Wittrock, M. C. (1983). Learning science : A generative process. Science Education, 67 (4). 489-508.
- Weissman, D. (1996, Oct). Super science sleep over: bringing school and community together. Science and Children, 34-37.