

# 科學教育實作學門介紹<sup>#</sup>

盧玉玲\*

## 一、前言

為因應國家發展與提升國際競爭力的人才培育需求，國際上許多先進國家已開始進行新一輪的科學課程與教學改革。這一輪的科學教育改革彰顯著對學生科學實作與探究能力的重視，以及強調學生科學、科技、工程、數學 (STEM) 科際整合教育的問題解決與思考能力的提升，以培育具有高度科學素養能力的國民與卓越實作與思考能力的科學科技人才。面對當前科學教育需求，如何研發新的教學媒材、學習軟體、科學玩具、實驗設備等等，以支持新科學課程與教學改進並提升大眾之科學素養，越來越顯得迫切與重要。有鑑於這一個領域尚有極大進步與成長空間，科技部（前身「國家科學委員會」）遂於民國 103 年成立「科學教育實作學門」，以推動本領域研究與實作成品的發展。

## 二、學門內涵（領域）

本學門主要在推動科學教育實作型產品／系統之研發、典範性之科學教育實作型成品之發展，藉此來支持並提升科學學習品質與成效，在達此目的的過程中，本學門並兼顧培養各類科學教育實作型成品之研發製作人才，發展我國科學教育特色。以下就本學門的五項重點計畫類別進行說明，藉此邀請各領域的研究者踴躍參與計畫：

### （一）科學概念數位多媒體設計製作

本類別旨在邀請研究者就數學、物理、化學、生物、地球科學等學科中較不易了解的抽象科學概念為內容，設計製作適合中、小學生或大眾學習的電腦動畫；或是就以往科學教育的研究中，有關學生的另有概念等學習困難，設計學習鷹架的動畫媒體，以增進學習效果。

<sup>#</sup> 學門計畫網址：<https://esep.colife.org.tw/index>；學門電子期刊網址：<https://esep.colife.org.tw/14/journal>。

\* 國立臺北教育大學自然科學教育學系教授、科技部人文司科學教育實作學門召集人

每一計畫至多設計製作 5 項（5 項不同概念，或一項概念分成 5 項次概念），各項尚須搭配若干的評量題目以增進學習互動並檢驗學習成效。呈現的形式可以是：（1）電腦的 Animation 或 Simulation；（2）電腦動畫；或（3）數位多媒體。

本類計畫有三項要求如下：

1. 計畫書中須附有關選定之概念的主要參考資訊（含圖），註明每個動畫的設計構想，並說明如何透過設計協助學生理解概念或提供學習鷹架等。
2. 成品須進行實徵性評估，且能在網路及行動網路之應用／銷售平臺播放或銷售。
3. 計畫期程以一年為原則；但若為長期性、系列性且具重大應用性或商品化價值者，可提出多年期計畫，多年期計畫應同時發展外語版本。

## （二）科學學習軟體設計製作

本類別計畫旨在徵求適合中、小學生或大眾使用的科學或數學學習軟體（光碟、APP 或網路系統）之設計製作，本軟體設計之教學內容為數學、物理、化學、生物、地球科學等自然科及資訊學科概念之學習（可擇一）且應能培養學生下列之一項或多項能力：

1. 科學探究能力與實驗操作之培養；
2. 創造力或解決問題能力之培養；
3. 數學與科學學習興趣之培養；
4. 與科學學習相關之重要能力主題。

本類計畫要求如下：

1. 必須依據適當的或創新的科學教學與科學學習理論作為科學學習軟體發展的基礎。
2. 完成之科學學習軟體，必須對學生的科學素養、探究能力、解決問題能力或創造力等，其中至少一項的學習成效有幫助，並須進行實徵性評估。
3. 成品須搭配學習活動設計，並提供使用手冊及評量。
4. 成品須能在個人電腦或行動裝置之應用／網路平臺下載、執行或銷售。

## （三）科學玩具設計製作

本類別計畫，徵求利用較易取得之材料設計製作適合中、小學生或大眾學習科學之玩具（或套件），此實作產品須具較為重要的科學原理並可用來學習科學之玩具（或套件）。此科學玩具須具有教育性、趣味性、啟發性，以及有別於類似產品之創新性、功能進步性、經濟性等。申請計畫須提供該玩具的操作方式／觀察重點或思考或探究的問題，俾讓學生或一般大眾能輕易操作且理解；

內容尚須提供相關科學原理簡要說明，並搭配教學活動的設計。本類科學玩具之設計，亦可結合人工智慧 (AI)、物聯網 (IoT)、機器人 (Robot)、3D 列印、Arduino、Micro:Bit 及其它創客教育等。

本類計畫要求所設計製作之科學玩具必須符合下列各項：

1. 使用之材料、零件、組件及製作之成品必須符合國家相關之安全標準與規定。
2. 設計之科學玩具必須具學習之功能，其玩具之功能非單一且具有擴充性及趣味性。
3. 科學玩具之設計必須符合人體工學。
4. 成品須搭配學習活動設計，並提供使用手冊。
5. 成品與學習活動設計須進行實徵性評估，且須有市場銷售價值。

#### (四) 科學實驗器材設計製作

本類別徵求有關科學實驗器材設計製作的計畫，各計畫可針對課程之探究實作或數學、物理、化學、生物、地球科學等自然科之重要觀念或原理，設計實體、模型等等實驗器材。這些器材亦可結合人工智慧 (AI)、物聯網 (IoT)、機器人 (Robot)、3D 列印、Arduino、Micro:Bit 及其它創客教育等設計可供學生或大眾動手操作之科學實驗器材。未來成品應能予以商品化，成品應包含說明與展示，以供使用者理解、動手操作。

計畫要求所設計製作之科學實驗器材必須符合下列各項：

1. 利用本土性的題材和較簡易之材料。
2. 使用之材料、零件、組件及製作之成品必須符合國家相關之安全標準與規定。
3. 設計之科學實驗器材必須具學習之功能，具互動性及趣味性。
4. 科學實驗器材之設計必須符合人體工學。
5. 成品須進行實徵性評估，且須有市場銷售價值。

#### (五) 跨領域數位多媒體、學習軟體、玩具或實驗器材設計製作

本類別計畫徵求，各人文藝術相關及其它領域來結合科學、科技、工程或數學的實作成品設計。所發展之成品應對中小學生或大眾的跨領域整合或創新思維之學習能力培養有助益，並應能呈現培育中小學生的自我學習能力或大眾的終身學習能力。申請計畫應亦能呈現跨領域的問題解決和多元批判思考的特色。

1. 計畫要求：所設計製作之成品需具跨領域學習功能。
2. 成品依類別，需符前述(一)到(四)項的計畫要求。

### 三、研究成果

本學門多年來持續辦理研究社群討論會、發行電子期刊、辦理年度專題計畫成果討論會。以 106-107 年度為例，已經辦理 7 場研究社群討論會；8 期電子期刊（7-14 期），包括 8 篇新知分享、31 篇計畫研究成果分享；2 場計畫成果報告（展）會（請參見本學門計畫及電子期刊網址）。在學門各計畫執行成果方面，以最近兩年度（105-106）為例，本學門執行計畫約百件，計完成產品成果推廣近 30 萬人次、獲得國內外專利 36 件尚有 25 件申請中），對促進我國科學教育多元性與提升科學教育水準，具有相當貢獻。

### 四、期許展望

科學教育實作是一個與時俱進不可停頓的發展學門，為了支持科學教育課程變革之需要及掌握資訊及教育科技進步提供的機會，帶給學生更佳之未來，本學門將更在以下幾方面加強努力：

#### （一）支持研究人才與社群之成長，蓄積我國實作產品研發能量

本學門歡迎科學教育研究者以及各領域的研究者共同踴躍參與投入上述各類別之計畫申請和研究。特別要提到的是，因科學教育研究業務轉移至人文及社會科學研究發展司（以下簡稱人文司），為讓未來與人社領域有更多交流合作的可能性，本學門在計畫徵求重點中，特別增列第（五）項「跨領域數位多媒體、學習軟體、玩具或實驗器材設計製作」，企望人文司中各領域的研究者，如有相關研究成果可結合 STEM 教育並轉化成實務運用成品，非常歡迎加入本學門研究行列，共同形成科學教育實作研發社群，為我國實作產品蓄積研發能量，創造共同發展的機會。

此外，本學門也將在以往基礎上加強辦理社群討論會、發行電子期刊，敬請相關研究人士多予留意，也歡迎與學門辦公室聯繫（email:stsw@tea.ntue.edu.tw），共同為我國實作產品研發蓄積能量。

#### （二）強化實作產品與應用，提升我國 STEM 教育品質

沒有良好的實作產品，STEM 教育絕對無法獲得良好的教育成效。惟目前，國內外對於實作產品之開發與運用，都尚未形成足夠的發展理論與體系，這是缺憾，但也是機會。因此，本學門將繼續加強社群交流、爭取研究經費與機會，以協助研究者發展實作產品與應用，提升我國 STEM 教育品質。

### (三) 促進產官學合作，強化研究、運用、商品化的進程

本學門計畫希望申請案具有較充分的市場調查與商品化規劃和推動機制。這對實作產品的商品化，確實產生促進的功能；但不可諱言，多數研究者受限於研究場域與經驗，其著眼點經常還是僅較及於產品的設計與開發，對於如何和教育實務界和產業界取得密切的關聯、依照相關法規形成產業應用，進而將產品順利導入到需求面的經驗與資源還是比較欠缺。本學門將加強辦理產、官、學交流與合作，促進研究與產業資訊分享與合作，形成系統化的支持機制，強化研究、運用、商品化的進程。

### (四) 拓展實作產品之國際推廣與促進本領域研究，以提升我國科學教育國際能見度與貢獻

STEM 教育的實作產品，具有相當的需求和產值；再從國際頂尖期刊來觀察這一領域的相關論文數，似乎還較為不足。此現象，代表著，拓展實作產品之國際推廣與促進本領域研究形成高競爭力論文，將是可以提升我國科學教育國際能見度與貢獻的兩個方向。未來，本學門也將加強對研究者這一方面需求之協助，辦理相關之支持活動，以助國際能見度與貢獻的提升。

當前，國際 STEM 產業競爭激烈，科學教育水準關乎國家社會發展之趨勢益發明顯，如何提升未來國民的科學實作探究能力，是國內外都面臨的一項重要課題。此外，我國十二年國教新課程實施，所需要的各種科學媒材、軟體、科學玩具、實驗設備等需求，也遠逾以往並待發展。在現階段，科學教育實作產品之研發人才之引入、培養、支持，並促使實作產品之產出、運用，進而提升科學教育水準，提升我國科學教育實作產品與研究的國際影響力與貢獻，是非常重要的且亟待大家共同承擔的責任和爭取的機會，於此敬盼國內研究者集思廣益、投入心力，共同創發。