

# 教育部108年度中小學科學教育計畫專案

## 期中報告大綱

計畫編號：137

計畫名稱：STEAM 課程對提升國小資優生問題解決能力之教學研究

主 持 人：洪瑞成

執行單位：南投縣光華國小

### 壹、計畫目的及內容：

本計畫之目的在了解 STEAM 課程對國小一般學術性向資賦優異學生在問題解決能力上的影響。同時也可了解問題解決能力作為 STEAM 課程實施的評估向度之適切性如何。研究之 STEAM 課程係使用清華大學 STEAM 學校之課程設計架構，由光華國小教師發展了16節課的區域性資優方案為基礎進行調整，課程實施方式則使用研究者所建置的教學網站進行。

### 貳、研究方法及步驟：

#### 一、研究方法

本研究採用準實驗研究設計，以國小通過南投縣鑑定輔導會所通過之四到六年級一般學術性向資賦優異學生（以下簡稱資優生）為對象，並以四、六年級之普通班學生（以下簡稱一般生）作為對照組進行介入效果比較。

#### 二、研究步驟及工具

本研究之步驟可分為課程設計、課程實施、資料分析及報告撰寫以及控制組學生課程實施四個階段。

##### （一）課程設計階段

以光華 STEAM 學校5E 學習環的架構進行課程設計，課程設計內容以自然科學領域之植物觀察為基礎，由四位國小資優班教師所組成之團隊進行16-20節的課程發想，課程設計過程將彰師大特教系與清華 STEAM 學校團隊進行聯繫與討論，以確保整性課程內容符合資優方案及 STEAM 課程之架構。最後再

依照課程趣味性與操作的難易度調整規劃課程單元主題、內容概述及節數如下表一，詳細教案請參考附件一。

表一、課程單元主題；內容概述及節數一覽表

單元主題	單元內容概述	節數
古儀器之謎	以特殊用語的組裝說明書搭配 Arduino Uno 與相關組件，讓學生以類似解謎的方式將 Arduino 版的土壤溼度偵測器組裝再現。	4 節
新科技啟動碼	依序前單元的脈絡，讓學生練習使用 Micro:bit 寫入程式並組裝出不同於 Arduino 版的土壤溼度偵測器。	3 節
水神的叉子 2.0	此單元最重要的目的在找出 Micro:bit 所組裝的土壤溼度偵測器數值的意義，以科學操弄變音的方式透過不同材料在 Micro:bit 所讀出的數值，並與 Arduino 版的土壤溼度偵測器的燈號訊息進行連結，找出 Micro:bit 所顯示數字與土壤濕度之關聯為何。	6 節
設計編輯室	將所種植的植物進行創意商品的設計，如利用葉脈進行拓印或製作書籤等，並將植物的密碼與實驗結果納入上品設計當中，賦予植物商品故事與意義。將設計的商品以拍照的方式放置於網路平台進行義賣，並將義賣所得回饋給相關的環境保育團體。	3 節

## （二）課程實施階段

課程之實施因新冠病毒疫情之影響，將原先規劃之紙本及實體授課之教材修改調整於本計畫建置之網站上，並由教師提供教學材料，將集中式的授課該為不同時段分散式的教學，引導學生依照課程設計於16節課時間內完成此次的 STEAM 課程。學生於課程前、後由教師使用詹秀美與吳武典所編製之「新編問題解決測驗」進行50分鐘的施測。

## （三）資料分析及報告撰寫階段

課程實施完成後除將參與學生之性別、年級及新編問題解決測驗之分數進行描述性統計分析外，並利用 ANCOVA、重複量數（repeated measures one way AVOVA）分析 STEAM 課程實施之差異是否達到顯著，以及實驗組與控

制組前、後測組內之差異比較，藉以了解 STEAM 課程的實施在問題解決能力上之影響，並將統計結果依照研究目的分項撰寫研究討論與結論，完成計畫報告。

#### （四）控制組學生課程實施

於實驗組之教學介入及後測完成後，次學期將針對控制組學生進行調整修正之 STEAM 課程方案，確保研究倫理及參與研究學生之權益。

#### 參、研究成果：

本研究之主要目的在了解 STEAM 課程對國小資賦優異學生問題解決能力之影響，另外則以本課程作為基礎建置本校 STEAM 課程網站作為課程推廣之用。分別說明成果如下：

##### 一、STEAM 課程對國小資賦優異學生問題解決能力之影響

參與本研究之前、後測學生人數依照年級、資優生與一般生以及性別整理人數表如表二。

表二、前、後測學生人數一覽表

	前測				後測			
	資優生		一般生		資優生		一般生	
	男	女	男	女	男	女	男	女
4 年級	6	2	13	11	6	2	12	11
5 年級	8	5	-		8	4	-	
6 年級	9	6	12	11	9	5	9	9
小計	23	13	25	22	23	11	21	20
總人數	83				75			

經篩選前測分數未達 PR10 之學生 8 人後，總計有 75 位學生參與本次研究，實驗組及控制組之人數分配如表三。

表三、實驗組及控制組人數一覽表

	控制組	實驗組
資優生	20	21
一般生	17	17
人數	37	38

在變異數同質性檢定上，以前、後測作為依變項，課程實施與否作為因子，在顯著性上分別為.591與.297，皆符合變異數同質性之假設。另以Kolmogorov-Smirnov 檢定前、後測皆為.000達顯著水準，也符合常態性的假定。故使用 ANCOVA 了解本校設計之 STEAM 對於學生問題解決能力的表現是否有差異。將前測分數設為共變量後，分析實驗組與控制組所得 F 值為.475，顯著性為.493，未達顯著標準，亦即該課程之實施對於實驗組與對照組在問題解決能力之改變上並未有顯著差異。再以重複量數進行分析，得到前、後測在課程實施與未實施的狀況下之 F 值為.302，顯著性為.584，未達顯著標準。另將實驗組與對照組之一般生排除僅以同樣具資優身分之學生（各組 n=17）進行實驗與對照組分析，所得 F 值為.385，顯著性為.539，亦未達顯著標準。綜合上述分析結果可知，本研究發展之課程無論在實驗組或對照組之問題解決能力改變上皆無顯著差異。然從估計邊緣平均數之剖面圖（圖1）來看，無論實驗組或控制組在課程實施前後於問題解決能力皆有提升，而實驗組的提升幅度較大。若純以具資優身分的學生進行比較（圖2），可看出實驗組學生在前測時較對照組為差，但於後側則出現交叉且增加幅度也較為明顯。

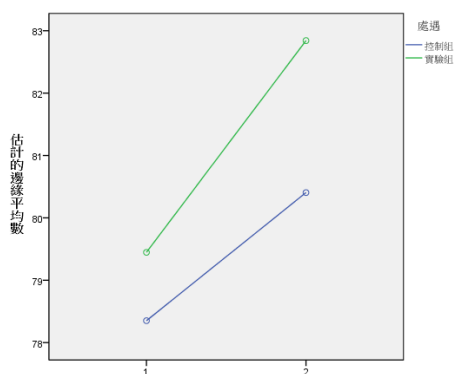


圖1 前、後測結果邊緣平均數剖面圖

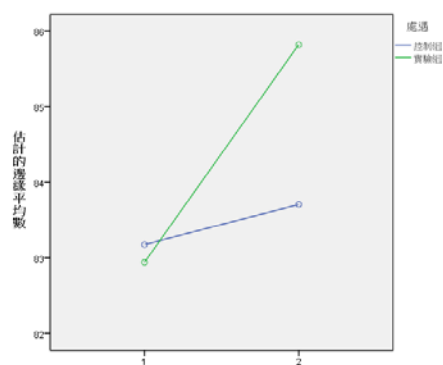


圖2 前、後測結果邊緣平均數剖面圖(具資優身分)

## 二、建置本校 STEAM 課程網站

本研究另一目的則是建置本校 STEAM 課程網站（科學程式+，<https://sites.google.com/ghps.ntct.edu.tw/steam>），網站之建置係利用 Google Suite 提供的 APP 製作，嘗試將教師過去以傳統紙筆呈現的課程講義、

學習單及教師主導的授課方式，改以線上數位的方式製作呈現。利用 Google Sites 作為整合介面，使用 Google Slides、Youtube、Doc、Form、Sheets 等 APP 製作學習內容及互動評量之材料。除此之外，也使用了 MakeCode、Awwboard 等外部網站嵌入後作為程式編輯與模擬器，以及學生線上即時繪製心智、流程圖的工具。實作材料的部分，除了 Micro:bit 以及 Arduino 等電子材料需購買外，其餘材料則可讓學生從生活周遭簡易取得（如土壤、鐵釘等）。

學生可使用一般桌上型、筆記型電腦或行動學習載具（如平板）開啟網路瀏覽器，點選網址或掃描網址 QR code 後即可進入本教材網頁。本教材共分為古儀器之謎、新科技啟動碼、水神的叉子2.0、這樣的「畫」他就懂了等五個單元，以輕小說的形式帶領學習者進入情境，並在各個章節中搭配表單及互動網站、檔案傳送要求等方式進行評量與互動，可即時評分、記錄於網路資料庫上，除可作為學生學習作品之數位記錄、展覽外，蒐集之資料與回饋也可作為後續教材調整改善的參考依據。五個單元可透過網頁導覽列自由點選喜愛的單元學習，或是循序漸進於各章節結束後點選超連結體驗完整的學習。

#### 肆、預定完成工作說明

依照本計畫預期完成工作以下表三說明執行情形如下。

表三、本計畫主要工作項目執行說明一覽表

主要工作項目	執行說明
編撰符合 STEAM 課程架構之整合性課程教材。	由本校資優班教師共同發想結合區域資優方案之經驗，調整為「科技程式+」的整合性課程。
實施 STEAM 課程，以實證方式了解 STEAM 課程對於國小資優生於問題解決能力之影響。	原設計 16 節利用中午課餘時間進行實驗組之授課，因疫情影響將教材調整以網頁方式呈現，並由教師提供學習的實體材料，如 Arduino 及 Micro:bit 等原件，請學生分散在不同時段至電腦教室進行線上學習，並由教師在旁協助指導。課程實施前、後會施作問題解決能力測驗以了解課程對該能力的影響。
於 STEAM 課程實施中協助學生完成科展主題發想並參與後續科學展覽競賽。	實驗組四年級學生參加 2020 全國科學探究競賽獲入選兩件，六年級學生參加 60 屆科展獲全縣團體賽第一名，並有一件代表南投縣參加全國賽展覽。
建立本校 STEAM 課程網站，作為整合性科學教育之分享與討論平台。	利用 Google Sites 建置並將本次發展之 STEAM 課程與教材開放，未來將與以本次課程為模組，持續開發整合性科學教育教材，並新建一個上層網頁將本校開發之教材與其他科學教育且符合本校教學特色或需求之教學資源共同納入。

## 伍、討論與建議

### 一、教師專業能力整合在發展 STEAM 課程的重要性

本次 STEAM 課程的發展因疫情影響從傳統紙筆教學轉化為全數位學習。教材轉化的過程中須探索並運用數位化的網路工具方能達成，也就是除了原本 STEAM 所需具備的教學專業外，亦須大量融入資訊方面的能力。這部分與強調科技融入教學的科技內容教學知識 (Technological Pedagogical Content Knowledge, 簡稱 TPACK) 之論點相呼應(Mishra & Kohler, 2006)。其論點提出教師應具備科技知識 (TK)、教學知識 (PK) 及學科內容知識 (CK)，三者兼具則能提供學習者充實、多元有效率的課程內容。

### 二、STEAM 課程對資優生問題解決能力提升仍有效果，且較傳統獨立研究課程為佳

透過研究分析結果可知，本校發展的 STEAM 課程對於提升資優生問題解決能力的雖然未達顯著差異，但以平均數剖面圖來看，實驗組學生在問題解決能力的提升上，仍較對照組學生幅度為大。從前、後測平均數分別為78.91與81.64，以及中位數皆為88來看，可能是本研究所採用之標準化問題解決能力測驗對於參與學生來說較為容易，也就是一開始分數已經最高，後續即使提升也無法從測驗結果測知，例如前測時達到99的學生有14位，後測達到者有20位，也就原本的14位可能因課程提升問題解決能力，但因測驗工具之限制，無法呈現出進步情形。綜上，本研究所發展之 STEAM 課程對於資優生之問題解決能力仍有提升之效果，該效果無論在混合一般生與資優生或純資優生的實驗組中皆可看出。

## 陸、參考資料

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017-1054. doi: 10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x