

114學年度科學教育專案年度期末報告綱要

計畫編號：54

計畫名稱：AI 與創客教育融合之實踐研究：以ChatGPT輔助 Arduino 專題導向課程為例

主持人：侯依伶

執行單位：高雄市立陽明國中

壹、計畫目的及內容：

本計畫旨在因應 AI 技術發展對科技素養的迫切需求，突破現行國中資訊教育偏重基礎程式教學、缺乏實體創作的限制。研究者結合「專題導向學習 (PBL)」，發展一套以 Arduino 微控制器為核心、AI 工具（如 ChatGPT）為輔助的創客課程。藉由 Arduino 易於跨域整合 (STEM) 與數據分析的優勢，搭配 AI 降低程式設計門檻，幫助學生將抽象概念化為具體裝置。計畫期望透過建立教師共備模式與辦理實作營隊，讓學生在短時間內運用 AI 輔助完成電路實作，產出具備實用功能的創意專題作品，全面提升學生的科學探究、創新思維與實作能力。

本計畫擬定的三個研究目的如下：

- 一、設計並實施一套結合 Arduino 與 AI 工具的專題實作課程，促進學生主動學習、團隊合作與創意思考能力。
- 二、觀察學生在課程歷程中的學習興趣、參與度與解決問題能力的變化，透過前後測與問卷評估學習成效。
- 三、建立教師共備與教案共創機制，協助學校內有志於指導創客與專題競賽的教師，共同研發與優化可延續、可複製的模組化課程。

貳、研究方法及步驟

一、研究方法：

本研究採用「行動研究法」與「專題導向學習 (Project-Based Learning, PBL)」雙軌整合策略，透過教師在共備歷程中的教學策略與課程設計能力之轉變，設計與實施以 Arduino 與 ChatGPT 為主軸的創客營隊，並探討學生在實作過程中的學習成效與態度改變。學生營隊課程結束後，後續將鼓勵學生延伸學習，應用不同的感測器進行專題研究。以下茲將就對象、研究工具、資料收集分析說明如下：

(一) 研究對象：

1. 教師對象：參與課程設計與實施之學校教師 8 人，其中一位為文史背景教師，其餘 7 位為資訊、自然科領域背景教師。經由教師工作坊的行前問卷，分析 8 位教師的起點行為，以作為未來的比較。

- (1) 硬體實作：具備基礎概念，但對新開發板（ESP32）陌生
- (2) 軟體與程式：最大的技術瓶頸
- (3) AI 工具應用：熟悉文書處理，但尚未應用於程式撰寫
- (4) 行前問卷的結果也發現教師對導入 AI 輔助寫程式抱持著「雙面刃」的焦慮。

2. 學生對象：以本校國二科學家族社團學生為招募對象，共招募已經或預計參與科學專題製作的學生30人，不需具備程式設計或電路基礎。在營隊開始前，施以營隊行前問卷，以了解參與學生的起點行為，藉以調整、修正營隊課程。

綜合分析學生的問卷結果，可以發現：

- (1) AI 工具已是日常：極高的「提示詞」與「自學」自信
- (2) 軟硬體認知斷層：懂運算思維，但對實體硬體極度陌生
- (3) 學生有極高的實作熱情與容錯力

(二) 研究工具與資料收集

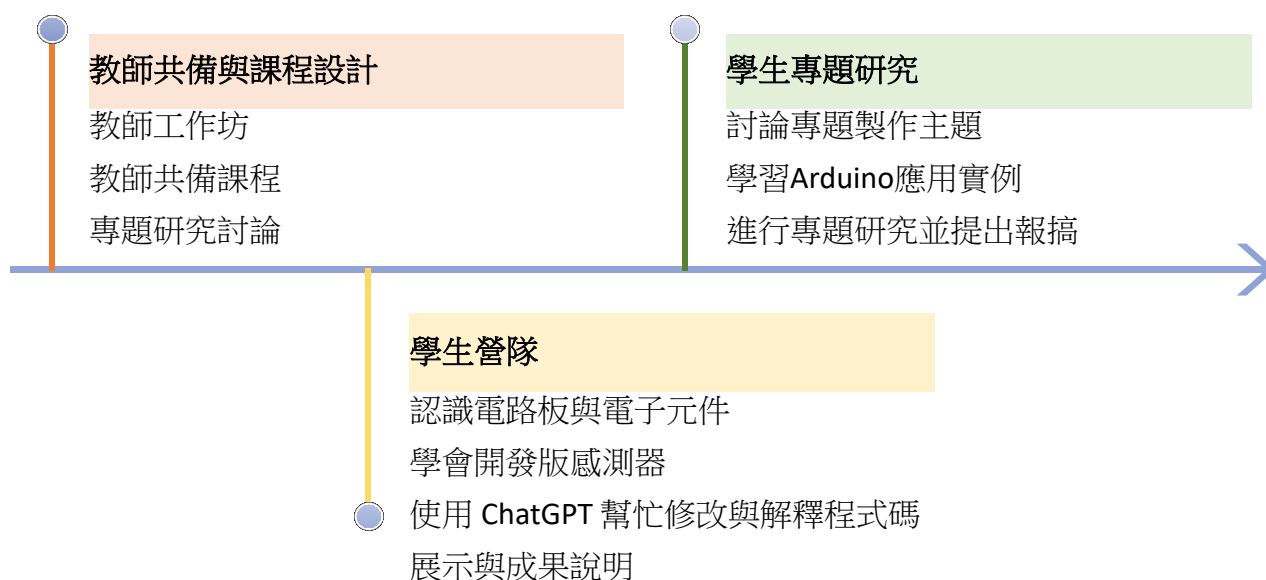
1. 前後測問卷：針對學生設計「關於 Arduino 與程式設計」、「AI 工具（如 ChatGPT）使用態度」、「創客學習信心（動機與自我效能）」等面向問卷，於活動前後施測。
2. 觀察紀錄與訪談：記錄學生實作過程中的行為與困難點，並對學生進行半結構式訪談。
3. 教師共備紀錄：透過會議記錄、教案文件、修正歷程，追蹤教師對課程設計與 AI 工具的理解與應用情形。
4. 學生作品：包括營隊學習作品以及專題研究作品。

(三) 資料分析方式

1. 量化資料分析：以成對樣本 t 檢定分析學生前後測結果，檢視學習成效差異。
2. 質性資料分析：採用內容分析法，歸納學生作品、訪談資料與教師訪談紀錄之關鍵主題與學習歷程轉變。

二、實施流程

圖1
計畫實施流程



三、資料收集

在學生營隊課程進行過程中，從質性和量化二方面收集學生學習狀況的資料，以評估學生的學習成果。分別說明表3：

表1
資料收集項目

工具	說明	分析目的
教師工作坊前後側問卷	了解社群教師在工作坊的學習狀況	分析社群教師在工作坊前後能力變化
學生營隊前後測問卷	調查學生對「Arduino 與程式設計」、「AI 工具使用」、「創客學習信心」的認知與態度變化	分析學習成效與態度變化
訪談紀錄	教師工作坊、學生營隊結束後進行焦點訪談，瞭解教師和學生整體學習經驗與感受	探究課程對學生學習動機與自信的影響
學生創意專題作品	<ul style="list-style-type: none"> ● 學生完成的營隊中規定的 Arduino 專題 ● 學生創意發想專題製作作品 	評估實作能力與創造力，做為成果展示依據
學生專題研究回饋	對課程安排、內容、教學方式的整體回饋	作為課程優化與擴散推廣依據

參、研究結果與討論

一、教師工作坊成效分析

表2

教師工作坊行前與學習後問卷分析結果對照

評估面向	行前	學習後
電子零件認識程度	7人具基礎電學概念；1人（文史背景）僅聽過名字	2人已能獨立完成複雜麵包板接線；其餘維持基礎水準；整體操作信心提升
微控制器使用能力	6人僅能在指導下完成簡單範例；1人具進階能力（廖）	4人已能獨立完成簡單專題（如自動澆水系統）；能力層級整體向上移動
ESP32 熟悉程度	6人聽過但不熟悉，過去僅用 Arduino UNO 或 Micro:bit	多數教師已能自行嘗試操作；1人能熟練排除基本接線問題；整體從「不熟悉」提升至「能嘗試應用」
AI 使用頻率	3人僅用於查資料、寫公文；4人用於教學輔助但未試過寫程式；1人每天使用並嘗試寫程式	2人已達每天使用並嘗試寫程式；其餘教師維持教學輔助應用層次
提示詞撰寫 自信程度	2人不知道什麼是提示詞；1人知道問問題但常得不到有用答案；5人能提供背景資訊引導 AI	全數 8 人皆能提供背景資訊引導 AI 給出精確回答；為本次工作坊最一致的全面提升
AI 輔助寫 程式能力	（行前未設此題）	自評平均 3.75 分（滿分 5 分）；多數教師評為 4 分，表示具備基本信心
Arduino IDE 使用經驗	2人完全未使用過；5人安裝過但對程式庫安裝與序列埠選擇感困難；1人為專業級	0人完全未使用；5人已能自行安裝程式庫並根據報錯訊息進行初步修改；進步最明顯的面向之一
指導學生電子 實作經驗	4人完全無指導經驗；2人具基礎經驗；1人為資深指導者	僅剩 2 人無指導經驗（但均表達意願）；4人具備基礎指導能力；1人提升至中階指導
整體信心度 （研習後）	（行前未設此題）	平均 3.875 分（滿分 5 分）；3人達 5 分高度信心；最低為 3 分，顯示仍有持續學習空間

綜合教師在開放式問題的回饋，可歸納出三個層次的專業發展歷程：技術能力的建立（從零基礎到能獨立完成感測專題）、教學轉化的準備（從「自己做得到」到「有信心帶學生做」），以及教學思維的深層反思（從「以教師熟悉為中心」轉向「以學生第一次接觸為起點」重新設計課程）：

- (一) 技術能力的建立：全數 8 位參與教師均掌握了提示詞 (Prompt) 撰寫技巧，能精確引導 AI 產出教材與輔助程式。
- (二) 教學轉化的準備：透過 6 次共備工作坊，教師從「自己學會」進階到「有信心引導學生」，參與指導科展的教師比例顯著增加。
- (三) 教學思維的深層反思：教師不再僅以「專家熟悉」的視角授課，而是重新以「學生第一次接觸」的觀點設計課程模組。如教師 7 與 8 的回饋顯示，教師的角色已從「技術權威」轉化為「共學陪伴者」，這種陪伴在學生面臨技術挫折時提供了關鍵的心理支撐價值。

這三個層次的轉變呈現出教師專業發展的完整軌跡，說明工作坊的影響不僅停留在技術層面，更深入到教學哲學的重新建構。若要強化工作坊的長期效果，建議後續加入持續實作支持，並創造教師彼此協作指導學生的機會，以縮短個人學習與課堂應用之間的距離。

二、 學生營隊前後測分析

本分析採成對樣本 t 檢定，比較同一批學生在參加 Arduino 學生營隊前後的問卷作答差異。問卷共 15 題，分為三大構面，採 5 點李克特量表 (1=非常不同意, 5=非常同意)。有效配對樣本數為 23 人 (行前問卷共 28 份，結束問卷共 23 份；依姓名配對，排除無法配對者)。

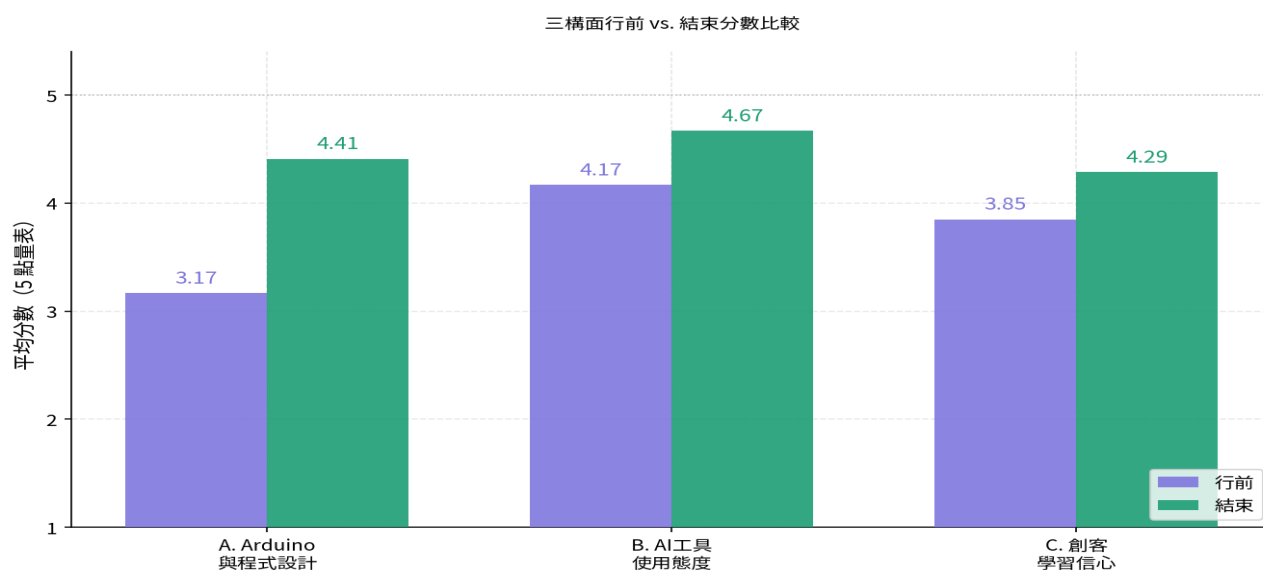
(一) 整體分析結果

學生整體平均總分從行前 55.96 分 (滿分 75) 提升至結束 66.83 分，平均進步 10.87 分 (+19.4%)，成對 t 檢定達顯著 ($t=7.76, p<.001$)，顯示營隊介入具有明確效果。

(二) 分構面

圖2

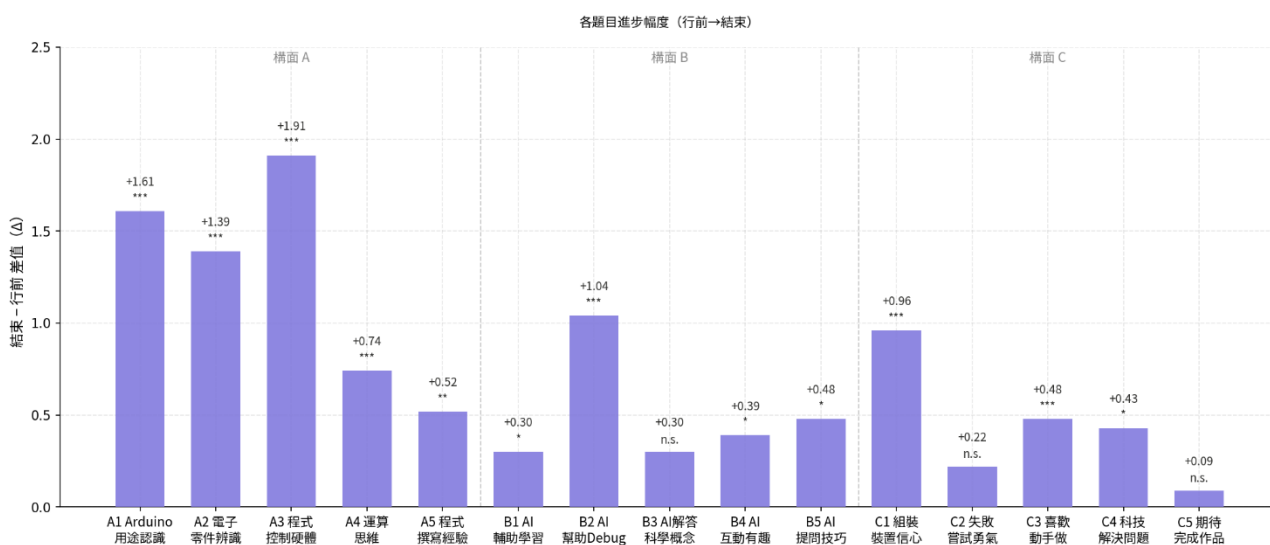
學生營隊前後各構面得分變化



(三)各題目分析

圖3

學生營隊前後各子題得分變化



三、 教師訪談整理

研究者根據每位教師的前後測問卷，進行訪談。綜合而言，這次工作坊對參與教師的影響可以區分為三個層次：技術能力的提升、教學轉化的準備、以及教學思維的深層反思。若要強化工作坊的長期效果，科能需要加入持續實作支持，並創造教師彼此協作指導學生的機會，以縮短個人學習與課堂應用之間的距離。

四、 學生營隊後訪談整理

營隊結束後，研究者隨機選取了6位學生進行訪談，訪談重點聚焦在 Arduino 技術學習、AI 工具使用體，以及對未來科學學習的影響。根據訪談結果，可以將學生在營隊時時過程的心得，整理成以下三點：

- 在 **Arduino 技術學習** 方面：多數學生入營前幾乎零基礎，對電路板感到陌生甚至排斥。隨著實作推進，當 LED 亮起或感測器成功讀值的瞬間，學生信心明顯轉變，並在反覆除錯中體會到「拆解問題、分段確認」的邏輯思維。
- 在 **AI 工具使用** 方面：學生普遍從被動查詢轉向主動互動，意識到「如何描述問題」本身就是一種能力。同時也體認到 AI 並非全然可信，需保持批判性判斷。
- 在 **對未來科學學習的影響** 方面：多位學生表示這次經驗改變了對「學科學」的認知，從背公式轉向「不知道答案、然後去找答案」的探究歷程，課堂中抽象的知識也因實作而變得具體可感。

在本計畫的實施歷程中，生成式 AI (ChatGPT) 根據學生的需求演化出三種核心支援角色：

(一) 程式生成輔助：

1. 角色說明：協助將學生的邏輯構思轉化為 Arduino 語法，降低語法錯誤導致的挫折感。
2. 具體案例：學生 1 在零基礎狀態下，透過 AI 協助快速完成 LED 點亮與控制邏輯，將注意力從「背代碼」轉向「釐清邏輯順序」。

(二) 即時除錯夥伴：

1. 角色說明：AI 協助解釋編譯錯誤訊息，並引導學生觀察硬體環境是否有誤。
2. 具體案例：學生 2 與 5 在面對感測器讀值不穩時，被引導向 AI 具體描述問題，體會到「定義與描述問題」本身就是一種關鍵的科學探究能力。

(三) 概念解釋與批判思維養成：

1. 角色說明：針對抽象的感測器原理，AI 提供了彈性的解釋方式與比喻。
3. 具體案例：學生 4 在實作中發現 AI 給出的程式碼偶爾有誤，進而體認到「不能盡信 AI」，建立了初步的批判性判斷力。

五、學生應用 Arduino 於專題導向課程之成果與回饋

參加營隊的學生在寒假期間，以及下學期開學後的午休、假日，在老師的指導下進行專題研究課程，共產出 10 組作品參加高雄市科學科展比賽，其中有 4 件作品應用到本次營隊所學之 Arduino 作為研究工具。在專題課程結束後，研究者訪談每一組參與專題導向課程的學生。綜合整理各組學生回饋，可以精簡成以下幾點：

(一) 目前課程規劃優勢：

1. 在融入 Arduino×AI 的課程安排部分：
 - (1) 課程給予充分的實作與測試時間，學生能反覆調整裝置至穩定狀態，而非完成一次即進入下一步。
 - (2) 專題指導老師能定期了解各組進度，避免學生在同一問題上卡關過久，有效維持研究節奏。
2. 在融入 Arduino×AI 的課程內容部分：
 - (1) 課程內容能夠根據各組研究需求給出針對性建議，而非套用固定教學流程，讓學生感受到被認真對待
 - (2) 涵蓋感測器應用、數據記錄與分析等核心能力，與學生的專題需求高度吻合
3. 在專題指導教師的教學方式方面：

- (1) 教師採引導式教學，優先讓學生自行思考與評估，也會適時介入，協助學生將挫折轉化為研究歷程的一部分
- (2) 指導範疇不侷限於技術層面，從 AI 工具的善用到數據困惑時的整體思路梳理，展現全方位的陪伴與支持價值。

(二) 未來可以再加強部分：

1. 在融入 Arduino×AI 的課程安排部分：
 - (1) 建議提早介紹不同量測工具的適用條件，讓學生在工具選擇階段就有更完整的參考依據。
 - (2) 建議增加跨領域應用引導，讓投入生物、化學等領域研究的學生更早掌握 Arduino 的應用潛力。
2. 在融入 Arduino×AI 的課程內容部分：
 - (1) 建議補充「數據不理想時的處理方式」，讓學生在面對雜訊與誤差時有更清楚的應對方向
 - (2) 建議在課程前段納入「實際環境與實驗室測試差異」的說明，協助學生在設計階段即考量現場條件。

肆、結論

本研究以「AI 與創客教育融合之實踐研究：以 ChatGPT 輔助 Arduino 專題導向課程為例」為主軸，透過教師工作坊、學生營隊與專題導向課程三個階段，探討 Arduino 與 AI 工具融入國中科學教育的實施成效。綜合量化數據、質性訪談與學生作品分析，可歸納出以下結論：

- 一、教師工作坊有效建立融合 AI 與 Arduino 的教學能力
- 二、學生營隊顯著提升三大學習構面的能力與信心
- 三、學生能將營隊所學有效遷移至科展專題研究
- 四、專題指導課程的教學模式具有實質支持價值
- 五、整體意義與未來展望

本研究證實，以 Arduino 為核心、ChatGPT 為輔助的創客課程，能有效降低技術門檻、提升學生的科學探究動機與實作能力，並在教師端建立可複製的共備與教學模式。在行動研究的推動過程中，課程歷經工具選擇調整、AI 工具介入時機的提前，以及學生專題輔導機制的逐步建立，這些調整均根植於實際教學觀察與學生需求，體現了行動研究持續修正的精神。後續建議持續追蹤學生的長期學習遷移效果，並在課程中加入更系統化的數據分析與跨領域應用內容，同時建立教師持續實作支持的機制，以進一步強化課程深度與擴散推廣的可行性。