

2026 台灣 AI 教育年會教學應用投稿文件

主題名稱：與生共學：一位資深教師作為學習者之 AI 鷹架在 Arduino 專題教學中的實踐

設計者：陳霽語

設計理念

一、AI 應用設計的起點與問題陳述（必填）

- **設計起點/動機：** [說明您決定進行此 AI 應用設計的最初原因或靈感。]

當主任詢問是否願意接任七年級資優生的程式課程時，研究者的第一反應是驚恐——學校不乏資訊專長的教師，為何會找上一位對 Arduino 與 AI 應用都陌生的自己？

原來，主任並非期待一位「技術最強的教師」，而是一位願意陪伴學生學習、維持其學習熱誠的「共學者」——教師與學生同時處於知識建構歷程中，教學位置因此產生轉變。這個認識，成為整個教學設計的起點。

面對 AI 這股席捲教育的新潮流，年紀稍長的教師所須付出的，不只是勇氣，更是比年輕人多出數倍的時間與精力。重新以「學習者」的姿態站上講台，從來就不是一件輕鬆的事。

在實際帶領的過程中，研究者觀察到：學生雖具備良好的學習能力與創意潛能，卻從未接觸過 Arduino，光是初期的接線練習便屢屢遭遇失敗，挫敗感顯而易見。然而，這份挫折並非負面的阻礙，而是恰好提供了一個真實的情境，讓學生得以練習面對失敗、調整策略、再次嘗試——正是資優教育中不可或缺的挫折容忍力的養成契機。

研究者自身同樣也是 AI 工具的學習者，教學初期也曾因技術掌握不足而感到不安。這份「不安」反而推進了一個大哉問：教師，是否一定要「先會」才能教？本研究進一步挑戰「教師須先具備完整知識方能進行教學」的傳統假設，指出在 AI 支持下，教師亦可在學習歷程中進行教學，形成教與學同步推進的動態結構。

Dewey (1938)的「做中學」(learning by doing)給了研究者重要的啟示：真正的學習發生在行動與反思的循環之中。於是，研究者選擇與學生一同走進未知，以 AI 工具為輔助，從感測器操作出發，逐步引導學生走向自主專題設計。

● **欲解決之核心問題：** [清楚定義此 AI 應用主要針對的痛點、挑戰或未滿足的需求。]

本研究針對長期存在於教學實務中的困境，提出三個核心問題：

一、如何橋接學生從操作到應用的斷層？

學生在接觸 Arduino 與感測器時，雖能依循範例完成接線與程式執行，未必清楚感測器如何應用於日常生活情境。如何搭建從「能做」到「能應用」之間的橋梁，是課程設計的首要挑戰。

二、如何在有限時間內提供個別化引導？

每位學生的進度、瓶頸與思考方向各不相同。教師如何在有限時間內提供即時且個別化的回饋，不僅是教學技術的問題，也是在既有教學條件下，如何尋求有效支持機制的重要課題。

三、如何克服教師的自身學習門檻？

面對 AI 與科技工具的快速迭代，特別是非資訊專長或年紀稍長教師，可能因陌生而產生疏離感；這道無形的門檻，往往比技術本身更難跨越。

這三個問題環環相扣，當教師對工具感到陌生，便較難有效引導學生突破既有框架；而若缺乏有效的個別化鷹架，學生的探究熱情也容易在卡關時悄然熄滅，更遑論進一步與生活情境建立連結；本教學設計嘗試以 AI 工具作為共同的輔助，同時回應教師與學生兩端的需求。

● **現狀分析（選填）：** [簡述目前解決此問題的現有方法及其局限性。]

目前國中階段的 Arduino 及感測器教學，雖已逐漸納入科技教育課程，但在教學現場中，仍存在以下幾項限制與挑戰：

1. 現行教學多停留於操作層次，較少延伸至專題應用

目前多數 Arduino 及感測器教學，仍以單一模組操作或範例實作為主。學生雖能完成指定任務，但較少有機會從自身興趣出發，進一步進行問題發想與專題設計。此外，在專題導向學習中，教師往往需要投入大量時間進行個別指導，對於初學科技教學的教師而言，容易形成教學負擔與壓力。

2. 資優生具高度潛能，但在真實問題情境中仍需適切鷹架

資優生雖具備優秀的邏輯思維與學習能力，卻因年紀尚輕、生活經驗相對有限，在面對「真實問題情境」時，往往難以掌握問題的全貌。這並非能力不足，而是尚未累積足夠的生活經驗去感受問題的重要性。也因此，如何從生活情境出發，引導學生形成專題問題意識，

成為課程設計中需要特別搭建鷹架的關鍵環節。

3. 學生課外負擔沉重，影響專題學習的持續投入

本課程的學習對象並非一般學生，而是具有特殊學習特質的資優生；他們思維活躍、想法獨特，對於「照著做」的模式往往興趣缺缺，甚至容易感到無聊或抗拒。然而，這也是課程設計的契機：一旦找到真正能引發共鳴的問題情境，他們的投入深度往往遠超預期。

另一方面，這群學生在正式課程之外，多數仍需面對繁重的補習與學業壓力，下課後奔赴補習班幾乎是日常。面對程式設計這類需要持續投入與反覆試錯的課程，他們未必每次都能以飽滿的狀態投入學習。如何在有限的課堂時間內，讓學生願意投入且有所收穫，而不只是「又多了一堂課」，是教師必須正視的現實。

4. 生成式AI提供了新的教學支持可能

隨著生成式 AI 工具的出現，教學現場出現了一種新的可能性；透過 AI 即時回應與引導，學生能依自己的節奏獲得提示與方向，不必等待教師逐一指導；教師亦可從繁瑣的個別解惑中釋放出來，將心力集中於整體學習歷程的設計，以及對學生思考方向的觀察與引導。

對於一位同樣正在摸索中的教師而言，這樣的支持某種程度上也讓教學本身更有可能持續下去。在本教學脈絡中，AI 不僅為學生提供即時回饋，也在教師尚未完全掌握知識內容時，補足教學中的即時支援功能。因此，AI 在此不只是學習工具，而是一種同時作用於教師與學生的雙向鷹架機制。

二、設計中的創新與獨特想法（必填）

- **核心創新點：** [詳細描述您的 AI 應用設計與眾不同之處，例如：新穎的演算法應用、獨特的數據處理方式、創新的用戶互動模式等。]

本研究之核心創新在於提出「AI 雙向鷹架」(AI Dual Scaffolding)的教學模式，突破傳統 AI 僅作為學生學習工具的單向應用，轉而同時支援「學生學習」與「教師教學」兩端。

在學生端，AI 作為「認知鷹架」，提供即時回饋、問題拆解與概念引導，協助學生跨越從基礎操作到專題創作之間的學習斷層。此一設計呼應鷹架的核心精神，即透過適度支持，使學習者得以完成超出其獨立能力範圍的任務，並在逐步降低介入的過程中形成自主能力(Wood et al., 1976)。進一步而言，生成式語言模型所提供的即時且具脈絡敏感性的內容層級支援，也有助於補足教師難以逐一兼顧之處(Memmert et al., 2023)。

在教師端，AI 則作為「教學支援系統」，協助教師進行即時技術查詢、問題判讀與個別化引導。AI 在教學中雖可扮演教學夥伴與學習代理人的角色，教師在 AI 輔助學習環境中，仍是教學判斷與引導的關鍵角色(Kim et al., 2022)。

本研究將專題導向學習(Project-Based Learning, PBL)與「做中學」理念整合，以 Arduino 硬體開發為實作載體，讓學生在解決真實感測與控制問題的過程中，透過反覆試誤、除錯與修正建構知識。這樣的設計不僅呼應 PBL 強調真實問題解決與主動探究的精神，也與生成式 AI 融入 PBL 有助於提升學生計算思維、資料素養與創造性問題解決能力的研究發現相符(Wan, 2025)。同時，在真實任務情境中適度嵌入 AI 鷹架，也有助於降低任務複雜度，使學生得以更聚焦於核心能力的培養與應用(Wood et al., 1976)。因此，本研究將 AI 鷹架融入 PBL 的實作歷程，讓「做」與「學」在同一情境中相互強化。

此外，本研究亦回應現有 AI 教學中較少被明確處理的「AI 依賴風險」，導入「雙重確認」(dual confirmation)機制與 AI 素養培養，引導學生對 AI 輸出進行批判性檢視，以降低過度依賴與錯誤資訊擴散的可能性。這樣的設計也與相關研究觀察相呼應：在生成式 AI 融入專題學習的過程中，部分學生會自發建立跨成員的交叉驗證策略，以提升 AI 輸出的資訊品質(Wan, 2025)。由此可見，AI 素養的培養並非附加選項，而是確保此類教學模式發揮效益的重要前提。

- **設計差異化：** [相較於市場上的類似產品或方案，您的設計有何本質上的提升或突破？]

相較於目前常見的 Arduino 教學或 AI 輔助學習模式，本研究的差異化主要體現在以下四個面向：

(一) 由「單向教學」轉為「三方共學」。

傳統教學多為教師到學生的單向知識傳遞，而本研究則建構「教師—學生—AI」的三方互動架構，使 AI 不僅是工具，更成為學習歷程中的參與者。這樣的設計與「學生—AI 協作」(student-AI collaboration, SAC)模型所強調的觀點相符，即 AI 可作為具備認知互動功能的學習代理人，並在師生共學的歷程中發揮支持作用(Kim et al., 2022)。

(二) 由「工具使用」提升為「認知鷹架」。

一般 AI 應用多停留於答案提供或程式生成，本研究則強調 AI 在學習歷程中的引導功能，透過提示、回饋與問題拆解，協助學生完成原本無法獨立完成的任務。此一設計呼應鷹架理論對支持性學習機制的理解(Wood et al., 1976)，也與 AI 生成鷹架所強調的即時資訊提供、支援涵蓋度與內容層級建議整合等設計原則一致(Memmert et al., 2023)。

(三) 由「效率導向」轉為「素養導向」。

現行 AI 教學多著重於效率提升與成果產出，本研究則進一步納入 AI 素養、資料判讀與批判思考能力的培養，並透過風險控管機制，引導學生對 AI 輸出進行檢核與判斷。這樣的安排也呼應相關研究所指出的兩項關鍵：一方面，不當使用 AI 可能導致偏差資訊擴散與過度依賴(Wan, 2025)；另一方面，資料素養與 AI 倫理教育是促進有效學生—AI 互動的重要支撐(Kim et al., 2022)。

(四) 由「教師專家」轉為「教師共學者」。

傳統科技教學常預設教師須先具備完整知識，方能有效帶領學生學習；本研究則提出，教師亦可在 AI 支持下與學生共同學習，並在教學歷程中持續進行判斷、引導與調整。這樣的設計一方面符合鷹架歷程中「支持應隨能力增長逐步退場」的觀點(Wood et al., 1976)，另一方面也呼應 AI 教育研究中對教師角色的重新定位——即教師在 AI 輔助學習環境中，仍是課程設計與教學引導的核心角色(Kim et al., 2022)。

三、具體成效（質化或量化的說明）（必填）

- **量化成效（Quantitative Results）：** [提供具體的數字來證明設計的有效性，例如：準確度提升百分比、運算時間縮短幅度、評量成績提升...等，請務必列出測試條件或評估標準。]

本課程採用自行設計之 Likert 五點量表問卷(共 25 題，分為五大向度)，於課程成果發表後以匿名方式對七年級資優生進行施測。全班共 17 人，回收有效問卷 17 份，有效回收率為 100%。量表採五點計分(1 = 非常不同意，5 = 非常同意)，並以 4 分以上計入「同意率」。所有數據均為課堂情境中自然蒐集，非實驗控制設計。以下先呈現與本研究核心設計最直接相關的三個向度結果，其餘向度則於整體摘要中呈現。

(一)AI 輔助學習效能——整體表現最佳向度(M = 4.34)

此向度五題平均分數為 4.34 / 5，為五大向度中最高，且三題達到近九成同意率，顯示 AI 鷹架設計在課堂中發揮了即時且有效的學習支持功能：

題目	平均分 M	同意率
AI 的回饋幫助我更清楚理解問題的解決方式	4.53	88.2%
當我卡關時，AI 能提供有效的提示或引導	4.47	88.2%
使用 AI 讓我的學習歷程更有效率	4.47	88.2%
我能清楚向 AI 描述問題，以獲得有用的回饋	4.41	82.4%
AI 幫助我理解原本不懂的概念或操作方式	4.29	82.4%

(二)AI 批判思考素養——逾七成學生展現主動驗證能力(M = 3.88)

此向度不僅評估學生是否會使用 AI，更關注其是否具備批判性使用 AI 的能力。三項關鍵指標均達 76.5%，顯示多數學生已具備基本的 AI 判讀與驗證意識：

題目	平均分 M	同意率
我會主動確認 AI 所提供的答案是否正確或適用	4.00	76.5%
我了解 AI 有時會產生錯誤或不適當的回應	4.12	76.5%
我能判斷 AI 的建議是否符合我的專題需求與情境	4.18	76.5%

(三)自主學習與問題解決——逾八成學生具自主排查能力(M = 3.72)

此向度顯示，多數學生已能在專題歷程中進行初步問題排查與自主修正，但在完成專題後對自身能力的穩定信心，仍有進一步提升空間。

題目	平均分 M	同意率
我能自主找出專題中的問題所在並嘗試解決	4.06	82.4%
AI 的回饋幫助我更清楚理解問題的解決方式	4.53	88.2%
完成專題後，我對自己解決問題的能力更有信心	3.53	52.9%

註：題項「AI 的回饋幫助我更清楚理解問題的解決方式」已納入「AI 輔助學習效能」向度分析，為避免重複計算，此處不再重複列入說明。

(四)五大向度整體摘要

整體問卷全題平均為 3.83 / 5，整體同意率為 66.8%，顯示本課程在多數學習面向上皆獲得正向回饋。

向度	平均分 M	同意率 (≥4 分)
AI 輔助學習效能	4.34	82.4%
AI 批判思考素養	3.88	70.6%
自主學習與問題解決	3.72	63.5%
學習韌性	3.66	62.4%
學習動機與興趣	3.55	55.3%

(五)補充說明：學習動機向度的解讀

「學習動機與興趣」向度整體平均為 3.55，雖相較其他向度略低，但仍高於量表中值 (3.0)。進一步分析發現，「課程結束後仍有繼續深入學習相關專題的意願」一題平均僅 2.94，同意率為 23.5%。

本研究對象為七年級資優學生，課業壓力普遍較重，放學後多有補習安排，課外自主延伸學習的時間與空間相對有限。因此，此結果所反映的可能不僅是學習興趣本身，也與現實時間條件密切相關。這也提示未來課程設計可進一步將核心學習活動更完整地內嵌於正式課堂時間中，以減少對課外時間的依賴。

- 質化成效 (Qualitative Results)：[描述設計帶來的非數字性效益，例如：改善了用戶體驗、提高了工作流程的流暢度、解決了難以量化的社會

問題等。]

本研究透過期末開放式問卷（共 5 題，有效樣本 17 份）與成果發表後反思文字（共 18 份）進行質性分析。由於兩項資料蒐集方式不同，且課程進行期間有一位學生轉學，僅參與成果發表反思而未填寫期末問卷，故兩項資料樣本數略有差異（問卷 N = 17，反思文字 N = 18）。以下分析以可辨識之有效文本為基礎，採主題分析法進行編碼與主題歸納，歸納主要學習效益。

為保護學生隱私，本文以匿名編號方式呈現學生回饋，問卷資料依填答順序標示為「問卷學生 01」至「問卷學生 17」，反思文字依書寫順序標示為「反思學生 01」至「反思學生 18」。

(一)回應核心問題一：學生由模仿逐步走向主動探究

在成果發表後的反思文字中，多位學生清楚描述了自己在課程中的學習轉折點，顯示 AI 鷹架有助於學生從「照著做」逐步轉向「自己想怎麼做」：

- 一開始每次接線都接錯，依賴老師的提示詞……後來上過幾次課後，終於慢慢了解腳位，甚至可以幫別人檢查錯誤。（反思學生 11）
- 以前都照範例做，現在會自己想要做什麼。AI 會引導我怎麼改，而不是直接給我答案。（反思學生 05）
- 有一天突然把接線腳位搞清楚了，ChatGPT 的運用越來越好，一個指令就成功了，成就感爆滿，這是我的轉折點。（反思學生 04）

此外，學生也逐步形成對 AI 輸出的判斷能力，而非停留於直接接受答案：

- 提示詞不夠清楚的話，AI 會答非所問。（問卷學生 04）
- AI 有時照自己想法做，常常出錯，要自己再檢查。（問卷學生 07）
- 給的東西不一定是對的，要試過才知道。（問卷學生 04）
- 不能全部相信，要自己判斷，AI 只是參考。（問卷學生 03）

這些回饋顯示，學生已逐步從操作模仿走向主動探究與應用，並在使用 AI 的過程中發展出基本的判讀與驗證能力，連結學生操作與應用的能力。

(二)回應核心問題二：AI提供即時支持，補足有限時間下的個別化引導需求

傳統 Arduino 課堂中，學生卡關時往往需等待教師逐一協助，挫折感容易累積而影響後續投入。導入 AI 鷹架後，學生普遍反映等待時間縮短，學習挫折感明顯降低：

- 遇到不懂的都能問，不用一直等老師。（問卷學生 04）

- 卡住的時候 AI 會給提示，比較不會放棄。（問卷學生 05）
- 若沒有 AI 輔助，很多事會搞不懂又無法問，可能根本做不出來。（問卷學生 05）

這些回饋顯示，AI 在班級教學情境中有效補足了個別化引導不足的問題，使學生在學習過程中獲得更即時的支持。此結果回應了本研究在有限時間內提供個別化引導的核心問題。

(三)回應核心問題三：AI支持下的共學歷程降低教師進入新領域的門檻

本研究雖以學生學習歷程為主要質性資料來源，但從學生回饋中亦可看出，AI 的介入使課堂不再完全依賴教師逐一提供解答，而形成教師、學生與 AI 共同參與的學習型態。例如學生提到：

- 遇到不懂的都能問，不用一直等老師。（問卷學生 04）
- 以前都照範例做，現在會自己想要做什麼。AI 會引導我怎麼改，而不是直接給我答案。（反思學生 05）

這些回饋間接反映出，AI 不僅支援學生，也在一定程度上分擔了教師即時回應與個別指導的壓力，使教師即使在尚未完全熟悉工具與技術內容的情況下，仍能持續進行教學引導。

就教師自身而言，這段歷程同樣是一次真實的學習過程；研究者本身並非資訊或電子相關科系背景，為了能夠真正陪伴學生走進這門課，課程籌備期間積極參與多項相關研習、向前輩教師請益，並評估所需感測器種類與數量、撰寫申購計畫，逐步為學生備齊實作材料；這些準備並非為了讓自己成為「專家」，而是為了確保師生共學得以真正發生。

課程初期，研究者對 Arduino 接線邏輯與 AI 提示詞設計均不熟悉，常與學生使用同樣的工具查找資料、測試程式。這種「共學者」的位置雖令人不安，卻帶來意外的教學效益——當教師坦承「我也不確定」，學生反而更願意主動嘗試。當學生提出技術問題時，研究者有時也與學生一同向 AI 提問、共同判斷回覆是否可行，在無形中示範了「如何批判性地使用 AI」的過程。

本課程最終讓研究者確認：在 AI 支持下，教師不必「先完全會」才能教——換言之，AI 作為教學支援系統，具體降低了教師進入新興科技教學領域的門檻，而一位願意持續學習、與學生共同面對未知的教師，本身就是最真實的學習示範。

(四)補充成效一：學習歷程提升學生的成就感與自我效能

多數學生在成果發表反思中提及完成作品後的成就感，以及對自我能力的重新認識：

- 從原本的 Arduino 小菜雞(連 Arduino 怎麼拼都會忘記)，到最後能和同學做出成功的專題，中途雖有挫折，我都克服了。我覺得自己很了不起。(反思學生 03)
- 今天完成發表後，突然有「自己竟然可以做到」、「原來也沒有那麼難」的想法，現在對做這件事有了點興趣，甚至是喜歡。(反思學生 13)
- 發表完後，突然覺得：其實也沒什麼好怕的，只是把自己的努力成果展現出來而已。過了這道心理關卡後，就輕鬆許多。(反思學生 11)
- 做出來會亮燈，很有成就感。第一次自己完成作品很開心。(問卷學生 01)

這些反思呈現出從挫折、轉折到成就的完整學習歷程，也呼應了「做中學」在實作課程中的教育價值。

(五)補充成效二：學生明確感受到與傳統課程不同的學習體驗

在開放式問卷中，學生被問及「這堂課與過去上過的課程有何不同」，其回饋顯示本課程在學習體驗上具有明顯差異性：

- 以往只學到一些雞毛蒜皮的小知識，但這堂課讓我學到用 AI 學習。(問卷學生 11)
- 比較開放，可以自己用各種方法嘗試，每天都有不同任務要完成。(問卷學生 04)
- 以前用 Scratch，不用 AI 就能完成。現在用 Arduino 沒有 AI 根本不行，但反而因此學到了更多。(問卷學生 16)
- 可以親手做出來，不只是看課本——做出來的感覺完全不一樣。(問卷學生 12)

這些回饋顯示，學生對 AI × Arduino × PBL 整合課程具有清楚的差異化感知，認為此課程創造了有別於傳統講授的真實學習體驗。

綜合量化與質化結果可知，本課程以 AI 雙向鷹架結合 Arduino PBL 專題設計，在量化結果上以「AI 輔助學習效能」表現最佳(M = 4.34)，在質性資料中則呈現出從操作模仿、即時支持到自主應用與成就感形成的完整學習歷程。學生不僅提升了感測器應用與專題整合能力，也逐步發展出批判性 AI 素養與自主問題解決能力。量化數據與學生反思文字相互呼應，共同顯示本教學設計具備良好的可行性與教育應用價值，可作為國中資優教育 AI 融入課程的參考實踐模式。

四、設計應用時若有參考或使用到下列資源，請依實際狀況填寫

- 主要參考文獻/論文/演講： [列出對您設計有重大影響的學術論文、技術報告等、演講等。]

(一) 教育政策基礎

1. 行政院智慧國家推動小組(2023)。臺灣 AI 行動計畫 2.0。
<https://digi.nstc.gov.tw/File/7C71629D702E2D89>
2. 教育部(2018年9月20日公布)。十二年國民基本教育課程綱要國民中學暨普通型高級中等學校-科技領域。
<https://edu.law.moe.gov.tw/LawContent.aspx?id=GL001810>

(二) 教育理論基礎

1. Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*, 26(3 - 4), 369 - 398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
2. Chen, X., Zou, D., Xie, H., & Cheng, G. (2021). Twenty years of personalized language learning: Topic modeling and knowledge mapping. *Educational Technology & Society*, 24(1), 205 - 222. <https://www.jstor.org/stable/26977868>
3. Dewey, J. (1938). *Experience and education*. Macmillan.
4. Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16, 235 - 266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
5. Kim, J., Lee, H., & Cho, Y. H. (2022). Learning design to support student-AI collaboration: Perspectives of leading teachers for AI in education. *Education and Information Technologies*, 27, 6069 - 6104. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10831-6>
6. Memmert, L., Tavanapour, N., & Bittner, E. (2023). Learning by doing: Educators' perspective on an illustrative tool for AI-generated scaffolding for students in conceptualizing design science research studies. *Journal of Information Systems Education*, 34(3), 279 - 292. <https://aisel.aisnet.org/jise/vol34/iss3/3>
7. Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
8. Wan, Y. (2025). A study on the impact of AI-assisted project-based learning design on innovation ability. *Frontiers in Interdisciplinary Educational Methodology*, 2(3), 210 - 223. <https://doi.org/10.71465/fiem415>
9. Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89 - 100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>

(三) 使用之數據集：[說明您用於訓練、測試或驗證的數據集名稱和來源。]

數據類型	說明	來源
學習成效問卷	Likert 五點量表，共 25 題、17 份有效問卷，涵蓋學習動機、AI 效能、批判素養、自主學習、學習韌性五大向度	自行設計，課程期末施測
成果發表反思文字	學生開放式書寫，共 18 份，含學習轉折歷程描述與專題改善建議	自行蒐集，成果發表後施測
學習歷程紀錄	各感測器實作任務完成紀錄、Arduino 程式提交紀錄、AI 對話提示詞使用紀錄	課堂觀察與 Google Classroom 紀錄
課堂觀察筆記	教師課堂觀察記錄，含學生卡關頻率、求助行為、完成時間變化等質性描述	自行紀錄

本研究所有數據均為課堂教學情境中自然蒐集，非公開資料集；學生資料依個資保護原則，以匿名方式處理。

(四) 開源工具/框架：[提及您在設計中利用的開源程式庫、AI 模型或技術框架。]

1. 硬體與感測器平台

- (1) Arduino IDE (v2.x) — 開源微控制器整合開發環境，用於 ESP32/Arduino 板之程式燒錄與除錯 → <https://www.arduino.cc/>
- (2) ESP32 開發板 (Espressif) — 主控晶片，支援 Wi-Fi、藍牙與多感測器整合 → <https://www.espressif.com/>

2. AI 工具

- (1) ChatGPT (OpenAI) — 學生用於程式碼生成、接線邏輯說明、簡報內容輔助撰寫 → <https://chatgpt.com/>
- (2) Google Gemini — 部分學生使用於 AI 提示詞設計與資料整理 → <https://gemini.google.com/>
- (3) Copilot (Microsoft) — 輔助程式碼補全與錯誤說明

3. 簡報與內容製作

- (1) Canva — 學生專題成果簡報設計工具 (開放免費版) → <https://www.canva.com/>
- (2) Google Slides/Google Classroom — 學習歷程繳交與教師回饋平台

4. 程式庫 (Arduino Libraries)

- (1) DHT sensor library (Adafruit) — 溫溼度感測器驅動
- (2) Adafruit NeoPixel — WS2812 RGB LED 控制

(3) LiquidCrystal_I2C — LCD 顯示模組驅動

(4) TinyGPS++ — GPS 模組資料解析

(5) PubSubClient — MQTT 通訊協議 (IoT 資料傳輸)

(五) **其他資源**：[任何其他對設計過程有幫助的參考資料，例如：業界報告、專題演講、專利、網站等。]

1. **政策與課程文件**：新北市政府教育局 (2024)。資優教育方案暨科技人才培育計畫。

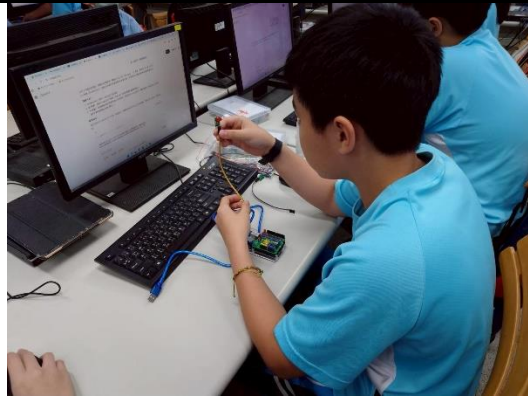
2. **專業社群與技術資源**

(1) Arduino 官方論壇 (<https://forum.arduino.cc/>) — 感測器整合疑難排解

(2) GitHub 開源專案參照 — 各感測器範例程式碼

(3) MediaTek Matters 創客資源平台 — 聯發科「科學 1+1」計畫技術支援文件

五、「附件或相關照片說明」請視需要提供佐證資料



114.9 ~ 115.1 — Arduino x AI 創客專題研究

學生與 AI 協作，走過從問題發現、設計思考、程式除錯到成品發表的完整歷程。卡關時向 AI 提問、獲得引導；除錯時自己判斷、驗證答案；完成時的作品，真正屬於自己。記錄的不只是一個專題，而是一段學會與 AI 共學、也學會不依賴 AI 的成長過程。

