

# 生成式 AI 在國小程式設計與運算思維學習活動之行動研究

## The Design of Generative AI in Elementary School Programming and Computational Thinking Learning

### Activities

何懿儒<sup>1</sup> 賴阿福<sup>2</sup> 陳彥宏<sup>3</sup>

Yi-Ru Her, Ah-Fur Lai, Yen-Hung Chen

<sup>1</sup> 臺北市立大學 資訊科學研究所 研究生

<sup>1</sup>Department of Computer Science, University of Taipei

E-mail : m11316003@go.utapei.edu.tw

<sup>2</sup> 臺北市立大學 資訊科學系 教授

<sup>2</sup>Department of Computer Science, University of Taipei

E-mail : laiahfur@gmail.com

<sup>3</sup> 臺北市立大學 資訊科學系 教授

<sup>3</sup>Department of Computer Science, University of Taipei

E-mail : yhchen@utapei.edu.tw

### 摘要

本研究採用行動研究法，探討了生成式 AI 在國小程式設計與運算思維教育中的應用與效果。研究以臺北市某國小六年級四個班級共計 108 名學生為對象，將其隨機分為實驗組與對照組。實驗組運用 ChatGPT 結合建構反應題進行 micro:bit 程式設計學習，對照組則採用傳統範例演練教學模式。研究首先透過 2023 年臺灣國際運算思維挑戰賽題目為前測，將學生分為前段、中段及後段三個能力層級，以便觀察 AI 融入教學對不同程度學生的影響。

研究結果顯示，AI 工具對不同能力層級學生產生差異化影響：前段學生能有效利用 AI 探索創新功能，擴展學習邊界；中段學生透過 AI 獲得即時支持，學習效率提升；後段學生則難以獨立運用 AI，仍高度依賴教師引導。實驗組學生的程式作品在功能創新度與程式結構組織上優於對照組，但此優勢主要反映在前段與部分中段學生身上。

本研究提出階段化 AI 使用引導策略，強調教師角色從知識傳授者轉變為學習設計者和引導者的重要性，並探討 AI 融入教學為適性學習帶來的新可能性。研究結果為國小程式教育中的差異化教學提供實證參考，同時也為未來 AI 融入教育的研究與實踐指出方向。

**關鍵字：**生成式人工智慧、運算思維、行動研究、適性學習、建構反應題

## Abstract

This action research study explores the application and effectiveness of generative AI tools in elementary school programming and computational thinking education. The research involved 108 sixth-grade students from four classes in an elementary school in Taipei City, randomly divided into experimental and control groups. The experimental group used ChatGPT combined with constructed response items for micro:bit programming learning, while the control group followed traditional demonstration-practice teaching methods. Students were initially classified into high, middle, and low-ability levels based on their performance in the Taiwan International Computational Thinking Challenge pretest to observe the impact of AI integration on students of different abilities.

The results revealed that AI tools had differential effects on students across ability levels: high-ability students effectively utilized AI to explore innovative functions and expand their learning boundaries; middle-ability students received timely support through AI, improving learning efficiency; low-ability students

struggled to use AI independently and remained highly dependent on teacher guidance. Programming projects from the experimental group demonstrated greater innovation and better structural organization than those from the control group, though this advantage was primarily reflected among high-ability and some middle-ability students.

This study proposes a staged approach to AI implementation in teaching, emphasizing the importance of the teacher's role transformation from knowledge transmitter to learning designer and facilitator, while exploring new possibilities for adaptive learning through AI integration. The findings provide empirical references for differentiated instruction in elementary programming education and indicate directions for future research and practice in AI-integrated education.

**Keywords: Generative Artificial Intelligence, Computational Thinking, Action Research, Adaptive Learning, Constructed Response Items**

## 壹、前言

運算思維（Computational Thinking）作為解決問題的思考方式，已是全球資訊教育的重要核心目標。我國教育部實施的十二年國民基本教育課程綱要也將運算思維納入科技領域中學習表現的重要構面，期待透過學習程式設計，增進邏輯思考能力並提升解決問題的素養（教育部，2018）。

然而實際教學現場中，筆者作為臺北市某國小的資訊教師，發現在當前程式教育的模式中，學生雖然能按部就班按照教師、教材的指引完成專案，但最終作品往往缺乏功能上的個人創意與特色，對程式積木的使用概念也容易陷入僵化且刻板的使用印象。這種現象與（黃國禎，2021）的研究結果相符，他指出傳統教學方式中，即使學生的程度有差異，卻要按照相同進度完成學習目標，難以跳脫教師示範框架，將概念遷移應用到新的問題情境中。這會使得程式教育的目標——培養運算思維與問題解決能力的效果大打折扣。

對此，2022 年 OpenAI 推出的 ChatGPT 生成式人工智慧對話程式，引發全球生成式人工智慧熱潮，開啟人工智慧的新紀元 (Chen, 2023)。其展現出強大的程式理解與生成能力，也逐漸被應用於輔助程式設計教學，為教育領域帶來新的可能性。然而，目前關於 AI 工具如何有效融入國小程式教育的實證研究仍較為缺乏，尤其在引導學生正確使用 AI 工具以促進運算思維發展而非取代思考的教學策略方面，極需更多的探索與實踐。

本研究旨在設計並實施一套結合生成式 AI 工具的國小程式設計教學模式，以 micro:bit 程式平台的倒數計時器專題為例，探討 AI 融入教學對學生程式設計學習成效及態度的影響。研究將採行動研究法，透過對四個班級學生，以臺灣國際運算思維挑戰賽測驗的表現進行分組，觀察不同程度學生在 AI 輔助教學模式下的學習歷程與成效變化。本研究之目的有三：

1. 開發生成式 AI 融入國小程式設計教學的教學活動設計
2. 分析不同學習程度學生在 AI 輔助教學模式下的學習態度變化
3. 評估 AI 輔助教學對學生運算思維與程式設計能力的影響

## 貳、文獻探討

### 一、運算思維與程式設計教育

#### (一) 運算思維的定義與發展

運算思維(Computational Thinking)一詞的廣泛使用可追溯至 Wing(2006)將運算思維定義為「運用電腦科學的基本概念進行問題解決、系統設計與人類行為理解的思考過程」。Saidin 等人(2021)也強調，運算思維並非僅為程式設計師所需技能，而是從早期教育到高等教育中，每個人都應學習具備的基礎技能，類似於閱讀、寫作和算術。

#### (二) 國小程式設計教育現況與挑戰

臺灣近年來積極推動國小程式設計教育，但實施上仍面臨諸多挑戰。陳彥綸(2023)的研究中發現，傳統的示範模仿教學模式雖能讓學生依循完成程式，但學生再次遇到相同概念時，多數仍需重複依賴示範才能完成。這表明對概念的掌握不足，而「照表操課」的學習模式，能按照指示完成任務但缺乏深層理解，導致難以應用於新情境。

此外，程度差異的問題也相當顯著。筆者於自己教學現場觀察，同一班級中學生的程式能力可能有極大差異，造成教學上的困難。前段學生很快完成任務感到無聊，後段學生則跟不上進度產生挫折感，形成兩極化的課堂生態。

### **(三) micro:bit 在國小程式教育中的應用**

micro:bit 是由 BBC 設計的微型電腦板，因其簡單易用且功能多樣，成為全球程式教育的熱門工具。在英國 micro:bit 已於 2016 年起廣泛推廣給中小學使用，改善他們的程式設計與邏輯思維能力(Kalelioglu & Sentance, 2019)。臺灣國小程式教育中，micro:bit 也逐漸普及，許多學校將其納入課程或社團活動。

## **二、生成式 AI 及其在教育中的應用**

### **(一) 生成式 AI 的特性與教育影響力**

生成式 AI(Generative AI)指能夠生成全新內容而非僅執行分類或預測任務的人工智慧系統。近年來，大型語言模型(LLMs)的出現，已經為教育領域帶來革命性影響。ChatGPT 與各式生成式 AI 工具正是必須善用的新工具。(張芬芬, 2023)。其核心特性包括：內容生成能力、理解與推理、上下文學習、知識整合和個性化回應。

黃冠達(2023)指出，AI 時代下，教師應掌握新的科技和教學方法，專業化教師的教學知識和能力，方能提升教師的影響力，重新確立師生互動關係。教師需要成為學生身心發展的引導者，也是讓學生在 AI 時代下也能夠發揮個人的潛能。

### **(二) 生成式 AI 在程式教育中的優勢與限制**

以 ChatGPT 等大型語言模型為例，在程式教育中既有優勢也有限制。Kasneci 等人(2023)的研究分析了這些特點，如表 1 所示。儘管確實存在著限制，生成式 AI 仍替解決程式教育中的適性學習提供了新的可能性，關鍵在於如何設計教學活動，確保 AI 成為輔助思考的工具而非替代學生思考的捷徑。

表 1 生成式 AI 工具融入程式設計教育中做為輔助教材的優勢與限制

| 生成式 AI 輔助程式教學的優勢項目 | 生成式 AI 輔助程式教學的限制     |
|--------------------|----------------------|
| 1. 能生成多種程式語言的代碼示例  | 1. 生成的程式碼可能存在錯誤或不最佳解 |
| 2. 提供程式概念的自然語言解釋   | 2. 解釋有時不符學生認知水平      |
| 3. 能針對特定問題提供客製化指導  | 3. 可能導致學生依賴，削弱自主思考能力 |
| 4. 回應迅速，實現即時學習支持   | 4. 解釋邏輯可能不符合教學順序清楚原則 |
| 5. 能以多種方式解釋同一概念    | 5. 知識截止日期限制，無法反映最新發展 |

### 三、適性學習與建構反應題評量

#### (一) 適性學習在程式教育中的應用

適性學習(Adaptive Learning)是根據學習者的個別需求、能力和特質提供客製化學習體驗的教育方法。其理論基礎包括 Vygotsky(1978)的最近發展區(Zone of Proximal Development)理論和 Wood 等人(1976)的鷹架理論(Scaffolding)。

在程式設計教育中，適性學習特別重要，因為學生在邏輯思考能力、抽象化能力和先備知識等方面存在顯著差異(Loksa et al., 2022)。而生成式 AI 工具可根據學生個人程度需求，依照設置合理的提示詞(Prompt)來提供不同層次多方面的支持，包括概念解釋、實作方式、除錯建議、個人化的專案發展方向等。

#### (二) 建構反應題在 AI 輔助程式學習中的重要性

建構反應題 (constructed response items) 是一種開放性的紙筆測驗試題類型設計，要求學生運用自己的知識技能、批判思維發展或建構出答案

(Tankersley, 2007)。在 AI 輔助學習環境中，建構反應題尤為重要，能幫助教師區分學生是否真正理解概念或僅依賴 AI 工具。

在程式學習中建構反應題類型可設計為程式設計實作題(要求設計特定功能程式)、程式修改題(提供部分程式要求修改或擴展)、程式解釋題(解釋程式運作

邏輯)。而在融入 AI 工具輔助程式教學中，可額外設計出提示設計題(設計向 AI 請求協助的提示)和反思日誌(記錄學習過程與解決方法)。這些題型能從不同角度評估學生的程式理解和運算思維能力，同時促進自我反思和元認知發展。

#### 四、行動研究在程式教育創新中的應用

在教育中，行動研究定義為「嘗試改變、改善教育實務的系統化研究」(郭重吉、江武雄、張文華，1997)。其核心循環如圖 1 所示，包括：計畫(Plan)、行動(Act)、觀察(Observe)和反思(Reflect)，特別適合探索新教學策略和創新技術的應用效果。

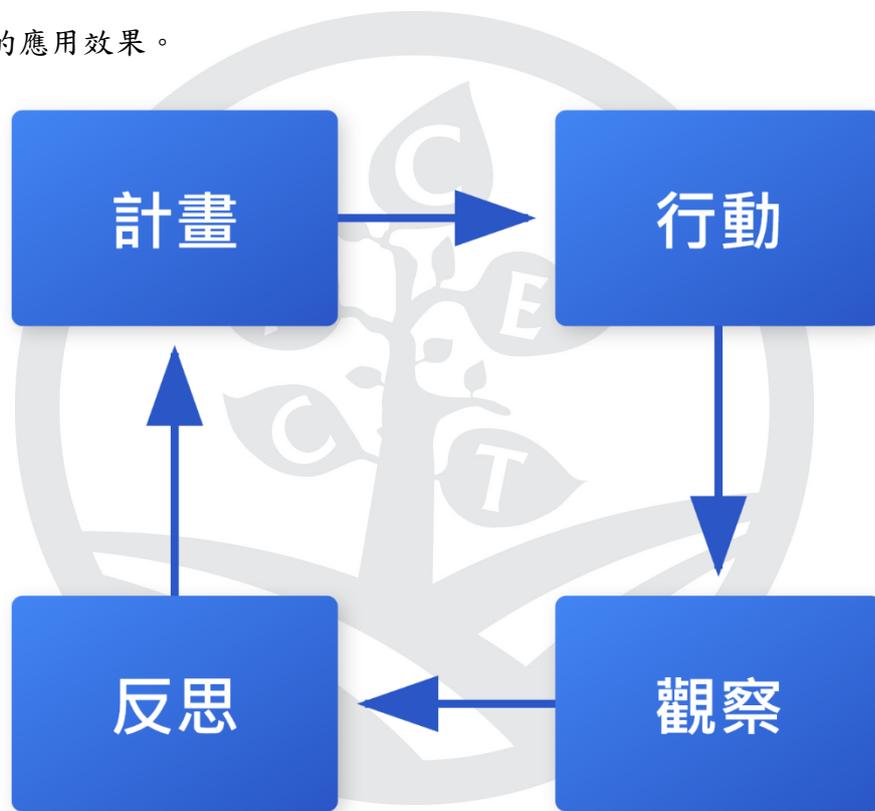


圖 1 行動研究為系統化的循環探究過程

當「傳統教學方式」容易造成學生的程式概念僵化，框架侷限於模仿教師教學內容，鮮少能將程式概念應用於開發新功能。筆者閱讀相關文獻後，將以行動研究為主軸，開發生成式 AI 融入國小程式設計教學的教學活動設計，進行實驗探討與質性分析實施歷程以及實施後對學生學習成效影響。之後，根據學生表現修正改善研究設計與實施過程。

## 參、研究實施與設計

### 一、研究對象與設計

本研究採準實驗研究設計，研究對象為臺北市某國小六年級四個班級的學生，共計 108 人。為探討生成式 AI 融入程式設計教學對不同程度學生學習成效的影響，本研究將四個班級隨機分配為實驗組和對照組。實驗組運用生成式 AI 工具(ChatGPT)結合建構反應題進行 micro:bit 程式設計學習，對照組則採傳統範例演練教學模式進行 micro:bit 程式設計學習。

整體研究架構如圖 2 所示。研究變項包括：自變項為教學方法(生成式 AI 融入教學 vs.傳統範例演練教學)；依變項則包含程式設計能力、運算思維能力、學習態度和適性學習表現。研究初期以臺灣國際運算思維挑戰賽(Bebras)題目作為前測，並根據學生評量表現將其分為前中後三個能力層級，觀察不同程度學生在不同教學模式下的學習表現與態度變化。

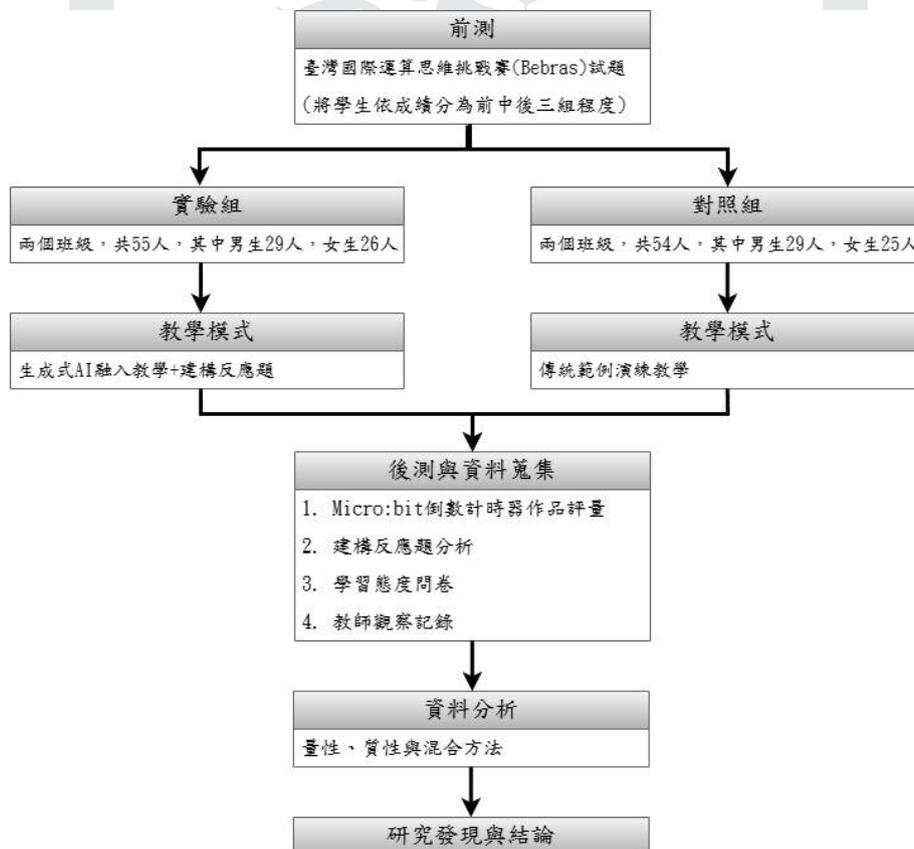


圖 2 研究架構圖

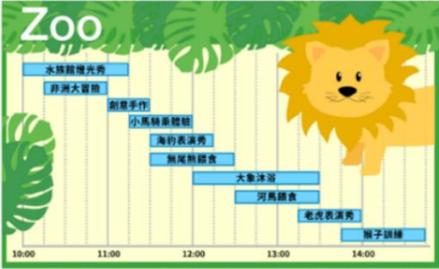
## 二、研究工具

### (一) 臺灣國際運算思維挑戰賽(Bebras)題目

本研究使用 2023 年臺灣國際運算思維挑戰賽的國小五、六年級組題目作為前測工具，以評估學生的運算思維起點能力。此測驗包含 10 題選擇題，例題如圖 3 所示。涵蓋抽象化、分解、演算法思考、評估和一般化等運算思維核心能力。測驗採計分制，總分為 100 分，根據得分將學生分為前段(成績位列該組前 33%)、中段(成績位列該組中間 33%)和後段(成績位列該組最後 33%)等三個能力層級。

#### 動物園一日遊

小安打算從上午9:00到下午16:00都待在動物園。  
動物園網頁中介紹了許多活動，並標示出每個活動開始到結束的時間區段。



小安對每個活動都很感興趣，但動物園要求遊客不能在活動進行中離場，必須從頭到尾參與，因此時間區段有重疊的活動無法都參加。

請問小安一天最多能參與幾項活動？

4  
 5  
 6  
 7

#### 印刷機

小理有三台印刷機器，功能分別如下：  
 整張塗黑，完全覆蓋原有圖案： =>   
 印製不透明灰色三角形： =>  ▲  
 印製不透明灰色向下箭頭： =>  ▼  
 還有另一台機器能將紙旋轉180度。

將這四台機器各安排到 ABCD 其中一個順序位置後，可依序接續運作，將一張白紙印出 .

請問將紙旋轉 180 度的機器應該安排在哪個位置？

D  
 C  
 B  
 A

圖 3 臺灣國際運算思維挑戰賽 2023 年國小高年級組題目例題

### (二) micro:bit 倒數計時器專案

本研究以 micro:bit 倒數計時器專案作為學習活動和評量工具。學生需使用 micro:bit 的積木式程式設計環境，設計出一個能從特定數字倒數到零的計時器，並加入適當的顯示和互動功能，倒數計時器基礎程式積木如圖 4 所示。此專案涵蓋變數操作、條件判斷、迴圈控制、事件處理等程式設計核心概念，適合評估學生的程式設計能力和運算思維應用能力。



圖 4 倒數計時器基礎程式積木展示圖

### (三) 建構反應題

為方便記錄與觀察不同程度學生在進行 AI 工具融入程式教學中的學習行為，本研究設計一系列建構反應題，評分標準涵蓋程式概念理解、邏輯思考能力、問題解決策略和 AI 應用能力等面向，題目包括四部分，如圖 5 所示：

1. **程式設計實作題：**要求學生設計具倒數計時功能的程式，並說明設計思路。
2. **程式解釋題：**要求學生解釋程式中特定部分的功能和運作原理。
3. **AI Prompt 設計題：**要求學生設計向 AI 工具提問的提示詞，評估 AI 素養。
4. **反思日誌：**記錄學習歷程中的挑戰、解決方法和使用 AI 工具的經驗。

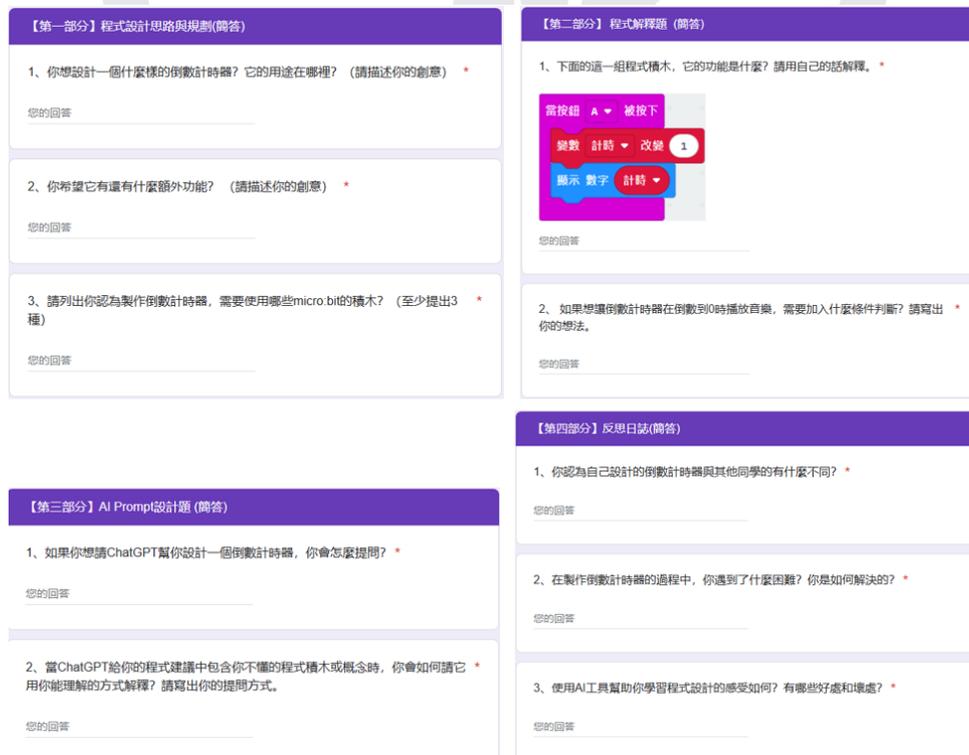


圖 5 建構反應題：生成式 AI 融入國小程式設計教學的建構反應題

#### (四) 教師觀察記錄表

為收集學生在學習過程中的質性資料，本研究設計教師觀察記錄表如圖 6，記錄學生的學習參與度、問題解決策略、AI 工具使用方式和學習成效等面向。觀察重點包括：學生如何運用 AI 工具協助程式設計、不同能力學生使用 AI 工具的差異、學生面對困難時的策略選擇，以及 AI 工具的影響。

附件一、生成式 AI 融入程式教學之教師觀察記錄表

班級：\_\_\_\_\_ 日期：\_\_\_\_\_ 課次：第\_\_\_\_\_週 研究者：

一、學生與 AI 工具互動情況 (請針對各能力層級學生整體表現勾選)

| 觀察指標                              | 能力層級 | 優良 | 良好 | 尚可 | 待加強 | 不適用 |
|-----------------------------------|------|----|----|----|-----|-----|
| 1. 提示詞精確度<br>(具體的要求、詳細的補充)        | 前段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 中段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 後段學生 |    |    |    |     |     |
| 2. 對 AI 回答的理解程度<br>(與 AI 彼此交談的節奏) | 前段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 中段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 後段學生 |    |    |    |     |     |
| 3. 批判性思考<br>(質疑與驗證 AI 回答)         | 前段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 中段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 後段學生 |    |    |    |     |     |
| 4. 運用 AI 解決問題的能力<br>(是否有效解決問題)    | 前段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 中段學生 |    |    |    |     |     |
|                                   | 後段學生 |    |    |    |     |     |

二、課堂參與及作品表現 (請針對各能力層級學生整體表現勾選)

| 觀察指標       | 能力層級 | 高 | 中高 | 中等 | 中低 | 低 |
|------------|------|---|----|----|----|---|
| 1. 課堂參與度   | 前段學生 |   |    |    |    |   |
|            | 中段學生 |   |    |    |    |   |
|            | 後段學生 |   |    |    |    |   |
| 2. 作品功能創新度 | 前段學生 |   |    |    |    |   |
|            | 中段學生 |   |    |    |    |   |
|            | 後段學生 |   |    |    |    |   |

|            |      |  |  |  |  |  |
|------------|------|--|--|--|--|--|
| 3. 程式結構組織性 | 前段學生 |  |  |  |  |  |
|            | 中段學生 |  |  |  |  |  |
|            | 後段學生 |  |  |  |  |  |
| 4. 對教師依賴程度 | 前段學生 |  |  |  |  |  |
|            | 中段學生 |  |  |  |  |  |
|            | 後段學生 |  |  |  |  |  |

三、師生互動記錄

| 互動型態              | 次數估計  |
|-------------------|---|
| 前段學生向教師提問頻率       | <input type="checkbox"/> 0-2 次 <input type="checkbox"/> 3-5 次 <input type="checkbox"/> 6-10 次 <input type="checkbox"/> 10 次以上 |
| 中段學生向教師提問頻率       | <input type="checkbox"/> 0-2 次 <input type="checkbox"/> 3-5 次 <input type="checkbox"/> 6-10 次 <input type="checkbox"/> 10 次以上 |
| 後段學生向教師提問頻率       | <input type="checkbox"/> 0-2 次 <input type="checkbox"/> 3-5 次 <input type="checkbox"/> 6-10 次 <input type="checkbox"/> 10 次以上 |
| 教師需主動介入後段學生 AI 使用 | <input type="checkbox"/> 0-2 次 <input type="checkbox"/> 3-5 次 <input type="checkbox"/> 6-10 次 <input type="checkbox"/> 10 次以上 |

四、AI 教學影響摘要 (請簡要記錄關鍵觀察發現)

1. 本次課堂中, AI 工具對前段學生的主要影響與特徵:

\_\_\_\_\_

2. 本次課堂中, AI 工具對中段學生的主要影響與特徵:

\_\_\_\_\_

3. 本次課堂中, AI 工具對後段學生的主要影響與特徵:

\_\_\_\_\_

4. 特殊案例或意外發現:

\_\_\_\_\_

圖 6 生成式 AI 融入程式教學之教師觀察記錄表

### 三、教學實施

本研究為期四週，每週一節課(40 分鐘)。其中實驗組學生先進行老師的認識 AI 與提示詞(Prompt)鷹架引導教學(教材如圖 7 所示)，接著使用 ChatGPT 等

生成式 AI 工具輔助學習；對照組僅教學模式採用傳統範例演練教學模式，其餘課程講師、授課節數與教學內容等皆與實驗組一致。



圖 7 生成式 AI 融入程式教學之提示詞鷹架教學教材簡報匯總

其中實驗組與對照組的教學活動設計如表 2 所示：

表 2 教學活動設計表

| 節次 | 實驗組   | 對照組  |
|----|---|--|
| 一  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 前測(運算思維挑戰賽題目)。</li> <li>2. 講解變數與計數概念(透過 AI 工具理解變數與計數、配合教師示範)。</li> </ol>    | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 前測(運算思維挑戰賽題目)。</li> <li>2. micro:bit 基礎變數與計數概念(僅教師透過教材示範變數與計數)。</li> </ol> |
| 二  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 說明引導學生認識使用 AI 工具。</li> <li>2. 引導學生使用 AI 工具協助設計倒數功能、寫建構反應題(程式解釋)。</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 播放課本教材教學影片，並示範程式積木特性與倒數計時功能。</li> <li>2. 學生依照課本教材的範例練習</li> </ol>          |
| 三  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引導學生使用合適的提示詞，讓 AI 來輔助改良倒數計時器。</li> <li>2. 學生填寫建構反應題(程式修改)。</li> </ol>       | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 教師說明倒數計時器的可增添功能與用途，並示範、建議學生作品的改良方向。</li> </ol>                             |
| 四  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成專題，學生分享展示作品。</li> <li>2. 學生填寫後側態度問卷。</li> </ol>                           | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 完成專題，學生分享展示作品。</li> <li>2. 學生填寫後側態度問卷。</li> </ol>                          |

## 肆、結果與討論

### 一、運算思維挑戰賽前測表現與數據分析

本研究以 2023 年臺灣國際運算思維挑戰賽五、六年級題目(Bebra)作為前測工具，共出 10 題，每題 10 分，總分為 100 分，用以評估學生的運算思維起點能力。其中所有學生的前測平均分數為 51.23 分（標準差=20.52），顯示學生對運算思維概念有一定程度的理解，但成績分布較為分散，反映出學生間存在明顯的能力差異。

為確認實驗前兩組的起點能力是否相當，本研究對實驗組（607、608 班）與對照組（606、609 班）的前測成績進行了比較分析。如表 3 所示，實驗組平均分數略高於對照組，差異為 4.70 分。

表 3 實驗組與對照組前測成績比較

| 組別       | 人數 | 平均分數  | 標準差   | t 值   | p 值   |
|----------|----|-------|-------|-------|-------|
| 實驗組(兩個班) | 53 | 53.60 | 19.02 | 1.138 | 0.258 |
| 對照組(兩個班) | 55 | 48.90 | 21.79 |       |       |

為檢驗此差異是否具有統計顯著性，本研究進行了獨立樣本 t 檢定。結果顯示， $t_{(106)}=1.138$ ， $p=0.258>0.05$ ，未達顯著水準，表明實驗組與對照組在前測表現上並無顯著差異，也就是兩組學生運算思維能力在實驗前起點相當，為後續實驗的評估提供合理的比較基礎。

為探研究生成式 AI 融入教學對不同能力學生的差異化影響，本研究依據前測成績將實驗組與對照組學生各自分為前段（優秀）、中段（中等）與後段（待加強）三個能力層級，各組均約佔總人數的 33%。分組結果如表 4 所示。

表 4 實驗組與對照組學生能力分組情形

| 組別  | 能力層級    | 分數範圍   | 人數 | 百分比   |
|-----|---------|--------|----|-------|
| 實驗組 | 前段（優秀）  | 60-100 | 18 | 34.0% |
|     | 中段（中等）  | 50-60  | 18 | 34.0% |
|     | 後段（待加強） | 20-50  | 17 | 32.0% |

|     |         |        |    |       |
|-----|---------|--------|----|-------|
|     | 小計      |        | 53 | 100%  |
| 對照組 | 前段（優秀）  | 60-100 | 18 | 32.7% |
|     | 中段（中等）  | 40-60  | 19 | 34.6% |
|     | 後段（待加強） | 0-40   | 18 | 32.7% |
|     | 小計      |        | 55 | 100%  |

從分組結果可以看出，兩組學生的能力分布較為平均，均約有三分之一的學生分布在各能力層級。實驗後續將用來分析不同能力層級學生在 AI 輔助教學模式下的學習態度反應與變化。

## 二、實驗過程觀察

本研究透過課堂觀察、學生作品分析等方式，記錄生成式 AI 工具融入程式設計教學的實際效果。以下為以 AI 工具使用情形、師生互動模式和作品表現等三個面向的觀察結果。

### （一）AI 工具使用行為與模式

經過老師的提問詞引導教學後，實驗組依學生能力層級展現出了不同的使用特點。前段與中段學生的 AI 使用特點類似，包括：

1. **精準提問：**願意依照教師提示詞指示，給予 AI 精準的提示詞控制問答節奏(如圖 8~圖 10 所示)，也能在完成後主動進行「請給我簡單就能做到的額外功能」、「給我其他能添加的酷功能」等拓展性問題。

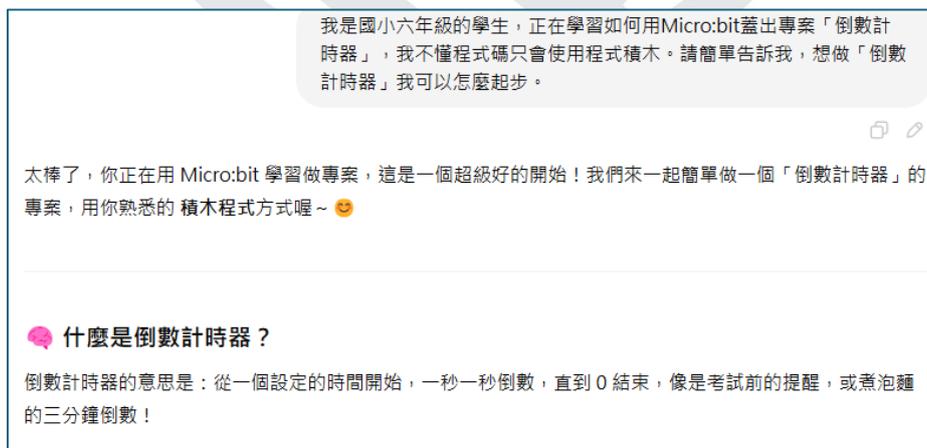


圖 8 實驗組前段學生的提問截圖，透過引導提示詞，能留意提問細節掌握節奏

- ◆ 第二步：開始倒數
- 1. 接著在「當 A 鍵被按下」裡，加入一個「重複直到」的積木：
  - 條件是：`秒數 = 0`
- 2. 在這個重複裡面：
  - 顯示 `秒數` (用「基本」中的「顯示數字」)
  - 等待 1 秒 (用「控制」的「暫停 (ms)」設為 1000)
  - `秒數 = 秒數 - 1`

圖 9 實驗組中段學生的提問截圖，其中 AI 輸出了部分超過該生程度的回答

秒數 = 秒數 - 1 的積木在哪裡？是什麼意思？請簡單回答。

好問題！來，我簡單告訴你：

---

✿ 秒數 = 秒數 - 1 積木在哪裡？

這個積木其實是兩個積木組起來的，步驟如下：

1. 先去「變數」類別，找到
  - ◆ 設 秒數 為 `___` 的積木 (放進去程式裡)
2. 然後在 `___` 那一格，要放一個運算式，去「數學」類別找
  - ◆ `___ - ___` 的積木
3. 把 `___ - ___` 拖進 設 秒數 為 `___` 的那一格裡
4. 左邊那格填入 `秒數` (從「變數」類別選秒數積木)，右邊填 `1`

---

💬 它的意思是什麼？

`秒數 = 秒數 - 1`

意思是：讓秒數每次減 1，比如從 10 變 9、再變 8、再變 7……

就是倒數的關鍵喔！

圖 10 面對超過理解程度的回答，實驗組該中段生能精確提出質問、尋求解釋

2. 批判性思考明顯：會質疑 AI 的回答，要求進一步解釋或令它重新回答
3. 提問策略成熟：提問之間有所關聯，循序漸進，不吝嗇補充細節。

值得注意的是後段學生（待加強組）中，儘管有先引導提示詞鷹架教學，但部分專注力不足的學生會出現以下困境，發問如圖 11 所示：

1. 提問困難：無法準確描述自己的問題，提問語意模糊，無法掌控節奏
2. 理解困難：難以將 AI 的回答概念轉換成當下自己可改善完成專題的方向
3. 依賴教師：必須教師協助解讀 AI 的回答並引導操作來完成專題



圖 11 個案生不照 Prompt 引導指示提問，無法掌控問答節奏需教師引導

## (二) 師生互動模式變化與異同之處

實驗過程中觀察到師生互動模式發生明顯變化，包含以下兩個層面：

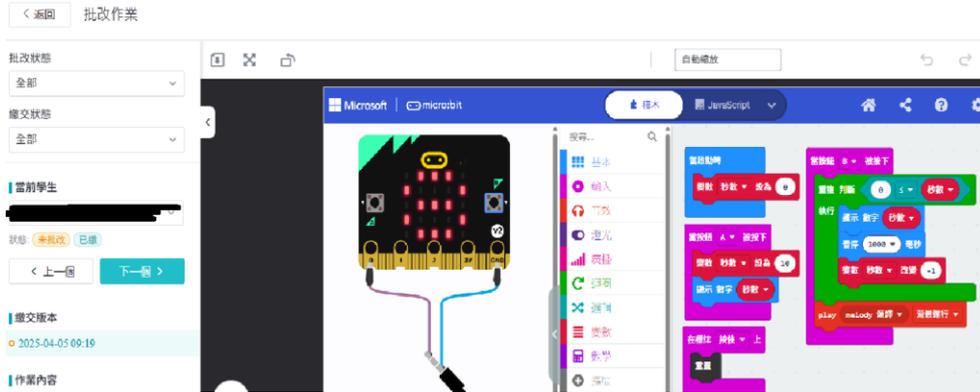
1. **教師角色轉變**：從知識傳授者轉變為學習引導者，特別是前期的提問詞概念鷹架、與協助後段學生理解 AI 回答將概念與實際操作連結的部分。
2. **學生提問頻率變化**：實驗組前、中段學生向教師提問頻率略低於對照組（實驗組前段、中段學生平均 2 次/課；對照組前段、中段學生平均 4 次/課）。
3. **後段學生支持需求**：實驗組和對照組的後段學生均需要教師提供大量個別化支持。實驗組後段學生無法單純依靠 AI 獲得有效學習，仍需教師協助解讀 AI 回答、重新表述問題。

## (三) 學生作品表現差異

實驗組與對照組學生在完成 micro:bit 倒數計時器專案時，兩組作品展示如圖 12、圖 13 所示，並展現出以下幾個層面中的不同特點：



圖 12 實驗組前段學生作品展示，額外具開關功能、且能自由設定秒數



|      |                          |                     |                         |                        |
|------|--------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|
| 中段學生 | AI 工具提供及時支持，幫助克服學習障礙     | 基本功能實現穩定，部分學生嘗試功能擴展 | 需一定結構化引導，提問能力有所提升       | 依賴度有所減少，但遇複雜問題仍需指導     |
| 後段學生 | 難有效利用 AI 工具，單靠 AI 無法自主學習 | 完成基本功能仍需教師協助，作品創新度低 | 提問不精確，理解 AI 回答困難，需要教師協助 | 對教師依賴度仍高，AI 工具成為額外認知負擔 |

依照觀察結果，筆者分析 AI 工具對不同學生產生差異化影響可能原因有下列三點，並依此擬訂不同能力層級學生的差異化教學支持策略如表 6 所述：

- 1. 認知基礎差異：**前段學生擁有較強的抽象思維能力和程式概念基礎，能理解 AI 回答中的抽象概念，後段學生抽象思維發展尚不成熟，難以將 AI 文字描述轉化為操作性理解。
- 2. 提問能力差異：**提問品質直接影響 AI 回答質量，高能力學生提問更為精確、深入，低能力學生提問模糊、不聚焦，獲得的回答常不符合實際需求。
- 3. 自主學習習慣差異：**高能力學生擁有較好的自主學習習慣，AI 工具強化了這一優勢，低能力學生自主學習能力弱，需要更多外部引導和強化。

表 6 不同能力層級學生的差異化教學支持策略

|                                    |
|------------------------------------|
| <b>前段學生支持策略：</b>                   |
| 1. 鼓勵探索延伸問題與擴充功能，避免 AI 工具僅作為簡單問答工具 |
| 2. 引導批判性思考，要求學生評估 AI 回答的合理性        |
| 3. 設置挑戰性任務，推動學生利用 AI 探索更高階的程式概念    |
| <b>中段學生支持策略：</b>                   |
| 1. 提供結構化的提問框架，幫助形成有效提問             |
| 2. 引導概念連結，協助將 AI 回答與已有知識體系整合       |
| 3. 設置適度挑戰任務，在基本功能實現基礎上鼓勵嘗試擴展       |
| <b>後段學生支持策略：</b>                   |
| 1. 提供高度結構化的 AI 使用指導建議，包括具體提問模板     |
| 2. 教師從旁協助解讀 AI 回答，將抽象概念轉化為具體操作     |
| 3. 分解學習任務，設置小步驟成功體驗，建立信心           |

#### 四、綜合討論

通過實驗過程觀察和差異化影響分析，本研究對生成式 AI 融入國小程式設計教學提出以下綜合討論：

### (一) AI 輔助程式教學的策略與陷阱

#### 1. 階段化的 AI 使用引導策略：

- 初始階段：須提供學生入門 AI 的鷹架，建立基本 AI 互動模式
- 發展階段：示範合理的 Prompt，引導學生改良提問的策略
- 進階階段：鼓勵學生批判性思考，質問與勇於藉機探索新知

#### 2. 師生皆需避免 AI 依賴陷阱：

- 設計建構反應題要求學生解釋程式概念，並進行自我解釋和反思
- 引導學生留意判斷 AI 的正確性與合理性，而非僅參考回答
- 程式基礎與邏輯思考能力較弱的後段部分學生，仍需要更具體的提問模板和教師協助。

### (二) 適性學習的新可能性

根據本研究的教學觀察結果，AI 工具為程式教育中的適性學習可以帶來新的可能性，包括：

1. **個人化知識獲取：**學生能根據個人需求向 AI 發問概念解釋或實作建議，而且學生可根據各自的學習步調進行互動。
2. **即時回饋與調整：**AI 工具提供即時回饋，幫助學生調整學習路徑，減輕教師的部分問題解答負擔，使教師能更聚焦於引導與觀察學生狀況。
3. **擴展學習資源邊界：**可以突破傳統教材局限，提供多元化學習資源，尤其是特別有利於拓展前段學生的學習邊界。

### (三) 教師角色轉變與專業發展

AI 融入教學對教師角色和專業發展提出新要求：

1. **在角色轉變層面：**教師從知識傳授者轉變為學習設計者和引導者，需發展協助學生有效使用 AI 的新能力。

2. **專業發展需求：**教師需具備 AI 素養，了解 AI 工具的能力與限制，並且掌握設計 AI 融入教學活動的策略和方法、時刻留意觀察學生 AI 的使用行為。

#### (四) 研究限制與未來方向

本研究雖提供了實驗觀察記錄，但仍存在一些限制，可做為未來研究方向：

1. **研究期程限制：**四週教學時間相對短暫，難以觀察長期效果。未來研究可考慮更長期的追蹤，觀察學生 AI 使用能力發展軌跡。
2. **工具局限性：**本研究僅使用 ChatGPT 作為 AI 工具，未來可探索多種 AI 工具組合使用效果。語言模型仍存在局限，如無法直接執行程式或缺乏視覺化功能。
3. **未來研究方向：**探究 AI 素養培養策略、研發針對不同程度學生的 AI 輔助教學資源、設計有效評估學生在 AI 環境中運算思維發展的評量工具。

### 伍、 結語

筆者認為生成式 AI 融入程式教育不僅是探索新技術的妙用，可能更是教育理念、目標與方法的創新變革。本研究提供了初步探索，但未來仍需更多研究者與教育工作者的共同努力，讓 AI 與教育能交織出更多的可能性。

任何科技帶來的方便可能如陽光般璀璨耀眼，但身為教育工作者，我們必須更加關切其可能給孩子所帶來的陰影。筆者期待的目標是培養能在 AI 時代健康成長，具有創造力、批判性思維的孩子。為此我們需保持開放而審慎的態度，以學生發展為中心，為所有不同特質的孩子留意新科技帶來的機會與隱憂。在擁抱新科技的同時，堅守教育的核心價值與人文關懷，將是科技創新最重要的指引。

### 參考文獻

#### 一、 中文部分

國立臺灣師範大學 (2023)。生成式 AI 之學習應用及參考指引。國立臺灣師範大學教學推廣處。[https://ctld.ntnu.edu.tw/generative\\_ai](https://ctld.ntnu.edu.tw/generative_ai)

- 張芬芬 (2023)。老師如何善用 AI 工具：認識 ChatGPT。臺灣教育評論月刊，12 (10)，69-80。
- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要國民中小學暨普通型高級中等學校-科技領域。
- 郭重吉、江武雄、張文華 (1997)。中學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。
- 陳彥綸 (2024)。POE 鷹架教學策略對國小程式設計學習之影響。國立臺北教育大學數學暨資訊教育研究所碩士論文。
- 黃冠達 (2023)。告別權威：AI 時代教師影響力的困境與因應。臺灣教育評論月刊，12 (10)，81-86。
- 黃國禎 (2021)。人工智慧的發展與教育應用。人文與社會科學簡訊，23(1)，098-104。

## 二、英文部分

- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association*, Vancouver, Canada.
- Kalelioğlu, F. (2015). A new way of teaching programming skills to K-12 students: Code.org. *Computers in Human Behavior*, 52, 200-210.
- Kalelioglu, F., & Sentance, S. (2019). Teaching with physical computing in school: The case of the micro: bit. *Education and Information Technologies*, 1-27.
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Loksa, D., Margulieux, L., Becker, B. A., Craig, M., Denny, P., Pettit, R., & Prather, J. (2022). Metacognition and self-regulation in programming education: Theories and exemplars of use. *ACM Transactions on Computing Education*, 22(4), 1-31. <https://doi.org/10.1145/3487050>
- Mishra, P., & Warr, M. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235-251.

- Saidin, N.D., Khalid, F., Martin, R., Kuppusamy, Y., & Munusamy, N.A. (2021). Benefits and challenges of applying computational thinking in education. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(5), 248-254.
- Tankersley, K. (2007). *Tests that teach: using standardized tests to improve instruction*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35.  
<https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why. *The Link Magazine*, 6, 20-23.
- Wing, J. (2017). Computational thinking's influence on research and education for all. *Italian Journal of Educational Technology*, 25(2), 7-14.  
<https://doi.org/10.17471/2499-4324/922>
- Wood, D. F.(2003). Problem based learning. *BMJ*, 326(7384), 328-330.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.326.7384.328>