

# 2026 ICEET

第十五屆 數位學習與教育科技國際研討會  
International Conference on E-learning and Educational Technology

## 智慧教育×永續共榮

論文集 PROCEEDINGS



# 基於問題導向學習之生成式 AI 提示工程教學 框架建構與設計—應用在國小科學教育為例

## Developing a Problem-Based Learning–Oriented Instructional Framework for Generative AI Prompt Engineering: A Case of Elementary School Science Education

陳佳慶

Chen, Jia-Ching

國立臺灣師範大學 工業教育學系 科技應用管理碩士在職專班 研究生  
Graduate Student, Continuing Education Master's Program of Technological  
Management, Department of Industrial Education, College of Technology and  
Engineering, National Taiwan Normal University

E-mail: chingbox7@gmail.com

### 摘要

隨著生成式人工智慧（Generative AI）技術的爆發性成長，教育領域正經歷一場無可避免的轉變。過去的科技輔助學習多半聚焦於讓學生利用搜尋引擎尋找資訊，然而生成式 AI 的出現，要求學習者必須捨棄傳統的單純的「搜尋」思維，轉而學習如何使用「程式化提示」來引導 AI 產出符合邏輯且高品質的內容（Hwang & Chen, 2023）。本研究期望透過問題導向學習的情境設計與漸進式提示策略相結合的練習，提供學生由抽象到具體、漸進式的線索與指引。不僅能幫助學生有意義地建構知識並反思所學，還能讓生成式 AI 真正成為輔助學生解決問題的智能夥伴。

關鍵詞：問題導向學習、生成式人工智慧、提示工程

### Abstract

With the explosive growth of Generative Artificial Intelligence (Generative AI) technology, the field of education is undergoing an inevitable transformation. In the past,

technology-assisted learning primarily focused on leveraging search engines for information retrieval. However, the emergence of Generative AI demands that learners shift from a traditional, singular "retrieval" mindset to mastering "programmed prompting" to guide AI in generating logical and high-quality content. This study aims to integrate Problem-Based Learning (PBL) scenarios with progressive prompting strategies to provide students with incremental clues and guidance, moving from abstract concepts to concrete applications. This approach not only facilitates meaningful knowledge construction and reflection among students but also enables Generative AI to truly serve as an intelligent partner in problem-solving.

Keywords: Problem-Based Learning (PBL), Generative Artificial Intelligence, Prompt Engineering

## 壹、前言

近年來生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, GAI）的快速發展，教育領域正面臨典範轉移（Hwang & Chen, 2023）。在科技輔助學習的情境中，研究者建議學習者應拋棄傳統的「搜尋」思維，轉而掌握「程式化提示（programming prompt）」以引導 GAI 生成符合教學需求的內容（Hwang & Chen, 2023）。這顯示「提示工程（Prompt Engineering）」已成為現代學習者與 AI 溝通的核心技能，其品質直接影響生成結果的準確性與意義（Ekin, 2023）。然而，在臺灣國小科學教育中，學童在面對開放性任務時常因缺乏先備知識與提問技巧而受限。認知負荷理論指出，過於複雜的學習任務會加重工作記憶的負擔，進而影響學習成效（Sweller, van Merriënboer, & Paas, 1998）。若缺乏適切的鷹架與引導，直接讓學童使用生成式 AI 進行探究，可能導致心智負荷增加。

問題導向學習（Problem-Based Learning, PBL）提供了一個理想的解決途徑。PBL 透過真實情境問題激發學習動機，並藉由小組互動促進知識建構，教師則扮演引導者角色（Barrows, 1986）。既有研究證實 PBL 能有效培養批判性思考、自主學習與解決問題的能力（Hmelo-Silver, 2004），近期研究亦指出結合生成式 AI 能降低學習負擔並提升推理判斷的準確性（吳樺嫻，2024）。在引導初學者與 AI 互動的過程中，結構化與漸進式提示策略至關重要。漸進式提示策略已被證實能促進學生有意義的知識建構，並提升自然科學與數學課程的學習成就（Chen, Hwang, & Tsai, 2014; Yang, Chu, & Chiang, 2018）。

基於上述，本研究旨在建構一套「結合問題導向學習的生成式 AI 提示工程教學框架」及工具，並以國小科學教育為應用案例。研究期望透過真實問題情境與漸進式提示鷹架，引導學童系統化地學習與生成式 AI 互動，降低認知負荷，並全面提升其科學探究素養與問題解決的能力。

## 貳、文獻探討

### 一、問題導向學習（PBL）的理論

問題導向學習（Problem-Based Learning, PBL）是一種以學習者為中心的教學法，強調透過真實世界中結構不良或開放式的問題，來引發學生的學習動機與探究行為（Barrows, 1996）。在 PBL 的過程中，教師的角色從傳統的知識傳授者轉變為學習的引導者與促進者，引導學生經歷發現問題、資料蒐集、綜合分析、摘要與反思等階段（Hmelo-Silver, 2004；Savery, 2006）。然而，在實施過程中，PBL 也面臨不少挑戰。學生若缺乏足夠的先備知識，在面對複雜的開放性問題時，往往會產生較高的認知負荷與焦慮感（Wijnia, 2016）。許多習慣於傳統講授教學與追求標準答案的學生，在資料蒐集與統整時常感到不確定，甚至在課堂上陷入沉默與被動，需要教師給予明確的指導與支持（傅柏維，2025）。

### 二、生成式人工智慧（GAI）在教育領域

生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, GAI）技術的快速發展，為教育帶來了典範轉移（Hwang & Chen, 2023）。GAI 能夠基於自然語言處理與深度學習模型，針對使用者的指令生成高品質內容。在教育應用上，GAI 的角色已從單純的內容生成器，延伸為智慧導師、虛擬學習夥伴以及教學輔助工具（Kasneci et al., 2023）。

GAI 出色的自然語言理解能力，讓學生可以用日常溝通的方式精確表達需求，這有助於降低學生在龐雜網路資訊中搜尋與篩選資料的認知負荷（張哲晟，2024）。同時，學者強烈建議，在面對 GAI 時，教育工作者與學生必須捨棄傳統的「搜尋（search）」思維，轉而學習使用「程式化提示（programming prompt）」來與 AI 進行互動與協作（Hwang & Chen, 2023）。

### 三、提示工程（Prompt Engineering）的核心策略與框架

提示工程（Prompt Engineering）是設計、微調與優化輸入指令的過程，旨在精確引導語言模型產出符合使用者預期的高品質結果（Ekin, 2023）。提示詞的品質直接決定了 AI 輸出的準確性與意義。為了提升提示的精確度，學者發展出多種結構化的提示框架與策略：

- (一) TELeR 框架：包含對話輪次 (Turn)、表達風格 (Expression)、角色 (Role) 與細節層次 (Level of Details)。透過賦予 AI 專家角色、提供背景脈絡並設定明確的輸出與評估標準，能引導大型語言模型完成複雜的教育任務 (Santu & Feng, 2023)。
- (二) 漸進式提示 (Progressive Prompt)：這是一種教學鷹架策略，主張在科技輔助學習環境中，依序提供由抽象到具體、由淺入深的引導線索。這種策略能幫助學生逐步釐清問題，有意義地建構知識並進行反思 (Chen, Hwang, & Tsai, 2014; Yang, Chu, & Chiang, 2018)。
- (三) 在提示工程的發展脈絡中，研究者與實務工作者逐步將原本零散的提示技巧加以系統化，形成具結構性的提示設計框架。其中，C-R-I-S (Context - Role - Instruction - Specification) 為近年常見之結構化提示策略之一，雖非源自單一學術理論或特定學者提出，然其內涵係整合角色提示 (role prompting)、任務導向指令 (instruction-based prompting) 與情境描述 (contextual prompting) 等概念，具有高度實務應用價值。具體而言，C-R-I-S 結構包含以下四個核心構面：Context (背景情境)：賦予 AI 特定角色 (如：自然老師) 並定義對話背景。Request (任務需求)：明確表述要解決的科學核心問題。Instruction (執行指令/限制)：設定回答的邊界條件，如字數限制、避開艱澀術語等。Style (輸出風格)：規範結果的呈現形式 (如：故事敘述、清單化)。此框架簡化了複雜的 TELeR 元素，轉化為更符合學童直覺的語言結構。

#### 四、綜合探討：生成式 AI 與提示工程融入問題導向學習的綜效

將生成式 AI 與提示工程的技術融入 PBL 教學中，能有效解決傳統 PBL 所面臨的痛點並創造教學綜效。首先，在 PBL 的探究歷程中引入 GAI 作為認知工具，能協助學生在短時間內處理並整合大量案例訊息，進而提高推理與問題解決的準確性與效率 (吳樺嫻, 2024)。

其次，為了避免學生在與 AI 互動時迷失方向或產生過高的心智負擔，必須結合提示工程中的「漸進式提示」策略 (Chen et al., 2014)。研究證實，將範例引導或漸進式提示融入問題導向的學習環境中，能為初學者提供適當的鷹架，讓學生分階段地將巨觀的問題拆解，這不僅不會增加學生的認知負荷，反而能顯著提升學生的學習成就、學習動機與高階思考能力 (李隆盛、楊秀全, 2019; 張哲晟, 2024)。

## 參、研究實施與設計

### 一、研究設計

本研究採前準實驗設計法，以一班國小高年級學生為對象。針對學生進行科學問題 AI 詢問使用的前測，給予一個科學問題，請學生嘗試用 AI 找答案，接者進行 4 週 4 堂以探究式學習結合生成式 AI 提示詞教學，並於課程最後一堂，進行提問優化賽。透過比較不同提問方式得到的結果，分享「如何讓 AI 說得更清楚及如何得到清楚的答案」。最後再依學習 AI 輔助科學學習自我效能量表後測，了解課程與工具是能幫助學生使用提示詞使用在 AI 問題的應用上獲得成效。

### 二、研究工具

#### （一）生成式 AI 提示工程教學

本研究自行建構「基於 PBL 之生成式 AI 提示工程教學框架」，核心包含 C-R-I-S 提示結構（Context 情境、Request 任務、Instruction 指令、Style 風格）。將提示的結構透過問題導向的教學模式中，學習建構出正確的提示詞，應用在科學問題的探索與學習。並設計互動式網頁程式，針對輸入的提示詞評分與建議。

#### （二）設計互動式提示詞網頁程式

本研究針對國小學童之認知特性，開發一套「互動式提示詞輔助教學網頁」，作為 PBL 探究歷程中的數位鷹架，旨在降低學童構思指令時的認知負荷。該工具之設計重點如下：

- 1.結構化引導介面：程式介面依據 C-R-I-S 框架（情境、任務、限制、風格）設計引導式填空區塊。學童無需從空白頁面開始思考，僅需根據探究主題，依序在網頁中選擇或填入「我想請 AI 扮演的角色」、「我要解決的科學問題」及「希望得到的回答格式」。
- 2.動態提示詞組合功能：當學童完成各區塊之填寫後，程式將自動整合碎片資訊，生成一段語法完整且具備科學邏輯的提示詞。此設計可減少學童在工作記憶中處理語法結構的負擔，使其能專注於科學核心問題的思辨。
- 3.視覺化鷹架紀錄：網頁程式具備紀錄功能，能儲存學童每一次生成的提示詞版本。這不僅便於學童進行前後對照與自我修正（PBL 的反思歷程），亦提供研究者後續進行「提示詞品質評量」之歷程資料蒐集。
- 4.適量回饋機制：程式內建簡單的檢查清單（如：你設定角色了嗎？你有告訴 AI 要說給誰聽嗎？），透過視覺化指標（如進度條或勾選框）引導學童完成高品質的提問設計。

#### （三）AI 輔助科學學習自我效能量表

本量表用以評估學童在學習後，對於使用 AI 解決科學問題的信心程度，於實驗處理後進行單次施測，用以分析學童對教學框架的接受度與自我感受。

## 肆、預期結果與討論

### 一、提問邏輯的結構化轉變

本研究預期學童之提問方式，能由過往以零散關鍵字為主之搜尋模式，轉變為具備明確脈絡與邏輯結構之提問歷程。透過教學框架中所設計之引導機制，學生可逐步釐清問題情境、界定任務目標，並適切表達所需資訊之範圍與條件，進而形成較具系統性與一致性的問題表述。此一轉變有助於提升學童在科學學習中之理解深度與回應品質。

### 二、認知負荷的有效調節

依據認知負荷理論，本研究之教學設計透過結構化引導與分階段操作，降低學童在學習初期面對複雜任務時之認知負擔。藉由明確的學習步驟與提示形式，學生可減少在問題表述與策略選擇上的不確定性，避免因起始困難而產生學習焦慮。讓學生能將有限的認知資源，集中於科學概念之理解與問題探究歷程，進而提升整體學習的成效與學習成就感。

### 三、探究自我效能的建立

當學童能透過適切的提問策略有效獲取與整合資訊時，其面對科學問題之掌握感將隨之提升。本研究預期，隨著學生在多次探究活動中累積成功經驗，將逐漸建立其自主學習與問題解決之信心，並強化其持續參與探究活動之動機。此一自我效能之提升，對於培養長期科學學習興趣與能力具有關鍵意義。

## 伍、未來展望

### 一、擴大樣本與長期追蹤

本研究以單一班級學童為研究對象，研究結果之推論仍具情境限制。未來研究可納入不同年級、不同學習成就層級之學生，進行跨群體比較分析，以檢視本教學框架於多元學習情境下之適用性與穩定性。此外，建議採取縱貫性研究設計，持續追蹤學生於課程結束後之學習表現，進一步探討其所習得之提示運用能力，是否能有效遷移至其他學科領域，並對其學習歷程產生持續性影響。

### 二、智慧工具的優化

本研究所建置之輔助學習工具，未來可朝向提升互動性與更多的即時回饋機制之方向優化，以提升學生使用之學習支持效果。同時，建議透過後端系統蒐集學生於學習過

程中所產生之操作行為與常見困難，進行系統化整理與分析，作為後續教學設計修正與精進之依據，亦可作為發展適性化教學策略的重要參考。

### 三、教師角色的深化與轉變

在問題導向學習情境中，教師由傳統知識傳遞者轉變為學習引導者，其專業能力對學習成效具有關鍵影響。未來研究可進一步探討教師於導入生成式工具輔助教學時，所需具備之教學知能與引導策略，並發展相應之培訓模式或教學支持系統，以協助教師有效引導學生進行問題探究與策略性提問，進而提升學生與數位工具協作之學習品質。



## 參考文獻

### 一、中文部分

李隆盛、楊秀全（2019）。範例引導學習與問題導向學習之教學策略對國小學生機器人程式學習的影響。《數位學習科技期刊》，11（4），77-104。

吳樺姍（2024）。顛覆未來教學—人工智慧於護理教育之革新。《護理雜誌》，71（2），20-25。

傅柏維（2025）。問題導向學習融入課程之困難與挑戰。《大學教學實務與研究學刊》，9（2）。

張哲晟（2024）。生成式 AI 對話機器人融入國小媒體識讀教學對高年級學生學習成就、認知負荷及科技接受度影響之研究。國立屏東大學，屏東市。

### 二、英文文獻

Barrows, H. S. (1986). A taxonomy of problem based learning methods. *Medical Education*, 20(6), 481-486.

Chen, C. H., Hwang, G. J., & Tsai, C. H. (2014). A progressive prompting approach to conducting context-aware learning activities for natural science courses. *Interacting with Computers*, 26(4), 348 - 359.

Ekin, S. (2023). Prompt engineering for ChatGPT: A quick guide to techniques, tips, and best practice. *TechRxiv*.

Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266.

Hwang, G.-J., & Chen, N.-S. (2023). Editorial position paper: Exploring the potential of generative artificial intelligence in education: Applications, challenges, and future research directions. *Educational Technology & Society*, 26(2), I-XVIII.

- Santu, S. K. K., & Feng, D. (2023). TELeR: A general taxonomy of LLM prompts for benchmarking complex tasks. In *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2023* (pp. 14197-14203).
- Sweller, J., van Merriënboer, J. J. G., & Paas, F. G. W. C. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, 251-296.
- Wijnia, L. (2016). The problem with problems in problem-based learning: Differences between problem explaining versus problem solving. *Health Professions Education*, 2(2), 59-60.
- Yang, K. H., Chu, H. C., & Chiang, L. Y. (2018). Effects of a progressive prompting-based educational game on second graders' mathematics learning performance and behavioral patterns. *Educational Technology & Society*, 21(2), 322 - 334.

## 附錄

提示詞網頁畫面一

科學探究提示詞助手

提示詞檢查清單：

☒ 設定 AI 的角色了嗎？

☐ 寫清楚想解決的問題了嗎？

☐ 告訴 AI 你的限制條件了嗎？

(Context) 我想請 AI 扮演：

國小自然老師

(Task) 我要解決的科學問題：

例如：為什麼磁鐵會吸住迴紋針？

(Restriction) 回答限制條件：

例如：用 100 字以內說明、不能用太難的詞彙

(Style) 希望得到的回答格式：

故事敘述

自動生成的提示詞：

你現在是一位「國小自然老師」。  
我的科學探究問題是：「請提供科學知識」。  
請注意以下限制：無特定限制。  
最後，請用「故事敘述」的方式回答我。

儲存建議提示詞 (進行反思)

時光紀錄機

點擊記錄可重新查看

提示詞網頁畫面二

## 國小科學提示詞評分工具

隨機抽題

抽到的題目會顯示在這裡

請輸入你的提示詞：

開始評分

排行榜

清除排行榜

| 排名 | 提示詞                                                      | 分數 |
|----|----------------------------------------------------------|----|
| 1  | 白光與彩色光有什麼不同，並觀察或回答相關問題，以水或植物為例，使用透明杯和水進行操作，並回答為什麼會有這樣的結果 | 18 |
| 2  | 白光與彩色光有什麼不同，並觀察或回答相關問題，以水或植物為例                           | 18 |
| 3  | 白光與彩色光有什麼不同                                              | 12 |

