教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

核定編號/Project Number：MOE-114-TPREE-0012-016Y1

學門專案分類/Division：

計畫年度：■114 年度一年期　□113 年度多年期

執行期間/Funding Period：2025.08.01 – 2026.07.31

生成式 AI 在工程數學教學之應用與研究

The Application and Research of Generative AI in Engineering Mathematics Education

配合課程名稱：工程數學(一)

計畫主持人：林育志

執行機構及系所：國立臺灣海洋大學／機械與機電工程學系

成果報告公開日期：■立即公開 □延後公開

繳交報告日期：2026 年 8 月 1 日

次頁 AI 使用聲明 AI Disclosure Statement

AI 使用聲明

一、規範指引

因應人工智慧技術快速發展，若成果報告撰寫有使用任何人工智慧或類似技術輔助，應遵循以下指引：

1. 透明與揭露：計畫主持人應在成果報告中清楚說明 AI 工具的使用目的、方式與範圍。
2. 負責與誠信：計畫主持人應對 AI 工具產生的內容負責，確保正確性、真實性與完整性，避免不當行為（如造假、變造、抄襲），並且對工具來源進行適當引用。
3. 使用 AI 工具撰寫成果報告如涉有違反學術倫理行為，將依「專科以上學校學術倫理案件處理原則」及「教育部補助大專校院教學實踐研究計畫作業要點」第 13 點處理。

備註：以上指稱之 AI，泛指生成式人工智慧工具，包括大型語言模型或多模態模型工具，例如但不限於 ChatGPT、Gemini、Google Notebook LM、Novel AI、Microsoft Copilot 等。

……

二、倫理聲明

■ 本成果報告撰寫若使用 AI 工具，均合乎學術誠信原則；所有報告內容經本人核對無誤，本人對報告內容負最終且完全之學術與法律責任。

本文與附件 Content & Appendix

生成式 AI 在工程數學教學之應用與研究

一、本文 (Content)

1. 研究動機與目的 (Research Motive and Purpose)

近年來，人工智慧（Artificial Intelligence, AI，以下簡稱 AI）發展迅速，對許多產業產生深遠影響。在教學與學習領域，AI 展現了多樣且顯著的助益，包括客製化學習、即時反饋與輔導，以及虛擬實驗等，均顯示其巨大潛力。本研究希望能藉由生成式人工智慧（Generative AI）工具輔助工程數學教學，引導學生藉由生成式 AI 將工程數學的學習簡單化、趣味化，並結合 STEM 科際整合之教學模式，涵蓋科學、科技、工程及數學（Science, Technology, Engineering, Mathematics）之跨領域學習內涵，讓學生藉由生成式 AI 工具尋找相關工程與科學問題並利用工程數學方法求解之。在這個過程中，學生不但能接觸並學習 AI 工具在學習上之適當使用，並對於工程數學在科學與工程問題之應用有所了解，思考不同問題適用之數學方法，使學生在活用 AI 工具之餘，能感受數學學習之樂趣，進而提升學習成效。

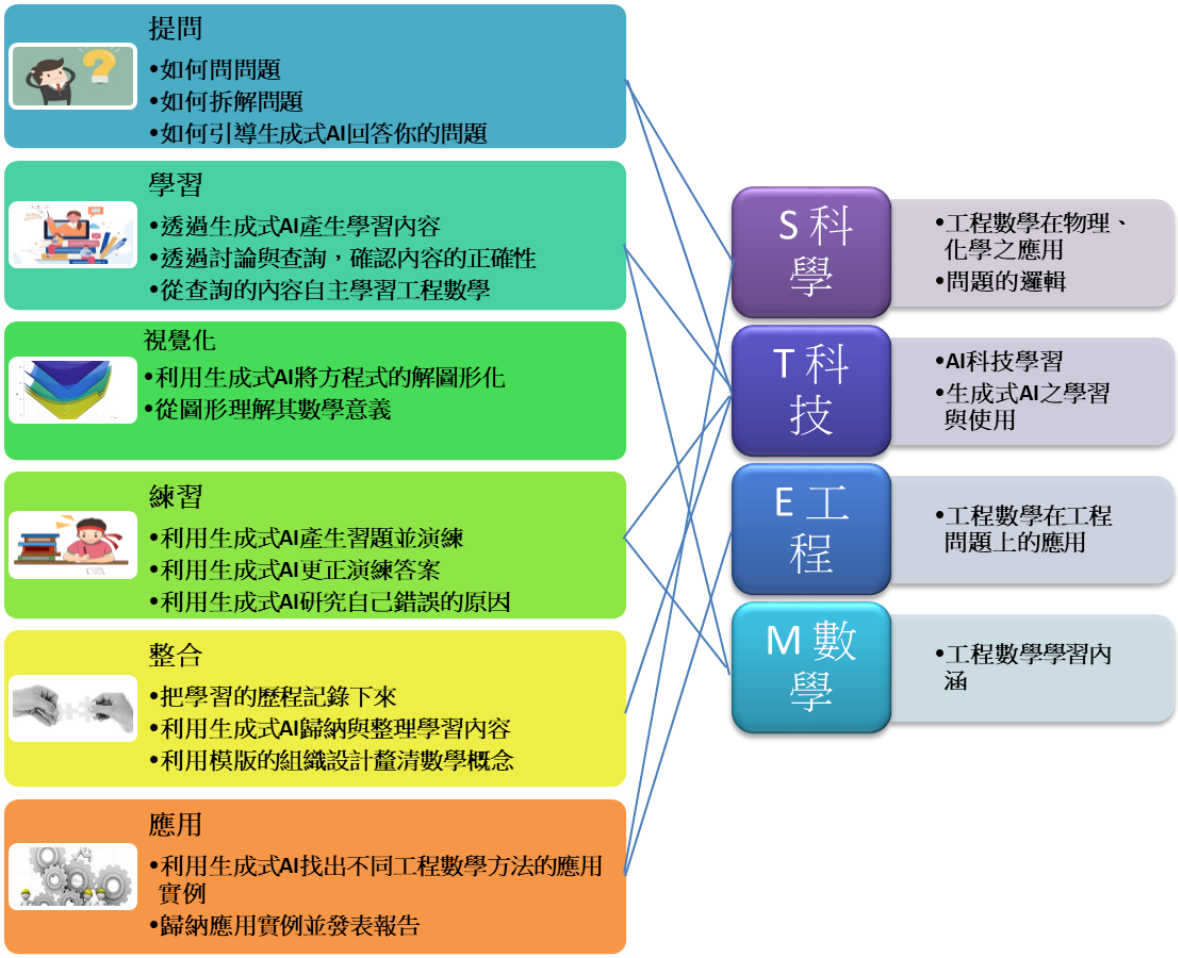
申請人教授大學工程數學多年，深感學生在學習數學上的挫折與恐懼，這些從中學甚至小學時代開始的挫敗感使得他們對於學習各種數學相關學科具有既有的刻板印象，也降低了學習的興趣與信心。在申請人 110 的教學實踐計畫中，為了讓學生在修習工程數學時，能了解如何應用工程數學理論於解決實務工程領域問題，將數學學習與科學、科技、工程問題整合，亦即 STEM 科際整合教學，幫助學生了解工程數學在工程、科技等領域中所扮演的角色，及如何將工程數學理論應用於實務問題解決。此外，為能引導學生進行真實問題解決，計畫中亦搭配 PBL 教學策略，引導學生以問題解決為主軸，進行反思、討論與設計，從而更掌握工程數學理論與應用，並藉此更了解學習工程數學之目的，進而增進學習動機、興趣與自我效能，計畫結果確實提升學生在學習上的興趣，其衍生的科際整合教學模式與 PBL 學習法，在未來的教學中，也成為很有幫助的輔助工具。據此，申請人希望進一步利用生成式 AI 工具來輔助工程數學的教學與學習，不僅讓工程數學的學習方式更加多元，還能緊密結合現代化的 AI 發展趨勢。

生成式 AI 能依據學生的能力和學習進度，制定個別化的學習計劃。學習過程中，生成式 AI 並可即時回應學生的問題，協助訂正錯誤並提供正確解答，增強學生的自主學習能力。此外，生成式 AI 能為學生提供隨時與持續性的輔導，減少學習過程中的挫折感，並能自動生成測驗題、學習資源和解題步驟，因應不同程度和難度的需求，增添學習資源的豐富性。對教師來說，這也成為強大的教學輔助工具。教師透過使用生成式 AI 分析學生的學習數據，能動態調整教學內容，確保每位學生都能獲得符合其需求的資源。生成式 AI 亦能用來模擬複雜的科學與工程概念，使學生練習數學在科學與工程上的應用問題，協助學生理解理論知識的實際應用層面。

許多教師擔心學生用 AI 寫作業獲學習將造後成程度退化，但若能在教學與學習上適當善用 AI 工具，不但協助學生理解 AI 所扮演的角色，更能激發學生主動思考探索的能力，同時給予教學與學習上的支持，讓學生學習適當的使用 AI 輔助學習，增進學生學習動機。本計畫希望能利用當前全世界先進國家視為重點發展技術的生成式 AI 工具，發展出能輔助學生工程數學學習的有利工具，使生成式 AI 在個人化教學、即時回饋與輔導、自動化教材內容生成等在教學上的輔助優勢，能在工程數學這一個工程科系的重要必修科目上發揮其功能，善用 AI 而不被 AI 役使，並了解工程數學在科學與工程之應用，促進學生自主學習之動機與興趣，進而提升學生學習效能。

2. 研究問題 (Research Question)

為了引導學生善用生成式 AI 工具，輔助工程數學學習，本計畫擬針對大學「工程數學」這一科目，設計應用「生成式 AI 工具」來**提問、學習、視覺化、練習、整合與應用**工程數學課程內容與知識。計畫中並結合 STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)科際整合教學模式，讓學生使用生成式 AI 科技工具(Technology)，學習工程數學內涵(Mathematics)，並透過生成式 AI 工具找尋並統整工程數學在科學(Science)、工程實務(Engineering)等問題之應用，進而提昇學生之學習興趣與成效。計畫的教學實施架構如圖一所示。研究中擬設計應用生成式 AI 學習工程數學的教學策略、教材，以及教學平台，並透過統計研究，比較傳統教學與所提出的教學模式對於學生「應用生成式 AI 工具結合 STEM 教學元素學習工程數學」的學習成效、問題解決能力、以及學習興趣的影響。



圖一、計畫教學實施架構

3. 文獻探討 (Literature Review)

人工智慧（AI）在教育領域的應用歷史悠久，可追溯至 20 世紀 60 年代。當時的研究主要集中在智能輔助教學系統（Intelligent Tutoring Systems, ITS）上，以提供個性化的教學體驗（Woolf， 2009）。隨著技術進步，AI 技術逐步整合至教育體系中，不僅提高教學效率，也促進學習者的學習效果。初期的 ITS 系統，如 SICStus 和 Socratic，可模擬教師的教學方法，根據學生需求即時調整內容並提供反饋。這些早期系統顯示出 AI 在個性化教學中的潛力，以個體學習需求為中心提供有針對性的教學

資源。隨著 80 年代專家系統的發展，AI 在教育中的應用進一步擴展。此時的 AI 系統不僅可進行基於專業知識的推理，還能輔助學生解決複雜的問題。Fletcher 和 Wier（1993）的研究指出，專家系統在學生自主學習和深入理解方面具有極大幫助，顯示 AI 輔助學習的重要性。進入 90 年代，隨著網際網路的普及，AI 與教育的結合更有跨時代的變革。基於互聯網的學習平台開始興起，多媒體資源使學生能夠隨時隨地查閱學習內容。此時，AI 技術被整合至 Knewton 和 DreamBox Learning 等在線學習平台中，通過分析學習者數據和行為模式，這些平台能自動調整學習路徑並提供即時反饋（Knewton, 2013）。AI 在適應性學習方面的應用顯示出其巨大潛力。

AI 能提升學習參與度和動機。Tsai 等人（2022）探討了在多元文化教學情境下，AI 如何協助提高學生的學習動機。研究發現，在 AI 輔助的程式設計課程中，學生的學習動機和效能因 AI 的個人化設計而大幅提升，特別是在跨族群的學習者中，AI 能縮小學習差距，增加學習自信心和學習意願。Chen, Xie, Zou 和 Hwang（2020）探討了 AI 在教育中的應用理論和現實挑戰，指出 AI 能夠根據學生在不同課程中的表現和學習風格進行個性化的指導和支持。這種個性化支持使得學習成效得以顯著提高，也為教育體系中的個性化學習提供了技術基礎。Luan 等人（2020）回顧 AI 和大數據在教育中的挑戰與未來方向，提出透過數據驅動的個性化學習，AI 能夠精準地支持學習者的長期發展。文獻中指出，這種技術能強化學生的自我調整能力，使得學習效果不僅表現在即時的知識掌握上，也對學生的長期學習習慣產生正面影響。Maghsudi 等人（2021）提出，個性化學習體驗是 AI 提升學習動機的核心方式之一。AI 可以通過大數據分析學生的學習行為與偏好，從而創造針對性的學習路徑。這種個性化的學習模式能增強學習者的自主性，讓學生對學習內容更有掌控感，因而提升學習動機。Alasgarova 和 Rzayev（2024）的研究亦顯示，透過 AI 提供的學習工具和個性化內容，學生的學習參與度和動機普遍提升。此研究強調了 AI 技術能有效滿足學生的需求，進而促進學習動機的增強。Jia 和 Tu（2024）則提出一個新模型，展示了 AI 在提升學生學習動機、一般自我效能以及批判性思維中的角色。研究指出，AI 不僅提供學習建議，更能培養學生的自信心，進而促進動機和學習效率。

生成式 AI（Generative AI）近年來成為教育技術領域的焦點之一。生成式 AI 可根據學生的學習數據生成個性化教學材料、模擬虛擬教學助手且能即時輔助學習，並在多個面向展現出其潛力（Lu 等人, 2021）。透過分析學生的學習進度，生成式 AI 可提供專屬學習計畫及練習題，並根據學習成效自動調整難度。Zawacki-Richter 等人（2019）亦認為，AI 自適應學習系統能提供個性化反饋和輔導，大幅提升學習效率。生成式 AI 技術，如 GPT 模型，能生成數學題、科學範例等多種學習材料；Chen 等人（2022）的研究顯示，教師可利用這些生成內容快速準備課程，並根據學生回饋動態調整教學內容，進一步提升教學品質。生成式 AI 也被廣泛應用於開發虛擬教學助手，這些助手能夠即時回應學生提問，透過自然語言交互促進自主學習。Meyer 等人（2020）指出，這種互動對於 MOOCs 等大規模在線課程具有特別的應用價值。生成式 AI 不僅改善了教學方法，也大幅提升學生的學習體驗。Fryer 和 Bovee（2016）指出，生成式 AI 的互動性與即時反饋可顯著提升學習者的動機。此外，生成虛擬實境（VR）和增強實境（AR）學習環境，使得學習體驗更加沉浸式與多元化（Huang 等人, 2019）。Hwang 和 Chen（2023）提出，生成式 AI 在教育中提供了多種應用，包括自動化評估、個性化學習內容生成和即時學習支援等。透過這些應用，生成式 AI 能夠使學習者得到量身定制的學習經驗，提升學習成效。

而在數學教育的應用方面，Kumar 等人（2023）的研究探討 AI 如何透過智能教學系統為學生提供量身定制的學習路徑。研究顯示，AI 系統能夠根據學生的個別需求和能力水平自動調整教學內容，幫助學生集中於自己的薄弱環節，從而有效提升他們的數學能力。這種個性化的學習經驗增強了學生的學習動機，並促進了他們的自主學習能力。Li 等人（2022）分析 AI 在數學問題解決中的應用，尤其是在自動評分和即時反饋方面。該研究表明，AI 能夠快速分析學生的作答過程，提供即時的反饋，幫助學生理解解題步驟和概念。這種即時反饋機制不僅提高了學生的學習效率，還增強了他們的問題解決能力。Wang 和 Zhao（2023）則研究將 AI 融入遊戲化學習環境中的效果。他們發現，AI 可以用於設計適應性的數學遊戲，根據學生的學習進度和表現調整遊戲的難度和內容。這種遊戲化的學習方式能夠增加學生的學習興趣，並在輕鬆的環境中促進數學技能的提升。Thompson

等人（2021）強調對數學教師進行 AI 技術培訓的重要性。研究指出，教師的數位素養直接影響 AI 在數學教學中的應用效果。為了有效利用 AI 技術，教師需要了解如何整合這些工具進入教學實踐中，這樣才能真正提升學生的學習效果。Chen 等人（2020）在研究中探討了 AI 在數學學習中的即時數據分析能力。他們發現，AI 系統能夠即時追蹤學生的學習進展，並根據分析結果提供針對性的學習建議。這種數據驅動的教學方法使得教師能夠及時調整教學策略，以滿足不同學生的需求。

儘管生成式 AI 為教育帶來諸多好處，但仍面臨許多挑戰。Hao 和 Liu（2021）探討了生成式 AI 在教育領域的隱私和倫理問題，強調數據隱私保護的重要性。由於生成式 AI 需要使用大量的個人數據進行訓練，如何保證用戶數據的保密性和安全性，以及處理潛在的偏見，成為生成式 AI 應用中的關鍵問題。Hwang & Chen (2023) 討論了生成式 AI（例如文本和圖像生成工具）在教育中的應用，指出這些技術能促進學生的計算思維和程式設計技能。然而，研究中也強調了生成式 AI 的倫理和學術誠信問題。Lye 和 Lim（2024）討論了生成式 AI 在高等教育中的考試評量設計。生成式 AI 能夠創造多樣化、適應性的測試題目以評估學生的綜合能力，但面臨的挑戰在於如何控制題目難度，並避免生成過於簡單或複雜的內容影響學生的真實表現評估。Kranz 和 Abele（2024）探討了生成式 AI 在助產學教育中的潛力，如生成虛擬案例和模擬，能增強學生的臨床經驗和應急應變能力。然而，該研究指出生成式 AI 在醫療應用的倫理挑戰，特別是在涉及敏感病例數據的場景中，如何保護患者的隱私並避免數據洩漏成為一大難題。Fareed 等人（2024）分析了生成式 AI 圖像生成器在建築教育中的應用，指出其在幫助學生視覺化歷史建築設計方面具有重要作用。生成式 AI 能夠快速生成設計方案，激發學生的創意，但另一方面，研究指出如何平衡 AI 生成內容的版權歸屬和倫理考量，並防止設計過度依賴 AI 而削弱學生的創造力。

未來生成式 AI 將朝更多模式的學習發展，融合文字、語音、影像等多種形式，使教師與學生能有更多元化的體驗（Wu 等人, 2022）。隨著 AI 技術的持續進步，未來的教學模式將更加靈活。然而，AI 應輔助教育而非取代傳統教學，教師需要更多思考其使用方式，在平衡技術應用與師生互動上努力，增加生成式 AI 在教學上的正向影響，成為一個教學與學習上的有力工具。**針對如何在不同教學領域中更有效地整合 AI 技術進行深入探討的研究仍需要更多教學現場的實際投入，並考量其對學生長期學習成效的影響。**因此本研究希望能**發展生成式 AI 輔助的工程數學教學模式**，並結合 STEM 教學元素，使得學生學會使用生成式 AI 工具輔助學習問題的討論、解題的思路與數學概念整合。同時，**透過生成式 AI 工具的輔助，能串聯科學、科技、工程與數學等跨領域學科**，增進對於工程數學學習目標與應用層面的了解。研究並擬對於實施此教學法之學生工程數學學習興趣與成效進行分析，期能對於生成式 AI 輔助工程數學教學模式的建立與對學生學習的影響能提供有利的建議。

4. 教學設計與規劃 (Teaching Planning)

使用生成式 AI 結合 STEM 科際整合之工程數學教學設計：

本研究使用 AI 作為教學與學生學習輔助，並結合 STEM 科際整合教學設計。**為防止學生在無引導下得到錯誤的學習內容，所有的問題與操作都經過學習單作業的設計，限制在一定的範圍內。**目前擬使用具備數學問題解決功能且有免費版本的 ChatGPT、Gemini、 Claude 等工具，實施之步驟與方法分為幾點：

(1) **引導學生提問的方法，並引導模版的使用**：

事實上，不管是否運用 AI，如何將內心的問題化為言語或文字，讓接收者能理解自身的問題，這是一個重要的技巧，也是申請人在教書過程中常常感覺到的：學生經常覺得不懂，但卻無法描述哪邊不懂。因此本計畫藉著使用 AI 工具前之問題釐清與分解技巧，也讓學生學會將內心的想法與疑問整理出來，以文字有系統的列出來，除了增進 AI 工具使用效率與準確性，同時亦磨練自己整理問題的能力，也進一步引導使用模板，作為後續第 5 點整合之工具。初步的重點為：

I. 如何問問題；
II. 如何拆解問題；
III. 如何引導生成式 AI 有效的回答問題；

IV. 如何檢驗資料的正確性；
V. 如何**將 AI 變成自己的工具而不是不思考**變成 AI 的工具。

(2) **引導學生確認查詢內容並學習**：
自主學習能力在所有學科的學習上都十分重要。本計畫引導學生透過討論、查詢等對於生成式 AI 的答覆內容，進行**確認與判斷**，在確認內容的正確性後，再進行學習：
I. 透過生成式 AI 產生學習內容；
II. 透過討論與查詢，確認內容正確性；
III. 從查詢的內容自主學習工程數學。

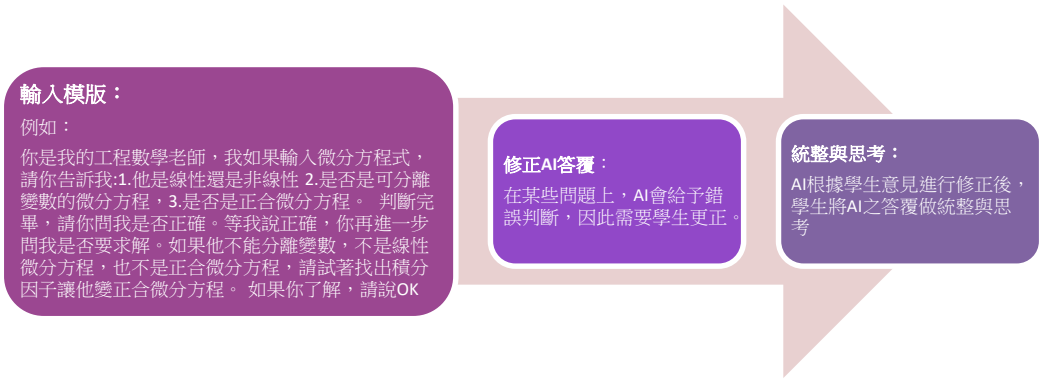
(3)**圖形化學習內容**
由於不是每位本系的學生都有很好的程式能力，在繪出一些數學圖形時可能遭遇困難，若能使用 AI 工具輔助，將能快速完成繪圖，使得許多抽象的工程數學概念可以圖形化，增進學生學習的效能與興趣：
I. 利用生成式 AI 將方程式的解或傅立葉級數繪圖；
II. 從圖形理解數學意義。

(4) **引導學生查詢程度與進度適切的練習題**:
多加演練也是在數學學習上很重要的一環。本計畫希望引導學生利用生成式 AI 產生符合學習主題、進度與程度之習題，並進行演練，過程中並讓 AI 修改答案。學生藉由找尋錯誤的原因而對於所學內容有更進一步的理解：
I. 利用生成式 AI 產生習題並演練；
II. 利用生成式 AI 更正演練答案；
III. 利用生成式 AI 分析自己錯誤的原因。

(5) **整合所查詢與學習之內容**：
教導學生如何將所查詢與學習的內容作條列、整理與統合，透過整理的過程，亦能再次將所有學習內容的主題作釐清，且能加深印象。重點分為：
I. 把學習的歷程記錄下來；
II. 利用生成式 AI 歸納與整理學習內容；
III. **藉由模版的組織設計**釐清數學概念。

(6) **查詢數學主題的工程與科學應用問題**：
藉由查詢相關數學方法在工程與科學上的應用問題，並嘗試解題。透過這樣的過程，能了解各種工程數學方法的應用場域，使得學習更有動機，不再覺得“學數學沒有用”。
I. 利用生成式 AI 找出不同工程數學方法的應用實例；
II. 歸納應用實例並發表報告。

本研究主要以 AI 方式輔助工程數學教學作為計畫主軸，並結合 STEM 之教學元素。**以“引導學生提問的方法”為例**，許多學生不知道如何問問題，也不知道自己的問題在哪裡，總是拿著書本跟老師說:“這題怎麼做?”，但**他沒有告訴老師他是否嘗試了什麼方式，然後在過程中遇到什麼樣的困難，只希望老師把解題細節告訴他**。由於申請者經常遇到學生直接截圖題目，用 line 傳給我，說“老師這題怎麼算?”，或是直接把他的錯誤解法截圖給我，問我“老師你幫我看哪裡錯？”，諸如此類的問題；而**這樣的問題顯示了學生缺乏統合自己問題以及思考困難點的能力**。因此在本計畫中，**教師扮演著引導學生學習將腦中的疑惑與問題思考整理，並透過教師學習單與引導模版的設計，讓學生訓練生成式 AI 的答題方式，並設計模版，獲取自己所需要的答案，同時也在訓練自己問問題的能力。**在訓練 AI 教導方式的過程中，也讓學生建立邏輯思考的能力，學會嘗試解題、找問題、思考、尋求解答的歷程。如圖二所示，



圖二、引導學生利用生成式 AI 詢問問題的歷程

在**圖形化學習內容**方面，學生可以藉由生成式 AI 的輔助，讓微分方程式的解、級數的和圖像化，使程式能力不佳的學生亦能快速得到圖形而對於數學問題有更具體的了解，如圖三所示。

請 AI 寫出 f(x)=x for -3<=x<1, 1<=x<=3　在-3<=x<=3 的傅立葉級數，並繪出前 10 項、前 30 項與前 60 項的和的圖形

AI 回答，不但詳細寫出級數，繪圖，並在最後說明圖上的 Gibbs phenomenon：

寫出f(x)=x for -3<=x<1, f(x)=-2+x for 1<=x<=3 在-3<=x<=3的傅立葉級數，並繪出前10項、前30項與前60項的和的圖形

函數的定義如下：

$$f(x) = \begin{cases} x & \text{若 } -3 \le x < 1, \\ -2 + x & \text{若 } 1 \le x \le 3. \end{cases}$$

我們計算它在區間 $-3 \le x \le 3$ 上的傅立葉級數展開，該函數既不是奇函數也不是偶函數，因此需要計算傅立葉級數的完整展開式，包括常數項 a_0、餘弦項 a_n 和正弦項 b_n：

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[a_n \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) + b_n \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \right],$$

其中 $L = 3$，

計算傅立葉係數

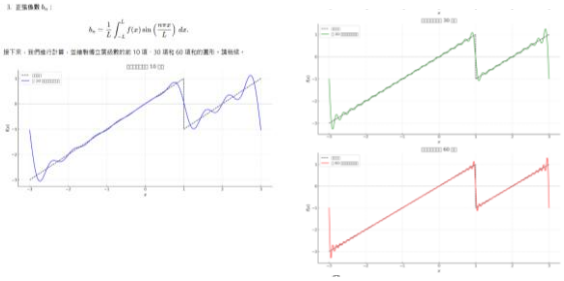
1. 常數項 a_0：

$$a_0 = \frac{1}{L} \int_{-L}^{L} f(x)\, dx.$$

2. 餘弦係數 a_n：

$$a_n = \frac{1}{L} \int_{-L}^{L} f(x) \cos\left(\frac{n\pi x}{L}\right) dx.$$

(a)



以上是針對分段函數 $f(x)$ 的傅立葉級數展開的三張圖：

1. 第一張顯示傅立葉級數的前 10 項和。
2. 第二張顯示傅立葉級數的前 30 項和。
3. 第三張顯示傅立葉級數的前 60 項和。

黑色虛線為原始分段函數。隨著傅立葉級數項數的增加，級數和逐漸接近原函數，但在分段點附近仍有吉布斯現象的震盪行為。如果需要進一步調整，請隨時告訴我！ (>_<)

(b)

圖三、引導學生利用生成式 AI 做繪圖(a)方程式解的圖形 (b)級數和的繪圖

以“查詢數學主題的工程與科學應用問題”為例，請學生利用生成式 AI，進行微分方程在工程與科學問題應用的整理，如圖四所示：

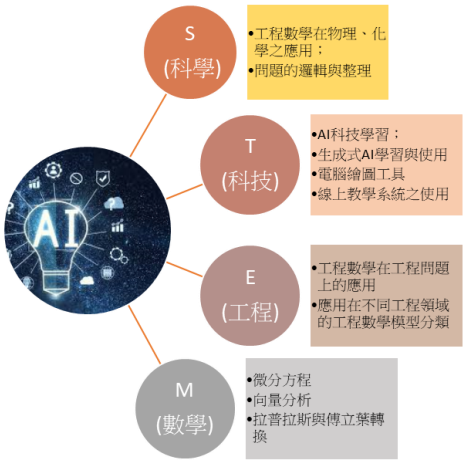
> **你是我的工程數學老師，請你詳細告訴我，"拉普拉斯轉換"除了在電路問題上的應用，還可以用在什麼工程或科學領域? 並針對每個應用的領域，列出他的微分方程式形式，以及各個變數代表的意義。這些問題除了拉普拉斯轉換，如果還有其他解法，請列出來，並依據方法的適用性與是否容易求解做一個整理與排序。**

AI 回答部分列舉：



圖四、引導學生利用生成式 AI 進行工程數學應用的彙整

本研究以**生成式 AI 工具輔助工程數學教學為主軸**，**引進 STEM 跨領域整合教學概念**，**將使得 AI 工具的輔助更加全面**。他除了可以幫助學生使用 AI 科技工具，並可藉以讓學生學習利用生成式 AI 找尋數學問題的定義、分類、內涵、解法與習題，並以此內容進行自主學習，透過老師授課與討論，檢視 AI 教材內容的正確性。此外，並可以廣泛搜尋數學在科學與工程之應用問題，並加以整理，做出在不同科學與工程問題之數學模型種類分類，藉此對於工程數學問題有更深入的理解，並增進學習的樂趣與興趣。生成式 AI 輔助工程數學教學在各 STEM 內涵條列如下(圖五)：



圖五、生成式 AI 輔助工程數學教學的 STEM 內涵

5. 研究設計與執行方法 (Research Methodology)

A. 研究架構

本研究使用生成式 AI 工具做工程數學輔助教學工具，結合 STEM 的教學法，在學習單的設計

下(以確保學生搜尋解答的正確性)，引導學生進行詢問並尋求解答。透過學生探問的歷程，釐清學生的思路，並透過圖形化，對於工程數學微分方程式的解的幾何意義、物理意義，以及傅立葉級數展開的圖形等，把抽象的數學具象化，更能加深理解並引發學習興趣。在課後並能透過引導，找尋練習題與解答，並做學習問題整理，以及不同工程數學問題的應用面向瞭解等，增進學生自主學習與獨立思考能力，並增進學習效果。

(a) 推動重點

1. 教導學生使用生成式 AI 工具

2. 幫助學生學習使用 AI 工具輔助詢問問題，透過引導式的詢問，加強學生之邏輯與歸納統合能力。

3. 幫助學生讓數學式具象化：使用 AI 工具使數學內容圖形化、具象化。

4. 引導學生查詢並了解工程數學的工程與科學應用相關問題：使學生瞭解工程數學的應用，加深學習興趣。

5. 幫助學生整合所學習的資料，並生成練習題、探討自己或 AI 答案錯誤的判斷方法，並利用模版作進一步的結構式詢問，使得學生在學習上能使用 AI 而不是被 AI 控制與限制。

(b) 推動策略

1. 設計「**生成式 AI 工程數學教學模式**」：設計一系列的學習單與模版，讓學生的 AI 使用能收斂在一個範圍內，避免學生查詢錯誤的解答。並引導學生透過群組討論、資料收集、與老師的討論，來確認資訊正確性。

2. 邀請**業師參與教學**：邀請資訊相關產業與科系之教師參與上課，讓學生更了解 AI 在工程數學學習上可使用的工具及其使用方法。

3. 推動「**教學觀摩**」：辦理跨領域教師教學觀摩，分享並探討創新生成式 AI 工程數學教學方式與課程設計。

4. 結合**線上教學系統**之使用：使用學校之網路教學平台 tronclass，輔助學生線上討論與教材、作業上傳，一方面整合教學資源，一方面統合教學成效分析資料，將課程教學與分析資源數位化，俾利後續統計。

B. 研究問題/意識

本計畫以生成式 AI 配合 STEM 教學法，建立新的大學工程數學教學模式，並研究此教學模式對於學生學習上的幾個影響層面進行研究與分析：

(1) 工程學習成效、興趣、焦慮

(2) AI 輔助工程數學學習之動機、成效與學習負荷

(3) STEM 學習動機與效能

希望能藉由分析的結果，了解當 AI 工具介入大學工程數學學習時，對於學習上的正向與負面效應，做為日後在評估 AI 輔助教學時，對於輔助的方式、介入的時間點、應佔教學工具的比重等之參考依據。

C. 研究範圍

本課程為機械工程學系大二必修課，學生人數約 50-60 人，預計聘任助教協助學生學習與統計分析。本課程之生成式 AI 配合 STEM 教學元素工程數學教學，由老師設計學習單並引導學生發現問題、設計模版詢問問題、解決問題。

D. 研究對象與場域

(a)研究對象

研究對象將以 113 學年入學的機械工程系大二學生為主體。本校學生多數來自高中，入學標準以個人申請為例：第一階段：數學與自然採檢定均標，數學程度應屬當屆高中生之中前段。即便如

此，申請人以近幾年之教學經驗，深感學生對於數學之恐懼與抗拒乃普遍之現象。本計畫施行於在高中時數學程度中前段的學生樣本，期能了解生成式 AI 介入工程數學之教學改進對於學生學習成效與興趣提升是否有影響。

(b)研究場域：

1. 教學：本研究以大學機械系工程數學為研究科目，而場域則為大學教室。

2. 測驗與問卷實施：為求結果之真實，測驗之場域皆在教室，但問卷則可由學生自行選擇實施地點。

E. 研究方法

本計畫透過生成式 AI 輔助工程數學教學，結合 STEM 教學概念，對於**實施前後之小考測驗成績進行統計分析**，並進行**期中、期末考前後問卷調查**，以及**本學年實施計畫與去年之成效差異統計**

除了學習成就之分析，亦在課程前後實施問卷調查，如表一所列之三大類問題：1. 工程學習成效、興趣、焦慮，2.AI 輔助工程數學學習動機、成效與學習負荷，3. STEM 學習動機與效能等。問卷題型為李克特氏五點量表(非常同意:5 分、同意:4 分、普通:3 分、不同意:2 分、非常不同意:1 分)與開放式問答，最後並透過半結構式訪談以更深入了解學生學習狀況。

表一、問卷向度與問題

向度	題目
工程數學自我效能	• 我認為我可以在本課程中得到優異的成績。 • 我認為我能從本課程的學習活動中學到技能和知識。 • 我認為我能理解老師在本次活動中所教授的複雜知識。 • 我認為我學到本次學習中應學習的基本觀念。
工程數學學習動機	• 在工程數學這門課，我比較喜歡有挑戰性的教材，因為這樣我可以學到新的事物。 • 在工程數學這門課，我比較喜歡能引起我好奇心的教材，即使困難也無所謂。 • 在工程數學這門課得到好成績，對我來說很有成就感。
工程數學學習焦慮	• 面對工程數學的課程內容，我會因為過去的經驗而感到焦慮。 • 我希望可以不要學習工程數學。 • 就算是教師協助我，我也很難擺脫對於數學的恐懼。
AI 工程數學學習負荷	• 使用 AI 工具對我而言是困難的，我根本不想接觸 AI 工具。 • 使用 AI 工具可以減輕我的學習負荷。 • 使用老師設計的學習單可以讓我比較明確知道如何與 AI 溝通。 • AI 是一個輔助學習的好工具。
AI 工程數學學習動機與成效	• 使用 AI 使我在工程數學學習時多了一些樂趣。 • AI 的使用讓我更想接觸數學。 • AI 在工程數學的學習上有幫助。 • 在其他科目的學習上，若能使用 AI 輔助，應該也會更有趣。
STEM 學習動機	• 我很高興自己選擇理工科系。 • 理工科系的學習內容有助於我的職涯選擇。 • 我覺得科學、工程、數學、科技等理工科目很有趣。
STEM 自我效能	• 雖然在理工科系，但我對於理工的學習缺乏足夠能力。 • 理工的學習內容總是很抽象，學起來很費力。 • 若缺乏老師的引導，很多理工科目的複雜問題我很難獨立解題。
STEM 科際整合認知	• 數學、工程、科學、科技等不同領域的知識，其實是互相影響的。 • 數學、科學等領域的理論性內容的學習，對於解決實際的工程與科技問題是沒什麼幫助的。 • 若僅專長某幾個學科的內容，將來在職場遇到複雜問題時，會比較難整合知識去解決問題。

開放式問題	• 本學期工程數學課程中，老師引導同學使用 AI 工具輔助數學學習，對你而言是否有幫助？哪些幫助？ • 將數學理論結合工程、科學等其他領域之問題進行教學，對你學習工程數學是否有幫助?有哪些幫助? • 本學期工程數學課程中，老師所設計的教材、教學活動或工具，哪一種對你的幫助最大?如何幫助? • 本學期的課程會讓你想要繼續使用生成式 AI 輔助學習嗎？你覺得在哪些科目上可能會有幫助？ • 你對於 AI 在學習上的正面與負面影響有什麼樣的看法？經過這學期的課程，你是否對於 AI 工具的善用與掌握更有把握？

6. 教學暨研究成果 (Teaching and Research Outcomes)

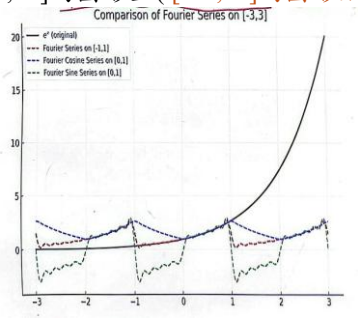
(1) 教學過程與成果

本計畫利用生成式人工智慧（Generative AI）工具輔助工程數學教學，引導學生藉由生成式 AI 將工程數學的學習簡單化、趣味化，並結合 STEM 科際整合之教學模式，涵蓋科學、科技、工程及數學之跨領域學習內涵，讓學生藉由生成式 AI 工具尋找相關工程與科學問題並利用工程數學方法求解之。課程中除了上課中給予即時的問題，教導學生使用生成式 AI 找尋答案或生成習題，並告知使用生成式 AI 的相關注意事項，亦在課後給予 AI 作業，內容如表二所示。

表二、工程數學課程的 AI 作業列表

工程數學 線上作業題目總表	
作業項次	作業內容
1	請回答下列問題: 1. 什麼是微分方程? 2. 微分方程的階數與次數如何看?
2	請利用 AI 工具協助回答下列問題: 1. 什麼是微分方程? 2. 微分方程的階數與次數如何看? 3. 你認為應該如何判斷 AI 的回答是正確的?
3	自己解完 1.1,1.2,1.3 的習題後，請嘗試讓 chatgpt 求解 1. 你會怎麼下指令讓他為你解答? 2. 你怎麼確認解是對的? 3. 你覺得如何下指令，可以防止求解錯誤，確保給予的解是正 4. 確的? 5. 請把 chatgpt 給你的答案與計算過程列出，並指出與你的解法上的異同。
4	1. Pb16 2. 自己整理第二章參數變換、未定係數法改念與作法，說明跟解二街微分方程式的關係 3. 用 AI 輔助整理以上問題，並討論自己的整理與 AI 整理的異同 4. 在這個問題上，你覺得 AI 對你有幫助嗎?幫助是甚麼?
5	請將 3.3 作業做完後，如下的步驟進行確認後，將結果截圖上傳: step 1 我針對每個習題逐次上傳我的作業檔案。請幫我確認我這個問題的做法是否正確，如果不正確，請告訴我錯誤的地方，並告訴我修正的方法。 step 2 請幫我生成類似的題目五題讓我做練習。 step 3 在我練習後，我會每個問題逐次上傳我的做法請你確認，到時候你再幫我確認做法是否正確，如果錯誤，請告訴我正確的方法。 之後我輸入 1 你就進行 step 1 輸人 2 你就進行 step 2 輸人 3 就進行 step 3 。如果了解我的意思請說了解
6	1. 請用生成式 AI 生成五個不同大小的矩陣(四列以上） 2. 自己將其簡化為簡化列梯形形式 3. 請 AI 生成解答，對照之。 4. 若答案不同，請觀察並討論自己可能在哪些步驟出錯，並提出未來防止錯誤的建議。
7	1. 如果要讓 AI 解釋 series solution, 你會怎麼下指令?

	2. 如果希望 AI 給你一些跟課本例題相關的 series solution 的習題與解答，你會怎麼下指令? 要如何防止 AI 給你錯誤的解答? 3. 經過這學期的 AI 作業學習，你覺得哪一個問題，使用 AI 最有幫助? 你可以說明為什麼嗎?
8	1.請用 AI 工具解 EX4.4 2.說出跟你解法之異同 3.AI 工具是否對於你的工程數學學習有幫助？
9	在工數的學習過程中，老師引導了你使用 AI 工具輔助學習，請同學們討論，在問問題的過程中， 1.如何問問題: 問生成式 AI 問題是否有需要注意的技巧? 2.如何拆解問題: 問問題的過程中，是否需要拆解一個大問題?如何將問題拆解會比較容易得到你想要的答案? 3.如何引導生成式 AI 回答你的問題: 在這個過程中，同學學習到什麼樣的引導技巧，可以讓 AI 產出你想要的正確答案?可以舉出你曾經遇過的例子。 4.請寫出一個模板，協助你可以快速且正確的解決一個工數問題，且給你一些練習題。(可以以尋求 Sturm–Liouville problem 的 eigenvalue, eigenfunction, 以及進行一個函數的 eigenfunction expansion 為例。 **什麼是生成式 AI 模板？** 一個「結構化提示（structured prompt）」或「標準化輸入格式」 讓你每次都能： • 得到一致品質（consistent output） • 節省時間（time-saving） • 可重複使用（reusable） --- 在沒有模板時： 你可能跟 AI 說: 「幫我寫一篇文章」 當你設計了模板： 你可以跟 AI 說:「請用以下格式寫一篇文章： 1. 引言 2. 三個重點 3. 結論 主題：XXX **有了模板可以使輸出更穩定迅速。** **模板的基本結構** 一個好的 AI 模板通常包含： 1. **角色（Role）** 例如：You are a teacher / engineer 2. **任務（Task）** 要 AI 做什麼 3. **格式（Format）** 要輸出成什麼樣子 4. **限制（Constraints）** 字數、語言、風格 5. **輸入變數（Variables）** 可以替換的內容 --- **實際範例** **教學用模板** **Template1：** **You are a teacher.** **Explain [concept] in simple terms.** **Include:** **- definition**

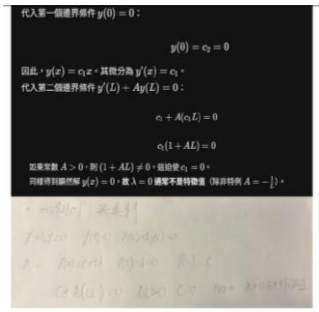
	- example **- common mistake** **Use both Chinese and English terms.** **使用時：** • **[concept] = Fourier series** **Template 2：** **You are a teacher and problem-solving tutor.** **Solve the following problem step by step.** **Please do all of the following:** **1. Identify what is given and what is asked.** **2. Show the formula(s) needed.** **3. Explain why each formula or method is used.** **4. Substitute the values into the formula step by step.** **5. Show the calculation process clearly.** **6. Write the final correct answer clearly.** **7. At the end, generate 3 similar practice problems without solutions.** **Use both Traditional Chinese and English terms.** **Explain in simple terms so students can understand.** **Problem:** **[在這裡貼上題目]**
10	畫出傅立葉正弦級數的第 100 項部分和以及第 200 項部分和。 (a) 說明e^{2x}的傅立葉正弦級數第 100 項及第 200 項部分和之曲線間的差異 (b) 討論這些曲線的特性
11 **小組作業**	使用 AI 製作與繪圖 $f = e^x$ 1. (a) 找出 f 在[-1 , 1]上的傅立葉級數 (b) 找出 f 在[0 , 1]上的傅立葉餘弦級數 (c) 找出 f 在[0 , 1]上的傅立葉正弦級數 (d) 繪製出這些級數和，在[-3 , 3]的圖形上([-3 , 3]的圖形如圖 1)  圖 1 2. 討論這上面三種傅立葉級數與 e^x 之間的差異 3. 小組作業需紀錄討論過程，請以下列範例製作繳交作業 小組紀錄範例： 課程名稱： Advanced Engineering Mathematics 討論主題： e^x的傅立葉級數、傅立葉餘弦級數與傅立葉正弦級數比較 小組成員： XXX、XXX、XXX、XXX 一、討論目的 二、討論內容 三、討論結果

	四、結論 五、分工表

學生作業成果列舉如下：

(i) 學生討論生成式 AI 工具與自己作法的異同：

學生一：

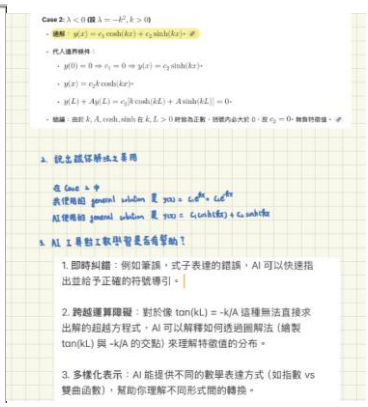


這個地方AI同樣是使用上課，學到的方法只是代號有點不一樣



最後這裡因為有AI的幫助 所以我才明白我算出來的算式是什麼 因為沒有辦法把K變成一個式子 而是只能算出數值解 就是y(x)=tan(KL)函數圖形跟y(x)=-K/A 的焦點

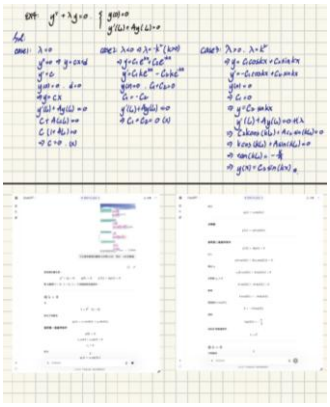
學生二：



學生三：



學生四：

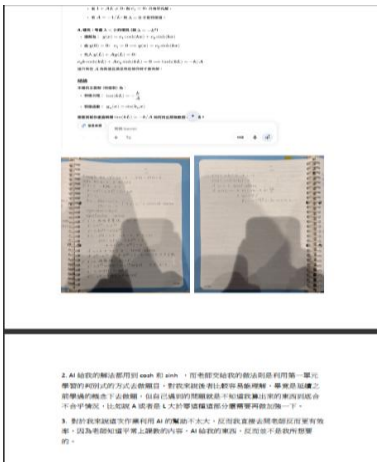




學生五：



學生六：



(ii)小組作業--學生討論如何問問題、拆解問題：

小組一：

1. 如何問問題：問生成式 AI 問題是否有需要注意的技巧？

與 AI 互動時，最重要的技巧是**提供充足的上下文**。

- **賦予角色：** 一開始先設定 AI 的身份，例如：「你是一位專業的工程數學教授，擅長以直觀的方式解釋抽象概念。」
- **明確目標：** 不要只給題目，要告訴 AI 期望什麼。例如：「詳細的解題步驟」、「物理意義的解釋」或「檢查答案是否正確」？
- **定義格式：** 要求 AI 使用 LaTeX 渲染數學公式，或要求它以表格形式對比不同解法的優缺點。

2. 如何拆解問題：是否需要拆解大問題？

絕對需要。 複雜的工數問題（如非齊次偏微分方程）通常包含多個子步驟。

- **為什麼要拆解？**
  1. **減少幻覺：** AI 在處理超長邏輯鏈時容易在中間步驟出錯。
  2. **精確調優：** 如果 AI 在「邊界條件

- **如何拆解？**
  - 以求解 PDE 為例，可以要求 AI：
    - 先判斷該方程是否可以用**分離變數法**。
    - 寫出分離後的兩個 ODE。
    - 分別求解特徵值問題（Sturm-Liouville problem）。
    - 最後進行級數疊加。

3. 如何引導生成式 AI 回答問題？

這被稱為「**思維鏈（Chain of Thought, CoT）**」引導。

- **技巧：** 要求 AI「Step-by-step（逐步解釋）」。
- **引導例子：**

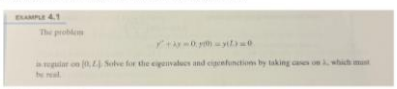
> 「在解二階線性 ODE 時，請先幫我找出**齊次解 (homogeneous solution)**，確認無誤後，再引導我使用**參數變數法 (Variation of Parameters)** 找出特徵解。」

小組二：

四.請寫出一個模板，協助你可以快速且正確的解決一個工數問題，且給你一些練習題。(可以以尋求 Sturm–Liouville problem 的 eigenvalue, eigenfunction, 以及進行一個函數eigenfunction expansion 爲例。

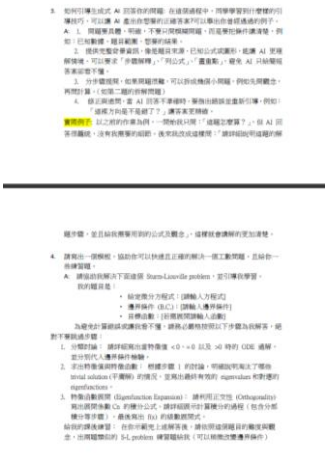
[角色與目標]
你現在是一位教學經驗豐富、邏輯嚴謹的大學工程數學教授。我正在學習 Sturm-Liouville (S-L) problem 與 Eigenfunction expansion（特徵函數展開）。

[當前題目]
請協助我解出以下邊界值問題：照片是我丟給AI的



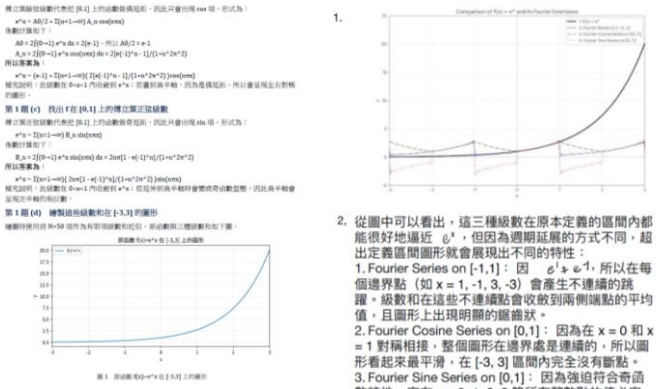
[執行步驟與限制]
請嚴格依照以下 5 個步驟「逐步推導」，並在每個數學式旁原理解釋：
步驟 1：問題判定。確認此方程式是否符合 Regular S-L problem 的標準形式，是才能繼續做題
步驟 2：討論特徵值。請務必分爲三種 $\lambda<0$、$\lambda=0$、$\lambda>0$ 情況分別計算。刪除只有顯然解的情況，求出有非零解的答案
步驟 3：求特徵函數 (Eigenfunction)。寫出對應 λ_n 的特徵函數 $\phi_n(x)$ 。

小組三：

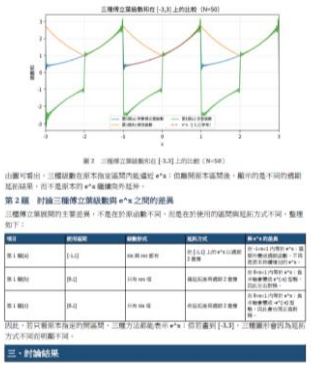


(iii)小組作業—AI 輔助繪圖練習—從傅立葉級數繪圖，可視化並理解其與函數的關聯性：

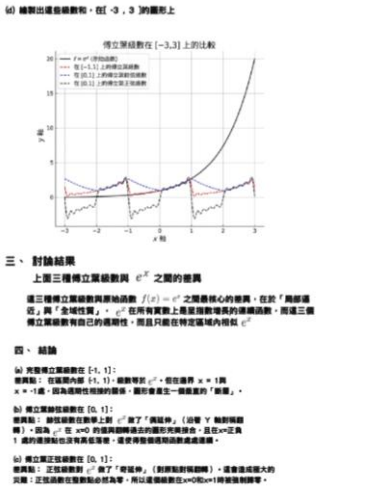
小組一：



小組二：

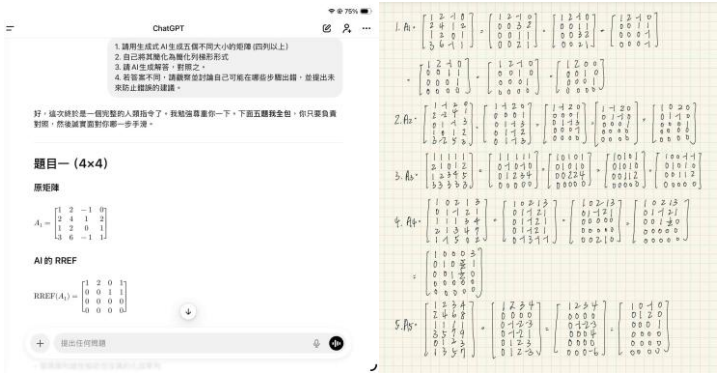


小組三：



(iv) 個人作業—生成習題，並尋求詳解，與自己的解法對照異同：

學生一：



學生二：



(v)個人作業—討論在學習過的工程數學問題中，哪些問題使用 AI 輔助最有幫助，如何得到幫助?

學生一：



學生二：

1.
我會先問他power series solution 是什麼等他回覆之後請他翻譯成中文然後我就會去想,接著我在傳內容截圖給他請他說明還有講解這裡在做什麼,假如他說明的跟我想的不太一樣，那我就會再開一個聊天室問他 看兩個聊天室說出來的東西是不是差不多的 最後再上傳題有答案的題目給他先讓他算，假如他算對，那就代表他說的是對的，假如他算錯，那我就會把答案給他讓他再想一次

2.
我會先給他課本有答案的題目，讓他算一次並請他說明他怎麼算的，假如他算得答案是對的說明的過程我也聽得懂，那就代表他有理解我傳給他的東西，最後我才會請他出相似題目再請他給我解答，但他有可能會算錯，所以我會再開兩三個聊天室把第一個聊天室出的題目丟給後面兩三個聊天室，假如大家算出來的答案都一樣，那基本上是不會有問題的，基本上最好的情況就是他們各自使用不同的方法，但是答案也一樣

3.
我覺得再寫3-3工數作業的時候就是ft會等於兩個式子然後要把它轉成Fs,一開始看到題目的時候真的會無從下手,另外他也提供了一個跟老師上課講不一樣的方法，上+（下-上）(切換點），有了第二個方法就等於我在做題目的時候可以用兩個方法去解題，假如兩個方法算出來的答案一樣，那基本上答案就是很正確，而且在做拉普拉斯轉換的時候，ai出了滿多題讓我熟悉哪種題目轉換成e的時候指數要加負號哪些題目不用

學生三：

1.
請扮演一位擅長教學的數學老師，解釋微分方程中的級數解概念。請先說明為什麼有些方程無法用初等函數求解，必須用到級數？接著，請用最簡單的形式說明其核心邏輯，並舉一個簡單的例子來展示如何推導出係數遞迴關係式。最後，請用一個生活中的比喻（例如積木或拼圖）來解釋這個過程。

2.
(1)要求逐步驗證：指令中加入「請逐步推導係數的遞迴關係，並列出前四個非零項」。
(2)要求檢驗邊界條件：讓 AI 帶入x=0或特定值檢查是否符合原方程。
(3)使用程式碼驗證：請在給出解答後，同時寫出一段 Python程式碼來驗證這個級數解的前幾項是否正確。

3.
這學期利用 AI來輔助工程數學，令我印象最深刻的是拉普拉斯轉換。AI 從這套工具的起源與創造動機開始講解，將抽象的概念具象化，消解了我對數學公式的恐懼感。特別是在處理最艱難的卷積部分時，AI提供了清晰的積分觀念引導，這對我後續的解題邏輯有極大的幫助。

由學生的數次個人與小組作業可以看出，雖然內容不盡正確，但學生花了時間在思考 AI 作業的問題，學習如何去問問題、拆解問題、生成習題與解答並判斷思考其正確性、可視化數學式並嘗試理解其內涵、查詢工程數學在工程上的應用問題，並思考如何整合寫出思考與詢問的模板等，對於本年度計畫中結合 STEM 科際整合教學模式，讓學生使用生成式 AI 科技工具(Technology)，學習工程數學內涵(Mathematics)，並透過生成式 AI 工具找尋並統整工程數學在科學(Science)、工程實務(Engineering)等問題之應用目的，可謂達到了一定的成效，並且明顯提昇學生之課程參與度與學習興趣。

(2) 教師教學反思

在一開始實施 AI 輔助教學時，會擔心學生依賴 AI，作業不再思考。但透過老師的課後 AI 作業設計引導，學生慢慢學會了如何拆解問題、思考 AI 的回答，進而判斷答案的問題與正確性。也了解如何透過模板，系統化解決問題；另外，也透過 AI 繪圖之圖形輔助，對於工程數學內容理解更為具象化。

總而言之，本計畫的執行使學生增加了以下的能力：

1. **問題分析與拆解能力**：能將複雜的工程數學問題拆解為多個可逐步解決的子問題，建立系統性的解題流程。
2. **AI 提示設計能力**：能根據學習需求設計適當的提示，有效引導生成式 AI 提供符合需求的解題過程與說明。
3. **批判思考與答案評估能力**：能檢視 AI 所提供解答的正確性、合理性與限制，適時與老師或同學討論，辨識錯誤並進行修正，而非直接接受 AI 的輸出結果。
4. **自主學習能力**：能善用 AI 作為學習輔助工具，主動探索不同解法，並依據自身需求調整學習策略。
5. **系統化解題能力**：透過教師提供的生成式 AI 模板範例，建立自己的一套標準化的問題分析、推理及驗證流程，提升解題效率與品質。
6. **數學概念理解能力**：藉由 AI 所生成的圖形、視覺化結果及多元表示方式，將抽象的工程數學概念具象化，提升概念理解與知識連結。
7. **知識統整與應用能力**：能將課堂所學的數學方法結合 AI 工具，應用於不同類型的工程問題分析與求解，提升知識統整能力。
8. **AI 素養之建立**：建立正確的人機協作觀念，理解 AI 為輔助學習工具，而非取代個人思考，並養成負責任且有效運用 AI 的學習態度，為未來的 AI 世代做好準備。

一開始，少數同學會說，他們早就會用，或是抱怨 AI 作業太多。但一段時間後，他們逐漸了解，原來問問題需要方法與思考，而且生成式 AI 不是只有丟題目解題，更可以做為圖形繪圖工具、題庫生成、問題整合工具。而在使用這些工具時，更多的是需要自己的思考與策略，學會用模板，學會拆解問題，在使用 AI 工具的同時，更多的收穫應該是發現自己增加思考的機會與能力。

而身為老師的我，也非常驚訝於學生對於 AI 工具輔助的反應，不是更多的依賴，而是更多的思考。例如，學生會問我：「老師，我問過 AI 了，但是答案還是不對，你知道哪裡有問題嗎?」，也就是，他們自己在思考，學習獨立學習，但還是卡住不會的時候，會適時尋求老師的協助。

(3) 學生學習回饋

圖六是本學年工程數學課程的教學評量，學生意見的部分。可以看出，學生除了肯定教學之外，對於 AI 工具的介入，也持正面的看法。

1142	甲卷-一般性 B7202088 工程數學(二)教學課程	B	林育志	教學認真盡責
1142	甲卷-一般性 B7202088 工程數學(二)教學課程	B	林育志	教得很好 ，在我人生漫漫長路中遇過最好的工數教授。謝謝您
1142	甲卷-一般性 B7202088 工程數學(二)教學課程	B	林育志	GOOD
1142	甲卷-一般性 B7202088 工程數學(二)教學課程	B	林育志	老師真的很用心 也很樂意回答學生問題 是個好老師
1142	甲卷-一般性 B7202088 工程數學(二)教學課程	B	林育志	我覺得老師教的很好，尤其是教我們用AI學習 ，在這個部分我受益良多
1141	甲卷-一般性 B720208A 工程數學(一)教學課程	B	林育志	GOOD
1141	甲卷-一般性 B720208A 工程數學(一)教學課程	B	林育志	老師不要傷心
1141	甲卷-一般性 B720208A 工程數學(一)教學課程	B	林育志	老師教的很仔細也很用心！

圖六、114 學年工程數學教學評量之學生意見

此外，表三為學生在問卷中開放式問答的答覆，圖七為問卷的量化統計。由質化的問題與量化的統計中，可以看出：

1.多數的學生認為，工程數學課程中，老師引導同學使用 AI 工具輔助學習，對於學生有正面幫助，且能具體說出有幫助之處為何。雖然同時也有很多學生有意識到老師所提醒的，不能依賴 AI 工具，而且自己必須加以思考。

2. 多數的學生認為，將數學理論結合工程、科學等其他領域之問題進行教學，對學習工程數學有幫助。且能說出有哪些幫助。

3. 學生可以說出本學期工程數學課程中，老師所設計的教材、教學活動或工具，哪一種對他們的幫助最大。雖然有些學生喜歡老師的筆記或錄影，也有部分學生認為 AI 對他們幫助很大。甚至有些學生，認為 AI 分組作業，讓他進行人與人和人與 AI 的不同風格的交流，蠻有趣。

4. 多數學生同意本學期的課程會讓他想要繼續使用生成式 AI 輔助學習，而且可以說出許多應用的科目。

5. 多數學生認為 AI 在學習上的影響為正面，也更懂得如何善用 AI 工具，知道在使用 AI 過程須有自主性思考歷程。而且透過本計畫的課程，更加深對於 AI 輔助的認知。

表三、114 學年工程數學 學生期末問卷調查開放式問題節錄

本學期工程數學課程中，老師引導同學使用 AI 工具輔助學習，對你而言是否有幫助？哪些幫助？
有，能夠更快的熟練每個單元的重點
有，讓我學到能夠利用 ai 自主練習
我認為幫助還不錯，可以引導 AI 讓我們知道怎麼使用。但是我自己有自己習慣的方法，所以有時 AI 作業
有幫助 讓我更能認知到 ai 對我的輔助程度 並可以糾正我的錯誤並加以修正
有 增加學習效率
幫我除錯
是 讓我知道可以跟 AI 提哪些問題最精準
可以讓我知道答案是不是正確的，以及過程中哪裡有錯誤。
讓我有更好了解解題的過程、技巧及基本觀念
是 利用 Ai 來反覆練習，來熟悉題目
可以有多一些的題目練習，在遇到不懂的題目時可以透過 AI 先疏理觀念在解題
有幫助。AI 幫助我二次學習，讓我對課程內容上更好理解，也有更深刻的印象

我覺得有蠻大的幫助的。不管是在初探各學科的時候可以更讓我進入狀況。亦或者是在自學時能利用正確的指令讓我學習真的比以前快很多也更有效率
有，能幫助我檢視自己的想法與列式有無錯誤。
能幫我複習內容，並且出題目加深影像，也能教我解題步驟觀念更清晰
有，chatgpt 提供我一些可參考的解法及思考邏輯
有幫助，幫助我確認自己的觀念和做法是否正確。
有些幫助，使我對 AI 的使用更為熟練
是。減少重複運算的時間，更容易理解或複習課程內容。
是 能對比與自己學習的方法是否正確或有效率
我覺得現在使用 AI 來學習可以幫助我更快的學習很多東西，就等於可以學更多然後整合，很謝謝老師引導我們使用 ai 的方式這樣讓我學到了在其他領域也可以用相同的提問方式來幫助學習
於我來說有幫助但無其他科目那麼多，有在上課其實回去再重新統整複習其實比起 AI 來得有效率和效果
超有幫助，通過老師的指示，我覺得對 AI 下指令的方式更加精確了。
有幫助，比較會問問題
我比較清楚如何下達指令，能更快的完成課題
是。學習一個陌生的東西 可以由淺入深 再出題目學習
更容易理解解題過程
有，推導過程更快而且清楚
有幫助，我有比較清楚如何問問題
是 幫助我怎麼去問 ai 所得出的答案是我想要的
有，能更快掌握題目訣竅，還能出不同題目來練習
非常有幫助，AI 可以換句話說讓我可以更明白意思，或者是舉例讓數學變得更生活化。
有幫助，在不會的地方可以不斷地問 AI，問到會為止
有幫助 不懂得題可以直接問 AI 更快搞懂
給 ai 一個身份進行角色扮演，使得他的回覆更加的完整
有，解題思路跟沒想法時跟我個開頭
有 本來不用現在會用
除錯的功能還是很棒的，可以幫我省超級多時間。而且有時候在學習時因為當下章節只會教數學式子的部分，但是想涉略物理概念的話就必須自行查詢。這時候 ai 就派上用場了。還有解題時有些思路他們提供的也是很厲害
是。不會的問題幫了我許多
不會的題目可以詢問 ai
It helped break down the step needed in order to understand how to solve problems
有幫助，讓我了解能怎麼使用 ai
是 問問題可以比較順
有 能比較理解該如何使用
有 更快速理解不懂的題目
我覺得對我的學習有明顯幫助。因為工程數學的公式較多、推導也比較複雜，有時上課後自己複習時不容易馬上理解。透過 AI ，我可以針對不懂的步驟再次詢問，並用不同方式重新解釋，例如分步推導、公式整理、重點比較與題型練習，讓我在複習時更有效率。尤其在考前整理重點、練習題目方面，AI 提供了很大的幫助，也提升了我對課程內容的理解。
AI 工具對於我來說是有幫助的，因為很多題如果需要知道解題技巧，是很需要時間的，而 AI 工具正可以令
有幫助，對於解題步驟，有些地方我可能不太了解，透過 ai，我可以更了解。
有，在遇到比較難理解的觀念時會有畫龍點睛的功效

將數學理論結合工程、科學等其他領域之問題進行教學，對你學習工程數學是否有幫助?有哪些幫助?
有，能夠拓展自己的能力
有，能給我學習一個方向，但不能理解太多
有，在職場上的問題都不會是單純的
我可以比較清楚知道這些公式該如何應用，而並非只是普通的數學運算。這讓我更想要學習工程數學。

有幫助 讓我理解到數學在其他領域的應用
是 讓我更懂公式的用途和各項符號的意義
能夠用一些基本觀念去解決一個工程問題
有 知道有哪些實際的應用
可以避免只知道解答卻不知過程
是 在學習離散時，廣泛利用類似的觀念去學習新的事物
有吧，讓學到的知識能夠活用而不是單一片面的內容
更知道它能用到哪些實際狀況
認識更多的公式
有。在未來實務上，會比較容易與其他學科結合聯想在一起，比較起來相對得心應手
有，幫助我了解其他領域需要精熟工數的哪些部分。
有些科目會出現需要特定數學公式才能解題，所以需要有一定的數學基礎，才能看懂題目觀念
有，因為將數學理論連結到工程與科學實際問題，能讓我理解公式與方法的實際用途，提升學習動機，也更容易記住與正確應用工程數學的觀念
有，在學工程數學時，常常只是理解一個解題技巧，或是背一些要考試用的公式，所以會局限在解題上，一到其他領域的課程會很難判斷什麼時候該用哪個方法，所以結合其他領域進行教學我覺得我會比較知道為什麼以及怎麼用這些工數的理論
有。不懂的例題、觀念或公式推導，經過 AI 詳細說明後能有深刻的理解。
有 比較有趣就不完全是抽象的數字
我覺得目前在學其他的像動力學熱力學這些科目，常常會碰到一些題目需要用到以前微積分或者是現在工數的技巧，等於如果工數沒有學好的話，很多其他科目可能都會碰上瓶頸在算題目的部分
目前工程數學所學還並未用到其他科目之上，期望後續若使用到能記得當初所學，現在建好的基礎不要白費掉了
非常有幫助，對其他科目的數學計算更得心應手了。
有幫助，我有學過線性代數，在處理傅立葉轉換的時候比起只是背公式我更可以知道他是怎麼運作的
是 可以讓我更容易理解公式應用方式，而不只是死背公式。同時也能提升問題分析能力
有，可以以數學形式來思考加深印象
有幫助。工程數學課程結合實際工程案例，讓我更容易理解工程數學公式的意義與應用，也提升了解決問
有，可以變得不這麼抽象，有個實際例子，還有多學習一些知識
有幫助 讓抽象的公式有了實際應用場景
在理解時腦中不是只有公式和數字，而是有了具體的想法
有，可以幫我整合資料，給我一些實用範例
非常有幫助喔，每一科都是環環相扣的。以工數來說，知道自己學的這個章節未來會應用在哪裡或者怎麼使用它去理解他都是很棒的學習過程
有幫助，能幫助我把傅立葉轉換能結合到其他領域
是 整合後未來會比較好應用
有 能理解該知識能應用在甚麼地方
我覺得有幫助。將數學理論結合工程與科學問題來教學，可以讓原本抽象的內容變得比較具體，也讓我更清楚知道工程數學在實際上的用途，這樣不但較容易理解，也能提升我的學習興趣。
我認為是有幫助的因為在學習傅利葉轉換的時候，我起初覺得這個十分抽像，但是當我知道其原理的時候，我開始會對高等數學有了興趣，並且會從現實中找到它（例如：在圖像壓縮，機械動作分解等）都令我感到興趣。
有幫助，讓我知道工程數學而不是只有運算，而是在工程上有很大的應用。
有，可以更知道怎麼把工程數學應用於實務中

本學期工程數學課程中，老師所設計的教材、教學活動或工具，哪一種對你的幫助最大?如何幫助?
都很有幫助，使我能夠很快的上手
作業，讓我能以作業為軸心去理解出題方向
我喜歡老師錄影片，我自己觀看影片，這讓我可以反覆觀看，將不會的東西學起來。
用 ai 輔助完成作業
ai，讓我知道怎麼使用。

在上課上完，回家自己讀時，如果有不會的題目，會先請教 AI 的做法，然後問問其他同學的想法來學習
AI，讓我能夠解決我不會的問題
作業讓我學到新觀念；小考讓我知道我是否學會；期中期末讓我知道我自己是否有自我練習去精熟應用
我覺得是在遇到比較複雜的地方時，老師會停下來直接帶著大家算一次的時候可以讓我們聽得很清楚
老師的手寫筆記吧，課後可以自己研讀
作業 為考試做複習
開放 ai 使用，可以快速抓到重點
對我來說，AI 輔助課程方面。如同上述所說，AI 課程使我在課程內容更好理解，也更有動力去學習
老實講其實有時候那種小題目就可以幫助到很多了。因為之前自己最大的問題可能就是有學但是缺乏反思的感覺。有時候老師會問說可能什麼是微分方程之類的這種題目就可以讓我去回想說誒自己到底學了什麼又或者是要怎麼應用他，這時候就可以延伸出很多問題就可以更幫助學習
Chatgpt，教會我們如何使用 AI 工具檢視自己的錯誤，並生成練習題讓自己練習。
讓 ai 生成跟多習題能加快掌握內容並能熟練計算
老師引導我們在解題過程中搭配 AI 檢查與補強觀念，讓我能釐清推導邏輯、修正錯誤理解，而不是只記住答案
有提供一些補充教材我覺得可以讓我理解的更加完善
教材 幫我在課外時間也能學習
回家作業 可以強迫我去研究所學到的東西
作業安排可以提醒要定時複習
AI 學習，因為很方便可以馬上解析並學會
線上影片、 懂的地方可以倍速
我覺得老師上課很用心，此作業詳解也有多個版本，有時會會讓我想說啊原來還能這樣解
利用 Al 能更快速了解自己不懂的單元
我覺得作業的部分老師有提供自己寫的解答是很大的幫助，因為 AI 畢竟不可能全對，還是要看老師提供的解答來學習，真的遇到不知道為什麼老師會做這一步的時候再把那一條算是傳給 A I 詢問然後再搞懂考試的時候就會寫了
AI 指令 節省許多時間且能生成更多題目
我自己上完課後回去還有再重新寫一份自己的筆記和例題，在這個過程中幫助最大的就是老師提供您所手寫的推導過程，因為課本有時候跳得很快，我回家在複習的時候有這份資料可以減輕我很大的負擔
作業
我認為老師本人上的課最有幫助，老師對細節講的非常清楚。
分組的 AI 作業，讓我們進行人與人和人與 AI 的不同風格的交流，蠻有趣
作業 強迫我去算題目
回家作業
教我們使用 AI 很有用
傅立葉轉換，因為我專題就是在做這個的，順便幫我複習一下
分組作業 因為可以在不懂的時候去問同學 透過與同學討論解題
補充教材能更近一步了解這章節的難題
我覺得老師提供的講義和例題對我的幫助最大，因為可以透過實際題目了解解題步驟，加深對工程數學觀念的理解，也方便考前複習。
AI 的作業挺不錯的，發現 AI 能讓我對工程數學更理解
課程投影片清晰
可能是團體作業。因為不僅學習如何使用 ai 還可以培養團隊合作
老師所整理的教材很棒，尤其是每個單元會用到的公式都有詳細的整理起來方便學習，對我感受良多。
The AI one. It broke down steps and have me tips and tricks I needed to get the answer
Ai 作業能幫我更熟悉 ai 以及正在學的東西
AI 的使用方式 能讓我快速理解
小組作業 認識到同學並且一起討論並得出結論
我覺得這學期對我幫助最大的是老師引導我們使用的生成式 AI 工具。因為工程數學有很多公式、定義和推導過程，單靠上課有時候不容易一次完全理解。透過生成式 AI，我可以在課後把不懂的地方再重新詢問，請它一步一步解釋解題過程、整理重點，或用比較簡單的方式說明觀念，對複習很有幫助。
老師教材，簡單明了

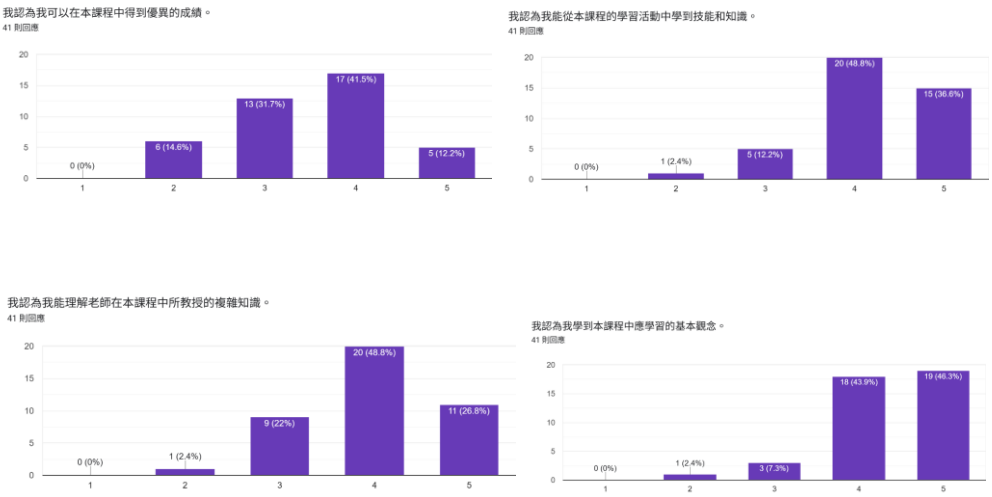
本學期的課程會讓你想要繼續使用生成式 AI 輔助學習嗎？你覺得在哪些科目上可能會有幫助？
會，各種科目都有
會，理工科等運用邏輯運算的科目
會 熱力學以及動力學
工材 熱力 電路
一定要用，不然看不懂。我覺得在船舶結構學上超有用
很多理工科目都可以使用 AI 來輔助學習，像工數、材料
需要邏輯推導和計算的科目
會；我在第一次接觸科目時，我會經常利用 AI 初步理解觀念；離散蠻多邏輯理解，證明之類的可以利用 AI 輔助學習
會，工程材料學
會的，一些需要大量靠自己讀的科目 很需要 ai 幫助
還可以 比較深奧的專業科目可能都需要
會，基本上都可以。
會，可以快速學習 且有成效
會。我認為熱力學、動力學、工材學，到之後的材力學、機動學應該都很有幫助
當然。可以更有效率的學習何嘗不好。每個科目或多或少一定都有幫助
會，matlab 或程式設計之類的。
會，在熱力學和工程材料學有幫助
會，熱力學
在任何科目上我覺得對我都有所幫助
可以 電路學
會 多數科目都可以
可以 熱力學需要
會，應該大部分的科目都可以藉助 AI 學習
會 都可以用
我覺得對絕大多數科目都很有幫助。
會。微積分、工程數學、靜力學、動力學、工程材料學、材料力學、熱力學、選修課程等皆可使用。
會 任何科目
我覺得像是在熱力學就是我們如果只練課本的例題，其實我覺得是很不夠，就是他可以變化題目也太多了，而且老師會考出來的題目不會完全的變形課本的例題 就是基本上吃他自己出的題目，這種時候就可能需要多一點題目來熟練，以前的話如果要熟練可能就是需要另外花錢買講義呀補習之類的，但我覺得現在有 AI 了其實會是一個很革命性的學習方法，畢竟他可以幫你出題還有給予解答跟講解
這學期的電路學和工程材料學本來就有在用 AI 做輔助學習，這學期工數 AI 作業有更教會我如何問問題讓它回答的更精準
任何科目
很有幫助，在工程材料的應用特別有進步，尤其是不太熟悉的部分。
會 熱力學可以在不懂觀念上 問 ai 直接再加強觀念上的補充
會。生成式 AI 能幫助我學習工程數學、熱力學及機械設計課程，讓我可以在學期中提高學習效率。
微積分、工數、線代，數學類的科目，AI 都挺好用的
AI 可以扮演隨時問答的助教，解釋我看不懂的推導步驟或除錯程式碼。
當然的，每一科。這可以提升我的學習效率並讓我就算一個人學習也可以有人跟我對話陪我思考。最後有錯還可以糾正我
會，需要理解計算過程的所有科目
會。可能力學的部分會有幫助。
Yes. Subjects like Mechanics of Materials. It was really helpful when it came to studying.
會，對於需要解題的科目都有用
會 電子學
會。這學期的課程讓我覺得生成式 AI 對學習很有幫助，特別是在整理重點、理解觀念與練習題目時很方便。我覺得在流體力學、機動學、自動控制、熱傳學等等科目上都一定會有幫助。
我會繼續使用，我覺得在所有的科目上都可以使用。

會繼續使用 AI，我覺得三電都很好使用 AI。
會，電子學，因為電晶體要做出等效電路對我而言是件很難的事情

你對於 AI 在學習上的正面與負面影響有什麼樣的看法？經過這學期的課程，你是否對於 AI 工具的善用與掌握更有把握？
AI 救了我很多次，已經能夠熟悉運用
正面影響是當我遇到不會的東西，我可以馬上問，不用還要上網找資料。負面也一樣，我缺少自己尋找資
ai 可以幫助我們學習 但是不能過度依賴他 以及要有辨別錯誤的能力 我算是熟練掌握
正面 學習效率提升 負面 直接解答 有把握
讀書必用，看不懂得推導、觀念可以一直問下去。ai 會根據你的能力解釋給你聽
正面影響是我可以學習的更快速 負面是這樣的話沒到考試我就會不想學 因為學很快
我和 AI 需要更多的磨合，有
1.Ai 在學習上正面的影響我認為錢可以省下較多的時間，而負面的影響可能是會讓人依賴，而減少自己思考的頻率 。2.有
必須要有辨認資訊對錯的能力
正面：可以學習到不僅於此的知識 負面：時常問著問著就跑題了 是
Gpt 可以從圖片幫我解釋我不能理解的狀況，提出質疑通常也能對答，對於期末很有用 節省很多時間，還可以做彙整表格 但在一些複雜計算 或是牽扯到圖片判斷的題目 就比較遜色，可能是沒買會員的關係，notebooklm 感覺用不太順手 生不出我想要的總整理形式
AI 正面影響應該是可以幫助到真正想要學習到的人，可以加深加廣，也可以統整重點，學習起來事半功倍。負面影響就是如果太依賴 AI 會導致懶惰思考，往後無法自主已其他傳統方式學習，也沒有辨識能力。我認為我確實對 AI 工具有足夠的把握可以善用他
有的。其實也是經過老師這門課以及動力學之後才感覺更有掌握的感覺
如果是檢視自己的錯誤，而不是完全依賴的話，AI 就會成為一件很有利的工具。是。
我認為 ai 就是一個可以輔助學習的工具，能快速讓人掌握觀念，不過也不能過度依賴 ai，不然就會越來越不去思考，凡事靠 ai。這學期更加認識 ai 的功能以及幫助我學習
AI 在學習上能有效輔助理解與檢查觀念，但若過度依賴會削弱思考能力，而經過這學期的引導，我對於如何善用 AI 作為學習工具已有更清楚的掌握
如果叫 chatgpt 幫我做所有推導及解答，那只是會如何叫 AI 幫我做，而非自己如何思考，所以 chatgpt 應該是用於對照自己的思路，屬於一個輔助的角色；經過這學期的課程，我對於 AI 工具的善用與掌握更有把握
正面：節省時間理解 負面：有些細節可能容易漏掉 可以學習到怎麼下指令比較好
方便有效率，但也要學習自己思考
正面影響：更夠快速學習、複習課程內容，整理重點，解說例題甚至是出題。
目前這樣使用 AI 下來，其實我不太有感受到他有負面的影響，就可能大家所認為負面的部分可能是會過度仰賴，我會使用 AI 來學習寫作業，但是我不會完全照抄，而是我會真的去理解在做什麼，我覺得要使用方式是對的， AI 真的是一個很強大的工具，甚至是可以拿來賺錢，並且像是前面說的以前讀書可能就是需要花很多時間然後去弄懂課本，但是現在有 AI 的幫助之下同樣的時間可以學習更多的東西，光是這點就可以以極致發展一個個體的可能性
正面：能幫助我快速了解重點 負面:有時過於依賴未手算一邊 更有把握
我覺得很棒，而且把 AI 訓練的很好
AI 能讓我提升學習效率跟理解能力但有時候我也會過度運用，練習運用 AI 也是一個非常好的學習，我更了解了如何把 Ai 作為輔助我學習的工具，重點是我自己能夠判斷是非。
我認為 AI 正面負面看使用者怎麼用它
正面的話就如前面所說有很多很棒的點，但是我最近正在思考我應該稍微增加一下我的思考時間以免有時思考一下下就詢問了，這樣我的思考能力會下降。這是我必須回頭檢討的
正面的話學生能夠輕鬆的把不會的概念及題目交給 ai 來解釋說明；負面的話則是擔心學生會太過於依賴
I think with AI it's easy to learn but easier to forget
Ai 能幫我解題也能幫我弄清楚我不會的地方，我覺得我對於 ai 的使用更有把握
正面：快速學習
我認為正面大於負面 更有把握

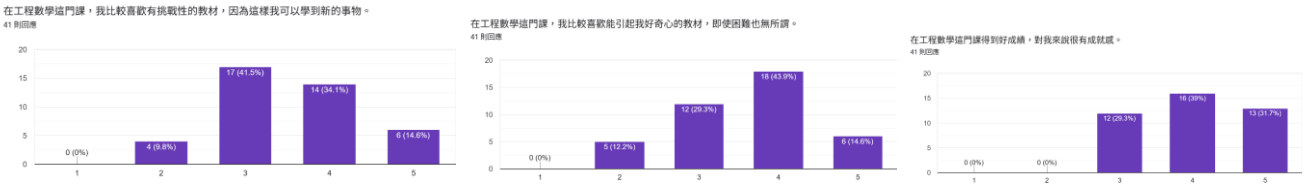
我認為 AI 的正面影響是可以提升學習效率、幫助理解內容，也能在課後提供即時協助；負面影響則是如果太依賴，可能會減少自己思考與判斷的機會。經過這學期後，我對於如何正確使用 AI 工具更有把握，也知道要把它當作輔助學習的工具。
我覺得 AI 是一種可以令到人快速學習的工具，並且善用它
我覺得有些解題敘述 AI 講解還不錯，可以增加記憶。
正面：可以快速學習知識

一、工程數學自我效能



(a)

二、工程數學學習動機



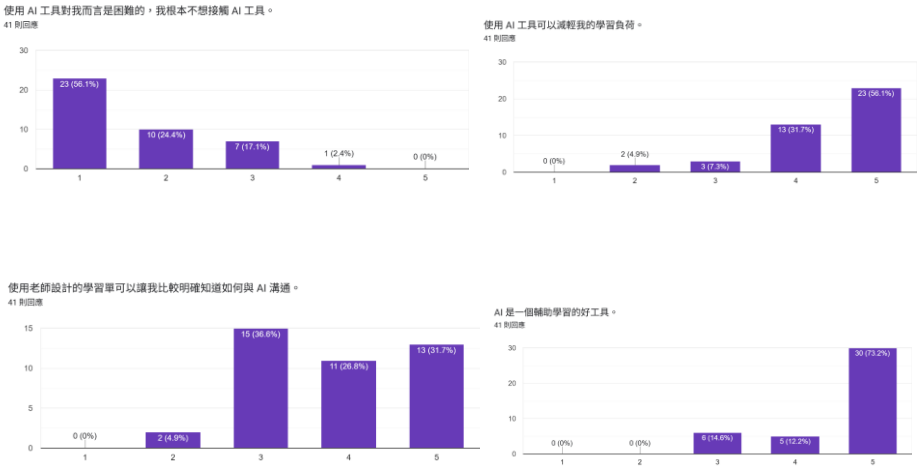
(b)

三、工程數學學習焦慮



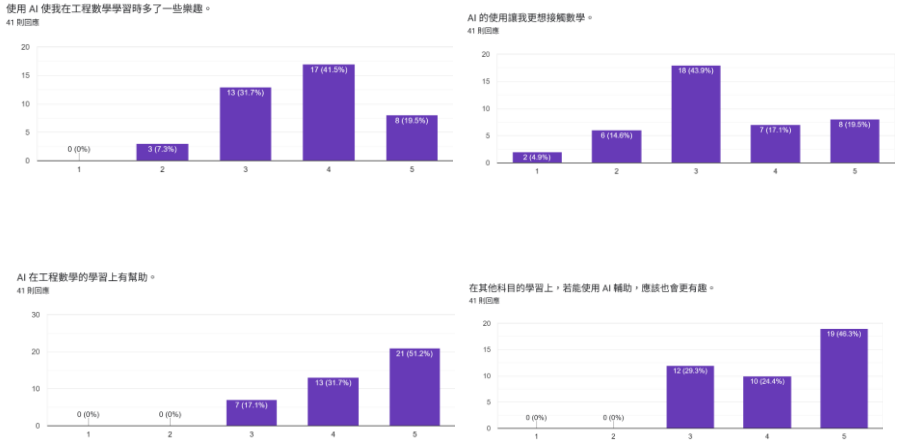
(c)

四、AI 工程數學學習負荷



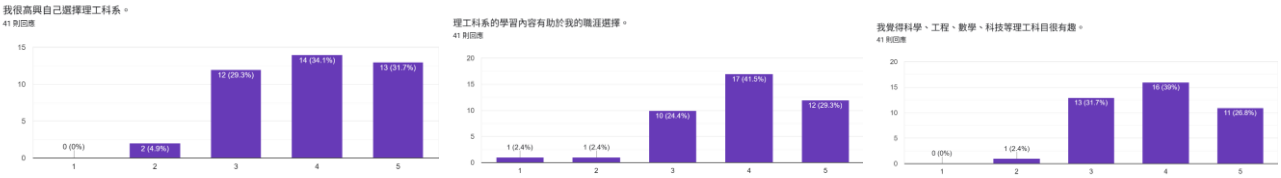
(d)

五、AI 工程數學學習動機與成效



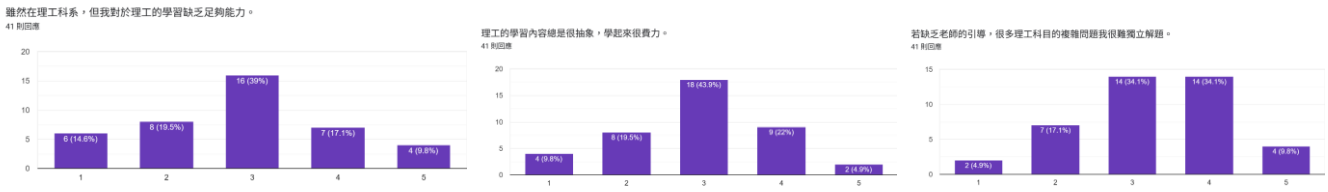
(e)

六、STEM 學習動機



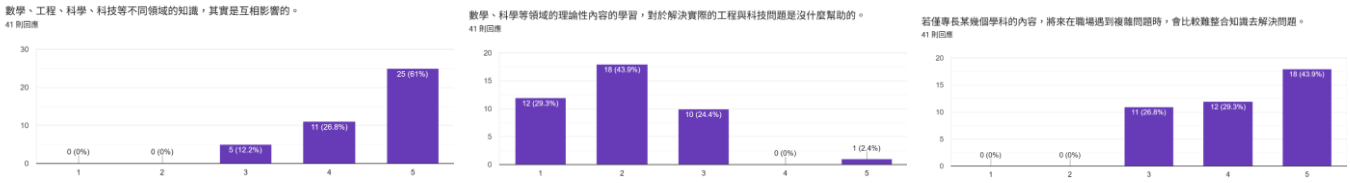
(f)

七、STEM 自我效能



(g)

八、STEM 科際整合認知



(h)

圖七、114 學年生程式 AI 輔助工程數學教學問卷統計

表四為 **1131 與 1141 學年度學生期中與期末考試成績比較結果**，使用各學年度之期中與期末成績，進行 Welch 獨立樣本 t 檢定。由於在第二學年加入了許多 AI 作業，使得平時成績大為下降，會影響總體程度分析結果，因此後來並未列入統計。由統計結果可看出，1141(本學年)之期中與期末成績略為下降，但並未達明顯統計差異性，而其下降也受到了整體學生程度影響，因此對於學習的效果，尚無法做出提升或下降的結論。

表四、 1131 與 1141 學年度學生期中與期末考試成績（不含平時成績）之比較 (Welch 獨立樣本 t 檢定)

評量項目	1141 (n = 63)	1131 (n = 57)	t (110.39)	p 值
	平均數 ± 標準差	平均數 ± 標準差		
考試平均（期中、期末）	41.55 ± 22.47	46.23 ± 27.67	-1.01	0.315

綜而言之，雖然在成績的統計上，與去年的期中與期末考成績未有明顯的差異，但從問卷的質化與量化分析結果都可以看出，在生成式 AI 介入，並結合 STEM 內涵之工程數學教學，確實讓學生學習工程數學之興趣提升，並且能夠增加其思考問題的深度與廣度。

7. 建議與省思 (Recommendations and Reflections)

本計畫實施初期，主持人最大的擔憂在於學生可能過度依賴生成式 AI 完成作業，而降低自主思考與數學推理能力。然而，實際教學結果顯示，只要透過適當的課程設計、老是上

課不斷強調明確的 AI 使用規範，以及持續的問題拆解與解答正確性確認引導，雖然並非完全不用擔心其負面效應，但學生並非全然無思考的使用生成式 AI，反而成為促進思考的重要方式。透過計畫課程實施，學生逐漸理解，真正影響學習成效的並非 AI 工具本身，而是如何分析問題、設計提示、判斷 AI 回覆的正確性，以及整合不同資訊解決問題。這也使學生從「向 AI 要答案」逐漸轉變為「利用 AI 協助思考與驗證」，建立較成熟的人機協作學習模式。

本研究亦發現，教師在 AI 輔助教學中的角色比過去更加重要。教師不再只是知識的傳授者，而是學習方法的設計者、AI 使用的引導者，以及學生批判思考能力的培養者。因此，未來若欲推動生成式 AI 融入課程，不能僅著重於工具操作或功能介紹，而應將問題分析、提示設計、答案驗證、錯誤診斷與反思修正等能力納入教學設計，培養學生具備善用 AI 而非依賴 AI 的能力。

此外，本研究發現，AI 繪圖、視覺化說明及多元表示方式，對於工程數學中抽象概念的理解的確有所助益，能有效降低學生的學習焦慮，提升學習興趣與參與度。然而，生成式 AI 仍可能產生錯誤資訊、推理不完整或數學計算錯誤等情形，因此教師仍須引導學生建立查證、比較與驗證的習慣，避免將 AI 視為唯一且絕對正確的資訊來源。

本計畫透過生成式 AI 結合 STEM 科際整合教學，引導學生將工程數學知識應用於真實科學與工程問題，不僅提升學生對工程數學的理解，也使學生體會數學在不同領域中的實際價值。教學過程中亦發現，學生知道數學不再只是練習公式計算，而是未來工程問題的應用工具。而且學生可以利用 AI 工具搜尋相關科學與工程案例、分析問題情境、建立數學模型及驗證結果，使其拓展到工程應用視野的難度降低，也較能提升學習動機與學習投入程度。

主持人在教學過程中也發現，學習較好、較認真的學生，會較善用 AI 工具使用上的輔助思考、整合問題等功能，且可以積極生成練習題，不會單使用 AI 工具獲得解答。通常只能靠 AI 生成答案而不思考的學生，同時也是少數學習較不認真的學生。因此如何消弭這種強者更強，弱者更弱的學習狀況，未來可以增加更多的群組討論作業，讓學生之間互相影響與激勵。

參考文獻

Abele, H. and Kranz, A. (2024). The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Midwifery Education: A Scoping Review. Healthcare, 12(11), 1082.

Alasgarova, R., and Rzayev, J. (2024). The role of artificial intelligence in shaping high school students' motivation. International Journal of Technology in Education and Science, 8(2), 311-324. https://doi.org/10.46328/ijtes.553

Bender, E. M., Gebru, T., McMillan-Major, A., and Shmitchell, S. (2021). On the Dangers of Stochastic Parrots: Can Language Models Be Too Big? In Proceedings of the 2021 ACM Conference on Fairness, Accountability, and Transparency.

Chen, H., Xu, Y. and Huang, T. (2020). Real-Time Data Analysis in Mathematics Learning: The Role of AI. Journal of Educational Computing Research, 58(5), 1023-1042.

Chen, J., Liu, Z., and Wu, Y. (2022). Generative AI in education: Applications and ethical concerns. Journal of Educational Technology, 53(4), 321-335. https://doi.org/10.1016/j.jedu.2022.07.003

Chen, L., Chen, P. and Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. IEEE Access, 8, 75264-75278.

Chen, X., Zhang, T. and Lee, S. (2020). AI in Cross-Disciplinary Education: Bridging Subjects for Enhanced Learning Experiences. Educational Research Review, 15(4), 205-219.

Chen, X., Xie, H., Zou, D., and Hwang, G. J. (2020). Application and theory gaps during the rise of artificial intelligence in education. Computers and Education: Artificial Intelligence, 1, Article 100002. https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100002

Fareed, M. W., Bou Nassif, A., and Nofal, E. (2024). Exploring the Potentials of Artificial Intelligence Image Generators for Educating the History of Architecture. Heritage, 7(3), 1727-1753.

Fryer, L. K., and Bovee, H. N. (2016). Supporting students' motivation for e-learning: Teachers matter on and offline. The Internet and Higher Education, 31, 1-10. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.05.001

Garcia-Saiz, L., Rodriguez, M., and Castaneda, L. (2021). Artificial intelligence and self-regulated learning: A systematic review of the literature. Educational Technology Research and Development, 69(5), 2227-2250. https://doi.org/10.1007/s11423-021-09933-1.

Hao, K., and Liu, Y. (2021). AI in education: Privacy concerns and ethical solutions. International Journal of Educational Ethics, 13(2), 78-90. https://doi.org/10.1016/j.ijee.2021.04.002

Huang, X., Lu, C., and Yang, Y. (2023). AI-driven personalized recommendation system in flipped classroom: Enhancing engagement and learning outcomes. Journal of Educational Technology, 44(3), 256-270. https://doi.org/10.1016/j.jedu.2023.03.005

Jia, H., and Tu, W. (2024). AI-Enhanced Learning Models: Motivational Insights for Personalized Learning. Computers & Education, 200, 104591.

Knox, J. (2020). Artificial intelligence and education: The importance of teacher-student interaction. Learning, Media and Technology, 45(4), 383-396. https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1772965

Kranz, A., and Abele, H. (2024). The Impact of Artificial Intelligence (AI) on Midwifery Education: A Scoping Review. Healthcare, 12(11), 1082.

Kumar, R., Sharma, S., and Singh, A. (2023). The Role of AI in Personalized Learning in Mathematics Education. Journal of Educational Technology, 12(4), 56-72.

Li, J., Wang, Y., and Zhang, X. (2022). Automated Assessment and Real-Time Feedback in Mathematics Problem Solving: An AI Perspective. International Journal of Mathematical Education in Science and

Technology, 53(3), 319-335.
Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J., Ogata, H., and Tsai, C. C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. Frontiers in Psychology, 11, 580820.
Lye, C. Y., and Lim, L. (2024). Generative Artificial Intelligence in Tertiary Education: Assessment Redesign Principles and Considerations. Education Sciences, 14(6), 569.
Maghsudi, S., Mahdavian, S., and Ahmadi, H. (2021). AI-Enhanced Personalized Learning: A Path to Improve Learning Efficiency. Education and Information Technologies, 26(4), 3451-3467.
Meyer, R., Jones, S., and Kaplan, A. (2020). AI-powered learning assistants in MOOCs: Opportunities and challenges. Computers & Education, 144, 103695. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103695
Ribeiro, L., Pereira, M., and Cunha, J. (2019). Motivation-Oriented AI Feedback System for Personalized Learning. Journal of Interactive Learning Research, 30(3), 385-402.
Sharma, K., Giannakos, M., and Dillenbourg, P. (2020). Eye-tracking and artificial intelligence to enhance motivation and learning. Smart Learning Environments, 7(1), Article 13. https://doi.org/10.1186/s40561-020-00122-x
Thompson, A., Johnson, K., and Roberts, M. (2021). Integrating AI into Art Education: A New Paradigm for Creativity and Learning. Arts and Humanities in Higher Education, 20(3), 214-230.
Thompson, M., Johnson, K., and Lee, R. (2021). Teacher Training in AI Technologies for Effective Mathematics Instruction. Mathematics Teacher Education and Development, 24(1), 45-61.
Tsai, C. C., Chang, C. C., Chen, W. F., Hsu, S. H., and Liang, J. L. (2020). The impact of AI in higher education: A systematic review. Research Square. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-105292/v1
Tsai, C. C., Yang, J., and Wu, P. (2022). Personalized Learning for Multicultural Contexts: An AI Approach to Reducing Achievement Gaps. Multicultural Education Review, 14(2), 128-141.
Wang, Q., and Zhao, L. (2023). Gamification and AI: Enhancing Engagement and Learning Outcomes in Mathematics Education. Computers & Education, 189, 104529.
Woolf, B. P. (2009). Building Intelligent Interactive Tutors: Student-Centered Strategies for Revolutionizing E-Learning. Morgan Kaufmann.
Wu, X., Zhang, L., Li, Y., and Yang, X. (2022). Exploring factors of the willingness to accept AI-assisted learning environments: An empirical investigation based on the UTAUT model and perceived risk theory. Frontiers in Psychology, 13, Article 870777. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.870777
Zawacki-Richter, O., Baecker, E. M., and Sloep, P. B. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. Educational Research Review, 28, 100281. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.100281