

AI 學習同伴如何支持人文素養教育？ 檢索增強生成技術運用學生專屬學習媒材 對自主學習能力的影響與應用探索

廖長彥

本研究旨在人文素養教育脈絡下，結合生成式 AI 與檢索增強生成（Retrieval-Augmented Generation, RAG）技術，協助國中生自製 AI 學習同伴以提升自主學習能力。研究邀請70名國中生參與工作坊，透過 Poe（Platform for Open Exploration）平臺設計並上傳教科書與範例等媒材建立知識庫，建構能針對寫作與文本分析提供即時回饋的 AI 同伴。研究發現，學生與 AI 同伴的互動不僅顯著提升了自我管理與目標導向學習的得分，亦促進學習動機，特別在處理文本與組織論述上展現助益。質性分析指出，學生能獲得具體修改建議與分析思路；然而，過度依賴可能削弱獨立思考，且回饋品質取決於知識庫整合度與提示詞精確度。結論證實 RAG 結合自製 AI 具備促進自主學習潛力，在支持特定人文學習任務上展現獨特價值。

關鍵詞：檢索增強生成（RAG）、AI 學習同伴、自主學習、人文素養教育

收件：2025年4月21日；修改：2025年8月28日；接受：2025年10月27日

Enhancing Humanities Literacy in the Era of Artificial Intelligence: Exploring the Effects and Applications of Student-Developed Retrieval-Augmented Generative Artificial Intelligence Tools on Self-Directed Learning Skills

Chang-Yen Liao

This study explored methods for enhancing humanities literacy and self-directed learning (SDL). Seventy junior high school students designed personalized generative artificial intelligence (AI)-based learning companions by using a multimodal AI chatbot platform. The learning companions were established using retrieval-augmented generation (RAG), with their responses grounded in specific knowledge bases, such as textbooks and reference materials. This enabled the learning companions to provide real-time, curriculum-aligned feedback on writing and text analysis. Results indicated that using the learning companions led to significantly higher scores in self-management and goal-oriented learning while increasing learning motivation. Qualitative analysis revealed that the students received specific revision suggestions and actionable analytical insights from the companions. Nevertheless, overreliance on AI tended to diminish independent thinking, and the quality of learning companion responses was contingent on knowledge base integration and prompt accuracy. Overall, RAG-enabled AI learning companions can serve as effective scaffolds for humanities education and the development of SDL skills.

Keywords: retrieval-augmented generation, artificial intelligence learning companion, self-directed learning, humanities literacy education

Received: April 21, 2025; Revised: August 28, 2025; Accepted: October 27, 2025

壹、前言

在當今數位化和快速變遷的世界中，自主學習能力（Self-Directed Learning, SDL）被視為學習者應對複雜挑戰和持續學習的重要核心能力（Morris & Rohs, 2023）。SDL 強調學習者在學習過程中的主動性，涵蓋學習規劃、執行和回顧等方面，並以促進終身學習為目標（European Union, 2018）。然而，傳統的教師主導型教學模式常無法充分激發學生的自主學習潛力，尤其在正式教育階段，學習者的自主學習能力培養往往缺乏系統性的支持（Morris & Rohs, 2023）。

尤其在人文素養教育領域，自主學習能力更顯關鍵。然而，「人文素養」概念涵蓋範疇廣泛。為使研究焦點明確，本研究依據《十二年國民基本教育課程綱要》在國語文與社會領域所強調的核心素養，將探討的內涵限縮於兩種國中生學習的關鍵能力：（一）文本分析與論證建構能力，此能力涉及議論文寫作中的觀點提出、論據組織與邏輯推演；（二）歷史脈絡與因果思辨能力，此能力涉及對歷史事件的多元成因進行分析，並建構合理的因果解釋。這兩項能力，不僅分別對應國語文領域的「系統思考與解決問題」及社會領域的「歷史考察與解釋」等學習表現，更是培養學生批判性思考與終身學習素養的基石。然而，這些高層次思考能力的培養，對不同學習特質的學生構成了不同程度的挑戰。

在一個典型的班級中，學生的學習風格、先備知識與認知步調存在顯著的個別差異。部分學生可能在文本理解或組織上存在學習困難，或是有特殊學習需求，而傳統的統一教學模式難以針對每位學生的獨特困境，提供即時且客製化的鷹架。教師縱然有心，也分身乏術，無法滿足所有學生的個別化學習需求，這使得許多學生在困難面前感到挫折，進而削弱其學習動機與自主性。

此一教學現場的真實困境，正是本研究欲導入生成式 AI 工作坊介入的關鍵切入點。生成式 AI 作為數位時代的創新技術，為支持自主學習能力提供了新的契機。研究指出，生成式 AI 能透過即時回饋、個性化建議及多元學習資源，解決學生在學習過程中常見的資源匱乏及學習困難問題（Bonk & Lee, 2017）。同時，生成式 AI 還能模擬學習同伴的角色（廖長彥，2024），透過對話式互動來促進學生的知識建構（knowledge construction），提升學習情境中的互動性與參與感（Abdullah et al., 2019）。

然而，傳統 AI 應用大多強調提供被動的學習建議。本研究則反其道而行，強調學生的主動參與及設計思考。我們認為，透過引導學生設計與應用個人專屬的 AI 學習同伴，不僅能提供一個解決方案，更是培養自主學習的有效途徑。一個基於檢索增強生成（Retrieval-Augmented Generation, RAG）技術的 AI 同伴，可以作為學生的「個人化學習助理」，為其提供 24 小時的差異化支持。本研究強調的「AI 工作坊」形式，促使學生必須主動檢視並診斷自身的學習難點，才能設計出符合需求的工具。

基於上述背景與動機，本研究旨在探討國中生透過設計與應用個人化的 RAG 學習同伴，對其人文學科自主學習的影響。具體而言，本研究欲探討以下核心問題：一、學生的學習需求如何轉化為 AI 學習同伴的設計？二、在完成特定人文學習任務時，學生與自製 AI 學習同伴的互動模式為何？AI 在其中扮演了哪些輔助角色？三、AI 學習同伴的介入，對學生的自主學習準備度有何影響？

透過回答這些問題，本研究期望填補現有文獻的不足，並為生成式 AI 在中學教育中的應用提供實證與理論基礎，進一步探索 AI 學習同伴在促進學生自主學習與人文寫作能力發展方面的潛力。

貳、文獻探討

一、AI 學習同伴

AI 學習同伴（AI Learning Companions）是人工智慧在教育領域中的重要應用，其目的是透過模擬學習同伴角色，增強學習者的學習效果與互動體驗（Chou et al., 2025）。學習同伴的概念最早由 Chan 與 Baskin（1990）提出模仿真實的同伴學習場景，透過促進互動與協作來提升學習成果。目前，學習同伴系統的開發多結合生成式 AI 與多個代理人技術，例如在多代理系統中，透過不同角色（如：教學者、學習者與協作者）的協同運作，提供個性化學習支持（Guo et al., 2024）。

學習同伴具有多方面的優點。首先，它能顯著提升學習者的動機與參與感。透過模擬真實的社會互動，例如情感支持、共同行動與對話，學習同伴促進了學習者對學習的興趣與投入（Dinçer & Doğanay, 2017）。其次，學習同伴能支持學習者的認知發展。在「認知衝突與解決」的過程中，學習者透過與學習同伴的互動，重新評估並修正自己的知識結構，從而達到更高層次的學習（Chan & Baskin, 1990; Chou et al., 2025）。此外，AI 學習同伴還能根據學習者的需求，提供即時且個性化的回饋與指導，例如，針對學習者的誤解進行修正（Guo et al., 2024; Hietala & Niemirepo, 1998）。

然而，AI 學習同伴也存在一些挑戰與限制。首先，其設計與實施成本高。高質量的學習同伴系統需要結合複雜的人工智慧技術與豐富的教育內容，這對資金與技術提出了較高要求（Chou et al., 2025）。其次，若設計不當，學習同伴可能增加學習者的認知負擔。例如，在同時呈現圖像、文本與語音等多模態資訊時，學習者的注意力可能被分散，導致學習效率降低（Dinçer & Doğanay, 2017）。此外，儘管現代 AI 具備高度的語言理解能力，但在情感支持與人際互動方面，學習同伴仍難以完全達到人類同伴的水準（Chou et al., 2025）。

二、使用聊天機器人支持自主學習

隨著科技的快速發展，聊天機器人（Chatbot）已成為教育領域中一項具潛力的工具，不僅能夠促進學習效率，還能提升學生的學習動機和參與感。愈來愈多教育者關注如何運用聊天機器人來支持學生發展自主學習能力（Self-Regulated Learning, SRL）。自主學習強調學生主動規劃、監控並調整自己的學習過程，而聊天機器人的互動性和個性化特性恰好能為此提供支持（Ng et al., 2024; Yin et al., 2021）。以下將以自我決定理論（Self-Determination Theory, SDT）為基礎，探討聊天機器人如何在學習過程中滿足學生的心理需求，並介紹實際的設計原則與成功案例。聊天機器人在支持學生自主學習方面，具備多種實用功能。首先，它能透過對話形式提供學習資源、建議學習策略，以及進行後設認知監控，幫助學生自我調整學習過程（Guan et al., 2024; Yin et al., 2021）。此外，設計具備目標設定與反思功能的聊天機器人，能幫助學生明確學習目標，並在完成學習後進行反思與改進（Chang et al., 2023; Guan et al., 2024）。同時，個性化學習是聊天機器人的大優勢，學生能透過自訂功能，滿足自身需求，例如協助寫作、提供錯誤反饋及語法檢查（Guo & Li, 2024）。

基於自我決定理論，聊天機器人的設計應注重滿足學生的三大心理需求：自主性、能力感與相關性（Ryan & Deci, 2000）。自主性方面，提供靈活的互動功能與多元選擇，讓學生自由安排學習內容與進度（Xia et al., 2023; Yin et al., 2021）。能力感則可以透過即時反饋與正向鼓勵，幫助學生增強學習信心（Ng et al., 2024; Pérez-Álvarez et al., 2022）。最後，在相關性上，聊天機器人模擬同伴或導師角色，能提供溫暖的互動與支持，增強學生的情感連結（Li et al., 2024; Ng et al., 2024）。在實務應用中，微學習和對話式設計展現了良好的成效。例如，研究顯示，基於短時學習模組的聊天機器人系統設計，能顯著提升學生的學習動機與內容理解（Guan et al., 2024; Yin et al., 2021）。語言學習與寫作支

持領域中，學生能自主設計的寫作輔助聊天機器人（如：Platform for Open Exploration, Poe，<https://poe.com/>），不僅提升了寫作動機，也改善了寫作技能（Guo & Li, 2024）。此外，在科學教育中，生成式 AI 聊天機器人（如：SRLbot）幫助學生建立良好的學習習慣並提升學習成果（Ng et al., 2024）。

因此，設計聊天機器人時，需特別關注支持後設認知學習的過程。透過引導問題、反饋機制和數據分析，聊天機器人能幫助學生進行自我監控並調整學習策略（Chang et al., 2023; Guan et al., 2024）。此外，結合視覺化工具（如：儀表板或圖表）有助於學生追蹤學習進度並進行自我評估（Pérez-Álvarez et al., 2022）。最後，多模態支持的設計，如整合文本、圖片與影片資源，能提升學習的吸引力與效果（Guan et al., 2024; Yin et al., 2021）。

三、RAG 於教育應用

RAG 是一種結合生成式 AI 與檢索技術的新框架。RAG 由檢索層與生成層組成，檢索層負責從外部知識庫提取相關資訊，生成層則根據檢索結果生成自然語言文本，提供精確且個性化的學習內容。在教育應用中，RAG 可提升學生的知識建構能力，滿足多樣化學習需求，並增強學習體驗（Lee, 2024）。

RAG 的關鍵優勢在於能從特定、權威或與課程高度相關的外部知識庫中提取資訊，這在人文教育中尤其重要，因為人文學習常依賴於對指定文本（如：課本、經典著作、歷史文獻）的深度理解與分析。RAG 解決了多個教育中的關鍵問題。首先，面對大量的人文資料，學生往往無法有效篩選出最具價值的內容，進而造成資訊過載的問題。RAG 能快速檢索並篩選相關資訊，幫助學生聚焦重點，避免人文資料過載，提升學習效率。其次，學生在學習過程中經常面臨知識點不連貫或缺乏上下文的挑戰，RAG 則能透過整合檢索結果，生成具有邏輯性與系統性的學習內容，幫助學生構建完整的人文知識圖景。此外，傳統教學資源

難以滿足個性化學習需求，而 RAG 可根據學生需求（特別是基於其上傳的教材內容提出的問題）提供即時且針對性的解答，從而實現基於特定文本的個性化學習。最後，在面對高難度或跨領域的問題時，學生可能因背景知識不足而無法深入分析，RAG 能結合檢索與生成技術，提供必要的文本背景知識與深入解釋，協助學生有效解決問題（Thüs et al., 2024）。

在實際應用方面，RAG 已展示了其多元的教育價值。例如，在高等教育的科學文獻學習領域，RAG 能協助學生快速掌握文獻重點，縮短學習時間，並針對特定問題提供精準的答案，進一步支持批判性思考的培養（Thüs et al., 2024）。基於此概念，也可將 RAG 運用於人文領域，如用於輔助學生快速掌握特定歷史文獻的主旨，或針對某文學作品提供基於文本的解釋。此外，RAG 技術還可用於生成個性化的學習計畫與測試題目，幫助學生依據個人進度提升學習效率（Lee, 2024）。另一項重要應用是對話式學習環境，RAG 驅動的教育聊天機器人能即時檢索並生成答案，不僅解決了學生的問題，還能顯著提高學習參與度與興趣（Lee, 2024）。這也包含了在人文學習中，透過整合特定教材，提供針對性的文本解釋或寫作建議。

儘管 RAG 在教育中的應用具有巨大潛力，但仍存在一些挑戰需要克服。技術上，RAG 需要大規模知識庫支持，以確保檢索結果的全面性與準確性。同時，數據隱私與生成內容的透明性也是需要關注的核心議題。此外，目前尚缺乏有效評估 RAG 對學生學習成果影響的實證方法，尤其是在人文素養培養這類較難量化的領域。這些都是未來研究的重要方向，後續，RAG 在教育領域的應用，特別是在支持學生進行深度文本分析和批判性思考等人文學習任務方面，可以向更專業化的方向發展，例如在醫學或法律等專業領域中提供支持。同時，結合多模態資料如文字、圖片和聲音等，能進一步提升學習的多樣性與豐富性。此外，透過更多實驗研究驗證 RAG 在不同教育場景及不同學科（如：人文領域）中的效果，將有助於優化其應用，並提供更有力的實證支持。

參、研究方法

一、參與者與場域

本研究邀請 3 個班級共 70 名國中學生為研究對象，其中包括 21 位女生和 49 位男生，年齡為 13 至 15 歲，平均為 14 歲。這些學生在學科學習中面臨多樣化的挑戰，例如概念理解不清楚、作業困難、學科應用不足等問題。研究的主要目標是提升學生的自主學習能力，並解決其在特定學科中的學習困難，如理解文言文的深層含義、分析歷史事件的因果關係、組織議論文的論點與論據、尋找相關佐證資料等，同時增強其自主學習的準備度。

二、認識生成式 AI 與製作自己的 AI 學習同伴工作坊

工作坊進行 3 小時。結合自主學習理論與設計思考，引導學生經歷完整的「需求分析—設計—應用—反思」循環。詳細內容見表 1。本工作坊期望不僅能協助學生掌握生成式 AI 的基本概念與操作，更能引導他們經歷一個完整的自主學習與設計思考歷程，從而提升其在人文學科的自主學習能力。工作坊分為五個階段：需求分析、工具介紹、創建與應用、反思與改進、反思與評估。

（一）階段一：自身學習需求分析

本研究讓學生從使用者的角度出發，成為創造者，設計專屬自身的 AI 學習同伴。學生需要清楚瞭解自己的學習困難，並將需求具體化。因此，本研究透過「學習困難需求分析表」來幫助學生思考，教師在發放時，會以以下問題引導學生：請大家回想一下，在國文、歷史這些需要大量閱讀和寫作的人文社會學科上，你最常遇到的困難是什麼？請聚焦在這些科目上來填寫這份學習單。例如，某些學生可能無法有效組織學習內容，對練習題的答案缺乏信心，或缺少適合自己的學習資源。

表 1 工作坊活動流程與設計細節

階段	時間	核心目標	活動形式	教師活動與引導策略	學生活動與任務產出	使用工具／材料
需求分析	30 分鐘	引導學生診斷自身學習困難，並連結AI功能	個人思考→全班討論	講解：說明後設認知的重要性 引導：發放「學習困難需求分析表」，引導學生完成 示範：展示 2~3 個 AI 同伴範例（如：「古文翻譯官」），並提問引導學生思考 AI 如何解決其困難	完成「學習困難需求分析表」 發言分享自己希望 AI 解決的問題	簡報、學習困難需求分析表、AI 範例
熟悉工具與平臺	30 分鐘	使學生掌握 Poe 平臺與 RAG 技術的基本操作	全班教學→個人操作	講解：介紹 Poe 平臺介面與 RAG 概念 示範：逐步示範如何創建一個 Bot、如何撰寫提示詞、如何上傳文件作為知識庫 提供：提供一份包含示範步驟的「操作手冊」	跟隨教師示範進行基本操作 練習上傳一份文件（如：課本一頁）	Poe 平臺、教師示範畫面、操作手冊
設計與創建	60 分鐘	學生根據自身需求，協作設計並創建專屬 AI 同伴	分組討論→個人創建	組織分組：依學生在階段一的需求，進行異質分組 巡迴指導：提供各組關於提示詞撰寫、知識庫選擇的建議	小組討論：分享彼此需求，腦力激盪 AI 設計 個人創建：實際創建自己的 AI 同伴，並完成「AI 設計與設定紀錄單」	Poe 平臺、AI 設計與設定紀錄單
實際應用	30 分鐘	學生應用 AI 同伴完成一個小型學習任務並記錄過程	個人操作	發布任務：提供一個小型學習任務（如：分析一則短文、規劃作文大綱） 提醒記錄：提醒學生需記錄與 AI 的關鍵互動	應用自製 AI 完成任務 記錄至少 3 次有幫助的互動問答	AI 輔助歷程紀錄單
反思與改進	30 分鐘	引導學生評估 AI 效能，並進行反思與分享	個人撰寫→全班分享	引導：發放「反思日誌」，說明撰寫重點。 主持分享：邀請 3~5 位學生分享其使用心得與 AI 的優缺點。	完成「反思日誌」 口頭分享自己的經驗與觀察	反思日誌

本研究發現，這些困難常體現在人文學習中，例如，難以確定歷史事件的關鍵時間點、或撰寫議論文時不知如何組織論點。透過撰寫學習目標，如「我想改善議論文開頭的表達」或「我需要更多歷史事件分析練習題」，學生可以更清楚地界定他們的需求。在這個過程中，學生也會思考 AI 學習同伴能如何幫助他們，例如生成寫作論點、提供文本分析反饋與評估、修正語法與論證錯誤，甚至翻譯與理解複雜的文言文。將這些需求進一步排序，能幫助學生更有目標地設計 AI 的功能，並有效解決學習過程中的具體挑戰。

（二）階段二：熟悉工具與平臺

在設計屬於自己的 AI 學習同伴之前，學生需要先熟悉相關工具與平臺的操作。讓學生瞭解如何有效使用聊天機器人平臺，如 Poe 是 Quora 推出的 AI 聊天平臺，整合 ChatGPT、Claude、Gemini、Llama 等多款模型，提供跨平臺使用、比較回應、創建自訂 Bot 與多變體生成功能，¹ 方便探索多元 AI 應用，或類似的工具，並掌握其基本功能。首先，教師示範如何在這些平臺上創建聊天機器人。即設定機器人的角色（如：「歷史知識問答助手」或「文言文翻譯教練」）、編寫提示詞（Prompts），以指導機器人生成符合需求的回應，例如「請針對我這篇關於全球暖化的議論文，建議一個主題句」。

此外，學生還可以上傳相關學習資源（如：PDF 課本或參考教材），特別強調上傳語文課本、歷史課本等，以及老師發放的補充講義、經典文學作品選段、高分議論文範例等，以豐富機器人的知識庫，提升其回答的準確性及對人文學習內容的相關性。在介紹 RAG 時，教師會特別強調“Garbage In, Garbage Out”原則，說明知識庫的品質直接影響 AI

¹ 創建自訂 Bot：指使用者無須撰寫程式碼，即可透過提示詞定義 AI 的角色，並上傳課本、講義等專屬媒材作為知識庫（RAG），打造成能提供客製化與脈絡化回饋的「個人化學習同伴」。多變體生成功能：指使用者在單一介面能用相同提示詞同時對多種 AI 模型提問，藉由橫向比較多元觀點與回應，有效打破單一標準答案的局限，進而深化學生的批判性思考能力。

回應的品質。在此階段，教師會主動檢視學生欲上傳的資料，並提供建議，例如，「比起上傳整本課本，上傳你畫過重點的筆記，或老師發的補充講義，效果會更好」。

（三）階段三：設計並創建專屬的 AI 學習同伴

本階段會依據學生在階段一「學習困難需求分析表」中反映的需求類型（如：寫作困難、資料查找困難），進行異質分組。此設計的目的在於讓不同學習挑戰的學生能互相交流，藉由分享彼此的困境與初步構想，激發更全面的 AI 設計思考。例如，讓一個在「議論文結構」上遇到困難的學生，與一個在「歷史資料整理」上遇到困難的學生對話，能讓他們意識到 AI 同伴在不同學科脈絡下的多元應用潛力，從而避免設計思考過於單一，這對後續個人創建階段的創意發想將有所幫助。

儘管討論是分組進行，但最終的 AI 同伴創建是個人任務，確保每位學生都能設計出符合其獨特需求的工具。在這個階段，學生需要結合自身的學習需求，運用已學習的技能，設計一個能夠滿足特定功能的 AI。首先，學生可以以小組形式進行討論與設計。透過分享彼此的需求，他們能進一步優化機器人的功能設計。例如，某些學生可能需要機器人協助解決歷史時間線問題，而另一些學生則希望機器人能提供語法校正或議論文結構回饋。這種協作不僅能激發更多創意，也有助於讓機器人功能更全面。

完成設計後，學生需設定機器人的基本資訊，包括命名、設定角色和功能範圍，並撰寫提示詞以指導機器人如何回應。例如，可以指導機器人「以溫和鼓勵的語氣解釋問題」或「提供與課本中某個歷史事件相關的解答」。在設計過程中，學生還可根據需要上傳相關的學習資源（如：若設計歷史分析助手，則上傳特定的歷史書籍章節或相關論文），進一步提升機器人的專業性及在學習領域的深度。最後，學生會展示他們設計的 AI 學習同伴，並邀請同學與老師提供建議。透過這樣的展示與反饋，學生可以改進機器人的功能。

（四）階段四：實際應用 AI 學習同伴

此階段的目標是幫助學生透過實際操作，瞭解他們創建的機器人是否能有效支持學習，並進一步確認其功能的實用性。在實際應用中，學生使用自製的 AI 學習同伴完成特定的學習任務。並運用「AI 輔助歷程紀錄單」，此紀錄單提供了一個結構化鷹架，包含三個欄位：（1）我的學習問題；（2）我對 AI 的提問（提示詞）；（3）AI 的回應中，對我最有幫助的一句話，並說明原因。為反向驗證，學生被要求在第三點中，盡可能標註 AI 的回答是否引用了其上傳的資料（如：「AI 引用了課本第 58 頁的內容」）。

例如，在英語課中，學生可以要求機器人檢查一篇 100 字讀書心得的語法錯誤，並提供改進建議；在歷史課中，學生可以讓機器人解釋某個歷史事件的影響，並生成類似背景下的練習題目。這樣的應用不僅能幫助學生提升學習成效，還能增加他們對 AI 技術的熟悉程度。此外，學生需記錄 AI 輔助的過程，詳細描述機器人如何幫助他們完成任務，並標明哪些部分是由 AI 提供的支持（如：AI 是否成功從上傳的歷史課本中找到了佐證資料、AI 提供的寫作建議是否參考了上傳的範文）。

這樣的記錄不僅是評估 AI 效果的重要依據，也能幫助學生更清楚地認識到 AI 的優勢與不足。透過實際應用，學生能進一步體驗生成式 AI 的潛力，並學會如何將其整合到日常學習中，提升學習效率和效果。

（五）階段五：反思與改進

在完成 AI 學習同伴的實際應用後，學生需要進行反思，並基於使用經驗對 AI 學習同伴進一步改進。所有參與者均需完成「反思日誌」。此外，教師隨機邀請 3-5 位學生進行 2 分鐘的口頭分享，分享內容聚焦於「最有用的一項功能」與「最想改進的一點」，以確保討論的聚焦與效率。

學生透過撰寫反思日誌，回答以下問題：（1）AI 學習同伴在學習過程中提供了哪些幫助？（2）哪些功能對學習有明顯的支持效果（如：

基於上傳教材提供的解釋是否更清晰)？(3) AI 學習同伴的哪些部分需要改進，如何優化其功能(如：如何讓 AI 在寫作建議時更具體地參考範文風格)？透過系統化的反思，學生可以更加清晰地瞭解 AI 學習同伴的優勢與侷限。此外，老師可以組織討論環節，讓學生分享各自的經驗與觀察。這不僅能激發更多的創新思考，也有助於學生從他人的建議中獲得啟發。根據反思和討論的結果，學生可以修改機器人。例如，針對學習任務的特定需求(如：分析特定文學作品)，調整提示詞設計，或新增更精準的學習資源(如：上傳更多與該作品相關的評論或註釋)。這樣的反覆改進過程不僅能提升 AI 學習同伴的效能，也能幫助學生培養解決問題的能力。

三、研究工具

(一) 學習困難需求分析表

此表單引導學生進行後設認知反思，並將抽象的學習困境具體化。請學生回想，在國文、歷史等需要大量閱讀和寫作的人文社會學科上，常遇到的困難是什麼？請聚焦在這些科目上來填寫這份學習單。此引導旨在將學生的反思聚焦於本研究的核心範疇。

表單包含兩部分：困難類型盤點及學習場景描述。困難類型盤點為勾選題，羅列了數個常見的自主學習挑戰，如「難以找到學習的起點」、「缺乏合適的學習資源」等。學生需根據自身在人文學科的學習經驗，勾選出最符合的三個項目。學習場景描述為開放式問題，要求學生根據前一部分勾選的結果，描述具體的學習情境，並說明希望獲得何種形式的幫助。例如，「我希望在寫歷史報告時，有一個工具能幫我比較不同觀點的資料」。透過此表單，研究者不僅能瞭解學生的主要學習困境，也能引導學生為後續的 AI 同伴設計奠定明確的需求基礎。

（二）AI 學習同伴設計與設定紀錄單

此紀錄單目的在於記錄學生的設計理念，並作為後續分析其如何將個人需求轉化為 AI 功能的依據。紀錄單包含：（1）AI 同伴名稱：學生為其 AI 同伴的命名。（2）角色設定（提示詞）：學生為 AI 同伴撰寫的系統提示詞。（3）知識庫媒材：此為可複選題，為確保分類的嚴謹性，本研究將資源類型重構為三大類別，並在紀錄單上提供清晰的選項與說明，如下所示：（A）課程核心教材，指由教師統一提供、未經個人加工的學習材料（如：課本 PDF 或筆記的關鍵內容、補充講義）。

（B）個人化學習材料，指經過學生親自整理、加工或產出的材料（如：個人作業或測驗練習題、實體書籍）。（C）外部補充資源，指從網路等外部管道找到的、非課程指定的補充性資料（如：教育網站文章、網路上的範例影片或文章）。

（4）核心目標描述：學生以 1 至 3 句話，簡述其設計此 AI 同伴最主要想達成的目標或解決的學習問題。本研究中的表 3「學生自製 AI 學習同伴的目的」之編碼方式，即是根據此紀錄單中「核心目標描述」的內容，由兩位研究者進行內容分析與歸納編碼後，進一步統計其出現頻次與比例而成。見表 3 分析數據。

（三）科技自主學習量表

為評估工作坊對學生自主學習準備度的影響，本研究採用由 Teo 等人（2010）所發展之科技自主學習量表（Self-Directed Learning with Technology Scale, SDLTS），並於工作坊活動開始前進行前測，實施後進行後測。

此量表是專為評估中小學生在科技輔助環境下的自主學習能力而設計，與本研究情境高度契合。量表共包含 6 個題項，分為兩大核心構面：

（1）自我管理（self-management）是評估學生規劃、執行與監控學習活動的能力。（2）目標導向的學習（intentional learning）是評估學生為達成學習目標而主動運用策略與資源的行為。所有題項均採用 6 點李

克特量表（1 = 非常不同意，6 = 非常同意）進行評估。Teo 等人（2010）的原研究已證實此量表具有良好的建構效度與信度。

為進一步確保量表在本研究樣本中的適用性與可靠性，研究者對本次前測所得之 70 份有效問卷數據進行了內部一致性信度檢驗。「自我管理」構面之 Cronbach's α 值為 .85，「目標導向的學習」構面之 Cronbach's α 值為 .91，而整體量表之 Cronbach's α 值為 .92。

（四）資料分析

1. 學生與 AI 互動模式之質性分析

為探討學生在學習過程中與 AI 的互動模式，本研究對所有參與者在工作坊期間與自製 AI 學習同伴的對話紀錄進行系統性編碼與分析，見表 2。

表 2 學生與 AI 互動類型之編碼定義

主類目	次類目	操作型定義	提問範例
幫助 請求	資訊 請求	學生尋求新的知識、概念、想法或學習方向，不涉及對既有產出的評估。	「請幫我解釋什麼是『克己復禮』？」、「給我三個關於環保的作文題目」
	評估 請求	學生提交已完成的部分或全部學習產出（如：段落、想法），要求 AI 針對其品質、正確性或完整性提供回饋。	「你覺得我這個主題句寫得清楚嗎？」、「請幫我檢查這段論述的邏輯有沒有問題」
	修正 請求	學生明確要求 AI 直接修改、潤飾、或重寫其提供的文本內容。	「請幫我把這句話改得更通順」、「幫我找出這段的所有錯別字並更正」
自定義 請求	格式 調整	學生要求 AI 改變回應的呈現形式，如長度、格式、語氣等，與學習內容本身無關。	「請用條列式回答」、「你的回答可以不要超過 100 個字嗎？」
	回應 相關性	學生要求 AI 的回應需更貼近其提供的特定脈絡或資料（如：上傳的課本）。	「請根據我上傳的課本第三章來回答這個問題」、「請參考我給你的範文，用類似的語氣來寫」

分析流程如下：（1）資料整理與分析單位，研究者從 Poe 平臺匯出 392 則學生提問，並進行匿名化處理。以學生的每一個獨立提問作為分析單位。（2）編碼流程與類目建構，本研究採用歸納式的內容分析法。首先，2 位研究者（作者與另一位協同研究者）反覆閱讀所有原始文本，以建立對資料的整體理解。接著，採用開放編碼（open coding），為每一個提問標註其核心意圖的標籤。在完成所有資料的初步標註後，研究者們進行討論，將意義相近的標籤進行合併與歸類，逐步形成更高層次的抽象類目。此過程反覆進行，直到所有類目皆能清晰界定且相互獨立，並能完整涵蓋所有資料為止。最終，建構出「幫助請求」與「自定義請求」兩大主類目，以及其下的五個次類目。（3）編碼類目與定義，各類目的操作型定義如表 2 所示。（4）信度檢驗，為確保編碼的一致性，在兩位研究者分別完成所有資料編碼後，進行交叉比對。對於初次編碼不一致的部分（約 12%），雙方透過討論，依據表 2 的定義逐一檢視，最終達成 100% 的共識，以確保本研究質性分析結果的可靠性。

2. 量化資料處理

科技自主學習量表之前後測得分，採用 SPSS 進行成對樣本 t 檢定，以檢驗學生在參與工作坊後，其於「自我管理」與「目標導向的學習」兩個構面之得分是否存在顯著差異。

肆、研究分析

一、學習需求轉化為 AI 學習同伴的設計與知識庫建構

（一）學生設計 AI 同伴之主要目的

研究者將 70 位學生的質性回答進行歸納編碼，最終整理出 5 種主要的學習挑戰驅動之目的，其統計結果如表 3 所示。

由表 3 可知，在需求分析的初步階段，有相當比例的學生（27 名，占 38.57%）表示，他們在學習過程中難以找到清楚的起點，例如，如何開始寫作或解題。為瞭解決這個問題，他們設計了專門用於學習起點指引的 AI 同伴（目標 1）。例如，學生 A 創建了一個名為「起點指引助手」的聊天機器人，其提示內容如下：

您是一位專業的自主學習指導專家，您的任務是協助使用者確認學習的第一步，透過將任務分解為具體可執行的小步驟，並提供實用的建議。請參考常見的學習啟動策略，並包含如何克服拖延的技巧。

此聊天機器人的知識庫整合了步驟式學習策略及任務啟動技巧，特別針對將複雜任務拆解為更簡單的行動。此外，一些學生上傳了與學習技巧及時間管理相關的 PDF 文件，進一步增強機器人提供個人化指導的能力。

另外，有 22 名學生（31.43%）設計了專注於資源查找的 AI 同伴，例如，學生 B 開發的「資源搜尋助手」。這些 AI 同伴的設計目的是幫助學生快速找到合適的學習資源，例如範例、參考資料或教材。為了提升機器人推薦資源的精確度，一些學生上傳了課本、課堂筆記及精選的參考網站清單，使機器人能根據學生的需求提供更精準的建議。

此外，其他學生設計的聊天機器人則針對自我評估困難（11 名，

表 3 學生自製 AI 學習同伴的目的

自主學習的挑戰	學生數 (N=70)	比例
難以找到學習的起點（如：不知道如何開始寫作或解題）	27	38.57%
缺乏學習資源（如：不清楚哪裡能找到範例或參考資料）	22	31.43%
不知道如何改進自己的學習成果（如：無法判斷作文的優缺點）	11	15.71%
對自己的學習成果缺乏信心（如：擔心內容不夠好）	6	8.57%
缺乏練習機會（如：想要更多題目或範例）	4	5.71%

占 15.71%)、增強學習信心 (6 名，占 8.57%)、以及提供額外練習機會 (4 名，占 5.71%)。例如，針對自我評估的機器人如「回饋大師」，可以針對上傳的作文或解題步驟提供詳細的點評；而針對練習的機器人則能根據使用者的能力水準生成客製化練習題目。這些機器人整合了評分標準、範例解答及練習模板，以確保提供的建議和反饋具有精確性和建設性。

透過設計專屬的 AI 學習同伴，學生不僅能克服自身學習上的困難，還學會有效整合外部知識與學習資源。這個過程不僅提升了機器人的個人化與實用性，同時也為學生的自主學習歷程提供了重要支持。

(二) 學生整合於 AI 知識庫之資源類型

表 4 顯示，學生最主要依賴的仍是課程核心教材。高達 88.57% (62 位) 的學生上傳了「課本 PDF」，顯示他們的首要需求是讓 AI 能基於官方教材提供輔助。然而，更值得注意的是，有 40.00% (28 位) 的學生選擇上傳「個人筆記的關鍵內容」。此一行為揭示了更高層次的自主學習意圖：這些學生不僅滿足於讓 AI 理解原始教材，更進一步地期望 AI 能學習並運用他們自己消化、吸收後的知識結晶，這代表他們試圖讓 AI 的回饋能更貼近個人的理解脈絡與思考模式。此外，有 47 位學生

表 4 學生整合於 AI 知識庫的資源類型及使用比例

知識庫媒材	RAG 知識庫的資源類型	學生數 (N=70)	比例
課程核心教材	課本 PDF	62	88.57%
	個人筆記的關鍵內容	28	40.00%
	補充講義	47	67.14%
個人化學習材料	個人作業或測驗練習題	23	32.86%
	實體書籍	3	4.29%
外部補充資源	網路上找到的範例或題目	36	51.43%
	教育網站	16	22.86%

（67.14%）選擇了補充講義作為知識庫的一部分，進一步強調教材在學習中的重要性。

除了課程核心教材外，將個人化的學習材料納入了作業或測驗題作為知識庫的一部分，這部分有 23 位學生（32.86%）選擇。這些資料提供了實用的練習和應用場景，幫助機器人為學生生成量身定制的練習題目或模擬測驗環境。另有 3 名學生納入實體書籍（占 4.29%）。

最後，學生也增加了課堂以外的外部補充資源。來自網路的範例和題目，共有 36 位學生（51.43%）選擇這些資源，反映出學生希望透過更多元的學習視角補充教材內容。這些範例和題目主要用於強化機器人在解釋概念和提供參考解答時的表現。此外，也有來自教育網站的指導指南（16 名學生，占 22.86%）。這些額外的資源為機器人提供了更廣泛的參考資料，進一步提升了其支持學生學習的能力。

表 4 揭示了學生在建構 AI 知識庫時的明確行為偏好。高比例的學生選擇上傳課程核心教材（課本、筆記與補充講義），使其成為最主要的知識來源。相較之下，雖然也有超過半數的學生（51.43%）整合了外部補充資源，但其重要性顯然次於與課程直接相關的資料。此一強烈的內容偏好，反映出對國中生而言，他們當前最核心的需求是解決眼前的、課程內的學習挑戰。

二、學生與自製 AI 學習同伴的互動模式分析

本研究發現平均每位學生提出 5.60 則問題（ $SD = 2.82$ ），所有學生的提問次數從最少的 2 次到最多的 11 次不等。數據顯示，沒有學生的提問次數為 0 或 1，這表明幾乎所有參與者都在此活動中進行了二輪以上的實質互動。雖然學生的活躍程度存在個別差異，但整體參與是廣泛且分散的，並無證據顯示互動數據過度集中於少數學生的情況。

在此階段，所有參與者被要求完成一份學習任務，其中包含規劃一篇短篇議論文的大綱，以及分析一段關於近代史的文本資料。因此，本研究所呈現的互動數據，反映的是一個聚焦於人文學科的操作情境。

學生與自製的 AI 學習同伴進行了多樣化的互動，共記錄了 392 次，其中包含幫助請求（310 次，占 79.08%）與自定義請求（82 次，占 20.91%）見表 5。

幫助請求是最常見的互動類型，分為：（1）資訊請求（174 次，占 44.39%），學生透過 AI 同伴尋求學習指導，例如，生成作文主題、規劃段落架構或解釋學科概念。有些學生請求 AI 提供初步構想，但強調不要直接給出答案，而是透過提示引導其發展思路。例如，學生 #12 提問：「你能給我一些有關『氣候變遷』的寫作主題建議嗎？請不要直接提供完整句子，而是給我一些方向」。（2）評估請求（46 次，占 11.73%），學生要求 AI 對學習成果進行評估，特別是在內容、結構與語法方面提供詳細回饋，幫助學生瞭解作品的優缺點。例如，學生 #33 提出：「這是我寫的第一段落，你認為我的主題句是否清楚？有什麼建議嗎？」（3）修正請求（90 次，占 22.96%），學生希望 AI 能直接提出修改建議或進行具體修正，例如，檢查論點邏輯、改善段落連接或標

表 5 學生與自製 AI 學習同伴的互動類型與次數分布

互動類型		次數	比例	描述
幫助請求	資訊請求	174	44.39%	學生尋求學習指導，例如生成作文主題、規劃段落架構或解釋學科概念，強調提示引導而非直接給答案。
	評估請求	46	11.73%	學生要求 AI 評估學習成果，針對內容、結構及語法提供詳細回饋，幫助改進作品。
	修正請求	90	22.96%	學生請求 AI 提供具體修改建議或直接進行修正，例如檢查邏輯、改善段落連接或修正語法錯誤。
	合計	310	79.08%	
自定義請求	格式調整	30	7.65%	要求將建議以條列式、加強字體或其他格式呈現，使內容更易於理解。
	回應範圍擴展	32	8.16%	希望 AI 提供更詳細的背景資訊或補充更多例子。
	回應相關性	20	5.10%	要求 AI 根據課本、筆記等資料，生成更貼近學科需求的建議。
	合計	82	20.91%	

註語法錯誤。學生 #18 提問：「我的三個論點缺乏邏輯連接，你能幫我添加一些連接詞並修改句子嗎？」

此外，自定義請求次數為 82 次（占 20.91%），顯示學生希望 AI 學習同伴提供更符合個人需求的回應。分為（1）格式調整（30 次，占 7.65%），學生要求 AI 將建議以條列式、加強字體或更簡潔的方式呈現，使內容更易於理解。例如，學生 #7 請求：「請將這段文字的重點以條列式列出，並用粗體標示關鍵詞」。其次是（2）回應範圍擴展（32 次，占 8.16%），學生希望 AI 提供更詳細的背景資訊或補充更多例子。例如，學生 #38 提問：「可以多舉幾個支持『網路隱私權是基本人權』的例子嗎？」最後是（3）回應相關性（20 次，占 5.10%），學生希望 AI 能根據他們上傳的課本、筆記等資料，生成符合學科需求的建議。例如，學生 #45 提問：「請根據我上傳的課本第 3 章的內容，幫我補充相關例子」。

整體而言，學生的互動模式顯示了自製 AI 學習同伴及其整合學習媒材在支持自主學習中的潛力。學生透過多樣化的請求獲得即時反饋、自我評估與個性化建議，進一步改善學習策略與成果。同時，學生展現出高度的主動性，例如，調整 AI 的回應形式與內容，使建議更符合自身需求。這顯示，自製 AI 學習同伴不僅能幫助學生解決具體的學習挑戰，也能促進其自主學習能力的培養與發展。未來研究可進一步探索這些互動模式，並優化 AI 學習同伴在不同學科與學習情境中的應用，特別是更有效地利用 RAG 處理複雜多元的文本。

三、AI 學習同伴在人文任務中的輔助角色與質性成效

為具體探討 AI 學習同伴如何影響學生的實際學習產出，本節選取兩個代表性案例，深入分析學生在執行「文本分析」與「論證建構」等特定人文任務時的互動歷程與成果變化。在此之前，研究者已建立明確的使用規範，將 AI 定位為「思考教練」而非「代筆者」，要求學生必須經過轉化與改寫，旨在鼓勵批判性採納而非全盤接收。

（一）案例一：學生 D 的議論文寫作輔助（角色：創意啟發者與結構規劃師）

背景與任務：學生 D 針對「社群媒體對人際關係的影響」撰寫短文。其主要困難在於缺乏具體論證實例且段落銜接不順。他利用自製的「論說文教練」並上傳範文作為知識庫。

互動與輔助：學生 D 在初稿卡關時，請求 AI 針對第二段提供建議。AI 提出「線上互動膚淺化」之觀點，並建議使用轉折語來強化段落邏輯。

分析：比對 AI 回覆與學生修改稿（如表 6），證實學生 D 經歷了「概念採納與文本重構」的過程。他將 AI 建議的「膚淺化」概念內化，但在語句結構與論述流程上進行了個人化的重組，而非直接複製，成功將口語化的描述轉化為具學術深度的論述。

（二）案例二：學生 E 的歷史報告資料整理與分析（角色：知識架構師）

背景與任務：學生 E 需完成關於「鴉片戰爭爆發原因」的分析報告，但他面對多重史料感到資訊龐雜、難以梳理因果。他使用上傳了課本與補充文獻的「史料分析師」進行輔助。

互動與輔助：學生 E 請求 AI 依據文本整理戰爭原因。AI 將其歸納為經濟、政治、社會三個層面。學生進一步追問三者關聯，AI 則釐清了從「貿易逆差（起因）」到「鴉片輸入（社會問題）」再到「禁煙與戰爭（導火線）」的連鎖邏輯。

表 6 案例一作品對比分析

修改前初稿（節錄）	採納 AI 建議後修改稿（節錄）
現在大家都用臉書和 IG。他們在上面跟朋友聊天，所以就很少出門。上個禮拜我跟朋友約好要出去，結果他說他要在線上跟別人玩遊戲。這讓人際關係變差了。	社群媒體的普及，雖然提供了便捷的溝通管道，但其互動模式卻可能導致人際關係的膚淺化。使用者往往滿足於點讚和簡短留言，減少了深度對話的機會。不僅如此，更深層次的影響在於，過度依賴線上互動可能削弱我們在現實世界中維繫關係的意願與能力，最終造成真實情感連結的疏離。

分析：此案例凸顯 AI 在資訊整合與因果鏈結上的強大能力。如表 7 所示，學生 E 從原本對單一事件（虎門銷煙）的淺層描述，進步為能區分根本原因、內部危機與導火線的多層次架構。AI 在此協助學生從紛亂史料中，建構出清晰的分析框架。

上述案例顯示，自製 AI 學習同伴在實際任務中成功扮演了「創意啟發者」、「結構規劃師」與「知識架構師」。透過互動，學生獲得了具體可操作的建議，顯著提升了學習產出的品質。然而，值得注意的是，學生 D 與學生 E 修改後的文稿，分別出現「其互動先模式」、「總結後來說」等帶有 AI 慣用風格的語句。這雖非抄襲，卻顯示了語言風格上的潛在模仿（mimicry）。當學生與 AI 進行深度互動時，可能會不自覺地習得其結構化語言模式。此現象點出了 AI 素養教育的未來課題：教育者除教導如何獲取資訊外，更應引導學生在協作中保有並發展個人獨特的思考理路與寫作風格。

表 7 案例二作品對比分析

僅靠自己閱讀後初稿	與 AI 互動討論後修改稿
因為英國人要賣鴉片，但是林則徐把它燒掉了，所以英國就打過來了。還有清朝看不起外國人。	鴉片戰爭的爆發是多重因素交織的結果，可從以下幾個層面分析： 1. 經濟動機（根本原因）：英國為扭轉對華貿易的長期逆差，開始向中國大量走私鴉片。 2. 社會衝擊（內部危機）：鴉片氾濫不僅導致白銀大量外流，動搖清朝經濟，更嚴重戕害國民身心健康，引發社會動盪。 3. 政治衝突（導火線）：面對日益嚴重的社會危機，清廷採取強硬的禁煙政策（如：林則徐虎門銷煙），直接損害了英國的商業利益，最終引發軍事衝突。 總結來說，這是一條由貿易失衡引發的連鎖反應，最終導致了戰爭。

四、AI 學習同伴介入對自主學習準備度的量化影響

如表 8 所示，在參與工作坊後，學生在自主學習準備度的整體表現及所有個別題項上，後測分數皆顯著高於前測分數。在「自我管理」構面，學生的平均得分從前測的 3.99（ $SD = 0.83$ ）顯著提升至後測的 5.34（ $SD = 0.70$ ）， $t(69) = 10.12, p < .001$ 。這表明工作坊的介入，顯著增強了學生主動尋求答案與分享見解的能力。

在「目標導向的學習」構面，學生的平均得分亦從前測的 4.01（ $SD = 0.81$ ）顯著提升至後測的 5.31（ $SD = 0.69$ ）， $t(69) = 11.05, p < .001$ 。其中，以「使用電腦／工具整理學習相關的資訊」一項的提升最為顯著（ $t(69) = 11.34$ ）。部分也許可歸因於工作坊階段三（設

表 8 學生的科技自主學習量表之前後測成對樣本 t 檢定結果

題項 \ 構面	前測		後測		<i>t</i>
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	
自我管理	3.99	0.83	5.34	0.70	10.12***
1.我能在課後上網尋找答案，解決課程中的疑問。	3.99	0.84	5.33	0.69	9.87***
2.我會使用電腦分享我對課程的想法和見解。	4.00	0.82	5.34	0.72	10.05***
目標導向的學習	4.01	0.81	5.31	0.69	11.05***
3.我會在網路上查詢更多資訊，幫助我更好地理解課程內容。	4.11	0.81	5.22	0.68	9.12***
4.我會使用電腦／工具整理學習相關的資訊。	3.84	0.79	5.35	0.71	11.34***
5.我會使用電腦／工具練習學校中學到的技能。	4.17	0.83	5.37	0.70	10.65***
6.我會透過網路／工具或他人的分享，獲取有關主題的更多想法和資訊。	4.03	0.80	5.28	0.69	9.73***

註：N=70

*** $p < .001$.

計與創建)中所安排的「異質分組討論」活動。該活動明確要求學生分享自身的學習困難與 AI 設計構想，並從他人的回饋中獲得啟發。這個過程為學生提供了「透過分享促進學習」的具體實踐經驗，讓他們親身體會到同儕交流的價值，進而內化為自主學習的策略之一，此成果直接反映在前後測的得分變化上。

整體而言，AI 學習同伴在促進學生自主學習能力方面具有潛力。學生不僅在學習過程中變得更加積極，還能運用 AI 學習同伴提供的工具和資源，特別是基於 RAG 整合的學習媒材，來提高學習效率與成果。AI 學習同伴的引入能幫助學生從被動學習轉向主動探索，並為其終身學習能力的培養奠定堅實基礎。

伍、討論與結論

一、AI 學習同伴在自主學習中的角色與價值

根據研究結果，學生自製 RAG 學習同伴的過程，實質上是將學習挑戰轉化為具體目標，以克服拖延並提升效率。本研究發現 AI 在此過程中扮演了以下關鍵角色。

首先，設計 AI 的過程即為學習需求診斷與後設認知實踐。學生為了建構有效的 AI，必須主動盤點自身瓶頸（如：近 4 成學生聚焦於「尋找學習起點」）。此種自我對話呼應了 Zimmerman（2002）自主學習模型中的「計畫與前瞻」階段，這也解釋了學生為何在「自我管理」構面上獲得顯著提升，證明「設計」本身即是自主學習的重要操練。

其次，基於 RAG 技術的 AI 成功扮演了「個人化學習鷹架」。相較於通用 AI，由學生主導建構的知識庫（如：整合課本或關鍵筆記）能提供緊密貼合學習脈絡的精準回饋（Chen & Perez, 2023; Markauskaite et al., 2022）。這證實了學生主導知識庫建構是實現個人化學習的有效

途徑，並擴展了 RAG 的教育應用範疇（Li et al., 2025; Lee, 2024）。對此，教學者應進一步引導學生篩選並將高價值的非數位材料（如：手寫筆記）數位化，以最大化 RAG 效益。

再者，AI 作為「認知協作者」（cognitive collaborator）有效輔助高層次思考。質性分析顯示，AI 在議論文寫作中扮演「創意啟發與結構規劃師」，優化邏輯連貫性；在歷史報告中則擔任「知識架構師」，協助建立分析框架。這些實證結果具體展示了 AI「如何」支持學生將口語轉化為學術概念，呼應了 Molenaar（2022）關於 AI 輔助高階思考的觀點。

然而，應用過程仍面臨挑戰。過度依賴 AI 恐削弱學生在人文探究中獨立分析與批判的能力（廖長彥，2024；Fuchs, 2023）。同時，受限於知識庫品質或演算法，AI 回饋可能出現失準或誤導（Lin, 2023）。此外，若缺乏適當的引導，AI 工具可能降低學生的反思動力。因此，未來的教育實務需設計結構化活動，兼顧不同學科（如：語文與歷史）的差異性需求，確保學生在人機協作中保有主導權，並透過反思機制強化批判性思考與後設認知發展。

二、AI 學習同伴在支持特定學科學習中的潛力與挑戰

本研究證實學生與自製 AI 的互動涵蓋指導、評估與修正等多重面向，呼應了 Molenaar（2022）關於 AI 支持自主學習多重角色的觀點。然而，深入分析顯示，AI 的潛力與挑戰在不同學科脈絡下呈現顯著差異。

首先，AI 在不同人文學科任務中展現了差異化的支持潛力。質性分析顯示，在語文科的議論文寫作中，AI 主要輔助創意思考與篇章結構，透過提供精確概念與邏輯轉折語，支援發散性思考與語言組織。相對地，在歷史科的報告分析中，AI 則展現於資訊整合與因果鏈結的建立，協助學生從紛亂史料中梳理出多層次分析框架。這表明 AI 能針對不同學科的認知需求，提供具針對性的鷹架支持。

其次，RAG 技術強化了 AI 回應的權威性與個人化。藉由整合學生上傳的特定媒材（如：範文、課本），AI 能提供緊密扣合課程的回應，這對於依賴特定文本來源的人文學習至關重要（Guo et al., 2024）。此功能使缺乏技術專長的學生亦能克服創作瓶頸，並透過調整格式或擴展內容等請求，滿足個人化需求（Lin, 2023）。這些互動不僅提升了文本解讀與論證建構等技術性任務的表現（Bai et al., 2024），更在培養自主學習與後設認知發展上展現高度潛力（Markauskaite et al., 2022）。

然而，技術輔助與自主學習的平衡仍是嚴峻挑戰（Fuchs, 2023）。部分學生的反思日誌透露出「過度依賴」的風險，指出 AI 提供的答案過於完整而削弱了探究動機；互動紀錄亦顯示少數學生傾向尋求最終答案而非引導。這些現象印證了廖長彥（2024）、Fuchs（2023）的擔憂：若缺乏適當引導，AI 恐淪為「標準答案產生器」，進而削弱學生在人文學科中至關重要的批判性思辨與獨立觀點形成能力。

此外，AI 回應的精準性受限於知識庫品質。若上傳資料有誤或不足，AI 可能無法滿足高層次學術建議的需求，甚至誤導學習方向（Messer, 2024）。因此，未來的教育實務應著重於設計結構化的反思機制，確保學生在接受 AI 輔助時仍保有學習主導權。同時，應致力於提升學生的 AI 素養，使其理解技術侷限並能批判性地使用工具（Noy & Zhang, 2023）。這不僅是優化 AI 教育應用的關鍵，也是未來拓展生成式 AI 於教育領域的重要方向。

三、自製 AI 學習同伴提升學生自主學習準備度的潛力

本研究證實，運用 RAG 功能自製學習同伴能顯著提升學生的自主學習準備度，特別是在「自我管理」與「目標導向學習」兩大構面，此結果支持了 Guo 等人（2024）關於 RAG 技術提升學習者自主性的發現。

在自我管理方面，透過 AI 的即時回饋與個性化建議，學生能更積極地規劃任務並克服障礙，如運用 AI 協助跨越學習門檻。學生主動提

問、追蹤進度與自我反思的行為，亦印證了 Lin（2023）所強調的：即時支持是維持學習動機與自我調節的關鍵。

在目標導向學習方面，本研究具體展示了 Molenaar（2022）提出的「人機混合調節學習」（hybrid human-AI regulation）。學生將 AI 視為認知工具，用於查詢資料、整理資訊與練習技能（如：生成歷史報告行動計畫），展現了生成式 AI 在輔助處理複雜資訊與建構解決方案上的強大潛力（Noy & Zhang, 2023）。此外，AI 提供的適應性鷹架（scaffolded guidance）對於低準備度學生尤為重要，能分階段建立其自信與能力（Yuan et al., 2022）。

然而，為避免過度依賴並確保自主性發展（Fuchs, 2023），教育實務必須結合結構化的反思活動（如：工作表或討論）。同時，應依據 Bai 等人（2024）的原則進行「學科特定設計」：例如語文科強化結構語法，歷史科專注概念因果與史料佐證。透過精準的設計與適當引導，AI 學習同伴將不再僅是工具，而是實現 Markauskaite 等人（2022）願景中，促進自主學習與終身學習能力的關鍵夥伴。

陸、啓發與後續研究方向

一、AI 學習同伴的系統設計

生成式 AI 與 RAG 系統的整合，為滿足自主學習需求提供了強大的技術基礎。透過需求分析，學生能將抽象的學習挑戰轉化為具體的 AI 功能設計，如「主題構思助手」或「作文評分機器人」。這些 AI 學習同伴的核心價值，在於能結合學生上傳的教科書與範例，提供即時且具脈絡化的精準回應。

RAG 系統的知識庫設計具備高度靈活性，允許使用者依據學習目標上傳專屬資源——從權威史料、文學註釋到高分範文。這種設計確保了 AI 生成的建議能緊密貼合特定的人文學習需求（Lee, 2024）。此模

式不僅促進了學生在互動過程中的主動性，更透過檢索與應用上傳媒材的過程，提升了問題解決能力與後設認知發展。此外，學生對格式調整或內容擴展的自定義請求，亦突顯了靈活的互動介面設計在滿足多元學習需求上的重要性（Guo & Li, 2024）。

展望未來，AI 學習同伴的系統設計應進一步深化與「學科特定應用場景」的結合（Chou et al., 2025）。例如開發專門針對特定文本的閱讀理解輔助、歷史事件的比較模擬，或是哲學論證的建構工具。透過更精細的場景設計，將能提供更高效率的學習支持，從而拓展 AI 在學科教學、技能訓練與個人化輔助方面的應用潛力。

二、AI 學習同伴的教育實務

在教育實務層面，本研究證實讓學生透過平臺（如 Poe）參與 AI 學習同伴的設計與應用，能顯著提升其投入度、創新能力與問題解決技巧（Guan et al., 2024）。AI 提供的即時回饋機制，能有效促使學生針對寫作結構或語法進行反思，推動學習模式由被動接收轉向主動探索。

然而，為規避「過度依賴」的風險（廖長彥，2024），教師在實踐中需扮演關鍵的引導角色。建議採用結構化的教學策略，例如，設定分階段任務，或要求學生在使用 AI 建議後撰寫反思，以確保學生在文本解讀與論證建構過程中保有主導性。同時，必須將 AI 素養教育融入課程，引導學生理解 AI 在人文詮釋上的侷限性，建立正確的使用態度。

此外，AI 學習同伴應提供具學科差異化的個性化支持。例如，在創意寫作任務中側重靈感啟發，而在歷史或社會科學任務中則強化邏輯指導與深度思考（Chen et al., 2025）。未來研究建議進一步探討此模式對長期學習動機、成效及後設認知能力發展的影響，以優化其在教育現場的應用廣度。

三、AI 學習同伴支持人文素養教育的潛力

本研究證實，結合 RAG 技術與學生專屬學習媒材的 AI 學習同伴，在支持人文素養教育方面展現了獨特潛力，主要體現在以下三個面向。

首先，促進批判性思考與論述能力。透過 RAG 技術，AI 能協助學生從上傳的權威文本（如：課本、史料）中提取多元觀點與佐證。例如，在歷史分析中，學生可利用 AI 比較不同史料或學術立場（前提是已納入知識庫），進而形成基於證據（evidence-based）的深度論述。這種多視角的比較分析，有助於培養學生獨立判斷資訊的能力（Biermann et al., 2022）。

其次，強化文化理解與語言表達。AI 可作為語言學習夥伴，模擬特定歷史語境或文學風格。透過角色扮演，學生能嘗試模仿不同歷史文獻的語氣或經典文學人物的對話，從而深化對文化背景的理解（Yuan et al., 2022）。此外，AI 提供的寫作風格建議與結構優化，亦能有效提升學生在創意寫作中的表現。

此外，關於引導倫理與社會議題反思的潛力。人文素養關注科技與社會的互動，AI 本身即可作為探討對象。學生可利用 AI 分析新聞偏誤，或模擬不同倫理立場（如：隱私權、演算法偏見）的辯論。此過程有助於學生理解 AI 的侷限，並培養對科技發展的批判性思考與社會責任感（Gašević et al., 2023）。

綜上所述，AI 學習同伴不僅提升自主學習能力，更透過整合特定媒材，使科技輔助具備了人文學科所需的深度與脈絡。未來研究可進一步驗證其在文學賞析、歷史研究與哲學思辨等特定領域的實證成效，以完善 AI 時代的人文素養教育架構。

四、研究限制與建議

儘管本研究獲致具啟發性的發現，仍存在以下限制，茲針對限制提出反思與未來研究建議。

首先，研究期程與設計限制。本研究採一次性工作坊介入，未能追蹤長期行為模式的演變。未來宜採用縱貫式設計（longitudinal design），探討在完整學期中，學生與 AI 同伴的互動關係變化，以及其對自主學習能力的長期影響。

其次，過度依賴與批判性思辨的平衡。誠如 Fuchs（2023）所示，過度依賴 AI 恐削弱獨立思考能力。本研究亦在反思日誌中觀察到學生傾向「直接看答案」的現象。為此，未來教學實務應導入結構化的反思機制，例如要求學生撰寫「批判性採納說明」，闡述接受或拒絕 AI 建議的理由，確保學生在人機協作中保有主導權。

第三，學科差異的細緻度不足。本研究將語文與歷史任務視為綜合性人文情境進行分析，可能掩蓋了不同學科在認知需求與互動模式上的細微差異。這也指明了最具價值的未來方向：建立「學科特定」的 AI 互動模型。建議未來研究設計對照實驗，比較「議論文寫作」（側重評估請求）與「歷史事件分析」（側重資訊整合）在互動比例與內涵上的顯著差異。

第四，量化工具的測量廣度限制。SDLTS 量表在「自我管理」構面僅含兩題，主要測量「運用科技尋求答案與分享」的特定行為。因此，本研究的量化結論應審慎詮釋為「運用科技進行問題解決」的進步，而非整體自我管理能力的全面提升。未來研究應採用題項更豐富的量表，或結合訪談進行三角校正，以獲取更具效度的結果。

第五，互動分析單位的局限。本研究以「單次提問」為編碼單位，無法完整呈現解決複雜任務的迭代歷程。然而，質性觀察初步發現，單純的「資訊請求」通常 1~2 次即獲滿足，而複雜的「評估修正」則需 3~5 次來回調整。未來宜採用「任務」為單位的分析框架，以深入探討 AI 從「知識提供者」轉向「協作同伴」的過程。

為此，本研究提出以下具體建議：（一）比較研究不同學科的互動模式：未來研究可設計對照實驗，比較學生在進行「議論文寫作」與「歷史事件分析」時，「評估請求」與「資訊請求」的比例與內涵是否存在

顯著差異。（二）開發學科導向的 AI 範本：基於上述發現，教學設計者可以開發預設的 AI 範本。例如，一個內建了大量修辭與篇章結構知識的「寫作教練」，和一個擅長提供史料佐證與因果分析的「史料分析師」，供學生選用或修改。（三）設計情境化的提示語言引導：教師可根據不同學科的特性，設計不同的引導策略。例如，在語文科，可以引導學生多使用評估請求（如：請幫我評估這個論點是否具說服力）；在歷史科，則可引導學生多使用需要整合多方觀點的請求（如：請根據這兩份不同來源的史料，分析其觀點差異）。

最後，本研究的參與者為國中生，其發現未必能完全推論至其他教育階段。未來的研究可將此模式擴展至高中或大學，探討不同年齡層的學習者在設計與應用個人化 AI 同伴時的需求與挑戰。綜合而言，透過對這些限制的反思與對未來研究的規劃，我們期望能將本研究的初步發現，轉化為更精緻、更有效、更具學科適應性的教育設計策略，真正發揮 AI 在支持深度學習與自主探究上的潛力。

參考文獻

- 廖長彥（2024）。學生與人工智慧的交織對話——繪本共創過程中的角色探討。通識教育學刊，34，401-438。https://doi.org/10.6360/TJGE.202412_(34).0011
- [Liao, C.-Y. (2024). The interwoven dialogue between students and AI: Exploring roles in collaborative picture book creation. *Taiwan Journal of General Education*, 34, 401-438. https://doi.org/10.6360/TJGE.202412_(34).0011]
- Abdullah, J., Mohd-Isa, W. N., & Samsudin, M. A. (2019). Virtual reality to improve group work skill and self-directed learning in problem-based learning narratives. *Virtual Reality*, 23, 461-471. https://doi.org/10.1007/s10055-019-00381-1
- Bai, S., Gonda, D. E., & Hew, K. F. (2024). Write-Curate-Verify: A case study of leveraging generative AI for scenario writing in scenario-based learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1301-1312. https://doi.org/10.1109/TLT.2024.3378306
- Biermann, O. C., Ma, N. F., & Yoon, D. (2022, June). From tool to companion: Storywriters want AI writers to respect their personal values and writing strategies. In Proceedings of Association for Computing Machinery Special Interest Group

- on Computer-Human Interaction, *the 2022 ACM Designing Interactive Systems Conference* (pp. 1209-1227), Virtual Event, Australia.
- Bonk, C. J., & Lee, M. M. (2017). Motivations, achievements, and challenges of self-directed informal learners in open educational environments and MOOCs. *Journal of Learning for Development*, 4(1), 36-57. <https://doi.org/10.56059/jl4d.v4i1.195>
- Chan, T. W., & Baskin, A. B. (1990). Learning companion systems. In C. Frasson & G. Gauthier (Eds.), *Intelligent tutoring systems* (pp. 6-33). Ablex.
- Chang, D. H., Lin, M. P.-C., Hajian, S., & Wang, Q. Q. (2023). Educational design principles of using AI chatbot that supports self-regulated learning in education: Goal setting, feedback, and personalization. *Sustainability*, 15(17), 12921. <https://doi.org/10.3390/su151712921>
- Chen, J. J., & Perez, C. (2023). Enhancing assessment and personalized learning through artificial intelligence. *Childhood Education*, 99(6), 72-79.
- Chen, Z.-H., Hsu, H.-L., Huang, C.-F., Liao, C.-Y., & Chou, C.-Y. (2025). Pet-like learning companions: Past research and future directions. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 20, 033. <https://doi.org/10.58459/rptel.2025.20033>
- Chou, C.-Y., Chan, T.-W., Chen, Z.-H., Liao, C.-Y., Shih, J.-L., Wu, Y.-T., Chang, B., Yeh, C. Y.-C., Hung, H.-C. & Cheng, H. (2025). Defining AI companions: A research agenda—from artificial companions for learning to general artificial companions for Global Harwell. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 20, 032. <https://doi.org/10.58459/rptel.2025.20032>
- Dinçer, S., & Doğanay, A. (2017). The effects of multiple-pedagogical agents on learners' academic success, motivation, and cognitive load. *Computers & Education*, 111, 74-100. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.005>
- European Union. (2018). Council Recommendation of 22 May 2018 on key competences for lifelong learning (2018/C 189/01). *Official Journal of the European Union*, C 189, 1-13. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2018.189.01.0001.01.ENG
- Fuchs, K. (2023). Exploring the opportunities and challenges of NLP models in higher education: Is ChatGPT a blessing or a curse? *Frontiers in Education*, 8, 1166682. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1166682>
- Gašević, D., Siemens, G., & Sadiq, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130>
- Guan, R., Raković, M., Chen, G., & Gašević, D. (2024). How educational chatbots support self-regulated learning? A systematic review of the literature. *Education and Information Technologies*, 30, 4493-4518. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12881-y>

- Guo, K., & Li, D. (2024). Understanding EFL students' use of self-made AI chatbots as personalized writing assistance tools: A mixed methods study. *System*, 124, 103362. <https://doi.org/10.1016/j.system.2024.103362>
- Guo, S., Latif, E., Zhou, Y., Huang, X., & Zhai, X. (2024). Using generative AI and multi-agents to provide automatic feedback. *arXiv*. Advanced online publication. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2411.07407>
- Hietala, P., & Niemirepo, T. (1998). The competence of learning companion agents. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 9, 178-192.
- Lee, Y. (2024). Developing a computer-based tutor utilizing generative artificial intelligence (GAI) and retrieval-augmented generation (RAG). *Education and Information Technologies*, 30, 7841-7862. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13129-5>
- Li, Y., Zhou, X., & Chiu, T. K. F. (2024). Systematics review on artificial intelligence chatbots and ChatGPT for language learning and research from self-determination theory (SDT): what are the roles of teachers? *Interactive Learning Environments*, 33(3), 1850-1864. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2400090>
- Li, Z.-X., Wang, Z.-J., Wang, W.-M., Hung, K., Xie, H.-R., & Wang, F.-L. (2025). Retrieval-augmented generation for educational application: A systematic survey. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100417. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2025.100417>
- Lin, X. (2023). Exploring the role of ChatGPT as a facilitator for motivating self-directed learning among adult learners. *Adult Learning*, 35(3), 156-166. <https://doi.org/10.1177/10451595231184928>
- Markauskaite, L., Marrone, R., Poquet, O., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Howard, S., Tondeur, J., De Laat, M., Buckingham Shum, S., Gašević, D., & Siemens, G. (2022). Rethinking the entwinement between artificial intelligence and human learning: What capabilities do learners need for a world with AI? *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100056. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100056>
- Messer, U. (2024). Co-creating art with generative artificial intelligence: Implications for artworks and artists. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 2(1), 100056. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2024.100056>
- Molenaar, I. (2022). The concept of hybrid human-AI regulation: Exemplifying how to support young learners' self-regulated learning. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 100070. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100070>
- Morris, T. H., & Rohs, M. (2023). The potential for digital technology to support self-directed learning in formal education of children: A scoping review. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 1974-1987. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1870501>

- Ng, D. T. K., Tan, C. W., & Leung, J. K. L. (2024). Empowering student self-regulated learning and science education through ChatGPT: A pioneering pilot study. *British Journal of Educational Technology*, 55(4), 1328-1353. <https://doi.org/10.1111/bjet.13454>
- Noy, S., & Zhang, W. (2023). Experimental evidence on the productivity effects of generative artificial intelligence. *Science*, 381(6654), 187-192. <https://doi.org/10.1126/science.adh2586>
- Pérez-Álvarez, R., Jivet, I., Pérez-Sanagustín, M., Scheffel, M., & Verbert, K. (2022). Tools designed to support self-regulated learning in online learning environments: A systematic review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 15(4), 508-522. <https://doi.org/10.1109/TLT.2022.3193271>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037//0003-066x.55.1.68>
- Teo, T., Tan, S. C., Lee, C. B., Chai, C. S., Koh, J. H. L., Chen, W. L., & Cheah, H. M. (2010). The self-directed learning with technology scale (SDLTS) for young students: An initial development and validation. *Computers & Education*, 55(4), 1764-1771. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.08.001>
- Thüs, D., Malone, S., & Brünken, R. (2024). Exploring generative AI in higher education: A RAG system to enhance student engagement with scientific literature. *Frontiers in Psychology*, 15, 1474892. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1474892>
- Xia, Q., Chiu, T. K. F., Chai, C. S., & Xie, K. (2023). The mediating effects of needs satisfaction on the relationships between prior knowledge and self-regulated learning through artificial intelligence chatbot. *British Journal of Educational Technology*, 54(4), 967-986. <https://doi.org/10.1111/bjet.13305>
- Yin, J., Goh, T.-T., Yang, B., & Xiaobin, Y. (2021). Conversation technology with micro-learning: The impact of chatbot-based learning on students' learning motivation and performance. *Journal of Educational Computing Research*, 59(1), 154-177. <https://doi.org/10.1177/0735633120952067>
- Yuan, A., Coenen, A., Reif, E., & Ippolito, D. (2022, March). Wordcraft: Story writing with large language models. In Proceedings of the Association for Computing Machinery, the 27th International Conference on Intelligent User Interfaces (pp. 841-852), Virtual Event, Helsinki, Finland. <https://doi.org/10.1145/3490099.3511105>
- Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. *Theory Into Practice*, 41(2), 64-70. https://doi.org/10.1207/s15430421tip4102_2