

教育部教學實踐研究計畫成果報告

Project Report for MOE Teaching Practice Research Program

計畫編號/Project Number: PEE1134229

學門專案分類/Division: 工程

計畫年度: ☒113 年度一年期 ☐112 年度多年期

執行期間/Funding Period:2024 .08.01 – 2025.07.31

應用於生醫領域的人工智慧專題導向學習計畫：探索與實踐

計畫主持人(Principal Investigator):張詠淳 教授

執行機構及系所(Institution/Department/Program):臺北醫學大學/大數據科技及管理研究所

成果報告公開日期: ☒立即公開 ☐延後公開

繳交報告日期(Report Submission Date): 2025 年 7 月 31 日

一、研究動機與目的

1. 教學實務背景與挑戰

隨著人工智慧(Artificial Intelligence, AI)與大型語言模型(Large Language Models, LLM) 技術的迅速發展，教育領域正經歷一場深層次的變革。自 2022 年 ChatGPT 問世後，教育界開始大量關注生成式 AI 工具在學習支援上的潛力，尤其是其能即時生成自然語言回應、提供多元問題解答與個人化學習建議。然而，這些科技工具在真實教學場域的應用仍存在諸多挑戰。在醫學教育領域，尤其是技術性與概念性並重的課程，如「自然語言處理 (NLP) 」與「機器學習」，學生普遍面臨高門檻的學習曲線。傳統課堂多仰賴教師單向知識傳遞，學生若在課後無法即時獲得解惑，容易導致學習斷裂。此外，學生間的知識落差與學習策略的差異，使教師難以即時掌握每位學生的困難點，造成學習資源的落差與成效的不均。即便 GPT-3.5 與 GPT-4 等工具逐漸進入學生日常學習流程，其生成內容仍存在準確度不足、脈絡理解偏差與與教師授課內容不一致等問題 (Božić & Poola, 2023 ; Dai et al., 2023)。我們認為，在實際教學現場，教師與學生在導入此類工具時，將面臨以下挑戰：

- 現有 AI 工具難以精準對應專業領域的教學需求。
- 學生缺乏判別 AI 回應準確性的能力，導致學習成效參差不齊。
- 教師難以掌握學生使用 AI 工具的頻率、方式與成效。

2. 研究動機

本研究旨在回應上述挑戰，透過設計並導入一款針對課程內容客製化的虛擬助教系統 (ViTA)，提供學生更精準、互動性更高的學習輔助。期望探索 AI 工具於醫學教育課程中之實際應用價值，並評估其對學生學習成效與參與度的影響。為此，本研究規劃以下三大研究目的：

- 一、**開發與導入客製化虛擬教學助理 (ViTA)**：整合 GPT-4 技術與課程教材，建立具備教學脈絡感知能力之虛擬助理，並導入真實課程場域進行應用。
- 二、**評估 ViTA 對學習歷程與學習成效之影響**：透過問卷、文字雲與統計分析，檢視學生在學習效率、參與度、答題準確性、互動性等層面的改變。
- 三、**蒐集學生的使用經驗與反思**：建構對於 AI 工具教學應用的實證基礎，作為未來擴展至其他學科或課程設計之參考。

3. 研究問題

本研究核心目的在於探討「客製化大型語言模型 (LLM) 虛擬助教 ViTA」在醫學教育課程中的應用成效，並與學生既有使用經驗中之標準 ChatGPT-3.5 模型進行對照。不同於過去學生被動地使用公開版本之 AI 工具，本研究特別導入針對課程內容與教學脈絡深度整合之虛擬教學助理 ViTA，期望藉由其針對性設計，提升學生對課程的參與度、理解力與實作能力。根據先前課程觀察與回饋，GPT-3.5 雖具備快速應答與資訊彙整能力，但其對專業課程內容之掌握不深、脈絡對應性低、經常出現「答非所問」的問題。相對地，ViTA 為本研究依據 GPT-4 平台客製化開發的虛擬助教，能導入教材知識、課程節奏與特定作業需求。因此，本研究著重於 ViTA 是否在課程上有更好的輔助能力，幫助學生實作與學習。此外，本研究安排了 Kaggle 競賽讓學生提升實作能力，我們的研究也關注於 ViTA 的回答是否能達成競賽任務需求，讓學生有高效且 24 小時待命的虛擬助教做輔助參考。我們希望能藉由這次研究，探討「在高專業門檻、需強互動輔導的醫學 AI 課程中，是否可以藉由精細設計之虛擬助教系統 (ViTA)，有效取代傳統 AI 工具的限制，並促進學生的深入參與與實質理解？」。

二、 文獻探討

隨著 AI 技術的迅速發展，教育領域也正經歷一場深刻的變革。以 LLM 為核心的生成式 AI，如 OpenAI 所推出的 ChatGPT，自 2022 年問世以來已廣泛進入教育現場，被教師與學生用於問答輔助、程式碼撰寫、內容摘要與翻譯等用途 (Božić & Poola, 2023)。然而，該類工具雖具高度生成能力與語言靈活性，但在處理專業性高、具教材脈絡的課程內容時，仍經常出現回應偏差、缺乏參照依據、與教學內容脫節等問題 (Dai et al., 2023 ; Shaik et al., 2022)。根據 Hwang et al. (2020) 對 AI 教育應用 (AI in Education, AIEd) 發展的回顧，其歷程大致可分為三個階段：

1. **AI 主導學習 (AI-directed learning)**：學生為被動接受者；
2. **AI 強化學習 (AI-enhanced learning)**：AI 作為教學支持工具，學生參與程度提高；
3. **AI 輔助學習 (AI-assisted learning)**：AI 與學生共構學習，學生成為學習主體。

當前 AIED 的應用已跨足虛擬實境、遠距學習平台、互動教學遊戲與 AI 教學機器人等面向，展現其高度的彈性與可擴展性 (Chen et al., 2020; Ouyang & Jiao, 2021)。此外，NLP (自然語言處理) 技術於教育中的應用也日漸成熟，例如透過分析學生作答內容提供即時回饋，或於醫學教育中輔助住院醫師之學習歷程紀錄與表現追蹤 (Chary et al., 2018)。自 OpenAI 推出 GPT-3.5 與 GPT-4 模型以來，教育界對於其應用價值與風險的討論日益熱烈。ChatGPT 作為一種「對話式生成工具」，擁有即時生成自然語言、模擬問答、以及初步編寫程式碼的能力，廣受學生青睞，常被用於作業輔助與考前複習。然而研究也指出，學生常將其作為唯一知識來源，卻未具備足夠的判讀與驗證能力，容易導致誤用甚至依賴 (Chan, 2023)。此外，根據 Dai et al. (2023) 針對 ChatGPT 的教學效能研究顯示，雖其能提供基礎回饋與資訊摘要，卻難以回應高層次的批判性思考與學科邏輯推理題目，特別是在醫學、工程等具高度知識結構的課程中，學生對其「答題準確度」與「教材對應性」仍持保留態度。Shaik et al. (2022) 則進一步指出，在學生使用 NLP 模型進行學習時，模型往往無法針對專業詞彙或複雜問題給出精準回答，亦難追蹤學生的學習歷程與個別需求，形成了 AI 教學應用的主要瓶頸。為突破上述限制，本研究開發 ViTA，一款以 OpenAI GPT-4 技術為基礎、並經課程教材與學術脈絡客製化訓練的虛擬教學助理。期望可以透過 ViTA 帶來教學場所中，AI 助理的革新。

三、 教學設計與規劃

本次教學實踐研究實施於臺北醫學大學大數據科技與管理研究所碩士班之「機器學習與自然語言處理 (Machine Learning and Natural Language Processing)」課程。該課程為碩士級選修課，修課學生多為醫療資訊、數據分析或 AI 技術相關領域背景，課程設計強調跨領域整合與實務操作。課程內容涵蓋自然語言處理 (NLP) 理論、基礎與進階機器學習技術 (如 TF-IDF、Word2Vec、Transformer)、Python 實作練習、並結合一場 Kaggle 為平台的課堂專題競賽，學生須實際解決一項 NLP 分類任務。本研究即於此課程中導入 ViTA (虛擬教學助理)，並以學生使用行為、學習回饋與學習成效變化作為研究觀察指標，檢視其教學輔助的有效性。本課程配合本研究的教學設計目標如下：

1. **知識層面**：協助學生理解 NLP 與機器學習之核心概念與演算法原理。
2. **技能層面**：訓練學生實作 AI 模型、進行資料前處理與結果分析。

3. **態度層面**：提升學生主動學習的意願與能力，培養使用 AI 工具進行批判性學習與問題解決的素養。
4. **整合應用**：透過 ViTA 之輔助，引導學生將課程理論知識實際應用於 Kaggle 賽事，並完成最終報告簡報。

在課程中，講授與實作將交替進行，每堂課前半為教師講授 NLP 理論與程式範例，並展示 ViTA 的輔助配合使用，後半進行分組程式實作與 ViTA 輔助應用；課程也採引導式學習，讓學生於課堂中可透過 ViTA 提問，獲得即時反饋（如程式碼說明、模型選擇建議、技術概念補充）。問題導向學習（PBL）方面則引入 Kaggle 分組競賽任務，學生需運用所學技術進行資料分析與模型訓練。最後，在課程之餘，ViTA 也提供個人化學習支援，依據課程教材與教學節奏進行設計，提供具針對性之學習回應，並追蹤作業時程。ViTA 不僅是在課堂上使用，更重要的是在課後可以提供即時不間段的輔助，讓學生彷彿有老師陪伴在旁，解決所有疑難雜症。

四、研究設計與執行方法

本研究採取**混合式研究設計**（Mixed-Methods Design），透過量化問卷、質性回饋與學習行為觀察等多元資料蒐集方式，全面評估以 GPT-4 技術建構之虛擬助教 ViTA 在「機器學習與自然語言處理」課程中的應用成效與學生回饋，並與學生過去自用之 GPT-3.5 模型進行實證比較。以下分別說明研究架構、研究對象、資料來源與分析工具。本研究之整體流程如下：

1. **課程導入階段**：
 - 於課程第一週導入虛擬助教 ViTA，向學生介紹使用方式與功能。
 - 同步實施課前問卷，評估學生對 GPT 工具的既有使用習慣、頻率與認知評價。
2. **課程執行階段（共 16 週）**：
 - 課程內容涵蓋 NLP 理論與實作。
 - ViTA 作為學生學習過程中之即時輔助工具，協助回應技術問題、程式碼生成、模型優化建議等。
 - 學生於 Kaggle 分組競賽中可結合 ViTA 指導內容進行任務開發。
3. **課程結束與資料分析階段**：
 - 第 16 週實施課後問卷，與課前數據進行配對分析。

- 蒐集學生對 ViTA 使用的開放式意見與建議。
- 分析學習成果，包括競賽表現、簡報內容與實作成果。

本研究於臺北醫學大學「大數據科技與管理研究所」進行，研究對象為 12 位碩士班學生 (男性 8 位、女性 4 位) 。本研究設計一套完整的問卷評估機制，透過課前與課後之配對調查，檢驗 ViTA 對學生學習歷程的實際影響。問卷內容涵蓋多個面向，首先針對學生的背景資料與過往 ChatGPT 使用經驗進行蒐集，包括是否為 GPT 付費用戶、使用頻率、使用目的等，以分析學生對生成式 AI 工具的熟悉程度與依賴傾向。進一步的調查則聚焦於 ChatGPT (含 ViTA) 於課堂實際應用中的表現，特別關注其處理機器學習與自然語言處理等複雜問題的能力，包括回答的正確性、與課程內容的一致性，以及實際幫助學生解決問題的效能。此外，也探討學生對其在學習效率提升、外語教材理解、互動參與等面向的主觀感受。為確保資料的可比性與研究效度，本研究採用縱貫性設計，於課程開始與結束時各施行一次問卷調查，觀察學生學習參與度與工具使用行為的變化。問卷題項以 10 分制 Likert 量表編製，資料視為連續變數處理，後續以統計方法進行配對分析與相關性檢驗，以呈現 ViTA 導入前後對學生學習成效與態度之具體影響。詳細問題如表一所示。

表一、問卷問題設計

前測	後測
使用者背景調查	
我有購買 GPT 4.0	在上完課程後，我有意願購買 GPT 4.0
	我認為 ViTA 在 Kaggle 競賽中幫助我很多
	我認為有了 ViTA 學習更輕鬆
虛擬助教 (ViTA) 使用調查	
在本課程中，我一週使用 ViTA 的頻率為	
在本課程中，我經常使用 ViTA 輔助我學習	
在本課程中，ViTA 能夠正確的回答我機器學習和自然語言處理的問題	

在本課程中，使用 ViTA 時，得到的回答與授課講師傳授的知識相似

使用 ViTA 時，我不需要花很多時間即可得到想要的回答

ViTA 能夠給我正確的程式碼，可以運行並達成目標

我使用 ViTA 輔助我學習時會有答非所問的情形發生

學習效率提升評估

ViTA 能提供即時回覆和詳細解釋

ViTA 能依個人需求客製化學習過程

ViTA 能輔助閱讀其他語言教材

ViTA 能強化學習效率

ViTA 能增強學習互動性

在質性資料方面，問卷同時設計開放式提問，蒐集學生對 ViTA 的使用經驗、功能滿意度、不足處與未來期待。研究團隊進一步運用 Python 語言中的文字雲 (WordCloud) 套件，將回饋文字進行視覺化分析，以輔助辨識學生最關注之功能面向與問題點。此外，研究者亦透過主題式內容分析，將學生回饋依其性質歸納為幾類常見主題，包括：程式輔助功能、錯誤訊息診斷支援、時間管理提醒、互動性學習經驗等，藉此補充量化資料所無法揭示的使用情境與個人感受。

五、教學暨研究成果

● 教學過程與成果:

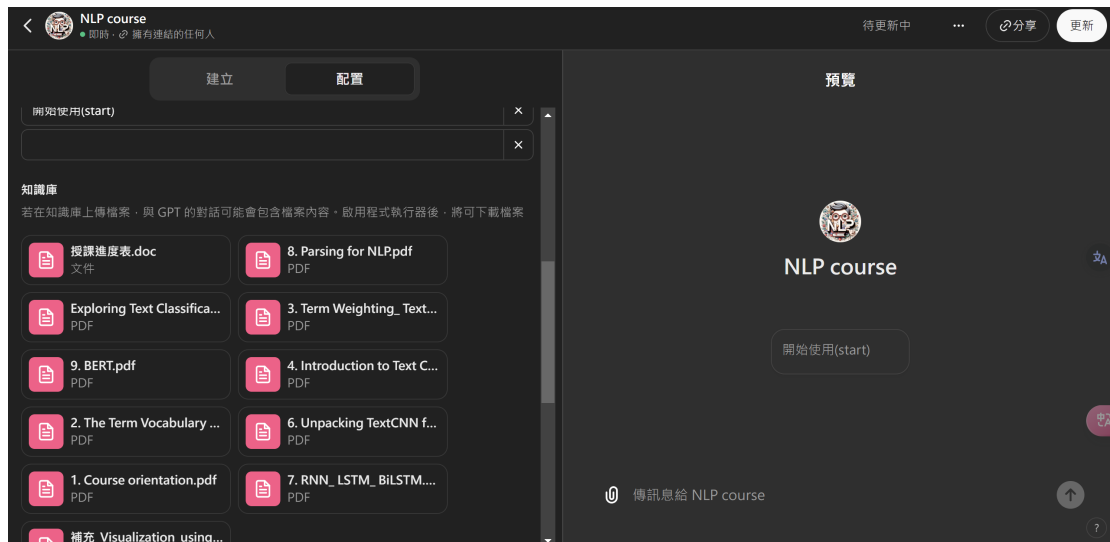
本研究實施於「機器學習與自然語言處理」課程中，為期 16 週，教學過程結合理論講授與實作導向的任務設計，並於課堂中導入基於 GPT-4 架構所開發的虛擬助教 ViTA。ViTA 可即時協助學生理解 NLP 模型、診斷程式錯誤、優化分析流程，並搭配課程教材、教學日程與作業需求進行知識性回答與策略建議。整體課程中，ViTA 的實用性於多數教學場景中獲得良好評價。學生可透過 ChatGPT 介面隨時向 ViTA 提問，不僅協助理解課堂複雜概念，也可取得具可

執行性的程式碼段落，並進行修改與測試。ViTA 的導入提升了課程的互動性，亦強化學生於 Kaggle 賽事中的表現與參與意願。

我們的 ViTA 基於 OpenAI GPT-4 技術，於 GPT Store 平台建立專屬模型，並透過提示語 (prompts) 設定其角色與回應邏輯，包括：明定 ViTA 身份為「自然語言處理課程虛擬教學助理」，主要使用繁體中文，程式相關內容則以英文呈現。並要求 ViTA 回答時優先依據課程教材，並標明資訊出處；若教材中無相關資訊，則應主動說明資料缺乏，再進行推論回答；此外，我們也設定特定教學情境參數，如作業繳交時間、期中簡報時間、Kaggle 賽事截止日，強化情境化互動與任務對應性。最後，將課程教材 (PDF、Word) 上傳至 GPT Store 作為知識參考資料，使 ViTA 回應內容更具課程脈絡性。詳細 Prompt 如表二所示。

表二、ViTA 開發 Prompt 範例

提示語(Prompt)
作為自然語言處理課程的虛擬教學助理，我將為學生提供課程資訊與學術內容。預設使用語言為繁體中文；但若回應內容與程式碼相關，則將改以英文回答。
在回答問題時，請參照課程教材的內容，並明確標示該資訊在教材中的位置。
請優先依據授課教師所提供之教材內容進行回答；若教材中無相關資訊，請明確說明資料缺乏，並盡可能根據自身能力回答學生問題。
注意事項：Kaggle 競賽作業第一階段繳交期限為 4 月 11 日；期中口頭報告預定於 4 月 18 日進行；本次競賽將持續至 5 月 31 日。



圖一、ViTA 開發介面

● 教師教學反思:

作為教學者，本次導入 ViTA 提供了深具啟發性的體驗與反思。過去在技術性課程中，教師往往需花費大量時間逐一協助學生 debug 或釐清概念性錯誤，易造成教學資源分配不均，特別是在學生程度落差大的班級情況下更為明顯。透過 ViTA 的引入，學生能即時獲得解答與說明，教師亦能專注於進階教學策略的設計與全班引導。特別是在期中簡報前，學生可先透過 ViTA 建構初步模型與簡報內容，再由教師進行內容審閱與概念補充，教學節奏因而更為流暢。然而，ViTA 仍存在部分侷限。儘管其回應能力已明顯優於一般版 GPT-3.5，但仍偶有回答不符脈絡或缺乏深度的情形，特別是在需要高度推論的跨章節知識問題上，仍須教師補充與引導。此外，有部分學生回饋顯示，在特定時段系統過載或中斷，可能影響連貫性學習體驗，此亦為未來教學工具導入時需特別考量的技術穩定性問題。整體而言，我們視 ViTA 為強化「個別化教學輔助」的利器，可有效平衡課堂多元學習需求，並作為教學助理角色的延伸補充，極具擴展潛力。

● 學生學習回饋(包含學生學習成果評估、教學歷程之評估、研究成果之分析評估):

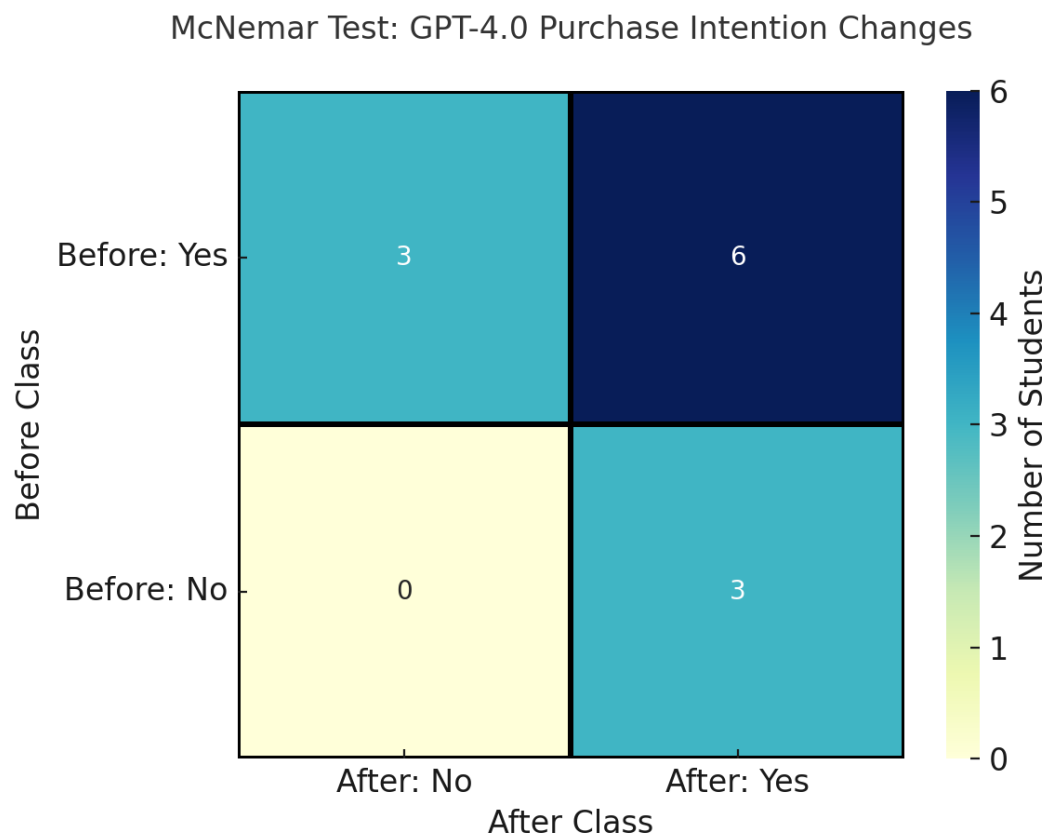
為確保 ViTA 導入對學生學習成效之評估具備高度的準確性與信效度，本研究採用 SAS 9.4 統計軟體進行量化資料分析，並選用兩種適切的非參數統計方法：Wilcoxon 符號等級檢定 (Wilcoxon Signed-Rank Test) 與 McNemar 檢定

(McNemar Test)。Wilcoxon 符號等級檢定適用於配對樣本的非常態資料分析，能有效評估學生在課程前後，於學習表現與主觀認知上的變化幅度與方向；而 McNemar 檢定則應用於處理具二元分類性質的變項，如學生對 GPT-4 購買意願的前後差異，檢視其在教學介入後是否產生顯著改變。透過此雙重統計策略，我們得以從連續型與類別型指標兩個層面，全面掌握學生回應變化趨勢與其統計意義，為 ViTA 教學應用的成效提供堅實且具一致性的量化依據。

課程實施後，學生在多項核心學習指標上的中位數同意度明顯提升，顯示 ViTA 對學習歷程具有積極影響。具體而言，學生在「問題回應準確性」、「學習效率」、「回應與授課內容一致性」、「可執行程式碼的正確性」以及「互動式學習品質」等面向皆有顯著改善。進一步比較 ViTA 與學生先前使用之 GPT-3.5 模型的表現差異後可發現，ViTA 在課程對應性方面表現更為出色，能提供更具針對性、結構化且貼近教學重點的輔助內容，與課堂教學形成良好的互補關係。其中一項具代表性的結果是「不恰當回應次數大幅下降」，顯示 ViTA 在語境理解與回應精確度方面，已優於過往非客製化的 AI 工具，展現其作為教學輔助系統的實用性與可靠性。

表三、使用 ViTA 進行學習的 Wilcoxon Signed-Rank Test 調查結果

原始問題	平均中位數差	IQR	P 值
我經常使用 ChatGPT(ViTA)輔助我學習	1	2.5	0.0508
能夠正確的回答我機器學習和自然語言處理的問題	1.5	2.5	0.0313
得到的回答與授課講師傳授的知識相似	2	2	0.0078
我不需要花很多時間即可得到想要的回答	1	4.5	0.1152
能夠給我正確的程式碼，可以運行並達成目標	1.5	4	0.0293
我使用 ChatGPT(ViTA)輔助學習時會有 <u>答非所問</u> 的情形發生	-1	3	0.0288
能提供即時回答和解釋	1	1.5	0.0234
能客製化學習體驗	1	1.5	0.0898
能輔助閱讀其他語言教材	0	1.5	0.8281
能強化學習效率	1	2	0.0078



McNemar test: $p = 0.0143$

圖三、購買 GPT4 意願之 McNemar Test 熱力圖

根據圖三所示的 McNemar 檢定結果，學生在課程結束後對 GPT-4.0 的購買意願顯著提升，顯示 ViTA 的實際使用經驗強化了學生對高階 AI 工具價值的認同。同時，每週使用 ViTA 超過六次的學生人數也由原先的五人增至八人，顯示學生在課程期間逐漸建立起穩定的使用習慣與依賴程度。值得注意的是，原本已訂閱 ChatGPT 的學生其購買意願並未出現顯著波動，顯示這些既有用戶對 ViTA 的體驗基本符合甚至優於其原先預期。而原先未訂閱者則出現明顯的意願提升，反映 ViTA 不僅成功提升了新使用者的接受度，也鞏固了既有使用者的正向評價。整體而言，這樣的使用行為與意願變化模式顯示，ViTA 作為一項客製化虛擬教學助理，已具備可感知的學習價值與使用誘因，不僅能滿足學生學習需求，更具備成為長期個人化學習工具的潛力與定位。

學生亦於問卷開放式回饋中多次提及 ViTA 在「程式碼錯誤說明」、「建模建議」、「作業提醒」等方面具備明確幫助，文字雲分析結果顯示「程式碼」、「問題解決」、「理解」等為高頻關鍵詞。多數學生認為 ViTA 提供的回應內容具有結構性、能即時反映課程核心，也能根據教師講義提供對應資訊，大幅提升學習效率與信心。文字雲也顯示出其他受學生肯定的應用面向，包括問題解決、語言學習，以及進階主題的掌握。這些多元用途顯示出 ViTA 作為教學輔助工具的高度靈活性，能夠協助學生在多種學科領域中提升學習成效與參與度。然而，仍有部分學生反映在提問方式較不精確時，ViTA 可能產生模糊或不完全正確的回答；另有學生建議未來版本可加入學習歷程追蹤功能或整合提醒系統，以利時間規劃與任務管理。綜合學生學習回饋可見，ViTA 不僅在技術知識輔助層面發揮實質功能，也在促進主動學習、提升參與度與建立學習信心等層面發揮正向影響。



圖四、ViTA 增強的關鍵學習因素之文字雲

六、 建議與省思

本研究結果顯示，將 ViTA 融入課堂教學能有效提升學生的學習動機、效率與對 AI 工具的使用信心，特別是在自然語言處理與機器學習等進階主題中，虛擬助教的輔助大幅降低了學生在理解與實作上的門檻。因此，未來在設計類似課程時，建議以下幾點：

- **強化 AI 工具與課程內容的一致性：**開發具備課程脈絡的客製化教學助理（如 ViTA），比起通用型的 GPT 模型，更能提供精準協助。
- **適度引導學生使用：**雖然學生對 ViTA 的接受度高，但仍需在課堂中安

排適當時機與操作示範，避免學生因操作方式不熟悉而錯失其效益。

- **配套建構學生資料素養與判斷力：**面對 AI 工具所提供的回應，學生仍需具備批判性思考與資料驗證的能力，教師可搭配案例討論或錯誤回應辨識練習，提升學生的判讀素養。

作為教師，在本次實踐中也對 AI 工具的角色與潛力有了更深刻的體會。儘管初期需投入相當心力進行 ViTA 的內容設計與測試，但學生在課堂參與度與作業表現上的進步，使我更加肯定 AI 教學助理於未來教學中的價值。特別是透過觀察學生與 ViTA 的互動，我也逐步調整自身的授課策略與說明方式，使教學更加貼近學生的學習節奏。然而，我也發現部分學生在初期對 AI 工具仍抱持疑慮或使用保守，這提醒我在未來課程導入階段，更應提前進行數位素養建立與信任感培養，並營造更開放的嘗試空間。此外，如何管控學生使用 AI 工具也是需值得省思的部分。學生不應過度依賴 AI 工具，而是在應用時理解 AI 生成的內容，並加以內化，對於學生才有最大的輔助效果。總結而言，本研究初步展現 AI 教學助理於高等教育場域的潛力，不僅能改善學習流程與參與方式，更可作為教師設計差異化教學與提供即時支援的重要策略。未來應持續深化其應用模式與理論支撐，進一步發展具備在地教育情境適應性與可持續性的智慧教學框架。

參考文獻

1. Božić, V., & Poola, I. (2023). Chat GPT and education. Preprint, 10.
2. Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. *International journal of educational technology in higher education*, 20(1), 38.
3. Chary, M., Parikh, S., Manini, A. F., Boyer, E. W., & Radeos, M. (2018). A review of natural language processing in medical education. *Western Journal of Emergency Medicine*, 20(1), 78.
4. Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access*, 8, 75264-75278.
5. Dai, W., Lin, J., Jin, H., Li, T., Tsai, Y. S., Gašević, D., & Chen, G. (2023, July). Can large language models provide feedback to students? A case study on ChatGPT. In 2023 IEEE international conference on advanced learning technologies (ICALT) (pp. 323-325). IEEE.
6. Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles

and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001.

8. Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*.

9. Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020.

10. Shaik, T., Tao, X., Li, Y., Dann, C., McDonald, J., Redmond, P., & Galligan, L. (2022). A review of the trends and challenges in adopting natural language processing methods for education feedback analysis. *Ieee Access*, 10, 56720-56739.