

臺灣大學生使用生成式人工智慧工具之學習方法： STEM與非STEM主修之比較

張耀楚¹ 范揚鑫² 林宗進^{3,*}

¹國立臺灣師範大學 資訊教育研究所

²美國德州大學奧斯汀分校 教育心理系

³國立臺灣師範大學 學習科學學士學位學程、學習科學跨國頂尖研究中心

摘要

在當前的教育領域中，「生成式人工智慧」(Generative Artificial Intelligence, GenAI)已被視為一項具有潛力的重要工具，並廣泛應用在各種教育情境中，可用於改善教學和學習過程並促進知識的創新。然而，儘管其應用前景看好，但對於如何最有效地運用GenAI工具進行學習的方法仍有待深入探討。因此，本研究旨在探討臺灣大學生運用GenAI工具進行學習時所採用的方法，透過現象圖學法對28名大學生的半結構式訪談資料進行分析後，找到可能使用的七種學習方法，其中包括「複製」、「關鍵字」、「嘗試錯誤」、「追問」、「情境設定」、「分治法」及「驗證」，並進一步探討「科學、技術、工程和數學」(Science, Technology, Engineering, Mathematics, STEM)和非STEM主修學生在使用相關工具的學習方法差異。主要結果顯示，這些STEM與非STEM大學生均採用了「嘗試錯誤」的學習方法。再者，本研究進一步將這些學習方法分為表層與深層學習方法，並使用卡方檢定後發現STEM大學生傾向使用表層學習方法，而非STEM大學生則更傾向使用深層學習方法。本研究透過分析不同主修之臺灣大學生使用GenAI工具進行學習的實際情況，將有助於瞭解不同專業背景對學習方法選擇的影響，從而對未來的教育實踐和相關研究提供建議及方向。

關鍵詞：STEM教育、大學生、生成式人工智慧、現象圖學法、學習方法

壹、緒論

「生成式人工智慧」(Generative Artificial Intelligence, GenAI)已成為當前最熱門議題之一。此技術能夠創造新內容，而不僅是使用既有資料進行預測(Tlili et al., 2023)。

儘管此技術已經存在數年，但其於2022年底憑藉ChatGPT (Chat Generative Pre-trained Transformer) 的推出，才正式進入大眾視野，能夠被大眾所運用。隨後各公司發展的，例如Google的Gemini和Microsoft的Copilot等工具也利用了GenAI的技術。在教育領域，

*通訊作者：林宗進，tzungjinlin@ntnu.edu.tw；ORCID：0000-0002-1649-6157

投稿：2024/4/30，修訂：2024/9/23，接受：2024/9/24，線上出版：2024/11/29

人工智慧早已以各種形式協助教學和學習，而當今熱門且逐漸普遍的GenAI更被廣泛認為能夠提供更個人化的學習體驗(Kalota, 2024)。Lozano與Blanco Fontao (2023) 強調，GenAI能夠為教學過程帶來創新的方法。對學生而言，除了前述的個人化學習體驗，亦有學者認為這樣的人工智慧工具還可提供即時回應和情感支持，已經成為現代人的學習選項之一；對教師來說，人工智慧可以作為課程或活動設計的輔助工具，減輕其授課前的準備壓力，從而使教師能專注於與學生的互動(Lo, 2023)。

電腦和網路曾大幅改變了人們獲取和處理資訊的方式，現在則由人工智慧接棒，重新定義我們與世界的互動(Alasadi & Baiz, 2023)。隨著這項技術漸漸改變教育形式，相對應的質疑也隨之而來。過去相關研究的焦點之一，即是探討使用者對此技術的看法以及其潛在的優劣勢和風險。舉例來說，Sallam (2023)指出，就目前GenAI工具的回應特性，可能導致抄襲和作弊，並有提供錯誤資訊的風險。再者，儘管目前文獻中對使用者的使用行為也有所進行探討，如Foroughi等(2024)發現學習觀點與策略是影響使用行為的關鍵因素，但關於學習者如何利用相關GenAI工具進行學習，所使用的策略或方法之研究仍付之闕如。

「科學、技術、工程和數學」(Science, Technology, Engineering, Mathematics, STEM)教育在當今社會中也扮演著重要角色，藉由STEM教育可以促進學生培養問題解決、提升創造力、創新能力和批判性思考等(Hebecci & Usta, 2022; Kazu & Kurtoglu Yalçin, 2021; Khalil et al., 2023)。過往研究顯示，STEM科系的學生通常對科學和數學等科目展現出較高的興趣和自信，並在這些領域表現較出色

(Dumapias & Tabuzo, 2018)。這可能是由於STEM教育中經常需要以實際操作進行學習的教學形式所致，這種方法能夠有效引起學生的學習動機和興趣。例如，在以實作為主的STEM課程中，學生需要解決與現實生活相關的問題，如設計及建造橋梁模型，並測試其承重能力，這使得他們對課程內容展現出高度的動機和滿意度(Julià & Antolí, 2019)。另一方面，非STEM科系的學生則可能在這些學科上遇到更多挑戰或挫折，這可能是因為他們對這些領域缺乏興趣或信心，導致他們在這些科目上的表現較弱。例如，Corwin等(2020)在研究中指出，非STEM學生常常覺得STEM課堂的教學方式和學習環境難以適應，這進一步影響了他們的學習成效。此外，非STEM學生在面對較高難度的STEM課程時，可能會因為缺乏信心而感到困難。這種差異使兩者在教育中的學習體驗和需求存在顯著差異，同時也可能會影響STEM和非STEM學生在使用GenAI工具進行學習時的情況。由於STEM科系的學生經常接觸數學、程式設計或技術問題，他們可能會更傾向於將GenAI工具應用於這些領域以提升問題解決和創新能力；而非STEM科系學生則可能更多地在社會科學或人文領域中使用GenAI工具，如進行創作、翻譯和內容理解。

本研究旨在通過半結構式訪談和現象圖學法，探討學生如何使用當今GenAI工具進行學習，並進而比較STEM與非STEM科系學生在「學習方法」(approaches to learning)上的差異。隨著GenAI工具的普及與其在教育現場的融入，釐清學習者使用這些工具的方法變得尤為重要。學生需瞭解如何有效利用這些工具來協助學習，而教師則需培養學生建立正確的人工智慧素養觀念，瞭解其限制和潛在風險，並探討如何將這些工具融入教學以提高學習效果。因此，本研究的主要

目的即是在於瞭解現今臺灣大學生如何使用GenAI工具進行學習的現況與使用行為，藉由探究他們的學習方法類別，進而比較STEM與非STEM主修大學生如何應用GenAI工具於自身的學習上之異同。透過比較這兩個主要群體的差異，不僅有助於闡明不同學科背景的學生在學習方法上的特點，亦能為教師設計更具針對性的教學策略提供線索，從而促進不同背景學生的學習成效。在當今受到各種GenAI工具衝擊的高等教育，為了讓學生在課堂學習時能夠善用相關工具，教育者該如何結合GenAI工具適切的進行課程設計，以讓學生能夠在其中清楚設定自己的學習目標、監控學習進度，並根據回饋調整自身的學習策略等之個人化學習(personalized learning)，已是相當值得我們深思的重要議題(Wang et al., 2023; Xia et al., 2024)。因此，本研究的結果盼能協助教育者與研究者更好地理解不同學生群體在使用GenAI工具方面的需求和挑戰，促進其在各自領域中的學習和發展，同時為GenAI在教育領域的應用研究提供更豐富的實證結果。

貳、文獻探討

一、GenAI在教育之應用

人工智慧是一個跨學科及多學科的領域，是一門使機器能夠模擬如思考、學習或進行其餘需要人類智慧才能完成任務的領域。Dwivedi等(2021)提到過去對人工智慧做出了各種定義，但基本都涵蓋了非人類的智慧被設計去執行特定任務的概念。隨著人工智慧技術的發展，機器在執行原先由人類負責的任務或擔任特定角色上的能力是越來越強，因此將人工智慧應用於教育(Artificial Intelligence in Education, AIED)的情況也在持續增加。而Chatterjee與Bhattacharjee (2020)也

指出人工智慧為高等教育帶來諸多可能性，並有機會推動整體教育的發展與變革。

隨後，以ChatGPT為代表的大型語言模型技術更是為AIED領域帶來了一波新浪潮。大型語言模型，主要是建立在深度學習基礎上的自然語言處理技術，它能夠根據使用者輸入的文字內容提供流暢的回應。這些模型透過數據龐大的資料庫進行訓練以理解和生成我們所使用的語言，使其能夠有效地與使用者進行互動，並在此過程中不斷學習和改進(Rudolph et al., 2023)。這樣的特性讓大型語言模型在教育領域的應用相當廣泛，如客製化學習、線上評量和數位教材的編寫等方面都是其實際的應用案例(Strzelecki, 2024)。舉例來說，GenAI能夠依據每位學生過去的學習行為、答題風格或使用習慣，提供比過往更加個性化的學習內容，並能在學習過程中動態調整以提升學習成效。在數位學習方面，Lo (2023)提到GenAI能夠協助設計課堂評量題目，並在測驗完成後即時地給予學生答題後的評分及回饋。

回顧過去教育領域中對於GenAI工具的看法，不論是教師或學生都對其給予了正反兩面的評價。研究顯示，教師和學生普遍認為像ChatGPT這樣的GenAI工具能夠有效地輔助教學和學習過程。例如，學生可以透過逐步詢問的方式深化對知識的理解，或者幫助教師在課程準備或教材開發上節省時間，從而讓教師能專注於與學生的交流或創建引人入勝的互動式課程(Kasneci et al., 2023)。甚至還有些人將其作為情感支持的對象，Dwivedi等(2023)提到，有受試者表示與GenAI工具互動，感覺就像與團隊其他成員交流一樣。

然而，這些GenAI工具同時也面臨著負面批評，特別是在學術倫理和依賴性問題上(Lund et al., 2023)。許多學者及教師擔憂，

學生可能會因為過度依賴這些工具而影響其自主學習和批判性思考的能力。此外，誠如Lozano與Blanco Fontao (2023)所述，GenAI工具的出現對教育領域既是難得的機遇卻也是一項艱鉅的挑戰。舉例來說，學生在作業上可能變得依賴抄襲，而教師卻很難在第一時間發現這些行為，需要花費額外的時間和精力來處理。同時，資料的準確性也是一個重大挑戰。Sallam (2023)指出，ChatGPT訓練資料庫的品質和更新頻率可能存在問題，進而導致語言模型生成時產生偏差，生成無法令人接受的結果，甚至在實際應用時，恐將造成嚴重且不可彌補的後果。

雖然在教育場域中，學習者使用GenAI工具所帶來的負面影響的確存在，但考慮到大型語言模型構建的GenAI對教育領域帶來的正面影響與潛在應用之可能性。例如，教師可以要求學生描述在撰寫作業或解決問題時的思考過程，若學生的描述與作業內容存在明顯差異，則表明學生可能利用了GenAI工具來完成作業(Haleem et al., 2022)。透過這些方法不僅可以有效地利用這些技術來促進教育領域的發展，更可以同時確保這些技術的使用不會對學習造成負面影響。值得一提的是，由於現今研究中，較少對於學習者如何使用GenAI工具應用於學習情境中的使用行為進行深度且全面的探討，再者，當今受高等教育之大學生已是此波GenAI浪潮中，首當其衝的關鍵參與者之一，然而就目前國內高等教育界對於在GenAI如何使用仍懸而未決，在制定和執行相應的規範之前，瞭解這些學習者實際的學習方法樣貌，將會是相當重要的參考依據，也能藉以平衡這些技術對於學習者所帶來的優點和缺點。

二、學習方法

「學習方法」(approaches to learning)即是學生用以進行學習活動的方法與策略，亦可以被視為學習者接收以及處理資訊的方式，能反映出學生如何經歷學習活動的樣貌(Chin & Brown, 2000)。Marton與Säljö (1976)首次提出了表層學習(surface-level processing)和深層學習(deep-level processing)的概念，為理解學生如何以不同方式進行學習提供了重要的理論框架。前者是指學生僅記住資訊而不理解其意義，主要關注於記憶層面，通常側重於背誦課堂知識以應付考試或作業，缺乏對知識內在意義的理解(Marton, 1983)。這種學習方式往往源於對課業成績的壓力或對知識缺乏興趣，導致學習成效僅限於短期記憶(Meyer, 2000)。相反，深層學習學生試圖理解資訊的深層含義，將新資訊與既有知識連結起來，強調全面理解與應用。他們追求對知識的全面理解，試著理解概念之間的關聯性及其背後的理論基礎，這不僅促進了批判性思考和創新能力的發展，還更可能形成長期記憶和更高層次的認知發展(Biggs, 1987)。學生在進行深層學習方法的動機往往是基於對知識的興趣和好奇心。換句話說，過去的相關研究或學者普遍認為使用深層學習方法的學生，大都認為學習是建構的，並欲瞭解學習內容的意義。而使用表層學習方法的學生，則大都採用背誦的方式，認為學習僅是獲得知識的方式。

隨著科技進步，學習方法也隨之變化。Laurillard (2002)強調了學習者與教學內容之間的互動，而科技在這一過程中起到了重要的媒介作用。Collins與Halverson (2009)指出，數位科技的整合不僅改變了傳統的教學模式，還創造了新的學習環境，讓學生能夠

通過科技進行更深度的學習互動。這些變革體現了科技在教育中的潛力，有助於克服傳統教育中的一些限制，並提供更多的學習資源和機會。如今，GenAI工具又進一步地改變了學習方法。這些工具不僅能夠提供個人化的學習資源，還能即時回應學習進度並調整教學策略(Baidoo-Anu & Ansah, 2023)。例如，GenAI能夠依據每位學生過去的學習行為、答題風格或使用習慣，提供更加個性化的學習內容，並能在學習過程中動態調整以提升學習成效。由此可知，隨著科技的不斷發展，學習方法同時也在經歷重大革新。傳統的表層和深層學習方法仍然是理解學習行為的重要框架，但新興科技的引入也為學習提供了新的可能性。透過有效利用不同科技工具，如GenAI工具，教師能夠為學生創造更加豐富和有效的學習體驗，進一步促進學習的個人化發展和互動性(Czerkowski, 2013)。

三、GenAI對STEM和非STEM學習者中的影響

STEM教育一直受到廣泛關注，因為它被認為是培養學生解決問題、提升創造力和創新能力的關鍵途徑。過去研究指出，不同學科間的差異將會對教學方法產生影響，教師可能會根據學科特性和學生學習方式來調整教學方法(Vo et al., 2017)。Nelson Laird等(2008)的研究發現了學生選擇要修習的課程對他們學習方法是有所影響。例如，該研究發現學生在修習必修課程時傾向採用深層學習方法。例如，整合各種資源進行廣泛閱讀和討論，並反思自己的觀點和知識，這意味著他們更注重理解和應用課堂上的知識。相反，在選修課程時，學生可能會採用較為輕鬆的表層學習方法。例如，為選擇題考試而

死記硬背課本內容，僅僅是為了應付考試或完成作業。此外，STEM與非STEM相關學科之間存在許多差異。例如，STEM相關領域的學科通常在知識與方法的結構性上更為嚴謹、系統化，強調邏輯推理、客觀性、和精確性等。相較之下，非STEM相關學科，如人文社會科學、藝術等，更注重主觀經驗與文化脈絡，強調批判性思考以及對人類社會、文化、歷史的深入理解。這些差異可能影響了學生的學習成效、興趣和參與度(Tillotson-Chavez & Weber, 2024)。例如，STEM學習者通常對科學和技術領域展示出強烈的興趣，並在解決問題時偏向於運用邏輯性思維，這使得他們在STEM學科中表現較佳。相比之下，非STEM學習者則可能更喜歡文學和藝術領域，注重語言方面的學習，並在這些領域進行創作和表達。進一步的研究揭示了STEM與非STEM學習者在新技術接受度和使用行為上的顯著差異。根據Thongsri等(2020)的研究，與非STEM學生相比，STEM學生在電腦自我效能、感知易用性及使用意向方面表現更為突出，這可能是因為STEM學生需要在學習過程中與各種科技工具互動，使得他們在技術適應能力上具有優勢。

近年來，GenAI在教育中的應用逐漸增多，並對STEM和非STEM相關領域的學習者產生了不同的影響。例如，有研究發現STEM領域的學生在進行物理學習能夠使用GenAI工具進行數據分析和模擬實驗，這些工具有助於他們更好地理解複雜的科學概念和工程原理，並能有效的進行問題解決(dos Santos, 2023)。另一方面，Liao等(2023)指出非STEM領域學生在利用GenAI(如ChatGPT)進行語言學習和創意寫作方面展現出興趣，這些相關工具能夠幫助他們學習聽、說、讀、寫四種語言技能，顯著提升了他們的語言和表達能

力。Ilieva等(2023)也提到絕大多數的學生對於GenAI工具都表現出了高參與度以及願意持續使用，這代表無論是STEM還是非STEM學生都能夠因為善用GenAI工具而受益。此外，這也顯示出GenAI工具不僅能幫助學生提升學習效果，還能促進他們更積極地參與學習過程。由此可知，STEM和非STEM領域的學習者之間在使用GenAI工具的方法與情境上可能存在差異，而這些差異對教學方式和學習方法可能都有不同程度的影響。瞭解這些差異將有助於教師更好地設計教學策略，以滿足不同學生在學習方法上的需求。此外，隨著GenAI在教育中的應用逐漸增加，這兩者之間的差異可能會導致與傳統教學截然不同的學習模式產生。例如，在STEM學科的課程中，GenAI將可以模擬複雜的科學情境進行問題解決，而在非STEM學科則能夠協助學生進行批判性思考以及文學創作的訓練等。

四、研究目的

綜上所述，近年來GenAI工具的崛起，正以前所未有的速度和深度，重塑著高等教育的樣貌。無論是從教學方式的革新到學習模式的轉型，GenAI工具所帶來的衝擊與潛力，已成為當前學術界關注的焦點。然而，目前國內關於GenAI工具應用於教育的實徵性研究，雖方興未艾但仍付之闕如，尤其是從學習者的角度出發，如何看待這些工具對自身的學習過程與成果的實際經驗是相當重要之一環。因此，本研究的主要研究目的在於，探討現今臺灣大學生如何應用GenAI工具進行學習之概況，並嘗試找出可能的「學習方法」樣貌，並進一步比較STEM與非STEM領域的學生在學習方法上之異同。研究結果盼能回饋至高等教育現場之教育實踐，

並為後續研究者提供理論基礎與實證依據。簡言之，本研究之研究目的如下：

- (一)瞭解臺灣大學生如何使用GenAI工具之學習方法類型。
- (二)瞭解臺灣STEM與非STEM領域主修大學生使用GenAI工具之學習方法概況。
- (三)比較臺灣STEM與非STEM領域主修大學生的學習方法之異同。

參、研究方法

本研究遵守研究倫理規範，確保所有參與者在知情同意的前提下參與研究。參與者通過填寫研究者所設計之線上報名表單參加本研究。在報名表單中，已明確告知本研究應注意的相關事項，例如研究者與參與者之一對一訪談過程將會全程錄音、轉譯之逐字稿研究資料僅會供學術研究之用，不會公開外流或影響到參與者的課堂學習成績等。在訪談開始前，研究人員會再次口頭說明研究相關之注意事項，並取得參與者的同意後進行訪談。本研究的參與者共有28位，皆為目前就讀於國內大專院校之臺灣大學生(男性11位、女性17位)，平均年齡為21歲。在STEM相關領域的學生部分，其主修科系涵蓋了如生物科學、機電工程、資訊通訊科技等；而非STEM相關領域的科系則橫跨企業管理、語文、一般教育、藝術與人文等常見主修。每位參與者均編有編號，並與其主修對應。不同主修(STEM與非STEM)之學習者人數各為14位，如表1所示。

本研究採用便利取樣(convenience sampling)方法進行參與者招募。透過課堂口頭宣傳及社群媒體招募參與者。考量GenAI工具在各學科的廣泛應用，本研究並未針對特定領域或學習主題進行限制，而是旨在

表1：研究參與者人數表

主修	男性	女性	總人數
非STEM學習者	3	11	14
STEM學習者	8	6	14
總人數	11	17	28

探討不同背景大學生在各種學習情境下運用GenAI工具的普遍性。透過在不同學科和背景的學生中進行招募，本研究確保了樣本在性別、主修科系、GenAI工具使用經驗等方面具備多樣性，以更全面地反映臺灣大學生對於GenAI工具的應用情況與看法。簡言之，所有參與者皆具有使用過GenAI工具進行學習之經驗，例如完成課堂作業、研究專題、自主學習等等。具體而言，這些經驗包括但不限於：利用GenAI工具撰寫報告、完成作業、編寫程式碼、查找學術資料、模擬特定情境以及驗證資訊的準確性。參與者對這些工具的使用頻率和熟練程度各有不同，以下是部分參與者的具體經驗描述：

每天使用GenAI工具1小時以上，主要查詢自身研究領域相關的研究主題資料。(S14)

一週約使用1～2次，每次使用3～6小時，主要用於進程式設計或數學推導等。在使用前會先針對自己不了解的部分進行整理，再向GenAI工具進行提問。(S06)

由於自身研究主題的中文資料在相關搜尋引擎之結果較為發散且雜亂無章，難以找到具有系統性的結果，因此習慣在GenAI工具上獲取相關資訊。雖然每次僅使用10～15分鐘，但通常都能順利得到想要的答案。(N12)

使用頻率約兩星期1次，主要利用

GenAI工具來搜尋與社會學相關的專有名詞，用於解決作業上的問題。(N13)

本研究之研究目的是透過半結構式訪談並採用現象圖學法(phenomenography)進行分析，探討學生如何使用GenAI工具進行學習之方法。現象圖學法是一種用於研究人們對特定現象的經驗與理解的質性研究方法(Richardson, 1999)。此方法的重點在於識別和分析不同參與者之間在面對同一現象時所表現出的「本質上不同的類別」(qualitatively different categories)。例如，Marton (1981)採用現象圖學法研究學生對學習的理解，發現學生對同一學習內容有不同的理解方式。此方法能夠深入探討不同學習者在使用GenAI工具時所展現的多樣性，並提供一個框架以便系統性地分析這些差異。整體而言，研究者對每位參與者單獨進行了30～50分鐘的半結構式訪談，訪談過程由兩位不同的研究者分別進行，每位研究者各自負責一部分參與者的訪談，使其符合研究者三角檢定(investigator triangulation)，有助於減少個別研究者的偏見並提供多樣化的視角(Patton, 1999)。訪談大綱參考了過去文獻中(Cheng, 2017; Chou et al., 2021)對學習方法的相關研究與訪談問題，並依據本研究情境進行修改。經由一位研究專長為科學教育與教育科技且有相當經驗的研究者審視過訪談問題之適切程度，以確保訪談問題之效度。範例訪談題目如下所示：

- 一、你是如何使用GenAI工具來學習的？請描述你使用的步驟。
- 二、當你在使用GenAI工具來學習時，你使用了哪些策略？為什麼？
- 三、你如何確認你通過GenAI工具學到了一些東西？

接著，在訪談完本研究之參與者之後，隨即將訪談內容轉錄為逐字稿形式後，使用現象圖學法對其進行系統性分析。首先，2位研究者分別對逐字稿中出現頻率較高且與學習方法相關之關鍵詞進行標註。其次，根據標註關鍵詞的類型與定義進行整理，辨識出數個本質上不同的類別並建立一個初步的編碼框架。再者，2位研究者將基於框架對逐字稿進行學習方法的編碼與歸類，並進行出現次數的頻率與計算其比例。由於參與者在訪談過程中有可能表現出一種以上的學習方法，因此，研究者在進行編碼與歸類學習方法之總次數可能超過參與者人數的28次。在確定編碼結果後，本研究進行了評分者間信度的計算以評估2位編碼者之間的一致性。分析結果顯示，Kappa信度平均達到0.76，表明2位編碼者之間具有良好的一致性(Cohen, 1960)。對於存在意見分歧的編碼，2位研究者進行了討論並達成了共識，以確保編碼結果的準確性。

再者，為了更清楚瞭解大學生所呈現之多元學習方法之組合(combination)，本研究參考Lin與Tsai (2008)所提出的資料分析與結果呈現的方式，描繪出不同的「學習方法樹」(tree of approaches to learning)，藉以呈現參與者多元的學習方法情形，進而比較不同主修大學生之群體整體分布情形。由於本研究中每位參與者所使用的學習方法並不侷限於特定一種學習方法，該分析方式可依據每位參與者所使用之學習方法之頻率與種類來進行呈現。換句話說，此「學習方法樹」的根結點(root)代表所有受訪者中最常使用的學習方法類別，隨後根據不同學習方法的出現頻率與類別數量向外延伸出多個層級的分支(tier of branch)，藉以清楚表現STEM與非STEM領域的學生在利用GenAI工具進行學習時，所展現出可能的多元且複雜之學習方法類別組合。

此外，為了探討不同主修的大學生在使用GenAI工具進行學習之學習方法是否有差異，本研究首先將辨識出之不同學習方法類別進一步分為「表層學習方法」(surface learning approaches)和「深層學習方法」(deep learning approaches)。根據過去相關研究(Cheng, 2017; Chin & Brown, 2000; Chou et al., 2021; Lee et al., 2008; Liang et al., 2015; Yang & Tsai, 2010)指出，表層學習方法通常涉及學習者僅對知識的記憶與對問題的重新表述，或是視不同事實或想法之間為沒有關聯或獨立存在；而深層學習方法則強調學習者對學習內容的全面理解，並在能夠在先前知識的基礎上產生新的想法，或是尋求不同知識之間的連結關係。因此，為了進一步分析學習方法的分布和類型，本研究採用了卡方檢定方法，從而探討不同學習方法間(即表層與深層)的關聯及其在不同主修(STEM與非STEM)大學生群體中的表現。

肆、研究結果

一、學習者對於GenAI工具之學習方法

根據現象圖學法之分析結果指出，學習者對於使用GenAI工具之學習方法可分為7種不同的類型，分別是「複製」、「關鍵字」、「嘗試錯誤」、「追問」、「情境設定」、「分治法」與「驗證」。各類型之學習方法定義與參與者訪談內容如下所示。在以下摘錄之訪談內容中，以S開頭的人代表STEM相關領域(如科學、技術、工程和數學)學生，而以N開頭的人則代表非STEM相關領域(如人文藝術與社會科學)學生。

(一)複製(copy)

在此類別中，學習者將直接複製使用

GenAI工具的回應，又或是對回應僅簡易地進行部分改寫以完成課堂中學習或作業之要求。舉例來說，有學習者表示：

就是我可能會問他說，可能這一題的程式碼，或是這一題的文稿，我應該怎麼寫。然後它就會給我一個答案，因為我不會，我當然就只能看一看，然後就用到我的作業上。(S02)

如果經查證過它說的東西就是沒錯的，那我就會複製它的文字然後再轉化成我平常自己書寫的方式，然後使用在我的作業裡面，或是使用在我跟人家對談的口說裡面。(N13)

(二)關鍵字(keyword)

在此類別中，學習者透過關鍵字向GenAI工具詢問問題，並獲得相關解答。例如，學習者回應說：

策略上應該跟一般的網路查找的策略就是使用關鍵字，因為我覺得它在開發上面也是透過關鍵字去找資料嘛，所以我覺得關鍵字下得好不好會影響到它給的答案的品質，所以關鍵字滿重要的。(S09)

我應該算是偏好給他幾個關鍵字，就是我主要想詢問的要點，然後讓他去跑出我希望得到的答案。(N11)

(三)嘗試錯誤(trial and error)

在此類別中，學習者會透過不同的問題陳述方式(例如：修改問句、使用不同的詞語)進行嘗試錯誤，以找到最適當的解答。舉例來說，有學習者表示：

我會換句話說吧……。就是可能換句話說看它會不會給我一些比較意

料之外(的回覆)。……。就是可能我還會換句話說或是換個語言這樣說、換個語言這樣問。(S13)

一開始就是先輸入自己想要問的問題，然後之後如果它回答是錯的話，然後我就會說『不好意思，這個不是我答案』，然後重新換一種問句來問它。(N10)

(四)追問(probing)

在此類別中，學習者會根據先前GenAI之回應，透過持續追加問題的方式與GenAI工具進行交流討論。例如，有學習者於訪談過程中說：

接下來的步驟就是我會是等到他做一個回應之後，做完之後，我們先看他的回應的方式，應該是回應的深度，有的時候他不知道你要問的那麼難，他會做一個很簡單的一個描述，那你可能要再把問題再做更聚焦，就是做一個調整，就是對你的問題或者是對前面的問題，再做一個描述這樣。(S06)

另外一些困難就是我的問題他一直没有得到我最滿意的答案，所以我就會盡量就是我會一直跟他算是來回互動，我就會寫說那請用你剛剛這一段再加什麼情境或是再加哪些關鍵字。(N04)

(五)情境設定(contextualization)

在此類別中，學習者會透過設定角色或腳本情境的方式，引導GenAI工具回答出更加詳細或特定的問題，以符合自己學習之所需。例如：

會先看一下自己的問題是不是不夠

精準，是不是我問錯問題了，或是他回答的方式不如我預期，那我就先加一些提示字，或是多設計一些情境，讓它根據那個回答，然後如果判斷認為說他本身不具備這個知識的時候，也是會有他答不出來的時候。(S06)

我會跟它說：我需要一個故事，然後我的故事有什麼人，那你現在是一個編輯，就是我會先給他跟他說，然後建立他有點類似，讓它有一種思考，就是如果你是個編輯，那這故事應該怎麼寫會更好，那如果這個故事這樣寫，之後的情節會是什麼。那如果之後的情節是某某可能怎麼樣，那結局會是怎麼樣……。 (N14)

(六)分治法(divide and conquer)

在此類別中，學習者根據自身經驗將複雜問題分解為更小、更易處理的子問題，再逐步向GenAI工具尋求解答，並整合出結果以解決問題。舉例來說：

我就會可能分批去傳給它，然後跟一下回應再看我剩下的部分要怎麼給它，有時候一口氣給它太多東西，……那它可能沒有辦法一次就到位，就我們要自己智慧一點，去把我們要問的東西去切割。(S12)

就是像我在寫程式的時候，因為我們通常會有一個題目，但是它題目範圍很大，……但是當我只丟一個問題給它的時候，它會沒有辦法給我一個完整，或是一個真的可以跑的東西。但是假設說我把這幾個一

個一個的函式或是一個一個的程式邏輯，然後一個一個慢慢的把它拆解下去讓它問，……就是等於說我把一個大問題切成幾塊，然後去問它，然後再自己把這些它給我的答覆再把它組起來的感覺。(N08)

(七)驗證(verification)

在此類別中，學習者藉由反覆比對多方來源的過程(如查詢書籍、搜尋工具、對回應內容進行批判性思考等)來確認GenAI工具回應的正確性。例如：

困難的話一個是有的時候他會講假的東西出來，所以他的東西基本上只能當作看看就好，他講的東西基本上都有可能出錯，所以我都還需要搭配真實的資料跟講義，我要自己確認過那些事實之後才能把它吸收進去。(S03)

通常我會把它給我的答案然後我自己思考過之後，我覺得有問題的地方我就會上網再查，或者是查課堂上的可能老師提供的資料，去看看比對，看它是不是說的是正確的這樣。(N03)

在研究結果的分析中，學習者對於使用GenAI工具之學習方法可分為7種不同的類型，本研究進一步將其分為表層學習方法和深層學習方法。根據過去相關研究，表層學習與深層學習的區別在於學習者對知識的理解和應用方式。Smith與Colby (2007)認為，表層學習通常涉及事實的記憶、資訊的分類和簡單的複製；而深層學習則專注於理解和應用知識，並在學習過程中進行批判性思考和反思。這表明表層學習方法更側重於短期記憶和資訊的表面

處理，而深層學習方法則強調長期理解和知識的深度應用，並鼓勵學習者進行深刻思考和分析。綜上所述，表層學習方法主要關注記憶和模仿，而深層學習方法則強調理解、應用和批判性思考。這種分類依據學習者對知識的處理深度和應用方式，有助於更清晰地展示不同學習方法之間的區別。

根據上述對於表層與深層學習方法的區別方式，本研究將「複製」、「關鍵字」、「嘗試錯誤」以及「追問」定義為表層學習方法。「複製」主要依賴記憶和模仿，缺乏對知識的深層理解和內化，僅在表面上掌握知識，未進行深入思考或分析。「關鍵字」依賴使用者能否精確記住和辨識資訊中的關鍵詞，但不一定理解其深層含義。雖然選擇正確的關鍵詞需要一定技巧，但本質上仍是基於記憶和辨識，而非深層理解應用。「嘗試錯誤」缺乏對問題或知識的系統性理解，更多是透過隨機嘗試來解決問題，主要依賴運氣和反覆測試。「追問」表面上是在尋求更深入的資訊，但若學習者僅依賴GenAI工具提供的回應進行後續詢問而未進行深入分析，這種方式就可能僅停留在被動接受資訊的層次。這種情況下，學習者未必進行主動探索或知識內化，而只是重複詢問以獲取更多資訊，這與深層學習方法涉及知識的整合、應用及批判性思考有所不同。

而深層學習方法則包括「情境設定」、「分治法」和「驗證」。「情境設定」要求學習者對學習內容有較深理解，並能設計出有助於問題解決的情境，顯示出學習者的分析和創造能力，將知識融會貫通並應用於新的情境。「分治法」要求學習者具備分析和綜合能力，能將複雜的問題分解為更小的部分進行處理，這反映了學習者的邏輯思維和

解決問題的能力，並且需要靈活運用所學知識。「驗證」則需要學習者對所獲得的資訊進行批判性思考，以確保其精準和可信，並能判斷知識的正確性。

二、STEM與非STEM主修大學生學習方法使用情況

根據上述學習方法之分析結果，本研究進一步探討STEM與非STEM主修大學生對於7種GenAI工具學習方法之使用情況與差異。表2為14位STEM學習者之學習方法使用情形，首先，所有的STEM學習者($N = 14$, 100%)在使用GenAI工具學習時，皆表現出「嘗試錯誤」的學習策略，代表學習者能夠即時透過修改問題陳述或用詞，快速探索不同的問題表達方式以尋找最適當的答案。其次則是「追問」與「複製」，分別有8位(57%)與7位(50%) STEM學習者使用。相比之下，「驗證」($N = 4$, 29%)、「關鍵字」($N = 3$, 21%)、「分治法」($N = 2$, 14%)與「情境設定」($N = 1$, 7%)則是較少被STEM學習者所提及之學習方法。換句話說，STEM學習者在使用GenAI工具學習時，可能更傾向於使用「嘗試錯誤」和「追問」這兩種學習方法。

非STEM學習者使用之學習方法如表3所示。首先，與STEM學習者相似的是，全部14位非STEM學習者在使用GenAI工具學習時，也都採用了「嘗試錯誤」的學習方法($N = 14$, 100%)。其次則有9位學習者使用了「驗證」($N = 9$, 64%)、7位使用「追問」($N = 7$, 50%)，以及6位使用「關鍵字」($N = 6$, 43%)。相較之下，較少的非STEM學習者採用了「複製」($N = 3$, 21%)和「情境設定」($N = 4$, 29%)這兩種學習方法。然而，這14位中，沒有學生使用「分治法」來進行學習。

表2：STEM學習者之學習方法使用情形($N = 14$)

編號	複製	關鍵字	嘗試錯誤	追問	情境設定	分治法	驗證
S01	*	—	*	*	—	—	—
S02	*	—	*	—	—	—	—
S03	—	—	*	*	—	*	*
S04	*	—	*	*	—	—	—
S05	—	—	*	—	—	—	*
S06	—	—	*	*	*	—	*
S07	*	—	*	—	—	—	—
S08	—	—	*	*	—	—	—
S09	—	*	*	—	—	—	*
S10	*	—	*	—	—	—	—
S11	—	*	*	*	—	—	—
S12	*	—	*	*	—	*	—
S13	*	—	*	*	—	—	—
S14	—	*	*	—	—	—	—
總計	7	3	14	8	1	2	4

表3：非STEM學習者之學習方法使用情形($N = 14$)

編號	複製	關鍵字	嘗試錯誤	追問	情境設定	分治法	驗證
N01	—	—	*	*	—	—	—
N02	—	*	*	*	—	—	*
N03	—	—	*	—	—	—	*
N04	*	*	*	*	*	—	—
N05	—	—	*	*	—	—	—
N06	—	*	*	*	—	—	—
N07	—	—	*	—	*	—	*
N08	—	—	*	—	—	—	*
N09	*	—	*	—	*	—	*
N10	—	*	*	*	—	—	*
N11	—	*	*	—	—	—	*
N12	—	*	*	—	—	—	*
N13	*	—	*	*	—	—	*
N14	—	—	*	—	*	—	—
總計	3	6	14	7	4	0	9

此外，本研究根據上述之結果，進一步分別繪製了兩棵「學習方法樹」，用以呈現

STEM與非STEM主修大學生對於使用GenAI工具進行學習之方法組合。圖1顯示STEM主

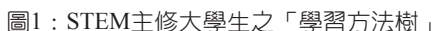


圖2：非STEM主修大學生之「學習方法樹」

另一方面，非STEM主修大學生之「學習方法樹」如圖2所示。該樹同樣以「嘗試錯誤」作為根結點，表示全部14位非STEM領域之大學生都會使用該學習方法，而第1個層級分支中，亦有5位學生呈現出三種不同的學習方法類別，除了都會使用「嘗試錯誤」外，亦會使用「情境設定」(1位)、「驗證」(2位)或「追問」(2位)；在第2個層級分支中，即使用3種不同學習方法類別的學生共有4位，並且以前1層級分支為根基，例如1位使用「嘗試錯誤—情境設定—驗證」、2位採取「嘗試錯誤—驗證—關鍵字」與1位利用「嘗試錯誤—追問—關鍵字」。再者，在第3個層級分支中亦有4位，亦是從第1個層級分支展開而來，包括「嘗試錯誤—情境設定—驗證—複製」(1位)、「嘗試錯誤—驗證—關鍵字—追問」(2位)、「嘗試錯誤—追問—複製—驗證」(1位)。最後，有1位非STEM領域大學生在使用GenAI工具進行學習時，會使用到「嘗試錯誤—追問—關鍵字—複製—情境設定」5種不同的學習方法。綜合上述，無論是

STEM或非STEM主修大學生在學習方法的多樣性和組合方式上呈現出都相當發散，雖然兩群學生都以「嘗試錯誤」為基礎方法，在此基礎上發展出不同且複雜的多樣化之學習方法。

三、STEM與非STEM主修大學生學習方法之使用差異

為探討不同主修(STEM與非STEM)大學生在學習方法上的差異，表4呈現了兩種不同主修大學生在表層與深層學習方法的使用比例。根據結果顯示，在STEM主修大學生的所有回應當中，共有32次(82.1%)屬於表層學習方法、7次(17.9%)涉及深層學習方法；而非STEM主修大學生則有30次(69.8%)回應屬於表層學習方法、13次(30.2%)深層學習方法。

整體來說，STEM主修大學生在使用GenAI工具進行學習時，以表層學習方法為主，其中又以「嘗試錯誤」、「追問」與「複製」為最常被採用的學習方法。非STEM主修大學生雖然在「嘗試錯誤」一樣擁有最高的比例，但相比於STEM主修大學生，他們之中有不少人會使用「驗證」這類深層的學習方法。

本研究進一步使用了卡方檢定來探討不同主修大學生與學習方法之關係。根據表5結果顯示，學習者之主修(STEM與非STEM)與學習方法存在顯著關係($\chi^2 = 5.250, p < .05$)。STEM學習者比起使用深層學習方法($N = 5, 18\%$)，他們更傾向於使用表層學習方法($N = 9, 32\%$)，也就是說，當STEM學習者在使用GenAI工具學習時，他們更傾向使用「複製」、「關鍵字」、「嘗試錯誤」與「追

表4：STEM與非STEM主修大學生之表層與深層學習方法使用比例($N = 28$)

類別	定義	STEM主修		非STEM主修	
		次數	%	次數	%
表層學習方法		32	82.1	30	69.8
複製	學習者直接使用GenAI工具的回應，或者進行部分改寫以符合自身需求。	7	17.9	3	7.0
關鍵字	學習者透過關鍵字向GenAI工具尋求解答。	3	7.7	6	14.0
嘗試錯誤	學習者透過不同問題陳述方式(如修改問句或更改用詞)進行嘗試錯誤，以找到最適當的解答。	14	35.9	14	32.6
追問	學習者透過追加問題的方式與GenAI工具進行交流討論。	8	20.5	7	16.3
深層學習方法		7	17.9	13	30.2
情境設定	學習者透過設定角色或故事情境的方式引導GenAI工具回應更加詳細或特定的問題。	1	2.6	4	9.3
分治法	學習者根據自身經驗將複雜問題分解為更小、更易處理的子問題，再逐步向GenAI工具尋求解答，並整合結果以解決問題。	2	5.1	0	0.0
驗證	學習者藉由驗證的過程(如查詢書籍、使用其他搜尋工具或對回應內容進行批判性思考等)來確認GenAI工具回應的正確性。	4	10.3	9	20.9
合計		39	100%	43	100%

表5：大學生之主修與學習方法交叉表($N = 28$)

學習方法	STEM主修		非STEM主修		總計	
	人數	%	人數	%	人數	%
表層	9	32	3	11	12	43
複製						
關鍵字						
嘗試錯誤						
追問						
深層	5	18	11	39	16	57
情境設定						
分治法						
驗證						
總計	14	50	14	50	28	100

註： $\chi^2 = 5.250, p < .05$

問」等表層學習方法。另一方面，非STEM學習者則較傾向使用深層學習方法($N = 11, 39\%$)，而不是表層學習方法($N = 3, 11\%$)，具體來說，非STEM學習者更常在使用GenAI工具時，採用「情境設定」、「分治法」與「驗證」這類深層學習方法。整體來說，在使用GenAI工具進行學習時，STEM學習者傾向使用表層學習方法；非STEM學習者傾向使用深層學習方法。

伍、討論與結論

本研究透過現象圖學法探討28名臺灣大學生運用GenAI工具進行學習時所採用之學習方法，並比較STEM與非STEM主修大學生在學習方法上的差異。研究結果顯示，參與者展現出7種學習方法，其中又分為表層(複製、關鍵字、嘗試錯誤、追問)與深層(情境設定、分治法、驗證)之學習方法。在表層學習方法中，「追問」主要是針對已有回答進行延伸。雖然這種方法能提供更多資訊，但若學習者僅依賴GenAI工具的回應進行後續詢

問而未進行深入分析，則可能僅停留在被動接受資訊的層次。這樣的學習過程缺乏對知識的主動探索和內化，與涉及知識整合和批判性思考的深層學習方法有所不同。然而，GenAI工具的特性使得「追問」在實際應用中仍具有潛力，尤其當學習者能夠在追問過程中進行深入分析與批判性思考時，這種方法有可能超越表層學習，進一步促進知識的內化和加深理解。若從學習者對知識的處理和應用方式的面向來看，表層學習方法偏重於記憶和模仿，強調對資訊的短期掌握和表面處理，這與Marton與Säljö (1976)以及Smith與Colby (2007)的研究結果相符。這些方法雖然能夠在短期內達到一定的學習效果，但難以促進學生對知識的深刻理解和長期應用。相較於表層學習，深層學習方法強調對知識的深層理解和靈活應用，鼓勵批判性思考和反思，使得運用深層學習方法的學習者能將新資訊與既有知識連結起來，更好地掌握所學內容。此外，Entwistle與Ramsden (2015)也強調，深層學習的學生更能夠內化知識，並將其靈活運用於不同情境中，從而提高解決

問題的能力。這種學習方法能夠培養學習者的批判性思維和持續學習能力，有助於在面對複雜問題時自如應對。由此可以知道表層學習和深層學習各有其適用範圍，不過深層學習在培養學生的批判性思維和長期學習能力上更有優勢。

與過去使用傳統人工智慧聊天機器人的實證研究(Crown et al., 2011)相比，如今的GenAI工具(如ChatGPT)可以完成過去被視為難以達成的任務。本研究發現GenAI工具在學習方法中的「追問」、「情境設定」以及「分治法」具有獨特優勢，這與Lo (2023)和Strzelecki (2024)所描述的GenAI工具能夠提供更加個性化和互動性的學習體驗相符。過去的人工智慧大多為分辨式人工智慧(discriminative artificial intelligence)，其運作方式是先辨識問題，接著在資料庫中搜尋現有數據，最後進行回應。Crown等指出，當學生提出全新問題時，聊天機器人會請學生提供答案並加入資料庫中作為後續使用的內容。這種「辨別並搜尋」的過程不同於GenAI的「理解並生成」運作方式。GenAI基於大型語言模型的訓練，使其在面對複雜問題時能提供更具一致性和具備上下文結構的回應，這印證了Rudolph等 (2023)關於GenAI能夠進行深度互動的觀點。憑藉其理解和生成能力，GenAI能夠協助學生在進行複雜的學習任務時，有效運用「追問」以深化理解、「情境設定」以連結知識，以及「分治法」以分析問題。這些學習方法依賴於GenAI工具對問題和對話的深入理解，以維持內容的連貫性並生成新的回應。相較於過去的分辨式人工智慧，GenAI在「追問」、「情境設定」和「分治法」方面展現了顯著的優勢，顯示了其在現今教育應用中的發展潛力。

此外，本研究的結果顯示，在所有深層學習方法中，STEM與非STEM主修之大學生最頻繁使用的學習方法是驗證。這與Metzger等 (2003)的研究結果相反，他們指出學生們常依賴網路資訊，並且很少核實資訊的正確性。然而，本研究結果卻顯示出不同的趨勢，其中一個可能原因是相較於過去需要查閱實體書籍才能進行查證，現今的人們更容易使用網路進行資訊驗證。Yu與Shen (2024)也提出，由於生活中虛假資訊氾濫，現代人對資訊驗證的需求性上升。同時，網路的迅速發展使得查核資訊正確性的機構也隨之增加(Amazeen, 2020)。另一個可能的原因是參與者事前就對GenAI工具給予的回應抱持懷疑和不信任的態度。Rudolph等 (2023)指出ChatGPT在回應準確性上的不穩定性將被視為一個重大缺陷，且若模型內的訓練資料帶有主流觀點或意見，可能會使ChatGPT產生偏見(Ray, 2023)。因此，本研究認為上述兩種因素可能是造成「驗證」學習方法使用頻率最高的主要原因。綜上所述，本研究之結果或許可以正向的看待GenAI工具在學習方法中的可能優勢，尤其是在「追問」、「情境設定」及「分治法」上的表現，換句話說，若是教育工作者欲促進學習者使用可能的深層學習方法，善用GenAI工具並鼓勵學習者使用這些學習方法是相當重要的。此外，本研究發現STEM與非STEM主修學生普遍重視「驗證」學習方法，反映出現代學生對資訊正確性的重視以及網路資源的便捷性。這些結果不僅提供了GenAI工具在教育應用中該如何適切使用的建議，亦為未來研究提供了豐富的方向，特別是針對如何進一步提升GenAI工具的回應準確性和減少偏見的問題。未來研究可以探索更多學科領域中的GenAI應用，並評估其對不同學習者的影響，以期全面提升教育品質與學習效果。

再者，本研究透過「學習方法樹」展示了多元學習方法之間的關聯與分布。結果顯示，STEM與非STEM主修大學生在學習方法選擇上，展現出不同複雜層級分支且組合方式相當發散。該結果可能顯示，就現階段而言，他們仍在探索如何最有效地利用這些工具來幫助自己的學習任務，不斷調整和更新自己可能的學習方法。換句話說，無論是STEM還是非STEM領域的學科背景，這些學生仍都在積極嘗試多種學習方法來清楚瞭解並嘗試發揮這些GenAI工具的潛力，且可能不清楚在自身特定的學習情境下該如何善用GenAI工具。但這種發散性可能也顯示出，學習方法並非一成不變，而是會隨著學習情境和工具的變化而調整。因此，該如何讓學習者培養具「調適性」(adaptive)的學習方法(Xia et al., 2024)，未來的實務教學策略應著重於如何設計合適的學習鷹架與課程設計，進而幫助學生逐步形成更有針對性和具學習實質效果的GenAI工具的使用方式。

值得注意的是，本研究使用卡方檢定進一步探討不同主修學生對學習方法的偏好差異。具體而言，STEM主修大學生更傾向於使用表層學習方法，而非STEM主修大學生則偏好深層學習方法。回顧過去的研究，Nelson Laird等 (2008)提到學科可以被區分成軟學科(soft discipline)與硬學科(hard discipline)。研究結果顯示，軟學科的學生(如社會科學相關領域)更傾向於使用深層學習方法，而硬學科(如科學相關領域)的學生則較少使用這些方法。換句話說，STEM學科被認為屬於硬學科，而非STEM學科則被視為軟學科(Vo et al., 2017)。造成這種現象的可能解釋是，學生在使用不同學習方法進行學習上存在學科之間的差異。這個解釋與Lindblom-Ylänne等 (2019)的研究一致，該研究顯示，與非STEM

學生相比，STEM學生採用表面學習方法的平均得分更高。舉例來說，在STEM學科中，問題通常有明確的解答或是計算過程，這使得表層學習方法中的複製和關鍵字等方法能夠快速提供STEM學生符合自身需求的解答。相比之下，非STEM學科的問題往往沒有單一正確答案，如申論題或是對作品的解讀等。學生需要透過情境設定和驗證等深層學習方法來理解和解釋複雜的概念。因此，由於STEM與非STEM學科性質的不同，導致參與者在學習方法的選擇上存在顯著差異。同時，這也反映了不同主修之群體在知識處理和問題解決策略的根本不同，這種差異突顯出學科本身在影響學習行為方面的關鍵作用。這些發現對於教學實踐有重要的啟示。首先，教師應考慮學科特性，針對不同學科設計適當的教學策略。在STEM課程中，可以加強學生的深層學習方法訓練，例如通過問題導向學習(Problem-Based Learning, PBL)和探究式學習(Inquiry-Based Learning, IBL)來提升學生的批判性思考和問題解決能力。對於非STEM課程，應鼓勵學生運用多樣化的學習方法，以促進學生的深層理解和創造性思維。未來的研究也可以進一步探討學生個體差異對學習方法選擇的影響。除了學科背景外，學生的學習風格、學習動機和認知能力等個體因素是否也會對學習方法的選擇產生顯著影響，是一個值得深入調查的問題。特別是在使用GenAI工具進行學習的情境下，分析這些個體因素與學習方法偏好的關聯性將有助於全面瞭解影響學習方法選擇的多重因素，並為教師提供實證依據以設計更具針對性的教學策略。

再者，本研究的一些限制亦可做為未來進一步研究的方向。首先，由於本研究為探索性研究，因此在研究初期時所邀請的參

與者樣本規模相對較小，樣本代表性較為不足，僅將參與者大致分成STEM與非STEM相關領域，無法更加深入探討不同子領域或專業背景的差異，亦限制了研究資料的分析方式，或是將研究結果的應用到不同學科背景的可行性。未來研究除了可以考慮擴大樣本規模，在資料分析方面能進行更為細緻的統計分析，例如運用不同的推論性統計分析方法，更仔細地進行STEM與非STEM相關領域學生在學習方法上之差異性分析，提供更具統計說服力的實徵證據，且可以納入更多元的年齡層、教育背景和文化背景，以提高結果的代表性和泛用性。同時，還可以進一步探索不同學科背景學生的學習動機等可能的差異，及其對學習成效的影響。其次，本研究透過半結構式訪談和現象圖學法來分析參與者如何運用GenAI工具進行學習。然而，質性方法也存在一定的侷限性，即半結構式訪談可能無法完全捕捉受訪者的真實想法和行為。因此，建議未來研究結合多種研究方法，例如實驗設計或觀察研究，以獲得

更全面的研究結果。基於本研究的發現，未來研究可以進一步探討不同學習方法的實際應用情況以找出更有效的學習策略。例如，深入研究GenAI工具的設計和功能可能對學習者帶來的影響，並提出相應的改進建議。此外，由於現今存在多種GenAI工具可供選擇，未來研究應評估學生對不同類型工具的偏好，以及這些工具在不同學科領域中的實際運用，從而為教育實踐和相關研究提供更具體的指導建議和方向。

誌謝

本研究承蒙中華民國國家科學及技術委員會補助部分經費得以完成，研究計畫編號MOST 110-2511-H-003-026-MY3、NSTC 112-2423-H-003-003-MY5；此外，本研究亦獲教育部高等教育深耕計畫之特色領域研究中心經費補助，由「國立臺灣師範大學學習科學跨國頂尖研究中心」支應，特此誌謝。

參考文獻

- Alasadi, E. A., & Baiz, C. R. (2023). Generative AI in education and research: Opportunities, concerns, and solutions. *Journal of Chemical Education*, 100(8), 2965-2971. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00323>
- Amazeen, M. A. (2020). News in an era of content confusion: Effects of news use motivations and context on native advertising and digital news perceptions. *Journalism & Mass Communication Quarterly*, 97(1), 161-187. <https://doi.org/10.1177/1077699019886589>
- Baidoo-Anu, D., & Ansah, L. O. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. *Journal of AI*, 7(1), 52-62. <https://doi.org/10.61969/jai.1337500>
- Biggs, J. B. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Australian Council for Educational Research.
- Chatterjee, S., & Bhattacharjee, K. K. (2020). Adoption of artificial intelligence in higher educa-

- tion: A quantitative analysis using structural equation modelling. *Education and Information Technologies*, 25(5), 3443-3463. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10159-7>
- Cheng, K.-H. (2017). Exploring parents' conceptions of augmented reality learning and approaches to learning by augmented reality with their children. *Journal of Educational Computing Research*, 55(6), 820-843. <https://doi.org/10.1177/0735633116686082>
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(2), 109-138. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200002\)37:2<109::AID-TEA3>3.0.CO;2-7](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2<109::AID-TEA3>3.0.CO;2-7)
- Chou, T.-L., Tang, K.-Y., & Tsai, C.-C. (2021). A phenomenographic analysis of college students' conceptions of and approaches to programming learning: Insights from a comparison of computer science and non-computer science contexts. *Journal of Educational Computing Research*, 59(7), 1370-1400. <https://doi.org/10.1177/0735633121995950>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46. <https://doi.org/10.1177/001316446002000104>
- Collins, A., & Halverson, R. (2009). *Rethinking education in the age of technology: The digital revolution and schooling in America*. Teachers College Press.
- Corwin, L. A., Morton, T., Demetriou, C., & Panter, A. T. (2020). A qualitative investigation of STEM students' switch to non-STEM majors post-transfer. *Journal of Women and Minorities in Science and Engineering*, 26(3), 263-301. <https://doi.org/10.1615/JWomenMinorScienEng.2020027736>
- Crown, S., Fuentes, A., Jones, R., Nambiar, R., & Crown, D. (2011). Anne G. Neering: Interactive chatbot to engage and motivate engineering students. *Computers in Education Journal*, 2(2), 24-34.
- Czerkowski, B. C. (2013). Strategies for integrating emerging technologies: Case study of an on-line educational technology master's program. *Contemporary Educational Technology*, 4(4), 309-321. <https://doi.org/10.30935/cedtech/6110>
- Dumapias, A., & Tabuzo, V. T. (2018). *Interest and confidence in mathematics and science: Precursors in choosing the STEM strand*. <http://doi.org/10.2139/ssrn.3359091>
- dos Santos, R. P. (2023). *Enhancing physics learning with ChatGPT, Bing Chat, and Bard as agents-to-think-with: A comparative case study*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2306.00724>
- Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Ismagilova, E., Aarts, G., Coombs, C., Crick, T., Duan, Y., Dwivedi, R., Edwards, J., Eirug, A., Galanos, V., Ilavarasan, P. V., Janssen, M., Jones, P., Kar, A. K., Kizgin, H., Kronemann, B., Lal, B., Lucini, B., ..., Williams, M. D. (2021). Artificial intelligence (AI): Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 57, Article 101994. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.08.002>

- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D. ..., Wright, R. (2023). Opinion paper: “So what if ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, Article 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Entwistle, N., & Ramsden, P. (2015). *Understanding student learning (Routledge revivals)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315718637>
- Foroughi, B., Senali, M. G., Iranmanesh, M., Khanfar, A., Ghobakhloo, M., Annamalai, N., & Naghmeh-Abbaspour, B. (2024). Determinants of intention to use ChatGPT for educational purposes: Findings from PLS-SEM and fsQCA. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 40(17), 4501-4520. <https://doi.org/10.1080/10447318.2023.2226495>
- Haleem, A., Javaid, M., & Singh, R. P. (2022). An era of ChatGPT as a significant futuristic support tool: A study on features, abilities, and challenges. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 2(4), Article 100089. <https://doi.org/10.1016/j.tbench.2023.100089>
- Hebebe, M. T., & Usta, E. (2022). The effects of integrated STEM education practices on problem solving skills, scientific creativity, and critical thinking dispositions. *Participatory Educational Research*, 9(6), 358-379. <https://doi.org/10.17275/per.22.143.9.6>
- Ilieva, G., Yankova, T., Klisarova-Belcheva, S., Dimitrov, A., Bratkov, M., & Angelov, D. (2023). Effects of generative chatbots in higher education. *Information*, 14(9), Article 492. <https://doi.org/10.3390/info14090492>
- Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students’ motivation. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(2), 303-327. <https://doi.org/10.1007/s10798-018-9441-8>
- Kalota, F. (2024). A primer on generative artificial intelligence. *Education Sciences*, 14(2), Article 172. <https://doi.org/10.3390/educsci14020172>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T. ..., Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, Article 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Kazu, İ. Y., & Kurtoglu Yalçin, C. (2021). The effect of STEM education on academic performance: A meta-analysis study. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 20(4),

101-116.

- Khalil, R. Y., Tairab, H., Qablan, A., Alarabi, K., & Mansour, Y. (2023). STEM-based curriculum and creative thinking in high school students. *Education Sciences*, 13(12), Article 1195. <https://doi.org/10.3390/educsci13121195>
- Laurillard, D. (2002). *Rethinking university teaching: A conversational framework for the effective use of learning technologies*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203160329>
- Lee, M.-H., Johanson, R. E., & Tsai, C.-C. (2008). Exploring Taiwanese high school students' conceptions of and approaches to learning science through a structural equation modeling analysis. *Science Education*, 92(2), 191-220. <https://doi.org/10.1002/sce.20245>
- Liang, J.-C., Su, Y.-C., & Tsai, C.-C. (2015). The assessment of Taiwanese college students' conceptions of and approaches to learning computer science and their relationships. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 24(4), 557-567. <https://doi.org/10.1007/s40299-014-0201-6>
- Liao, H., Xiao, H., & Hu, B. (2023). Revolutionizing ESL teaching with generative artificial intelligence—Take ChatGPT as an example. *International Journal of New Developments in Education*, 5(20), 39-46. <https://doi.org/10.25236/IJNDE.2023.052008>
- Lin, H.-M., & Tsai, C.-C. (2008). Conceptions of learning management among undergraduate students in Taiwan. *Management Learning*, 39(5), 561-578. <https://doi.org/10.1177/1350507608096041>
- Lindblom-Ylänne, S., Parpala, A., & Postareff, L. (2019). What constitutes the surface approach to learning in the light of new empirical evidence? *Studies in Higher Education*, 44(12), 2183-2195. <https://doi.org/10.1080/03075079.2018.1482267>
- Lo, C. K. (2023). What is the impact of ChatGPT on education? A rapid review of the literature. *Education Sciences*, 13(4), Article 410. <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- Lozano, A., & Blanco Fontao, C. (2023). Is the education system prepared for the irruption of artificial intelligence? A study on the perceptions of students of primary education degree from a dual perspective: Current pupils and future teachers. *Education Sciences*, 13(7), Article 733. <https://doi.org/10.3390/educsci13070733>
- Lund, B. D., Wang, T., Mannuru, N. R., Nie, B., Shimray, S., & Wang, Z. (2023). ChatGPT and a new academic reality: Artificial intelligence-written research papers and the ethics of the large language models in scholarly publishing. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 74(5), 570-581. <https://doi.org/10.1002/asi.24750>
- Marton, F. (1981). Phenomenography—Describing conceptions of the world around us. *Instructional Science*, 10(2), 177-200. <https://doi.org/10.1007/BF00132516>
- Marton, F. (1983). Beyond individual differences. *Educational Psychology*, 3(3-4), 289-303. <https://doi.org/10.1080/0144341830030311>

- Marton, F., & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning: I—Outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*, 46(1), 4-11. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1976.tb02980.x>
- Metzger, M. J., Flanagin, A. J., & Zwarun, L. (2003). College student web use, perceptions of information credibility, and verification behavior. *Computers & Education*, 41(3), 271-290. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(03\)00049-6](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(03)00049-6)
- Meyer, J. H. F. (2000). Embryonic “memorising” models of student learning. *Educational Research Journal*, 15(2), 203-221.
- Nelson Laird, T. F., Shoup, R., Kuh, G. D., & Schwarz, M. J. (2008). The effects of discipline on deep approaches to student learning and college outcomes. *Research in Higher Education*, 49(6), 469-494. <https://doi.org/10.1007/s11162-008-9088-5>
- Patton, M. Q. (1999). Enhancing the quality and credibility of qualitative analysis. *Health Services Research*, 34(5 Pt 2), 1189-1208.
- Ray, P. P. (2023). ChatGPT: A comprehensive review on background, applications, key challenges, bias, ethics, limitations and future scope. *Internet of Things and Cyber-Physical Systems*, 3, 121-154. <https://doi.org/10.1016/j.iotcps.2023.04.003>
- Richardson, J. T. E. (1999). The concepts and methods of phenomenographic research. *Review of Educational Research*, 69(1), 53-82. <https://doi.org/10.3102/00346543069001053>
- Rudolph, J., Tan, S., & Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher education? *Journal of Applied Learning & Teaching*, 6(1), 342-363. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Sallam, M. (2023). ChatGPT utility in healthcare education, research, and practice: Systematic review on the promising perspectives and valid concerns. *Healthcare*, 11(6), 887. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>
- Smith, T. W., & Colby, S. A. (2007). Teaching for deep learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 80(5), 205-210. <https://doi.org/10.3200/TCHS.80.5.205-210>
- Strzelecki, A. (2024). Students’ acceptance of ChatGPT in higher education: An extended unified theory of acceptance and use of technology. *Innovative Higher Education*, 49(2), 223-245. <https://doi.org/10.1007/s10755-023-09686-1>
- Thongsri, N., Shen, L., & Bao, Y. (2020). Investigating academic major differences in perception of computer self-efficacy and intention toward e-learning adoption in China. *Innovations in Education and Teaching International*, 57(5), 577-589. <https://doi.org/10.1080/14703297.2019.1585904>
- Tillotson-Chavez, K., & Weber, J. (2024). A new generation of citizen scientists: Self-efficacy and

- skill growth in a voluntary project applied in the college classroom setting. *Citizen Science: Theory and Practice*, 9(1), Article 7. <https://doi.org/10.5334/cstp.641>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., & Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10, Article 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Vo, H. M., Zhu, C., & Diep, N. A. (2017). The effect of blended learning on student performance at course-level in higher education: A meta-analysis. *Studies in Educational Evaluation*, 53, 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.01.002>
- Wang, T., Lund, B. D., Marengo, A., Pagano, A., Mannuru, N. R., Teel, Z. A., & Pange, J. (2023). Exploring the potential impact of artificial intelligence (AI) on international students in higher education: Generative AI, chatbots, analytics, and international student success. *Applied Sciences*, 13(11), Article 6716. <https://doi.org/10.3390/app13116716>
- Xia, Q., Weng, X., Ouyang, F., Lin, T. J., & Chiu, T. K. F. (2024). A scoping review on how generative artificial intelligence transforms assessment in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, Article 40. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00468-z>
- Yang, Y.-F., & Tsai, C.-C. (2010). Conceptions of and approaches to learning through on-line peer assessment. *Learning and Instruction*, 20(1), 72-83. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.01.003>
- Yu, W., & Shen, F. (2024). Mapping verification behaviors in the post-truth era: A systematic review. *New Media & Society*, 26(3), 1703-1727. <https://doi.org/10.1177/14614448231191138>

Taiwanese University Students' Approaches to Learning by Generative Artificial Intelligence: A Comparison Between STEM and Non-STEM Majors

Yao-Chu Chang¹, Yang-Hsin Fan² and Tzung-Jin Lin^{3,*}

¹Graduate Institute of Information and Computer Education, National Taiwan Normal University

²Department of Educational Psychology, The University of Texas at Austin

³Program of Learning Sciences & Institute for Research Excellence in Learning Sciences, National Taiwan Normal University

Abstract

Generative artificial intelligence (GenAI) has emerged as a promising tool in the educational landscape, with the potential for being applied in various learning contexts. Despite its potential, how to utilize GenAI tools for learning remains largely unexplored. This study aims to explore the approaches to learning employed by Taiwanese university students by using GenAI tools. Through a phenomenographic analysis of semi-structured interviews with 28 university students, seven approaches were identified: “Copy,” “Keyword,” “Trial and error,” “Probing,” “Contextualization,” “Divide and conquer,” and “Verification.” The findings also revealed similarities and differences in learning approaches between the STEM and non-STEM students. For instance, “Trial and error” was the most common approach for both groups. These categories were then categorized into surface and deep learning approaches. Chi-square tests indicated that the STEM students were more inclined towards adopting surface learning approaches, while the non-STEM students favored deep learning approaches. These findings advance understanding of how different academic backgrounds may influence the adoption of approaches to learning and provide insights for future educational practices and research.

Key words: STEM Education, University Student, Generative Artificial Intelligence, Phenomenography, Approaches to Learning

* Corresponding author: Tzung-Jin Lin, tzungjinlin@ntnu.edu.tw; ORCID: 0000-0002-1649-6157

Received: 2024/4/30, Revised: 2024/9/23, Accepted: 2024/9/24, Available Online: 2024/11/29