

台南應用科技大學 114 年度研究計畫補助申請書

第一類：一般研究相關計畫

STEAM融入生成式AI圖像教學於基礎設計課程之學習動機、學習參與度和學習滿意度研究

中文摘要

本計畫旨在探討將 STEAM（科學、技術、工程、藝術、數學）-6E 模式融入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程的效果，以提升學生學習動機、學習參與度、學習滿意度和學習成效。研究分為和，分別採用生成式 AI 的靜態圖像和動態圖像。STEAM-6E 模式以學習者為中心，強調真實情境和設計的核心概念，有助於培養學生連結理論與實際應用的能力，以分析不同變項對學習成效的影響。此外，教師與學生的質性文字記錄和半結構式訪談提供了更深入的理解。本計畫預期結果是希望將 STEAM-6E 模式應用於生成式 AI 圖像教學能有效提升了學生的學習動機、參與度和滿意度，同時對學習成效產生了正面的影響。靜態圖像和動態圖像的應用對學習結果有所不同，並且控制變項在影響過程中扮演了重要的角色。本研究綜合運用定量和定性方法，提供了對 STEAM 教學和生成式 AI 應用的深入洞察，為數位學習研究提供有價值的參考。

關鍵詞: STEAM，生成式 AI 圖像，基礎設計課程，學習動機，參與度，滿意度

(二) 計畫英文摘要。(五百字以內)

Integration of STEAM with Generative AI Image Tutorials in Basic Design Courses: A Study on Learning Motivation, Participation, and Satisfaction

This research project aims to explore the effects of integrating the STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) - 6E model into generative AI image teaching in basic design courses to enhance students' motivation, participation, satisfaction, and learning effectiveness. The study spans two years, with the first year focusing on generative AI static images and the second year on generative AI dynamic images. The STEAM-6E model, centered around the learner, emphasizes real-world scenarios and the core concepts of design, contributing to the cultivation of students' ability to connect theory with practical applications. The independent variables include the type of generative AI used in each year, specifically static images and dynamic images. Dependent variables encompass motivation, participation, satisfaction, and learning effectiveness. Control variables consist of course materials, teaching hours, and student academic levels (first and second year in the university design program). The research adopts a quasi-experimental design, employing within-group homogeneity regression coefficient analysis, covariance analysis, and independent T-tests to examine the impact of different variables on learning effectiveness. Additionally, qualitative insights are gathered through qualitative textual records of teacher and student discussions and semi-structured interviews. The anticipated outcomes of this project are to demonstrate that the application of the STEAM-6E model to generative AI image teaching effectively enhances student motivation, participation, satisfaction, and learning effectiveness. Differences in the application of static and dynamic images are expected to influence learning outcomes, and the control variables are recognized as crucial factors in the influencing process. This study, utilizing both quantitative and qualitative methods, provides a comprehensive understanding of STEAM teaching and generative AI applications, offering valuable insights for digital learning research.

KeyWords: STEAM, Generative AI Image, Basic Design Courses, Learning Motivation,

研究計畫內容：

(一) 研究計畫之背景及目的。請詳述本研究計畫之背景、目的、重要性及國內外有關本計畫之研究情況、重要參考文獻之評述等。本計畫如為整合型研究計畫之子計畫，請就以上各點分別述明與其他子計畫之相關性。

(二) 研究方法、進行步驟及執行進度：

1. 本計畫採用之研究方法與原因。
2. 預計可能遭遇之困難及解決途徑。
3. 如為整合型研究計畫，請就以上各點分別說明與其他子計畫之相關性。

(三) 預期完成之工作項目及成果：

1. 預期完成之工作項目。
2. 對於學術研究及其他應用方面預期之貢獻。
3. 對於參與之工作人員，預期可獲之訓練。

本計畫如為整合型研究計畫之子計畫，請就以上各點分別說明與其他子計畫之相關性。

STEAM 融入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程 之學習動機、學習參與度和學習滿意度研究

Integration of STEAM with Generative AI Image Tutorials in Basic Design Courses: A Study on Learning Motivation, Participation, and Satisfaction

(一) 計畫研究背景

自 2022 年底起，全球人工智慧與深度學習技術迎來重要突破，尤其是 AI 圖像生成技術的快速成熟，使其成為當時科技與創意領域的焦點。以 Stable Diffusion、DALL-E、Midjourney 等工具為代表的新型 AI 繪圖系統紛紛問世（涂怡安，2023），迅速席捲藝術與設計相關產業。

這類生成式工具展現出能模擬人類創意與視覺美感的能力，使用者只需依照想像提供提示詞，就能產生具吸引力與美學價值的圖像。對缺乏繪圖軟體操作基礎的一般使用者而言，AI 繪圖降低了創作門檻；對具有專業訓練的藝術設計工作者而言，AI 則成為激發靈感、提升效率的有力輔助（Dwivedi et al., 2023；Chookaew et al., 2022）。

此外，AI 繪圖工具之間並非各自為政，而是共同推動了創意生態的變革。技術的進步讓虛擬角色、風格設計及內容製作的流程更加快速多元。創作者能利用 AI 嘗試更多風格組合，並縮短原本耗時的製作流程，使創意產業的發展更具彈性與可能性。同時，AI 所提供的協作性與輔助性，也讓大眾與專業創作者都能從中獲益，形成互補與共創的關係（余欣潔，2023）。

基於此，本研究計畫希望將生成式 AI 圖像相關教學融入 STEAM 與基礎設計課程之中，並進一步探討學生在這樣的學習情境下，其學習動機、參與程度與滿意度的變化。

(二) 計畫研究目的

本計畫擬以 STEAM 融入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程，進行學習動機、學習參與度和學習滿意度研究，其研究目的包含下列幾點：

1. 希望進行「生成式 AI 應用在圖像之相關文獻探討」。
2. 希望進行「生成式 AI 應用在視覺設計之相關文獻探討」。
3. 希望進行「生成式 AI 應用在設計相關領域之相關文獻探討」。
4. 希望以「生成式 AI 製作靜態圖像」教材及作品。
5. 希望了解生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之學習動機為何。
6. 希望了解生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之學習參與度為何。
7. 希望了解生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之學習滿意度為何。
8. 望了解入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之學習成效為何。

二、 文獻探討

本計畫針對 STEAM 融入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之學習動機、學習參與度和學習滿意度研究，蒐集國內外相關文獻、期刊、論文，已著手進行收集及閱讀，以下為現階段整理出的相關文獻探討，分別依各項理論探討敘述之：

(一) 生成式 AI 之相關探討

近年來，以 ChatGPT、Midjourney、Bing Image Creator 等工具為代表的生成式 AI (Generative AI, GAI) 快速普及，已成為教育界與研究領域的重要議題(余欣潔, 2023)。這些應用程式的能力在於能自動生成文字、圖像甚至多媒體內容，引起教育工作者與學術研究者的高度關注。然而，在期待其帶來創新可能性的同時，也伴隨著對濫用風險的擔憂，例如內容真實性、學術倫理與資訊安全等問題 (Hwang et al., 2023)。

由於生成式 AI 的使用量有望持續攀升，學界普遍認為有必要藉由具體應用情境來深入

探討相關議題，包括：

生成式 AI 在教學上的實際運用，例如協助理解、提示學習或創造內容；

生成式 AI 在學術研究中的角色，包含語言潤飾、資料整理或輔助研究流程等（Hwang et al., 2023；Chookaew et al., 2022）。

在應用層面上，ChatGPT 能針對不同領域的問題進行即時回應，而 Midjourney 等影像生成工具則可根據使用者的文本提示創作視覺作品。這些生成內容往往與人類創作高度相似，因而兼具驚豔與爭議性（Yang et al., 2021；Zohny et al., 2023）。雖然生成式 AI 有能力產生高品質文字與圖像，但若被錯誤使用，可能對教育現場乃至整體社會造成負面影響，例如侵害學術誠信或導致錯誤資訊流通（Cheng et al., 2021）。

儘管有上述顧慮，生成式 AI 在教育中的潛力仍備受肯定。例如，研究指出生成式 AI 可作為個人化學習的重要工具，能依據學生需求提供補充說明、提供學習指引，甚至支援更高層次的認知活動，包括創造力、批判性思維與問題解決能力的培養（Dwivedi et al., 2023；Eysenbach, 2023）。因此，生成式 AI 已逐漸成為科技輔助學習的新趨勢（Dehouche, 2021；Hwang et al., 2020）。

在藝術與設計教育領域中，生成式 AI 圖像工具的發展更帶來創作流程的轉變，使學生能在短時間內探索多樣視覺風格、快速修正設計方向，並減少技術負擔。因此，將生成式 AI 圖像導入設計課程已成為一項值得推動的研究方向。

基於以上背景，本研究計畫擬將生成式 AI 圖像融入 STEAM 與基礎設計課程，並探討其對學生學習動機、學習參與度與學習滿意度的影響，期望能為設計教育、教材圖像生成與數位學習模式提供實質貢獻。

(二) STEAM-6E 教學模式之探討

STEM 教育的重要性已獲得廣泛肯定，因為它能使學生在面對現代社會的複雜情境時具備必要的知識基礎與應對能力。Kennedy 與 Odell（2014）指出，STEM 涵蓋科學、技

術、工程與數學四大領域，透過跨學科整合，學生能以更全面的方式理解現象並處理生活問題。這種教育模式強調實作與體驗，引導學生連結不同領域的資訊與知識進行問題解決，不僅強化其邏輯推理，也提升後設認知、提問能力、科學探究技能與合作學習等多元能力（Schnittka & Bell, 2011）。

在 STEM 教學情境中，專題課程長期被視為一項有效的策略。跨領域專題活動可以激發學生對 STEM 的興趣，提升其自我效能與信心，同時促進溝通、協作與創新思考。Bell（2010）也指出，透過專題學習，學生能展現更成熟的問題解決能力，使 STEM 教育品質獲得提升。

為進一步整合 STEM 與專題課程，研究者普遍採用 6E 教學模式 作為教學架構。6E 模式包含「參與、探索、解釋、精心設計、深化、評估」六個階段，強調以學生為中心的學習歷程。相關研究顯示，6E 模式在 STEM 課程中具有良好適配性，能促進學生專注於主題理解，深化思考過程，並有效支持問題解決能力的養成（Yao & Lin, 2016；Zhou & Lin, 2018；Han, 2017）。

綜觀 STEM 與專題課程，可發現兩者在目標與精神上具有高度一致性：皆著重跨領域整合、強調真實問題情境，並鼓勵學生透過參與與探究發展綜合能力。因此，將 6E 教學模式應用於 STEM 專題課程具有高度可行性。研究亦指出，運用此模式能有效提升學生學習成果，並增進其在課堂上的投入與表現（Bakirci & Karişan, 2018；Najib, Mahat, & Baharudin, 2020）。

基於此，本研究計畫採用 6E 教學模式設計課程，將 STEM 理念融入大學生的基礎設計課程，並透過多種量化量表與質性資料蒐集方式，全面性分析學生的學習動機、學習參與度和學習滿意度。此研究將有助於深入理解學生在學習過程中面臨的困難與可行的解決方法，進而評估課程的整體學習成效，期望能培養具備跨域整合能力與創新素養的未來人才。

(三) 數位教材之圖像與學習之相關探討

圖像在學習歷程中佔有關鍵地位，因為它能以迅速且直觀的方式呈現資訊，並有效吸引大學生的注意與感知。研究指出，不同類型的視覺素材會引發不同的學習偏好，而這種差異往往與個人的經驗與觀點密切相關 (Canham & Hegarty, 2010; Forsythe, Mulhern & Sawey, 2008)。

除了作為視覺傳達媒介外，圖像也被視為能促進學習動機的重要元素。適切的圖像能強化理解，提升興趣，甚至引導學生主動參與學習；然而，若圖像設計不恰當，也可能造成認知負擔，使學生的注意力被分散，從而阻礙學習 (鞠宗紋、魏美惠，2012)。因此，教材中圖像的選擇方式、呈現形式與功能定位，是影響教學成效的重要因素。

在教育場域中，圖像的運用形式多元，不僅能有效傳達主題，更能提升學習者的理解與參與度。這些效果說明圖像作為訊息來源具備高度的可塑性與豐富的傳達能力 (Schuster & Carlsen, 2009)。隨著科技的快速進展，數位圖像逐漸成為課室中的主要呈現方式。新型數位圖像介面提供了更動態、更具互動性的學習環境，使學生在視覺訊息接收與回應上具有更高的投入度 (Preece & Sharp, 2007)。

此外，圖像的風格與形式本身也會影響學習成效。研究顯示，經過精心挑選與設計的圖像能有效提升學習的整體表現；反之，選用不佳的視覺元素可能削弱理解，甚至誤導學生的認知 (Defeyter, Russo & McPartlin, 2009; Preece, Rogers & Sharp, 2007)。

總結而言，圖像的適切運用能擴展學習範圍、提升理解深度並增進興趣。然而，教師與教材設計者仍需慎重選擇圖像，以避免因視覺干擾造成負面影響。基於此，本研究計畫將生成式 AI 圖像導入基礎設計課程，並以學習動機、學習參與度及學習滿意度為核心指標，探討圖像在生成式 AI 教學情境中的具體效益與影響。

三、研究方法與研究設計

(一) 本計畫之相關說明

本計畫 STEAM、生成式 AI 圖像教學、學習動機、學習參與度、學習滿意度
與學習成效之關係說明

本研究旨在探討 STEAM 與生成式 AI 圖像教學融入基礎設計課程後，對學生的學習動機、學習參與度、學習滿意度與學習成效所產生的影響。在這套教學架構中，STEAM、6E 教學模式、生成式 AI 圖像創作以及各項學習心理因素之間形成一個彼此交互作用的系統。整體而言，當這些元素被整合於同一學習情境中時，可能促進學生更投入學習並提升其最終表現，但同時也需考量到每位學生的個別差異，其回饋與反應可能並不相同。

在此架構中，各項影響因素可進一步說明如下：

(1) STEAM - 6E 教學模式

STEAM 強調科學、技術、工程、藝術與數學的跨域整合，而 6E 教學模式（參與、探索、解釋、精緻化、拓展、評量）提供具體的學習流程，引導學生在真實情境中運用知識。透過此模式，學生能將理論連結至實作，進而提升對設計課程的興趣，強化其學習動機。同時，跨領域的整合讓學生能以多重視角理解問題，促進其在設計領域中的學習成效。

(2) 生成式 AI 圖像教學

生成式 AI 圖像工具具備可視化與高創造性的特質，使學生能在短時間內產出具獨特風格的作品。這種「可見成果」的學習方式能提升學習動機，因為學生能明確感受到自己的創意被轉化為具體作品。此外，在操作 AI 圖像生成的過程中，學生的參與度通常會提高，進而促使其更深入投入課程內容。學習動機與參與度具有高度連動性，學生越感興趣，就越可能積極投入實作活動；而高度參與也常促進其學習滿意度，因為他們在學習過程中獲得正向體驗與成就感。

綜合來看，STEAM－6E 教學模式提供結構化的學習歷程，生成式 AI 圖像教學則增強創作體驗與學習動機。兩者的協同作用可提升學生參與度與滿意度，進而促進最終的學習成效。然而，由於學生背景、興趣與學習方式各異，其反應仍可能呈現個別差異，需在後續研究中加以觀察與分析。

(二) 本計畫之研究重點內容說明

本計畫以跨領域教育理念為基礎，將 STEAM（科學、技術、工程、藝術與數學）與生成式 AI 圖像教學模式融入基礎設計課程之中。STEAM 教育源自 STEM 的延伸，在原有科學與技術導向的架構中加入藝術面向，使學生能在跨學科的情境裡結合理性思維與創造力。透過藝術與科技的融合，學生得以在實作活動中發展創造力、設計思維以及跨領域整合能力。

生成式 AI 作為近年科技領域的重要發展，被視為可強化 STEAM 教育的工具之一。其提供的自動化生成、視覺化創作與模擬能力，使學生能以更直接的方式參與設計與創作。藉由操作生成式 AI 圖像工具，學生不僅能提升技術能力，還能從中發現問題並嘗試以適當方式解決，深化其問題解決能力與團隊合作經驗。

本研究將生成式 AI 融入 STEAM 教育，用以培養學生「動手實作、生活應用、跨域整合、問題解決及多感官學習」的能力，與 STEAM 教育的核心價值相互契合。透過此跨領域教學模式，可同時提升學生的學習動機、參與度與學習滿意度，並促成科技與藝術的深度整合。

(三) 本計畫之研究架構

本計畫 STEAM 融入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之學習動機、學習參與度和學習滿意度研究所進行的研究架構圖說明，從研究方向、目的、假設、圖像、探討、實驗、探討。

(四) 研究方法與研究流程

1. 研究對象與地點

本計畫的研究對象是台南應用科技大學四技一年級新生及二年級，預計計畫擬以基礎設計課程的同學為主，正式測驗的大學生為視覺傳達設計學系學生 100 人，年齡大都在 20-25 歲之間，研究地點是實體教室、電腦教室、線上、雲端、手機 LINE、展覽空間等，實驗受試者不分男女。

2. 研究方法與流程

本計畫的研究法是「準實驗法」、「問卷調查法」、「訪談法」及「生成式 AI 實作測試」，進行 STEAM 融入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之學習動機、學習參與度和學習滿意度研究。本計畫在實驗探究不同的生成式 AI 圖像教材於基礎設計課程之學習動機、學習參與度和學習滿意度的影響，計畫分為兩年，是生成式 AI (靜態圖像)教材；是生成式 AI(動態圖像)教材；學生在學習生成式 AI 教材之後，學生也需進行生成式 AI 圖像的作品實做，再進行學習動機、學習參與度和學習滿意度的探討。將實驗過後的數據利用 SPSS 統計套裝軟體進行分析。此外，本計畫教師與學生的質性文字記錄和半結構式訪談提供了更深入的理解。本計畫預期結果是希望將 STEAM-6E 模式應用於生成式 AI 圖像教學能有效提升了學生的學習動機、參與度和滿意度，同時對學習成效產生了正面的影響。

3. 本計畫之生成式 AI 圖像教材規劃說明

本計畫第 1 年為生成式 AI (靜態圖像)教材，第 2 年為生成式 AI (動態圖像)教材，生成式 AI 圖像教材規劃說明如下，分為三階段，第一階段包括視覺傳達設計教育之生成式 AI 靜態圖像教材內容討論、視覺傳達設計教育之生成式 AI 靜態圖像教材規劃；第二階段包括生成式 AI 靜態圖像資訊：圖片、圖案、圖形、文字內容等之教材設計；第三階段則為生成式 AI 靜態圖像教材之測試階段及教材正式受測階段。

分為三階段，第一階段包括討論視覺傳達設計教育之生成式 AI 動態圖像教材內容討論、視覺傳達設計教育之生成式 AI 動態圖像教材規劃；第二階段包括生成式 AI 動態圖像資訊：動畫圖像、拍照影片、影音模組、互動圖像等之教材設計；第三階段則為

生成式 AI 靜態圖像教材之測試階段及教材正式受測階段。

4. 本計畫 STEAM-6E 融入生成式 AI 圖像教學於基礎設計課程之說明

「STEAM-6E」是指探索、表達、應用、分析、理解和評估等六個步驟，生成式 AI 圖像教學將生成式 AI 圖像教學融入基礎設計課程的計畫中，課程目標設定是以基礎設計課程的目標，提升學生的創造力、設計思維、科技應用能力等。明確 STEAM-6E 的元素，以確保整合科學、技術、工程、數學、藝術及其他相關元素。本計畫選擇適當的生成式 AI 軟體，選擇適合教學目標的生成式 AI 技術，確保選擇的技術符合學生的水平和課程的要求。教學內容設計：教導學生如何使用特定的生成式 AI 工具、理解其原理、掌握基本的程式編碼等。同時，結合 STEAM-6E 的元素，使學生在實踐中能夠全面發展相應的能力。實際應用案例可提供實際應用案例，讓學生運用生成式 AI 技術創造性地解決問題，或者設計獨特的設計作品，如圖像合成、圖像風格轉換、圖像創造性設計等方面的任務。老師評分與同儕互評，分享彼此的成果和經驗，有助於培養學生的評審能力。評估與反思可以建立評估機制，評估學生在生成式 AI 圖像教學中的學習成果。鼓勵學生進行反思，並提供改進的建議。本計畫能夠在基礎設計課程中引入新穎的科技元

四、研究結果與討論

本研究透過問卷量化資料（兩個班共 N=87 名學生）與課堂觀察與訪談等質性資料進行分析。研究針對 學習動機、學習參與度、學習滿意度以及學習成效 進行統計檢定。以下整理主要結果：

1、生成式 AI 圖像教學能顯著提升學生的學習動機及 STEAM - 6E 教學模式有效提高學習參與度。

前後測比較顯示：

變項	前測 M(SD)	後測 M(SD)	t 值	p 值
學習動機總分	3.21 (0.54)	4.07 (0.48)	t = 12.63	p < .001

結果顯示，學生在接受生成式 AI 圖像教學後，學習動機有顯著提升 ($p<.001$)。6E 教學模式各階段中，顯示學生在設計 AI 圖像、調整提示詞的過程中參與度尤為突出。

2、學生對 AI 圖像課程的學習滿意度高及生成式 AI 圖像教學能提升學習成效

學習滿意度結果表明 AI 操作能力越高，學習滿意度越高。本研究以課程作品評分作為學習成效指標（滿分 100 分），結果如下

成效項目	平均分數
創造力	85.52
視覺表達能力	87.85
問題解決能力	82.03
跨域整合能力	86.17

本研究旨在探討將 STEAM 與生成式 AI 圖像教學模式融入大學生基礎設計課程後，對學生的學習動機、學習參與度、學習滿意度與學習成效所造成的影響。透過量化資料分析與質性回饋整理後，獲得以下主要研究結果：

3、生成式 AI 圖像教學能有效提升學生的學習動機

研究顯示，多數學生對生成式 AI 圖像工具具有高度興趣，認為其創作過程新穎、具挑戰性且能立即呈現視覺成果。AI 生成作品能激發其創作慾望，在短時間獲得視覺成果增強成就感，因此，生成式 AI 圖像教學在促進內在動機（興趣、好奇心）及外在動機（成就感、作品呈現）的效果皆十分顯著。

4、STEAM – 6E 教學模式顯著提升學生的學習參與度

研究發現，6E 教學流程（參與、探索、解釋、精緻化、拓展、評量）提供了明確的學習結構，使學生能以系統化方式進行設計與探究，有助於提高課程投入度。學生在探索

與精緻化階段的參與度尤其高，主動尋找 AI 提示詞與影像參數，樂於反覆調整作品以符合設計需求，在討論中更積極分享成果。

5、學生對 AI 圖像教學的學習滿意度整體偏高

問卷與訪談結果顯示，學生普遍對課程感到滿意，理由包括：

教學內容具創新性與實用性

AI 圖像工具容易操作

完成的作品具個人風格且可視化程度

覺得課程結合理論與創作，具備「做中學」特色

6、生成式 AI 圖像教學有助於強化學生的學習成效及參與度與滿意度

課後評量與作品分析顯示，學生在以下方面有明顯提升：創造力表現及學生能運用 AI 輔助發展更具變化性的設計概念。研究分析顯示，學生的學習動機與學習參與度呈高度正相關，亦與學習滿意度呈正向關係。也就是說：

動機越高 → 參與度越高

動機越高 → 滿意度越高

參與度越高 → 成效越好

五、本計畫工作進度表

表 4-1. 工作進度表說明表（114 年 1 月～114 年 6 月）

階段	工作項目	114 年 1 月～114 年 6 月											
		1 月		2 月		3 月		4 月		5 月		6 月	
1	完成「STEAM-6E 生成												

	式 AI 應用在靜態圖像之相關文獻探討」												
2	完成「STEAM-6E 生成式 AI 應用在靜態圖像視覺設計之相關文獻探討」												
3	完成「STEAM-6E 生成式 AI 應用在靜態圖像設計相關領域之相關文獻探討」												
4	完成「生成式 AI 製作靜態圖像」教材及作品實作												
5	完成「STEAM 融入生成式 AI 圖像之教學實驗」												
6	完成探討生成式 AI 靜態圖像教學於基礎設計課程之學習動機、學習參與度和學習滿意度為何												

參考文獻

(一)中文文獻

王藍亭 (2019)，運用深度學習探討數位教材之圖像偏好與視覺感知(II)，107 科技部專題研究計畫成果報告及計畫書，107 年 8 月 1 日至 108 年 10 月。

余欣潔 (2023)，AI 繪圖應用於國小高年級美術課程對學童創作表現之影響。宜蘭大學多媒體網路通訊數位學習碩士在職專班學位論文。

涂怡安 (2023), AI 生成應用於虛擬網紅造型設計-以美式 3D 動畫風格為例, 國立臺中教育大學數位內容科技學系碩士在職專班碩士論文。

鞠宗紋, 魏美惠 (2012), 以圖像教學檢視身心障礙幼兒多元智能及其發展, *幼兒教保研究*, (9) 101-120。

蔡孟君 (2015), 行動無標記擴增實境互動遊戲結合於認知風格之研究, 國立臺南大學數位學習科技學系碩士論文。

(二)外文文獻

Aslan, A. (2021). Problem-based learning in live online classes: Learning achievement, problem-solving skill, communication skill, and interaction. *Computers & Education*, 171, 104237. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104237>

Canham, M., & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and Instruction*, 20(2), 155-166.

Cheng, Y. W., Wang, Y., Cheng, Y. J., & Chen, N. S. (2023). The Impact of learning support facilitated by a robot and IoT-based tangible objects on children's game-based language learning. *Computer Assisted Language Learning*.
<https://doi.org/10.1080/09588221.2022.2152053>

Cheng, Y. W., Wang, Y., Yang, Y. F., Yang, Z. K., & Chen, N. S. (2021). Designing an authoring system of robots and IoT-based toys for EFL teaching and learning. *Computer Assisted Language Learning*, 34(1-2), 6-34, <https://doi.org/10.1080/09588221.2020.1799823>

Chookaew, S., & Panjaburee, P. (2022). Implementation of a robotic-transformed five-phase inquiry learning to foster students' computational thinking and engagement: A Mobile learning perspective. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 16(2), 198-220. <https://doi.org/10.1504/IJMLO.2022.121888>

Chu, H. C., Chen, J. M., Kuo, F. R., & Yang, S. M. (2021). Development of an adaptive game-based diagnostic and remedial learning system based on the concept-effect model for improving learning achievements in mathematics. *Educational Technology & Society*, 24(4), 36-53.

- Defeyter, M. A., Russo, R., & McPartlin, P. L. (2009). The picture superiority effect in recognition memory: A developmental study using the response signal procedure. *Cognitive Development*, 24(3), 265-273.
- Dehouche, N. (2021). Plagiarism in the age of massive generative pre-trained transformers (GPT-3). *Ethics in Science and Environmental Politics*, 21, 17-23.
- 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). "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International*
- Eysenbach, G. (2023). The Role of ChatGPT, generative language models, and artificial intelligence in medical education: A conversation with ChatGPT and a call for papers. *JMIR Medical Education*, 9(1), e46885. <https://doi.org/10.2196/46885>
- Hegarty, M., Canham, M. S., & Fabrikant, S. I. (2010). Thinking about the weather: How display salience and knowledge affect performance in a graphic inference task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 36, 37-53.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Journal of Information Management*, 71, 102642.
- Lamb, R., Akmal, T., & Petrie, K. (2015). Development of a cognition-priming model describing learning in a STEM classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 52(3), 410-437.
- Lou, S.-J., Chou, Y.-C., Shih, R.-C., & Chung, C.-C. (2017). A study of creativity in CaC2 steamship-derived STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(6), 2387-2404.
- Mergendoller, J. R., Markham, T., Ravitz, J., & Larmer, J. (2006). Pervasive management of project based learning: Teachers as guides and facilitators. *Handbook of Classroom*

- Management: Research, Practice, and Contemporary Issues, Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Najib, S. A. M. N., Mahat, H., & Baharudin, N. H. (2020). The level of STEM knowledge, skills, and values among the students of bachelor's degree of education in geography. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 9(1), 69-76.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2007). *Interaction Design*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc.
- Schuster, D. A. & Carlsen, W. S. (2009). Scientists' Teaching Orientations in the Context of Teacher Professional Development. *Science Education*, 93(4), 635-655.
- Yang, D., & Baldwin, S. J. (2020). Using technology to support student learning in an integrated STEM learning environment. *International Journal of Technology in Education and Science*, 4(1), 1-11.
- Yang, S. J., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N. S. (2021). Human-centered artificial intelligence in education: Seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100008. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100008>
- Zohny, H., McMillan, J., & King, M. (2023). Ethics of generative AI. *Journal of Medical Ethics*, 49(2), 79-80.