

基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式對學習者認知負荷、學習動機與成效之影響

Effects of a Generative AI-Supported Panoramic Learning Model on Learners' Cognitive Load, Learning Motivation, and Learning Achievement in a Museum Context

陳君銘^{1*}, 葉鎮源¹

¹臺灣自然科學博物館營運典藏與資訊組

*jackychen.academic@gmail.com

【摘要】 隨著生成式人工智慧與沉浸式媒體技術的快速發展，環景技術已廣泛應用於博物館數位學習環境，使學習者得以在擬真情境中進行知識探索與理解。然而，現有多數環景導覽系統仍以靜態資訊呈現為主，缺乏有效的學習引導機制與即時回饋功能，進而影響學習動機與學習成效。為此，本研究提出基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式，透過系統化學習引導機制協助學習者組織知識並促進學習歷程中的整合。實驗結果顯示，本研究所提出的生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式在不顯著增加學習者認知負荷的情況下，能有效提升學習者之學習動機及學習成效。

【關鍵字】 生成式人工智慧；環景學習；認知負荷；學習動機；學習成效

Abstract: With the rapid advancement of Generative Artificial Intelligence (GenAI) and immersive media technologies, panorama technology has been widely applied in museum-based digital learning environments, enabling learners to explore and understand knowledge within authentic and realistic contexts. However, most existing panorama-based guidance systems primarily focus on static information presentation and lack effective learning guidance mechanisms and real-time feedback functions. To address this issue, this study proposes a GenAI-based panorama learning model for museum contexts, which incorporates systematic learning guidance mechanisms to assist learners in organizing knowledge and facilitating the integration of learning processes. The experimental results indicate that the proposed model does not significantly increase learners' cognitive load, while significantly enhancing their learning motivation and learning achievement.

Keywords: Generative AI; panorama learning; cognitive load; learning motivation; learning achievement

1. 前言

近年來，數位科技與沉浸式媒體技術之快速發展，為博物館教育帶來新的學習模式與應用可能。其中，環景技術（panorama technology）透過 360 度或 720 度影像建構擬真場域，使學習者能突破時間與空間限制在線上虛擬展場中進行探索與學習，已成為博物館推動數位學習與遠距教育的重要工具（Wiryawan & Nuraisyah, 2023; Zhuang, Xu, Yang, & Wei, 2022）。

然而，現有多數環景導覽系統仍以資訊展示為主要設計核心，其互動方式多侷限於單點瀏覽等操作，缺乏有效的學習引導與即時回饋機制（Chang & Suh, 2025）。在此情境下，學

習者往往處於被動接收資訊的狀態，難以進行深層理解與知識建構，如何提供適切的學習支持機制，已成為博物館數位學習設計的重要議題。

隨著生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, GenAI）技術的發展，GenAI 具備自然語言理解與內容生成能力，使其能夠在學習過程中依據學習者之提問與學習情境，即時生成回應內容，並提供引導性提示與補救說明，有助於支持學習過程並促進概念理解（Huang, Lin, Su, Yen, & Yang, 2025）。此種以互動為核心之學習支持機制，為改善環景學習缺乏引導之問題提供了新的可能。

為此，本研究提出基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式，並建置結合 AI 智慧導覽員與人形導覽互動之環景學習系統。藉由主題式導覽設計與 AI 即時互動機制，使學習者能於探索過程中透過自然語言進行提問，進而引導其主動觀察展覽與展物、深化探索歷程與學習體驗，同時協助學習者建構與統整知識概念，強化對學習內容之理解與掌握，並進一步探討生成式 AI 導覽於博物館環景學習情境中對學習者認知負荷、學習動機與學習成效之影響。

2. 基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式之系統建置

本研究整合沉浸式環景技術、生成式人工智慧（GenAI）之即時互動能力與人形導覽設計，建構一套博物館環景導覽學習系統。系統透過環景情境與 AI 導覽機制，引導學習者於主題式學習情境中進行觀察與探索，並藉由即時回應與學習支援，促進知識建構與概念理解。整體系統架構包含三個核心模組，說明如下：

- (3) 環景沉浸式 AI 導覽學習模組：本模組整合環景技術與 AI 人形導覽員，建構具情境與互動性的沉浸式學習環境。學習者可透過點選或語音方式，進入不同展區之環景場域；同時，由 AI 導覽員提供主題式導覽與學習引導，以提升學習之臨場感與投入程度。在學習設計上，本模組包含以下機制：
 - (i) 提供中英雙語介面與主題導覽 / 自由探索模式切換，使學習者能依其需求在引導式學習與自主探索之間取得適當平衡，進而強化學習自主性；
 - (ii) 透過導覽地圖與環景列表協助學習者進行定位與學習路徑回溯，降低迷航所造成之認知負荷；
 - (iii) 於導覽過程中依據學習內容整合圖文、影片與語音等多媒體資訊，並採分段式呈現，以減輕學習者之認知負擔並提升理解效率。
- (4) 生成式 AI 即時互動與學習支援模組：本模組導入生成式 AI 技術，建構具語意理解與即時生成能力之互動導覽機制。學習者可於學習歷程中透過自然語言進行提問，系統則依據知識庫內容與語意分析結果，即時生成回應並提供引導性提示與補救說明，以協助學習者釐清錯誤概念，並深化其對學習內容之理解與應用。
- (5) 系統管理與學習歷程記錄模組：本模組提供系統後台管理與學習資料分析功能，包含：(i) 導覽內容與學習主題之建置與管理；(ii) AI 知識庫與回應內容之維護；(iii) 學習者互動歷程與學習行為之紀錄與分析。透過學習歷程資料之蒐集與分析，教師與研究者得以掌握學習者之學習行為與提問情形，作為後續教學調整與學習分析之重要依據。

3. 實驗設計

本研究以某大學通識課程 64 名學生為研究對象，隨機分派實驗組與控制組各 32 人。實驗開始前，所有學生接受 10 分鐘之系統操作說明後，再進行 30 分鐘前測及前問卷。接著，

圖 1
學習系統介面及流程



為探討實驗組與控制組學生在認知負荷上的差異，本研究採用獨立樣本 t 檢定進行分析。在心智負荷方面，結果顯示兩組達顯著差異 ($t = -3.21, p < .01$)。實驗組與控制組平均值分別為 3.62 與 4.21，顯示採用「基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式」之學生，其心智負荷顯著較低，顯示該學習模式有助於減輕學習過程中的認知負擔。在心智努力方面，兩組未達顯著差異 ($t = 0.84, p > .05$)。實驗組與控制組平均值分別為 4.48 與 4.32，顯示兩種學習模式在學習者投入之認知努力程度上相近。此結果也隱含生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式在不增加額外心智努力的情況下，有助於降低學習者之心智負荷。

為探討生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式對學生學習動機之影響，本研究採用單因子共變數分析（ANCOVA）進行分析，並以前測學習動機為共變量。首先進行共變數分析基本假設檢定，實驗顯示迴歸係數同質性檢定 ($F=2.41, p>.05$) 與 Levene 變異數同質性檢定 (F

=2.18, $p > .05$) 皆未達顯著水準，資料符合 ANCOVA 分析之假設。在符合假設條件下進行分析，分析結果指出實驗組學生之學習動機顯著高於控制組 ($F=5.36, p < .05$)，調整後平均數在實驗組為 4.24，控制組為 3.83，顯示採用生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式有助於提升學生之學習動機。

4.3. 學習成就分析

為了評估本研究提出「基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式」對於學習成就是否有顯著影響，本研究採用單因子共變數分析 (ANCOVA) 進行分析，以前測成績為共變量、後測成績為依變數。首先進行共變數分析基本假設檢定。結果顯示迴歸係數同質性檢定之顯著性為 $.693 > .05$ ，未達顯著水準，表示兩組迴歸線之斜率相同；變異數同質性檢定之顯著性為 $.061 (F=3.521) > .05$ ，亦未達顯著水準，顯示兩組成績變異數具有同質性，符合共變數分析之基本假設。

在符合假設條件下進行 ANCOVA 分析，實驗結果顯示後測調整平均數及標準誤在實驗組為 85.12 和 1.18，控制組為 78.64 和 1.18。統計結果顯示兩組之間達顯著差異 ($F = 6.27, p < .05$)。此結果顯示，相較於傳統環景導覽學習模式，採用「基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習模式」能顯著提升學生之學習成就。

5. 結論

本研究設計並建構一套基於生成式 AI 導覽之博物館環景學習系統，並引導學生於虛擬博物館情境中進行學習。實驗結果顯示，採用生成式 AI 導覽之環景學習模式的學生，在學習成就與學習動機上皆顯著優於採用傳統環景導覽系統之學生，且在認知負荷方面顯著降低。同時，結合環景情境之沉浸式學習設計，有助於提升學生之學習投入與學習動機。然而，本研究樣本數與研究對象仍具限制，未來研究可擴展至不同年齡層與學習情境，以驗證研究結果之普遍性。此外，未來亦可結合學習歷程分析與生成式 AI 自適應推薦機制，發展更具個別化與智慧化之博物館學習系統，以提升其教育應用價值。

參考文獻

- Chang, S., & Suh, J. (2025). The impact of VR exhibition experiences on presence, interaction, immersion, and satisfaction: Focusing on the experience economy theory (4Es). *Systems*, 13(1), 55.
- Huang, A. Y., Lin, C. C., Su, S. Y., Yen, R. X., & Yang, S. J. (2025). Improving students' learning performance and summarization ability through a Generative AI-enabled Chatbot. *Educational Technology & Society*, 28(3), 82-111.
- Hwang, G. J., Yang, L. H., & Wang, S. Y. (2013). A concept map-embedded educational computer game for improving students' learning performance in natural science courses. *Computers & Education*, 69, 121-130.
- Wang, L. C., & Chen, M. P. (2010). The effects of game strategy and preference-matching on flow experience and programming performance in game-based learning. *Innovations in Education and Teaching International*, 47(1), 39-52.

Wiryawan, M. R., & Nuraisyah, S. S. (2023). Development of interactive virtual tour based on 360-degree panorama technology at the bandung city museum. *International Journal of Quantitative Research and Modeling*, 4(4), 294-300.

Zhuang, Q., Xu, W., Yang, D., & Wei, N. (2022). Multimedia analysis of digital museum user interface based on goal-oriented theory and information fusion and intelligent sensing. *Journal of Sensors*, 2022(1), 9656817.