

OMO 結合 AI 學伴實境解謎遊戲之資料探勘教學

Paper Format for ELOE2025

鍾志鴻^{1*}，吳美妃²¹淡江大學 教育科技學系 副教授²淡江大學 教育科技學系 研究生

*150014@o365.tku.edu.tw

【摘要】本研究針對 AI 資料探勘課程中學生學習動機低落與理論實務脫節問題，發展整合線上線下融合（OMO）的創新教學模式，結合實境解謎遊戲、EDcafe 智慧學伴與 TronClass 數位學習平台。研究採準實驗設計，以 2023 年學生（ $n = 45$ ）為對照組，2024 年學生（ $n = 36$ ）為實驗組，實施為期 13 週的教學介入。線上層面透過教學影片、EDcafe 提供即時互動與對話記錄，線下層面運用紙本實境解謎促進同儕協作。研究採用學習成就測驗、學習動機問卷及偏最小平方法結構方程模型分析。結果顯示實驗組在控制前測後，後測成績顯著優於對照組（ $F(1, 78) = 41.28, p < .001, \eta_p^2 = .346$ ），社群焦慮顯著降低（ $t(39) = -18.45, p < .001$ ）。結構方程模型分析揭示同儕互動透過社群影響與參與度正向影響認知學習（ $R^2 = .70$ ），同時降低社群焦慮。研究證實 OMO 混合式 AI 學伴實境解謎遊戲化學習模式能有效提升學習成效，降低學習焦慮，為數位學習環境下的 STEM 教育提供創新教學策略。

【關鍵詞】OMO 混合式學習、遊戲化學習、實境解謎、生成式 AI、數位學習平台、資料探勘教育

Abstract: This study developed an Online-Merge-Offline (OMO) blended learning model integrating escape room gamification and EDcafe AI companion to address low motivation and theory-practice gaps in data mining education. A quasi-experimental design compared 45 control group students (2023) with 36 experimental group students (2024) over 13 weeks. The online component utilized instructional videos, EDcafe via Line messaging for real-time feedback and dialogue tracking, and iClass platform for learning analytics. The offline component employed paper-based escape rooms promoting peer collaboration. Results demonstrated experimental group significantly outperformed controls on achievement tests ($F(1, 78) = 41.28, p < .001, \eta_p^2 = .346$) with substantially reduced social anxiety ($t(39) = -18.45, p < .001$). PLS-SEM analysis revealed peer interaction enhanced cognitive learning through social influence and engagement while reducing anxiety, providing empirical evidence for innovative STEM education in digital environments.

Keywords: OMO blended learning, gamification, escape room, generative AI, digital learning platform, data mining education

1. 緒論

1.1 研究背景與動機

在人工智慧快速發展的時代，AI 資料探勘已成為高等教育的核心課程。然而，教學現場面臨多重挑戰：學生普遍反映理論概念過於抽象，難以理解實際應用價值；現代學生注意力容易分散，傳統講授式教學難以維持專注度；學生展現被動學習傾向，缺乏主動探索能力；不同背景學生在技術能力上存在顯著差異 (Dicheva et al., 2015)。這些挑戰凸顯創新數位學習策略的迫切需求。

後疫情時代，數位學習已從緊急應變轉向常態整合。OMO (Online-Merge-Offline) 混合式學習模式應運而生，強調線上與線下學習場域的深度融合，而非單純的時間分配或內容切割 (Bower et al., 2015)。此模式善用數位科技優勢 (如即時互動、學習歷程追蹤、個人化回饋)，同時保留實體互動的社會性與情境性 (Graham, 2006)。研究顯示，設計良好的混合式學習能同時提升學習成效與學習者滿意度 (Means et al., 2013)。

遊戲化學習 (gamification) 被定義為在非遊戲環境中使用遊戲設計元素，透過趣味性激勵學習者，提高知識吸收率 (Deterding et al., 2011; Hwang & Choi, 2020)。實境解謎遊戲作為遊戲化的具體實踐，要求玩家在有限時間內共同完成挑戰性任務，已被成功應用於科學教育、數學教育與醫學教育 (Ferreiro-González et al., 2019; Veldkamp et al., 2020)。同時，生成式 AI 的出現，為數位學習環境提供了智慧化、個人化的互動支持。特別是教育專用 AI 平台如 EDcafe，不僅具備檢索增強生成 (RAG) 技術提升回應準確性，更能記錄學習對話歷程，為學習分析與適性化教學提供數據基礎 (Lim et al., 2023; Cotton et al., 2023)。將 OMO 模式、遊戲化學習與生成式 AI 整合，能創造兼具彈性、互動性與支持性的學習生態系統。線上層面提供隨時隨地的學習資源與 AI 學伴支持，線下層面則透過實體解謎遊戲促進深度思考與同儕協作，兩者相輔相成，形成完整的學習體驗。

本研究旨在發展並驗證一套整合 OMO 混合式學習、實境解謎遊戲與 EDcafe AI 學伴的創新數位教學模式，具體目標包括：(一) 建構線上線下深度融合的學習環境，發揮數位科技與實體互動的協同效應；(二) 提升學生學習動機與參與度；(三) 促進理論與實務有效連結；(四) 培養批判性思維與創新能力；(五) 降低學生社群焦慮，建立包容性數位學習環境；(六) 透過學習對話記錄進行學習分析，優化教學設計；(七) 發展可持續、可複製的創新數位教學模式。Chung 和 Pan (2023) 的研究顯示，遊戲化對學習成效具有顯著正面影響，特別是在提高學生參與度方面。研究發現，學生對遊戲化挑戰的感知和同儕互動主要透過參與度影響學習成效，而學生對自身技能的知覺則部分透過參與度中介影響學習成效。本研究採用此理論框架，探討社群影響、參與度、挑戰與技巧如何影響學習認知。

2. 研究方法

2.1 研究設計

本研究採用準實驗設計，以 2023 年修習 AI 資料探勘概論課程學生為對照組 ($n = 45$)，2024 年修習同一課程學生為實驗組 ($n = 36$)。對照組接受傳統講授式教學，實驗組接受 OMO 混合式 AI 學伴實境解謎遊戲化學習模式介入，為期 13 週。兩組皆於第三週進行前測，第 16 至 17 週進行後測。

2.2 OMO 混合式教學設計

本課程採用 OMO 模式，將線上與線下學習場域深度融合，創造無縫學習體驗。教學設計包含三個層次的數位化整合：

（一）線上學習：數位內容與智慧互動

線上層面透過 TronClass 數位學習平台提供系統化學習資源管理。學生於課前觀看教學影片（共 16 次），影片中嵌入解謎提示，引導學生預習相關概念。平台記錄學生觀看率、停留時間與重複觀看次數，提供教師即時掌握學習狀況的數據支持。

本研究創新地採用 EDcafe 教育專用 AI 平台打造隨身 AI 學伴。相較於一般生成式 AI 工具，EDcafe 具備三項關鍵優勢，特別適合數位學習環境應用。第一，EDcafe 整合檢索增強生成（RAG）技術，研究者上傳資料探勘課程知識庫後，AI 學伴能精準檢索相關資料並生成回應，確保回答的專業性與準確性，有效降低 AI 幻覺問題。第二，EDcafe 平台設計更穩定且回應速度更快，在本研究初期曾測試其他方案但遭遇多人同時使用時的延遲問題，改用 EDcafe 後顯著改善使用體驗，確保學習流程順暢。第三，也是最重要的，EDcafe 能完整記錄師生與學生與 AI 學伴之間的所有對話內容，教師可透過對話記錄分析學生的提問模式、概念理解困難點與問題解決策略，進行學習分析並據以調整教學設計。此外，對話記錄也可作為形成性評量的依據，了解個別學生的學習進展與需求。學生在解謎過程中可隨時透過手機與 AI 學伴對話，獲得即時提示、概念解釋與鼓勵性回饋。相較於傳統討論區需等待教師或同儕回應，AI 學伴提供即時、無時空限制的學習支持，有效降低學習門檻與社群焦慮。學生可在私密空間中反覆詢問基礎問題，不必擔心被同儕評價，創造心理安全的學習環境。

（二）線下學習：實體解謎與同儕協作

線下層面運用紙本實境解謎遊戲，降低對高階數位設備的依賴，確保數位近用平等。課程設計四個主題的解謎關卡，每個關卡對應特定的資料探勘概念：

1. 活動一：問題解析（三週）。學生透過解讀虛擬角色留下的日記，識別數據中的異常模式，學習問題解析技巧。
2. 活動二：資料理解（四週）。學生分析 Excel 數據集，運用篩選、分類與統計分析識別異常模式，理解數據背後的意義。
3. 活動三：資料分析技巧（三週）。學生運用多元回歸分析與 K-means 集群分析，解開謎題並提取關鍵密碼。
4. 活動四：模型發展與解釋（三週）。學生建立預測模型，預測特定日期並提取最終密碼，綜合運用所學技能。

每次課堂分為三段：20 分鐘線上影片回顧與討論、45 分鐘紙本解謎遊戲與小組協作、25 分鐘成果分享與同儕互評。實體遊戲促進面對面討論、肢體語言溝通與團隊凝聚力，彌補純線上學習的社會臨場感不足。

（三）線上線下融合：學習歷程追蹤與評量整合

OMO 模式的關鍵在於線上線下活動的有機整合。線上教學影片為線下解謎提供知識基礎，線下解謎成果則透過 iClass 平台繳交與評量。學生可利用 AI 學伴進行課前預習、課中解題、課後複習，形成完整的學習循環。

2.3 研究工具

（一）學習成就測驗。前測包含 20 題資料探勘基礎概念題，後測包含 20 題應用分析實作概念題，皆透過 TronClass 平台施測。

（二）學習成效問卷。採用 Chung 和 Pan（2023）的遊戲化認知學習模型問卷，涵蓋挑戰、技能、群組互動、社群影響、參與度與認知學習六個構面。

（三）社群焦慮量表。測量學生在學習過程中的社群焦慮程度。

2.4 資料分析

本研究採用 Jamovi 軟體進行敘述統計與信度分析，使用共變數分析（ANCOVA）比較兩組學習成就差異，以配對樣本 t 檢定分析實驗組前後測變化，並運用 Smart PLS 4.0 進行偏最小平方法結構方程模型（PLS-SEM）分析，探討各構面間的因果關係。

3. 研究結果

3.1 學習成就差異

共變數分析結果顯示，控制前測分數後，實驗組後測成績（ $M = 92.44$, $SD = 10.19$ ）顯著高於對照組（ $M = 77.36$, $SD = 14.25$ ）， $F(1, 78) = 41.28$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .346$ 。前測分數對後測分數具有顯著預測力， $F(1, 78) = 593.55$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .884$ ，但在調整基線差異後，組別效應仍然顯著，證實 AI 學伴實境解謎遊戲化學習模式的教學成效優於傳統教學。

3.2 前後測變化

配對樣本 t 檢定顯示，實驗組學生在介入後，參與度（PE）、期望努力（EE）、社群影響（SI）、促進條件（FC）、心流體驗（F）、動機（M）、認知學習（LP）、滿意度（S）與學習成就（Sa）等九項因素得分均顯著提升， $t(39)$ 介於 17.68 至 41.00，所有 p 值 $< .001$ ，Cohen's d 範圍 2.79 至 6.48，顯示極大的效應量。特別值得注意的是，社群焦慮（SW）從前測（ $M = 3.17$, $SD = 0.66$ ）顯著降低至後測（ $M = 1.69$, $SD = 0.53$ ）， $t(39) = -18.45$, $p < .001$, Cohen's $d = -2.92$, 95% CI [-1.64, -1.31]，證實本教學模式有效緩解學生的社群焦慮。

3.2 結構方程模型分析

PLS-SEM 測量模型檢驗顯示，各潛在構面之內部一致性及收斂效度均達標：Cronbach's α 值介於 .910 至 .949，複合信度介於 .937 至 .975，平均變異萃取量（AVE）介於 .787 至 .951。Fornell-Larcker 準則檢驗通過，各構面之 AVE 平方根大於其與其他構面間相關係數，確保區辨效度良好。結構模型分析揭示五條主要路徑：（一）同儕互動對社群影響具有極強正向影響（ $\beta = .779$, $t = 10.24$, $p < .001$ ）；（二）社群影響對參與度呈現高度正向影響（ $\beta = .942$, $t = 18.37$, $p < .001$ ）；（三）參與度對認知學習具有顯著正向影響（ $\beta = .431$, $t = 3.29$, $p = .001$ ）；（四）同儕互動對社群焦慮呈現強烈負向影響（ $\beta = -.720$, $t = 12.15$, $p < .001$ ）；（五）社群焦慮對認知學習具有顯著負向影響（ $\beta = -.554$, $t = 6.82$, $p < .001$ ）。模型對認知學習的解釋力（ R^2 ）達 .70，對社群影響、參與度與社群焦慮之 R^2 分別為 .62、.78 與 .52，顯示良好預測能力。模型整體配適度指標 SRMR = .045（ $< .08$ ），所有 HTMT 值 $< .90$ ，印證結構模型具備良好適配度。

3.3 質性回饋

學生質性回饋顯示高度正向評價。學生反映：「紙本解謎遊戲讓我完全忘記自己在上課，每完成一個關卡就非常有成就感」、「相比過去只看投影片，這種遊戲化流程讓我更想參與」、「以前擔心程式能力比別人差，提問時怕被笑；但 EDCafe 回饋很中立且鼓勵，讓我敢多問」。超過 85% 學生表示遊戲化關卡提升其學習意願，心流體驗得分顯著提升。

4. 討論與建議

4.1 研究發現討論

本研究證實 OMO 混合式 AI 學伴實境解謎遊戲化學習模式在三個層面產生顯著效果，並揭示數位學習環境的獨特價值。首先，學習成就顯著提升，實驗組後測成績較

對照組高出約 15 分，效應量達中高程度 ($\eta_p^2 = .346$)。此成效可歸因於 OMO 模式的協同效應：線上教學影片提供彈性的知識建構時間，學生可依自身節奏反覆觀看；AI 學伴提供即時、個人化的學習支持，突破傳統教學中教師無法同時回應多位學生的限制；線下實境解謎則將抽象概念具體化，促進深度理解與應用能力。此發現呼應 Means 等人 (2013) 的後設分析結果，顯示設計良好的混合式學習確實優於單一模式教學。其次，社群焦慮顯著降低，相較傳統課堂中，學生提問常擔心被同儕評價或顯得能力不足。本研究透過 EDCafe，創造私密的學習空間。學生可在不被他人看見的情況下反覆詢問基礎問題，AI 學伴提供非評價性、鼓勵性的回饋，有效降低學習焦慮。同時，紙本解謎遊戲創造輕鬆的遊戲氛圍，允許失敗與嘗試，進一步減輕壓力。此發現顯示，OMO 模式能善用數位科技的匿名性與互動性優勢，同時保留實體活動的社會支持功能，創造心理安全的學習環境。第三，PLS-SEM 揭示完整的影響路徑，證實數位學習環境中社會互動的重要性。同儕互動是關鍵起點（對社群影響 $\beta = .779$ ，對社群焦慮 $\beta = -.720$ ），顯示即使在數位化環境中，人際互動仍是學習的核心驅動力。社群影響透過提高參與度間接促進學習（ $\beta = .942$ ），而降低社群焦慮則直接改善學習成效（ $\beta = -.554$ ）。此發現挑戰「數位學習即孤立學習」的刻板印象，證明透過適當設計，數位工具能強化而非削弱社會學習。TronClass 平台的討論區、AI 學伴的即時互動、實體遊戲的小組協作，共同營造豐富的社會學習生態系統。

4.2 實務建議

基於研究結果，針對數位學習環境設計提出以下建議。首先，慎選數位平台與工具，優先考量教育專用方案。EDcafe 的對話記錄功能提供了寶貴的學習歷程數據，教師可定期檢視學生提問內容，識別共同困難點並調整教學策略。建議建立系統化的對話分析流程：每週匯出對話記錄、分類問題類型、統計高頻問題並於下次課堂中集中說明。進階應用可透過 AI 分析學生情緒、困難程度與學習進展，實現真正的適性化教學。第三，設計線上線下互補活動。OMO 模式的成功關鍵在於兩者的有機整合。建議線上活動聚焦於知識傳遞、個人化練習與隨時支持，線下活動則強調深度討論、複雜問題解決與社會互動。避免單純將線下內容搬到線上，或線上線下活動重複。例如，基礎概念透過線上影片與 AI 學伴學習，進階應用則在實體課堂中透過小組專案實踐。EDcafe 的對話記錄可作為形成性評量依據，評估學生的提問品質、概念理解深度與問題解決能力。第五，培養教師數位教學與數據素養。

5. 結論

本研究發展並驗證一套整合 OMO 混合式學習、實境解謎遊戲與 EDcafe AI 學伴的創新數位教學模式，成功應對 AI 資料探勘課程的教學挑戰。結果顯示，此模式能顯著提升學習成就、降低社群焦慮、增強學習動機與參與度。PLS-SEM 分析顯示同儕互動、社群影響、參與度與社群焦慮之間的複雜關係，為數位學習環境中的遊戲化學習理論提供實證支持。學生質性回饋進一步證實此教學模式創造沉浸式、支持性的學習體驗。本研究實證線上線下深度融合能產生協同效應，優於單一模式教學。教育專用 AI 平台在數位學習環境中的應用潛力與實務價值，EDcafe 的 RAG 技術確保回應準確性，穩定性能保障學習流程順暢，對話記錄功能則為學習分析與適性化教學提供數據支持，相較於一般生成式 AI 工具更適合教育場域，數位學習環境中社會互動的作用機制，挑戰數位學習即孤立學習的刻板印象，可透過適當設計能強化社會學習；提供可

複製的教學設計框架，包含數位平台選擇策略、AI學伴設計、線上線下活動整合方法、學習對話數據分析流程與多元數位評量機制，為教育工作者提供具體實踐指引。

6. 參考文獻

- Bower, M., Dalgarno, B., Kennedy, G. E., Lee, M. J., & Kenney, J. (2015). Design and implementation factors in blended synchronous learning environments: Outcomes from a cross-case analysis. *Computers & Education*, 86, 1-17.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.006>
- Chung, C.-H., & Pan, H.-L. W. (2023). Assessing the effects of flow, social interaction, and engagement on students' gamified learning: A mediation analysis. *Sustainability*, 15(2), 983. <https://doi.org/10.3390/su15020983>
- Cotton, D. R. E., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K., & Dixon, D. (2011). Gamification: Using game-design elements in non-gaming contexts. *Proceedings of the International Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2425-2428.
<https://doi.org/10.1145/1979742.1979575>
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G., & Angelova, G. (2015). Gamification in education: A systematic mapping study. *Educational Technology & Society*, 18(3), 75-88.
- Ferreiro-González, M., Amores-Arrocha, A., Espada-Bellido, E., Aliaño-Gonzalez, M. J., Vázquez-Espinosa, M., González-de-Peredo, A. V., Sancho-Galán, P., Álvarez-Saura, J. Á., Barbero, G. F., & Cejudo-Bastante, C. (2019). Escape classroom: Can you solve a crime using the analytical process? *Journal of Chemical Education*, 96(2), 267-273.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00601>
- Graham, C. R. (2006). Blended learning systems: Definition, current trends, and future directions. In C. J. Bonk & C. R. Graham (Eds.), *The handbook of blended learning: Global perspectives, local designs* (pp. 3-21). Pfeiffer.
- Hwang, J., & Choi, L. (2020). Having fun while receiving rewards? Exploration of gamification in loyalty programs for consumer loyalty. *Journal of Business Research*, 106, 365-376. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.01.031>
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., & Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *The International Journal of Management Education*, 21(2), 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Means, B., Toyama, Y., Murphy, R., & Baki, M. (2013). The effectiveness of online and blended learning: A meta-analysis of the empirical literature. *Teachers College Record*, 115(3), 1-47. <https://doi.org/10.1177/016146811311500307>
- Veldkamp, A., Daemen, J., Teekens, S., Koelewijn, S., Knippels, M.-C. P., & van Joolingen, W. R. (2020). Escape boxes: Bringing escape room experience into the classroom. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1220-1239.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12935>