

教學教改

虛實融合新範式：元宇宙教育（MetaEd）技術 在歷史學科沉浸式教學中的全場景實踐與成效評估研究

尹繼賢¹ 陳瑩瑩²

(1. 香港教育裝備行業協會, 2. 新會商會陳白沙紀念中學 中國 香港, 999077)

摘要：教育數位化轉型與“人工智能+教育”的深入推進，為歷史學科教學場景重構提供了新的技術條件。元宇宙教育（MetaEd）融合擴展現實、人工智能、低代碼場景建構與多人在線交互等技術，能夠將歷史知識轉化為具有空間感、互動性和情境性的學習體驗。基於沉浸式學習教育框架（EFiL）、認知情感模型（CAMIL）及 SAMR 模型，圍繞在場感、代理感與社會在場等核心概念，結合新會商會陳白沙紀念中學歷史課堂實踐，構建了“遠古人類生活”“赤壁之戰”“秦朝統一”等沉浸式學習場景，並採用混合學習與全虛擬學習兩種模式進行教學觀察。實踐結果顯示，MetaEd 場景有助於提升學生的情境興趣、互動參與和學習投入，並能為不願表達型學生提供相對低壓的互動空間；空間化、任務化與遊戲化的設計方式，也有助於降低抽象歷史知識的理解難度，促進學生由被動接受轉向主動探索。與此同時，元宇宙教育在設備舒適度、長週期學習成效評估、數據安全與倫理治理等方面仍需進一步完善。整體來看，MetaEd 為歷史學科沉浸式、個性化與智慧化教學提供了可參考的實踐路徑。

關鍵詞：元宇宙教育；MetaEd；沉浸式學習；歷史教學；在場感；虛實融合

作者簡介：尹繼賢，博士，香港教育裝備行業協會會長，香港恆生大學市場學工商管理諮詢委員會主席，QF 資歷架構 ICT 諮詢委員會委員，廣東科技學院經濟學教授；陳瑩瑩，新會商會陳白沙紀念中學校長

A New Paradigm of Virtual–Real Integration: A Study on the Full-Scenario Practice and Effectiveness Evaluation of Metaverse Education (MetaEd) Technology in Immersive History Teaching

Yin Jixian¹, Chen Yingying²

(1.Hong Kong Educational Equipment Industry Association; 2.Sun Wui Commercial Society Chan Pak Sha
School, Hong Kong, China, 999077)

Abstract:The digital transformation of education and the in-depth advancement of “Artificial Intelligence + Education” have provided new technological conditions for reconstructing teaching scenarios in the history discipline. Metaverse Education (MetaEd), integrating extended reality, artificial intelligence, low-code scenario construction, and multi-user online interaction, can transform historical knowledge into learning experiences characterized by spatiality, interactivity, and contextuality. Based on the Educational Framework for Immersive Learning (EFiL), the Cognitive Affective Model of Immersive Learning (CAMIL), and the SAMR model,

and focusing on core concepts such as presence, agency, and social presence, immersive learning scenarios including “Life of Ancient Humans,” “The Battle of Red Cliffs,” and “Qin’s Unification” were constructed in conjunction with history classroom practice at Sun Wui Commercial Society Chan Pak Sha School. Teaching observations were conducted through both hybrid learning and fully virtual learning modes. The practical results indicate that MetaEd scenarios help enhance students’ situational interest, interactive participation, and learning engagement, while also providing a relatively low-pressure interactive space for students who are less willing to express themselves. In addition, spatialized, task-based, and gamified scenario design helps reduce the difficulty of understanding abstract historical knowledge and promotes students’ transition from passive reception to active exploration. Meanwhile, further improvement is still needed in areas such as device comfort, long-term evaluation of learning effectiveness, data security, and ethical governance. Overall, MetaEd provides a referential practical pathway for immersive, personalized, and intelligent history teaching.

Keywords: Metaverse Education; MetaEd; immersive learning; history teaching; presence; virtual-real integration

一、引言——教育數位化轉型下的“場景革命”

（一）時代背景：從數位化戰略到智能共生

在《教育強國建設規劃綱要（2024—2035年）》的戰略部署下，我國教育事業進入高品質發展新階段。隨著教育部等五部門印發《“人工智能+教育”行動計劃》，推動智能技術與教育全要素融合、全過程貫通、全場景覆蓋，已成為教育裝備行業轉型的核心方向。教育裝備的重點，正由“硬體強基、軟體賦能”走向以“融合創新”為特徵的系統升級。

然而，進入數位化轉型“深水區”後，傳統學科教學依舊面臨難以忽視的結構性痛點。以中國歷史教學為例，受限於課本、PPT等二維載體，學生往往難以形成跨時空的歷史移情與情境理解；當面對抽象制度或宏大戰爭場面時，缺乏體驗感容易引發動機衰退與注意力流失，進而弱化學習表現。這些問題提示我們：歷史學科的數位化不應停留於內容“上屏”，而需要完成教學空間與學習關係的重構。

（二）元宇宙教育（MetaEd）的戰略定位

元宇宙（Metaverse）是虛擬與現實深度耦合的場域概念。其教育價值不僅是三維視覺的升級，而是整合擴展現實（XR）、物聯網數位基座與人工智慧（AI）的虛實融合生態體。元宇宙教育（MetaEd）在本質上是一場“場景革命”：它讓師生能以同時、同地（共域共現）的方式進入共享虛擬場域，突破地理與物理校園邊界，使教育供給從固定場所的“標準化輸出”

走向泛在場景的“個性化服務”，並為大規模因材施教提供技術通路。

（三）實踐動機：解決傳統歷史教育的痛點

本研究以新會商會陳白沙記念中學的校園實踐為核心，針對“歷史學習枯燥感”與“學生主動互動率低”等普遍問題展開。傳統課堂中，教師常被結構性地推向單向“知識傳授者”，而學生則成為被動“聽講者”。本研究希望回答：若在元宇宙場域中引入遊戲化（Gamification）與沉浸式學習（Immersive Learning）設計，是否有效提升學生投入度，尤其能否為性格內向、不願表達的學生提供重構教學關係的新路徑。該探索亦契合藍皮書對“教育數位化與智能化發展”的關切，並為智慧校園走向“AI共生教育域”提供前瞻案例。

二、理論框架——沉浸式學習與“在場感”的重構

本研究將技術供應與教學成效的關係，建立在教育心理學與沉浸式技術理論之上，並以“在場感”作為關鍵中介變量，連接裝備配置、場景設計與學習產出。

（一）沉浸式學習教育框架（EFiL）與CAMIL模型

本研究以Dengel和Mägdefrau（2018）提出的沉浸式學習教育框架（EFiL）作為理論基石。該框架指出，沉浸式虛擬環境（EVEs）的學習成效受技術條件與個體特質的雙重影響，其中認知能力（Cognitive Abilities）、學習動機（Motivation）、情緒狀態（Emotions）

與在場感(Presence)為核心變量。

進一步而言,認知情感模型(CAMIL)揭示更高水平的沉浸感(Immersion)與真實感可提升臨場感、代理感,激發情境興趣與自我效能感,並降低抽象知識“轉譯成本”及負向認知負荷。這為歷史學科從“閱讀—記憶”走向“體驗—理解”提供了可操作的心理機制解釋。

(二) 在場感(Presence)的心理機制與教育價值

在場感是沉浸式學習最具區辨性的心理組件,指學習者相信自己正在與虛擬世界互動的信念。其教育價值體現在三個層面:

1. 物理在場與空間意識。高保真視聽與空間線索促使學生產生“身歷其境”狀態;在歷史教學中,學生不再只是閱讀秦朝制度,而是“走進”市集觀察度量衡與貨幣。

2. 社會在場(Social Presence)。師生以化身(Avatar)互動,形成新的社交連結;“非中介感”可緩解社交焦慮,使不願表達型學生在互動頻率上顯著提升。

3. 認知狀態轉變。透過任務序列(Task Order)與虛擬可信度(Virtual Plausibility)設計,學生更易融入歷史邏輯,從“觀察歷史”轉向“體驗歷史”。

(三) 代理感(Agency)與“從做中學”

元宇宙環境為建構主義提供理想數位場域。代理感(Agency)使學生具備行動與干預權力,例如在“赤壁之戰”扮演角色執行戰略任務,學生主體性被強化。“做中學”在此得到落地:知識不再是死記硬背,而是學生在協作、探索、反思中主動建構的經驗與價值,技術從輔助工具轉化為與學習者共創意義的夥伴。

(四) SAMR 模型下的教學定義變革

本研究以SAMR(替換、增加、修改、重新定義)檢視元宇宙應用價值:早期數位化多停留在“替換”(課本上屏),而MetaEd能創造現實中難以實現的學習活動(如回到遠古洞穴觀察火種),從而“重新定義”教學。研究亦提示:系統任務設計(SYS)影響技術接受度與學習品質;有序腳手架能提升成效,設

計不良則提高挫折與認知負荷。

三、技術路徑解析——從“教育裝備”到“虛實融合場域”的重構

在教育數位化戰略邁向智能化升級的關鍵節點,教育裝備正由“教學輔助工具”走向具備認知智能的“教育有機體”。新會商會陳白沙記念中學的MetaEd實踐並非技術拼貼,而是對教學全要素的系統整合,包含平台生態、硬體載體、開發範式與虛實融合實施模式。

(一) 軟體生態選型: RecRoom 與 Maker Pen 的低代碼範式

本研究選用RecRoom作為核心平台,其優勢在於多人在線、即時交互與高自由度場景構建能力,能支撐“教育社群型”沉浸式學習。其MakerPen工具使教師在缺乏深厚編程背景下仍可低代碼搭建與調整三維場景:教案得以直接轉化為可互動的學習場域,教師由內容消費者轉為場景創作者,符合行業“新生態”走向。

(二) 硬體載體選型: 沉浸感與校園普適性的平衡

本研究以OculusQuest2作為主要穿戴設備,考量其一體化、免外接高性能電腦的靈活性,以及較高性價比帶來的校園規模化可能性。Quest2提供視覺沉浸與6DoF交互,是在場感的物質支撐。同時,針對實踐中出現的眩暈與舒適度問題,方案強調刷新率穩定、瞳距調節規範與佩戴時長管理,並提出後續升級將聚焦護眼與輕量化。

(三) 開發範式與任務序列設計(SYS)

技術必須服務教學邏輯。本研究引入系統調控沉浸感(System-Moderated Immersion, SYS)觀點,將MetaEd場景設計為結構化四步序列:1. 情境導入(Briefing)→2. 主動探索(Exploration)→3. 知識應用(Application)→4. 即時投票與反思(Reflection)。同時避免“文字疲勞”與“幻燈片陷阱”,以環境暗示(Environmental Cues)與空間交互替代大量文字看板,形成“感知—解釋—決策”閉環。

(四) 實施模式：混合學習與全虛擬學習

考量設備成本與學生特質差異，本方案提供兩種模式：

1. 混合學習 (Hybrid)。部分學生進入 VR，其餘透過 iPad/ 投影觀摩並討論，形成可推廣的過渡路徑。

2. 全虛擬學習 (Virtual/MetaEd)。全員以化身進入場域，傳統單向傳授被重構為“人機協同、人技融合”的學習共同體，社會在場更強。

(五) 未來技術演進：AI 與 IoT 的深度耦合

站在 2026 年視角，MetaEd 走向“AI 共生教育域”。一是 AIGC 注入 NPC，引入 LLM (如 DeepSeek、GPT) 使歷史人物具備對話能力，提升社會臨場感與即時回饋；二是數據採集與學習分析，利用位置、互動軌跡等多模態數據生成互動熱力圖與投入度畫像，支持從經驗決策走向數據驅動教學。

四、案例實踐——歷史學科元宇宙教學的全場景構建

本研究以新會商會陳白沙記念中學中一級 24 名學生為樣本，圍繞“遠古人類”“赤壁之戰”“秦朝統一”三個單元，採用混合與全虛擬兩種模式進行對比觀察，並以四步腳手架確保認知目標達成。

(一) 案例一：遠古人類生活——從平面觀察到生態體驗

教師以 MakerPen 建構洞穴、叢林與火堆場景，透過開放式問題引導學生探索；學生操作虛擬石器、模擬狩獵採集，將抽象概念轉化為可感知線索，提升情境興趣與代理感。

(二) 案例二：赤壁之戰——遊戲化策略與歷史移情

以四幕式連續場景還原戰略決策：南北對峙、草船借箭、火燒連環船、戰後反思。學生分組扮演角色完成任務，在協作中理解“知彼知己”與地理、兵制、心理等要素的交互邏輯，從“記住事件”走向“理解決策”。

(三) 案例三：秦朝統一——制度變革的空間具象化

以市集任務將“書同文、車同軌、統一度量衡”轉為可操作挑戰：辨識六國貨幣、對比字體並歸類小篆、測量車軌與道路寬度等。制度性考點被重構為 SYS 調控下的交互任務，降低抽象符號學習疲勞，提升理解深度。

(四) 實踐觀察：人機交互與教學關係變化

實踐中出現兩個明顯趨勢：一是社會在場優化，化身降低社交門檻，不願表達型學生互動意願提升。二是教師角色轉型，教師從“唯一權威”走向“場景引路人”，並可即時調整場景回應學生問題，提升教學彈性。

五、實施成效分析與重要發現——數據驅動下的教學變革實證

教育裝備現代化的核心在於對教育過程的精準干預與成效轉化。本研究結合 EFIL 框架，以認知能力、動機、情緒與在場感作為核心維度，並對 24 名學生進行行為追蹤與量化分析。

(一) 評估框架與樣本特質分類

依日常社交行為特質，樣本分為：不願表達型 (Not Willing to Express)、中等型 (Mediocre) 和擅長表達型 (Excellent to Express) 在混合模式與全虛擬模式的對照中，收集互動時長、任務完成度與情感反饋等多維資料。

(二) 社交互動的斷層式突破：針對社交焦慮的技術性修復

最顯著發現是不願表達型學生在全虛擬 MetaEd 中的互動時長出現跳躍式增長，幾乎追平擅長表達型學生，並顯著超過混合模式下中等型學生。其原因可由化身帶來的心理緩衝解釋：化身降低面對面交流壓力，提升代理感與社會在場，讓學生敢於探索與嘗試。

(三) 認知效能提升：從平面獲取到空間理解

在“秦朝統一”等場景中，空間交互使抽象制度轉為可操作任務，提升記憶提取 (recall) 與情境興趣，並降低“轉譯成本”。同時，SYS 任務序列能有效維持在場感；若任務複雜或邏輯不清，則會增加負向認知負荷並引發挫折或眩暈。

(四) 情感與態度重塑：教育公平的新視角

MetaEd 帶來兩個教育公平視角，一是教學關係民主化，師生互動更像“隊友”與“導航員”，提升動機；二是性格特質均衡，元宇宙提供“第二空間”，抵消內向學生在現實課堂中的表達劣勢，使其能展現潛能。

(五) 反思與局限

一是設備舒適度方面，部分學生在 20 分鐘以上佩戴出現眩暈（約 15%-20%），需在設備更新中強化護眼與刷新率管理；二是成果轉移方面，目前數據集中於即時投入度與興趣，需建立長週期素養轉移評估；三是數據治理方面，行為軌跡、語音與社交圖譜等數據增加，需依相關指導意見建立分級安全標準。

六、總結與展望——走向“AI 共生”的未來教育場域

(一) 核心結論

本研究在新會商會陳白沙記念中學的實踐證明：一是在場感是激發學習動能的關鍵中介變量，沉浸技術透過在場感促成“旁觀者”向“參與者”轉變；二是化身具有心理緩衝效應，能顯著提升不願表達型學生社交參與，為解決課堂沉默提供新路徑；三是教師角色從傳授者轉向場景設計者與導航員，推動教學關係與教學流程的系統再造，契合藍皮書所述“精準教+個性學”新生態方向。

(二) 面向 2026：元宇宙與大語言模型（LLM）的深度耦合

未來 MetaEd 將由“場景驅動”走向“智能驅動”。一是智能 NPC 與對話式教學：歷史人物由腳本 NPC 升級為接入大模型的對話體，支持多輪互動與即時回饋，顯著提升社會臨場感；二是系統調控與精準教學：多模態數據支持投入度畫像、任務序列動態調整，降低過載與眩暈，提高學習品質與效率。

(三) 行業挑戰與治理建議

1. 設備標準化與健康管理：推動涵蓋算力、護眼顯示、人體工程學的新一代終端標準。
2. 數據安全與倫理：建立分級分類保護機制，確保合規治理。
3. 教師數字素養重構：提升從場景構思、低代碼開發到提示詞工程的全鏈條能力，推動跨學科教研協作。

(四) 結語

元宇宙技術為歷史教學開啟新賽道：它不是裝備更新的表層改造，而是對教學空間、師生關係與認知模式的系統性變革。本報告以新會商會陳白沙記念中學的實踐為例，證明 MetaEd 能以“虛實融通”的方式提升在場感、代理感與社會在場，並在教育公平層面為內向學生創造新的表達與參與機會。面向未來，唯有堅持“聯結為先、內容為本、合作為要”，才能在 AI 與元宇宙深度耦合的趨勢下，形成更符合認知規律、具文化底蘊且可規模化推廣的沉浸式教學資源，助力智慧校園邁向“AI 共生教育域”。

參考文獻

- 中國教育裝備行業協會（2026）。《中國教育裝備行業藍皮書（2025 版）》。北京：中國大百科全書出版社。
- Dengel, A., & Mägdefrau, J. (2018). Immersive learning explored: Subjective and objective factors influencing learning outcomes in immersive educational virtual environments. In 2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE) (pp. 608–615). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615281>
- Mengoni, P., Shen, D. J., Li, Z., Wong, P. P. Y., & Lam, G. (2025). System-moderated immersion: Modeling presence, agency, and AI interaction in VR learning. In IASDR 2025: Design Next (pp. 1–10). International Association of Societies of Design Research. <https://doi.org/10.21606/iasdr.2025.186>
- 教育部、國家發展改革委、工業和信息化部、科技部、國家數據局（2026 年 4 月 10 日）。〈教育部等五部門關於印發《“人工智能+教育”行動計劃》的通知〉。中華人民共和國教育部。取自 http://www.moe.gov.cn/srcsite/A16/s3342/202604/t20260410_1433240.html
- 懷進鵬（2024 年 2 月 1 日）。〈攜手推動數字教育應用、共享與創新——在 2024 世界數字教育大會上的主旨演講〉。中華人民共和國教育部。取自 http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/202402/t20240201_1113761.html