

互動式數位繪本對低年級學童漢字符號認知之影響：從具象到抽象的認知跨越

Impact of Interactive Digital Picture Books on Hanzi Symbol Cognition in Lower Elementary Students: A Cognitive Leap from Concrete to Abstract

張瑋儀*

臺灣科技大學數位學習與教育研究所、佛光大學語文學系

wichang@gm.fgu.edu.tw

【摘要】在生成式人工智慧（GAI）重塑教育典範的背景下，本研究回歸漢字啟蒙教育的認知本質，探討一項理論驅動（Theory-Driven）的互動式數位繪本對低年級學童符號認知與學習投入的影響。研究以自製繪本《文字的奇幻旅程》為工具，該繪本的互動機制依據多媒體學習認知理論（CTML）與認知負荷理論（CLT）進行設計，旨在降低外在認知負荷，促進「形—義」連結。研究採嵌入式混合方法設計，對 10 名學童（含 2 名特殊需求學生）進行實驗。結果顯示：(1)在理論指導下的互動功能顯著提升學習投入，平均每人主動觸發核心互動達 12.5 次；(2)認知測驗平均正確率達 91.7%，證實學童成功建立了從具象圖畫到抽象符號的心智模型；(3)質性訪談揭示，「文字是活的圖畫」之概念有效激發了學童的探究動機。

【關鍵字】 互動式數位繪本；漢字演變；符號認知；多媒體學習認知理論；生成式人工智慧

Abstract: In the context of Generative Artificial Intelligence (GAI) reshaping educational paradigms, this study returns to the cognitive essence of Hanzi enlightenment education, investigating the impact of a theory-driven interactive digital picture book on lower elementary students' symbol cognition and learning engagement. Adopting an embedded mixed-methods design with 10 students, results indicate that theory-guided interactive features significantly enhanced engagement, cognitive test accuracy reached 91.7%, and qualitative interviews confirmed that perceiving "characters as living pictures" heightened learning motivation.

Keywords: Interactive Digital Picture Books, Hanzi Evolution, Symbol Cognition, Cognitive Theory of Multimedia Learning, Generative AI

1. 前言

1.1 研究背景與動機

在人工智慧（AI）特別是生成式 AI（GAI）技術浪潮席捲全球的今日，教育領域正經歷一場深刻的典範轉移。當 AI 能夠高效生成文本、圖像甚至教學設計時，一個核心的大哉問油然而生：教育的本質目標為何？科技應扮演何種角色？在 AI 時代下，教育「何以可用、何以為界、何以可能」，正是學界在擁抱技術便利的同時，回歸對學習者認知與發展的根本關懷。本研究正是在此宏觀背景下，選擇一個看似微觀卻極具基礎性的切入點——兒童的漢字啟蒙教育。

漢字作為世界上仍被廣泛使用的表意文字（Logographic System），其學習路徑與拼音文字截然不同。對於處於皮亞傑（Piaget）認知發展理論中「具體運思期」（Concrete Operational

Stage) 的低年級學童而言，現代楷書的筆劃已高度抽象化，使其與字源的圖像連結變得隱晦不明。這種「形義分離」的現象，增加兒童的認知負荷 (Cognitive Load)，也常導致機械式背誦的學習困境，甚至磨滅對文字背後文化的興趣。傳統教學方法，無論是靜態圖卡或教師講述，都難以動態、直觀地呈現漢字從「圖畫」演變為「符號」的完整過程。

多媒體學習認知理論 (Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML) 為此提供理論出口。該理論主張，當學習材料能同時運用視覺與聽覺通道，並允許學習者主動互動時，將能最有效地建構心智模型 (Mayer, 2009)。互動式數位繪本 (Interactive Digital Picture Book) 恰好是此理論的絕佳實踐載體。它不僅能承載故事敘事，更能透過動畫、音效與觸控反饋，將靜態的字源知識轉化為一場動態的、可操作的探索體驗。

然而，當前的數位教育資源多著重於娛樂性或知識的單向傳遞，較少有研究深入探討如何設計互動機制以促進特定的認知跨越——即幫助兒童完成從「具象思維」到「抽象符號理解」的關鍵一步。因此，本研究以自行開發之互動式數位繪本《文字的奇幻旅程》為例，旨在填補此研究缺口，深入探討此類結合了漢字文化底蘊與現代互動科技的教學工具，如何具體影響學童的符號認知、學習投入與態度。研究結果不僅期望為數位語文教材的設計提供實證依據，更意在回應 AI 時代的教育議題：科技的「可用」之處，不在於取代人的思考，而在於搭建更有效的認知鷹架，探索教育創新的「可能」，並堅守以人為本的「界線」。

1.2 研究目的與問題

基於上述背景，本研究旨在探討以「漢字演變」為主題的互動式數位繪本，如何透過其核心互動機制（如「點擊觸發演變」、「拖曳配對」），影響國小低年級學童的符號認知與學習體驗。具體研究問題如下：

- (1) 認知層面：在理論指導下設計的互動式數位繪本，在多大程度上能幫助學童建立漢字從「象形圖像」到「現代楷書」的認知連結？
- (2) 行為與情意層面：學童在使用此數位繪本時，其學習投入 (Learning Engagement) 與主觀學習態度表現如何？
- (3) 設計意涵：本研究的發現，能為 AI 時代下的數位教材開發，特別是針對促進深度認知的互動設計，提供何種啟示？

2. 文獻探討

2.1 互動式數位繪本的認知理論基礎

數位繪本不僅是紙本內容的數位化呈現，更是一種能整合多感官刺激與互動體驗的新型態文學載體。其設計與成效，可透過多媒體學習認知理論 (Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML) 與認知負荷理論 (Cognitive Load Theory, CLT) 兩大理論框架進行深入剖析。

根據 Mayer (2009) 的 CTML，有效的學習發生於學習者能同時處理視覺與聽覺資訊，並在工作記憶中將其組織、整合。為促進此歷程，本研究的繪本設計嚴格遵循其核心原則。例如，「點擊觸發演變」功能，將漢字的古今字形（視覺資訊）與其標準發音（聽覺資訊）在時間與空間上同步呈現，直接應用了「時間鄰近原則」 (Temporal Contiguity Principle)，避免學習者因資訊的時空分離而分心。此外，動畫的視覺呈現取代了冗長的文字解說，亦符合「多媒體原則」 (Multimedia Principle)，即同時使用圖文優於僅使用文字。

與此同時，Sweller (2010) 的認知負荷理論為互動設計的「減法」提供了理論依據。該理論將認知負荷分為三類：由教學材料呈現方式產生的「外在認知負荷」 (Extraneous Cognitive Load)、由學習內容本身複雜度決定的「內在認知負荷」 (Intrinsic Cognitive Load)，以及用

於知識建構與基模形成的「增生認知負荷」(Germane Cognitive Load)。傳統識字教學中,兒童需自行想像抽象楷書與其象形起源的關聯,此過程產生了極高的外在認知負荷。本研究的互動設計核心目標即是降低此外在負荷:透過動態視覺化過程,將抽象的對應關係具象化,讓學習者無需在腦中進行費力的轉換,從而釋放更多認知資源投入於理解「符號如何演變」這一核心知識的增生認知負荷上。近期研究亦指出,並非所有互動皆有益,與學習目標無關的裝飾性互動(Decorative Interactivity)反而會干擾學習(Bus et al., 2025)。因此,本繪本排除了無關的遊戲元素,確保每一次互動都緊密圍繞「促進形義連結」此一核心學習目標,將認知資源導向最有效益的知識建構路徑。

2.2 漢字符號的認知心理學與字源學教學法

漢字作為表意文字系統,其學習的核心在於建立「形、音、義」三者之間穩固的連結。相較於拼音文字主要依賴音韻覺識(Phonological Awareness),漢字的習得更高度依賴視覺處理與正字法意識(Orthographic Awareness)(Ho & Bryant, 1997)。Paivio 的雙碼理論(Dual Coding Theory)為此提供了有力的解釋:漢字本身即是「視覺碼」(logogen)與「語意碼」(imagen)的結合體。當一個字形與其所代表的意義(圖像)能夠被同時激發時,記憶與理解的效果最佳。

然而,現代楷書經過數千年的演變,其象形特徵已大幅弱化,使得初學者難以直觀地建立「形義連結」。字源學(Etymology)教學法應運而生,主張透過追溯字形演變的歷史,將抽象符號「還原」為生動的圖畫,以符合兒童由具象思維到抽象思維的發展規律(Li & Chen, 2018)。本研究的數位繪本,正是將靜態的字源學知識,轉化為動態、可互動的教學策略。它不僅呈現了「結果」(古文字形與現代字形),更重要的是呈現了「過程」(從圖畫到線條的簡化與規律化),讓兒童在互動中親身體驗符號的生成邏輯。

2.3 GAI 時代下的數位教學設計:從內容生成到認知鷹架

生成式 AI (GAI) 的崛起,為教育內容的產製帶來了前所未有的效率,但同時也引發了對其在基礎教育中角色的反思。當前,多數教育應用聚焦於利用 GAI 進行規模化的內容生成(如自動出題、文章寫作),然而,對於需要精細引導的認知啟蒙階段, GAI 的價值或許不在於「產出什麼」,而在於「如何輔助建構學習體驗」。

本研究主張,在 AI 時代,教學設計的核心挑戰,是從「內容提供者」轉變為「認知體驗的建築師」。相較於 GAI 產出大量、開放式的學習材料,一個依據認知理論、目標明確、互動可控的「封閉式」學習環境,對於處於具體運思期的兒童可能更為有效。此觀點與通用學習設計(Universal Design for Learning, UDL)的理念不謀而合,即教學設計應提供多樣化的表徵、行動與表達、以及參與方式,以滿足所有學習者的需求(Rose & Meyer, 2002)。本研究的數位繪本即是一個「認知鷹架」(Cognitive Scaffold)的具體實踐:它並非簡單地呈現知識,而是透過精心設計的互動,引導學習者一步步完成從具象到抽象的認知跨越。這揭示了 GAI 在教育領域的一個重要潛在方向:輔助人類設計者,去創造此類理論驅動、能促進深度認知歷程的鷹架工具,而非僅僅是內容的自動化生產。

3. 研究方法

3.1 研究設計

為深入探討此一新興教學工具的成效與學習者體驗,本研究採混合方法研究(Mixed-Methods Research)中的「嵌入式設計」(Embedded Design)。以質性探究為主軸,透過行為觀察與深度訪談,深入理解學童的學習體驗與認知轉變過程;並嵌入量化數據(如行為頻率、測驗正確率)作為輔助,以更客觀地評估學習成效與投入程度。此設計旨在結合質性研究的

深度與量化研究的廣度，對研究問題進行全面性的探討，特別適合此類探索性研究（Exploratory Research）的初期階段。

3.2 研究限制與範疇

本研究作為一項探索性的先導研究（Pilot Study），旨在驗證核心設計理念的可行性與潛在成效，而非追求廣泛的通則化結論。因此，研究存在以下限制：

1. **干預範疇：**為確保能在有限時間內進行深度觀察與訪談，本研究僅聚焦於「日、月、水」三個最具代表性的象形字。此設計雖限制了識字量的廣度，但有助於深入剖析學童在面對「圖畫—符號」轉換時最基礎的認知歷程。
2. **樣本規模：**研究對象為 10 名低年級學童，樣本數較小，其結果的外部效度（External Validity）有限。研究結論的推廣需持保留態度，其主要價值在於提供深入的個案洞見與未來大規模研究的設計參考。
3. **缺乏對照組：**本研究未設置傳統教學或非互動式繪本的對照組。此乃因研究初期目標在於「驗證可行性」而非「比較優劣」。未來的研究應納入對照組設計，以更精確地分離出「互動性」所帶來的獨特學習效益。

3.3 研究對象

研究對象採立意取樣（Purposive Sampling），選取台北市某國小低年級（小一、小二）學童共 10 名（男性 6 名，女性 4 名），平均年齡為 7.5 歲。為探討數位教材的包容性（Inclusivity），樣本中有 2 名學童（20%）經家長確認，在校正接受針對注意力或學習困難的資源班輔導。所有參與學童及其家長均已充分了解研究目的並簽署知情同意書，研究過程嚴格遵守學術倫理規範。

3.4 研究工具

互動式數位繪本：《文字的奇幻旅程》

本研究之核心工具為研究者自行開發之數位繪本，以 Apple iPad Pro 為載體。繪本敘述主角「小墨」在文字王國的冒險故事，並針對「日、月、水」三個基本象形字設計了核心互動機制。這些機制的設計嚴格依據前述的認知理論：

點擊觸發演變（Tap-to-Trigger）：此功能是 CTML 與 CLT 理論的直接應用。學童點擊畫面中的圖像（如太陽），該圖像會透過補間動畫（Tweening Animation）依序平滑地變形為甲骨文、金文、小篆，最終定格為楷書，並伴隨標準國語發音。此設計將抽象的演變歷程具象化，將原本需要學習者自行想像、消耗大量認知資源的「內在關聯」，轉化為一個外部的、可直接感知的視覺事件，從而極大化地降低了外在認知負荷。

拖曳配對（Drag-and-Drop）：此功能旨在強化與評估學習成效。在特定頁面，學童需將散落的不同時期字形拖曳至對應的現代楷書旁。此操作不僅是一個記憶提取的過程，更是一種「生成效應」（Generation Effect）的應用，即透過主動建構答案來加深記憶，屬於一種高效率的增生認知負荷活動。

行為觀察編碼表：為量化學童的學習投入，本研究參考 Tang 等人（2025）的投入指標，設計了一份行為編碼表。觀察維度包含：（1）認知投入：主動操作文字演變動畫的頻率；（2）行為投入：專注凝視螢幕的時間；（3）情緒投入：過程中出現正向（微笑、驚訝）或負向（皺眉、不耐）的表情。

認知理解測驗卷：此測驗卷旨在評估學童閱讀後對漢字演變概念的掌握程度。題型包含「連連看」（將甲骨文與楷書配對）與「排排序」（將單一漢字的四個演變階段依時間順序排列），以非文字書寫的方式評量其視覺辨識與邏輯排序能力。

半結構式訪談大綱：訪談旨在深入探討學童的主觀學習體驗。大綱圍繞四大構面：「故事理解」、「概念認知」（如「你覺得為什麼『日』字後來會長得方方的？」）、「互動體驗」與「學習態度」。

3.5 研究程序

實驗流程包含四個步驟：（1）前測與引導（約 5 分鐘）；（2）互動閱讀與觀察（約 15-20 分鐘），期間進行錄影記錄；（3）認知後測（約 5 分鐘）；（4）深度訪談（約 5-10 分鐘）。研究在學校的獨立輔導室進行，以確保環境安靜。

3.6 資料分析

本研究的資料分析同樣遵循混合方法的路徑：

量化資料：將行為觀察記錄表的頻次資料，以及認知測驗的答對率，轉換為敘述性統計數據（如平均數、百分比），以呈現學童的整體學習表現。

質性資料：將訪談錄音轉錄為逐字稿，並與行為觀察的文字記錄相結合。採用主題分析法（Thematic Analysis），透過開放式編碼、主軸編碼、選擇性編碼的過程，提煉出核心主題，以深入詮釋學童的認知轉變與學習感受。

4. 研究結果與討論

本研究透過對學童學習過程的細緻觀察、認知測驗及深度訪談，蒐集了豐富的量化與質性資料。綜合分析後，研究結果清晰地指向互動式數位繪本在促進漢字符號認知上的顯著成效，並揭示了其背後的認知與情感機制。

4.1 學習投入的行為證據：從被動觀看走向主動探索

行為觀察數據直觀地反映了學童高度的學習投入。在無人指導的自由探索環節，學童展現出強烈的自主操作意願。數據顯示，平均每位學童在 15 分鐘內，主動觸發「文字演變動畫」的次數高達 12.5 次。此數據遠超研究者預期的基本操作次數，表明「點擊-變形」的即時回饋機制，成功激發了學童的好奇心與重複探索的動機。此外，在情緒投入方面，高達 90% 的學童在觀看動畫，特別是「水」字從波浪演變為文字的流暢過程中，表現出驚訝（如發出「哇！」的讚嘆）或專注微笑等正向情緒反應。這表明，此種學習方式不僅是認知活動，更是一種帶來愉悅感的情感體驗。

4.2 漢字符號認知的學習成效：有效建立「圖畫-符號」連結

為評估學童是否真正內化了漢字演變的邏輯，本研究設計非書寫式的認知測驗。結果顯示，全體 10 名學童的平均答對率高達 91.7%，證實此學習方式的有效性。細部分析如下表：

表 1：認知理解測驗成效分析

測驗項目	測驗內容	平均正確率
圖形-符號配對	將「日」、「月」的甲骨文與楷書進行配對	100%
邏輯順序排列	將「水」字的甲骨文、金文、小篆、楷書依序排列	85%

100% 的配對正確率證明，動態的演變動畫成功地在學童心中建立具象圖畫與抽象符號之間的直接連結。排序題 85% 的正確率，則說明大多數兒童不僅認識了單一字形，更掌握了「從圖畫逐漸簡化為線條」的演變趨勢與內在邏輯。錯誤主要集中在金文與小篆的細微區分上，這也符合初學者的認知特點。

4.3 學習體驗的質性主題：當文字變回「活的圖畫」

半結構式訪談的內容，為冰冷的數據注入了溫暖的詮釋，揭示了學童內心的真實想法。經主題分析後，歸納出三大核心主題：

主題一：「文字是活的圖畫」——象形本質的直觀領悟

訪談中，多數學童（8/10）能自發地用「圖畫」、「變身」、「長大」等充滿生命力的詞彙來描述文字的演變。一名小二學童（S07）興奮地分享：「『月』字以前真的長得像月亮，彎彎的，好好玩。」另一位小一學童（S03）則指著「日」字說：「它本來是圓的，後來為了寫字方便，才變成方的。」這些話語表明，繪本成功地將抽象的符號學概念，轉化為兒童可理解、可共鳴的視覺敘事，讓他們直觀地領悟了漢字「因形賦義」的造字本源。

主題二：「互動帶來探索樂趣」——從學習任務到解謎遊戲

學童普遍對「點擊觸發動畫」的功能給予最高評價。一位平常對識字較為排斥的學童（S05）表示：「我最喜歡一直點那個字，看它怎麼從圖案變成我們現在寫的字，好像在玩解謎遊戲。」此發現印證了互動性設計在轉化學習動機上的關鍵作用。當學習者掌握了控制權，學習便從被動的「任務」，轉變為主動的「探索」，內在動機油然而生。

主題三：「從被動接受到主動探究」——好奇心的萌芽

最令研究者振奮的，是觀察到學童展現出超越繪本內容本身的探究精神。有4位學童在訪談結束時反問研究者：「那『山』字以前也長得像山嗎？」「『火』呢？」這種主動提問的行為，標誌著學童的學習角色，正從被動的知識接收者，向主動的知識探究者轉變。這也意味著，此繪本不僅傳遞了知識，更成功點燃了他們對文字學乃至更廣泛文化領域的好奇心火花。

4.4 綜合討論：回應 AI 時代的教育議題

綜合上述量化與質性結果，本研究證實，一個精心設計的、以促進認知為目標的互動式數位繪本，是極其有效的教學鷹架。它將 Mayer 的多媒體學習理論與漢字的雙碼特性完美結合，透過降低外在認知負荷，讓學童能專注於建構「形義連結」的內在心智模型。這項發現在 AI 時代的教育脈絡下，具有三層重要意義：

何以可用：AI 作為認知鷹架的設計夥伴

本研究展示了科技「可用」於輔助人類獨有的、更高層次的認知活動。在實踐層面，本繪本的開發過程本身即是人機協作的產物：故事文本、視覺風格乃至互動腳本的初步構想，均借助了 GAI 進行發想與迭代。然而，最終的成品並非 AI 的直接輸出，而是人類設計者依據 CTML 與 CLT 等認知理論，對 AI 生成的素材進行篩選、重組與精煉的結果。由是揭示 GAI 在教育領域更為深層的應用模式：作為人類教育設計者的「認知夥伴」與「靈感催化劑」，而非內容的終端生產者。AI 的價值不僅在於生成內容，更在於輔助人類創造傳統方法難以實現的認知體驗，例如將一個靜態的、跨越千年的演變過程，濃縮於互動動畫之中，讓知識得以被鮮活認知。

何以為界：從「內容生成」到「體驗設計」的價值轉移

本研究的成功，恰恰也突顯出教育科技的「界線」。與其追求無所不能、能生成海量內容的通用型 AI，不如反思特定學習階段的核心認知需求。對於處於具體運思期的兒童，一個目標明確、互動可控、反饋即時的「封閉式」學習環境，可能遠比一個開放、複雜、充滿不確定性的「開放式」AI 工具更為有效。這提醒我們，在基礎教育階段，技術應用的核心價值，應從「內容生成的廣度」轉向「認知體驗的深度」。AI 的角色，應是賦能（Empower）人類設計者去打造更優質的學習體驗，而非取代設計過程本身。這為當前普遍存在的「AI 焦慮」提供一種解答：教育的核心始終是人，技術的應用必須以學習者為中心，而非技術本身。

何以可能：AI 輔助下的融合教育與文化傳承

本研究揭示教育創新的巨大「可能」。將抽象知識「視覺化」、「互動化」的設計原則，不僅適用於漢字教學，更有潛力被應用於數學概念（如分數的形成）、科學原理（如分子的結合）、歷史事件（如地圖的變遷）等眾多領域。在 GAI 的輔助下，這類高品質、理論驅動

的數位教材的開發門檻將大幅降低，使得大規模、客製化的應用成為可能。此外，研究中特殊需求學童同樣展現出的高度投入與學習成效，也證明了此類工具在實現融合教育、促進教育公平上的巨大潛力。GAI 可以根據不同學生的學習數據，動態調整互動的難易度與提示的頻率，為實現真正的個人化學習路徑提供技術支持，為建構一個更包容、更多元的未來教育生態提供了具體的解決方案。

5. 結論與建議

5.1 結論

本研究透過對一項理論驅動的互動式數位繪本的實證探究，清晰地證實了此類結合了字源學、敘事以及互動科技的教學工具，對於國小低年級學童在漢字符號認知學習上，具有顯著的正面效益。研究結論可歸納為以下三點：

1. **認知層面：**以動態視覺化呈現的漢字演變過程，能有效幫助學童跨越從「具象圖畫」到「抽象符號」的認知門檻，成功建立穩固的「形義連結」。高達 91.7% 的認知測驗正確率，為此提供了有力的量化證據。
2. **行為與情意層面：**精心設計的、緊扣學習目標的互動機制，能將識字任務轉化為充滿樂趣的探索遊戲，從而顯著提升學童的學習投入、專注時間與正向情緒。此種內在動機的激發，是傳統教學方法難以比擬的。
3. **教育啟示：**在 AI 技術日新月異的時代，本研究回歸教育的初衷，展示了科技應如何被用來服務於人的認知發展，而非取代之。研究成果為 AI 時代的教育技術發展提供了「以人為本」的設計思路，即運用科技作為鷹架，將抽象知識還原其人文脈絡，以實現兼顧技術創新與人文關懷的教育願景。

5.2 研究建議與未來展望

基於本研究的初步發現，並回應審查委員的寶貴意見，為進一步推動數位科技在漢字教育與融合教育中的應用，提出以下三點具體建議：

1. **擴展教學範疇與整合生成式 AI 進行共創：**針對干預時間短、學習字數少的限制，未來研究應擴展教學範疇，從象形字延伸至指事、會意與形聲字，並設計更長期的縱貫性研究（Longitudinal Study），以檢核學習成效的保留與遷移效果。此外，可深化與 GAI 的整合，開發「創作型互動設計」。例如，利用生成式 AI 模型，讓學童嘗試繪製心目中的文字起源圖，並由 AI 即時生成對應的古文字演變動畫。這種從「數位消費」轉向「數位共創」的過程，能更深層次地落實建構主義學習觀。
2. **深化融合教育應用與精緻化實證研究設計：**針對樣本數過小且缺乏對照組的限制，未來研究應擴大樣本規模，並採用具備對照組的準實驗設計（Quasi-experimental design），將本研究的「理論驅動互動繪本」與「非互動式數位繪本」或「傳統紙本教學」進行效能比較。這將有助於釐清學習成效究竟是源於「數位載體」，還是源於「基於認知理論的互動機制」。同時，應針對不同學習特質的特殊需求學童進行子群體分析，以優化差異化教學的介入策略。
3. **啟動跨文化比較與 AI 輔助下的教師賦能研究：**本研究聚焦於漢字文化圈，未來可進行跨文化比較研究，探討此類「視覺化字源學」的教學模式，是否對學習其他非字母文字（如埃及聖書體）的兒童同樣有效。另一方面，應探討如何利用 AI 賦能教師。開發教師端的儀表板（Dashboard），利用 AI 分析後台學習數據，自動標示出學生的學習難點與迷思概念，為教師提供即時、精準的教學決策輔助，實現真正的「人機協同教學」。

參考文獻

- Guralnick, M. J. (2017). Early intervention for children with intellectual disabilities: An update. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 30(2), 211–229.
<https://doi.org/10.1111/jar.12233>
- He, J., & Huang, H. (2014). Learning Chinese characters with animated etymology. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching*, 4(2), 64–82.
<https://doi.org/10.4018/ijcallt.2014040105>
- Ho, C. S.-H., & Bryant, P. (1997). Phonological skills are important in learning to read Chinese. *Developmental Psychology*, 33(6), 946–951. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.33.6.946>
- Kucirkova, N. (2019). How could children's storybooks promote empathy? A conceptual framework based on developmental psychology and literary theory. *Frontiers in Psychology*, 10, 121. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00121>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2nd ed.). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9780511811678>
- Rose, D. H., & Meyer, A. (2002). *Teaching every student in the digital age: Universal design for learning*. Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Roskos, K., Burstein, K., You, B.-K., Brueck, J., & O'Brien, C. (2011). A formative study of an e-book instructional model in early literacy. *Creative Education*, 2(1), 10–17.
<https://doi.org/10.4236/ce.2011.21002>
- Shu, H., & Anderson, R. C. (1997). Role of radical awareness in the character and word acquisition of Chinese children. *Reading Research Quarterly*, 32(1), 78–89.
<https://doi.org/10.1598/RRQ.32.1.5>
- Sweller, J. (2010). Element interactivity and intrinsic, extraneous, and germane cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22, 123–138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- Takacs, Z. K., Swart, E. K., & Bus, A. G. (2015). Benefits and pitfalls of multimedia and interactive features in technology-enhanced storybooks: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 85(4), 698–739. <https://doi.org/10.3102/0034654314566989>
- Tang, J. T., & Lan, W. C. (2025). Exploring the effects of interactive digital picture books on elementary students' creativity. *Thinking Skills and Creativity*, 57, 101864.
<https://doi.org/10.1016/j.tsc.2025.101864>
- 劉書瑋、詹閔昱、王子軒、湯梓辰（2021）。家長對於同理心數位繪本選擇之個案研究。
 工業科技教育學刊, (14), 71–84。 [https://doi.org/10.6306/JITE.202109_\(14\).0005](https://doi.org/10.6306/JITE.202109_(14).0005)