

AI 互動融入博物館戲劇式科普教育 對兒童學習之影響探究——以 Selinda 觀眾學習模型與 S-O-R 理論為基礎

徐典裕¹、陳冠瑋²

摘要

人工智慧 (AI) 技術與戲劇式教學近年廣泛應用於博物館科普教育中，它不僅能增進互動性，也為兒童學習帶來新契機，因此本研究旨在探討 AI 互動導入於博物館戲劇式科普教學中，對兒童參與科普活動過程中各階段的影響與學習成效。以 2024 年國立自然科學博物館《超時光追蹤：恐龍未來式》AI 互動式兒童劇場為研究場域，91 位觀眾做為研究對象。本研究依據 Perry 學者所提出的「Selinda 觀眾學習模型」(Selinda Model of Visitor Learning)，建構包含動機、參與及結果三構面模型，進行部分最小平方方法結構方程模型 (PLS-SEM) 分析。結果顯示：「動機」對「參與」具有顯著正向影響 ($\beta = 0.734, p < 0.001$)，「參與」亦對「學習」結果有正向作用 ($\beta = 0.617, p < 0.001$)。本研究進一步結合 S-O-R 理論 (Stimulus-Organism-Response)，探討外部刺激 (S) 如何影響個體的心理狀態 (O) 與行為反應 (R)，研究結果兩項假設均獲支持：一、AI 互動科技有效提升兒童的學習動機，進而提高其參與程度；二、參與程度愈高，學習成效與學習行為表現亦愈佳。本研究亦發現，動機、參與及結果三構面中皆包含具代表性的關鍵觀察指標。在動機層面，兒童若具備 AI 操作自主性，或能透過與 AI 的互動激發好奇與自信，皆有助於提升學習動機。在參與層面，AI 協助深入思考與社交互動是主要引發參與的動力，肢體與情緒則具輔助效果。在結果層面，科普知識的獲得與意義理解較能展現學習成效，情感觸動與態度改變則次之，但仍存在正面影響。故當博物館科普劇場導入具沉浸感與互動性 AI 技術時，不僅能延伸傳統科學展示形式，更能激發兒童將原有知識與 AI 體驗（如圖像轉換、即時投影）連結，進而促進學習興趣、認同感與學習成效。

關鍵詞：AI、博物館學習、戲劇式科普教育、兒童教育

¹ E-mail: dan@mail.nmns.edu.tw

² E-mail: r24135273@gmail.com，通訊作者。

緒論

親子為博物館的重要族群，其成員組成多元，來訪動機與需求亦不盡相同，因此博物館服務也須針對不同家庭觀眾的需求與期待，才能進行有效的內容設計（劉君祺，2025）。人工智慧（Artificial Intelligence，以下簡稱 AI）技術及戲劇式教學已廣泛應用於博物館及科普教育場域中，因此針對多元化族群的不同，AI 成為了其中一種解法及應用工具，來滿足不同族群的學習需求（Huang and Liem, 2022）。相較傳統人為教學，透過 AI 機器人，民眾可以非常快速的獲得多樣化的博物館學習服務（Yang and Wang, 2023），並提供更加客製化的教學模式及體驗（Amonova et al., 2023），且民眾對於新科技的好奇也會驅使學習趣味性提升（Jost et al., 2025），特別是在 AI 結合了戲劇式教學的情境中，學生的參與度會更積極（Limonova et al., 2024）。而 AI 工具的輔助對不同年齡層有不同的效果，相較於成年人，對兒童來說是有幫助的（Chen, 2024），因此 AI 導入戲劇式科普教學已被證實對兒童的戲劇式科普教學是有益處的工具之一（Makarenko et al., 2024）。但過往研究大多以個人的 AI 工具體驗為主（Johnson and Davis, 2024），而本研究採用博物館劇場同時「多人」做為研究場域，來進行 AI 互動與戲劇式教學策略研究，提供更貼近現場學習脈絡的實證資料。另一方面，多數研究也僅針對 AI 工具的正負向成效進行驗證，但學習過程的學習路徑仍舊需要進一步探討（Armesto Arias et al., 2025; Khalkho et al., 2024）。因此，本研究不僅驗證 AI 輔助學習的效果，更嘗試整合戲劇式教學理論、情感學習理論與 AI 互動設計原則，建構一個可供後續研究與博物館教育實務參考的「AI 戲劇式科普學習模型」。故本研究以 2024 年於國立自然科學博物館（以下簡稱科博館）

之 AI 互動式科普劇場《超時光追蹤：恐龍未來式》做為研究場域，深入分析在 AI 輔助下的博物館戲劇式科普兒童教育之學習過程影響與學習成效分析（圖 1）。

文獻探討

一、兒童劇與 AI 在博物館科學傳播中的應用

隨著博物館在科學傳播角色的轉變，戲劇式表演與 AI 技術逐漸成為強化觀眾學習體驗的重要手段（Liu, 2025; Peleg and Baram-Tsabari, 2017），「戲劇」做為教育與娛樂結合的形式，在當代強調與人的互動關係，以及重視觀眾的主動地位，開始運用互動式設計與戲劇策略的演進（林玫君，2020），同時戲劇已在國外科學博物館被廣泛應用，並被證實能有效提升觀眾的情感投入與認知學習成效（Lee et al., 2013），例如 Magni (2002) 學者提出「戲劇性溝通行動」(theatrical communic-action) 的概念，認為戲劇活動能為靜態展品賦予生命，並建立觀眾與科學知識之間的情感連結，進一步促進參與式學習。

再者，許多博物館皆推出戲劇式科普表演，如烏克蘭曾於 Lviv 地區的多個博物館推出兒童戲劇表演，以推動博物館教育，研究發現有效提升了學生的「創造性」與「感知能力」（Karamanov et al.,



圖 1. AI 互動科普劇場《超時光追蹤：恐龍未來式》。（圖片來源／國立自然科學博物館提供）

2023)。而 Kiurski (2022) 學者也針對兒童戲劇表演進行分析，發現博物館劇場的優勢與功能包含了「同理心驅動兒童與角色建立更深層的情感關係」、「比較自身經驗與角色的生活進行知識上的理解與省思」、「情感連結提升觀眾與藝術品、歷史時期、人物的認同與重視」等優點。另一方面，Peleg and Baram-Tsabari (2017) 學者根據自製兒童劇《我和機器人》(*Robot and I*) 進行戲劇表演分析，發現兒童雖能掌握明確的學習目標，但艱深的知識較難內化，突顯劇本設計在教育與娛樂之間需達成更佳平衡。兒童科普戲劇皆能獲得有效的學習刺激，並提升學習成效，然而趣味性及知識傳遞之間的權衡及比重仍需要節目製作者審慎思考。

另一方面，AI 在博物館教育中的應用也逐漸成形 (Liu, 2025)。首先，Yu et al. (2024) 等透過系統性文獻回顧指出，AI 正促使博物館在展覽設計、互動體驗與公眾參與等面向產生重大變革，尤其在個人化推薦與智能互動領域展現潛力，例如 Ritchie and Meng (2024) 學者透過波士頓科學博物館 (Museum of Science, Boston, USA) 進行研究分析，發現 AI 技術正在協助博物館重新設計觀眾體驗與籌資策略，透過數據科學與 AI 分析，博物館得以更精準地理解觀眾行為。

此外，AI 與藝術的跨域整合亦可在巴西 Fiocruz 生命博物館 (Fiocruz Museum of Life, Brazil) 中看見，該館透過行動單位將 AI 導入科學與藝術融合的現場活動，不僅促進社會包容與知識的民主化，也使 AI 成為參與對話及文化轉譯的媒介，而非僅是操作工具。同時，從戲劇式的現場互動到 AI 驅動的策展模式，都顯示出博物館做為科學教育平臺的多元與創新潛力 (González et al., 2021)。因此，在各國的 AI 工具導入博物館案例中，可發現 AI 在個人化博物館學習提供了更加客製化的服

務，故本研究將深入探討 AI 與兒童戲劇的運用機制。

二、AI 融入戲劇互動與博物館觀眾學習模式

隨著 AI 技術的迅速發展，將 AI 互動於戲劇與敘事中成為一種創新且有效的科普途徑，透過互動式戲劇與生成敘事，AI 不僅能提升觀眾的參與度及情感共鳴，亦能強化科學內容的學習與內化 (Deniz, 2024; Liu et al., 2024)。

過去已有多位學者探討將 AI 互動應用於兒童科普戲劇之教學中，研究結果指出，AI 互動能顯著提升兒童在科普學習中的正向效果，主要因其可增進學習趣味性與學習動機 (Belkacem and Hireche, 2025)，提供即時學習提示 (Yaseen et al., 2025)，並提升學習專注力 (Almusaed et al., 2023)。然而多數 AI 在導入兒童博物館戲劇科普的研究，都在探討 AI 是否對學習成效的影響，但影響的成因及過程較少分析 (Panciroli et al., 2024; Thiel, 2023)，因此本研究基於 Perry (2012) 所提出的「Selinda 觀眾學習模型」，來探討兒童因為 AI 互動的介入在戲劇科普時的學習路徑。

Perry (2012) 指出，觀眾在博物館的學習過程中，「動機 (Motivations)、參與 (Engagement) 與結果 (Outcomes)」3 個構面均會影響其科普知識的學習。而「動機」係指什麼促使觀眾主動參與展覽，包括好奇心、社交互動、挑戰性等。「參與」描述觀眾如何與展品互動，「結果」意指觀眾能學習到什麼知識 (Perry, 2012)。然而，Perry (2012) 並未進一步說明這 3 個構面之間的相互影響關係。根據後續研究可知，當學生具有較高的學習動機時，往往會因內在滿足感與興趣而更積極參與學習活動 (Ho and Lee, 2024; Lei et al., 2024)。特別是在科技融入教學的情境下，動機的提升更容易轉化為較高的參與程度 (Lee

and Kim, 2025)。基於此，本研究提出以下研究假設：

H1：動機會對於參與產生正向影響

再者，學習投入度與學業成績呈正相關，學習投入度高的學生往往學習成績較高 (Lin and Wang, 2023)，因參與度較高的學生較會檢視自身學習的成效及效率，並修正自己的學習方式及技巧 (Zhu et al., 2023)，因此本研究提出以下研究假設：

H2：參與會對於結果產生正向影響

而根據本節中所提出的研究假設，本研究假設模型圖詳見圖 2。

Perry (2012) 所提出的「Selinda 觀眾學習模型」中「動機」、「參與」、「結果」3 項構面，分別具有其觀察變項。首先，過往研究顯示學習動機是複雜的，其中溝通能力、好奇心、信心、適當的挑戰及能控制的學習都會影響學習動機 (Akram and Li, 2024; Mun and Sam, 2022; Rüterbories et al., 2024; Simón-Chico et al., 2023; Zhang, 2024)，因此本研究將「動機」的構面分成了「溝通」、「好奇心」、「信心」、「挑戰」、「控制」5 項潛在變項。再者，參與度是一個多面向的概念，涵蓋多個維度，每個維度都對學習者的整體參與度做出獨特的貢獻。過往研究顯示學生在學習上的行為、正負向情緒、學習認知及交際都會影響學習的參與度 (Elsayary, 2023; Han et al., 2024)，因此本研究在「參與」構面中分成了「肢體行為」、「情緒」、「認知」、

「社交」4 項潛在變項。最後，成果的部分則是基於 Perry (2012) 認為博物館科普學習的學習成效之潛在變項包含「瞭解意義」、「改變態度」、「情感觸動」、「技能提升」。因此，本研究中之 3 項構面及問卷提項可分為 13 項觀察變項，如表 1。

三、S-O-R 模型 (Stimulus-Organism-Response Model)

S-O-R 模型是由 A. Mehrabian and J. A. Russell (1974) 提出的心理學架構，旨在解釋「外部刺激」如何影響個體的「內部狀態」與「行為反應」。根據該模型，「刺激」(S) 指的是能引發反應的外部環境因素或線索，「有機體」(O) 則代表個體內部的心理歷程，包括知覺、情緒與認知，這些因素決定了個體如何體驗該刺激，而「反應」(R) 則是個體最終展現的行為或所做的決定。與較為簡單的「刺激 - 反應」(Stimulus-Response, S-R) 模型相比，S-O-R 模型納入了內在狀態對行為的調節作用，因而更適合用於教育等領域 (Pan et al., 2024)。例如在環境心理學與消費者研究中，S-O-R 模型已廣泛被用來解釋商店中的照明或音樂等環境因素（刺激），如何影響顧客的情緒與認知評估（有機體），進而影響購買行為（反應）(Hochreiter et al., 2023)。因此，透過考慮內在狀態的中介作用，S-O-R 模型能夠更全面地闡明人類的行為。

刺激 - 有機體 - 反應 (S-O-R) 模型近年來廣泛應用於教育領域，用以解釋外部刺激如何影響學習者的內在狀態，並最終

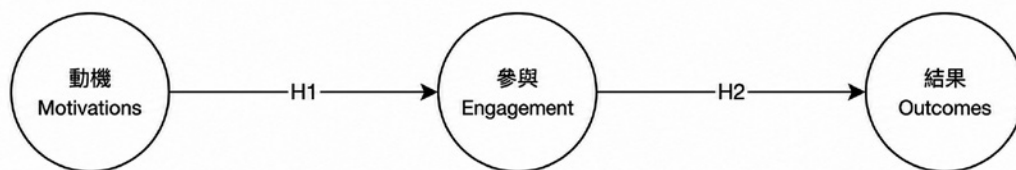


圖 2. 本研究假設模型圖 (圖片來源／本研究繪製)

表 1. 本研究中之 3 項構面與相對應的觀察變項

潛在構面	觀察構面	文獻依據
動機	溝通	Akram and Li, 2024
	好奇心	Rüterbories et al., 2024
	信心	Simón-Chico et al., 2023
	挑戰	Zhang, 2024
	控制	Akram and Li, 2024; Mun and Sam, 2022
參與	肢體	Han et al., 2024
	情緒	Elsayary, 2023
	認知	Han et al., 2024
		Elsayary, 2023
		Han et al., 2024
結果	社交	Elsayary, 2023
	瞭解意義	Perry, 2012
	改變態度	Perry, 2012
	情感觸動	Perry, 2012
	技能提升	Perry, 2012

資料來源：Akram and Li (2024), Elsayary (2023), Han et al. (2024), Mun and Sam (2022), Perry (2012), Rüterbories et al. (2024), Simón-Chico et al. (2023), Zhang (2024)

引導其行為表現。該模型最初源於環境心理學，旨在說明個體如何透過認知與情感歷程（有機體）處理外部輸入（刺激），進而產生特定的行為反應（反應）(Mehrabian and Russell, 1974)。在教育情境中，許多研究者以 S-O-R 模型探討教學策略、課室環境及制度支持等因素，如何影響學生的投入與學習成效 (Cheng, 2024)，故 S-O-R 模型已被證實能有效解析不同教育刺激如何經由學習者的心理歷程轉化為學習行為，為教育研究與教學實踐提供了一個具啟發性的理論視角。

研究方法與設計

即使博物館教學大多運用實體展品及教材進行教學，但如輔以數位科技則能有效提升教學效能（吳紹群，2018）。而 AI 已成為當代博物館重要的新數位媒介，故本研究期望驗證 AI 輔助下的博物館戲劇式科普兒童教育中「動機會對於參與產生正向影響 (H1)」及「參與會對於結果產生

正向影響 (H2)」是否成立，來更深入瞭解 AI 輔助下的博物館戲劇式科普兒童教育運用。而本節將說明研究流程、對象、研究問卷設計、數據分析工具及 AI 互動環節設計。

一、本研究之 AI 互動環節設計

《超時光追蹤：恐龍未來式》科普兒童劇節目為提升博物館科普知識傳遞，參考過往盧凱晴等 (2023) 等學者提出建議博物館在與民眾進行互動時，應結合觀眾研究成果，並將觀眾於現場操作的實際情境納入設計考量，因此本研究團隊導入 3 項結合 AI 技術的多媒體互動媒材，強化觀眾在博物館劇場體驗中對恐龍主題的想像與投入。3 項技術及使用方式，介紹如下：

- （一）AI 服裝轉換拍照：為激發好奇心與期待感（動機／ Motivations；S-O-R: Stimulus）
在劇目正式開始前，劇場入口處設置 AI 互動拍照裝置，鼓勵觀眾進行拍照，系



圖 3. 本研究 AI 互動媒材 1：觀眾能透過 AI 將自己的外表轉換成穿著恐龍皮套的樣子。（圖片來源／國立自然科學博物館提供）

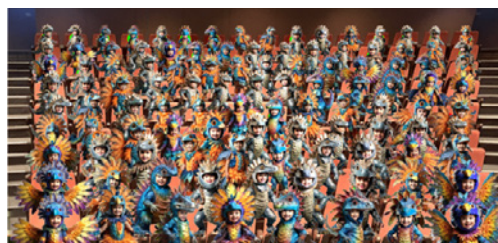
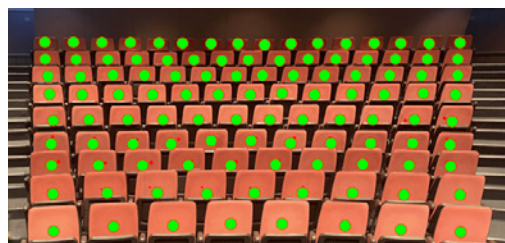


圖 4. 本研究 AI 互動媒材 2：為配合劇情，將現場觀眾大合照以 AI 轉換成恐龍的樣子。（圖片來源／國立自然科學博物館提供）

統會即時偵測並擷取參與者的影像，透過 AI 圖像處理技術將其原本穿著轉換成恐龍皮套的效果。此一設計不僅能提升觀眾的好奇心與期待感，也為觀眾留下趣味紀念（圖 3）。

（二）AI 大合照轉換：為增強情感共鳴與社交互動（參與／Engagement；S-O-R: Organism）

在節目適當的時段，進行全場觀眾大合照拍攝。拍照完成後，即時應用 AI 圖像轉換技術，將影像中的所有參與者轉換成不同種類的恐龍樣貌，該合照將於劇目進行中或結束時呈現，透過視覺衝擊感與趣味性，使觀眾對恐龍主題有更深刻的印象與情感連結（圖 4）。

（三）AI 未來想像投影：為引導知識連結與意義理解（結果／Outcomes；S-O-R: Response）

當劇情發展至「未來與恐龍共存」的情節時，演出人員會邀請觀眾分享對未來世界有恐龍存在時之想像，此時，系統會



圖 5. 本研究 AI 互動媒材 3：觀眾口述對未來恐龍世界的想像，以 AI 影像即時投影於畫面（圖片來源／國立自然科學博物館提供）

根據觀眾的口頭敘述或關鍵字，顯示 AI 生成影像即時對應的畫面，並投影於劇場背景幕上（圖 5）。

二、研究對象與研究程序

本研究的參與對象為「2024 年臺灣科學節」於科博館舉辦之《超時光追蹤：恐

龍未來式》科普兒童劇觀眾，研究焦點鎖定於觀賞該表演之兒童（幼稚園至國小年齡層）。在正式資料蒐集之前，本研究已通過科博館倫理審查，並確保所有受試兒童及其家長充分理解研究程序與相關資訊後，始進行參與。

本研究於 2024 年 11 月 9 日至 10 日進行資料收集，期間每日安排兩場《超時光追蹤：恐龍未來式》表演，每場時長約 45 分鐘。由於劇情設計，在節目開始前及進行中皆設置 AI 互動環節，讓觀眾得以體驗 AI 互動並學習恐龍知識。演出結束後，研究人員邀請家長協助子女填寫本研究問卷，填寫前已向家長與兒童說明，因研究對象為國小學生，允許親子在作答過程中進行討論，但家長不得介入或影響兒童的思考與作答，僅在題意說明上提供協助。完成問卷填寫後，研究對象可獲得小禮品以資鼓勵。本次問卷調查共有 120 位兒童參與填寫，經篩選後因資料不全排除 29 份，最終有效問卷為 91 份，有效回覆率為 75.83%。表 2 呈現了參與者的基本背景分佈。

三、研究問卷設計

本研究之問卷工具分為兩個主要部分。第一部分旨在蒐集受試者之基本資料，包括性別及年齡等項目。第二部分則包含 13 道題目，分別評量本研究所提出之 3 個潛在變項：動機（含 5 項觀察變項）、參與（含 4 項觀察變項）與結果（含

4 項觀察變項）。所有題目皆採五點李克特量表進行測量，以評估各變項對研究現象之影響。表 3 彙整本研究之問卷題項與其對應構面。

四、數據分析工具

本研究採用部分最小平方結構方程模式（Partial Least Squares Structural Equation Modeling，以下簡稱 PLS-SEM）做為統計分析工具。相較於傳統以協方差為基礎的結構方程模式，PLS-SEM 更適用於非常態資料與樣本數相對有限的情境，因此在博物館教育領域的相關研究中獲得廣泛應用 (Gao and Keller, 2024; Ratumbuisang et al., 2024)。本研究使用 SmartPLS 3.0 軟體，並依循兩階段程序進行分析：第一階段評估測量模型 (measurement model) 之信度與效度；第二階段評估結構模型，包括預測相關性、路徑係數的顯著性、間接效應以及調節效應等。

同時，為決定 PLS-SEM 分析所需的樣本數量，本研究遵循「10 倍規則」(Ten Times Rule)，即最少樣本量須為研究模型中指向同一內生變項之最大路徑數的 10 倍，並確保統計檢定力 (power level) 達 0.8，顯著水準 (significance level) 為 0.05 (Barclay et al., 1995; Hair et al., 2011)。依據本研究之模型結構，所需最低樣本數為 68，顯示本研究實際收集之樣本量足以支持並進行後續之 PLS-SEM 分析。為提升樣本數論證之嚴謹性，本研究另以

表 2. 研究對象基本背景分佈

項目	類別	次數	百分比 (%)
性別	男孩	56	61.5
	女孩	35	38.5
年齡類別	國小 1-3 年級	58	63.7
	國小 4-6 年級	33	36.3
總計		91	100.00

資料來源：本研究統計分析

表 3. 問卷題項

題號	構面	觀察變項	題 目
M1	動機	溝通	透過表演中的 AI 互動，我可以理解或向他人傳達劇中的恐龍科學知識？
M2	Motivations	好奇心	逗趣好玩的 AI 互動在表演中，我被吸引探索更多的恐龍科學新知識？
M3		信心	面對劇中困難的任務，我是有信心能夠完成的？
M4		挑戰	在表演過程中，我會想盡力參與幫忙完成每個任務，一起努力修復時光機？
M5	參與	控制	表演過程中我很努力參與探險，而表演中的 AI 互動任務是自主且可控的？
E1		肢體行為	觀看表演時，透過 AI 互動遊戲，我有好好運用肢體來一起完成探險任務？
E2		情緒	觀看表演過程中，當主角難過或開心時，我也會跟著他們一起難過或開心？
E3		認知	表演過程中，我會善用已經知道的恐龍知識，一起完成故事中的探險任務或回應演員的提問？
E4		社交	表演過程中，我有跟身旁的人互動學習，一起完成故事中的探險任務？
O1	結果	瞭解意義	我覺得看完這場表演，讓我學到更多分享有關恐龍知識或故事的技巧及方法？
O2	Outcomes	改變態度	我覺得參觀表演及參與互動過程，結合 AI 與數位科技創作個人專屬的 AI 恐龍照，讓我可以展現個人風格與特質？
O3		情感觸動	我覺得看完表演以後，可以讓我更想成為研究實現恐龍復活的科學家？
O4		技能提升	我覺得看完這場表演，可以讓我獲得更多恐龍知識？

資料來源：研究者自編並經專家效度審查之問卷資料

G*Power 3.1 軟體進行檢定力分析 (F test, Linear multiple regression: Fixed model, R² deviation from zero)，設定顯著水準 $\alpha = 0.05$ 、檢定力 power = 0.80、效果量 $f^2 = 0.15$ （中度效果），以及自變項數 = 1。分析結果顯示，最少需樣本數為 55，而本研究實際樣本數為 91 份，顯示已充分滿足 PLS-SEM 分析所需之統計檢定力要求。

研究量測與結果評估

一、測量模型評估

本節旨在驗證本研究測量模型之信度與效度，以確保實驗結果的可信度與有效性。

首先，就信度部分而言，必須同時檢視指標信度 (indicator reliability) 與內部一致性 (internal consistency)。根據過往文獻顯示，指標信度因素負荷量應至少高於 0.5 (Metsämuuronen, 2022a, 2022b)，由本研究分析結果（表 4）可知，所有題項之因素負荷量均超過此一門檻，符合理想標準。至於內部一致性方面，為確保受訪者對量表題項的理解具一致性，需同時檢測組合信度 (Composite Reliability，簡稱 CR 值) 以及 Cronbach’s Alpha 之數值。依據 Fornell and Larcker (1981a) 所提出的標準，組合信度須高於 0.6，Thorndike (1995) 則提出 Cronbach’s Alpha 應高於 0.7，而表 4 顯示，各構面之組合信度及 Cronbach’s

表 4. 測量模型的描述性統計與評估結果

構面	題項	標準化估計值	信度係數 (Cronbach's α)	組合信度 (CR 值)	平均變異萃取量 (AVE 值)
動機	M1	0.852	0.907	0.913	0.730
	M2	0.840			
	M3	0.845			
	M4	0.809			
	M5	0.923			
參與	E1	0.714	0.806	0.817	0.638
	E2	0.708			
	E3	0.888			
	E4	0.867			
結果	O1	0.870	0.884	0.891	0.742
	O2	0.835			
	O3	0.849			
	O4	0.891			

資料來源：本研究統計分析

表 5. 區辨效度 (Fornell 與 Larcker 準則)

構面	構面間相關性 Fornell 與 Larcker 準則		
	動機	參與	結果
動機	0.855		
參與	0.734	0.799	
結果	0.645	0.617	0.862

資料來源：本研究統計分析

表 6. 區辨效度 (異特質 - 同特質比值, HTMT)

構面	構面間相關性 異特質 - 同特質比值 (HTMT)		
	動機	參與	結果
動機			
參與	0.851		
結果	0.839	0.722	

資料來源：本研究統計分析

Alpha 皆達到相應門檻，故能證實量表具有適切的內部一致性。

在效度的評估方面，本研究檢驗了收斂效度 (convergent validity) 與區辨效度 (Discriminant Validity)。根據 Fornell and Larcker (1981a) 之建議，平均變異萃取量 (Average Variance Extracted，以下簡稱 AVE) 須高於 0.5 以確保有效的收斂效度，本研究所有構面之 AVE 值均超越 0.5，顯示量表具有良好的收斂效度。至於區辨效度，Fornell and Larcker (1981b) 主張潛在變項之 AVE 平方根應大於與其他構面間的相關係數，以確認不同構面的區別存在，由分析結果 (表 5) 可見，所有潛在變項之 AVE 平方根均高於其與其他構面的相關係數，證實了本研究量表的區辨效度。此外，根據 Henseler et al. (2015) 之研

究，本研究亦檢驗異特質 - 同特質 (Heterotrait-Monotrait，簡稱 HTMT) 比值是否低於 0.85 為嚴格標準，低於 0.90 為較寬鬆標準，分析結果 (表 6) 顯示，雖符合嚴格標準，但接近臨界值，依據 0.90 的準則仍屬可接受，進一步驗證了本研究量表具備適當的區辨效度。

二、結構模型評估

本研究結構模型之路徑分析結果，如表 7 與圖 6 所示。分析結果顯示，動機對參與具有顯著正向影響 ($\beta = 0.734$, $p < 0.001$)，支持假設 H1。此外，參與對結果亦具有顯著正向影響 ($\beta = 0.617$, $p < 0.001$)，支持假設 H2。綜合而言，本研究提出之兩項假設 (H1, H2) 均獲得實證支持。

表 7. 本研究結構模型

假設	路徑		β	P 值	結果
H1	動機	—> 參與	0.734	< 0.001	支持
H2	參與	—> 結果	0.617	< 0.001	支持

資料來源：本研究統計分析

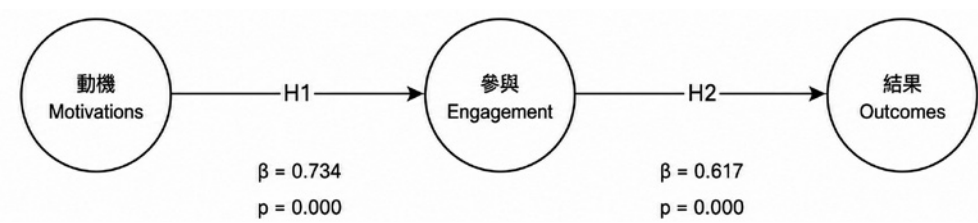


圖 6. 本研究結構模型圖（圖片來源／本研究繪製）

研究結果討論與分析

一、從動機、參與到結果的整合性探討

在「動機」構面中，5 個觀察變項之因素負荷量皆達顯著水準 ($\beta = 0.809\text{--}0.923$, $p < 0.001$)，其中「控制／自主感」($\beta = 0.923$) 最高，顯示兒童在 AI 與戲劇式科學演示的互動過程中，若能獲得操作的自主性，將顯著提升其學習動機。此一結果與 Ryan and Deci (2000) 提出「自我決定理論」(self-determination theory) 的「自主性需求」相互呼應，顯示科技輔助的學習設計應重視學習者的可控性與自我調整空間。此外，「溝通」($\beta = 0.852$)、「好奇心」($\beta = 0.840$)、「信心」($\beta = 0.845$) 與「挑戰」($\beta = 0.809$) 亦展現穩定且高度的負荷，意味著情境劇本與角色設計若能促進兒童與 AI 或同儕互動，有助於激發探索慾望、增強自信，並提升面對挑戰的意願。此結果呼應 Perry (2012) 在 Selinda 模型中所指出，學習動機往往受到好奇心、信心與挑戰性的共同驅動。

在「參與」構面中，認知 ($\beta = 0.888$) 與社交 ($\beta = 0.867$) 是最突出的兩項，相較於肢體行為 ($\beta = 0.714$) 及情緒 ($\beta = 0.708$)，代表兒童最主要的投入形式來自

「思想上的深入參與」以及「人際互動的社交動力」，以本研究故事情節及 AI 互動為主的戲劇科學演示，能使兒童同儕及 AI 共同討論、合作和扮演角色，進一步滿足參與感的趣味性，這與 Shen (2025) 的研究相符，在他的研究中發現 AI 互動能有效強化學習者的社會臨場感與互動意願，指出學習歷程中人際合作與語言互動是促進高層次認知發展的關鍵。肢體行為和情緒負荷雖然相對較低，但在互動參與體驗裡仍扮演著不可或缺的輔助角色，尤其肢體上的模仿或操作能讓部分孩子在參與感上有所加乘，情緒的投入更能透過劇情的起伏或任務挑戰，讓參與節目的歷程更生動豐富。

在「結果」構面中，技能提升 ($\beta = 0.891$) 與瞭解意義 ($\beta = 0.870$) 這兩個指標的負荷明顯最高，相較於改變態度 ($\beta = 0.835$) 及情感觸動 ($\beta = 0.849$)，顯示兒童在體驗 AI 與戲劇式科學演示的過程中，不僅能學到與恐龍知識相關的技能與資訊，也能更深刻地理解其背後的意義或科學概念，如同 Seyyedabadi et al. (2022) 的研究，他們認為理解性學習的產生，正源於深層的認知處理歷程。同時，改變態度與情感觸動則揭示了透過劇情鋪陳所帶來

的情緒連結，能將兒童對恐龍知識或博物館學習的態度轉化為更正面、更具興趣的觀點，雖然這些項目的負荷略低於技能與意義，但仍呈現出戲劇化教學可透過情境強化兒童的情感投入，進而促進態度上的改變與更積極的學習意願。

二、從 S-O-R 理論觀點探討研究結果

本研究已針對「Selinda 觀眾學習模型」之 PLS-SEM 模型進行統計分析，並瞭解兒童在 AI 輔助下的博物館戲劇式科普教學的學習路徑，然而，此學習路徑僅為表象，因此本研究以 S-O-R 理論進行更深入探討及驗證，來剖析此學習路徑的發展成因。若以 S-O-R 理論進行詮釋，可將「動機」視為外部刺激(S)，「參與」視為個體內部的心理狀態(O)，而「結果」則代表最終的行為反應(R)。

而 S-O-R 理論的核心假設是外部刺激會先影響個體的內在認知或情感狀態，進而驅動個體做出相應的行為或反應(Mehrabian and Russell, 1974)，因此本研究所得到的路徑結果(H1 與 H2)正好印證了該理論架構，說明了受試者經由「動機」產生的內在狀態(「參與」)對最終「結果」具有顯著且正向的影響。

(一) 動機做為刺激

S-O-R 理論中，刺激(S)指外部情境所提供的訊息或線索，能引發個體的注意、興趣或情緒反應。在本研究脈絡下，「動機」即扮演刺激的角色，包括好奇心、控制感、自信、挑戰感與溝通意願等多面向的心理吸引來源。研究結果顯示，動機對參與具有顯著且正向的影響($\beta = 0.734, p < 0.001$)，亦即，當兒童在活動中感受到較高的動機時，更容易被吸引、投入並主動參與互動。這項結果符合 S-O-R 架構對刺激階段的描述：唯有當外部刺激具有足夠吸引力或意義時，才能有

效引發個體進入後續的心理處理與投入歷程。

(二) 參與做為有機體

在 S-O-R 理論中，「參與」屬於個體在面對動機所產生的內在心理反應(Organism, O)，涵蓋肢體行為、情緒投入、認知反應與社交互動等面向。本研究結果顯示，當兒童在活動中感受到較高的動機時，其心理投入程度也相對提升，更願意主動參與及互動。換言之，參與在本研究中扮演動機與行為結果之間的重要橋樑，說明個體唯有在內在狀態被有效激發時，才可能展現後續的學習行為與表現。此結果亦呼應 S-O-R 理論對 Organism 階段的觀點：外部刺激若能引起足夠的心理回應，便會推動個體進入更深層的投入及參與歷程。

(三) 結果做為反應

在 S-O-R 理論中，「反應」(Response, R)指的是個體在完成心理處理後所展現的外顯行為或成效。在本研究中，「結果」即做為反應的呈現，包括兒童在活動後對意義的理解、態度的轉變、情感上的觸動與相關技能的提升。研究結果顯示，「參與」對「結果」具有顯著且正向的影響($\beta = 0.617, p < 0.001$)，亦即，參與程度越高的兒童，其最終在學習成效上也呈現更明顯的正向回饋。此結果符合 S-O-R 架構的核心觀點：唯有當個體的內在狀態被有效激發並投入其中，才可能促成後續明確且可觀察的行為表現或成果。

綜合上述 3 階段的分析結果，本研究不僅與 S-O-R 理論相互呼應，也凸顯「參與」在刺激與反應之間所扮演的中介角色。若研究設計僅考察外部刺激與最終行為，而忽略此一心理歷程，則可能對個體學習行為的生成過程產生片面或低估的解釋。

結論與未來研究建議

一、結論

本研究驗證了 Perry (2012) 所提出的「Selinda 觀眾學習模型」在 AI 科技介入的戲劇科普劇場中的適用性，並透過 S-O-R 理論進一步釐清外部刺激 (S)、心理狀態 (O) 與行為反應 (R) 之間的因果鏈結。結果顯示：

H1：當兒童因 AI 互動科技而產生的學習動機愈強烈時，其在科普劇場中的參與程度顯著提升。

H2：當兒童的參與程度愈高時，其學習成效與行為表現亦隨之增強。

(一) AI 介入科普兒童劇場中 Selinda 模型與 S-O-R 機制的適切性

本研究旨在驗證 Perry (2012) 提出的 Selinda 觀眾學習模型在 AI 科技介入之科普兒童劇場中的適用性，並運用 S-O-R 理論釐清外部刺激 (S)、心理狀態 (O) 與行為反應 (R) 之間的因果鏈結。研究結果顯示，Selinda 模型於本研究脈絡中具良好解釋力，能有效描述兒童在 AI 劇場情境下的學習歷程；S-O-R 亦成功補充了模型中刺激 - 反應之動態連結，進一步揭露 AI 體驗如何影響兒童的情緒投入及行為參與。

(二) 動機、參與及結果三構面的關鍵發現

在「動機」構面中，兒童若能在互動過程中感受到自主操控的權利，將更有效激發其學習動機，但劇中 AI 的順暢互動若能引發兒童的好奇心、自信心與挑戰意願，也同樣有助於提升其參與意願。在「參與」構面中，兒童主要透過 AI 影響其深入思考與人際互動，並帶動社交動力參與劇情，而肢體互動與情緒反應雖相對次要，仍具輔助性的參與價值。在「結果」構面中，AI 互動的介入有助於兒童掌握科普知識與理解劇情背後的意涵，相較之下，在

態度轉變與情感觸動方面的學習成效則略為低於前者，但仍舊存在有效影響。

(三) S-O-R 理論在博物館教育情境中理論與實務的貢獻

傳統的 Selinda 觀眾學習模型假設觀眾的學習主要受動機、參與及結果 3 項內在動機與情境參與所驅動，較少考慮科技做為動態刺激來源的潛在影響。本研究除了將 AI 納入模型架構，透過結構方程模型驗證了「動機 - 參與 - 結果」的學習歷程路徑，並以 S-O-R 理論來解釋學習歷程路徑的成因，此一模型修正不僅擴展了 Selinda 觀眾學習模型於 AI 與互動情境下的理論適用性，也建立了一個可實證檢驗的跨理論框架，以解析科技介入所引發的學習歷程變化與心理動態，故博物館策展與劇場教育團隊若能透過本研究發現來修正劇本及互動機制，將有助於 AI 由單純的展示媒介轉化為促進知識建構與情感連結的關鍵中介體，同時也可以針對不同群體來強化動機、參與、結果 3 個面向的強化。

二、未來研究建議

本研究以 8 至 12 歲兒童為主要研究對象，並透過《超時光追蹤：恐龍未來式》科普兒童劇場的情境，驗證了 AI 互動科技對兒童學習動機、參與及結果的影響。然而，未來研究仍可從以下幾個方向進一步延伸：

(一) 不同年齡層的比較研究

本研究的劇情設計包含多個任務導向的關卡。而多個任務導向的關卡符合中高年級兒童 (8-12 歲) 偏好逐步挑戰的學習特徵 (王惇蕙, 2023)。未來可針對其他年齡層 (如學齡前或青少年) 進行比較分析，以檢視不同年齡群體在 AI 劇場互動中的差異化學習歷程。

(二) 中介與調節變項的探討

Perry (2012) 的 Selinda 模型強調「動機 - 參與 - 結果」的學習鏈結，未來研究可進一步納入中介與調節變項，以精緻化該模型在 AI 劇場情境下的應用。例如，可考慮「家庭參與程度」、「科技自我效能」及「知識基礎差異」等因素，以更深入剖析不同兒童在博物館學習中的動態。

誌謝

本文由衷感謝兩位審查委員提出寶貴且細緻的建議，使本文得以在論述架構、研究脈絡與內容表述上更加完善。同時，亦誠摯感謝《博物館學季刊》編輯團隊於審查與編務過程中的協助與支持，讓本文能順利完成修訂與刊登。

參考文獻

- 王惇蕙，2023。兒童博物館學的在地實踐：以國立臺灣美術館為例。博物館學季刊，37(2): 93-111, 113。
- 吳紹群，2018。科技元素應用於博物館館校合作活動之研究：以線上影音、虛擬實境以及3D列印之整合運用為例。博物館學季刊，32(1): 85-111。
- 林玫君，2020。當戲劇與博物館相遇：當代博物館戲劇的演繹與模式。博物館學季刊，34(4): 119-130。
- 劉君祺，2025。親子共遊中的玩與學：以國立故宮博物院展廳自導資源為例。博物館學季刊，39(1): 37-65。
- 盧凱晴、馮博恩、丁維欣，2023。初探多媒體互動裝置對觀眾的吸引力與知識傳遞：以國立臺灣博物館古生物館之「古生物大展」為例。博物館學季刊，37(3): 59-73。
- Akram, H. and Li, S., 2024. Understanding the role of teacher-student relationships in students' online learning engagement: Mediating role of academic motivation. *Perceptual and Motor Skills*, 131(4): 1415-1438.
- Almusaed, A., Almssad, A., Yitmen, I. and Homod, R. Z., 2023. Enhancing student engagement: Harnessing "AIED"'s power in hybrid education: A review analysis. *Education Sciences*, 13(7): 632.
- Amonova, S., Juraeva, G. and Khidoyatov, M., 2023. Harnessing the Potential of Artificial Intelligence in Language Learning: Is AI Threat or Opportunity? *Proceedings of the 7th International Conference on Future Networks and Distributed Systems, Dubai, United Arab Emirates*.
- Armesto Arias, M., Neira-Piñeiro, M. D. R., Pasarín-Lavín, T. and Rodríguez, C., 2025. A drama-based intervention to improve emotional intelligence in early childhood education. *European Journal of Psychology of Education*, 40(1): 13.
- Barclay, D., Thompson, R. and Higgins, C., 1995. The partial least squares (PLS) approach to causal modeling: Personal computer use as an illustration. *Technology Studies*, 2: 285-309.
- Belkacem, A. N. and Hireche, A., 2025. Exploring student engagement and learning preferences: A comparative study between virtual- and robot-based tutors. *Measurement: Sensors*, 38: 101704.

- Chen, Y., 2024. Chinese primary school students improve English through VR-based drama education games. *In Addressing Global Challenges - Exploring Socio-Cultural Dynamics and Sustainable Solutions in a Changing World: Proceedings of International Symposium on Humanities*, pp. 295-301.
- Cheng, Y. M., 2024. Nurses' MOOCs continuance intention and task performance: Antecedents and mediators. *Information Discovery and Delivery*, 52(3): 324-339.
- Deniz, K., 2024. Adaptive AI and interactive narrative possibilities in media. *In Revolutionizing Communication: The Role of Artificial Intelligence*. Benítez Rojas, R. V. and Martínez-Cano, F.-J., eds., pp.117-128. Boca Raton: CRC Press.
- Elsayary, A., 2023. Students' active engagement in online learning. *In Overcoming Challenges in Online Learning: Perspectives from Asia and Africa*. Elsayary, A. and Olowoselu, A., eds., pp. 97-106. London: Routledge.
- Fornell, C. and Larcker, D. F., 1981a. Evaluating structural equation models with unobservable variables and measurement error. *Journal of Marketing Research*, 18(1): 39-50.
- , 1981b. Structural equation models with unobservable variables and measurement error: Algebra and statistics. *Journal of Marketing Research*, 18(3): 382-388.
- Gao, F. and Keller, V., 2024. The effect of digital curation on visitor behavior in museum exhibitions. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(9): 6153.
- González, A., Bevilacqua, D. and Soares, M., 2021. Communicating science is an art! What do artists who work in an itinerant science museum say? *ACTIO: Docência em Ciências*, 6(2): 1-24.
- Hair, J. F., Ringle, C. M. and Sarstedt, M., 2011. PLS-SEM: Indeed a silver bullet. *Journal of Marketing Theory and Practice*, 19(2): 139-152.
- Han, L., Osman, S. Z. M. and Che, J., 2024. Impact of online learning interactive experience on language learners' emotional engagement. *Eurasian Journal of Applied Linguistics*, 10(1): 115-126.
- Henseler, J., Ringle, C. and Sarstedt, M., 2015. A new criterion for assessing discriminant validity in variance-based structural equation modeling. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 43: 115-135.
- Ho, S. C. and Lee, P. J., 2024. Exploring the impact of gamified learning portfolio on student engagement with different learning motivations. *Journal of Research in Education Sciences*, 69(3): 139-172.
- Hochreiter, V., Benedetto, C. and Loesch, M., 2023. Review and analysis of the stimulus response in consumer behavior, organizational culture and leadership theory. *International Journal of Management, Marketing, and Decision Sciences*, 3(1): 25-36.
- Huang, H. Y. and Liem, C. C. S., 2022. Social inclusion in curated contexts: Insights from museum practices. *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 300-309.
- Johnson, D. L. and Davis, C. G., 2024. Bridging the gap for underserved populations: Personalized AI solutions for college access and learning support. *New Directions for Higher Education*, 207: 47-62.

- Jost, P., Rangger, S. and Lehmann, J., 2025. Enhancing sustainability decisions: AR and AI in gamified public education for environmental decision-making. *Lecture Notes in Networks and Systems*, pp. 272-289.
- Karamanov, O., Zheleznyk, O. and Surnach, O., 2023. Theatricalization in the space of the museum: Possibilities of interaction between school and museum. *Pedagogika. Studia i Rozprawy*, 32: 147-155.
- Khalkho, R., Singh, S., Gupta, N. and Srivastava, P., 2024. Impact of educational AI on students' studying habits and academic performance. 2024 International Conference on Artificial Intelligence and Quantum Computation-Based Sensor Applications, ICAIQSA 2024 - Proceedings, pp. 1-6.
- Kiurski, D., 2022. Museum theatre as an educational tool: Examples in serbian museums. *Revija za elementarno izobraževanje*, 15(Spec.Iss): 77-91.
- Lee, J. and Kim, D., 2025. From awareness to empowerment: Self-determination theory-informed learning analytics dashboards to enhance student engagement in asynchronous online courses. *Journal of Computing in Higher Education*, 37(3): 1078-1118.
- Lee, Y. C. N., Shan, L. T. and Chen, C. H., 2013. System development of immersive technology theatre in museum. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, pp. 400-408.
- Lei, H., Chen, C. and Luo, L., 2024. The examination of the relationship between learning motivation and learning effectiveness: A mediation model of learning engagement. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1): 137.
- Limonova, V., dos Santos, A. M. P., Mamede, J. H. P. S. and de Jesus Filipe, V. M., 2024. Maximising attendance in higher education: How AI and gamification strategies can boost student engagement and participation. *Lecture Notes in Networks and Systems*, pp. 64-70.
- Lin, L. and Wang, F., 2023. Research on the relationship between learning engagement and learning performance in online learning. *ACM International Conference Proceeding Series*, pp. 201-206.
- Liu, J., 2025. A review of the application and development of artificial intelligence technology in museums. *Proceedings of the 4th Asia-Pacific Artificial Intelligence and Big Data Forum, AIBDF 2024*, pp. 187-193.
- Liu, Y. F., Luthfi, M. I. and Hwang, W. Y., 2024. Enhancing usability and learner engagement: A heuristic evaluation of the AI-enhanced video drama maker app. *Proceedings - 21st International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering, JCSSE 2024*, pp. 337-342.
- Magni, F., 2002. The theatrical communic-action of science. *Journal of Science Communication*, 1(1): A04.
- Makarenko, O., Borysenko, O., Horokhivska, T., Kozub, V. and Yaremenko, D., 2024. Embracing artificial intelligence in education: Shaping the learning path for future professionals. *Multidisciplinary Science Journal*, 6, Article e2024ss0720.
- Mehrabian, A. and Russell, J. A., 1974. *An Approach to Environmental Psychology*. Cambridge,

MA: M.I.T. Press.

- Metsämuuronen, J., 2022a. Attenuation-corrected estimators of reliability. *Applied Psychological Measurement*, 46(8): 720-737.
- , 2022b. How to obtain the most error-free estimate of reliability? Eight sources of deflation in the estimates of reliability to avoid. *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 27: 10.
- Mun, Y. S. and Sam, T. L., 2022. Online learning motivation during Covid-19. Pandemic: The role of learning environment, student self-efficacy and learner-instructor Interaction. *Malaysian Journal of Learning and Instruction*, 19(2): 213-249.
- Pan, J., Ishak, N. A. and Qin, Y., 2024. The application of Moore's online learning interactions model in learning outcomes: The SOR (stimulus-organism-response) paradigm perspective. *Heliyon*, 10(7): e28505.
- Panciroli, C., Russo, V. and Balzan, F., 2024. Educating with artificial intelligence, educating for artificial intelligence: Role, impacts, and possibilities in the phygital scenario. *Springer Series in Design and Innovation*, 36: 84-92.
- Peleg, R. and Baram-Tsabari, A., 2017. Learning robotics in a science museum theatre play: Investigation of learning outcomes, contexts and experiences. *Journal of Science Education and Technology*, 26(6): 561-581.
- Perry, D., 2012. What makes learning fun? Exploring the influence of choice and difficulty on mind wandering and engagement during learning. *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, pp. 71-80.
- Ratumbuisang, K. F., Hariyanti, U., Saputro, G. E. and Abdilah, Y. A., 2024. Application of collaborative storytelling with virtual museum: Modeling the relationship among pre-service teachers' collaboration and technology acceptance. *Education and Information Technologies*, 29(16): 21943-21963.
- Ritchie, T. and Meng, X.-L., 2024. A conversation with tim Ritchie. *President of the Museum of Science, Boston*, 6(2).
- Rüterbories, T., Mecklinger, A., Eschmann, K. C. J., Crivelli-Decker, J., Ranganath, C. and Gruber, M. J., 2024. Curiosity satisfaction increases event-related potentials sensitive to reward. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 36(5): 888-900.
- Ryan, R. M. and Deci, E. L., 2000. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1): 54-67.
- Seyyedabadi, S., Nafissi, Z., Rostami, R. and Sotoudehnama, E., 2022. Learners' perceptions of computerized cognitive training transfer to l learning: An adaptive case for covid-19. *Language Related Research*, 13(5): 641-671.
- Shen, Q., 2025. Artificial intelligence as a pedagogical communicator: Mixed-methods insights from Raffles International College Bangkok. *Computers and Education Open*, 9, Article 100297.

- Simón-Chico, L., González-Peño, A., Hernández-Cuadrado, E. and Franco, E., 2023. The impact of a challenge-based learning experience in physical education on students' motivation and engagement. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 13(4): 684-700.
- Thiel, S., 2023. Managing AI: Developing strategic and ethical guidelines for museums. In *AI in Museums: Reflections, Perspectives and Applications*. Thiel, S. and Bernhardt, J. C., eds., pp. 83-98. Bielefeld: Transcript-Verlag.
- Thorndike, R. M., 1995. Book review: *Psychometric theory* (3rd ed.) [Review of the book *psychometric theory* (3rd ed.), by Nunnally, J. C. and Bernstein, I. H.]. *Applied Psychological Measurement*, 19(3): 303-305.
- Yang, K. and Wang, H., 2023. The application of interactive humanoid Robots in the history education of museums under artificial intelligence. *International Journal of Humanoid Robotics*, 20(6): 2250016.
- Yaseen, H., Mohammad, A. S., Ashal, N., Abusaimeh, H., Ali, A. and Sharabati, A. A. A., 2025. The impact of adaptive learning technologies, personalized feedback, and interactive AI tools on student engagement: The moderating role of digital literacy [article]. *Sustainability (Switzerland)*, 17(3): 1133.
- Yu, S., Lin, J., Huang, J. and Zhan, Y., 2024. A systematic review of changing conceptual to practice AI curation in museums: Text mining and bibliometric analysis. *AHFE (2024) International Conference*, 122: 315-324.
- Zhang, T., 2024. Effects of self-regulation strategies on EFL learners' language learning motivation, willingness to communication, self-efficacy, and creativity. *BMC Psychology*, 12(1): 75.
- Zhu, A., Mofreh, S. A. M., Salem, S., Li, Z. and Yao, M., 2023. A review of the effect of reading engagement on reading achievement. *Encyclopaideia*, 27(67): 17-28.

收稿日期：2025 年 8 月 13 日；接受日期：2025 年 11 月 25 日

作者簡介

徐典裕：國立自然科學博物館學術副館長。

陳冠瑋：國立臺北科技大學設計學院設計博士班博士。

The Impact and Effectiveness of AI-Enhanced Interactive Theatrical Science Education in Museums on Children's Learning Processes: A Study Based on the Selinda Visitor Learning Model and the S-O-R Framework

Hsu, Tien-yu* Chen, Kuan-wei **

Manuscript received August 13, 2025; accepted November 25, 2025

In recent years, artificial intelligence (AI) and drama-based instruction have been widely applied by museums to science education, boosting interactivity and creating new learning opportunities for children. In this study, the influences of AI-driven interaction in theatrical science education on children's engagement and learning outcomes were investigated. The research focus was the 2024 *Beyond Time: Dinosaur Futures* interactive AI children's theater at the National Museum of Natural Science, with 91 audience members serving as participants. Guided by Perry's Selinda Model of Visitor Learning, which comprises motivations, engagement, and outcomes, partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) was employed. The results revealed a significant positive effect of motivation on engagement ($\beta = 0.734$, $p < 0.001$), and of engagement on learning outcomes ($\beta = 0.617$, $p < 0.001$). The Stimulus-Organism-Response (S-O-R) framework was used to further explore the underlying mechanisms, namely how external stimuli affect individuals' psychological states and behavioral responses. The findings supported both proposed hypotheses: (1) AI interaction enhances children's learning motivation, which in turn increases engagement; (2) higher engagement leads to better learning outcomes and behaviors. Key indicators emerged across the three dimensions. In the motivation phase, children's sense of autonomy in the use of AI and the curiosity or confidence that was sparked by AI interaction significantly boosted motivation. For engagement, AI-facilitated deep thinking and social interaction played central roles, while physical and emotional engagement played secondary roles. In terms of outcomes, knowledge acquisition and meaning-making stood out as primary indicators of learning, while emotional resonance and attitude shifts showed positive but lesser impacts. Based on the results, integrating immersive and interactive AI into museum science theaters not only enriches the content of traditional science exhibits but also encourages children to connect prior knowledge with AI experiences (e.g., image transformation and real-time projection). This connection fosters deeper interest, stronger identification, and enhanced learning performance.

Keywords: artificial intelligence, museum learning, theatrical science education, children's education

* Academic Deputy Director, National Museum of Natural Science; E-mail: dan@mail.nmns.edu.tw

**PhD, Doctoral Program in Design, College of Design, National Taipei University of Technology; E-mail: r24135273@gmail.com