

結合知識地圖與鷹架式角色扮演遊戲對研究素養與學習行為之影響

Research Knowledge Map-Integrated Role-Playing Games with Scaffolding: Impacts on Research Literacy and Learning Behaviors

Ngoc-Diep Dao¹, 施芯彤² 張詔宸^{3*}

^{1,2,3} 台灣元智大學資訊傳播學系

* changsc@saturn.yzu.edu.tw

【摘要】 研究素養是研究生必備的核心能力，然而其培養過程往往受限於抽象的研究架構以及缺乏真實的學習情境。雖然角色扮演遊戲能提供沉浸式環境，但通常欠缺引導學生掌握複雜研究框架所需的認知鷹架。為解決此限制，本研究基於研究空間建構模型(Create a Research Space, CARS)理論開發了一款「結合研究知識地圖與CARS模型之嚴肅角色扮演遊戲」，將知識地圖作為雙層認知鷹架，藉此將研究邏輯外顯化。本研究採用準實驗設計，將RKM-RPG模式與傳統RPG進行比較。單因子共變數分析結果顯示，RKM-RPG組在識別研究架構及關鍵學術要素方面之熟練度顯著高於控制組。此外，滯後序列分析顯示，使用RKM-RPG的學生呈現出更具結構化且策略性的學習行為軌跡；反之，控制組則展現出零散且反覆試誤的行為模式。研究結果顯示，在體驗式遊戲中整合概念圖與結構化的認知鷹架，能有效促進高等教育中深度且可遷移的研究素養發展。

【關鍵字】 研究素養；嚴肅遊戲；鷹架理論；學習行為分析

Abstract: Research literacy is a vital competency for graduate students, yet its development is often hindered by abstract structures and a lack of authentic contexts. While role-playing games offer immersive environments, they frequently lack the cognitive scaffolding necessary to navigate complex research frameworks. To address this limitation, this study introduced a CARS (Create a Research Space)-informed Research Knowledge Map-integrated serious role-playing game (RKM-RPG), utilizing the knowledge map as a dual-layer cognitive scaffold to externalize research logic. A quasi-experimental study compared the RKM-RPG model with a conventional RPG (C-RPG). ANCOVA results demonstrated that the RKM-RPG group achieved significantly higher proficiency in identifying research structures and key academic components. Furthermore, lag sequential analysis revealed that RKM-RPG students followed more structured, strategic learning trajectories, whereas the control group exhibited fragmented, trial-and-error patterns. These findings suggest that integrating structural scaffolding within concept mapping and experiential gaming effectively fosters deep and transferable research literacy in higher education.

Keywords: Research Literacy, RPG-Based Serious Game, Scaffolding Theory, Learning Behavior Analysis.

1. 簡介

研究素養(Research Literacy, RL)是碩士生的核心能力之一，不僅包含學術閱讀能力，亦涵蓋辨識研究價值、理解論文結構，以及識別能為論文發展提供啟發之研究貢獻的能力(Cirasó-Cali et al., 2022)。鑑於研究素養概念本身具有高度廣義性，本研究所指之研究素養，係聚焦於研究新手在研究設計與論證建構階段的推理能力，而非廣義的資訊素養或閱讀能力。然而，在實務情境中，許多研究新手難以將閱讀內容與自身研究連結，進而導致學習動機與學習成效降低(Chen, 2025)。此類困難往往源自於傳統教學模式，在該模式下，研究學習呈現零散化，且缺乏能支持深度投入的具體經驗情境(Chen, 2025)。角色扮演遊戲(Role-Playing Games, RPGs)因能提供體驗式學習環境而被引入研究教育中，透過將研究活動置於真實任務之中，以提升

學習投入程度(von Gillern & Nash, 2025)。然而，單純以遊戲為導向的學習方式，對於支援學習者理解研究結構仍顯不足。若缺乏適當的認知鷹架，學生往往傾向於優先完成任務，而忽略其背後的研究邏輯(Abidin et al., 2025)。為解決此問題，概念圖被用於組織論文結構、研究缺口辨識與研究價值判斷，藉此建構連貫的推理流程，並支持以目的為導向的研究投入(Jeong et al., 2025)。然而，傳統概念圖多半侷限於靜態且表層的知識組織，不足以支撐研究推理中動態且抽象的特質(Sunday et al., 2025)。為回應上述限制，本研究提出「研究知識地圖整合式角色扮演遊戲」(Research Knowledge Map-Integrated Role-Playing Game, RKM-RPG)，一種旨在透過結構化認知歷程路徑培養研究素養的嚴肅遊戲。不同於主要連結定義性概念的傳統概念圖，嵌入式研究知識地圖(Research Knowledge Map, RKM)作為一種程序性認知鷹架，其理論基礎奠基於 Swales 的研究空間建構模型(Create a Research Space, CARS)(Swales, 2012)。RKM 不僅呈現概念層級結構，更將學術論證邏輯外顯化，並引導學生依序完成研究任務。透過將研究知識地圖整合為核心遊戲機制，RKM-RPG 使學生能在互動環境中同時視覺化並實踐複雜的研究歷程，包括研究焦點界定、研究缺口辨識，以及學術貢獻的建構。此方法透過將知識地圖由被動參考工具轉化為主動引導的學習導航系統，促使抽象研究推理轉化為真實的研究實踐。

2. 文獻探討

2.1. 角色扮演遊戲在高等教育中培養複雜研究素養之應用

研究素養是一種複雜且高層次的能力，要求碩士生具備詮釋、評估與整合學術價值的能力(Böttcher & Thiel, 2018)。傳統教學模式經常無法提供具體且情境化的學習脈絡，使學生難以視覺化研究邏輯中所隱含的問題與解決方案之間的關係(Chen, 2025)。角色扮演遊戲(Role-Playing Games, RPGs)透過將抽象的研究歷程轉化為敘事導向的任務，有助於促進研究素養的發展，並使學生在模擬的學術生態系統中扮演研究者的角色(Gundersen & Lampropoulos, 2025)。此種以身分為基礎的學習方式，使學生能透過分階段的任務系統投入複雜學習活動，從而將多層次的研究歷程拆解為可管理且具明確目標的行動單元(Tene et al., 2025)。因此，RPG 環境作為一種「可容錯」的學習沙盒，在維持高度學習投入的同時，為學習者提供基礎的認知歷程路徑(Gundersen & Lampropoulos, 2025)。然而，同時理解遊戲機制與研究邏輯的內在複雜性，仍可能導致額外的認知負荷(Zhong, 2022)。儘管沉浸式 RPG 環境有助於提升學習投入，但其本身並不能保證深層結構性推理的進行。因此，有必要整合明確的認知鷹架，以協助學生過濾環境刺激，並將注意力聚焦於學術研究中關鍵的邏輯轉換歷程(Ferrie & Greenwood, 2025)。

2.2. 作為研究素養鷹架策略的概念圖

鷹架理論強調，當學習任務超出學習者當前能力時，應提供暫時且結構性的支持，此一原則對於研究素養(Research Literacy, RL)的培養尤為關鍵(Wood et al., 1976)。研究素養之所以需要鷹架支持，源於學術推理本身所具備的非線性與抽象特性，學生必須同時處理資訊解碼、批判性評估與邏輯統整等多重認知歷程(Kim et al., 2022)。不同於程序性技能，研究素養往往受限於隱性推理與不易察覺的論證轉換，研究新手若缺乏明確的支持，常難以理解其中的論證脈絡，進而導致理解零散，且無法內化研究價值(Zhong, 2022)。在研究學習領域中，概念構圖已被廣泛採用為一種鷹架策略，用以協調閱讀、詮釋與評估等複雜認知歷程(Sunday et al., 2025)。透過將專家思維外顯化並結構化研究任務，鷹架設計能夠降低認知負荷，並支持碩士

生發展可遷移的研究素養能力(Chen et al., 2025)。作為一種有效的鷹架工具，概念圖能透過結構化的視覺表徵，協助學生組織知識並理解概念之間的關聯(Jeong et al., 2025)。研究空間建構模型(Create A Research Space, CARS)由 Swales 提出，用以描述學術論文中研究論證建構的典型結構。該模型指出，研究者通常透過三個主要步驟建立研究空間，包括建立研究領域(establishing a territory)、辨識研究缺口(establishing a niche)，以及佔據研究缺口(occupying the niche)(Swales, 2012)。然而，傳統應用多將研究素養視為靜態表徵，側重於定義性概念的連結，而非將研究論證邏輯視為一個動態歷程加以鷹架化。從研究空間建構模型(CARS)的觀點來看，現有設計鮮少對「研究空間建構」的完整歷程提供鷹架，使得從建立研究脈絡到闡述研究貢獻之間的流動性轉換，多半處於不可見的狀態(Swales, 2012)。此外，少有研究模式將概念圖系統性地整合為遊戲式學習環境中的主動導航系統(Qian & Clark, 2022)。上述限制突顯出採用結構化且有鷹架支持的教學方法必要性，以協助學生在遊戲式情境中實踐研究思維。為回應此研究缺口，本研究提出「研究知識地圖整合式角色扮演遊戲」(Research Knowledge Map-Integrated Role-Playing Game, RKM-RPG)模型。該模型以鷹架理論與 CARS 模型為基礎，將研究知識地圖嵌入沉浸式角色扮演環境中，作為核心的認知機制，使研究新手能透過情境化行動與反思活動，將研究思維歷程具體化，從研究缺口辨識到研究目標建立，進而提升其研究素養能力。基於此，本研究提出以下研究問題：

- 一、採用研究知識地圖整合式角色扮演遊戲學習模式的實驗組學生，其研究素養表現是否顯著優於採用傳統角色扮演遊戲學習模式之控制組學生？
- 二、經由不同的學習方法後，實驗組和控制組的學生在學習行為上是否有差異？

3.研究知識地圖整合式角色扮演遊戲學習模型

本研究使用 RPG Maker 開發一套研究知識地圖整合式角色扮演遊戲，旨在透過結合嚴肅角色扮演遊戲、研究知識地圖與鷹架式任務的真實問題導向學習環境，以提升研究生之研究素養。本模型透過將 Swales 的研究空間建構框架之三個核心步驟，即「建立研究領域」、「辨識研究缺口」與「佔據研究缺口」，嵌入於四項遊戲任務中，並輔以雙層鷹架機制加以支援。不同於傳統角色扮演遊戲設計主要依賴敘事推進與探索式遊戲歷程來引導學習，本研究所提出的模型嵌入了一套雙層鷹架機制，其中微觀層級的小型概念圖作為即時提示，而宏觀層級的任務概念圖則引導整體學習任務的推進，這些任務引導學習者從主題聚焦與問題界定開始，進而理解研究結構與辨識研究缺口，最終整合問題、缺口、研究目標與研究價值等關鍵研究要素。研究知識地圖作為主要的認知鷹架，使學習者透過反覆的行動與反思循環，逐步內化研究推理邏輯。在 RKM-RPG 系統中，研究知識地圖作為橫跨四個學習工作區的整體導航地圖，分別對應四項遊戲任務，包括：「聚焦實驗室」、「辦公室空間」、「學術大廳」以及「回顧室」，如圖 1 所示。學習者可依個人學習節奏，以任意順序完成前三個任務，而最終的統整任務則需依序解鎖。在遊戲進行過程中，系統於學習者初次嘗試後，會提供小型概念圖與任務層級概念圖，作為策略性與結構性的支持。每一項任務皆包含具鷹架設計的引導問題，並搭配即時回饋與獎勵機制，最終形成一套可擴展的研究知識地圖，整合研究核心構面，並支持學習者發展可遷移的研究素養能力。

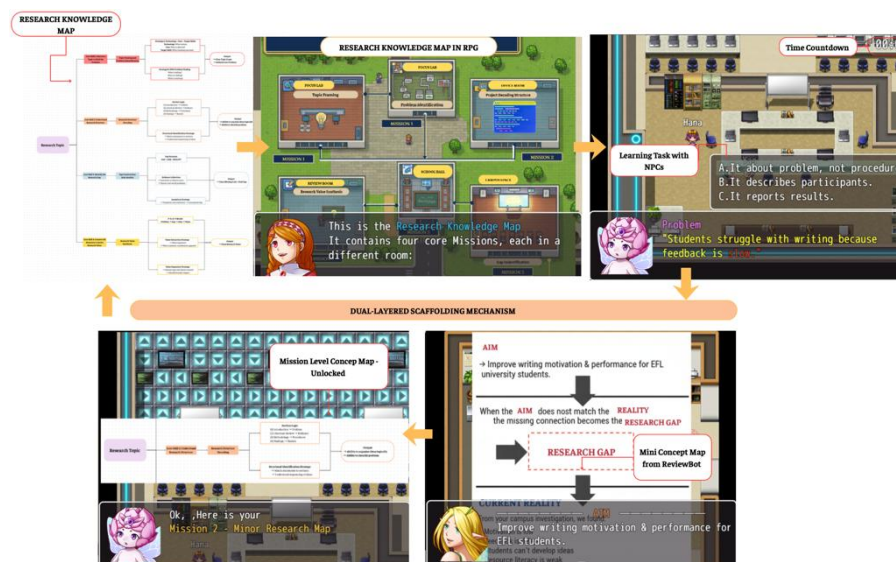


圖 1、研究知識地圖整合式角色扮演遊戲之概念與教學設計

4. 研究方法

研究對象與實驗設計

本研究以先導研究(pilot study)的形式進行，對象為臺灣北部一所大學修習學術寫作課程之 30 名英語相關科系研究生。研究參與者分為實驗組(人數=15，女性 7 人、男性 8 人)與控制組(人數=15，女性 6 人、男性 9 人)。所有參與者皆無從事學術研究的先前經驗，亦未曾接受以嚴肅角色扮演遊戲作為學習工具的相關訓練。兩組學生皆透過使用 RPG Maker MV 所開發之嚴肅角色扮演遊戲進行學習，學習相同的教學內容、完成相同的學習任務，並由同一位具五年以上教學經驗之教師進行指導。兩組之間的差異僅在於教學支持方式：實驗組透過研究知識地圖整合角色扮演遊戲(Research Knowledge Map-Integrated Role-Playing Game, RKM-RPG)進行研究素養學習，該模型結合雙層概念構圖鷹架，包括任務進行中的小型概念圖提示以及任務層級概念圖的整體回顧，以支援研究推理與論證建構；相對地，控制組則使用相同平台與任務設計的傳統角色扮演遊戲(Conventional Role-Playing Game, C-RPG)，僅依賴基本的文字式教學內容，未包含任何鷹架設計。學習內容聚焦於基礎研究能力的培養，旨在協助學生辨識研究主題，並理解學術論文所具有的學術價值。

如圖 2 所示，本研究採準實驗設計，實驗歷程為期六週。第一週，兩組學生皆接受研究素養之基礎說明與學習指引，以確保起始條件一致。第二週，所有學生完成研究素養前測。第三週，兩組學生皆參與導入說明課程，以熟悉角色扮演遊戲式學習環境與研究任務。於主要介入階段，即第四至第五週，實驗組透過 RKM-RPG 進行學習，而控制組則使用 C-RPG 模型，每次遊戲學習時間為 40 分鐘。在兩種教學條件下，學習活動皆以任務導向方式進行，學生需回答選擇題以完成各項任務。最後在第六週，所有學生完成研究素養後測，以評估學習成效。

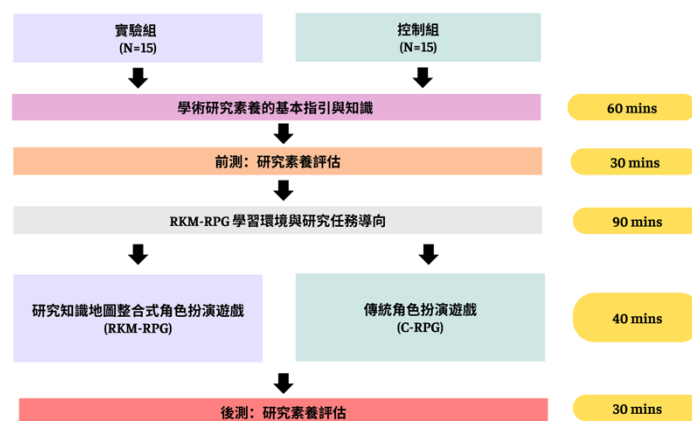


圖 2、實驗設計流程

4.2. 研究工具

研究素養表現透過前測與後測進行評量，以評估學生基於研究空間建構(Create A Research Space, CARS)模型核心構面的研究推理能力，包括問題辨識、研究缺口辨識、研究目標形成，以及研究貢獻的評估。評量工具包含五題具高度認知需求的選擇題，每題 20 分，總分為 100 分。每一題皆需根據真實科學研究摘要進行多步驟推理，而非僅依賴簡單的事實記憶。為確保內容效度，測驗題目由兩位具學術寫作與研究方法專長的專家進行審查。題目設計旨在評估學生分析真實研究摘要並辨識關鍵研究要素的能力，包括問題界定、研究缺口、研究目標以及研究貢獻，並與 CARS 模型相對應。

學習行為則透過基於遊戲互動紀錄所建立的編碼系統進行分析，該系統包含八種行為類別：SG、MS、LC、DT、AH、RT、RC 與 DL(如表 1 所示)。互動資料進一步以 GSEQ 進行滯後序列分析(lag sequential analysis)。互動資料由兩位具經驗的編碼者依據預先建立的編碼架構進行獨立編碼。為確保編碼信度，研究將兩位編碼者的結果進行比對，並透過討論解決任何差異，直至達成一致。

表 1 以角色扮演遊戲為基礎之學習行為編碼方案

編碼	行為	行為說明
SG	開始遊戲 Start the game	啟動 RPG 遊戲；閱讀遊戲規則並與 NPC 互動以獲取初始引導。
MS	任務選擇 Mission selection	在研究地圖上選擇要學習的地點，並開始執行指定的任務。
LC	學習內容 Learning content	透過與 NPC EduBot 互動獲取研究知識，包括研究策略與小型測驗。
DT	執行任務(初次嘗試) Doing the task – first attempt	透過與 NPC 學生、同事以及遊戲內電腦系統互動，初次進行學習任務。
AH	尋求提示 Ask for hints	向 NPC 請求提示。實驗組可獲取小型概念圖；控制組則獲取 NPC 提供之基礎文字提示。
RT	重新嘗試 Retry	在初次任務失敗後，再次嘗試執行該學習任務。
RC	回顧概念圖 / 關鍵學習內容 Review concept map / key learning content	初次任務嘗試後，解鎖並回顧任務層級概念圖(實驗組)或關鍵學習內容(控制組)。
DL	對話與回饋 Delay learning	與遊戲角色進行深入對話，以獲取進一步的引導說明或系統即時回饋。

5. 研究結果

5.1. 研究素養表現

本研究採用共變數分析法，以前測研究素養成績作為共變數，控制學生起始差異，藉此檢驗實驗組(RKM-RPG)與控制組(C-RPG)在後測研究素養成績上的差異。Levene 變異數同質性檢定結果顯示未違反變異數同質性假設($p > .05$)，符合後續分析之基本要求。此外，同時對迴歸斜率同質性的假設進行了檢驗，結果顯示該假設並未被違反。分析結果如表 2 所示，兩組之間達到顯著差異($F(1, 27) = 36.76, p < .001, \eta^2 = 0.577$)，且實驗組之校正後平均數($M = 62.93, SE = 0.94$)顯著高於控制組($M = 50.93, SE = 0.94$)。上述結果顯示，研究知識地圖整合式角色扮演遊戲(Research Knowledge Map-Integrated Role-Playing Game, RKM-RPG)在提升學生研究素養方面，較傳統角色扮演遊戲(C-RPG)模型具有更佳的功效。

表 2 兩組研究素養表現之共變數分析結果

變項	組別	樣本數	平均數	標準差	調整後平均數	標準誤	F	η^2
研究素養後測	實驗組	15	61.60	5.40	62.93	0.94	36.76***	0.577
	控制組	15	53.60	3.40	50.93	0.94		

*** $p < .001$

5.2. 學習行為模式

為分析學生在不同學習條件下的學習行為模式，本研究先對互動資料進行行為編碼，並採用以 Z 值為基礎的滯後序列分析進行資料分析。研究依據互動紀錄進行行為編碼，當轉移之 Z 值大於 1.96 時，即視為達到統計顯著，並根據此建構學習行為轉移圖(如圖 3 所示)。具體而言，控制組(C-RPG)共呈現 21 條達到統計顯著的行為轉移，而實驗組(RKM-RPG)則呈現 14 條顯著轉移。雖然兩組在學習初期皆呈現相似的任務導向歷程($SG \rightarrow MS \rightarrow LC \rightarrow DT$)，然而在首次任務嘗試(DT)後，其調節策略與錯誤修正歷程出現明顯差異。實驗組(RKM-RPG)在雙層鷹架支持下，展現出高結構化的學習歷程。完成任務後，學習者能靈活結合微觀層次的即時支援需求，例如透過小型概念圖尋求提示($DL \rightarrow AH; AH \rightarrow AH$)，以及宏觀層次的整體知識組織，例如透過任務層級概念圖進行統整($DT \rightarrow RC$)。值得注意的是，實驗組在微觀提示與宏觀結構之間呈現顯著的雙向轉移關係($AH \rightarrow RC; RC \rightarrow AH$)，並持續投入於任務層級概念圖的回顧與整合($RC \rightarrow RC$)。此類行為模式顯示，學習者不僅進行資訊交叉比對，亦投入時間進行研究邏輯的深層認知重組。當遭遇失敗時，實驗組學生未有隨機的試誤行為，而是將概念圖作為策略性暫停點，以調整其邏輯錯誤($RT \rightarrow RC$)。即使在學習受阻的情境下，學習者仍能透過由學習停滯轉向主動尋求支援的方式維持自我調節($DL \rightarrow AH$)，顯示其在整合式鷹架系統支持下所培養的成熟自我調節能力。相較之下，控制組則呈現較為零散化的學習流程，且高度依賴線性學習內容。此組學生較少主動進行知識重組($DT \rightarrow RC, Z = 1.97$)，並經常陷入被動的試誤循環行為($RT \rightarrow RT$)。在處理錯誤時，其主要策略為重複閱讀學習內容($RT \rightarrow LC$)或反覆尋求提示($RT \rightarrow AH; AH \rightarrow AH$)。當出現學習停滯時，控制組多回到重複的內容回顧($DL \rightarrow LC$)或長時間的停滯行為($DL \rightarrow DL$)，顯示其錯誤修復歷程呈現循環式特徵，缺乏有效應對高複雜學習困境所需的策略深度。由此可見，控制組的行為轉換次數較多，並不一定代表監管較好，而可能反映了零散的試誤行為出現。

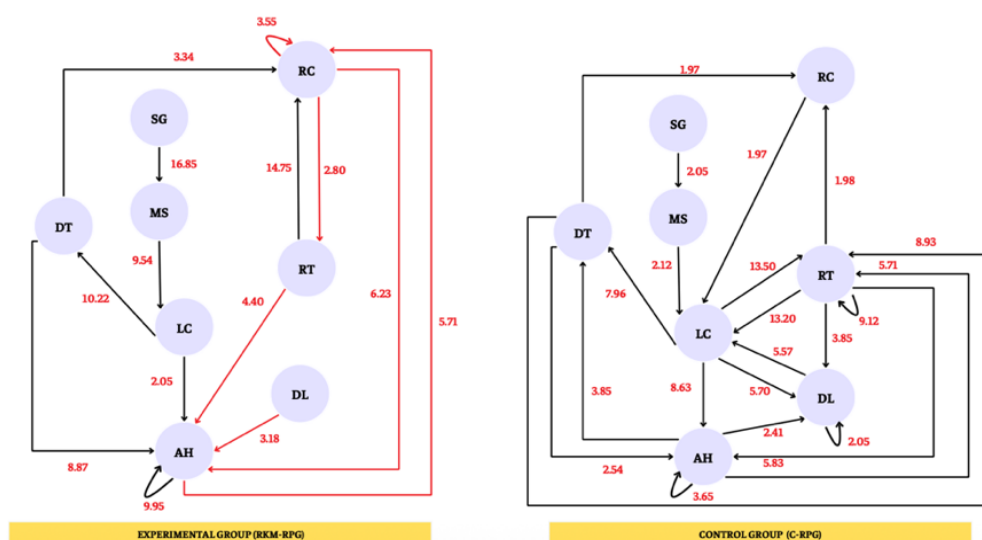


圖 3、實驗組與控制組之學習行為路徑圖

6. 討論與未來研究啟示

本研究透過整合知識地圖、雙層鷹架機制與遊戲式學習進行教學，並實施「研究知識地圖整合式角色扮演遊戲」模型，以支持研究生之研究素養發展。研究結果顯示，兩組在研究表現與學習行為模式上皆存在顯著差異，進一步釐清了在具鷹架支持的學習環境中，學習歷程與學習成效之間的關聯。實驗組在研究素養表現上的優勢，可歸因於 RKM-RPG 作為一種中介性的認知框架，將抽象的學術論證具體化。學生不再被動地接收學習內容，而是透過雙層鷹架系統的引導下，學習如何解構研究結構。在宏觀層次上，研究知識地圖將 CARS 模型的研究歷程視覺化為具體的邏輯構成要素，學習歷程結果呼應了視覺化知識表徵工具可協助學生更有效率地處理資訊，更容易掌握複雜學術結構的觀點(Hu & Hwang, 2023)。在微觀層次上，小型概念圖促使學習者分析論證功能，而非停留於表層閱讀，從而促使由零散思考轉向系統性推理(Zhong, 2022)。值得注意的是，這些概念圖作為 RPG 環境中的任務導向工具，形成了一個持續的「參照、實踐與調整」循環機制。此一設計與近期遊戲式學習研究的觀點相符，即知識地圖可作為學習導航羅盤，協助學生專注於核心學習目標，而非受到遊戲娛樂元素的干擾(Chen et al., 2025)。此種主動且反覆的重構歷程，有助於學習者內化 CARS 模型的研究邏輯，並將抽象的學術概念轉化為可實際應用的認知技能(Qian & Clark, 2022)。此外，學習行為的分析亦支持上述研究素養成效，因為實驗組學生展現出不同的認知調節策略。從鷹架理論的觀點來看，控制組的行為模式顯示，若缺乏具條件性與方向性的支持，學生容易依賴試誤策略與表層處理方式(Homer, 2023)。例如 RT→LC 與 RT→RT 等行為序列，反映學生僅重複閱讀內容或反覆嘗試任務，卻未能重構其論證邏輯，顯示缺乏外顯鷹架將限制策略性調整與結構化研究思維的形成(Ferrie & Greenwood, 2025)。相對地，實驗組傾向在失敗後立即回顧研究知識地圖(RT→RC)，顯示 RKM 作為策略性鷹架，能協助學習者重新定位邏輯關係(Sunday et al., 2025)。關鍵在於，此一機制並非直接提供答案，而是支持認知重組，符合鷹架理論的核心原則。行為分析進一步證實，RKM-RPG 能有效部署系統化的雙層鷹架機制。在微觀層次上，小型概念圖提供即時支援(DT→AH)；在宏觀層次上，任務層級概念圖促進整體知識整合。微觀提示與宏觀結構之間的顯著雙向轉移(AH↔RC)，以及持續的地圖回顧行為(RC→RC)，顯示學習者進行一種持續交叉參照的行為，進而內化研究邏輯。此種適應性的鷹架組合，直接將調節型學習行為與較佳的研究素養成效連結起來(Hofer & Reinhold, 2025)。雖

然兩組皆出現學習停滯行為，但實驗組在遭遇學習停滯時，傾向尋求策略性支援，而控制組則多回到任務重選或重複閱讀。這些結果顯示，鷹架的角色並非消除學習困難，而是引導學習者如何面對與調適困難，進而支持研究素養學習(Chen et al., 2025)。總而言之，RKM-RPG 模型透過雙層鷹架機制，有效銜接抽象研究邏輯與情境化問題解決，顯示在遊戲中介的學習環境中，結構化的知識地圖能根本性地改變研究新手面對複雜任務時的學習導航方式與自我調節歷程。儘管研究結果具有高度潛力，仍有若干限制需加以考量。首先，樣本數較小且介入時間較短，研究結果為短期鷹架引導下的即時學習成效，而非長期研究素養內化的證據。其次，本研究之研究素養評量以五題情境式選擇題進行測量，但題數相對有限，未必能完全涵蓋研究素養的多元面向。同時，本研究著重於學習表現與行為分析，尚未測量如學習動機或認知負荷等潛在變項。此外，角色扮演遊戲之開發需投入大量資源，亦對模型的擴展性構成挑戰。未來研究可透過擴大樣本數、延長介入時間，以及採用縱貫研究設計來回應上述限制。此外，建議未來研究納入延宕後測，以檢視學習成效的保留情形。再者，未來研究亦可採用更多元的評量題項與更嚴謹的評估設計，以完整地呈現研究素養的多面向特性。這些改進將有助於進一步檢驗 RKM-RPG 模型在不同學術情境中的永續性與適用性。

參考文獻

- Abidin, S. R. Z., Noor, S. F. M., Ashaari, N. S., & Rahman, A. A. A. (2025). Improving literacy skills using the serious game model compatible with brain-based learning. *Multimedia Tools and Applications*, 84, 95–129. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-20305-9>
- Böttcher, F., & Thiel, F. (2018). Evaluating research-oriented teaching: a new instrument to assess university students' research competences. *Higher Education*, 75(1), 91–110. <https://doi.org/10.1007/s10734-017-0128-y>
- Chen, C. W. (2025). Low-tech serious games in higher education: Bridging the digital divide and enhancing student thinking and performance. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), Article 111. <https://doi.org/10.1057/s41599-024-04341-2>
- Chen, D., Zhang, Y., Luo, H., Gao, Z., Yu, L., & Lin, Y. (2025). Exploring the impact of scaffolding in programming on students' computational thinking: Evidence from a three-level meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 64(1), 208–237. <https://doi.org/10.1177/07356331251386618>
- Ciraso-Calí, A., Martínez-Fernández, J. R., París-Mañas, G., Sánchez-Martí, A., & García-Ravidá, L. B. (2022). The research competence: Acquisition and development among undergraduates in education sciences. *Frontiers in Education*, 7, 836165. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.836165>
- Ferrie, J., & Greenwood, S. (2025). 'To be honest, it's complicated': training postgraduate students to work with emotions in qualitative research. *Teaching in Higher Education*, 30(1), 19–34. <https://doi.org/10.1080/13562517.2023.2212609>
- Gundersen, S. W., & Lampropoulos, G. (2025). Using serious games and digital games to improve students' computational thinking and programming skills in K-12 education: A systematic literature review. *Technologies*, 13(3), Article 113. <https://doi.org/10.3390/technologies13030113>

- Hofer, S. I., & Reinhold, F. (2025). Scaffolding of learning activities: Aptitude–treatment–interaction effects in math. *Learning and Instruction*, 90, 102177. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2025.102177>
- Homer, S. T. (2023). Group concept mapping – bridging the gap between conceptual papers and empirical research. *Journal of Extension*, 61(4). <https://doi.org/10.1002/joe.22228>
- Hu, Y., & Hwang, G.-J. (2023). Promoting students' higher order thinking in virtual museum contexts: A self-adapted mobile concept mapping-based problem posing approach. *Education and Information Technologies*, 29(3), 2741–2765. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11930-2>
- Jeong, A. C., Wong, R., & Mbanzabugabo, J. B. (2025). A systematic review of concept mapping and critical thinking: Methodological gaps and research directions. *Educational Technology Research and Development*, 73, 3543–3567. <https://doi.org/10.1007/s11423-025-10562-2>
- Kim, N. J., Vicentini, C. R., & Belland, B. R. (2022). Influence of scaffolding on information literacy and argumentation skills in virtual field trips and problem-based learning for scientific problem solving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20, 215–236. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10145-y>
- Qian, M., & Clark, K. R. (2022). Game-based learning and 21st century skills: A review of recent research. *Computers in Human Behavior*, 126, Article 107023. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.05.023>
- Sunday, O. J., Adesope, O. O., Shenghai, D., & Carbonneau, K. (2025). The effects of concept mapping experience, feedback timing, and motivation on students' learning outcomes. *Learning and Motivation*, 89, 102201. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2025.102201>
- Swales, J. M., & Feak, C. B. (2012). *Academic writing for graduate students: Essential tasks and skills* (3rd ed.) University of Michigan Press.
- Tene, T., Vique López, D. F., Valverde Aguirre, P. E., Cabezas Oviedo, N. I., Vacacela Gomez, C., & Bellucci, S. (2025). A systematic review of serious games as tools for STEM education. *Frontiers in Education*, 10, Article 1432982. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1432982>
- von Gillern, S., & Nash, B. (2025). Video games and literacy learning: Exploring the research on serious and entertainment games. *Technology, Knowledge and Learning*, 30, 509–537. <https://doi.org/10.1007/s10758-024-09787-6>
- Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 17(2), 89–100. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.1976.tb00381.x>
- Zhao, C., & Huang, F. (2024). Understanding Chinese master students' research literacy: The roles of autonomous motivation and controlled motivation. *Learning and Motivation*, 86, 101984. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2024.101984>
- Zhong, L. (2022). Incorporating personalized learning in a role-playing game environment via the SID model: A pilot study of impact on learning performance and cognitive load. *Smart Learning Environments*, 9, Article 36. <https://doi.org/10.1186/s40561-022-00219-5>