

國小三年級數位遊戲式環境教育教材之發展與評估

The Development and Evaluation of Digital Game-Based Learning Material on Environmental Education for Third Graders

陳俐伶¹ 張循鋁²

CHEN, LI LING¹ CHANG, HSUN LI²

¹ 國立臺北教育大學 課程與教學傳播科技研究所 研究生

¹ National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Student

E-mail: g111144009@grad.ntue.edu.tw

² 國立臺北教育大學 課程與教傳播科技學研究所 助理教授

² National Taipei University of Education Graduate School of Curriculum and Instructional Communication Technology Assistant Professor

E-mail: hsunli@mail.ntue.edu.tw

摘要

本研究採設計本位法，旨在發展國小三年級環境教育教學的數位遊戲式學習教材。本研究先透過文獻回顧、教學現況訪談，瞭解綜合領域環境教育教材之需求，依需求確立教材設計原則後，以 ARCS 動機模式作為設計依據，結合遊戲特性，進行教材開發。教材雛型完成後，經由專家評鑑，進行教材形成性評鑑，並據專家評鑑表之建議進行遊戲教材修正。研究結果顯示專家對環境教育數位遊戲式學習教材持正向態度，認為此教材符合 ARCS 動機模式設計策略，具互動性與遊戲性，且其難易度與目標任務皆符合學習者需求。透過教材修正與改善，本研究旨在開發出適合國小三年級的環境教育教材，期望改善現今議題融入教學上缺乏相應參考教材的問題。

關鍵字：環境教育、數位遊戲式學習、ARCS 動機模式

Abstract

The study adopted design-based research as its methodology to develop digital game-based learning materials for environmental education aimed at third graders. Initially, the literature review and the interview with third-grade teacher were conducted to understand the needs for environmental education teaching materials in integrative activities area. Based on these needs, design principles were established using the ARCS motivation model as the framework, incorporating characteristics of digital game-based learning into the development of the materials. Following the completion of the prototype, expert reviews were conducted, leading to the formative

assessment of the materials. The teaching materials were then revised based on the feedback from experts. Results indicated a positive attitude from experts towards the digital game-based learning materials, confirming that the materials meet the ARCS model's design strategies and are interactive and engaging, with difficulty levels and task objectives that align with learner needs. Through the revision of materials, the study aims to develop environmental education materials suitable for third graders. It anticipates addressing the current shortage of appropriate reference materials for integrating social issues in instruction.

Keywords：Environmental Education, Digital Game-Based Learning, ARCS Model

壹、前言

聯合國於 2015 年推動之「2030 永續發展目標」(Sustainable Development Goals, SDGs) 以及我國於 2019 年發布之《十二年基本教育課程綱要總綱》，皆強調議題教育之必要性(教育部，2020a；教育部，2020b)。隨著氣候變遷的問題日益嚴重，環境議題於領綱中被列為四大重要議題。然而，儘管臺灣已推行議題教育數年，在中小學推行環境教育融入教學時，仍遭逢缺乏議題融入教材資源、議題融入內容零散與深度不足、學習動機低落的問題，導致教學成效有限(許籐繼，2023；施又瑀，2018；葉子超，2020)。教學現場上，教師也常因主科教學負擔、備課時間有限，而大多只能運用現有資源作為教材，造成議題教學內容限縮於課本範圍，補充教材類型也較單純，不夠多元，未必能有效激發學生學習動機、提升學習成效。透過教學現況訪談，亦得知教學現場有缺乏議題融入參考教材之需求。故本研究依教學者需求，以教科書單元內容為基礎，擴展至其他環境教育學習主題，並設計更豐富的教材架構，期能提升學生學習動機、協助學生建立更深入且完整的環境知識概念。

對此，許多研究發現數位遊戲式學習、ARCS 動機模式應用於教學，對學習動機、學習成效有正向影響(Hao, 2021；Winatha & Setiawan, 2020)，亦能提升學生之環境知識與意識(Widiyatmoko et al., 2022)。故本研究欲以 ARCS 動機模式為基礎，結合數位遊戲式學習之遊戲特性作為教學策略，進行數位遊戲式學習教材開發。研究目的如下：

- 一、設計國小三年級環境教育數位遊戲式學習教材。
- 二、探討專家對環境教育數位遊戲式學習教材設計之建議。

貳、文獻探討

一、環境教育

環境教育是全面性教育過程，旨在培養個人或社會發展環境相關之知識、技能、態度、價值觀、覺知，並能實際以個人或集體方式行動，解決環境問題(UNESCO，1978)。由於環境教育攸關全球公民的生活品質，世界各國及臺灣

社會皆高度關注，使其不僅具國際法源依據、國際協議，我國也於法規上訂定《環境教育法》；於施政上成立環境教育專責單位；於教育上將環境教育列入《國民中小學九年一貫課程綱要》六大重要議題、《十二年國民基本教育課程綱要》四項重大議題，以因應環境問題帶來的衝擊（行政院環保署，2019）。然而，現行環境教育以強制規範的方式執行，學生學習動機與環境知識之不足，以及環境教育課程教材之缺乏，導致目前環境教育成效有限（溫富榮，2018；施又瑀，2018）。對此，教育部欲推動戶外教學來改善環境教育成效，但實際執行上，戶外比起室內有更多責任和風險，故許多環境教育課程會改以室內方式來進行（楊國賜，2016）。室內教學相關研究多探討運用桌遊、繪本之成效，鮮少探討應用數位遊戲式學習之成效，且相關研究發現教材形成性評鑑、教材主題適切性將影響學習成效（陳宛琦，2018；吳芝羽，2019；王紫婕，2017）。故本研究將依學習者特性選擇教材主題，並進行教材形成性評鑑，以確立教材品質，期能彌補教材需求的缺口，供教師後續運用此教材輔以教學。

二、數位遊戲式學習

數位遊戲式學習以學習者為中心，將教育內容與遊戲特性結合，達到促進學習動機、學習成效的效果。（Prensky, 2001；Prensky, 2003）。為了營造兼具趣味性與知識性之學習環境，Prensky（2001）歸納出數位遊戲式學習的十二項特性，教學者得以據此發展適切的遊戲教材，讓學習者以趣味的方式學習相應的知識內涵。相關研究發現數位遊戲式學習教材應用於國小，對學習成效帶來正向影響（陳全汝，2022）。然而，林紋先（2020）研究發現，使用現有平台開發教材，對學習成效雖有正向影響，卻未見顯著差異，可見現有平台相較於2D遊戲開發工具，於設計靈活性上有其限制。故本研究欲以2D遊戲開發工具中之Construct 2進行教材開發，期能對學習者帶來正向影響。此外，研究發現結合ARCS動機模式來發展數位遊戲式學習教材，將對學習成效、學習動機帶來正向影響（張名榕，2017）。ARCS動機模式由Keller（1987）提出，若教學具備引起注意（Attention）、切身相關（Relevance）、建立信心（Confidence）、獲得滿足（Satisfaction），能激發學習動機、促進學習成效。近年相關研究多探討以ARCS動機模式發展桌上遊戲、多媒體教材之成效，鮮少探討以此發展數位遊戲式教材之成效（張名榕，2017；陳胤君，2017）。基於ARCS對學習的效益、教學現況需求，本研究以ARCS動機模式、遊戲特性作為設計策略，運用Construct 2來開發，期能發展出適用的環境教育教材。

參、研究實施與設計

一、研究方法與設計

本研究採設計本位法，依Reeves（2000）所提出之八個步驟：發現、整合、分析、設計、發展、應用、評鑑、結果，進行數位遊戲式學習教材之開

發。於發現階段透過文獻探討、教學現況訪談瞭解教學現場需求。於分析、整合階段根據需求確立 ARCS 動機模式、遊戲特性作為教材設計原則。於設計、發展階段設計教材雛型後，再於應用、評鑑階段交由一位資訊科技專家、一位環境教育專家、一位教學者，針對教材內容、遊戲設計、教材介面設計進行形成性評鑑。評鑑結束再迭代至設計、發展階段，依專家評鑑結果修改教材，並於結果階段分析上述資料，提出本研究之結論與建議，供未來相關研究參考，研究流程如圖 1 所示。

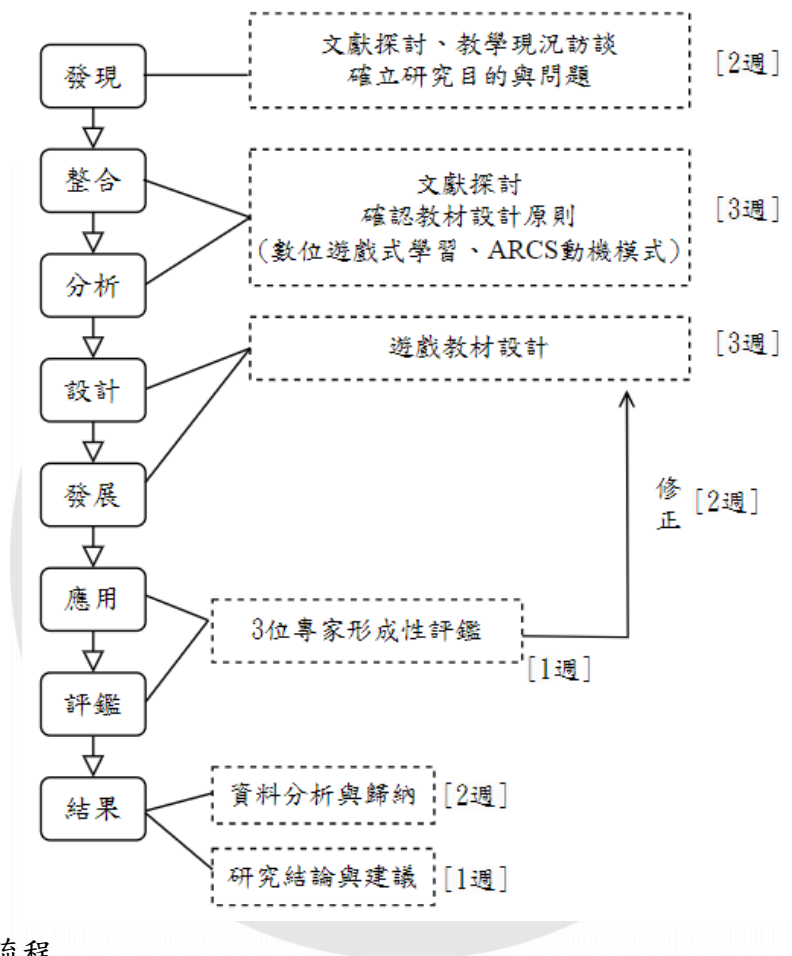


圖 1 研究流程

二、研究參與人員

專家評鑑共三位學者參與，分為教學內容專家、資訊科技專家兩類，教學內容專家以 T (Teacher) 作為代號，而資訊科技專家則以 E (Expert) 作為代號。發現階段由現任國小三年級老師 (T1) 接受教學現況訪談。應用、評鑑階段，則邀請一位現任國小三年級老師 (T1)、一位「環境教育」背景之國教輔導團督學 (T2)、一位「資訊科技」背景之大學教授 (E1) 針對遊戲教材雛形、教材內容提出修改與設計建議。以下為專家背景敘述，如表 1 所示。

表 1
環境教育數位遊戲式學習教材訪談及評鑑專家背景

專家類型	專家代碼	服務單位	經歷與專長
教學內容 專家	T1	公立國小 三年級教 師	目前擔任國小班導，教導國文、數學、 綜合領域科目，協助研究者釐清教學現 況、分析需求、評鑑教材。
	T2	國教輔導 團課程督 學	曾任國教輔導團環境教育輔導員、環境 教育輔導及教學研究中心主任、國小教 師等，目前擔任國教輔導團課程督學， 協助研究者評鑑教材內容與教材設計。
資訊科技 專家	E1	資訊科學 系教授	專長領域為資訊教育、動畫遊戲設計， 協助研究者瞭解遊戲設計之考量、評鑑 教材設計。

三、研究工具

(一) 環境教育數位遊戲式學習教材

本研究之遊戲教材使用 Construct 2 進行遊戲開發。根據教學需求，將國小南一三下綜合「環保綠生活」單元內容，並依環境教育之「永續發展」、「能源資源與永續利用」學習主題，重新規劃教學內容，以「垃圾減量」、「節約能資源」、「減碳」、「綠色消費」作為教材內容，結合「遊戲性」、「規則性」、「目標性」、「結果與回饋」、「勝利感」、「問題解決」、「圖像與故事性」七項遊戲特性與 ARCS 動機模型進行遊戲設計。本研究所設計之環境教育數位遊戲式學習教材為「地球綠行挑戰賽」，教材課程結構包含遊戲首頁、遊戲大廳、遊戲內容、遊戲結束架構，如圖 2 所示。本研究將 ARCS 動機模式之設計策略與對應的遊戲特性進行彙整，形成教材設計之對照表，以此作為教材設計的參考策略，發展環境教育數位遊戲式學習教材，如表 2 所示。

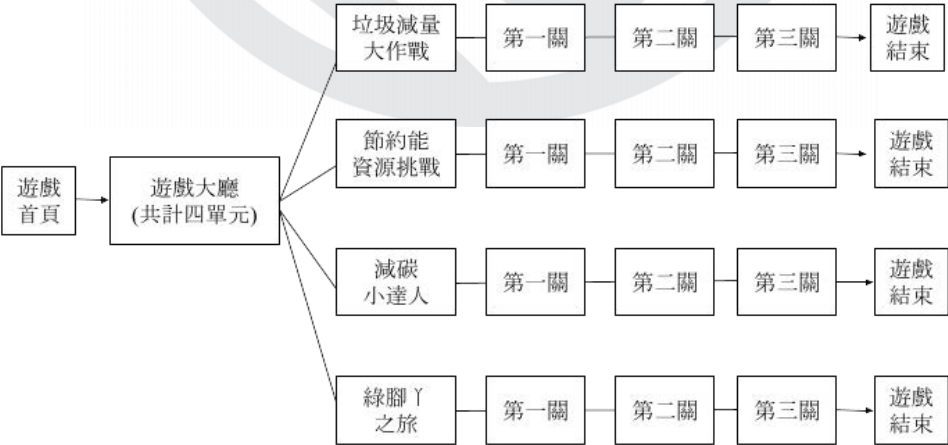


圖 2 環境教育數位遊戲式學習教材架構

表 2
環境教育數位遊戲式學習教材運用 ARCS 動機模式、遊戲特性設計之對照表

ARCS 要素	環境教育數位遊戲式學習 教材內容設計	遊戲特性					
		遊 戲 性	規 則 性	目 標 性	結 果 與 回 饋	勝 利 感	問 題 解 決 性
A.引起注意	●開頭畫面：單元開頭皆設計引人入勝故事情節，吸引注意。						✓
A-1 感官的吸引	●圖文介紹：以圖文並茂方式，呈現故事情節、任務問題，吸引注意。						✓
A-2 問題的探究	●音效：解說時會出現音效提醒學生注意。						
R.切身相關	●情境模擬：結合學習者日常生活經驗，設計問題情境。			✓			✓
R-1 似曾相識	●遊戲目標設定：設立與學習者生活相關的教學目標。						
R-2 目標導向							
C.建立信心	●規則與任務目標說明：遊戲前提供說明動畫，協助學習者瞭解操作方式、任務目標。	✓	✓			✓	
C-1 明訂標準和期待	●任務程度：設計具適度挑戰性的遊戲任務，給予學習者能挑戰成功的學習機會，以建立信心。						
C-3 操之在我							
S.獲得滿足	●通關機制：設計通關機制，給予學習者滿足感與成就感。					✓	✓
S-1 自然的結果	●答題結果回饋：不論答對與否，皆立即回饋。若答對成功，提供正向回饋與答對音效，以建立成就感。						
S-2 正向的結果							

(二) 專家評鑑表

本研究參考黃薔（2012）之專家評鑑表，以及許莉芬（2012）之「遊戲式數位教材專家意見表」進行專家評鑑表編製，並針對本研究對象、所需之向度與題目做修改。調整後，分為三大面向，「教材內容」共 7 題，「遊戲設計」共 7 題、「教材介面設計」共 5 題。評鑑面向皆以正向敘述，專家可根據題項說明勾選符合、不符合、修正後符合三種選項，且可於修改意見欄位、其他建議事項欄位填寫教材修改建議。統整專家意見後，以此作為遊戲教材修改依據。

肆、結果與討論

一、國小三年級環境教育數位遊戲式學習教材之開發

(一) 教學現況訪談結果（發現階段）

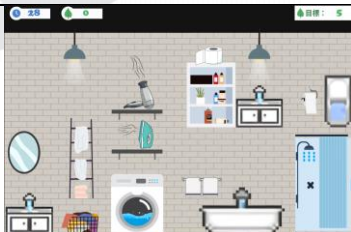
經由訪談現任國小三年級老師（T1）得知，受訪者任教學校為綠色學校，原先就積極推動環境教育，但在環境教育教學時，常因環境教育無專門教科書，議題相較於主科備課時間有限，教師經常只能運用現有的繪本、影片、學習單作為教材，教材類型較單純，不夠多元，使教學上缺乏內容完整且豐富的環境教育教材。對此，教師期望教材內容採主題式教學，教材範圍能以綜合課本為基礎，擴展至其他學習主題，讓教學內容更豐富，再設立教學目標、素材內容。

(二) 遊戲教材雛型設計結果（設計、發展階段）

地球綠行挑戰賽中，四個遊戲皆有對應的學習任務與目標，挑戰成功即獲得該單元之環境知識。遊戲教材各關卡之介面設計說明，如表 3 所示。

表 3

教材介面說明

	
遊戲首頁	遊戲大廳一
	
遊戲大廳二	課前動畫，四個遊戲皆有
	
垃圾減量大作戰用點選方式，先點教室垃圾再點垃圾桶即可分類，以葉片計分。	節約能源挑戰用點選方式，檢查家中三場景中浪費能資源之電器與水龍頭，並將其關閉，以葉片計分。



減碳小達人用點選方式，點低碳移動方式、低碳飲食、減塑生活物品，以葉片計分。



綠腳丫之旅用點選方式，先點符合綠色消費之生鮮食品、日用品、家電，再點下方環保袋，以葉片計分。



達關卡目標葉片數之成功結果畫面。



未達關卡目標葉片數之失敗畫面。

二、環境教育數位遊戲式學習教材專家評鑑與教材修正結果

(一) 教材內容難易度與呈現方式符合學習者與 ARCS 動機模式，但減碳關卡概念較複雜，內容與學生生活情境相關性較低，建議重新設計。

「教材內容有對應到教學目標，關卡難度跟教材用語，都適用於小三生，但減碳關卡應讓問題情境更貼近學生生活。」(T1- 20240326)

「教材內容難度基本上都適用小三生，但減碳關卡中涉及碳足跡計算，這方面對小三生相對抽象，建議調整關卡設計。」(T2- 20240325)

「教材內容跟用語上感覺都適用小三生，教材內容難度部分可以再與教科書核對確保適用小三生。」(E1- 20240327)

(二) 教材具娛樂性、遊戲性、互動性、明確目標任務，但應增加答錯說明的回饋，協助學生釐清概念。

「遊戲教材內容貼近學生生活，具趣味性與互動性，但答錯時除了音效，應要增加答錯的即時回饋，協助學生知道為何答錯。」(T1- 20240326)

「遊戲教材任務目標明確，但答題過程中若選擇錯誤未給予相關輔助說明。」(T2- 20240325)

「用動畫來呈現電器跟水龍頭的開關，滿有互動性跟遊戲性的，但應增加答錯後為什麼錯的回饋。」(E1- 20240327)

(三) 遊戲操作指引除了在課前動畫說明，在各關卡遊戲內亦應給與操作提示。

「開始前加上對話情境或操作提示，學生更知道要做什麼。」(T1- 20240326)

「操作指引僅在遊戲進入時說明，但於遊戲過程中若遇到問題無法進行查詢或求助。」(T2- 20240325)

「除了前面的動畫，遊戲裡應也要有遊戲操作提示。」(E1- 20240327)

(四) 介面設計美觀，但垃圾物件之生成及觸發變化、垃圾桶字型建議調整。

「垃圾點了後可加框式，視覺上對學生來說會更直覺點了哪一個，另外垃圾桶的字型偏小，可以調大再加上陰影。」(T1- 20240326)

「垃圾減量物件出現時會重疊，造成使用者點選上的困難。」(T2- 20240325)

「教材的物件跟課前動畫都設計得很棒，圖片清晰美觀。」(E1- 20240327)

(五) 根據上述專家評鑑結果，教材修正之項目統整如下。

修正項目	修正結果
重新設計減碳小達人的三個關卡：將計算碳足跡概念，改為讓學生於其日常生活情境下選擇較低碳的移動方式、飲食、生活方式。	
增加所有關卡答錯說明的回饋。	
增加遊戲內的操作指引。	
垃圾的生成位置不會重疊，且點垃圾後會加框顯示已被點。	

根據上述評鑑結果，可得知專家對環境教育數位遊戲式學習教材持正向態度。教材內容呈現符合 ARCS 動機模式設計策略，具互動性與遊戲性，且其難易度與目標任務皆符合學習者需求。三位專家也針對關卡之問題情境、答錯回饋、操作指引、垃圾減量之介面呈現提出相關建議，協助教材進一步修正。

伍、結論與建議

本研究旨在發展國小三年級環境教育教學的數位遊戲式學習教材，採設計本位法，透過文獻回顧、教學現況訪談，瞭解環境教育教材之需求後，確立 ARCS 動機模式、遊戲特性作為教材設計原則，以設計教材雛型。完成後交由三位專家評鑑，並據專家評鑑表之建議進行遊戲教材修正與優化，協助教材更

貼近教學需求。

在議題教育趨勢下，教學現場會融入各項議題於課程，但卻缺乏議題融入參考教材，而本研究所發展的教材，可以彌補教師需求與上述教材需求的缺口，協助教師有相應的教材資源輔以教學。未來可利用此教材，應用於國小三年級環境教育教學，並進一步探討學習者之使用心得與回饋，期能讓教材與教師教學相輔相成，以激發學習者學習動機，達成促進環境知識之目標。

參考文獻

一、中文部分

- 王紫婕 (2017)。國際環境短片融入教學對國小三年級學童在環境知識、環境敏感度及環境行為意願之成效評估〔未出版碩士論文〕。國立臺南大學。
- 行政院環保署 (2019)。108 年全民環境素養調查專案工作計畫。
- 吳芝羽 (2019)。沿海濕地保育教育桌遊設計以及該桌遊對國小高年級學生環境知識、態度、技能及學習動機之影響〔未出版碩士論文〕。國立交通大學。
- 林紋先 (2020)。Holiyo 密室逃脫遊戲融入數學科教學對國小五年級學生數學學習態度與邏輯推理能力之影響〔未出版碩士論文〕。國立臺南大學。
- 施又瑀 (2018)。國民中小學環境教育議題融入課程之探究。臺灣教育評論月刊，7(10)，76-84。
- 張名榕 (2017)。探究以 ARCS 動機模式為基礎之學習引導提示機制於桌上遊戲開發以國小平面圖形概念為例〔未出版碩士論文〕。國立臺北教育大學。
- 教育部 (2020a)。永續發展目標 (SDGs) 教育手冊—臺灣指南。取自 https://daisr.asia.edu.tw/xhr/announcements/file/620b40210c41f9e54a0457f1/永續發展目標_SDGs_教育手冊-臺灣指南_平裝_.pdf
- 教育部 (2020b)。十二年國民基本教育課程綱要—議題融入說明手冊。臺北市：教育部。
- 許莉芬 (2012)。錯別字矯正遊戲式數位教材設計與學習成效之探討〔未出版碩士論文〕。國立臺北教育大學。
- 許籐繼 (2023)。中小學落實議題融入課程的挑戰與因應策略。臺灣教育評論月刊，12(3)，37-44。
- 陳全汝 (2022)。數位遊戲式學習融入國語課程對學生學習成效與學習興趣之影響〔未出版碩士論文〕。國立政治大學。
- 陳宛琦 (2018)。運用繪本教學提升國小二年級學生的環境覺知與環境態度之研究〔未出版碩士論文〕。國立臺南大學。
- 陳胤君 (2017)。ARCS 動機模式融入國小高年級學生環境教育課程多媒體教材設計與開發之研究〔未出版碩士論文〕。國立臺北教育大學。
- 黃薔 (2012)。運用美感形式法則於視覺素養之教材發展與評鑑〔未出版碩士論文〕。淡江大學。

- 楊國賜 (2016)。台灣推動環境教育的現況與問題及其因應策略。《台灣教育》，(697)，2-7。
- 溫富榮 (2018)。一所國小環境教育融入課程之實踐與分享。《臺灣教育評論月刊》，7(11)，100-106。
- 葉子超 (2020)。中小學環境教育推動問題與解決之道。《臺灣教育評論月刊》，9(6)，121-127。

二、英文部分

- Hao, K. (2021). Creating a DGBL integrating ARCS motivation theory with animation, narrative story, fun, and usability to enhance learning motivation and effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 1-17.
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of motivational design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2-10.
- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-15.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 21-21.
- Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through “design experiments” and other development research strategies. *International perspectives on instructional technology research for the 21st century*, 27(1), 1-15.
- UNESCO (1978). *The World's First Intergovernmental Conference on Environmental Education in Tbilisi*, Columbus, Ohio: ERIC/SMEAC Information Reference Center. (ED179408)
- Widiyatmoko, A., Taufiq, M., Purwinarko, A., Wusqo, I. U., & Darmawan, M. S. (2022). The Effect of Environmental Pollution Game-Based Learning on improving students' conceptual understanding and environmental awareness. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(4), 691-700.
- Winatha, K. R., & Setiawan, I. M. D. (2020). Pengaruh Game-Based Learning Terhadap Motivasi dan Prestasi Belajar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 10(3), 198-206. <https://doi.org/10.24246/j.js.2020.v10.i3.p198-206>