

基於學習動機理論的數位遊戲式教材設計研究：以資源回收為例

Design-based Research on the Development of Digital Game-Based Learning Materials Based on Motivation Theory: Taking Recycling as an Example

陳湘婷¹ 張循鋁²

CHEN, SHIANG TING¹ 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 : g111144005@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

全球廢棄物量迅速增加，影響生態與人類生活品質，臺灣響應聯合國提倡之永續發展目標並推動環境教育，以期學生於國小階段即能了解資源回收知識及重要性。但相關研究指出資源回收與環境教育方面有教材缺乏之困境，且教學現場亦發現學生對資源回收知識不明確、學習動機不高，因此如何設計資源回收教材提升學生知識與意願甚為重要。本研究透過設計本位研究法結合 ARCS 動機模式及數位遊戲式學習理論進行教材研發，經文獻整理與需求訪談，邀請專家評鑑初版教材再依所得回饋修改，最後探討學習者對教材的使用滿意度。研究結果顯示專家對教材給予正向肯定、國小高年級學生對教材滿意度高，並具體發現教材連結生活情境可提升學習興趣、具備糾正回饋與提示指引可強化學習信心、注重難易度平衡與挑戰性設計可提高學習滿意度，供未來相關研究或教材建置參考。

關鍵字：ARCS 動機模式、數位遊戲式學習、資源回收

Abstract

Global waste is increasing rapidly, impacting ecology and human life. In response, Taiwan promotes environmental education aligned with the UN's Sustainable Development Goals, aiming to improve elementary students' understanding and motivation toward recycling. However, studies show a lack of learning materials and low student engagement. This study adopts a design-based research method, integrating the ARCS motivation model and Digital Game-Based Learning theory to develop recycling materials. After literature review, interviews, and expert feedback, the materials were revised and tested. Results show high expert approval and student satisfaction, highlighting that life-relevant content, timely feedback, and well-balanced difficulty enhance learning outcomes, which can provide reference for future related research or learning material construction.

Keywords : ARCS motivation model, Digital Game-Based Learning, recycling

壹、前言

隨經濟及人口成長，World Bank (2018) 報告指出，全球廢棄物量將迅速增加，同時影響氣候、生態系統，與人類生活品質。聯合國針對環境之重大挑戰，提出十七項永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs)，其中多項目標如：良好健康與福祉、乾淨水與衛生、永續城市與社區、氣候行動、生態保育等，皆與垃圾管理、減廢及資源回收密不可分。我國為響應永續發展目標，研訂《國家環境教育綱領》推動環境教育 (行政院環境部，2023)，並於《十二年基本教育課程綱要》中納入了「能源資源永續利用」的環境教育議題學習主題，其實質內涵在國民小學階段即包含「了解物質循環與資源回收利用的原理」(國家教育研究院，2020)，足見資源回收在永續發展目標中具有關鍵作用，以及臺灣對此方面教育的重視。

然而，現今環境議題在我國課程的實踐上，仍面臨些許困境，例如可參考之相關教學資源有所不足、教材之編寫與製作不易，需額外花費時間與心力設計開發等等，使得議題融入課程因缺乏相應教材而難以落實 (施喻琰、施又瑀，2022；許籐繼，2023)。除此之外，在教育現場中，不算少見的是學生因學業負擔、考試壓力等因素，將學習重點專注於領域課程，如國、英、數等主要科目，而環境議題則如同副科，學生較容易以可有可無的心態學習 (楊嵐智、高翠霞，2019)。亦有研究表明學生學習資源回收的實際情形，包含學習動機與興趣不足、對相關知識瞭解得不夠明確，以致於將可回收資源誤認為一般垃圾 (林益瑩，2015；廖宸纓，2020)。綜上所述，如何開發有效、有趣的教材實行環境教育，藉此促進學生學習動機，並提升其對於資源回收的正確知識與理解，為有待研討之課題。

為顧全教材之教育性以及學習者的學習動機，學者 Keller 於 1983 年提出 ARCS 動機設計模式，該理論中共包括四項要素：注意 (Attention)、相關 (Relevance)、信心 (Confidence)、滿足 (Satisfaction)，同時以多項子策略支持教材的設計與開發。此動機模式已被廣泛運用於各式各樣的領域，而對國小學童的環境教育中，經研究證實亦獲得不錯的成效，如涂佳豪與歐陽閻 (2013) 以 ARCS 發展悅趣化數位防災教育課程、Weng (2023) 應用 ARCS 設計回收知識的擴增實境教學方法，學生的學習動機均有正向提升。

儘管 ARCS 動機模式已提供能激發學習者動機之教材應具備的要素及策略，但可用於實施環境教育及資源回收教學的教材種類眾多，在過往文獻中常見如影片、繪本、桌上型遊戲、數位遊戲等，因此對於教材的形式，亦另有探討之必要。數位遊戲式學習 (Digital Game-Based Learning, DGBL) 由學者 Prensky 所提出，強調將學習內容結合於數位遊戲之中，以期學習者透過遊玩教材的方式，達到寓教於樂的學習效果 (Prensky, 2001a)。而實證方面，也已有研究指出此學習模式可降低學習者的認知負荷，並提高學習動機，甚至引發心流體驗 (張基成、林冠佑，2016)。因此，本研究認為運用 ARCS 搭配數位遊戲式學習作為教材開發之呈現，應可有效實現提升學習者資源回收知識與學習動機。

綜合以上所述，本研究欲以環境教育議題中的資源回收為主題，製作結合 ARCS 動機模式之數位遊戲式教材，並請專家提供教材修正建議後，探討國小學生對教材的使用滿意度。

貳、文獻探討

一、資源回收

環境部統計，我國廢棄物總量於2021年即突破千萬噸（廖禹婷，2023），垃圾量逐年增長且焚化設施已不堪負荷的情況下，資源回收的不可或缺顯而易見。臺灣為符應聯合國之永續發展目標，積極推動環境教育並促使民眾重視環境保護（行政院環境部，2023），國家教育研究院（2020）所提倡之環境教育議題實質內涵E16：了解物質循環與資源回收利用的原理，提及學生在國民小學階段就應認識資源回收的重要性與相關知識，例如教育部（2018）說明永續發展及資源利用包括5R：減量（Reduce）、拒絕（Refuse）、重複使用（Reuse）、回收（Recycle）、再生（Recovery）。

儘管社會與政府對資源回收教育有相當程度的重視，但在實際的教育實踐上仍有其難處。研究指出，由於人力、資源或經費不足等因素，環境教育教材有缺乏的狀況（施又瑀，2018；溫富榮，2018；楊嵐智、高翠霞，2019），因此相關教材該如何規劃和建置有探討之必要。另外，亦有研究發現國小學生對資源回收學習有興趣與知識不足的情形（林益瑩，2015；張承憲等人，2011；溫富榮，2018），推測是在考試壓力下容易忽略對主科以外的學習，以及缺少有趣和有效的教材來激起學習意願。

總結而言，資源回收教材缺乏與學生學習動機不足，為教學應用上有待解決的問題，因此本研究認為應藉由適當的教學理論作為設計教材的依據，方可開發出學習者會感到有趣且好玩的學習教材。

二、ARCS 動機模式

Keller於1983年整理數個學派的學習動機理論並歸納教學經驗，提出了ARCS 動機模式，用以提升學生的學習動機、強化教學設計的系統性與有效性。動機模式共包含四大要素：注意（Attention）、相關（Relevance）、信心（Confidence）以及滿足（Satisfaction）。

集中注意力為學習的第一步，因此如何讓學習者對教材感興趣、維持其學習意願相當重要（李文瑞，1990），透過聲光效果、問題探討、節奏變換等方式，可激發好奇心和維持新鮮感。接著需讓學習者體認學習的價值感，若所學與自身經驗、生活有所關聯且具實用性，較容易產生積極的學習心態（Wigfield & Eccles, 2000）。同時，信心也會影響對學習的投入，因此教材應能幫助學習者建立對成功的期望，方法如明確告知學習目標、讓學習者能自我掌握學習過程，並注意教材難易度須符合學習者程度（Keller, 2010）。最後，當學習者自公平的挑戰機會中應用所學並接收到正向激勵，其過程或結果獲得了滿足與成就感，將可激發相當大的動力促成持續學習行為。

國內已有相關研究證實ARCS動機模式運用於以環境教育為主題之教材開發的可行性，如涂佳豪與歐陽閏（2013）以國小五年級學生為對象，設計地震、颱風、土石流與地球暖化四個單元之防災教材，以及吳念穎（2024）自編空汙、山坡濫墾、能源發電等單元之愛護環境教材，供國小六年級生實測，學生的學習動機及興趣有所提升、能有效提高對環境議題的認識與關注。但目前針對資源回收主題的教材建置不算多見，因此本研究認為可嘗試應用與實踐。

三、數位遊戲式學習

ARCS可作為教材用以提升學習者學習動機的策略，然教材的呈現形式仍有探討空間。Prensky（2001b）指出成長於數位時代的學習者，較傾向以快速、具

互動性及感官化的方式學習，因而提出數位遊戲式學習理論，將教育內容與電腦或線上遊戲相結合，以達到刺激學習動機的效果。Gee (2003) 說明四種遊戲類型可引發深層學習：策略、動作冒險、射擊、角色扮演，考量到本研究教材以資源回收知識傳授為主，故選用強調角色成長與劇情推展的角色扮演遊戲。

Prensky (2001a) 提出六項關鍵要素：故事性、規則性、挑戰性、互動性、目的和目標、結果與回饋，以支持遊戲元素融入學習的有效性。敘事和任務目標的引導能促進學習者參與並產生沉浸感，可強化內在動機 (Ryan & Deci, 2000)，是否有公平且淺顯易懂的遊戲規則以及有效明顯的可互動提示，會影響學習者遊玩的氛圍與體驗 (Brown & Cairns, 2004)，而教材在學習者操作後給予的回饋，則可達到引導效果、避免迷失方向 (Gee, 2008)，挑戰則關乎教材難易度平衡，最直接的呈現方式是在遊戲的戰鬥系統中，能激起勝負欲和努力的動力，同時也是吸引學習者重複遊玩的關鍵之一 (Adams, 2014)。

數位遊戲式學習可融入於各科目的學習之中，例如陳政煥與張元豪 (2024) 以日治時期的臺灣為主題，整合歷史、地理、公民開發跨學科的角色扮演遊戲教材，能促進學生邊玩邊學習的意願，蔡聿庭與鄭夢慈 (2020) 將角色扮演遊戲融入科技與社會課程並探討學生的環境素養，發現可達到學習保留，陳明秀等人 (2016) 運用角色扮演遊戲進行國小五年級碳足跡課程，結果顯現學生的學習效果與興趣均有效提升。經上述文獻實證，角色扮演遊戲適合作為激發學習動機的教育遊戲。

參、研究方法與設計

一、研究方法

本研究著重於設計開發資源回收數位遊戲式教材，因此選用Brown學者所提出之設計本位研究法 (Design-Based Research)，其特色為透過生產有意義及價值之教育學習成品或建立教學理論，改善教育實務問題 (Barab & Squire, 2004；Brown, 1992)，同時強調循環與逐步的修正，以進行精緻化設計 (許瑛珪等人，2012)。然而此研究方法目前並無固定步驟，諸多研究使用不同的流程，如Reeves (2000) 之八步驟「發現、整合、分析、設計、發展、運用、評鑑、結果」、翁穎哲與譚克平 (2008) 所歸納「準備、執行、評鑑、推廣」等，本研究考量人力及時間之限制，採用翁穎哲、譚克平之四個階段，且由於研究規模較小、僅止於小樣本測試，較不適用於廣泛推廣，故以「準備、執行、評鑑」作為主要研究流程。

二、研究對象

本研究之研究對象包含專家與教材施測學生。專家為三位國小高年級教師，研究邀請其中一位進行教材設計之需求訪談，以確保教材適用於國小高年級學生，並於初版教材開發完成後，請三位教師評鑑教材，再根據其建議做修正。教材施測對象共有五位，為台北市某國小之高年級學生，每人有一台平板作為實施工具，在操作已經過專家評鑑和修正之教材約三十分鐘後，填寫教材使用滿意度問卷，內含勾選題與開放式問答，以充分瞭解學生回饋。

三、研究工具

(一) 教材需求分析訪談大綱

本研究自編教材需求分析訪談大綱，邀請國小教師進行半結構式訪談，以瞭解國小高年級學生對資源回收之學習現況與問題，做為教材內容設計參考。

(二) 專家評鑑表

本研究使用盧秀琴、方慧娟 (2017) 所設計之數位遊戲教材設計評鑑表，向

度包含教材內容、教材設計、教材媒體共十六題，有符合、不符合、修正後符合三種選項，並附開放性意見欄位交由專家填寫，評鑑結果用於教材修正與優化。

(三) 教材使用滿意度問卷

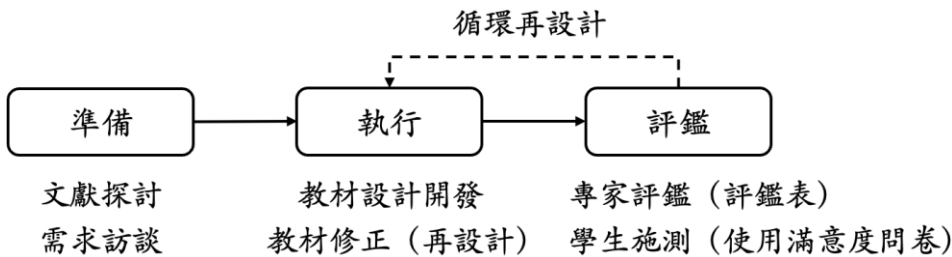
本研究採用蕭莉旋（2023）所編製之使用者滿意度問卷，總計二十題含四項滿意度因素：使用者整體反應、訊息傳達性、易學性和系統功能、畫面設計與美觀性，使用李克特氏五點量表，由非常同意至非常不同意計分為五至一。問卷末亦附加開放式手寫題，供學生自由填答使用教材的感受與心得。

四、研究流程

本研究為設計本位研究，根據翁穎哲、譚克平（2008）之步驟搭配循環性設計，流程共有三個階段：準備、執行、評鑑，如圖1。

圖 1

研究流程圖



五、資料分析與編碼

本研究之資料分析分為量化與質性，量化以SPSS進行敘述統計，分析學習者對教材的使用滿意度，質性部分歸納專家對教材之評鑑建議、學生使用教材之感受。三位專家資料編碼方式為教師T1至T3，五位學習者資料編碼方式為S1至S5。

六、教材內容與設計

本研究以RPG Maker MZ製作資源回收數位遊戲式教材，內容經專家需求訪談後確立，採用教育部（2018）說明之5R概念：減量（Reduce）、拒絕（Refuse）、重複使用（Reuse）、回收（Recycle）、再生（Recovery）做為知識架構，並將學生常錯概念融入教材之中，詳細內容設計可見表1。教材設計方面，運用ARCS結合角色扮演數位遊戲進行呈現，詳細整合方式如表2與圖2至圖5所示。

表 1

資源回收教材知識架構與內容設計

5R架構	學習目標	教材內容設計
減量	瞭解如何從源頭減少丟棄之垃圾量	減少使用一次性產品 選擇採取產生相對少垃圾的行動
拒絕	瞭解拒絕使用無環保觀念商品的重要性與方法	一多三少選購原則 綠色消費
重複使用	明白如何物盡其用並珍惜手中已有的資源	重視修繕保養 重複使用產品或容器
回收	認識資源回收標章與常見回收品項及回收方法	紙、鋁箔包、紙容器、鐵罐、鋁罐、玻璃、塑膠、廚餘、堆肥
再生	認識生活中常見的資源再生品	塑膠製衣服/拉鍊、紙張製紙袋/箱、玻璃製琉璃、廚餘製飼料

表 2
ARCS 融入數位遊戲教材整合設計

ARCS 要素	數位遊戲式學習要素	整合方式	教材畫面示意圖
注意	故事性、規則性、挑戰性、互動性	運用遊戲劇情與非玩家角色之任務互動提示吸引學習者進行探索，以推展教材進度，並搭配場景與音樂轉換營造不同氛圍，透過變化性維持學習者專注度。	圖2
相關	故事性、互動性、目的和目標	將貼近日常的資源回收情節融入遊戲故事與任務中，使學習者能與生活連結，同時從中瞭解遊戲與學習目標，如5R知識寶石能量收集。	圖3
信心	規則性、挑戰性、互動性、結果與回饋	學習者可自由操控遊戲角色，並於任務中進行抉擇，藉由即時性糾正及回饋，以及最終魔王挑戰，確認自身進步並體驗角色成長、獲得信心。	圖4
滿足	故事性、挑戰性、目的和目標、結果與回饋	教材提供任務挑戰，讓學習者有學以致用的機會、能通過努力得到正向結果。同時也在對話選項中適時給予鼓勵，支持其達成學習目標和提升學習成就感。	圖5

圖 2
任務提示與指引支持探索及進度推進



圖 4
依不同選項提供相應的糾正與回饋

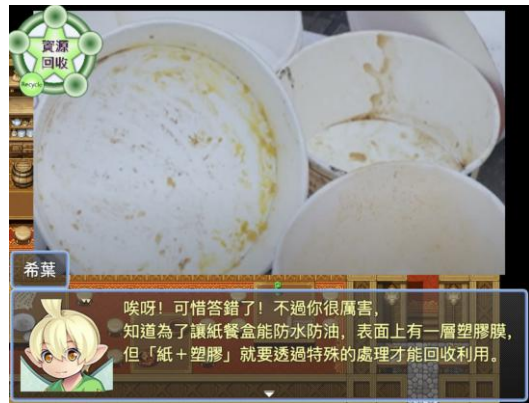


圖 3
學習內容與目標重點生活化呈現



圖 5
魔王關卡提供學習者挑戰與成功機會



肆、研究結果與討論

一、專家對教材之評鑑與回饋

開發完畢之初版教材經三位專家評鑑，整體而言均獲得正向的回饋，本研究將專家建議修改之處，依教材內容、教材設計、教材媒體進行整理。

(一) 教材內容

三位專家皆認同教材內容之糾正回饋、認為適合國小高年級學生學習。

其中一位專家建議廚餘及堆肥之文字敘述可以更加明確。

廚餘和堆肥也分別稱作熟廚餘和生廚餘，可以寫得更清楚。(教師T1)

(二) 教材設計

1.兩位專家提及有必要新增教材中存檔的功能，避免學生學習失敗心灰意冷。

萬一小孩亂按一不小心就關掉遊戲了，有自動存檔比較安全保險。(教師T1)

最後打BOSS的關卡，如果學生失敗了就遊戲結束，只能再從頭玩嗎？我覺得加一個存檔提示比較好，即使打輸了還可以直接回到最後一關。(教師T3)

2.兩位專家認為互動提示可更清楚標示、連結生活，以吸引注意和提升興趣。

再生機器人是完成再生任務的重點，但擺放的位置有點偏僻，學生可能會沒發現到，建議可以幫它頭頂加上驚嘆號，像其他NPC顯示的那樣。(教師T2)

路邊有寶箱可以開，但裡面裝的都是回收物，感覺很不現實，改成垃圾桶加發光特效，小孩就會感興趣、被吸引去點，也和生活有連結到。(教師T1)

3.一位專家建議魔王關可以稍微提升難度，確保挑戰性。

學生打BOSS要錯到第二次才會扣生命，一共能讓他們扣到五次感覺有點多，還是調低生命值改成三次機會比較剛好，才不會太簡單就過關。(教師T3)

(三) 教材媒體

三位專家皆肯定教材畫面及風格，並表示學生應該都受到吸引、樂於學習。

其中一位專家反應遊戲中圖片偶有黑屏情況，建議壓縮圖片。

圖片有時會跑不出來，試試壓縮圖片大小，應該能玩得比較順暢。(教師T3)

二、學生對教材之滿意度與回饋

教材經專家評鑑、修正完成之後，交由五位國小高年級學生使用，並填寫使用滿意度問卷，結果顯示滿意度各面向：使用者整體反應、訊息傳達性、易學性和系統功能、畫面設計與美觀性，均得到5分滿分。質性資料方面，本研究將學習者於開放式問答中的填答，依學習幫助、遊戲體驗進行統整。

(一) 學習幫助

1.五位學生均表示願意重複遊玩和學習。

收集寶石是我最喜歡的，以後還會想再用這個教材。(學生S3)

邊玩邊學習很有趣，希望可以出其他續作。(學生S5)

2.三位學生認為教材可提供糾正回饋，並能從中獲得新知。

我在教材中了解自己對垃圾分類哪裡還不確定。(學生S3)

教材很實用，我學到了哪些種類可以回收哪些不行。(學生S2)

我喜歡遊戲裡的關卡，答錯的話也會給解答並說明原因。(學生S1)

3.兩位學生提及教材內容和日常生活有所關聯，因而印象深刻。

我印象最深刻的是原來衣服還可以用塑膠做！(學生S4)

我們家有吃披薩，以前以為盒子是垃圾，現在才知道是紙類。(學生S5)

(二) 遊戲體驗

1.四位學生指出教材有趣，其中兩位說明原因為選擇性多且具遊玩自由度。

玩起來很有趣，因為選擇很多，讓我不知不覺就把教材全破關了！(學生S1)

我喜歡這個教材可以自由的玩、自由操作讓角色動起來！（學生S2）

2.四位學生表示教材難易度適中，一位認為還可以增加計時機制、提升難度。難度剛好，沒有看不懂的地方，操作也沒有遇到困難。（學生S4）

期待關卡可以多加時間限制，或是加多一點難度，會更刺激。（學生S1）

3.三位學生提到教材中最喜歡的部份是魔王關挑戰，因為最為刺激。

我喜歡最後打BOSS戰鬥的部分，因為很酷很刺激，我還會想再玩。（學生S2）

三、研究討論

本研究教材對所有專家建議均有進行修改，然學習者提及期望增加難度與時間限制，經與專家討論不考慮調整，因教材符合多數學習者程度，且若添加時限，可能使學生不加思考急於回答、剝奪其學習機會。另外本研究依專家與學習者回饋，歸納出其共同重視、亦為本教材優勢之處，如以下三點。

（一）本教材連結生活相關情境，可提升學習興趣

專家認為教材內應增添生活化與真實感，以吸引學習者注意和興趣，而學生也表示和生活有關的情境容易留下印象，與張承憲等人（2011）、溫富榮（2018）研究指出相似：真實情境的融入可讓學生認為學習活動與自身相關、有助於激發興趣和掌握知識。

（二）本教材具備糾正回饋與提示指引，可強化學習信心

專家認為教材具有即時性的糾正及回饋、適當的指引與提示相當重要，學生也指出可以透過教材的解答和回饋來確認自身觀念並學習新知，與陳明秀等人（2016）以及陳政煥、張元豪（2024）認為適時的回饋與引導可讓學習者增強學習自信和成就感有所相似。

（三）本教材注重難易度平衡與挑戰性設計，可提高學習滿意度

專家關注教材中的挑戰性，並建議調整難易度以符合學習者程度、避免太簡單而感到無趣，而學習者亦重視遊戲中挑戰所帶來的刺激感，相似於陳政煥與張元豪（2024）、蔡聿庭與鄭夢慈（2020）研究指出：透過遊戲挑戰得到的正向感受或獎勵，會促成學習者動機與滿意度的提升。

伍、結論與建議

一、結論

文獻指出ARCS動機模式與數位遊戲式學習均有助於提升學習動機，但過往研究相對少見將兩者理論結合並應用於環境與資源回收教育。本研究提出了一個基於學習動機理論的遊戲式教材製作框架，並在此框架運作下實際設計開發了一套數位遊戲式教材，同時以設計本位研究法做驗證，具體發現教材連結生活情境可提升學習興趣、具備糾正回饋與提示指引可強化學習信心、注重難易度平衡與挑戰性設計可提高學習滿意度。

二、未來建議

（一）建議教材可提供不同難易度供學習者自由選擇及挑戰

本研究開發之教材雖獲得許多正向回饋，亦有少數學生建議如希望增加難度及時間限制，因此可嘗試將教材設計成普通版與進階挑戰版兩種模式，供學習者自由選擇，以兼顧不同學習需求。

（二）建議未來研究可擴大研究樣本數

本研究著重於教材之開發與循環修正，然而由於研究者並非國小教師，受限於時間與場域，研究對象之受試學生僅止於小樣本，建議未來研究可擴大樣本數，探討更多學習者對教材的看法。

參考文獻

一、中文部分

- 行政院環境部 (2023)。國家環境教育綱領 (核定本)。
- 吳念穎 (2024)。以 ARCS 動機模式於國小環境教育之虛擬實境教材設計與評估 [未出版之碩士論文]。國立臺中科技大學。
- 李文瑞 (1990)。介紹激發學習動機的 ARCS 模型 (阿課思) 教學策略。臺灣教育, (479), 22-24。
- 林益瑩 (2015)。國小高年級實施環境教育課程之行動研究—以垃圾分類與資源回收為主題 [未出版之碩士論文]。臺北市立大學。
- 涂佳豪、歐陽閻 (2013)。動機理論融入悅趣化數位學習對國小學生防災教育學習成效之影響。教育學誌, (30), 85-135。
- 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。
- 施喻璇、施又瑀 (2022)。議題融入教學的困境與解決策略。臺灣教育評論月刊, 11 (6), 194-199。
- 翁穎哲、譚克平 (2008)。設計研究法簡介及其在教育研究的應用範例。科學教育月刊, (307), 15-30。https://doi.org/10.6216/SEM.200804_(307).0003
- 國家教育研究院 (2020)。議題融入說明手冊。
https://cirn.moe.edu.tw/Upload/file/29143/105750.pdf
- 張承憲、許為翔、陳宗禧 (2011)。情境式 WebQuest 應用於國小環境教育之研究。數位學習科技期刊, 3 (3), 77-94。
- 張基成、林冠佑 (2016)。從傳統數位學習到遊戲式數位學習—學習成效、心流體驗與認知負荷。科學教育學刊, 24 (3), 221-248。
https://doi.org/10.6173/CJSE.2016.2403.01
- 教育部 (2018)。十二年國民基本教育課程綱要。
- 許瑛珫、莊福泰、林祖強 (2012)。解析設計研究法的架構與實施：以科學教育研究為例。教育科學研究期刊, 57 (1), 1-27。
- 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。
- 陳明秀、蔡仕廷、張基成 (2016)。嚴肅遊戲之角色扮演與情境模擬對於學習成效之影響：以國小六年級碳足跡課程為例。教育科學研究期刊, 61 (4), 1-32。https://doi.org/10.6209/jories.2016.61(4).01
- 陳政煥、張元豪 (2024)。設計與開發具互動問題提示之國小社會領域跨學科角色扮演遊戲。教育傳播與科技研究, (134), 1-18。
https://doi.org/10.6137/RECT.202404_(134).0001
- 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。
- 楊嵐智、高翠霞 (2019)。環境教育議題融入課程的回顧與展望。教育研究與發展期刊, 15 (2), 1-25。https://doi.org/10.3966/181665042019061502001
- 廖禹婷 (2023 年 8 月 4 日)。垃圾量仍增且燒最多 兩張圖表看 2022 年台灣垃圾處理現況。環境資訊中心。https://e-info.org.tw/node/237224
- 廖宸纓 (2020)。環境教育對資源回收知識與態度之研究 [未出版之碩士論文]。大葉大學。
- 蔡聿庭、鄭夢慈 (2020)。角色扮演遊戲融入 STS 教學中對國中生環境素養的

- 影響。數位學習科技期刊，12（1），55-81。
<https://doi.org/10.3966/2071260x2020011201003>
盧秀琴、方慧娟（2017）。「昆蟲學特論」課程培育國小在職教師的科技學科教學知識(TPACK)。科學教育學刊，25（1），75-96。
<https://doi.org/10.6173/CJSE.2017.2501.04>
蕭莉旋（2023）。國小六年級學童網路安全 RPG 遊戲式教材之設計本位研究〔未出版之碩士論文〕。國立臺北教育大學。

二、英文部分

- Adams, E. (2014). *Fundamentals of Game Design*.
Barab, S., & Squire, K. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1-14.
Brown, A. L. (1992). Design experiments: theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141-178.
Brown, E., & Cairns, P. A. (2004). *A grounded investigation of game immersion*.
Gee, J. (2003). What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy. *Computers in Entertainment*, 1, 20. <https://doi.org/10.1145/950566.950595>
Gee, J. P. (2008). Learning and Games. In K. Salen (Ed.), *The Ecology of Games: Connecting Youth, Games, and Learning* (pp. 21-40). The MIT Press.
<https://doi.org/10.1162/dmal.9780262693646.021>
Keller, J. M. (1983). Motivational design of instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: An overview of their current status* (pp. 383-434). Lawrence Earlbaum Associates.
Keller, J. M. (2010). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. Springer. <http://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3>
Prensky, M. (2001a). *Digital Game-Based Learning*. McGraw-Hill, 1.
Prensky, M. (2001b). Digital natives, digital immigrants. *On the Horizon*, 9(5), 1-6.
<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>
Reeves, T. C. (2000). Enhancing the worth of instructional technology research through 'Design Experiments' and other development research strategies. *International Perspectives on Instructional Technology*, 29.
Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54-67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
Weng, F. (2023). *The effect of AR and ARCS with different cognitive styles an primary school students' recycling knowledge*. <https://doi.org/10.1063/5.0119214>
Wigfield, A., & Eccles, J. S. (2000). Expectancy-Value Theory of Achievement Motivation. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 68-81.
<https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1015>
World Bank (2018, September 20). *Global Waste to Grow by 70 Percent by 2050 Unless Urgent Action is Taken: World Bank Report*.
<https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>