

2026 ICEET

第十五屆 數位學習與教育科技國際研討會
International Conference on E-learning and Educational Technology

智慧教育×永續共榮

論文集 PROCEEDINGS



結合虛擬實境及 360 度環景設計特殊教育學生 校園安全教材

Development of an VR-Integrated 360 Degree Campus Safety Learning Materials for Students with Special Needs

黃思諭 Ssu-Yu Huang, 張雅喬 Ya-Chiao Chang, 陳柔仔 Jou-Yu Chen,
葉怡均 Yi-Jun Ye, 安馨 Hsin An
臺北市立大學特殊教育學系大學部學生 Undergraduate Student, Department of
Special Education, University of Taipei

*葛竹婷 *Chu-Ting Ko
臺北市立大學特殊教育學系副教授 Associate Professor, Department of Special
Education, University of Taipei
Mail: ko@utapei.edu.tw

顏瑞隆 Jui-Lung Yen
臺北市西區特殊教育資源中心主任 Director of West District Special Education
Resource Center, Taipei City

摘要

本研究旨在探討運用 ThingLink 平臺建置虛擬實境結合 360 度校園環景之數位教材，應用於國小特殊教育學生校園安全學習之可行性與實施成效。透過實景拍攝校園高風險區域與健康中心路線，並結合互動標籤、多媒體提示與 AI 語音輔助，建構具情境化與多感官特性的學習環境。研究採設計導向研究法，並透過直接教學進行試教與修正，以一名六年級自閉症學生為對象，分析學生操作歷程與學習反應。結果顯示，虛擬實境教材能有效提升學生學習動機與參與度，並有助於其理解校園安全概念與路線辨識能力。然而，學生在理解抽象情境與避免機械記憶方面仍需教師引導。研究建議未來教材設計應強化情境多樣性與引導策略，並改善設備與網路限制，以提升教學穩定性與學習成效。本研究可作為特殊教育科技融入教學之實務參考。

關鍵字：特殊教育學生、校園安全、虛擬實境

Abstract

This study aims to explore the feasibility and effectiveness of applying digital materials developed on the ThingLink platform, integrating Virtual Reality (VR) with 360-degree campus panoramic environments, to support campus safety learning for elementary school students with special needs. The study involved capturing real-world images of high-risk areas on campus and routes to the health center, combined with interactive tags, multimedia prompts, and AI voice assistance to construct a contextualized and multi-sensory learning environment. A design-based research approach was adopted, and direct instruction was implemented for iterative teaching and refinement. The participant was a sixth-grade student with autism, and the student's interaction process and learning responses were analyzed.

The results indicate that VR-based instructional materials can effectively enhance the student's learning motivation and engagement, and help improve the understanding of campus safety concepts and route recognition skills. However, the student still required the teacher's guidance when interpreting abstract situations and avoiding rote memorization.

The study suggests that future instructional design should strengthen the diversity of learning contexts and guidance strategies, as well as address equipment and network limitations to improve instructional stability and learning outcomes. This research can serve as a practical reference for integrating technology into special education instruction.

Keywords: campus safety, students with special needs, Virtual Reality

壹、前言

隨著數位科技的發展，科技融入教學已逐漸成為教育現場的重要趨勢。目前相關研究多集中於一般教育情境，針對特殊教育學生應用於校園安全學習之實證研究仍相對不足。然而，國小特殊教育學生在學習歷程中，常因理解抽象概念困難、學習動機不易維持，以及情境遷移能力有限，而需要更具體且貼近生活經驗的學習支持(Grigorenko et al., 2020)。因此，如何透過合適的數位工具，建構有助於理解與操作的學習情境，成為特殊教育教材設計中的重要課題。而在特殊教育教學現場中，學生常因認知發展限制、語言理解困難與情境類化能力不足，而在

面對生活情境時產生學習困難，尤其在校園安全與突發事件應對方面，更需要具體且可操作的學習支持（林昭吟、王文科，2008）。傳統以口語講述或平面圖片為主的教學方式，往往難以協助學生建立完整的情境理解，亦不利於將所學遷移至真實生活情境中。因此，如何透過科技建構具體、情境化且可反覆操作的學習環境，已成為特殊教育教材設計的重要方向。

近年來，虛擬實境（Virtual Reality，以下簡稱 VR）逐漸被應用於教育領域。對於特殊教育學生而言，VR 提供的視覺化與即時回饋特性，更有助於降低抽象概念的理解難度。除了 VR 技術外，360 度環景影像亦逐漸被應用於情境學習中。透過全景影像，學生可在虛擬環境中自由探索空間，建立對場域的整體認知，有助於提升空間導向能力與環境熟悉度(Tukur et al., 2025)。此類沉浸式學習方式，對於在現實環境中容易產生焦慮或迷失方向的特殊教育學生而言，具有重要價值。而 ThingLink 是一款可結合 360 度環景影像與多媒體互動的數位教材製作平臺，具備操作彈性高與製作門檻相對低的特性，教師可依學生需求進行教材調整，適合作為特殊教育情境學習的輔助工具，亦有整合影像、文字、音訊與互動標籤之功能，能建構多媒體學習環境，並支援教師依學生需求進行彈性調整。其低門檻與高互動性，使其適合作為特殊教育情境學習之工具（教育部，2025）。

本研究採直接教學法(Direct Instruction)，係一套具有高度結構性及系統性之教學法，符合身心障礙學生之學習特性，被廣泛應用於特殊教育，強調明確示範、逐步引導與即時回饋，能有效提升學生學習成效（潘裕豐，1998）。在學習初期提供適當支持，並隨學生能力提升逐步撤除，有助於促進其獨立學習能力(Ponomariovieniė & Jakavonytė-Staškuvienė, 2025)。本研究將 VR 與 360 度環景教材融入直接教學流程中，以提升學習成效。人工智慧技術（如影像生成與語音合成）亦融入教材設計中。透過 AI 生成具視覺強化效果的圖像，以及提供語音提示功能，降低學生的認知負荷，並提升其理解與操作能力。然而，過度依賴視覺位置記憶或介面操作，亦可能導致學生形成機械式反應，而非真正理解學習內容，此為數位學習中需關注的重要議題。本研究以一名國小自閉症學生為對象，運用 ThingLink 平臺設計 VR 互動式教材，並實際進行試教與教學應用，記錄教材設計、教學實施與學生使用情形之歷程。並說明教材設計的理念與流程，分析其在實際教學情境中的應用成效與限制，透過試教歷程進行反思與修正，期望為特殊教育領域中科技融入教學之教材設計與應用，提供實務經驗與參考。

綜合上述，本研究結合 VR、360 度環景與互動平臺 ThingLink，並融入 AI 輔助與直接教學策略，設計符合特殊教育學生需求之校園安全教材，期望透過情境化與多感官學習方式，提升學生之理解能力與實際應用表現，並補足現有研究之不足。

貳、文獻探討

一、VR 在教學上之應用

隨著數位科技的快速發展，VR 逐漸成為教育領域中重要的教學工具之一。VR 技術透過將虛擬資訊疊加於真實環境中，使學習者能在真實情境中進行互動，進而提升學習體驗與理解效果(Şimşek & Koparan, 2025)。研究指出，VR 具有高度的互動性與情境性，能有效促進學生主動參與學習活動，並提升學習動機與學習成效(Rodriguez-Saavedra et al., 2025)。此外，VR 可將抽象概念具體化，使學習內容更具可視化與操作性，有助於學生理解複雜知識結構(Pallavicini, & Anesa, 2026)。在實證研究方面，VR 應用於教育可顯著提升學生學習表現。例如，透過互動式 VR 教材，學生在學習成效與理解能力上皆優於傳統教學方式(Conrad, Kablitz, & Schumann, 2024)。同時，VR 亦能促進合作學習與問題解決能力，使學生在情境中進行探索與反思，進而提升學習成效(Kazlaris, Keramopoulos, Bratsas, & Kokkoni, 2025)。由於特殊教育學生在理解抽象概念與情境轉換上較為困難，VR 所提供的視覺化與即時回饋特性，有助於降低認知負荷並提升學習參與(Asatryan, Svajyan, & Antonyan, 2023)。然而，若教材設計過於複雜，亦可能造成認知負荷過高，影響學習效果，因此需依學生特質及需求進行設計。此外，特殊教育強調情境化與生活化學習（林昭吟、王文科，2008），VR 能提供接近真實情境的互動經驗，有助於促進知識類化與實際應用。

二、360 度環景在教學上之應用

近年來，360 度環景影像與 VR 技術逐漸被應用於教育領域，特別是在情境學習與空間認知相關課程中。透過沉浸式環境，學習者能以第一人稱視角探索虛擬空間，建立對場域的整體理解(Radianti, Majchrzak, Fromm, & Wohlgenannt, 2020)。研究指出，沉浸式學習能顯著提升學生的學習動機、專注力與概念理解能力(Conrad, Kablitz, & Schumann, 2024)。此外，360 度環景技術能模擬真實環境，

使學生在安全且可控制的情境中進行練習。此類學習方式特別適用於需要實務操作與情境判斷的課程，如醫療訓練與安全教育(Eiris, Gheisari, & Esmaeili, 2018)。

亦有研究指出，沉浸式環境可促進學習者的參與感與臨場感，進而提升知識保留與應用能力(Hii & Yang, 2025)。對於特殊教育學生而言，360 度環景學習具有重要意義。其沉浸式特性能協助學生建立空間概念與環境認知，並透過反覆操作降低對陌生環境的焦慮(Radianti et al., 2020)。此外，透過情境模擬，學生能在無風險環境中練習應對行為，有助於提升其生活適應能力(Eltrass et al., 2026)。然而，相關研究亦指出，VR 與環景技術在應用上仍面臨設備成本、教師操作能力及課程整合等挑戰(Jiang, Zhu, Chugh, Turnbull, & Jin, 2025)。

三、VR 結合 360 度環景之相關研究

隨著科技整合發展，AR 或 VR 與 360 度環景之結合逐漸成為教育研究的新趨勢。此類混合式學習模式結合 VR 的即時互動與沉浸體驗，使學習者能在接近真實情境的環境中進行操作與決策(Radianti et al., 2020)。

研究指出，AR 與 VR 整合應用能提供完整的學習經驗，不僅提升學習動機，也能強化學習成效與實務能力(Jiang et al., 2025)。

在應用層面上，此類技術常被運用於高情境需求之領域，如醫療模擬、專業訓練及安全教育。透過情境模擬與互動操作，學習者能進行重複練習，並在過程中修正錯誤與強化技能(Lateef, 2010)。此外，AR 與 VR 的結合亦能提供多感官刺激，使學習更具吸引力與真實感，進一步促進學習投入(Crogman, Cano, Pacheco, Sonawane, & Boroon, 2025)。

然而，目前 VR 與 360 度環景整合應用於特殊教育領域的研究仍相對有限，尤其在校園安全教育方面，缺乏具體教材設計與實證分析。既有研究多集中於一般教育或專業訓練情境，對於特殊教育學生在情境理解、行為判斷及實際應用能力之影響，仍有待進一步探討(Poggianti, Chessa, Pelagatt, & Kocian, 2025)。

參、研究方法與設計

一、研究方法

本研究採用設計導向研究法(Design-Based Research)，以解決特殊教育學生在校園安全學習上的實務問題為目標，透過教材設計、實施、觀察與修正之循環

歷程，逐步優化教學內容與學習效果（翁穎哲、譚克平，2008）。研究對象為一名國小六年級自閉症學生，安置於普通班並部分時間於資源班接受特殊教育服務。研究過程中，學生於特教助理員陪同下參與教學活動，以確保其學習安全與穩定性。在教材設計方面，本研究以 ThingLink 平臺為核心，整合 360 度校園環景影像、互動標籤、多媒體內容與 AI 語音提示，建構校園安全學習情境。教材內容涵蓋學生常活動之校園區域（如遊樂場、操場等）以及前往健康中心之路線，並設計受傷情境與安全指引，透過選擇題與視覺提示引導學生進行判斷與操作。

教學實施採直接教學法進行，流程包含前導活動、示範操作、引導練習與獨立操作四個階段。教師先透過簡報與提問建立學生先備經驗，接著示範 ThingLink 教材操作方式，再引導學生進行互動學習，最後讓學生嘗試自主操作。教學過程中，教師依學生反應提供口語提示與回饋，並運用鷹架策略逐步降低協助程度。

資料蒐集方式包括教學觀察紀錄、學生操作歷程與學習表現。研究團隊透過觀察學生在教材操作中的行為反應、作答情形與參與程度，分析教材設計之適切性與學習成效，並據此進行教材修正。

本研究強調情境化學習與多感官支持，並透過反覆修正歷程提升教材品質，期望能發展出符合特殊教育學生需求之數位學習模式，作為未來教學應用之參考。

二、研究工具

本研究旨在透過低門檻且高互動性的數位工具，為特殊教育學生建構直觀的校園安全學習情境。為了確保教材的實用性與可推廣性，團隊整合了實景拍攝、AI 生成技術與互動編輯平臺。以下就本研究所運用之工具進行介紹：

（一）360 度環景攝影器材與場景建置

本研究之實景素材採用專業 360 度相機於某國小進行實地拍攝。拍攝重點涵蓋學生易發生意外之高風險區域（如遊樂場、操場及司令台旁）以及最終求助地點（健康中心）。透過全景攝影技術，能完整還原校園空間結構，解決特殊教育學生在抽象空間轉換上的認知困難。

（二）VR 互動平臺—ThingLink

ThingLink 為本教材的核心編輯平臺，具備高度的擴充性與多媒體整合能力。教師可將拍攝之 360 度環景影像匯入，並於特定空間座標設置「互動標籤(Tags)」，並設計問答與導引機制，在關鍵場景設置互動問答與安全提醒，學生需完成閱讀

或作答，方可依據視覺化箭頭指引移動至下一場景（如前往健康中心的動線）。此外，提供多感官支持，平臺整合了圖文與影音功能，能針對特教生提供多重感官刺激，強化其對校園安全知識的類化能力。

（三）AI 影像與語音生成技術

為提升教材的親和力並符合特殊教育學生的學習需求，本研究以人工智慧技術進行素材優化。其中 AI 影像風格化，係利用 AI 影像生成工具，將真實場景照片轉化為色彩鮮明、線條清晰的「卡通風格提醒圖」。此舉旨在降低真實場景中可能存在的視覺干擾，幫助學生聚焦於安全重點。

（四）AI 文字轉語音(TTS)

考量到部分學生識字能力有限，團隊運用 AI 語音合成技術。當學生點擊互動標籤或問題時，系統會自動朗讀題目與提示文字，提供口語化的學習支持，減輕其認知負荷。

（五）多媒體輔助工具—Canva

Canva 用於製作前導教學簡報與操作說明。由於特教學生在進入虛擬情境前需要適當的心理準備，團隊透過 Canva 製作包含動畫特效的數位故事，引導學生進入設定的情境。同時，利用其編排功能設計簡明易懂的 ThingLink 操作指南，確保學生能快速掌握平板操作技巧。

（六）遠端投影與行動載具整合應用

在實際教學實務中，本研究採用「同步引導模式」。其中行動載具應係指學生人手一台平板電腦，透過掃描簡報中各場景對應之 QR Code 立即進入 VR 畫面，確保教學流暢度與即時性。而投影同步監測則是教師利用大螢幕投影幕與學生同步操作，方便觀察學生的操作進度並給予即時回饋。

三、研究歷程

研究團隊於設計平臺內容期間，參與多場相關講座與實作活動，過程中獲得多位具教育科技與教學實務經驗之教師提供專業建議與引導。從研究方向釐清、數位工具應用到實作流程規劃，皆提供具體且實務導向之建議，協助建構設計內容。團隊亦透過跨領域交流，學習 360 度影像設備之操作方式與應用形式，對本研究之技術執行與成果呈現具有實質助益。

在特殊教育教學現場中，教師需依據學生之個別特質與障礙類型，彈性調整課程內容與教學策略。此一歷程仰賴教師對學生學習行為與需求之細緻觀察，並須同時兼顧教學情境之可實現性與安全性，方能設計出符合學生實際需求之課程。因此，研究團隊持續思考數位輔助方向，以期能實際支持第一線教師之教學實務，並協助學生提升生活適應與自我照護相關能力。以下為研究實施流程。

（一）設計構想與研究背景形成

隨著校園行政與健康管理逐步數位化，多數學校已建置傷病電子化輔助系統，學生進入健康中心後，需透過系統完成身分確認及症狀選擇等流程。然而，對於表達能力不足或低年級學生而言，自主完成相關操作仍具一定困難。因此，本研究核心於嘗試結合 ThingLink 平臺之 360 度影像功能，透過互動性之數位媒介，引導學生辨識校園中常見之潛在危險區域（如遊樂場與操場），並學習於意外發生時，正確求助與前往健康中心進行掛號。

團隊進入某國小進行校園實地拍攝，以蒐集製作 VR 教材所需之 360 度環景影像。拍攝地點主要涵蓋學生於校園中較常活動之區域，包括遊樂場、操場等及通往健康中心之動線空間，以確保教材內容能貼近學生實際生活經驗。拍攝過程中，團隊事前規劃拍攝時段與路線，避開操場有學生上課或下課時間，以降低校園師生入鏡之可能性，並兼顧校園隱私與影像使用之倫理考量。實際拍攝時，需依據 360 度影像特性調整攝影位置，確保畫面穩定且視角完整，同時避免拍攝者本身出現在影像中。拍攝完成後，研究團隊進行影像篩選，並選擇合適之全景照片匯入數位互動平臺，作為後續教材設計與互動節點建構之素材。

（二）初步設計與數位教材修正

本研究於初始設計階段，即以 ThingLink 平臺之「分支」功能作為整體教材架構，結合 360 度環境相機所拍攝之校園影像，規劃學生自遊樂場、操場及司令台旁等校園常見活動場域，依序前往健康中心之行進路線。教材設計初衷為引導學生透過節點間的連結，學習由一個地點移動至下一個地點時的方向判斷與路線辨識，並模擬實際校園中前往健康中心之行走歷程。在初始版本之教材內容中，以路線指引為主，利用平臺功能，以健康中心題材發想，並增加掛號系統使用教學簡報、校園安全相關影片再與測驗整合。研究團隊在檢視已建構基本之路線，發現於各場景切換時，學生進入下一節點後所面對之方向，未必與實際情形一致，容易造成方向感混亂，例如出現實際為向前行走，畫面卻呈現背向原行進方向之

情形。此外，教材內容未加入受傷情境相關媒材或語音說明等，可能使部分學生面臨如何理解所呈現之文字資訊進行互動操作，以判斷行為選擇之正確性的挑戰。經與現場教師進行討論後，教師指出特殊教育學生在學習過程中，需仰賴高度直觀且連續的視覺線索，方能有效理解路線方向；同時，單純的路線操作不足以協助學生理解「受傷發生—採取行動—前往健康中心」之完整情境脈絡。教師亦建議教材中可加入更明確的受傷示意與多感官提示，以降低學生理解負擔，並提升情境代入感。基於上述回饋，研究團隊首先重新調整各分支節點之影像角度與連結順序，使學生於每一節點中所面對之方向，能與實際行進路線保持一致，以改善初始版本中方向辨識不清之問題。其次，研究團隊將受傷示意圖片、情境說明文字及語音提示整合至各校園場景中，使學生在操作過程中，能同時接收視覺與聽覺資訊，強化對情境之理解。

在教材操作機制方面，初始構想曾規劃學生需依序完成指定路線後，方可解鎖下一條路線，以增加操作挑戰性；惟經討論後認為該設計可能提高認知負荷，影響學生操作流暢度，遂於修正版本中予以移除。此外，原先設計之開放式提問，亦考量學生語言理解與表達能力之限制，改以選擇題形式呈現，使學生能在明確選項中進行判斷，提高作答成功率與學習參與度。最後，為配合實際試教需求，研究團隊另行製作教學輔助簡報，內容包含校園路線示意與受傷情境說明，作為 VR 教材操作前之引導工具，以協助學生建立基本概念，並提升後續操作理解與學習成效。

（三）教學流程設計及說明

本研究採直接教學法，將教學活動加以分析，並步驟性地教導學生。以下為教學流程：

- 1.課程開始，以簡報說明教導學生如何操作 Thinglink 平臺。
- 2.提供學生平板電腦，協助打開相機功能，掃描平臺 Qrcode。
- 3.說明情境一：在遊戲區撞到頭，受傷了，該怎麼做？
- 4.說明情境二：在操場被球絆倒，腳不小心擦傷，該怎麼做？
- 5.說明情境三：在司令台扭傷腳踝，該怎麼做？
- 6.進行保健室大挑戰以及今日課程複習、綜整活動。

（四）指導學生操作並記錄使用情形

在教學過程中，個案在特教助理員之陪同下進行操作，全程情緒狀態穩定且未出現明顯的規避或行為問題，顯示教學環境具備良好的支持機制。教學的初始階段，教師運用「校內遊樂場經驗」作為前導活動，成功引發個案對既有生活的連結，不僅誘發了個案對數位學習的動機及意義，也在課程導入階段展現優異的注意力持續力，專注表現維持約五分鐘。

進入實作階段後，個案能針對故事陳述給予「對」或「是」的適切回應，顯示其具備初步的語言理解與溝通意圖。儘管在條碼掃描環節因平板設備相機權限受限，導致教學流暢度短暫中斷，且指導老師採取旁觀立場未直接介入干預，但個案在教師持續提供的口頭提示與操作指導下，仍能展現出高度的學習耐受性與配合度。

針對核心教學重點「受傷處理」之社會性問題，觀察發現個案初期因介面熟悉度欠缺且受限於直覺性認知，在朗讀題幹後仍堅持選擇「自己去水龍頭沖水」之錯誤選項；對此，教師採由淺入深說明的策略，從持續的口頭引導逐步轉向明示回饋，詳述「告知老師並前往保健室」之合理性與必要性，藉由反覆提醒與邏輯說明促發個案進行認知調整。隨著操作次數增加，個案展現出明顯的程序性記憶鞏固，不僅能熟稔介面配置與導覽邏輯，更出現預期性提前點選的行為，顯示其已建立對系統回饋的預期心理與反應。

在課末複習環節中，個案雖能迅速選中正確選項，卻伴隨未完整朗讀題幹即直接點選答案的現象，反映出其學習表現可能開始帶有以位置學習的自動化慣性，而非對語意及知識達成理解，這揭示了特教學生在數位介面學習中常見的反應規律，亦即容易依賴空間視覺線索而非文字內涵。而當教學場景轉移至電子白板的大螢幕展示時，360 度環景影像所營造的高度沉浸感也造成了個案的原地踏步動作的身體化認知肢體模仿行為，反映出個案能將視覺訊息轉化為模擬的空間移動經驗，體現了數位科技能有效提升學生環境適應感上的潛力，亦肯定了個案在虛擬情境中達成高度投入的參與成效，為其後續在真實校園環境的類化表現奠定了良好基礎。

（五）後續修正與討論

於試教過程中，學生能對教師的提問做出簡單回應，例如回答是否曾經去過遊樂場等問題，顯示學生能夠參與課堂互動。然而在教學過程中發現，學生雖能

做出回應，但其理解程度仍需進一步確認。因此，未來在教學設計上將增加更多引導式提問，透過持續提問與討論，協助教師判斷學生是否真正理解教材內容。

在操作教材方面，本研究運用 ThingLink 平臺製作 VR 結合 360 影像教材，並請學生掃描 QRcode 開啟軟體。然而在實際教學時發現，學生在操作上出現困難，無法順利開啟系統，或因網路不穩定導致圖片載入時間較長，影響學習流程。基於此情形，未來在教學實施時可考慮增加教師操作示範，或採取個別指導方式，像是請學生輪流上台進行操作，以減少學生因設備或網路問題而影響學習的情況。

在教學情境設計方面，本研究亦進行了反思與調整。例如在情境一中，原先設計學生閱讀並回答問題，實際教學時發現學生較難直接回答，因此可透過讓學生一起朗讀內容，或引導學生逐步思考答案。在引導學生作答時，除了協助排除錯誤選項外，也應進一步引導學生理解為何該選擇正確答案，以促進學生的理解能力。在情境案例的設計上，原先舉例部分情境較偏向受傷或負面的事件，未來可適度調整為較貼近生活且較不具負向情緒的情境，以提升學生的接受度。在教學過程中亦觀察到口語表達能力較弱的學生較習慣以指認方式回應，因此未來可考慮搭配教具或圖片，引導學生指出受傷或相關部位，並透過提問方式讓學生思考是否能在實際情境中觀察或觸及該部位，以增加學生參與度。

在情境二與情境三的教學中，也進行了不同方式的調整。例如，可依學生能力差異進行提問，對能力較佳的學生可請其簡單描述情境中發生的事件，而對能力較弱的學生則以較具體的情境問題進行引導。在情境三的設計中，透過讓學生猜測下一個故事地點，有助於提升學生的參與與興趣。最後一次操作則讓學生自行嘗試使用教材，並在過程中避免直接提示學生應按哪個按鈕，而是引導學生思考應前往哪個位置進行操作，以培養其探索與操作能力。透過實際教學情境進行反思與修正，使教材設計與教學流程更符合學生的學習需求，亦提供後續教學實施時的重要參考。

肆、研究結果與分析

本設計以國小校園安全宣導及傷病處理流程為核心概念，改善特殊教育學生理解抽象概念、維持學習動機與情境類化上的學習困難，學生能在教學活動中使用電子白板或平板操作，進入後花園、遊樂場、操場及籃球場等真實校園區域，

以環景影像完整呈現校園環境。同時在校園各區域設置安全宣導指示語，例如提醒學生在走廊要慢慢走、在遊樂場避免推擠等，加強學生在校園各處應注意的環境安全。

在實際教學中，教師先以簡報及引導提問，模擬學生在校園中可能會發生的受傷情境，並且加入 AI 生成影像輔助說明，使學生能更了解目前教師所模擬之情境。藉由運用 360 度環景相機所拍攝校園影像，以校園中比較容易受傷的地方進行情境模擬教學，學生透過滑動操作環景影像，熟悉校園各區域的相對位置，並尋找教師在各區域的引導及提問，問題情境以傷病處理方式為主，學生不僅能認識從校內不同地點走到健康中心的路線，也能了解在校園裡受傷的應對方式。教材整體操作流程簡易，使用箭頭視覺化提示行進方向，使學生熟悉從校園各處前往健康中心的路線，以確保學生在受傷或身體不適時能迅速找到健康中心。

從實際教學觀察結果來看，學生在理解與應用兩個層面皆呈現出不同程度的學習變化。在理解能力方面，學生於初始階段對於受傷情境的判斷多依賴直覺反應，例如傾向選擇自行處理傷口，而未能掌握適當的求助流程。然而，隨著教師透過口語引導、情境說明與反覆操作的支持，學生逐漸能辨識「受傷後應告知教師並前往健康中心」之適切行為，顯示其對於情境意義已有初步理解。此結果顯示，透過具體情境呈現與多感官提示，有助於降低學生在抽象概念理解上的困難。

在實際應用能力方面，學生於多次操作後，能逐步熟悉系統介面與校園動線，並依據視覺提示完成從不同地點前往健康中心之任務，顯示其在情境操作與行動決策上具備一定程度的應用能力。然而，亦觀察到學生在後期作答時，出現未完整閱讀題幹即進行選擇的情況，反映其可能傾向依賴視覺位置記憶，而非真正理解情境內容。此現象顯示，雖然數位教材能有效提升操作表現與環境熟悉度，但在促進深層理解與彈性應用方面，仍需透過持續引導與提問策略加以強化。

綜上所述，在教學活動上仍存在限制，首先本教材設計核心為校園安全宣導結合健康中心路線指引，難在 VR 裡呈現學生受傷當下的情形，包括受傷後的不知所措情緒和受傷程度等較抽象概念，特殊教育學生無法迅速理解教師所呈現之情境，且提問設置的正確答案較單一，學生無法彈性回答，選擇題容易導致學生記憶答案位置而非真正理解問題，在實際教學時也會遇到網路不穩定、圖片無法即時顯示的情況。

為改善以上限制，需要教師從旁說明及引導，以明顯肢體動作和情緒表現受傷後反應，或透過實際操作教具及圖片輔助說明，使學生更能理解教師所模擬的受傷情境，並且在情境選擇題進行時，加入引導與提問，讓特殊教育學生能順利進入情境及了解教學內容，同時為改善網路不穩定問題，可以調整為教師操作示範或個別指導學生。

在數位教材與多元教學活動的趨勢下，特殊教育教材設計正朝向情境化與互動化發展。在教材設計過程中，我們透過多場專家講座及師生討論，深入理解 AI 於特教實務的多元運用，並結合特殊學生的學習特質，與國小教師進行深度討論後設計本教學活動，確保課程符合實際教學需求。本研究的設計核心於針對國小特殊教育學生的理解抽象概念困難、學習動機不易維持等問題，建構有助於理解與操作的具體學習情境。於教材發想與設計上，我們將校園安全宣導結合健康中心路線指引，使用 360 度環景相機拍攝某國小的實景素材，解決學生在空間轉換上的認知困難。拍攝地點特別涵蓋學生容易受傷的區域及健康中心的位置。在實際教學上學生能使用電子白板或平板操作，在後花園、遊樂場、操場及籃球場等真實校園場景，透過環景影像認識與熟悉校園環境安全指引，例如在各區域設置提醒學生「在走廊要慢慢走」、「在遊樂場避免推擠」等安全指示語，以達到校園安全宣導成效。

透過 ThingLink 互動平臺讓特殊學生自行操作，將教師直接講述內容轉化為學生第一人稱視角操作，學生可以在真實情境下模擬在校園各處如何前往健康中心。同時，我們在校園場景中設置了互動標籤與多感官元素，強化情境代入感，學生藉此能認識到校園中需要注意的環境安全及健康中心路線指引，並且在 VR 中反覆練習，以類化至真實情境下。在實際教學中，教師利用電子白板與學生同步進行，隨時觀察學生的進度並即給予回饋。實際教學後我們發現特殊教育學生能在教師引導下順利使用 ThingLink 平臺教材，在學生熟悉操作後能嘗試自行操作如何從校園中不同地點前往健康中心。本研究亦根據實際教學的反思與回饋，進行了後續修正與討論，以改善教學設計與流程。

伍、 研究結論與建議

本教材以真實性及互動性高的 VR 平臺進行教學，不僅提升教學活動的趣味性，有效增進特殊學生的學習動機與參與意願，同時作為強化學生自主能力的橋樑。藉由運用 360 度環景相機所拍攝的校園影像，並利用箭頭視覺化提示行進方向，使學生熟悉從校園各處前往健康中心的路線，確保學生在受傷或身體不適時能迅速找到健康中心。透過與特殊教育理論的整合，於實用性上加入創意，以創造更多元化的教學活動，為特殊教育領域帶來更多創新可能。

參考文獻

一、中文部分

- 林昭吟、王文科（2008）。**特殊教育導論**。臺北：心理出版社。
- 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。
- 教育部（2025）。**ThingLink VR 教學編輯平臺**。Retrieved April 4, 2026, from <https://www.sdc.org.tw/product/thinglink-vr%E6%95%99%E5%AD%B8%E7%B7%A8%E8%BC%AF%E5%B9%B3%E8%87%BA/>
- 潘裕豐（1998）。直接教學法在身心障礙學生上之運用。**國小特殊教育**，25，25–33。

二、英文部分

- Asatryan, S., Svajyan, A., & Antonyan, S. (2023). Augmented Reality in education for children with special needs. *Armenian Journal of Special Education*, 7, 56-62. Retrieved April 4, 2026, from 10.24234/se.v6i1.304.
- Conrad, M., Kablitz, D., & Schumann, S. (2024). Learning effectiveness of immersive virtual reality in education and training: A systematic review of findings. *Computers & Education: X Reality*, 4, 19913-19962 . Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2024.100053>.
- Crogman, H. T., Cano, V. D., Pacheco, E., Sonawane, R. B., & Boroon, R. (2025). Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Experiential Learning: Transforming Educational Paradigms. *Education Sciences*, 15(3), 303. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.3390/educsci15030303>

- Eiris, R., Gheisari, M., & Esmaeili, B. (2018). PARS: Using Augmented 360-Degree Panoramas of Reality for Construction Safety Training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15, 1-21. Retrieved April 4, 2026, from [10.3390/ijerph15112452](https://doi.org/10.3390/ijerph15112452)
- Grigorenko, E. L., Compton, D. L., Fuchs, L. S., Wagner, R. K., Willcutt, E. G., & Fletcher, J. M. (2020). Understanding, educating, and supporting children with specific learning disabilities: 50 years of science and practice. *American Psychologist*, 75(1), 37–51. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.1037/amp0000452>
- Hii, C.-H., & Yang, C.-C. (2025). Comparing the Application Effects of Immersive and Non-Immersive Virtual Reality in Nursing Education: The Influence of Presence and Flow. *Nursing Reports*, 15(5), 149. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.3390/nursrep15050149>
- Jiang, H., Zhu, D., Chugh, R., Turnbull, D., & Jin, W. (2025). Virtual reality and augmented reality-supported K-12 STEM learning: trends, advantages and challenges. *Education and Information Technologies*, 30, 12827–12863. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13210-z>
- Kazlaris, G. C., Keramopoulos, E., Bratsas, C., & Kokkonis, G. (2025). Augmented Reality in Education Through Collaborative Learning: A Systematic Literature Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(9), 94. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.3390/mti9090094>
- Lateef, F. (2010). Simulation-based learning: Just like the real thing. *Journal of Emergencies, Trauma, and Shock*, 3, 348. Retrieved April 4, 2026, from DOI:10.4103/0974-2700.70743
- Pallavicini, F., & Anesa, P. (2026). A Narrative Review on Augmented Reality in Education. *Education Sciences*, 16(2), 261. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.3390/educsci16020261>
- Poggianti, C., Chessa, S., Pelagatti, S., & Kocian, A. (2025). Immersive Technologies for Inclusive Digital Education: A Systematic Survey. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 8888303, 1-38. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.1155/hbe2/8888303>
- Ponomariovienė, J., & Jakavonytė-Staškuvienė, D. (2025). Learning Support Tools as a Prerequisite for Promoting Independent Learning in Primary School

- Students. *Computers in the Schools*, 1–28. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.1080/07380569.2025.2595947>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, Article 103778. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Rodriguez-Saavedra, M. O., Barrera Benavides, L. G., Cuentas Galindo, I., Campos Ascuña, L. M., Morales Gonzales, A. V., Lopez, J. W. M., & Arguedas-Catasi, R. W. (2025). Augmented Reality as an Educational Tool: Transforming Teaching in the Digital Age. *Information*, 16(5), 372. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.3390/info16050372>
- Şimşek, B., & Koparan, B. (2025). The effects of virtual reality and augmented reality technologies on students' story retelling performance. *PLoS One*, 20(5), 1-22. Retrieved April 4, 2026, from <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0323445>. PMID: 40373061; PMCID: PMC120 80828.
- Tukur, M., Jashari, S., Alzubaidi, M., Salami, B. A., Boraey, Y., Yong, S., Saleh, D., Pintore, G., Gobbetti, E., Schneider, J., Fetais, N., & Agus, M. (2025) Panoramic imaging in immersive extended reality: a scoping review of technologies, applications, perceptual studies, and user experience challenges. *Frontiers in Virtual Reality*, 6, 1-31. Retrieved April 4, 2026, from doi: 10.3389/frvir.2025.1622605

