

投稿類別：自然科技

篇名：

國中自然科學課程融入虛擬實境之學習成效研究與虛擬實境運用於國文課程教學經驗分享

作者：

曾惟謙。花蓮縣國風國中。八年三班

吳振宥。花蓮縣國風國中。八年三班

指導老師：

張烜瀚老師

壹●前言

教育部推動的「5G新科技學習示範學校計畫」以教育元宇宙與虛擬實境(Virtual Reality, VR)為核心，透過教師專業培訓，引導教師熟悉操作新科技設備應用在教學場域，實踐創新教學模式。本校以自然科學課程單元「原子結構與分子化學式」，運用 VR 頭盔以及教育部教育大市集提供的沉浸式虛擬實境教材融入教學，進一步提升學生學習成效與加深學生學習經驗。在原子結構與分子化學式課程中，評估學生學習成效使用的研究方法為準實驗法，實驗組以 VR 教材融入課程學習，學習單測驗題目答對率皆高於以傳統平面圖表教學的對照組，能有效提升學生學習成效。本校也運用製作 VR 數位內容的 AR2VR 軟體於國文課程「我的太魯閣」與「茶葉的分類」兩篇文章，並結合「SDGs11永續城鄉發展」聯合國永續發展目標，帶領學生參加全國 VR 跨域盃 SDGs 虛擬實境創作競賽，分別於 2023 年與 2024 年榮獲全國第三名。本校於 113 學年度從百所國高中脫穎而出，榮獲 5G 新科技學習示範學校優良學校特優。

一、研究動機

在國中階段的科學課程中，有許多不易觀察，容易讓學生感到抽象的學習內容。其中，八年級上學期「物質的基本結構」課程的「原子結構與分子化學式」單元，傳統教學方式多半以課本中的圖表為主，引導學生用微觀與巨觀等抽象思考方式，理解原子與分子的結構，以及物質組成的概念。然而，國中階段的學生，學習經驗與基礎知識有限，若僅透過抽象化思考來理解這些「看不到，摸不著」的物質，容易產生學習上的困難。因此，本作品以沉浸式虛擬實境教材融入教學，運用教材中的虛擬模型，將原子與分子結構更加具體化，使學生能更直觀地觀察與理解，進一步深化學生對於原子結構與分子化學式的認識。

二、研究目的

本研究採用沉浸式虛擬實境教學法，運用 VR 頭盔設備與虛擬實境教材，引導學生學習原子結構與分子化學式相關概念。研究工具包括學習單一「原子結構」、學習單二「分子化學式」與單元學習測驗卷，用以評估學生對課程內容的理解程度，並進一步分析學生學習成效。本研究之主要目的，在於探討學生學習「原子結構與分子化學式」單元時，運用沉浸式虛擬實境教材進行教學，對於學生學習成效有提升效果。

三、研究方法

本研究採用準實驗研究法(Quasi-experimental Research)，模式如表 1 所示。

表 1 準實驗設計模式

組別	實驗處理	結果分析
實驗組	X ₁	O ₁
對照組	X ₂	O ₂

- X₁：以沉浸式虛擬實境教材教學法實施實驗。
- X₂：以一般平面圖表教學法實施實驗。
- O₁：實施虛擬實境教材後，分析學生學習成效情形。
- O₂：實施一般平面圖表教學法後，分析學生學習成效情形。

本研究是以花蓮某國中八年級學生為研究對象，兩個班級男生 28 人，女生 27 人，總計 55 人，分成實驗組與對照組。實驗組與對照組的男生人數與女生人數如表 2 所示。

表 2 研究對象人數

組別	男生人數	女生人數	總人數
實驗組	13	14	27
對照組	15	13	28

參與研究的學生是都會型學校學生，因此研究結果僅適用於都會型學校，但對於非都會型學校，仍可做為相關教學活動設計。

四、研究流程

圖 1 為研究流程，本研究自變項、依變項說明如下：

- (1) 自變項：實驗組使用沉浸式虛擬實境教材教學法，對照組使用傳統平面圖表教學。
- (2) 依變項：本研究依變項為學生學習成效，從學習單一「原子結構」、學習單二「分子化學式」與單元學習測驗卷來探討。

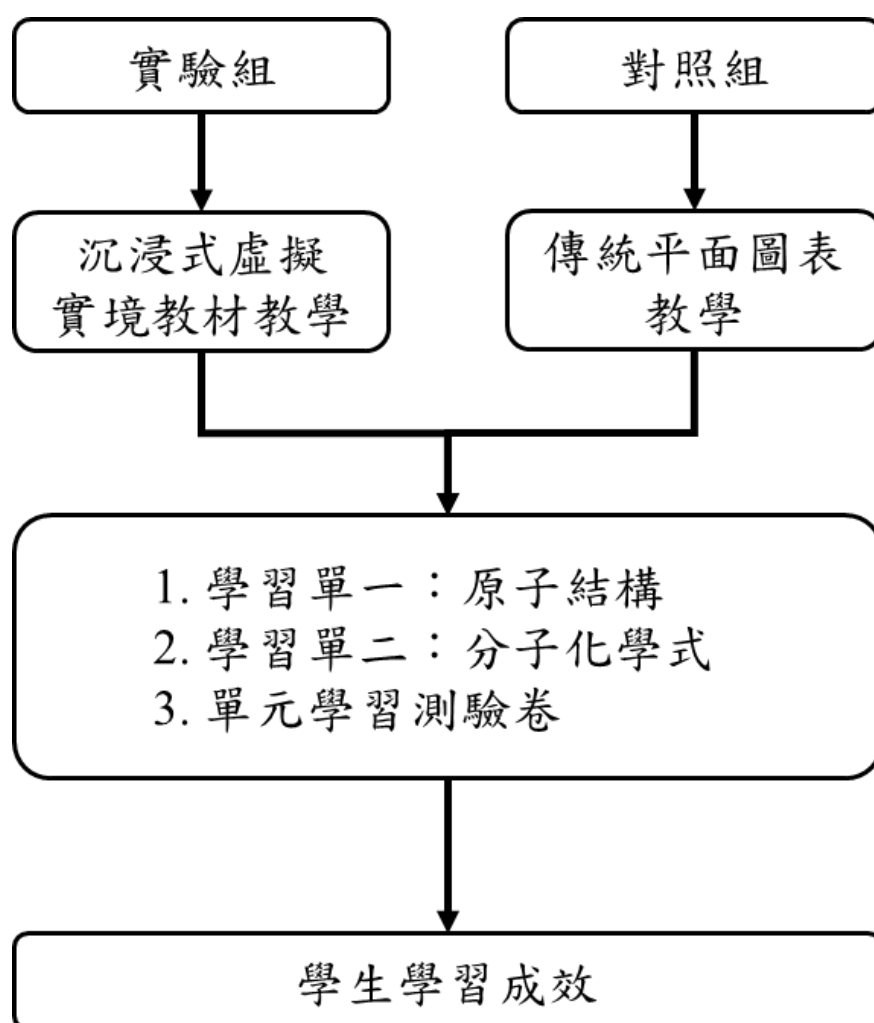


圖 1，研究流程

貳●文獻探討

虛擬實境(Virtual Reality)，是近年來備受關注並快速發展的科技，應用範圍相當廣泛，目前正蓬勃發展中。張訓譯(2018)指出虛擬實境具有以下三項特色，(1)想像力(Imagination)：透過 VR 頭盔產生的虛擬影像，讓使用者置身於虛擬空間中，(2)互動性(Interaction)：使用者可以透過輸入設備與虛擬場景中的物體互動，系統回饋給使用者適當的即時反應，讓使用者體驗更真實的感受。(3)融入感(Immersion)：結合虛擬場景與輸入設備，滿足使用者各種感受而融入其中，產生身歷其境的臨場感。上述的三項特色，使得虛擬實境運用於教學領域時，能有別於傳統教學模式，突破傳統教學限制，提供學生沉浸式學習體驗，提升學生學習動力，讓學生有更深入的學習經驗。

沉浸式虛擬實境教材的運用在科學課程教育有許多優勢，學生可以不受時間與空間的限制，使用虛擬實驗室重複練習實驗操作。學生也可以使用虛擬模型進行多角度觀察，翻轉不同視野，體驗傳統教學感受不到的學習體驗。張玉山與謝安琪(2021)，探討虛擬實境技術應用對國中生空間能力的影響，研究結果說明了運用虛擬實境教學有助於提升學生的學習動機，以及提升學生的空間能力。Yildirim(2021)，探討國中八年級學生使用虛擬實驗室時的看法，以及學生學業成績的影響，研究結果說明了，使用虛擬實驗室的學業成績較高。也有研究是探討使用虛擬實境教材或系統，用於不同科學課程學生學習成效影響情形。Anderson 與 Barneet(2013)發展以電磁學為教學主題的虛擬實境遊戲式教學軟體，研究結果示使用此虛擬實境遊戲式教學軟體的學生，對於電場的描述，以及距離對電荷的影響，能給出更好的回答，學習成效也有所提升。Wu 等(2021)，以針孔成像為主題，探討虛擬實境軟體在科學探究教學中，學生學習成就和學習能力的影響。李易儒等(2023)，以遺傳學為主題，研究學生使用虛擬實境學習系統，對於概念理解、學習投入程度，以及學生探究能力的影響。研究結果說明了使用虛擬實境學習系統，學生對於觀察與討論的面向上，優於一般教學。邱文彬等(2023)，以細胞分裂為主題，探討使用虛擬實境學習系統，對學生的概念理解與學習動機影響。研究結果顯示，使用虛擬實境的細胞分裂學習系統，能有效提高學生的學習成效。

參●教學內容設計

學生使用 VR 頭盔進行正式課程前，先使用一堂資訊科技課，教導學生 VR 頭盔基本操作，避免學生進行課程時，因為操作不熟練而影響任課教師的課程進行。圖 2 為學生練習 VR 頭盔基本操作。圖 3 為教師協助學生使用 VR 頭盔，沒有使用 VR 頭盔的同學使用平板觀看教學內容。圖 4 為教師請自然小老師示範 VR 頭盔畫面操作指示。



圖 2，VR 頭盔基本操作



圖 3，教師協助學生



圖 4，自然小老師示範

本研究之教學單元是八年級上學期理化課程中的「原子結構」，課程設計理念主要在於介紹元素原子的概念，以及相關化學發展歷史，透過 VR 教材，讓學生在 VR 空間中觀察原子和分子模型結構，加深學生對其理解。表 3 是原子結構單元的教學內容設計，符合教育部所訂定的學習重點與內

容。本單元核心概念涵蓋：質量守恆、物質組成、原子模型建構、原子結構以及元素週期表。依據此設計，學生的學習目標有以下四點，分別是：(1) 認識化學變化中的質量守恆與物質組成概念。(2) 瞭解原子模型建構的發展歷史。(3) 認識原子結構。(4) 理解原子與元素週期表的關聯。

表 3：教學內容設計

學習重點	學習表現	思考智能(t)：tr-IV-1 能將所學得的知識正確的連結到所觀察到的自然現象及實驗數據，並推論出其中的關聯，進而運用習得的知識來解釋自己論點的正确性。 問題解決(p)：pc-IV-2 能利用口語、影像(例如:攝影、錄影)、文字與圖案、繪圖或實物、科學名詞、數學公式、模型或經教師認可後以報告或新媒體形式表達完整之探究過程、發現與成果、價值、限制和主張等。能摘要描述主要過程、發現和可能的運用。 科學的態度與本質(a)：ai-IV-3 透過所學到的科學知識和科學探索的各種方法，解釋自然現象發生的原因，建立科學學習的自信心。	核心素養	自-J-A2 能將所學得的科學知識，連結到自己觀察到的自然現象及實驗數據，學習自我或團體探索證據、回應多元觀點，並能對問題、方法、資訊或數據的可信性，抱持合理的懷疑態度或進行檢核，提出問題可能的解決方案。 自-J-B2 能操作適合學習階段的科技設備與資源，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體中，培養相關倫理與分辨資訊之可信程度及進行各種有計畫的觀察，以獲得有助於探究和問題解決的資訊。
	學習內容	Cb-IV-1 分子與原子。		
學習目標		1.認識化學變化質量守恆及物質組成的概念。 2.認識原子模型建構的發展歷史。 3.認識原子結構。 4.原子與元素週期表。		
VR 教材使用情境		使用目的：(可複選) ☒ 引起動機 ☒ 解釋抽象概念 ☐ 實作演練 ☒ 經驗連結 ☐ 學習測驗 ☐ 其他__ 使用方式概述：(可複選) ☐ 一人一機 ☒ 分組使用(一組 二人) ☐ 其他__		
		本次課程是否可提供對照組？ ☒ 是 ☐ 否 課程進行方式：分別在兩個班級進行教學，其中一個班級使用 VR 教材觀察體驗，比較此兩班期末考成績表現。		
教材來源		☒ 教育大市集之教材，教材名稱：原子結構 (ppt)		

教學活動內容和實施方式，使用一節課四十五分鐘，引導學生透過 VR 頭盔學習原子結構，表 4 為各項教學分配時間，以三人一組進行教學，最後要求學生完成課程學習單。

表 4：學習重點與核心表養

課程總共時間：四十五分鐘

十分鐘	十分鐘	十分鐘	五分鐘	十分鐘
原子歷史	原子結構發現	原子結構	原子與週期表	學習單：元素拼裝

原子結構課程的教學現場使用 HTC 的 VIVE Focus Plus 頭戴式顯示器規格如圖 5：

VIVE Focus Plus 頭戴式顯示器		
螢幕	雙 AMOLED 3.5吋	
解析度	單眼 1440 X 1600 像素，615 PPI	
處理器	Qualcomm® Snapdragon™ 835	
記憶體	RAM: 4GB / ROM: 32GB	
SD卡	MicroSD插槽x 1，最高支援2TB	
追蹤	World-Scale的六自由度追蹤技術	

圖 5：教學設備 VIVE FOCUS PLUS 規格

本校將國文課程中的「我的太魯閣」與「茶葉的分類」兩篇文章結合「SDGs11 永續城鄉發展」聯合國永續發展目標，帶領學生參加全國 VR 跨域盃 SDGs 虛擬實境創作競賽，使用 AR2VR 軟體製作 VR 數位內容。在資訊科技課程中，教導學生使用 AR2VR 軟體，製作 VR 數位內容。AR2VR 是教育部推廣的校園數位內容與教學軟體，其特色在於強調不需要寫程式也能製作 VR 作品，手機或平板安裝軟體後就可以開始製作，只需要 360 照片、360 影片、2D 照片、2D 影片、相關圖檔和聲音檔，就能快速製作 VR 作品於課堂上應用，圖 6 為 AR2VR 編輯環境。

要使用已完成的 VR 作品很簡單，只需要在手機或平板，安裝 AR2VR 軟體，並下載製作完成的 VR 作品後，將手機置入簡易式 VR 頭盔中，便能立即看到製作成果，非常適合沒有程式背景，希望能親自製作 VR 教材，讓學生體會 VR 課程的老師。軟體內還有內建答題歷程系統，可支援老師在某個場景中，嵌入相關問題讓學生回答，方便老師評估課程執行效果。



圖 6，AR2VR 編輯環境，放圖片和文字說明

肆●結果與討論

一、原子結構與化學分子式學習單元，學生學習成效分析

本課程的預期成果是希望學生能認知原子結構與分子化學式，進而瞭解物質組成的概念。課程實施成效評估包含：課堂所使用兩份學習單與單元學習測驗卷。圖 7 是學習單一「原子結構」實驗組與對照組的答對題數，實驗組答對四題比率為 90%，高於對照組的 46%。對照組完全沒有答對任何題目的比率為 32%，遠高於實驗組的 0%。

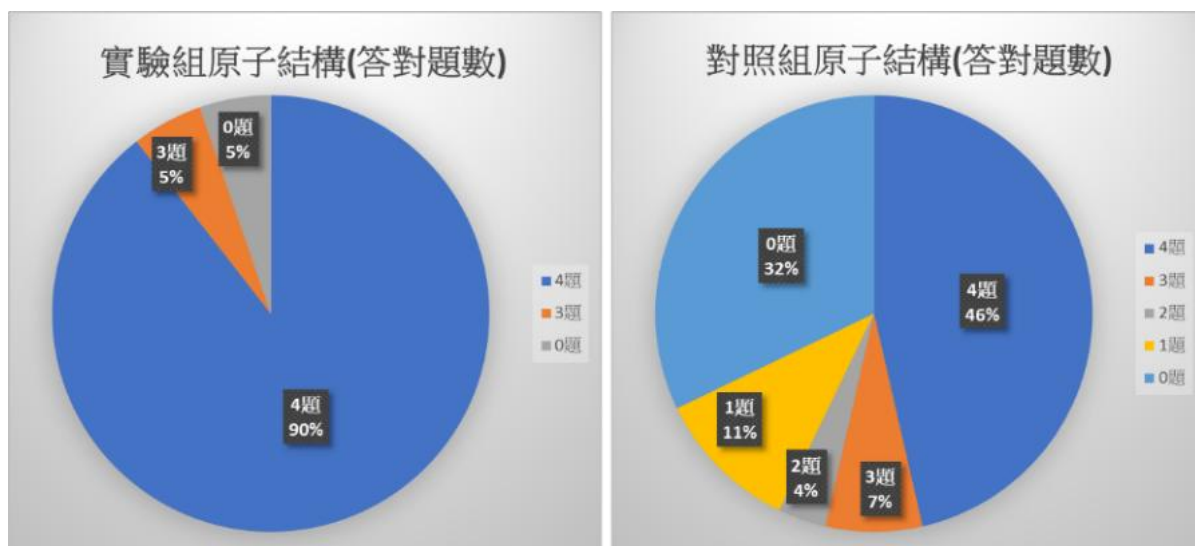


圖 7：原子結構答對題數對照圖

圖 8 是學習單二「分子化學式」實驗組與對照組的答對題數，實驗組答對二十題以上的比率是 79%，高於對照組的 37%。對照組完全沒有答對任何題目的比率是 17%，遠高於實驗組的 0%。

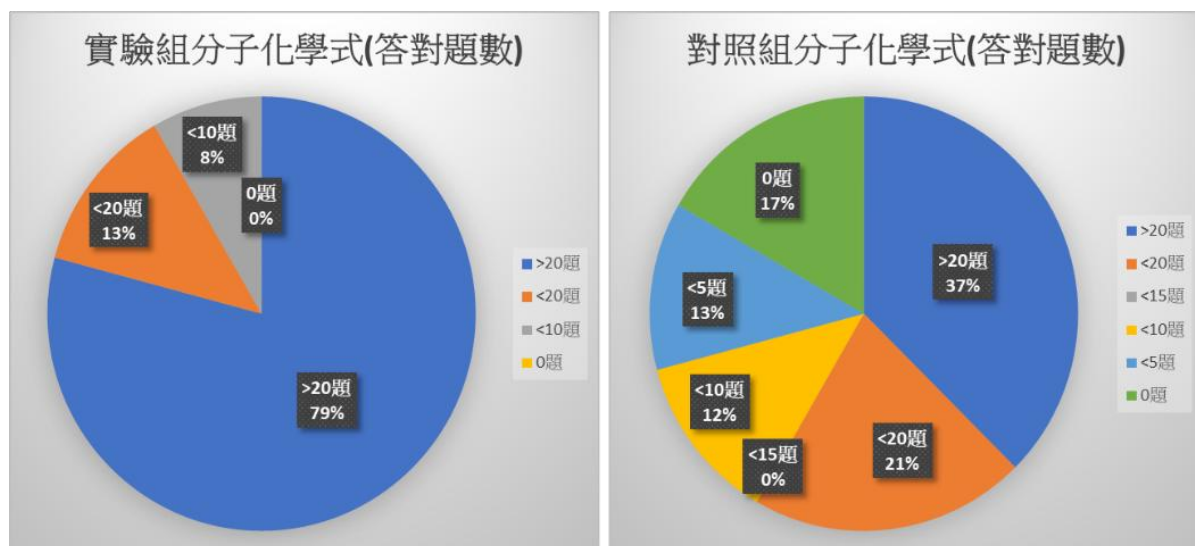


圖 8：分子化學式答對題數對照圖

本研究使用獨立樣本 t 檢定(Independent sample t-test)，雙側檢定(Two-Tailed Test)，說明實驗組與對照組在單元測驗卷成績表現，是否有顯著差異。虛無假設是「使用沉浸式虛擬實境教材對學習成效沒有影響」，對立假設是「使用沉浸式虛擬實境教材對學習成效有影響」。從表 5 中，單元測驗卷成績的 $p < 0.05$ ，表示使用沉浸式虛擬實境教材對學習成效有顯著影響。

表 5：單元測驗卷成績，獨立樣本 t 檢定

學習成效	組別	樣本數 (n)	平均數 (M)	標準差 (SD)	自由度 (df)	t 值 (t)	p 值 (p)
單元測驗卷 成績	實驗組	27	86.89	20.07	53	3.96	*
	對照組	28	53.46	39.66			

* $p < 0.05$

二、國中國文課程融入 VR 教學課程

地景文學是國中國文課本裡常見的文學類型，在九年級上學期課程，其中有一篇文章「我的太魯閣」就是一篇具有文化意涵的優良地景文學。傳統教學中，學生通常只能從老師講解課文的字裡行間，課文所附的照片與圖片，感受地景文學所描述的情景。因此較不容易與作者在文學上想要表達的意境產生共鳴。另外，以現實情況來說，外縣市的學校，也不太可能於講授此課程時，帶學生來太魯閣進行教學。上述的情況，完全可以用 VR 的特點，沉浸式體驗融入教學加以克服。教師可運用 AR2VR 軟體設計 VR 相關教材，將太魯閣的景緻「搬進」課堂教室，讓學生沉浸式體驗太魯閣鬼斧神工的景色、生態環境和人文歷史。同時，也可以透過學習單設計，引導學生使用 AR2VR 軟體，製作與太魯閣相關 VR 作品，加深學生學習體驗。

本校以「我的太魯閣」為發想，參加 2023 年全國 VR 跨域盃 SDGs 虛擬實境創作大賽，題目為「太魯閣的自然生態景觀與歷史文化」，圖 9 左為學生製作的故事分鏡圖，強調太魯閣自然生態景觀與歷史文化，圖 9 右為學生作品截圖，說明山月吊橋相關歷史。

實施「我的太魯閣」課程融入 VR 教學過程中，首先使用一堂資訊科技課，由資訊科技教師教導學生如何操作 AR2VR 軟體，並展示資訊成績優良同學以「我的太魯閣」發想的 VR 作品當做給學生的範例。接下來的國文課程中，國文教師首先以太魯閣峽谷的名稱、地形、氣候、生態做為課前暖身的補充資料。接下來，國文教師講解課文時，除了課文結合課前暖身補充資料，說明課文。最後以學習單的形式，讓學生結合補充資料和課文，在網路上尋找相關資料。



圖 9，(左)學生製作的故事分鏡圖。(右)學生作品截圖，說明山月吊橋歷史。

另一個結合國文課程與 SDGs11 永續城鄉發展的 VR 作品，課程源自於南一版第一冊自學三的文章「茶葉的分類」，主要介紹茶葉的六大茶系，並說明茶葉依照製茶工藝和不同的發酵程度來進行分類，其延伸課程單元說明製茶工具的應用，以及台灣各地有名的茶葉種類介紹。

本校以花蓮舞鶴蜜香紅茶為發想，題目為「蜜香依舊在-不斷蛻變的舞鶴」，介紹花蓮舞鶴蜜香紅茶的歷史，如何將危害茶葉生長的小綠葉蟬，從「害蟲」轉變成為能讓茶葉具有獨特蜜香的「益蟲」，

搭配發酵技術，進而發展出具有獨特蜜香味道的紅茶。作品中也介紹目前在花蓮舞鶴使用無人機載具與物聯網(Internet of Things, IOT)技術，協助噴灑農藥與建置智慧灌溉系統，運用科技工具解決當地人口外移與老化的問題。此作品也獲得了 2024 年全國 VR 跨域盃 SDGs 虛擬實境實作大賽，全國第三名。圖 10 為作品中介紹舞鶴水土保持局，以及開設的水土保持教育課程，圖 11 介紹當地使用無人機技術協助農藥與智慧灌溉系統。



圖 10，介紹舞鶴水土保持局戶外教室，以及水土保持課程



圖 11，介紹當地使用無人機技術協助噴灑農藥與智慧灌溉系統

三、SDGs11 永續城鄉發展成果：

另一組學生以 SDGs 11 永續城鄉發展為主題，探討花蓮工業對於城市環保的傷害，題目為「一座山，消失了」，獲得 2023 年全國 VR 跨域盃 SDGs 虛擬實境創作大賽，全國第三名。圖 12 是同學製作的故事分鏡圖和作品截圖。



圖 12，(左)學生製作的故事分鏡圖。(右)學生作品截圖，說明礦場空拍圖。

本校也探討了花蓮縣豐濱鄉永續城鄉發展情況，介紹豐濱鄉透過藝術、農業與文化等多方面推廣，實現了永續社區發展的目標。豐濱鄉的這些努力促進了當地的經濟發展，同時也保護了自然環境和文化遺產，讓社區在現代化的同時，也保持了與自然文化共存的特色。圖 13 介紹了豐濱鄉在地性文化藝術與運用自然素材的創作，體現出人與自然環境共生的理念。圖 14 介紹了莎娃綠岸文化工作室，該工作室是一個傳承港口部落智慧的文化空間，提供旅客文物館文化導覽、傳統芋麻工藝 DIY、巫師樂舞的展演及港口部落的深度文化體驗。



圖 13，作品介紹豐濱鄉在地性文化藝術與運用自然素材的創作



圖 14，作品介紹豐濱鄉莎娃綠岸文化工作室，傳承港口部落智慧的文化空間

肆●結論

一、虛擬實境融入科學課程成效：

本校 5G 教師團隊將虛擬實境沉浸式體驗的特點融入自然科學課程。學生透過沉浸式虛擬實境教材中的三維虛擬模型，能以多角度翻轉不同視野，觀察「看不到，摸不著」的原子結構與分子化學式，體驗傳統教學感受不到的學習體驗，進而加深對物質組成的理解。

本研究採用準實驗研究法，實驗對象為都會型學校學生。學生總人數 55 人，分成實驗組與對照組，實驗組學生人數 27 人，採用沉浸式虛擬實境教材教學。對照組學生人數 28 人，採用傳統平面圖表教學。課程總時間為四十五分鐘，最後十分鐘讓學生寫學習單，所使用的教學工具為 HTC 的 VIVE Focus Plus 頭戴式顯示器。使用學習單一「原子結構」、學習單二「分子化學式」與單元測驗卷，探討使用沉浸式虛擬實境教材對學生學習成效的影響情形。

學習單一「原子結構」總共有四題，從實驗組與對照組答對題數結果中，實驗組答對四題的比率高達 90%，對照組完全沒有答對任何題目的比率為 32%。學習單二「分子化學式」，從實驗組與對照組答對題目對照圖結果中，實驗組答對二十題比率為 79%，遠高於對照組的 37%，而對照組完全沒有答對任何題目的比率為 17%，也遠高於實驗組。

本研究使用獨立樣本 t 檢定，來說明實驗組與對照組在單元測驗卷成績表現，是否有顯著差異。研究結果顯示單元測驗卷成績的 $p < 0.05$ ，表示使用沉浸式虛擬實境教材對原子結構與分子化學式兩個單元的學習成效有顯著影響。

二、國文課程運用虛擬實境創新：

在國文課程中，本研究運用了 AR2VR 軟體，結合聯合國永續發展目標「SDGs11 永續城鄉發展」主題，引導學生將課文知識轉化為具體的 VR 數位作品。此種跨領域的學習方式，學生在學習的過程中不僅能深化對課文的理解，更連結到在地文化、生態環境與社會議題等方面，例如，以課文「茶葉的分類」為發想的 VR 作品「蜜香依舊在-不斷蛻變的舞鶴」，學生探討花蓮舞鶴蜜香紅茶的歷史、製作技術與科技應用，展現了人文與科技融合的跨域學習特色，有助於學生培養永續思維。學生的學習過程不再停留於被動接受，而是轉化成主動探索與實作，進而培養學生資訊應用、數位素養與創作能力。

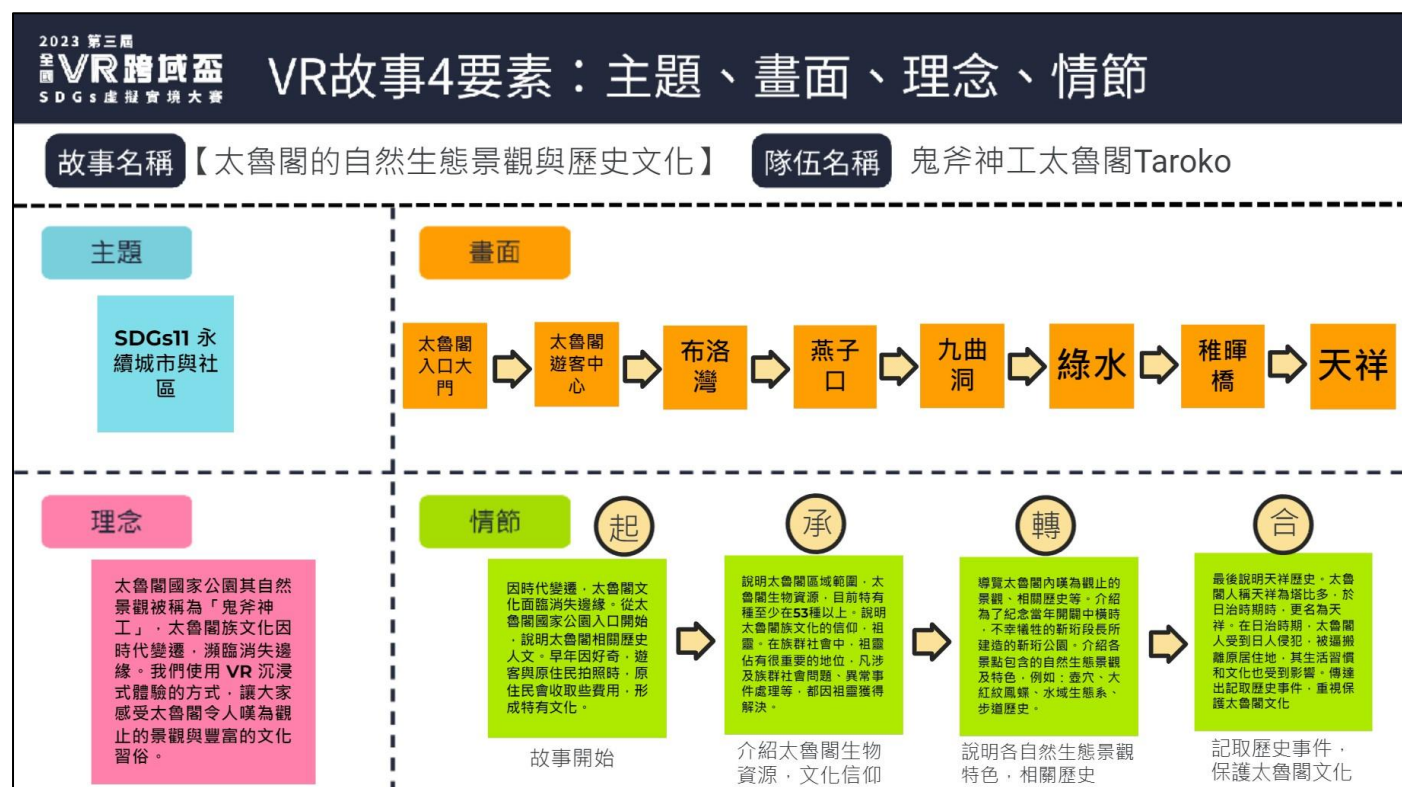
伍●參考文獻

- 張訓譯（2018）。虛擬實境運用於教育場域可能面臨的問題。**臺灣教育評論月刊**，7(11)，120-125。
- 邱文彬、唐文華、李易儒、王姿凌（2023）。探討結合虛擬實境與擴增實境細胞分裂學習系統對學生概念理解與科學學習動機的影響。**科學教育學刊**，第三十一卷第一期，1-25。
- 李易儒、唐文華、邱文彬和王姿凌（2023）。結合擴增實境與虛擬實境遺傳學學習系統對國中學生在遺傳學概念理解、學習投入程度及探究能力的影響。**科學教育學刊**，第三十一卷第二期，167-192。
- 張玉山、謝安琪（2021 年 7 月 1 日）。虛擬實境技術應用對國中生空間能力的影響〔海報發表〕。2021 Conference on Engineering, Technological and STEM Education(ETS 2021)，宜蘭縣，臺灣。
- Anderson, J. L., & Barnett, M. (2013). Learning physics with digital game simulations in middle school science. **Journal of Science Education and Technology**, 22(6), 914-926. <https://doi.org/10.1007/s10956-013-9438-8>
- Wu, J., Guo, R., Wang, Z., & Zeng, R. (2021). Integrating spherical video-based virtual reality into elementary school students' scientific inquiry instruction: Effects on their problem-solving performance. **Interactive Learning Environments**, 29(3), 496-509. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1587469>
- Yildirim, F.S. (2021). The effect of virtual laboratory applications on 8th grade students' achievement in science lesson. **Journal of Education in Science, Environment and Health (JESEH)**, 7(2), 171-181. <https://doi.org/10.21891/jeseh.837243>

附件：四組作品的主題、畫面、理念與情節設計

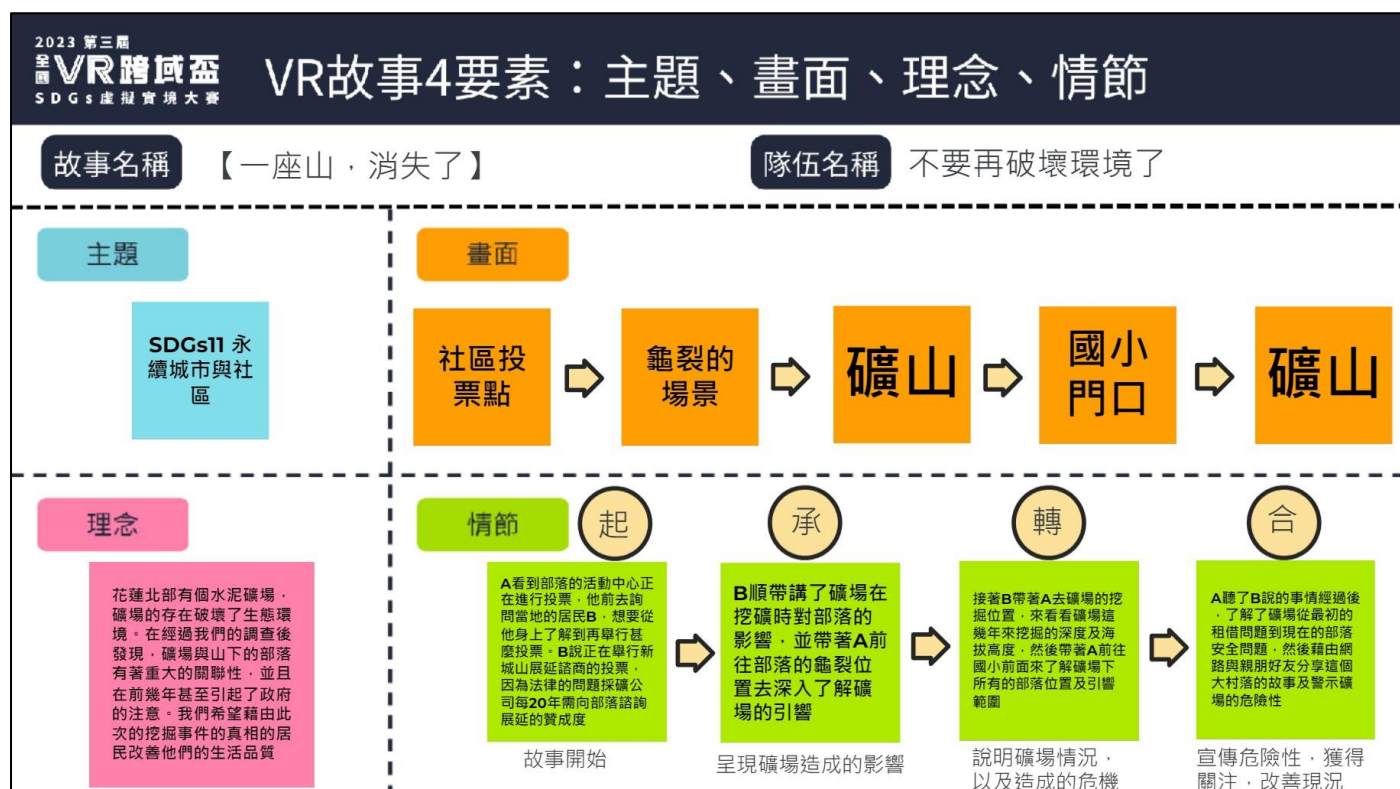
一、太魯閣的自然生態景觀與歷史文化：

太魯閣國家公園其自然景觀被稱為「鬼斧神工」，太魯閣族文化因時代變遷，瀕臨消失邊緣。我們使用 VR 沉浸式體驗的方式，讓大家感受太魯閣令人嘆為觀止的景觀與豐富的文化習俗。



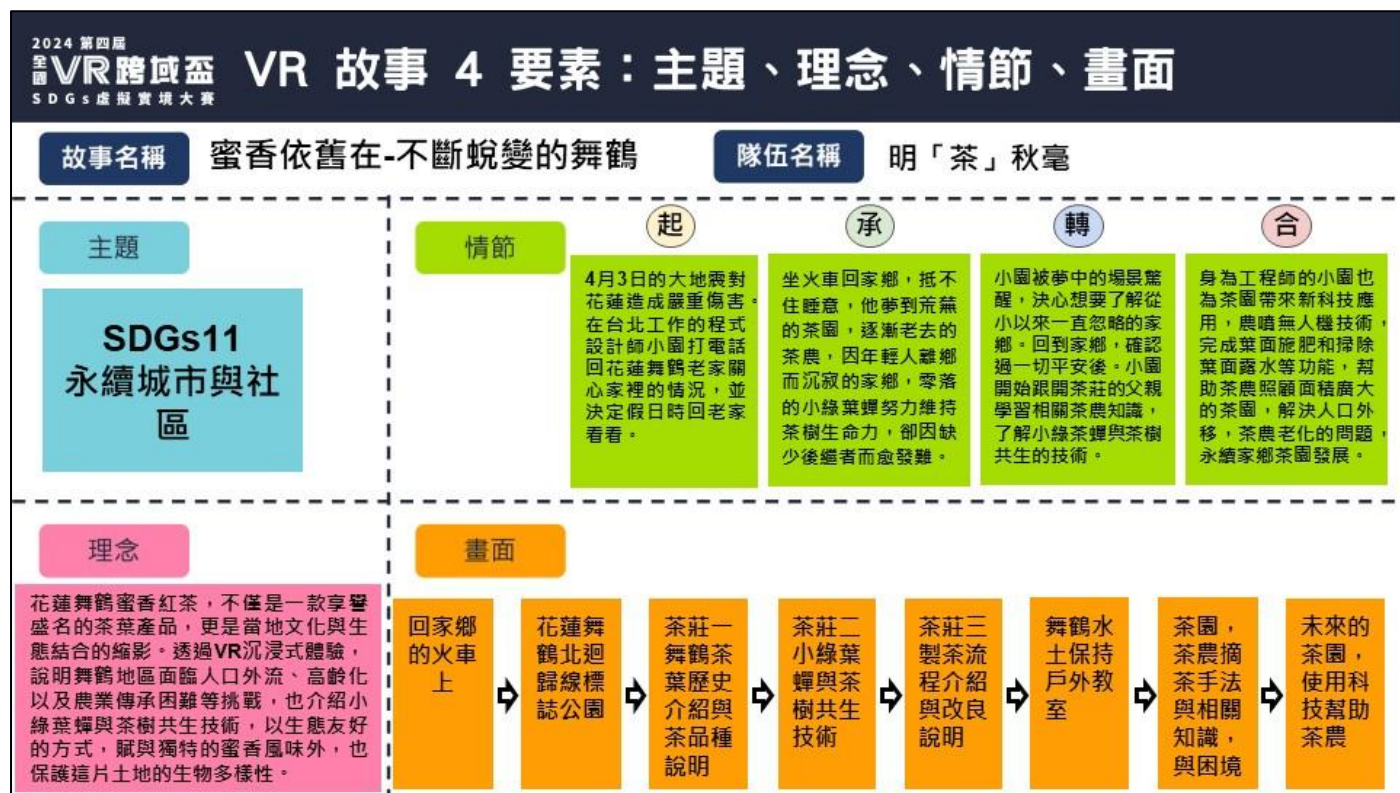
二、一座山，消失了：

花蓮北部有個水泥礦場，礦場的存在破壞了生態環境，在經過我們的調查後發現，礦場與山下的部落有著重大的關聯性，並且在前幾年甚至引起了政府的注意。我們希望藉由此次挖掘事件的真相，讓居民改善他們的生活品質。



三、蜜香依舊在-不斷蛻變的舞鶴：

花蓮舞鶴蜜香紅茶，不僅是一款享譽盛名的茶葉產品，更是當地文化與生態結合的縮影。透過VR沉浸式體驗，說明舞鶴地區面臨人口外流、高齡化以及農業傳承困難等挑戰，也介紹小綠葉蟬與茶樹共生技術，以及生態友好的方式，賦予獨特的蜜香風味外，也保護這片土地的生物多樣性。



四、永續豐濱-共譜永續發展篇章：

豐濱鄉透過藝術、農業與文化等多方面推廣，朝著 SDGs11 的願景邁進，實現了永續社區發展的目標。這些努力不僅促進了當地的經濟發展，還保護了自然環境和文化遺產讓社區在現代化的同時，保持與自然、文化的共存。

