計畫編號：SWCB-107-246

研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析

Develop Virtual Reality Video for Soil and Water Conservation Education Spread over Network and Analyze Learning Effectiveness

期末報告書

執 行 單 位：國立虎尾科技大學

執 行 期 間：107 年 02 月 09 日至 107 年 12 月 31 日

計畫主持人 ：蔡鴻旭 教授

行政院農業委員會水土保持局　編印

中華民國 107 年 12 月

（本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考）

研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析

摘要

行政院農業委員會水土保持局為推廣水土保持及防災教育之重要觀念，除了各分局成立戶外教室提供實況解說，也提供在網路上觀看水土保持宣導視訊影片，可是，目前正面臨以下問題：以實地現況解說及擴增實境(augmented reality, AR)，雖然有臨場感可是需要到達定點來體驗，因此，提高其擴散度有其困難。經由網路觀看水土保持宣導視訊教材，雖然可提供其擴散度，缺點是其學習模式不具互動性及缺乏臨場感，學習成效不高。目前也有發展虛擬實境(virtual reality, VR)的相關操作系統，但需要非常昂貴的軟硬體設備，不易推廣。

本計畫產出 3 部 VR 宣導性教材影片，一部是繪本導向 3D VR 電子書內容主題為坡地保育,2 部以 VR 全景並具互動功能來製作 VR 宣導影片，以牛埔泥岩及風水坪戶外教室之題材為主。利用智慧型手機與 VR 頭戴裝置觀看 VR 電子書，藉此，解決上述水土保持局推廣教育面臨問題，可以快速地提高其擴散度，另外，也可以實現翻轉教室的教學策略，因為參訪者可以在參訪水土保持戶外教室之前，透過網路先下載 VR 全景影片觀看，之後到達水土保持戶外教室進行導覽

解說時段，解說人員減少 VR 全景內容之說明，多出時間，可以設計更多高互動的解說活動，增進導覽解說的互動性與有趣性。最後，本計畫以準實驗設計(qusi-experiment)實施教學實證研究，探討認知學習成效，研究分析結果提供水土保持局參考。

關鍵詞：虛擬實境、全景實境影片、水土保持、行動學習、翻轉教室

Develop Virtual Reality Video for Soil and Water Conservation Education Spread over Network and Analyze Learning Effectiveness

Abstract

Soil and Water Conservation Bureau (SWCB), COA, promotes the important concepts for soil and water conservation and disaster prevention education. Branch offices not only construct outdoor classrooms where volunteer narrators explain facilities in outdoor classrooms, but also provide educational videos for topics about soil and water conservation on Internet. However, there are following problems currently. First, volunteer narrators explain facilities in outdoor classrooms and/or outdoor classrooms build augmented reality facilities. However, the kind of the virtual reality facilities are very expansive and need high real-time computation computers. Second, visitors or learners watch soil and water conservation video on Internet. Although this way can easily achieve the purpose of letting many persons watch video, but it provides less interactions and presence. Accordingly, the impact on perceived learning effectiveness may reduce. Third, visitors come to some dedicated show places and then wear head-mounted display to watch virtual reality (VR) video. However, the kind of the virtual reality facilities are very expansive and need high real-time computation computers. It is not easy to promote the way for large visitors or learners.

In order to solve the problems mentioned above, the project

produced three VR videos with more interaction and presence. One kind of them is so-called 3D VR video made by Unity software. Its contents follow a picture-oriented book tilted by Slope-land Conservation. Hence, it is also called VR ebook in the implementation plan hereafter. Additionally, two 360 panoramic view VR video with interactions also produced here. Learners first download an APP to their smart phones and then wear cheap VR helmets to watch the VR ebook after putting their smart phones into helmets. The solution can solve the education-promotion problems SWCB suffers from because the solution provides a readily way for large visitors or learners who get APPs to watch VR video for topics of concepts of soil and water conservation, which were made from the contents of two outside classroom teaching areas located at Tainan and Nantou branches of SWCB.

Proposers applied the results this project has produced in flipped-classroom learning activities. Before visitors arrive at outdoor classrooms where volunteer narrators will explain facilities in outdoor classrooms, visitors can download APPs from Internet and then to watch VR video for facilities in outdoor classrooms. This way can reduce explanation time. Therefore, they are have more time to proceed high interaction activities with volunteer narrators. As a result, it will have more interaction and interesting on the visiting the outdoor classroom. Finally, the project will conduct a quasi-experiment for instruction investigation on the impact of leaning effectiveness of using results the project produces. Finally, the analysis on the results will proceed in the project.

Keywords： Virtual Reality, Panoramic View, Soil and Water Conservation, Mobile Learning, Flipped Classroom

目次

摘要.....I

Abstract..... III

目次.....VI

表次..... VIII

圖次..... VIII

第一章 計畫內容 1-1

第一節　計畫動機 1-1

第二節　計畫目的 1-2

第三節　背景 1-3

第二章 工作項目與執行方法 2-1

第一節　工作項目 2-1

第二節　工作執行方法 2-2

第三節　工作執行步驟 2-8

第三章 執行成果及效益 3-1

第一節　執行成果 3-1

第二節　執行效益 3-5

第四章 結論及建議 4-1

第一節　結論 4-1

第二節　建議 4-2

參考文獻..... 附錄 1

附錄一、期中會議紀錄暨回覆辦理情形 ..... 附錄 1

附錄二、沉浸式虛擬實境教材學習問卷題目 ..... 附錄 2

附錄三、沉浸式虛擬實境教材學習測驗題目 ..... 附錄 3

附錄四、公文-參訪及拍攝 ..... 附錄 4

附錄五、拍攝剪影 ..... 附錄 5
附錄六、本計畫三部 VR 影片下載位置 ..... 附錄 6
附錄七、VR 全景播放使用手冊 ..... 附錄 7
附錄八、期末報告會議記錄暨回覆辦理情形 ..... 附錄 8

表次

表 2-3-1 牛埔泥岩水土保持教學園區 12 項教材內容主題.....2-16
表 2-3-2 風水坪水土保持戶外教室 22 項教材內容主題 2-16
表 2-3-3 前後測 Cronbach's Alpha 值.....2-88
表 2-3-4 各構面平均數、標準差.....2-89
表 2-3-5 各構面相依樣本差異.....2-89
表 2-3-6 前測(全)-後測(全)相依樣本差異 2-90
表 2-3-7 沉浸經驗構面相依樣本差異.....2-91
表 3-1-1: 今年與去年 VR 全景影片比較 3-1
表 3-1-2 : 今年 VR 全景影片與早期 youtube 線上影片比較 3-2

圖次

圖 1-3-1 Google Cardboard [12].....1-5
圖 1-3-2 Oculus Rift [13] 1-6
圖 1-3-3 HTC Vive [14].....1-6
圖 1-3-4 VR Case 5 Plus [15].....1-6
圖 2-1-1 本計畫主要功能架構圖.....2-1
圖 2-2-1 VR360 解說影片呈現架構說明.....2-3
圖 2-2-2 VR360 解說影片拍攝場景架構.....2-4
圖 2-2-3 VR360 解說影片呈現各主題場景切換的設計
(Scene-led 模式) 2-5
圖 2-2-4 華山土石流教學園區 VR 解說影片 2-5
圖 2-2-5 嘉義農試所水土保持戶外教室 VR 解說影片 2-6
圖 2-2-6 Scene-Led 模式拍攝.....2-7
圖 2-3-1(a)-(l) 牛埔泥岩水土保持教學園區實地參訪做
腳本設計 2-18
圖 2-3-2(a)-(x) 風水坪水土保持戶外教室實地參訪做腳
本設計 2-21
圖 2-3-3(a)-(l) 牛埔泥岩水土保持教學園區實地拍攝並
製作 VR 全景影片.....2-24
圖 2-3-4(a)-(x) 風水坪水土保持戶外教室實地拍攝並製
作 VR 全景影片.....2-28
圖 2-3-5(a)-(d) 牛埔泥岩水土保持教學園區入口主題，
加文字、照片、空拍影片及字幕.....2-29
圖 2-3-6(a)-(d) 植生帶及打樁編柵植生工法主題，加文
字、照片、空拍影片及字幕.....2-29

圖 2-3-7(a)-(d) 掛網及長纖噴植工法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-30

圖 2-3-8(a)-(d) 泥岩惡地主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-30

圖 2-3-9(a)-(d) 桃花心木林區主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-31

圖 2-3-10(a)-(d) 方管護坡與瓦片溝主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-32

圖 2-3-11(a)-(d) 石籠護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-32

圖 2-3-12(a)-(d) 廢輪胎護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-33

圖 2-3-13(a)-(d) 光蠟樹與獨角仙主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-33

圖 2-3-14(a)-(d) 水土保持草類觀察主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-34

圖 2-3-15(a)-(d) 土壤沖蝕觀察主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-35

圖 2-3-16(a)-(d) 農塘洩洪(水中涼亭)主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-35

圖 2-3-17(a)-(d) 風水坪水土保持戶外教室入口主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-36

圖 2-3-18(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-36

圖 2-3-19(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-37

圖 2-3-20(a)-(d) 客土袋擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-38

圖 2-3-21(a)-(d) 輪胎式擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-38

圖 2-3-22(a)-(d) 水泥格框擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-39

圖 2-3-23(a)-(d) 乾砌石擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-39

圖 2-3-24(a)-(d) 箱籠擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-40

圖 2-3-25(a)-(d) 織物模板工法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-41

圖 2-3-26(a)-(d) 無框架工法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-41

圖 2-3-27(a)-(d) 鋼線固定框客土植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-42

圖 2-3-28(a)-(d) 防滲擋土柵植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-42

圖 2-3-29(a)-(d) 蜂巢格網植生護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-43

圖 2-3-30(a)-(d) 植生塊護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-44

圖 2-3-31(a)-(d) 空心磚護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-44

圖 2-3-32(a)-(d) 客土袋植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-45

圖 2-3-33(a)-(d) 坡面排卵石主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-45

圖 2-3-34(a)-(d) 掛網噴植植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-46

圖 2-3-35(a)-(d) 打樁編柵(鋼筋)主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-47

圖 2-3-36(a)-(d) 打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-47

圖 2-3-37(a)-(d) 防沖截流束鋪丁主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-48

圖 2-3-38(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-48

圖 2-3-39(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-49

圖 2-3-40(a)-(d) 跌水、排水溝、小型涵管主題，加文字、照片、空拍影片及字幕 2-50

圖 2-3-41(a)-(d) 牛埔泥岩水土保持教學園區入口主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-50

圖 2-3-42(a)-(d) 植生帶及打樁編柵植生工法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-51

圖 2-3-43(a)-(d) 掛網及長纖噴植工法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-51
圖 2-3-44(a)-(d) 泥岩惡地主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-52
圖 2-3-45(a)-(d) 桃花心木林區主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-53
圖 2-3-46(a)-(d) 方管護坡與瓦片溝主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-53
圖 2-3-47(a)-(d) 石籠護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-54
圖 2-3-48(a)-(d) 廢輪胎護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-54
圖 2-3-49(a)-(d) 光蠟樹與獨角仙主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-55
圖 2-3-50(a)-(d) 水土保持草類觀察主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-55
圖 2-3-51(a)-(d) 土壤沖蝕觀察主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-56
圖 2-3-52(a)-(d) 農塘洩洪(水中涼亭)主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-57
圖 2-3-53(a)-(d) 風水坪水土保持戶外教室入口主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-57
圖 2-3-54(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-58

圖 2-3-55(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-58
圖 2-3-56(a)-(d) 客土袋擋土牆主題VR全景Cardboard 影片製作 2-59
圖 2-3-57(a)-(d) 輪胎式擋土牆主題VR全景Cardboard 影片製作 2-60
圖 2-3-58(a)-(d) 水泥格框擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-60
圖 2-3-59(a)-(d) 乾砌石擋土牆主題VR全景Cardboard 影片製作 2-61
圖 2-3-60(a)-(d) 箱籠擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-61
圖 2-3-61(a)-(d) 織物模板工法主題VR全景Cardboard 影片製作 2-62
圖 2-3-62(a)-(d) 無框架工法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-63
圖 2-3-63(a)-(d) 鋼線固定框客土植生法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-63
圖 2-3-64(a)-(d) 防滲擋土柵植生法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-64
圖 2-3-65(a)-(d) 蜂巢格網植生護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-64
圖 2-3-66(a)-(d) 植生塊護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-65

圖 2-3-67(a)-(d) 空心磚護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-66
圖 2-3-68(a)-(d) 客土袋植生法主題VR全景Cardboard 影片製作 2-66
圖 2-3-69(a)-(d) 坡面排卵石主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-67
圖 2-3-70(a)-(d) 掛網噴植植生法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-67
圖 2-3-71(a)-(d) 打樁編柵(鋼筋)主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-68
圖 2-3-72(a)-(d) 打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-69
圖 2-3-73(a)-(d) 防沖截流束鋪丁主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-69
圖 2-3-74(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-70
圖 2-3-75(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作 2-70
圖 2-3-76(a)-(d) 跌水、排水溝、小型涵管主題VR全景 Cardboard 影片製作 2-71
圖 2-3-77(a)-(d) 影片長度短的 APP 執行方式說明.....2-72
圖 2-3-78(a)-(e) 影片長度長的 APP 執行方式說明 2-74
圖 2-3-79(a)-(d) 觀看 VR 全景影片時的測驗題目呈現方式 2-76
圖 2-3-80(a)-(c) 坡地保育繪本內容.....2-77

圖 2-3-81(a)-(c)坡地保育的 3D 建模圖 2-79
圖 2-3-82 資訊點與答題互動圖 1.....2-79
圖 2-3-83 資訊點與答題互動圖 2.....2-79
圖 2-3-84 問卷施測方式.....2-84
圖 2-3-85 學生輪流施測.....2-85
圖 2-3-86 學生輪流施測.....2-85
圖 2-3-87 學生輪流施測.....2-85
圖 2-3-88 學生輪流施測.....2-85
圖 2-3-89 學生施測.....2-86
圖 2-3-90 學生輪流施測.....2-86
圖 2-3-91 學生施測.....2-86
圖 2-3-92 學生施測.....2-86
圖 2-3-93 學生輪流施測.....2-87
圖 2-3-94 學生輪流施測.....2-87
圖 2-3-95 學生施測.....2-87
圖 2-3-96 學生輪流施測.....2-87
圖 2-3-97(a)-(f) 雲端平台功能.....2-95
圖 3-1-1：歷年 VR 全景教材內容主題比較 3-3
圖 3-1-2：歷年 VR 全景教材內容時間比較 3-4
圖 4-2-1 虛擬場景互動.....4-3
圖 4-2-2 虛擬場景視角轉變.....4-4
圖 4-2-3 虛擬場景視角轉為對面.....4-4
圖 4-2-4 虛擬場景更換選擇.....4-5
圖 4-2-5 虛擬場景更換.....4-5
圖 4-2-6 虛擬場景更換.....4-6

圖 4-2-7 虛擬場景更換.....4-6
圖 4-2-8 虛擬場景更換.....4-7
圖 4-2-9 虛擬場景視角轉換.....4-7
圖 4-2-10 虛擬場景更換.....4-8
圖 附錄 5-1 風水坪水土保持戶外教室.....附錄 5
圖 附錄 5-2 於服務處了解參訪路線.....附錄 5
圖 附錄 5-3 偕同導覽人員參訪.....附錄 5
圖 附錄 5-4 偕同導覽人員參訪.....附錄 5
圖 附錄 5-5 偕同導覽人員參訪.....附錄 5
圖 附錄 5-6 持 VR 全景攝影機拍攝.....附錄 5
圖 附錄 5-7 持 VR 全景攝影機拍攝.....附錄 5
圖 附錄 5-8 持 VR 全景攝影機拍攝.....附錄 5
圖 附錄 5-9 牛埔水土保持園區.....附錄 5
圖 附錄 5-10 偕同導覽人員參訪.....附錄 5
圖 附錄 5-11 持 VR 全景攝影機拍攝.....附錄 5
圖 附錄 5-12 於休息處討論參訪行程.....附錄 5
圖 附錄 5-13 空拍機搭載兩部 VR 全景攝影機展示.....附錄 5
圖 附錄 5-14 VR 電子書製作過程.....附錄 5
圖 附錄 7-1 VR 全景播放操作使用手冊.....附錄 7

第一章 計畫內容

第一節　計畫動機

行政院農業委員會水土保持局為推廣水土保持及防災教育之重要觀念,除了各分局成立戶外教室提供實況解說,也提供在網路上觀看水土保持宣導視訊影片,可是,目前正面臨以下問題:以實地現況解說及擴增實境(augmented reality, AR),雖然有臨場感可是需要到達定點來體驗,因此,提高其擴散度有其困難。經由網路觀看水土保持宣導視訊教材,雖然可提供其擴散度,缺點是其學習模式不具互動性及缺乏臨場感,學習成效不高。目前也有發展虛擬實境(virtual reality, VR)的相關操作系統,但需要非常昂貴的軟硬體設備,不易推廣。本計畫研究比較容易推廣的解決辦法，如利用網路下載智慧型手機 App，在 App 上觀看 VR 影片，即可解決上述的困難與限制。[1]-[4]

第二節　計畫目的

目前以 AR、VR 宣導水土保持防災教育的擴散度有其困難之問題,解決方法--製作網路可下載及可以在網路觀看的 VR 影片。本計畫預計產出 3 部 VR 宣導性教材影片,一部是繪本導向 3D VR 電子書,兩部以全景式的方式製作 VR 宣導影片,主要的內容呈現以水土保持戶外教室水土保持防災教育內容為主。另外,也可以實現翻轉教室的教學策略,因為參訪者可以在參訪水土保持戶外教室之前,透過網路先下載 VR 全景影片觀看,之後到達水土保持戶外教室進行導覽解說時段,解說人員減少 VR 全景內容之說明,多出時間,可以設計更多高互動的解說活動,增進導覽解說的互動性與有趣性。

第三節 背景

一、虛擬實境影片分類

(一) 桌面虛擬現實

主要是利用個人電腦或圖形工作站產生虛擬場景，使用者使用三圍滑鼠、數據手套、空間位置跟蹤定位設備作為輸入控制設備，使用者頭戴立體眼鏡用來觀看螢幕中虛擬三維場景的立體效果。它所帶來的立體視覺能使用戶產生一定程度的沉浸感。有時為了增強桌面式 VR 系統的效果，在桌面式 VR 系統中還可以加入專業的投影設備，以達到增大螢幕觀看範圍的目的[9]。

常見的桌面式 VR 系統工具有：全景技術軟體 QuickTime VR、虛擬現實建模語言 VRML、網絡三維互動 Cult3D、Java3D 等，主要用於 CAD（計算機輔助設計）、CAM（計算機輔助製造）、建築設計、桌面遊戲等領域[9]。

(二) 沉浸式虛擬現實

沉浸式虛擬現實提供完全沉浸式體驗，現今主要是採用頭戴式頭盔顯示器或是洞穴式立體顯示設備，將使用者的與真實世界完全隔離，使使用者完全投入於虛擬世界之中[9]。

沉浸式虛擬現實又分為基於頭盔式顯示器的 VR 系統與遙在系統，基於頭盔式顯示器的 VR 系統如上所述，就是藉由頭盔式顯示器讓使用者完全沉浸在虛擬環境中。遙在系統是一種遠程控制形式，常用於 VR 系統與機器人技術相結合的系統。操作人員使用 VR 系統及網路操作另一方的機器人，這種系統需要一個立體顯示器和兩台攝像機以生成三維圖像，這種環境使得操作人員有一種深度沉浸的感覺，因而在觀看虛擬世界時更清晰[9]。

(三) 增強現實性的虛擬現實

增強式 VR 系統簡稱增強現實（AR），它既允許用戶看到真實世界，同時也能看到疊加在真實世界上的虛擬對象，它是把真實環境和虛擬環境結合起來的一種系統。常見的增強式 VR 系統有：基於台式圖形顯示器的系統、基於單眼顯示器的系統（一個眼睛看到顯示屏上的虛擬世界，另一隻眼睛看到的是真實世界）、基於透視式頭盔式顯示器的系統。目前，增強式 VR 系統常用於醫學可視化、軍用飛機導航、設備維護與修理、娛樂、文物古蹟的復原等領域。典型的實例是醫生做手術時，可戴上透視式頭盔式顯示器，這樣既可看到做手術現場的真實情況，也可以看到手術中所需的各種資料[9]。

(四) 分布式虛擬現實

分布式虛擬現實通過聯網與其他用戶進行交互，共同體驗虛擬經歷，以達到協同工作的目的，它將虛擬提升到了一個更高的境界[9]。

VR 系統運行在分布式世界中有 2 方面的原因：一方面是充分利用分布式電腦系統提供的強大計算能力；另一方面是有些應用本身具有分布特性，如多人通過網絡進行遊戲和虛擬戰爭模擬等[9]。

(五) 3D 全實景 VR (Oculus Rift 及 HTC Vive 頭戴裝置)

360°全景 VR 影片又稱沉浸式影片或球型影片，是使用 360°全景相機拍攝，全景相機利用多顆鏡頭同時進行拍攝，鏡頭從 2 顆到 16 顆不等，鏡頭的多寡會影響影像成像的品質，市面上常見的全景相機有 Samsung Gear 360、LG 360 CAM、GoPro Fusion 還有比較特別的是 Google Jump 支架，可以放置 16 個相機模組。將拍攝完的影片匯入威力導演中進行剪輯、縫合，便能將這些個別影像拼接為一部 360°影片。最後將影片放置在 YouTube 或 Facebook，即可使用手機觀看 360°全景影片，手機配合 Google Cardboard 或是使用 Oculus Rift、HTC Vive 觀看，更能有身歷其境的感受[10][11]。



圖 1-3-1 Google Cardboard [12]



圖 1-3-2 Oculus Rift [13]



圖 1-1-3 HTC Vive [14]



圖 1-3-4 VR Case 5 Plus [15]

二、學習理論

(一) 註解 (annotation)

註解式學習是指在多媒體資料中加入文字、線條、集合圖形來輔助說明多媒體資料。現今關於註解學習的研究日漸多元，且也被探討使用在教育上，例如：VALS(video annotating learning system，影片註解學習系統)[16]、CDM system(context display management system)，VALS 是指在影片中加入註解，方便日後複習、學習[17]。CDM system 是在 PowerPoint accompanied by Annotations Presentation learning environment 下開發的系統。因此，本計畫加入互動式註解學習功能，提高使用者的學習成效。

(二) 互動性(Interaction)

互動性一向被認為現代媒體(電視、網路等)的重要特色之一，在傳統的傳播理論中，所謂互動，指的是訊息接受者(receiver)針對訊息內容(message)，對訊息來源(source)所產生的回饋(feedback)現象。透過回饋作用，訊息來源與接受者之間不斷的修改訊息本身與回饋的內容，期能達成有效的雙向溝通[18]。Rafaeli 是最早對電腦中介傳播的互動性定義為一連串訊息相關的程度[19]。Moore 將遠距教學中特有的互動關係歸類三種：學習者—教學者(Learner-Instructor)、學習者—學習內容、(learner-Content)、學習者—學習者(Learner-Learner)之間的互動。

在[20]中學者認為 Moore 的三種互動類型並不是全部[20][21] 。為此，提出在遠距學習中的第四種互動關係：學習者—使用介面(Learner-Interface)。此種互動關係的特點在於學習者為了和教學內

容、教學者或其他學習者進行互動，必須先透過科技媒介才能達到[05][06]。

三、問卷量表

(一) 沉浸理論

本計畫對於沉浸理論的解釋是參考[07]，內文中完整且有條理地整理出關於「沉浸」的理論、定義、特質。

國內研究者對於 Csikszentmihalyi 提出的 Flow Theory[22]，使用了許多不同的詞彙來解釋，如神迷、心流、神馳、沉浸等，但因本計畫主要是以虛擬實境為研究對象，而虛擬環境的特性講求的是「沉浸感」，所以本實驗會以「沉浸」一詞來當作 Flow 的中文解釋。

▪沉浸定義: 沉浸理論的起源，是過去的心理學家，如：[23]-[27]，他們開始探討人類內在的動機，而他們的研究都聚焦在人類的經歷以及內心的事件，後來心理學界才逐漸從以往探討外在動機的研究中，慢慢的轉移到內在動機[22]。早期沉浸理論的研究多數是應用在繪畫、攀岩、作曲、下棋等活動，而調查的對象包含藝術家、運動員、音樂家、棋手等，並且他們都是把自己的興趣當成職業在做。根據以上整理的結果，「沉浸(Flow)」是指個人完全投入在某項活動時所產生的心理狀態，個人因為自身的興趣而完全融入其中，專注在自身當前注意的事情上，喪失對其他事務相關的知覺，完全被活動的氛圍所籠罩，當個人出現這種 心理現象的時候，可以稱其為「沉浸」[08]。

▪沉浸的特質: 沉浸是一種動態的過程，沉浸體驗程度會因人而異，挑戰和技能並非指個人的能力，而是因個人的感知情形，且感知情形會受社會、人格、工作、環境等因素影響，當面對這些影響時，個人會使用不同的技能來面對不同的情境所帶來的挑戰[28][29][22]。

(二) 臨場感

臨場感是一個心理的因子，臨場感在[30]被定義成如：在一個地方或環境的主觀經驗，既使你實際上不再那個地方或環境。在 3D 虛擬實境環境中，使用者會實際的扮演著一個角色，角色會去利用不同的能力去驅動事件的發生，例如：在教學空間中，學習者可以分開一個分子或原子鍵去造出另外一個分子，使得可以去探索它的鍵角。上述的動作中可以在 3D 虛擬實境環境體驗臨場的這種獨特過程。一些學者提出，臨場感是一個有形的 3D 虛擬實境特徵的產出，例如：逼真的展示環境及互動[31][32]其他學者也有提到臨場感是一個具體的感覺，感覺源自於沉浸一個環境的心理體驗過程 [30][33]。最近，桌上型的虛擬實境技術已經可以被使用了，臨場感已經在研究者間產生了更新的興趣。所以現在有些辯論聚焦於討論桌上型虛擬實境環境，目前還缺少了高端的 3D 虛擬實境技術，來呈現複雜的臨場感[34]

第二章 工作項目與執行方法

第一節 工作項目

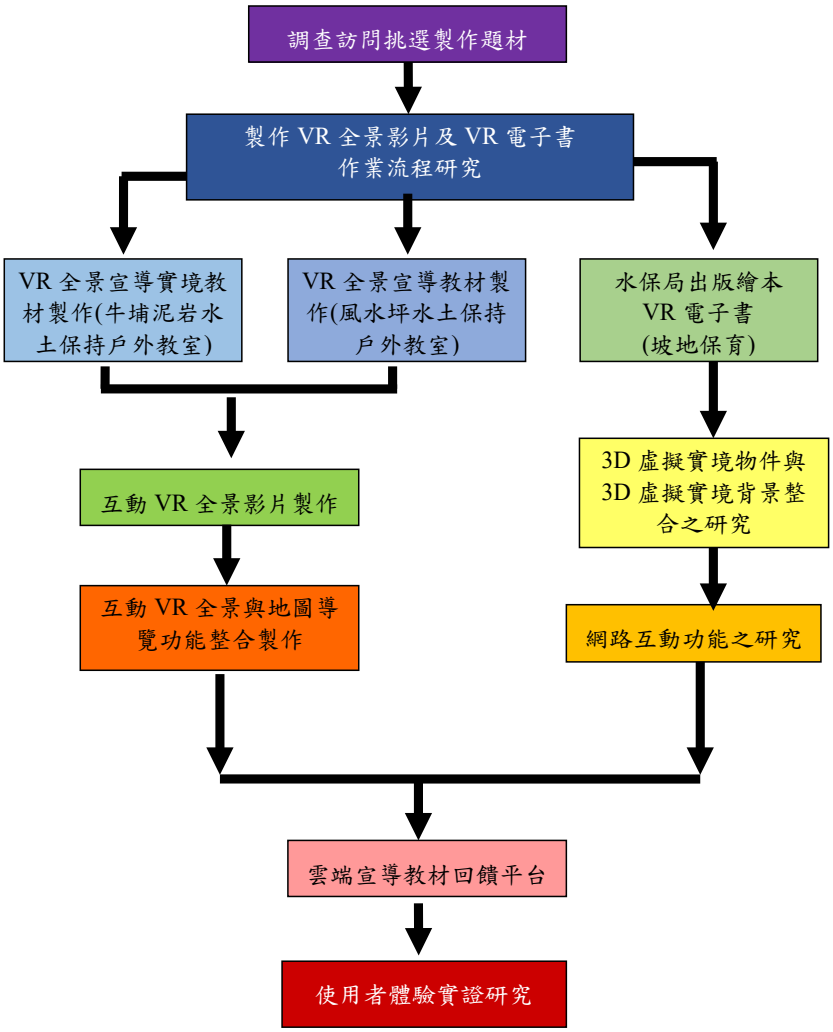


圖 2-1-1 本計畫主要功能架構圖

本計畫研製有關互動 VR 影片製作的標準作業流程(SOP)，主要的互動 VR 影片包含全景式 VR 影片及 VR 電子書(即 VR 版電子繪本)。再者，依據上述的本計畫預計研製的 VR 影片聚焦於能在智慧型手機環境操作 VR 影片，智慧型手機至於 VR 頭盔即可觀看 VR 影片。全景式 VR 影片是一個靜態互動 360 度場景影片，利用

註解方式加入多媒體物件，描述水土保持戶外教室教育宣導題材。同時，本計畫研製 VR 電子書內容以水保局的電子繪本內容為主。本計畫企圖再強化全景式 VR 影片互動功能，圖 2-1-1 為本計畫主要功能架構圖。

第二節　工作執行方法

本計畫工作方法如下所示，各工作方法執行步驟詳述於第三節：

- 調查訪問挑選影片內容製作題材
- 製作 VR 全景影片及 VR 電子書之作業流程研究
- VR 全景場景影片製作之研究
- 虛擬實境電子繪本之研究
- 使用者體驗實證之研究
- 提升雲端平台功能

在本計畫中，已經提出全景解說影片製作設計呈現結構並具體實現於全景解說影片製作，其設計呈現結構如下所述。

▪VR 全景解說影片製作設計呈現結構

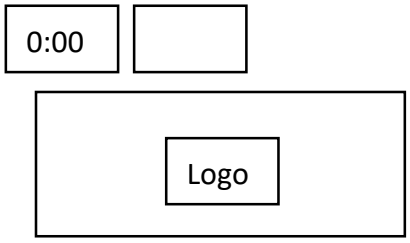
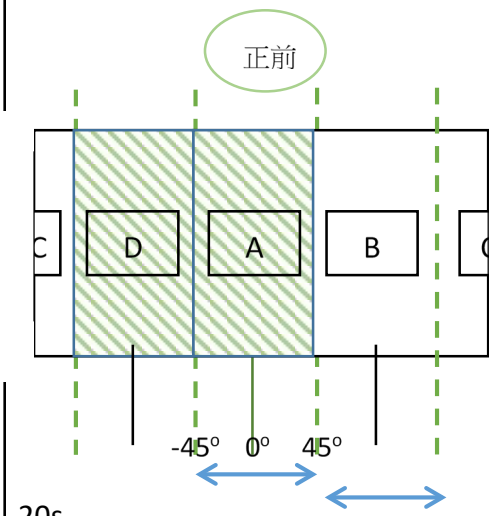
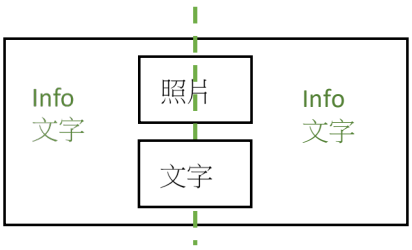
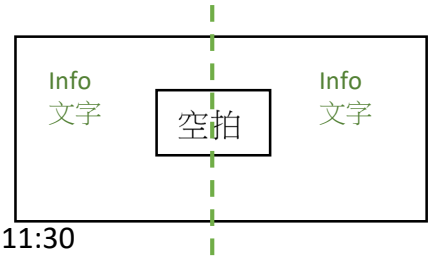
		說明	音效
0:10	 10s	顯示片名，水土保持局 Logo	無
0:30	 20s	主題介紹: A. 入口簡介(首播) B. 植生帶及打樁編柵植生工法 C. 掛網及長纖噴植工法 D. 泥岩區	口白介紹
11:30	 11:30		音樂
	 11:30	Overview 空拍黏貼，本片目的	音樂
	 12:00		

圖 2-2-1 VR360 解說影片呈現架構說明

圖 2-2-1 表示一個製作範例，本計畫以四個主題為一個單元，四個主題全景解說，會剪輯在同一部影片單元內，可以循序播放，首先播放 A，BCD 為靜態畫面，當 A 結束，螢幕會暗下來，此時使用者會自動將頭盔往右移(因為 B 開始有解說的聲音)，觀看下一個主題，以此類推，使用者可以依序看 BCD 主題，當 D 播放完畢後，結束。在 END 影片區在未來可用來設計成題目，請觀眾做答提升互動性。

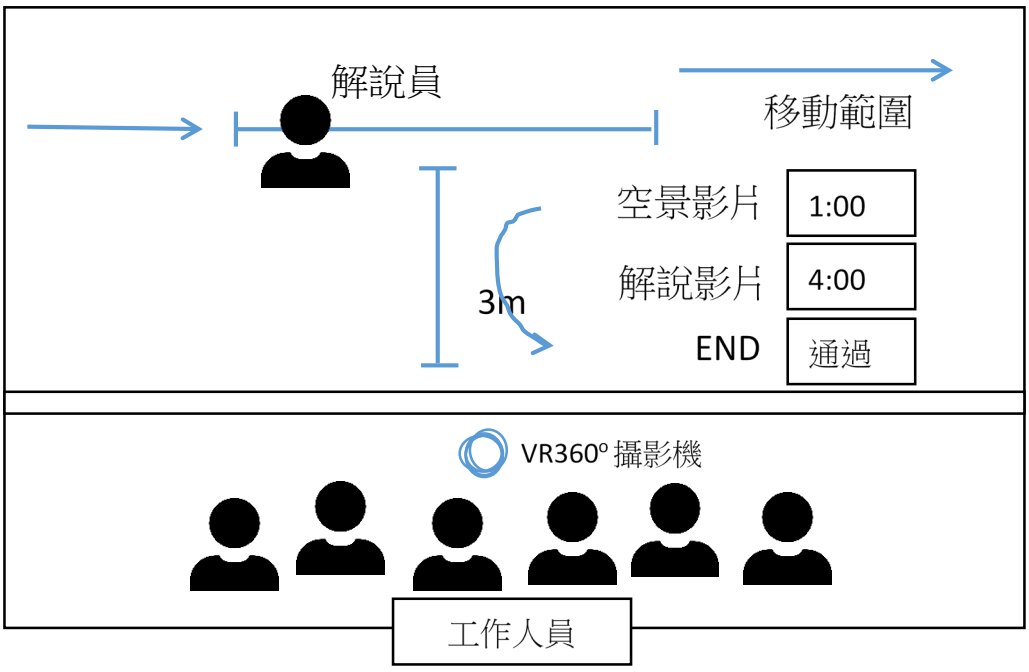


圖 2-2-2 VR360 解說影片拍攝場景架構

圖 2-2-2 表示進行 VR 全景拍攝時，其現場設計架構如上圖

2-2-2 所示，解說員距 VR360 攝影機距離 3 公尺，解說員可移動左右固定範圍，所有工作人員都要在攝影機後方。其拍攝步驟如下說明。

第一步驟，先拍空景，空景可以拍 1~2 分鐘。

第二步驟，請解說員由攝影機左側進入至適當的位置(解說員的正前方為攝影機鏡頭)開始做解說。

第三步驟，解說完後，請解說員由攝影機右邊離開。

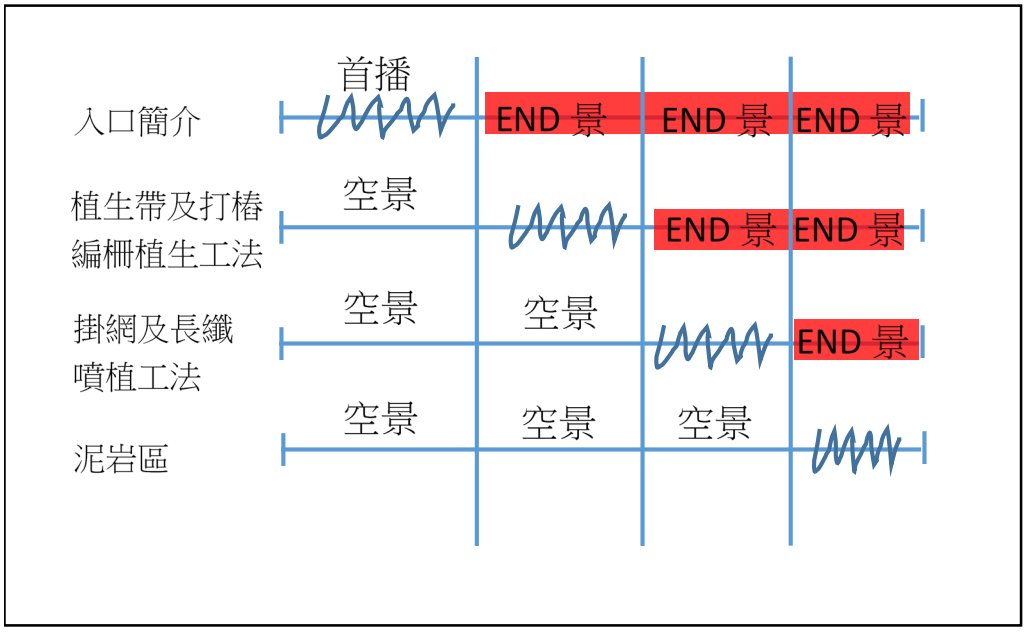


圖 2-2-3 VR360 解說影片呈現各主題場景切換的設計(Scene-led 模式)

圖 2-2-3 表示製作解說影片時，影片播放時呈現各主題場景切換設計。圖 2-2-3 以一個影片單元為例，除了首播，其餘三個

主題都為空景，當首播結束後(放第一個主題結束的影片)開始撥放第二個主題影片，第三個，第四個主題仍為空景，當第二主題結束後(放第二個主題結束的影片)進到第三個主題的影片，第四個主題為空景，第三個主題結束後(放第三個主題結束的影片)，進到第四個主題的影片，最後第四個主題結束。上述的呈現模式稱為 Scene-led 模式。也就是以 scene 為主的自動播放模式。將較於傳統播放模式之差異說明，將提供於後續說明。



圖 2-2-4 華山土石流教學園區 VR 解說影片



圖 2-2-5 嘉義農試所水土保持戶外教室 VR 解說影片

106 年所採用拍攝為「360 環場攝影」其播放模式如圖

2-2-5 所示，主要缺點是觀看者須選擇撥放主題影片，需摘 VR 頭罩來撥放，再戴上 VR 頭罩。另外，拍攝取景較為傳統拍攝方式有更多的視角；但在取景上將更花費精力與成本，因為選景畫面不會只有單一導演視角，而是涵蓋到整個 360 度的環境，要有完善的拍攝場域，則需安排好整個現場的場控，且 360 的戶外拍攝上比起 360 的室內更難以掌控光源，在有陽光的干擾下，在 360 的畫面裡，某一方向必定為逆光，360 的戶外拍攝無法透過燈具或反光板進行補光，這會使攝影人員與器材暴露在 360 環場的畫面之中。



圖 2-2-6 Scene-Led 模式拍攝

而 107 年所拍攝的「360 環場攝影」採用「環場分鏡」及「Scene-Led 模式」進行拍攝，以圖 2-2-6 為例，將 VR360 的戶外拍攝，採用環場分鏡切割場景，此設計可提供更充足

的知識資訊，且能更有效的誘導觀賞者移動觀賞角度。

所謂「環場分鏡」是以 360 環場設計規劃出導演視角，以水平 90 度，垂直 180 度的區域規劃展出畫面，作為一個單元，依此在 360 的環場中能規劃出 4 個單元，並依單元規劃其主題，在實際的拍攝中其餘的水平 270 度則為攝影工作人員的活動區域，能為現場進行輔助打光，收音等工作任務。在單一個單元收錄完成後，可於片段後提供影片額外的知識資訊，並指示觀賞者移動角度，進入下一個單元主題。

第三節　工作執行步驟

一、調查訪問挑選影片內容製作題材

本主題已經選定兩個戶外教室，一個為南投分局風水坪水土保持戶外教室，第二個為臺南分局牛埔泥岩水土保持教學園區，本計畫經由訪問上述兩個水土保持戶外教室的導覽志工以及經由網路收集相關資料，了解與整理相關教育宣導題材，已經製作 2 部互動 VR 全景宣導教材影片。其主要的論題如下說明。

(一) 進行需求訪談：

❑訪問風水坪水土保持戶外教室負責人洪國正先生。

❑訪問風水坪水土保持戶外教室導覽志工陳天色先生

❑訪問牛埔泥岩水土保持教學園區導覽志工陳泰祥校長。

(二) 水土保持戶外教室 youtube 上宣導影集，分析與整理教育推廣題材。例如以下網址:

❑https://www.youtube.com/watch?v=Df8E0RdTWvg (牛埔)

❑https://www.youtube.com/watch?v=ZprkHHUFYaM (風水坪)

(三) 挑選電子繪本：挑選水土保持局已經有的電子繪本，繪本名稱叫做坡地保育，來製作互動 VR 電子書。

二、製作VR全景影片及VR電子書之作業流程研究

本主題已經研究出 VR 全景影片與 VR 電子書製作作業流程，其說明如下所述

(一) VR 全景影片：

步驟1. 訪查及決定拍攝全景影片標的地點。

- 找水土保持戶外教室在 youtube 的影片。
- 有旁白及字幕影導覽影片。

步驟2. 確認人事時地物的各項準備事宜。

- 人： 聯絡窗口(水土保持戶外教室管理單位-OO 分局)、解說員(志工)、影片參與人員。
- 事： 拍攝主題、解說主題。
- 時： 拍攝時間。

- 地： 拍攝設施地點。
- 物： 拍攝設施。

步驟3. 第 1 次，拜訪水土保持戶外教室，執行工作。

- 人： 訪問解說員(錄音、一般攝影) 。
- 事： 提供水土保持戶外教室在 youtube 的影片給解說員觀看討論適合的片段，討論拍攝的事宜(拍攝主題、拍攝設施地點、拍攝設施)。
- 地： 拜訪拍攝設施地點。
- 物： 觀看拍攝設施。

步驟4. 團隊討論拍攝腳本。

- 依解說員錄音所述及導覽紙本，挑選拍攝設施地點、拍攝設施。
- 挑選水土保持戶外教室在 youtube 的宣導影片 。
- 撰寫挑選影片中旁白及字幕。
- youtube 原影片沒有拍攝主題或需要再錄影補充主題。
- 撰寫欲拍攝主題的腳本及列出欲拍攝的設施。

步驟5. 第 2 次，拜訪水土保持戶外教室，執行工作。

- 請解說員協助提供拍攝重點。
- 提供解說員欲拍攝主題的腳本及列出欲拍攝的設施。

- 以空拍及平面方式進行拍攝設施、拍攝設施。

步驟6. 準備全景錄製工作事宜。

- 全景設備、器材、輔助電源、講桌、寫字板。
- 拍攝主題腳本、圖片、youtube 原影片的字幕重點。

步驟7. 第 3 次，拜訪水土保持戶外教室，執行工作。

- 佈置拍攝地點、排除外人干擾。
- 全景攝影機架設、取景、預覽、試鏡。
- 入鏡人員講稿、對話演練、站立位置、配合手勢。
- 拍攝後影片備份。

步驟8. 後製剪輯工作事宜。

- 全景影片輸出檢查，研判是否重錄？
- 處理全景影片明暗度調整。
- 觀看全景影片，撰寫剪輯影片腳本文字、標註配置相關影片、空拍影片。
- 檢視剪輯全景影片。
- 轉製 youtube 版。

步驟9. 第 4 次，拜訪水土保持戶外教室，執行工作。

- 部分全景影片需要重錄製。
- 重複執行步驟 6，直到不需重錄製。

步驟10. 校稿工作。

- 提供解說員內容，協助影片內容校稿。
- 請水土保持局宣導科協助影片內容再校正。

(二) VR 電子書：

本議題已研究 VR 電子書製作作業流程，其說明如下所述。

步驟1. 挑選繪本。

- 選定現有繪本為標的。
- 與主辦單位確認，主題選材與內容方向是否相符，確認繪本數位素材版權及可授權問題。

步驟2. 分析繪本。

- 繪本現有數位資源。
- 圖像：是否已有數位文件，或需要重新製作。
- 場景背景。
- 場景物件。
- 聲音：是否已有數位文件，或需要重新製作。
- 語音：口白描述。
- 效果音：鳥叫聲、風聲、雨聲。
- 背景音樂：情境背景音樂。

- 根據繪本內容，每一個頁面即是一個場景。
- 分析單一場景中，所需要的必要物件。
- 人：場景中的主要出場人物。
- 事：場景中表現的事件或任務。
- 時：場景表現時間，根據不同節氣與時間，光線表現方式不同。
- 地:場景中的攝影機的位置,例如水平面、空中、水底...。
- 物：場景中的必要物件，例如漂流木，是否含天氣變化需求(颳風、下雨)。
- 根據繪本內容，決定製作工具。
- Unity、Unity 其他工具模組或 Unreal engine。
- 確認各單位窗口及聯絡方式。

步驟3. 打造 3D 基本物件。

- 灌木、石頭、水、飛禽走獸、光線系統、天氣系統、其他基本物件。
- 各物件呈現方式，運動路線、水流方向、風吹方向、燈光來源等。
- 撰寫物件動作行為程式碼。

步驟4. 打造背景(地形)物件：根據繪本所需場景建構其地形

資料。

- 建構山林、平原、河川、溪流、樹木、草地、其他背景物件。
- 各項背景呈現模式。
- 撰寫背景呈現行為程式碼。

步驟5. 打造場景：每一頁繪本為一個場景。

- 整合設計 3D 基本物件與背景(地形)物件。
- 撰寫場景動作行為程式碼。

步驟6. 單機互動操作：設計 3D 物件。

- 進行人機互動物件。
- 上一頁：可移動至上一頁(場景)。
- 下一頁：可移動至下一頁(場景)。
- 播放：可重新播放場景內容(口白與音)。
- 註解 ： 文字註解的呈現與關閉。
- 操作物件可回傳至歷程伺服器進行資料收集與分析。
- 撰寫互動物件動作行為程式碼。

步驟7. 網路互動物件

- 建構網路互動項目，例如測驗。
- 提供互動測驗，答題回饋至網路雲端伺服器。

步驟8. 單機測試：可輸出至 Android-Base 或 PC-Base 進行操作及效果測試。

- 單頁個別測試。
- 確認視角畫面與預期相符。
- 檢視場景地形配置是否有干擾物。
- 檢視配置物件，其物理特性與效果是否與與其相符。

步驟9. 網路整合測試。

- 單頁個別測試。
- 伺服器監控顯示模組。
- 發送事件訊息 log。

步驟10. 成品輸出。

- 串接所有場景，並進行全部場景串接之輸出及測試。
- 輸出為 PC-Base 之執行檔，可供 PC 進行完整測試。
- 輸出為 Android-Base 之 APK 檔案,可供安卓設備進行完整測試。
- 網路整合完整測試，伺服器收到場景發送之事件訊息。

三、VR全景場景影片製作之研究

依據**主題二**，本主題針對臺南分局牛埔泥岩水土保持教學園區 12 項教材內容、南投分局風水坪水土保持戶外教室 22 項教材內容整

理成下表 2-3-1 及 2-3-2

(一) 水土保持戶外教室教材內容主題之研究：

表 2-3-1 牛埔泥岩水土保持教學園區 12 項教材內容主題

表 2-3-2 風水坪水土保持戶外教室 22 項教材內容主題

牛埔泥岩水土保持戶外教室
1. 牛埔泥岩水土保持教學園區入口
2. 植生帶及打樁編柵植生工法
3. 掛網及長纖噴植工法
4. 泥岩惡地
5. 桃花心木林
6. 方管護坡與瓦片溝
7. 石籠護坡
8. 廢輪胎護坡
9. 光蠟樹與獨角仙
10. 水土保持草類觀察
11. 土壤沖蝕觀察
12. 農塘洩洪(水中涼亭)

風水坪水土保持戶外教室
1. 風水坪水土保持戶外教室入口處
2. 仿岩疊塊擋土牆
3. 蜂巢格網擋土牆
4. 客土袋擋土牆
5. 輪胎式擋土牆
6. 水泥格框擋土牆
7. 乾砌石擋土牆
8. 箱籠擋土牆
9. 織物模板工法
10. 無框架工法
11. 鋼線固定框客土植生工法
12. 防滲擋土柵植生工法
13. 蜂巢格網植生護坡
14. 植生塊護坡
15. 空心磚護坡
16. 客土袋植生法
17. 坡面排卵石
18. 掛網噴植植生法
19. 打樁編柵(鋼筋)
20. 打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹
21. 防沖截流束鋪丁工法
22. 農業用水土保持

(二) VR 全景場景腳本製作之研究：

- **場景腳本**：實地參訪做腳本設計。

<table>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
<tr><td>(a)牛埔泥岩水土保持教學園區入口</td><td>(b) 植生帶及打樁編柵植生工法</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(c) 掛網及長纖噴植工法</td><td>(d) 泥岩惡地</td></tr>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
<tr><td>(e) 桃花心木林區</td><td>(f) 廢輪胎護坡</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>(g) 石籠護坡</td><td>(h) 方管護坡與瓦片溝</td></tr>
<tr><td>
</td><td>
</td></tr>
<tr><td>(i) 光蠟樹與獨角仙</td><td>(j)水土保持草類觀察</td></tr>
<tr><td></td><td>
</td></tr>
<tr><td>(k) 土壤沖蝕觀察</td><td>(l) 農塘洩洪(水中涼亭)</td></tr>
<tr><td colspan="2">圖 2-3-1(a)-(l) 牛埔泥岩水土保持教學園區實地參訪做腳本設計</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td>
</td><td></td></tr>
<tr><td>(a) 風水坪水土保持戶外教室入口</td><td>(b) 仿岩疊塊擋土牆</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(c) 蜂巢格網擋土牆</td><td>(d) 客土袋擋土牆</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(e) 輪胎式擋土牆</td><td>(f) 水泥格框擋土牆</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>(g) 乾砌石擋土牆</td><td>(h) 箱籠擋土牆</td></tr>
</table>

	
(i) 織物模板工法	(j) 無框架工法
	
(k) 鋼線固定框客土植生法	(l) 防滲擋土柵植生法
	
(m) 蜂巢格網植生護坡	(n) 植生塊護坡
	
(o) 空心磚護坡	(p) 客土袋植生法



(q) 坡面排卵石



(r) 掛網噴植植生法



(s) 打樁編柵(鋼筋)



(t) 打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹



(u) 防沖截流束鋪丁



(v) 仿岩疊塊擋土牆



(w) 蜂巢格網擋土牆



(x) 跌水、排水溝、小型涵管

圖 2-3-2(a)-(x) 風水坪水土保持戶外教室實地參訪做腳本設計

- **定義全景對象之研究：** 相較於在一個地點以不同的角度向外拍攝而成的全景圖，對象是指是對同一物體在不同視角進行拍攝。最簡單的對象全景圖是在單排上捕捉的，通常在一個物體的赤道方向上抓取拍攝。這通常會使用一個旋轉的轉盤使拍攝變得便利。對象被放置在轉盤上，並且通過固定在三腳架上的相機以平均遞增的角度進行拍攝（通常是 10°）。捕捉一個多行拍攝的對象影片則需要更精細的設置，因為相機必須在對象的赤道的上下方傾斜一定的角度。在今年的計畫中特別設計拍攝的場景、規劃架設全景攝影機位置、安排人員的解說位置、設計現場的背景環境。

- **實地拍攝：**



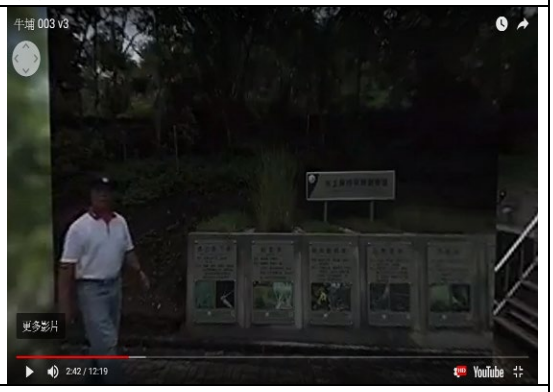
(a) 牛埔泥岩水土保持教學園區入口 VR 全景影片



(b) 植生帶及打樁編柵植生工法 VR 全景影片





(c) 掛網及長纖噴植工法 VR 全景影片	(d) 泥岩惡地 VR 全景影片
	
(e) 桃花心木林區 VR 全景影片	(f) 方管護坡與瓦片溝 VR 全景影片
	
(g) 石籠護坡 VR 全景影片	(h) 廢輪胎護坡 VR 全景影片
	
(i) 光蠟樹與獨角仙 VR 全景影片	(j) 水土保持草類觀察 VR 全景影片



(k) 土壤沖蝕觀察 VR 全景影片



(l) 農塘洩洪(水中涼亭)VR 全景影片

圖 2-3-3(a)-(l) 牛埔泥岩水土保持教學園區實地拍攝並製作 VR 全景影片



(a) 風水坪水土保持戶外教室入口 VR 全景影片



(b) 仿岩疊塊擋土牆 VR 全景影片



(c) 蜂巢格網擋土牆 VR 全景影片



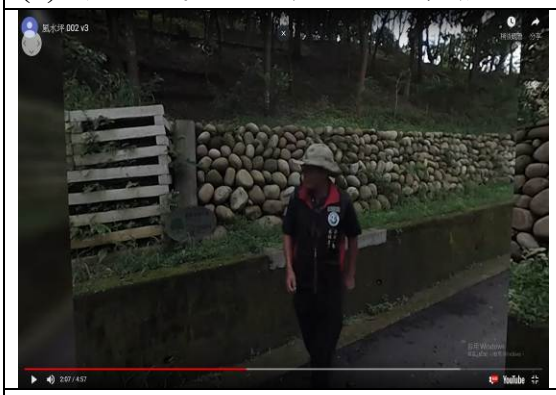
(d) 客土袋擋土牆 VR 全景影片



(e) 輪胎式擋土牆 VR 全景影片



(f)水泥格框擋土牆 VR 全景影片



(g) 乾砌石擋土牆 VR 全景影片



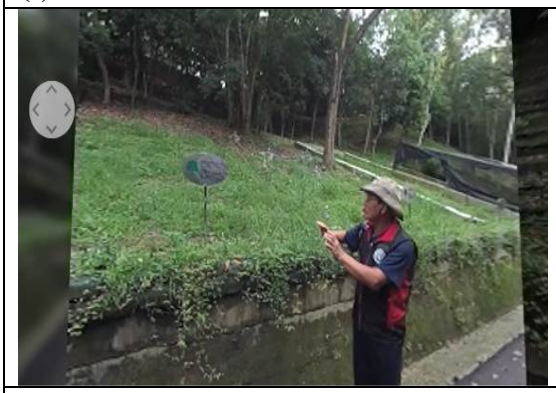
(h) 箱籠擋土牆 VR 全景影片



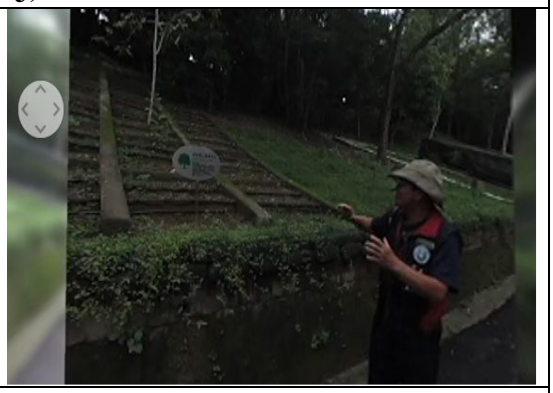
(i) 織物模板工法 VR 全景影片



(j) 無框架工法 VR 全景影片

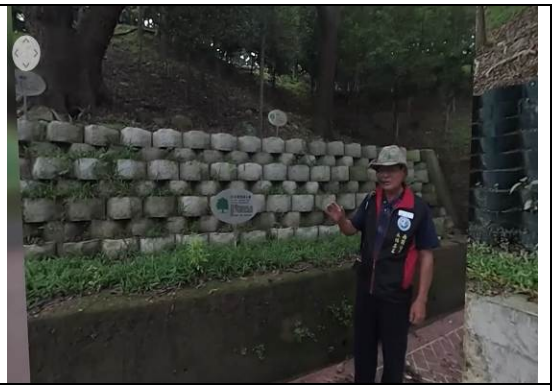


(k) 鋼線固定框客土植生法 VR 全景影片



(l) 防滲擋土柵植生法VR全景影片

	
(m) 蜂巢格網植生護坡 VR 全景影片	(n) 植生塊護坡 VR 全景影片
	
(o) 空心磚護坡 VR 全景影片	(p) 客土袋植生法 VR 全景影片
	
(q) 坡面排卵石 VR 全景影片	(r) 掛網噴植植生法 VR 全景影片
	
(s) 打樁編柵(鋼筋)VR 全景影片	(t) 打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹 VR 全景影片

	
(u) 防沖截流束鋪丁 VR 全景影片	(v) 仿岩疊塊擋土牆 VR 全景影片

	
(w) 蜂巢格網擋土牆 VR 全景影片	(x) 跌水、排水溝、小型涵管 VR 全景影片

圖 2-3-4(a)-(x) 風水坪水土保持戶外教室實地拍攝並製作 VR 全景影片

- **後製剪輯：**

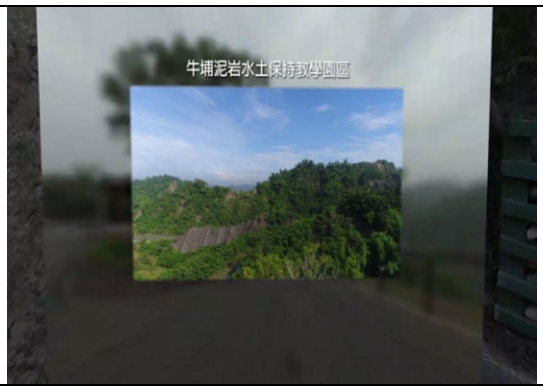
	
(a) 文字註解	(b) 字幕
	
(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-5(a)-(d) 牛埔泥岩水土保持教學園區入口主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-6(a)-(d) 植生帶及打樁編柵植生工法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-7(a)-(d) 掛網及長纖噴植工法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-8(a)-(d) 泥岩惡地主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-9(a)-(d) 桃花心木林區主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-10(a)-(d) 方管護坡與瓦片溝主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-11(a)-(d) 石籠護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



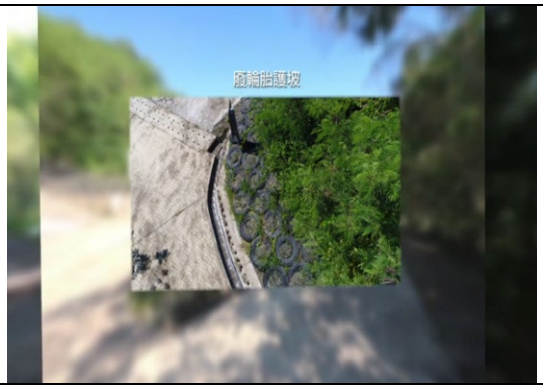
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-12(a)-(d) 廢輪胎護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-13(a)-(d) 光蠟樹與獨角仙主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕

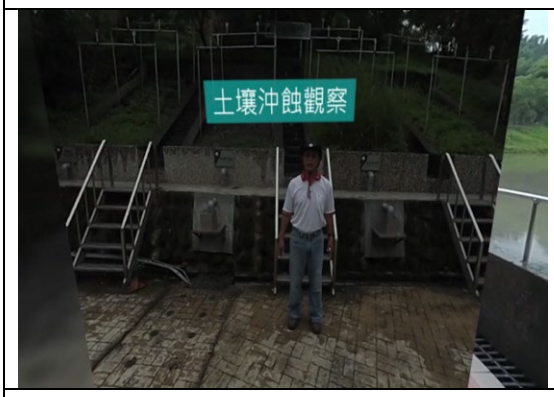


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-14(a)-(d) 水土保持草類觀察主題，加文字、照片、空拍影片及字幕

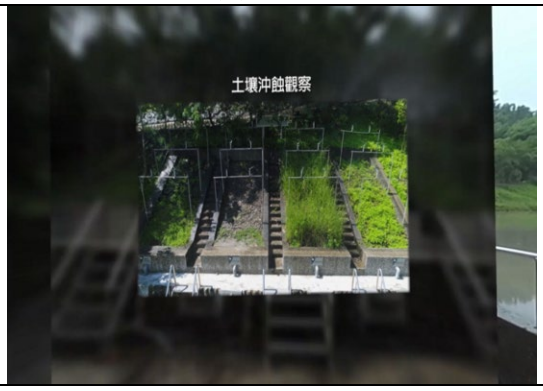


(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-15(a)-(d) 土壤沖蝕觀察主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-16(a)-(d) 農塘洩洪(水中涼亭)主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-17(a)-(d) 風水坪水土保持戶外教室入口主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-18(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-19(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-20(a)-(d) 客土袋擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-21(a)-(d) 輪胎式擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-22(a)-(d) 水泥格框擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-23(a)-(d) 乾砌石擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-24(a)-(d) 箱籠擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-25(a)-(d) 織物模板工法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-26(a)-(d) 無框架工法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-27(a)-(d) 鋼線固定框客土植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-28(a)-(d) 防滲擋土柵植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-29(a)-(d) 蜂巢格網植生護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-30(a)-(d) 植生塊護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-31(a)-(d) 空心磚護坡主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-32(a)-(d) 客土袋植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-33(a)-(d) 坡面排卵石主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-34(a)-(d) 掛網噴植植生法主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-35(a)-(d) 打樁編柵(鋼筋)主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-36(a)-(d) 打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-37(a)-(d) 防沖截流束鋪丁主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-38(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-39(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題，加文字、照片、空拍影片及字幕



(a) 文字註解



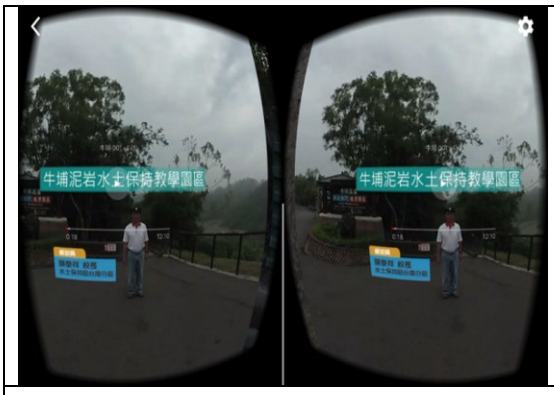
(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片
圖 2-3-40(a)-(d) 跌水、排水溝、小型涵管主題，加文字、照片、空拍影片及字幕	

- **在 Youtube 以** cardboard **模式觀看**



(a) 文字註解



(b) 字幕

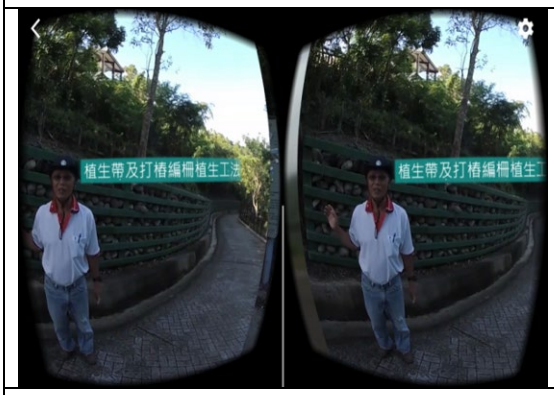


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-41(a)-(d) 牛埔泥岩水土保持教學園區入口主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



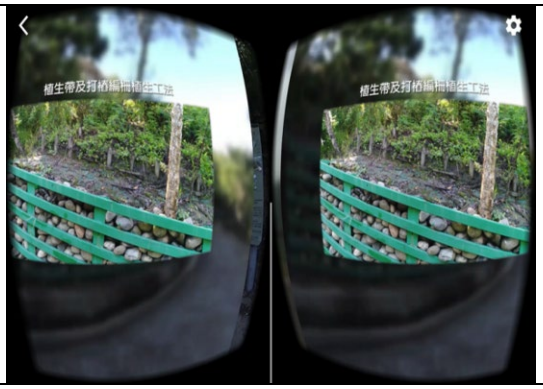
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-42(a)-(d) 植生帶及打樁編柵植生工法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



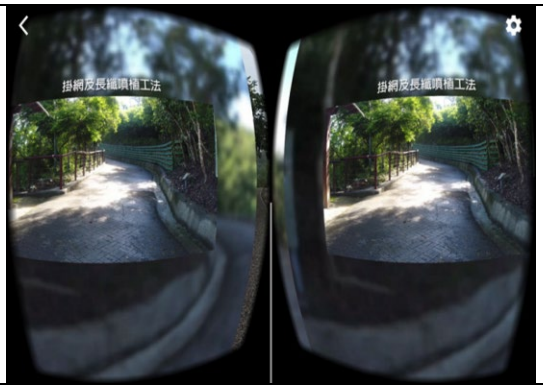
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解

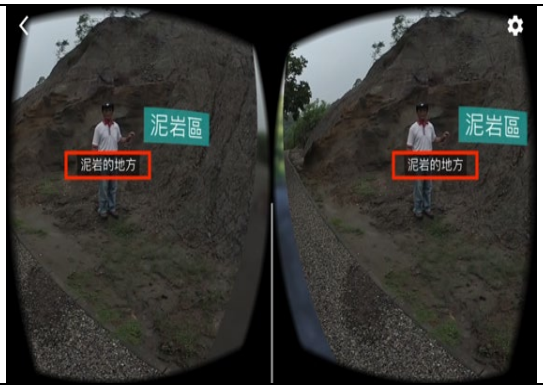


(d) 空拍影片

圖 2-3-43(a)-(d) 掛網及長纖噴植工法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕

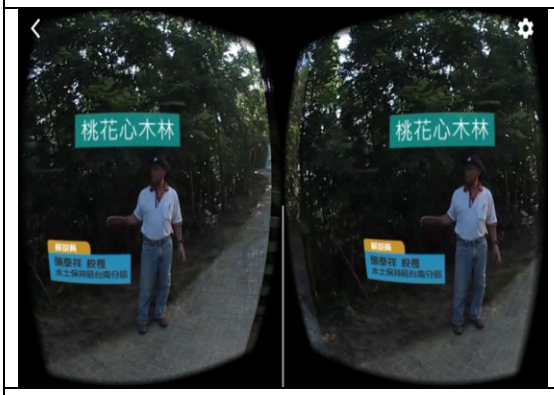


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-44(a)-(d) 泥岩惡地主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

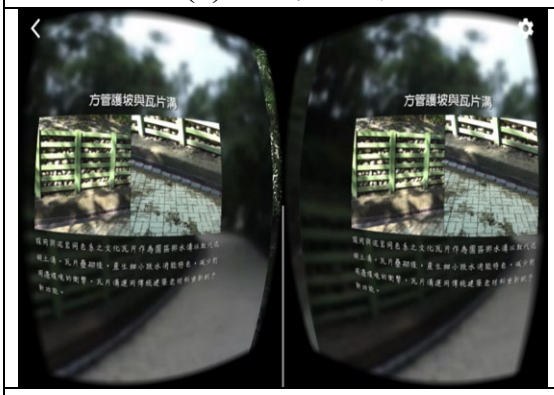
圖 2-3-45(a)-(d) 桃花心木林區主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



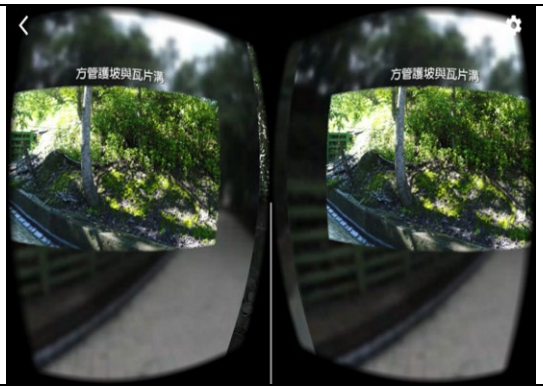
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

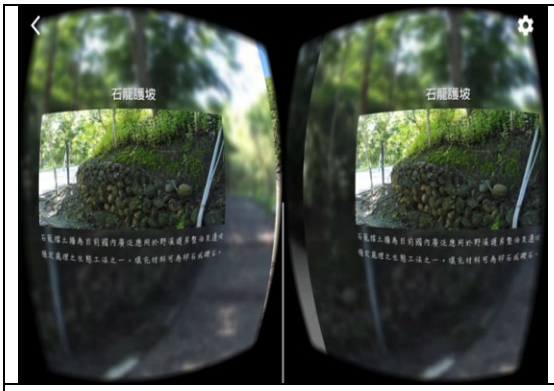
圖 2-3-46(a)-(d) 方管護坡與瓦片溝主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

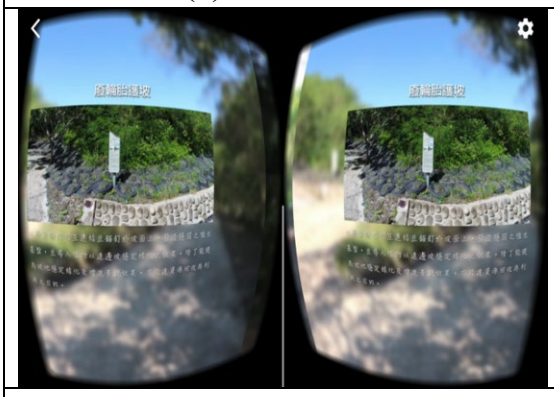
圖 2-3-47(a)-(d) 石籠護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



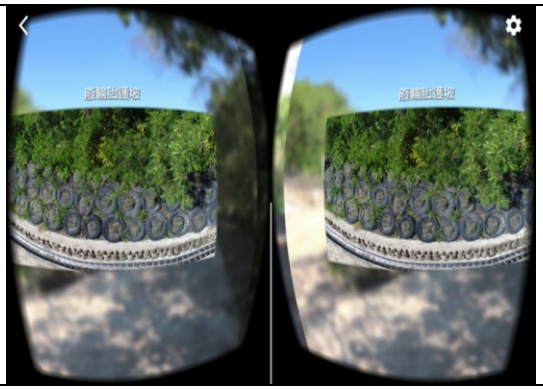
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-48(a)-(d) 廢輪胎護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作





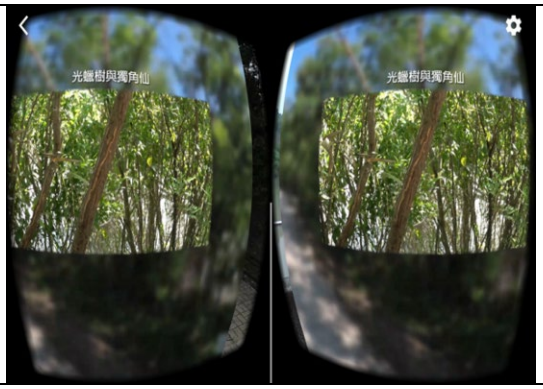
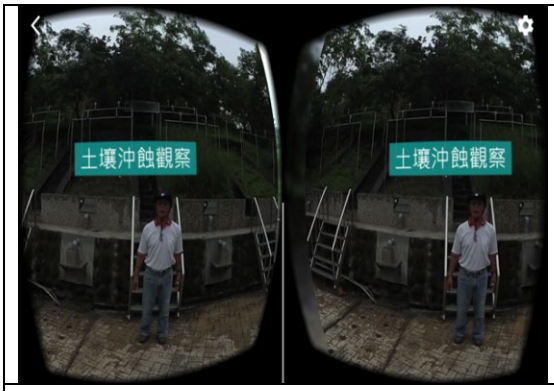
(a) 文字註解	(b) 字幕
	
(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

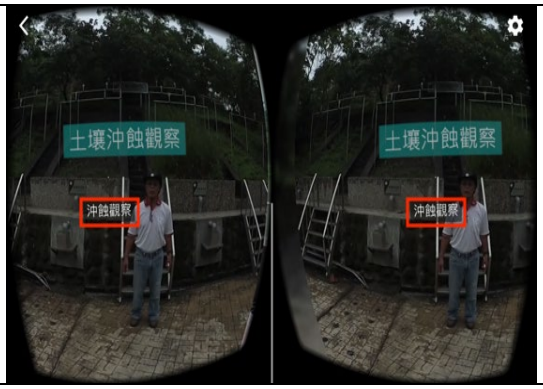
圖 2-3-49(a)-(d) 光蠟樹與獨角仙主題 VR 全景 Cardboard 影片製作

(a) 文字註解	(b) 字幕
	
(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

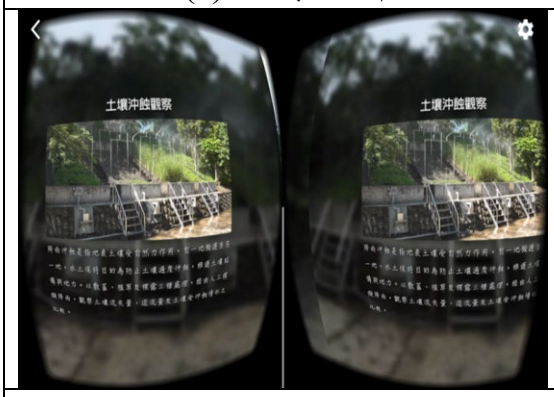
圖 2-3-50(a)-(d) 水土保持草類觀察主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



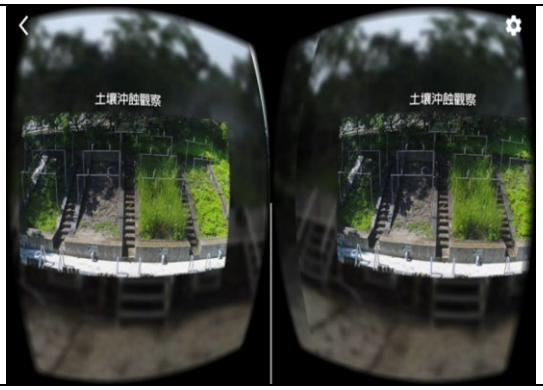
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-51(a)-(d) 土壤沖蝕觀察主題 VR 全景 Cardboard 影片製作

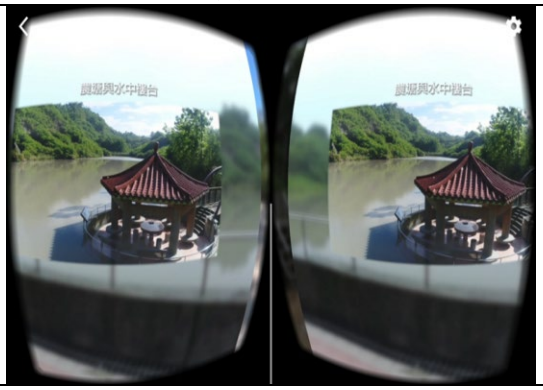


(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-52(a)-(d) 農塘洩洪(水中涼亭)主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕

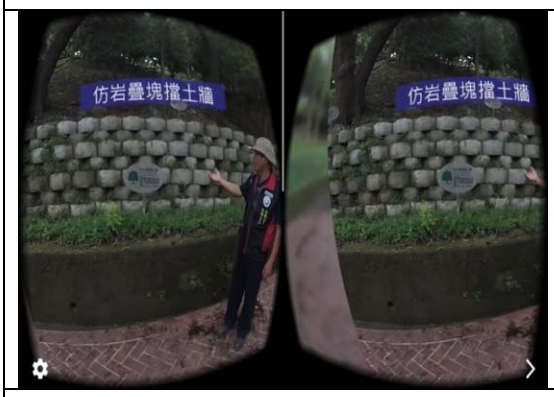


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-53(a)-(d) 風水坪水土保持戶外教室入口主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕

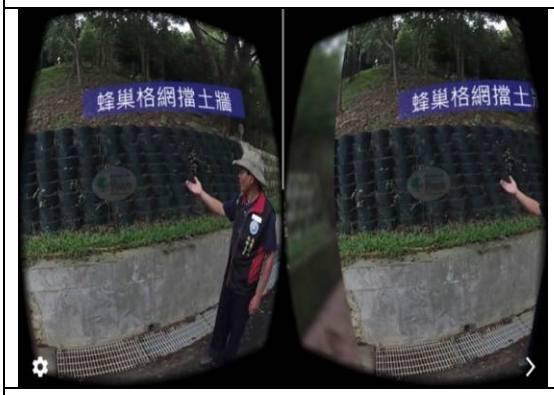


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-54(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



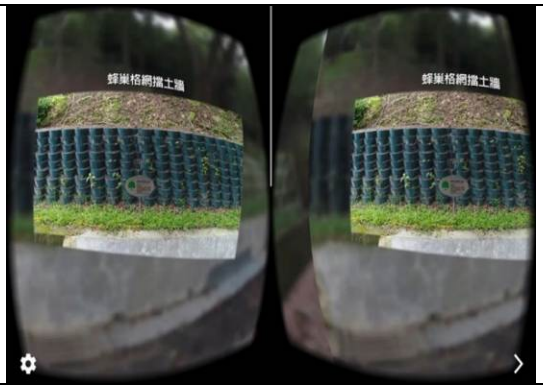
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

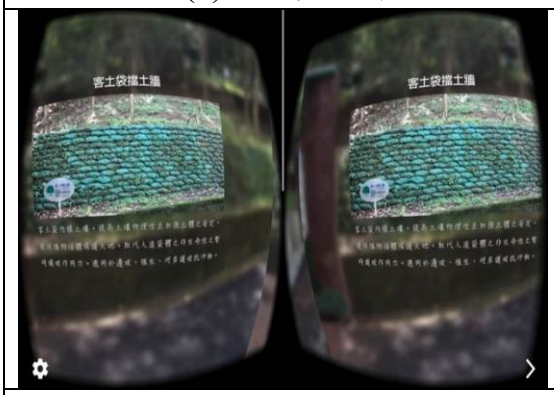
圖 2-3-55(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



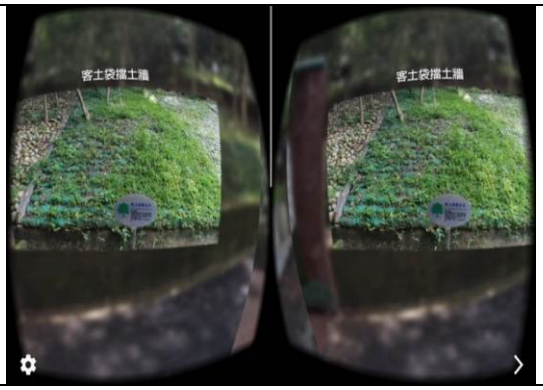
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-56(a)-(d) 客土袋擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



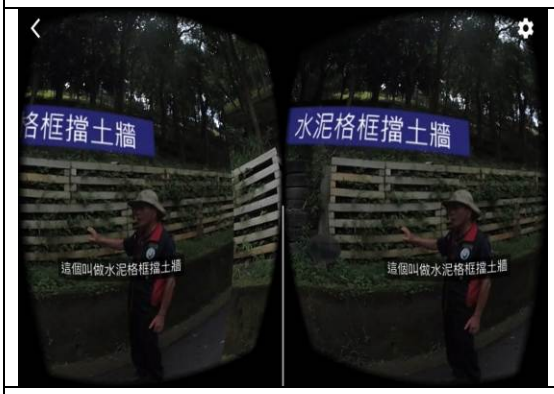
(b) 字幕



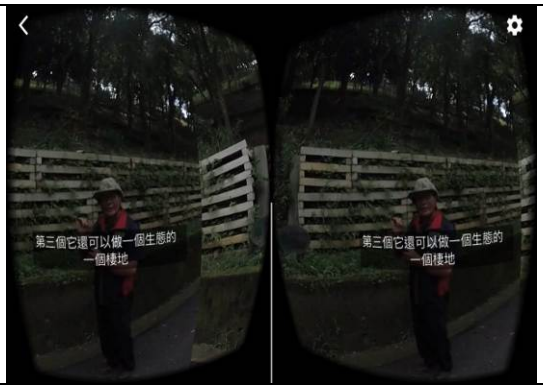


(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-57(a)-(d) 輪胎式擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



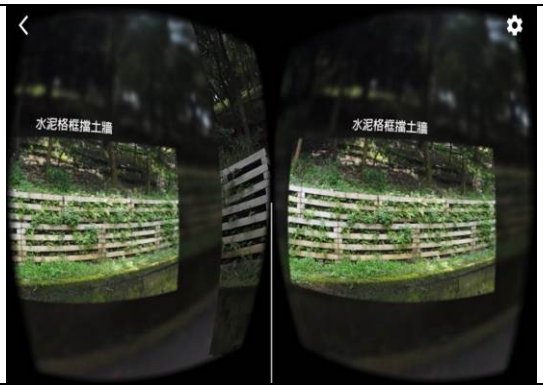
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-58(a)-(d) 水泥格框擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕

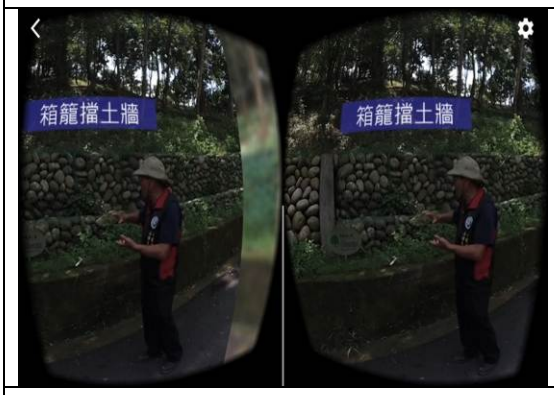


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-59(a)-(d) 乾砌石擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



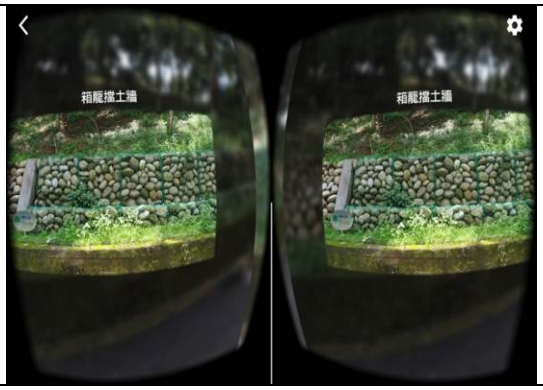
(a) 文字註解



(b) 字幕

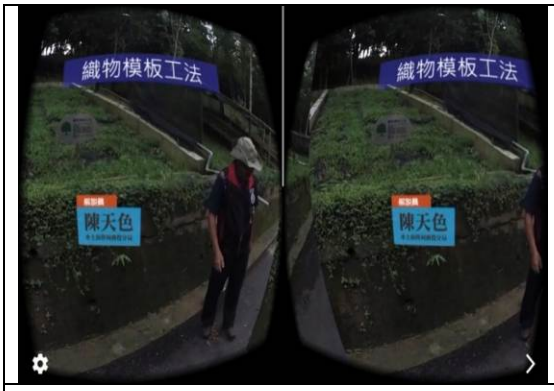


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-60(a)-(d) 箱籠擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



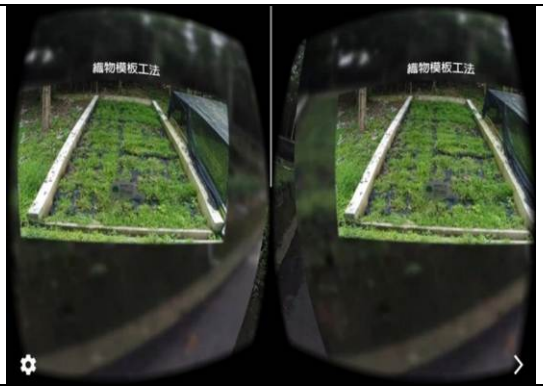
(a) 文字註解



(b) 字幕

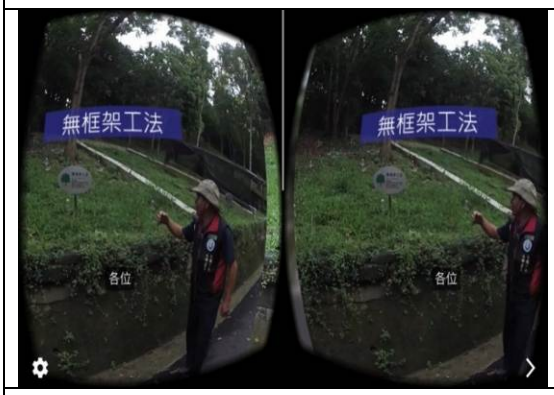


(c) 照片文字註解

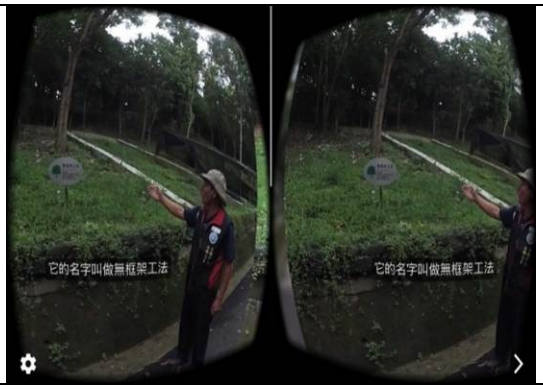


(d) 空拍影片

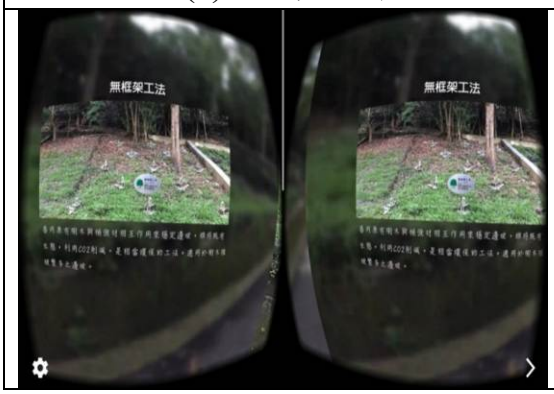
圖 2-3-61(a)-(d) 織物模板工法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

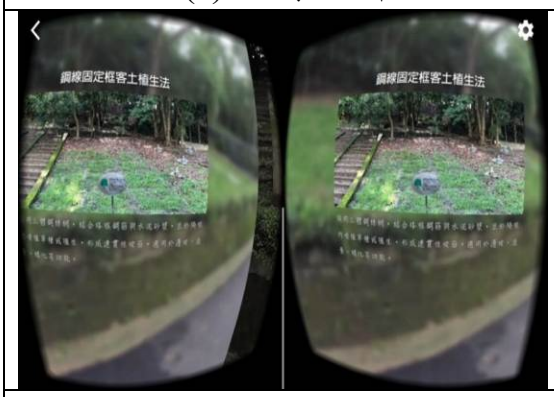
圖 2-3-62(a)-(d) 無框架工法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



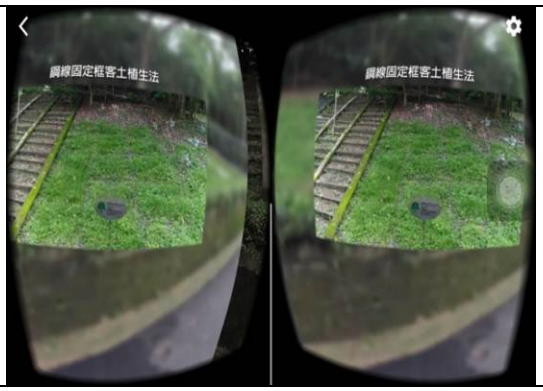
(a) 文字註解



(b) 字幕

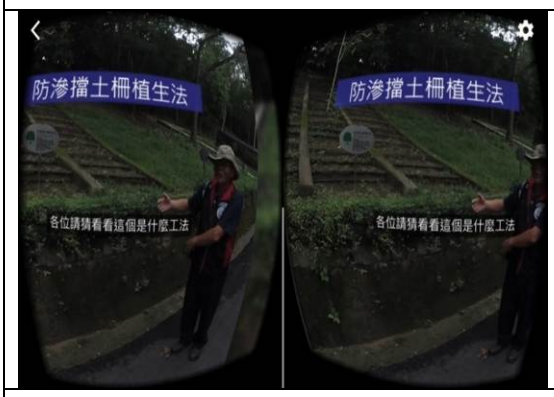


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-63(a)-(d) 鋼線固定框客土植生法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



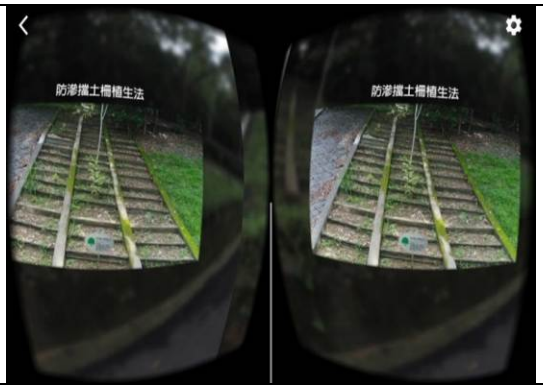
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

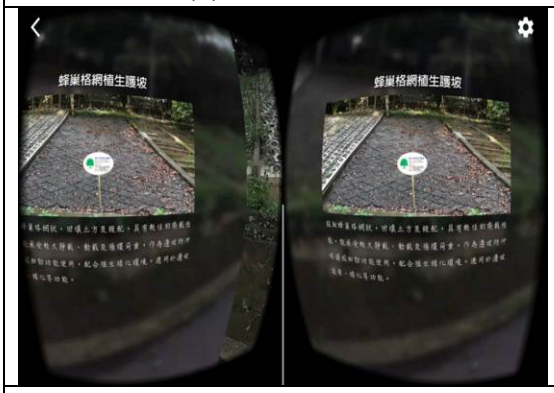
圖 2-3-64(a)-(d) 防滲擋土柵植生法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



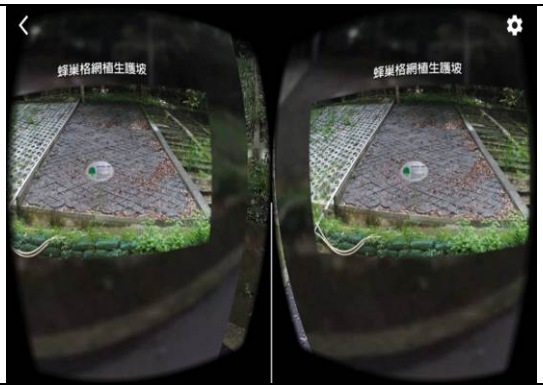
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

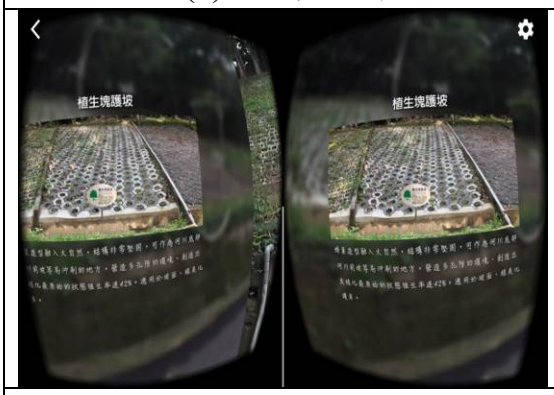
圖 2-3-65(a)-(d) 蜂巢格網植生護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕

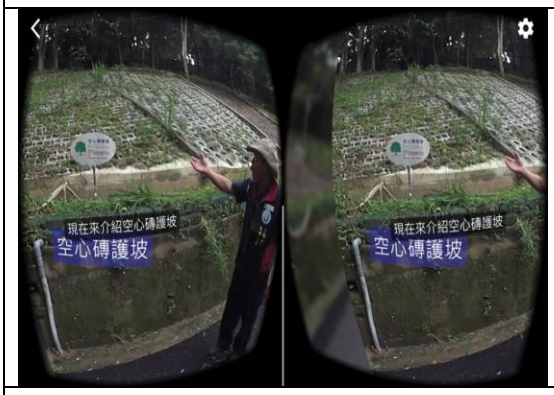


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

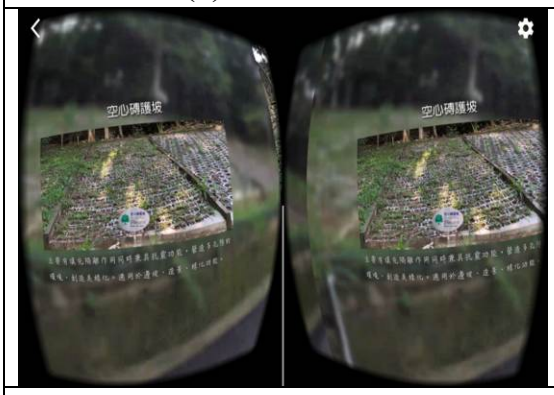
圖 2-3-66(a)-(d) 植生塊護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



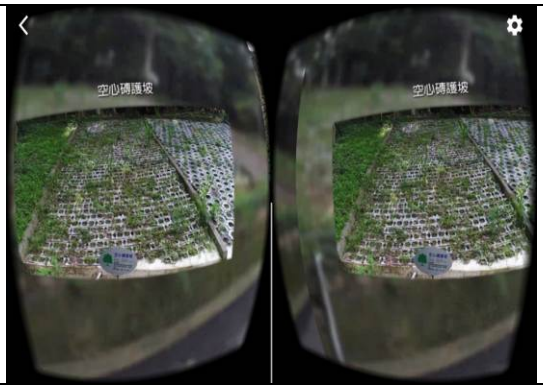
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

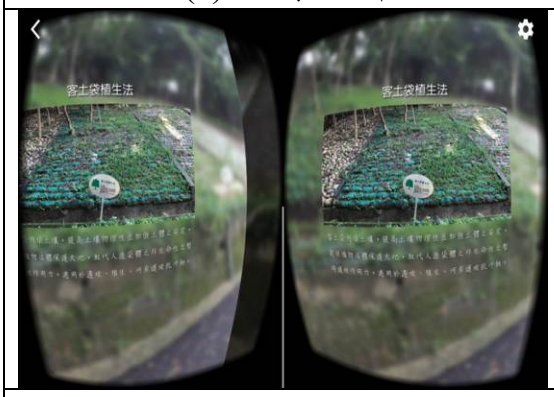
圖 2-3-67(a)-(d) 空心磚護坡主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



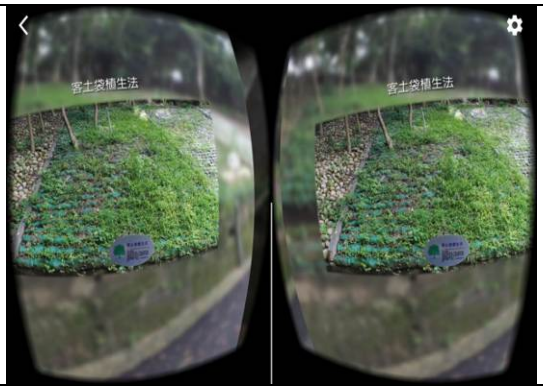
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-68(a)-(d) 客土袋植生法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



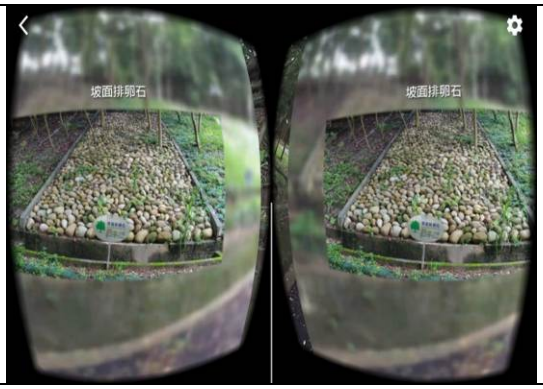
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

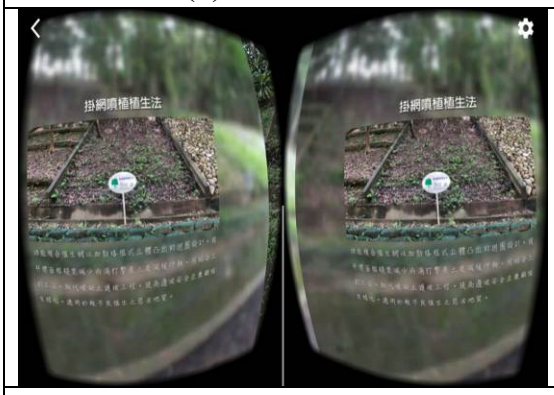
圖 2-3-69(a)-(d) 坡面排卵石主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



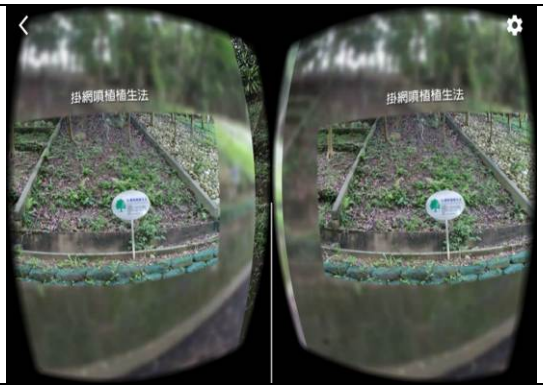
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解

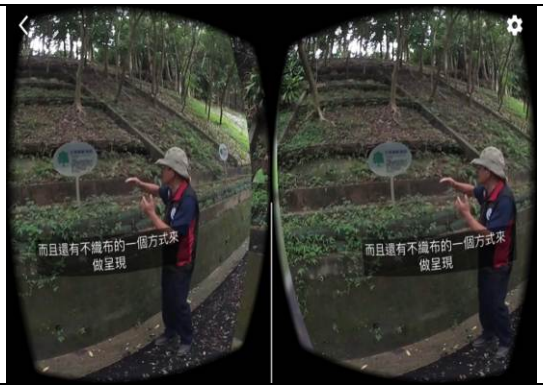


(d) 空拍影片

圖 2-3-70(a)-(d) 掛網噴植植生法主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



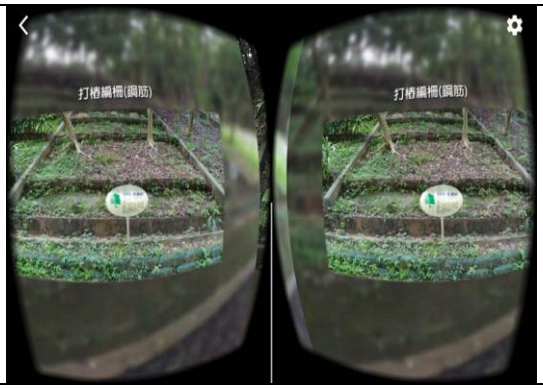
(a) 文字註解



(b) 字幕

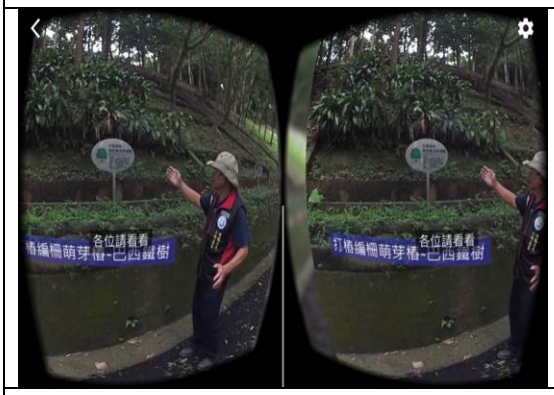


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

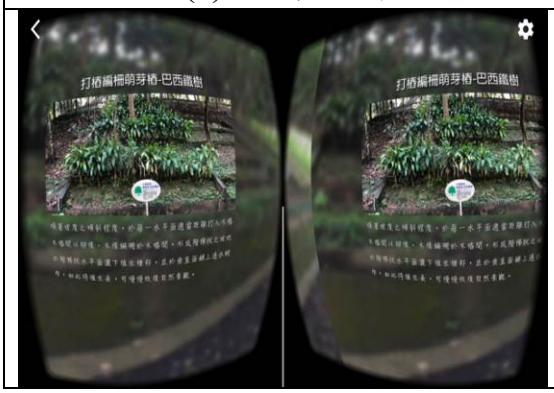
圖 2-3-71(a)-(d) 打樁編柵(鋼筋)主題 VR 全景 Cardboard 影片製作

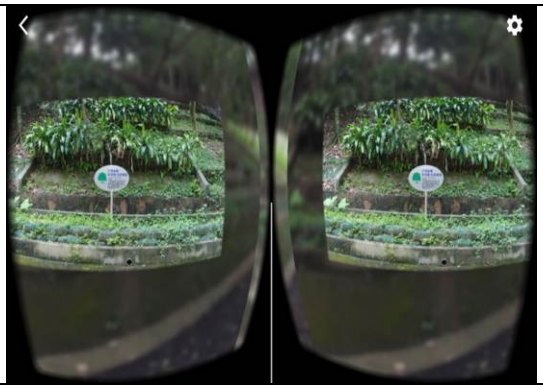


(a) 文字註解



(b) 字幕





(c) 照片文字註解	(d) 空拍影片

圖 2-3-72(a)-(d) 打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



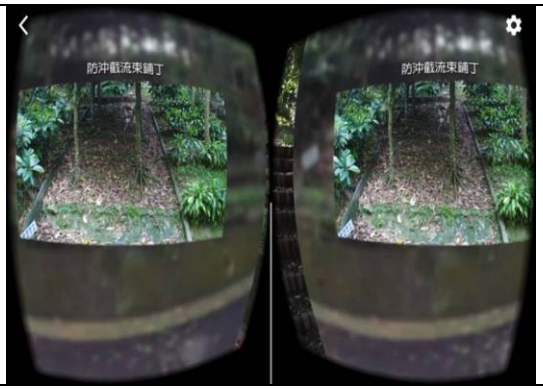
(a) 文字註解



(b) 字幕

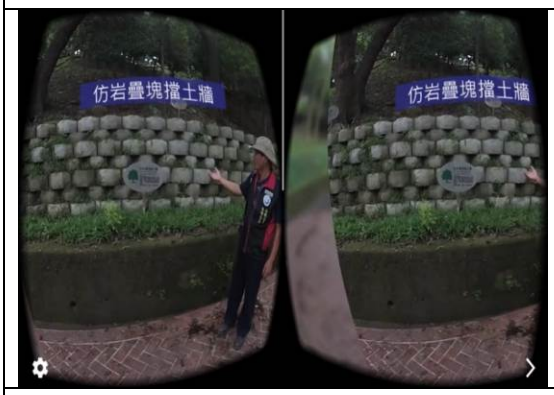


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-73(a)-(d) 防沖截流束鋪丁主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



(a) 文字註解



(b) 字幕

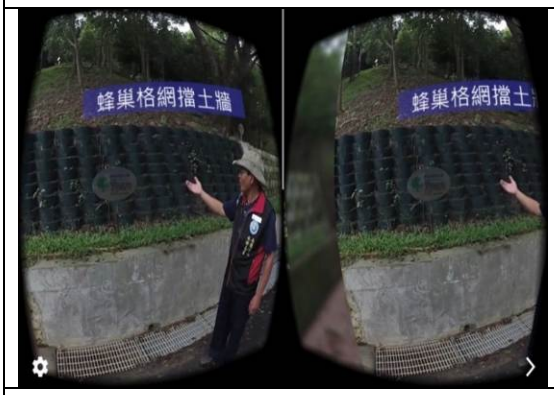


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-74(a)-(d) 仿岩疊塊擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



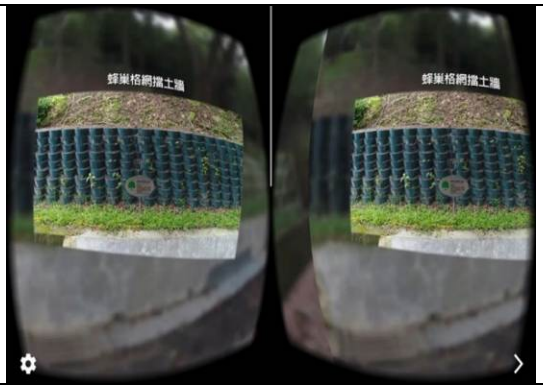
(a) 文字註解



(b) 字幕

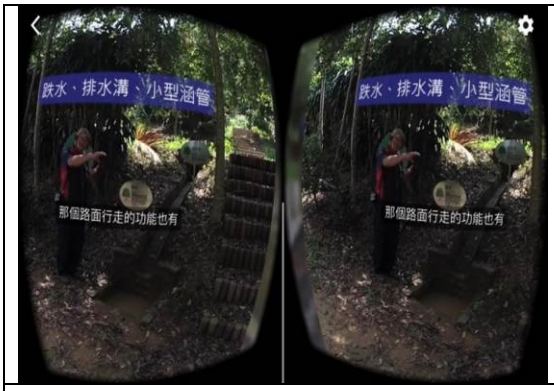


(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

圖 2-3-75(a)-(d) 蜂巢格網擋土牆主題 VR 全景 Cardboard 影片製作



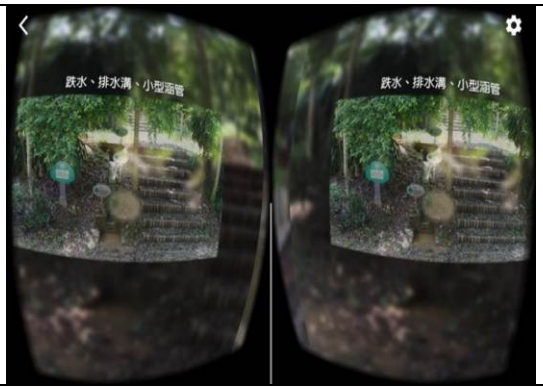
(a) 文字註解



(b) 字幕



(c) 照片文字註解



(d) 空拍影片

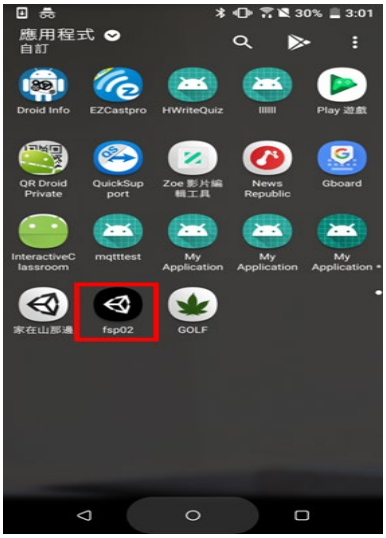
圖 2-3-76(a)-(d) 跌水、排水溝、小型涵管主題 VR 全景 Cardboard 影片製作

- **互動 VR 全景製作之研究：** 本論題已突破 106 年的計畫成果，導入以 Android APP 播放，提供更具臨場感的 VR 全景。字幕會隨著頭盔上下移動而同步上下顯示，有別於在 youtube 以 cardboard 方式觀看，字幕顯示在固定位置，不會跟著頭盔上下移動。如圖 2-3-77(c)-(d)所示

  Android APP 載入時依照影片檔案大小分為兩種：

  - 影片長度短：將影片直接內嵌至 APP 內直接播放不需要事先下載，如圖 2-3-77(a)-(d)所示。

•影片長度長：第一次要瀏覽影片的時候需要做網路下載整個影片，然後在播放，只要成功下載一次後續就不用下載，如圖 2-3-78(a)-(e)所示。



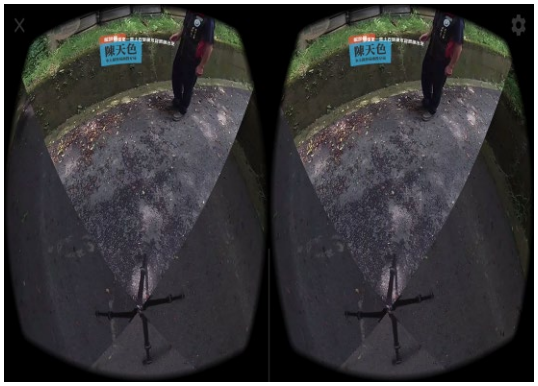
(a)點擊手機桌面 APP 進入 VR 全景畫面



(b)字幕融入影片中(不同於 youtube cardboard 的呈現方式)



(c)向上也看的到字幕(字幕成弧形)

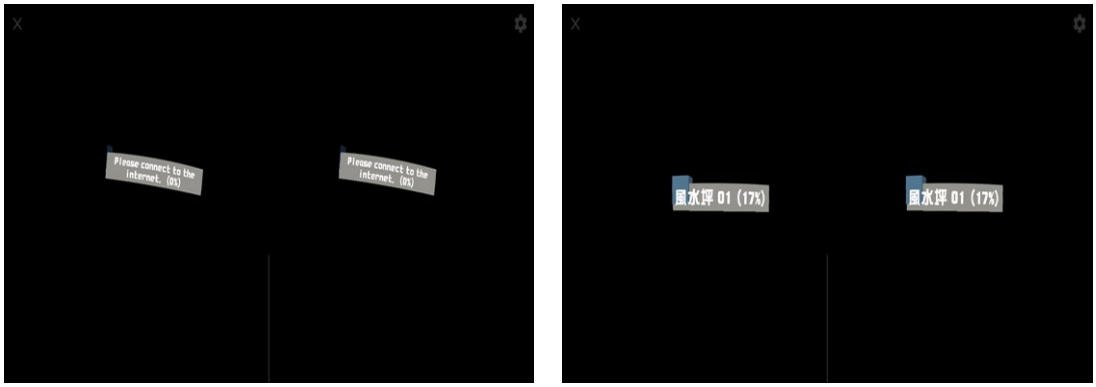


(d)向下也看的到字幕(字幕成弧形)

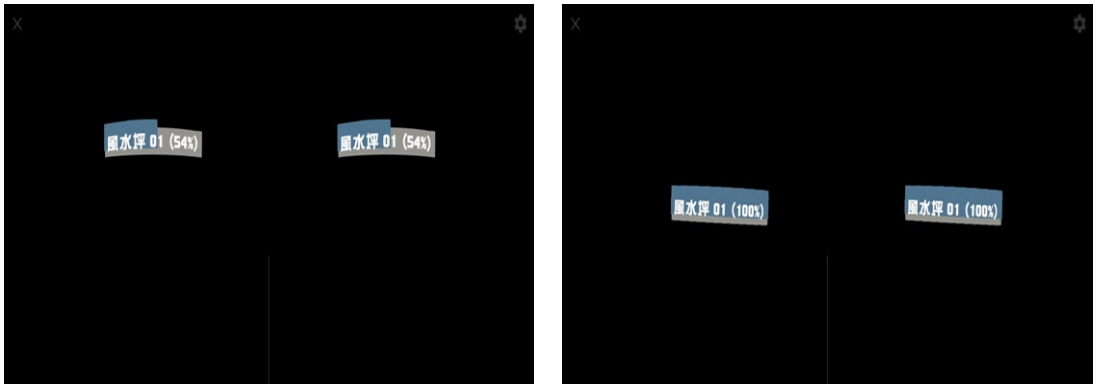
圖 2-3-77(a)-(d) 影片長度短的 APP 執行方式說明



(a) 執行 Android APP 觀看 VR 全景影片的起始畫面



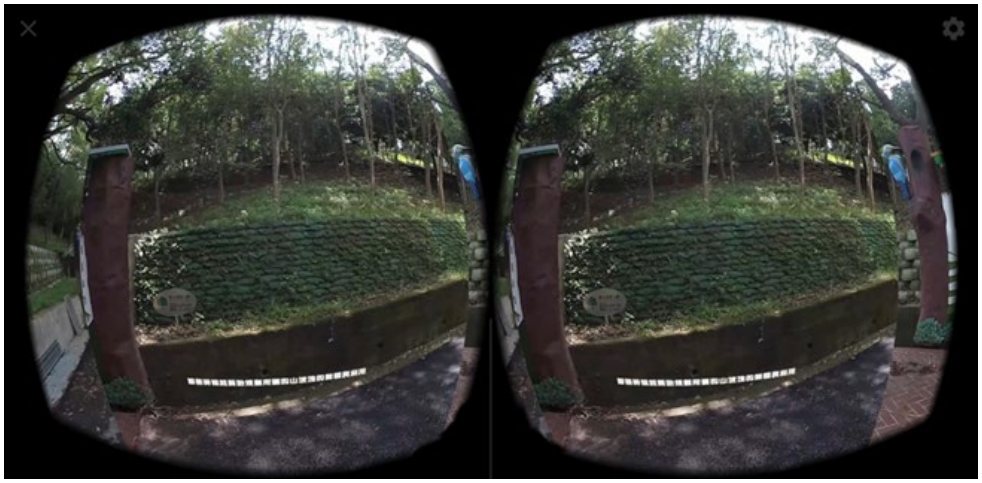
(b) Android APP 正在下載 VR 全景影片進度 0%-17%



(c) Android APP 正在下載 VR 全景影片進度 54%-100%



(d) Android APP 下載影片結束開始播放全景影片以風水坪戶外教室的入口說明為例



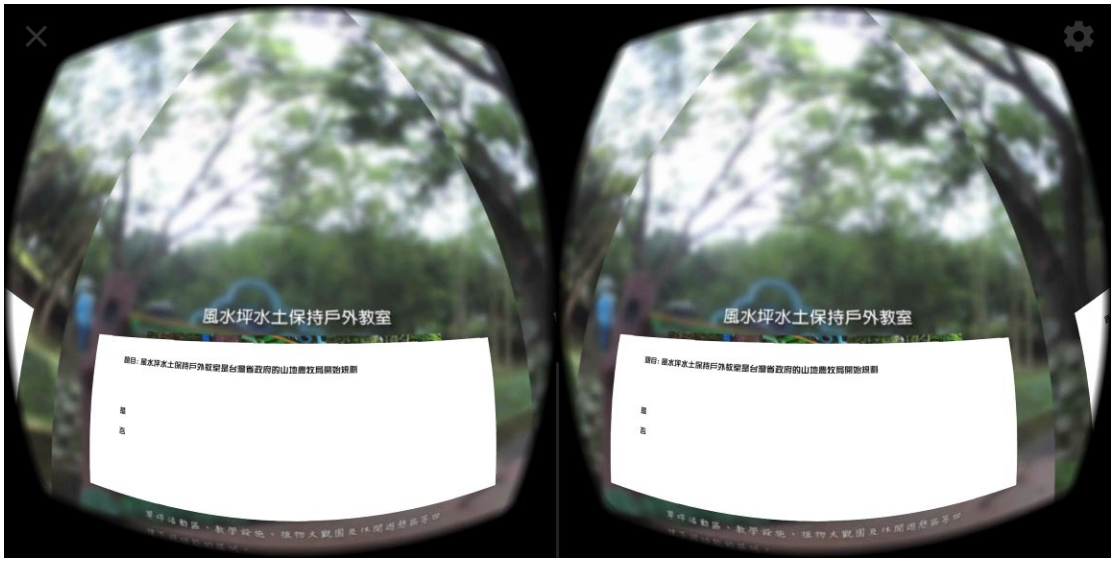
(e) Android APP 下載影片結束開始播放全景影片以風水坪戶外教室客土袋擋土牆為例

圖 2-3-78(a)-(e) 影片長度長的 APP 執行方式說明

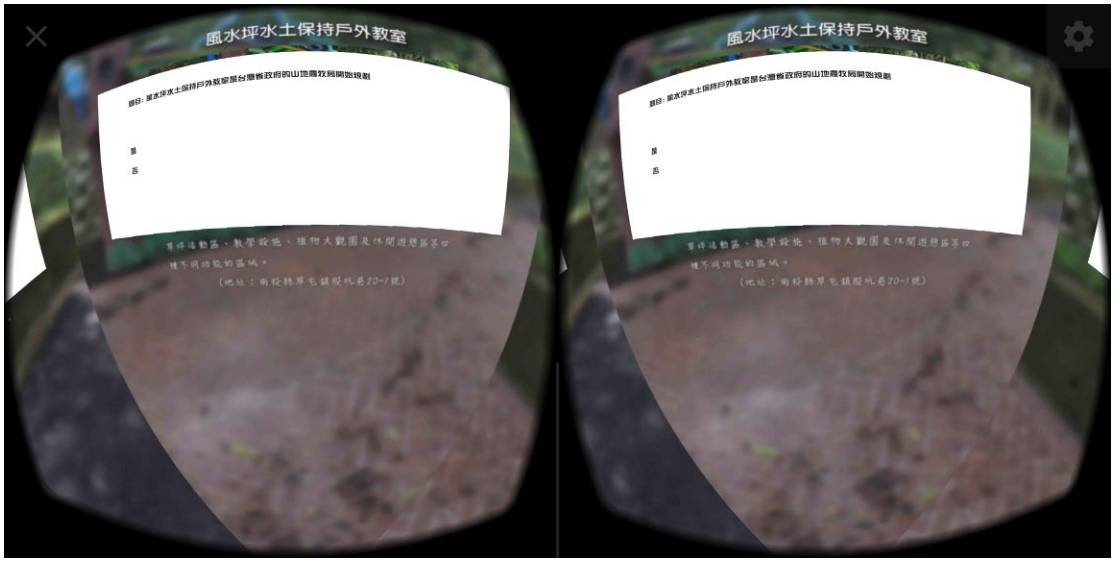
- **VR 全景答題互動製作之研究：**本論題已突破 106 年的計畫成果，導入以 Android APP 播放全景影片，同時提供互動答題的模式，並且記錄使用者答題歷程，可提供未來觀看 VR 全景教材影片的行為分析與成效分析。如圖 2-3-79(a) 所示，戴頭盔觀看 VR 全景影片並提供測驗題目的回答。準星會放在是與否上，超過一訂的時間就會自動選擇該選項並將送至雲端平台的學習歷程資料庫。



(a) VR 全景影片之測驗題目呈現在視線正面



(b) VR 全景影片之測驗題目呈現在視線下方



(c) VR 全景影片之測驗題目呈現在視線上方



(d) VR 全景影片之測驗題目呈現在視線左方

圖 2-3-79(a)-(d) 觀看 VR 全景影片時的測驗題目呈現方式

四、虛擬實境電子繪本之研究



(a) 原本土地



(b) 加入工程方法

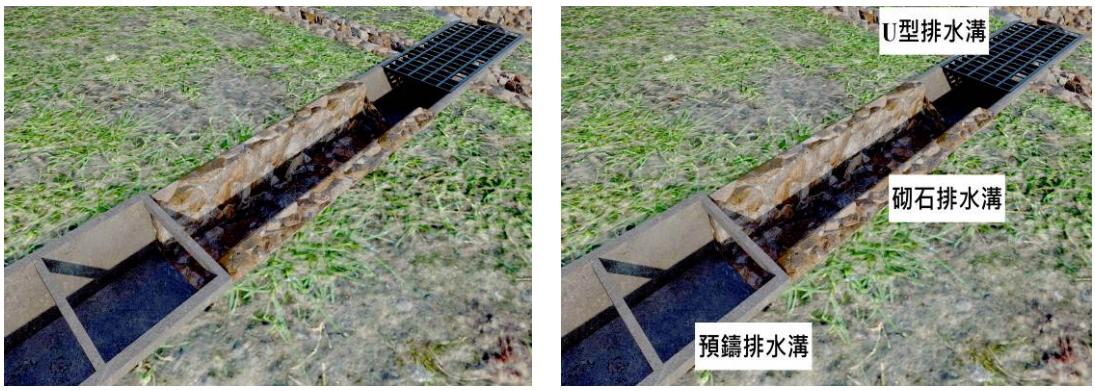


(c) 加入農藝(種植植物)可以抓住土壤

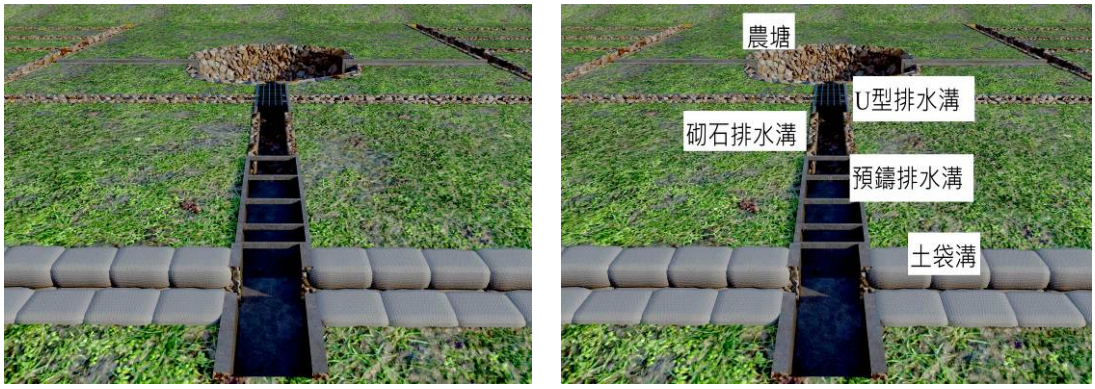
圖 2-3-80(a)-(c) 坡地保育繪本內容

坡地保育繪本內容如圖 2-3-80(a)-(c)所示，分成三個階段，首先是荒廢的土地，接著透過植生方法促使植物體生長，最後利用農藝方法種植經濟，例如果樹等。

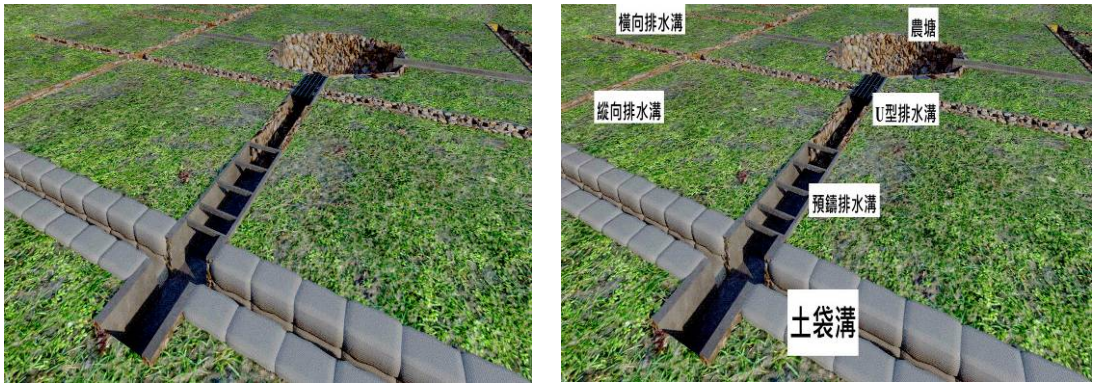
本計畫之電子書設計理念：將以上三階段的場景動畫，製作成 3D VR 影片（透過 VR 頭盔，影片可隨頭部轉動而 360 度調整畫面），當使用者遠距離觀看畫面時，畫面會展示圖 2-3-80(a)的場景，以中距離觀看時，畫面將變換為圖 2-3-80(b)的場景，若以近距離觀看時，畫面則變化為圖 2-3-80(c)的場景。



(a) U 行排水溝、砌石排水溝、預鑄排水溝 3D 建模圖



(b) 農塘、U 行排水溝、砌石排水溝、預鑄排水溝、土袋溝 3D 建模圖



(c) 農塘、U 行排水溝、砌石排水溝、預鑄排水溝、土袋溝、縱橫向排水溝 3D 建模圖

圖 2-3-81(a)-(c)坡地保育的 3D 建模圖

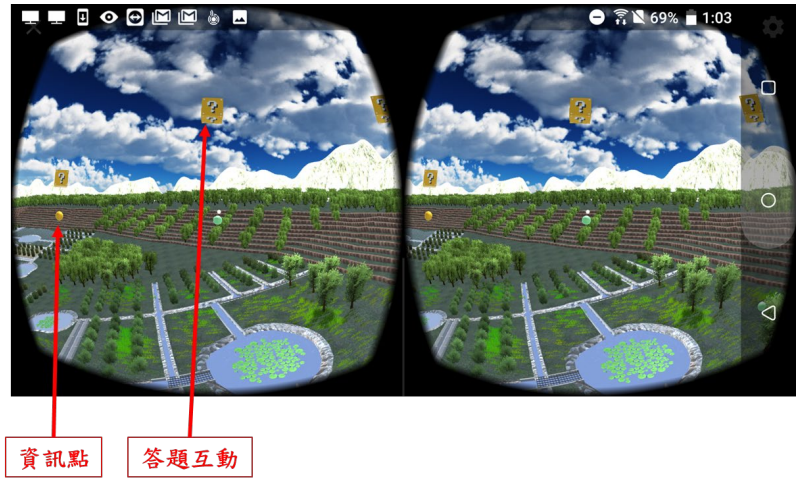


圖 2-3-82 資訊點與答題互動圖 1

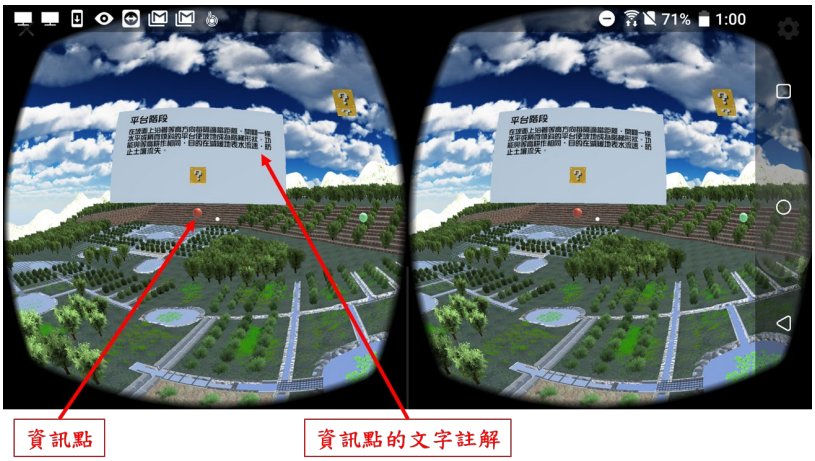


圖 2-3-82 資訊點與答題互動圖 2

五、使用者體驗實證之研究

(一) 問卷題目 Survey 與確認

1. 問卷設計

本次計畫問卷設計分為五大部分：分別為「沉浸經驗」、「學習動機」、「學習者的互動」、「自我學習效能」、「臨場感」依次介紹其中的內容。

(1)沉浸經驗問卷內容設計：本計畫使用Csikszentmihalyi(1975)所提到的八個沉浸因素中選取五個沉浸因素來作為本次計畫之沉浸經驗問卷內容設計，用以下五點沉浸因素來探討本計畫的沉浸式虛擬實境教材是否能讓施測者實際體會到沉浸其中的狀態。

A. 清楚的目標與立即的回饋(Clear goal and feedback)(3 題)：清楚的目標是個體自我認定的，並非在所有活動中被辨識出來，回饋會因為個人而有所不同，只要是和投入心力所追求的目標有合理的關聯性，就會產生樂趣。

B. 全神貫注在工作上(Concertrate on the task)(3 題)：當達到全神貫注的狀態時，個體會將與活動或工作不相關的事務排除在外， 集中所有注意力在當前的活動中。

C. 操控的感覺(A sense of potential control)(3 題)：操控的感覺就是讓人有絕對的自信操控活動的進

度，使人有駕輕就熟的感覺，這會使沉浸體驗更為強烈。

D. 時間感的改變(Altered sense of time)(2 題)：指對時間的感受無限的放大，有時感覺過了一分鐘，但實際卻是一小時，掙脫時間的束縛反而讓沉浸感受更強烈。

E. 本身具有目的的經驗(The autotelic experience)(3 題)：泛指活動的過程就是最大的回饋，並非是為了活動最終的報酬而進行，因沉浸體驗最大的價值就在於參與過程所帶來的樂趣。

(2) 學習動機(learning motivation)問卷內容設計(18 題)：使用[35]該篇期刊中所提到的教學設計與動機設計題目來製作本計畫的學習動機內容。學習動機是指施測者因教材的使用而引起自主性或學習態度轉變為積極學習的心理狀態。

(3) 學習互動(Learners interaction)問卷內容設計(3 題)：指學習者與教材間的互動，探討學習者體驗教材時的操作與認知內容狀況[36]。

(4) 自我學習效能(Self-efficacy)問卷內容設計(11 題)：本計畫所提到的自我學習效能包含了心理過程，自我學習效能可以被定義為一個人信念，關於他或她成功執行特定行為或任務的能力[36]。

(5) 臨場感(Presence)問卷內容設計(1 題)：指施測者在使用教材時，是否能有身歷其境的感覺，是否能忘掉自己真實所在的環境，而全心投入到教材中[36]。

(6)專注度(Concentration)問卷內容設計(1 題)：由 Wang et al. (2014)論文中提及動機量表，此動機量表可以測量學生動機(Motivation)與學生專注度(Engagement)，此動機量表改自於下面的量表[44]。

A. Course Motivation Survey (CMS)：由 Kebritchi et al. (2010)[41]提出。

B. Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSQL)：由 Pintrich (1991) [43]及 Lepper et al. (2005) [42]提出。

2. 研究對象：本計畫的施測對象為中部某大學大學部學生與碩士班學生。共計 52 名學生(41 男 11 女)參與施測，年齡介於 22-25 歲。本計畫先對施測者執行前測，執行完後再給施測者使用沉浸式虛擬實境教材，體驗完後再執行後測，來探討沉浸式虛擬實境教材是否對施測者有影響。在此報告內容中，觀看沉浸式虛擬實境教材等同於觀看 VR 全景，所以這兩項文字字詞彙交互出現使用。

3. 施測程序

(1) 步驟一：先請施測對象利用智慧型手機觀看本計畫所開發 VR 全景內容(用 Youtube 以 cardboard 觀看)，(有 Android 手機的可以下載 App 來觀看)。

(2) 步驟二：安裝完成後，利用智慧型手機執行該程式並放入 VR 頭戴裝置中。

(3) 步驟三：向施測者解說 VR 全景的操作方式及功能。

(4) 步驟四：施測者開始利用 VR 頭戴裝置閱讀 VR 全景。

(5) 步驟五：施測者利用 VR 全景的互動功能。

4.問卷施測方式：如圖 2-3-82 所示

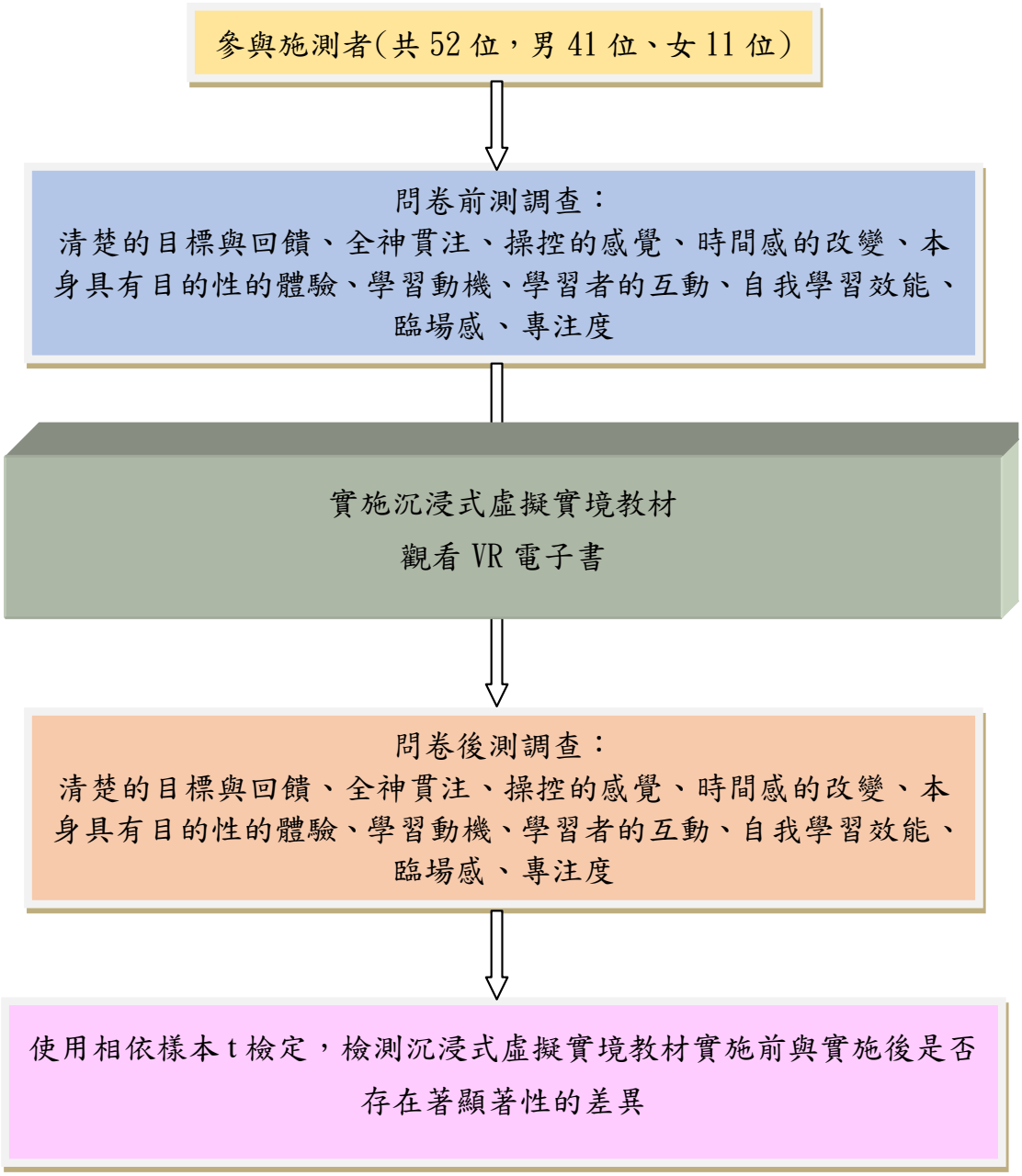


圖 2-3-82 問卷施測方式

(二) 使用者體驗與問卷調查

1.施測過程活動相片：如圖 2-3-2 及圖 2-3-13 所示



圖 2-3-83 學生輪流施測



圖 2-3-84 學生輪流施測



圖 2-3-85 學生輪流施測



圖 2-3-86 學生輪流施測



圖 2-3-87 學生施測



圖 2-3-88 學生輪流施測



圖 2-3-89 學生施測



圖 2-3-90 學生施測



圖 2-3-91 學生輪流施測



圖 2-3-92 學生輪流施測



圖 2-3-93 學生施測



圖 2-3-94 學生輪流施測

(三) 施測回饋統計分析

1.問卷調查表信度分析

本計畫問卷採用李克特五點量表，每個項目皆有五個選項，從第一個非常不符合到第五個非常符合。分數越高代表施測者對使用沉浸式虛擬實境教材的情況有效性越高。本計畫採取檢測問卷的有效性是

採用 Cronbach α 的分析係數來做判斷，總量表前測的 Cronbach α 為 0.977，後測的 Cronbach α 為 0.981 如表 2-1。這前測與後測的 Cronbach α 值表示著規模有效性是可被接受的。

表 2-3-3 前後測 Cronbach's Alpha 值

面向	Cronbach's Alpha 值	
	前測	後測
沉浸經驗	0.931	0.944
學習動機	0.962	0.966
學習互動	0.887	0.899
自我學習效能	0.894	0.897
全部面向	0.977	0.981

2.問卷調查表效度分析

本計畫以相依樣本 t 檢定，分析檢測學生在經教學實驗(觀看 VR 全景教材影片)前後認知成效是否存在著差異。本計畫的教學實驗針對下列：「沉浸經驗」、「學習動機」、「學習互動」、「自我學習效能」、「臨場感」、「專注度」等六構面的感知學習效能之分析。上述六個構面問卷題目請查閱附錄二。

感知學習效能：

表 2-3-4 各構面平均數、標準差

整體構面	前測 平均數(標準差)	後測 平均數(標準差)
沉浸經驗	3.434(0.604)	3.836(0.636)
學習動機	3.543(0.602)	3.801(0.654)
學習互動	3.679(0.728)	3.98(0.724)
自我學習效能	3.465(0.586)	3.668(0.630)
臨場感	3.54(0.874)	3.88(0.732)
專注度	3.65(0.789)	3.92(0.813)

表 2-1-5 各構面相依樣本差異

整體構面	相依樣本變數差異					
	平均數	標準差	平均數的標準誤	t	自由度	顯著性
沉浸經驗	.402	.639	.088	4.541	51	.000***
學習動機	.258	.538	.074	3.463	51	.001***
學習互動	.301	.667	.092	3.255	51	.002**
自我學習效能	.202	.580	.080	2.520	51	.015*

臨場感	.346	.883	.122	2.827	51	.007**
專注度	.269	.717	.099	2.707	51	.009**

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

根據表 2-3-5 結果顯示，施測者在使用「沉浸式虛擬實境教材」後，施測者在「沉浸經驗」、「學習動機」、「學習互動」、「自我學習效能」、「臨場感」、「專注度」均有顯著差異，各向度之統計值分別為 t=4.541，p=.000，t=3.463，p=.001，t=3.255，p=.002，t=2.520，p=.015，t=2.827，p=.007，t=2.707，p=.009。另以施測者的「科學學習態度量表」之總分前測成績與後測分數，進行相依樣本 t 檢定，並將分析結果整理如表

表 2-3-6 前測(全)-後測(全)相依樣本差異

	相依樣本變數差異					
	平均數	標準差	平均數的標準誤	t	自由度	顯著性
前測(全)-後測(全)	.298	.513	.071	4.186	51	.000***

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

表 2-3-7 沉浸經驗構面相依樣本差異

沉浸經驗構面	相依樣本變數差異					
	平均數	標準差	平均數的標準誤	t	自由度	顯著性
清楚目標與回饋	.512	.779	.108	4.744	51	.000***
全神貫注	.435	.877	.121	3.584	51	.001***
操控感覺	.386	.790	.109	3.509	51	.001***
時間感的改變	.240	.8716	.120	1.989	51	.052
本身具有目的性的體驗	.384	.712	.098	3.895	51	.000***

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

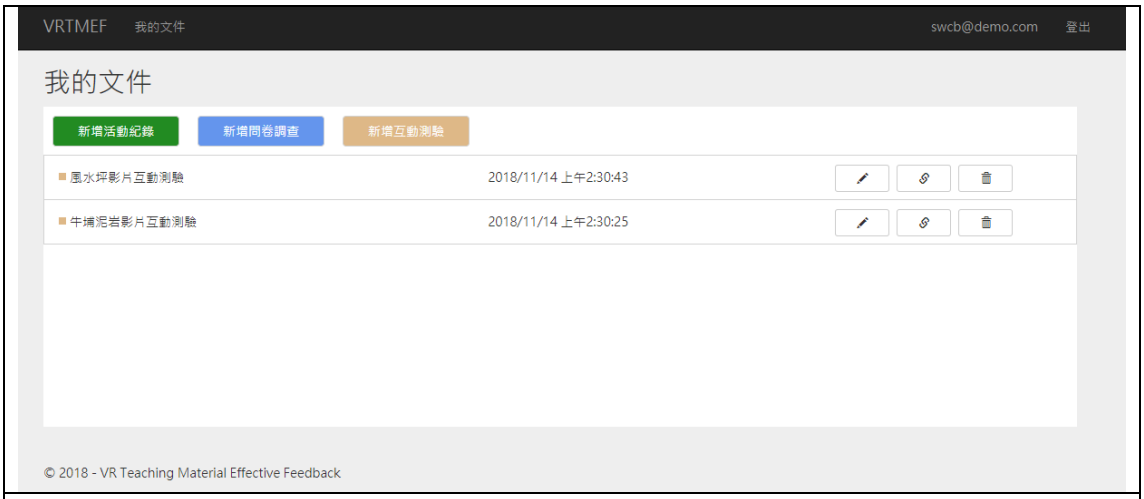
根據表 2-3-6 結果顯示，t=4.186，p=.000，達到顯著差異，故能得知施測者在使用「沉浸式虛擬實境教材」後，施測者對於整體(五個構面)的表現上均有顯著進步。

根據表 2-3-7 結果顯示，在沉浸經驗量表，「清楚目標與回饋」、「全神貫注」、「操控感覺」、「本身具有目的性的體驗」等子構面中，在相依樣本 t 檢定下反映出具顯著性的差異，因此可以推斷說，本計畫中使用的沉浸式虛擬實境教材可以讓施測者增強對以下「清楚目標與回饋」、「全神貫注」、「操控感覺」、「本身具有目的性的體驗」感受

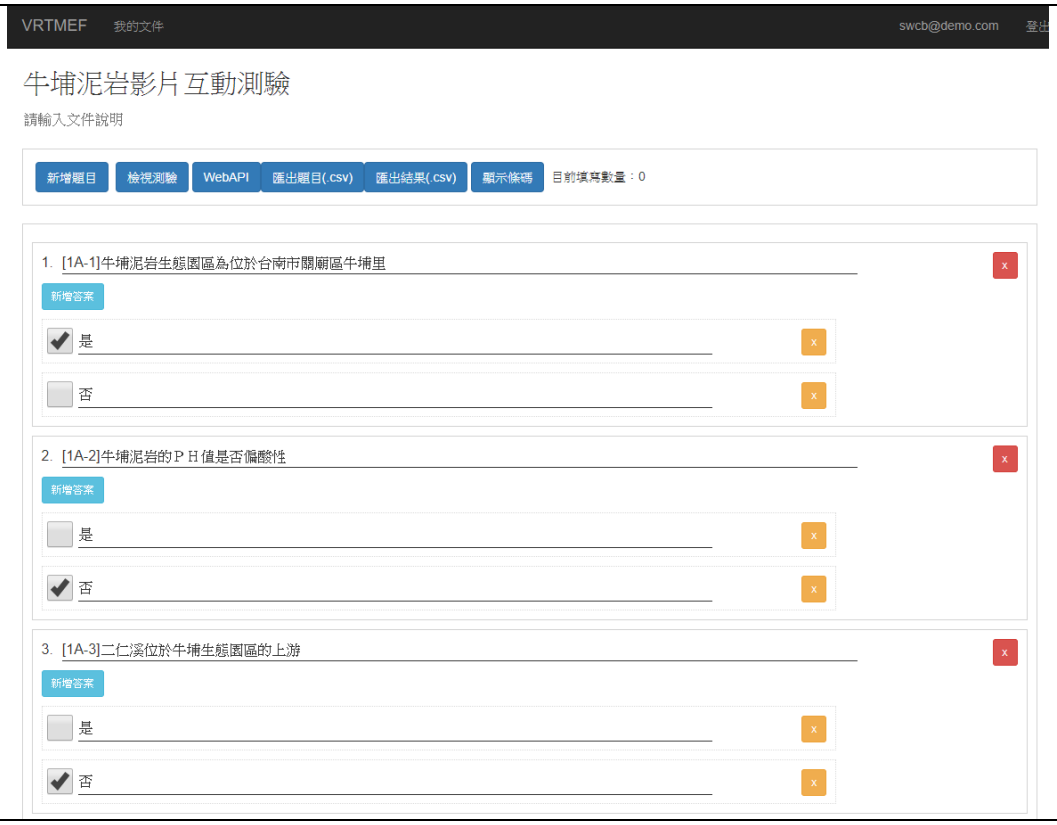
度有差異。但是在時間感的改變並沒有顯著差異，原因可能是觀看 VR 電子書時可以上下與重複觀看，相較沒有時間的順序限制，不同於遊戲比較有時間的順序規範。

六、提升雲端平台功能

圖 2-3-95(a)-(f) 說明本計畫所使用的雲端學習歷程平台之主要功能，包括測驗題目的編輯、測驗題目的查詢、閱讀歷程查詢等。今年新增 VR 全景教材影片的學習歷程蒐集。2-3-95(f) 所顯示的內容為 VR 全景教材影片觀看後的測驗題目及測驗結果。



(a) 管理平台功能



(b) 牛埔泥岩測驗題目編輯功能之後端管理畫面



(c) 牛埔泥岩測驗題目查詢功能之後端管理畫面



(d) 風水坪測驗題目編輯功能之後端管理畫面



(e) 風水坪測驗題目查詢功能之後端管理畫面



	A	B	C	D	E	F	G
1	題目	選項	答案	答對數	答錯數		
2	掛網噴植植生法是使用複合式的網	["是","否"]	["是"]	44	6		
3	織物模板工法具有防止土石流失的功能	["是","否"]	["是"]	47	3		
4	仿岩疊塊擋土牆使用資源回收的骨材	["是","否"]	["是"]	41	9		
5	輪胎式擋土牆是回收再利用的工法	["是","否"]	["是"]	50	0		
6	植生塊護坡的造型為空心立方體	["是","否"]	["否"]	45	5		
7	箱籠擋土牆是利用鐵絲網把乾砌石集中起來	["否","是"]	["是"]	41	9		
8	客土袋是利用何種材料製作	["不織布","透水塑膠布"]	["不織布"]	44	6		
9	仿岩疊塊擋土牆工法適合用於灌漿車不容易到達的山坡地	["是","否"]	["是"]	47	3		
10	乾砌石擋土牆具何種特性	["石材是人工製","透氣性強"]	["透氣性強"]	44	6		
11	坡面排卵石工法具柔化構造物的功能	["是","否"]	["是"]	47	3		
12	植生塊護坡可營造多孔隙的環境	["是","否"]	["是"]	50	0		
13	蜂巢格網植生護坡具何種功能	["加勁","不能防沖刷"]	["加勁"]	44	6		
14	空心磚護坡具何種功能	["隔熱","防寒"]	["隔熱"]	42	8		
15	客土袋擋土牆具有哪一種優點	["較佳乘載性","排水功能強"]	["排水功能強"]	43	7		
16	打樁編柵萌芽椿_巴西鐵樹是利用人工製造物釘入土壤中	["是","否"]	["否"]	44	6		
17	乾砌石擋土牆無法承受太大的靜載或動載	["否","是"]	["否"]	47	3		
18	植生塊護坡的植生率達42%	["是","否"]	["是"]	43	7		

(f) 風水坪測驗題目答題歷程

圖 2-3-95(a)-(f) 雲端平台功能

第三章 執行成果及效益

第一節 執行成果

本計畫將交付 3 部虛擬實境的宣導性教材影片

- 一部是繪本導向的 VR 電子書
- 兩部是全景式的 VR 宣導影片，內容分別是介紹下列兩個戶外教室：
  - 牛埔泥岩水土保持教學園區
  - 風水坪水土保持戶外教室

本計畫執行成果與去年的 VR 教材影片做一比較，表 3-1-1 呈現比較內容。由表 3-1-1 可知本計畫今年的 VR 全景教材內容具新的創意設計與創新科技製作。另外表 3-1-2 也陳列本計畫 VR 全景教材內容影片與 Youtube 上的導覽版本之比較，由比較的內容觀察，本計畫今年的 VR 全景教材影片將優於 Youtube 版本。

表 3-1-1: 今年與去年 VR 全景影片比較

特色說明	106 年	107 年
1.多個主題合併，減少人工挑影片觀看時間	No	Yes
2.解說員的解說情境，解說員有進場與離場的設計	No	Yes

3.提供解說字幕	No	Yes
4.提供多種播放模式(A : youtube + cardboard、B : Android App)	A	A and B
5.觀看影片時提供測驗題目	No	Yes
6.提供多媒體(文字、照片、空拍機影片)註解	No	Yes
7.可以收集觀看影片內容歷程，非整個檔案的觀看頻率	No	Yes
8.提供大數據分析歷程觀看行為之分析結果	No	Yes

表 3-1-2：今年 VR 全景影片與早期 youtube 線上影片比較

特色說明	早期 youtube	今年 VR 全景
1.沉浸式觀看影片	No	Yes
2.觀看場景影片維度	2D	3D
3.教材內有註解提示強化教材內容重要性	No	Yes
4.提供解說字幕	Yes	Yes
5.提供多媒體(文字、照片、空拍機影片)註解	No	Yes
6.觀看影片時提供測驗題目	No	Yes
7.訪客無法到達景點可用空拍機影片	No	Yes

呈現		
8.觀看影片時提供測驗題目	No	Yes
9.可以收集觀看影片內容歷程，非整個檔案的觀看頻率	No	Yes
10.提供大數據分析歷程觀看行為之分析結果	No	Yes

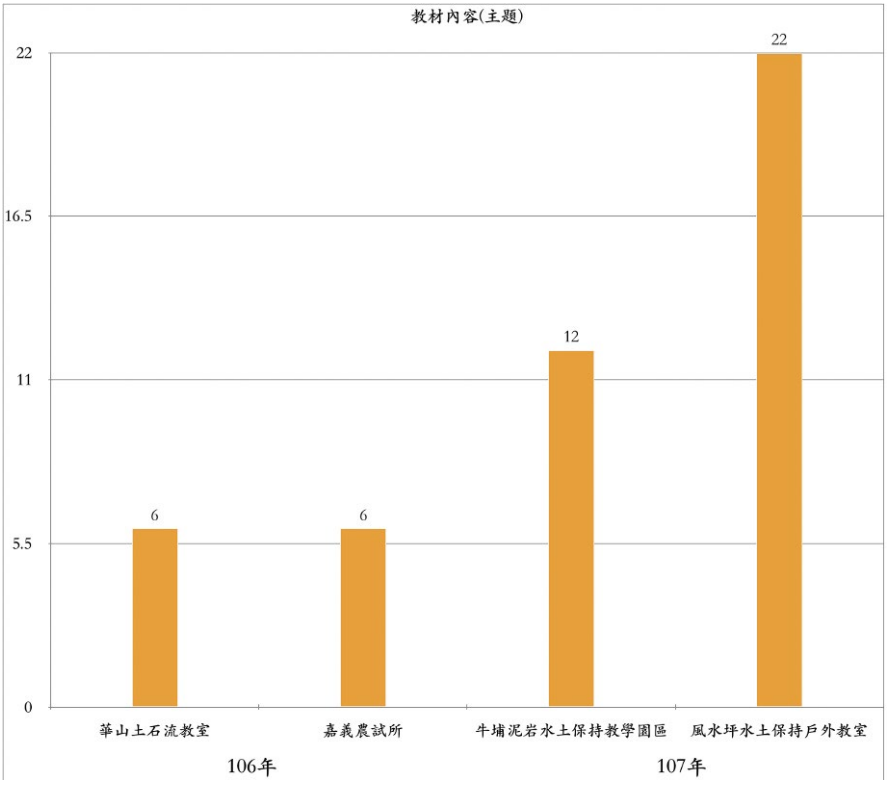


圖 3-1-1：歷年 VR 全景教材內容主題比較

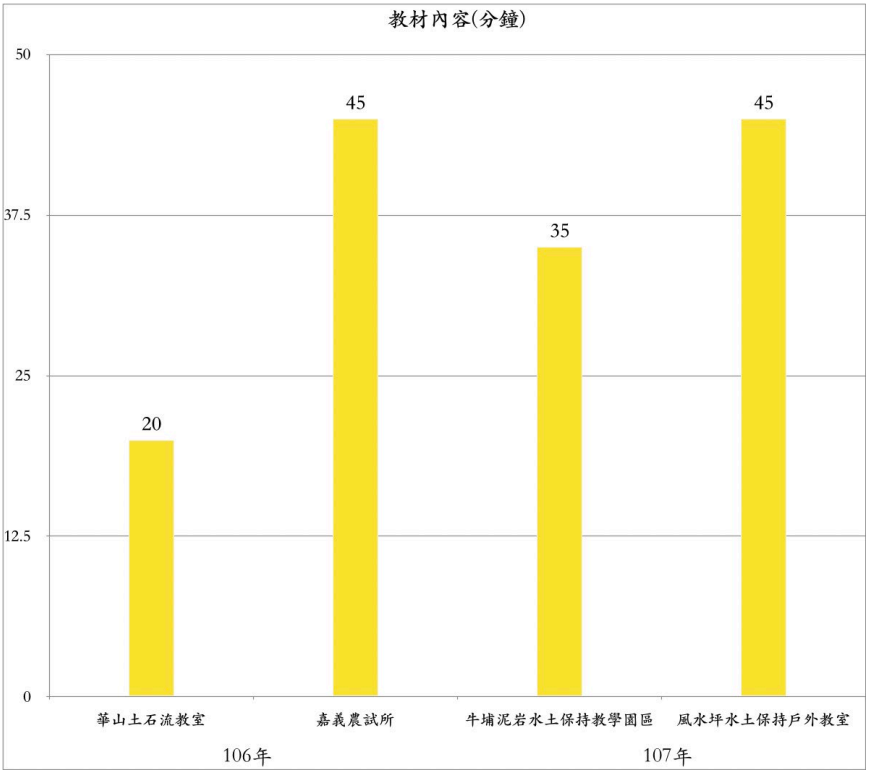


圖 3-1-2：歷年 VR 全景教材內容時間比較

第二節　執行效益

本計畫的研究成果是產出 3 部 VR 宣導性教材影片，其中利用智慧型手機與 VR 頭戴裝置觀看 VR 全景影片之活動，由施測實驗數據顯示，可以得到下列觀察，觀看本計畫產出 VR 全景影片之宣導性教材影片是有助於學習水土保持及防災觀念，並達到有效的學習成效。另外，由於 VR 電子書及 VR 全景影片皆可於網路提供下載至 Android 手機(建議記憶體為 3GB 以上)即可觀看，應可達到快速地宣導效果，全景影片觀看可以跨平台，沒有硬體的限制，VR 全景影片也可置放於 youtube 網站並以 cardboard 方式觀看，皆可自由下載觀看，因此，可以解決目前推廣工作所面臨問題，本計畫這次的 VR 全景影片皆有提供解說字幕可以達到有效的即時註解功能，可以幫助觀看者更能了解影片呈現的知識內容。

第四章 結論及建議

第一節 結論

本計畫已經產出 3 部 VR 宣導性教材影片，一部是繪本導向 VR 電子書，參考坡地保育繪本內容，另兩部以全景式的方式製作 VR 宣導影片，主要的內容呈現以牛埔泥岩戶外教室教學園區及風水坪水土保持戶外教室內的教學設施為介紹主題。本計畫也已經實施教學實證研究，以準實驗設計，針對中部大學院校學生(52 位)實施學習施測，利用智慧型手機與 VR 頭戴裝置觀看 VR 全景影片，以前後測進行比較，採用相依樣本 *t* 考驗分析，瞭解觀看 VR 教材的學習成效差異。結果顯示在下列構面:沉浸經驗、學習動機、學習互動、自我學習效能、臨場感、專注度都有顯著差異。因此，利用觀看本計畫產出 VR 全景影片之宣導性教材影片是有助於學習水土保持相關觀念達到有效且快速地宣導效果。

第二節　建議

■立即可行建議:

- 以 8K VR 全景攝影機拍攝 8K 全景影片後製成 VR 全景教學影片。
- 空拍機背上下全景攝影機拍攝具體全景影片。
- 戴頭盔觀看 VR 全景影片，利用 Menu 方式或結合 GPS 定點標示模式，挑選 VR 全景影片，勿需重跑 APP。
- 繼續收集更多的施測者的回饋資料,可以再利用統計分析，產出更準確的分析結果。或是，繼續提供不同的問卷量表，例如: 科技接收模式(Technology Acceptance Model)來分析系統的使用意願及使用成效。
- 以上建議可能主辦及協辦機關是綜合企劃組。

■中長期建議:

- 繼續將水土保持局現有的繪本轉製成 3D VR 電子書,提供更多元多樣電子閱讀模式吸收水土保持相關的知識。

- 未來再深入研究實況全景虛擬實境(Live from virtual reality)，例如[37]所提供實況全景虛擬實境的範例，如圖 4-2-1 至圖 4-2-10。此例說明 Mark 及 Rachel 在遠端，有一個全景攝影團隊在現場，Mark 及 Rachel 可以透過系統操作 360 全景影像，可以由不同的視角來觀看現況。
- 以上建議可能主辦及協辦機關是綜合企劃組

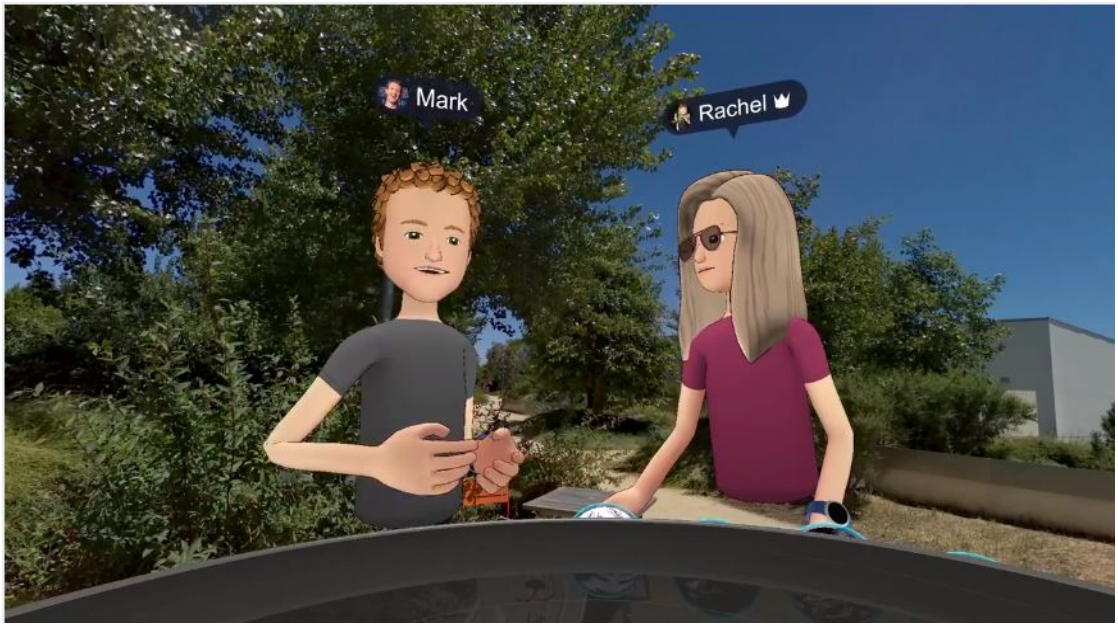


圖 4-1-1 虛擬場景互動



圖 4-2-2 虛擬場景視角轉變



圖 4-2-3 虛擬場景視角轉為對面



圖 4-2-4 虛擬場景更換選擇



圖 4-2-5 虛擬場景更換



圖 4-2-6 虛擬場景更換



圖 4-2-7 虛擬場景更換



圖 4-2-8 虛擬場景更換



圖 4-2-9 虛擬場景視角轉換



圖 4-2-10 虛擬場景更換

參考文獻

[1] 蔡鴻旭，結案報告，運用互動虛實整合於水土保持之網路教育推廣與成效分析，農委會水土保持局，2017。

[2] 蔡鴻旭、鍾旻岳、蔡政宇、游寶達，註解式 3D 環場教材設計與製作應用於水土保持教育宣導，第十三屆台灣數位學習發展研討會議論文集，三月二十三日-二十四日，國立台中教育大學，台中，台灣，2018。

[3] 蔡鴻旭、蔡政宇、鍾旻岳、林冠廷、游寶達，應用虛擬實境技術研製電子書運用於水土保持教育，2018 第七屆工程、技術與科技教育學術研討會議論文集，五月十八日，國立成功大學，台南，台灣，2018。

[4] 水土保持手冊(印刷版 PDF)，https://drive.google.com/file/d/190nAPxRnogI29Oy-e6l3IWm-zKv2nhEs/view?usp=sharing

[5] 周倩、張芳綺，"網路學習互動性之初探: 科技功能與認知學習"，網路教學與圖書館資訊學應用研討會會議論文集，台北，台灣，2002。

[6] 朱怡錦，碩士論文，利用色彩嵌空技術以提升磨課師課程的互動能力，國立中正大學，2017。

[7] 徐郁喆，博士論文，探討頭戴式裝置的使用者遊戲介面設計之研究—以介面透明性為例，國立臺北教育大學，2016。

[8] 黃瓊慧，碩士論文，從沉浸(flow)理論探討台灣大專學生之網路使用行為。國立交通大學，1999。

[9] https://kknews.cc/zh-tw/tech/4m8v2x.html.

[10] https://tw.cyberlink.com/learning/video/618/%E4%BA%86%E8%A7%A3360%C2%B0%E5%BD%B1%E7%89%87%E5%8E%9F%E7%90%86.

[11] https://en.wikipedia.org/wiki/360-degree_video.

[12] https://lh3.googleusercontent.com/YtPm4pGocz_Nen6La3kCW9xl7-PMGajf6SpE9kjW7TJ-Q8hK8rgH2uP1ag-kHSUUnj0

[13] https://pisces.bbystatic.com/image2/BestBuy_US/images/products/4932/4932000_rd.jpg;maxHeight=550;maxWidth=642

[14] https://www.vive.com/media/filer_public/b8/96/b896b746-0118-4105-93b6-4270db79e1a1/product-vive-family-shot.png

[15] https://24h.pchome.com.tw/prod/DYAI5A-A9007RNJE

[16] P. S. Chiu, H. C. Chen, Y. M. Huang, C. J. Liu, M. C. Liu and M. H. Shen, "A video annotation learning approach to improve the effects of video learning," Innovations in Education and Teaching International, pp. 1-11, 2016.

[17] Y.-S. Lai, H.-H. Tsai, and P.-T. Yu, "Integrating annotations into a dual-slide powerpoint presentation for classroom learning," The Journal of Educational Technology & Society, Vol. 14, Issue 2, pp. 43-57, 2011.

[18] Wiener, Cybernetics, 1948.

[19] S. Rafaeli, "Interactivity: From New Media to Communication," Merging Mass and Interpersonal Process, pp. 110-134, 1988.

[20] D. C. Hillman, D. J. Willis and C. N. Gunawardena, "Learner-interface interaction in distance education: An extension of contemporary models and strategies for practitioners," The American Journal of Distance Education, pp.

30-42, 1994.
[21] M. G. Moore, “Three types of interaction,” The American Journal, pp. 1-6, 1989.
[22] M. Csikszentmihalyi, “Beyond Boredom and Anxiety,” San Francisco: Jossey-Bass, 1975.
[23] P. E. Murphy and B. M. Enis, “Classifying products strategically,” The Journal of Marketing, pp. 24-42, 1986.
[24] E. M. Rogers and O. I. Diffusion, The Free Press of Glencoe, New York, 1962.
[25] A. H. Maslow, Toward a psychology of being. New York: Ban Nostrand Reinhold, 1968.
[26] A. H. Maslow, Motivation and personality. New York: Harper & Row, 1970.
[27] A. H. Maslow, Toward a psychology of being. Princeton, NJ: Van Nostrand, 1962.
[28] H. Chen, R. T. Wigand and M. S. Nilan, “Optimal experience of web activities,” Computers in human behavior, Vol. 15, No. 5, pp. 585-608, 1999.
[29] L. K. Trevino and J. Webster, “Flow in computer-mediated communication electronic mail and voice mail evaluation and impacts,” Communication Research, Vol. 19, No. 5, pp. 539-573, 1992.
[30] B. G. Witmer and M. J. Singer, “Measuring presence in virtual environments: a presence questionnaire,” Presence, Vol. 7, No. 3, pp.225–240, 1998.
[31] E. M. Wenzel, F. L. Wightman and D. J. Kistler, “Localization of non-individualized virtual acoustic display cues,” Proceedings of the ACM conference on computer-human interaction, New Orleans, LA, April, 1991, pp. 351–359.
[32] D. Whitelock, P. Brna and S. Holland, “What is the value of virtual reality for conceptual learning? Towards a theoretical framework,” Proceedings of European conference on AI in education,1996.
[33] H. Regenbrecht and T. Schubert, “Real and illusory interactions enhance presence in virtual environments,” Presence, Vol. 11, pp. 425–434, 2002.
[34] D. Nunez, “How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible,” The 3rd International conference on computer graphics, virtual reality, visualization, and interaction, Africa, 2004.
[35] X. Wei, D. Weng, Y. Liu and Y. Wang, “Teaching based on augmented reality for a technical creative design course,” Computers & Education, 81, pp. 221-234, 2015.
[36] Z. Merchant, E. T. Goetz, W. Keeney-Kennicutt, O. M. Kwok, L. Cifuentes and T. J. Davis, The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis. Computers and Education, Vol. 59, No. 2, pp. 551-568, 2012.
[37] https://www.facebook.com/zuck/videos/10104094186863501/.
[38] D. Nunez, “How is presence in non-immersive, non-realistic virtual environments possible,” the 3rd International conference on computer graphics, virtual reality, visualization, and interaction, Africa, 2004.
[39] X. Wei, D. Weng, Y. Liu and Y. Wang, “Teaching based on augmented reality for a technical creative design course,” Computers and Education, 81, pp. 221-234, 2015.
[40] Z. Merchant, E. T. Goetz, W. Keeney-Kennicutt, O. M. Kwok, L. Cifuentes and

T. J. Davis, “The learner characteristics, features of desktop 3D virtual reality environments, and college chemistry instruction: A structural equation modeling analysis,”Computers and Education, Vol. 59, No. 2, pp. 551-568, 2012.

[41] Kebritchi, M., et al. (2010). "The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation." Computers & Education 55(2): 427-443.

[42] Lepper, M. R., et al. (2005). "Intrinsic and extrinsic motivational orientations in the classroom: Age differences and academic correlates." Journal of educational psychology 97(2): 184.

[43] Pintrich, P. R. (1991). "A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ)."

[44] Wang. A., Zhu. M., & Sætre. R. (2014). Does gamification of a student response system boost student engagement, motivation and learning? - an evaluation of the game-based student response system Kahoot! Retrieved from http://www.idi.ntnu.no/~alfw/publications/comparison_3_quiz-methods-paper-draft.pdf

附錄一、期中會議紀錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
期中會議紀錄**內容與意見：**		
一	期中報告書內容紮實而豐富，值得鼓勵。	謝謝委員
二	P1-1 第一節已完成重要計畫成果摘要，最後第六行，寫到本計畫以率實驗設計實施教學實徵研究，但翻遍整本期中報告，沒有看見以準實驗設計實施教學實徵研究的內容。最後第三行，寫到結果顯示學生觀看 VR 電子書在下列構面：沉浸經驗、學習動機、學習互動、自我學習效能、臨場感優於沒有觀看的情形。但翻遍整本期中報告，沒有看見這些研究工具，也沒有看見任何一筆資料的數據統計分析。建議修正。	請參考期末報告的第二章第三節第五小節使用者體驗實證之研究內有提供數據統計分析。
三	P2-1 第一節計畫實施方法構想，和圖 2-1 本計畫主要功能架構圖，建議增加拍攝三部 VR 教材的分析和要如何呈現這些教材；因為 VR 的好壞，教材的選擇占很重要的比例	拍攝兩部 VR 全景教材的內容之分析，請教解說導覽志工所提的教材內容。 VR 電子書教材的內容之分析，請教水保局，提供坡地保育影片。

項次	審查意見	回覆辦理情形
四	P2-4 圖沒有編碼，VR360 解說影片呈現架構圖，主題介紹 A.入口簡介，B.植生帶及打樁編柵植生工法，C.掛網及長纖噴植工法，D.泥岩區。請標示介紹的 google 地圖位置，並且說明這些內容的介紹放在附錄中。	四個教材單元內容影片合成一個導覽檔案，每部檔案內都提供每個教材單元內容之文字說明、圖片說明、空拍機影片說明。google 地理位置會在未來研究之中來自動偵測並放入教學單元內。
五	P2-17 步驟 7.建構網路互動項目，例如測驗;步驟 8.單機測試，建步驟 9.網路整合測試。但翻遍整本期中報告，沒有看見任何測驗以及單機測試、網路整合測試的呈現。建議修正。	請參考期末報告的第二章第三節第三小節第二項 VR 全景答題互動製作之研究中的說明。
六	P2-25 五、使用者體驗實證之研究，學生要接受量表前、後測，但是沒有看見任何量表的編制。	請參考期末報告的第二章第三節第五小節使用者體驗實證之研究內有提供量表的來源，量表內問卷題目請參考附錄二。
七	P2-25 五、使用者體驗實證之研究，學生要接受量表前、後測，但是沒有看見任何量表的編制。	請參考期末報告的第二章第三節第五小節使用者體驗實證之研究內有提供量表的來源，量表內問卷題目請參考附錄二。
八	P3-4 第二節計畫交付項目，實證研究與回饋分析結果報告一份，請補充說明要如何做?如果以準實驗設計實施，實驗組和對照組的研究樣本各為多少？各種量表或測驗如何編製，信效度如何考驗？	•請參考期末報告的第二章第三節第五小節使用者體驗實證之研究內有提供分析結果報告。 •本實驗採相依樣本，有效研究樣本為 52 份，另有 3 份為無效研究樣本。 •請參考期末報告的第二章第三節第五小節使用者體驗實證之研究內有提供量表的來源，量表內問

項次	審查意見	回覆辦理情形
		卷題目請參考附錄二。 •信度利用 cronbach α 的值、效度為相依樣本 t-test。
九	P4-1 第四章節論語建議，寫到學生觀看 VR 電子書在下列構面:沉浸經驗、學習動機、學習互動、自我學習效能、臨場感都有顯著差異。但翻遍整本期中報告，沒有看見這些研究工具，也沒有看見任何一筆資料的數據統計分析。建議修正。	請參考期末報告的第二章第三節第五小節使用者體驗實證之研究內有提供數據統計分析。
十	附錄-5 (2)掛網及長纖噴植工法，請附近照的展示圖；附錄-5 (4)石籠護坡，請附近照的展示圖；附錄-5 (5)廢棄輪胎植生護坡，請附近照的展示圖；附錄-5 (9）瓦月溝與方形束管，請附近照的展示圖。	請參考期末報告的第二章第三節第三小節 VR 全景場景影片製作之研究的內容中有上述的單元教材內容的展示圖。
十一	報告編印建議採用雙面列印方式，以達減紙環保政策。	遵照辦理。
十二	3 部 VR 影片時間不宜過長，建議採分段以主題方式介紹各種水土保持工法。	會使用適當的影片時間，分主題介紹。
十三	因推廣對象為國中小學生，影片介紹建議容入活潑、創意等元素在表現手法上。	請參考期末報告的第三章第一節表 3-1-1 與表 3-1-2 有提供融入活潑、創意等元素在表現手法。

項次	審查意見	回覆辦理情形
十四	本案報告書建議補充創新及科技等元素，容入報告書撰寫，以符合創新研究精神。	請參考期末報告的第三章第一節表 3-1-1 與表 3-1-2 有提供融入活潑、創意等元素在表現手法。
十五	VR 電子書，係選定哪一本書要明確標示書名，期中報告書所列附錄 10 之書本為《小魚的秘密假期》。	與水保局商量後為選擇坡地保育繪本為本計畫 VR 電子書的內容。
十六	做全景影片，盡量以主題內容或有實際參訪學習畫面，解說人員除特殊情形外，盡量勿佔滿全畫面，以改善去年本案之缺失。	遵照辦理。
十七	能否安排或選定師生到水土保持戶外教室辦理戶外教學的內容及對話等畫面。	盡量朝此方向規劃。
十八	建議於計畫書內說明本年度計畫與 106 年度之差異性。	請參考期末報告的第三章第一節表 3-1-1、表 3-1-2、圖 3-1-1 與圖 3-1-2
十九	附錄內採用之工法名稱請參考本局 106 年出版水土保持手冊修正，所附上現場照片標示對照說明。	遵照辦理。
二十	附錄三所提 App 未來如何下載及運用？	利用 QRcode 安裝執行。

附錄二、沉浸式虛擬實境教材學習問卷題目

第一部分：沉浸經驗之主觀問卷內容

向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普　通	大致符合	非常符合
清清楚的目標與回饋	1.我能一步一步的完成虛擬實境教材所提示的教材	□	□	□	□	□
	2.讀完虛擬實境教材的內容讓我非常清楚教材內容	□	□	□	□	□
	3.想到虛擬實境教材的內容帶給我的體驗，我總是想再嘗試看看	□	□	□	□	□
全神貫注	1.虛擬實境教材呈現的畫面與操作讓我能夠投入閱讀當中。	□	□	□	□	□
	2.虛擬實境教材呈現的畫面與操作讓我非常專注。	□	□	□	□	□
	3.在閱讀其他電子書的時後，我少有如此專心的感覺	□	□	□	□	□
操控的	1.在閱讀虛擬實境教材中，我可以掌控整個虛擬實境教材閱讀進度。	□	□	□	□	□

感覺	2.在沒有任何說明及幫助的情況下，我獨自完成 了閱讀虛擬實境教材挑戰	□	□	□	□	□
	3.進入閱讀虛擬實境教材一會後，我可以完全掌握使用技巧。	□	□	□	□	□
時間感的改變	1.如果沒有人提醒我，我根本不知道閱讀虛擬實境教材多久了。	□	□	□	□	□
	2.在閱讀虛擬實境教材過程中，我很專注在完成閱讀上，沒注意到時間的流逝。	□	□	□	□	□
向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普通	大致符合	非常符合
本身具有目的性的體驗	1.我很享受閱讀虛擬實境教材的過程。	□	□	□	□	□
	2.閱讀虛擬實境教材的過程中雖然有遇到挫折，但我內心是興奮的。	□	□	□	□	□
	3.若有更多有趣的虛擬實境教材內容，會提高我再來閱讀虛擬實境教材的興趣。	□	□	□	□	□

第二部分：學習動機

向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普通	大致符合	非常符合
學習動機	1.在閱讀虛擬實境教材開始時有些有趣的事引起了我的注意	□	□	□	□	□
	2.完成虛擬實境教材的練習讓我獲得令人滿意的成就感	□	□	□	□	□
	3.成功完成閱讀虛擬實境教材對我來說很重要	□	□	□	□	□
	4.我很喜歡閱讀虛擬實境教材，所以我會想了解更多有關的話題	□	□	□	□	□
	5.這個閱讀虛擬實境教材是讓人感到枯燥乏味的	□	□	□	□	□
	6.閱讀虛擬實境教材中的內容與我的興趣相關	□	□	□	□	□
	7.閱讀虛擬實境教材中包含刺激我好奇心的東西	□	□	□	□	□
	8.我非常喜歡學習閱讀虛擬實境教材	□	□	□	□	□
向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普通	大致符合	非常符合
學習動	9.閱讀虛擬實境教材一直反覆使我無聊	□	□	□	□	□
	10.閱讀虛擬實境教材的內容給人的感想是值得的	□	□	□	□	□
	11.再閱讀虛擬實境教材之後我學到了一些令人驚訝或意想不到的事情	□	□	□	□	□
	12.再閱讀虛擬實境教材一段時間之後，我相信我可以創作出新的作品	□	□	□	□	□
	13.在這個閱讀虛擬實境教材之後的評估，讓我感到我的努力得到了回報	□	□	□	□	□

機	14.各種閱讀虛擬實境教材的演習與展示等等內容，讓我可以在課程中保持專注力	□	□	□	□	□
	15.成功完成閱讀虛擬實境教材讓我感覺很好	□	□	□	□	□
	16.閱讀虛擬實境教材的內容對我來說有用	□	□	□	□	□
	17.有組織系統的虛擬實境教材可以幫助我確信自己能學會這些教材	□	□	□	□	□
	18.在這樣一個精心設計過的課程上，閱讀虛擬實境教材是一種樂趣	□	□	□	□	□

第三部分：學習者的互動

向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普通	大致符合	非常符合
學習者的互動	1.我能夠貼近地探究虛擬實境教材呈現的內容。	□	□	□	□	□
	2.我能從多個視角去探究虛擬實境教材呈現的內容。	□	□	□	□	□
	3.我能簡單地操作虛擬實境教材呈現的內容。	□	□	□	□	□

第四部分：自我學習效能

向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普通	大致符合	非常符合
自我學習	1.我確信我有能力學習關於虛擬實境教材呈現的內容。	□	□	□	□	□
	2.我確信我可以在關於虛擬實境教材呈現的內容之考試中考的很好。	□	□	□	□	□
	3.我想我可以在虛擬實境教材之考試中，表現得比其他學生一樣或是更好。	□	□	□	□	□

效能	4.我不認為我會在虛擬實境教材呈現的內容考試中獲得成功。	□	□	□	□	□
	5.我確信我能理解關於虛擬實境教材呈現的內容主題。	□	□	□	□	□
	6.我相信如果我付出足夠的努力，我會在虛擬實境教材呈現的內容的考試中獲得成功。	□	□	□	□	□
	7.與其他學生相比，我覺得我對虛擬實境教材呈現的內容知之甚少。	□	□	□	□	□
	8.與其他同班學生相比，我覺得我有很好的學習習慣。	□	□	□	□	□
	9.與同班同學相比，我不覺得自己是個好學生。	□	□	□	□	□
	10.我相信我可以在關於虛擬實境教材呈現的內容的考試中考得很好。	□	□	□	□	□
	11.我相信我可以解釋在這個課上學到的虛擬實境教材呈現的內容的概念給其他人。	□	□	□	□	□

第五部分：臨場感

向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普通	大致符合	非常符合
臨場感	1.當我在探索虛擬實境教材呈現的內容時，我有一種沉浸在其中的感覺。	□	□	□	□	□

第六部分：專注度

向度	題　　目	非常不符合	大致不符合	普通	大致符合	非常符合
專注度	1. 當我在探索虛擬實境教材呈現的內容時，我可以更專注於觀看教材內容。	□	□	□	□	□

附錄三、沉浸式虛擬實境教材學習測驗題目

牛埔001Ａ　牛埔泥岩水土保持教學園區入口

是非題

1.(Ｔ)牛埔泥岩生態園區為位於台南市關廟區牛埔里

2.(Ｆ)牛埔泥岩的ＰＨ值是否偏酸性(答案為鹼性)

3.(Ｆ)二仁溪位於牛埔生態園區的上游(答案為下游)

牛埔001Ｂ　植生帶及打樁編柵植生工法

選擇題

1.(Ｂ)植生袋及打樁編柵工法適用於幾度的山坡

Ａ15-35

Ｂ35-45

2.(Ａ)植生袋及打樁編柵工法沒有使用什麼材質

Ａ鋼筋

Ｂ竹片

牛埔001Ｃ　掛網及長纖噴植工法

是非題

1.(Ｔ)請問牛埔泥岩很不容易種植植物

牛埔001Ｄ　泥岩惡地

是非題

1.(Ｔ)牛埔泥岩特性為乾燥時易碎裂下雨時易軟化

2.(Ｔ)牛埔泥岩本地人又稱為海銀土

3.(Ｆ)牛埔泥岩又稱為黑堊土

牛埔002Ａ　桃花心木林

是非題

1.(Ｔ)生態工法最後目的是防止泥岩流入河川

2.(Ｂ)種植桃花心木的目地是了什麼

Ａ家具木材

Ｂ水土保持

牛埔002Ｂ　方管護坡與瓦片溝

是非題

1.(Ｆ)瓦片溝堆疊可以增加水的流速嗎(答案為減緩)

選擇題

1.(Ｂ)方管護坡為何利用鵝卵石

Ａ美觀

Ｂ滲透性高

牛埔002Ｃ　石籠護坡

是非題

1.(Ｔ)石籠護坡可以減少水對牆壁的壓力嗎

選擇題

1.(Ａ)石籠護坡為何裝上鵝卵石

Ａ透水性高

Ｂ美觀

牛埔002Ｄ　廢輪胎護坡

是非題

1.(Ｔ)利用廢輪胎做護坡可以減少廢輪胎對環境的污染

2.(Ｆ)廢輪胎護坡適用於陡峭的坡(答案為適用緩坡)

牛埔003Ａ　光蠟樹與獨角仙

是非題

1.(Ｆ)獨角仙在吃樹皮時會引來蜻蜓與虎頭蜂(答案為蝴蝶與虎頭蜂)

2.(Ｆ)獨角仙是吃桃花心木樹皮(答案為光蠟樹)

3.(Ｔ)獨角仙橫的咬光蠟樹

選擇題

1.(Ｂ)白雞油又稱什麼樹

Ａ黑板樹

Ｂ光蠟樹

2.(Ａ)獨角仙都出現在幾月份

Ａ6-7

Ｂ11-12

牛埔003　Ｂ水土保持草類觀察

是非題

1.(Ｔ)水土保持的草需要具備耐酸耐鹼耐踐踏

2.(Ｆ)培地茅可容許生長溫度可以超過55度(答案為15-55)

3.(Ｔ)百慕達草又稱狗牙根它耐陰性抗旱

4.(Ｆ)地毯草匍匐性強並且耐踐踏(答案為不耐踐踏)

5.(Ｆ)假儉草又叫蜈蚣草耐旱耐踐踏生長速度快(答案為生長速度緩慢)

6.(Ｔ)南美蟛蜞菊耐陰強為蜜蜂蝴蝶主要蜜源植物

牛埔003　C土壤沖蝕觀察

是非題

1.(T) 裸露區的泥土被沖刷得非常嚴重

2.(T)有種植物的裸露區集水清澈度相對來得高

牛埔003D　農塘洩洪(水中涼亭)

是非題

1.(T)牛埔泥岩水土保持教學園區水中涼亭具有排水性

2.(T)牛埔泥岩水土保持教學園區水中涼亭親水性設計

3.(F)農塘洩洪水主要設計在水面上做排水(答案為排水管就埋在地下)

選擇題

1.(B)牛埔泥岩農塘洩洪水深大約有多少公尺

A2公尺

B12公尺

風水坪001A　風水坪水土保持戶外教室入口處

是非題

1.（T）風水坪水土保持戶外教室最早是台灣省政府的山地農牧局開始規劃

2.（T）風水坪水土保持戶外教室位於草屯鎮

風水坪001B（006B）　仿岩疊塊擋土牆

是非題

1.（T）仿岩疊塊擋土牆工法適合用於灌漿車不容易到達的山坡地

風水坪 001Ｃ（006Ｃ）　蜂巢格網擋土牆

是非題

1.（Ｆ）乾砌石擋土牆無法承受太大的靜載或動載

風水坪 001Ｄ　客土袋擋土牆

選擇題

1.（Ａ）客土袋擋土牆具有哪一種優點？

Ａ排水功能強

Ｂ較佳乘載性

風水坪 002Ａ　輪胎式擋土牆

是非題

1.（Ｔ）輪胎式擋土牆是回收再利用的工法

2.（Ｔ）輪胎式擋土牆可使土石砂礫不容易跑出來

風水坪 002Ｂ　水泥格框擋土牆

是非題

1.（Ｆ）水泥框內填充鵝卵石會使水排不出來(答案為具透水性)

選擇題

2.（Ｂ）水泥格框擋土牆具何種特性？

Ａ不具透水性

Ｂ保護土砂不被沖刷

風水坪 002Ｃ　乾砌石擋土牆

是非題

1.（Ｔ）乾砌石擋土牆是兼顧大自然生態的工法

選擇題

2.（Ｂ）乾砌石擋土牆具何種特性？

Ａ石材是人工製

Ｂ透氣性強

3.（Ａ）何者為乾砌石擋土牆的堆疊法？

Ａ石頭大的在下，小的在上

Ｂ石頭大的在上，小的在下

風水坪 002Ｄ　箱籠擋土牆

是非題

1.（Ｔ）箱籠擋土牆是利用鐵絲網把乾砌石集中起來

2.（Ｆ）箱籠擋土牆是用於土質較堅硬的地區(答案為較鬆軟)

選擇題

3.（Ａ）箱籠擋土牆具何種功能？

Ａ透水性

Ｂ動植物不易棲息

風水坪 003Ａ　織物模板工法

是非題

1.（Ｆ）織物模板工法具有 100%的透水面積（答案為 50%）

2.（Ｔ）織物模板工法具有高拉力強度

3.（Ｔ）織物模板工法具有防止土石流失的功能

風水坪 003Ｂ　無框架工法

是非題

1.（Ｔ）無框架工法在樹木與補強材料相互作用下做成穩定邊坡

選擇題

2.（Ａ）無框架工法重點強調哪一種氣體的削減？

Ａ二氧化碳(CO_2)

Ｂ一氧化碳(CO)

風水坪 003Ｃ　鋼線固定框客土植生工法

是非題

1.（Ｔ）鋼線固定框客土植生工法利用立體鋼絲結合隔框處理邊坡

2.（Ｆ）鋼線固定框客土植生工法利用格框形成數個不連貫的坡面（答案為連貫）

風水坪 003Ｄ　防滲擋土柵植生工法

是非題

1.（Ｆ）防滲擋土柵植生工法利用Ｔ型鋼柵形成牆面（答案為Ｌ型）

選擇題

2.（Ａ）防滲擋土柵植生工法適合運用在哪一種地區？

Ａ地質堅固

Ｂ地質破碎

風水坪 004Ａ　蜂巢格網植生護坡

是非題

1.（Ｔ）蜂巢格網植生護坡是以菱形且垂直的方式來呈現

選擇題

2.（Ａ）蜂巢格網植生護坡具何種功能？

Ａ加勁

Ｂ不能防沖刷

風水坪 004Ｂ　植生塊護坡

是非題

1.（Ｔ）植生塊護坡的植生率達 42%

2.（Ｔ）植生塊護坡可營造多孔隙的環境

3.（Ｆ）植生塊護坡的造型為空心立方體（答案為蜂巢狀）

選擇題

4.（Ａ）植生塊護坡的造型為？

Ａ蜂巢狀

Ｂ階梯狀

風水坪 004Ｃ　空心磚護坡

是非題

1.（Ｆ）空心磚護坡不具有填充隔離作用（答案為具有）

2.（Ｔ）空心磚護坡具抗震效果

選擇題

3.（Ａ）空心磚護坡通常應用於何處？

Ａ停車場

Ｂ河底

4.（Ｂ）空心磚護坡具何種功能？

Ａ防寒

Ｂ隔熱

風水坪 004Ｄ　客土袋植生法

是非題

1.（Ｔ）客土袋可供植物體來生長

2.（Ｆ）客土袋需要大型機械來搬運（答案為可人工）

選擇題

3.（Ａ）客土袋是利用何種材料製作？

Ａ不織布

Ｂ透水塑膠布

風水坪 005Ａ　坡面排卵石

是非題

1.（Ｔ）坡面排卵石工法具柔化構造物的功能

選擇題

2.（Ａ）坡面排卵石通常應用於何處？

Ａ邊坡

Ｂ海岸護堤

風水坪 005Ｂ　掛網噴植植生法

是非題

1.（Ｔ）掛網噴植植生法是使用複合式的網

2.（Ｔ）掛網噴植植生法可防止雨滴打及土表

3.（Ｆ）掛網噴植植生法無法使植物長出（答案為可以）

4.（Ｔ）掛網噴植植生法可防止落石落下

風水坪 005Ｃ　打樁編柵（鋼筋）

是非題

1.（Ｔ）打樁編柵（鋼筋）適合用在崩塌地

風水坪 005Ｄ　打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹

是非題

1.（Ｆ）打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹是利用人工製造物釘入土壤中（答案為活體植物植入土壤中）

2.（Ｆ）打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹是需要極大成本的工法（答案為低成本）

選擇題

3.（Ｂ）打樁編柵萌芽樁_巴西鐵樹形成何種形狀的坡地？

Ａ蜂巢狀

Ｂ階梯狀

風水坪 006Ａ　防沖截流束鋪丁工法

是非題

1.（Ｔ）防沖截流束鋪丁工法在網袋間插入肥料包

風水坪 006Ｂ（001Ｂ）　仿岩疊塊擋土牆

是非題

1.（Ｔ）仿岩疊塊擋土牆使用資源回收的骨材

風水坪 006Ｃ（001Ｃ）　蜂巢格網擋土牆

是非題

1.（Ｔ）利用蜂巢格網擋土牆工法作為邊坡能防止沖刷保護加勁

風水坪 006Ｄ　農業用水土保持

是非題

1.（Ｔ）為了不使排水系統遭到農機具出入破壞，埋入小型涵管

選擇題

2.（Ａ）為了集中排水水流而使用的設施稱為？

Ａ排水溝

Ｂ跌水

3.（Ｂ）為了減緩流水速度而使用的設施稱為？

A 小型涵管

B 跌水

附錄四、公文-參訪及拍攝

檔　　號：
保存年限：

國立虎尾科技大學　函

地址：63201雲林縣虎尾鎮文化路64號
承辦人：郭小瑋
電話：05-6315731#5731
傳真：05-6364127
電子信箱：imoffice@nfu.edu.tw

受文者：如正副本

發文日期：中華民國107年6月28日
發文字號：虎科大資管字第1075200223號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：本校擬參訪臺南市龍崎區牛埔水土保持教學園區，收集計畫需求相關素材，敬請惠予同意並協助安排參訪相關事宜，至紉公誼。

說明：

一、本校蔡鴻旭教授執行『水土保持局創新研究計畫』，計畫名稱： 研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析，計畫編號：107保發-11.1-保-01-06-001(38)。

二、因計畫內容需求擬參訪臺南市龍崎區牛埔水土保持教學園區，收集水土保持相關實景素材。

三、請同意參訪期間允許拍攝計畫所需水土保持相關實景素材。

四、惠請派員協助參訪相關事宜。

五、預定參訪日期：107年 6月至11月。

六、參觀人數：帶隊老師、助理及同學約3-8位。

七、主要聯絡人： 蔡鴻旭教授、辦公室電話:05-631579、手機： 0928357559、E-mail: thh@nfu.edu.tw，侯信宇同學、手機：0937815811、E-mail:40441125@gm.nfu.edu.tw。

正本：行政院農業委員會水土保持局臺南分局
副本：行政院農業委員會水土保持局、本校資訊管理系蔡鴻旭教授、資訊管理系
抄本：

本案依分層負責規定授權由處室主管判發

檔　　號：
保存年限：

國立虎尾科技大學　函

地址：63201雲林縣虎尾鎮文化路64號
承辦人：郭小瑾
電話：05-6315731#5731
傳真：05-6364127
電子信箱：imoffice@nfu.edu.tw

受文者：如正副本

發文日期：中華民國107年6月28日
發文字號：虎科大資管字第1075200222號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：本校擬參訪南投縣草屯鎮風水坪水土保持戶外教室，收集計畫需求相關素材，敬請惠予同意並協助安排參訪事宜，至紉公誼。

說明：

一、本校蔡鴻旭教授執行『水土保持局創新研究計畫』，計畫名稱：研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析，計畫編號：107保發-11.1-保-01-06-001(38)。

二、因計畫內容需求，擬參訪南投草屯風水坪水土保持戶外教室，收集水土保持相關實景素材。

三、請同意參訪期間允許拍攝計畫所需水土保持相關實景素材。

四、惠請派員協助參訪相關事宜。

五、預定參訪日期：107年 6月至11月。

六、參觀人數：帶隊老師、助理及同學約3-8位。

七、主要聯絡人：蔡鴻旭教授、辦公室電話:05-631579、手機：0928357559、E-mail: thh@nfu.edu.tw，侯信宇同學、手機：0937815811、E-mail:40441125@gm.nfu.edu.tw。

正本：行政院農業委員會水土保持局南投分局
副本：行政院農業委員會水土保持局、本校資訊管理系、資訊管理系蔡鴻旭教授
抄本：

本案依分層負責規定授權由處室主管判發

附錄五、拍攝剪影



圖 附錄 5-1 風水坪水土保持戶外教室



圖 附錄 5-2 於服務處了解參訪路線



圖 附錄 5-3 偕同導覽人員參訪



圖 附錄 5-4 偕同導覽人員參訪



圖 附錄 5-5 偕同導覽人員參訪



圖 附錄 5-6 持 VR 全景攝影機拍攝



圖 附錄 5-7 持 VR 全景攝影機拍攝



圖 附錄 5-8 持 VR 全景攝影機拍攝



圖 附錄 5-9 牛埔水土保持園區



圖 附錄 5-10 偕同導覽人員參訪

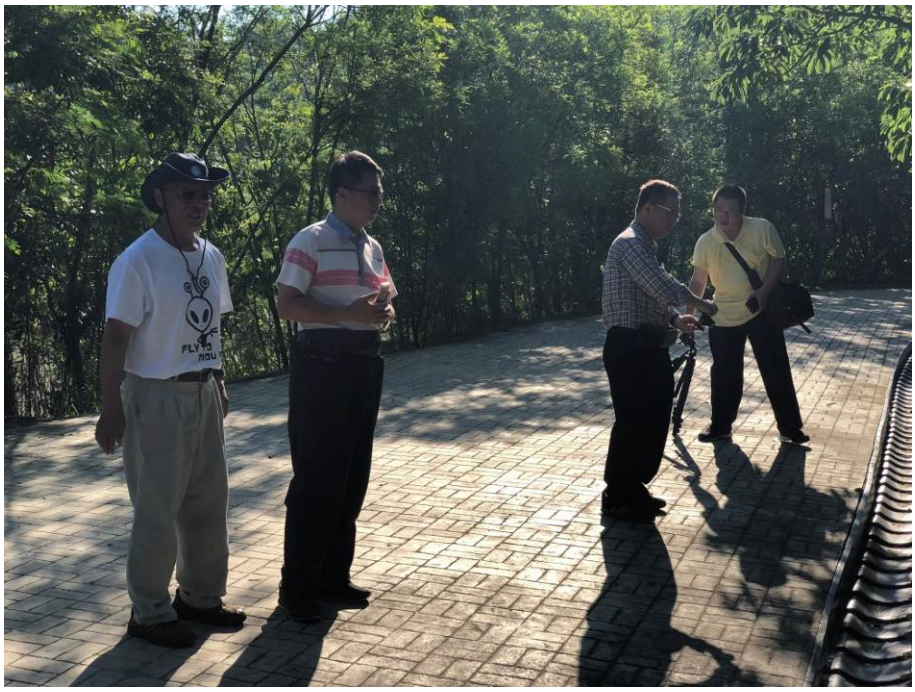


圖 附錄 5-11 持 VR 全景攝影機拍攝



圖 附錄 5-12 於休息處討論參訪行程



圖 附錄 5-13 空拍機搭載兩部 VR 全景攝影機展示

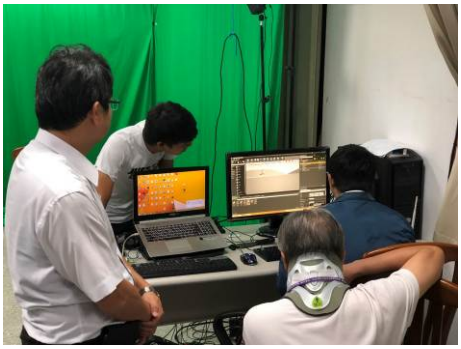




圖 附錄 5-14 VR 電子書製作過程

附錄六、本計畫三部 VR 影片下載位置

VR 全景影片連結(Youtube)

風水坪水土保持戶外教室



牛埔泥岩水土保持教學園區



Andriod APP(APK 下載)

以風水坪水土保持戶外教室，

第二支影片為例

風水坪水土保持戶外教室



附錄七、VR 全景播放使用手冊

在 Youtube 以 cardboard 方式播放之使用說明如下圖所示。

A、iPhone 手機操作方式



步驟 1



步驟 2





步驟 3



步驟 4



步驟 5



步驟 6



步驟 7

步驟 8

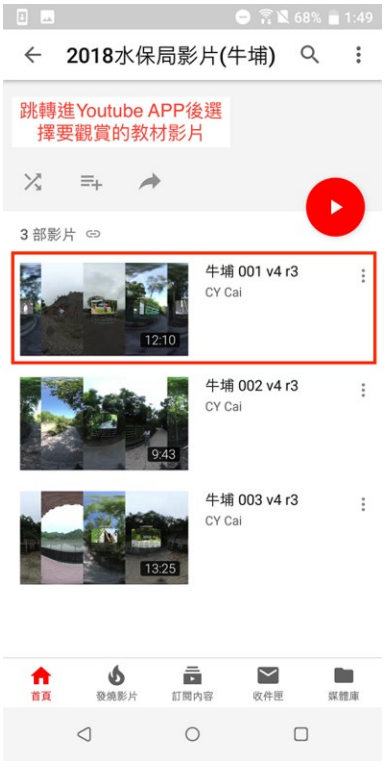
B、Andriod 手機操作方式



步驟 1



步驟 2



步驟 3



步驟 4



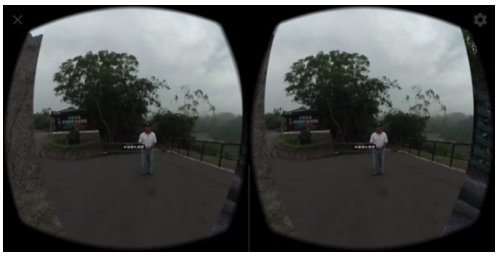
步驟 5



步驟 6



步驟 7



步驟 8

圖 附錄 7-1 VR 全景播放操作使用手冊

附錄八、期末報告會議記錄暨回覆辦理情形

項次	審查意見	回覆辦理情形
期中會議紀錄**內容與意見：**		
一	VR 技術發展也越來越成熟，計畫成果也加入互動式的問答，但可再結合實況錄影，並後製為 VR/AR 影片，可以增加臨場感及互動性。	風水坪與牛埔泥岩 VR 全景影片是透過現況錄影後再後製剪輯製作出來
二	整體成果尚可，惟學習測驗題目，宜再檢討調整，應以能對環境教育或工法之認識有助益之題目來提出，對知識無幫助或有可能誤解者宜請刪除；建議找綜合企劃組或分局保育課水土保持教育專業人員，逐一檢視修正。	遵照辦理
三	字體及畫面模糊，針對不同視力是否可以調整。	不同視力無法調整,使用者若有戴眼鏡還是須戴眼鏡觀看,風水坪與牛埔泥岩 VR 全景影片未來可用 8k 或以上全景攝影機來錄製,可以改善畫面模糊問題
四	期望 AR 不只運用水土保持，可運用於農村景觀及遊程等。	本計畫所用的 VR 技術可以運用於農村景觀及遊程導覽
五	AR 互動應不只問答，應有手勢等互動。	本計畫所用的 VR 技術可用搖桿來互動,應用手勢互動是未來發展趨勢
六	採用 VR 科技想法新穎，對於水土保持教育	謝謝委員

項次	審查意見	回覆辦理情形
	推廣相關課程有很大的吸引力。	
七	AR/VR 為目前觀光體驗/教學體驗重要的工具，本案立基於目前科技的發展基礎上進一步優化、思考與使用者雙向互動的方式，值得肯定。	謝謝委員
八	於成效分析的部分，目前施測對象主要以大專學者為主，建議成果報告中，應補充此類型施測對象可能產生的研究限制與偏差，以及未來應該如何修正之建議。	本計畫教學實證研究分析成果及研究限制觀看影片對象為大專生,未來可將影片推廣至國小國中高中學生,再來觀察研究結果
九	未來可思考互動虛擬實境影片如何結合、整合其他類型的導覽方式和實質互動方式，深化參與者之學習效益。	應該可以探究整合其他導覽方式
十	VR 影片解析度太低。	風水坪與牛埔泥岩 VR 全景影片未來可用 8k 或以上全景攝影機來錄製,可以改善畫面模糊問題
十一	有助於本局水土保持的教育推廣。	謝謝委員
十二	透過 VR 有助於教育推廣水土保持之教育。	謝謝委員
十三	利用資訊點提供系統和學習者互動。	謝謝委員
十四	「？」可以呈現題目，讓學習者回答。	謝謝委員
十五	透過系統可以收集學習者回答情況。	謝謝委員
十六	運用 VR 推廣水土保持教育，很生動。	謝謝委員
十七	VR 眼鏡中 EXIT 鈕（天頂）似比較不方便，是否可設置於水平位置方向，如最左。	目前來說此設計較不建議移到水平位置,若放在水

項次	審查意見	回覆辦理情形
		平位置，360 影片的呈現範圍會受到壓縮減少
十八	VR 眼鏡之教材內容，可否設計多套內容，智慧化因地制宜宣導地點切換？	會朝向這方面努力
十九	VR 的方式來做水土保持教育，可以說是運用先進的科技媒介來做水保社會教育，相信是未來很重要的發展方向。	謝謝委員
二十	VR 內容，包括水保知識的整理，深入淺出的呈現方式，知識與環景圖的對照關係，文字以外影像互動的可能…等，建議在後續研究可以繼開展精進。	謝謝委員