

計畫編號：113 保發-5.1-保-01-06-001(3)

---

**大規模崩塌致災型態之學習教具研發**  
**Development of teaching aid packages for**  
**large-scale landslide disaster patterns**

**( 成果報告 )**

---

執行單位：國立臺灣海洋大學河海工程學系

執行期間：113 年 02 月 07 日至 113 年 12 月 31 日

計畫主持人：許世孟 教授

**行政院農業部農村發展及水土保持署 編印**

**中華民國 113 年 12 月**

( 本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本署施政參考 )

# 大規模崩塌致災型態之學習教具研發

## 摘要

基於提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知，同時讓水土保持防災教育深入校園，並以校園為中心擴展至地方社區，本計畫以認識三種大規模崩塌致災型態(重力堆積型、土石流型及堰塞湖型)為主題，打造具有互動性、知識完備性、真實性等面向兼備的三種微動態意象模型，讓教具體驗者觀察三種致災型態之特徵，進一步理解大規模崩塌各種致災型態之間的差異。此外，本計畫以 112 年度電子版教具(探索山坡地可利用密碼教具)為基礎，以大規模崩塌致災型態的學習內容，結合 RFID 條碼技術，擴充打造新的學習模組，讓原本電子版教具變成多主題的水保行動學習教具，並藉由情境學習及遊戲互動的方式向民眾展示與推廣，達到學習力的開發，同時亦能培養學生自主學習的能力以及探究事物的精神。最後，本計畫針對不同年齡層之教具體驗者，共進行了四場水保行動教具推廣與展示活動，經教具體驗回饋問卷統計顯示，多數體驗者均對大規模崩塌之致災因子、監測設備與整治工法等知識有所理解，且學習到三種大規模崩塌致災型態之差異，已如期達到推廣大規模崩塌防災教育之目標。

**關鍵字：**大規模崩塌、互動式教具、RFID、防災教育

# **Development of teaching aid packages for large-scale landslide disaster patterns**

## **Abstract**

To enhance public awareness of landslide disasters, slope disaster prevention, and sustainable development, and to bring soil and water conservation education into schools—further extending this education from schools into local communities—this project focuses on introducing three major types of large-scale landslide disaster patterns: gravity-driven landslide, debris flow, and landslide dam. The project created three interactive, knowledge-complete, and realistic dynamic mini-models that allow participants to observe the characteristics of each disaster type, helping them understand the differences between these large-scale landslide disaster patterns. Additionally, building on the digital teaching tool developed in 2023 ("Development of teaching aids for exploring the code of land use capability"), this project integrated RFID barcode technology with the study content on large-scale landslide disaster patterns to develop a new learning module. This enhancement transforms the original digital teaching tool into a multi-themed mobile learning tool for soil and water conservation education. Through contextual learning and interactive games, it introduces and promotes soil and water conservation concepts to the public, fostering learning while encouraging students to develop self-directed learning skills and a spirit of inquiry. Finally, this project organized four promotional and demonstration activities for the soil and water conservation teaching tool, targeting participants of different age groups. Feedback from experience questionnaires shows that most participants gained an understanding of the causes of large-scale landslide disasters, monitoring equipment, and mitigation methods, as well as the differences between the three disaster types. The project successfully achieved its goal of promoting education on large-scale landslide disaster prevention.

**Keywords:** Large-scale landslides, interactive teaching aids, RFID, disaster prevention education

# 目次

|                            |      |
|----------------------------|------|
| 摘要.....                    | I    |
| Abstract .....             | II   |
| 目次.....                    | III  |
| 表次.....                    | VI   |
| 圖次.....                    | VIII |
| 第一章 緒論.....                | 1-1  |
| 第一節 計畫緣起及目的 .....          | 1-1  |
| 第二節 計畫目標 .....             | 1-6  |
| 第三節 工作項目內容 .....           | 1-7  |
| 第四節 前期計畫成果 .....           | 1-8  |
| 第二章 工作執行方法與步驟.....         | 2-1  |
| 第一節 意象模型教具尺寸設計與外觀製作 .....  | 2-2  |
| 第二節 微動態模型設計與機關製作 .....     | 2-4  |
| 第三節 電子版教具外型設計與電子功能建置 ..... | 2-7  |
| 第四節 感應幣製作 .....            | 2-7  |
| 第五節 螢幕學習內容製作 .....         | 2-8  |

|                   |                        |             |
|-------------------|------------------------|-------------|
| 第六節               | 教學輔助資源製作 .....         | 2-11        |
| 第七節               | 參加水保教育與教具推廣活動 .....    | 2-12        |
| 第八節               | 水土保持教育宣傳成效蒐集 .....     | 2-13        |
| <b>第三章</b>        | <b>工作執行成果 .....</b>    | <b>3-1</b>  |
| 第一節               | 意象模型教具尺寸設計與外觀製作 .....  | 3-1         |
| 第二節               | 微動態模型設計與機關製作 .....     | 3-12        |
| 第三節               | 電子版教具外型設計與電子功能建置 ..... | 3-23        |
| 第四節               | 感應幣製作 .....            | 3-29        |
| 第五節               | 螢幕學習內容製作 .....         | 3-35        |
| 第六節               | 教學輔助資源製作 .....         | 3-49        |
| 第七節               | 參加水保教育與教具推廣活動 .....    | 3-53        |
| 第八節               | 水土保持教育宣傳成效蒐集 .....     | 3-71        |
| <b>第四章</b>        | <b>結論與建議 .....</b>     | <b>4-1</b>  |
| 第一節               | 結論 .....               | 4-1         |
| 第二節               | 建議 .....               | 4-2         |
| <b>參考文獻</b> ..... |                        | <b>參-1</b>  |
| <b>附錄</b> .....   |                        | <b>附錄-1</b> |

|                    |       |
|--------------------|-------|
| 附錄一、期初委員審查意見 ..... | 附錄-1  |
| 附錄二、期中委員審查意見 ..... | 附錄-2  |
| 附錄三、期末委員審查意見 ..... | 附錄-4  |
| 附錄四、教案 .....       | 附錄-5  |
| 附錄五、教具功能使用手冊 ..... | 附錄-14 |

## 表次

|                                               |      |
|-----------------------------------------------|------|
| 表 1-1 各式防災教育教具比較([1]-[7]).....                | 1-3  |
| 表 2-1 感應幣項目 .....                             | 2-8  |
| 表 3-1 初級問卷前測 (施測對象：國小學童).....                 | 3-72 |
| 表 3-2 初級問卷後測—重力堆積型 (施測對象：國小學童).....           | 3-72 |
| 表 3-3 初級問卷後測—土石流型 (施測對象：國小學童).....            | 3-72 |
| 表 3-4 初級問卷後測—堰塞湖型 (施測對象：國小學童).....            | 3-73 |
| 表 3-5 中級問卷前測 (施測對象：國、高中生).....                | 3-73 |
| 表 3-6 中級問卷後測—重力堆積型 (施測對象：國、高中生).....          | 3-74 |
| 表 3-7 中級問卷後測—土石流型 (施測對象：國、高中生).....           | 3-74 |
| 表 3-8 中級問卷後測—堰塞湖型 (施測對象：國、高中生).....           | 3-75 |
| 表 3-9 高級問卷前測 (施測對象：一般民眾及水保教育相關人員).3-75        |      |
| 表 3-10 高級問卷後測—重力堆積型 (施測對象：一般民眾及水保教育相關人員)..... | 3-76 |
| 表 3-11 高級問卷後測—土石流型 (施測對象：一般民眾及水保教育相關人員).....  | 3-77 |
| 表 3-12 高級問卷後測—堰塞湖型 (施測對象：一般民眾及水保教育相關人員).....  | 3-78 |

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| 表 3-13 龍埔國小教師前後測結果(1) ..... | 3-79 |
| 表 3-14 龍埔國小教師前後測結果(2) ..... | 3-80 |
| 表 3-15 龍埔國小教師前後測結果(3) ..... | 3-81 |

## 圖次

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| 圖 1-1 三種大規模崩塌致災型態 .....            | 1-4  |
| 圖 1-2 計畫主要理念示意圖 .....              | 1-5  |
| 圖 2-1 工作執行步驟流程圖 .....              | 2-1  |
| 圖 2-3 坡面型與溪流型土石流示意圖[11] .....      | 2-4  |
| 圖 2-4 花蓮縣萬里溪上游所形成之堰塞湖[12] .....    | 2-4  |
| 圖 3-1 重力堆積型模型俯視圖 .....             | 3-4  |
| 圖 3-2 重力堆積型模型前視圖 .....             | 3-5  |
| 圖 3-3 重力堆積型模型特寫—山神爺爺 .....         | 3-5  |
| 圖 3-4 重力堆積型模型特寫—微型汽車與房屋模型 .....    | 3-6  |
| 圖 3-5 土石流型模型俯視圖 .....              | 3-7  |
| 圖 3-6 土石流型模型前視圖—坡度較緩的土石流潛勢溪流 ..... | 3-8  |
| 圖 3-7 土石流型模型前視圖—坡度較陡的土石流潛勢溪流 ..... | 3-8  |
| 圖 3-8 土石流型模型特寫—靜態展示之坡面型土石流 .....   | 3-9  |
| 圖 3-9 堰塞湖型模型俯視圖 .....              | 10   |
| 圖 3-10 堰塞湖型模型前視圖 .....             | 3-11 |
| 圖 3-11 堰塞湖型模型特寫—崩塌料源 .....         | 3-11 |
| 圖 3-12 重力堆積型模型之滲水機關 .....          | 3-15 |
| 圖 3-13 重力堆積型模型之土石顆粒 .....          | 3-15 |

|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| 圖 3-14 重力堆積型模型之土石顆粒崩落 .....      | 3-16 |
| 圖 3-15 重力堆積型模型之顆粒收集盒 .....       | 3-17 |
| 圖 3-16 土石流型模型可手動開啟之閘門 .....      | 3-17 |
| 圖 3-17 土石流型模型坡度較緩之土石流潛勢溪流 .....  | 3-18 |
| 圖 3-18 土石流型模型坡度較陡之土石流潛勢溪流 .....  | 3-19 |
| 圖 3-19 堰塞湖型模型之土石壩 .....          | 3-20 |
| 圖 3-20 堰塞湖型模型之土石壩後方蓄積水體俯視圖 ..... | 3-21 |
| 圖 3-21 堰塞湖型模型之土石壩後方蓄積水體前視圖 ..... | 3-22 |
| 圖 3-22 堰塞湖型模型之顆粒收集盒—過篩前 .....    | 3-22 |
| 圖 3-23 堰塞湖型模型之顆粒收集盒—過篩後 .....    | 3-23 |
| 圖 3-24 電子版教具外型設計—俯視圖 .....       | 3-24 |
| 圖 3-25 電子版教具外型設計—前視圖 .....       | 3-24 |
| 圖 3-26 電子版教具主題選擇頁面 .....         | 3-25 |
| 圖 3-27 電子版教具遊戲分級選擇頁面 .....       | 3-25 |
| 圖 3-28 電子版教具 RFID 感應區 .....      | 3-26 |
| 圖 3-29 電子版教具移動型態—前視圖 .....       | 3-27 |
| 圖 3-30 電子版教具移動型態—側視圖 .....       | 3-28 |
| 圖 3-31 大規模崩塌致災型態感應幣-重力堆積型 .....  | 3-30 |
| 圖 3-32 大規模崩塌致災型態感應幣-堰塞湖型 .....   | 3-30 |

|                               |      |
|-------------------------------|------|
| 圖 3-33 致災因子感應幣-降雨.....        | 3-31 |
| 圖 3-34 致災因子感應幣-足夠的土砂.....     | 3-31 |
| 圖 3-35 監測設備感應幣-雨量計.....       | 3-32 |
| 圖 3-36 監測設備感應幣-地表變位儀.....     | 3-32 |
| 圖 3-37 治理工法感應幣-地下排水工法.....    | 3-33 |
| 圖 3-38 治理工法感應幣-移除崩塌土體.....    | 3-33 |
| 圖 3-39 感應幣收納盒—前視圖 .....       | 3-34 |
| 圖 3-40 感應幣收納盒—側視圖 .....       | 3-34 |
| 圖 3-41 電子版教具主題選擇圖面 .....      | 3-39 |
| 圖 3-42 遊戲分級圖面 .....           | 3-40 |
| 圖 3-43 初級學習內容選單圖面 .....       | 3-40 |
| 圖 3-44 中級學習內容選單圖面 .....       | 3-41 |
| 圖 3-45 高級學習內容選單圖面 .....       | 3-41 |
| 圖 3-46 大規模崩塌型態專區內容.....       | 3-42 |
| 圖 3-47 大規模崩塌致災型態說明-重力堆積型..... | 3-42 |
| 圖 3-48 常見災害機制探索區內容.....       | 3-43 |
| 圖 3-49 致災因子說明-降雨.....         | 3-43 |
| 圖 3-50 常見災害監測探索區內容.....       | 3-44 |
| 圖 3-51 監測設備說明-傾斜管.....        | 3-44 |

|                                                    |      |
|----------------------------------------------------|------|
| 圖 3-52 常見災害工法治理探索區內容 .....                         | 3-45 |
| 圖 3-53 治理工法說明-地下排水工法.....                          | 3-45 |
| 圖 3-54 初級遊戲區內容 .....                               | 3-46 |
| 圖 3-55 初級遊戲區圖面 .....                               | 3-46 |
| 圖 3-60 微動態意象模型教具 DM.....                           | 3-51 |
| 圖 3-61 電子版教具 DM.....                               | 3-52 |
| 圖 3-62 計畫主持人向龍埔國小教師傳遞大規模崩塌概念.....                  | 3-55 |
| 圖 3-63 計畫主持人向龍埔國小教師傳遞自主防災知識.....                   | 3-56 |
| 圖 3-64 計畫主持人向龍埔國小教師介紹三種大規模崩塌致災型態                   | 3-56 |
| 圖 3-65 龍埔國小教師參與水保教育研習 .....                        | 3-57 |
| 圖 3-66 計畫人員向龍埔國小教師講解電子版教具.....                     | 3-57 |
| 圖 3-67 計畫人員向農業部次長講解水保教具 .....                      | 3-58 |
| 圖 3-68 計畫人員向農村及水土保持成果發表會之與會人員講解水保<br>教具.....       | 3-59 |
| 圖 3-69 計畫人員於國立臺灣海洋大學向大學生展示電子版教具                    | 3-60 |
| 圖 3-70 計畫人員於國立臺灣海洋大學向大學生展示土石流型之微動<br>態意象模型教具 ..... | 3-61 |
| 圖 3-71 大學生體驗電子版教具 .....                            | 3-62 |

|                                                 |      |
|-------------------------------------------------|------|
| 圖 3-72 計畫主持人於國立臺灣海洋大學向大學生展示堰塞湖型之微動態意象模型教具 ..... | 3-63 |
| 圖 3-73 計畫主持人向東信國小學童傳遞大規模崩塌概念 .....              | 3-64 |
| 圖 3-74 計畫主持人向東信國小學童介紹三種大規模崩塌致災型態 .....          | 3-64 |
| 圖 3-75 計畫人員於東信國小向學童展示電子版教具(1) .....             | 3-65 |
| 圖 3-76 計畫人員於東信國小向學童展示電子版教具(2) .....             | 3-65 |
| 圖 3-77 學童體驗電子版教具(1) .....                       | 3-66 |
| 圖 3-78 學童體驗電子版教具(2) .....                       | 3-67 |
| 圖 3-79 計畫人員於東信國小向學童展示堰塞湖型之微動態意象模型教具 .....       | 3-68 |
| 圖 3-80 計畫主持人於東信國小向學童講解堰塞湖型之微動態意象模型教具 .....      | 3-69 |
| 圖 3-81 計畫人員於東信國小向學童展示重力堆積型之微動態意象模型教具 .....      | 3-69 |
| 圖 3-82 計畫團隊向東信國小學童進行問卷調查 .....                  | 3-70 |
| 圖 3-83 計畫團隊於東信國小進行教具推廣活動 .....                  | 3-70 |
| 圖 3-84 海洋大學學生教具體驗前測問卷調查結果 .....                 | 3-82 |
| 圖 3-85 海洋大學學生教具體驗後測問卷調查結果 .....                 | 3-82 |
| 圖 3-86 東信國小學童教具體驗前測問卷調查結果 .....                 | 3-83 |

|                                                |      |
|------------------------------------------------|------|
| 圖 3-87 東信國小學童教具體驗後測問卷調查結果(先體驗微動態意<br>象模型)..... | 3-83 |
| 圖 3-88 東信國小學童教具體驗後測問卷調查結果(先體驗電子版教<br>具).....   | 3-84 |

## 第一章 緒論

### 第一節 計畫緣起及目的

面對氣候變遷導致天然災害頻繁之課題，農村水保署針對大規模崩塌災害防災減災計畫正如火如荼地推動中，並設立三大目標分別為：「建構科技、創新、智慧的坡地防災」、「維護安全、生態、多樣的水土環境」與「營造保育、利用、永續的國土資源」。多年來，大署除了以調查、規劃與整治方式推動防災工作外，也深耕於水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知，使人民有更充分的防災意識及預防準備，分擔政府災害管理工作。

盤點現階段水土保持教育執行狀況，水土保持酷學校推廣計畫是推動國內水保教育新興的推手，針對加入計畫的學校，提供相關課程活動與教具資源，讓水土保持防災教育深入校園，並以校園為中心擴展至地方社區，來達成水土保持教育普及之目的。回顧歷年大署因應不同水保知識、場域和設計理念所推出之各式教具資源，包含繪本、靜態及動態仿真模型、桌遊、遊戲機台、擴增實境(AR)、智慧化互動模型、電子式互動模型、3D 積木拼圖等(表 1-1)。經過各式水土保持教育教具比較後，發現早期防災教材多以水土保持基本觀念與土石流災害為主要推廣知識，而針對山坡地法令或山崩、地滑等大規模崩塌災害之防災教育知識則較缺乏，且部分教具過度著重互動與傳播的功能性，其防災知識的廣度及深度則較不被周全的考慮進去；而防災知識豐富度較高之教具，則往往會出

現缺乏互動性等問題。而近幾年來漸漸有以大規模崩塌防災教育知識為主題且互動性、知識完備性、真實性等面向兼備的教具為目標進行開發，不過大規模崩塌知識的層面集中在深層崩塌災害為主。

依據國家災害防救科技中心完成之「大規模崩塌災害防治行動綱領」，大規模崩塌係指崩塌面積超過 10 公頃或土方量達 10 萬立方公尺或崩塌深度在 10 公尺以上的崩塌地。當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之致災型態，可分為重力堆積型、土石流型及堰塞湖型等三種型態(圖 1-1)。因為既有開發之教具係以重力堆積型為主，為提高民眾對社區不同型態災害之警覺，並瞭解各種災害影響範圍，有必要針對大規模崩塌所有可能致災型態進一步認識學習。

鑑此，本計畫將補足既有大規模崩塌教具資源不足之處，設計一套以完整認識大規模崩塌災害型態為主題，且涵蓋微動態意象模型與致災型態觀察等具互動性、知識完備性、真實性等面向兼備的教具，透過讓教具體驗者觀察各種致災型態之特徵，進一步理解致災型態之差異，將艱澀的大規模崩塌相關知識轉化為輕鬆易懂的情境學習，以互動的方式向民眾展示與推廣，達到學習力的開發，同時亦能培養學生自主學習的能力以及探究事物的精神。

綜上所述，本計畫產出之教具除可應用於大規模崩塌致災型態教育之推廣外，該教具亦可於水土保持酷學校中作為科普教育之教材使用，教具可激起體驗者的學習興趣，讓體驗者能在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，進而達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標(圖 1-2)，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

表 1-1 各式防災教育教具比較([1]-[7])

| 型態                 | 知識範疇                       | 適用場域          | 設計理念分析                                                  | 代表教具                                                                           |
|--------------------|----------------------------|---------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 繪本                 | 深層崩塌<br>與水土保持<br>基本觀念      | 居家、教室         | 以插圖及故事帶出<br>水土保持防災教育知<br>識，適合作為幼童建<br>立基礎防災知識的教<br>育工具  | 爺爺的魔法<br>書、山裡的炸<br>彈客、家在山<br>那邊、怕癢樹                                            |
| 仿真模型               | 土石流與<br>其相關整<br>治工法        | 教室、各式<br>展覽會場 | 將平常較不易觀察到<br>的坡地與工法樣貌以<br>模型形式呈現給參觀<br>者，可快速進入學習<br>情境  | 土石流潛勢溪<br>流與整治工法<br>模型                                                         |
| 仿真模型<br>結合手動<br>操作 | 土石流與<br>水土保持<br>相關整治<br>工法 | 教室、各式<br>展覽會場 | 鼓勵參觀者動手操作<br>模型配件，並於操作<br>過程中建立深刻的防<br>災知識              | 土石流防災彈<br>珠台、山坡地<br>保育工法<br>配置模型、積<br>木遊戲-野溪<br>治理工法<br>配置、崩塌地<br>復育工法配置<br>模型 |
| 知識挑戰<br>賽          | 土石流                        | 各式展覽會<br>場    | 利用大型電子遊戲的<br>方式勾起參觀者的遊<br>玩興趣，在挑戰關卡<br>的過程中迅速建立防<br>災知識 | 電子遊戲機-<br>土石流知識挑<br>戰賽、防<br>災知識大挑戰<br>-夾娃娃機、<br>翻翻樂                            |
| 桌遊                 | 土石流                        | 居家、教室         | 同儕間一起在遊戲中<br>相互砥礪成長，在愉<br>悅的學習環境中逐漸<br>建立坡地防災知識         | 土石流防災大<br>富翁、水保疊<br>疊樂、解<br>密遊戲 STORM                                          |
| 擴增實境<br>(AR)       | 土石流                        | 各式展覽會<br>場    | 運用 AR 可觀察土石流<br>運移現象，以高科技<br>感吸引民眾目光                    | 土石流擴增實<br>境                                                                    |

|         |                |           |                                                                      |               |
|---------|----------------|-----------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| 智慧化互動模型 | 深層崩塌（圓弧形與順向坡）  | 教室、各式展覽會場 | 從模擬實際降雨、地下水位上升、蜂鳴器響起，到深層崩塌發生等，均可由智慧化感測設備與科技輔助畫面進行觀察與互動，同時也建構整治工法互動模組 | 地滑地搶救大作戰互動教具  |
| 3D 積木拼圖 | 深層崩塌微地形特徵辨識    | 教室、各式展覽會場 | 從實際深層崩塌地數值高程 3D 列印輸出微地形，並建造成積木拼圖形式                                   | 深層崩塌微地形積木拼圖教具 |
| 電子式互動模型 | 山坡地土地可利用限度分類標準 | 教室、各式展覽會場 | 將教學資源電子化，並結合卡牌、RFID 等元素，打造出創新的科普教具                                   | 探索山坡地可利用密碼教具  |

資料來源：修改自許世孟等人, 2021.

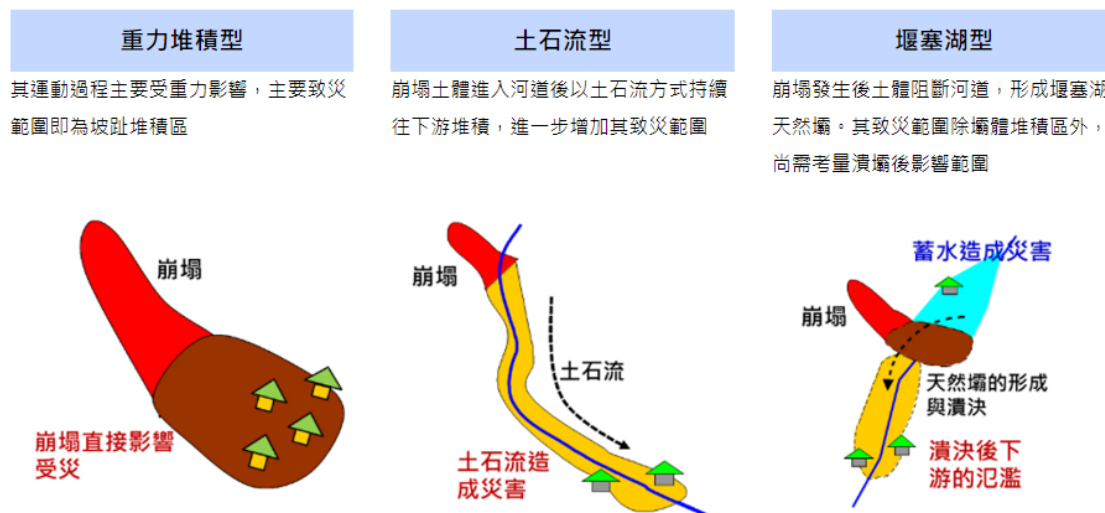


圖 1-1 三種大規模崩塌致災型態

資料來源：土石流及大規模崩塌防災資訊網[8]



圖 1-2 計畫主要理念示意圖

資料來源：改繪自孤單的大樹[9]

## 第二節 計畫目標

本計畫依據擬解決之問題，共規劃四項主要工作目標：

### 一、 打造三種大規模崩塌致災型態微動態意象模型

將大規模崩塌致災型態、成因的知識以互動的方式向民眾展示與推廣，藉此讓民眾觀察各種致災型態之特徵，進一步理解致災型態之差異。

### 二、 打造電子版教具

鑑於112年度電子版教具對於國中、小學生極具吸引力，對於將知識向下扎根至較低年齡層之學生族群具有較優之推廣效果，本計畫延用112年度電子版教具製作概念，替水土保持酷學校增添新的大規模崩塌防災教育知識推廣工具。

### 三、 增加教具橫向擴散的能力

本教具設計考量攜帶方便性及採購成本，且能因應不同的場域進行展示，以此提供大署更多樣化的推廣選擇。

### 四、 建立即時行動問卷

為了瞭解教具對於水土保持教育推廣之具體成效，不以參觀人次為目標，透過問卷調查方式，蒐集參觀人員對推廣知識之學習成效，建立教具所帶來的真正推廣效益數據。

### 第三節 工作項目內容

#### 一、 意象模型教具尺寸設計與外觀製作：

本計畫以大規模崩塌致災型態學習為主題，製作三種崩塌影響範圍之致災意象模組，讓教具體驗者可觀察每一種致災意象模組之地形外觀及特徵差異。

#### 二、 微動態模型設計與機關製作：

此三套崩塌影響範圍之致災意象模組除了可觀察三種大規模崩塌型態地形外觀及特徵差異外，亦透過微動態模型模擬土石運移與堆積之歷程，讓教具體驗者能透過此種微動態互動元素，將視覺感受結合手動操作，以加深印象。

#### 三、 電子版教具外型設計與電子功能建置：

本計畫以 112 年度教具(探索山坡地可利用密碼教具)為基礎，保留原教具模組功能，並對此教具進行新模組擴充，將大規模崩塌致災型態的學習內容，結合 RFID 條碼技術，擴充打造新的學習模組，讓原本電子教具變成多主題的行動學習教具。

#### 四、 RFID 感應幣製作：

為營造教具趣味性及神秘感，將各大規模崩塌致災型態的災害成因、監測設備、整治工法打造成感應幣，作為互動學習之媒介使用。

#### 五、 螢幕學習內容製作：

將大規模崩塌致災型態、成因、監測手段和整治工法的知識，以互動的方式向民眾展示與推廣，營造輕鬆有趣的學習情境。依

照不同年齡層、體驗者性質提供不同學習等級之教學內容，以便教具體驗者及教育人員根據需求選擇合適的內容。

六、 教學輔助資源製作：

包含各版本功能使用手冊、推廣教育教案、推廣用海報與 DM。

七、 參加水保教育與教具推廣活動：

為讓教具發揮最大知識傳遞功效，本計畫配合大署參加四場國內水保教育與防災科普教育推廣活動，透過活動有效推廣教具之防災教育理念。

八、 水土保持教育宣傳成效蒐集：

針對展場建立現場即時行動問卷，藉此蒐集真正推廣效益數據；針對固定的學習對象，建立前測與後測之問卷，以瞭解教具所發揮之學習成效。

## 第四節 前期計畫成果

本團隊從 107 年度起共執行了大署六個年度的農村與水保創新研究計畫，透過水土保持教育互動教具的開發，持續於各式防災教育現場及水土保持酷學校校園內宣揚推廣各種的防災教育知識。其中，六個年度計畫執行成果說明如下：

- 一. 107 年度開發出國內第一套以地滑災害為主題之互動教具，教具採一體成型設計，較適合於定點展示推廣。教具特色在實際觀察到降雨情形，並縮小地滑災害尺度，於教室及參展空間展示使用，以此開啟大規模崩塌於校園與一般民眾之紮根工作。同時，教具亦開始向民眾與學生釐清土石流與地滑發生機制之差異。此外，

為協助學童理解教具中地層分布與地下水位在現實世界之樣貌，於校園實際進行地層探勘工作，獲取鑽探岩芯資料與地層柱狀，並建置地下水位觀測井與開發簡易地下量測水位計，引導學生與教具模型作虛實連結，作為加深孩子對教具學習內容之理解。

- 二. 108 年度為降低教具於全國各地參展所需之運費，開發出一套可組裝式地滑地互動式教具模型，且教具再融入地層組織構造模擬套組與輔助解說螢幕設備(先備知識建置與學習單)，讓民眾更清楚瞭解教具預計傳達的知識，並提升民眾學習成效。
- 三. 109 年度開發之教具更提升了教具教學資源豐富度，包含(1)教具坡面採實際崩塌地地形，以 3D 列印方式製作出可直接觀察真實崩塌特徵之微地形；(2)增設一淺層崩塌滑動塊體，並以此帶出淺層崩塌之坡地災害型態知識；(3)增加崩塌地監測設備系統之展示。此外，科技輔助畫面整體展示內容的設計均以 108 年課綱「以素養教育為主」的 STEAM 教育理念進行編排，並增加智慧化元素於科技輔助畫面中，教具從降雨、地下水位上升、蜂鳴器響起，到淺層與深層崩塌發生等，均可由科技輔助畫面進行手動與自動的監控。學生能透過教具，依循現象觀察、情境解構、解決問題等一連串學習歷程來理解水保教育與自主防災之概念。
- 四. 110 年度則打破大規模崩塌防災教育學習知識集中設計於單一教具上，規劃四大主題並製成四套模組，分別為「3D 拼圖式崩塌微地形觀察模組」、「現象與災害成因觀察模組」、「監測系統互動模組」、與「整治工法互動模組」，使各單一模組可在不同空間與時間被展示與推廣，營造出嶄新之展覽體驗—將豐富的大規模崩塌知識化整為零。由於強化單一主題化後各模組之互動性與學習深

度一藉由設計更豐富的學習內容，讓民眾與學生在接觸各模組時能更深入且輕鬆地瞭解大規模崩塌之防災知識。此外，藉大規模崩塌知識之分解，各模組具備不同類型之教育內容，學校可針對單一模組進行採購，而教師亦能針對課程選擇單一模組進行教學，增加教具被採購彈性與能力，進而提升教具橫向擴散之能力。

五. 111 年度打造大規模崩塌防災教育教具包—將教具化成可組裝的材料，體積大幅縮小到一個工具箱，學生可自行組裝出不同的學習模組，建構一個共用的「順向坡基底模組」，再針對不同學習主題製成三套子模組，分別為「現象與災害成因觀察模組」、「監測系統互動模組」與「整治工法互動模組」，子模組可以共用模組搭配使用。由於教具體積縮小成為教具包，且教育知識也被拆解成不同模組，學校可針對單一模組進行採購，而教師亦能針對課程選擇單一模組進行教學，進而提升教具橫向擴散之能力。

六. 112 年度則從大規模崩塌教育主題轉為開發「山坡地土地可利用限度分類標準」教育主題，嘗試將生澀的山坡地土地可利用限度法規知識轉換成兩套高互動性之教具，其中，積木版教具有自己動手堆疊組合不同坡體、觀察坡體特徵等特色；而電子版教具則將教學資源電子化，並結合卡牌、RFID 等元素，打造出創新的科普教具。透過所開發之教具，民眾和學童可在操作教具的過程中，不斷地深入探索山坡地土地利用限度的密碼，進而累積土地利用分級的知識，並理解不同坡地有其適當的開發上限。

此外，六個年度計畫所開發出來之 6 套教具已發揮具體之教具擴散成效，包含(1)計畫團隊共開發 12 套大規模崩塌防災教育教具、參加 28 場教具展覽及推廣活動、吸引超過 18000 人次的民眾參觀體驗

教具、培育超過 180 位國小高年級種子學生與 100 位國小種子教師；

(2) 教具複製部分：由於本團隊歷年所開發之教具尺寸皆考量展場和教室使用，因此除 107 年度指導國立科學工藝博物館依循計畫之設計概念，製作出一台更大規模之地滑展示設備，以因應其大型展示與參觀需求外，其餘教具複製皆完整複製原教具之尺寸與功能，分別為 108 年度開發之教具模型授權科工館進行複製，複製後的成品進行全國防災教育特展使用、109 年度開發之教具模型授權農村水保署花蓮分署進行複製，複製後的成品進行東部防災教育推廣使用、110 年度開發之教具模型授權三峽北大國小進行複製，複製後的成品展示於國小自建的水保教室，作為防災教育推廣使用，亦可供國際防災教育交流團參訪；(3)教具移交再使用部分：107 計畫開發之教具移交至基隆信義國小、108 計畫開發之教具移交至花蓮松浦國小、110 度計畫開發之教具移交給農村與水保署、111 度計畫開發之教具移交給北大國小，以上移交之教具皆作為水保教育之擴散工具使用。

本團隊在六年計畫執行期間內已累積豐富教具設計與製作經驗，且教具推廣成效顯著，確實達到宣揚水土保持教育之目標。

## 第二章 工作執行方法與步驟

本計畫之工作執行步驟如圖 2-1，並分為八小節做說明。

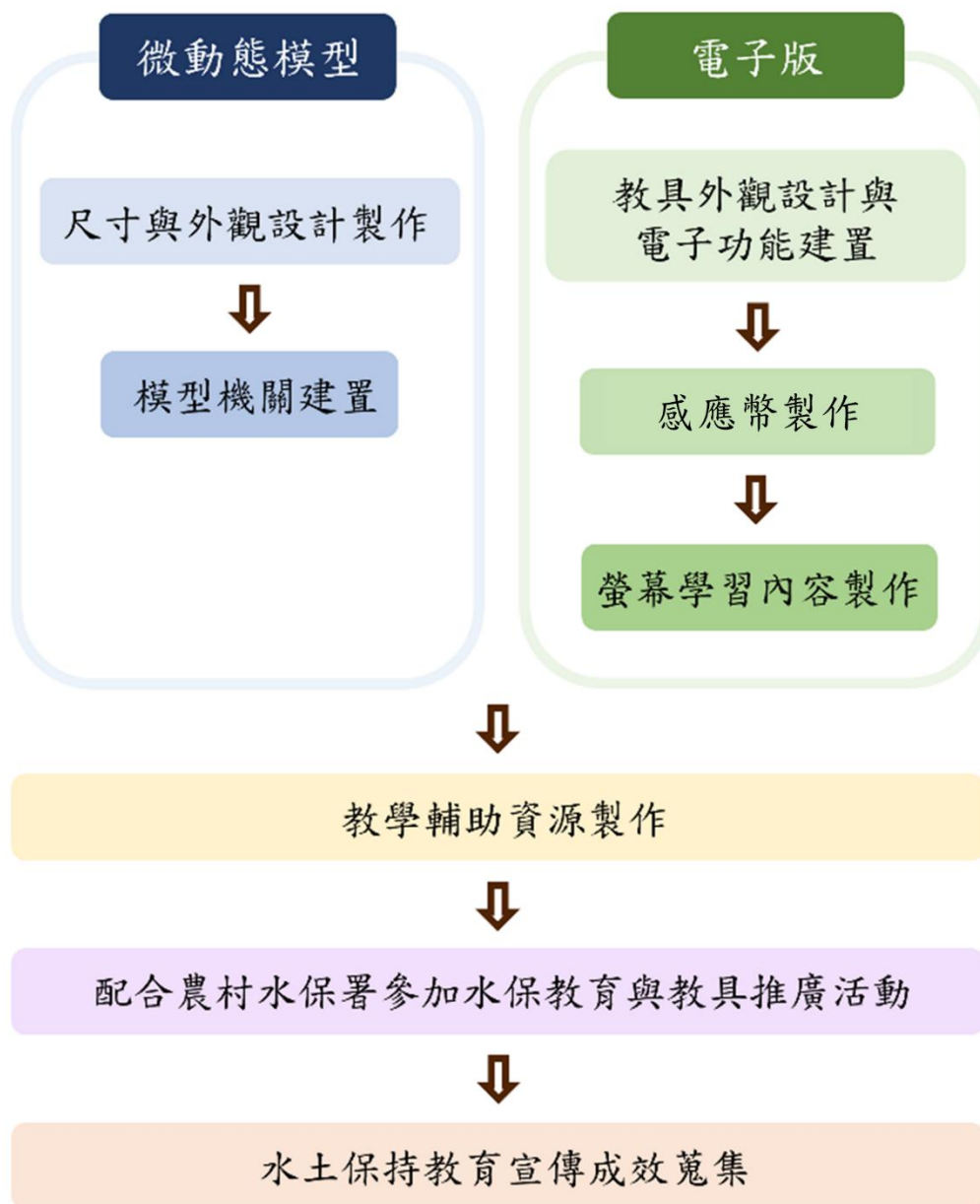


圖 2-1 工作執行步驟流程圖

資料來源：本計畫整理

## 第一節 意象模型教具尺寸設計與外觀製作

當大規模崩塌發生後，依其影響範圍之致災型態可分為重力堆積型、土石流型以及堰塞湖型等三類，本計畫針對此三種致災型態之意象模型，依據其不同災害型態之呈現樣態進行模型設計與建置，模型的尺寸控制在 A3 大小，以便於後續教具運送便利性，並且兼具採購價格相對低廉之優點。以下針對三種大規模崩塌致災型態之意象模型教具外觀設計進行說明：

### 一. 「重力堆積型」

本計畫參考莫拉克颱風後旗山溪上游那瑪夏鄉之重力堆積型崩塌影像(圖 2-2)，作為重力堆積型意象模型之地形地貌設計的依據。重力堆積型於日文原始文件中使用之文字為「崩土直擊」，顧名思義就是指被崩塌的土方直接撞擊，因此，在模型坡面上規劃一座崩塌處作為重力堆積型崩塌土方之料源，並於滑動坡面上佈置仿真植被和縮小尺寸的汽車及房屋模型，以增加其外觀之擬真程度。當土體崩落時，將會撞擊汽車、房屋模型，以此呈現災害造成的影響與危害。

### 二. 「土石流型」

本計畫打造的土石流型意象模型包含兩種土石流型態的展示，分別為坡面型及溪流型土石流(如圖 2-3 所示)，坡面型的土

石流以靜態展示在溪流型之側面，而溪流型的土石流則設計具動態模擬土砂運移的情境，並於河道下游呈現扇狀堆積。

### 三. 「堰塞湖型」

本計畫參考林務局花蓮林區管理處 2016 年 3 月在花蓮縣萬里溪上游發現堰塞湖之影像(圖 2-4)，作為堰塞湖型意象模型之地形地貌設計的依據。於模型中央設計一狹窄河道，其邊坡設置堰塞湖之料源，當料源土石崩落後堆積於河道中，即形成堰塞湖。



圖 2-2 莫拉克颱風後旗山溪上游那瑪夏鄉深層崩塌三維影像圖

資料來源：魏倫瑋等人，2012 [10]

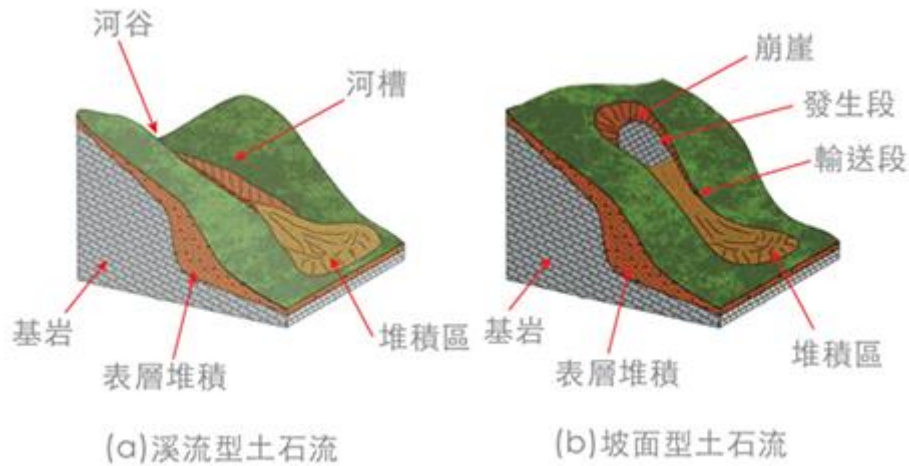


圖 2-3 坡面型與溪流型土石流示意圖[11]

資料來源：Nettleton, I. M. et al.,2005



圖 2-4 花蓮縣萬里溪上游所形成之堰塞湖[12]

資料來源：<https://n.yam.com/Article/20160719801074>

## 第二節 微動態模型設計與機關製作

本計畫針對每種致災型態之發展歷程，設計出能夠模擬土砂運移情況與災害徵兆現象的微動態模型機關，除了讓教具體驗者可以

初步瞭解每種致災型態的地形地貌特徵外，同時可以觀察災害發生的歷程與徵兆，藉此一併傳遞每種型態發生災害之成因。以下針對三種大規模崩塌致災型態之微動態機關設計進行說明：

#### 一. 「重力堆積型」

在模型中設計一個凹槽，象徵崩塌範圍之邊界，並在邊界下緣設計滲流出水的機關，作為模擬崩塌發生前滲水之徵兆情形，藉此警示有土石崩落危機。另外，於凹槽內設計存放崩塌土石顆粒的暫存區，接著將仿真的土石顆粒(人造石)自暫存區上方開口填入，當凹槽上蓋開啟時，仿真土石顆粒便從此處崩落，並沿坡面滑動，營造出土石顆粒隨坡面流動的樣態。

#### 二. 「土石流型」

設計溪流型的土石流具動態模擬土石移動的情境，而坡面型的土石流則以靜態展示在溪流型之側面。將此模型規劃成土砂源頭區、土砂輸送段與土砂堆積區等三個區塊，先在溪流上游佈置仿真土砂顆粒(代表土砂料源)形成土砂源頭區，再透過兩種不同坡度的潛勢溪流模組，讓教具體驗者觀察在不同坡度之下，土石流顆粒運移與堆積的情況，當河道坡度較緩時，上游土砂滑落至土砂輸送段，部分土砂會滯留在河道，而其餘土砂則運移至下游堆積區；而當坡度較陡時，上游土砂滑落至土砂

輸送段，則較輕易讓所有土砂顆粒輸送至下游，最後在堆積區形成扇狀堆積，藉此傳遞坡度是發生土石流的關鍵因素之一，且可觀察土石流扇狀堆積之特徵。

### 三. 「堰塞湖型」

模型的坡面上設計一段河道，於河道狹窄處之邊坡規劃一個崩塌處以作為形成堰塞湖壩體之料源，並於崩塌處下方河道中設置可活動式的面板，將咖啡色仿真土石顆粒蓄積於此，以模擬堰塞湖土石壩上的土體。此外，規劃於河道上游放置粒徑較小藍色顆粒，以模擬土石壩後方蓄積之水體，隨著藍色顆粒放置越多，蓄積水體水位升高，潰壩的風險也隨之增加。當水體顆粒之數量達一定程度後，開啟可活動式的面板，造成兩種不同顏色顆粒混合往下游流動，即可模擬潰壩之情形。換句話說，藉由藍色水體顆粒增加，模擬現實情況中更多水體流入河道，將會衝破壩體，咖啡色仿真土石顆粒移動至河道下游，壩體上游藍色水體顆粒也會隨之衝入河道，藉此來模擬潰壩後土砂移動的情景，最終兩種顆粒匯聚於下方的收集盒。

### 第三節 電子版教具外型設計與電子功能建置

教具外型設計沿用 112 年度手提箱造型之教具外型，此手提箱已證明可以提升展場搬運能力，同時手提箱造型亦可營造「任務中探索防災教育知識」，藉此吸引學童前來體驗學習。

以 112 年度的電子版教具為基礎，保留原教具模組功能，進行模組擴充及外觀改造，將「重力堆積型」、「土石流型」、「堰塞湖型」共三種大規模崩塌致災型態的學習內容，結合 RFID 條碼技術，擴充打造新的學習模組，並且在螢幕首頁可以選擇欲學習「大規模崩塌致災型態」或「山坡地可利用限度」的主題。此外，也針對教具外觀重新設計，打造一個多主題的行動學習教具。

### 第四節 感應幣製作

為營造教具趣味性及神秘感，將大規模崩塌致災型態相關內容打造成感應幣，且每個感應幣內均有鑲入 RFID 標籤，感應幣以顏色及圖案區分不同教學內容。本計畫針對不同的主題內容製作感應幣，主題包含大規模崩塌致災型態、災害常見發生機制、災害常見監測設備與災害常見整治工法，每種主題下再設計相關的感應幣，如表 2-1 所列。

表 2-1 感應幣項目

| 致災型態 | 重力堆積型                                                                                                                         | 土石流型                                                                                                                           | 堰塞湖型                                                                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 災害機制 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 降雨</li> <li>• 地下水位</li> <li>• 地質材料</li> </ul>                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 足夠的水</li> <li>• 足夠的土砂</li> <li>• 足夠的坡度</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 足夠的水</li> <li>• 足夠的土砂</li> <li>• 位處狹窄的河道</li> </ul>                              |
| 監測項目 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 雨量計</li> <li>• 地下水位觀測井</li> <li>• 傾斜管</li> <li>• CCD 攝影機</li> <li>• 地表變位儀</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 鋼索檢知器</li> <li>• CCD 攝影機</li> <li>• 地聲檢知器</li> <li>• 雨量計</li> <li>• 超音波水位計</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 雨量計</li> <li>• CCD 攝影機</li> <li>• 流量計</li> <li>• 傾斜管</li> <li>• 地表變位儀</li> </ul> |
| 整治工法 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 地表排水工法</li> <li>• 地下排水工法</li> <li>• 擋土牆</li> <li>• 地錨</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 裂縫填補</li> <li>• 攔砂壩</li> <li>• 梳子壩</li> <li>• 土砂堆積場</li> </ul>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 移除崩塌土體</li> <li>• 開挖溢流道</li> <li>• 降低湖水位</li> <li>• 避免殘坡再次滑動(鋼軌樁)</li> </ul>     |

資料來源：本計畫整理

## 第五節 螢幕學習內容製作

電子版教具螢幕內之教學內容依照不同年齡層、體驗者性質分為：(1)初級：國小學生、(2)中級：國、高中學生、(3)高級：一般民眾及水保教育相關人員進行設計。分級的概念是以水保知識的難易程度進行分類，初級之教學內容規劃有三大專區，分別為「大規模

崩塌類型」、「常見災害機制探索區」、「遊戲區」；中級之教學內容規劃有四大專區，除了初級具備的三大專區外，增設「常見災害監測探索區」專區；高級之教學內容則在中級的基礎上再增加「常見災害工法治理探索區」專區，透過知識的複雜度搭配參觀人員的背景知識能力所分類出來之分級系統，可方便教具體驗者及教育人員根據需求選擇合適的內容，增加教具可受益的群族範圍。

「大規模崩塌類型」專區中提供大規模崩塌致災型態的圖片和大規模崩塌的定義等，使教具體驗者能藉由圖片和文字引導，快速建構對大規模崩塌的基本認知。而在「常見災害機制探索區」專區之主要目標係讓教具體驗者自行探索每種型態之主要致災因子，將致災因子感應幣放置在 RFID 讀取區，隨後螢幕上將顯示出該感應幣所對應之致災因子的說明及示意圖片，例如：重力堆積型的可能致災因子為「降雨」、「地下水位」及「地質材料」等，本計畫製作每個致災因子的感應幣，其中每個感應幣內均有鑲入 RFID 標籤，而感應幣會以手繪圖方式展現各因子的意象，螢幕端則會對應到該項致災因子的學習內容，冀望體驗者從「常見災害機制探索區」來瞭解各種災害發生機制。

「常見災害監測探索區」之主要目標係讓體驗者自行探索每種致災型態常採用之監測設備，將監測設備感應幣放置在 RFID 讀取區，

隨後螢幕上將顯示出該感應幣所對應之監測設備的說明及示意圖片，例如：重力堆積型的常用之監測設備包含「雨量計」、「地下水位觀測井」、「地表變位儀」、「CCD 攝影機」、「傾斜管」等，本計畫會製作每個監測設備的感應幣，其中每個感應幣內均有鑲入 RFID 標籤，而感應幣會以手繪圖方式展現各監測設備的意象，螢幕端則會對應到該監測設備的實際應用原理，冀望體驗者從「常見災害監測探索區」來瞭解各種災害所採用之監測設備，進而學習監測在預防災害發生上扮演之重要角色。

「常見災害工法治理探索區」之主要目標係讓體驗者自行探索每種致災型態常採用之工程治理方法，將治理工法感應幣放置在 RFID 讀取區，隨後螢幕上將顯示出該感應幣所對應之治理工法的說明及示意圖片，例如：重力堆積型的常用治理工法包含「地表排水工法」、「地下排水工法」、「擋土牆」和「地錨」等，本計畫製作每個治理工法的感應幣，其中每個感應幣內均有鑲入 RFID 標籤，而感應幣會以手繪圖方式展現各工法的意象，螢幕端則對應到該項治理工法的學習知識，冀望體驗者從「常見災害工法治理探索區」來瞭解各種災害所使用之治理工法，及各工法的處理原理與目的。

最後，「遊戲區」內針對不同等級的教學內容設計出三種互動遊戲，初級之「遊戲區」係由系統隨機選擇一項致災因子組合，教具

體驗者需透過先前建立的知識，使用各大規模崩塌型態感應幣進行答題。中級之「遊戲區」相較於初級，新增了監測設備的題型以提升遊戲難度，教具體驗者同樣需透過先前建立的知識，使用各大規模崩塌型態感應幣進行答題。高級之「遊戲區」則是結合初級和中級之題型，新增了治理工法的題型，教具體驗者透過先前建立的知識，使用各大規模崩塌型態感應幣進行答題。在教具體驗者挑戰完成遊戲區中的題目後，提供其返回「遊戲分級」頁面之選擇，鼓勵教具體驗者挑戰其他等級的大規模崩塌學習內容。

## 第六節 教學輔助資源製作

為輔助教具展示和教學需要，本計畫針對兩套教具編輯教學輔助資源，藉此提升整體教具之完備性和推廣能力，以達到大規模崩塌致災型態學習效益之最大化。本計畫將教學輔助資源規劃為以下三項教材製作主軸：

### 一、 針對各模組的功能編輯使用手冊

手冊內容包括微動態意象模型教具與電子版教具個別功能介紹、操作方式與收納整理的流程。

### 二、 針對推廣教育編撰教案

本計畫以趣味性與神秘感為主軸編撰實體教案，提供推廣活動之使用，豐富大規模崩塌致災型態學習的紮實度。

### 三、 配合教具推廣製作海報、DM

DM 可顯示本計畫兩套教具之亮點項目、主要功能等內容，除可作為宣傳使用之推廣文宣外，在各式展覽活動中亦可藉此文宣讓短暫停留之民眾快速瞭解本教具之教學重點，進而提升民眾體驗本教具之興趣。

## 第七節 參加水保教育與教具推廣活動

為讓教具發揮最大知識傳遞功效，本計畫規劃配合農村水保署參與水保教育與教具推廣活動，例如：示範基地授證儀式及教育論壇-教具展覽活動、國內防災科普教育活動等。或是自行規劃至國內目前 163 所水土保持酷學校作為推廣之標的，可攜帶新產製的教具至水土保持酷學校向老師或學生進行防災教育宣導，冀望藉由推廣活動，達到水土保持環境教育與防災教育縱向紮根與橫向拓展之目的。本計畫規劃參與四場展覽與推廣活動，透過活動有效推廣教具之防災教育理念，並汲取參展民眾、教師及學童的回饋經驗，提供教學模式改進方向，亦能提升未來教具擴散水土保持教育的深度和廣度。

## 第八節 水土保持教育宣傳成效蒐集

單純的參與場次或網頁報導與流量較無法掌握參觀人員對推廣知識之學習成效，只有「轉換成對推廣知識瞭解的數據才有價值」，透過現場即時行動問卷調查建立，搭配水保教育與教具推廣活動時之參觀民眾，進行教具帶來的真正推廣效益數據的蒐集與建立。

針對展場形式推廣活動，問卷的調查時間以考量民眾的耐心問題為基礎，設計每次填答時間以 15 至 30 秒內回答完畢為原則，因此調查的題目數量設計為三至五題，且問卷預計依照不同年齡層、體驗者性質分為：(1)初級：國小學童、(2)中級：國、高中學生、(3)高級：一般民眾及水保教育相關人員進行設計。而針對至水土保持酷學校之推廣活動，由於推廣形式與地點不同於人數眾多且人流快速的展場，有較多時間可進行成效的調查，因此本計畫設計針對體驗人員施作一次教具體驗前測問卷，並於推廣介紹後再施以後測問卷，後測透過評量選擇題方式進行測驗，以此進一步判定人員在體驗所開發教具後，對於教具要傳遞之防災教育認知是否有所提升，並進行更深入的教具成效分析。

## 第三章 工作執行成果

本計畫完成原先規劃之工作項目，包含：(1)意象模型教具尺寸設計與外觀製作；(2)微動態模型設計與機關製作；(3)電子版教具外型設計與電子功能建置；(4)RFID 感應幣製作；(5)電子版螢幕學習內容製作；(6)配合農村水保署參加水保教育與教具推廣活動；(7)水土保持教育宣傳成效蒐集。針對執行成果說明如下：

### 第一節 意象模型教具尺寸設計與外觀製作

本計畫已完成意象模型教具之外形建置工作，包括三種不同致災型態意象模型之外觀、坡度和尺寸設計；模型表面覆蓋砂土和仿真植被。以下針對三種大規模崩塌致災型態之意象模型部分做說明：

#### 一、「重力堆積型」

模型尺寸設計為長 42 公分\*寬 31 公分\*高 23 公分，如圖 3-1、3-2 所示，此尺寸大小一方面有利於教具使用場域之空間規劃，另一方面也能夠讓教具在移動和收納上更為便利。在模型坡面上設置一個凹槽，象徵崩塌範圍之邊界，並於凹槽內設置存放仿真土石顆粒之機關，凹槽上蓋以仿真植被覆蓋，並結合水保酷學堂之繪本教材——山裡的炸彈客，將書中角色——山神爺爺的容貌繪製於其表面(圖 3-3)，藉此與先前的教材做連結。此外，模型坡面設計成土石顆粒易於滾落的坡度，

讓教具體驗者能夠清楚觀察到土石顆粒崩落及運動之歷程。為提升教具視覺與觸覺感受，將模型坡面覆蓋上土砂及仿真植被，並放置房屋和汽車模型於坡面上，藉由寫實的外觀設計能夠幫助教具體驗者將模型模擬之情境與現實連結，以加深學習印象，如圖 3-4 所示。

## 二、「土石流型」

模型尺寸設計為長 42 公分\*寬 31 公分\*高 16 公分，如圖 3-5~3-7 所示，土石流型相較於重力堆積型，其致災機制更強調「足夠的坡度」，因此將模型之坡度設計較緩，以利教具體驗者透過更換不同坡度的河道模組，清楚觀察到在不同坡度下土石顆粒的運移情況。在模型坡面上設置溪流型土石流具動態模擬土石移動的情境，而坡面型土石流則以靜態展示在溪流型的側面(圖 3-8)。將溪流型的土石流模型區分成土砂源頭區、土砂輸送段與土砂堆積區等三個區塊，土砂源頭區位於河道上游，並於此處設置土石流崩落之料源區，佈置仿真土砂顆粒(代表土砂料源)。於下游設置土砂堆積區，以強調扇狀堆積為土石流的重要特徵之一。為提升教具視覺與觸覺感受，將模型坡面覆蓋上土砂及仿真植被以模擬真實情況，藉由寫實的外觀設計能夠幫助教具體驗者將模型模擬之情境與現實連結，以加深學習印象。

### 三、「堰塞湖型」

模型尺寸設計為長 42 公分\*寬 31 公分\*高 19 公分，如圖 3-9、3-10 所示。在模型坡面上設置一段河道，於河道狹窄處之邊坡設置一崩塌處，以作為堰塞湖壩體形成之料源(圖 3-11)，藉此強調「位處狹窄的河道」為堰塞湖形成的重要因子之一。為提升教具視覺與觸覺感受，將模型坡面覆蓋上土砂及仿真植被以模擬真實情況，藉由寫實的外觀設計能夠幫助教具體驗者將模型模擬之情境與現實連結，以加深學習印象。



圖 3-1 重力堆積型模型俯視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-2 重力堆積型模型前視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-3 重力堆積型模型特寫—山神爺爺

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-4 重力堆積型模型特寫—微型汽車與房屋模型

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-5 土石流型模型俯視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-6 土石流型模型前視圖—坡度較緩的土石流潛勢溪流

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-7 土石流型模型前視圖—坡度較陡的土石流潛勢溪流

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-8 土石流型模型特寫—靜態展示之坡面型土石流

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-9 堰塞湖型模型俯視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-10 堰塞湖型模型前視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-11 堰塞湖型模型特寫—崩塌料源

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

## 第二節 微動態模型設計與機關製作

本計畫為讓體驗者對於災害徵兆、歷程與形成原因有更深一層認識，因此製作微動態的機關來達成此目的。以下針對三種大規模崩塌致災型態之微動態模型部分做說明：

### 一、「重力堆積型」

在模型坡面上設置一個凹槽，象徵崩塌範圍之邊界，並在邊界之下緣製作一排水平的出水孔並連結滲流水機關，以模擬崩塌發生前滲水之情形(圖 3-12)，藉此警示可能有土石崩落危機。

另外，所設計的凹槽作為存放土石顆粒的暫存區，將仿真的土石顆粒(人造石)填入凹槽中(圖 3-13)，當開啟凹槽上蓋時，造成土石顆粒崩落，並沿著坡面滑動，以此營造出土石顆粒隨坡面流動的樣態。當土石顆粒崩落後將撞擊佈置於坡面上之房屋模型，使其連同崩落的土石滾落至坡趾處，以此模擬災害發生的真實情況，如圖 3-14 所示。

在模型底部以壓克力材質製作可過濾土石顆粒之收集盒，其孔徑略小於土石顆粒，能夠完全區隔滲流出來的水體與崩塌的土石顆粒(圖 3-15)，以利於在展場活動或校園推廣時能縮短場復時間。

## 二、「土石流型」

在模型坡面上設置溪流型土石流具動態模擬土石移動的情境，而坡面型土石流則以靜態展示在溪流型的側面。此溪流型的土石流模型規劃成土砂源頭區、土砂輸送段與土砂堆積區等三個區塊。為強調土石流型之致災機制--「足夠的坡度」，因此設計兩種不同坡度的潛勢溪流，以提供教具體驗者觀察在不同坡度之下，土石流顆粒運移與堆積的情況。在河道上游設置土砂源頭區域，佈置仿真土砂顆粒(代表土砂料源)，並設置可手動開啟之閘門(圖 3-16)，以觸發土石流型崩塌事件的發生。當坡度較緩的土石流潛勢溪流發生崩塌時，上游土砂滑落至土砂輸送段，由於坡度較緩，土砂運移能力較弱，部分土砂會滯留於河道，其餘則運移至下游堆積區，如圖 3-17 所示；而當坡度較陡的土石流潛勢溪流發生崩塌時，上游土砂滑落至土砂輸送段，由於坡度較陡，土砂便可輕易輸送至下游區，最後形成扇狀堆積，如圖 3-18 所示，藉此傳遞坡度是發生土石流的關鍵因素之一，同時可以觀察土石流扇狀堆積特徵。

在模型底部以壓克力材質製作土石顆粒之收集盒，以利於因應展場快速活動的參觀人流，在操作完後能在短時間內復原。

### 三、「堰塞湖型」

在模型坡面上設置一段河道，於河道狹窄處之邊坡設置一塊崩塌處，以作為堰塞湖形成之料源，並於崩塌處下方河道中設置兩個可活動式面板，將咖啡色仿真土石顆粒堆疊於前，藍色水體顆粒堆積於後，以區隔土石壩與水體(圖 3-19~3-21)。此外，規劃讓教具體驗者投放水體顆粒以模擬降雨造成土石壩後方水體累積之現象。當水體顆粒之數量達一定程度後，開啟可活動式面板，即可模擬堰塞湖潰壩之情形。藉由水體顆粒增加的過程，模擬現實情況中更多水體流入河道，同時學習「足夠的水」為形成堰塞湖的要素之一。最後土石壩體無法承受過多的水體導致潰壩，咖啡色仿真土石顆粒與藍色水體顆粒一同滾落，並運移至河道下游，藉此來模擬潰壩後土砂移動的情景，最終所有顆粒將匯聚於下方的收集盒。

在模型底部以壓克力材質製作可過濾兩種不同顆粒之收集盒，其孔徑略小於土石顆粒，由於兩種顆粒之粒徑不相同，因此能夠完全區隔水體顆粒與土石顆粒(圖 3-22、3-23)，以利於在操作完後顆粒混雜的狀態下，能快速分類土石顆粒與水體顆粒，縮短場復所需時間。



圖 3-12 重力堆積型模型之滲水機關

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-13 重力堆積型模型之土石顆粒

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-14 重力堆積型模型之土石顆粒崩落

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

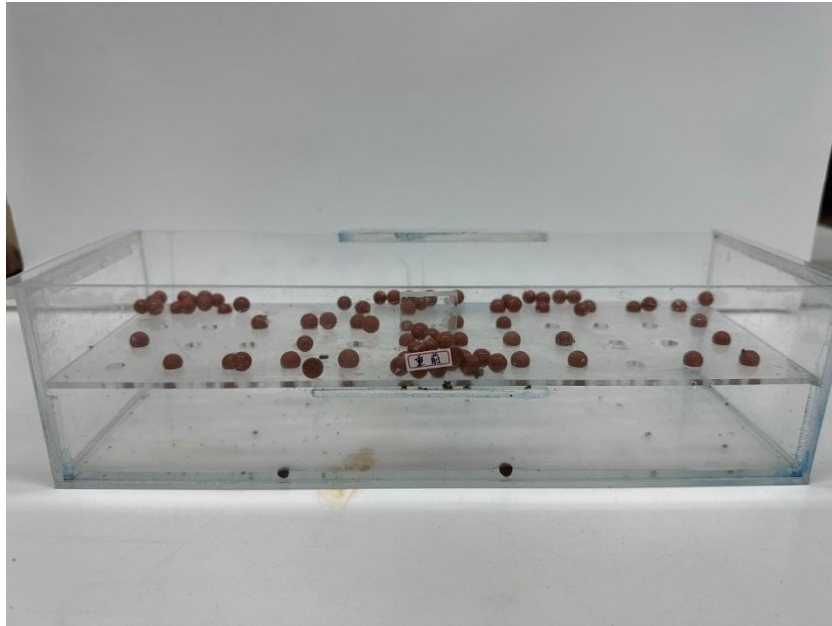


圖 3-15 重力堆積型模型之顆粒收集盒

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-16 土石流型模型可手動開啟之閘門

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-17 土石流型模型坡度較緩之土石流潛勢溪流

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

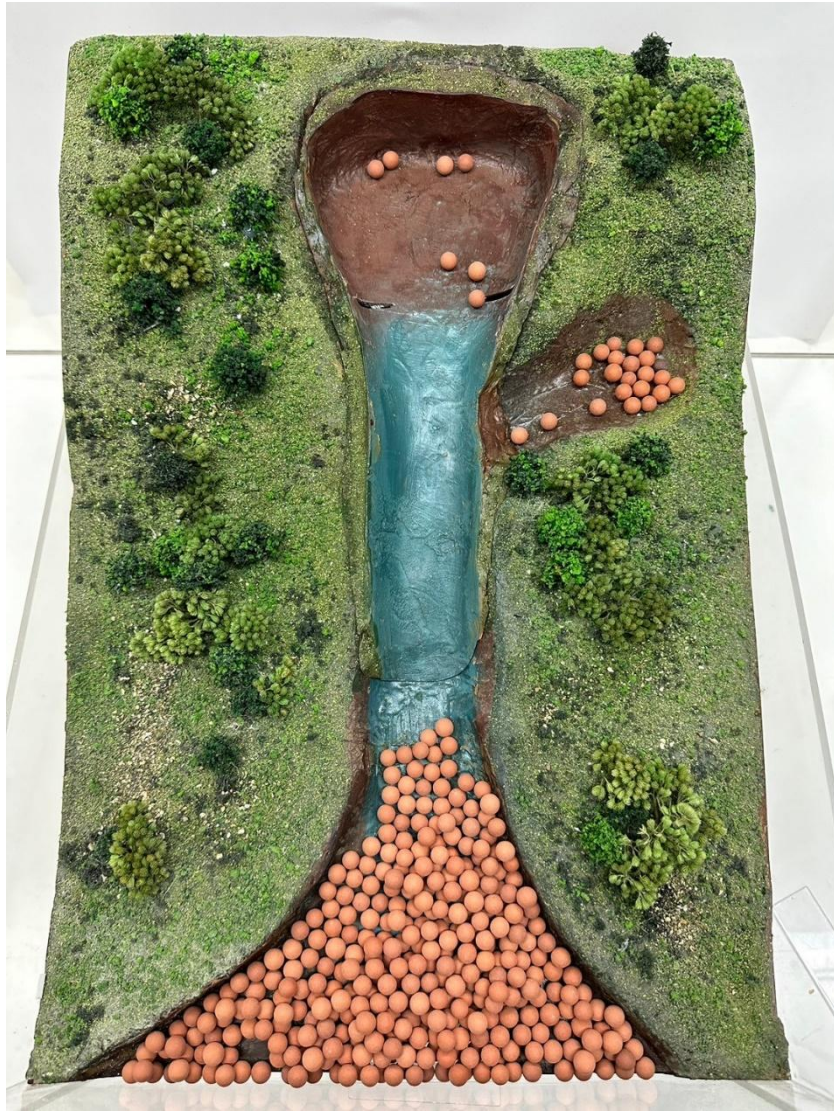


圖 3-18 土石流型模型坡度較陡之土石流潛勢溪流

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-19 壩塞湖型模型之土石壩

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-20 堰塞湖型模型之土石壩後方蓄積水體俯視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-21 堰塞湖型模型之土石壩後方蓄積水體前視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

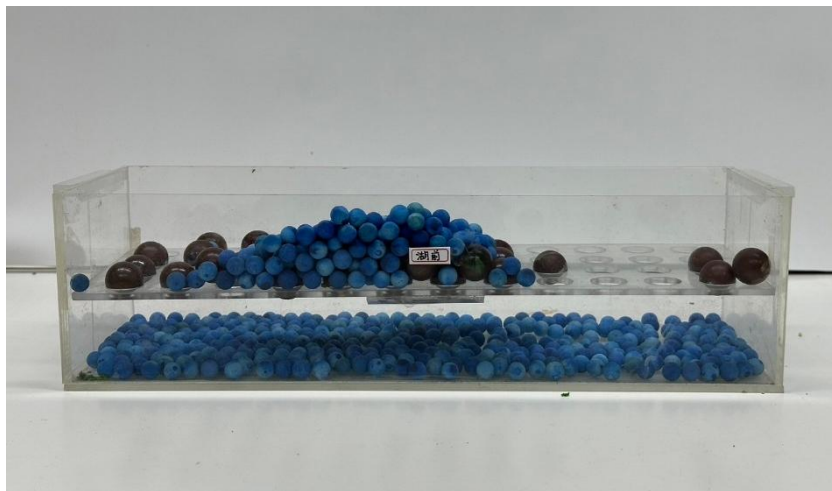


圖 3-22 堰塞湖型模型之顆粒收集盒—過篩前

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

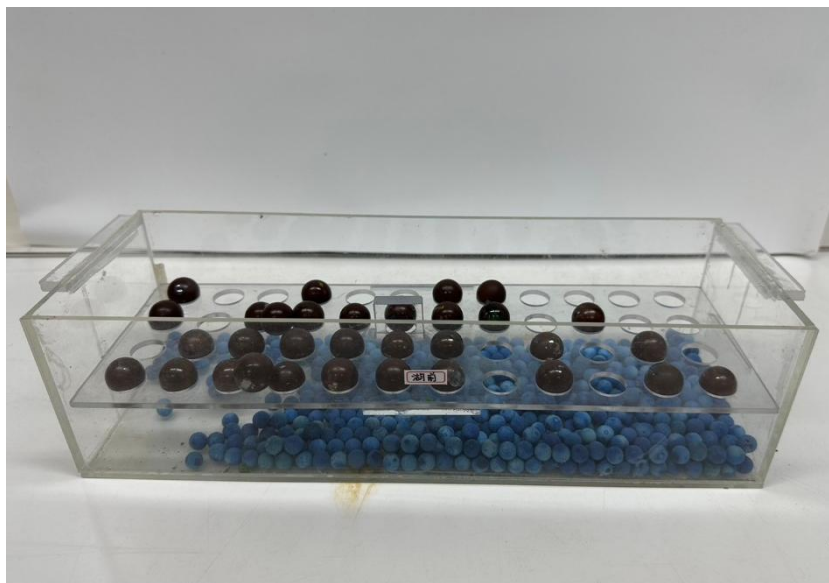


圖 3-23 堰塞湖型模型之顆粒收集盒—過篩後

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

### 第三節 電子版教具外型設計與電子功能建置

為了打造多元學習內容的行動教具，本計畫以 112 年度的電子版教具為基礎，保留原教具模組功能，進行模組擴充及外觀改造(如圖 3-24~3-30)。在電子版教具螢幕首頁可選擇欲學習「大規模崩塌致災型態」主題，或是「山坡地可利用限度」主題，教具體驗者及教育人員可根據教學需求選擇不同主題的內容。

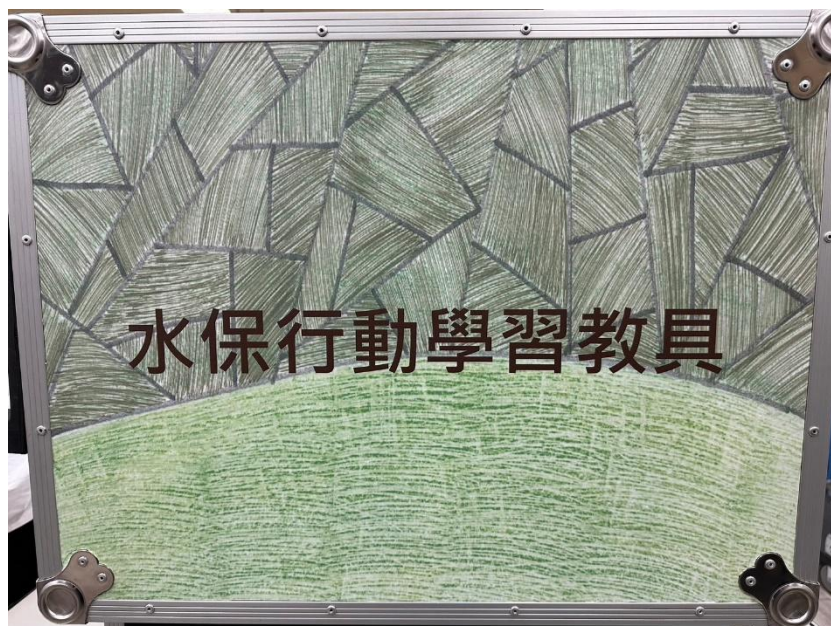


圖 3-24 電子版教具外型設計—俯視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-25 電子版教具外型設計—前視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

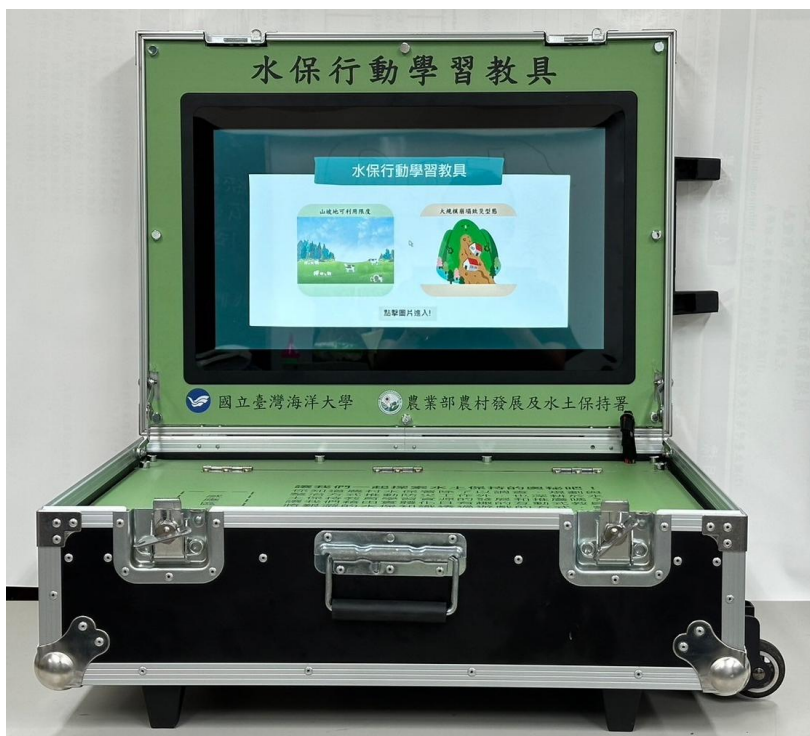


圖 3-26 電子版教具主題選擇頁面

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-27 電子版教具遊戲分級選擇頁面

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

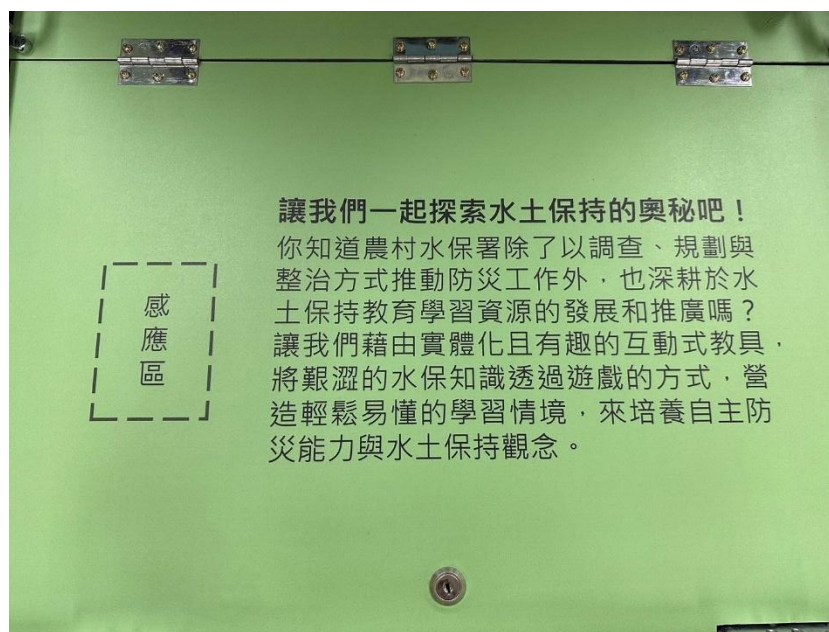


圖 3-28 電子版教具 RFID 感應區

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-29 電子版教具移動型態—前視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)



圖 3-30 電子版教具移動型態一側視圖

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 31 日)

#### 第四節 感應幣製作

電子版教具之互動式感應幣製作項目可分為(1)RFID 標籤製作與(2)感應幣圖面繪製，圖面款式共計 31 款，包含 3 種大規模崩塌致災型態、7 種災害機制、9 種監測設備以及 12 種整治工法，如圖 3-31~3-38 所示。將圖面對應之名稱設計於感應幣背面，藉由觀察圖面再對照文字的方式，不僅能加深教具體驗者的印象，更保留教具營造出之「探索」、「調查」、「解密」氛圍。此外，由於感應幣數量較多，為避免感應幣散亂導致學習體驗不佳，本計畫設計一壓克力收納盒供感應幣分類使用(圖 3-39、3-40)。



圖 3-31 大規模崩塌致災型態感應幣-重力堆積型

資料來源：本計畫整理



圖 3-32 大規模崩塌致災型態感應幣-堰塞湖型

資料來源：本計畫整理



圖 3-33 致災因子感應幣-降雨

資料來源：本計畫整理

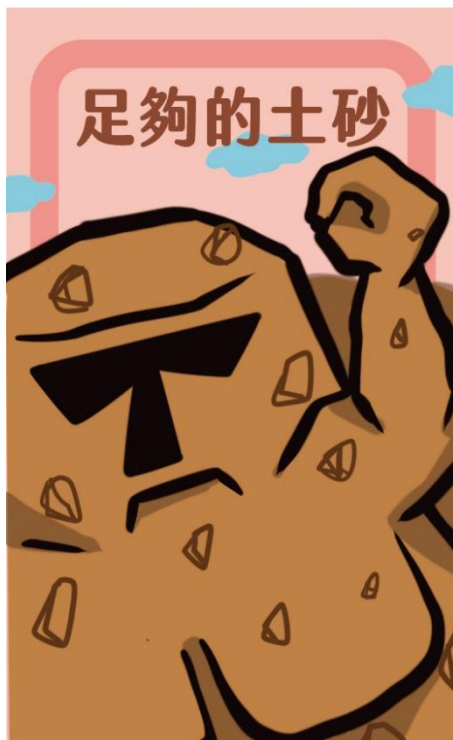


圖 3-34 致災因子感應幣-足夠的土砂

資料來源：本計畫整理



圖 3-35 監測設備感應幣-雨量計

資料來源：本計畫整理

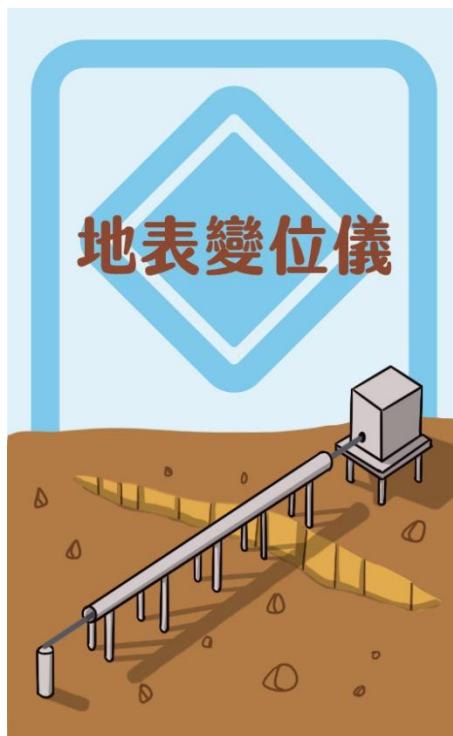


圖 3-36 監測設備感應幣-地表變位儀

資料來源：本計畫整理



圖 3-37 治理工法感應幣-地下排水工法

資料來源：本計畫整理



圖 3-38 治理工法感應幣-移除崩塌土體

資料來源：本計畫整理



圖 3-39 感應幣收納盒—前視圖

資料來源：本計畫整理

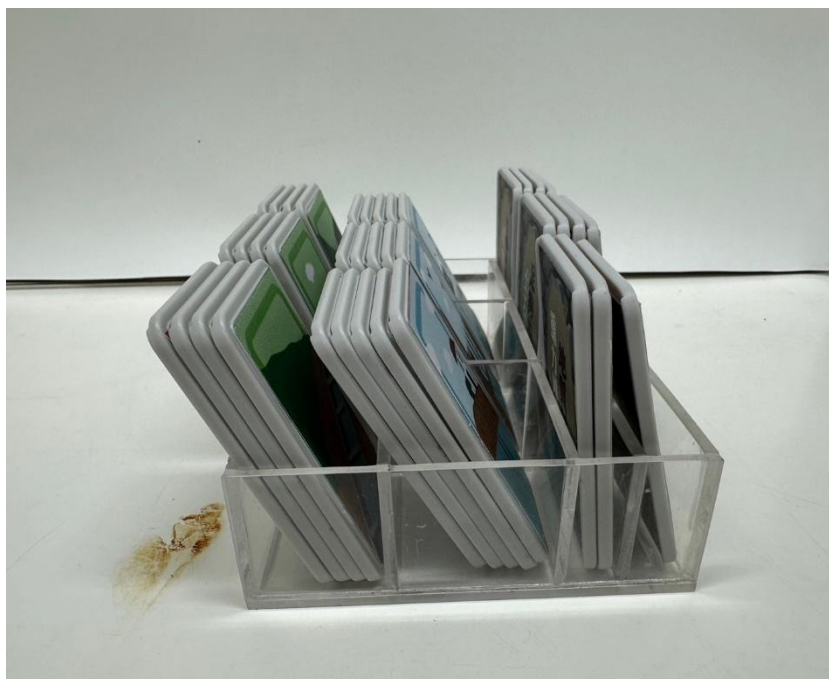


圖 3-40 感應幣收納盒—側視圖

資料來源：本計畫整理

## 第五節 螢幕學習內容製作

電子版螢幕教學內容的製作項目主要包含(1)教學內容架構設計、(2)教學內容圖面設計。教學內容分為兩大主題：「山坡地可利用限度」與「大規模崩塌致災型態」。在進入水保行動學習教具後，點擊螢幕圖片即可選擇欲學習之主題進入(圖 3-41)。點擊進入「大規模崩塌致災型態」主題後會連結到「遊戲分級」畫面(圖 3-42)，架構依據不同年齡層、體驗者性質分為：(1)初級：國小學生、(2)中級：國、高中學生、(3)高級：一般民眾及水保教育相關人員。初級之教學內容規劃有三大專區，分別為「大規模崩塌型態」、「常見災害機制探索區」、「遊戲區」(圖 3-43)；中級之教學內容規劃有四大專區，除了初級具備的三大專區外，增設「常見災害監測探索區」專區(圖 3-44)；高級之教學內容則在中級的基礎上再增加「常見災害工法治理探索區」專區(圖 3-45)，以便教具體驗者及教育人員根據需求選擇合適的內容。由「遊戲分級」畫面點選合適之等級進入選單，首先向教具體驗者詢問「大規模崩塌是什麼？」，並將大規模崩塌之定義與圖片於問題下方呈現。同時在畫面左側列出選單，讓教具體驗者對大規模崩塌有初步認知後，依序點擊進入選擇的學習內容。各專區教學內容及架構說明如下：

## 一、「大規模崩塌型態」專區

在進入「大規模崩塌型態」專區後，首先詢問教具體驗者「你知道大規模崩塌的型態有哪些嗎？」(圖 3-46)，同時引導教具體驗者使用感應幣掃描進入大規模崩塌背景知識學習的畫面。隨著教具體驗者所掃描之致災型態感應幣，螢幕隨即顯示該致災型態之教學內容，藉由動手掃描感應幣並獲取知識的過程，培養學童主動求知的精神。專區提供大規模崩塌致災型態示意圖、實際災害照片和大規模崩塌的定義等資訊(圖 3-47)，將三種不同的大規模崩塌致災型態之背景知識完整的呈現出來，使教具體驗者能藉由圖片和文字引導，快速建構對大規模崩塌的基本認知。

## 二、「常見災害機制探索區」專區

本專區著重於讓教具體驗者自行探索每種型態之主要致災因子，在專區內皆有大署出版之繪本的動物角色作為遊戲嚮導來引導教具體驗者，讓教具體驗者不論在何種場域都能夠自主學習。首先詢問教具體驗者「你知道哪些因子會導致大規模崩塌發生嗎？」，同時引導教具體驗者使用感應幣掃描欲學習之致災型態進入致災因子學習的畫面(圖 3-48)。將致災因子感應幣放置在 RFID 感應區後，螢幕上隨即顯示出該感應幣所對應之致災因子的說明及示意圖片，如圖 3-49 所

示，幫助教具體驗者從「常見災害機制探索區」來瞭解學習災害發生的機制。

### 三、「常見災害監測探索區」專區

本專區所具備之教學內容相較於「常見災害機制探索區」更為艱深，因此將其安排在中級與高級的課程當中，以提升教學的學術涵養。首先詢問教具體驗者「你知道可以使用哪些方法監測大規模崩塌嗎？」，同時引導教具體驗者使用感應幣掃描欲學習之致災型態進入監測設備學習的畫面(圖 3-50)。教具體驗者透過將監測設備感應幣放置在 RFID 感應區，並學習該感應幣所對應之監測設備的說明、應用範圍及圖片，如圖 3-51 所示，幫助教具體驗者從「常見災害監測探索區」來瞭解各種災害所採用之監測設備，進而學習監測在預防災害發生上扮演之重要角色。

### 四、「常見災害治理工法探索區」專區

本專區所具備之教學內容僅出現於高級的課程當中，教具體驗者可將本專區所介紹之治理工法與現實生活經驗做連結，藉此留下深刻印象。首先詢問教具體驗者「你知道可以使用哪些方法整治大規模崩塌嗎？」，同時引導教具體驗者使用感應幣掃描欲學習之致災型態進入治理工法學習的畫面(圖 3-52)。將治理工法感應幣放置在 RFID 感應區，螢幕上即顯示出該感應幣所對應之治理工法的說明及圖片，如圖

3-53 所示，幫助教具體驗者從「常見災害工法治理探索區」來瞭解各種災害所使用之治理工法，以及各工法的處理原理與目的。

#### 五、「遊戲區」

針對不同等級的教學內容建立三種互動遊戲，點擊進入遊戲區後，依照教具體驗者所屬的等級設定不同難易度之題目，採用隨機出題方式，教具體驗者則透過三種大規模崩塌致災型態的感應幣來進行答題。設定初級之「遊戲區」的出題範圍僅涵蓋「常見災害機制探索區」中之教學內容，題目設計上為考慮 RFID 條碼讀取等技術層面問題，僅以單一題型進行遊戲設計，列出其中一項大規模崩塌致災型態之致災因子組合，教具體驗者需透過先前建立的知識，使用各大規模崩塌致災型態感應幣進行答題(圖 3-54、3-55)。中級之「遊戲區」相較於初級，新增了監測設備的題型以提升遊戲難度，不僅出題範圍擴大，題目數量也跟著增加，除初級之題目外，再由系統隨機出一項大規模崩塌致災型態之監測設備組合，而教具體驗者同樣需透過先前建立的知識，使用各大規模崩塌致災型態之感應幣進行答題(圖 3-56~3-57)。原先設計適合高級的教具體驗者屬性為一般民眾及水保教育相關人員，考量到必須將大規模崩塌的完整概念傳遞給此類教具體驗者，因此高級之「遊戲區」則是結合初級和中級之題型，並新增了治理工法的題型，能夠有循序漸進的學習過程，並將專區和專區之間的教學內容做

連結。教具體驗者仍需透過先前建立的知識，使用各大規模崩塌致災型態之感應幣進行答題(圖 3-58、59)。

在教具體驗者挑戰完成遊戲區中所有題目後，提供其返回遊戲等級頁面之選擇，鼓勵教具體驗者挑戰其他等級的大規模崩塌學習內容。



圖 3-41 電子版教具主題選擇圖面

資料來源：本計畫整理



圖 3-42 遊戲分級圖面

資料來源：本計畫整理



圖 3-43 初級學習內容選單圖面

資料來源：本計畫整理





圖 3-46 大規模崩塌型態專區內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-47 大規模崩塌致災型態說明-重力堆積型

資料來源：本計畫整理



圖 3-48 常見災害機制探索區內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-49 致災因子說明-降雨

資料來源：本計畫整理



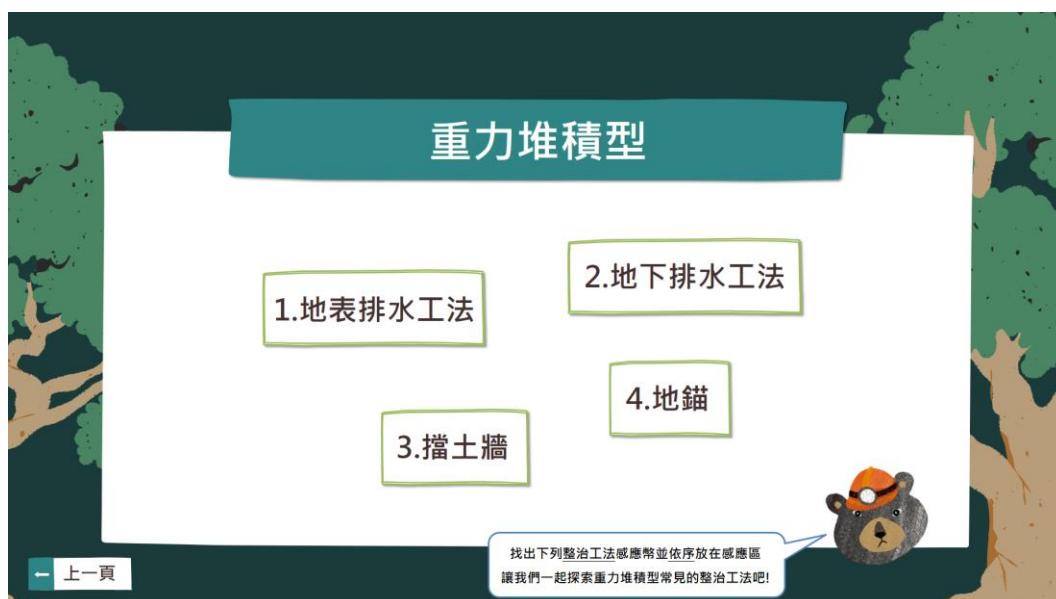


圖 3-52 常見災害工法治理探索區內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-53 治理工法說明-地下排水工法

資料來源：本計畫整理



圖 3-54 初級遊戲區內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-55 初級遊戲區圖面

資料來源：本計畫整理



圖 3-56 中級遊戲區內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-57 中級遊戲區圖面

資料來源：本計畫整理

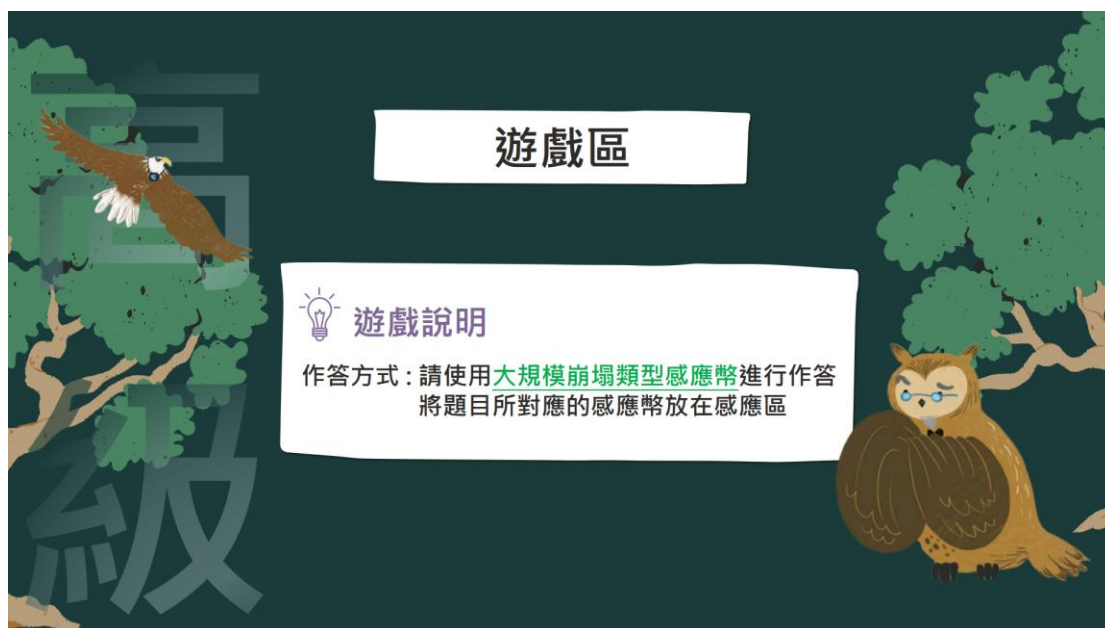


圖 3-58 高級遊戲區內容

資料來源：本計畫整理



圖 3-59 高級遊戲區圖面

資料來源：本計畫整理

## 第六節 教學輔助資源製作

教學輔助資源製作工作分為三大工作項目：(1)教育推廣教案編撰、(2)教具功能使用手冊編撰、(3)教具 DM 製作。各項製作成果詳如下述：

### 一、 教育推廣教案編撰

以教師為主所編製而成之教案，其概述了教具的開發背景、理念與教學方向等，教案內亦詳述微動態意象模型與電子版兩教具之教學目標、教學內容、教學重點、教學活動、與教學建議等內容。其中，微動態意象模型之教學活動共分為：(1)大規模崩塌定義介紹、(2)大規模崩塌致災型態概述、(3)重力堆積型微動態意象模型觀察與致災因子探索、(4)土石流型微動態意象模型觀察與致災因子探索、(5)堰塞湖型微動態意象模型觀察與致災因子探索、(6)自我評量；而電子版教具之教學活動則有：(1) 認識三種大規模崩塌致災型態、(2)常見災害機制探索區、(3)常見災害監測探索區、(4)常見災害治理工法探索區、(5)遊戲區體驗。此教案作為一完整的教具教學使用範例，可讓教師快速理解教具操作原理，進一步提升教具教學品質。教具推廣教案詳細內容見附錄三。

### 二、 教具操作說明手冊編撰

為讓使用本教具之教師與參展人員可以更輕鬆快速地熟習教

具操作方法，本計畫編製一本教具操作指南，內容包含微動態意象模型與電子版兩套教具之操作方法、功能說明與注意事項等，以圖文並列方式呈現，完整教具功能使用手冊詳見附錄四。

### 三、 教具 DM 製作

為增添教具於展覽活動之豐富度，本計畫分別依照微動態模型與電子版兩套教具製作 DM，藉此參觀者在短時間內迅速掌握大規模崩塌致災型態之基本概念。其中，DM 尺寸為 A4 大小，其尺寸設計可輕鬆收納至教具收納箱內，藉以保持教具運輸之便利性。教具 DM 製作成果如圖 3-60、3-61 所示

# 大規模崩塌致災型態 之學習教具

本教具藉由**微動態意象模型**呈現大規模崩塌發展歷程，融合**現象觀察**與**互動式教學**，增加學習的趣味性。透過教具讓體驗者瞭解三種大規模崩塌致災型態，並學習可能導致災害發生的機制。

## 重力堆積型

- 藉由觀察重力堆積型之微動態意象模型，以瞭解重力堆積型大規模崩塌發生的徵兆。
- 觀察土砂運移樣態，以瞭解崩塌土體如何造成生命財產損失。
- 學習誘發重力堆積型大規模崩塌的三種常見致災因子。



## 土石流型



- 藉由觀察土石流型之微動態意象模型，以瞭解坡面型與溪流型土石流的差異。
- 觀察土砂運移樣態，以瞭解在不同坡度下土砂運動與堆積情形。
- 學習誘發土石流型大規模崩塌的三種常見致災因子。

## 堰塞湖型

- 藉由觀察堰塞湖型之微動態意象模型，以瞭解其發展歷程。
- 觀察潰壩情形，以學習導致潰壩的原因。
- 學習誘發堰塞湖型大規模崩塌的三種常見致災因子。



圖 3-60 微動態意象模型教具 DM

資料來源：本計畫整理

# 大規模崩塌致災型態之學習教具

本教具含豐富互動操作體驗，體驗者可透過教具學習**三種大規模崩塌致災型態**，並瞭解可能導致災害發生的**機制**、所使用的**監測設備**與**治理工法**。



- ✓ **互動式螢幕**-因應數位學習趨勢
- ✓ **RFID感應幣**-提升教具探索與趣味性
- ✓ **三大探索專區**-專區引導體驗者自主學習
- ✓ **遊戲區體驗**-透過遊戲體驗營造輕鬆有趣的學習氛圍

## 常見災害機制探索區

藉由掃描致災因子感應幣學習螢幕中呈現的知識內容，將晦澀的知識透過淺顯易懂的圖片及文字傳遞給體驗者。



## 常見災害監測探索區

藉由掃描監測設備感應幣學習螢幕中呈現的監測設備介紹，搭配簡單明瞭的手繪示意圖，以瞭解監測的目的與原理。



## 常見災害治理工法探索區

藉由掃描治理工法感應幣學習螢幕中呈現的治理工法說明，將抽象的概念具象化，幫助體驗者瞭解治理工法的目的與原理。



圖 3-61 電子版教具 DM

資料來源：本計畫整理

## 第七節 參加水保教育與教具推廣活動

本計畫已於計畫執行期間參與四場展覽活動，分別為：(1)龍埔國小之水保教育研習、(2)農村及水土保持成果發表會、(3)國立臺灣海洋大學—學生體驗活動、(4)東信國小—教具推廣活動。各場次推廣成果詳如下述：

### 一、 龍埔國小之水保教育研習

新北市龍埔國小係大署水土保持酷學校之一，本計畫於 113 年 6 月 5 日由計畫主持人率隊至新北市龍埔國小，以「水土保持防災教具開發及素養導向應用之成果分享」為主題，向 39 位龍埔國小教師傳遞水土保持重要性、自主防災推動方法、科普大規模崩塌相關知識等(圖 3-62~3-66)。最後，教導國小老師如何應用教具推展素養教育。此外，計畫人員於教育訓練結束後以掃描 QR-Code 填寫 Google 表單教具體驗問卷作為水土保持教育宣傳成效蒐集，將問卷全面採用線上作答方式，不僅便於量化推廣成效的結果，也能減低問卷印刷成本。根據問卷前後測之比較，可以看出本次研習成效良好，教育訓練成果符合預期。

### 二、 農村及水土保持成果發表會

本計畫於 113 年 7 月 10 日派遣計畫人員至國立中興大學參與「113 年度農村及水土保持成果發表會」(圖 3-67、3-68)。藉此活動推廣、

傳遞水土保持知識及大規模崩塌災害等概念，以達到水土保持教育橫向拓展之目標。

### 三、 國立臺灣海洋大學—學生體驗活動

為蒐集不同年齡及教育水準之族群體驗本教具之心得，本計畫將教具帶進大學課堂中，向大學三年級之學生分別展示微動態意象模型與電子版教具(圖 3-69~3-72)。大學生雖對於大規模崩塌已有基本的認知，但多數學生仍無法分辨三種致災型態之間的差異，也尚未具備大規模崩塌的監測手段與整治工法等相關知識。從問卷統計數據中顯示，經計畫主持人及計畫人員引導學生體驗教具後，學生對於大規模崩塌的成因、監測手段和整治工法有較為清楚的理解，如圖 3-84、3-85 所示，可見本計畫開發之兩套教具對於提升大學生實務應用方法有所幫助。

### 四、 東信國小—教具推廣活動

本計畫於 113 年 11 月 1 日由計畫主持人率隊至基隆市東信國小進行本年度水保行動學習教具推廣活動，推廣對象為東信國小六年級之學生(圖 3-73~圖 3-83)，本次活動共計 20 位學童參與教具體驗。經計畫主持人調查，有部分學童能夠回答出臺灣曾發生大規模崩塌災害的地點，可見大署對於水保教育持續深耕的果效，但學童對於大規模崩塌致災型態與成因仍是一知半解。由問卷統計結果可知，體驗教具

後，學童對於大規模崩塌的相關知識有更完整且深入的學習，顯示此推廣活動之成效良好，成功達到水保知識向下扎根、生生不息之目標。此外，針對兩種教具體驗之先後順序，也做了詳細的問卷調查，從圖 3-86~3-88 可見，先體驗微動態意象模型能夠激發學童的好奇心，刺激學童的視覺與觸覺，在面對電子版教具中較抽象的知識概念時，能夠與模型做連結。因此，藉由現象觀察與互動式的微動態模型來銜接電子版教具完整的知識內容，更能夠提升學童的學習力，而此成果也有助於在後續編寫教案時，更容易掌握學童學習的方向。



圖 3-62 計畫主持人向龍埔國小教師傳遞大規模崩塌概念

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 6 月 5 日)



圖 3-63 計畫主持人向龍埔國小教師傳遞自主防災知識

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 6 月 5 日)



圖 3-64 計畫主持人向龍埔國小教師介紹三種大規模崩塌致災型態

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 6 月 5 日)



圖 3-65 龍埔國小教師參與水保教育研習

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 6 月 5 日)



圖 3-66 計畫人員向龍埔國小教師講解電子版教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 6 月 5 日)



圖 3-67 計畫人員向農業部次長講解水保教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 7 月 10 日)



圖 3-68 計畫人員向農村及水土保持成果發表會之與會人員講解水保

### 教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 7 月 10 日)



圖 3-69 計畫人員於國立臺灣海洋大學向大學生展示電子版教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 23 日)



圖 3-70 計畫人員於國立臺灣海洋大學向大學生展示土石流型之微動

### 態意象模型教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 23 日)



圖 3-71 大學生體驗電子版教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 23 日)



圖 3-72 計畫主持人於國立臺灣海洋大學向大學生展示堰塞湖型之微

### 動態意象模型教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 10 月 23 日)



圖 3-73 計畫主持人向東信國小學童傳遞大規模崩塌概念

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-74 計畫主持人向東信國小學童介紹三種大規模崩塌致災型態

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-75 計畫人員於東信國小向學童展示電子版教具(1)

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-76 計畫人員於東信國小向學童展示電子版教具(2)

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-77 學童體驗電子版教具(1)

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)

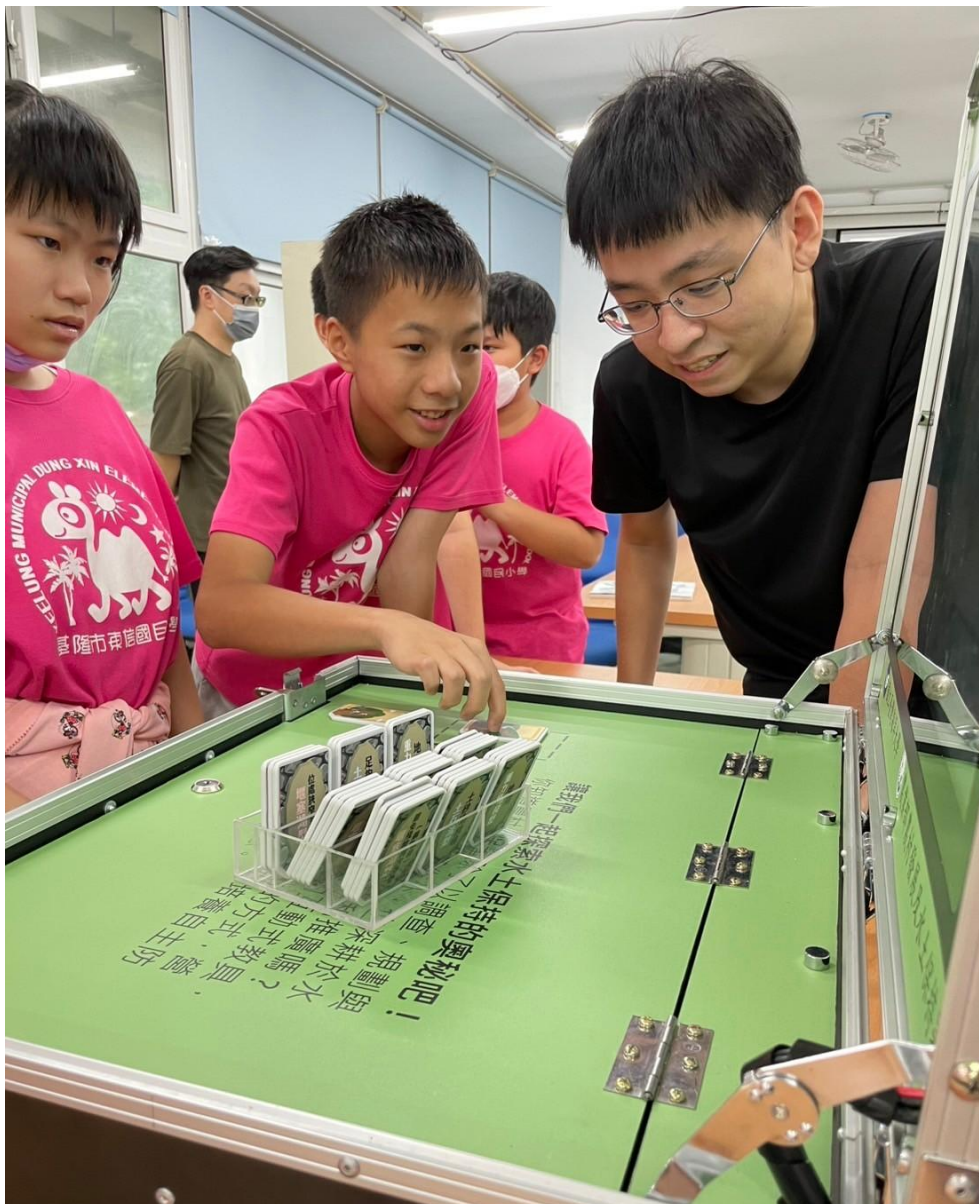


圖 3-78 學童體驗電子版教具(2)

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-79 計畫人員於東信國小向學童展示堰塞湖型之微動態意象模型

### 教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-80 計畫主持人於東信國小向學童講解堰塞湖型之微動態意象模型教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-81 計畫人員於東信國小向學童展示重力堆積型之微動態意象模型教具

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-82 計畫團隊向東信國小學童進行問卷調查

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)



圖 3-83 計畫團隊於東信國小進行教具推廣活動

資料來源：本計畫整理(攝於 113 年 11 月 1 日)

## 第八節 水土保持教育宣傳成效蒐集

本計畫依據(1)國小學童、(2)國、高中學生、(3)一般民眾及水保教育相關人員等族群共設計三組問卷，以此方法收集並統計教具學習成效。問卷主要內容為調查教具體驗者在體驗本教具後是否能夠清楚瞭解大規模崩塌定義、對於大規模崩塌的發生機制、監測手段與整治工法是否累積一定認知，依據年齡層分布，問卷題目數量和難易程度將隨之調整，針對不同族群所設計之三組問卷內容整理於表 3-1~3-12。為統計教具體驗前後水保知識的累積狀況，本計畫分別設計前、後測問卷，後測問卷依大規模崩塌致災型態分成三種題型，並對應前測問卷之題目，讓教具體驗者隨機掃描 QR-Code 填寫 Google 表單問卷，以增加題目的多樣性。

本年度計畫經四場展覽及教育宣導活動後共收集 77 份問卷，經統計，有 98%的教具體驗者在體驗本教具後，對本教具欲傳達知識有所理解，可見本計畫著實透過教具傳達了大規模崩塌防災教育基礎知識，如表 3-13~3-15 與圖 3-84~3-88 所示。此外，基隆市防災教育輔導團也向本團隊提出複製今年度計畫所開發之教具的需求，顯示本計畫教具推廣成效良好，已如期達到推廣大規模崩塌防災教育之目標。

表 3-1 初級問卷前測 (施測對象：國小學童)

| 題號 | 題目                   | 是 | 否 |
|----|----------------------|---|---|
| 1  | 你是否知道大規模崩塌的定義？       |   |   |
| 2  | 你是否知道大規模崩塌的致災型態？     |   |   |
| 3  | 你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？ |   |   |
| 4  | 你是否知道誘發大規模崩塌的發生機制？   |   |   |

資料來源：本計畫整理

表 3-2 初級問卷後測—重力堆積型 (施測對象：國小學童)

| 題號 | 題目                                                                       | 是 | 否 |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上 |   |   |
| 2  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型態？<br>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                  |   |   |
| 3  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解下列誘發「重力堆積型」大規模崩塌發生的三種條件？<br>(1)降雨<br>(2)地下水位<br>(3)地質材料    |   |   |

資料來源：本計畫整理

表 3-3 初級問卷後測—土石流型 (施測對象：國小學童)

| 題號 | 題目                                                                       | 是 | 否 |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上 |   |   |
| 2  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型態？                                                |   |   |

|   |                                                                          |  |  |
|---|--------------------------------------------------------------------------|--|--|
|   | 崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                                               |  |  |
| 3 | 經過課程後，你是否已清楚瞭解下列誘發「土石流型」大規模崩塌發生的三種條件？<br>(1)足夠的水<br>(2)足夠的土砂<br>(3)足夠的坡度 |  |  |

資料來源：本計畫整理

**表 3-4 初級問卷後測—堰塞湖型 (施測對象：國小學童)**

| 題號 | 題目                                                                         | 是 | 否 |
|----|----------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上   |   |   |
| 2  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型態？<br>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                    |   |   |
| 3  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解下列誘發「堰塞湖型」大規模崩塌發生的三種條件？<br>(1)足夠的水<br>(2)足夠的土砂<br>(3)位處狹窄的河道 |   |   |

資料來源：本計畫整理

**表 3-5 中級問卷前測 (施測對象：國、高中生)**

| 題號 | 題目                   | 是 | 否 |
|----|----------------------|---|---|
| 1  | 你是否知道大規模崩塌的定義？       |   |   |
| 2  | 你是否知道大規模崩塌的致災型態？     |   |   |
| 3  | 你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？ |   |   |
| 4  | 你是否知道誘發大規模崩塌的發生機制？   |   |   |
| 5  | 你是否知道大規模崩塌常用的監測儀器？   |   |   |

資料來源：本計畫整理

表 3-6 中級問卷後測—重力堆積型 (施測對象：國、高中生)

| 題號 | 題目                                                                                                 | 是 | 否 |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上                           |   |   |
| 2  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型態？<br>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                                            |   |   |
| 3  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解下列誘發「重力堆積型」發生的三種條件？<br>(1)降雨<br>(2)地下水位<br>(3)地質材料                                   |   |   |
| 4  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解可以透過下列儀器監測「重力堆積型」崩塌災害發生？<br>(1)雨量計<br>(2)地下水位觀測井<br>(3)傾斜管<br>(4)CCD 攝影機<br>(5)地表變位儀 |   |   |

資料來源：本計畫整理

表 3-7 中級問卷後測—土石流型 (施測對象：國、高中生)

| 題號 | 題目                                                                       | 是 | 否 |
|----|--------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上 |   |   |
| 2  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型態？<br>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                  |   |   |
| 3  | 經過課程後，你是否已清楚瞭解下列誘發「土石流型」發生的三種條件？<br>(1)足夠的水<br>(2)足夠的土砂<br>(3)足夠的坡度      |   |   |

|   |                                                                                                                               |  |  |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| 4 | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解可以透過下列儀器監測「土石流型」崩塌災害發生？</p> <p>(1)鋼索檢知器</p> <p>(2)CCD 攝影機</p> <p>(3)地聲檢知器</p> <p>(4)雨量計</p> <p>(5)超音波水位計</p> |  |  |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|

資料來源：本計畫整理

**表 3-8 中級問卷後測—堰塞湖型（施測對象：國、高中生）**

| 題號 | 題目                                                                                                                       | 是 | 否 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1  | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？</p> <p>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上</p>                                      |   |   |
| 2  | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型態？</p> <p>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」</p>                                                       |   |   |
| 3  | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解下列誘發「堰塞湖型」發生的三種條件？</p> <p>(1)足夠的水</p> <p>(2)足夠的土砂</p> <p>(3)位處狹窄的河道</p>                                 |   |   |
| 4  | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解可以透過下列儀器監測「堰塞湖型」崩塌災害發生？</p> <p>(1)雨量計</p> <p>(2)流量計</p> <p>(3)傾斜管</p> <p>(4)CCD 攝影機</p> <p>(5)地表變位儀</p> |   |   |

資料來源：本計畫整理

**表 3-9 高級問卷前測（施測對象：一般民眾及水保教育相關人員）**

| 題號 | 題目               | 是 | 否 |
|----|------------------|---|---|
| 1  | 你是否知道大規模崩塌的定義？   |   |   |
| 2  | 你是否知道大規模崩塌的致災型態？ |   |   |

|   |                      |  |  |
|---|----------------------|--|--|
| 3 | 你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？ |  |  |
| 4 | 你是否知道誘發大規模崩塌的發生機制？   |  |  |
| 5 | 你是否知道大規模崩塌常用的監測儀器？   |  |  |
| 6 | 你是否知道大規模崩塌常見的整治工法？   |  |  |

資料來源：本計畫整理

**表 3-10 高級問卷後測—重力堆積型（施測對象：一般民眾及水保教育相關人員）**

| 題號 | 題目                                                                                                     | 是 | 否 |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1  | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上                             |   |   |
| 2  | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型態？<br>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                                              |   |   |
| 3  | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解下列誘發「重力堆積型」發生的三種條件？<br>(1)降雨<br>(2)地下水位<br>(3)地質材料                                     |   |   |
| 4  | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解可以透過下列常見儀器監測「重力堆積型」崩塌災害發生？<br>(1)雨量計<br>(2)地下水位觀測井<br>(3)傾斜管<br>(4)CCD 攝影機<br>(5)地表變位儀 |   |   |
| 5  | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解下列常見整治工法可降低「重力堆積型」的危害？<br>(1)地表排水工法<br>(2)地下排水工法<br>(3)擋土牆<br>(4)地錨                    |   |   |
| 6  | 經過教具體驗後，你認為本教具是否讓你清楚瞭解大規模崩塌防災教育知識？                                                                     |   |   |

資料來源：本計畫整理

**表 3-11 高級問卷後測—土石流型（施測對象：一般民眾及水保教育  
相關人員）**

| 題<br>號 | 題目                                                                                                         | 是 | 否 |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺<br>與崩塌深度在 10 公尺以上                             |   |   |
| 2      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型<br>態？<br>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                                              |   |   |
| 3      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解下列誘發「土石流型」<br>發生的三種條件？<br>(1)足夠的水<br>(2)足夠的土砂<br>(3)足夠的坡度                                  |   |   |
| 4      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解可以透過下列常見儀<br>器監測「土石流型」崩塌災害發生？<br>(1)鋼索檢知器<br>(2)CCD 攝影機<br>(3)地聲檢知器<br>(4)雨量計<br>(5)超音波水位計 |   |   |
| 5      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解下列常見整治工法可<br>降低「土石流型」的危害？<br>(1)裂縫填補<br>(2)攔砂壩<br>(3)梳子壩<br>(4)土砂堆積場                       |   |   |
| 6      | 經過教具體驗後，你認為本教具是否讓你清楚瞭解大規模<br>崩塌防災教育知識？                                                                     |   |   |

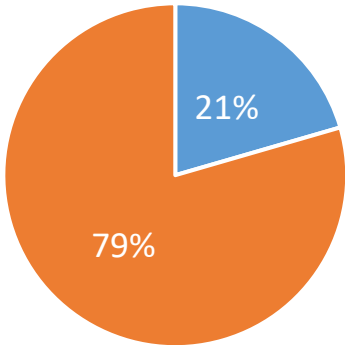
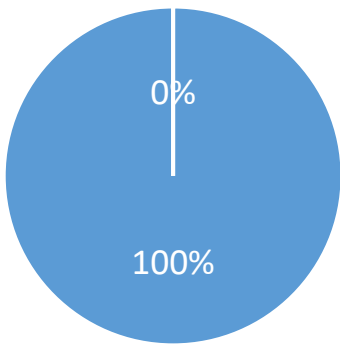
資料來源：本計畫整理

表 3-12 高級問卷後測—堰塞湖型（施測對象：一般民眾及水保教育  
相關人員）

| 題<br>號 | 題目                                                                                                    | 是 | 否 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？<br>崩塌定義：崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺<br>與崩塌深度在 10 公尺以上                        |   |   |
| 2      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的致災型<br>態？<br>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」                                         |   |   |
| 3      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解下列誘發「堰塞湖型」<br>發生的三種條件？<br>(1)足夠的水<br>(2)足夠的土砂<br>(3)位處狹窄的河道                           |   |   |
| 4      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解可以透過下列常見儀<br>器監測「堰塞湖型」崩塌災害發生？<br>(1)雨量計<br>(2)流量計<br>(3)傾斜管<br>(4)CCD 攝影機<br>(5)地表變位儀 |   |   |
| 5      | 經過課程體驗後，你是否已清楚瞭解下列常見整治工法可<br>降低「堰塞湖型」的危害？<br>(1)移除崩塌土體<br>(2)開挖溢流道<br>(3)降低湖水位<br>(4)避免殘坡再次滑動(鋼軌樁)    |   |   |
| 6      | 經過教具體驗後，你認為本教具是否讓你清楚瞭解大規模<br>崩塌防災教育知識？                                                                |   |   |

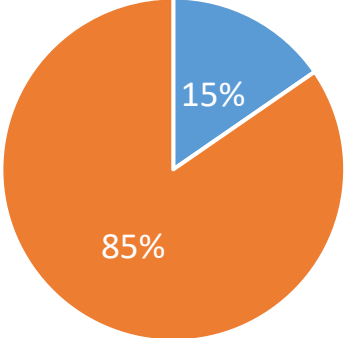
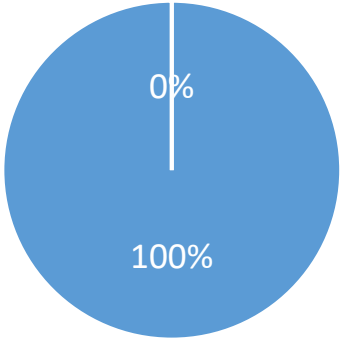
資料來源：本計畫整理

表 3-13 龍埔國小教師前後測結果(1)

| 題目                                                                                                          |                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 你是否知道大規模崩塌的定義？                                                                                              | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌的定義？</p> <p>崩塌定義:崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上</p>                          |
| <p>前測</p>  <p>■ 是 ■ 否</p> | <p>後測</p>  <p>■ 是 ■ 否</p> |

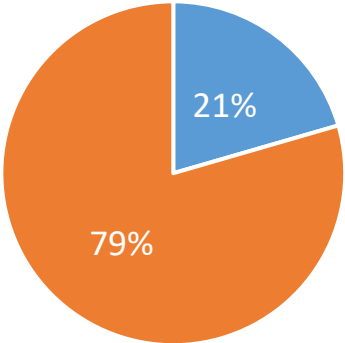
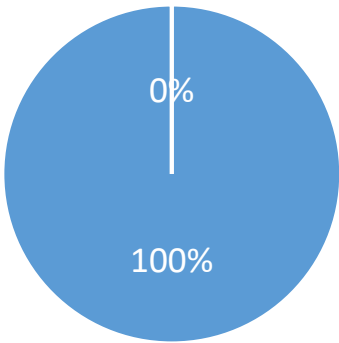
資料來源：本計畫整理

表 3-14 龍埔國小教師前後測結果(2)

| 題目                                                                                                          |                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 你是否知道大規模崩塌的致災型態？                                                                                            | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解大規模崩塌地致災型態？</p> <p>崩塌型態：「重力堆積型」、「土石流型」與「堰塞湖型」</p>                                           |
| <p>前測</p>  <p>■ 是 ■ 否</p> | <p>後測</p>  <p>■ 是 ■ 否</p> |

資料來源：本計畫整理

表 3-15 龍埔國小教師前後測結果(3)

| 題目                                                                                                           |                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>你是否知道降雨誘發「重力堆積型」大規模崩塌的發生機制？</p>                                                                           | <p>經過課程後，你是否已清楚瞭解以下降雨誘發「重力堆積型」發生的三種條件？</p> <p>(1)降雨</p> <p>(2)地下水位</p> <p>(3)地質材料</p>                         |
| <p>前測</p>  <p>■ 是 ■ 否</p> | <p>後測</p>  <p>■ 是 ■ 否</p> |

資料來源：本計畫整理

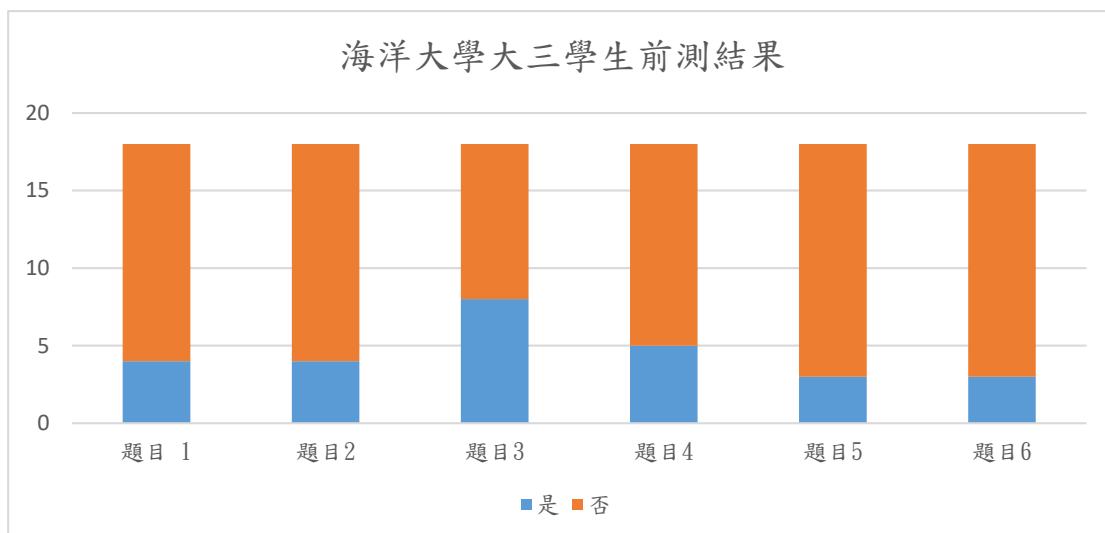


圖 3-84 海洋大學學生教具體驗前測問卷調查結果

資料來源：本計畫整理

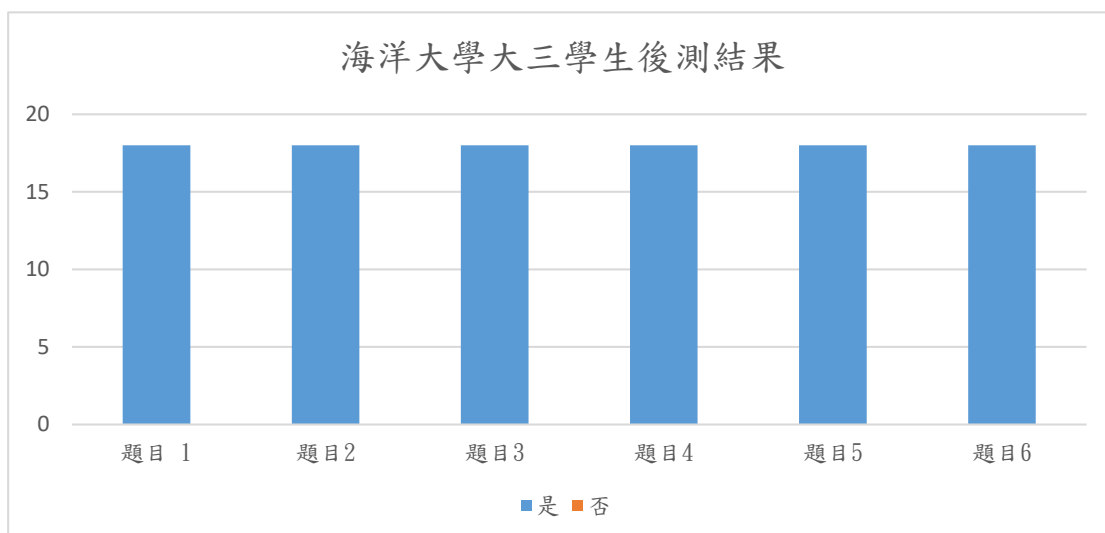


圖 3-85 海洋大學學生教具體驗後測問卷調查結果

資料來源：本計畫整理

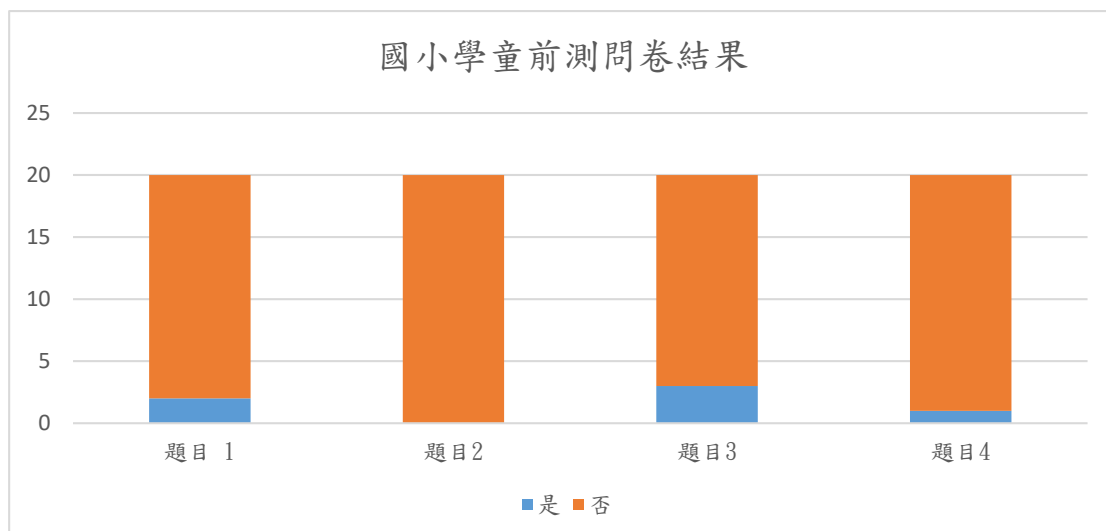


圖 3-86 東信國小學童教具體驗前測問卷調查結果

資料來源：本計畫整理

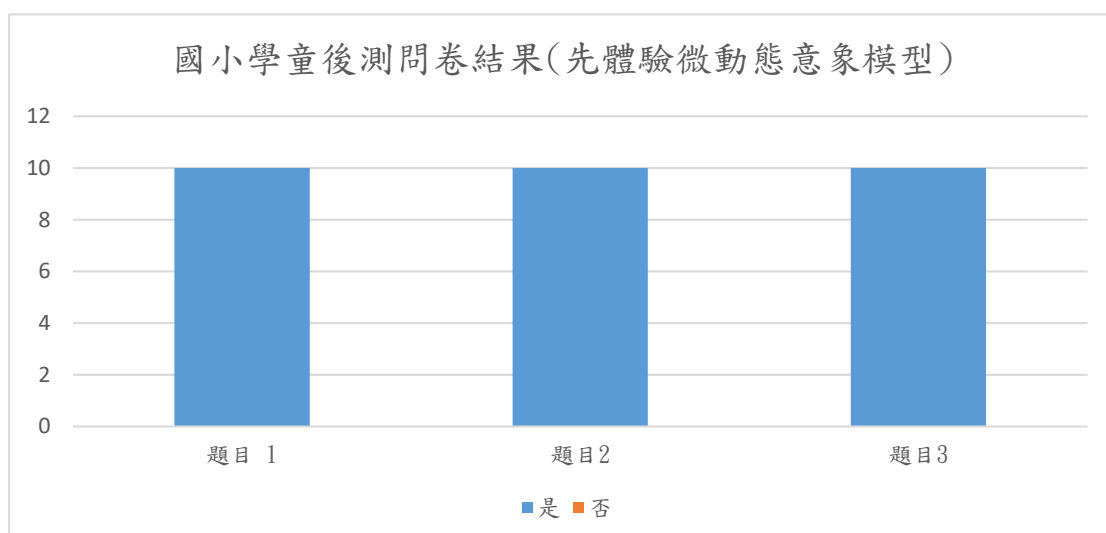


圖 3-87 東信國小學童教具體驗後測問卷調查結果(先體驗微動態意象模型)

資料來源：本計畫整理

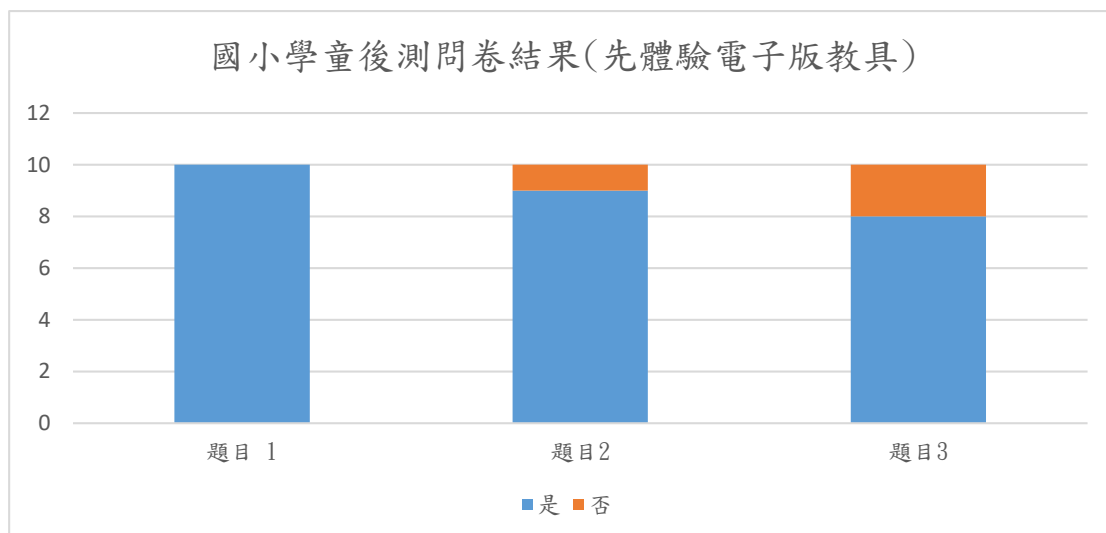


圖 3-88 東信國小學童教具體驗後測問卷調查結果(先體驗電子版教具)

資料來源：本計畫整理

## 第四章 結論與建議

### 第一節 結論

本計畫已依計畫目標，完成所有規劃之工作項目，將所有工作成果整合可獲得以下幾點結論：

- 一、本計畫已完成建置三種大規模崩塌致災型態之微動態意象模型，將大規模崩塌致災型態、災害成因等知識以互動的方式向民眾與學童展示，成功透過教具傳達了大規模崩塌防災教育基礎知識。
- 二、本計畫成功擴充電子版教具，以 112 年度教具(探索山坡地可利用密碼教具)為基礎，保留原教具模組功能，增加大規模崩塌致災型態的學習內容，並結合 RFID 條碼技術，擴充打造新的學習模組，讓原本電子版教具變成多主題的水保行動學習教具。
- 三、本計畫經四場展覽及教育宣導活動後共收集 77 份問卷，經統計，有 98%的教具體驗者藉由本計畫所開發之教具，對於大規模崩塌致災型態的致災因子、監測設備和整治工法等概念獲得充分理解，顯示本計畫所開發之教具在傳遞大規模崩塌知識上具有顯著效益。此外，基隆市防災教育輔導團也向本團隊提出複製今年度計畫所開發之教具的需求，可見本計畫教具推廣成效良好，

藉由教具推廣與學習資源的開發，將知識縱向紮根與橫向拓展來達成水土保持教育普及之目的。

## 第二節 建議

- 一、本年度計畫係以大規模崩塌致災型態為教育主題進行教具設計，未來可考慮針對大規模崩塌致災型態更深入之知識，來進行教學資源設計與開發，以此延伸水土保持教育的範疇。
- 二、本年度計畫之電子版教具可再持續開發更多不同主題的學習內容，將電子版教具不斷擴充，發展成具備更多元化素材的水保行動學習教具，於水保教育推廣時，可以提供更全面性的防災知識。
- 三、持續配合農村水保署參與水保教育與推廣活動，並蒐集水土保持教育宣傳成效，將已建立之問卷回饋單配合後續展覽活動使用，並彙整教具體驗者之回饋與意見作為之後水保教具研發的參考或改善方向。

## 參考文獻

- [1] 許世孟、廖逸凡、董名家、林永昇、林侑輝、簡俊發(2021)。水土保持防災教育創新研究：以大規模崩塌防災教育為例。中華水土保持學報， 52 卷 4 期， PP. 241-252。
- [2] 行政院農業部農村發展及水土保持署。地滑地搶救大作戰互動教具研發(2018)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [3] 行政院農業部農村發展及水土保持署。地滑地搶救大作戰互動教具研發 2.0 (2019)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [4] 行政院農業部農村發展及水土保持署。「STEAM」理念融入大規模崩塌防災教育教具開發(2020)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [5] 行政院農業部農村發展及水土保持署。深層崩塌防災教育教具研發：從認識崩塌微地形、現象、成因、監測至工程治理(2021)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [6] 行政院農業部農村發展及水土保持署。大規模崩塌防災教育教具包研發(2022)。執行單位：國立臺灣海洋大學。
- [7] 行政院農業部農村發展及水土保持署。探索山坡地可利用密碼教具研發(2023)。執行單位：國立臺灣海洋大學。

[8] 行政院農業部農村發展及水土保持署。土石流及大規模崩塌防災

資訊網(2024)。取自：<https://246.ardswc.gov.tw/>

[9] 六一兒童網。孤單的大樹(2017)。取自：

<http://www.61ertong.com/wenxue/yuyangushi/20170118/265712.html>

[10] 魏倫瑋、羅佳明、鄭添耀、鄭錦桐、冀樹勇(2012)。深層崩塌之

地貌特徵－以台灣南部地區為例。中興工程，第 115 期，PP. 35-

43。

[11] Nettleton, I. M., Martin, S., Hencher, S. and Moore, R. (2005).  
Debris flow types and mechanisms in Winter, M. G., Macgregor, F.  
and Shackman, L. (Eds.) Scottish Road Network Landslides Study,  
The Scottish Executive, © Crown Copyright 2005. Available from  
<https://webarchive.nrscotland.gov.uk/20190128091245/http://www2.gov.scot/Publications/2005/07/08131738/17492>

[12] 中央社。花蓮萬里溪堰塞湖，風災後消失無危機(2016)。取自：

<https://n.yam.com/Article/20160719801074>

## 附錄

### 附錄一、期初委員審查意見

| 項次 | 委員審查意見                                                                                  | 回覆辦理情形                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一、 | 本計畫預計對教具體驗者分不同年齡組別進行推廣效益之問卷測試，進行宣傳成效評估，此程序非常重要，值得肯定。於此也建議教具設計也要有年齡分級，針對不同程度、年齡提供合適的教具。  | 謝謝委員建議，本計畫已依委員建議將電子版教具之學習內容依照不同年齡層、體驗者水保背景知識能力分為：(1)初級：國小學生、(2)中級：國、高中學生、(3)高級：一般民眾及水保教育相關人員進行設計。                                                                                                                          |
| 二、 | 教具的成功是否能成功取決於學生、教師、社區成員的接受度和參與度。未來評估此次教具製作的教育效果，請精心設計評估方法，客觀地針對量化與質化的回饋數據，再進行深入的教具成效分析。 | <p>依據去年教具之推廣成果，由於積木版與電子版教具的高度互動性，不管是面對學童或是教師皆有極高的接受度與參與度，今年度教具在去年成功經驗基礎下打造，且提供了更多元的互動性，應能複製去年度的成功經驗。</p> <p>關於教具的成效分析，本計畫採前後測比較的方式，後測題目的設計採更明確的知識內容提問方式，更可以掌握到教具欲傳遞知識的內容是否真正傳遞至體驗者，而教具也設計分等級體驗，可蒐集到不同年齡層體驗者對教具推廣成效之數據。</p> |

## 附錄二、期中委員審查意見

| 項次 | 委員審查意見                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 回覆辦理情形                                                                                                                                                                                |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 一、 | 此計畫以製造教具，對學生老師進行大規模崩塌致災型態的學習。此教具開發計畫已經進行多年，至目前計畫成果尚佳。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 謝謝委員給予肯定。                                                                                                                                                                             |
| 二、 | <p>今年計畫主要在打造大規模崩塌教具模型；打造電子版教具；增加教具攜帶性；建立行動問卷等。整體而言，期中報告的進度尚稱合理，預期期末時應可以完成所規劃的工作項目。有幾個建議如下：</p> <p>(1)如果可能螢幕上顯示實際大規模崩塌之空照圖。</p> <p>(2)「堆積」一詞混淆使用，這應該再仔細檢視全文，細心進行修改。例如圖 1-1，應改為「三種致災型態」，而非「三種堆積型態」。p.1-7，第三行，應改為「…可觀察每一種致災意象模組之地形…」。第六行，「此三套土砂影響範圍致災意象模組…」。P.2-10，第六行，「…自行探索每種致災型態…」。p3-1，第一節第二行，「包括三種不同土砂致災型態之外觀，…」。總之，「堆積」一詞請勿隨意使用。</p> <p>(3)「重力堆積」這個詞一開始就不是翻譯的很好，所以我建議加注原來日文原始文件中的「崩土直擊」。說穿了就是被「崩塌的土方直接撞擊」，也就是被山崩下來的土方壓到了，這大家都知道。對於小學生而言，我覺得這樣的「白話文說法」還比較容易讓他們了解。</p> | <p>謝謝委員建議，(1) 本計畫已於電子版教具中每一種大規模崩塌致災型態的說明畫面增加實際災害照片；(2) 本計畫已於期末報告書內依委員建議將「堆積」一詞進行修正；(3) 本計畫已於期末報告書內依委員建議在重力堆積型背景中加入「崩土直擊」作註解，並在教學中也針對重力堆積一詞做說明，以幫助學童更容易理解；(4) 本計畫已於期末報告書內依委員建議做修正。</p> |

|    |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | (4)圖 2-3, 4, 5, 7 中的文字很不清楚，而且也太小，請改進。                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 三、 | 在初級、中級和高級問卷，可否增加大規模崩塌災害的嚴重性，例如你知道台灣地區曾經發生過大規模崩塌的地點嗎？發生在哪裡？造成何種人民生命財產的損失…。                           | 謝謝委員建議，本計畫已於每一等級問卷的前測題目中依委員建議增加「你是否知道臺灣曾經發生過大規模崩塌災害？」的問題。                                                                                                                                                                                             |
| 四、 | 重力堆積、土石流及堰塞湖型三款高度不一樣的原因為何？                                                                          | 謝謝委員建議，為凸顯重力堆積型災害發生之滲水徵兆，於模型機關中設置滲流出水機關，因此將模型高度設計較高，以預留機關佈設的空間，並且在機關滲流出水時，使教具體驗者能夠更清楚的觀察水體在坡面流動的情形；為強調土石流型的致災因子——「足夠的坡度」，因此將模型之坡度設計較緩，以利於在更換不同坡度的河道機關後，教具體驗者能清楚觀察到在不同坡度下土石顆粒運移的樣態；由於堰塞湖型的模型需呈現水體顆粒於壩體後方蓄積的情形，因此模型必須具備一定的高度以容納水體顆粒，避免水體顆粒在尚未啟動機關時越過壩體。 |
| 五、 | 問卷依照不同年齡層、體驗者性質分為初中高級，其中高級對象為一般民眾及水保教育相關人員，或許高級問卷測驗題目可以就水保教育人員詢問是否符合教學需求，以調查此教具於基層教育人員的教學幫助性或實際應用性。 | 謝謝委員建議，本計畫已於高級問卷的後測題目中依委員建議增加「經過教具體驗後，你認為本教具是否讓你清楚瞭解大規模崩塌防災教育知識？」的問題，以調查此教具於基層教育人員的教學幫助性或實用性。                                                                                                                                                         |
| 六、 | 歷代教具的租借、授權再製造等推廣應用情形，如有紀錄亦可以整理成果呈現，俾利了解本計畫所累積的推廣量能。                                                 | 謝謝委員建議，本計畫已於期末報告書內依委員建議增加「前期計畫成果」。                                                                                                                                                                                                                    |

### 附錄三、期末委員審查意見

| 項次 | 委員審查意見                         | 回覆辦理情形                       |
|----|--------------------------------|------------------------------|
| 一、 | 圖片的編碼方式請再調整並加註說明。              | 謝謝委員建議，本計畫已依委員建議於成果報告書中進行修正。 |
| 二、 | 建議未來可增加地質災害的說明，其亦是對小學生須多說明的議題。 | 謝謝委員建議，將列為未來教具主題之參考。         |
| 三、 | 建議可將其他單位複製教具的方法進行更完整的說明以利後續應用。 | 謝謝委員建議，本計畫已依委員建議於成果報告書中進行補充。 |

## 附錄四、教案

### 大規模崩塌致災型態之學習教具—微動態意象模型

#### 教具背景：

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具以認識大規模崩塌致災型態為主題，依據國家災害防救科技中心完成之「大規模崩塌災害防治行動綱領」，大規模崩塌係指崩塌面積超過 10 公頃或土方量達 10 萬立方公尺或崩塌深度在 10 公尺以上的崩塌地，依大規模崩塌致災影響範圍，可分為重力堆積型、土石流型及堰塞湖型等三種型態。本教具將此三種大規模崩塌致災型態以微動態意象模型方式呈現，模擬土砂運移情況與災害徵兆現象，除了讓體驗者可以瞭解每種致災型態的地形地貌特徵外，同時可以觀察災害發生的歷程與徵兆，藉此一併傳遞每種型態發生災害之成因。

藉由教具激發體驗者的學習興趣，並在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                       |                                                              |                                                                                                             |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教學科目 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 自然                                                                                                                    | 教學年級                                                         | 國小中年級以上                                                                                                     |
| 教學項目 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 大規模崩塌致災型態                                                                                                             | 教材來源                                                         | 農業部農村發展及水土保持署                                                                                               |
| 教學研究 | <p><b>一、教材分析：</b></p> <p>1. 型態：微動態意象模型。</p> <p>2. 主題：透過教具讓學童瞭解三種大規模崩塌致災型態間的差異，並學習可能導致災害發生的機制。</p> <p><b>二、教學聯繫：</b></p> <p>1. 本教具藉由微動態意象模型呈現大規模崩塌發展歷程，融合現象觀察與互動式教學，增加學習的趣味性。</p> <p><b>三、教學難點：</b></p> <p>1. 此為互動式教具，十分仰賴學生主動參與之積極度，才可將教學效益最大化。</p> <p>2. 在教學中，如何以日常生活之案例或新聞事件舉例，以確保學童充分理解。</p> |                                                                                                                       |                                                              |                                                                                                             |
|      | 時長                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 單元                                                                                                                    | 各單元時長                                                        | 各節重點                                                                                                        |
|      | 50 分鐘                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 一、大規模崩塌定義介紹<br>二、大規模崩塌致災型態概述<br>三、重力堆積型微動態意象模型觀察與致災因子探索<br>四、土石流型微動態意象模型觀察與致災因子探索<br>五、堰塞湖型微動態意象模型觀察與致災因子探索<br>六、自我評量 | 5 分鐘<br>10 分鐘<br>10 分鐘<br>10 分鐘<br>10 分鐘<br>5 分鐘             | 一、如何定義大規模崩塌？<br>二、三種大規模崩塌致災型態概述<br>三、重力堆積型災害呈現與致災因子說明<br>四、土石流型災害呈現與致災因子說明<br>五、堰塞湖型災害呈現與致災因子說明<br>六、回顧課程重點 |
| 教學目標 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 單元目標                                                                                                                  | 具體目標                                                         |                                                                                                             |
|      | 大規模崩塌定義介紹                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1. 瞭解定義大規模崩塌的三項指標。                                                                                                    | 1-1 瞭解大規模崩塌的定義：<br>崩塌面積超過 10 公頃、土方量達 10 萬立方公尺與崩塌深度在 10 公尺以上。 |                                                                                                             |
|      | 大規模崩塌致災型態概述                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 2. 認識三種大規模崩塌致災型態與差異。                                                                                                  | 2-1 學習分辨三種大規模崩塌致災型態。<br>2-2 瞭解三種大規模崩塌致災型態形成原因與致災範圍。          |                                                                                                             |

|                       |                                                                 |                                                                                                                             |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 重力堆積型微動態意象模型觀察與致災因子探索 | <p>3. 觀察重力堆積型發生的徵兆與土砂運移的樣態。</p> <p>4. 瞭解誘發重力堆積型大規模崩塌的致災因子。</p>  | <p>3-1 藉由觀察重力堆積型之微動態意象模型，以瞭解重力堆積型大規模崩塌發生的徵兆。</p> <p>3-2 觀察土砂運移樣態，以瞭解崩塌土體如何造成生命財產損失。</p> <p>4-1 學習誘發重力堆積型大規模崩塌的三種常見致災因子。</p> |
| 土石流型微動態意象模型觀察與致災因子探索  | <p>5. 觀察土石流型的特徵與兩種坡度下土砂運移的樣態。</p> <p>6. 瞭解誘發土石流型大規模崩塌的致災因子。</p> | <p>5-1 藉由觀察土石流型之微動態意象模型，以瞭解坡面型與溪流型土石流的差異。</p> <p>5-2 觀察土砂運移樣態，以瞭解在不同坡度下土砂運動與堆積情形。</p> <p>6-1 學習誘發土石流型大規模崩塌的三種常見致災因子。</p>    |
| 堰塞湖型微動態意象模型觀察與致災因子探索  | <p>7. 觀察堰塞湖型的發展歷程與潰壩情形。</p> <p>8. 瞭解誘發堰塞湖型大規模崩塌的致災因子。</p>       | <p>7-1 藉由觀察堰塞湖型之微動態意象模型，以瞭解其發展歷程。</p> <p>7-2 觀察潰壩情形，以學習導致潰壩的原因。</p> <p>8-1 學習誘發堰塞湖型大規模崩塌的三種常見致災因子。</p>                      |
| 自我評量                  | <p>9. 回顧本教具欲傳遞之重點知識。</p>                                        | <p>9-1 回答問卷內之問題，加深重點知識記憶。</p>                                                                                               |

| 教學目標 | 教學活動                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 教學資源                | 時間分配                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
|      | <p>壹、準備活動</p> <p>一、教師部分</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 閱讀教具操作手冊，預先理解本教具操作方法。</li> <li>2. 將教具 DM 轉換成簡報檔案。</li> <li>3. 查詢近期臺灣所發生之大規模崩塌事件，並彙整成簡報檔案。</li> <li>4. 準備額外學習單，蒐集學生學習成效。</li> </ol> <p>二、學生部分</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蒐集臺灣曾發生的大規模崩塌事件，於「大規模崩</li> </ol> | <p>教具操作手冊、教具 DM</p> | <p>課前</p> <p>課前</p> |



|             |                                                                                                                                                                                                                                                       |             |      |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------|
| 5-1、5-2、6-1 | <p><b>單元四、土石流型微動態意象模型觀察與致災因子探索</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引起動機：詢問學生從模型外觀看到了什麼？並推測是何種大規模崩塌致災型態的模型。</li> <li>2. 透過模型機關瞭解兩種土石流類型以及在不同坡度下土砂運動與堆積情形(凸顯土石流扇狀堆積之特色)。</li> <li>3. 根據觀察模型外觀與機關所呈現的效果，討論誘發土石流型大規模崩塌的三種常見致災因子。</li> </ol> | 土石流型微動態意象模型 | 2 分鐘 |
| 7-1、7-2、8-1 | <p><b>單元五、堰塞湖型微動態意象模型觀察與致災因子探索</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引起動機：詢問學生從模型外觀看到了什麼？並推測是何種大規模崩塌致災型態的模型。</li> <li>2. 透過模型機關瞭解堰塞湖型的發展歷程，並推測可能導致潰壩的原因。</li> <li>3. 根據觀察模型外觀與機關所呈現的效果，討論誘發堰塞湖型大規模崩塌的三種常見致災因子。</li> </ol>                 | 堰塞湖型微動態意象模型 | 2 分鐘 |
| 9-1         | <p><b>單元六、自我評量</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引導學生複習三種大規模崩塌致災型態與致災因子。</li> <li>2. 讓學生回答問卷或學習單的題目，透過回答問題加深學生對於本教具重點知識之記憶。</li> </ol>                                                                                                | 問卷、學習單      | 3 分鐘 |
|             |                                                                                                                                                                                                                                                       |             | 5 分鐘 |

## 大規模崩塌致災型態之學習教具—電子版教具

### 教具背景：

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具以認識大規模崩塌致災型態為主題，依據國家災害防救科技中心完成之「大規模崩塌災害防治行動綱領」，大規模崩塌係指崩塌面積超過 10 公頃或土方量達 10 萬立方公尺或崩塌深度在 10 公尺以上的崩塌地，依大規模崩塌致災影響範圍，可分為重力堆積型、土石流型及堰塞湖型等三種型態。本教具將艱澀的大規模崩塌相關知識轉化為輕鬆易懂的情境學習，並以互動的方式探索三種大規模崩塌致災型態，以及誘發災害發生的因子、所使用的監測設備與治理工法等知識，達到學習力的開發，同時亦能培養學生自主學習的能力以及探究事物的精神。

藉由教具激發體驗者的學習興趣，並在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                         |                                                                        |                                                                                                      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 教學科目 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 自然                                                                      | 教學年級                                                                   | 國小中年級以上                                                                                              |
| 教學項目 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 大規模崩塌致災型態                                                               | 教材來源                                                                   | 農業部農村發展及水土保持署                                                                                        |
| 教學研究 | <p><b>一、教材分析：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 型態：互動式電子版教具。</li> <li>2. 主題：透過教具學習三種大規模崩塌致災型態間的差異，並瞭解可能導致災害發生的機制、所使用的監測設備與治理工法。</li> <li>3. 設備：一套感應互動式電子教具；一套 RFID 感應幣。</li> </ol> <p><b>二、教學聯繫：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本教材以手繪圖將抽象概念具象化，並搭配充實的大規模崩塌知識內容，營造出輕鬆有趣的學習氛圍。</li> <li>2. 本教具以 RFID 感應幣作為知識探索的媒介，創造自主學習環境。</li> </ol> <p><b>三、教學難點：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 教學內容中，部分知識較為生澀難懂，應以日常接觸到的事物進行舉例，以確保學生充分理解。</li> <li>2. 完成知識探索後，需藉由遊戲區的挑戰活動檢視學生學習的成果。</li> </ol> |                                                                         |                                                                        |                                                                                                      |
|      | 時長                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 單元                                                                      | 各單元時長                                                                  | 各節重點                                                                                                 |
|      | 50 分鐘                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 一、認識大規模崩塌致災型態<br>二、常見災害機制探索區<br>三、常見災害監測探索區<br>四、常見災害治理工法探索區<br>五、遊戲區體驗 | 10 分鐘<br>10 分鐘<br>10 分鐘<br>10 分鐘<br>10 分鐘                              | 一、認識大規模崩塌致災型態與差異<br>二、瞭解大規模崩塌致災型態常見的致災因子<br>三、瞭解大規模崩塌致災型態常見的監測設備<br>四、瞭解大規模崩塌致災型態常見的治理工法<br>五、學習成果檢視 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 單元目標                                                                    | 具體目標                                                                   |                                                                                                      |
| 教學目標 | 認識三種大規模崩塌致災型態                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1. 瞭解大規模崩塌的定義<br>2. 認識三種大規模崩塌致災型態                                       | 1-1 瞭解定義大規模崩塌的三項指標。<br>2-1 學習分辨三種大規模崩塌致災型態。<br>2-2 瞭解三種大規模崩塌致災型態的致災範圍。 |                                                                                                      |
|      | 常見災害機制探索區                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3. 瞭解誘發大規模崩塌發生的因子                                                       | 3-1 分別學習三種大規模崩塌致災型態的常見致災因子。                                            |                                                                                                      |
|      | 常見災害監測探索                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4. 瞭解大規模崩塌常用的監測儀器                                                       | 4-1 分別學習三種大規模崩塌致災型態的常見監測儀器。                                            |                                                                                                      |

| 區                   |                       |                                   |
|---------------------|-----------------------|-----------------------------------|
| 常見災害<br>工法治理<br>探索區 | 5. 瞭解大規模崩塌常見的<br>治理工法 | 5-1 分別學習三種大規模崩塌致災型態的常採用的<br>整治工法。 |
| 遊戲區體<br>驗           | 6. 檢視學習成果             | 6-1 藉由完成遊戲區的題目來檢視學習成果             |

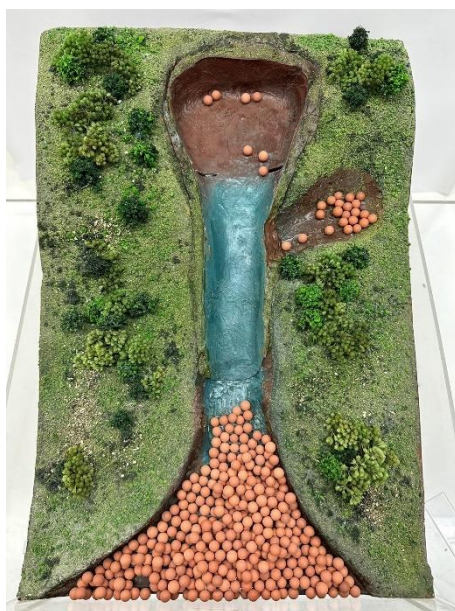
| 教學活動                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 教學資源                                | 時間分配                                                                                        | 備註                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| <p>壹、準備活動</p> <p>一、教師部分</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 閱讀教具操作手冊，預先理解本教具操作方法。</li> <li>2. 查詢近期臺灣所發生之大規模崩塌事件以作為舉例之用。</li> <li>3. 課前須先架設教具並熟悉操作方法，且預先思考學生可能遇到之問題。</li> </ol> <p>二、學生部分</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 蒐集臺灣發生的大規模崩塌事件，於「認識三種大規模崩塌致災型態」單元進行討論。</li> </ol> <p>貳、發展活動</p> <p><b>單元一、認識大規模崩塌致災型態</b></p> <p>1.引起動機：</p> <p>1-1 詢問學生是否聽過大規模崩塌以及如何定義大規模崩塌，引導學生了解定義大規模崩塌的三項指標。</p> <p>2.三種大規模崩塌致災型態介紹：</p> <p>2-1 藉由手繪圖片和實際災害案例介紹，引導學生分辨三種大規模崩塌致災型態。</p> <p>2-2 瞭解三種大規模崩塌致災型態的致災範圍。</p> <p><b>單元二、常見災害機制探索區</b></p> <p>1.引起動機：</p> <p>1-1 詢問學生有哪些因子會誘發大規模崩塌？</p> <p>2.致災因子介紹：</p> <p>2-1 藉由掃描致災因子感應幣學習螢幕中呈現的知識內容，以舉例方式讓晦澀的知識能更淺顯易懂的傳達給學生。</p> <p><b>單元三、常見災害監測探索區</b></p> <p>1.引起動機：</p> <p>詢問學生可使用何種方式監測大規模崩塌潛勢區，以預防災害發生？</p> | <p>教具操作手冊、互動式電子版教具、一套 RFID 感應幣。</p> | <p>課前</p> <p>課前</p> <p>4 分鐘</p> <p>4 分鐘</p> <p>2 分鐘</p> <p>3 分鐘</p> <p>7 分鐘</p> <p>3 分鐘</p> | <p>教具本體重量較重，需留意置放之平台是否平穩及足夠支撐，搬運至平台上時盡量以兩人為主。</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |       |                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------|-----------------------------|
| <p>2.監測設備介紹：</p> <p>藉由掃描監測設備感應幣學習螢幕中呈現的監測設備說明，適時以生活中常見的事物為例，來解釋監測的目的和原理，達到教學目標。</p> <p><b>單元四、常見災害治理工法探索區</b></p> <p>1.引起動機：</p> <p>詢問學生可使用何種手段抑制災害發生，或針對已發生崩塌的區域可施以何種整治工法？</p> <p>2.治理工法介紹：</p> <p>藉由掃描治理工法感應幣學習螢幕中呈現的治理工法說明，搭配簡單明瞭的手繪示意圖，讓學生瞭解治理工法的目的與原理。</p> <p><b>單元四、遊戲區體驗</b></p> <p>藉由互動式遊戲增加課程的趣味性，同時也能作為學習成果的檢核。</p> |  | 7 分鐘  |                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 3 分鐘  |                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 7 分鐘  | 可提供獎品作為學生挑戰成功之獎勵，提高學生學習之意願。 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | 10 分鐘 |                             |

## 附錄五、教具功能使用手冊

# 大規模崩塌致災型態之學習教具—微動態意象模型

## 教具操作說明手冊



## 一、 教具製作背景與教學目標

### (一)教具製作背景

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具以認識大規模崩塌致災型態為主題，依據國家災害防救科技中心完成之「大規模崩塌災害防治行動綱領」，大規模崩塌係指崩塌面積超過 10 公頃或土方量達 10 萬立方公尺或崩塌深度在 10 公尺以上的崩塌地，依大規模崩塌致災影響範圍，可分為重力堆積型、土石流型及堰塞湖型等三種型態。本教具將此三種大規模崩塌致災型態以微動態意象模型方式呈現，模擬土砂運移情況與災害徵兆現象，除了讓體驗者可以瞭解每種致災型態的地形地貌特徵外，同時可以觀察災害發生的歷程與徵兆，藉此一併傳遞每種型態發生災害之成因。

藉由教具激發體驗者的學習興趣，並在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

### (二)教具教學目標

為使學生以輕鬆且有趣的方式瞭解大規模崩塌致災型態，本教具以微動態意象模型模擬三種大規模崩塌致災型態，將模型模擬之情境與現實連結，以加深學生學習印象，並規劃下列三個教學目標：

1. 瞭解三種大規模崩塌致災型態。
2. 瞭解重力堆積型發生徵兆、土砂作用情形與三種常見的致災因子。
3. 瞭解土石流型的兩種類型(坡面型與溪流型)、在不同坡度下土砂運動與堆積情形、三種常見的致災因子。
4. 瞭解堰塞湖型的發展歷程、導致潰壩的原因與三種常見的致災因子。

## 二、 教具組裝說明

### (一) 進場、安裝流程：

1. 將裝有微動態意象模型的收納箱放置於欲展出之位置上。
2. 取出三種微動態意象模型。
3. 將對應之顆粒收集盒擺放至適當位置後進行組裝，模型腳座須完全放入收集盒內，以避免模型滑動，並依各模型所使用之顆粒過濾層放置於收集盒中。  
(圖 1)
4. 由於重力堆積型模型具備滲水機關，因此需先將機關的水體幫浦填充完畢。



圖 1 模型與收集盒之組裝

### (二)重力堆積型模型之機關操作說明：

1. 開啟存放土石顆粒的凹槽上蓋，將土石顆粒(小)填滿後蓋回上蓋。(圖 2)
2. 將微型房屋模型放置於坡面上預留之小平台。(圖 3)
3. 使用水體幫浦將坡面打濕，以利水體從滲水孔滲出時能夠順利在坡面上流動。(圖 4)
4. 最後輕拉開關，土石顆粒便會自凹槽滾落至坡面，撞擊房屋模型後匯聚於坡趾。(圖 5)
5. 須注意勿填入過多土石顆粒，否則會導致凹槽上蓋無法承受顆粒重量而開啟。
6. 須注意在復原時應先將房屋模型回收，再將洞口的隔板抽開，土石顆粒才會完全落入收集盒內。藉由收集盒中之過濾層能完全將水體與土石顆粒分離。
7. 藉由收集盒中之過濾層能完全將水體與土石顆粒分離。(圖 6)



圖 2 填入土石顆粒



圖 3 放置房屋模型



圖 4 滲流出水情形



圖 5 土石與房屋於坡趾處堆積

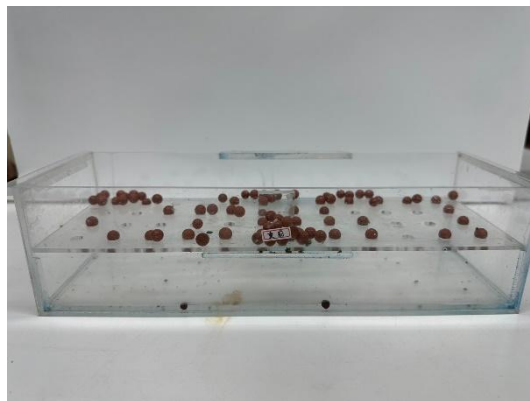


圖 6 分離土石顆粒與水體

### (三)土石流型模型之機關操作說明：

1. 將坡度較緩的潛勢溪流模組放入模型，並於土砂源頭區填入土石顆粒(數量約 200 ml 紙杯半杯)。(圖 7)
2. 在開啟閘門後，土石顆粒於土砂源頭區滾落至土砂輸送段，部分滯留於輸送段，其餘土砂於堆積區堆積。(圖 8)
3. 將坡度較陡的潛勢溪流模組放入模型，並於土砂源頭區填入土石顆粒(數量約 200 ml 紙杯半杯)。

4. 在開啟閘門後，土石顆粒於土砂源頭區滾落至土砂輸送段，最後於土砂堆積區形成扇狀堆積。(圖 9)
5. 須注意勿填入過多土石顆粒，否則土砂運移樣態將無法如期呈現。



圖 7 填入土石顆粒

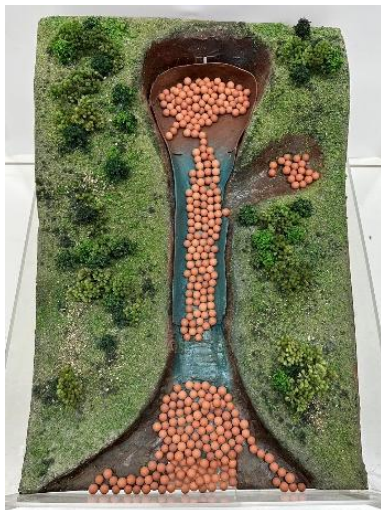


圖 8 坡度較緩的潛勢溪流堆積情形    圖 9 坡度較陡的潛勢溪流堆積情形

(四)堰塞湖型模型之機關操作說明：

1. 將土石顆粒(大)填滿於兩可活動式面板之間。(圖 10)
2. 將水體顆粒填滿河道上游(數量約 200 ml 紙杯一杯)。(圖 11)
3. 同時拉開兩可活動式面板，使土石顆粒與水體顆粒一同滾落至下游。
4. 須注意在復原時應輕輕搖晃收納盒，過濾層才可完全將水體顆粒與土石顆粒分離。(圖 12、13)



圖 10 填入土石顆粒



圖 11 填入水體顆粒



圖 12 過篩前的土石顆粒與水體顆粒

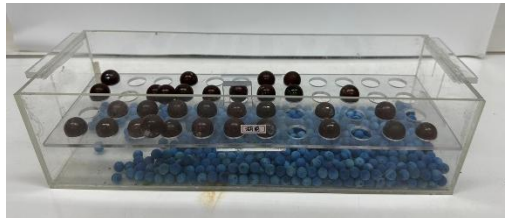


圖 13 過篩後的土石顆粒與水體顆粒

#### (五)收納流程：

1. 將所使用的顆粒與配件分別放回空的(無過濾層)收集盒中。
2. 收集盒放回收納箱中，由於重力堆積型模型高度較高，因此其收集盒需擺放至其他模型收納箱。
3. 除重力堆積型模型外，其他兩個模型須將模型腳座放入對應之收集盒中，避免模型於運送中滑動。(圖 14)

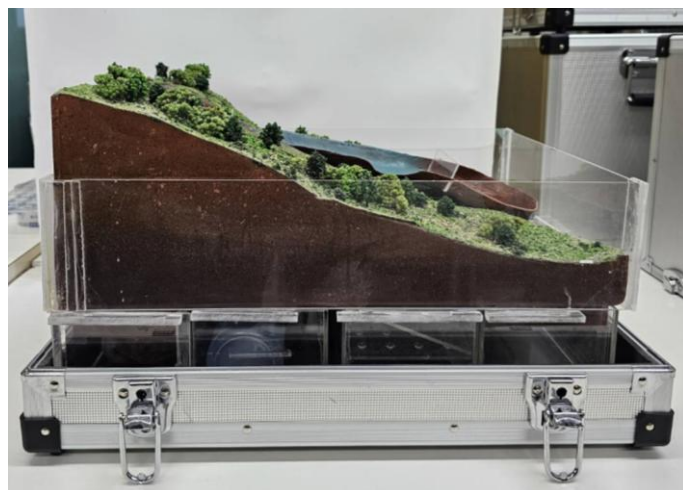
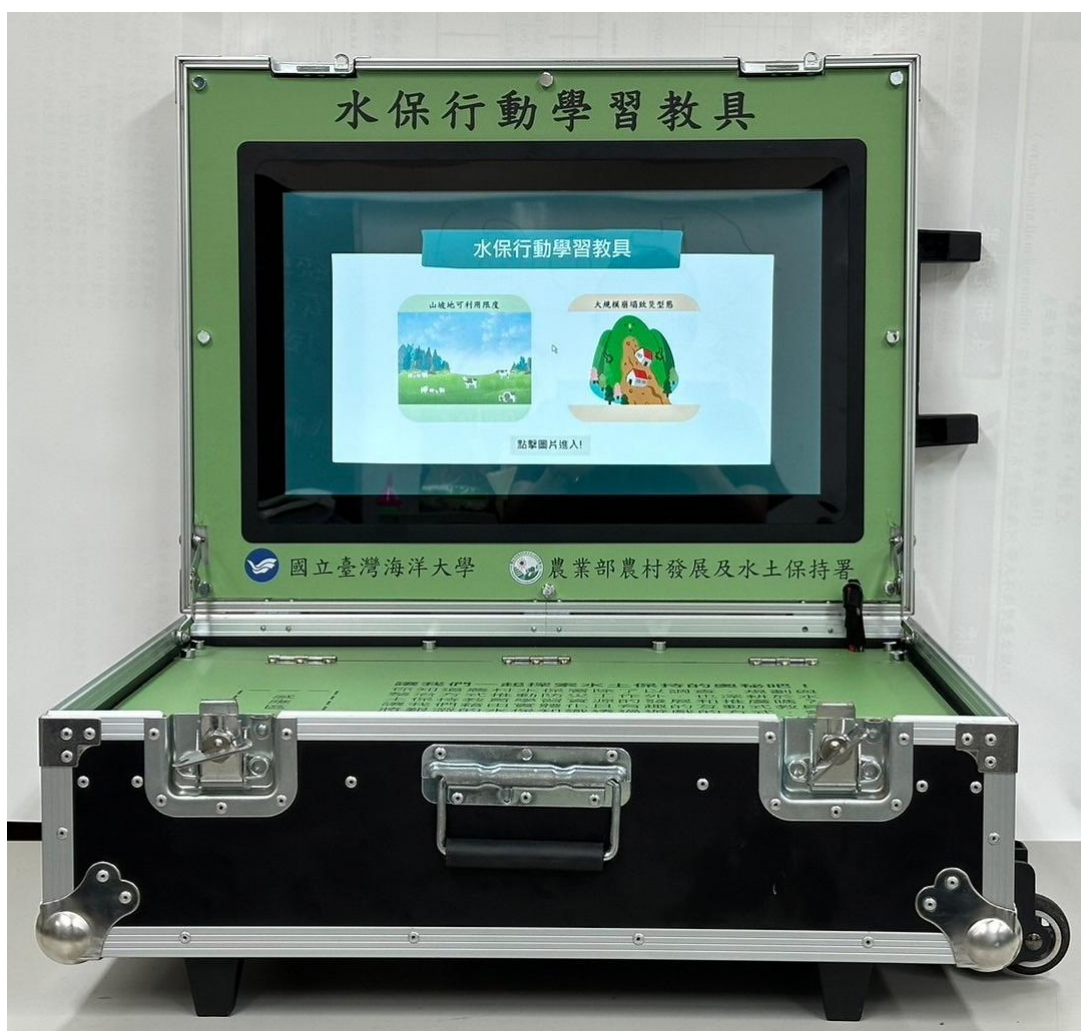


圖 14 模型擺放形式

# 大規模崩塌致災型態之學習教具—電子版教具

## 教具操作說明手冊



## 一、 教具製作背景與教學目標

### (一) 教具製作背景

近年來氣候變遷影響加劇，極端降雨事件頻傳，導致臺灣各地不同規模的崩塌事件層出不窮。爰此，農村水保署積極規劃推動各式防災工作，並深耕水土保持教育學習資源的發展和推廣，藉由實體化且有趣的教具來進行宣導，以提高民眾對於崩塌災害、坡地防災和永續發展的認知。

本教具以認識大規模崩塌致災型態為主題，依據國家災害防救科技中心完成之「大規模崩塌災害防治行動綱領」，大規模崩塌係指崩塌面積超過 10 公頃或土方量達 10 萬立方公尺或崩塌深度在 10 公尺以上的崩塌地，依大規模崩塌致災影響範圍，可分為重力堆積型、土石流型及堰塞湖型等三種型態。本教具將艱澀的大規模崩塌相關知識轉化為輕鬆易懂的情境學習，並以互動的方式探索三種大規模崩塌致災型態，以及誘發災害發生的因子、所使用的監測設備與治理工法等知識，達到學習力的開發，同時亦能培養學生自主學習的能力以及探究事物的精神。

藉由教具激發體驗者的學習興趣，並在愉快的學習情境下培養防災及水土保持維護等水保教育概念，達到知識如同樹一般，持續向下紮根、生生不息傳遞出去的目標，期許普羅大眾都能建立防災減災、永續經營的概念，為往後的世代營造出更為完善的環境。

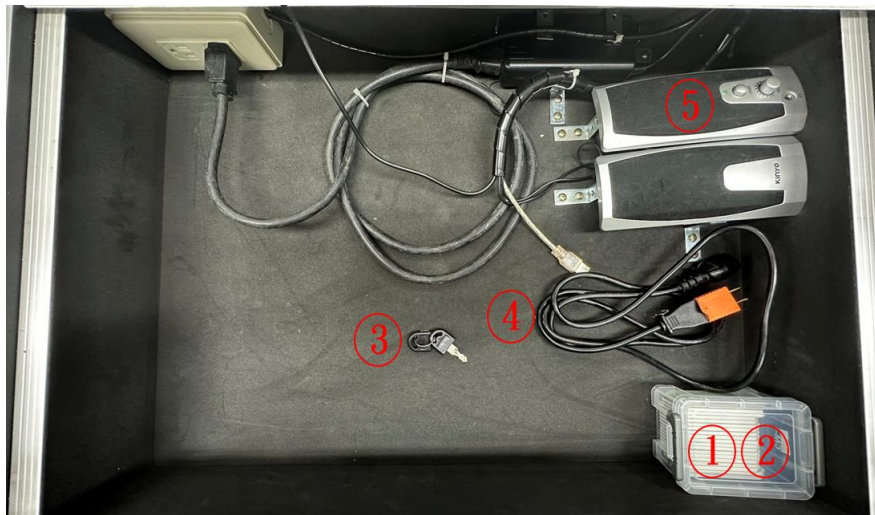
### (二) 教具教學目標

為使學生以輕鬆且有趣的方式瞭解大規模崩塌致災型態，以及誘發災害發生的因子、所使用的監測設備與治理工法，本教具參考知名遊戲機台使用 RFID 感應幣，提高學生學習興趣，並規劃下列四個教學目標：

1. 認識大規模崩塌致災型態
2. 瞭解常見致災因子
3. 瞭解常見災害監測設備
4. 瞭解常見災害治理工法

## 二、 教具內含設備

教具內包含:(1)感應幣一副；(2)感應幣收納盒一個；(3)鑰匙一副；(4)電源線一條；(5)音響一套



## 三、 教具啟閉說明

開機:打開教具箱，以鑰匙為手把開啟內盒，取出電源線，接上電源，開啟後方電源鍵，教具即完成開機。

關機:按壓內盒插座上的關機鍵，關閉後方電源鍵，拔除電源，將所有設備收回內盒，以鑰匙將內盒鎖上，將鑰匙置於感應區，蓋上教具箱。



#### 四、 教具操作流程

本教具依據不同年齡層、體驗者性質分為：(1)初級：國小學生、(2)中級：國、高中學生、(3)高級：一般民眾及水保教育相關人員。

由「遊戲分級」畫面點選合適之等級進入選單，將大規模崩塌之定義與圖片呈現於畫面右側，同時在畫面左側列出選單，讓教具體驗者對大規模崩塌有初步認知後，依序點擊進入選擇的學習內容。



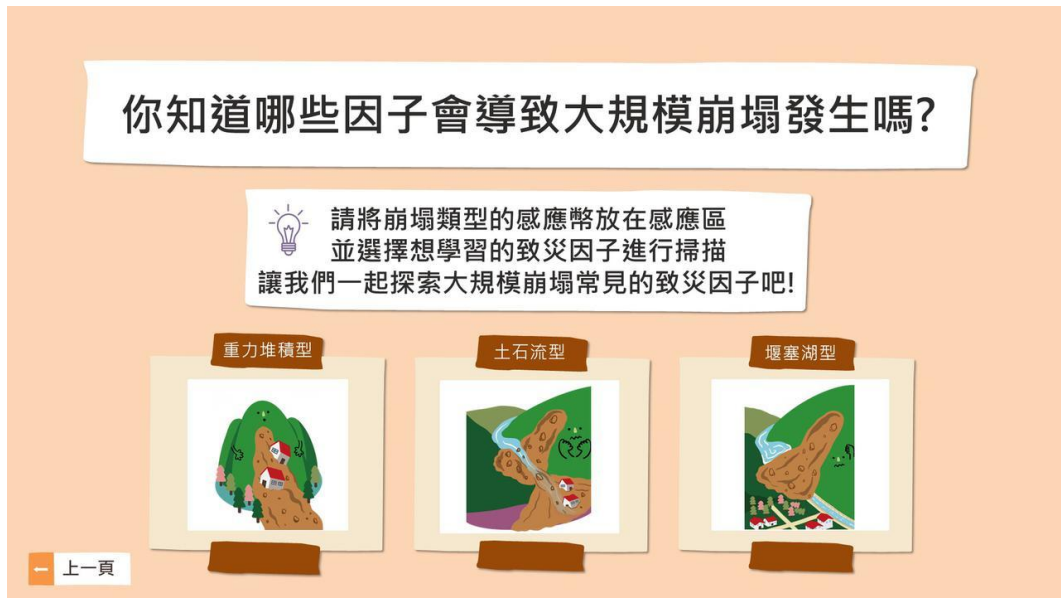
### (一) 認識大規模崩塌致災型態

在本區，教具體驗者可將大規模崩塌致災型態感應幣放置於 RFID 讀取區，隨後讀取螢幕上顯示該致災型態之教學內容(示意圖、實際災害照片及定義)，瞭解三種大規模崩塌致災型態的背景知識。



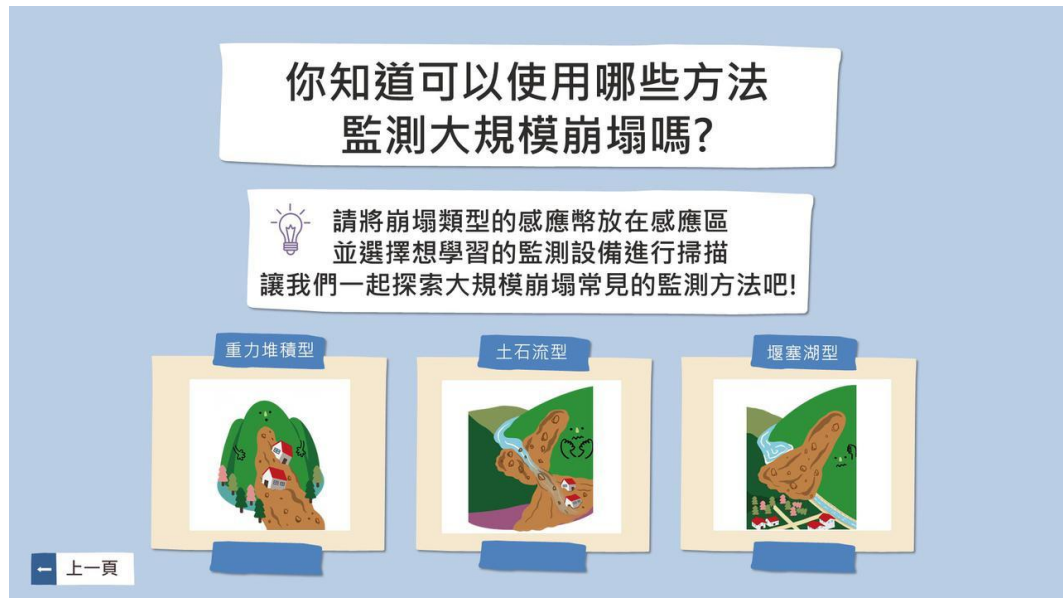
## (二) 瞭解常見致災因子

在本區，教具體驗者可將大規模崩塌致災型態之致災因子感應幣放置於 RFID 讀取區，隨後讀取螢幕上顯示該致災因子之教學內容(示意圖及定義)，瞭解三種大規模崩塌致災型態的致災因子。



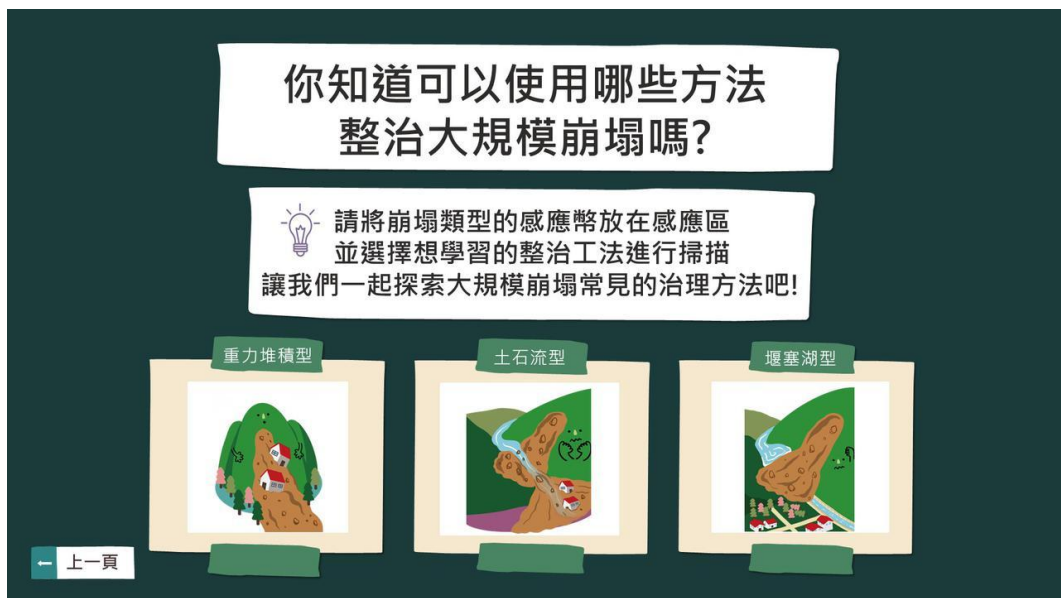
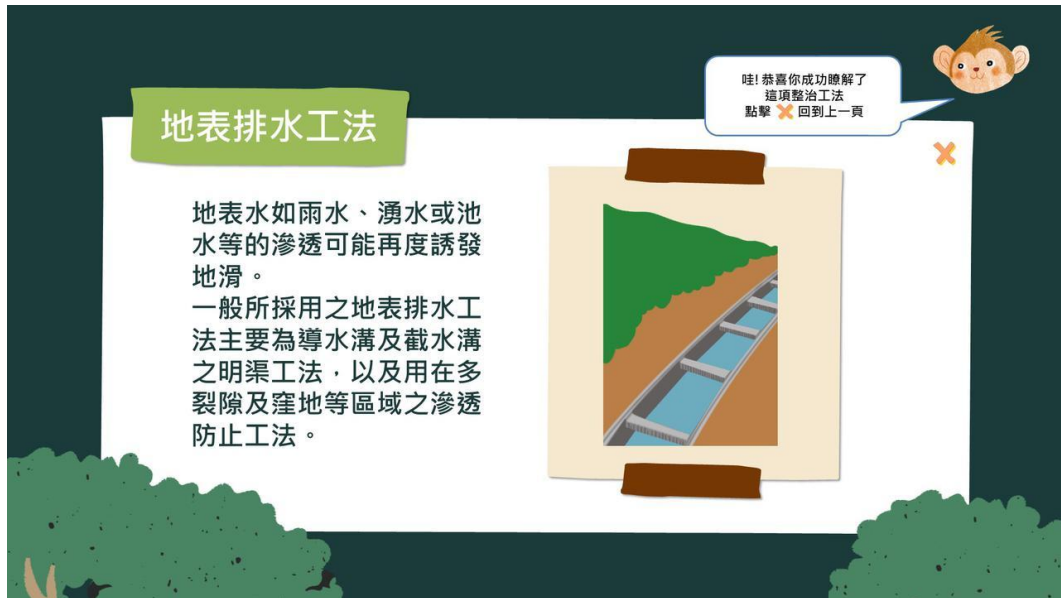
### (三) 瞭解常見監測設備

在本區，教具體驗者可將大規模崩塌致災型態之監測設備感應幣放置於 RFID 讀取區，隨後讀取螢幕上顯示該監測設備之教學內容(示意圖、目的及原理)，瞭解三種大規模崩塌致災型態的監測設備。



#### (四) 瞭解常見治理工法

在本區，教具體驗者可將大規模崩塌致災型態之治理工法感應幣放置於 RFID 讀取區，隨後讀取螢幕上顯示該治理工法之教學內容(示意圖、原理及用途)，瞭解三種大規模崩塌致災型態的治理工法。



### (五) 遊戲區體驗

遊戲區內設有兩種互動遊戲，教具體驗者需活用前面所有體驗所接收之知識，透過三種大規模崩塌致災型態感應幣進行回答。遊戲難度和題目數量依照各遊戲分級之不同有所差異：。

