



107  
年度  
創新  
研究  
計畫

# 行政院農委會水土保持局 107年度創新研究計畫

## 成果評估報告

行政院農業委員會水土保持局  
與您一起打拼



成果  
評估  
報告

107  
年度



行政院農業委員會水土保持局  
54044南投市中興新村光華路6號  
<http://www.swcb.gov.tw>

行政院農業委員會水土保持局 編印  
中華民國108年2月

行政  
院農  
業委  
員會  
水土  
保持  
局

---

**107 年度水土保持局創新研究計畫  
成果評估報告**

**Evaluation Report of Effectiveness  
about Innovative Research Projects in Soil  
and Water Conservation Bureau, 2018**

---

執行單位： 水土保持局技術研究發展小組

研究主持人： 陳振宇 副總工程司

研究人員： 陳國威、林詠喬、林家興、林宥伯、吳振佑、  
陳均維

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 108 年 2 月

(本報告書內容及建議純屬執行單位意見，僅供本局施政參考)

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

### 摘要

面對氣候變遷與極端氣候導致天然災害頻繁，水土保持局(以下簡稱本局)為精進水土保持相關基礎研究之深度與廣度並豐富創新思維，自 105 年度辦理創新研究計畫，並採公開徵求方式廣邀各相關領域學研單位研提計畫書。

本(107)年度公開徵求主題共分為「前瞻策略與管理、工程技術發展、軟體防災對策、基礎調查與研究、新興科技應用、農村再生」等六大領域，計有 42 個公私立大學及法人團體等學研單位研提 83 件計畫，經評審會議後核定補助 43 件。

整體而言，本年度創新研究計畫成果豐碩。依據執行單位自評成果分析：於學術創新面，國內外研討會發表計 49 篇，國內外期刊發表計 16 篇，碩博士論文發表計 23 篇；在技術應用面，預計產出 5 件專利技術(1 件申請中，4 件評估中)與 15 項新技術及 10 件技術手冊，有助於產業發展計畫件數計 25 件，跨領域技術結合共計 29 件；在制度及其他面中，超過一半的計畫自評有助於前瞻策略擬定及社會經濟發展。此外，依據本局各業務單位成果評估顯示，本年度創研計畫成果有 3 件可逕予採行，將納入後續本局委辦計畫或相關計畫試辦；18 件可供相關計畫參考；10 件有發展潛力，可繼續支持；11 件有發展潛力，但需其他條件配合。

**關鍵詞：**水土保持、創新研究計畫、學術創新、技術應用

## 目次

摘要.....	II
目次.....	III
表次.....	VII
圖次.....	VIII
第一章 計畫目的 .....	1
第二章 公開徵求之研究領域與時程 .....	1
第三章 研提案件分析 .....	1
第一節 各領域研提案件分析 .....	2
第二節 研提單位廣度分析 .....	3
第三節 研提案件與公開徵求議題之關聯性 .....	5
第四章 核定案件分析 .....	6
第一節 各領域核定案件分析 .....	6
第二節 研提單位之核定案件比例分析 .....	6
第三節 核定案件與公開徵求議題之關聯性 .....	7
第五章 計畫執行單位自評成果 .....	8
第一節 學術創新面：研討會發表及論文產出 .....	9
第二節 技術應用面：技術產出與發展 .....	10
第三節 制度及其他：行政、法規與策略 .....	11
第四節 小結 .....	12
第六章 業務單位計畫成果評估 .....	13
第七章 各計畫成果綜合評估與建議 .....	16
第八章 結語 .....	17
附錄.....	附-1

目次

附錄 一、107 年水土保持局創新研究計畫公開徵求領域及議題 .....	附-1
附錄 二、107 年創新研究計畫辦理期程 .....	附-4
附錄 三、107 年創新研究計畫各單位研提案件明細 .....	附-5
附錄 四、107 年創新研究計畫核定補助案件明細 .....	附-1
附錄 五、107 年創新研究計畫執行單位自評明細表 .....	附-1
1. 技術應用面 .....	附-1
2. 學術創新面 .....	附-4
3. 制度與其他面 .....	附-7
4. 備註 .....	附-10
附錄 六、107 年創新研究計畫期末審查意見 .....	附-14
附錄 七、107 年創新研究計畫成果綜合評估與建議明細 .....	附-29
附錄 八、107 年創新研究計畫 42 案成果摘要報告 .....	附-52
1. 結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討 .....	附-53
2. 建置水土保持酷學校自評指標與土石流 STEM 教育課程開發之研究 .....	附-55
3. 地滑地搶救大作戰互動教具研發 .....	附-58
4. 整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台 .....	附-61
5. 人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型 .....	附-64
6. 非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究 .....	附-67
7. 透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究 .....	附-73
8. 因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標之開發 .....	附-76
9. 農村永續發展之生活面向關鍵因素與關聯性研究 .....	附-79
10. 溪流防砂設施美學設計原則 .....	附-82
11. 重大土砂災害集水區工程擴增實境管理 .....	附-84
12. 智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為 .....	附-87
13. 透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三) .....	附-89
14. 保育治理工程生態檢核培訓制度研究 .....	附-91
15. 水土保持工程施工監造技術智慧化之研發 .....	附-93
16. 以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究 .....	附-95
17. 坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例 .....	附-98
18. 以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	

.....	附-101
19. 精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法 .....	附-104
20. 從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響... 附-	107
21. 土石流潛勢溪流之地文因子綜整判定.....	附-110
22. 原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落...附-	112
23. 山崩特徵監測與製圖系統之建置.....	附-114
24. 極端氣候下太麻里溪流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估.....	附-117
25. 融入地方知識的自然災害風險溝通 — 以臺灣地名為例 .....	附-119
26. 集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究.....	附-121
27. 生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2).....	附-124
28. 應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究.....	附-127
29. 以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全 .....	附-130
30. 智慧化雨量計和水位計研發.....	附-133
31. 高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究 .....	附-135
32. 本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究 .....	附-138
33. 以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估 .....	附-140
34. 基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式.....	附-142
35. 建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫.....	附-144
36. 土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究.....	附-146
37. 長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發 .....	附-148
38. 研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析 .....	附-151
39. 無人機載具噴灑植生粒劑之研究.....	附-154
40. 農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略—以臺中、南投分局所轄範圍為例 .....	附-156
41. 以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究 .....	

目次

	—以台南市左鎮區農村再生社區為例 .....	附-158
42.	活絡農村工藝與文化資產的運作機制—以雲林縣推動觀光體驗的農再 社區為例 .....	附-160

表次

## 表次

表 3-1. 107 年各領域創新研究計畫研提案件數 .....	3
表 3-2. 107 年創新研究計畫研提單位類型統計 .....	5
表 4-1. 各領域核定計畫件數統計 .....	6
表 4-2. 研提單位核定案件比例統計 .....	7

## 圖次

圖 3-1. 105 至 107 年創新研究計畫提案單位及研提案數統計 .....	2
圖 3-2. 各學研單位提案數量統計 .....	4
圖 3-3. 研提題目與公開徵求議題之關聯性 .....	5
圖 4-1. 核定案件與公開徵求議題之關聯性 .....	7
圖 5-1. 107 年創新研究計畫自評表格式 .....	8
圖 5-2. 各領域中研討會發表及論文產出數量 .....	9
圖 5-3. 計畫成果自評中技術應用面：技術產出與發展 .....	10
圖 5-4. 計畫成果自評中制度及其他：行政、法規與策略 .....	11
圖 6-1. 107 年度創新研究計畫評核表 .....	15
圖 6-2. 業務單位填寫之創研計畫成果應用與建議 .....	15

## 第一章 計畫目的

面對氣候變遷與極端氣候導致天然災害頻繁，水土保持局(以下簡稱本局)為加強水土保持及農村再生基礎研究，加速創新研發與運用，自 105 年度起辦理創新研究計畫，並採公開徵求方式廣邀各相關領域學研單位研提計畫書。105 年計有 25 個學研單位研提 57 件計畫，共補助 28 件；106 年則有 31 個學研單位研提 73 件計畫，共補助 42 件。

## 第二章 公開徵求之研究領域與時程

107 年本局公開徵求創新研究計畫共分為「前瞻策略與管理、工程技術發展、軟體防災對策、基礎調查與研究、新興科技應用、農村再生」等六大領域，其研究參考議題詳如附錄一。為提供各領域相關背景說明，本局已盤點歷年成果及研析國內外研究與技術文件，彙整為「水土保持技術研究發展規劃與建議」報告、「國內外水土保持技術研究發展趨勢」報告，供各學研專家研提計畫時之參考。本計畫係於 106 年 11 月 28 日至 106 年 12 月 27 日止公開徵求四週，計畫執行期間為 107 年 1 月 1 日至 12 月 31 日，適用徵求對象為學校、農民團體、經政府核准立案之財團法人或民間非營利團體。其審查會議、期中、期末等會議日期，以及計畫現地查核等相關期程詳如附錄二。

## 第三章 研提案件分析

107 年創新研究計畫計有 42 個學研單位共計研提 83 件，其研提計畫明細詳如附錄三。比較過往年度與 107 年創新研究計畫研提情形

(圖 3-1)，可觀察出自 105 年開始辦理創新研究計畫後，其研提單位與研提件數有增加之趨勢，相較於初次辦理之 105 年度創新研究計畫，本年度之提案單位增加 68%，研提計畫數量亦增加 46%，顯示本局創新研究計畫已獲各學研單位支持，提案單位之廣度與提案量均有明顯成長。

以下將對本年度之創新研究計畫各領域研提案件數量、研提單位廣度、以及其與公開徵求题目的關聯性進行分析。

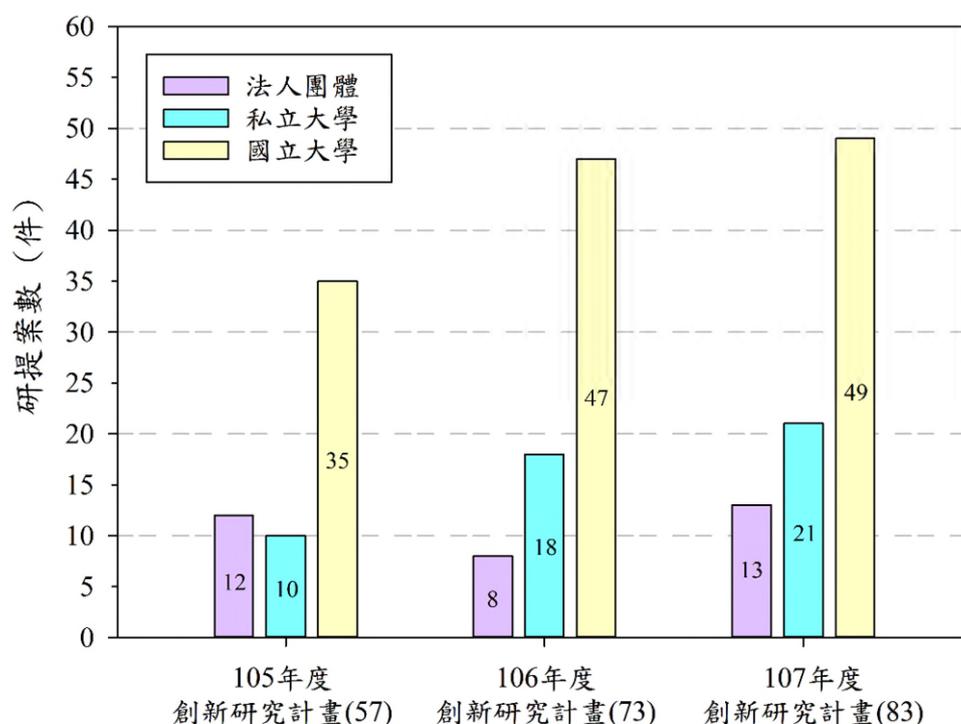


圖 3-1. 105 至 107 年創新研究計畫提案單位及研提案數統計

### 第一節 各領域研提案件分析

本年度創新研究計畫公告之六大領域類別統計如表 3-1，本年度除農村再生領域外，各領域之研提案件相當平均。其中工程技術發展、

軟體防災對策及基礎調查與研究此三領域研提計畫件數各為 15 件，佔研提計畫領域最多。

**表 3-1. 107 年各領域創新研究計畫研提案件數**

領域類別	研提計畫件數 (案)
前瞻策略與管理	14
工程技術發展	15
軟體防災對策	15
基礎調查與研究	15
新興科技應用	14
農村再生	10
總計	83

## 第二節 研提單位廣度分析

本年度創新研究計畫根據研提單位性質可區分為三大類別，分別為國立大學、私立大學與法人團體，共計 42 個學研單位研提計畫，其中以 20 所國立大學計研提 49 件為最多，佔總件數 59%，而 10 所私立大學及 11 個法人團體則分別為 21 件(25%)與 13 件(16%)(表 3-2)。

在國立大學類別，以國立中興大學研提 9 件最多，國立成功大學、國立嘉義大學與國立臺灣大學則分別研提 5 件次之；在私立大學類別，以逢甲大學 10 件最多，其餘私立大學皆為 1 至 2 件；而法人團體類別，各單位皆為 1 至 2 件(圖 3-2)。

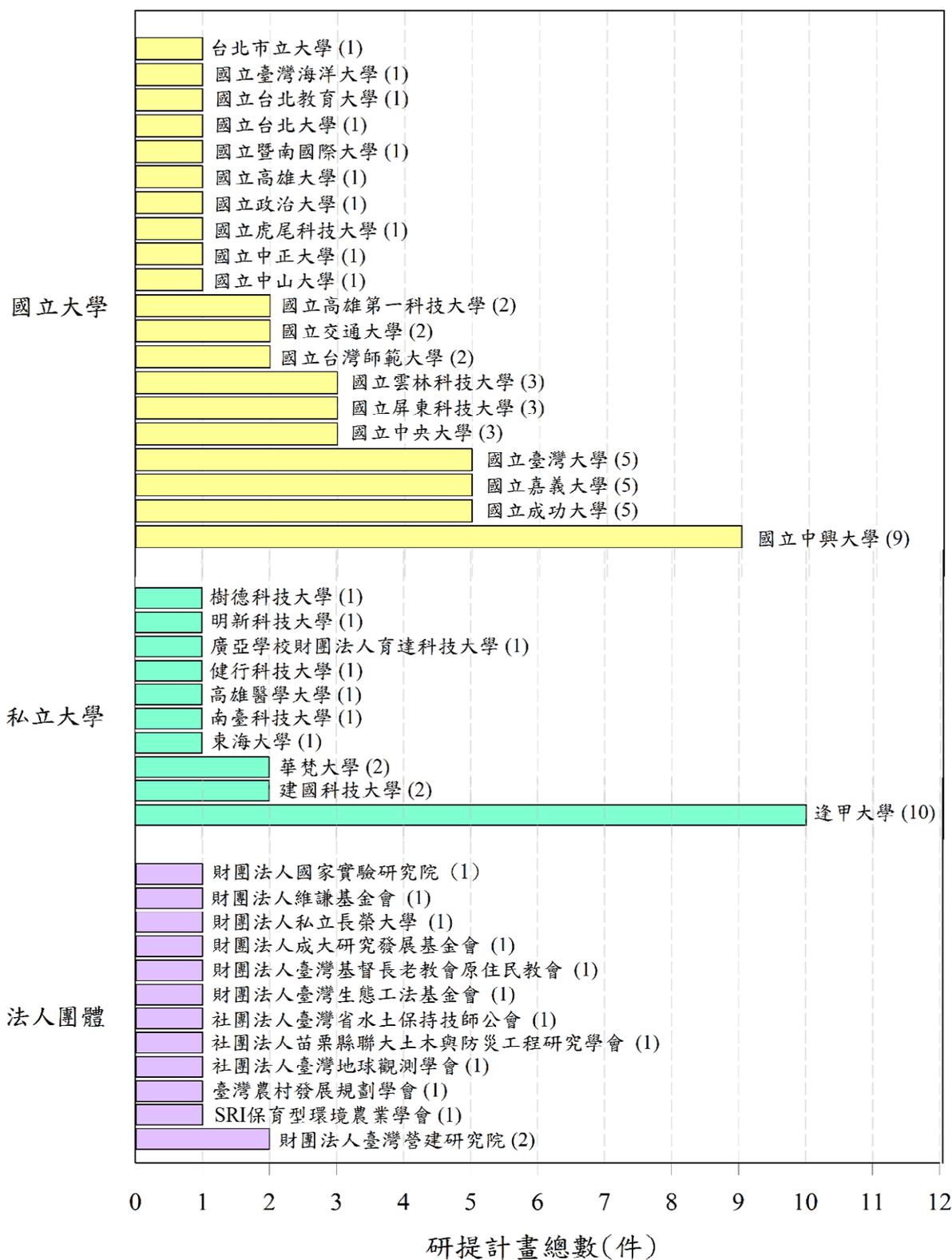


圖 3-2. 各學研單位提案數量統計

表 3-2. 107 年創新研究計畫研提單位類型統計

研提單位	研提單位數(個)	研提案件數(件)
國立大學	20	49
私立大學	10	21
法人團體	12	13
總計	42	83

### 第三節 研提案件與公開徵求議題之關聯性

根據 107 年本局公開徵求創新研究計畫之參考議題與與研提計畫進行關聯性比較，其中共計 44 件之研提題目與公開徵求議題有相關性，約佔 53% (如圖 3-3)，與 106 年結果相近(52%)。

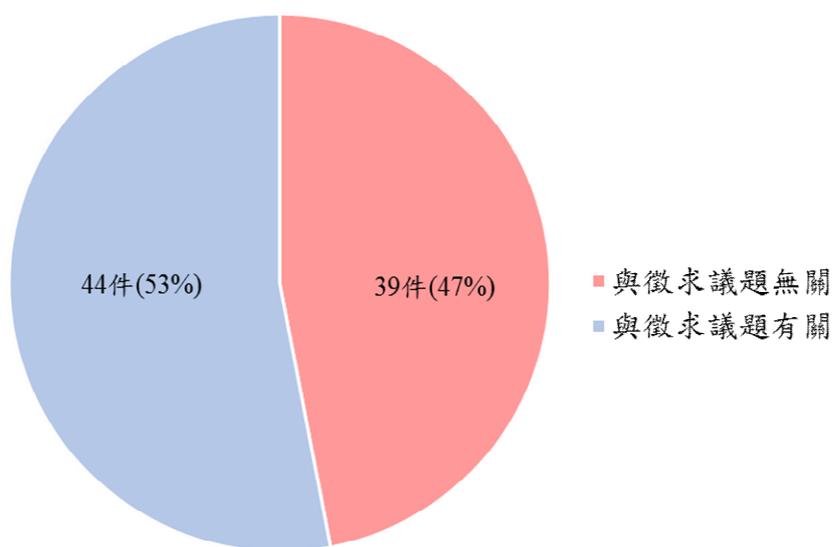


圖 3-3. 研提題目與公開徵求議題之關聯性

## 第四章 核定案件分析

### 第一節 各領域核定案件分析

本年度創新研究計畫共研提 83 件，經審查會議後核定 43 件，核定比例為 52%，核定計畫明細詳如附錄四。各領域核定件數及比例詳如表 4-1，其中核定件數最多者為「前瞻策略與管理」與「軟體防災對策」領域，均各核定 9 件；如以核定比例來看，亦以此二領域最高，分別為 64% 及 60%。相對而言，受限於本年度農村再生預算額度，「農村再生」領域核定件數及比例則為最低。

表 4-1. 各領域核定計畫件數統計

領域類別	研提件數	核定件數	核定件數比例 (%)
前瞻策略管理	14	9	64%
工程技術發展	15	7	47%
軟體防災對策	15	9	60%
基礎調查與研究	15	7	47%
新興科技應用	14	7	50%
農村再生	10	4	40%
總計	83	42	51%

### 第二節 研提單位之核定案件比例分析

本計畫研提計畫共 83 件，其中包含國立大學 49 件、私立大學 21 件，及法人團體 13 件。經會議審查後，核定案件分別為：國立大學 27 件，核定比例約為 55%；私立大學 8 件，核定比例約為 38%；與

法人團體 8 件，核定比例約為 62%，如表 4-2 所示。

表 4-2. 研提單位核定案件比例統計

研提單位	研提案件數(件)	核定案件數(件)	核定件數比例(%)
國立大學	49	27	55%
私立大學	21	8	38%
法人團體	13	8	62%
總計	83	43	52%

### 第三節 核定案件與公開徵求議題之關聯性

經分析核定案件與公開徵求議題之關聯性，與徵求議題相關且被核定之計畫共 26 件，約佔整體研提計畫的 31%；與徵求議題相關但未被核定之計畫共 18 件，約佔整體研提計畫的 22%；與徵求議題無關但被核定之計畫共 17 件，約佔整體研提計畫的 21%；與徵求議題無關且未被核定之計畫共 22 件，約佔整體研提計畫的 26%；如圖 4-1 所示。分析結果發現，研提題目與公告徵求議題相關者，其核定比例略高。

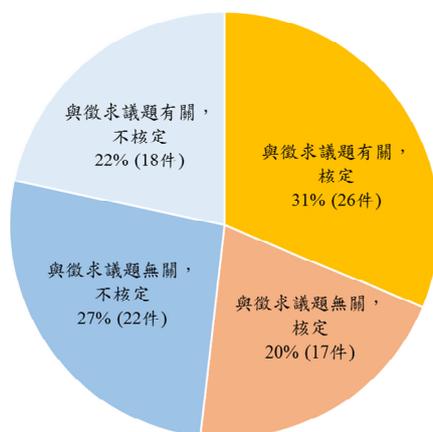


圖 4-1. 核定案件與公開徵求議題之關聯性

## 第五章 計畫執行單位自評成果

為初步評估各創新研究計畫執行成果，研究計畫主持人需於期末會議審查前完成自評表(圖 5-1)，並回傳本局，且需將自評表納入期末簡報內容以於期末會議時，提供給審查委員參考。本年度核定計畫原為 43 件，但於期末會議審查與成果發表時，實際完成件數為 42 件，故本章節及後續章節使用之資料均為 42 件計畫之回傳成果。

自評表內主要分為三大面向，分別為技術應用、學術創新、制度及其他，以下將說明本年度創新研究計畫的三大面向產出成果，另各計畫自評結果詳如附錄五。

107 年度創新研究計畫自評表		
計畫名稱：		
計畫執行單位：		
計畫主持人：		
目前進度(截至 11/15)： %		
計畫達成度： <input type="checkbox"/> 極高、 <input type="checkbox"/> 高、 <input type="checkbox"/> 普通		
技術應用面		
Q1.	專利產出？	<input type="checkbox"/> 已申請 <input type="checkbox"/> 申請中 <input type="checkbox"/> 評估中 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q2.	新技術產出？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q3.	有助於跨域技術整合？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q4.	有助於產業發展？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q5.	產出技術手冊或可供本局現有技術手冊修訂參考？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
學術創新面		
Q6.	有助於基礎科學發展？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q7.	國內(外)研討會發表？	<input type="checkbox"/> 是， <u>    </u> 篇 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q8.	國內(外)期刊發表？	<input type="checkbox"/> 是， <u>    </u> 篇 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q9.	產出碩士論文？	<input type="checkbox"/> 是， <u>    </u> 篇 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q10.	產出具體教案？(納入教學內容)	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
制度及其他面		
Q11.	有助於行政服務改善？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q12.	有助於行政計畫推動？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q13.	可供法規修正參考？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q14.	有助於前瞻策略擬訂？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
Q15.	有助於社會經濟發展？	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 本計畫目標無此項
其他		
備註	擬申請之專利名稱：	
	新技術之名稱：	
	發表國內(外)研討會名稱：	
	發表國內(外)期刊名稱：	
可配合於本局每週二上午定期舉辦之專題討論進行技術交流與成果分享( <a href="http://tech.swcb.gov.tw/Seminar/Seminardiscussion">http://tech.swcb.gov.tw/Seminar/Seminardiscussion</a> )？ <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否		
計畫主持人簽名		

圖 5-1. 107 年創新研究計畫自評表格式

## 第一節 學術創新面：研討會發表及論文產出

本年度計畫產出之學術成果豐富，與 106 年度之創新研究計畫成果相比，均有所成長。於本次完成計畫之 42 件內，國內外研討會發表共計 49 篇，國內外期刊發表共計 16 篇，碩博士論文則發表 23 篇。在不同學術發表項目中，以參加國外(國際)研討會共 35 件數為最高(註：於國內舉辦之國際研討會也納入計算)，顯示本計畫對於國際學術交流活動有相當程度的參與。另一方面，有產出具體教案的計畫共有 13 件，其中包含 4 個領域，顯示本創新研究計畫不僅致力於學術發表，也對教學研究發展著墨甚多。以不同研提領域來看，「軟體防災對策」產出最多學術研究成果，總計為 29 件；「前瞻策略與管理」產出 25 件次之。「工程技術發展」產出學術研究成果為 6 件，為所有領域中最少。相關統計詳如(圖 5-2)。

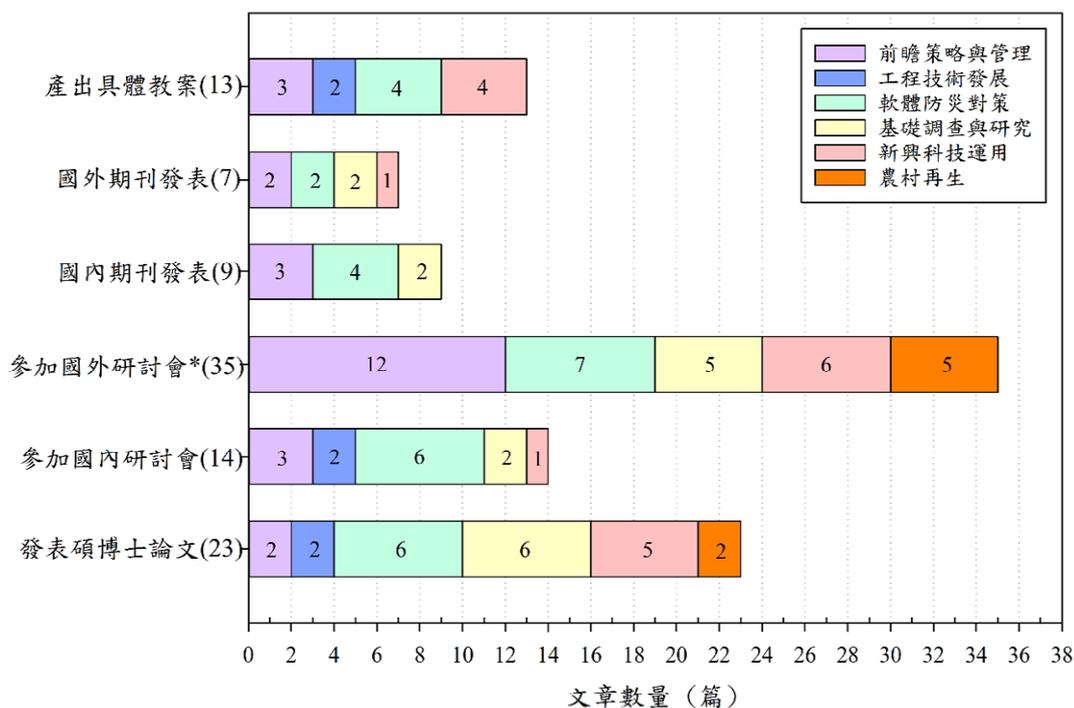


圖 5-2. 各領域中研討會發表及論文產出數量

\*註：在國內（臺灣與離島）發表的國際研討會，仍被歸入國外研討會中。

## 第二節 技術應用面：技術產出與發展

107 年創新研究計畫之技術產出與發展共有五個類別，分別為技術手冊產出、專業技術產出、新技術產出、是否有助於產業發展及跨領域技術整合。依各計畫自評結果顯示，預計產出 5 件專利技術(1 件申請中，4 件評估中)與 15 項新技術、10 件技術手冊；另外，有助於產業發展計畫件數為 25 件，跨領域技術結合之計畫共計 29 件(圖 5-3)。

在不同領域方面，技術手冊以「工程技術發展」領域產出 4 件為最多；在新技術產出方面，以「新興科技運用」領域計 6 件為最多；在有助於產業發展、與有助於跨領域技術整合這兩項中，六個領域均有產出，並以「新興科技運用」領域佔 13 件為最多，「基礎調查與研究」領域佔 12 件次之(圖 5-3)。整體而言，「新興科技應用」在技術應用面上有豐富的成果，共有 22 件。綜合以上，本年度創新研究計畫不僅在技術創新上更進一步，也在跨領域合作與促進產業發展上有相當的成果。

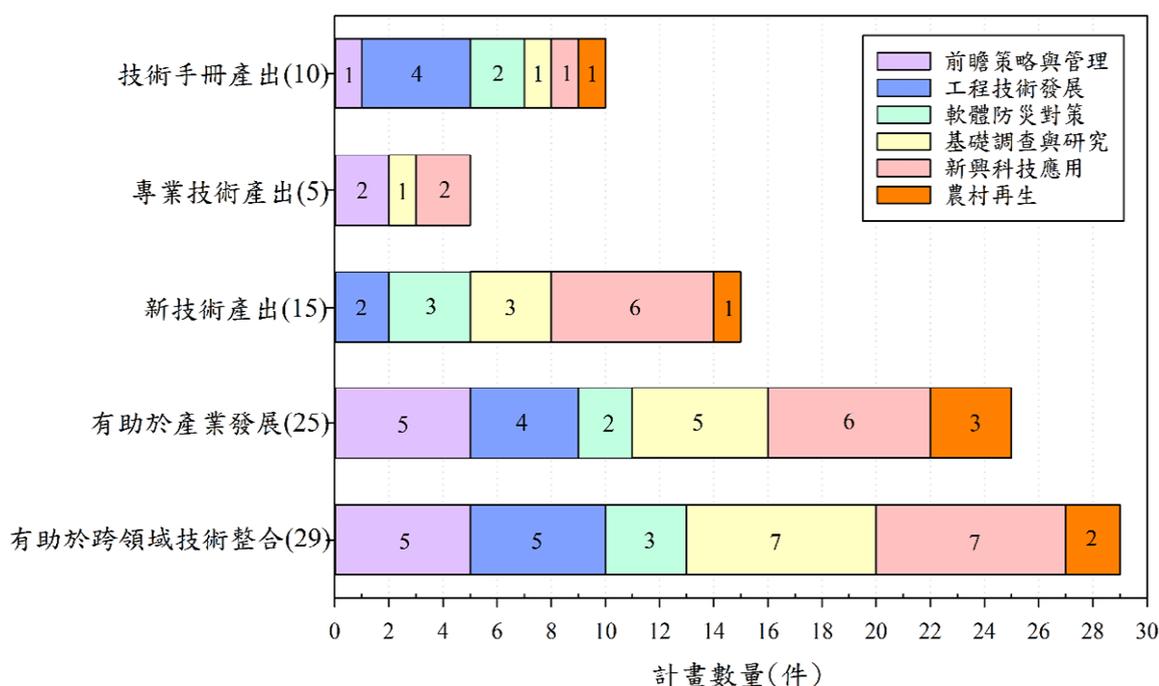


圖 5-3. 計畫成果自評中技術應用面：技術產出與發展

### 第三節 制度及其他：行政、法規與策略

本計畫除評估學術創新與技術應用方面之成果外，亦由各計畫自評計畫成果未來是否可應用於行政、法規及相關政策制定。自評項目包含「可供法規修正參考」、「有助於行政服務改善」、「有助於行政計畫推動」、「有助於前瞻策略擬定」、「與有助於社會經濟發展」等 5 項評估指標。在各項評估指標中，自評結果以「有助於前瞻策略擬定」及「有助於社會經濟發展」此 2 項目數量最高，各有 21 件；「有助於行政計畫推動」計有 20 件次之(圖 5-4)。如以不同領域達成指標總數來看，「工程技術發展」領域在行政、法規與策略方面的成效為六個領域中最多，計有 25 件；「基礎調查與研究」領域計 17 件次之。

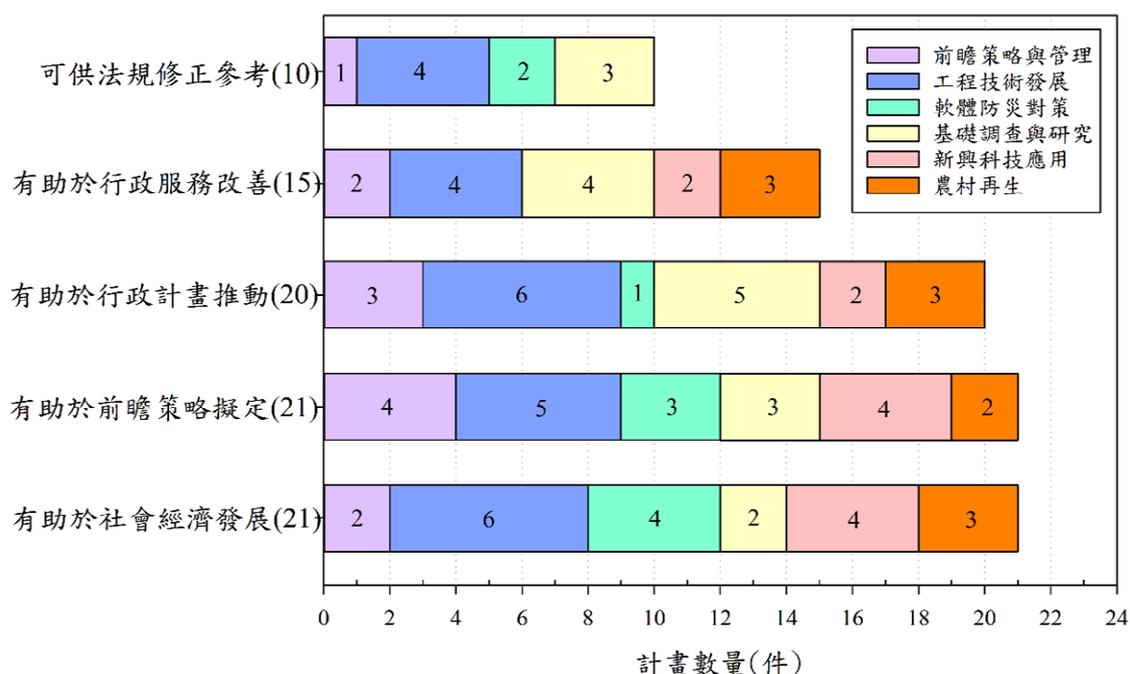


圖 5-4. 計畫成果自評中制度及其他：行政、法規與策略

## 第四節 小結

在自評表三大面向中，各領域的研究成果各有其顯著的部分。以通過核定案件最多的兩個領域「軟體防災對策」及「前瞻策略與管理」（各為 9 件）為例，軟體防災對策領域產出最多的學術成果，共 29 件；前瞻策略與管理領域則在「技術應用面」、「制度及其他面」各佔 13 件及 17 件，為這兩個面向中排名第二的領域。

以核定案數次多的三個領域「工程技術發展」、「基礎調查與研究」及「新興科技應用」（各為 7 件）來看，工程技術發展在「制度及其他面」佔最多的計畫案件，共 25 件；基礎調查與研究在「學術創新面」中有 25 件學術成果，僅次於軟體防災對策領域(29 件)；新興科技應用則在「技術應用面」中，則呈現最多技術相關成果(22 件)。

綜合以上各計畫主持人自評結果，六大議題領域依其性質不同，於三大面向之成果呈現各有不同分布，其中以「制度及其他面(行政、法規與策略)」各議題領域之計畫均有貢獻，顯示本年度創新研究計畫成果除學術及技術成就外，後續亦有助於本局業務推動及政策與制度研擬。

## 第六章 業務單位計畫成果評估

本年度計畫除要求計畫主持人進行自評表撰寫外，亦於期末聯合審查會議由各業務組(中心)及分局代表與局外委員，針對計畫執行成果進行評核。評核項目及內容包含：計畫完成度、可行性、創新性、整體評分，以及相關審查意見，詳如(圖 6-1(a))。各計畫成果期末審查意見詳如附錄六。

前揭各審查委員單位之評核表(圖 6-1(a))，經各領域計畫主辦業務組彙整後，將各項評核結果(非常高、高、普通)轉換為分數，以長條圖方式顯示審查單位評核意見(圖 6-1(b))，並由各領域計畫主辦業務組綜合評估後填列「計畫主辦單位期末評核結果」以及「成果運用與建議」。

統計各計畫評核結果中，有關「成果運用與建議」項目，在 42 件創研計畫成果中，各業務組評估有 3 件可逕予採行，將納入後續本局委辦計畫或相關計畫試辦；18 件可供相關計畫參考；10 件有發展潛力，可繼續支持；11 件有發展潛力，但需其他條件配合，詳如圖 6-2。

如以不同領域來看，工程技術發展及新興科技應用此二領域各有 2 件及 1 件計畫被評估為「可納入委辦計畫或相關計畫試辦、推行」，約佔該領域全部計畫的 22% 及 14%；而「可供本局相關計畫參考」之選項，以工程技術發展和軟體防災策略二領域最多，各為 4 件，約為該領域的 44% 及 57%；在「存查，有發展潛力，可繼續支持」的建議選項中，以軟體防災對策此領域佔最多，為 5 件，約佔 71%；另一方面，「存查，有發展潛力，但尚需其他條件配合」選項中，以前瞻計畫策略與管理最多，共有 6 件，佔該領域計畫的 86%，其他領域均呈現 1 至 2 件不等的數量(圖 6-2)。

此外，於圖 6-2 中顯示經評核可採用且「將納入委辦計畫或相關計畫試辦、推行」之計畫共 3 件，已以符號「\*」標示於附錄六；而「可供本局相關計畫參考」之計畫共 18 件，則以「○」符號標示之。

**(a) 107 年度創新研究計畫期末聯合審查會議評核表**

計畫名稱：  
計畫執行單位(計畫主持人)：  
審查單位、人員(簽名)：  
請進行以下評核內容填寫：

一、此計畫的完成度為：  
非常高 高 普通

二、此計畫的可行性為：  
非常高 高 普通

三、此計畫的創新性為：  
非常高 高 普通

四、對於此計畫的整體評分為：  
非常高 高 普通

五、審查建議事項：  
(請由此開始書寫建議事項)

請於會後檢交承辦人員，謝謝！

**(b) 107 年度創新研究計畫期末成效評核表**

一、計畫編號：  
二、計畫名稱：  
三、計畫執行機關：  
四、計畫主持人：

**五、期末聯合審查評核問卷統計**

計畫完成度	81.90
計畫可行性	80.33
計畫創新性	79.67
計畫整體評分	82.33

六、審查意見：

七、計畫主辦單位期末評核結果

請勾選 (單選)

通過，相關建議如上項說明  
修正後通過，修正事項如上項建議  
說明：  
不予通過，辦理複審或計畫終止  
說明：

八、成果應用與建議

請勾選 (單選)

1. 採行 將納入委辦計畫或相關計畫試辦、推行  
其他：  
2. 參考 可供本局相關計畫參考  
其他：  
3. 存查 有發展潛力，建議繼續支持  
有發展潛力，但尚須其他條件配合  
其他：

評核日期：\_\_\_\_年\_\_月\_\_日

承辦人：  
科長：  
單位主管：

圖 6-1. 107 年度創新研究計畫評核表

(a) 107 年度創新研究計畫期末聯合審查會議評核表

(b) 107 年度創新研究計畫期末成效評核表

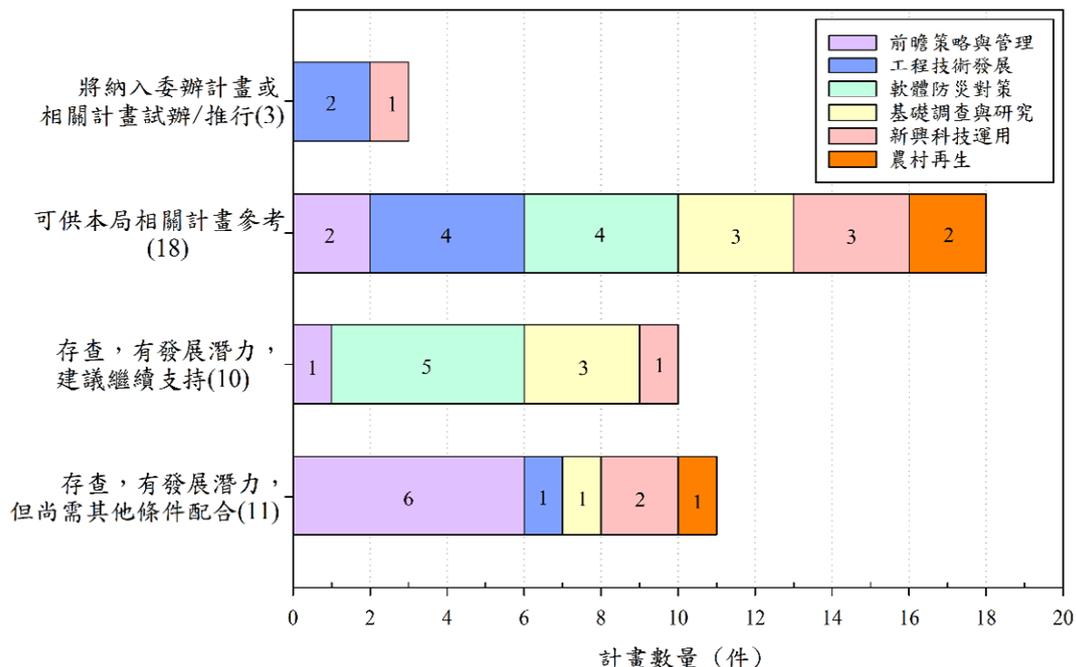


圖 6-2. 業務單位填寫之創研計畫成果應用與建議

## 第七章 各計畫成果綜合評估與建議

本年度完成執行之 42 件創新研究計畫，除各計畫主持人自評(詳第五章)及期末聯合審查之成效評核(詳第六章)外，本報告亦綜整各計畫原計畫目標及成果，進行綜合評估並提出相關建議，詳附錄七。

## 第八章 結語

107 年度創新研究計畫歷時四週之公開徵求後，計有公私立大學及法人團體共 42 個單位研提 83 件計畫，其中以國立大學共計 20 所研提 49 件為最多。以六大領域來看，本次創新研究計畫中，各領域研提數量差距不大，均為 10 件至 15 件之間。另一方面，全部研提案件中，與公開徵求議題相關之計畫共 44 件，佔全部研提計畫之 53%。

經審查會議後，本年度共核定 43 件，其中以「軟體防災對策」與「前瞻策略與管理」二領域核定案件最多，各 9 件。比較公開徵求之議題與核定案件後，可發現本年度核定案件與公開徵求議題相關者計 26 件，約佔核定案件之 60%；另核定案件與公開徵求議題較無關聯性者計 17 件，約核定案件之 40%。

在計畫成果評估方面，每一案均先由各計畫主持人進行自評，並於期末聯合審查會議由各業務組(中心)及分局代表與局外委員，針對計畫執行成果進行評核，最後再由各業務單位進行計畫成果評估。本年度核定 43 件計畫中，有 1 件未執行完成，於期中審查後即先行取消，故最終實際完成執行 42 件。經統計此 42 案計畫自評表結果，國內外研討會發表共計 49 篇，國內外期刊發表共計 16 篇，碩博士論文則發表 23 篇；以計畫成果自評中的技術應用面來看，「有助於跨領域技術整合」之計畫，共有 29 件，為全部項目中最高；以學術應用面來看，以參加國外研討會發表數為最高(35 篇)，顯示本計畫對於國際學術交流活動有相當程度的參與；以制度面及其他項目來看，「有助於前瞻策略擬定」及「有助於社會經濟發展」兩項為最多，各有 21 件，顯示本計畫中包含之跨領域、跨單位的創新研究對社會經濟、前瞻策略等均有助益。在本計畫劃分的六個不同領域中，無論是在學術

創新面、技術應用面、制度及其他面，各個領域均有豐富的成果。

在各業務單位進行之計畫成果評估中，工程技術發展及新興科技應用此二領域各有 2 件及 1 件計畫被評估列為可採用且「可納入委辦計畫或相關計畫試辦、推行」；另經評估列入「可供本局相關計畫參考」之項目則有 18 件，以工程技術發展和軟體防災策略二領域最多，各為 4 件；

整體而言，107 年度創新研究計畫在基礎科學、學術研究、技術及科技發展方面均有豐厚的成果，惟專利技術產出主要係因專利申請需較長時間準備及審查等，無法於當年度計畫執行期間完成，後續建議可定期追蹤。以六大領域來看，亦可觀察到本次各業務單位填寫之創研計畫成果應用與建議中，「可供本局相關計畫參考」項目，以工程技術發展、軟體防災對策二領域佔最多，各為 4 件，然而其他領域也差距不大，分布範圍在 2 至 4 件之間，建議各業務單位可持續追蹤，並將其創新思維應用相關業務推動，以提升整體效能。此外，本報告亦已針對此 42 件計畫進行計畫成果綜合評估，並提出相關建議，將可做為各單位後續業務應用之參考。

## 附錄

### 附錄一、107 年水土保持局創新研究計畫公開徵求領域及議題

徵求領域共分為「前瞻策略與管理、工程技術發展、軟體防災對策、基礎調查與研究、新興科技應用、農村再生」等六大領域。

領域	說明	備註
前瞻策略與管理	<p>1. 本領域相關之創新型研究。</p> <p>2. 茲列舉本領域相關議題供參：</p> <p>(1)土砂災害高潛勢區劃設保護帶及輔導造林評估</p> <p>(2)國內外新工法、技術、材料應用機制研析</p> <p>(3)防砂設施整治效益評估模式</p> <p>(4)土石流防災之社會經濟研究</p> <p>(5)保育治理工程生態檢核培訓制度研究</p>	<p>(由學研專家自訂研究題目)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>研擬土砂災害高潛勢區劃設保護帶方法及評估輔導造林計畫可行性。</li> <li>研析國內外新工法、技術及材料之評析與推薦機制，擬訂「新工法、技術、材料」應用機制研析，結合產官學研界資源，共同參與推動水土保持產業活化與創新，提升水土保持技術。</li> <li>藉由集水區土砂運移、收支等現地觀測、分析，評估防砂設施整治後對於中下游保全對象影響，包括直接或間接效益，並檢討防砂設施規劃型式對於生態環境之干擾</li> </ul>
工程技術發展	<p>1. 本領域相關之創新型研究。</p> <p>2. 茲列舉本領域相關議題供參：</p> <p>(1)山坡地多功能農塘評估及修建</p> <p>(2)水土保持新工法與新材料之分析探討及實用性評估</p> <p>(3)防砂壩溢流水深之評估與檢討</p> <p>(4)沉砂池設計標準與安全係數之學理研究</p> <p>(5)無人機載具撒播植生粒劑之研究</p>	<p>(由學研專家自訂研究題目)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>集水區內由公、私有土地修建農塘、梯田及埤塘等蓄水設施，作為多功能滯洪、灌溉及養殖等多種用途，不僅具有水源涵養之功能，同時可以提高水資源利用和調配之效能。為此，如何評估既有各種蓄水設施之功能，以及建立各種蓄水設施修建之流程，包括土地取得或徵收及獎勵等方式。</li> </ul>

<p>工程技術發展</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 發展適合水土保持工程特性之工法與材料，包括其適用性及實用性分析提出說明，作為未來工程設計參考。針對溢流水深進行探討，提出相對條件時適合之數值或估算方式，供工程人員設計時參考，藉以取得工程與生態上的雙贏。目前設計標準屬經驗公式為主，希望藉由室內模擬及室外試驗，探討沉砂池設計的標準與安全係數的選取，並於符合安全且具經濟考量下提出沉砂池設計模式，供設計時參考。</li> <li>• 水庫集水區坡地崩塌，常因地形或交通的限制，不易進行人工復育。研擬利用無人機載具，在不同環境和立地條件下，將植生粒劑撒播在裸露地對坡地復育之研究。</li> </ul>
<p>軟體防災對策</p>	<p>1. 本領域相關之創新型研究。</p> <p>2. 茲列舉本領域相關議題供參：</p> <p>(1)遙測影像應用於坡地監測之研究</p> <p>(2)坡地災害判釋與潛勢評估精進研究</p> <p>(3)古地名、諺語及古籍等與地區災害潛勢相關性之研究</p> <p>(4)新興警戒模式於坡地防災之應用</p>	<p>(由學研專家自訂研究題目)</p>
<p>基礎調查與研究</p>	<p>1. 本領域相關之創新型研究。</p> <p>2. 茲列舉本領域相關議題供參：</p> <p>(1)豪雨期間集水區土砂及流木量體評估方式開發</p> <p>(2)地震對於山區災害潛勢影響之量化評估方式</p> <p>(3)堰塞湖危險度快速評估方式與潰壩模擬相關研究</p> <p>(4)大規模土砂生產及運移之衝擊影響評估及處置方案相關研究</p>	<p>(由學研專家自訂研究題目)</p>

<p>新興科技應用</p>	<p>1. 本領域相關之創新型研究。</p> <p>2. 茲列舉本領域相關議題供參：</p> <p>(1)人工智慧及物聯網在水土保持之應用</p> <p>(2) i-Construction 導入水土保持工程可行性評估</p> <p>(3)新興傳輸方式於坡地防災之應用</p> <p>(4)新興監測技術於坡地防災之應用</p> <p>(5)土砂沖蝕生產、運移及河床變化等觀測方式開發</p>	<p>(由學研專家自訂研究題目)</p> <p>日本國土交通省應用 ICT 技術發展，以提昇生產力技術，改善其國內近 10 年將面臨退休潮以致勞動力不足問題。本計畫擬研析日本 ICT 推展工作重點並評估其導入水土保持工程之可行性評估與具體規劃建議。</p>
<p>農村再生</p>	<p>1. 本領域相關之創新型研究。</p> <p>2. 茲列舉本領域相關議題供參：</p> <p>(1)智慧農村相關議題研究</p> <p>(2)農村再生結合長照議題之可行方式之研究</p> <p>(3)農村發展關鍵契機(成功因素)之探討</p> <p>(4)休閒農場、休閒農業區、農再社區發展模式及效益差異性之探討</p> <p>(5)臺灣未來農村產官學界輔導關鍵策略之研究</p> <p>(6)生態農村評估指標之研究</p>	<p>(由學研專家自訂研究題目)</p> <p>以農村為發展智慧社區單元，運用先進的高科技或大數據分析，推動發展智慧農村，期望營造更便利、友善之農村環境。因應農村之高齡化人口結構及臺灣長照 2.0 政策推動，為促進老人參與社會活動，延緩長者老化、失能之情況，則農村再生政策可執行之操作方法研究。</p>

## 附錄二、107 年創新研究計畫辦理期程

日期	期程	辦理工作
<b>106 年</b> 10 月 18~11 月 28 日	5.5 週	擬訂及簽辦補助計畫。
11 月 28 日~12 月 27 日	4 週	公告補助計畫。
12 月 28~1 月 09 日	2 週	計畫書彙整及簽辦領域類別審查分工。
<b>107 年</b> 1 月 10 日~1 月 26 日 1 月 31 日 2 月 01 日~2 月 07 日	4 週	83 件計畫，依領域別召開審查會議。 召開圓桌會議。 簽辦及公告錄取名單。
2 月 08 日~3 月 26 日	8 週	43 件細部計畫書審查、彙編統籌計畫(各業務單位、主計室)。
3 月 26 日~4 月 9 日		統籌計畫審查(初審、綜合審查)。
4 月 10 日~4 月 12 日	—	簽辦計畫核定。
4 月 15 日~4 月 30 日	—	撥付第 1 期款(60%)。
5 月	—	期初審查
8 月	—	期中審查(採書面審查)。
9 月	—	撥付第 2 期款(40%)。
10 月 23 日、10 月 31 日	2 日	辦理計畫實地查核 2 件： 1. 溪流防砂設施美學設計原則 2. 精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法
12 月 04 日	—	期末審查暨成果發表。
12 月 20 日~1 月 3 日	2 週	執行單位送交成果報告書、會計報告及相關指定文件。
<b>107 年</b> 1 月 3 日~1 月 15 日 1 月 15 日~2 月 28 日	8 週	彙集各領域細部計畫成果報告。 彙編計畫成果評估報告。

## 附錄三、107 年創新研究計畫各單位研提案件明細

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	申請補助費(元)	領域類別	業務單位
1	三維土石流降雨警戒基準面建立之研究	國立嘉義大學	陳建元	900,000	軟體防災對策	土石流防災中心
2	發展即時先進監測及數模整合系統應用於探討崩塌發生過程	國立交通大學	趙韋安	1,000,000	新興科技應用	土石流防災中心
3	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	國立雲林科技大學	潘乃欣	990,349	前瞻策略與管理	保育治理組
4	BIM 概念於水土保持設施維護管理之探討	國立雲林科技大學	潘乃欣	994,749	工程技術發展	保育治理組
5	溪流防砂設施美學設計原則	國立中興大學	陳樹群	900,000	工程技術發展	保育治理組
6	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	國立中興大學	王咏潔	900,000	基礎調查與研究	技研小組
7	農村社區社會企業輔導策略成功關鍵因素之研究	國立中興大學	吳志文	950,000	前瞻策略與管理	農村建設組
8	建置水土保持酷學校自評指標與土石流 STEM 教育課程開發之研究	臺北市立大學	古建國	950,000	軟體防災對策	土石流防災中心
9	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例	國立高雄大學	吳明淙	1,000,000	軟體防災對策	土石流防災中心
10	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	國立交通大學	單信瑜	771,851	軟體防災對策	土石流防災中心
11	生物礦化工法應用於地表土壤冲刷防治之可行性探討(2)	國立中興大學	陳豪吉	995,000	基礎調查與研究	技研小組
12	UAV 影像雲端平台建置之前瞻研究	國立中興大學	楊明德	950,000	新興科技應用	技研小組
13	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	台灣農村發展規劃學會	鄒君瑋	990,000	前瞻策略與管理	農村建設組
14	土石流潛勢溪流之流域地文參數判釋—以花蓮溪及卑南溪流域為例	國立中央大學	周憲德教授	950,000	基礎調查與研究	技研小組
15	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	國立中興大學	洪啟耀	950,000	基礎調查與研究	技研小組
16	精進沈積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	國立屏東科技大學	陳天健	895,000	軟體防災對策	土石流防災中心
17	地滑地搶救大作戰互動教具研發	國立臺灣海洋大學	許世孟	746,900	前瞻策略與管理	綜合企劃組

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	申請補助費(元)	領域類別	業務單位
18	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響	國立臺北大學	陳淑玲	999,910	軟體防災對策	土石流防災中心
19	重大土石災害集水區工程擴增實境管理系統建置	國立高雄第一科技大學	盧之偉	1,000,000	工程技術發展	保育治理組
20	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	財團法人成大研究發展基金會	戴義欽	970,200	工程技術發展	保育治理組
21	串流城鄉—農村再生協同式發展模式之行動研究	國立中山大學	謝政勳	805,758	農村再生	農村建設組
22	生態農村永續發展評估指標之研究	國立嘉義大學	劉瓊如	950,400	前瞻策略與管理	農村建設組
23	結合空間資訊科技發展土壤沖蝕模式	國立成功大學	朱宏杰	742,685	基礎調查與研究	技研小組
24	手擲式定翼型輕量化複合材料無人機應用於撒播任務之研究	南臺科技大學	沈銘原	980,000	新興科技應用	技研小組
25	邊坡破壞歷程中土壤含水量遷移與自然電位變化之定性與統計關係	國立中央大學	倪春發	999,976	基礎調查與研究	技研小組
26	結合深度神經網路及低功耗廣域網路物聯網之土石流預警系統設計	國立中正大學	熊博安	1,000,000	軟體防災對策	土石流防災中心
27	西台灣雨量變異度重建與極端氣候推估	國立成功大學	陳一菁	988,500	基礎調查與研究	技研小組
28	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	國立成功大學	張秀慈	540,000	農村再生	農村建設組
29	淤積土添加高含量飛灰以提高現地拌合混凝土強度之配比研究	建國科技大學	林喻峰	882,000	工程技術發展	保育治理組
30	分離元素法於加勁擋土牆破壞行為與工法改善之模擬應用	社團法人苗栗縣聯大土木與防災工程研究學會	羅佳明	880,000	工程技術發展	保育治理組
31	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	國立屏東科技大學	吳嘉俊	410,000	工程技術發展	保育治理組
32	建構 I Construction 雲端工程品管查核機制之研究—以水土保持設施為例	財團法人臺灣營建研究院	黃正翰	1,000,000	工程技術發展	保育治理組
33	水庫淤泥應用於集水區水土保持植生工法之可行性探討	SRI 保育型農業環境學會	簡文達	845,000	工程技術發展	保育治理組

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	申請補助費(元)	領域類別	業務單位
34	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	財團法人台灣生態工法基金會	陳郁屏	1,007,300	工程技術發展	保育治理組
35	應用深度學習於颱風時期時序型降雨量預測之可行性研究	逢甲大學	陳穗碧	950,000	軟體防災對策	土石流防災中心
36	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	國立成功大學	蔡美玲	1,000,000	前瞻策略與管理	農村建設組
37	群眾募資模式應用於農創服務平台之可行性研究	財團法人維謙基金會	張煜權	980,000	農村再生	農村建設組
38	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	逢甲大學	謝孟勳	980,000	軟體防災對策	土石流防災中心
39	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	財團法人台灣基督長老教會原住民教會	陳亮全	999,900	軟體防災對策	土石流防災中心
40	多重代理人模型在災害防救計畫上的應用	東海大學	陳鶴文	949,369	軟體防災對策	土石流防災中心
41	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	逢甲大學	吳銘順	990,000	工程技術發展	保育治理組
42	防砂壩溢流水深之評估與檢討	逢甲大學	林秉賢	950,000	基礎調查與研究	技研小組
43	以人工智慧模式推估坡地水源涵養能力參數	逢甲大學	鍾侑達	950,000	基礎調查與研究	技研小組
44	研究無人機光達系統監測土砂變遷與植被生長之可行性	國立中興大學	蕭宇仲	1,000,000	基礎調查與研究	技研小組
45	智慧化雨量計和水位計研發	國立臺灣大學	黃宏斌	680,000	基礎調查與研究	技研小組
46	野溪集水區災害潛勢評估模式之研究	國立暨南國際大學	劉家男	800,000	工程技術發展	保育治理組
47	農村社區閒置空間再利用為長照設施之研究—以高屏地區農村為例	高雄醫學大學	姚卿騰	634,584	前瞻策略與管理	農村建設組
48	土石流自主防災社區與防災專員前瞻管理策略之研究	逢甲大學	陳柏蒼	990,000	軟體防災對策	土石流防災中心
49	應用人工智慧與大數據優化崩塌潛感指標	國立成功大學	陳培殷	990,000	新興科技應用	土石流防災中心
50	農塘對區域發展與流域管理之重要性評估-以西湖溪集水區為例	逢甲大學	何智超	990,000	工程技術發展	保育治理組
51	無人機災害調查與 4D 協作平台之整合應用研究	社團法人台灣地球觀測學會	游豐吉	1,000,000	新興科技應用	土石流防災中心

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	申請補助費(元)	領域類別	業務單位
52	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	逢甲大學	葉美伶	950,000	農村再生	農村建設組
53	應用 AI 人工智慧技術於大規模崩塌判釋與潛勢分析	國立中興大學	蔡慧萍	800,000	新興科技應用	土石流防災中心
54	國土計畫法架構下加強保育地之納管機制評估研究	國立臺灣大學	胡明哲	973,977	前瞻策略與管理	監測管理組
55	以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	國立臺灣大學	廖國偉	961,450	新興科技應用	保育治理組
56	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	國立臺灣大學	范正成	986,937	前瞻策略與管理	保育治理組
57	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	逢甲大學	雷祖強	916,200	新興科技應用	農村建設組
58	跌水工程之聲景特性研究	華梵大學	陳晉琪	900,000	工程技術發展	保育治理組
59	高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	華梵大學	鄭清江	953,746	基礎調查與研究	技研小組
60	以里山倡議結合農塘與梯田營造生態農村與環境教育規劃之研究	健行科技大學	韋家振	960,000	農村再生	農村建設組
61	挖掘苗栗休閒農業之美，共創共榮共好計畫	廣亞學校財團法人育達科技大學	李義祥	1,000,000	農村再生	農村建設組
62	影響消費者購買農村社區產品通路選擇關鍵因素之研究	逢甲大學	翟本瑞	979,000	農村再生	農村建設組
63	以農村生態系統服務評價傳統水利功能	國立台灣師範大學	李素馨	937,437	前瞻策略與管理	農村建設組
64	以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	財團法人臺灣營建研究院	黃正翰	1,000,000	工程技術發展	保育治理組
65	山崩特徵監測與製圖系統之建置	國立政治大學	范噶色 (Stephan van Gasselt)	971,114	軟體防災對策	土石流防災中心
66	應用雷達差分干涉技術進行崩塌輸砂量估計之可行性研究	國立中央大學	姜壽浩	980,000	基礎調查與研究	技研小組
67	活絡農村工藝與文化資產的運作機制-以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	國立雲林科技大學	黃世輝	999,000	農村再生	農村建設組

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	申請補助費(元)	領域類別	業務單位
68	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	國立中興大學	宋國彰	970,856	新興科技應用	技研小組
69	地形特徵值於彰化縣山坡地村里風險分級之應用	建國科技大學	彭思顯	600,000	軟體防災對策	土石流防災中心
70	農村創業到農村再生之模式建構與實作	國立高雄第一科技大學	陳錫添	900,000	農村再生	農村建設組
71	透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究	國立嘉義大學	周良勳	950,000	前瞻策略與管理	綜合企劃組
72	極端氣候下太麻里流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	國立臺北教育大學	蔡元芳	1,000,000	前瞻策略與管理	土石流防災中心
73	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	社團法人臺灣省水土保持技師公會	蔡明波	890,520	前瞻策略與管理	保育治理組
74	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	財團法人私立長榮大學	劉春初	952,000	前瞻策略與管理	農村建設組
75	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗絲係數與濾砂功能之研究	國立屏東科技大學	謝啟萬	944,748	基礎調查與研究	技研小組
76	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	國立臺灣大學	葛宇甯	1,000,000	新興科技應用	技研小組
77	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	明新科技大學	郭治平	850,000	新興科技應用	土石流防災中心
78	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	國立虎尾科技大學	蔡鴻旭	999,000	新興科技應用	綜合企劃組
79	建立結合物聯網之智慧型農業設施監控系統	國立嘉義大學	沈榮壽	1,000,000	新興科技應用	農村建設組
80	無人機載具灑播植生粒劑之研究	國立嘉義大學	李茂田	950,000	新興科技應用	保育治理組
81	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	國立台灣師範大學	沈淑敏	923,646	軟體防災對策	土石流防災中心
82	漁業型休閒農場、休閒農業區與農再社區發展模式與效益差異比較	樹德科技大學	曾宗德	1,000,000	農村再生	農村建設組
83	山坡地水文觀測資料品管之研究與建立	財團法人國家實驗研究院	王豪偉	979,540	基礎調查與研究	技研小組

## 附錄四、107 年創新研究計畫核定補助案件明細

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	領域類別	核定經費(元)	執行數(元)	剩餘款(元)	業務單位
1	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	國立雲林科技大學	潘乃欣	前瞻策略與管理	815,000	815,000	0	保育治理組
2	建置水土保持酷學校自評指標與土石流STEM教育課程開發之研究	臺北市立大學	古建國	前瞻策略與管理	780,000	780,000	0	綜合企劃組
3	地滑地搶救大作戰互動教具研發	國立臺灣海洋大學	許世孟	前瞻策略與管理	620,000	589,929	30,071	綜合企劃組
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	國立成功大學	蔡美玲	前瞻策略與管理	820,000	668,189	151,811	農村建設組
5	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	逢甲大學	葉美伶	前瞻策略與管理	780,000	780,000	0	農村建設組
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	國立臺灣大學	范正成	前瞻策略與管理	815,000	814,735	265	保育治理組
7	透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究	國立嘉義大學	周良勳	前瞻策略與管理	780,000	726,271	53,729	綜合企劃組
8	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	社團法人臺灣省水土保持技師公會	蔡明波	前瞻策略與管理	730,000	649,643	80,357	保育治理組
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	財團法人私立長榮大學	劉春初	前瞻策略與管理	785,000	783,862	1,138	農村建設組
10	溪流防砂設施美學設計原則	國立中興大學	陳樹群	工程技術發展	765,000	764,823	177	保育治理組
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	國立高雄科技大學	盧之偉	工程技術發展	820,000	592,690	227,310	保育治理組

107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	領域類別	核定經費(元)	執行數(元)	剩餘款(元)	業務單位
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	財團法人成大研究發展基金會	戴義欽	工程技術發展	800,000	800,000	0	保育治理組
13	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	國立屏東科技大學	吳嘉俊	工程技術發展	410,000	409,200	800	保育治理組
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	財團法人台灣生態工法發展基金會	陳郁屏	工程技術發展	830,000	820,107	9,893	保育治理組
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	逢甲大學	吳銘順	工程技術發展	820,000	820,000	0	保育治理組
16	以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	財團法人臺灣營建研究院	黃正翰	工程技術發展	820,000	820,000	0	保育治理組
17	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例	國立高雄大學	吳明淦	軟體防災對策	820,000	819,999	1	土石流防災中心
18	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	國立交通大學	單信瑜	軟體防災對策	665,000	455,683	209,317	土石流防災中心
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	國立屏東科技大學	陳天健	軟體防災對策	740,000	740,000	0	土石流防災中心
20	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響	國立臺北大學	陳淑玲	軟體防災對策	810,000	810,000	0	土石流防災中心
21	土石流潛勢溪流之流域地文參數判釋—以花蓮溪及卑南河流域為例	國立中央大學	周憲德	軟體防災對策	790,000	690,179	99,821	土石流防災中心
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	財團法人台灣基督長老教會原住民教會	陳亮全	軟體防災對策	820,000	806,926	13,074	土石流防災中心
23	山崩特徵監測與製圖系統之建置	國立政治大學	Stephan van Gasselt	軟體防災對策	810,000	247,000	563,000	土石流防災中心

107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	領域類別	核定經費(元)	執行數(元)	剩餘款(元)	業務單位
24	極端氣候下太麻里流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	國立臺北教育大學	蔡元芳	軟體防災對策	810,000	773,069	36,931	土石流防災中心
25	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	國立台灣師範大學	沈淑敏	軟體防災對策	760,000	759,143	857	土石流防災中心
26	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	國立中興大學	王咏潔	基礎調查與研究	745,000	700,552	44,448	技研小組
27	生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)	國立中興大學	陳豪吉	基礎調查與研究	820,000	819,997	3	技研小組
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	逢甲大學	謝孟勳	基礎調查與研究	800,000	800,000	0	技研小組
29	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	國立中興大學	洪啟耀	基礎調查與研究	780,000	717,351	62,649	技研小組
30	智慧化雨量計和水位計研發	國立臺灣大學	黃宏斌	基礎調查與研究	610,000	610,000	0	技研小組
31	高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	華梵大學	鄭清江	基礎調查與研究	785,000	777,550	7,450	技研小組
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	國立屏東科技大學	謝啟萬	基礎調查與研究	775,000	651,955	123,045	技研小組
33	以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	國立臺灣大學	廖國偉	新興科技應用	790,000	577,879	212,121	保育治理組
34	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	逢甲大學	雷祖強	新興科技應用	750,000	750,000	0	農村建設組

107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	提送機關名稱	計畫主持人	領域類別	核定經費(元)	執行數(元)	剩餘款(元)	業務單位
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	國立中興大學	宋國彰	新興科技應用	800,000	707,092	92,908	技研小組
36	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	國立臺灣大學	葛宇甯	新興科技應用	820,000	783,679	36,321	技研小組
37	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	明新科技大學	郭治平	新興科技應用	710,000	710,000	0	土石流防災中心
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	國立虎尾科技大學	蔡鴻旭	新興科技應用	820,000	820,000	0	綜合企劃組
39	無人機載具灑播植生粒劑之研究	國立嘉義大學	李茂田	新興科技應用	780,000	548,901	231,099	保育治理組
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	台灣農村發展規劃學會	鄒君瑋	農村再生	980,000	769,668	210,332	農村建設組
41	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	國立成功大學	張秀慈	農村再生	540,000	493,177	46,823	農村建設組
42	活絡農村工藝與文化資產的運作機制—以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	國立雲林科技大學	黃世輝	農村再生	825,000	719,962	105,038	農村建設組
43	影響消費者購買農村社區產品通路選擇關鍵因素之研究 <b>(計畫核定後因故中止)</b>	逢甲大學	翟本瑞	農村再生	979,000	—	—	農村建設組

## 附錄五、107 年創新研究計畫執行單位自評明細表

計畫執行單位自評明細表中，分為四部分，分別為技術應用面、學術創新面、制度及其他面及備註。其中，備註詳列專利名稱、新技術名稱、研討會名稱及期刊名稱。

### 1. 技術應用面

序號	計畫中文名稱	技術應用面				
		專利產出	新技術產出	有助於跨領域技術整合	有助於產業發展	產出技術手冊或可供本局現有技術手冊修定參考
1	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	評估中	無	是	是	無
2	建置水土保持酷學校自評指標與土石流STEM教育課程開發之研究	無	無	非主要目標	非主要目標	是
3	地滑地搶救大作戰互動教具研發	評估中	無	非主要目標	非主要目標	無
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	無	無	非主要目標	非主要目標	無
5	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	無	無	是	是	是
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	無	無	是	是	無
7	透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究	無	無	是	是	是
8	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	無	無	是	是	無
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	無	無	非主要目標	非主要目標	無
10	溪流防砂設施美學設計原則	無	無	是	是	是
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	無	無	是	是	是
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	無	是	是	非主要目標	是

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	技術應用面				
		專利產出	新技術產出	有助於跨領域技術整合	有助於產業發展	產出技術手冊或可供本局現有技術手冊修定參考
13	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	無	無	非主要目標	非主要目標	無
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	無	無	非主要目標	非主要目標	是
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	無	無	是	是	無
16	以 BIM 為基礎建構水土保持工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	無	是	是	是	無
17	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例	無	是	非主要目標	非主要目標	無
18	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	無	無	是	是	無
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	無	是	非主要目標	非主要目標	無
20	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響	無	無	非主要目標	非主要目標	無
21	土石流潛勢溪流之流域地文參數判釋—以花蓮溪及卑南河流域為例	無	是	是	是	無
22	原住民防災社區行動計畫:運用傳統智慧建構災害韌性部落	無	無	是	非主要目標	無
23	山崩特徵監測與製圖系統之建置	無	無	非主要目標	非主要目標	無
24	極端氣候下太麻里流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	無	無	非主要目標	非主要目標	無
25	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	無	無	非主要目標	非主要目標	是
26	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	無	無	是	非主要目標	無
27	生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)	無	無	是	是	無
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	無	是	是	是	無

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	技術應用面				
		專利產出	新技術產出	有助於跨領域技術整合	有助於產業發展	產出技術手冊或可供本局現有技術手冊修定參考
29	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	無	是	是	非主要目標	是
30	智慧化雨量計和水位計研發	申請中	是	是	是	無
31	高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	無	無	是	是	無
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	無	無	是	是	無
33	以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	無	是	是	是	無
34	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	無	是	是	是	無
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	無	是	是	非主要目標	無
36	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	無	是	是	是	是
37	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	評估中	無	是	是	無
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	無	是	是	是	無
39	無人機載具灑播植生粒劑之研究	評估中	是	是	是	無
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	無	無	是	是	無
41	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	無	是	是	是	是
42	活絡農村工藝與文化資產的運作機制—以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	無	無	非主要目標	是	無

## 2. 學術創新面

\*註：國外研討會發表此欄包含在臺灣舉辦之國際研討會。

序號	計畫中文名稱	學術創新面						
		有助於基礎科學發展	國內研討會發表	國外研討會發表*	國內期刊發表	國外期刊發表	產出碩博士論文	產出具體教案
1	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	非主要目標	1	1	1	1	1	0
2	建置水土保持酷學校自評指標與土石流STEM教育課程開發之研究	是	準備中	0	準備中	0	2	1
3	地滑地搶救大作戰互動教具研發	非主要目標	0	0	0	0	0	1
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	非主要目標	0	1	0	0	0	1
5	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	是	0	1	0	0	0	0
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	是	0	0	0	0	0	0
7	透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究	非主要目標	準備中	0	0	0	0	0
8	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	非主要目標	0	0	0	0	0	0
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	非主要目標	準備中	0	準備中	0	0	0
10	溪流防砂設施美學設計原則	是	0	0	0	0	0	0
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	是	0	0	0	0	0	0
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	是	2	0	0	0	0	0
13	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	是	0	0	0	0	1	1
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	非主要目標	0	0	0	0	0	1

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	學術創新面						
		有助於基礎科學發展	國內研討會發表	國外研討會發表*	國內期刊發表	國外期刊發表	產出碩博士論文	產出具體教案
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	是	0	0	0	0	0	0
16	以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	非主要目標	0	0	0	0	1	0
17	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例	是	0	0	0	0	1	0
18	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	非主要目標	1	0	撰寫中	0	1	1
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	是	0	5	0	0	1	0
20	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響	是	準備中	0	準備中	0	0	0
21	土石流潛勢溪流之流域地文參數判釋—以花蓮溪及卑南溪流域為例	是	0	1	0	0	2	0
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	是	1	1	待投稿	0	0	1
23	山崩特徵監測與製圖系統之建置	是	1	0	0	1	0	0
24	極端氣候下太麻里溪流流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	是	0	1	1	1	1	1
25	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	是	0	1	0	0	0	0
26	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	是	0	1	0	1	2	0
27	生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)	是	準備中	0	準備中	0	1	0
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	非主要目標	1	0	0	1	1	1
29	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	是	撰寫中	0	撰寫中	0	0	0

## 107 年度水土保持局創新研究計畫成果評估報告

序號	計畫中文名稱	學術創新面						
		有助於基礎科學發展	國內研討會發表	國外研討會發表*	國內期刊發表	國外期刊發表	產出碩博士論文	產出具體教案
30	智慧化雨量計和水位計研發	是	0	1	0	0	0	0
31	高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	是	0	1	0	0	0	0
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	是	0	1	0	1	1	0
33	以NB-IoT與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	是	0	0	0	1	0	1
34	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	是	0	0	0	0	2	1
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	非主要目標	0	0	0	0	0	0
36	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	是	0	2	0	0	2	0
37	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	是	0	1	0	0	0	1
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	是	0	2	0	0	0	1
39	無人機載具灑播植生粒劑之研究	是	1	1	0	0	1	0
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	非主要目標	0	9	0	0	0	0
41	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	非主要目標	0	3	0	0	2	0
42	活絡農村工藝與文化資產的運作機制—以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	非主要目標	0	1	0	0	0	0

## 3. 制度與其他面

序號	計畫中文名稱	制度與其他面				
		有助於行政服務改善	有助於行政計畫推動	可供法規修正參考	有助於前瞻策略擬訂	有助於社會經濟發展
1	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	是	是	非主要目標	非主要目標	是
2	建置水土保持酷學校自評指標與土石流STEM教育課程開發之研究	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
3	地滑地搶救大作戰互動教具研發	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	是
5	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	是	是	非主要目標	非主要目標	是
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	非主要目標	是	是	是	是
7	透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究	是	是	非主要目標	非主要目標	是
8	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	非主要目標	是	是	是	非主要目標
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	是	是	是	是	是
10	溪流防砂設施美學設計原則	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	是
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	是	是	非主要目標	非主要目標	非主要目標
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
13	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	非主要目標
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	非主要目標	是	非主要目標	非主要目標	非主要目標
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	是	是	是	是	是
16	以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	非主要目標

序號	計畫中文名稱	制度與其他面				
		有助於行政服務改善	有助於行政計畫推動	可供法規修正參考	有助於前瞻策略擬訂	有助於社會經濟發展
17	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例	是	是	非主要目標	非主要目標	非主要目標
18	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	是	是	是	是	是
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	是	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
20	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響	是	是	是	是	是
21	土石流潛勢溪流之流域地文參數判釋—以花蓮溪及卑南河流域為例	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	非主要目標	是	是	是	非主要目標
23	山崩特徵監測與製圖系統之建置	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
24	極端氣候下太麻里流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
25	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
26	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	是
27	生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	非主要目標	是	非主要目標	非主要目標	非主要目標
29	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	非主要目標
30	智慧化雨量計和水位計研發	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是
31	高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	非主要目標	是	是	是	是

序號	計畫中文名稱	制度與其他面				
		有助於行政服務改善	有助於行政計畫推動	可供法規修正參考	有助於前瞻策略擬訂	有助於社會經濟發展
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	非主要目標	非主要目標	是	非主要目標	是
33	以NB-IoT與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	是
34	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	是	是	非主要目標	是	是
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
36	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
37	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	非主要目標	非主要目標	非主要目標	是	是
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	是	是	非主要目標	是	是
39	無人機載具灑播植生粒劑之研究	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標	非主要目標
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	是	是	是	是	是
41	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	是	是	非主要目標	是	是
42	活絡農村工藝與文化資產的運作機制—以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	是	是	非主要目標	是	是

## 4. 備註

序號	計畫中文名稱	備註			
		專利名稱	新技術名稱	研討會名稱	期刊名稱
1	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	無	無	2019 營建管理學術研討會	Journal of Civil Structural Health Monitoring
2	建置水土保持酷學校自評指標與土石流STEM教育課程開發之研究	無	無	無	September
3	地滑地搶救大作戰互動教具研發	無	無	無	無
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	無	無	1. SRIWIJAYA INTERNATIONAL CONFERENCE ON MEDICAL SCIENCES (SICMS) 2018 2. FAOSP Physiology Education Workshop, 2019	無
5	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	無	無	第十屆海峽兩岸GIS發展研討會	無
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	無	無	無	無
7	透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究	無	無	無	無
8	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	無	無	無	無
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	無	無	2019 永續發展與產業管理研討會	觀光與休閒管理期刊
10	溪流防砂設施美學設計原則	無	無	無	無
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	無	無	無	無
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	無	智慧式合理估算坡面崩塌量體之方法	中華民國力學學會年會暨第42屆全國力學會議	無
13	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	無	無	無	無

序號	計畫中文名稱	備註			
		專利名稱	新技術名稱	研討會名稱	期刊名稱
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	無	無	無	無
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	無	無	無	無
16	以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	無	無	無	無
17	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例	無	無	無	無
18	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	無	無	災害管理研討會	災害防救科技與管理學刊
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	無	坡面型土石流判釋模式	1. 2018 海峽兩岸水土保持學術研討會 2. 2018EGU 國際研討會 3. 第八屆 ATC3 台日大地天然災害研討會 4. 5th International Debris-Flow Workshop	無
20	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響	無	無	無	無
21	土石流潛勢溪流之流域地文參數判釋—以花蓮溪及卑南溪流流域為例	無	無	2018 INTERPRAEVENT	無
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	無	無	1. Adaptation Futures 2018: 5th International Climate Change Adaptation Conference 2. 2018 臺灣災害管理研討會	無
23	山崩特徵監測與製圖系統之建置	無	無	第 18 屆地圖學術研討會	Remote Sensing (mdpi)

序號	計畫中文名稱	備註			
		專利名稱	新技術名稱	研討會名稱	期刊名稱
24	極端氣候下太麻里溪流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	無	無	第十九屆海峽兩岸三地環境與生態保育學術研討會	地理學報、Natural Hazards and Earth System Sciences (NHESS)
25	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	無	無	第 22 屆臺灣地理國際學術研討會	無
26	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	無	無	Japan Geoscience Union Meeting 2018 20th~24th May, Makuhari Messe, Chiba, Japan.	Water
27	生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)	無	無	無	無
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	無	山區災害震後早期評估技術	2018 中華水土保持研討會	2018 International Debris-Flow Workshop
29	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	無	無	無	無
30	智慧化雨量計和水位計研發	無	具有打點式傾斗與超音波量測功能之智慧儀器	BIT's 5th World Congress of Agriculture	無
31	高精密 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	無	無	美國地球物理聯合會秋季大會(Fall Meeting, American Geophysical Union)	無
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	無	無	CECARB conference	Geofoxfiles and Geomembranes
33	以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	無	無	無	Automation in Construction
34	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	無	無	無	無
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	無	無	無	無

序號	計畫中文名稱	備註			
		專利名稱	新技術名稱	研討會名稱	期刊名稱
36	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	無	土砂崩落防護網感知告警系統	1. SIBE 2017 2. 5th GEDMAR	無
37	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	無	無	IEEE Geoscience and Remote Sensing Society 2019	無
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	無	無	1. IEEE TALE 2018 (“An International Conference on Engineering, Technology and Education”) 2. Special Track on XR & Immersive Learning Environments	無
39	無人機載具灑播植生粒劑之研究	無	高分子植生粒劑製作技術	1. 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON UNMANNED SYSTEM APPLICATIONS-AGRICULTURE, ECOSYSTEM & ENVIRONMENT 2. 2018 中國化學會年會	無
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	無	無	2018 ICLEE 景觀生態與工程國際研討會	無
41	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	無	無	GASS 2018 研討會 (新加坡)	無
42	活絡農村工藝與文化資產的運作機制—以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	無	無	2018 ADCS 亞洲設計文化學會	無

## 附錄六、107 年創新研究計畫期末審查意見

107 年 42 件創新研究計畫中，經各業務單位評核可採用且「將納入委辦計畫或相關計畫試辦、推行」之計畫共 3 件，已以符號「\*」標示於備註欄；而「可供本局相關計畫參考」之計畫共 18 件，則以「○」符號標示之。

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
1	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. D.E.R.U(分級)評估因子須客觀、標準、量化原則。</li> <li>2. 以 UAV 影像判釋，山區工程大多植生茂密，構造物實際狀況較難探視。</li> <li>3. 颱風過後判釋構造物情形，為一恰當時機，宜考量。</li> <li>4. 專家問卷之評估結果宜再檢視合理性。例如固床工淤滿為破壞？顯不合理。</li> <li>5. 後續能否由 UAV 影像自動快速辨識初步評估，而非仍需由人工辨識。</li> </ol>	
2	建置水土保持酷學校自評指標與土石流 STEM 教育課程開發之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 樣本可再導入水保專家，或計畫已有的話，需再補充說明。</li> <li>2. 針對國小教育很好，為引起學生興趣，多些互動及手動課程。</li> <li>3. STEM 結合水土保持酷學校的想法新穎，指標考量完善。</li> <li>4. 對應到新課綱與翻轉教育，如建置與水土保持相關的教育課程開發與自評指標，對於自然環境、防災教育的提升有意義。</li> <li>5. 報告書中對於研究設計、研究方法的說明可再加強，整體而言補充計畫論述、研究歷程與結果的說明。</li> <li>6. 自評指標和 STEM 教育課程之間有關連性嗎？</li> <li>7. 有助於本局水土保持的扎根教育推動及品質的提升。</li> <li>8. 本案採購之教學儀器的未來維護營運，請考量。</li> <li>9. P3-18 表 3-4 分析土石流主題的 STEM 元素中，發生條件中「陡坡大小」是否改成「坡度大小」，「板塊、破碎岩塊」是否改為「豐富的堆積物」，較為合理。</li> <li>10. 本案土石流議題偏重工程防治方法，本局近期推動「自主防災 2.0」的觀念也值得在校園推廣，以全民參與、由下而上、因地制宜之精神，運用兵棋推演及實作演練等活動將防災觀念深耕至村里之中。</li> <li>11. 水保生活化，STEM 機制建立。</li> <li>12. 自評指標草案是如何建立、增刪、整合起來的，建議略作補述。</li> <li>13. 模糊德菲法宜敘述各回答者的修改建議等，建議補充回答人數、回答結果、修正、統計結果等。</li> </ol>	○

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
3	地滑地搶救大作戰互動教具研發	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議可發展土石流、崩塌、地滑等不同現象之教具以增科普效果。</li> <li>2. 可發展便攜帶型教具，做為水土保持防災教育宣導的行動教具。(偏鄉)</li> <li>3. 本研究為第一款大規模崩塌教具設計極具創新性，可持續推廣及運用，推廣對象也可擴增至一般成人，讓民眾了解何謂大規模崩塌。</li> <li>4. 水土保持小小工程師培訓 1,500 位，與國小合作融入課程。</li> <li>5. 如何永續？如何與小學課程整合？</li> <li>6. 商品化此教材是否可行？</li> <li>7. 科普應包含水保工程、自主防災等觀念。</li> <li>8. 本案嘗試由土木觀點切入水保防災的具體作法，其由 STEM 元素為問題出發點，設計出模型、AR/VR/遊戲的方式來推動一些酷學校的推廣，成功地將水保需要知識轉換成民眾/小學生可接受的資訊。</li> </ol>	○
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫需思考社區如何永續推動，並建議社區應與當地大醫院合作。</li> <li>2. P.4-5，表 4-1 內含*，**，****等符號，請加註說明符號代表意義。</li> <li>3. 圖 4-6，P4-10，圖的解析度請再加強。</li> <li>4. 本案創新性高，建議可針對不同屬性的社區進行研究。</li> <li>5. 請再檢視修正相關報告內容，將資料數據補齊至計畫結束(12月)止。</li> <li>6. 請補充說明，男女比例是否有差異？</li> <li>7. 請加強說明與本局業務之相關性，如何鏈結？</li> </ol>	
5	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.建議加強說明本局後續之運用方式。</li> <li>2.計畫名稱包含效益評估及發展預測模型部分，惟整體內容未見相關說明，請加強補充。</li> <li>3.後續建議除了評估指導計畫與執行計畫之間的關聯性外，可進一步分析相關性高或低者是否會影響執行計畫品質，以及社區表現，藉以串聯中央、區域、地方到社區尺度的效益評估。</li> <li>4.運用大數據的分析落點有助於後續資源投入的輔助參考。</li> <li>5.農村再生的推動有部分成果或效益是屬於在地居民的內化提升，此部分亦可納入參酌。</li> <li>6.相似度高與低的部分，建議可做後續實地驗證，讓實證與 AI 運用可相互校正。</li> </ol>	○

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. LID 的概念除了應用於水庫集水區，是否還有其他區域亦適用？</li> <li>2. LID 設施設置地點及型式、方法有無限制？或其他注意事項？</li> <li>3. LID 設施之效益可否藉由實例驗證(監測)實測獲得評估或佐證。</li> <li>4. 以 LID 工法進行山坡地非點源污染之控制固有成效，惟於具規模之邊坡沖蝕，可能因連續強降雨而變成縱向切割擴大，以 LID 工法是否仍可有效防治，宜斟酌。</li> <li>5. 以草溝或沉砂滯洪空間推動 LID 工法，當土地取得困難(平坦地)，是否有替代對策。</li> <li>6. 維護面要請農民填寫自主維護情形，在實務上之可行性，應再進行評估以符合實際。</li> <li>7. LID 設施回顧除文獻蒐集，建議補充現場實際施作案例。</li> <li>8. 削減影響及水質改善可否量化成果呈現。</li> <li>9. 如何強化水保義務人 LID 設施意識與意願。</li> </ol>	
8	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計指標重點之一為權重，而權重似乎僅根據美、日、歐計既有案例統計而得，是否應針對各設計案例之效果(佳或不佳)一併納入評比？</li> <li>2. 未來在設計指標的細項內容及權重，可再進一步研究探討。</li> <li>3. 目前所提設計指標，係以全球案例為之所分析出來的，可否進一步改良適合台灣在地之設計指標。</li> <li>4. 研究中明細表之權重計算依據為何？權重樣本在全球資料樣本之完整性是否足夠。</li> <li>5. 與台灣案例之連結為何？在環境上與全球之差異狀況為何？</li> <li>6. 不同地質、地形、現況與人民素質皆不同，實際上設計是需要多方面的配合，參考指標可能不足。</li> <li>7. 野溪設計治理原則除考量材料、水理、生態、地形、河幅外，是否考量到泥沙運移，河道變遷而影響生態基流量及生態之保育。</li> <li>8. 高、低水量律定為何。</li> <li>9. 建議增加野溪設計指標實際操作指標評比結果呈現。</li> </ol>	
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Delphi 是很好的專家問卷工具，應可再考量社區的實質需求，並加入水保局既定之質化或量化指標。</li> <li>2. 樣本數太少，所得結果有可能並不具代表性。如能調查更多樣本，計畫參考性可能更高。</li> <li>3. 農村社區具有多元性發展的差異性，所選社區之訪談對象(樣本)關乎本計畫的成果分析，建議參與樣本的型態可先建立基礎說明並結合成果分析之參酌。</li> </ol>	

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	序號
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	<p>4.由圖 4-1 觀之，「產業活化」關聯度最低，中心度偏高，而有多個連結指向之，是否代表雖產業活化各界投入資源多，但對於農村永續發展關聯度低？</p> <p>5.本計畫研究村農永續發展的生活面向，探討其關鍵因素，但表 4-3 等均提到產業活化，且列為第一項，故建議補充說明所指生活面向的意涵與範疇。</p> <p>6.農村永續發展的利益關係人有村民、村里長、公所、企業等，建議在指標建立上可邀請不同類型利益關係人參加。</p> <p>7.建議補敘研究之信效度。</p> <p>8.研究結果發現政府部門被認為是農村永續發展的第一關鍵因素，似乎降低了農村自主性的重要。</p>	
10	溪流防砂設施美學設計原則	<p>1. 建議補充工程上的實務應用與執行相關資料。</p> <p>2. 構造物色彩納入考量，是由彩繪方式處理，或由材質變化營造，建議提供實際案例參考。</p> <p>3. 綠量植生配比，是否能量化分析討論。</p> <p>4. 防災工程，安全與美學如何取得平衡？</p> <p>5. 本案是否條例式說明美學設計原則或是標準流程等，以供設計人員參考使用。</p>	○
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	<p>1. 本案採用 UNITY 遊戲引擎平台，是否有版權問題？</p> <p>2. P5-2，「藉接」請修正為「介接」。</p> <p>3. 虛擬 3D 模型資料，是否可再精緻化及增加其它樣式。</p> <p>4. 建議以虛擬放樣與現場工程完成後比對，展現成果。</p> <p>5. 虛擬實境狀況是否有資料庫以供不同現況地形使用。</p>	○
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	<p>1. 崩塌土砂量體估算只有高度的不確定性，是否考慮以機率的型式表示最終預算的結果？</p> <p>2. 模擬軟體所需之參數為何？線上模擬的平台未來可否由使用者直接來應用？</p> <p>3. 除推算崩塌量體外，可否結合其他誘發崩塌之因子(如降雨量、地形、水質等)，進一步達到崩塌預警的功能。</p> <p>4. 所採用之崩塌案例是否包含舊有崩塌擴大部分？或僅採取新生崩塌？再者，舊有崩塌擴大部分，係呈現該崩塌區為分區分次崩落狀況，此時崩塌理想曲面會如何繪製？</p> <p>5. 崩塌估算方法後續如應用於未發生崩塌之潛勢區？是否有以歷史崩塌交互驗證？請說明</p> <p>6. 計算崩塌量是否需要更多的資料進行資料庫運算，因此建議後續進行建立資料庫系統俾利運算與利用。</p> <p>7. 如果造成崩塌的因子不同，是否會影響結果。</p> <p>8. 理想破壞曲面，所律定之參數有哪些，可否有效應用於大規模崩塌滑動土砂量之推估</p> <p>9. 16 個崩塌案例除考量地質、地質、岩性是否尚考量地下水位及孔隙水壓。</p>	○

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	序號
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	10. 對於多次崩塌體發生的先後關係，是否有列入計算。 11. 適用於何種崩塌型態應加以說明。 12. 理想破壞曲面由一定深度值後圈化，該一定深度律定為何。	○
13	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	1. 以鋼骨做為透水固床工之框架，是否合適？ 2. 淘刷深入之公式是否有跟國外文獻比較？ 3. 現地固床工之土砂粒徑與實驗室之土砂系統可能差異甚大，建議未來能將此因素納入考量。 4. 透水式固床工在施作上，有無其他限制條件或注意事項。 5. 建議針對於預算單價分析以及工作項目列出與傳統工法實際比例，俾利作為後續利用之參考。 6. 傳統性不透水性固床工易造成下游面之冲刷坑或基礎淘刷，而透水性固床工水頭差水量是否可防治淘刷問題。 7. 固床工下游水墊，可以採用挖深方式進行消能，效果在現地觀察比 PC 或鋼軌框架方式，也許可能更好。 8. 建議比較透水式固床工與傳統固床工之經費高低。	*
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	1. P.3-1(表 3-1)教育訓練各場次請加註記計畫經費來源或計畫名稱。 2. 附錄二工作手冊建議修改為教材手冊，另其內容理論性偏多，可增加一些實務性內容，以利讓學員更加了解實務性之生態檢核。 3. 生態專業人員定義為何？如何認定？ 4. 生態檢核機制實際操作案例、成果及後續追蹤比對。	○
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	1. 透過本案之技術，監造作業能否能簡化或增進效率？ 2. 影像解析度與精度二者應不同，宜確認。 3. 目前工程人力短缺，普遍是指勞動人力(模板工等)，監技術人員應尚可。 4. UAV 監造精度為何與現場監造實測差異鉅大，何種較可信。 5. 施工過程變更等不確定性多，報告內敘述特定工程施工與設計圖說不符，較為不妥。 6. UAV 精度及拍攝限制宜敘明(天氣、時間、地點)現場監造之限制比對說明。 7. 實際執行仍需人力及到達施工現場臨近區域，恐無法完全取代現行監造需求。 8. 相關設施建模，究屬施工廠商為之，抑或監造人員員費。 9. 只可能對外部型態進行確認，涉及工程品質之掌控部分，仍需實際量測。 10. 建議考量刪除不曾放入報告中附件部分，如抽驗容許表、監造計畫、抽查紀錄表等。	*

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	11. P2-14、P2-2「錯誤!找不到...」，請修正。 12. 本案對於現場監工及抽查實務應用性很高，建議未來可持續擴大研究或推廣至其他業務應用。	*
16	以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	1. 4D 為進度，5D 為成本，這二項是否為本局現階段急需解決的問題？ 2. 本案有其應用性，在現金法部份似為營造廠商關注之議題。 3. 建議未來能將此模型應用於若干實際案例，並分析其成果。 4. 4D、5D 施工階段模擬主因係以工程進度及成本考量，是否可與其他因子(如降雨量、附屬工程、介面銜接)為之，進行其他因子之 4D、5D 之研究。 5. 4D、5D 施工模擬檢視其工程進度與成本之時間為何 6. 場地承商施工有許多不確定性，及依據現場師傅的經驗進行工地施作，對比 MODEL 是否會有落差。 7. 本計畫以 4D、5D 模型導入工程施工實務上是否具體可行？是否可以推廣？精準度如何？是否考量風險因子如颱風、豪雨、地震等。 8. 實體模擬應該考量挖填土方的變化，比較可以趨近現況。 9. 4D、5D 如何應用於設計執行的工作。 10. 水保工程 BIM 資料庫模型建置完成量有多少，可否完全對應水保工程。	
17	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究－以高雄市為例	1. 建議加入後續致災原因及相關警戒評估 2. 本研究對於快速篩選易致災區域相當有幫助，值得後續蒐集更多資料後進一步驗證，以推廣至更多地區。 3. 崩塌因子以羅輯斯迴歸所找出具影響力之四項指標中，未涉及坡度，似與崩塌潛勢分析結果不一致，請說明。 4. 部份社區附近為人工邊坡，將其與自然邊坡社區混合進行分析，是否會互相干擾？同時對分析所得具影響力四項指標是否同時適用人工及自然邊坡，亦值得深入探討。 5. 嚴重崩塌機率評估後，除列表外宜製作村里嚴重崩塌機率分布圖，除提供視覺化決策參考外，另可研判崩塌熱區趨勢。 6. 針對所調查 118 處坡地易崩聚落之現調結果，其易致災性&週邊工程&防災需求等，建議可有統整且後續相關建議供業務單位參考。 7. 山坡地土地可利用限度分類標準之土壤沖蝕分級已於 106 年 8 月 8 日修正(P21 表 8)，請補充說明為修正前之規定。 8. 已建立之 4 項變數，「山崩與地滑地點敏感區」與「連外道路是否有災害潛勢」，似有重疊情形，所引述之災害潛勢是否明確條列。	

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
18	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 保險與理賠上容易有爭議，如僅為村里長開設，是否妥當？</li> <li>2. 如果不便險提供民眾到民宿或飯店安置，是否會有各區標準不一，以及住宿天數的問題，何時開始何時中止？</li> <li>3. 本計畫極具創意，推廣結果很大一部分決定於保費高低及是否有保費補助，建議具體提出可能之建議。</li> <li>4. 投保單位以個人家庭或社區為單位，請協助評估其優劣點？</li> <li>5. 災害不便險有年齡之限制？</li> <li>6. 本研究導入保險概念輔導民眾配合防災工作，建議後續加入法治面之考量，以促進民眾參與意願，值得繼續研究。</li> <li>7. 結論部分以「產險業者只要能夠損益平衡....都願意協助辦理」作為可行性之結果，但實際上應提供探討區域內之可行方案(每人保險金額自付額)，可得到怎樣的保險內容。</li> </ol>	
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 目前的研究係針對沈積岩地質區進行坡面型土石流判釋，如該地區非屬單一特性地質條件是否仍可進行判釋？</li> <li>2. 能否說明與前版分析判釋力提升的因子（如納入了其餘地文因子），並說明目前版本可能造成誤判的情形。</li> <li>3. 前年度之坡面型模式於今年精進後，其模型若於前年度之 10 處調查是否會有判釋結果影響？</li> <li>4. 針對計畫進行多處聚落崩塌之土石流現勘，現勘資料除計畫使用外，宜可回饋業務單位地區劃定之相關建議。</li> <li>5. 土石流判釋成果之正判率分析，以人工現地調查進行，未來如何推廣至更多區域之研究？</li> <li>6. 依據本計畫研究成效，未來如何預防坡面崩塌？</li> <li>7. 坡面切割為子集水區方式，分別土石流和崩塌兩種模式，再分為潛勢高中低，除了七項因子外，是否仍有其他因子可能影響判斷之結果？</li> <li>8. 土石流，坡面型土石流及淺層崩塌之明確定義及區隔為何？</li> <li>9. 建議嘗試使用 Melto Ratio 進行分析或許有不同之結果。</li> <li>10. 相較於現行較為關注的溪流型土石流潛勢判釋，本方法提出對於坡面型土之判釋建議，值得繼續研究。</li> <li>11. 本研究將土石流再細分為河道型及坡面型土石流，可進一步了解土石流特性，惟若在本局土石流防災係利用雨量做為預警，恐難以分不同警戒值應用。</li> </ol>	

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
20	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 風險傳播除手機廣播外，應還有逐戶拜訪、投進宣傳單、舉辦地方說明會、國中小教育紮根等這些方式；是否有相關研究資料分享對疏散撤離之效益。</li> <li>2. 遊戲給分問卷方式了解使用者之相關意願，惟若受測對象非屬災害範圍之民眾是否會影響其疏散意願且會侷限在特定年齡層與族群。</li> <li>3. 受測對象多國中生成&lt;16歲，非家中決定疏散與否的人物故其結果是否能代表災害範圍之民眾疏散意願。</li> <li>4. 同上，&lt;16歲實際有手機收到CBS之實際比例會高？故以此為CBS之成效是否可行？</li> <li>5. 結論建議可多些條列式之量化數據。</li> <li>6. 遊戲問卷受測者年齡顯著偏低，對於坡地社區高齡化，語言不通的情形下，如何提高社區民眾參與度？</li> <li>7. 坡地防災維生通道，不僅與土石流紅、黃色搭配，未來是否能加入社區疏散至避難中心之瞭解度。</li> <li>8. 部分山區民眾(如防災專員)年紀較長，不見得使用智慧手機或電腦，是否能適合使用遊戲式之學習？</li> <li>9. 計畫所得民眾對疏散避難的認知對未來政府推動防災疏散之工作有正面助益。</li> <li>10. 細胞廣播之頻率是否會造成民眾困擾？</li> <li>11. 遊戲式學習方式亦值得導入未來自主防災社區之推動方式之一。</li> <li>12. 本研究以問卷方式進行，建議未來可融入社區防災工作坊或防災兵推等活動，以增加民眾參與度。</li> </ol>	○
21	土石流潛勢溪流之流域水文參數判釋—以花蓮溪及卑南溪流域為例	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 以此兩區為例，調整之土石流數量為何？刪除之範圍是否須考量現地災害潛勢可能？</li> <li>2. 本案MR門檻值是否可檢視現行公開之土石流潛勢溪流，作為後續範圍調整參考？</li> <li>3. 若以本計畫MR值檢視現有土石流潛勢溪流中，若MR&lt;0.3者(初判非土石流)，有何後續因應處理之建議。</li> <li>4. 計算MR值前，溢流點選定原則為何？因特定溪流可能有數個溢流點。</li> <li>5. 相對於現行潛勢溪流之判釋方式，本研究方法可提供更精確之方法，值得持續。</li> <li>6. 本案所使用之MR值，是否能提供未來土石流潛勢溪流在劃設上區隔有效集水面積3公頃以上才認定為土石流潛勢溪流或集水區太大(21000公頃)者可能為洪水，做判釋之參考。</li> </ol>	
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究透過案例研究進行，獲得偏鄉地區遇災之自主因應能力，可藉此推廣相關經驗，相當值得鼓勵。</li> <li>2. 自主作為手冊之執行單位尚無明確指定，似有縣府等單位。</li> </ol>	

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	3. 既有防災機制與部落防災機制之差異性，是否有明確說明？ 4. 本計畫針對特定山區部落進行深入訪談調查，對建立山區防災裝備與建構未來防災社區提供許多有用得資訊，如外地避難所與否之決定，備糧問題，影響耐災力因素...等。	
23	山崩特徵監測與製圖系統之建置	1. 本研究若達相當成熟的階段，建議可建立一套標準 SOP 操作的方式，以利各地區針對未來山崩活動及輔助山崩熱壓自動利釋。 2. 尚無驗證資料，故無從得知系統效益 3. What's the difference between the ascending and decending radar images during your analysis? 4. What's the potential it we use the radar image to generate DEM? And what's the DEM resolution? 5. 本研究可提供快速四大量的資料建置，對於後續判釋相當有益，值得繼續進行。	○
24	極端氣候下太麻里河流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	1. p1-14 災害數值模擬部分僅介紹 HEC-RAS/FLO-2D/SOBEK 也提及 SOBEK&HEC-RAS 僅能模擬清水流 (p2-16)，似乎有疑宜再確認。 2. 建議可加入 DHE、SRH 之軟體應用並評估其於災害數值模擬之適宜性，FLO-2D 為災害造成之堰塞湖似乎較無法模擬。 3. 土壤沖蝕量及崩塌量評估，請問以何種方式評估？ 4. 支流土砂生產量流入主河道，其中是否考慮土砂遷移率？ 5. 在土砂災害模擬與災害風評估，是否可提供預警機制，作事前之預防。 6. 本計畫中，應如何考量目標為域中可能產生得大規模崩塌災害及其引致之二次災害，如堰塞湖或土石流？ 7. 本研究透過案例驗證，進行高風險區位的預測，若可在進行更多案例蒐集與驗證，將可為相當有力之預測工具。 8. 本案以莫拉克颱風極端降雨模擬，是否有考量一般之颱風豪雨狀況做模擬？ 9. 本次模擬結案均為河道抬升，是否有考量一般狀況下河道可能有沖有淤之狀況及模擬。 10. 本計畫進行土砂災害數據模式進行分析，其模式考量得參數如何率定或驗證？目前該模式的成熟度如何？未來可否推廣到其他區進行模擬分析災害影響範圍？ 11. 模試驗證的部分，僅針對崩塌面積及淹水面積做驗證，是否還有其他更多因子能提供模式的準確。(如積淹水地及退水時間等)	○

序號	計畫中文名稱	審查意見	備註
25	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議可加入災害發生事件對照資料、工程資及相關歷史影像，才能讓資料更加完整。</li> <li>2. 本研究透過田野探訪方式進行地理俗名與災害特徵之串接比對，可增進民眾防災知識及體認，相當值得繼續推廣。</li> <li>3. 後續推廣上，是否有眾多類似地區須以此種方式連接在地民眾，每推廣一區之實用與實效，能否簡易量化推估。</li> <li>4. 藉由地圖繪製歷程，讓當地居民了解自然性，災害溝通，是否有相關配套？建議維持認知且傳承，才不會僅是一次性行動。(ex:課程規劃、地方社區協會..等)</li> <li>5. 族語使用人口已逐年萎縮.建議本計畫後續可擴大調查範圍</li> <li>6. 本計畫除以地名出發外，山區部落長者之傳說(傳唱)故事或許亦為未來可分析出與自然災害相關之線索。</li> </ol>	
26	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 模式如能增列土壤水分因子會更能凸顯土壤沖蝕機制。</li> <li>2. 坡地土壤流失量之研究係坡地保育之基礎，建議以後能再增加更多的樣區，做長期的研究。</li> <li>3. 研究成果降雨強度對土壤流失量的影響並不顯著之原因，建議持續 探討。</li> <li>4. 利用 LiDAR 資料進行驗證，其 LiDAR 精度為何？在兩期資料間地形偏差是否消除？</li> <li>5. 青灰泥岩乾燥時硬如石，遇水則軟如泥，室內實驗所採之試體為沖積泥岩，其理化性質已改變，與坡面上的泥岩不同，其沖蝕情形似不相同，請參考。</li> </ol>	
27	生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. MICP 研究成果如何應用於防風定砂(或揚塵抑止)？如濁水溪、卑南溪揚塵抑止之可行性如何？</li> <li>2. 本項工法配合 UAV 等無人載具使用之可能性？</li> <li>3. MICP 固化時間需多久，如能縮短固化時間，似可提供軟弱地盤之改良，增加地盤穩定性。另建議提供成本分析資料供參考。</li> <li>4. MICP 工法與種植草皮之抗沖蝕比較，建議後續可進行研究。</li> <li>5. MICP 滴灌時間越久，其平均強度越高，若中斷滴灌，其抗壓強度是否會弱化？</li> <li>6. 利用 MICP 微生物反應過程固化土壤，增加土壤剪力，方法很好，如成效良好，建議可應用於老舊構造物(防砂壩、擋土牆)之修復。</li> </ol>	○
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 地震輸入資料僅考慮 PGA，建議再考量歷時及能量的效應。</li> <li>2. 本計畫地震事件評估結果，與事件中建築物倒塌、和其他災害損失紀錄正確率為何？</li> </ol>	○

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	3. 易損性分析似乎可以進一步應用在防災保險上分析。 4. 地震強度在模式中權重並非最大或較大，用九份二山模擬是否合適？ 5. 在地質因子外，是否考慮到水文相關因子(如離河道距離)？ 6. 本評估模式是否可應用在大尺度的集水區？	○
29	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	1. 本計畫用堰流公式處理潰壩，建議是否考慮滲流破堤導致潰壩的機制？ 2. 運動波公式係簡化溪床為寬深比大之矩形河床，在山區有堰塞湖潛在危險之河床是否具有此種地形，建議評估。 3. 2017 年 0601 豪雨與 2018 年 0823 豪雨於計畫區降下豪大雨，建議應用此事件進行驗證。 4. 三種模式結合使用，其待率定參數為何？不同集水區是否都適用？本計畫模式適用條件或限制為何？ 5. 河床變動的狀況(堆積和河床抬升)是否考慮應用河道輸砂模式進行評估？	
30	智慧化雨量計和水位計研發	1. 雨量計和水位計的資料存取是否考量以無線或自動遠端存取資料，即時獲得雨量和水位資料。 2. 設備之維護成本與頻率為何？ 3. 低成本的雨量與水位計，在防災應用上甚佳，建議可大力推廣。 4. 水力發電如何保持電力、電壓穩定，可持續供電情況如何？ 5. 3D 列印之件可靠、耐久性如何？是否須常常更換？(現場需考量太陽光長期照射) 6. 雨量計適用強降雨之上限為何？	○
31	高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	1. 本計畫探討大崙山地區，為本局大規模崩塌之計畫區域，有關地表、地下位移，地下水位及雨量監測及觀測，現場的地質情形，應持續辦理調查，以做為未來警戒值訂定及疏散避難規劃。 2. 此地區有多年監測資料，其平均位移量為何？累積滑動量多少？本研究是否已訂定致災門檻移動量？ 3. GPS 為地表變形監測，建議與地表下監測資料進一步比較。 4. GPS 屬地表位移，建議與地層滑動做對照，以表現其關聯性。 5. 本研究結果如何運用到其他相似案例，請提出建議。	○
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	1. 不同草種其葉型及根量型態不同，亦有可能影響其曼寧粗糙係數，建議對照組部分有所區別。 2. 草皮初期完成噴植之植被效果不同，因生長情形有差異，比較上應有所說明。	

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. RECP 與假儉草噴植一個月及三個月之曼寧 n 值皆為 0.018，如何說明效益？</li> <li>4. 草皮植栽搭配防沖蝕毯之較佳組合為何？</li> <li>5. 本研究如何應用於生態工法草溝設計？</li> </ol>	
33	以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 免控制點位之物件有無電力及防水等考量設計。</li> <li>2. NB-IoT 技術在資料傳輸時遺漏封包的情形如何？遺漏資料對後續演算的影響為何？</li> <li>3. 本計畫在位移監測成果甚多，建議在位移重建水保設施安全評估之間之相關性再強化說明。</li> <li>4. 水土保持工程之特性建議於設置 IoT 設備時可能需要考量，電力來源與更換、IOT 設備傳輸之影響及戶外設備容易破壞之影響。</li> <li>5. 以測量加速度重建位移，對於潛勢崩塌區是否可評估其安全度，並做為土砂工程佈設之參據。</li> <li>6. 相對於位移量，斷裂、沖刷、局部磨損應是更重要破壞型態，後續研究應針對此部分深入研究，此部分破壞型態可否用此技術進行評估。</li> <li>7. NB-IoT 可否運用在防災訊息通知。</li> </ol>	○
34	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫後續可探討形成熱點的原因？遊客的需求為何？景點的誘因？到訪動機為何？再搭配農村再生的行銷，資源投入較具事半功倍之效，更有助拓展商機，提高農村營收。</li> <li>2. 本計畫後續如何讓社區運用？</li> <li>3. 多元尺度評價系統之建立提供更完善農村體驗模式分析，未來如果可以獲得其他類型來源資料納入分析，更可應證此方法可行性。</li> </ol>	
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建議朝成功辨識率提高及正確率方向研發。</li> <li>2. 專家學者資料庫建議可納入國內試驗改良單位人員。</li> <li>3. 拍照者定位資訊，可用大數據方式分析植物之分布。</li> <li>4. 後續辨識軟體開發，建議加強附加資訊的導入。</li> </ol>	
36	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 警戒行動值的訂定建議搭配相關環境監測，並考慮安全餘裕時間。</li> <li>2. 防護網感知系統電量規劃否能在汛期或颱風期(3-4 月)持續作用？建議能有妥善配套規劃及詳細說明。</li> <li>3. 防護網的土砂沖擊力為 114 KN/m<sup>2</sup>，其可適用之集水區或土砂崩塌潛勢區大小為何？</li> <li>4. 防護網之彈性係數會影響量測到的撞擊力值，能否反算出最大粒徑和掉落距離(高度)？</li> <li>5. 土砂崩落不確定性甚高，如何確定保水曲線與崩落具一定關聯性，對於其他可能的崩落情況，建議整體考量。</li> <li>6. 建議比較公路單位及地方主管機關對於土砂崩落防護網適用的範圍及技術。</li> </ol>	○

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
37	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 資料接收會有延遲問題，其延遲時間多久？是否有影響資料分析之成果？如何改善之建議？</li> <li>2. 針對通視問題有無接收不良反應或漏失率高？是否能提供具體場址配置建議？</li> <li>3. 後續建議實際應用於觀測儀器訊號回傳漏失率與資料有效性的關係，找出可容許漏失率。</li> <li>4. 本實驗採用之 LoRa 在空曠處至少可達 2.5K 之通訊效果，未來在坡地防災通道是否能完全適用？或再加強？</li> <li>5. 在山區無電源情形下如何在耗電區段內，克服不需頻繁更換電池？</li> <li>6. 未來 5G 時代，是否可克服現有技術上之瓶頸？</li> <li>7. 在信號耗失率部分，是否有更佳傳輸方式以改善？</li> <li>8. 建議未來針對雨衰、植生之影響進一步探討。</li> <li>9. 未來可否將每個 SENSOR 發射端利用 Zigbee 之技術，轉換成中繼站之模式，減少訊號漏失率。</li> <li>10. 本案有進行 LoRa 資料漏失率測試，了解到最高達 20%，故建議增加現地記憶卡，是否會增加現地耗電？</li> <li>11. 就上項問題再與 NBIOT 有維護廠商比較，是否仍能具有優勢？</li> <li>12. 是否可歸納出 LORA 佈設的條件(受限條件在山坡地)，以利後續推廣 Data 無線傳輸。</li> <li>13. 儀器使用壽命為何？維護成本？不限品牌？費用？</li> <li>14. 裝設數量較多時，是否有互相干擾的問題（訊號）？</li> <li>15. LORA 漏失率的比對，是否可納入現行傳輸方式（4G）的比較？以便瞭解實質效益。</li> </ol>	
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. VR 技術發展也越來越成熟，計畫成果也加入互動式的問答，但可再結合實況錄影，並後製為 VR/AR 影片，可以增加臨場感及互動性。</li> <li>2. 整體成果尚可，為學習測驗題目，宜再檢討調整，應以能對環境教育或工法之認識有助益之題目來提出，對知識無幫助或有可能誤解者宜請刪除；建議找綜合企劃組或分局保育課水土保持教育專業人員，逐一檢視修正。</li> <li>3. 字體及畫面模糊，針對不同視力是否可以調整。</li> <li>4. 期望 AR 不只運用水土保持，可運用於農村景觀及遊程等。</li> <li>5. AR 互動應不只問答，應有手勢等之互動。</li> <li>6. 採用 VR 科技想法新穎，對於水土保持教育推廣相關課程有很大的吸引力。</li> <li>7. AR/VR 為目前觀光體驗/教學體驗重要的工具，本案立基於目前的科技發展基礎上進一步優化、思考與使用者雙向互動的方式，值得肯定。</li> <li>8. 於成效分析的部分，目前施測對象主要以大專學者為主，建議成果報告中，應補充此類型施測對象可能產生的研究限制與偏差，以及未來應該如何修正之建議。</li> </ol>	*

序號	計畫中文名稱	期末審查意見	備註
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	9. 未來可思考互動虛擬實境影片如何結合/整合其他類型的導覽方式和實質互動方式，深化參與者之學習效益。 10. VR 影片解析度太低。 11. 有助於本局水土保持的教育推廣。 12. 透過 VR 有助於教育推廣水土保持教育。 13. 利用資訊點提供系統和學習者互動。 14. 以呈現題目，讓學習者回答。 15. 可以收集學習者回答情況。 16. 運用 VR 推廣水土保持教育，很生動。 17. VR 眼鏡中 EXIT 鈕(天頂)似比較不方便，是否可設置於水平位置方向，如最左。 18. VR 眼鏡之教材內容，可否設計多套內容，智慧化因地制宜宣導地點切換？ 19. VR 的方式來做水土保持教育，可以說是運用先進的科技媒介來做水保社會教育，相信是未來很重要的發展方向。 20. VR 內容，包括水保知識的整理，深入淺出的呈現方式，知識與環景圖的對照關係，文字以外影像互動的可能...等，建議在後續研究可以繼續開展精進。	
39	無人機載具灑播植生粒劑之研究	1. 植生粒劑樣試是否再多樣化。 2. 各種地質、地型之條件適用情形。 3. 實際操作案例之追蹤觀察資料宜再續辦。 4. 相關施工規範、程序是否有訂定。 5. 植生粒劑建議使用現地植生種。 6. 以無人機灑撥之效率未提出說明。 7. 涉及坡面材料特性部分，是否須調整配合或增加。 8. 附著能力，建議可於後續研究進一步探討。	○
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	1. 既為農再 2.0，改善策略應有區域合作概念，不再侷限單一社區發展。 2. 目前農村景觀很混亂，是否能提供景觀執行方式的建議(設計者、社區、主辦方等)。	
41	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	1. 效益良好，建議應有一平台，連接專業志工及所需社區，達到最大效益，建議可先評估農再社區之專業志工需求。 2. 後續的發展倘有社區的自主營運與管理的參與，才有永續發展的契機。 3. 本計畫結束後，「社區資訊平台」後續是否仍能維持運作？ 4. 本計畫中相關問卷之分析結果似在報告書中未清楚說明，請補充。 5. 本計畫採取行動研究的方法，建議可分析不同階段的策略、效果、檢討與策略修改等。	

序號	計畫中文名稱	審查意見	備註
42	活絡農村工藝與文化資產的運作機制——以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 請加強說明工藝與文化如何運作，除推出好遊程，應說明如何行銷及推廣，尤其針對新社區而言。</li> <li>2. 社區除了有不同的區域/產業/文化特色，社區也有不同的狀態(人力組織)，建議可進一步思考目前機制所對應的社區類型，可能需要導入不同類型的資源、工具等，來回應到社區的差異與機制之落實。</li> <li>3. 建議可持續追蹤其操作的效益。</li> <li>4. 農村工藝與文化資產的展現可再強化，倘有遊客參與之回饋，可協助修正機制與資源的投入參考。</li> <li>5. 本案之操作機制是否會有地域應用之差異，如北部丘陵之客家社區、東部原民社區等類型，是否需做調整？</li> <li>6. 本案機制是否可協助社區訂出觀光體驗之合理價格？</li> </ol>	○

## 附錄七、107 年創新研究計畫成果綜合評估與建議明細

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
1	結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 建置以目視檢測評等表作為參考依據，整合語意與數字評等方式，改以研擬出模糊推論結構現況分級模式。</li> <li>2. 探討透過 UAV 與搭配 360 度全景定點紀錄收集案例現場影像之可行性。</li> <li>3. 將巡檢影像與透過本計畫所提模式評估現況並檢討其模式之可行性，可提供相關單位作為決策參考之用。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空拍機確實有助於初次的巡檢勘查，有效改善人力徒步的時間，克服無路可行或地形不佳狀況，並可有大範圍全檢視的效果，由高處往下取的影像可視角度較為寬廣，可替代部份以人力傳統相機拍攝過程。</li> <li>2. 以環景影像建置，建置雖需以都張影像拼接，但可有效提供河道鄰近環境如住家、農田、產業道路或是崩塌地等等環境，有助於巡檢的現場環境認知，有助於現場評等的影像參考價值。</li> <li>3. 模糊推論部分，有效改善對於使用語意或量化評等模式，簡化評等結果推論出設施的功能分等級，也可以找出初步建議維護方式。</li> <li>4. 以專家訪談以瞭解使用 UAV 收集現場影像時之可行性與限制性。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 空拍機巡檢可大範圍檢視，替代人力傳統相機拍攝。</li> <li>2. 環景影像可提供河道鄰近環境影像，有助現場環境認知。</li> <li>3. 模糊推論，可初步提供維護方式，但模糊推論程序，需教育訓練方式提升對於檢視評等過程才能更有效的運用。</li> <li>4. UAV 飛行時間可能尚須參酌。</li> <li>5. 以無人機於執行巡檢的過程程序仍需用飛行器操作訓練，對於工程巡檢人員或專業人員仍需投入時間與經費進行訓練。</li> <li>6. 雜草茂密及水下掏空無法提供正確結構物損壞情況。</li> </ol>
2	建置水土保持酷學校自評指標與土石流 STEM 教育課程開發之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究的目的是在於建置水土保持酷學校自評指標和發展水土保持 STEM 教育教材。</li> <li>2. 水土保持酷學校自評指標參考目前水土保持酷學校現況與防災教育執行項目，以模糊德爾菲法訂定自評指標項目，再根據權重值 (AHP) 分析探討各項目標權重值。</li> <li>3. 水土保持 STEM 教育教材結合學校科學相關知識，並利用 Microbit 和 Arduino 板與感知器讓學生自製雨量感知器、土壤溼度計與土石流警報器等，認識監測相關科技與工程元素，讓學生體驗動手做與實際量測經驗。</li> </ol>	<p>本計畫透過文獻探討、分區座談、公民咖啡館與專家意見彙整，建置酷學校自評指標，分成五大項合計 69 項執行細目，並透過三場試教了解學生對 STEM 課程上課反應作為教材修正參考，將修正後教材於學校進行十六場教學演示。藉由抽樣了解土石流議題 STEM 教育課程對學習者的學習成效，發現藉由動手做最引起學生學習興趣，查詢土石流資訊了解所處環境是否為土石流警戒區，進而關心環境。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫使用之教學課程設計完好，建議可持續追蹤執行。</li> <li>2. 本計畫於 STEM 國小教材教學可能較為困難，如使用程式設計等。建議可使用較容易理解的教材使國中小學生能較迅速理解與記憶。</li> <li>3. 許多 STEM 教材的缺點是現行科目教材沒有整合，解決常是要求老師學習教材並施行，可能有困難之處。</li> </ol>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
3	地滑地搶救大作戰互動教具研發	<p>1.本計畫之開發理念為『互動學習、真實感受』冀望透過此理念開發出宣揚地滑災害教育之互動教具模型與教材，深耕防災與水土保持知識於學生心中。</p> <p>2.經由資料蒐集、水土保持學校會勘、地滑地教具模型建置、地層資料探勘、教材製作、辦理教具體驗與推廣，製作與宣傳地滑地搶救大作戰互動教具。</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 經由資料蒐集，了解目前教具內容，本計畫所採用之教具結合STEM教育理念，具備知識傳遞與實作之功能。</li> <li>2. 辦理兩次水土保持學校會勘，完成互動式教具之意見交流與開發。</li> <li>3. 完成國內第一套以大規模崩塌議題所開發出之仿真互動教具，讓走山地滑災害縮小尺度，於教室當中被展示使用。</li> <li>4. 完成(1) 1孔 24m 地層鑽探，並取得土壤層(砂與泥)與岩盤(砂頁岩互層)岩芯樣本；(2) 1孔水位觀測井之建置；(3)岩芯紀錄與地層柱狀圖製作；(4) 1組蜂鳴式自主水位量測設備；(6) 區域地層剖面圖建置。</li> <li>5. 製作兩套分為學童與教師設計之教材。</li> <li>6. 完成學生與教師教具體驗，並進行一系列教具參展活動，包括：(1) 第58屆全國中小學科學展覽會、(2) 綠光山河 High 高雄-綠色博覽會(3) 水土保持學校推廣示範基地記者會、(4) 107年水土保持繪本說故事競賽頒獎典禮暨水土保持教育推廣成果發表會，總計參與教具觀摩的人次超過三千五百人次，已達成顯著宣傳效果。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 計畫中教具與調查完善，建議該教具套組(重新製作後易於拆卸之教具)除用於水土保持局學校計畫外，亦可用於水土保持局舉辦之民眾參觀活動，如資訊月活動、莫拉克風災展覽、相關災害議題推廣等，或開放信義國小供其他國小參觀推廣。</li> <li>2. 若重製教具建議可改善長時間使用後教具需維護的時間。</li> </ol>
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	<p>一、工作執行方法：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 設計並進行兩個月之老化課程：內容包括健康講座，介紹老化與老年症候群(衰弱與失能)，實作課程強化健康老化之概念。</li> <li>2. 進行簡易生理檢查，多面向憂鬱量表與睡眠品質量表填寫，功能性磁共振造影(fMRI)偵測與心跳變異紀錄，探討老化課程進行前後之身心功能改變。</li> <li>3. 以體適能進行生理機能自行檢測。</li> </ol> <p>二、工作執行步驟：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 申請人體研究倫理審查委員會核定研究設計，受試者招募過程，與受試者同意書樣張。</li> <li>2. 依人體試驗委員會核定的執行流程與招募海報，舉辦招募受試者之研究計畫說明會。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 推動老化教育課程與社區參與：2018年二月從課程開始後每周上課兩次。與會者達三十人。至今人數維持於三十四位左右。最多時與會者高達三十七人。兩個月課程中除了傳授知識外，特別強調共食與情緒調適的重要性。每周兩次之共餐與量血壓成為餐與之最大動機，提高健康管理之意識。</li> <li>2. 美食，營養與共餐：為改善獨居者之營養與攝食習慣，社區午餐均會加量，讓獨居者額外帶一個便當回家，增加多種食物營養之攝取。經六個月，與會者 BMI 過低者之比例明顯由 14% 降低至 5%。30%的與會者之 BMI 落於 24-27 之間。</li> <li>3. 抗衰弱與體適能：本課程規畫對左右手肌力無顯著改變。因此於十月下旬體適能檢測後，加入海綿啞鈴，教導長者在家進行簡易肌力訓練。並於十一月帶領進行手臂肌肉訓練。</li> <li>4. 老化課程對負面情緒與睡眠品質之影響：數據顯示長者憂鬱指數未達抑鬱症的數值，只有負面情緒與憂鬱傾向。老化課程與呼吸法練習後憂鬱指數明顯下降，睡眠品質指數提升。訪談中，多人均表達呼吸法練習後易入睡的情形。可見呼吸法有助於減緩憂鬱，提升睡眠品質，生活較快樂。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 社區志工與大學合作推動每星期兩日之老化教育課程。這為期兩個月，每周兩次的課程與共餐降低體重過輕之長者人數，顯著地改善長者負面情緒與睡眠品質。淨化呼吸法心律變異分析與功能性核磁共振數據均支持問卷之結果。可見有規劃的每星期兩日課程可以有效地改善身心健康。</li> <li>2. 非上課期間社區志工，青年，與在地長者進行社區美食研發，加工品製作，與農產品產銷。讓長者能以不同形式貢獻社區，提升社區支經濟能力。</li> <li>3. 建置雙核心之整合式公館身心療癒平台 (<a href="https://www.ggcommunity.org/">https://www.ggcommunity.org/</a>) 展現二日 C 概念。透過社區經濟，青年培力，與老人關懷整合發展為永續的銀髮經濟。</li> </ol>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
4	整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台	<ol style="list-style-type: none"> <li>3.帶領社區長者至成大醫學中心與影像中心參訪，了解並體驗人體研究之過程。</li> <li>4.於課程施行前，進行課前相關功能偵測。課程施行後，進行課後偵測。</li> <li>5.另以口頭訪談收集參與兩個月課程之心得與建議，並進行數據分析與報告繳交。</li> </ol>	<p>5 身心療癒平台與推廣：建置網站公館身心療癒平台 (<a href="https://www.ggcommunity.org/">https://www.ggcommunity.org/</a>) 知識與實作整合，推動老化教育，推行健康自我管理。轉化偏鄉之關懷據點為整合式身心療癒平台，提升在地銀髮經濟。</p>	(承上)
5	人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.本研究計畫透過深度學習及演算法機制，計算出各農村社區的型態相關性，評估垂直指導關係計畫內容相似度；目的為篩選有效關鍵詞，歸納執行計畫推動主軸，以及評估水土保持局訂定政策方向，是否實際落實至地方推動。</li> <li>2.在進行深度學習訓練前，必須將非結構化的資料轉為結構化的資料，社區的基本資訊、執行計畫內容皆為文字敘述性的非結構化資料，因此需將資料做結構化處理。接著本計畫將使用 DNN (Deep Neural Networks) 深度學習網絡演算法進行內容相關聯性的學習，抽取更多有用的特徵、來修正模型的參數。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 跨域亮點計畫與社區補助計畫相似度分析：，本項分析總計 84 件、42 個社區、有效樣本 41 個。在“良好”等級中，「農村產業之行銷」類別占半數，較符合上位計畫推動方向；以工程性類別計畫內容較為模糊，或較無代表性，如整建護欄、新增解說牌、步道修繕等字眼，未來可與水保局討論定義工程類別辭彙，以利分析更為可靠。</li> <li>2. 農村再生計畫與年度執行計畫相似度分析：本項分析蒐集 100-108 年農村再生計畫，總計 15,614 件，有效樣本 13,380 件。經過極值篩選後，「文化保存與活用」及「產業活化_行銷推廣」相似程度均為“良好”，較符合上位計畫推動方向。在“資料不齊全”類別，工程性值案件亦較為制式、簡短，較無法識別是否符合推動主軸。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究分析提供具創新、科學性計畫評估方法，透過 DNN 深度學習網絡，經多層篩選適合欄位內容，可評估不同計畫關聯性，如關聯性高之計畫可作為該計畫未來性擬定及目標參考；關聯性低之計畫表示該社區提報內容差異過大，或資料說明不完整，應重新檢視計畫提案內容。</li> <li>2. 惟其數值高低是否與人為判斷具一致性，仍待水保局進一步查核、修正、反饋，未來可再加入農再、保育、工程等關鍵詞組權重，可持續透過本研究計畫架構完善水保局資料庫，並在一定程度上規範要求填報資料品質、格式及字數等，提升資料可用性與價值。</li> </ol>
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫期能透過探討與釐清非點源污染改善措施實際執行所面臨之問題，評估低衝擊開發設施(Low Impact Development, LID)應用於水土保持處理與維護之適用性，並綜合探討成果，提出 LID 納入水土保持處理與維護之機制建議，藉以提供後續推展相關農地非點源污染削減工作之參考依據。</li> <li>2. 山坡地農業行為之 LID 案例回顧與適用性探討，由各式工法的功能與適用性歸納出適用於山坡地農地的 LID 工法。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 山坡地農業行為之 LID 案例回顧與適用性探討，本計畫探討各式 LID 工法的功能與適用性，歸納出植生滯留槽是為適用於山坡地農業非點源污染削減的 LID 設施，亦可依現地條件搭配蜿蜒性草溝攔阻污染物，強化 LID 設施對於污染削減的機能。</li> <li>2. 山坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析，對於非點源污染削減的部分，尚未有具體法規與專責單位負責農業行為非點源污染之削減，未來對於山坡地農地非點源污染削減之權責分工，可在環資部的架構下與權益關係人進行更深入的訪談與探討，藉以凝聚各方共識，歸納出合適的權責分工建議。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 根據各工作項目之方法，提出設施種類之適用性探討結果、提出水庫集水區內山坡地農業非點源污染控制之權責單位與分工情形、完成低衝擊開發設施之實際設置案例蒐集。</li> <li>2. 透過低衝擊開發設施之實際設置案例蒐集及利益關係人之訪談作業，提出應用於水土保持處理與維護之適用性探討結果。</li> </ol>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
6	非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地水土保持處理的可行性研究	<p>3.坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析,借鏡國外的推動經驗,綜合探討山坡地農業非點源污染控制之權責單位與分工。</p> <p>4.LID 設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討,透過不同面向之權益關係人進行深入訪談作業,綜合探討 LID 設施實際施作後,可能面臨的問題以及處理對策,藉以提供後續相關機制建立之參考依據。</p> <p>5.以水庫集水區內山坡地農業非點源污染控制的權責單位與分工情形為基礎,加上 LID 設施現地設置案例之勘查與訪談,提出 LID 納入水土保持處理與維護之機制建議。</p>	<p>3. LID 設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討,在設施後續維護管理與應用推廣方面,以中央主管機關、水庫管理機關、地方主管機關、專家學者、地主等五個不同面向,進行不同主題之質性訪,包含權責機關、法源依據、工法推廣、管理維護機制等面向,瞭解各方權益關係人對於 LID 設施應用看法,提出 LID 納入水土保持處理與維護之機制建議。</p> <p>4.提出低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議,其包含法規面、推動面及維護面等三大面向。</p>	<p>3.建議相關單位後續能持續在法規面、推動面與維護面,進行權責分工與法源依據之調整,以利於推動山坡地農地之非點源污染削減、提升水庫水體之水質。</p>
7	透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究	<p>1.本計畫目標將藉由網路數位行銷工具的使用導入參訪者,進而提升水土保持戶外教室之參訪率。</p> <p>2.以「拉式行銷」,即科技工具提升吸引點,如網站內容之易讀性、互動性及豐富性,提供參訪者想要的資訊。以「推式行銷」提供潛在消費者下載 LINE 貼圖再加上 LINE@生活圈的"群發訊息"功能大量觸及現有&amp;潛在參訪者,並透過數位媒體工具分析客層廣告投放點的最佳區塊及時段。</p> <p>3. 研究中以顧客評論、數位工具等功能提升能見度來導入潛在參訪者,達到提升一般民眾對水土保持觀念之認識,並增進一般民眾對環境生態及景觀之瞭解並達到環境教育之功效,進而提升水土保持戶外教室參訪率與服務品質。</p>	<p>以問卷分析成果作為未來水土保持戶外教室數位導覽、或未來虛擬實境導覽之設計參考。未來可結合宣導活動、環境教育活動、營隊活動之辦理進行資源教育協同整合。並依研究成果對未來水土保持戶外教室軟硬體進行亮點規劃建議,並可作為未來設計水土保持戶外教室網站之參考。</p>	<p>1.本計畫統計了許多客群與水土保持教室優弱勢,對於往後設計戶外水土保持教室活動或宣導,相當有幫助,且可持續根據潛在客群設計目標活動,以維持水土保持教式參訪熱度。</p> <p>2. Line 貼圖對於日常宣導水土保持觀念有幫助。長遠來看,若社群媒體能持續宣傳,對水土保持教室往後的發展或有助益。</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
8	因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標開發	<p>1.以分析國內設計規範，以及蒐集國外有關溪流復育之案例，進行資料彙集、篩選、統計與建立具有多樣化環境設計內涵之國內野溪設計指標模式。</p> <p>2.參考前人研究、國內野溪設計規範，探討國內野溪設計原則。</p> <p>3.採用明細表法，建立具有溪流復育設計內涵之國內野溪設計指標之模式，包含四個設計原則與十二項設計指標。</p> <p>4.藉由權重分析、序位分析，評估全球設計指標差異性、以及設計指標權重排序，提出野溪設計評估指標組合。</p>	<p>1.全球案例設計指標之探討，藉由 100 件案例進行野溪設計原則以及 12 項野溪設計指標之分類，針對材料來源合理性方面、水理條件相容性方面、生態機能回復性比較上、地形條件適合性探討方面不同設計原則指標差異性進行說明。</p> <p>2.野溪設計指標排序之探討，將設計指標權重可分為三個群組，並定義落後指標群組，這樣設計指標較無法與全球溪流復育案例發展趨勢接軌，另定義領先指標(Leading indicator)更有助於設計者自我評估是否符合全球化溪流復育設計之趨勢。</p> <p>3.日本案例設計指標之探討，材料來源多樣化設計，與全球案例呈現之趨勢一致；水理條件相容性方面，高水與低水量綜合設計指標，綜合設計部分，依然佔有較高比例。</p> <p>4.野溪設計指標群組之開發，可分為領先指標、一般性指標及落後指標等三個指標群組。</p>	<p>1.蒐集全球一百個案例，探討四個設計原則與十二項設計指標。</p> <p>2.領先指標群組，可協助設計者快速檢視設計內容是否與現階段多樣化溪流復育設計趨勢相符之程度。一般性指標群組，設計者則需要搭配領先指標，因地制宜進行設計。</p> <p>3.探討之設計原則、設計指標、設計指標群組，可作為適合台灣之野溪設計者執行上之參考，期能使野溪設計工作，能符合現階段氣候變遷之趨勢，同時接軌全球之溪流復育設計發展方向。</p> <p>4.未考量河相長期變遷、泥砂長期運移等問題，建議納入未來研究。</p>
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	<p>本研究主要採用文獻資料分析法、德爾菲法以及 DEMATEL 等研究方法進行農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究。</p> <p>1. 文獻資料分析法 (Documentary Analysis)：對於研究而言，文獻資料分析法則具有追溯研究議題的發展與改變、提供研究背景資料、檢驗研究發現、增進研究效度、樽節經費以及提升研究自主性等功能，並且藉以超越研究者個人調查研究的侷限性。</p> <p>2. 德爾菲法 (Delphi method)：德爾菲法是一種群體決策專家預測法，主要的目的在於在資料不足或情況未知下，請專家提供其專業知能、經驗及意見，藉以得到專家獨立判斷之品質與凝聚其對特定議題的共識，尋求一致性意見，其對於分析複雜問題、評估現狀、提昇政策品質和業務轉型的診斷等方面，都可說是一種相當有效工具。</p>	<p>1. 本研究透過文獻資料分析法與德爾菲法等研究方法歸納與分析農村永續發展關鍵因素與關聯性，透過 2 次德爾菲法本研究確立生活條件、基礎建設、公共參與、政府相關部門、教育資源、產業活化、工作環境、鄉土文化以及健康與福利等 9 項因素。</p> <p>2. 進一步以 DEMATEL 分析後，本研究發現在因群的部份，共有生活條件、基礎建設、公共參與、政府相關部門以及教育資源等 5 項因素。根據 5 項因素於原因度的排序以及平均值 0.921 作為因素之間關聯程度的標準。</p>	<p>1.根據因群之生活條件、基礎建設、公共參與、政府相關部門以及教育資源等對於其它因素之關係可知，當前對於農村永續發展生活面向而言，政府相關部門與農村的參與及合作仍是農村永續發展最為重要的關鍵因素。</p> <p>2.從基礎建設與生活條件對於多項因素皆有影響的結果亦可知，今後農村的永續發展，除農業發展相關部門外，需要更多政府相關單位能參與精進農村發展的基礎，除能持續提升農村的建設與生活條件基礎外，更能帶動教育層面之人力與物力資源對農村永續發展投入更廣泛的研究與規劃。</p> <p>3.果群的部份，對於農村工作環境的改善與產業的活化一直是當前產官學各界促進農村發展的主要目標，而對於農村地區的健康與福利層面亦是相關單位可進一步關注的重點，並且持續為農村規劃更多福祉與保障。</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
9	農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究	3. 決策實驗室分析法 (DEMATEL)：用以研究與瞭解如種族、飢餓、環保以及能源等複雜與困難的問題，並且以層級結構與因果關聯解析問題，進而建立類似結構方程模式的網絡關係圖，藉以思考因應的方案。	(承上)	4. 鄉土文化雖然在本研究中與其它因素的關聯性並不高，但並不表示其不具重要性，農村與社區的文化為居民的根本，其對於農村發展的經驗傳承、居民凝聚與參與等層面有非常重要的影響。
10	溪流防砂設施美學設計原則	本計畫首先選取水土保持局得獎案例，評估各案例的視覺景觀設計元素，利用歷年及現況照片來模擬景觀設計元素的變化。將模擬影像進行問卷，問卷對象為一般大眾及專家學者，最後分析各類型影像之視覺偏好度，利用綠視率與六種認知因子，分析視覺偏好度與感知因子之關係。	進行河流工程設計時，當河岸兩旁搭配自然植生（綠視率大於40%時）且保有水道時，生動性與自然性為最高，且視覺偏好度亦為最高；以防砂設施材質設計上，以偏自然的偏好度越高，以砌石與構造物上生長植生的生動性與自然性最高；對於防砂設施色彩方面可知，對於一般大眾認為鋼管壩為紅色的生動性較高，以專家覺者則認為鋼管壩為綠色的和諧性、自然性較高；而當河岸搭配置複層植栽（喬木、草本及多叢灌木）設計時，其生動性、和諧性與自然性會提升，且偏好度會較高。	1. 在河流工程之植生變遷，綠視率的增加會提高生動性、自然性與連續性，並提高視覺偏好度。 2. 過多綠量（綠視率超過40%）亦會使偏好度下降。另外，當河道做適當的管理維護，適當移除植生，保持水道，會提高生動與連續性，並提高視覺偏好度。 3. 河道兩旁（喬木與草本植物為背景下）搭配多叢灌木設計時，其生動性、和諧性與自然性會提升，並提高視覺偏好度。 4. 換言之，河岸搭配置較自然的複層植栽（喬木、草本及多叢灌木）設計時，對視覺美質的提升會有幫助。 5. 建議後續可針對植生配置、調整不同綠視率、水量等因子以及認知因子間之相互關係做更詳細探討，進而建立防砂設施美學的評估方法。
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	1. 集水區實境場景資料庫建置：蒐集歷年航照及 UAV 空拍影像，製成集水區實境場景（包含數值高程模型及正射影像），以 OBJ、FBX 等通用格式，匯入到 3D 模型資料庫中。 2. 3D 之工程模型資料庫建置：以社溪集水區為範圍，將上述集水區內已完成或正在設計之 2D 水保工程設計圖，利用 BIM 建模軟體，轉為 3 度空間之工程模型，並可匯入到	1. 3D 模型 Web 管理介面：3D 模型 Web 管理介面可讓使用者透過管理介面，進行 3D 工程模型及集水區實境場景之上架、刪除、3D 展示、下載、權限控管等管理功能。 2. 工程擴增實境 APP：工程擴增實境 APP 主要提供使用者進行工程與地形模型之展示與調整使用。功能選單中包括“虛擬放樣”、“模型修飾”、“模型展演”及“地形展演”四部分。	1. 本案已經完成 BIM 模型建置、來義鄉來社溪數值地形模型建模、工程擴增實境管理系統、工程擴增實境 APP 開發以及 3D 模型資料庫規劃建置等工作。 2. 初步評估本案規劃之 BIM 模型資料庫建置流程與展示方式確實可行。後續建議可依此架構擴大資料庫建置與模型展示範圍。 3. 初步實驗 BIM 模型可於擴增實境環境呈現，但因 GPS 精度問題，虛實套疊狀況會有誤

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
11	重大土砂災害集水區工程擴增實境管理系統建置	3D 模型資料庫中。 3.工程擴增實境管理系統建置：工程擴增實境管理系統包含 3D 模型 Web 管理介面、工程擴增實境 APP 開發 3D 模型資料庫規劃建置。	(承上)	差與飄移現象，後續待 GPS 精度提升及整合 SLAM ( Simultaneous localization and mapping )技術後，展示效果應可大大提升。 4.後續建議可介接內政部地政司高程資料服務，取得模型所在地之高程資料，結合手持裝置 GPS 高程資訊，進行更貼近真實之 3D 混何實境展現。
12	智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為	1. 建構理想破壞曲面：透過在空間中描述三維曲面的技術，提出一理想破壞曲面的構想，其所估算出的崩塌量體應該具備一定的代表性。 2. 理想破壞曲面對於後續土砂運移的影響：將所估算之理想破壞曲面與本研究團隊所發展之山崩土石流數值模式整合，用來評估採用理想化曲面取代已發生崩塌破壞之曲面所造成後續土砂的運移行為。 3. 崩塌破壞曲面的幾何特性：在選定的三個不同流域 16 個崩塌案例進行理想曲面的估算，分析探討理想曲面的幾何特性參數以及真實破壞曲面，探討參數之間的關聯性。	1. 建構理想破壞曲面：本案完成在”土石流潛勢溪流區高市 DF081 萬山部落”、”土石流潛勢溪流嘉縣 DF054 龍蛟溪”以及”小林村大規模崩塌事件”等三個區域中所選定 16 個崩塌區塊的理想破壞曲面估算，除了形狀破碎淺薄的崩塌區塊會有較大的誤差 (50~60%)，所得到的崩塌體積誤差均可小於 20%。 2. 理想破壞曲面對於後續土砂運移的影響：將所估算之理想破壞曲面與本研究團隊所發展之山崩土石流數值模式整合，用來評估採用理想化曲面取代已發生崩塌破壞之曲面所造成後續土砂的運移行為，其結果與使用原災後 DEM 之破壞曲面的結果差異不大。	1.本計畫提出一簡易迅速初步評估崩塌破壞曲面的方法，在崩塌範圍圈畫完成的前提下並給定一特定深度後便可估算出一理想破壞曲面。 2.估算之理想破壞曲面與山崩土石流數值模式整合，並評估採用理想化曲面取代崩塌破壞發生之曲面所造成後續土砂的運移行為。在流體深度、土石濃度分布、速度場的分布差異不大，兩者土砂流動的範圍也相當。此成果顯示利用本案所提出理想破壞曲面之方法，對於評估崩塌後土砂運移行為具備一定的參考價值。 3.在選定的三個不同流域 16 個崩塌案例進行理想曲面的估算，在軸向與側向方面均呈現一對數關係的關聯，顯示本案估算的理想破壞曲面其幾何特性有其一致的關聯性。 4.未來若能夠針對此關聯性進行更多案例的驗證探討，確保該關聯性的可用性與可靠度，將可大幅簡化計算破壞曲面或是估算崩塌量體的流程。若是搭配電腦模擬模式來探討不同情境的崩塌發生後的土砂運移行為，將可以用來分析評估可能發生的災害狀況，精進現有災害管理與預警技術。

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
13	透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)	<p>1. 為瞭解透水式固床工通透結構體之通透度對於水流水理特性以及固床工趾部渠床淘刷的影響,自105年度起分別採用的固床工模型包含:</p> <p>(1)傳統式固床工。(2)通透率 7%的 H 型鋼框內填塊石之透水式 A 型。(3)通透率 68%的二排陣列式方型箱涵之透水式 B 型、106(本)年度。(4)通透度 32%的 H 型鋼軌框內填置網籠結構之透水式 C 型。(5)通透度 50%單排五孔管涵陣列、間填塊石的透水式 D 型,以及今年度(6)通透度 50%的 H 型鋼框內繫兩串漁業用浮球串的透水式 E 型固床工。</p> <p>2. 試驗量測之淘刷參數分別為:(1).最大淘刷深度 (ys)、(2).固床工趾部至最大淘刷深度間的水平距離 (<math>\lambda_m</math>)、(3).淘刷坑長度 (<math>\lambda_s</math>);其中,ys 為原始渠床砂面至淘刷最深點間的垂直高程差、<math>\lambda_s</math> 為固床工趾部至淘刷坑結束的水平距離。</p> <p>3. 於試驗進行期間,利用電子式位移尺,搭配橫向位移計與數據擷取盒,量測各個固床工區間內數個斷面的水面與動床砂面高程,藉以計算各量測斷面的水深。為數化固床工趾部渠床的淘刷情形,本研究利用雷射高程掃描器搭配橫向位移計,以掃描渠床橫斷面的高程,做為固床工趾部渠床淘刷規模的分析。</p>	<p>1. 水理特性:透水式 A 型固床工通透結構體頂端受到鋼軌框架結構體內填充塊石的影響而崎嶇不一,造就了溢淹而過的投潭水在此斷面各個位置上的流量分布不均,直接影響下游淘刷坑的形狀。透水式 B 型固床工之上下雙排矩形箱涵陣列結構初遇上游來水時,挾砂水流幾乎以射流 (jet flow) 的方式由下排陣列箱涵快速通過,之後轉為滑流 (skimming flow)。透水式 C 型固床工通透結構採用鋼軌框架內襯柔性網籠設計,確實可以消弭上游挾砂水流的部分力道,提供類似「阻尼 (damper)」的功能,固床工趾部的局部淘刷規模亦出現改善,但是網籠柔性結構特性,無法支撐固床工迎水面堆積過大的土砂重量容易出現變形。透水式 D 型固床工通透結構的設計理念擷取自透水式 B 型的箱涵滑流、透水式 A 型利用填充塊石以營造金屬框內水流多變的境況,最終達到通透結構之通透率 50% 的目標。透水式 E 型固床工通透結構採用鋼軌框架內的浮球串的設計,研究結果發現,鋼軌框架內的浮球串具備有限度的浮動,浮動行為使浮球串產生震盪,緩和了水流的衝擊,改變了固床工迎水面的土砂堆積與後續投潭水及渠床淘刷的發展。</p> <p>2. 因次分析: 本研究利用因次分析 (Dimensional Analysis) 求得影響固床工趾部局部淘刷之物理參數與淘刷坑形狀特徵參數間的關係,淘刷坑的形狀特徵參數是以淘刷範圍的平均長度 <math>\lambda_s</math>、最大淘刷深度 ys 以及最大淘刷深度發生之位置 <math>\lambda_m</math> 為主要運算參數。</p>	<p>1. 傳統式固床工確實容易造成較大的淘刷坑深長比,適當的通透度搭配適當的通透結構設計可以改善傳統式固床工所面臨的趾部渠床淘刷問題。</p> <p>2. 透水式固床工改變了溢流水深、減少溢流水的投潭強度、改變固床工趾部渠床淘刷的機制,使得淘刷規模得以減緩,水流境況得以多變。</p> <p>3. 若從施工材料與經費需求觀之,以鋼軌框架做為透水式固床工的保護材料其所需要的經費並不經濟。</p> <p>4. 但若是以工程改善及友善生態環境的角度觀之,鋼軌框架型式的透水式固床工,無論內襯或內填材料為何,除了可以改變水流的流況、減少固床工趾部渠床的淘刷問題之外,又可以增加濱溪生物棲息、繁衍的空間,減少河溪因為固床工的構築而區間化,似乎是一個可行的工程選項。</p>
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	<p>1. 延續水土保持局(2017)生態檢核培訓認證制度之研究,編製生態檢核執行人員的培訓教材,主要目標為強化生態專業人員的溪流環境特性、生態背景,包括對溪流棲地與</p>	<p>1. 教材試教與工作坊:生態檢核教育訓練進行 5 場次試教,完成 2 場使用者工作坊,蒐集意見回饋至教材編寫。</p> <p>2. 生態檢核培訓教材:本計畫完成溪流工程生態檢核教材「生態檢核工作手冊&lt;溪流工程&gt;」編寫,課程規劃以溪流生態學、河相與棲地的關聯</p>	<p>1. 建議可將此工作手冊列為生態檢核工作執行參考、提升生態檢核工作團隊的工作素養,並有利於經驗交流。</p> <p>2. 建議可辦理實務操作或工作坊,提昇培訓成效。</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
14	保育治理工程生態檢核培訓制度研究	<p>生態系功能的基本概念，以應用於溪流工程的生態衝擊評估，協助掌握生態檢核實務操作技術，以提升生態檢核機制的生態保育效益。</p> <p>2. 本計畫分三階段進行：生態檢核培訓教材研擬、辦理使用者工作坊、生態工程案例蒐集分析。</p>	<p>性，以及生態工程概念為基礎，連結工程生態檢核機制實務執行。</p> <p>3. 生態工程案例蒐集分析：蒐集國內外生態工程實務案例，彙整分類為(1)回復自然河道形態與棲地的規劃計算。(2)溪床坡度控制(固床)與棲地回復。(3)河岸穩定與棲地改善。4. 溪流魚類移動阻隔的改善。5. 野生動物通行及逃生的生態友善設計。6. 整體溪流環境復育規劃等 6 個類別，整理收入教材。</p>	<p>3. 人員培訓延伸應用：研發多媒體素材搭配實體課程，以利相關資訊的傳播與推廣。生態專業人員尚需具備介面溝通能力，彙整資訊，提出可受公評的衝擊評估與減輕對策，建議配合實習制度或案例操作經驗認證。</p>
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	<p>發展無人載具飛行器 UAV 應用於水土保持工程智慧監造，建立水土保持局構造物監造之實際之可行性評估：</p> <p>1. 水土保持工程智慧監造：1. 選定水土保持局工程治理亮點、2. 建構 3D 工程構造物模型、3. 定期空拍比對分析、4. 不定期空拍比對分析</p> <p>2. 水土保持工程施工分析：包括施工進度追蹤、構造物尺寸量測、構造物線形測定、挖填土方計算及分布及地形變遷監測。</p>	<p>本研究基於改善傳統監造之繁複流程及大量人力需求，提出以 UAV 空拍技術作為傳統監造之策進措施，達成水土保持工程施工智慧化監造技術。</p> <p>(1) 選定水土保持局工程治理以台中分局「新店大東勢溪上游支流整治工程」及南投分局轄區「華興野溪及崩塌地整治工程」為對象；(2) 繪製工程構造物 3D 模型；(3) UAV 無人載具空拍設備；(4) 空拍時間選定；(5) 空拍資料建置；及(6) 分析比對等。</p>	<p>1. 運用無人飛行載具空拍建置實際現場工程 3D 立體模型，其精細程度可清楚展現構造物之細節，如固定護岸或擋土牆前後模板之鋼條(螺桿)，這些成果足以掌握瞭解工程設計監造之工程線形及尺寸比對量測。</p> <p>2. 在施工放樣部分，兩件示範工程均存在放樣不夠準確的問題。其中，新店大東勢溪上游支流整治工程之護岸偏移約 0.5m，固床工偏移約 2.0~5.0m 華興野溪及崩塌地整治工程中之護岸偏移約 1.0~3.0m，固床工偏移約 0~1.6m。</p> <p>3. 在構造物尺寸部分，新店大東勢溪上游支流整治工程有兩座 B 式固床工尺寸不符設計(固床工開口設計長度 250mm，空拍實測為 235mm；固床工設計厚度 750mm，空拍實測為 839mm)；而華興野溪及崩塌地整治工程亦有 1 座固床工開口設計長度 100cm，結果空拍實測長度為 108cm，不符設計。</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
15	水土保持工程施工監造技術智慧化之研發	(承上)	(承上)	<p>4.倘以各工區工程構造物完成的比例研判工程進度，則通過多期構造物空拍影像比對設計 3D 模型，即可獲得其各工程進度，相當準確簡便。</p> <p>5.利用 UAV 拍攝、計算挖填土方、工程進度推估遵循施工規劃進度進行拍攝，而一工區每次平均拍攝時間 1 小時，拍攝照片數量 500~700 張，建模時間 24 小時，其主要優點為紀錄每一進度，隨時可進行探討與分析。</p>
16	以 BIM 為基礎建構水保工程應用 4D 與 5D 模型於施工階段之研究	<p>1.本研究蒐集國內期刊、論文與水保工程資料留存、4D 與 5D 模型應用之文獻回顧，透過借鏡國內之實施經驗與實際水保工程施工作業案例來作為本研究流程規劃，接著透過水保工程現勘之方式了解目前臺灣水土保持工程施工階段現況，以及分析水保工程施工進度與施工估驗計價之現況。</p> <p>2.建置水土保持工程之 BIM 模型同時帶入工程總分類碼，將 BIM 與 COBie 整合產出電子為後續設施維護管理，實施導入 BIM 之 4D 與 5D 於水保工程之可行性，做為研擬水保工程 4D 與 5D 模型應用與後續導入案例之參考。</p>	<p>1. 本研究針對防砂壩主體作為研究將施工進度圖及預算書成本與 BIM 模型結合型成 4D、5D 模擬後，發現幾個問題為製作 Project 排程之作業時所涵蓋之工項無法與 BIM 模型構件連結及匯入 Project 於施工模擬軟體中時，時程項次無法連結至合適之項次，需逐一修正作業中的時程。</p> <p>2. 施工模擬之軟體中貼附模型構件過程中會因為 BIM 模型詳細度有所影響，無法構件連結之部分需另花人力及時間進行繪製，而本計畫針對防砂壩主體之工程探討進度與成本之關聯，在施工模擬中，暫不繪製除防砂壩主體以外之模型與時程連結。</p>	<p>1.本研究建立防砂壩工程之 BIM 模型完成後，結合 COBie 流程與電子表單整合至 BIM 模型之水保工程資料留存架構，防砂壩主體分為左右兩岸各 10 層，繪製 BIM 模型時需注意以規畫性分層進行繪製，有助於規劃各階層所對應之進度與成本，並導入 COBie 時可以精準的留存該防砂壩個體之資訊，目的在於提升資訊於工程生命週期的傳遞效率，加強資訊在設計方與施工方的擷取，並提供給設施維運端作使用，達到資產管理之目的。</p> <p>2.水土保持工程導入 4D、5D 可行性：本研究發現水土保持工程有利於實施 4D、5D 模擬，可以幫助施工計畫中預期發現設計錯誤或缺失、變更設計之參考、時程規劃安排、現金流量精準度等效益，對於水保工程所施工項目較無複雜，將 BIM 模型、進度項目及預算項目連結加以整合，由可視覺化的呈現實際施工情形與預定進度對比，反饋現場管理單位與水土保持局之管理者即時資訊並提出預警，促使更有效控管工程實際進度之差異。</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
17	坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例	<p>1.此研究預計透過聚落(房舍)環境之坡地致災風險調查,歸納出能快速判定有坡地災害風險之房舍的方式及標準,並掌握坡地易致災風險聚落與住戶,以利公部門於後續運作坡地防治軟體時能應用。</p> <p>2.執行方法:            (1)依據坡地災害潛勢圖資,搭配地址門牌系統,將兩者資料進行套疊,即可即可進行現地勘查範圍研判與規劃。            (2)現地勘察作業主要分為二大部分,分別為無人載具進行空中探勘作業以及調查聚落環境災害指標作業。            (3)由各聚落蒐集之聚落規模與周遭災害潛勢指標和坡地聚落災害風險調查指標兩大指標資料,透過典型相關分析、羅吉斯迴歸等數值分析方法,找出可能導致該災害發生之主要因素。</p>	<p>1.此研究已完成 118 個聚落調查及數據分析,並以現有的資料統計,針對嚴重崩塌、地層滑動、土石流發生或其它類型坡地災害等 4 種類型運用羅吉斯迴歸與典型相關性進行分析。</p> <p>2.以 AIC 值及羅吉斯迴歸對此次調查資料中,所有變數進行選模及建立模型,針對 4 項坡地災害類型各自建置模型。</p> <p>3.目前嚴重崩塌模型所求得之羅吉斯迴歸機率與實際發生比例,兩者相差不大。另,土石流類型已初具雛形,尚需增加樣本數方能改善,其它類型坡地災害則因發生原因、種類繁多目前無法得出明確結論。</p>	<p>1.此研究針對資料後續統計及回歸等數值分析方法有許多良好的案例可供未來進行相關研究或政策擬定時使用。</p> <p>2.此研究統計回歸之成果雖良好,惟資料樣本數稍嫌不足,建議後續利用更多案例或資料輔佐此研究方法,以利進行相關驗證。</p>
18	以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究	<p>1.如何將保險商品設計成為土石流疏散撤離之輔助工具,以針對土石流疏散撤離工作製造誘因予以協助。</p> <p>2.設計適當保險商頻作為輔助工具以減輕土石流疏散撤離工作困難,應採用何種商品與模式</p> <p>3.相關研究資料與案例之收集整理,辦理專家諮詢會議、產險損防與業務人員深度訪談、基層地方政府人員焦點座談</p>	<p>1.專家座談:保險的內容應是不便險的給付概念,而非人身意外保險,但建議在涵蓋對象範圍、理賠所需證明文件兩個部分進一步探討</p> <p>2.產險業者訪談:認為只要有村里長開立的證明就足以作為理賠的依據。此外,建議以政府制訂政策來推動「災害不便險」,產險業者只要能夠損益平衡,為了增加業績與擴大業務的考量,都願意協助政府辦理。</p> <p>3.焦點座談:公所都認為「災害不便險」提供的理賠給付和機制設計可以提高民眾自主疏散撤離的意願和比例。村里長和民眾都認為「災害不便險」不僅可以有效提升民眾自主疏散避難的意願,並且理賠給付可以讓民眾有能力選擇較佳的安置條件。</p>	<p>1.根據民眾、企業、政府單位之探討結果,以災害不便險來推動土石流應變上,在疏散避難上的效率應該能有效提升,但是須注意在保險理賠模型的參數探討與資料量還有許多探討的可能性,宜需做好更完整的研究,增加推行的可行性</p> <p>2.建議未來在災害不便險的推動上,能夠以歷史災害來探討不同情境與方案下,不同保險模型的計算結果。</p>
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	<p>1.發展完成全島山區聚落周緣山坡地之坡面型土石流易發生地形判釋模式與潛勢分級方法,期能事先勘定坡面型土石流高潛勢區,以助極端氣候之防災預警。</p> <p>2.針對沉積岩區聚落周緣山坡地坡面型土石</p>	<p>1.本研究收集高雄台南地區坡面型土石流事件共 51 筆。採隨機選出 31 筆之坡面型土石流事件作為分析及驗證樣本,獲得沉積岩區正判率達 83.3%,土石流單元驗證達 80%,成效良好。</p> <p>2.中南部沉積岩區分析單元整體(HDF及NDF)捕捉率達 87%,而 HDF 事件捕捉率為 89%;應用於 106 年度 10 處聚落其整體捕捉率達 98%,而 HDF</p>	<p>1.針對沉積岩區聚落之坡面型土石流潛勢判釋有相當好的成果,可以擴大比較全台各地符合條件之聚落災害潛勢。</p> <p>2.未來可結合不同比重之因子來比較災害潛勢,如降雨致災、坡面地文因子、地質相關因</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
19	精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法	流之判釋模式精進，同時進一步提昇坡面型土石流潛勢評估模式效力，以提供防災治理單位之防災預警參據應用。	事件捕捉率為 86%。 3.分析結果顯示模式判釋之土石流單元，其發生潛勢多位於中、高潛勢等級，比例達 97%。而崩塌單元也多位於低潛勢，比例約 72%，分析實際土石流案例之潛勢，位於中、高潛勢，比例為 88%。	子等災害預警模式，來針對鄰近區域進行研究。
20	從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散行為影響	1.從疏散者角度探討風險傳播對土石流災害疏散撤離行為影響，並引進德國線上社群即時互動學習遊戲來蒐集資料，進行資料統計分析繪製出項目特徵曲線。 2.將問卷題目納入遊戲，讓受測者透過線上遊戲回答問卷，有效提高問卷調查的質&量，將災害預防觀念與自主防災意識納入遊戲問項中，加強受測者風險溝通與災害風險意識，透過前、後測問卷與遊戲結果的比較，檢視風險溝通與風險傳播是否提高疏散撤離意願。	1.遊戲活動期間為 5 周，問卷受測樣本達 1714 人，其中居住在「土石流潛勢溪流影響範圍」內的保全住戶有 430 人，其中有 75% 以上的受測者對風險認知與態度是較為保守的。 2.透過遊戲式學習方式，將災害預防觀念與自主防災意識納入遊戲問項中，對民眾風險溝通與災害風險知識的傳遞有強化效果，會增加民眾防災意識、提高民眾進行疏散撤離的意願，大部份受測者同意災害管理人人有責，但當談到疏散撤離時，仍有相當比重的受測者是依賴政府單位的通知或命令才會行動。因此，若未來能將土石流防災知識遊戲導入土石流自主防災社區的土石流防災教育，將能對土石流自主防災社區的推動更能有所助益。	1.透過遊戲方式宣導土石流防災教育能深入到群眾當中，並紀錄遊戲成果與每個人的行為選項，未來若能推廣到全體人民，將可以有效提升防災教育以及從更多面向來了解民眾心中對於防災的想法。 2.未來建議可以加入其他山坡地災害，如崩塌、地滑、落石，做成一套完整的知識推廣及防災教育遊戲，在宣導水土保持防災教育上將能更加多元、有趣。
21	土石流潛勢溪流之流域地文參數判釋—以花蓮溪及卑南溪流域為例	1.本計畫旨在精進坡地集水區發生土石流災害之地文因子綜整判定方法，承續前兩年在平廣溪、陳有蘭溪及旗山溪等流域之研究，今年針對花蓮溪及卑南溪流域之土砂災害案例進行評估及現勘驗證。 2.整合高精度數值地形，萃取誘發崩塌及土石流的重要地文參數，並與歷史災害之微地形判釋成果及山崩目錄套疊，評估土石流潛勢溪流集水區內土砂災害(崩塌、土石流及洪水災害)發生之型態、溢流點及影響範圍。	1.五個流域之河川級序大多以一級與二級河流級序為主，在較大面積(>0.2 km <sup>2</sup> )的子集水區計曲線法或固定網格數(即集水面積門檻值)法皆可適用；但如集水面積小於 0.2 km <sup>2</sup> (坡面型土石流)則宜採用 0.5 公頃的臨界集水面積計算溪流起點較能反應溪溝的地形特性。 2.台灣之土石流之地貌門檻值可歸納為，MR > 0.43 且 L < 7 km 者為土石流；0.3 ≤ MR ≤ 0.43, 且 L ≤ 14 km 及 MR > 0.43 且 7 km ≤ L ≤ 14 km 者為高含砂水流及土石流並存；MR < 0.3 則為洪水。 3.流域地貌因子是產生土石流運動之必要地形條件，亦即不具備土石流之地貌特性的集水區則不會發生土石流之災害型態，據此可做為劃設或移除土石流潛勢溪流之參考條件。	1.透過不同地文因子來談論土石流潛勢溪流劃設方式，並探討過去與現在的土石流潛勢溪流之適宜性，能夠找到一個更有效的方法，將會提升災害防止的精確度，並提供更多災害危險程度之判釋參考。 2.建議後續能將現行劃設之一千七百多條土石流納入比較，並探討廢止之可行性，並針對不在當初設定範圍內之案例進行調查，探討其地文因子之特殊原因。
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	1.居住於山區原住民在面對山坡地災害時，能否遵照政府規定之流程進行緊急應變，在透過當地人民從古時候流傳下來的智慧，與現行之相關災害應變流程，對於山區偏遠聚落是否能增加其災害韌性。	本計畫探討大鎮西堡部落韌性建構，包括空間環境變遷、安全危險空間、因應颱風災害之行動步驟、生產-備糧機制、社會組織與運作，最終得出由傳統智慧、語言文化、空間環境、社會組織與運作、生活生產幾個面向可以構築韌性部落之指標。	1.從在地原住民的角度來看社區防災如何調整是一個有趣的切入角度，由於不同地點的生活習性、建築特性等等發展出在地的防災機制，將有可能更有效的完成災害應變機制或是增加當地防災韌性。

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
22	原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落	2.透過相關文獻與口述歷史的回顧、部落耆老與專家的團體焦點訪談，以及進入部落，實地踏勘與舉辦參與式工作坊、實驗操作等方法，嘗試結合現代災防科技思維與原民傳統生態智慧之部落韌性架構	(承上)	2.後續建議應擴大不同原住民部落，將不同族群所流傳下來方法彙整起來，未來在與當地民眾溝通、教育時也能更貼近其風俗民情。
23	山崩特徵監測與製圖系統之建置	1.本計畫採用多元遙測資料與相關技術，萃取出一系列之遙測識別標誌，以建立山崩熱區之自動辨識方法，藉此可監測並分析 Deep-seated gravitational slope deformations (DSGSD)之破壞區位、型態與可能誘發之土砂害類型。 2.本計畫嘗試利用光學遙測影像偵測地表變遷以及雷達遙測影像偵測地表變遷，比較兩者在變異點分析之處理效率、品質及成果，未來希望能夠透過機器學習以及自動化流程，將全台遙測資料進行自動化辨識，找出不同災害類型及破壞規模。	1.今年度完成蒐集2007-2016年間之山崩與暴雨歷史事件，以多元光學遙測影像的變遷偵測，資料的部分包括 Landsat 系列影像與 Sentinel-2 多光譜影像，利用多種監督與非監督式分類方法，完成影像分類。經比較後，受限於實驗區的陰影、雲層覆蓋與地表覆蓋等問題，本計畫認為以 NDVI 進行分類可得到最佳分類結果，據此再進行變遷偵測。 2.完成多元遙測 SAR 影像的變遷偵測，資料的部分包括 ASAR 與 Sentinel-1 影像，利用強度處理、Polarimetric Decomposition、DInSAR、PSInSAR 等方法，完成地表形變偵測之測試。藉由斜距坐標系統中的強度差異，可有效偵測地表發生變化之邊坡；此外，PSInSAR 是可以獲取時間序列變形的的方法，據此，本計畫認為 SAR 影像具備很高的潛力萃取山崩的遙測識別標誌。	1.透過比較不同遙測資料所產生的變異點分析，可協助找到最適用的崩塌地變異分析方法，並持續朝向自動化產製，如能套用到全島山坡地，將可以有效幫助災害辨識之成果，不過目前先利用較明顯之災害區域進行判釋，尚未針對各種案例進行探討。 2.未來建議針對衛星能提供的解析度來分析能夠進行判釋的最大精度，並利用不同規模以及崩塌型態的山坡地來驗證比較，若能較過去判釋機制更加準確、快速，將可能發展成新的崩塌判釋工具。
24	極端氣候下太麻里溪流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	1.本計畫希望透過全流域範圍的研究尺度，調查分析莫拉克風災後太麻里溪流域的河床沖淤變化，並預測流域內各聚落將面臨的複合式土砂災害。為了預測未來氣候變遷下太麻里溪流域聚落可能面臨的各種土砂災害，本研究擬建立一套複合式土砂災害數值模式進行模擬分析，再透過 3D 虛擬實境整合，進行災害影響範圍之擬真呈現及災害風險評估。 2.本計畫以太麻里溪流域為對象，首先蒐集基	1.本研究首先從莫拉克颱風事件進行土砂收支分析可發現河床抬升情況明顯，嚴重淤積段多位於上流流域，最高處達 18.97 公尺，眾多不安定土方量在未來將持續運移至中下游，使中下游河道兩側之聚落可能成為二次土砂影響的高風險地區，莫拉克事件之土砂收支推估準確率約為 86.2%。再以 TCCIP 未來颱風降雨資料庫，分析並推估太麻里溪全流域於未來之極端颱風降雨事件下，主河道均呈現更加嚴重淤積及河道抬升之情形。 2.本研究首先以莫拉克颱風事件作為模式之驗證，再分析 TCCIP 未來颱風降雨事件下多利溪支流發生土石流及太麻里溪主河道地形抬升後高含砂水流模擬結果，嘉蘭村受複合式土砂災害影響範圍約為 173,600 平方公	1.以整體河川流域之土砂沖蝕、運移、崩塌等來探討土砂收支以及颱風事件下的淹水模擬，將是未來面對氣候變遷下重要的思考方向，針對全區域的粗估以及有保全對象區域的細部推估，盡可能的將發生事件進行模擬，值得增加更多觀測數據以及資料，來改善、調整模擬結果。 2.針對氣候變遷情境下的模擬成果顯得相當嚴重，可能還需要考量平時對於流域土砂運移的變化，還有料源是否足夠的問題，未來可

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
24	極端氣候下太麻里溪流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估	<p>本資料與現地調查，建置完整的流域之水文、地文資料庫，包含流域的雨量、流量、水位、泥砂濃度及輸砂量等基本資料，以及蒐集莫拉克颱風降雨事件之災情資料，再計算太麻里溪流域土砂生產、河道沖淤之變遷，以莫拉克時嘉蘭村為例，使用無人飛行載具 UAV 拍攝高解析度影像並建置數值地形模型；並且模擬複合式災害情境，完成莫拉克颱風降雨事件下之災情模擬與驗證。</p>	<p>尺，且靠近河道聚落之民宅及關鍵設施幾乎受到影響；最嚴重淹水達 5.22 公尺，關鍵設施部分嘉蘭國小淹水 1.99 公尺；嘉蘭鄉公所為 1.84 公尺；基督教長老教會為 1.38 公尺；臺東縣政府警察局大武分局嘉蘭分駐所為 1.24 公尺。受影響戶數高達 185 戶。</p>	<p>以加上不同調適之情境，來輔助說明面對氣候變遷下，有哪些方法可以減少極端事件對於保全對象的影響，以及河川流域整體整治規劃的方向。</p>
25	融入地方知識的自然災害風險溝通—以臺灣地名為例	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.本計畫的目標為「彙整臺灣具有自然環境與災害相關的地名，選定樣區，藉由設計以社區或部落為本的環境地圖，以了解災害溝通的重要因素」。設定的對象為有意願在社區或部落進行自然災害溝通者，進行訪談的三個研究樣區為桃園市復興區的高義部落、雲林縣古坑鄉的草嶺地區、新北市石門區的嵩山社區。</li> <li>2.主要研究執行方法有三項，地形與自然災害相關地名的查詢與確認，依照語言系統來看臺灣地名的命名，至少分為漢族和原住民族兩大類地名，再利用崩塌災害相關地名一一探討其崩塌災害之相關性，另外還有社區、部落的踏查、訪談與地圖的繪製，透過社區或部落導覽，聆聽與學習在地環境知識，進而透過訪談，了解居民對有自然災害意涵之地名的感受、自然災害的認知，以及對災害防治及管理的看法，並設計符合社區或部落需求的环境地圖。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.本研究發現，《地名資訊服務網》雖然是國內最具公信力的地名資料庫，但對本計畫目標而言，有兩項主要限制：(1)地名的空間位置常不明確。(2)甚少收錄原住民族的地名。本研究在該資料庫中共確認出 133 個與山崩相關的地名，含邦坑、抽心龍等地名中無「崩」字者)，其中僅 22 個有經緯度坐標、5 個有二度分帶坐標，故需花費大量時間比對各期新舊圖資。</li> <li>2.自然災害雖非臺灣山區地名命名的主要原則，但視地名為在地知識的「再現」，使當地居民感到親切，有助於促成社區、部落內部自發進行災害溝通，也是尊重在地知識的一種表現。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.地名與歷史災害在世界各地都有相關故事，透過本研究探討台灣地名與其地質特性或是災害特之相關性，是個具有意義的研究。實際操作過也才發現有很多名稱不是容易就能找到其相關性，但是深入到當地訪談、調查、翻閱歷史文獻，將有機會讓塊被遺忘的故事記錄起來。</li> <li>2.未來可以結合人工智慧的技術，將災害熱區與地名的歷史做比對，或是將更多樣的災害地名建立至資料庫當中，利用不同的演算法，配合現地比對，快速將全台灣各地的地名進行判釋，可以建立屬於當地災害地名歷史故事</li> </ol>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
26	集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究	<p>1. 為掌握強降雨事件中坡地土砂快速流失之量體，此計畫以實驗室實驗和物理方程式系統動力模型，進行土壤沖蝕和流失量隨降雨延時之變化模擬。</p> <p>2. 本計畫以土壤物理實驗、沖蝕啟動應力實驗，和人工降雨實驗等結果作為物理方程式之相關參數輸入參考值；將物理方程式以系統動力模型進行求解，得進行土壤沖蝕量之時間變化模擬分析，並將此模型應用於裸露之現地試區，進行土壤沖蝕量評估。</p>	<p>1. 人工降雨機沖蝕實驗結果指出於高強度短延時之降雨事件中，土壤流失量隨降雨延時和地形平均坡度而增加，而降雨強度對土壤流失量之影響並不顯著。經複迴歸分析，實測和估計之土壤流失量皆與降雨延時和平均坡度呈線性或半對數線性關係。</p> <p>2. 沖蝕啟動應力實驗結果指出，土壤試體之沖蝕啟動應力隨試體之壓密程度而增加，且此情況以壤質砂土較顯著。</p> <p>3. 土壤沖蝕模擬之試區案例分析結果指出在此區域中，與水流動力相關之參數對沖蝕量之影響明顯高於土壤本身之抗沖蝕特性，且各區塊之土壤特性差異不大。</p>	<p>此研究由實驗資料獲得一簡單線性迴歸方程式，得使用地形體積變化量推估土壤流失質量成果尚佳，惟此研究僅以兩種土壤推估線性迴歸方程式，建議後續可採納不同樣區或土壤類別進行相關經驗方程式律定，並增強此研究之驗證。</p>
27	生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)	<p>1. MICP(Microbial induced carbonate precipitation)工法，即微生物誘導碳酸鈣結晶，應用於自然邊坡淺層土壤滑動防治工作，使鬆散土體結構膠結成具有力學性質的土體，也可保有土體原有的不擾動性。</p> <p>2. 此計畫探討 MICP 工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性，採室內 MICP 試驗方法進行結果之比較。其中試驗方法為有施行 MICP 之組別與未施行之控制組進行試驗結果比較，藉由模擬固定雨型，比較不同降雨強度下之降雨測試，探討試驗變數在土壤相對密度不同、土壤含水率不同及坡度不同之間的關係，並分析在何種配置下試體之抗沖蝕率最佳，進而提供未來現地試驗之參考。</p>	<p>1. 本年度研究已完成 MICP 工法在坡地降雨沖蝕試驗水槽中之實現性，並初步獲得證明 MICP 工法對受降雨侵襲下之表土沖刷穩定控制之功效。</p> <p>2. 此計畫經試驗後建議，經 MICP 作用 7 天後試體，烘乾時間須達 24hr 方可達到與一般地表土壤含水量相當，故後續試驗皆將以此烘乾時間作為基準。</p> <p>3. 在不同的相對密度下：(1) 土壤試體相對密度愈高，MICP 固化後抗沖蝕效果愈顯著，但試體坡度大於 10%，雖經 MICP 固化但抗沖蝕效果不佳。(2) 另，降雨強度愈強，固化抗沖蝕效果愈不顯著，但相對密度 80% 經 MICP 固化抗沖蝕效果仍佳。</p> <p>4. 在不同的坡度下：(1) 在降雨強度為 41mm/hr 時：試體坡度 10% 者抗沖蝕能力最差，此原因可能是坡度愈緩則沖蝕型態為雨滴飛濺沖蝕為主，到了坡度 10% 時為轉變同時受到雨滴飛濺與逕流沖蝕之影響，導致抗沖蝕率下降，坡度為 20% 時沖蝕型態已轉變為逕流沖蝕，故抗沖蝕率又提升。(2) 在降雨強度為 66mm/hr 時：隨著坡度增加，抗沖蝕率皆有下降的現象。而因降雨強度大，故地表坡度達 20% 時，就算以 MICP 作用固化之，土壤表面之抗沖蝕率仍無法提升。</p> <p>5. 經土樣重模試體抗壓試驗結果證明，MICP 固化後試驗組強度尚有成長空間，故前節有關試體抗沖蝕能力分析結果是偏保守的。</p>	<p>1. 此計畫之研究成果良好，惟實務面上無相關試驗及建議，後續如需試辦相關工法，擬先設計好整體流程，例如養護時間長度、需灌入現地土體中之 MICP 溶液等等。</p> <p>2. 此計畫後續擬提出於防風定砂或揚塵抑止方面之研究，建議可多利用現地試驗進行，以利規劃相關工法施作流程。另外，關於現地施作之機具或工具，亦建議於後續研究中進行探討。</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
28	應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.此計畫延續上年度針對山區聚落建立地震引致崩塌的坡地易損性曲線，配合建物受震倒塌之易損性曲線，建立與應用山區災害潛勢早期評估模式。</li> <li>2.地震誘發崩塌之坡地易損性分析：依據地質、坡向和坡度等因子作為坡地分類的依據，共計 12 類坡面類型。</li> <li>3.地震引致建物倒塌之建物易損性分析：本研究依據構造材料、樓層高度和設計規範等 3 個影響易損性曲線的關鍵因子作為建物分類的依據，共計 16 類建物類型。</li> <li>4.山區災害潛勢早期評估模式建立與應用：利用歷史地震-九二一地震及模擬地震-彰化斷層事件進行模式驗證，其中評估內容主要包含 (1) 地震誘發崩塌之聚落影響評估；(2) 地震誘發崩塌之山區道路阻斷評估；(3) 地震直接引致之建物倒塌災損評估等三部分。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.此計畫研究成果顯示，九二一地震事件能掌握到聚落的高崩塌危害潛勢(三村里之危害潛勢值皆為 0.90 以上)，及路段受崩塌阻斷潛勢。其中，比對真實與評估後發現災損評估係屬風險評估性質，具有一定的不確定誤差，以易損性評估性質屬於廣域評估，一般而言數量越多範圍越大則會越準確，對於全倒之評估亦較全半倒評估準確。</li> <li>2.模擬情境-彰化斷層事件雖規模較大，但離示範區較遠震度較低，崩塌危害潛勢值(0.073~0.314)與道路阻斷危害潛勢值皆低很多，可見劇震區(400gal 以上)與強震區(80~250gal)、烈震區(250~400gal)的崩塌危害明顯差異。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.此計畫延續去年度成果，並增加建物受震倒塌之易損性曲線分析，初步建立之山區災害潛勢早期評估模式結果良好。</li> <li>2.此計畫所運用地震誘發崩塌之坡地因子及建物倒塌之建物因子上皆有完善之資料庫，建議後續如需更進一步探討易損性分析於坡地防災方面之議題，可效法此計畫整理之資料庫格式進行。</li> <li>3.雖此計畫利用建物倒塌進行亦損性分析具良好效果，惟資料不易取得且整理困難，故後續如需進行模式滾動式檢討，恐會有難度，建議可針對不同面向進行討論，如震後防砂構造物之易損性曲線分析等。</li> </ol>
29	以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全	<p>此計畫利用三種模式進行未來堰塞湖潰決對下游村落可能造成的影響，分別是：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)支流土砂供給序率模式：採用序率模式進行未來支流土砂供給情況推估，並且將其輸出之支流土砂產量之結果納入主流堰塞湖潰決模式中。</li> <li>(2)堰塞湖潰決模式：考量現實情況，將暴雨期間之上游流量納入模式中，同時結合支流所提供之土砂產量，計算出潰決之洪峰流量與上游洪峰流量相互疊加後之流量歷線。</li> <li>(3)運動波洪水傳遞模式：使用以運動波為基礎所建構之變坡度變寬度傳遞模型，完整地重現洪水波於山區河川傳遞之現象。</li> </ol>	<p>此計畫針對布唐布納斯溪進行結合三個模式的案例分析：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.首先將雨量進行統計，計算出平均一個月會發生的事件數量與平均一場事件所提供的降雨量後，以兩種不同的情境進行模擬，(1)不考慮氣候變遷的影響，單純以目前的資料進行統計後估算；(2)考慮氣候變遷的影響，考慮事件的平均降雨量將依年遞增。</li> <li>2.將兩種情境本研究都進行 200 年的模擬情況，並且考慮土石流潰決的洪峰為整體事件的最大洪峰，因此堰塞湖壩體將持續累積高度直至達最大洪峰發生潰堤事件為止，再將其事件逐一輸入進入潰壩模式中進行洪峰流量之推估。</li> <li>3.使用潰壩模式所計算出來的洪峰流量歷線，將流量向下游進行傳遞，針對下游村落位置繪製出河川斷面，進而討論潰決之洪峰對下游的影響，並分別繪製災害影響地圖，可透過此影響地圖了解各聚落的影響，進行其安全的評估。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.此計畫之成果初步評估尚佳，建議後續如有相關堰塞湖議題須進行數值模擬時，可利用這三種方法進行分析，並與原傳統方法進行比較。</li> <li>2.支流土砂序率模式最大的假設是在支流上游的材料一直維持相同的量體，若考慮到更長遠的模擬上可能就有出入，故於未來估算上，應使用較為完整的序率模式進行估算。</li> <li>3.此計畫研究方法僅使用定床模式進行，尚無法針對教與現實相符之持續變化河床進行模擬，故建議後續研究時，可朝動床模式進行。</li> </ol>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
30	智慧化雨量計和水位計研發	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.以自製之水位、雨量計改善相關監測之問題居住於偏遠山區土石流防災專員之觀測雨量經常高於中央氣象局之雨量紀錄時，如何利用統一規格之機器協助改善此一問題，或水土保持局考慮調整該地區之警戒值或是否設置永久雨量站之基準為何？</li> <li>2.如何提供土石流防災專員更精準、更便宜之雨量計和水位計，以及如何提供多元電源、多元資料傳輸。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.本研究發展出精準度足夠，且價錢便宜之雨量計和水位計，可提供臨時或短期觀測使用。觀測資料可做為長期設站之參考。</li> <li>2.本研究之電力供應系統擺脫山區或偏遠地區市電供應之限制，有利於臨時或短期觀測站之布置。</li> <li>3.水位計資料擷取系統可分為記憶卡儲存和即時傳輸兩大系統，藉由五峰、崩山湖、寒溪和碼崙等4個試驗區，6個試驗點之資料分析結果，水位與時雨量之關係十分吻合</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.從目前的成果中尚未明確看到自製雨量計與水位計和實際值或是周圍觀測站之比較，數據擷取間隔、觀測時間無法辨識，其成果尚有討論空間</li> <li>2.建議能針對設備的可用性、耐久性、精確性進行設計改良，來強化此設備未來運用的可行性</li> </ol>
31	高精密 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.此計畫研究目的為利用自記式連續性監測儀器，如 SAA 傾斜觀測管與地下水位計，以及坡地表面的雨量站與 GPS 地殼變形監測站，所得之長期性或事件性監測資料，探討順向坡中之滑動塊體的範圍、數量、滑動面深度及其幾何形貌，並更進一步研究該滑動塊體的滑動機制。</li> <li>2.此計畫在已裝設有現地監測儀器與資料(如岩芯與滑動面位移)的邊坡上，增設點位高密集度與量測高精密度的 GPS 連續測站，使得對該研究對象之坡體的整體變位行為有更進一步之了解。</li> <li>3.此計畫目標分為兩個年度，其中本(107)年度計畫目標為： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1)辨識大崙山順向坡中，可能的滑動範圍與滑動塊體之數量。</li> <li>(2)了解強降雨與長時間降雨(高累積降雨量)期間，各滑動塊體的滑動行為歷程。</li> </ol> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.此計畫利用監測儀器成功量測到2016年至2018年間試區之地下含水量及變位等等，並利用岩芯資料歸納出可能入滲原因及地下水位面。</li> <li>2.藉由歸納降雨特性與累積降雨量對於地下水位上升的關係，得知累積降雨量達120mm時地下水位即會開上升。若是在單一連續性降雨型態下，降雨至少要經過3天的時間才會入滲至地下水體；而在強降雨事件中，降雨僅需9小時就會入滲至地下水體內。</li> <li>3.經由岩芯資料與傾斜觀測管量測的變位深度，得知華梵大學校區之地表面下20-30公尺深處有一潛移性的滑動面。另，根據既有資料得知，當累積降雨量超過460mm後，滑動面上的位移速度將達到最快，故有致災的危險性。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.此計畫利用不同的監測儀器，觀測到不只地表下之地質相關資料，更利用地表觀測儀器觀察邊坡活動，針對邊坡整體變位有更進一步了解，建議蒐集到之相關資料可供後續研究使用。</li> <li>2.此計畫本(107)年度以監測為主，僅將所監測之資料進行簡易觀察及分析，雖已對此樣區有詳細的說明，但似乎沒有更進一步的簡易分析，這部分較為可惜。</li> </ol>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
32	本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究	<ol style="list-style-type: none"> <li>植生工法為傳統沖蝕治理之方式，透過殘株作為材料，以栽植覆蓋土壤表層，避免雨水直接打擊或逕流沖蝕，並透過植生之新陳代謝提供有機質，以改良土壤物理性質，提高滲透性與涵水能力，使達到涵養水源與防止土壤流失的效果，最終目的是希望植生能復育良好達全面覆蓋來降低土壤沖蝕之問題。</li> <li>此計畫之目標為： <ol style="list-style-type: none"> <li>評估三種草溝常用(百喜草、假儉草及類地毯草)草種及植草植生毯(RECP)於不同期齡及流速對應曼寧係數</li> <li>評估草溝濾砂功效</li> </ol> </li> <li>此計畫擬採用我國常用於草溝匍匐性草種於不同期齡與生長狀態之沖刷試驗，分析其對應之曼寧粗糙係數。另，亦以常用之地工植生氈配合匍匐性草種以噴植植生方式，分析不同期齡植草生長狀況，並執行渠道沖蝕及濾砂試驗，再分析其對應之曼寧粗糙係數。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>植草高度會隨生長齡期增加而增高，導致試驗段水位抬升及通水斷面積增加，致使流速降低及曼寧係數上升與抗沖蝕性增加。</li> <li>由假儉草試驗數據顯示，草皮植生與 RECP 噴植植生均為有效抗沖蝕植生工法，然 RECP 噴植植生需較長時間達有效植草扎根。</li> <li>經由研究成果可知，匍匐性假儉草與類地毯草植生防沖蝕功效相近。</li> <li>在同樣齡期下，百喜草植草高度高於匍匐性(假儉草及類地毯草)植草，導致百喜草曼寧係數高於匍匐性植草對應之曼寧係數。</li> <li>綜合試驗數據顯示，平均植草高度 4~5cm 其對應之曼寧係數約為 0.017~0.019，平均植草高度 10~12cm 其對應之曼寧係數約為 0.024~0.028。</li> <li>綜整實驗數據後可知，當土壤具備適當植生，其沖蝕率可低至 0.24%~0.33%。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>此計畫針對不同草種及植生毯進行相關試驗研究，除分析曼寧係數外，亦分析草溝之抗沖蝕率等等，建議後續修正或訂定相關法規時，可利用此研究成果做為參考依據。</li> <li>此計畫所採用之草種尚無考慮現地生長環境，建議後續如進行相關研究時，能夠將現地試驗納入考量。</li> </ol>
33	以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	<ol style="list-style-type: none"> <li>本計畫結合加速度計、微型處理器(Arduino 板)與 NB-IoT 硬體進行室外加速度值的讀取並回傳至遠端伺服器，回傳後的加速度值再藉由免控制點演算法轉換成位移，以位移量作為設施安全性的初步評估指標。</li> <li>數值分析：利用所開發之免控制點演算法將軟體產出之加速度值轉換成的位移值，與原先產出的位移值比較，驗證其演算法的適用性。</li> <li>室內縮尺度試驗與驗證：自行開發振動台與製作之懸臂梁模型進行試驗，進行時將智慧</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>重建位移之驗證之數值分析：將軟體得到的加速度值使用四種演算法轉換成位移，並與軟體得到的位移值比較。具時窗的演算法與梯形法皆有不錯的效果，尤其是梯形法與軟體得到的位移值最接近。</li> <li>重建位移之室內縮尺度試驗與驗證：藉由事先設計的震動源(振動頻率已知)，與傅立葉轉換所得之加速度值比較，可知所開發的感應器確實可取得正確的加速度值。</li> <li>重建位移之驗證之室外試驗：首先於室內主機建立服務端，使用 AT command 建立 UDP 無線通訊協定並將所開發的模組設置於室外，測試是否可順利回傳加速度值，試驗結果顯示，NB-IoT 的訊號受到模組放置的地點的影響，訊號強度有所的差異。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>本計畫所開發的水保設施的初步安全評估關鍵技術包含智慧感應器、位移重建與 NB-IoT 環境的開發。計畫進行中針對加速度計、Arduino 板與 NB-IoT 硬體進行測試，試驗結果可以正確地量取加速度值並且能藉由 NB-IoT 硬體藉由無線通訊協定將資料從戶外回傳室內主機伺服器，可有效減少人力與時間成本。</li> <li>本計畫嘗試使用多種演算法進行位移重建，其中，梯形積分法因未考慮基線修正效應，不適用於位移重建；具時窗且時窗相互覆蓋的演算法結果比較理想。</li> </ol>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
33	以 NB-IoT 與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全檢測與評估	感測器設置於懸臂梁上，讀取加速度值並另外量取位移值，驗證在實際振動下，藉由輸出的加速度值推算而得之位移的合理性。 4. 室外試驗：進行室外測試，確認所開發的 UDP 通訊協定平台可藉由 NB-IoT 將戶外的加速度訊息傳回室內的主機伺服器。	(承上)	本計畫藉由粒子群演算法(PSO)確可搜尋到誤差更低的位移重建方式。
34	基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式	本計畫將探討目前中彰苗投地區之實質環境資源的空間分析，分析實質環境因子對旅客群聚表現之地理空間差異，透過環境套疊分析建構空間交互網絡來表示景點之間旅客的熱點分布、活動範圍，並搭配水保局所推動之優質農村體驗評鑑指標針對農村社區之推廣遊程進行因子構面差異性分析以及關聯性分析，希冀透過本計畫拓展對旅客脈絡、活動空間之理解，進而建立農村社區發展潛力評估模式。	依研究方法歸納了環境資源對遊客熱點的相關性分析，獲得了遊客的分布及多寡對於特定資料有高相關性，並加入水保局「優質農村體驗品質提升評鑑」之質化指標與評鑑結果，整合了空間資料、熱點資料以及農村旅遊品質提升評鑑的質化結果資料等三個不同尺度的分析，透過建立完善的大數據分析，針對各個農村社區體驗遊程建立了一個「多元尺度評價系統」。	本計畫建立了整個中彰苗投地區的環境大數據資料庫，並針對各個農村社區在環境便利資源面做全面的空間化；並以環境空間資源來探討環境資源與遊客熱點及行為模式上的關聯性，以及旅客頻繁位置、喜好景點屬性、空間範圍等資訊，並搭配水保局農村社區品質提升評鑑內的質化指標，達成全面性並且多元尺度之農村社區評價分析。
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	1. 由於植物辨識能力門檻不低，若能為水保從業人員，發展出可供辨識水土保持植物或其他現地植物的辨識軟體與適用資料庫，則能補足各式工程、環境調查中植物辨識之需求缺口，故此計畫研究目的除建立相關水土保持重點植物相關影像及文字資料庫外，並提供可供諮詢之植物專家名單及研提使用與開發植物辨識軟體之建議。 2. 研究方法分為五大類，以下簡潔說明之： (1) 蒐集水土保持重點植物清單 (2) 建置可供諮詢之植物專家名單 (3) 可供植物辨識軟體的文字與影像資料庫參考清單	針對不同工作項目，以下進行簡單成果描述： 1. 蒐集並彙整國內水土保持植物出版叢書圖鑑及相關研究成果，擷取植物資料篩選清單，彙整成自有資料庫。其中共蒐集 60 種(木本 33 種、草本藤本 27 種)不同植物類型，包括其植物分類名稱、特性型態描述、生態分布、水土保持用途、其他用途與示意圖片等。 2. 蒐集具備植物辨識專長之學術機構師資名單(含在職與退休)、國內植物專家之名單共 27 名。 3. 蒐集彙整水土保持植物相關的書籍及有植物資訊分類統整的網路資源共 14 項。 4. 針對現行其他共六種軟體(形色、Pl@ntNet、綠手指-植物識別、花伴侶、PlantSnap、iNaturalist)進行功能測試，評估此軟體介面與功能，並利用五項不同試驗情形進行辨識測驗，探討造成辨識錯誤之裝置設定或使用者自身狀況，最終整理容易造成辨識錯誤之情形，彙整測試分析報告。 5. 針對上述測試結果，整理為 11 項操	此計畫針對現行不同辨識軟體進行相關使用測試，包含介面與功能等方面皆有良好的整理資料，亦將水土保持相關直升資料庫建置完畢，惟實作部分尚在開發階段，較無實證可供參考，但初步結果來看其辨識能力已有一定水準，建議後續能持續精進開發此一植物辨識軟體。

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
35	建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫	(4) 植物辨識軟體之使用測試 (5) 研提開發水土保持植物辨識軟體之建議與前期技術導入	作教學建議，並附上示意教學圖片。另，亦利用 Custom Vision 認知服務進行影像辨識技術測試，於初步成果上獲得較佳之辨識率，有助於未來串接服務導入。	(承上)
36	土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究	1.此計畫擬將物聯網之架構應用在土砂災害之防護與示警，並將不飽和土壤之保水曲線與邊坡崩塌，做一系統性地探討。 2.此計畫執行方法分為三大部分： (1) 新式吸收型輕量土砂防護柵(Ultra-Light Fence Earth type E, ULF TYPE -E)與監測物聯網建置 (2) 透過新發展定流量幫浦法解算土壤之飽和土壤水分特性曲線(SWCC) (3) 利用蒙地卡羅法配合極限平衡分析法進行邊坡穩定分析	1.已建置一足尺寸之新式吸收型輕量土砂防護柵進行現地試驗，並利用現地感測器進行監測。 2.於土砂防護柵部分，其感測器確實能測量測到防護網遭到攻擊時的傾角變化，而其物聯網系統亦已建置完成，如防護網遭到攻擊，整個物聯網系統將透過現場警示燈、警示音、簡訊、網頁及 APP 等等發出告警訊息，降低可能的危害。 3.定流量幫浦法部分也成功以標準石英砂量測出其不飽和土壤水分特性曲線。	1.此計畫欲施行之計畫方法共分為三大部分，其中僅以新式吸收型輕量土砂防護柵部分較為完全，建議可利用此計畫產出之成果進行分析，並可納入後續試辦工程。 2.此計畫利用新發展之定流量幫浦法進行標準石英砂之不飽和土壤水分特性曲線求取尚可行，惟僅利用標準砂進行相關室內試驗，若後續須進行現地土壤之試驗需思考其可行性。 3.此計畫提出之蒙地卡羅搭配邊坡穩定分析解算邊坡安全係數之方法係為良好的構想，惟尚無實際案例演練，其可行性需慎思。
37	長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發	1.LoRa 技術從 2015 年提出至今在都會區之應用已經如火如荼迅速發展，然而在自然災害之應用上還在萌芽階段。本研究預計以不同情境之現地實驗進行資料蒐集，並透過加入地形變異之滾動式演算法，進行 LoRa 於坡地監測時最佳化配置研發。 2.執行之方法包括：透過文獻進行不同低功耗長距離通訊方式比、低功耗長距離傳輸方式於不同條件下之表現評估、通訊用電評估、於現有坡地聚落與土石流觀測站進行初步測試。	1.LoRa 若以一班通訊頻率約 10 分鐘一筆，可維持逾 800 天之使用時間，並在明新科大校園後山小規模崩塌地、南投縣信義鄉神木村土石流觀測站、宜蘭縣大同鄉四季聚落大部分點位皆可良好效果。 2.通訊品質以陰天最佳、晴天次之、雨天最差，資料漏失率絕大多數於 5% 以內，部分可達 20% 者，研判為受環境干擾所致，在空曠處至少可達 2.5KM 之通訊效果。	1.水土保持相關的防災監測儀器通常在較劇烈的天氣情況時會有傳輸的問題，未來建議能嘗試在現地架設長期測站，並在颱風災害來臨時，確認其各類資料傳輸狀況，將會是相關儀器未來推廣之核心價值。 2.針對水土保持監測設施或許能設計不同的強化裝置，來改善在地形、氣候上所面臨的嚴峻條件，並與目前之監測設備進行成本效益分析比較，也能增加相關產業之技術推進。
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	1. 本計畫欲提出一個虛擬實境整合技術來製作具互動性與臨場感的展場影片，透過網路及智慧型手機與簡易式頭戴裝置，觀看 VR 影片並與其互動，經由網路來操作可快速地	本計畫已經產出 3 部 VR 宣導性教材影片，一部是繪本導向 VR 電子書，繪本是坡地保育，兩部以 VR 全景式的方式製作 VR 宣導影片。另外，本計畫也研究設計兩套標準作業流程，用於製作繪本導向 VR 電子書及 VR 全景影片(戶外教室導覽為主)時之參考。本計畫以準實驗設計	1.VR 影片用於水土保持教育之題材，教學成果有趣，惟畫質需要加強。此製作影片之技術可用於關於颱風土石流之預警，或是應用於其他防災教育活動，以提升國民對於水土保

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
38	研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析	<p>提高本計畫成果的滲透度與普及化。</p> <p>2. 執行方法為：調查與選擇題材、虛擬實境場景製作、VR 全景宣導教材與電子書製作、宣導教材回饋平台製作、使用者體驗實證研究。</p>	(quasi-experiment)實施教學實證研究,探討認知學習成效,結果顯示學生觀看VR 全景影片在下列構面: 沉浸經驗、學習動機、學習互動、自我學習效能、臨場感、專注度皆優於觀看舊版水土保持戶外教室影片(YouTube 版)的情形。	<p>持教育之素養。亦可提供於多項圖資展示活動,以沉浸式體驗來達到教育或推廣目的。</p> <p>2. 本計畫除了以水土保持教室為題材製作之外,也可使用水土保持教式周圍之實際災害發生後使用的工程為介紹、教育之題材</p>
39	無人機載具灑播植生粒劑之研究	<p>1. 選用農業上常用的高噴子材料,配合是當的添加劑,使植生粒劑可達到 (1) 由無人機投擲後,可黏附在崩塌坡上,(2) 不會抑制草籽發芽,(3)有保水能力,使幼草能順利成長。</p> <p>2. 實驗以 Polyacryamide 為基材,搭配添加劑、草仔等,製作植生粒劑。先在實驗室進行草籽發芽生長,再經靜態投擲試驗,最後以無人機進行現地投擲,觀察植生粒黏著與發芽成長作配方調整。</p>	<p>1. 由實驗室試驗發現黑麥草種子發芽率不受高分子基材之影響。另以靜態投擲方式,由 12 米高處投擲植生粒,皆能有效黏著於斜坡,且投擲後之植生粒均可順利發芽成長。</p> <p>2. 以百慕達草仔做植生草種,試驗結果發現,本計畫開發之植生粒劑,皆可順利黏著於崩塌地斜坡,且能順利發芽成長。</p>	<p>1. 本計畫研製之植生粒劑,由實驗室到靜態投擲,皆能順利發芽生長。以無人機在崩塌地投擲,也能在斜坡順利黏著發芽生長,顯見以此有機高分子為基質之植生粒劑,應可發展使用於植生工程。</p> <p>2. 然若欲廣泛因應各種地質、氣候變化,有待更深入做配合調整研究,如調整孔隙率、含水量、草仔種類與用量等。</p> <p>3. 在現地投擲試驗的過程中,所需考慮的因素比靜態投擲複雜,如降雨量,溫度、土壤坡度等。建議未來可針對不同的地形環境、土壤因素等,研製不同配方的植生粒。</p>
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	<p>1. 收集及分析農村建築、景觀、視覺傳達及商品設計之成功案例。</p> <p>2. 以水保局台中、南投分局所轄地區之農村為範圍,透過條件篩選機制,利用二手資料之收集分析與深入訪談方式,調查農村社區的建築、景觀、視覺傳達及商品設計的相關問題。</p> <p>3. 透過前述關鍵面向現況與問題之探索及歸納分類,利用專家法及焦點團體法,分別針對四大關鍵面向提出合宜的改善策略,辦理工作坊及學者專家座談,最後從台中或南投分局轄區內挑選一處農村社區進行實際操作。</p>	<p>從社區型態組合區分為：「意象不明,偏鄉村型的農村社區」、「意象不明,偏都會型的農村社區」、「明顯意象,偏鄉村型的農村社區」、「明顯意象,偏都會型的農村社區」等四種型態,針對每個項目之操作提出改善策略構想。</p>	<p>1. 本研究過程共調查 6 個縣市計 18 處社區,分析其關鍵面向後,研擬改善策略,以模式來框架未來可行之操作模式,並以雲林縣虎尾鎮堀頭社區做為實際操作示範社區。</p> <p>2. 邀請日本台灣學界專家 11 人辦理一場次專家座談會,且於 11 月「ICLEE 景觀生態與工程國際研討會」中水土保持局轄下單位共計發表 9 篇論文。</p> <p>3. 本研究認為台灣農村社區於產業方面仍缺乏完善的資源,認為社區應要轉向注重於社區產業輔導之部分,如何創造社區經濟價值及社區自主能力,例如社區缺乏商品設計、缺乏視覺傳達、缺乏網路</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
40	農村再生 2.0 發展關鍵面向議題與改善策略之研究	<p>4. 舉辦國際研討會，促進國際交流並宣揚台灣農村再生政策與推動成效。</p> <p>5. 地方創生工作圈行政協助。</p>	(承上)	<p>行銷架構...等。仍是許多社區所面臨的共同課題。</p> <p>4. 本研究最後提出四項建議：(1)深度訪談社區，了解地方需求(2)專業團隊輔導，建立完善之社區民眾參與及公部門審核機制，從社區環境美質提升進一步創造社區整體產值(3)發展在地獨特性，帶動經濟回流(4)後續結合農村再生相關法規之執行方式探討。透過未來地方創生與跨域共同合作理念之落實，期能為本研究計畫之執行提出貢獻。</p>
41	以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例	<p>透過參與式行動研究的計畫、行動、觀察、反思、修改、再行動等六個步驟，以直接參與、直接觀察、焦點團體工作坊、問卷調查及深度訪談來進行行動計畫研擬與研究評估，探討左鎮農村再生社區需求人力協助之議題面向與工作項目，企圖透過志工旅遊結合大學資源及外部志工資源，以發展左鎮深度志工旅遊模型，協助地方生活之改善。</p>	<p>1. 在試辦兩種類型的志工旅遊後，本計畫透過問卷調查、焦點團體工作坊及深度訪談的方式，進行志工旅遊操作之反思，以學生版一手作步道志工旅遊而言，大學進入在地社區操作課程，必須能直接對應社區需求並且課程需有延續性，而非單一性的操作，而由大學滾動帶動地方的操作比起社區自行推動，更能受到政府部門與相關組織、企業的關注，偏鄉社區也藉由學校的計畫及人力資源進入，帶動社區動能與挹注資源來幫助地方。</p> <p>2. 而專業版一惡地協作工作假期之辦理，活動安排目的是讓專業者或社區領導人更全面性地了解左鎮在地的機會與潛力，帶入不同領域的專業者能讓彼此激發思考，討論後續的行動方案。透過訪談與問卷，得知外部參與者肯定將在地學校翻轉教育之成效納入行程，可以有效增加農村參訪之多元性與吸引力；社區內部參與者則建議可納入更多的在地社區和文化之介紹，來回應社區之需求。</p> <p>3. 從計畫整體評估而言，就吸引市場和外部參與者參加的角度出發，活動內容的多元性及吸引力仍須考量，但未來可廣邀更多社區端的權益關係人參與行程，透過遊程讓社區端接觸到在地不同單位的努力和可能連結的資源。對於如何平衡社區之需求，與志工旅遊本身注重的商品特色，媒合端將扮演重要的角色，以平衡社區與市場的需求。</p>	<p>1. 志工旅遊能使原先的服務模式透過結合旅遊行為的導入，協助參與者更進入服務場域之脈絡；並透過給予志工明確的工作項目及目標，藉以志工服務成就，明確搭接社區之需求，達到自我成長與服務在地之目標，幫助偏鄉社區提升人力及社區資本，促進偏鄉發展與短期的人力及知識需求導入。</p> <p>2. 深度志工旅遊在台灣農村之應用，除了應強調志工旅遊中志工(volunteer)、志工旅遊組織(volunteer organization)與社區(communitiy)三方應處於平等、對等、相互尊重的位置之外，本計畫進一步建議導入第四方—在地媒合團隊。</p> <p>3. 在地媒合團隊的類型包含大學(教育組織)、農村再生陪伴專業團隊、或其他跨社區平台之組織，應用其長期投入農村再生、社區營造、或高教深耕等政策計劃所累積之在地網絡及知識，來進行志工市場與需求社區之媒合。</p>

序號	計畫中文名稱	計畫目標及執行方法	計畫執行成果	成果綜合評估
42	活絡農村工藝與文化資產的運作機制——以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例	本研究計畫從雲林縣 115 個農再社區中，依據 1.具觀光遊程或有發展遊程之行動 2.擁有文化資產或潛力文化資產 3.代表社區發展週期中的某一個成長性階段(分別為導入期、成長期、成熟期)4.代表某一區的地域性(分別為山、海、平原線)，挑選出 7 個具代表性的農再社區，作為研究案例；本研究計畫透過文獻探討、訪談法、參與式觀察、行動研究法等研究方法的運用，搭配專家學者與實務工作者的推動，選擇雲林縣的農再社區進行研究分析與討論，其研究個案包含了林內鄉烏塗社區、荊桐鄉蒜鄉麻園社區、古坑鄉草嶺社區、虎尾鎮北溪社區、大埤鄉西鎮社區、麥寮鄉海豐社區、口湖鄉蚵寮社區共七個社區。	本研究計畫成果分為 2 大部分，其一針對 7 個社區案例進行文化資源與觀光體驗之分析(包含社區文化資源的項目分析、社區文化資源發展現況與困境分析、社區遊程景點現況與困境分析、社區遊程路線分析)；其二根據上述分析，沿伸三種不同發展週期的社區文化資源發展機制，而機制運用則舉遊程設計為例，並以 7 個社區作為雛型，遊程又分為基本遊程、主題遊程、慶典活動遊程，可供未來欲發展觀光體驗之社區參考。	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.於現有農村觀光體驗的過程中，仍有其需要再深入了解農村在地的文化，而需要能夠有增加參觀點位與增加解說能量的產生。</li> <li>2.農村社區推動觀光體驗當中，與原有的農村文化當中，應該有其轉譯的脈絡得以依循，以增加參觀點的特色。</li> <li>3.透過遊程景點的分析，可以歸納為文化資產、有形潛力文化資源與無形潛力文化資源等三大類。</li> <li>4.透過整體觀光體驗的歸納分析與研究後，提出觀光體驗的五性，分別為在地性、故事性、趣味性、脈絡性與當代性等五大類；期許以以上相關研究所得出之初步些微成果，作為未來深入探討農村工藝與文化資產轉化創生之基礎與評估方向。</li> </ol>

## 附錄八、107 年創新研究計畫 42 案成果摘要報告

自下頁起將列出 42 案創新研究計畫成果摘要報告，並依計畫序號排列。

## 1. 結合模糊分級機制於水保設施災害管理影像判讀之探討

國立雲林科技大學 潘乃欣教授

### 一、前言

然而在台灣水保設施位處偏遠山區中且數量多，加上各分區管理員人數有限，因此檢測損壞之設施無法於短時間內完成全面普查。然而對於災害防治與管理的成效有限。研擬一套 360 度定點紀錄影像於巡查時同步紀錄影像，利用 360 度全景攝影方式記錄影像，有利於巡檢紀錄提供作為區域現況評等，易於針對有受災區部份與範圍可透過直接於影像上檢視與評估，除此外目視檢測是常利用的現況評等法，但因工程人員對於語意方式進行評等，如轉換成給量化給分方式評等時，工程人員於給分認知因主觀不同有時上會有結果差異值出現，造成對於現況值評價不同的問題，因此本計畫藉由以模糊推論方式協助將原本語意化與數字化評等方式整合，以協助簡化評等人員的評等後的分級計算程序，而使得評等後運用模糊推論所產生結果即為結構現況功能分級。並檢討其可行性，可提供對於往後進行災後復原可調閱存檔影像進行分析該區域原因推估之參考。研究目的如下：

1. 建置以目視檢測評等表作為參考依據，整合語意與數字評等方式，改以研擬出模糊推論結構現況分級模式。
2. 探討透過 UAV 與搭配 360 度全景定點紀錄收集案例現場影像之可行性。
3. 將巡檢影像與透過本計畫所提模式評估現況並檢討其模式之可行性，可提供相關單位作為決策參考之用。

### 二、研究方法

#### (一)檢測方法結合模糊推論：

以目視檢測法為基礎結合模糊推論方法，提出本計畫所提之評等機制，並利用專家深度訪談後整合出模糊法則，並建置模糊推論法則庫，此方式作為評等分級的主要工具。

1. 模糊推論(Fuzzy inference)
2. 模糊化(Fuzzification inference)
3. 模糊法則庫(Fuzzification inference of rule base)
4. 解模糊化(Defuzzification inference)

模糊法則庫和去模糊化(如圖 1)。

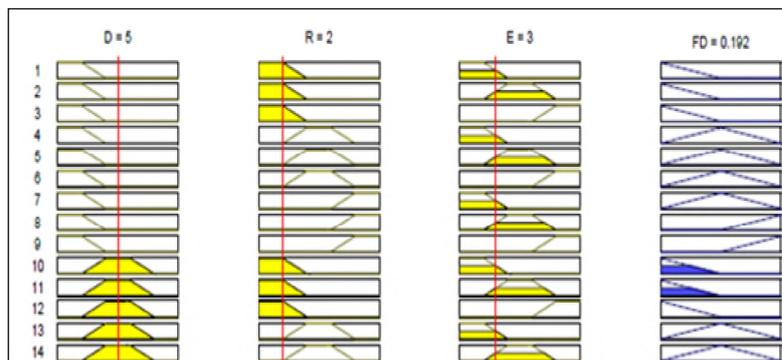


圖 1 推論後所解模糊數值示意圖

## (二) UAV 與搭配 360 度全景紀錄

本計畫另一目的為測試 UAV 進行 360 度全景定點紀錄於水保設施本體與周遭環境影像收集之可行性，本計畫將選取適合案例作實例測試，案例選擇方式以一個設施為一個案例(如圖 2)，以無人機或環景攝影機所拍攝到的影像，再利用影像軟體將影像接合成 360 度環視影像或影片。本計畫以利用開放軟體進行影像較正，有利於影像拉動過程中依然以矩形檢視狀態呈現影像，本計畫採用網頁方式呈現影像考量主要可透過網頁方式直接呈現，不用再透過圖像軟體分別檢視。(如圖 3)



## 三、研究成果與討論

無人機目前應用相當便利，但所應用對象各有不同，有助於現場環境檢視，以及水保設施的劣化顯示，可有效協助評等。

(一) 空拍機確實有助於初次的巡檢勘查，有效改善人力徒步的時間，克服無路可行或地形不佳狀況，並可有大範圍全檢視的效果，由高處往下取的影像可視角度較為寬廣，可替代部份以人力傳統相機拍攝過程。

(二) 以環景影像建置，建置雖需以都張影像拼接，但可有效提供河道鄰近環境如住家、農田、產業道路或是崩塌地等等環境，有助於巡檢的現場環境認知，有助於現場評等的影像參考價值。

(三) 模糊推論部分，有效改善對於使用語意或量化評等模式，簡化評等結果推論出設施的功能分等級，也可以找出初步建議維護方式。

(四) 以專家訪談以瞭解使用 UAV 收集現場影像時之可行性與限制性。

## 四、結論

(一) 本計畫透過現場無人機的影像取樣建置以 360 度影像建置，好提供水保巡檢過程蒐集管理區域中水保設施與周遭環境影像，有利於提升巡檢效率。

(二) 本計畫所提出之影像收集與分析技術，也運用網頁瀏覽器方式建視影像讀取介面，方便讀取環景影像，也可免除需特定影像軟體開起影像檔的困擾。

(三) 本計畫利用模糊推論方式來協助評等方式，以語意或數字量化方式不易統一的狀況，因此運用模糊推論方法來協助簡化評等後過程與構造現況分級程序，對於評等過程可獲改善。

## 2. 建置水土保持酷學校自評指標與土石流STEM教育課程開發之研究

臺北市立大學 古建國 教授

### 一、前言

本研究的目的是在於建置水土保持酷學校自評指標和發展水土保持STEM教育教材。

水土保持酷學校自評指標部分，參考目前水土保持酷學校現況與防災教育執行項目，以模糊德爾菲法訂定自評指標項目，再根據權重值(AHP)分析探討各項目權重值，訂定出來的自評指標有助盤點學校資源、教師教學情況與學生學習或競賽項目，作為建置酷學校方向與基本條件。

水土保持STEM教育教材重點在於結合學校科學相關知識外，利用Microbit和Arduino板與感知器讓學生自製雨量感知器、土壤溼度計與土石流警報器等，認識監測相關科技與工程元素，讓學生體驗動手做與實際量測經驗，為了兼顧教材品質，編輯採分析、設計、開發、實施與評量步驟進行，透過分析現行課程與教師教學意見，設計含有科技元素教材，再進行開發教具與教材。以分析國中小學生學習成效，所完成教材做為日後教育推廣用。

### 二、研究方法

#### (一) 水土保持酷學校自評指標部分

根據水土保持酷學校執行經驗與歷年水土保持學校教育與推廣等研究，構想其水土保持酷學校自評指標。

#### (二) STEM教育課程部分

教學設計分為分析階段(Analysis)、設計階段(Design)、發展階段(Development)、實施階段(Implementation)及評鑑階段(Evaluation)五個階段。

##### 1.分析階段：從兩方面著手進行分析

###### (1)教師意見

參考以前文獻資料其研究教師對自然與生活科技領域地球土石流相關議題的看法在內容的深度和廣度上，教師提出了許多的意見。教師對現行課程是否適合融入STEM教學的看法及所需面對的困難。

###### (2)課程分析

以土石流為主題，對於現行課程中小學的自然與生活科技、數學、社會等教材進行分析，列出針對土石流議題相關的單元，分析其中包含科學、科技、工程、數學等概念。

## 2.設計階段

整合所蒐集的資料,包括文獻探討資料、現行課程與資深自然領域教師討論,擬定學習目標與課程架構。

## 3.發展階段

根據分析和設計階段發展出教學活動教材。研究者開發出教案設計規劃出四個單元活動。另外開發出國中與國小學習手冊

## 4.實施階段

引導學生發現問題與進行科學活動,透過與學生的討論,讓學生提出研究問題、規劃與設計實驗步驟。實驗操作包括自製雨量偵測器與土石流警報器等,同時教師於行間巡視,觀察各組操作與記錄培養讓學生思考與問題解決能力。最後引導學生做歸納,並將實驗之結果與寫在海報紙上與同學分享。

## 5.評鑑階段

透過觀察、口頭問答、小組報告、動手操作和學習單等方式進行評量,以作為教學成效的和教材修正,以了解學生在 STEM 課程教學後的學習成效。

### 三、研究成果

#### (一) 水土保持酷學校自評指標部分

分北、東、南三區進行座談徵詢意見,進行指標釋義、建立以及後續模糊德爾菲指標問卷和層級分析指標權重值排序。

分區開會時間以及地點如下:

##### 1. 北區

時間:107 年 8 月 15 日下午 14:00

地點:臺北市立大學科學館 103B

##### 2. 東區

時間:107 年 8 月 17 日下午 14:00

地點:花蓮縣松浦國小

##### 3. 南區

時間:107 年 9 月 14 日下午 14:00

地點:高雄科學工藝館

最終建立酷學校自評指標,第一階層五大面向:「1 政策與管理」、「2 生活與推廣」、「3 課程與教學」、「4 資源與設施」和「5 創新與績效」。第二階層指標 20 項。第三階層指標 69 項。

## (二) STEM 教育課程部分

根據文獻概念圖分析所含土石流主題的 STEM 元素。經過分析發展出對應國小和國中的 STEM 課程元素目標。設計出國小和國中的教學活動教材。

於各地辦理相關教學活動，授課時間與地點如下表：

時間	地點	年級/人數
6 月 30 日	新北市頂埔國小	五年級/21 人
7 月 16 日	台北市碧湖國小	五年級/16 人
7 月 26 日	台北市衛理女中	七、八年級/28 人
10 月 19 日	高雄市加昌國小	五年級/26 人
10 月 25 日	金門縣古寧國小	五、六年級/15 人
10 月 26 日	金門縣金湖國中	七年級/30 人
10 月 29 日	屏東縣德協國小	五、六年級/16 人
11 月 2 日	苗栗縣海寶國小	五年級/5 人
11 月 6 日	新北市屈尺國小	五、六年級/18 人
11 月 14 日	花蓮縣松浦國小	五、六年級/20 人
12 月 3 日	屏東縣溪州國小	五、六年級/22 人
12 月 3 日	苗栗縣東光國小	五、六年級/12 人
12 月 5 日	台北市永安國小	六年級/25 人
12 月 11 日	基隆市暖暖高中國中部	七年級/23 人
12 月 12 日	基隆市建德國中	七年級/24 人
12 月 13 日	基隆市武崙國中	七年級/22 人

從國小學生的學習成就測驗和國中學生的學習態度測驗，抽樣分析各年齡層其學習狀況。

## 四、結論

1. 本計畫透過文獻探討、分區座談、公民咖啡館與專家意見彙整，建置酷學校自評指標，分成五大項合計 69 項執行細目，在進行層級分析，得到排序前 10 項依序為 2-2-2 參訪活動、2-2-3 相關資訊自主學習、2-1-2 發展教學團隊、1-1-1 學校會議宣導、2-1-1 參與研習、2-2-4 培訓解說員、3-3-2 進行在地情境教學、3-4-2 設計水土保持日主題課程、4-2-2 實體教具、3-4-1 編輯主題式課程。
2. 透過三場試教了解學生對 STEM 課程上課反應作為教材修正參考，將修正後教材於學校進行十六場教學演示，其中國中五所與國小 11 所，選擇學校為酷學校或是位於山坡發展土石流議題的 STEM 教育課程。
3. 藉由抽樣了解土石流議題 STEM 教育課程對學習者的學習成效，發現藉由動手做引起學生學習興趣，查詢土石流資訊了解所處環境是否為土石流警戒區，進行關心環境。另透過程式學習了解科技在土石流應用。

### 3. 地滑地搶救大作戰互動教具研發

國立臺灣海洋大學 許世孟 教授

#### 一、前言

現階段水保局將水土保持推動工作，不僅僅侷限於災害調查、規劃與整治上面，而是走向往下扎根的教育層面著手，而水土保持酷學校招募計畫正扮演重要的推手。為增添水土保持酷學校學習資源與創造學生全新的學習體驗，需要更多創新教具教材的開發，創造全新的教學環境，留住學生的目光，提高學生學習效果與求知慾望，創造教育推動加乘效果，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。依據現況需求，本計畫勾勒出『互動學習、真實感受』之開發理念，冀望透過此理念開發出宣揚地滑災害教育之互動教具模型與教材，深耕防災與水保知識於學生心中。

#### 二、研究方法

依據本計畫工作目標『地滑地搶救大作戰，使孩子體驗擔任小小水土保持工程師』，擬定了六項工作實施的方法與步驟，並規劃如下之工作流程。

- (一) 資料蒐集：本計畫預計蒐集國內外以往水土保持教育與地滑地相關知識之教具模型，以確保新開發之教具屬創新概念，並具有足夠的吸引度。
- (二) 水保酷學校會勘：本計畫選定與海洋大學有地緣關係，且為基隆市學生人數最多的信義國小(約 1,500 人)，作為教具示範場址學校，並藉由拜會酷學校校長與相關教職員，蒐集教具與教材開發注意事項。
- (三) 地滑地教具模型建置：建置一套可觀測地滑地因降雨入滲坡體，造成地下水水位上升與地層滑動發生之教具模型，並納入可自主操作的工法模組，讓學生同時學習地滑發生與整治觀念之建構。
- (四) 地層資料探勘：為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，此工作內容是於示範學校實際進行地層探勘，擷取實際地層的岩芯資料，讓學生觸摸並見識地層的組成成分與樣態。同時，建置地下水位觀測井與開發一套簡易地下水位量測設備，提供學生量測鑽孔地下水位變化，藉此教育學生地質、地下水與地層滑動之關聯性。
- (五) 教材製作：教材內容規劃以地滑現象觀察、地質與地下水之認識、整置工法配置遊戲與施工品質和自主防災觀念建立等四大主軸，製作學生版學習教材、老師版的教案指導手冊。
- (六) 辦理教具體驗與推廣：以基隆市信義國小師生為本教案示範場域，辦理兩場體驗與推廣活動：(1)教師訓練活動、(2)學生教具體驗活動。

#### 三、研究成果

本計畫已完成原先計畫規劃內的工作項目，並於計畫執行期間配合大局辦理四場教具推廣活動。

針對執行完成之成果說明如下：

(一) 資料蒐集：

依據國內所蒐集教具內容，目前的教具類型大致分成仿真模型、仿真模型結合手動操作、知識挑戰賽、桌遊形式與擴增實境(AR)等五類，而這些教具設計學習理念則有靜態視覺感受式、動態視覺感受式、知識融入遊戲式、視覺感受結合手動操作式等不同學習模式。而國外以 STEM 教育理念開發出來的教具，與上述蒐集的教具有較大之教學理念設計差異。據此，本計畫所開發之教具則採納 STEM 教育理念，教具具備知識傳遞與實作之功能，並融入思辯與解決問題之元素於教具中。

(二) 水保酷學校會勘：

依計畫執行工作內容需求，共辦理兩次學校會勘工作，完成互動式教具擴散效益意見交流、互動教具常設位置安排、地層岩心鑽探場址與簡易地下水位計等開發事宜。

(三) 地滑地教具模型建置：完成國內第一套以大規模崩塌議題所開發出之仿真互動教具，讓走山地滑災害縮小尺度，於教室

室當中被展示使用，教具模型包含以下模組：(1)降雨情境模擬與地下水位觀測模組—可觀看不同降雨強度入滲導致地下水水位升高、(2)地層滑動觀測模組—當地下水水位上升至崩塌發生之臨界水位時，地下水水位將會推動崩塌塊體，進而導致崩塌塊體滑落、(3)整治工法模組—讓學童可以體驗擔任小小工程師，共開發了三種類型的整治工法，包含地表排水工法、地中排水工法與擋土工法(擋土牆、格梁護坡與地錨)、(4)施工品質體驗與自主防災觀念建立模組—模擬施工品質不佳的狀況與工法失效處置、(5)AR 虛擬實景建置—讓學生知悉現實世界地滑發生的情況與工法樣態。

(四) 地層資料探勘：

完成(1)1 孔 24 m 地層鑽探，並取得土壤層(砂與泥)與岩盤(砂頁岩互層)岩芯樣本；(2)1 孔水位觀測井之建置；(3)岩芯紀錄與地層柱狀圖製作；(4)1 組蜂鳴式自主水位量測設備；(6)區域地層剖面圖建置。

(五) 教材製作：依據教育訓練的對象不同，分別為學童與教師設計兩套學習教材。第一套係為學童設計，為了讓學生在操作互動式教具時能，擁有快樂的學習體驗，內容以說故事的方式呈現；第二套則是為教師編製教學活動手冊，手冊規劃了教學目標、教材分析、教學重點、教學建議、教學準備與教學活動等內容，此教材可以提供教師教學輔助使用。另外，編製完成一本教具操作指南。

(六) 辦理教具體驗與推廣：

本計畫於 107 年 10 月 19 日在信義國小完成「學生教具體驗課程」示範，共計 50 位學生參與 體驗；於 107 年 10 月 22 日結合環境教育積分，在信義國小完成「教師教育訓練」課程，共計 35 位老師完成受訓。除了酷學校師生教具體驗活動外，本計畫執行期間，另配合大局進行一系列教具 參展活動，包括：(1) 第 58 屆全國中小學科學展覽會、(2) 綠光山河 High 高雄-綠色博覽會(3) 水 土保持酷學校推廣示範基地記者會、(4) 107 年水土保持繪本說故事競賽頒獎典禮暨水土保持教育 推廣成果發表會，總計參與教具觀摩的人次超過三千五百人次，已達成顯著宣傳效果。

#### 四、 結論

本計畫開發出一套互動式與真實性兼備之教學資源，透過連結實際的情境脈絡，讓學習產生意義，並藉由體驗與探索的深入學習歷程，讓學生獲得參與和自我思考，可以將「工程整治、問題解 決與自主防災」的種子深刻植入教師與學生心中，培育水保推廣尖兵或未來水保人員，達到落實水 土保持酷學校理念—將水土保持知識向下紮根、水平擴散之目標。而此創新教具與資源引導之學習 模式，正好也呼應未來十二年國教推動的方向：素養導向式教學-培養帶得走之能力，來達成一個人 為適應現在生活及未來挑戰，所應具備的知識、能力與態度。

## 4. 整合老人醫學與另類醫療翻轉偏鄉社區為身心療癒平台

國立成功大學 蔡美玲 副教授

### 一、 前言

#### (一) 研究背景

2016 年起衛福部推動長照 2.0 ABC 計畫。為能全面快速擴展 ABC 據點，政策上鼓勵地方醫院附設日照中心並提供居家護理或居家復健者，可以申請成為 A 級。原本衛生所可轉型為擴充複合型中心 (B 級)。社區關懷據點之原本工作加上初級預防照顧服務即可成為巷弄照護站 (C 級)。C 級特色在於(1)推動使用者付費，(2)就近連結社會資源，發展預防失能與失智之團體活動，及(3)結合區域志工資源，協助餐飲服務與短時間喘息服務。

#### (二) 問題與解決策略

長照 2.0 ABC 計畫在偏鄉推動時發生困難。有些地方因為衛生所人力編制缺失，無法轉型為擴充複合型中心 (B 級)。關懷據點因人口密度低，社會資源匱乏，與交通不便，導致志工招募困難，無社會資源可提供課程，長者無法自行前往關懷據點，使據點經營困難。甚至據點經濟無法支撐升級為長照 2.0 巷弄照護站 (C 級據點)之需求。

為解決長照 2.0 ABC 計畫在偏鄉推動的困難，策略在於解決行動交通不便的問題，協助開發強化預防失能與失智及健康促進等課程，提高學習動機。同時，提升社區經濟自主，推動自給自足之關懷據點。

#### (三) 身心療癒平台之地點選擇

台南左鎮區是台南 65 歲以上老人最多的超高齡社區。左鎮公館社區更是位於在這個 74 平方公里的山丘地區。人口總數 983 人。社區內無學校等公共設施(如警察局，衛生所)，是典型人口密度低，社會資源匱乏，與交通不便之偏鄉。

#### (四) 計畫目標

將偏鄉關懷據點轉型為具二日 C 概念之身心療癒平台：兩天老化教育+三天社區經濟。推動健康自主管理之平台：

1. 老化教育：社區與大學合作共創老化教育模組與身心療癒之在地實作。
2. 社區經濟：在地生產者結合在地農產，美食，自創在地實踐之知識經濟。
3. 建置身心療癒平台：藉由數位資訊網路提升體適能檢測之自主管理概念

### 二、 研究方法

#### (一) 工作執行方法

1. 設計並進行兩個月之老化課程：內容包括健康講座，介紹老化與老年症候群(衰弱與失能)，實作課程強化健康老化之概念。
2. 進行簡易生理檢查，多面向憂鬱量表與睡眠品質量表填寫，功能性磁共振造影(fMRI)偵測與心跳變異紀錄，探討老化課程進行前後之身心功能改變。

### 3. 以體適能進行生理機能自行檢測

#### (二) 工作執行步驟

1. 申請人體研究倫理審查委員會核定研究設計，受試者招募過程，與受試者同意書樣張。
2. 依人體試驗委員會核定的執行流程與招募海報，舉辦招募受試者之研究計畫說明會。
3. 帶領社區長者至成大醫學中心與影像中心參訪，了解並體驗人體研究之過程。
4. 於課程施行前，進行課前相關功能偵測。課程施行後，進行課後偵測。
5. 另以口頭訪談收集參與兩個月課程之心得與建議，並進行數據分析與報告繳交。

### 三、 研究成果與討論

#### (一) 推動老化教育課程與社區參與

於 2017 年社區有廂型車後，與會者最多達 22 人，每周上課一次。2018 年二月從課程開始後每周上課兩次。與會者達三十人。至今人數維持於三十四位左右。最多時與會者高達三十七人。兩個月課程中除了傳授知識外，特別強調共食與情緒調適的重要性。每周兩次之共餐與量血壓成為餐與之最大動機，提高健康管理之意識。

#### (二) 美食，營養與共餐

為改善獨居者之營養與攝食習慣，社區午餐均會加量，讓獨居者額外帶一個便當回家，增加多種食物營養之攝取。經六個月，與會者 BMI 過低者之比例明顯由 14% 降低至 5%。30% 的與會者之 BMI 落於 24-27 之間。BMI 分布向右移動。

#### (三) 抗衰弱與體適能

本課程規畫對左右手肌力無顯著改變。因此於十月下旬體適能檢測後，加入海綿啞鈴，教導長者在家進行簡易肌力訓練。並於十一月帶領進行手臂肌肉訓練。

#### (四) 老化課程對負面情緒與睡眠品質之影響

數據顯示長者憂鬱指數未達抑鬱症的數值，只有負面情緒與憂鬱傾向。老化課程與呼吸法練習後憂鬱指數明顯下降，睡眠品質指數提升。訪談中，多人均表達呼吸法練習後易入睡的情形。可見呼吸法有助於減緩憂鬱，提升睡眠品質，生活較快樂。

#### (五) 認知障礙與呼吸法

1. 淨化呼吸法可以有效提升心率變異度，使自律神經中的副交感神經活性增加，緩和自律神經中交感神經引發的心跳增加。在對照的看影片介入無此的現象。
2. 淨化呼吸法使兩側杏仁核所增加的功能性連結，所增加的活化腦區大多參與提高正面情緒調控之內側前額葉以及提升自律神經之副交感神經功能等。
3. 淨化呼吸法使心率變異度指標-RMSSD 的變化量可以反映在腦功能網路中參與調控、自律神經功能與呼吸的相關腦區，因此在未來可依據 RMSSD 的變化量作為反映練習者腦功能變化推斷之依據

#### (六) 身心療癒平台與推廣

建置網站:公館身心療癒平台 (<https://www.ggcommunity.org/>) 知識與實作整合, 推動老化教育, 推行健康自我管理。轉化偏鄉之關懷據點為整合式身心療癒平台, 提升在地銀髮經濟。

#### 四、 結論

(一) 社區志工與大學合作推動每星期兩日之老化教育課程。這為期兩個月, 每周兩次的課程與共餐降低體重過輕之長者人數, 顯著地改善長者負面情緒與睡眠品質。淨化呼吸法心律變異分析與功能性核磁共振數據均支持問卷支結果。可見有規劃的每星期兩日課程可以有效地改善身心健康。

(二) 非上課期間社區志工, 青年, 與在地長者進行社區美食研發, 加工品製作, 與農產品產銷。讓長者能以不同形式貢獻社區。提升社區支經濟能力

(三) 建置雙核心之整合式公館身心療癒平台 (<https://www.ggcommunity.org/>) 展現二日 C 概念之透過社區經濟, 青年培力, 與老人關懷整合發展為永續的銀髮經濟。

## 5. 人工智慧運用於農村區域推動效益評估與發展預測模型

逢甲大學 葉美伶 研究副教授

### 一、前言

本研究計畫擬以蒐集農村再生歷程整合發展平台及農村再生基金系統為資料庫，比對跨域亮點計畫、農村再生計畫與社區補助計畫、年度執行計畫之差異性、相似度(具上下階層關係)，經由計畫內容、檢核說明、執行成效等資料歸納作為訓練樣本，運用深度學習 (Deep Learning) 邏輯運算機制，找出評估數據間的種類與因果關聯性，藉此分析何種因子、社區、計畫具參考價值，反之亦然。

### 二、研究方法

本研究計畫透過深度學習及演算法機制，計算出各農村社區的型態相關性，評估垂直指導關係計畫內容相似度(圖 1)；目的為篩選有效關鍵詞，歸納執行計畫推動主軸，以及評估水土保持局訂定政策方向(圖 2)，是否實際落實至地方推動。

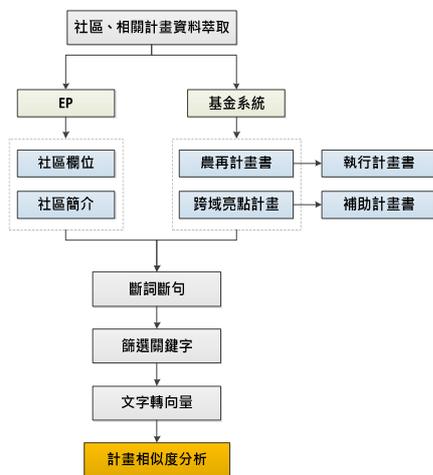


圖 1、整體計畫架構

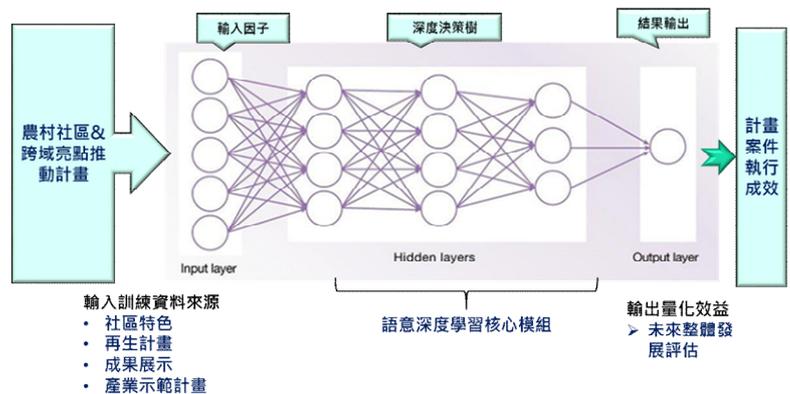


圖 2、DNN 深度學習網絡架構圖

在進行深度學習訓練前，必須將非結構化的資料轉為結構化的資料，社區的基本資訊、執行計畫內容皆為文字敘述性的非結構化資料，因此需將資料做結構化處理。

#### (一) 斷字斷句處理

採用 jieba 套件來進行中文字詞的處理，將各計畫內容關鍵字分類，並剔除無意義詞彙。

#### (二) Word2Vec 文字轉向量處理

由 Data Base 轉為純文檔，再轉至向量，藉此判斷兩個向量是否指向同一方向，在資料探勘中常用來比較文件的相似性。

#### (三) 深度類神經網絡

經過上述資料的處理轉換後，終將非結構化的資料轉為結構化的資料，接著本計畫將使用 DNN (Deep Neural Networks) 深度學習網絡演算法進行內容相關聯性的學習，抽取更多有用的特徵、來修正模型的參數。

### 三、研究成果與討論

分析各上下位計畫彼此關係，相似度分為 3 個等級：良好(0.8 以上)、尚可(0.8~0.6)、待加強(0.6 以下)及 Null 值(表示欄位空白或差異過大)。摘要報告以兩項案例參考：

#### (一) 跨域亮點計畫與社區補助計畫相似度分析

由(表 1)可看出各跨域亮點計畫與補助社區計畫關係，本項分析總計 84 件、42 個社區、有效樣本 41 個。在“良好”等級中，「農村產業之行銷」類別占半數，較符合上位計畫推動方向；而 5 個縣市中，僅雲林縣、嘉義縣關聯性屬此等級，僅占 6 件計畫(共 84 件計畫)，顯示其推動方向較符合跨域亮點主軸。另一方面，花蓮縣提案計畫占整體半數，“資料不齊全”類別卻有 43 件，佔該類別 95% 以上，故計畫關聯性為 0(Null)；其中，以工程性類別計畫內容較為模糊，或較無代表性，如整建護欄、新增解說牌、步道修繕等字眼，未來可與水保局討論定義工程類別辭彙，以利分析更為可靠。

表 1、跨域亮點與社區補助計畫相似度分析表(有效樣本)

排序	跨域亮點計畫名稱	補助計畫名稱	補助計畫類別	相似度
1	阿里山雙軸悠遊深度體驗區域亮點計畫	兩村三庄文化資源盤點培訓計畫	農村文化傳承	0.9644 (良好)
2	彰投雲嘉食農教育示範基地亮點計畫	五塊社區食農小學堂	產業經營管理、產品加工與食品衛生安全之診斷、輔導及培力計畫	0.9393 (良好)
--	--	--	--	--
40	大草嶺地區生態暨地質景觀區域亮點計畫	華山音樂嘉年華農特產暨文創市集	傳統建築保存及相關環境改善	0.5496 (待加強)
41	水沙連地區生態綠環境區域亮點計畫	南豐社區公田共耕共學計畫	產品開發、設計及包裝計畫	0.5482 (待加強)

#### (二) 農村再生計畫與年度執行計畫相似度分析

本項分析蒐集 100-108 年農村再生計畫，總計 15,614 件，有效樣本 13,380 件。整體來看(圖 3)，經過極值篩選後，「文化保存與活用」及「產業活化\_行銷推廣」相似程度均為“良好”，較符合上位計畫推動方向。雲林縣整體計畫關聯性

較高，顯示雲林縣執行計畫主軸及提案內容較符合農再計畫推動方向。在“資料不齊全”類別，工程性值案件亦較為制式、簡短，較無法識別是否符合推動主軸。同時，進一步查看發現該類別中苗栗縣資料未填情形尤為明顯，其中以苑裡鎮、三灣鄉、苗栗市等較普遍，建議水保局或承辦單位輔導改善。



圖 3、農再計畫與執行計畫相似度「良好」、「資料不齊全」分析介面

(<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMGJkY2JhNzktMTBIZS00NjY4LTg2YjEtZmNiMWNkZjc4NTIxIiwidCI6IjdmMzA0ZTBILTlhOGItNGQ1My04NzY1LTlyYjI1NjllNTMyNyIsImMiOiJlEwfQ%3D%3D>)

#### 四、結論

本研究分析提供具創新、科學性計畫評估方法，透過 DNN 深度學習網路，經多層篩選適合欄位內容，可評估不同計畫關聯性，如關聯性高之計畫可作為該計畫未來性擬定及目標參考；關聯性低之計畫表示該社區提報內容差異過大，或資料說明不完整，應重新檢視計畫提案內容。惟其數值高低是否與人為判斷具一致性，仍待水保局進一步查核、修正、反饋，未來可再加入農再、保育、工程等關鍵詞組權重，可持續透過本研究計畫架構完善水保局資料庫，並在一定程度上規範要求填報資料品質、格式及字數等，提升資料可用性及價值。

## 6. 非點源污染削減之低衝擊開發(LID)設施納入水庫集水區農地 水土保持處理的可行性研究

國立臺灣大學 范正成教授

### 一、前言

台灣水庫受氣候變遷極端降雨事件的影響，面臨因強降雨導致大量土砂入庫、原水濁度過高或水庫泥砂淤積，也由於山坡地農耕行為產生的非點源污染，使水庫水體之水質面臨優養化。有鑑於此，前瞻基礎建設計畫水環境建設項下之加強水庫集水區保育治理計畫，即擬達成集水區土砂減量入庫及改善水源水質等兩大目標，藉以確保穩定供水及水資源永續利用。然而，有關山坡地農業非點源污染問題，國內相關單位在法規面與推動面上的權責分工，仍有深入探討並釐清之空間。因此，本計畫期能透過探討與釐清非點源污染改善措施實際執行所面臨之問題，評估低衝擊開發設施(Low Impact Development, LID)應用於水土保持處理與維護之適用性，並綜合探討成果，提出 LID 納入水土保持處理與維護之機制建議，藉以提供後續推展相關農地非點源污染削減工作之參考依據。

### 二、研究方法

#### (一)山坡地農業行為之 LID 案例回顧與適用性探討

首先回顧現行山坡地農地水土保持處理措施應用之範疇，接著回顧國內外應用案例，瞭解 LID 應用情形與污染削減效益。其後，由各式工法的功能與適用性歸納出適用於山坡地農地的 LID 工法，作為後續應用推廣之參考。

#### (二)坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析

透過國內外相關案例與法規之彙整與研析，瞭解目前國內 LID 設施應用於山坡地農業非點源污染管制在法規面的運作情形，並借鏡國外的推動經驗，綜合探討山坡地農業非點源污染控制之權責單位與分工。

#### (三)LID 設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討

透過不同面向之權益關係人進行深入訪談作業。同時也透過實際設置案例的蒐集、現地踏勘及農地地主的訪談等，綜合探討 LID 設施實際施作後，可能面臨的問題以及處理對策，藉以提供後續相關機制建立之參考依據。

#### (四) LID 納入水土保持處理與維護之機制建議

以前述所論之水庫集水區內山坡地農業非點源污染控制的權責單位與分工情形為基礎，加上 LID 設施現地設置案例之勘查與訪談，提出 LID 納入水土保持處理與維護之機制建議。

### 三、研究成果與討論

#### (一) 山坡地農業行為之 LID 案例回顧與適用性探討

現行水土保持手冊訂定之處理措施主要重點在於減少土壤沖蝕、保育水土資源，對於非點源污染削減尚需透過其他措施進行水質的改善。再者，藉由回顧國內外 LID 工法的案例，瞭解 LID 工法對於逕流與污染削減皆具有顯著的成效。北勢溪流域鱸魚堀溪之茶園示範場址(槽體 2.25m<sup>3</sup>)，總磷削減率介於 33~67%之間、懸浮固體削減率介於 93~96%之間、氮氮削減率介於 29~63%之間；石門水庫集水區之拉拉山水蜜桃園示範場址(槽體 1m<sup>3</sup>)，化學需氧量平均去除率為 72.7%、懸浮固體平均去除率為 97.2%、總磷平均去除率為 43.3%；石門水庫集水區之高麗菜園水

蜜桃園示範場址(槽體 1m<sup>3</sup>)化學需氧量平均去除率為 37.6%、懸浮固體平均去除率為 99.3%、總磷平均去除率為 60.8%。在此基礎下，本計畫探討各式 LID 工法的功能與適用性，歸納出植生滯留槽是為適用於山坡地農業非點源污染削減的 LID 設施，其可依農地集水特性進行污染物的沉降與過濾，亦可依現地條件搭配蜿蜒性草溝攔阻污染物，強化 LID 設施對於污染削減的機能。其運作原理如圖 9-1 所示。

### (二) 山坡地農業非點源污染管制與處理之國內外案例與法規研析

以臺灣目前之相關部會職掌範圍而言，山坡地保育利用條例與水土保持法所稱之主管機關，在中央為行政院農業委員會；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。而水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則定義河川界點以上屬野溪，由行政院農業委員會水土保持局或行政院農業委員會林務局負責。另水庫集水區保育計畫有關水土保持工程，在水庫蓄水範圍及國有林班地治理以外之山坡地治理，權責則屬行政院農業委員會水土保持局。對於非點源污染削減的部分，尚未有具體法規與專責單位負責農業行為非點源污染之削減；而美國環境保護局對於農業、林業、碼頭與船隻行駛、溼地、都市、廢棄礦物污水等各型態非點源污染的削減，在各州各區域有許多水體水質改善的成功案例，並透過淨水法案第 319 節非點源污染管理計畫之實施，已經使 6,000 英里的河流和超過 164,000 英畝的湖泊，回復到美國環保署在 2005 年所追蹤的狀況。其整合性、系統性及延續性推動非點源污染削減相關策略的運作方式，可作為後續臺灣推動山坡地非點源污染削減之參考。此外，民國 107 年 5 月 3 日通過政府組織改造案，將環保署升格為環境資源部，轄下機關包括：中央氣象署、水資源保育署、森林及自然保育署、水土保持及地質礦產署、毒物及化學物質署、環境管理局、生物多樣性及森林保育研究所等與環境保育相關之單位。因此，未來對於山坡地農地非點源污染削減之權責分工，可在環資部的架構下與權益關係人進行更深入的訪談與探討，藉以凝聚各方共識，歸納出合適的權責分工建議。

### (三) LID 設施應用於水土保持處理與維護之適用性探討

LID 設施在施作前，應進行完整的現地踏勘與綜合評估，並與地主溝通協調、舉辦地區說明會，消弭有關施作的疑慮，使農民瞭解 LID 工法對水庫水質改善的助益。其後，依現地條件進行設置規劃及施工，完善景觀營造與推廣教育功能，提升地主自主維護意願，並搭配教育訓練使地主快速簡單地掌握巡視維護要點，進行後續的簡易自主維護管理，提升管理效率。此外，在設施後續維護管理與應用推廣方面，以中央主管機關、水庫管理機關、地方主管機關、專家學者、地主等五個不同面向，進行不同主題之質性訪談，包含權責機關、法源依據、工法推廣、管理維護機制等面向，彙整於表 9-1。瞭解各方權益關係人對於 LID 設施應用於山坡地農地非點源污染削減的看法，而後彙整訪談成果及實際施設案例，提出 LID 納入水土保持處理與維護之機制建議。

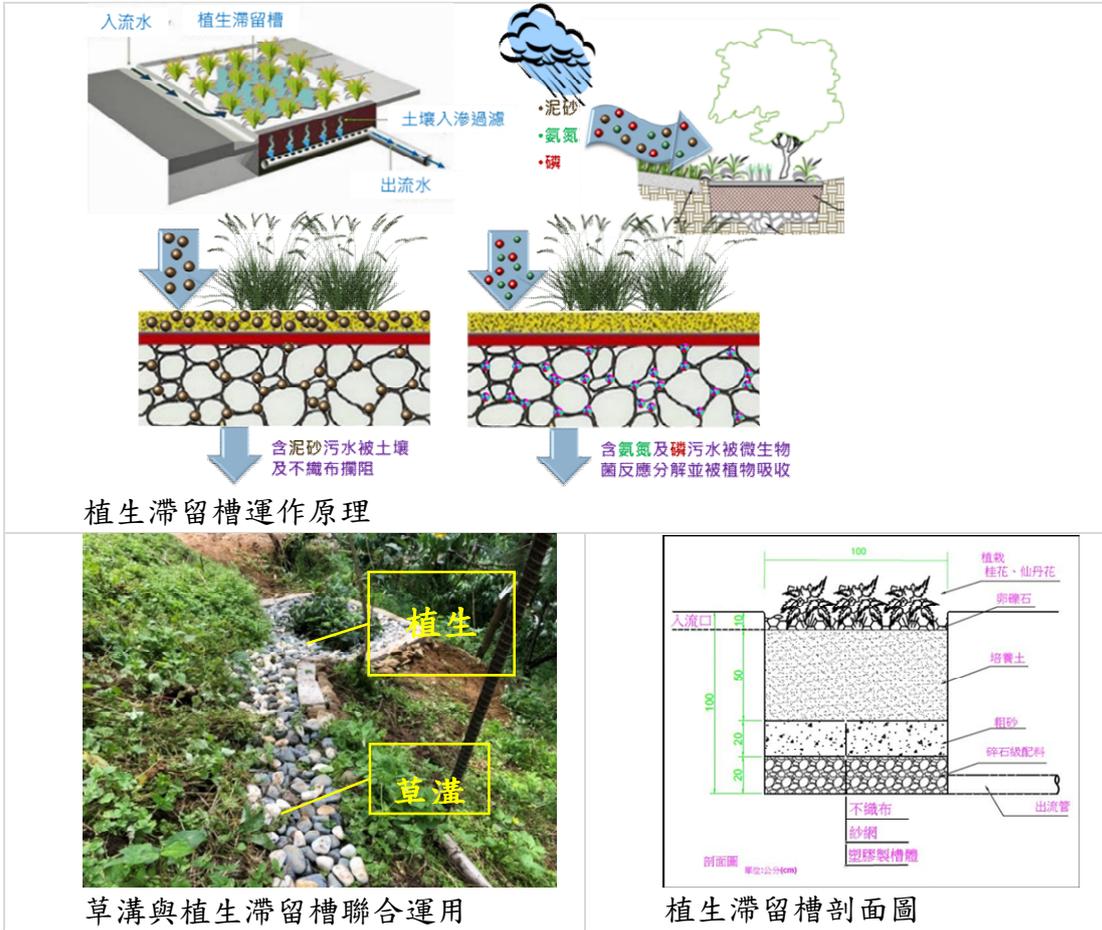


圖 9-1、山坡地農地 LID 工法之應用說明

表 9-1、各訪談對象訪談主題與內容

對象與內容 訪談主題		探討目的	訪談對象				
			中 央 主 管 機 關	水 庫 管 理 機 關	地 方 主 管 機 關	專 家 學 者	地 主
1.	農地非點源污染控制之主管權責機關及法源依據，應為何者較為恰當？	利用低衝擊開發設施進行農地非點源污染之控制，未來需要實際落實時，需有法律進行規範。透過主管權責機關的探討，可釐清後續應在何種法令下進行增修條文之研擬。	V	V	V	V	X
2.	農地地主進行低衝擊開發設施設置之鼓勵措施，如初期設置經費之補貼、環境友善標章的認證等，何者較可能提升地主設置意願？	相關措施或法令在實行的初期，應有適當的誘因而輔助政策的推動，可透過意見的彙整，進而歸納適宜的方案，提供後續法令增修或制度研擬之參考。	V	V	V	V	V
3.	實地設置後，是否對既有的農耕行為產生影響？	針對實地設置案例的地主進行訪談，藉以瞭解設置後是否對其產生影響，如既有動線、作物產量等。	X	X	X	X	V
4.	實地設置後，後續對於設施的維護，是否造成管理上的困擾？	針對實地設置案例的地主進行訪談，瞭解設施設置後，維護管理是否造成地主的 inconvenience，如較為耗時或是困難點所在等。	X	X	X	X	V
5.	設施設置後之定期維護管理機制？	由地主負責定期維護管理之外，中央、地方主管機關或是水庫管理機關是否也應建立定期檢視設施是否維持正常功能，透過訪談意見之彙整，提供後續建立管理機制之參考依據。	V	V	V	V	V

註：V 為本計畫規劃與訪談對象進行訪談的主題，X 則為非與訪談對象進行訪談的主題

#### (四) LID 納入水土保持處理與維護之機制建議

以前述所論之水庫集水區內山坡地農業非點源污染控制的權責單位與分工情形為基礎，加上低衝擊開發設施現地設置之勘查與訪談結果，本計畫之成果為提出低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議，其包含法規面、推動面及維護面等三大面向。

### 1. 法規面—法源依據與權責單位

針對農業行為的非點源污染削減及管理，法源建議可依循水污染防治法進行研議，以環保署為主要負責機關進行推動與管理，並確立明確之罰則進行規範。水土保持局則扮演協助的角色，進行山坡地農業行為管理，並檢視水土保持法或山坡地保育條例，探討增修的可能性，如由簡易水保納入 LID 設施進行源頭控管，並將 LID 設施納入水土保持技術手冊，提供標準設計準則之參照。水庫管理單位則依據上述之法源修訂及權責分工之結果，進行例行性巡查，並針對水土保持設施規劃設計階段協助審查，而地方政府則針對水土保持計畫進行竣工審查。

### 2. 推動面—LID 工法之推廣與設置

建議可舉辦說明會對當地居民詳細說明與推廣，使地主瞭解 LID 設施的作用及對水質的幫助，提升地主施作之意願。並由民眾的需求點出發，降低民眾自行負擔的費用，協助農民進行友善認證及農作產銷。另可將 LID 設施納入水土保持設施，並參照水土保持計畫，規範在開發初期申請時，由申請人提出維護方式，完成「水質維護計畫」，供主管機關進行審查，在完工後即申請方式進行維護作業。補助金建議在初期設置給予部分經費補貼，其後納入設施維護管理一環，採分年分期領取，由公部門定期查核維護管理情形再給予後續補助金。

### 3. 維護面—維護管理機制

中央主管機關應制定一套完善的巡察或檢驗機制，然後由地方政府執行，定期或不定期進行設施的巡視，簡易檢測設施之功能是否正常，再統整回報主管機關。水庫管理機關則可以善盡宣導與協助之責，針對設施應如何維護管理，訂定相關 SOP 告知農民，協助農民任何問題，而在全面推廣落實後，可定期編列預算進行設施總體檢的工作。另一方面，實際維護管理之方向應朝向簡易管理、降低人力負擔的方式進行。維護管理作業應回歸到農民長期自主維護管理，以美化設施環境的方式，提升地主自主維護管理意願，並提供補助由地主去做管理與維護作業。每年可採用簡易表格讓農民填報自主維護的狀況上傳，或利用拍照上傳的方式通報設施狀況予管理單位，使管理機關能定期追蹤設施運作成果，或隨機進行抽檢與查核。

## 四、結論與建議

### (一)結論

本計畫已根據各工作項目之方法、流程及預定工作進度，提出設施種類之適用性探討結果、提出水庫集水區內山坡地農業非點源污染控制之權責單位與分工情形、完成低衝擊開發設施之實際設置案例蒐集，並透過低衝擊開發設施之實際設置案例蒐集及利益關係人之訪談作業，提出應用於水土保持處理與維護之適用性探討結果。最後透過以上成果提出低衝擊開發納入水土保持處理與維護之機制建議，期能作為後續推動低衝擊開發設施於山坡地農地非點源污染削減之參考，達成土砂減量入庫及改善水源水質等兩大目標。

### (二)建議

基於本計畫之可行性研究結果，建議相關單位後續能持續在法規面、推動面與維護面，進行權責分工與法源依據之調整，以利於推動山坡地農地之非點源污染削減、提升水庫水體之水質。

在權責機關的部分，由於民國 107 年 5 月 3 日正式通過「政府組織改造案」，後續應將最新政府組織調整情形納入法源依據與相關部會權責之探討，以因應最

新之部會分工情形，提出後續集水區山坡地農業非點源污染削減相關作為之權責分工。

此外在推動面上，民國 107 年 5 月 30 日通過的有機農業促進法，目的在於維護水土資源、生態環境、生物多樣性、動物福祉與消費者權益，促進農業友善環境及資源永續利用。與低衝擊開發工法藉由小規模而分散式的方式減少土砂、淨化水質、對環境友善之精神相符。後續可以此法的架構下，持續探討在推動面上低衝擊開發設施應用於有機農業認證的可行性。

#### 五、參考文獻

山坡地保育利用條例（民 105 年 11 月 30 日）。

水土保持法（民 105 年 11 月 30 日）。

水污染防治法（民 105 年 12 月 7 日）。

有機農業促進法（民 107 年 5 月 30 日）。

行政院農委會水土保持局，2017，水土保持手冊。

經濟部水利署北區水資源局，2016，“石門水庫集水區設置 LID 設施可行性分析”。

經濟部水利署臺北水源特定區管理局，2014，“鱸魚堀溪茶園非點源污染削減現地處理調查規劃”。

## 7. 透過網路數位行銷來提升水土保持戶外教室參訪率研究

國立嘉義大學 周良勳 副教授

### 一、前言

水土保持戶外教室乃以提供學習參訪為目所設置的教學場域，因此可視為是一個結合了教學的遊憩地點，然而一般民眾對水土保持戶外教室認知較為不足，且發展戶外教室環境教育的遊樂區之成效有限及宣導的通路不夠健全，因此本計畫目標將藉由網路數位行銷工具的使用導入參訪者，進而提升水土保持戶外教室之參訪率。

關鍵詞：水土保持戶外教室、數位行銷

### 二、研究方法

本研究之主要內容是透過使用數位頻道行銷或是服務，來觸及潛在參訪者來參訪，進而提升水土保持戶外教室之參訪率。數位行銷是指針對電子裝置相關的使用者與受惠者來操作的行銷模式。研究內容包含藉由規劃明確的價值主張(VP)來滿足參訪者，並透過數位行銷工具來搭建通路來吸引潛在參訪者，在「拉式行銷」建構易於閱讀的視覺化響應式設計(手機、平板電腦&個人桌上型電腦通用的跨裝置體驗)網站平臺，透過科技工具提升吸引點，如網站內容之易讀性、互動性及豐富性，並以 google 地圖軟體導航指引等互動性功能，滿足現有&潛在參訪者都可以找到參訪者想要的資訊；在「推式行銷」中以提供潛在參訪者下載 LINE 貼圖再加上 LINE@生活圈的”群發訊息”功能，大量觸及現有&潛在參訪者，並透過數位媒體工具分析客層廣告投放點的最佳區塊及時段。研究中藉由顧客評論、數位工具等功能提升能見度來導入潛在參訪者，達到提升一般民眾對水土保持觀念之認識，並增進一般民眾對環境生態及景觀之瞭解並達到環境教育之功效，進而提升水土保持戶外教室參訪率與服務品質。最後問卷分析成果可作為未來水土保持戶外教室數位導覽、或未來虛擬實境導覽之設計參考。未來可結合宣導活動、環境教育活動、營隊活動之辦理進行資源教育協同整合。並依研究成果對未來水土保持戶外教室軟硬體進行亮點規劃建議，並可作為未來設計水土保持戶外教室網站之參考。

### 三、研究成果與討論

#### 一、研究區域基本資料分析與策略

##### (一)苗栗大湖四份水土保持戶外教室：

當地行銷活動可以結合苗栗台三線相關週邊產業及現有環境特色的資源數位行銷。未來策略可針對學校環境教育、親子旅遊、員工旅遊、社團等族群，在網路中針對這些族群投放數位廣告。

##### (二)雲林古坑華山土石流教學園區：

結合其他水土保持宣導活動與相關業者策略聯盟一起行銷，透結合網站、社群媒體、宣導做說明。

未來策略可針對學校環境教育、親子旅遊、休閒旅遊等族群，進行數位通路之宣傳。

##### (三)臺南市玉井區沙田水土保持戶外教室：

與鄰近社區社團結合小旅行、活動宣導，透過結合網站、社群媒體、網路評價、宣導說明當地特

色活動及參訪時間。

二、問卷設計與分析

本計畫對參訪者及潛在參訪者進行線上問卷，對其問卷回饋及使用需求進行分析研究。本次目標問卷數為 300 份，實際回收問卷為 419 份，有效回收問卷數為 415 份。茲將問卷內容及分析圖表簡要說明如下：

<p>(一) 問卷受訪者大多數認為臉書 (Facebook) 廣告能增加水土保持戶外教室資訊了解。</p>	<p>(二) 問卷受訪者認為口碑 (或網路評價) 是影響參訪水土保持戶外教室的重要參考依據。</p>	<p>(三) 問卷受訪者認為「水土保持戶外教室」在網路搜尋引擎的排名會影響瞭解的意願。</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>電影類 21%</li> <li>戲劇類 7%</li> <li>音樂類 21.2%</li> <li>美食類 15.4%</li> <li>休閒旅遊 17.6%</li> <li>影視 17.6%</li> <li>電視節目 17.6%</li> <li>心理勵智 17.6%</li> <li>動漫 17.6%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>內容優質 32.8%</li> <li>網站設計風格吸引現有及潛在的顧客 14.3%</li> <li>網站是否有互動性 11.6%</li> <li>容易閱讀 (如響應式排版或電子檔) 11.6%</li> <li>網站與其他數位媒體的連結 (如...設置Facebook與Google+按鈕) 11.6%</li> <li>持續更新有用的資訊 11.6%</li> <li>帳號快速註冊與使用 11.6%</li> <li>每日傳志群之後再延伸 11.6%</li> <li>以上皆無 11.6%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>親子旅遊 24.3%</li> <li>新知學習 17.6%</li> <li>防災安全 17.6%</li> <li>休閒活動 17.6%</li> <li>環境教育 17.6%</li> <li>旅遊踏青 17.6%</li> <li>健康促進 17.6%</li> <li>不清楚 17.6%</li> <li>都無意 17.6%</li> </ul>
<p>(四) 問卷受訪者最愛觀看的線上影音類型音樂類、休閒旅遊、戲劇類，未來可依照其設計行銷短片之內容。</p>	<p>(五) 多數問卷受訪者認為一個網站最需要具備的要件有內容需容易閱讀、網站設計風格吸引現有及潛在的顧客等...。</p>	<p>(六) 問卷受訪者認為水土保持戶外教室最有可能吸引前往的原因前三項依序為環境教育、親子旅遊、旅遊踏青等...。</p>
<p>(一) 商業模式圖產出 I</p>	<p>(二) 商業模式圖產出 II</p>	
<p>系列一：土保持精靈守衛隊</p>	<p>系列二：滴滴嗒嗒</p>	<p>系列三：防災小番薯</p>

四、完成數位行銷廣告設計、LINE@生活圈建立及維護、水土保持戶外教室響應式網站規劃五、水土保持 Line 貼圖設計：本研究開發三組貼圖應用在不同的客戶群

#### 四、結論：

本研究可提升一般民眾對水土保持觀念之認識及推動數位行銷管道建構健全，達到環境教育之效益。依研究成果對未來水土保持戶外教室軟硬體進行亮點及功能上之規劃建議，探求可以採取何種網路數位行銷的策略或方式，以提升水土保持戶外教室的參訪率，並可作為未來設計水土保持戶外教室網站之參考。

## 8. 因應氣候變遷下野溪多樣化環境設計指標之開發

社團法人臺灣省水土保持技師公會 蔡明波技師

### 一、前言

氣候變遷使溪流生態系統處於顯著壓力下，洪水和乾旱事件的發生頻率與嚴重程度持續增加，溪流中高水流量更高和低水流量更低之現象更將進一步惡化。而氣候變遷對於台灣野溪環境的影響，主要有溪流流量在溼季(夏季)提高，乾季(冬春季)減少；發生極端氣候事件機率提高，將會提高複合災害的風險；以及在降水量少時，溪流流速較為緩慢，削弱溪流自淨能力。

近年來，許多研究、手冊與案例顯示溪流復育為營造多樣化溪流環境、有效減輕氣候變遷影響的執行模式，而各國皆已開始進行相關執行手冊編撰，例如歐洲溪流復育技術手冊、美國國家工程師手冊(2007)，可見溪流復育模式為因應氣候變遷下野溪環境多樣化設計之有效模式，同時國際上皆已有相關參考手冊。

本計畫期能以分析國內設計規範，以及蒐集國外有關溪流復育之案例，進行資料彙集、篩選、統計與建立具有多樣化環境設計內涵之國內野溪設計指標模式，作為適合台灣之野溪設計工作者執行上之參考，期能使野溪環境之復育工作，能符合現階段氣候變遷之趨勢，同時接軌全球溪流復育之技術發展方向。

### 二、研究方法

本計畫之設計指標開發，乃遵循溪流復育的執行模式，首先參考前人研究、國內野溪設計規範，探討國內野溪設計原則，同時蒐集美國、日本、歐洲溪流復育 100 件案例，採用明細表法，建立具有溪流復育設計內涵之國內野溪設計指標之模式，包含四個設計原則與十二項設計指標，如表 1 所示。再者，藉由權重分析、序位分析，評估全球設計指標差異性、以及設計指標權重排序，提出野溪設計評估指標組合。

表 1、野溪設計指標模式

項次	野溪設計原則	野溪設計指標
1	材料來源合理性	採用自然資材設計
		採用人工資材設計
		自然資材及人工資材綜合設計
2	水理條件相容性	高水量設計
		低水量設計
		高低水量綜合設計
3	生態機能回復性	依據現況設計

4	地形條件適合性	依據蒐集資料設計
		依據調查資料設計
		擴大斷面設計
		原始斷面設計
		複合型斷面設計

### 三、研究成果與討論

#### (一) 全球案例設計指標之探討

藉由 100 件案例進行野溪設計原則以及 12 項野溪設計指標之分類，經由權重分析，針對不同設計原則指標差異性以及設計原則指標差異性分別說明。材料來源合理性方面，材料來源盡量朝向多樣化設計，在可行性與成效上應該優於單一材料之設計；水理條件相容性方面，多水位之計算，相對之下較為符合多樣化環境設計之需求；生態機能回復性比較上，各指標之間差異不大；地形條件適合性探討方面，各項指標差異性不大，多樣化複式斷面比例上較多。

#### (二) 野溪設計指標排序之探討

將野溪設計指標進行排序分析，設計指標權重可分為三個群組，自然及人工資材綜合設計、高低水量綜合設計兩項指標顯著性較為明顯；生態機能回復性及地形條件適合性原則下六項指標，可以列為第二項群組，這個群組指標，通常需要因地制宜考量，各指標間差異性不明顯；第三項群組則為單一高水量水設計、低水量設計與全自然與全人工資材設計指標，較不符合溪流復育設計指標，本計畫稱為落後指標群組，這樣設計指標較無法與全球溪流復育案例發展趨勢接軌。

本計畫為評估野溪設計指標是否與全球案例接軌，相對於落後指標，定義領先指標(Leading indicator)更有助於設計者自我評估是否符合全球化溪流復育設計之趨勢。

#### (三) 日本案例設計指標之探討

日本與台灣同為東亞地區，日本亦為台灣之鄰國，地理位置相近，探討日本案例之設計指標，將有助於台灣在野溪設計執行工作因地制宜上之參考。由日本案例分析，材料來源多樣化設計，與全球案例呈現之趨勢一致；水理條件相容性方面，高水與低水量綜合設計指標，綜合設計部分，依然佔有較高比例。

#### (四) 野溪設計指標群組之開發

本計畫提出野溪設計評估指標組合，可分為領先指標、一般性指標及落後指標等三個指標群組。其中，領先指標群組，可協助設計者快速檢視設計內容是否與現階段多樣化溪流復育設計趨勢相符之程度；一般性指標群組，設計者則需要搭配領先指標因地制宜進行設計；落後指標群組，設計者較無

法與全球溪流復育案例發展趨勢接軌。野溪設計群組與指標一覽表詳表 2 所示。

表 2、野溪設計群組與指標一覽表

項次	指標群組名稱	野溪設計指標
1	領先指標群組	採用自然及人工資材綜合設計 採用高低水量綜合設計 依據生態現況設計 依據蒐集生態資料設計
2	一般指標群組	依據調查生態資料設計 採用原始斷面設計 採用擴大斷面設計 採用複合型斷面設計 採用單一高水量設計
3	落後指標群組	採用單一低水量設計 採用全自然資材設計 採用全人工資材設計

#### 四、結論

本計畫之野溪設計指標開發，探討四個設計原則與十二項設計指標，開發具有溪流復育設計內涵之國內野溪設計指標之組合，包含領先指標、一般性指標及落後指標等三個指標群組。

領先指標群組包含資材綜合設計與高低水量綜合設計等兩項指標；一般性指標群組包含六項指標，分別為依據生態現況設計、複合型斷面設計、原始斷面設計、依據蒐集生態資料設計、依據調查生態資料設計、擴大斷面設計等指標；落後指標群組，則包含單一高水量水設計、低水量設計與全自然與全人工資材設計等四項指標。

本計畫探討之設計原則、設計指標、設計指標群組，可作為適合台灣之野溪設計者執行上之參考，期能使野溪設計工作符合現階段氣候變遷之趨勢，同時接軌全球之溪流復育設計發展方向。

## 9. 農村永續發展之生活面向關鍵因素與關聯性研究

長榮大學 劉春初 教授

### 一、前言

隨著科技、工業的發達與社會、經濟的進步，農業在臺灣持續進步的過程中所扮演的角色逐漸式微；在全球化的浪潮席捲全球後，讓原本就面臨瓶頸的臺灣農業遭遇更大的威脅。不但農業產值開始下滑外，農村人口亦持續外移，這些現象都讓臺灣農村所具有的獨特生活與文化特色逐漸喪失，並且都市的快速發展形成強烈的對比。在此態勢下臺灣眾多農村紛紛朝向觀光旅遊的方向轉型，是以農村發展與休閒農場相關議題的研究便隨之蓬勃的發展，除了對於休閒農場的經營績效評估的探討外，更有發展策略、指標以及實際對於臺灣各地區休閒農場永續性之評估等議題的研究，此亦顯示出臺灣農村發展已同時受到產、官、學等各界的關注。

進一步自相關研究的主題與脈絡觀之，由於近年來農村發展的熱門議題主要為休閒農場的經營管理，是以相關研究仍集中在農村發展光觀旅遊的經濟效益與農村發展之環境保護議題，雖然已有研究自生產、生活以及生態等永續發展觀點探討農村的發展但仍屬於少數。再者，農村永續發展相關因素進行回顧可知，對於影響農村永續發展相關因素之議題與研究仍屬發展中階段，是以即便自永續發展之經濟、社會以及環境與生產、生活以及生態等因素提出以來，相關研究雖然仍以其因素作為研究之概念基礎，但由於研究者之視角與觀點不同，所提出之農村永續發展因素亦有所差異，是以至今對農村永續發展的因素仍無統一的論調與因素架構。最後，少數研究在農村發展在建構評估系統與指標後，尚缺乏對於因素與指標之間的關聯性的探討，是以對於農村發展的動態策略便難有更具體的建議。

### 二、研究方法

本研究主要採用文獻資料分析法、德爾菲法以及 DEMATEL 等研究方法進行農村永續發展關鍵因素與關聯性之研究。

#### (一)文獻資料分析法(Documentary Analysis)

文獻資料分析法乃對具有歷史價值的文獻資料，作系統化而客觀的界定、評鑑、綜整證明，以確定過去事件之確實性與結論的研究方法，其最主要的目的為瞭解過去、洞察現在以及預測未來等(Bowen, 2009；葉至誠、葉立誠，2011)。對於研究而言，文獻資料分析法則具有追溯研究議題的發展與改變、提供研究背景資料、檢驗研究發現、增進研究效度、樽節經費以及提升研究自主性等功能，並且藉以超越研究者個人調查研究的侷限性。

#### (二)德爾菲法(Delphi method)

德爾菲法是一種群體決策專家預測法，主要的目的在於在資料不足或情況未知下，請專家提供其專業知能、經驗及意見，藉以得到專家獨立判斷之品質與凝聚

其對特定議題的共識，尋求一致性意見，其對於分析複雜問題、評估現狀、提昇政策品質和業務轉型的診斷等方面，都可說是一種相當有效工具。德爾菲法始於 1950 年代初期，美國藍德公司(Rand corporation)首先發展出德菲技術(Delphi technique)，當時藍德公司在美國軍方的贊助下從事國防研究，並且將其命名為德爾菲計畫(Project Delphi)。此項計畫是使用一連串廣泛密集問卷，並輔以控制回饋(Feedback)資訊，期望透過彙集專家意見，瞭解蘇聯戰略設計者的觀點，衡量癱瘓美國軍需工業的最佳攻擊目標群，並估計所需的原子彈數目，以降低軍需品的數量，擬定因應蘇俄的戰略計劃。

### (三)決策實驗室分析法(DEMATEL)

決策實驗室分析法(DEMATEL)亦可稱為決策試驗與實驗評估法，其為日內瓦研究中心 Battelle 紀念協會(Battelle Memorial Institute Geneva)1972 年至 1976 年期間為執行科學與人類事務計畫(Science and Human Affairs Program)所發展出來的方法，用以研究與瞭解如種族、飢餓、環保以及能源等複雜與困難的問題，並且以層級結構與因果關聯解析問題，進而建立類似結構方程模式的網絡關係圖，藉以思考因應的方案(Fontela & Gabus, 1976；林靜雯、吳志宏，2010；張紹勳，2012)。

## 三、研究成果與討論

本研究透過文獻資料分析法與德爾菲法等研究方法歸納與分析農村永續發展關鍵因素與關聯性，透過 2 次德爾菲法本研究確立生活條件、基礎建設、公共參與、政府相關部門、教育資源、產業活化、工作環境、鄉土文化以及健康與福利等 9 項因素。進一步以 DEMATEL 分析後，本研究發現在因群的部份，共有生活條件、基礎建設、公共參與、政府相關部門以及教育資源等 5 項因素。根據 5 項因素於原因度的排序以及平均值 0.921 作為因素之間關聯程度的標準，因群各項因素對於其它因素之影響分述如下：

- (一)政府相關部門為因群中原因度最高的關鍵因素，並且對基礎建設、生活條件、產業活化、公共參與、工作環境、教育資源、健康與福利以及鄉土文化等 8 項因素皆有影響。
  - (二)公共參與則對產業活化、工作環境、生活條件、基礎建設、政府相關部門以及健康與福利等 6 項因素有影響。
  - (三)基礎建設則對產業活化、工作環境、生活條件、公共參與、政府相關部門、教育資源以及健康與福利等 7 項因素有影響。
  - (四)教育資源則對產業活化、工作環境、生活條件、基礎建設以及政府相關部門等 5 項因素有影響。
  - (五)生活條件則對產業活化、工作環境、基礎建設、公共參與、政府相關部門、教育資源以及健康與福利等 7 項因素有影響。
- 在果群的部份，則有健康與福利、鄉土文化、工作環境以及產業活化等 4 項因

素，而果群各項因素對於其它因素之影響分述如下：

(一)健康與福利為果群中原因度最高的關鍵因素，並且對產業活化、生活條件以及基礎建設等 3 項因素皆有影響。

(二)鄉土文化則在與其它 8 項因素之關聯值未滿 0.921 之平均值的情形下，其對其它 8 項因素並不會有影響。

(三)工作環境則對產業活化、生活條件、公共參與以及基礎建設等 3 項因素有影響。

(四)產業活化則對工作環境、生活條件、基礎建設以及基礎建設等 3 項因素有影響。

#### 四、結論

根據因群之生活條件、基礎建設、公共參與、政府相關部門以及教育資源等 5 項因素對於其它因素之關係可知，當前對於農村永續發展生活面向而言，政府相關部門與農村的參與及合作仍是農村永續發展最為重要的關鍵因素。從基礎建設與生活條件對於多項因素皆有影響的結果亦可知，今後農村的永續發展，除農業發展相關部門外，需要更多政府相關單位能參與一同精進農村發展的基礎，除能共同持續提升農村的建設與生活條件基礎外，更能同時帶動教育層面之人力與物力資源對農村永續發展投入更廣泛的研究與規劃。果群的部份，對於農村工作環境的改善與產業的活化一直是當前產官學各界促進農村發展的主要目標，而對於農村地區的健康與福利層面亦是相關單位可以進一步持續關注的重點，並且持續為農村發展規劃更多福祉與保障。然而，鄉土文化雖然在本研究中與其它因素的關聯性並不高，但並不表示其不具重要性，農村與社區的文化為居民的根本，其對於農村發展的經驗傳承、居民凝聚與參與等層面有非常重要的影響。

## 10. 溪流防砂設施美學設計原則

國立中興大學 陳樹群 特聘教授

### 一、前言

防砂壩、固床工及護岸等河川與野溪中常見之防砂設施，其設置往往對於五感感官甚至視覺景觀與自然生態環境造成一定程度的影響，而現今構造物與周邊環境的結合性也日見被重視，除了保有防砂設施原有的機能外，如何降低對於溪流環境景觀之視覺衝擊，以及增加對於生態環境的重視，是一個對於擁有工程及設計中很值得去探討的議題。對臺灣而言，這方面的探討較為鮮少，本研究期以防砂美學之概念，針對不同處之防砂設施，進行視覺美感評估，期盼能對溪流防砂設施美學設計的提升有所幫助，除了能讓防砂設施達到本有之機能，也能讓環境景觀更為和諧，更為生態環境營造更多棲息空間，以達到現在國際對於砂防美之重視，提升對於多元領域的結合。

### 二、研究方法

本計畫首先選取水土保持局得獎案例，評估各案例的視覺景觀設計元素，利用歷年及現況照片來模擬景觀設計元素的變化。將模擬影像進行問卷，問卷對象為一般大眾及專家學者，最後分析各類型影像之視覺偏好度，利用綠視率與六種認知因子，分析視覺偏好度與感知因子之關係。

#### (一) 視覺偏好

視覺偏好為景觀評估中經常使用的總體性評估指標，探討對於景觀環境使用者對視覺環境的喜好感受(Shafer and Tooby,1973；Bell, 1996)。本計畫採用心理模式之大眾偏好評估法進行評估，可透過視覺刺激直接反映受測者的心理偏好。Nasar (1983)利用多樣性、封閉性、神秘性等景觀認知因子來評估住宅景觀，而對於心理學上之偏好因子有許多，如自然性、和諧性、封閉性、生動性、神秘性、連續性、變化性、一致性等，隨著不同研究評估之因素選擇不同之偏好因子，而本計畫選用自然性、生動性、和諧性、神秘性及連續性為認知因子(Kaplan and Herbert,1987；Kaplan and Kaplan,1989；曹正,2007;陳晉琪、姜正國，2015)。

#### (二) 問卷設計

問卷的對象以兩種分類，一種以一般大眾為主，另一種為專家問卷，其中專家問卷定義在從事相關設計、水保、土木、水利、生態、建築、營建、景觀 科系或工作兩年以上為主要之對象。就整體性來說，不同背景群體，對景觀評估無顯著差異性(Brown and Daniel,1986；Yang and Kung,1994)。問卷內容分五種類型：(1)河流生態工程之植生變化(2)防砂設施材質變化(3)河流空拍影像植生變化(4)防砂設施色彩變化(5)河岸植栽配置變化，回答其對各別影像的喜歡程度及每一影像中各認知因子的感受程度。而偏好度之評估採用李克特尺度(Likert scale)五點式量表，即每張影像分別有「非常高」、「高」、「中」、「低」及「非常低」五種量表，讓受測者評估其對各影像之喜歡程度及對各認知因子的感受程度，最後以 5 分至 1 分作統計。

表 1、問卷表格示意

偏好度	非常高	高	中	低	非常低
生動性					
和諧性					
連續性					
自然性					
封閉性					
神秘性					

### 三、研究結果與討論

進行河流工程設計時，當河岸兩旁搭配自然植生（綠視率大於 40%時）且保有水道時，生動性與自然性為最高，且視覺偏好度亦為最高；以防砂設施材質設計上，以偏自然的偏好度越高，以砌石與構造物上生長植生的生動性與自然性最高；對於防砂設施色彩方面可知，對於一般大眾認為鋼管壩為紅色的生動性較高，以專家覺者則認為鋼管壩為綠色的和諧性、自然性較高；而當河岸搭配置複層植栽（喬木、草本及多叢灌木）設計時，其生動性、和諧性與自然性會提升，且偏好度會較高。

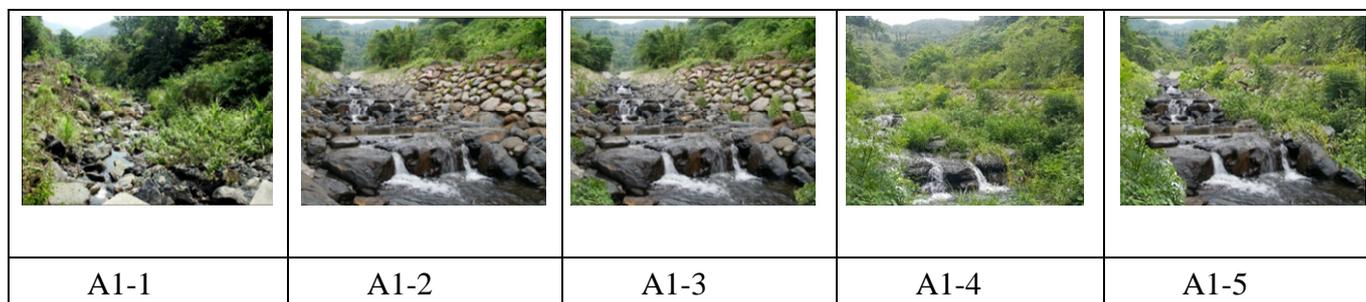


圖 1、溪流工程改善規劃後之河道植生河岸與河床變化

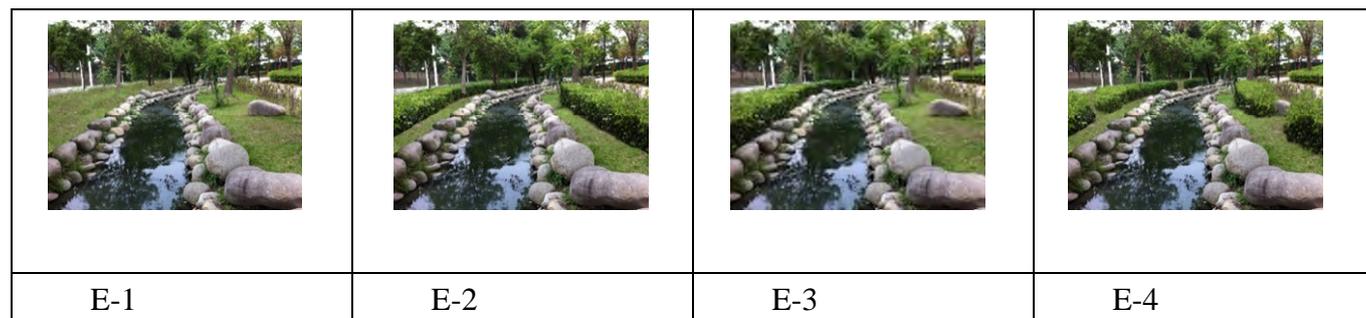


圖 2、河岸植栽配置變化圖

### 四、結論

在河流工程之植生變遷，綠視率的增加會提高生動性、自然性與連續性，並提高視覺偏好度。過多綠量（綠視率超過 40%）亦會使偏好度下降。另外，當河道做適當的管理維護，適當移除植生，保持水道，會提高生動與連續性，並提高視覺偏好度。河道兩旁（喬木與草本植物為背景下）搭配多叢灌木設計時，其生動性、和諧性與自然性會提升，並提高視覺偏好度。換言之，河岸搭配置較自然的複層植栽（喬木、草本及多叢灌木）設計時，對視覺美質的提升會有幫助。

本計畫建議後續可以針對植生配置、調整不同綠視率以及水量等因子，再做更詳細之分析與探討，對於感知因子可以探討彼此之間之關係，對於評估上可以更增加對於美學與工程結合。

## 11. 重大土砂災害集水區工程擴增實境管理

國立高雄科技大學 盧之偉 教授

### 一、前言

BIM 概念主要是期望將建築工程中圖形與非圖形資訊整合於資料模型中，因 BIM 資訊模型橫跨建築、土木及水利機電等工程，包含 3D 幾何模型、規範、性質、材料及尺寸位置、數量、以及可結合地理拓撲資訊及周遭環境狀況。因此本計畫利用 BIM 技術應用在水保工程的計畫專案上，以發揮其上述之優勢，接著採用擴增實境的技術，將 3D 的工程影像與現地狀態相互結合，在成果呈現尚有一個良好的平台可供使用者討論。

擴增實境 (AR)，是利用一種實地即時計算攝影機影像的位置及角度，並加上相對映的圖像技術，這種技術的目標是在螢幕上將虛擬世界套用在現實世界並進行互動，而隨著隨身電子產品運算能力提升，預期擴增實境的用途將會越來越廣；本計畫則是擬定這 AR 使用技術上述 BIM 的水保工程模型數位化成果視覺化，使得使用者能更親切的與實體環境與數位介面互動。

### 二、研究方法

#### 集水區實境場景資料庫建置

本計畫選定屏東縣來義鄉之來社溪集水區，近年來每逢豪大雨，土砂下移淤積導致溪床壅高，危及義林部落、來義部落及交通設施。為達到坡地保育與土砂災害管理等目標，本計畫蒐集歷年航照及 UAV 空拍影像，製成集水區實境場景(包含數值高程模型及正射影像)，以 OBJ、FBX 等通用格式，匯入到 3D 模型資料庫中。無 UAV 空拍影像處，則由本計畫自行拍攝建置。透過來社溪集水區實境場景之建置，可供擬定保育治理計畫參考，作為爾後整治之參考依據。

#### 3D 之工程模型資料庫建置

以來社溪集水區為範圍，將上述集水區內已完成或正在設計之 2D 水保工程設計圖，利用 BIM 建模軟體，轉為 3 度空間之工程模型，並可匯入到 3D 模型資料庫中。

#### 工程擴增實境管理系統建置

工程擴增實境管理系統包含 3D 模型 Web 管理介面、工程擴增實境 APP 開發 3D 模型資料庫規劃建置，如圖 1：

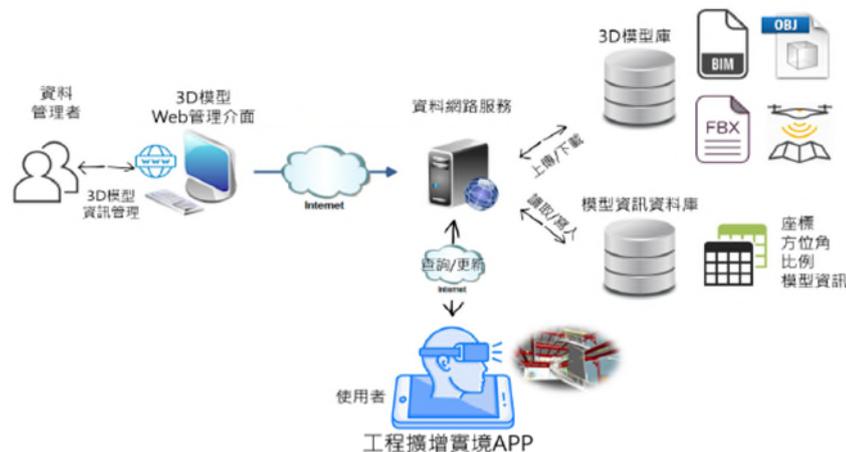


圖 1、工程擴增實境管理系統架構

### 三、研究成果與討論

### 3D 模型 Web 管理介面

3D 模型 Web 管理介面可讓使用者透過管理介面，進行 3D 工程模型及集水區實境場景之上架、刪除、3D 展示、下載、權限控管等管理功能。

模型清單										
項次	緯度	經度	方位角(0-360度)	縮放比	X軸轉向	Y軸轉向	Z軸轉向	下載模型	管理模型	
1	23.33896	121.31634	0	1	0	0	0	切口式橋樑工	[編輯]	[刪除]
2	23.5	120.0	0	1	0	0	0	淤塞-卵石溝渠	[編輯]	[刪除]
3	23.5	120.5	0	1	180	0	0	淤塞-排洪工	[編輯]	[刪除]
4	23.5	120.0	0	1	0	0	0	淤塞-護土圍-護坡牆	[編輯]	[刪除]

圖 2、3D 模型管理視窗

### 工程擴增實境 APP

工程擴增實境 APP 主要提供使用者進行工程與地形模型之展示與調整使用。功能選單中包括”虛擬放樣”、”模型修飾”、”模型展演”及”地形展演”四部分。

虛擬放樣：主要能將設計的模型，以實際之大小置於現地，而達到虛擬放樣的效果。

模型修飾：當虛擬放樣時，模型與現地位置不一致，則可透過”模型修飾”功能進行調整。

模型展演：模型展演功能無須至工程現場即可進行模型展示，使用者可透過手勢進行 3D 工程模型之放大、縮小、平移等功能，使用者亦可透過模型方向控制箭頭移動模型。

地形展演：地形展演能無須至工程現場即可進行，使用者可透過手勢進行 3D 地形模型之放大、縮小、平移等功能，亦可疊合工程模型進行整合展現。



圖 3、虛擬放樣現況

### 四、結論

本研究採用 Revit 軟體來建置基本 3D 模型，將蒐集到的設計圖面轉換成 3D 立體數位資料，在本計畫涉及到的概念包含環境影響評估、設計界面整合、變更設計、計劃溝通和工程進度監控檢視。在擴增實際技術採用 UNITY 遊戲引擎開發可

跨平台之工程擴增實境 APP。介面設計採可即時調整設計，使用者於介面上可直接調整模型之位置、尺寸及旋轉等，以增加使用者間之討論與互動。而工程擴增實境 APP 主要分為兩部分，其一為室內虛擬實境展示，另一為現場擴增實境展示。本計劃將上述技術導入至來義溪的數值地形架構中，經數值地形分析後可知來義溪近 8 年有最大 13M 的土砂遷移，其影響是水保單位需密切觀察的。再搭配本計劃擴增實境管理系統後，如能持續維護更新，將可更有效掌握來義溪土砂變化與水保工程效益評估等相關問題。

## 12. 智慧式合理估算坡面崩塌量體及其運移行為

財團法人成大研究發展基金會 戴義欽 副教授

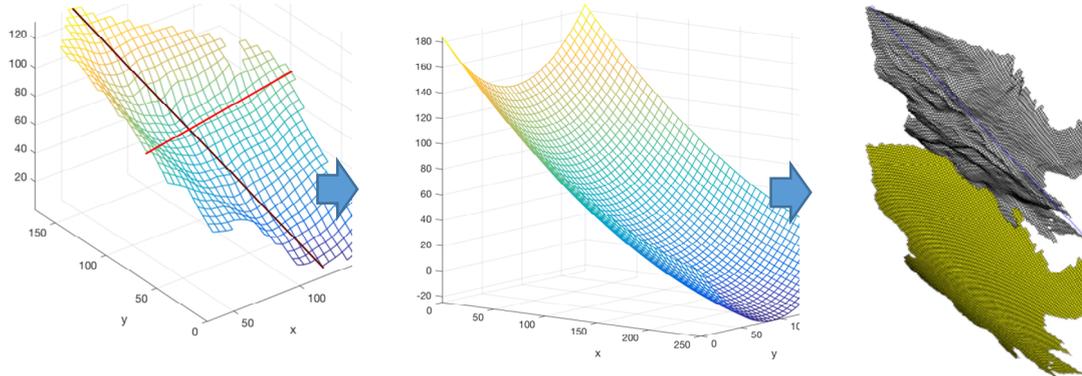
### 一、前言

崩塌產生的土砂量體對於事件的致災性以及災害的規模是關鍵性的因子，且對於集水區的變遷情形也具深遠影響。然而崩塌之發生與坡地之地形坡向、地質、水文條件息息相關，造成崩塌土砂量體的估算具高度的不確定性，且不容易在短時間進行估算。在善用已判釋完成之可能崩塌範圍資料並整合監測資料與警戒門檻之餘，掌握坡面崩塌土砂量體及其後續的運移行為是在防災與減災工作上扮演關鍵且不可或缺的腳色。因此，「如何以有限的現地資訊快速初步評估崩塌破壞曲面以及可能產生之土砂量體以得以評估其後續的運移行為」是本計畫的核心工作。

### 二、研究方法

建構理想破壞曲面：

透過在空間中描述三維曲面的技術，提出一理想破壞曲面的構想，其所估算出的崩塌量體應該具備一定的代表性。方法步驟如圖一所示。



圖一 左：確認軸向與側向軸；中：計算理想破壞曲面；右：與 DEM 之實際破壞曲面(上)相比較

理想破壞曲面對於後續土砂運移的影響：

將所估算之理想破壞曲面與本研究團隊所發展之山崩土石流數值模式整合，用來評估採用理想化曲面取代已發生崩塌破壞之曲面所造成後續土砂的運移行為。

崩塌破壞曲面的幾何特性：

在選定的三個不同流域 16 個崩塌案例進行理想曲面的估算，分析探討理想曲面的幾何特性參數以及真實破壞曲面，探討參數之間的關聯性。

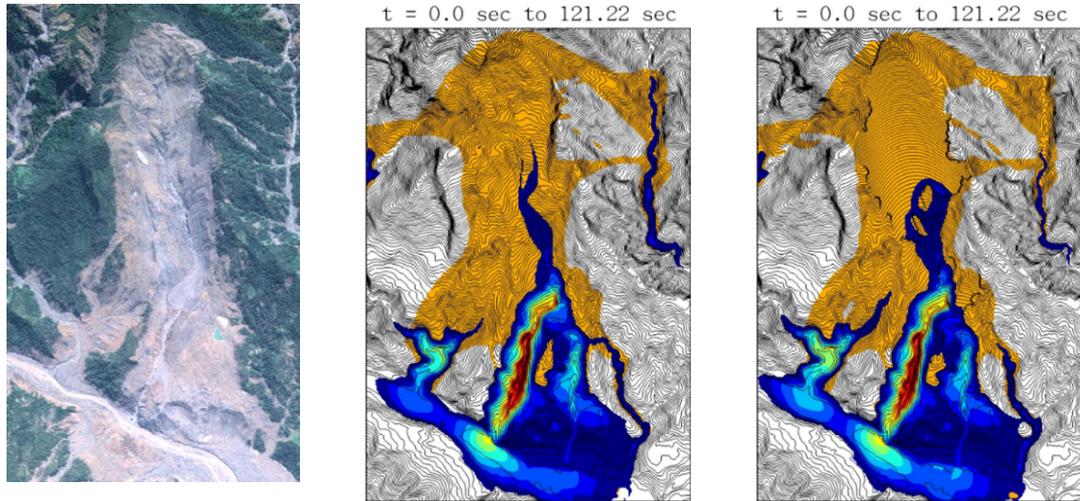
### 三、研究成果與討論

建構理想破壞曲面：

本案完成在”土石流潛勢溪流區高市 DF081 萬山部落”、”土石流潛勢溪流嘉縣 DF054 龍蛟溪”以及”小林村大規模崩塌事件”等三個區域中所選定 16 個崩塌區塊的理想破壞曲面估算，除了形狀破碎淺薄的崩塌區塊會有較大的誤差(50~60%)，所得到的崩塌體積誤差均可小於 20%。

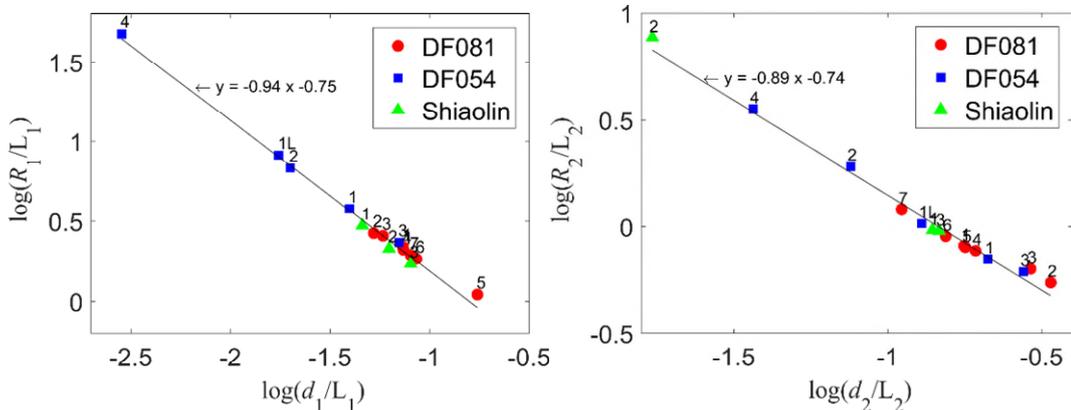
理想破壞曲面對於後續土砂運移的影響：

將所估算之理想破壞曲面與本研究團隊所發展之山崩土石流數值模式整合，用來評估採用理想化曲面取代已發生崩塌破壞之曲面所造成後續土砂的運移行為，其結果與使用原災後 DEM 之破壞曲面的結果差異不大(參考圖二小林村案例)。



圖二 左：小林村災後影像；中：使用 DEM 之實際破壞曲面模擬結果；右：使用理想破壞曲面模擬結果

崩塌破壞曲面的幾何特性：



圖三 理想破壞曲面之長寬深的間的特殊關連性：軸向方向(左)；側向軸方向(右)

#### 四、結論

本計畫提出一簡易迅速初步評估崩塌破壞曲面的方法，在崩塌範圍圈畫完成的前提下並給定一特定深度後便可估算出一理想破壞曲面。將所估算之理想破壞曲面與本研究團隊所發展之山崩土石流數值模式整合，用來評估採用理想化曲面取代已發生崩塌破壞之曲面所造成後續土砂的運移行為。雖然理想化曲面相較於實際的崩塌曲面平滑，但結果顯示在小規模的崩塌(DF081、DF054 區域)，或是大尺度(小林村)的崩塌案例中，在流體深度、土石濃度分布或是速度場的分布差異不大，兩者土砂流動的範圍也相當。此成果顯示利用本案所提出計算理想破壞曲面之方法，對於評估崩塌後土砂的運移行為具備一定的參考價值。在選定的三個不同流域 16 個崩塌案例進行理想曲面的估算。雖然這些崩塌案例涵蓋數個不同的地質條件(地質、岩性 等)，於眾多數據中依舊可發現一些關聯規律性。例如  $R/L$ 、 $d/L$  的值在軸向與側向方面均呈現一對數關係的關聯，顯示本案估算所得的理想破壞曲面其幾何特性有其一致的關聯性。未來若能夠針對此關聯性進行更多案例的驗證探討，確保該關聯性的可用性與可靠度，將可大幅簡化計算破壞曲面或是估算崩塌量體的流程。若是搭配電腦模擬模式來探討不同情境的崩塌發生後的土砂運移行為，將可以用來分析評估可能發生的災害狀況，精進現有災害管理與預警技術。

### 13. 透水式固床工之工法研發與水理特性研究(三)

國立屏東科技大學 吳嘉俊 教授

#### 一、前言

過去針對野溪整治的訴求，多以保全對象的安全為優先考量，近年來由於自然生態及環境保育觀念受到重視，因此，如何精進野溪整治所加設之橫向構造物的設計，以符合安全、保全以及自然生態環境永續的要求，已成為現階段治山防災的重點。本計畫的目的，在於瞭解透水式固床工於不同通透率情況下對於溪床水流水理現象的改變，以及評估透水式固床工可行性，進而研發較適宜的透水式固床工構造。

#### 二、研究方法

本研究乃是利用國立屏東科技大學水土保持系陡坡水工實驗室的試驗渠槽進行 1:50 比例之縮尺模型實驗，透水式固床工乃改變自傳統式固床工不透水的結構。水工試驗的控制參數包含：流量、渠床坡降、床質平均粒徑、透水式固床工通透率等。

為瞭解透水式固床工通透結構體之通透度對於水流水理特性以及固床工趾部渠床淘刷的影響，自 105 年度起分別採用的固床工模型包含：(1).傳統式固床工、(2).通透率 7% 的 H 型鋼框內填塊石之透水式 A 型、(3).通透率 68% 的二排陣列式方型箱涵之透水式 B 型、106 (本)年度(4).通透度 32% 的 H 型鋼軌框內填置網籠結構之透水式 C 型、(5).通透度 50% 單排五孔管涵陣列、間填塊石的透水式 D 型，以及今年度(6).通透度 50% 的 H 型鋼框內繫兩串漁業用浮球串的透水式 E 型固床工。

試驗量測之淘刷參數分別為：(1).最大淘刷深度 ( $y_s$ )、(2).固床工趾部至最大淘刷深度間的水平距離 ( $\lambda_m$ )、(3).淘刷坑長度 ( $\lambda_s$ )；其中， $y_s$  為原始渠床砂面至淘刷最深點間的垂直高程差、 $\lambda_s$  為固床工趾部至淘刷坑結束的水平距離。除此之外，於試驗進行期間，利用電子式位移尺，搭配橫向位移計與數據擷取盒，量測各個固床工區間內數個斷面的水面與動床砂面高程，藉以計算各量測斷面的水深。為數化固床工趾部渠床的淘刷情形，本研究利用雷射高程掃描器搭配橫向位移計，以掃描渠床橫斷面的高程，做為固床工趾部渠床淘刷規模的分析。

#### 三、研究成果與討論

##### 水理特性：

傳統式固床工由於採用結構體頂緣高度齊平且實心不透水，導致水流通過時，會先被阻擋在固床工後方並形成迴水效應 (backwater effect)，使得流速降低，上游土砂開始於固床工後方淤積。隨後溢流以投潭的方式對固床工趾部的渠床進行淘刷，此投潭水流進入下游的角度、力道及淘刷位置將因入流流量及渠床坡的條件而有所不同。

透水式 A 型固床工通透結構體頂端受到鋼軌框架結構體內填充塊石的影響而崎嶇不一，造就了溢淹而過的投潭水在此斷面各個位置上的流量分布不均，直接影響下游淘刷坑的形狀。基本上，投潭水流在淘刷坑內的運動行為與傳統式固床工無異，土砂移動的過程則因為通透結構的通透特性而有所不同，但投潭所造成的局部淘刷不及傳統式固床工嚴重。

當透水式 B 型固床工之上下雙排矩形箱涵陣列結構初遇上游來水時，挾砂水流幾乎以射流 (jet flow) 的方式由下排陣列箱涵快速通過，之後轉為滑流 (skimming flow)。隨之而來的挾砂水流，除了堵塞下排陣列箱涵剩餘的通水空間之

外，亦快速堵塞上排陣列箱涵，接著由固床工頂部溢流而過。三層不同流場境況的水流於固床工下游交會，迅速改變挾砂水流對固床工趾部渠床的衝擊，使淘刷規模縮小，此種情況仿似 福留 脩文 (Shubun Fukudome) 當年所提倡的「以水制水」概念。

透水式 C 型固床工通透結構採用鋼軌框架內襯柔性網籠設計，確實可以消弭上游挾砂水流的部分力道，提供類似「阻尼 (damper)」的功能，固床工趾部的局部淘刷規模亦出現改善，但是網籠柔性結構特性，無法支撐固床工迎水面堆積過大的土砂重量容易出現變形，因此，倘若現場採用此種設計，將會增加維護上的成本。

透水式 D 型固床工通透結構的設計理念擷取自透水式 B 型的箱涵滑流、透水式 A 型利用填充塊石以營造金屬框內水流多變的境況，最終達到通透結構之通透率 50% 的目標。透水式 D 型固床工不但保留了上述透水 C 型固床工的優點，同時更減少了固床工迎水面的土砂堆積，再一次證實「以柔克剛、以水制水」觀念。

透水式 E 型固床工通透結構採用鋼軌框架內的浮球串的設計，研究結果發現，鋼軌框架內的浮球串具備有限度的浮動，浮動行為使浮球串產生震盪，緩和了水流的衝擊，改變了固床工迎水面的土砂堆積與後續投潭水及渠床淘刷的發展。

因次分析：

本研究利用因次分析 (Dimensional Analysis) 求得影響固床工趾部局部淘刷之物理參數與淘刷坑形狀特徵參數間的關係，淘刷坑的形狀特徵參數是以淘刷範圍的平均長度  $\lambda_s$ 、最大淘刷深度  $y_s$  以及最大淘刷深度發生之位置  $\lambda_m$  為主要運算參數。經由白金漢  $\square$  潰定理 (Buckingham  $\square$  Theorem) 分析，組合成無因次項分別為：淘刷坑朝上游方向的坑面斜率 (USS) =  $y_s/\square_m$ 、淘刷坑朝下游方向的坑面斜率 (DSS) =  $y_s/(\square_s - \square_m)$ 、固床工趾部渠床的平均淘刷深長比 (DLR) =  $y_s/\square_s$ 。最後利用複迴歸分析，求得傳統式、透水式 A ~ D 型固床工可以用於描述固床工趾部渠床淘刷坑深長比的複迴歸公式。下式為表現最佳的透水式 D 型固床工趾部渠床局部淘刷之無因次淘刷坑深長比 (DLR) 複迴歸公式，調整後的  $R^2 = 0.891$ 。

$$\frac{y_s}{\lambda_s} = 3.618 \times F_r^{0.385} \times S^{1.342} \times \left( \frac{h}{D_{50}} \right)^{0.608}$$

今年度透水式 E 型的水深資料的量測因為通透結構內浮球串的震盪行為，導致水深資料量測及後端分析不易，造成量化透水式 E 型固床工貢獻的困難，但若以水理特性的改變及土砂阻塞的角度觀之，透水式 E 型固床工採用鋼軌框架內繫漁業用浮球串似乎是一個不錯的選擇。漁業浮球具有高耐撞承受能力，又可以隨著上游的挾砂水流做有限度的浮動，而浮動所產生的震盪行為緩和了挾砂水流的衝擊力道，未來有待現場試做檢驗。

#### 四、結論

傳統式固床工確實容易造成較大的淘刷坑深長比，適當的通透度搭配適當的通透結構設計可以改善傳統式固床工所面臨的趾部渠床淘刷問題。整體而言，透水式固床工改變了溢流水深、減少溢流水的投潭強度、改變固床工趾部渠床淘刷的機制，使得淘刷規模得以減緩，水流境況得以多變。

若從施工材料與經費需求觀之，以鋼軌框架做為透水式固床工的保護材料所需要的經費並不經濟。但若是以工程改善及友善生態環境的角度觀之，鋼軌框架型式的透水式固床工，無論內襯或內填材料為何，除了可以改變水流的流況、減少固床工趾部渠床的淘刷問題之外，又可以增加濱溪生物棲息、繁衍的空間，減少河溪因為固床工的構築而區間化，似乎是一個可行的工程選項。

## 14. 保育治理工程生態檢核培訓制度研究

財團法人台灣生態工法發展基金會 陳郁屏執行長

### 一、前言

水土保持局近年在推動集水區防災規劃與治理工程時，已逐步導入生態檢核機制，期能兼顧生態保育之需求，達到水土保持法第三條「維護自然生態景觀」之目標，此努力方向獲得專家學者與民間團體的廣泛稱許。106 年起公共工程委員會發文公共工程計畫各中央目的事業主管機關（工程技字第 10600124400 號），要求將『公共工程生態檢核機制』納入所有新建工程計畫應辦事項，顯示生態檢核機制的價值受到認可，更凸顯人員需求與培訓課程與教材規劃工作的重要性。

溪流生態環境及生態系服務因人為利用造成的劣化是全球生物多樣性保育的重要議題。在國內，各項溪流工程及生態影響也受到政策與社會大眾的關注。「台灣永續發展目標」將保護、維護及促進陸域及內陸水域生態系統的永續利用列為具體目標(15.1)。國家永續發展委員會亦將生物多樣性與生態系功能之維護納入綜合治水計畫、流域管理與綜合海岸管理之考量列為年度追蹤指標(生物多樣性分組行動計畫指標 D31011)，工程生態檢核機制可作為溪流工程衝擊減輕的一項重要工具。生態檢核機制是一個跨領域、多重觀點磨合交流的過程，生態檢核工作中包含不同立場之人員參與執行，公務人員、設計/營造廠商及 NGO 團體及生態專業人員，需要能理解治理計畫的內容、解讀生態資訊，以便參與溝通協調。其中尤以生態專業人員需要對生態檢核機制有最完整的認知與深度參與，才能有效的彙整生態資訊，評估工程生態衝擊並提出衝擊減輕對策，作為其他相關人員討論決策的基礎，也可呼應國際上從工程治理轉向流域管理、溪流復育的思潮。因此本計畫設定以生態專業人員為主要對象，規劃研擬溪流工程的生態檢核教材手冊。教材編寫目的在讓使用者能：(1)理解溪流生態與工程設計之理念與原則；(2)作為生態檢核實務操作者之技術參考指南。

### 二、研究方法

本計畫延續水土保持局(2017)生態檢核培訓認證制度之研究，編製生態檢核執行人員的培訓教材，主要目標為強化生態專業人員的溪流環境特性、生態背景，包括對溪流棲地與生態系功能的基本概念，以應用於溪流工程的生態衝擊評估，協助掌握生態檢核實務操作技術，以提升生態檢核機制的生態保育效益。本計畫分三階段進行：

#### (一) 生態檢核培訓教材研擬

依據前期計畫所確立之課程規劃方向及課程回饋，完成教材方向設定與架構研擬，並進行多次試教，特別針對教材中新增加的溪流生態學與生態工程理論單元了解學員的反應及意見。教材初稿完成後，邀請多位顧問專家參與審定，評估教材的實用性與專業度，並據之修正與優化。

#### (二) 辦理使用者工作坊

為強化生態檢核培訓課程的實用性，舉辦使用者工作坊，邀請有實際經驗的專業工作者，從規劃、設計、施工到監測各個階段提出生態檢核推動現況診斷，介紹生態檢核教材規劃構想，以及納入生態理論背景與評估技術的目的，促進實務經驗交流與建議回饋，作為教材設計編修的參考。

#### (三) 生態工程案例蒐集分析

彙整國內外生態工程或生態檢核實務案例，進行系統性的彙整分析，整理收入

教材，提供使用者更完整的學習參考資訊。

### 三、研究成果與討論

#### (一) 教材試教與工作坊

在水土保持局台北、台中、南投、台南、花蓮生態檢核教育訓練進行 5 場次試教，完成 2 場使用者工作坊，蒐集意見回饋至教材編寫。教育訓練及工作坊的意見回饋歸納如下：

1. 大多數實際參與生態檢核人員，包括設計監造廠商、NGO 團體反應目前主要侷限來自工程辦理制度，計畫核定階段無法先進行生態衝擊評估，預先迴避生態敏感溪段或採取配套措施，工程期程短，且無編列生態相關作業時間及經費，著重前期環境背景瞭解及因地制宜規劃的生態工程概念難以落實。

2. 工程與生態團隊缺乏整合工程及生態領域的規畫經驗，共同討論研擬生態友善對策，經由講師引導實務操作後大多反應有較具體的瞭解，建議增加實務操作課程或工作坊。

#### (二) 生態檢核培訓教材

本計畫完成溪流工程生態檢核教材「生態檢核工作手冊〈溪流工程〉」編寫，課程規劃以溪流生態學、河相與棲地的關連性，以及生態工程概念為基礎，連結工程生態檢核機制實務執行。分為概念篇、實務篇與溪流生態工程參考案例(詳第(三)項)。教材概念篇將闡述生態檢核工作者應有之河相學、生態學基本概念。實務篇則以工程生命週期各階段的工作重點，執行原則與應用。

#### (三) 生態工程案例蒐集分析

蒐集國內外生態工程實務案例，彙整分類為 1. 回復自然河道形態與棲地的規劃計算。2. 溪床坡度控制(固床)與棲地回復。3. 河岸穩定與棲地改善。4. 溪流魚類移動阻隔的改善。5. 野生動物通行及逃生的生態友善設計。6. 整體溪流環境復育規劃等 6 個類別，整理收入教材。

### 四、結論

106 年公共工程委員會函文相關單位，明定新建工程都需採用生態檢核機制，這是對生態檢核的認可，也是生態檢核邁向專業化、產業化與人才養成的契機，值此時刻，生態檢核的相關培訓課程與教材的發展益顯重要。生態檢核要能真正協助個案工程降低生態衝擊，關鍵在生態專業人員，除自身生態學專業，尚需具備相當程度的工程認知與介面溝通能力，始能在有限的時間與資源下彙整資訊、確認生態價值，並提出可受公評的衝擊評估與減輕對策。本計畫所提擬的工作手冊，將可作為生態專業人員執行生態檢核工作的參考依據，並有利於後續經驗交流。

為提升生態檢核工作團隊的工作素養，建議在水土保持工程生態檢核計畫將此工作手冊列為參考。人員培訓課程應增加實作或工作坊等互動式課程。本年度研擬教材(工作手冊)，建議後續可嘗試研發多媒體素材搭配實體課程，以利相關資訊的傳播與推廣。

## 15. 水土保持工程施工監造技術智慧化之研發

私立逢甲大學 吳銘順 研究助理教授

### 一、前言

水土保持工程多位於河川上游集水區之山坡地範圍，具有工程數量多、規模小、工程短、工區分布廣及位置偏遠等特點，除了工程環境艱困且相對危險外，亦因人口紅利降低，專業人力需求孔急，因而出現了工程監造人才短缺，導致工程品質參差不齊，使得發展足以取代部分專業人力的監造技術，就成為現階段提升水土保持工程品質的重要議題了。

本研究係運用多旋翼無人飛行載具(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)取得工區三維度空間資訊，並通過一定的分析方法，進行構造物線形比對、構造物尺寸比對、挖填土方量體計算、環境變遷監測及施工進度評估等，藉以拋磚引玉，除緩解部分專業監造人力不足之問題，吸引相關年輕專業人員透入傳統產業，並據以作為發展三維度智慧監造技術之基石。

### 二、研究方法

發展無人載具飛行器 UAV 應用於水土保持工程智慧監造，建立水土保持局構造物監造之實際之可行性評估，各工作如下：

#### (一)水土保持工程智慧監造

- 1.選定水土保持局工程治理亮點
- 2.建構 3D 工程構造物模型
- 3.定期空拍比對分析
- 4.不定期空拍比對分析

#### (二)水土保持工程施工分析

包括施工進度追蹤、構造物尺寸量測、構造物線形測定、挖填土方計算及分布及地形變遷監測。

### 三、研究成果與討論

發展無人載具飛行器 UAV 應用於水土保持工程智慧監造，本研究基於改善傳統監造之繁複流程及大量人力需求，提出以 UAV 空拍技術作為傳統監造之策進措施，達成水土保持工程施工智慧化監造技術，其執行步驟包括：(1)選定水土保持局工程治理以台中分局「新店大東勢溪上游支流整治工程」及南投分局轄區「華興野溪及崩塌地整治工程」為對象；(2)繪製工程構造物 3D 模型；(3)UAV 無人載具空拍設備；(4)空拍時間選定；(5)空拍資料建置；及(6)分析比對等，建立水

### 四、結論

本研究首先提出運用無人飛行載具(UAV)空拍相關技術於水土保持工程施工監造作業，作為輔助傳統人工監造作業，以提升工程監造品質及效率。經研究與實作結果可獲致以下結論。包括：

(一) 運用無人飛行載具空拍建置實際現場工程 3D 立體模型，其精細程度可清楚展現構造物之細節，如固定護岸或擋土牆前後模板之鋼條(螺桿)，這些成果足以掌握瞭解工程設計監造之工程線形及尺寸比對量測。

(二) 在施工放樣部分，兩件示範工程均存在放樣不夠準確的問題。其中，新店大東勢溪上游支流整治工程之護岸偏移約 0.5m，固床工偏移約 2.0~5.0m 華興野溪

及崩塌地整治工程中之護岸偏移約 1.0~3.0m，固床工偏移約 1.0~1.6m。

(三) 在構造物尺寸部分，新店大東勢溪上游支流整治工程有兩座 B 式固床工尺寸不符設計(固床工開口設計長度 250mm，空拍實測為 235mm；固床工設計厚度 750mm，空拍實測為 839mm)；而華興野溪及崩塌地整治工程亦有 1 座固床工開口設計長度 100cm，結果空拍實測長度為 108cm，不符設計。

(四) 在地形變遷(含挖填土方)部分，新店大東勢溪上游支流整治工程自 107 年 4 月 13 日至 6 月 26 日間，其量體變化包含期間經歷 107 年 6 月 12 日以及 107 年 6 月 20 台灣中南部及東部地區致災性豪雨及施工初期進行整地移除地表植被所影響，導致工區產生約 $-199.77m^3$ 土方量體流失；而華興野溪及崩塌地整治工程自 107.4.25 至 107.10.15 間之土方量體變化量為 $-294.78m^3$ (遺失約 14.7 台挖土機所佔之體積)，其量體變化也相同期間經歷 107 年 6 月 12 日、107 年 6 月 20、107 年 8 月下旬台灣中南部及東部地區致災性豪雨影響，導致工程延宕且工區土方量體發生流失。

(五) 倘以各工區工程構造物完成的比例研判工程進度，則通過多期構造物空拍影像比對設計 3D 模型，即可獲得其各工程進度，相當準確簡便。

(六) 利用 UAV 拍攝、計算挖填土方、工程進度推估遵循施工規劃進度進行拍攝，而一工區每次平均拍攝時間 1 小時，拍攝照片數量 500~700 張，建模時間 24 小時，其主要優點為紀錄每一進度，隨時可進行探討與分析。

## 16. 以BIM為基礎建構水保工程應用4D與5D模型於施工階段之研究

財團法人臺灣營建研究院：黃正翰 組長

### 一、前言

為達成水保工程 i-construction 資訊整合，經由 106 年辦理之「BIM 技術導入水土保持工程基礎資料建立先期研究」為基礎研究成果。利用 BIM 技術三維視覺化之優勢，在三維空間中展示建物元件幾何之位置關係及其工程資訊，以物件導向技術之方式應用將 BIM 模型作為水保工程資訊整合之平台，利用三維模視覺化的方式賦整合工程項目所有的幾何圖形以及非幾何之圖紙工程資訊並直覺視的表達其特性，最後結合資訊交換標準（Construction Operations Building information exchange, COBie）提升資訊於工程生命週期的傳遞效率，加強資訊在設計方與施工方的擷取，最後做為工程生命週期之營運維護階段作使用，使工程資訊在工程全生命週期中循環使用達到 BIM 技術最主要的目的。

### 二、研究方法

本研究蒐集國內期刊、論文與水保工程資料留存、4D 與 5D 模型應用之文獻回顧，研究開始前為訂定研究主軸與研究所需之資訊，廣泛蒐集國內之知名期刊與學術論文，作為本研究之啟發，透過借鏡國內之實施經驗與實際水保工程施工作業案例來作為本研究流程規劃，接著透過水保工程現勘之方式了解目前臺灣水土保持工程施工階段現況，以及分析水保工程施工進度與施工估驗計價之現況，建置水土保持工程之 BIM 模型同時帶入工程總分類碼，將 BIM 與 COBie 整合產出電子為後續設施維護管理，實施導入 BIM 之 4D 與 5D 於水保工程之可行性，做為研擬水保工程 4D 與 5D 模型應用與後續導入案例之參考依據如（圖 1）所示。

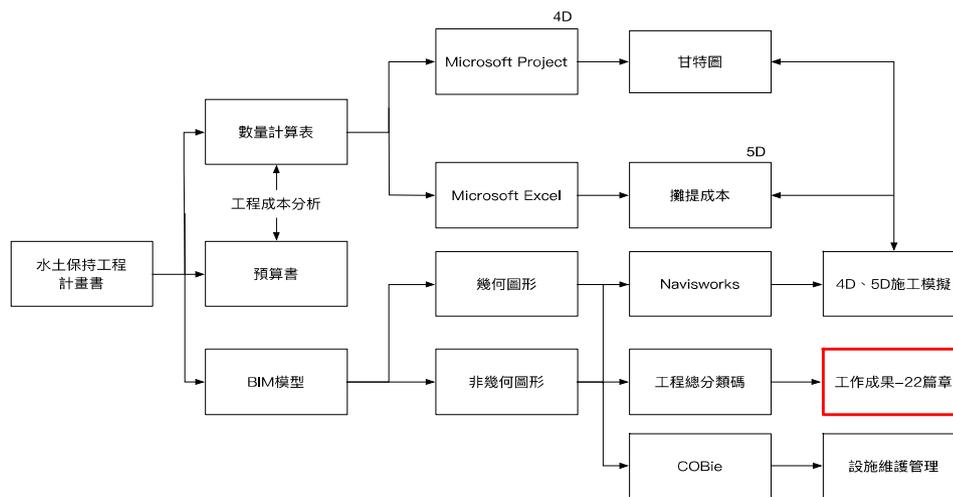


圖 1、計畫執行流程圖

### 三、研究成果與討論

本研究階段於上一章節中比較實際與規劃執行之落差，得到結果為實際工期與計畫工期兩者相比下相差大約一個星期的施工期，如預算書所編列之 50 天（日曆天）是可在時間內完成的，為此以 4D、5D 動態模擬方式呈現如（圖 2）所示。

本研究 4D、5D 施工階段模擬以 50 天（日曆天）進行，由 107/05/04 開始施作按照施工方法進行建置，並依照施工階段建構完成百分比進行 4D 模擬，同時施作項目對應預算書成本，並以施工階段完成建構百分比達 100% 累計總成本作為 5D

呈現。本研究針對防砂壩主體作為研究將施工進度圖及預算書成本與 BIM 模型結合型成 4D、5D 模擬後，發現幾個問題為製作 Project 排程之作業時所涵蓋之工項無法與 BIM 模型構件連結及匯入 Project 於施工模擬軟體中時，時程項次無法連結至合適之項次，需逐一修正作業中的時程，解決方法為於 Project 排程之作業時，將排程時間及日期包括前置作業設定確實，使甘特圖呈現實體顏色並帶黑底線作為確認，而後匯入軟體後視窗選擇設定之實際時間、預估時間、日期等如（圖 2）所示。

施工模擬之軟體中貼附模型構件過程中會因為 BIM 模型詳細度有所影響，無法構件連結之部分需另花人力及時間進行繪製，例如土方開挖、擋土支撐、土方回填、臨時排水設施、施工架、高空作業車等作業項目，而本計畫針對防砂壩主體之工程探討進度與成本之關聯，在施工模擬中，暫不繪製除防砂壩主體以外之模型與時程連結。

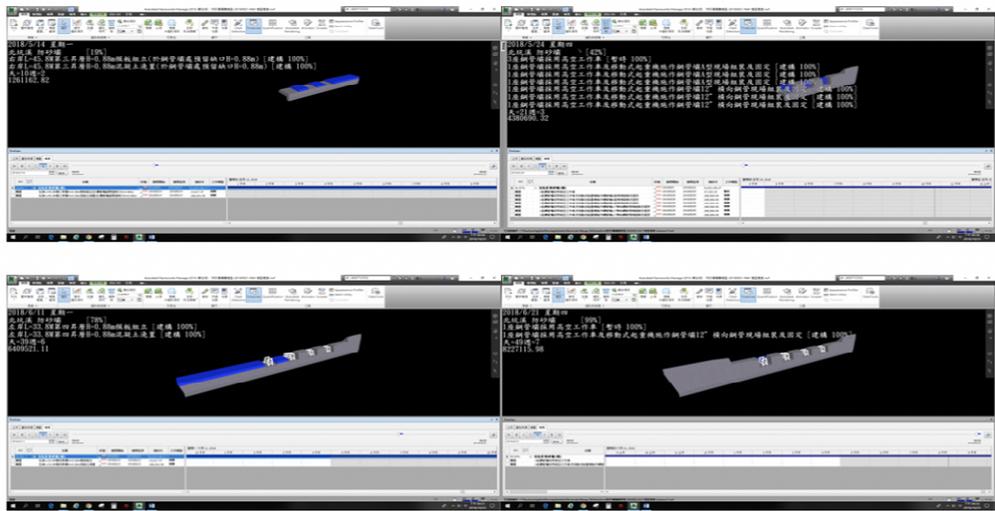


圖 2、4D、5D 施工模擬

#### 四、結論

本研究建立防砂壩工程之 BIM 模型完成後，導入 COBie 資料留存架構以標準化模式提供水保工程施工階段資訊共用手段，進行資訊整合與分析，透過實際與規劃執行落差比對，驗證水土保持防砂壩工程導入 4D、5D 施工模擬之可行性及實際效益。

##### (一) 水土保工程 BIM 模型

本研究建立防砂壩工程之 BIM 模型完成後，結合 COBie 流程與電子表單整合至 BIM 模型之水保工程資料留存架構，對於防砂壩主體而言，分為左右兩岸各 10 層，繪製 BIM 模型時需注意以規畫性分層進行繪製，有助於規劃各階層所對應之進度與成本，並導入 COBie 時可以精準的留存該防砂壩個體之資訊，目的在於提升資訊於工程生命週期的傳遞效率，加強資訊在設計方與施工方的擷取，並提供給設施維運端作使用，達到資產管理之目的。

##### (二) 水土保持工程導入 4D、5D 可行性

本研究發現水土保持工程有利於實施 4D、5D 模擬，可以幫助施工計畫中預期發現設計錯誤或缺失、變更設計之參考、時程規劃安排、現金流量精準度等效益，對於水保工程所施工項目較無複雜，將 BIM 模型、進度項目及預算項目連結加以整合，由可視覺化的呈現實際施工情形與預定進度對比，反饋現場管理單位與水土

保持局之管理者即時資訊並提出預警，促使更有效控管工程實際進度之差異。

## 17. 坡地易淺層崩塌聚落警示戶選定與調查機制先期研究—以高雄市為例

國立高雄大學 吳明溟 教授

### 一、前言

高雄市之轄域東北臨中央山脈、玉山山脈及阿里山山脈，北緣嘉南平原，西濱臺灣海峽，東南邊以高屏溪與屏東縣為界，境內主要集水區有高屏溪、阿公店溪、二仁溪等流域，並有 111 條土石流潛勢溪流（分布於 13 個區，雨量警戒值最低從 300mm 至 600mm）。距今最近一次之坡地災害案例為 105 年梅姬颱風所致之土石流災害，造成六龜區荖濃里 1 戶民宅遭到土砂淤積，旗山區新光里因上方邊坡發生沖蝕，致使約 5 戶民宅遭土砂堆積，燕巢區東燕里因驚人雨勢導致當地邊坡發生崩塌滑落，造成 1 戶民宅毀損，3 人死亡之憾事發生。

鑒於氣候變遷下的極端降雨氣候，坡地淺層崩塌災害未來可能一再發生，故高雄市政府自 106 年起，針對高雄市之坡地災害建立警示戶與颱風豪雨預警自主離災機制。本計畫試以國家災害防救科技中心於 103 年與 106 年，針對高雄市轄內啟動坡地易致災聚落調查點位為研究之區域，共 118 個聚落，預計透過聚落（房舍）環境之坡地致災風險調查，歸納出能快速判定有坡地災害風險之房舍的方式及標準，並掌握坡地易致災風險聚落與住戶，以利公部門於後續運作坡地防治軟硬體時能應用。

### 二、研究方法

（一）本團隊依據坡地災害潛勢圖資，搭配高雄市地址門牌系統，將兩者資料進行套疊，即可得知位於災害潛勢區域內的警示戶點位資訊，並參考區域內曾發生過坡地災害的點位，再將上述點位之資料歸納統整，即可進行現地勘查範圍研判與規劃。

（二）現地勘察作業主要分為二大部分，分別為無人載具進行空中探勘作業以及調查聚落環境災害指標作業。前者是透過無人載具飛行至高空，檢視該聚落周圍地形狀況，以及是否有無法從水平角度察覺之坡地狀況，視狀況進行地形拍攝與 3D 影像建模作業；後者依據已研擬的聚落環境災害指標進行調查，並將符合指標之部分拍照存證。

（三）現地調查結束後，由各聚落蒐集之聚落規模與周遭災害潛勢指標 和坡地聚落災害風險調查指標兩大指標資料，透過典型相關分析、羅吉斯迴歸的數值分析方法，找出可能導致該災害發生之主要因素，期以最終之現地觀察狀況表格，能讓未來的聚落、住戶、里鄰長與災防人員皆能藉此立即判斷該區域是否有成為易致災之潛勢。

### 三、研究成果與討論

（一）由於資料之變數紀錄方式皆為名目尺度或次序尺度等定性資料，不適合以針對定量資料常使用的統計方法進行分析。因此，我們先將資料之變數先行轉換成虛擬變數(dummy variable)，即我們僅將各變數在各聚落之紀錄中，分為有無發生過，有發生記為 1，無發生則記為 0。以下以坡地環境致災性資料中的歷史災害—嚴重崩塌為反應變數，問卷所包含的  $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $F_5$ 、 $F_6$ 、 $F_8$ 、 $F_9$ 、 $F_{10}$ 、 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 、 $B_4$ 、 $B_5$ 、 $B_6$ 、 $B_7$ 、 $B_8$ 、 $C_1$ 、 $C_2$  等 19 項調查結果作為可能的解釋變數，由於  $F_7$  在本次調查的 118 個聚落中皆無發生過的紀錄，因此不具解釋力，故未列為可能的解釋變數。

(二) 首先採用羅吉斯迴歸對嚴重崩塌發生機率進行建模，考慮的解釋變數為上述 19 項調查結果，採用逐步迴歸與 AIC 選模標準挑選出最適當的模型與顯著的解釋因子。經由逐步迴歸與 AIC 選模標準挑選後，共選出 4 個顯著的解釋變數，分別為山崩與地滑地質敏感區、建物地基陷落、邊坡明顯裸露無植被、連外道路是否有災害潛勢，應用上述羅吉斯迴歸所挑選出的 4 個顯著變數，以典型相關分析找出與發生嚴重崩塌相關性最高的此 4 個變數的線性組合。

(三) 羅吉斯迴歸機率值 (如圖 1 所示) 與典型相關分析得出之 Can 分數散布圖 (如圖 2 所示)，由圖中可見，兩者呈現正比關係。由此可見，Can 分數越高表示該聚落發生嚴重崩塌的風險越高，其對於聚落發生嚴重崩塌的風險評估次序也與羅吉斯迴歸大多一致。

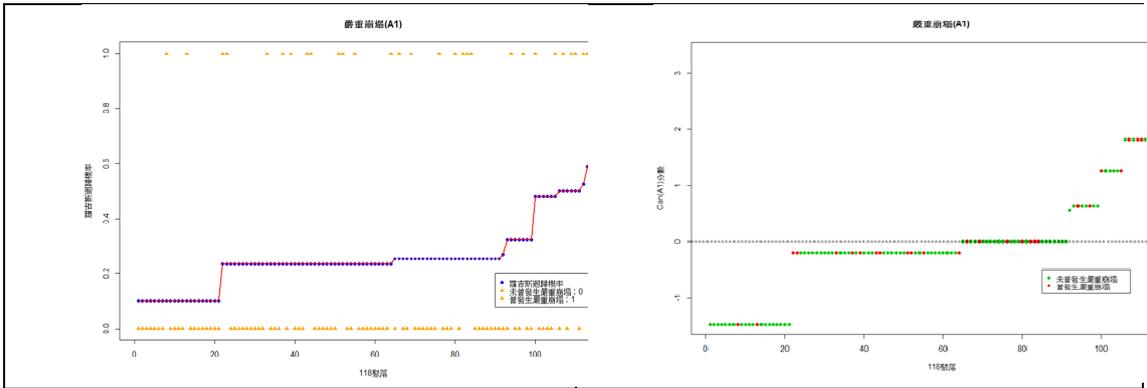


圖 1 羅吉斯迴歸機率

圖 2 Can 分數散布圖

(四) 本團隊將已完成數據分析的 118 個聚落之現有資料，針對邊坡與聚落距離關係進行探討，先把資料分為有無上下邊坡或者上下皆有邊坡，最終以 4 種類型坡地災害進行統計，以圖 3、圖 4 為例，得出無論那一種類型，皆在 20 公尺以內存在較明顯變化。

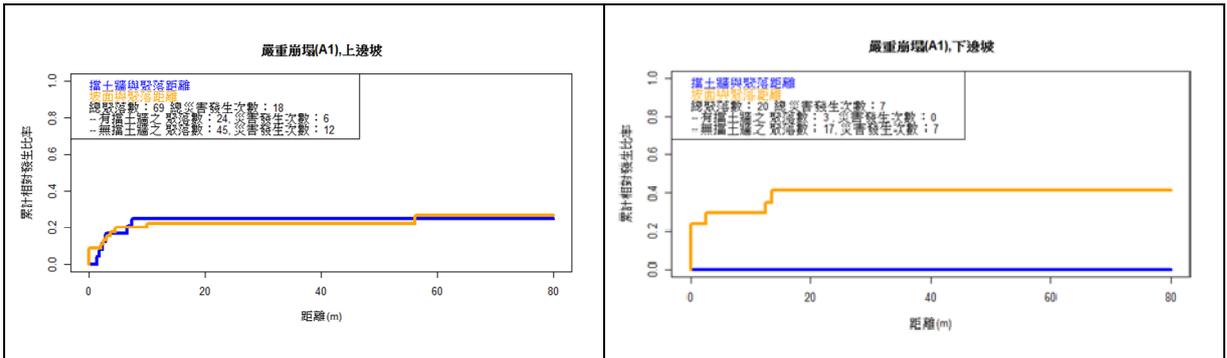


圖 3 嚴重崩塌與上邊坡關係圖

圖 4 嚴重崩塌與下邊坡關係圖

#### 四、結論

本團隊已完成 118 個聚落調查及數據分析，並以現有的資料統計，針對嚴重崩塌、地層滑動、土石流發生或其它類型坡地災害等 4 種類型運用羅吉斯迴歸與典型相關性進行分析，以 AIC 值及羅吉斯迴歸對此次調查資料中，所有變數進行選模及建立模型，針對 4 項坡地災害類型各自建置模型。以嚴重崩塌為例，此類型已能建立，主要為 4 項變數，分別為山崩與地滑地質敏感區、建物地基陷落、邊坡明顯裸露無植被、連外道路是否有災害潛勢，得出此 4 項指標與嚴重崩塌指標項目為高度相關指標；此模型可計算出羅吉斯迴歸機率，即可能發生災害機率，藉此可初步建立一個判斷機制，貼近本計畫欲建立快篩指標之目標。

目前嚴重崩塌模型所求得之羅吉斯迴歸機率與實際發生比例，兩者相差不大，

但地層滑動類型因實際發生情況較少目前無法求得模型，土石流類型已初具雛形，尚需增加樣本數方能改善，其它類型坡地災害則因發生原因、種類繁多目前無法得出明確結論。

另外，本團隊將已完成數據分析的 118 個聚落對 4 種坡地災害類型發生之累積次數，針對邊坡與聚落距離關係進行分析，得出無論那一種類型最遠的發生並影響聚落的距離皆在 20 公尺以內，此資料雖還有不全之處，但團隊已有初步想法，希望能是未來研究的方向。

## 18. 以保險商品輔助民眾與社區土石流自主應變作為之可行性研究

國立交通大學土木工程系 單信瑜 副教授

### 一、前言

近年來由於氣候變遷與極端天氣效應影響，台灣各地的極端降雨事件頻率顯著增大，使得土石流與坡地災害的風險提高。由於每年警戒發佈的頻率相當高且警戒時間頗長，同時政府機關近年來不斷強力執行土石流疏散撤離，甚至於在黃色警戒發佈前就啟動「預防性疏散撤離，而實際降雨狀況與警戒發佈的時機又經常有顯著的落差，導致民眾對於疏散撤離常有抱怨或不願配合的狀況。

本研究將試圖就目前災害管理實務上非常重要之土石流疏散撤離工作為議題，試圖找出適合之保險工具，使疏散撤離工作除勸導與強制之外，能另行增添誘因，以利達成避免人員傷亡之目標。由於目前主要國家以房屋為標的之天然災害保險制度已無法於此適用，本研究將於我國保險法制之下設計推動保險商品並評估其可行性作為目標，相信必能對土石流疏散撤離工作有所助益。

若將保險商品設計以不便險方向規劃，對民眾所提供之誘因為交通費用與住宿費用之賠付。然而此住宿地點必須考慮與警戒區域距離以及安全性，因之是否得以由給付住宿服務予以代替？結合住宿服務與保險業服務是否可行？均值得探討。如採取指數型保險模式，此指數之達成即保險事故之發生，是否與警報發布契合？如完全契合，是否對於警報發布之裁量空間造成影響？亦可加以探討。希望經由本計畫之探討，為可行之保險商品提供初步結論與適當推動方向，以期為繁重緊迫並與天爭時之土石流疏散撤離工作提供相當之助力。

### 二、研究方法

依據本研究課題之特性，本研究之研究方法包括：文獻分析、專家座談、深度訪談、焦點團體座談、案例分析。訪談的產險業者包括：新光產物保險公司、富邦產物保險公司、明台產物保險公司、國泰產物保險公司。焦點座談辦理的鄉鎮市區包括：六龜區公所、旗山區公所、瑞芳區公所、三芝區公所、海端鄉公所、池上鄉公所、北投區公所；涵蓋都會區、非都會區、偏鄉、原住民區。

### 三、研究成果與討論

#### (一) 專家座談結果

根據專家諮詢會議所得到的專家建議，有關以保險輔助疏散撤離部分，重要建議包括：

1. 保險的內容應是不便險的給付概念，而非人身意外保險。
2. 政府補助與民眾自付比例有討論空間。
3. 投保對象是否僅限於土石流保全對象？或者應該擴大至鄰近坡地災害風險較高地區？

在參數保險方面，彙整幾位專家的看法如下：

1. 是否已有足夠的數據可以建立適當的模型並降低基差風險
2. 既有的數據，如雨量觀測、水位觀測，準確度仍不足以作為參數險理賠的依據。
3. 參數保險對疏散撤離沒有幫助且在財產損失填補上也不易回應民眾實際的需求。

根據專家諮詢會議的結果可知大部分專家對於以保險工具輔助疏散撤離是值得探討的議題，但建議在涵蓋對象範圍、理賠所需證明文件兩個部分進一步探討。而在參數險部分，專家的看法較為保守，主要的問題在於是否有足夠的數據建立參數保險的損失模型與理賠標準以及觀測數據的可靠性。

#### (二) 產險業者訪談結果

研究團隊在輔助疏散撤離保險的形式方面也和產險業者做了討論，受訪的產險業者對於不便險的「商品化」，均表示不樂觀；主要的問題還是在「逆選擇」與「大數法則」兩個部分。受訪的產險業者表示，輔助疏散撤離保險具有政策性保險性質，只要政府擬定政策推動，產險業者一般都有意願配合，甚至於難以拒絕。只要能「不賠錢」，大多能夠以「社會服務」的角度承接。如果政府願意將行政成本納入採購金額，也就是業者即使收到的保險費全部都理賠，行政費用的補貼至少讓保險業者不會虧本。另一方面，產險業者提出，如果由產險公會設計公版的保單，則不需要個別產險業者開發各自的保單各自送審，可以大幅降低在行政作業上的成本與時間。在理賠的標準方面，受訪的產險業者認為為了避免民眾濫用保險工具，給付對象限於政府發布警戒的區域或發布疏散撤離勸告的區域。以土石流為例，則為發布土石流黃色警戒或紅色警戒的村里；以水災為例，則為發布二級警戒、一級警戒的村里。在理賠所需證明文件方面，他們認為保險理賠屬於契約關係，只要在保險契約上明確註明理賠的條件，就必須要給付。產險業者表明，站在履行保險合約的立場，村里長為第三方公正單位(人)，因此村里長的證明及具有合法的效力，保險公司應據以理賠。

#### (三) 焦點座談結果

所有的公所都認為「災害不便險」提供的理賠給付和機制設計可以提高民眾自主疏散撤離的意願和比例。所有的村里長和民眾都認為「災害不便險」不僅可以有效提升民眾自主疏散避難的意願，並且理賠給付可以讓民眾有能力選擇較佳的安置條件。公所可以減少勸導和強制疏散撤離的工作負擔與壓力，把寶貴的人力用在應變中心的運作和執行其他的救災核心任務。公所人員認為「災害不便險」提供的理賠給付可以讓民眾可以選擇到民宿或飯店安置，且不少民眾雖然依親但是有拜託親友收容的壓力，災害不便險的理賠給付可以讓經濟不寬裕又不想到避難收容處所安置的民眾有能力到民宿或飯店安置。有公所有意願向縣市政府爭取試辦「災害不便險」。

在保險費的部分，絕大部分的公所人員和村里長、民眾認為應該由政府編列預算全額負擔。公所和村里長與民眾認為，如果鄉鎮市區有回饋金且在法規允許之下，應該用來辦理「災害不便險」。此外，他們也認為不必然要僅限於幫災害保全對象投保，而應該普及到全鄉鎮市區的民眾。部分公所即使沒有其他政府部門或國營事業的回饋金，也願意自行編列數百萬的預算來執行「災害不便險」。

#### 四、結論

本計畫根據產險業者的訪談結果，都認為只要有村里長開立的證明就足以作為理賠的依據。此外，建議以政府制訂政策來推動「災害不便險」。產險業者只要能夠損益平衡，為了增加業績與擴大業務的考量，都願意協助政府辦理。據鄉鎮市區公所與民眾焦點座談的結果，基層公務人員與村里長和民眾均認為「災害不便險」應可有效提升民眾自主疏散避難的意願，並同時提升避難收容的生活品質，對於土石流等災害的應變效果極有助益。在保險法與保險學原理上，為產物保險而非人身保險則應不違反保險法第 16 條有關保險利益的規範。

綜上所述，「災害不便險」的確是值得各級政府與災害業務主管機關評估用以作為輔助民眾自主疏散撤離的工具。在推動方式方面，較可行的是：(1)以縣市或鄉鎮市區為單位的鄉民災害不便險，(2)以土石流保全對象為納保對象。保險費的經費來源原則方面，前者由縣市政府或鄉鎮市公所除可自行籌措財源編列預算之外，各種事業單位補助款或回饋金亦可作為預算來源；保險對象可擴及所有居民為被保險對象。此外，原民會亦可針對原住民地區予以補助，水土保持局也可以針對鄉鎮市土石流災害潛勢與保全對象特性編列預算補助。後者則由水土保持局統一辦理，可將全國的土石流保全對象納保，並編列足額預算全部補助，或依據地方政府財力分級，要求地方政府編列配合款，幫保全對象投保。

## 19. 精進沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法

國立屏東科技大學 陳天健 教授

### 一、前言

我國土砂災害類型多樣，全島之大型土砂災害如大規模崩塌潛勢區部分，水保局已針對 153 處(2017)作為防減災策略之執行對象，而 1719 條(2018)土石流潛勢溪流等，亦多已有所掌握及防災管理。然近年全球氣候變遷，強降雨長延時之降雨事件逐漸增加，此種降雨型態造成有效集水區小於 3 公頃的山坡單元，也發生坡面型土石流。如 2009 莫拉克於高雄市六龜區新發里區，造成 7 處邊坡發生坡面型土石流災害，30 多名居民遭沖失或掩埋，數十戶房屋遭損毀或掩埋。2016 年 9 月莫蘭蒂颱風來襲，台東縣延平鄉紅葉村聚落後方邊坡發生大規模崩塌，夾帶大量雨水沖蝕下移，造成聚落房屋嚴重受損。依原民會統計全台原住民部落達 746 處(2018)，有多數聚落散佈於臺灣山區，這些聚落若未被劃入土石流潛勢溪流或大規模崩塌影響範圍區者，則常產生安全無虞之假象。因此，若能針對聚落周緣山坡事前區分出可能發生崩塌或坡面型土石流，標定出可能發生的位置及潛勢，即可提高災害管理效能，保障居民安全。

基於此，本計畫旨在發展全島山區聚落周緣山坡地之坡面型土石流易發生地形判釋模式，以能事先勘定聚落週緣山坡之坡面型土石流高潛勢區，以助因應極端氣候之防災預警。107 年度計畫即針對台灣西部沉積岩地質區聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋及潛勢評估方法再精進研發。

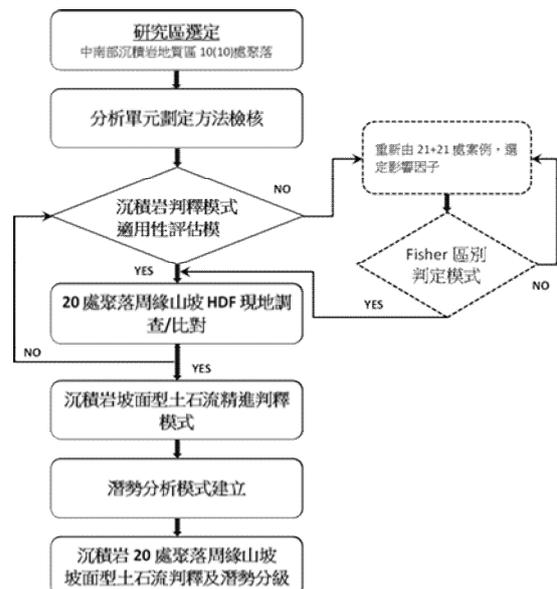
本計畫新擇定阿里山溪、曾文溪流域、旗山溪及陳有蘭溪等流域內如嘉義縣阿里山鄉里佳村、外來吉聚落、太和村等，沉積岩 10 處山區聚落，同時整合前期已建置之阿里山鄉山美村等 10 處聚落資料，共計 20 處聚落，進行聚落周緣坡地之坡面型土石流判釋模式及潛勢評估方法研發。

### 二、研究方法

本計畫首先進行坡面型判釋模式再精進，先完成崩塌及坡面型土石流分析單元劃分方法測試，建置實際災害案例之分析單元，產製 19 項特性因子及分析資料庫，再研擬最佳判釋模式及潛勢分析模式。而後再將分析模式應用於 20 處聚落週緣山坡之判釋及潛勢分析。

基於計畫目標，本研究工作如下：

1. 收集與建置沉積岩區坡面型土石流災害案例、圖資及分析資料庫。
2. 最佳判釋分析因子選取。
3. 精進與擴充沉積岩區坡面型土石流/崩塌判釋模式。
4. 精進沉積岩區坡面型土石流發生潛勢分析模式。
5. 10 處聚落周緣坡地坡面型土石流及崩塌地調查。
6. 沉積岩區聚落周緣山坡之坡面分析單元劃分。



7. 建置地文、水文、災害等特性因子分析資料庫。
8. 精進與擴充沉積岩區坡面型土石流/崩塌判釋模式。
9. 完成 20 處山區聚落周緣山坡地之坡面型土石流判釋及潛勢分析與測試。

### 三、研究成果與討論

#### 1. 精進與擴充崩塌/坡面型土石流判釋模式

本研究採用費雪區別分析法建立坡面型土石流判定模式，而後再另以實際案例驗證模式效力。19 項因子經獨立性顯著性檢定後，選出指標因子，再經費雪區別分析獲得七項因子模式，區別函數如下：

$$y=0.457X_1-0.049X_2+0.059X_3+13.608X_4-0.98X_5-0.005X_6-2.661X_7+1.102$$

其中，其中 $X_1$ 為集水區面積(WA)、 $X_2$ 為集水區平均寬度(W)、 $X_3$ 為發生區坡面平均坡度(HASo)、 $X_4$ 為發生區形狀係數(Fo)、 $X_5$ 為崩塌潛感面積(LSA)、 $X_6$ 為流動段高程差(DHF)、 $X_7$ 為發生區坡面平均坡度比(DHPR)。若區別函數值  $y$  大於 0，判定為坡面型土石流；當區別函數值  $y$  小於 0，則判定為未發生土石流。判定結果之整體正判率為 83.3%、驗證率 80%。

研究成果顯示，研究區內共計 58 處坡面型土石流坑溝，模式分析所得之正確捕捉數量為 50 處，捕捉率約為 86.2%，整體(土石流與崩塌)捕捉率亦達 90.4%。圖 1 為高雄市杉林區蜈蚣潭聚落之坡面型土石流單元判釋成果，分析單元判釋結果，判釋坡面型土石流 9 筆，實際發生 3 筆，捕捉 3 筆；判釋崩塌單元 14 筆，實際發生 6 筆，捕捉 6 筆，整體捕捉率 100%。本年度成果大幅提升前期之成果(捕捉率約為 77%，整體捕捉率則為 74%)。整體而言，本年度所新發展之判釋模式其適用性佳。

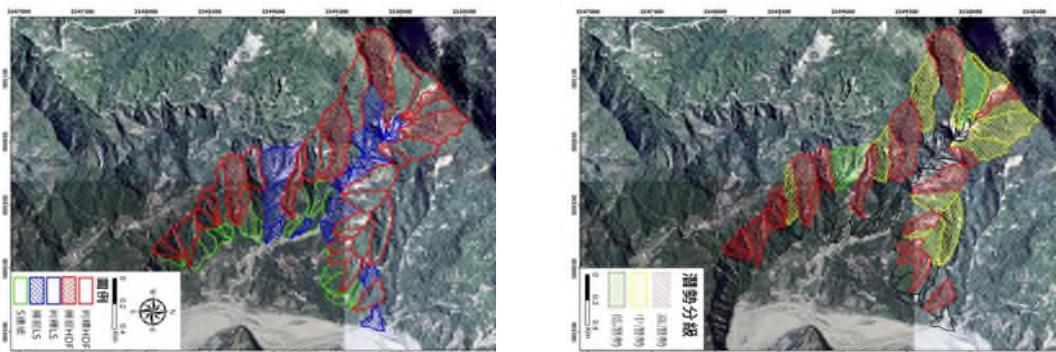


圖 1. 高雄市杉林區蜈蚣潭聚落之坡面型土石流單元判釋及潛勢分析結果

本計畫完成坡面型土石流潛勢分級方法。結果可得模式判釋之土石流單元，其發生潛勢多位於中、高潛勢等級，比例達 97%。而崩塌單元也多位於低潛勢，比例約 72%，此成果符合地形及物理模型概念，顯示本計畫已獲取相當不錯之研究成果。綜整沉積岩究區成果，以新美聚落、瑪雅聚落、蜈蚣潭聚落、和安里 9~11 鄰聚落、里佳 1~3 鄰聚落、G 過溪聚落、瑞竹里等七聚落風險較高。

### 四、結論

本研究收集高雄台南地區坡面型土石流案例 52 處，坡面型土石流事件共 51 筆。採隨機選出 31 筆之坡面型土石流及崩塌事件(內含驗證各 10 處)。判定結果之整體正判率為 83.3%、驗證率 80%。

20 處沉積岩區聚落整體(HDF 及 NDF)捕捉率達 86%，而 HDF 事件捕捉率達

90%。本年度研發之新模式大幅提升判釋之效力。

本計畫完成潛勢分級方法。同時比對確認為土石流案例之潛勢，土石流案例其評估之發生潛勢多位於中、高等級，成果與實際土石流發生趨勢相符，顯示本計畫研究成果成效甚佳。

聚落坡面型土石流潛勢評估結果顯示，沈積岩區中 A09(新美聚落)、A10(瑪雅聚落)、A(蜈蚣潭聚落)、B(和安里 9~11 鄰聚落)、C(里佳 1~3 鄰聚落)、G(過溪聚落)、H(瑞竹里聚落)等七聚落風險較高。

本研究發展之地形判釋模式及潛勢分析方法，可提供作為評估聚落周緣山坡發生坡面型土石流事件之潛能，能早期掌握土石流危險區域，降低災害之衝擊，提供坡地防災管理成效。

## 20. 從疏散者角度探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響

國立臺北大學 陳淑玲 副教授

### 一、前言

台灣因特殊地理與地質環境，容易於颱風或豪雨侵襲期間引發山坡地崩塌或土石流等嚴重災害，甚至造成民眾生命財產損失。行政院農業委員會水土保持局（簡稱水保局）於民國 90 年建置土石流防災應變系統，針對土石流潛勢溪流區內保全對象發布土石流警戒，希望警戒區域民眾收到警戒通知能及早進行自主性預防性疏散撤離，減少生命財產損失。以往土石流警戒發布，大多透過電視、村里長社區廣播或電話通知請民眾提高警覺，甚至進行疏散撤離，民國 105 年水保局開始增設土石流警戒災防告警細胞廣播系統，當土石流黃（紅）色警戒發布，災防告警訊息會經由 4G 通訊系統，以廣播方式即時傳送警戒通知至該區域內所有 4G 用戶手機。因此，簡訊訊息的揭露與傳遞是否有效達到資訊揭露的功效，甚至提高土石流潛勢溪流區域保全對象的疏散撤離意願，這對公務部門而言是至關重要的問題。

此外，一般認為風險溝通與風險傳播能有效提升民眾防災意識，甚至達到防救災的功效。本計畫透過加強對民眾風險溝通、災害風險知識的傳遞，檢視民眾防災意識是否會因此增強，甚至是否有可能進一步提高民眾進行疏散撤離的意願，此研究結果有助水保局後續推動自主防災社區 2.0 參考。

本計畫目標有二：1) 以目前水保局的災防告警細胞廣播訊息為主要研究案例，探討風險傳播方式改變是否有效提升民眾疏散撤離的意願；2) 檢視透過加強風險溝通、災害風險知識的傳遞，是否增加民眾防災意識、提高民眾進行疏散撤離的意願。為探討風險傳播對土石流預警疏散撤離行為影響，本計畫以中部縣市土石流潛勢溪流區域保全對象為主要研究對象，透過各地區鄉鎮區公所協助聯繫土石流潛勢溪流附近村里與「土石流自主防災社區」進行研究。

### 二、研究方法

過往文獻在進行人類行為分析的相關研究時，受制於個別資料不存在，大多利用問卷方式蒐集數據，因此本研究亦透過問卷方式蒐集保全對象的相關資料。然而傳統問卷蒐集方式（例如郵件寄送、電話調查和親自訪談等）多存在問卷覆蓋率有限與研究對象觸及率不高等問題，無法獲得大量數據，造成後續實證分析的困難或獲得之結論可能不夠客觀準確，因此本計畫優先考慮使用網路平台發送問卷解決問卷覆蓋率與觸及率問題。考量本計畫的另一研究目的在檢視透過加強對民眾風險溝通、災害風險知識的傳遞，民眾防災意識是否會因此增強，甚至是否有可能進一步提高民眾進行疏散撤離的意願。為回答此一研究問題，本計畫預期在加強對民眾風險溝通、災害風險知識的傳遞前，先執行前測問卷，待經過一段時間的加強對民眾風險溝通、災害風險知識的傳遞，再執行後測問卷，透過前、後測問卷結果的比較，檢視民眾防災意識是否改變、甚至增強，並進一步提高民眾進行疏散撤離的意願。近年來，遊戲式學習廣泛的被許多教育研究者拿來討論，大部份的研究認為透過遊戲為平台進行學習會增加學習趣味並有助於學習者的學習成效。因此，本計畫導入遊戲式學習 (Game-Based Learning) 的研究方式來設計引導民眾風險溝通、災害風險知識的傳遞。

本計畫使用創新研究方法，引進德國線上社群即時互動學習遊戲 yeepa® 結合網路問卷施測與遊戲式學習，此知識遊戲平台主要特色在於：1) 線上遊戲具高

度行動力，計畫研究對象可透過即時社交網路互動回答問卷；2) 透過遊戲，可快速且大量蒐集資料，且不需受限於問卷題目不宜太多的問題，滿足研究需要；3) 遊戲利用 Rasch Model 進行資料統計分析，繪製出項目特徵曲線 (Item Characteristic Curve, ICC) 以判斷並確認資料的潛在特性，以及遊戲問卷項目和受測者之間的互動關係，自動刪選有疑慮之遊戲問卷項目與答題，提高資料的有效度。更重要的是，yeepa® 提供客製化研究需求，知識遊戲平台可同時滿足前、後測問卷設計與知識遊戲，使本計畫可藉此達成主要研究目的：1) 將問卷題目納入遊戲知識，讓受測者能透過線上遊戲回答問卷，有效提高問卷調查質與量；2) 將災害預防觀念與自主防災意識納入遊戲問項中，加強受測者風險溝通與災害風險意識；3) 在防災遊戲前、後分別加入遊戲問卷，並與遊戲結果相比較，藉此檢視風險溝通與風險傳播是否能有效提升受測者對土石流預警疏散撤離的意願。除了親自至示範區進行活動推廣宣導，為增加遊戲問卷觸及率，本團隊亦邀請中部縣市土石流潛勢溪流地區的國中學校教師和學生一起參加「yeepa-Formosa 土石流防災知識遊戲」。

### 三、研究成果與討論

考量每個示範區遊戲推廣活動時間不一致，為確保每位受測者有至少 3 週遊戲時間以蒐集足夠樣本，本計畫設定遊戲活動期間為 5 周，讓受測者有充分時間與機會玩遊戲、回答問題。遊戲活動結束問卷受測樣本達 1714 人，其中居住在「土石流潛勢溪流影響範圍」內的保全住戶有 430 人。

依受測樣本對『風險認知與態度』主題的相關遊戲問卷結果分析，顯示有 75% 以上的受測者對風險認知與態度是較為保守的。依受測樣本對『風險溝通與傳遞』主題的相關遊戲問卷結果分析，有 70% 以上遊戲受測者同意現行版本的土石流警戒通知的災防告警細胞廣播訊息很清楚；收到訊息會仔細閱讀內容；收到訊息會提高疏散撤離意願；收到訊息會提高警覺，留意土石流災害是否可能發生，並隨時準備進行疏散撤離。但當土石流警戒發佈時，有大約 47% 的遊戲受測者曾經發生『鄰近親友收到，但我的手機卻沒有收到土石流細胞廣播』的情況。研究結果亦顯示，若災防告警細胞廣播訊息為土石流警戒發布來源，會讓受測者提高警覺想要進行疏散撤離的比重達 40%，遠高於村里長的村里廣播或電話通知的 24%。雖然大部份受測者對目前水保局的災防告警細胞廣播訊息多持正面態度，但仍認為透過村里長廣播或電話通知居民疏散撤離具有極大的輔助功效，此結果與 10 月 11-12 日在南投縣仁愛鄉南豐村與水里鄉上安村和村里長、社區居民的實地訪談結論一致。

透過『遊戲前測問卷』和『遊戲後測問卷』結果比對發現，經由遊戲式學習加強風險溝通、災害風險知識的傳遞，受測樣本針對「願意進行疏散撤離」等正面表列的相關問題（例如：「當氣象預報說有強烈颱風登陸並會造成豪大雨，即使『沒有』發布土石流警戒，我願意主動進行「預防性疏散撤離」。」、「收到『土石流黃色警戒』通知，我會提高警覺，並隨時準備進行疏散撤離。」、「我願意關注和參與土石流自主防災事務。」等），回答“同意”和“非常同意”的總比重在遊戲後增加，而回答“不同意”和“非常不同意”的比重在遊戲後降低。受測樣本針對「不願意進行疏散撤離」等負面表列的相關問題，例如：「當氣象預報說有強烈颱風登陸並會造成豪大雨，『即使發布土石流黃色警戒』，我也不願意主動進行「預防性疏散撤離」。」，回答“同意”和“非常同意”的總比重在遊戲後下降，而回答“不同意”和“非常不同意”的比重在遊戲後上升。

#### 四、結論

綜合研究結果，民眾收到簡訊通知會提高警覺，對現行版本的土石流災防告警細胞廣播訊息也持正面肯定，因此土石流警戒災防告警細胞廣播系統對土石流防災是有極大幫助。而透過遊戲式學習方式，將災害預防觀念與自主防災意識納入遊戲問項中，對民眾風險溝通與災害風險知識的傳遞有強化效果，會增加民眾防災意識、提高民眾進行疏散撤離的意願。我們亦發現，大部份受測者同意災害管理人人有責，但當談到疏散撤離時，仍有相當比重的受測者是依賴政府單位的通知或命令才會行動。因此，若未來能將土石流防災知識遊戲導入土石流自主防災社區的土石流防災教育，相信對土石流自主防災社區的推動更能有所助益。

## 21. 土石流潛勢溪流之地文因子綜整判定

國立中央大學土木工程學系 周憲德 教授

### 一、前言

台灣山坡地土砂災害問題在面臨氣候變遷及地質脆弱的條件下，更加複雜與嚴峻，且因土砂災害發生區域及規模不易掌握，故土石流災害潛勢地區之判定並進行相關防減災工作之規劃，是當前坡地防災之重要課題。行政院農業委員會水土保持局（以下簡稱水土保持局）於 1990 年起委託多項土石流研究計畫，判定全台土石流潛勢溪流，截至 2017 年 1 月為止共有 1705 條（水土保持局，2017）。依水保局「土石流潛勢溪流劃設作業手冊」（2013）中所述，土石流潛勢溪流初步判定之包括「保全對象」及「溪谷地形」兩項，與溪流集水區特性有關者僅為「溪谷地形」，亦即「溪床坡度大於 10 度以上之集水面積大於 3 公頃」者。惟依此特性操作時，滿足此條件可被劃入之野溪、坑溝數量相當多，故宜就地文因子作進一步之篩選以提升效率。本計畫針對判釋土石流潛勢溪流，以北部新店溪流域平廣溪流域、加上南投陳有蘭溪流域及高雄旗山溪流域進行比較分析。本研究從高精度數值地形中萃取出之崩塌及土石流的地文參數，並了解山區集水區內過去土砂災害發生之型態、溢流點、致災規模及影響範圍等關係。比較北部平廣溪子集水區實際土砂災害及中部陳有蘭溪流域及南部高雄旗山溪流域現有土石流潛勢溪流進行驗證，提供後續土石流潛勢溪流劃設之依據。

### 二、研究方法

流域險峻值(Ruggedness) 或 Melton's ratio ( $MR=H/\sqrt{A}$ ; H 為集水區溢流點以上最大高程差(Relief), A 為溢流點以上集水區面積; Melton, 1965)與坑溝或野溪長度關係等參數曾被用於探討集水區尺度之潛在災害類型(Jackson et al., 1987; Wilford et al., 2004; 沈淑敏等, 2007)。本研究使用高精度數值地形為基礎(1 m 或 5 m 精度)，對上述北中南三個流域使用 Environmental Systems Research Institute (ESRI)所開發之地理資訊系統軟體 ArcGIS 10.2 軟體外掛程式水系分析軟體 (Arc Hydro) 萃取所需之地文因子，進而從事土石流潛勢溪流水文及流域險峻值(MR)之分析。並分析不同流域現有土石流潛勢溪流區域分析加以驗證該方法之可行性。土石流潛勢溪流與地文因子關聯性: 本研究採用無因次地貌參數流域險峻值(MR)與溪流長度關係，探討集水區潛在災害類型，並從中研究分析適合應用於台灣本島北、中、南各區域之代表性地文參數因子與災害分類準則。

### 三、研究成果與討論

Mizuyama(1982)整理日本山區發生土石流之流域面積特性，歸納出土石流之集水面積介於 0.01-100 km<sup>2</sup>(即 1-10000 公頃)，且土石流的單位面積土砂產出量有隨面積之增加有遞減之趨勢。經彙整 Mizuyama(1982)的日本土石流案例及台灣北部(平廣溪)、中部(陳有蘭溪)及南部(旗山溪)之土石流流域面積分布。北部平廣溪之土石流集水區面積較小，其集水區以介於 5-100 公頃為主；中部陳有蘭溪則以 10-1000 公頃為主且其峰值位於 500 公頃；南部旗山溪亦以 10-1000 公頃為主惟其峰值位於 50 公頃。由上述可知土石流之規模以陳有蘭溪最明顯，南部旗山溪次之，北部平廣溪最小。然而單以面積並無法代表集水區之地形險峻及產砂量，故其本身尚不足以作為土石流潛勢溪流之判釋門檻值。

土石流集水區溪溝發展起點皆大於高含砂水流集水區，並由此可見溪溝的發

育以平廣溪最成熟，這也反映在其一、二級河川之總長度與流域長度之比值較高；反之，溪溝的發育則以旗山溪最年輕，溪流的起始集流面積最大，陳有蘭溪則居中。故在較大面積(>0.2 km<sup>2</sup>)的子集水區計曲線法或固定網格數(即集水面積門檻值)法皆可適用；但如集水面積小於 0.2 km<sup>2</sup> (坡面型土石流)則宜採用 0.5 公頃的集水面積計算溪流線較能反應溪溝的地形特性。如陳有蘭及旗山溪二個流域以計曲線計算的溪流起點所相應的集水面積絕大部份都大於 0.5 公頃，甚或達 0.2 km<sup>2</sup>。本研究判釋之堆積扇坡度與 MR 呈現良好之冪次關係。此一堆積扇表面坡度關係與 Kovanen and Slaymaker(2008)所提出之 Melton's Group 1 回歸式相近，上述關係說明 MR 的確為反映地質構造及溪流輸砂能力之良好地形參數。整體而言，對於研究區內受土石流控制之堆積扇，其 MR 皆大於 0.4，且堆積扇坡度大於 3 度。

經現地勘查判釋，流域長度 7 km 並不足以作為陳有蘭溪土石流溪流長度的上限，即流域長度大於 7 km 仍存在土石流與高含砂水流並存的區間(如 DF185, DF192, DF193)。而由旗山溪的土石流案例可知 MR=0.43 亦不足土石流溪流之下限，即 MR 介於 0.3-0.43 時，仍有土石流溪流之如高市 DF018, DF020；但 DF017, DF043 則應為高含砂水流。為了解流域險峻值及溪流長度作為判釋土石流溪流地貌因子的適切性，並以足夠的地形資料進行佐證，本計畫乃收集大陸四川、甘肅、雲南等地近年來之土石流案例共 142 條土石流溪溝之判釋分類。大陸的山區河川規模雖大於台灣西部河川，但河道上土砂災害之地貌分類可一體適用：即 MR > 0.43 且 L < 7 km 者為土石流；0.3 ≤ MR ≤ 0.43, 且 L ≤ 14 km 及 MR > 0.43 且 7 km ≤ L ≤ 14 km 者為高含砂水流及土石流並存；MR < 0.3 則為洪水。對於具主支流交匯靠近下游溢流點的集水區，如南投郡坑溪(DF185)及高市 DF071(滴水野溪)除全流域外，亦應考慮支流集水區之險峻值，即支流產生土石流之條件。

#### 四、結論

國內所定義之土石流之整體比重約在 1.4-2.3 間(體積濃度在 24.2-78.8%) 範圍略小於大陸所採用 1.3 - 2.3 (體積濃度 18.1 - 78.8%)，但較歐美國學者所認定體積濃度(47 - 55%)寬鬆，故判釋土砂類型包含歐美國學者所提出土石流、高含砂水流及崩塌等土砂運移特性。

土石流之規模以陳有蘭溪最明顯，南部旗山溪次之，北部平廣溪最小。經地文參數及現地勘查台灣土石流案例之地貌門檻值。在流域險峻值(MR)部份，台灣北部流域(含平廣溪)為 MR > 0.5，中部陳有蘭溪流域為 MR > 0.43，南部旗山溪為 MR > 0.30 (0.3 < MR < 0.43 時土石流與高含砂水流並存)。在流域長度(L)方面，台灣北部流域之土石流集水區(含平廣溪)為 L < 4.0 km，中部陳有蘭溪流域為 L < 14 km (7 km < L < 14 km 時，土石流與高含砂水流並存)，南部旗山溪為 L < 7 km。不同區域之門檻值反映其地形、地質及氣候條件之差異，土石流與高含砂水流並存之區域仍需現勘判定其土砂運移型態。

統合三個流域資料及大陸 139 條土石流溪溝之判釋分類，河道上土砂災害之地貌分類可一體適用：即 MR > 0.43 且 L < 7 km 者為土石流；0.3 ≤ MR ≤ 0.43, 且 L ≤ 14 km 及 MR > 0.43，且 7 km ≤ L ≤ 14 km 者為高含砂水流及土石流並存；MR < 0.3 則為洪水。

當溢流點下游有沖積扇時，堆積扇坡度與流域險峻值呈現良好之冪次關係，Bertrand et al. (2013) 的門檻關係可供具溢流點及扇狀堆積之集水區是否為土石流潛勢溪流之判釋參考條件。

## 22. 原住民防災社區行動計畫：運用傳統智慧建構災害韌性部落

財團法人台灣基督長老教會原住民教會 陳亮全 教授

### 一、前言

近年全球逐漸暖化、造成氣象災害日益極端化，加上山區土地過度開發利用，以至於原鄉環境的穩定與平衡遭受破壞。而未來的颱風、豪雨所造成的坡地與洪水災害只會愈趨嚴重，過去行政部門對於災害的應變、搶救，或是災後的復原重建雖投入甚鉅，亦建置完成一定的運作機制與實務作為，然這些制度與機制是否為居住山區的原民部落充分了解、得以運作？抑或造成負面影響？是尚有檢討的空間。另一方面，原住民長久居住山區，為最貼近大自然生活的族群，其代代祖先傳承、累積下來的傳統生態智慧與生活經驗，可能是面對大自然與天然災害十分重要的資訊、準則與學習的對象。基於前述，本計畫乃延續 2016 年度執行的計畫，就因應氣候變遷之韌性部落建構議題再予深化、充實。具體上，篩選在部落認同較強、重視傳統文化、智慧的新竹縣尖石鄉鎮西堡部落做為研究對象，透過相關文獻與口述歷史的回顧、部落耆老與專家的團體焦點訪談，以及進入部落，實地踏勘與舉辦參與式工作坊、實驗操作等方法，嘗試結合現代災防科技思維與原民傳統生態智慧之部落韌性架構。最後，才得以提出因應氣候變遷與災害防救實務的政策建議，並據此作為原住民部落與相關部會未來施政時之參考。

### 二、研究方法

本計畫之研究方法包含(一) 文獻蒐集與彙整：藉此探究現行社區防災之意涵，並匯集災害韌性之相關指標與評估方式，進而從中梳理韌性部落中關於災害整備與應變，以及災害初期復原重建兩大類的分析架構及其內涵；同時，檢討過去參與新北市烏來區信部落行動計畫之經驗以作為本研究之基礎；再者，收集泰雅族傳統生態智慧，以及彙整大鎮西堡部落與災害韌性建構相關的行動經驗，據此當作本研究行動計畫之基本知識建置。(二) 深度訪談及焦點團體訪談：透過焦點團體訪談，研究者可在短時間內獲取廣泛之資訊，將更臻研究之完整性。因此，本計畫分別在 6 月、7 月、11 月各辦理 1 次的焦點團體訪談，希冀藉此獲取：1.傳統生態智慧之內涵；2.選定韌性部落內涵中居民可參與操作的議題。(三) 部落工作坊／實驗操作：本研究舉辦兩次之工作坊，邀集部落居民針對「災前整備與應變」以及「災後不同災損情境的應變行為」進行討論；同時，藉由兩次實驗操作體現小米的播種與儲存之傳統生態智慧。(四) 部落環境踏勘：原住民族對於環境有一定敏感程度，其會利用搬遷避開高災害風險地區以降低受災衝擊，進而透過經驗口傳予後代子孫瞭解，然上述過程並未有系統化之整理，故本研究安排部落內耆老與經驗豐富者帶領，讓本研究團隊進行實地環境踏勘，再利用 GPS 定位與紀錄各個災害據點的實際位置，後續得以分析危害類型、風險程度等。

### 三、研究成果與討論

透過上述文獻回顧與資料彙集、耆老之焦點團體訪談，可以瞭解部族的許多傳統語彙反映在空間上，則是災害潛勢地區或歷史災點的歷歷指證，亦為將傳統生態智慧運用於現行災害防救體制十分重要之環節；再者，大鎮西堡部落長年推行傳統物種的保存行動，連帶部落對於傳統作物的種植與儲備的技能仍十分完備，若以災害防救中整備的角度而言，大鎮西堡部落具備一定的災害韌性；另外，大鎮西堡部落最為重要的資產，即該部落強大的社會組織，由於部落的高凝聚力，因而可以持

續進行社造活動，而這樣堅實的部落組織正是部落韌性建構最重要因子。言之於此，本研究探究大鎮西堡部落韌性建構，主要以空間環境、農作生產、部落組織及其運作三大方向進行探究。

另外，透過辦理兩次工作坊，引導部落居民依照颱風災害發生時序進行言論，再將其所討論之議題與成果，彙整為「颱風來臨前的整備」、「颱風形成後的應變」、「小規模受災情境下之因應措施」及「中規模受災情境下之因應措施」等四部分，據此呈現大鎮西堡部落因應颱風災害不同階段下的自主作為，並藉此獲悉部落與現行防災機制之差異性。本研究亦將此成果製作成冊供部落居民作為參考、使用(如圖 1 所示)。



圖 1 「大鎮西堡部落因應災害之自主作為」手冊

#### 四、結論

透過傳統生態智慧，泰雅族原生作物具有強大的耐旱能力，其他可長期保存的傳統作物，皆提升大鎮西堡部落的恢復力；從部落居民帶領環境踏勘、協助繪製風險地圖而言，可窺見部落居民對環境的深入觀察與了解，在製作完成風險地圖後並比對部落目前的居住地區，皆是相對安全之範圍，因而可以理解部落居民無法苟同政府所執行之災前強制撤離命令。

在泰雅族傳統的 Gaga 制度下，分為空間環境、產業作物及社會組織及運作三大項作為基礎，建構韌性部落；其中空間環境包含部落空間環境、土地、歷史災點等；產業作物包含傳統作物、糧食儲備、保糧工作及經濟等；社會組織與運作則包含傳統語言、文化及生活規範等；皆是融入了泰雅族的生活經驗，造就了泰雅族的傳統生態智慧。其中，若為了產業作物等經濟利益考量，而超限利用土地等環境資源，則破壞了環境，可能提高風險，若不利用環境資源，則無法生產必須的主要糧食作物，而失去傳統語言與文化，則等於失去絕大部的泰雅族傳統智慧經驗，因為泰雅族的傳統經驗、文化與智慧皆融入於泰雅語言之中。

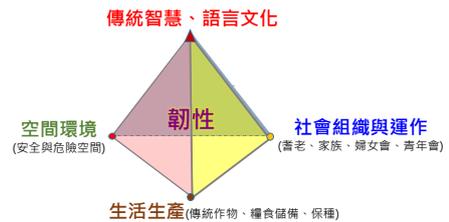


圖 2 韌性部落建構之架

故空間環境、產業作物及社會組織及運作，此三項需維持平衡，才可在災時減輕受災規模，且受災後也能維持正常運作，提高部落回復力，建構出大鎮西堡之災害韌性部落(如圖 2 所示)。本研究之操作成果，協助大鎮西堡部落提出災害韌性部落建構之系統性架構及其操作模式、流程，加強部落自主防災運作之能力，進而建立與政府對話及溝通的橋梁，也幫助政府單位理解泰雅族對於環境及災害的認知與邏輯，做為日後推動的相關原住民政策研擬之參考。也因此山區部落在災時可能形成孤島效應的課題上，建議相關單位可以參考本計畫之內容，修改「各級政府執行因災形成孤島地區疏散撤離及收容安置標準作業流程」。

## 23. 山崩特徵監測與製圖系統之建置

國立政治大學地政學系 Stephan van Gasselt 副教授

### 一、前言

自 2009 年莫拉克風災後，中央地質調查所利用光達地形圈繪之潛在大規模深層山崩區為數眾多，但對於全臺數百個已圈繪之大規模崩塌點位，目前仍缺乏廣域之山崩活動性評估方法，災防單位僅能暫以保全住戶較多者作為優先監測整治目標。另有鑑於國發會於 2015/12/05 通過農委會提案之「氣候變遷下大規模崩塌防減災計畫」，為發展潛在大規模山崩破壞機制研判與活動性評估技術，掌握具滑動高潛勢區位，本計畫採用多元遙測資料與相關技術，萃取出一系列之遙測識別標誌 (Remote sensing signatures)，以建立山崩熱區之自動辨識方法，藉此可監測並分析 Deep-seated gravitational slope deformations (DSGSD) 之破壞區位、型態與可能誘發之土砂害類型(如：圓弧形滑動、平面型崩塌或土石流等)，且有助於長期研判其潛移(復發)活動性。

本計畫以高雄市桃源區布唐布納斯溪集水區作為研究區，該集水區面積為 678 公頃，溪流長度為 4.85 公里。該集水區曾於 2009/8/8 莫拉克颱風，發生大規模崩塌，發生土石下移，並約有 2,000 萬立方公尺之崩積料源停淤坡面與溪床上。後續則於 2010/9 及 2012/9 凡娜比颱風及 611 豪雨侵襲期間再次發生崩塌。該集水區溪流亦為水土保持局公開之土石流潛勢溪流(編號：高市 DF060；潛勢等級：高)，由於溪流內堆積土砂供應豐沛，常可於豪雨事件過後，於下游荖濃溪匯流口觀察到土石流堆積扇地貌。因本集水區內同時存在土石流(debris flow)、岩屑崩滑(debris slide)及岩體滑動(rock slide)三種類型土砂災害，且山崩潛勢仍高。為了瞭解集水區內未來山崩活動性及輔助山崩熱區自動判釋方法學之建立與驗證，故挑選此集水區作為研究區域。

### 二、研究方法

#### (一) 利用光學遙測影像偵測地表變遷

遙測衛星影像是可用來偵測地表覆蓋變遷的資料，在選擇造成地表變化之事件(如：颱風、地震、豪雨等)後，以該事件發生時間為準，找出變遷前、後所攝得之衛星影像，利用該組光學影像便可初步辨識出地表變遷。而為了自動化進行，影像分類(Image classification)為常用之方法之一，將影像內的所有像元歸類至各個地表覆蓋類別後，便可利用事件前、後影像之像元類型的變化，偵測出發生變化的區位與規模。

#### (二) 利用雷達遙測影像偵測地表變遷

本計畫利用雷達衛星影像，採用強度變遷偵測、DInSAR(差分干涉測量)對實驗區地表變遷進行監測。DInSAR，即 Differential-InSAR，雷達差分干涉技術。雷達為一主動觀測系統，其能夠主動發射出訊號，並接收自地表反射之回波，其結果包含相位以(Phase)及振幅(Amplitude)，而雷達差分干涉技術主要是藉由兩張以上之影像，透過相位資訊之解算，獲得地表高程，理論精度可達公分等級。我們採用 SNAP 為主要處理工具，挑選災害事件前後之影像，並對於選定之 ENVISAT、Sentinel-1 影像進行前處理，以進行 DInSAR，對影像的相位之差異進行偵測。

### 三、研究成果與討論

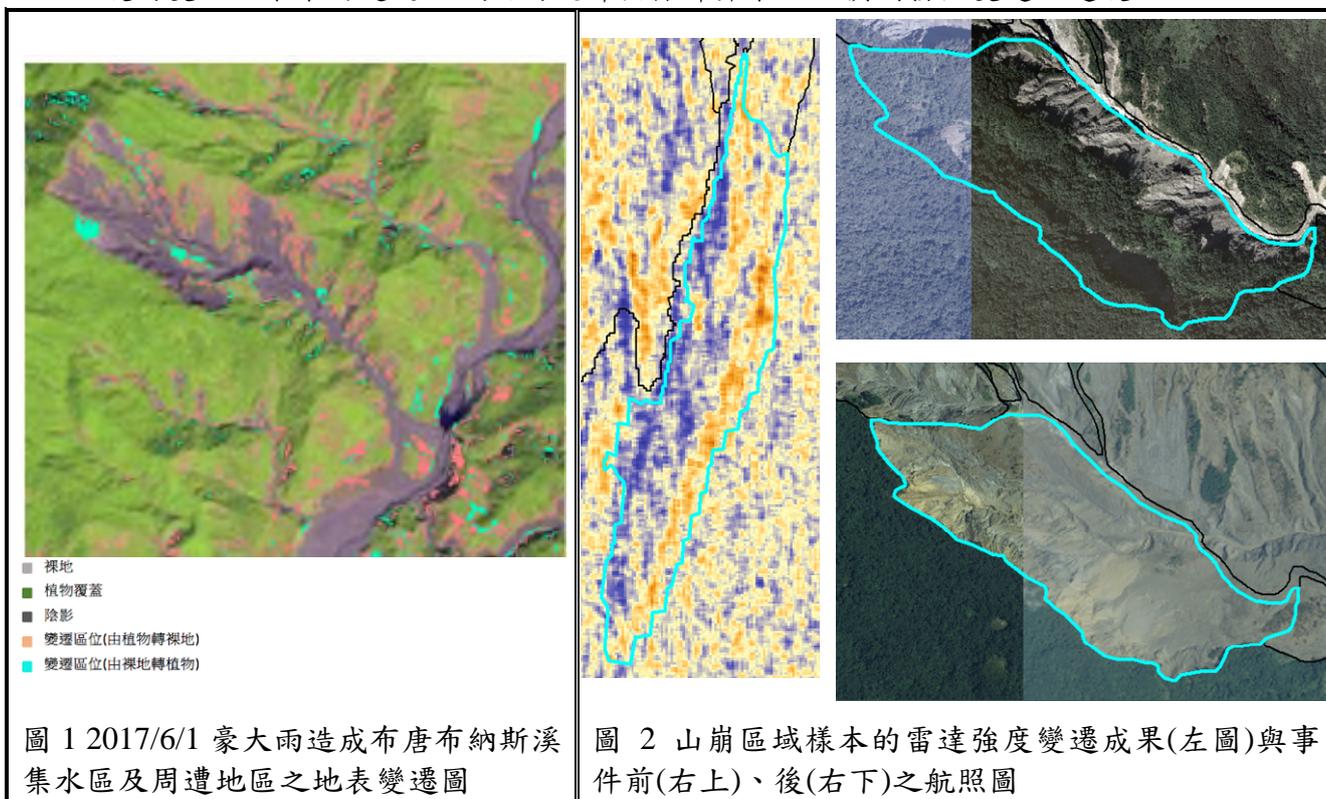
#### (一) 利用光學遙測影像偵測地表變遷

本計畫利用常態化差值植生指標(NDVI)數值分類，避免選取訓練樣區、每個

人主觀判斷分類依據不同等限制，並較容易實現自動化處理。同樣以 2017/6/1 豪大雨事件為例，計算出事件前、後之影像的 NDVI 圖後，以 0.4 作為分類之分界點，數值大於 0.4 之部分視為綠地，將其值設為 1；數值小於 0.4 之部分為裸地，將其值設為 0。相減後得出此事件所造成之變遷，成果請見圖 1。

(二) 利用雷達遙測影像偵測地表變遷

在處理雷達影像過程，我們觀察到雷達影像的幾何扭曲在投影到地距後變形特別嚴重，難以判斷山崩造成強度變化的形態(Pattern)。但在斜距(Slant range)的坐標系統下，儘管有幾何的變形，我們仍能得到完整的強度變化特徵。此完整的山崩特徵能粗略地偵測到山崩的發生、取得概略位置，且資料處理時間快速，適合作為初步的山崩偵測方式。因此有別於前人的作法，本計畫之雷達強度變遷偵測將不會進行投影，而是在斜距坐標系統下進行，不僅能避免幾何變形造成的判釋錯誤，也能保留完整的強度變化資訊。圖 2 為莫拉克颱風山崩目錄區域之一的雷達強度變遷成果與對照之航照圖，可看出在斜距坐標系統中的強度變遷確實較能反映該邊坡的變化。未來將透過區域內的統計指標計算來全面偵測發生變遷之邊坡。



四、結論

本年度計畫針對覆蓋高雄市布唐布納斯溪集水區的多元遙測影像進行多元處理，目的是為了找出能夠辨識山崩的遙測識別標誌。本計畫完成之工作項目與結論如以下各點所述：

(一) 完成蒐集 2007-2016 年間之山崩與暴雨歷史事件，同時將對應的遙測資料區分為光學、雷達與數值地形模型三類，使用 Google Drive 做為資料共享平台，可有效存取所需資料。

(二) 完成多元光學遙測影像的變遷偵測，資料的部分包括 Landsat 系列影像與 Sentinel-2 多光譜影像，利用多種監督與非監督式分類方法，完成影像分類。經比較後，受限於實驗區的陰影、雲層覆蓋與地表覆蓋等問題，本計畫認為以 NDVI 進

行分類可得到最佳分類結果，據此再進行變遷偵測。

(三) 完成多元遙測 SAR 影像的變遷偵測，資料的部分包括 ASAR 與 Sentinel-1 影像，利用強度處理、Polarimetric Decomposition、DInSAR、PSInSAR 等方法，完成地表形變偵測之測試。藉由斜距坐標系統中的強度差異，可有效偵測地表發生變化之邊坡；此外，PSInSAR 是可以獲取時間序列變形的方法，據此，本計畫認為 SAR 影像具備很高的潛力萃取山崩的遙測識別標誌。

## 24. 極端氣候下太麻里河流域複合式土砂災害模擬與災害風險評估

國立臺北教育大學 蔡元芳 教授

### 一、前言

有鑑於氣候變遷下極端氣候事件頻傳，屢屢造成國人生命財產重大損失，本研究之目的在於透過全流域範圍的研究尺度，調查分析莫拉克風災後太麻里流域的河床沖淤變化，並預測流域內各聚落將面臨的複合式土砂災害。為了預測未來氣候變遷下太麻里流域聚落可能面臨的各種土砂災害，本研究擬建立一套複合式土砂災害數值模式進行模擬分析，再透過 3D 虛擬實境整合，進行災害影響範圍之擬真呈現及災害風險評估。

### 二、研究方法

本計畫以太麻里流域為對象，為了解於極端氣候下之複合式土砂災害影響範圍，首先蒐集基本資料與現地調查，建置完整的流域之水文、地文資料庫，包含流域的雨量、流量、水位、泥砂濃度及輸砂量等基本資料，蒐集莫拉克颱風降雨事件之災情資料(崩塌地分布與崩塌量等實際資料)，再計算太麻里流域土砂生產、河道沖淤之變遷；接著，以於莫拉克風災受創嚴重之嘉蘭村為例，使用無人飛行載具 UAV 拍攝高解析度影像並建置數值地形模型；並且模擬複合式災害情境，完成莫拉克颱風降雨事件下之災情模擬與驗證(如圖 1) 所示)。

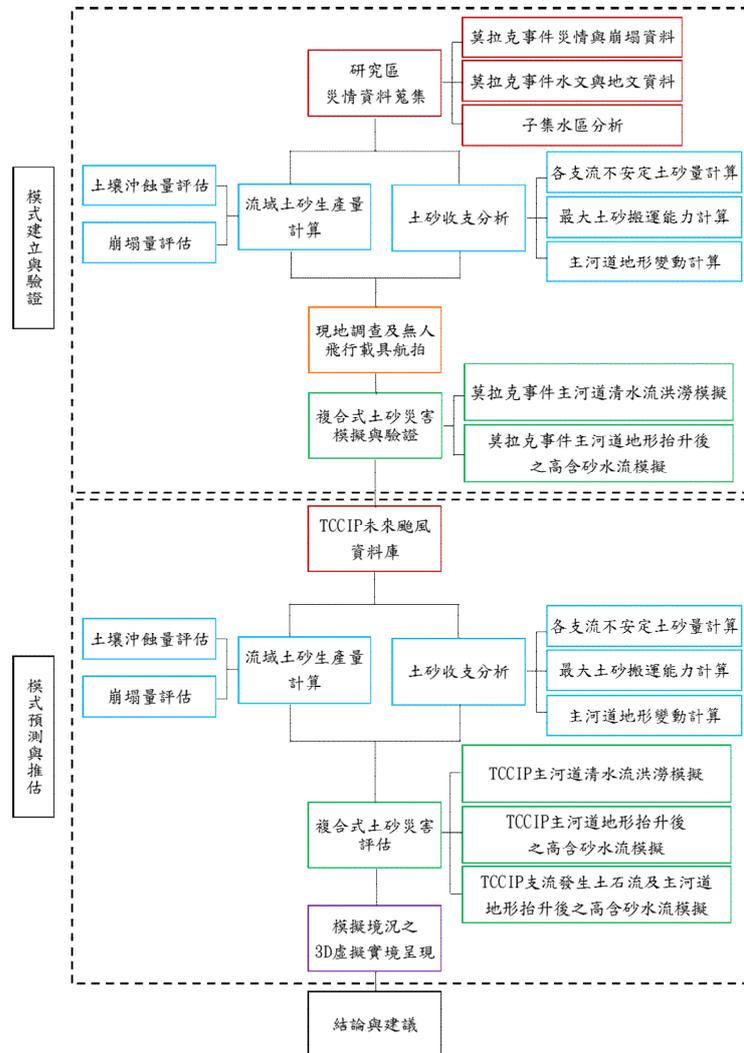


圖 1、研究流程圖

### 三、研究成果與討論

未來颱風降雨事件支流發生土石流及主河道地形抬升之高含砂水流模擬假設未來颱風事件造成太麻里溪支流—多利溪 (DF079) 發生土石流，及主河道地形抬升後之高含砂水流模擬。模擬結果中，嘉蘭村受影響範圍為 173,600 平方公尺，由圖 2 可知靠近河道聚落幾乎受到影響。最嚴重淹水達 5.22 公尺；關鍵設施部分嘉蘭國小淹水 1.99 公尺；嘉蘭鄉公所為 1.84 公尺；基督教長老教會為 1.38 公尺；臺東縣政府警察局大武分局嘉蘭分駐所為 1.24 公尺。受影響戶數高達 185 戶。

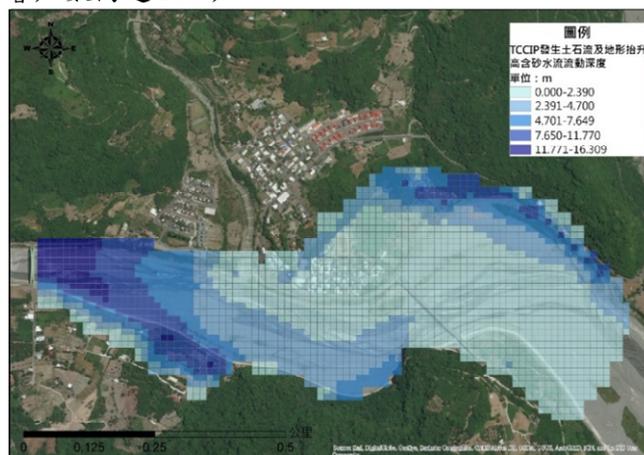


圖 2、未來颱風降雨事件支流發生土石流及主河道抬升後高含砂水流最大流動深模擬結果

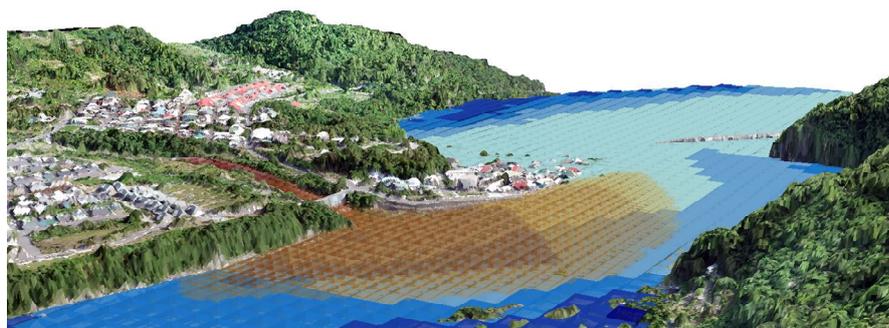


圖 3、未來颱風降雨事件支流發生土石流及主河道抬升後高含砂水流最大流動深模擬結果 3D 虛擬實境呈現

### 四、結論

為解決複合式土砂危害之問題，本研究擬建立複合式土砂災害評估模式，首先藉由過往案例分析、現地調查、無人飛行載具航拍等方式，再結合上述所建立之土砂收支模型與無人飛行載具所建立之聚落模型，進行未來颱風降雨事件模擬，推估未來河道沖淤變動情形與聚落複合式土砂災害潛勢。評估結果顯示，未來颱風事件中多利溪發生土石流及太麻里溪主河道抬升後高含砂水流對嘉蘭村聚落造成影響。

本研究期望經由太麻里溪全流域範圍的研究尺度及長時間的土砂變動探討，再進一步挑選出以村里為尺度之區域地形，進行較為精確的複合式災害模擬與衝擊分析，提供爾後治山防災及河道治理計畫研擬之參考。

## 25. 融入地方知識的自然災害風險溝通 — 以臺灣地名為例

國立臺灣師範大學地理學系 沈淑敏 副教授

### 一、前言

臺灣的山坡地佔總面積 70% 以上，地層破碎、地形陡峭、水系密度高，又因人口稠密，山坡地已有不少開發，每逢颱風豪雨或大地震，常發生山洪、崩塌或土石流等自然災害。臺灣山區的地勢平緩處有限，社區、部落及其耕地常位於河階、河谷氾濫原、溪溝埋切階地、谷口沖積扇或土石流扇、(老)崩塌地之上。然而，在極端氣候加劇的情境下，除了河階之外，這些地形多是地形再作用時最可能影響之處，因此協助居民增進對生活環境之變動性的認識，以提升地形、地質災害風險意識，實屬必要。

我國政府在進行自然災害管理方面已有相當成效，包含各主管機構根據科學研究成果所繪製的各式災害潛勢圖或防災地圖。若能在相關地圖中融入居民的在地環境知識與其所關心的面向，相信將有助於提高民眾興趣，而有助於促進自然災害風險的溝通。在此概念下，與地形、自然災害有關的地名可以視為過去常民知識的「再現 (representation)」，蘊含著當地民眾對於在地環境的識覺及生活經驗，故本計畫選擇以「地名」為素材切入。

本計畫的目標為「彙整臺灣具有自然環境與災害相關的地名，選定樣區，藉由設計以社區或部落為本的環境地圖，以了解災害溝通的重要因素」，設定的對象為有意願在社區或部落進行自然災害溝通者 (例如，意見領袖或文化工作者、社區導覽員、學校教師等)，進行訪談的三個研究樣區為桃園市復興區的高義部落、雲林縣古坑鄉的草嶺地區、新北市石門區的嵩山社區。

### 二、研究方法

#### (一) 地形與自然災害相關地名的查詢與確認

依照語言系統來看臺灣地名的命名，至少分為漢族和原住民族兩大類地名。本研究首先以關鍵字 (例如「崩」) 查詢內政部之《地名資訊服務網》，再參考縣市地名辭書、鄉誌、地圖等資料，以了解地名的由來與社區發展背景等。但因該資料庫收錄之地名以漢族地名為主，故又查詢原住民族委員會之《原住民族語言線上辭典》、原住民族傳統領域土地調查成果報告中的「傳統領域查詢圖資」等資料。

#### (二) 社區、部落的踏查與訪談

本計畫針對位於中低海拔的高義、草嶺、嵩山三個研究樣區進行訪談。樣區選取的主要考量為：1. 附近的「地名」具有災害潛勢意涵；2. 曾經歷重大土石流或崩塌災害；3. 有意願進行交流的在地人士。進入社區或部落後，首先說明研究目標與繪製地圖的用意，請對方帶領社區或部落導覽，聆聽與學習在地環境知識，進而透過訪談，了解居民對有自然災害意涵之地名的感受、自然災害的認知，以及對災害防治及管理的看法。

#### (三) 以社區、部落為本之地圖的繪製

本計畫期望藉由設計符合社區或部落需求的環境地圖，提高在地居民使用的意願，而達到防災教育和環境教育的目的，因此，地圖上不但列出有自然災害意涵之地名，套疊各相關部會自然災害潛勢圖層 (例如，土石流潛勢溪流、崩塌地等)，更多次請教潛在使用者的意見，加入居民認為重要的在地資訊。又為提高地圖的可讀性，嘗試各種表現地形立體感的方法，並徵詢地圖學者意見，確保所製地圖符合製圖規範與慣例。

### 三、研究結果與討論

本研究發現，《地名資訊服務網》雖然是國內最具公信力的地名資料庫，但對本計畫目標而言，有兩項主要限制：1.地名的空間位置常不明確，2.甚少收錄原住民民族的地名。本研究在該資料庫中共確認出 133 個與山崩相關的地名（含邦坑、抽心龍等地名中無「崩」字者），其中僅 22 個有經緯度坐標、5 個有二度分帶坐標，故需花費大量時間比對各期新舊圖資，盡可能確認該地名的位置，以繪製崩字相關地名的分布圖（圖 1）。

臺灣島面積雖然不大，但族群多元，深山、淺山地區的主要族群和開發歷史均不相同，地名以文字呈現時，涉及不同語言地名轉譯的問題，需謹慎的確認地名緣起與意涵，而且許多在地人使用的小地名，多未被收錄於地圖或資料庫中。故若欲以特定地名為溝通切入的素材，常需要實地的訪談及調查，尤其對原住民族的傳統領域更是需要。

若欲繪製以社區、部落為本的環境或災害地圖，首先需找到熱心且熟悉地方環境特性的人士（耆老、意見領袖、文化工作者），其次必須善用各種科技，共同在地圖或影像上的平台作業，以確認地方人士口述傳達的訊息。更重要的是，在地居民關心地方發展，但經濟、社會、文化面向多優先於環境、防災面向，故宜以民眾最關切的面向切入，再融入所欲傳遞的自然災害訊息。這也是本研究將環境、防災地圖調整為文化與環境地圖（高義部落）(圖 2)或觀光與環境地圖（草嶺地區）(圖 3)的原因。

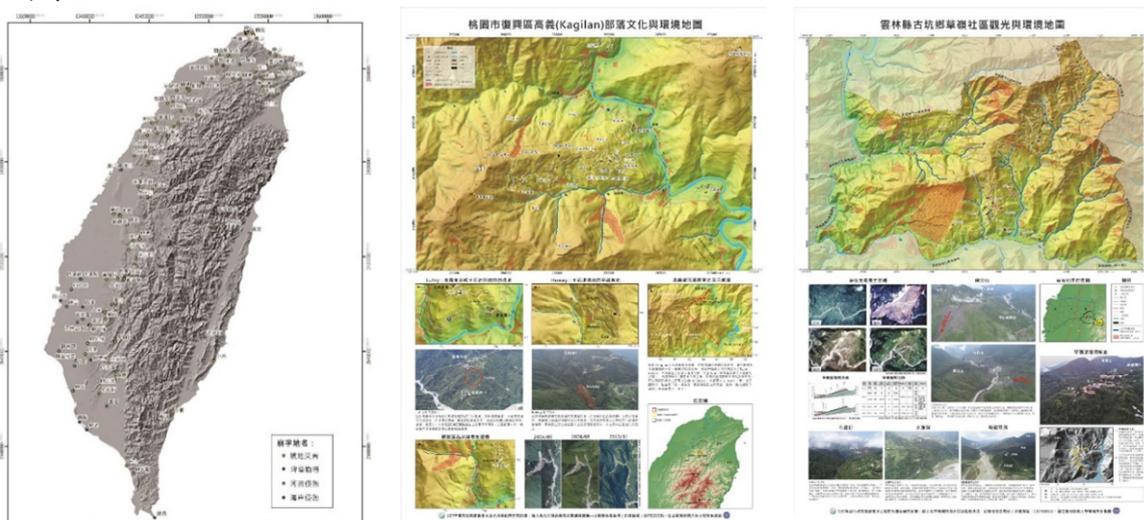


圖 1、「崩」字地名分布圖，圖 2、高義部落文化與環境地圖，圖 3、草嶺社區觀光與環境地圖

### 四、結論

自然災害雖非臺灣山區地名命名的主要原則，但視地名為在地知識的「再現」，使當地居民感到親切，也是尊重在地知識的一種表現。藉由三個研究樣區的實作可知，不同社區居民對地名所承載之環境特色的感知有別，但經訪談交流後，有深刻受災經驗且本就熱心地方事務者，多可體認祖輩以自然災害命地名的意義，並認為有必要教導年輕世代認識所居處環境的自然災害風險，而有助於促成社區、部落內部自發進行災害溝通。本計畫所嘗試的以社區、部落為本之地圖的繪製歷程，亦是一種自然災害溝通模式，而在此過程中，研究者必須真正相信居民對所居處環境的觀察與認識是甚具價值的在地知識，才符合共識溝通的根本精神。

## 26. 集水區坡地土砂沖蝕動態評估研究

國立中興大學 王咏潔 助理教授

### 一、前言

在極端事件中，短延時、強降雨之土壤沖蝕造成集水區坡面土砂流失量體可觀，成災風險高；以通用土壤流失公式（USLE、RUSLE、MUSLE 等）推估土壤流失量雖操作便利，但其結果在高強度、短延時降雨事件中之準確度難以評估且不確定性高；且 USLE 等經驗公式未考慮水文頻率年及氣候變遷等影響降雨型態之改變及日趨頻繁之極端事件，對於極端事件中坡面土壤沖蝕及土砂運移等過程之快速變化，非為最適宜之評估工具。為掌握強降雨事件中坡地土砂快速流失之量體，本研究計畫以實驗室實驗和物理方程式系統動力模型，進行土壤沖蝕和流失量隨降雨延時之變化模擬，並以高雄市荖濃溪集水區內崩塌產生之裸露地為現地試區，進行土砂沖蝕量體評估，提出對集水區坡面土砂沖蝕量之時間變化的初步評估方法及工具。

### 二、研究方法

本計畫以實驗室實驗和探討沖蝕過程之物理方程式為主要研究方法。以土壤物理實驗、沖蝕啟動應力實驗，和人工降雨實驗等結果作為物理方程式之相關參數輸入參考值；將物理方程式以系統動力模型進行求解，得進行土壤沖蝕量之時間變化模擬分析，並將此模型應用於裸露之現地試區，進行土壤沖蝕量評估。具體研究步驟及方法說明如下：

土壤物理特性實驗包含粒徑分析、比重、含水量、塑性限度和液性限度，以及團粒分析等，作為後續實驗土壤試體之基本資料及模式輸入參考值。

沖蝕啟動應力實驗以明渠水槽進行不同含水量（或密度）之土壤試體在不同沖刷剪應力作用下之沖蝕率及其沖蝕啟動臨界值（ $\tau_c$ , Pa），作為系統動力模型參數參考值。

人工降雨沖蝕實驗以人工降雨設備和沖蝕平台搭配不同坡度（ $5^\circ \sim 30^\circ$  等 6 種）與土壤（青灰泥、壤質砂土），模擬集水區不同坡面性質，進行不同降雨強度（75mm/hr、80mm/hr、100mm/hr）之土壤沖蝕實驗，配合雷射地形掃描分析沖蝕地形起伏變化與沖蝕量體關係，並且分析各因子與沖蝕量時間上之變化關係。

坡地土砂沖蝕系統動力模型以 WEPP model 和 Hairsine-Rose model 之理論為基礎，考量坡面流之土砂沖蝕；探討紋溝間（片/層流）沖蝕以及紋溝沖蝕兩大現象，考量降雨及坡面漫地流造成之土砂初次分離與再剝蝕，以及水層流動對原土砂表面和沉降之鬆散層造成的土砂捲入與沉降等過程，建立物理方程式，並以系統動力學理論聯結各存量（土砂）與變量（分離、捲入、沉積），進行時間變化分析評估。主要物理控制方程式如下：

$$\frac{\partial(C_s h)}{\partial t} + \frac{\partial(C_s q)}{\partial x} = D_r + D_i = D_s + D_{ds} + D_f + D_{df} - D_p$$

$D_s$  = 紋溝與紋溝間雨滴土砂分散率(kg m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)； $D_{ds}$  = 紋溝與紋溝間雨滴土砂再分散率(kg m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)； $D_f$  = 紋溝與紋溝間逕流土砂運輸率(kg m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)； $D_{df}$  = 紋溝與紋溝間逕流土砂再運輸率(kg m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)； $D_p$  = 紋溝與紋溝間沉積率(kg m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)。

現地試區分析以位於高雄市荖濃溪集水區內崩塌產生之裸露地為例，分為 10 個區域，進行 2017 年 4 月至 2018 年 8 月研究試區之土砂沖蝕量體評估，並以分

析時期前、後之 Lidar 地形掃瞄數值高程模型資料計算總土壤體積變化量，作為模型評估結果之比較基準，進行模擬結果與誤差討論。

### 三、研究成果與討論

人工降雨機沖蝕實驗結果指出於高強度短延時之降雨事件中，土壤流失量隨降雨延時和地形平均坡度而增加，而降雨強度對土壤流失量之影響並不顯著。經複迴歸分析，實測和估計之土壤流失量 ( $SL_m$ , kg) 皆與降雨延時 ( $t$ , sec) 和平均坡度 ( $S$ , °) 呈線性(平均降雨強度 80mm/hr)或半對數線性(平均降雨強度 75mm/hr 和 100mm/hr) 關係：

$$SL_m = -0.023t + 0.018S + 0.009(S \times t) \quad R^2 = 0.88$$

$$\log_{10}(SL_m) = -0.746 + 0.025t + 0.027S \quad R^2 = 0.88$$

由實驗資料獲得一簡單線性迴歸方程式，得使用地形體積變化量 ( $V$ , m<sup>3</sup>) 推估土壤流失質量：

$$SL_m = 968.55V \quad R^2 = 0.80$$

以平均降雨強度 80mm/hr、30°地形坡度為例，連續降雨 30 分鐘後，進行雷射地形掃瞄建立之數值高程模型如圖 9-2。

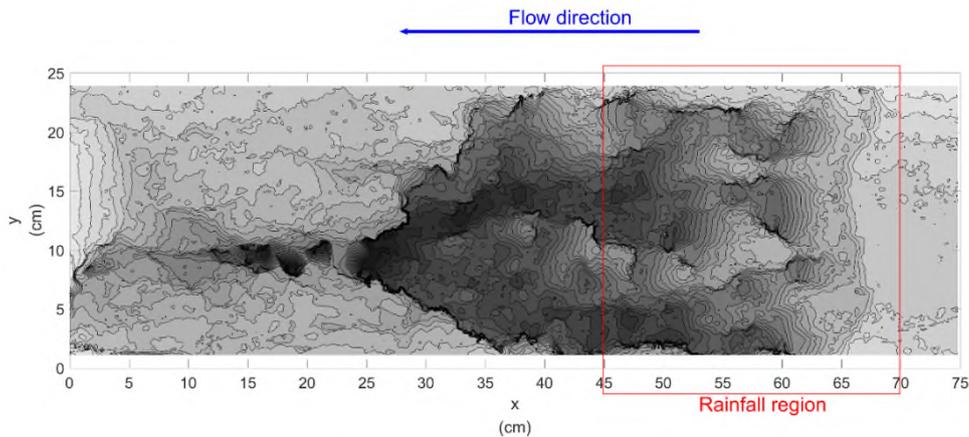


圖 9-2 平均降雨強度 80mm/hr、地形坡度 30°之青灰泥人工降雨沖蝕雷射掃瞄 DEM：30 分鐘降雨延時地形(資源來源：Wang and Lai, 2018)。

沖蝕啟動應力實驗結果指出，土壤試體之沖蝕啟動應力 ( $\tau_c$ , Pa) 隨試體之壓密程度而增加，且此情況以壤質砂土較顯著。與前人提出之 Shields diagram 比較發現，青灰泥之無因次沖蝕啟動應力 ( $\tau_c^*$ 值) 大於相同剪力雷諾數之非黏性土砂者，乃因土壤試體中黏粒間之吸引力；壤質砂土之結果則受沉降壓密時間影響，其  $\tau_c^*$  值離散程度高，但平均值落於前人研究之趨勢線，符合非黏性土砂沖蝕啟動應力之變化趨勢。

土壤沖蝕模擬之試區案例分析以位於高雄市荖濃溪集水區內崩塌產生之裸露地進行總土壤流失量之模擬。結果指出總土壤流失量在 10 萬公噸/17 個月左右之區域模擬結果最為準確，十個區域之模擬平均誤差為-11.3%；在此區域中，與水動力相關之參數對沖蝕量之影響明顯高於土壤本身之抗沖蝕特性，且各區塊之土壤特性差異不大。

### 四、結論

本計畫之研究成果可作為不同降雨強度、降雨延時之單場或數場降雨事件對坡面造成之土壤沖蝕與表土流失進行不同時距之模擬與土砂量體估計，作為降雨

事件中之土砂量體運移及變化初步評估參考，以提供後續災害風險評估與治理對策研擬之參據。未來研究方向建議對於坡度較高和高強度降雨產生之表土壓密作用和微地型崩落及塌陷等重力作用加以考量，為後續模型精進之方向；並建議考慮空間變異性，將本模型之物理方程式與地理資訊系統介面結合，得進行土壤沖蝕與土砂運移之時間和空間變化分析與模擬，增加模型之應用價值。

## 27. 生物礦化工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性探討(2)

國立中興大學土木工程系 陳豪吉 教授

### 一、前言

災害類型中，以自然邊坡土石滑動災害最引人注意，主要係該災害一旦發生，普遍均屬大範圍之災害規模，受影響層面極廣，除民眾生命財產受到威脅、結構物損毀、維生路線中斷，集水區生態環境損毀之外，近年如 2015 年蘇迪勒風災重創南勢溪流域之案例，更發現因大量土砂滑入溪流，使原水質濁度急速飆升，民生自來水無法正常提供等問題，引致民怨四起，政府施政效能受到民眾高度存疑，如南勢溪流域供應大台北市數百萬人重要水源區內之自然邊坡穩定工作，更屬嚴峻與困難，為水土保持工程專業人員刻不容緩並須處以有效整治重要工作。

國內外有許多學者提出關於邊坡淺層土壤滑動或地表土壤沖刷現象之分析預測模式，同時有相當多樣之工法被採行應用於邊坡整治工作，均已能發揮設計功能，使國內水土保持技術與工作成果，居於世界領導地位。經檢視一些傳統工程共通問題，發現對自然環境之友善性條件普遍不足、施工條件受限制、工程生命週期不足，又所使用之材料在製造過程、施工機具與動力能源等均對自然環境造成衝擊，故尋求一真正貼近自然之生態性工程，具有實際需求性。

微生物誘導碳酸鈣結晶(microbial induce calcium carbonate participation、MICP)工法，主要工項為將極低黏滯係數之菌液及膠結溶液藉由重力作用滲入土體內，使形成一自然成岩作用之環境條件，過程不需製造有機、無機之固體材料與構件、亦不需使用到大型機具，不需耗費大量人力，尤其對於極為陡峭險峻之地形條件，並不太須仰賴假設工程(包含施工便道、施工平台架設等)之輔助，只要溶液材料輸送管線可到達之處，即可順利施工，故相對於傳統水土保持工法，顯然更能節能減碳，可符合維護自然生態環境之重要條件。本文即為探討 MICP 工法應用於地表土壤沖刷防治之可行性。

### 二、研究方法

本研究為延續計畫，第一年已經完成文獻資料蒐集及初步土壤 MICP 實驗。經過文獻收集與分析以及實驗結果之證明，Bacillus pasteurii 菌對於鈣離子轉換具有相當效率，確實可於砂土顆粒之間長成碳酸鈣晶體進行填塞作用。經 MICP 作用後，無凝聚力之標準砂試體可以被固結成具有直立性之小圓柱，且 MICP 施作天數越長的試體，其整體固結狀況越佳，其抗壓強度隨之增加，試驗結果顯示標準砂試體抗壓強度值可由鬆散砂之零強度強化提升到 3 至 12kPa 左右。土壤重模試體之強度更可提升至 250kPa 左右。第一年度試驗結果顯示，MICP 作用後之標準砂試體及土壤重模試體，因為土體中碳酸鈣之堆積與膠結作用，導致其抗壓試體強度將大幅提升，此結果可證明 MICP 工法對土壤固結與防止邊坡滑動確實有相當之功效顯現。

本年度研究於試驗室內進行 MICP 試驗，就實施 MICP 實驗 7 天之組別與未施行 MICP 之控制組進行試驗結果比較，藉由模擬固定雨型(採用中央集中式雨型)(peak at center)，比較不同降雨強度(41mm/hr、66mm/hr)下之降雨測試，探討試驗變數在土壤相對密度不同(Dr=60、70、80%)、土壤含水率不同(烘乾時間 0hr、6hr、12hr、24hr)及坡度不同(5%、10%、20%)之間的關係，並分析在何種配置下試體之抗沖蝕率最佳，進而提供未來現地試驗之參考。另外亦針對土壤在相對密度 Dr=60%組別，在 MICP 試驗後進行抗壓試驗以比較參考之。

### 三、研究成果與討論

本研究將實施 MICP 固化實驗 7 天之組別與未施行 MICP 之控制組進行試驗結果比較。降雨沖刷後固化組與未固化之控制組之高程相減得到高程差，再將其繪成圖，若為正值代表表面沖蝕情況控制組大於 MICP 固化組。本實驗抗沖蝕率的定義為，(沖蝕後未固化試體之土壤流失量-固化試體土砂流失量)/未固化試體土砂流失量。試體含水量則定義為試驗前試體之含水狀況，即(部分烘乾後試體濕土重-烘乾試體土重)/烘乾試體土重。得知抗沖蝕率、含水量與試體沖蝕破壞表面高程差後進行綜合比較，即可進行 MICP 固化後試體抗沖蝕能力之分析。

#### (一)、不同相對密度下試體抗沖蝕能力分析

降雨強度  $I=41\text{mm/hr}$  及  $66\text{mm/hr}$  與相對密度 60%、70%、80% 作為獨立變數，比較在不同降雨強度時，試體相對密度變化下，試體固化與未固化組之表面破壞程度分析。由試驗結果可知，降雨強度為  $41\text{mm/hr}$  時，相對密度 60% 試體的抗沖蝕率為 9%、相對密度 70% 的抗沖蝕率為 18%，到達相對密度 80% 時，其抗沖蝕率增加到 41%，此結果亦代表相對密度愈高，試體經 MICP 固化效果愈顯著。降雨強度為  $66\text{mm/hr}$  時，相對密度 60% 的抗沖蝕率為 15%、相對密度 70% 的抗沖蝕率稍降為 14%，到相對密度 80% 的抗沖蝕率可增加到 34%，相對密度 80% 有固化的試體，其抗沖蝕效果相對於 60%、70% 相對密度者較為顯著。上述實驗結果顯示，降雨強度愈強固化抗沖蝕效果愈不顯著，但相對密度 80% 經 MICP 固化抗沖蝕效果仍佳。

#### (二)、不同坡度下試體抗沖蝕能力分析

固定土壤相對密度，將試體放置於不同坡度(5%、10%、20%)進行降雨實驗，比較在不同降雨強度時，坡度變化下之表面破壞程度分析。試驗結果可知，在降雨強度為  $41\text{mm/hr}$  時，坡度 5% 的抗沖蝕率為 55%、坡度 10% 的抗沖蝕率降至 15%，坡度 20% 的抗沖蝕率又提升為 41%。此結果顯示，試體坡度 10% 者抗沖蝕能力最差，此原因可能是降雨強度  $41\text{mm/hr}$  時，坡度愈緩則沖蝕型態為雨滴飛濺沖蝕為主，到了坡度 10% 時為轉變同時受到雨滴飛濺與逕流沖蝕之影響，導致抗沖蝕率下降，坡度為 20% 時沖蝕型態已轉變為逕流沖蝕，故抗沖蝕率又提升。降雨強度為  $66\text{mm/hr}$  時，隨著坡度增加，抗沖蝕率皆有下降的現象，但由於降雨強度大，所以抗沖蝕率之值在坡度 5% 時為 32%，坡度 10% 時抗沖蝕率仍可維持 28%，但坡度 20% 時抗沖蝕率已經降為負 8%。此結果意味著，在強降雨時( $66\text{mm/hr}$ )，若地表坡度達 20% 時，就算以 MICP 作用固化之，土壤表面之抗沖蝕率仍無法提升。

#### (三)、土壤試體抗壓強度分析

本實驗取相對密度  $D_r=60\%$ ，MICP 滴灌時間為 0、5、15 及 30 天，比較不同滴灌時間固化強度之差異，提供為試體降雨試驗沖蝕破壞試驗結果之比較分析。結果顯示，隨著 MICP 施作天數增加，其抗壓強度隨之增加，滴灌時間 7 天時，試體平均抗壓強度值可達 1000 kpa，滴灌時間達 14 天時，試體平均抗壓強度值可達 2600 kpa，齡期 28 天試體平均強度成長至 2800 kpa。

### 四、結論

本年度研究完成 MICP 工法在坡地降雨沖蝕試驗水槽中之實現性，並初步獲得證明 MICP 工法對受降雨侵襲下之表土沖刷穩定控制之功效。試驗結果顯示，土壤試體相對密度愈高，MICP 固化後抗沖蝕效果愈顯著，但試體坡度大於 10%，雖經 MICP 固化但抗沖蝕效果不佳。以不同相對密度試體沖刷後表面高程差及抗沖蝕率結果之分析顯示，降雨強度愈強，MICP 固化抗沖蝕效果愈不顯著，但相對密度 80% 的固化抗沖蝕效果仍佳。

本研究將實施 MICP 固化實驗 7 天之組別與未施行 MICP 之控制組進行降雨沖刷試驗後比較，經土樣重模試體抗壓試驗結果證明，MICP 固化後試驗組強度尚有成長空間，故前節有關試體抗沖蝕能力分析結果是偏保守的。

## 28. 應用易損性分析發展震後山區災害潛勢評估模式之研究

逢甲大學 謝孟勳 研究副教授

### 一、前言

由於現今科技對於地震仍難以準確預測，無法如颱風或豪雨般利用即時監測系統進行災害預警，因此地震後山區之建物受震倒塌、坡地崩塌以及震後山區道路的破壞，未來恐造成嚴重的山區災害威脅。基於易損性分析的地震早期損失評估可以進行地震後建物損害以及坡地崩塌的可能性評估。以崩塌為例，在同樣條件的尖峰地表加速度下可能有著不同的結果，因此對於廣域崩塌評估更適合以機率評估模型描述崩塌的可能性，利用易損性曲線表達在某一強地動因子下的破壞機率，將可有效地在地震初期時將可能的致災災況進行評估。本研究中針對山區聚落建立地震引致崩塌的坡地易損性曲線，以及建物受震倒塌之易損性曲線，並應用於震後可能的山區聯外道路阻斷，進一步了解這些災害對於震後山區聚落可能形成重大災損地區、高風險地區、山區孤島地區等災害防救課題。應用易損性分析模式發展之震後山區災害潛勢評估模式，可在震後快速進行災害損失評估，了解可能受災範圍及影響，亦可作為災前的減災規劃及防救策略的依據。

### 二、研究方法

#### (一) 易損性分析理論

易損性曲線描述受災本體在災害侵襲時的易致災特性，並表達特定致災因子對於受災本體達到或超過某種損害狀態的超越機率。基於自然災害發生之分佈模式，通常選用對數常態分布來建立致災誘因  $x$  對事件發生的分配函數  $F(x)$  數學方程式。對數常態分布是由中位數  $c$  及標準差  $\zeta$  決定，易損性曲線即為機率密度函數所得的累積機率分布函數。對數常態累積分布函數如下式：

$$F(x; c, \zeta) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left[ \frac{\ln(x/c)}{\zeta \sqrt{2}} \right] \quad (1)$$

其中， $\operatorname{erf}$  為高斯誤差函數。當雙參數決定後，即可由累積分布函數繪製易損性曲線。

#### (二) 地震誘發崩塌之坡地易損性分析

本研究依據地質 (G1、G2，分 2 類)、坡向 (弱面向，代號 A1、強面向，A2，分 2 類) 和坡度 (三~四級坡，代號 S1、五級坡，代號 S2 和六~七級坡，代號 S3，分 3 類) 等因子作為坡地分類的依據，共計 12 類坡面類型。各類型坡地易損性曲線如圖 1 所示。

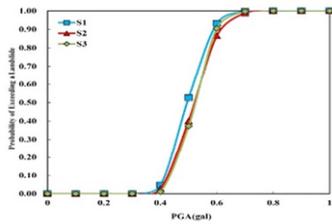
#### (三) 地震引致建物倒塌之建物易損性分析

本研究依據構造材料 (鋼筋混凝土造，代號 RC、加強磚造，代號 RM、磚石造，代號 GM、鋼構造，代號 SS、鐵皮屋，代號 ST、木造，代號 WC 及純土造，代號 MC 等 7 類)、樓層高度 (1~3 低樓層，代號 L、4~7 中樓層，代號 M 及 8 層以上，代號 H) 和設計規範 (1982 以前，代號 1、1983—1989，代號 2 及 1990—1999，代號 3) 等 3 個影響易損性曲線的關鍵因子作為建物分類的依據，共計 16 類建物類型。以中低樓層 RC 類建物為例，建物易損性曲線如圖 2 所示。

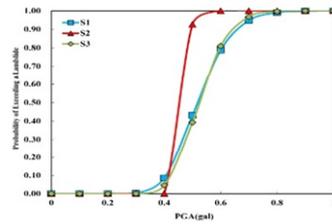
#### (四) 山區災害潛勢早期評估模式建立與應用

評估內容主要包含 (1) 地震誘發崩塌之聚落影響評估；(2) 地震誘發崩塌之山區道路阻斷評估；(3) 地震直接引致之建物倒塌災損評估等三部分。地震早期評估評估流程主要有 8 大項目，分別為：(1) 模擬事件選取；(2) 地表加速度分布推估；(3) 坡面單元崩塌率計算；(4) 建物倒塌機率計算；(5) 集水區崩塌潛勢評估；(6)

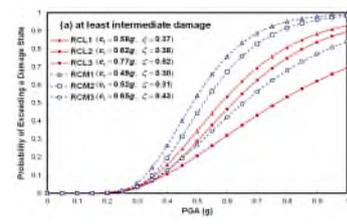
聚落坡面崩塌危害評估；(7) 道路之坡地崩塌阻斷評估 (包括路段阻斷之易損性分析、路段阻斷之危害潛勢值分析等 2 部分)；(8) 建物全半倒塌評估等。



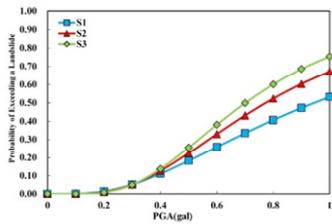
(a) G1A1 類坡度因子比較



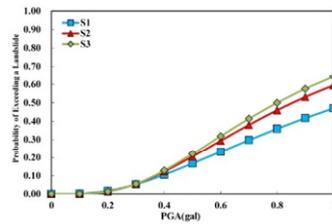
(b) G1A2 類坡度因子比較



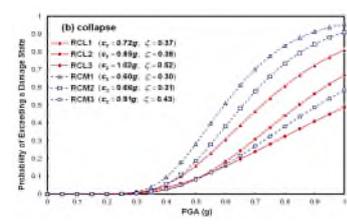
(a) RC 中低樓半倒



(c) G2A1 類坡度因子比較



(d) G2A2 類坡度因子比較



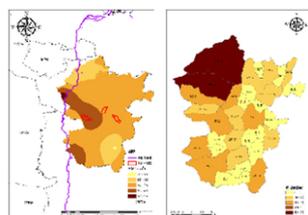
(b) RC 中低樓全倒

圖 1 各類別坡度因子之易損性曲線比較

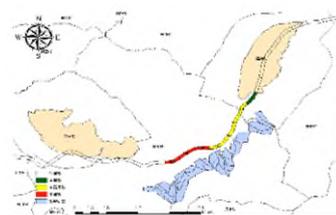
圖 2 RC 類建物易損性曲線

### 三、研究成果與討論

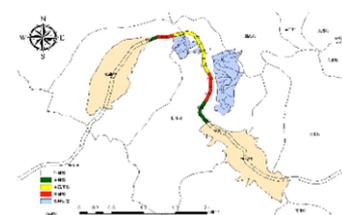
本研究以烏溪集水區內台 14 線沿線聚落為對象，針對聚落進行危險坡面和建築物調查，包括南投縣平林里、福龜村和大石村，總面積約 24.3 平方公里，總戶數約 1,480 戶，總人口約 4,292 人。由地震早期評估流程，研擬 2 個事件進行地震早期評估模擬，分別為 921 地震事件 (歷史地震，地震規模 7.3，車籠埔斷層，震源深度 8.0km) 以及彰化斷層事件 (人工地震，地震規模 7.5，彰化斷層，震源深度 15.0km)。以 921 地震事件為例，評估結果如圖 3 所示，平林里崩塌期望值範圍落於 0.008~5.292 ha，崩塌危害潛勢值為 0.907；福龜村崩塌期望值範圍落於 0.001~2.444 ha，崩塌危害潛勢值為 0.980；大石村崩塌期望值範圍落於 0.001~2.716 ha，崩塌危害潛勢值為 0.986。平林里與福龜村間路段阻斷潛勢值為 0.175~0.225，福龜村與大石村間路段阻斷潛勢值為 0.136~0.146，各路段中、中高、高潛勢路段分級如圖 3(b)~(c)所示。建物倒塌方面，平林里半倒 107 棟、全倒 63 棟，福龜村半倒 203 棟、全倒 109 棟，大石村半倒 58 棟、全倒 32 棟。



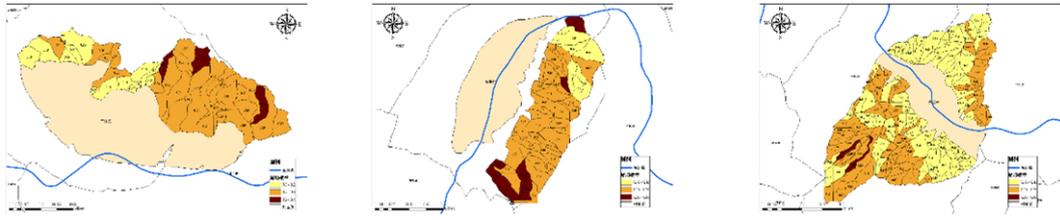
(a) 震度及各子集水區崩塌評估



(b) 平林里與福龜村路段阻斷潛勢



(c) 福龜村與大石村路段阻斷潛勢



(d) 平林里坡面崩塌評估 (e) 福龜村坡面崩塌評估 (f) 大石村坡面崩塌評估

圖 3 921 地震事件早期評估成果示範

#### 四、結論

本研究發展的地震早期評估方法，分別以 921 地震以及彰化斷層模擬事件進行各類情境模擬，未來系統化並介接中央氣象局資料後，可在地震早期可快速了解可能災害損失，便於快速掌握高災害潛勢地區，未來可結合地震危害度分析進行易損性曲線的應用，研究成果有助於地震對於山區災害潛勢之量化評估，作為震後早期評估的基礎資料，以及山區減災策略的依據。

## 29. 以支流土砂供給序率模式結合堰塞湖潰壩模式推估山區村落安全

國立中興大學水土保持學系 洪啟耀 助理教授

### 一、前言

在莫拉克風災後，台灣山區支流因崩塌堆積上累積了大量的土砂材料，隨著降雨事件輸送進入主流當中，造成河床的抬升，並且當一次輸入的土砂量體較大時，將在主流上形成堰塞湖，堰塞湖潰決之洪水波對於下游村落造成相當大的威脅。因此本研究針對堰塞湖的形成及潰決過程進行研究。

### 二、研究方法

本研究結合三種不同的模式進行未來堰塞湖潰決對下游村落可能造成的影響，首先先透過序率模式預測出可能產生的土砂量後，再將其產生之輸入進入潰壩模式中計算得到潰壩所產生的洪水歷線，最後將洪水歷線納入運動波模式中計算對下游各村落的影響，以下將針對三種模式分別進行說明：

#### (一) 支流土砂供給序率模式

考量到土砂材料輸送之不確定性，本計畫將採用序率模式進行土砂材料之估算，透過所收集之歷史資料，估算出模式中所需之係數後，使用該模式進行長時間的模擬，進行未來支流土砂供給情況推估，並且將其輸出之支流土砂產量之結果納入主流堰塞湖潰決模式中。

#### (二) 堰塞湖潰決模式

在堰塞湖之模擬中，前人所使用之潰決模型往往僅考慮到堰塞湖本體之水量進行估算，然而在台灣因支流土石堆積所產生之堰塞湖，其儲水體積甚小，倘若僅考慮湖體進行潰決演算，所產生之洪峰流量並不會造成太大的災害。因此本計畫考量現實情況，預計將暴雨期間之上游流量納入模式中同時結合支流所提供之土砂產量，計算出潰決之洪峰流量與上游洪峰流量相互疊加後之流量歷線。

#### (三) 運動波洪水傳遞模式

考量到台灣山區河川在坡度與斷面寬度皆有極大的變動性，若要進行洪水波之演算往往需要較為複雜的模式方能進行，本研究預計使用以運動波為基礎所建構之變坡度變寬度之傳遞模型。由於模式之基礎為運動波模型，完整地重現洪水波於山區河川傳遞之現象。

### 三、研究成果與討論

#### (一) 案例說明

本研究以荖濃溪與布唐布納斯溪的匯流口處作為現地案例的比較，在該河段上自莫拉克風災後各聚落與公路的安全性備受關注，同時也因為布唐布納斯溪的活躍，導致目前每逢颱風豪雨都會產生小型的堰塞湖對附近聚落及公路造成影響。

#### (二) 分析結果

本研究將兩雨量站資料以徐昇式多邊形法進行統計，得到總計之雨量資料。雖然在序率模型的假設上，在不同月份時均來自於同一機率分布，但考量台灣氣候的特性，本研究將雨量進行統計，計算出平均一個月會發生的事件數量與平均一場事件所提供的降雨量後，以兩種不同的情境進行模擬，(1) 不考慮氣候變遷的影響，單純以目前的資料進行統計後估算；(2) 考慮氣候變遷的影響，考慮事件的平均降雨量將依年遞增。兩種情境本研究都進行 200 年的模擬情況，其模擬結果如圖

1(左) 所示。將連續之降雨事件視為一次大事件，並且考慮土石流潰決的洪峰為整體事件的最大洪峰，因此堰塞湖壩體將持續累積高度直至達最大洪峰發生潰堤事件為止，再將其事件逐一輸入進入潰壩模式中進行洪峰流量之推估，其單一事件計算結果如圖 1(右)所示。

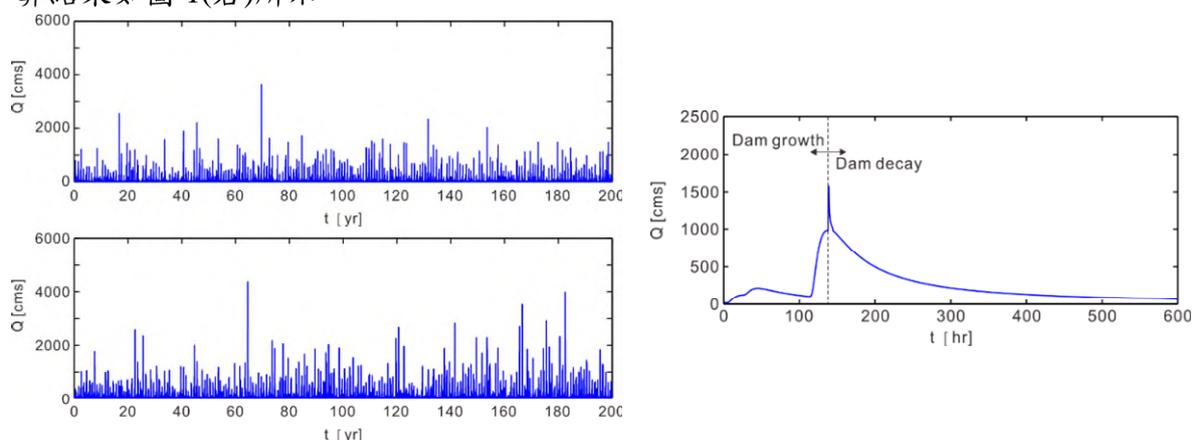


圖 1(左) 模擬情境流量資料；(右) 單次事件潰決洪水歷線

使用潰壩模式所計算出來的洪峰流量歷線，將流量向下游進行傳遞，針對下游村落位置繪製出河川斷面，進而討論潰決之洪峰對下游的影響，將數個斷面資料進行模擬後，利用所計算之情境，分別繪製災害影響地圖(圖二)。圖中藍色的區位都是在潰壩事件下的影響範圍，可以清楚的了解下游的保全對象台 20 線公路的影響狀況，並且可透過本圖了解各聚落的影響，進行其安全的評估。

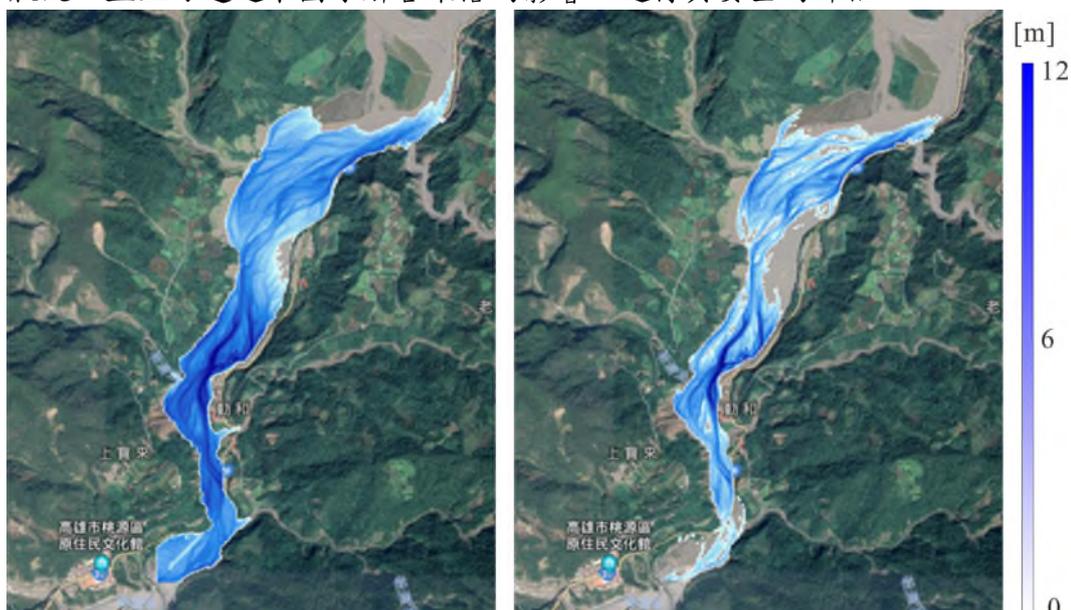


圖 2 潰壩後災害影響範圍 (左) 最高流量  $Q_p = 5387 \text{ cms}$ ；(右) 最低流量  $Q_p = 248 \text{ cms}$

#### 四、結論

在本研究中我們收集了現地數年來的水文地文資料成功的建置了前述的三種模式，同時也成功的模擬出了在氣候變遷的情境下下游保全對象可能造成的災害情況，但是近年來由於更多事件中各支流將土砂材料傳遞至主流堆積造成河床抬升，因此本研究雖然結合了三種模式進行模擬，但仍沒辦法估算出未來河床的變動狀況，因此若以近年來河床抬升的速率進行估算在加上目前透過這三種模式所估

算出來的水深，勤和聚落與公路的危險性將大幅的提升因此針對現地案例的分析上，在未來若是進行防災避難的規劃，建議須將河床抬升進行詳盡的考量。

### 30. 智慧化雨量計和水位計研發

國立臺灣大學 黃宏斌 教授

#### 一、前言

土石流疏散避難程序實施以來，已經創下連續好多年颱風、豪雨事件無傷亡紀錄。雖然如此，為提高警戒發布之準確性，降低災害衝擊，下列事項仍然有必要加以深入探討，例如：降雨量突然超過預期並急速增加或防災專員觀測之降雨量大於氣象局發布之降雨量之情況發生，以及自動監測傳送資訊之建置等。

再者，由於防災專員待命觀測期間，仍然持續降雨，因此，以其簡訊回傳起始值為零，每大於 50mm 回傳一次，作為防災專員所在位置的參考雨量，縱使不考慮在倒掉雨量筒內水量再繼續觀測時所沒紀錄到的雨量，也無法與實際降雨時間和雨量紀錄值吻合，所以，不僅紀錄之累積雨量小於氣象局之累積雨量外，也不容易作為建置永久雨量站之參考依據。

由於目前之作法可能會降低預警效果，也有可能會壓縮疏散撤離時間，所以研發自動觀測，並傳達精確訊息給防災專員之智慧化雨量計或水位計便成為本研究之執行目標。

#### 二、研究方法

如果將尚在研發階段期間之不同類別、型式零件都請廠商開模製造，所需經費將會十分驚人，因此，以 3D 列印設計開發之各項零件，可以大量節省經費。本研究除了以 3D 列印小型雨量計外，並採購超音波水位感測器、微處理控制器和通訊系統晶片，以及太陽能板、微水力發電系統和電力儲存設施，撰寫程式自組智慧化雨量計和水位計，以達到精確、穩定供電和傳輸功能之要求。因此，工作執行方法包括探討自行研發與傳統式儀器間之功能、精準度差異；自行研發儀器在現場之表現；太陽能、微水力發電等替代電源之穩定性測試；微水力發電系統之外部防護系統研發，以及專利申請等。

#### 三、研究成果與討論

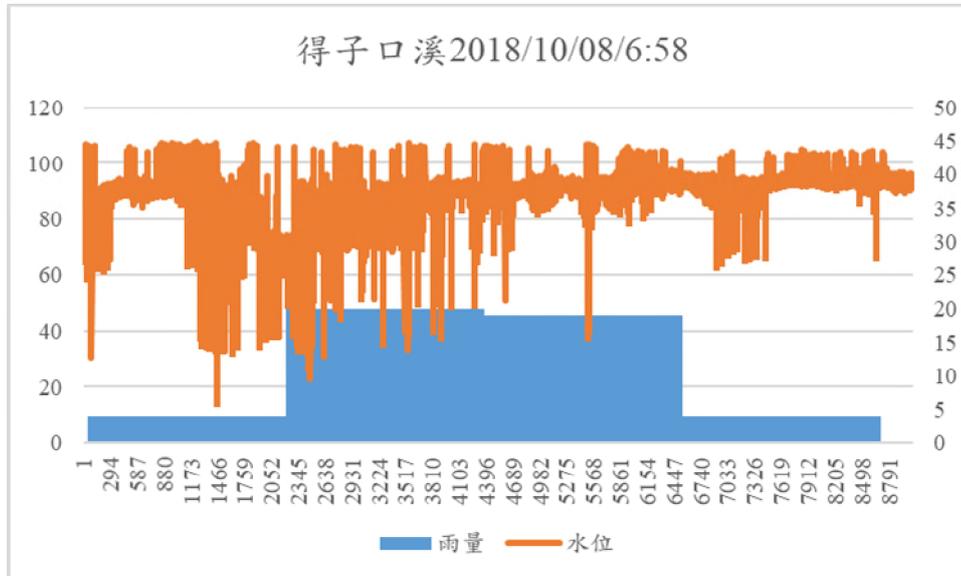
主要研究成果有：

- (一)研發完成承雨器口徑 10cm 之自計雨量計
- (二)研發完成超音波自計水位計
- (三)推導矩形和梯形溢洪口和固床工流量計算公式
- (四)箱涵上下游水位推導流量公式
- (五)儀器組裝
- (六)現場試驗
- (七)資料分析

本研究所初步研發完成之雨量、水位計已經安裝於寒溪防砂壩、碼崙二號防砂壩、崩山湖箱涵、小礁溪潛壩、草湳潛壩和得子口溪防砂壩。由於崩山湖雨量水位計之電源考慮使用傳統水力發電機，為配合水力落差和發電機安裝位置，崩山湖之雨量水位計，與其他現場不同，係安裝於橋梁箱涵上、下游處。

一般水位計為了節省用電，大都採用一小時自動觀測一次為原則，本研究為瞭解一小時內之水位變化，採用觀測頻率最高之約 2 分鐘觀測一次之作法，亦即一小時觀測約 2,056 次。由於崩山湖之水力發電機操作尚不順暢，無法獲得雨量、水位資料外，其餘五個樣區解決強降雨、蟲害、積水等問題後，所獲得之資料數一次最多達 635,184 筆。

下圖為得子口溪雨量水位資料(2018/10/08/06:58 起)。



本研究所初步研發完成之雨量、水位計材料費用粗估分別為 7,100 元和 7,400 元(無線網卡版)，到目前為止，所組裝之儀器於室內操作均無問題；雖然現場因為強降雨、蟲害、積水等問題，造成資料擷取困難，本研究也一一克服。

#### 四、結論

經過理論分析、3D 列印、程式撰寫、儀器組裝、現場試驗和資料擷取分析等步驟後，主要成果如下：

1. 研發完成之雨量水位計以市電供應為優先；沒有市電供應時，蓄電池配合太陽能亦可提供足夠電源。
2. 雨量水位計於室內可以發揮精準之量測成果；在野外已經排除強降雨、蟲害和積水問題，目前正持續觀察，檢視有無其他問題出現，並且加以解決。
3. 由於宜蘭縣可發電時數為 2.55 小時，其發電量無法滿足雨量水位計之需求電量。因此，仍舊以蓄電池電源為主要供應電源；太陽能為輔助電源。由於落差水頭不足，微水力發電目前尚無法提供足夠電源，雨天時仍舊以蓄電池電源為主。
4. 雨量水位計之蓄電池配合太陽能可以擷取最大筆數達 635,184 筆紀錄，充分發揮臨時雨量水位計之擷取功能。
5. 雨量水位計具有記憶卡和無線傳輸兩種形式，除可充當臨時觀測站外，亦可呈現雨量和水位在最短觀測期間內之變動情形。

## 31. 高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究

華梵大學 鄭清江 教授

### 一、前言

華梵大學所在的大崙山地區為經濟部中央地質調查所公告之「山崩與地滑地質敏感區」。自本校建校以來，即發現在校園內外之坡地與建築物中存有持續發育的裂縫與變形，故本校從 1997 年起，陸續於校園內建置各項護坡工程，如地錨與擋土牆；另外亦裝設坡地穩定之監測系統，如定期量測之傾斜觀測管、位移沉陷觀測點、建築物傾度盤、地下水位計以及雨量站，並有數孔岩芯資料以研判可能的地下滑動面位置。為了瞭解大崙山整體坡面之坡地運動與相關之地下構造，本計畫擬以「高精度 GPS 與現地監測系統應用於順向坡深層滑動之案例研究」為題，結合地表坡面設置之高精度 GPS 監測系統和定點局部地質探勘作業，與校園內既有之坡地監測系統，期望得到宏觀與微觀的邊坡運動研究成果。

### 二、研究方法

為了監測與瞭解大崙山順向坡的運動行為，本計畫主要應用的研究方法為，分析坡體內部滑動面以及坡地表面的位移形態，並且根據此位移形態找出與降雨量及地下水位變化的相關性。華梵大學既有的自記式傾斜觀測管 (SAA)、自記式雨量計及自記式地下水位計皆為一小時一筆 (即小時解) 之記錄資料。在坡地表面監測方面，本計畫使用固定於建築物頂之連續監測的全球定位系統 (GPS, Global Positioning System) 所得一秒一筆之記錄資料，並將該資料解算為配合上述本校既有的監測資料 (即一小時一筆記錄資料)，以獲得相同時間間隔之坡體運動型態、降雨量 (即時雨量) 以及地下水位變化，做進一步之比對分析。

在大崙山區設置有 2 座 (FTPL 與 HFAN) 雙頻 GPS 連續測站 (dual-frequency, L1+L2) 與 12 座 (HF01 至 HF09) 單頻 (single-frequency, L1)。除了其中一座雙頻 GPS 測站 (FTPL) 位於「山崩與地滑地質敏感區」之外，其餘 13 座 GPS 測站皆位於大崙山中潛在的滑動範圍內。本計畫所使用的 GPS 資料解算軟體為 RTKLIB v.2.4.3 版，為日本東京海洋大學 (Tokyo University of Marine Science and Technology) 的高須知二 (Tomoji Takasu) 研究員所開發。本計畫所使用的解算法為，潛在滑動區以內的 13 座 GPS 測站相對於潛在滑動區之外的 FTPL 站做解算，FTPL 站在此時即為參考站；而 FTPL 站本身之位置則相對於位在金門的雙頻 KMNM 站做解算，此時 KMNM 站為參考站。此解算方式為認定 KMNM 與 FTPL 兩站皆為穩定不動之固定點，故能確定位於潛在滑動範圍內的 14 座 GPS 測站之位移皆為大崙山坡體運動本身所致。

### 三、研究成果與討論

本計畫首先分析既有的監測資料，推斷出大崙山區的地下岩層層序與地下水位面深度 (圖 1)。由圖 1 所示之岩層位態可判斷得知，W-1 地下水位觀測井之地下水位面的快速上升，除了是前山順向坡中的降雨直接入滲至地下外，亦可能為降雨同時入滲到後山逆向坡上的砂頁互層與厚層砂岩的出露岩盤內，並順著層理面往下邊坡方向流動。因此，當累積降雨量超過 120 mm 之後，W-1 中地下水位面即開始快速上升，幅度最高可達 30 公尺。在地下水位面上升的過程，會浸沒深度約 30 公尺的平面形滑動面 (即發育並平行於層理面)，故 SAA 傾斜觀測儀即記錄到該

滑動面啟動加速滑移的現象。

滑動面的加速滑移現象也反映在地表的位移上。由 GPS 測站的小時解結果得知，在高地下水位期間(地下水水位面深度達 21 公尺)，坡面也同時向下邊坡方向位移，且在三分量的方向(即南北方向、東西方向與垂直方向)上皆有將近 1 公分的位移量發生 (圖 2，HF02 單頻測站)。該地表位移在地下水水位面下降至低於滑動面的深度時即停止。圖 2 左為 2017 年 6 月中旬之長時降雨，右為 10 月中旬之短時強降雨，兩場單一降雨事件之累積雨量皆超過 120 mm。

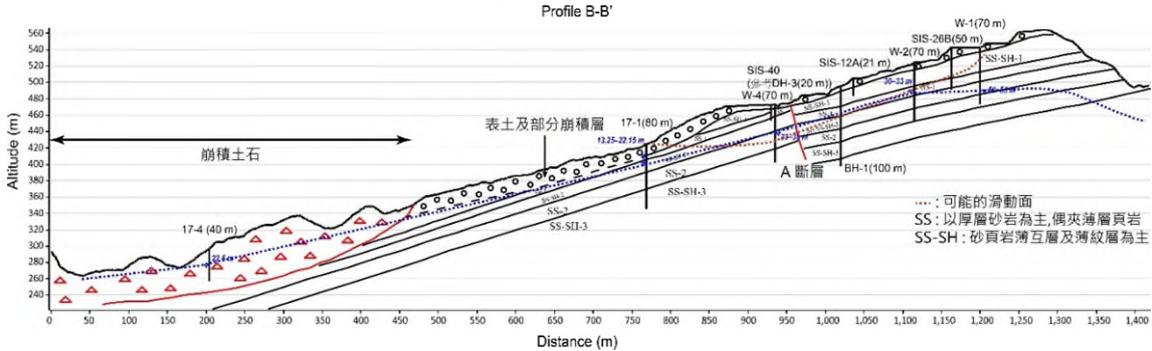


圖 1 大崙山區地下岩層層序與地下水水位面分佈與深度 (剖面方向為西南—東北向)

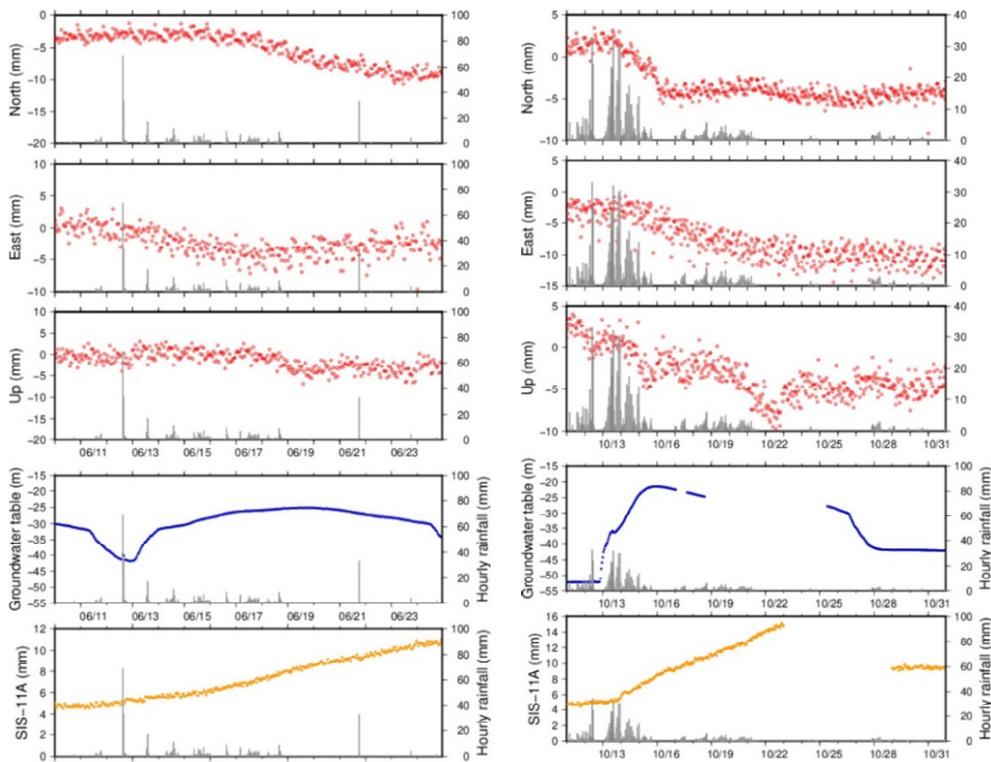


圖 2 HF02 單頻測站所量測到之地表位移

#### 四、結論

大崙山順向坡坡體中豐沛的地下水是造成其各種邊坡破壞的最主要因素，包含淺層、小規模且膠結不良的弧形破壞，以及深層、大規模且以岩盤為主體的平面形破壞。而在大崙山為相對獨立的山脊的地形情況下，瞭解其地下水的來源與分佈，並分析因降雨而產生的邊坡運動行為，本計畫之所要達成的目標。本計畫研判大崙山常時地下水水位應在地下 20 至 30 公尺深處；當累積降雨達 120 mm 以後，地下水

上升達浸沒平面型破壞之滑動面時，該順向坡體即開始加速向下邊坡方向位移。由小時解的 GPS 地表位移資料顯示，在順向坡滑動塊體加速位移期間，地表面也同時向下邊坡方向位移，最大位移量將近 1 公分。該結果顯示 GPS 在坡體變形監測上也發揮了高精度與準確的優點與適用性。

## 32. 本土化不同草種與期齡及植生毯噴植應用於草溝曼寧粗糙係數與濾砂功能之研究

國立屏東科技大學 謝啟萬 教授

### 一、前言

我國位於亞熱帶區，年雨量豐沛達 2500 mm，且位於太平洋地震環帶範圍中，而且為板殼交接處因此我國除山坡地佔國土約 60%，且山坡地形陡峭，地質年代較輕，且多為破碎，且每年 6~11 月為颱風季，且每年均有多次颱風路徑為我國帶來嚴重豪雨，近年來由於人類不當使用石化能源，引起極端氣候發生頻率增加，更增加暴雨量及其發生頻率，因此如何有效防護我國較不穩定坡面防止土石沖刷沖蝕乃為我國水土保持重要工作之一。其中如何植生或防護並降低坡面土壤沖蝕或流失為重要工作項目。

### 二、研究目的

天然材料或合成材料製成之植生毯鋪設於坡面上，短期可立即降低坡面土壤沖蝕效果，另當植生毯完成植生復育後，對水土保持功能亦更加提升。植生工法為傳統沖蝕治理之方式，根據水土保持手冊說明，透過草類、林木或枯枝落葉等殘株作為材料，以栽植覆蓋土壤表層，避免雨水直接打擊或逕流沖蝕，並透過植生之新陳代謝提供有機質，以改良土壤物理性質，提高滲透性與涵水能力，使達到涵養水源與防止土壤流失的效果，最終目的是希望植生能復育良好達全面覆蓋來降低土壤沖蝕之問題。

### 三、研究方法

本研究計畫擬採用本校已建置完備之渠道，執行我國常用於草溝匍匐性草種於不同齡期(一個月、兩個月及四個月)與生長狀態之沖刷試驗，以分析其對應之曼寧粗糙係數，另外亦進一步取目前我國常用之地工植生氈，配合匍匐性草種以噴植植生方式，分析不同齡期(一個月、兩個月及四個月)植草生長狀況，並執行渠道沖蝕及濾砂試驗，再分析其對應之曼寧粗糙係數，期望研究成果可供我國生態工法草溝設計之參考。

### 四、研究成果與討論

渠道標定試驗結果顯示以 90HP 馬達與渠道坡度為 1% 條件下之水利條件與水土保持手冊草溝最大容許流速(2.5m/s)較為相近，為本研究之主要試驗條件。

二個月 RECP 與百喜草噴植植生之植草高為 9.8 cm，對應之曼寧係數為 0.025。

一個月假儉草草皮植生之植草高為 11~14 cm，對應之曼寧係數為 0.011；二個月假儉草草皮植生之植草高為 11~17 cm，對應之曼寧係數為 0.020；四個月假儉草草皮植生之植草高為 12~18 cm，對應之曼寧係數為 0.028。

一個月 RECP 與假儉草噴植植生之植草高為 3.5 cm，對應之曼寧係數為 0.018；二個月 RECP 與假儉草噴植植生之植草高為 4.5~7 cm，對應之曼寧係數為 0.018；四個月 RECP 與假儉草噴植植生之植草高為 7~10 cm，對應之曼寧係數為 0.024。

一個月 RECP 與類地毯草噴植植生之植草高為 3.7 cm，對應之曼寧係數為 0.017；二個月 RECP 與類地毯草噴植植生之植草高為 4.4 cm，對應之曼寧係數為 0.019。

## 五、結論與建議

1. 已完成假儉草與地毯草之噴植植生與假儉草草皮植生一至四個月植草齡期沖蝕試驗。
2. 植草高度會隨生長齡期增加而增高，導致試驗段水位抬升及通水斷面積增加，致使流速降低及曼寧係數上升與抗沖蝕性增加。
3. 由假儉草試驗數據顯示，草皮植生與 RECP 噴植植生均為有效抗沖蝕植生工法，然 RECP 噴植植生需較長時間達有效植草扎根。
4. 由現階段試驗數據顯示，匍匐性假儉草與類地毯草植生防沖蝕功效相近。
5. 由二個月的數據顯示，百喜草植草高度較高於匍匐性(假儉草及類地毯草)植草，導致百喜草曼寧係數(0.025)高於匍匐性植草之對應之曼寧係數(0.018~0.020)。
6. 由假儉草試驗數據顯示，四個月植草之曼寧係數(0.024~0.028)較高於兩個月植草之曼寧係數(0.018~0.020)。
7. 綜合試驗數據顯示，平均植草高度 4~5cm 其對應之曼寧係數約為 0.017~0.019，平均植草高度 10~12cm 其對應之曼寧係數約為 0.024~0.028。
8. 由濾砂試驗結果顯示，試驗流速為 0.36m/s 時植草具良好的濾砂功能，後續可增加流速以評估植草濾砂功能。
9. 土壤具備適當植生，其沖蝕率可低至 0.24%~0.33%。

### 33. 以NB-IoT與免控制點位移量測技術進行水土保持設施之安全 檢測與評估

國立台灣大學 廖國偉 副教授

#### 一、前言

以目測的方式評估水保設施的安全性相對主觀且耗時費力，因此，本計畫擬以感測元件輔以窄帶物聯網(NB-IoT)提供較客觀並減免檢測人員親赴現場的狀況，可即時提供水保設施初步的安全狀態與功能性。

#### 二、研究方法

##### (一)試驗概念

本計畫結合加速度計、微型處理器(Arduino 板)與 NB-IoT 硬體進行室外加速度值的讀取並回傳至遠端伺服器，回傳後的加速度值再藉由免控制點演算法轉換成位移，以位移量作為設施安全性的初步評估指標，圖 1 說明本計畫個關鍵技術間的關聯性。由圖 1 中可知，本計畫結合目前各領域先進的技術運用於水保設施的安全評估，例如近年來十分暢行的創客設計(加速度計+Arduino)、物聯網(NB-IoT+Arduino)與訊號處理技術(加速度與位移間的演算法開發)等技巧，建立即時的智慧感應器以評估水保設施的安全度。位移重建利用以下的最佳化概念達成：

$$\text{Min} \Pi_E(u) = \frac{1}{2} \int_{T_1}^{T_2} (a(u(t)) - \bar{a})^2 dt$$

其中， $u$  為重建後的位移， $t$  為時間， $\bar{a}$  為所量取的加速度值， $T_1$  與  $T_2$  為試驗的期間，上式最小化自行假設的位移所推導的加速度值與量測加速度值間的差距。根據上式，重建位移法的公式可為：

$$u = C\bar{a}(\Delta t)^2$$

其中  $\Delta t$  為資料時間間隔， $C$  為加速度值轉換成位移後的各項計算參數之綜合矩陣， $C = (L^T L + \lambda^2 I)^{-1} L^T L_a$ ， $L = L_a \times L_c$ ， $L^T$  為  $L$  的轉移矩陣， $L_a$  為階乘  $1 \times 2k+1$ ， $I$  為單位矩陣， $\lambda$  為待求之最佳化後參數值，為時窗大小與設施振動頻率的函數。

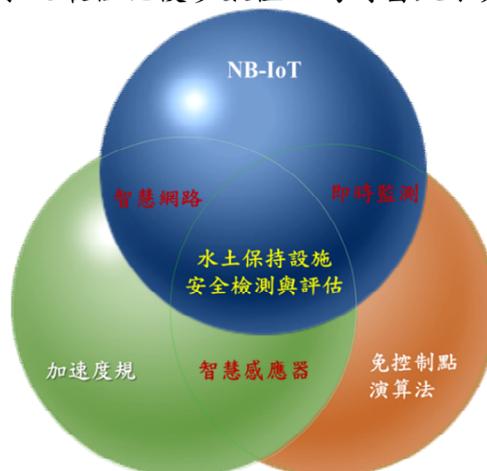


圖 1 技術使用關聯圖

##### (二)試驗方法

為驗證本計畫所提之概念，規劃以下三種試驗。

##### 1. 數值分析

以 SAP2000 有限元素軟體建立設施模型並輸入震動訊號，取得設施之加速度

值與位移值。利用所開發之免控制點演算法將軟體產出之加速度值轉換成的位移值，與原先產出的位移值比較，驗證其演算法的適用性。

#### 2. 室內縮尺度試驗與驗證

利用本研究團隊自行開發振動台與製作之懸臂梁模型進行試驗，進行時將智慧感測器設置於懸臂梁上，讀取加速度值並另外量取位移值，驗證在實際振動下，藉由輸出的加速度值推算而得之位移的合理性。

#### 3. 室外試驗

進行室外測試，確認所開發的 UDP 通訊協定平台可藉由 NB-IoT 將戶外的加速度訊息傳回室內的主機伺服器。

### 三、研究成果與討論

#### (一) 重建位移之驗證之數值分析

將軟體得到的加速度值使用四種演算法轉換成位移，並與軟體得到的位移值比較。具時窗的演算法與梯形法皆有不錯的效果，尤其是梯形法與軟體得到的位移值最接近。梯形法通常不具基線修正的效果，而是將加速度直接積分取得位移。上述結果推測係因 SAP2000 於加速度與位移換算的時候亦採用直接積分法所致。

#### (二) 重建位移之室內縮尺度試驗與驗證

本試驗驗證的事項有二；其一是確認所開發的感應器正確地取得加速值、其二為位移重建的準確性。藉由事先設計的震動源(振動頻率已知)，與傅立葉轉換所得之加速度值比較，可知所開發的感應器確實可取得正確的加速度值。之後將得到的加速度值利用四種演算法轉換成位移並與實測的真實位移比較。結果發現梯形積分法、重建位移法(無視窗)兩種方法與真實位移相比，是差異性相當大的，而加入時窗後，與真實位移的相似度較高，特別是時窗有相互覆蓋，重建位移法的結果更加理想。以實測而言，重建位移法且加入時窗的計算可得到較精確的結果，與 Lee et al. (2010)的想法一致。視窗大小受到水保設施振動頻率、取樣頻率與輸入訊號的影響，本計畫藉由粒子群演算法(PSO)最佳化搜尋到誤差更低的位移重建方式，分析時取樣頻率為 50Hz、100Hz 與 200Hz，而水保設施基本震動頻率設為 1Hz 到 10Hz，最後根據最佳化結果與迴歸分析提出修正的視窗大小公式。

#### (三) 重建位移之驗證之室外試驗

首先於室內主機建立服務端，使用 AT command 建立 UDP 無線通訊協定並將所開發的模組設置於室外，測試是否可順利回傳加速度值，試驗結果顯示，NB-IoT 的訊號受到模組放置的地點的影響，訊號強度有所的差異。

### 四、結論

本計畫所開發的水保設施的初步安全評估關鍵技術包含智慧感應器、位移重建與 NB-IoT 環境的開發。計畫進行中針對加速度計、Arduino 板與 NB-IoT 硬體進行測試，試驗結果可以正確地量取加速度值並且能藉由 NB-IoT 硬體藉由無線通訊協定將資料從戶外回傳室內主機伺服器，可有效減少人力與時間成本。根據已建立的技術，可順利量測加速度值並成功地重建位移。本計畫嘗試使用多種演算法進行位移重建，其中，梯形積分法因未考慮基線修正效應，不適用於位移重建；具時窗且時窗相互覆蓋的演算法結果比較理想，本計畫藉由粒子群演算法(PSO)確可搜尋到誤差更低的位移重建方式。

## 34. 基於多元位置感知資訊探討農村體驗動線規劃之行為模式

逢甲大學 雷祖強 教授

### 一、前言

近年隨著工業化和都市化的進程，農村發展是台灣近來重要政策轉型方向，一來是為了因應國人對於休閒旅遊需求的提升，二來是為了幫助農民的收入與所得的增加。農村體驗與旅遊不只是一種農業經營方式，更是一種鄉土性旅遊服務業，農村社區發展若能適時改善農村社區旅遊資源，使農村社區成為都市居民休閒旅遊的重要目的地，為農村社區經濟發展創造效益。

我國科技資訊應用發展至今已實施多年，而觀光資訊建置及應用也方興未艾，時至今日，智慧觀光不再只是單純的提供資訊讓旅客知曉，而是要從旅遊前、旅遊中、旅遊後所有資訊串通來重新詮釋；另一方面，觀光畢竟是一個以人為主的概念，資訊雖然能夠提供便捷，但觀光還是要回歸到人的角度思考，正所謂「以科技深化旅遊體驗，藉分享推動觀光新向」。因此，因應近年來日益蓬勃之行動裝置、社群平臺、Big Data 等資通訊科技潮流，以及探討以人為主的旅遊需求(如旅遊地點能具交通便利性)，持續思考旅遊情境之需求以及應用。

### 二、研究方法

本計畫將探討目前中彰苗投地區之實質環境資源的空間分析，分析實質環境因子對旅客群聚表現之地理空間差異，透過環境套疊分析建構空間交互網絡來表示景點之間旅客的熱點分布、活動範圍，並搭配水保局所推動之優質農村體驗評鑑指標針對農村社區之推廣遊程進行因子構面差異性分析以及關聯性分析，希冀透過本計畫拓展對旅客脈絡、活動空間之理解，進而建立農村社區發展潛力評估模式。

#### (一) 環境資源資料蒐集與處理

針對政府開放之環境資源資料做蒐集，並將資料做空間化處理並針對實證區內以網格尺度做疊圖分析、環域及路網分析方法，建立整個中彰苗投地區的實質環境大數據資料庫，如圖 1、圖 2。

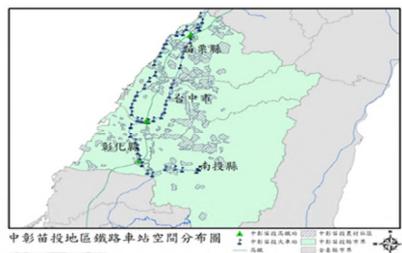


圖 1、中彰苗投鐵路車站分布圖

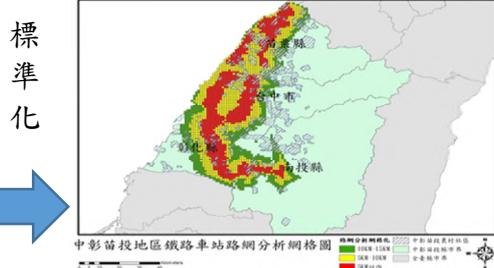


圖 2、中彰苗頭地區鐵路車站路網分析網格圖

#### (二) 旅客熱點蒐集與處理

本計畫將收集旅客熱點資料，包含景點觸發記錄資料，以及網路社群的資料，並進行資料分析正規化處理，並且將各種多元之資料根據其賦予之空間屬性資訊進行空間向量化。

##### 1. 運用 DBSCAN 演算法探討 Flickr 點為間的凝聚力

其核心概念為計算點位間的緊密程度以及固定範圍內所涵蓋的點位數量，提供點位在無任何附屬屬性下，以非監督式機器學習方式建立分群，如圖 3。

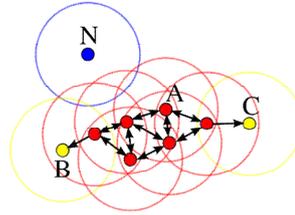


圖 3、DBSCAN 分群示意圖

## 2. 社群網路文字探勘

本計畫提出了延伸 Latent dirichlet allocation (LDA) 主題模型來推測每則旅遊短文所表示社區旅遊的想法。在使用過程中我們需要考慮三個步驟，(1)取出短文中的關鍵字，(2)關鍵字使用次數的正規化，以及(3)將正規化後的關鍵字輸入 LDA 模型並得到最終的結果。

### (一) 旅客群集活動空間模式關聯性因子探索

此工作項目主要在上述建立網格尺度之空間環境屬性資料庫後，為瞭解旅客定位的整體狀況，運用皮爾森相關係數分析(Pearson Correlation)，探討各環境資源因子對於遊客熱點構面的相關性。

### (二) 智慧農村體驗遊程模式建立

本研究主要針對空間上的分析評價，以及探討環境資源與遊客熱點及行為模式上的關聯性，並且搭配水保局針對農村旅遊品質提升計畫所做的評鑑去做整體的農村社區多元尺度頻價分析。

## 三、研究成果與討論

依研究方法歸納了環境資源對遊客熱點的相關性分析，獲得了遊客的分布及多寡對於特定資料有高相關性，並加入水保局「優質農村體驗品質提升評鑑」之質化指標與評鑑結果，整合了空間資料、熱點資料以及農村旅遊品質提升評鑑的質化結果資料等三個不同尺度的分析，如圖 4、圖 5、圖 6，透過建立完善的大數據分析，針對各個農村社區體驗遊程建立了一個「多元尺度評價系統」。

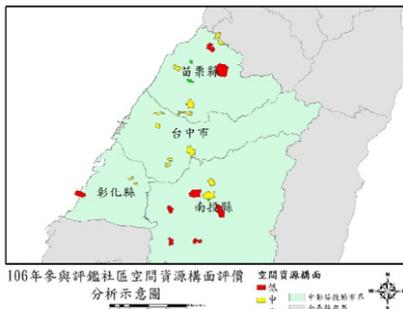


圖 4、環境資源評價成果

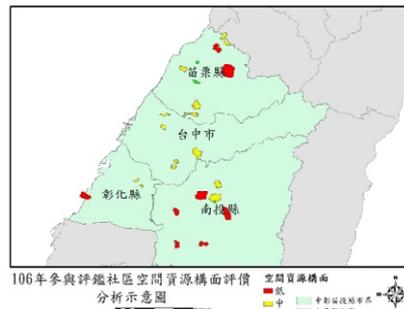


圖 5、旅客熱點評價成果

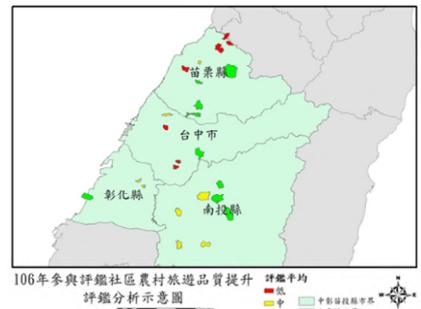


圖 6、農村質化評鑑評價成果

## 四、結論

本計畫建立了整個中彰苗投地區的環境大數據資料庫，並針對各個農村社區在環境便利資源面做全面的空間化；並以環境空間資源來探討環境資源與遊客熱點及行為模式上的關聯性，以及旅客頻繁位置、喜好景點屬性、空間範圍等資訊，並搭配水保局農村社區品質提升評鑑內的質化指標，達成全面性並且多元尺度之農村社區評價分析。

## 35. 建構水土保持植物辨識軟體之前置計畫

國立中興大學 宋國彰 助理教授

### 一、前言

水土保持植物為水土保持工程的重要材料之一，但由於植物辨識能力門檻不低，若能為水土保持從業人員，發展出可供辨識水土保持植物或其他現地植物的辨識軟體與適用資料庫，則能補足各式工程、環境調查中植物辨識之需求缺口。

本期研究計畫完成軟體建置前的前置作業，為後續軟體的開發奠定基礎。研究目的在建立：(1) 水土保持重點植物清單、(2) 可供諮詢之植物專家名單、(3) 用於建置植物辨識軟體的文字與影像資料庫清單及(4) 研提使用與開發植物辨識軟體的建議。

### 二、研究方法

#### (一) 蒐集水土保持重點植物清單

1. 蒐集國內水土保持植物出版叢書圖鑑，擷取植物資料篩選清單，彙整成自有資料庫。

2. 彙整水土保持植物相關研究成果，針對植物清單內植物資訊進行補充或修正。

#### (二) 建置可供諮詢之植物專家名單

蒐集具備植物辨識專長之學術機構師資名單(含在職與退休)、國內植物專家之名單。

#### (三) 可供植物辨識軟體的文字與影像資料庫參考清單。

蒐集彙整水土保持植物相關的書籍及有植物資訊分類統整的網路資源。

#### (四) 植物辨識軟體之使用測試

1. 評估現行可供民眾下載免費使用之智慧型裝置用植物辨識軟體介面與功能。
2. 探討會造成植物辨識軟體辨識錯誤之裝置設定或使用者自身狀況。
3. 整理容易造成辨識錯誤之情形，彙整測試分析報告。

#### (五) 研提開發水土保持植物辨識軟體之建議與前期技術導入

1. 針對可行部分作前期技術導入。
2. 研提正式開發植物辨識軟體時，應注意之事項以及功能介面設計之建議。

### 三、研究成果與討論

#### (一) 蒐集水土保持重點植物清單

如報告書所列，共整理 60 種(木本 33 種、草本藤本 27 種)清單，植物分類名稱、特性型態描述、生態分布、水土保持用途、其他用途與示意圖片。

#### (二) 建置可供諮詢之植物專家名單

如報告書所列，共收集到 27 位學術機構專家名單。

#### (三) 可供植物辨識軟體的文字與影像資料庫參考清單

如報告書所列，共彙整 14 項相關書籍或資源，輔助修正植物清單資訊。

#### (四) 植物辨識軟體之使用測試

以「形色」軟體進行測試，針對五項不同試驗情形進行辨識測驗，得到測試結果，並彙整為對應之相關建議

#### (五) 研提開發水土保持植物辨識軟體之建議與前期技術導入

1. 針對前述測試結果，整理為 11 項操作教學建議，並附上示意教學圖片。
2. 針對現行其他共六種軟體(形色、Pl@ntNet、綠手指-植物識別、花伴侶、

PlantSnap、iNaturalist)進行功能測試與介面探討，歸納出特點與相關優缺點。

3. 利用 Custom Vision 認知服務進行影像辨識技術測試，於初步成果上獲得較佳之辨識率，有助於未來串接服務導入。

#### 四、結論

##### (一) 研提辨識軟體開發應用功能

針對前述相關成果，本計畫擬研提以下功能與建議：地理資訊呈現、地理資訊擷取裝置功能權限(網路與相機)、拍攝功能設置(程式專屬與非專屬)、拍攝上傳路徑(程式-資料庫-程式)、植物詳細資訊(本計畫會整植物清單與內容)、辨識結果與附帶資訊(GPS 資料)、搜尋功能、個人帳號設定與後台資料分析。

##### (二) 辨識軟體流程設計

本計畫規劃軟體運行流程如圖 4-1 所示。

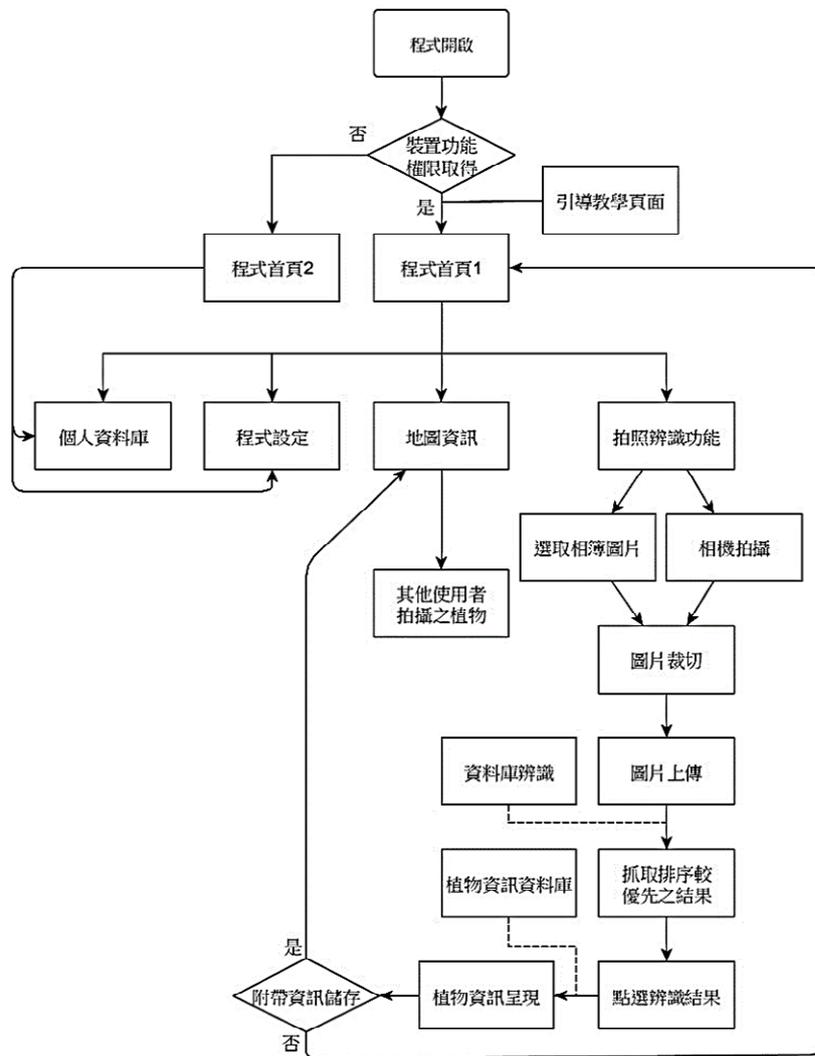


圖 4-1 辨識軟體流程設計

## 36. 土砂崩落防護網感知系統及告警智能分析之研究

國立臺灣大學 葛宇甯 教授

### 一、前言

本計畫擬將物聯網之架構應用在土砂災害之防護與示警，並將不飽和土壤之保水曲線與邊坡崩塌，做一系統性地探討。本計畫分為現地與室內兩方面進行，於現地的部分，將引進新式的吸收型輕量土砂防護柵，或於水保局既有之防護柵上，佈設相關之感測器，同時亦佈設於坡地上，監測環境資料，透過雲端的處理，判釋坡地安全，提供必要之預警。當防護網受土砂攻擊時，佈設其上之感測器，亦可透過物聯網，發揮示警的功能。在室內試驗的部分，因土壤邊坡穩定性多受不飽和土壤所影響，非飽和土壤之水分特性曲線(SWCC)為一重要指標，故將透過新發展之定流量幫浦法，來量測所選場址土壤之 SWCC，並進一步與邊坡崩塌做關聯性地探討。

### 二、研究方法

本計畫引入源自日本開發商株式会社ライテク（此後以 Raiteku 稱之）所研發之邊坡土砂防護工法。ULF TYPE-E 吸收型輕量土砂防護柵乃為 Raiteku 所開發之各式邊坡土砂防護工法的其中一種，乃運用逐步消能的防災觀念，於土砂災害自邊坡崩落的過程中，透過各式工法分段消除因高度差而形成的能量。本合作計畫預計採用之能量吸收型土砂防護柵 (Ultra-Light Fence Earth type E, ULF TYPE -E)，乃為超輕量支柱和具專利之金屬緩衝器件之組合。經實驗證明，能消除 300 kJ 的土砂衝擊能量，或 114 kN/m<sup>2</sup> 的土砂衝擊力。

而物聯網則是採用 Arduino 及 Raspberry Pi 作為感測器及資料中繼站，其架構如圖 1，Arduino 量測其傾角之即時變化，根據預先設定的警戒值及行動值控制不同警示系統作用。感測器本身不具儲存資料之功能，僅將量測之資料傳輸給上一層的資料中繼站，並連結部分警示器，如警示燈。其二，建構在數個感測器之上的資料中繼站，負責溝通及統整各感測器之間的資訊，並彙整成可視資料上傳至雲端，亦根據警戒值及行動值控制其他警示系統作用。其三，由雲端資料庫提供的網路空間，形成最終的資料庫，可透過手機 APP、個人電腦或網頁即時關注各感測器最新的狀態，亦可用於後續資料分析以回饋系統，達到更精準的判別。

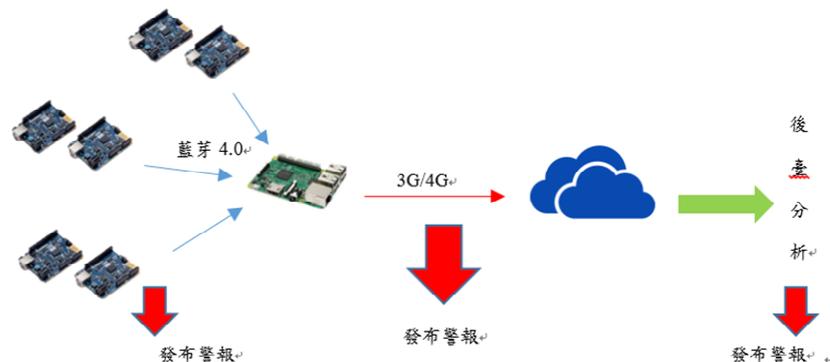


圖 1 物連網架構

因土壤邊坡穩定性多受不飽和土壤所影響，非飽和土壤之水分特性曲線(SWCC)為一重要指標，故將透過新發展之定流量幫浦法，來量測所選場址土壤之 SWCC，並進一步與邊坡崩塌做關聯性地探討大多數的大地工程師都使用傳統的土壤力學來解決大地工程的問題。流量幫浦法 (Flow Pump) 是由 Olsen 在 1966 年提

出來的，此方法首先應用於改善滲透係數的量測。在 1991 年 Zindarcic 等人提出了 Maintained Suction Measurement 和 Hwang 在 2002 年提出的 Suction Drop Measurement 兩種方法將流量幫浦運用到了量測 SWCC 的方法之中。在 2011 年 Lee 等人將兩個方法做出來的結果進行比較，優點就為能有效的縮短實驗時間並且得到較好的試驗結果，此方法為定流量幫浦法。

### 三、研究成果與討論

圖 2 感測器確實能測量到防護網遭到攻擊時的傾角變化，並且物聯網系統已建置完成，如防護網遭到攻擊，整個物聯網系統將透過現場警示燈、警示音、簡訊、網頁及 APP 等等發出告警訊息，降低可能的危害。而室內實驗的部分也成功以定流量幫浦量測出 SWCC 曲線，如圖 3，便可將不飽和邊坡之參數加入基質吸力的影響。

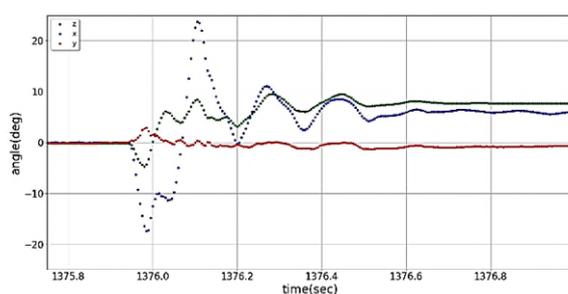


圖 2 試驗數據

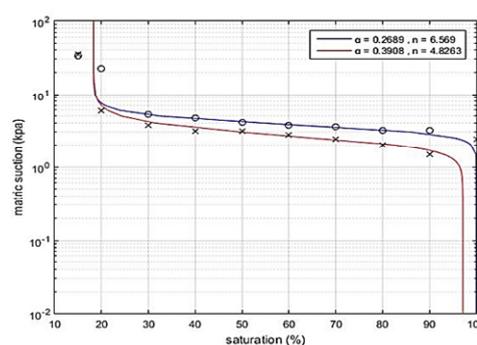


圖 3 標準石英砂之 SWCC

### 四、結論

本計畫嘗試引進新工法於邊坡土砂災害之防護，並更進一步地，將智能化的概念，應用在防災系統上。故將低成本、低功耗之感測器，透過無線通訊，及雲端大數據分析，使整個系統以物聯網的方式呈現，為最大之效益。此外，除獲得相關監測資訊外，亦可由監測雨量及土壤水分變化，探討其與崩塌關連性，並進一步與室內試驗所獲得之水分特性曲線做一關聯性的探討，以期能作為邊坡穩定分析之用。除此之外，引進之新工法之目的在於將先進且優良工法，經過在地的改良、現場之實測表現，來決定其適用於臺灣的環境，而非獨厚特定之廠商，且本工法之材料規格，已在地化，符合國家政府的利益。目前本計畫執行程度於感測器與監測儀器校正與整合、物聯網、水分特性曲線及邊坡穩定性分析的模組與模型以大致建立，待防護網建立後即可開始做後續進一步資料搜集、分析及試驗整合。

## 37. 長距離低功耗廣域網路連結物聯網於監測資料傳遞應用上最佳化配置研發

明新科技大學 郭治平 助理教授

### 一、前言

台灣地質構造複雜為全世界地殼變動最激烈地區之一，頻繁的地震、每年頻繁之颱風侵襲加上人為土地開發不當，經常造成山崩、地層滑動、地盤下陷、房屋傾斜龜裂、土石流等嚴重災害，導致人民生命財產嚴重的傷害與損失。地震颱風等重大災害後，凸顯出防災科技研究對防減災工作之重要性。特別是上述事件都曾經遭遇到災區斷訊問題，不但監測訊號無法記錄傳出，一般之通訊也都中斷數時數日，使災區成為通訊孤島。長距離低功耗之通訊方式，勢必為災害來臨前、中、後之重要通訊方式。另一方面，現行廣泛使用之 3G 或 4G 等通訊技術，雖然頻寬高，但是建置、通訊成本與耗電量亦高，為維持良好通訊往往須加裝其他電力備援(例如：太陽能板等)，整體成本相當可觀。隨著物聯網迅猛發展，以及應用的日益增多，無線傳輸協議也越來越受到技術人員和大眾的關注，例如藍牙、WiFi、Thread、Zigbee、4G、5G 等等的物聯網和無線通信傳輸協議。其中 WiFi、Zigbee、4G 是目前在邊坡監測系統較常使用之通訊方式，然而電力需求、通視性高，是目前使用瓶頸。這些協議各有優缺點，也有各自的應用場景，但是對於長距離，低功耗，只需要少量數據傳輸的應用場景，目前還沒有能夠很好的滿足要求的無線傳輸協議，這也就是 LPWAN 技術產生的原因。LoRaWAN 是 Long Range WAN，也就是長距離廣域網路的意思，其在市區傳輸距離約 2~5 公里，在遮蔽物較少的郊區則為 15 公里。LoRa 傳輸模式稱為擴散因子(Spreading Factor)，採用 SF7 模式時，傳輸速率為 5468bit/s，傳輸距離約 2 公里，可應用在需求較大資料量的應用，SF8 模式傳輸速率 3125bit/s，傳輸距離 4 公里，一直到 SF12 模式，是傳輸速率最小但距離最長的模式。LoRa 資料傳輸時透過兩層加密技術包括 Network Session Key 與 Application Session Key，一為傳輸加密，一為資料加密，是一種很安全的無線技術。LoRa 技術是為了創建長距離通信連結的物理層無線調製方式。許多傳統的無線系統使用物理層頻移鍵控 (FSK) 調製，因為它是十分高效的低功耗方案。

本研究為第一年計畫，旨在探討於不同地形條件與天候條件下，採用 LoRa 傳輸做為防災監測資料傳輸之可行性與效能探討，並作為未來規畫 LoRaWAN 於實際監測案場之參考。

### 二、研究方法

研究團隊利用已經將 ADC 電路板、天線與電源開發成模組化之 LoRa 發送器、接收器進行。其中發送器可以直接連結感測器訊號線端子或以 RS-232 連接其他設備；接收器可以以 USB 連結電腦、透過 4G 傳送資料至後端伺服器、儲存資料在記憶卡。本次採用之儀器電力功耗為，待機 0.005w、發射瞬間約 0.15w。本研究採用 Semtech 公司出產，發送晶片型號 SX1272 之傳送器、接收晶片型號 SX1301 之接收器。為了測試最低頻狀態下之傳輸率，採用帶寬為 125KHz、SF=7、可獲得 5468bps 的傳輸速度。另外獲得 1 個封包(12bytes=96bits)所需的時間為 41.22ms。發送器與接收器之連結能力，以 RSSI(接收訊號強度指數)、SNR(訊號雜訊比)、耗電量關係進行評估。

接收訊號強度指數(Received-signal-strength-indication，縮寫為 RSSI)是一個負的 dBm，表示 RF 信號的數值。信號越強，表示連線品質越好。因此，RSSI 越接

近 0 越好。訊號雜訊比(Signal-to-noise ratio, 縮寫為 SNR 或 S/N)是科學和工程中所用的一種度量,用於比較所需訊號的強度與背景雜訊的強度。其定義為訊號功率與雜訊功率的比率,以分貝(dB)為單位表示。大於比率 1:1(高於 0 分貝)表示訊號多於雜訊。SNR 是一個正的 dB,表示信號比雜訊強多少。雜訊太多就容易有重傳(collision),有效傳輸就會降低;SNR 最好比 RSSI 高。LoRa 發射與接收品質,將由上述兩者評估。根據 Augustin et al.,於 2016 研究 LoRa 傳輸效果指出,SF=12 時,超過 80% 資料可於 2,800M 外被成功接收。本研究採用 SF=7,頻寬較高,理論上成功率可能較低。本研究評估漏失率方法如下所述:漏失率=(應該收到的筆數)/總筆數=(傳送時的時間(秒)/預設傳輸時間)。本研究進行如表 1 所列之實驗。

表 1 實驗資料

編號	實驗日期	探討標的	實驗地點	編號	實驗日期	探討標的	實驗地點
A	107.06.22	可通視坡地區	明新科大後山	G	107.07.17	長距離通訊效果	68 線快速道路
B	107.06.22	無法通視坡地區	明新科大後山	H	107.08.21	無法通視高陡坡區域	明新科大校園
C	107.07.03	無法通視障礙	明新科大校園	I	107.09.04	無法通視坡地區	南投縣信義鄉神木村
D	107.07.09	有反射下之長距離	竹北市鳳崗路	J	107.09.06	無法通視坡地區	宜蘭縣大同鄉四季聚落
E	107.07.09	無反射下之長距離	南寮漁港	K	107.10.10	無法通視坡地區	宜蘭縣大同鄉四季聚落
F	107.07.09	有遮蔽物狀況下	62 線快速道路				

### 三、研究成果與討論

以南投縣信義鄉神木村土石流觀測站為例,為了測試 LoRa 是否可於土石流潛勢溪流谷地進行遠距離傳輸,於南投縣信義鄉神木村土石流觀測站進行實驗。初步成果如表 2 所示,可以看出在和社溪與出水溪兩處,SNR 與 RSSI 相當穩定,RSSI 維持在-100dBm 以上,漏失率分別為(1)和社溪部分:實驗時間 731 秒,應收筆數為 146 筆、實收筆數為 143 筆,漏失率為 2.19%;(2)出水溪部分:實驗時間 233 秒,應收筆數為 46 筆、實收筆數為 46 筆,漏失率為 0%。據悉本處之監測器傳輸為採用傳統有線之方式,建議未來可以本研究之 LoRa 傳輸方式為備案。值得注意的是,出水溪的訊號發射處與接收處無法通視,卻可獲得良好且穩定之訊號傳輸。

點位	施測距離(m)	通視性	RSSI(dBm)	實收資料數	漏失率(%)
和社溪	638	可	-100±15	146	2.19
出水溪	365	不可	-95±15	46	0

### 四、結論

1. LoRa 耗電量極低,僅約 0.005W,已於本階段進行壓力測試。以 5 秒 1 次的監測頻率,約 6.8 天從 3.34V 掉到 2.50V,因保護作用而關機。反推一般通訊頻率約 10 分鐘一次,則電力滿載後開始服務約可持續 816 天。

2. 本實驗採用之 LoRa 在明新科大校園後山小規模崩塌地、南投縣信義鄉神木村土石流觀測站與宜蘭縣大同鄉四季聚落皆可獲得穩定好通訊效果。

3. 通訊品質以陰天最佳、晴天次之、雨天最差。判斷為陰天因雲層較低，可提供較好之反射效果；雨天則因雨水增加屏蔽效果。

4. 本次研究實驗成果中，資料漏失率絕大多數於 5% 以內，部分可達 20% 者，研判為受環境干擾所致，研判因 LoRaWAN 資料傳輸至雲端之品質受制於與基地台間之通訊，部分無法即時上傳之資料仍需仰賴當地儲存於如記憶卡之媒體，並於事件後取出。

5. 在通訊路徑上有 1M 厚之混凝土塊障礙物時，仍有良好通訊品質。

6. 本實驗採用之 LoRa 在空曠處至少可達 2.5KM 之通訊效果，但需有提供反射訊號之地形為佳。

### 38. 研製互動虛擬實境影片運用於水土保持教育網路推廣及成效分析

國立虎尾科技大學 蔡鴻旭 教授

#### 一、前言

行政院農業委員會水土保持局為推廣水土保持及防災教育之重要觀念，除了各分局成立戶外教室提供實況解說，也提供在網路上觀看水土保持宣導視訊影片，可是，目前正面臨以下問題：•以實地現況解說及擴增實境(augmented reality, AR)，雖然有臨場感可是需要到達定點來體驗，因此，提高其擴散度有其困難。

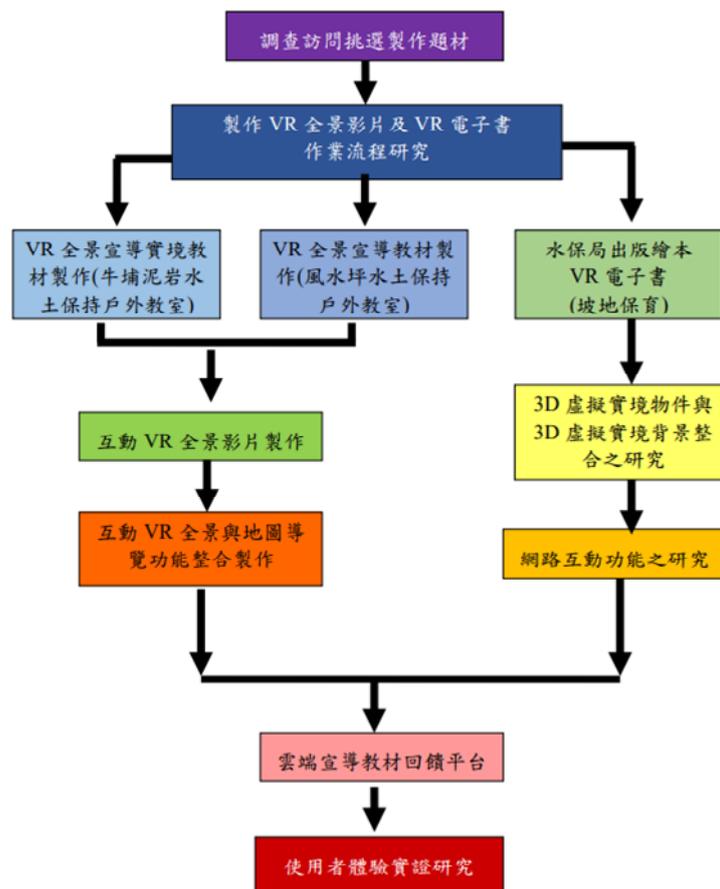
- 經由網路觀看水土保持宣導視訊教材，雖然可提供其擴散度，缺點是其學習模式不具互動性及缺乏臨場感，學習成效不高。

- 目前也有發展虛擬實境(virtual reality, VR)的相關操作系統，但需要非常昂貴的軟硬體設備，不易推廣。

本計畫欲提出一個虛擬實境整合技術來製作具互動性與臨場感的展場影片，透過網路及智慧型手機與簡易式頭戴裝置，即可觀看 VR 影片並與其互動，同時也具擬真的臨場感。因可以經由網路來操作，藉此，將快速地提高本計畫成果的滲透度與普及化。

#### 二、研究方法

本計畫主要的研究方法中的工作執行如下圖的工作流程圖所述：



圖：本計畫研究方法之工作流程

主要的研究方法如下所述：

- 調查訪問挑選製作題材:製作題材先以水土保持相關之宣導教材，以閱讀繪本與戶外教室導覽內容兩大類之主題為範圍:撰寫調查訪問相關題材、實地訪查、調查訪問(詢問)事項。
- 虛擬現實場景製作:尋找 3D 物件及虛擬場景工具及開發技術調查。
- VR 全景宣導教材製作: 主要分成三項工作，腳本製作、實地拍攝、後製剪輯，完成初步影片後，再校稿，再重製影片，直到正確為止。
- VR 電子書宣導教材製作:進行虛擬現實場景與 3D 模擬器整合之研究，首先，進行 VR 電子書 3D 物件製作，接著，VR 電子書虛擬實境場景製作，再來，3D 物件與虛擬實境場景，再者，進行互動虛擬現實場景之研究，最後，網路互動回饋製作。
- 宣導教材回饋平台製作: 整合 VR 電子書的網路互動回饋與測試。
- 使用者體驗實證研究: 實施教學實證研究，探討認知學習成效。

本計畫已經產出 3 部 VR 宣導性教材影片，一部是繪本導向 VR 電子書，繪本是坡地保育，兩部以 VR 全景式的方式製作 VR 宣導影片，主要的內容呈現以兩個戶外教室，南投分局風水坪水土保持戶外教室與臺南分局牛埔泥岩水土保持戶外教室之設施為 VR 教材內容主題。繪本導向 VR 電子書內容是坡地保育繪本內容，牛埔泥岩水土保持戶外教室全景影片有 12 項主題。風水坪水土保持戶外教室全景影片有 22 項主題。本計畫產出一部繪本導向 3D VR 電子書，利用 Unity 來製作，兩部以全景式的方式製作 VR 宣導影片，利用 Unity 來製作 VR 全景影片之互動性，觀看者不僅可以直接用 Android APP 來觀看全景影片，也可以做互動活動，例如:答題、觀看資訊註解等，同時，也將此互動歷程儲存於雲端平台，可以做未來分析研究。另外，本計畫也研究設計兩套標準作業流程，用於製作繪本導向 VR 電子書及 VR 全景影片(戶外教室導覽為主)時之參考。

本計畫以準實驗設計(quasi-experiment)實施教學實證研究，探討認知學習成效。實驗是針對中部大學院校學生(52 位)實施學習施測，利用智慧型手機與 VR 頭戴裝置觀看 VR 全景影片，以前後測進行比較，採用相依樣本 t 考驗分析，瞭解觀看 VR 教材的學習成效差異。結果顯示在下列構面:沉浸經驗、學習動機、學習互動、自我學習效能、臨場感、專注度都有顯著差異。即利用智慧型手機與 VR 頭戴裝置觀看 VR 全景影片，結果顯示學生觀看 VR 全景影片在下列構面: 沉浸經驗、學習動機、學習互動、自我學習效能、臨場感、專注度皆優於觀看舊版水土保持戶外教室影片(YouTube 版)的情形。

### 三、研究成果與討論

本計畫的研究成果是產出 3 部 VR 宣導性教材影片，其中，利用智慧型手機與 VR 頭戴裝置觀看 VR 電子書之活動，由施測實驗數據顯示，可以得到下列觀察，觀看本計畫產出 VR 全景影片之宣導性教材影片是有助於學習水土保持基礎觀念，並達到有效的學習成效。另外，由於 VR 電子書可至於網路提供下載至 Android 手機(建議記憶體為 3GB 以上)即可觀看，全景影片觀看可以跨平台(youtube 上)，沒有硬體的限制，置放於 youtube 網站，可自由下載，也可以用 Android 手機來觀看(有硬體限制)，因此，上述兩類的 VR 影片皆可以方便地網路下載或觀看，可以達到快速地宣導效果，即可解決目前推廣工作所面臨問題。

執行本計畫已經獲得下列主要的創新技術，其說明如下：

- 全景影片後製特效創新技術，整合多樣媒體格式，例如：文字、影像、空拍視訊等。
- Unity 產出的 APP (APK) 可用來閱讀 3D VR 電子書。
- Unity 產出的 APP (APK) 可用來閱讀 VR 全景影片。
- 系統提供互動功能，例如：讀者可以線上即時回饋答題資料至雲端資料庫。

#### 四、 結論

本計畫產出 VR 全景影片之宣導教材影片，初步的施測實驗結果顯示，確實有助於學習成效提升。由於，VR 電子書可置於公開網路提供下載，同時，VR 全景影片可以跨平台觀看，一般手機硬體規格即可撥放，因此，VR 電子書及 VR 全景影片宣導性教材影片具高擴散度，也有助於學習水土保持基礎觀念達到有效且快速地宣導效果。另外，今年研製 Android APP 觀看 VR 全景影片，即 VR 電子書與 VR 全景影片在觀看時，皆有互動功能設計(即學習者與教材互動)，可以將觀看影片時的學習回饋即時上傳至雲端資料庫，有助於提供水保局後續的效益分析或觀看行為分析，未來 8K 全景影片移工更清晰的 VR 全景影片畫質，有助於提供學習成效。

### 39. 無人機載具噴灑植生粒劑之研究

國立嘉義大學應用化學系 李茂田 教授

#### 一、前言

水庫集水區或高山上裸露地常因地形陡峭,人員不易到達,難以進行噴植或直接種植,因此本計畫欲研製可供無人機載具噴灑之植生粒劑,以應用於山區人力不易到達之崩塌地,順利進行植生工作。

#### 二、研究方法

選用農業上常用的高噴子材料,配合是當的添加劑,使植生粒劑可達到 (1) 由無人機投擲後,可黏附在崩塌坡上,(2) 不會抑制草籽發芽,(3)有保水能力,使幼草能順利成長。實驗以 Polyacryamide 為基材,搭配添加劑、草仔等,製作植生粒劑。先在實驗室進行草籽發芽生長,再經靜態投擲試驗,最後以無人機進行現地投擲,觀察植生粒黏著與發芽成長作配方調整。

#### 三、研究成果與討論

由實驗室試驗發現黑麥草種子發芽率不受高分子基材之影響。另以靜態投擲方式,由 12 米高處投擲植生粒,皆能有效黏著於斜坡,且投擲後之植生粒均可順利發芽成長。最後進行二次無人機投擲試驗,一在屏東滿州鄉另一在嘉義中埔鄉。此兩次試驗考慮天氣炎熱乾旱,改以百慕達草仔做植生草種,試驗結果發現,本計畫開發之植生粒劑,皆可順利黏著於崩塌地斜坡,且能順利發芽成長。

現地試驗結果以屏東試區為例,如下列照片



圖 1. 屏東滿洲鄉試區



圖 2. 投擲後之植生粒



圖 3. 投擲後 17 天之植生粒

#### 四、結論

本計畫研製之植生粒劑，由實驗室到靜態投擲，皆能順利發芽生長。以無人機在崩塌地投擲，也能在斜坡順利黏著發芽生長，顯見以此有機高分子為基質之植生粒劑，應可發展使用於植生工程。然若欲廣泛因應各種地質、氣候變化，有待更深入做配合調整研究，如調整孔隙率、含水量、草仔種類與用量等。

## 40. 農村再生2.0發展關鍵面向議題與改善策略—以臺中、南投分局所轄範圍為例

台灣農村發展規劃學會 鄒君瑋 助理教授

### 一、前言

目前台灣農村社區環境發展至今，從建築、景觀、視覺傳達到產品設計層面，仍缺乏一系統性的探索研究，而在好還要更好的原則下，農村再生 2.0 若能從前述面向切入，將有助於提出未來政策推動與執行的方向與策略。包含從營造農村自我特色環境美感至創造青年就業、創業與生活的美感空間與機會，農村吸引力的創建等，除彰顯農村之美外，更重要的是提供一個具生活便利性、美質性、創業性的農村空間環境，進而成為解決農村人口老化與人口外流課題之契機。因此，基於本研究執行期程、研究經費之考量，本研究選定台中南投分局所轄地區之農村社區，進行有關農村建築、景觀、視覺傳達及商品設計四個發展關鍵面向之議題與改善策略之研究。

### 二、研究方法與工作內容

(一) 收集及分析農村建築、景觀、視覺傳達及商品設計之成功案例。

(二) 以水保局台中、南投分局所轄地區之農村為範圍，透過條件篩選機制，利用二手資料之收集分析與深入訪談方式，調查農村社區的建築、景觀、視覺傳達及商品設計的相關問題。

(三) 透過前述關鍵面向現況與問題之探索及歸納分類，利用專家法及焦點團體法，分別針對四大關鍵面向提出合宜的改善策略，辦理工作坊及學者專家座談，最後從台中或南投分局轄區內挑選一處農村社區進行實際操作。

(四) 舉辦國際研討會，促進國際交流並宣揚台灣農村再生政策與推動成效。

(五) 地方創生工作圈行政協助。

### 三、研究討論

經由前述代表性社區之個別分析討論後，提出綜合性之六大面向課題如下：

課題一：社區空間主題意象明確，但出現紊亂、衝突等現象

課題二：社區空間主題意象不明，無法感知社區特色

課題三：社區老屋及閒置空間環境雜亂，造成社區視覺衝擊及治安死角

課題四：社區缺乏視覺傳達意象之管道與能力

課題五：社區產業與在地意象特色多數不具一致性

課題六：社區產業多數不具在地獨特性或過於單一化

再從社區型態組合區分為：「意象不明，偏鄉村型的農村社區」、「意象不明，偏都會型的農村社區」、「明顯意象，偏鄉村型的農村社區」、「明顯意象，偏都會型的農村社區」等四種型態，針對每個項目之操作提出改善策略構想。

### 四、結論與建議

本研究過程共調查 6 個縣市計 18 處社區，分析其關鍵面向後，研擬改善策略，以模式來框架未來可行之操作模式，並以雲林縣虎尾鎮堀頭社區做為實際操作示範社區；在未來發展方向探討方面，邀請苗栗地區社區代表，包含銅鏡社區-林秀英、新英社區-邱文正、石墻社區-邱新和、苑坑社區-林彥伶參與辦理工作坊，也邀

請日本台灣學界專家 11 人辦理一場次專家座談會，且於 11 月「ICLEE 景觀生態與工程國際研討會」中水土保持局轄下單位共計發表 9 篇論文。在一連串的執行過程，本研究認為台灣農村社區於產業方面仍缺乏完善的資源，認為社區應要轉向注重於社區產業輔導之部分，例如進來社區的遊客，要提供他們什麼樣的體驗、什麼樣的行程或是什麼樣的商品可以帶回去，如何達社區行銷推廣之效益，這對於社區發展都是很重要的，環境美化了，那產業呢？如何創造社區經濟價值及社區自主能力，例如社區缺乏商品設計、缺乏視覺傳達、缺乏網路行銷架構...等。仍是許多社區所面臨的共同課題。

吸引人回來的因素的環境還有很多的想像，具觀光價值的環境、良好的空氣品質、合宜的教育環境等等，而環境問題處理好了，還有經濟的問題，有經濟收入才能讓人待的下來，住的久，從人的需求去思考，怎麼把地方的特色運在在食衣住行各方面，於是有了產品研發與隨之而來的行銷管道思考。

然而，多處農村社區尚未有社區之視覺傳達意象和商品設計，因此，期望未來能透過跨域合作的輔導機制，在社區產業輔導方面應導入視覺傳達與商品設計等相關課程，以專業團隊進行設計輔導，有利社區整體性之視覺傳達與行銷規劃。另外，社區商品缺乏網站通路行銷，也應導入網站設計等輔導課程，輔導社區網路行銷之人才，擴展網站通路以利銷售，為社區增加產值，也期望創造創業機會，並吸引人口回流。

本研究最後提出四項建議，1、深度訪談社區，了解地方需求，2、專業團隊輔導，建立完善之社區民眾參與及公部門審核機制，從社區環境美質提升進一步創造社區整體產值，3、發展在地獨特性，帶動經濟回流，4、後續結合農村再生相關法規之執行方式探討。透過未來地方創生與跨域共同合作理念之落實，期能為本研究計畫之執行提出貢獻。

關鍵字：農村再生、改善策略、農村社區、意象

## 41. 以深度志工旅遊做為偏鄉農村社區資本提升策略之參與式行動研究—以台南市左鎮區農村再生社區為例

國立成功大學 張秀慈 助理教授

### 一、前言

台南市左鎮區雖緊鄰台南市區不到 1 小時之車程，但因其惡地環境及水質水源保育區發展不易的條件，為台南市人口流失最為嚴重的行政區之一。在成功大學長期耕耘台南市左鎮區之基礎下，成功大學人文社會科學中心透過課程服務與學生志工招募的方式，在左鎮高齡長照、英語教育、農場調查方面逐漸導入師生專業能力與人力，嘗試平衡資源相對匱乏之偏鄉社區需求，已發展出透過課程服務與學生志工導入社區資本之雛形。但如何有系統的導入不同議題與不同層次的課程人力與志工人力，與社區不同面向的需求對應，藉以縮短社區與大學人力間學習與磨合時間，來有效協助解決地方的核心議題，並進而培養投入偏鄉工作的青年人才，是大學社會實踐工作中的重要挑戰。

志工旅遊(Volunteer tourism)是一種將志願服務與旅遊結合在一起的新型態旅遊模式，為求最大化遊客在個人實現與旅遊目的地間雙方的共同利益，因此被視為是永續旅遊、另類旅遊的代表型態之一。從農村社社區與志工遊客而言，志工旅遊有機會提供互惠的機會。對社區而言，志工進入有機會補足農村外流之人力不足問題，導入不同領域的專長、協助地方。在台灣目前強調農事體驗與食農教育的趨勢下，深度志工旅遊有機會促進深度的農村生活體驗、多元化的人力導入與城鄉間的互動往來。志工旅遊如何與社區以自主發展為前提，透過志工資源於社區發揮其核心作用，兼顧正面和負面的影響，乃是深度志工旅遊的 (deep volunteer tourism)的目標(Callanan & Thomas, 2005)，也是本計畫預計導入的志工旅遊類型。

本計畫嘗試以導入目前觀光市場興起之深度志工旅遊概念(deep volunteer tourism)，藉由結合志願服務與深度旅遊模式，發展學生版志工旅遊與專業志工旅遊，分別作為連結大學服務學習課程人力以及招募外部人士提供專業服務至偏鄉服務之潛力模式；透過連結地方政府單位、專業非營利組織、社區組織、在地國中小，提供在地深度導覽與議題分享，與大學師生及專業人士進行協作與共學。本研究以行動研究的方式結合參與式評估，透過計畫、行動、觀察、反思、修改、再行動等六個步驟，盤點左鎮深度志工旅遊相關之社區資本，透過工作坊及工作假期，規劃設計並實際執行上述兩類的志工旅遊行程，並以焦點團體工作坊、問卷調查及深度訪談，進行實作後之研究評估並透過實際媒合國內知名之專業志工旅遊組織參與研究，嘗試建立市場化的農村深度志工旅遊商品。

本計畫之研究目的為：(1)盤點左鎮地區具發展深度志工旅遊相關之社區資本；(2)透過參與式規劃、設計與評估，來建立志工旅遊原型之建立與修正；(3)透過連結地方政府單位、專業非營利組織、社區組織、在地國中小與大學進行協作與共學；(4)媒合專業志工旅遊組織實際發展農村社區之志工旅遊。

### 二、研究方法

本計畫之動機源自於計畫主持人為實務工作者(農再計畫主持人與大學教育工作者)，主要依據研究者與社區之夥伴關係，本著農村再生計畫由下而上之精神，進一步以參與式行動研究做為研究與行動的方法論，來發展計畫之實施方法與步驟。透過參與式行動研究的計畫、行動、觀察、反思、修改、再行動等六個步驟，以直接參與、直接觀察、焦點團體工作坊、問卷調查及深度訪談來進行行動計畫研

擬與研究評估，探討左鎮農村再生社區需求人力協助之議題面向與工作項目，企圖透過志工旅遊結合大學資源及外部志工資源，以發展左鎮深度志工旅遊模型，協助地方生活之改善。

### 三、研究成果與討論

在試辦兩種類型的志工旅遊後，本計畫透過問卷調查、焦點團體工作坊及深度訪談的方式，進行志工旅遊操作之反思，以學生版一手作步道志工旅遊而言，大學進入在地社區操作課程，必須能直接對應社區需求並且課程需有延續性，而非單一性的操作，而由大學滾動帶動地方的操作比起社區自行推動，更能受到政府部門與相關組織、企業的關注，偏鄉社區也藉由學校的計畫及人力資源進入，帶動社區動能與挹注資源來幫助地方。不管從學校端或社區端，本次透過志工旅遊的辦理來導入課程資源，有清楚的參與起點和終點，加上明確的工作項目，對於學校及社區都有較容易進行效益評估，對於同學而言，旅行的方式更能協助他們深入地多面向認識在地。

而專業版一惡地協作工作假期之辦理，活動安排目的是讓專業者或社區領導人更全面性地了解左鎮在地的機會與潛力，帶入不同領域的專業者能讓彼此激發思考，討論後續的行動方案。透過訪談與問卷，得知外部參與者肯定將在地學校翻轉教育之成效納入行程，可以有效增加農村參訪之多元性與吸引力；社區內部參與者則建議可納入更多的在地社區和文化之介紹，來回應社區之需求。從計畫整體評估而言，就吸引市場和外部參與者參加的角度出發，活動內容的多元性及吸引力仍須考量，但未來可廣邀更多社區端的權益關係人參與行程，透過遊程讓社區端接觸到在地不同單位的努力和可能連結的資源。對於如何平衡社區之需求，與志工旅遊本身注重的商品特色，媒合端將扮演重要的角色，以平衡社區與市場的需求。

### 四、結論

透過本計畫之行動研究，參與者對於上述學生版與專業版之志工旅遊皆具有發展潛力。志工旅遊能使原先的服務模式透過結合旅遊行為的導入，協助參與者更能進入服務場域之脈絡；並透過給予志工明確的工作項目及目標，藉以志工服務成就，明確搭接社區之需求，達到自我成長與服務在地之目標，幫助偏鄉社區提升人力及社區資本，促進偏鄉發展與短期的人力及知識需求導入。

深度志工旅遊在台灣農村之應用，除了應強調志工旅遊中志工(volunteer)、志工旅遊組織(volunteer organization)與社區(community)三方應處於平等、對等、相互尊重的位置之外，本計畫進一步建議導入第四方—在地媒合團隊。在地團隊本身對在地具有一定的了解，能夠作為社區及志工旅遊組織媒合上十分重要的媒介，並且也能夠使志工旅遊組織發展志工旅遊更貼近在地需求，在地媒合團隊的類型包含大學(教育組織)、農村再生陪伴專業團隊、或其他跨社區平台之組織，應用其長期投入農村再生、社區營造、或高教深耕等政策計劃所累積之在地網絡及知識，來進行志工市場與需求社區之媒合。

## 42. 活絡農村工藝與文化資產的運作機制—以雲林縣推動觀光體驗的農再社區為例

國立雲林科技大學 黃世輝 教授

### 一、前言

長期以來，「農村」在一般人的印象裏面，包含人口外流、沒特色、欠缺建設...等等相關問題的存在；政府為了能夠逐步解決相關的問題，透過農村再生政策，以人才的培力學習，鼓勵民眾參與，凝聚共識後，提出屬於農村社區本身的目標願景。在這過程中，農村社區透過計畫的引導，逐年讓農村社區有了新的改變。於農村再生推動多年之後農村的改變，農村工藝與文化資產，對於農村地區觀光體驗的發展的未來來講，著實需要更深入的研究與探討。

### 二、研究方法

本研究計畫從雲林縣 115 個農再社區中，依據 1.具觀光遊程或有發展遊程之行動 2.擁有文化資產或潛力文化資源 3.代表社區發展週期中的某一個成長性階段(分別為導入期、成長期、成熟期)4.代表某一區的地域性(分別為山、海、平原線)，挑選出 7 個具代表性的農再社區，作為研究案例；本研究計畫透過文獻探討、訪談法、參與式觀察、行動研究法等研究方法的運用，搭配專家學者與實務工作者的推動，選擇雲林縣的農再社區進行研究分析與討論，其研究個案包含了林內鄉烏塗社區、蔴桐鄉蒜鄉麻園社區、古坑鄉草嶺社區、虎尾鎮北溪社區、大埤鄉西鎮社區、麥寮鄉海豐社區、口湖鄉蚵寮社區共七個社區。

### 三、研究成果與討論

本研究計畫成果分 2 為大部分，其一針對 7 個社區案例進行文化資源與觀光體驗之分析(包含社區文化資源的項目分析、社區文化資源發展現況與困境分析、社區遊程景點現況與困境分析、社區遊程遊程路線分析)；其二根據上述分析，沿伸三種不同發展週期的社區文化資源發展機制，而機制運用則舉遊程設計為例，並以 7 個社區作為雛型，遊程又分為基本遊程、主題遊程、慶典活動遊程，可供未來欲發展觀光體驗之社區參考。

### 四、結論

透過研究分析與計畫操作過程，除了對於社區景點的建議與規劃外，亦得出幾項結論分別為 1.於現有農村觀光體驗的過程中，仍有其需要再深入了解農村在地的文化，而需要能夠有增加參觀點位與增加解說能量的產生；2.農村社區推動觀光體驗當中，與原有的農村文化當中，應該有其轉譯的脈絡得以依循，以增加參觀點的特色；3.透過遊程景點的分析，可以歸納為文化資產、有形潛力文化資源與無形潛力文化資源等三大類；4.透過整體觀光體驗的歸納分析與研究後，提出觀光體驗的五性，分別為在地性、故事性、趣味性、脈絡性與當代性等五大類；期許以以上相關研究所得出之初步些微成果，作為未來深入探討農村工藝與文化資產轉化創生之基礎與評估方向。