



農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

114年度土石流及大規模崩塌業務講習

土石流及大規模崩塌監測 AI應用及精進措施

農村發展及水土保持署

詹坤哲科長

114年11月19日

簡報大綱

- 壹、前言
- 貳、土石流潛勢溪流監測
- 參、大規模崩塌監測
- 肆、AI其他應用案例
- 伍、結語及展望

✓ 劃設法源依據

法源
依據

災害防救法

1. 依據「災害防救法」第3條規定，農業部為土石流及大規模崩塌災害之中央災害防救業務主管機關。

公開
依據

土石流及大規模崩塌災害潛勢資料公開辦法

2. 另依據「土石流及大規模崩塌災害潛勢資料公開辦法」第5條規定，須建置土石流及大規模崩塌災害潛勢資料庫，適時更新並依法公開。

辦理
原則

農業部農村發展及水土保持署土石流潛勢溪流及大規模崩塌潛勢區劃設作業要點

3. 爰此，農業部農村發展及水土保持署（以下簡稱本署）依據「災害防救法」及「土石流及大規模崩塌災害潛勢資料公開辦法」辦理土石流災害及土石流潛勢溪流之調查與評估。

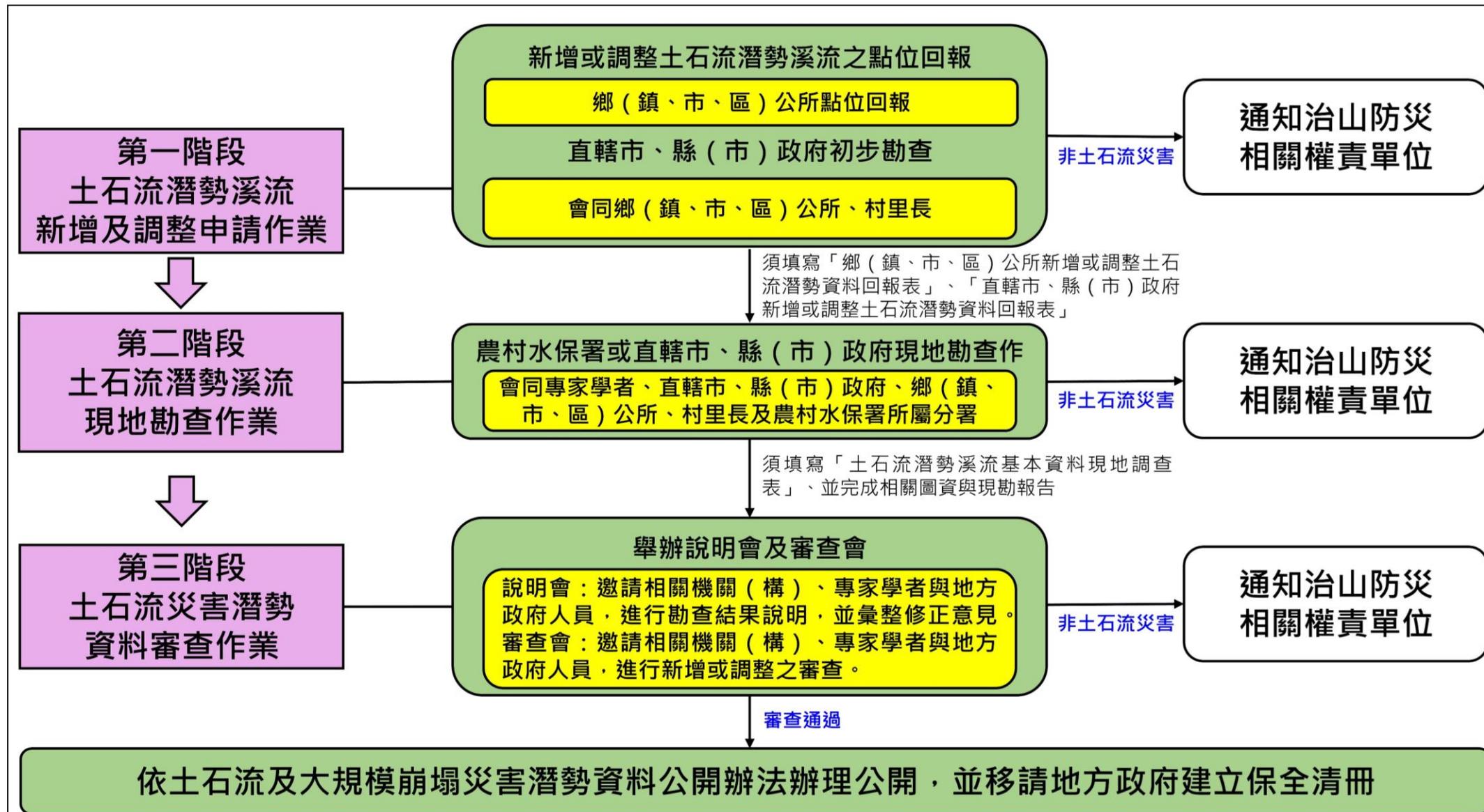
辦理
程序

土石流潛勢溪流劃設作業流程與方法

4. 此外，依「災害防救法」第22條規定，主要係提供各項防災整備與緊急疏散之參考，故僅用於防災作業之使用，並無相關限制開發或土地利用管制事項。



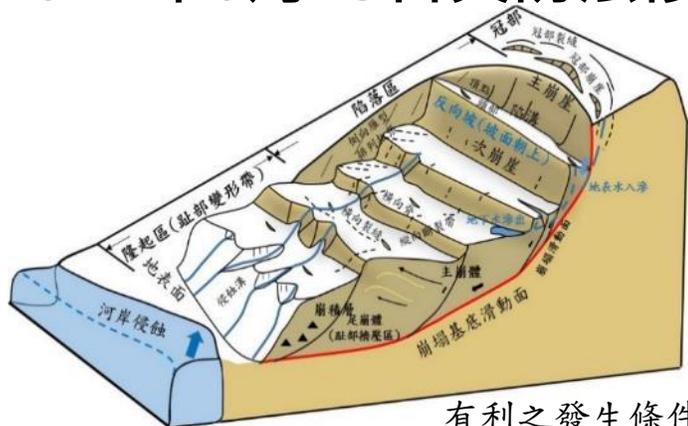
新增及調整土石流潛勢溪流劃設之程序





大規模崩塌潛勢區調查

- 依光達微地形成果，全臺判釋出9,948處大規模崩塌潛勢區
- 農村水保署於2017年啟動大規模崩塌防減災計畫
- 2022年6月15日災防法修正為土石流及大規模崩塌災害



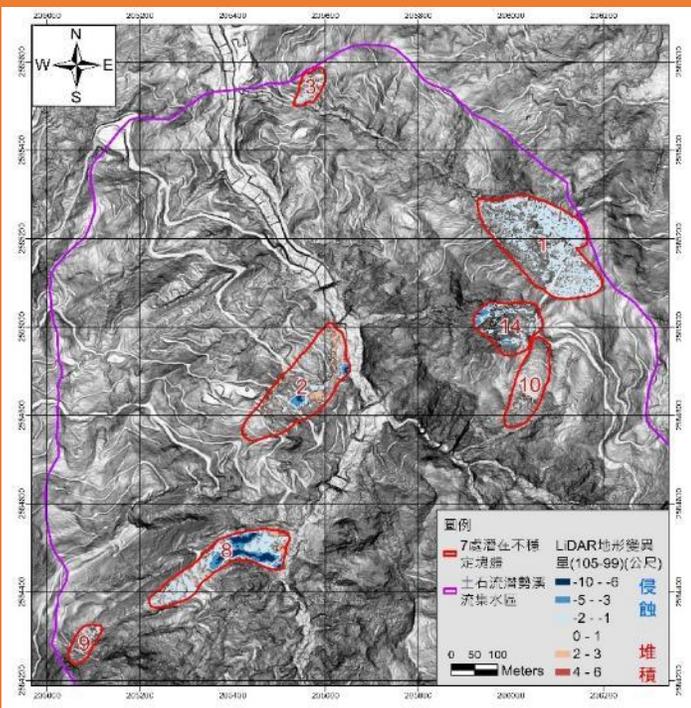
有利之發生條件

- 舊有崩塌地
- 具重力變形條件區
- 坡度較陡邊坡
- 順向坡地形
- 距河道較近
- 較大河道侵蝕量
- 鄰近地質構造
- 坡體應變率較大
- 砂頁岩互層
- 劈理發達變質岩
- 地下水高入滲區

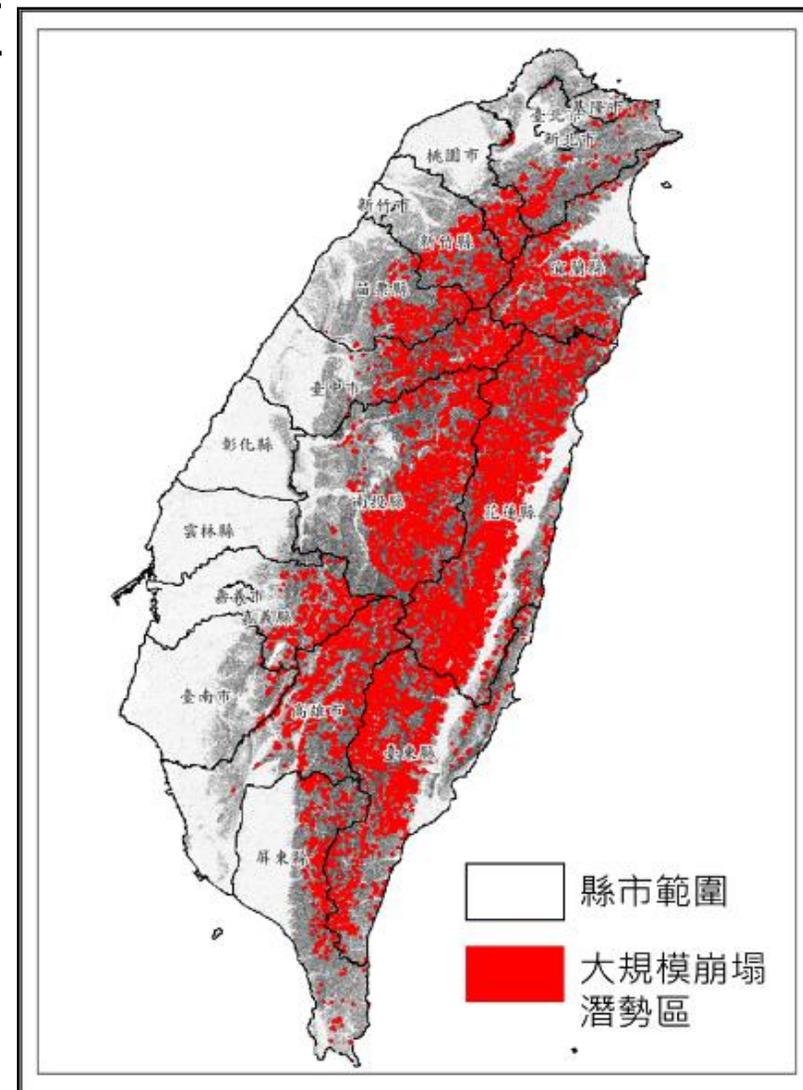
大規模崩塌之地形特徵

- 山頂緩斜面
- 崩崖、反斜崖、裂縫
- 二重或多重山稜線
- 線狀凹地
- 圓弧型滑動體
- 坡趾隆起
- 坡面及側邊蝕溝
- 岩盤潛變現象
- 其它老崩塌地地形

微地形判釋



嘉縣DF051集水區 7處不穩定塊體示意



縣市範圍

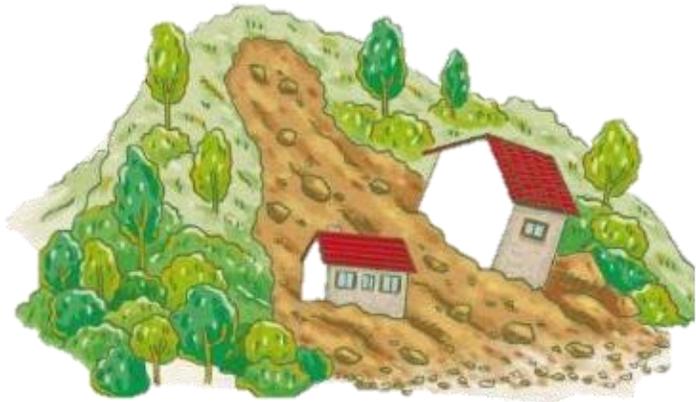
大規模崩塌潛勢區



大規模崩塌致災類型與影響範圍

重力堆積型

其運動過程主要受重力影響，主要致災範圍即為坡趾堆積區



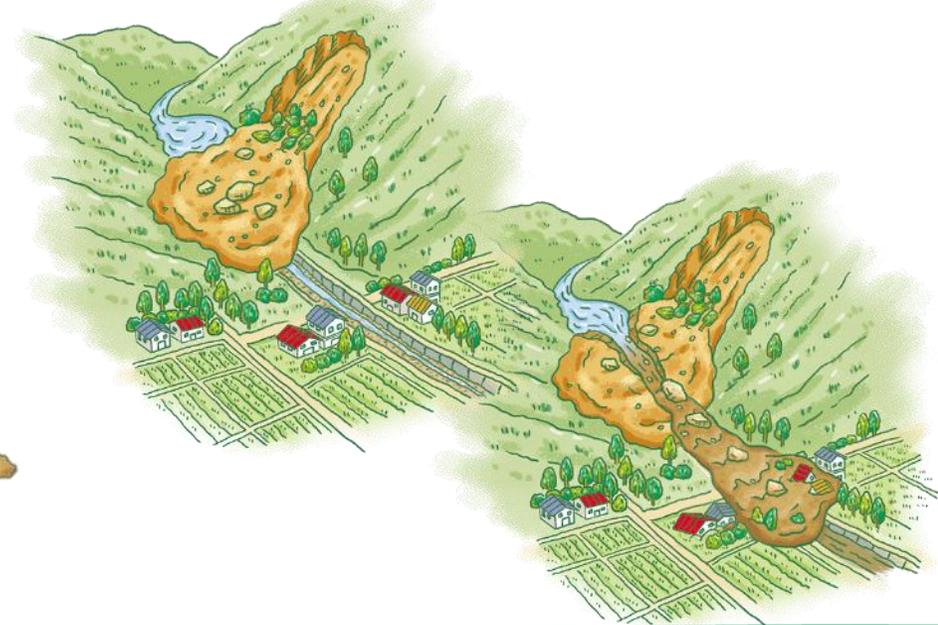
土石流型

崩塌土體進入河道後以土石流方式持續往下游堆積，進一步增加其致災範圍



堰塞湖型

崩塌發生後土體阻斷河道，形成堰塞湖天然壩。其致災範圍除壩體堆積區外，尚需考量潰壩後影響範圍

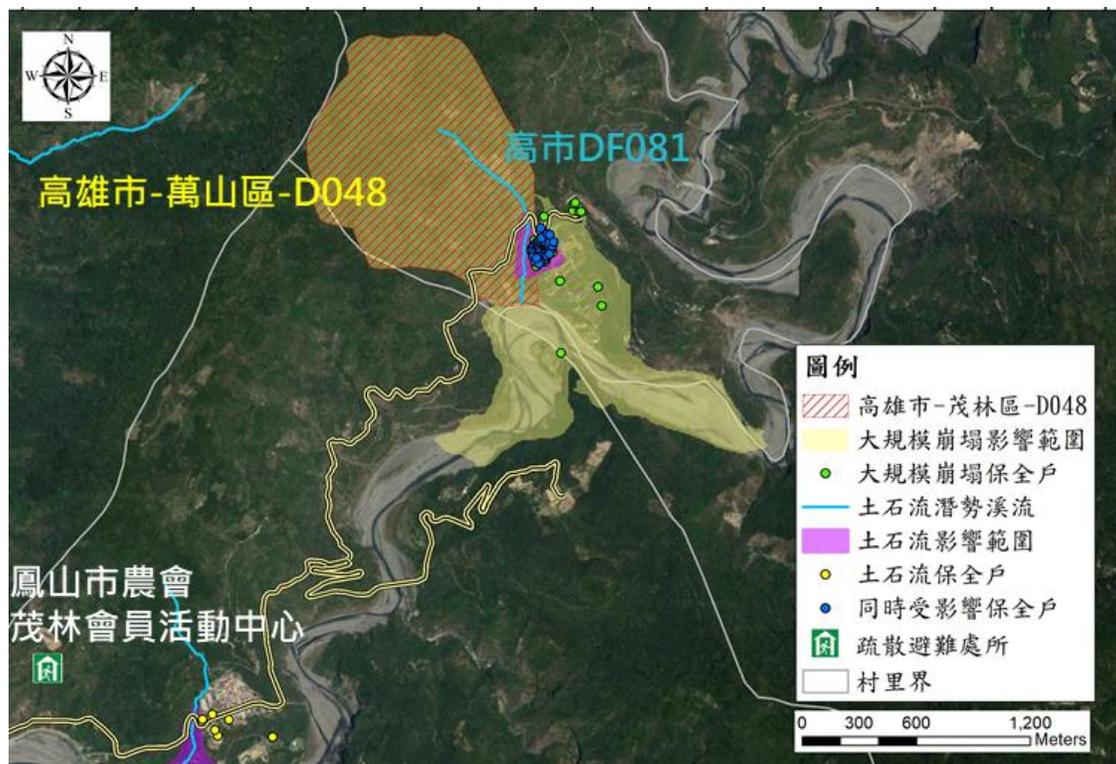




建立預警機制

➤ 第1類型：

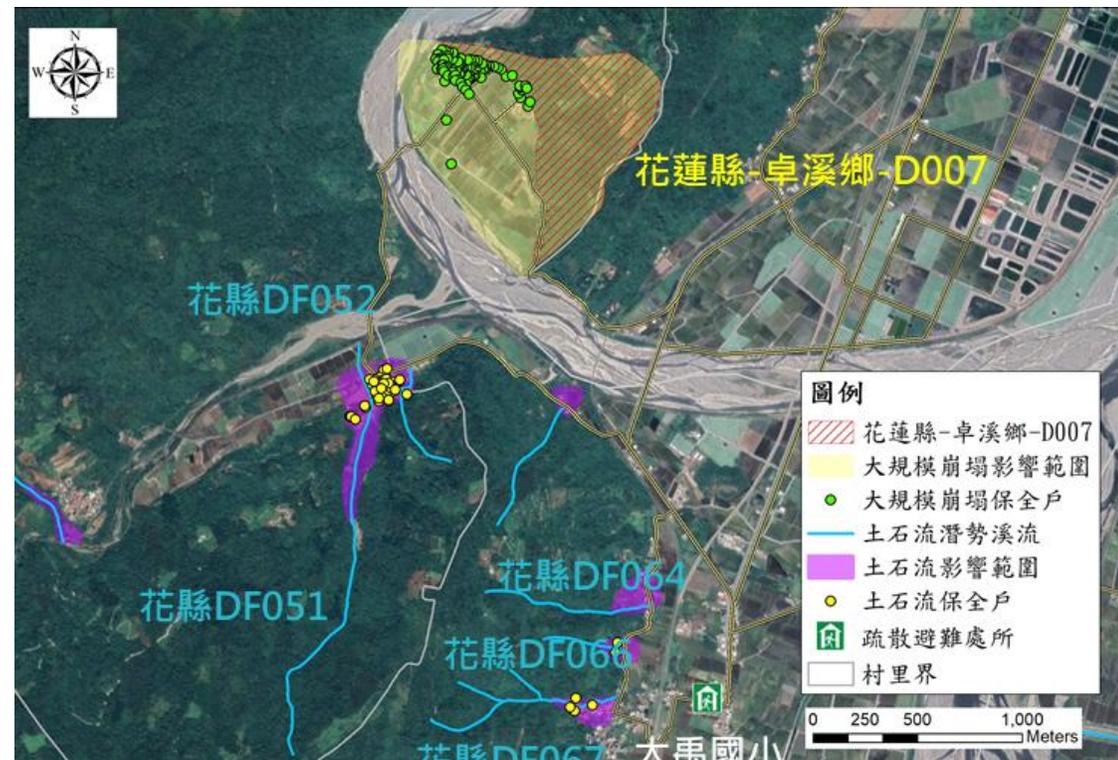
- ✓ 大崩與土石流之保全住戶重疊
- ✓ 併同土石流發布警戒(200-650mm)



居民已有土石流自主防災經驗，較易推動

➤ 第2類型：

- ✓ 保全住戶僅受大崩影響
- ✓ 依大崩警戒雨量發布(600-1500mm)



居民無自主防災經驗
需加強防災宣導、演練及與溝通

貳

土石流監測

土石流



長期觀測站 x23

行動觀測車 x 3

機動觀測站 x22

自動雨量站 x118

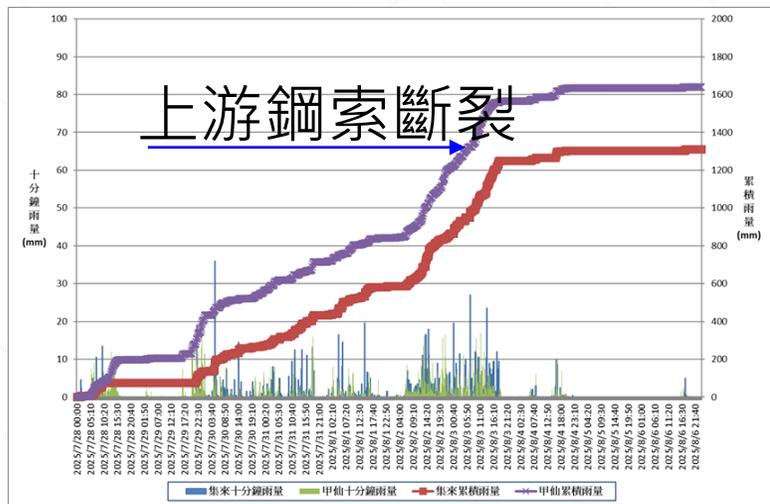
- 土石流觀測站
- 泥砂觀測站
- 崩塌觀測站
- 自動雨量站

長期觀測站資料蒐集、處理與分析



鋼索斷裂分析

0728豪雨期間現地持續降雨，集來站火山橋野溪上游鋼索於08/03 14:14斷裂。



地聲分析

集來站上游地聲

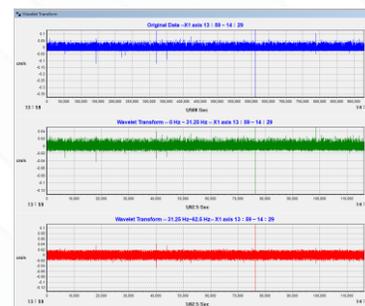


16:44:47
2025-08-03

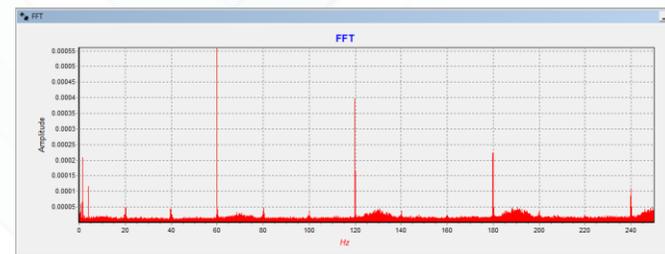
農業部農村發展及水土保持署
Agency of Rural Development and Soil and Water Conservation, MOA

上游地聲Z軸低頻有微幅響應，推測土石流造成火山橋野溪上游鋼索斷裂。

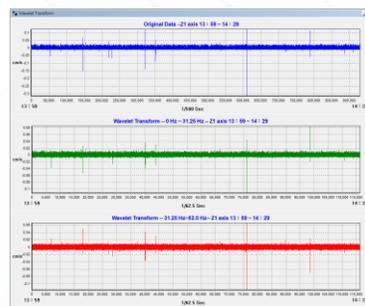
X軸



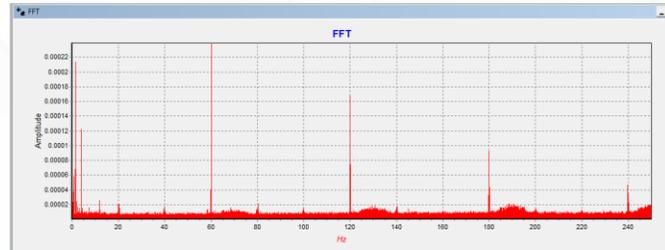
X軸



Z軸



Z軸



修復照片





✓ 鳳凰颱風-行動觀測車及機動觀測站派遣

派遣地區	派遣類型	歷史災害
A.宜蘭縣南澳鄉碧候村(宜縣DF146，警戒400mm)	機動觀測站(V+R)	113年凱米颱風
B.宜蘭縣頭城鎮石城里(宜縣DF151，警戒值450mm)	機動觀測站(V+R)	113年康芮颱風
C.台東縣太麻里鄉大王村(東縣DF111，警戒值400mm)	行動觀測車(2號)	113年山陀兒颱風
D.花蓮縣卓溪鄉卓溪村(花縣DF039，警戒值450mm)	機動觀測站(V+R)	113年康芮颱風

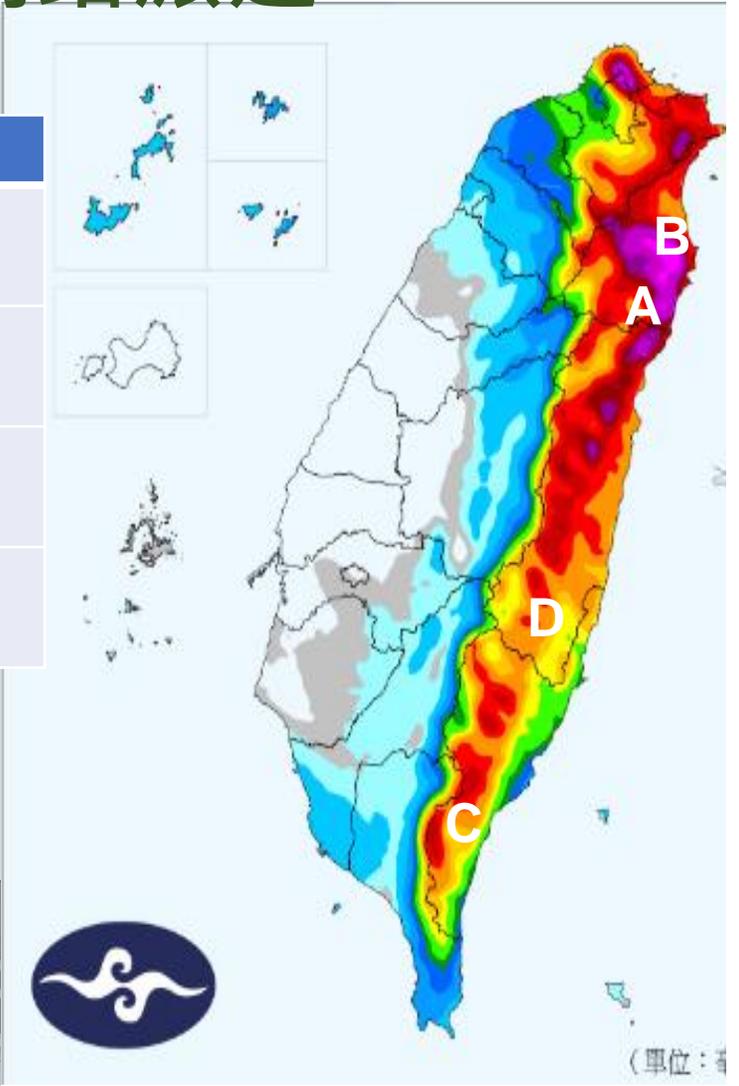
註：V=CCTV影像；R=雨量計

A.宜蘭縣南澳鄉碧候村

B.宜蘭縣頭城鎮石城里

C.台東縣太麻里鄉大王村

D.花蓮縣卓溪鄉卓溪村



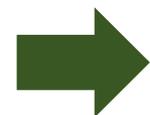
11/11預測降雨圖與派遣地點





業務需求

災害範圍模擬時程冗長，需專業人士操作



災害範圍預測結合AI構想

傳統災害範圍模擬程式

建模複雜、模擬耗時，只能一次跑一個情境



BigGIS SDF模式

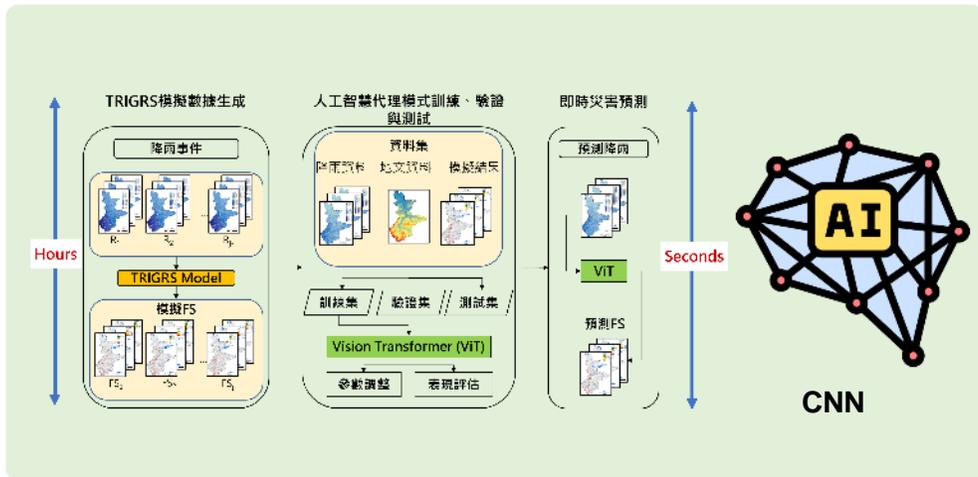
物理方程式推導、流體力學計算
地形圖 (DEM)、土地利用、降雨條件
每次模擬可能需數十分鐘至數小時
流速、水深、影響範圍 (需調整參數)
若參數變動大需重新模擬
需專業背景、熟悉模型運作邏輯



模型基礎
輸入資料
運算時間
預測內容
彈性
操作難度

導入判別式AI

參數丟進去、幾秒就跑完、一次搞定各種災情



資料驅動，自動學習特徵關聯
數值參數 (如雨量、坡度、地質、河道寬度等)
幾秒至數十秒內完成預測
直接產出可能災害範圍區域
可快速批量產生多情境模擬結果
操作簡單，輸入參數即可預測

精進監測技術提升風險管理能力

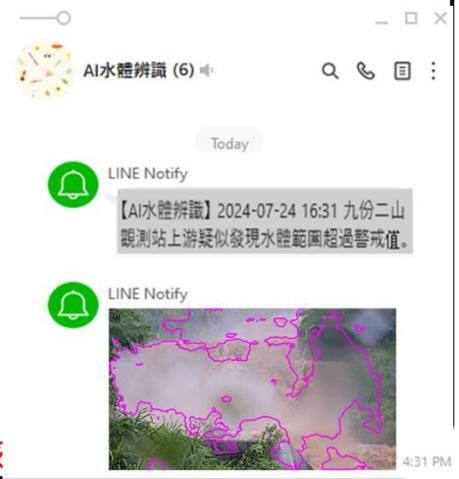
- **影像失效自動偵測檢核**，避免提供錯誤影像資料
- **導入AI水體辨識**，自動辨識水體變化並通報警示
- **整合燃料電池**，大幅提升簡易觀測站之運作時間
- **強化機動式觀測**，精準預測快速布署於重要地點



觀測站資料影像導入AI



自動通報機制



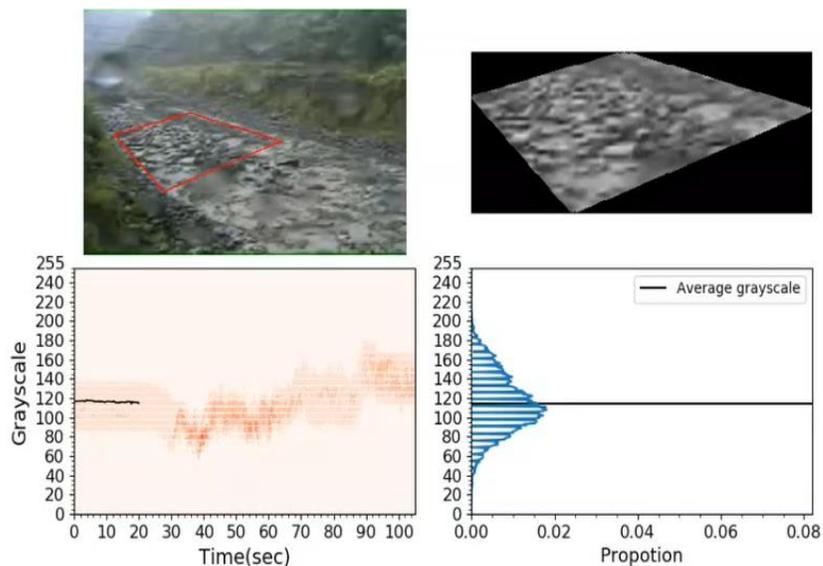
自動偵測檢核



一.GPAI土石流偵測模式

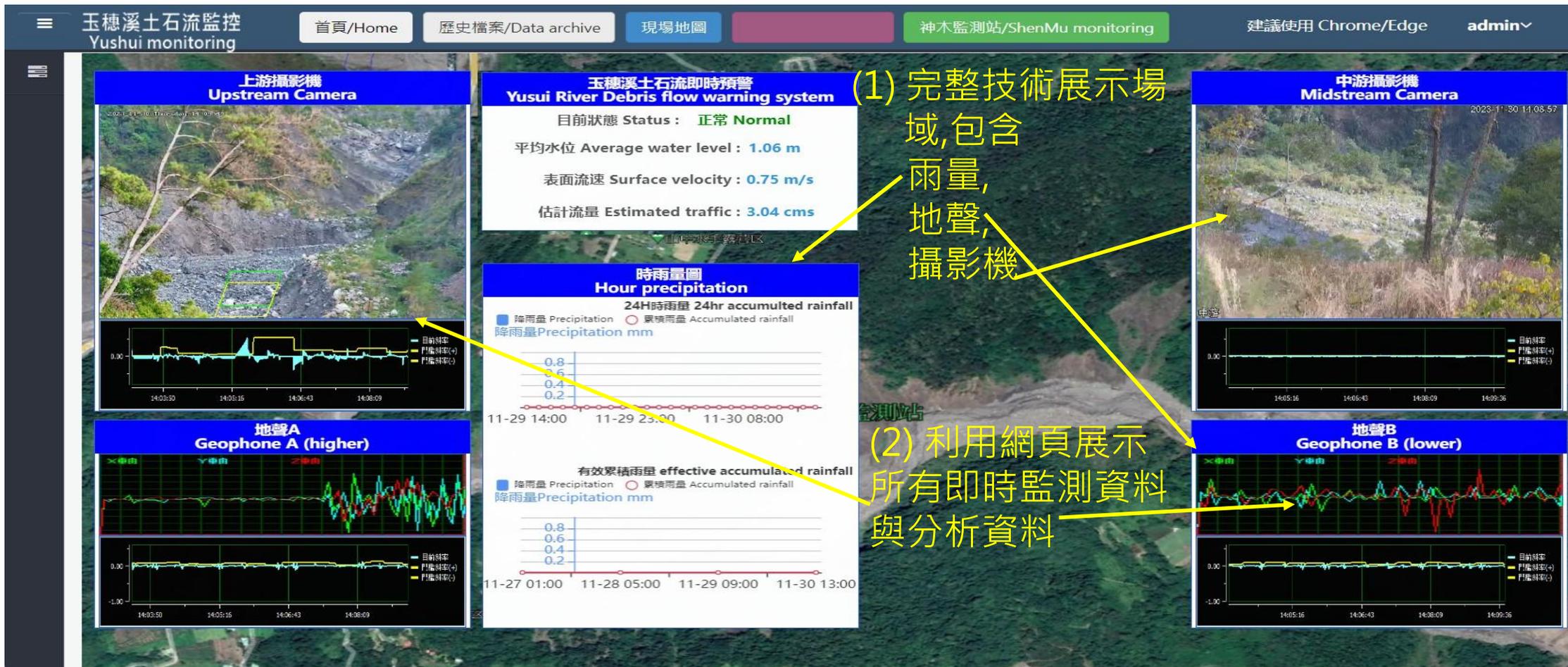
GPAI觀測

- ✓警戒發布：凱米颱風期間即時監測土石流發生並發布警戒，通知公路局工務段、本署臺南分署及施工單位至少50人次
- ✓AI判釋：完整AI技術展示場域，利用雨量、地聲、攝影機進行整合判釋
- ✓即時展示：利用網頁展示所有即時監測資料與分析資料





✓ GPAI土石流偵測模式



(1) 完整技術展示場域, 包含雨量, 地聲, 攝影機

(2) 利用網頁展示所有即時監測資料與分析資料

攝影機 流速計算: 兩個遮罩(ROI)距離/偵測(抵達)時間差

水位計算: 分水嶺法

流量(地聲) = 以地聲能量比對流量經驗式

土石流預警 = 影像灰階值法, 地聲斜率法

2024/7/5 現地測量 流量=2.82cms(與地聲值7.8%誤差)



二.多模態AI自動判釋災害影像



現場情境分析結果(LLM)

觀測站

豐丘上游攝影機



1. **降雨跡象**：畫面整體出現明顯的白霧狀（霧氣、水氣），能見度低，並且畫面左側下方有明顯雨絲或水線，推測為正在下雨或剛下過雨。
2. **水流狀況**：畫面中央偏右部分可見大片灰白色混濁水體，類似泥水或土石流，水面上有大量泥沙翻滾的痕跡，顯示可能是暴雨後的強流。
3. **水體顏色辨識**：水體非清澈透明，而是呈現灰白色甚至帶點褐色，表示泥沙含量極高，可能源於上游暴雨或土石鬆動。
4. **結構物判別**：畫面左側似乎出現部分水泥或石造結構殘骸（如橋基或堤防），但看起來已被水流或泥沙部分掩埋，無法辨識完整形狀，可能顯示結構已被沖刷或埋沒。

特徵顯示水體混濁、流速快。空氣中有大量水氣或雨霧。植生完整但處於雨中。疑似結構物受損、被掩埋。

結論：

1. 可能為暴雨或颱風過後的山區河道或溪谷監視畫面，出現土石流或洪水現象。
2. 發送通知，進行確認。



✓ AI結合災害影像判釋啟發

ChatGPT 4o多模態模型 已可自行看圖說故事

土石流風險評估 AI 助理 4o ▾ 跳至內容

↑ 分享 ...

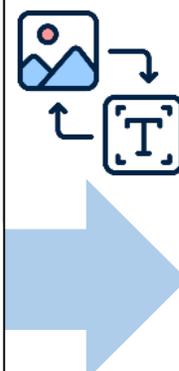


一、現場情況與現有防護設施描述

這張照片顯示的是一個位於山區的溪流，周圍的環境多為綠意盎然的林地。溪流的邊緣已經有一部分土石流堆積，並且部分區域的道路旁邊設置了防護設施，像是石砌護岸牆來加強防護功能。照片中的道路也顯示有些土石堆積，可能是近期豪雨或土石流活動造成的。值得注意的是，護岸牆雖然完好，但在某些區段可能因為土石流的沖刷作用，造成部分區域的護岸牆功能受損。根據照片的描述，該處應當是有一定的人員活動，因此防護設施的功能性特別重要。

詢問任何問題

ChatGPT 可能會發生錯誤。OpenAI 不會使用 ARDSWC AI group 工作空間的資料來訓練模型。



導入生成式AI

快速、免訓練、可生成描述與判釋建議、適用各觀測站



這張圖
有災害發生



模型訓練需求
輸出結果
整合既有觀測站
新型災害
實務應用

無需自行訓練，直接輸入圖片即分析
可輸出完整語意敘述
可直接與雲端API串接、或進行批次圖資分析
可直接理解圖像語意變化，自動回應災情描述
一般人員亦可解讀，減輕專業判釋負擔



✓ 多模態AI自動判釋災害影像構想

運用提示詞(Prompt)、引導AI模型掌握觀察重點：

降雨跡象

視線模糊度、是否出現明顯降雨

水流狀況

分析水流的速度和方向

水體顏色

清澈、混濁、夾帶泥砂程度

結構物情況

檢查周圍結構物是否受到損害、變形

地表特徵異常

是否有土石、流跡、塌陷

Step1

取得CCD影像



豐丘觀測站 上游攝影機

影像資料來源：即時觀測站影像



Step2

多模態模型
解釋影像場景

1. 是否有明顯降雨現象
 - 判斷結果：有明顯降雨或濕氣重。
 - 理由：畫面整體出現明顯的白霧狀（霧氣、水氣），能見度低，並且畫面左側下方有明顯雨絲或水線，推測為正在下雨或剛下過雨。
2. 水流狀況判斷結果
 - 水勢湍急或有土石流現象。
 - 理由：畫面中央偏右部分可見大片灰白色混濁水體，類似泥水或土石流，水面上有大量泥沙翻滾的痕跡，顯示可能是暴雨後的強流。
3. 水體顏色判斷結果
 - 混濁、夾帶大量泥沙。
 - 理由：水體非清澈透明，而是呈現灰白色甚至帶點褐色，表示泥沙含量極高，可能源於上游暴雨或土石鬆動。
4. 結構物是否受損判斷結果
 - 可能有結構物受損跡象。
 - 理由：畫面左側似乎出現部分水泥或石造結構殘骸（如橋基或堤防），但看起來已被水流或泥沙部分掩埋，無法辨識完整形狀，可能顯示結構已被沖刷或埋沒。

影像即時災害分析



Step3

場景語意推論

特徵顯示	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水體混濁、流速快。 2. 空氣中有大量水氣或雨霧。 3. 植生完整但處於雨中。 4. 疑似結構物受損、被掩埋。
結論	<ol style="list-style-type: none"> 1. 可能為暴雨或颱風過後的山區河道或溪谷監視畫面，出現土石流或洪水現象。 2. 發送通知，進行確認

判斷是否通報災害發生

Step4



通報



有災害發生!



✓ AI自動判釋災害影像-現階段成果1

觀測站

豐丘上游攝影機



現場情境分析結果(LLM)

1. **降雨跡象**：畫面整體出現明顯的白霧狀（霧氣、水氣），能見度低，並且畫面左側下方有明顯雨絲或水線，推測為正在下雨或剛下過雨。
2. **水流狀況**：畫面中央偏右部分可見大片灰白色混濁水體，類似泥水或土石流，水面上有大量泥沙翻滾的痕跡，顯示可能是暴雨後的強流。
3. **水體顏色辨識**：水體非清澈透明，而是呈現灰白色甚至帶點褐色，表示泥沙含量極高，可能源於上游暴雨或土石鬆動。
4. **結構物判別**：畫面左側似乎出現部分水泥或石造結構殘骸（如橋基或堤防），但看起來已被水流或泥沙部分掩埋，無法辨識完整形狀，可能顯示結構已被沖刷或埋沒。

特徵顯示水體混濁、流速快。空氣中有大量水氣或雨霧。植生完整但處於雨中。疑似結構物受損、被掩埋。

結論：

1. **可能為暴雨或颱風過後的山區河道或溪谷監視畫面，出現土石流或洪水現象。**
2. **發送通知，進行確認。**



✓ AI自動判釋災害影像-現階段成果2

觀測站	九份二山
CCD	CCD1
分析時間	2025/06/21 18:00



根據影像進行的災害風險評估如下：

現場情境分析結果(LLM)

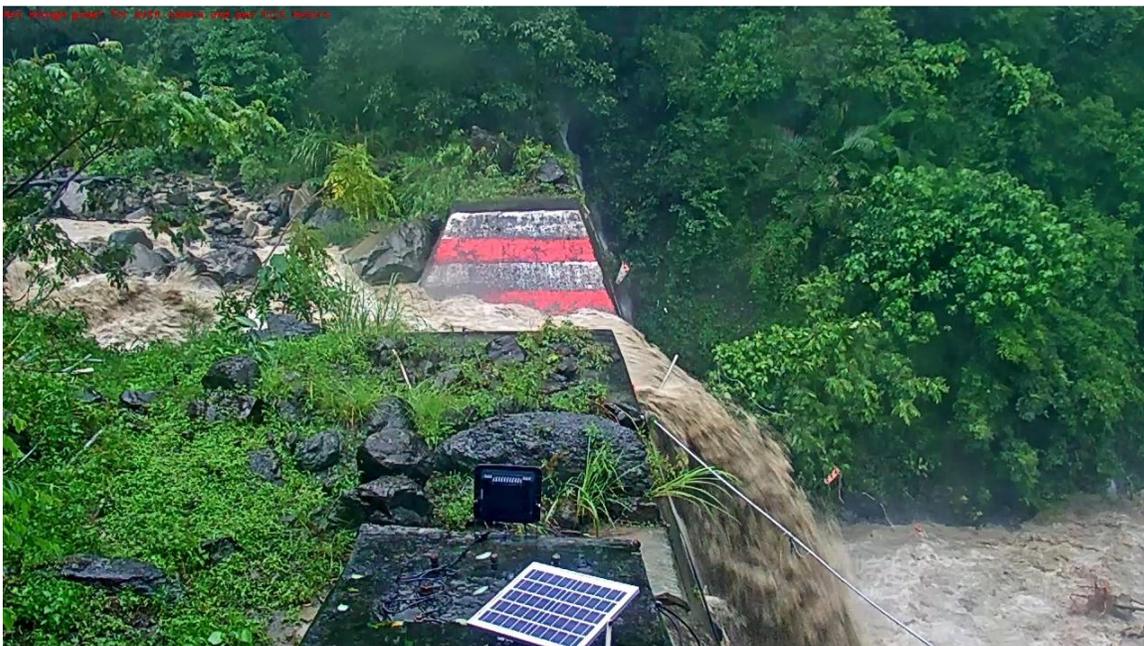
- 1. 降雨跡象：** 雲層厚度和視線模糊度無法直接從影像中判斷。 水面擾動顯示水流有一定的流速，但未見明顯的暴雨痕跡。
- 2. 水流狀況：** 水流從結構物上方流下，顯示有一定流速，但未見湍急。 水流方向明確，未見異常變化。
- 3. 水體顏色辨識：** 水體顏色較為清澈，未見明顯混濁或夾帶泥沙的跡象。
- 4. 結構物判別：** 影像中顯示結構物（可能是護岸或壩體）無明顯破損或變形。 結構物未被水覆蓋，顯示水位在可控範圍內。
- 5. 地表特徵異常：** 周圍植被正常，未見土石滑動或塌陷跡象。 地表穩定，未見流跡或異常變化。
- 6. 結論：** 目前影像顯示該地區水流和結構物狀況穩定，無明顯災害風險跡象。 然而，需持續監測水位和降雨情況，以防突發性天氣變化帶來的影響。



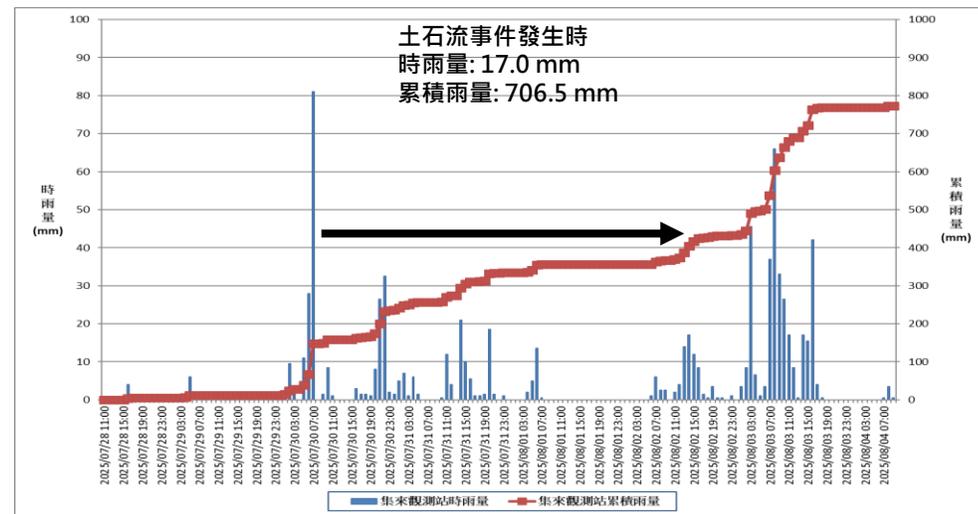
✓ 0728豪雨土砂災情觀測成果

■ 高雄市杉林區集來土石流觀測站於2025/08/03 16:44，近距離記錄土石流發生影像

集來站上游土石流事件觀測影片

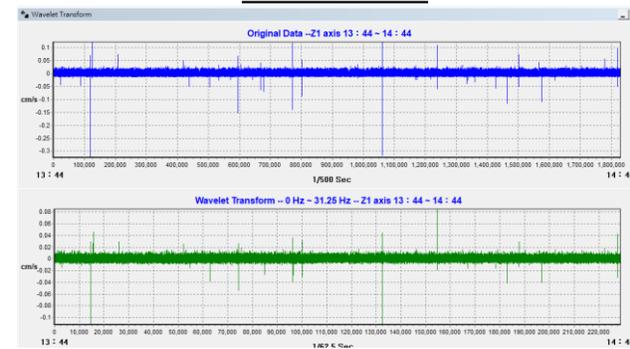
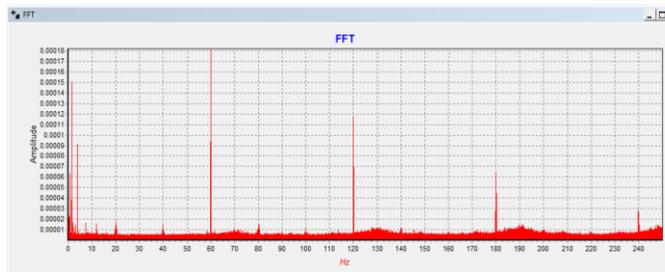


雨量圖



速度歷時圖

快速傅立葉變換(FFT)



1. FFT圖資料顯示低頻有明顯響應
 2. 速度歷時圖資料顯示明顯振動資訊
- ➔ 研判為土石流事件



✓ 鳳凰颱風土砂災情觀測成果

2025/11/11



土石流及大規模崩塌防災資訊網

【測試訊息】

觀測站:大粗坑 (sid=7)
CCD:大粗坑-下游攝影機-2(cid=4)

經 AI 自動辨識分析後，以上觀測站災害風險較高，請密切留意! 詳細分析結果，詳見土石流觀測站展示平台 (https://dfm.ardswc.gov.tw/dfm/AI/AI_Disaster_Detection)

AI 土石流辨識-觀測站展示平台

觀測站資料展示平台 首頁 地圖展示 影像監控 影像查詢 應變監測儀表板 AI 影像...

06:02



土石流及大規模崩塌防災資訊網

【測試訊息】

觀測站:大興 (sid=11)
CCD:大興-上游全景式攝影機 (cid=3)

經 AI 自動辨識分析後，以上觀測站災害風險較高，請密切留意! 詳細分析結果，詳見土石流觀測站展示平台 (https://dfm.ardswc.gov.tw/dfm/AI/AI_Disaster_Detection)

AI 土石流辨識-觀測站展示平台

觀測站資料展示平台 首頁 地圖展示 影像監控 影像查詢 應變監測儀表板 AI 影像...

11:01

觀測站	寒溪	✓
CCD	寒溪攝影機	✓
災害風險AI綜合評估	無 (與前視畫面無明顯變異)	
分析時間	2025-11-11 15:00	

現場情境分析

根據提供的影像與分析要點，以下是災害風險評估依據：

1. 降雨跡象：影像顯示視線模糊，可能是因為降雨造成的。雲層厚度較大，顯示降雨強度可能較高。
2. 水流狀況：水流看起來湍急，顯示水量增加，可能因降雨引起。
3. 水體顏色辨識：水體顏色混濁，可能夾帶泥沙，顯示上游可能有土石流或侵蝕現象。
4. 結構物判別：橋樑結構未見明顯破損或變形，但需注意水位上升可能對橋樑穩定性造成影響。
5. 地表特徵異常：地表未見明顯土石流或塌陷，但需持續監控。
6. 氣象水文數據：雨場分割 ETR1 和前期降雨 ETR2 數值較高，顯示近期降雨量大，需警惕可能的洪水或土石流風險。

綜合以上觀察，當前存在一定的災害風險，建議持續監控水位變化及結構物狀況。

特徵顯示水體混濁、流速快。空氣中有大量水氣或雨霧。植生完整但處於雨中。疑似結構物受損、被掩埋。

結論：

1. 可能為暴雨或颱風過後的山區河道或溪谷監視畫面，出現土石流或洪水現象。
2. 發送通知，進行確認。

雨量計 ● 219mm

土壤含水量計 ● 23.6%

地盤 ●

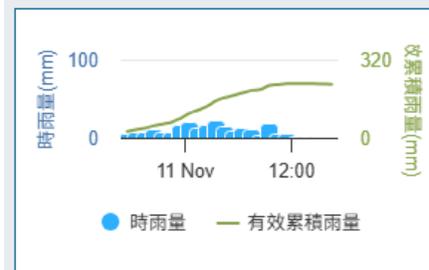
鋼索 ● ● ●

CCD影像



雨量

註：

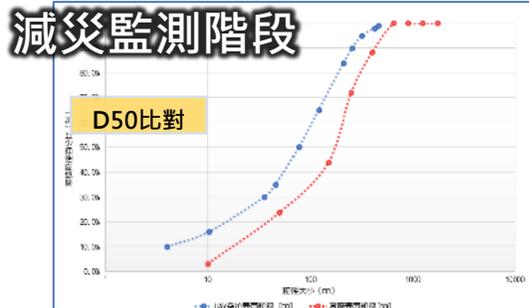




三.水砂觀測結合AI辨識

- ◆ AI影像辨識量測**表面粒徑**、**流速**、**水位**探討。
- ◆ 估算流量更準確，應用於**工程設計水理計算**。
- ◆ 比流量納入**實務設計應用**。

人工智慧(AI)影像野溪量測探討



AI 流速量測



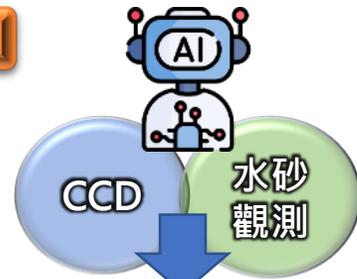
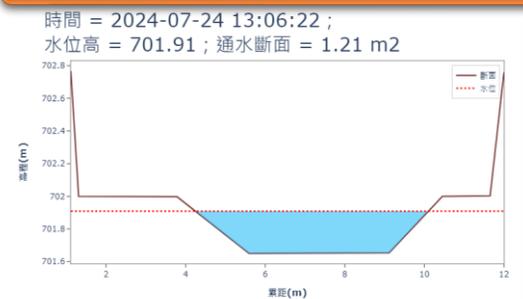
AI 水位辨識

AI技術增值分析CCD全洪程影像

自動化萃取CCD影像逐時水位



自動化演算野溪流量



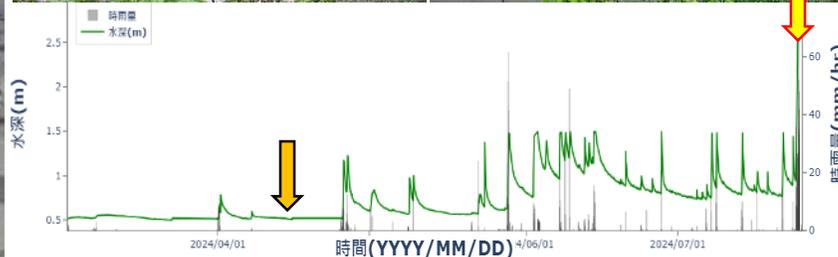
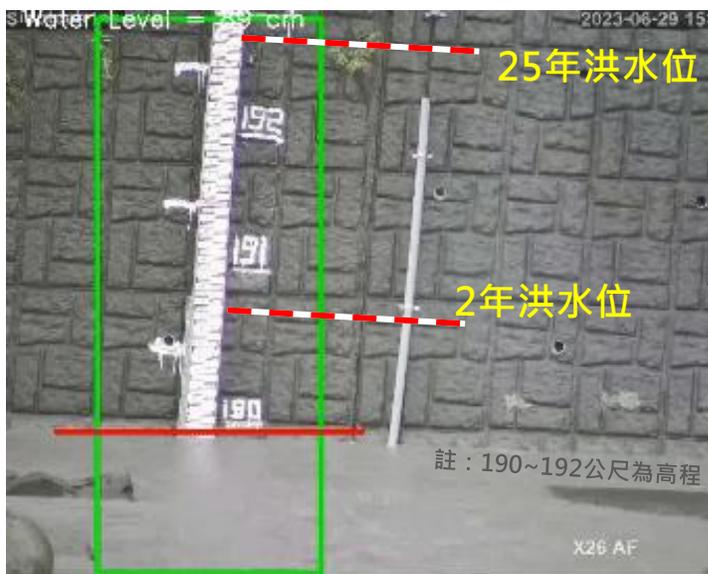
CCD影像結合水砂觀測優勢

- ✓ 強化觀測精度與即時性
- ✓ 提高觀測智慧自主處理
- ✓ 擴大現地水砂觀測範圍

智慧影像辨識全洪程水位歷線

● 全洪程水位：

- ✓ 針對玉穗溪或霧大二號野溪，配合高解析CCD攝影機及夜間遠端控制照明，
- ✓ 透過人工智慧(AI)判釋水位歷線，建置完整全洪程水位觀測資料及水情影像。
- ✓ 防災警示：未來可於防汛期間發佈防災警示，
- ✓ 配合降雨量觀測和CCD監控結果，供以集水區防災應變及保育治理之參考。

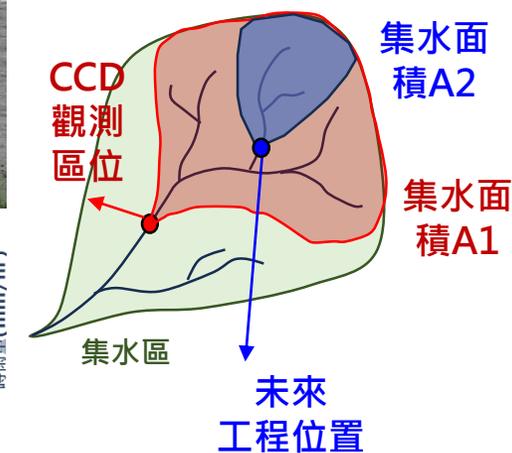


比流量回饋實務應用

● 比流量

- ✓ 集水區單位面積可能之最大洪峰流量
- ✓ 根據水位歷線估算工區所在位置洪峰
- ✓ 回饋工程設計流量、防災警示參考

$$\text{比流量} = \frac{\text{洪峰流量}}{\text{集水面積A1}}$$





AI影像野溪量測技術

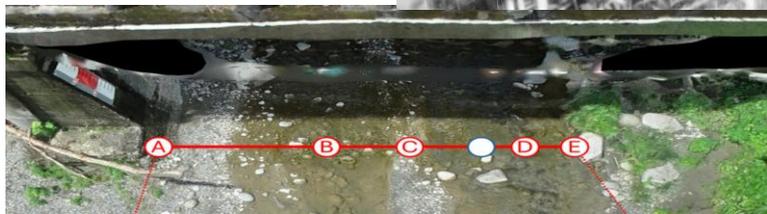
- 設備可能受到暴雨及夜視影響，但在中高流量條件下，影像辨識能有效重現流量變化。
- 影像辨識與雷達波水位計結果高度一致，精確追蹤洪峰與退水過程。



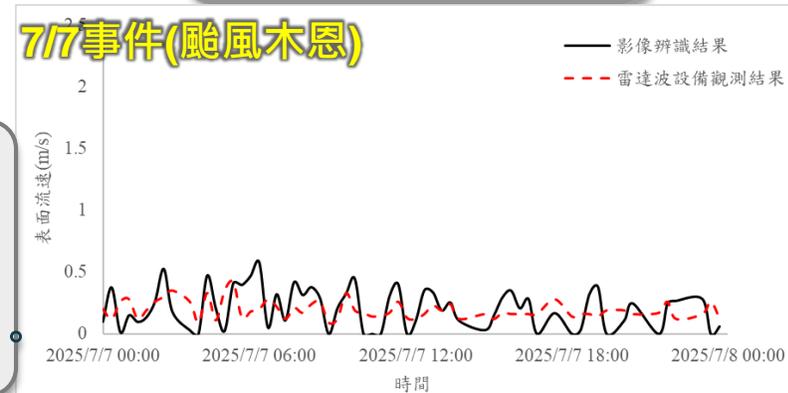
設備休眠導致鏡頭朝下拍攝



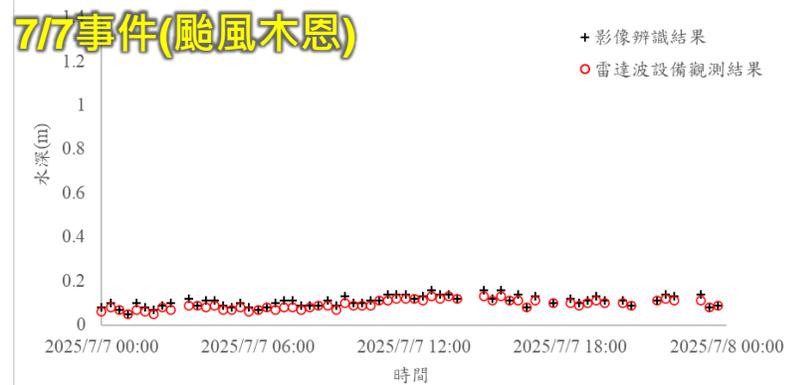
暴雨導致焦距失焦



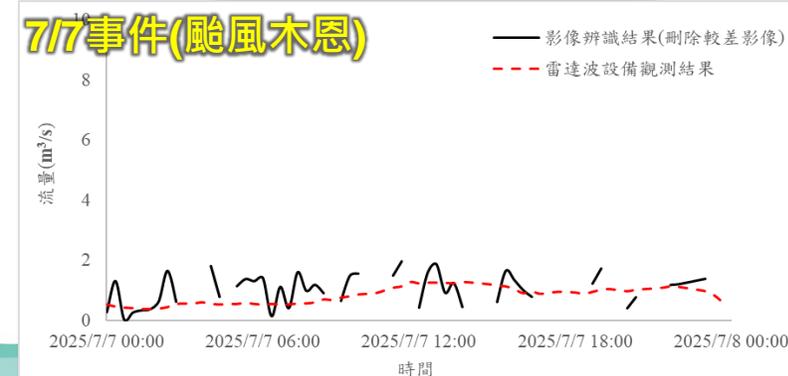
表面流速辨識



水深辨識

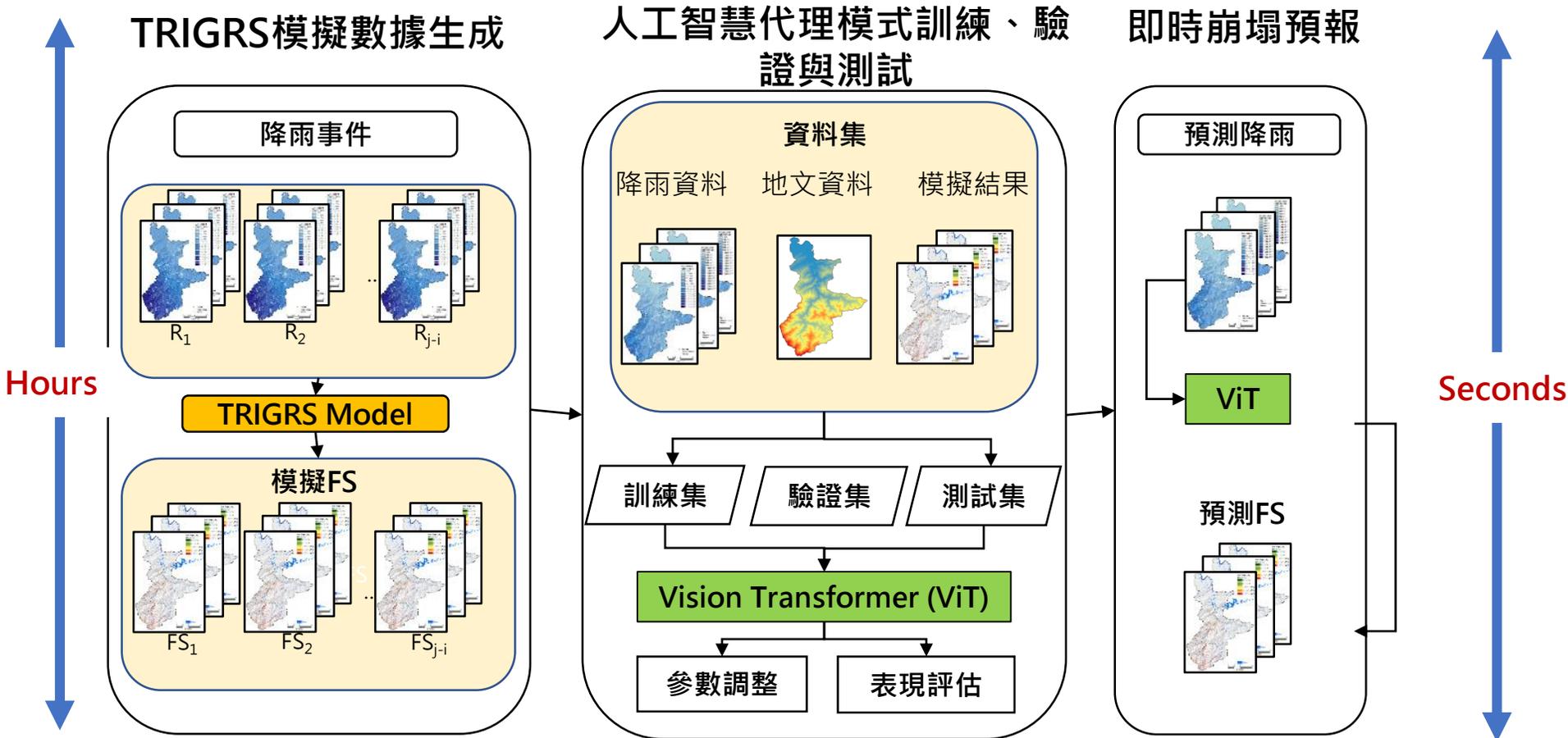


流量推估

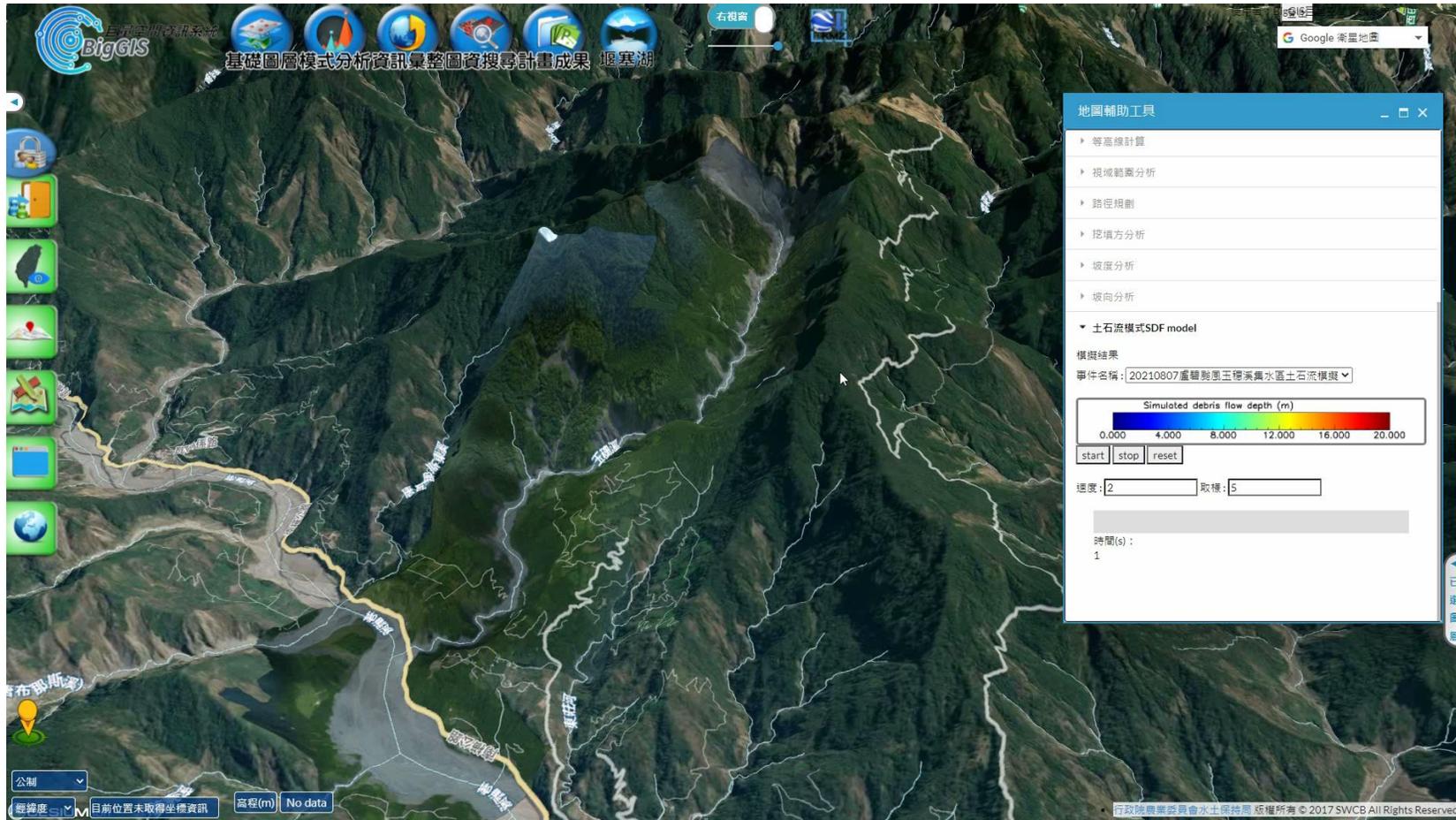




四.AI模型導入降雨促崩警戒模式開發



五.SDF土石流即時模擬分析



3D 線上模擬平台

- ✓ 簡易土流模擬
Simplified
Debris-Flow
model (SDF)
- ✓ 內建DEM、簡
易參數設定、
即時運算、視
覺化展示
- ✓ 模擬土砂流出
的影響範圍、
深度、流速

大規模崩塌監測



監測儀器類型

-  GPS/GNSS
-  觀測井
-  傾斜儀
-  雨量計
-  伸縮計
-  自動化攝影機

一.半自動化圈繪潛勢滑移

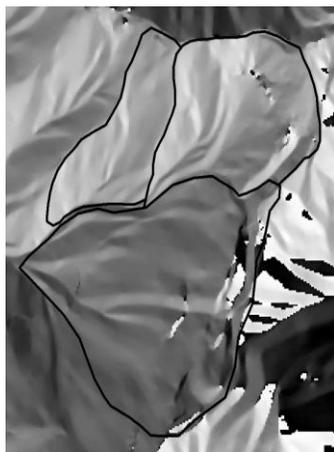
- ✓ 導入**數值高程模型(DEM)**及**地形參數**進行**自動化圈繪**工作
- ✓ 利用集水區水系劃分兩側斜坡為各**獨立的邊坡單元(Slope Unit)**
- ✓ 濾除**微地形起伏**並採用**地形坡向**劃分**更小範圍**的區塊
- ✓ 搭配MT-InSAR與LiDAR、InSAR地表變形成果**自動化圈繪**「**潛勢滑移區塊**」

地形圖

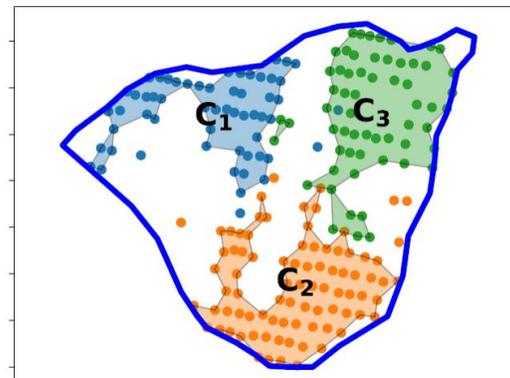
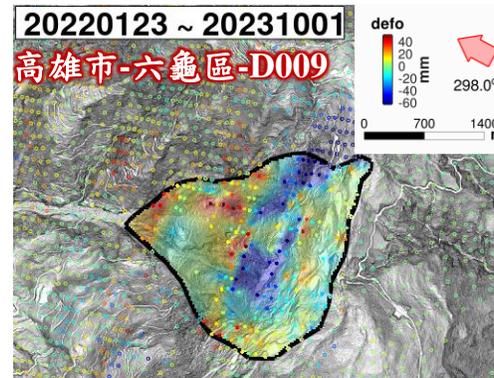
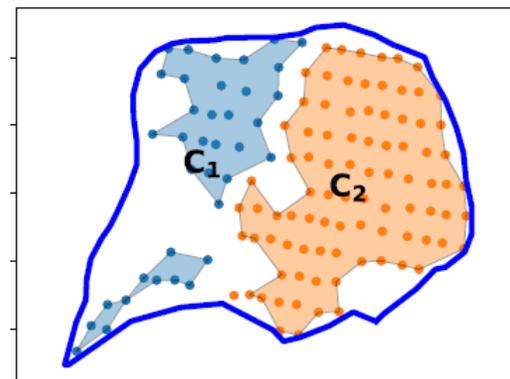
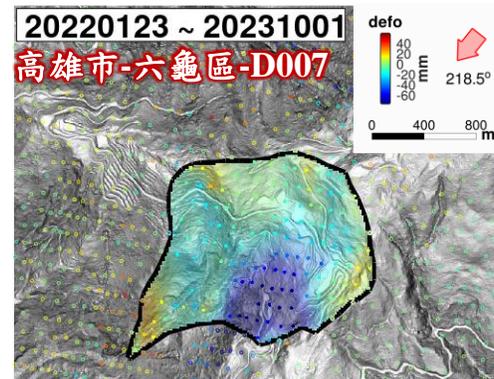
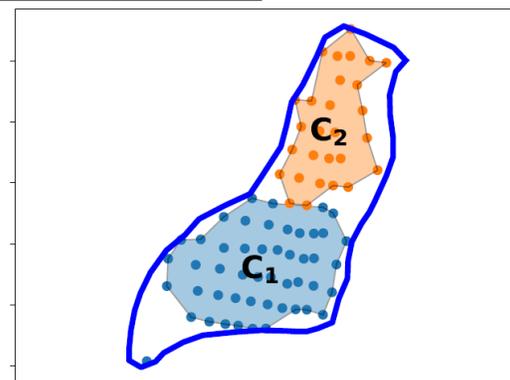
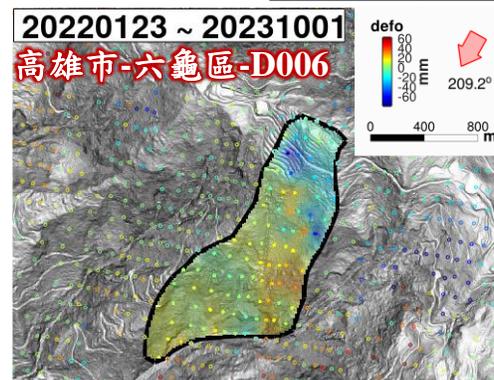
光學影像

坡向圖

地形單元分布圖



以高雄市六龜區潛勢區為例





✓ 崩塌地自動判釋及圈繪

The screenshot displays the BigGIS web application interface. At the top, there is a navigation bar with the 'BigGIS' logo and icons for '基礎圖層', '模式分析', '資訊彙整', and '圖資搜尋'. A top-right corner contains 'Google 電子地圖', 'KMZ下載', and '網址分享' options. The main area is a 3D terrain map showing a river valley with a landslide area highlighted in white. A left sidebar contains navigation tools like '帳號登入', '臺灣視角', '定位工具', '輔助工具', '視窗切換', '3D/2D/3D', and '街景模式'. A right-side panel titled '地圖輔助工具' (Map Assistant) is open, showing a 'Sentinel-2' analysis tool. The tool interface includes a 'clear' button, a dropdown menu for '20240822_Sentinel2衛星全島影像(雲覆蓋率)', a '開啟' (Open) toggle switch, and an '執行' (Execute) button. Below the tool, a list of other analysis options is visible: 'Sentinel-2兩期影像變異比對(分析區域:陸地區域)', 'Sentinel-2頻譜指標分析', 'Sentinel-2時間序列影像產製', '自訂頻譜波段匯出功能', '縱橫斷面分析', '高程陰影圖', '八方位陰影圖', and '等高線計算'. The bottom status bar shows '導覽說明', '效能檢測', '經緯度', '目前位置未取得坐標資訊', '高程(m) 896.4', '公制', and a scale bar for '2 km'. A copyright notice at the bottom right reads '農業部農村發展及水土保持署 版權所有 © 2023 ARDSWC All Rights Reserved.'

二.大規模崩塌監測系統智慧學習

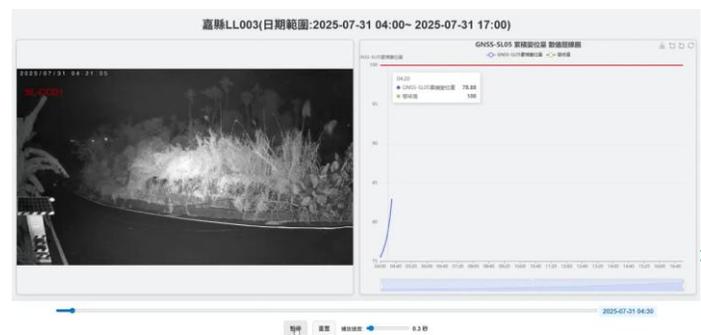
多元監測數據動態展示
與情資研判



監測資料、年報自動化檢核
與開放資料專區



動態展示災害事件監測



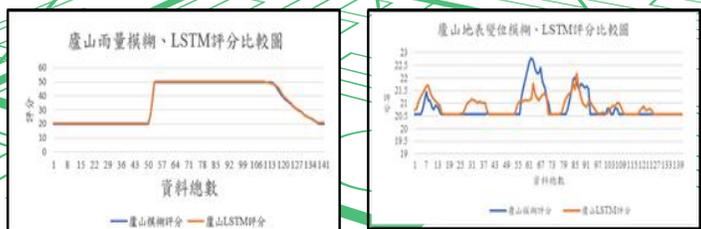
深度學習大數據分析



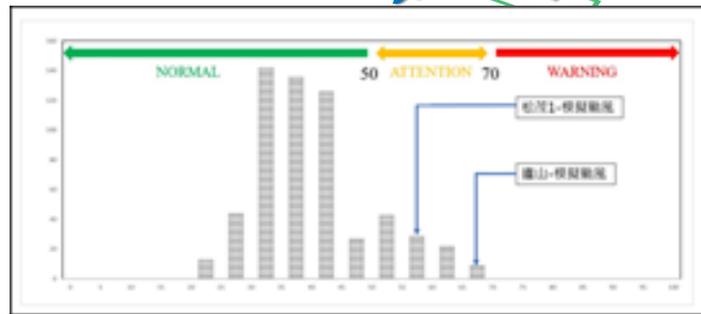
CCD監測資料品質檢核



人工智慧學習與綜合研判自動化



長短期記憶數據分析(Long Short-Term Memory, LSTM)



綜合研判風險評估

多元監測儀器比對
分析與情資研判

多元監測儀器比對分析與情資研判

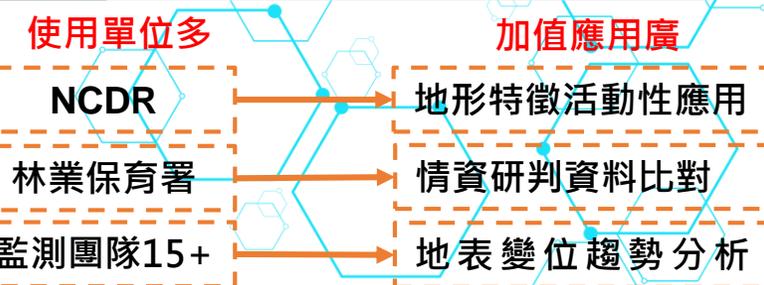
(1) 雨量分析 (2) 地表變位分析

(3) 現地勘查(或攝影機初判) (4) 重點觀察區綜合研判

CCD攝影機 綜合研判

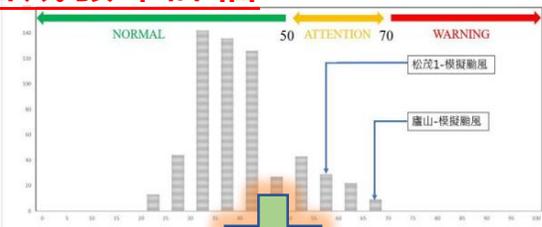


開放資料專區



持續導入AI與視覺化展示-提升防災成效

LSTM 分析自動儀器變位趨勢 與警戒發布評估



大規模崩塌監測整合系統

警戒分析(總表)

序號	監測區名稱	縣市	鄉鎮	崩區	崩塌類型	崩塌位置	崩塌面積	崩塌時間	崩塌原因	崩塌等級	崩塌狀態	崩塌日期	崩塌時間	崩塌時間	崩塌時間	崩塌時間	崩塌時間	崩塌時間	崩塌時間	崩塌時間	
1	DS001	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	800	1009.9	126	28	0	1	27.5	56.0	109.0	685.0					
2	DS009	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	172	12	1	0	3.0	15.0	42.5	444.0							
3	DS146	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	20	0	1	12.0	28.5	53.5	364.0								
4	DS141	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	0	0	0.5	2.0	72.0	339.5									
5	DS002	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	0	0.5	0.5	19.0	261.0										
6	DS144	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	13.5	2.0	15.0	235.5											
7	DS142	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	0.5	2.0	12.5	240.0											
8	DS037	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	1	0.0	2.0	55.0	324.0										
9	DS124	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	0	0	3.0	12.5	36.5	318.0									
10	DS055	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	0	1	7.5	12.0	13.5	205.0									
11	DS054	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	0	0	7.5	12.0	13.5	205.0									
12	DS169	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	1	1	0.5	1.0	25.0	141.5									
13	DS110	屏東縣	麟鳳鄉	麟鳳鄉	崩塌	麟鳳鄉	4	0	0	5.0	10.5	27.0	210.5								

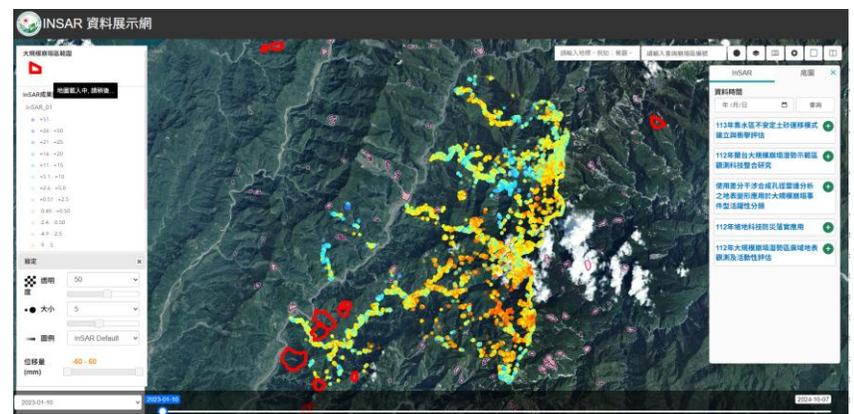
(未來)AI整合
警戒發布

整合
LSTM技術至
情資研判分析
>>風險評估流程



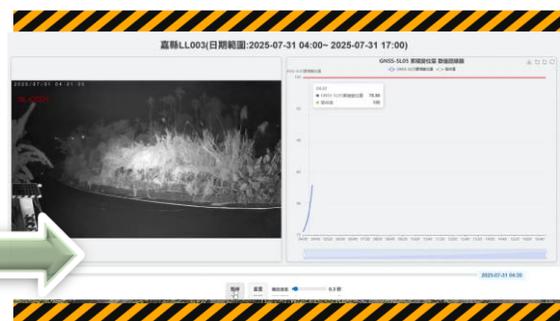
儀錶版 操作介面精進

時序性合成孔径雷達儀表板展示
整合署內多個計畫之MT-inSAR成果



新增崩塌區事件資訊展示

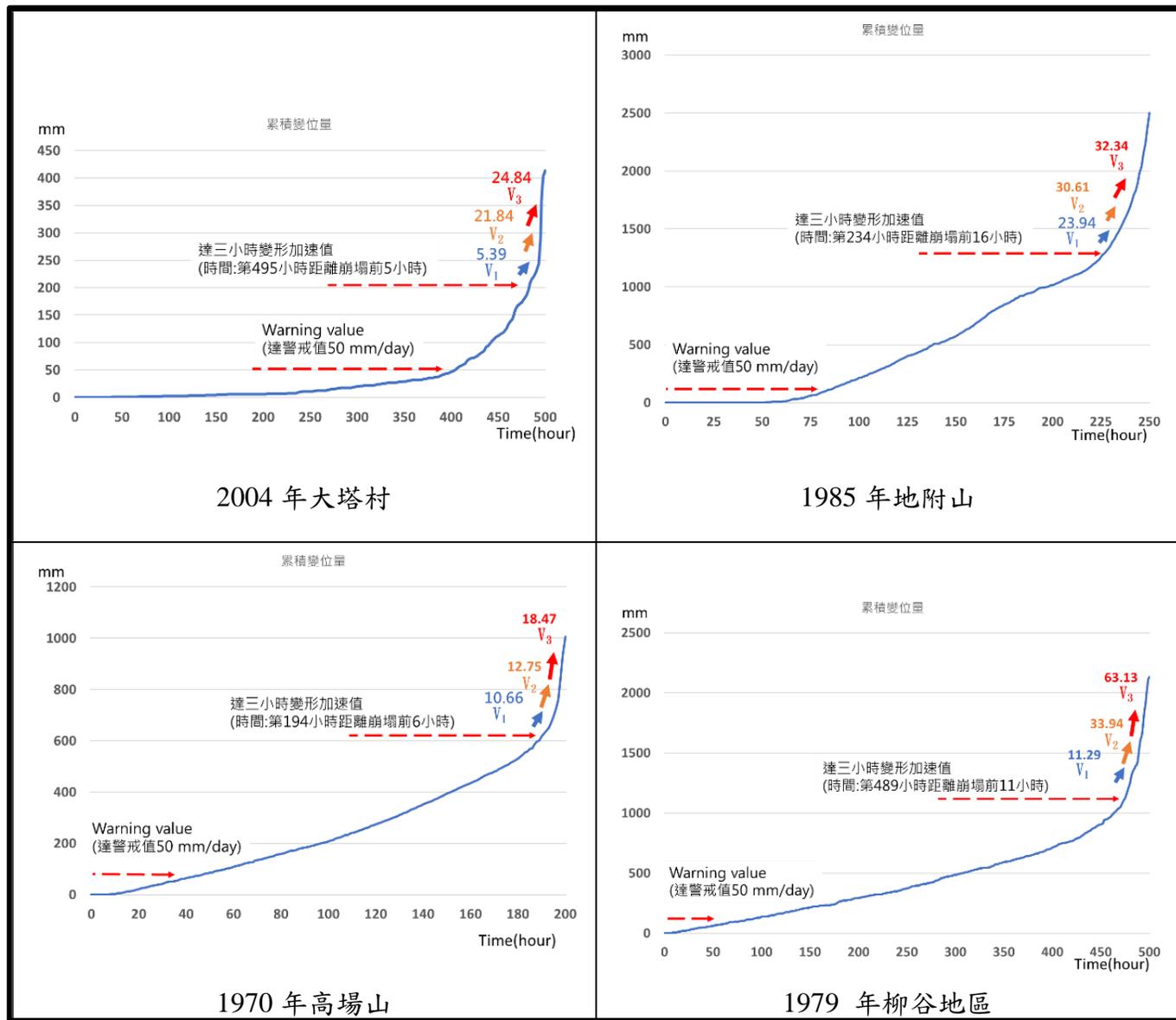
AI影像判釋析展示地表累積變形量
以時間軸呈現多期地表累積變形量



- 崩塌區CCD影像模組強化
1. 齊藤法機制啟動
 2. 透過LINE Message通知
 3. 應變期間捕捉變位記錄



三.大規模崩塌監測資料統合分析研究



達齊藤法(3hr) 日本案例分析

- ◆ 從啟動警戒值 (50 mm/day)到邊坡破壞之 V_{i+1}/V_i 比例平均值之四個日本案例分析 Δ (速率比值)分別為:
 - 2004年大塔村的1.23
 - 1985年地附山的1.27
 - 1970年高場山的1.23
 - 2004年大塔村的1.31
- ◆ 若以達到三小時變形加速門檻值的觸發時間點，約提早5~16小時。

日本歷史崩塌監測事件圖
(詳報告書第123-125頁)



114年高市LL010-高雄市-桃源區-D364

0728豪雨事件觸發齊藤法3hr的案例分析

- 大崩系統監測時序：
 - 時間：0728豪雨事件影響期間，於7/29 06:30發布紅色警戒；7/30 20:10，現地 GNSS地表變位達3小時加速分析門檻。林業保育署於7/31通報此區有大規模崩塌之災情。
- GNSS觀測分析：
 - 時間：07/30 20:10 GNSS 監測資料顯示地表變位達 3 小時加速分析門檻。

潛勢區環景



7月31日
大規模崩塌

GNSS-0104地表變位分析(0728豪雨事件)





✓ 114年高市LL010-高雄市-桃源區-D364

0728豪雨事件觸發齊藤法3hr的案例分折

1. 大崩系統監測時序：

- 時間：07/30 20:10 GNSS 監測資料顯示地表變位達 3 小時加速分析門檻。

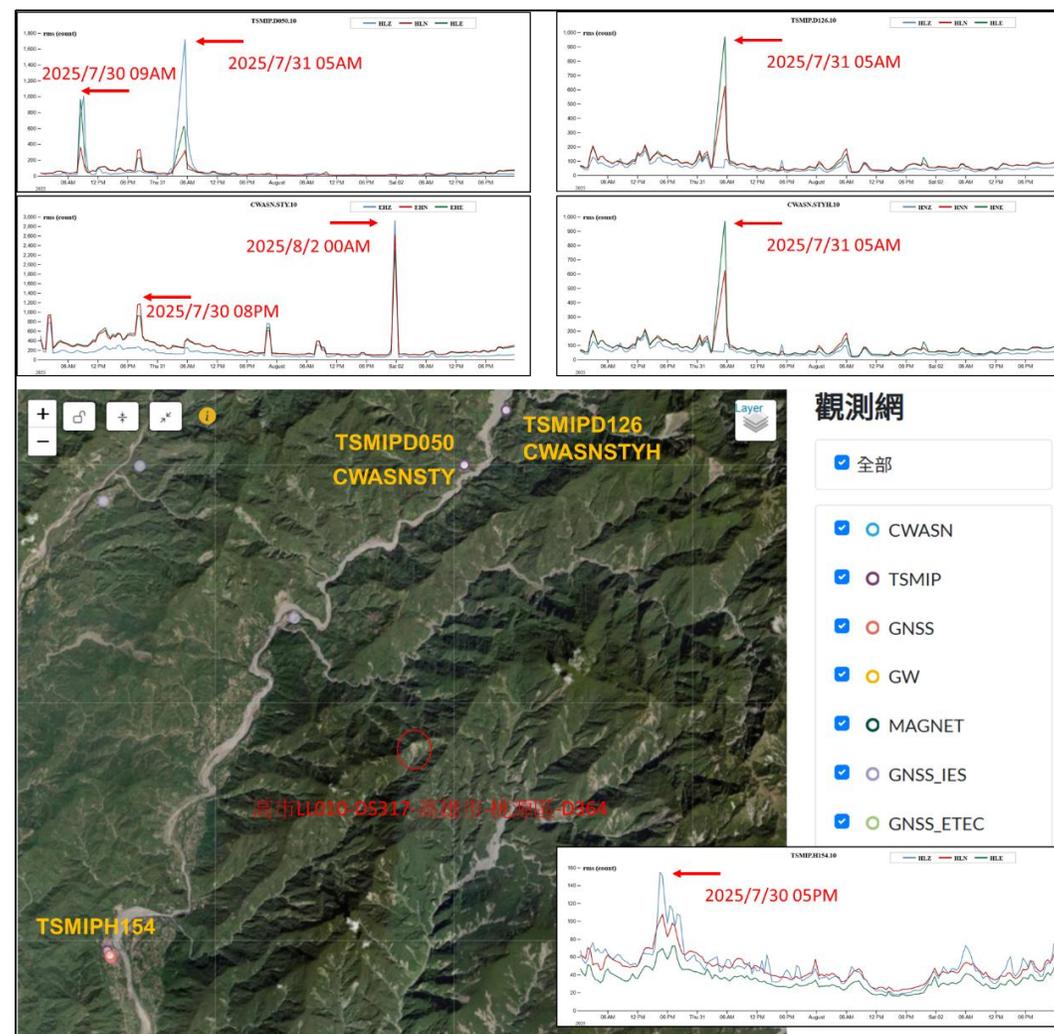
2. 地震觀測分析查詢期間：

- 觀測來源：TSMIP (臺灣強地動觀測網) CWASN (中央氣象署地震觀測網)
- 推估振動發生時間：2025/7/31 04:00 或 13:00 (台灣時間)。

3. 崩塌推測與警戒成效

- 推測崩塌發生時間：7/31 04:00。
- 該時間點與 GNSS 通知 (7/30 20:10) 及當地巡警觀察時間一致。

監測系統提前約 8-17 小時 發出潛在崩塌之警示，
顯示 告警具前瞻性與準確性。

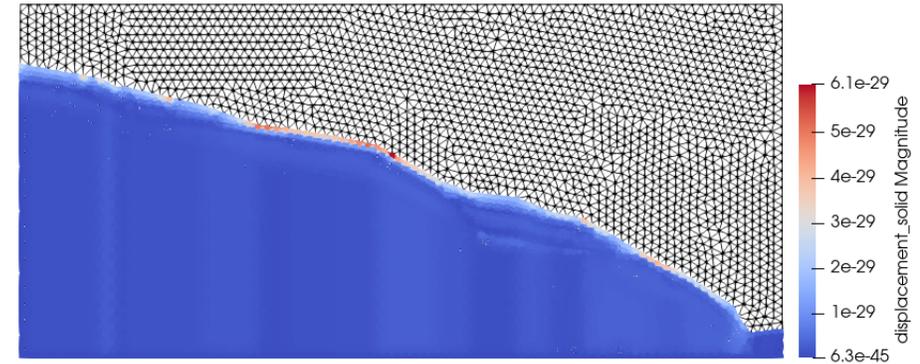


高雄桃源與六龜附近地區之台灣地震站資訊

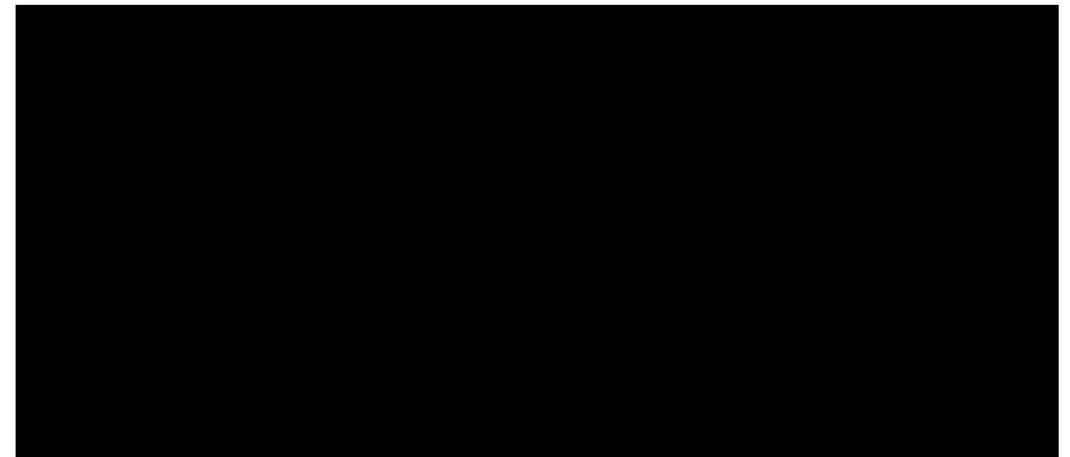
(詳報告書130-131頁)

✓ 數值分析方法

- 運用有限元素法 (FEM)和物質點法 (MPM)進行數值分析，以模擬大規模崩塌地的地表變位和崩塌滑動過程。
- 透過結合PLAXIS和Anura3D等軟體，驗證和優化齊藤法3hr，並結合現地監測數據，建立大規模崩塌警示機制。
- **PLAXIS與MPM模擬結果與實際崩塌堆積情況基本一致**，驗證了數值分析方法在崩塌預警和模擬中的有效性。
- 邊坡破壞之 Δ (**速率比值**)的平均值約在**1.1至1.4**之間。



MPM法之幾何模型崩塌(前)分析圖





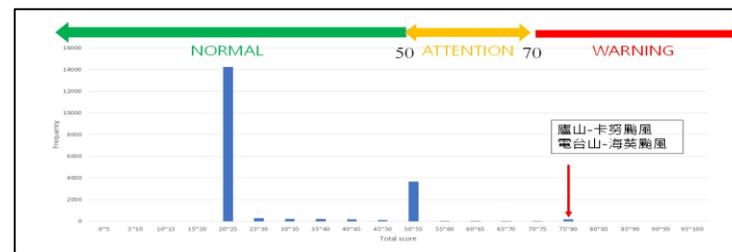
✓ 多元監測儀器之綜合研判機制

- 透過自動化監測儀器之雨量、地下水水位、地表變位量監測，利用人工智慧深度學習方法，研擬崩塌區監測數據之綜合研判機制(詳報告書第三章第四節)
 - Long short-term memory (LSTM)進行訓練
 - Generative Adversarial Network(GAN)對抗生成模型
- 使模型能夠學習原始降雨數據的特徵，從而生生成符合颱風降雨特性的模擬數據。

LSTM風險評分混淆矩陣

		實際類別	
		實際紅黃警戒	實際非紅黃警戒
預測類別	預測為紅黃警戒(分數 > 50)	28	9
	預測為非紅黃警戒(分數 ≤ 50)	1	166

(一)雨量監測資料之LSTM、GAN數據分析



(二)地表變位監測資料之LSTM、GAN數據分析

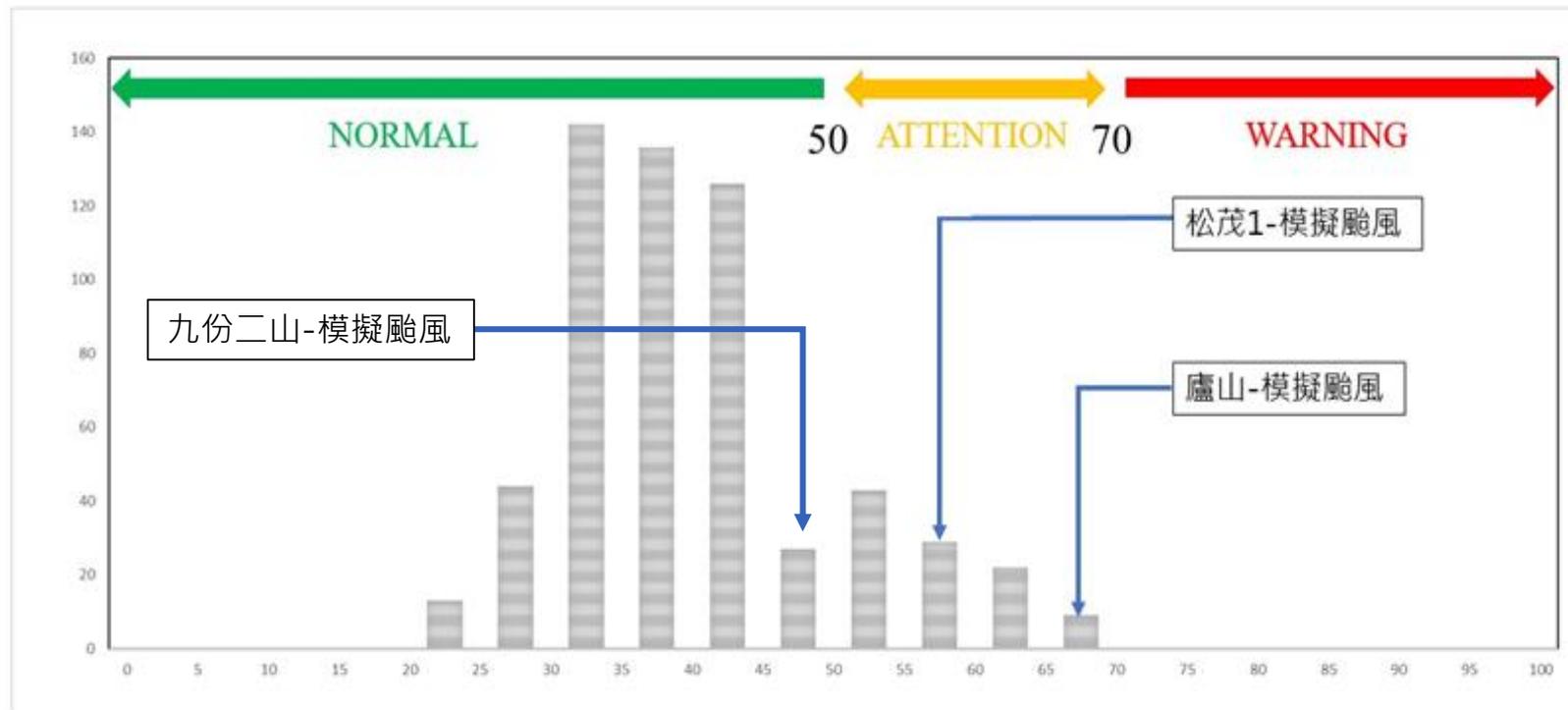


(三)雨量、地下水水位、地表變位監測資料之LSTM、GAN數據分析



✓ 多元監測儀器之綜合研判機制

1. LSTM預測成果-廬山地區全部儀器RMSE:0.757、MAPE: 3.42%
2. LSTM預測成果-九份二山地區全部儀器RMSE:0.350、MAPE: 1.43%
3. LSTM預測成果-松茂1地區全部儀器RMSE:0.616、MAPE: 1.49%



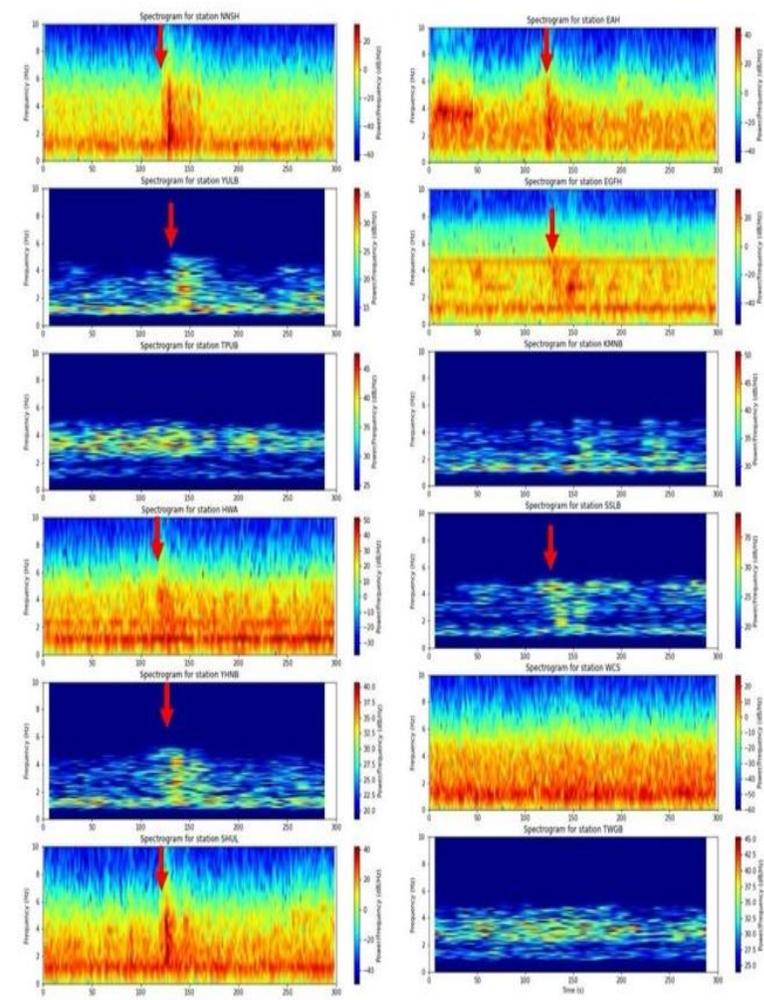
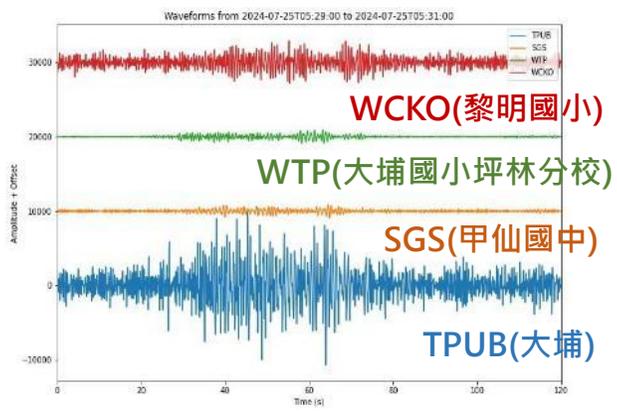
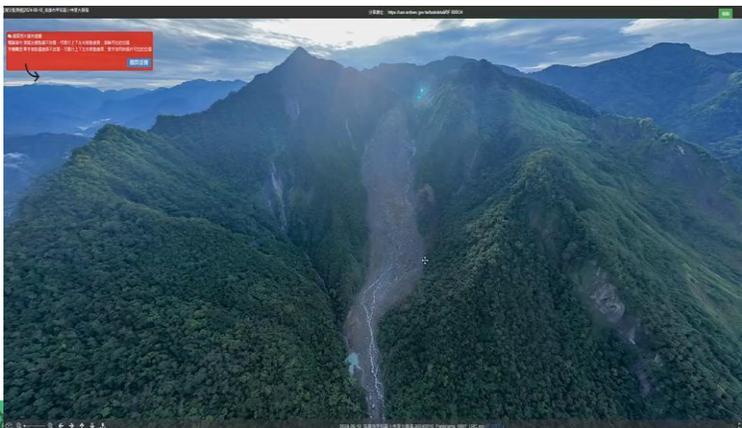
GAN模擬颱風之LSTM風險評分分布圖

四.AI應用於地動訊號分類

CNN地動訊號判釋

- ✓ 災害發生時間：凱米颱風，收集辨識鄰近小林里崩塌地震儀紀錄，精準獲得小林里崩塌發生時間
- ✓ 災害背景資料收集：利用CNN分類器分析地動訊號監測資料，分析災害發生過程，以利協助未來災害預測機制建立

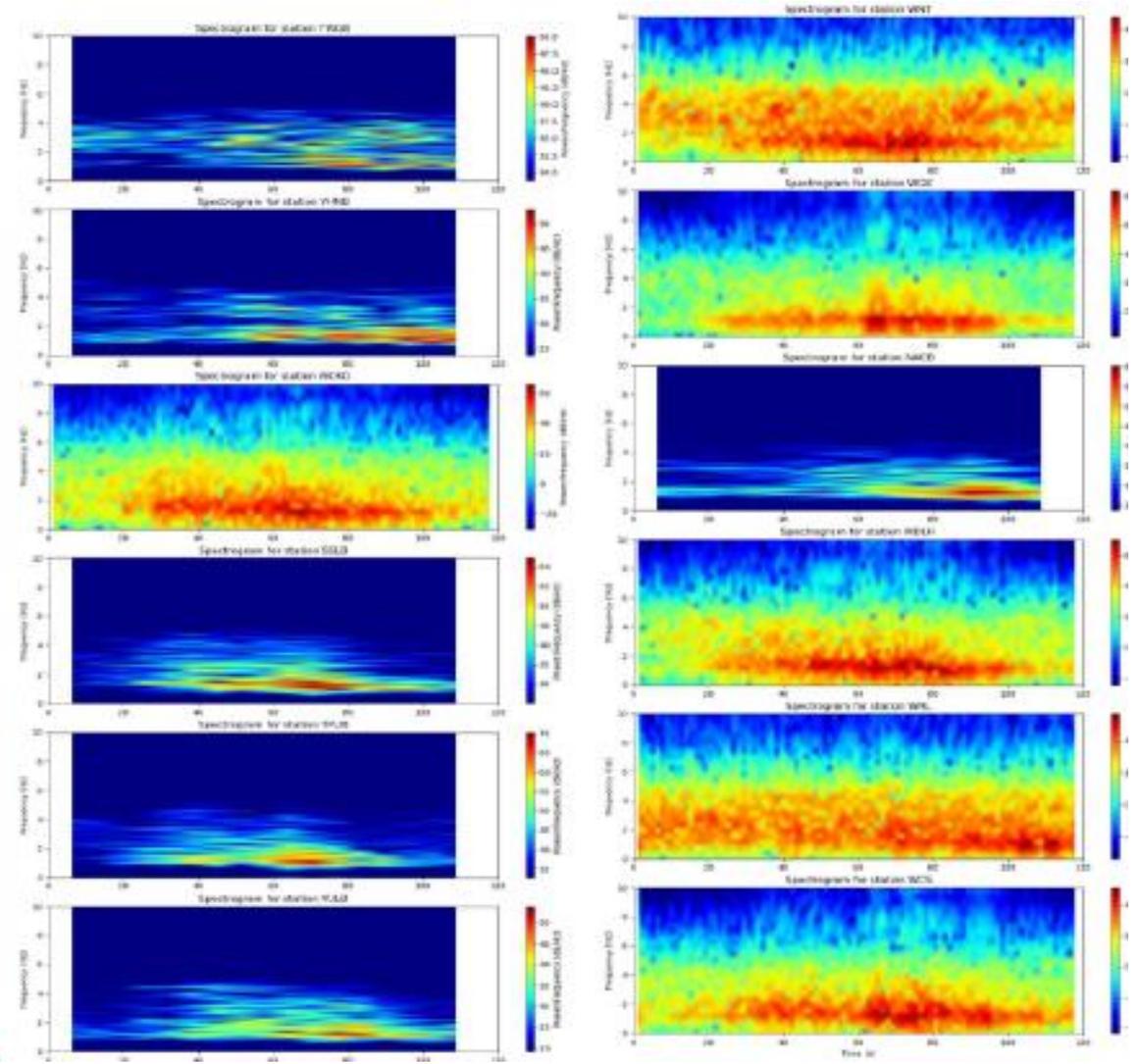
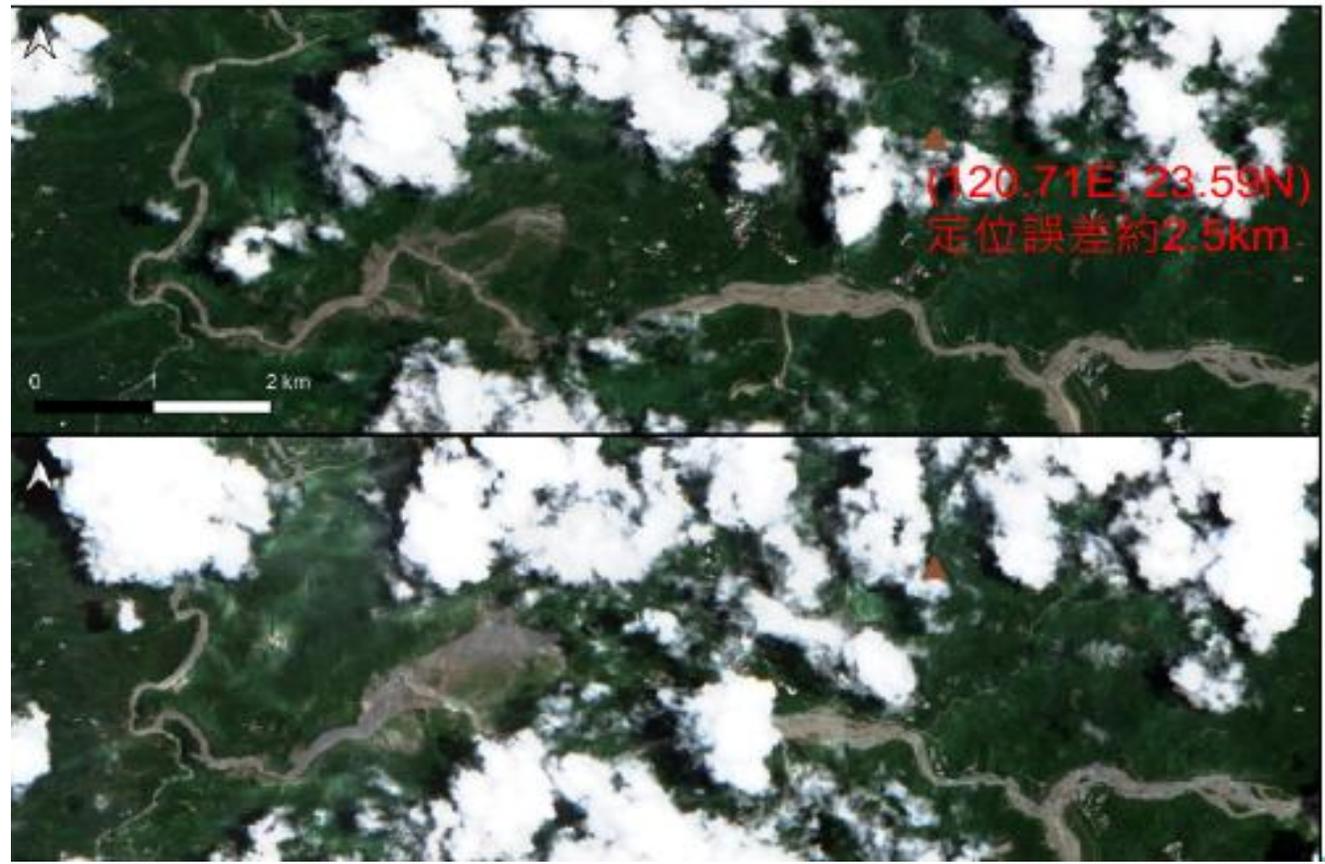
凱米颱風 小林里崩塌地動偵測結果
 (1)時間：2024年7月25日 13:29:20(UTC+8)
 (2)崩塌座標：23°10'40.1"N 120°40'01.2"E





✓ 2025年丹納斯颱風期間地動監測成果

• 2025年7月8日09:44:20(UTC)





肆

AI其他應用案例

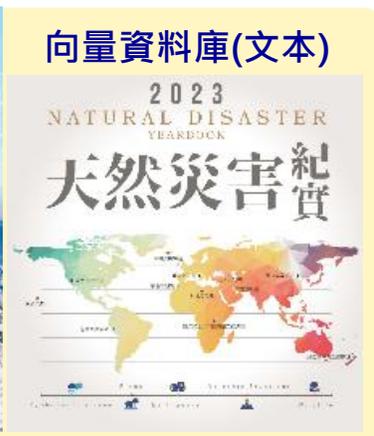
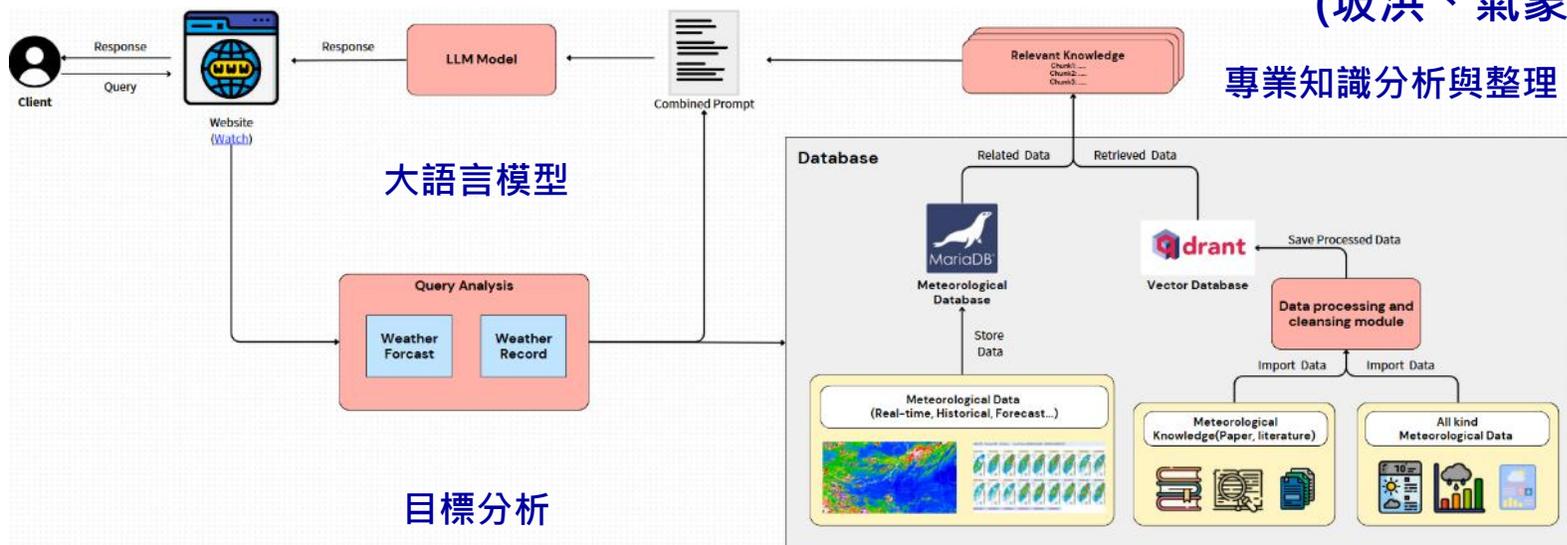
一.大語言模型應用：災害情境報告與決策支援輔助

(坡洪、氣象、氣變)

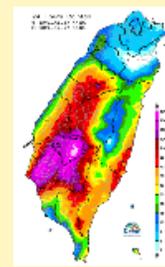
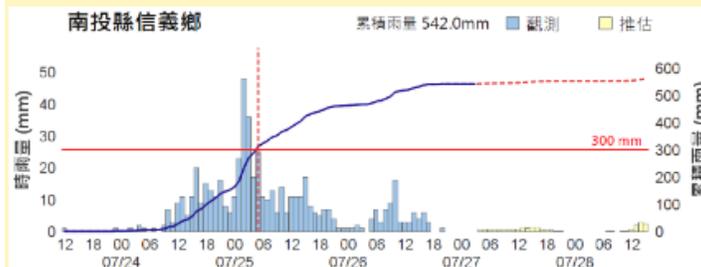
互動式問答

情境決策分析

災後報告彙整



SQL資料庫(數據)





二.災害情蒐智慧化：AI輔助即時掌握災害動態

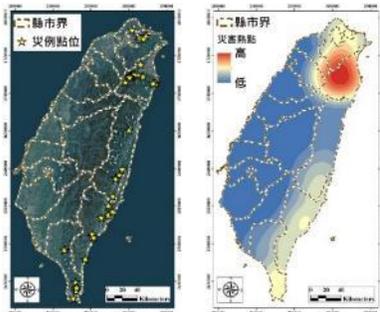
- ✓ 應用AI輔助分析災害情資，串連新聞資料庫快速摘要重大土砂事件狀況、位置、權責分工及照片等相關資料，**即時掌握**災害情報、減輕應變期間人員之工作負擔。
- ✓ 進行災害**熱點分析**，供日後**災情比對及研究**之參考。



- AI判釋新聞資訊、迅速判釋掌握災情
- NLP技術處理新聞分類、過濾和摘要
- 套繪圖資，確認災害點位及初判類型



- 探討保全對象屬性、災因之好發型態
- 篩選比對歷史災害



- 重複致災地點再發機率研析
- 土石流、大規模崩塌、堰塞湖等災害現地勘查



- FEMA系統
- 歷史災害影像平台
- FaceBook圖卡標準化





三.自製GPTs輔助工程勘查



水保工程勘查GPT

作者：ARDSWC 吳

請上傳「現勘照片」，我就會以水保專業角度評估現場情況，並提供解決方案及預估工程經費



一、現場情况分析

從這張更清晰的照片中，我們可以進一步分析現場情況。這是一個沿海山坡的大規模滑坡事件，滑坡區域有大量的岩石和土方滑落，影響到了靠近海邊的公路和部分海岸設施。目前，有多台挖土機正在進行土石清除工作。滑坡區域的植被被破壞，部分岩石和土方直接落在了公路上，造成了交通阻滯。現場有以下主要保全對象和設施：

1. 公路：滑坡直接影響公路通行，部分道路被土石掩埋。
2. 海岸設施：包括碼頭和停泊設施，這些設施被滑坡土石覆蓋，需要進行清理和修復。
3. 建築物：在這處可以看到一些靠近滑坡區域的建築物，雖未直接受影響，但未來可能面臨潛在威脅。

目前，現場已經設置了挖土機進行清理工作，並且有臨時的交通管制措施，以保證施工安全。

二、解決方案

根據現場情況，提出以下短、中、長期解決方案：

1. 短期解決方案

- 機械清除坍方土石：使用挖土機和卡車迅速清除滑坡造成的土石，恢復公路通行能力。
- 臨時擋土措施：在滑坡區域設置臨時擋土牆或石籠，防止再次滑坡對清理工作造成干擾。
- 交通引導設施：在公路兩端設置交通引導設施，確保施工期間的交通安全。

2. 中期解決方案

- 穩定坡面工程：採用掛網噴植技術或掛網噴凝土技術，對滑坡坡面進行加固，以防止未來的滑坡發生。
- 擋土牆建設：根據坡面高度，設置高度適當的鋼筋混凝土擋土牆或加勁擋土牆（如5m、7m高）來進一步穩定坡面。

3. 長期解決方案

- 排水系統建設：設置橫向排水溝和涵管（如Φ45cm涵管、Φ90cm涵管等），改善坡面的排水條件，減少雨水侵蝕。
- 綠化工程：在坡面種植草皮或灌木，通過生物工程手段進一步穩定坡面，減少侵蝕和滑坡風險。

三、預估經費

根據《112年(G1H3類)參考單價建議表》中提供的單價，對以上解決方案進行經費估算如下：

工程項目	單位	單價（元）	數量	總價（元）
機械清除坍方土石	m ³	300	2000	600,000
臨時擋土牆（石籠）	m	5000	100	500,000
掛網噴植	m ²	2200	2000	4,400,000
鋼筋混凝土擋土牆（5m）	m	56000	100	5,600,000
鋼筋混凝土擋土牆（7m）	m	88000	100	8,800,000
Φ45cm涵管	m	8000	200	1,600,000
綠化工程	m ²	100	5000	500,000

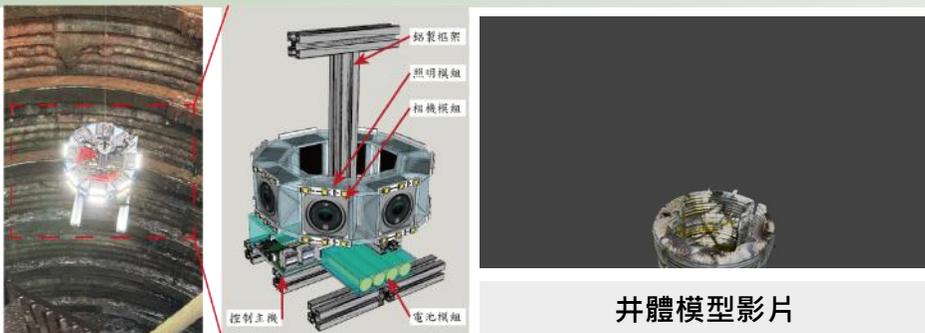
合計經費：約21,000,000元

以上為根據現場情況和工程項目進行的預估經費，具體數值可能會根據實際施工條件進行調整。



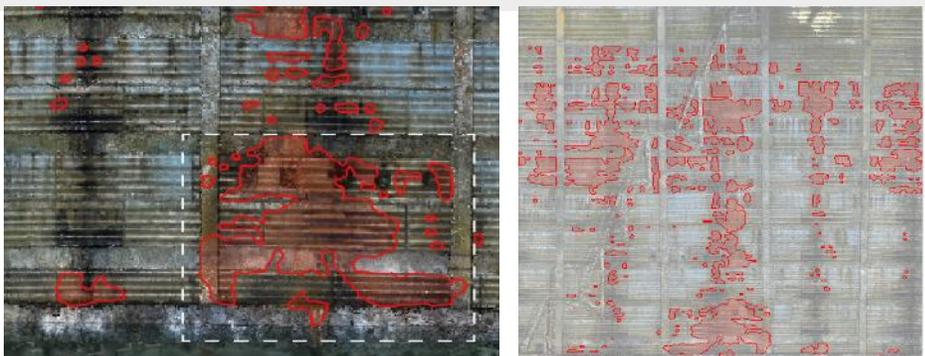
四.集水井無人載具巡查結合AI辨識鏽蝕

井體無人巡查載具執行情形



井體現況AI辨識 - 結合AI自動產出生鏽面積評估

- 結合AI 判斷集水管位置，評估集水管周邊井壁之生鏽情形
- 評估正確生鏽面積佔比範圍以供後續維護管理參考

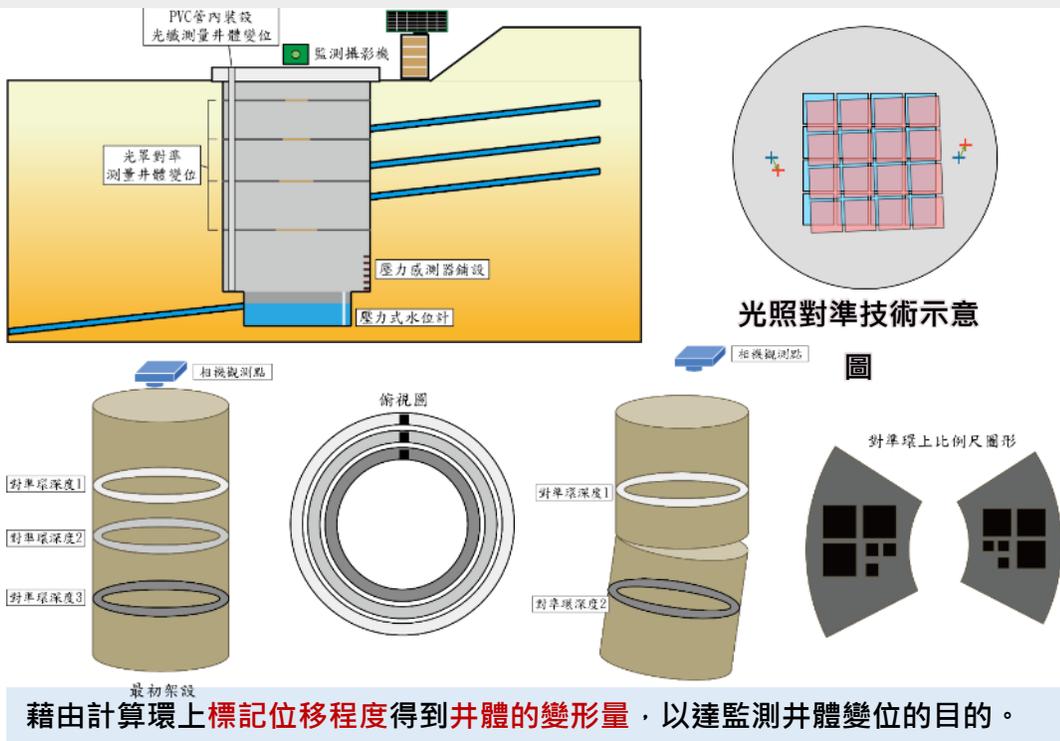


計算之生鏽面積範圍對比原建模影像

評估正確生鏽面積佔比範圍

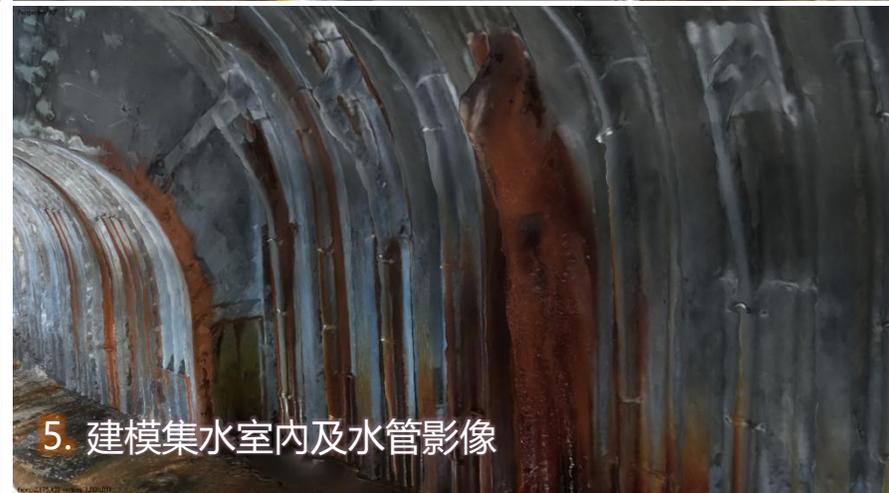
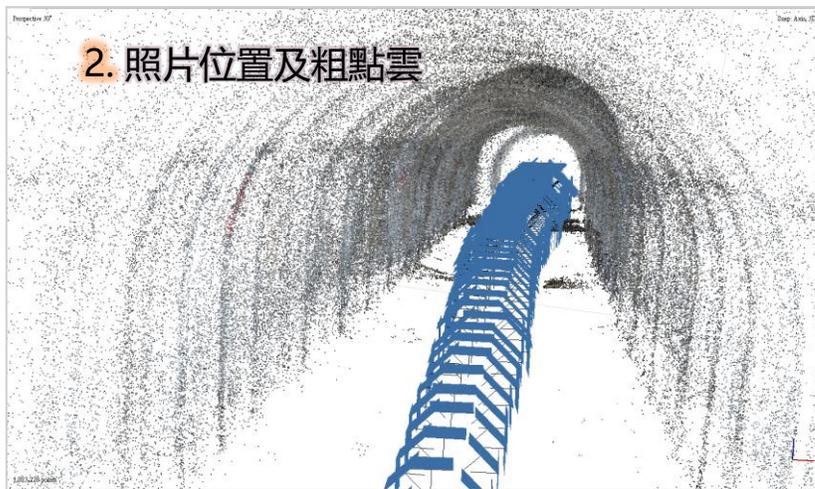
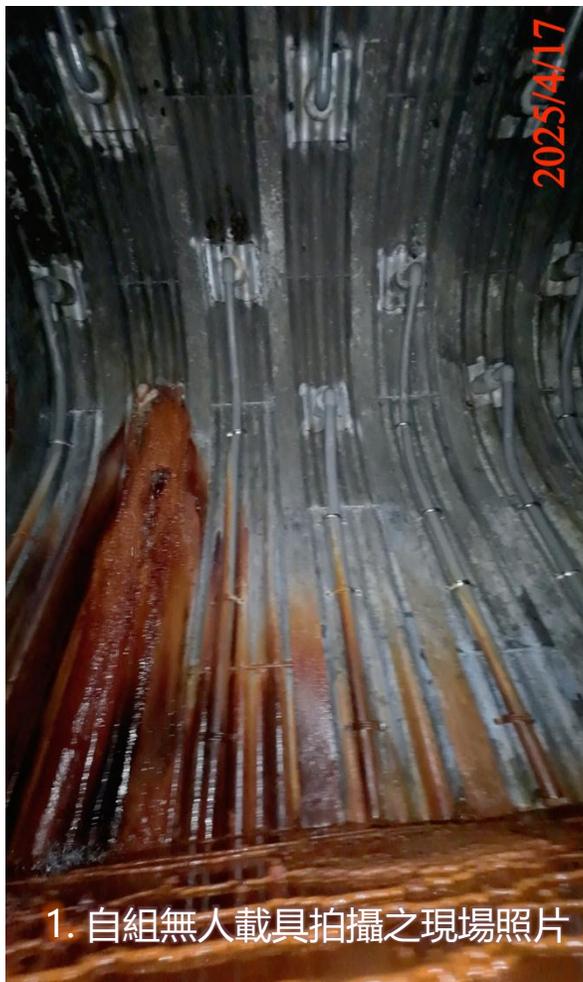
自動化監測設備-智慧防災保障居民安全

- 應用光罩對準技術 (Alignment mark) 分析井體側向滑動、轉動、傾斜、斷裂等變化趨勢
- 結合AI判釋對井體變形量之監測
- 當資料異常或發出警示則通報機關並啟動巡查作業

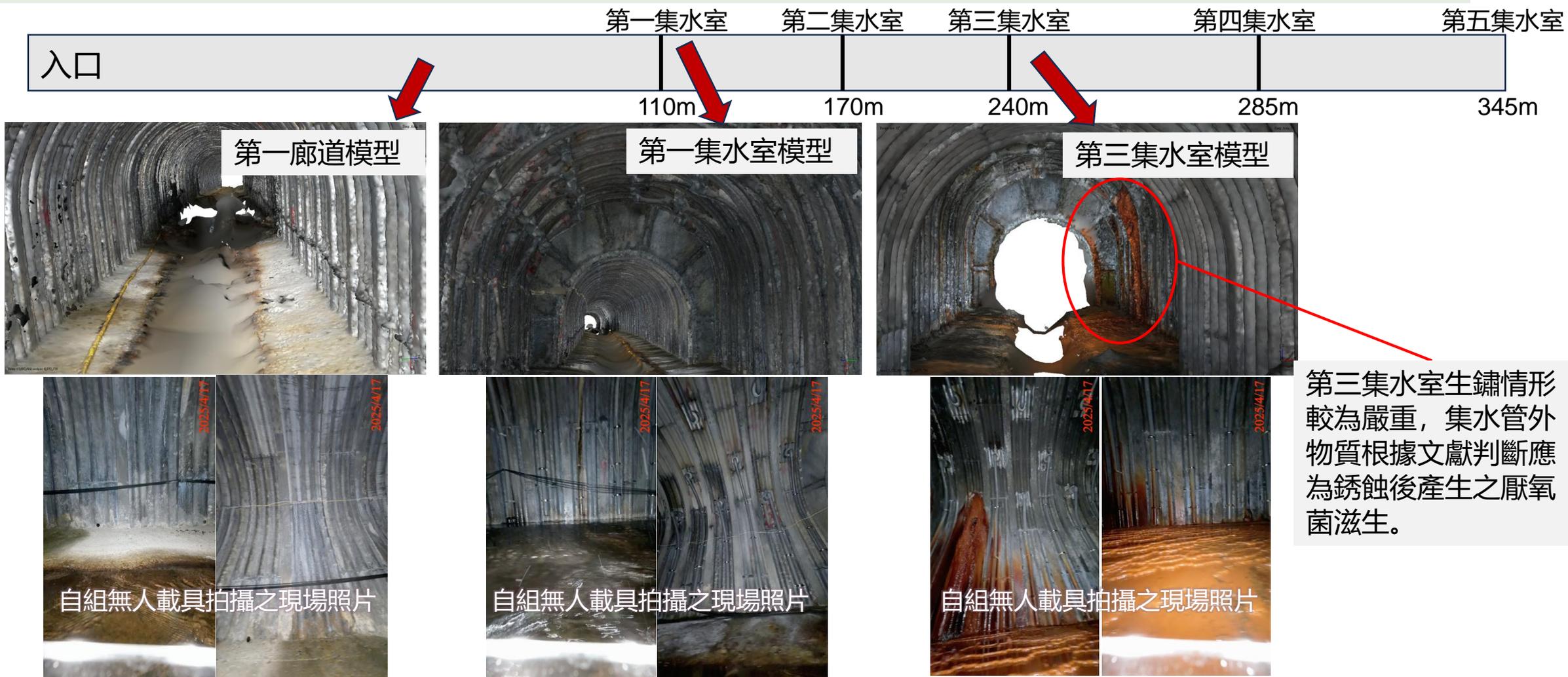




- 主要針對：集水室內**集水狀況**(功能)、底部混凝土之**排水通暢**(功能)、鋼襯是否明顯**破壞**、**變形**、**銹蝕**(結構)。
- 利用Metashape (Agisoft) 建立模型，以114年巡查之「G2」為例。



- 藉由同區段之影像、模型與過往資料進行對比，判斷是否有明顯差異，進行功能、結構之現況評估。
- 藉由模型之建置可確立位置，建立良好之巡查、評估機制。





伍

結語與展望

未來精進方向

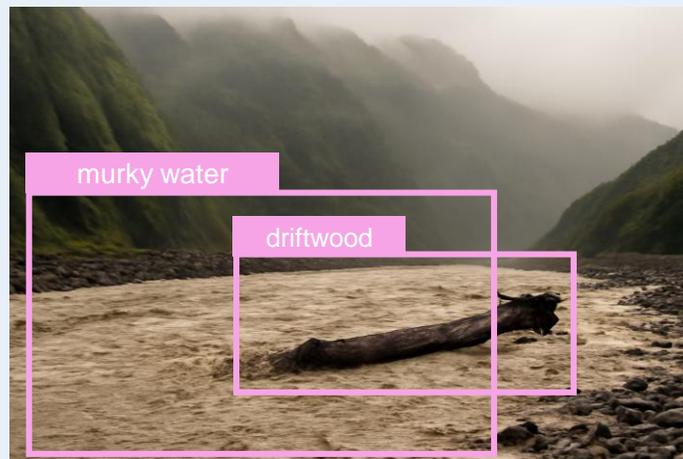
1 CCD將近百站，
每站每日24小時人工
監看耗時耗力



2 傳統災害判釋模型訓練費時、費力

傳統災害影像判釋作法(YOLO模型)

需訓練、需時間、無判釋建議、無法轉移



模型訓練需求
輸出結果
整合既有觀測站
新型災害
實務應用

需大量訓練影像與框選標註資料
侷限於「框選物件」或分類
需撰寫自訂部署程式、模型呼叫介面
須重新標註訓練新模型
須由專家進一步詮釋模型結果



擴大共享

- 開放更多基礎調查數據。
- 優化資料視覺化與互動平台。
- 持續與公民社群、民間組織及產學研界合作。
- 發展更多線上影音課程。



AI應用

- 既有專業知識、技術成果及觀測調查資料訓練AI，打造專屬技術模型。
- 智慧分析坡地災害風險評估與環境變遷趨勢預測。
- 融合技術、資訊及數據，**落實既有成果，並能隨時隨地使用。**



產業合作

- 推動學術研究轉化與應用，促進更多產學研合作。
- 推動技術應用於工程設計、碳盤查與環境管理等，提升技術價值與永續效益。
- 加強教育與專業培訓。



◆知識共享×智慧創新◆

報告完畢 敬請指教



農業部農村發展及水土保持署
與您一起打拼