

科技觀測站： 土石流監測儀器與AI預警

技術整合

撰文——農村發展及水土保持署 黃馳寓、陳振宇、詹坤哲



20250921 樺加沙颱風 3 號車屏東高樹鄉出動。

前言

因為全球氣候變遷，臺灣地形又陡，山上的雨水常常夾帶著泥石往下衝，變成可怕的土石流。根據最新的統計，臺灣目前有 1,753 條土石流潛勢溪流，影響範圍大到涵蓋了 159 個鄉鎮。

為了保護住在山區的居民，農村發展及水土保持署就像是幫大地裝上了「感應器」。從91年起，在全臺建置了 23 處長期觀測站、3 臺行動觀測車及 22 部機動觀測站，透過全天候的智慧監控系統，大地任何細微的異動都難逃它的「法眼」。在土石流災害發生前，這套系統能精準捕捉預兆，以強化土石流及大規模崩塌降雨警戒模式發布的精準度。

運作至今已偵測超過 25 起土石流事件，114 年起並導入具影像辨識與自然語言理解能力的多模態大型語言模型，應用於觀測站即時影像情境分析與風險研判，可有效降低人力監看負擔及提升預警效率。

農村發展及水土保持署從91年起，在全臺建置了23處長期觀測站、3臺行動觀測車及22部機動觀測站。

長期觀測站設備： 坡地防災裡的「駐點家醫科」

情境導引

在土石流潛勢溪流區域，長期觀測站就像是山林裡的「駐點醫生」。不管外面是烈日還是暴雨，全天候都在第一線站崗，全天候監控區域內的「體質變化」。

設備解密

長期觀測站配備了最先進的「感官儀器」，深入山坡地的皮膚與骨骼：

- 影像攝影機（眼睛）：穿透風雨，即時捕捉溪床與坡面的細微變化。
- 地聲檢知器（耳朵）：緊貼地面，聆聽地底巨石摩擦碰撞的振動。
- 土壤含水量計（觸覺）：感受泥土裡的水分飽和度，偵測山坡地是否「吸水過飽」。
- 鋼索檢知器（警報器）：橫跨溪谷，當土石流發生並扯斷鋼索時，第一時間發出告警信號。

核心價值

這些儀器不受風雨影響，全天候進行監測，並透過強韌的通訊系統將關鍵數據送回後端主機。把生硬的訊號轉化為預警資訊，輔助應變開設期間防災決策資訊。

行動觀測車與機動觀測站： 快速部署的「防災特種部隊」

情境導引

當中央氣象署發布海上颱風警報，行動觀測車與機動觀測站這群「防災特種部隊」就得立刻出動！透過分析氣象資訊結合事前的派遣地點點現勘評估，能在最短時間內趕赴派遣地點，即時蒐集觀測資料。



設備解密

模組化的黑科技，隨地變身移動基地：

- 行動觀測車：現場展示縮小比例的精緻模型。實體車輛就像一臺配備衛星圓盤的「變形金剛」，能直接開往災區佈署，透過紅外線影像進行即時直播。
- 機動觀測站：強調「輕便與模組化」的科技箱。防災人員可以用一般載運、甚至用人力背負進入交通中斷的災區，幾小時內就能組裝完畢。
 - 輕量化雨量計：隨地偵測當下的降雨強度。
 - 攝影機：24小時紀錄地形與河道的細微變化。
 - 衛星通訊模組：就算山區訊號全斷，也能將災情即時上傳。

核心價值

行動觀測車及機動觀測站最大的價值就在於「彈性」與「速度」。它能在災害發生的關鍵時刻，填補長期站觀測不到的死角。透過這些第一手現場數據，讓相關人員能第一時刻掌握現地狀況，做出對應決策。

宣導展示模型大集合： 3道關卡玩科學

設備解密

- 地聲檢知器：土石流來襲前，巨石在溪床撞擊會產生低頻震動，這就是地聲。透過手動手敲擊或滾動球體，親眼看見螢幕上跳動的波形，如何從嘈雜環境中過濾出振動訊號。
- 雨量計：透過檢視承雨斗中的小水斗像翹翹板一樣「嗒」的一聲翻轉，發現雨量是靠物理性的「翻轉次數」來精確統計的！
- 土壤含水量計：土壤就像海綿，吸飽水後會產生巨大壓力。透過嘗試對土壤模型注入水分，感受土壤含水量的變化。



豐丘多模態。

未來展望： AI多模態偵測—防災中心的「超級大腦」

科技升級

不再只靠肉眼，AI 幫我們精準判讀。除了地表的儀器監測，現在並導入了「多模態 AI 偵測模型」。如果說觀測站是「感官」，這套系統就是防災中心的「超級大腦」，它能同時處理影像、聲音、數據，給出最客觀的災害風險評估。

智慧診斷

AI判斷土石流事件透過下列指標，當前線觀測站傳回資料時，AI 會針對影像，自動執行以下維度的專業分析：

- 視覺與環境辨識：AI 會偵測「降雨跡象」（如雲層厚度與視線清晰度），並緊盯著「水流狀況」。即使是河床乾涸，它也會持續警戒有無水流突然湍急或流向改變的徵兆。

- 影像深度分析：透過「水體顏色辨識」功能，AI能偵測水質是否變混濁；同時進行「結構物判別」，確保橋樑沒有變形、破損或被水覆蓋。
- 地表異動偵測：AI能抓出肉眼難以察覺的「地表特徵異常」，判斷是否有土石流、流跡或塌陷的跡象。

核心價值

從「觀察」到「即時應變」，AI 透過這些證據給出影像辨識結論。多模態模型能大幅減少誤報，讓防災應變不再只是「看圖說故事」，而是透過數據與智慧偵測，為我們爭取最關鍵的黃金避難時間，實現真正的智慧預警！

結語：

科技守護，韌性臺灣

從長期觀測站的默默守護，到AI多模態模型的智慧偵測，展現農村水保署在臺灣在面對自然災害時的韌性與進化。

觀測不只是收集冷冰冰的數據，更是為了給予家園一份安心的承諾。透過本次的展出與教具互動，我們希望將防災的種子埋入每位觀展者的心中。當我們越了解自然，就越能與自然和平共處。讓我們一起運用科技，聽懂大地的語言，守護這片美麗的婆娑之島。🌿

如果說觀測站是「感官」，這套系統就是防災中心的「超級大腦」，它能同時處理影像、聲音、數據，給出最客觀的災害風險評估。



觀測車模型。