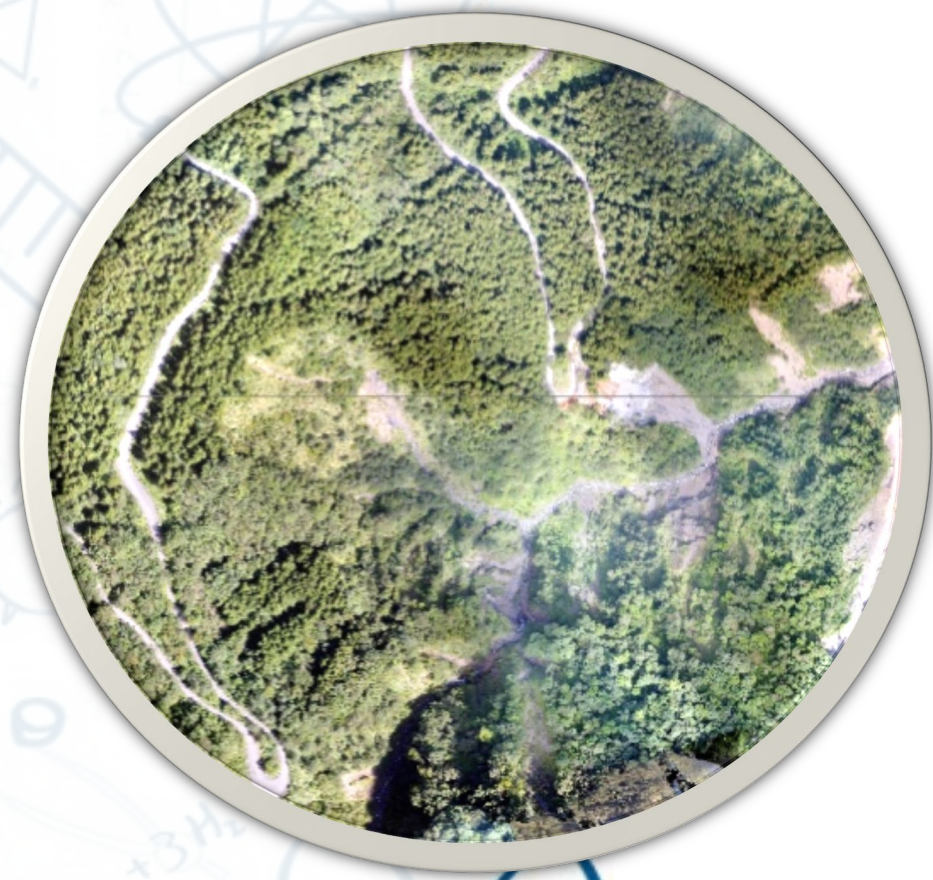


大規模崩塌多元監測

蘭台大規模崩塌監測示範區

主講人：王國隆 教授



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



國立暨南國際大學
National Chi Nan University



蘭台大規模崩塌潛勢示範區基本資料



蘭台大規模崩塌潛勢區

地理位置 太平山國家森林遊樂區內
(近蘭台苗圃)

行政區域 宜蘭縣大同鄉太平村

標高 1000~1200公尺

保全對象 太平林道(宜專一線)

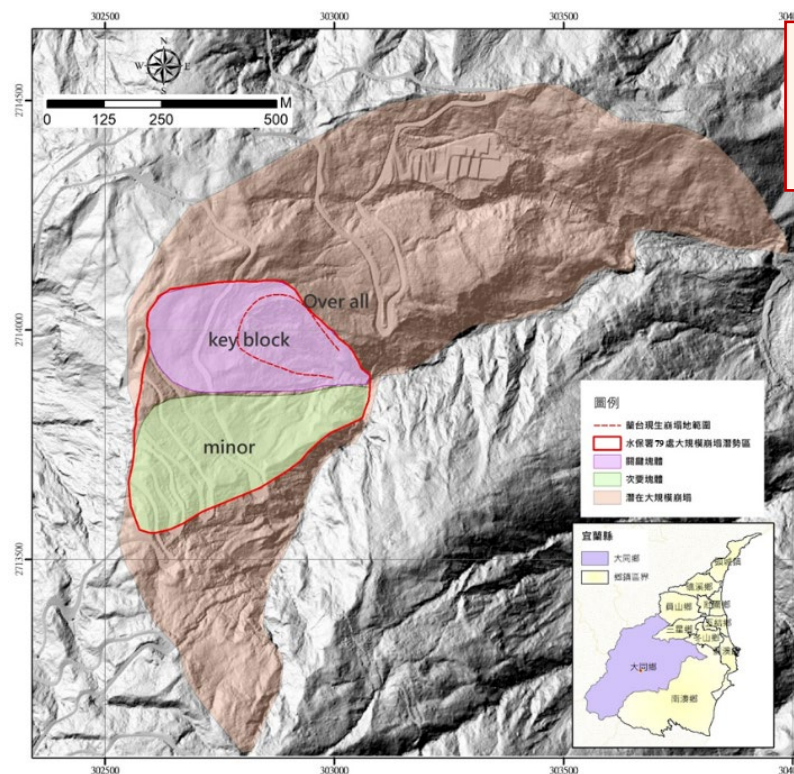


宜專一線13.5公里處

(地調所, 2014)

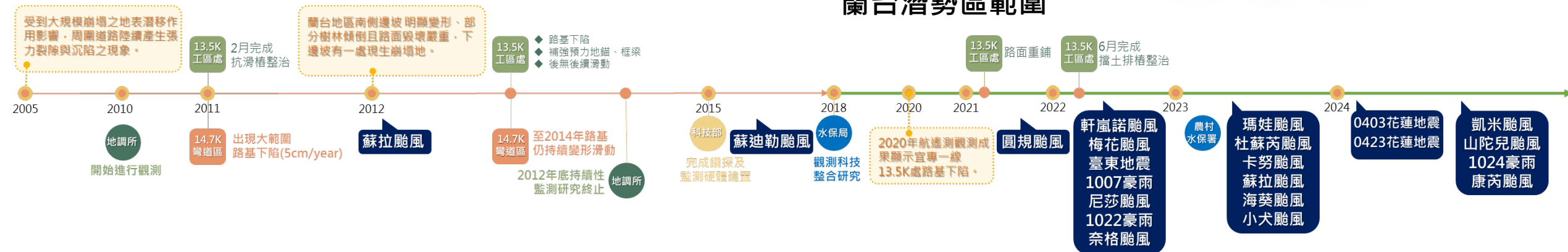
蘇拉颱風前

蘇拉颱風後



蘭台潛勢區範圍

潛在大規模崩塌 約80公頃
公開潛勢區 約19公頃
關鍵塊體 約9公頃



內容大綱



什麼是大規模崩塌？

廣域的搜尋可能大規模崩塌方法

佈下監測儀器前需要知道的事

監測目標

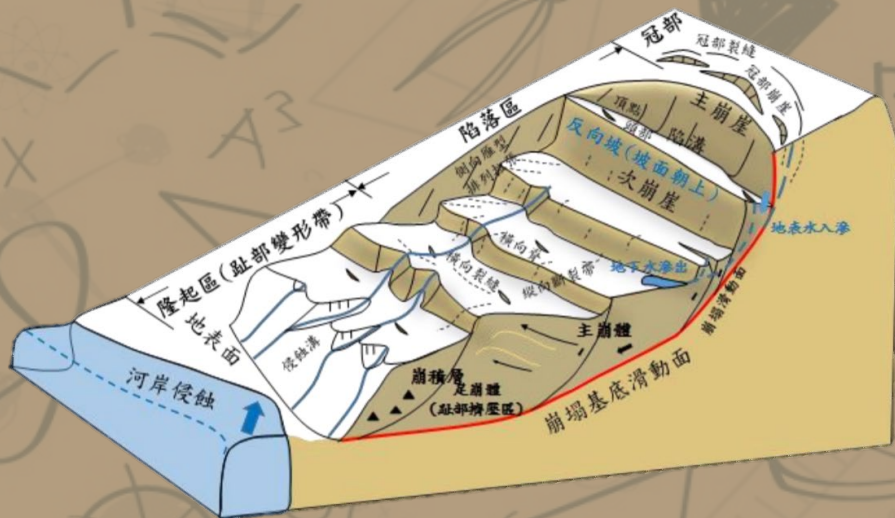
設定發佈門檻的方法

滑動影響範圍估算

什麼是大規模崩塌？



大規模崩塌



Area

崩塌面積超過 10 公頃

Volume

崩塌土方量達十萬立方米

Depth

崩塌深度在 10 公尺以上



廣域的搜尋 可能大規模崩塌方法



示範區觀測科技

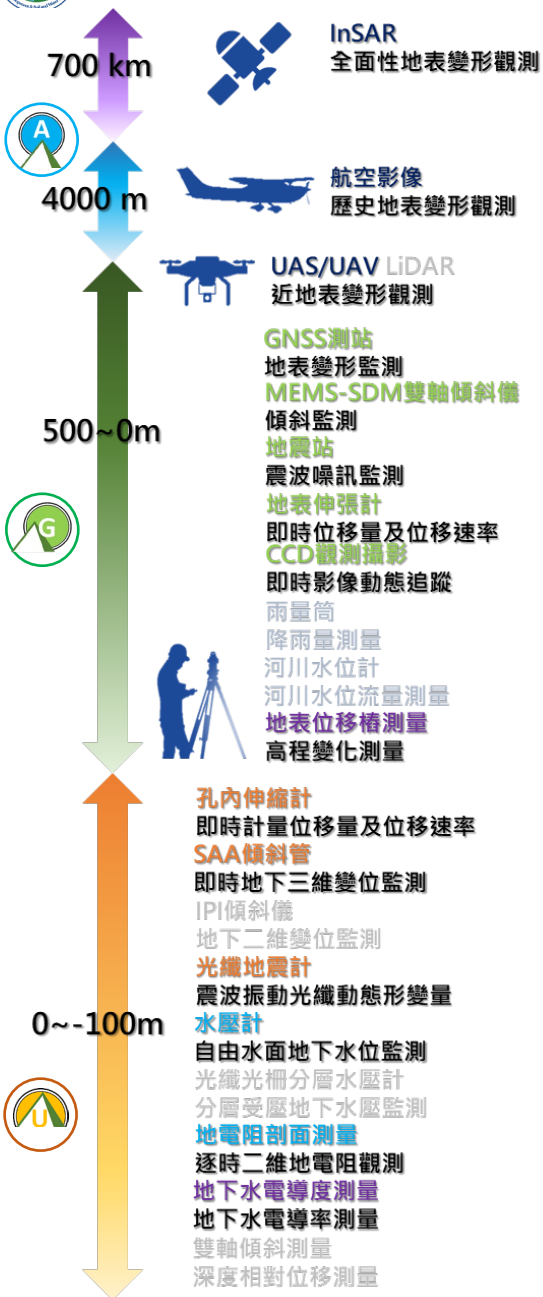
◆ 結合航遙測、傳統地工、創新科技等現地觀測技術，比較多時空尺度觀測之整合分析與運用技術。

- 自動化雷達衛星解算。
- 光達地形比較。
- 10種以上現地監測技術。





地表



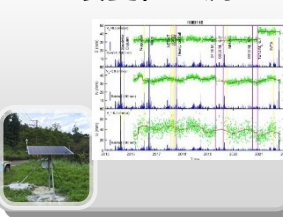
Extensometer

地表變位監測



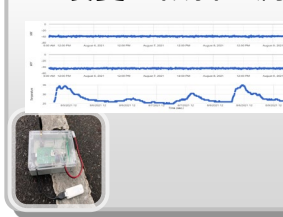
GNSS

地表變位監測



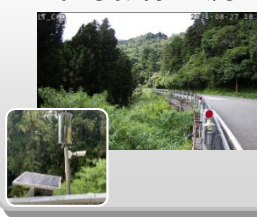
MEMS-SDM

地表雙軸傾斜監測



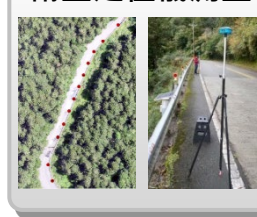
CCD

即時影像監測



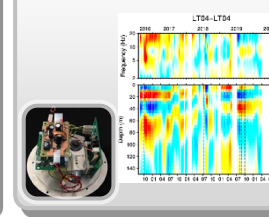
Subsidence

衛星定位儀測量



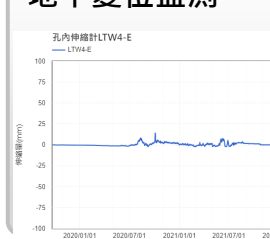
Ambient noise

地震噪訊監測



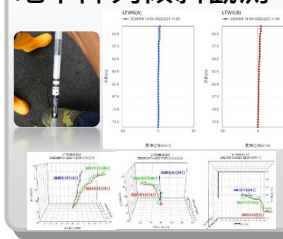
In-hole extensometer

地中變位監測



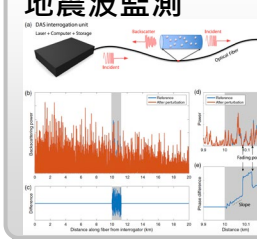
SAAV

地下陣列傾斜觀測



DAS

地震波監測



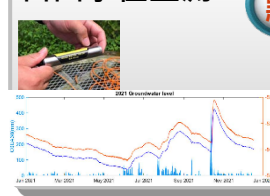
EC

電導度試驗



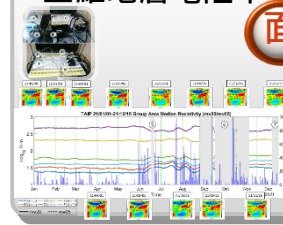
Groundwater

鑽孔固定深度 自由水位監測



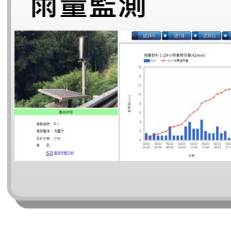
ER

二維地層電阻率



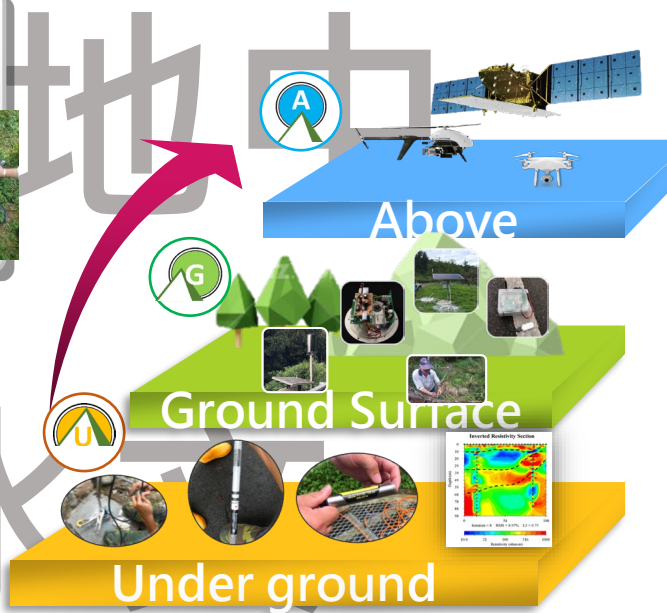
Rain gauge

雨量監測



River level

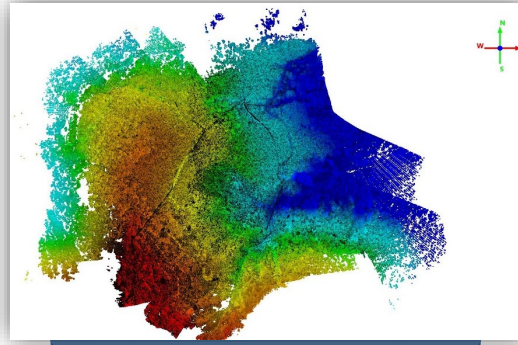
河川流量估算



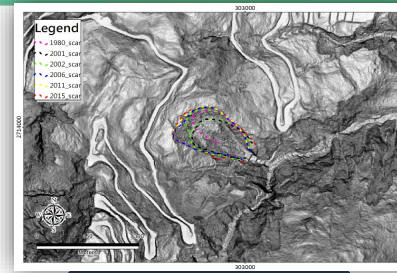
空載光達

利用雷射光束進行測距、或量測物體物理特性的一種光學遙測技術，可獲取廣域高密度與高解析度數值地形資料。

無人機光達Sep. 2018



空載光達

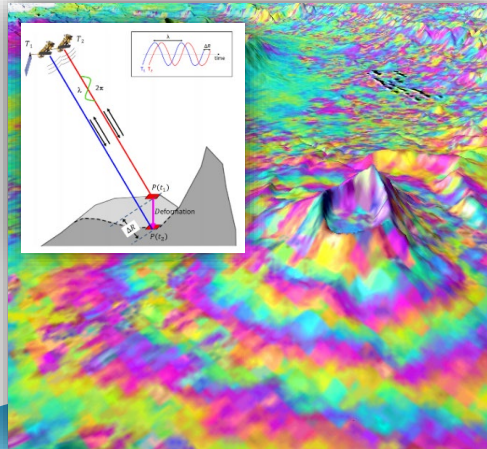


歷史影像

歷史影像

利用航遙測影像，進行多時期航遙測影像分析並圈繪崩塌範圍。

蘭台大規模崩塌光達數值地形坡度圖(2016年)及歷年判釋崩崖



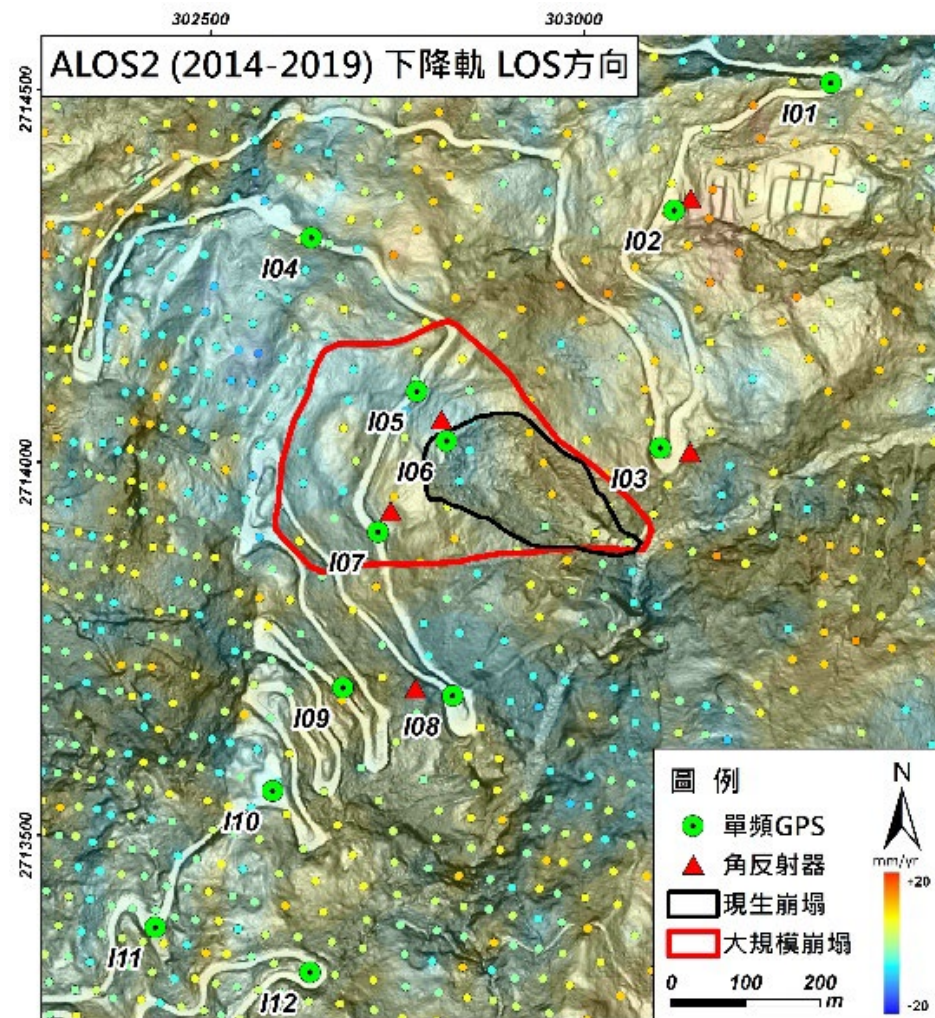
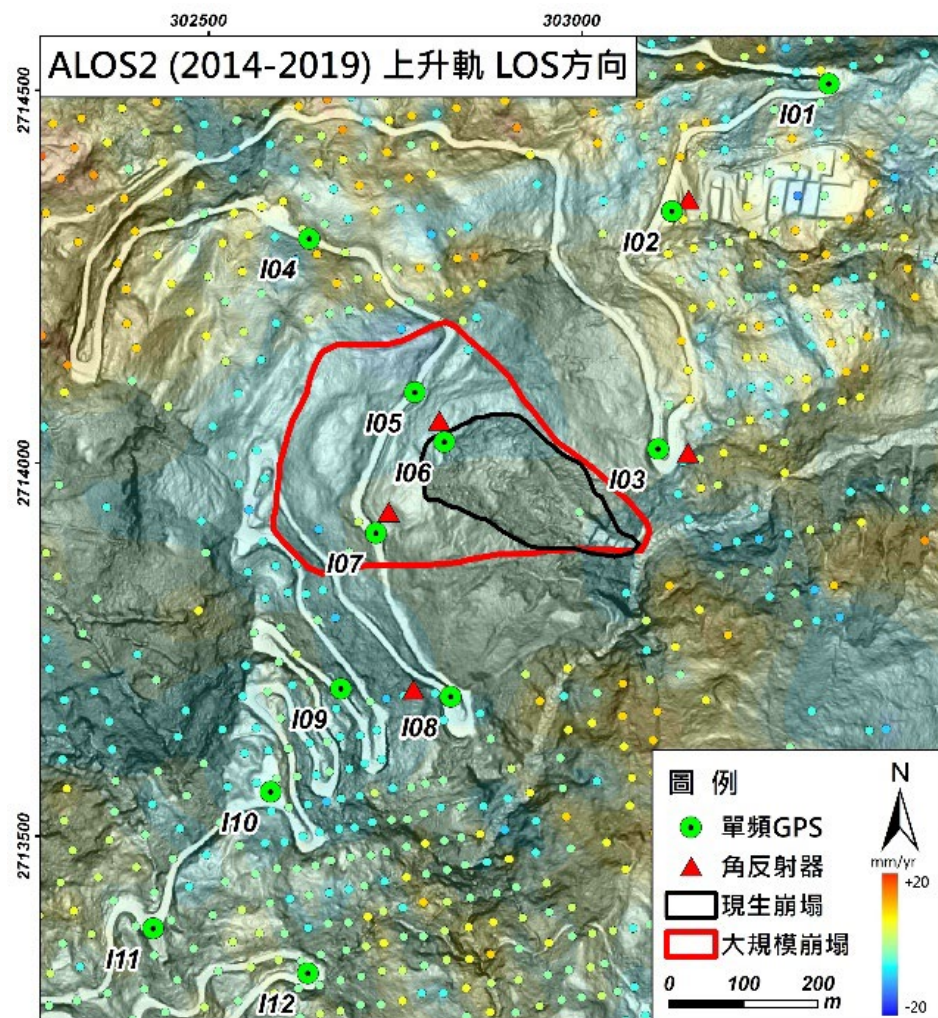
DInSAR

DInSAR

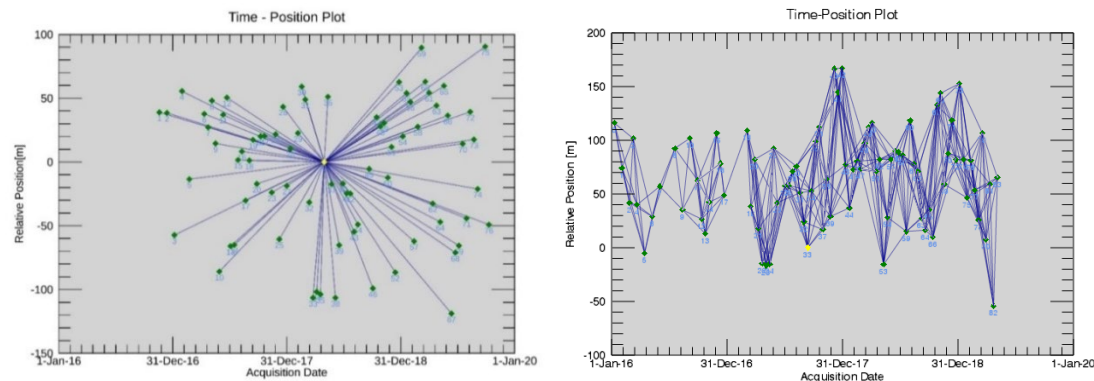
運用雷達影像配合合成孔徑雷達干涉技術進行大規模崩塌潛勢區位之活動性評估，並評估由潛在大規模崩塌區轉為災害性山崩之可能存在區位。

廣域的搜尋可能大規模崩塌方法

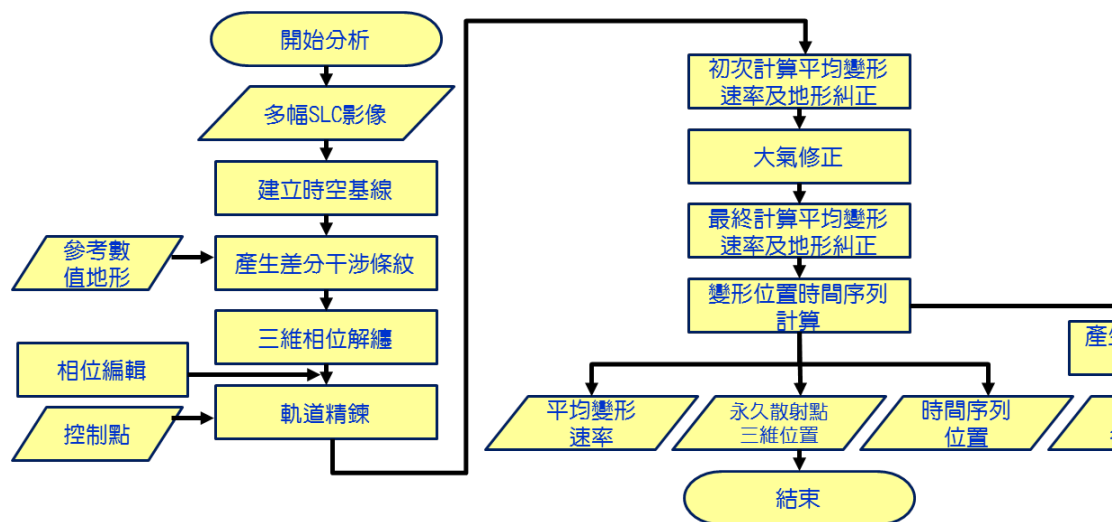
ALOS-2 升、降軌地表變形成果



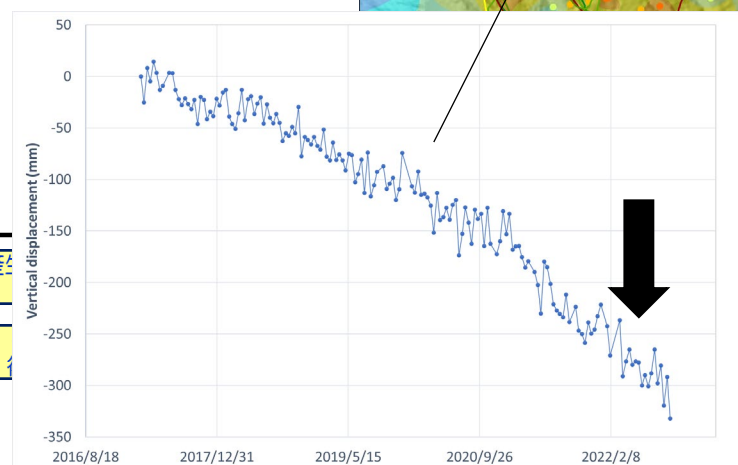
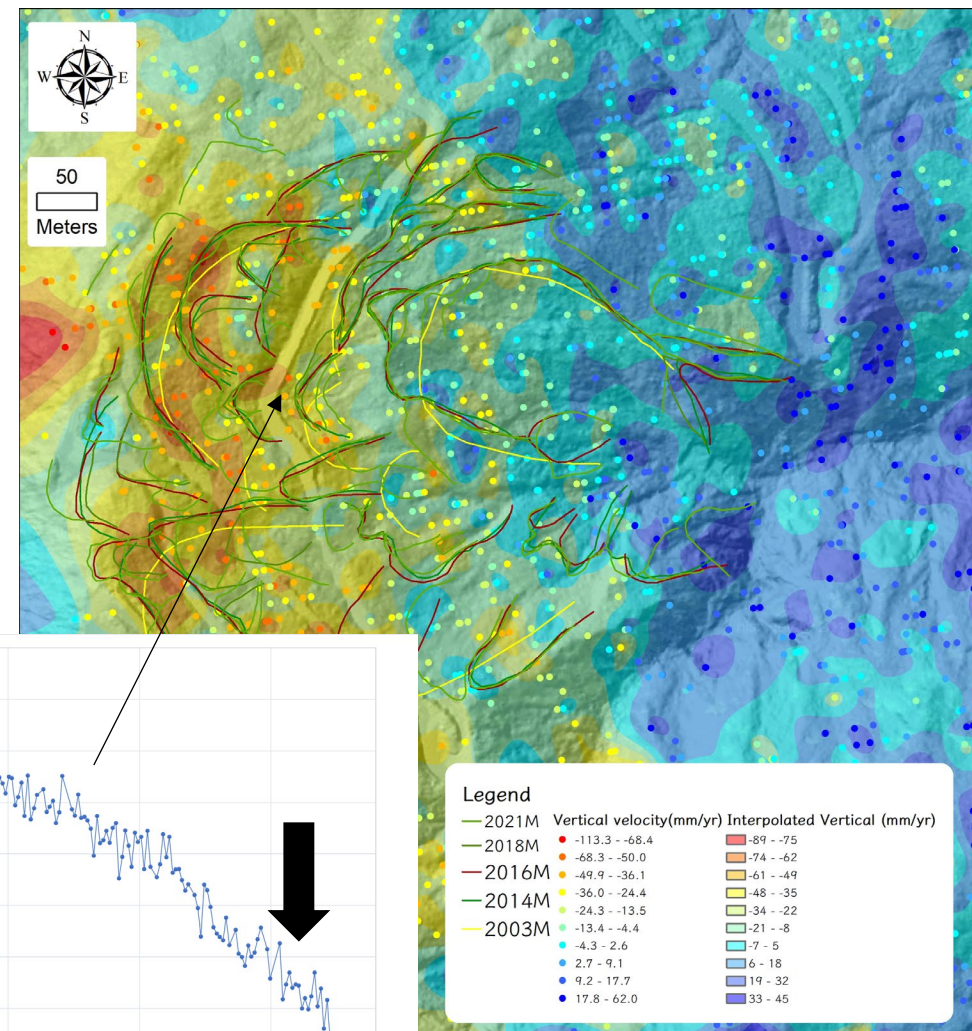
以Sentinel-1進行短再訪週期之短基線連續變形分析



(a)永久散射體法之時空基線(b)採用短基線法之時空基線



短基線法之作業流程圖 (改繪自SARscape, 2010)



主崩區道路垂直變形歷時

主崩區
短基線法分析結果



SBAS-InSAR為主連續分析之地表變形分區分塊方法

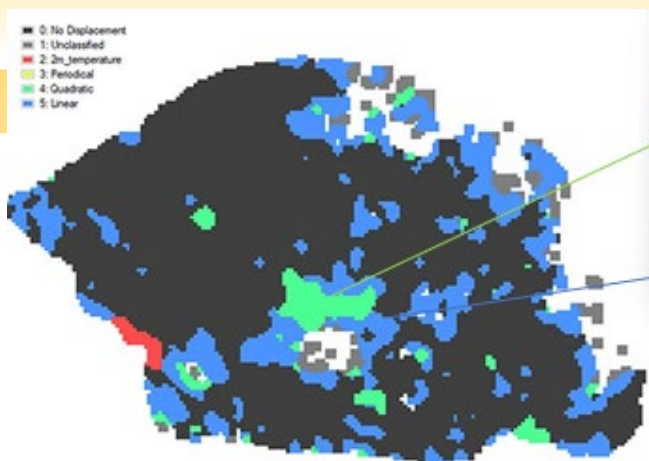
- 使用外部時間現象學量級，以及SBAS網格格式的時間序列的形變量。
- 它對時間序列中的每個像素提取最佳擬合係數及其均方根。
- 這些係數代表了位移的不同特徵，如速度、加速度、時間序列與時延之間的耦合等。
- 這些結果可以依次用於使用模型分類面板執行位移分類。

現象學分析

- 使用三種解析位移模型擬合SBAS時間序列形變量。
- 它對時間序列中的每個像素提取最佳擬合係數及其均方根。
- 這些係數代表了位移的不同特性，如速度、加速度、振盪幅值和頻率。
- 這些結果可以依次用於使用模型分類面板執行位移分類。

參數分析

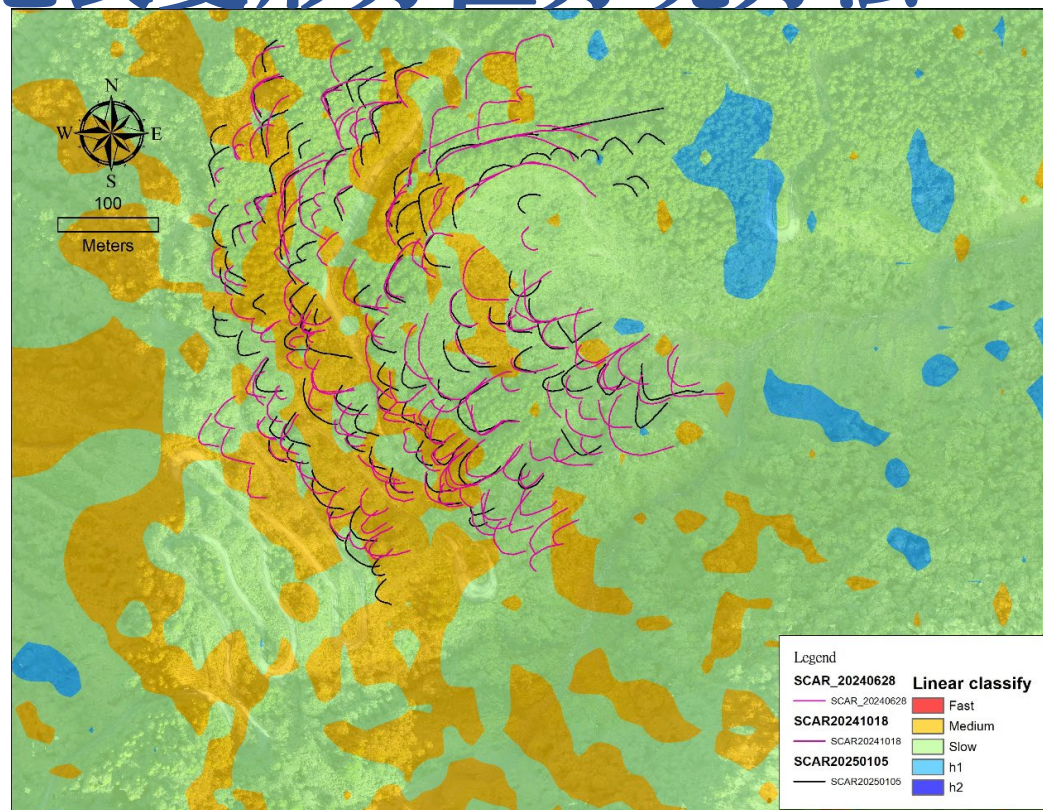
- 該工具根據Akaike信息準則（AIC），根據擬合優度生成位移分類。
- 分類的每一類都確定了更適合模型的領域。



時間序列分類

速變區

緩變區



以合成孔徑雷達衛星歷時變位建立之滑動分級區塊

新的分析技術可以結合 **SBAS** 和 **PS**，藉此識別永久散射（**PS**）點並與分散式散射（**DS**）點一起分析處理，輸出更多、更可靠的結果；同時通過**PS**和**DS**點能夠**測量非線性位移趨勢**。

透過 **SBAS** 結合 **PS** 可在植被茂密地區解算更多更可靠的地表變形資訊。

廣域地表變形
資料建置

無人機
調查作業

崩塌地
活動性觀測

觀測資料綜合分析
應變期間線上守視

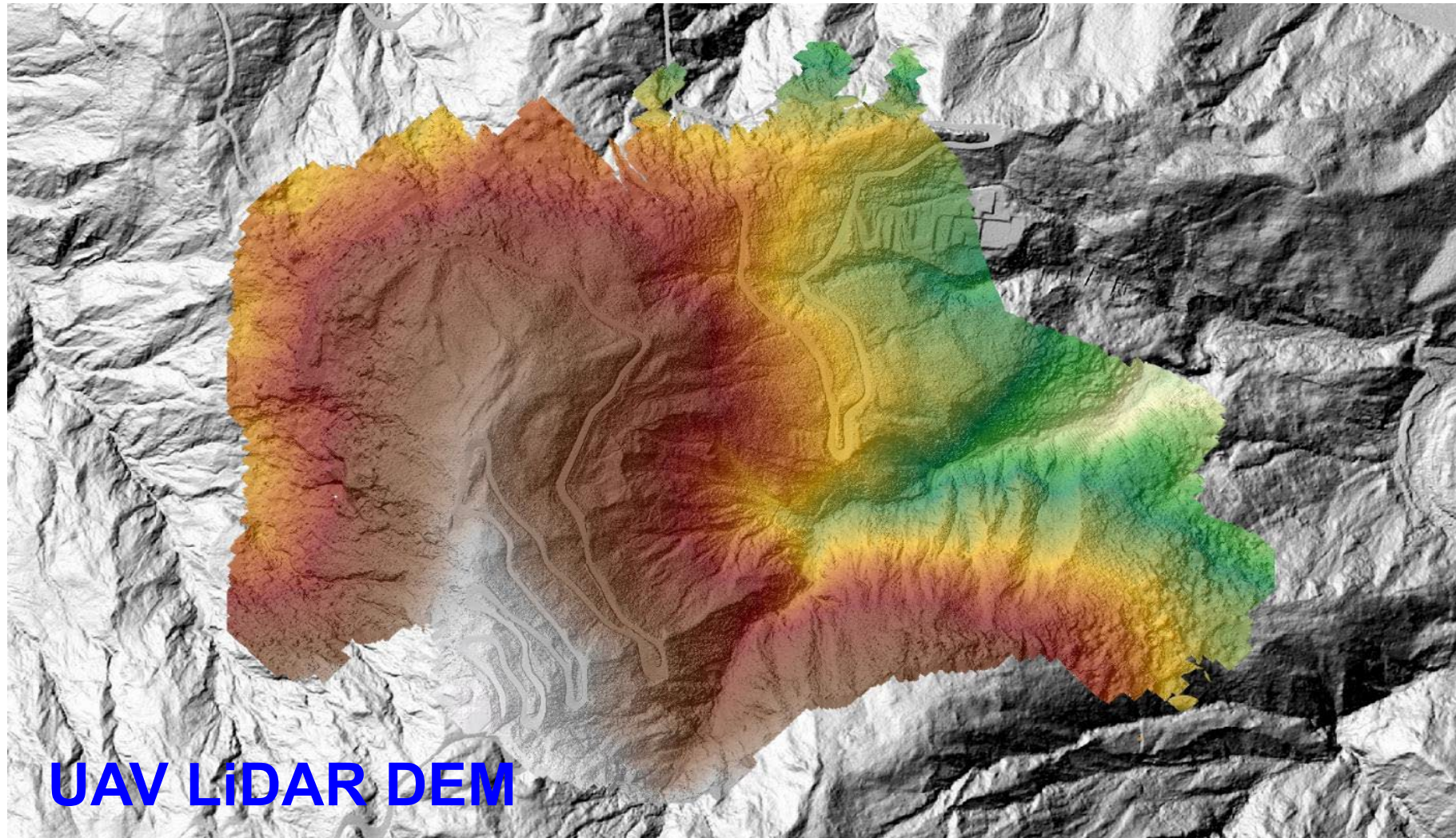
大崩發生機制
及穩定分析

以合成孔徑雷達衛星歷時變位分析**建立滑動分級區塊**示意圖



佈下監測儀器前 需要知道的事

無人機光達地表裂縫及地質構造判釋



地質簡介

區域地質概況

脊樑山脈地質區_變質岩

廬山層 - 清水湖段

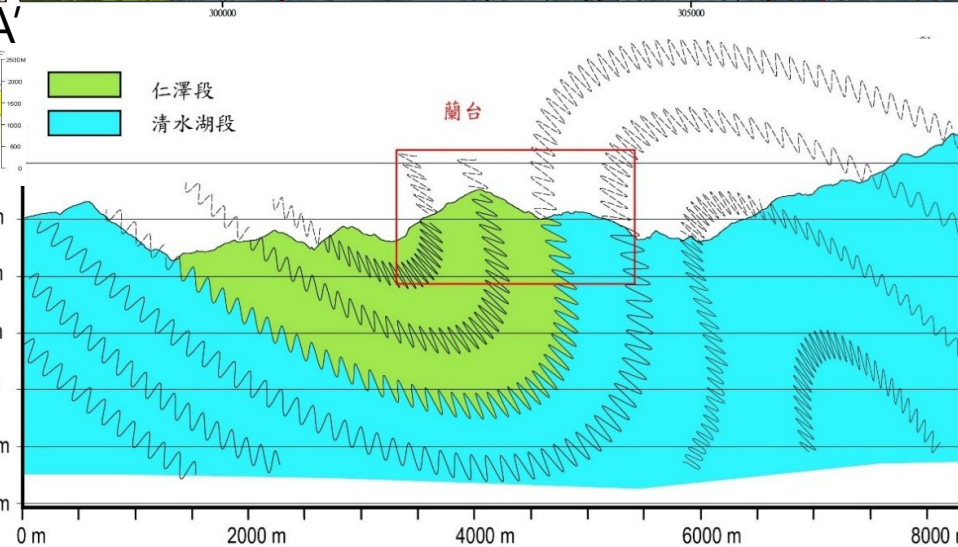
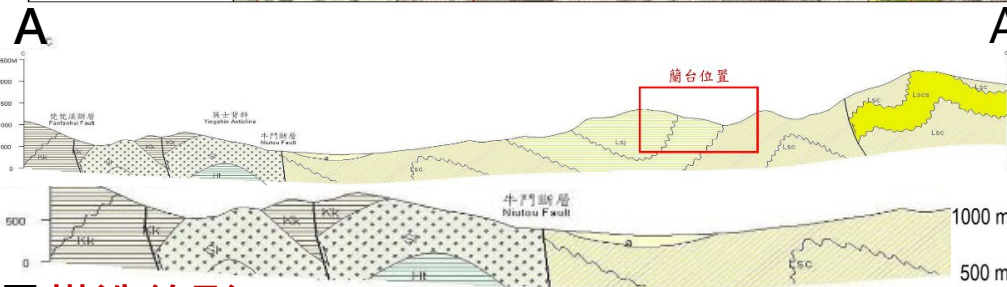
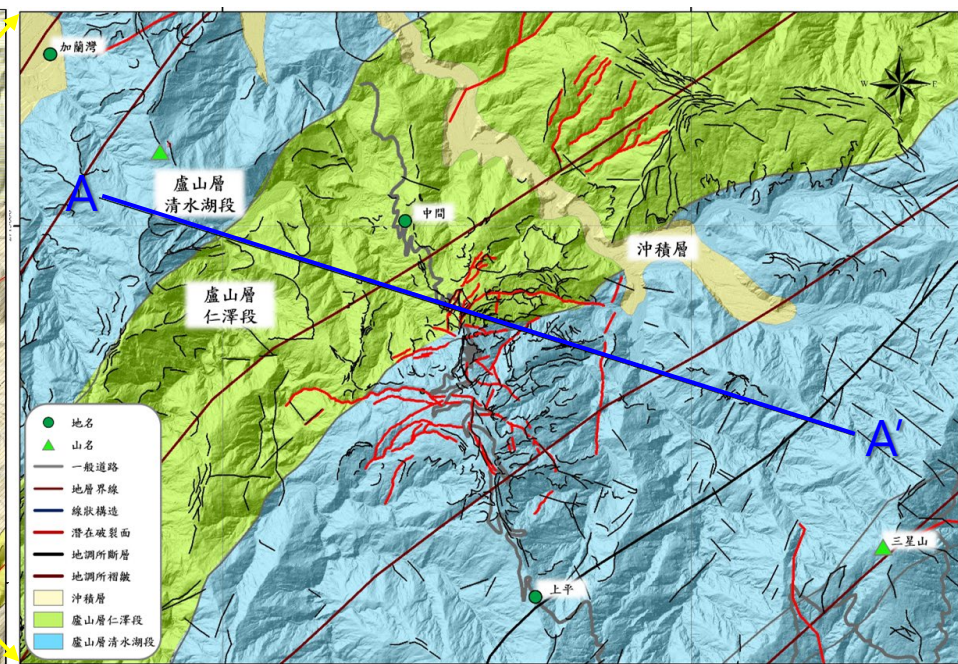
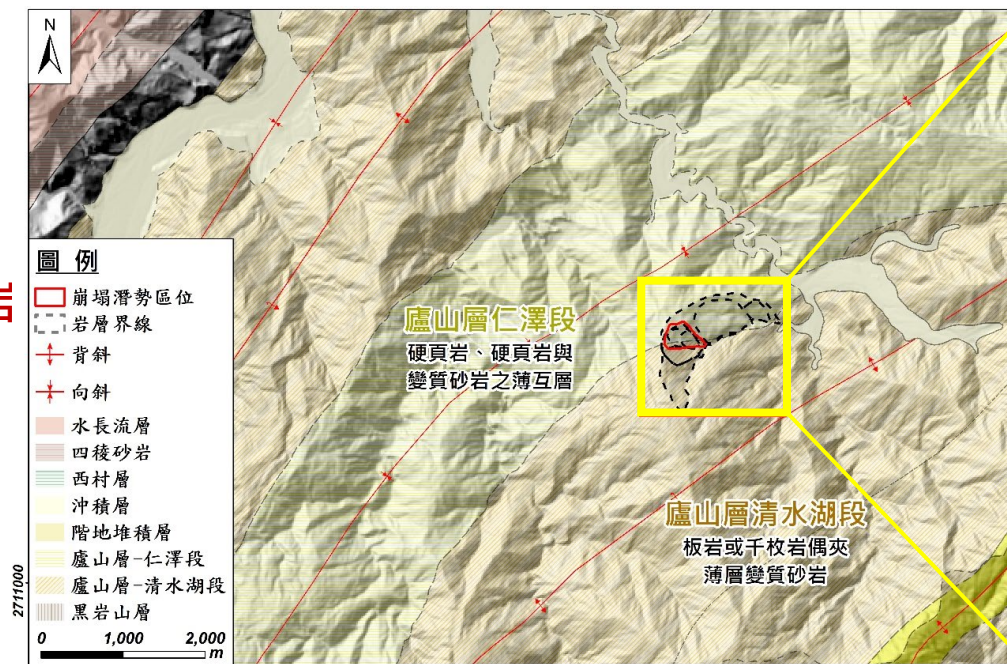
- ◆ 發育至少二組板劈理

廬山層 - 仁澤段

- ◆ 岩層具等斜褶皺
- ◆ 砂岩岩脈與崩移構造

構造地形判釋

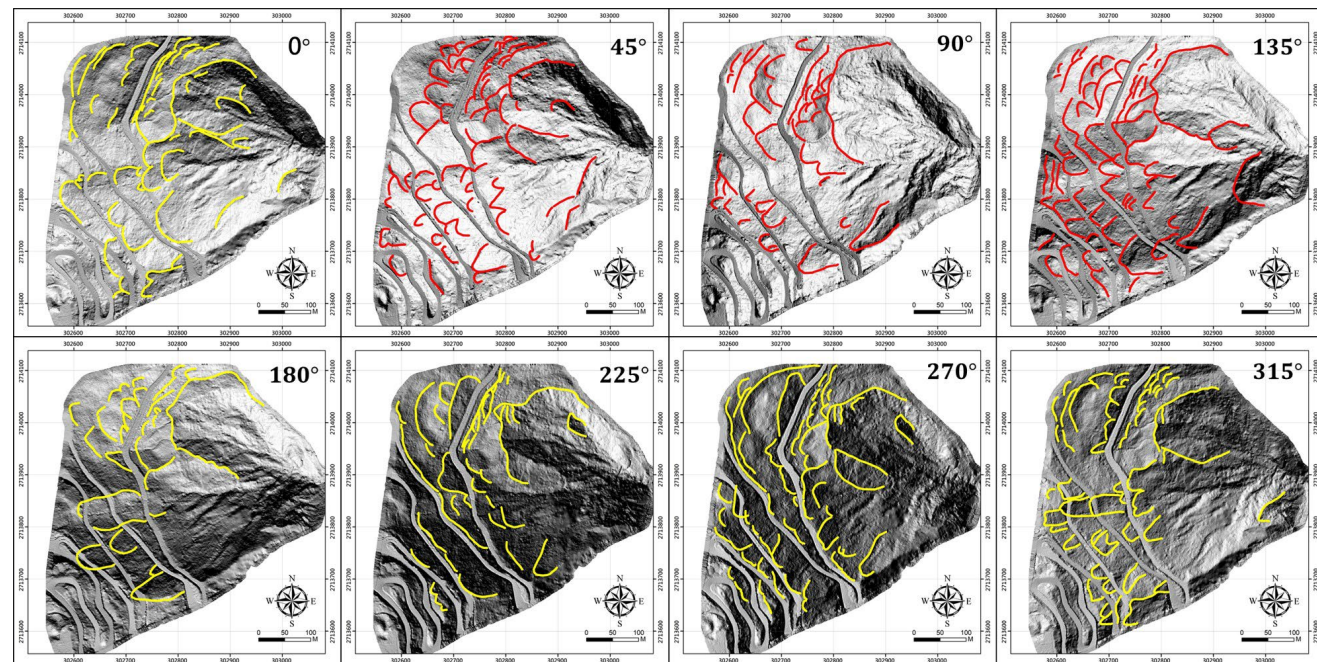
- 崩塌區內崩崖、蝕溝以及構造線形
- 清水湖段與仁澤段岩層交界呈現整合接觸
- 由岩芯記錄及構造地質剖面顯示本區岩層經過反轉
- 證明蘭台地區坡面與層面/破裂面為同一方向，可視為順向坡



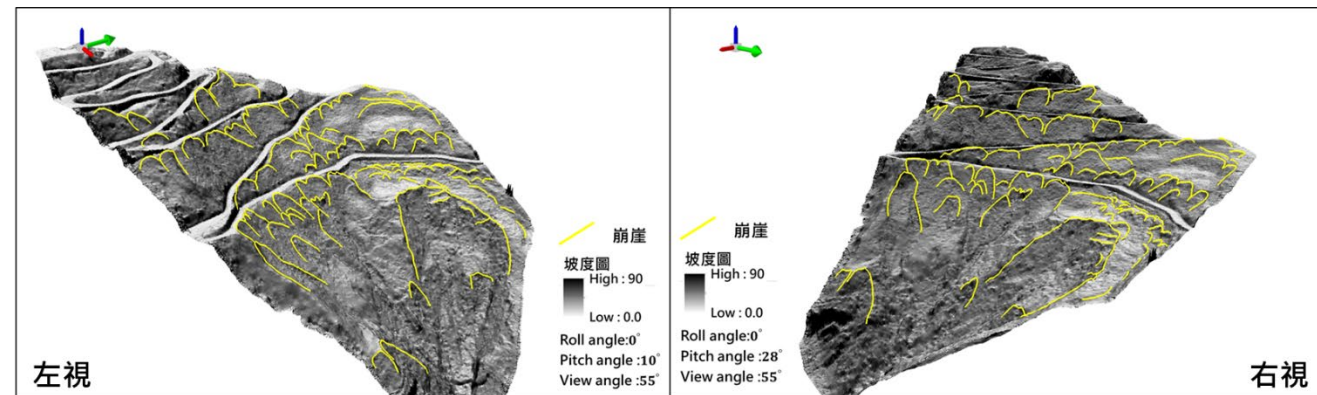
根據經濟部中央地質調查所出版五萬分之一三星圖幅(林啟人等, 1995)

歷史航遙測影像與 空拍細部地形特徵判釋

持續收集及補充不同事件前後之遙測影像
並採用團隊發展判釋方法進行地表特徵判釋，研究將由新建立之的遙測影像及數值地形進行此區域的地形判釋，同時針對前期之判釋差異部分，進行彙整及進一步較大範圍之**細部地形分析及圈繪**。



八方位陰影圖崩崖判釋(2022年0.2×0.2M光達數值地形)



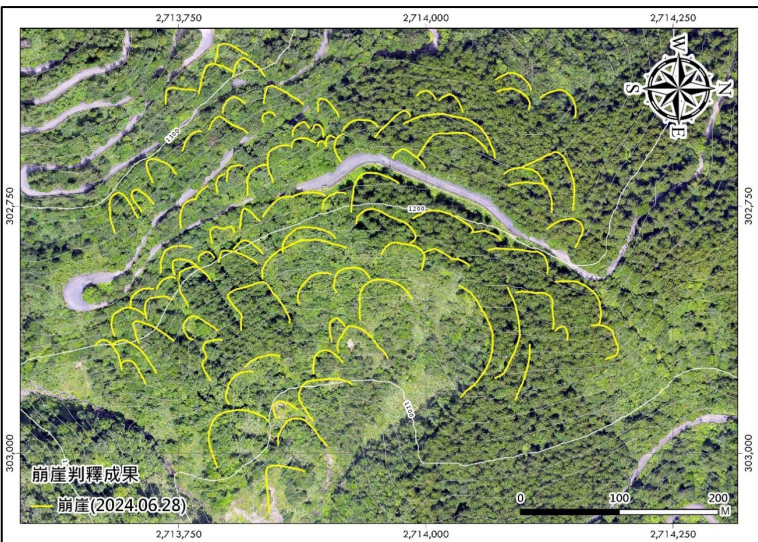
三維地形崩崖判釋(2022年，三維坡度圖)
(農村水保署，2024)



歷史航遙測影像與空拍細部地形特徵判釋

第一期影像橫跨0403地震：

與前年判釋成果趨勢相近，但是在崩崖數量上明顯增加，推測地表受到地震相當顯著震度影響



2024年06月28日影像崩崖判釋成果
(農村水保署，2024)

第二期影像橫跨凱米颱風：

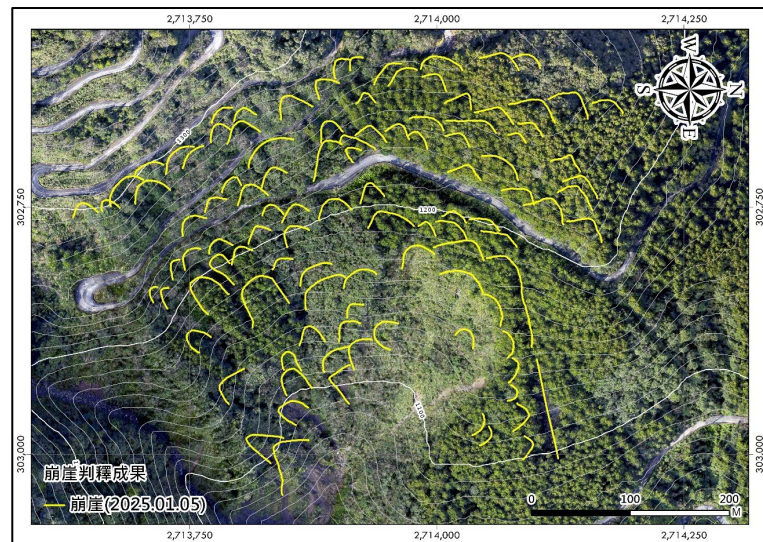
主崩崖北側有一處明顯崩崖變化，主崩崖上方道路的上邊坡，有幾處較小崩崖被判釋出來



2024年10月18日影像崩崖判釋成果
(農村水保署，2024)

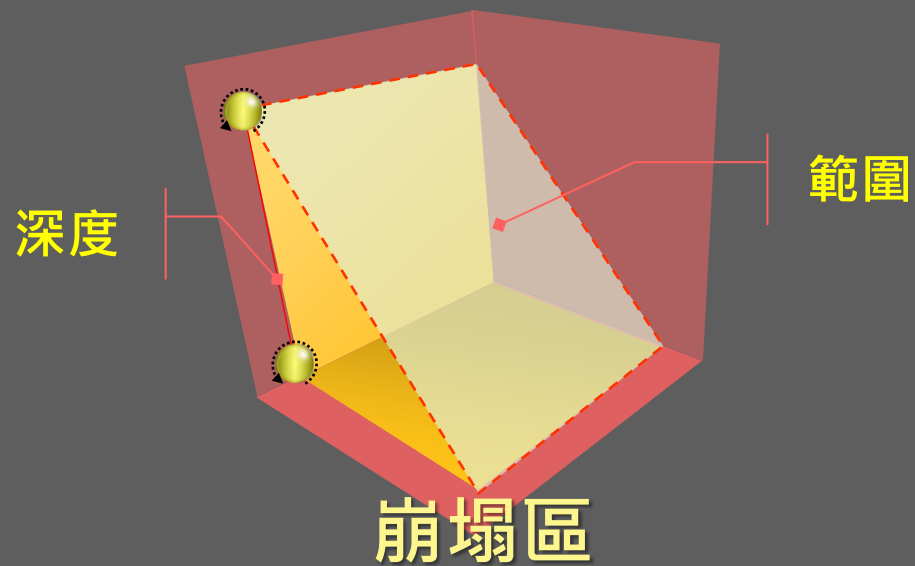
第三期影像橫跨康芮颱風：

主崩崖北側又增加一處明顯崩崖，而原本的崩崖變化更加明顯，而主崩崖西南側道路底下則有較多小崩崖發展。



2025年01月05日影像崩崖判釋成果
(農村水保署，2024)

佈下監測儀器前需要知道的事



1 範圍

GNSS
DInSAR

2 深度

數值分析
地震站



監測目標



監測目標

地下水

點-水壓計

線-光纖水壓計

面-門型地電阻

位移

GNSS

傾斜計

地表伸張計

孔內伸張計

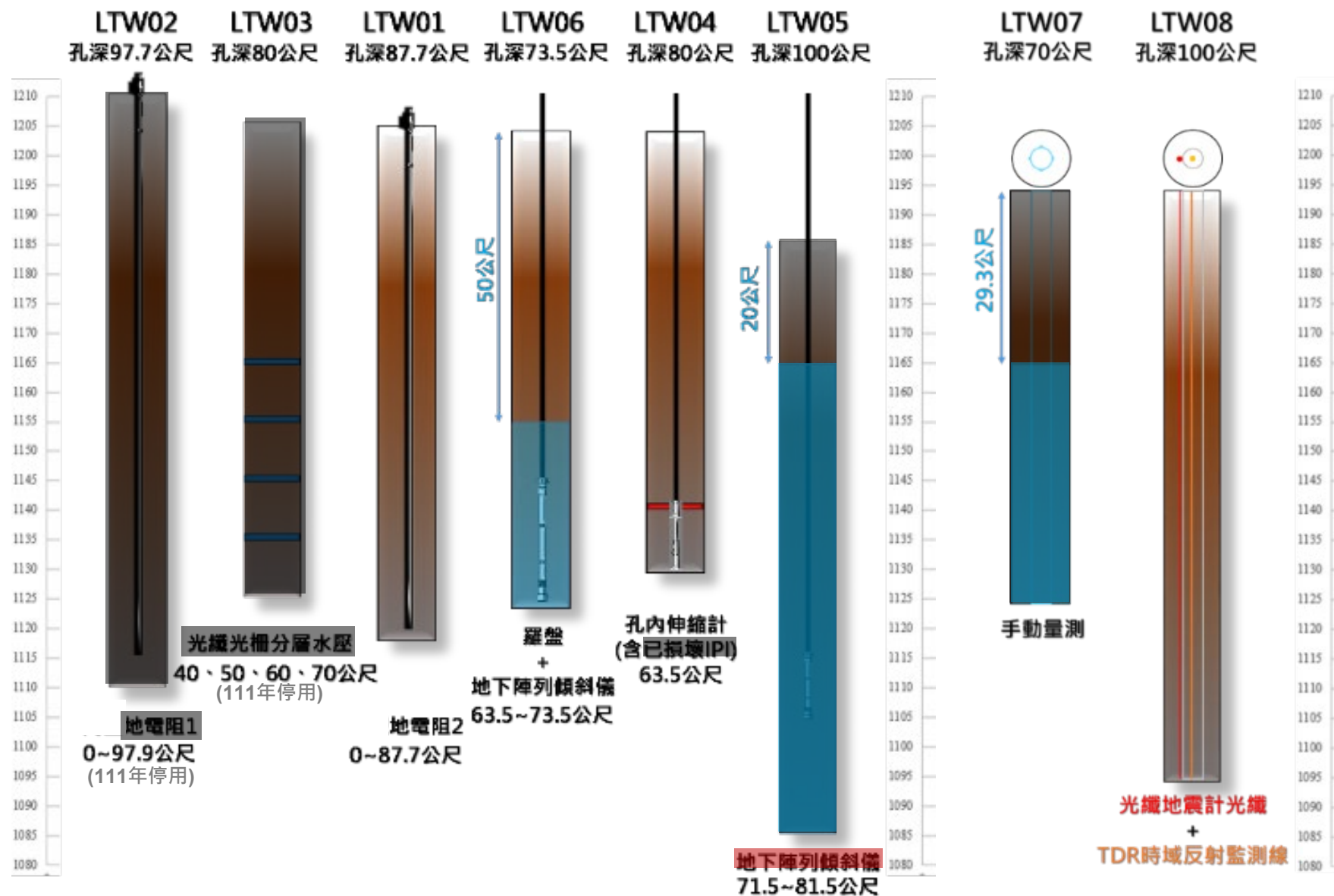
IPI

SAA





地中監測配置



廣域地表變形
資料建置

無人機
調查作業

崩塌地
活動性觀測

觀測資料綜合分析
應變期間線上守視

大崩發生機制
及穩定分析

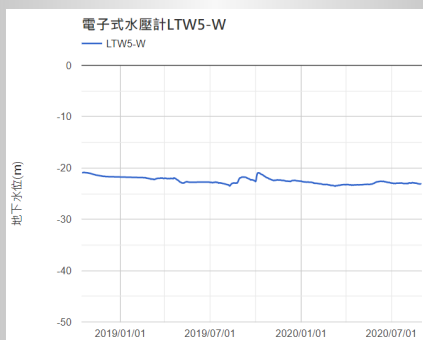


地下水

點

水壓計

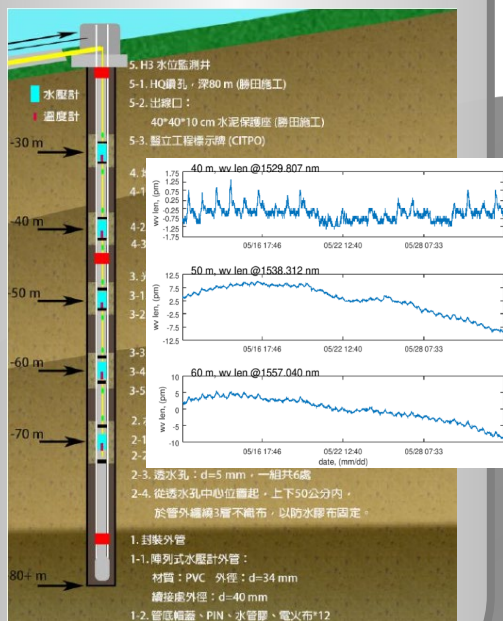
鑽孔固定深度
自由水位監測



線

光纖水壓計

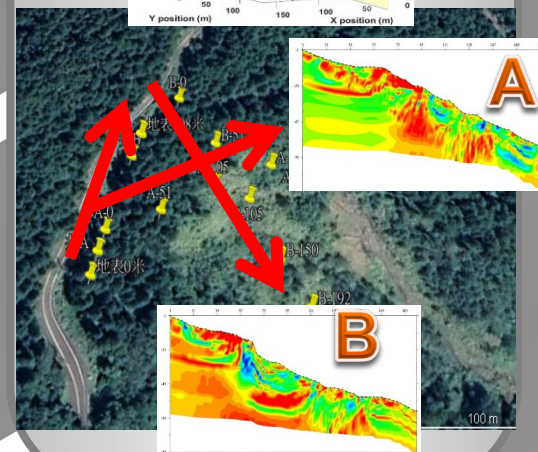
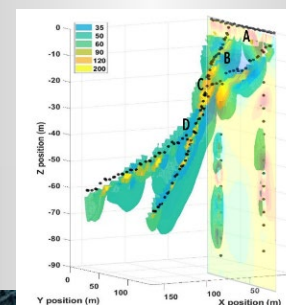
沿監測井深度方向
孔隙水壓監測



面

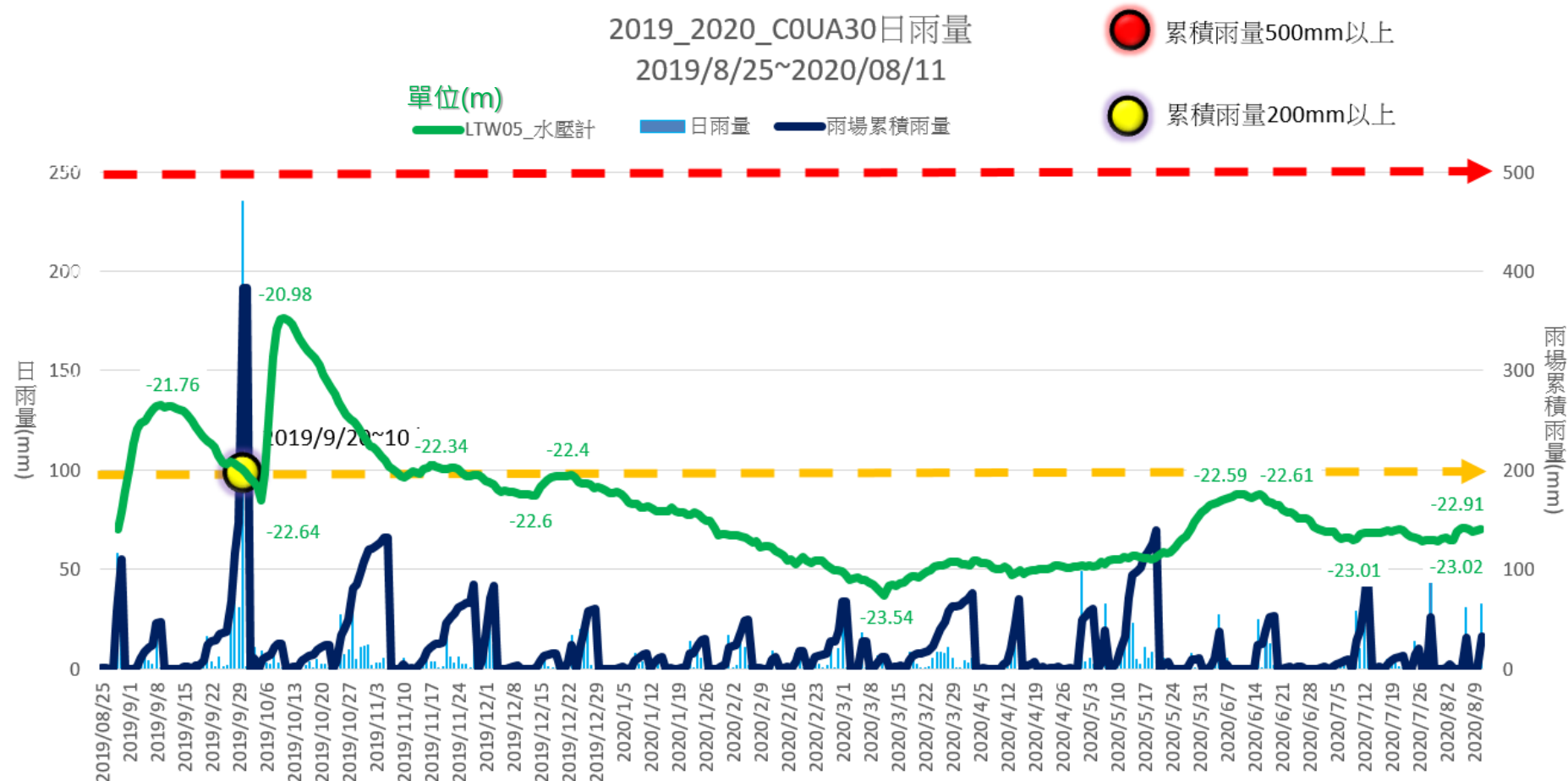
門型地電阻

二維地層電阻率觀測





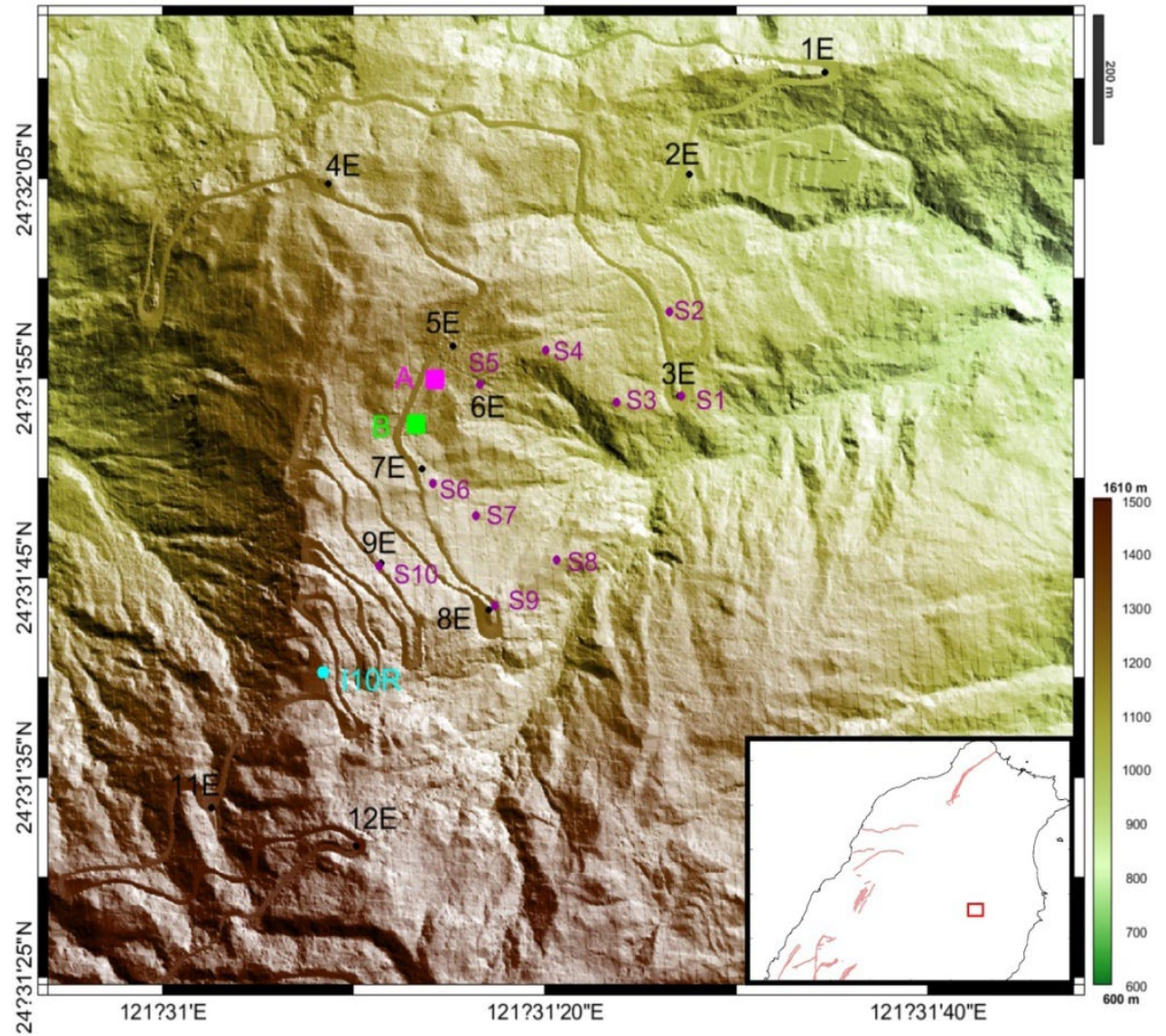
雨量、雨場及LTW05 地下水位



光纖水壓監測

該監測坡面運動快速，B井位傾斜儀讀數大部分皆呈現飽和（2015年底）。
A井孔隙水壓計的定常水壓讀數偏移。但非定常水壓仍提供其他監測技術珍貴資料！

利用2017年度國科會防災應用科技計畫，在點位A與B之間於七月重新裝置一口光纖光柵水壓計的孔隙水壓監測井（LTW03），在該新井中水壓計安裝於深度自30至70米，以每十米為間隔佈放。

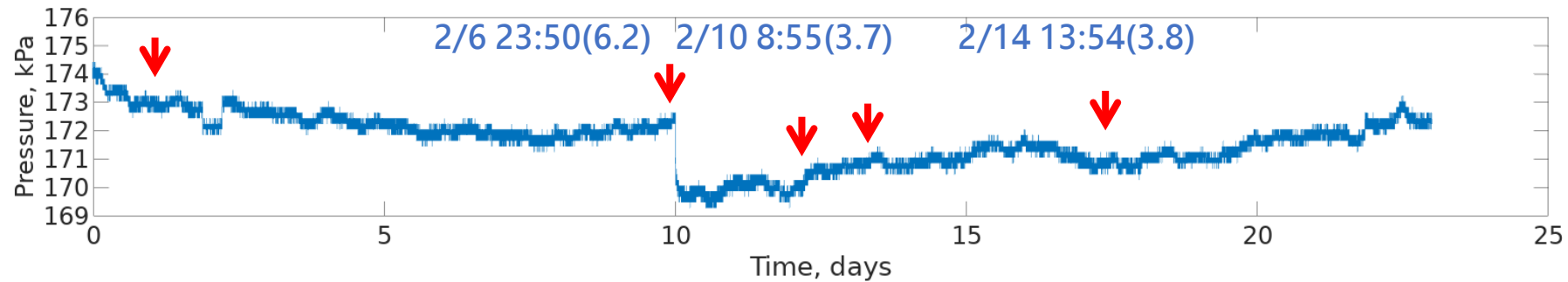




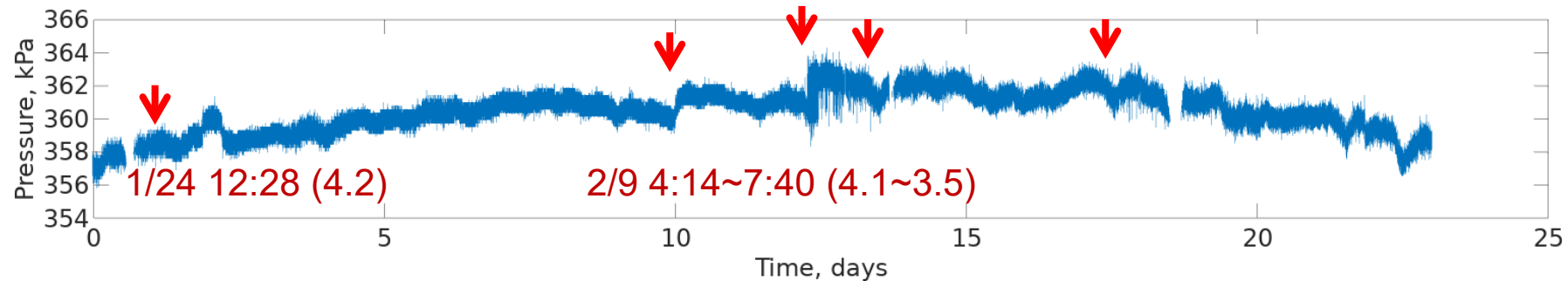
光纖水壓監測

2018 2/6 花蓮地震 23:50:42

50m Pore Pressure from Sun Jan 28 00:00:04 2018

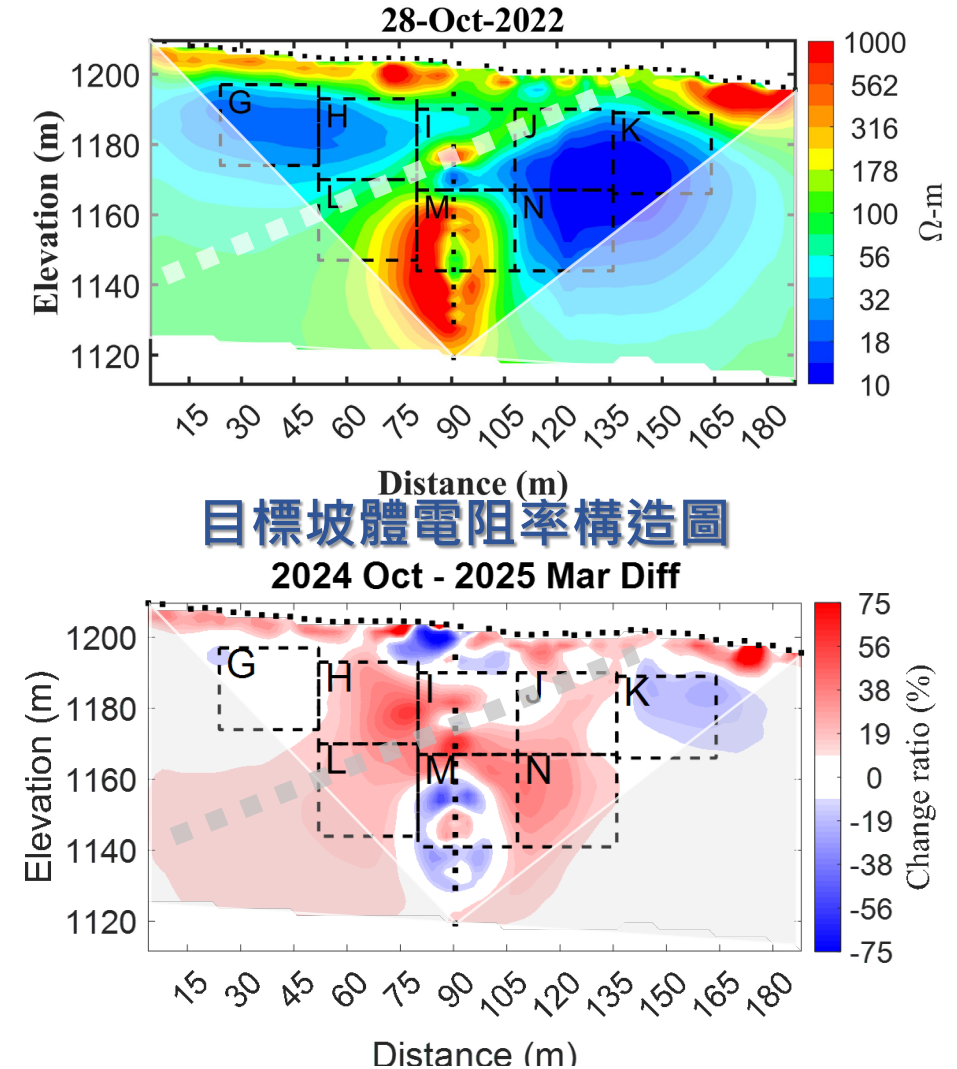


60m Pore Pressure from Sun Jan 28 00:00:09 2018



地下岩層地電阻及自然電位資料收集與判讀

- 從過往研究中，本團隊於2022年規劃的井地測線中觀察到一向上坡處傾斜之電性構造邊界(如上圖白色虛線所示)，推測其為一潛在剪切帶。
- 本團隊將2025年3月與2024年10月之月平均電阻率做比對並將電阻率變化率小於正負10%的區域以白色標示，發現表土崩積層、鄰近潛在剪切帶下部、以及剖面右側低阻區域電阻率明顯**上升**，而潛在剪切帶上方、靠井下電極處則有零星電阻率**下降**的趨勢。

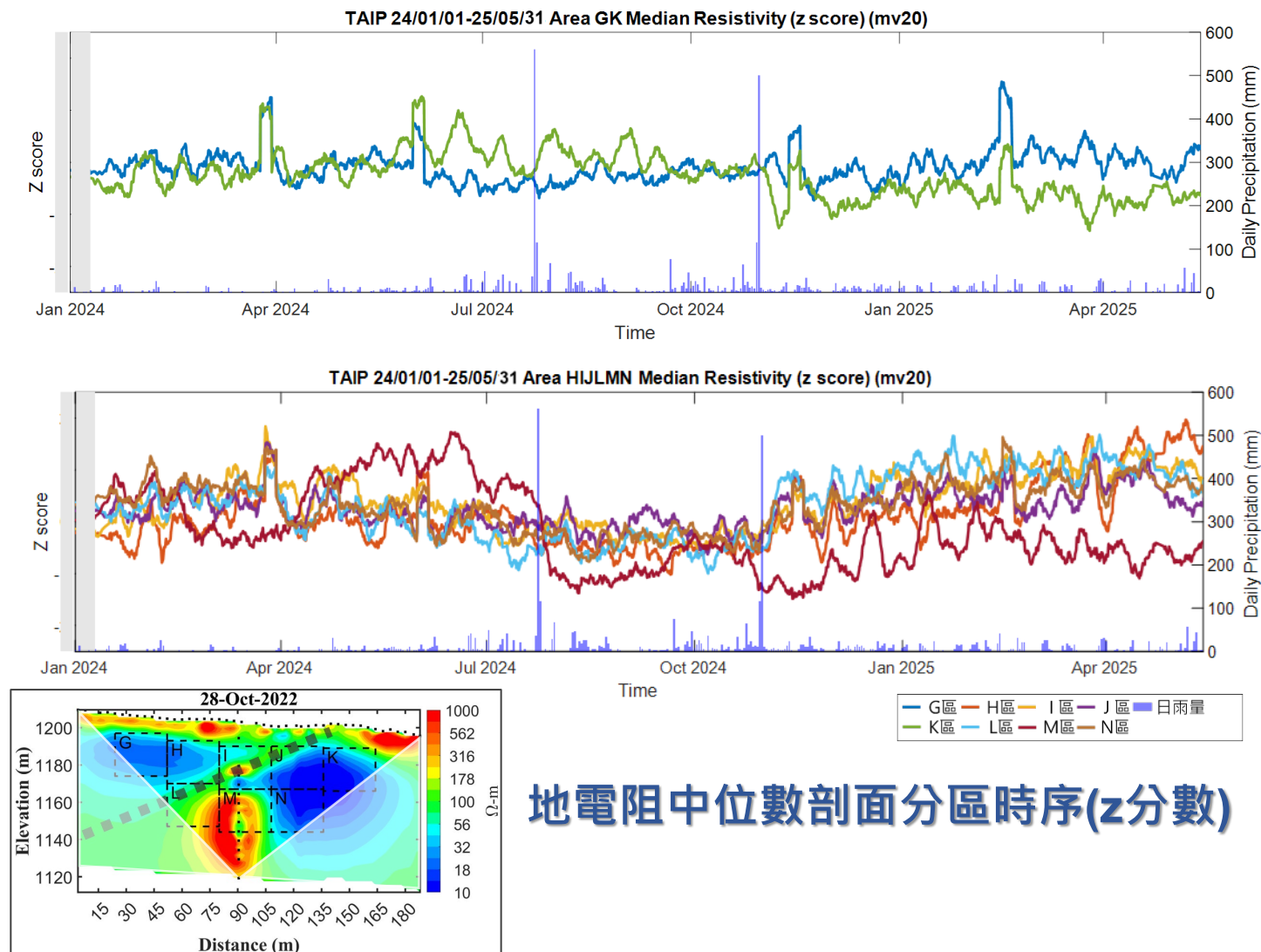


月平均地電阻剖面變化率(2025/3-2024/10)



地下岩層地電阻及自然電位資料收集與判讀

➤ 在2024年1月1日至2025年5月31日期間，鄰近潛在剪切帶的分區之電阻率 z 分數變動較為明顯。除M區(深紅色實線)外，於雨量較多的7至10月間該區電阻率的數值達最低，隨後逐漸升高，並於降水較少的3、4月間達相對高的位階。顯示剪切帶周遭電阻率與降水量可能有一定的相關性，有待後續分析。





蘭台示範區現地監測儀器分佈





全球定位衛星即時解算系統

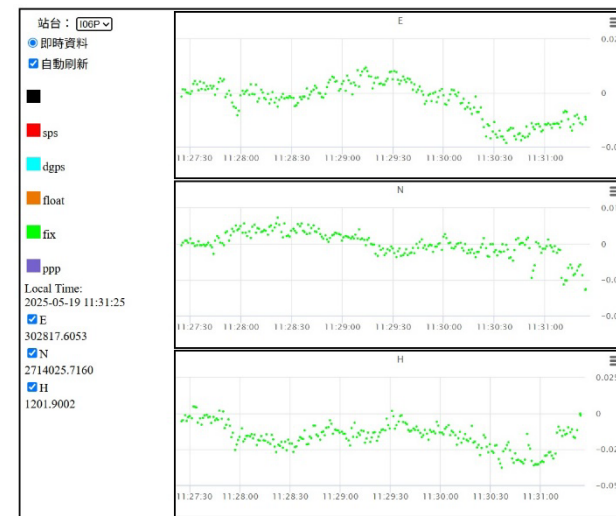
測量解算方法:

靜態後處理解算:使用瑞士波昂大學的BERNESE後處理計算程式進行靜態解算，並採用預報星曆(廣播星曆)得知衛星空間分布，以求得每日解。

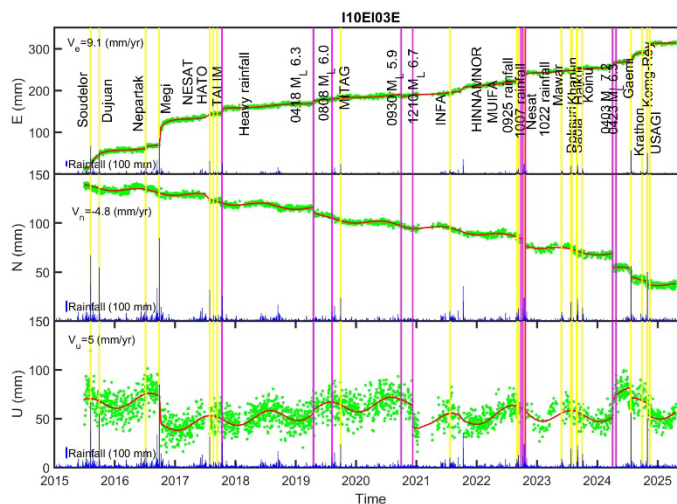
RTK動態及時解算:待測站經NTRIP Server取得主站資料後進行RTK的定位運算，將計算得之座標即時回傳至Position Server，使用者即可即時透過網頁介面瀏覽即時的定位成果。因受限於測站環境透空、遮蔽等問題，易有離群點。



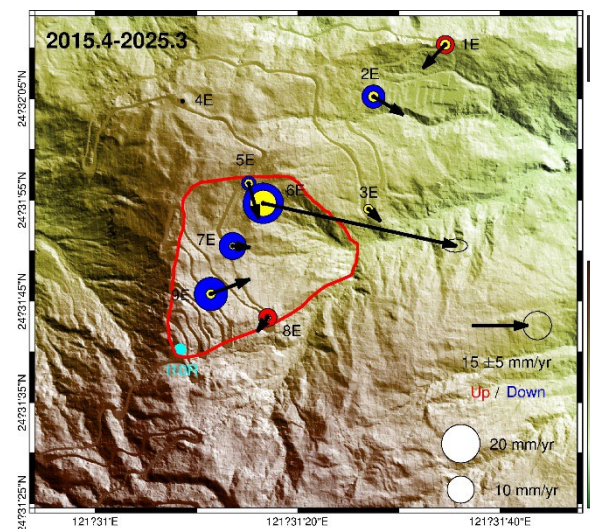
GNSS監測站設施配備



GNSS即時解算系統



GNSS時間序列圖



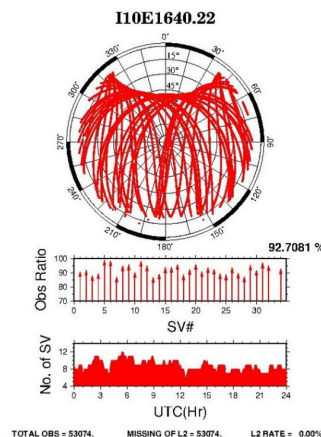
相對於4號站的長期速度



全球衛星定位即時解算系統-GNSS

自建固定站透空度接收率探討

- 本研究採**自架基站**(I10E)，附近空曠且無嚴重遮蔽，資料接收率佳，由**透空圖**可知資料接收率達**93%**，適合作為參考站使用。



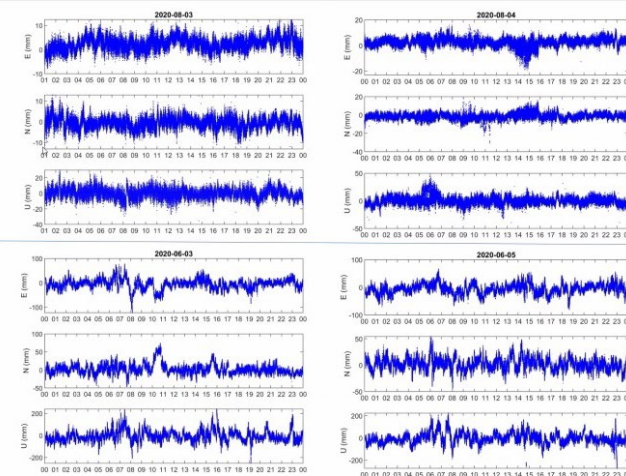
透空度與解算精度探討

- 透空不佳的太平山山區，其水平及垂直的離散度分別為50和150 mm。

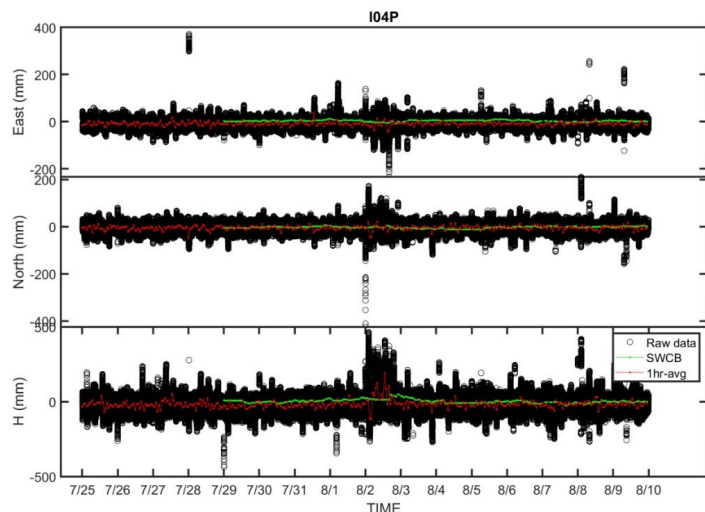
1Hz RTK

透空良好的IES屋頂
精度: 1 cm (Horizontal)
3 cm (Vertical)

透空很差的太平山區
精度: 5 cm (Horizontal)
15 cm (Vertical)

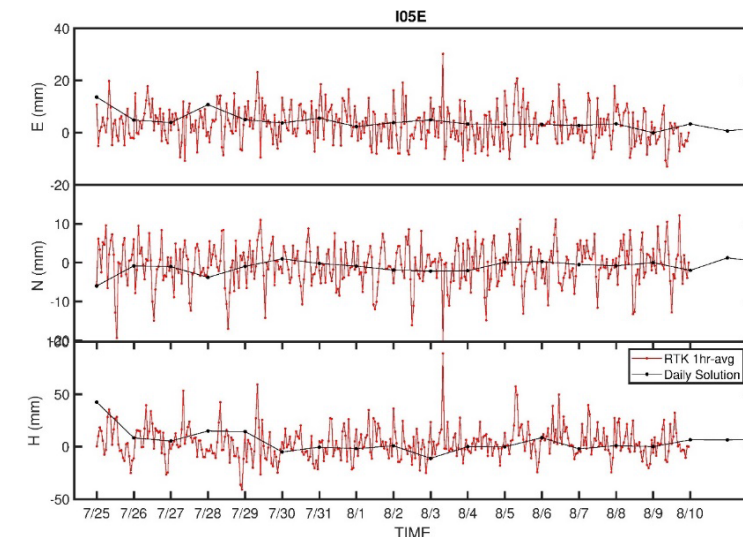


RTK動態即時解算



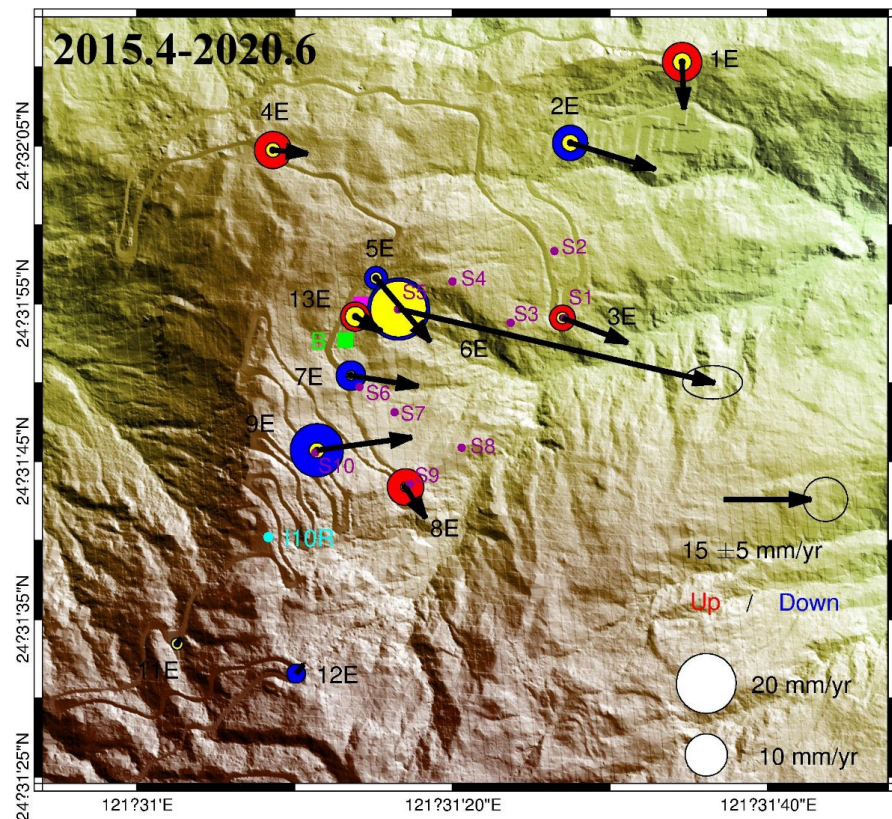
- 黑色為1Hz RTK解，
- 紅色為RTK一小時的平均解，
- 綠色為平滑處理後一小時的平均解。

靜態測量與RTK比較精度

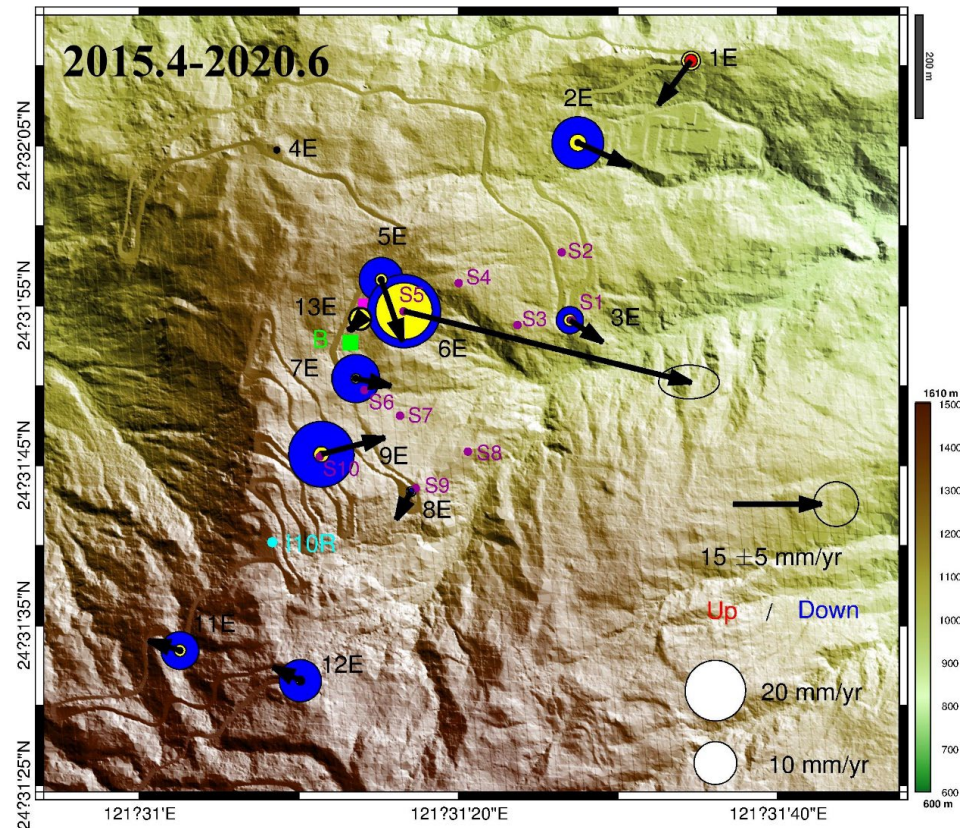


- RTK 1小時平均解與靜態每日解結果，圖上黑點為靜態每日解，紅色為RTK 1小時平均解，由於每日解為24時資料解算結果，因此較為穩定。

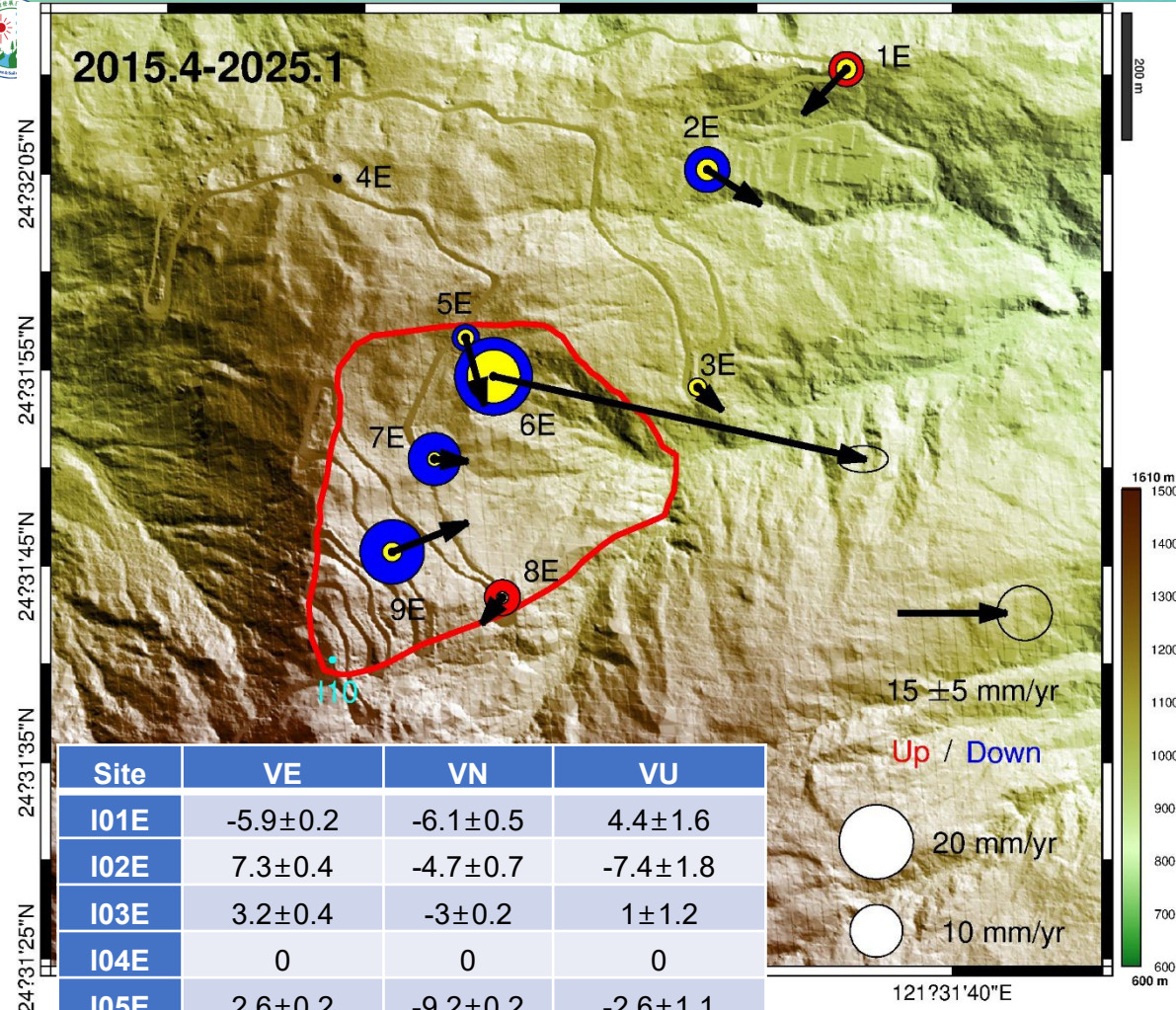
GNSS 解算 (2015.4-2020.6)



GNSS解算採10號站為參考站長期變化速度



GNSS解算採4號站為參考站長期變化速度

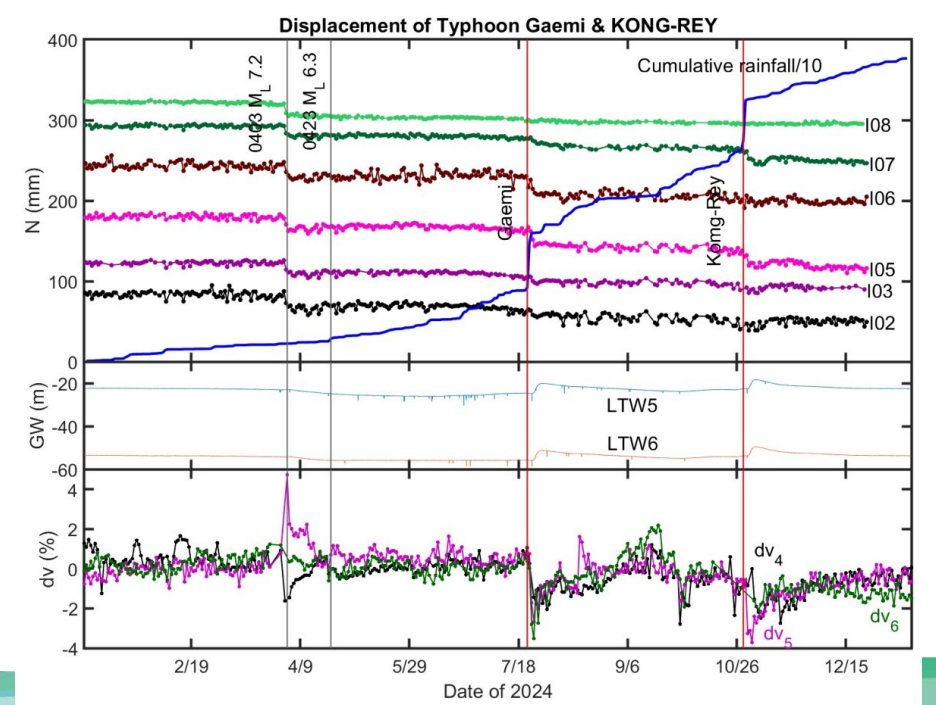
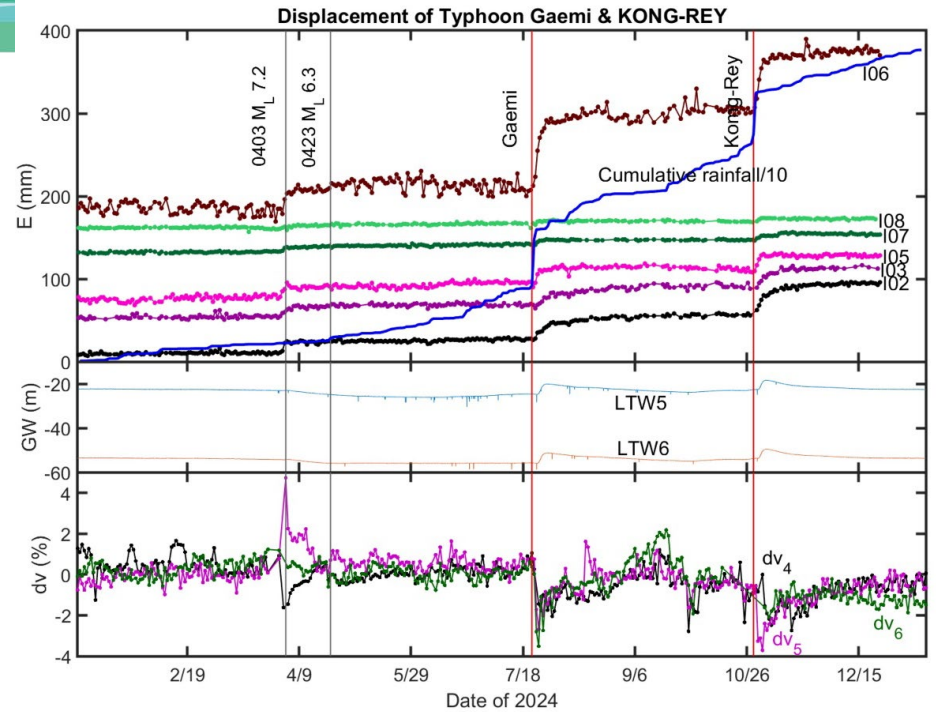


Site	VE	VN	VU
I01E	-5.9±0.2	-6.1±0.5	4.4±1.6
I02E	7.3±0.4	-4.7±0.7	-7.4±1.8
I03E	3.2±0.4	-3±0.2	1±1.2
I04E	0	0	0
I05E	2.6±0.2	-9.2±0.2	-2.6±1.1
I06E	52.3±4.2	-11.7±2.4	-21.8±10.3
I07E	4.3±0.2	-0.3±0.3	-10±0.8
I08E	-2.7±0.1	-3.4±0.2	4.6±0.5
I09E	10.3±0.3	4±0.4	-14.9±1.4

GNSS長期速度

空間資訊對照

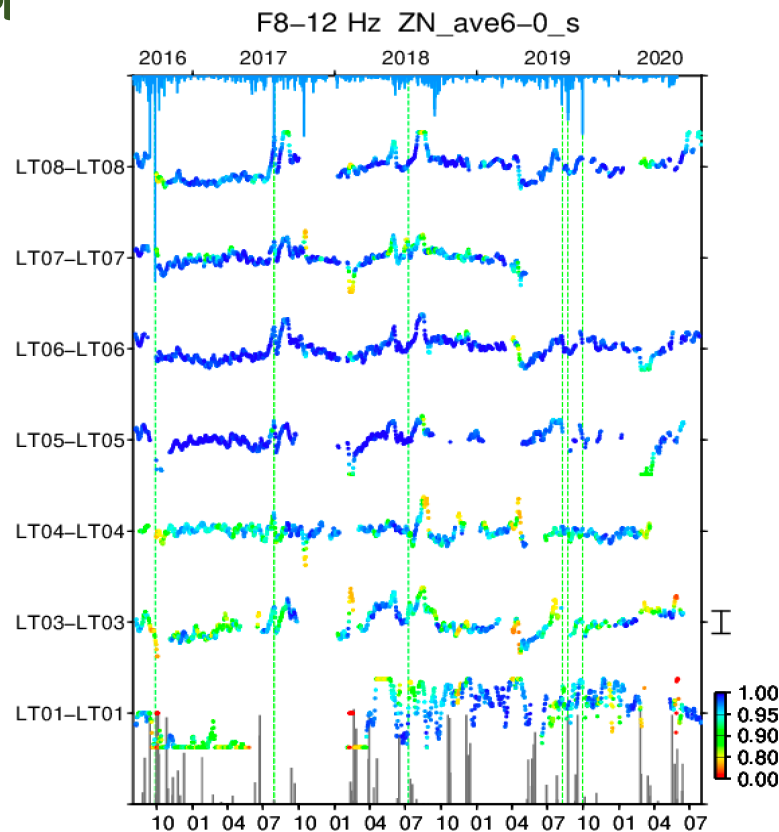
凱米&康瑞颱風





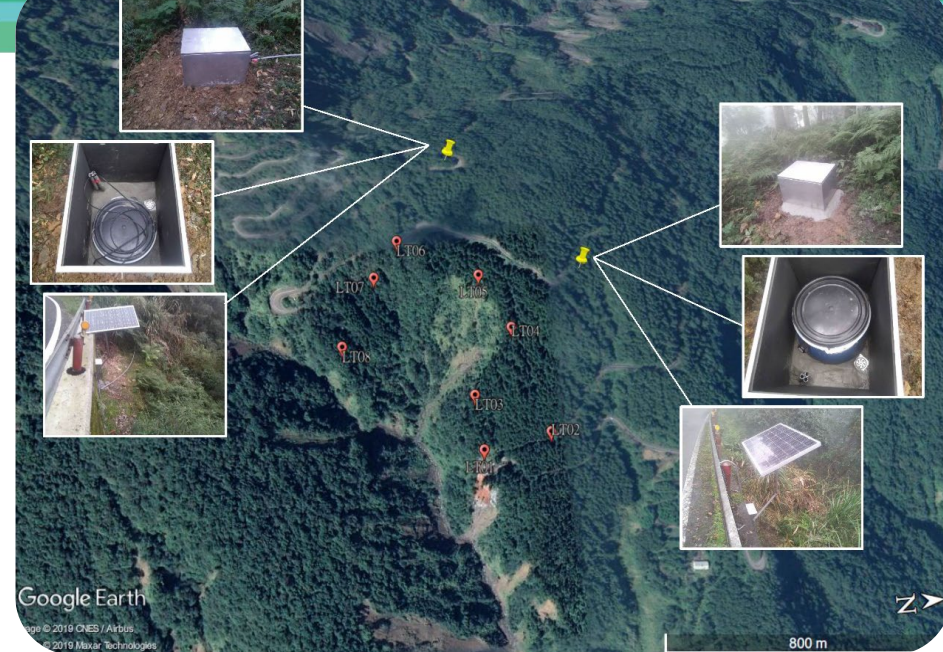
地震站測網

dv/v 監測成果

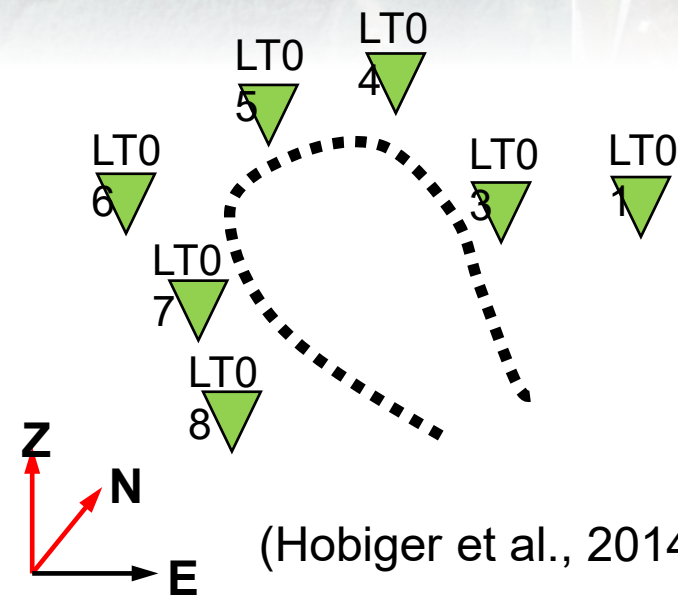


Hsin-Hua Huang, Hsi-An Chen,
Cheng-Nan Liu, and ESL team

Institute of Earth Science, Academia Sinica



- Multiple stations for one frequency band
- New cross-component ZN correlations





地震站現地試驗及震波解算

監測資料與解算成果

地震干涉法能將地震站紀錄之連續背景雜訊轉換成在測站附近來回散射的波場，用以偵測地下介質因狀態改變(如地下水升降)的震波速度變化(圖1)。

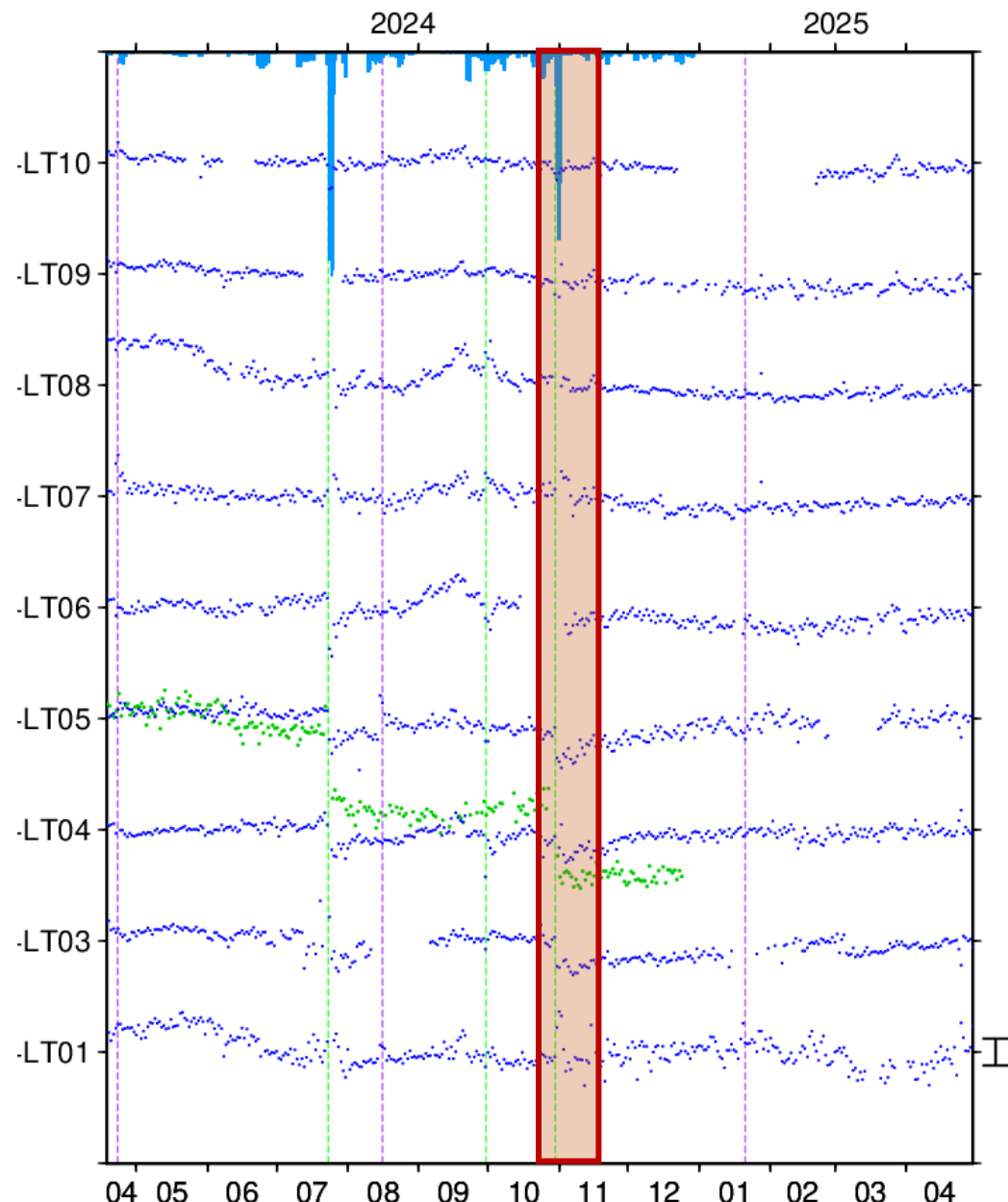
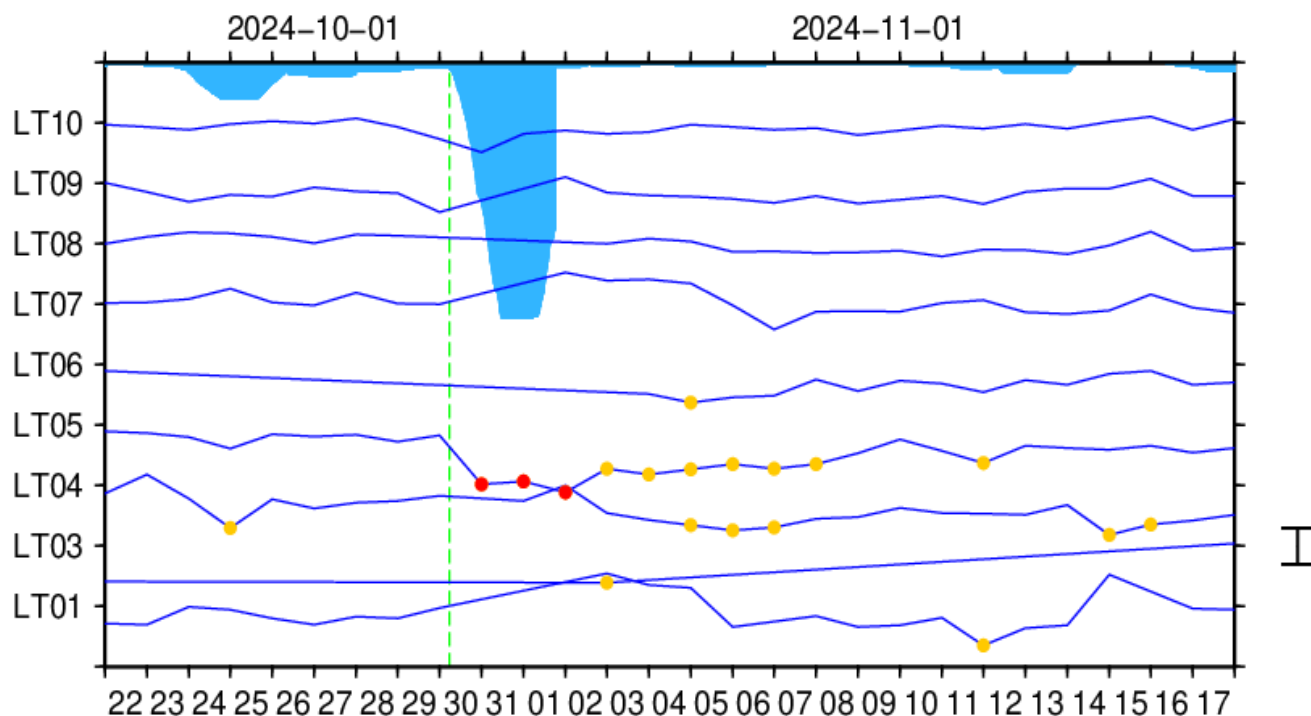
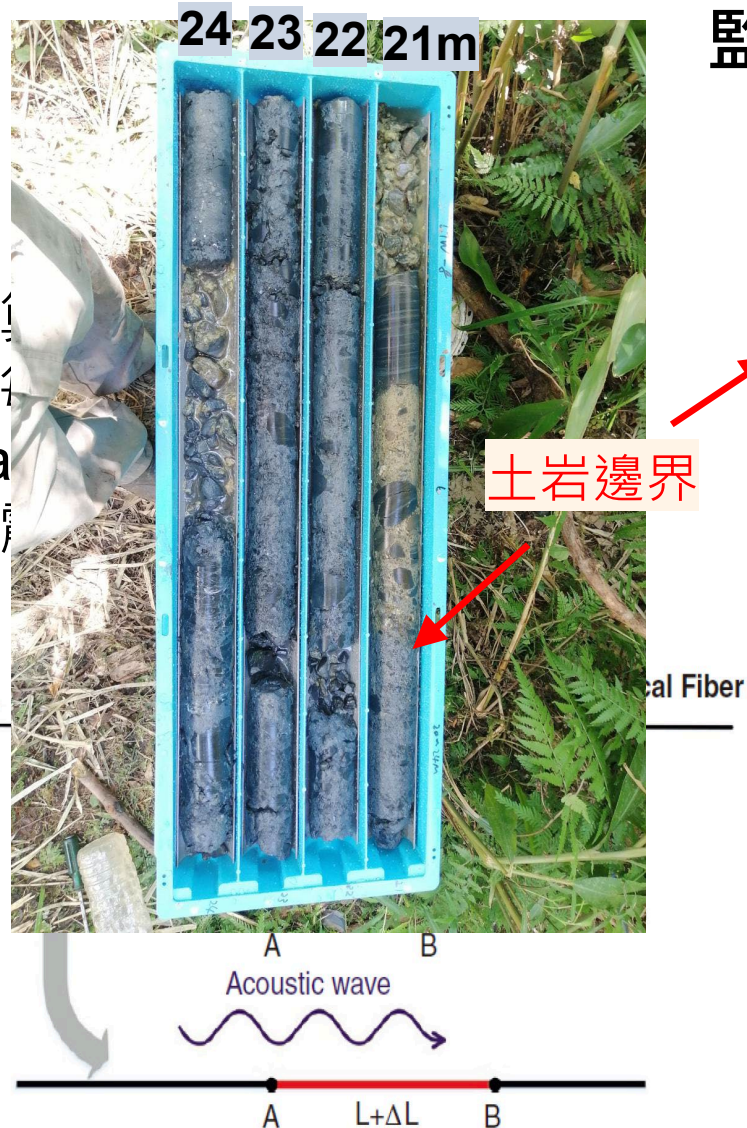
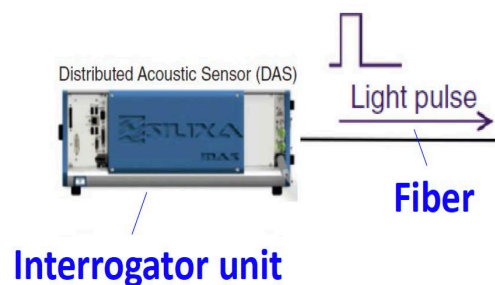


圖1 各測站自2023年5月到2024年5月在8-12Hz的震波速度變化(藍點)與黃、紅警戒值。綠、紫虛線為颱風與地震事件。

光纖地震計

監測原理

光纖地震計是利用計量的反射回波訊號計算拉張/壓縮量(strain rate)當於連續一長串的地震



監測期程規劃與預期成果

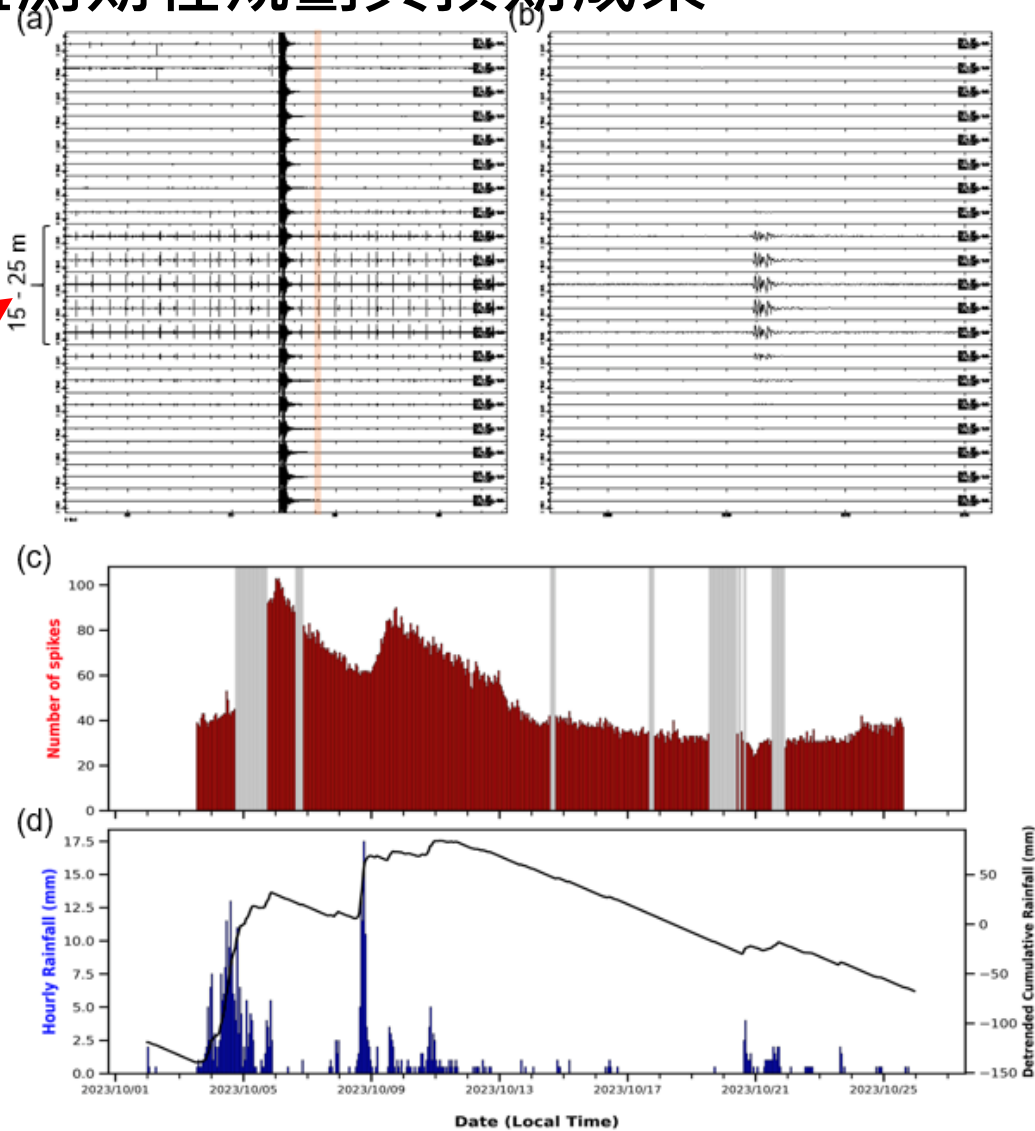


圖1 光纖感測技術原理說明。發射感測器發射雷射脈衝(紫色方波)至光纖纜線(黑色實線)中，藉由分析自固有散射點(黑色圓點)反射之回波相位差，計算該段纜線的拉張/壓縮量。

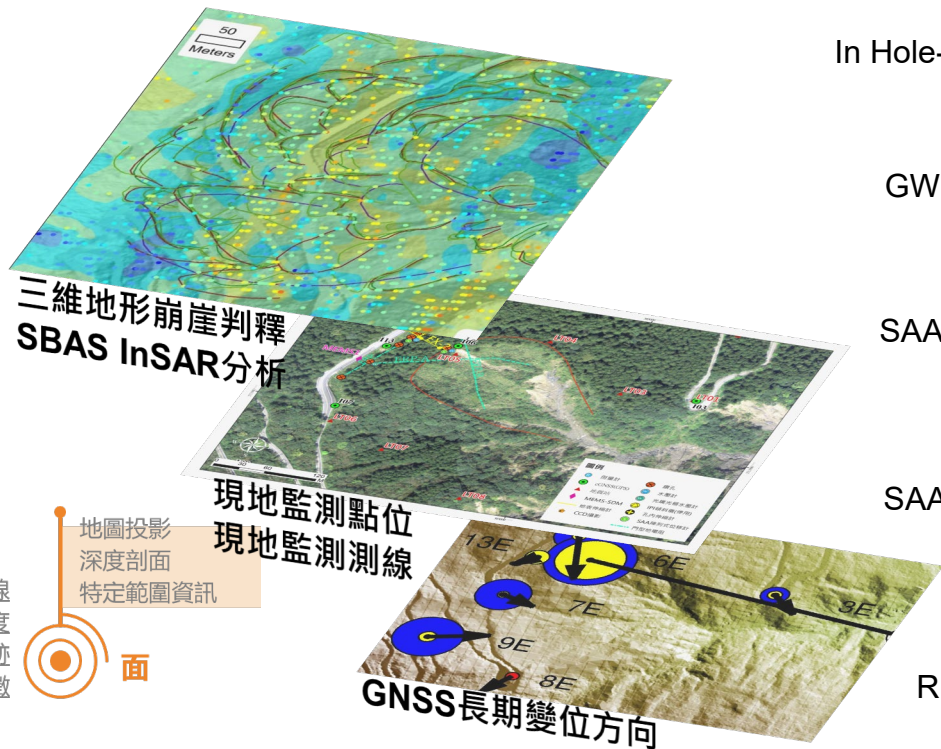
圖2 (a) 15-25公尺微震訊號。(b)微震訊號放大圖。(c)微震訊號隨時間的數目統計。(d)時雨量與去趨勢之累積雨量曲線(黑線)。



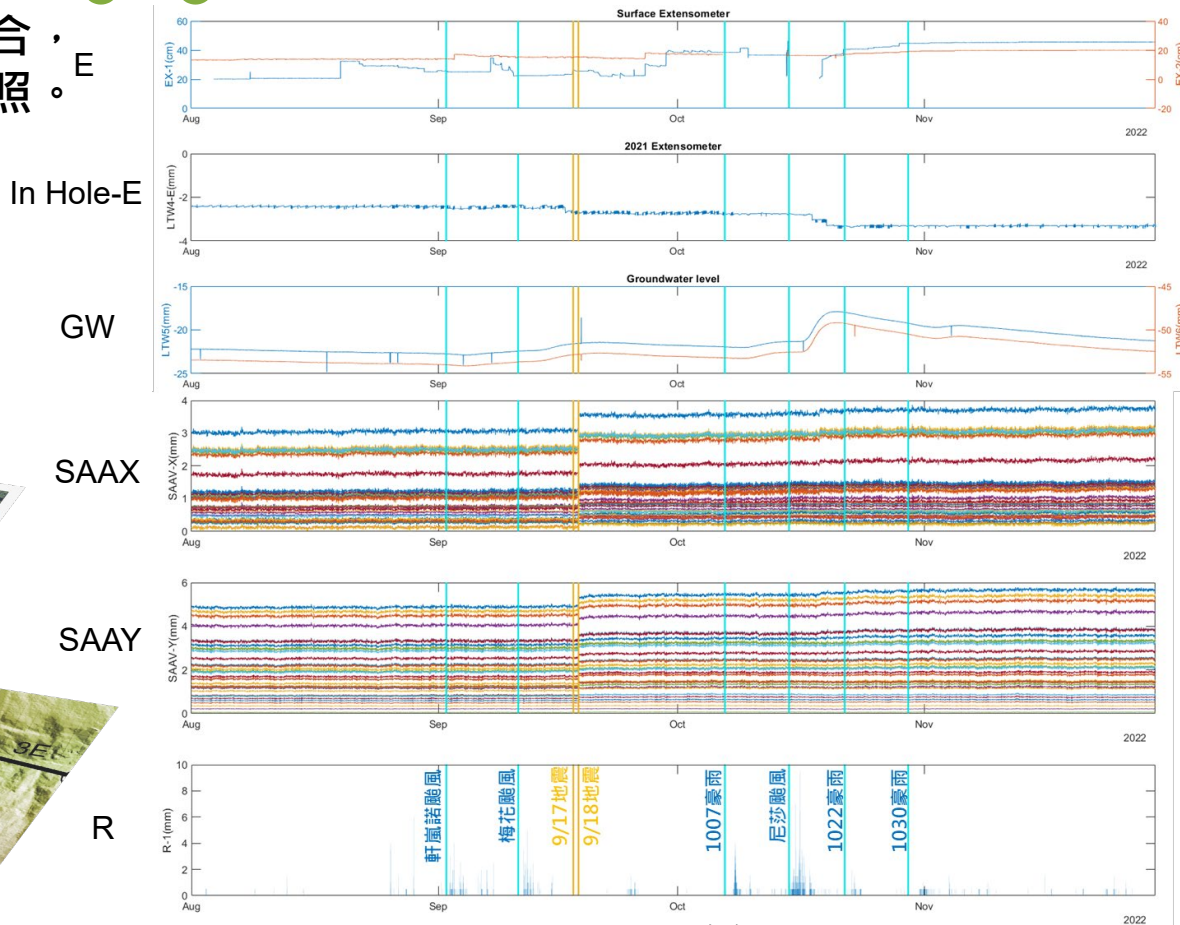
觀測資料綜合分析

空間資訊對照

空間資訊可以「點、線、面」之平面構成形態要素結合，本計畫可針對不同監測與其空間特性進行空間資訊對照。



時序事件監測對照



雨量、地下水、地表地下變形及其他訊號於事件相互比對

廣域地表變形
資料建置

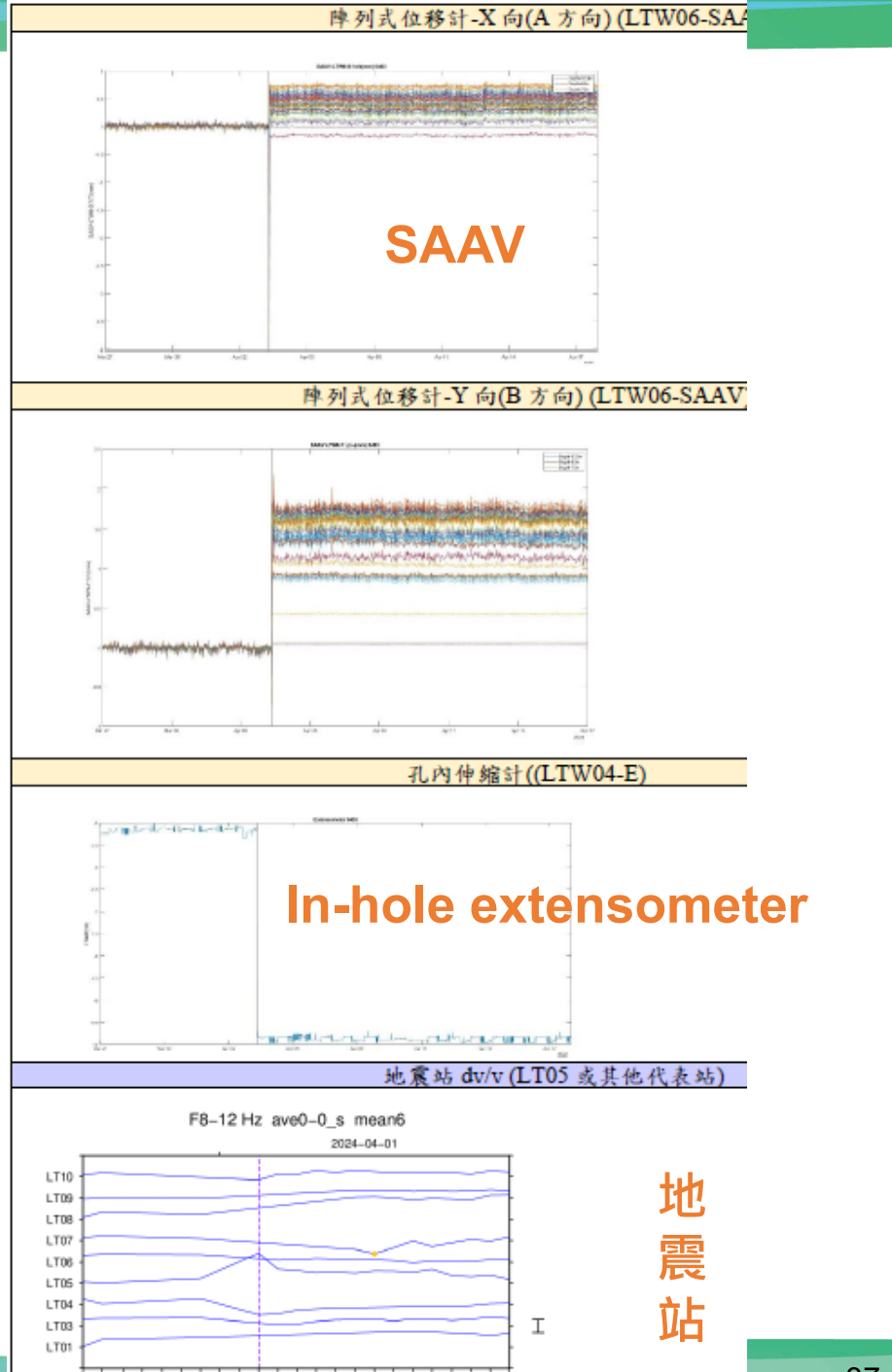
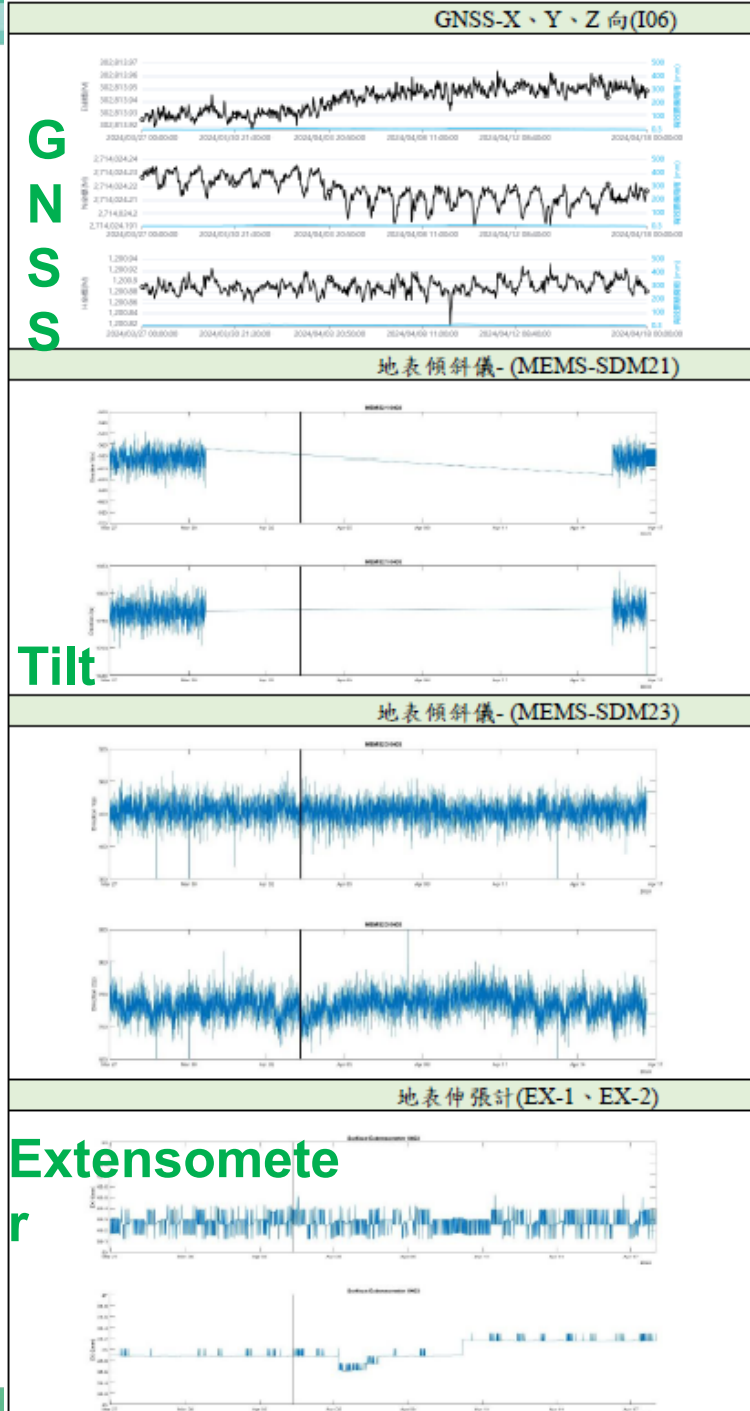
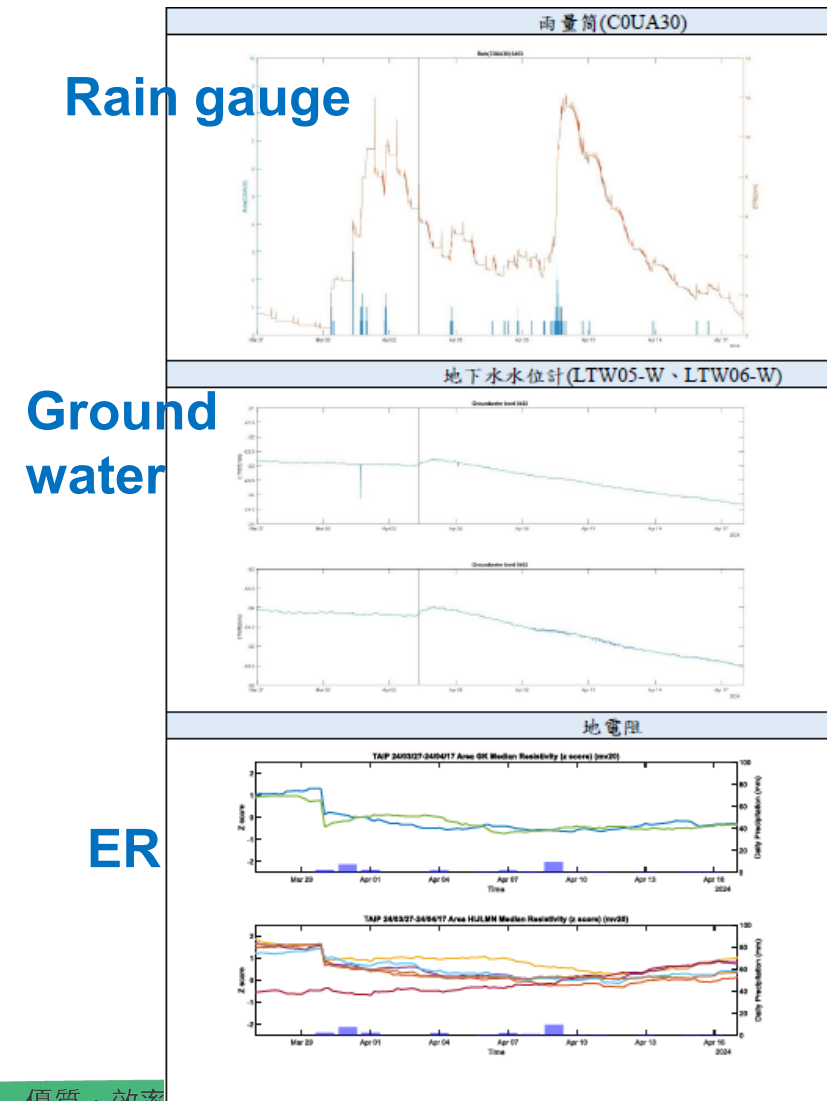
無人機
調查作業

崩塌地
活動性觀測

觀測資料綜合分析
應變期間線上守視

大崩發生機制
及穩定分析

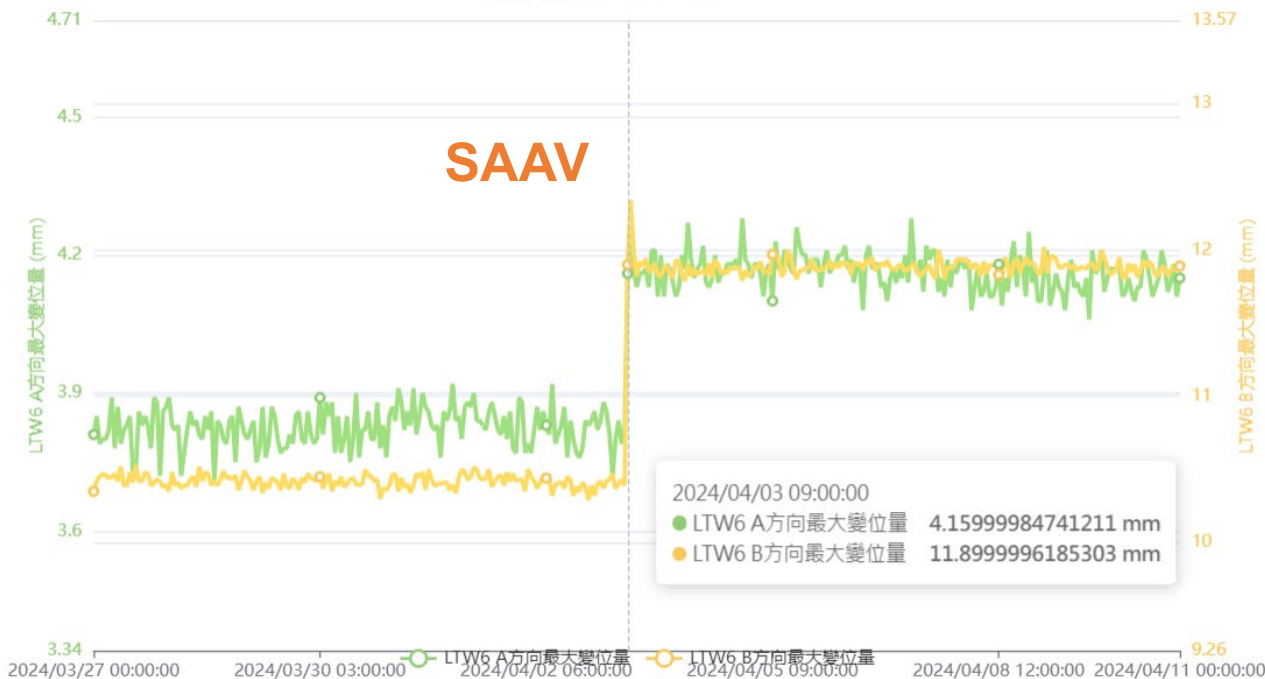
Alarm Interval 2024/4/3
Data Interval 2024/3/2~4/17





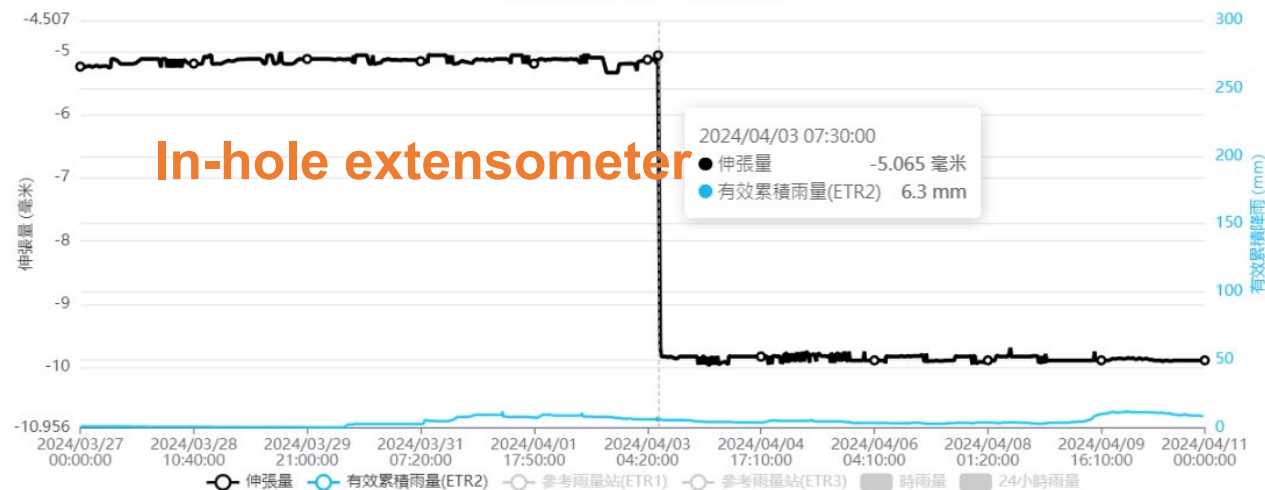
20240403 Hualien earthquake (M7.2)

SAAV

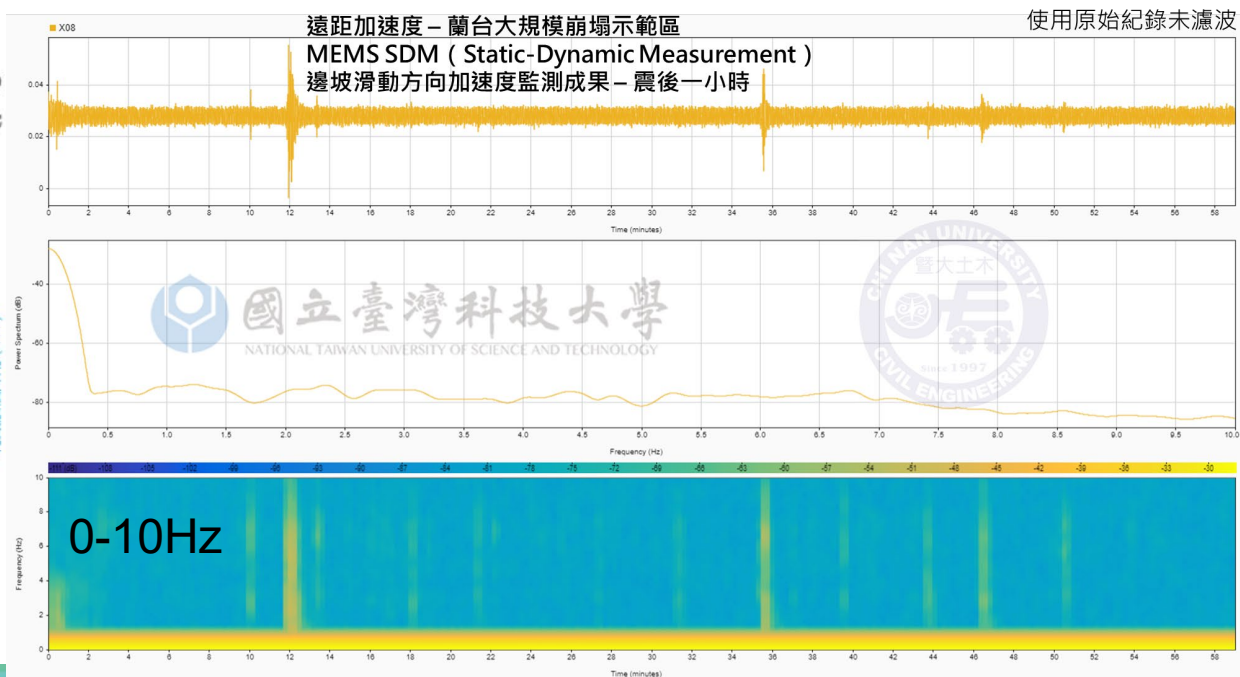
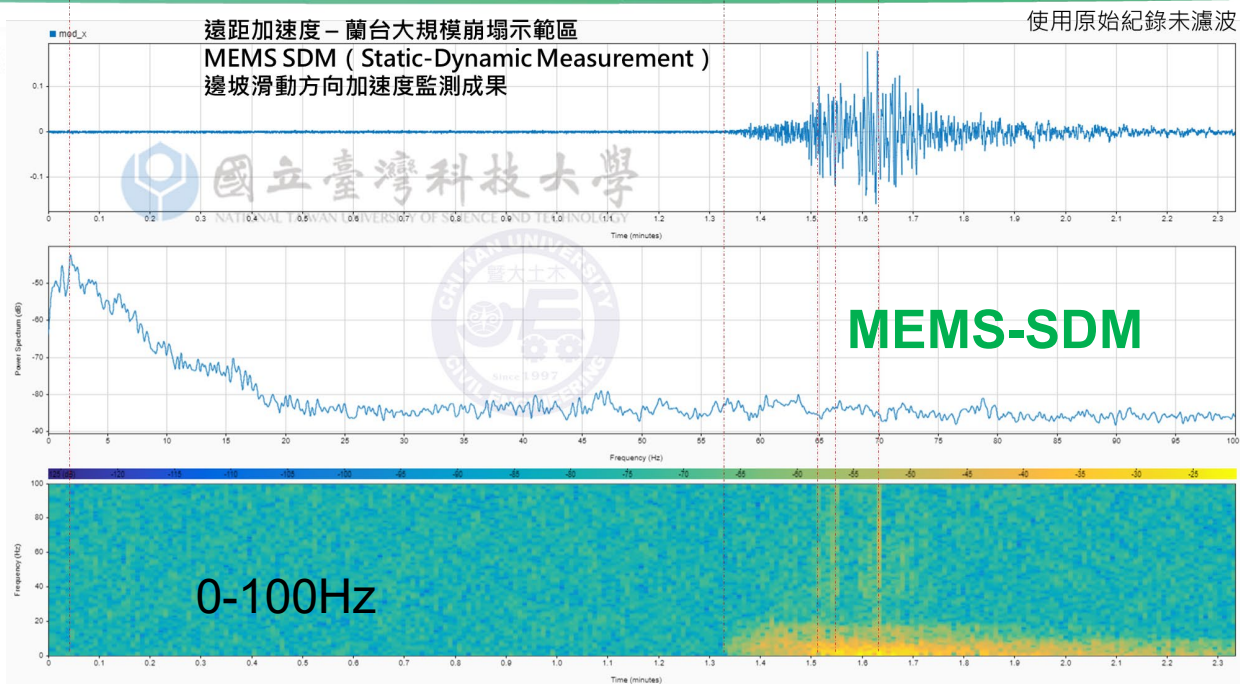


監測值歷史變化圖

時間區間: 2024-03-27 ~ 2024-04-10



In-hole extensometer



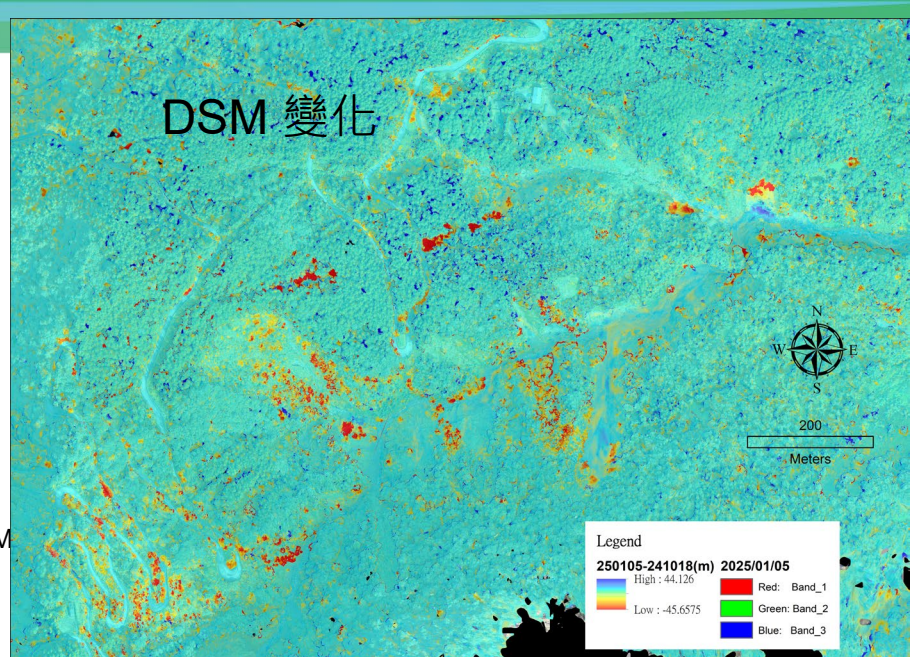


康芮颱風

資料來源: <https://www.ftvnews.com.tw/news/detail/2024B01N24M>

康芮颱風，太平山的聯外道路宜專一線出現路基掏空；
而五峰旗景區則是有落石擋路。

太平山路基掏空預估至少要修復3天 (圖 / 民視新聞)



2024.06.28

凱米颱風



2024.10.18



山陀兒及康芮颱風

2025.01.05



康芮颱風

警戒期間

2024/10/29~11/4

監測比較期間

2024/10/22~11/18

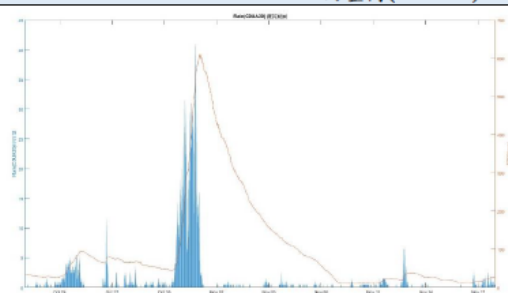
雨量筒

地下水位計

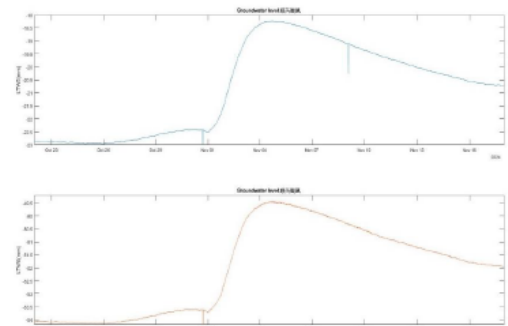
地電阻

優質・效率

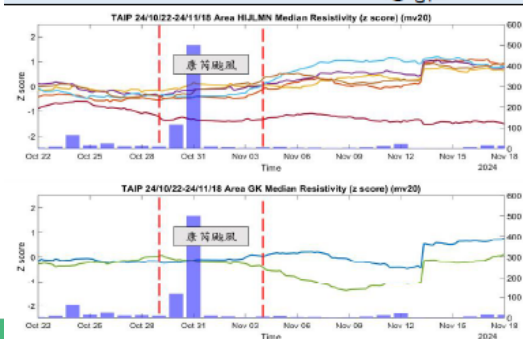
雨量筒(C0UA30)



地下水水位計(LTW05-W、LTW06-W)



地電阻

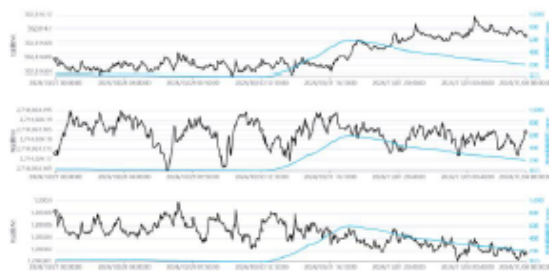


GNSS

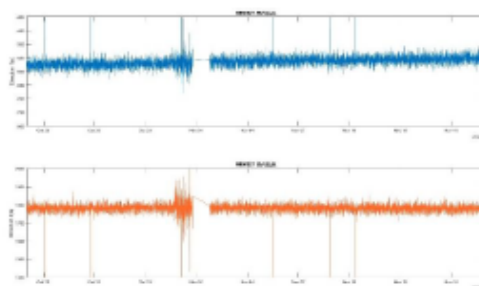
地表傾斜儀

地表伸張計

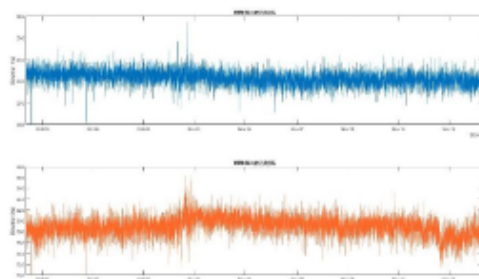
GNSS-X、Y、Z向(I06)



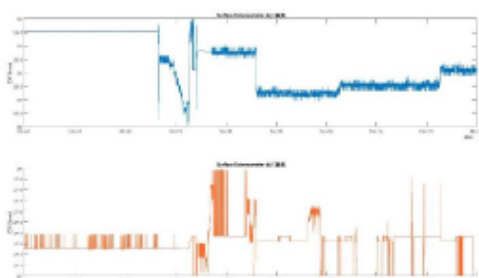
地表傾斜儀-X向(方位一)(MEMS-SDM21、M)



地表傾斜儀-Y向(方位二)(MEMS-SDM21、M)



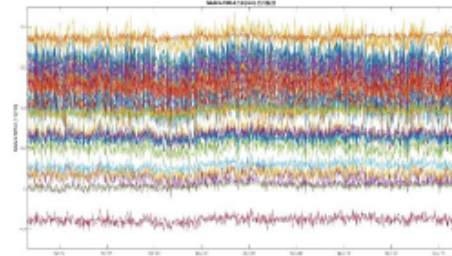
地表伸張計(EX-1、EX-2)



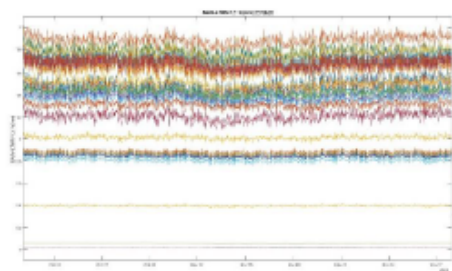
SAAV

孔內伸縮計

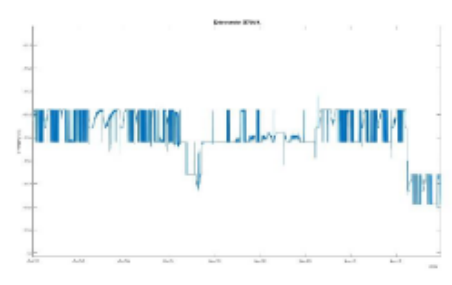
地震站



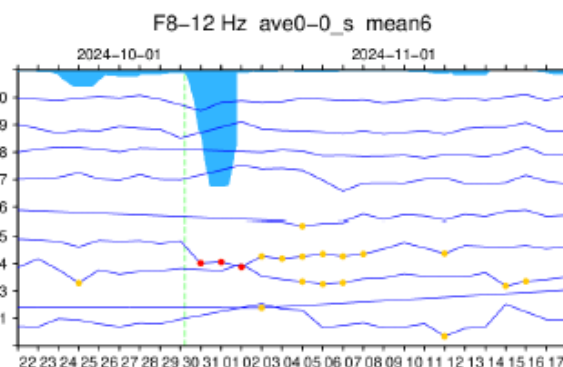
陣列式位移計-Y向(B方向)(LTW06-S)



孔內伸縮計(LTW04-E)



地震站 dv/v (LT05 或其他代表)



廣域地表變形
資料建置

無人機
調查作業

崩塌地
活動性觀測

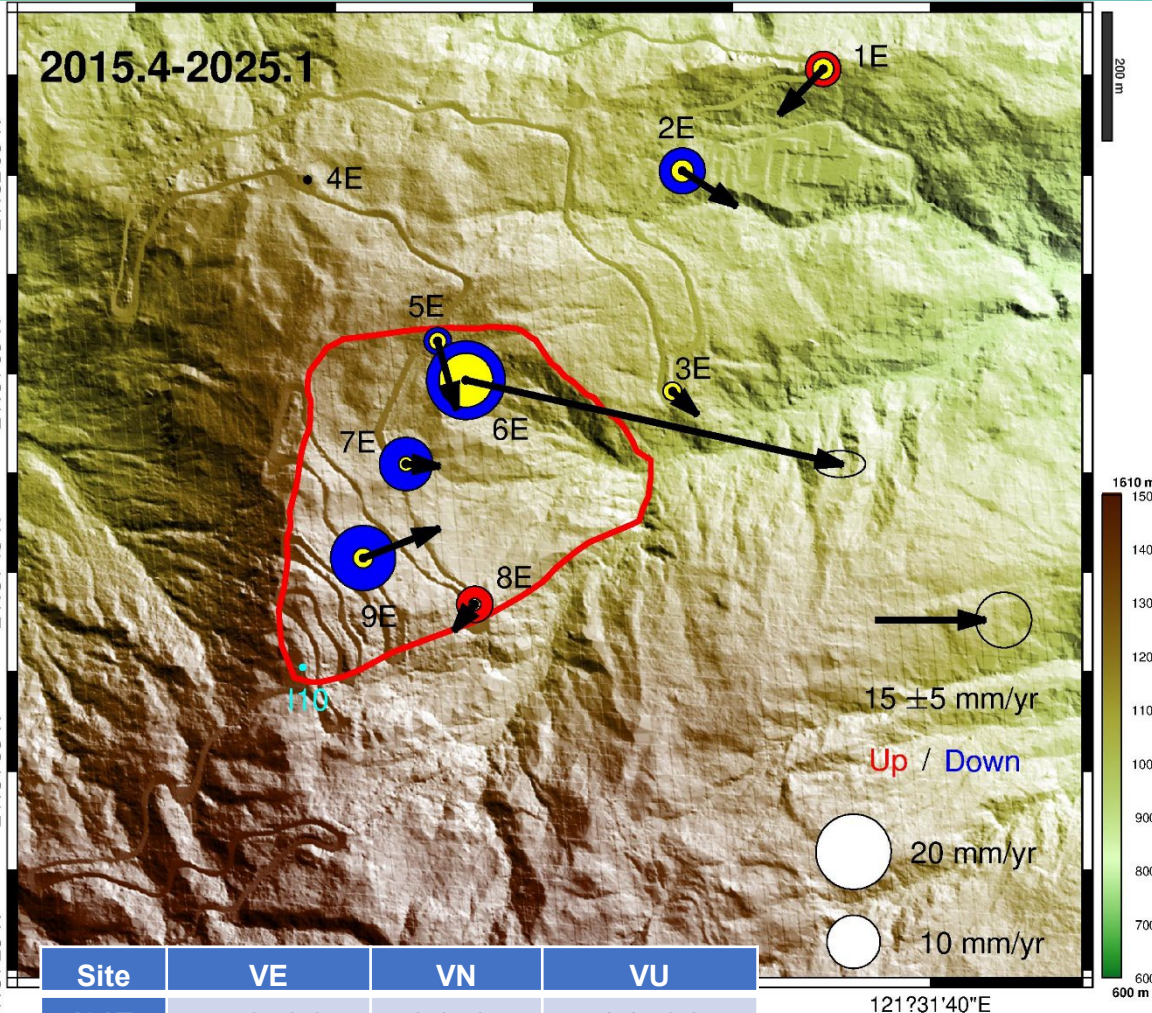
觀測資料綜合分析
應變期間線上守視

大崩發生機制
及穩定分析



2015.4-2025.1

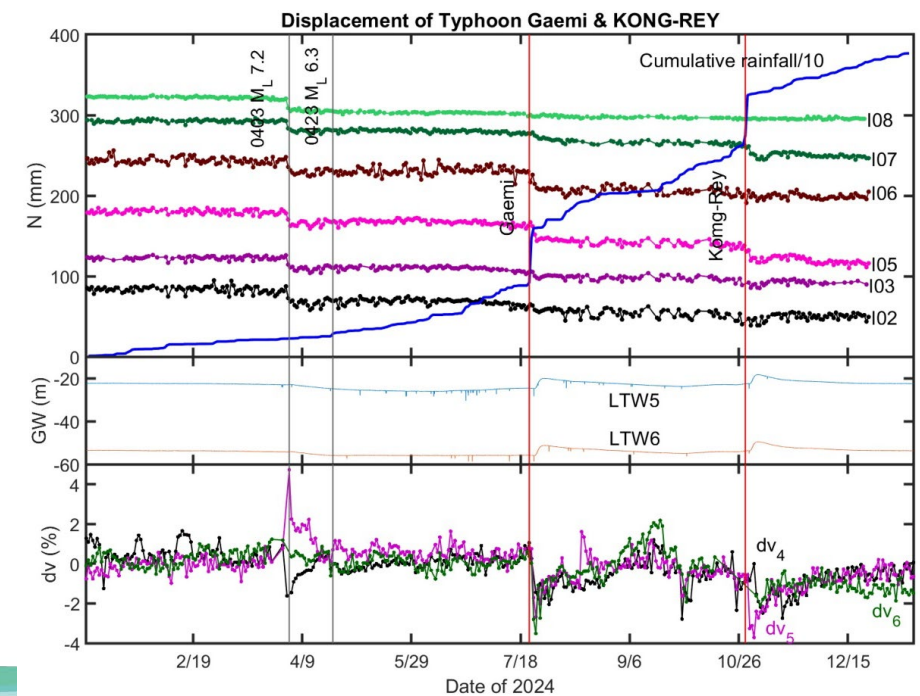
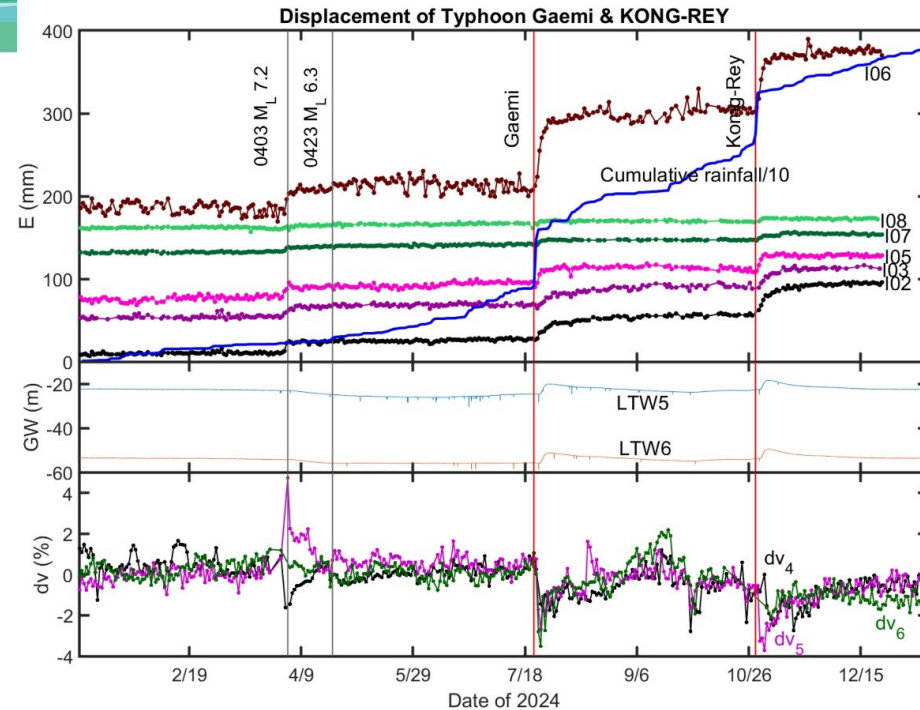
24°32'05"N
24°31'55"N
24°31'45"N
24°31'35"N
24°31'25"N



Site	VE	VN	VU
I01E	-5.9±0.2	-6.1±0.5	4.4±1.6
I02E	7.3±0.4	-4.7±0.7	-7.4±1.8
I03E	3.2±0.4	-3±0.2	1±1.2
I04E	0	0	0
I05E	2.6±0.2	-9.2±0.2	-2.6±1.1
I06E	52.3±4.2	-11.7±2.4	-21.8±10.3
I07E	4.3±0.2	-0.3±0.3	-10±0.8
I08E	-2.7±0.1	-3.4±0.2	4.6±0.5
I09E	10.3±0.3	4±0.4	-14.9±1.4

GNSS長期速度

凱米 & 康芮颱風



廣域地表變形
資料建置

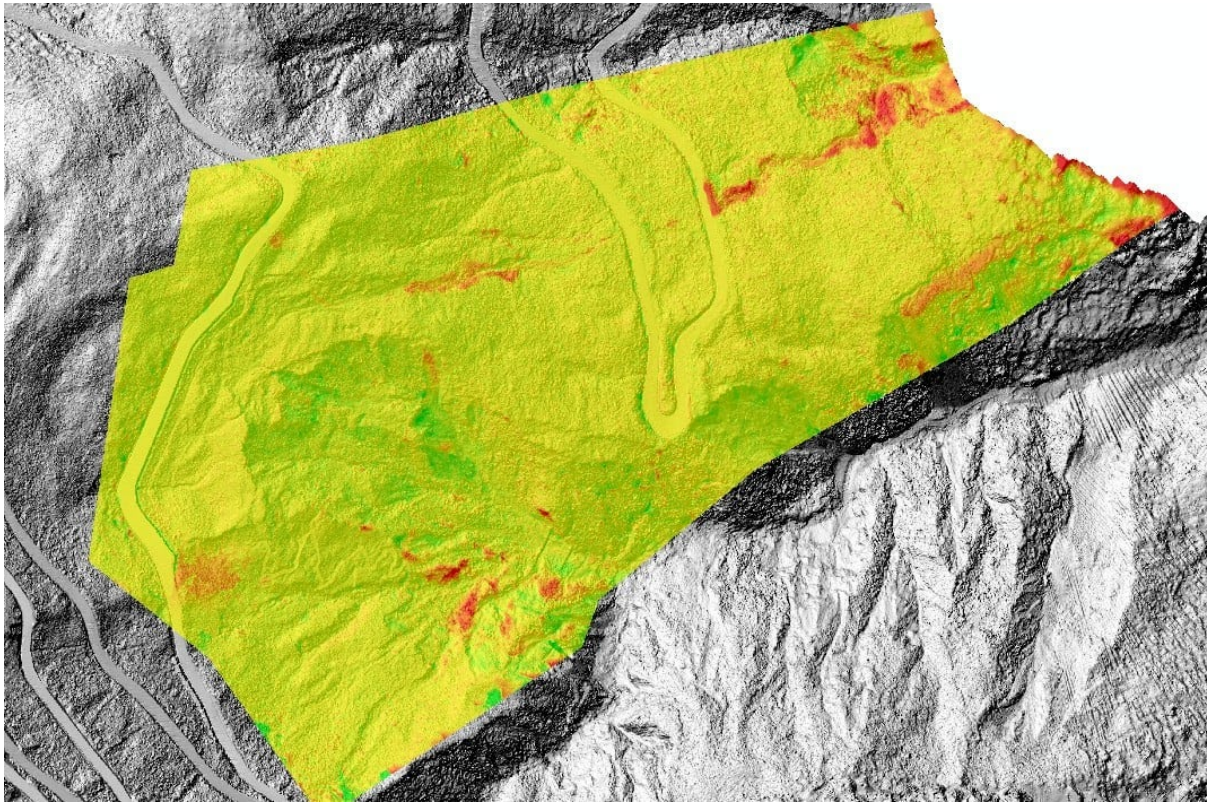
無人機
調查作業

崩塌地
活動性觀測

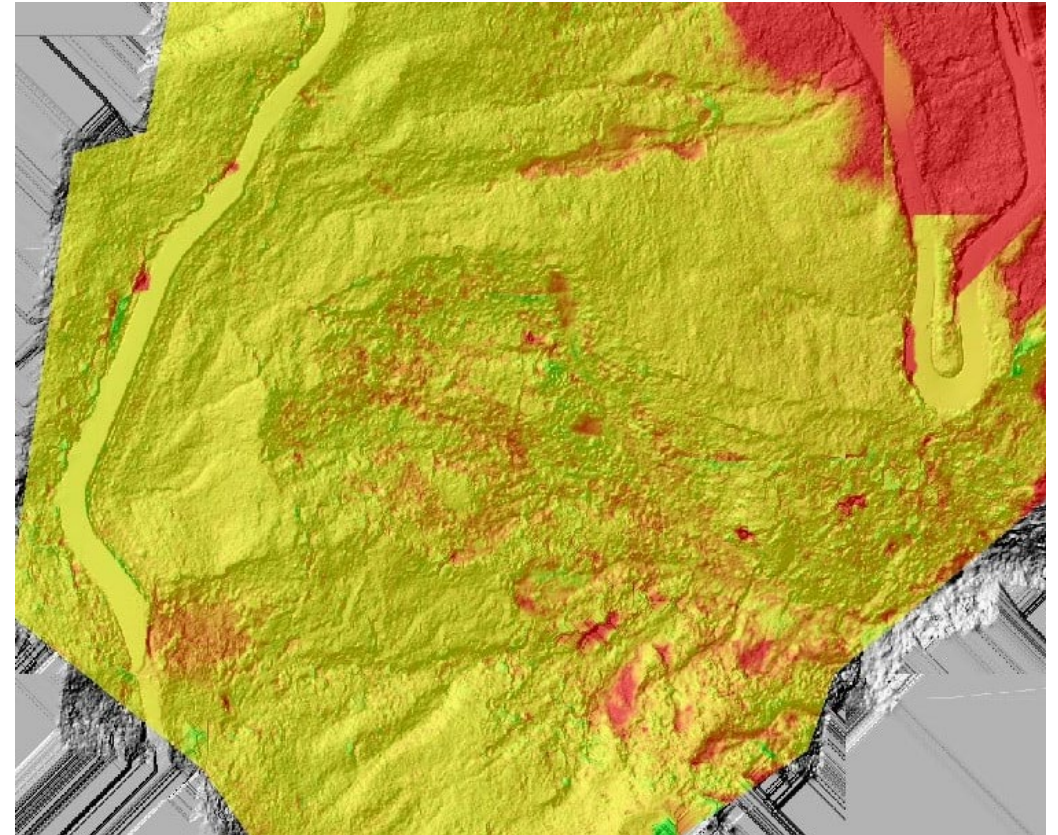
觀測資料綜合分析
應變期間線上守視

大崩發生機制
及穩定分析

無人機光達資料分析 – 2024年土石流事件



2018(北科大)-2025(暨大)



2021(暨大)-2025(暨大)



滾動檢討修正警戒值

蘭台示範區現地監測儀器適用性

監測儀器	內容
雨量計	警戒值訂定需先評估降雨引致地下水上升及邊坡位移啟動條件。
水壓計	警戒值訂定需先評估地下水上升引致邊坡位移啟動條件。
GNSS	當降雨累積雨量達 500mm 以上較能觀察出變化。
MEMS-SDM	溫度變化、熱漲冷縮可能影響監測數據。
地表伸張計	溫度變化、雨水重力施加於鋼纜、地表(人為或動物活動)活動可能影響監測數據。
孔內伸張計	溫度變化、熱漲冷縮可能影響監測數據。
SAA 陣列式位移計	地中節點可能故障影響監測數據。
地震站	當速度變化下降達 4%較能觀察出變化。
地電阻	監測資訊反映地下水水文及岩性，適合有地下水之區域。

累積雨量	地下水位	地表位移	地中位移
>200 mm 啟動：地下水位計	地下水位計 上升 0.5m	-	-
>300 mm 啟動：地表伸張計		地表伸張計： 位 移 速 率 >2mm/day	SAA： 位 移 速 率 2mm/day
>450 mm	地下水位計 上升 1.5m	地表伸張計： 位 移 速 率 >50mm/day	-
>550 mm 啟動：GNSS		GNSS： 位 移 速 率 >35mm/day	-
>600 mm 啟動：IPI	地下水位計 上升 1.87m	MEMS： 0.5度	IPI： 位 移 速 率 2mm/day
>800 mm- 1000 mm 啟動：孔內伸縮計	地下水位計 上升 2.5 至 3.2m	地表伸張計： 位 移 速 率 >50mm/day	孔內伸縮計： 位 移 速 率 50mm/day

蘭台現地監測啟動時序探討與管理基準值修訂

蘭台建議管理基準值

監測項目	監測儀器	儀器編號	管理基準值	
			注意值(黃色警戒)	警戒值(紅色警戒)
降雨量	雨量計	白嶺(C0UA3)	◆有效累積雨量達 300MM ◆雨場累積雨量達	有效累積雨量達 800MM 雨場累積雨量達
地下水位	地下水位計	LTW05-W LTW06-W	-15m -45m	-10m -40m
邊坡活動性(地表)	GNSS	I01、I03、I05、 I07、I09	1 日 /35mm 7 日 /140mm	1 日 /50mm 7 日 /200mm
		I02、I08	1 日 /35mm 7 日 /140mm	1 日 /125mm 7 日 /200mm
		I04、I06	1 日 /70mm 7 日 /140mm	1 日 /125mm 7 日 /200mm
	MEMS-SDM	MEMS-21 MEMS-23	1 日 /2520 7 日 /8820	1 日 /3600 7 日 /12600
	地表伸張計	EX-1 EX-2	1 日 /50mm 7 日 /350mm	1 日 /70mm 7 日 /500mm
邊坡活動性(地中)	孔內伸張計	LTW04-E	1 日 /50mm 7 日 /350mm	1 日 /70mm 7 日 /500mm
	SAA	LTW06-SAAV	1 日 /50mm 7 日 /350mm	1 日 /70mm 7 日 /500mm
其他	地震計	LT01、LT03、LT04、 LT05、LT06、LT07、 LT08、LT09、LT10	地震波速度變化下降 3%	地震波速度變化下降 4%
其他	地電阻	G、H、I、J、K、 L、M、N	電阻率達 60%和電場 變化率偏離正比行為	電阻率達 90%和電場 變化率呈現相反行為

廣域地表變形
資料建置

無人機
調查作業

崩塌地
活動性觀測

觀測資料綜合分析
應變期間線上守視

大崩發生機制
及穩定分析



計畫團隊分工

團隊組織

王國隆 教授



林美聆 教授



陳建志 講座教授 倪春發 教授



陳柔妃 助理教授



張國楨 教授



陳昭維 總經理



陳宏宇 研究員



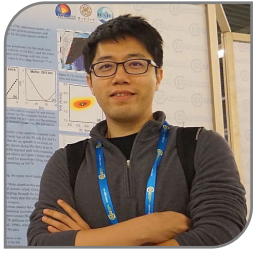
許雅儒 研究員



郭志禹 研究員



黃信樺 副研究員

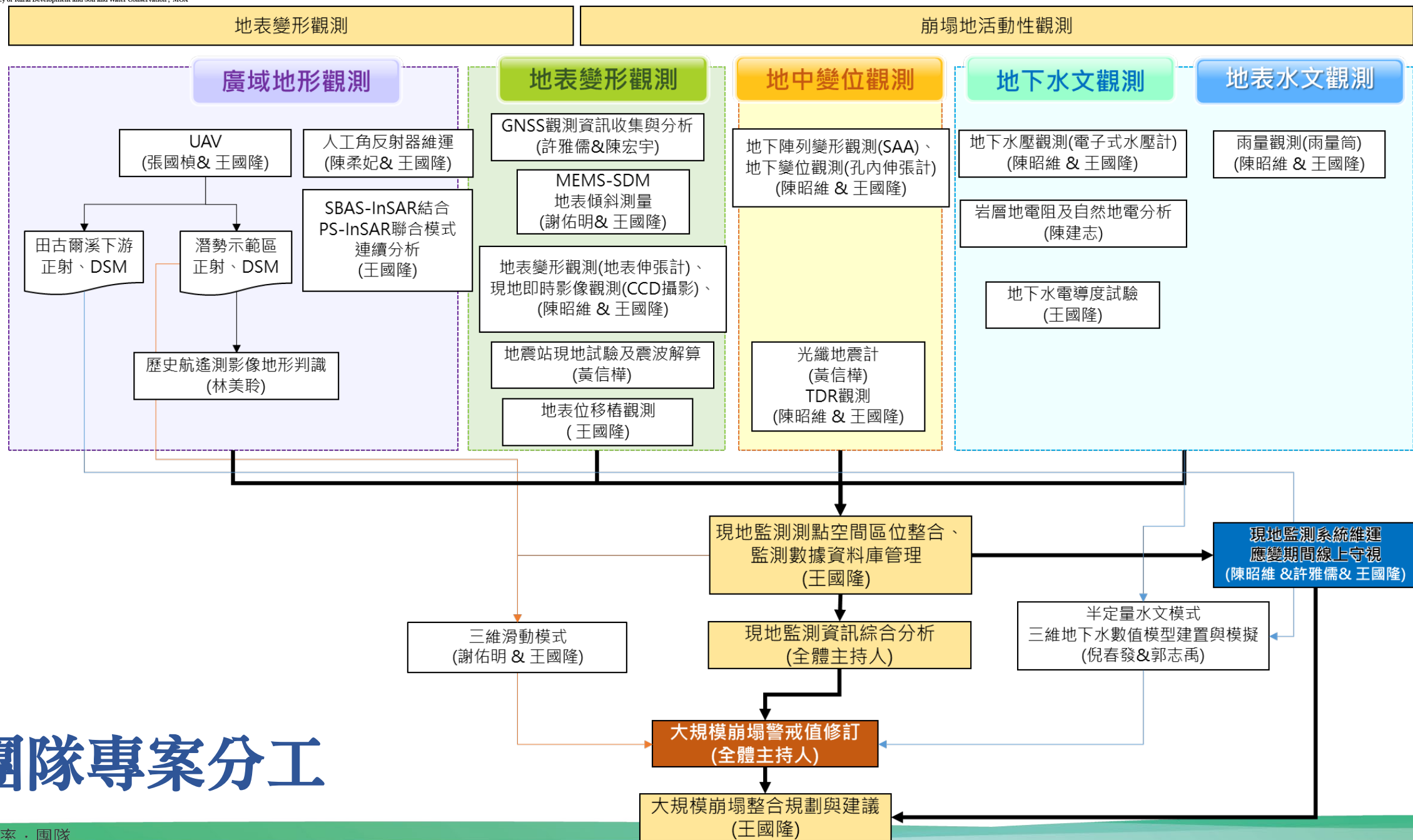


謝佑明 副教授



團隊主持人與共同主持人

職稱	姓名	單位職稱	負責項目
主持人	王國隆	國立暨南國際大學土木工程學系教授	計畫管理與執行；衛星影像地表變化滑動分級區塊建置；現地無人機空拍調查；現地地工監測；地下水電導度試驗；地表位移樁觀測；維護、監測報告撰寫；應變線上守視；警戒基準值修擬；三維影響範圍分析。
共同主持人	林美聆	國立臺灣大學土木工程學系教授	歷史航遙測影像資料地形特徵判釋工作。
共同主持人	倪春發	國立中央大學應用地質研究所教授	三維地下水數值模型建構及數值模擬。
共同主持人	陳建志	國立中央大學地球科學學系講座教授	岩層地電及自然地電阻分析、研提自動化發布可行性評估。
共同主持人	陳柔妃	國立臺北科技大學材料及資源工程系助理教授	人工角反射器維護管理與紀錄。
共同主持人	陳宏宇	中央研究院地球科學研究所研究員	GNSS觀測資訊分析。
共同主持人	陳昭維	青山工程顧問股份有限公司總經理	現地地工試驗；設備維護管理與紀錄；監測資料架接。
共同主持人	郭志禹	中央研究院應用科學研究中心研究員	三維地下水數值模型建構及數值模擬。
共同主持人	張國楨	國立臺北科技大學土木工程系教授	現地無人機空拍調查。
共同主持人	許雅儒	中央研究院地球科學研究所研究員	GNSS觀測資訊分析。
共同主持人	黃信樺	中央研究院地球科學所副研究員	地震測站現地試驗及震波解算、研提自動化發布可行性評估；光纖地震計試驗。
共同主持人	謝佑明	國立臺灣科技大學營建工程系副教授	微機電感測元件(MEMS-SDM)開發。



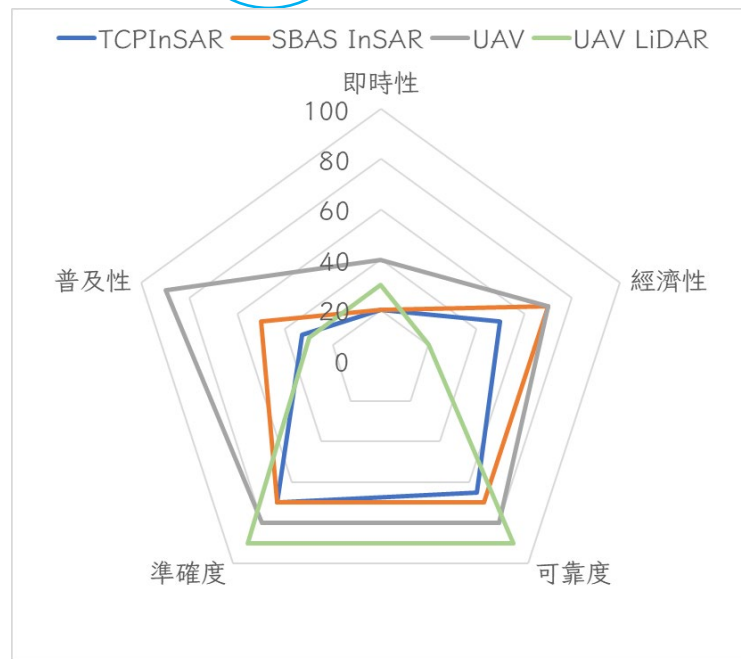
團隊專案分工



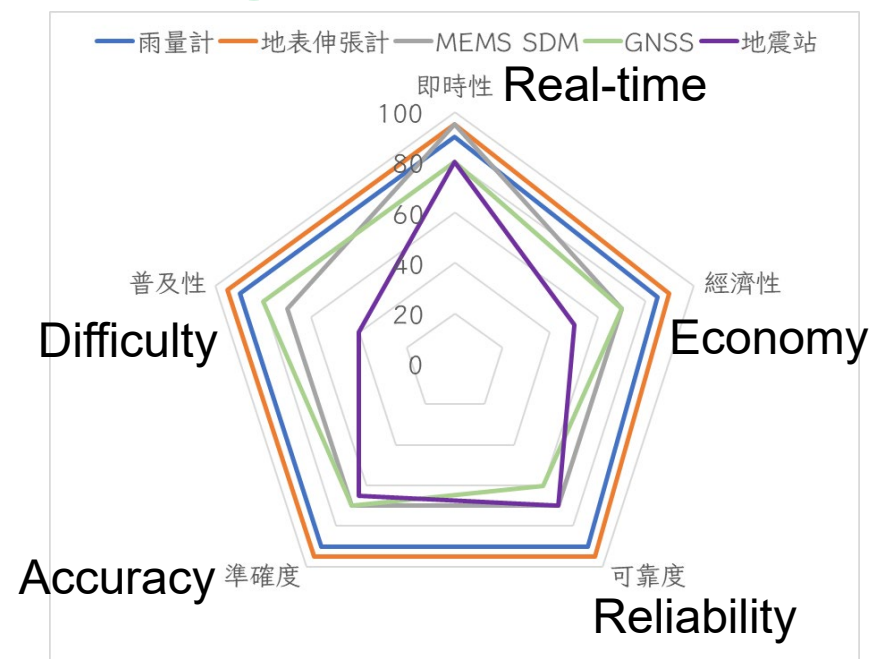
大規模山崩監測儀器設置可行性分析



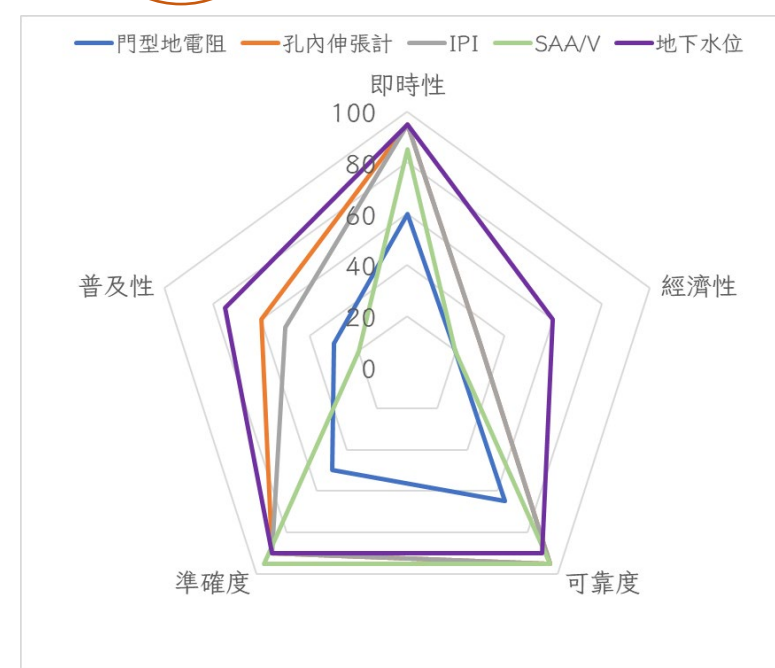
Above



Ground



Underground



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