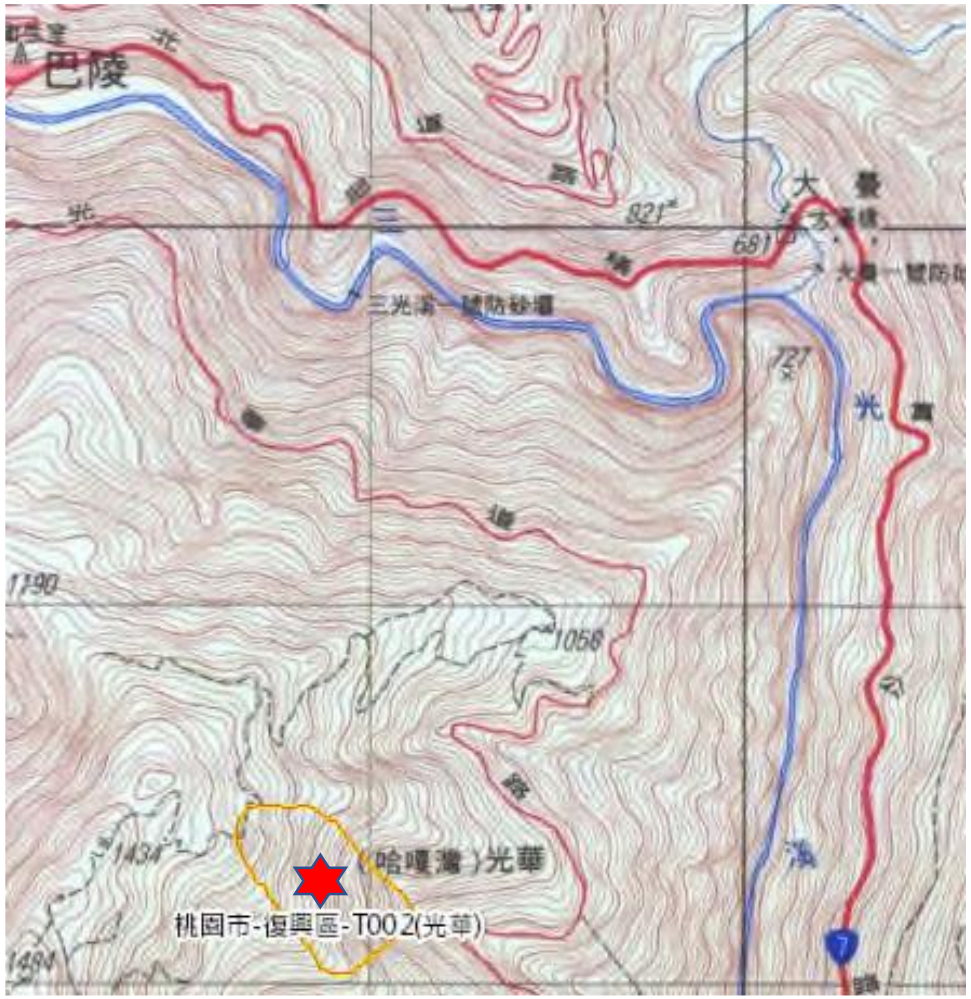
大規模崩塌地的監測與未來
以光華崩塌地為例

土石流防災中心
趙彥勛 助理工程員 報告

111年8月30日





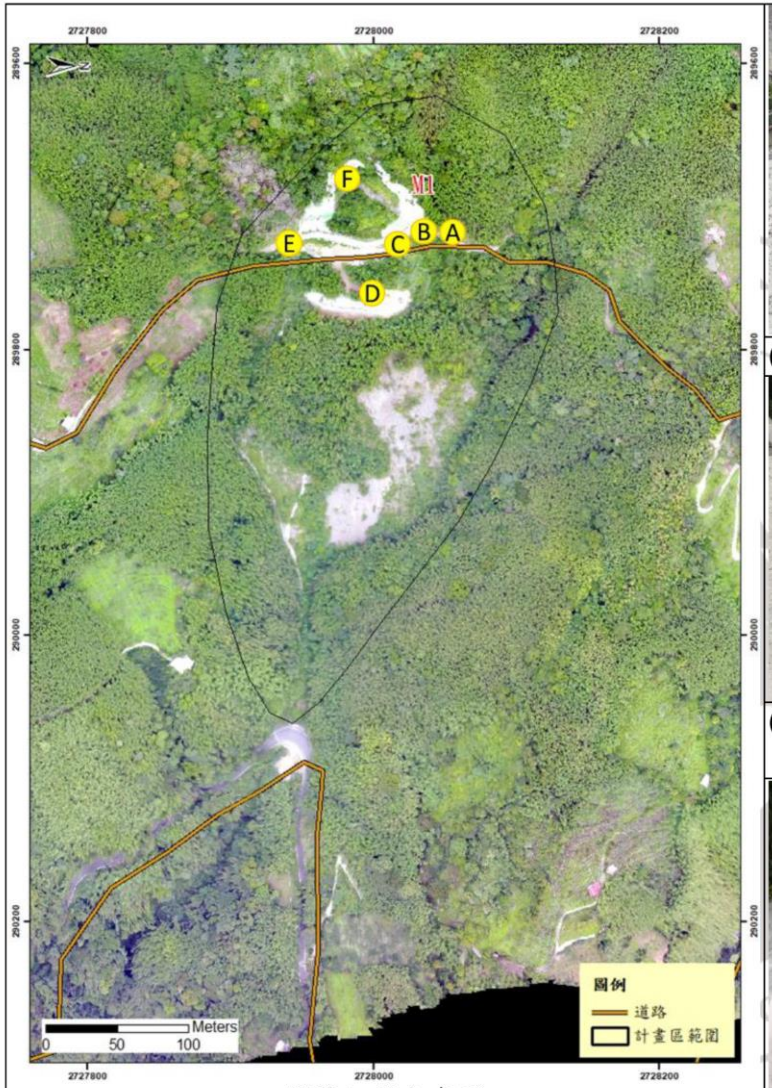
崩塌勢區範圍
12.3公頃

調查範圍
7公頃

光華崩塌地
監測資料與
技術精進

桃園市-復興區-T002(光華)大規模崩塌潛勢區位置圖及空拍圖

歷史相關照片



照片位置分布圖
(底圖為前期計畫產製之正射影像，拍攝時間 2019/7/1)



(A)農路局部路段下滑



(B)農路上邊坡擋土牆下滑



(C)道路擋土牆受邊坡下滑而斷裂



(D)農路下邊坡可見前次災害之損毀道路



(E)噴漿護坡開裂，裂框約 2cm



(F)坡頂可見明顯崩崖，邊坡噴漿已有開裂痕跡





臺北分局、青山團隊

多時期UAV空拍影像比對

- 分區1：107年5月~110年7月，長期有活動性，持續變形
- 分區2：110年1月後，分區2產生較顯著變形，活動性增加

推測原因為受分區1下滑擠壓分區2產生變形，往下坡方向運動



共34期影像

1. 107/05/15
2. 108/07/01
3. 108/11/01
4. 109/06/02
5. 109/10/12
6. 110/02/02
7. 110/02/07
8. 110/02/17
9. 110/02/24
10. 110/03/03
11. 110/03/05
12. 110/03/08
13. 110/03/10
14. 110/03/12
15. 110/03/19
16. 110/03/22
17. 110/03/24
18. 110/03/26
19. 110/03/31
20. 110/04/06
21. 110/04/15
22. 110/04/21
23. 110/04/26
24. 110/04/30
25. 110/05/07
26. 110/05/14
27. 110/05/28
28. 110/06/02
29. 110/06/10
30. 110/06/17
31. 110/06/25
32. 110/07/08
33. 110/07/15
34. 110/07/26

影像來源：
- 本局
- 臺北分局
- NCDR
- 本計畫

可能崩塌機制分析及後續邊坡活動性變化趨勢評估

綜合多期影像、地質調查及監測結果分析

表層-岩屑&破碎岩層崩塌 (分區1、2)

受外在營力作用，表層可能會再崩塌

- 表層出露軟弱岩屑材料及破碎岩層，受坡面沖蝕及重力作用可能誘發崩塌。

厚層岩屑滑動 (分區1)

評估滑動面剪出位置為自由端，由於坡面仍有鬆散軟弱之岩屑層材料覆蓋，受外在營力作用易再誘發滑動

- 岩屑層具明顯滑動面：分區1，約地表下5~27m。
- 分區2可見岩層出露，顯示岩屑層厚度已漸減，研判分區1岩屑滑動塊體可能從分區2 上方坡面剪出。

岩體滑動 (全區或分區2)

評估受束口地形特性作用，後續變形可能逐漸趨緩

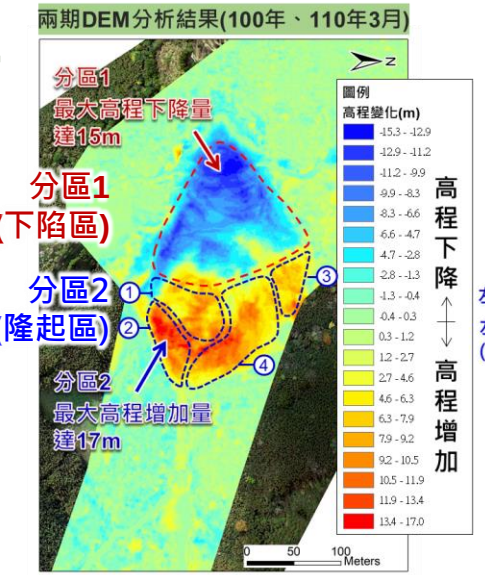
- 整體性滑動：分區1+2，破碎岩體滑動。

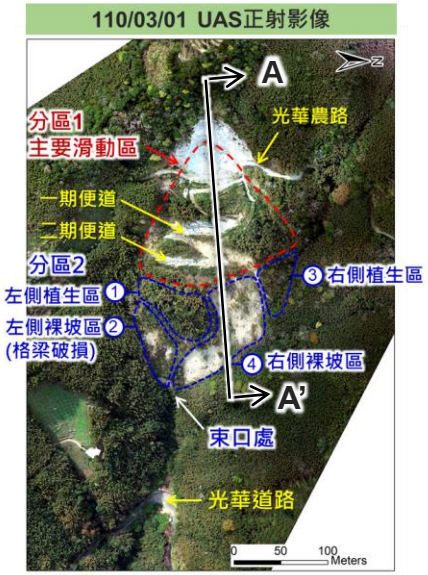
或

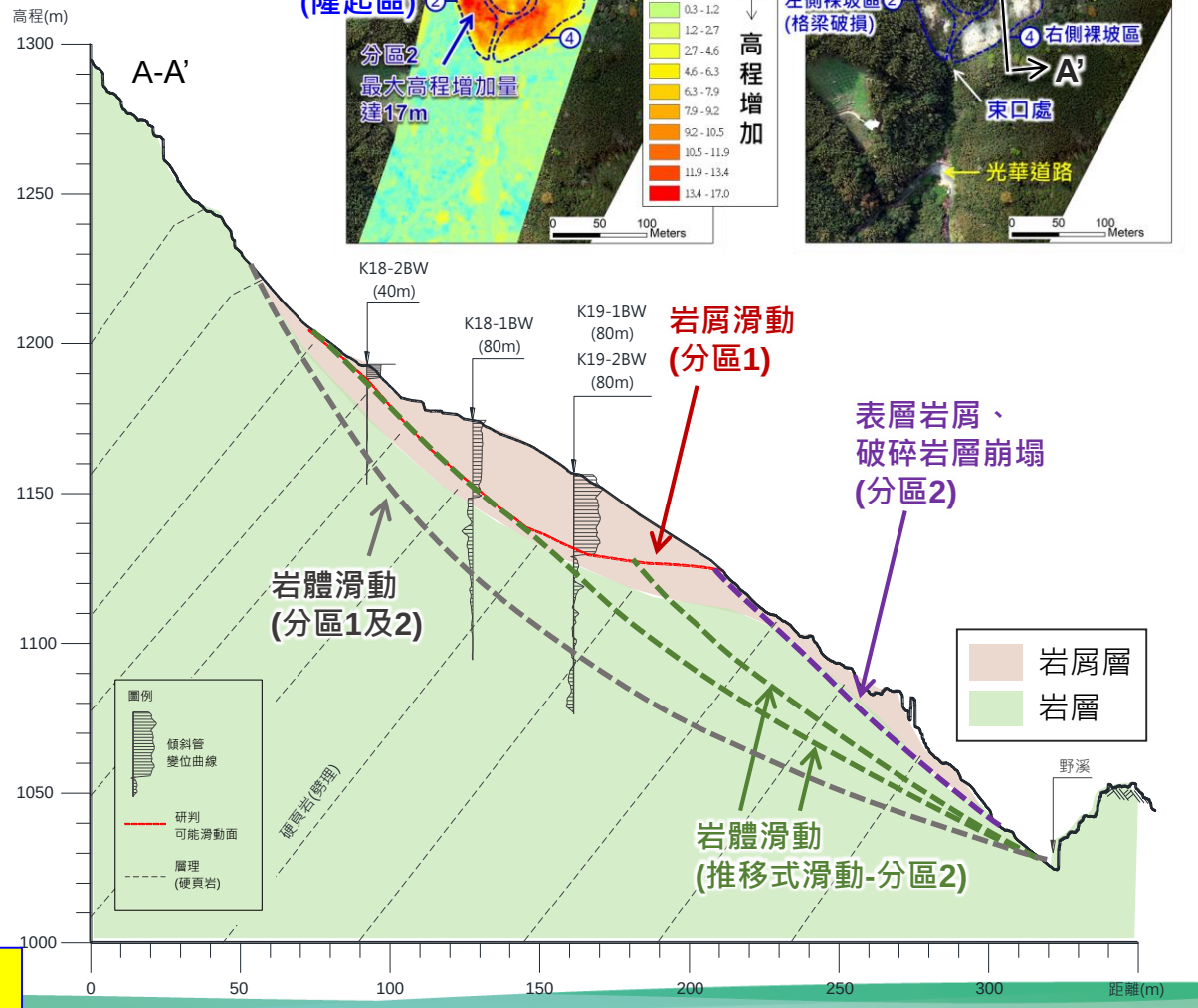
- 推移式滑動：分區2受分區1塊體滑動之下滑力擠壓分區2邊坡，誘發滑動。

各區活動性有賴持續觀察

臺北分局、青山團隊



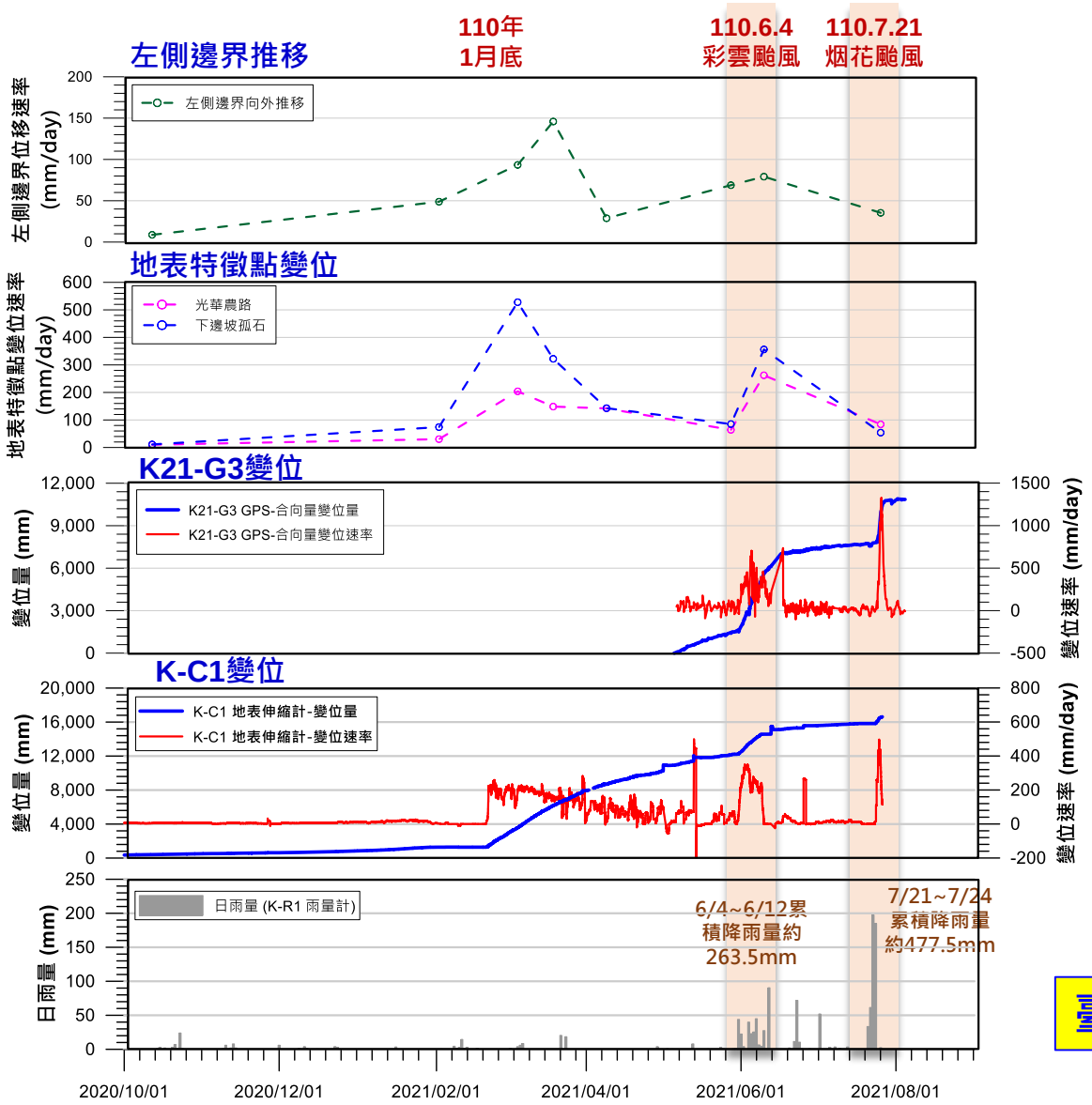




事件下監測數據評析

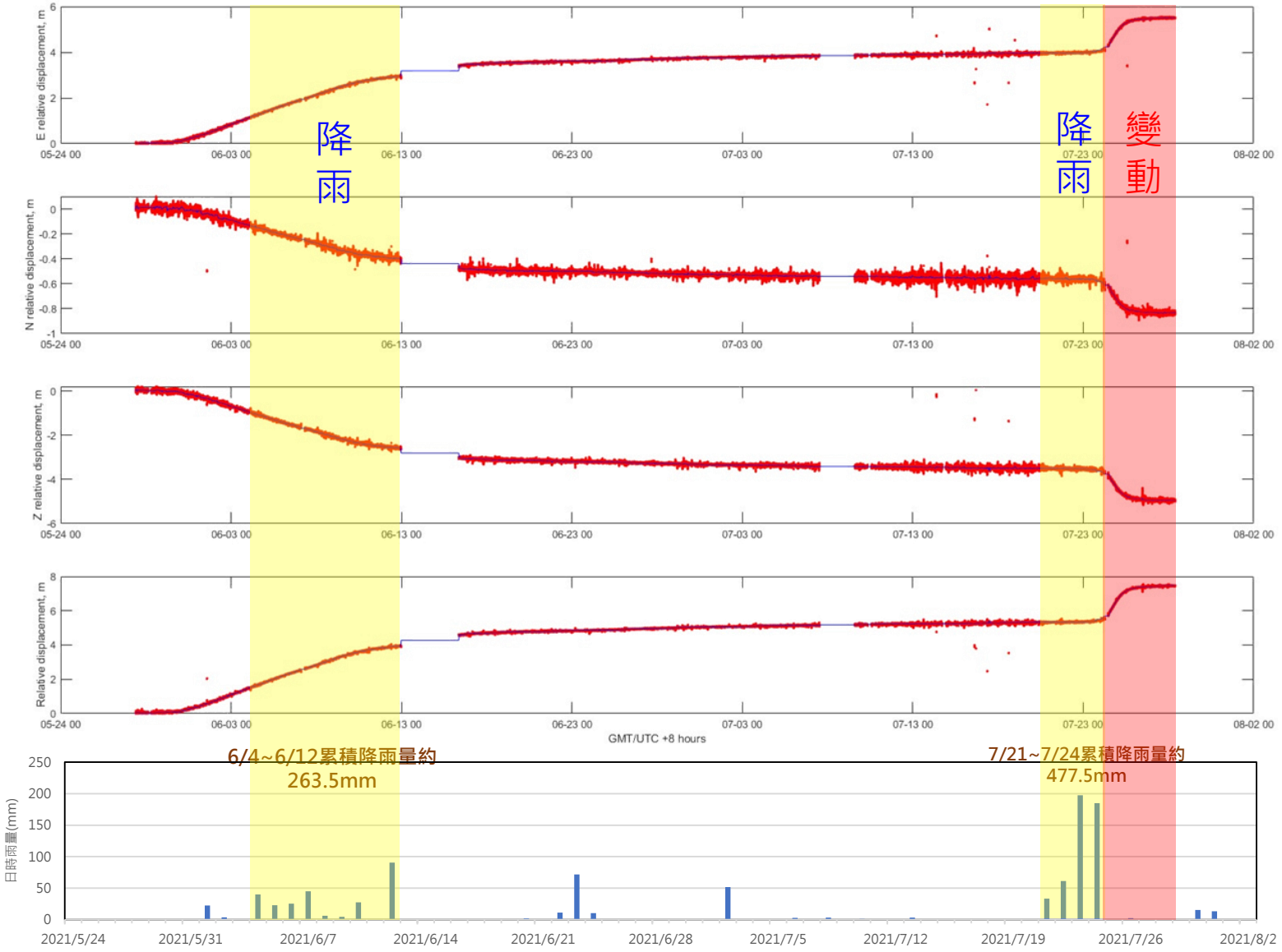

塊體邊界
雙軸傾斜儀
地表伸縮計
GPS觀測點
08/18 13:00~08/19 13:00
位移資料(前日差值)
MEMS-1
GPS-G5
GPS-G4
K-C3
GPS-G7
K-C1
A+
GPS-G3
GPS-NCU301
K-C5
K-C4
B+
K21-G1
T11 T12 T13
GPS-G6
K21-G3
T11-A：-3961s(+4)
T11-B：-5084s(-10)
T12-A：-3407s(+3)
T12-B：-5806s(-5)
T13-A：-3992s(-6)
T13-B：-5247s(+3)
K-C1：3mm(+1)
K-C3：3mm(+1)
K-C4：3mm(+1)
K-C5：0mm(0)
GPS-G3：儀器維護。
GPS-G4：2mm/day(-3)
GPS-G5：2mm/day(-4)
GPS-G6：3mm/day(+0)
GPS-G7：儀器維護。
GPS-K21-G1：11mm/day(0)
GPS-K21-G3：19mm/day(0)
GPS-NCU301：儀器維護。
08/18 13:00~08/19 13:00
最大變動點位K21-G3
變動量為19mm/day

彩雲颱風與烟花颱風事件分析-K21-G3、KC1



臺北分局、青山團隊

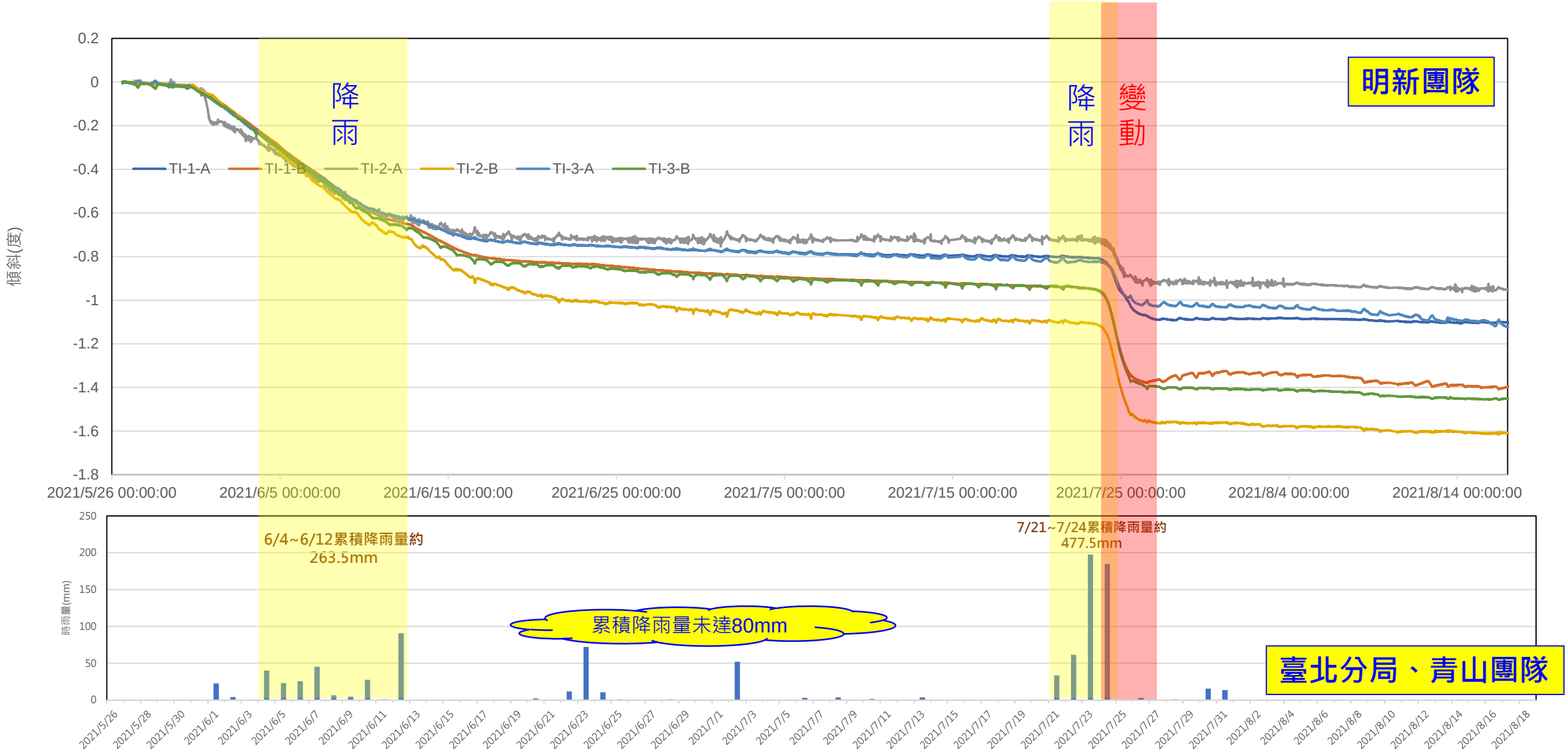
彩雲颱風與烟花颱風事件分析-NCU301



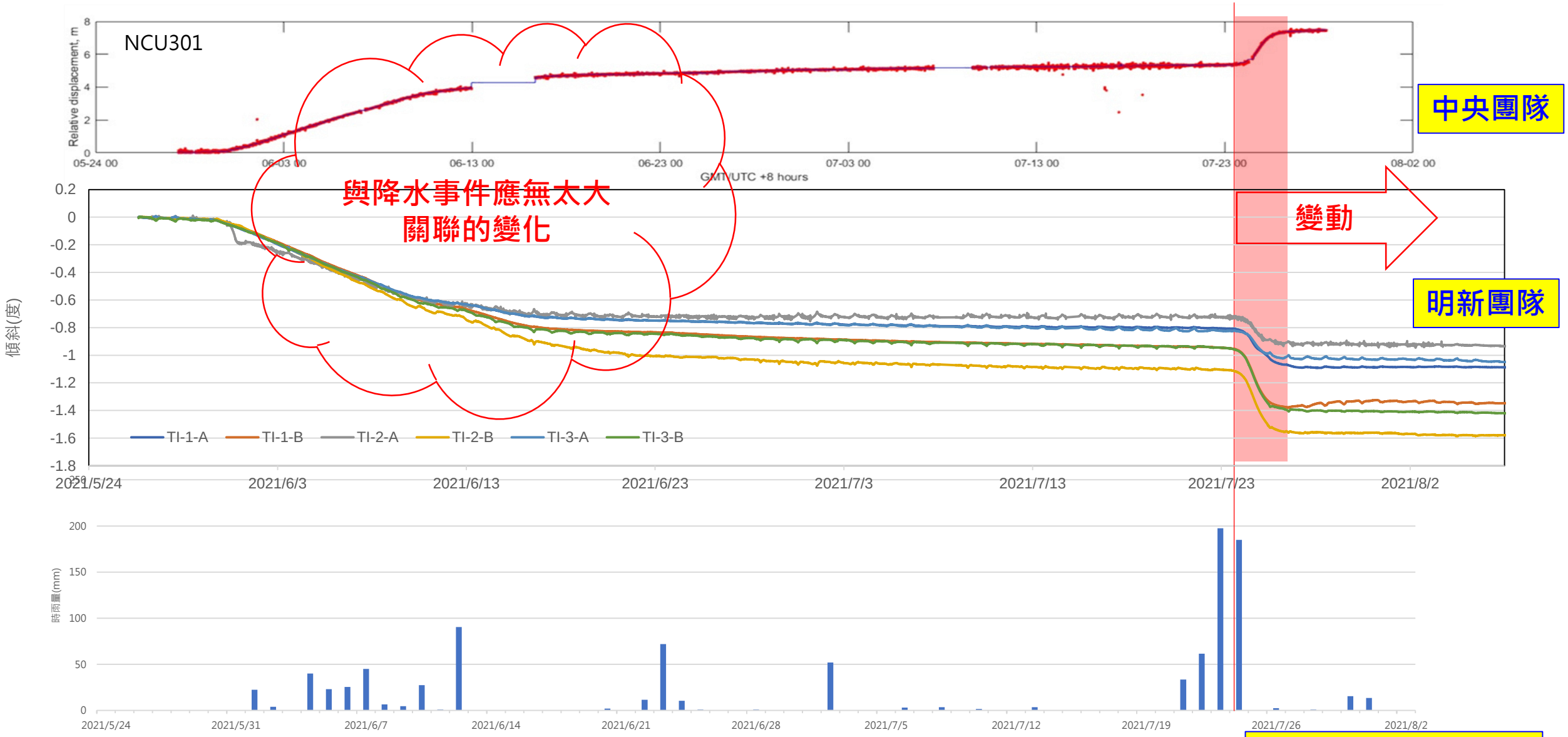
中央大學團隊

臺北分局、青山團隊

彩雲颱風與烟花颱風事件分析-TI~T3

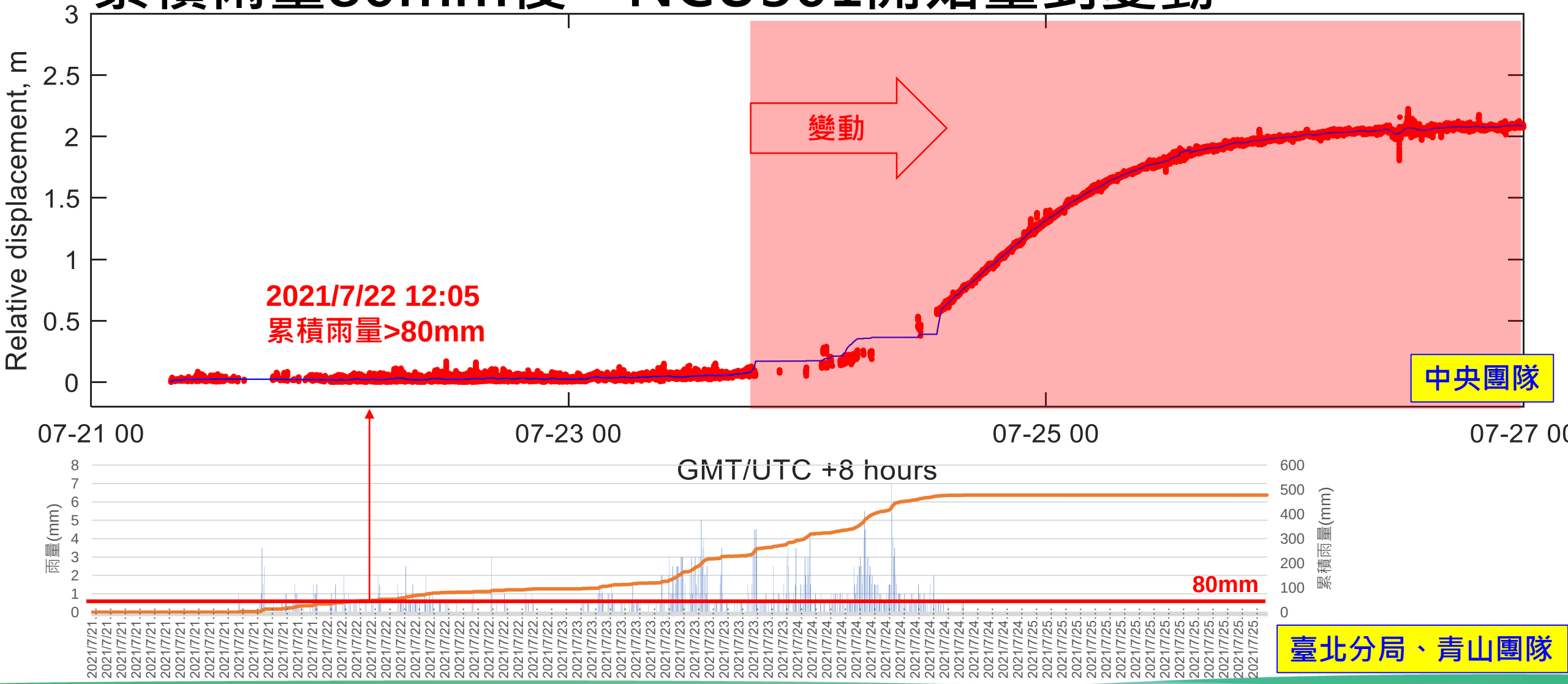


彩雲颱風與烟花颱風事件分析-GPS vs TI



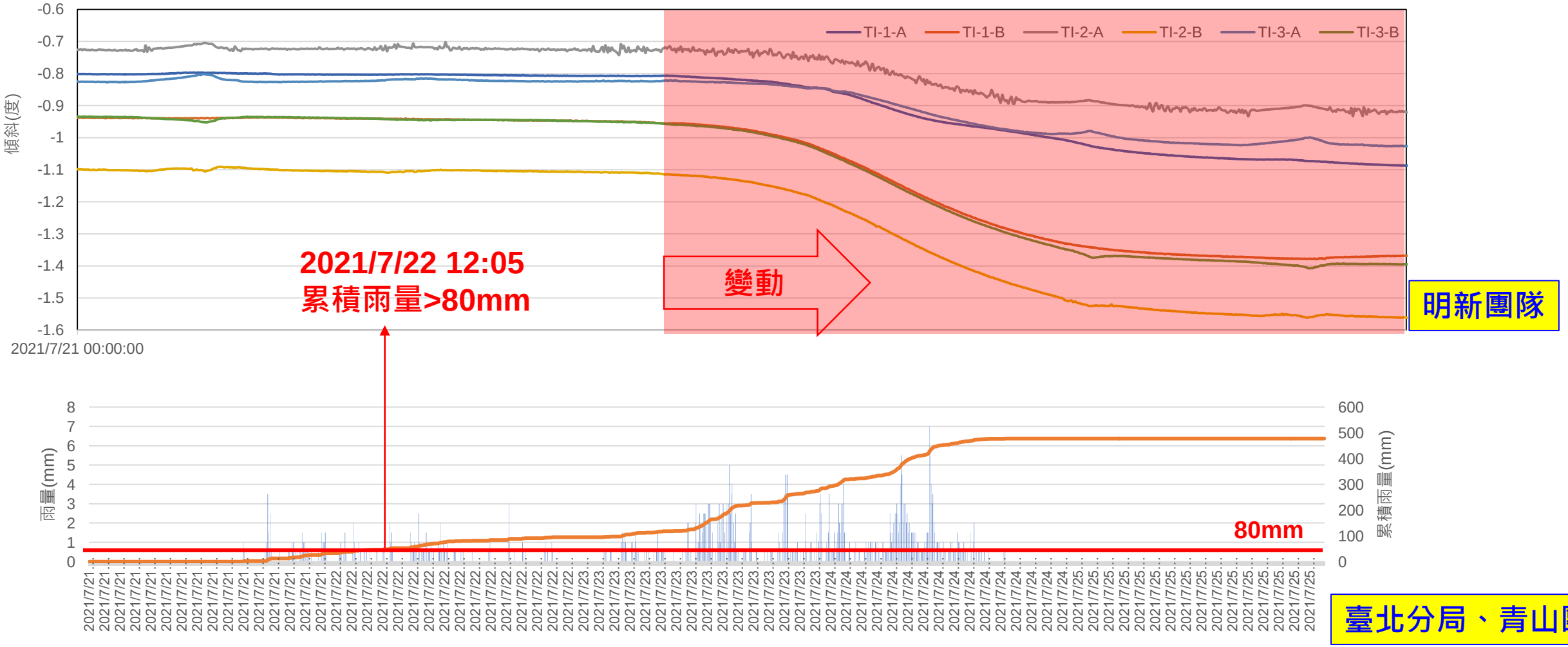
烟花颱風事件分析-GPS

累積雨量80mm後，NCU301開始量到變動

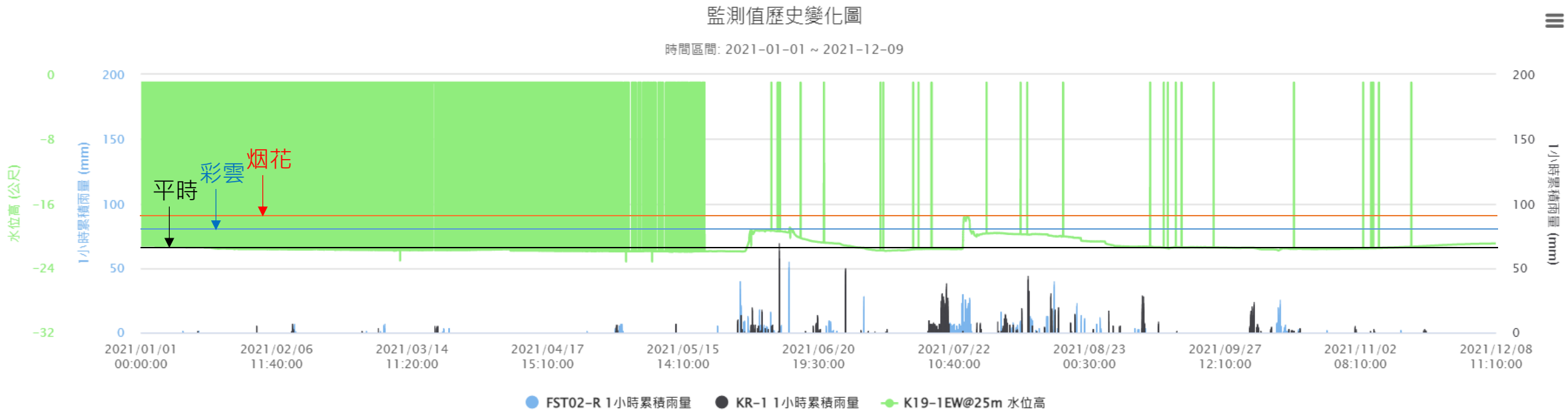


烟花颱風事件分析-TI

累積雨量80mm後，TI開始量到變動



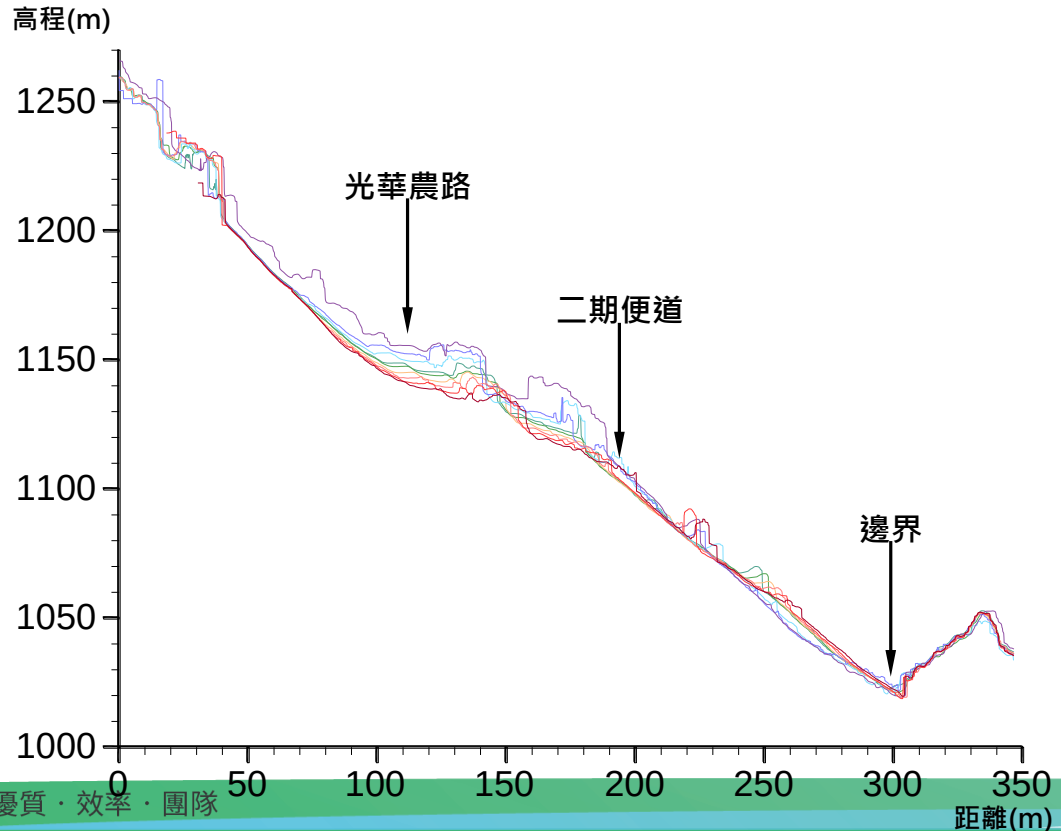
颱風事件分析-降雨與地下水位變化



多期UAV DSM變異分析

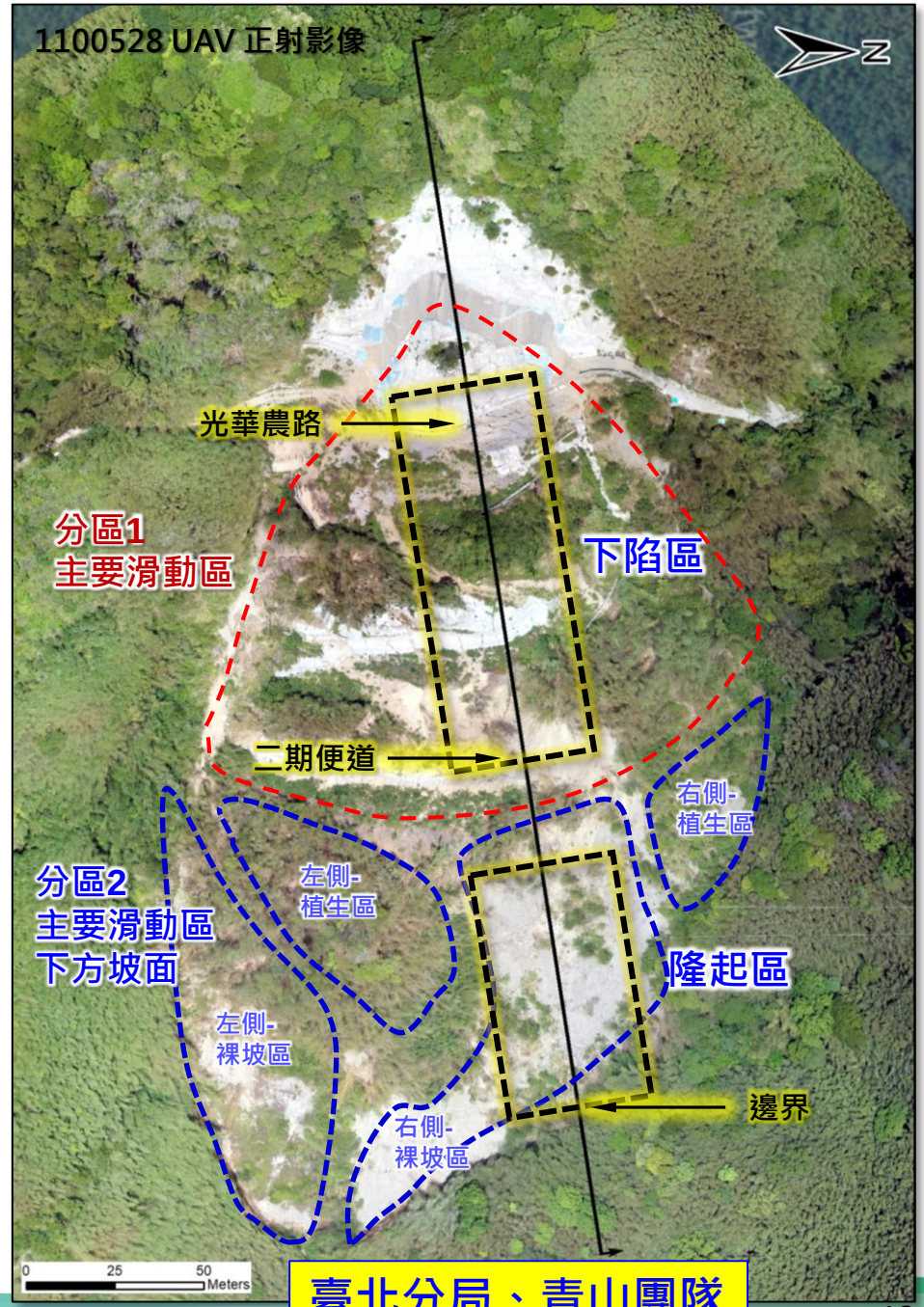
右側剖面
自108年迄今，擇9期DSM分析

- **光華農路持續位移** 常時約0~150 mm/day，位移加速可達200 mm/day
- **下邊坡坡面孤石下滑、分區2右側裸露區向外隆起** 常時約0~300 mm/day，位移加速可達350 mm/day
  - 由UAS DSM上、下邊坡特徵點發現，常時即有向下位移趨勢，於2月底、彩雲颱風期間皆有位移加速情形。
  - 分區2右側裸露區有明顯向外隆起情形，自108年迄今已向外隆起約6m。



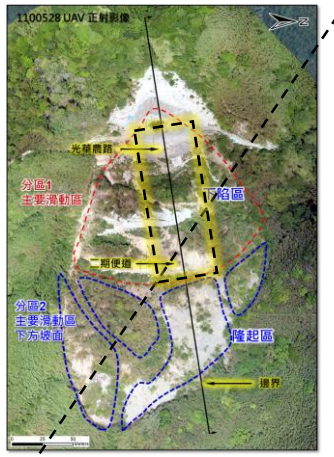
臺北分局、青山團隊

圖例
舊
新
1080701 UAV DSM
1091012 UAV DSM
1100202 UAV DSM
1100305 UAV DSM
1100319 UAV DSM
1100409 UAV DSM
1100528 UAV DSM
1100610 UAV DSM
1100726 UAV DSM



臺北分局、青山團隊

多期UAV DSM變異分析：光華農路持續位移

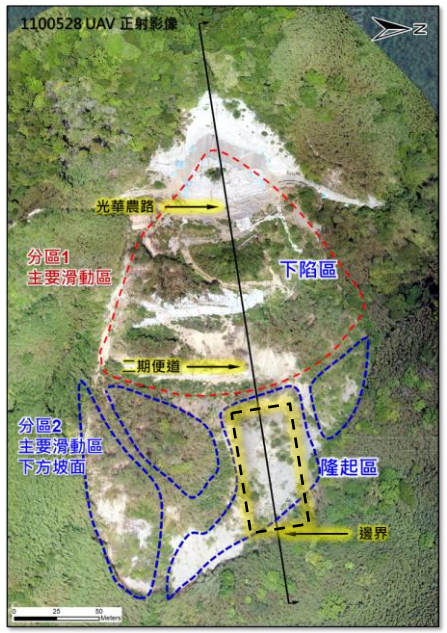


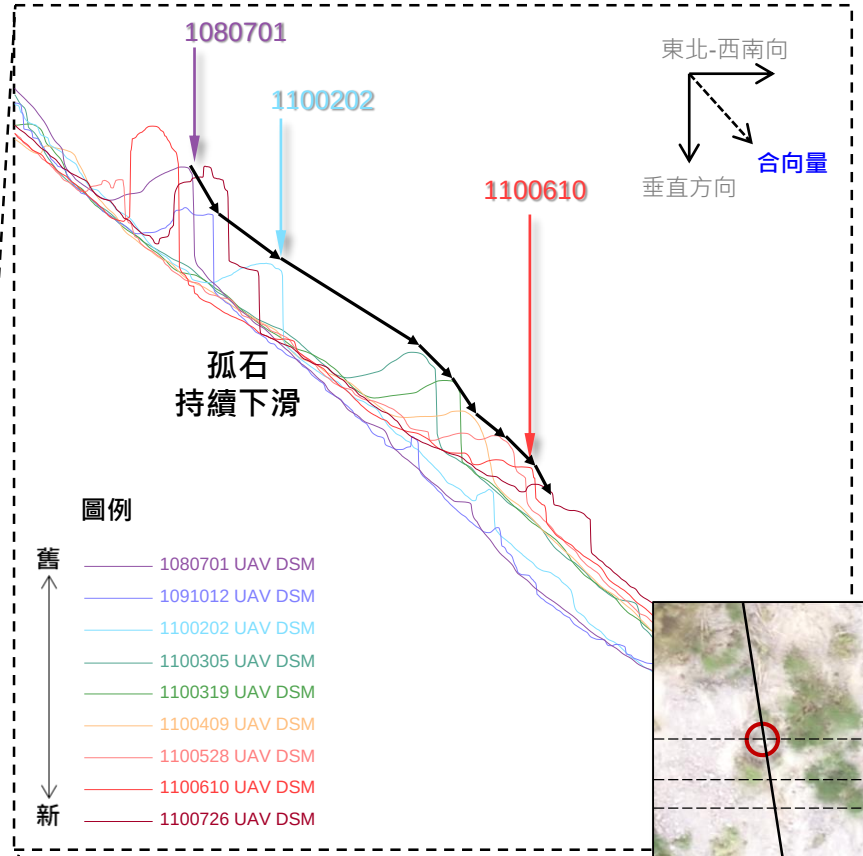


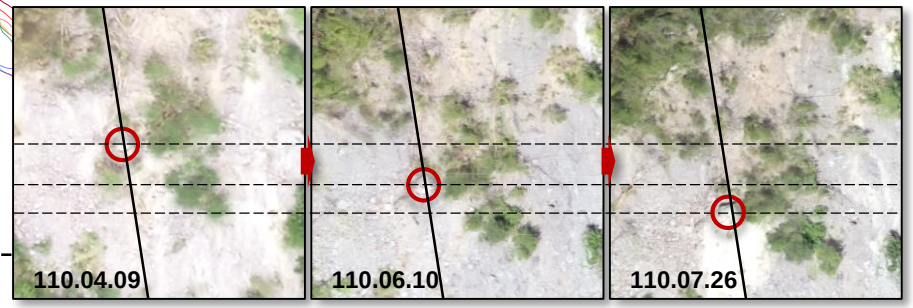
臺北分局、青山團隊

- 光華農路自108年迄今，常時即有位移。
  常時約0~150 mm/day
- 光華農路於110年2月底及110年6月4日彩雲颱風後皆有明顯加速
  可達200 mm/day以上

多期UAV DSM變異分析：下邊坡坡面孤石下滑







孤石持續下滑

合向量

	1080701
11 mm/day	1091012
70 mm/day	1100202
525 mm/day	1100305
320 mm/day	1100319
140 mm/day	1100409
85 mm/day	1100528
355 mm/day	1100610
54 mm/day	1100726

110年2月底 邊坡位移加速

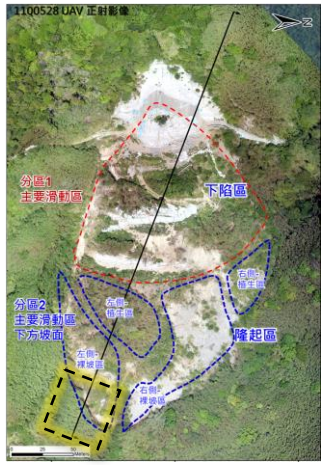
110/6/4 彩雲颱風

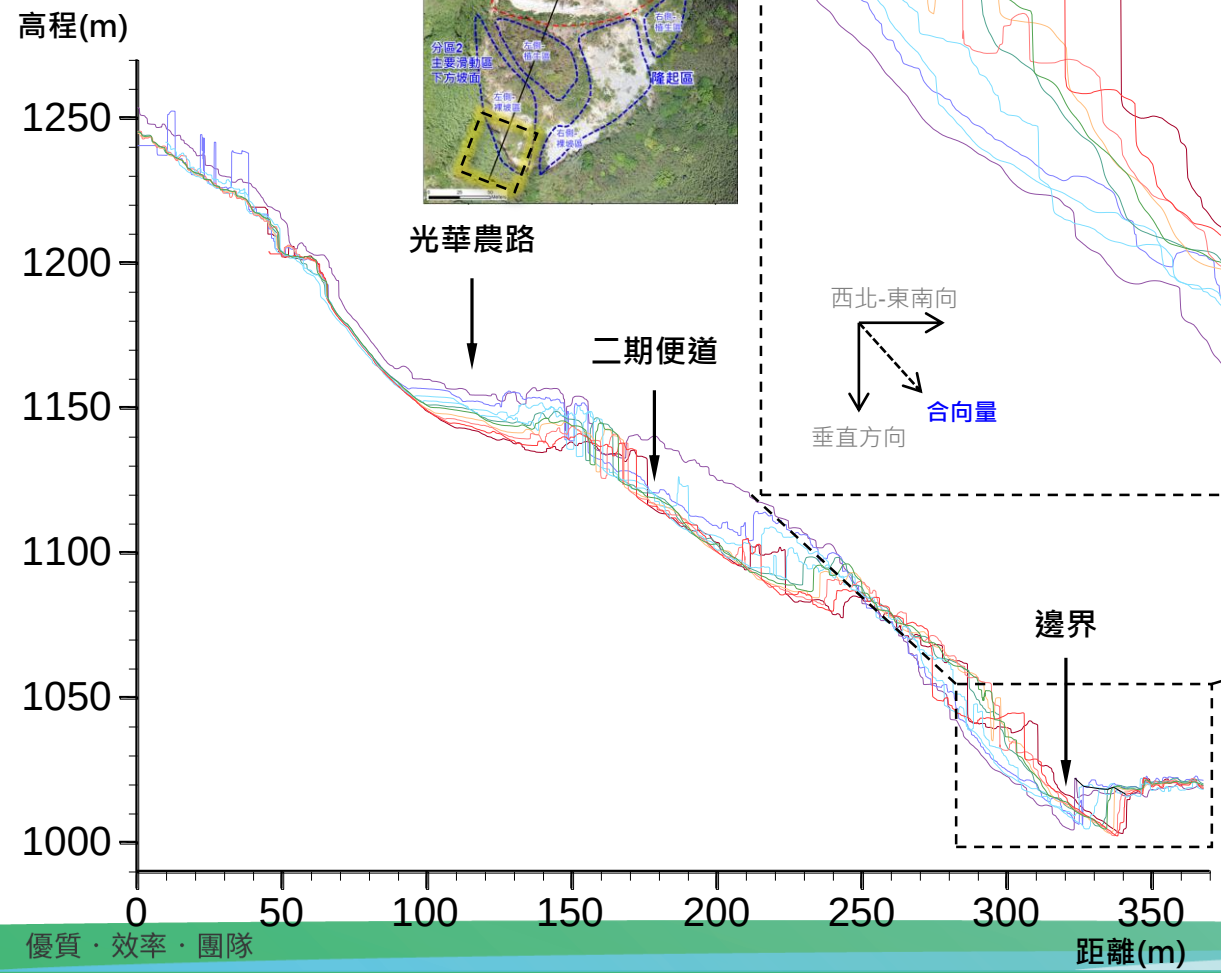
110/7/21 烟花颱風

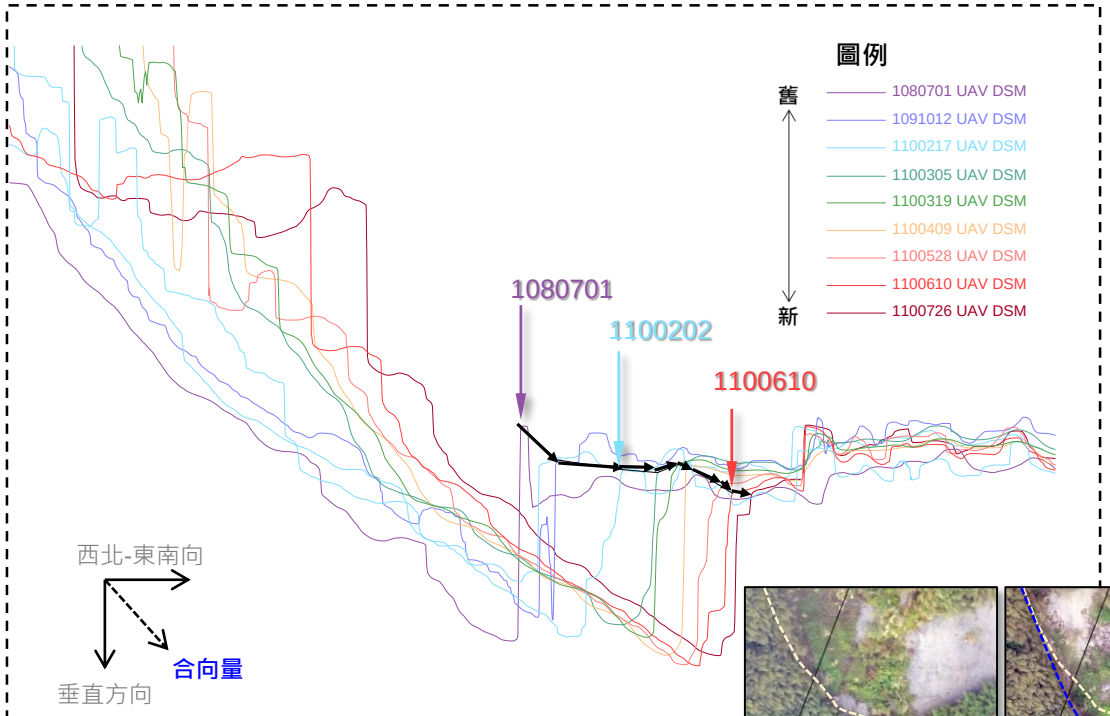
- 由下邊坡地表特徵點(裸坡上孤石)比對，自108年迄今，常時即有位移。
  常時約0~300mm/day
- 地表特徵點於110年2月底及110年6月4日彩雲颱風後皆有明顯加速。
  可達350mm/day以上

臺北分局、青山團隊

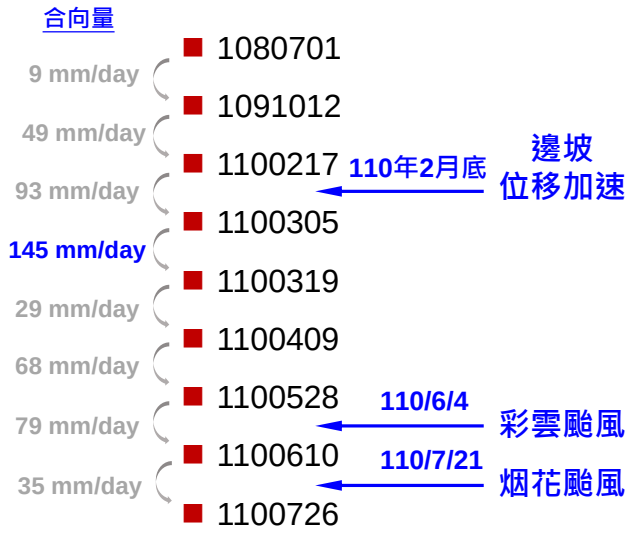
多期UAV DSM變異分析：左側下邊坡邊界向外推移

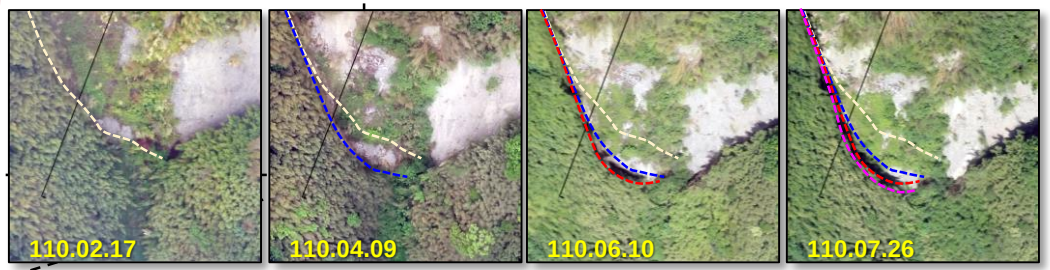




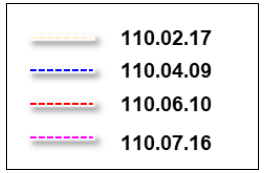


下邊界向外推移



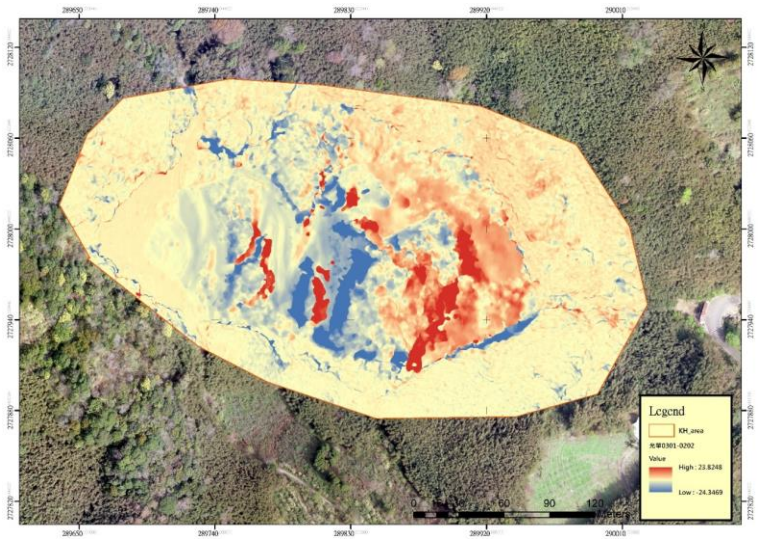


臺北分局、青山團隊

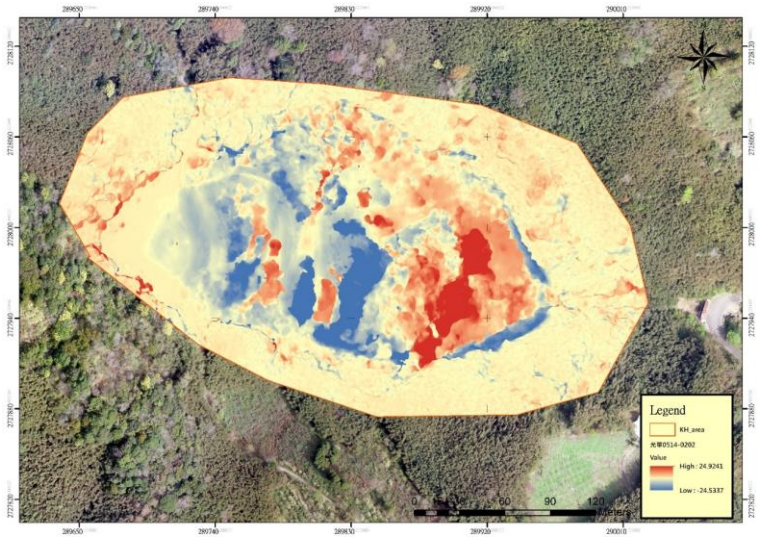


- 左側下邊界隨時間增加，向外推移。
- 於彩雲颱風期間，下邊界略有向外推移，然並不明顯
- 受到地形邊界抑制，左側邊坡變形會減緩

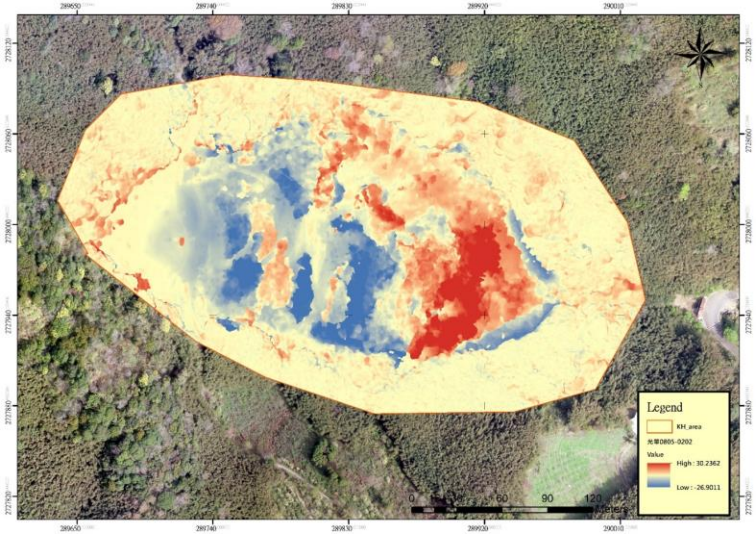
多期UAV DSM變異分析



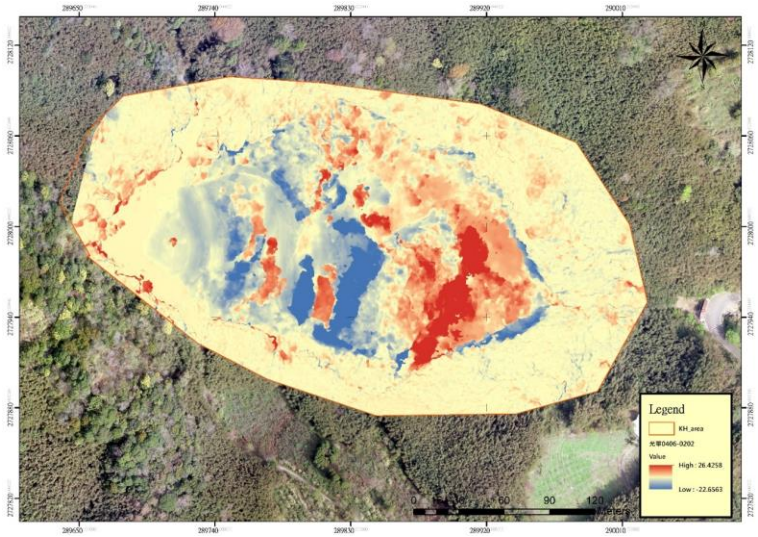
110年2月2日至110年3月1日地表高程變化



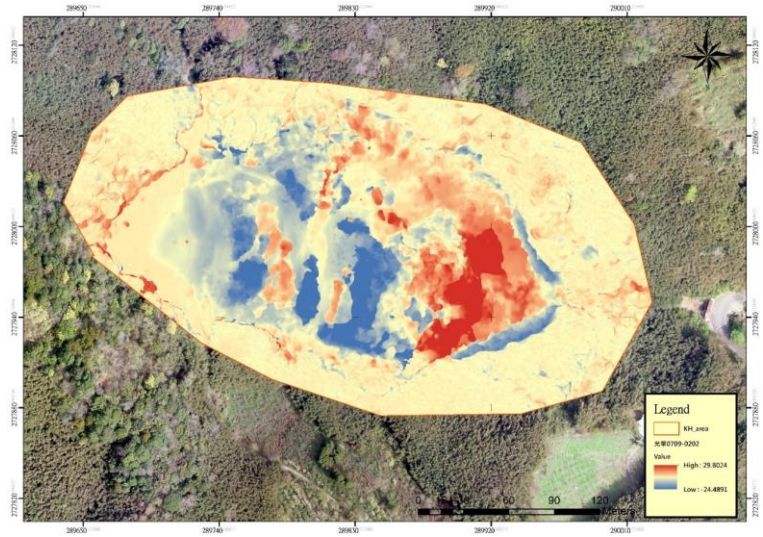
110年2月2日至110年5月14日地表高程變化



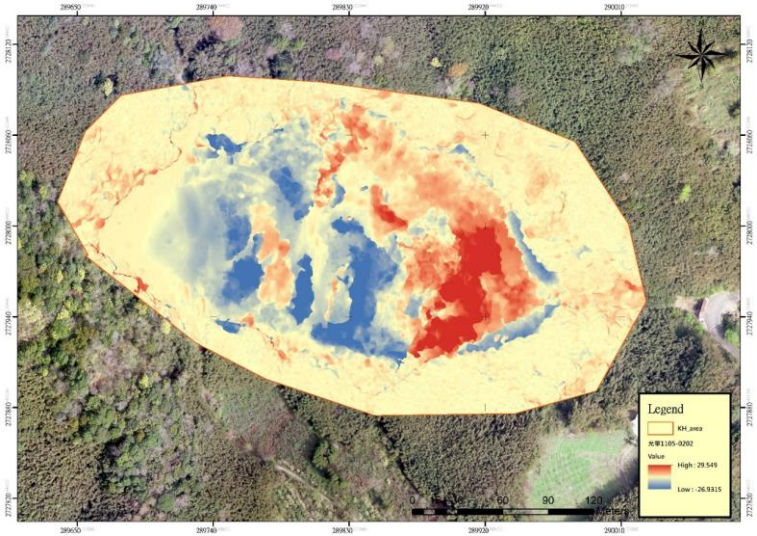
110年2月21日至110年8月5日地表高程變化



110年2月2日至110年4月6日地表高程變化

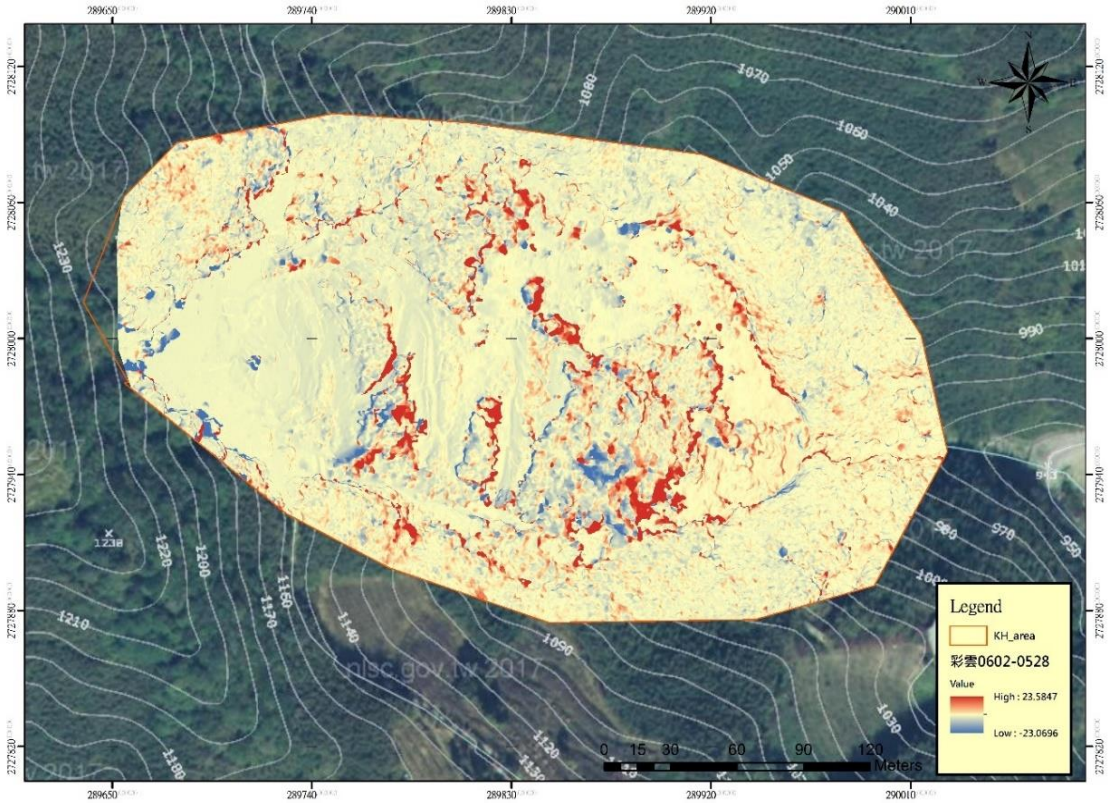


110年2月2日至110年7月9日地表高程變化

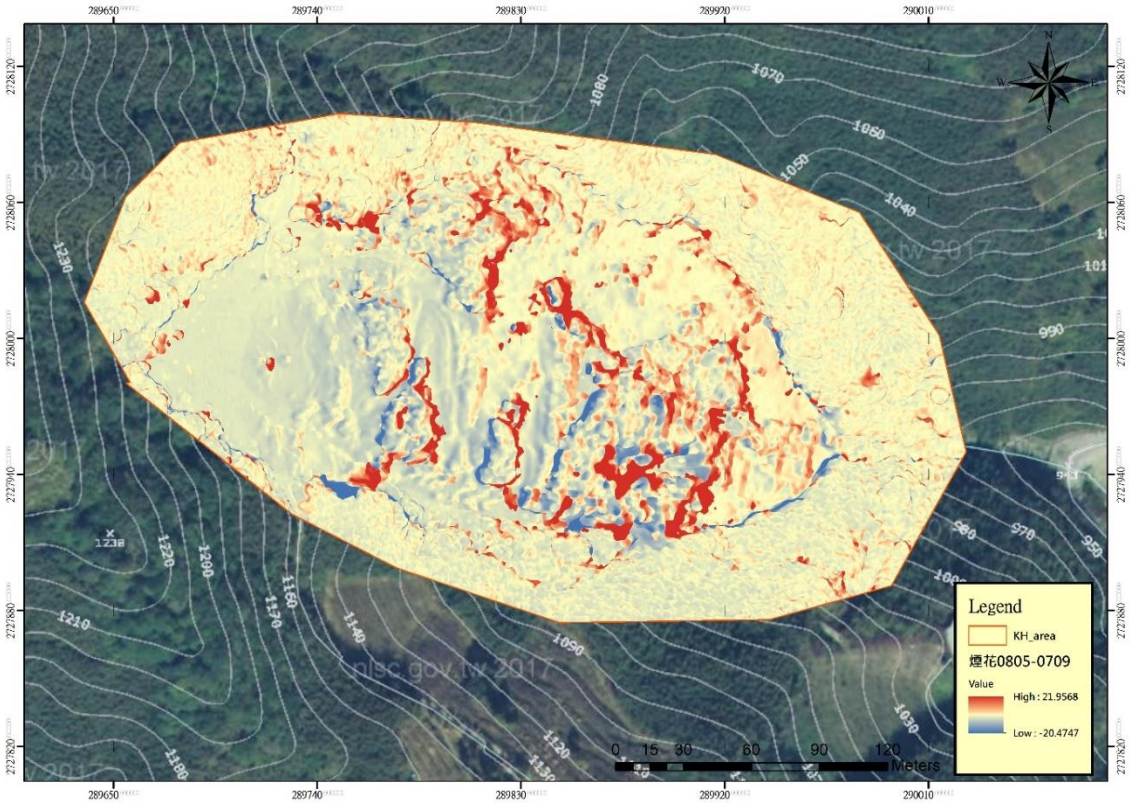


110年2月2日至110年11月5日地表高程變化

多期UAV DSM變異分析

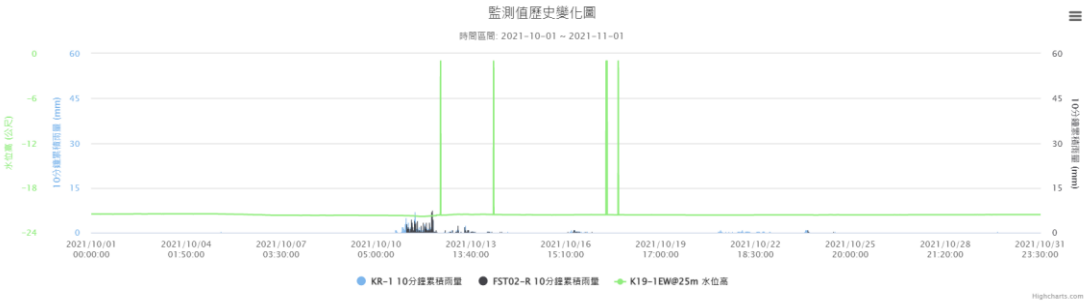


110年5月28日至110年6月2日(彩雲颱風事件)地表高程變化

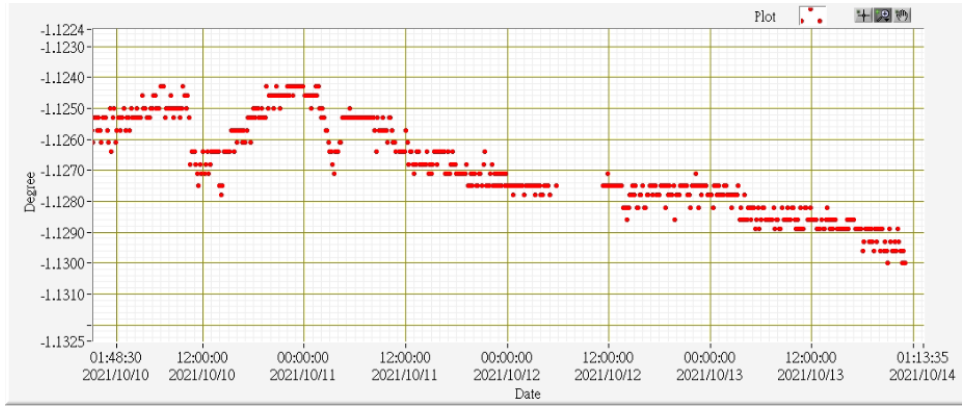


110年7月9日至110年8月5日(烟花颱風事件)地表高程變化

110.10.11 降雨事件

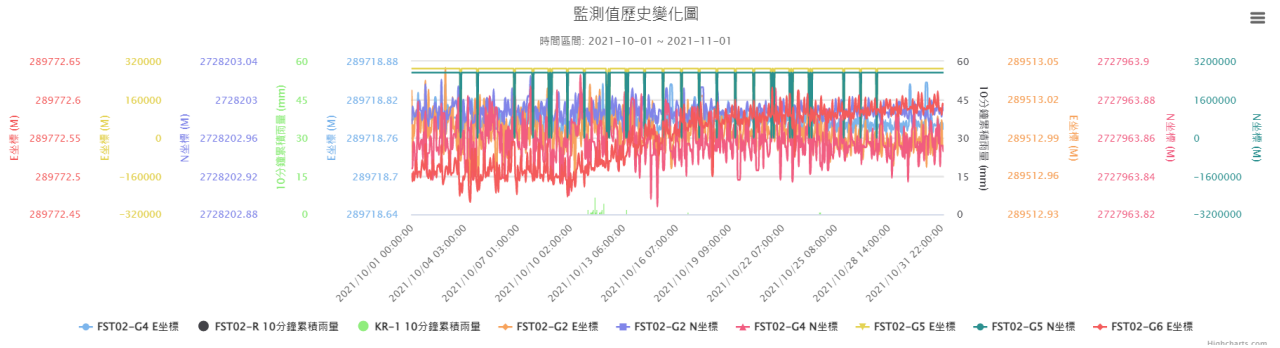


110.10.11降下178mm的日雨量，並未造成地下水位明顯變化，TI無變化





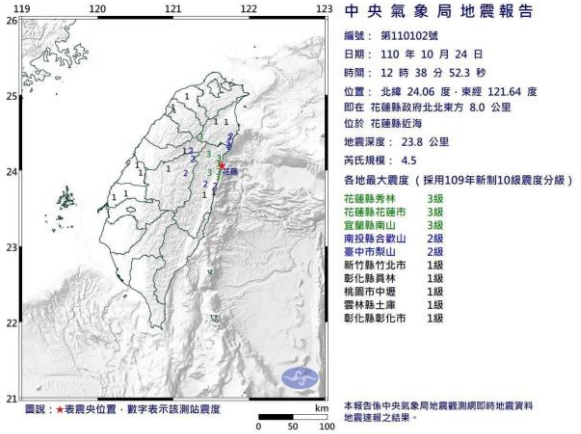
110.10.11降下178mm的日雨量，造成21-2明顯變化

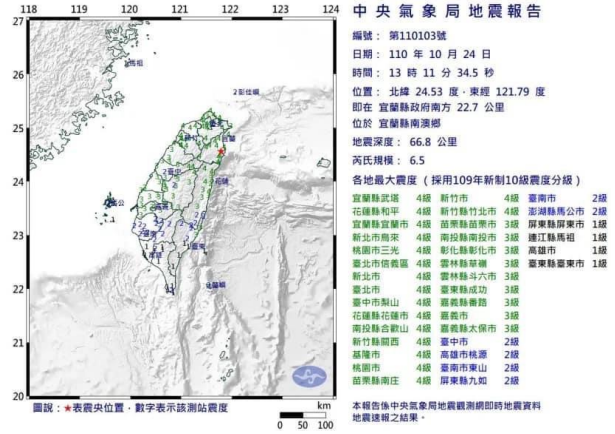


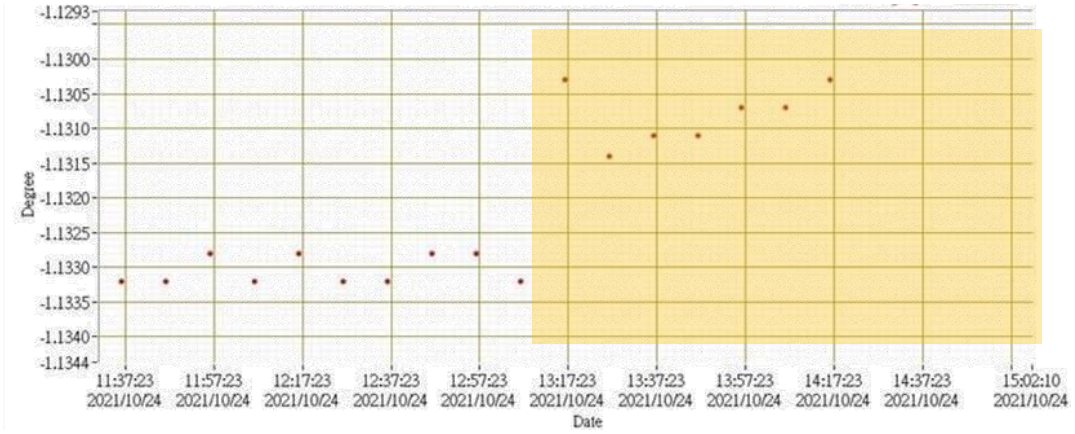
110.10.11降下178mm的日雨量，未造成K21-G1、FST02-G2、G4、G5、G6明顯變化

110.10.24 地震事件

- 110.10.24中午12時38分與13時11分別發生規模4.5與6.5的地震，在本區域造成1級與4級的震度。
- 比對地表傾斜TI-1資料與其他監測儀器資料(KC-1、KC-3、KC-4、KC-5)資料，初步僅發現架設在擋土牆上的TI有明顯且與第二起地震發生有關之變化。









光華崩塌地





2021年11月



現地狀況

儀器之應用性探討

儀器種類	觀察或監測項目	建置成本	地滑開始發生時損壞可能	機動性	資料密度	取得成本
空中	空拍	中	低	高	高	中
空中	衛星	-	低	低	低	高
地面	地表伸縮計	低	低	高	高	低
地面	裂縫計	低	中	高	高	低
地面	GPS、GNSS	中	低	中	中	中
地面	雙軸傾斜儀	低	低	高	高	低
地面	雨量計	低	低	高	高	低
地下	傾斜管	高	高	低	中	高
地下	地中伸縮計	高	中	低	高	低
地下	水壓計	高	高	低	高	低

桃園市復興區光華大規模崩塌應變相關數據

- 應變開設(1/30~9/29)共243日。
- 專家學者會勘、會議共5場。
- 監測速報計368報次。
- 每日應變措施報告243報。
- 參與應變動員達729人次。
- 空拍影像50次以上。
- 細胞廣播發送87則。
- FEMA簡訊發送11,098則。
- 區域簡訊(LBS)發送26,531則。
- 傳真通報368次。
- 並增設GPS觀測點、CCD攝影機、雙軸傾斜儀、地聲檢知器、行動觀測站等。

統計截至:110/9/29

結　語

面對災害，戒慎恐懼，
遭遇困難，尋求解方。

報告完畢
敬請指教