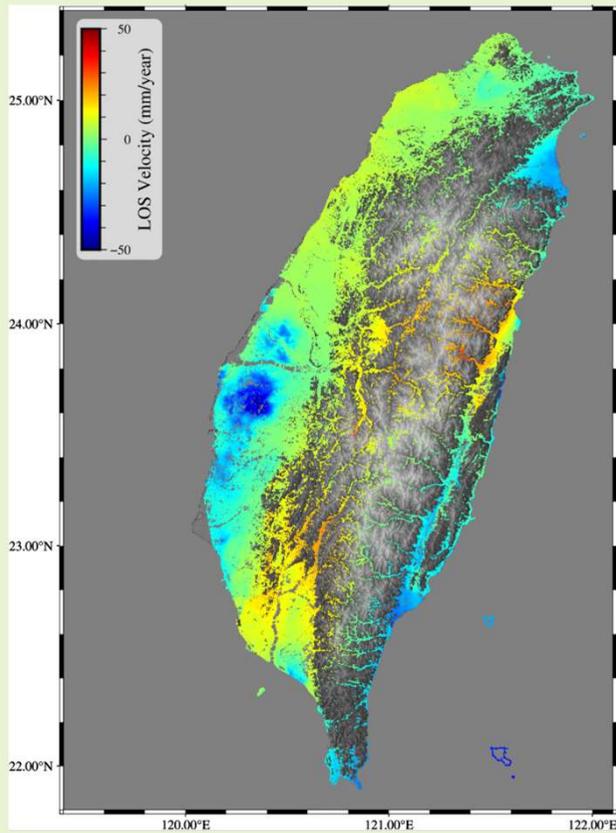


# 113年坡地崩塌監測技術交流及分享會議

多元遙測應用於三維國土形變監測

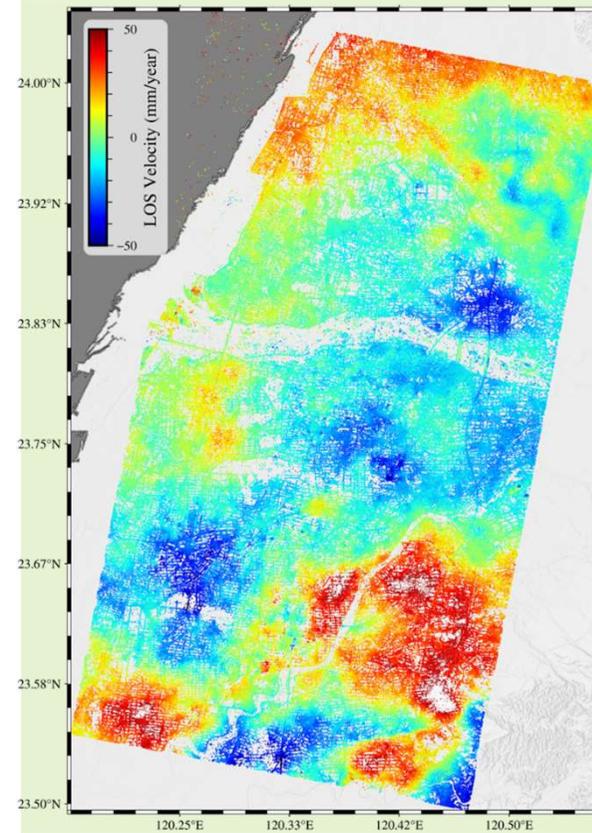
內政部地政司  
113.05.1

## C波段-全臺灣多時期變形監測試辦



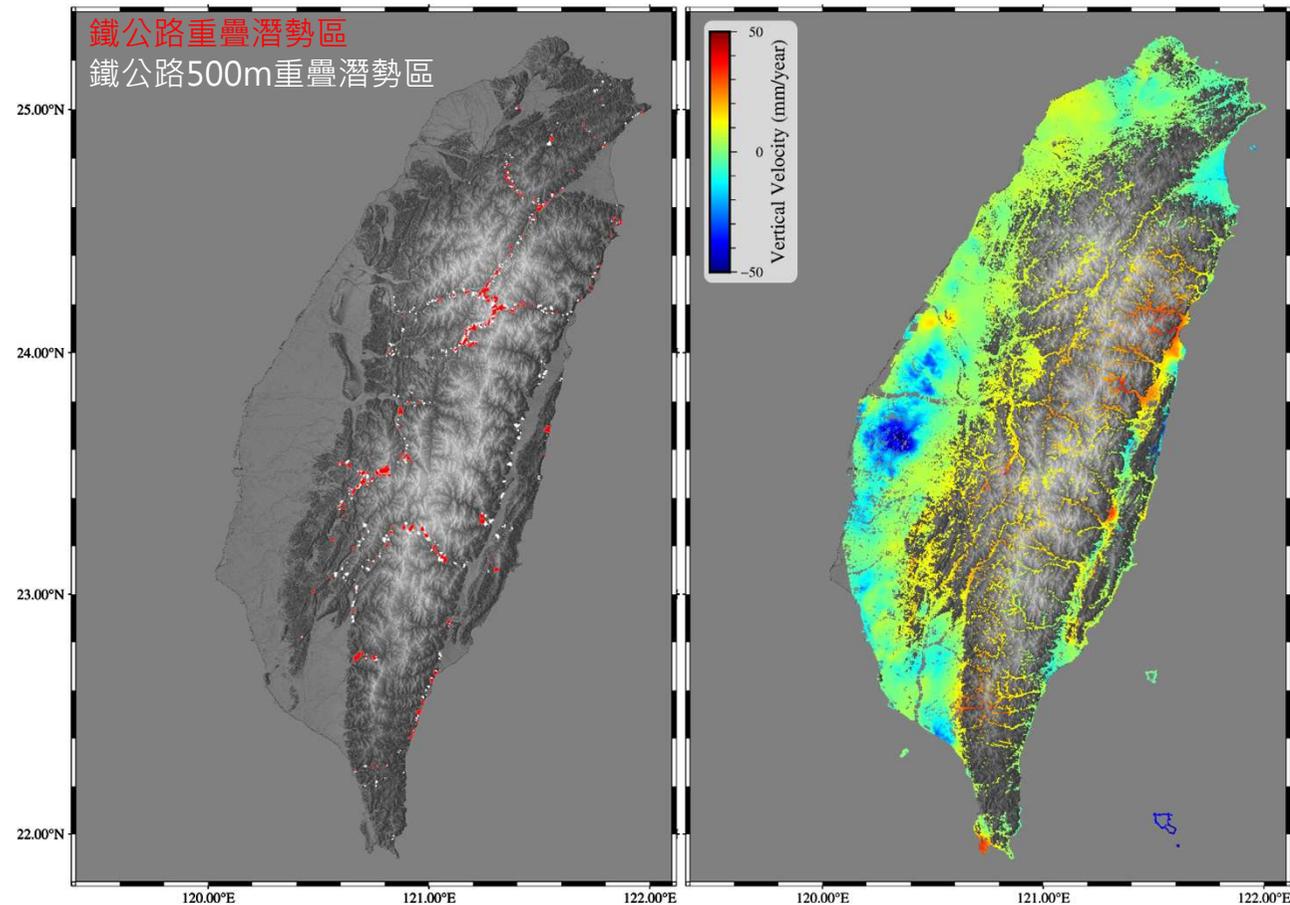
- Sentinel-1衛星
- 2018-2022
- 128張影像
- 雲林地區之地層下陷、2022年花蓮光復地震產生的地形變狀況最為顯著

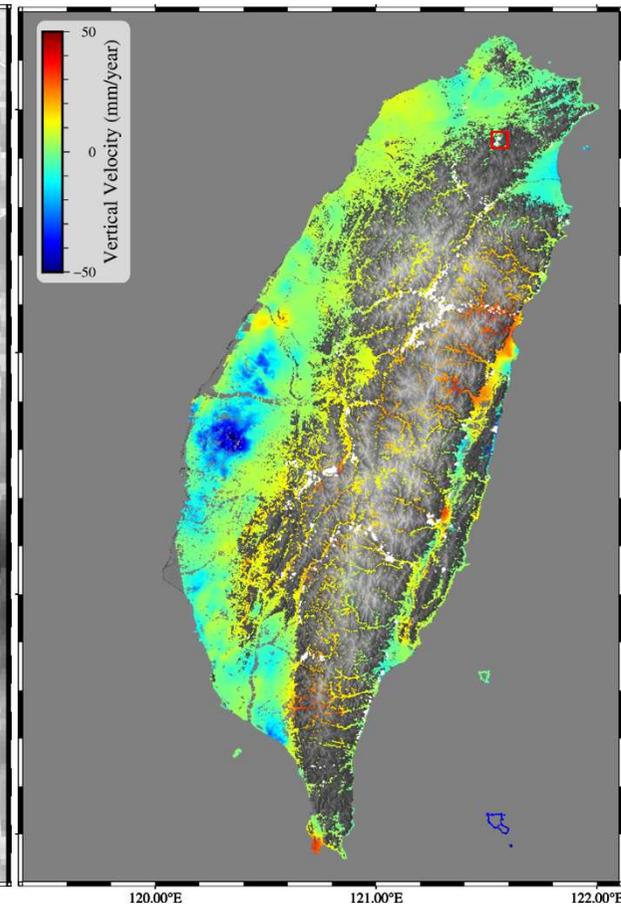
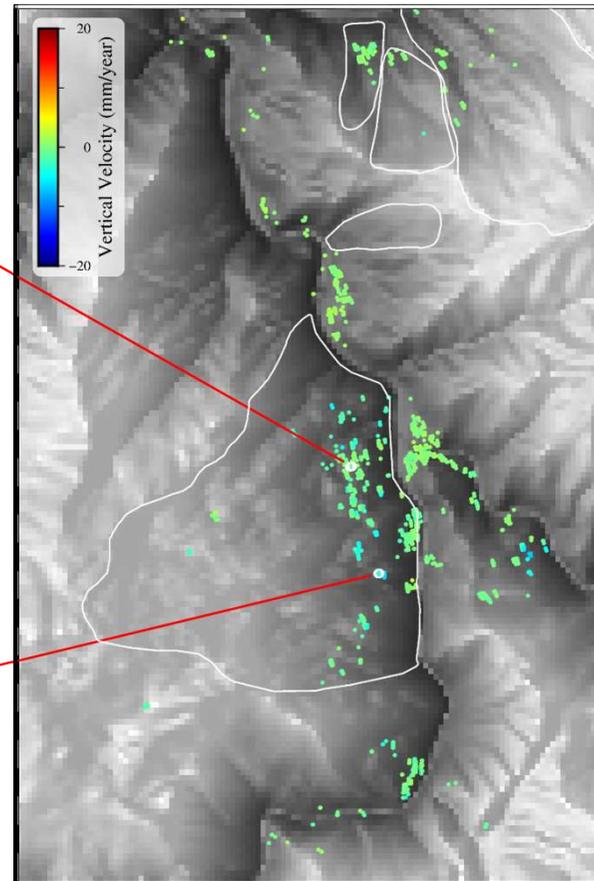
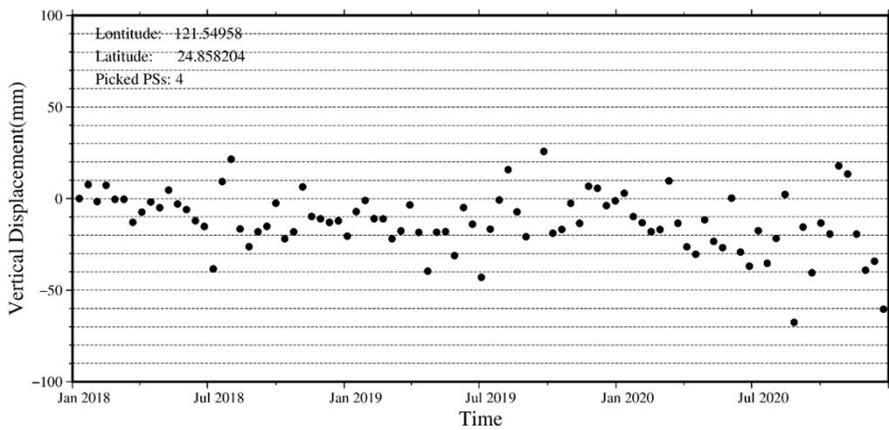
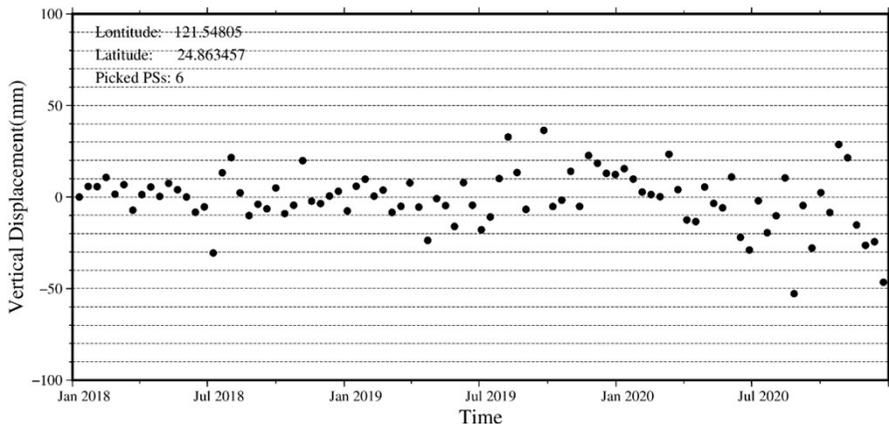
## X波段-雲林地區



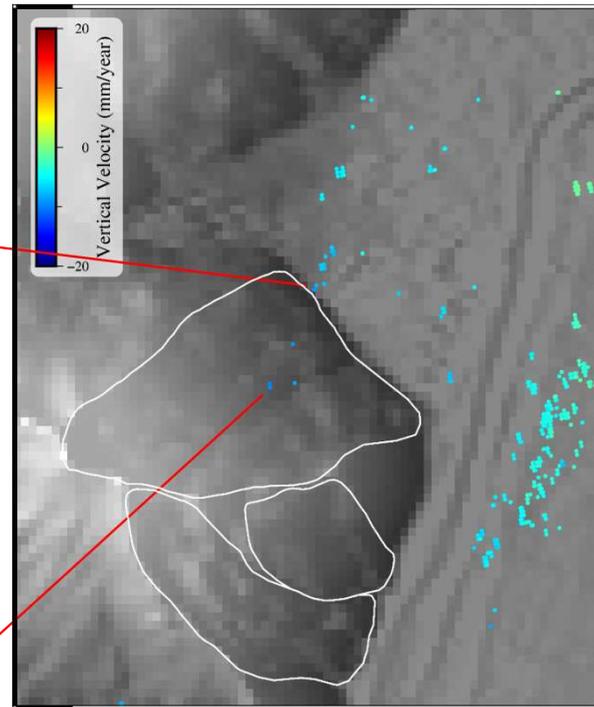
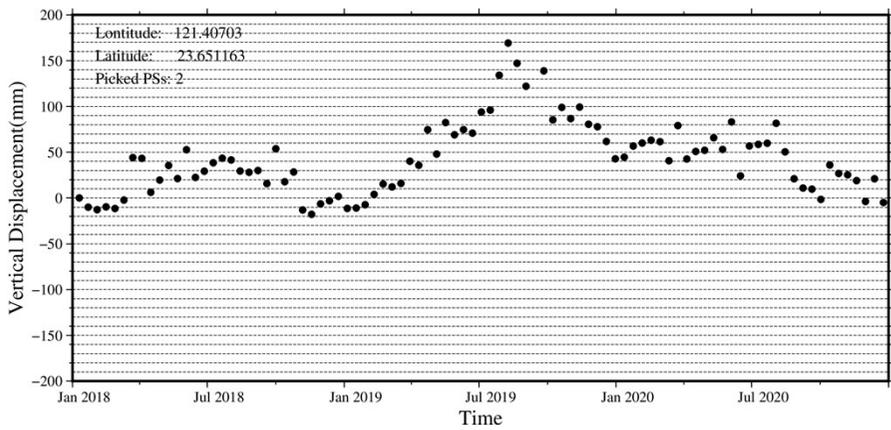
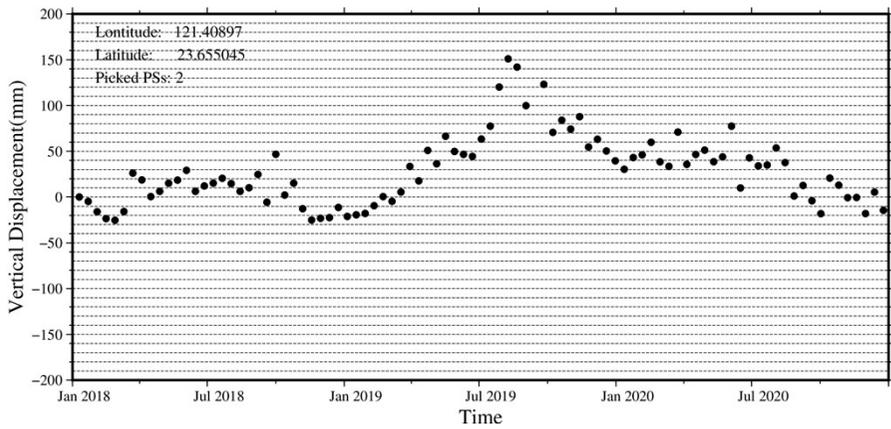
- TerraSAR-X衛星
- 2023年3月19日至2023年8月31日
- 雲林地區

- 全台PSInSAR與崩塌潛勢區套疊
- 潛勢區統計
  - 392個潛勢區中有172個有PS點
- 500公尺潛勢區統計
  - 1,019個潛勢區中有343個有PS點

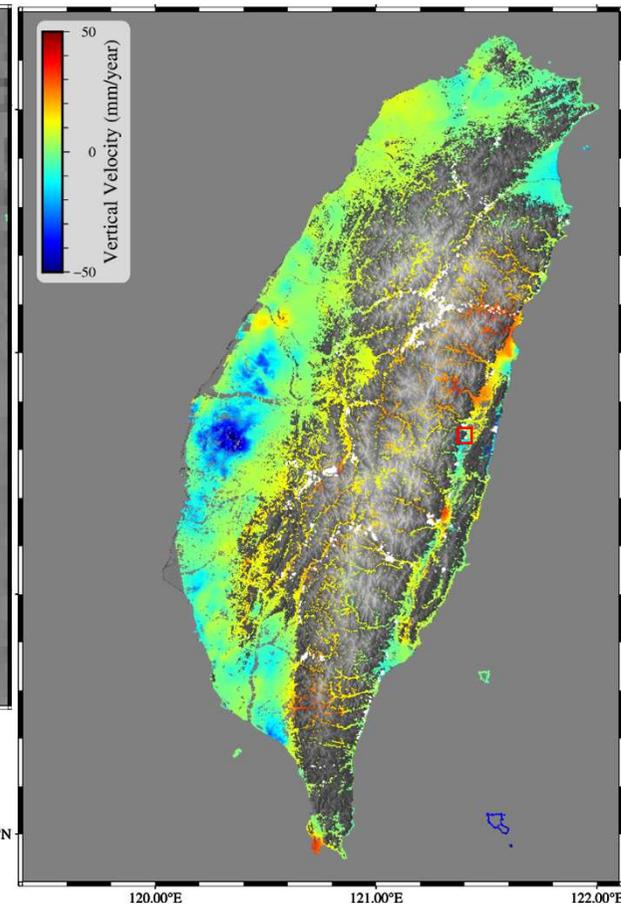




# 花蓮縣光復崩塌潛勢區範例



潛勢區涵蓋範圍內PS點稀疏

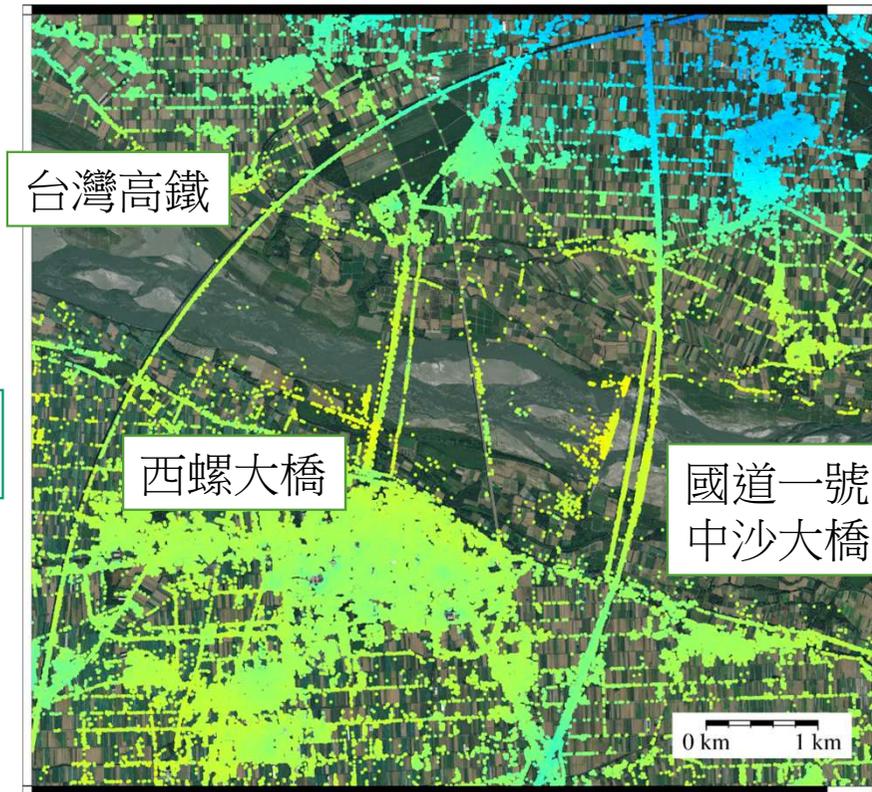


# X波段與C波段比較



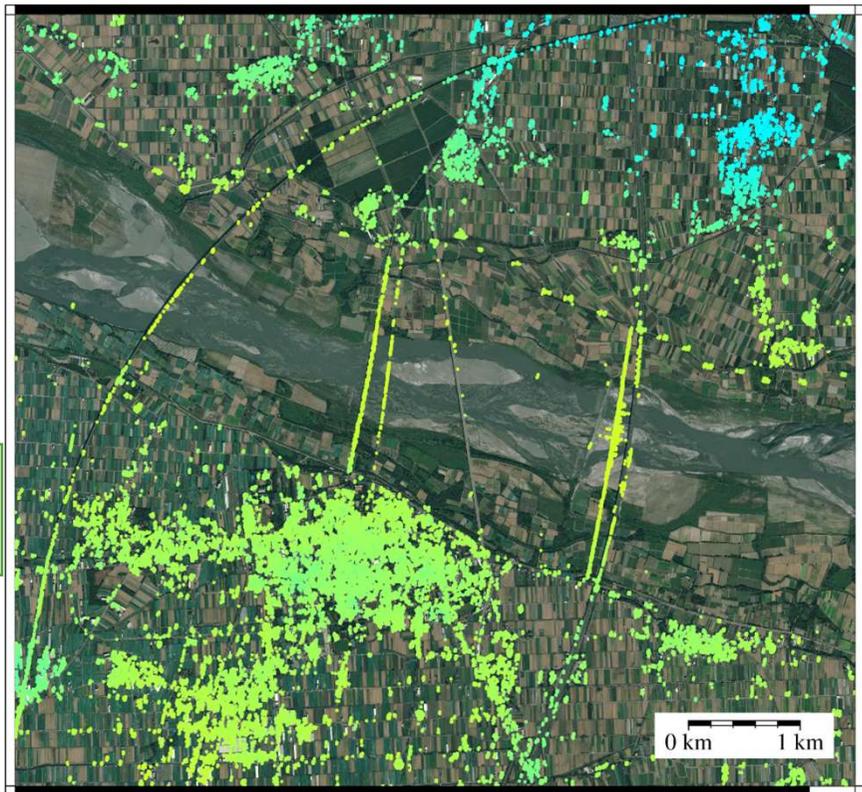
TerraSAR-X

解析度2m  
X波段

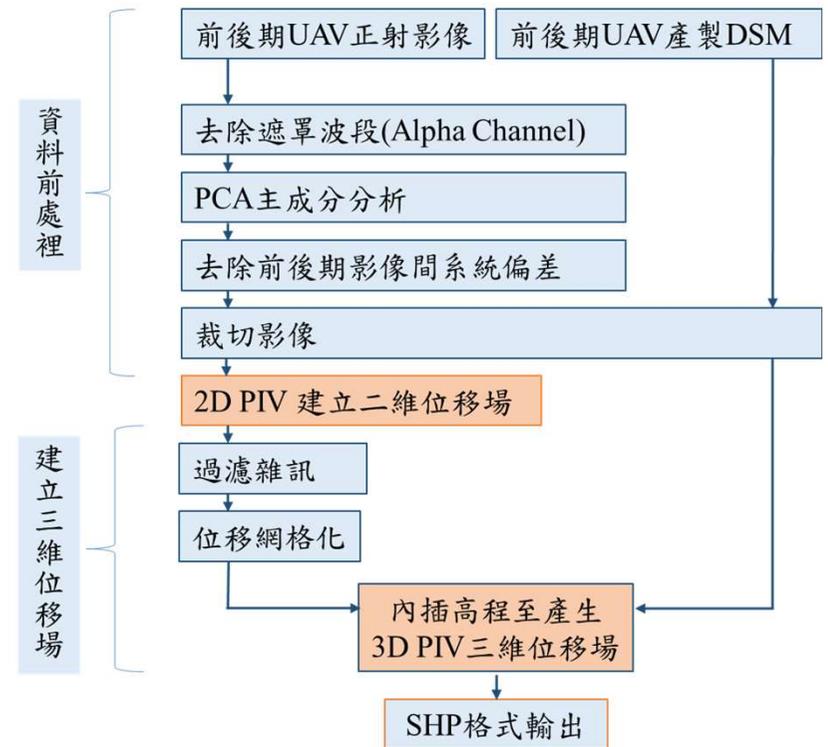
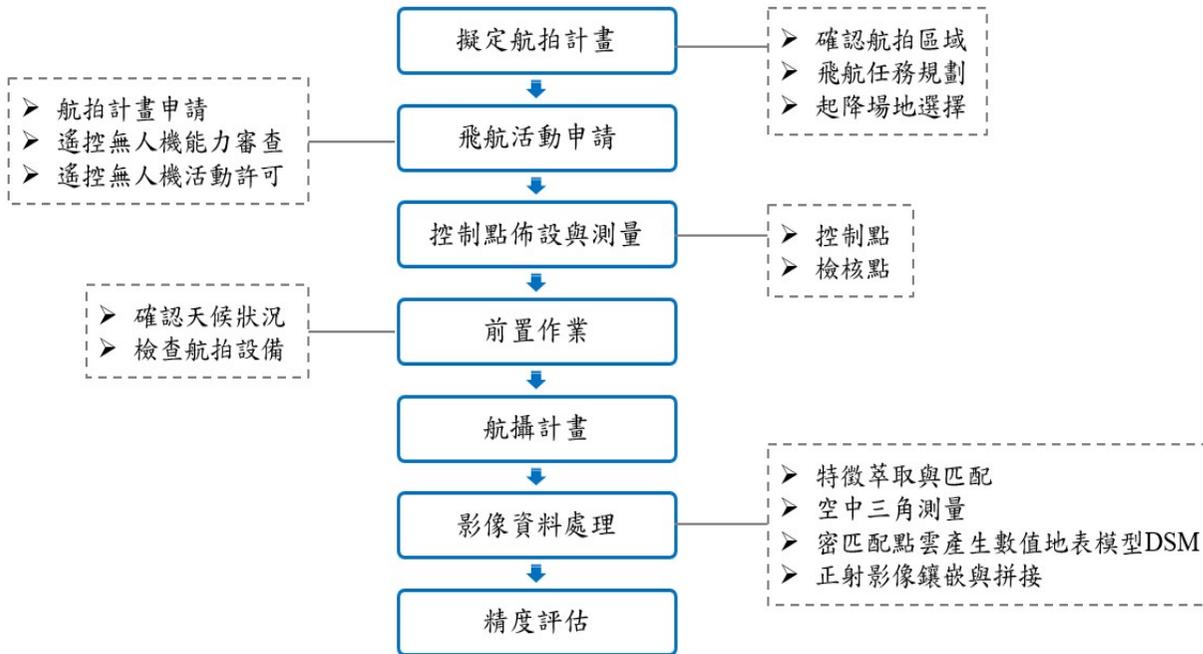


Sentinel-1

解析度15m  
C波段



- Particle Image Velocimetry, PIV
- 無人機資料獲取及影像三維地表形變分析流程



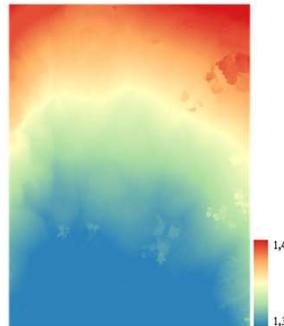
- 以無人機影像與數值地表模型進行三維地表位移偵測
- 試辦區域：高雄市藤枝林道18K崩塌區域
  - 影像解析度：10公分
  - 2021/8/9、2021/10/6
  - 分析莫拉克颱風之邊坡變化情形
- 人工量測前後期房屋同位點位置，與PIV萃取三維地表位移量
  - 平面位移量差異約 0.026m
  - 位移角度差異約  $4^{\circ}8'14''$



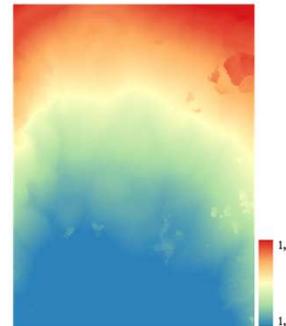
(a) 前期 20210809 正射影像



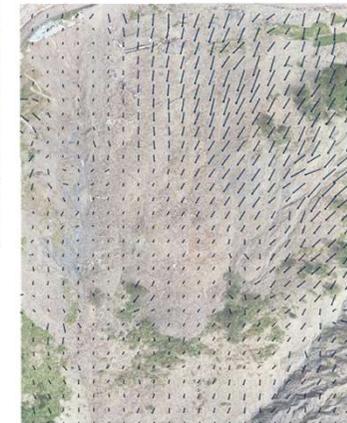
(b) 後期 20211006 正射影像



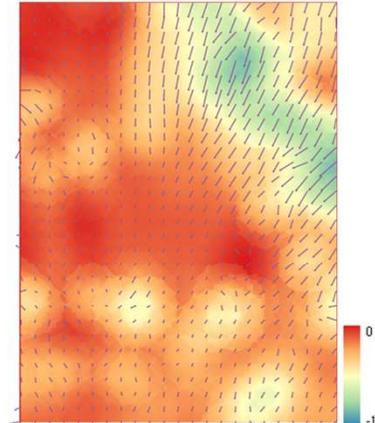
(c) 前期 20210809 DSM



(d) 後期 20211006 DSM



(a) 2D PIV 位移場



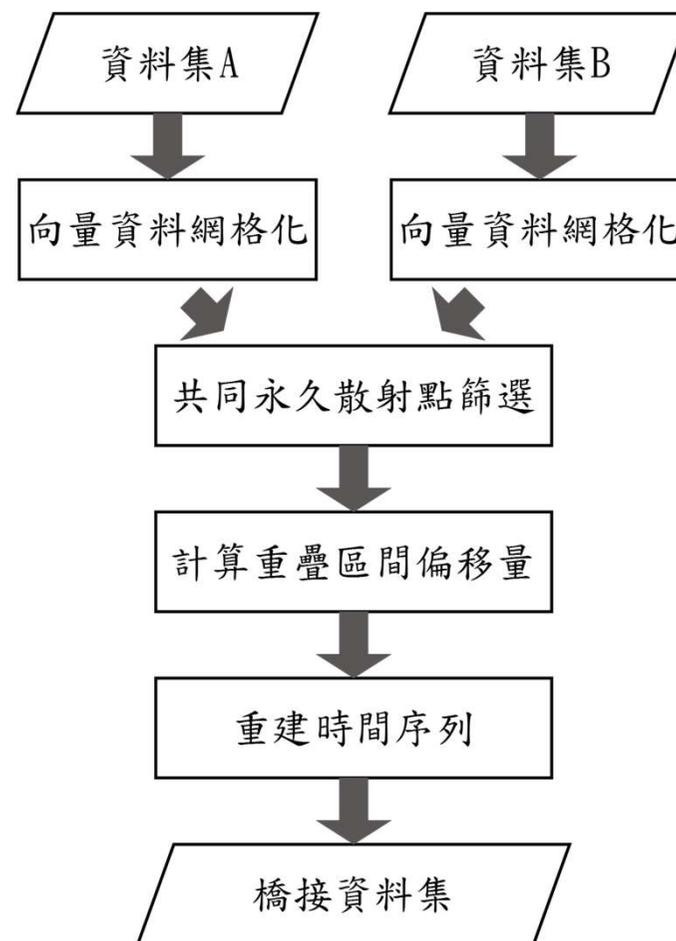
(b) 3D PIV 三維位移場 (箭頭方向指平面位移，底圖顏色為高程方向位移)

113年度預計發展多時期三維地表形變分析技術。

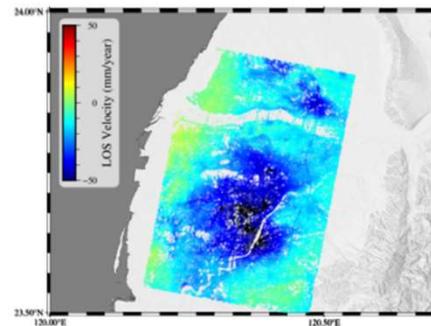
- 定期發布全臺地表形變成果
  - 每年一次->每年兩次
- PIV三維地表形變技術精進
  - 多時序分析
- 發展永久散射點時間序列橋接
  - 介接不同雷達衛星影像，增加分析成果
- 崩塌潛勢區及鐵公路重點區域監測
  - 嘗試X波段雷達影像
  - 架設角反射器



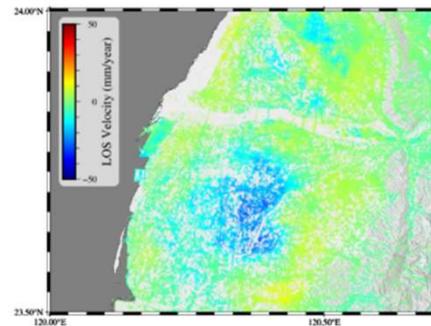
- 永久散射點時間序列橋接資料處理流程
  - 向量資料網格化：將兩組分析成果的空間解析度標準化，以利後續個別PS點橋接作業
  - 永久散射體篩選：篩選兩資料集共有之永久散射點
  - 計算重疊區間偏差量：利用兩資料集時間之重疊區間進行擬合，消除或降低系統及隨機誤差，並計算橋接兩資料集之系統偏差量
  - 重建時間序列：扣除前一步驟計算之系統偏差量，接合兩組分析資料中無重疊之部分



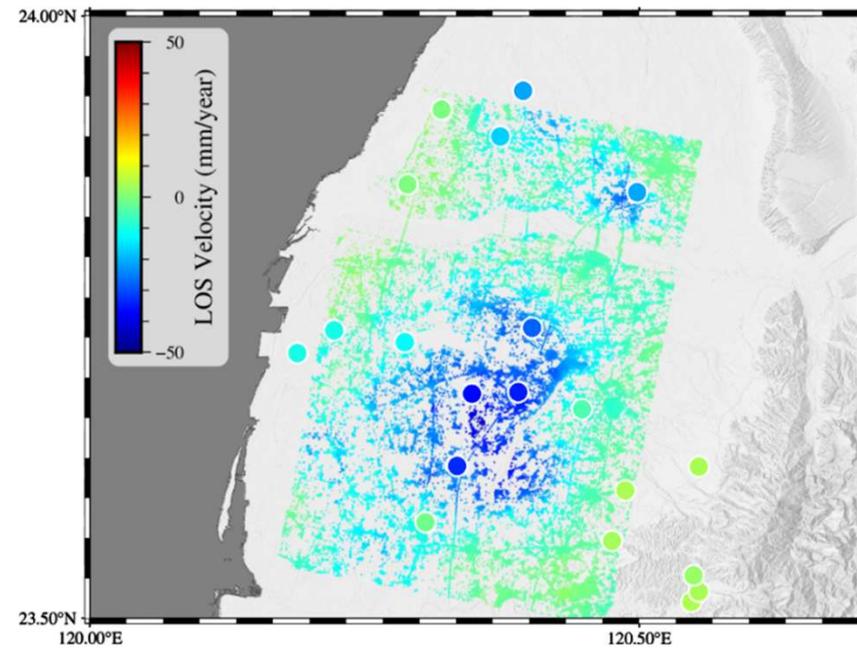
- PSInSAR橋接處理
  - TerraSAR-X與Sentinel-1
    - TerraSAR-X : 2014/8/7-2016/3/1
    - Sentinel-1 : 2015/6/9-2017/12/19
  - 網格解析度 : 15m



資料集一

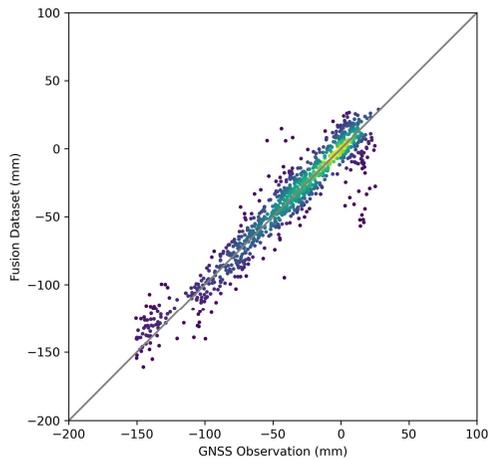


資料集二

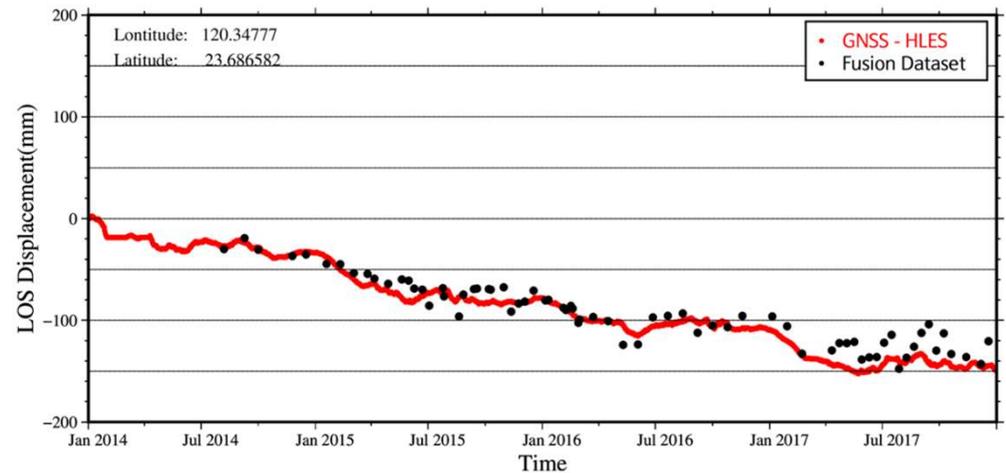
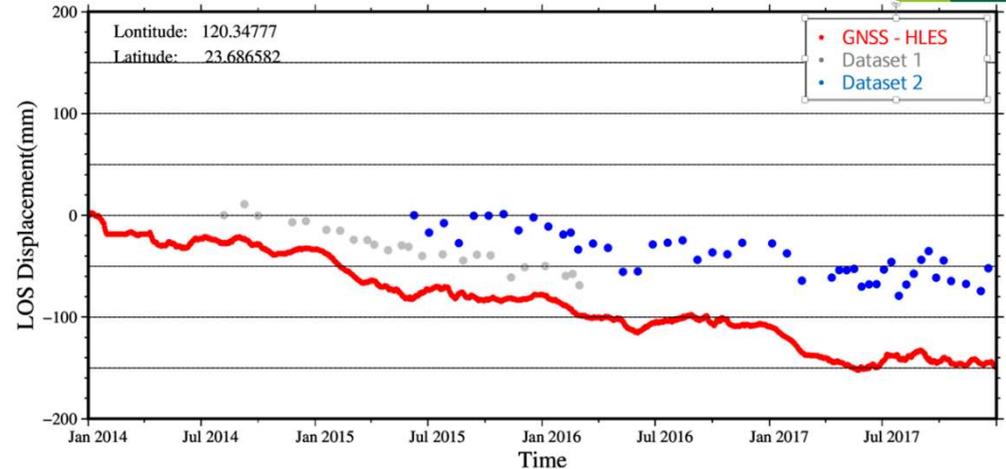


橋接資料集

- 橋接成果與GNSS站HLES進行時間序列分析
- 橋接資料集呈現與GNSS站之觀測成果重合
- GNSS站與橋接資料集每期影像之累積形變量
  - 相關係數0.96



橋接資料集與GNSS站形變量差異



GNSS站及橋接資料集橋接前後序列成果 12

- 角反射器
- 針對散射較弱、不易被觀測之區域，如植被覆蓋之坡面、特定走向之橋梁等散目標，可增加其回波訊號強度，提升PS點數量，加強監測。

