

經濟部



中央地質調查所
CENTRAL GEOLOGICAL SURVEY

潛在大規模崩塌調查與 山崩地質資訊雲端平台之應用

謝有忠

經濟部中央地質調查所
環境與工程地質組技正

87年專技高考應用地質技師考試及格



- 莫拉克風災回顧與現況
- 基本體質 - 臺灣地質條件！
- 山崩？大規模崩塌？
- 山崩調查技術與發展
- 山崩資訊在哪裡？
- 趨吉避凶！



經濟部中央地質調查所
CENTRAL GEOLOGICAL SURVEY, MOEA

2009.8 ~ 2019.8

莫拉克風災回顧與現況

小林村



Image © 2019 DigitalGlobe
Image NASA
Image Landsat / Copernicus

高雄市甲仙區

Google Earth



1. 莫拉克風災及十週年後



南沙魯(民族)

高雄市那瑪夏區





經濟部中央地質調查所
CENTRAL GEOLOGICAL SURVEY, MOEA

甲仙



高雄市甲仙區

環境與工程地質組



新開及六龜大佛



高雄市六龜區



經濟部中央地質調查所
CENTRAL GEOLOGICAL SURVEY, MOEA

妙崇寺



高雄市六龜區



佳暮部落

屏東縣霧台鄉





1. 莫拉克風災及十週年後

來吉&太和



嘉義縣阿里山鄉
& 梅山鄉



1.莫拉克風災及十週年後

藤枝



高雄市桃源區



1. 莫拉克風災及十週年後



藤枝



高雄市桃源區



經濟部中央地質調查所
CENTRAL GEOLOGICAL SURVEY, MOEA

寶來聚落 對面坡地



高雄市六龜區



屏東縣霧台鄉

好茶





山崩? 大規模崩塌? 深層坡面重力變形?



廬山溫泉



士文溪堰塞湖



國道3號七堵山崩事件



高雄 小林村



中央地質調查所山崩土石流分類

移動型態 或作用型態		移動物質	基岩	工程土壤	
				岩屑	土壤
墜落		傾翻	落石	岩屑崩滑	
滑動					
		圓弧型			
流動				土石流	
風化侵蝕		向源侵蝕、河岸侵蝕、 (蝕溝、指溝)			
表層緩移		潛移(邊坡表層之土壤或岩層的緩慢 移動)			

大規模崩塌定義

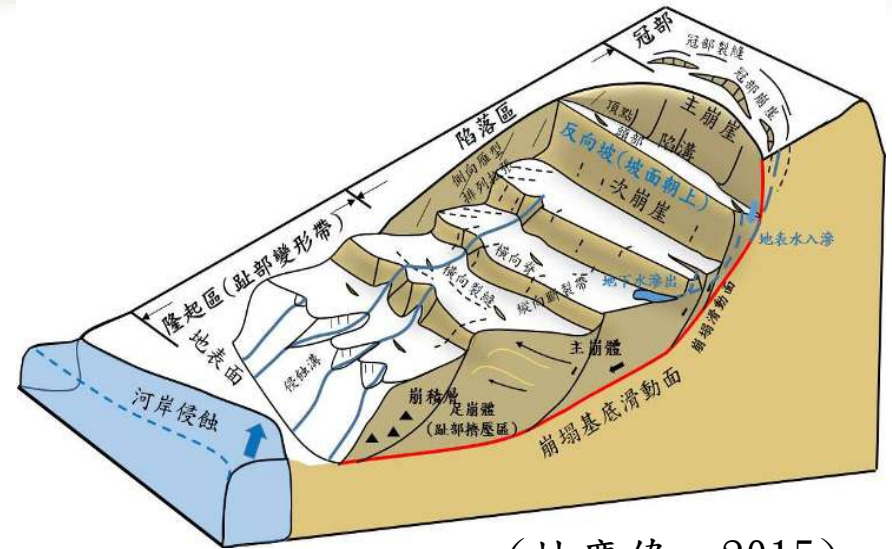
- 崩塌體積大
- 滑動體含基盤
- 滑動面較深
- 地下水影響大
- 滑動速度快
- 造成重大災損

NCDR認為國內應以「災害」(保全對象)觀點，考量某一崩塌事件發生後，可能對於大範圍的保全對象產生重大衝擊，並造成人命傷亡或財產損失者。

$$\text{Volume 體積} > (10^5 \text{m}^3)$$

$$= 100\text{m 長} \times 100\text{m 寬} \times 10\text{m 深}$$

Large landslide(USGS):彙整近百年全球出現的大規模崩塌事件，此類崩塌具有3項特性：(1)至少造成百人以上死亡；或(2)巨額財產損失；或(3)造成自然環境重大影響等。因此對於社會、經濟或自然環境會產生重大的衝擊。
(<http://landslides.usgs.gov/learning/majorls.php>)



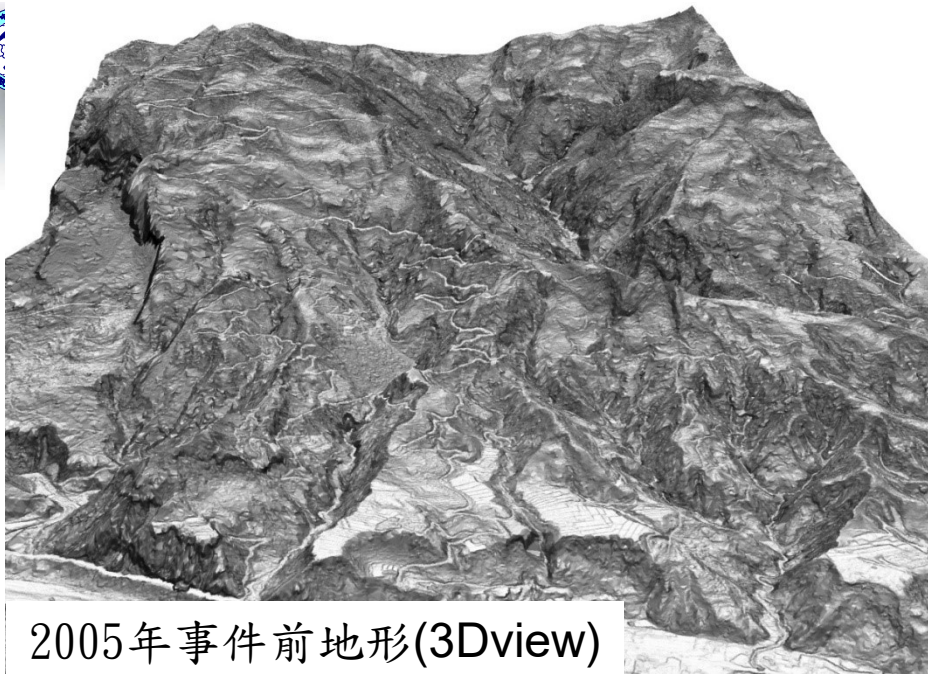
(林慶偉，2015)

大規模崩塌之地形特徵

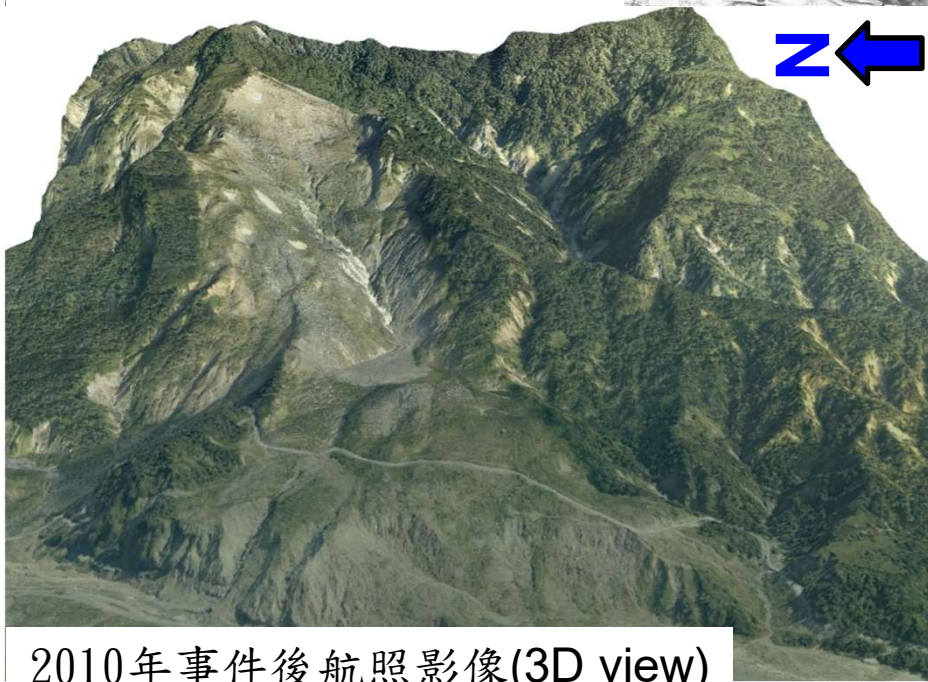
- 山頂緩斜面
- 崩崖、反斜崖、裂縫
- 二重或多重山稜線
- 線狀凹地
- 圓弧型滑動體
- 坡趾隆起
- 坡面及側邊蝕溝
- 岩盤潛變現象
- 其它老崩塌地地形

有利之發生條件

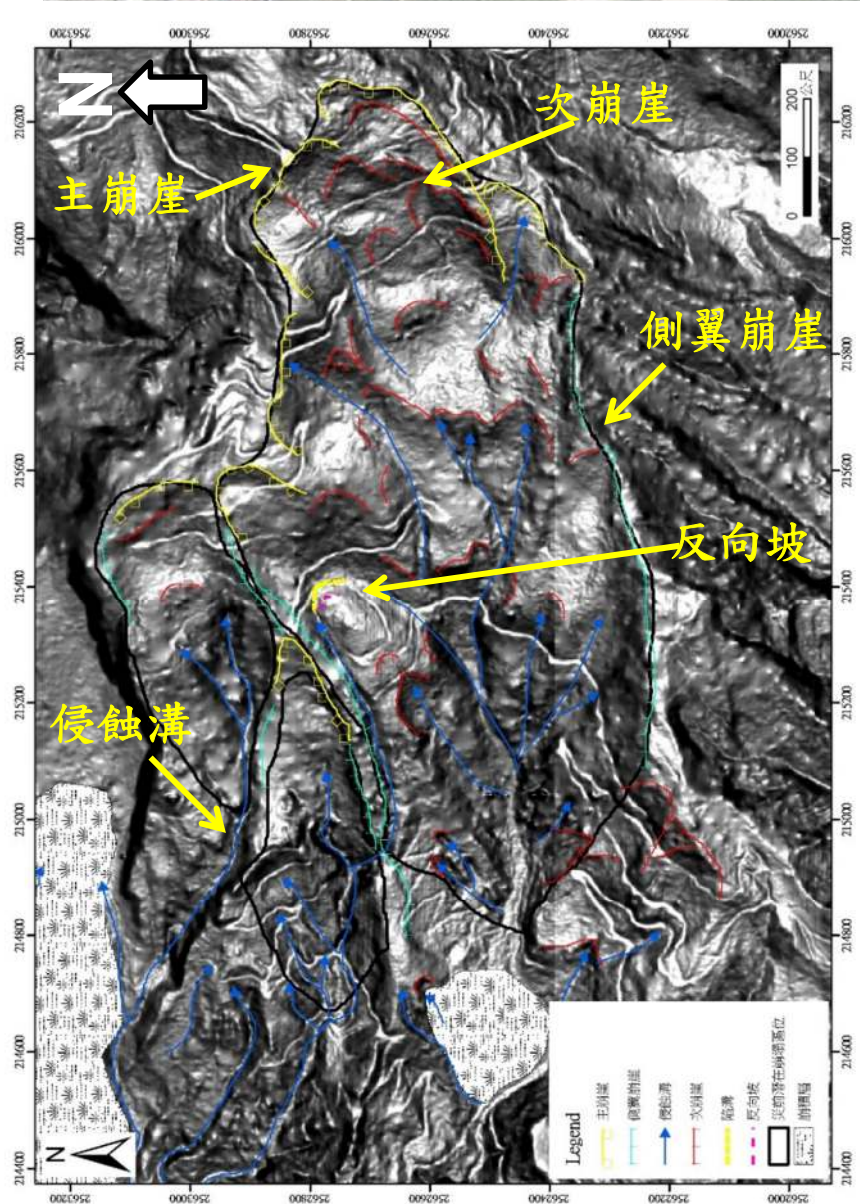
- 舊有崩塌地
- 具重力變形條件區
- 坡度較陡邊坡
- 順向坡地形
- 距河道較近
- 較大河道侵蝕量
- 鄰近地質構造
- 坡體應變率較大
- 砂頁岩互層
- 劈理發達變質岩
- 地下水高入滲區



2005年事件前地形(3Dview)

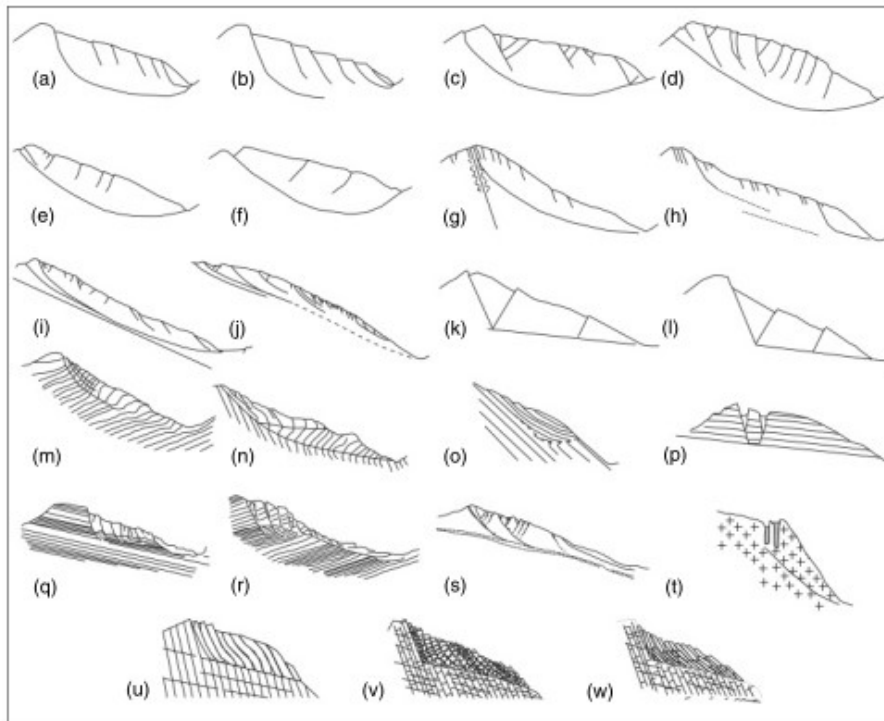
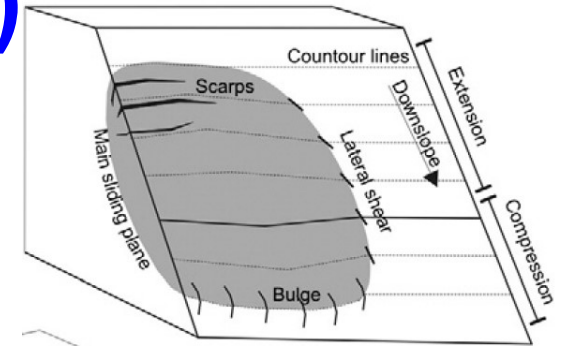


2010年事件後航照影像(3D view)



Deep Seated Gravitational Slope Deformation (DSGSD)

- presence of morphi-structures;
- size of the phenomenon equivalent to the slope;
- long-term, low rate of displacement (mm/y);
- the presence of minor landslides and other types of instabilities inside the deformed mass.

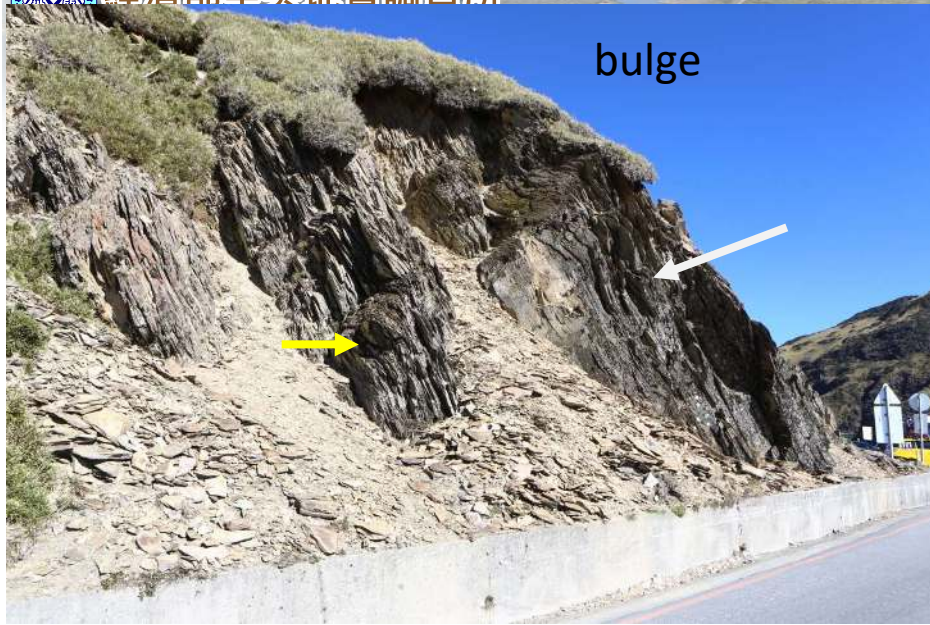


Agliardi et al., 2012

		Confinement		
		surface (50 < m)	50 - 100 m	>100 m
Soil or micro layered 4 mm	Confinement not necessary			
	-1 cm			
	5-10 cm			
Massive				

Jaboyedoff et al., 2013





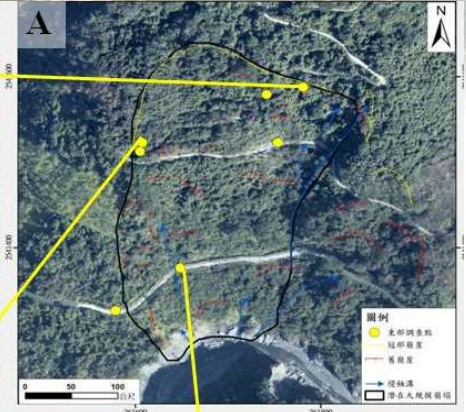
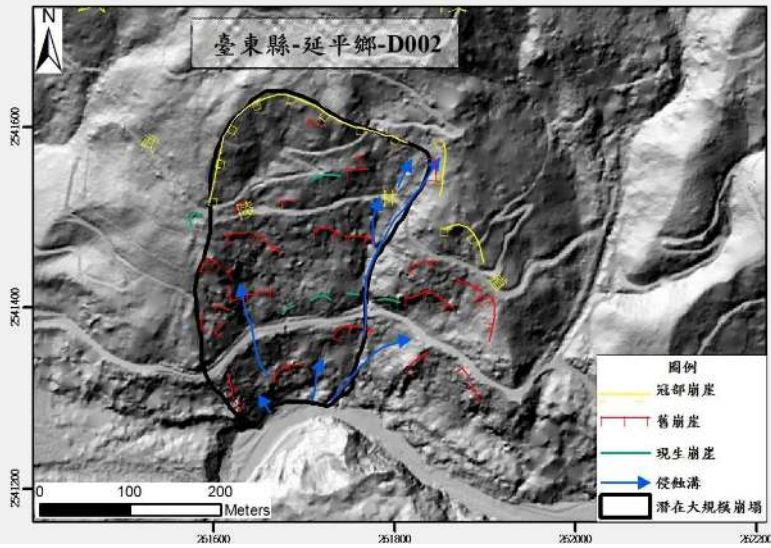


莫拉克(99-101)與非莫拉克(102-104)
國土保育地質敏感地區調查分析計畫

結合大規模崩塌地質防災資訊服務
106-110

	莫拉克災區			非莫拉克地區			精進判釋暨補充調查					
	南部 99	中部 100	東部 101	北部 102	東部 103	東部 & 北部 104	106		107		108	
潛在大規模崩塌 數量(處)	185	225	192	116	279	210	新增	精進	新增	精進	新增	精進
							543	63	515	293	106	348
鄰近聚落崩塌地(處)	13	27	16	16	22	19	128		185		191	
鄰近聚落潛在大規模崩塌地面積(公頃)	987	1,310	858	1,386	886	1,317	2517		3,549		1,837	
影響聚落(處)	11	13	18	18	24	19	34		72		52	

99~108年，判釋出2,371處潛在大規模崩塌地區，其中617處鄰近261個聚落。



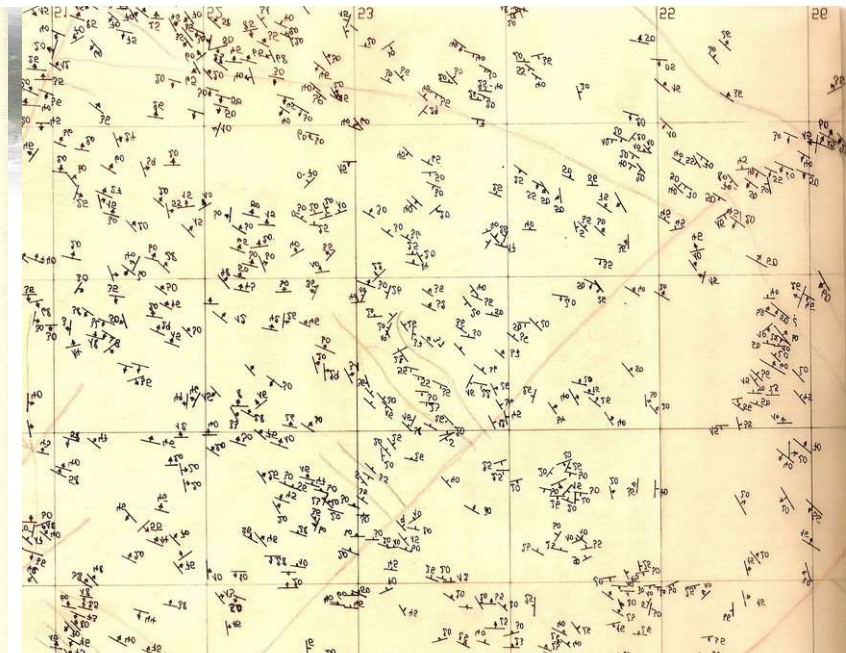
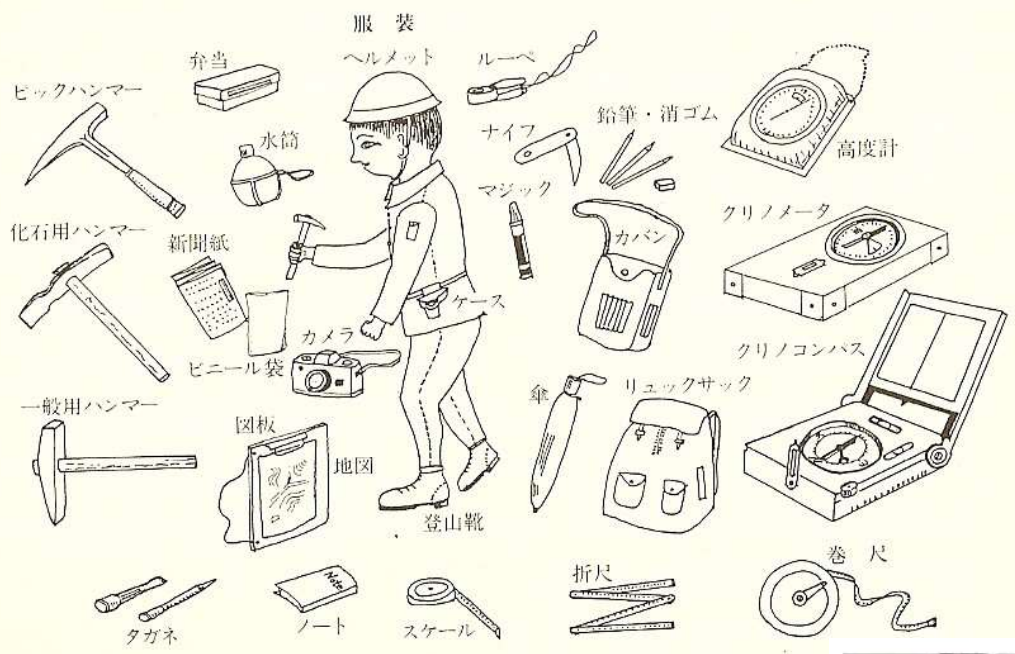
102年9月21、22日天兔颱風侵襲降下豪雨，造成此地區崩塌



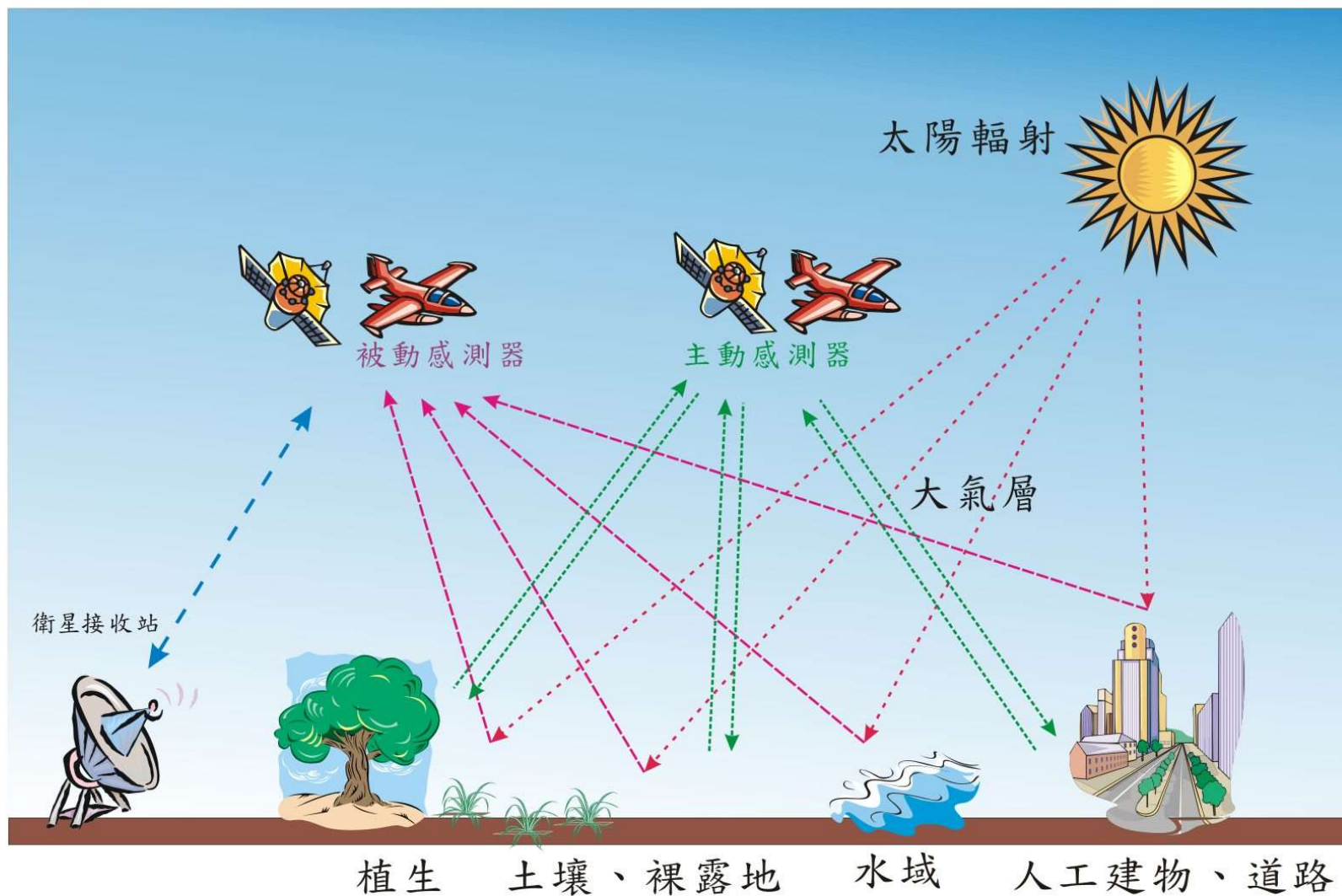
山崩調查技術與方法

- 傳統地質調查方法
- 遙感探測技術－測量方法
 - － 光達(LiDAR)
 - － 航空照片; 衛星影像
 - － 無人機
- 現地地工監測技術



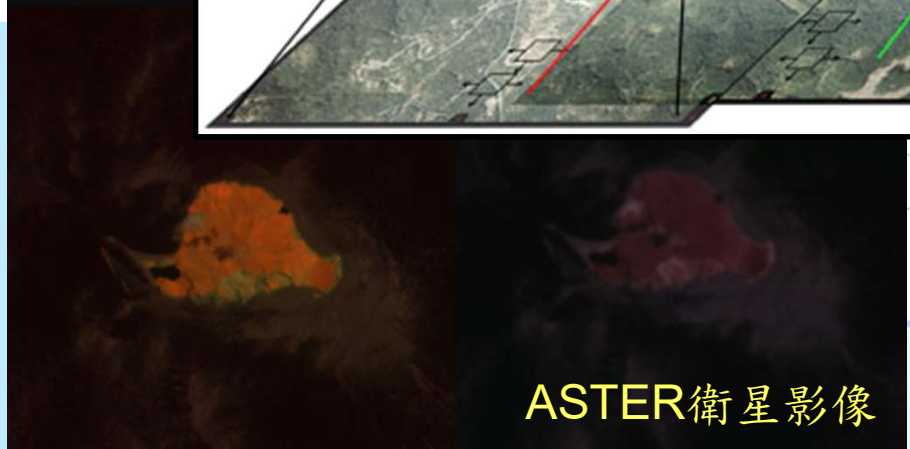
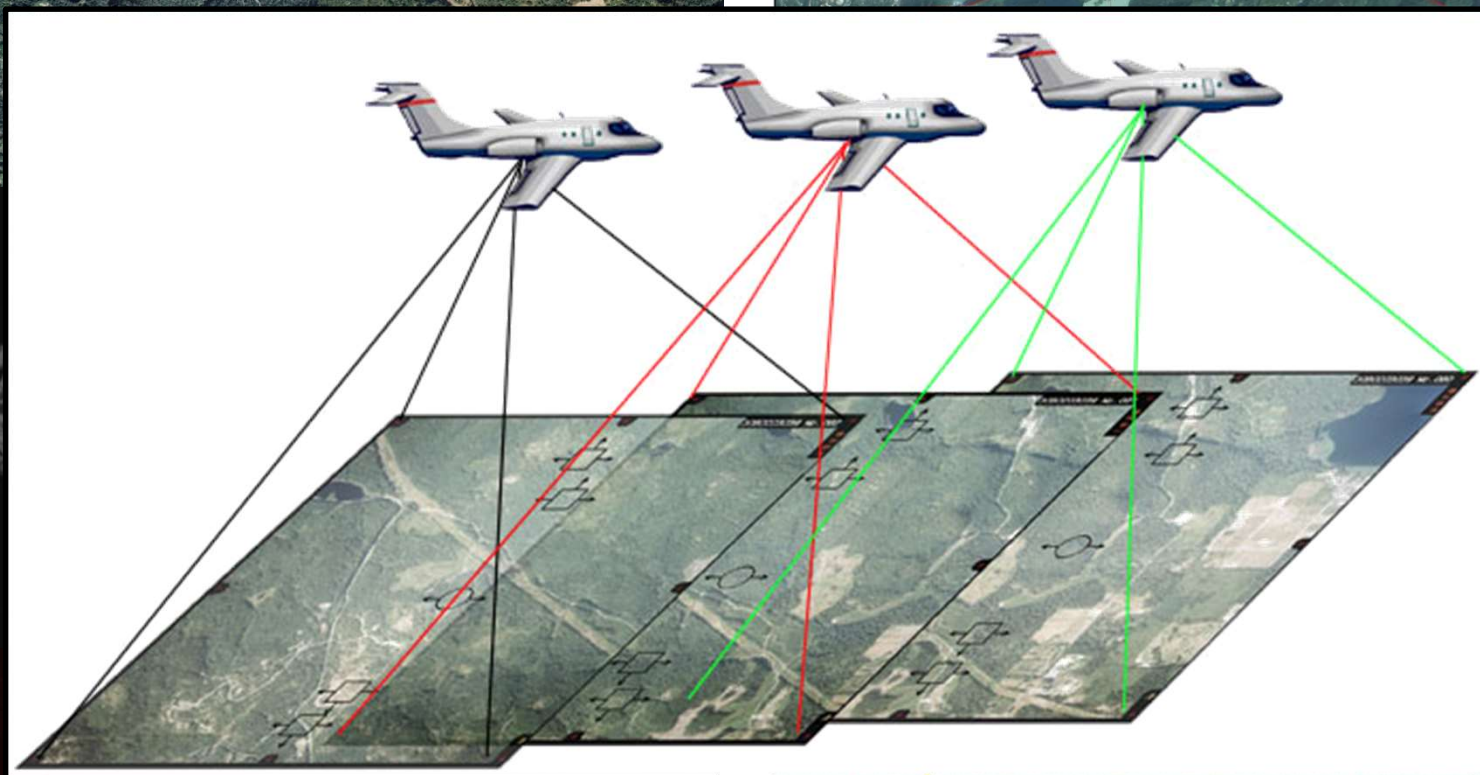
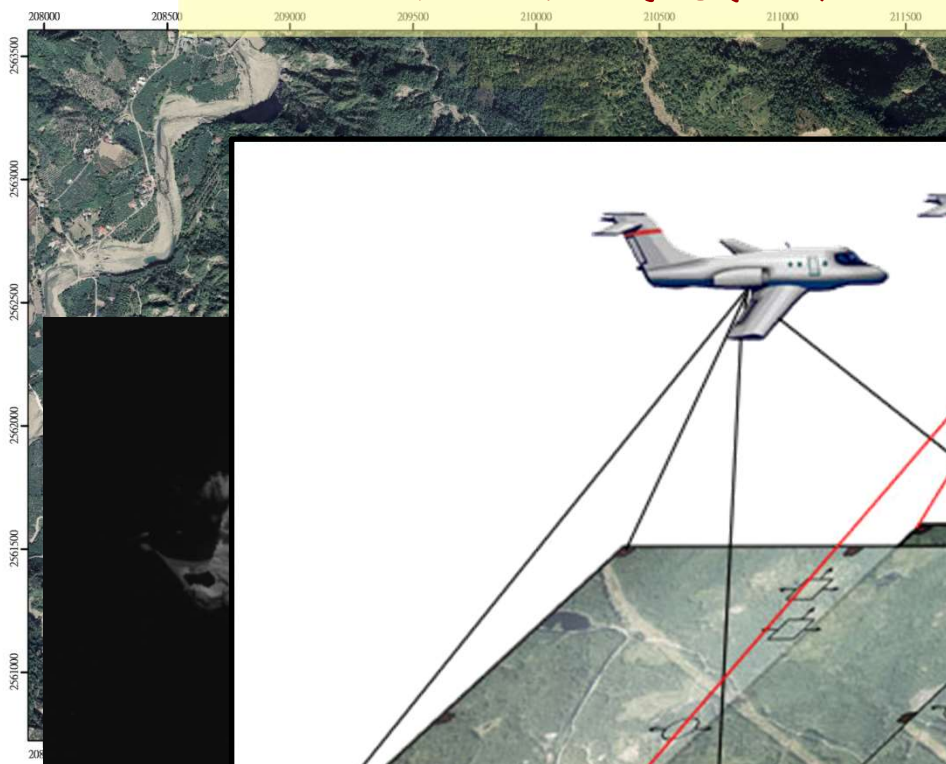


遙感探測方法與原理

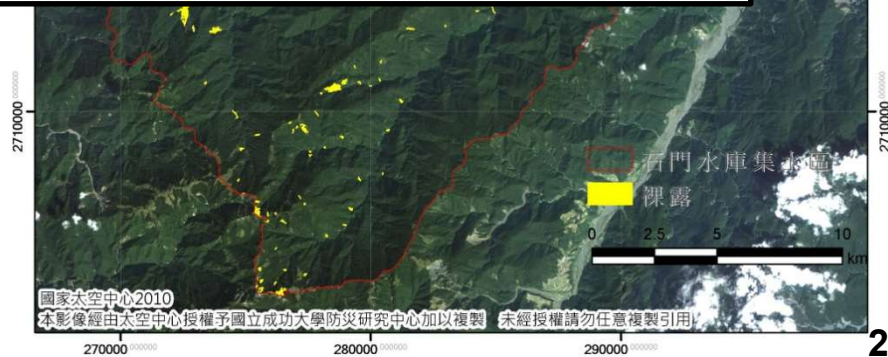




被動式感測



ASTER衛星影像



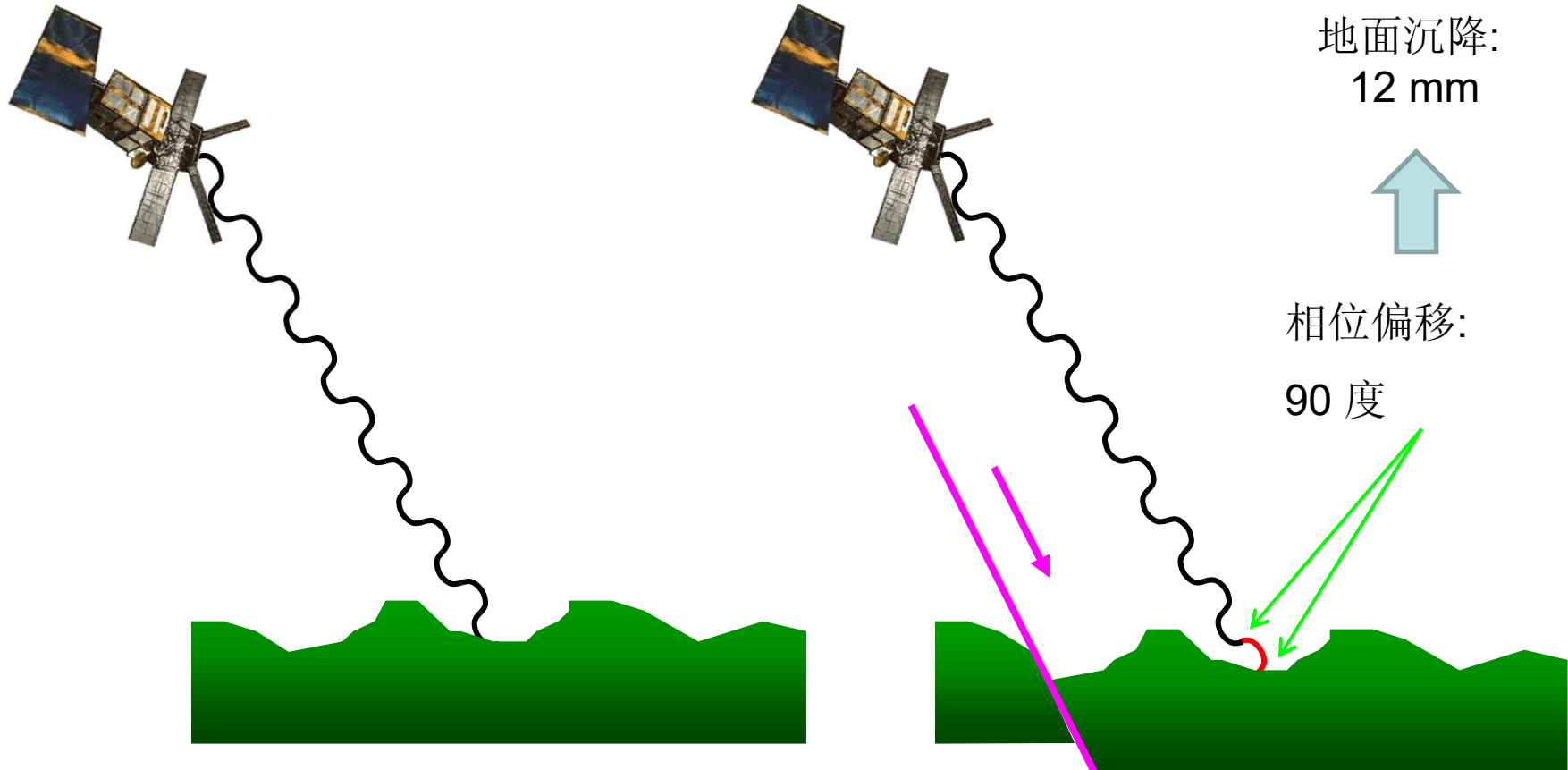


合成孔徑雷達干涉技術

Interferometric Synthetic Aperture Radar-InSAR

Pass 1

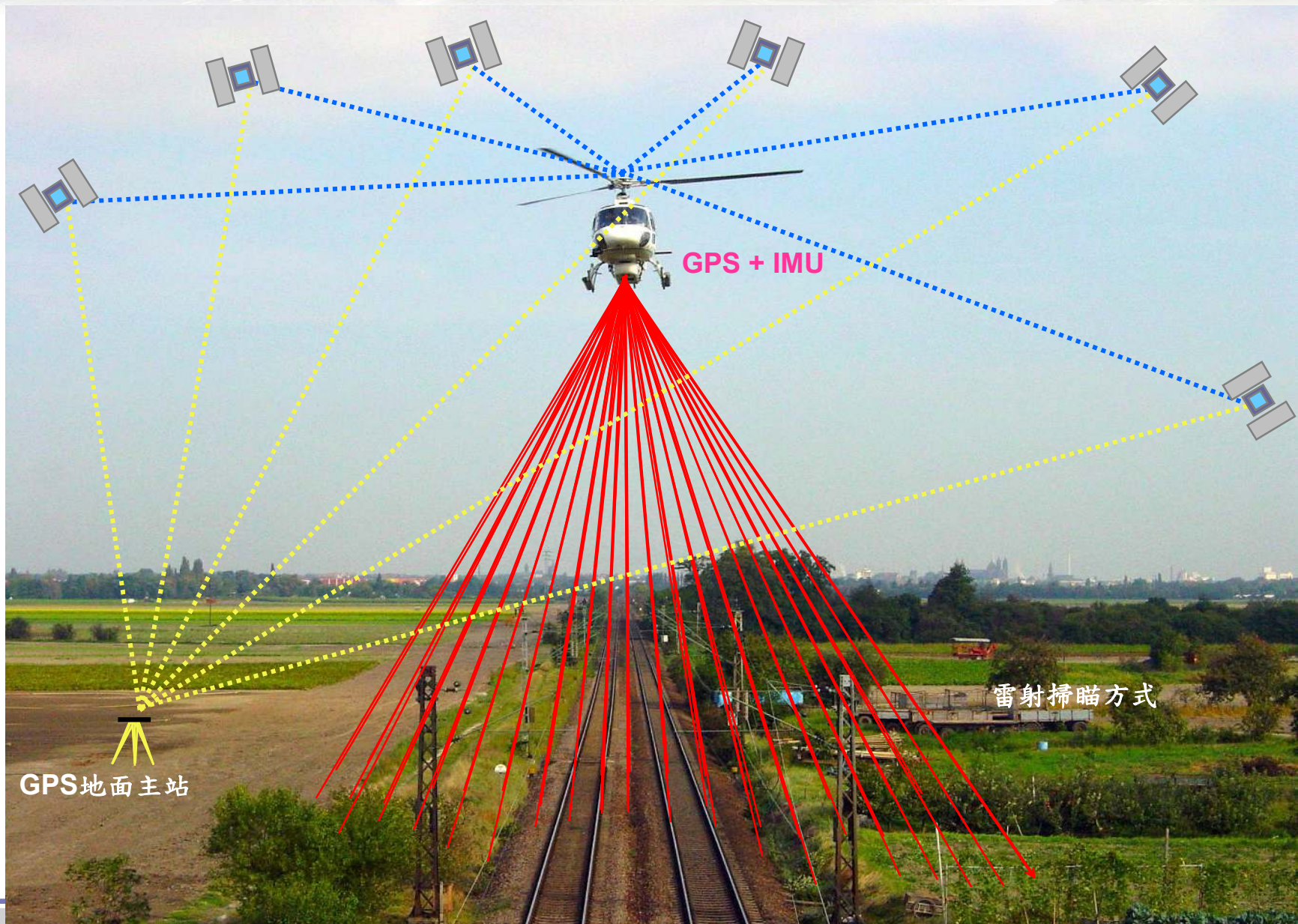
Pass 2



具備全天候全天時大範圍高精度的監測能力，計算每個圖元在兩次/多次成像期間的相位差異，獲得對應的地物在雷達視線方向(LOS)的形變，精度可達mm等級。



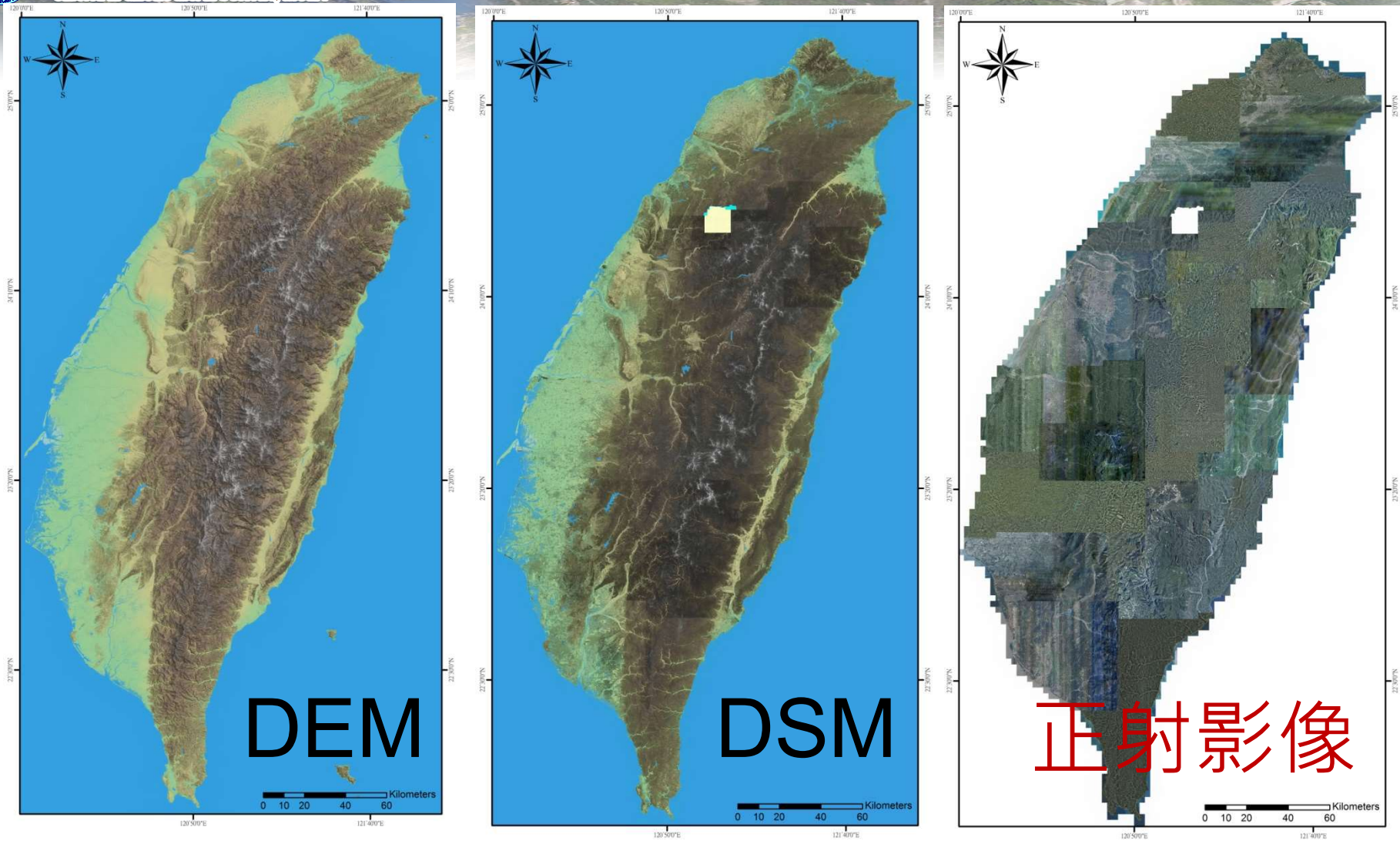
光達(LiDAR)



雷射掃瞄方式

GPS地面主站

GPS + IMU



- 地調所完成全島DEM、DSM資料，也為全球少見之國家光達測製成果。

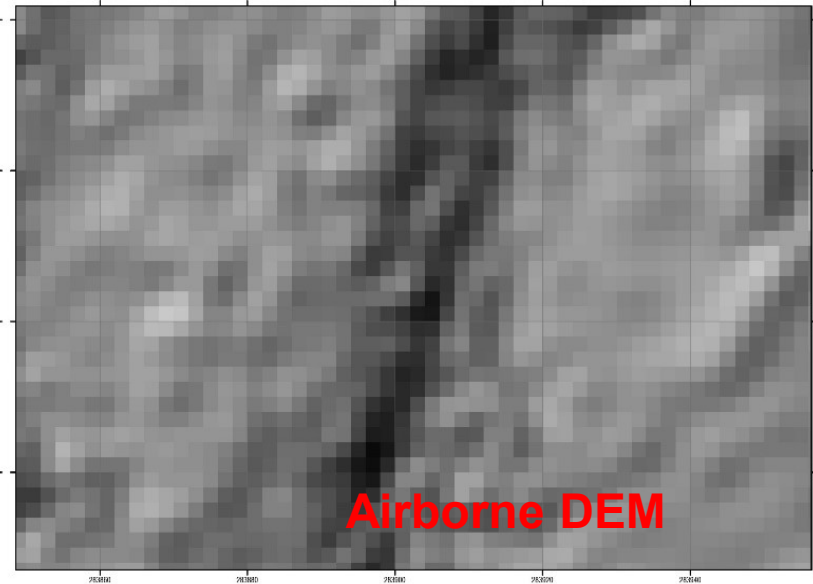
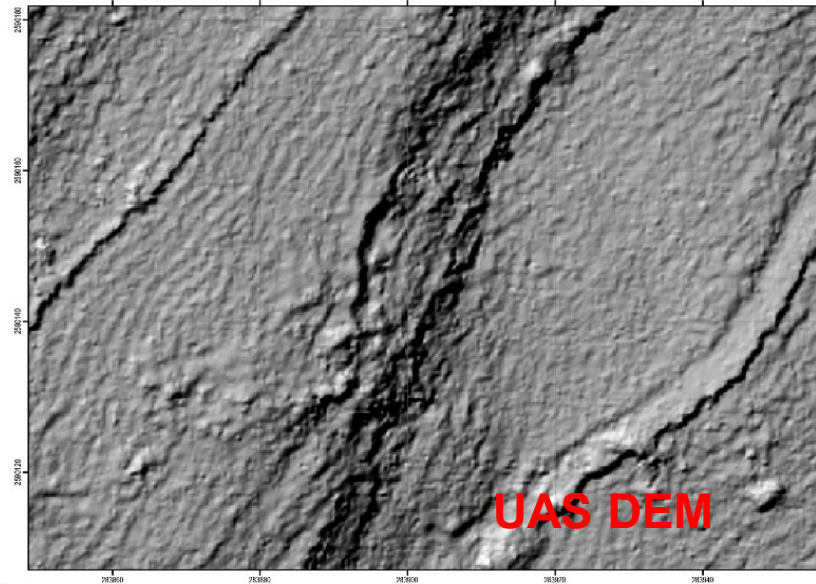
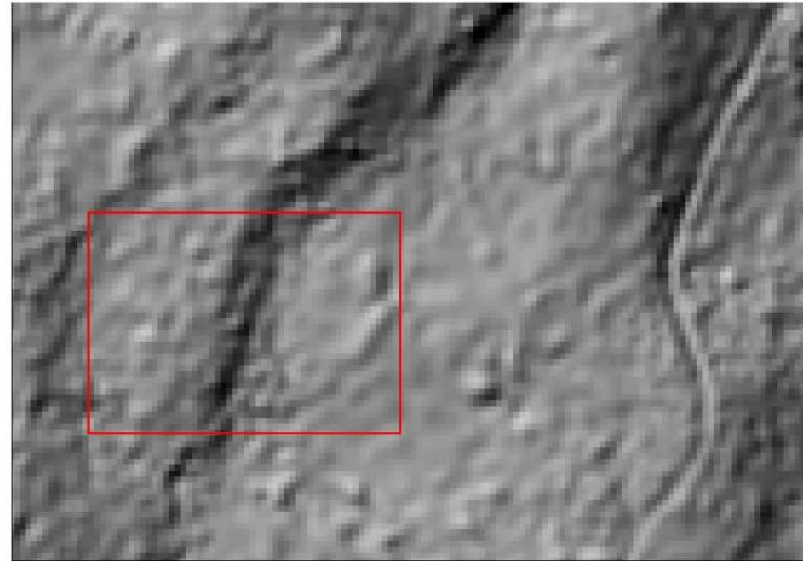
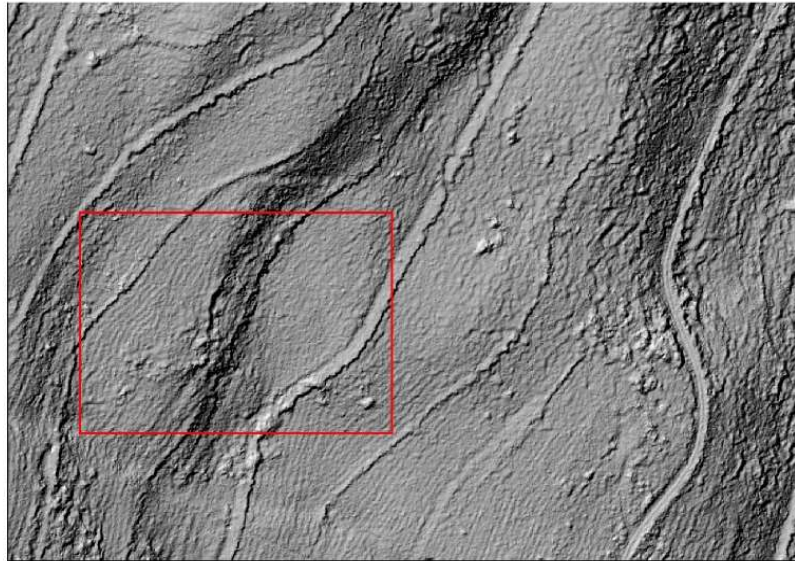


無人機調查技術



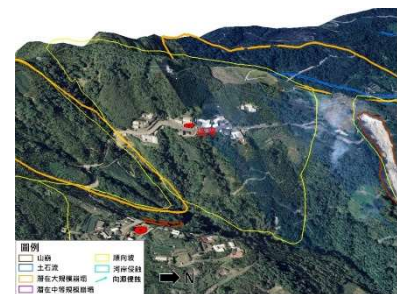
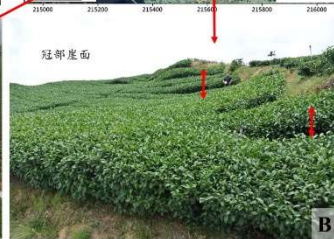
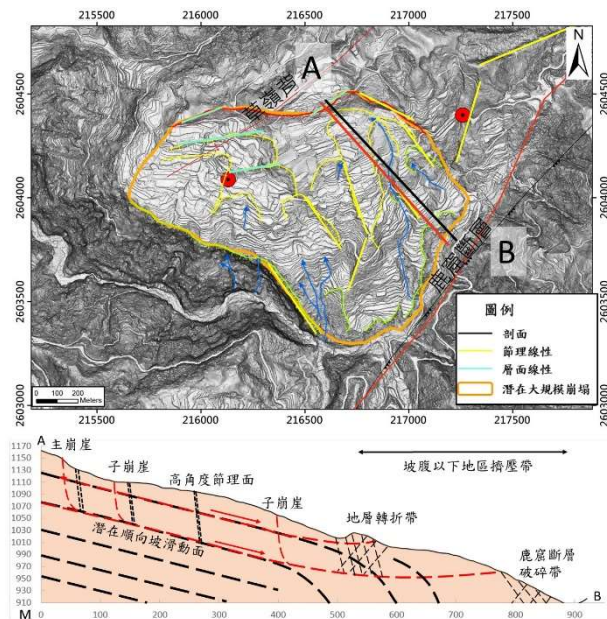
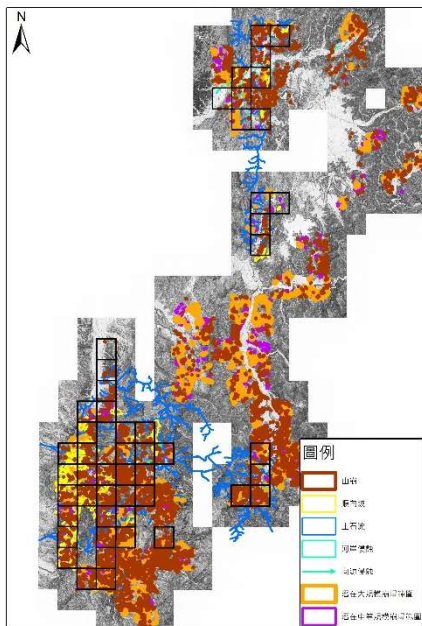
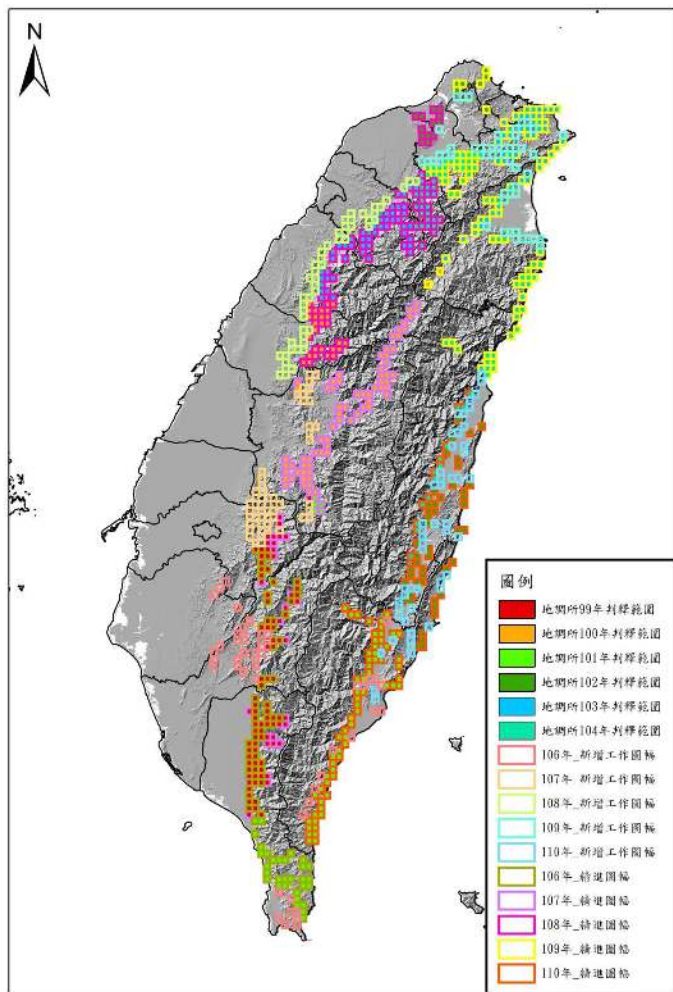


Potential Large-scale Landslide ?!



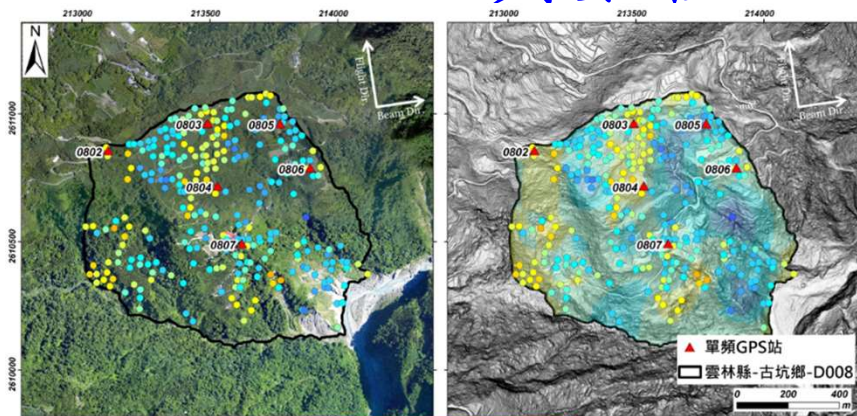


潛在大規模崩塌精進判釋暨補充調查

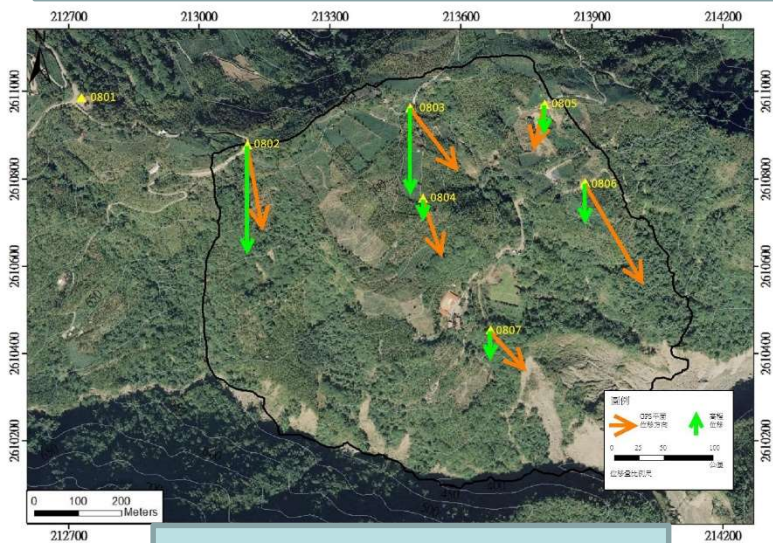




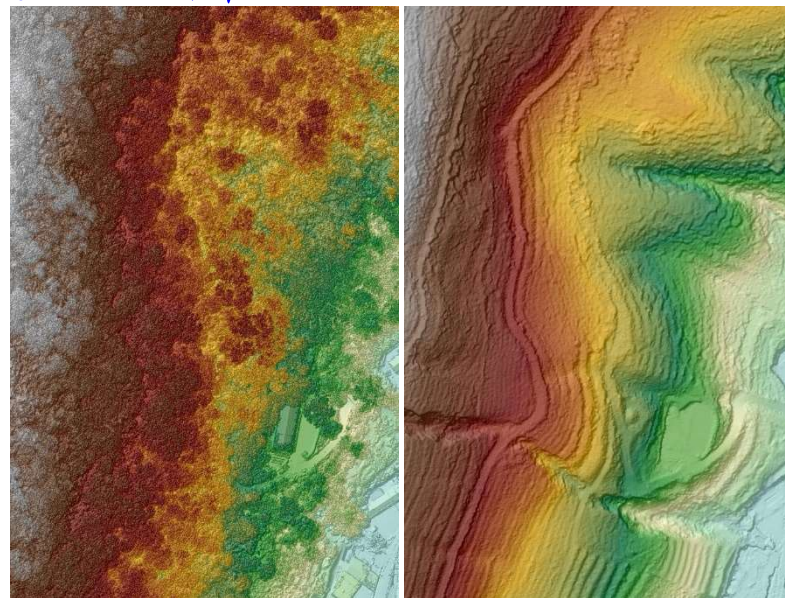
潛在大規模崩塌地表變形 與數值地形計量分析



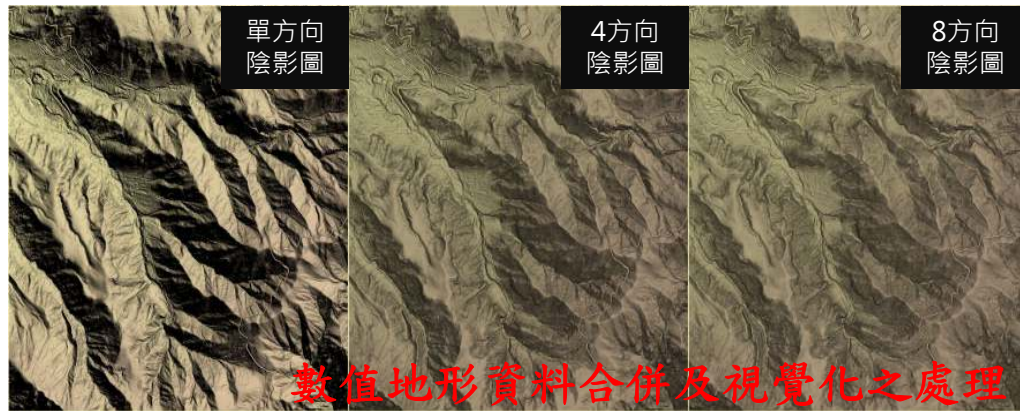
車心崙ALOS升軌影像年地表平均變形速率



單頻GPS地表位移觀測



無人機光達資料

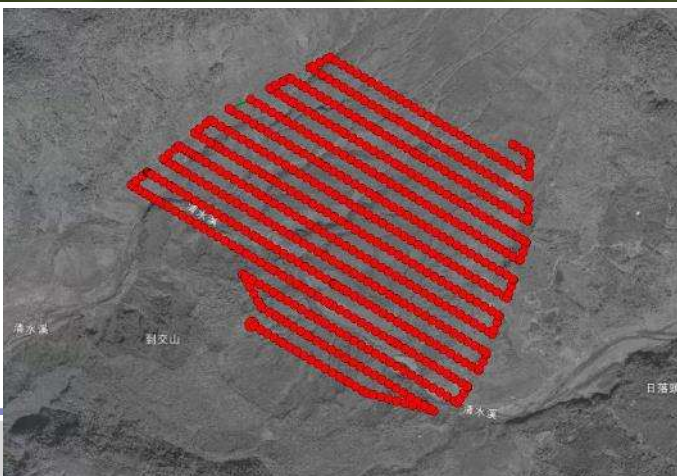


數值地形資料合併及視覺化之處理



無人機遙測技術

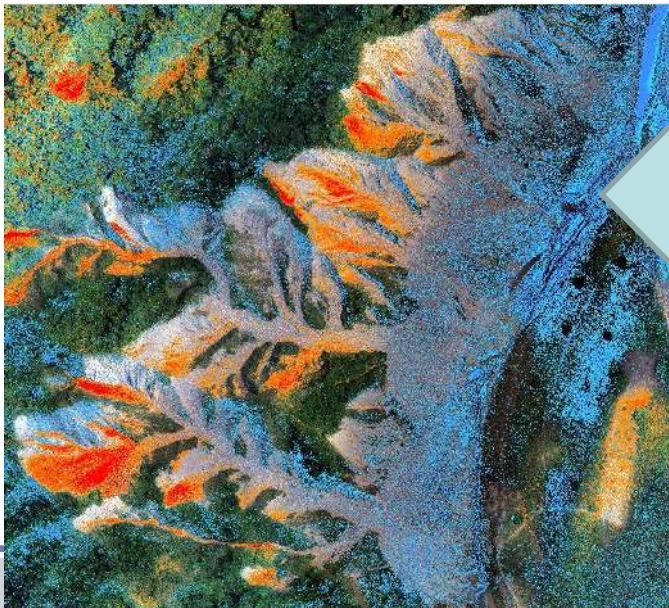
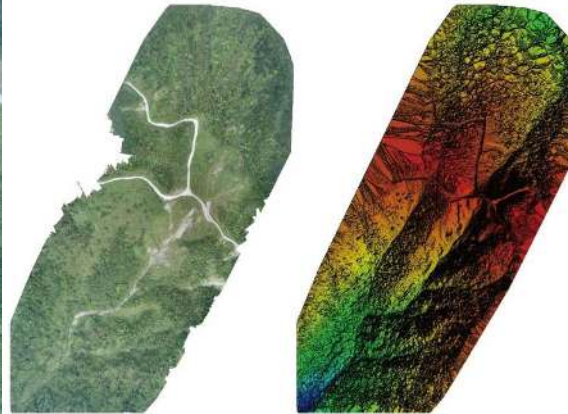
P4P & P4RTK





無人機調查應用

- 遠距露頭或地形觀察



2020/02-
2020/06兩期
正射影像差異

2020/06-
2020/09兩期正射
影像差異





『大規模崩塌細部監測系統建置』



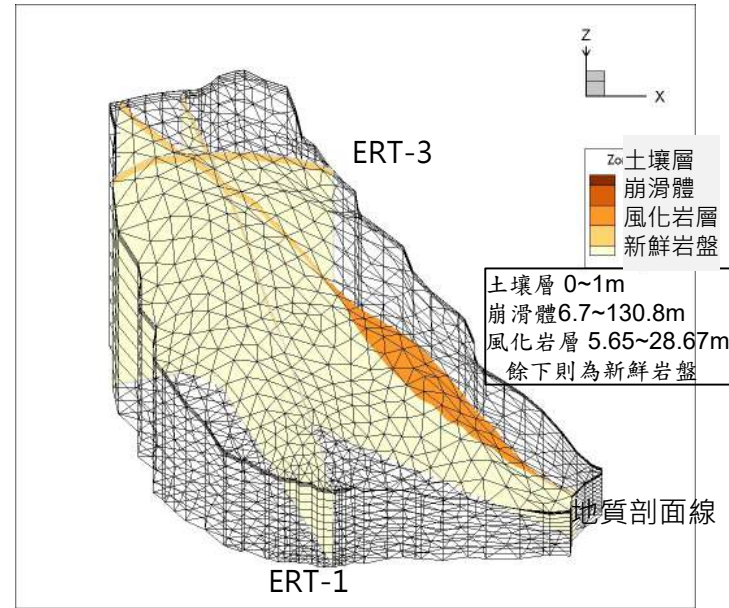
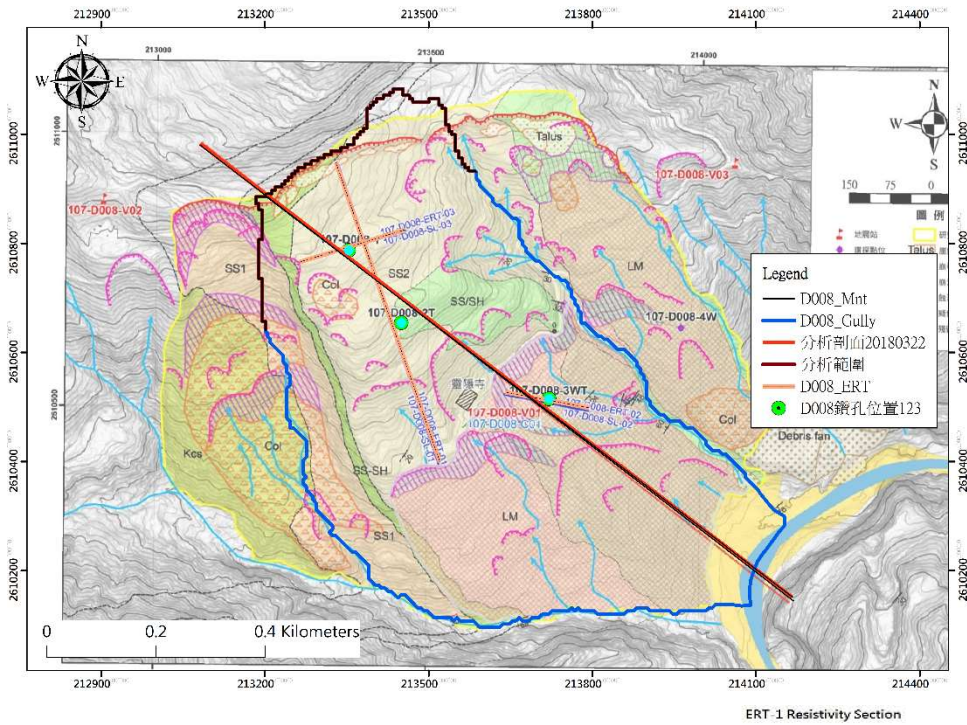
工作項目與儀器設備

1. 地表地質調查與地質鑽探外
2. GPS
3. 測傾管
4. 定置型測傾儀 (IPI)
5. 多點式地中變位儀 (SAA)
6. 雨量計
7. 電子式水壓計
8. 孔內伸縮計
9. 地表伸張計
10. 電子式裂縫計
11. TDR 地層變位計
12. 網路攝影機等觀測設備

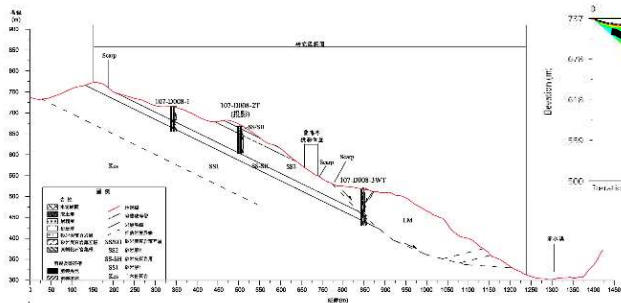
南投廬山溫泉北坡細部監測儀器配置圖 (林錫宏 提供)



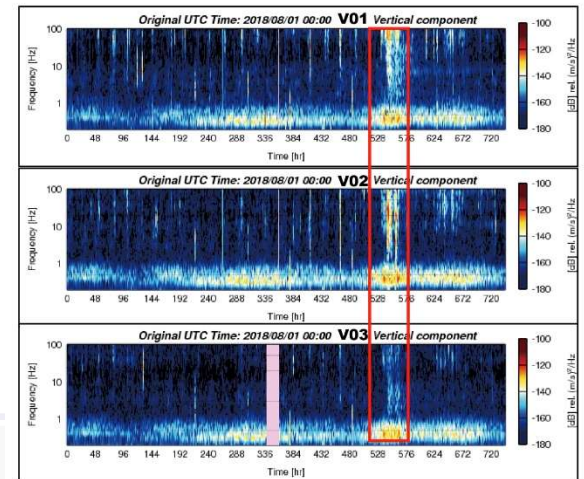
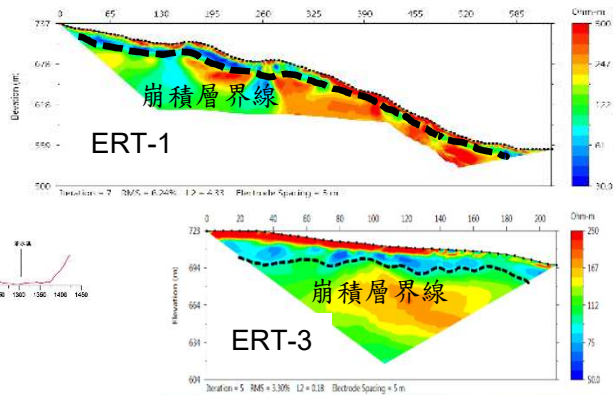
坡地場址調查觀測及變形機制分析



地動觀測 BB: 寬頻地震儀 G: 地聲檢知器



車心崙場址地質剖面

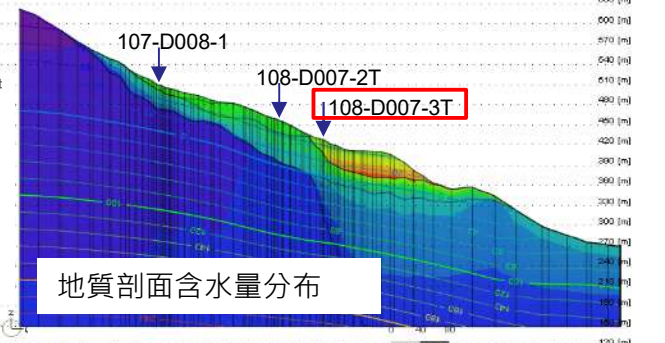
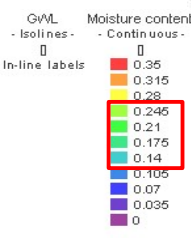
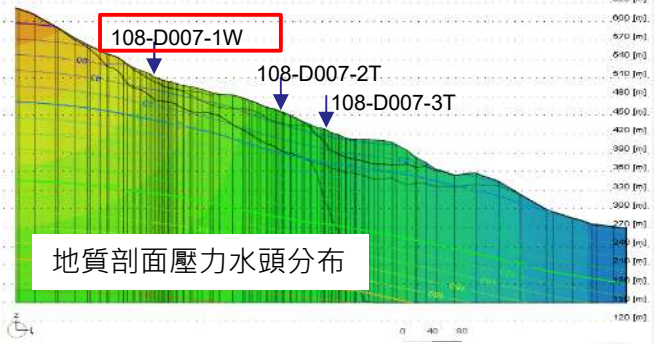
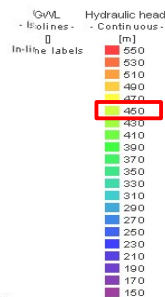
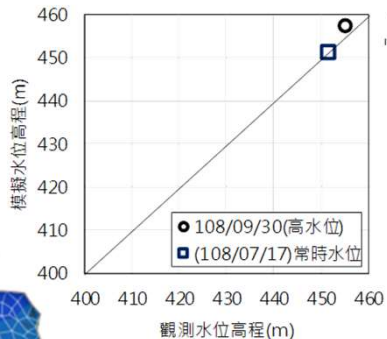
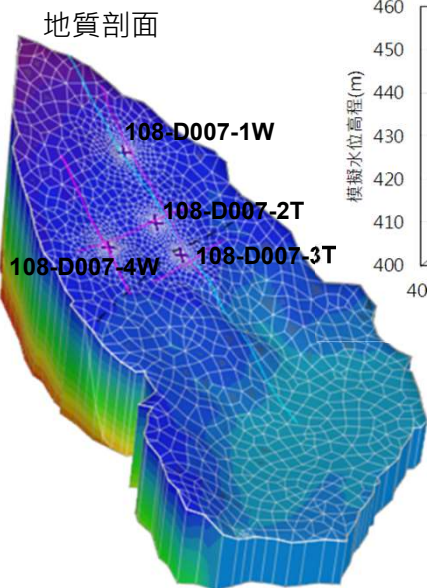
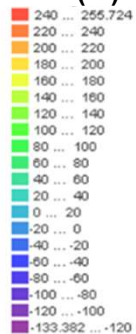




三維水文地質模型 & 三度空間坡地活動

D007梵梵場址地下水穩態流場

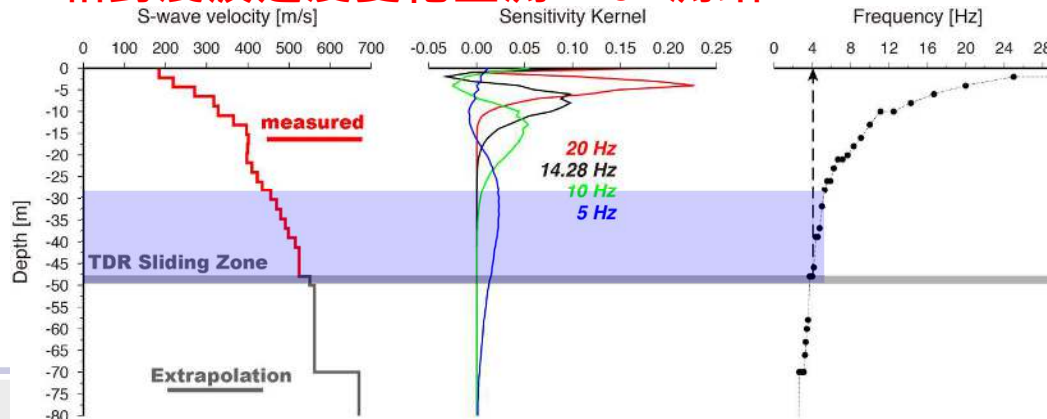
Pressure head (m)



地表觀測系統
地下觀測系統
地動觀測系統



相對震波速度變化量測-V02測站



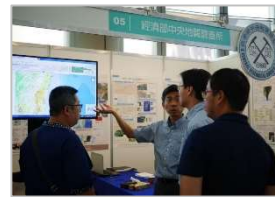
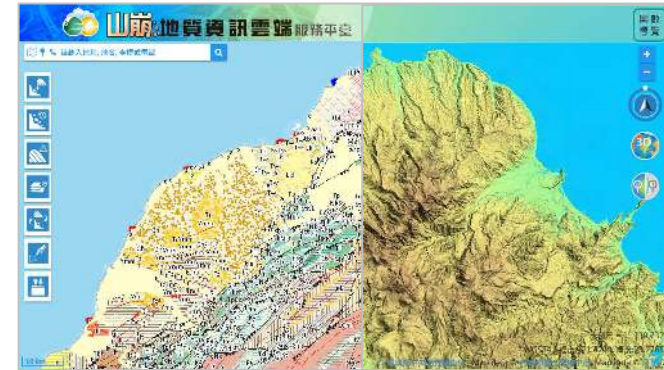


山崩資訊在哪裡？



經濟部中央地質調查所
CENTRAL GEOLOGICAL SURVEY, MOEA

山崩地質資訊雲端服務平臺



◆ 如何進入山崩雲?

Google

山崩雲

<https://landslide.geologycloud.tw/map/zh-tw>



環境與工程地質組



系統架構

資料橫向流通

106年度

107年度

108年度

109年度

A. 山崩地質雲端服務資料

A1. 資料彙總及暫存

資料盤點
及整理

建置雲端
資料庫

資料拆解
轉建檔

A2. 開放資料包裝

開放資料
格式轉置

A3. 詮釋資料包裝

詮釋資料建置

B. 雲端圖資展示平臺

B1. 基本瀏覽功能

B1.1. 基本操作功能

B1.2. 線上圈繪功能

B1.4. 外業相片上傳服務

B1.5. 圖層清單功能

B1.3. 圖資顯示功能：

- (1) 透明度
- (2) 圖例
- (3) 刪除
- (4) 資料下載
- (5) 自訂圖層顏色

B1.6. 圖資截取功能

B4. 成果展示功能

B4.1. 三維展示功能

B4.2. 原始檔案輸出：

- (1) 資料申請
- (2) 資料審核
- (3) 歷史申請查詢

B4.3. 連結分享内容

B5. 主題展示功能

B5.1. 非定期展示主題服務

B5.2. 主題應用系統：

- (1) 說明文字
- (2) 點位範圍
- (3) 相片展示
- (4) 調查報告顯示

B2. 圖層套疊

B2.1. 切換底圖

B2.2. 輔助圖層套疊

B2.3. 自有圖層套疊

B3. 多時期影像時間 序列展示功能

B3.1. 影像變遷比對

B3.2. 影像時間軸

B6. 功能試作區

B6.1. 影像比對功能

B6.2. 測試圖資展示

B7. 底層功能調整

B7.1. 混合式圖磚顯示

B7.2. 增加英文語系

C. 多樣化雲端服務交換平臺

C1. 資料服務

外部圖資

內政部全國地址定位服務

環境資源資料庫累積雨量

自產圖資

多類型歷史山崩目錄

山崩地滑地質敏感區

多年期歷史山崩目錄

順向坡目錄

C2. 圖資服務

外部圖資

全球底圖介接：
Bing Maps、Open Street Map、Google Map

臺灣底圖介接：
內政部臺灣通用電子地圖、
經建版地形圖、本所地質圖

臺灣時序圖資：
太遙中心之多時期衛星影像

水土保持局：
太遙中心之多時期衛星影像

自產圖資

五萬分之一
全島地質圖

地形陰影圖(6米)

坡度圖(6米)

空載光達成果品質
分析圖(6米)

事件型SPOT衛星影像

重現期距100年岩屑崩
滑崩壞比圖

岩屑崩滑危害度分級圖

山崩地滑地質敏感區

順向坡目錄

多類型歷史山崩目錄

多年期歷史山崩目錄

C3. 地形服務

全球地形服務

全臺地形服務

D. 雲端服務管理平臺

D1. 管理角色及權限

新增帳號

修改帳號

D2. 後臺管理功能

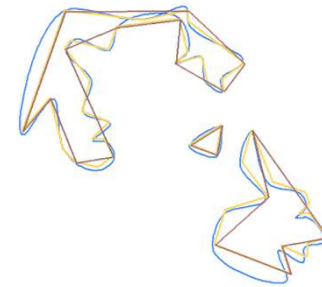
服務管理

系統監控



雲端圖資展示平臺

- 山崩相關資料
 - 呈現方式：混合圖磚
 - 傳統圖磚 + 向量圖磚
 - 圖臺上可以直接觀看
- 截圖功能
 - 截取圖片做報告
 - 截取KML 套疊 Google Earth
- 套疊自有資料





圖層清單及排序

可排序圖層

基本圖層

- 光達: 具有地表變形徵兆之潛在崩塌(光達數值地形判釋)
- 順向坡目錄
- 山崩與地滑地質敏感區

套疊圖層

- 34處大規模崩塌潛勢區
- 土石流潛勢溪流
- 道路及地標

底圖

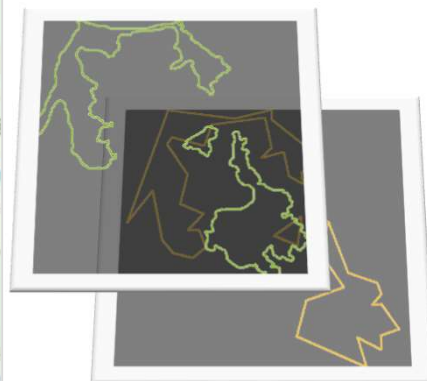
北路 鄭州路
捷運北門站 捷運臺北車站
臺灣通用電子地圖

山崩資料圖層

輔助圖層

底圖切換

南投縣



混合圖磚成果

可同時開啟多圖層



圖資截取功能I-獲得圖片

按下照相機
截取現有畫面

開啟導覽

可排序圖層

基本圖層

山崩與地滑地質敏感區
[透明度][圖例]
不透明: 50%

順向坡目錄
[透明度][圖例]
不透明: 80%

大規模崩塌34_v3
[透明度][置中]
不透明: 100%

套疊圖層

道路及地標
[透明度]
不透明: 50%

底圖

臺灣通用電子地圖正射影像

地點: 佳暮山崩土石流

系統畫面



圖資截取功能I-獲得圖片

The screenshot displays a web application interface for the Central Geological Survey, MOEA. It is divided into three main sections:

- File Explorer (Top Left):** Shows a directory structure for the platform. The files listed are:

名稱	修改日期	類型	大小
山崩雲地質資訊服務平台.jgw	2020/6/29 上午 09:52	JGW 檔案	1 KB
山崩雲地質資訊服務平台.jpeg	2020/6/29 上午 09:52	JPEG 檔案	1,983 KB
山崩雲地質資訊服務平台.prj	2020/6/29 上午 09:52	PRJ 檔案	1 KB
- Map Viewer (Middle Left):** Displays a geological map with various colored regions (red, blue, green, orange). A specific area is highlighted with a yellow border. A label on the map reads "地圖+德福山崩土石流".
- Text Editors (Right):** Two windows are open, showing coordinate and projection information:
 - Top Editor (山崩雲地質資訊服務平台.jgw - 記事本):**

```

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明
4.403933004329051
0.0
0.0
-4.403933004329051
217343.20731842244
2522504.8770254245
          
```
 - Bottom Editor (山崩雲地質資訊服務平台.prj - 記事本):**

```

檔案(F) 編輯(E) 格式(O) 檢視(V) 說明
GEOGCS["GCS_WGS_1984",DATUM
["D_WGS_1984",SPHEROID
["WGS_1984",6378137,298.257223563]],PRIMEM
["Greenwich",0],UNIT["Degree",0.017453292519943295]]
          
```

坐標描述檔

畫面截圖影像檔案

專案檔



圖資截取功能II-獲得KML

相片連結暫存7天

山崩地質資訊雲端服務平臺
Cloud services platform of Landslides geological information

請輸入地址, 地名, 坐標或電話

2. 獲取KML檔案

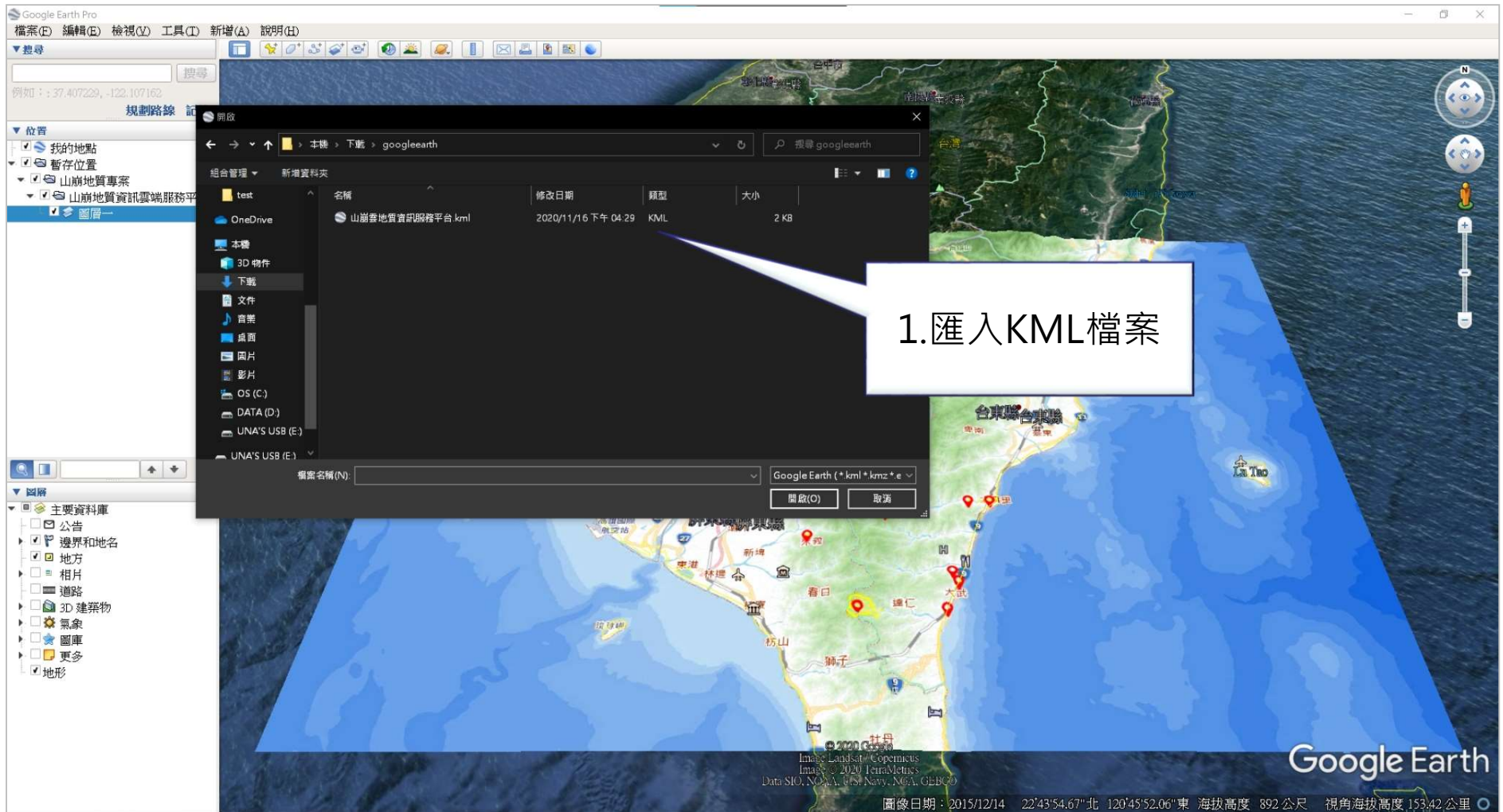
1. 按下Google地球 截取現有畫面

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2" xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
  <Folder>
    <name>山崩地質專案</name>
    <open>1</open>
    <LookAt>
      <latitude>22.732012536792883</latitude>
      <longitude>120.76446533203125</longitude>
      <range>500000</range>
    </LookAt>
    <Folder>
      <name>山崩地質資訊雲端服務平臺</name>
      <open>1</open>
      <GroundOverlay>
        <name>圖層一</name>
        <icon>
          <href>https://landslide.geologycloud.tw/map/files/kmlImage/1605515342774.png</href>
          </icon>
          <LatLonBox>
            <north>23.326001171335648</north>
            <south>22.13802390225012</south>
            <east>121.65298461914064</east>
            <west>119.87594604492186</west>
          </LatLonBox>
        </GroundOverlay>
      </Folder>
    </Folder>
  </kml>
```

比例尺 = 1 : 532,889
『WGS84』經度:120.8842, 緯度:22.3330



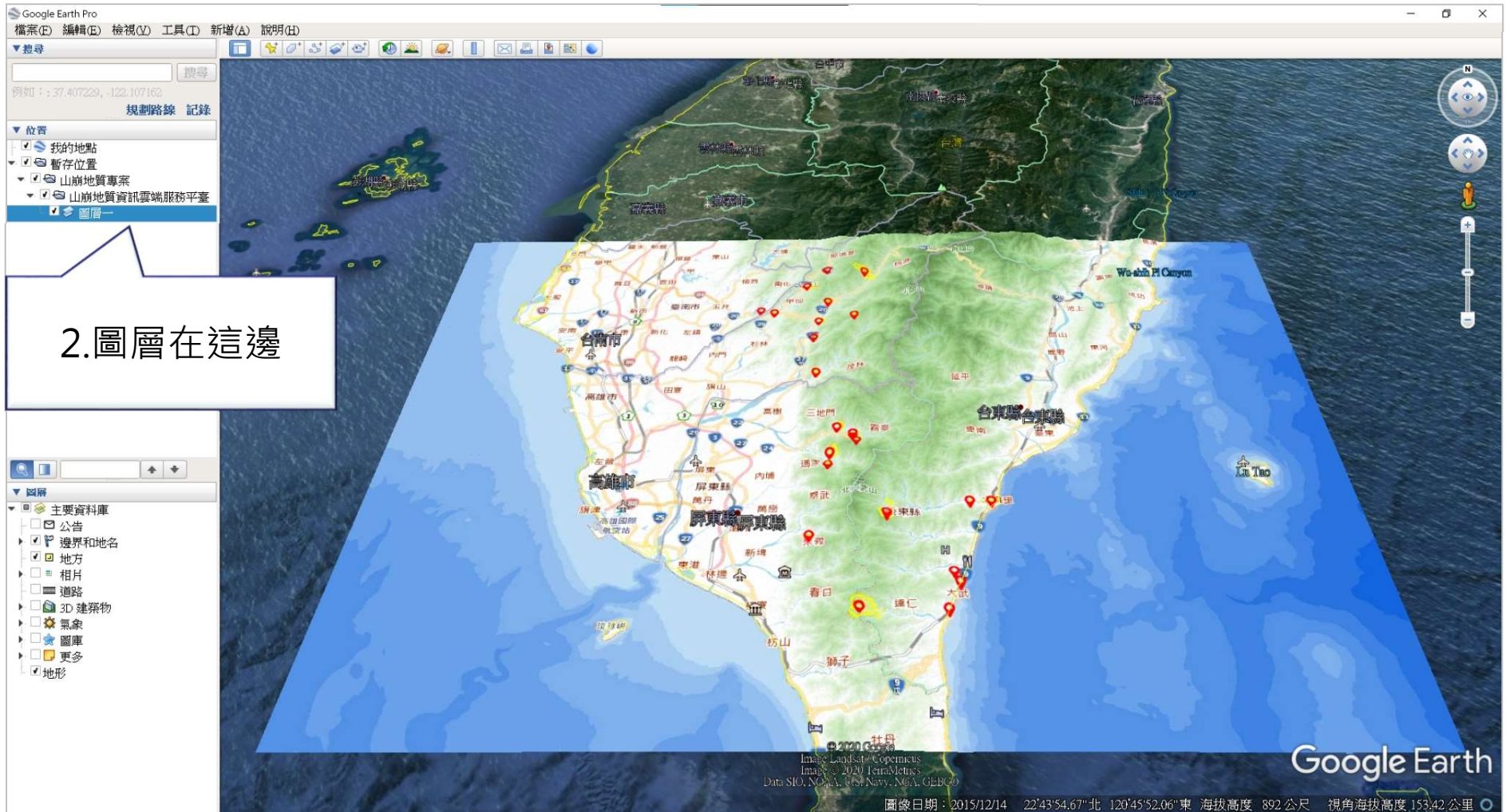
開啟 Google Earth Pro





套疊KML檔案

相片連結暫存7天





開放圖資服務清單

項次	內容	類型
1	五萬分之一全島無接縫地質圖	WMTS
2	全島數值地形多向陰影圖(6m空間解析度)	WMTS
3	全島數值地形坡度圖(6m空間解析度)	WMTS
4	空載光達成果品質分析圖(6m空間解析度)	WMTS
5	山崩與地滑地質敏感區	WMTS, JSON
6	歷史順向坡目錄	WMTS, JSON
7	歷史山崩目錄	WMTS, JSON
8	多年期歷史山崩目錄	WMTS, JSON

- ▶ WMTS：就是圖片可以看
- ▶ JSON：就是文數字資料



開啟服務API頁面

山崩地質資訊雲端服務平臺
Cloud services platform of Landslides geological Information

請輸入地址, 地名, 坐標或電話

開啟導覽

山崩與地滑地質敏感區

山崩與地滑地質敏感區

[透明度][圖例][下載]

不透明: 60%

資料圖層下載

歷史山崩目錄

類型: 光達

計畫名稱: 具有地表變形徵兆之潛在崩塌(光達)

加入

光達:具有地表變形徵兆之潛在崩塌(光達數值地形判釋)

多年期歷史山崩目錄

年度: 1980 加入

開啟API服務頁面

比例尺 = 1 : 33,313

「WGS84」經度:120.7271, 緯度:22.7264

經濟部中央地質調查所 | Map data © 內政部國土測繪中心, Map data © SLIDE

環境與工程地質組



WMTS 圖磚服務

山崩雲API服務供應平臺 1.0.0 OAS3

本平臺中提供山崩雲所發布之資料圖層資料及圖磚服務API

[經濟部中央地質調查所 - Website](#)

[Send email to 經濟部中央地質調查所](#)

[nodeJS](#)

Servers

▾

[wmts圖磚服務] 收錄可介接之wmts服務

展開 ▾

GET /jetlink/SensitiveArea/GoogleMapsCompatibl/{z}/{y}/{x}

GET /jetlink/Dislope/GoogleMapsCompatibl/{z}/{y}/{x}

GET /jetlink/Lidar/GoogleMapsCompatibl/{z}/{y}/{x}

GET /jetlink/{airphotoLayerName}/GoogleMapsCompatibl/{z}/{y}/{x}

GET /jetlink/{satelliteLayerName}/GoogleMapsCompatibl/{z}/{y}/{x}

GET /jetlink/{otherLayerName}/GoogleMapsCompatibl/{z}/{y}/{x}

GET /jetlink/{year}/GoogleMapsCompatibl/{z}/{y}/{x}



JSON 資料服務

山崩雲API服務供應平臺 1.0.0 OAS3

本平臺中提供山崩雲所發布之資料圖層資料及圖磚服務API

[經濟部中央地質調查所 - Website](#)
[Send email to 經濟部中央地質調查所](#)
[nodeJS](#)

Servers

<https://landslide.geologycloud.tw/data/zh-tw/> - data server

【山崩與地滑地質敏感區】

展開

GET /lsdata/geologicalsensitiveareas

【順向坡目錄】

展開

GET /lsdata/dislope

【歷史山崩目錄】 依照不同判釋類型區分

展開

-光達判識目錄

展開

-衛星判識目錄

展開

-航照判識目錄

展開

-其他外部資料

展開

【多年期歷史山崩目錄】 依照不同年份區分

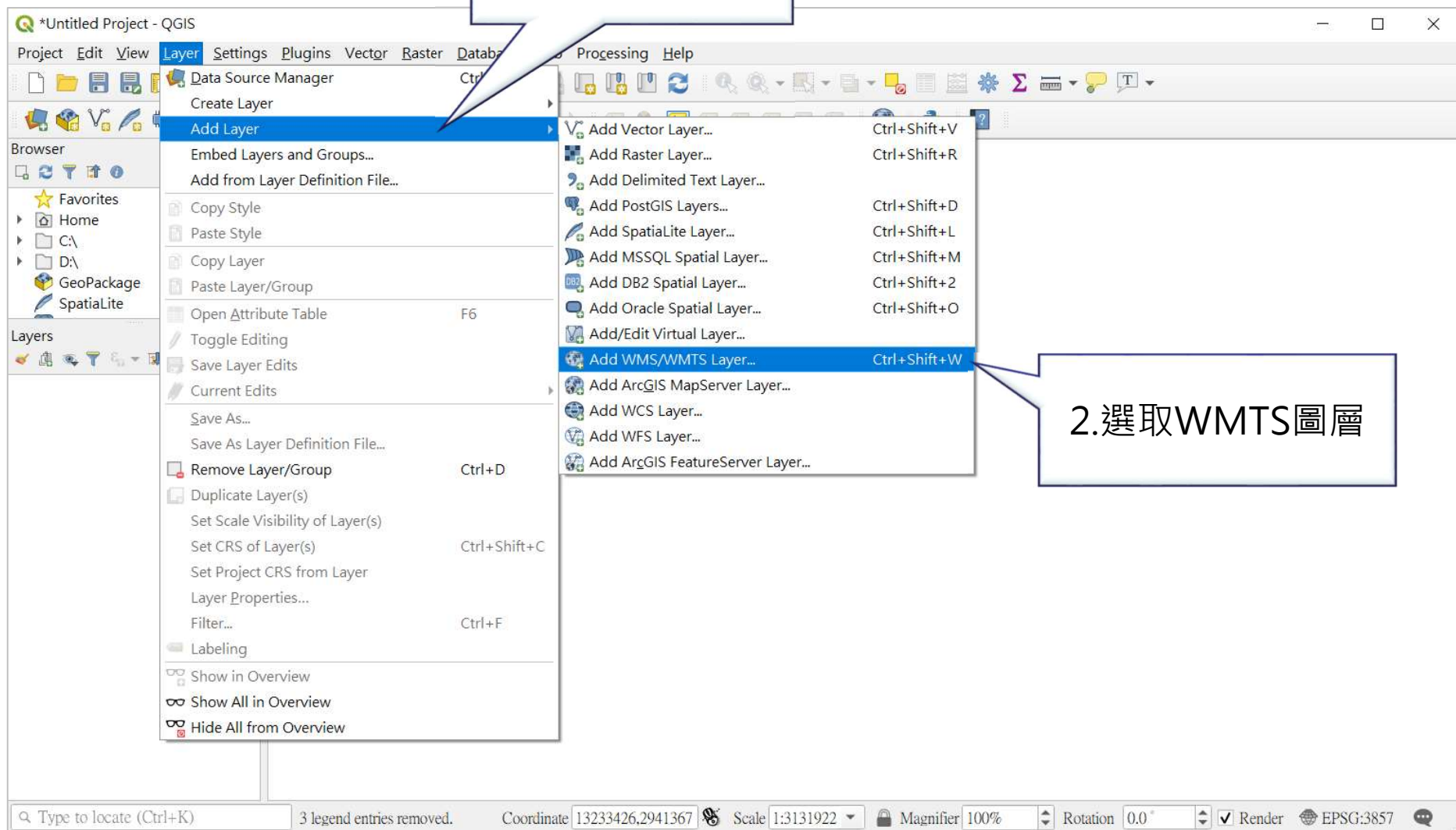
展開

GET /lsyears



1.新增圖層

使用



2.選取WMTS圖層



連接山崩雲的WMTS服務

3. New 一個新的

4. 輸入XML的位置

6. 連接

5. 確定

<https://landslide.geologycloud.tw/jlwmts/jetlink/wmts>



增加圖層

7.出現WMTS清單

Layer	Format	Title
Airphoto_other	image/png	航照：任務型計畫
Airphoto_Soudelor	image/png	航照：蘇迪勒颱風災後崩塌地判釋
Airphoto_TC_105	image/png	航照：105年山崩觀測技術發展應用研究
Airphoto_water	image/png	航照：「易淹水地區上游集水區地質調查及資料庫建置」計畫
cgs_Dislope	image/png	順向坡目錄-配色版
cgs_Lidar	image/png	光達-配色版：「國土保育之地質敏感地區調查分析計畫」、「非莫拉克災區之國土保育地質敏感區調查分析計畫」
cgs_SensitiveArea	image/png	山崩與地滑地質敏感區-配色版
Dislope	image/png	順向坡目錄
gm50000	image/png	五萬分之一全島無接縫地質圖
GPlack20	image/png	空載光達成果品質分析圖
Lidar	image/png	光達：「國土保育之地質敏感地區調查分析計畫」、「非莫拉克災區之國土保育地質敏感區調查分析計畫」
Other_DS	image/png	其他：臺北市政府工務局大地工程處「山坡地環境地質調查及系統更新計畫」

Layer name 山崩與地滑地質敏感區-配色版
Tileset selected

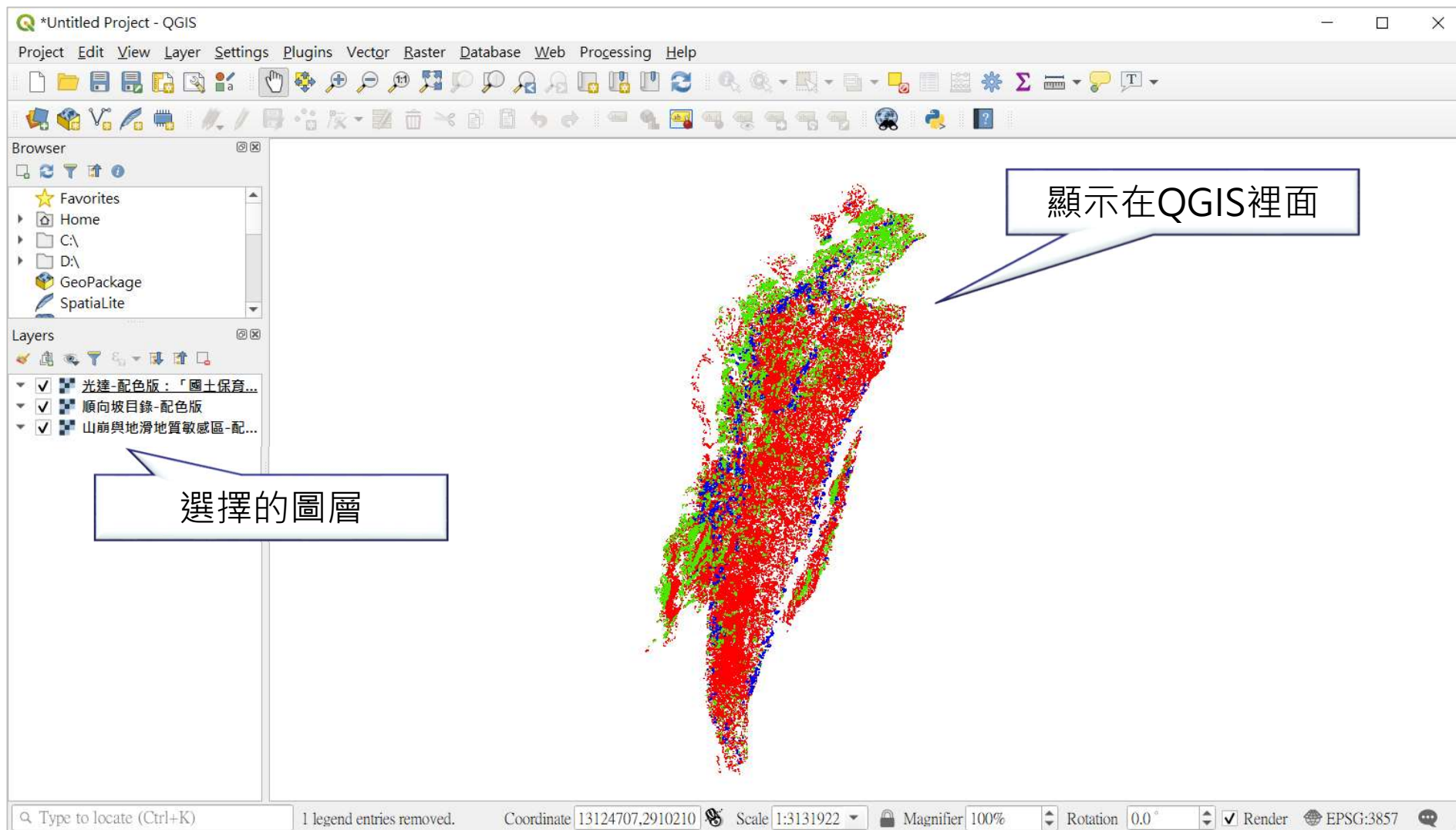
8.點擊加入圖層

Close Add Help

Type to locate (Ctrl+K) 3 legend entries removed. Coordinate 13505225.2486602 Scale 1:3131922 Magnifier 100% Rotation 0.0° Render EPSG:3857



QGIS 介接成果





報告完畢，敬請指教!





經濟部中央地質調查所
CENTRAL GEOLOGICAL SURVEY, MOEA

