

立即改變你我工作方式的契機
手機3D建模在坡地工作數位化應用分享

農村發展及水土保持署 減災監測組

助理研究員 李哲宇

114年3月4日



簡報大綱

一、使用手機建立3D模型的原因

1. 坡地工作現場調查日常遇到問題
2. 用一支手機可以解決的問題

二、智慧型手機建立3D模型的方法

1. 測量方法
2. 軟體、功能擴增硬體
3. 即時分析功能、後端分析功能
4. 操作建議與注意事項

三、智慧型手機建立3D模型的品質

1. 模型製作時間
2. 模型精度

四、手機建模在坡地工作的應用介紹

1. 農村再生工作方面
2. 水土保持工作方面
3. 土砂災害調查實際範例
4. 更多建模成果與延伸可能

五、結論



使用手機建立3D模型的原因-坡地工作現場調查日常遇到問題



現場調查工具很多且危險？



防砂構造物難以調查？

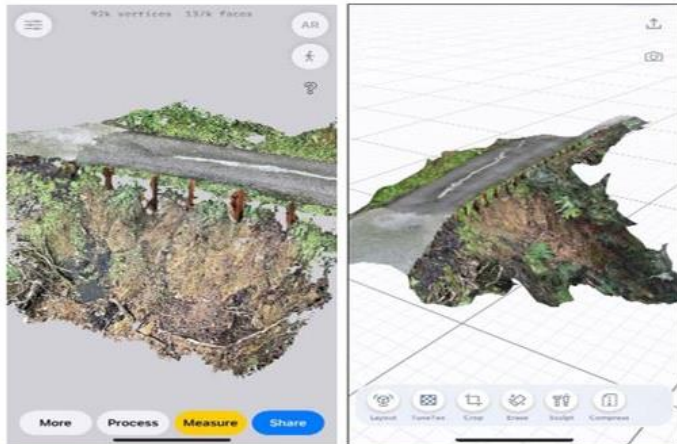


現勘臨時需要資料但沒有工具/工具不會用/很怕空拍機摔壞？

使用手機建立3D模型的原因-用一支手機可以解決的問題



傳統照片



LIDAR掃描測繪法

照片攝影測量法



硬體+測量方法+軟體
+即時&後端分析功能

用你身上的手機 就可以立即解決!

適合所有人接觸3D建模之基礎入門

- 成本僅需一般測量儀器
(ex:掃描儀、UAV)的4-60%
(最多省超過90萬)
- 可不用網路現場立即製作3D模型
(最快30秒就可以完成模型製作)
*部分建模方法需網路輔助計算
- 成果細節高
(解析度可達1.5cm)



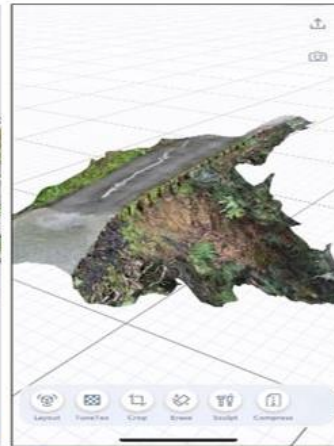
智慧型手機建立3D模型的方法-測量方法



傳統照片



LIDAR掃描測繪法



照片攝影測量法

以iPhone 14 PRO為例
iPhone LiDAR點雲基本資料

點雲數量 : 60點/m²

解析度 : 1.5cm



A. LIDAR掃描測繪法

a. 適用機型: iPhone Pro系列 (iPhone 12 Pro以上)

b. 模型製作時間: 約30秒-3分鐘(不用網路環境)

c. 製作原理: 光束掃描物體進而轉換獲取真實物體之點雲資料，
並使用攝影鏡頭於點雲模型表面進行彩色影像拼貼

d. 拍攝距離: 5m

B. 照片攝影測量法

a. 適用機型: ios/android全作業系統均適用

b. 模型製作時間: 約30分鐘-1小時

c. 製作原理: 多張照片進行特徵點選取，進而疊合併貼成3D模型

d. 拍攝距離: 無限制

e. 拍攝張數: 免費版APP照片數限制約200張、影片無限制

C. 延伸功能

room模式、類神經輻射場演算模式(NeRF、3D Gaussian Splatting)

、360環景模式、匯入外部影像模式...



智慧型手機建立3D模型的方法-測量方法

C.延伸功能-照片攝影測量法

生成式AI建模方法-3D Gaussian Splatting (簡稱:3DGS)



製作原理:

將照片先以空中三角測量法產製點雲，將點雲壓扁成橢圓球體(即高斯分布在3D時的形狀)，並由橢圓球體的位置往使用者方向射出至設定邊界呈現

範例成果:

[以20250213台中新光三越氣爆事件-現場災害3DGS建模成果](#)

資料參考:

農村水保署技術研究發展電子報105期

[拿出手機一起燃燒你的3D無限宇宙!應用3D Gaussian Splatting法進行地球任何角落無限制範圍的AI手機建模介紹](#)

資料來源: 作者製作彙整、Youtube-AI 甘安捏

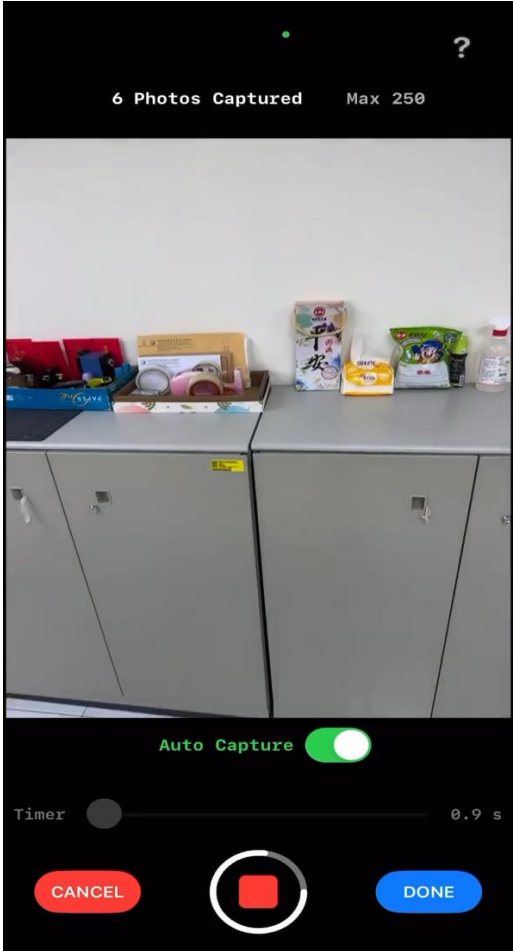


智慧型手機建立3D模型的方法-測量方法

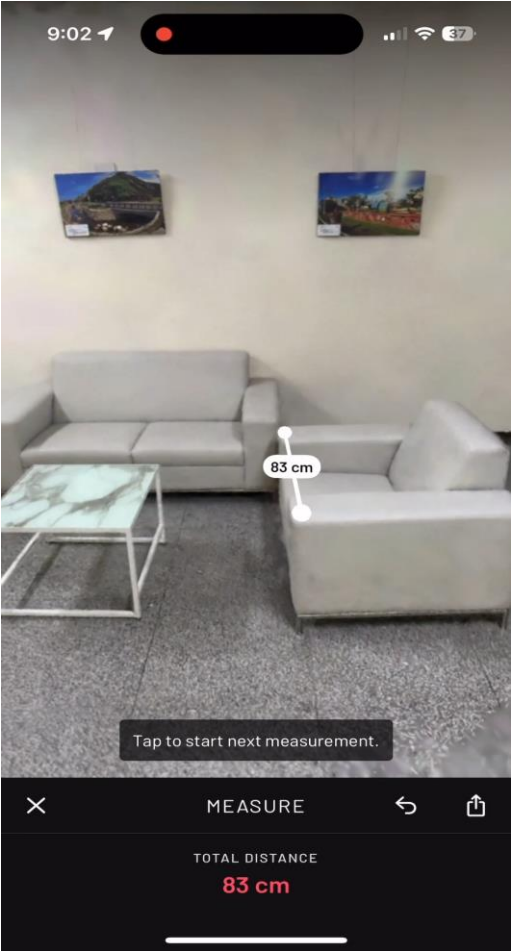
LIDAR掃描測繪法



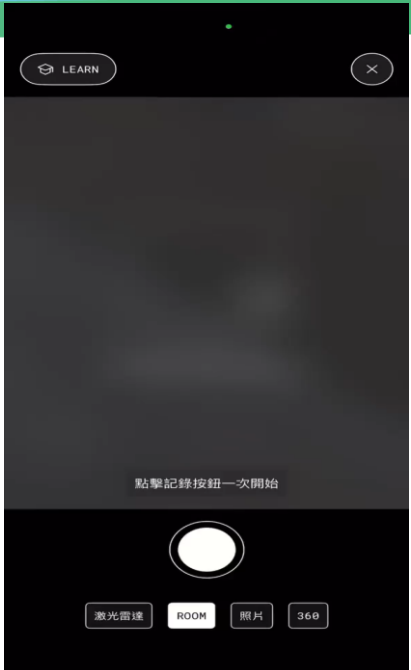
照片攝影測量法



3D Gaussian Splatting



Room模式 (APP-Polycam)



360環景模式 (APP-Polycam)





智慧型手機建立3D模型的方法-測量方法

匯入外部影像模式

硬體	軟體	外部影像	建模方式
 智慧型手機	 1.應用程式: Polycam、Luma AI 2.目的: 3D建模 3.使用平台: PC、iOS、android  1.應用程式: 剪映 2.目的: 修剪影像 3.使用平台: PC、iOS 	 搭載相機之載具的相片、影片成果  新聞、消防單位、外機關提供之勘災影像  土石流防災專員群組-當地災害回報影像  農村水保署、委辦團隊提供之勘災影像	 FREE PHOTOGRAMMETRY SOFTWARE Create stunning 3D photogrammetry for free by uploading images or video  PHOTOGRAMMETRY (攝影測量模式) (免費版本: 照片最多150張, 影片最多3:00)  FREE DRONE PHOTOGRAMMETRY SOFTWARE Create stunning aerial 3D reconstructions for free by uploading drone images or video!  DRONE PHOTOGRAMMETRY (無人機模式) (免費版本: 照片最多150張, 影片最多3:00)  3D Gaussian Splatting Create & view splats for free Gaussian splatting is an exciting new rendering technique that excels at creating lifelike, natural-looking 3D scenes and subjects - think of a 3D photograph. Learn more about splatting and try it out for yourself!  3D Gaussian Splatting (3D 高斯潑灑法) (免費版本: 照片最多100張, 影片最多1:40)



Luma AI建模成果-崩塌



Polycam建模成果-土石流



智慧型手機建立3D模型的方法-軟體

各項測量方法適用APP

3D Gaussian Splatting適用APP



IOS



android

scaniverse



IOS(免費)



IOS(付費)

ConstLiDAR



IOS



android

Polycam



IOS



android

Luma AI

項目	LIDAR掃描測繪法 /照片攝影測量法	LIDAR掃描測繪法	照片攝影測量法	照片攝影測量法
應用程式	 Scaniverse	 ConstLiDAR Lite	 polycam	 Luma AI
作業系統	IOS/android	IOS	IOS/android/網頁版	IOS/android/網頁版
適用智慧型手機 機型 (截至2025/2)	(攝影) iPhone XS 等級以上 (ios 14.0以上)、 iPad 11 吋 (第 2 代)等級 以上、iPad Pro 12.9 吋 (第 4 代)等級以上 或 android 7.0以上 (LiDAR) iPhone Pro系列 12等級以上	iPhone Pro系列 12等級以上、 iPad 11 吋 (第 2 代)等級 以上、iPad Pro 12.9 吋 (第 4 代)等級以上	(攝影) iPhone 6s等級以上 (ios 17.0以上) 或 android 8.0以上 (LiDAR) iPhone Pro系列 12等級以上	iPhone 6s等級 (ios 16.0以上) 或 android 9.0以上
匯出格式	(攝影) PLY、SPZ (LiDAR) PLY、LAS、OBJ、DAE等	現場即時測量	PLY、LAS、OBJ、DAE 等格式	PLY、GLTF、USDZ OBJ、PLY 等格式
功能特點	1.全流程無網路狀態 2.長度、周長測量 3.AR視覺化模式 4.線上模型展示功能 5.獨立世界模型地圖 系統	1..Lite版可即時進行水平、垂直、斜距等距離測量 2.付費版可進行坡度(%或1/N)、面積、體積等進階計算功能 3.付費版可進行放樣功能 4.全流程無網路狀態	1.快速自動對齊測繪功能 2.360環景模式功能 3.部分功能無網路狀態可製作模型 4.長度、周長、面積測量 5.AR、行走視覺化模式 6.線上模型展示與測量功能 7.測量比例尺換算功能	1.類神經輻射場技術功能 (3D Gaussian Splatting) 2.可呈現植物、岩石細節能力 3.線上模型展示功能 4.短時間即可製作完成大範圍精緻模型 5.展示功能尤佳

項目 (截至2024/4)			
軟體名稱	Scaniverse	Polycam	Luma AI
適用平台	(1) IOS系列手機-iPhone 6s等級以上 (2) android系列手機-均可使用，搭載高解析度相機者佳 (3) 網頁版-各項搭載相機載具之影片均可使用，高解析度影片者佳		
適用手機 作業系統與網頁版	IOS/android	IOS/android/網頁版	IOS/android/網頁版
建模方式	APP即時拍照錄影	匯入影片	匯入影片/ APP即時拍照錄影
匯出格式	PLY、USDZ、OBJ、 GLTF、UE(虛幻引擎格式, Luma AI限定)...等		
功能特點	1. 不須依賴雲端計算，可離線執行3DGS建模。 2. 可在手機APP即時離線量化，不依賴比例尺量化法。 3. 無法匯入非手機之相機載具影片。 4. 建模時間約3分鐘可完成。	1. 使用雲端計算，節省手機儲存空間。 2. 網頁版使用比例尺量化法，可即時量化。 3. 可匯入非手機之相機載具影片。 4. 建模時間約10-40分鐘。	1. 使用雲端計算，節省手機儲存空間。 2. 無即時量化功能。 3. 可匯入非手機之相機載具影片。 4. 建模時間約10-40分鐘。 5. 相較其他軟體模型細緻度高。 6. 可匯出UE格式。

資料來源:作者彙整(統整至2025/2)



智慧型手機建立3D模型的方法-功能擴增硬體



OPTiM -OPTiM Geo Point



IOS、android系列適用-
Pix4D-viDOC



IOS、android系列適用-
Lefixea-LRTK Phone



OPTiM-OPTiM Geo ScanAdvance

A.導航樁類

- a.設備:手機+導航樁
- b.目標:模型之絕對座標即時RTK定位
- c.工作方式:導航樁置放地面，並掃描表面
- d.操作影片:

QRcode定位

https://youtu.be/7gDmJg_WQM4

B.手機殼型定位器類

- a.設備:手機+手機殼型定位器
- b.目標:模型之絕對座標即時RTK定位
- c.工作方式:
- d.操作影片:

照片攝影+LiDAR掃描並行產製絕對座標模型

https://youtu.be/mJmH_MSaYqE

C.LIDAR掃描距離擴充類

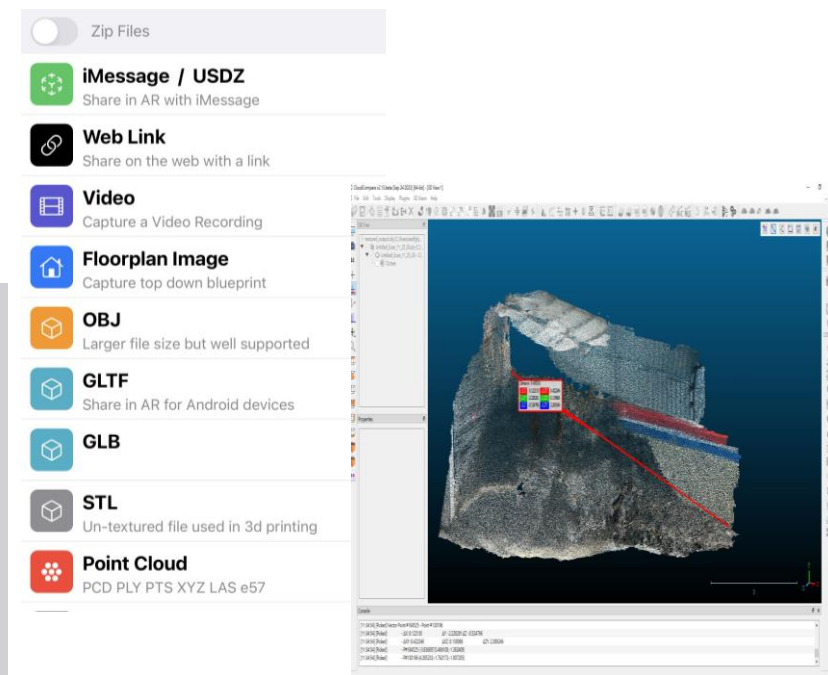
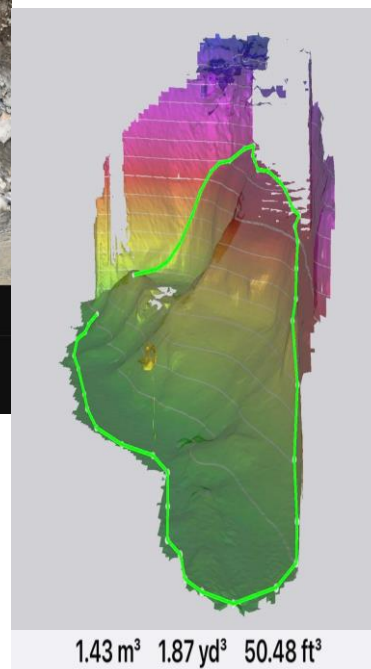
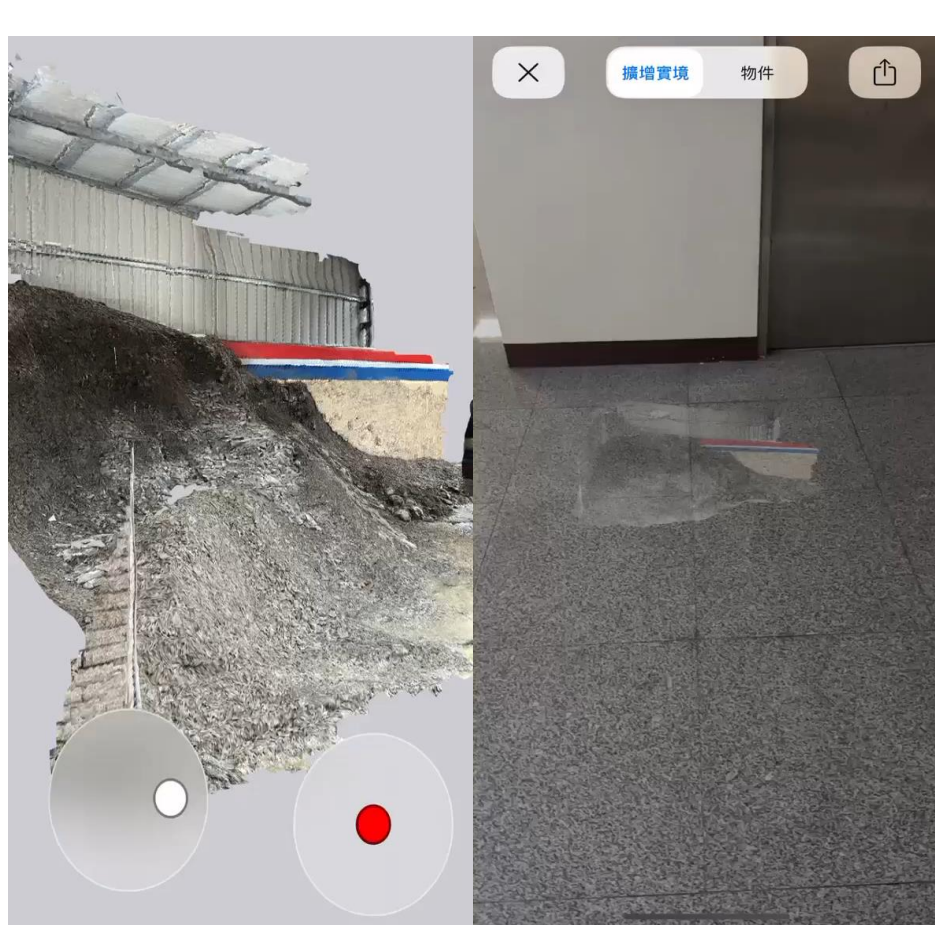
- a.設備:手機+擴充距離模組
- b.目標:最遠35m模型之絕對座標即時RTK定位
- c.工作方式:LiDAR掃描測繪
- d.操作影片:

價格約光學雷達地面掃描儀1/10

https://www.youtube.com/watch?v=_TvTaxpOgZY



智慧型手機建立3D模型的方法-即時分析功能



模型匯出格式:

OBJ、FBX、GLTF、USDZ、STL、DAE...

點雲匯出格式:

PCD、PLY、PTS、LAS、e57...

模型/點雲檔案容量:至少10MB

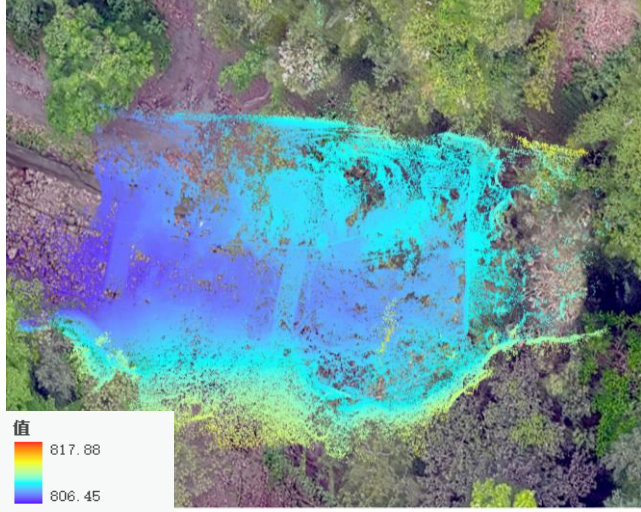
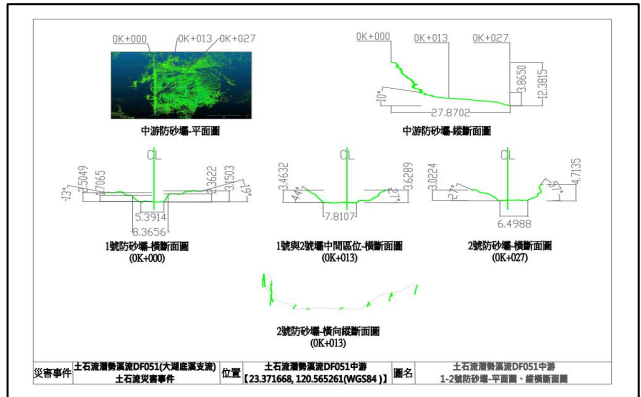
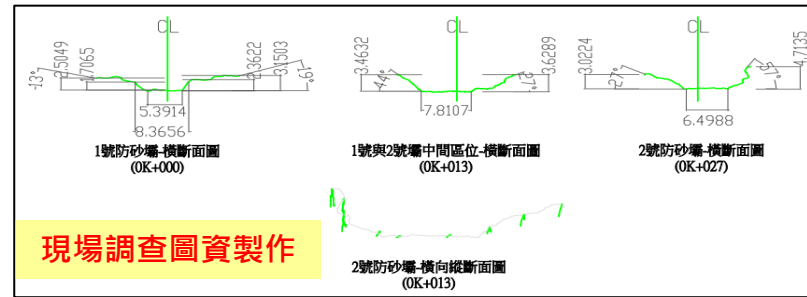
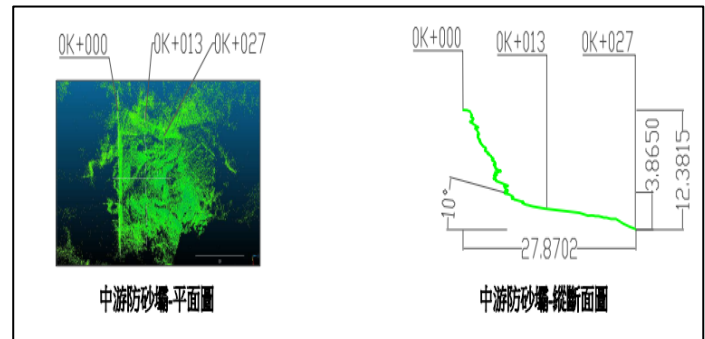
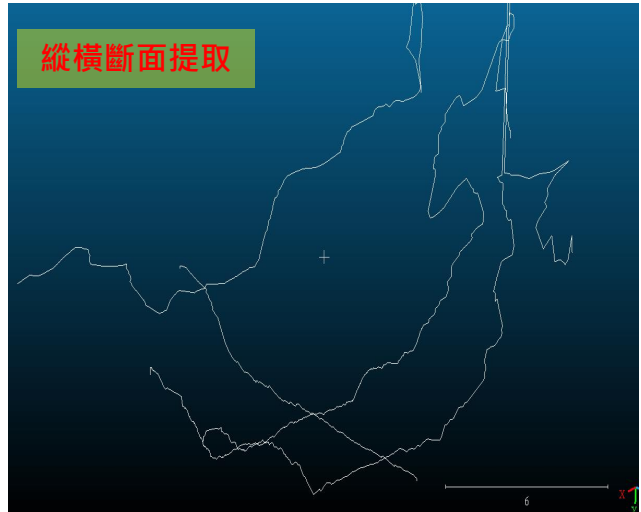
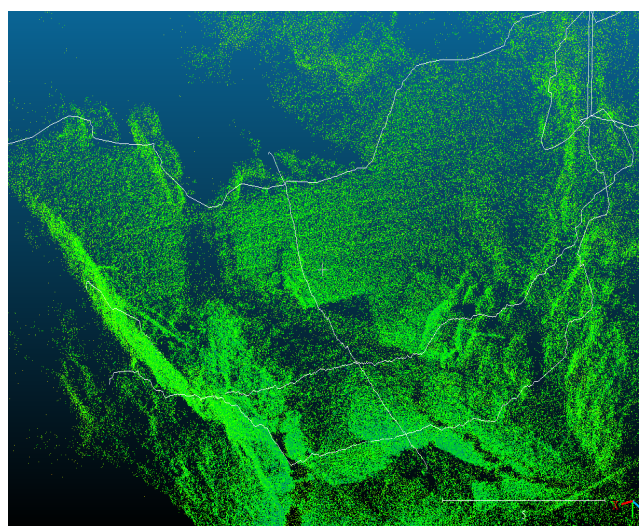
內建視覺化模式(行走/AR)

即時三維尺寸、體積分析

多種點雲模型格式匯出



智慧型手機建立3D模型的方法-後端分析功能



3D點雲軟體應用

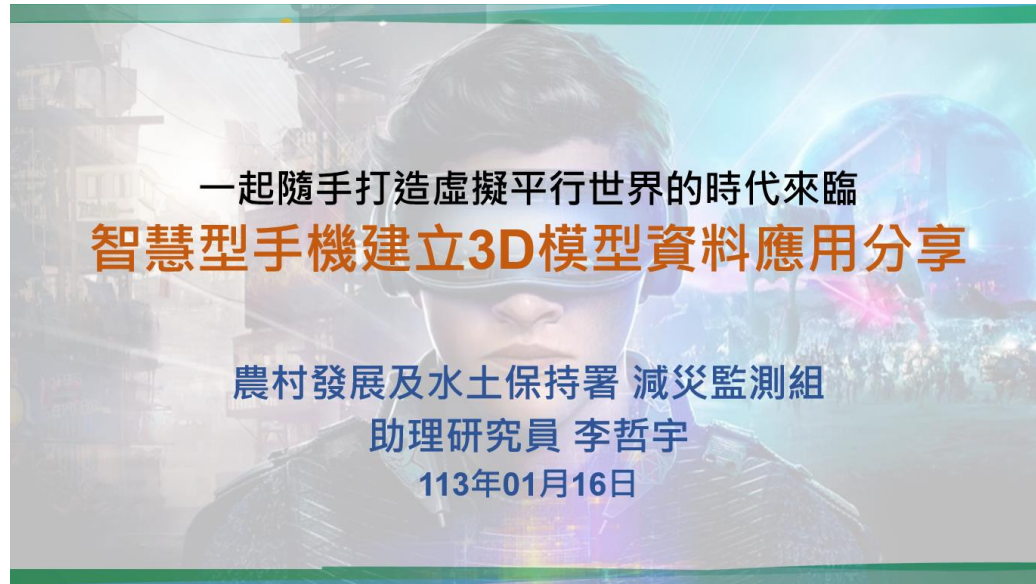
CAD軟體應用

GIS軟體應用



智慧型手機建立3D模型的方法-操作建議與注意事項

相關資料可參考：



[農村水保署20240116seminar](#)
[一起隨手打造虛擬平行世界的時代來臨](#)
[智慧型手機建立3D模型資料應用分享](#)



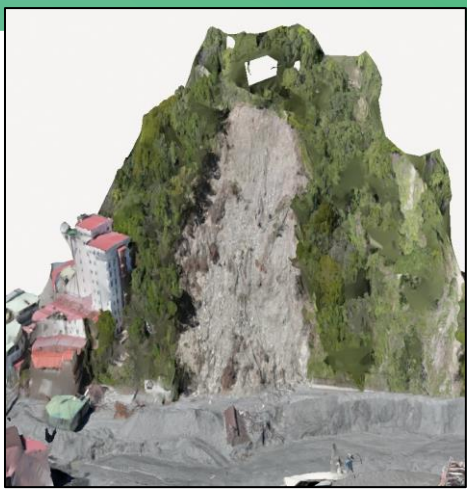
[X\(twitter\)-iwama@iPhoneで3Dスキャンする人-iPhoneで始める3Dスキャン入門](#)

智慧型手機建立3D模型的品質-模型製作時間

一般模式(LIDAR掃描測繪法、照片攝影測量法)

- 1.取樣時間 :約1-5分鐘(依目標物大小而異)
- 2.模型製作時間:約3-5分鐘(離線製作方式)、30分鐘(網路上傳製作方式)

外部影像匯入模式(網路上傳製作方式)



手機-外部影像匯入建模成果



ContextCapture建模成果

資料來源:李哲宇等，2024，多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討，第42屆測量及空間資訊研討會

素材:
以大規模崩塌潛勢區(投縣-仁愛-D067)右下方坡腳崩塌為例，UAV正射影像149張、UAV 45度斜拍照片88張、UAV 0度斜拍照片254張

製作方式:
UAV 3組素材利用APP-剪映製作影片
· 將影片匯入APP-Polycam製作3D模型
· 並與PC建模軟體-ContextCapture比較

網路速度:
下載與上傳之平均速度:28MB/秒

手機-外部影像匯入模式-製作時間	
項目	製作時間
檔案大小	最大:2615MB(UAV 正射影像149張) 最小:142MB(UAV 0度斜拍照片254張)
總製作時間 (上傳+建模)	最長:38分鐘 最短:5分鐘
上傳時間	最長:26分鐘 最短:2分鐘
建模時間	最長:29分鐘 最短:3分鐘
不同方法 總製作時間	最長:38分鐘 (PHOTOGRAMMETRY (攝影測量模式)) 最短:10分鐘 (3D Gaussian Splatting (高斯潑濺法))

PC建模軟體-ContextCapture 製作時間	
項目	製作時間
正射影像(149張照片)	
總製作時間	2小時17分鐘
空間三角平差 時間	13分鐘
建模時間	2小時4分鐘
UAV 0度+45度斜拍照片(491張照片)	
總製作時間	7小時35分鐘
空間三角平差 時間	48分鐘
建模時間	6小時47分鐘

總製作時間，
手機約5-38分鐘，
建模軟體約2-7小時，

可省下
最多92%
時間



總製作時間，手機約5-14分鐘即可完成

智慧型手機建立3D模型的品質-模型製作時間

外部影像匯入模式(網路上傳製作方式)

短時間 可掌握災害現況

手機建模方式	高斯潑濺法 (3D Gaussian Splatting) (免費版本:照片最多100張，影片最多1:40)
比例尺換算	休旅車通常尺寸 寬4.5m比例尺換算
影像來源	消防署
影像張數(秒數)	40秒
檔案大小	11MB
製作時間	總製作時間:9min 上傳時間:1min 建模時間:8min



2024/6/3
基隆市長潭里
省道台2線70K+004
(基隆市潮境公園)
邊坡崩塌事件

手機建模方式	PHOTOGRAMMETRY (攝影測量模式) (免費版本:照片最多150張，影片最多3:00)	
比例尺換算	道路寬通常尺寸 寬3m比例尺換算	
影像來源	秀林鄉公所 (6/26拍攝)	禾騰工程 顧問有限公司 (6/29拍攝)
影像張數(秒數)	1分40秒	1分30秒
檔案大小	1248MB	143MB
製作時間	總製作時間:27min 上傳時間:7min 建模時間:20min	總製作時間:5min 上傳時間:1min 建模時間:4min



2024/6/20
花蓮縣秀林鄉
土石流潛勢溪流
花縣DF174
三棧南溪土石流事件

手機建模方式	DRONE PHOTOGRAMMETRY (無人機模式) (開源版本:照片最多150張，影片最多3:00)
比例尺換算	蘇花改單線寬3m比例尺換算
影像來源	安誼工程顧問有限公司
影像張數(秒數)	上游與下游拍攝方向 合併影片 1分25秒
檔案大小	635MB
製作時間	總製作時間:14min 上傳時間:3min 建模時間:11min



2024/6/21
花蓮縣秀林鄉
土石流潛勢溪流
花縣DF024
台鐵和仁隧道土石流湧浪
致列車出軌事件



智慧型手機建立3D模型的品質-模型製作時間

外部影像匯入模式(網路上傳製作方式)



20240403花蓮地震

日本東京大學渡邊英德教授合作製作之花蓮地震3D災害地圖
(圖台:Cesium、地圖:Planet、3D模型:Luma AI、Polycam)



台灣-三立新聞報導

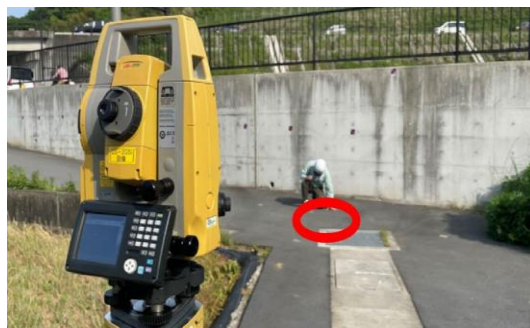


日本-NHK新聞專題報導
日本-富士電視台新聞專題報導



智慧型手機建立3D模型的品質-模型精度

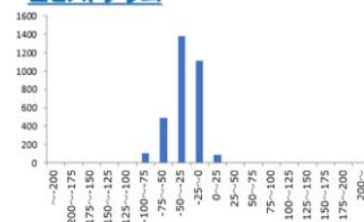
相對座標成果-LiDAR掃描測繪法



■モバイル端末を用いた出来形計測(B)

GNSS 10cm×10cmメッシュ 点群密度:4,520点/m²
(GNSSマーカを単独で設置して測定)

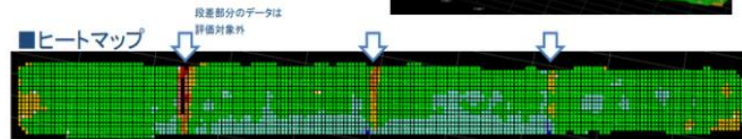
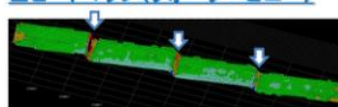
■ヒストグラム



■出来形判定

測定項目	
平均値	-32.6mm
標高較差	
最大値(差)	59mm
最小値(差)	-149mm
標準偏差	
σ	20.4mm
2σ	40.8mm

■ヒートマップ(クォータービュー)



列入日本國土交通省

ICT活用工事

(土工 1,000m³ 未滿) 実施要領

指定認證測繪機器

利用全測站與手機進行檢核點精度比較
(基準値參考 3次元計測技術を用いた出来形管理要領標準)

x成分(最大) = -0.014m (-14mm) ; 合格(基準値 50mm 以内)

y成分(最大) = -0.008m (-8mm) ; 合格(基準値 50mm 以内)

z成分(最大) = -0.013m (-13mm) ; 合格(基準値 50mm 以内)

以階段道路為例(長325.5m・階段深35m)
誤差平均值-32.6mm

資料來源:

日本移動掃描協會-【移動設備掃描手冊】

資料來源:

日本國土交通省- ICT普及促進WG (第3回)



智慧型手機建立3D模型的品質-模型精度

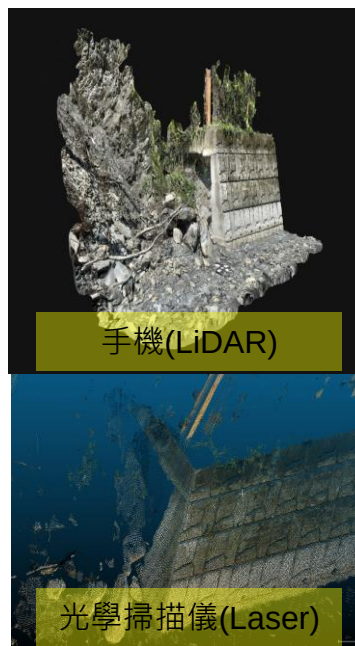
相對座標成果-LiDAR掃描測繪法

圖例			
型式	實際構造物	iPhone LiDAR 建立模型	無人機搭配RTK 建立模型
測量方式	捲尺	cloud compare	Bentley Context Capture
壩寬(m)	2.75	2.76	2.71
壩長(m)	17.00	16.95	17.04
壩高(m)	2.95	3.00	3.01
鋼管橫桿長(m)	2.72	2.74	2.73

以鋼構壩為例，對照傳統測量(捲尺)
iPhone LiDAR差異比率:**0.3~1%**
無人機+RTK組合差異比率:**0.3-2%**

資料來源:

李哲宇等，2022，iPhone生成數位孿生於水土保持工程之應用性探討，2022中華水土保持學術研討會



位置	手機 (LiDAR) (m)	光學掃描儀 (Laser) (m)	差異比率 (%)
側邊掏空高度	2.304	2.391	3.7%
側邊斜邊長度	3.783	3.767	0.4%
造型模板單塊長度	0.840	0.840	0.0%
造型模板單塊寬度	0.830	0.840	1.2%

以損毀之擋土牆為例，
進行手機(LiDAR)與光學掃描儀(Laser)比較
差異比率約**0-3.7%**

資料來源:

李哲宇等，2024，多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討，第42屆測量及空間資訊研討會

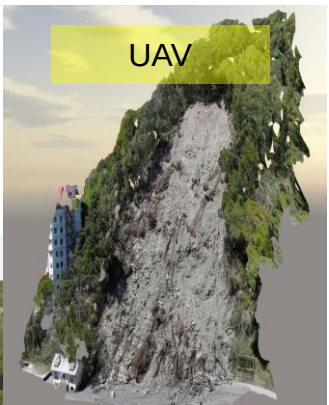


智慧型手機建立3D模型的品質-模型精度

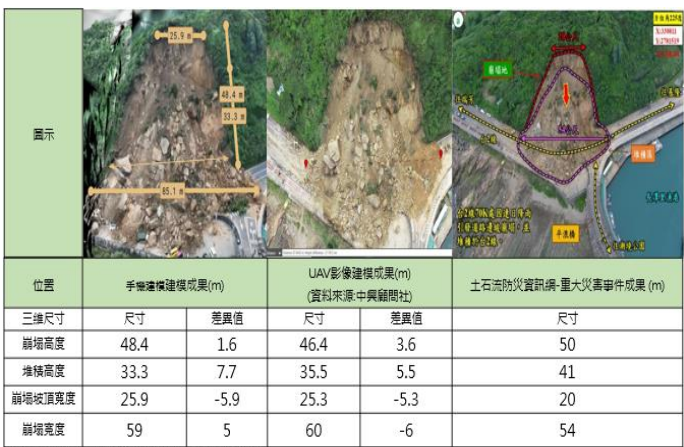
相對座標成果-照片攝影測量法(匯入外部影像模式)



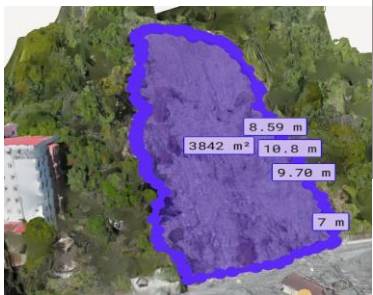
以匯入外部影像模式3D建模
台鐵和仁隧道土石流湧浪致列車
出軌事件
與UAV差異比率:**1.3-3%**



位置	免費版手機 應用程式- polycam	UAV 建模成果	差異 比率 (%)
崩塌長度(m)	103.2	103.4	0.2
崩塌寬度(m)	41.5	41.7	0.4
崩塌面積(m²)	3842	3505	7.9
崩塌體積(m³)	10781.7	9480.5	12.1



省道台2線70K+004
(基隆市潮境公園) 邊坡崩塌事件
與農村水保署重大土砂災例比
率:**3.2-18%**

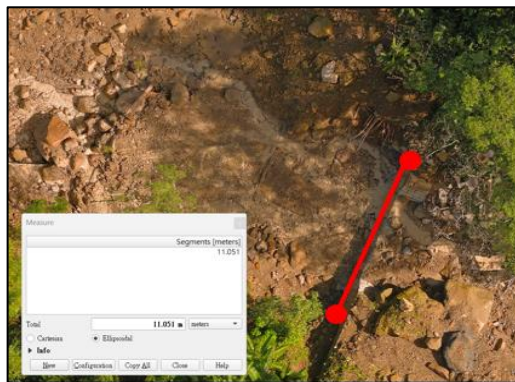
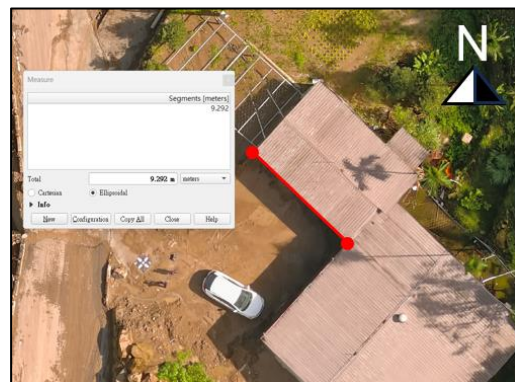
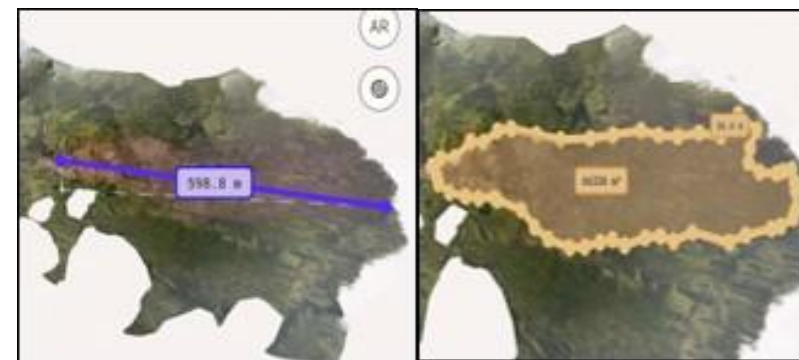


以匯入外部影像模式3D建模
與UAV尺寸差異比率:**0.2-7.9%**
與UAV體積差異比率:**12.1%**
*崩塌體積採用農村水保署(2023)「大規模崩塌潛勢區影響範圍劃設作業流程與方法」建議之崩塌體積-面積關係式進行計算



智慧型手機建立3D模型的品質-模型精度

相對座標成果-照片攝影測量法(3D Gaussian Splatting)



保全對象
手機相較UAV驗證尺寸
差異比率0.2~0.39%

下游
手機相較UAV驗證尺寸
差異比率0.9~2.5%

中游
手機相較UAV驗證尺寸
差異比率2.4~4.6%

上游崩塌地
手機相較遙測影像驗證尺寸
差異比率
長度約2.7%、寬度約1.6%、崩塌面積約9%

智慧型手機建立3D模型的品質-模型精度

絕對座標成果-LiDAR掃描測繪法



保全對象(房屋背後側有明顯樹蔭)
使用附加GPS的手機點雲，以標定點位為例，
與UAV+RTK成果進行比較，
X差異最小為**21.5cm**，Y差異最小為**5m**



中游-大粒徑塊石(開闊區域)
使用附加GPS的手機點雲，以標定點位為例，
與UAV+RTK成果進行比較，
X差異最小為**14.5cm**，Y差異最小為**33.8cm**

資料來源:

李哲宇等，2024，智慧型手機於土砂災害之水土保持工作數位化應用探討，2024中華水土保持學術研討會

智慧型手機建立3D模型的品質-模型精度

絕對座標成果-搭載功能擴增硬體(手機殼型定位器類)

單點定位(固定解)模式大規模崩塌區域成果

差異值約**6.1cm-25cm**

智慧型手機組:

手機定位輔助器(ViDOC)、手機應用程式(PIX4Dcatch)、即時動態定位(RTK)-單點定位(固定解)(貼合地面方式作業)

輔助與驗證組:

衛星定位儀(Trimble R6)即時動態定位(RTK)-單點定位



手機定位輔助器
(ViDOC)-固定解



衛星定位儀
(Trimble R6)

3D模型測繪(浮動解)模式大規模崩塌區域成果

差異值最低約**15.7cm**

智慧型手機組:

手機定位輔助器(ViDOC)、手機應用程式(PIX4Dcatch)、即時動態定位(RTK)-3D模型測繪(浮動解)

輔助與驗證組:

衛星定位儀(Trimble R6)即時動態定位(RTK)-單點定位



手機定位輔助器
(ViDOC)-浮動解



衛星定位儀
(Trimble R6)



以大規模崩塌潛勢區
(投縣-仁愛-D067)右下方坡腳崩塌為例

資料來源:

李哲宇等, 2024, 多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討, 第42屆測量及空間資訊研討會



智慧型手機建立3D模型的品質-模型精度

相對座標

約0.3-3.7%(LiDAR) 0.2-7.9%(照片攝影)

絕對座標

最小約14.5cm(LiDAR) 6.1cm(功能擴增硬體)

成果	方法		模式	目標	對照儀器	精度	資料來源
相對座標	LiDAR掃描測繪法			單點檢核點	全測站	8-14mm	日本移動掃描協會-【移動設備掃描手冊】
				道路	GNSS	誤差平均-32.6mm	日本國土交通省- ICT普及促進WG（第3回）
				鋼構壩	捲尺	0.3~1%	李哲宇等，2022，iPhone生成數位孿生於水土保持工程之應用性探討，2022中華水土保持學術研討會
				擋土牆	光學掃描儀 (Laser)	0-3.7%	李哲宇等，2024，多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討，第42屆測量及空間資訊研討會
	照片攝影測量法	匯入外部影像		土砂災害(土石流)	UAV	1.3-3%	李哲宇等，2024，智慧型手機於土砂災害事件初發生即時建立三維量化資料之應用探討，2024中華水土保持學術研討會
				土砂災害(崩塌)	重大土砂災例	3.2-18%	
				土砂災害(崩塌)	UAV	尺寸:0.2-7.9% 體積12.1%	李哲宇等，2024，多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討，第42屆測量及空間資訊研討會
		3D Gaussian Splatting		土砂災害(土石流)	UAV+RTK、遙測影像	(UAV)0.2-4.6% (遙測影像)崩塌面積9%	李哲宇等，2024，智慧型手機於土砂災害之水土保持工作數位化應用探討，2024中華水土保持學術研討會
絕對座標	LiDAR掃描測繪法			土砂災害 (土石流-樹蔭區域)	UAV+RTK	Xmin:21.5cm Ymin:5m	李哲宇等，2024，智慧型手機於土砂災害之水土保持工作數位化應用探討，2024中華水土保持學術研討會
				土砂災害 (土石流-開闊區域)	UAV+RTK	Xmin:14.5cm Ymin:33.8cm	
	搭載功能擴增硬體			土砂災害 (土石流-開闊區域)	RTK	固定解min:6.1cm 浮動解min:15.7cm	李哲宇等，2024，多元智慧型手機測繪方法於土砂災害現場建置三維資料之應用探討，第42屆測量及空間資訊研討會

手機建模在坡地工作的應用介紹-農村再生工作方面



輔導產業雕像之模型展示
-台東鹿野紅烏龍



社區壁畫展示
-屏東內埔寶石村



農村好物之商品展示
-屏東好屏生活社區
產業限定店



農村再生工程展示
-南投國姓音樂水鐘



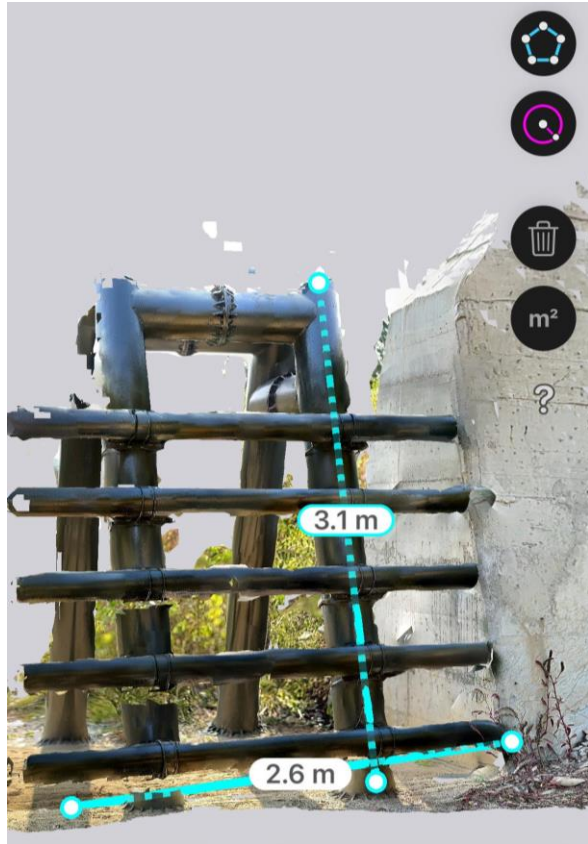
農村再生工程展示
-臺東知本樹屋平台



農村建設工程展示
-高雄六龜寶來勝境



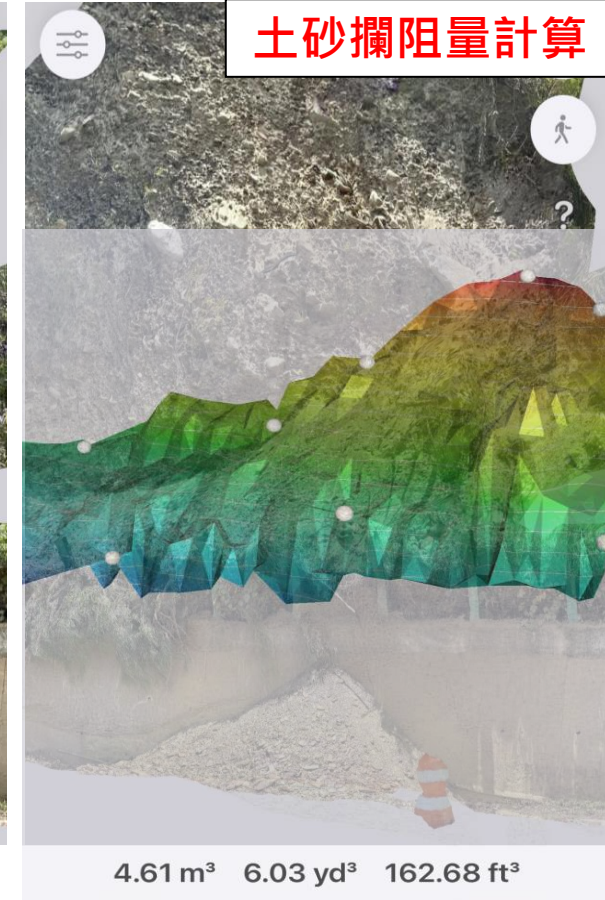
手機建模在坡地工作的應用介紹-水土保持工作方面



野溪調查



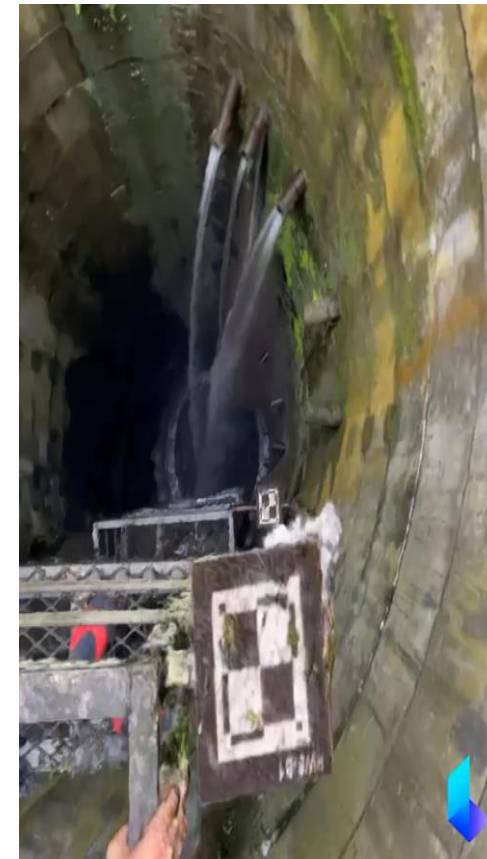
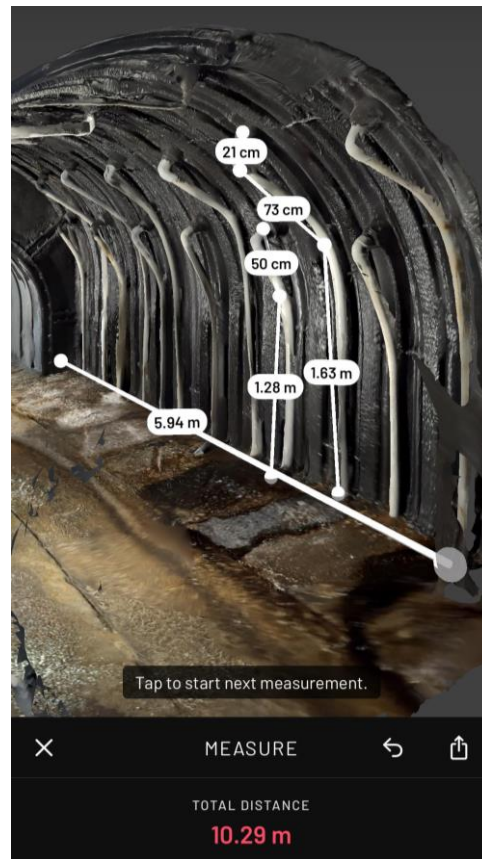
崩塌地調查



手機建模在坡地工作的應用介紹-水土保持工作方面



排水廊道



大口徑集水井

地下排水調查

手機建模在坡地工作的應用介紹-水土保持工作方面



土石流觀測車



水保宣傳車

水土保持宣導



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

實際案例(1)

20230804

南投縣仁愛鄉南豐村

卡努颱風引發土石流災害掩埋加油站事件

手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

從UAV影像可得知:

- 卡努颱風引發土石流，上游土砂集中於溪流河道，並運移至下游加油站位置
- 因土石流潛勢溪流(投縣DF013)中游部分河段林蔭密布，UAV拍攝各視角無法詳細得知土砂堆積與防砂構造物的現場狀況



土石流潛勢溪流(投縣DF013)

中游側視圖



土石流潛勢溪流(投縣DF013)

中游正射圖



土石流潛勢溪流(投縣DF013)

中游3D模型

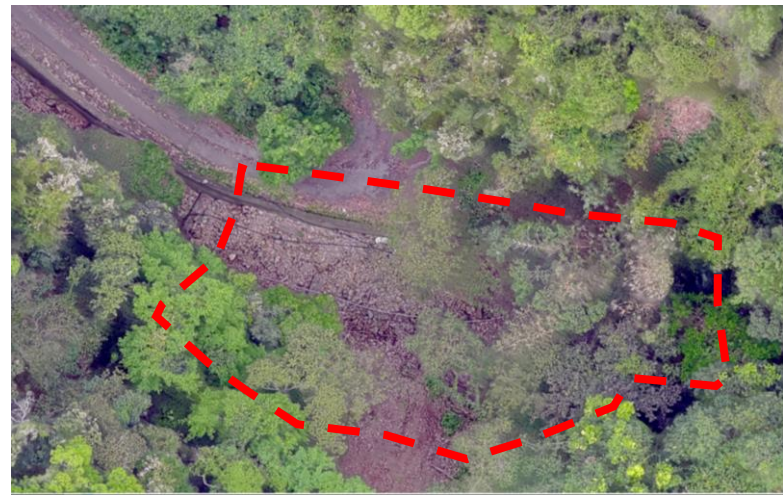
土石流潛勢溪流
(投縣DF013)
中游位置
上游往上游方向
視角1

土石流潛勢溪流
(投縣DF013)
中游位置
上游往下游方向
視角2

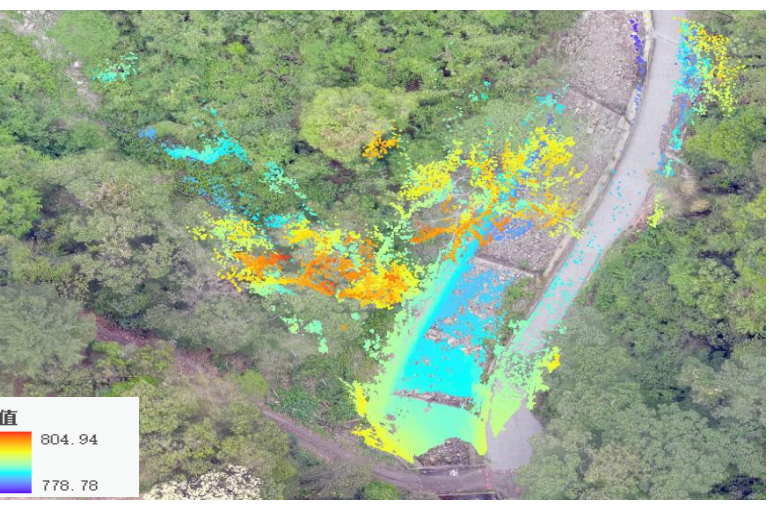
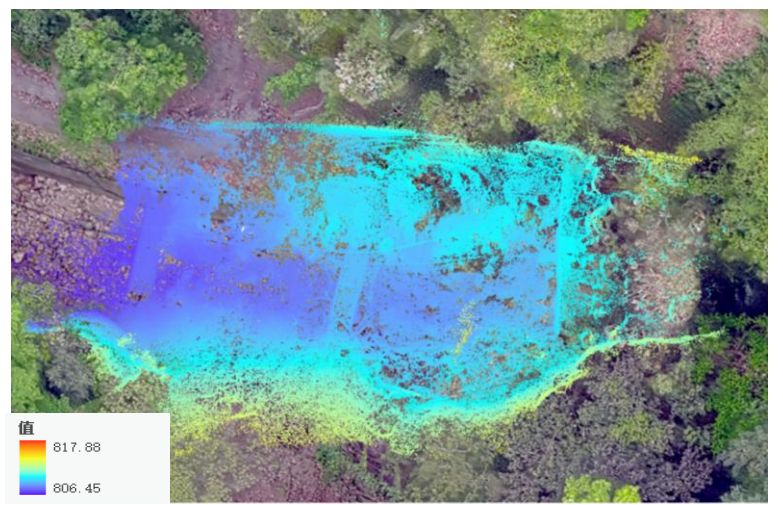
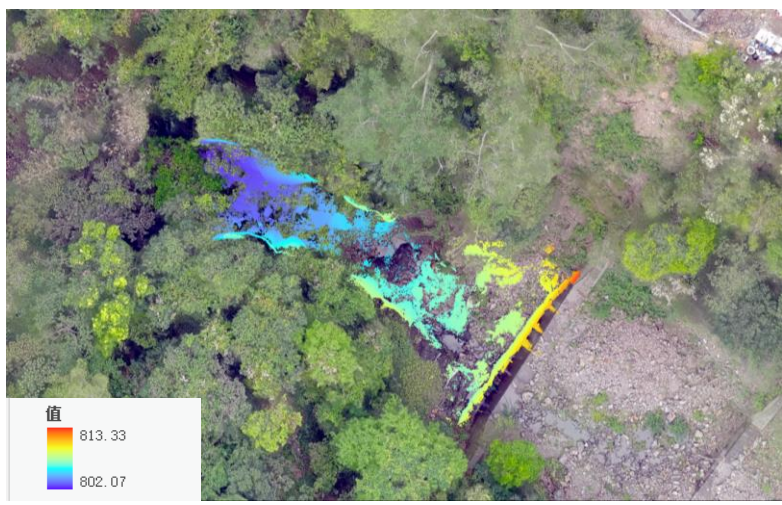


手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

無法了解地形狀況
UAV



可了解地形狀況
手機 + 手機殼型定位器



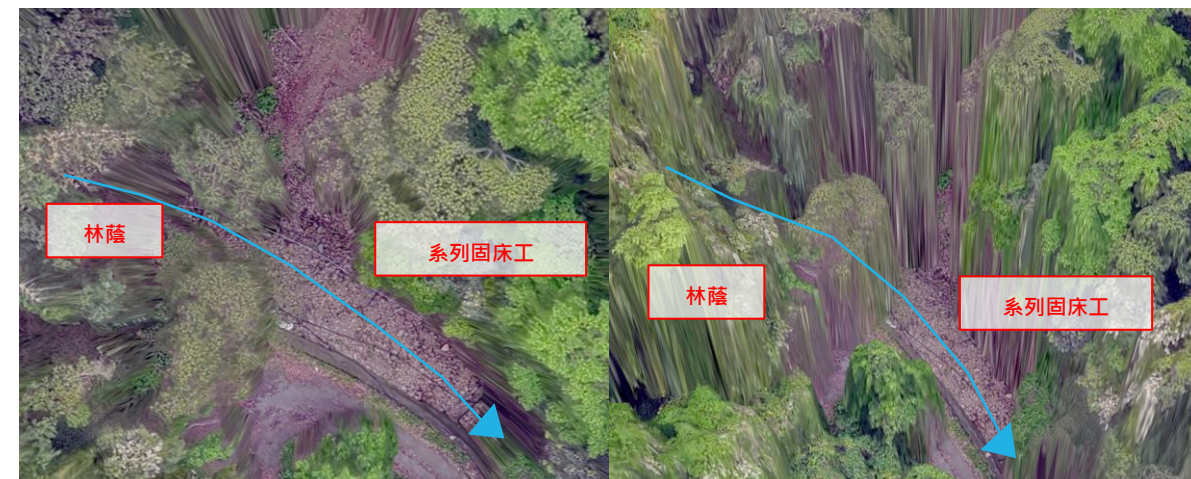
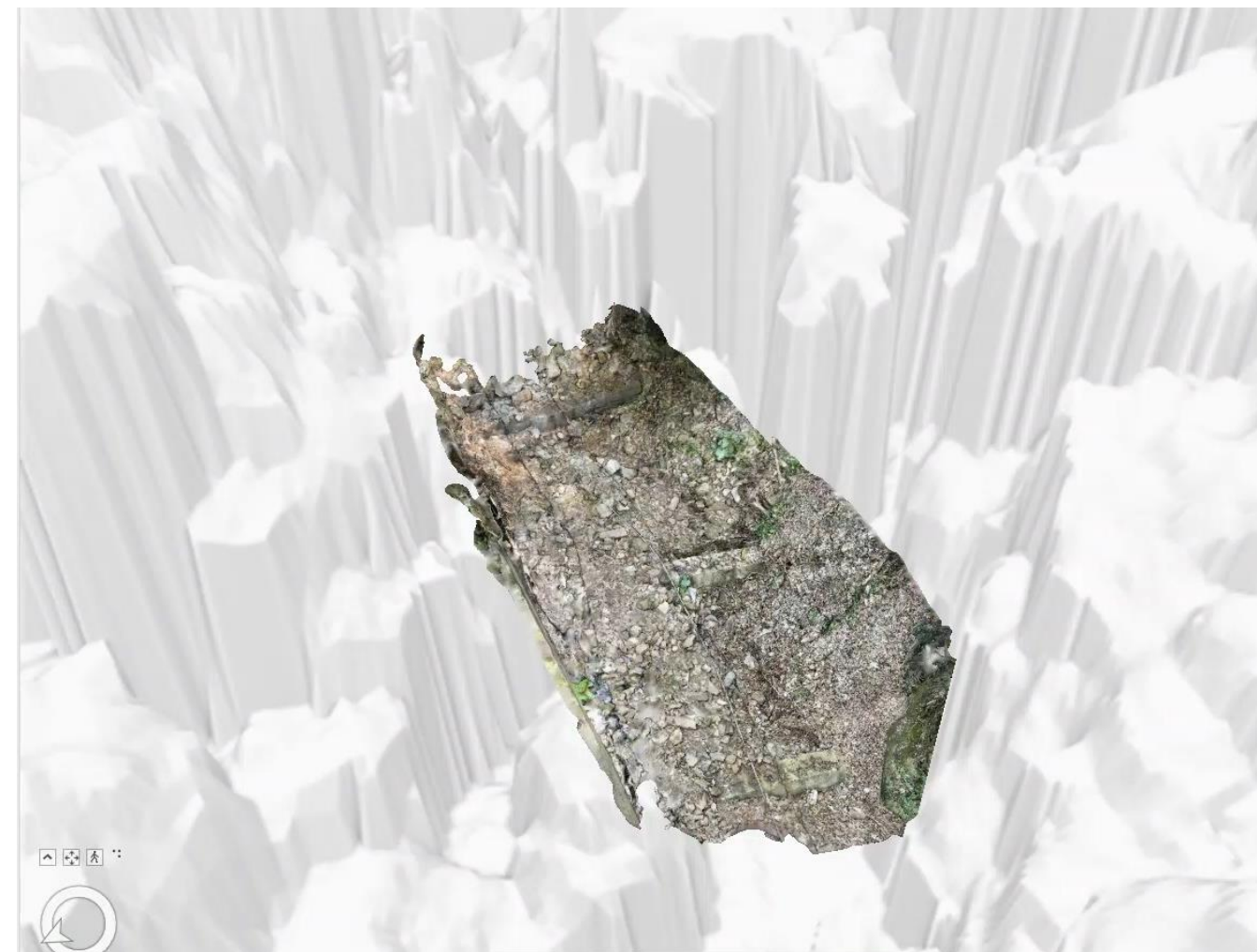
中游防砂壩

中游系列固床工

中游版橋下游方向護岸



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

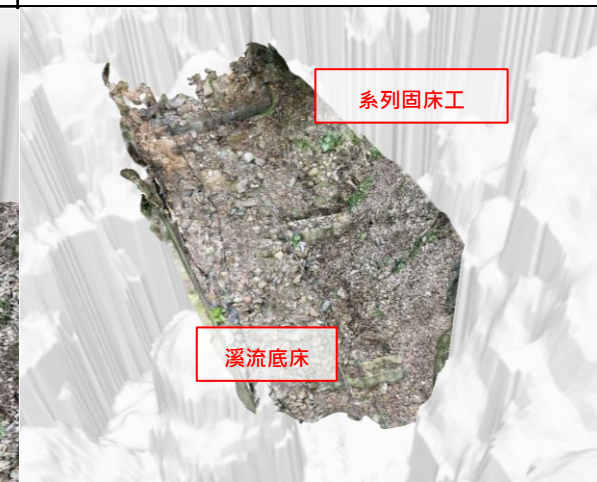


UAV-下游往上游方向視角

UAV-下游往上游方向視角



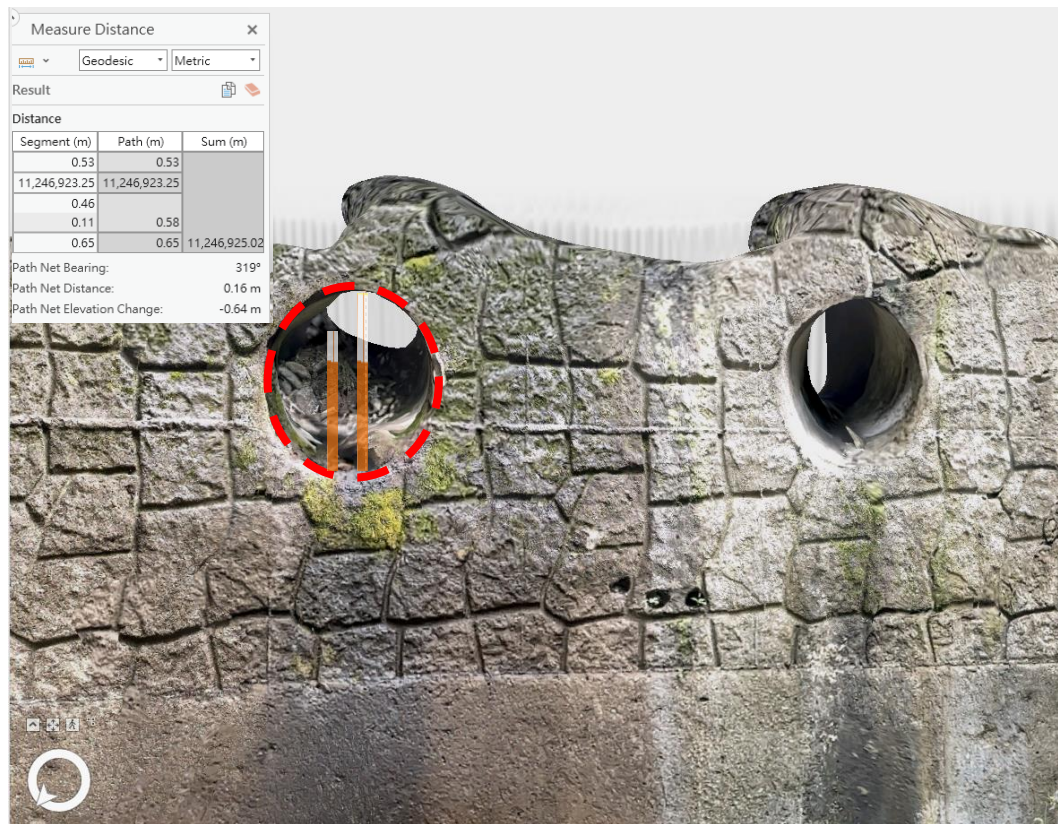
智慧型手機組-下游往上游方向視角



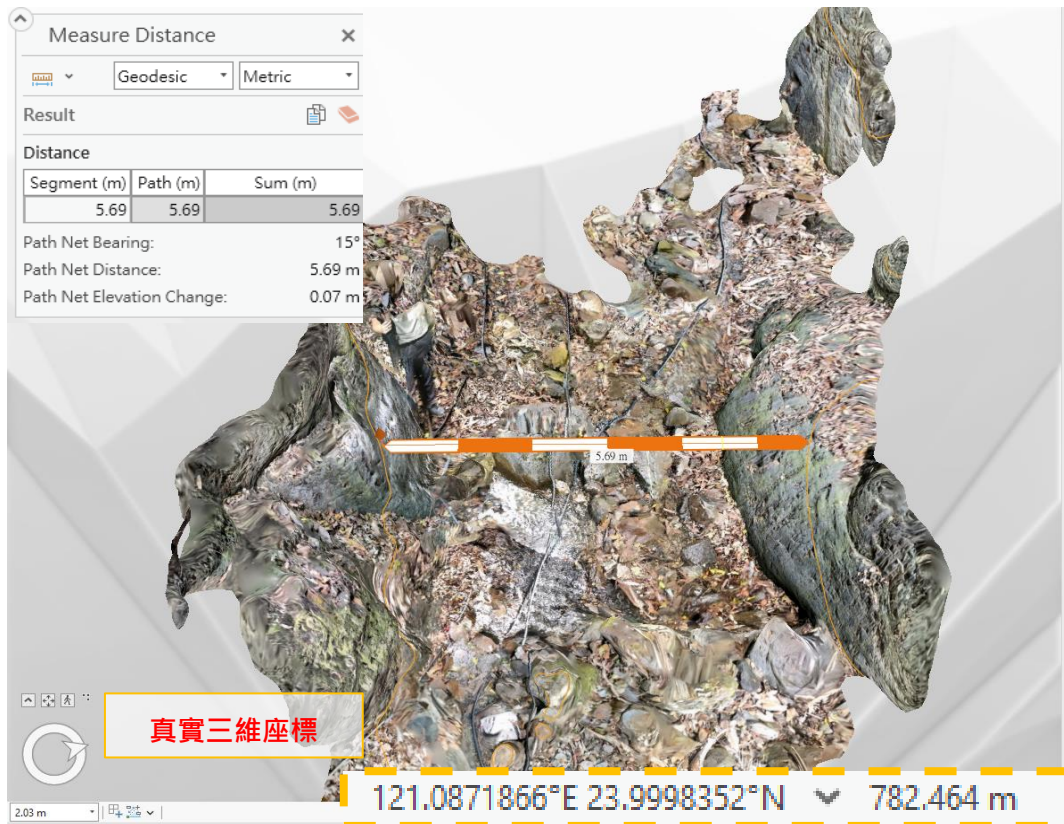
智慧型手機組-下游往上游方向視角



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例



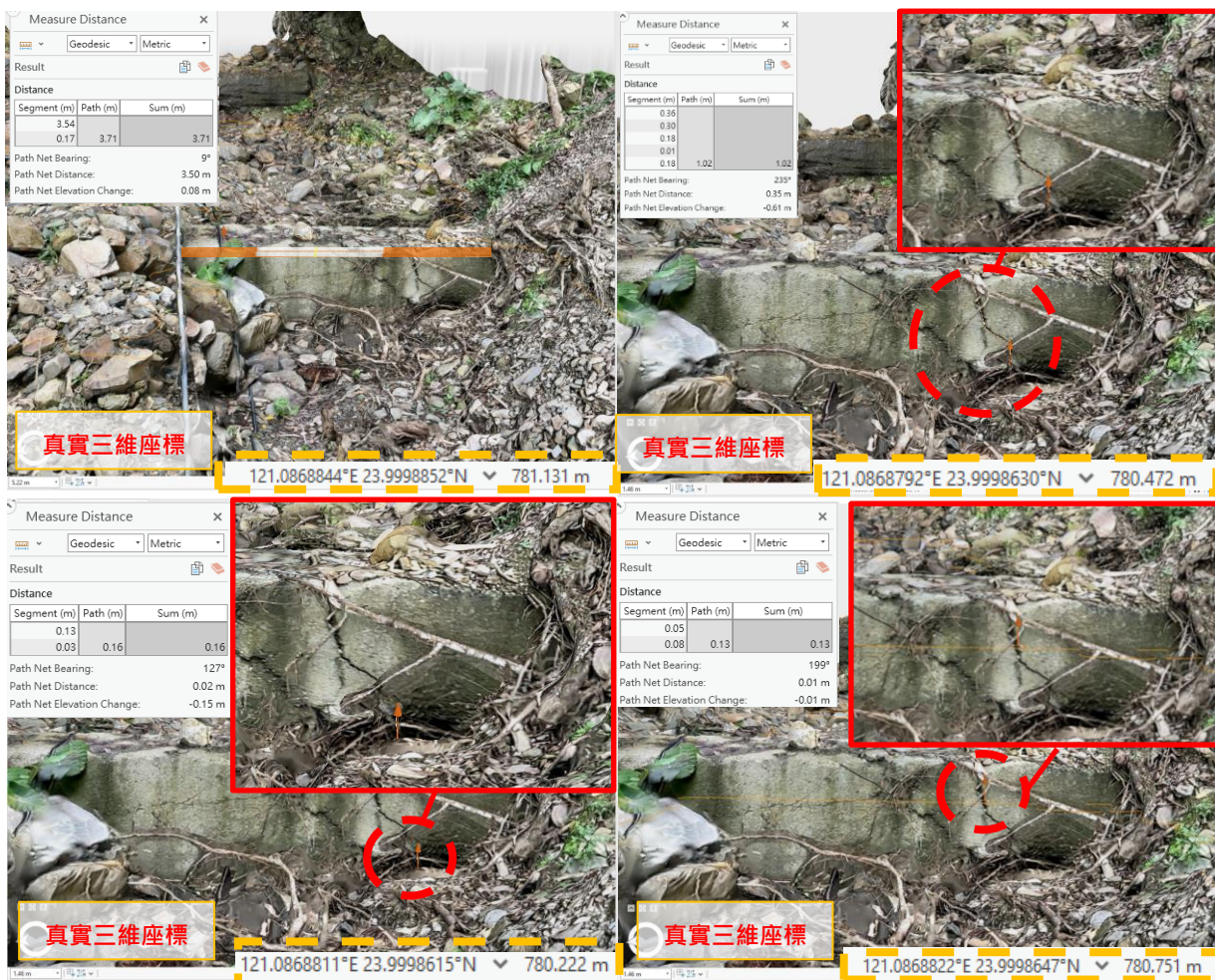
可巡檢量化防砂構造物狀況
(排放口管徑:0.65m、土砂阻塞排放口高:0.53m)



可量化土石流潛勢溪流之林蔭下地形狀況
(溪流寬度:5.69m)

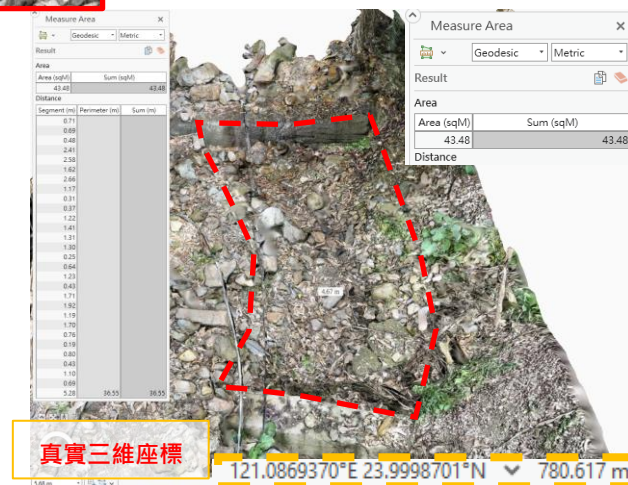
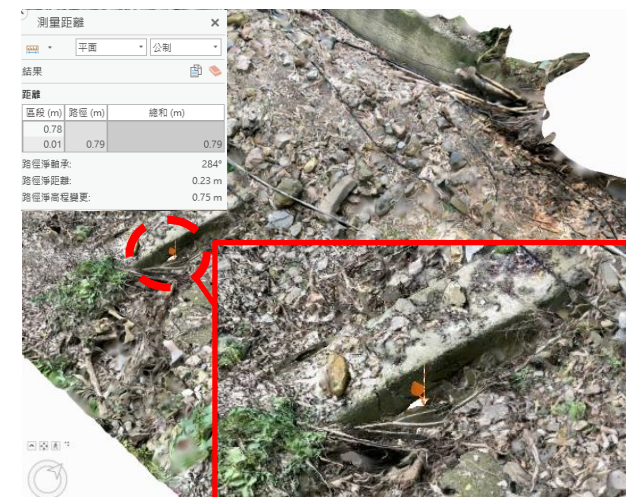


手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例



可巡檢量化防砂構造物損壞情形

(固床工-構造物長:3.71m、裂縫長:1.02m、裂縫寬:0.13m、掏空高:0.16m)

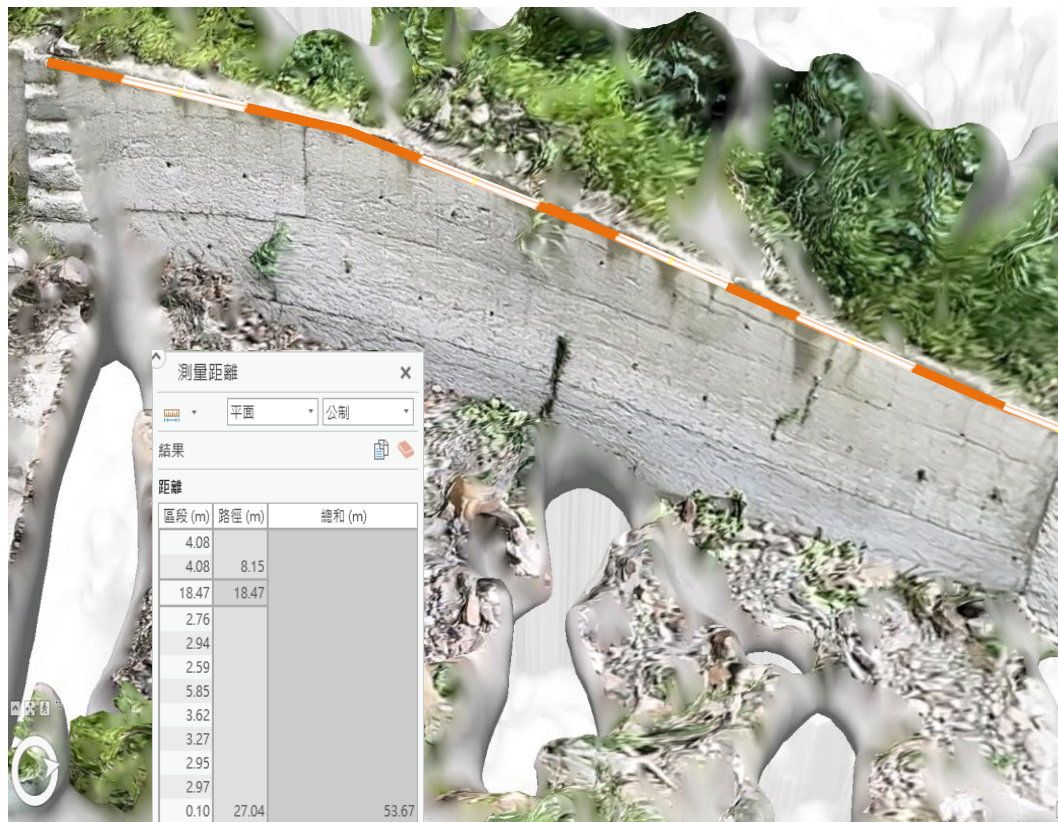


可巡檢量化防砂構造物淤砂狀況

(固床工-底床露出高(上游側):0.79m、固床工上游側淤砂面積:43.48m²、固床工上游側剩餘淤砂量:34.3m³)



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例



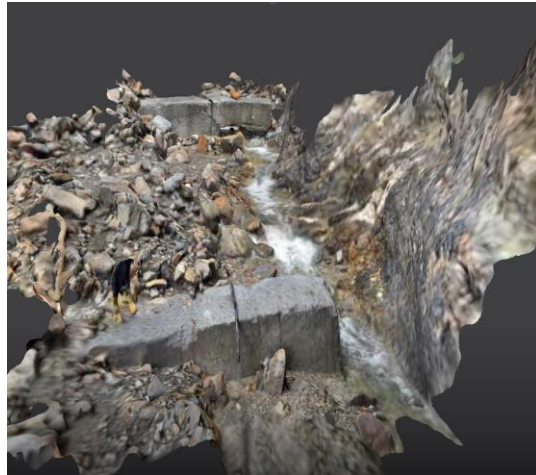
可巡檢量化防砂構造物狀況
(護岸長度:53.67m)



可巡檢量化防砂構造物通洪斷面高
(護岸通洪斷面高:4.15m)

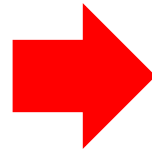
手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

災害前後8個月現場調查比較-中游系列固床工



2023-08-14

左岸岩盤裸露，固床工損壞



2024-04-09

左岸發生崩塌，固床工遭掩埋

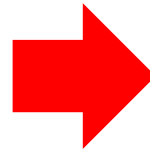
手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

災害前後8個月現場調查比較-下游加油站



2023-08-14

土砂往溪流左岸運移，符合手機建模調查成果



2024-04-09

加油站已完成清淤，並重新營業



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

實際案例(2)

20240607

嘉義縣中埔鄉中崙村

0607豪雨引發土石流堆積台 3 線 300.9K 中崙四號橋事件



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

從遙測影像可得知:

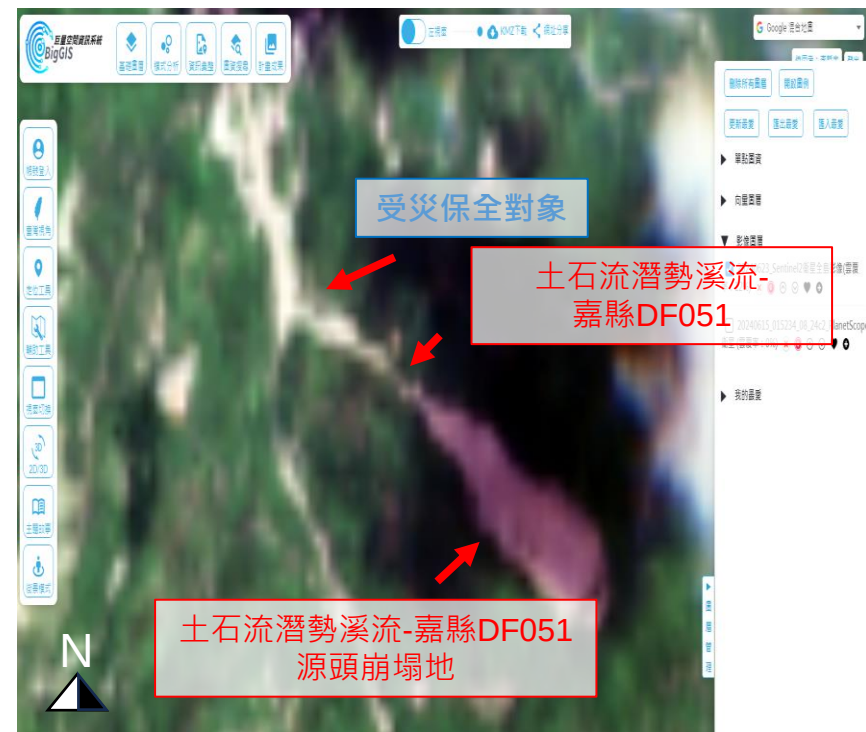
- 災害前後期影像比較，得知崩塌地有明顯的擴大情形
- 2024年0607豪雨後，6/15的Planet成功取像但無法得知中下游災害狀況，6/23的Sentinel-2成功取像但整體災害狀況模糊
- 災害後因正值汛期經常性降雨，雲覆率高，清晰且無雲之遙測影像稀少，取像不容易



災害前遙測影像
(20230121_google earth)



0601豪雨
災害後遙測影像
(20240615_Planet)



0601豪雨
災害後遙測影像
(20240623_Sentinel-2)



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

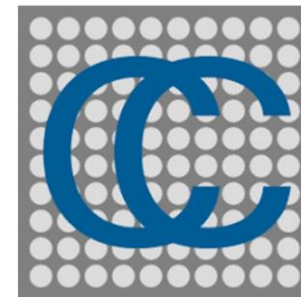
因遙測影像有無法得知現場災害狀況、取像不容易的問題:

- 1.嘗試以**智慧型手機iPhone 14 Pro**現場調查與匯出點雲資料
- 2.嘗試以**各項桌機免費軟體**進行桌機端規劃應用

研究工具	現場調查工具	規劃功能
智慧型手機	免費版 手機應用程式	- 現場調查 - 匯出點雲資料
點雲軟體	cloud compare	- 點雲測量 - 點雲後製
繪圖軟體	FreeCAD	斷面設計
地理資訊軟體	QGIS	地理座標定位

項目	LIDAR掃描測繪法 /照片攝影測量法	照片攝影測量法
應用程式		
	Scaniverse	polycam

免費版-手機應用程式-2款



點雲軟體-
cloud compare



繪圖軟體-
FreeCAD



地理資訊軟體-
QGIS



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

a. 保全對象【205433, 2585576(TWD97)】-3D模型成果

建模模式	智慧型手機組			
網址QRcode				
	polycam	Scaniverse		
保全對象外觀				
	建築物結構尚存，泥砂堆積前庭與牆面有掩埋痕跡			
保全對象內部				
	建築物內部受土砂掩埋，地板泥砂堆積			

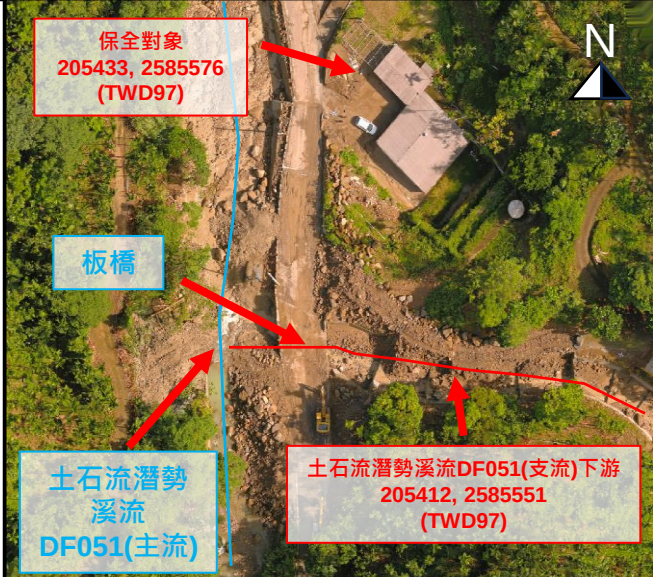
建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
保全對象	 保全對象 205433, 2585576 (TWD97) 土石流潛勢溪流DF051下游 205412, 2585551 (TWD97) 土石流潛勢溪流-嘉縣DF051發生土石流後， 下游出流口往右岸方向運移土砂， 保全住戶前庭明顯土砂淤積



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

b.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051下游【205412, 2585551(TWD97)】-3D模型成果

建模模式	智慧型手機組			
網址QRcode				
	polycam		Scaniverse	
板橋處 往上游方向視角				
	固床工受河道右岸土砂淤積掩埋			
板橋處 往下游方向視角				
	支流發生土石流淤積於出口，土砂堆積於主流右岸			

建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
土石流潛勢溪流 DF051下游	 保全對象 205433, 2585576 (TWD97) 板橋 土石流潛勢 溪流 DF051(主流) 土石流潛勢溪流DF051(支流)下游 205412, 2585551 (TWD97) 土石流潛勢溪流-嘉縣DF051 (支流)發生土石流後， 下游出口往右岸方向運移，並堆積於主流右岸



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

C.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】-3D模型成果

建模模式	智慧型手機組				
網址QRcode					
	polycam		Scaniverse		
土石流潛勢溪流 -嘉縣DF051 中游 1號與2防砂壩					
	1號防砂壩結構尚完整、2號防砂壩已被土砂掩埋、河道堆積大量大粒徑塊石				
土石流潛勢溪流 -嘉縣DF051 中游 3號防砂壩 與 土石流礫石					
	3號防砂壩結構尚完整，大粒徑塊石阻塞防砂壩溢流口，河道堆積大量大粒徑塊石				

建模模式	輔助與驗證組(無人飛行載具UAV)
土石流潛勢溪流 -嘉縣DF051 中游	
	
土石流潛勢溪流-嘉縣DF051發生土石流後，於中游系列防砂壩堆積，防砂構造物發揮效果，本研究以上游往下游方向標註3個防砂壩進行探討	



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

C.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】-3D模型即時量化分析

建模模式	智慧型手機組
三維尺寸	現場尺寸(m) 1.1號防砂壩壩高(至壩翼):3.45m 2.2號防砂壩壩高(僅剩壩翼):37cm 3.1號與2號防砂壩間儲砂面積:72m ² 4.1號與2號防砂壩壩高差現況:3.08m
1號防砂壩 與 2號防砂壩	 1號與2號防砂壩結構露出部分高差3.08m，兩者之間儲砂面積72m²，災後預計2號壩已攔阻216m³以上土砂量體
3號防砂壩 與 大粒徑塊石	 3號防砂壩溢洪口堆積粒徑73cm塊石，上游堆積約粒徑2m塊石，現場經整理後堆疊土石流堆積之粒徑約0.8-1.5m系列塊石



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

d.土石流潛勢溪流-嘉縣DF051上游崩塌地【206058, 2585211(TWD97)】- 3D模型即時量化分析

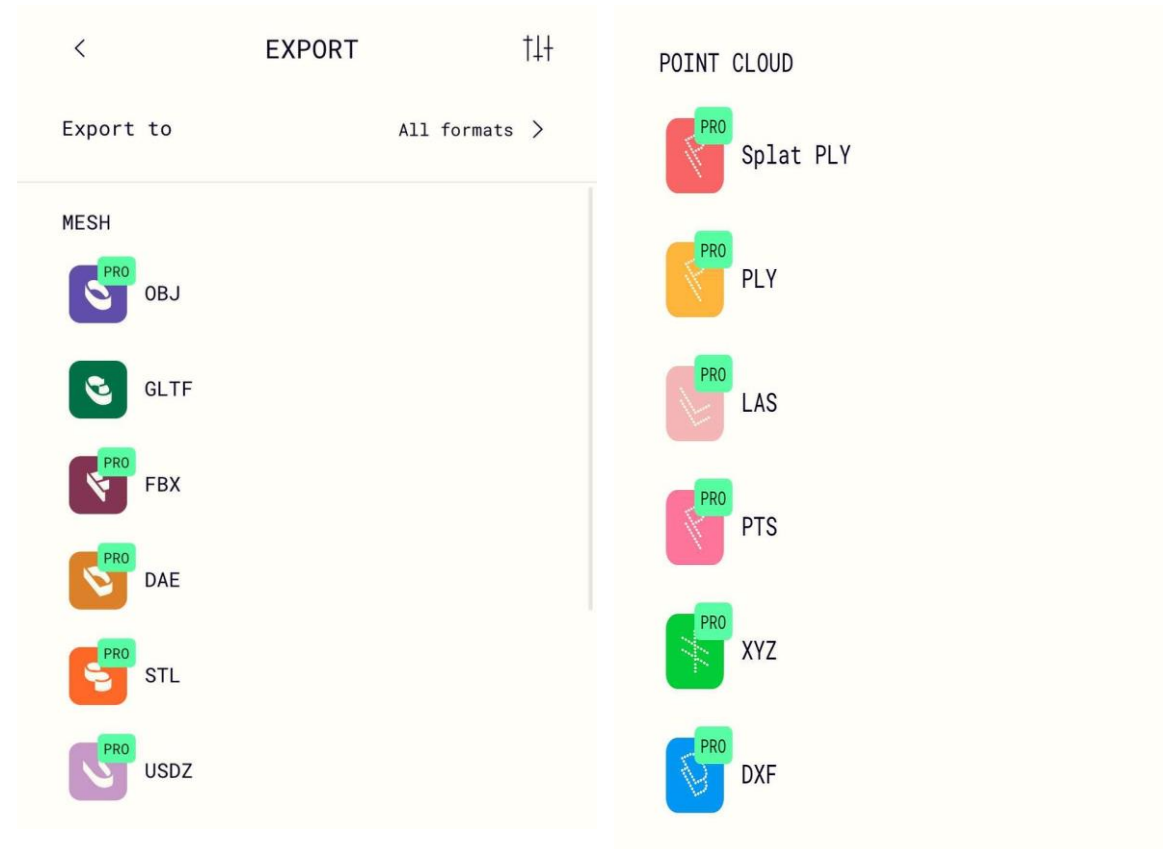
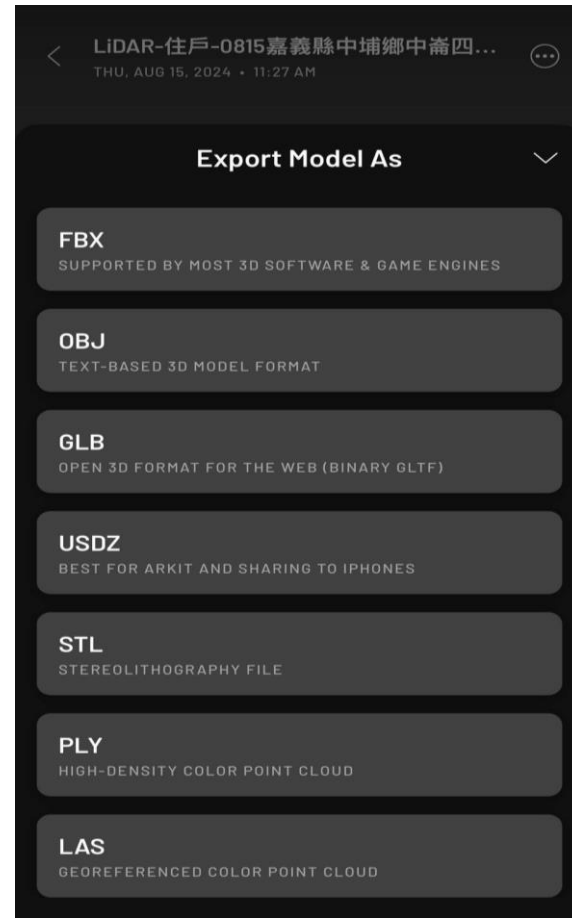
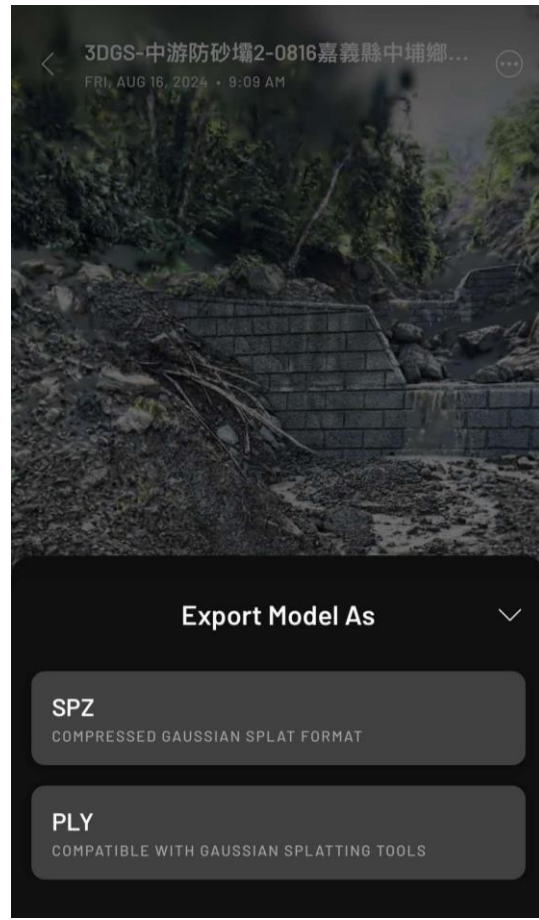
1. 崩塌後目前尚有土砂堆積於崩塌地坡腳，並順著下游方向淤積於河道。
2. 崩塌地坡腹至坡腳位置有三條以上蝕溝產生，豐沛逕流集中於各蝕溝並持續向下游匯集於主河道。

建模模式	智慧型手機組	
	驗證尺寸(m)	現場尺寸(m)
三維尺寸	1. 崩塌面積: 66320m² 2. 崩塌長度: 535.8m 3. 崩塌寬度: 122m	崩塌地坡腳與中游1號防砂壩距離: 215m
驗證模型		
	手機相較遙測影像驗證尺寸差異值， 長度約 2.7% 、寬度約 1.6% 、崩塌面積約 9%	
現場尺寸		
	崩塌地坡腳距離中游1號防砂壩位置為 215m	

建模模式	輔助與驗證組(災後遙測影像) (20240623_Sentinel-2)
三維尺寸	驗證尺寸(m) 1. 崩塌面積: 60101m² 2. 崩塌長度: 521m 3. 崩塌寬度: 120m
驗證模型	
	手機相較遙測影像驗證尺寸差異值， 長度約 2.7% 、寬度約 1.6% 、崩塌面積約 9%



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例



APP-Scaniverse-點雲與模型匯出格式
照片攝影測量法-高斯潑濺法-可匯出類型(左)
LiDAR掃描測繪法-可匯出類型(右)

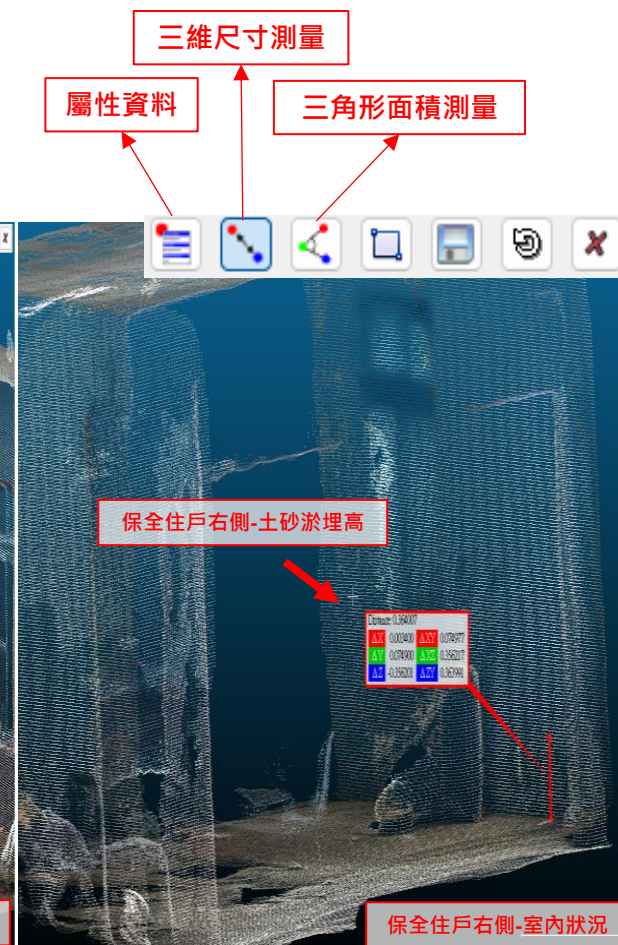
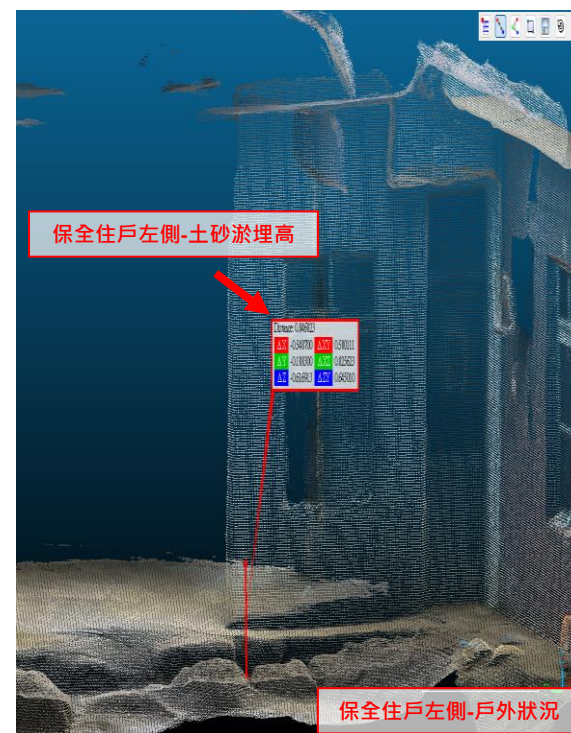
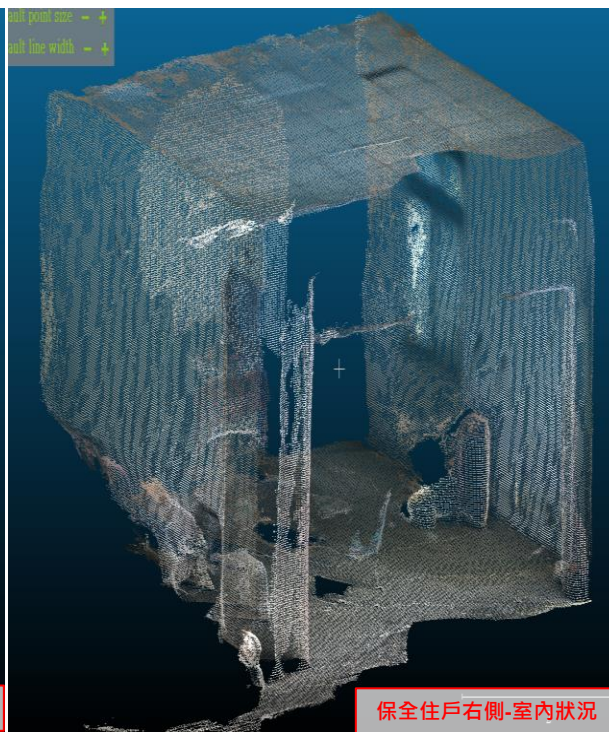
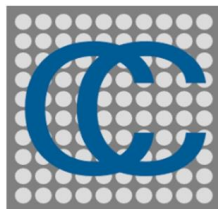
APP-polycam-點雲與模型匯出格式
照片攝影測量法-高斯潑濺法-可匯出類型



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

點雲軟體應用-cloud compare-成果展示

保全對象【205433, 2585576(TWD97)】



三維尺寸測量
屬性資料
三角形面積測量

點雲軟體展示成果

手機可匯出格式至cloud compare展示

ex:點雲-LAS檔、PLY檔

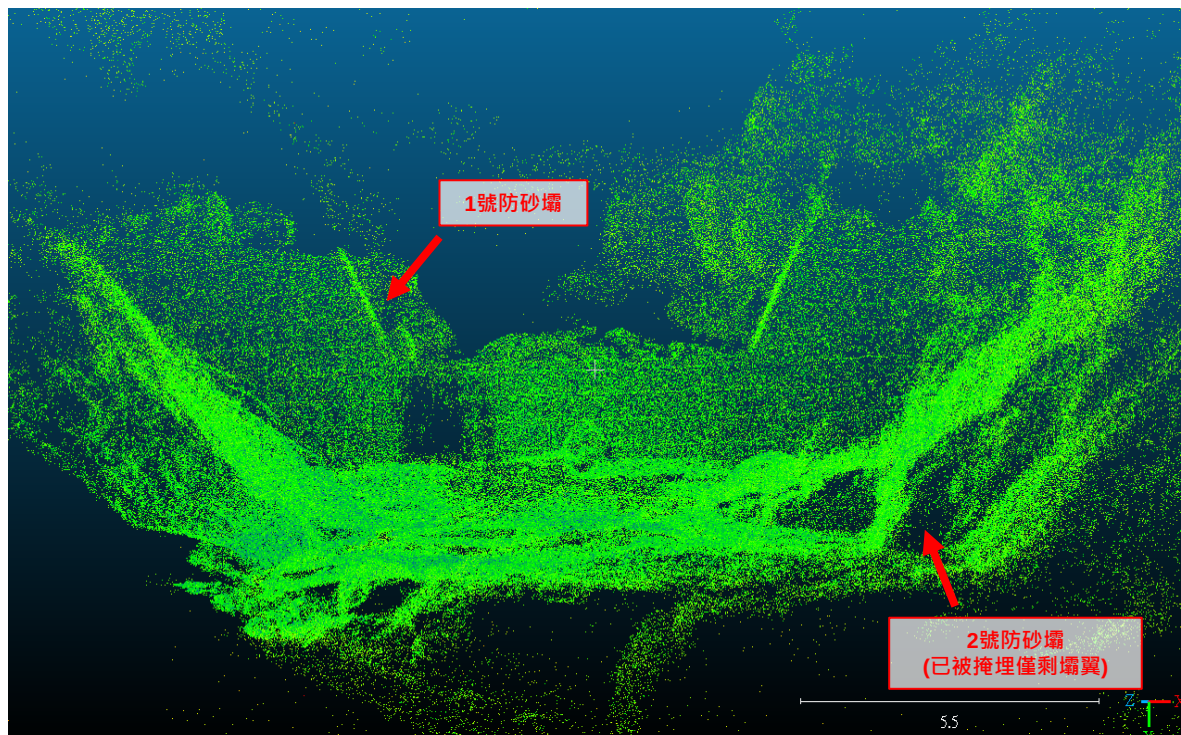
cloud compare三維尺寸測量成果

使用「Point picking」功能

手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

點雲軟體應用-cloud compare-成果展示

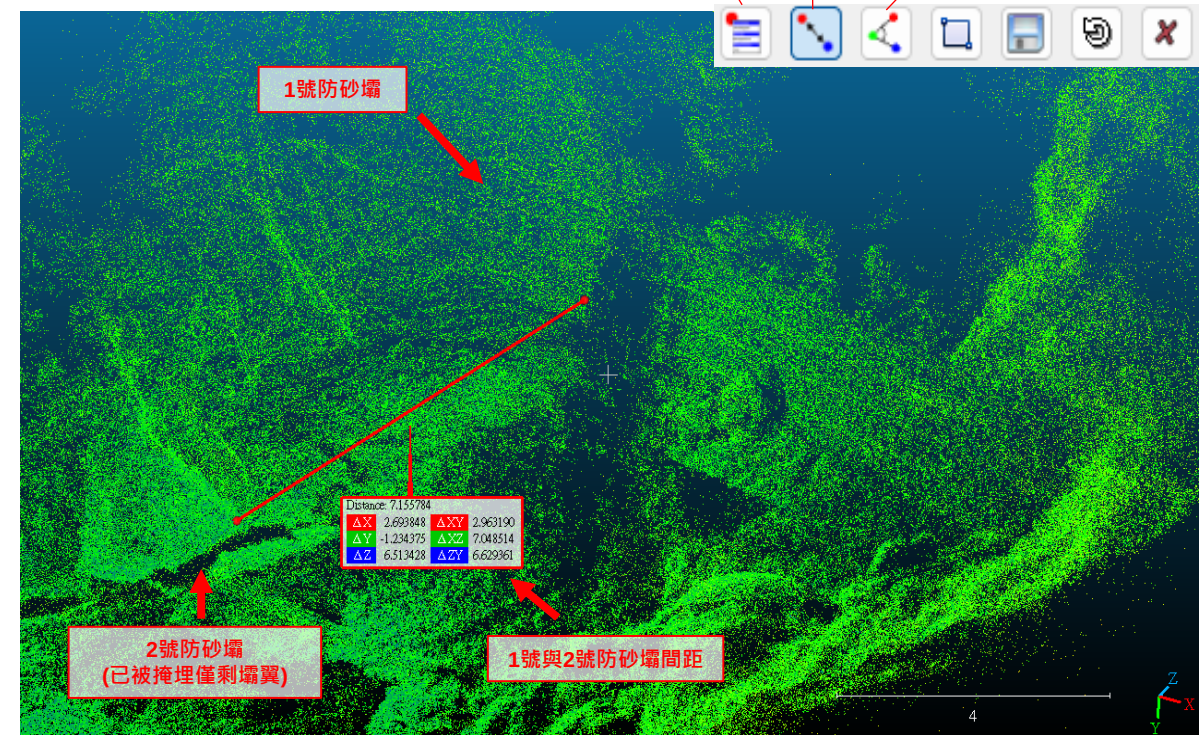
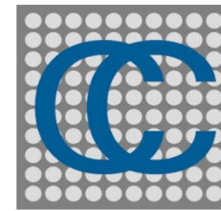
土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



點雲軟體展示成果

手機可匯出格式至cloud compare展示

ex:點雲-LAS檔、PLY檔



cloud compare三維尺寸測量成果

使用「Point picking」功能

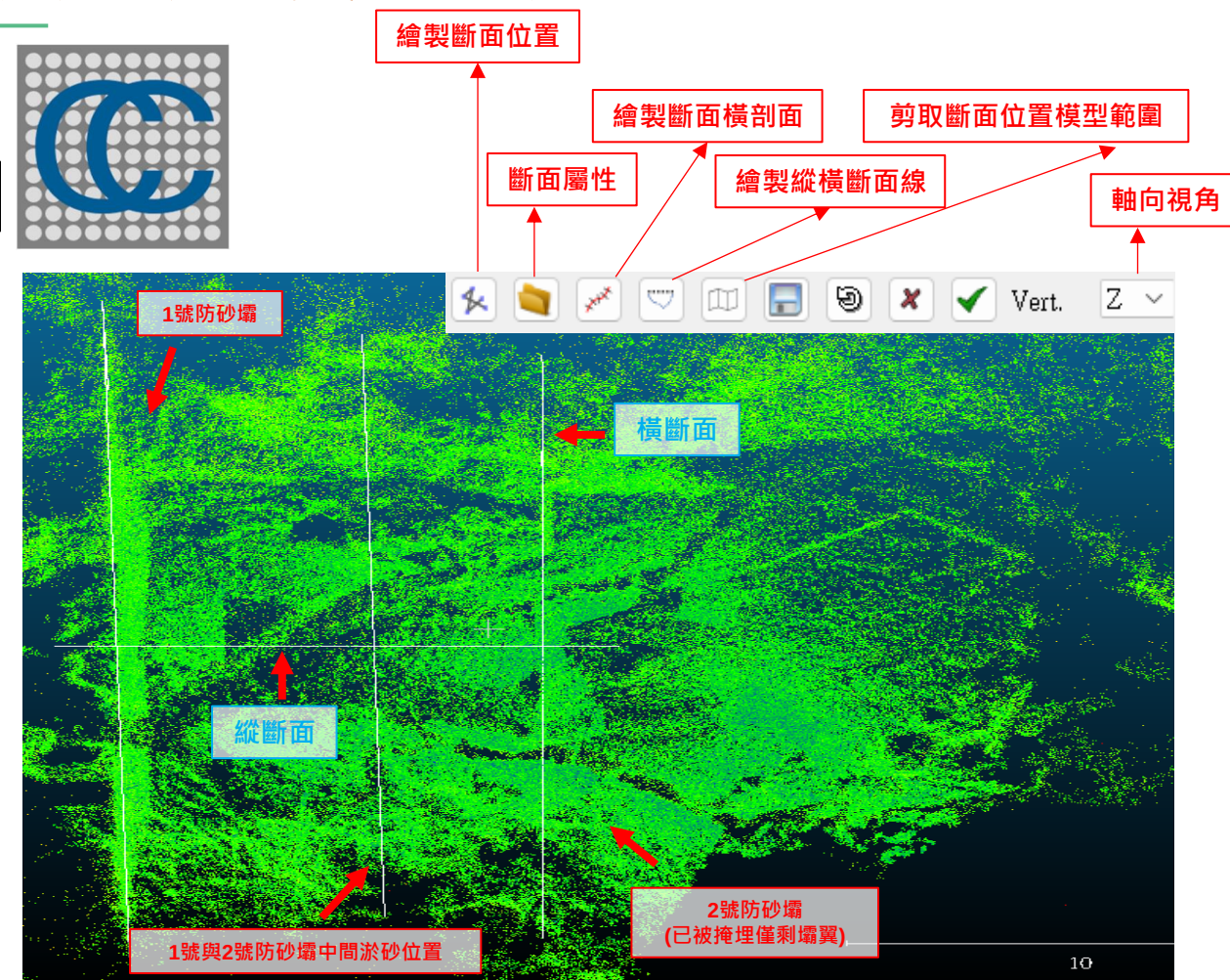
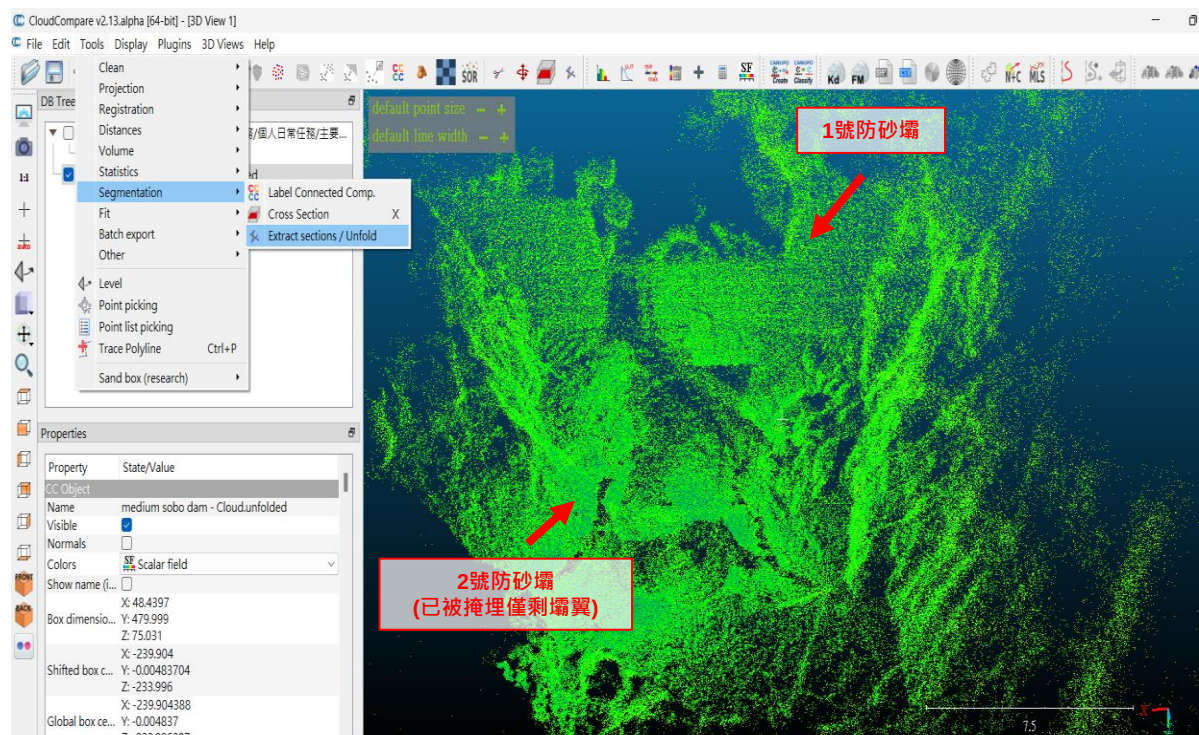




手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

點雲軟體應用-cloud compare-縱橫斷面成果自動提取

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



cloud compare縱橫斷面成果自動提取功能

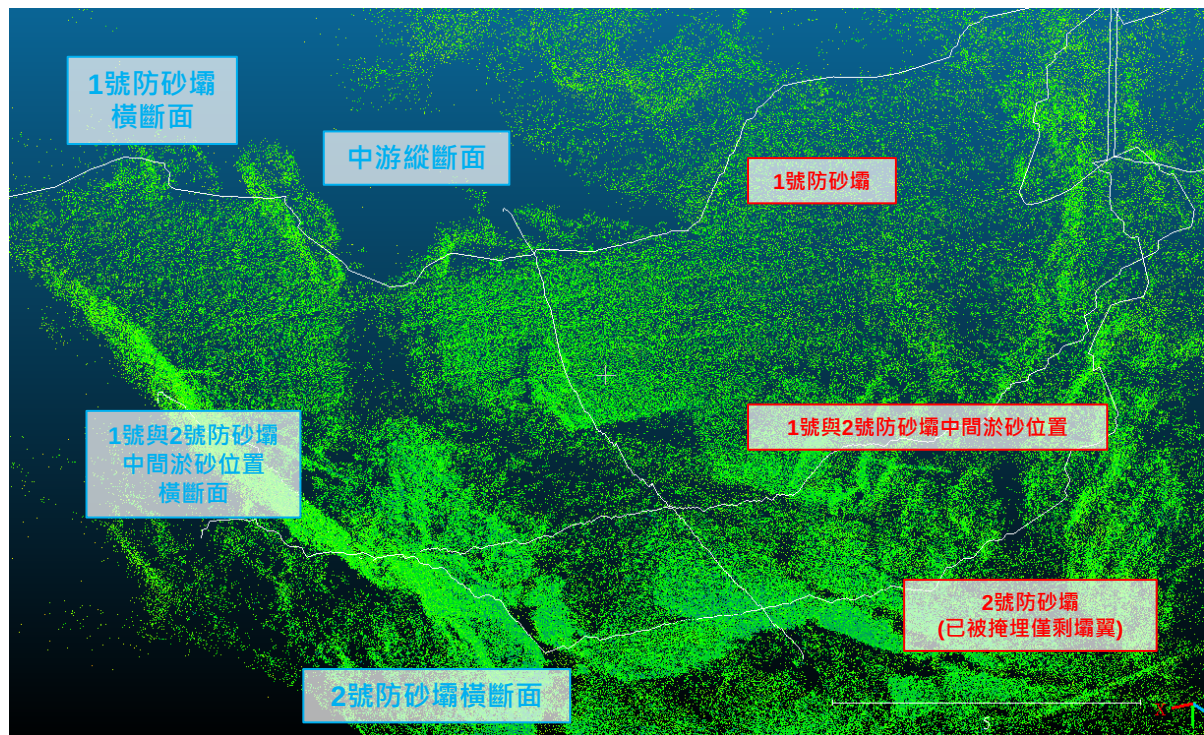
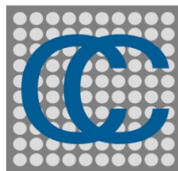
手機可提取模型縱橫斷面

使用「Tools->Segmentation->Extract sections/Unfold」功能

手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

點雲軟體應用-cloud compare-縱橫斷面成果自動提取

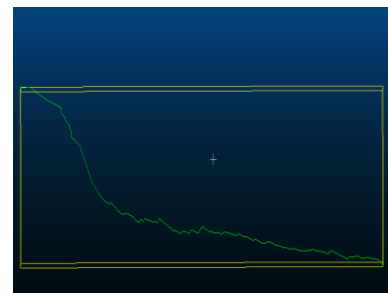
土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



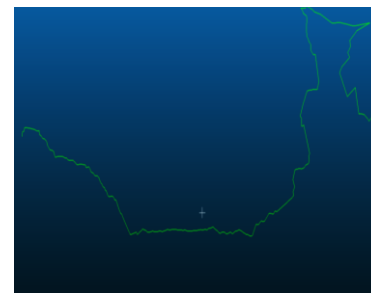
cloud compare縱橫斷面成果自動提取功能

手機可提取模型縱橫斷面

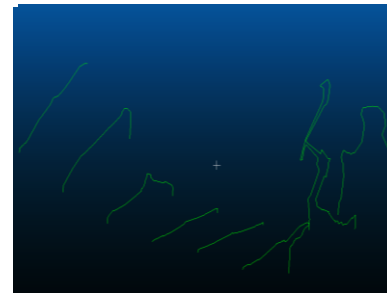
使用「Tools->Segmentation->Extract sections/Unfold」功能



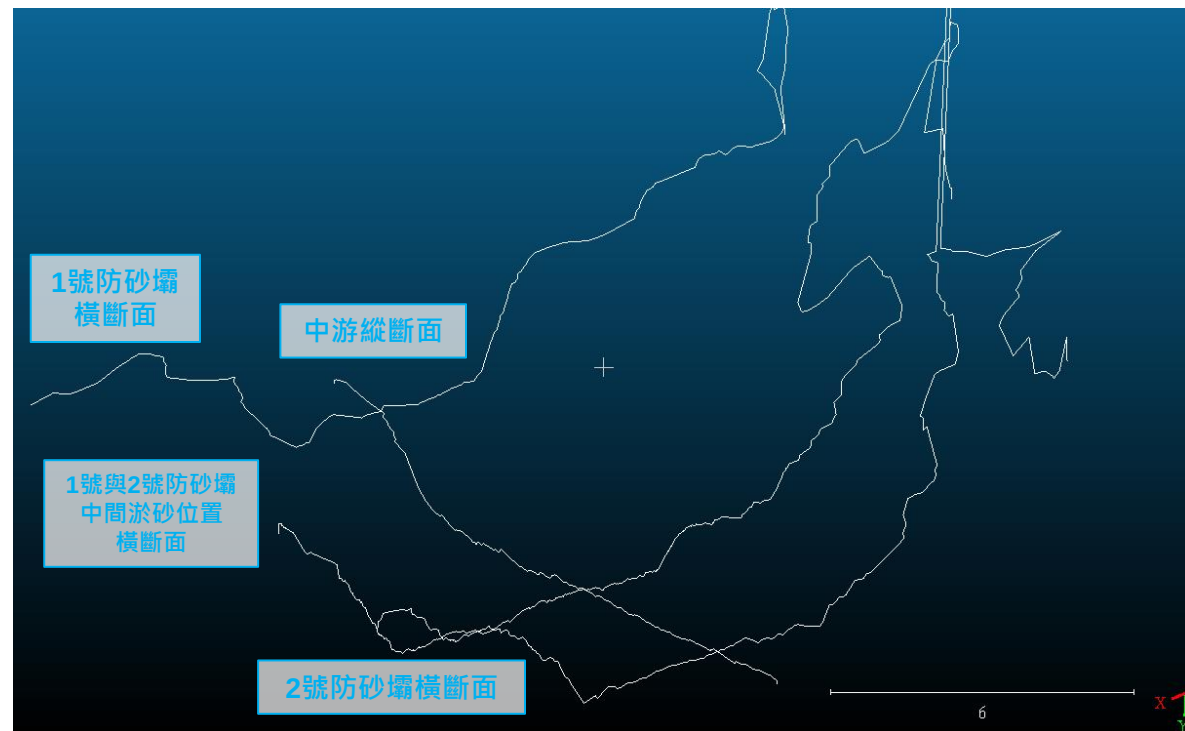
縱斷面



橫斷面



橫向縱斷面



cloud compare縱橫斷面成果匯出

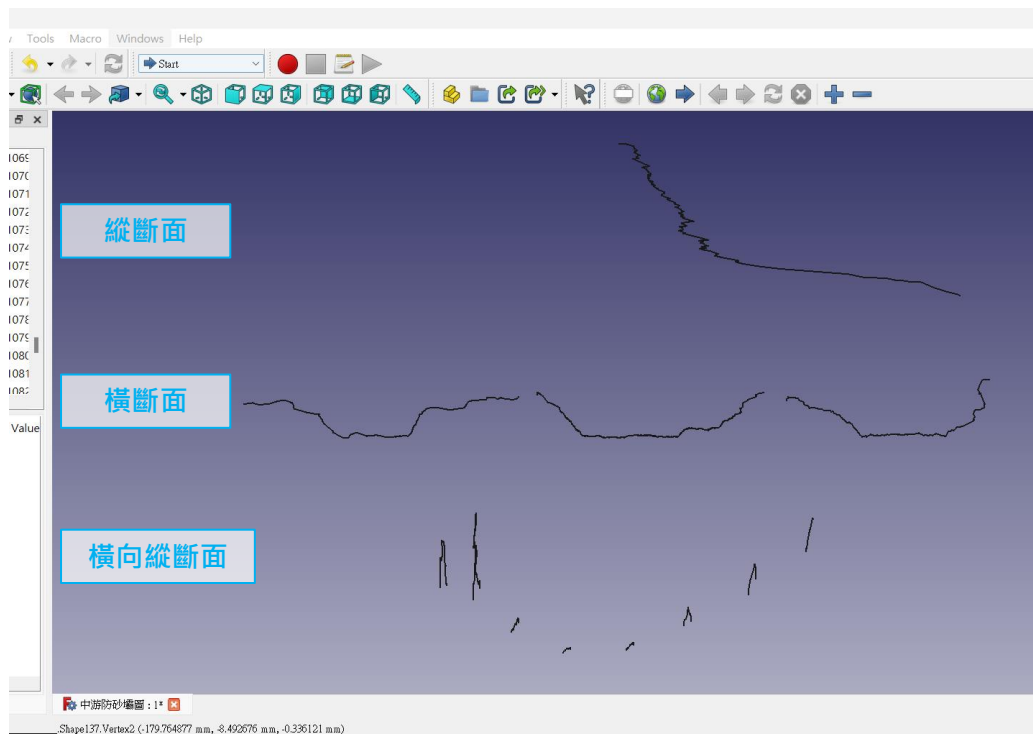
cloud compare可匯出格式至CAD進行編輯

ex: DXF

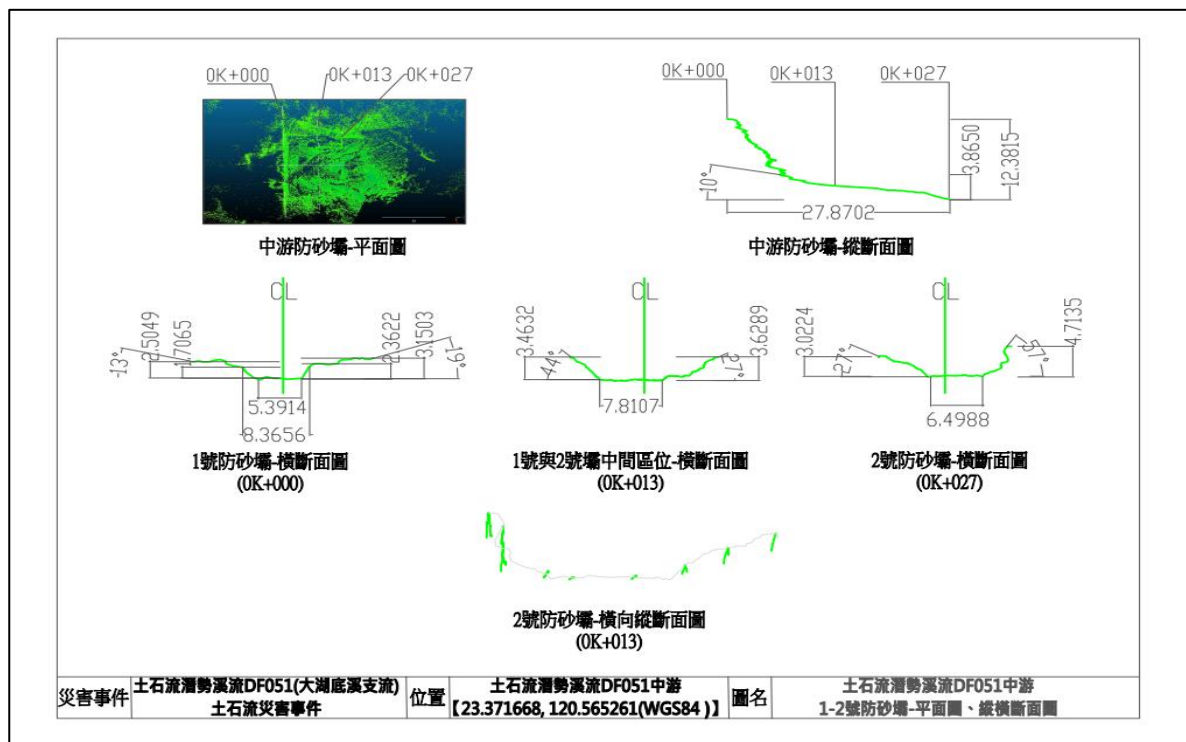
手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

繪圖軟體應用-FreeCAD-手機3D模型成果2D製圖

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



CAD匯入手機3D模型之縱橫斷面成果
cloud compare匯出之檔案(ex: **DXF**)
可匯入CAD軟體進行編輯

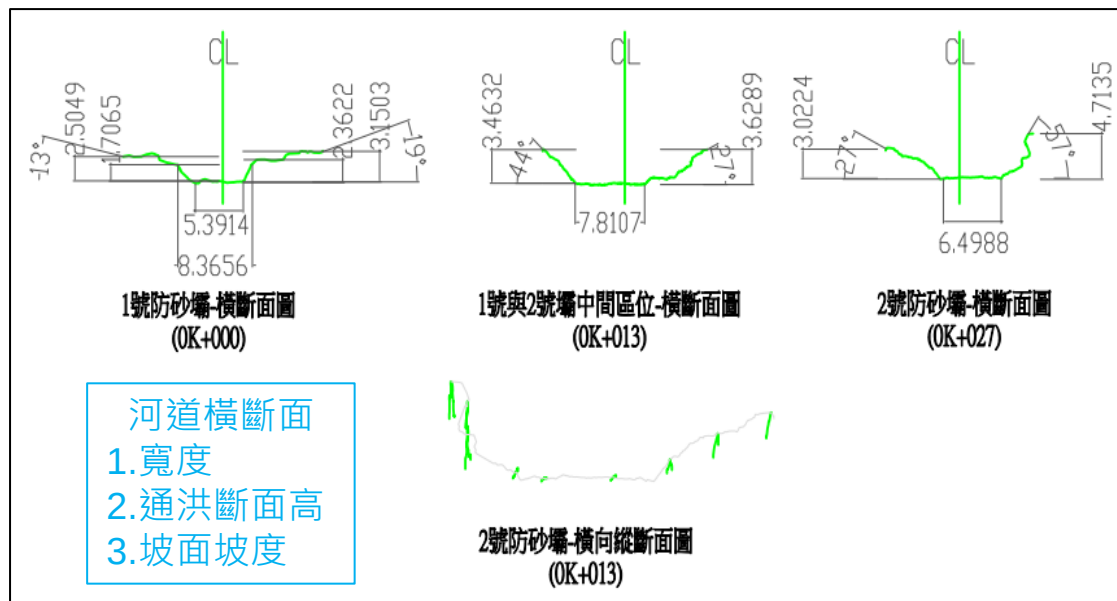
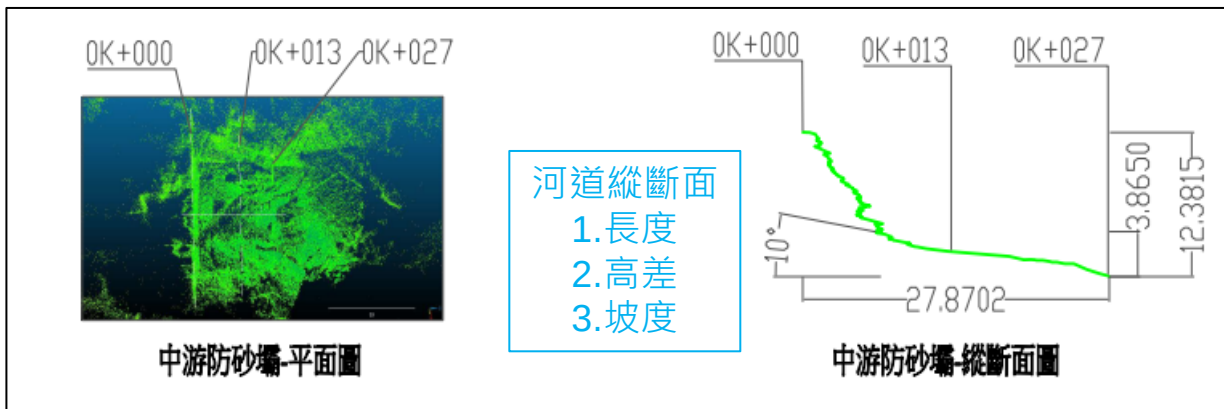


CAD繪製手機3D模型之縱橫斷面-2D圖面成果
CAD軟體可針對手機產製之3D模型成果繪製2D圖面

手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

繪圖軟體應用-FreeCAD-手機3D模型成果2D製圖

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游【205556,2585506(TWD97)】



CAD繪製手機3D模型之縱橫斷面-2D圖面成果

CAD軟體可針對手機產製之3D模型成果繪製2D圖面

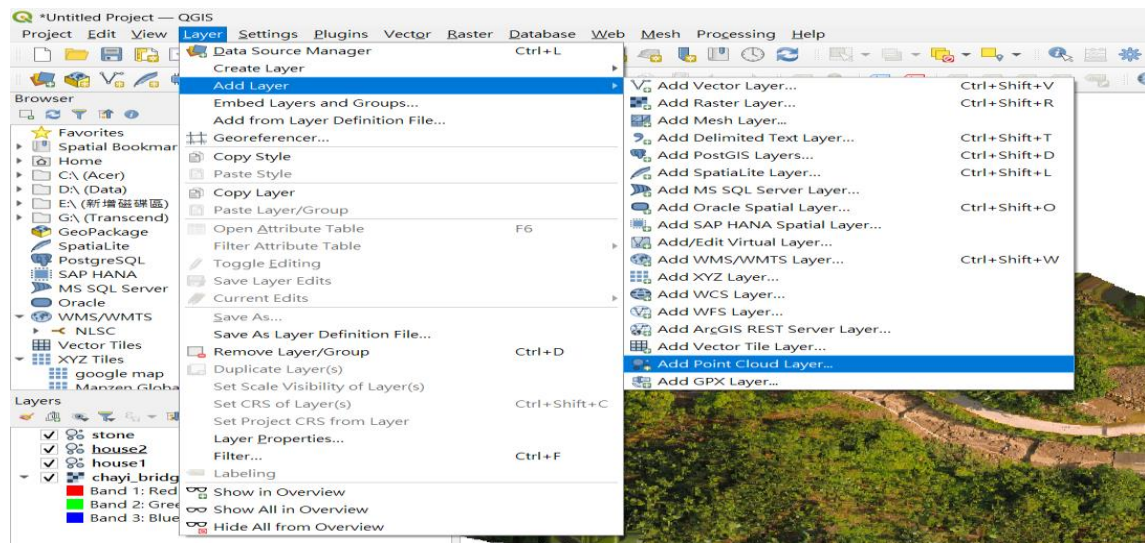
得出各斷面真實地形之河道長度、河道高差、河道縱向坡度、河道寬度、
通洪斷面高、河道縱向坡度與坡面坡度

手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

地理資訊軟體應用-QGIS-手機3D模型套疊GIS成果

保全對象【205433, 2585576(TWD97)】

土石流潛勢溪流-嘉縣DF051中游-大粒徑塊石
【205557, 2585513(TWD97)】



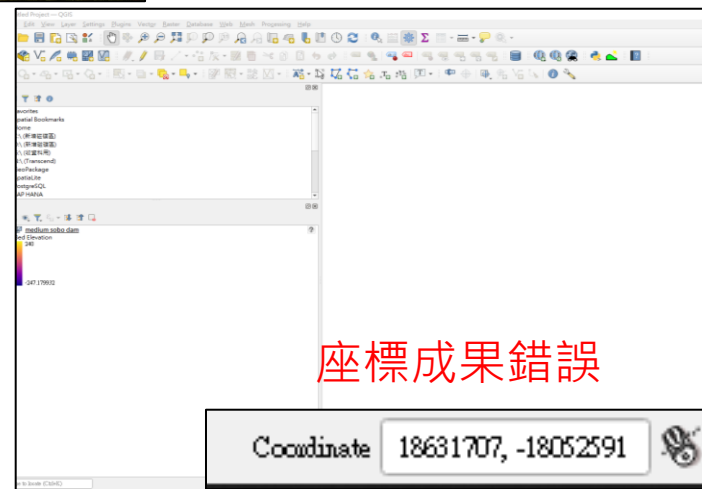
LiDAR掃描測繪法成果
匯入點雲:LAS檔

1. 點雲附加GPS，可正常實際地理位置
2. 本研究成果為保全對象與中游大粒徑塊石

照片攝影測量法成果
(高斯潑濺法為例)

匯入點雲:PLY檔

1. 因利用生成式AI方式產製模型，無法顯示實際地理位置，因而無法使用
2. 座標成果明顯錯誤



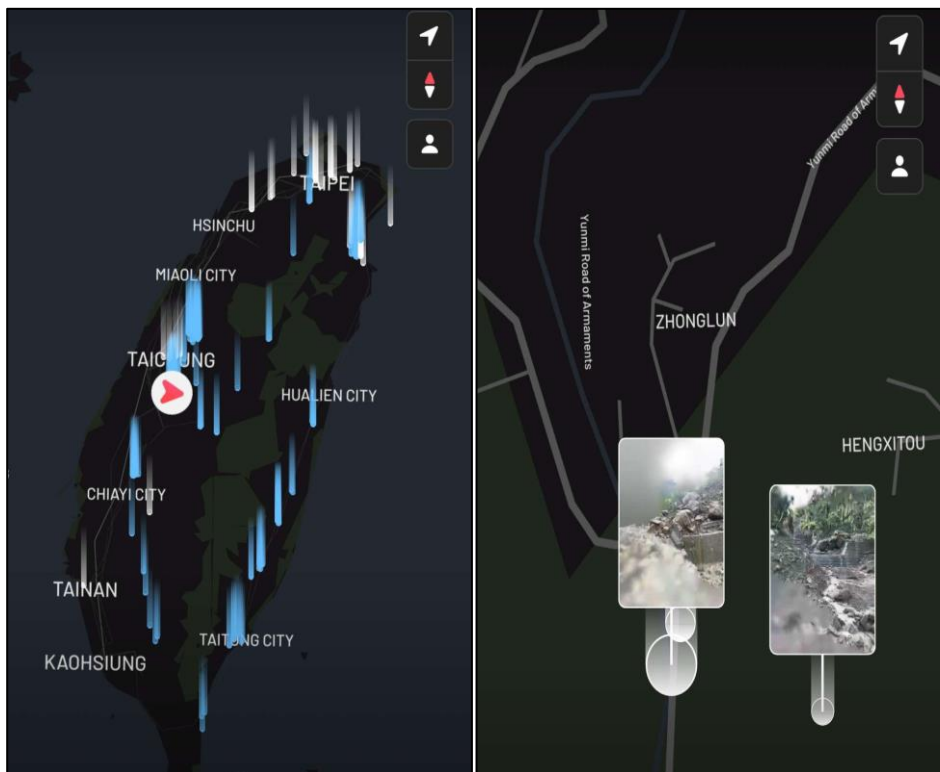
GIS軟體展示成果

手機可匯出格式至QGIS展示(使用「Layer->Add Layer->Add Point Cloud Layer」功能)(需全英文路徑)



手機建模在坡地工作的應用介紹-土砂災害調查實際範例

地理資訊軟體應用-GIS-手機3D模型地理位置之展示方式建議



手機3D模型地理位置展示方式(1)
APP內建單點座標2D地圖模式
(以APP-Scaniverse為例)
以單點座標顯示於2D地圖，另開視窗展示3D模型



手機3D模型地理位置展示方式(2)
單位機關建立單點座標2D地圖模式專頁
(以農村水保署技研平臺-3D建模成果為例)
以單點座標顯示於2D地圖，另開視窗展示3D模型



手機3D模型
地理位置展示方式(3)
免費3D地理資訊圖台
(以CESIUM-ion為例)
擁有地理座標之3D模型定位於3D圖台展示

手機建模在坡地工作的應用介紹-更多建模成果與延伸可能

手機建模成果

過去進行土砂災害調查、工程規劃設計、環境現場重現，需要使用昂貴或攜帶多種的儀器進行測繪工作。現在僅需要拿出一支手機就可以做到，成本相對便宜且細節呈現高。適合所有人接觸3D建模的基礎入門！



土砂災害調查成果



水土保持工程成果



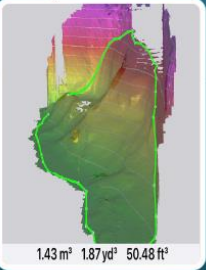
農村再生工程成果



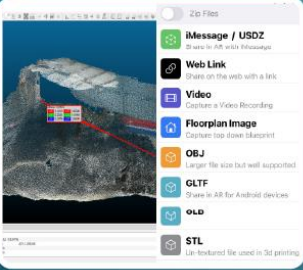
即時視覺化模式(行走/AR)



即時三維數值分析



即時體積分析
1.43 m³ 1.87 yd³ 50.48 ft³



多項點雲格式匯出/
PC端點雲軟體加值應用



農村水保署技術研究發展平臺
3D建模成果



手機建模在坡地工作的應用介紹-更多建模成果與延伸可能



日本神戶地下道
iPhone LIDAR 3D應用



日本神戶南京町iPhone攝影測量成果
匯入 SWITCH遊戲「要塞英雄」地圖

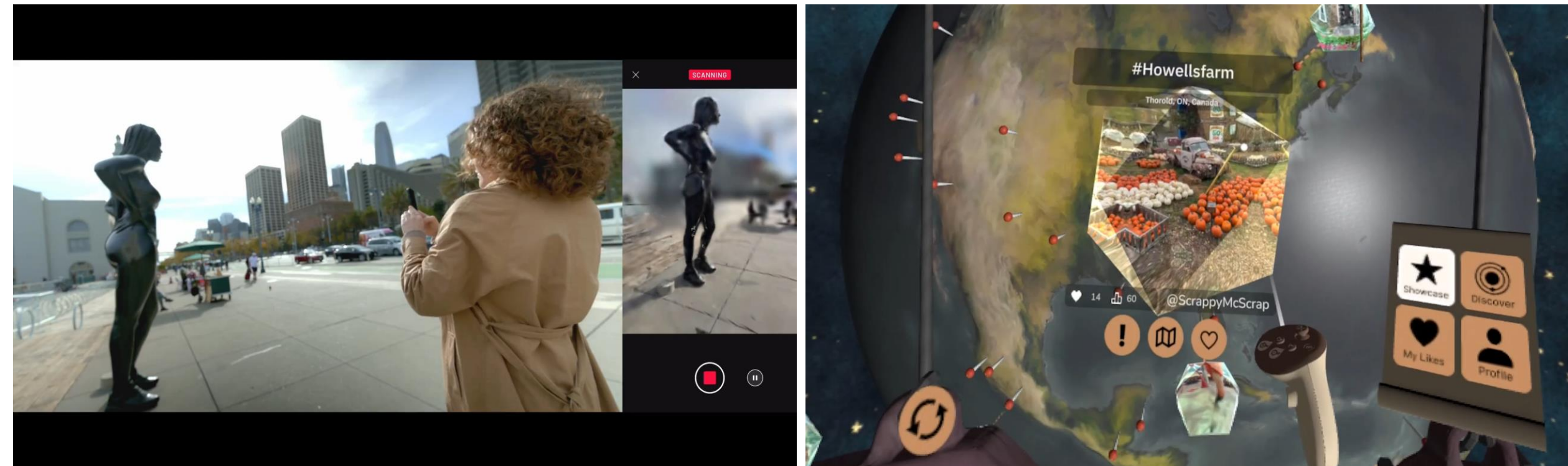


日本大阪道頓堀
iPhone攝影測量3D化

手機建模在坡地工作的應用介紹-更多建模成果與延伸可能

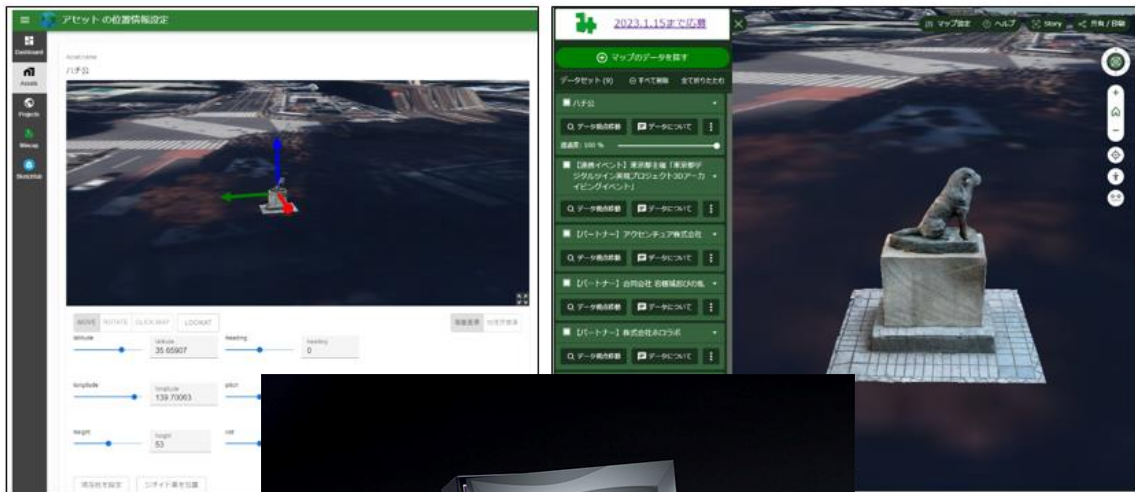
聯動XR眼鏡，將手機建模的3D模型立即上傳至XR系統平台，提供XR眼鏡立即觀看

資料來源:[Into The Scaniverse: Your splats on Meta Quest for the first time](#)





手機建模在坡地工作的應用介紹-更多建模成果與延伸可能



手機3D建模大賽「[みんキャブ](#)」

鼓勵群眾將自己掃描的作品上傳至平台後將其定位到現實的地圖位置，共同創建屬於大家的 [虛擬城市](#)

手機3D建模年會「[ScaniverseMeetup](#)」

利用手機3D建模各項新穎技術的專題分享，吸引超過150名同好聚集在日本掛川市交流



手機建模在坡地工作的應用介紹-更多建模成果與延伸可能



日本京都-平等院鳳凰堂



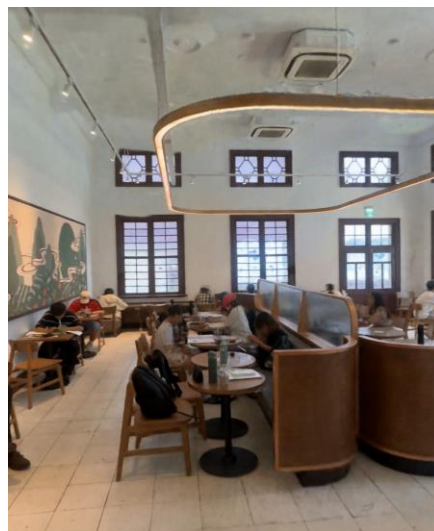
台灣北投-普濟寺



日本京都-金剛寺



台灣嘉義-阿里山小火車



台灣新竹-新竹州立圖書館

Instagram:

[JiSAUsociety](#) 【機掃協會】 X TonyiPHONER
([@taiwantonyiphoneroxjisausociety](#))

X(舊Twitter):

([Taiwan TonyiPHONERxJiSAUsociety](#)
([@lizheyu544](#)) / X



@TAIWANTONYIPHONERXJISAUSOCIETY

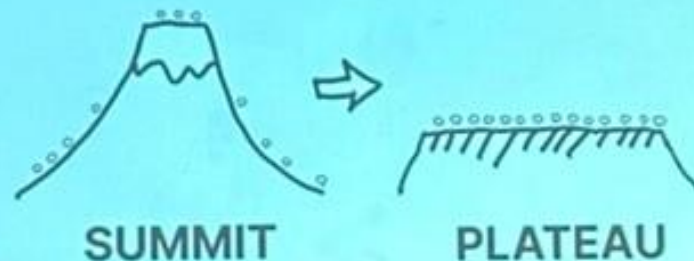


結論

非高山而是高原：讓多數人共同參與

我們開發的不是只有少數人可以使用的尖端技術，而是許多人可以輕鬆使用並能樂在其中的技術。我們不是在高山頂上，而是在比現在稍高的地方創建了一個可以讓很多人同行的高原。

謝謝



資料來源:

[樂活共生實驗基地 - 非常歡迎及感謝 #台日團隊 帶來精彩的社區設計和XR技術交流！... | Facebook](#)

只要願意在這堅實穩定的高原上繼續發揮創意，共同努力，對於公共事務討論，會更加有趣與往前邁進！



延伸閱讀

1. [農村水保署-技術研究發展電子報62期-人人都可創造數位孿生 - 手機3D掃描技術的現況與發展](#)
2. [農村水保署-技術研究發展電子報69期-一起動手建立虛擬世界吧!-手機3D掃描技術的操作技巧](#)
3. [農村水保署-技術研究發展電子報76期-手機APP改寫工程測量：3D模型、測量、數量清點、植物辨識一機搞定！](#)
4. [農村水保署-技術研究發展電子報105期-拿出手機一起燃燒你的3D無限宇宙!應用3D Gaussian Splatting法進行地球任何角落無限制範圍的AI手機建模介紹](#)
5. [農村水保署20240116seminar-一起隨手打造虛擬平行世界的時代來臨-智慧型手機建立3D模型資料應用分享](#)