

近地表地球物理探查技術之 前沿發展與應用

即時監測與行動測繪

陳建志

國立中央大學地球科學系

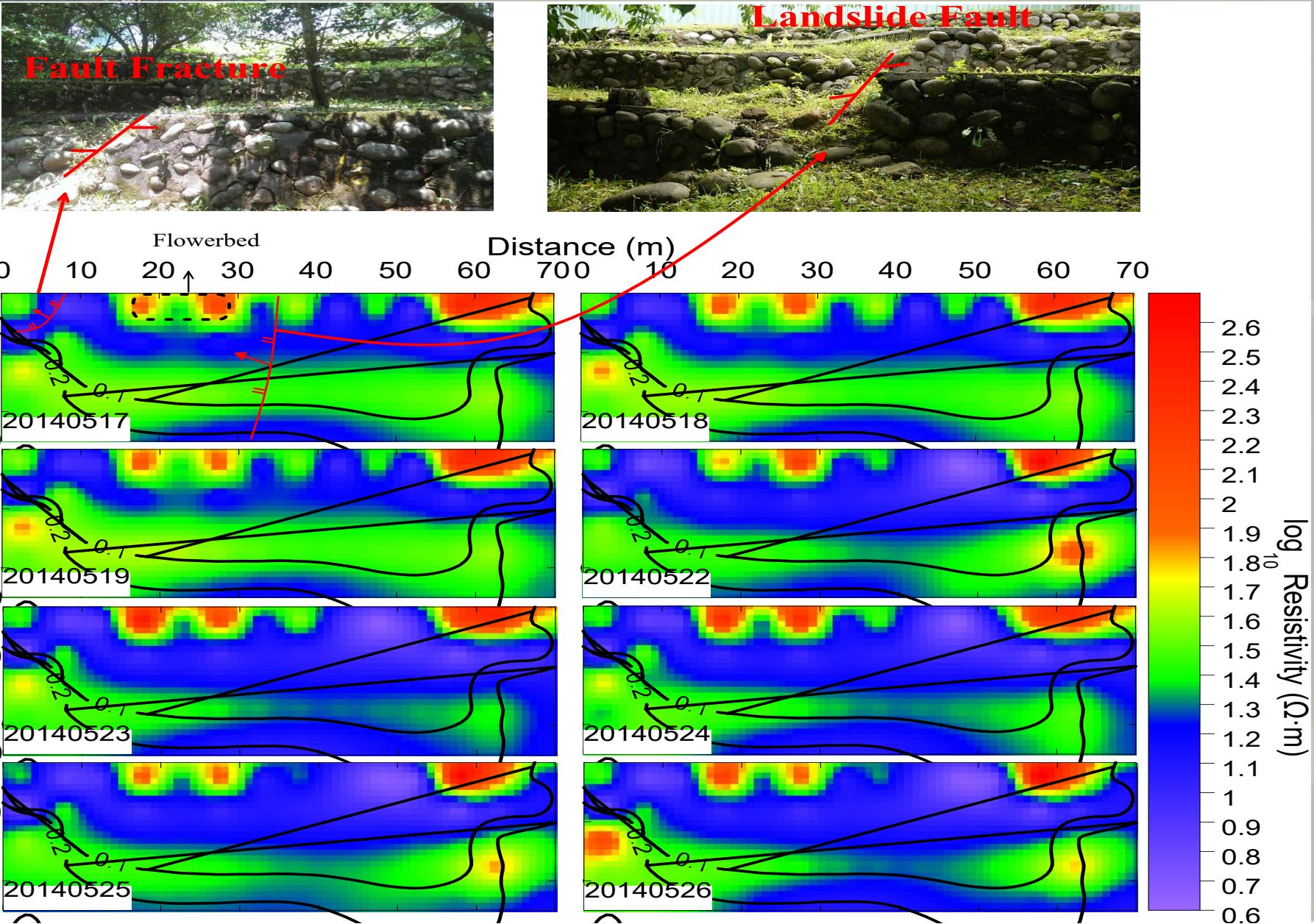
桃園復興區介壽國中地電阻即時自動監測剖面



介壽國中



連續地電阻監
測影像可反映
淺部地層流體
的飽和程度。



宜蘭縣大同鄉四季部落 ERT 與 SP 監測

古河階面1

古河階面2

蘭陽溪

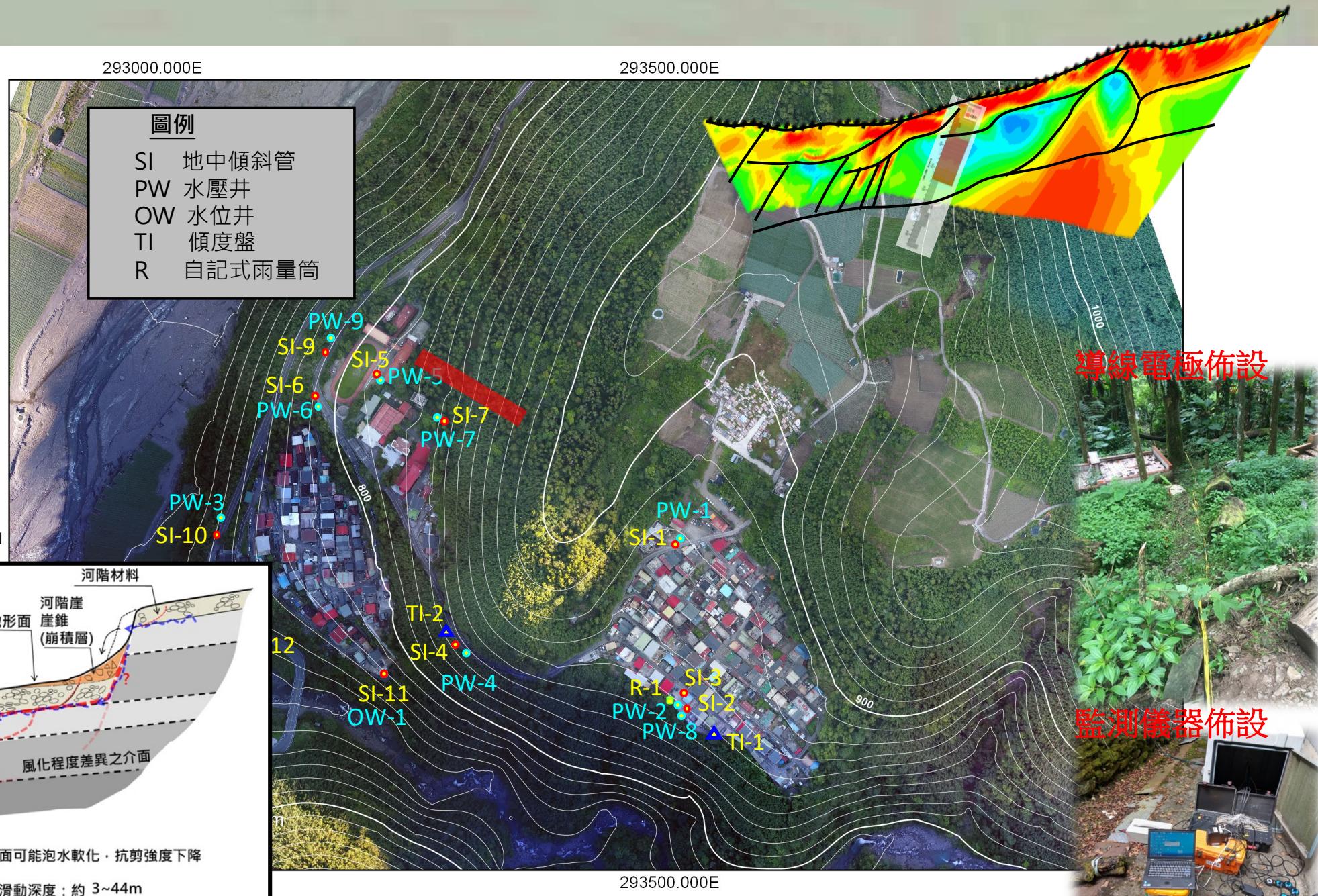
地下水於岩土界面間流動

古地形面 河階材料

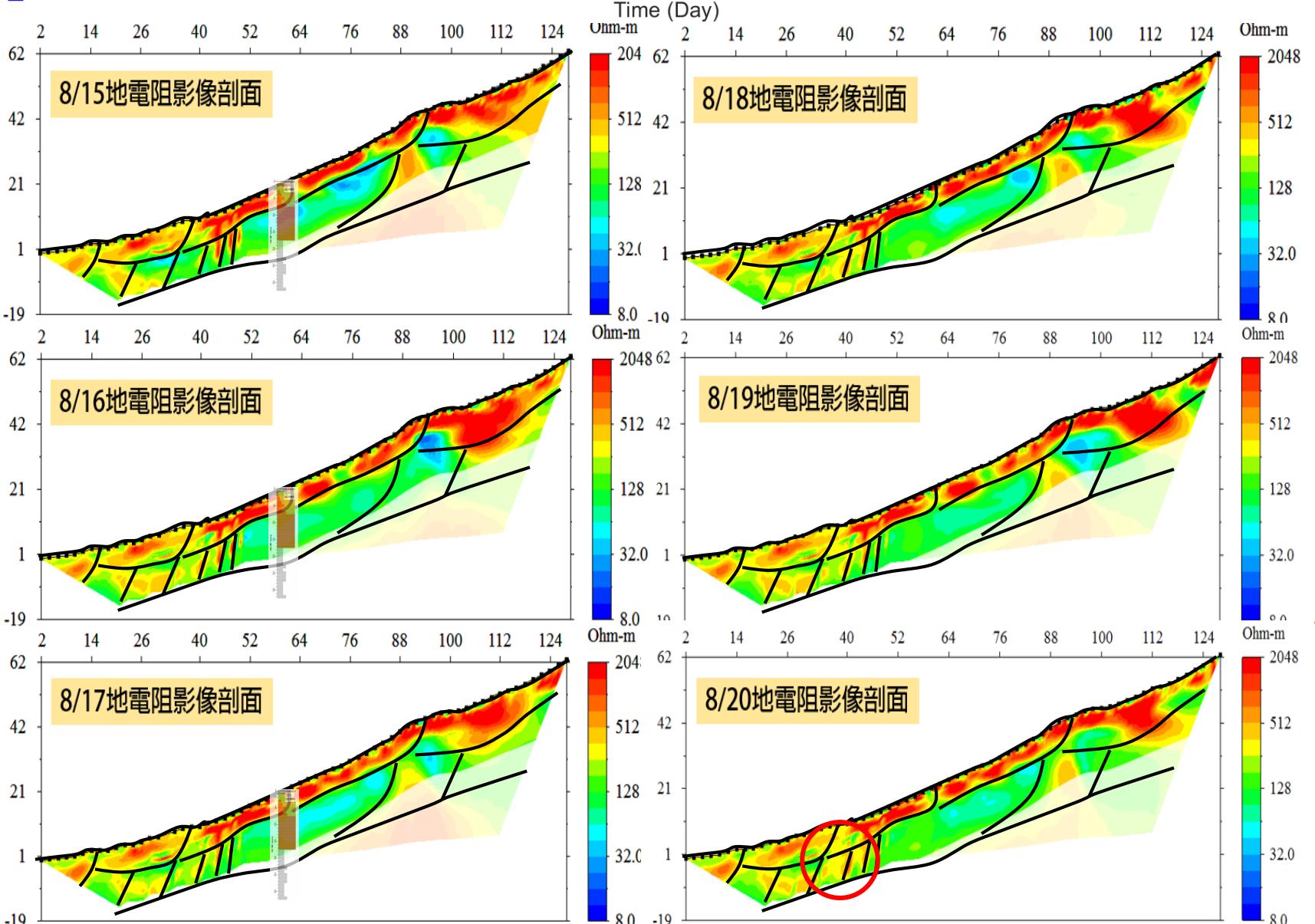
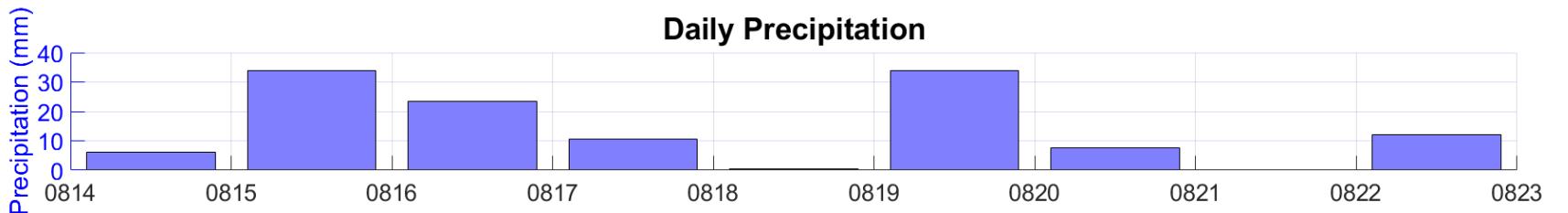
暫積材料滑動 岩體滑動

風化程度差異之界面

- 地下水特性：地下水於土岩界面流動。界面可能泡水軟化，抗剪強度下降
- 關鍵深度(可能滑動面)
- 主要位置：暫積材料沿岩土界面滑動，滑動深度：約 3~44m

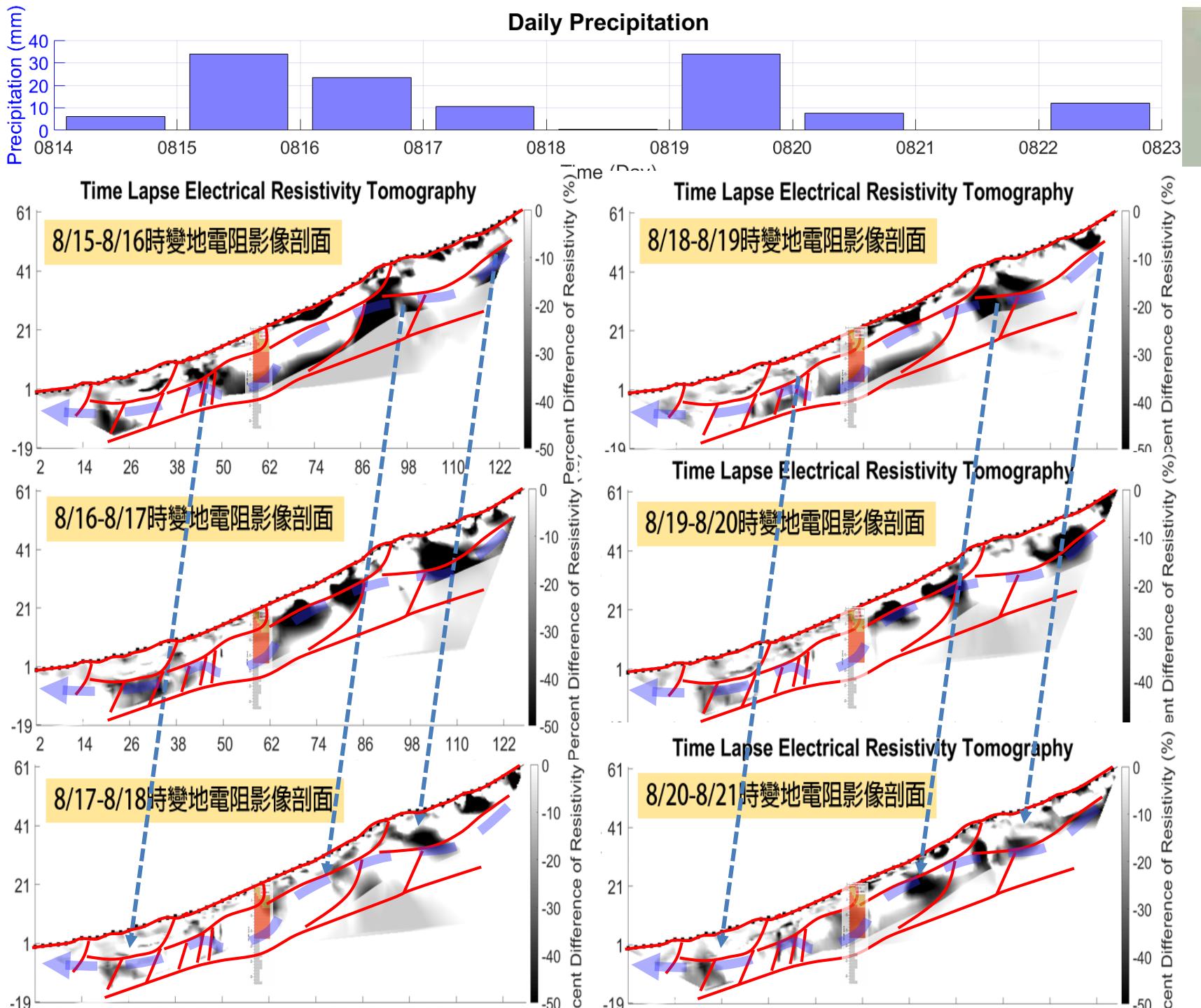


Daily Precipitation



從8/19開始，40米處約10米深的位置(紅色圈處)，其電阻率逐漸上升。上升電阻率的構造維持到8/22仍然存在。

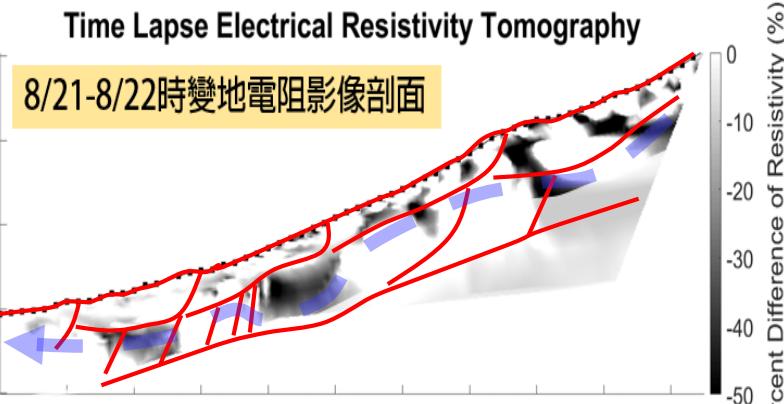
若8/19和8/20的自然電位上升以及8/20的PW7水壓驟升暗示著地下構造的變形，那麼8/19開始在40米處約10米深的電阻率上升，可能演示了邊坡變形過程的電阻率變化。



時變電阻率影像推測地下水流途徑

地電阻影像剖面於每日凌晨零點施測，因此反應了前一天降雨與否引起之電性變化。

由於8/15的雨量相對於8/14大，且8/14之前有10天的非降雨日，因此8/15-8/16的時變剖面在整個邊坡出現大範圍的電阻率下降。隨後雨量逐日減少，因此電阻率下降的範圍和強度也漸漸減弱。



古河階面1

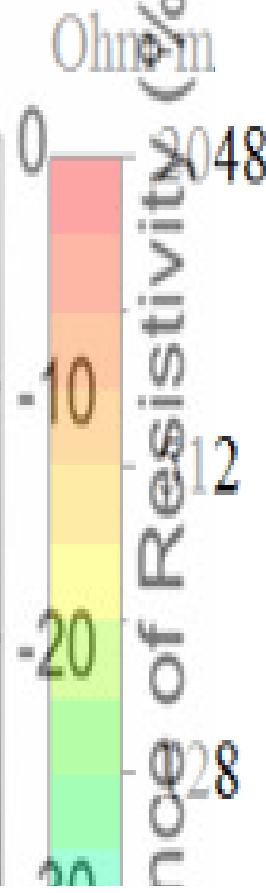
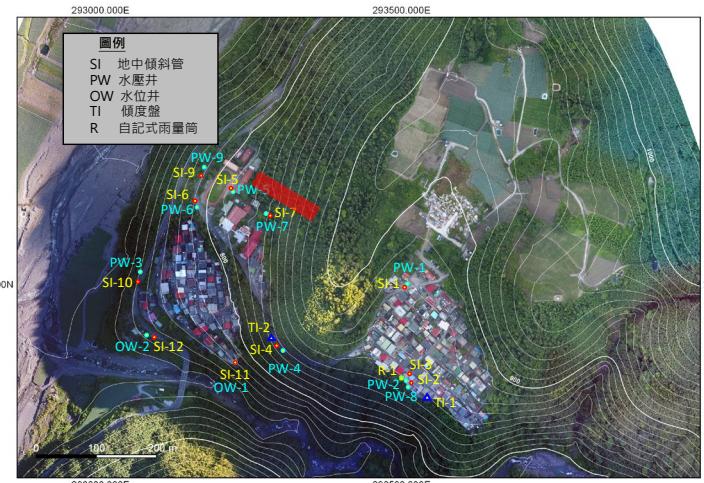
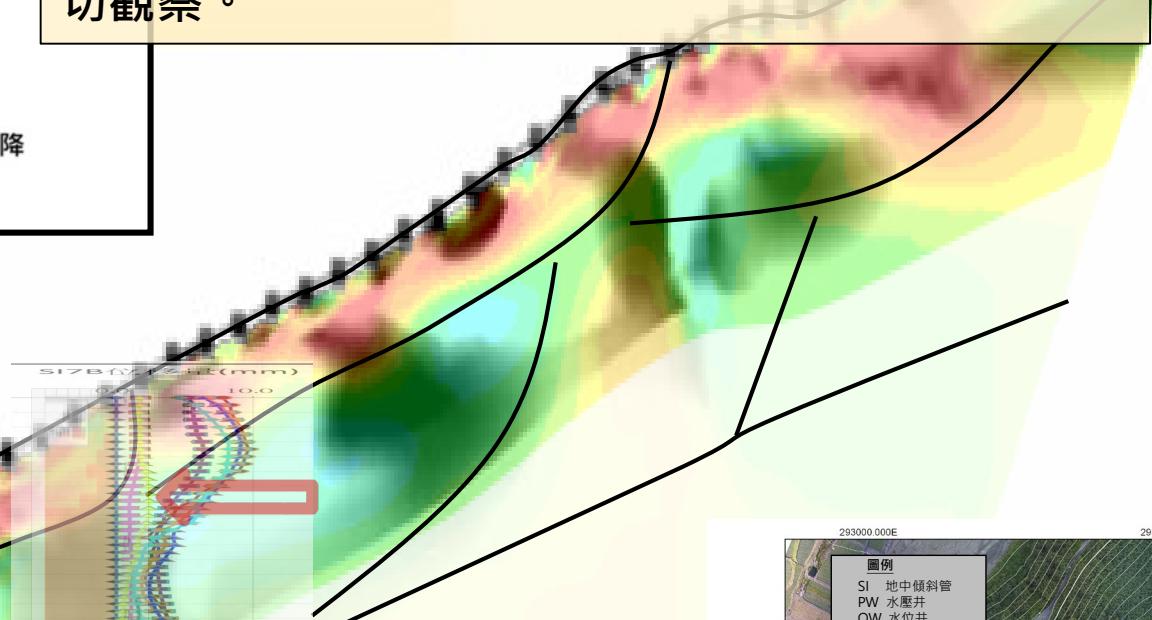
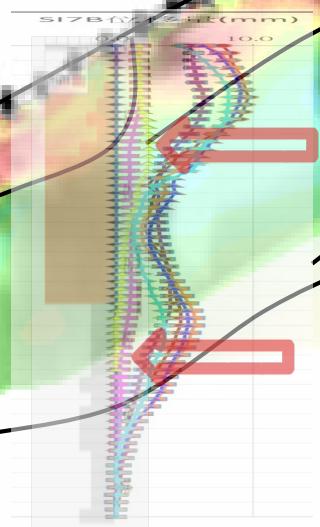
古河階面2

蘭陽溪

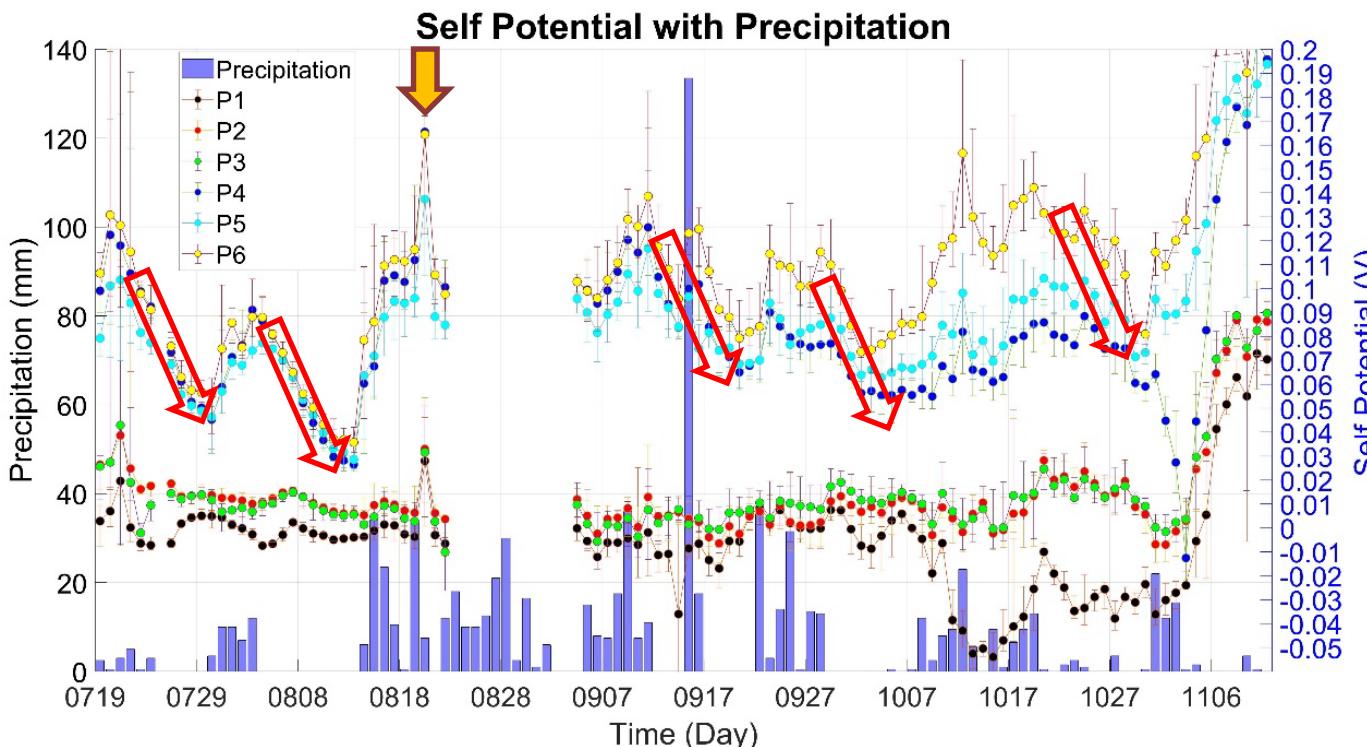
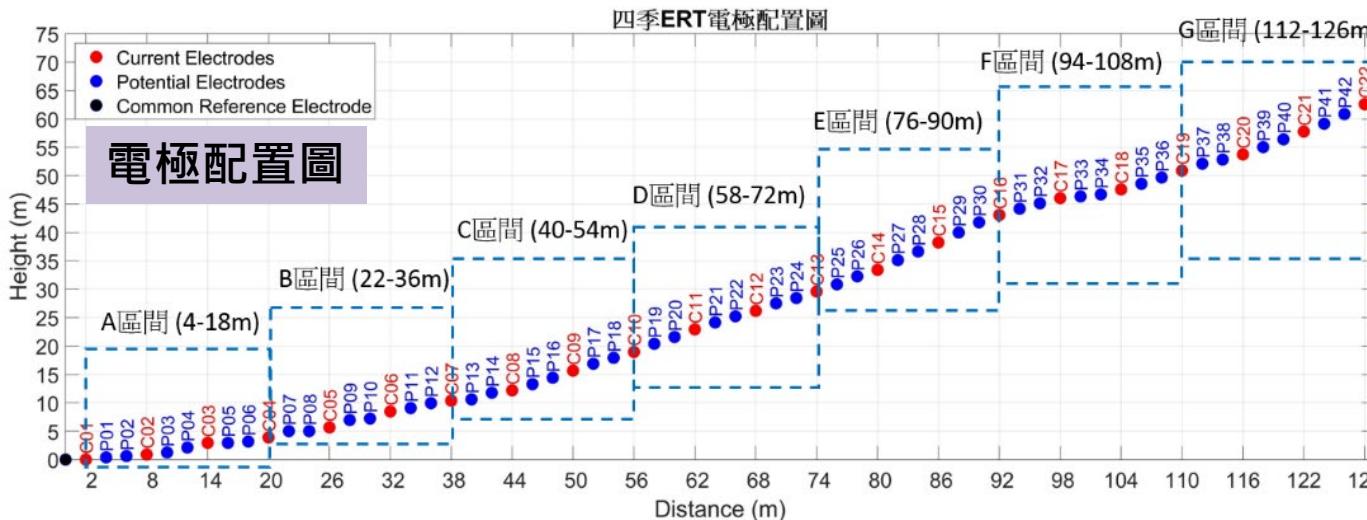
- 地下水特性：地下水於土岩界面流動。界面可能泡水軟化，抗剪強度下降
- 關鍵深度(可能滑動面)
主要位置：暫積材料沿岩土界面滑動，滑動深度：約 3~44m

透過自然電位、地電阻影像剖面，本研究清楚描繪了四季國小後方邊坡的地下潛在滑動構造，並掃瞄出降雨入滲坡體後的可能流徑。2018年819事件，顯著地改變了測線40米處的地下構造，進一步結合岩芯與傾斜管紀錄，研判出兩處分別位於**深度6米與19米的主要滑動面**。本邊坡後續的安全，仍需密切觀察。

2018年8月20日地電 阻剖面與21日電阻 下降區域



測線設置與自然電位中的雨量效應



四季邊坡地電監測線從坡底到坡頂採CPP電極陣列施測，電極間距2米，計有22根電流極和42根電位極。監測儀器以10Hz採樣率持續紀錄大地自然電場，並於每天凌晨12點進行約2小時的直流電阻法測量作業。

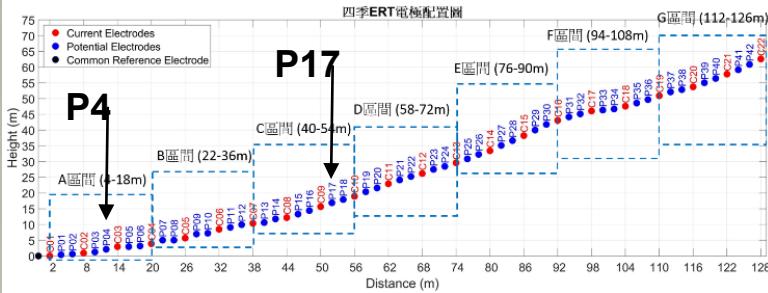
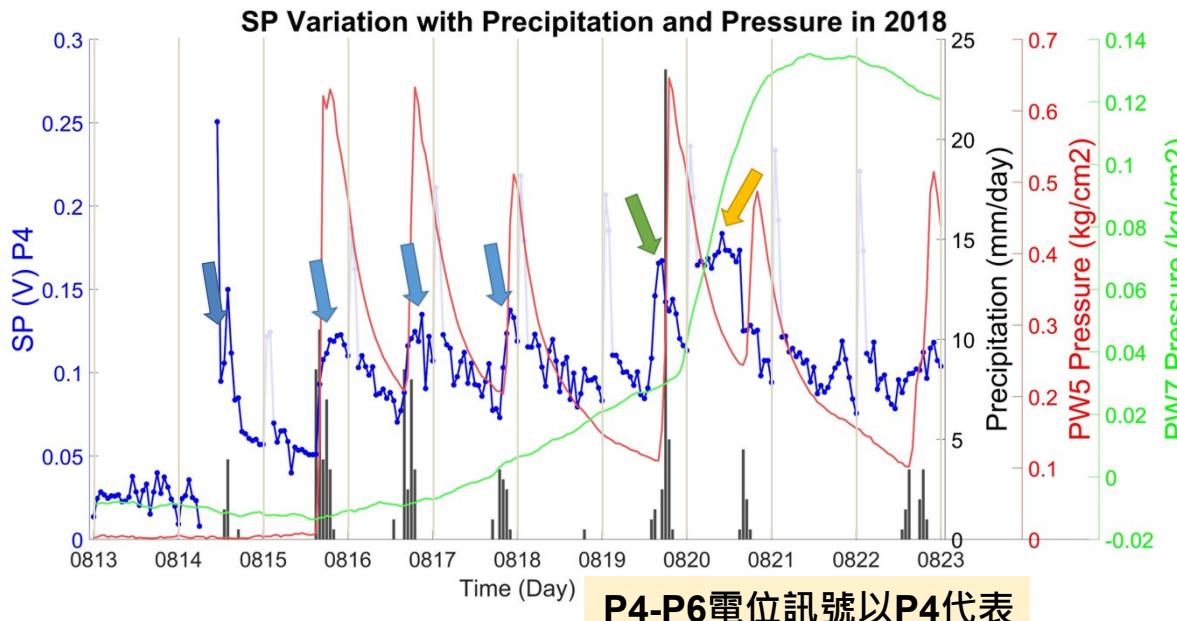
- 左圖自然電位時序資料，取每天的中位數展示。可發現在10月底前，除了少數幾個波道(如P4、P5和P6等)之外，自然電位背景趨勢大致上相當穩定。
- 電位波道P4、P5和P6具有顯著的雨量效應(紅色空心箭頭)，除了10月底後的電位上升之外，幾乎每一場降雨事件都可以對應到電位的上升與回復下降。
- 8/20在所有電位波道都出現一致的上升(橘色箭頭)，將於後頁進行深入討論。

◀ 7/19-11/11電位與日雨量序列，以A區(測線4-18米範圍)為例。

自然電位中的雨量效應與819事件

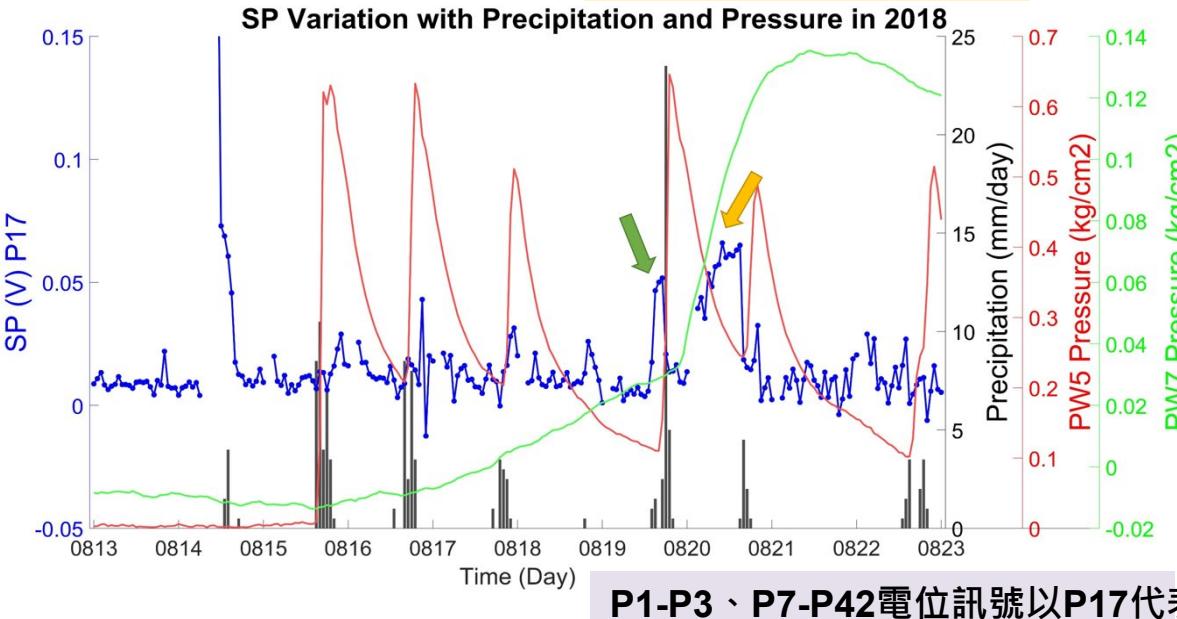
水壓井位置

PW1
SI1(30)



► 8/13-8/22電位與時雨量、水壓序列

將8/13到8/22的自然電位改以每小時中位數呈現，發現8/14到8/17每場午後陣雨皆產生顯著的電位上升(藍箭頭)，其中8/15雨量較多，對應較大的電位升幅。此現象主要出現在P4到P6電極處(左上圖)，其餘電位波道對降雨的響應則不明顯(左下



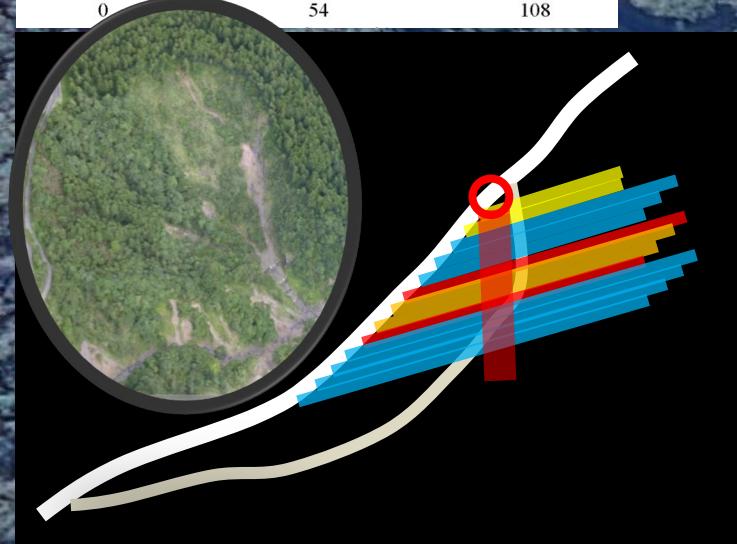
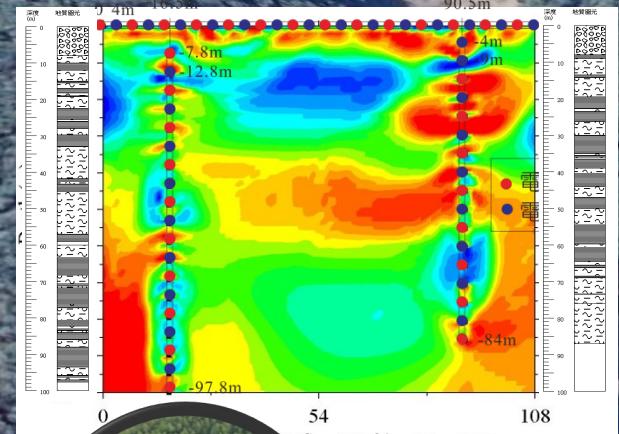
水壓井PW5在時雨量的對比之下，同樣有強烈的對應關係。對照之下，PW7在8/16開始緩慢上升，到了8/20急遽上升。

8/19與8/20出現了電位異常上升的現象。8/19(13:50)在所有電位波道出現了一致的電位上升(綠箭頭)，其升幅程度與前幾日雨量造成的抬升量似乎不成比例，暗示地下某些原封閉的水流流逕突然開啟。隨後8/20(00:50)在無降雨事件下，所有波道再次出現更為強烈的電位上升(橘箭頭)，恰巧的是，最鄰近地電監測線的PW7在8/19(22:10)急遽上升，暗示地下的變形程度加劇，此變形或可歸咎於8/19午後出現的近日最大時雨量，因此導致電位和水壓急遽上升。

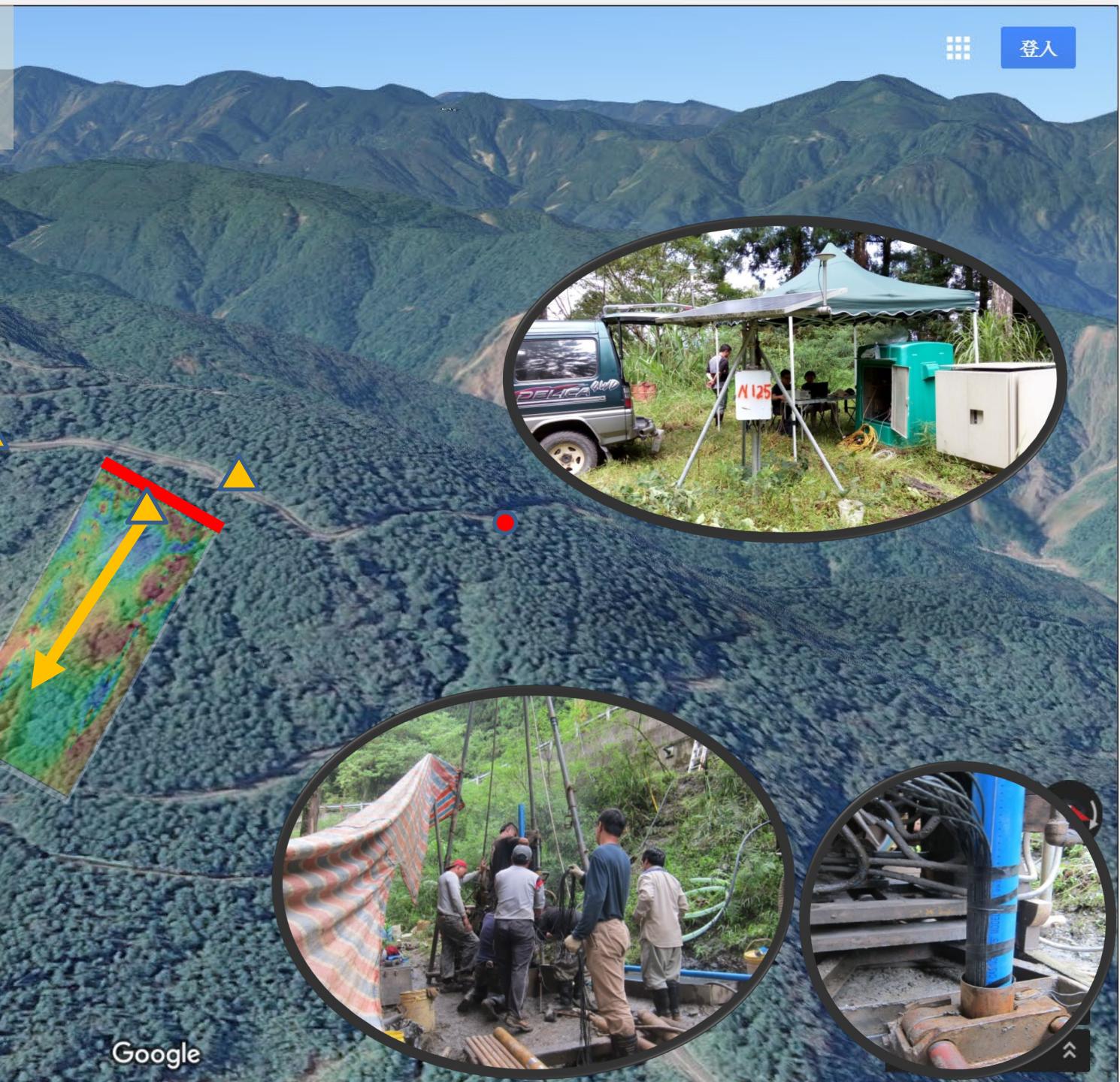


太平山地電監測

太平山電極配置圖



Google

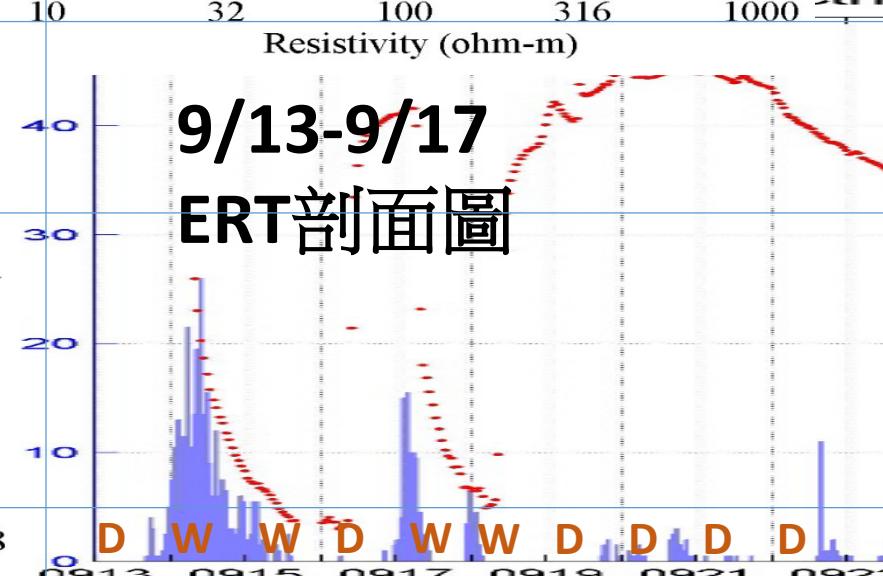
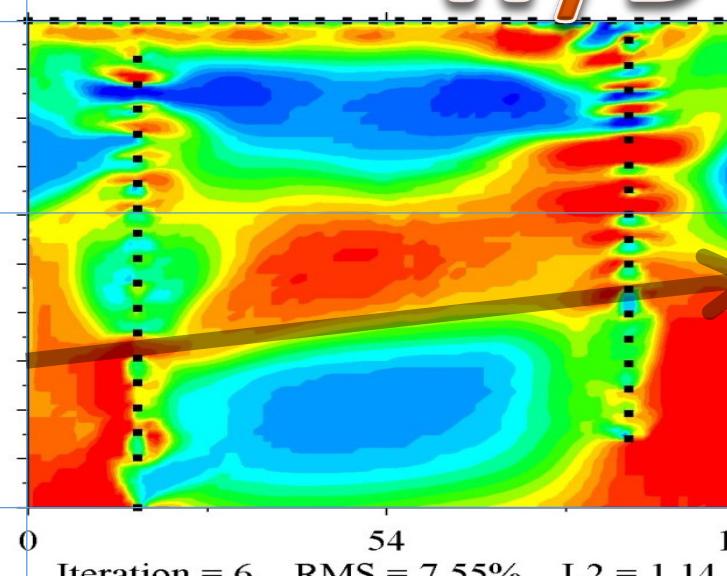
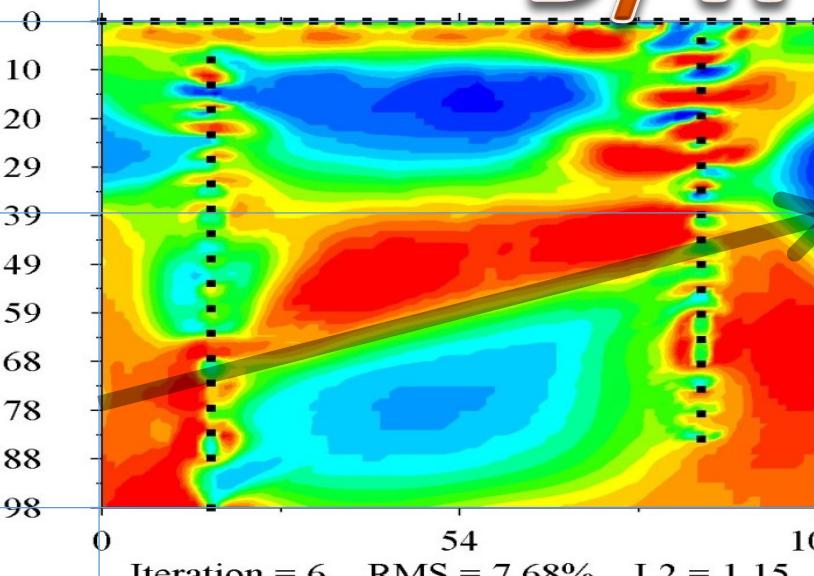
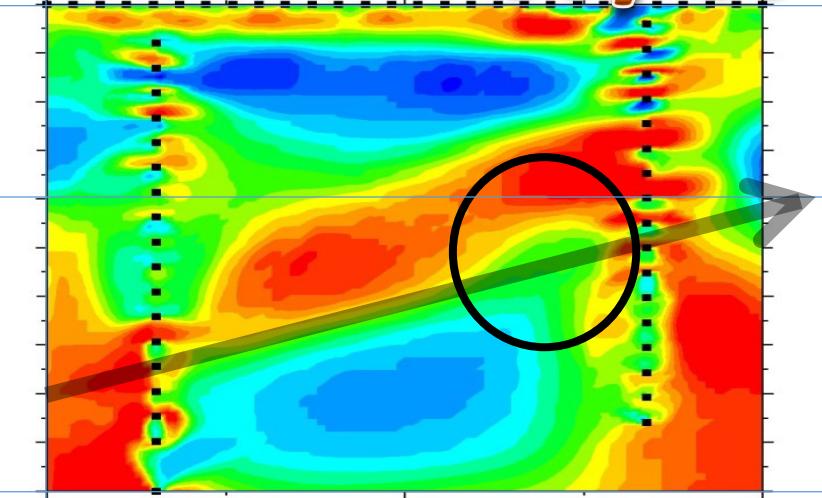
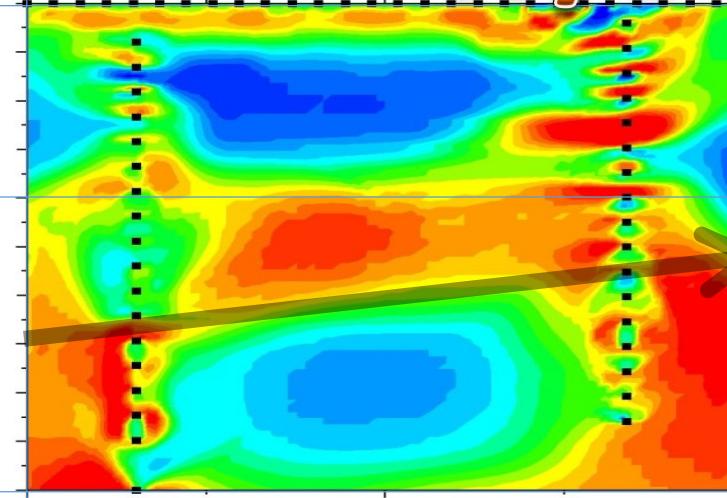
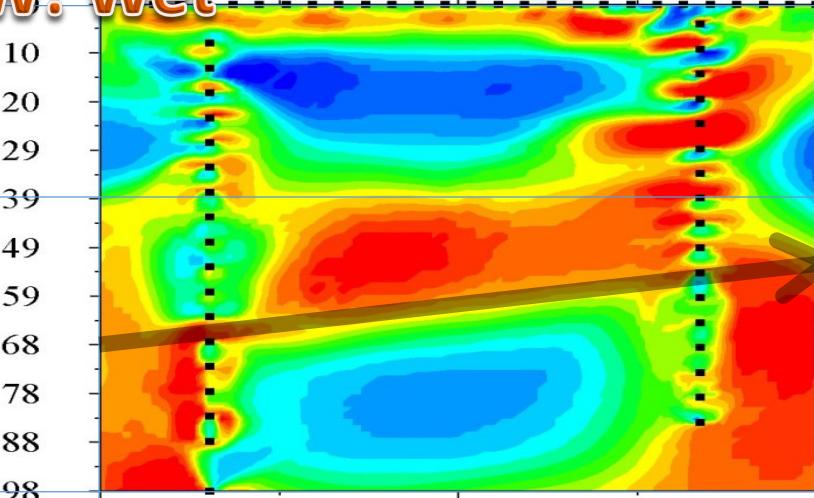


D: Dry
W: Wet

0913 D

0914 W/D

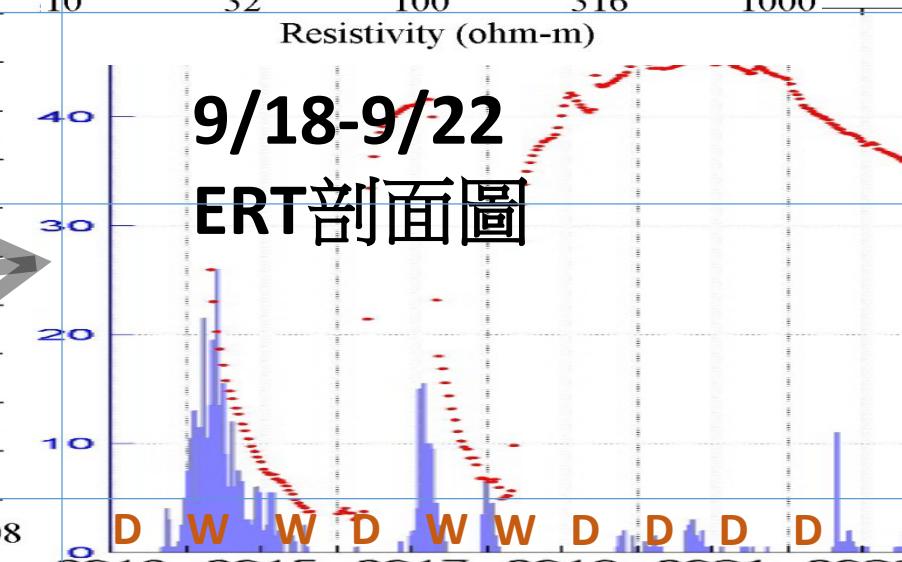
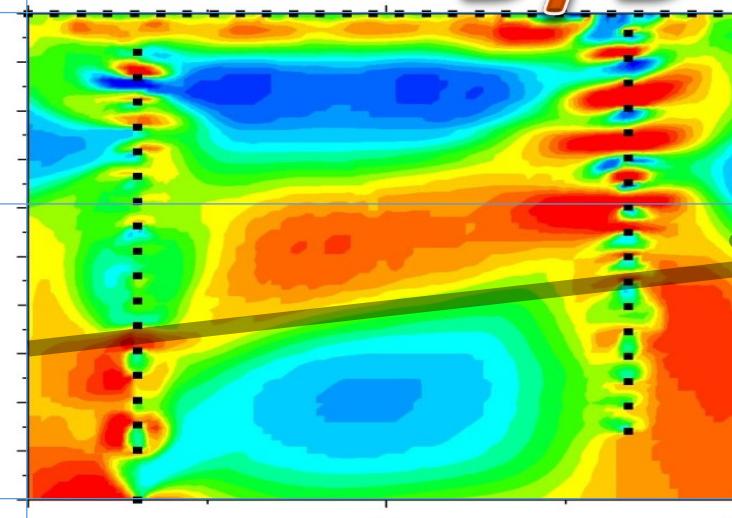
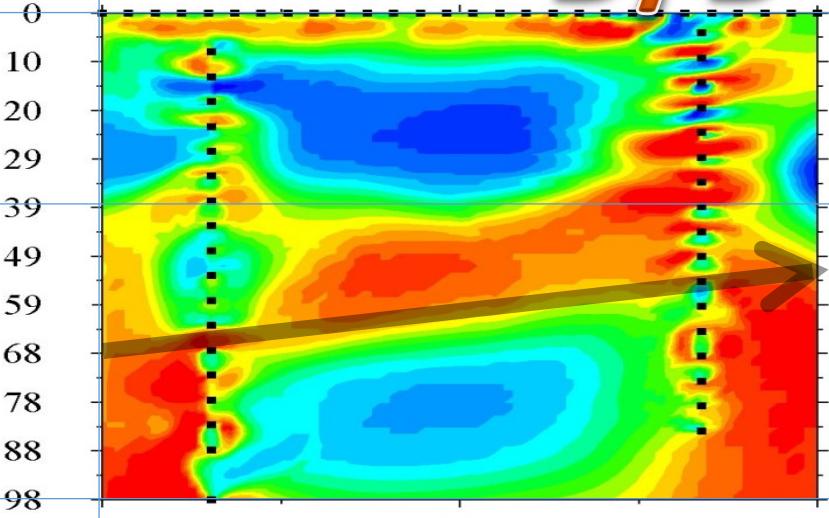
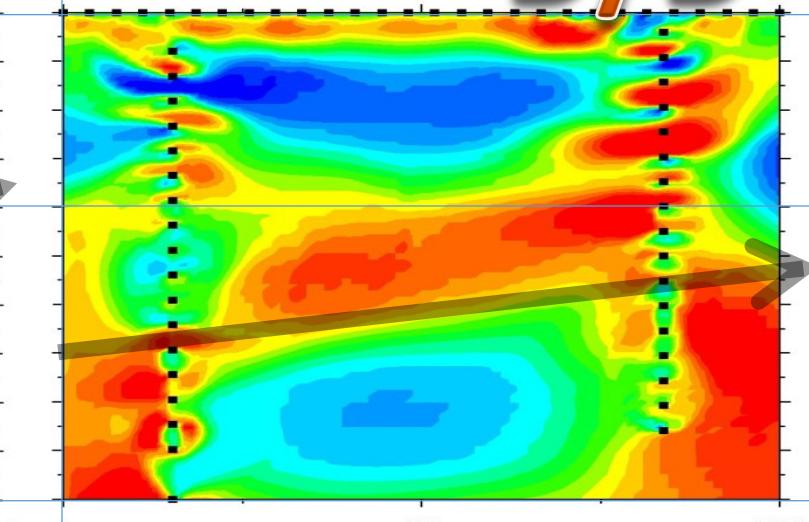
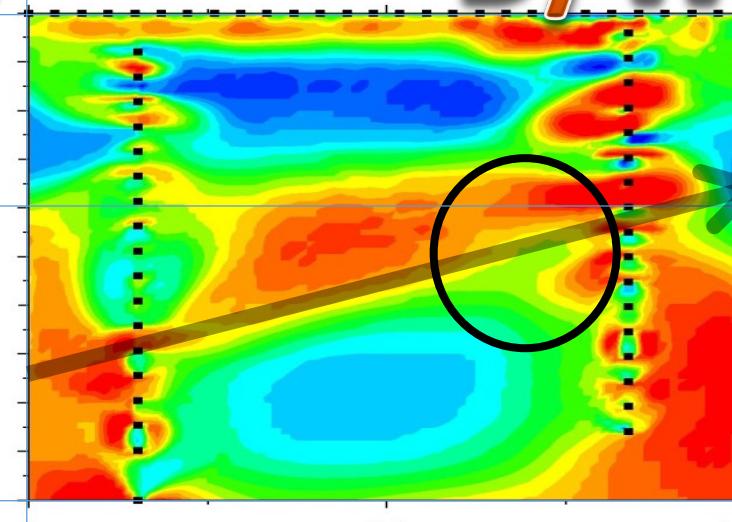
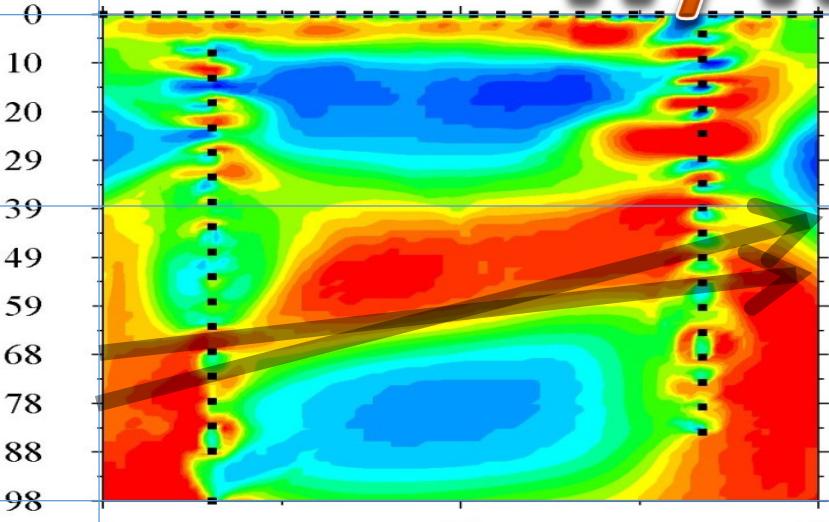
0915 W/W

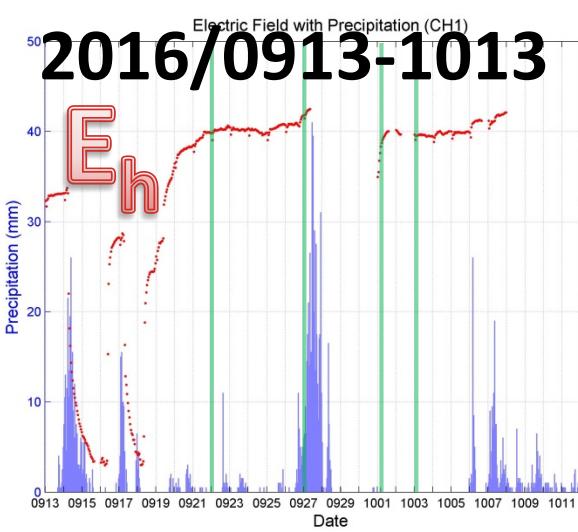


0918 W/W

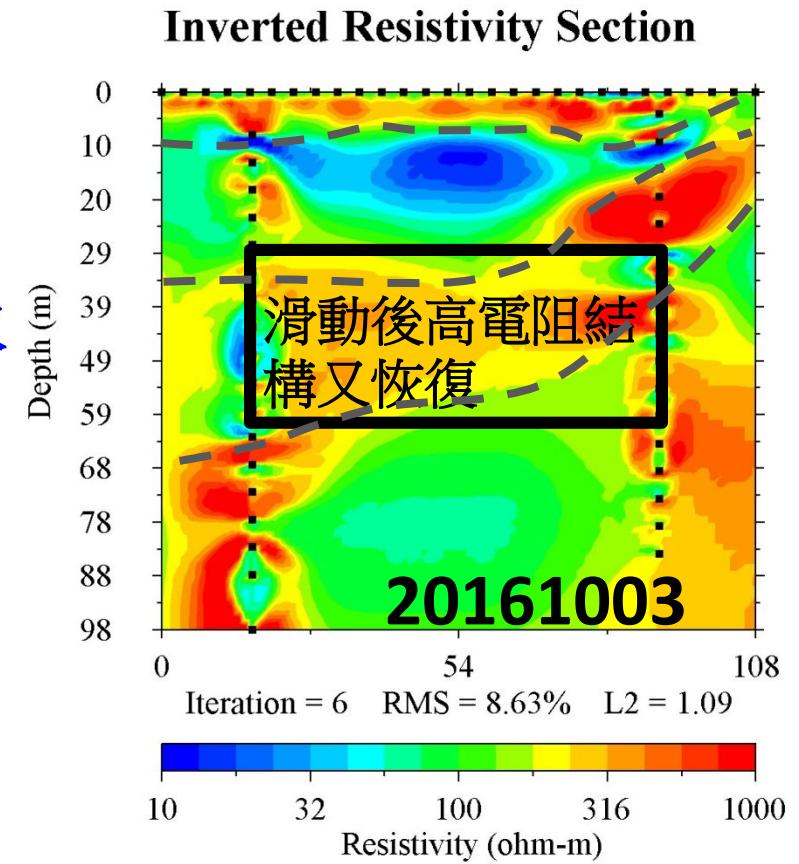
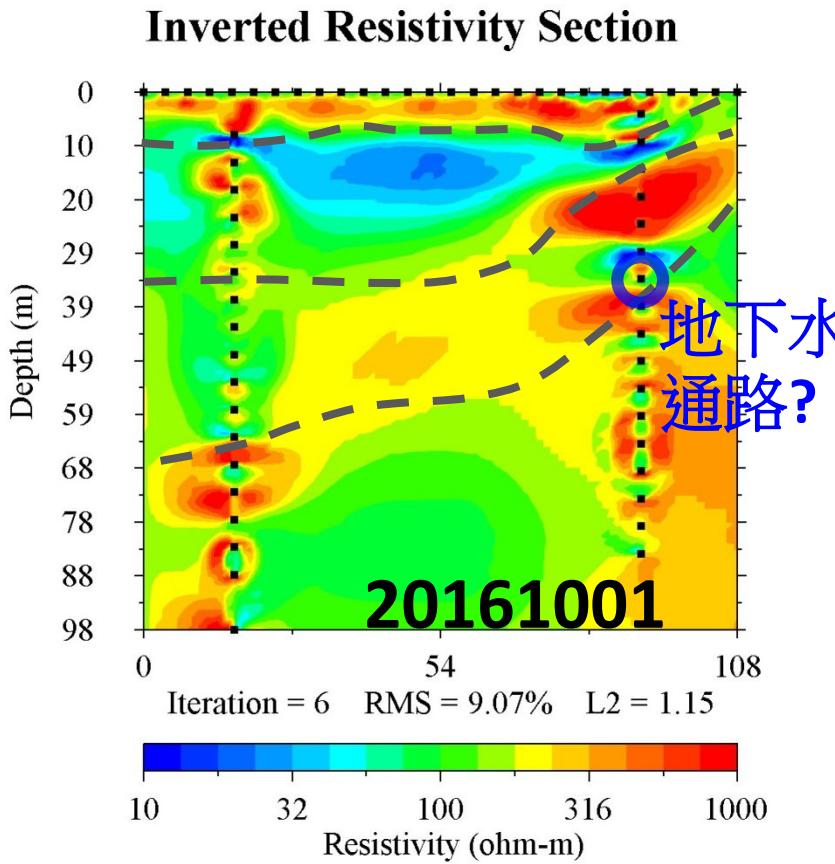
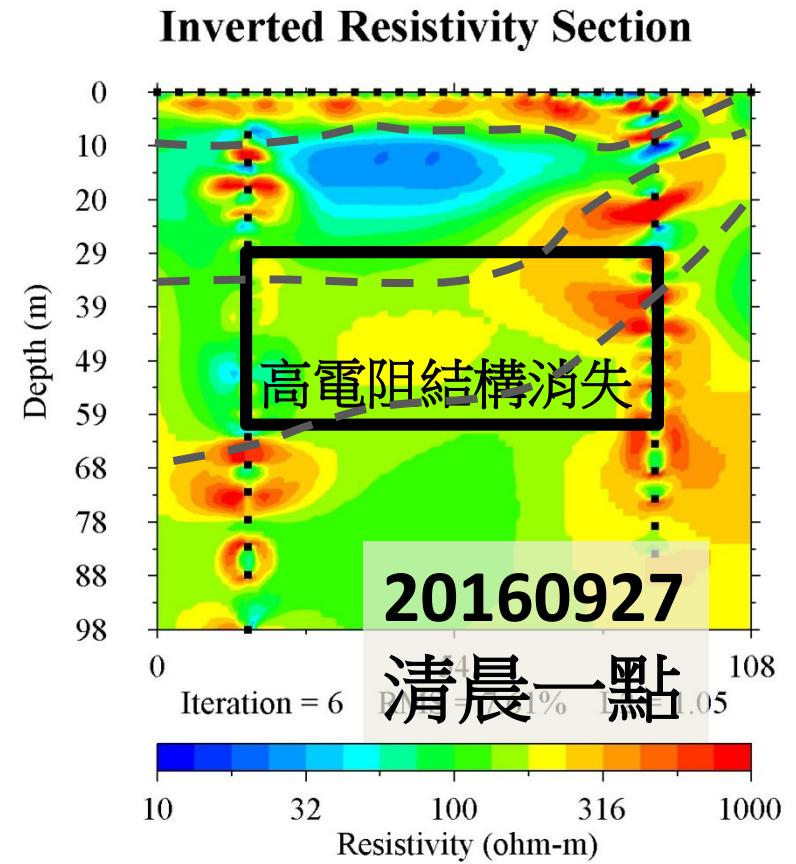
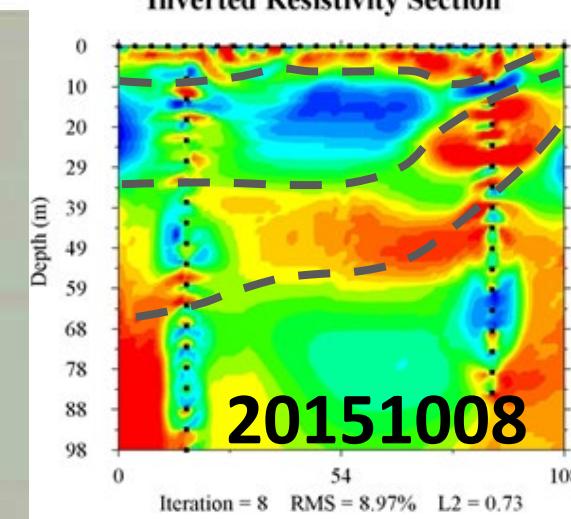
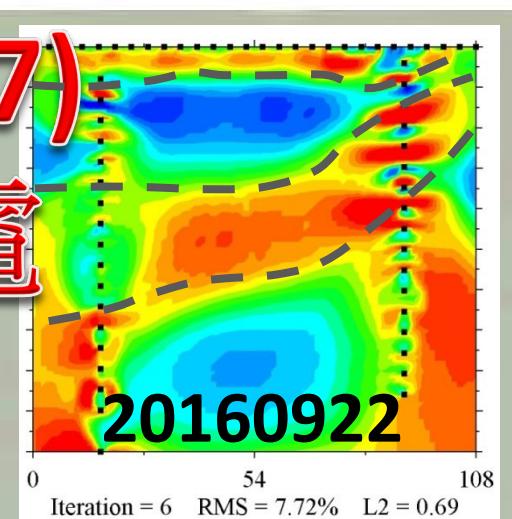
0919 D/W

0920 D/D



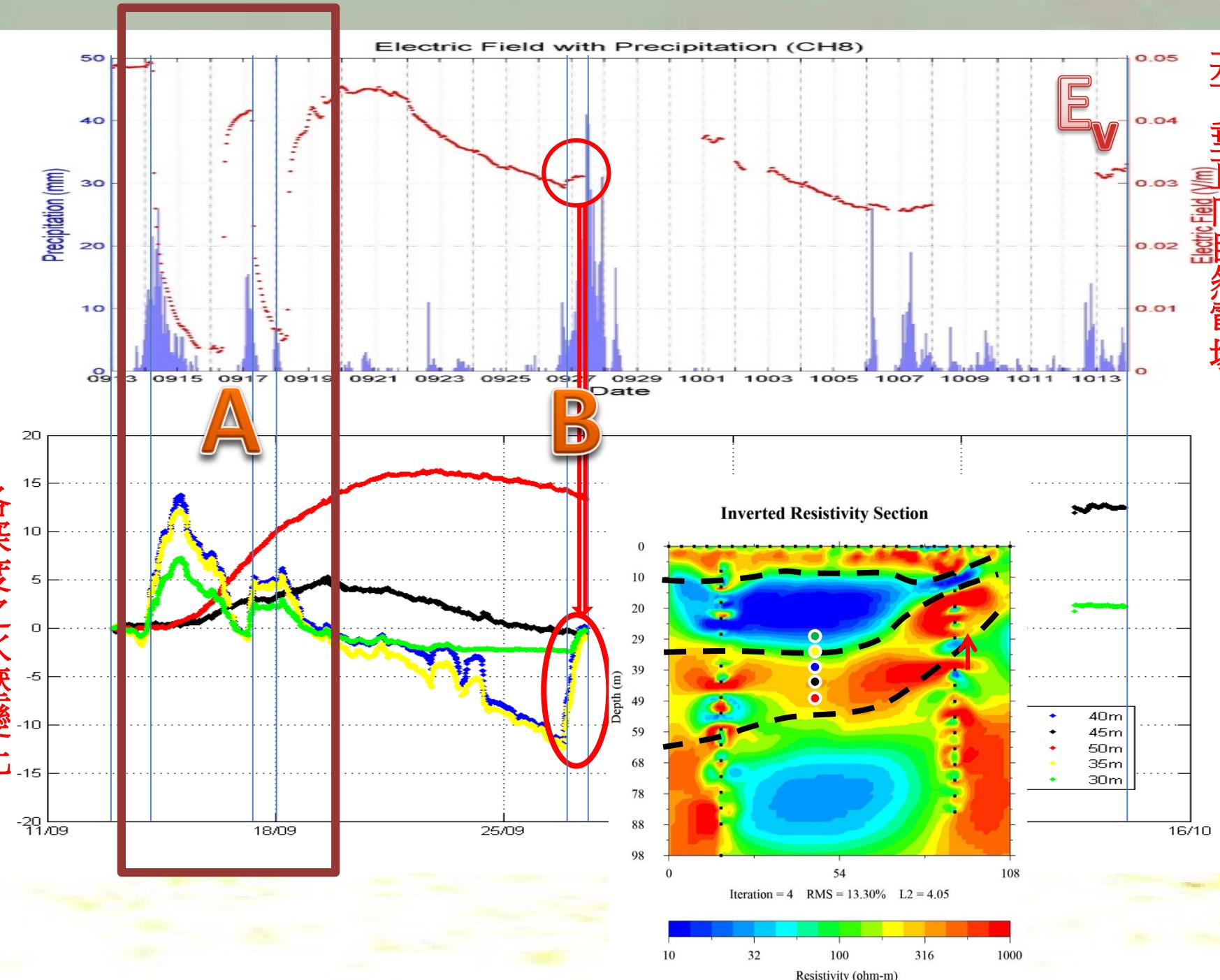


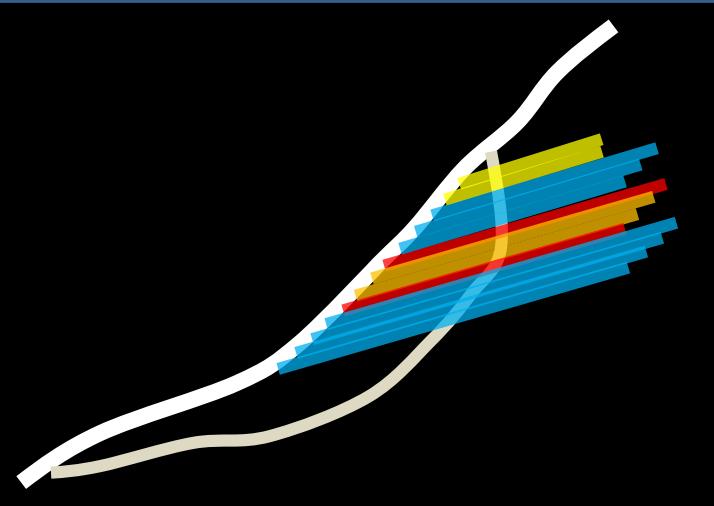
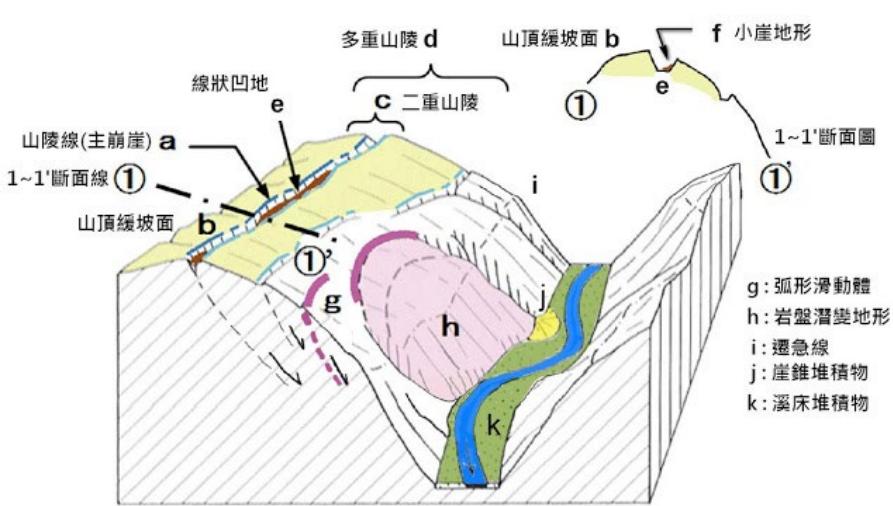
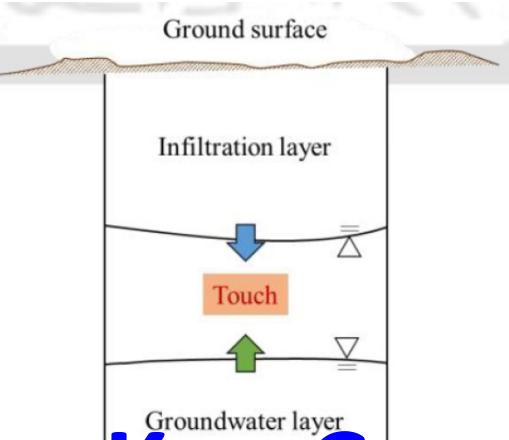
梅姬颱風(9/27) 前後的岩層電 阻影像剖面



太平山邊坡場址的水壓與自然電位監測也顯示在2016年9月27日的事件前(B時段)，地層間的自然電位，已經因岩層漫淹的水體表現出不同於正常補注－洩降過程(A時段)的自然電位變化行為。

井下垂直向自然電場



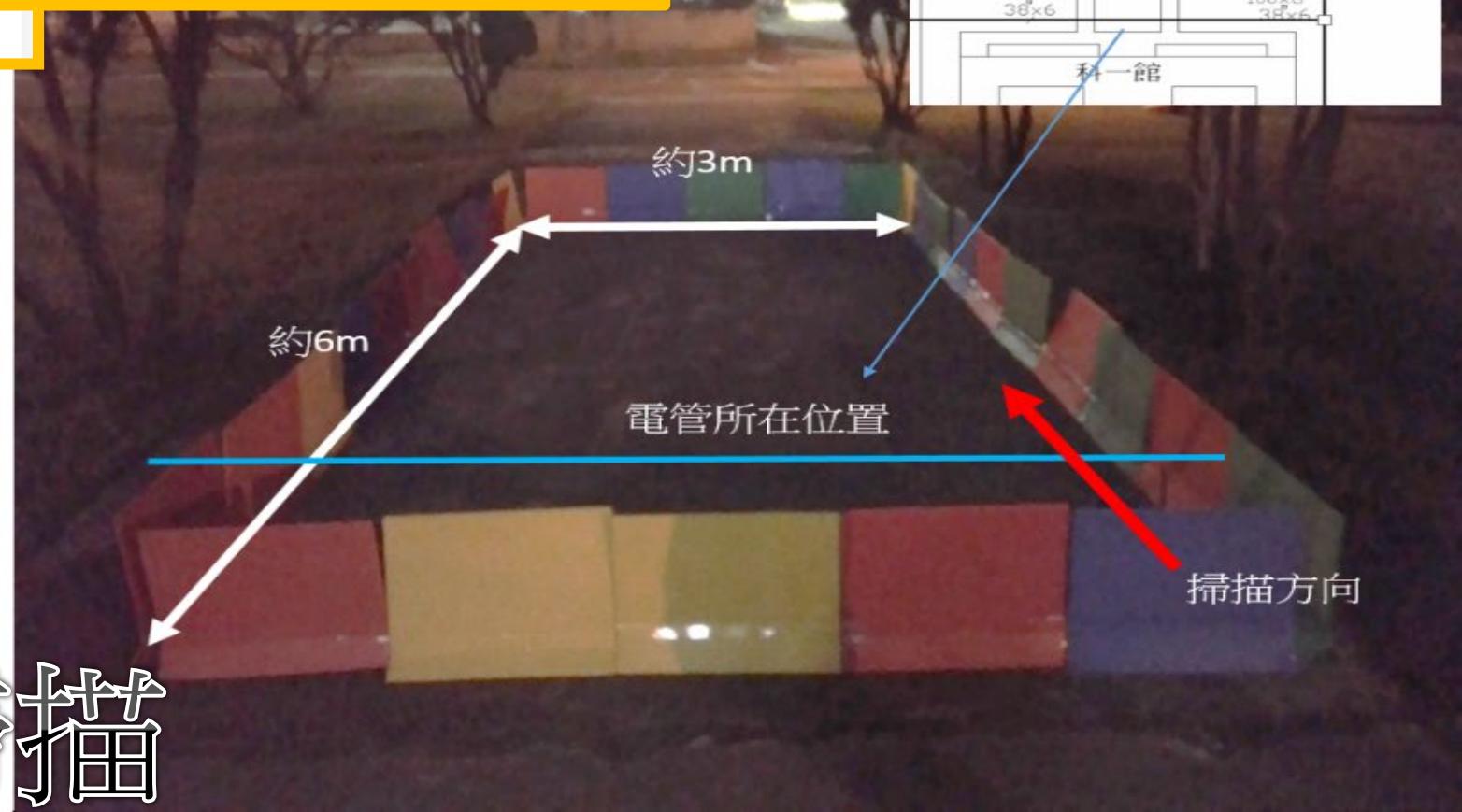


Key Concept

- 襲電不失地同60大體為來測下體，不至增塊作颱風監、坡前出30已坡可期間，影文重的常相臨而失率水的間正原一因坡阻同穩層於米至乃邊場址於2016年9月27日中午梅姬連原形事表現地隙，因此態。



台中市下水道工程工安意外數字多驚人！光105年到106年4月的統計，挖斷水管269次，挖破瓦斯管475次，幾乎是每天發生。而明明每次開挖，施工單位都會匯整管線資料，怎麼還會出錯，原因包括：部分管線圖資老舊、沒有3D資訊網整合、各單位橫向聯繫差。而欣中瓦斯4-5月份連續2次管線遭挖斷

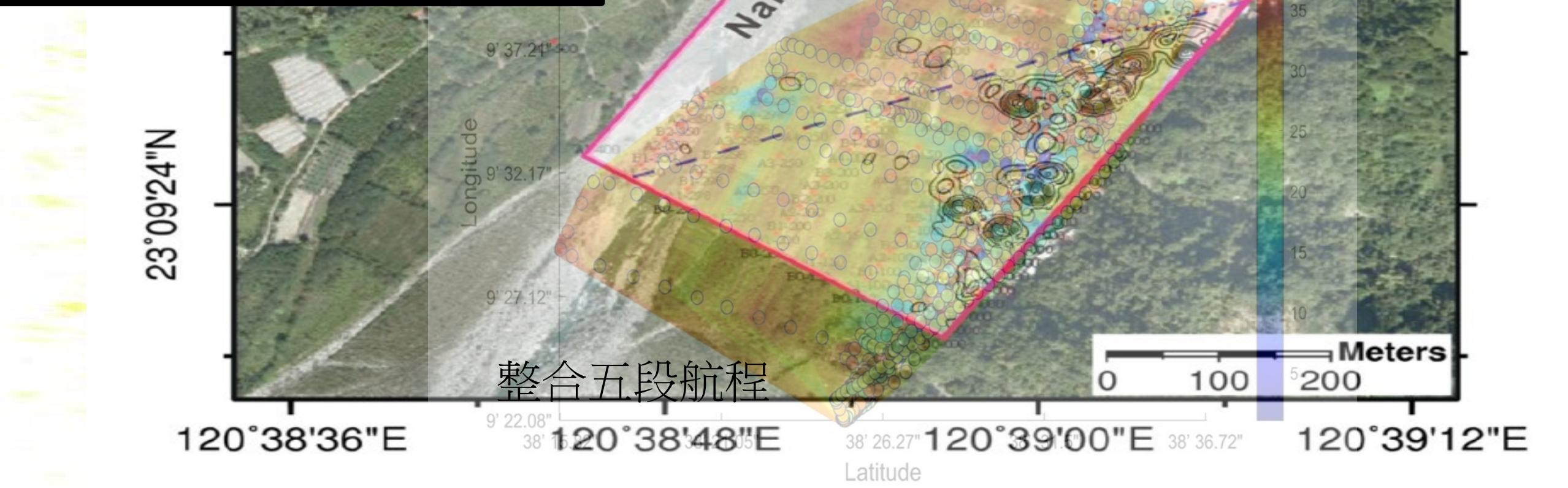


道路下管線掃描





無人機磁力影像 比對地表磁力影像(等值線)



高雄縣小林村去年在莫拉克風災慘遭滅村，國科會致力重現獻肚山崩的動態歷程，發現從山崩開始發生後的一百一十秒間，走山土石崩移的速度驚人，高達每秒五十公尺，相當於時速一百八十公里。

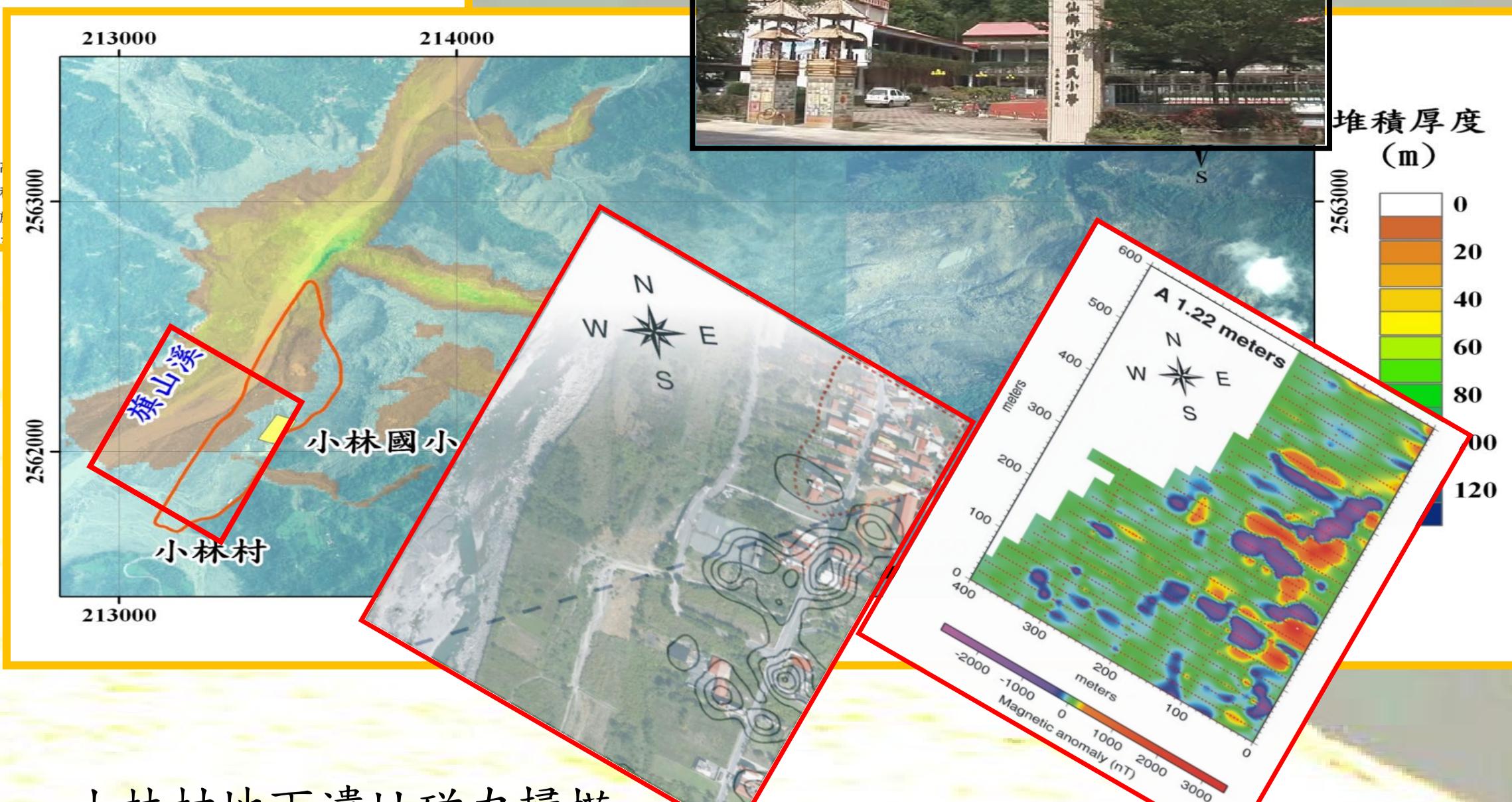
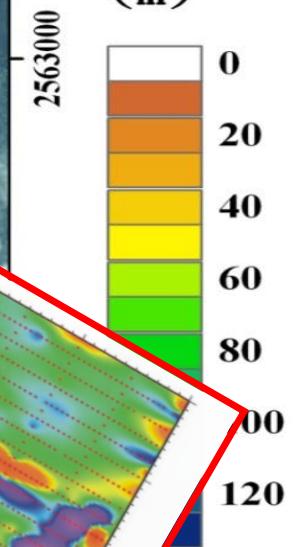
三千萬噸土石沖下

獻肚山崩研究團隊
是歷經兩個階段。

首先，獻肚山頭標高
時十六分開始，以每秒
高地，第六十秒撞擊於
重量，重達九十萬噸。

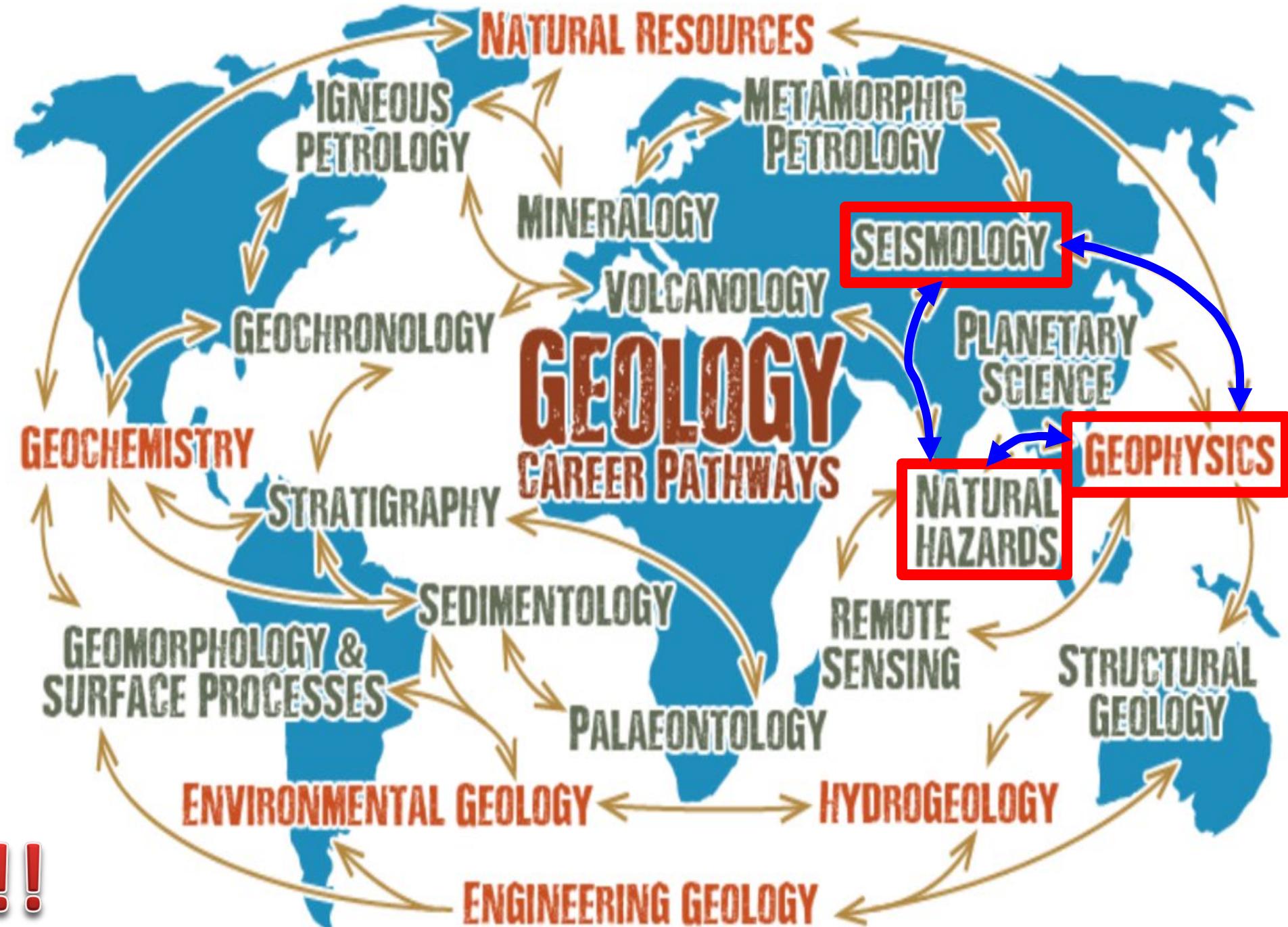


堆積厚度
(m)



小林村地下遺址磁力掃描

近地表地球物理探查技術之前沿發展與應用：即時監測與行動測繪



THANKS!!