



坡地與洪旱組 朱崇銳、劉哲欣、呂喬茵、張志新

## 前言

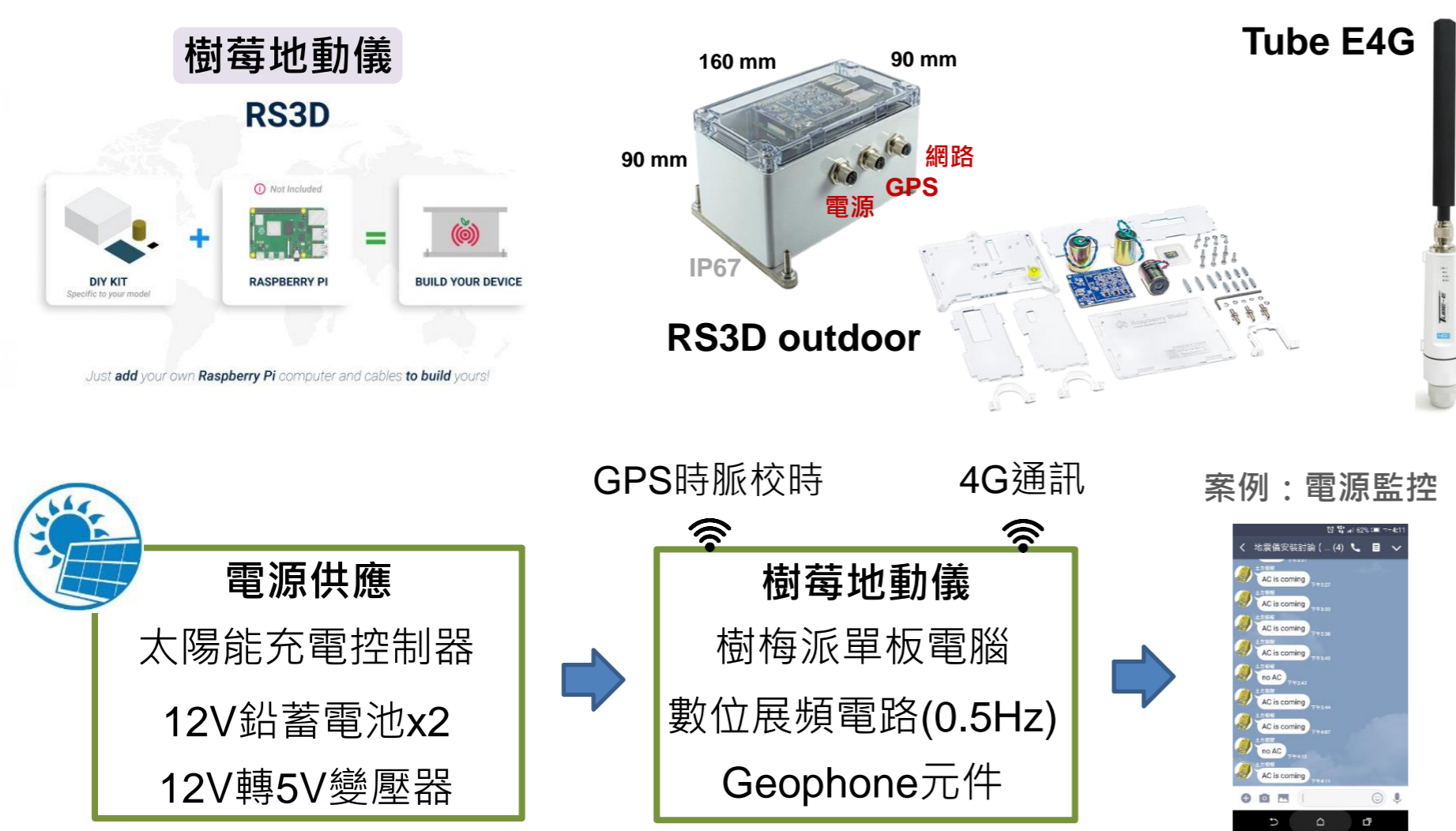
地動監測設備可遠距離記錄坡地災害所產生的震波，進而分析得知災害發生時間與可能地點。然而，國家級地震網的測站密度並不足以監測淺層崩塌與落石之類的小規模事件，必須建置區域型地動監測站。本中心研究團隊過去以苗栗縣南庄鄉鹿湖崩塌區記錄的地動數據，測試以機器學習為基礎之自動化地動監測演算法，但受限於山區網路不穩定，即時數據常無法完整回傳，需仰賴IoT技術，以邊緣運算方式實現即時監測之目標。本研究採用巴拿馬廠商生產之樹莓地動儀，在現地場址進行硬體建置與長期測試，未來期能將自動監測演算法整合樹莓地動儀，於坡地災害潛勢場址實測即時監測效果。

## 系統架構

樹莓地動儀(Raspberry Shake)以Geophone為感震元件，透過展頻電路完成訊號數位取樣，延展監測頻寬至0.5Hz，提高靈敏度至150V/m/s，以樹莓派執行中控及儲存，成為具有IoT潛能之地動監測設備。本研究將其與臺製戶外型路由器Tube E4G搭配，完成戶外地動站硬體架構。本研究先建構簡單的電源監控及LINEBOT通報測試，未來可以此作為即時監測訊息通報架構。

## 測試場址

本研究選擇新竹縣尖石鄉秀巒崩塌區(24°36'59.8"N 121°17'19.1"E)及新北市汐止區鵠鵠崙崩塌區(25°03'12.3"N 121°41'42.6"E)作為測試場址，分別依崩塌可能發生之路徑在坡頂至坡址處分別安裝三處樹莓地動站。地動儀放置於埋設地表下0.5m的水桶內，另以水密箱放置12V@50Ah蓄電池2顆，並透過100W太陽能板充電，最後再以帆布覆蓋以減少環境損害及盡可能降低噪訊。

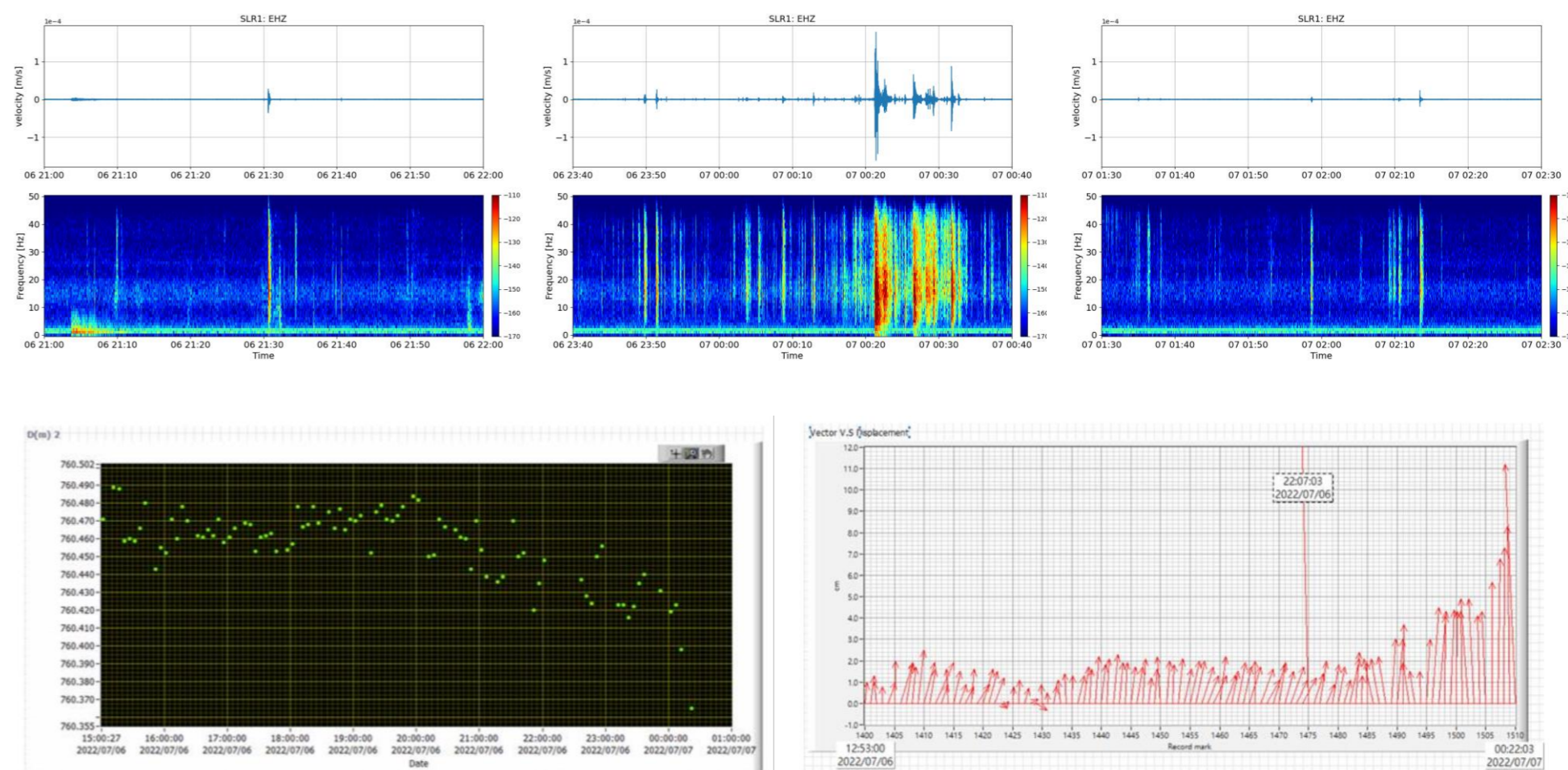
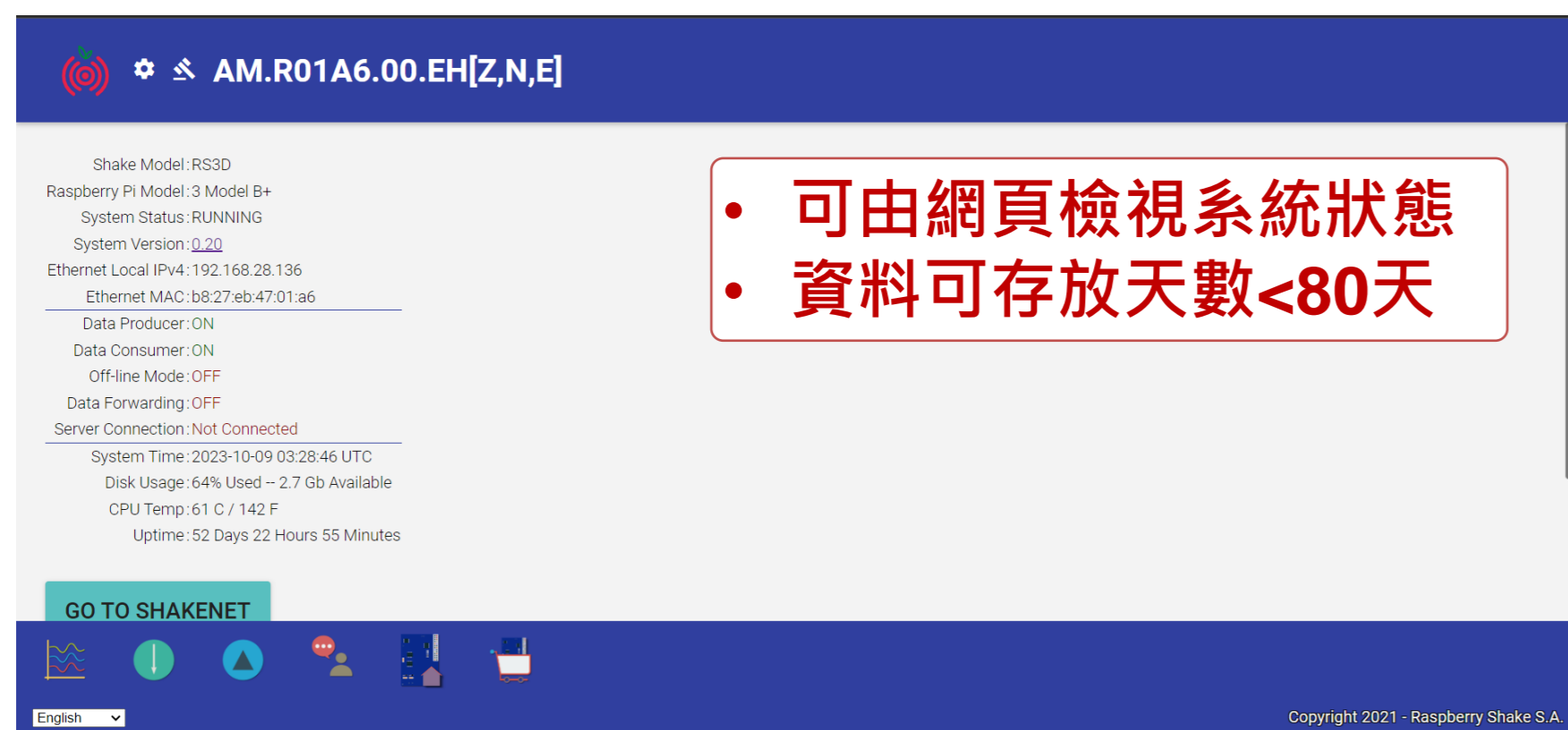


## 應用情形

樹莓地動站測試至今，資料最多可存放80天，可透過SFTP(歷史)及seedlink(即時)二種介面遠端取得資料。正常使用下系統穩定，遠端操作介面方便，且具有功能擴充的未來性。但缺點為耗電量大，以目前架構若在陰雨天至多僅能持續三天，且電源穩定性需求高，需特別注意供電情形。

## 事件案例

2022年7月7日秀巒崩塌區坡頂處發生小規模局部崩塌，造成陷落處GNSS毀損。分析SLR1數據發現崩塌時間為00:20，與該GNSS最後回傳數據一致。但在崩塌前三小時(21:00)已出現零星落石訊號，代表塌陷處已呈現不穩定，後續落石訊號逐漸頻繁，直到崩塌發生，後續仍持續有零星落石產生，最後達到穩定。此次事件完整紀錄可作為後續分析案例。



(現場照片及坡頂GNSS資料由雲林科技大學提供)