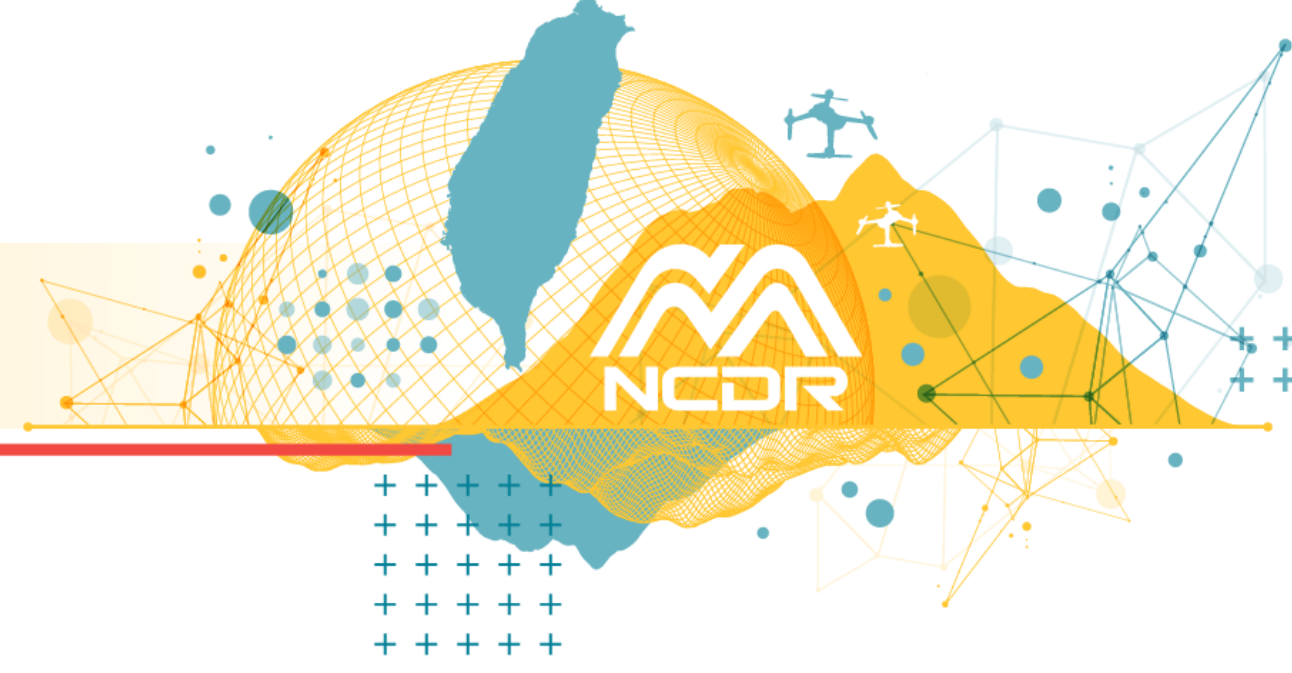


# 區域型邊坡落石地動自主監測 技術開發

坡地洪旱組 朱崇銳 劉哲欣 李士強 張志新



## 前言

近年來，利用台灣寬頻地震網資料發展後處理技術，已被證實具有遠距連續監測大規模崩塌之能力。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網；但此需求常依是否有保全對象而定，因此鄰近保全對象的地動資料必須應付大量人為噪訊干擾的問題。本研究以苗栗縣南庄鄉鹿湖崩塌區為例，建立區域型地聲陣列，藉由長期地動記錄，建構並測試自動化之演算法，以減少人工後處理負擔，提升未來應用之監測效能。

## 監測場址

2018年5月，鹿湖崩塌區因多年局部破壞、趾部支撐力不足等因素，導致大量土石崩落。崩塌發生後，破碎坡面上不穩定材料仍持續崩落。本研究經現地勘查找出常見之落石路徑後，以線陣列橫跨坡面方式佈署四組地聲計(Geophone)，量測落石所產生之地動訊號，如圖1所示。



圖1：苗栗縣南庄鄉鹿湖崩塌區空拍照與地動站位置

## 自動監測演算法

演算法以每分鐘分析1段、每段長度5分鐘的方式進行資料處理。流程共分為三階段：偵測、除噪、判釋。偵測部分由STA/LTA結合Kurtosis檢測法偵測並擷取可疑訊號；除噪部分則測試兩條流程，第一條檢核各站可疑訊號時間並去除僅單站測得的噪訊，第二條設立雙門檻，去除SNR及CC值過低的噪訊(單站測得或長時間持續之人為訊號)；判釋部分則選用隨機森林模型，並以除噪合格訊號進行訓練與測試。

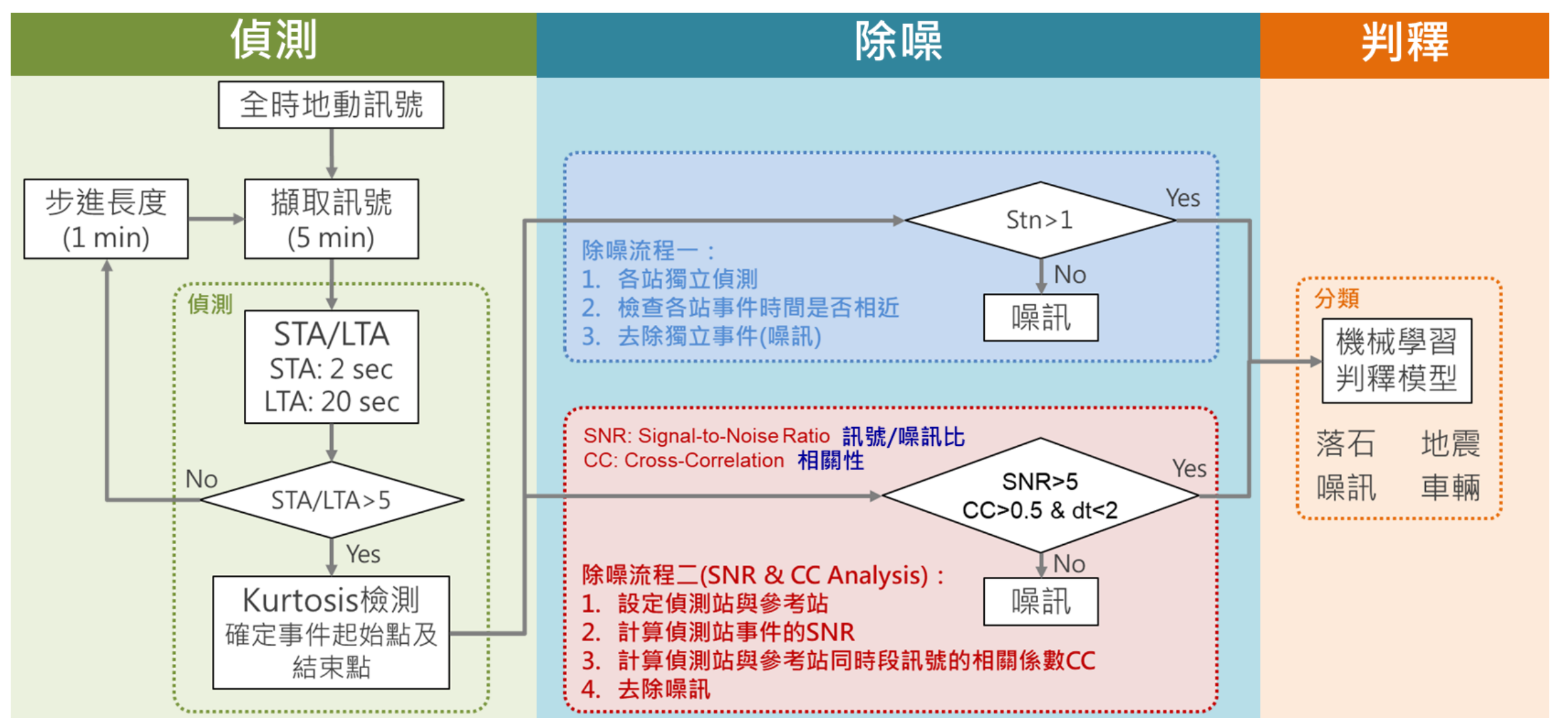


圖2：自動監測演算法流程圖

## 測試結果：除噪流程一

除噪流程一為各站獨立運作，比對不同站的偵測訊號時間作為基準，多站同步測得之訊號為合格訊號，單站測得則為噪訊。然而此方式雖可去除大量單站噪訊，但施工訊號仍可能因被多站測得而被納入合格訊號中，使得噪訊仍占合格訊號庫之82%，因此最終分類模型在除噪後雖有不錯的準確率，但模型對落石的敏感度則只有20%。

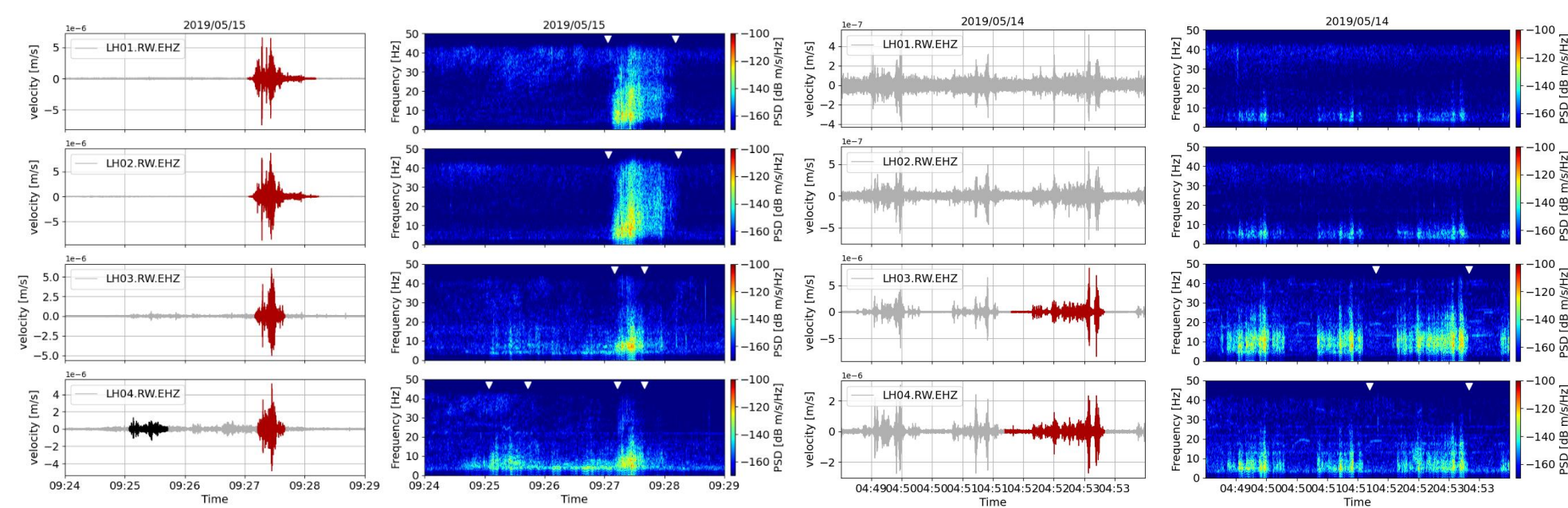


圖3：多站測得之落石訊號(合格)

圖4：多站測得之施工訊號(合格)

## 測試結果：除噪流程二

除噪流程二以LH01為偵測站，其他三站為參考站，分別計算SNR及CC值，低於門檻之訊號可能為單站測得、微弱訊號或連續出現的人為噪訊。通過1年的訊號測試，此方法成功將噪訊降低至2%，合格訊號中以地震為最多，但不影響後續分類模型的判釋表現，其中落石的判釋準確率達89%，敏感度亦有78%。

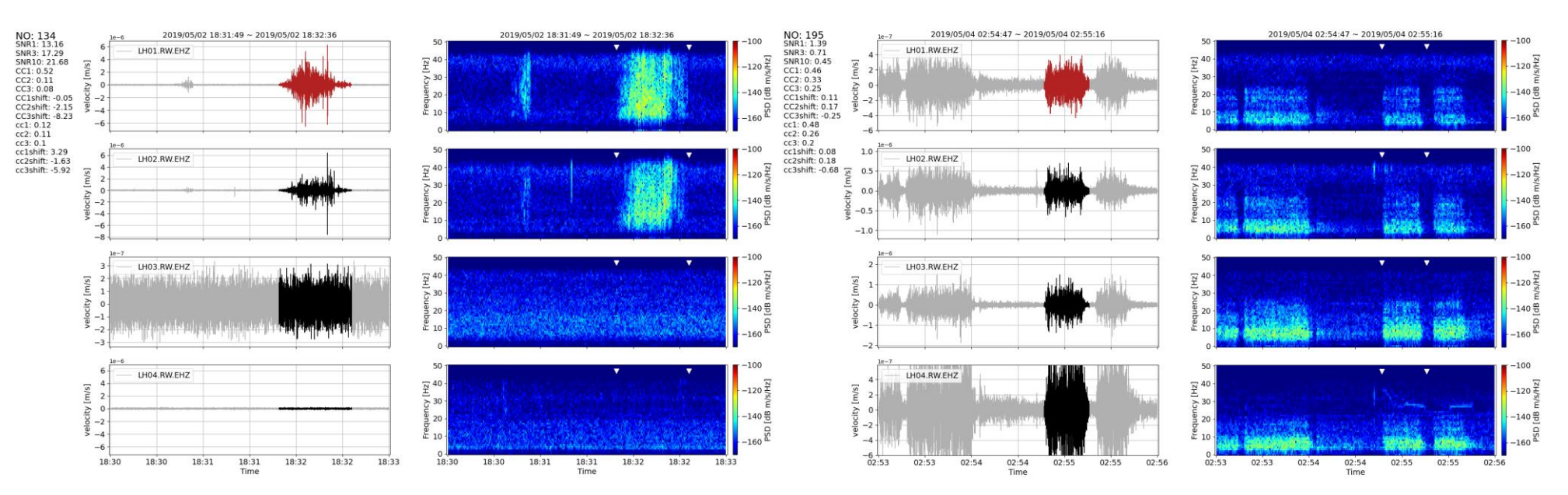


圖7：合格之落石訊號

圖8：淘汰之施工訊號

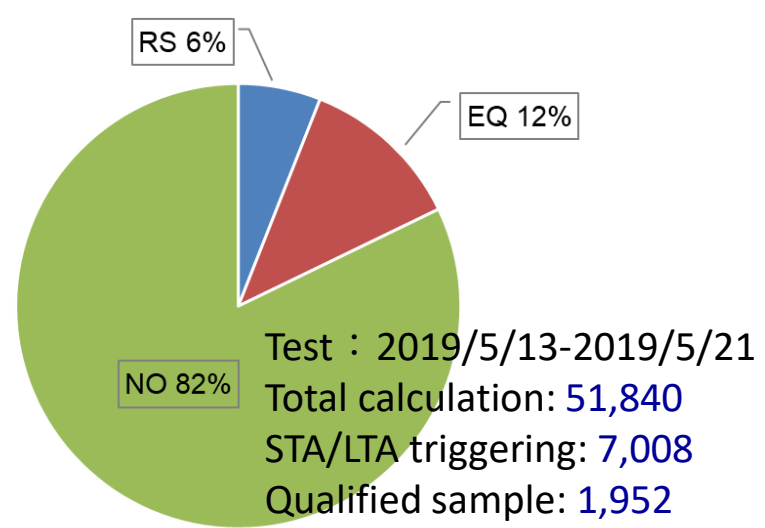


圖5：除噪流程一結果

隨機森林	自動分類				敏感度
	地震	噪訊	落石		
人工分類	地震	138	93	0	59.7%
	噪訊	13	1584	7	98.8%
	落石	1	93	23	19.7%
	準確率	90.8%	89.5%	76.7%	89.4%

圖6：自動分類之混淆矩陣

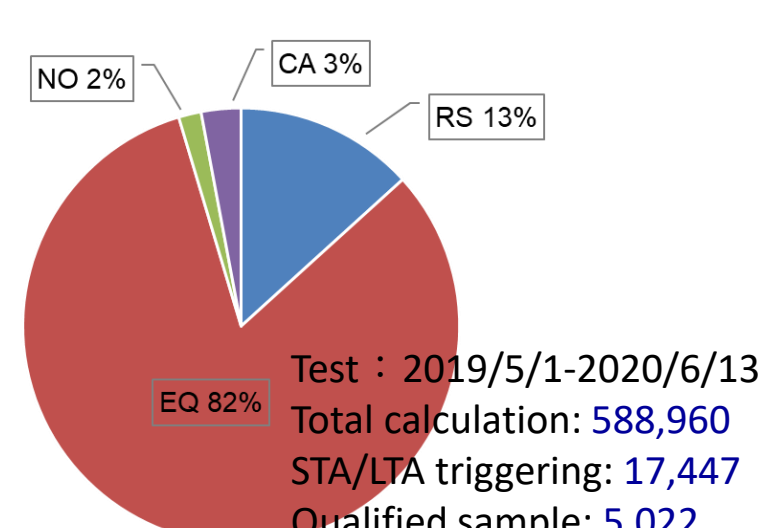


圖9：除噪流程二結果

隨機森林	自動分類				敏感度	
	車輛	地震	噪訊	落石		
人工分類	車輛	130	0	1	17	88%
	地震	4	4082	6	32	99%
	噪訊	0	26	42	16	50%
	落石	5	135	7	519	78%
準確率	93%	96%	76%	89%	95%	

圖10：自動分類之混淆矩陣

## 結論

本研究嘗試建立區域型邊坡落石地動自主監測技術，選擇鄰近保全對象之鹿湖崩塌區進行測試。由測試結果可知，測站容易記錄大量環境噪訊，干擾最終的自動分類模型效能，因此自動監測技術關鍵在於如何去除噪訊。SNR可用來去除長時間不斷出現的人為活動噪訊，CC則可用來去除單站出現的不明噪訊，雙門檻的除噪訊果優異，使得合格訊號最終的自動分類成果達到較高的準確率與敏感度。未來將持續測試此演算法於不同場址之適用性。