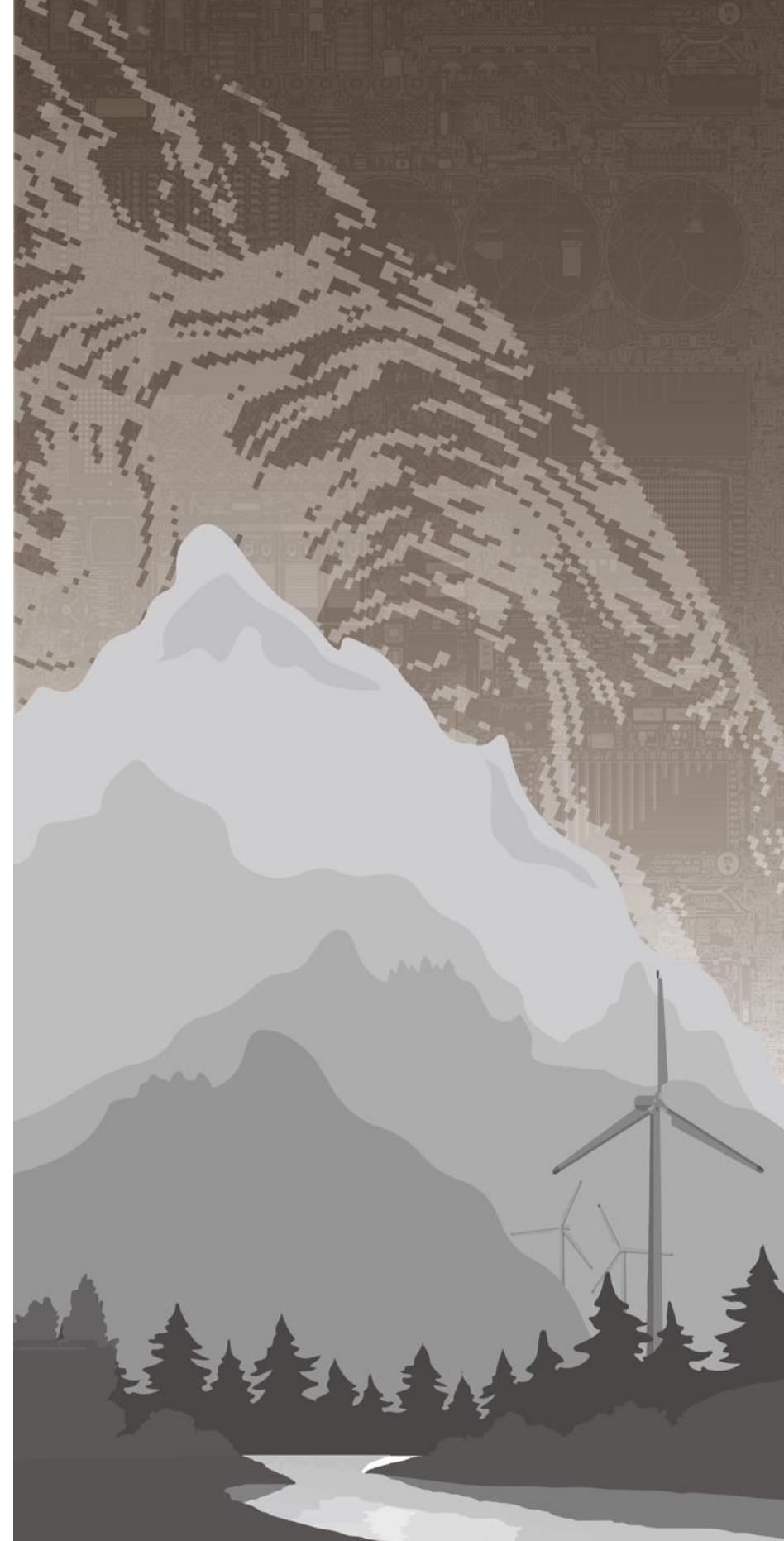


2023

# CAE SUMMER INTERNSHIP

ENVIRONMENTAL SCALE



# 大屯火山群高密度次聲波資料分析

專案經理 / 張慰慈

實習生 / 林奕丞

## 計畫動機與目的

大屯火山為活火山，傳統方法需監測噴氣成分、噴氣溫度。分析次聲波(20 Hz 以下之聲波)為一火山監控嶄新領域，並希望透過資訊方法深入分析現有的次聲波資料。計畫最終目的為建立次聲波訊號智慧分析與識別模組，完成自動化分析系統，及時監控大屯火山活動。

## 研究流程

### 次聲波原始資料

- 五個廣布陽明山之次聲波測站 (YD04、05、06、07、21)
- 17天時間域資料集，取樣頻率為100 Hz

### 資料清理

切分資料窗口大小900秒，overlap 大小50%，共3247個時間段  
除去缺損資料，並將時間窗口資料減去其平均值(基線修正)

### 快速傅立葉轉換 (FFT)

計算離散傅立葉轉換 (DFT)，將經過漢明窗 (Hamming Window)之時間域離散資料轉換成頻率域離散資料

### 頻帶功率計算 (Band Power, BP)

功率譜密度  $PSD(f) = \frac{|X(f)|^2}{N}$ ，其中  $X(f)$  為頻率域資料， $N$  為資料點數，並繪製頻帶功率圖，查看在某段時間之特殊事件  
頻帶功率  $BP_{\omega^*}(f) = \sum_{n \in \omega^*} PSD(f)$ ，其中  $\omega^*$  為特定頻帶

### 機器學習分群

- DBSCAN
- K-Means

- 使用 DBSCAN 非監督式機器學習方法，旨在找到高密度群體，設定  $\epsilon$ -鄰近值為 0.5、最少成為一類別之樣本數為 10，未被分類者被視為噪音。本研究主要觀察時間片段是否有分類到任一群
- 使用 K-Means 非監督式機器學習方法，以分類無標籤之時間窗口資料，五筆測站資料為五個特徵，並設定 3 種分類類別 ( $K=3$ )

## 研究成果

### 1~5 Hz 特別事件

#### 頻帶

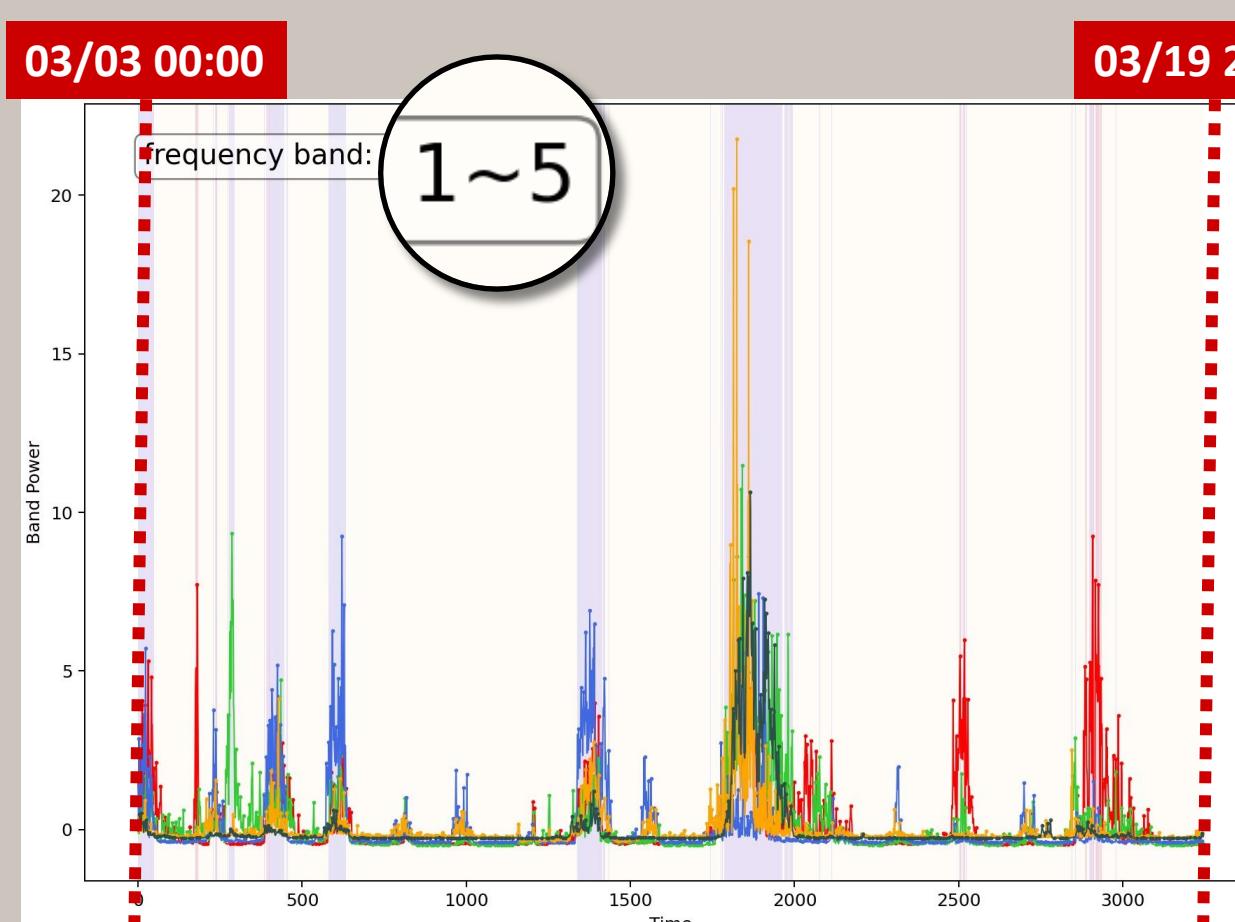
### 11~20 Hz 重複事件

## 成果討論

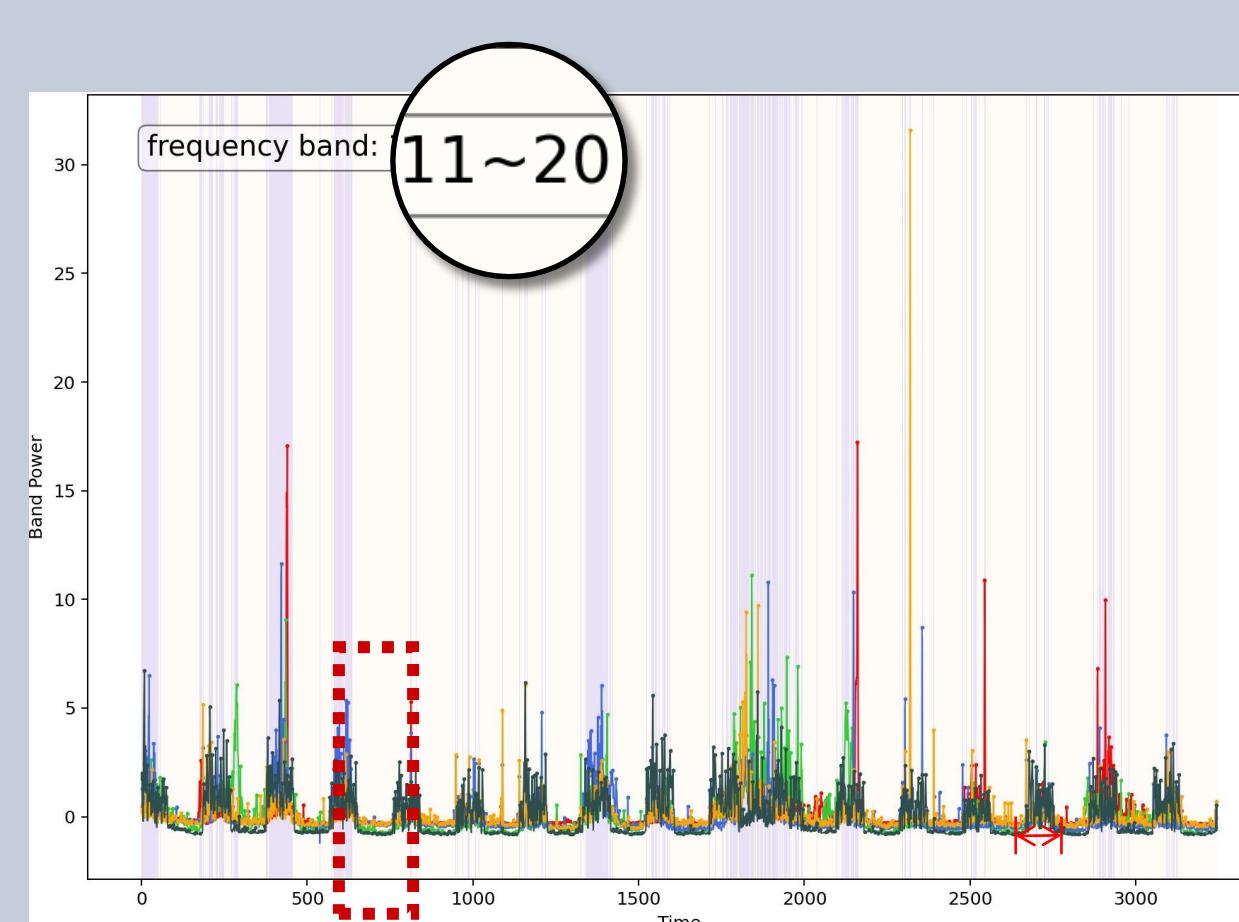
DBSCAN

機器學習方法

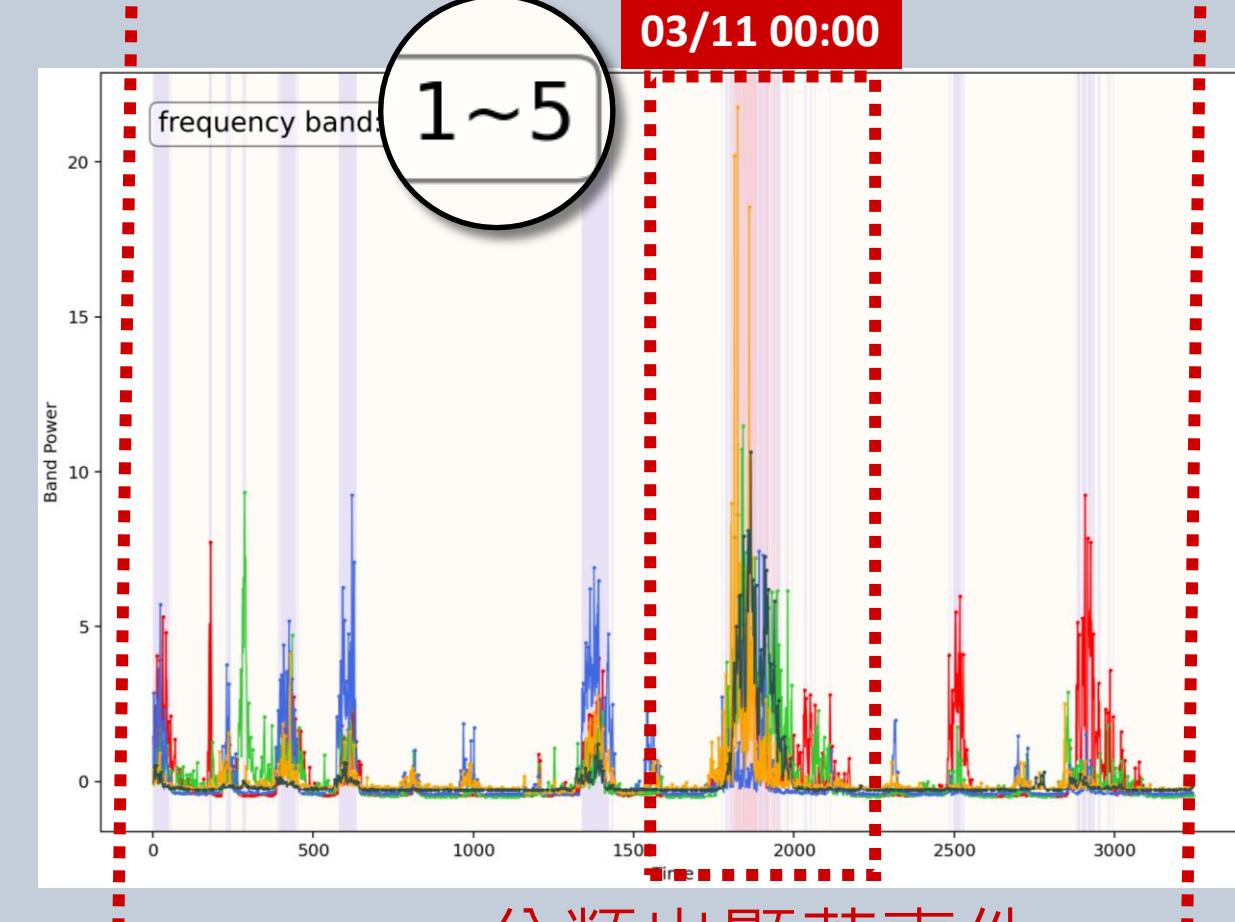
K-Means



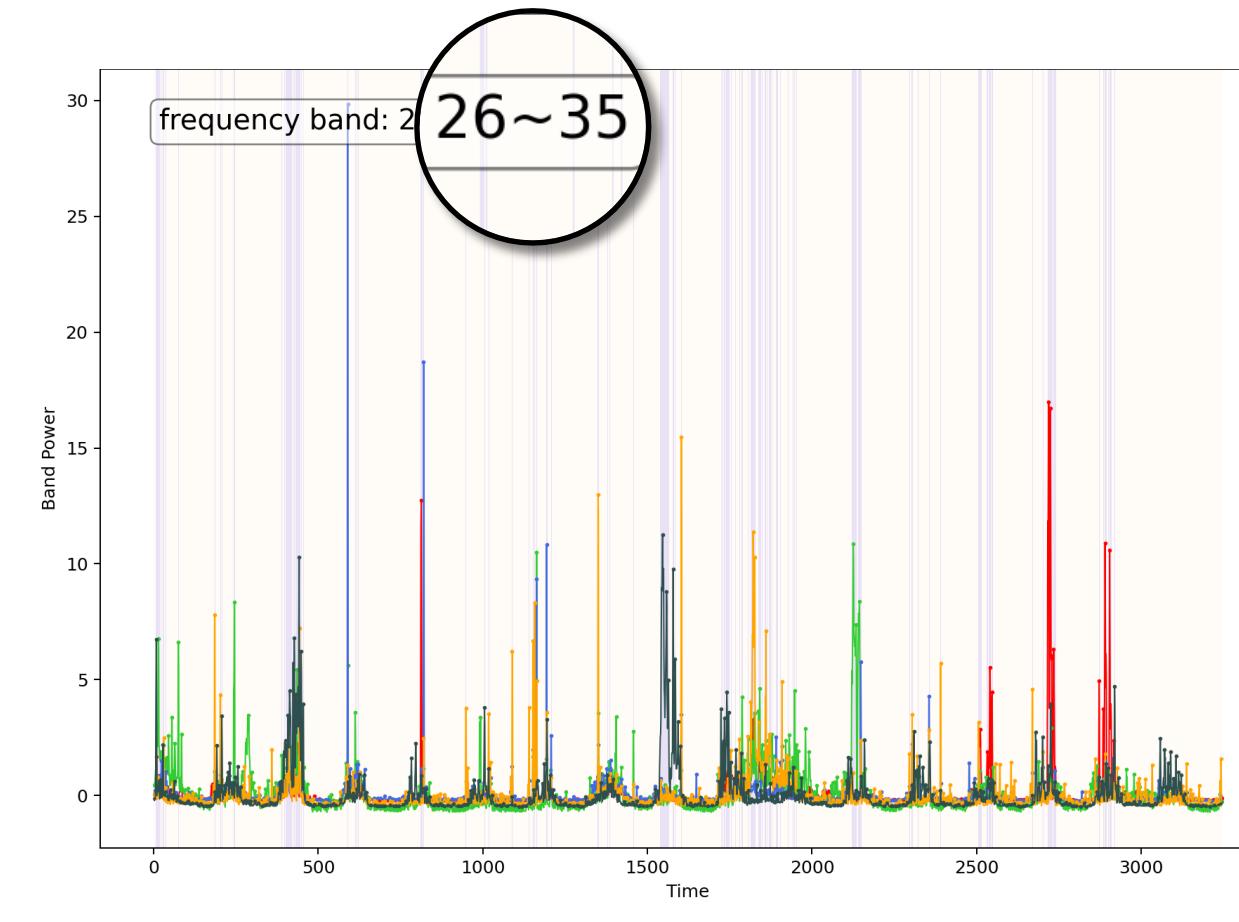
分類特別事件與背景



間隔一天重複事件 持續約9小時



分類出顯著事件



超過次聲波範圍分類不佳

1. 使用頻譜功率方法能有效針對感興趣頻帶深入研究，排列時間片段的資料視覺化方法也能清楚觀察有無事件發生

2. 在此資料集中，當次聲波較低頻(約1~5 Hz)時，能偵測到大範圍特別事件，推測可能為火山活動事件

3. 在此資料集中，當次聲波較高頻(約11~20 Hz)時，出現間隔為一天之規律的事件，皆約莫在清晨0點到9點，有可能為地形風或火山活動

4. 搭配頻帶功率圖與非監督式機器學習方法，能根據五筆測站資料同時進行分類，並減少單獨測站的雜訊帶來之影響