

# 地震學期末報告

整學期課程回顧與樹莓派自製地震儀專案

洪敏書

U11310029

地震學課程  
期末專案報告

[前往期末報告專案網站](#)

# Contents

摘要與簡介	4
<b>1 整學期課程作業回顧</b>	<b>5</b>
1.1 地震學理論基礎 . . . . .	5
1.2 地震案例分析與震源機制解 . . . . .	5
1.3 實驗操作與校外參訪 . . . . .	5
1.4 專題演講心得 . . . . .	6
<b>2 期末專案：樹莓派自製地震儀</b>	<b>7</b>
2.1 硬體設計與組裝實況 . . . . .	7
2.2 系統運作流程 . . . . .	7
2.3 實驗數據成果分析 . . . . .	7
總結	9

# 摘要與簡介

本學期的地震學課程從基礎理論出發，循序漸進涵蓋了震源機制、數據處理實驗、實地參訪與專題演講。本報告將詳細回顧整學期的學習成果，在理論基礎與實務分析方面，本報告深入探討地震波傳播原理、地球速度模型、彈性回跳理論及震源機制。實作部分則針對 2025 年 10 月菲律賓地震進行具體剖析，利用地震波形數據成功繪製初動解與震源機制球。此外，結合國家地震工程研究中心（NCREE）之結構耐震試驗觀摩，與 AI 應用、海外交流之演講，讓課程不僅限於課本上的內容。並於後半部分重點展示利用單板電腦（Raspberry Pi）結合感測器實作地震儀之期末專題。

# Chapter 1

## 整學期課程作業回顧

### 1.1 地震學理論基礎

理論是學習地震學的基石，主要涵蓋以下作業：

#### 作業 02：地震學第一章報告

本報告系統性探討地震學的核心理論與實務應用。內容涵蓋彈性回跳理論、地球內部物理分層，以及實體波與表面波的傳播特徵；進一步解析正反演問題、地震危害與風險評估、結構共振及次生災害機制。最後，區分預報與預警之差異，並延伸至核武監測等現代科學應用。

#### 作業 07：地震學第三章報告

深入探討地震震源理論，包含核心的彈性回跳理論 (Elastic Rebound Theory)、震源參數描述，以及如何使用地震矩張量 (Moment Tensor) 與雙力偶 (Double Couple) 模型來量化地震破裂的物理行為。

#### 作業 09：地震學第四章 4.1 與 4.2 報告

探討地震波在地球內部的傳播特性，包括速度模型 (如 PREM 模型)、走時曲線 (Travel-Time Curve) 以及折射、反射與繞射現象。透過走時差的計算，學習推斷地球內部結構與地震深度的方法。

### 1.2 地震案例分析與震源機制解

#### 作業 08：地震報告與繪製震源機制球

針對 2025 年 10 月 10 日的菲律賓地震進行深度分析。除了探討地震基本資料與板塊隱沒帶構造背景，更實際利用軟體繪製震源機制球 (海灘球)，求得斷層面的走向、傾角與滑移角。

#### 作業 10：初動解繪製震源機制

學習利用測站觀測到之 P 波初動極性 (壓縮或膨脹)，將各站點投影至下半球 Wulff 網上。藉由劃分四個象限，找出兩組正交的節面 (Nodal Planes)，進而判定真實的斷層面解。

### 1.3 實驗操作與校外參訪

#### 作業 04：地震學實驗心得分享

透過實際操作地震波數據，學習如何使用 SAC (Seismic Analysis Code) 與 Python 分析

數位波形。實作了三分量 (E/N/Z) 的加速度至速度、位移之轉換，並進行 P 波與 S 波到時的挑選。

**作業 05：國家地震工程研究中心 (NCREE) 參訪**

實地參觀台灣最大之地震工程研究機構。行程中見證了三向振動台 (6DOF Shake Table) 的運作與建築結構耐震試驗，使書本上的耐震設計與防災工程理論具象化。

## 1.4 專題演講心得

**作業 03：張睿明老師演講 (AI 工具之應用)**

演講介紹了 Browser、IDE、CLI 三種主要 AI 操作介面，並強調 AI 團隊協作 (Multi-Agent System) 的高效能。學到了「先讓 AI 生成 Prompt 再執行」的實用技巧。

**作業 06：宋冠毅老師演講 (海外交流與國際視野)**

老師分享利用「青年百億圓夢計畫」至瑞士與美國進行防災技術交流的經驗。鼓勵學生除了精進專業外，更應積極參與活動、建立人脈與外語能力。

## Chapter 2

# 期末專案：樹莓派自製地震儀

本期末專案旨在以低成本硬體，打造一台能即時偵測地面振動、分析三軸加速度，並在超過設定閾值時觸發聲光警報的地震監測系統。

### 2.1 硬體設計與組裝實況

系統採用 Raspberry Pi 4 作為主控單元，並結合以下硬體配置：

- **感測模組：** MPU-6050 三軸加速度計與陀螺儀模組，插入麵包板並透過四色杜邦線 (VCC, GND, SCL, SDA) 連接至 RPi 4 的 GPIO 介面。
- **警報模組：** 於麵包板左側配置紅色 LED 指示燈與蜂鳴器。

當系統上電後，主板將自動執行 Python 監控程式，持續透過 I<sup>2</sup>C 匯流排讀取感測器數據。

### 2.2 系統運作流程

軟體與系統處理流程設計如下：

1. **硬體感測：** MPU-6050 以 100 Hz 採樣率擷取 X、Y、Z 三軸加速度。
2. **數據傳輸：** 透過 I<sup>2</sup>C 匯流排將類比訊號轉化為數位資料傳送至 RPi。
3. **Python 處理：** 程式即時計算三軸向量合力 ( $a_{total}$ )，並判斷是否超過 1.0 g 之警報閾值。
4. **警報觸發：** 當  $a_{total} \geq 1.0$  g 時，觸發 GPIO 引腳，使 LED 閃爍並啟動蜂鳴器。
5. **資料記錄：** 觸發事件發生時，自動將前後 10 秒之緩衝視窗數據寫入 CSV 檔案。
6. **視覺化輸出：** 利用 Python 自動生成時序波形圖與 3D 力向量圖。

### 2.3 實驗數據成果分析

透過實際搖晃感測器進行模擬觸發實驗，取得了以下數據成果：

- **10 秒加速度歷程圖分析：** 在觸發時刻 ( $T = 0$ ) 前，Z 軸 (重力方向) 穩定維持約 0.6 g。於  $T \approx -2.5$  秒時，X 軸出現最大  $\pm 0.7$  g 的衝擊峰值。最終，合力線在  $T = 0$  瞬間突破 1.0 g，成功觸發警報。

- **觸發瞬間 3D 力向量分析：**系統記錄觸發瞬間之加速度分量為：X:+0.10 g, Y:+0.24 g, Z:+1.00 g。向量圖顯示合力幾乎垂直指向 Z 軸，而水平分量 (X, Y) 相對微小，驗證了系統能準確辨識出「垂直方向」之近場衝擊振動。

# 總結

這學期的地震學課程帶來了豐富且多元的學習體驗。從課堂中扎實的理論推導、SAC 波形處理實驗，到邀請講師來演講，每一項作業都加深了對「地震」的具體認識。

期末結合跨領域知識，利用樹莓派地震儀結合程式，再利用 discord 推播，讓我們能實際操作地震相關實驗。相信這在未來十分有潛力，能進一步精進地震監測與防災研究之應用。

