

從理論走向實務

地震學 2026 學期學習總結報告

AI 輔助學習 | 戶外震測 | 國震中心參訪 | 震源機制 | IoT 地震儀

U11310015 曾柏凱

University of Taipei | 臺北市立大學

10 June 2026

查詢更多資訊: tsengpokai.github.io/FINAL_REPORT

16 週的地震學探索旅程

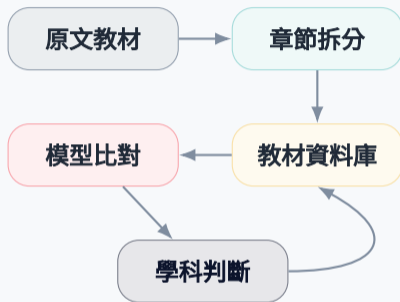
本簡報以「學習方法 → 理論 → 實作 → 判讀 → 傳播」作為主軸，呈現一學期的完整成果。



Week 1 | 學習方法革命：AI 輔助地震學閱讀

從「直接丟整份 PDF」轉為「拆分、提問、驗證、整合」。

- **Antigravity**：將原文書拆成可處理的章節與圖表問題。
- **NotebookLM**：把教材變成可追問的課程資料庫。
- **多模型交叉驗證**：Gemini、ChatGPT、Claude 互相比對，降低單一模型誤判。
- **核心原則**：AI 協助找到問題核心；最後判斷仍回到地震學概念與資料證據。



學習價值

把 AI 從「答案產生器」轉化為「研究助理」，訓練自己提出更精準的科學問題。

Week 2 | 彈性波基礎：將公式轉化為可理解的視覺語言

P 波與 S 波不只是名詞，而是地球內部結構判讀的關鍵。

- **P 波**：壓縮與膨脹傳遞，速度最快，可穿透固體與液體。
- **S 波**：剪切形變傳遞，液體剪切模數近似為 0，因此無法穿越液態外核。
- **網頁實作**：將 CH1 內容部署到 GitHub Pages，練習把抽象公式變成可操作的學習素材。

[CH1 互動網頁](#)



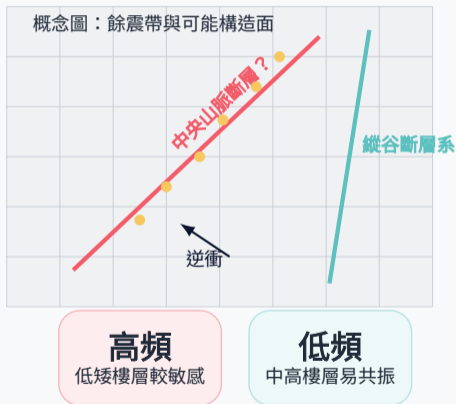
$$V_P = \sqrt{\frac{K + \frac{4}{3}\mu}{\rho}}, \quad V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}$$

當液體 $\mu \approx 0$ ， $V_S \approx 0$ ，因此 S 波陰影區成為液態外核的重要證據。

Week 3 | 張睿明博士演講：2022 池上地震與中央山脈斷層

地震事件判讀需要結合震源機制、餘震分布與區域構造。

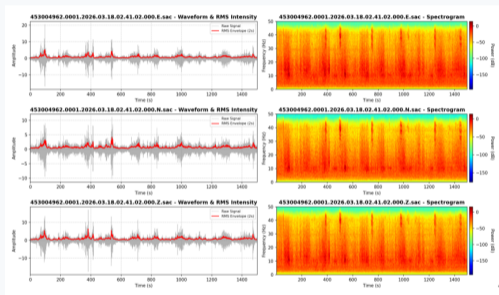
- **事件背景**：2022 年 9 月台東關山、池上地震，屬極淺層強震並伴隨地表破裂。
- **構造重點**：震央西側可能存在向西、高角度傾斜的中央山脈斷層。
- **機制特徵**：關山地震帶有逆衝成分與左移走滑性質，顯示碰撞帶構造並非單一簡單斷層。



Week 4-5 | SmartSolo 震測實驗：節點式地震儀佈建

資料品質從「儀器接觸地面」那一刻就已經開始決定。

- **耦合 Coupling**：挖掘植穴，使金屬尾椎穩定接觸地面。
- **方位 Orientation**：N 軸對準正北，避免水平分量解讀錯誤。
- **水平 Leveling**：減少重力投影造成的三軸偏差。
- **GPS Timing**：確保多台儀器資料可同步比較。



挖洞

對北

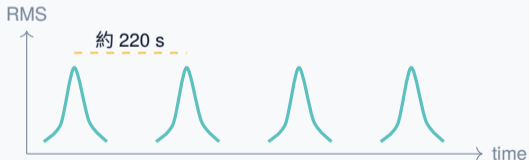
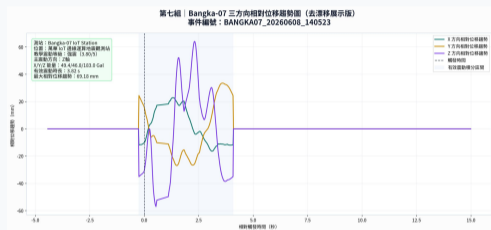
調平

定位

三分量波形不只記錄地震，也記錄人類活動造成的環境震動。

- **Z/E/N 三分量**：垂直與水平擾動分開觀察。
- **ObsPy 腳本**：讀取 SAC、濾波、繪製波形與頻譜。
- **RMS 平滑**：把高頻波形轉成能量包絡，觀察週期性隆起。
- **發現**：150–250 秒能量峰值，推估鄰近交通號誌週期約 220 秒。

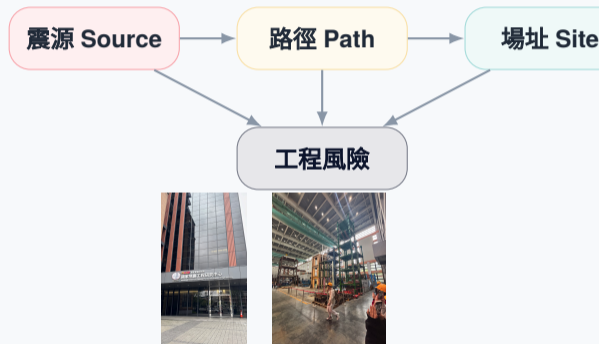
HuggingFace 實驗資料分析



Week 6 | NCREE 參訪：從地球科學走向工程防災

地震危害不只取決於震源大小，也取決於路徑、場址與建築反應。

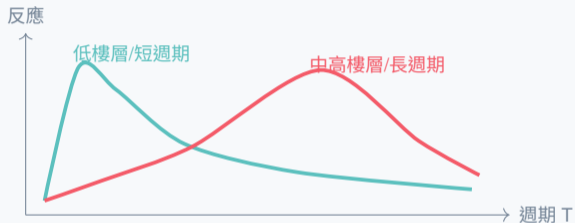
- 防護目標：小震不壞、中震可修、大震不倒。
- PSHA：整合震源分區、地震目錄、衰減式與場址條件。
- 場址效應：盆地沉積層可能放大中長週期，礫石或硬地盤則對短週期反應較敏感。



Week 6 | 建築反應譜與致命結構：不是地震本身決定一切

同一個地震，對不同週期與不同結構弱點的建築，破壞程度可能完全不同。

- **101 阻尼球**：主要降低強風造成的長週期擺動；地震反應仍需看地震頻率內容與建築自振週期。
- **NG 街屋**：一樓商業空間拆除隔間牆，造成剪力牆不足、軟弱底層與偏心扭轉。
- **學習轉折**：地震災害是「震源 × 地盤 × 建築 × 使用行為」共同作用的結果。



國際交流不是英文完美才開始，而是透過準備與嘗試進入更大的知識網絡。

- 心態：重點是真誠表達與理解，不是追求零錯誤英文。
- 交流：文化體驗之外，更重要的是知識、儀器操作與技術流程交換。
- 比較：觀察不同國家在模型建立、資料管理與風險溝通上的差異。
- 行動：及早準備申請資料、目標研究主題與成果作品集。

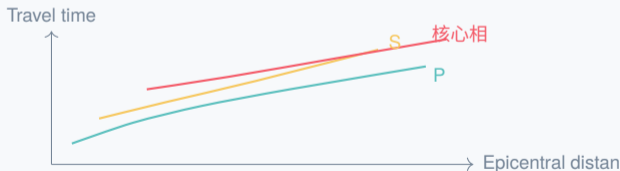
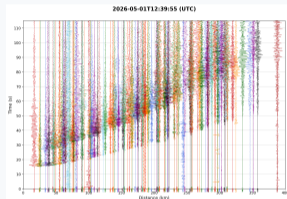


Week 10–11 | 透視地球內部：走時曲線與互動網頁

地震波是替地球做內部掃描的工具。

- 透過走時曲線理解距離、速度與抵達時間的關係。
- 透過折射與反射推論速度不連續面。
- 將 Record Section、地函/地核構造與互動式網頁整合，訓練資料視覺化與科學解說能力。

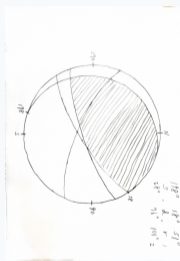
CH3 互動網頁



Week 12 | 斷層的指紋：震源機制球與 Kamchatka 地震

海灘球把三維斷層錯動投影成可判讀的黑白象限。

- **參數**：Strike 決定走向，Dip 決定傾角，Rake 決定滑移方向。
- **Kamchatka**：位於環太平洋隱沒帶，震源機制顯示巨大逆衝型特徵。
- **判讀**：低角度傾斜節面較符合板塊介面，海床抬升代表海嘯風險需特別注意。



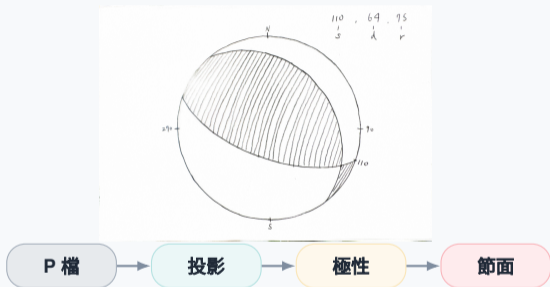
概念示意：壓縮/張裂象限

Week 13 | 從資料到圖像：手工繪製震源機制解

理解軟體畫圖背後的幾何邏輯，比只看最後結果更重要。

1. 從 P 檔讀取測站 **azimuth**、**take-off angle**、**polarity**。
2. 使用 Wulff net 將立體測站點位投影到平面。
3. 依據初動上下動區分壓縮與張裂區。
4. 修正兩條節面，並結合地質背景判斷真正斷層面。

Focal Mechanism 互動視覺化



Week 14 | IoT 地震儀實作：Raspberry Pi + MPU6050

從專業節點式地震儀，延伸到可自行組裝的教學型觀測系統。

- **硬體**：Raspberry Pi、MPU6050 六軸感測器、I2C、麵包板接線。
- **軟體**：Python 即時讀取三軸加速度。
- **濾波**：高通濾波去除重力與低頻漂移。
- **觸發**：STA/LTA 偵測事件並計算 PGA。

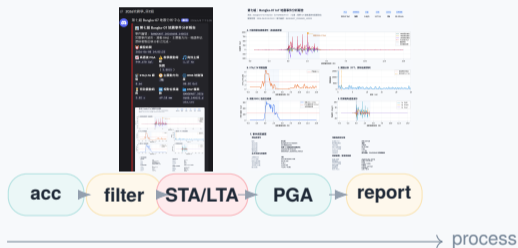


感測 → 記錄 → 濾波 → 觸發 → 推播

Week 14 | 環境震動分析與位移推估：從加速度到警示報告

把三軸加速度轉換成可展示、可判讀、可推播的震動事件。

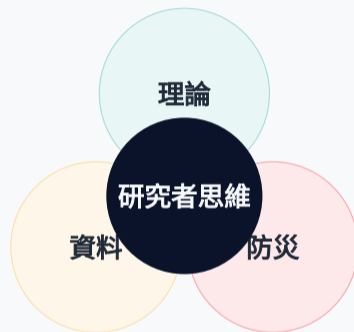
- **二次積分**：由加速度推估相對位移趨勢。
- **事件強度**：計算 PGA 與有效震動時長，避免單點雜訊誤判。
- **成果**：捕捉 X/Y/Z 三軸晃動軌跡，最大相對位移約 69.18 mm。
- **完整架構**：資料擷取、訊號處理、判斷分級、報告輸出與 Discord 推播。



結論 | 培養地震學研究者的思考模式

這 16 週的核心收穫，是從「知道地震」走向「能分析地震」。

- **觀念翻轉**：地震是自然事件；災害常來自場址效應、建築脆弱度與錯誤使用行為。
- **科技賦能**：AI 筆記、ObsPy、GitHub Pages、HuggingFace、Overleaf 與 IoT 感測，形成完整數位研究流程。
- **能力整合**：從軟體到硬體、從教室到戶外、從科學到工程，建立跨領域防災視野。



提升建築安全與防災意識，是生活在台灣這片土地上的共同責任。