



臺北市立大學
UNIVERSITY OF TAIPEI

地震學期末報告

互動式網站成果與課程內容整理

探索地球的脈動・揭開震源的奧秘

學校：臺北市立大學

系級：地球環境暨生物資源學系二年級

學號：U11310017

姓名：黃靖家

課程：地震學

學期：2025 學年度下學期

報告網站：

https://huggingface.co/spaces/JinJia0618/seiesmology_final_report

摘要

本次地震學期末報告以「互動式網站」作為主要成果呈現方式，將本學期課程內容、課本章節、參訪活動、專題演講、Raspberry Pi Pico 實作與校園野外實驗整合成一個完整的網頁作品。網站並非只有文字整理，而是結合 PDF 報告、互動式模擬系統、圖片、影片、程式碼與成果展示，使地震學的抽象概念能以更直觀的方式呈現。

在課本內容方面，網站整理了地震學概述、工程地震學、應力與應變、地震波特性、地球內部構造，以及震源機制等主題。除了文字說明之外，也加入地震波模擬、震相路徑探索、震源機制球與 P 波初動判讀等互動內容。活動與實作部分則包含國家地震工程研究中心參訪、張睿明博士演講、宋冠毅博士演講、Raspberry Pi Pico 聲光與遊戲實作，以及校園地震儀安裝與野外觀測實驗。

透過這份報告，我將課堂中學到的知識轉換成可瀏覽、可操作、可展示的網站成果，也練習了資料整理、程式實作、網頁設計與科學表達能力。整體而言，本作品呈現了我這學期在地震學理論、地球科學應用、硬體實作與數位展示上的學習歷程。

Contents

1	前言	4
2	網站整體設計與製作方式	4
3	課程介紹	4
3.1	我做了什麼	4
3.2	我放了什麼內容	5
3.3	這一頁的意義	5
4	課本第一章：地震學概述與工程地震學	5
4.1	我做了什麼	5
4.2	我放了什麼內容	5
4.3	這一頁的學習收穫	5
5	課本第二章：應力、應變與地震波	6
5.1	我做了什麼	6
5.2	我放了什麼內容	6
5.3	我做的互動功能	6
5.4	這一頁的學習收穫	6
6	課本第三章：地球構造	6
6.1	我做了什麼	7
6.2	我放了什麼內容	7
6.3	這一頁的學習收穫	7
7	課本第四章：地震與震源機制	7
7.1	我做了什麼	7
7.2	我放了什麼內容	7
7.3	這一頁的學習收穫	8
8	參觀活動：國家地震工程研究中心	8
8.1	我做了什麼	8
8.2	我放了什麼內容	8
8.3	這一頁的學習收穫	8
9	張睿明博士演講	8
9.1	我做了什麼	8
9.2	我放了什麼內容	8
9.3	這一頁的學習收穫	9

10 宋冠毅博士演講	9
10.1 我做了什麼	9
10.2 我放了什麼內容	9
10.3 這一頁的學習收穫	9
11 Raspberry Pi Pico 專題	9
11.1 我做了什麼	9
11.2 硬體與警報器實作	10
11.3 兩個音樂作品	10
11.4 圈圈叉叉遊戲	10
11.5 這一頁的學習收穫	10
12 地震儀安裝與校園野外實驗	10
12.1 我做了什麼	10
12.2 我放了什麼內容	11
12.3 這一頁的學習收穫	11
13 整體成果與討論	11
14 結論	11
參考與網站連結	12

1 前言

地震學是一門結合理論、觀測、物理與應用的地球科學領域。它不只研究地震如何發生，也透過地震波了解地球內部構造，並進一步應用於防災、工程設計與即時預警。對我而言，這門課最特別的地方在於它不是單純背誦名詞，而是要理解「地球內部如何運作」以及「地震資料如何被轉換成科學解釋」。

本次期末報告的核心目標，是將整學期的課程學習成果整合成一個互動式網站。網站首頁以十個主題卡片呈現，分別對應課程介紹、課本第一章、課本第二章、課本第三章、課本第四章、國家地震工程研究中心參訪、張睿明博士演講、宋冠毅博士演講、Raspberry Pi Pico 專題，以及地震儀安裝與校園野外實驗。

這樣的設計方式讓報告不再只是靜態文字，而是能夠讓使用者透過點選、觀看、操作與閱讀，逐步理解不同主題的學習重點。以下將依照網站中的十個主題，說明我在每一個頁面中做了什麼、放入了哪些內容，以及這些內容與地震學課程之間的關聯。

2 網站整體設計與製作方式

本次期末報告網站的主題為「地震學期末報告」，副標題為「探索地球的脈動·揭開震源的奧秘」。首頁以深色科技感風格設計，搭配地震警報、震波線條、HUD 介面與主題卡片，讓整體視覺更符合地震學與科學展示的氛圍。

網站主要使用 HTML、CSS 與 JavaScript 製作，並部署在 Hugging Face Spaces 上。透過 GitHub 進行版本管理與檔案整理，再將網站檔案上傳至 Hugging Face 進行展示。製作過程中也使用了多種工具輔助，例如 Google Colab、PyGMT、Overleaf、Notepad++ 與 AI 輔助開發工具。這些工具讓我能夠將課程內容、PDF 報告、互動式系統與程式碼成果整合在同一個網站中。

網站首頁共設計十個主題卡片，每張卡片都有編號、標題、簡短說明與連結。使用者可以從首頁直接進入不同單元，瀏覽對應的學習成果。這種架構讓整份報告具有清楚的層次，也讓不同類型的成果能被有系統地呈現。

3 課程介紹

3.1 我做了什麼

在「課程介紹」頁面中，我主要整理了這學期製作期末報告時使用到的工具與平台。這一頁的目的不是單純介紹地震學理論，而是說明整份網站是如何被製作出來的，以及我如何運用不同工具完成這份互動式期末報告。

我將網站製作過程中使用到的工具整理成不同區塊，讓使用者可以快速了解這份報告背後的技术架構與製作流程。

3.2 我放了什麼內容

在這一頁中，我放入了 GitHub、Hugging Face Spaces、Google Antigravity AI、Google Colab、Notepad++、PyGMT 與 Overleaf 等工具介紹。GitHub 主要用於管理網站原始碼與版本控制；Hugging Face Spaces 則用來部署互動式網頁，使網站能夠在線上瀏覽。Google Colab 與 PyGMT 則與地球科學資料處理、地圖繪製與程式運算有關。

此外，我也放入了 Overleaf 的使用說明，因為老師要求本次期末報告需要同時製作 report 形式與 presentation 形式，因此 Overleaf 成為報告與簡報排版的重要工具。

3.3 這一頁的意義

這一頁的重點是讓讀者知道，我的期末報告不是只用文字完成，而是結合網站架設、程式工具、PDF 文件與互動展示。透過課程介紹頁，我希望呈現自己在這學期除了學習地震學知識之外，也同時練習了數位工具整合與科學展示能力。

4 課本第一章：地震學概述與工程地震學

4.1 我做了什麼

在課本第一章頁面中，我製作了一個「地震波模擬與分析互動式系統」，將第一章的基礎概念轉換成可以操作與觀看的網頁內容。第一章主要是地震學的入門，包含地震如何發生、地震波如何傳播，以及地震學如何應用於工程與防災。

我希望這一頁能讓使用者不只是閱讀文字，而是能夠透過互動系統理解地震波與地震災害之間的關係。

4.2 我放了什麼內容

這一頁放入了地震學概述與工程地震學的重點整理，包括地震成因、板塊運動、應力累積、震源、震央、震度與規模等基本概念。我也整理了工程地震學中常見的 PGA、PGV、場址效應與震波衰減等內容。

在網站中，我另外放入互動式系統，讓使用者可以透過網頁展示地震波模擬與分析結果。這樣的設計能讓地震學基礎知識與工程應用產生連結，例如地震波如何影響地表震動、不同場址為什麼會放大地震災害，以及工程設計為什麼需要考慮地震動特性。

4.3 這一頁的學習收穫

透過整理第一章，我更清楚地理解地震不只是單一的自然現象，而是從地底破裂、能量釋放、震波傳播到地表反應的一連串過程。工程地震學則提醒我們，地震研究與人類生活密切相關，尤其在建築耐震、都市防災與地震預警方面都具有重要價值。

5 課本第二章：應力、應變與地震波

5.1 我做了什麼

在課本第二章頁面中，我將應力、應變與地震波特性和整理成圖文加互動模擬的形式。第二章的內容比較偏物理基礎，因此我特別加入了波動示意、反射穿透公式與地球內部震相路徑，幫助使用者理解抽象的波動概念。

這一頁是我網站中互動性較強的一個章節，因為它不只展示文字，也提供多個可以操作的模擬功能。

5.2 我放了什麼內容

我在這一頁放入了 P 波、S 波、SV 波與 SH 波的偏振方向說明。P 波是縱波，質點振動方向與波傳方向平行；S 波是橫波，質點振動方向與波傳方向垂直。其中 SV 波是在垂直平面中振動，而 SH 波則是在水平平面中振動。這些內容對理解地震波的傳播方式非常重要。

我也放入了反射係數、穿透係數與固定邊界反射公式，說明地震波遇到不同介質邊界時會發生反射與穿透。除此之外，我整理了體波震相代號表，例如 P、S、K、I、J、PP 與 SP 等，並加入地球剖面震相路徑示意圖，例如 SKS、PKIKP 與 ScS 等震相。

5.3 我做的互動功能

這一頁包含質點運動模擬器，使用者可以切換 P 波、SV 波與 SH 波，觀察不同地震波的質點振動方向。我也加入振幅與頻率滑桿，讓使用者可以調整波形動畫，進一步理解振幅與頻率對波動呈現的影響。

另外，我製作了阻抗邊界模擬功能，可以改變介質一與介質二的阻抗，並顯示反射係數 R 與穿透係數 T 。這能幫助使用者理解為什麼地震波在不同地層界面會產生能量分配。最後，我也做了地球內部震相路徑探索器，讓使用者可以點選不同震相，觀看它們在地球內部的傳播路徑。

5.4 這一頁的學習收穫

透過製作第二章頁面，我更理解地震波不只是「波形圖」而已，它背後包含介質性質、波速變化、反射折射與能量分配等物理意義。互動模擬讓我能把課本中的公式與圖像化結果連結起來，也讓第二章的抽象內容變得更容易理解。

6 課本第三章：地球構造

6.1 我做了什麼

在課本第三章頁面中，我將內容整理成「互動式模擬系統」與「學習筆記 PDF」兩個部分。第三章的主題是地球內部構造，重點在於如何利用地震波研究地球深部。由於我們無法直接進入地球內部，因此地震波成為了解地球內部最重要的工具之一。

我希望這一頁能讓使用者一方面透過模擬系統觀看地震波傳播，另一方面也能透過 PDF 閱讀完整筆記。

6.2 我放了什麼內容

我放入了第三章單元導讀，介紹地球內部的主要分層，包括地殼、地函、液態外核與固態內核。我也整理了莫氏不連續面、古氏不連續面與雷曼不連續面等重要界面，說明地震波速度變化如何反映地球內部物質性質的改變。

網站中也放入互動式模擬系統，用來展示地震波在地球內部傳播時的路徑與變化。除此之外，我也放入《第三章：地震學與地球結構》學習筆記 PDF，讓使用者可以開啟完整圖文版筆記進行閱讀。

6.3 這一頁的學習收穫

透過整理第三章，我更理解地震波就像一種「看進地球內部」的工具。當地震波在地球內部傳播時，會受到不同材料密度、彈性與狀態影響，因此產生速度變化、折射、反射與震影區。這些觀測結果能幫助我們推論地球內部構造，也說明地震學在地球物理研究中的重要性。

7 課本第四章：地震與震源機制

7.1 我做了什麼

在課本第四章頁面中，我把內容分成「課本報告」與「P 波初動解介紹」兩個部分。第四章的核心是震源機制，也就是分析地震發生時斷層如何破裂、力的方向如何作用，以及如何用震源機制球呈現斷層運動方式。

這一頁整合了互動網站、PDF 筆記與震源機制球的說明，讓使用者可以從不同角度理解地震破裂的物理意義。

7.2 我放了什麼內容

在課本報告部分，我放入第四章完整學習筆記 PDF，也加入震源機制互動式模擬系統。內容包含雙力偶模型、P 波初動極性、壓性與張性、震源機制球、斷層走向、傾角與滑移角等概念。

在 P 波初動解介紹部分，我放入震源機制球介紹網站與 P 波初動震源機制球 PDF。這部分主要說明如何根據測站接收到的第一個 P 波運動方向，判斷地震發生時的壓縮區與張裂區，進而推測可能的斷層面與輔助面。

7.3 這一頁的學習收穫

震源機制球一開始看起來很抽象，但透過整理後，我更能理解它其實是在表達斷層破裂時的力學方向。黑白區域代表不同初動極性，透過多個測站資料的分布，就能反推出地震的斷層型態。這一章也讓我更清楚走向、傾角與滑移角在地震分析中的重要性。

8 參觀活動：國家地震工程研究中心

8.1 我做了什麼

在參觀活動頁面中，我整理了國家地震工程研究中心的參訪內容，並將參訪心得、工程設備介紹與分析報告整合到網站中。這一頁的重點是把課堂上的地震理論與真實工程防災設備連結起來。

8.2 我放了什麼內容

我放入國家地震工程研究中心參訪心得與活動記錄，也放入互動式參訪系統，讓使用者能夠在網站中瀏覽參訪內容。此外，我也放入《國家地震工程研究中心參訪與分析報告》PDF，提供更完整的文字與圖像整理。

在內容上，我整理了三向六自由度地震模擬振動台、反力牆與強大地床等大型實驗設備。這些設備能夠模擬地震對建築物與結構體的影響，並用於測試耐震設計、隔震裝置與阻尼器的效果。

8.3 這一頁的學習收穫

透過國震中心參訪，我更具體理解地震工程如何保護人類社會。地震研究不只是分析地球內部，也與建築安全、橋梁設計、校舍補強與都市防災密切相關。這次參訪讓我看到地震學知識在現實中的應用價值。

9 張睿明博士演講

9.1 我做了什麼

在張睿明博士演講頁面中，我整理了演講重點與心得，並放入一份 2021 花蓮壽豐雙震地震分析報告 PDF。這一頁主要聚焦於地震預警、即時防災與地震案例分析。

9.2 我放了什麼內容

我放入張睿明博士演講的心得與重點整理，內容包含地震預警技術、即時防災應用、P 波與 S 波到時差的利用，以及盲區與快速定位等概念。地震預警的核心概念是利用較快抵達、破壞力較小的 P 波，在破壞力較大的 S 波到達前發出警報。

此外，我也放入《2021 花蓮壽豐雙震地震分析報告》PDF，作為地震案例整理。透過這份報告，使用者可以進一步了解實際地震事件如何被記錄、分析與解釋。

9.3 這一頁的學習收穫

這場演講讓我理解地震研究與即時防災之間的關係。地震預警需要快速處理大量資料，並在很短時間內完成定位、規模估算與警報發布。這讓我感受到地震學不只是理論研究，也是一個需要技術、資料與實務整合的應用領域。

10 宋冠毅博士演講

10.1 我做了什麼

在宋冠毅博士演講頁面中，我整理了演講心得，並放入地震學專題演講心得 PDF。這一頁的重點是環境微震噪訊、背景噪訊干涉法，以及如何從長時間測站資料中提取地下構造變化訊息。

10.2 我放了什麼內容

我放入宋冠毅博士專題演講心得與重點整理，內容包含 Ambient Seismic Noise 環境微震噪訊、Cross-correlation 互相關計算，以及背景噪訊干涉法的概念。這些方法可以利用平常看似雜亂的背景震動訊號，經過長時間累積與處理後，反推出地下介質的變化。

我也放入《地震學－宋冠毅演講心得》PDF，其中整理了斷層帶應力監測、火山活動監控與地下水變遷等應用。這些內容說明地震學資料不只在地震發生時有用，也可以用於監測地球系統長時間的變化。

10.3 這一頁的學習收穫

這場演講讓我對地震資料有新的認識。過去我可能會把背景噪訊視為干擾，但演講中提到的研究方法讓我理解，只要經過適當處理，噪訊也可以成為有用的訊號。這讓我對地震學中的資料分析與長期觀測產生更大的興趣。

11 Raspberry Pi Pico 專題

11.1 我做了什麼

在 Raspberry Pi Pico 專題頁面中，我將硬體實作、展示影片、程式碼下載與成果介紹整合在一起。這一頁是本次網站中最偏實作與創意的部分，內容包含一個警報器、兩個蜂鳴器音樂作品，以及一個圈圈叉叉遊戲。

這個專題讓我練習如何把程式設計、硬體控制與成果展示結合起來，也讓地震學課程中的感測器與警報概念變得更具體。

11.2 硬體與警報器實作

我在網站中放入樹莓派實體裝置與接線照片，展示主控板、麵包板、GPIO 跳線、蜂鳴器與 LED 等硬體元件。我也做了課堂警報器實驗，當裝置偵測到晃動時，會觸發蜂鳴器與 LED，模擬小型地震警報器的運作方式。

此外，我也加入 Discord Webhook 功能，當警報被觸發時，可以即時推送警報時間與最大合成加速度。網站中也放入警報器展示影片與 Discord 警報截圖，讓使用者能看到實際運作成果。

11.3 兩個音樂作品

我做的第一個音樂作品是垃圾車音樂〈給愛麗絲〉。這個作品使用 PWM 控制蜂鳴器音高，讓蜂鳴器能播放旋律。為了讓效果更完整，我也加入 LED 隨音符閃爍的設計，讓聲音與燈光產生同步效果。網站中放入對應的程式碼，例如 `alice_led.py`，方便展示與下載。

第二個音樂作品是〈倫敦鐵橋垮下來〉。我將旋律依照簡譜轉換成蜂鳴器可以播放的音高與節奏，並調整停頓與速度，使旋律更接近熟悉的兒歌版本。這個作品也加入 LED 閃爍，並設計強弱拍的感覺，讓蜂鳴器音樂不只是單調播放，而是有節奏變化。網站中也放入 `bridge4.py` 程式碼。

11.4 圈圈叉叉遊戲

除了音樂作品，我也做了一個圈圈叉叉 GUI 遊戲。這個遊戲不是只在命令列中執行，而是有圖形化畫面。玩家使用 X，電腦使用 O。玩家每下一步，蜂鳴器會發出提示音，當玩家獲勝、落敗或平手時，也會播放不同音效。

這個遊戲包含簡單 AI 判斷，電腦會根據目前棋盤狀態選擇位置。網站中也放入 `ttt_gui.py` 程式碼，展示我如何把 Python 程式、遊戲邏輯、聲音提示與硬體控制結合起來。

11.5 這一頁的學習收穫

Raspberry Pi Pico 專題讓我體會到，地球科學學習不一定只限於課本與報告，也可以延伸到感測器、程式、硬體與互動裝置。透過警報器，我可以理解地震偵測與即時通知的基本概念；透過音樂與遊戲，我也練習了 PWM、GPIO、LED 控制與 Python 程式整合。這是本學期最具實作感，也最有創意的一個單元。

12 地震儀安裝與校園野外實驗

12.1 我做了什麼

在地震儀安裝與校園野外實驗頁面中，我製作了實驗紀錄頁面，並放入互動式實驗系統與完整震測實驗心得報告 PDF。這一頁的目的是呈現地震觀測不是只有理論，而是需要

實際架設儀器、選擇場地、記錄資料並進行分析。

12.2 我放了什麼內容

我放入地震儀安裝、布設與現地觀測的實驗紀錄，也放入互動式實驗系統，讓使用者可以在網站中查看實驗成果。除此之外，我也放入《完整震測實驗心得報告》PDF，作為實驗內容的完整整理。

在內容上，我整理了觀測點背景噪訊評估、地震感應器整平、定北定向、防潮與抗溫差保護箱、太陽能與蓄電池供電架構等重點。這些細節讓我理解地震觀測不只是把儀器放在地上而已，而是需要考慮環境、供電、穩定性與資料品質。

12.3 這一頁的學習收穫

透過校園野外實驗，我更能理解地震資料取得的困難。課堂中看到的波形與數據，背後其實需要完整的儀器架設與現場維護。這個單元讓我把地震學從紙本知識延伸到真實世界，也讓我對未來進行野外觀測與地震研究更有想像。

13 整體成果與討論

本次期末報告最大的特色，是將不同形式的學習成果整合在同一個網站中。課本章節提供理論基礎，互動式模擬系統讓抽象概念變得可視化，PDF 報告則保留完整文字內容，而 Raspberry Pi Pico 專題與野外實驗則呈現實作能力。

從學習角度來看，我認為這份報告有三個重要意義。第一，它幫助我重新整理整學期的知識，讓零散的課堂內容變成有架構的學習成果。第二，它讓我練習如何用網頁與互動方式呈現科學內容，使報告更容易被理解。第三，它讓我結合地震學、程式設計、硬體控制與資料展示，提升跨領域整合能力。

在製作過程中，我也遇到一些挑戰。例如網站內容很多，需要規劃清楚的頁面架構；互動功能與 PDF 嵌入也需要確認路徑與顯示方式；Raspberry Pi Pico 專題則需要反覆測試蜂鳴器、LED 與程式邏輯。不過，這些問題也讓我學到如何除錯、調整與改善作品。

14 結論

本次地震學期末報告以互動式網站為核心，整合了課程介紹、課本第一章至第四章、國家地震工程研究中心參訪、張睿明博士演講、宋冠毅博士演講、Raspberry Pi Pico 專題，以及地震儀安裝與校園野外實驗。每個主題頁都包含我整理的重點內容，並搭配 PDF、互動系統、圖片、影片或程式碼成果。

透過這份作品，我不只複習了地震學的基礎理論，也更理解地震波、地球內部構造、震源機制、地震工程與觀測技術之間的關聯。同時，我也在網站設計、程式實作、硬體控制與科學表達方面獲得許多經驗。

整體而言，這份報告呈現了我這學期在地震學課程中的學習歷程。它不只是一次期末作業，也是我將地球科學知識轉換成數位作品的一次嘗試。未來如果有機會，我希望能繼續深化地震研究、資料分析與科學視覺化能力，讓自己更接近成為地震研究者的目標。

參考與網站連結

- 地震學期末報告網站：https://huggingface.co/spaces/JinJia0618/seiesmology_final_report
- 課程整理與網站內容：黃靖家製作之地震學期末報告互動式網站。
- PDF 報告、互動式系統、程式碼與展示影片皆整合於網站各主題頁面中。