地震學導論：地震與地球結構

第一章：導論與社會應用 (課本精華摘要)

地震學期末報告小組

June 9, 2026

Overleaf 專案檔案結構對照 (File Tree)

專案目錄說明

本簡報內容完全對應您上傳至 Overleaf 檔案樹中的教科書切片檔案：

- `01_Contents.pdf` → 簡報整體目錄架構
- `01_1.1 Introduction.pdf` → Section 1: 地震學核心
- `02_1.2 Seismology and society.pdf` → Section 2: 社會與防災應用

簡報大綱 (Outline)

1 地震學基本介紹
- 科學核心與定義
- 地球的層狀構造

2 地震學與社會之關係
- 天然災害與工程減災
- 國際安全與核武監測

3 結論與後續展望

什麼是地震學？(引自 1.1 Introduction)

- **核心定義**：地震學是研究固態地球中**彈性波（Elastic Waves）**或聲波的科學。
- **觀測的本質**：人類無法直接深入地底（目前最深鑽探僅約 13 公里）。
- **間接的眼睛**：地震波是我們「看見」地球內部結構、了解地函對流與地球演化的最核心工具。

地震觀測的三大要素

$$\text{地震源 (Source)} \longrightarrow \text{傳播介質 (Medium)} \longrightarrow \text{接收觀測器 (Receiver)}$$

地震圖（Seismogram）同時包含了**震源機制**與**地下介質速度結構**的關鍵資訊。

透視地球內部

藉由地球表面接收到的地震波走時與速度變化，科學家推導出經典的地球內部層狀構造：

四大構造分層

1. **地殼 (Crust)**：最外層的薄皮。
2. **地函 (Mantle)**：占絕大部分體積，存在礦物相變。
3. **外核 (Outer Core)**：**液態**，阻擋 S 波傳播。
4. **內核 (Inner Core)**：**固態**。

科學的演進：
內容強調科學是一個「不斷修正舊有模型」的循環。例如 1960 年代**板塊構造論 (Plate Tectonics)** 的確立，徹底推翻了傳統地質學的靜態認知。

簡報大綱 (Outline)

1 地震學基本介紹
- 科學核心與定義
- 地球的層狀構造

2 地震學與社會之關係
- 天然災害與工程減災
- 國際安全與核武監測

3 結論與後續展望

災害評估與地震工程 (引自 1.2 Seismology and Society)

地震學不僅是象牙塔裡的科學，更直接影響人類社會的安全與福祉。

- **次生災害研究**：包含海嘯（Tsunamis）、山崩（Landslides）以及土壤液化（Soil Liquefaction）的發生機制。
- **工程地震學**：將地震波動研究與結構工程結合，提供公路、橋梁、大壩及民生管線（瓦斯、水管）的耐震設計規範。
- **預報與預警的界線**：
  - 長期機率預報 *(Forecasting)*：可行且科學，用於都市規劃。
  - 短期精確預測 *(Prediction)*：目前科學技術仍極具挑戰與爭議。

全面禁止核試爆條約監測 (Nuclear Monitoring)

國際監測系統 (IMS)

地震學是監測地下秘密核試爆的骨幹技術。透過全球佈署的寬頻地震儀與微音器網路，能即時進行核武試爆核查。

震源識別判據：m_b vs M_0

- **核爆炸**：瞬間產生極大的壓縮波，其 ** 體波震級 (m_b)** 顯著高於同等能量的自然地震。
- **自然地震**：以剪切滑移為主，** 地震矩 (M_0)** 或表面波震級相對較高。

透過比對兩者，地震學家能精準分辨是地震還是核爆。

簡報大綱 (Outline)

1 地震學基本介紹
- 科學核心與定義
- 地球的層狀構造

2 地震學與社會之關係
- 天然災害與工程減災
- 國際安全與核武監測

3 結論與後續展望

第一章精華總結

本章核心要點

- 地震學透過分析地表波動，科學地解決了「無法直接觀測地球內部」的困境。
- 板塊構造革命證明了地震學在地球動力學理論建立上的關鍵角色。
- 在防災、工程、早期預警與國際和平（核監測）上，地震學擁有極高的社會實用價值。

後續章節預告 (Chapter 2 預告)

接下來將進入**基礎地震學理論（Basic Seismological Theory）**，從最簡單的「弦上的波 (Waves on a string)」切切入，導入應力與應變（Stress and Strain）張量數學，為震源機制打下物理基礎。