

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 普高組 技高組 成果報告格式

題目名稱：台灣地震活動分析-2024 年

一、摘要

本研究運用 R 語言分析 2024 年台灣地震資料，探討地震活動的空間分布、震源深度與規模關係，並以視覺化方式呈現趨勢變化。結果顯示地震主要集中於花東縱谷與嘉南平原，淺層地震往往伴隨較大震度，影響範圍較廣。分析亦指出，4 月 3 日花蓮大地震後餘震頻繁，地震活動呈時間與空間聚集特性。研究透過地震位置、深度與規模的相關分析，提出震源深度應納入風險評估核心指標。整體而言，本研究不僅提供地震分布與風險熱區的量化依據，亦為未來地震預測與防災政策制定提供重要參考。

二、探究題目與動機

台灣位於環太平洋地震帶，是全球地震最頻繁發生的地區之一，因此提升民眾的防震意識相當重要。地震可能造成建築物倒塌、交通中斷，甚至人員傷亡，因此如何減少地震帶來的災害，一直是科學家與政府機關關注的課題。透過科技與數據分析深入研究地震的發生規律，並嘗試預測未來可能的趨勢，將能有效提升防災應變能力，對社會安全具有極大幫助。本研究使用 R 語言，分析 2024 年台灣地區一整年的地震數據，並透過視覺化呈現地震活動的空間與時間分布情況。本研究的主要分析項目包括：(1) 震央分布——探討地震主要發生的區域，確認高頻率地震帶；(2) 震源深度——分析不同深度地震的特性，區分淺層與深層地震的影響範圍；(3) 地震規模——評估地震強度的分布狀況，找出大規模地震的發生頻率與特徵。

透過數據分析，我們能夠從歷史資料中提取有價值的資訊，例如特定區域是否有較高的大規模地震風險、某些深度範圍內的地震是否具有特殊規律，或是不同月份的地震發生率是否有所變化。此外，若進一步結合機器學習技術，還有機會建立初步的預測模型，評估未來發生地震的可能性。雖然地震預測目前仍是一項極具挑戰性的工作，但透過累積大量的地震觀測資料，並運用統計與 AI 技術，未來在地震風險評估方面將有更精確的發展。

本研究的成果不僅能為地震研究領域提供有價值的數據支撐，還能作為政府制定防災政策的重要依據。例如，透過數據分析，可以協助政府強化高風險區域的建築規範，並優化地震預警系統，讓民眾在地震來臨前能有更充裕的時間進行應變準備。未來若能持續累積並分析更多的地震數據，將有助於提升台灣的防震能力，減少地震災害帶來的損失，保護人民的生命與財產安全。

三、探究目的與假設

基於上述，我們的研究目標如下：

- (一) 探討地震發生的機制。分析板塊運動與台灣地震活動的關聯性。
- (二) 透過 R 語言分析台灣 2024 年的地震數據。探討震源深度、震央分布及規模的關係。

(三) 視覺化地震活動趨勢。找出可能的高風險區域，為地震預測提供參考依據。

四、探究方法與驗證步驟

(一) 地震的發生機制

大多數人對地震的基本認識是由於板塊擠壓摩擦所導致。然而，從地球科學的角度來看，地震是岩層變形後釋放能量的現象。當地殼受到擠壓或張力，累積的能量超過岩層承受的極限時，就會發生斷裂，並透過震波傳遞出去。這種現象可用「彈性回跳理論」來解釋，該理論是在 1906 年舊金山大地震後提出。可以將岩層比喻為一把塑膠尺，當尺被彎折到一定程度後，會突然斷裂並釋放能量，這與地震的發生機制類似。

(二) 台灣地震活動特徵台灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊的交界處，尤其是花蓮一帶，由於板塊持續碰撞擠壓，導致岩層抬升與斷裂，因此地震活動相當頻繁。例如，2024 年 12 月 30 日凌晨 3 時，嘉義梅山發生規模 5.1 的地震，震源深度約 12.3 公里。根據中央氣象署地震測報中心主任吳健富的說法，此次地震與梅山斷層無直接關聯，反而與大尖山地碎石斷層相關。該斷層因歐亞板塊與菲律賓海板塊的擠壓作用，使得南北向斷層延伸至西部後釋放淺層地震。然而，梅山斷層仍需持續監測，一旦發生強震，其災害規模可能與 921 大地震相當。此外，近期嘉南地區地震頻繁，不僅梅山斷層，中埔斷層與木屐寮斷層也曾發生過大地震，例如白河大地震。雖然這些斷層長時間未發生劇烈地震，但仍不能忽視其潛在風險。周 (2024) 東部地區，特別是花蓮附近，位於台灣地震帶，地震活動頻繁。2024 年 4 月 3 日(0403 地震)即發生於此，顯示該區域與台灣地震活動密切相關。整體來看，台灣的主要地震帶可分為：(1) 東部花東縱谷(高頻地震區)，(2) 東北部外海(板塊隱沒帶)與(3) 嘉南平原與西部活動斷層(潛在地震區)

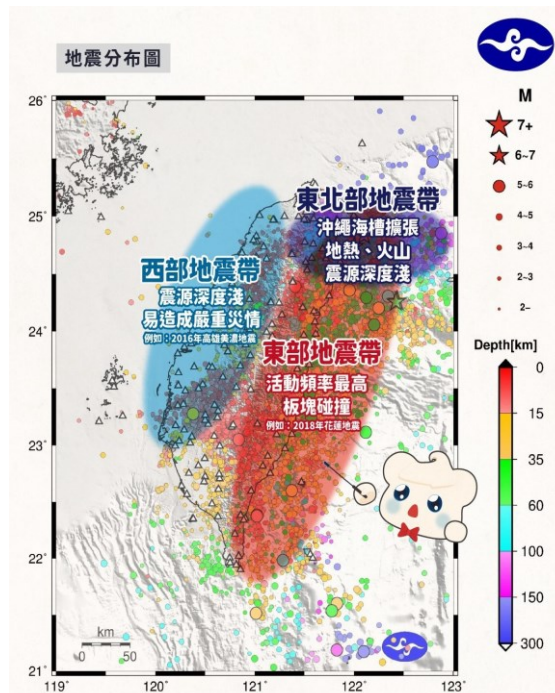


圖 1: 台灣地震帶分布圖

(三) 資料來源與處理

本研究數據來自中央氣象署地震測報中心(<https://scweb.cwa.gov.tw/>)，選取 2024 年 1 月 1 日至 12 月 31 日的全台地震資料，包括：(1) 發生時間(2024/1/1 - 2024/12/31)·(2) 震央經緯度(東經 120°E - 122°E、北緯 22°N - 25°N)，(3) 震源深度(單位：公里)，與 (4) 地震規模 (芮氏規模)。

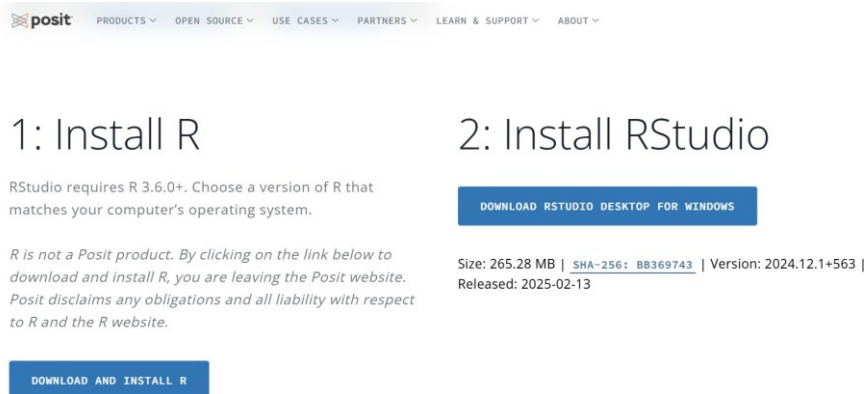


圖 2: 中央氣象署地震測報中心首頁

(四) R 語言應用

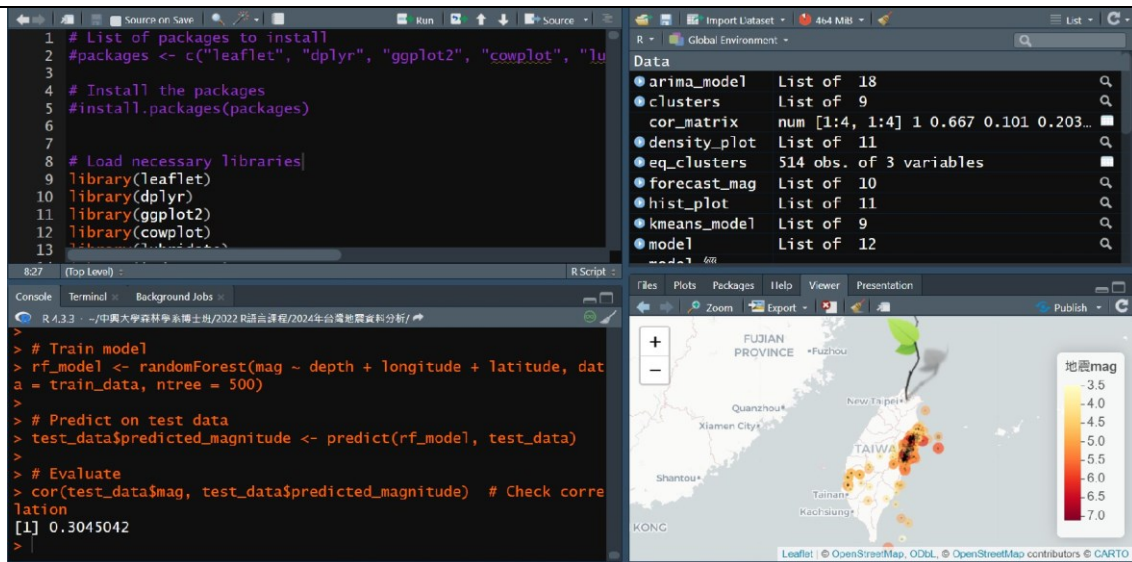
使用 R 語言時，首先需要下載並安裝 RStudio。首先搜尋「RStudio」，進入其官方主頁後，向下滑動至下載區域 (圖 3)。如果使用的是 Windows 系統，請點擊標記的下載按鈕，將安裝檔案下載至桌面。下載完成後，執行安裝程式，並將安裝過程中生成的資料夾儲存在桌面。安裝完成後，打開該資料夾，即可找到 R 語言的執行環境，準備進行程式運行。

圖 3: RStudio 與 R 語言下載頁面



資料來源：RStudio (<https://posit.co/downloads/>)

數據處理後，將使用 RStudio 進行分析與視覺化(圖 4)。圖 4: RStudio 的操作頁面



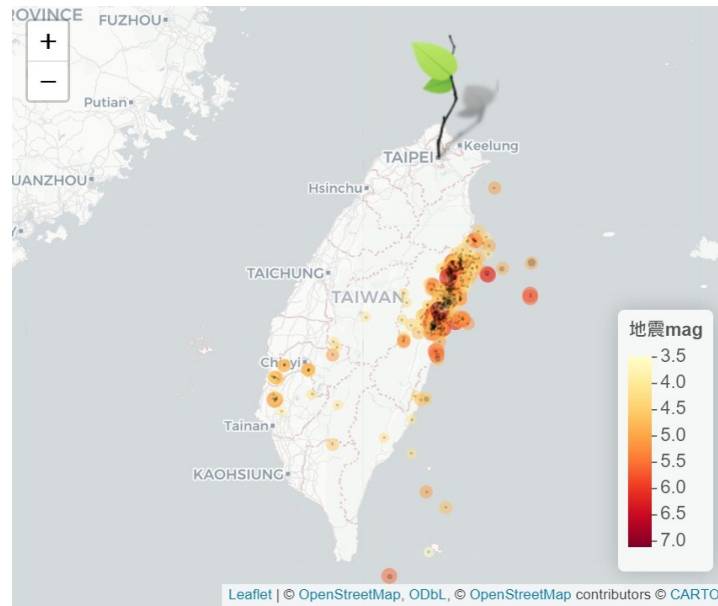
資料來源：本研究紀錄

本研究透過 R 語言分析 2024 年台灣地震數據，並將結果以圖表呈現，以便更直觀地理解地震的空間分布、震源深度與規模變化、時間趨勢以及震央經緯度的相關性。分析結果顯示，台灣的地震活動主要集中在東部花東縱谷與嘉南平原一帶，並且存在明顯的時間與規模變化趨勢。透過地震頻率與規模的變化，可以推測地震的發生模式，進一步為防災準備提供參考。

(五) 台灣地震分布分析

透過地震分布圖，可以清楚觀察到花東地區的地震活動最為密集，震級範圍從 3.5 到 7.0 皆有涵蓋，特別是在 2024 年 4 月 3 日發生的花蓮大地震期間，震源分布呈現明顯的線性延伸，顯示該區的斷層活動高度活躍。這樣的分布模式與板塊運動的理論相符，東部的地震活動主要受到歐亞板塊與菲律賓海板塊碰撞影響，因此震央沿著板塊邊界分布，並形成一條連續的地震帶。此外，嘉南地區雖然不像東部地區地震如此密集，但仍可見到一定數量的震央分布，顯示該區可能存在構造應力積累的現象。透過後續的數據比對發現，嘉南地區在隔年 2025 年果然發生較大規模的地震，進一步證明該地區的地震風險不可忽視。

圖 5: 2024 年台灣地震分布



資料來源：本研究繪製

(六) 震央經緯度與地震規模的關聯性

進一步分析震央的位置與地震規模之間的關係，可以將地震活動劃分為兩個主要區域。第一個區域是花東地區，其震央主要集中於東經 121.5°、北緯 23.5° 附近，這與地震分布圖所呈現的結果一致，顯示此區的板塊碰撞與地震活動密切相關。此外，震央沿著東北方向延伸，進一步證明該區的斷層活動與板塊隱沒作用有直接關聯。第二個區域是嘉南地區，震央大多分布於東經 120.3°、北緯 23.3° 附近，雖然地震密集度較低，但仍然有一定數量的活動。值得注意的是，嘉南地區的地震規模普遍低於花東地區，這可能與西部活動斷層的特性有關。然而，由於該區地質條件特殊，一旦斷層重新活躍，仍可能引發較大規模的地震，因此不能掉以輕心。

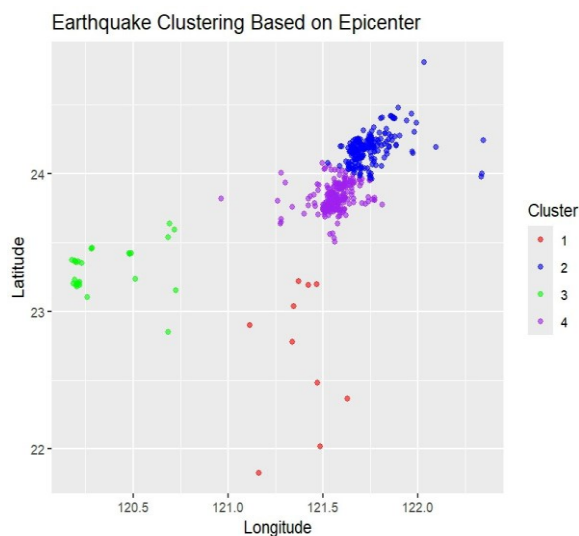


圖 6: 震央經緯度與規模關係圖

資料來源：本研究繪製

(七) 震源深度與地震規模的關聯

分析結果顯示，震源深度與地震規模之間具有明顯的負相關性。淺層地震(深度小於 20 公里)往往伴隨較大的震級，而深層地震(深度超過 50 公里)則規模較小，影響範圍也相對有限。在 2024 年的數據中，震源深度較淺的地震集中於 4 月至 6 月期間，其中最大規模的地震發生於 4 月 3 日，震源深度相對較淺，因此造成較嚴重的地表影響。這一現象可以用震波衰減的原理來解釋，當地震發生時，釋放的能量會透過震波傳遞至地表，而淺層地震的震波在傳遞過程中較少被地層吸收，因此能量較難衰減，導致地表震動更為劇烈。這一結果也與全球的地震觀測數據相符，顯示地震規模與震源深度之間的關聯具有普遍性。

圖 7: 震源深度

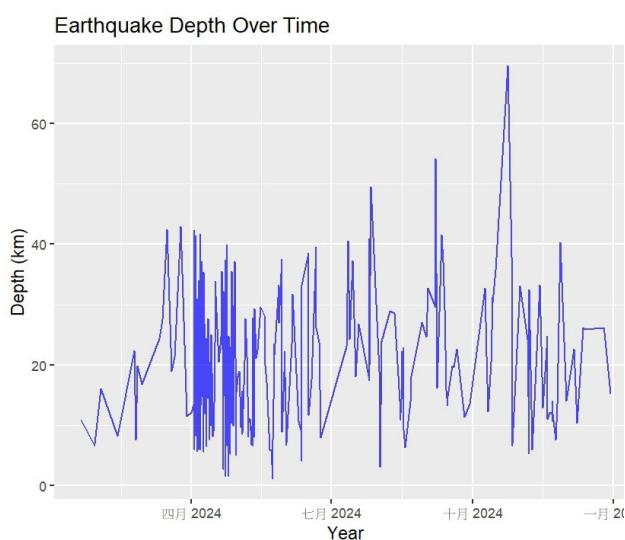
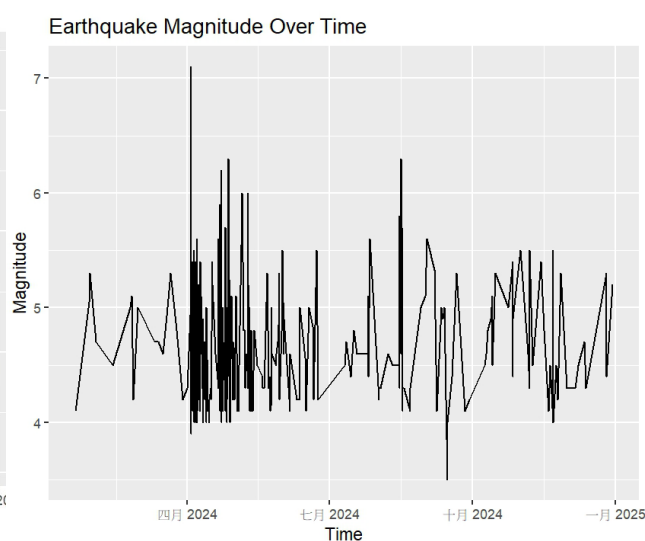


圖 8: 地震規模

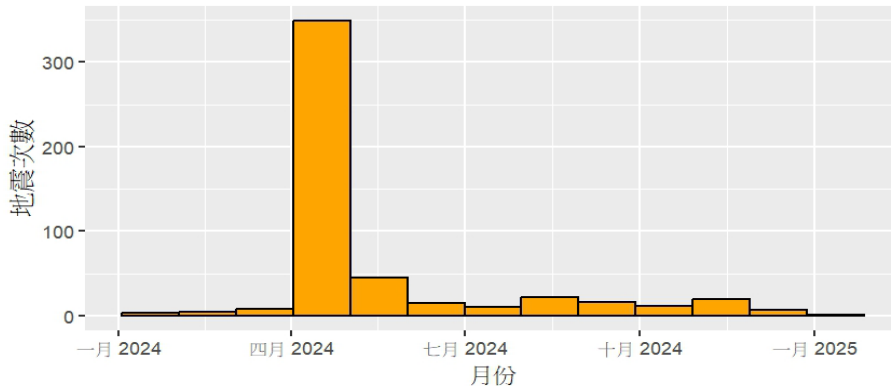


資料來源：本研究繪製

(八) 地震頻率與趨勢分析

從時間軸來看，2024 年 4 月至 6 月是地震活動的高峰期，特別是在 4 月 3 日花蓮大地震發生後，地震頻率明顯增加，最高單月地震數量達 350 次。這一現象說明大規模地震通常會伴隨多次餘震，而餘震的分布範圍通常會以主震的震央為中心向外擴散。此外，從地震規模的變化來看，強震之後的餘震規模不一，從 2.0 到 6.0 皆有，顯示震後能量釋放具有一定的持續性。這樣的模式與學術界對地震活動的觀察相符，即地震不會是單獨發生的事件，而是持續釋放能量的過程，這也解釋了為何強震後的幾個月內，地震頻率仍然居高不下。因此，地震預測不僅要關注主震的發生，更應關注震後數個月內的餘震活動，以便進行更完善的防災準備。

圖 9: 地震頻率與趨勢分析



資料來源：本研究繪製

五、結論與生活應用

本研究透過數據分析，驗證了台灣地震活動的主要特徵，並發現花東地區仍是主要的地震活動帶，未來仍可能發生較大規模的地震。此外，嘉南地區的地震活動雖然相對較少，但其斷層仍具有潛在的風險，因此應持續關注該區域的地震活動變化。震源深度與地震規模之間的關係顯示，淺層地震對地表影響較大，因此在未來進行地震預測時，應將震源深度納入分析範圍，以提升預測的準確度。地震活動的時間趨勢則顯示，大規模地震發生後的數個月內，地震頻率仍會維持在較高水平，這說明震後餘震的影響不容忽視。因此，在強震發生後，應密切監測後續的地震活動，以便提前進行災害應變準備。未來的研究可以進一步應用機器學習技術，以更精確地預測地震的發生，並提升防災應變能力，減少地震對人們生活與基礎設施造成的影響。

參考資料

- (1) 周育信。(2024 年 12 月 30 日)。「梅山斷層再次活動」將重現 921 災難？中南部 3 斷層根本地底炸彈。<https://www.storm.mg/lifestyle/5301136>
- (2) 蔡衡、楊建夫。(2004)。台灣的斷層與地震。遠足文化事業股份有限公司。
- (3) 黃崇城。(2022)。注意！板塊移動中。好頭腦文教事業股份有限公司。
- (4) 陳慈忻(2013 年 4 月 11 日)。害預測新技術 (四)：地動天搖地震預警分秒必爭。<https://pansci.asia/archives/41834>