

彰化縣 113 學年度 花壇國民小學 中年級組 資優專題探究課程設計

單元名稱	地震 Part II (盆地效應的介紹與實驗)	教學節數	共 3 節
適用年級	自編教材	實施地點	新水國小社會科教室
設計者	謝聖仁		
學習前置經驗	(一) 學生先備知識與起點行為： 1. 上學期曾進行地震專題探究課程 Part I。學習以下內容：閱讀分析地震測報資料、了解地震影響與成因、芮氏地震規模和震度的定義及不同、求生方法及 333 原則、求生包用意及其內容、止血法原理及介紹、921 地震園區的介紹、大樓風阻尼器原理及介紹。 2. 學生都曾親身經歷 2004 年 4 月 3 日的花蓮地震並能知悉後續幾天的地震狀況。 3. 目前已經學習完地震專題探究課程 Part II 的以下內容：921 地震及 403 地震的比較、防震韌性（包括：建築、電網、通訊、綜合等方面）、地震預警系統的原理及應用。 4. 學生了解台北為盆地地形以及曾經為湖泊。 (二) 學生特性： 1. 中年級組，埔鹽鄉新水國小三年級學生一位。 2. 三年級學生：喜愛閱讀、研究地圖、國旗及冷門的知識，常識豐富，但對於作業及生活常規方面較為隨便，上課狀況基本良好、認真參與討論。		
主題學習目標	1. 比較 921 地震及 403 地震差異及影響：閱讀分析地震測報資料、震後損傷比較等 2. 從建築方面看台灣的防震韌性：建築法規的強化、耐震補強工法 3. 從電網方面看台灣的防震韌性：發電方式簡介、發電性質差異、電網的調控 4. 從通訊方面看台灣的防震韌性：通訊的重要性及方法、基地台的介紹及通訊方法、衛星介紹、低軌衛星在通訊的應用。 5. 從綜合方面看台灣的防震韌性：地震防範措施、地震教育推廣、推行防震訓練 6. 地震預警系統的重要性及應用：地震尚未能完全可預測、地震波介紹、利用地震波的特性設計預警系統。 7. 盆地效應及實驗：從實驗中了解盆地效應、知道並理解何謂實驗設計、步驟以及變因。		
核心素養	特情-E-B1 覺察自己的溝通方式，學習合宜的互動溝通技能，並能培養同理的態度，運用於生活中 特情-E-B2 理解媒體或網路資訊的用途與內容適切性，善用於生活問題處理 特創-E-A1 具備盡情展現創造性人格特質的個人觀，展現大膽提問與持續探尋的熱情與動力 特創-E-C2 具備友善人際情懷，接受他人協助、分享想法與接納他人意見，並參與團隊合作建立友好互動關係 特獨-E-A3 具備擬定研究計畫與實作能力，並嘗試以創新思考方式因應探究問題情境及執行研究計畫		

學習表現	特情 1a-II-2 參與必須完成的課程或作業 特情 2c-II-2 對必須完成的作業或任務能盡力完成 特情 3a-II-3 運用適合情境的方式，進行表達或溝通 特情 3b-II-1 認識運用科技搜尋生活資訊的方法 特情 4a-II-4 對自己的課業與受託付的任務，展現負責任的態度 特創 1a-II-1 在觀察事物後提出相關的疑問 特創 1a-II-2 投入引發其好奇心的不尋常事物或活動 特創 1b-II-1 分享自己對於已發生過的事的連結想像 特創 1c-II-1 面對問題能大膽提出各種可能性 特創 1d-II-1 主動接受具挑戰性的任務 特創 2a-II-3 針對問題提出各種解決的構想 特創 4a-II-2 接受他人幫助解決問題 特創 4a-II-3 在他人支持下完成任務 特獨 1a-II-1 保持對現象觀察的好奇心，透過不斷的提問，感受發現的樂趣 特獨 1b-II-1 願意與他人溝通自己的想法與發現 特獨 1b-II-2 專注聆聽同儕報告，了解其觀點，提出疑問或意見 特獨 2b-II-2 將蒐集的數據或資料，進行簡單紀錄與分類，依據領域知識，提出自己的看法或解釋 特獨 3g-II-1 透過教師引導，對研究過程及結果說出優缺點
學習內容	特情 C-II-1 自我表達的有效方法 特情 C-II-2 團隊合作的意義、重要性 特情 D-II-2 利己的態度與行為 特創 A-II-2 好奇心的意涵 特創 A-II-6 挑戰的重要性 特獨 B-II-4 實驗器材操作技能 特獨 B-II-5 資料蒐集與運用技能：圖書館資源、網頁及平台等 特獨 C-II-8 表達技巧訓練
與其他領域/ 科目的連結	自-E-A3 具備透過實地操作探究活動探索科學問題的能力，並能初步根據問題特性、資源的有無等因素，規劃簡單步驟，操作適合學習階段的器材儀器、科技設備及資源，進行自然科學實驗。 自-E-B2 能了解科技及媒體的運用方式，並從學習活動、日常經驗及科技運用、自然環境、書刊及網路媒體等，察覺問題或獲得有助於探究的資訊。
教材來源	自編
教學策略及方法	1. 運用新聞引發學習興趣及動機，同時進行主題聚焦。 2. 運用實驗影片讓學生了解實驗方法、過程以及結果。 3. 親自複製實驗並從中觀察是否有相同結果 4. 在實驗過程中，學習何謂實驗設計、步驟以及變因。

單元名稱	地震 Part II（盆地效應的介紹與實驗）		上課節數	3 節
單元學習目標	1. 利用實驗觀察鬆軟材質對其上物質的影響 2. 實際進行實驗並進行觀察 3. 知道並理解何謂實驗設計、步驟以及變因 4. 統整並說出實驗觀察之結果 5. 學習什麼是盆地效應以及給台北盆地帶來的影響			
學習情境與動機引發	觀看關於地震報導的新聞影片並進行討論			
學習表現說明	活動學習目標	學習活動歷程（包括學習策略）	評量類型/學生表現/評量工具	教師的思考與教學策略
特創 1a-II-1 在觀察事物後提出相關的疑問 特創 1a-II-2 投入引發其好奇心的不尋常事物或活動 特創 1b-II-1 分享自己對於已發生過的事的連結想像 特創 1c-II-1 面對問題能大膽提出各種可能性	引起學生學習興趣	引起動機： 詢問學生是否還記得上學期學習關於地震的專題探究課程？播放新聞讓學生了解此次地震在台北地震搖晃特別大且久，並詢問 1. 學生是否有看過類似報導？2. 是否知道台北的地形是盆地？	形成性： 1. 能專注將注意力集中在教師身上 2. 能回覆教師詢問 評量工具：觀察	利用新聞以及親身經歷讓學生感知或回想地震對台北的影響似乎有不同之處
特情 3b-II-1 認識運用科技搜尋生活資訊的方法 特創 1d-II-1 主動接受具挑戰性的任務	1. 能進行網站搜尋 2. 能找出地震報告 3. 分析地震報告並找出台北地區震度資料與其他鄰近區域的不同	發展活動： 活動一：觀看氣象署公告的地震報告資料 1. 搜尋氣象署網站 2. 找出地震報告 3. 觀看地震報告並找出台北的震度資料	形成性： 1. 能進行網站搜尋 2. 能找出地震報告 3. 能分析地震報告 評量工具：問答討論、實作	教導學生能進行網路資料的蒐集、分析地震資料並針對目標區域進行比較（台北及其他地區）
特創 2a-II-3 針對問題提出各種解決的構想 特情 3a-II-3 運用適合情境的方式，進行表達或溝通 特獨 1a-II-1 保持對現象觀察的好奇心，透過不斷的提問，感受發現的樂趣 特獨 1b-II-1 願意與他人溝通自己的想法與發現 特獨 1b-II-2 專注聆聽同儕報告，了解其	1. 讓學生了解實驗是怎樣去設計 2. 觀察實驗步驟 3. 針對觀察後的結果做討論 4. 知道並理解何謂實驗設計	活動二：運用實驗影片讓學生了解實驗方法、過程以及結果 1. 觀看實驗影片 2. 了解實驗的設計思維、步驟並進行討論 3. 觀察實驗結果並進行討論	形成性： 1. 能專心觀看實驗範例影片 2. 能思考實驗的設計步驟並做討論 3. 能觀察實驗範例結果並討論 評量工具：觀察、問答討論	在實際實驗之前，能先參考前人的實驗並從中思考實驗的設計邏輯方法、步驟，最後進行討論。

觀點，提出疑問或意見 特情 2c-II-2 對必須完成的作業或任務能盡力完成 特情 4a-II-4 對自己的課業與受託付的任務，展現負責任的態度 特創 1d-II-1 主動接受具挑戰性的任務 特創 2a-II-3 針對問題提出各種解決的構想 特創 4a-II-2 接受他人幫助解決問題 特創 4a-II-3 在他人支持下完成任務 特情 3a-II-3 運用適合情境的方式，進行表達或溝通 特創 1a-II-1 在觀察事物後提出相關的疑問 特創 1c-II-1 面對問題能大膽提出各種可能性 特創 2a-II-3 針對問題提出各種解決的構想 特獨 1a-II-1 保持對現象觀察的好奇心，透過不斷的提問，感受發現的樂趣 特獨 1b-II-1 願意與他人溝通自己的想法與發現 特獨 1b-II-2 專注聆聽同儕報告，了解其觀點，提出疑問或意見	1. 思考要進行實驗重現，需要的方法、步驟、材料 2. 進行實驗的重現 1. 能表達觀察結果 2. 能聆聽他人報告 3. 能進行結果討論與歸納 4. 能學習什麼是實驗變因 5. 能討論不同結果可能的解釋原因	活動三：根據活動二的討論重現實驗 1. 將紙盒切開一個可以容納布丁的洞口並將布丁塞入。 2. 用便條紙製成建築模型，放在布丁上面。 3. 將石頭綁起來，提起至同樣高度並在同樣的地方撞擊紙盒。觀察布丁上的建築模型的變化。 4. 將步驟2的模型放在紙盒上，重複步驟3，再觀察便條紙模型的變化。 活動四：實驗結果討論 1. 請學生分別說明實驗的觀察結果 2. 討論並歸納結果 3. 討論為什麼要將石頭提起至相同高度、為什麼要撞擊相同地方（控制變因） 4. 針對將模型放在不同材質後產生不同結果，可能的解釋是什麼？	形成性： 1. 能思考如何將紙盒切開成一個剛好可以放入布丁的切口 2. 思考如何將便條紙製成模型 3. 能進行實驗操作 4. 能仔細觀察實驗變化 評量工具：觀察、問答討論、實作 形成性： 1. 能說明觀察結果 2. 能專心且尊重的聆聽他人意見 3. 能進行結果的討論與歸納 4. 能理解什麼是實驗變因 5. 能進一步討論不同實驗結果的差異性及可能原因 評量工具：觀察、問答討論	承活動二，開始實際進行實驗步驟。學生要先解決怎樣在紙盒上開一個可以卡住布丁外緣但又不會掉進去的洞，需要進行測量、計算以及使用圓規等。接下來依照程序進行實驗操作並進行觀察 主要是要讓學生充分表達觀察實驗後的結果並進行理性討論。從中學習什麼是實驗變因。最後進行討論模型在不同材質產生不同結果的可能原因。
---	--	---	---	---

特獨 2b-Ⅱ-2 將蒐集的數據或資料，進行簡單紀錄與分類，依據領域知識，提出自己的看法或解釋 特獨 3g-Ⅱ-1 透過教師引導，對研究過程及結果說出優缺點 特情 1a-Ⅱ-2 參與必須完成的課程或作業	1. 能透過影片以及實驗學習盆地效應 2. 對照地震報告，知悉盆地效應對台北盆地的震度的影響	綜合活動： 1. 透過影片結合實驗結論理解什麼是盆地效應 2. 承上、透過地震報告歸納位處盆地的台北，會因盆地效應，導致地震震度會強於鄰近地區 3. 請於課後觀看相關影片並寫出心得報告	形成性： 1. 能知道盆地效應對震度的影響 2. 能知道盆地效應對台北的影響 3. 能確實知道要於課後觀影後寫心得報告 評量工具：觀察、問答討論	綜合整理新聞片段以及實驗結果，結論出何為盆地效應？另外，回顧一開始觀看的地震報告，歸納出盆地效應對於台北盆地的影響。最後，要求學生觀看相關影片以撰寫心得，讓學生可於課後進一步對相關議題產生興趣。
--	--	--	---	--

專題探究課程：地震 Part II

2024 年 4 月 3 日，7 點 58 分。花蓮發生地震，此地震為 1999 年「九二一大地震」後，25 年來最大的地震。

※本教材為「地震主題課程」教材的第 2 部份。

※學習主題有：兩次大地震的比較、台灣的防震韌性、地震預警系統介紹、地震來襲時台北為什麼比較晃？

※第 3 部份預告：地震會造成海嘯？什麼是環太平洋火山帶？餘震？其他？

	九二一大地震 台灣戰後傷亡損失最嚴重的自然災害	2024 年花蓮地震 921 大地震後台灣規模最大的地震
時間	1999 年 9 月 21 日、凌晨 1 點 47 分	2024 年 4 月 3 日、上午 7 時 58 分
震央位置	南投縣集集鎮 (陸地)	花蓮縣政府南南東方 25.0 公里 (外海)
震源深度	8 公里	15.5 公里
芮氏規模	7.3	7.2
彰化縣最大震度	6	5 弱
死亡人數	2,415 人	17 人
失蹤人數	29 人	2 人
受傷人數	11305 人	1155 人
建築物全倒	51711 棟	147 棟
建築物半倒	53768 棟	200 棟

◎ 403vs. 921 哪次地震大?地震中心坦言 25 年以來最強的一次 | 十點不一樣 20240403

<https://youtu.be/wM2co4wJJA8?si=jrTdcG3GX2Ex8b1m>



◎ 台灣地震列表 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%87%BA%E7%81%A3%E5%9C%B0%E9%9C%87%E5%88%97%E8%A1%A8>



◎ 九二一大地震 <https://zh.wikipedia.org/wiki/921%E5%A4%A7%E5%9C%B0%E9%9C%87>



◎ 2024 年花蓮地震 <https://zh.wikipedia.org/zh-tw/2024%E5%B9%B4%E8%8A%B1%E8%93%AE%E5%9C%B0%E9%9C%87>



從表格中可以看出，九二一地震的規模、震度、死亡人數、失蹤人數、受傷人數、建築物全倒、半倒等方面數據都遠大於 2024 年 403 地震。主要原因有以下幾點：

1. 九二一地震的震央位於人口較為密集的南投縣，而 2024 年 403 地震的震央位於花蓮縣外海，人口較為稀少。
2. 九二一地震的震源深度較淺，因此地震波傳遞到地表時衰減較少，造成更大的地面搖晃，進而加強損失。
3. 花蓮地震發生前，台灣已經歷經九二一地震的慘痛教訓，因此加強了建築物的抗震設防，有效減少了人員傷亡和財產損失。
4. 九二一地震後，台灣立法通過《災害防救法》，並制定每年 9 月 21 日為「防災日」，並推動了一系列防災救災措施，有效提升了台灣的防災應變能力。

※ 台灣的防震韌性

韌性：堅韌不撓的個性。 例句：有韌性的人，不會輕易向命運低頭。

花蓮地震是 921 以來最大強震，各地也傳出災情，其中花蓮最為嚴重。本次地震威力不小於九二一大地震，但全國卻無重大災情。甚至人民生活幾乎不受影響。為什麼呢？這是因為長期來從地震教訓中訓練出的韌性。

《建築物的抗震韌性》

◎從 921 到 403 大地震 台灣為何越來越抗震？

<https://www.ntdtv.com.tw/b5/20240410/video/387905.html>



◎花蓮地震建築傾而不倒 美媒讚台灣長年做足防震功課

<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202404050113.aspx>



◎【建築耐震設計】如何加強耐震？ | 地震國的建築（我們的島 1173 集 2022-09-26）

<https://www.youtube.com/watch?v=NucQXd3yTMs>



《電網的韌性》

921 地震，當時中寮超高壓變電所受損、高壓電塔倒塌，全台陷入大停電，共計近 650 萬戶無電可用，直到 10/10 後才解除全台限電；0403 花蓮強震第一時間，約 35.5 萬戶停電，不過多數下午陸續復電，僅花蓮地區約 2000 多戶無法在當天復電。

◎花蓮 403 強震為何沒像 921 大停電？解密「震後 1 小時」發生什麼事！

<https://www.businesstoday.com.tw/article/category/183027/post/202404110026/>



◎「前瞻建設」加強電網韌性 花蓮地震未釀大規模停電—民視新聞

<https://youtu.be/k86IehAx1U0?si=8En0n4UdE9ESNCog>



《通訊的韌性》

花蓮強震讓不少通訊設施受影響，其中花蓮天祥地區因為交通中斷，幾乎成為通訊孤島。中華電信將可搬運的 One Web 低軌衛星終端設備和 Wi-Fi AP，提供給數位部使用，也成為台灣首度將低

軌衛星通訊用來協助救災。而低軌衛星功能，可以想像是太空中的基地台，不受地表天災影響，持續傳輸訊號。中央大學太空系主任張起維指出，「衛星本身有自己的電力，就是太陽能，所以不會依賴地面的電網，不論是跟使用者的衛星電話，或衛星數據機通訊，全部都是無線通訊，中間就沒有纜線可以斷掉，我們有能力透過衛星當作中繼站，去跟離我們距離很遠、可能在災區以外的地面中繼站進行通訊。」

◎花蓮強震 中華電信啟動低軌衛星救災通訊網

路 <https://www.cna.com.tw/news/ahel/202404070032.aspx>

◎挺進斷訊災區！開箱我國首台「應變網路行動車」－民視新聞 https://youtu.be/g76ciNsYDMI?si=HD0nvGOLBE78_UaM



◎為什麼我們急需一組星鏈？低軌衛星的上網速度真的夠快嗎？

<https://youtu.be/jjTliKZZYes?si=y-5q11A3EiKJXVgj>



《綜合的韌性》

◎美專家觀察台灣防震成效 肯定科技島嶼韌性增強

<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202404040050.aspx>



◎火車通了！40家外媒挺進花蓮 CNN:看見台灣韌性 | TVBS新聞 @TVBSNEWS01

https://youtu.be/yAyJTgG6Trc?si=JF4D9RnfND4_aF7U



◎【0403大地震】921之後最大震！台灣韌力外媒報導

<https://youtu.be/QwAymSzBTxE?si=wsXLB-BOPAlwcDbp>



◎過去25年台灣做了什麼防禦地震的措施？每年發生3萬次地震的台灣，安全嗎？

<https://youtu.be/oRb7k2mtT5k?si=rvoFnXUoYwxkVLpT>



◎台灣也有防災士，提升民間防救災能量！ | 防災士·防災事 | 公視 #獨立特派員 第861集 20240717

<https://youtu.be/yrjJlyW9-x8?si=rS1iPZe4BUvIMH1z>



※地震預警系統 <https://youtu.be/K09KihdX8ug?si=oeLoRij2cacve0Vu>

(1)何謂強震即時警報？

強震即時警報是指當地震發生後，利用震央附近的地震站觀測到的早期震波資料，快速演算地震規模、位置與深度並以此預估各地區之震度與震波到達時間等資訊。再利用快速通訊技術，搶在具威脅性的地震波（S波）到達前，對各地區通報預估的震度及震波到達時間等資訊。如果強震即時警報的通報比實際破壞性地震波（S波）更快到達，就可爭取數秒至數十秒的預警時間來應變，是目前最有效的地震減災科技。

(2)強震即時警報與地震預測有何差異？

強震即時警報是指地震已經發生後，搶在具威脅性的地震波到達前，對各地區進行通報，使民眾可以及早因應。地震預測是指地震尚未發生前，藉由各種科學或非科學方式，來事先推估地震可能發生的規模、時間及地點。但以現今全球科技之發展，準確有效的預測地震仍是難以達成的目標。

(3)強震即時警報能提供那些效益？

雖然警報所能爭取的應變時間有限，且越靠近震央，預警時間越短暫。但若善加利用，將可發揮很大的功效。除緊急避難應變之外，高速交通工具能夠及時減速、維生線或是瓦斯管線能夠自動關閉、工廠的生產線可以及時停止運轉，或是電腦硬碟的讀寫動作可以立即停止動作等。因此如何使這十幾秒的預警時間發揮作用，將是強震即時警報成功與否的關鍵。

(4)強震即時警報是否有其極限？

由於強震即時警報仍需收錄震央附近地震站觀測到的早期震波資料，且資料處理需要一定的時間，故當近震央地區接收到強震即時警報時，地震波可能已經到達，這些無法有應變時間的地區稱為預警盲區，這是地震預警的限制。另外，若在極短時間內有兩個地震連續發生，警報系統可能無法精確地分辨其波形資訊，將會影響警報的精確度，甚至遺漏或誤報。

◎幫你撐十秒！的地震防災警報 | 科學大爆炸 2-EP. 33

https://youtu.be/Ah4dVCK_xfs?si=rV9KdZYS3vA91oXw



◎「國家級警報」響起！地震預警系統大解密！

<https://youtu.be/G6elp6AuQNs?si=7SXISJs2obU-YkUI>



◎災防告警系統的警示聲為什麼這麼惱人？原來是經過特殊設計的...

https://youtu.be/mJABeWYl20U?si=Qnnb_y_zugcJrkAt



◎台灣地震監視(地震速報、強震即時警報)

<https://www.youtube.com/live/0wke6Quk7T0?si=YUc2N7wwPA6ZYfk0>



◎《自行閱讀》中央氣象署 地震測報中心 地震百問

<https://scweb.cwa.gov.tw/zh-tw/guidance/faq>



◎《自行閱讀》關鍵時刻能救命，與時間賽跑的地震預警系統發展史



<https://pansci.asia/archives/330872>

※地震來襲時台北為什麼比較晃？

◎震波盆地繞圈 台北土質鬆軟"果凍效應"越晃越大 | 記者 黃靜瑩 張哲儒 | 【LIVE 大現場】20190418 | 三立新聞台 https://youtu.be/_5ekPAQHdHM?si=Cwc0jEwPxZ3EEaW



一般而言，地震震度以近似同心圓的形式向外遞減，越靠近震央的地方震度越大，距離越遠的地方震度越小。然而當地震波傳到盆地時，盆地邊緣為堅硬的地盤，盆地內的土層卻是鬆軟的沉積層，因此會造成盆地內地表震動時間拉長、震動強度放大、長週期的地震波波形明顯等現象，稱為「盆地效應」又稱「場址效應」。「場址」兩字，英語是 Site，其實就是「場所」、「位址」的意思。地震的「場址效應」，簡單的說，就是土層軟硬不同造成地震波動改變的現象。

1985 年 9 月 19 日，墨西哥太平洋外海發生規模 7.8 的地震，依震度隨距離衰減的經驗公式，距離震央 400 公里遠的墨西哥市理應不會遭受威脅。然而墨西哥市，正位於深厚鬆軟的盆地上，因「盆地效應」，市中心 35% 的建築物在這次地震中受損，許多房屋倒塌。此地震災害事件成為「盆地效應」最典型的案例。

類似的情形也曾在台灣發生，1986 年 11 月 15 日，花蓮外海發生芮氏規模 6.8 的地震，臨近震央的花蓮並沒有太大的災情，但距離震央 100 多公里的台北地區，卻發生大樓倒塌的嚴重災情，原因也是「盆地效應」。



◎台北盆地成因 <https://tinyurl.com/524p4fp9>

◎「場址效應」是什麼？ 布丁演給你看

<https://www.facebook.com/watch/?v=963493160385736>



◎【基本測量】變因的控制 <https://youtu.be/wYJ5nCxAsfs?si=PxGqG6ifzKSdAGUF>



◎地震來了台北特別晃？關於盆地的場址效應 <https://pansci.asia/archives/156416>



《觀影心得》

1. 以地震工程角度解析 0403 花蓮地震-為何台北搖得特別大？規模接近 921，為何沒 921 嚴重？淺談地震工程與盆地效應 https://youtu.be/alaQugGaNMY?si=54C_ACtkHfsjvVDz



2. △震撼 403：這些建築物為何會倒下 有什麼共通點嗎？ | 921 地震以來最大規模強震 超過 700 起的餘震（公視我們的島 第 1250 集 2024-04-08）

<https://youtu.be/UEqB0J8eGPU?si=800BH5ypqF5-9gf>

