

技術型高中數學推動中心

素養導向教案設計

領域/科目	數學領域	設計者	鳳山商工江韋樺
實施年級	11年級(B及C版)	總節數	共1節, 50分鐘
單元名稱	指數與對數		
課程設計原則與教學理念說明			
教學單元主題設計原則與教學理念說明	台灣地處環太平洋地震帶, 地震頻繁。藉回顧921大地震, 介紹學生瞭解地震常提及的芮氏規模與震度之差別, 與新的地震矩規模, 增加學生科普常識及防災知能。		
學生學習經驗分析	指數、對數		
教材設計	學生應具備指數律與對數律的運算能力, 知道如何查詢常用對數表或使用計算機(如有設備)。D可考慮以小組討論的方式完成學習單, 教師再視情形給予協助。		
教學活動	提問、講述、歸納		
學習評量	形成性評量		
設計依據			
核心素養	領綱 (詳見表末備註)	<input type="checkbox"/> 數V-U-A1 <input type="checkbox"/> 數V-U-A2 <input type="checkbox"/> 數V-U-A3 <input checked="" type="checkbox"/> 數V-U-B1 <input type="checkbox"/> 數V-U-B2 <input type="checkbox"/> 數V-U-B3 <input type="checkbox"/> 數V-U-C1 <input type="checkbox"/> 數V-U-C2 <input type="checkbox"/> 數V-U-C3	
	學習表現	<input checked="" type="checkbox"/> 1-V-1 概念的了解 <input checked="" type="checkbox"/> 1-V-2 程序的執行 <input type="checkbox"/> 1-V-3 問題的解決 <input checked="" type="checkbox"/> 1-V-4 連結與應用 <input checked="" type="checkbox"/> 2-V-1 工具的應用 <input checked="" type="checkbox"/> 3-V-1 信念的養成	
學習重點	學習內容編碼 (請參閱領綱)	<input checked="" type="checkbox"/> 數學(B): R-11-1、R-11-2、R-11-3 <input checked="" type="checkbox"/> 數學(C): R-11-2、R-11-3、R-11-4	
	融入主題 (可複選)	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 性別平等 <input type="checkbox"/> 人權 <input checked="" type="checkbox"/> 環境 <input type="checkbox"/> 海洋 <input type="checkbox"/> 品德 <input type="checkbox"/> 生命 <input type="checkbox"/> 法治 <input checked="" type="checkbox"/> 科技 <input type="checkbox"/> 資訊 <input type="checkbox"/> 能源 <input checked="" type="checkbox"/> 安全 <input checked="" type="checkbox"/> 防災 <input type="checkbox"/> 家庭教育 <input type="checkbox"/> 生涯規劃 <input type="checkbox"/> 多元文化 <input type="checkbox"/> 閱讀素養 <input type="checkbox"/> 戶外教育 <input type="checkbox"/> 國際教育 <input type="checkbox"/> 原住民族教育	
議題融入	所融入之學習重點 (詳見表末備註)	<ul style="list-style-type: none"> ● 讓學生能瞭解芮氏地震規模、地震矩規模與震度的差別, 並推廣防災準備及地震緊急避難方式。 ● 芮氏地震規模每相差2級, 能量相差1000倍; 每相差1級, 能量相差約31.6倍。 	
	實質內涵 (詳見表末備註)	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境教育、安全教育與防災教育 ● 1999年(民國88年)9月21日凌晨1時47分, 台灣突發慘絕人寰之世紀末大地震, 死亡人數2,415人, 傷10,305人, 是台灣有紀錄以來死亡人數第二多的地震。 ● 芮氏地震規模目的是區分當時加州地區發生的大量小規模地震和少量大規模地震, 而靈感則來自天文學中表示天體亮度的星等。 	
具備跨科整合	<input type="checkbox"/> 是 <input checked="" type="checkbox"/> 否	跨科課程	科目: _____, 課程名稱: _____
適用群別	<input checked="" type="checkbox"/> 均可 <input type="checkbox"/> 家政群 <input type="checkbox"/> 藝術群 <input type="checkbox"/> 商業與管理群 <input type="checkbox"/> 外語群 <input type="checkbox"/> 設計群 <input type="checkbox"/> 農業群 <input type="checkbox"/> 食品群 <input type="checkbox"/> 餐旅群 <input type="checkbox"/> 海事群 <input type="checkbox"/> 水產群 <input type="checkbox"/> 機械群 <input type="checkbox"/> 動力機械群		

	<input type="checkbox"/> 電機與電子群 <input type="checkbox"/> 化工群 <input type="checkbox"/> 土木與建築群
教材來源	維基百科 中央氣象局地震測報中心-地震百問 國家地震工程研究中心 泛科學 PanSci
教學設備/資源	計算機
學習目標	
● 以生活經驗與示例說明，瞭解地震規模與其演進。	

教學活動設計																																																																																												
教學活動內容及實施方式	時間	備註																																																																																										
<p>引起動機：播放 921 大地震相關影片紀錄，提問學生印象最深刻的片段。</p> <p>發展活動：</p> <p>(1) 提問：請學生說明地震規模與震度的差別。</p> <p style="text-align: center;">中央氣象局地震報告</p> <p>編號：第111175號 日期：111 年 12 月 8 日 時間：0 時 54 分 28.1 秒 位置：北緯 23.8 度，東經 121.61 度 即在 花蓮縣政府南方 21.6 公里 位於 花蓮縣近海 地震深度：29.8 公里 芮氏規模：5.6</p>  <p style="text-align: center;">各地最大震度（採用109年新制10級震度分級）</p> <table border="1"> <tr> <td>花蓮縣水璉</td><td>4級</td> <td>桃園市</td><td>2級</td> <td>澎湖縣馬公市</td><td>1級</td> </tr> <tr> <td>花蓮縣花蓮市</td><td>4級</td> <td>嘉義縣太保市</td><td>2級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>南投縣奧萬大</td><td>3級</td> <td>新北市五分山</td><td>2級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>臺東縣長濱</td><td>3級</td> <td>南投縣南投市</td><td>2級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>宜蘭縣澳花</td><td>3級</td> <td>高雄市旗山</td><td>2級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>臺中市梨山</td><td>3級</td> <td>臺南市七股</td><td>2級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>彰化縣彰化市</td><td>3級</td> <td>苗栗縣苗栗市</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>雲林縣麥寮</td><td>3級</td> <td>新竹市</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>嘉義縣阿里山</td><td>2級</td> <td>新竹縣竹北市</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>臺中市</td><td>2級</td> <td>臺北市木柵</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>苗栗縣鯉魚潭</td><td>2級</td> <td>新北市</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>宜蘭縣宜蘭市</td><td>2級</td> <td>臺北市</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>雲林縣斗六市</td><td>2級</td> <td>屏東縣三地門</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>新竹縣關西</td><td>2級</td> <td>屏東縣屏東市</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> <tr> <td>嘉義市</td><td>2級</td> <td>臺南市</td><td>1級</td> <td></td><td></td> </tr> </table>	花蓮縣水璉	4級	桃園市	2級	澎湖縣馬公市	1級	花蓮縣花蓮市	4級	嘉義縣太保市	2級			南投縣奧萬大	3級	新北市五分山	2級			臺東縣長濱	3級	南投縣南投市	2級			宜蘭縣澳花	3級	高雄市旗山	2級			臺中市梨山	3級	臺南市七股	2級			彰化縣彰化市	3級	苗栗縣苗栗市	1級			雲林縣麥寮	3級	新竹市	1級			嘉義縣阿里山	2級	新竹縣竹北市	1級			臺中市	2級	臺北市木柵	1級			苗栗縣鯉魚潭	2級	新北市	1級			宜蘭縣宜蘭市	2級	臺北市	1級			雲林縣斗六市	2級	屏東縣三地門	1級			新竹縣關西	2級	屏東縣屏東市	1級			嘉義市	2級	臺南市	1級			<p>5 分</p> <p>5 分</p> <p>5 分</p>	<p>可適時列出學習評量的方式，以及其他學習輔助事項，原則如下：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 簡要說明各項教學活動評量內容，提出可採行方法、重要過程、規準等。 ● 發展核心素養、學習重點與學習目標三者結合的評量內容。 ● 檢視學習目標、學習重點/活動與評量三者之一致關係。 ● 羅列評量工具，如學習單、檢核表或同儕互評表等。
花蓮縣水璉	4級	桃園市	2級	澎湖縣馬公市	1級																																																																																							
花蓮縣花蓮市	4級	嘉義縣太保市	2級																																																																																									
南投縣奧萬大	3級	新北市五分山	2級																																																																																									
臺東縣長濱	3級	南投縣南投市	2級																																																																																									
宜蘭縣澳花	3級	高雄市旗山	2級																																																																																									
臺中市梨山	3級	臺南市七股	2級																																																																																									
彰化縣彰化市	3級	苗栗縣苗栗市	1級																																																																																									
雲林縣麥寮	3級	新竹市	1級																																																																																									
嘉義縣阿里山	2級	新竹縣竹北市	1級																																																																																									
臺中市	2級	臺北市木柵	1級																																																																																									
苗栗縣鯉魚潭	2級	新北市	1級																																																																																									
宜蘭縣宜蘭市	2級	臺北市	1級																																																																																									
雲林縣斗六市	2級	屏東縣三地門	1級																																																																																									
新竹縣關西	2級	屏東縣屏東市	1級																																																																																									
嘉義市	2級	臺南市	1級																																																																																									
<p>(2) 「震度」是一種單純描述地表振動幅度的量值，通常都會是一個量表，它和地震本身釋放能量的大小並沒有直接關係。描述地震的「大小」，容易有「各自表述」的困境。</p>	5 分																																																																																											

中央氣象局現行地震震度分級表 (2000.08.01)

震度	0級	1級	2級	3級	4級	5級	6級	7級
加速度 cm/sec ²	0.8	2.5	8.0	25	80	250	400	

(沒有考慮加速度持續時間)

中央氣象局新制地震震度分級表

震度	0級	1級	2級	3級	4級	5弱	5強	6弱	6強	7級
加速度 cm/sec ²	0.8	2.5	8.0	25	80					
速度 cm/sec					15	30	50	80	140	

(速度劃分, 已考慮加速度實際之影響)

中央氣象局地震震度分級：

震度分級	人的感受	屋內情形	屋外情形
0級 無感	人無感覺。		
1級 微震	人靜止或位於高樓層時可感覺微小搖晃。		
2級 輕震	大多數的人可感到搖晃，睡眠中的人有部分會醒來。	電燈等懸掛物有小搖晃。	靜止的汽車輕輕搖晃，類似卡車經過，但歷時很短。
3級 弱震	幾乎所有的人都會感覺搖晃，有的人會有恐懼感。	房屋震動，碗盤門窗發出聲音，懸掛物搖擺。	靜止的汽車明顯搖動，電線略有搖晃。
4級 中震	有相當程度的恐懼感，部分的人會尋求躲避的地方，睡眠中的人幾乎都會驚醒。	房屋搖動甚烈，少數未固定物品可能傾倒掉落，少數傢俱移動，可能有輕微災害。	電線明顯搖晃，少數建築物牆磚可能剝落，小範圍山區可能發生落石，極少數地區電力或自來水可能中斷。
5弱	大多數人會感到驚嚇恐慌，難以走動。	部分未固定物品傾倒掉落，少數傢俱可能移動或翻倒，少數門窗可能變形，部分牆壁產生裂痕。	部分建築物牆磚剝落，部分山區可能發生落石，少數地區電力、自來水、瓦斯或通訊可能中斷。
5強	幾乎所有的人會感到驚嚇恐慌，難以走動。	大量未固定物品傾倒掉落，傢俱移動或翻倒，部分門窗變形，部分牆壁產生裂痕，極少數耐震能力較差房屋可能損壞或倒塌。	部分建築物牆磚剝落，部分山區發生落石，鬆軟土層可能出現噴沙噴泥現象，部分地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷，少數耐震能力較差房屋可能損壞或倒塌。
6弱	搖晃劇烈以致站立困難。	大量傢俱大幅移動或翻倒，門窗扭曲變形，部分耐震能力較差房屋可能損壞或倒塌。	部分地面出現裂痕，部分山區可能發生山崩，鬆軟土層出現噴沙噴泥現象，部分地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷。
6強	搖晃劇烈以致無法站穩。	大量傢俱大幅移動或翻倒，門窗扭曲變形，部分耐震能力較差房屋可能損壞或倒塌，耐震能力較強房屋亦可能受損。	部分地面出現裂痕，山區可能發生山崩，鬆軟土層出現噴沙噴泥現象，可能大範圍地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷。
7級 劇震	搖晃劇烈以致無法依意志行動。	幾乎所有傢俱都大幅移動或翻倒，部分耐震能力強建築物可能損壞或倒塌。	山崩地裂，地形地貌亦可能改變，多處鬆軟土層出現噴沙噴泥現象，大範圍地區電力、自來水、瓦斯或通訊中斷，鐵軌彎曲。

921 大地震發生後隔年，89 年 8 月 1 日，地震震度新增第 7 級。現行最新地震震度為 109 年元旦施行，將 5 級與 6 級再區分為 5 弱、5 強、6 弱、6 強。921 大地震原本屬於 7 級，新制將更新為 6 弱。

(3) 美國加州理工學院的地震學家地震學家芮克特 (Richter) 和古騰堡 (Gutenberg)，考慮製定一個標準距離、震幅的「標準地震」，只要將測量到的震波跟這個標準相比，就可以比較出地震大小。

(計算機輔助)

5 分

「芮氏規模」由該地震波波形紀錄中的「最大振幅」而來，但因振幅的差距過大，所以用對數的方式來呈現，可以讓數字不致於太大，大致可以落在 0~10 之間。計算公式如下：

$$M_L = \log(A/A_0) = \log A - \log A_0$$

其中 M_L 表示芮氏地震規模

A_0 表示標準地震 ($M_L = 0$) 時，地震儀在該測站所記錄之最大振幅

- (4) 對於超大型地震(規模 8 以上，比如 2011 年日本東北大地震、2004 年蘇門答臘地震)的地震規模，出現「飽合」的問題，簡而言之規模應該是遠大於 6.0 的地震，芮氏規模的計算卻出現介於 6.0 至 6.5 不等的結果。美國加州理工學院的金森博雄教授在計算地震能量時，便創立了一個新單位：「地震矩」。公式如下：

$$M_w = 2/3 \log M_0 - 10.73$$

其中 M_w 表示地震矩規模

M_0 表示地震的總能量

用震矩規模的方式來計算並描述地震，既不會有飽合，小地震都能套用，可說是「更先進」的計算方法。但因為完整的計算能量，和其它規模計算方法間的轉換就不太好換算。

台灣 921 的芮氏地震規模為 7.3，地震矩規模為 7.7。日本東北大地震的芮氏地震規模 9，地震矩規模為 9.1。

時間	芮氏地震規模	地震矩規模 (USGS)
1999/09/21 01:47 集集大地震	7.3	7.7
2002/03/31 14:52 花蓮地震	6.8	7.1
2003/12/10 12:38 成功地震	6.6	6.8
2005/03/06 03:06 宜蘭地震	5.9	5.8
2016/02/06 03:57 美濃地震	6.6	6.4

- (5) 芮氏規模(M_L)與能量(E)的關係式如下：

$$\log E = 4.8 + 1.5M_L$$

- (6) 因能量較不易予人直觀感覺，因此藉由原子彈的爆炸威力來表示能量的大小。中央氣象局估算第二次世界大戰期間的廣島原子彈爆炸能量相當於芮氏規模 6.2 地震。

5 分

5 分

<p>總結活動：</p> <p>(1)台灣的921大地震，芮氏規模為 7.3，相當於幾個原子彈的能量？</p> $\log E_1 = 1.5 \times (7.3 - 6.2)$ $= 1.65 = 1 + 0.65$ $= 1 + \log 4.47 = \log 44.7$ $E_1 = 44.7$ <p>約 45 顆原子彈的能量。</p> <p>(2)現假設有兩次地震，芮氏規模相差 2，依芮氏規模計算公式，則地震震幅強度相差幾倍？ 設地震規模為 x 與 $x+2$</p> $x = \log(A_1/A_0) = \log A_1 - \log A_0 \text{ -----(a)}$ $x+2 = \log(A_2/A_0) = \log A_2 - \log A_0 \text{ -----(b)}$ <p>(b)-(a)：</p> $2 = \log A_2 - \log A_1 = \log(A_2/A_1)$ $A_2/A_1 = 10^2 = 100$ <p>故地震震幅強度相差 100 倍</p> <p>(3)現假設有兩次地震，所釋放的能量約相差 1000000 倍，依芮氏規模計算公式，則芮氏規模相差多少？</p> $\log E_1 = 4.8 + 1.5M_{L1} \text{ -----(a)}$ $\log E_2 = 4.8 + 1.5M_{L2} \text{ -----(b)}$ $E_2 = 1000000 E_1 \text{ -----(c)}$ <p>(b)-(a)：</p> $\log E_2 - \log E_1 = 1.5(M_{L2} - M_{L1})$ $\log(E_2/E_1) = 1.5(M_{L2} - M_{L1})$ $\log(1000000) = 1.5(M_{L2} - M_{L1})$ $6 = 1.5(M_{L2} - M_{L1})$ $M_{L2} - M_{L1} = 4$ <p>故芮氏規模相差 4</p> <p>嘗試分享地震發生前的預防措施、逃難包之準備、地震發生時的應變原則、地震發生後的態度與處置。</p>	<p>5 分</p> <p>5 分</p> <p>5 分</p> <p>5 分</p>	
<p>試教成果：（非必要項目）</p>		
<p>參考資料：（若有請列出）</p> <p>https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/921_大地震</p> <p>https://zh.wikipedia.org/wiki/里氏地震規模</p> <p>https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/矩震級</p> <p>http://gis.geo.ncu.edu.tw/921/teach/地震的規模與震度首頁.htm</p> <p>https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/交通部中央氣象局地震震度分級</p> <p>中央氣象局地震測報中心地震百問 https://scweb.cwb.gov.tw/</p> <p>國家地震工程研究中心 https://www.ncree.narl.org.tw/</p>		

泛科學 PanSci <https://pansci.asia/archives/120719> 地震大小誰說了算？Part I
泛科學 PanSci <https://pansci.asia/archives/121581> 地震大小誰說了算？Part II

附錄：

列出與此示案有關之補充說明。

備註：

※核心素養

- 數 V-U-A1 具備學好數學的信心與態度，發展個人潛能，並能自主學習，自我超越與精進，努力不懈地探究、分析與解決數學問題。
- 數 V-U-A2 藉由單元之間數學觀念的統整，強化生活情境與問題理解，學習由不同面向分析問題與解決問題，並將生活問題經由觀察，找出相關性，做成數學推測，找到解決方法。
- 數 V-U-A3 具備將現實情境的問題轉化為數學問題的能力，並能探索、擬定與執行解決問題的計畫，並能從多元、彈性與創新的角度解決問題，並活用於現實生活。
- 數 V-U-B1 能辨識問題與數學的關聯，運用數學知識、技能、精確地使用適當的符號去描述、模擬、解釋與預測各種現象，以數學思維做出理性反思與判斷，並在解決問題的歷程中，有效地與他人溝通彼此的觀點，並能連結抽象符號與專業類科、真實世界的問題，靈活運用數學知識、技能與符號，進行經驗、思考、價值與情意之表達，並能理性地與他人溝通並解決問題。
- 數 V-U-B2 能夠運用科技工具有效解決日常實際問題，與專業領域內的實務問題。以數學理解為基礎，能識讀、批判及反思媒體表達的資訊意涵與議題本質。
- 數 V-U-B3 藉由繪圖操作使學生涵養對藝術之欣賞、創作的的能力，進而創作與發揮創意。利用幾何圖形與曲線之變化，運用線條的韻律、造形的構成、對稱、平衡等，並能於生活中對於美善的人事物進行鑑賞。藉由日常情境中自然界的圖像與媒體的視覺，從中了解數學的關聯性。
- 數 V-U-C1 具備立基於證據的態度，建構可行的論述，並發展和他人理性溝通的素養，成為理性反思與道德實踐的公民。
- 數 V-U-C2 具備和他人合作解決問題的素養，並能尊重多元的問題解法，建立良好的互動關係。
- 數 V-U-C3 具備國際化視野，尊重與欣賞不同文化數學發展的歷史，了解與使用跨文化數學工具。透過數學的理解，關心全球化議題。

※議題融入

請參閱國教院議題融入說明手冊，網址 <https://pse.is/KHPBB>