

「112 年校園防災議題數位教案徵選」教案徵選格式

參加組別	<input type="checkbox"/> 國小低年級組 <input type="checkbox"/> 國小中年級組 <input type="checkbox"/> 國小高年級組 <input type="checkbox"/> 國中組 <input checked="" type="checkbox"/> 高中組	參賽編號	
選用教學法	<input checked="" type="checkbox"/> 融入問題導向學習法 <input checked="" type="checkbox"/> 融入 STEAM 教學法	設計者姓名 (至多4名)	楊宇翔
教案名稱	地震警響：校園防災與地理資訊系統探究與實作		
教學領域 (或科目)	高中地理科多元選修		
教學理念	<p>這堂課的教育理念將融合108課綱、素養導向教育以及適性揚才的理念，旨在培養學生的多元智能、解決問題的能力和對社會議題的關注，以及讓每位學生在不同層面上展現他們的才華。</p> <p>本課程將根據108課綱的精神，提供給學生具體的跨領域學習經驗。透過融合地理、科學、技術等領域的知識，以及實際應用，學生將體驗到課程的多元性，有助於他們全面發展。在課程中，將注重培養學生的跨領域素養，包括科學素養、地理素養以及公民素養等。同時，也強調道德素養，讓學生在設計防災方案時考慮到社會責任和對他人的幫助。</p> <p>在課程評量方面，本教案秉持著適性揚才的理念，課程將提供多種學習方式和創意性的評估方法，充分考慮到學生的個體差異。通過小組討論、實際操作、展示等形式，讓每位學生都有機會展現自己的才華和潛力。</p> <p>總結來說，此課程預期培養學生關注社會問題，培養解決能力，通過「地震災害防災」議題，培養他們的問題解決能力，除了研究思路，也培養高中實際應用地理信息系統（GIS, Geographical information system）的技術，讓學生能夠分析現實世界中的問題，提出創新解決方案，通過這樣的教育體驗，學生能夠全面成長，成為具有多元素養的社會貢獻者。</p>		

（二）教案概述

教案名稱	地震警響：跨領域校園防災與地理資訊系統探究與實作		
實施年級	高中一年級	節數	共 <u>4</u> 節， <u>200</u> 分鐘。
課程類型	<input type="checkbox"/> 議題融入式課程 <input type="checkbox"/> 議題主題式課程 <input checked="" type="checkbox"/> 議題特色課程	課程實施時間	<input type="checkbox"/> 領域/科目： <input type="checkbox"/> 校訂必修/選修 <input checked="" type="checkbox"/> 彈性學習課程/時間 <input type="checkbox"/> 其它：
學習目標	課程一：地震與自然災害中的地理學		

	<p>1. 理解地震的成因、地震引發的自然災害以及其對社會的影響。 2. 認識地震在自然災害中的重要性，引起學生對防災議題的關注。 3. 瞭解地理信息系統（GIS）的基本概念及其在災害分析中的應用。</p> <p>課程二：地震風險分析與GIS應用</p> <p>1. 學習如何使用地理信息系統（GIS）進行地震風險分析，並將科學方法應用於實際問題。 2. 培養學生的創新思維，能夠將 GIS 技術應用於地震風險分析，並進行空間分析。</p> <p>課程三：校園地震災害防災策略與設計</p> <p>1. 瞭解地震災害預警系統的原理和技術，以及如何應用科技來減少地震災害的風險。 2. 認識不同地震預警技術的優缺點，培養學生批判性思維。 3. 學習如何使用科技工具參與地震災害預警，並培養解決問題的能力。</p> <p>課程四：防災方案展示、案例分享與結課</p> <p>1. 融合學生在前三堂課所學，透過實際實作瞭解地震災害防災的重要性和方法。 2. 培養學生在實際情境中運用地理資訊系統和地震預警技術的能力，並進行校園防災的規劃與演練。</p>
總綱核心素養	<p>A3 規劃執行與創新應變 具備規劃及執行計畫的能力，並試探與發展多元專業知能、充實生活經驗，發揮創新精神，以因應社會變遷、增進個人的彈性適應力。</p> <p>B2 科技資訊與媒體素養 具備善用科技、資訊與各類媒體之能力，培養相關倫理及媒體識讀的素養，俾能分析、思辨、批判人與科技、資訊及媒體之關係。</p> <p>C1 道德實踐與公民意識 具備道德實踐的素養，從個人小我到社會公民，循序漸進，養成社會責任感及公民意識，主動關注公共議題並積極參與社會活動，關懷自然生態與人類永續發展，而展現知善、樂善與行善的品德。</p>
與課程綱要對應之各領域學習重點	
核心素養	<p>社-U-A2 對人類生活相關議題，具備探索、思考、推理、分析、批判、統整與後設思考的素養，並能提出解決各種問題的可能策略。</p> <p>社-U-A3 對人類生活相關議題，具備反省、規劃與實踐的素養，並能與時俱進、新應變。</p> <p>自 S-U-B2 能從日常經驗、科技運用、社會中的科學相關議題、學習活動、自然環境、書刊及網路媒體中，適度運用有助於探究、問題解決及預測的資訊，進而能察覺問題或反思媒體報導中與科學相關的內容，以培養求真求實的精神。</p>
學習內容	<p>地 Aa-V-1 地理學的傳統與觀點。 地 Ab-V-1 地理資訊的組成與特性。 地 Ab-V-2 地理資訊系統的功能。 地 Ac-V-2 地圖種類及其用途。</p>

	<p>地 Cd-V-1 自然環境背景與位置的特殊性。</p> <p>地 Fa-V-1 環境品質的查詢與評估。</p> <p>地 Fa-V-2 災害潛勢地圖的查詢。</p>
學習表現	<p>地 1b-V-3 連結地理系統、地理視野與地理技能，解析地表現象的特性。</p> <p>地 1c-V-3 跨領域/科目整合相關知能，反思各種社會及環境議題，並提出看法或解決策略。</p> <p>地 3b-V-1 從各式地圖、航空照片圖、衛星影像，網路與文獻、實驗、田野實察等，蒐集和解決問題有關的資料。</p> <p>地 3b-V-2 選擇統計方法、地理資訊系統等適當工具進行資料分析與歸納。</p> <p>地 3d-V-1 透過小組合作，發掘各種社會或環境問題，規劃解決問題的執行策略。</p> <p>公 3d-V-1 規劃具有公共性或利他性的行動方案並評估其影響。</p>
與課程綱要對應之防災教育議題	
學習主題	災害風險與衝擊、災害風險的管理
實質內涵	<p>防 U1 分析臺灣災害〈洪水、颱風、土石流、乾旱...〉的風險趨勢及衝擊。</p> <p>防 U4 應用政府提供的各種防災資訊進行災害風險管理。</p> <p>防 U5 規劃並繪製校園防災地圖，並主動參與防災演練的規劃與執行。</p>
教學資源	<ol style="list-style-type: none"> 至少每一組（3-4人一組）一台電腦上機進行數據分析處理以及 GIS 軟體操作。 每人一張學習單（以個人為作答單位，組內、組間不可抄襲） 使用政府部門、中央研究院的資料、互動地圖。其網站羅列如下：
教學架構	課程設計架構圖如下一頁。

教案內容架構圖



(三) 教學活動設計

學習活動	時間	備註 (教學資源、評量方式等)								
<p>學習目標：</p> <p>第一節 地震與自然災害離我們這麼近</p> <p>1. 理解地震的成因、地震引發的自然災害以及其對社會的影響。</p> <p>2. 認識地震在自然災害中的重要性，引起學生對防災議題的關注。</p> <p>3. 瞭解地理信息系統（GIS）的基本概念及其在災害分析中的應用。</p> <p>學習活動：</p> <p>課程一：地震與自然災害入門（50分鐘）</p> <p>1. 老師講述引入興趣（10分鐘）：老師展示台灣1999年921大地震，搭配較為近年的國內外地震災害的照片和新聞報導，引起學生的注意和興趣。可以講述該地震的規模、影響和災害情況，為了讓學生更加地了解自然以及自然災害，可以搭配影音以及教具。</p> <p>【視情況搭配實務操作—壓克力土壤箱】</p> <p>此外，實際拿透明的壓克力箱，裡面裝入壓實的土壤以及房屋聚落模型，首先先輕微搖晃，觀察房屋結果。接著將房屋模型拿起，將土壤加入水，使土壤鬆動，再放上房屋聚落模型並且輕微搖晃，觀察兩者之的差異，說明「地震的震度與規模一樣的情況下，不同的環境造成的災害是不同的」，並且讓</p> <p>學生感官 結合教案</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>看</td><td>觀察地震災害的影片、照片與土壤液化實作</td></tr> <tr> <td>聽</td><td>聽影片當中地震時的聲音、衍生災害時的聲音</td></tr> <tr> <td>摸</td><td>觸摸土壤液化實驗當中的土壤</td></tr> <tr> <td>嗅</td><td>聞不同含水量土壤的氣味（大災害前潮濕土壤的味道特別明顯）</td></tr> </tbody> </table> <p>2. 老師說明地震基本概念（15分鐘）：老師解釋地震的成因，如地殼板塊運動導致構造斷層移動，引發地震，地震的規模與震度的差異、地震震央、震源、深淺源差致災性的差異。以台灣921大地震的成因，並強調地震引發的自然災害，如倒塌建築物、土石流等再詳細講述，說明板塊交界帶上的地區，都與地震的自然災害共存。</p> <p>【科技搭配】此處搭配教師預先預備的ESRI互動式地圖（Story map），帶領學生手動操作全球不同板塊交界類型的分佈，說明不同板塊交界會有不同震源深淺的不同，其說明如附件。</p>	看	觀察地震災害的影片、照片與土壤液化實作	聽	聽影片當中地震時的聲音、衍生災害時的聲音	摸	觸摸土壤液化實驗當中的土壤	嗅	聞不同含水量土壤的氣味（大災害前潮濕土壤的味道特別明顯）	50分鐘	1. 台灣921大地震相關照片和報導 2. 地震和自然災害相關的教科書或教材 3. 投影設備和簡報軟體 4. 地理信息系統（GIS）相關圖表和示範操作，示範連結如下： Cracked plates--from the Esri GeoInquiries™ collection for Earth Science
看	觀察地震災害的影片、照片與土壤液化實作									
聽	聽影片當中地震時的聲音、衍生災害時的聲音									
摸	觸摸土壤液化實驗當中的土壤									
嗅	聞不同含水量土壤的氣味（大災害前潮濕土壤的味道特別明顯）									

3. 學生自然災害討論（10分鐘）：學生小組進行討論，分享他們對台灣921大地震所引發的不同自然災害的看法，無法避免地震的發生，但如何將地震的「致災性」降到最低，帶領學生透過教師準備的案例，探討在地震前、中、後應該有哪些措施，並且參考內政部消防署的網站與相關指引。

地震事件	應該如何應變（教師引導方向）
事件前	擋土牆、調查脆弱區域、嚴格建築法規、規劃避難場所與路徑
事件中	迅速避難、物資如何供給
事件後	安全搜救、避開風險區域重建

4. 老師對GIS基本概念介紹（10分鐘）：老師簡要介紹地理信息系統（GIS）的概念，解釋如何利用GIS技術來分析地震災害的影響。可以舉例示範如何使用GIS繪製災害分佈圖。
5. 學生反饋（5分鐘）：學生用自己的語句，小組內說明GIS概念如何應用在地震災害的監測、預防、救災上，並且抽選1~3位學生向全班發表。

地震事件	GIS能協助防災的功能（教師引導方向）
事件前	調查土壤液化空間分佈、避難空地位置
事件中	救災路徑規劃、二次災害風險區域標示
事件後	重建區位選址

備註：在教師與學生討論的過程當中，學生可能會給予非常創新以及有創意的答案，教師鼓勵創意的發言，並且與學生討論可行性與適用性。

第二節 地震風險大揭密：GIS科技解析

學習目標：

- 學習如何使用地理信息系統（GIS）進行地震風險分析，並將科學方法應用於實際問題。
- 培養學生的創新思維，能夠將GIS技術應用於地震風險分析，並進行空間分析。

學習活動：

- 教師以地震「風險分析」引入興趣（10分鐘）：老師以生動的方式介紹地震風險分析的重要性，講述地震如何對社會造成影響，以及如何透過科學方法來評估地震風險，通過案例或影片來引起學生的興趣。

地震風險分析案例舉例：

管理部門	案例分析舉例
NCDR國家災害防救科技中心	土壤液化潛勢圖、大規模崩塌災害潛勢地區、土石流潛勢溪流影響範圍、順向

1. GIS軟體操作示範材料
 2. 地震風險分析相關的地理數據和數據庫
 3. 學生的個人電腦或電腦實驗室設備
 4. 投影設備和簡報軟體

50分鐘

	坡、落石、聚落、活動斷層、3D 災害潛勢地圖	
經濟部中央地質調查所	土壤液化潛勢查詢系統	
國家地震工程研究中心	台灣地震損失評估系統(簡稱 TELES)，發展及建置台灣地震損失模擬資訊及地震早期損失。	
中央研究院永續科學中心	地震資訊平台，具有地震物理、地質特性的第一手資料，結合氣象局的地震速報結果，包括發震時間、震源位置與規模，以及各地震度等資料呈現。	

2. 教師 GIS 軟體操作示範（15 分鐘）：老師示範如何打開 GIS 軟體（預計使用免費開源軟體 QGIS），如何載入地震相關的數據。解釋地震數據可能包括地震的震度、發生時間、地點等。同時，也示範如何載入地質條件等地理數據。

預計講述概念：

概念	概念說明
GIS 軟體安裝	說明 GIS 軟體的實際功用，包含兩大軟體，Acrgis 以及 Qgis，因為
Shapefile 檔案匯入	地圖圖層（包含點、線、面）需要有幾何圖形、屬性資料以及座標資料才能準確地呈現在地理資訊系統上，而 shapefile (.shp) 為最普遍的檔案格式，會說明如何匯入 GIS 軟體。
樣式調整	匯入檔案之後，可能會遇到座標不準確（因為資訊系統有經緯度 WGS84、台灣橫麥卡托 TWD97 等不同標號），或是因為文字編碼（encoding）亂碼、或是如何透過「大小」、「顏色分類」、「深淺」顯示主題地圖，如何分類（等距、等分、標準差）等。

3. 學生實際操作（15 分鐘）：學生根據老師的示範，進行實際操作。他們打開自己的電腦上的 GIS 軟體，載入地震數據和地質數據。他們可以選擇特定的地區，進行分析。
4. 學生成果展示（10 分鐘）：學生輪流展示他們的地震風險分析地圖，解釋他們的分析過程和結果。他們可以講述他們選擇的地區，地震風險分布情況，以及地質特徵如何影響地震風險。同學間可以提出問題和建議。

評量標準	設立三方面三等級的 Rubrics 評量，如附件所示。
------	-----------------------------

第三節 地震預警前鋒：從 P 波到災害前的關鍵一刻

學習目標：

- 瞭解地震災害預警系統的原理和技術，以及如何應用科技來減少地震災害的風險。
- 認識不同地震預警技術的優缺點，培養學生批判性思維。
- 學習如何使用科技工具參與地震災害預警，並培養解決問題的能力。

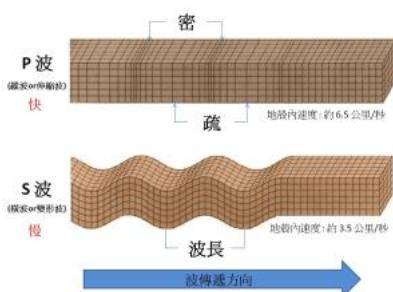
學習活動：

- 老師講述地震預警系統介紹（10分鐘）：教師使用投影設備展示地震預警系統的基本原理和不同預警技術，例如 P 波警報、震央位置預測等。教師解釋每種技術如何在地震發生時提供預警，以及其可行性和限制，利用圖片和動畫、影片，以幫助學生理解。

表、地震波核心概念：

中文名稱	英文名稱	簡稱	方向	破壞力	速度
伸縮波	primary wave	P 波	縱向	小	快
變形波	Secondary wave	S 波	橫向	大	慢

說明：教師針對班級學生數理程度，可以提供詳細速率以及地質材質等資訊，讓學生計算地震發生時，不同位置的 P 波以及 S 波傳遞的時間差異，以及不同時間差是否有不同的防災與避難的指引。



圖三、兩種地震波示意圖

- 地震預警技術討論（15分鐘）：學生分組，每組討論一種地震預警技術。他們可以使用紙張、筆記本或電子設備記錄討論內容。學生討論技術的優勢、限制、可行性和實際應用。他們可以考慮技術的準確性、反應時間、成本和對社會的影響等因素。在討論結束後，邀請每組分享他們的結論和主要討論點。

地震預警技術可分為區域型與現地型兩種

地震預警技術種類	說明
----------	----

- GIS 軟體操作示範材料
- 地震風險分析相關的地
理數據和數
據庫
- 學生的個人
電腦或電腦
實驗室設備
- 投影設備和
簡報軟體

50分鐘

區域型	利用多個測站組成的地震監測網，在地震發生後，先對距離震央較近的甲地測站觀測到的震波進行分析判別，並透過多個測站的到達時間差定位，推估地震規模、距離等震源參數，提供距離震央較遠的乙地地震預警訊息。		
現地型	利用單一地震儀，在觀測到初達P波時快速推估震源參數，計算S波抵達時可能造成地動大小，進而對現地位置發出地震預警訊息。		

3. GIS 科技實踐操作（15分鐘）：學生將分組進行科技實踐操作，使用地理資訊系統（如 QGIS 或 Google Earth）或模擬軟體模擬地震預警情境。學生可以使用提供的模擬數據，如地震波到達時間和震央位置，來進行實驗。他們可以計算預警的時間，了解這些技術如何工作。學生可以透過操作軟體，實際模擬地震事件的發生和預警過程，觀察技術的實際效果。

GIS 實作需要地圖資料檔案：

內容	格式	說明
校園所在行政區 （里層級）	面向量圖層	需要理解學校所處位置以及行政區權責歸屬。
學校校舍分配圖	面向量圖層	教師在課程先用外掛程式在 QGIS 在 openstreetmap 當中擷取。
地震觀測站點位	點圖層	紀錄地震觀測點位，讓學生計算地震點位觀測到地震，事實上已經時間過了多久。
模擬地震位置	點向量圖層	教師可以制定在台灣的地震震央，讓學生手動算出到達學校的傳遞時間，並且讓學生在 GIS 量測距離。

4. 地震預警技術報告（10分鐘）：學生小組準備地震預警技術報告，包括他們在討論和實驗中的分析、結論和發現。學生使用投影設備展示他們的報告，使用簡報軟體呈現圖表、數據和模擬結果。教師和其他學生可以提出問題和意見，進一步討論報告內容，將學生的討論和操作結合起來。

評量標準	設立三方面三等級的 Rubrics 評量，如附件所示。
------	-----------------------------

第四節 校園地震防衛戰：實際操作與發表總結

50分鐘 1. GIS 軟體操作示範材料

<p>學習目標:</p> <ol style="list-style-type: none"> 融合學生在前三堂課所學，透過實際實作瞭解地震災害防災的重要性和方法。 培養學生在實際情境中運用地理資訊系統和地震預警技術的能力，並進行校園防災的規劃與演練。 <p>學習活動：</p> <ol style="list-style-type: none"> 實地勘查：校園地震風險評估（15分鐘）：學生小組將會前往校園內的特定區域，進行實地考察和評估。他們將使用手機GPS以及拍照功能等工具，紀錄區域的潛在危險源，如高大建築物、易倒物品等，並標記可能的避難點。這將幫助學生更具體地理解校園內不同區域的地震災害風險程度。 <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="208 669 493 714">軟體名稱 (APP)</th><th data-bbox="493 669 970 714">功能</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="208 714 493 842">行健筆記</td><td data-bbox="493 714 970 842">可以記錄移動軌跡、打卡、紀錄照片，可以在地圖底圖上顯示，也可以匯出成分析檔案。</td></tr> </tbody> </table> <p>說明：可以使用的打卡、拍照、軌跡紀錄的手機軟體，可以匯出成.kml 檔案（gps 檔案），可以在 GIS 軟體上開啟進行分析。</p> <ol style="list-style-type: none"> 校園防災計畫規劃與地圖設計（15分鐘）：每個小組將使用地理資訊系統（GIS）軟體，將之前的地震風險評估結果與校園地圖相結合。學生可以標記<u>危險源</u>、<u>避難點</u>，同時在地圖上繪製<u>逃生路線</u>等。這將幫助學生將地理知識應用於實際防災計畫中。 地震來臨時的逃生規劃（15分鐘）：學生小組進行校園防災演練時，可以使用手機或平板電腦應用程式，進行地理資訊的實際操作。他們可以追蹤逃生路線、確認避難點，同時在GIS 地圖上記錄實際演練情況。這將幫助學生更準確地評估演練效果。 同儕互評、老師反饋與課堂總結（5分鐘）：學生小組將校園防災計畫和演練成果呈現給其他小組。每組成員有機會分享他們的計畫、演練過程，以及可能遇到的挑戰和改進建議。其他小組成員可以提出問題、提供反饋和建議，進一步討論改進空間，並從彼此的經驗中學習。接著，老師將總結課程內容，強調學生在地震防災方面的成長和學習，並提供啟發性的結論，鼓勵學生持續關注和學習相關議題。 	軟體名稱 (APP)	功能	行健筆記	可以記錄移動軌跡、打卡、紀錄照片，可以在地圖底圖上顯示，也可以匯出成分析檔案。	<ol style="list-style-type: none"> 地震風險分析相關的地 理數據和數 據庫 學生的個人 電腦或電腦 實驗室設備 投影設備和 簡報軟體
軟體名稱 (APP)	功能				
行健筆記	可以記錄移動軌跡、打卡、紀錄照片，可以在地圖底圖上顯示，也可以匯出成分析檔案。				

(四) 附錄

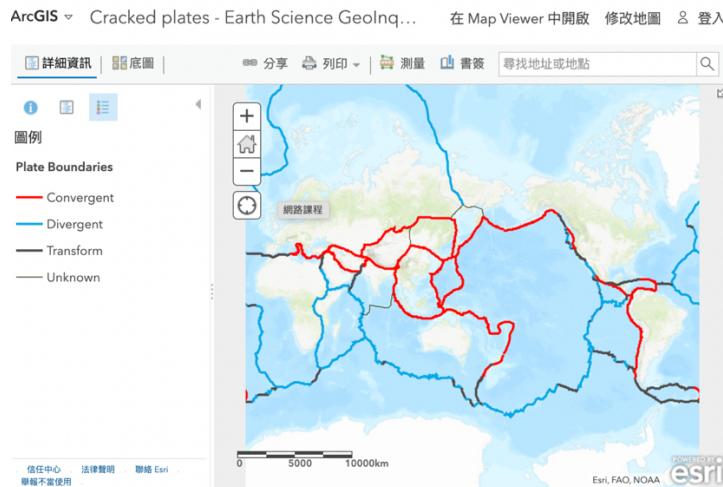
附錄資料
<p>一、附錄清單說明：</p> <p>(一)教學示範舉例：四份</p> <p>(二)評量標準：兩份</p> <p>(三)學習單：四份</p>

二、附錄內容:

(一) 教學示範舉例

第一節 地震與自然災害離我們這麼近

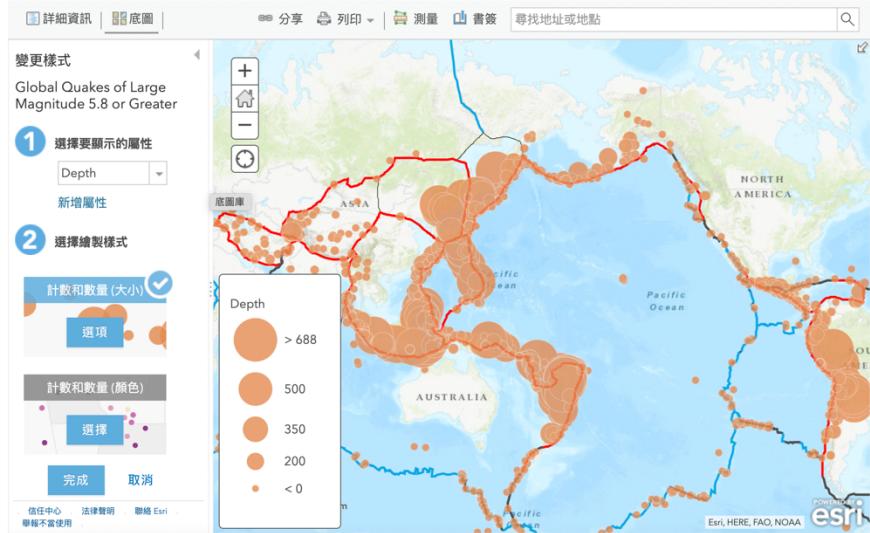
教學資源參考美國科技公司 ESRI，地質教育部預備的互動式地圖 story map，網址如：
<http://esriurl.com/earthgeoinquiry6>



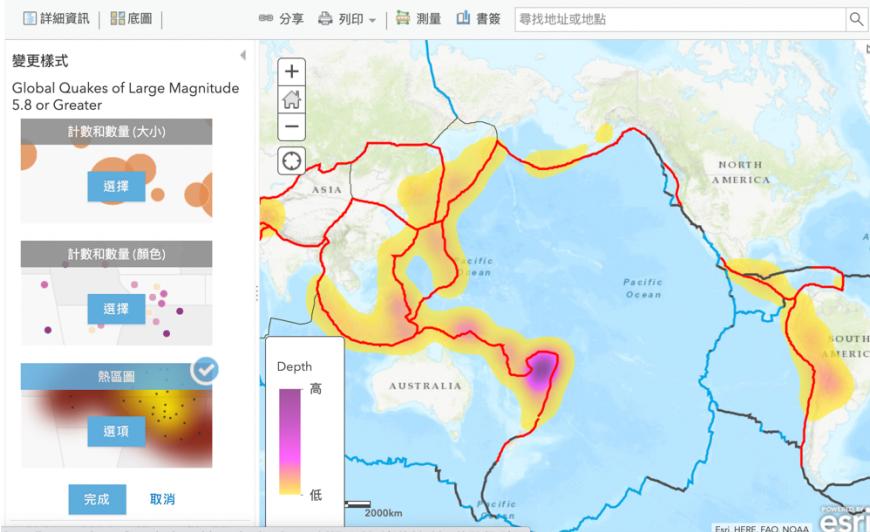
圖一：全世界不同板塊交界帶主題地圖



圖二不同板塊交界帶與 5.8 規模以上地震的震源深淺顏色劃分主題地圖以及分類方式



圖二 震源深度等級大小圓圈地圖



圖二 震源深度熱區圖

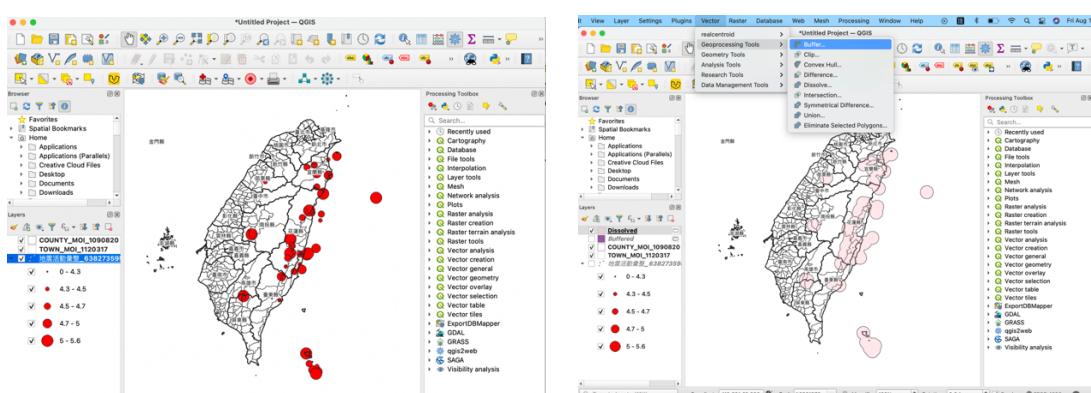
第二節 地震風險大揭露：GIS 科技解析



NCDR 國家災害防救科技中心自然災害潛勢圖

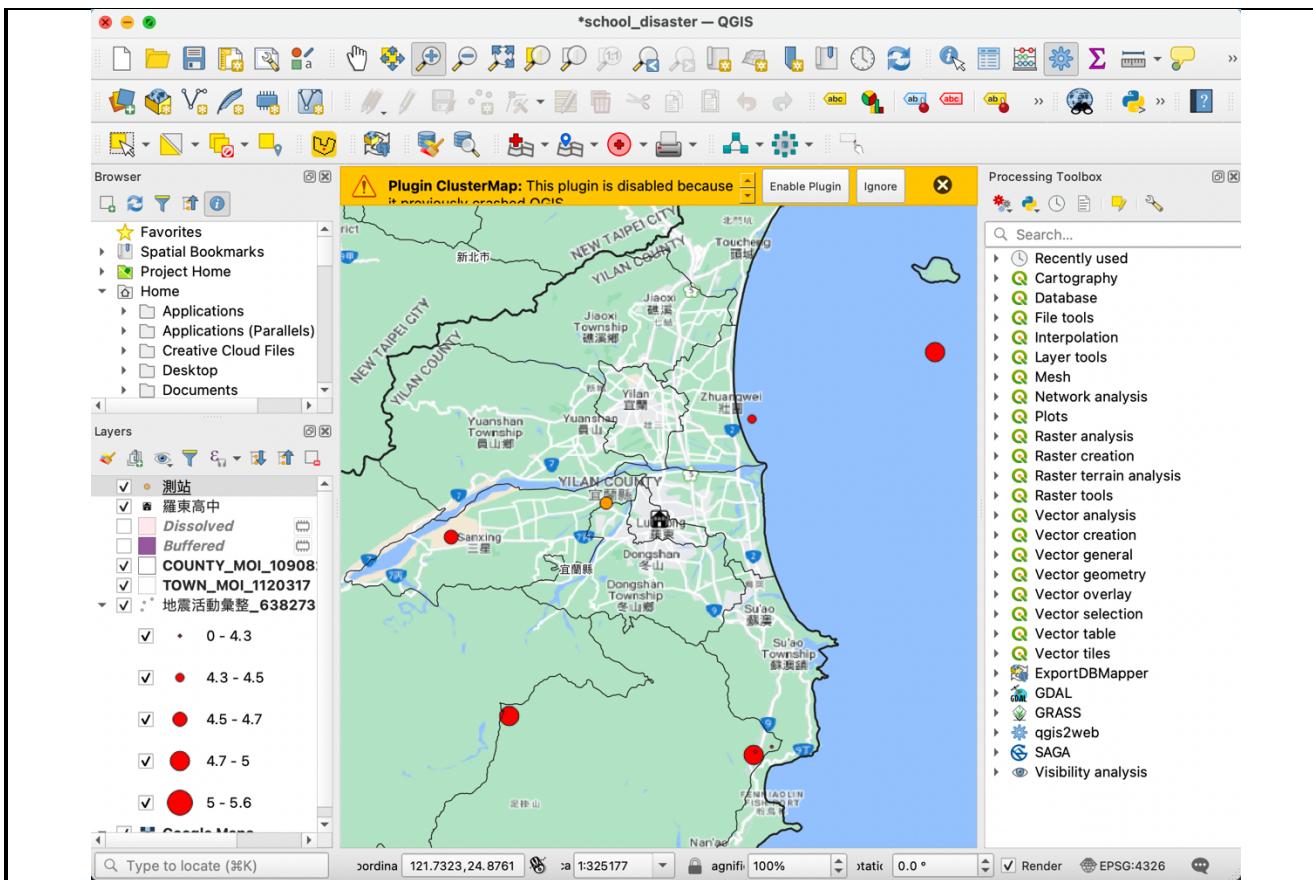


圖三、經濟部中央地質調查所土壤液化潛勢查詢系統

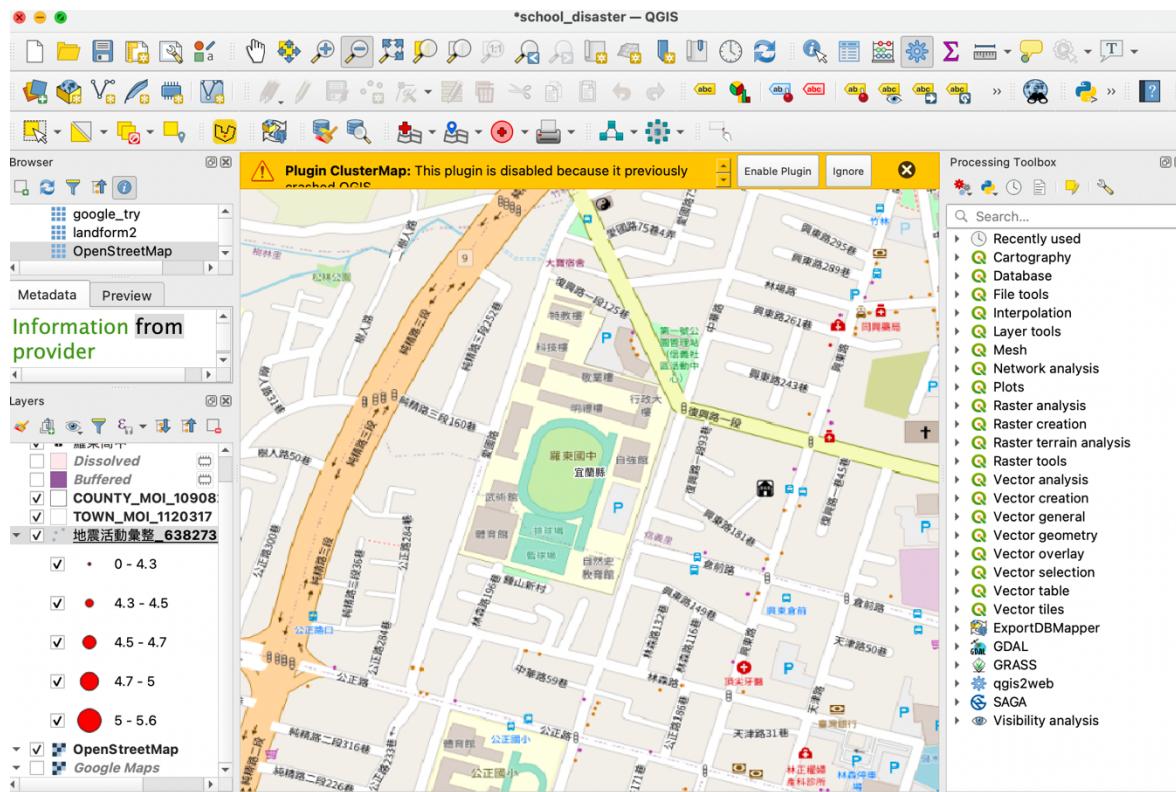


QGIS 操作頁面介紹

第三節 地震預警前鋒：從 P 波到災害前的關鍵一刻

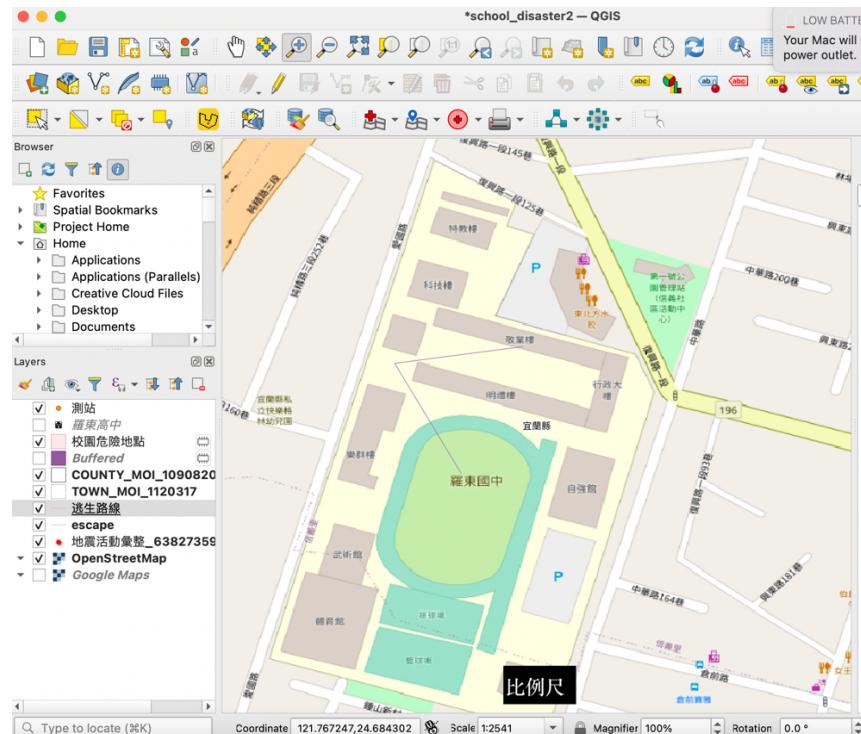


結合地圖與 Google Maps 或是 Open street Maps 的底圖，搭配測站、學校位置等，不同比例尺的地圖進行探討。



在 GIS 軟體上面觀測校舍配置圖

第四節 校園地震防衛戰：實際操作與發表總結



在 GIS 系統上登錄實地考察後的危險地點，以及地震來臨時的避難路線

(二)評量標準: 兩份

本次教案「高中多元選修課程--地震警響：校園防災與地理資訊系統探究與實作」使用 Rubric 格式建立評量規準。Rubric 是一套建立評分的評量規準，以質性描述列表，結合量化分數，評估學生特定作業或表現，每個標準明列達成的程度，能清楚讓學生了解各項標準下自己的學習成果，知道自己的學習強項、弱點及可加強方向，而不單只得到某個單一總和的分數，並且透過每週的即時回饋，讓學生對自己的學習成效更有感，不只是知道 95 分或 80 分有差異，而是透過老師清楚的回饋，讓學生知道如何改進。本次教案分為知識性學習以及上機操作兩部分，其兩部分的 Rubric 分述如下。

第一部分： 學習單的評量規準：

	內容正確度	內容完整性	內容原創度
優	內容完全正確 (錯字可接受)	回答精確、包含正確關鍵字，且文字連綴完整。	內容有課堂之外自己的想法，與獨立見解。
尚可	內容部分正確	回答包含正確關鍵字，但敘述不清。	充分理解課堂謄寫學習單。
待改進	內容大多錯誤	回答言不及義，文不對題。	錯誤理解課堂知識或有抄襲之虞。

第二部分：
上機實作「防災地圖」報告的評量規準：

	可讀性	正確性	詮釋能力
優	圖標清楚且合理	以合適的地圖種類呈現主題且正確	圖表內容詮釋完全正確
尚可	圖標清楚但分類不合理	以不合適的地圖種類呈現主題但呈現正確	圖表內容詮釋部分正確
待改進	無圖標	錯誤地呈現地圖主題	圖表內容詮釋完全錯誤

(三) 教學示範舉例

第一節 地震與自然災害離我們這麼近

詳後頁

第二節 地震風險大揭露：GIS 科技解析

詳後頁

第三節 地震預警前鋒：從 P 波到災害前的關鍵一刻

詳後頁

第四節 校園地震防衛戰：實際操作與發表總結

詳後頁

高中地理科多元選修 地震警響：校園防災與地理資訊系統探究與實作 學習單

第一節 地震與自然災害離我們這麼近（紅字為學生填答內容）

1. 請說明何謂地震？

定義	地球內部某一部位突然發生 <u>（斷裂）</u> 之瞬間，放出長期累積的能量，因而產生彈性波向各方傳播，引起地面震動的現象。
----	--

2. 地震相關名詞【結合地球科學科】

名詞	震源	震央	地震規模	地震震度	地震波	斷層	板塊
定義	地震發生斷裂位置的小區域，常設定為一個「點」地震波由此點開始向外傳播。	震源正上方的地表位置，也就是震源垂直往上與地球表面相交的點。	地震本身的強度依其所釋放的能量。目前通用的芮氏規模	震動大小。除了與地震本身的強度有關，也和震源距離有關。	地震發生時，在地球內部及地表傳播的波動，分為 p 波以及 s 波。	是指岩石形成節理構造破裂後，兩側岩層發生顯著的相對位移。	是岩石圈（地殼和上層地函）的一部分。有海洋地殼和大陸地殼（兩大類）。

1. 地震來臨的前、中、後 應變方式

地震事件	應該如何應變
事件前	建設擋土牆、調查脆弱區域、嚴格建築法規、規劃避難場所與路徑
事件中	迅速避難、物資如何供給
事件後	安全搜救、避開風險區域重建

2. GIS 的功能簡介

功能	內涵
疊圖分析	將比例尺、座標、投影系統都相同得數張地圖套疊分析。
環域分析	以點、線、面等空間單元為中心，在四周畫出特定距離的空間範圍。
地形分析	借用數值地形模型進行彩色立體地圖、坡度圖、坡向圖、視域分析。
視域分析	針對特定立足點，計算該地點向四周展望的可見範圍。
路徑分析	設置起點與終點由地理資訊系統快速尋換兩點之間的最佳路徑。

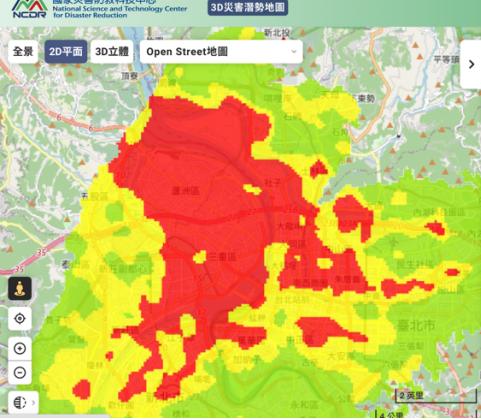
3. 請舉 3 個例子（地震前、中、後），說明 GIS 怎麼用於地震防災？

時間	用到的 GIS 功能	說明
地震前	疊圖分析	利用疊圖分析，蒐集土壤液化區域、老舊危樓區域等相關地震風險因子。
地震時	路徑分析	輸入道路受阻、房屋倒塌等參數，以所在地為出發點，避難地為終點進行路徑規劃。
地震後	疊圖分析、地形分析	透過疊圖分析以及地形分析，將房屋重建在安全的區域，避免順向坡等高風險地區。

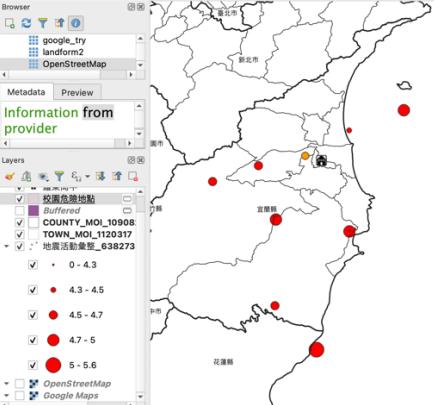
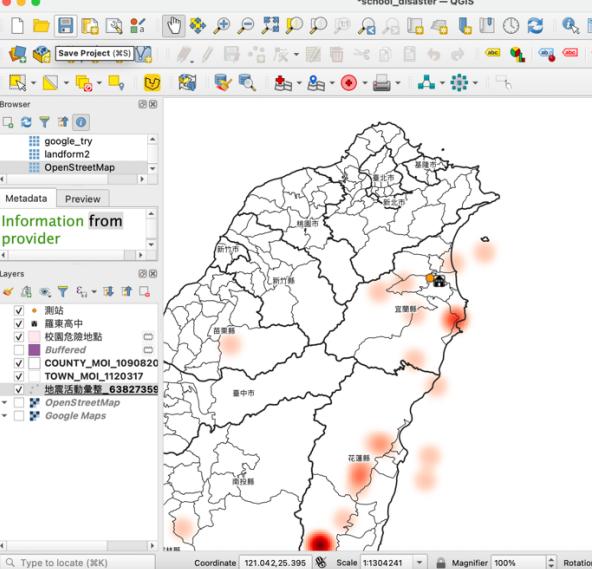
高中地理科多元選修 地震警響：校園防災與地理資訊系統探究與實作 學習單

第二節 地震風險大揭露：GIS 科技解析（紅字為學生填答內容）

第一部分：地理資訊圖台查詢

使用網路圖台	選擇圖資	與地震災害的關係	主題地圖	空間分佈特性詮釋
NCDR 國家災害防救科技中心	土壤液化潛勢圖	土壤液化區域遇到地震搖晃，會使砂質顆粒浮在水中，使砂質土壤失去承載建築物重量的力量，造成建築物下陷或傾斜。		以淡水河流域沿岸為土壤液化的高潛勢區

第二部分：GIS 上機實作

地震點位處理方式	主題地圖	詮釋說明
利用不同尺寸呈現地震規模		圓圈越大，規模越大，以宜蘭為例，我們發現在沿海地區的地震規模通常較大，而越震源越內陸，規模越小。
利用熱區呈現地震規模不同		顏色越深的量化區域，其震度越大，我們看到台灣東部以及北部，以花蓮、宜蘭、台東多規模較大的地震，又集中在花東縱谷平原上。

高中地理科多元選修 地震警響：校園防災與地理資訊系統探究與實作 學習單
第三節 地震預警前鋒：從 P 波到災害前的關鍵一刻（紅字為學生填答內容）

1. 地震波的種類與定義【結合地球科學科】

中文名稱	英文名稱	簡稱	方向	破壞力	快慢	傳遞速度
伸縮波	primary wave	P 波	縱向	小	快	6.5 公里/秒
變形波	Secondary wave	S 波	橫向	大	慢	3.5 公里/秒

2. 地震預警與地震波的關聯

地震預警：

	區域型	現地型
機制說明	利用多個測站組成的地震監測網，在地震發生後，先對距離震央較近的甲地測站觀測到的震波進行分析判別，並透過多個測站的到達時間差定位，推估地震規模、距離等震源參數，提供距離震央較遠的乙地地震預警訊息	利用單一地震儀，在觀測到初達 P 波時快速推估震源參數，計算 S 波抵達時可能造成地動大小，進而對現地位置發出地震預警訊息。
優點	較正確的地震資訊	較迅速發出地震訊息
缺點	區域型地震預警僅對震央 70 公里外的地區有效，70 公里內則屬於地震預警的盲區。	僅適用於地震的震源附近地區，無法對遠離震源的地區提供預警

3. GIS 與地震預警實作【結合物理科】

今天 14:03，在宜蘭縣外海龜山島南部震央有規模 4.5 的地震，請問根據你對於地震波的理解，**請計算**學校 1. 收到地震 P 波時間、2. 收到 S 波時間、3. 收到地震警報到地震開始搖晃有多久？



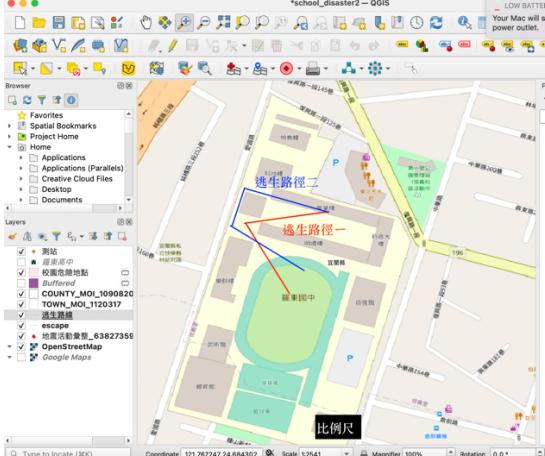
物理學公式：
 速度 = 距離 / 時間

- 答案：
1. P 波速度 6.5 公里/秒，震央到學校 = 22.79 公里，因此 P 波約 3.5 秒接收到。
 2. S 波約 $22.79/3.5=6.5$ 秒左右傳到。
 3. 因此，地震警報到 S 波到來開始搖晃約有 3 秒時間。

高中地理科多元選修 地震警響：校園防災與地理資訊系統探究與實作 學習單

第四節 校園地震防衛戰：實際操作與發表總結（紅字為學生填答內容）

1. 地震校園逃生路線 (GIS 地圖)

項目	逃生規劃路線	說明
GIS 地圖		教室位置位於學校北側校園的敬業樓三樓，而最鄰近的空地為操場，因此設計逃生路徑從教室旁邊的樓梯，逃生路徑一斜向逃往操場。考慮路徑一為最短路線，可能因為眾多學生一起逃生時，阻塞通道，因此建立逃生路徑二作為備用方案。
逃生路徑一	總距離： 127 m 估計速度： 100m/min	預估逃生時間： 1 分 16 秒
逃生路徑二	總距離： 152 m 估計速度： 100m/min	預估逃生時間： 1 分 31 秒

2. 逃生路線時間表

時間	地震發生	動作	地點	注意事項
0-10 秒		趴到課桌椅旁邊	敬業樓 3 樓 105 教室	
10-30 秒 停止搖晃		打開教室門以免變形、關閉電燈、冷氣、電扇店員	敬業樓 3 樓 105 教室	
30-60 秒		確認逃生路線，利用樓梯進行逃生	敬業樓 3 樓走廊	把書包等緩衝物放在頭上保護頭部
60-180 秒		依序不推擠地往避難空間移動	敬業樓 3 樓走廊、四維樓 3 樓西側樓梯間	不推擠地往前
180 秒以後		逃生到指定避難空地	排球場避難空地	以班級為單位迅速回報人數

3. 地震來襲時的避難指引，是否有法律依據得強制執行？【結合公民科】

法律層級	法條	內容
法律	災害防救法	政府於災害發生或有發生之虞時，應勸告或強制其撤離，並作適當之安置。
命令	教育部主管各級學校及所屬機構災害防救要點	學校及機構於災害發生時應成立緊急應變小組，由首長擔任指揮官，研判情勢發展，執行必要之應變作為。

請寫出你對於上述法條的觀察與理解： 上述法律均為規定政府或是學校機構師長應負管理災害之責，無針對學生進行規範。實際學生規範仍須各個學校以校規訂定之。