

# 高雄市鼓山地區都市防災空間系統規劃示範計畫

主管單位：內政部建築研究所

何明錦

李泳龍

黃宗誠

戴政安

Ming-Chin Ho

Yung-Lung Lee

Tsung-Cheng Huang

Cheng-An Tai

內政部建築研究所

## 摘 要

本研究運用臺灣地震災損評估系統 (TELES)，依臺灣自然與災害環境敏感度之特質，針對地表震動強度推估模式、土壤液化機率、地震陷量推估模式、災損評估及維生管線評估，以高雄市鼓山地區（鼓山區與鹽埕區）防災規劃為例，應用於地震災害潛勢估計、地區防災計畫及防救災空間計畫之研擬。接續並透過 Google Earth 提供之免費、開放且具有高度解析的 GIS 平台，作為改善傳統都市防災地圖更新維護的新工具，透過資訊科技的普及性與工具輔助，進而實現公眾參與之精神，逐步落實都市防災規劃永續發展之理念。

**關鍵字：**臺灣地震災損評估系統、Google Earth、都市防災空間系統規劃

## Abstract

This study applied TELES (Taiwan Earthquake Loss Estimate System), considering the characteristics of locality and using peak ground acceleration estimate, soil liquefy probability estimate, earthquake sink estimate, damages loss evaluation and life-time evaluation model, taken Kaohsiung City Gushan district case study result for local disaster prevention plan and urban disaster prevention spatial system planning. Therefore Google Earth is selected due to the powerfully and free openware GIS platform, which can be used for improving the hazard map preparation and update efficiency. Besides the public involvement idea is also introduced with this user friendly system development and can be put into action for sustainable plan.

**Keywords :** Taiwan Earthquake Loss Estimation System, Google Earth, Urban disaster prevention spatial system planning

### 一、研究緣起與目的

過去 20 年來，各種自然與人為災害事件頻仍，臺灣更歷經地震、風災、水災及土石流等自然災害，使人民的生命財產嚴重損失。隨著災害經驗累積後，若能建立完善預防制度，將使災害造成的損害減至最低，尤其是透過都市防災系統的規劃，能使災害發生時，保障居住於都市地區人民生命財產之安全，這將是臺灣都市規劃中相當重要之課題。

應用都市防災規劃推動地震防災與減災，主要困難在於當前尚缺乏一套完善之評估災害風險、災感度及危險潛勢的適當方法與工具。導致都市防災規劃成果經常潛藏不可預測的風險，而無法依風險評估成果，提出適宜的減災策略。也就造成許多都市防災規劃實務過程中，只能從圖面作業，提出例如避難據點、避難路徑及防災生活圈劃設等供給面導向的「空間系統配置規劃」（李威儀等，1997；洪鴻智、詹士樑，2001；何明錦、詹士樑，2004；何明錦、李泳龍，2007）。其他如都市更新選址、新市鎮開發、土地使用管制、都市計畫通盤檢討等，

皆無法配合地震風險特性，進行適切的都市防災規劃。

由於都市防災地圖，可以提供土地使用或都市防災規劃的重要綜合資訊，然而傳統都市防災地圖需要耗時投入繪製紙張地圖，僅能展現平面資訊，許多防救災設施詳細資訊礙於紙張圖幅限制反而被捨棄；後來也有透過單機版的地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）進行資料庫維護與展示，但是都受限於大量的文宣印製與昂貴的硬體投資需求，在都市防災規劃推廣上與落實上較為費時且缺乏效率，特別是對於動態資料更新，往往無法獲得即時結果。

緣此，本研究嘗試運用臺灣地震災損評估系統（Taiwan Earthquake Loss Estimation System, TELES），其地震災害損失評估方法，以 HAZ-Taiwa 系統的估計方法論為基礎，依臺灣自然與災害環境敏感度之特質，針對地表震動強度推估模式、土壤液化機率、震陷量推估模式、災損評估及維生管線評估，以高雄市鼓山地區（鼓山區與鹽埕區）為例，應用於地震災害潛勢估計、地區防災計畫及防救災空間計畫之研擬。然後進一步將所得之評估結果透過 Google Earth 提供之免費、開放且具有高度解析的 GIS 平台，作為改善傳統都市防災地圖更新維護的新工具，透過資訊科技的輔助，進而實現公眾參與之精神，落實都市防災規劃永續發展之理念。

## 二、文獻回顧

應用地震災損評估系統進行都市防災規劃，可以藉由境況模擬結果分析都市地區災感度、災害潛勢及災害風險分佈的資訊，以利防災規劃的進行。對於地震災損評估系統的開發，各國多自行開發適用不同地區之地震災損評估系統，例如美國開發之 HAZUS 系統，主要應用範圍除地震之災害潛勢與風險分析外，亦應用於土地使用的評估與開發審議的決策支援系統（Whitman et al. 1997）；義大利則利用國家科學委員會所屬之地震災害潛勢評估系統，作為劃設地震災害潛勢的基礎（Meletti et al, 2000）；臺灣則是引進美國開發之 HAZUS 系統並加以本土化，稱為 HAZ-Taiwan，同時 TELES 則為行政院國家科學委員會與經濟部技術處合作之 HAZ-Taiwan 計畫的一環，故 TELES 的應用經驗與 HAZ-Taiwan 可併同討論。

對於地震災害風險管理與防救災決策評估之輔助工具應用方面，陳建忠、洪鴻智（2002）以 HAZ-Taiwan 地震災損評估系統評估臺北市士林區災害風險性，並提出地震災損評估可應用於都市防災規劃四個層面，分別是地區防災計畫擬定、都市計畫通盤檢討、都市更新選址與規劃、都市開發與建設之審議。陳亮全等人（2003）提出透過 HAZ-Taiwan 系統與風險-效益評估方法，可有效建立地震災害風險圖，提供規劃者評估土地使用計畫與社區地震風險，以避免不適當的規劃行為。何明錦、洪鴻智（2004）應用 TELES 模擬新竹（含香山）都市計畫區的地震災害潛勢與災害風險分析，以其評估結果為基礎，協助估計該地區防救災需求與防救災空間計畫之研擬。

施邦築、陳素櫻（2006）提出透過 TELES 系統的境況模擬與應用，可提供規劃區地震災害潛勢、災害敏感度及風險分析資訊，以作為都市防災規劃之決策支援系統，增進防災空間資源配置規劃效能。何明錦、洪鴻智（2007）運用 TELES 系統與國家災害防救科技中心的相關研究成果，考量城鄉發展特性、土地使用規劃、災害風險評估方法、減災策略及防救災需求特徵，以增修都市防災空間系統手冊彙編，方便未來地方與城鄉防災空間系統規劃工作推動的參考。

對於如何將 TELES 系統境況模擬後的地震災害風險圖，有效推廣與落實在都市防災規劃推，則應進一步考量公眾參與地理資訊系統的精神。公眾參與地理資訊系統（Public Participation Geographic Information System, PPGIS）一詞來自於 1990 年代中期美國馬里蘭大學為了改善非政府組織對於 GIS 工具在民主社會中所扮演的角色，Sheppard（1995）指出掌握 GIS 與社會之關係的關鍵在於 GIS 不應僅被視為一個解決問題的工具，GIS 的發展如同其他的科技一般，都是社會的過程。Sieber（2003）指出 PPGIS 的焦點在於針對特殊使用者的目的、能力發展及技術運用，可以降低一般 GIS 因為顧及普遍的需求而聚焦於技術的研發、大型資料庫建立所需要資本密集與技術門檻，並且避免僵化的官僚體系制約性的處理過程，讓社會中相對弱勢的群體可以有效運用地理資訊系統來進行公眾參與，表達自己的意見。

PPGIS 的精神在於能夠讓弱勢權力關係扭轉，並且增加社群參與討論與決策的機會，除了能增加參與成員，也希望藉此強化組織，並提升組織的永續發展性包括財務上的自主與管理能力。緣此，本研究運用 TELES 系統進行地震災害境況模擬，製作地震災害風險圖，透過資訊科技的輔助，結合 PPGIS 的觀念，進而實現公眾參與之精神，以推動都市防災規劃永續發展之理念。

### 三、地震災害境況模擬分析-以高雄市鼓山地區（鼓山區與鹽埕區）為例

應用「TELES」作為地區性或全國性的地震損失評估時，必須先行建置許多資料庫，包括 1.各地區斷層資料庫；2.各類不同建築構造型態與不同樓層高度建築物的易損性曲線；3.建築物不同使用用途、重要性、內含物或庫存品的成本分類；4.不同時段人口分佈與建築物用途、構造型態的交互關係；5.不同用途建築物的單位使用面積等資料。雖然這些基礎的共通資料庫，已由國家地震工程研究中心建立，然而，各地區建築物的正確分佈數量，構造型態類別與用途的分佈比例等，則仍有待建築防災的專家進一步確認。

由於建築物基本資料的取得須透過縣市政府主管機關的許可，需將涉及個人隱私的部份作保密的處理。同時，在不同行政區域，因地震發生機率與地震規模的不同，使得在進行地震損失評估時，各行政區域須就各地區可能發生最大可能的地震事件，個別進行該地區之地震災害境況模擬。因此，於應用「TELES」時，首需建立各行政區域的建築物基本資料庫並定期更新，然後才能藉由「TELES」，進行地震損失評估，以得知各行政區域在最大可能地震事件下的境況模擬結果，例如不同損害程度建築物的損害機率、建築物的樓地板面積、度建築物的棟數；不同傷亡程度的人員數量、建築物結構體及非結構體的經濟損失等。而這些境況模擬的結果可作為平時減災、災前準備、災中應變及災後復建四階段防救災計畫的重要依據，探討如何有效降低地震所引致之災害程度損傷之各種方案，以下將以實證地區為例說明 TELES 境況模擬相關條件設定與實際進行境況模擬分析：

#### （一）TELES 境況模擬相關條件設定

本研究應用 TELES 軟體 4.0 版，系統主要功能包括：地震災害潛勢分析、一般建築物損害評估、人員傷亡評估等功能。然而，本研究鼓山地區之資料為國家地震工程研究中心所提供之 2003 年相關調查結果。因此，模擬分析結果仍須進一步配合經驗判斷可靠程度。

地震災害境況模擬乃依據地質構造條件與歷史地震，設定一最有可能發生而且極可能造成嚴重災害的地震，推算其強地動參數，作為各項相關災害模擬的基本輸入參數。

依據中央地質調查所活動斷層調查結果與有史料記載以來之大規模地震震央分佈，高雄市境內現無活動斷層與存疑性斷層，而高雄縣境內的活斷層有：六龜斷層、旗山斷層、小崗山斷層、鳳山斷層及潮州斷層，除六龜斷層屬第二類活斷層之外，其餘均屬存疑性活斷層，部份斷層位置不確定，部份斷層歷史活動證據不充份。高雄縣境內六龜斷層為北北東走向，長度僅約 18 公里，但該斷層線由六龜往南延伸至美濃地區，亦即由山區至人口稠密的平原地區。此外，旗山斷層縱貫高雄縣境內為東北—西南走向之左移斷層（亦有逆衝斷層之說），於旗山地區的斷層位落差約 2,000 公尺，延伸長度超過 70 公里，斷層由高雄縣三民鄉經旗山鎮、燕巢鄉至大社鄉，參見圖 1。

為地震境況模擬所需，本研究整理臺灣西南地區有史料記載以來規模 6 以上之地震（參見表 1），高雄縣境內之多數地震分佈在東北部靠近山區的位置，歷史資料僅出現最大規模 6.1 之地震（六龜地震），衡諸近年來全球發生的地震規模有朝向大規模地震的趨勢，加上斷層活動性仍有待確認之前，若僅依據歷史資料最大地震規模（以地震規模 6.1 境況模擬）唯恐過於保守。此外，本研究依據經濟部中央地質調查所的調查結果，即：1. 國立高雄師範大學燕巢校區的化學館前庭陸橋有擠壓破裂跡象；2. 南二高中寮隧道距北口 50 公尺處隧道有龜裂與路基有下陷現象。這些觀察可能顯示旗山斷層近期有活動的跡象，應可視為活動頻繁的斷層。進一步再依據各方資料配合防災實務上之需要研判，本研究擬設定旗山斷層之規模為 7.3（參考 921 地震規模<sup>1</sup>），地震類型為已知的斷層事件，斷層開裂長度 70 公里、長度 23.3 公里、方向 45 度、傾角 90 度，震央經度 120.506、震央緯度 22.9194、震源深度 5 公里，相關基本假設條件參見表 2。

## （二）鼓山地區境況模擬分析

地震造成高度地表振動，地表振動造成災害因素除了與地震能量釋放有關外，同時也極有可能在地表大幅度擺動當中，促使暴露於地面上方實質物體包括建築、工程結構物（例如道路與橋樑等）與人民面臨災損傷亡之危機。因此以地表振動強度來判斷該區可能受災危險程度，係以地震參數最大地表加速度（Peak Ground Acceleration, PGA）與震度對應關係進行分析，同時進一步估計其影響所及的空間對應關係，透過 TELES 輸出之最大地表加速度（PGA）值大小作為空間識別參考，瞭解該區是否為震災潛在危險區。換言之，當所在地區之 PGA 值愈大其振動強度愈高，面臨災害危險機率則愈高。

依據所選定之地震事件，以旗山斷層所設定之相關震源參數，模擬出高雄市鼓山地區各里地表振動分佈情況，參見圖 2，較大 PGA 值主要分佈於東北方，以雄峰里、鼓峰里、裕興里、華豐里、裕豐里、明誠里及龍子里最為嚴重，PGA 值高達 0.519~0.548。PGA 大小程度由北向北南遞減，以南端之峰南里等 16 里 PGA 值最低。PGA 值越高表示地震發生所導致地表震動程度越強，因所隱含可能造成較嚴重的財產損害與人員傷亡之意義。

「TELES」之一般建物資料庫的建置是採用國震中心提供的稅籍資料，參見表 3，因此以國震中心提供稅籍資料進行「TELES」的一般建物地震災損評估時，許多老舊的房子可能受到較嚴重的損害估計。同時考量本研究並未對全部資料庫的資料重新調查更新，僅以既有資料模擬境況，藉以了解與掌握災害可能產生的影響全貌，並作為擬定防

<sup>1</sup>本研究亦利用地震規模 6.1 進行境況模擬，然而可能計畫地區非緊臨斷層帶，加上預設的圖例尺度間距離較大，結果相差不明顯，因此仍選擇較大地震規模進行境況模擬結果進行分析。

災計畫之救災資源分配決策參考資料。

依旗山斷層境況模擬各用途建物損害估計成果，參見表 4，發現鼓山地區各用途建築物損害機率分別依輕微損害、中度損害、嚴重損害，及完全損害表示不同用途使用之建築物於所設定模擬境況條件下之各種損害機率。為達成都市防災計畫空間系統架構目標，因此，本研究針對一般建物進行損害空間分析，參見圖 3。經模擬結果分析發現，明誠里與龍子里均有 50 棟以上的建築物受損，且鼓山地區大部份地區損害棟數亦高達 11~50 棟之間。

由於鼓山都市計畫地區為居民居住及同時商業活動主要範圍，因此本研究擬針對住宅與商業建築物的損害進行空間分析。以旗山斷層境況模擬住宅建物結構至少嚴重損害機率分佈，參見圖 4，結果顯示雄峰里、鼓峰里、裕興里、華峰里、裕豐里、明誠里、龍子里、瀨南里、光明里及新樂里有關住宅用建築物之損害機率約在 0.061~0.07；以旗山斷層境況模擬商業建物結構至少嚴重損害機率分佈，參見圖 5，結果顯示雄峰里、華豐里、裕豐里、明誠里、府北里、瀨南里、光明里及新樂里有關商業用建築物之損害機率約在 0.061~0.08。此外，內惟埤市地重劃區所在位置之住宅建物與商業建物結構至少嚴重損害機率分佈，為雄峰里、華豐里、裕豐里及明誠里，同時此區目前亦屬鼓山地區主要新興住宅區與商業區，對於防災空間資源的分配應優先考慮其完整性與有效性。

「TELES」可以進一步提供地震災害社會經濟損失估計，藉以評估地震災害產生後所引致的社會衝擊與直接經濟損失。本研究應用「人員傷亡」子模組估計可能的傷亡人口數，作為防災資源配置時，資源需求估計的參考。同時「TELES」可依不同時段的人口動態分佈，推估不同傷亡等級的人數。其設定人員傷亡的等級有四級：第一級（S1）為需基本治療，不需住院；第二級（S2）為需較多的醫療手續且需住院，但無生命危險；第三級（S3）為若無適當且迅速的醫療將有立即的生命危險；第四級（S4）為立即死亡。利用「TELES」進行地震境況模擬，可以推估不同傷亡等級的人數，進而規劃區域醫院的醫療人力、專長及病床數等。以旗山斷層境況模擬人員傷亡評估結果，參見表 5，依傷亡狀態總和探討，在各種不同時段之鼓山地區的不同傷害人口數推估，就時段別分析，以假日或通勤時段傷害總人數最高（145.1 人）；其次則為夜間時段（136.3 人），由於鼓山地區有壽山動物園、西子灣、美術館及中山大學等風景區，假日時段均吸引大量觀光客到訪，因此對於假日時的防災計畫應有特殊的考量準則。

其次，就傷害狀態別分析，表 5 中可以發現第四級傷害（S4）的數字普遍較高，受傷人數（S1、S2、S3）反而較少，究其原因乃係「TELES」輸入的原始基本資料，是依據當時 921 大地震所回報的傷亡數值，惟受傷較輕微的居民可能沒有就醫，而自行處理療傷，S1 至 S4 的數值是依據醫院所接收的傷亡人數進行統計，且死亡人數（即 S4）依規定必須回報，因此準確性較高，而 S1 與 S2 的數據事實上可能會更高，然而實務上較難以有效確認。

接續就傷害估計人數分佈空間進行分析，參見圖 6 以旗山斷層境況模擬日間時段人員傷亡分佈圖，以明誠里、龍子里、府北里、光明里及新樂里等各里傷害人數較高。此外，參見圖 7 以旗山斷層境況模擬夜間時段人員傷亡分佈圖，亦屬明誠里傷害人數較高。然而受限於模擬結果無法以更精細方式予以展示，參見圖 8 以旗山斷層境況模擬假日或

通勤時段人員傷亡分佈情形，發現壽山地區（自強里、桃源里、峰南里及壽山里等）定住人口傷亡人數較少。因此將來若能將屬性資料庫數據持續更新，則可進一步反映日間、夜間及假日或通勤時段人口分佈，更可深入以了解損害之差異性。

#### 四、應用 Google Earth 繪製防災地圖

Google Earth 為本研究所選擇的網路 GIS 平台，Google 公司致力於開發空間資訊方面的市場，並於 2007 年 8 月推出 Google Earth (4.2 版)，提供全球的使用者線上查詢全世界的衛星影像與地圖資訊，此外提供的功能不只是展示地圖，還可以進一步在地圖上註記與加值。其使用影音串流技術展示三維影像，藉由網際網路將影像傳送至使用者端，其優點是使用者無須購買昂貴的圖資就可以線上瀏覽與使用，缺點則是資料皆透過網路連接，離線時的運用會被限制。此外，Google Earth 使用 XML 的語法架構出 KML 的檔案格式，使用者若了解此交換格式，便可以進一步將使用者的資料匯入，增加資訊的豐富性。本研究結合公眾參與的精神，使用 Google Earth 為平台繪製防災地圖，透過 TELES 的境況模擬結果，將所對應配置之都市防災六大空間系統建置於 Google Earth 平台，有關整合應用於都市防災規劃主要構想，參見圖 9。

都市防災空間資訊系統主要由三個獨立的系統，透過資料庫之連結，所產生的一個完整的資訊系統。此三個獨立的系統包括：

##### (一) Google 入口網站

Google 入口網站提供關於都市環境所有相關訊息，參見圖 10，以提供使用者能方便查詢或連結到相關的資源或網站，避免花費過多查詢時間；並可提供使用者健全的訊息，方便使用者快學習並取得資源。

##### (二) 透過 Google Earth 整合資料庫所產生的地圖使用介面

將鼓山地區防救災資訊系統於系統中登錄建檔，若能進一步藉由鼓山地區居民的主動關心，可以將訊息即時完整傳達給鼓山地區居民；此外，Google Earth 已為中文化介面，參見圖 11，更可方便鼓山地區居民使用。

##### (三) 透過 JAVA 整合資料庫所產生的都市防災資訊系統

透過資料庫之整合，將本研究建置之都市防災資訊傳遞至 Google Earth，各項防災資源結果建置於全球的網際網路上，除可提供鼓山地區居民下載使用外，參見圖 12，並可加入全球的防災資訊網路。

傳統都市防災規劃成果受限於圖紙或廣大的資料庫系統推廣不易，公眾參與精神無法有效的落實，透過 PPGIS 觀念，應用 Google Earth 繪製鼓山地區防災地圖可以改善傳統都市防災地圖，需要耗時投入繪製紙張地圖，同時紙張圖幅有限，僅能展現平面資訊，許多防救災設施詳細資訊礙於紙張圖幅有限反而被捨棄；但 Google Earth 可以在設施點位上加入相關資訊（照片、描述及相關網址等），防災地圖可隨時更新資訊，一改傳統耗時與更新不便等缺乏效率的缺點。透過 Google Earth 提供一個人性化的介面，透過 Google Earth 提供免費、開放且具有高解析度影像的 GIS 平台，凝聚與強化地區居民對於地區環境之認知性，使居民對於空間資訊不再生疏，對於未來推動社區防災可以提供完整的資訊，進而實現公眾參與的精神。

#### 五、結論與建議

一、本研究運用 TELES 系統進行災害境況模擬，並估計一般建築物損害估計與震災傷亡人口數，災害境況模擬假設條件為「旗山斷層之規模為 7.3（參考 921 地震規模），地震類型為已知的斷層事件，斷層開裂長度 70 公里、長度 23.3 公里、方向 45 度、傾角 90 度，震央經度 120.506、震央緯度 22.9194、震源深度 5 公里」，相關模擬分析結果如下：

#### （一）建築物損害估計

由旗山斷層境況模擬結果，明誠里與龍子里均有 50 棟以上的建築物受損，且鼓山地區大部份地區損害棟數亦高達 11~50 棟之間。其中一般建築物損害機率較為嚴重地區有 1.雄峰里、鼓峰里、裕興里、華峰里、裕豐里、明誠里、龍子里、瀨南里、光明里及新樂里之住宅用建築物之損害機率約在 0.061~0.07；2.雄峰里、華豐里、裕豐里、明誠里、府北里、瀨南里、光明里及新樂里之商業用建築物之損害機率約在 0.061~0.08。此外，內惟埤市地重劃區所在位置之住宅建物與商業建物結構至少嚴重損害機率分佈，為雄峰里、華豐里、裕豐里及明誠里，同時此區目前亦屬鼓山地區主要新興住宅區與商業區，對於防災空間資源的分配應優先考慮其完整性與有效性。

#### （二）震災傷亡人口估計

依傷亡狀態總和探討，在各種不同時段之鼓山地區的不同傷害人口數推估，就時段別分析，以假日或通勤時段傷害總人數最高（145.1 人）；其次則為夜間時段（136.3 人），由於鼓山地區內有壽山動物園、西子灣、美術館及中山大學等風景區，假日時段均吸引大量觀光客到訪，因此對於假日時的防災計畫應有特殊的考量準則。就傷害估計人數分佈空間進行了解，以明誠里、龍子里、府北里、光明里及新樂里等各里傷害人數較高。藉由旗山斷層境況模擬假日或通勤時段人員傷亡分佈情形，發現壽山地區（自強里、桃源里、峰南里及壽山里等）定住人口傷亡人數較少。因此若將來能將屬性資料庫數據更新，則應進一步反映日間、夜間及假日或通勤時段人口分佈，以了解其損害差異性。

二、應用 Google Earth（4.2 版）繪製都市防災地圖，可以改善傳統都市防災地圖，需要耗時投入繪製紙張地圖，同時紙張圖幅有限，僅能展現平面資訊，許多防救災設施詳細資訊礙於紙張圖幅限制反而被捨棄；但 Google Earth 可以在設施點位上加入相關資訊（照片、描述及相關網址等），防災地圖可隨時更新資訊，一改傳統耗時與更新不便等缺乏效率的缺點。透過 Google Earth 提供之免費、開放且具有高解析度影像的 GIS 平台，作為改善傳統都市防災地圖更新維護的新工具，透過資訊科技的輔助，進而實現公眾參與之精神，落實都市防災規劃永續發展之理念。

三、整合 TELES 與 Google Earth 兩大力工具作為都市防災規劃，仍需進一步對於地區防災需求進行研究，因此，未來以 PPGIS 的規劃理念，凝聚與強化地區居民對於地區環境之認知性，使居民對於空間資訊不再生疏，將可進一步以資訊及時反映居民需求之觀點，強化都市防災空間系統規劃。

#### 謝誌

本研究為內政部建築研究所 96 年度（978-986-01-2695-2）「高雄市鼓山地區都市防災空間系統規劃示範計畫」之研究計畫補助成果，特此感謝。

#### 參考文獻

- 何明錦、李泳龍，2007，《高雄市鼓山地區都市防災空間系統規劃示範計畫》，內政部建築研究所。
- 何明錦、洪鴻智，2007，《都市防災空間系統手冊彙編增修》，內政部建築研究所。

- 何明錦、洪鴻智，2004，《都市防災空間系統規劃與 HAZ-Taiwan (TELES) 系統應用整合之研究：子計畫二新竹市之防災空間系統規劃》，內政部建築研究所。
- 何明錦、詹士樑，2004，《都市防災空間系統規劃與 HAZ-Taiwan (TELES) 系統應用整合之研究：子計畫一新竹市舊城區資料庫與參數庫之建置》，內政部建築研究所。
- 李威儀、錢學陶、李咸亨，1997，《臺北市都市計畫防災系統之規劃》，臺北市政府都市發展局。
- 施邦築、陳素櫻，2006，《地震災損推估在都市防災空間系統規劃之應用》，梅山地震百週年紀念研討會。
- 洪鴻智、詹士樑，2001，《都市地區有效避難路線與防救災路徑評估方法之研究 (III)：與 HAZ-Taiwan 整合應用》，內政部建築研究所。
- 陳亮全、洪鴻智、詹士樑、簡長毅，2003，《地震災害風險-效益分析於土地使用規劃之應用：應用 HAZ-Taiwan 系統》，都市與計畫，30 卷 4 期：281-299。
- 陳建忠、洪鴻智，2002，《應用 HAZ-Taiwan 系統進行都市計畫防災規劃方法與方式探討 (二)-都市防災計畫之應用》，內政部建築研究所。
- 葉錦勳，2003，《台灣地震損失評估系統之簡介》，國家地震工程研究中心  
經濟部中央地質調查所 <http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp>
- Meletti, G., Patacca, E., and Scandone, P., 2000, 《Construction of a seismotectonic model: The case of Italy》, Pure and Applied Geophysics, No.157: 11-35.
- Sheppard, E. 1995, 《GIS and Society: Toward a Research Agenda》, Cartography and Geographic Information System, Vol.22, No.1: 5-16.
- Sieber, R. E. 2003, 《Public participation geographic information system across borders》, The Canadian Geographer, Vol.43, No.1: 50-61.
- Whitman, R. V., Anagnos, T., Kircher, C., Lagorio, H. J., Lawson, R. S., and Schneider, P., 1997, 《Development of a national earthquake loss estimation methodology》, Earthquake Spectra, No.13: 643-661.

表 1 臺灣西南地區有史料記載以來推估規模 6 以上之地震一覽表

發生日期	地震名稱	規模	深度	震央位置		死亡人數	房屋全倒數	備註
				東經	北緯			
1736/01/30	臺南地震	6.5	無估計	120.300	23.100	266	556	
1792/08/09	嘉義地震	7.1	無估計	120.500	23.600	713	24,190	
1839/06/27	嘉義地震	6.5	無估計	120.500	23.500	117	7,575	
1862/06/07	臺南地震	7.0	無估計	120.200	23.200	>500	>500	
1902/03/20	六龜地震	6.1	20	120.600	23.000	無估計	無估計	
1904/04/24	嘉義地震	6.1	無估計	120.300	23.500	3	66	
1904/11/06	斗六地震	6.1	7	120.250	23.575	145	661	
1906/04/14	鹽水港地震	6.4	10	120.400	23.400	15	1,794	
1927/08/25	新營地震	6.5	20	120.300	23.300	11	214	
1930/12/08	新營地震	6.1	20	120.400	23.300	4	49	
1930/12/22	新營地震	6.5	10	120.400	23.300	0	121	
1941/12/17	中埔地震	7.1	12	120.475	23.400	358	4,520	
1941/12/17	中埔餘震	6.4	5	120.475	23.350	無估計	無估計	
1941/12/18	中埔餘震	6.2	10	120.400	23.400	無估計	無估計	
1946/12/05	新化地震	6.1	5	120.330	23.070	74	1,954	形成同震



								斷層
1964/01/18	白河地震	6.1	18	120.600	23.267	106	10,520	
1998/07/17	瑞里地震	6.2	3	120.663	23.503	5	18	
1999/10/22	嘉義地震	6.4	17	120.423	23.517	0	7	
1999/10/22	嘉義餘震	6.0	17	120.431	23.533	0	0	
2000/07/29	桃源地震	6.1	7	120.933	23.411	0	0	

表 2 旗山斷層境況模擬相關基本假設條件

項 目	內 容
日 期	2007 年 8 月 31 日
時 間	6 點 47 分
芮氏規模	7.3
震央經度	120.506
震央緯度	22.9194
震源深度	5 公里
活動斷層	旗山斷層
斷層線走向	45 度
開裂面傾角	90 度
開裂面長度	70 公里
開裂面寬度	23.3 公里

表 3 「TELES」依房屋稅籍資料用途歸納之一般建築物用途分類表

代碼	描述
Res1	住宅
Res2	國際觀光旅館、套房、旅館
Com1	百貨公司、商場、超級市場、市場、店舖、倉庫
Com2	電視台、廣播電台、辦公廳室
Com3	夜總會、舞廳、咖啡廳、酒家、歌廳、餐廳、影劇院、遊藝場所、游泳池
Com4	診所
Com5	開放空間、停車場、防空避難室
Ind1	油槽、焚化爐、工廠
Agr1	養殖場、農舍、農業用房室
Rel1	納骨塔、寺廟、教堂
Gov1	政府機關
Edu1	校舍
Edu2	圖書館、美術館、博物館、紀念堂、體育館、禮堂

表 4 以旗山斷層境況模擬各用途建物損害估計成果

建物用途 類別	總樓地板面積 平方公尺	損害機率(%)			
		輕微損害	中度損害	嚴重損害	完全損害
住宅	4,601,985.6	12.30	7.82	3.50	1.78
商業	2,416,436.1	11.89	7.44	3.39	1.71
工業	78,466.6	11.95	7.82	3.51	1.88
農業	916.3	9.37	5.51	2.28	1.09
宗教	375,718.8	12.81	8.07	3.43	1.63
教育	235,406.8	11.42	7.00	3.13	1.54
總計	7,708,930.2	12.16	7.69	3.45	1.74

表 5 以旗山斷層境況模擬人員傷亡評估結果

狀態	時段			
	日間時段	夜間時段	假日或通勤時段	
一級傷害 (S1)	22.3	23.5	25.0	
二級傷害 (S2)	25.4	26.8	28.6	
三級傷害 (S3)	33.2	35.1	37.4	
四級傷害 (S4)	48.0	50.9	54.1	
總計	128.9	136.3	145.1	

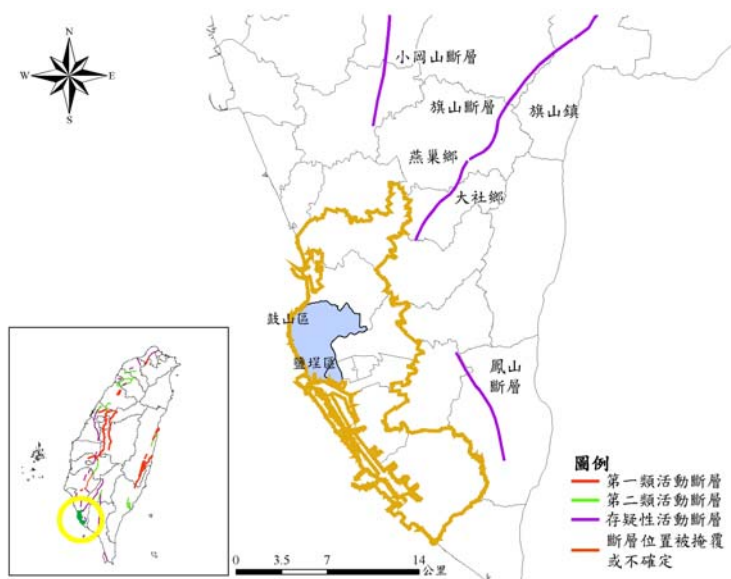


圖 1 旗山斷層帶位置分佈圖

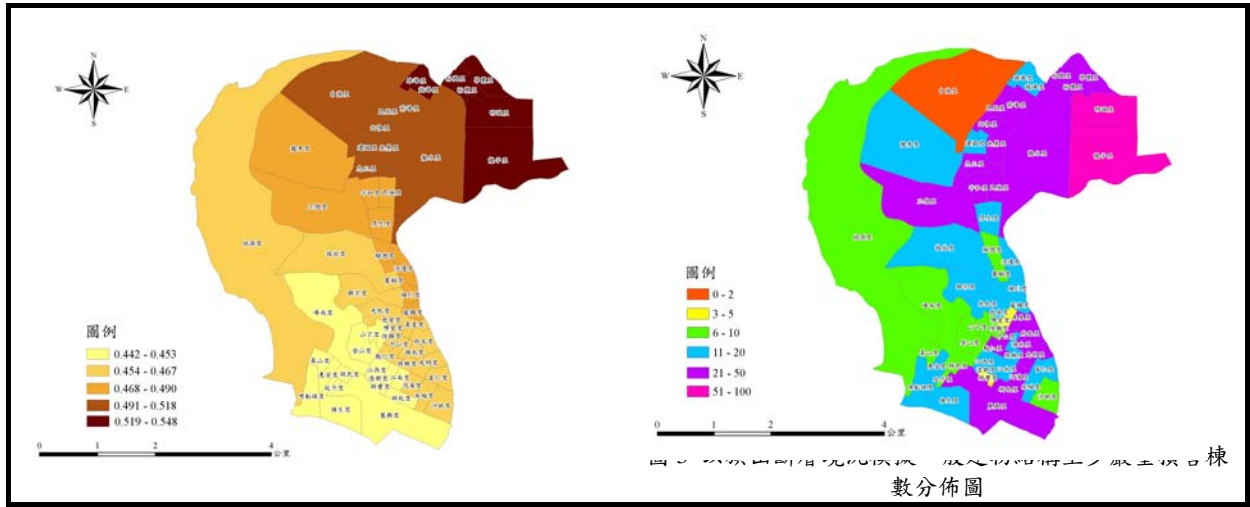


圖 1 旗山斷層帶位置分佈圖  
數分佈圖

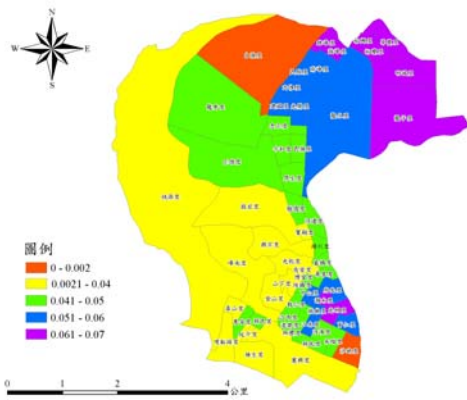


圖 4 以旗山斷層境況模擬住宅建物結構至少嚴重損害機率分佈圖

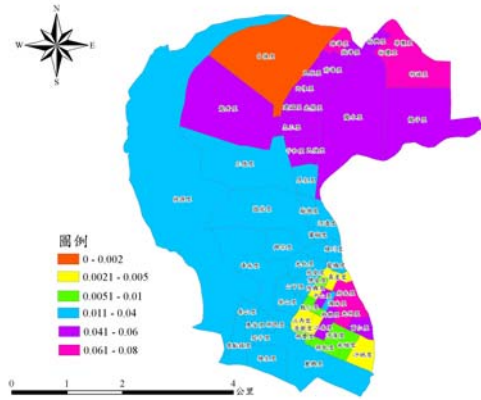


圖 5 以旗山斷層境況模擬商業建物結構至少嚴重損害機率分佈圖

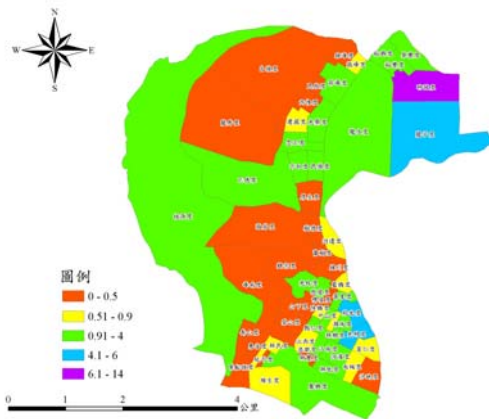


圖 6 以旗山斷層境況模擬日間時段人員傷亡分佈圖

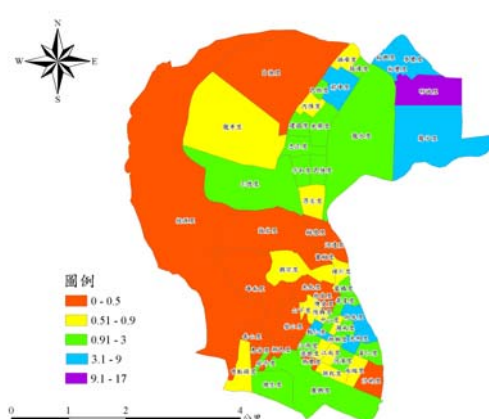


圖 7 以旗山斷層境況模擬夜間時段人員傷亡分佈圖

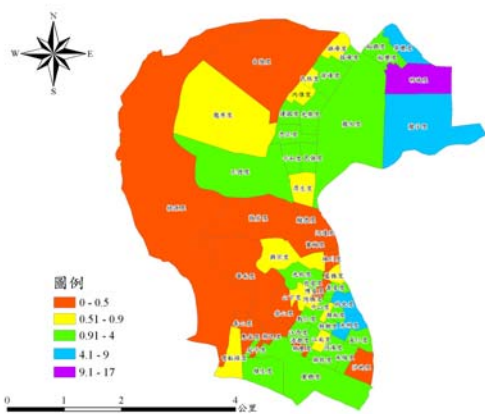


圖 8 以旗山斷層境況模擬假日或通勤時段人員傷亡分佈圖

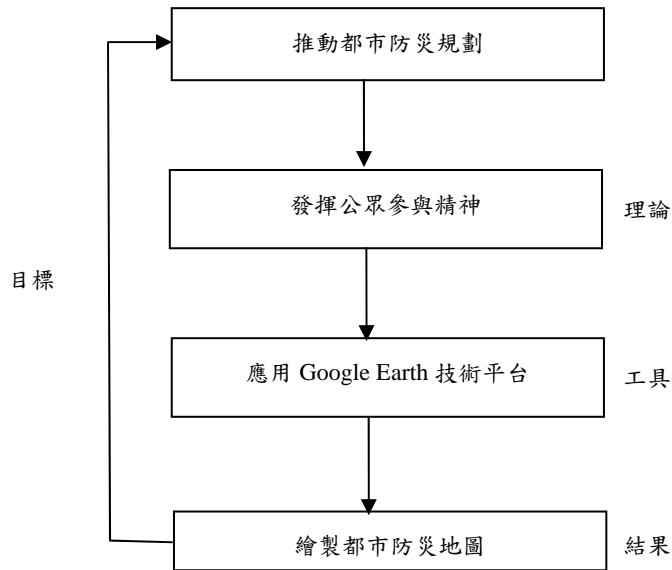


圖 9 推動公眾參與都市防災規劃構想圖

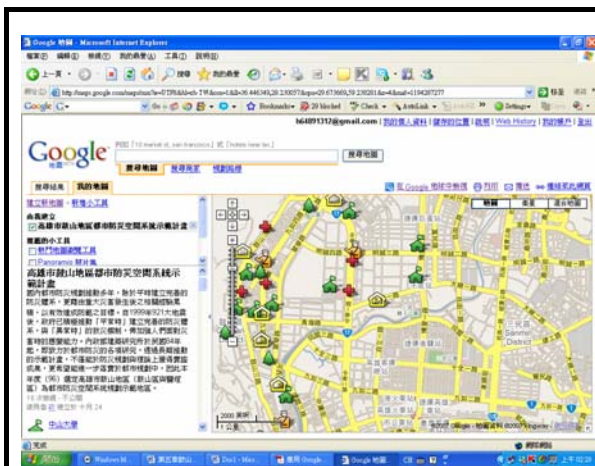


圖 10 應用 Google 地圖搜尋資料介面圖

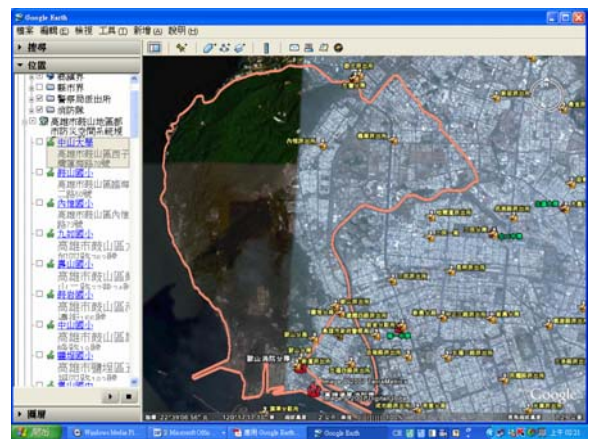


圖 11 Google Earth 中文介面圖

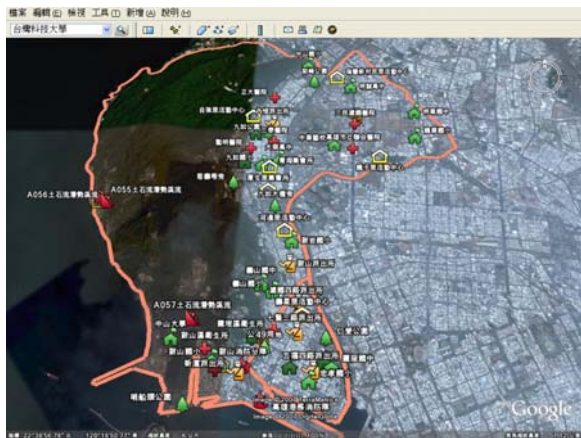


圖 12 應用 Google Earth 繪製鼓山地區防災地圖