

災害防救相關體制與法規之檢討與應用落實-TELES

系統於都市防災空間規劃之規範

Review and Practicable Application of the Disaster-related Prevention System and Laws - Using TELES system in the Standard of spatial system planning for urban disasters prevention

主管單位：國家災害防救科技中心

施邦築

陳素櫻

Shih, Ban-Jwu Chen, Su-Ying

國家災害防救科技中心體系與政策組

摘要

本研究所採用之方法，係奠基在 921 大地震案例分析，進行文獻蒐集與分析、現況調查與資料蒐集及專家訪談，並整合 TELES 之地震損失評估方法，擬訂災損量化數據規劃原則。且以苗栗縣頭份鎮為例，進行地震災損評估模擬與地震防災空間系統策略規劃，透過程序性操作示範，有助於地方政府從事防救災作業相關人員之參酌。

關鍵詞：台灣地震損失評估系統、空間防災規劃、資源之量化需求

Abstract

This study collects data and analyzes quantitatively the demand for the urban spatial planning from experiences of the 921 Chi-Chi Earthquake events. This study also establishes related planning formulas to estimate qualitatively and quantitatively the resource demand by using Taiwan Earthquake Loss Estimation System (TELES). Step by step demonstrate of Scenario simulation and spatial system planning for urban earthquake disasters prevention in Toufen Township. The results of this study can be applied on local government employee in enforce disaster reduction supporting toll.

Keywords：Taiwan Earthquake Loss Estimation System (TELES)、Spatial Planning for Disaster Prevention、Quantitative Demand of Resources

一、前言

自然災害對大多數國家，不僅開發中國家，其威脅和負擔均逐步增加。近 30 年來全世界因水災、地震及早災的死亡人數約 6 萬人，已降低三分之二，但同期經濟損失卻增加 10 倍(www.em-dat.net)，且多年的發展往往因一次的災害而付諸流水，故災害無疑的可視作發展的挫敗，為此，聯合國發展處(United Nations Development Programme, UNDP)與國際發展部(Department for International Development, DFID)均在其所出版的報告中，明白揭示國家發展策略必須納入減災作為與措施之重要性。

根據世界銀行在 2004 年的報告“Natural Disasters: Counting the Cost”中指出，有效的減災作為將可產生鉅大且明顯的效益，其具體結論如下：(1)世界銀行和美國地質調查所(US Geological Survey, USGS)估計，90 年代如投注 400 億美元於自然災害預防措施，將可降低全世界約 2,800 億美元的經濟損失；(2)據估計中國在 1960 年至 2000 年期間，花費在洪水控制約 31.5 億美元，已有效避免了近 120 億美元的損失；(3)對牙買加及多明尼加所進行的研究顯示，減輕費用與可避免潛在損失約 2 至 4 倍，如運用於建造基礎設施(如港口)或學校。

有鑑於此，災害防救法第 3 章第 20 條規定直轄市、縣(市)應依地區災害潛勢特性，擬定地區災害防救計畫，第 4 章第 22 條規定各級政府應以科學方法進行災害潛勢、危險度及境況模擬之調查分析，另災害防救基本計畫第五篇第一章第 3 條規定直轄市、縣(市)擬訂災害防救業務計畫與地區災害防救計畫時，應事先設定各種災害之規模，推算各種可能衍生之危害，並基於上述之設定，推算預測可能受害之地區及範圍，進而釐定各種對策。因此藉由國家地震工程研究中心所開發之「台灣地震損失評估系統—TELES (Taiwan Earthquake Loss Estimation System)」，協助縣市政府訂定震災模擬事件的規模震源、深度和位置，繪製震災模擬事件之地震參數如最大地表加速度 (PGA) 及震後建築物損壞 (全倒與半倒數)、人員傷亡、避難收容及維生系統損壞等，提供各縣市政府地震災害境況模擬之參考，據此擬定相關地震災害防救事項，有效執行災前減災整備、災中應變搶救、災後復原重建等相關事宜，提升各縣市政府對於地震災害之防救能力，以減輕災害損失。

透過上述之背景說明，可歸納本研究計畫主要目的，乃建立地震防災空間規劃準則之檢測修訂並據以研訂規劃手冊與避難收容、物資集散、醫療救助、人命搶救、廢棄物處理等作業要點，及應用於都市地區之示範性防災空間規劃。

二、研究內容與方法

本研究所採用之方法，係奠基在 921 大地震案例分析，進行文獻蒐集與分析、現況調查與資料蒐集及專家訪談，並整合 TELES 之地震損失評估方法，擬訂災損量化數據規劃原則。

防救災工作最終必須落實於災前減災工作，本研究以苗栗縣頭份鎮為例，進行地震災損評估模擬與地震防災空間系統策略規劃，且更進一步比較分析有否應用 TELES 進行地震災損評估模擬於地震防災空間規劃之差異性分析。本研究計畫之推

動步驟、內容與方法，可說明如下：

2.1 災損量化數據規劃原則之建置

蒐集國內避難收容、防救災道路、人命搶救及醫療救助、運送、物資集散、廢棄物處理及重要設施等防救災策略相關文獻進行系統性回顧，彙整各項防救災作業內容之規劃及設置原則與標準，作為後續 TELES 模擬規劃的參考。主要之資料來源包含災變管理理論之相關國內外文獻、政府公告、政府委託相關災害防救相關研究之會議紀錄及有關防救災業務之檢討報告資料及災害防救相關法令規章等。

2.2 地震災損評估模擬與地震防災空間系統策略規劃

依據最大可能地震災害規模設定，進行研究區地震災損評估模擬，將 TELES 產出之結果，與前述各種救災資源量化標準，配合研究區實質環境分析與災損量化數據規劃原則，除進行地震風險分析，各種救災資源需求分析與地震防災空間系統策略規劃外，更進一步分析災時應變實際之救援人力、物資、機具、材料、醫療、運送、集結地點等之指揮派遣。

三、TELES 於都市防救災空間系統規劃之實例操作

3.1 災害情境設定

根據苗栗縣之建物損失與人員傷亡的年超越機率曲線資料(參考葉錦勳，2006 年之 NCREE 的研究報告)，求出對應於回歸期為 500 年和 2500 年的建物損失金額和人員傷亡數量(請參考表 1)。

3.2 地震災害危險度估計

評估苗栗縣頭份鎮地震災害模擬事件，因地震所引致的地表震動程度及其相關的危險度分析。地震造成各地區地表振動的程度，稱為地震強度，震度的等級，級數越大代表振動越激烈。震度級數是一種粗略又主觀的表示地震強弱的方法，根據地震時地面上的人所能感受到的搖晃程度、地形、地物受影響的程度或是物體因搖晃所遭受的破壞程度而定。世界各國因環境、背景差異，所制訂的震度分級標準不大相同，本研究乃依據中央氣象局公布之 PGA 值與震度間的對應關係的標準換算之。

依據所選定的地震危害事件進行境況模擬，經由 TELES 評估，輸出頭份鎮各村里的地表振動分佈情形，以震度參數 PGA 值來表示，估計頭份鎮在此斷層事件下的地震危險度的空間分佈情形(如圖 1 所示)。從圖 1 中可發現頭份鎮整體 PGA 值分佈在烈震與劇震間。不同地區產生 PGA 值或震度的差異，除本身的土壤、地質與地下水位之條件外，主因仍在於震源之區位與距離。

圖 1 呈現出新城斷層事件 PGA 值較大的村里主要分佈在頭份鎮東北方，大致呈現出由東北向西南遞減的情況。綜合觀之，由於 PGA 值越高表示地震發生所引致的地表振動程度越強，隱含所可能造成較嚴重的財產損害與人員傷亡，其烈震無法站立至劇震無法依意志行動的情況，需審慎因應。

3.3 避難據點規劃與檢討

3.3.1 臨時避難(震後 10 分鐘-2 至 3 天內)

本類型空間應提供數量多而分散的容納空間，較不拘泥形式，任何無倒塌危險的開放空間均能使用，如：都市廣場、空地、學校、公園、體育場、緊急道路、地方救災單位、醫院或自行留設的避難空間。此階段避難人數，依 921 大地震受災經驗，以區域人口數*0.85 計算之（請參考圖 2）。如表 2 所示，可知各階段避難收容場所需求面積估算，依據各階段避難收容場所設置標準表計算之。但其避難收容場所的檢討，乃是在最樂觀的情況下進行估計。實際上在地震發生時，可能因交通阻斷、學校的損壞或其他無法預期之因素，造成有些避難場所無法滿足原規劃的避難機能，而可能導致避難收容場所供給的不足。另在學校用地中，係以開放空間作為估計可提供避難收容場所的基礎，此在實際使用時，可能會與原有學校的功能產生衝突，甚至可能因而影響學校的正常運作。故劃設為避難收容場所的校園，除需針對此等課題提出替選的緊急應變方案外，亦需因應避難收容需求，研擬學校的防救災、避難、物資、人員組織、防救災整備與社區合作的配套計畫。

但由於此類開放空間資料龐大，居民避難處所選擇的不確定性，及在欠缺完整的避難行為實證研究的情況下，欲詳細估計此類型避難處所需求，在執行有其困難，故本研究暫不討論此階段的避難空間的供給估計。

3.3.2 臨時收容(2 至 3 天-14 天至 3 個月)

此階段需借助體育場、空地、學校、公園、地方救災單位等公共設施的開放空間，作為臨時收容處所，以維持災民基本及暫時的生活能力，應對於臨時收容處所規劃，進行區位危險性評估，避開具高災害潛勢區域。臨時收容需求面積共計 4,074 m²、而目前可供給面積為 279,611 m²，其供給減需求的差額為正值，故供給可滿足地震後各階段避難行為之需要。在規劃過程皆需注意其交通的可及性，及可能隱含的地震損害危險。另相關的物資支援、飲水、志工與人員支援、交通管制、保安與醫療支援，皆需擬定配套的防救災與緊急應變配套計畫。

3.3.3 中長期收容(14 天至 3 個月-2 至 4 年)

在地區災害防救計畫中，一般將學校規劃、社區活動中心等為平時存放救災設施及物質之避難場所，以供安置災民之用，因此可將區內學校規劃為中長期收容所（當然亦不排除，另指定適當的場所作為避難支用）。另從較長遠的組合屋、國宅出售等安置與規劃而言，若以 921 大地震經驗，政府所提供之組合屋設置地點，多以國防部、公有、事業用地、都市廣場或以租用私有土地為主。較少使用現有的公共設施或學校用地，且在規劃與用地提供過程，常難事先規劃，而多透過協商或藉由重建計畫進行提供，故中長期收容處所的供給估計，暫不考慮此方面的供給。

本研究所考慮的中長期收容，主要以室內、可供較中長期收容處所為考慮對象。故規劃區中，目前較適合的避難收容場所，仍以學校用地較為適合。然從避難收容場所的規劃與配置角度而言，中長期收容處所的規劃配置，尚須考量本身的安全性，遠遠地震斷層或高度地震危險區、洪氾、易燃工業、倉儲業天然人為災害可能地區。因此本研究的地震事件境況模擬中，研究範圍皆位於烈震及劇震範圍內，雖本研究

指定戶外開放空間為避難收容場所，仍需預先考慮所需面臨的預期地震災害，擬定配套的物資支援、疏散與避難、用水、生活醫療、交通管理、資訊聯絡與保安等之配套計畫。

3.4 醫療據點規劃與檢討

頭份鎮現有較大型醫療設施，分別有財團法人為恭紀念醫院之區域教學醫院與 2 家地區醫院：重光醫院、崇仁醫院。現可提供病床數 1,384 床(包括一般病床、特殊病床)、醫師數 84 人。根據人員傷亡評估，估計結果：(1)一級傷害為輕微受傷，需基本醫療不需住院，而可據此估計臨時醫療場所的需求；(2)二、三級傷害需較多或迅速的醫療且需住院，此需規劃中長期收容場所；(3)四級傷害為立即死亡，需另建置各醫院、殯儀館可容納遺體資料庫。以下即針對臨時醫療場所與中長期收容場所需求進行檢討。

3.4.1 臨時醫療場所

人員傷亡評估結果：(1)一級傷害日間時段約 21 人、夜間時段約 27 人、下班或通勤時段約 27 人。頭份鎮計有竹南頭份共有之運動公園，可供實際避難面積 8.73 公頃，現階段臨時醫療場面積足夠容納；若扣除中長期收容場所的醫療人員，則略顯不足。因此，由於頭份鎮鄰近新竹市，且新竹醫療資源豐富，全市有多家醫療院所，包含 1 家區域醫院、2 家地區教學醫院，及 5 家地區醫院，現有大型醫院可提供病床 1,711 床、未來計畫可提供至 2,435 床、現有西醫數 523 人、中醫數 83 人、牙醫數 185 人、其他醫事人員數 2,531 人，總計 9,471 人，可提供必要區域醫療支援協助。

3.4.2 中長期醫療支援系統

從TELES的估計成果，頭份鎮二、三級傷害日間時段合計約 61 人、夜間時段約 82 人、假日或通勤時段約 73 人，依據行政院衛生署統計 93 年度台灣地區醫院醫療服務量佔床率¹統計為 71.13%，統計頭份鎮平時可提供一般病床數 923 床、特殊病床 461 床，估計結果，頭份鎮平時可提供一般病床空床約 266 床、特殊病床空床約 133 床，合計可提供空床約 399 床。從上述人員傷亡評估結果為例，現階段中長期醫療場所之現有醫療服務量，足可提供傷害救助的需求。

3.4.3 往生者處理

依 TELES 的估計成果，頭份鎮四級傷害日間時段合計約 52 人、夜間時段約 69 人、假日或通勤時段約 61 人，需事先建置各醫院、殯儀館可容納遺體資料庫，包含：屍袋、棺木、冰櫃、骨灰罈、屍體防臭劑等設施，並需計算平日使用率。

3.5 人命搶救規劃與檢討

3.5.1 滅火活動

依TELES震後火災起火數推估結果可知，僅東庄里有發生 1 件火災的可能性。

¹ [住院人日÷(病床數*365)]*100(行政院衛生署衛生統計資訊網，<http://www.doh.gov.tw/>)。

依據前章滅火活動所需消防隊數=震後火災數(需考慮延燒面積)*必要消防隊數(先行隊+後援隊)，因目前TELES暫無法估計延燒面積，故此略而不計。另從消防救災派遣可知，一件家庭火災即需出動一消防分隊，甚至需請求其他分隊支援²。綜合上述，頭份鎮災時滅火活動至少需一消防隊數。

頭份鎮內僅有一消防分隊即頭份消防分隊，但扣除平日必要出勤數外，勢必無法再增加其他負荷。災時需額外投入火災及房屋毀損導致的救援行動，在鎮內現有消防分隊僅可應付平時最低救災需求情況下，突顯出救災能量的嚴重不足。基此，短期內無法增加人力或消防分隊的情況下，區域聯防協訂刻不容緩。

3.5.2 人命救助行動

依據前章需搜救隊救出之受困人數=TELES 輸出二、三級傷亡人數(需住院者數)*0.1，地震發生在日間時段，需搜救隊救出之受困人數約 7 人、夜間時段約 9 人、假日或通勤時段約 8 人。

震後 12 小時內受困人員普遍救援需出動搜救隊隊數=需搜救隊救出之受困人數/2，地震發生於日間時段，其震後 12 小時內受困人員普遍救援需出動搜救隊隊數需 4 隊、夜間時段需 5 隊、假日或通勤時段需 4 隊。

震後 24 小時內受困人員普遍救援需出動搜救隊隊數=需搜救隊救出之受困人數/4，地震發生於日間時段，其震後 12 小時內受困人員普遍救援需出動搜救隊隊數需 2 隊、夜間時段需 3 隊、假日或通勤時段需 2 隊。

目前苗栗縣共計八個民間救難團體，人數計有 559 人，分為水域救援、山域搜救、陸域救助、緊急救護及火災搶救等 5 大類，其主要目的是協助災害搶救、緊急救護及災後復原，並獲內政部辦理 93 至 95 年全國民間救難團體績效評鑑多項肯定(內政部消防署，<http://enews.nfa.gov.tw/>)。雖其獲得各項肯定，但針對地震搶救災在人員及機具的能力上需進一步評量。

3.5.3 車輛運輸之緊急運送

依據前章可知：(1)需要運送人數=負傷者數+需轉院患者數；(2)負傷者數=重度傷患者+中度傷患者(TELES 產出之第二、三級人員傷亡估計)；(3)需轉院患者數=入院患者數*0.5。可知負傷者數在日間、夜間、通勤或假日時段分別為 61 人、82 人及 73 人；需轉院患者數分別為 31 人、41 人及 37 人；需要運送人數分別為 92 人、123 人及 110 人(請參考表 3)。

12 小時內需提供救護車輛數=需要運送數量/1 輛救護車 1 日可運送之人數，地震發生於日間時段約需 19 輛、夜間時段約需 25 輛、通勤或假日時段約需 22 輛，以頭份鎮內現有醫療資源應無法應付此需求，需儘速強化大量傷病患之緊急醫療處理。

需直昇機緊急運送人數=(重度傷患者+死亡者)(TELES 產出之第三、四級人員傷亡估計)*0.1，地震發生於日間時段約 9 人、夜間時段約 12 人、通勤或假日時段約

²以台北市為例，救災是以車組出勤，舉例來說，如：攻擊車加上中繼車，其中水箱車做為攻擊車使用，直接接水帶射擊火源；水庫車用來中繼供水給攻擊車。一般住宅火警則是全員出動，視情況請求鄰近消防分隊支援，如：水箱車二台、水庫車一台、器材車一台、雲梯車一台、救護車一台(奇摩知識，<http://tw.knowledge.yahoo.com/>)。

11 人。

3.6 建築物拆除後廢棄物

依據九二一地震受災戶住屋全倒及半倒認定，全倒判定者原則該建物均應拆除、半倒者則進行補強修復(協助受損集合式住宅擬定修繕補強計畫書方案，<http://www.tcri.org.tw/>)，故本研究建築拆除廢棄物計算擬以TELES產出之全倒建物樓地板面積+(半倒建物樓地板面積/2)計算之。據前章建築物拆除廢棄物推估公式為：

(1)鋼筋混凝土造： $Y = 1.0\text{Ton}/\text{m}^2 \times \text{總樓地板面積}$ ；(2)鋼骨構造、加強磚造：

$Y = 0.8\text{Ton}/\text{m}^2 \times \text{總樓地板面積}$ ；(3)石綿瓦造、木造： $Y = 0.4\text{Ton}/\text{m}^2 \times \text{總樓地板面積}$ 。

以事件一為例，頭份鎮建築廢棄物分別為：鋼筋混凝土造計 6040.9Ton 、鋼骨構造、

加強磚造計 $84,613.6\text{Ton}$ 、石綿瓦造、木造計 576.3Ton ，總計產生建築廢棄物

$92,230.8\text{Ton}$ 。

規劃原則包含：(1)事先選定數個臨時儲置場並確認土地所有權，選址應避免置於水源區或生態敏感地區；(2)事先預估臨時儲置場可容納量，並預先擬定替代場所或另覓位址，必要時協調鄰近縣市提供臨時儲置場；(3)為維護臨時儲置場之環境清潔，應安排專人定時灑水及消毒，並設置圍籬及管理人員防止偷倒，廢棄物清除後應儘速清理現場。

3.7 救災物資規劃

3.7.1 臨時避難據點

1. 消防用水：儲備量 $> 40\text{M}^3$ 。
2. 醫療用品³：醫療用品儲備數=負傷者數 $4*12$ ，以事件一為例，依不同的地震發生時段估計需儲備醫療用品數，日間時段約 252 人分、夜間時段約 324 人分、假日或通勤時段約 288 人分。
3. 移至臨時收容據點，約 2-3 天時間，建議所需伙食、衣物、常備藥品，由災民自行準備、企業儲備內容包含：水、餅乾、攜帶式收音機、毛巾、手套、運動鞋等，並置於小包內；除此之外，亦需準備週邊居民臨時至此之避難需求。

³醫療用藥品：雙氧水、抗生素軟膏、單支包裝的酒精棉花棒、阿斯匹靈或其他止痛劑、腹瀉用藥、眼藥水；包紮：OK絆、較大塊的自黏OK繃、紗布捲、棉花棒、醫療用膠布；其他急救用品：急救參考小冊、剪刀、鑷子、溫度計、香皂、面紙、防曬乳液、紙杯、折疊小刀、小塑膠帶、安全別針、針線包、急冷袋、衛生棉、木片或其他可做夾板的材料(地震期間個人與家庭健康與安全的預防與準備，<http://w2k.shdes.tpc.edu.tw/>)。

⁴ 依TELES系統人員傷亡之一級傷害人員估計結果，日間時段約 21 人、夜間時段約 27 人、假日或通勤時段約 24 人。

3.7.2 臨時收容據點

以下皆以地方政府需儲備量為計算標準：

1. 必要用水量：飲用水為 $16,2985 \times 3l / \text{人日} \times 3 \times 0.336 = 48,406l$ 、生活用水為 $16,298 \times 20l / \text{人日} \times 7 = 2,281,720l$ ，合計為 $2,428,402l$ 。
2. 糧食：依地區特性分別估算其比例，以下以極端例子估算之，即全區皆為下則 A 式、B 式或 C 式類別計算。
 - (1) 山地村(里)、孤立地區：食米為 $16,298 \times 0.98^7 \times 7 \times 0.4kg / \text{人日} \times 0.33 = 14,759kg$ ；食鹽為 $16,298 \times 0.98 \times 7 \times 10g / \text{人日} \times 0.33 = 369kg$ ；食油為 $16,928 \times 0.98 \times 7 \times 45g / \text{人日} \times 0.33 = 1,725kg$ ；奶粉為 $16,298 \times 0.02 \times 0.5^8 \times 7 \times 150g / \text{人日} \times 0.33 = 57kg$ ；嬰兒副食品為 $16,298 \times 0.02 \times 0.5 \times 7 \times 90g / \text{人日} \times 0.33 = 34kg$ 。
 - (2) 農村、偏遠地區：食米為 $16,298 \times 0.98 \times 3 \times 0.4kg / \text{人日} \times 0.33 = 6,325kg$ ；食鹽為 $16,298 \times 0.98 \times 3 \times 10g / \text{人日} \times 0.33 = 159kg$ ；食油為 $16,928 \times 0.98 \times 3 \times 45g / \text{人日} \times 0.33 = 712kg$ ；奶粉為 $16,298 \times 0.02 \times 0.5 \times 3 \times 150g / \text{人日} \times 0.33 = 25kg$ ；嬰兒副食品為 $16,298 \times 0.02 \times 0.5 \times 3 \times 90g / \text{人日} \times 0.33 = 15kg$ 。
 - (3) 都會、半都會地區：食米為 $0.4kg / \text{人日} \times 16,298 \times 2 \times 0.98 \times 0.33 = 4,218kg$ ；食鹽為 $16,298 \times 0.98 \times 2 \times 10g / \text{人日} \times 0.33 = 106kg$ ；食油為 $16,928 \times 0.98 \times 2 \times 45g / \text{人日} \times 0.33 = 475kg$ ；奶粉為 $16,298 \times 0.02 \times 0.5 \times 2 \times 150g / \text{人日} \times 0.33 = 17kg$ ；嬰兒副食品為 $16,298 \times 0.02 \times 0.5 \times 2 \times 90g / \text{人日} \times 0.33 = 10kg$ 。

除上述規定外，泡麵、乾糧、罐頭食品、麵粉等需酌量配置，物資供應時程於震災發生後 3 日內以泡麵、乾糧、罐頭食品為主、3 至 14 日以熟食、便當為主。
3. 臨時廁所、盥洗設施
 - (1) 盥洗設施需求量為 $16,298 / 18(\text{人}/\text{盥洗單元}) = 906$ 室。

⁵ TELES系統臨時收容人數估計，事件一為 16,298 人。

⁶ 物資儲備比例分配為：家庭與社區佔總儲備量 1/3、地方政府佔 1/3、流通業者佔 1/3。

⁷ 食物準備量需考量地區人口結構，嬰兒：一般：高齡=0.2：0.86：0.12。

⁸ 由於嬰兒不同年齡階段，需適時添加嬰兒副食品(一般 4-6 個月嬰兒，食用比例為 80-90%奶粉加上 10-20%的嬰兒副食品、7 個月後 30-50%奶粉加上 50-70%的嬰兒副食品、1 歲後以副食品為主、奶粉通常吃到 2 歲為止)。基此，本研究嬰兒部分之儲備物資採簡易計算方式估計，即奶粉與嬰兒副食品儲備物資各佔一半。

- (2) 臨時廁所設置目標數為 $16,298/100$ 人/座=163，其中蹲式 131 座、座式 32 座 9；若採男性共用廁所則需 $8,882/25=356$ 便器與 $7,416/100=75$ 座，其中蹲式 60 座、座式 15 座。
- (3) 臨時廁所儲備目標數為 $16,298/250$ 人/座=66 座。
- (4) 約需 $163/6=28$ 輛水肥車 11，震災初期需每日抽取清理，即 28 輛/日，可隨時間適狀況調整抽取頻率，但間隔時間不得超過 7 天。
4. 生活用品：儲備量= $16,298 \times \text{必要單位} \times 0.33$ ，內容包含：
- (1) 衛生紙： $16,298 \times 1$ 卷/人 $\times 0.33=5,379$ 卷
- (2) 生理用品： $16,298 \times 0.86 \times 0.455 \times 5$ 個/人 $\times 12 \times 0.33=10,522$ 個。
- (3) 紙尿布：幼兒用 $16,298 \times 0.02 \times 6$ 片/人 $\times 0.33=646$ 片、成人用適當配之。
- (4) 睡袋與帳篷：睡袋儲備量為 $16,298 \times 0.33=5,379$ 套、帳篷為 $[16,298/2(\text{人/套}) \times 0.33]+1=2,690$ 頂。
- (5) 鍋子： $16,298 \times 0.98/4$ 人/鍋 $\times 0.33=1,318$ 個。
- (6) 奶瓶： $16,298 \times 0.02 \times 0.33=108$ 瓶。
- 除上述規定外，電池、手電筒、輕便雨衣、蚊香、衣物、毛巾、手提收音機、家用發電設備、柴油、垃圾袋、水桶、肥皂、牙刷、牙膏、蠟燭、打火機、燈泡等需酌量配置。
5. 垃圾量與垃圾筒：垃圾量為 $16,298 \times 200\text{g}/\text{人日}=3,260\text{kg}/\text{人日}$ 、垃圾筒 13 需儲備 $2,690/8 \times 0.33=111$ 個。

四、結果分析與討論

因技術開發者與規劃應用者缺乏溝通，致技術研發與落實應用面出現斷層，本研究為介接此兩者間之橋樑。本研究採用之方法，係奠基在 921 大地震案例分析，進行文獻蒐集與分析、現況調查與資料蒐集及專家訪談，並整合 TELES 之地震損失評估方法，擬訂災損量化數據規劃原則。

有效的減災作為將可產生鉅大且明顯的效益，故防救災工作最終必須落實於災前減災工作，本研究以苗栗縣頭份鎮為例，進行地震災損評估模擬與地震防災空間系統策略規劃，且更進一步比較分析有否應用 TELES 進行地震災損評估模擬於地震防災空間規劃之差異性分析，透過程序性操作示範，有助於地方政府從事防救災作

⁹ 為考慮殘障人士及行動不便者，應設置無障礙型流動廁所，若無則改採座式馬桶替代，蹲式與座式便器的比例可採 4:1 或 5:1 設置。

¹⁰ 94 年我國出生嬰兒性比例(男性/女性 $\times 100$)為 109，即每百名女嬰相對有 109 名男嬰出生(性比例，<http://www.edunet.taipei.gov.tw/>)。

¹¹ 市面上現有可見之流動廁所貯污槽容量約在 300-400 公升(本研究採 400 公升計算之)、每人每日排泄量約 1.5-2 公升(本研究採 2 公升/人日計算之)、臨時廁所以 100-150 人/座比例設之(本研究採 100 人/座計算之)，則每一流動廁所貯污槽約 2 天即滿，則本研究至少每二天需派遣 28 輛水肥車進行清運作業。但需考量重大災害發生初期，流動廁所水肥抽取清理，至少需要每日乙次，隨著時間適狀況調整抽取頻率，但最長間隔的抽肥時間不得超過一星期，以免蠅蛆或臭味產生。

¹² 一般規定為 10-50 歲、5 個/人，可依人口統計資料進行細分，但本研究為便於計算採嬰兒：一般：高齡=0.2：0.86：0.12 與出生嬰兒性比例(計算男女生比例)計算之。

¹³ 每 4-8 個帳篷置放加蓋垃圾桶(50-100l)。

業相關人員之參酌。

除此之外，本研究成果亦可應用於災時應變，把握搶救災黃金時間，將有限資源進行有效配置，以提昇即時應變決策完善整備，將大幅降低災害的損失。平時更可基此進行教育訓練，分析、辨識、了解地震災害，達預防整備之效果。

參考文獻

1. 吉井博明(2006)，地震災害與情報(資訊)傳達，日本災害緊急動員機制與避難疏散對策研討會，行政院災害防救委員會主辦，民國 95 年 12 月 12-13 日。
2. 何明錦、黃健二(2006)，頭份鎮竹南鎮都市防災空間系統規劃示範計畫，內政部建築研究所。
3. 室崎益輝(2007)，日本廣域防災據點之劃建置研討會，行政院災害防救委員會主辦，民國 96 年 3 月 12-13 日。
4. 陳緯蒼、葉錦勳(2006)，震後避難需求推估模式之研究，中華民國第八屆結構工程研討會，第 0-32 頁。
5. 陳明湖(2005)，地震災損評估系統應用於地區災害防救計畫之研究，國立台北科技大學土木與防災研究所碩士論文。
6. 蔡綽芳(2002)，從九二一震災探討都市防災避難據點的規劃建置，內政部建築研究所。
7. 劉瑞祥(2000)，地震災區糞便排泄物緊急應變系統研究，國立台北科技大學土木與防災研究所碩士論文。
8. 921 院內相關期刊，<http://www.mc.ntu.edu.tw/>。
9. 行政院衛生署衛生統計資訊網，<http://www.doh.gov.tw/>。
10. 地震期間個人與家庭健康與安全的預防與準備，<http://w2k.shdes.tpc.edu.tw/>。
11. 性比例，<http://www.edunet.taipei.gov.tw/>。
12. 奇摩知識，<http://tw.knowledge.yahoo.com/>。
13. Beck, Ulrich and Mark Ritter (Translator) (1995), "Ecological Politics in an Age of Risk", Polity Press. ISBN: 0745613772.
14. David Mcloughlin (1985), "A Framework for integrated Emergency Management", Public Administration Review, Vol.45(Jan):168.
15. Godschalk, David R. & David J. Brower (1985), "Mitigation Strategies and Integrated Emergency Management", Public Administration Review, Vol.45(Jan), pp.64-71.
16. Mileti, D. (1999), "Disasters by Design: A Reassessment of National Hazards in the United States", Washington, D.C.: Joseph Henry Press.
17. Mcloughlin, D. (1985), "A Framework for Integrated Emergency Management", Public Administration Review, Vol.45(Jan), pp.165-172.

表 1、對應於回歸期的損失數量一覽表

	2500 年	500 年
建物損失	6,500 百萬	5,040 百萬
人員傷亡	212 人	160 人

資料來源：國家地震工程研究中心。

表 2、各階段避難處所需求面積

避難階段	項目	需求量(m ²)
臨時避難	需求人數(人)	60,424
	需求面積(m ²)	120,848
臨時收容	需求人數(人)	4,074
	需求面積(m ²)	16,298
	供給(m ²)	279,611
	差額(m ²)	263,313
中長期收容	需求人數(人)	1,362
	需求面積(m ²)	5,449
	供給(m ²)	148,652
	差額(m ²)	143,203

資料來源：本研究整理。

表 3 不同時段二、三、四級人員傷亡估計 單位：人

傷亡程度 發生時間	二級 (中度傷受害者)	三級 (重度傷受害者)	四級 (死亡者)	二、三級 小計	三、四級 小計
日間時段	26	35	52	61	87
夜間時段	35	47	69	82	116
通勤或假日 時段	31	42	61	73	103

資料來源：本研究整理。

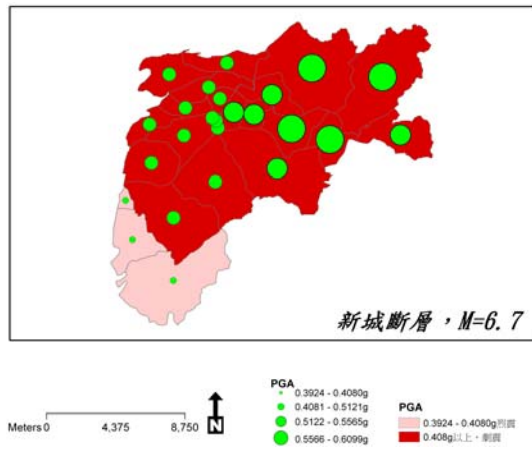


圖 1、PGA 值分佈圖
資料來源：本研究繪製。

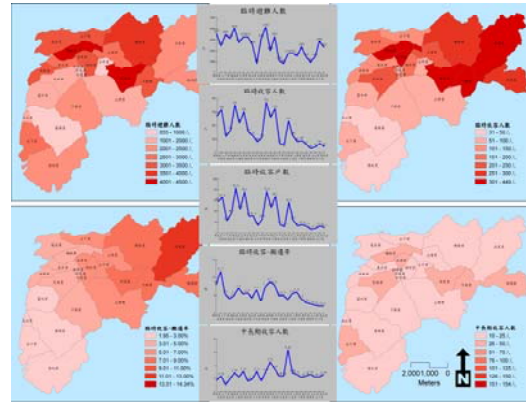


圖 2、臨時避難人數、臨時收容人數、
臨時收容戶數、中長期收容人數、
臨時收容-搬遷率分佈圖
資料來源：本研究繪製。