



中央研究院

大規模地震災害防治 策略建議書

中央研究院報告 No.13

104 年 4 月

中央研究院組織法第 8 條第 1 項第 3 款明訂，中央研究院院士有「籌議國家學術研究方針」之職權。院士們出席本院定期舉行之院士會議、評議會、國內院士季會等大型會議，會中均曾就各重要科技學術議題加以討論，並提出建議。為進一步落實職責並將作業制度化，本院不定期針對科技學術及相關社會重要議題，由院長遴選院士及國內外相關領域之專家學者組成研究小組，共同研擬討論，並出版報告提出建議。

目錄

頁次

研議小組成員	4
致謝	5
摘要	6
壹、前言	8
貳、大規模地震災害議題	10
一、建物嚴重破壞	11
二、大量人員傷亡	12
三、災後大量避難收容與返家人潮疏散十分棘手	12
四、維生系統中斷影響救災及民眾生活	13
五、政府及企業可能受到衝擊且無法運作，損失慘重而難以復原	13
參、現況與問題分析	14
一、老舊建物耐震能力不足，災害風險高，需提升結構整體安全性	16
二、地方政府缺乏大量避難收容及返家支援之處理經驗	17
三、部分維生管線老舊，資料建置分散，以及資訊系統繁多複雜，地震 脆弱度高	18
四、政府與多數企業並未考慮震後營運中斷之風險	18
五、未能充分運用即時預警資訊，及早應變	19
六、欠缺可供防災應用之地震危害度分析資料及細緻模擬評估資料	21
七、民眾對災害防救之認知及參與程度明顯不足	22

肆、策略建議架構說明	24
一、研擬之原則	25
二、策略總體目標及對策方向	26
伍、策略建議	27
一、提升老舊建物整體耐震能力	27
二、強震即時警報系統之整合與應用	30
三、強化大量收容、疏散避難及返家支援	32
四、提升政府與企業持續運作之能力	33
五、地動及其衝擊損失之評估與模擬	35
六、災害防救認知、學習推廣與實地演練	36
陸、預期效益	38
一、降低大規模地震災害的衝擊與損失、加速復原重建	38
二、整合地震防災科技與資通訊技術優勢，創造防災新興產業及科技輸出	39
柒、主要參考文獻	41
附錄	43

中央研究院大規模地震災害防治策略研議小組成員

陳亮全	銘傳大學都市規劃與防災系客座教授
劉楨業	臺灣大學土木工程學系客座教授
陳宏宇	國家災害防救科技中心主任
柯孝勳	國家災害防救科技中心組長
張國鎮	國家實驗研究院國家地震工程研究中心主任
黃世建	國家實驗研究院國家地震工程研究中心副主任
許健智	國家實驗研究院國家地震工程研究中心副主任
林正洪	本院地球科學研究所研究員
馬國鳳	本院地球科學研究所兼任研究員
劉兆漢	本院院士

致謝

感謝行政院災害防救辦公室、內政部消防署、內政部營建署、交通部、中央氣象局、經濟部中央地質調查所等單位提供寶貴建議；並感謝國家災害防救科技中心吳秉儒助研究員以及國家實驗研究院國家地震工程研究中心林沛暘研究員、沈文成助理研究員協助內容彙編。

摘要

近 20 年來，世界各地發生了許多重大地震災害，從各事件之震央位置、人員傷亡統計資料可看出，造成人員嚴重傷亡的地震大都集中於亞洲樞紐地區。臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界處，兩大板塊的擠壓碰撞使得地震活動頻繁；且隨著近年來工商業高度發展，人口往都會區集中，導致都會區因建物密集分布、交通運輸及維生管線系統錯綜複雜、地下空間高度使用，及科學園區及工業區具高度產值等人文環境的改變，凸顯出高風險及災害脆弱性的問題。1999 年集集地震造成的傷亡與災損，堪稱是臺灣近百年來最為嚴重，倘若未來都會區發生大規模地震，其造成之災害損失與衝擊可能數倍於集集地震，甚或危及國家整體安全。

回顧過去一世紀的紀錄，可清楚觀察出日本大地震與臺灣大地震之間存有密切的相關性，例如，1896 年日本發生規模 8.5 的三陸強震，1906 年臺灣有規模 7.1 的嘉義梅山地震；1923 年日本發生規模 7.9 的關東大地震，臺灣則在 1935 年發生規模 7.1 的新竹—臺中地震；1995 年日本發生規模 7.3 阪神大地震，臺灣隨後在 1999 年發生規模 7.3 的集集大地震。如今，當 2011 年日本東北發生規模 9 的大地震後，臺灣發生強烈地震及海嘯的風險已隨之提高。因此，我們應立即研擬具體防災對策並據以落實執行，且加強民眾地震防災意識與作為，以有效因應大規模地震之挑戰。

本建議書係從國內外大規模地震災害經驗中，歸納需要特別注意的災害議題，且分析國內災害防救工作現況及遭遇之問題，並提出過去災害防救工作中較未被注意或尚未落實，而需要強化的重點工作項目，作為政府研擬推動地震防救災對策的參考依據。首先以「老屋不倒」、「生命確保」、「機能不停」作為總體目標，進而提出「提升老舊建物整體耐震能力」、「強震即時警報系統之整合與應用」、「強化大量收容、疏散避難及返家支援」、「提升政府與企業持續運作之能力」、「地動及其衝擊損失之評估與模擬」

及「災害防救認知、學習推廣與實地演練」六大具體策略建議，著重於短期內可達成目標、具可行性之減災與應變對策，以及支持這些對策之相關科研項目與法規措施，期強化政府與民眾整體的防救災意識與實際行動，以降低大規模地震所造成的衝擊與損失，並加速災後復原重建速度；更可化危機為轉機，藉此創造地震防救災相關之新興產業及科技輸出等衍生效益。

壹、前言

臺灣位於歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界處，兩大板塊的擠壓碰撞使得臺灣地震活動頻繁，且經常有災害性地震發生。根據中央氣象局地震觀測資料統計，臺灣平均每年約發生 22,000 次地震，其中超過 600 次為有感地震。在這些有感地震中，如果在臺灣本島發生規模大於 7.0 的淺層地震，就可能造成嚴重的傷亡與災害損失。圖 1 為臺灣近百年重大地震災害位置與 2012 年人口分布圖，其中以 1906 年梅山地震(規模 7.1、死亡 1,258 人)、1935 年新竹—臺中地震(規模 7.1、死亡 3,276 人)、1999 年集集地震(規模 7.3、死亡 2,405 人)三個地震之傷亡及災害損失最為慘重。

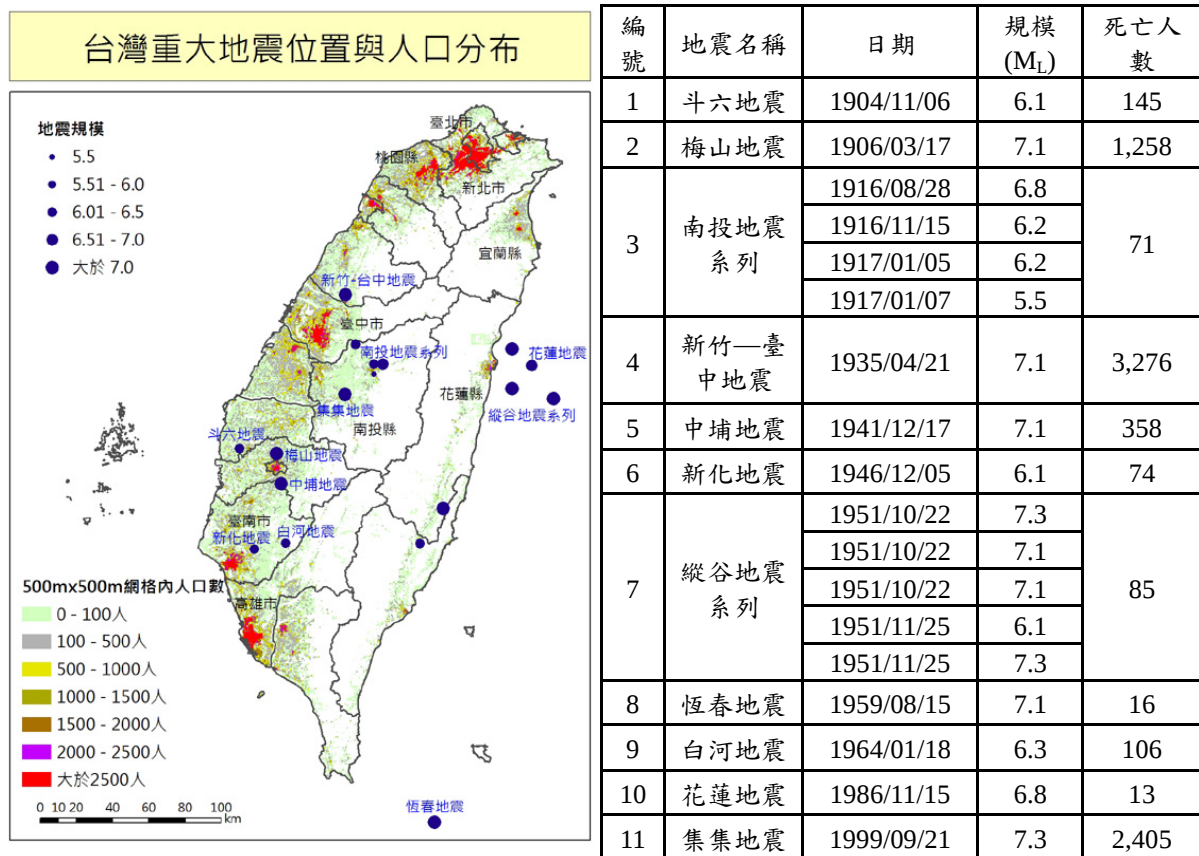


圖 1、臺灣近百年重大地震災害位置與 2012 年人口分布圖(資料來源：國家災害防救科技中心、交通部中央氣象局、內政部消防署)

以集集地震為例，這場臺灣近百年來最嚴重的大地震，共造成 2,405 人死亡、51 人失蹤、11,305 人受傷(內政部截至 1999 年 11 月 20 日統計)、超過 10 萬戶房屋全倒及半倒(行政院主計處 2001 年統計)、南投及臺中山區大規模山崩及地滑，許多學校、住宅、醫院、道路、橋梁、水電、港灣等設施都遭受了嚴重的破壞，直接災害損失加上工商業營運中斷的間接損失，總合超過新臺幣 3,600 億元。尤其是近年來工商業快速發展，人口越趨集中於都會區，如圖 1 之 2012 年人口分布圖；這意味著都會區的災害脆弱性不斷提高，倘若大規模地震再發生於都會區，其造成之災害損失與衝擊可能數倍於 1999 年的集集地震，甚至有可能危及國家整體安全。

然而，地震何時何地發生至今仍無法有效預測，大規模地震往往在幾十秒之內就造成天人永隔、難以抹滅的傷痛；因此如何在大規模地震發生前，提早做好因應準備，降低地震造成生命財產的損失，是非常重要的課題。集集地震發生後，在行政與立法機關的共同努力下，於 2000 年順利通過了《災害防救法》，這是臺灣災害防救工作推動上重要的法源依據；依據此法確立了災害防救工作推動的組織架構與權責分工，並且在災害預防、整備、應變、復原重建等方面展開各項工作。集集地震發生至今已逾 15 年，經由相關部會署及學術單位的共同努力，在法規體制、防災科技研發上皆有長足的進步；然而由歷史地震災害經驗及現況發展，我們是否已經準備好面臨大規模地震災害之挑戰？值得我們深思。

有鑑於此，由中央研究院、國家災害防救科技中心、國家地震工程研究中心共同組成的研究團隊，從國內外大規模地震災害經驗中，歸納出需要特別注意的災害議題，並且分析國內災害防救工作現況及遭遇之問題；然後對於這些所遭遇的問題，提出災害防救工作中，尤其是過去較未注意或尚未落實，而需要強化之重點工作項目，彙整完成大規模地震災害防治策略建議書，作為政府單位研擬推動地震防救災對策的參考依據。

貳、大規模地震災害議題

除了臺灣發生的集集地震以外，近 20 年來世界各地亦發生了許多重大地震災害(World Conference on Earthquake Engineering, 2012)，各事件之震央位置、人員傷亡統計如圖 2，可看出造成重大人員傷亡的地震大都集中於亞洲樞紐地區。其中令人印象深刻、引起國際媒體高度關注，並值得吾人學習的有：1995 年日本阪神地震、2011 年紐西蘭基督城地震、2011 年東日本大地震等。這些地震事件的主要災情及衝擊概述如圖 3。

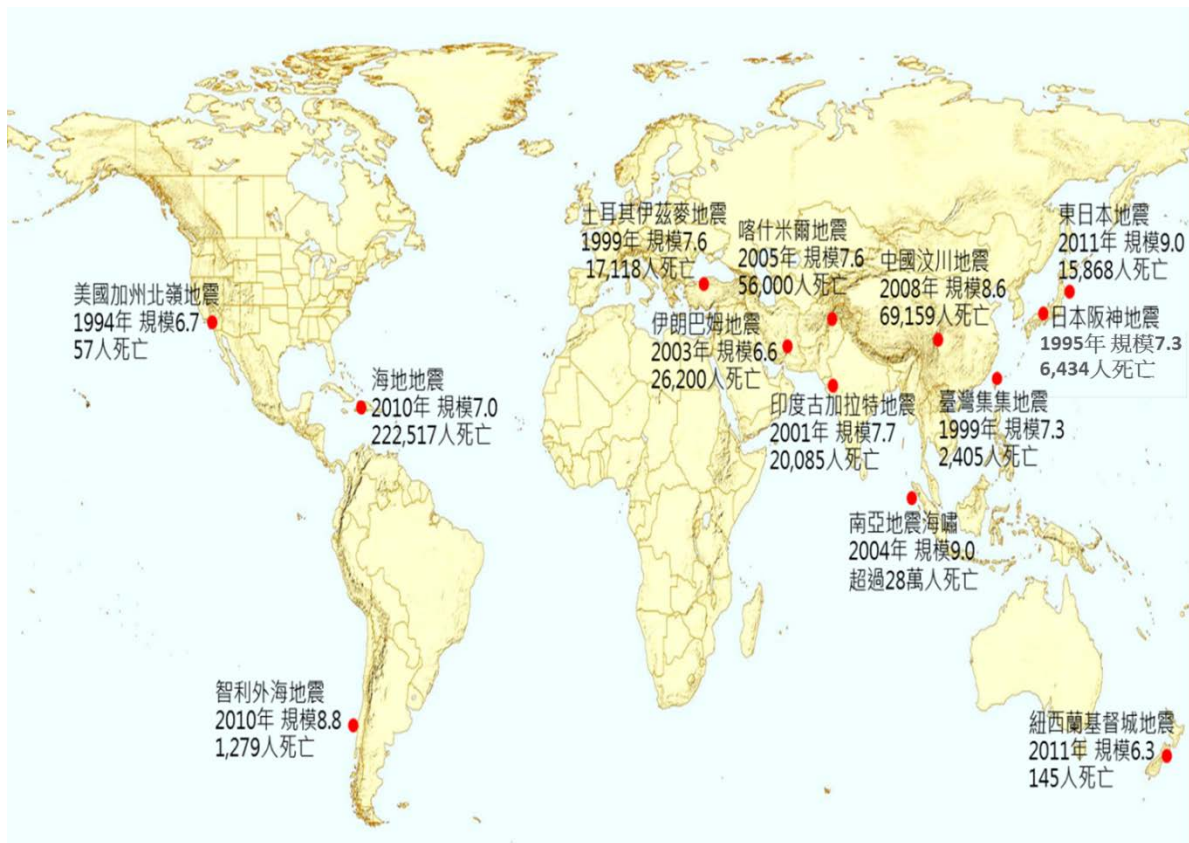


圖 2、近 20 年世界各國重大地震災害事件位置傷亡分布
(資料來源：國家災害防救科技中心蒐集整理)



圖 3、近年四個世界重大地震事件之主要災情及衝擊描述

綜觀這些重大地震災害事件，主要的災害衝擊包括廣大範圍的建物與維生系統遭受嚴重破壞，繼而引發火災等複合性災害，造成大量人員傷亡、以及面臨大量避難收容、與返家人潮引導問題等，都市機能因此而中斷，並且使得各層級政府運作維持困難等；綜整大規模地震可能造成之災害議題說明如下：

一、建物嚴重破壞

強烈地表振動將直接衝擊建物的安全性，倘若建物耐震性能不佳，就會產生嚴重破壞。除了前述幾個地震外，2008 年中國汶川地震、2009 年土耳其伊茲麥地震、2010 年海地地震、以及 2014 年 8 月發生的中國雲南省魯甸縣地震，亦都呈現震央附近許多耐震性能不足的建物不堪強烈地震作用而倒塌。另外，許多都會區皆位於沖積層地盤，地震可能使地盤產生

大面積的土壤液化，進而造成建物傾斜或破壞；例如 2011 年紐西蘭基督城地震，強地動及土壤液化就造成許多建物破壞，三分之一需重建。

二、大量人員傷亡

人們日常活動大部分都在建築物內部，倘若建物在地震作用下瞬間產生嚴重破壞或甚至倒塌，就會造成嚴重的人員傷亡。根據 1995 年日本阪神地震災害經驗，80%的人員傷亡來自建物破壞(日本內閣府，2004)；另外由國際上幾次重大地震災害經驗，例如 2008 年中國汶川地震死亡近 7 萬人、2010 年海地地震死亡逾 20 萬人等，皆因建物耐震性能不佳進而造成重大人員傷亡。我國集集地震的人員傷亡主要也是因為建物破壞所造成，尤其震央附近許多學校建築都受到嚴重破壞，所幸當時地震發生在半夜，學校並無師生；如果地震發生在白天且震央又在都會區，所造成之傷亡可能數倍於當年。

三、災後大量避難收容與返家人潮疏散十分棘手

大規模地震發生後，許多民眾可能因為家園受損而無法回家，需要前往安全的地方緊急避難或收容安置；或是在外地工作的民眾，因為交通運輸系統營運中斷，大量聚集於車站焦急等候或只能步行回家。例如，2011 年東日本大地震發生後，受到海嘯引發複合型災害的影響，震後六天避難人數超過 41 萬人(日本緊急災害對策本部，2011)；首都圈雖遠在 370 公里外，但是由於交通運輸系統停擺，造成 515 萬人返家困難(日本首都直下地震返家困難對策協議會，2012)。相同的問題如果發生在臺灣的都會區，如何提供上百萬緊急避難及返家困難民眾適當的引導、及數十萬民眾足夠的收容場所及維生物資，將是相當棘手的問題。

四、維生系統中斷影響救災及民眾生活

劇烈的地表振動及地表位移、及地震引致的土壤液化都可能使維生系統(供水、電力、電信、天然氣等)受到嚴重破壞，重災區可能因此而通訊中斷或停水電、天然氣等，政府因而無法掌握災區狀況，災區民眾收容安置生活也將極為不便。例如集集地震，造成全臺大停電，新竹科學園區生產線中斷而損失慘重，臺中及南投地區因水庫及淨水廠破壞而無法供水，中部地區天然氣管線多處破裂而停止供應長達數週，都導致民眾生活大亂。

五、政府及企業可能受到衝擊且無法運作，損失慘重而難以復原

1999 年集集地震發生後，部分災區的地方政府建物嚴重受損、人員受災，以致無法執行業務。而 2011 年東日本大地震事件中，東北地區多個地方政府受創，且防救災設施及其業務人員因受災而使指揮體系無法正常運作，以致加重災情；此外，許多企業因為產品供應鏈中斷而被迫減產或停產，導致訂單轉移而失去市場，造成慘重損失並使企業營運出現危機(Watanabe, 2011)。臺灣北部的都會區如果發生大規模地震，更可能迫使政府行政中樞機能停擺，應變救災工作無法順利展開，進而擴大災害影響的層面。科技業產值是臺灣經濟的重要命脈，中小企業則是臺灣產業結構的重要環節，倘若科技業以及為數眾多的中小企業遭遇大規模災害而中斷生產，所造成之損失將對國家經濟系統產生更嚴重的衝擊。

參、現況與問題分析

臺灣 2,300 萬人居住在 36,000 平方公里的土地上，近年來工商業高度發展，人口越來越往都會區集中。臺灣的人文環境特性如圖 4，其中，都會區有著密集分布的一般建物及為數眾多的高樓建築、錯綜複雜且相依性高的交通運輸系統及維生線系統、高度使用而人潮聚集的地下空間，並存在具有高產值的科學園區及工業區等，這些人文環境的快速改變也凸顯出都會區高風險的災害脆弱性十分嚴重。



圖 4、臺灣人文環境之特性

集集地震在臺灣人民的心中烙下了不可抹滅的慘痛經歷，也凸顯了當時的災害防救體系與防災整備、應變救災、災後復原重建各階段的諸多問題。近年來在政府及相關單位的努力下，已有許多防災作為與措施。然而，歷經 15 年的人文環境變化，我們的防災整備工作可能需要再次檢討，以評估是否足以因應大規模地震之挑戰。因此，參考內政部(1999)、何明錦

與蔡緯方(2000)及洪鴻智等(2004)等文獻，分析集集地震災害衍生問題及防救災作為現況彙整如附錄表所示。

在災害防救體系方面，集集地震凸顯了各級政府指揮體系及救災協調的問題，於是 2000 年在朝野共同努力下通過了《災害防救法》，確立了災害防救體系。近年來中央部會及地方政府皆成立災害防救辦公室並指派專職人員，強化了災害防救體系之運作。另外在防災整備方面，近年來在學術界的努力下，已提出許多地動推估模式，開發地震災害損失評估系統；但尚待研訂具共識之地震潛勢資料、需要更細緻之震災衝擊評估資訊，提供政府防災規劃參考。同時，雖已逐步推動公有建築耐震評估與補強，提升建物耐震性，但仍有許多老舊建物需要耐震補強以防護人命安全。

在應變救災方面，強烈的地表振動會使得建物破壞而造成慘重傷亡，並造成許多公共設施、維生線系統破壞，以及醫療救護、避難收容等問題。近年來政府建置了綿密的強地動觀測網以快速掌握地震訊息，強化輸配電系統、防救災通訊設備、緊急醫療管理系統等以提升應變效能。然而，若能運用地震即時警報資訊提早採取應變措施，將更有助於減少地震發生後的傷亡及損失，但仍需注意大規模地震可能造成資訊系統中斷、大量避難收容與返家人潮困難等問題。

在災後復原重建階段，每每遭遇災區許多公共建設受到破壞而亟待復建，亦有可能造成大量民眾失業、產業嚴重受創，以及社區亟待重建等問題。為此行政院在集集地震後成立「九二一震災災後重建推動委員會」，頒布「災後重建計畫工作綱領」、「九二一震災重建暫行條例」，以推動災後公共設施復建計畫、社會救助與就業輔導計畫、工商業與觀光產業重建措施，以及因地制宜的社區重建工作等。但重建委員會為任務編組且已功成身退，重建條例亦已期滿廢止，況且重建工作仍需與防減災工作結合，若能預先制定相關法令及配套措施，才能在未來地震發生後順利進行。

除了前述多項現況問題，為因應近年來臺灣人文環境條件的變遷以及未曾經歷大規模地震的挑戰，災害防救工作仍有許多需要強化之處。因此，基於政府既有災害防救作為之分析，對於優先需要強化之災害防救工作及特別需要注意之問題說明如下：

一、老舊建物耐震能力不足，災害風險高，需提升結構整體安全性

臺灣都會區人口及建物十分密集，以北部都會區為例，住宅總量約 378 萬戶，其中屋齡超過 30 年的有 133 萬戶(35%)，雙北市就佔了 94 萬戶(25%)(內政部營建署，2013)。這些老舊建物耐震性能不佳，且多半聚集在街道狹小的老舊社區，存在極高的災害風險。

有鑑於集集地震造成超過 10 萬戶的房屋全倒及半倒，且大部分傷亡都是建物倒塌所造成。為此，內政部修改了建築耐震設計規範，大幅提升新建建物的耐震能力，但即使如此仍有許多既有老舊建物的耐震能力仍需要提升。因此，行政院於 2000 年頒布「建築物實施耐震能力評估及補強方案」，要求各目的事業主管機關及各級政府逐年編列預算，提升所轄建築物的耐震能力。

內政部營建署自 2000 年起執行「建築物實施耐震能力評估及補強方案」，已完成部分公部門建築之耐震評估；惟有許多部會及縣市政府公有建築之耐震補強因經費編列不足，或因補強施工可能影響辦公使用性等原因而尚未完成實際的補強作業。此外，另有其他的公部門老舊建築，以及更多的私有老舊建築尚待耐震評估及補強作業，以減少大規模地震可能帶來的嚴重衝擊。

值得注意的是，教育部自 2009 年起加速推動公立高中職及國中小校舍之耐震能力提升計畫，已投入約 208 億元經費(2014 年至 2016 年另有 48

億元挹注)以耐震補強方式改善既有校舍之耐震能力；歷經 4 年有餘的時間，已有近 3,500 棟校舍完成耐震補強或拆除重建，並有 6,000 餘棟校舍經專業人員評估後判定無耐震疑慮。綜合以上的提升計畫，推估可保障約 130 萬名師生之安全，此為公部門建築中最具成果者；然而校舍數量龐大，難於短期內解決所有耐震能力不足的問題，尚須持續的努力。

建築耐震安全方面，除了結構體破壞會造成人員傷亡之外，更常發生的是地震使得室內家具傾倒、懸掛物掉落，或是室外懸掛物以及外牆瓷磚、石板掉落而造成人員死傷，然而民眾普遍缺乏對地震時室內外掉落物的防護意識，以及具體的強化安全作為，以致於經常加重地震時的嚴重災情。

二、地方政府缺乏大量避難收容及返家支援之處理經驗

大規模地震發生時，民眾可能因為住宅遭受破壞，及維生管線機能喪失而無家可歸，或因為都會區道路破壞與受阻、資訊中斷或不足等原因，而無法緊急疏散；另可能因為交通運輸系統破壞或停擺，導致返家困難。然而 2011 年東日本大地震發生後，日本之所以能妥善安置受災地區數十萬人於收容場所、給予都會區數百萬返家困難者完善的支援協助，就是因為早在 2006 年研訂「日本海溝、千島海溝地震對策」時，已考慮 33 萬人之避難收容需求；而 2005 年「首都直下地震對策」中，更考慮超過 700 萬返家困難者之受災情境，因此，地方政府早已做好大量避難收容及返家支援的規劃與整備。

臺灣的地方政府於各地區災害防救計畫中，雖皆有避難收容之規劃，但似未考慮大規模地震可能造成上百萬人返家困難、或數十萬人需要收容安置的受災情境；況且集集地震發生迄今已逾 15 年，這期間僅發生過幾次影響局部地區的中等規模地震，以致地方政府普遍缺乏大量避難收容及支援返家困難者的處理經驗。因此，今後萬一發生大規模地震，極有可能

會使地方政府措手不及。

三、部分維生管線老舊，資料建置分散，以及資訊系統繁多複雜，地震脆弱度高

地震的劇烈地盤變位可能使其中埋設的管線斷裂，土壤液化亦可能使管線上浮破壞；尤其都會區地下維生管線錯綜複雜，部分管線老舊，耐震性能堪慮。自來水、電力、電信、天然氣、工業用氣體等各種地下管線多為不同公共事業單位施作布建，管線資料建置分散，欠缺交流及整合機制，加上因資料的機密敏感性而未能有效提供防救災應用。另一方面網路資訊及其應用日益發達，但政府單位或民間企業之資訊系統大多以固網與外界連結，而埋設於地下之固網線路亦有可能因劇烈地盤變位而斷裂，致使資訊系統的傳輸斷絕，與外界聯繫之機能停擺，再再提高了資訊時代的地震脆弱度。

四、政府與多數企業並未考慮震後營運中斷之風險

政府和企業是維持社會安定的兩股重要力量，2005 年日本「首都直下地震對策」首次將首都中樞機能維持、企業持續營運的防災新觀點納入防災對策中；該報告首先評估首都經濟中樞機能停擺、大小企業營運中斷可能造成之經濟損失之後，進而研擬具體減災對策。反觀，我國僅有少數地方政府考量資訊系統的運作機能，並據以擬定持續運作的計畫，但大部分政府機關尚未考量災後持續運作，並規劃整體與完善的風險評估與對策。

另在民間企業方面，依據亞洲減災中心 (Asia Disaster Reduction Center) 2013 年於東日本大地震後，對亞太區域所進行的調查研究報告，63%的企業沒有或不知道需針對大規模災害建立企業持續營運計畫。而我

國僅部分高科技產業依據國際 ISO 標準擬定持續營運計畫，其他一般數量龐大的中小企業並無相關的具體規劃與作為。綜合以上所述，無論是公部門或私部門，在萬一發生大規模震災時，都極可能遭受強大衝擊與損失，進而使全國政府機關與企業之各種機能停擺、發生失靈狀態，大大影響應變救災以及復原重建的能力，甚至動搖國本。

五、未能充分運用即時預警資訊，及早應變

現今科技仍無法有效預測地震的發生，但若能在強烈地震發生之初，儘快爭取部分應變時間，將可大大降低地震發生後造成之人命傷亡與財產損失。為此，許多國家皆積極推動強震即時警報系統之研發與應用。日本自 2003 年起，歷經五年國家型計畫的研發推動(日本防災科學技術研究所，2003)，已完整建置強震即時警報系統並對全民發送警報訊息，而且落實應用至學校、救災單位、交通設施、醫院、科技產業，以及住宅社區、辦公大樓等，並已獲得多次地震實際應用的成功案例，其中如 2011 年東日本大地震時，民眾透過電視、電腦網路、手機簡訊、防災行政無線廣播等管道獲得即時的警報訊息，使得距離震央較近的宮城縣有 15 秒的預警期，東京都區則更獲得超過 1 分鐘的預警時間。

我國強震即時警報系統經過近年來之技術研發與應用測試已逐漸成熟，在中央氣象局及學術單位的共同努力下，已於 2014 年開始對全國 3,000 多所中小學傳送區域型強震即時警報，另有學術與科研單位亦於數百所學校建置現地型地震監測站提供即時警報訊息；然而區域型及現地型強震即時警報系統乃分別推動，兩種警報資訊尚待進一步整合。個別之應用單位也以防救災單位及學校為主，尚未推廣至公共設施及民生應用上。

其實我國在強震即時警報系統相關研究與日本相比並不遜色，然而在實際應用上之所以會大幅落後，其主要原因可以歸類以下三個面向：

- (一) 災害型地震之差異：臺灣由於面積較小、國土南北狹長，地震發生的地區經常靠近臺灣本島，甚至是人口密集的都會地區，因此可以預警時間非常短促，所以臺灣在強震即時警報系統的推廣以及應用上困難度高，也因此更須加強現地型強震即時警報系統的研發，來縮小預警的盲區，並盡可能提供臨近震央區域的預警時間。
- (二) 法規與政策：地震發生相關資訊的公布目前屬於氣象法規範的範圍，相關的資訊傳遞以及訊息發布均會受氣象法的約制。而參考日本的發展經驗，日本氣象廳專注於建置區域型強震即時警報系統(日本稱為緊急地震速報系統)，強震即時警報訊息的傳遞則交由財團法人氣象業務支援中心負責，並向使用者收費以運用於強震即時警報訊息的傳遞與維運作業(圖 5)。但是目前在國內，相關的法令對地震即時警報之規範不夠完善與明確，亦還沒有相關機構或法人能夠負責這項業務，因此造成強震即時警報系統在我國的推廣較為緩慢。

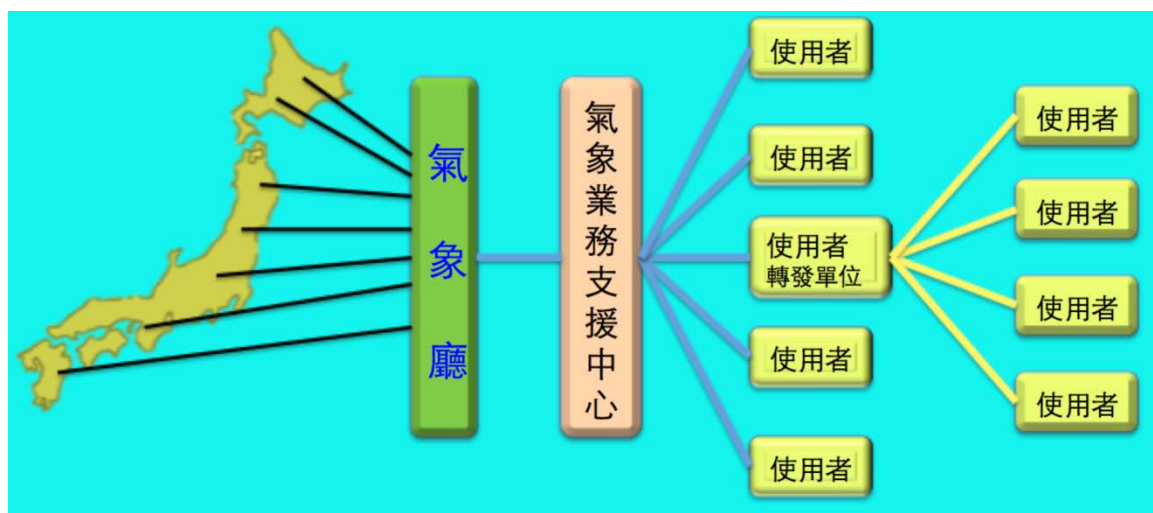
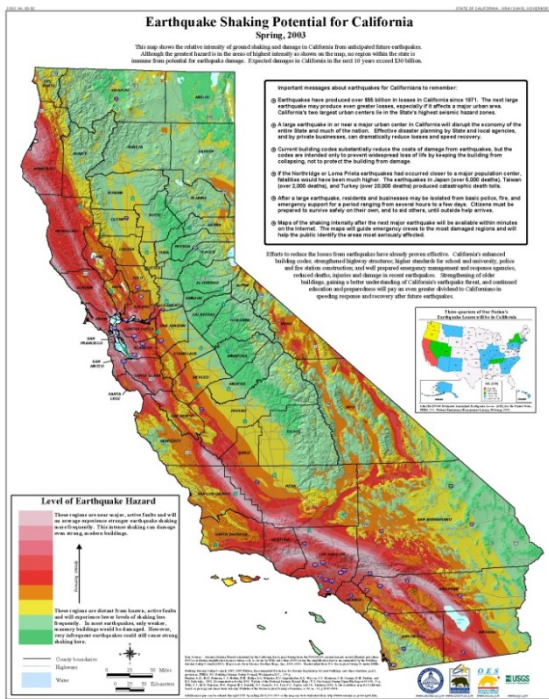


圖 5：日本緊急地震速報系統訊息傳遞方式(資料來源：緊急地震速報利用者協議會)

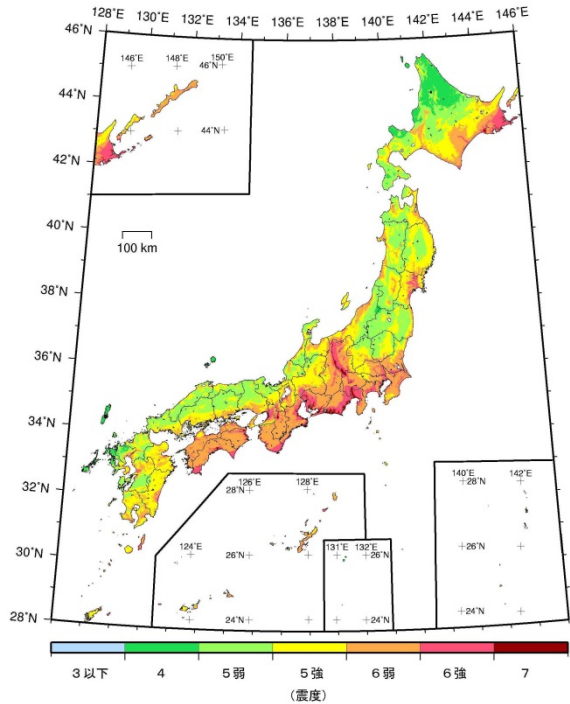
(三) 產學落差：氣象局建置之強震即時警報系統，以及學研界研發出來之現地型強震即時警報系統，在近年的地震事件中已經逐漸展現出有效的成果，有不少學校示範站獲得成功的地震預警經驗。然而這類的系統屬於尚未商品化的雛形系統，仍需要經過一段的商業化過程，才能轉變為正式、可普及的防災服務，學研與商業服務之間需要更多學術界與產業界的合作開發介面。

六、欠缺可供防災應用之地震危害度分析資料及細緻模擬評估資料

為了研擬較確切、合乎實際需求、有效之防救災計畫與對策，需要事先掌握地震發生的潛勢及可能之地動分布，以及地震可能造成衝擊損失的評估資料。美國及日本等國家皆已公布地震潛勢圖(如圖 6)，而日本亦對其首都東京提出地震災損模擬(首都直下地震專門調查會，2005)，提供政府與民間單位做為研擬防救災對策時的參考。國內政府單位已對許多活動斷層進行調查並逐年研訂斷層參數，學術界亦已有許多地震潛勢研究成果；但仍有部分斷層尚待學者專家討論，研訂具共識的斷層參數，以及設定合理的震源參數，進行地震危害度分析及較細緻之地動模擬。另外，目前地震衝擊評估在針對建物破壞及人員傷亡上獲得較成熟的成果，但對於公共設施衝擊、或間接經濟損失之評估則有待強化，需加以整合才得以提供較完整的評估成果予防救災規劃參考。



(a)美國加州地震潛勢圖(Department of Conservation 2008)



(b)日本地震潛勢圖(日本地震調查委員會 2010)

圖 6、美國加州及日本之地震潛勢圖

七、民眾對災害防救之認知及參與程度明顯不足

災害防救工作需要全民共同參與，美國加州每年都舉辦超過 900 萬人共同參與的大型地震防災演練(ShakeOut)，而鄰國日本亦於每年防災日，舉辦中央、地方政府與民眾共同參與，跨越多個縣市的廣域型防災演練，收到良好成效。反觀我國中央或地方政府雖亦舉辦災害防救演習，但可惜並未含括全體或多數國民參與。近年，由於教育單位的積極推動，中小學經常舉辦地震防災演練，使得學童的地震應變能力較為紮實，學校防災教育也已有各類教材、教具甚至課程，因此各層級學校在防救災教育上，已獲得一定程度的成效。然而一般社會大眾之地震應變能力仍需加強，對於災害及其防救之認知也明顯不足；尤其在一般的防災、防震教育之外，社會防救災教育之推動落實缺乏資源整合與整體規劃。本報告所提各項策略建議之內容，對於民眾來說或許更是不容易了解，甚至十分陌生，所以如

何將此等策略建議的相關內容有計劃地納入民眾及學校的防救災教育中，或是如何有效地在不同層級的公私部門加強宣導及推廣落實，實乃各項策略建議能否成功、獲得成效的關鍵。

小結

綜合上述，對於都會區大規模地震可能造成老舊建物倒塌與人員傷亡，引發大量避難人員而需收容與疏散返家、政府與企業運作中斷而須儘快恢復與維持等災害議題的處理上，臺灣仍存在許多需要強化之處。因應無法預知的大規模地震之挑戰，我們應立即研擬具體防災對策並據以落實執行，並加強民眾地震防災意識與具體作為，莫讓這些災害議題一再被提出卻無有效策略因應。因此，本報告之策略建議將以短期內可達成目標、具可行性之減災與應變對策，以及支持這些對策之相關科研項目與法規措施為主。期望透過策略建議事項之推動與執行，強化政府與民眾整體的防救災意識與實際行動，使大規模地震可能造成的傷亡及衝擊損失降至最低。

肆、策略建議架構說明

面臨大規模地震可能造成之災害議題，世界各國政府皆竭盡所能地推動各項災害防救工作及大型防救災計畫，以減少地震造成之傷亡及損失。以自然環境及人文條件和臺灣相似的日本為例，日本自 1995 年阪神地震之後，參考學術單位提供之地震潛勢評估資料，對於大規模地震發生機率高、可能造成重大災害的區域，內閣總理大臣將其指定為地震防災強化地區，並於中央防災會議之下分別成立專門調查會研擬防災對策。在阪神地震之後，日本的地震防災對策推動體制及對策重點之演進如圖 7 所示，基於震災經驗研擬防災對策，考量的重點從著重建物及設施之硬體強化，到關注人命救助及避難議題，然後擴及至行政中樞機能運作之維持，最後強調災害復興與生活重建，並且制定了許多法規與配套措施，使得各項防災對策得以推動落實，如此全面性的推動體制及經驗值得我國學習參考。

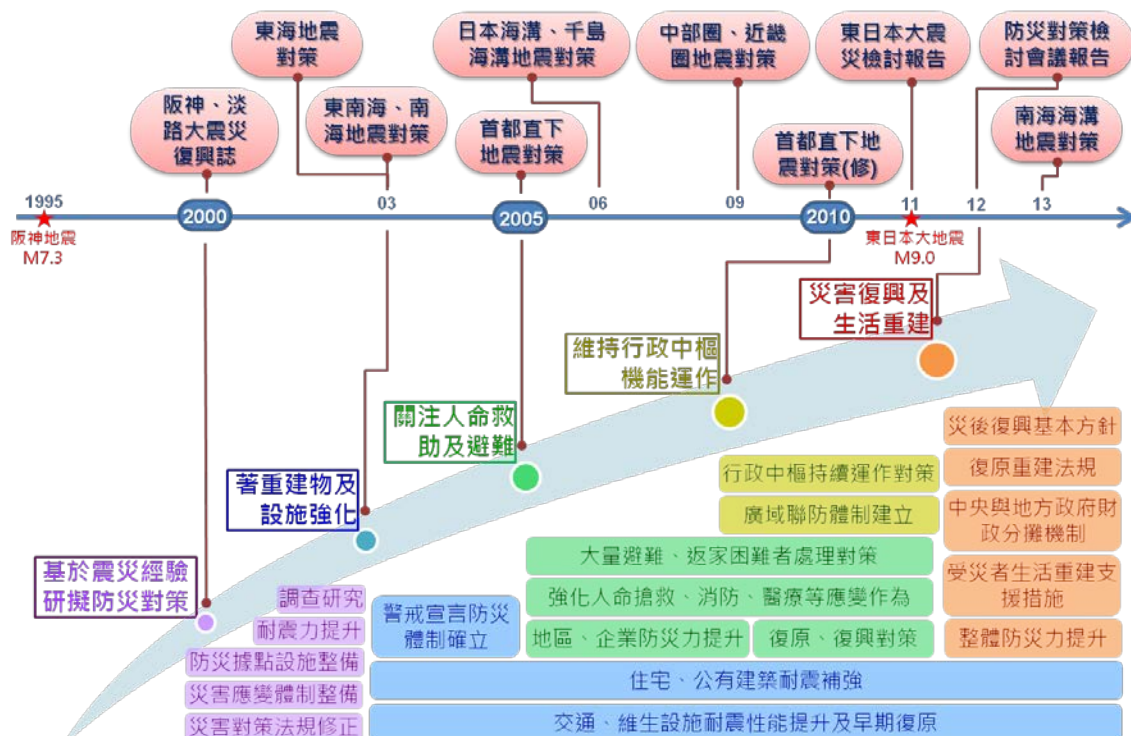


圖 7、日本地震防災對策推動體制及對策重點之演進(國家災害防救科技中心蒐集整理)

大規模地震災害的防救對策，涉及範圍與項目十分廣泛、繁多，需較長時間、較多投入才能完整推動，但為能夠提出有效、較可行的政策建議，以在短時間收到減少災害損失的具體效果，將依下列原則研議優先推動課題。

一、研擬之原則

- (一)篩選議題明確、聚焦，可以在短時間內落實推動的項目為優先。
- (二)具關鍵性影響，並對民生易造成重大損失的災害議題。
- (三)行政部門目前已執行與推動的政策或措施。
- (四)國內已有一定程度之科研基礎或成果得以應用，或已有研究計畫進行，可再進一步整合與加值。
- (五)參考與臺灣地震災害環境相近之日本的地震防救災經驗與策略。

基於前列五大原則而研擬之策略建議，主要係提供相關業務主管部會署或相關機構日後實作業務之方向指引、重要項目與推動構想；至於這些策略進一步之科技研發整合、加值，以及實作應有之步驟與細項等，則有待各相關部會署、地方政府等進行研議、協調、確認後，據以落實執行、限期完成。

二、策略總體目標及對策方向

基於上述原則，本報告建議以「老屋不倒」、「生命確保」、「機能不停」為總體目標；而為了達到這三項總體目標，將分別從減災預防、整備應變、科研支持、落實操作等方面提出六項對策方向；策略目標與對策方向之相互關係簡要說明如圖 8。

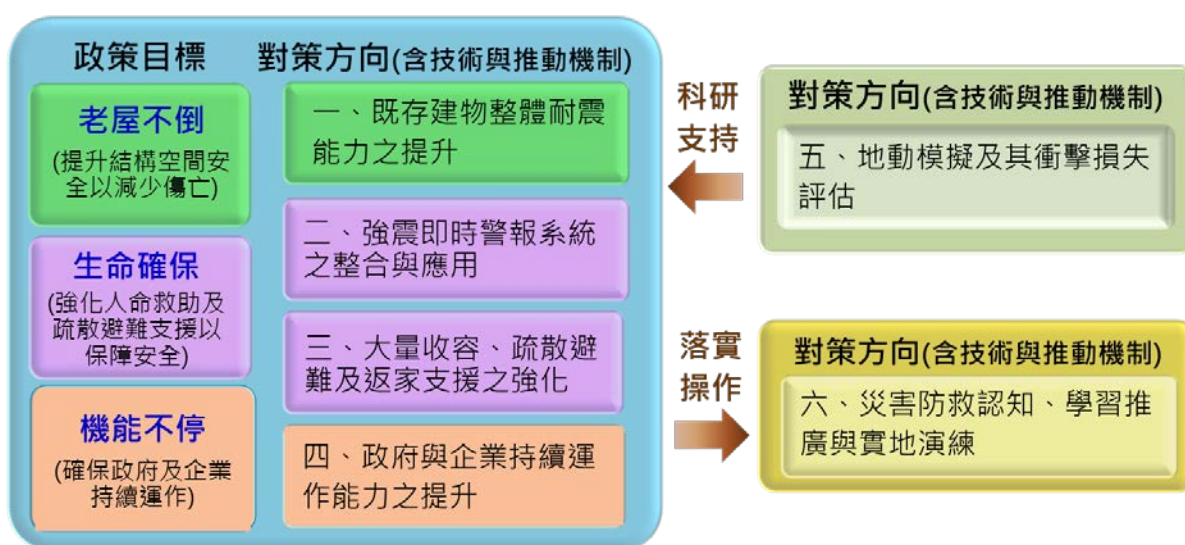


圖 8、大規模地震策略建議主軸

伍、策略建議

根據上述之現況與問題分析，本報告提出的策略建議包括「提升老舊建物整體耐震能力」、「強震即時警報系統之整合與應用」、「強化大量收容、疏散避難及返家支援」、「提升政府與企業持續運作之能力」、「地動及其衝擊損失之評估與模擬」以及「災害防救認知、學習推廣與實地演練」，供政府推動大規模地震災害防治措施之參考。

為在期限內，能夠落實執行下述的策略建議，以收減少災害損失的具體效果，建議行政院能指定一專責單位與專責政務委員或長官，負責策略相關實作業務之研議、協調、推動與督導考核等作業，並訂定具體的推動時程表，作為各相關部會、機關等業務推動與督導考核之依據。

一、提升老舊建物整體耐震能力

部分基礎設施(infrastructure)如橋梁、電廠、水庫等，政府主管機關已備有災害防救作為或已擬定政策；因此，為提升既有老舊建物整體耐震能力，以保障人民生命安全，本報告提出「老舊建物耐震補強」、「室內外空間安全提升」、「促進民間開發耐震安全產業，加速提升耐震能量」等三項主要訴求與政策方向。老舊建物包括公有建築(以影響防救災工作、政府運作以及大量師生安全之各級公立醫院、警政消防、部會與地方政府之廳舍，以及學校為主要推動對象)和私有建築。

(一) 老舊建物耐震補強

公有建築：

1. 醫院建築

(1) 醫療院所為震後復原社群機制中不可或缺的一環，為保障醫院工

作人員與病患之生命安全，並確保於強震後能照常運作，以提供緊急醫療機能；醫院應確保其建築結構物、墜落物與消防設備系統固定處之耐震能力，同時提升醫療設備等直接性設施，與供電、供水、資訊系統等間接性設施的耐震性能。

(2) 醫院建築結構耐震補強方面，基於醫院使用機能的複雜性與 24 小時營運之特殊需求，建議研擬干擾性低、工期短、補強空間需求少等結構耐震性能提升工法，以達醫院耐震安全性、經濟性及低干擾性等要求。

(3) 教學醫院與各級醫院隸屬多個主管機關，包括衛生福利部、教育部、退輔會、國防部、直轄市、縣(市)政府等，建議衛生福利部協調各主管機關，進行境況模擬，推估現有急救責任醫院編制是否符合強震後之醫療需求；全面清查各醫院之耐震性能評估與補強作業進度，並建置資料庫，以作為醫院耐震能力提升作業對策研擬之依據。

2. 警政消防與地方政府廳舍：

(1) 為確實掌握全國警政消防與地方政府廳舍之耐震能力現況，建議內政部應全面普查全國警政消防與地方政府廳舍並建置資料庫，以作為推動此類廳舍耐震能力提升作業政策研擬之依據。

(2) 耐震能力提升各階段評估與補強作業須有統一的準則，建議內政部應制訂執行耐震能力提升的作業規範，並透過審查及監造把關，確保如期如質完成各階段工作。

(3) 依目前情況，耐震評估作業的技術與進度並無太大問題，但是缺乏耐震補強工程的經費預算，建議內政部與地方政府應相互協調，儘速編列預算，並訂定具體之推動時程表，全面推動警政消防以及地方政府老舊廳舍耐震能力提升的政策。

3.學校建築：

- (1)應將所有校舍全面建檔，以瞭解其建齡及面積，並對過去是否已進行初評、詳細評估或補強等耐震能力評估資料加以建檔，建立完整校舍耐震能力資料，以作為持續監測基礎。
- (2)受限於耐震評估之作業經費，以致仍有部分校舍「詳細評估」尚未辦理，故為全面確保校舍之安全性，應持續辦理校舍耐震能力「詳細評估」，以充分掌握校舍耐震安全程度。對其中安全疑慮較高之校舍，優先排定補助辦理後續補強工程的期程。
- (3)經過耐震能力評估後有安全疑慮之校舍為數眾多，為期在經費有限之前提下於短時間內完成大量校舍結構補強工程，除推廣較具鑑別度之耐震能力評估方法(如側推分析法)外，也應積極宣導採用較經濟、有效之補強工法(如擴柱、翼牆、剪力牆等)。

私有建築：

1. 私有建築，尤其是居住人數眾多之老舊公寓，其耐震強度若有不足，將嚴重影響居民的身家安全，應予儘速補強。惟目前雖發布「住宅性能評估實施辦法」，但實際執行補強之建物仍然十分有限，故建議可考慮結合已在推動之「老屋健檢」制度，儘速通過前述實施辦法的「推動計畫」，以加速老舊公寓或住宅耐震補強的進度。同時為鼓勵民眾儘速改善私有建築的耐震能力，對於已完成耐震補強之建物研訂相關獎勵及補助措施，例如將補強結果註記於建築物外部可見之處或所有權狀上面，以提升民眾執行的意願。
2. 私有建築之耐震安全，除了多人居住之公寓以外，尚應優先針對大量民眾出入之私有公用建築，如百貨量販店、遊藝場所、戲院等推動耐震補強作業。而對於已完成補強建物可研訂相關獎勵及補助措施，例如公布已完工之建物名稱，提升民眾進入該建物的意願。

(二) 室內外空間安全提升：

除了結構體破壞會造成人員傷亡之外，過去的地震災害中經常發生的室內非結構物(天花板、懸掛物、家具等)，與室外懸掛物(招牌、吊車等)，以及建物外牆的磁磚、石板等傾倒或掉落，以致加重人員的死傷。建議相關單位應儘速訂定室內外非結構物防止掉落措施之參考準則或規範，並普及推動辦法，以減少掉落事件的發生。

(三) 促進民間開發耐震安全產業，加速提升耐震能量：

前述公私舊有建物之耐震補強工作需要正確、有效率的施作技術與品質。因此對於具有一定程度能力之民間業者進行鑑定、分級，以為鼓勵。另外，可誘導民間產業開發家具與懸掛物等非結構物之固定裝置，如此可以加速提升室內外空間的安全。

二、強震即時警報系統之整合與應用

我國近年來不論是氣象局建置之區域型強震即時警報系統，或是學術研究單位開發之現地型強震即時警報系統，均有多次實際地震發生時成功預警的應用實驗案例。惟此等系統若要全民普及推廣，且確實有效應用，以下數項建議尚須相關單位實際參與及推動，以落實相關技術於實際的防災應用。

(一) 推動地震測站與警報系統的整合

1. 整合氣象局以及國內相關學術研究的地震測站，建置地震資訊整合平臺，如此一來可有助於強震即時警報系統運作，取得更有效、精確的強震資訊，另一方面又可提供學術界的開放資料(Open Data)，減少地震測站重複設置之資源浪費。
2. 積極推動區域型與現地型強震即時警報系統在技術上與系統

上的整合，以避免此兩類系統在預警上出現結果不一致的可能性，提升地震即時預警的準確性及實際應用效益。

(二) 確保即時警報傳輸的效能

強震監測與預警的資訊能夠精確、安定且快速地傳送至末端使用者，是即時警報系統(尤其為區域型即時警報)是否具備成效的關鍵。建議學術研究單位與資訊系統業者積極研發、建置可供警報系統使用之不同類型的傳輸管道或系統，以確保警報能夠即時順利傳送。

(三) 推廣即時警報系統之建置與應用

1. 為促使強震即時警報系統能有效地廣泛應用，應加強推廣該系統。例如首先建請災害防救(如警政、消防、緊急醫療)單位率先採用，並連結地震災害評估與應變系統；其次則於重要設施(如行政中樞、車站、水電設施以及學校等)設置，並與相關單位合作，規劃自主、自動化地震防救災計畫與機制。另外，部分重要產業(如高科技、生技、交通運輸、石化等)亦宜積極推廣、設置，並完善制定災害防治應用計畫，減少地震災損，提高國家競爭力。
2. 應鼓勵學術研究單位與感測系統業者合作，研發地震警報系統末端應用相關之系統設備(例如：手機 APP 等)，以利推廣應用。

(四) 法令修訂與推廣培訓

為能促進強震即時警報系統得以廣泛應用，尚須推動下列工作：

1. 地震資訊發布與其應用等相關法規命令，宜進行內容檢討與修訂或補強，以利開放民間參與系統研發與相關服務業務。

2. 警報系統不僅重視技術的研發與建置，更重要的是警報發布後的應用與應變。系統建置之同時，應配合舉辦警報應用說明會或研習會，或透過媒體、公報等，向一般大眾及業者進行說明及推廣，以減少實際應用時，發生不必要的誤解，引起恐慌。

三、強化大量收容、疏散避難及返家支援

大規模地震發生後，重災區可能停止上班上課，大批民眾需要疏散避難至安全場所、或嘗試與家人聯絡及返家休息、或家園受創等待收容安置，這些民眾都需要政府給予及時且適當的協助。此外，重災區維生系統可能受到嚴重破壞，致使鄰近收容場所因此而停水停電，民眾生活將極為困難與不便。因此提出「多元化避難收容及返家支援」、「災時社群媒體資料處理與應用」兩項主要對策措施，分別說明如下。

(一) 多元化避難收容及返家支援

1. 以大量災民為考量，規劃多處公有及民營避難收容場所並整備相關物資；指定公有設施及公共場所為緊急優先避難場所，並做明顯的指示牌與標示。
2. 地方政府應與民營機構簽訂合約，對於提供避難收容空間與物資的民間機構給予適當的租稅優惠及獎勵措施，鼓勵民間企業協助緊急避難及短期安置作業。
3. 整合公部門及社區防災組織，提供大量返家困難民眾妥善的疏散與避難引導、替代交通運輸系統之接駁服務等支援措施。

(二) 災時社群媒體資料處理與應用

1. 運用社群媒體所傳遞之災情資訊，經過適當的處理，並即時分析受災規模及分布，以快速掌握重災區狀況，協助應變分析研

判及加速救災人員與物資之派遣作業。

2. 確保資訊及通訊系統的暢通，對於大批急於與家人聯絡及返家的民眾，運用行動裝置及多媒體管道提供正確災情及交通運輸系統的通暢或阻隔資訊，以及透過媒體告知民眾可善用內政部建置的「1991 報平安留言平臺」與家人互通平安訊息。

四、提升政府與企業持續運作之能力

有鑑於目前僅有少數地方政府考量資訊系統持續運作計畫，大部分政府單位均未考量大規模地震對行政中樞機能之衝擊，在民間企業方面也僅有高科技產業依據國際標準擬定持續營運計畫，因此提出「擬定各級政府持續運作計畫」、「推動民間企業訂定持續營運計畫」、「確保資通訊系統震後持續運作」、「有效掌握維生管線資料及加速維生系統復原」四項主要策略的建議及其落實執行的措施。

(一) 擬定各級政府持續運作計畫

1. 首先應盤點各項行政業務，找出為了維持基本運作而必須優先恢復的關鍵業務，然後分析這些關鍵業務的威脅所在及其業務中斷可能造成之損失；並研擬風險控制對策，分析控制風險所需之成本，以訂定各關鍵業務恢復的優先順序。
2. 除了考慮「發生機率高，災損可控制」之地震設防以外，更應考慮「發生機率低，衝擊強度大」之最大可能地震。基於極端災害情境 (the Worst-case Scenario) 進行關鍵業務的衝擊分析，研擬緊急應變方案，訂定政府持續營運計畫以及修正機制，以降低災害發生初期政府運作可能中斷的空窗期。

(二) 推動民間企業訂定持續營運計畫

1. 政府單位參考國際規範，訂定企業持續營運計畫指導方針及租稅優惠等配套措施，使企業(尤其是中小企業)得以據此研擬持續營運計畫，並提高企業參與執行之意願。
2. 政府單位授權法人機構或非營利組織提供企業持續營運計畫之認證及教育訓練服務，對於通過認證的企業給予適度的租稅優惠獎勵措施；並製作宣傳文件，舉辦交流研討會，使企業充分了解整體作業程序。
3. 政府應致力於整合各項資源及調度，確保重要基礎設施(通訊、道路橋梁、水電等) 正常運作，企業則和供應鏈廠商、相關公司群組、社區共同合作執行企業持續營運計畫，建立複式產品供應鏈，減少災害對產品供應之衝擊，確保企業之國際競爭力。

(三) 確保資通訊系統震後持續運作

1. 保護資訊系統的關鍵性作業在於是否有前端或後端之相依流程或系統，以及所依賴之網路基礎架構與相關設備等層面，因此需對資通訊系統進行營運中斷的風險分析，並指派關鍵性業務流程的主要權責單位及負責人。
2. 訂定資通訊設備異地備援及資料備份機制，訂定資通訊系統在設備受損或電力中斷下之運作替代方案與快速復原措施。

(四) 有效掌握維生管線資料及加速維生系統復原

1. 彙整各單位建置之維生管線資料，整合建置維生管線資料平臺，提供防災規劃及應變參考。
2. 考量大規模地震災害情境，進行維生系統衝擊分析；研擬維生

系統供給停止之因應對策，建立備援機制，強化快速復原能力。

五、地動及其衝擊損失之評估與模擬

臺灣目前在國內各學界及災防研究機構的努力下，地震災害防治已有相當成效，甚至受到國際的肯定。然而，在地震科學與地震工程領域之共識，以及對地震引致之損失與衝擊評估技術的研發方面，或是新技術運用於防救災效能提升方面，都須儘速整合地球科學與地震工程既有成果與最新研究與技術，掌握我國大規模地震發生潛勢與相關地動分布情形，並發展具量化、空間化等特性之大規模衝擊分析技術，進行地震衝擊與損失之評估模擬及研擬具相關應用領域之地震危害度分布，並進一步進行地震災害損失及風險評估。為此，建議對策方向有二：

（一）地動潛勢及危害度分析

儘速整合相關技術與地質調查研究資料，建立地震危害度分析結果與相關參數，並整合地球科學與地震工程領域之共識，依防救災需求產製更細緻之地震災害潛勢圖資。具體工作重點如下：

1. 檢視臺灣地震源斷層模式及地震源的長期及短期滑移速率，以評估可能的地震活動機率。
2. 建立更精細的地下三維速度構造，完成虛擬地震地動時間序列之模擬。
3. 研訂並公開具共識之全國地震潛勢資料。
4. 整合研究成果、由主管機關訂定建物合理之地震設計參數。

（二）衝擊評估及防災平臺建置

綜整現有技術與充實相關基礎資料庫，及建置全國地震防救災工作可

有效應用之共通平臺，提供各領域使用者之應用管道。具體工作重點如下：

1. 充實、完備與公開地震防災與應變所需之相關資料庫。
2. 研擬維生線系統以及重要設施的強震損害及衝擊評估。
3. 建立全國地震防災應用展示平臺。

六、災害防救認知、學習推廣與實地演練

災害防救工作需要全民共同參與，以往民眾對於政府的防救災作為可能不甚了解而未能充分參與，民眾防災教育之推動則分散於各災害業務主管機關，缺乏資源整合及整體規劃；因此提出「本報告各項策略建議之宣導與推廣」、「全民防災教育及學習推廣」、「廣域地震防災實地演練操作」三項主要對策措施，以期補強全體國民對地震災害防救的認知與因應能力，並促進全民充分瞭解本報告前述各項策略建議之目的及內涵，促使民眾願意配合參與並使政策能真正落實，分別說明如下。

(一) 本報告各項策略建議之宣導與推廣

1. 製作文宣品說明本次各項策略之背景與目的、配套的措施、所用技術之原理與功效。
2. 以多元管道(媒體廣告、網站、研討會等)進行本報告各項策略之宣傳與推廣，使民眾充分了解各項政策，並樂於配合各項政策的落實執行。

(二) 全民防災教育及學習推廣

1. 建議由政府相關部門進行統整規劃及資源整合，強化社區防災人員培訓，開闢防災教育之媒體管道(電視、平面及電子媒體等)，並積極邀請民間團體參與，共同推動一般民眾防災教育。

2. 過去中小學已有防災教育的教材，建議訂定防災教育之統一內容與標準，將防災教育內容納入正式中小學教材，並建立大學防災專業學程，包含防災通識課程、專業課程及操作支援課程等。
3. 建議可參考美國及日本之做法，由政府輔導成立基金會或非營利組織，授權民間機構辦理防災教育專業人士之養成及認證考試。

(三) 廣域地震防災實地演練操作

1. 目前地方政府舉辦之地震防災演練的參與人員往往以政府防災人員及部分民眾為主，建議參考美國及日本之操作方式，舉辦政府及民眾共同參與之廣域地震防災實地演練，並透過宣傳鼓勵民眾實質參與。
2. 建立企業參與演練的配套措施，以檢驗政府應變救災作為，提升企業參與程度，並強化社會整體抗災能力。

陸、預期效益

我國地震工程及資通訊技術已具備世界領先水準，若能基於前述六大策略建議，加強推動各項震災對策或措施後，預期可以達成「降低大規模地震災害的衝擊與損失、加速復原重建」等直接效益；同時尚可獲取「整合臺灣地震防災科技與資通訊技術優勢，創造地震防救災相關之新興產業及科技輸出」等衍生效益，分別說明如下。

一、降低大規模地震災害的衝擊與損失、加速復原重建

(一) 有效降低人員傷亡，防護生命安全免於災害恐懼

地震造成建物破壞及室內掉落物是人員傷亡的主因，經由既有建物的耐震補強並輔以室內家具與懸掛物固定措施，避免人員因建物倒塌或室內掉落物而造成傷亡，保有避難逃生機會。此外，運用多重通訊管道傳送強震即時警報，在強烈振動到達前提早啟動設備防災控制；加上人員平時透過防災教育及演練，熟知緊急避難作為及安全防護措施，就可於接獲地震訊息後立即採取行動，有效降低人員傷亡，使民眾免於地震災害之恐懼。

(二) 安全避難、收容無虞、避免混亂

災後大量避難收容及返家人潮受困是棘手的問題，經由整合公民營機構提供足夠的避難收容空間與物資，提供返家困難民眾妥善的避難引導、正確災情與交通資訊等支援措施，可使民眾不論在避難行動中或是在收容場所生活皆能安全無虞，維持良好的秩序並避免混亂。

(三) 減少政府及企業營運中斷之損失，維持國際競爭力

政府及企業在地震後持續運作是社會安定的重要力量。運用地震潛勢及衝擊評估技術，協助政府及企業掌握大規模地震可能造成之災害情境及

損失程度，進行重要機能維持運作之風險分析，研擬各級政府及企業之持續營運計畫，使政府及企業能在最短時間內恢復運作，降低營運中斷造成之經濟損失及社會衝擊，維持國際競爭力。

二、整合地震防災科技與資通訊技術優勢，創造防災新興產業及科技輸出

(一) 創造既有建物整體耐震補強之新興防災產業聚落，亦可增加就業機會

推動既有建物整體耐震能力提升之政策(包含老舊建物耐震補強及室內空間安全提升)，可帶動民間耐震評估顧問服務業之興起，運用傳統土木工程技術轉型應用於耐震補強工程；並促進民間產業投入家具及懸掛物固定裝置之開發，創造新興防災產業聚落，增加就業機會，政府亦可因此等產業之興起而增加財稅收入。

(二) 串接強震即時警報的上下游產業鏈結，整合技術進軍國際市場

臺灣擁有全世界密度最高的地震觀測網，整合國內已成熟之地震監測技術、完善網路通訊環境及資通訊技術的優勢，配合各項設備自動控制技術，結合民間產業開發各式警報產品，並推動至各種公共設施及各項民生應用，可形成完整之強震即時警報防災產業鏈結，並進行產品專利布局。世界上有許多飽受地震威脅的國家，亟需良好的地震監測設備與產品，我國可整合既有技術提供客製化強震即時警報產品與服務，進軍國際市場。

(三) 結合行動裝置及多媒體，強化防災資訊服務

隨著資通訊技術的進步，民眾已普遍使用行動裝置及社群媒體於彼此訊息之流通。災時社群媒體資料的分析處理，除了可協助政府掌握受災規

模及災害分布情形，有助於災害搶救及物資運補作業進行之外，更可網羅國內資通業菁英投入防救災網路通訊軟體或介面(例如：防災 APP 等)之開發，以多元管道提供民眾即時地震資料、災情資訊及雲端增值服務，開拓商機，創造經濟效益。

柒、主要參考文獻

- Cardno, C. A. 2014. "California Law Calls for Seismic Early Warning System."
ASCE Civil Engineering Magazine, January 2014.
- Department of Conservation. 2008. *Earthquake Shaking Potential for California*. State of California, USA.
- Hwang, S. J. 2005. "Seismic Upgrading of School Buildings in Taiwan."
Proceeding of Workshop on Seismic Vulnerability Reduction of School Buildings, Mexico.
- Jordan, T. H.; Marzocchi, W.; Michael, A. J.; Gerstenberger, M.C. 2014.
"Earthquake Forecasting can Enhance Earthquake Preparedness."
Seismological Research Letters, Vol 85; USGS.
- Tu, Y. H., Kuo, W. W., and Hwang, S. J. 2005. "In-situ Test of School Building Structure in Taiwan." Proceedings of The First NEES/E-Defense Workshop on Collapse Simulation of Reinforced Concrete Building Structures, Berkeley, USA, pp. 333-343.
- USA National Research Council. 2011. *National Earthquake Resilience: Research, Implementation, and Outreach*.
- Watanabe, K. 2011. "3.11 Impacts and Next Steps for SMEs in Japan."
Workshop on Business Continuity Plan and Emergency Preparedness on the Large-Scale Urban Earthquake, Taipei, Taiwan.
- World Conference on Earthquake Engineering, Sep. 2012, Portugal (Lisbon).
- 內政部，1999，《九二一地震災情報告及防災體系運作報告》。
- 內政部營建署，2013，〈防災型都市更新之推動構想及策略〉，《都市更新簡訊》(59)，財團法人都市更新研究發展基金會。

日本內閣府，2004，《住宅における地震被害軽減に関する指針》。

日本地震調査委員會，2010，《全国地震動予測地図の更新について》，地震調査研究推進本部，日本文部科學省。

日本防災科學技術研究所，2003，《高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト成果報告書》。

日本首都直下地震返家困難對策協議會，2012，《首都直下地震帰宅困難者等對策協議会最終報告》。

日本首都直下地震專門調查會，2005，《首都直下地震對策大綱》，日本中央防災會議。

日本海溝、千島海溝周邊海溝型地震專門調查會，2006，《日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する專門調査会報告》，日本中央防災會議。

日本緊急災害對策本部，2011，《平成 23 年東北地方太平洋沖地震について》，2011 年 3 月 17 日。

目黒公郎，2004，《緊急地震速報導入による社会へのインパクト，緊急地震速報利活用システムに関するシンポジウム》，リアルタイム地震情報利用協議會，pp. 53-59。

何明錦、蔡綽方，2000，《從九二一災後探討我國都市防災規劃與改善對策》，內政部建築研究所。

洪鴻智、邵珮君、陳逸鴻、黃俊傑、林筱聆，2004，《災後重建體系及其運作機制檢討與建置之研究》，行政院災害防救委員會委託研究報告。

附錄

集集地震災害衍生問題及防救災作為現況分析表

項目	集集地震衍生問題	防救災作為現況分析	尚待強化之處
災害防救體系與防災整備	集集地震災情回報及請求支援程序冗長，各級政府指揮體系紊亂，救災協調出現問題。	2000 年通過災害防救法，確立災害防救體系，明訂災害業務主管機關、分工權責及防救災重點工作。	
	九二一地震中央處理中心之各部會進駐人員並非專任，不熟悉重大災害救災工作。	行政院成立災害防救辦公室，含各部會調任之專職人員，並強化中央災害應變中心之編組及運作。	
	地方政府災害應變處理人力、資源及經驗不足。	各縣市政府成立災害防救辦公室，聘用專職人員，並由協力機構提供專業研判與協助。	地方政府對災害防救工作之重視程度及投入資源不一，普遍缺乏大規模地震災害之處理經驗。
	防災規劃欠缺可應用的地震潛勢及損失評估資料	學術界提出許多地動推估模式，開發地震災害損失評估系統，提供政府防災規劃參考。	尚待研訂具共識之地震潛勢圖資，需要更細緻之衝擊評估資料。
應變救災階段	地震突然發生，許多民眾避難不及而傷亡，民眾取得地震資訊管道有限。	中央氣象局加速建置強地動觀測網，並研發區域型強震即時警報系統，學術界亦投入現地型強震即時警報技術研發，於學校已有初步應用成果。	區域型及現地型強震即時警報資訊尚待整合，並推動至各項民生應用。
	建物全半倒超過 10 萬戶，以老舊建物佔多數，造成超過 2,400 人死亡。	行政院於 2000 年頒布執行「建築物實施耐震能力評估及補強方案」，已完成大部分公有建築耐震評估。	公有建築耐震補強執行率仍偏低，私有建築耐震評估及補強則尚待推動。
	全臺大停電，限電為期三週，災區停水數週，影響民眾生活。	經濟部已強化輸配電系統與電力調度作業，以及供水系統。	
	通訊中斷及雍塞，影響災情傳遞及指揮聯繫。	內政部已建置防救災專用衛星及微波通訊系統，提供中央部會及地方政府救災指揮聯繫之用。	
	20 餘座橋梁嚴重受損，33 條公路交通阻斷，通阻資訊不完整及混亂。	交通部已修訂公路橋梁耐震設計規範及進行耐震補強，並已建置高速公	資訊系統遭遇大規模地震時是否能正常運作，建議

		路即時路況資訊網站、公路防救災資訊系統，並透過 APP 提供即時交通資訊。	進一步評估。
	醫療資源調度的中樞無法有效指揮，資源無法適時適地送至最需要的人。	衛生福利部已建置緊急醫療管理系統，提供緊急醫療資源調度使用。	
	臨時避難人數超過 10 萬人，重災區近 40%人口避難，避難密度偏高。	地方政府已於地區災害防救計畫規劃避難收容場所。	都會區倘若發生大規模地震，避難收容人數可能超過規劃容納人數。
	救災物資大量湧入，物資集散地點管理失序，交通阻滯。	內政部已建置重大災害物資整合管理系統，包含開口合約廠商物資及捐贈物資。	
	民間團體救災及賑災各自行動，未能與政府有效整合。	地方政府對於民間災害防救組織進行編組及訓練。	
災後重建階段	災後重建機制欠缺法令規範	行政院成立「九二一震災災後重建推動委員會」，頒布「災後重建計畫工作綱領」、「九二一震災重建暫行條例」。	重建委員會為任務編組且已功成身退，重建條例亦已期滿廢止，重建工作仍需與防減災工作結合，規劃相關法令與措施。
	災區公共建設亟待復建	推動災後公共設施復建計畫、中長程公共工程建設計畫。	
	民眾身心受創，就業及失業問題亟待解決	推動心靈重建、學校教學及學生輔導、社會救助及福利服務、就業服務、醫療服務及公共衛生等計畫。	
	產業受創嚴重，亟待復興	推動農業、工商業、觀光業重建措施。	
	重災區住宅受損嚴重，社區亟待重建	因地制宜推動社區重建工作，包括集合式住宅重建、協助受災戶個別建物重建、設置社區重建更新基金、開辦災民重建家園貸款信用保證業務、以土地重劃及區段徵收協助災區重建等措施。	