2014 第六屆 行政院災害防救專家諮詢委員會政策建議書

巨災風險財務分散與轉移機制

第六屆
行政院災害防救專家諮詢委員會

「巨災風險財務分散與轉移機制」之建議報告

依據災害防救法，行政院災害防救專家諮詢委員會之設立宗旨為提供災害防救科技研發與落實，強化災害防救政策與措施之建議與諮詢。透過諮詢委員會議之討論，完成「巨災風險財務分散與轉移機制」報告。

本報告之建言主軸，乃有感於全球各國面臨巨災之威脅頻率與造成損失呈明顯上升趨勢，且臺灣被世界銀行列為風險暴露程度最高的國家，聯合國更於2010年提出澳洲大水證明了災損的增加已經是新的常態，如面對此類巨災，臺灣是否已準備好了？

為降低重大天然災害所造成之損失與對政府財政衝擊，先進國家的政府逐漸認同風險管理工具的重要性，近年中央政府對於重大災害的災後重建財務規劃均以舉債因應，據主計總處公布資料（103/5），目前舉債空間僅剩3千億餘元。因此，「巨災風險財務分散與轉移機制」已是臺灣防災重要的議題，如何妥善利用風險財務的手段來移轉／分散風險，為政府需審慎思考之方向。基此，本屆專諮會政策建議書透過下述二個策略，即策略一：多元財務分散、因物制宜規劃；策略二：巨災風險精算、部會分工整合，提供政府於「巨災風險財務分散與轉移機制」之整體規劃推動構想。

中華民國103年6月

一、行政院災害防救專家諮詢委員會第六屆委員[1]

召集人

張善政	科技部部長

副召集人

錢宗良	科技部次長

颱洪組

林美聆	臺灣大學土木系教授 (分組召集人)
郭鴻基	臺灣大學大氣系教授
陳台琦	中央大學大氣科學系教授
黃明耀	行政院農委會水土保持局局長
楊偉甫	經濟部水利署署長
楊錦釧	交通大學土木工程學系教授
葉天降	交通部中央氣象局副局長
顏清連	臺灣大學水工試驗所名譽教授

地震組

蔡克銓	臺灣大學土木工程學系教授 (分組召集人)
卜君平	逢甲大學土木工程研究所教授
江崇榮	經濟部中央地質調查所所長
辛在勤	交通部中央氣象局局長
姚昭智	成功大學建築系教授
馬國鳳	中央大學地球科學系教授
陳于高	臺灣大學地質科學系教授

[1] 各分組召集人置於第一順位，各分組內委員名單次序按姓氏筆畫排列

公安衛組

劉佩玲	臺灣大學應用力學所教授 (分組召集人)
于樹偉	財團法人安全衛生技術中心董事長
徐明德	行政院原能會核能技術處處長
張峰義	衛生福利部疾病管制署署長
許須美	臺灣大學公共衛生學系兼任副教授
葉吉堂	內政部消防署署長
鄧子正	中央警察大學消防學系教授

體系組

周碧瑟	陽明大學公共衛生研究所教授 (分組召集人)
伊慶春	中央研究院社會學研究所研究員
李偉強	衛生福利部醫事司司長
周素卿	臺灣大學地理環境資源學系教授
張靜貞	中央研究院經濟研究所研究員
陳亮全	專諮會執行秘書暨銘傳大學都市規劃與防災學系教授、 國家災害防救科技中心主任
趙錦漣	科技部主任秘書

資訊組

何全德	國家發展委員會參事 (分組召集人)
李雪津	臺灣省諮議會秘書長
張韻詩	中央研究院資訊科學研究所特聘講座
陳良健	中央大學太空遙測中心教授

二、國家災害防救科技中心編輯群

綜合事務：李欣輯副研究員、陳素櫻助研究員

颱 洪 組：張志新組長、張駿暉副組長、于宜強組長、林聖琪助研究員

地 震 組：柯孝勳組長、吳秉儒助研究員

公安衛組：李中生副組長、鄧敏政助研究員

體 系 組：李香潔組長、莊明仁副組長

資 訊 組：張子瑩組長、蘇文瑞副研究員

目 錄

Contents

1 壹、前言

5 貳、現況與問題分析

6 一、巨災之定義與威脅

8 二、臺灣巨災財務因應現況

17 參、巨災風險財務分散整體規劃構想

17 一、巨災風險財務分散規劃原則

18 二、巨災風險財務分散工具應用之研究與規劃

19 (一) 巨災保險

20 (二) 巨災基金

21 (三) 巨災債券

25 肆、巨災風險財務分散與轉移機制建議策略

25 一、策略一：多元財務分散、因地制宜規劃

25 (一) 巨災風險財務分散管理單位規劃

30 (二) 巨災風險財務分散機制所涉政府體系及法令問題之檢視與解決方案

32 二、策略二：巨災風險精算、部會分工整合

32 (一) 巨災風險精算之研究分析

53 (二) 部會整合分工與推動建議

57 伍、預期效益評估

57 一、颱洪災害-以莫拉克風災為例

58 二、地震災害-以九二一大地震為例

63 陸、結論

67 參考文獻

69 附錄

71 附錄一 資訊研究建議推動事項及參與部會

72 附錄二 颱洪研究建議推動事項及參與部會

74 附錄三 地震研究建議推動事項及參與部會

75 附錄四 「巨災風險財務分散與轉移機制」先期研究規劃項目

表目錄

11 表 1 臺灣災害風險融資比例 (主要以商業保險為主)

13 表 2 過去中央政府對於重大災害的財務規劃方式

18 表 3 推動風險分散機制的可行性建議

27 表 4 公部門分類

29 表 5 政府對私部門颱風洪水風險分散操作

30 表 6 指數型保險特色

49 表 7 我國關鍵基礎設施部門與主管機關 (2010版本)

52 表 8 大臺北都會區震度六級地震之可能災害衝擊情境及建議優先防護標的物

58 表 9 莫拉克風災風險分散機制操作示意

59 表10 九二一大地震風險分散機制操作示意

圖目錄

1 圖 1 1900年至2012年天然災害造成經濟損失趨勢

5 圖 2 1961-2012年自然災害事件損失統計圖

6 圖 3 2000年至2011年因颱風與豪雨造成淹水與坡地災害數量統計圖

8 圖 4 1978年至2009年臺灣地區極端強降雨颱風統計

8 圖 5 1965年至2011年臺灣歷年天然災害數量統計

9 圖 6 風險管理矩陣

12 圖 7 臺灣災害風險管理流程 (以風險自留為主)

13 圖 8 歷年中央政府舉債比例 (新公債法後)

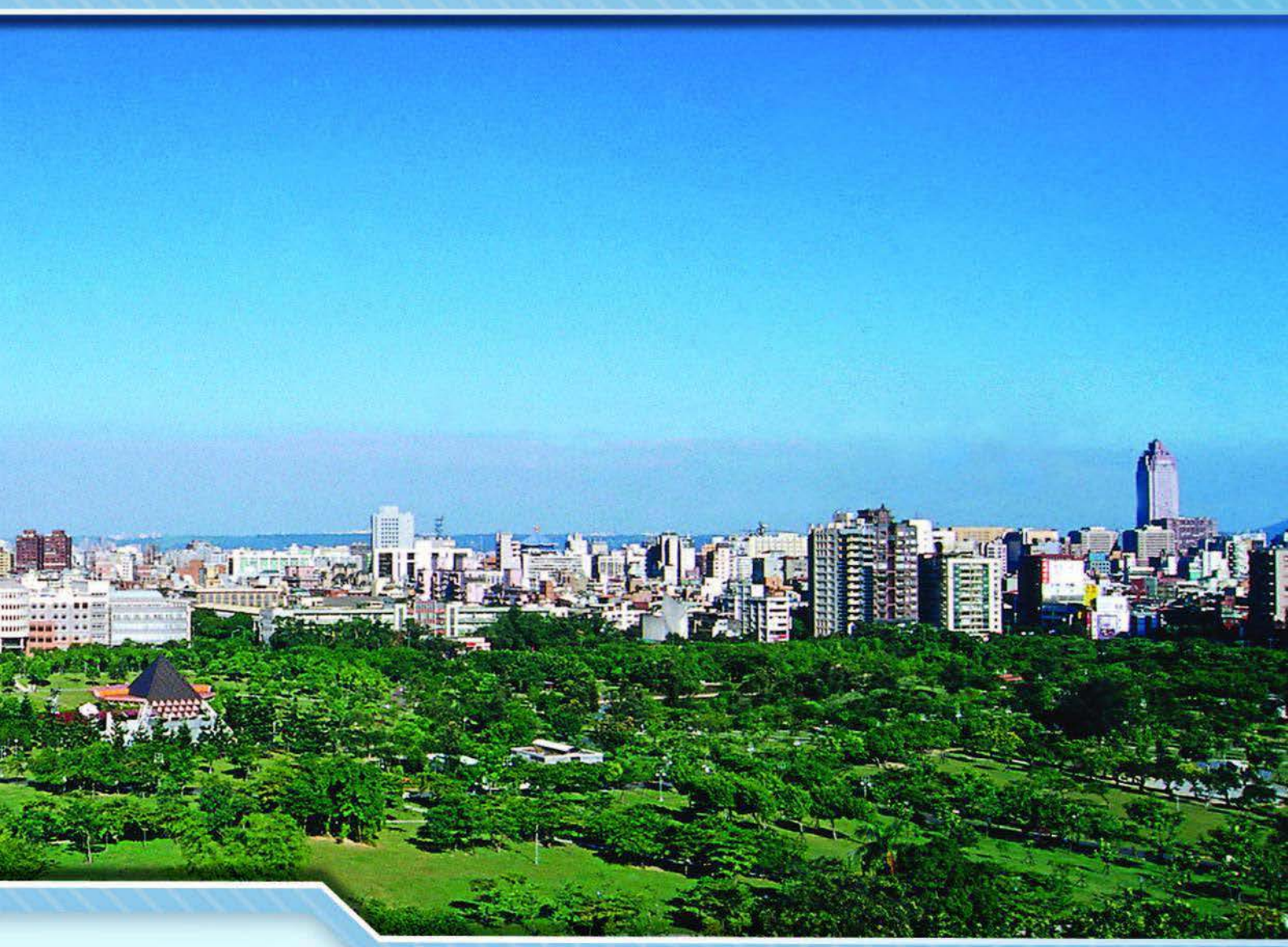
17 圖 9 未來巨災風險財務分散構想
25 圖10 成立國家級巨災風險管理單位
26 圖11 依業務權責來管理巨災風險
37 圖12 巨災風險評估模型架構與風險評估流程
37 圖13 洪災風險評估流程
38 圖14 颱洪災害風險評估參數曲線說明圖
38 圖15 颱洪災害損失超越機率評估流程
40 圖16 TCCIP (2012)推估五大流域於近未來與世紀末前10名強降雨颱風的平均降雨結果
43 圖17 機率式地震風險評估流程
44 圖18 美國災害損失評估軟體 (HAZUS)所得之災害損失超越機率曲線
45 圖19 我國住宅地震保險風險評估模型之主要構件及功能

附 錄

71 附錄一 資訊研究建議推動事項及參與部會
72 附錄二 颱洪研究建議推動事項及參與部會
74 附錄三 地震研究建議推動事項及參與部會
75 附錄四 「巨災風險財務分散與轉移機制」先期研究規劃項目

壹、

前言



壹、前言

行政院災害防救專家諮詢委員會 (以下簡稱專諮會) 依據災害防救法設立，設立宗旨為提供行政院災害防救科技研發與落實，強化災害防救政策與措施之建議與諮詢。爰此，歷屆專諮會均研提政策建議書供行政部門於災害防救施政策略之參考。

本屆專諮會有感於全球各國面臨巨災之威脅頻率與造成損失呈明顯上升趨勢，從EM-DAT (Emergency Disasters Database) 長期資料分析來看，因災害造成之經濟損失具明顯增加趨勢，且災害除了導致直接經濟損失外，巨災發生後所面臨的復原重建工作與財政問題，對受災政府而言為莫大挑戰，聯合國更於2010年提出澳洲大水證明了災損的增加已經是新的常態，為各國政府必需面對的議題。

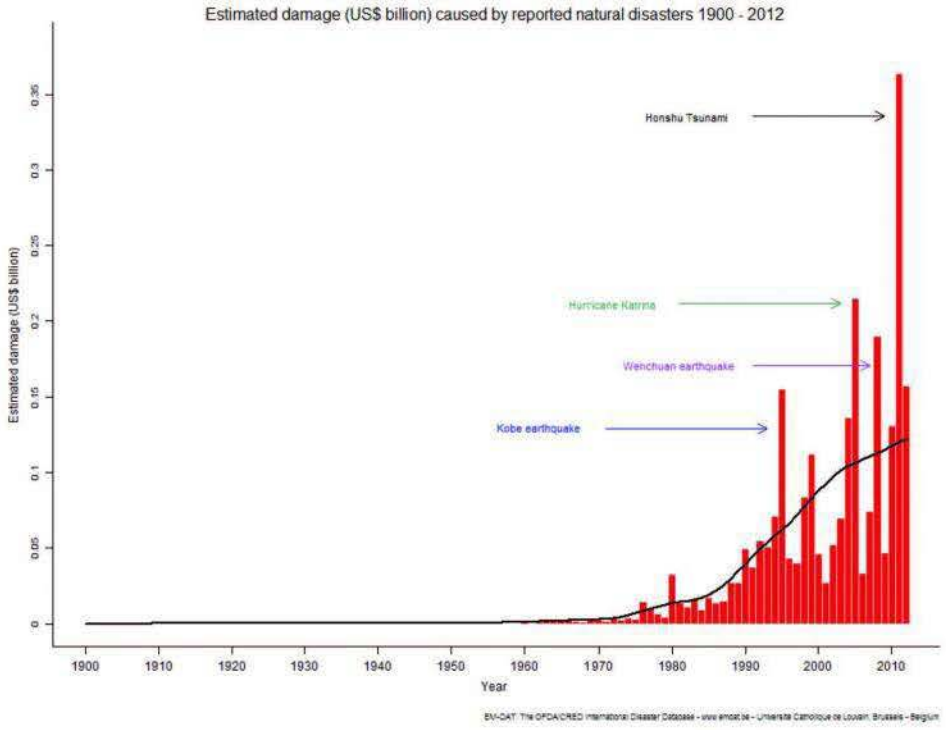


圖 1 1900年至2012年天然災害造成經濟損失趨勢 (單位：十億美元)
資料來源：ED-MT，http://www.emdat.be/disaster-trends

從單一事件來看，2003年至2006年澳洲大旱長達四年、造成1,450億元新臺幣損失 (以下幣值皆以新臺幣計之)；2009年8月8日臺灣莫拉克風災，造成700人死亡、2,000億元損失；2011年3月11日東日本大震災，造成1.8萬人死亡與失蹤、總損失6.9兆元 (建物損失3.6兆)、預估十年重建經費7.67兆元；2011年8月至11月泰國洪災，造成740人死亡、1.35兆元損失。如面對此巨災臺灣是否已準備好了，如東日本大震災發生在臺灣，臺灣是否有能力同時間疏散55萬人、莫拉克風災若發生在北臺灣，以臺北地區200年防洪設計標準，是否有能力因應超過200年防洪標準之雨量、澳洲大旱若發生在臺灣，我們是否已備妥因應方案。

Maplecroft於2012發表Natural Hazard Risks Atlas報告，評估全球197個國家之經濟遭受地震活動、海嘯、火山爆發、地層滑動 (受到地震或豪雨影響)、洪水、熱帶暴風及氣旋、溫帶氣旋、風暴潮、強烈風暴、野火及乾旱等12項天然災害威脅進行評比。其中，臺灣、日本、中國及墨西哥同列風險暴露程度最高國家 (龔誠山，2013)。

為降低重大天然災害所造成之損失與對政府財政衝擊，APEC各經濟體因財政困難已積極投入天災風險理財 (DRF)，各國政府逐漸認同風險管理工具的重要性，並經由推動包含保險、課稅、財政機制或災害風險分散與轉移等制度性措施，達到重大天然災害風險管理的目的。

因近年我國中央政府對於重大災害的財務規劃均以舉債因應，又依據行政院主計總處103年5月發布資料，目前舉債空間只餘約3千億元 (一場921地震的損失即3,568億)，因此「巨災風險財務分散與轉移機制」已是政府需面對的重要議題，如何妥善利用風險財務的手段來移轉／分散風險，為政府需審慎思考之方向。基此，本屆專諮會政策建議書透過下述二個策略，策略一：多元財務分散、因物制宜規劃；策略二：巨災風險精算、部會分工整合，提供政府於「巨災風險財務分散與轉移機制」整體規劃之推動構想。

貳、

現況與問題分析

一、巨災之定義與威脅

二、臺灣巨災財務因應現況

貳、現況與問題分析

國家災害防救科技中心根據消防署與中央氣象局天然災害損失資料，繪製1961年至2012年間，人員傷亡、農林漁牧損失與公共建設因天然災害損失金額統計，如圖2所示，其中就房屋倒塌的趨勢，由於1970年開始改變建築材料與技術，1980年代後幾乎為磚造住宅，除了地震之外，因颱風與豪雨影響房屋全倒與半倒之數量遠遠少於1970年代前。然而，農業、水利設施與道路交通損失金額並未有明顯下降；同時，該損失金額僅為粗估提報資料，因此總損失金額應較統計數據高，例如：根據主計處估計2009年莫拉克颱風損失金額為2,000億元，為當年臺灣GDP (12.4兆元) 的0.162%。然而，歷史損失的統計資料較分散，若未來要針對巨災事件進行風險分散的操作，勢必需要定義何為巨災事件，方能訂定或啟動相關的風險分散機制。

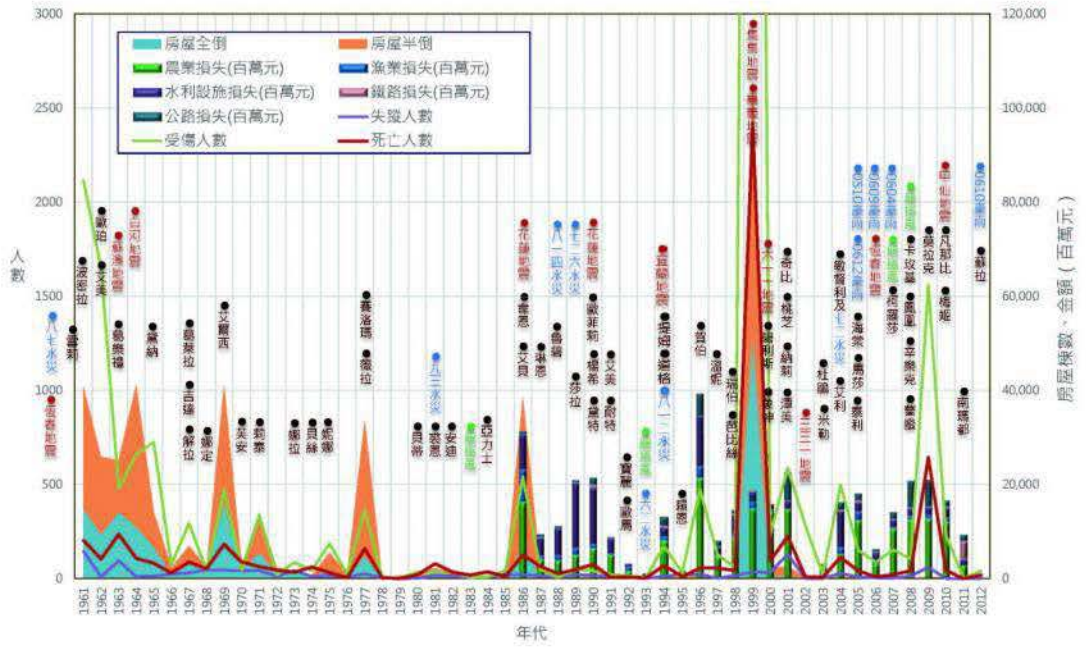


圖 2 1961-2012年自然災害事件損失統計圖
資料來源：國家災害防救科技中心彙整自內政部消防署、行政院農委會、經濟部水利署、交通部氣象局、鐵路管理局、公路總局、臺灣文史館。

一、巨災之定義與威脅

臺灣歷年飽受颱風與豪雨的侵襲，如圖3所示，其中又以颱風造成規模與損失最鉅，例如：2001年桃芝與納莉颱風、2004年敏督利颱風與七二水災、2008年卡玫基與辛樂克颱風、以及2009年莫拉克颱風；除颱風影響之外，2005年與2006年豪雨亦造成嚴重淹水與坡地災害。

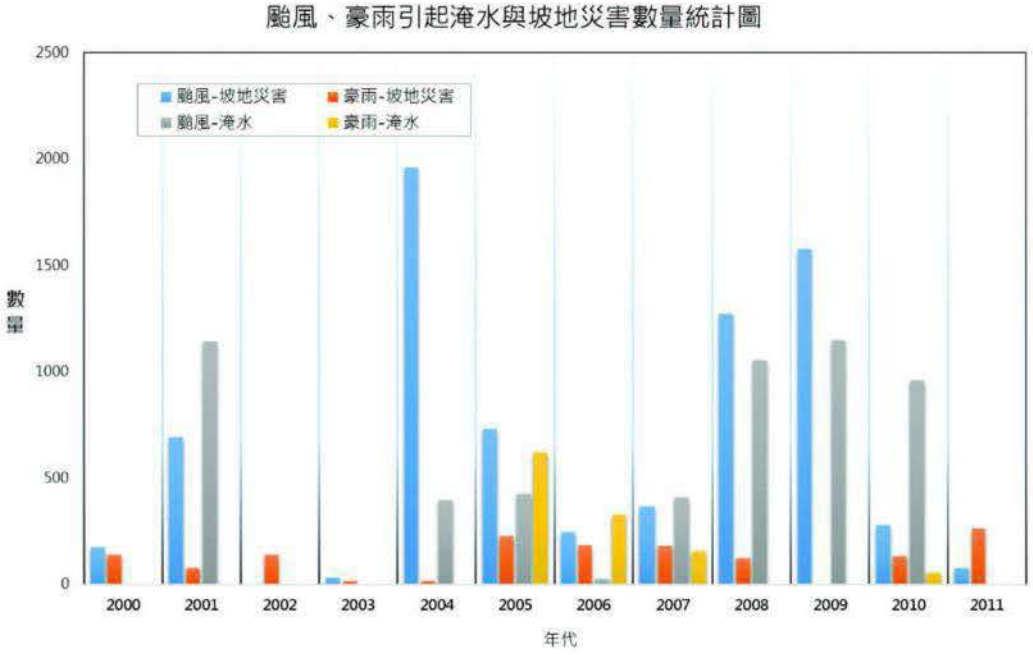


圖 3 2000年至2011年因颱風與豪雨造成淹水與坡地災害數量統計圖
資料來源：國家災害防救科技中心。

鑑於臺灣所面對的災害事件如此頻繁，在政府有限的預算下，不可能每場災害事件均進行風險分散的操作。一般的災害事件可用風險自留方式來處理，唯有規模較大且現行機制難以無法處理的巨災事件，才需另外的機制來因應。因此巨災的定義，對於後續風險分散的操作有其必要性。依據學者Kaplow (1991;1992) 針對巨災的定義為：

- 發生頻率極低且高變異性，使得其歷史資料參考價值降低，幾乎完全無法預測其風險。
- 所造成的巨大損失帶來極大的風險，使區域或國家經濟社會產生嚴重的影響。

然而上述為定性的描述，若要實際操作巨災的風險分散機制，需將巨災風險予以量化。

依據國際保險或再保公司的資料，巨災界定的金額可歸納如下：

- 美國保險服務局 (ISO) 以1998年的物價水平為依據，以引起至少2,500萬美元 (約8億台幣) 被保險財產損失 (承保損失)，並影響許多財產和意外險保戶和保險公司的事件稱為巨災事件；
- 瑞士再保公司則是以承保損失達3,870萬美元 (約12億台幣) 定義為巨災；
- 中國大陸對巨災的界定為單項災害一次經濟損失總額大於當年GDP的0.01%定義為巨災。 (以2013年GDP計算約15億台幣)
- 一般保險公司對於巨災定義為超出保險公司自身賠付能力的風險，如賠付率超過150%或200%，即不同的保險公司，其具體標準不盡相同。

依據上述的陳述，巨災事件的發生幾乎無法運用人類過去累積知識來預測，同時巨災造成之大規模衝擊、損失以及重建所需的投入，有可能超出受災地區、所在區域，甚至國家財政可能因應的程度或範疇，極可能導致該社區整體或社會形成長期的負荷、不安，甚至動盪。

然而我們所面對未來若是久久才發生一次巨災，相對的仍有相當的時間可以好好的復原及整備。但Liu et al. (2009) 指出過去數十年全球各地溫度增加則強降雨事件也隨之增多，特別是位於西北太平洋地區的臺灣，為颱風侵襲的主要路徑之一，同時又位於兩大板塊的交界處，更易受地震災害的影響。依據2010年「臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫2/3」報告書，統計1970年至2009年臺灣地區發生極端強降雨颱風的頻率，統計結果為2000年以前發生強降雨颱風的頻率約2年1次，2000年後發生頻率增加為1年至少發生1次以上 (圖4所示)，表示極端降雨颱風事件發生機率愈趨頻繁，巨災事件發生的機率也愈大。

依據消防署針對臺灣1965年至2011年近50年的災害次數統計資料 (如圖5所示)，從過去每年平均3-6次的天然災害次數，逐年上升至每年12-15次，這也證明臺灣地區天然災害發生頻率的確呈增加趨勢。換言之，臺灣所面對的未來，可能會有更多的易淹水範圍、坡地災害與水庫土砂淤積，甚至是公共工程設施毀壞等事件的發生，同時在這些事件中，將有更高的機率遭逢巨災的威脅及衝擊。因此，政策規劃與決策者如何積極面對氣候變遷在未來可能出現之超乎現有經驗之巨災事件，將是我國必需面臨之的嚴峻課題。

圖 4 1978年至2009年臺灣地區極端降雨颱風統計
資料來源：國家災害防救科技中心。

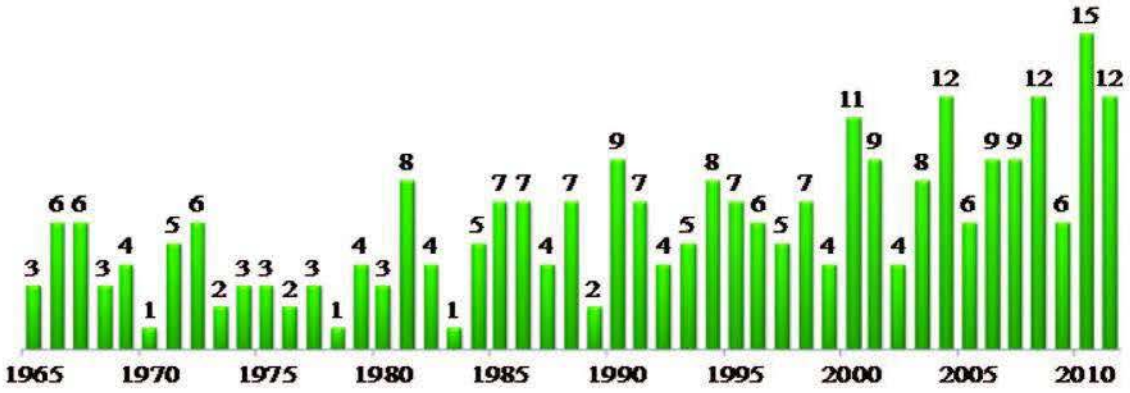


圖 5 1965年至2011年臺灣歷年天然災害數量統計
資料來源：內政部消防署。

二、臺灣巨災財務因應現況

由於近年世界各地天然災害頻傳，甚至過去認為罕見的極端災害事件發生頻率也不斷增加，聯合國為了因應全球性的天然災害威脅，2009年於聯合國國際減災策略組織 (United Nations International Strategy for Disaster Reduction，以下簡稱UNISDR或ISDR) 在第二次會議中，主要提出因應天然災害四項重點課題，分別為：(1) 持續增加經費於減少災害風險上的工作，尤其對發展中都市與貧窮的鄉村地區、社區防災、學校與醫療機構的保障、災害的早期預警以及災害相關教育與知識的建立；(2) 對氣候變遷風險的調適策略，強調應優先將減少災害風險與氣候變遷調適策略納入國家發

展計畫中；(3) 強化社區的耐災能力與生計的保護，藉由地方政府提供必須資源，使民間社會參與監督，減少災害風險過程發展與管理的責任；(4) 設定減少災害風險的目標，在具體領域設定目標，有助於具體行動的落實。

綜合上述的四項重點課題，「有效的災害風險管理」即為未來國家面對災害威脅重要的策略主軸。國際風險管理策略可依據損失幅度(X軸) 及發生機率 (Y軸) 的大小劃分成風險自留、風險損控、風險融資及風險避免四個象限的矩陣 (如圖6所示)。風險自留的策略多半操作於災害發生機率低，且即使發生了造成之損失也不高的情況，此象限的減災策略係運用預置災害準備金/救助金立即處理。風險損控的策略操作雖然面對可能造成的損失不高，但因發生機率高，長期累積下亦是可觀的損失，因此，此象限的操作策略會透過一些非工程或工程方法進行減災的工作，例如臺灣於民國95年至102年針對全臺的易淹水地區，推動八年八百億元的易淹水治理計畫即為風險損控案例，雖然風險損控的操作，無法降低災害生的頻率，但卻可有效減輕災害的損失，達到長期減災的功效。

圖 6 風險管理矩陣
資料來源：蔡政憲等，2012、國家災害防救科技中心再繪製。

同樣是高災害的發生機率，相對風險損控就是風險避免，但兩者不同的是風險避免象限所面對的災害衝擊多半是重大損失，甚是極端災害的事件。由於此象限無論發生機率或災害損失都很高，採取何種減災方法長期來看仍無法有效控制，因此最佳的策略即為風險避免。過去臺灣典型的風險避免操作，是在莫拉克風災之後，全臺針對一百多處高災害潛勢的地區劃設特定區，其中有些不宜居住的地區採以遷村的策略來進行，雖然亦屬高成本的操作策略，但卻可一次性的永久避免災害的威脅。

最後一個象限為風險融資，此象限的操作策略特別是針對發生機率低及災害損失高的事件，即前文所述的巨災定義。由於此類的事件雖然可能造成巨大損失，但因發生機率很低，若採用風險避免的策略，反而不符合經濟效益，因此為了減輕巨災衝擊所造成短期重大的財務負擔，如何透過風險分散的工具將風險轉移即為重要的策略。一般來說，保險、基金及金融債券等都是國際間常用的風險融資工具。運用適當的風險分散工具可以穩定巨災造成的財務壓力，例如：透過巨災保險的理賠可以填補相當比例的財務缺口、巨災債券的發行可做為籌措重建經費的重要工具，巨災基金的設置不只可適時舒緩巨災財務壓力，同時亦可作為轉投資或再保的平台，藉以提升巨災財務分散的能量。

臺灣過去對災害風險管理的操作方式多半採用風險損控及風險自留的策略，特別是在風險損控的部份，經由過去數十年的各項防災工程的治理，已取得一定成效，顯著減輕一般災害可能造成的損失，同時藉由各項災害準備金的運作，亦可加速進行一般災害的復原工作。然而，依據圖6的風險管理矩陣，無論是風險損控及風險自留的策略均較適合運用於災害損失較低的事件。對於高損失的巨災事件而言，除非是國家的財務寬鬆，有非常充份的能力承擔所有風險，否則採用風險避免或風險融資策略才更能符合經濟效益。近年臺灣在全球經濟不景氣的衝擊下，國家財政收支也開始面臨一些困境，對於過去有能力承擔的災害風險也漸感吃力，其中特別是巨災的衝擊。因此如何從過去均採風險自留的操作策略，逐漸將巨災風險透過風險的融資予以分散，是未來臺灣災害風險管理的重要課題。

臺灣過去對於風險融資策略的運用並不多，與國際間常用的風險融資策略比較，依據中華民國產物保險商業同業公會及慕尼黑再保險公司 (Munich Reinsurance Company) 的資料，全球過去30年天然災害平均之保險填補率為25.33%，而過去10年的平均保險填補率則更提升至30.97%，顯示國際間對於災害的風險融資愈來愈重視。反觀國內對於風險融資操作就相當保守，依據行政院九二一震災災後重建推動委員會、行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會及中華民國產物保險商業同業公會所統計之巨災損失及保險賠款資料 (表1)，民國88年九二一大地震的總經濟損失為3,568億元，

其中產險賠款金額只有146億元，其保險填補率只有4.03%；2001年桃芝颱風的保險填補率為6.51%；2004年敏督利颱風的保險填補率為2.31%，甚至2009年莫拉克颱風，將近2,000億元的巨災損失，其保險填補率更低，只有1.24%。

表1 臺灣災害風險融資比例 (主要以商業保險為主)

金額 / 發生年度	天災事故	經濟損失 NT$ million	產險賠款[3] NT$ million	保險填補率(%)
1999年	九二一大地震	356,820[1]	14,600	4.03%
2001年	桃芝颱風	7,680	500	6.51%
2004年	敏都利颱風	13,424	300	2.23%
2009年	莫拉克颱風	199,830[2]	2,300	1.24%

資料來源：[1]行政院九二一震災災後重建推動委員會、[2]行政院莫拉克颱風災後重建推動委員會
[3]中華民國產物保險商業同業公會。

從上述幾場巨災事件的保險填補率來看，臺灣風險融資比例事實上是偏低的，平均不到4%。換言之，臺灣的巨災衝擊所造成的損失幾乎是完全自行承擔，即均採用風險自留的策略。依據臺灣現行巨災風險財務管理方式 (圖7)，短期的災後財務因應是以各地方政府的災害準備金為主，根據中央對各級地方政府重大天然災害救災經費處理辦法第三條規定：「各地方政府編列之災害準備金，不得低於當年度總預算歲出預算總額1%」，然而當地方政府所預編的災害準備金不足以因應時，可以透過經費流用 (預算法第64條) 或年度預算調整分配 (災防法第34條) 之經費因應。若仍不足，由中央政府的災害準備金或第二預備金 (預算法第70條) 因應。

上述的災後財務因應機制針對臺灣一般的災害事件處理成效尚佳，但當遭遇巨災事件衝擊時，此機制的能量多半不足以因應。因此預算法第83條第三款規定，當國家遭遇重大災變，現有預算機制無法處理時，行政院得提出特別預算支應。例如，九二一大地震即提撥將近1,000億元的特別預算、莫拉克風災亦提撥1,200億元的特別預算。只不過，這些特別預算的提撥多半以舉債或調整預算分配的方式編入，如此操作策略，實質上並非災害風險轉移，只是加重未來財政負擔。

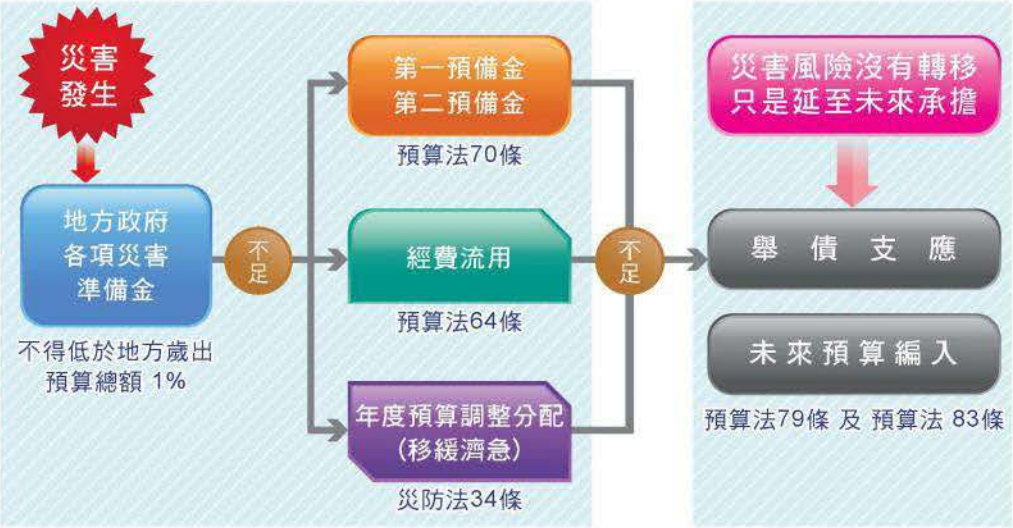


圖 7 臺灣災害風險管理流程 (以風險自留為主)
資料來源：蔡政憲等，2012、國家災害防救科技中心重製。

一般來說，只要政府財務狀況充裕，災後財務管理以風險自留方式，不失為符合經濟效益的操作策略，因為無論何種風險分散方式均需負擔成本，若臺灣本身即有能力承擔巨災風險，即無需花費另外成本來達成一樣的效果。但臺灣目前所面臨的問題，在經歷過去十年來幾場巨災事件之衝擊後，政府對於巨災風險承擔能量已大不如前，甚至於九二一大地震災害之後其他的重大防災策略或巨災重建費用，全部以舉債方式來支應 (如表2所示)。表2顯示九二一大地震災後重建經費舉債比例為47%，其後之莫拉克颱風災後重建特別預算100%均以舉債的方式因應，甚至後續重大工程治理計畫 (曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水特別條例) 亦以舉債方式因應。如此操作的結果近來已造成政府嚴重財政壓力，依據行政院主計總處103年5月發佈的資料 (圖8)，儘管新公債法調高後之中央政府舉債上限至40.7%，但目前所剩舉債空間僅3千億餘元，若再加上其他舉債支應，目前臺灣已無任何巨災風險的承擔空間 (若再發生如九二一大地震災害，其損失3,568億元，即超過目前所剩舉債空間)。

表 2 過去中央政府對於重大災害的財務規劃方式

年份	因應項目	災害總預算(億元)	舉債比例 (%)
2001	九二一震災災後重建特別預算 (1+2期)	2,123	47
2009-2012	中央政府莫拉克颱風災後重建特別預算	1,200	100
2010-2013	曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水特別條例	293	100

資料來源：行政院主計總處。

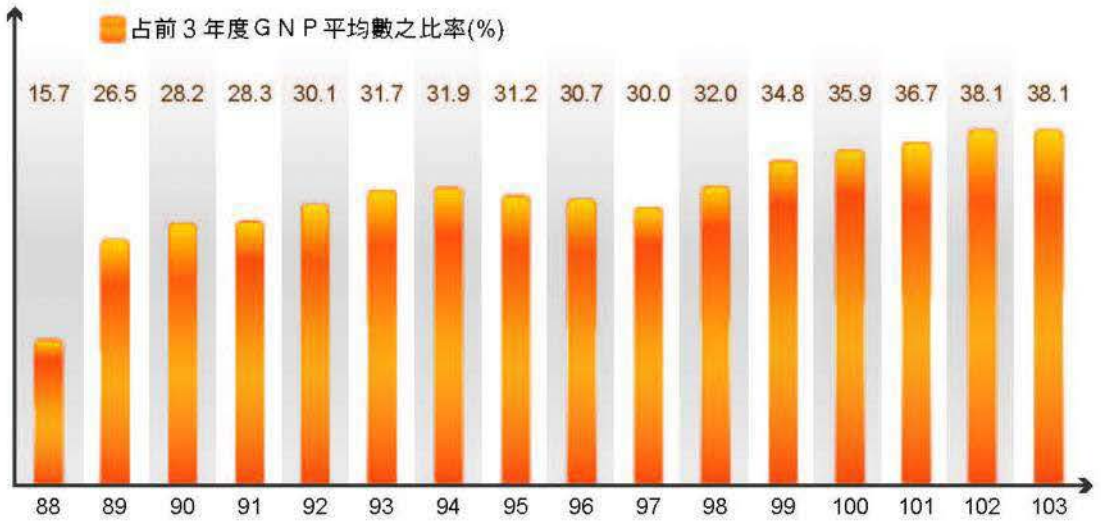


圖 8 歷年中央政府舉債比例 (新公債法後)
資料來源：行政院主計總處103年05月發布資料。

參、

巨災風險財務分散整體規劃構想

一、巨災風險財務分散規劃原則

二、巨災風險財務分散工具應用之研究與規劃

參、巨災風險財務分散整體規劃構想

一、巨災風險財務分散規劃原則

依據國際趨勢與臺灣目前財政情況，以風險自留方式因應未來巨災，隱藏著巨大的風險財務，勢必需要透過風險融資方式穩定財務負擔。但為了不加重國內沉重的財政壓力，本建議書規劃，立基下述三項原則：

原則一：本規劃以不增加政府財政負擔為首要前提，從現有執行預算來規劃分配。

原則二：本規劃機制啟動條件為“巨災”事件，以減輕巨災之部份財務負擔為主，一般災害仍依現行制度因應。

原則三：巨災風險財務分散機制，非立即施行，需分階段逐步完成。但為使政府有能力因應未來巨災財務衝擊，需儘早開始規劃及推動。

依據上述三項原則，圖9為未來巨災風險財務分散之規劃構想，一般災害規模依據預編的災害準備金因應，當發生巨災事件時則以特別預算的方式處理。為了減輕舉債壓力，專諮會經由多次與專家學者的研討，建議透過保險（個人、公私產業，政府公設）、基金或巨災債券等方式來進行風險分散的操作，圖9右側即為風險分散的構想圖、相較於圖9左側的現行方式，可以明顯看出藉由風險融資工具的分散效果，可以有效減輕特別預算（舉債）的支應壓力，同時也間接穩定了政府的巨災財務負擔。

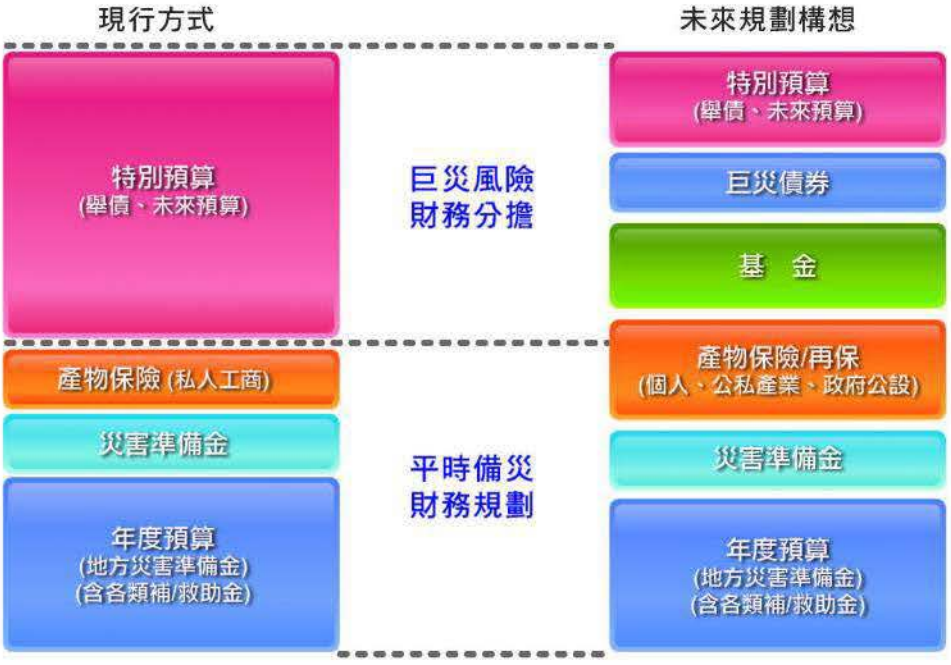


圖 9 未來巨災風險財務分散構想
資料來源：本研究繪製。

另一方面，有關法規或體系之檢討，例如：每年賸餘的災害準備金過去做法皆回歸國庫，學者建議是否訂定賸餘金留用機制，做為操作風險融資的財源或調整現行災害準備金比例及檢討各類重疊補/救助金法源，藉以節省不必的的開支，提高國內風險自留的能量等。

二、巨災風險財務分散工具應用之研究與規劃

民國100年1月我國因財政不佳遭國際信評機構調降主權評等，且監察院於民國102年3月之調查報告顯示「近10年度中央政府債務未償餘額持續攀升，迭創歷史新高，已接近舉債上限，如依照國際貨幣基金組織 (IMF) 之定義，甚至已高於公共債務法規定之債限比 (40.6%)；每年國債付息支出均逾千億元，因債務到期結構過於集中，未來5年內有龐大償付壓力，且因瀕臨舉債上限，弱化政府之財務彈性，嚴重影響財政之穩健，對國家發展與國家安全形成威脅」。唯近年來，中央政府對於重大災害所編列之特別預算，其經費規劃均以舉債因應，未來因應巨災災害衝擊，倘政府採取風險自留方式進行風險管理，以移緩濟急或舉債方式籌措災害復建資金，將嚴重影響政府整體之施政計畫。

鑒此，專諮會在經過多次與專家學者之研討後，針對災害可能造成我國財政上的風險及各項國內外常使用的風險分散工具 (例如：巨災保險、巨災基金、巨災債券等)，提出一些可能操作的方式 (如表3所示)，並針對下述三項風險分散工具，分析後提出策略建議，以漸進方式，逐年提高國內巨災風險的承擔能量。

表 3 推動風險分散機制的可行性建議

風險分散工具	可能操作的方法
巨災保險	• 損失評估 (參數訂定) (保額精算) • 產物資料庫的建立 (用於降低保費) • 重大損失項目優先投保
巨災基金	• 採用現行住宅地震保險基金運作模式，逐步擴大巨災風險財務分散能量。
巨災債券	• 債券可做為短期財源籌措的工具之一，經費可由巨災基金支應。

資料來源：本研究整理。

(一) 巨災保險

目前國內唯有的政策性災害保險為住宅地震保險，此保險乃於九二一大地震後所推動，肇因於地震災害的難以預測性，對於全臺民眾的威脅均大，現階段住宅地震保險考量達成提高投保率之政策目標，採用住宅火災保險涵蓋地震保險方式推動；但相較於地震，水災亦是臺灣常遭遇的災害，但由於其可預測性高，好發的地區多為易淹水區，同時會受淹的高度多侷限於一樓，因此在逆選擇嚴重的問題下 (不淹水地區的人會選擇不買保險)，無法同樣以地震保險的方式來推動。

因此國內若要推動颱洪相關之巨災保險，依據表3資料，首重保費精算，透過損失評估訂出合理保額及保費利率；其次需建立產物資料庫，包括：結構、折舊、維護等資料，可作為降低保費之用；最後在有限預算的前提下，需要訂定標的物投保優先次序，使保費運用達到最大效益。

保費精算及資料庫建置方面，目前國內住宅地震保險亦有一套精算模式，其依據國內各項建物之統計與調查資料，透過災害發生機率與損失分析，可評估適宜的保費。然而，目前水災保險因無法進行損失評估而造成逆選擇的問題，唯逆選擇愈大，愈需精算損失評估，藉以區別不同產物及地區損失程度，進而區分不同保險等級。然損失評估需仰賴完整產物資料庫，進而針對不同產物損失程度進行優先次序評估，如此才能漸近推動巨災保險。

標的物優先次序選定部份，依據九二一大地震及莫拉克風災的損失經驗而言，在所有損失標的物中，以公共工程所佔損失比例最大 (如莫拉克風災公共設施災損佔全部損失76%)。因此國內若要推動巨災保險，應以公共工程為首要標的。唯公共工程性質多元且規模不同，保險規劃極其繁雜且細瑣，加上缺乏明確的法令規範做為風險規劃之依據，以致我國已完工公共工程透過災害保險做為災害預防方法的比率極低。在完工公共工程的投保策略上，首先應探討是否可以透過法令的制訂，讓政府機關(構)得以做為風險規劃的依據，以提高投保比率；同時善用風險管理方法，以減輕政府在災損復原工作上的財政衝擊 (蔡政憲等，2012、陳俊豪，2011)。

同時在各級政府財政不寬裕的現況，要求各級政府在不明白保險效益的情形下額外編列保費預算，並不容易。此政策推動之初，建議能夠選擇特定中央所屬機關先行試辦，相信可以為地方政府興起風險管理示範之效。如以交通部臺灣區國道高速公路局所轄高速公路或交通部公路總局所轄橋梁或路網先行試辦，此舉不但可以保障民生重大工程，其成效也會吸引直轄市、縣 (市) 政府等跟進規劃風險理財策略。另外，透過法令將經風險分析後需要保險之完工土木工程皆編列預算並向保險公司投保，可降低保險逆選擇的可能性，也能透過大數法則建立穩定的損失率。唯規劃保險之前仍應先進行細部的風險評估，以免因龐大的保費

支出造成政府預算上的排擠，喪失了已完工公共工程投保的原意。

策略上主管機關須適度風險自留以減輕保費支出，編列足夠的維修費用並落實例行維修作業，使公共工程處於最佳使用狀態以確保使用壽命外，首需評估投保公共工程之主管機關的財務能力，將政府財務上可以承受的小型災害進行風險自留，以預算編列方式來支應小型災害損失；另外購買高自負額的保險（發生機率低、保費較低、理賠額度高），一旦發生巨災損失時，則可透過保險理賠減輕政府財務負擔。如此一方面可將保費支出降低，另一方面又能保障政府財政不致受巨災損失而遭受嚴重衝擊。

以韓國、日本、馬來西亞為例，與臺灣相同皆須面臨颱風、洪水、地震等天然災害之威脅，根據慕尼黑再保公司資料，這些國家都有透過投保完工土木工程保險來轉嫁道路、橋梁工程的損失。韓國自2002年起即已開始透過完工土木工程保險來分散風險，惟大部份是政府亦有出資之BOT案較多，如：仁川國際機場、高速鐵路、快速公路、隧道等公共工程。故公部門設施保險建議以重大公共設施為優先推動標的，唯於國內推動時須面對天災逆選擇嚴重（尤其是水災）與民眾天災保險投保意願偏低的問題，且需要提供明確的損失評估參數及產物資料等資訊，以利保費降低。最後巨災保險之相關建議如下：

1. 重大公共建設保險應為首要操作標的。
2. 公部門的巨災保險較單純且易執行，只要透過現有工程合約的調整即可執行。
3. 公部門的巨災保險的費用，可透過工程預備金或工程賸餘款來支應。
4. 產業及個人產物保險為第二階段目標。

(二) 巨災基金

對於巨災基金而言，其設置方式可區分為單純的基金編列，或是基金單位的設置。若為單純基金編列，其差異性與目前的災害準備金無異，較無實質助益，因此專家學者建議後者，即透過基金設置，除了經費之外，亦可透過基金的投資運作，提升基金的風險承擔能量。如現行住宅地震保險基金即為常設組織，且為負責承保地震保險業務的非營利性財團法人。依據保險法第138-1條規定：「**財產保險業應承保住宅地震危險，以主管機關建立之危險分散機制為之。前項危險分散機制，應成立財團法人住宅地震保險基金負責管理，就超過財產保險業共保承擔限額部分，由該基金承擔、向國內、外為再保險、以主管機關指定之方式為之或由政府承受。因發生重大震災，致住宅地震保險基金累積之金額不足支付應攤付之賠款，為保障被保險人之權益，必要時，該基金得請求主管機關會同財政部報請行政院核定後，由國庫提供擔保，以取得必要之資金來源**」。依據上述條文，可知財團法人住宅地震保險基金的設置，除了負責地震保險之外，亦

負責操作地震的危險分散機制，如基金承擔、向國內、外購買再保險，甚至投資其他金融債券等。同時若此基金的風險承擔能量無法因應巨災的理賠，必要時該基金得請求主管機關會同財政部報請行政院核定後，由國庫提供擔保，以取得必要之資金來源。由於此風險分散工具已於2001年設置後，至今運作超過十年，已建立完善的制度及危險分散機制。因此專諮會經過專家學者的研析，未來巨災基金的設置建議可採行住宅地震保險基金模式，透過基金的營運操作，逐步擴大巨災風險財務分散的能量。

(三) 巨災債券

巨災債券的出現源自於（再）保險業的承保能量不足，1970、1980年代美國銀行業發生債信危機，造成貸款能量不足，遂將不動產抵押貸款證券化，藉由發行不動產抵押貸款證券(Mortgage-Backed Securities, MBS)將資本市場的龐大資金引進，以紓解貸款餘額不足。MBS的成功，為（再）保險業承保能量不足提供解決之道。透過金融市場的創新與國際化，衍生出各類的巨災證券。

臺灣於2003年由金管會保險司（保險局前身）首次成功發行福爾摩莎巨災債券（規模1億美元），吸引國外相關媒體報導，使我國在國際金融市場的知名度有所提升。南非、南韓、日本等國家的專業保險或再保險公司也將此為借鏡，紛紛向中央再保險股份有限公司詢問發行巨災債券的相關事宜，希冀做為發行巨災債券使風險移轉之參考。福爾摩莎巨災債券的發行經驗，可做為未來巨災債券操作之借鏡，建議運作方式如下：

1. 巨災債券發行需付出的利率及手續費用，雖較其他金融商品高（如：定存利率需較高，才能吸引投資者），唯巨災災後需大量重建資金時，仍可做為資金籌措的工具。
2. 可比照前述福爾摩莎巨災債券（規模1億美元）的發行模式。
3. 辦理巨災債券的費用可由巨災基金中支出。

肆、

巨災風險財務分散與轉移機制建議策略

一、策略一：多元財務分散、因地制宜規劃

二、策略二：巨災風險精算、部會分工整合

肆、巨災風險財務分散與轉移機制建議策略

一、策略一：多元財務分散、因地制宜規劃

本規劃所含括的巨災事件，除了地震災害，亦考量颱洪災害，旨以“減輕政府之財務負擔”為主要目的。其中風險財務分散的對象包括政府 (公部門) 本身及政府對私部門災害救助之財務負擔兩項。鑑於過去巨災對公共工程造成損失所佔比例最大，且災害損失全部由政府自行承擔下，建議以政府部門為優先考量，成立公共工程巨災基金，透過基金之投保、再保或巨災債券營運，分散公部門巨災損失之財政負擔。另針對私部門的需求成立颱風洪水巨災基金，推動國際普遍接受的新風險分散方法(指數型保險)，分散政府對於私部門之巨災災後救助的財務壓力。

(一) 巨災風險財務分散管理單位規劃

依據巨災風險財務分散工具的性質，及不同的主管單位，本文將分散標的物，從私部門及公部門兩類來推動。私部門包括住宅及私人產業，但鑑於私人產業多半有能力自行投保商業保險，無需政府介入操作，因此，本文所討論的私部門乃以民眾住宅為主要標的物；至於公部門產業，則以政府重大公共建設為主，例如：關鍵設施(政府機關、學校、維生設施等)、交通設施 (機場、港口、捷運、鐵公路、橋梁等)、水利設施等 (水庫、下水道、河海堤等)。

依據其他國家的規劃經驗，成立國家級巨災風險單位統一管理，為巨災風險最佳的執行方式 (圖10)，例如：美國洪災保險以美國聯邦緊急事務管理署 (FEMA) 為統一管理單位、英國Flood Re為全國洪災統一管理機構、紐西蘭地震保險地震委員會 (EQC) 為單一管理單位。

圖 10 成立國家級巨災風險管理單位
資料來源：本研究繪製。

由單一單位統一管理的優點在於風險分散與轉移資訊掌握較為完整，不同標的物間之風險管理可以互補不足。例如：國內部份單位的公共工程位於易致災區，較難針對相關工程進行投保。但若有統一單位以全國整體性工程投保方式來進行風險分散，過去那些不易投保的工程就可以含括在整體性的保單內。同樣的，有些私部門的標的物亦不易進行風險分散規劃(例如住宅洪災保險)，但若以整體性投保方式來操作，較易納入不易投保之標的物。

然而成立國家級巨災風險管理單位，需要透過政府組織及法令的修改，需經歷漫長的時間協調，故專諮會建議將此目標設定為長期的規劃方向，唯巨災風險財務分散機制的規劃是刻不容緩的任務，因此現階段的操作應以可行性最高的方式來操作，即依各機關業務權責來規劃巨災風險的分散機制 (如圖11所示)。圖11將巨災風險財務分散分成政府對公部門及對私部門兩部份操作。政府對公部門建議成立公共工程巨災基金，透過基金之投保、再保或巨災債券營運，分散公部門巨災損失之財政負擔、私部門的需求建議成立颱風洪水巨災基金，推動國際普遍接受的新風險分散方法 (指數型保險)，分散政府對於私部門之巨災災後救助的財務壓力，以下即分別討論之。

圖 11 依業務權責來管理巨災風險
資料來源：本研究繪製。

1. 公部門 (重大公設)

依據莫拉克風災事件統計，總損失2,000億元中，公共設施的損失就超過1億5仟萬元(76%)，顯示公共設施實為臺灣巨災事件中最主要的受災標的物，為了避免類似事件發生，建立公共設施的巨災風險財務分散機制為當務之急。再者，政府在天然災害減輕與管理領域亦扮演相當重要的角色，行政機關在風險管理上的作為，常是民營單位參考的依循。唯目前各級政府財政都不寬裕的現在，要求各級政府額外編列各項風險分散工具的操作費用 (例如：基金、保費等) 並不容易，但若不進行任何的因應策略，依現行的政府財務狀況，勢必難以因應再一次巨災的衝擊。故公部門的巨災風險財務分散策略，應採漸進方式進行，同時在現階段財務拮据情況下，儘量避免新增政府財務負擔。另，本建議書中公部門風險分散操作對象以公務機關及其所屬單位之財產為主(如表4所示)。

表 4 公部門分類

公部門分類			財產之風險分散現況
公部門	公務機關	中央部會及地方政府	中油、臺電、自來水、中鋼等
	政府所屬 其他機關	公立學校、醫院等 非營利團體	
	公有營(事)業機關 (國/公營企業)	中油、臺電、 自來水、中鋼等	類似民間企業，多數已編列固定保險費用。 例如：臺電 (保費33億元/年)、中油 (約2億元/年)、自來水 (約8百萬元/年)。

資料來源：本研究整理。

因此專諮會依據多次政府、部會及專家學者的討論建議，現階段較實際可行的方式為固定提撥工程準備金或將每年賸餘的工程結餘款，成立公共工程巨災基金，再利用基金的運作 (再保、投資等)，逐步擴大基金規模及風險分散能量，從關鍵公共設施開始，隨著基金規模的成長，風險分散對象可以逐年逐步含蓋其他公共設施。

國內在規劃任何工程預算時，都需預留一筆工程準備金，其目的在於工程設計期間因所引用資料之精度、品質和數量等不夠完整，因應可能的意外或無法預見之偶發事件等狀況所準備的費用。工程準備金之編列約按直接工程費5-10%估計，編列標準因各工程性質與類別而有所差異。除非有意外偶發事件發生，需要支用工程準備金，不然大部份的準備金在工程完成後，即視為結餘款，編為機關單位來年的歲入。我國一年公共工程經費約4,000億元，其中工程結餘款約占10%。然而依據預算法第75條規定：「誤付透付之金額及依法墊付金額，或預付估付之賸餘金額，在會計年度結束後繳還者，均視為結餘，轉帳加入下年度之收入」。即每年的工程結餘款 (約40億元)，一般作法為繳回國庫，做為下年度的歲入，或是下年度有同性質的工程發包之用。

因此，若透過法規的修訂，將工程準備金或每年賸餘的工程結餘款，以固定比例方式提撥做為公共設施的巨災基金財源，一方面不增加國庫預算，二方面提撥部份公共工程結餘款做為公共設施的風險分散經費，為適當合理且適切可行的策略。同時，再另訂基金運作機制，以部份基金進行再保或投資操作，更能逐年擴大公共工程巨災基金對風險的分散能量。對於新建公設，可利公共設施巨災基金將施工時的營造險保障延伸至完工後，尤其是重覆致災區；對於舊建物，可運用基金，於公設進行工程維護時加保完工後保險，以長期性、逐件加保的方式完成全面納保。

2. 政府對私部門 (住宅)

國內目前之住宅保險為地震住宅保險基金，為九二一大地震後因應災後住宅毀損所設立。在過去多次與專家學者討論的過程中，部份結論建議將住宅地震保險擴大成為政策性天災保險，透過提供「全險式」(All Risks)的保障，可緩和不同地域因天然環境差異而產生之逆選擇，例如：山地區域或許不受颱風洪水之威脅，卻有可能遭受地震、土石流或地層滑動之威脅，可增加民眾投保的意願。相對地，亦有持相反立場的討論，認為颱風、洪水、土石流等天災之特性與地震不同，若無強制性，將會形成嚴重的逆選擇，唯若強制投保，則會產生低風險地區貼補高風險地區之疑慮。

因此，本建議書透過委員的研討決議，建議地震災害方面，維持現有的住宅地震保險基金制度，政府對私部門規劃則以住宅之颱洪風險分散機制為主，建議以成立颱風洪水巨災基金進行洪災的風險分散操作 (如表5)。

表 5 政府對私部門颱風洪水風險分散操作

對象		操作方式	
政府對私部門	住宅	巨災事件	成立颱風洪水巨災基金
		一般災害	以現行災害救/補助金因應
	私人企業	八成企業均已進行風險分散操作，無需政府介入	

資料來源：本研究整理。

鑑於現行住宅地震保險制度飽受抨擊之處，在於理賠僅限全部損失、部分損失不予理賠。再者，現行住宅地震基本保險之承保標的，主要為住宅建築本體損失，若民眾的住宅不受災害威脅，則缺乏投保意願，同樣問題也出現在洪災保險。例如，某鄉鎮淹水及胸，居住在公寓二樓以上的民眾，其居家財產不會受到任何損害，若僅購買住宅財產損失保險，對其並無任何實質幫助，其逆選擇問題嚴重。

然而類似的逆選擇問題，不只出現在臺灣，各國也有相似的情況，因此國際多家再保險公司近年針對此需求開始推出新的保險方式，名為指數型保險 (Parametric Insurance)，如表6所示。指數型保險與過去保險不同之處在於過去的保險是以特定標的物為主 (例如：地震以建物為主)，而指數型以特定區域/範圍的災害事件為主，特別是針對逆選擇問題嚴重的災區。再者，過去保險理賠條件以損失判定為依據，但指數型保險採設定的參數 (例如：風速、雨量大小、淹水深度等) 為理賠條件，達到門檻即理賠，無需進行標的物損失判定，大幅提昇理賠效率，有助於災後重建的財務需求。因此，本建議書在颱風洪水風險分散機制的規劃上，建議以指數型保險做為風險分散的操作工具。

表 6 指數型保險特色

保險標的物特性	• 針對特定區域/範圍的災害事件 • 針對逆選擇問題嚴重的災害 (非受災區，選擇不投保)
投保條件	• 設定特定的理賠條件，達到門檻即理賠，無須進行標的物損失判定 (理賠條件：例如風速、雨量大小、淹水深度)
實際投保案例	• 墨西哥、東太平洋群島等 (資料來源：瑞士再保險公司)

資料來源：本研究整理。

最後，基金財源規劃建議以未用罄或固定比例之各項災害準備金另行提列預算成立颱風洪水巨災基金，此基金為專款專用，用以支付人民財產救助、公共設施重建經費，部份基金進行投保或再保的操作，擴大基金對風險的分散能量，但須明訂法源依據，建議運作方式如下：

(1) 以未用罄或固定比例之各項災害準備金，做為成立巨災基金之財源。

(2) 巨災基金專款專用，用以支付人民財產救助、公共設施重建經費。

(3) 未來以部份基金進行投保或再保的操作，擴大基金對風險的分散能量。

(二) 巨災風險財務分散機制所涉政府體系及法令問題之檢視與解決方案

1. 災害準備金運用機制的檢討

依據臺灣現行巨災風險財務管理方式 (圖7)，第一層災後財務因應以各地方政府災害準備金為主，根據中央對地方政府重大天然災害救災經費處理辦法第三條規定：「各地方政府編列之災害準備金，不得低於當年度總預算歲出預算總額1%」，然而，當地方政府預編之災害準備金不足以因應時，第二層可以透過經費流用 (預算法第64條) 或年度預算調整分配 (災防法第34條) 經費來因應。若仍不足，第三層由中央政府災害準備金或第二預備金 (預算法70條) 因應。

過去上述的分層機制，針對臺灣一般災害事件的處理成效尚佳，但當遭遇巨災事件衝擊時，此機制能量多半不足以因應。因此，預算法第83條第三款規定，當國家遭遇重大災變，現有預算機制無法處理時，行政院得提出特別預算支應。例如：九二一大地震提撥將近1,000億元特別預算、莫拉克風災亦提撥1,200億元特別預算。然此特別預算多半以舉債或以預算編入，此操作策略，實質上並未將災害風險轉移，只是延至未來承擔。因此，為了因應未來巨災威脅，是否可調整現行災害準備金運用機制，提撥部份預算作為巨災風險財務分散機制運作之經費，值得後續研議。

2. 災害救助體制的檢討

人民在遭逢重大災難時，常無法自我保護、救助與復原重建，因而國家政府成立之主要目的即在於及(即)時介入，並提供快速有效之協助、救護與援助及復原重建，以度危機(施邦築等，2012）。

九二一大地震與莫拉克颱風重創我國，唯因對救災與重建反應過慢，常使得政府之災害預防、救助與災後復原重建遭受人民嚴厲批評，有部分原因在於並無整合統一性之相關法規，可做為政府行動之準據，僅有散見於個別相關法規中的零碎式規定。

我國現行災害救助法規主要可類分為二，一為「災害防救法」第48條，另一為「社會救助法」第5章之「災害救助」專章規定。另外，當特別重大災害發生時，亦曾制定異於上述二法之特別或暫行條例做為適用規範，其性質屬於「措施性法律」或「處置性法律」，例如：「九二一震災重建暫行條例」(現已廢止)與「莫拉克颱風災後重建特別條例」。

有關災害救助規定於「災害防救法」第48條：「災害救助種類及標準，由各中央災害防救業務主管機關會商直轄市、縣(市)政府統一訂定之。」因而有關災害救助種類與標準之訂定如下：

(1) 風災震災火災爆炸災害救助種類及標準(內政部)

(2) 土石流災害救助種類及標準(農委會)

(3) 森林火災救助種類及標準(農委會)

(4) 水災公用氣體與油料管線輸電線路災害救助種類及標準(經濟部)

(5) 旱災災害救助種類及標準(經濟部)

(6) 礦災災害救助種類及標準(經濟部)

(7) 毒性化學物質災害救助種類及標準(環保署)

以上各項法規命令係由災害防救之各相關主管機關依據「災害防救法」第48條所訂定，其與「災害救助」之專業與整體協調性尚待契合。

現行災害防救法雖涵蓋災後復原重建事項，然而，該法規範僅涵蓋第36條災後復原重建之實施、第37條重建推動委員會之設立、第37條之1簡化災區搶通或公共設施重建之行政程序、第37條之2簡化安置受災民眾及災區重建工作之行政程序，以及第8章關於經費之規範。「災害防救法」有關災害救助規範係規定於第8章「附則」中，且僅以一條文(即第48條)規定，而且是以法律概括授權方式規定之。再者，從災防法之「災害防救組織」、「災害防救計畫」、「災害預防」、「災害應變措施」及「災後復原重建」之各章章名與主要內容，顯示「災害防救法」並非將「災害救助」納為其主軸重心，主因各相關災害主管機關之任務與專業不同所致。

社會救助法於1980年6月14日總統令公布全文27條，又於1997年11月19日總統華總(一)

義字第8600246790號令修正公布全文46條。社會救助法第1條明定：「為照顧低收入戶、中低收入戶及救助遭受急難或災害者，並協助其自立，特制定本法。」社會救助法第5章災害救助含括第25條至第27條，然此短短3條文並不足以應付天然災害帶來的救災、安置與善後工作。因社會救助法內容對災害救助與復原重建之規範均有不足，尤其在九二一大地震的因應上凸顯出來。當時除由總統頒布緊急命令做為因應，並隨之在2000年制定「災害防救法」，為各項緊急應變與救助及災後復原重建措施，提供法律授權之規範基礎。「災害防救法」、九二一震災重建特別條例及莫拉克颱風災後重建特別條例，均設有簡化行政程序，排除適用常態性規範，如：區域計畫法、建築法、環境影響評估法等相關規定，用以強化救災、安置與重建之效率。

我國對於人民災害救助，除於憲法之基本國策明確揭示為國家主要任務之一外，亦在重大緊急災難時，亦由憲法授權政府於必要時，立即發布「緊急命令」以資因應。至於在法律位階上，則僅有「災害防救法」第48條與「社會救助法」第25條至第27條之規定，其餘均由各相關主管機關依據所訂定之法規命令執行之。另一方面，對於特別重大災害救助，則曾另行規定屬於「措施性法律」或「處置性法律」性質之特別或暫行條例做為適用規範。

當複合性災害發生時，依據災害防救法之規範方式與執行，由不同主管部會所訂定之災害救助種類及標準是否產生競合，其將由何機關主政及如何適用，目前未有定論。再者，災害防救法第48條屬於概括授權條款，該法授權由各中央災害防救業務主管機關會商直轄市、縣（市）政府訂定各種災害救助種類及標準。另一方面，其與社會救助法第5章明定災害救助之種類與辦理方式，似有法律重複規範之疑慮，在實際執行災害防救適用上，恐將產生衝突或競合等問題，均有待未來的檢討與整合。

二、策略二：巨災風險精算、部會分工整合

(一) 巨災風險精算之研究分析

1. 資訊

(1) 盤點國內現有基礎資料

政府在歷經九二一大地震、象神颱風、桃芝颱風、納莉颱風後，為了掌握災害各類資訊，積極投注防災經費，完善各類防救災基礎資料及加值資訊。行政院96年7月9日院核定國家地理資訊系統建置及推動十年計畫並成立「國土資訊系統推動小組」，需視國家地理資訊系統基礎圖資為國家發展之重要建設，結合各部會力量進行基礎圖資建置，並明訂民國100年以前完成臺灣地區通用版電子地圖，於民國104年以前完成核心圖資建置。98年後國土資訊系統推動小組將組織調整為「資料庫分組」及「應用推廣分組」，並由前國科會（103年3月3日改制為科技部）(國家災害防救科技中心) 為「災害防救應用推廣分組」的召集單

位，將強化基礎圖資於災害防救資訊的應用。然而，過去的資訊方面整合偏向國土地理自然調查及社會經濟資料層面，在因應未來巨災衝擊之風險財務分析議題需求上，除了持續更新操作精度更高之基礎圖資外，應再針對各式災害的分析需求，盤點現有資料面所欠缺部分，如在巨災風險的評估，需要歷史損失資料庫的建置，對於過去每一項歷史災害事件，都需提供設施損壞的金額、修復與重建的金額、保險、補助的金額等資料。以及各尺度、各區域間的關鍵設施調查，包括建物及設施的設計頻率、防護規模、耐災程度等。由於政府持續開發的建設及每年嚴重程度不等災害的衝擊，因此圖資必須持續更新以掌握實際狀況，並因優先補足資料缺漏處及更新的修先順序。

此外，東日本大震災除了造成人員傷亡外，也摧毀了遭受海嘯衝擊的沿海鄉鎮相關基礎資料。現階段各項防救災圖資均已逐步電子化，相關資料的保存與保全益形重要，建議應以巨災衝擊之境況思考如何確保防救災圖資可保存應用的技術。

(2) 巨災資訊建置、串聯與應用機制

防救災圖資日益精細，收集之頻率與廣度也與日俱增，各類基礎圖資精度日益提昇，監測密度極頻率也日益增大，因應資料量的遽增，需考量巨量資料的整理與應用。從莫拉克颱風災害歷程中，發現政府各單位所開發之決策支援系統之功能較偏向其專業業務之範疇，因此在整體資訊統合運用分析上，因跨部門跨專業之決策支援系統鮮少串連應用，相關資訊的因分屬不同主管單位權責，以致整合運用之效能略顯不足。

政府已透過跨部會整合力量建立整合性之平台，以提供防災各單位於資料快速交換防救災資訊，確保交換資料的正確性、時效性與一致性。建議導入巨量資料分析整合技術於防災應用並納入既有資訊系統與巨量防災資訊之間的中介軟硬體與通訊協定，加速異質資料之間的對應與共通運作，以加速轉化繁雜資料為可用輔助防災之可用資訊。

為了促使跨機關資料流通，提升施政效能，滿足民眾需求，政府也正積極推動開放資料 (Open Data) 服務，及資料交換格式的標準化，其目的能方便資料更加流通應用，相對於災害防救來說，緊急應變時，能將資料快速串通益形重要，因此如何建立有效的防救災資訊傳遞與共享機制，為政府需面臨的防災重要議題。

在防救災的工作方面，資訊管理 (Information Management) 與關鍵基礎資訊設施 (Critical Information Infrastructure) 是兩個重要的議題。在資訊管理方面著重在資訊的整合，當前各國都分別將關鍵基礎資訊設施保護 (Critical Information Infrastructure Protection, CIIP) 列為重要行動方案之一，在這個課題下，預先的關鍵基礎設施潛藏之脆弱性與風險評估是一項重要的工作，為了要能有效地針對不同的災害情境進行推演與模擬，各種不同類

型的資料與歷史資料的建立與管理也顯得額外重要。目前在政府積極推動開放資料 (Open Data) 的政策下，開放資料也逐漸地被各縣市政府納入各部會的業務項目，當前的開放資料會以檔案或是網路服務 (Web Service) 來提供，透過資料介接的方式進行相關資料的整合，而這些整合的開放資料在管理與維運上也需要導入新的資訊管理技術，當前各種不同的災害研究領域專家，如：地震、颱風、洪水、坡地等，各自針對各自的領域進行研究，早期在資料的取得較為困難，目前透過開放資料的方式有提供部分的改善，然而要能夠進行更全面的跨領域防災的結合，首先必須要透過有效率的管理與整合各領域的開放資料，並且對於不同專業領域的開放資料，如何利用新興的資訊科技與技術，有效地針對這些資料進行分析、分類、關聯運算與彙整等，將資訊進行有效的前處理以及標準化，以提供更全面的災害預測及災害風險評估，同時透過這些整合後的資訊也能針對在複合性災害發生時，所產生的連鎖反應進行有效的災害預防的研究。因此開放資料的分析、分類、關聯運算與整合技術以及管理方案，例如：介接資料的整合與加值應用等，都是政府需面臨的防災重要議題，並且未來這些整合的資料不管在實際的災防應用以及相關的災防學術研究上，都能提供一定的價值。

另一方面，在資訊的關鍵基礎設施業務持續營運也是政府面臨的重要課題，當災害發生時關鍵基礎資訊設施的損毀所造成的影響包括：災害時的災情無法傳遞、救災工作的統整工作無法順利進行、政府的運作、銀行金融體系的運作受到影響等，不單是影響到救災的工作，也衝擊到社會的經濟層面，例如:地震發生時造成防救災系統、政府系統或銀行系統的伺服器、資料庫及網路交換器的損毀，或是造成基礎網路線的斷線等災情，資料庫的損毀造成存放資料的損壞，而伺服器與網路設備的損毀會影響到防救災資訊的傳遞及政府與銀行的運作，為了有效的降低災害風險，針對資料損毀方面資料備援是一個解決的方案，在備援策略上透過異地備援能有效的降低資料損毀的機率，當前NCDR的資料庫已分別備援在臺北與臺中，然而除了資料庫的備援外，資訊系統的異地運作也是一個需要考量的因素，當災害發生時，做為統籌與決策的資訊系統，要能快速的建立持續運作。而對於網路設備的損毀所造成的資訊傳遞中斷議題，需要導入更新的網路設備與技術來有效的進行防災資訊的傳遞，像是在防災資訊系統中，要能快速地連結不同的網路傳遞模式，如：網際網路、無線網路或衛星網路等，另外在網路技術的發展中，開發並導入軟體定義網路 (Software Defined Network, SDN) 的技術來進行災時的網路流量、分流與繞路管理，例如：災害發生時，可能造成一部分的網路中斷，此時網路頻寬資源不足，透過災害發生時的緊急狀況 (CIIP所定義的災難等級) 並利用SDN的技術，來有效的管理網路流量的使用方案，能更快速的將災情或是政府的統籌救災資訊傳遞出去，也是當前政府在防災

上需要考量的議題。

(3) 未來可行操作策略建議

針對巨災衝擊下的資訊議題，除了因應颱洪及地震巨災情境下，盤點國內現有防救災相關資料外，綜觀國內防救災資訊發展現況，建議未來可強化之工作事項如下：

A. 進行關鍵基礎資訊設施風險評估及擬定業務持續營運計畫

政府目前各項施政及運作已越來越依靠資訊設施進行傳遞，但是往往最容易遭受巨災衝擊的也是資訊設施，因此建議政府應針對國內關鍵基礎資訊設施進行風險評估並擬定業務持續營運計畫。

B. 建立有效快速的防救災資訊傳遞與共享之串聯機制

資訊透明化為災害衝擊歷程中政府非常重要的工作之一，一方面可穩固民心，另一方面也可加速政府整體救災工作，因此建議政府應於平時及規劃建立各項資訊傳遞及共享機制，例如各類防救災標準之建立，及各項防救災開放資料之建立等。

2. 颱洪災害

(1) 巨災情境設定及衝擊評估

A. 災害風險評估模組與流程

災害風險評估主要目的是評估特定區域或標的物受災害可能達到某一災害規模的可能發生機率，一般產險公司或再保公司，需精算公司所擔保之標的物在未來可能面臨之風險，皆需要事故損失分析結果 (Event Loss Table)；國際三大巨災模型公司，包括AIR環球公司、RMS風險管理公司、EQECAT公司，可提供某一特定巨災風險管理工具與精算評估工具，藉由數值模擬演算，以現有的人口、地理及建築等各項資訊，來評估某種自然災害或其他人為巨災對於給定區域可能造成的損失，雖然分屬不同公司模型，但模型功能可歸納災害潛勢模型 (Hazard Module)、易損性模型 (Vulnerability Module)、以及財務模型 (Financial Module)如圖12所示。

(A) 災害潛勢模組：需由地質、地理、水文、氣象等方面專家，對於天然災害本身研究，將提供觸發災害發生之事件集 (Event Set)，亦即為給定區域可能發生的所有災害事件的集合，也是風險評估首要辨識風險威脅的來源與發生頻率。

(B) 易損性模組：需由工程與建築等方面專家，針對特定區域某一災害事件發生時，對於特定風險標的物 (比如建築物或設施) 的破壞情況。

(C) 財務模組：由財務精算師或保險領域等專家，將前兩項模組之結果轉化為保險損失，並應用於不同保險條款。

災害潛勢模組與易損性模組為評估巨災事件對標的物損失程度的可能性研究，再由財務模組轉化為若干風險標的物集合面對某種巨

災所產生損失的統計量。自民國86年防災國家型科技計畫已經進行災害保險研究，著手淹水與土石流災害潛勢與災害規模、以及風險推估方法研究，其發展模型與成果與國際巨災模型有相似之結果，如圖13所示。前國科會 (現科技部)、中央氣象局、水利署、林務局、水保局、公路總局、地調所、營建署…等各單位針對轄管業務可能面臨的天然災害威脅，進行分析研究與風險評估，其成果以災害潛勢分析模組屬最為完整；水利署亦針對氣候變遷趨勢下因應巨災行洪災進行對策研究，如圖14，中華經濟研究院亦針對淡水河進行洪災機率風險，如圖15。因此，風險評估在防災科學面是提供損失超越機率曲線，做為後續風險財務分散所需之參數，各模組間關係之主要分析步驟可歸納如下：

(A) 災害潛勢模組：選定可能的災害來源與災害潛勢地區，設定區域內災發生機率。彙整現有災害潛勢資料，例如水利署淹水潛勢、地調所崩塌潛感、水保局土石流潛勢、營建署山坡地社區評估與都市計畫區淹水評估等；

(B) 災害發生的時間或門檻值，建立災害強度與年超越機率關係：淹水與崩塌災害與降雨量有極大關係，因此建立降雨強度與年超越機率關係；

(C) 標的物暴露量空間資料彙整；

(D) 建立災害強度與標的物之損害機率分布：因降雨導致淹水與崩塌災害規模，影響之標的物之損害機率分布；

(E) 建立標的物損失之重現期或年超越機率的關係曲線。

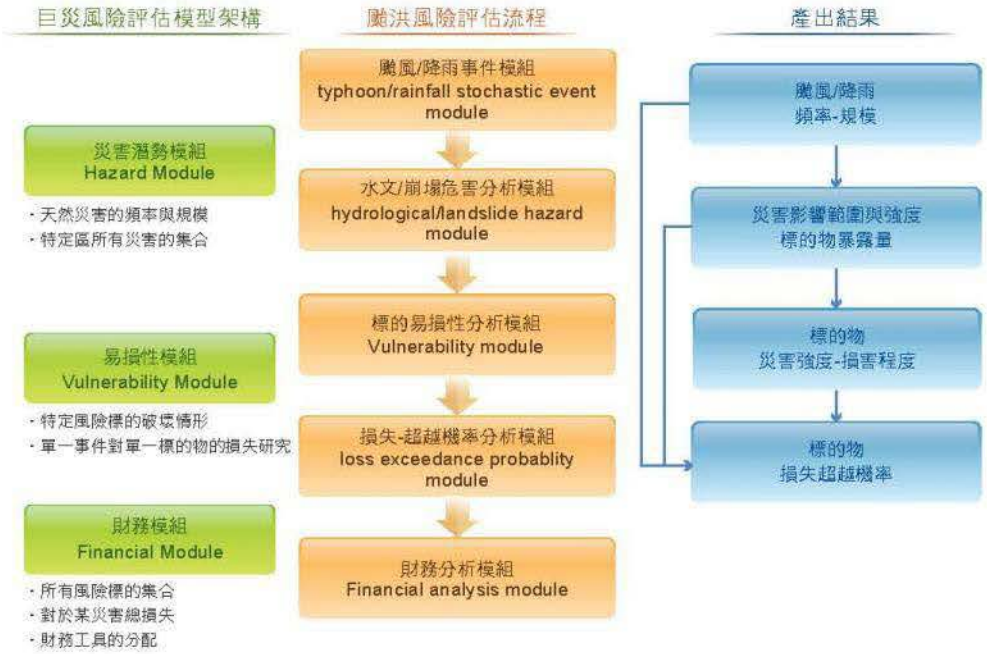


圖 12 巨災風險評估模型架構與風險評估流程
資料來源：彙整ARI與RMS巨災模型公司資料與前國科會 (現科技部) 研發成果對應。

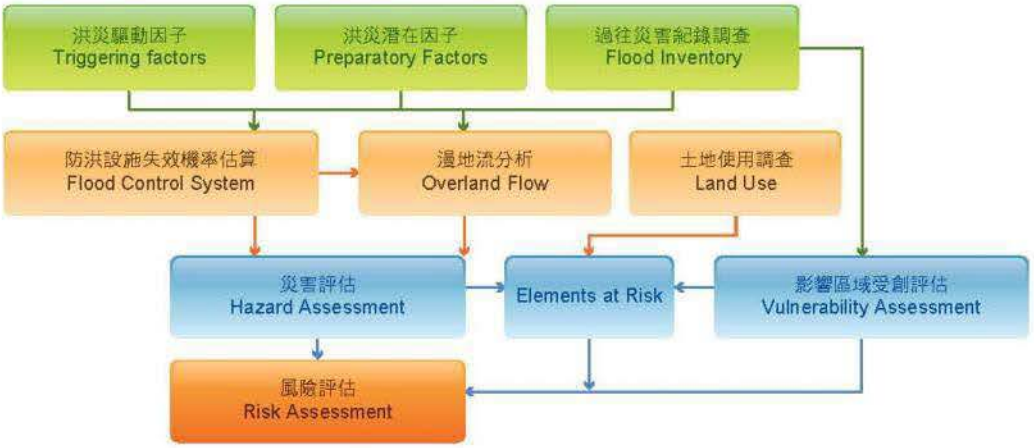


圖 13 洪災風險評估流程
資料來源：王克陸等，2011。

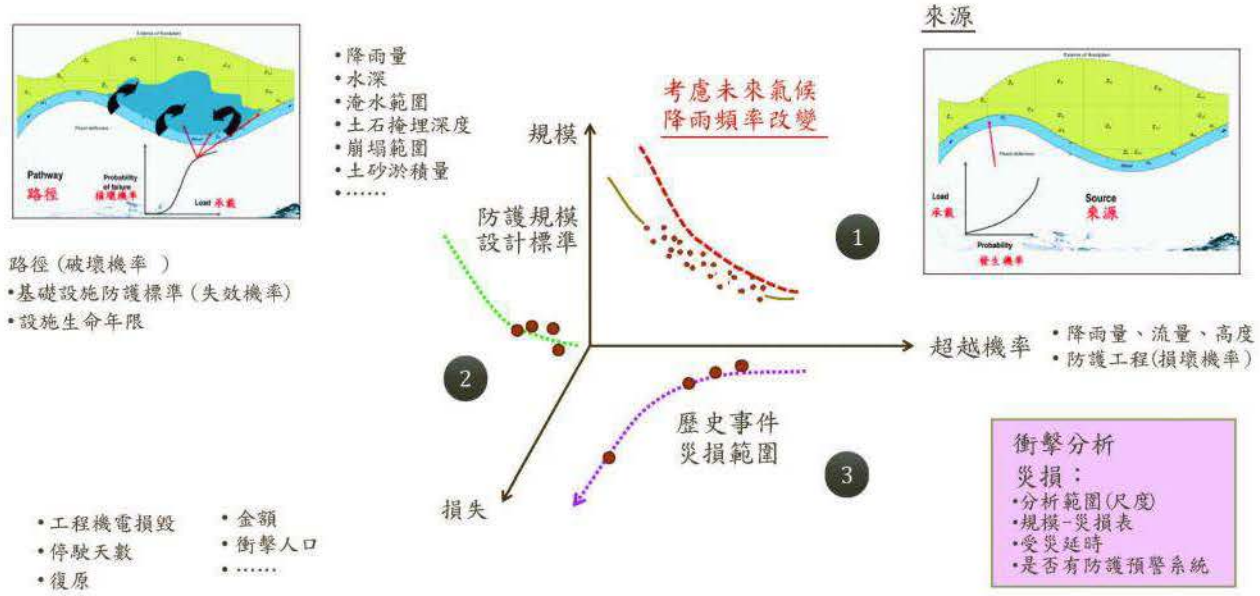


圖 14 颱洪災害風險評估參數曲線說明圖
資料來源：國家災害防救科技中心整理繪製與蕭代基等，2007。

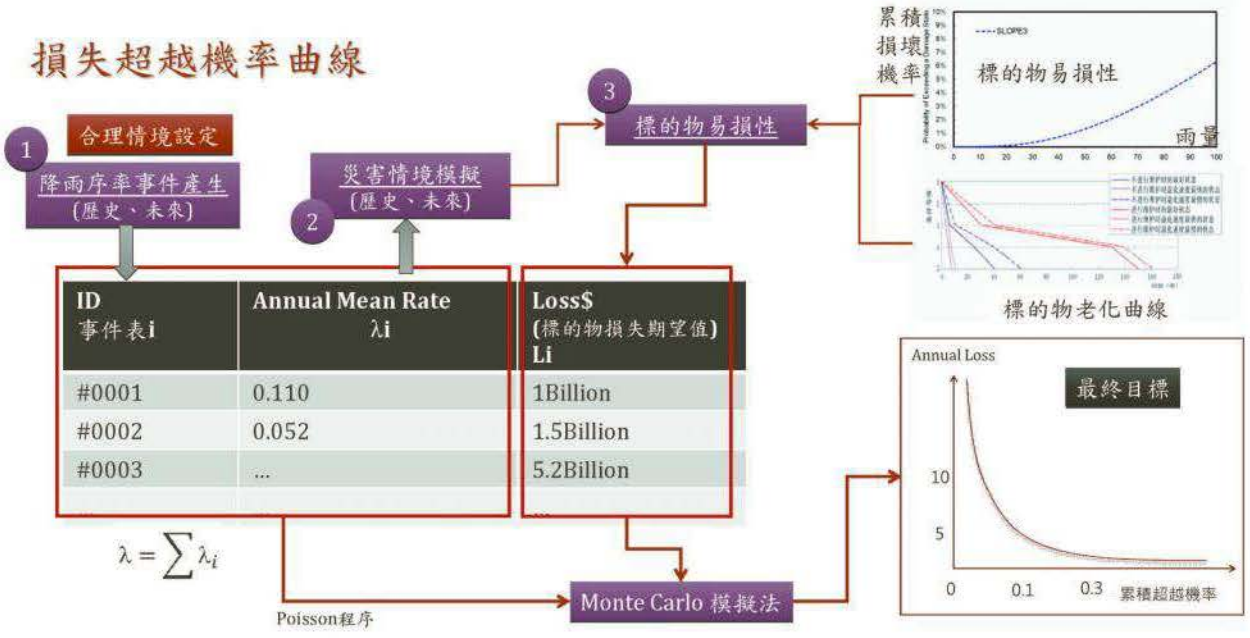


圖 15 颱洪災害損失超越機率評估流程
資料來源：國家災害防救科技中心整理繪製。

B. 未來可行操作策略之建議

雖然防災國家型科技計畫早已針對淹水與崩塌災害風險進行評估，且開始推動巨災財務分散與轉移觀念，然而一直無法在財政單位得以推行，主要原因在於彙整的歷史損失資料來源與巨災歷史事件不齊全，利用數值模擬所建立之損失評估模組無法驗證；同時，自然科學與工程研究人員所評估損失的輸出結果，與財經精算人員所需參考之數據不同，因而造成推動不易。國際巨災模型公司所發展模式在新國家進行風險評估時，與國內風險評估有相同的限制性，包括歷史紀錄與數據不足無法進行模型校驗，和財產的易損性與實際賠付數據不足導致損失結果不合理。因此，針對巨災風險評估流程提出具體策略建議：

(A) 設定合理情境設定

在巨災風險分析上過去多採用可能最大事件情境之下造成損失程度，以建立災害強度與受影響標的物之間的關係，如下列步驟：

a. 訂出可能最大降雨量 (Probable Maximum Precipitation, PMP)；

b. 將PMP經由水文模式計算出可能最大洪水 (Probable Maximum Flood, PMF)；

但是極端情境設定需考慮物理的極限，而非物理上不可能發生的狀況，其發生頻率的選定必須藉助氣象專家，以歷史事件做為參考，並將所有的可能氣象條件納入，同時考慮氣象參數之發生的可能性或其發生機率，進行模擬最擔心情境下的損失。情境模擬建議暫不考慮人為操作疏失等造成災害，應是以自然情境下，保護設施失效的損失評估。

(B) 雨量與雨型的監控技術的精進

受限於臺灣多數水文測站、氣象測站等紀錄年限不夠長，極端事件多屬於機率計算中外延部分，只要多新增一筆較極端降雨事件，即影響分析結果，建議在進行巨災風險分析過程中，應說明其不確定性。同時，坡地雨量與雨型之監測，不論在技術上或設備上宜更投入探討與分析，以彌補雷達監測之不足，進而提供坡地各類型警戒預報之參考依據和精準度之提升。

(C) 考量氣候變遷影響與定時更新風險評估結果

對巨災風險評估從時間尺度上可分為中短期氣象監測與預報模擬能力，與較長期考慮未來氣候變化情境。TCCIP (2012) 利用動力降尺度模式與偏差訂正 (Bias Correlation) 針對近未來與世紀末各流域在前10名強降雨颱風的平均降雨結果顯示，如圖16所示，各流域在未來降雨型態有某一程度變化。因此，藉由推估未來極端事件可能發生機率下，政府財務的是否有承擔能力，並且需持續追蹤後續的實際情況是否與預測相符，隨時做為財務分散比例的調整。

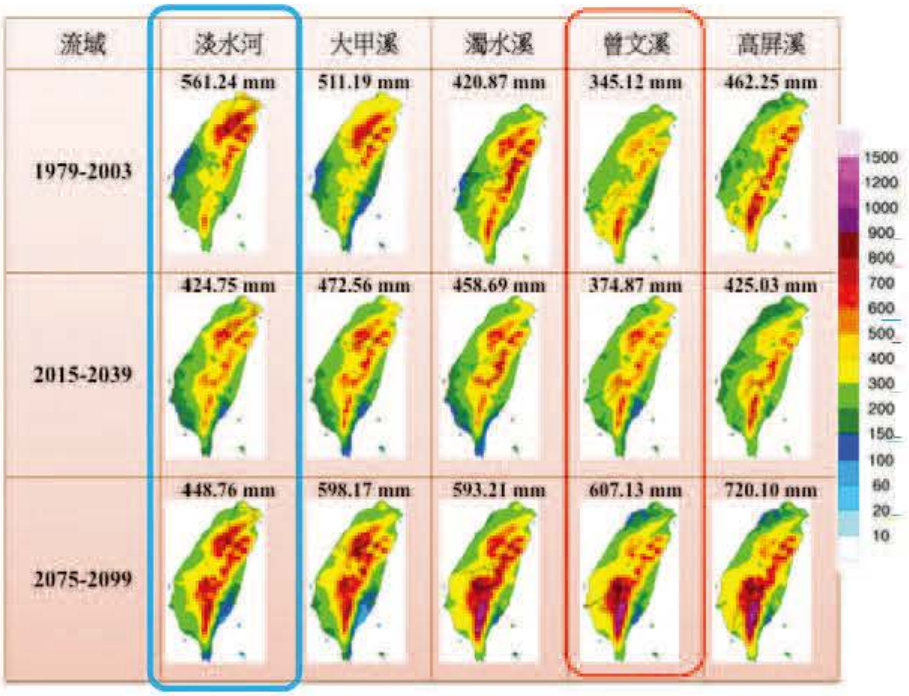


圖 16 TCCIP (2012) 推估五大流域於近未來與世紀前10名強降雨颱風的平均降雨結果
資料來源：國家災害防救科技中心。

(D) 關鍵設施調查與盤點（暴露量調查與易損性建立）

過去雖然已有進行各項災害之風險評估，但由於暴露量的調查與其易損性關係未能建立，公共建設防護等級與建築物設施對於災害耐受性關係並不清楚之下，往往在損失評估上皆假設全毀之情形，因此評估損失結果與實際狀並不符合。因此，造成產險公司或再保公司針對承保標的訂價時，無法提出具體的建築物構造等級、設施老化曲線或失效曲線等等，如同人身健康保險因無法提出健檢結果，因此保費訂價偏高與不合理。

同時，由賀伯、納莉、敏督利與七二水災、以及莫拉克颱風災害資料顯示，災害型態已由過去單純的洪水或土砂災害，轉變為多種型態混和之複合性災害，例如淹水災害除了洪水之外還有積澇混合且相互影響、河川含砂量變化亦成為影響淹水災害規模之重要因子（王克陸，2012）。

因此，全面性盤點政府財產與設施與估價，如建築物、工程構造物、道路、橋梁等等各項暴露量，應全面進行調查，包括其設計頻率、防護規模、工程防護建造物等履歷資料。另外，彙整暴露量之耐災程度，例如工程構造物失效曲線屬於土木工程研究範疇，應納入考量。建議應協調各部會執行政府財產價值之盤點，並要求各機關進行國有財產定期重新估價，做為管理風險時需要估計損失機率與幅度等之基礎。

(E) 加強公共設施災損及政府運作衝擊之評估 (歷史損失資料庫建立)

過去推動風險財務分散與轉移無法推動，除了無採信的標的物的易損性之外，另一個是無完整歷史災害損資料的可供驗證。因此，為建立合理風險評估模型，或者足以讓產險公司與再保公司採信之災害風險評估模型，首要工作之一需建立完整損失災害損失資料庫。政府業務主管機關盤點歷史災害損失資料，除了每一事件之下各設施的損壞金額重建或修復金額，還包括對民眾的理賠或補償金額。損失資料庫內容需包含每年洪水與坡地災害次數、各單位在設施損壞金額、修復與重建成本、保險理賠金額、災民補助金額、以及稅務單位的災害損失申報資料等，政府藉由各項損失、總損失、以及重建經費，探討財務分散比例調整。

(2) 標的物建議考量項目與優先次序提列

颱風與豪雨所帶來的洪水、淹水、土石流、以及崩塌災害等，倘若造成國家非常大之衝擊，亟需及早研擬重要標的物之防護對策。淹水災害以災害衝擊規模性優先考量水庫、堤防以及抽水站運作是否完善，對於災害規模而言，外水比內水積淹水威脅程度高；以納莉為例，堤防缺口造成外水湧入與抽水機失效等連鎖反應。

以坡地災害為例，大規模崩塌影響山坡地社區、交通中斷孤島效應、庫區大規模崩塌湧浪問題、土砂淤積影響水質問題、堰塞湖潰壩等衍生性問題較大之外，崩塌亦對於南北與東西向電力傳輸之電塔維生管線也是另外一項威脅；民國93年艾利颱風與94年馬莎颱風大量土砂入庫使得原水濁度過高，造成供水問題。民國98年莫拉克颱風旗山溪上游大規模崩塌，掩沒村莊、堰塞湖形成與潰壩造成下游淹水等衍生災害等。

3. 地震災害

(1) 國內外地震風險評估研究現況及主要產出

由於地震發生的規模、位置及頻率存在許多不確定性，為了評估地震對工程結構物可能造成之危害，已有許多學者提出地震危害度分析 (Seismic Hazard Analysis) 方法，並且考慮工程結構本身及鄰近保全對象遭受強烈地振動所造成之破壞及傷亡，進一步進行地震災害損失及風險評估，以利後續風險分攤及轉移之財務工具規劃。以下對於地震風險評估之流程 (如圖15) 及主要產出說明如下：

A. 地震危害度分析

地震危害度分析方法分為定值法 (Deterministic method) 及機率法 (Probabilistic method) 兩種，早期地震危害度分析採用訂定值法，推求最壞狀況下之設計地動參數；但震源發震機率及地動大小隨著距離而衰減之特性皆具變異性，故定值法無法瞭解真正工址地振動的發生機率。後來工程實務中最常用的是機率式地震危害度分析 (Probabilistic Seismic Hazard Analysis, PSHA) 方法 (Cornell, 1968)，考量區域震源或斷層震源，利用既有之地震觀測資料庫，以統計方式推估地震規模年超越機率；然後結合地動衰減式，建立地動參數

(最大地表加速度或其他參數) 之年超越機率曲線，即地震危害度曲線。年超越機率的倒數即為回歸期 (Return Period)，例如：我國建築耐震設計規範之設計地震為回歸期475年之地震，其50年內超越機率約為10%。

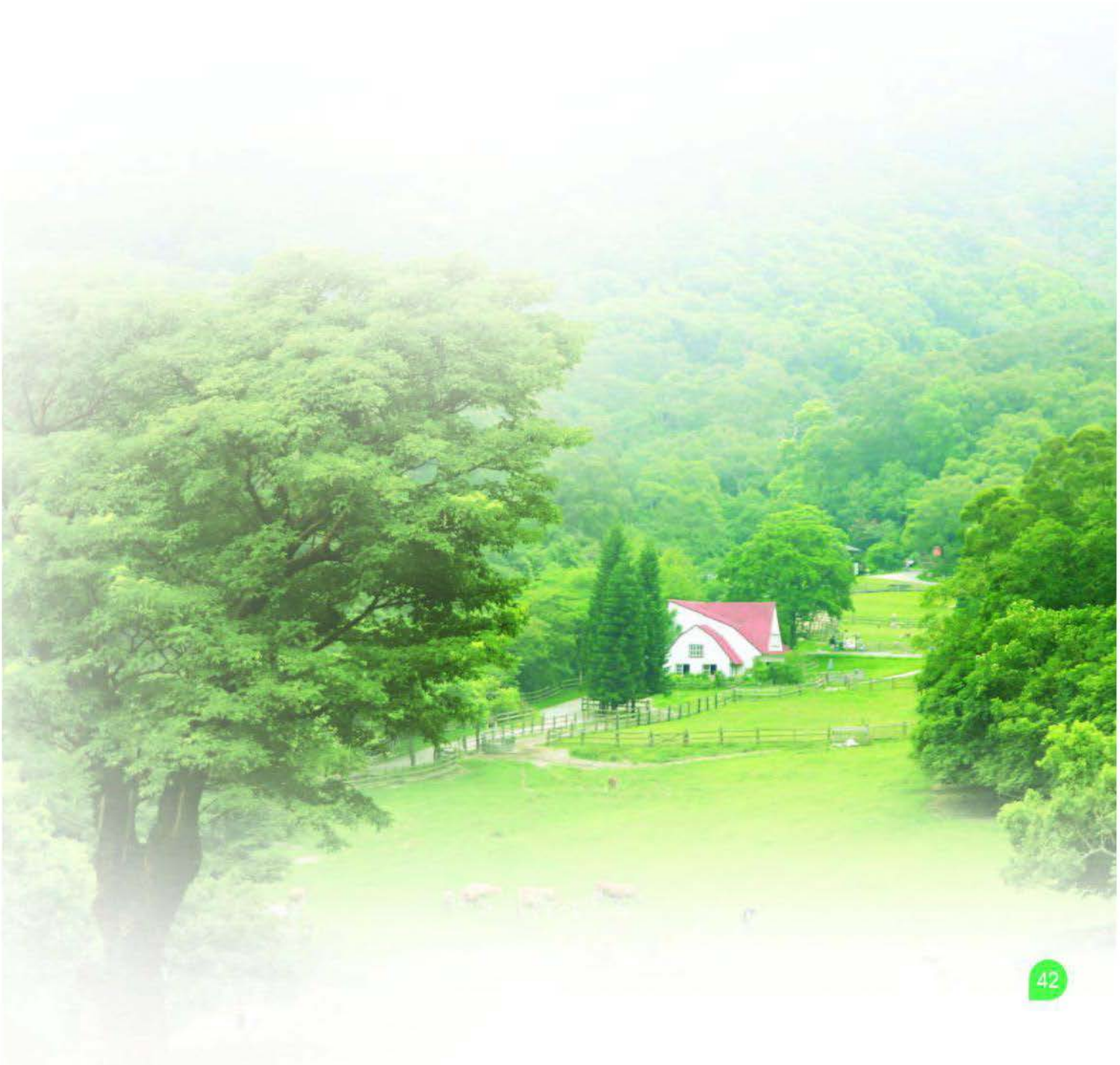


圖 17 機率式地震風險評估流程
資料來源：國家災害防救科技中心整理繪製。

B. 暴露量盤點 (Exposure Inventory)

暴露量是指分析區域內可能遭受地震災害影響的人員、建物、道路、橋梁、維生管線等公共設施，應對過去發生之地震災害事件進行災害破壞及損失調查，並且蒐集與建置建物及公共設施之屬性資料庫 (包括盤點分類表、建造年代、結構型態、用途、尺寸及面積、建造成本等)，調查人員數量及分布 (包括空間分布、年齡分布統計等)。

C. 易損性分析 (Vulnerability Analysis)

建物及公共設施受到地震作用之破壞程度與地表振動強度有關，不同標的物之破壞程度與地動參數之關係亦不相同，應根據災害調查資料、或輔以實驗資料，結合暴露量盤點所得各項標的物之屬性資料，分別進行易損性分析，建立各項標的物破壞程度與地動參數之關係式，即易損性曲線 (Fragility Curve)。破壞程度以數值介於0 (無破壞) 與1 (完全破壞) 之間表示，地動參數可以是最大地表加速度、最大地表速度、或震譜位移等，視標的物種類而定。

D. 災害損失評估 (Disaster Loss Evaluation)

災害損失評估應由地震危害度分析所得之地震危害度曲線，設定多組回歸期地震所對應之地動參數；代入各項標的物之易損性曲線，評估各項標的物破壞造成之直接與間接經濟損失、人員傷亡等。綜合多組災害損失評估結果，最後建立災害損失一超越機率曲線。

美國緊急災難管理署 (Federal Emergency

Management Agency) 開發了多種災害損失評估軟體 (HAZUS-MH)，包含地震、颶風、洪水等災害分析模組。其中地震模組主要功能包括地動危害評估、直接物理破壞評估 (包括一般建物、重要設備、交通系統、維生管線)、二次災害破壞評估 (包括地震引致火災、淹水、有毒物質洩漏、建築廢棄物)、直接社會經濟損失評估 (包括人員傷亡、收容場所需求、經濟損失)、間接經濟損失評估等項目。美國地質調查所 (U.S. Geological Survey) 提供八種回歸期 (100年、250年、500年、750年、1000年、1500年、2000年、2500年) 之地震危害度曲線，HAZUS分別計算八種地震情境之災害損失，並加以組合建立災害損失—超越機率曲線為例 (如圖18)，橫座標為平均年超越機率 (即不同再現週期地震發生機率)，縱座標為評估所得災害損失。

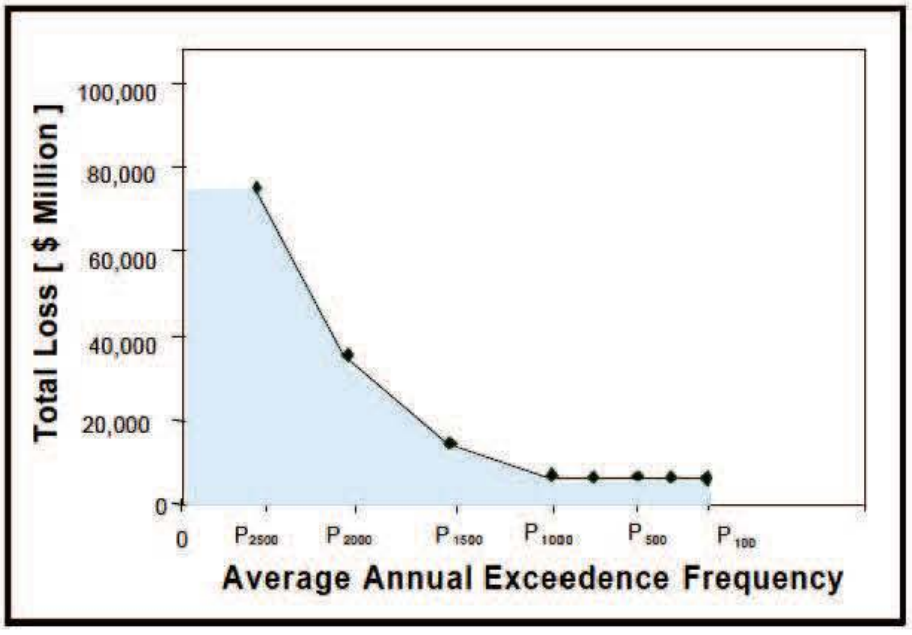


圖 18 美國災害損失評估軟體 (HAZUS) 所得之災害損失超越機率曲線
資料來源：Federal Emergency Management Agency。

經濟合作與發展組織 (Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) 於2006年召開會議後，由各國學者組成委員會建立全球地震模式 (Global Earthquake Model)，結合公部門與私部門力量，以開放資源、共同格式建立分析模組及測試平台，已有許多國家團隊加入 (GEM, 2010)。各國開發之程式均包括地震災害分析模組、脆弱性分析模組、暴露量分析模組。分析方法分為事件式定值法 (Deterministic Event-based Analyses) 及機率式地震危害度分析法，事件式定值法主要分析結果為模擬地震造成之平均損失圖層、損失標準差，機率式地震危害度分析法主要分析結果為損失—超越機率曲線、某超越機率之條件損失圖、平均損失圖。

國內已有若干學術單位進行地震風險評估相關研究，並已應用於我國住宅地震保險之災害損失評估及保險訂價中。圖19為我國住宅地震保險風險評估模型之主要構件及功能 (張萬里，2010)，包括地震事件發生推測模組、地震危害度分析模組、建築物損害分析模組、保險損失分析模組。可經由境況模擬計算每個模擬地震之災害損失，然後由該模擬地震之損失及年發生率，計算年平均損失及其標準差，並建立災害損失—年超越機率曲線 (國家地震工程研究中心，2013)，提供後續保險費計算使用。

圖 19 我國住宅地震保險風險評估模型之主要構件及功能
資料來源：張萬里，2010。

(2) 建議未來可行操作策略建議

地震風險評估包含地震危害度分析、暴露量盤點、易損性分析、及災害損失評估等項目，綜觀國內地震風險評估研究及其應用現況，建議未來可強化之工作事項如下：

A. 建立具共識之臺灣地震危害度曲線

目前地球科學技術已有足夠能力處理地震危害度曲線 (地動參數—超越機率關係式)，建議邀集國內學者討論決定相關參數，建立具共識之地震危害度曲線 (地動參數—超越機率關係式)。

B. 強化各類建物及公共設施之暴露量盤點及易損性分析

目前一般建物之易損性分析 (破壞程度與地動參數關係) 較為成熟，其他標的物之易損性分析則需強化。建議各類建物、交通運輸系統及維生線系統等公共設施業務主管機關，需進行設施基本資料的盤點，以及相關屬性資料庫的建置，盤點內容包括分類表、設計地震力、結構型態、用途、尺寸及面積、建造成本等資料。並結合相關領域的學者，討論所建立不同標的物之易損性曲線 (破壞程度與地動參數關係)，俾利災害損失之推估。

C. 歷史地震損失資料庫建立

建議各類建物及公共設施業務主管機關需盤點歷史災害損失資料，包括每一次災害事件之各設施的災害損失情況、修復或重建金額、對災民補助或理賠金額、以及稅務單位的災害損失申報資料等。

D. 加強公共設施災損及政府運作衝擊之評估

目前地震災害損失評估以直接災損 (建物破壞、人員傷亡等) 之評估為主，對於公共設施、政府持續運作、社會經濟影響等之評估則較為不足。建議整合相關部會與學者專家，根據既有資料設定相關參數，加強交通運輸系統及維生線系統等各項公共設施災損、地震引致火災、收容安置需求推估、直接與間接經濟損失等之評估，建立災害損失模擬資料庫，並且定期更新分析結果。以因應不斷變化之人文環境及災害衝擊需求。

(3) 標的物建議考量項目與優先次序提列

九二一大地震發生至今已15年，臺灣近年來都會區高度發展，建物及各項公共設施林立而錯綜複雜，人口越來越往都會區集中，使得災害脆弱性逐漸增加，亟需我們及早研擬因應之防護對策。然而防災資源有限，考量大規模地震後應變救災之需求，建議優先防護標的物如下：

A. 維生線系統：電力 (發電廠、輸配電系統等)、水 (水庫、供水系統等)、天然氣供應系統。

B. 交通運輸系統：軌道系統 (高鐵、臺鐵、捷運)、道路 (高速公路、快速道路)、橋梁 (高架橋、跨河橋梁)、機場、港口。

C. 資通訊系統：通訊系統 (衛星接收站、重要交換機等)、資訊系統 (重要機房、資訊中心等)。

D. 緊急救援單位：中央及縣市政府災害應變中心、消防救護系統、空中勤務救援系統、海岸巡防救援系統、國軍指揮系統、醫療院所(各醫學中心、區域醫院、軍醫院等)。

針對公共工程進行風險財務管理的優先順序，可參考2007年9月美國白宮總統辦公室科技政策主管及預算與管理部門主管聯名致函聯邦政府各機關首長 (備忘錄)「Memorandum for the Heads of Executive Departments and Agencies」使用風險分析的設定優先次序的原則 (Principles for Priority Setting Using Risk Analysis) 如下：

(1) 為設定各類風險之優先排序，須對所有風險進行比較，並依符合其相當之範圍予以分類 (如高、中、低)。

(2) 政府部門對其所擬定之風險項目進行優先排序時，以能增進全民福祉為第一優先考量，其次考慮執行所需預算及社會所關注之事項，包括：對健康及環境之各類衝擊、個別優先權、可降低或避免風險之最佳可行方式、生活品質、環境正義、短期與長期成本效益之規模與分佈。

(3) 決定風險分析之優先排序，需納入政府部門專家、社會大眾、地方政府、業界、學者、民間團體等各方意見，並將各界所達成之共識反映在優先排序上。

(4) 不論是最適當或最可能降低風險之各種努力，政府部門均應盡力協調。

全國上至中央政府，下至地方鄉鎮，各自負責管理維護的已完工公共工程數目實在繁多，如果全部要求納入商業保險機制，其保費支出之龐大恐怕不是現今政府的財務狀況所能負擔，也不符合保險效益。在全面納保不切實際的情形下，如何評估該項公共工程的重要性以決定是否應投保，建議首先應以該項公共工程受災損時對民生之衝擊影響程度做為依據。因為影響民生愈鉅者，愈需儘早籌得經費以進行復原重建工程。

行政院國土安全辦公室 (Office of Homeland Security, OHS)，負責國土安全防護有關之任務協調機構，依任務屬性與分工，為國家關鍵基礎設施防護之協調統合機關。行政院國土安全辦公室自2009年至2011年起，進行「行政院國家關鍵基礎設施防護計畫專業服務委外研究」，參考先進國家之實踐經驗，再評估我國特殊的安全環境（包括地理環境、發展特色、天然災害、意外事件、人為攻擊、敵人威脅等），進而建構一套具體的法制規範與權責管理體系，做為安全防護的基礎（行政院國土安全辦公室，2010）。

依據行政院國土安全辦公室委託之研究報告，「關鍵基礎設施」定義如下：

「國家公有或私有、實體或虛擬的資產、生產系統以及網絡，因人為破壞或自然災害受損，因而有影響政府及社會功能運作、造成人民傷亡或財產損失、引起經濟衰退、環境改變或其他足使國家安全或利益遭受損害之虞者。」（行政院國土安全辦公室，2010）。

根據上述CI定義，基礎設施除了主要部門（Sectors）外，各設施系統具有其相對應之次部門（Sub-sectors）及重要元件（Critical Elements）等三個單元。國家關鍵基礎設施之認定，應以設施因破壞或受損，無法使用或提供服務，所衍生之下列損害或影響，以為判斷之基準。「行政院國家關鍵基礎設施防護計畫專業服務委外研究」已初步建立「關鍵基礎設施判定準則」，其判斷準則如下（行政院國土安全辦公室，2010）：

(1) 足以直接或間接造成大規模人口影響者。

(2) 足以直接或間接造成經濟損失者。

(3) 足以直接或間接影響其他關鍵基礎設施營運之能力者。

行政院國土辦公室委託研究，參考各國理論與實務運作經驗，結合國情，經與學者專家討論，將關鍵設施分為八部門。我國關鍵基礎設施的主部門、次部門與主管權責機關，如表7所示。主部門分為能源、水資源、資通訊、交通、銀行與金融、緊急救援與醫院、中央政府與主要都會、高科技園區等八類。重要元件係指維持設施營運所必須之重要設備、運作系統、控制與調度系統、資通訊系統及維安系統等。

表 7 我國關鍵基礎設施部門與主管機關 (2010版本)

主部門 (sector)	次部門 (sub-sectors)	主管機關	重要關鍵基礎設施
能源	電力	經濟及能源部（資源經營管理司、能源署）	發電系統、輸電系統、配電系統、控制系統
		核能安全署	台電核能發電廠
		環境資源部（水利署）	台電管理之水庫
	石油	經濟及能源部（資源經營管理司、能源署）	原油儲存及運輸設施、煉油設備
	天然氣	經濟及能源部（資源經營管理司、能源署）	液化天然氣接收站
	化學與核能材料	核能安全署 環境資源部	核能原料儲存及配送系統
水資源	水源	環境資源部	重要水源地與河川、水源輸送設施
	水庫	環境資源部	貯水池、水庫、水庫抽水站設備
	淨水系統	環境資源部	淨水廠、出水抽水站
	供水線路	環境資源部	引入管系統、配送系統
水資源	資訊系統	國家通訊傳播委員會	網路硬體、光纖、重要機房、IDC (Internet Data Center) 機房與資料中心等
	通訊系統	國家通訊傳播委員會	衛星通訊及接收站、全球導航系統、重要地區交換機、海地電纜等
交通	陸運	交通及建設部	臺鐵、高鐵、高速公路、重要橋梁與主要長隧道、都市捷運、重要共構場站、重要客運場站、轉運站
	空運	交通及建設部	民航局、國際機場、民航票務系統
	海運	交通及建設部	重要港口主等重要設施與海運設備
	郵政及物流	交通及建設部	中華郵政郵務配送系統、重要物流產業公司及配送系統

主部門 (sector)	次部門 (sub-sectors)	主管機關	重要關鍵基礎設施
			統、重要物流產業公司及配送系統
銀行與金融	銀行	財政部 金融監督管理委員會	各主要銀行總行（含中央銀行）、付款、結算及收交系統、信用與流動資產系統等
	證券與保險投資	財政部 金融監督管理委員會	證券交易所、保險投資系統、風險移轉（再保）系統
	金融市場與外匯	中央銀行 金融監督管理委員會	外匯交易系統、貿易市場系統
緊急救援與醫院	醫療照護及醫院	衛生福利部	食品藥物管理局、疾病管制局、醫學中心及區域醫院、軍醫院
	緊急應變體系	內政部（災害防救署）	中央災害應變中心、內政部消防署署本部、空中勤務總隊等
中央政府與主要都會	中央政府重要政務人員及高級文官	總統府、國家安全會議、五院、各部會首長	總統府、重要部會政府辦公大樓建築、重要政府官員等
	中央政府機關公文資訊系統與重要資料系統	各部會	研考會、故宮博物院、國家檔案局、國家圖書館、中央研究院
	國家重要文化遺產與象徵	內政部	總統府、101大樓、中正紀念堂
高科技園區	科學工業園區	科技部 國家科學委員會	新竹、竹南、龍潭、銅鑼、新竹生醫、宜蘭、臺中、虎尾、后里、二林、臺南、高雄等

資料來源：行政院國土安全辦公室 (2010)
總計畫：「行政院國家關鍵基礎設施安全防護專業服務委外研究案」
子計畫：國家關鍵基礎設施防護計畫 (NIPP)。並參考行政部門組織再造加以整理。

參考行政院國土安全辦公室關鍵設施防護研究計畫內容，且基於與天然災害的關聯性，以及風險分擔操作的可行性，表7內的資通訊與銀行金融兩個部門，因為操作與運作恐涉及機敏性，故並不合適做為風險分擔操作的標的。能源與水資源部門若有損壞或中斷營運，衝擊影響甚為鉅大，應以確保設施能持續營運為風險管理之主要策略。選擇風險分散標的建議以交通部門為主，例如：捷運、機場、碼頭、鐵路、高速公路、橋梁、隧道等，由於交通工程一旦發生損失，需要於災後立即籌措財源進行復原工程，亦可以考慮優先進行投保。

若以大臺北都會區為例，大臺北都會區 (臺北市、新北市、基隆市) 人口約700萬人 (約占臺灣人口30%)，且存在許多公共設施、中央政府機關、銀行金融中心、災害應變及緊急醫療中心等，倘若發生大規模地震，將可能對整個國家造成非常嚴重的衝擊，亟需及早研擬重要標的物之防護對策。由於一般建物及公共設施之設計地震力都在震度五級左右，假設大臺北都會區發生震度六級之地震，分析大臺北都會區可能之災害衝擊情境，並建議應優先採取防護措施之標的物如表8所示。

表 8 大臺北都會區震度六級地震之可能災害衝擊情境及建議優先防護標的物

震度六級地震 可能災害衝擊情境	建議優先防護標的物	風險管理策略
大量人員傷亡，亟待救助	中央及縣市政府災害應變中心、疾病管制中心、醫學中心、市立醫院	緊急應變計畫、醫院耐震評估與補強、野戰醫院整備、醫院續營運計畫
重要交通設施、道路橋梁破壞，造成交通癱瘓、救災行動受阻	高鐵、台鐵、捷運、高架橋、快速道路、跨河橋梁、機場、港口	風險財務分散與轉移、緊急應變計畫
維生管線破壞，都市機能受損	核電廠、變電所、天然瓦斯、水庫、自來水廠、抽水站	持續營運計畫、重要關鍵設施耐震評估與補強、緊急應變計畫
重要政府機關受損，指揮系統無法正常運作	總統府、五院、地方政府、區公所	持續營運計畫
電話、網路不通	通訊機房、基地台、衛星接收站	多元通訊整備
金融及證券交易停擺	各大銀行總行（庫）、證券交易所、外匯交易系統	持續營運計畫

資料來源：國家災害防救科技中心分析建議。

(二) 部會整合分工與推動建議

1. 資訊研究之部會分工與整合

在因應未來巨災衝擊之資訊議題，各相關部會除了持續更新操作精度更高之基礎圖資外，建議應再針對各式災害的分析需求，盤點現有資料面所欠缺部分，包含資料內容及其資料更新機制等。另外，為確保交換資料的正確性、時效性與一致性。建議導入巨量資料分析整合技術於防災應用時，應規劃執行因應巨災衝擊時能將資料快速串通，建立有效的防救災資訊傳遞與共享機制；針對防救災資訊進行有效的前處理以及標準化，以提供更全面的災害預測及災害風險評估。並納入既有資訊系統與防災資訊之間的中介軟硬體與通訊協定，加速異質資料之間的對應與共通運作。除了資料內容提昇外身，建議也應進行關鍵資訊基礎設施風險評估及擬定業務持續營運計畫。各推動事項之建議參與部會及執行工作內容如附錄一。上述建議推動事項已納入104年至107年災害防救應科方案之規劃課題 (如附錄四)，二者之對應連結包括巨災資料庫建立研究項目，規劃細項包含之歷史損失資料庫建立、關鍵設施調查與暴露量盤點、公共工程營運及維護資料建置及防救災資訊傳遞與共享機制建置。

2. 颱洪研究之部會分工與整合

颱洪災害風險辨識與評估主要立基既有颱風、洪水及坡地災害之科研成果，進一步辨識長時間氣候變遷下所面對之合理、極端降雨情境，以及評估衝擊對象之可能損失與面對之風險程度。基此，建議推動事項包括設定合理情境、精進與量與雨型的監控技術、考量氣候變遷與定時更新風險評估結

果、盤點與調查颱洪災害衝擊下之關鍵設施、以及藉由建立歷史颱洪災害防護與關鍵設施損失資料庫，完成臺灣關鍵設施（水力防洪、邊坡水土保持設施、以及交通等設施）易損性評估等五大項工作，各推動事項之建議參與部會及執行工作內容如附錄二。目前五大項推動工作已部分納入104年至107年災害防救應科方案之規劃課題（如附錄四），規劃細項包括歷史災害損失災害資料庫建立、關鍵設施調查與暴露量盤點、防救災資訊傳遞與共享機制建置、巨災合理情境研析、雨量與雨型的監控精進之技術、颱洪災害損失評估、災害準備金/賸餘款留用機制之研析等課題。

3. 地震研究之部會分工與整合

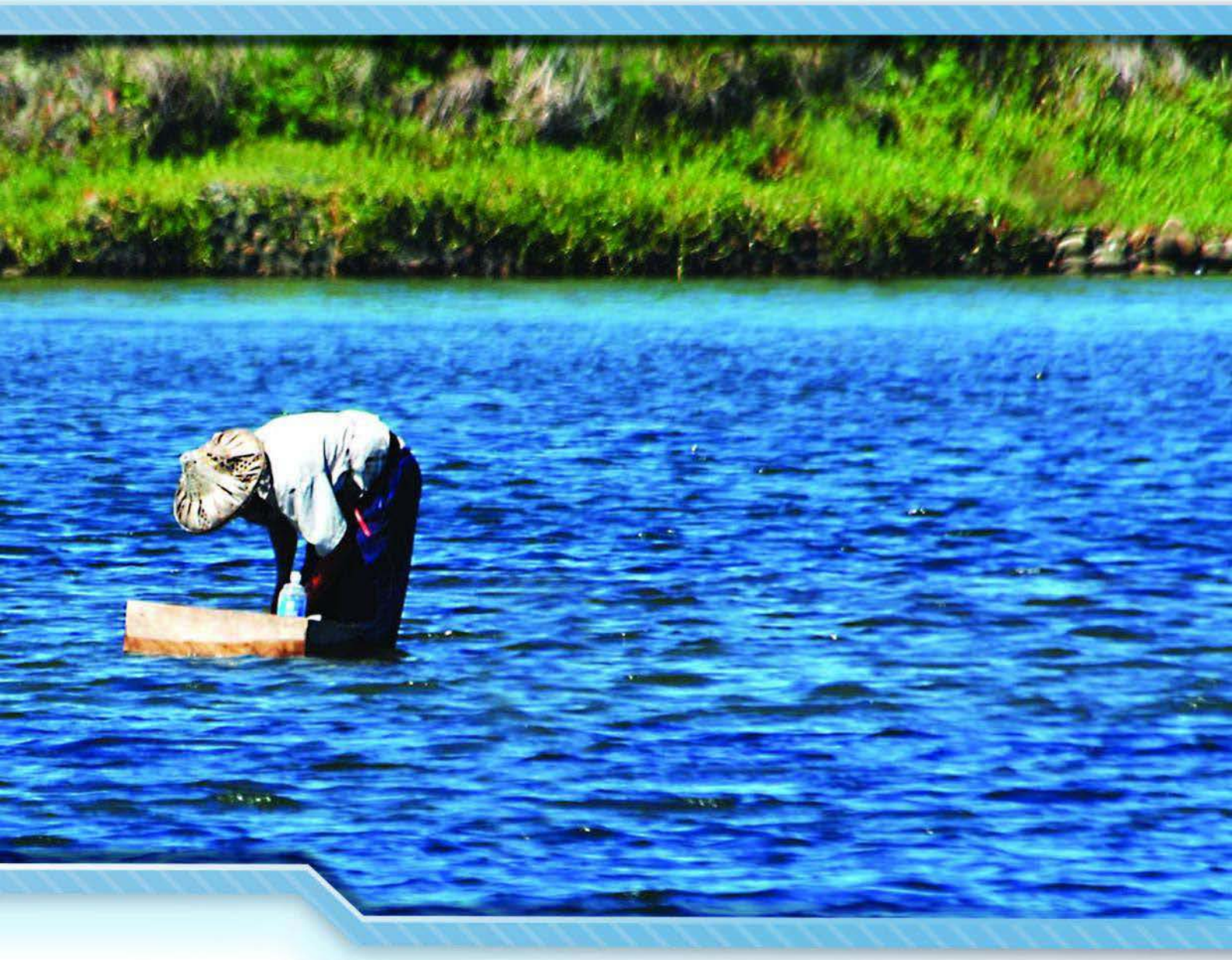
地震災害風險評估主要建議推動事項包括建立具共識之臺灣地震危害度曲線、強化各種建物及公共設施之暴露量盤點及易損性分析、建立地震歷史資料庫、加強公共設施災害損失評估等四大項，各推動事項之建議參與部會及執行工作內容如附錄三。上述建議推動事項已納入104年至107年災害防救應科方案之規劃課題（如附錄四），二者之對應連結包括地震危害度設定之研究－都會區地震及海嘯危害風險調查研究；關鍵設施調查與暴露量盤點－政府資訊延伸地震防災研究應用；巨災合理情境研析（地震）－都市機能失效分析技術研究；防救災資訊傳遞與共享機制建置－政府資訊延伸地震防災研究應用；災害損失評估（地震）－衝擊評估技術應用平台開發。

伍、

預期效益評估

一、颱洪災害-以莫拉克風災為例

二、地震災害-以九二一大地震為例



伍、預期效益評估

依據上述巨災風險財務分散的執行機制規劃，以過去臺灣地區曾發生的巨災事件做為示範說明。颱洪災害選擇莫拉克風災、地震災害選擇九二一大地震做為操作案例，以下分別針對上述兩案例，以假設性的方式，進行巨災風險財務分散的示範操作。

一、颱洪災害-以莫拉克風災為例

莫拉克颱風從98年8月6日開始侵襲臺灣，造成之災情比50年前之「八七水災」更加慘烈，各項氣象水文觀測資料皆打破過去最高紀錄，三天之內降下超過臺灣整年之平均降雨量2,500毫米，例如嘉義縣阿里山鄉阿里山雨量站累積雨量達3,055毫米 (統計6日0時至11日10時止)，如此巨大降雨量造成嚴重災情，主要災情涵蓋臺東、屏東、高雄、臺南、嘉義、雲林、彰化、臺中、南投、苗栗縣、新竹縣市及桃園縣等縣市，主要災害類別包含水災、土石流、坡地崩塌、橋梁斷裂、河海堤損毀、交通中斷及農業災情等。

依據行政院莫拉克災後重建推動委員會的調查報告，莫拉克風災共造成620人死亡、80人失蹤，總經濟損失約為1,998億元，其中包括一般住宅 (建物) 損失97億元、公共設施 (建物) 損失1,527億元，工商服務業 (建物) 損失57億元、工商服務業 (間接營收) 損失20億元、農林漁牧 (直接) 損失194億元、農林漁牧 (間接營收) 損失82億元、原鄉特色產業 (建物) 損失23億元 (如表9所示)，其中損最嚴重的為公共設施 (建物) 佔總損失比例約76%。

假若依據本文所建議的風險分散操作策略，針對莫拉克風災之損失進行示範分散操作，透過示範藉以了解分散機制對於實際巨災風險分散實值效益。其中針對一般住宅 (建物) 是依據依據財政府94年研究報告，國內颱洪住宅保險費約每戶350~600元/年，同樣假定30%的投保率 (246萬戶)，每戶平均475元/年，保費共12億元/年。針對公共設施 (包括公共建物、原鄉產業建物) 及私人產業 (工商建物) 均以國際平均的保險填補率30%來試算，然而其保費是依據保險產業工會的資料以公共工程保費約為保額的0.3~0.4%，以0.35%代入計算。

至於農林漁牧損失 (直接及營收) 與工商服務業的營收損失計算，較難進行風險分散的操作，故此處假設並無風險分散操作。最後呈現於表9的風險分散計算結果，可知在有風險分散的機制下 (每年支出約13.69億元的風險分散費用)，莫拉克巨災財務支應從1,998億元，可降至1,497億元，共減少501億元財務支出，整體風險分散的比例約為25%，對於有效減輕政府於巨災後的重建財務壓力有顯著的效果。

表 9 莫拉克風災風險分散機制操作示意

項目	損失 (億元)	風險分散額度 (億元)	風險分散費用 (億元)	風險分散效益 (億元)
一般住宅 (建物)	97	32 (註: 1)	12 (註: 1)	20
公共設施 (建物)	1,527	458 (註: 2)	1.60 (註: 3)	456
工商服務業 (建物)	57	17 (註: 2)	0.06 (註: 3)	16.94
工商服務業 (間接營收)	20	無	-	-
農林漁牧 (直接損失)	194	無	-	-
農林漁牧 (間接營收)	82	無	-	-
原鄉特色產業 (建物)	23	8 (註: 1)	0.03	7.97
巨災財務支應 (損失)	1,998	-	13.69	501

註：1. 依據財政府94年研究報告，國內颱洪住宅保險費約每戶350~600元/年，同樣假定30%的投保率 (246萬戶)，每戶平均475元/年，保費共12億元/年；
2. 以國際近10年平均之保險填補率為30%試算；
3. 公共工程保費約保額的0.3~0.4%，以0.35%代人計算。

資料來源：本研究整理。

二、地震災害-以九二一大地震為例

九二一大地震發生於1999年9月21日凌晨1時47分，為臺灣近百年來最嚴重的地震災害事件，此地震震央位於南投縣集集附近，沿車籠埔斷層，從大安溪北岸由北而南、從苗栗卓蘭到南投竹山，沿車籠埔斷層線地區的結構物幾乎都遭受了嚴重的破壞。此次地震共造成2,455人死亡、11,305人受傷，總計全國經濟損失達新臺幣3,600億元，折合美金約112.5億元。其中房屋損失最為嚴重，包括房屋全倒38,935戶、半倒45,320戶，住宅損失高達1,385億元。其次是公共設施損失，橋梁中、重度損壞共計15座、道路共計711處遭到損毀、公共設施損失共約986億元。此外，除了直接的人命財產、公共設施及廠房設備材料的直接損失外，地震也造成了中北部地區長達兩週的停電及限電，導致生產的停頓和遲延，服務業無法順利提供勞務，其相關的間接營收損失將近千億元 (詳細資料如表10所示)。

依據本文所建議的風險分散操作策略，進行九二一大地震的巨災風險分散之示範操作。針對一般住宅 (建物) 是依據目前目前住宅地震保險的普及率約為30%，故約3成的比例進行風險分散估算，其保費的計算以目前有效保單數246萬戶 (每戶1,350元)，保費共計33億元/年 (其中33億元為商業保險，由民眾自行付擔)；針對公共設施、農業設施 (建物) 及工商服務業 (建物) 均以國際平均的保險填補率30%來試算，其公共工程保費約為保額的0.3~0.4%，以0.35%代入計算; 至於農林漁牧損失 (間接營收) 與工商服務業的營收因較難進行風險分散的操作，故此處同樣假設無分散。最後依據表10的風險分散計算結果，在有風險分散的機制下，九二一大地震的巨災財務支應從3,568億元，降至2,845億元，共減少723億元財務支出，風險分散比例約20%，對於政府於巨災後的重建財務壓力減輕，有相當大的助益。

表 10　九二一大地震風險分散機制操作示意

項 目	損失 (億元)	風險分散額度 (億元)	風險分散費用 (億元)	風險分散效益 (億元)
一般住宅 (建物)	1,385	415 (註: 1)	33 (註: 3) (商業保險)	382
公共建設 (建物)	968	290 (註: 2)	1.01 (註: 4)	289
工商服務業 (建物)	175	53 (註: 2)	0.18 (註: 4)	52
工商服務業 (間接營收)	948	無	-	-
農業設施 (建物)	70	無	-	-
農業設施 (間接營收)	24	無	-	-
巨災財務支應 (損失)	3,568	-	34.2 (其中33億元為民眾自行付擔)	723

註：1. 目前住宅地震保險的普及率約為30%，故只有約3成比例可風險分散；
2. 國際近10年平均之保險填補率為30%；
3. 住宅地震保險目前有效保單數246萬戶 (每戶1,350元)，保費共33億元/年；
4. 公共工程保費約保額的0.3~0.4%，以0.35%代入計算。

資料來源：本研究整理。

陸、

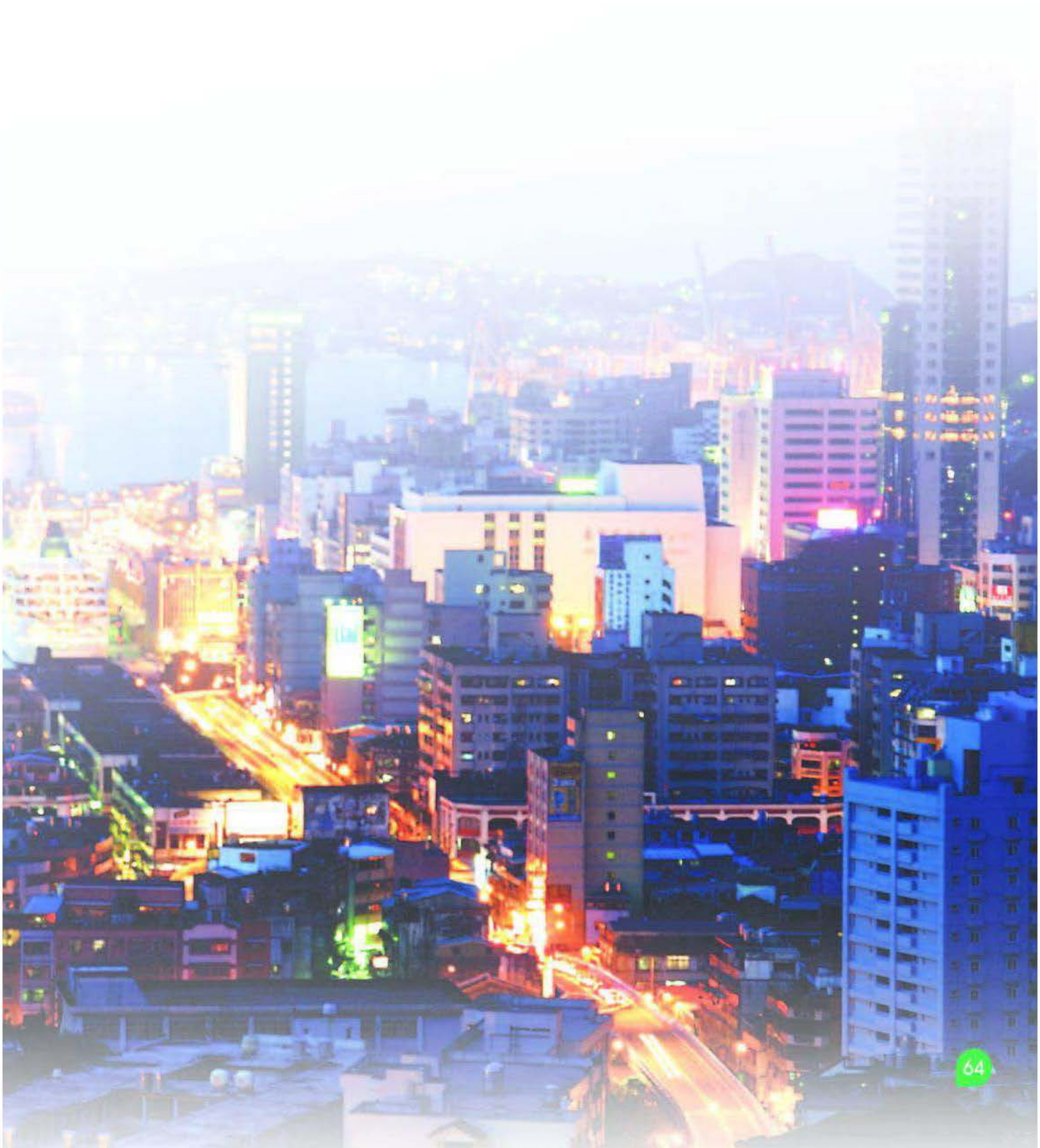
結論

陸、結論

過去政府採取的災害風險自留因應策略，在經歷幾次的巨災事件後，近年來已逐漸弱化政府之財務彈性，甚至開始嚴重影響財政之穩健。民國100年1月我國因財政不佳已遭國際信評機構調降主權評等，且監察院於民國102年3月的調查報告顯示，近10年度中央政府債務未償餘額持續攀升，迭創歷史新高，已接近舉債上限。鑒此，本屆專諮會政策建議書透過下述二個策略，即策略一：多元財務分散、因物制宜規劃；策略二：巨災風險精算、部會分工整合，提供政府於「巨災風險財務分散與轉移機制」整體規劃之推動構想。

本建議書建議依標的物屬性採用不同的風險分散工具，鑑於過去巨災對公共工程造成損失佔最大比例，且災害損失全部由政府自行承擔。因此建議以政府部門為優先考量，成立公共工程巨災基金，透過基金之投保、再保或巨災債券營運，分散公部門巨災損失之財政負擔。再者，針對政府對私部門的需求成立颱風洪水巨災基金，推動國際普遍接受的新風險分散做法（指數型保險），分散政府對於私部門之巨災災後救助的財務壓力。最後，文中透過莫拉克風災及九二一大地震的實際災例，提供巨災風險財務分散的示範操作。藉由本文建議的風險分散操作機制可知，若再發生如同莫拉克風災的巨災事件，可以分散約25%財務壓力；同樣的，如若九二一大地震的巨災事件，則可分散約20%財務壓力。

上述的分散比例，部份依據過去研究數據估算而得，以實際案例來看，這些計算數據相當合理。在未來科研的落實上，建議強化建置基礎資料及巨災情境/衝擊評估的研究，將可藉由災害損失的精算、不同標的物損失超越機率曲線的建置，有效降低各項風險分散工具的操作成本，再提升風險分散的能量，更能有效穩定政府巨災後的財務負擔。



參考文獻

參考文獻

1．Cornell, C. A., 1968. “Engineering Seismic Risk Analysis,” Bulletin of the Seismological Society of America. Vol. 58, No. 5, pp. 1583-1606.

2．Liu, S. C., Fu,C., Shiu, C.J., Chen, J.P. and Wu, F., 2009. “ Temperature dependence of global precipitation extremes”, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 36, L17702, doi:10.1029/2009GL040218.

3．Kaplow, Louis, 1991. " Incentives and Government Relief for Risk," Journal of Risk and Uncertainty, Springer, vol. 4(2), pages 167-75, April.

4．Kaplow, Louis, 1992. " Government Relief for Risk Associated with Government Action," Scandinavian Journal of Economics, Wiley Blackwell, vol. 94(4), pages 525-41.

5．Hazus–MH2.1 Technical Manual, Federal Emergency Management Agency, Department of Homeland Security, USA.

6．GEM, 2010. GEM1 Seismic Risk Report, GEM Technical Report 2010-5.

7．蕭代基、黃星翔、洪銘堅、盧孟明、羅以倫（2007），淡水河流域洪災損失機率風險分析，臺灣經濟預測與政策，37：3，p31-53。

8．行政院國土安全辦公室 (2010)，總計畫：「行政院國家關鍵基礎設施安全防護專業服務委外研究案」，子計畫：國家關鍵基礎設施防護計畫(NIPP)。

9．張萬里 (2010)，「我國住宅地震保險制度之實施與未來發展方向」，財團法人住宅地震保險基金。

10．王克陸等 (2011)，全球氣候變遷趨勢下因應巨災型洪災對策之研究，經濟部水利署委託研究計畫。

11．陳正達、許晃雄、盧孟明、隨中興、周佳、翁叔平、陳昭銘、林傳堯、鄭兆尊、朱容練、吳宜昭、卓盈旻、陳重功、張雅茹、林士堯、林修立、童裕翔與楊承道 (2011)，「未來氣候變遷-14-推估」，收錄於許晃雄、陳正達、盧孟明、陳永明、周佳、吳宜昭等，「2011：臺灣氣候變遷科學報告 2011」，行政院國家科學委員會。

12．陳俊豪 (2011)，論臺灣地區已完工公共工程的保險機制，國立政治大學碩士論文。

13．施邦築等 (2012)，中央災害防救業務主管機關調整規劃及災害救助與災後復原重建體制之研究，內政部消防署委託研究報告。

14．蔡政憲、張士傑、林建智、彭金隆 (2012)，天災風險管理對策之研究：財政管理與風險管理，行政院研究發展考核委員會委託研究報告。

15．國家地震工程研究中心 (2013)，住宅地震保險風險評估模型。

16．林建智 (2013)，談地震保險基金之政策功能，住宅地震保險建制10週年特刊。

17．龔誠山 (2013)，公共工程永續與防災新思維，公共工程巨災風險管理與保險研討會，102年12月31日，臺北。

18．ED-MT，http://www.emdat.be/disaster-trends。

19．監察院調查報告，fhttp://www.cy.gov.tw/AP_HOME/Op_Upload/eDoc/調查報告/102/102000110調查報告-對外 (含附表).pdf。

附錄

附錄一

資訊研究建議推動事項及參與部會

建議推動事項	參與部會	執行工作
進行關鍵資訊基礎設施風險評估及擬定業務持續營運計畫	國發會、內政部（消防署）、交通部（高公局、高鐵局、公路總局、鐵路局、民航局、航港局）、經濟部（水利署）、國營會、公共工程委員會、原能會、通傳會	• 針對國內關鍵資訊基礎設施進行風險評估 • 針對重要關鍵資訊基礎設施擬定業務持續營運計畫。
建立有效的防救災資訊傳遞與共享機制	國發會、經濟部（水利署、地調所）、農委會（水保局、林務局、農糧署、漁業署）、內政部（營建署、消防署）、交通部（高公局、高鐵局、公路總局、鐵路局、民航局、航港局）、國營會、公共工程委員會、原能會、通傳會、衛福部、財政部、科技部	• 規劃執行因應巨災衝擊時能將資料快速串通，建立有效的防救災資訊傳遞與共享機制。 • 針對防救災資訊進行有效的前處理以及標準化，以提供更全面的災害預測及災害風險評估。 • 納入既有資訊系統與防災資訊之間的中介軟硬體與通訊協定，加速異質資料之間的對應與共通運作。
盤點國內現有基礎圖資	國發會、經濟部（水利署、地調所）、農委會（水保局、林務局、農糧署、漁業署）、內政部（營建署、消防署）、交通部（高公局、高鐵局、公路總局、鐵路局、民航局、航港局）、國營會、公共工程委員會、原能會、通傳會、衛福部、科技部、財政部、科技部	• 因應巨災風險財務分散與轉移分析需求，盤點國內現有圖資內容，包含資料內容及其更新機制等。

註：因應政府組織再造，調整後的業務單位依研究建議推動事項予以銜接。

附錄二

颱洪研究建議推動事項及參與部會

建議推動事項	參與部會	執行工作
設定合理情境	交通部（中央氣象局）、科技部（颱洪中心）	• 提供合理且具有物理意義之極端降雨情境。 • 以歷史事件做為參考，並將所有的可能氣象條件納入，同時考慮氣象參數之發生的可能性或其發生機率，進行模擬最擔心情境下的災害情境。
精進雨量與雨型的監控技術	中央氣象局與科技部；經濟部（水利署、地調所）、農委會（水保局、林務局）、內政部（營建署）、交通部（公路總局、高公局）	• 臺灣多數水文測站、氣象測站等紀錄年限不夠長，極端事件多屬於機率計算中外延部分，只要多新增一筆較極端降雨事件，即影響事件頻率分析結果。 • 短延時降雨與長延時降雨，不同雨型降雨與災害發生關係亦有不同。 • 山區降雨之雨量與雨型之監測，需在技術上或設備上宜更投入探討與分析，以彌補雷達監測之不足，以建立適當之災害之間關係。
考量氣候變遷影響與定時更新風險評估結果	交通部（中央氣象局）與科技部（提供資料）、經濟部（水利署、地調所）、農委會（水保局、林務局）、內政部（營建署）、交通部（公路總局、高公局、鐵路局）（負責風險評估結果更新）	• 未來降雨情境需納入考慮，藉由推估未來極端事件可能發生機率下，提早評估政府財務承擔能力，持續追蹤後續的實際情況是否與預測相符，隨時做為財務分散比例的調整。

颱洪研究建議推動事項及參與部會

建議推動事項	參與部會	執行工作
建立暴露量調查與易損性（關鍵設施調查與盤點）	經濟部（水利署、地調所）、農委會（水保局、林務局）、內政部（營建署）、交通部（公路總局、高公局、鐵路局）（負責工程設施、防護規模、建物資料盤點建置）； 科技部（協助易損性評估）	• 全面性盤點政府財產與設施與估價，如建築物、工程構造物、道路、橋梁等等各項暴露量，應全面進行調查，包括其設計頻率、防護規模、工程防護建造物等履歷資料 • 彙整暴露量之耐災程度，例如工程構造物失效曲線屬於工程土木研究範疇，應納入考量。建議應協調各部會執行政府財產價值之盤點，並要求各機關進行國有財產定期重新估價，做為管理風險時需要估計損失機率與幅度等之基礎。
建立歷史颱洪災害防護與關鍵設施損失資料庫	經濟部（水利署、地調所）、農委會（水保局、林務局、農糧署、漁業署）、內政部（營建署、消防署）、交通部（中央氣象局、公路總局、高公局、鐵路局）（負責工程設施、防護規模、建物資料盤點建置）、財政部（稅務災害損失資料）； 科技部（協助建立易損性評估、損失機率評估）	• 政府業務主管機關盤點歷史災害損失資料，除了每一事件之下各設施的損壞金額重建或修復金額，還包括對民眾的理賠或補償金額。損失資料庫內容需包含每年洪水與坡地災害次數、各單位在設施損壞金額、修復與重建成本、保險理賠金額、災民補助金額、以及稅務單位的災害損失申報資料等，政府藉由各項損失、總損失、以及重建經費，探討財務分散比例調整。

註：因應政府組織再造，調整後的業務單位依研究建議推動事項予以銜接。

附錄三

地震研究建議推動事項及參與部會

建議推動事項	參與部會	執行工作
建立具共識之臺灣地震危害度曲線	科技部、交通部（中央氣象局）、經濟部（地調所）、內政部（營建署）	• 邀集國內學者討論決定震源參數及模型（斷層參數、地動衰減式、地下構造模型等），並進行地動模擬運算，建立具共識之地震危害度曲線（地動參數—超越機率關係式）。
強化各種建物及公共設施之暴露量盤點及易損性分析	內政部（營建署）、交通部（高公局、高鐵局、公路總局、鐵路局、民航局、航港局）、經濟部（水利署）、國營會、公共工程委員會、原能會、通傳會、衛福部、科技部	• 強化各種建物、交通運輸系統、維生線系統等公共設施之暴露量盤點及屬性資料庫建置，包括盤點分類表、設計地震力、結構型態、用途、尺寸及面積、建造成本等資料。 • 邀請相關領域學者討論建立不同標的物之易損性曲線（破壞程度與地動參數關係）。
地震歷史損失資料庫建立	內政部（營建署、消防署）、交通部（高公局、高鐵局、公路總局、鐵路局、民航局、航港局）、經濟部（水利署）、國營會、公共工程委員會、原能會、通傳會、衛福部、科技部、財政部	• 業務主管機關盤點歷史災害損失資料，每一災害事件各設施的災害損失、修復或重建金額、對災民補助或理賠金額、以及稅務單位的災害損失申報資料等。
加強公共設施災害損失評估	內政部（營建署）、交通部(高公局、高鐵局、公路總局、鐵路局、民航局、航港局)、經濟部（水利署）、國營會、公共工程委員會、原能會、通傳會、衛福部、科技部	• 根據既有資料設定相關參數，加強各項公共設施災害損失、政府持續運作、社會經濟影響等之評估，建立災害損失模擬資料庫及災害損失-超越機率曲線，並且定期更新分析結果。

註：因應政府組織再造，調整後的業務單位依研究建議推動事項予以銜接。

附錄四

「巨災風險財務分散與轉移機制」先期研究規劃項目

研究項目	規劃細項	目前已納入104-107年度災害防救應用科技方案規劃課題與負責部會
巨災資料庫建立	歷史損失資料庫建立	2.1.3 歷年現地調查 / 災防科技中心
	關鍵設施調查與暴露量盤點	2.1.6 流域診斷流程評估 / 科技部、災防科技中心 2.3.2 治理綱要內容與流程檢視 / 科技部、災防科技中心 2.3.3 流域治理績效評估 / 災防科技中心 2.3.4 治理策略展示 / 科技部、災防科技中心 3.1.2 政府資訊延伸地震防災研究應用 / 災防科技中心 4.2.5 重要道路與關鍵設施之極端災害情境模擬評估 / 水利署、災防科技中心、氣象局
	公共工程營運及維護資料建置	各級單位業務計畫
	防救災資訊傳遞與共享機制建置	2.1.5 水文資料檢視與驗證 / 水利署、災防科技中心 2.2.4 參數本土化規範 / 災防科技中心、科技部、颱洪中心、國網中心 2.3.5 科技與救災介面銜接 / 科技部、災防科技中心 3.1.2 政府資訊延伸地震防災研究應用 / 災防科技中心、科技部 7.2.1 建立全臺防災監測網 / 水利署、氣象局 7.2.2 精進防災監測資訊自動化警示技術 / 水利署、氣象局 7.4.1 防災開放資訊服務 / 氣象局、災防科技中心 7.4.2 防災資通訊標準化 / 氣象局、災防科技中心 7.4.3 建立防災資訊服務分眾化服務 / 災防科技中心、國網中心 7.4.4 建立可因應巨災衝擊之災害管理資訊平台持續營運架構 / 災防科技中心、國網中心
災害易損性曲線之研究	巨災合理情境研析(地震、颱洪)	1.1.1 崩塌土方量之評估 (大規模及淺層) / 災防科技中心 1.1.2 崩塌潛勢區評估 (大規模及淺層) / 災防科技中心 1.2.3 集水區中、上游土砂沖蝕監測與模擬 / 建研所 2.2.1 極端降雨展期預報與趨勢預測 / 氣象局、颱洪中心、科技部 2.2.2 跨尺度模式銜接 / 水利署、災防科技中心、颱洪中心、建研所 2.2.3 小尺度模式開發 / 水利署、氣象局、災防科技中心、颱洪中心、建研所

研究項目	規劃細項	目前已納入104-107年度災害防救應用科技方案規劃課題與負責部會
災害易損性曲線之研究		2.5 水資源(枯旱)情境推估 / 科技部、災防科技中心 2.2.6 河川輸砂模擬 / 災防科技中心 3.2.1 都市機能失效分析技術研究 / 科技部、災防科技中心 4.1.1 高災害風險地區辨識 / 科技部、災防科技中心、交通部運研所、水利署 4.1.2 災害風險評估方法應用 / 水利署、科技部、災防科技中心、氣象局 4.2.1 全流域之極端災害情境模擬評估 / 水利署、災防科技中心 4.2.2 都會區淹水之極端災害情境模擬評估 / 災防科技中心、建研所、氣象局 4.2.3 科學園區之極端災害情境模擬評估 / 災防科技中心、氣象局 4.2.4 沿海工業區之極端災害情境模擬評估 / 水利署、災防科技中心
	地震危害度設定之研究	3.1.1 都會區地震及海嘯危害風險調查研究 / 科技部、災防科技中心、交通部中央氣象局、國研院國震中心、海科中心
	雨量與雨型的監控技術精進之研究	2.1.1 都市、山區雷達觀測網 / 氣象局 2.1.4 監測技術精進 / 水利署、氣象局、災防科技中心
	災害損失評估(地震、颱洪)	2.2.7 社經衝擊評估 / 科技部、災防科技中心 3.2.2 衝擊評估技術應用平台開發 / 災防科技中心、國研院國震中心 4.3.1 降低災害風險之調適策略 / 建研所、科技部、水利署、災防科技中心
巨災風險財務分散工具研究	成立國家單一巨災風險管理單位之可行性研究	6.1.1 建立人民洪災風險管理機制之研究 / 金管會
	臺灣指數型保險推動之可行性研究	6.1.1 政府財產與責任之天災風險管理效益研究 / 金管會
巨災風險財務分散機制所涉及政府體系與法令問題之研究	災害準備金/賸餘款留用機制的研析	4.3.3 風險轉移與分擔 / 水利署
	災害防救法與其他相關法令重疊性之檢視	1.3.8 減災策略與風險管理 / 災防科技中心 4.3.2 國土利用管理 / 建研所、水利署

註：因應政府組織再造，調整後的業務單位依研究建議推動事項予以銜接。

書　　名：巨災風險財務分散與轉移機制
發 行 人：張善政
出版機關：行政院災害防救專家諮詢委員會
發行日期：中華民國一〇三年九月

新北市新店區北新路三段200號9樓
Tel : 02-8195-8600
Fax : 02-8912-7766
E-mail : office@ncdr.nat.gov.tw
Website : www.ncdr.nat.gov.tw

第六屆
行政院災害防救專家諮詢委員會