

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評估研究- -以縣市空間為對象(II) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型
計畫編號：NSC 98-2621-M-004-005-
執行期間：98年08月01日至99年09月30日
執行單位：國立政治大學地政學系

計畫主持人：白仁德
共同主持人：林建元
計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理人員：賴炳樹

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 99 年 11 月 19 日

各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評
估研究－以縣市空間為對象(II)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：NSC98-2621-M-004-005
執行期間：98 年 8 月 1 日至 99 年 9 月 30 日

執行機構及系所：國立政治大學地政學系

計畫主持人：白仁德
共同主持人：林建元
計畫參與人員：賴炳樹

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

- 赴國外出差或研習心得報告
- 赴大陸地區出差或研習心得報告
- 出席國際學術會議心得報告
- 國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查

詢

中 華 民 國 99 年 9 月 30 日

各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評估研究－

以縣市空間為對象(II)

目錄.....	II
中英文摘要.....	III
一、前言與研究目的.....	1
二、文獻探討.....	9
三、研究方法.....	60
四、結果與討論.....	62
五、參考文獻	73
六、計畫成果自評.....	82

摘要

近年來全球環境變遷、氣候異常現象，使得台灣天然災害頻率增加、強度增強。由於台灣山坡地地質脆弱，坡度陡峭，河川湍急短促，加上颱風、豪雨頻繁，屢屢釀成土石流失、崩塌及土石流等天然災害，再加上台灣約有 73%的人口是居住在有三種以上災害可能衝擊之地區。地震與颱風災害是台灣最常面對的。特別是在 921 地震後土石鬆軟，颱風帶來得豪雨使得坡地區土石流頻傳或低窪地區淹水。

鑒於台灣位於極易受災的地區，如何針對各層級的國土空間規劃與管理上考慮減低其脆弱因子、提昇回復能力的手段，已成為重要的研究課題。近年來，國內外已累積有不少探討脆弱度 (vulnerability) 及回復力 (resilience) 之研究，將脆弱度及回復力觀念運用於探討環境管理之相關研究，亦已成國際上新興之研究趨勢。反觀國內，有關脆弱度及回復力觀念尚屬起步階段，而將此觀念運用於空間規劃與管理之研究仍相當有限。因此，本研究第一年嘗試運用脆弱度及回復力觀念，來建立都市層級可操作之評估指標與模式，第二年則以台中都會區進行實證研究。希望透過本研究，能夠建立具體可操作、並適用於本土之評估指標與模式，藉由整合不同層級空間研究之其他子計畫，將可提供各級政府制定相關空間規劃政策（國土規劃、城鄉計畫、都市計畫、農村規劃等）及災害防救政策之參考。

關鍵字:脆弱度、回復力、空間規劃與管理、洪災

Abstract

With the phenomenon of climate change, Taiwan will face more frequently and severe natural disasters. Due to the weak geology, steep slope, high gradient and rapid velocity of stream, Taiwan was usually suffered from soil erosion, landslide and debris flow during the typhoon and torrential rainfall season. Earthquake, typhoon and flood are the most common natural disasters in Taiwan. Taiwan may be the most vulnerable area in the world, because 73% of the people live in the places where at least 3 natural hazards may impact. The 921 earthquake in 1999 caused softening of soils and sands which led to debris flow whenever there is heavy rainfall.

Since Taiwan is located in disaster vulnerable area, how to reduce vulnerabilities and enhance resilience thus become very important issues for spatial planning and management in different level governments should consider some measures to reduce vulnerabilities and enhance resilience. In the past few years, many researches focused on vulnerability and resilience. Applying the concepts of vulnerability and resilience on spatial planning and management are very popular recently. However, vulnerability and resilience related studies just started in Taiwan. Very few researches have done to apply these concepts on spatial planning and management. Therefore, this study tries to applying these concepts to urban level spatial planning and management and establishes assessment indicators and model in the first year. In the second year, this study will choose Taichung metropolitan as case study area. This study will finally establish a proper vulnerability and resilience assessment model which is suitable in urban level. Through this kind of research as well as others in different spatial levels, they will provide some principles and strategies for future spatial planning and disaster management policies.

Key word: Vulnerability, Resilience, Spatial Planning and Management, Flood

一、前言與研究目的

對全球環境變遷而言，土地使用改變對環境所造成的衝擊是最直接且最明顯的(Lambin et al.,2001)，而土地使用的形成與變化是政治、經濟、社會、文化及自然環境等交互作用下的結果，然而該結果所引發土地使用的改變，往往容易造成環境方面的衝擊(Hasse and Lathrop, 2003)。「環境變遷」與「土地使用」兩者間互動關係廣泛而複雜，進行整合性規劃是許多都市規劃者的共同期待。

從1999年發生九二一大地震後至今，國內陸續發生了數起的重大天然災害，如碧莉斯、象神、潭美、奇比、桃芝等颱風登陸台灣，造成人民重大傷亡，每當颱風過境，其所挾帶之豐沛雨量，不僅造成山崩、土石流災害，並亦沖毀道路橋樑中斷道路及部落間的連繫(李彥慧，2007)。

台灣山坡地地質脆弱，坡度陡峭，河川湍急短促，加上颱風、豪雨頻繁，屢屢釀成土石流失、崩塌及土石流等天然災害，又隨著工商業快速發展，經濟結構急劇改變，平地土地利用漸趨飽和，山坡地之開發與利用也日益殷切，然不當開發行為也層出不窮，因而造成水土保持問題之發生。因此，本研究嘗試結合脆弱度及回復力兩項觀念，來評估都市層級土石流問題之空間規劃與管理。

第二屆世界減災大會於2005年在日本神戶召開，會中國際災害學界的專家學者們一致呼籲，加強區域綜合減災能力建設、提高應急管理水準，從而實現區域的永續發展。大會針對永續發展所面臨的災害風險，從降低區域脆弱度水準、提高區域社會的災害回復力和加強區域綜合減災能力建設等角度提出了具體的綜合減災策略。

而在國際減災十年(IDNDR)活動、國際減災戰略(ISDR)的相繼實施的大背景下，國內外學者興起了研究災害脆弱度和回復力的新一輪熱潮。而目前國內外對承災體脆弱度的研究較多，但對於災害回復力的回復力研究才剛開始起步。

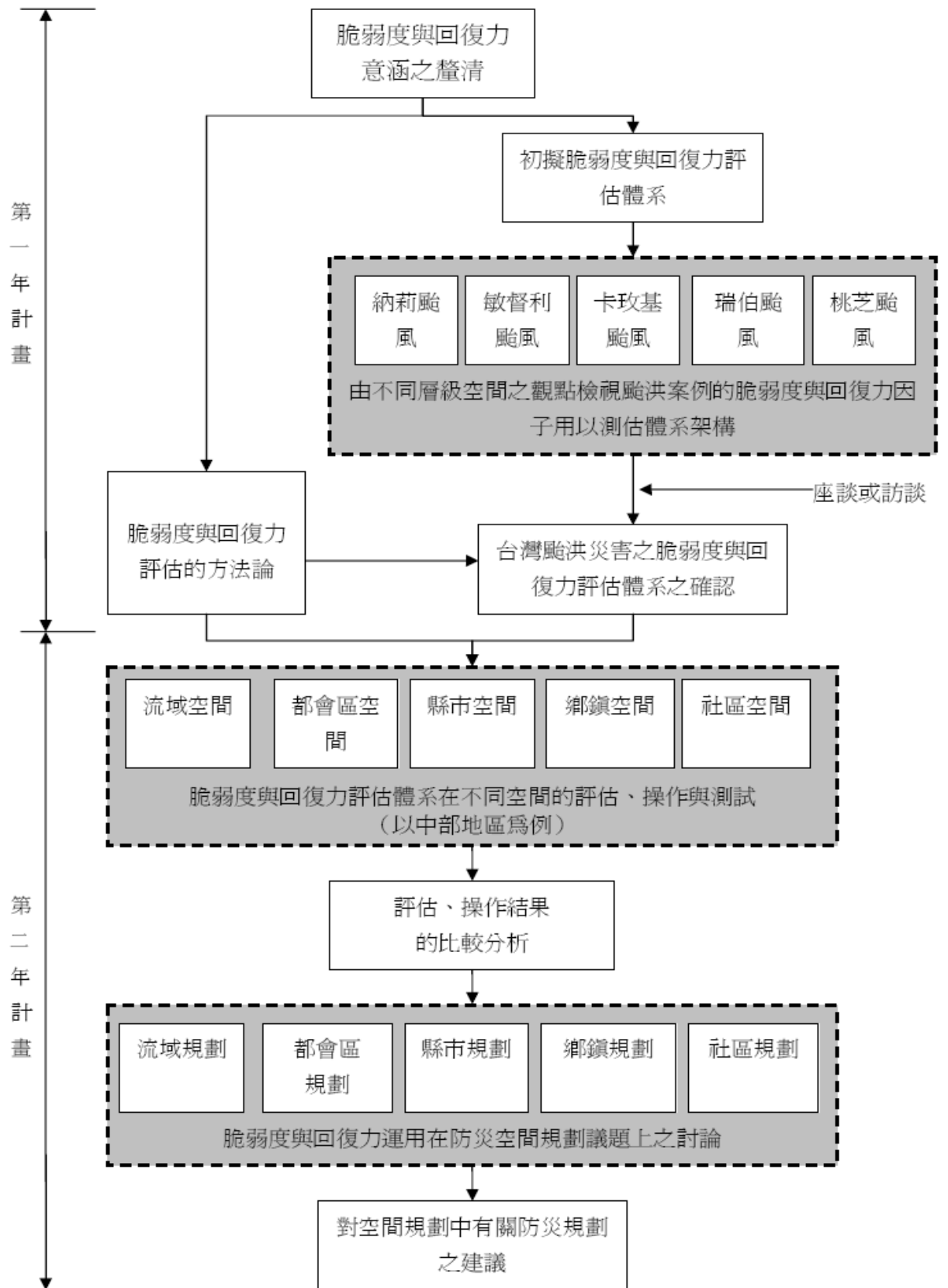
因此，以風險、脆弱度、回復力和適應性相關的災害綜合管理和減災作為實施永續發展的重要途徑，已受到學術界、經濟與社會界的高度重視。然而，脆弱度和回復力尚缺乏統一與明確之定義，而且對兩者的理解和應用彼此交叉混淆。特別是對空間規劃與管理而言，在理論體系及實務應用上可行性成為有待深入研究的重要課題。

基於上述考量，本整合型研究將分為五個子計畫，分別選擇不同尺度的空間範圍(流域、都會區、縣市、鄉鎮、社區)，操作第一年度建構之脆弱度與回復力模式，並且透過總計畫的彙整分析，將各空間層級評估結果反饋至流域規劃、都會區規劃、縣市規劃、鄉鎮規劃、社區規劃，提供未來防災規劃參考(子計畫整合關係如下圖一所示)。

另外，颱風災害雖是由於颱風風速與降雨強度所引起，但其結果在不同空間(地區)可能引發的災害型態與內容(如形成河川溢流、都市淹水、或土石流)將有所不同，因此為掌握所有不同型態的災害，本整合型計畫之各子計畫在檢討不同颱風案例時，將考慮該次颱風及

其造成災害的特性，針對不同空間層級討論其脆弱度與回復力（如下表一所示）。

最後，本研究在意涵釐清與颱風洪案例的資料收集與歸納分析上，採共同作業的方法進行，共同蒐集脆弱度與回復力之國內外相關文獻，經由文獻整理分析出初步的脆弱度與回復力分析架構，再運用台灣過去發生之颱風洪案例檢視架構的可行性與完整性。而在颱風洪案例研究部分，亦先共同對納莉、敏督利、卡玫基、瑞伯等四個颱風進行資料蒐集與準備，每個子計畫間共用所收集的資料，再進行脆弱度與回復力因數的彙整與分析。由各子計畫由不同的空間層級觀點，各自對颱風洪案例分析在該空間層級下之脆弱度與回復力因數。因此，在文獻整理與案例背景資料敘述等部份或許呈現些許雷同，皆是因為合作分工的作業方式所致。



圖一 子計畫整合關係

表一 颱洪案例研究分工

	納莉颱風	敏督利颱風	卡玫基颱風	瑞伯颱風	桃芝颱風
都會區空間	子計畫二				
流域空間		子計畫二	子計畫一		
縣市空間			子計畫三		子計畫三
鄉鎮空間		子計畫四		子計畫四	
社區空間	子計畫五			子計畫五	子計畫五

基此，本研究目的在於掌握脆弱度、回復力與各層級空間規劃、管理之意涵、實質內容及其相互關係，以建立評估指標，進而建構都市層級指標之評估模式，並選擇台中都市作為實證研究之對象，以確認初步建構之評估指標與評估模式的完整性與可行性。期望本研究結果，可提供各級政府及規劃實務者在進行都市空間規劃與管理之參考。

本研究將研究目的條列如下：

(一) 建立因應氣候變遷之脆弱度評估方法與指標體系

脆弱度分析即為在特定災害事件下，特定區域內，暴露於災害影響範圍內的人口、建物、生態系統、設施、財產，應用統計方法、數量化分析、質化研究等方法，進行受害脆弱度分析與評估，以找出國土空間中較脆弱的地區，輔助未來國土保育地區之劃設。

(二) 根據脆弱度評估研擬調適策略對照表

以提供各級政府及規劃實務者，作為因應氣候變遷之國土規劃、產業政策、防減災治理等規劃與管理決策之參考。

(三) 應用多目標規劃於縣級調適策略規劃

調適策略之建構目的在於協助政府與組織，妥善調適極端氣候所帶來的衝擊，並可長期協助氣候風險管理，以因應 2010 年底台中縣市合併升格後，未來的都會區治理與防救災。

二、文獻探討

相關文獻與理論的整理回顧，為每個研究必須之基礎工作與研究方法，以下包括氣候變遷的意義與影響、脆弱度與回復力評估的意義與方法、調適策略規劃的意義與方法、空間規劃與管理策略四個部份。

第一節 氣候變遷的意義與影響

一、氣候變遷的意義

1997年12月1日至10日聯合國氣候變化綱要公約第三次締約國大會於日本京都舉行，共有159個締約國、250個非政府組織及媒體參加，總人數逾一萬人。會中通過執行具有法律效力的議定書，以管制溫室氣體的排放，又稱「京都議定書」(Kyoto Protocol)。京都議定書的通過與正式生效，堪稱因應氣候變化的重要里程碑。該議定書之所以受到國際社會的重視，在於溫室氣體的排放是全球氣候變遷的主要成因(馮正民等，2007)。

童慶斌(2006)提及CO₂濃度約從工業革命前之280ppm增加到目前的370ppm；根據SRES (Special Report on Emissions Scenarios) 預設情境考慮世界未來經濟社會發展設置之進行35個情境模擬，從1990年至2100年，溫度可能上升1.4°C~5.8°C，而因人類活動造成之全球暖化平均每10年約上升0.1°C~0.2°C。溫室效應的加強可能造成全球氣候變遷，進而改變各區域的溫度及降雨，氣候改變最直接的影響包括水文、水資源、農業生產與農業需水量、公共衛生及生態環境等。

對全球環境變遷而言，土地使用改變對環境所造成的衝擊是最直接且最明顯的(Lambin et al., 2001)，Our Common Future (WCED, 1987)一書中，探討第三世界及開發中國家之都市所存在之環境問題與危機，並推估21世紀世界將有50%以上的人口居住於都市地區，顯示都市在全球環境變遷中所扮演角色愈顯重要。所以才有永續都市觀念的提出，建議由地方層級配合全球性永續發展行動計畫，以因應全球性環境變遷問題(Roseland, 1997)。

近年來全球環境變遷、氣候異常現象，使得台灣天然災害頻率增加、強度增強。由於台灣山坡地地質脆弱，坡度陡峭，河川湍急短促，加上颱風、豪雨頻繁，屢屢釀成土石流失、崩塌及土石流等天然災害，再加上台灣約有73%的人口是居住在有三種以上災害可能衝擊之地區。地震與颱洪災害是台灣最常面對的。特別是在921地震後土石鬆軟，颱風帶來得豪雨使得坡地區土石流頻傳或低窪地區淹水。

二、氣候變遷對國土空間的影響

馮正民等(2007)之研究指出，氣候變遷議題牽涉層面極廣，不僅談到政治、經濟、文化、科技、生態、環保等單一領域，舉凡國家發展、國土空間規劃、產業結構、人口遷移、土地使用、資訊流通、運輸物流等領域，均受到氣候變遷的影響。過去研究多著重於自然環境、生態、動植物、氣候、水資源之研究，對於國土規畫面之空間發展（土地使用）等研究則付之闕如。

全球氣候變遷所造成的衝擊，影響農、林、漁、牧、水資源、海岸管理及社會經濟等各層面，在這幾年中已成為環境科學及大氣科學研究的重要課題。而過去幾十年來，台灣經濟越趨繁榮，生態環境也遭到史無前例的破壞，整體的脆弱度也變大。在各式各樣的衝擊之下，台灣是否變得更脆弱，是吾人必須嚴肅面對的問題(柳中明等，2008)。

環境變遷造成都市土地空間結構的使用產生巨大的影響：大規模的公共設施需求與小型緊密都市的抗衡、能源使用模式改變、全球食品安全與都市擴張的影響...等等。當自然與農業生態系統轉變為都市使用時，在地球生態系統下是具有潛在的隱涵影響的，但許多當地與區域性的個案研究中，都市化的全球比率與範圍，是難以被證明的。大多數現有的研究都集中在溫帶地區，但未來都市的擴張多在熱帶與亞熱帶地區，所以未來熱帶與亞熱帶地區的研究是極度被需要重視的(馮正民等，2007)。

「環境變遷」與「土地使用」的關係交相影響，而具互動關係。政府在擬定土地使用政策與制度時，不僅需記取過去實施的成敗經驗，檢視時空變遷的發展歷程與現況，同時應配合國家施政目標與未來發展狀況，研擬可長可久且可彈性應用的土地使用管理制度與決策，方能使台灣的國土利用得到有效合理且永續的發展(呂宗盈，2003)。

而氣候變遷的空間影響模型，一般是以地區(local)的評估為主，因此，如果要加總成區域甚而是全球的範疇則有相當的困難度，很明顯的，因為由地方、匯集至以洲際為主的區域(region)，而至全球的範圍，評估氣候變遷在不同空間範圍的影響，除了氣候變遷本身的條件之外，尚且受到未來社會、經濟及技術條件的影響(吳珮瑛，2008b)。

由於氣候變遷造成降雨強度增強、降雨頻率的不穩定，因此在未來極可能洪災與旱災的現象會更加嚴重，此外降雨量增多亦會提升土石流等災害強度，因此減低災害發生的影響是未來面對重要課題。

環境變遷與土地使用兩者間互動關係廣泛而複雜，進行整合性規劃是許多都市規劃者的共同期待。最近全球環境與氣候已經產生明顯而結構性的變遷，如易經繫辭下傳所說：「窮則變，變則通，通則久」，當環境已經改變時，因應之研究與策略也應跟著改變。

馮正民等(2007)透過專家問卷與親自訪談等方式，彙整並分析出全球氣候變遷對臺灣所造成的現象、衝擊與議題，並繪製成氣候變遷因果關係圖(圖 2-1)，其中氣候變遷對臺灣所造成的現象包括海平面上升、降雨改變、氣溫上升與臭氧層破壞，而氣候變遷將對臺灣帶來海岸退縮、生態系統改變、農林漁牧衝擊、水供給問題、土砂災害、洪旱災害、疫病傳染與能源使用改變等衝擊，伴隨而來的則是海岸保育、生態系統保育、糧食安全維護、水資源管理、土壤保護、天然災害防治、公共衛生防治與能源管理等議題。

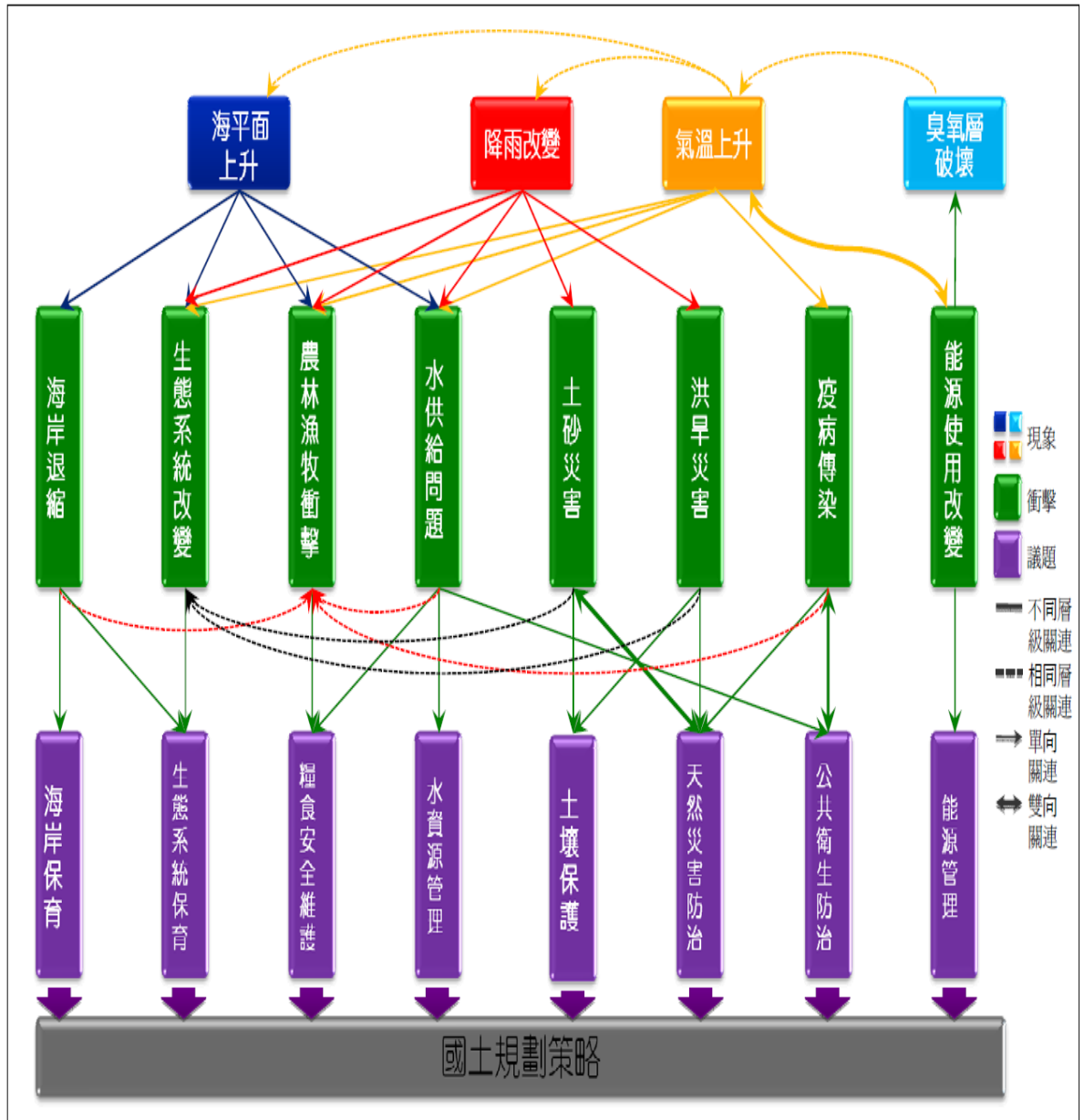


圖 2-1 氣候變遷對國土空間規劃之影響與策略圖

資料來源:馮正民等(2007),「全球化與氣候變遷下國土規劃之研究」,台北:行政院國家科學委員會。

第二節 脆弱度與回復力評估的意義與方法

一、脆弱度與回復力的意義

(一)脆弱度的意義

Blaikie et al. (1994)認為脆弱度(vulnerability)不能單純視為受災的潛在特性，而擴張其內涵，亦即泛指特定個體或團體對於自然災害衝擊的準備、處理與應變、抵抗與恢復的潛在特性與能力(洪鴻智、邵珮君，2004)。一般定義脆弱度，指傾向或易受危害或傷害的程度(陳亮全，2003)。近來逐漸認知到災害風險減除與氣候變遷調適的關連，因為氣候變遷改變的不只是物理性的危害，同時也改變了脆弱程度(吳珮瑛，2008b)。

脆弱度在各學門領域各有不同的定義，在學術的運用上缺乏統一明確的定義，而關於國外學者對於災害脆弱度之定義，以及脆弱度類別之比較整理如表 2-1 及表 2-2 所示。

表 2-1 國外學者在災害面對於脆弱度之定義表

Timmerman(1981)	脆弱度是某一系統對災害事件反向行動的程度，此程度取決於系統的彈性(系統對於事件吸收和復原的能力)。
Kates(1985)	脆弱度是承受災害和反向反應的能力。
Bogards(1989)	脆弱度的操作型定義為無能對損失採取有效的方法。在個人的層次上，受災是無能減輕災害的結果，也是我們察覺災害的能力。
Dow(1992)	脆弱度是群體或個人基於其所在的自然和社會環境，處理災害事件的不同能力。
Smith(1992)	脆弱度是某個時間點，人類可以做到對災害的社會經濟忍受度。
Alexander(1993)	脆弱度是自然災害為居住地區帶來的損失與利益函數。
Cutter(1993)	脆弱度是個人或群體暴露在災害中，或受到其不良影響的可能性。它是地方災害與當地社經條件的互動。
Blaikie et al. (1994)	脆弱度的特徵會反映在個體或社群對於災害衝擊之預測、處理及復原之能力上。
Dow and Downing (1995)	脆弱度是由情境而生的不同感受。生理、人口、經濟、社會和技術等因素都會和自然災害有所關連。
ISDR(2002)	係指由物質條件、社會結構、環境系統、經濟活動等條件所組成之一套條件或計畫，增加或減少一個受災標的受害影響機率。
Birkmann(2007)	指出脆弱度研究涵蓋一個複雜且多重紀律的領域，包含了發展和貧窮問題、公共衛生、氣候研究、保安研究、工程、地理學、政治生態學與災難危機管理。

表 2-2 脆弱度類別比較表

脆弱度類別	評估方式	決定因素
化學物理的脆弱度	一種特定類型災害的頻率與強度的函數	災害本身，災害的強度與災害發生時暴露在當地的人口決定其脆弱度
社會的脆弱度	可以決定災害事件的強度或結果的所有因素	人類系統固有的特質能決定災害的結果，因此環境的變項及暴露的尺度與人類的特質是評估決定因素

資料來源: Adger, Nick and Granham(2004)

另外，在巴貝多行動方案中，以海島之「脆弱度」(vulnerability)為訴求，要求與會各國儘速提出「脆弱度指標」(vulnerability index)，以反映島國或海島之經濟與生態脆弱程度，並據以研提永續發展因應對策。1997年聯合國「經濟與社會事務部」再召集海島國家專家群就「環境脆弱度指標」(environmental vulnerability index)及「經濟脆弱度指標」(economic vulnerability index)分組研究，並於1998年提出初步報告書，1999年三月的布魯塞爾會議則再度檢討各指標之意涵與不同地區之適用性(UNEP web)。雖然就科學研究而言，脆弱度指標之設定與量化分析之精準或預測，仍甚困難，但「脆弱度」已是各海島國家(尤其是小島地區及國家)永續發展的必要考量(蔡慧敏，2002)。

分析脆弱度的含意，其中隱含兩個主要參數即：受體(exposure)與調適能力(adaptive capacity)。試想當某地區遭受災害(hazard)的威脅，然而當地並無任何保護的標的物暴露在危險之中，意即災害並不會造成任何災損，那麼我們可稱此地區的脆弱度極低，也就是易受損性極低；另一方面，若某地區有受體暴露於威脅之中，那麼當地的調適能力(adaptive capacity)就成為決定脆弱度高低的重要參數。當調適能力越高，暴露在相同災害衝擊的威脅下，脆弱度就會愈低，反之則脆弱度越高。

(二)回復力的意義

最早將回復力的觀念運用生態領域是Holling(1973)，於其研究中指出回復力會影響生態系統的關係是否穩固，並據以評估這些系統吸收狀態之變量、驅動變量以及參數等數值的變化與統計量。Timmerman(1981)則進一步討論社會對氣候變化的回復力，在其研究中將回復力和脆弱度聯繫起來，定義回復力是系統或系統一部分承受災害事件的打擊並從中回復的能力。Timmerman(1981)定義社會回復力為人類社會承受外再壓力對基礎設施的打擊或擾動(如環境變化，社會、經濟或政治的劇變)之能力，及其從中回復的能力，社會回復力可以用制度變革和經濟結構的表現載體、財產權、資源可進入性以及人口變化來衡量。

近幾年來，有關回復力研究開始集中在災害學領域。Comfort(1999)將回復力運用在震災與災後應變的行為上，提出回復力乃是運用目前的資源與技能，以適應新的情況與運作環境的能力。Mileti(1999)則認為提升社區(community)回復力是阻止災害造成經濟損失持續增加的一項重要目標，並認為回復力是社區所能承受之災害強度，亦即在災害衝擊下，社區能不遭受毀滅性破壞和損失，且當地經濟能力或生活品質在無外援下亦也不會下降。而Petak(2002)則認為系統的執行能力就是回復力。

Bruneau et al. (2003)則將回復力定義為社會單元對於減災、控制災害影響以及完成復原

行動的能力。Tierney and Bruneau (2007)認為所謂災害的回復力強調的是災前減災的措施，並反應自然人文系統對於災害的應變與復原的能力。他們亦提出了回復力三角關係 (Resilience Triangle) 概念。從上述的文獻中可發現，回復力觀念運用在災害學的領域中，主要被運用在災前的評估(藉此在災前評估的災害可能之衝擊)及災後的策略(藉此處理並減少災害的衝擊)。

根據劉婧等(2006a)之研究指出，回復力的觀念從為最早期運用在力學研究、演變至生態學領域、至社會及環境變遷領域，近幾年來才被運用至災害學領域。

二、脆弱度與回復力評估的意義

(一)脆弱度評估的意義

脆弱度評估 (vulnerability assessment) 是估計遭受風險成分對潛在災害危害脆弱度的過程。脆弱度評估一般被運用於設計防救災政策或使其合法、災害減輕計畫之成本效益分析，或設定減災措施之優先順序。另外脆弱度評估也運用在基礎建設的區位選擇上，例如避免公共設施、公共建築物位於斷層帶、土石流潛勢溪流等環境敏感地上。根據各災害特性及其發生之區位(如災害發生地點位於國土四大功能分區之區位、都市地區、非都市地區)，參考災害潛勢分級準則相關內容，選取衡量受害脆弱度相關指標。國際上主要脆弱度評估模式及其指標整理如表2-3。

表2-3 國際上主要脆弱度評估模式及其指標表

脆弱度評估模式	國別	評估指標
安全性圖表	德國	在單一模式中結合了環境壓力、敏感性、危機三概念，從社會及經濟指標評估在氣候變遷下所造成的脆弱度
模糊理論	德國	結合政治學、經濟學及心理學三面向的指

		標以系統性量化敏感度模式
比較性的脆弱度 評估	美國 (史丹福大學)	在單一矩陣中利用三個脆弱度概念-敏感性、暴露、適應能力，此矩陣不僅可以應用於地區性的尺度，還能在不同系統間進行比較以證實造成此脆弱度原因的假設是否成立
進階陸域生態系 系統評估模式	歐盟	利用生態系統模式及社會經濟變項，以瞭解歐洲人民對生態系統及氣候變遷、土地利用變遷、大氣污染的脆弱度
人與環境系統的 脆弱度分析	美國 (哈佛大學)	使用暴露、敏感性、彈性的概念作為分析的架構，以瞭解環境災害發生時，社會及生物物理的過程對形成脆弱度的影響，研究發現外界的政治及經濟力量與環境的變化，都會重塑區域環境的使用與面對災害的能力

資料來源:林冠慧、孫志鴻(2004)。

聯合國氣候變遷綱要公約組織(UNFCCC)指出脆弱度的關鍵在於，人為幹擾而危害氣候系統，進而可能顯著的對自然和人類系統有不利影響氣候變遷風險下，脆弱度評估包括三種層次，當前氣候所造成的脆弱度、氣候變遷下沒有任何調適和緩和措施時的脆弱度、和適應和緩和措施實施下的脆弱度(林淑華，2008)。

脆弱度評估分析方法步驟包括：

1. 界定分析之標的與時間範圍

針對各災害發生之地點與影響時間及其相關資訊（地形、地勢）進行界定。

2. 研擬受害脆弱度衡量的指標系統

根據各災害特性及其發生之區位（如災害發生地點位於國土三大功能分區之區位、都市地區、非都市地區），參考災害潛勢分級準則相關內容，選取衡量受害脆弱度相關指標。

3. 進行受害脆弱度的基本調查

蒐集災害可引用之資料包含：田野調查、問卷分析、統計資料、相關文獻、相關減災建設等，皆可納入基本調查項目中。

4. 應用受害脆弱度分析工具

依照災害相關資訊，挑選適宜受害脆弱度之分析評估工具，以利分析災害風險程度。

由文獻上選出認定關鍵脆弱度的準則共有七點，分別是影響的大小 (magnitude)、影響的時間 (timing)、影響的持續性與可回覆性 (persistence and reversibility)、估計影響發生的可能性及信賴度 (likelihood and confidence)、潛在的調適 (potential for adaptation)、影響的分配 (distribution) 及系統的重要性 (importance of the vulnerable system) (吳珮瑛，2008a)。

脆弱度共分為全球社會系統(global social systems)、區域系統(regional systems)、全球生物系統(global biological systems)、地球物理系統(geophysical systems)、極端事件(extreme events) (吳珮瑛，2008a)。而脆弱度中的社會系統是指市場系統與社會系統，市場系統包括正式與非正式市場之財貨與服務的提供與販售，非市場影響（如人命的損失、物種的損失及分配的不均等）的評估則牽涉一系列規範性的評價，這些的共識性比較有限。雖然關於間接影響的評估方法還有相當的爭議，然近年來則有一些共識使人們注意到經濟上的一些間接影響，如資本的累積、投資與儲蓄等。又社會系統面對脆弱度所可能衍生的脆弱情形取決於幾個因素，一個是暴露的程度，另一個因素是社會能夠與威脅共存，或者依此而產生的優勢與調適環境的能力(吳珮瑛，2008a)。

脆弱度的評估取決於適應承載力的決定方式，以檢驗系統對氣候變遷的潛在反應。許

多學者竭力於研究社會發展狀況，想瞭解脆弱度的根本原因和進一步加強適應能力。在定量分析中，指標最常被使用於決斷適應能力，例如全國經濟能力，人力資源和環境承載量等(林淑華，2008)。

(二)脆弱度與回復力的關係

關於脆弱度與回復力之定義與關係，於目前的空間規劃與災害風險管理領域中，脆弱度和回復力研究時常都是同時進行的，雖然對於災害脆弱度之研究發展較早，而且趨於複雜化和多元化。但在早期的脆弱度相關研究中，大部分的脆弱度定義中包括回復力的含義，如脆弱度指個體因為暴露於外界壓力而存在的敏感性，以及個體調整、恢復或進行根本改變(如變為新系統或自我耗散)的能力(Hossain, 2001)。

因為脆弱度定義的混亂與不統一，以及對回復力的理解加深後，回復力逐漸從脆弱度之定義中獨立出來，例如 Buckle 等(2001)所做的澳大利亞应急管理(EMA)中脆弱度和回復力定性評估工作。

目前對於脆弱度與回復力之關係主要有以下兩大類觀點: Folke 等(2002)認為脆弱度與回復力是同一硬幣的兩面:脆弱度是承災體被破壞的可能性，它的反面是承災體抵禦和恢復的能力，即回復力;如果承災體是脆弱的，那就同時反映了它的低回復力，反之亦然。很明顯地，用互反性概括脆弱度和回復力的關係並不合理。譬如某一家戶頻繁受到水淹，損失頗大，水災脆弱度大，但家戶在災後及時得到政府救濟金或社會援助等，所以自我恢復能力很強，很快進入災後正常的生產生活。可見，家戶的脆弱度和回復力之間並沒有呈現必然的反向關係。

Buckle 等(2001)認為脆弱度和回復力都是由多個複雜因素的相互作用所形成，同樣屬於事物的屬性但並非全部，在這些因素中對回復力起主導作用的是:對減災資源的可獲取性和經濟安全;解決問題或進行決策的知識和技能;獲取系統的回復力是一種積極的減災行為，減少脆弱度則只是由此產生的一種反應性結果;脆弱度和回復力兩者就像一個雙螺旋結構，在不同的社會層面和時空尺度中交叉，因此它們是不可分離的，既不能簡單視為硬幣的正反兩面，也不能歸納為一個連續體的端點，應該強調兩者之間直接且緊密的聯繫;回復力和脆弱度可以呈正相關性，回復力由低變高的同時，脆弱度也由低變高;回復力和脆弱度也可呈負相關性，當回復力由低變高時，脆弱度由高變低。雙螺旋結構強調了脆弱度和回復力不可分離的關係。

為了更清楚地界定災害回復力，我們可從廣義和狹義兩個方面來進行區分。廣義的災害回復力包括系統抵抗致災因數打擊的能力和災後恢復的能力兩個方面，所以抵抗力包含在廣義的回復力概念中;而狹義的災害回復力則只包括系統災後調整、適應、恢復和重建的能力，可以由恢復速度、恢復到新的穩定水準所需時間，和恢復後水準等變數來表徵。在確定恢復後水準時，應動態地考慮災前水準在恢復的時間段內，以原來正常發展速度應達到的水準，而不是靜態地與災前水準比較。這樣就將脆弱度和回復力的定義明確區分開來。就其狹義的內涵而言，脆弱度是一種狀態量，反映災害發生時系統將致災因數打擊力轉換成直接損失的程度，所以脆弱度研究主要是為災前的減災規劃服務的;而回復力則是一種過程量，反映了災情已經存在的情況下，社會系統如何自我調節，從而消融間接損失並儘快恢復到正常的的能力，因此回復力研究主要用於災後恢復重建計畫的制定，主要的研究目的在於確定從什麼方面入手進行恢復可以達到事半功倍的效果，即找出回復力建設的薄弱環節及災後高效恢復的措施和途徑。需要說明的是，回復力概念在系統沒有被完全損壞前適

應，而在完全損壞時則用重建能力來表達(劉婧等，2006a)。

而災害回復力的研究必須在災害系統中來進行。總結歸納災害系統的各個要素之間的相互關係如下:一個地區在災害發生前存在著潛在的致災因數，人類面對致災因數時具有一定的脆弱度，脆弱度越高意味著風險越大，可能造成的災害損失也越大，而回復力大小決定了實際的災情，回復力大的地區能夠降低可能的災害損失，及時從災害中恢復到正常狀態，回復力小的地區則正好相反(劉婧等，2006a)。

另外，由於系統調整、適應與學習能力的存在，回復力對於下一次的災害也將產生正面影響，可以協助人們更完備地做好備災反應、改進減災規劃和應急預案，從而進一步提高脆弱度，降低風險，即回復力對災害系統存在一種正的回饋機制。所以脆弱度和回復力可看成是承災體兩個重要的品質屬性，由區域自然系統和社會經濟系統來決定，二者互相影響，貫穿於災前、災中、災後各個環節。由於經濟水準、區域政策、人口結構和數量、文化差異等的存在，脆弱度和回復力之區域差異也十分明顯，這使得具有相同致災強度的致災因數發生後，造成的影響迥然不同。明確識別風險和客觀量度區域承災體的脆弱度和回復力，可以使區域管理者有足夠科學依據，以規劃如何避免或儘量減小災害造成的不利後果(劉婧等，2006a)。

三、脆弱度與回復力評估的方法

(一)台灣脆弱度評估相關方法

脆弱度研究在全球變遷議題下，最重要的意涵是希望能透過一套評估系統，以呈現環境的表現及環境變遷對人們的衝擊，評估的結果不僅能做為防災決策的基礎，並能透過對脆弱度因素的分析，以確認降低脆弱度的方法，因此國際上許多科學家不僅嘗試建立脆弱度的評估模式，也在積極探索脆弱度的因果鏈(causal chains)，其共同目標都是要加強人們對全球變遷的適應(林冠慧，2004)。脆弱度分析即為在特定災害事件下，特定區域內，暴露於災害影響範圍內的人口、建物、生態系統、設施、財產，應用統計方法、數量化分析、質化研究等方法，進行受害脆弱度分析與評估。

在開發中國家，對於氣候變異及颱風、颶風、洪水與旱災的極端氣候，仍難達到基本的調適水準，以致於由此所造成的影響也被視為是關鍵的脆弱度(吳珮瑛，2008a)。而減緩關鍵脆弱度的方法有(1)情境分析與目標穩定分析(scenario analysis and analysis of stabilization targets)、(2)輔助分析(guardrail analysis)、(3)成本效益分析(cost-benefit analysis)及(4)成本有效性分析(costeffectiveness analysis)(吳珮瑛，2008a)。

在國內相關研究中，洪雅雯(2005)曾經針對都市地區藉由都市災害脆弱度指標的挑選，嘗試建立都市災害脆弱度評估模式，以作為災害發生前，檢視都市環境中都市災害脆弱度之要因，並作為災害防救計畫之參考依據。其研究彙整都市防災之相關法令規章、文獻與研究理論，擬定都市災害脆弱度評估模式架構，區分為減災、整備、應變、復原等四大評估構面，並依各評估層級挑選適當之評估因數。並以台中縣市進行實證分析，運用層級分析法(analytic hierarchy process, AHP)進行兩階段的專家問卷，經由專家問卷回饋之結果，得到 75 項影響都市災害脆弱度之重要因素，其都市災害脆弱度指標評估操作流程圖如圖 2-2。

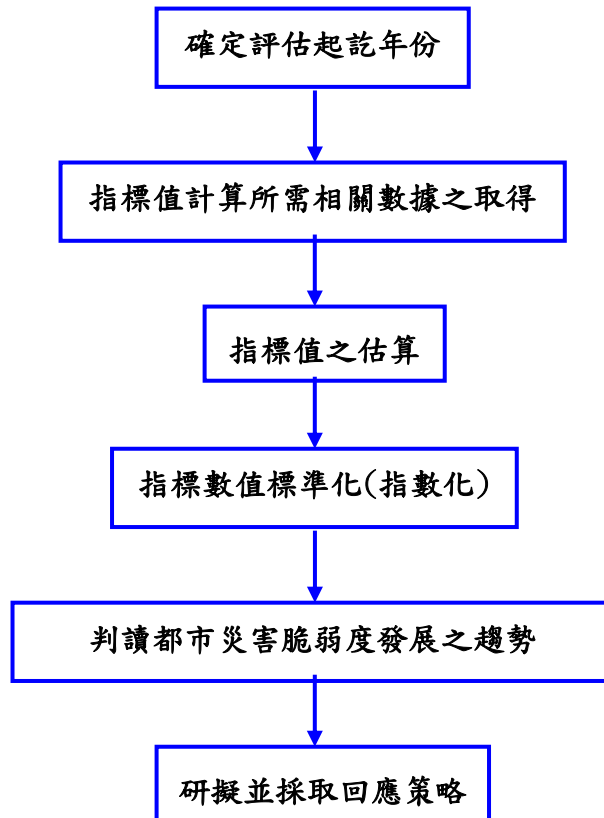


圖 2-2 都市災害脆弱度指標評估操作流程圖
資料來源:洪雅雯(2005)

洪雅雯(2005)之都市災害脆弱度指標之中，有統計資料之指標整理如下：

1. 減災

(1) 都市人文環境

- A. 都市人口密度
- B. 人口成長率
- C. 都市人口老化指數

(2) 土地減災利用與管理

- A. 山坡地超限利用土地面積
- B. 每年核發建築執照件數
- C. 有無劃設災害危險區域
- D. 水土保持處理面積
- E. 治山防災治理工程費

(3) 都市防災規劃

- A. 都市公園綠地面積
- B. 都市公路密度
- C. 有無規劃防災避難圈
- D. 有無訂定災害防救相關法令

(4) 災害防救資訊技術

- A. 有無製作災害潛勢圖
- B. 有無建置災害防救資料庫
- C. 有無建置資訊通訊系統
- D. 有無建置災害監測及預警/報系統

(5) 設施及建築物之減災與補強對策

- A. 防範管理檢查合格率
- B. 已制定消防防護計畫比率
- C. 已遴用防災管理人比率
- D. 禦潮、海堤新建長度
- E. 兩水下水道新建長度

(6) 二次災害之防止

- A. 有無建立災後疫情通報機制
- B. 有無建立災後環境消毒機制

2. 整備

(1) 防救/應變計畫及相互援助協議之研訂

- A. 有無擬定災害防救/應變計畫
- B. 有無擬定災害標準作業程式
- C. 有無相互支援災害處理機制

(2) 防救能力之整合與強化

- A. 消防員警人員數
- B. 義警消人員數
- C. 每千戶消防栓數
- D. 每萬人消防車輛數

(3) 災害應變中心與資源整備

- A. 有無設置災害防救專責單位
- B. 有無訂定災害搶救設備調度與供應計畫
- C. 有無訂定救濟急物資調度與無應計畫

(4) 避難場所與設施管理、檢修維護

- A. 有無定期檢修災害防救設施/備
- B. 有無研擬避難場所管理辦法

(5) 緊急醫療整備

- A. 每萬人醫院數
- B. 每萬人病床數
- C. 每萬人醫事人員數
- D. 有無成立醫療災難中心

3. 應變

(1) 災害應變中心設立與運作機制

- A. 有無研擬各層級災害應變中心成立與運作機制
- B. 有無研擬災情通報機制

- (2) 災區管理與疏散安置
 - A. 有無建置災情資訊專用頻道
 - B. 有無建立緊急疏散、收容作業機制
- (3) 罹難者處置
 - A. 遺體冷藏冰櫃總數
 - B. 殯儀館、火化場數
- (4) 緊急動員及急難醫療救助
 - A. 民間消防、救難團體組織總隊數
 - B. 有無研擬緊急動員機制
- (5) 維生機能因應對策
 - A. 飲用水合格率
 - B. 有無研擬維生應急、救援物資供應機制

4. 復原

- (1) 災情勘查與復原振興
 - A. 有無建立災情資料庫
 - B. 有無研擬產業復原/振興相關計畫
- (2) 災後復建必要金融措施
 - A. 有無研擬災害保險制度
 - B. 有無災害準備基金
 - C. 有無協調金融機構提供貸款
- (3) 災後環境復原
 - A. 有無制定廢棄物清除作業機制與管理辦法
 - B. 垃圾清運處理車輛數
 - C. 廢棄物清理人數
- (4) 災民慰助與生活安置
 - A. 災害總安遷戶數
 - B. 生活重建服務中心數
 - C. 每萬人口志工數
 - D. 有無協助受災戶申請稅捐減免或保險理賠
 - E. 每年天然災害救助金額

脆弱度是因為環境敏感性差異所造成 (Dow and Downing, 1995)，關於國內脆弱度評估相關之研究文獻，依據評估對象各縣市、集水區、流域之不同整理如表 2-4 所示，可發現由於評估對象範圍之不同，而有不同的研究方法與指標分類。

表 2-4 台灣脆弱度評估相關研究文獻整理表

評估對象範圍	年代作者	研究主題	研究方法	指標分類
各縣市	2005 洪雅雯	建立都市災害脆弱度指標之研究	AHP 專家問卷	減災、整備、應變、復原四大評估構面
	2006 鍾佳霖	台灣地區各縣市颱風災害脆弱度評估之研究	資料包絡分析法、地理資訊系統	三項投入：人口數、歲出金額、農業經濟產值；四項產出：死亡人數、受傷人數、災害救助金額、農業經濟損失
	2007 江宜錦	天然災害統計指標建構與分析-以台灣各縣市為例	模糊德爾菲法、模糊AHP	脆弱度統計、災害損失統計、災害管理統計三大評估標的
	2008 蕭煥章	水災脆弱度評估模式之建立-以汐止市為例	學者專家深入訪談、地理資訊系統	社會脆弱度:女性、住戶數、人口數、低收入者、獨居老人、身心障礙者、14歲以下、65歲以上與不識字;自然脆弱度:淹水潛勢資料與納莉颱風造成汐止各裡淹水的戶數
	2008 陳建智	台灣脆弱度指標建構與評估之研究	情境分析、統計檢定	居住、糧食、生態、健康、水資源、整體脆弱度指標
集水區	2003 陳慶和 吳瑞賢	台灣主要集水區颱風豪雨之相似度與危險性分析	統計方法	颱風路徑、降雨、災害發生
	2007 闕蓓德	集水區脆弱度分析	美國集水區保護中心脆弱度分析方法、地理資訊系統	降雨強度、土壤型態與地表負載潛勢、各分區之地形、河川形態、與出水口距離、污染物在河道中衰減的作用
	2008 闕蓓德	應用環境脆弱度分析於集水區土地利用分區管制之研究	多準則評估	先檢討 95 年度集水區脆弱度分析成果，脆弱度與回復力分析方法之實例探討；再建立經濟發展與環境衝擊之多目標集水區評量系統；最後為集水區土地利用分區管制策略建立與成果發表
流域	2006 鍾懿萍	區域規劃與流域土地分區利用型式判定及總量管制策略之研究	生態系統管理、地理資訊系統	依據國土功能分區、山坡地土地可利用限度分類、國土復育計畫分類，並配合流域環境敏感界定水裡溪流域核心區、緩衝區、開發區

2007 童慶斌 遊保杉 李明旭	強化區域水資源 永續利用與因應 氣候變遷之調適 能力	水資源系 統動力模 式	分析各項水資源管理與規劃策略之 脆弱度，結合國內外模擬未來可能 之氣候變遷之預設情境，並將國內 未來經濟社會發展對水資源需求之 可能情境納入考量，及評估氣候變 遷對淡水河流域各項水資源使用所 帶來之衝擊，並探討各項調適策略 之優劣，期能由模擬與最佳化分 析，進而強化淡水河流域水資源彈 性調配能力及水資源規劃與管理決 策，藉此計畫推動並強化未來水資 源規劃與管理面對氣候變遷之調適 能力
---------------------------	-------------------------------------	-------------------	---

在最近之相關研究中，吳杰穎、何明錦、張佑慈(2009)初擬氣候變遷下都市災害風險評估指標系統，運用模糊德爾菲法(Fuzzy Delphi)，進行兩回合之專家問卷調查，篩選評估指標。篩選後之評估指標系統，分為分別為氣候變遷因素、自然環境條件、社會環境條件等三大面向；六項指標：分別為降雨、溫度、環境敏感地、地理環境、易受災人口特性、建成環境；以及 15 項變因。

李洋寧、郭彥廉(2009)之研究中，邀請專家學者召開工作坊及進行專家問卷，針對洪災、旱災、海岸災害及坡地災害等天然災害，建立氣候、環境及社會變遷與災害衝擊之關聯。其中在洪災方面，氣候變異以「降雨強度增加」重要性最大；環境、社經脆弱度方面，「地勢低窪地區」、「土地利用不當」、「都市化暴露量增加」、「治水政策效果不佳」、「產業超抽地下水」對洪災衝擊的重要性較大。此外，洪災主要分為都市排水、河川溢流及海水倒灌，可能引發土石流造成坡地災害，造成農作與漁獲減損、對身心健康、觀光造成衝擊。

李欣輯、楊惠萱、廖楷民、蕭代基(2009)之研究結果發現，社會脆弱性指標的架構，共有三個面向，包括：(1)最大可能損失，(2)自保能力，(3)復原與適應能力。結果顯示，東部地區(台東、花蓮縣)相較其他縣市而言，水災的社會脆弱度較高，嘉義縣的社會脆弱度則較低。以嘉義縣為例，嘗試應用社會脆弱性指標，透過 GIS 圖層的繪製，將其套疊淹水潛勢圖以呈現淹水風險地圖。藉由建立社會脆弱性指標及結果的應用，提供多元資訊於災害防救工作上，以期政府能更有效進行風險管理與擬定災害相關政策方針。

張竣維(2009)曾探究脆弱度的內涵，擬出脆弱度評估指標，藉由模糊德爾菲法的專家問卷分析，建立指標體系；之後再應用多準則評估方法中的層級分析法與網絡分析法，加以找出都市脆弱度指標的階層關係與權重，最後針對擬出的指標體系，將應用於台灣主要都會區做為實證分析，並檢視此指標的分析結果是否符合過去或現在的情況，有無改進之處與後續研究。

陳令韡(2009)選定大甲溪流域為範圍，並以颱風洪水、土石流災害為前提，架構出合適的脆弱度評估體系與指標。並應用分析網路程序法來處理相互影響的因素，以求得各個評估指標之權重，藉此發掘何處潛在損失會比較嚴重。

陳姿叡(2009)利用感受性系統模型做為研究方法，利用感受性系統模型為一兼具量化及質性之特性模型，建立都會區脆弱度之系統模型，試圖以系統性之方式，做為探討都會區

颶風災害脆弱度之主要工具。研究中首先定義 19 個系統變數，並透過團體討論及問卷建立辨識的系統角色與關聯函數，經由系統角色判別可得知，於系統變數中，以防救災應變計畫、防災設施、防救災經費及復原重建計畫等四項變數，於系統中為關鍵影響變數。

盧鏡臣等(2009)透過社會脆弱度及社經暴露量兩個面向之分析，來評估各鄉鎮市區在面對災害時社經衝擊的相對大小。其結果指出，若台北都會核心、新竹、台中、台南、高雄市區等高度發展地帶發生災害，將造成嚴重的社會經濟衝擊。上述地區的減災及整備措施的落實，在全國尺度的災害管理上便顯得相當重要。至於山區鄉鎮及花東地區，則有較高的社會脆弱度，在政策上應特別關注其個別家戶災害回復力的提升。

洪鴻智、王翔榆(2010)建立一套評估方法，納入多危險源、多空間單元、多受體、多元暴露及民眾參與，以進行綜合性的區域環境風險評估。透過陽明山國家公園之案例分析，應用歷史資料、遙測資料、實地調查資料，及地理資訊系統技術處理，進行整體性的區域環境風險評估。案例評估結果顯示評估地區的環境危險源、脆弱度與風險特性，及高環境風險地區的空間分布。最後亦提供亟需推動環境風險管理措施地區的建議，及不同地區風險管理策略擬定的重心，以作為環境規劃或管理者之決策支援。

李堅明、陳建智(2010)為建立台灣氣候變遷的脆弱性指標系統，並檢定指標系統的藕合性(decoupling)以及評估台灣的脆弱性狀態，提供未來調適政策擬定之參考。研究結果發現：(1)1988 年以來，台灣整體脆弱度（總合狀態指數）呈現微量惡化現象；(2)整體脆弱性 PSR 指標架構間的藕合性高，具有政策回歸饋功能；(3)權重對整體脆弱性評估具敏感性，不同權重設定將影響評估結果。

(二)國外脆弱度評估相關方法

1945年，美國地理學家Gilbert F. White在對洪水災害進行研究的基礎上，在Environment as Hazards一書中，提出了「適應與調整」的觀點，確立了人類對致災因數的認識和對極端事件調整的主要原則(Burton et al., 1993)。首次將人們防災減災的視線從單純的致災因數研究和工程防禦措施擴展到人類對災害的行為反應，指出了可以通過調整人類行為而減少災害影響和損失，為其後的綜合減災奠定了理論基礎(商彥蕊，2000)。

Pelanda(1981)之研究指出，脆弱度分為上位一般性脆弱度與下位特殊性脆弱度，之間會相互影響，導致地區整體脆弱度的改變。Pelanda(1981)提出不同空間尺度的脆弱度思考方式，也可以作為後續思考參考。

Turner II et al. (2003)提出的脆弱度評估架構(圖2-3)，可提供要素與關聯（組成結合系統對災害脆弱度）的概括分類，該基本架構包括：

1. 討論的結合系統中，更廣泛的人類與自然（環境）的運作條件與過程。
2. 這些條件與過程產生的擾動與壓力源-壓力。
3. 存在脆弱度的人類環境系統，包括暴露性與應變能力（也對是處理、影響、調整與適應）。這些元素是相互影響且尺度相依，所以分析會受結合系統概念化的方法與研究範圍所影響。

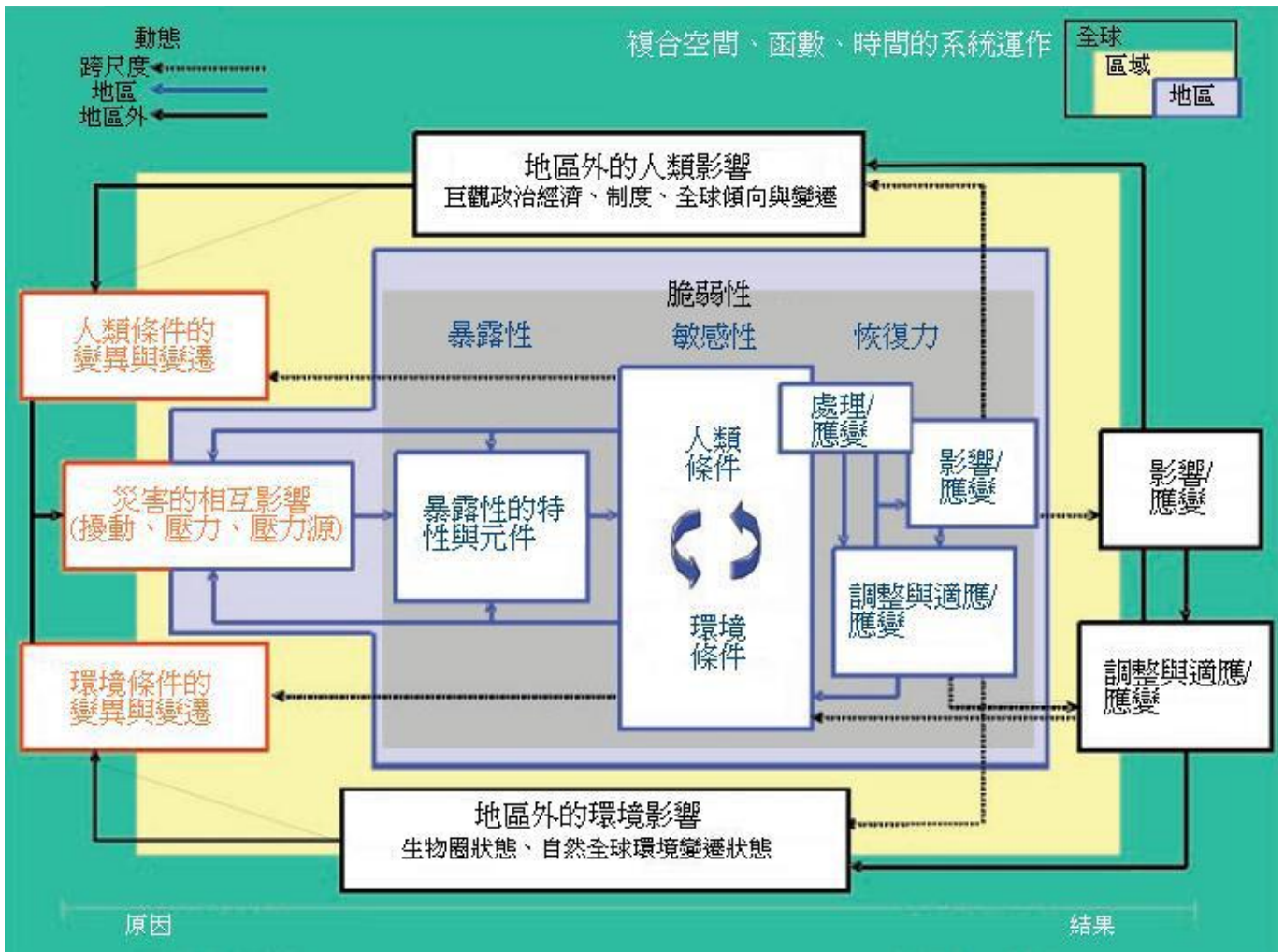


圖2-3 脆弱度評估架構，脆弱度要素連結因素圖
 資料來源:蕭煥章(2008)翻譯自Turner II et al. (2003)

依空間尺度可連結地區（藍）到區域（黃）到全球（綠），不論空間尺度為何，人類環境系統由分析的地區所構成，系統中的災害是受系統與地區的外部及內部影響而產生，因此，災害本身是位於評估地區之內與外，這些災害對結合系統有潛在的影響，包括系統經歷擾動與壓力源的方式，進一步針對地區性敘述詳如下圖2-4。

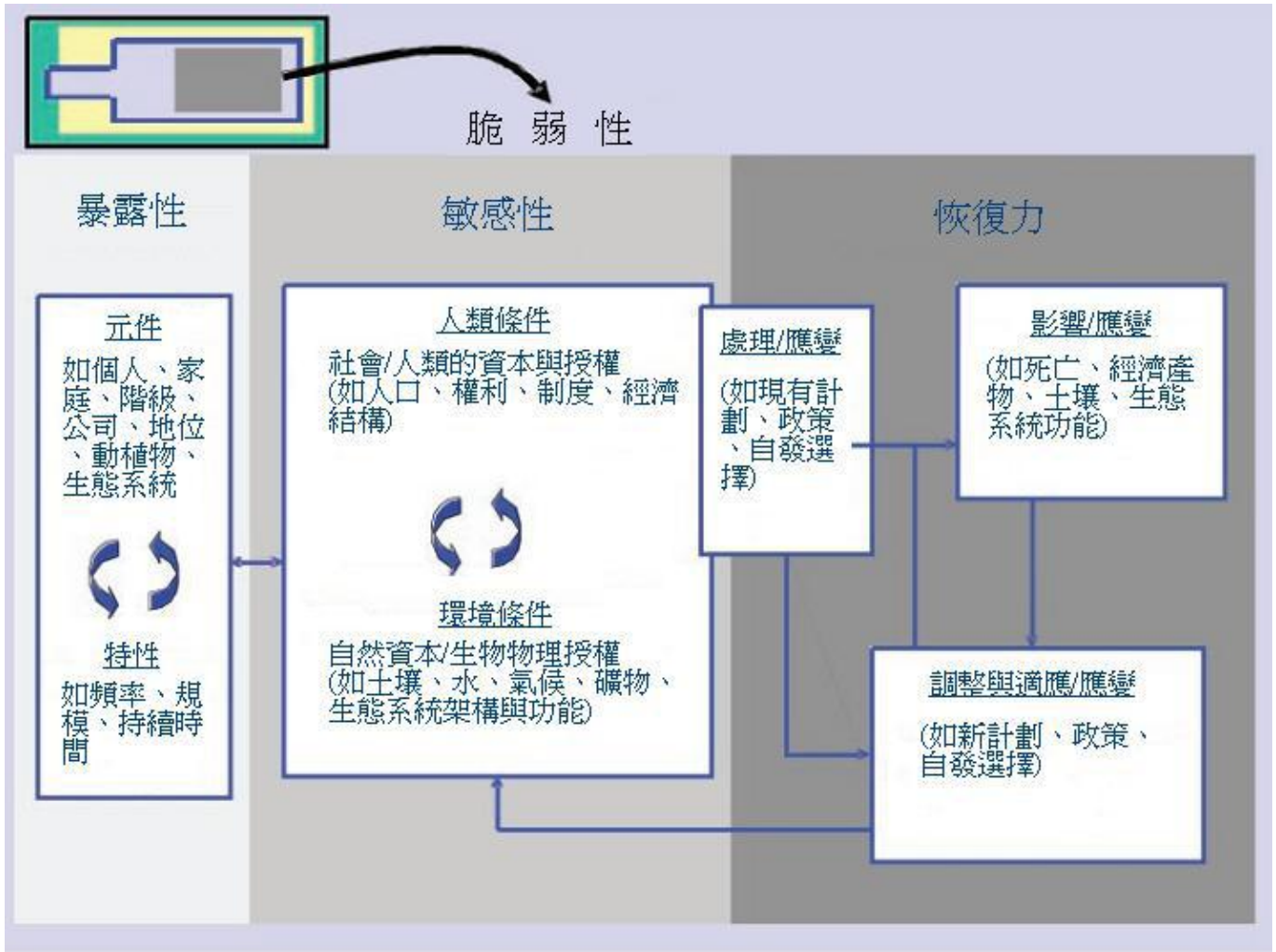


圖2-4 脆弱度評估架構中，暴露性、敏感性與回復力要素圖
 資料來源:蕭煥章(2008)翻譯自Turner II et al. (2003)

系統的人類環境條件決定它對暴露性的敏感性，這些條件包括影響現有處理機制的社會與自然資產。對人類子系統來說，這些機制可能為個人的自發行動或政策走向的改變，重要的是，社會與自然的回應或處理機制會相互影響與回饋，所以人類子系統的回應能造成自然子系統較多或較少的處理能力，反之亦然。該架構說明脆弱度評估的複雜性與相互關係，著重於某地區影響人類環境系統脆弱度的潛在因素與關聯陣列，其系統特性為可依據使用者所關切的事與目標由左至右（災害至結果）或由右至左（結果至災害）來應用，但不同的分析方向可能產生不同的脆弱度。

另外，當前最先進的洪水損害分析，主要著重於有形的洪災影響之經濟評估，Messner and Meyer(2005)指出重要的經濟、社會和生態面向洪災相關的脆弱度是被忽略的，對於洪水研究而言，發展一個更廣泛觀點的洪災損害評估是一項挑戰。這是洪水研究的一項挑戰去找出新型和創新的方法，以克服目前洪水損害和脆弱度分析方法的缺點。因此，加強洪水風險管理的全部方法，關於它的社會-經濟組成要素。在洪水整合性計畫之中，在由歐盟所資金支援的第6次架構計畫中，一群歐洲社會科學家的研究目的是洪水脆弱度分析的5個缺點。這個研究的目標有以下5點：

- (1)提供方法論上的指導方針於洪水影響的貨幣估計在人類健康和環境上。
- (2)提供方法論上的指導方針於間接經濟影響的貨幣估計，在投入產出模型技術的基礎上。

- (3)促進函數上在預期要發生的損害和洪水特性之間脆弱度關係的發展，在淹水深度之外。
- (4)促進函數上在預期要發生的損害和社會經濟敏感度指標之間脆弱度關係的發展，在更廣泛的意義之下，特別著重於風險認知、準備和處理指標。
- (5)發展多評估工具以包含非貨幣無形損害加入洪水損害分析的評估架構。

Messner and Meyer(2005)提出之洪災脆弱度分析指標圖如下圖 2-5。

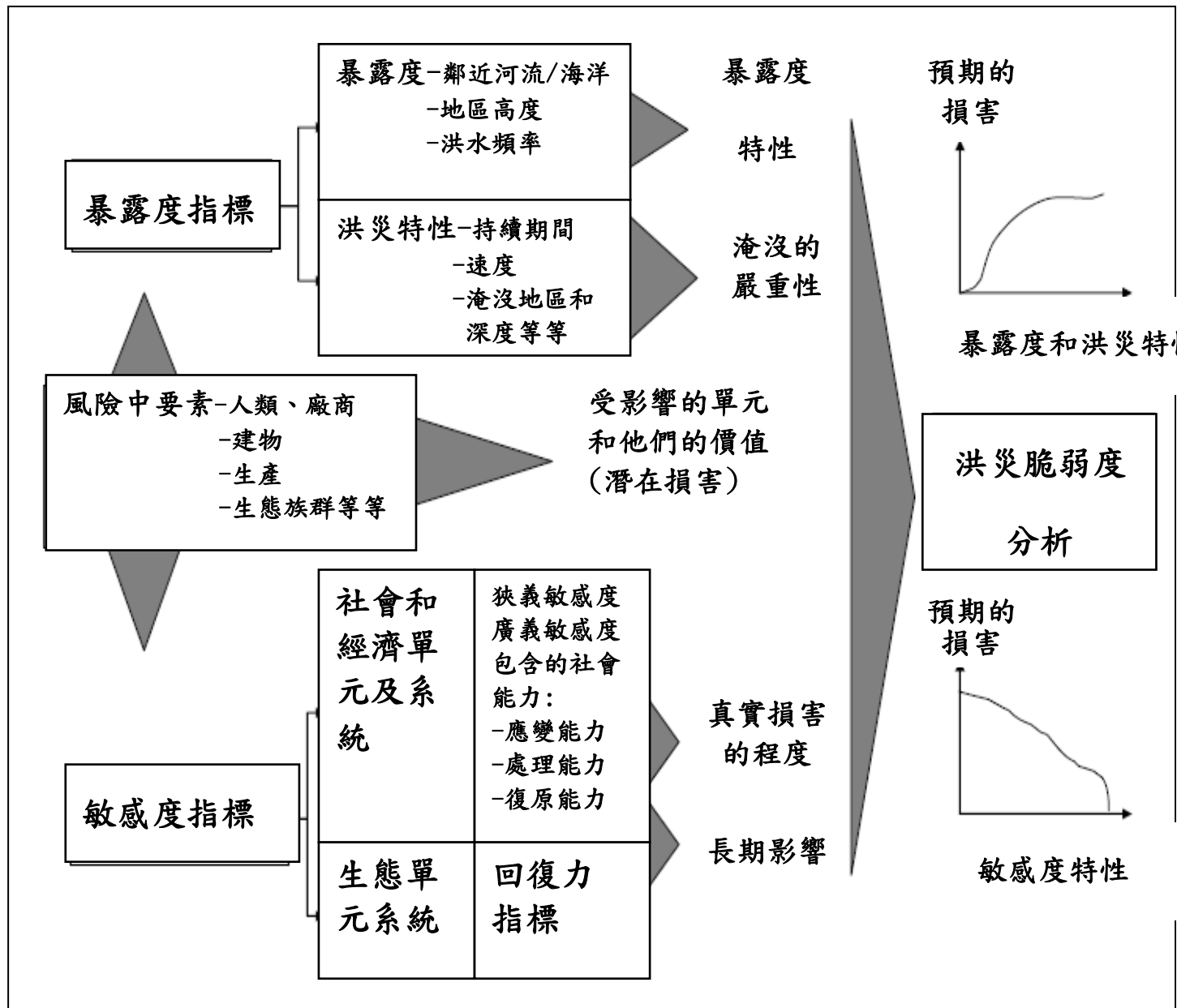


圖 2-5 洪災脆弱度分析指標圖
資料來源: Messner and Meyer(2005)

Forte, Strobl, and Pennetta(2006)使用GIS、航空照片和遙測於損失估計和洪水脆弱度分析的方法在義大利，其研究表現了一個對損失估計和洪水脆弱度分析先導技術的應用，整合了一個地理資訊系統、航空照片和遙測方法。分析結果清楚的表現Graben地區是在潛在最高洪水脆弱度，然而沿著Horsts洪水脆弱度是更低的。

Speakman(2007)利用洪水壓力點之繪圖，以評估英國消防服務對於洪水的脆弱度，對

於英國消防服務的一個脆弱度指標，已經被設計於鑑定在嚴重的洪水事件之中易脆弱的位置，以最近英國消防服務的案例研究而言，脆弱度的模式，從及時需求和資源的觀點，能藉由調查環境的起因，以及他們和回應局處的調適能力之互動而被解釋。

Mehaffey et al. (2008)以美國北卡羅來納州 (North Carolina) 當中 15 個行政區，進行 3 種不同模式下的發展模擬，分別為「依現況持續」、「中密度的成長」與「高密度的緊密城市」，以推估 30 年後的地方脆弱度。Mehaffey et al. (2008)運用地方發展的緊密程度來觀察，並納入包括土地、水資源和社會經濟的變數做為脆弱度的分析指標。當中的土地指標，有農業面積、道路密度、濕地等等，依照使用現況做統整和分類，挑選出合適的變數。分析結果發現，如果是「緊密城市」的發展模式，可以有效地改善各個行政區的環境品質，並且降低土地資源的耗費，而脆弱度也是 3 種模式中最低的。只要從分析過程中找出關鍵的控制變數，例如增加農業區的面積，決策者就可透過土地使用規劃的策略達成此目的，這也是脆弱度評估應用的最好範例。

Balica, Douben and Wright(2009)曾對不同空間尺度之洪災脆弱度指標進行研究，包括流域、次集水區、都市地區，研究方法發展了每一個空間尺度不同的特性，因此允許更深度的分析和地方指標的解釋，也指出了洪災脆弱度的地方熱點(hotspots)。

Fekete, Damm and Birkmann(2009)指出，不同空間尺度下，環境、社會系統所著重的評估內容項目有所不同。大空間尺度強調氣候變遷、人口總量、經濟等項目，小空間尺度強調土壤、植物、水紋、人行為、知覺等項目。也說明不同尺度空間評估的資料差異、評估結果差異、評估方法的差異（如小尺度需考量參與機制等）。

(三)中國大陸脆弱度評估相關方法

而在大陸相關研究中，陳香(2007)以福建省為例，根據颱風災害承災體特徵，構建了颱風災害承災體脆弱度評價指標(表 2-5)和評價模型，對福建省颱風災害承災體脆弱度時空動態進行評價。結果表明：福建省颱風災害脆弱度呈明顯上升趨勢；三個時段承災體脆弱度統計表明，脆弱度差值和平均值呈不太明顯上升，但高值縣數明顯增多，而低值縣數明顯減少；空間分佈不均，脆弱度高值集中分佈在東部沿海，體現福建人口經濟地區差異明顯。颱風災害承災體脆弱度時空趨勢評價可為福建省制定區域防災政策和經濟持續發展提供科學依據，建議脆弱度高值區應該成為福建防災減災的重點。

表 2-5 福建省颱風災害承災體脆弱度評價指標等級及權重

指標	權重	方向	10 分	8 分	6 分	4 分	2 分
人口密度 人/k m ²	0.254	+	> 800	400-800	200-400	100-200	<100
城市人口比重%	0.130	+	>0.8	0.6-0.8	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2
地均 GDP 萬元/k m ²	0.254	+	> 240	120-240	60-120	30-60	<30
農民人均剩餘額 /元	0.062	-	> 1400	1100-1400	800-1100	500-800	<500
農作物面積 比重%	0.130	+	>0.5	0.3-0.5	0.2-0.3	0.15-0.2	<0.15
地均基建投資 萬元/k m ²	0.042	-	> 80	40-80	20-40	10-20	<10
單位從業人員比 重%	0.062	+	>0.18	0.14-0.18	0.1-0.14	0.08-0.1	<0.08
單位面積通車里 程 km/m ²	0.029	-	>0.8	0.6-0.8	0.4-0.6	0.2-0.4	<0.2
中等教育人員比 重%	0.015	-	>0.07	0.06-0.07	0.05-0.06	0.04-0.05	<0.04
衛生技術人員比 重%	0.042	-	>0.008	0.006-0.008	0.004-0.006	0.002-0.004	< 0.002

資料來源:陳香(2007), 福建颱風災害脆弱度時空趨勢評價。

從洪災系統的角度來看, 洪災風險是由洪災危險性、洪災易損性和洪水災害災情共同構成的, 其中洪災易損性是由承災體的脆弱度和暴露性決定的。目前多數學者認為, 洪災風險是由洪水危險性、脆弱度和暴露性 3 個要素決定的, 這類似於 Crichton and Mounsey(1997)提出的“洪災風險三角形”概念模型(圖 2-6); 而張會、張繼權、韓俊山(2005)另一種洪災風險概念模型(圖 2-7) 認為在洪災風險的形成過程中, 除了危險性、暴露性和脆弱度之外, 防災減災能力對於洪災風險的作用也是比較大的, 指出洪災風險是由洪災危險性、暴露性、脆弱度和防災減災能力四個因數共同構成的。對於這兩種洪災風險概念模型, 作者更偏向前者, 因為防災減災能力是一種風險減輕和風險轉移措施, 更多的是對洪水危險性、洪災易損性的影響(黃大鵬、劉闖、彭順風, 2007)。

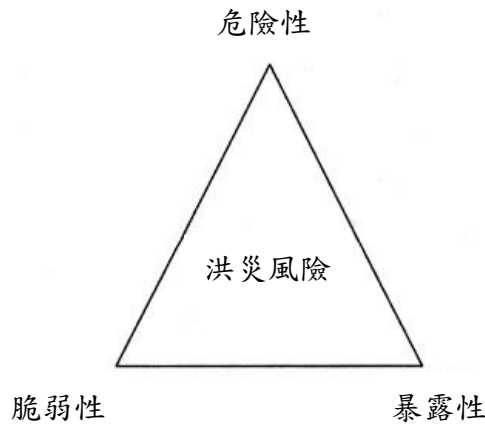


圖 2-6 洪災風險三角形概念模型圖
資料來源:Crichton and Mounsey(1997)

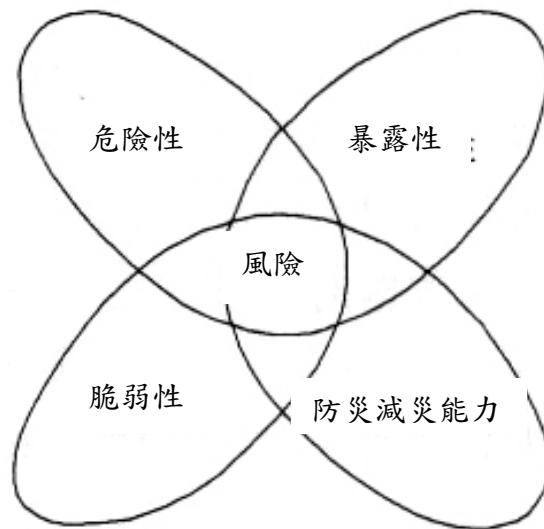


圖 2-7 洪災風險形成概念模型圖
資料來源:張會、張繼權、韓俊山(2005)

另外，馬定國等(2007)運用 1.5 萬 DEM 地形資料，對鄱陽湖區洪澇災害風險區區域範圍及空間分佈進行了分析。在此基礎上，以鄉鎮為基本研究單元，選取鄉村人口比重、耕地面積比重為洪災風險暴露分析指標，選取單位面積生產總值、農民人均純收入、第一產業從業人員比重、農業收入占農村經濟總收入比重等為農戶洪災應對能力分析指標，並引入了不同洪水水位特徵值的影響係數，對鄱陽湖區農戶洪災脆弱度程度進行了定量研究。結果表明，鄱陽湖洪災風險區面積廣、影響深，農戶對洪澇災害總體上存在著較高的脆弱度，在所涉及的 180 個鄉鎮中，農戶脆弱度高於平均值的有 100 個，占到鄉鎮數 55.56%，脆弱度最高的鄉鎮主要集中在濱湖地帶及五河幹流沿岸地區，而脆弱度較低的鄉鎮則主要分佈在湖區各縣城關鎮所在區域。

石勇等(2008)從災害系統承災體的角度，分析影響災害脆弱度的基礎設施、城市形態、社會經濟、人口結構和災害管理體制等 5 個方面，順應脆弱度評價量化的趨勢，依據一定的原則，不分災種，面對區域和人群，選取代表性指標嘗試構建了沿海城市自然災害脆

弱度的評價指標體系，利用 AHP 法對該區域相應指標的權重進行確定，建立了脆弱度模型，並在收集和標準化數據的基礎上，以上海市浦東開發區為例進行了實證分析。結果證明，模擬結果與實際情況基本吻合，可以為沿海城市防災減災提供科學依據，有一定的參考價值。結果證明，模擬結果與實際情況基本吻合，可以為沿海城市防災減災提供科學依據，有一定的參考價值。

鄒君、傅雙同、毛德華(2008)從自然脆弱度、人為脆弱度、承載脆弱度 3 個方面選取 11 個評價指標，構建了湖南省衡陽市水資源脆弱度評價指標體系。採用 5 級 100 分制方法對指標數值進行量化，運用綜合指數法進行定量評價，其中指標臨界值的確定主要參考南方 8 省各指標的極值。從評價結果來看，衡陽市水資源為強脆弱。其中，少雨期乾旱指數、多年平均降水量、人口密度和人均 GDP 對水資源脆弱度貢獻最大。因此，可以通過採取水資源管理措施進行產業結構調整，提高水資源利用率，控制人口增長，加強水利工程建設，完善水資源管理等措施來降低水資源的脆弱度。

孫阿麗等(2009)討論脆弱度內涵的基礎上，理清了脆弱度、風險與災情的關係，文章採用演繹法，據歷史災情參考全球尺度災害風險評估國際計劃的基本思路做災後脆弱度的評估。在不考慮自然因素的前提下，採用相關分析方法找出影響自然災害脆弱度的社會因素，結果表明：人口密度、人均產值、地均 GDP 三要素與脆弱度間具備顯著的相關關係。最後，對沿海區域自然災害脆弱度的特點進行研究，探討了該區域宏觀脆弱度的區域分異規律，並分析了產生這種現象的根本原因，旨在從人類社會本身找出災難根源，為災害保險和政府決策提供有效指導。

樊哲文等(2009)以江西省為例，依據生態脆弱度的內涵與成因，針對江西區域生態環境特徵，構建了江西省生態脆弱度綜合評價指標體系，採用空間主成分分析法，確定各指標的權重。在 GIS 支持下，採用綜合指數評價法計算生態脆弱度綜合指數。研究結果表明，2005 年，該省生態環境以中度脆弱為主，佔全省總面積的 85.36%，低度脆弱面積佔 14.64%，整體上屬中度脆弱區；脆弱度空間分異特徵明顯：五河上游山區大多屬於強中度或中中度脆弱區，五河中下游丘陵地區大多屬於弱中度脆弱區；而低度脆弱區主要分佈在鄱陽湖平原區和吉泰盆地。研究結果揭示了江西的自然環境條件是導致生態脆弱度的基礎，而人類不合理的活動加劇了其脆弱度。

趙慶良等(2009)之研究指出，洪災脆弱度評價是把洪水災害與風險研究緊密聯繫起來的重要橋樑。沿海城市地位的重要性和面臨自然災害的高脆弱度，使沿海城市自然災害研究受到世界各國政府的普遍關注。與國外相比較，國內對沿海城市系統洪災脆弱度研究較少。為了進行準確的洪水災害風險評價，從而更好地制定城市防洪減災的對策和措施，城市系統的洪災脆弱度研究就顯得十分重要。本文基於復合生態系統理論，從系統的角度出發，分別構建了上海城市系統洪災自然子系統、社會子系統和經濟子系統脆弱度評價指標體系，並採用層次分析法和熵值法結合確定指標的組合權重，兼顧主客觀賦權優點，提高評價結果的科學合理性。最後對上海城市系統洪災脆弱度進行模糊綜合評價，評價結果與實際情況基本相符。本文研究結果可為上海市沿海地區土地利用規劃和社會經濟發展規劃提供參考依據。

王建華(2009)通過對洪水災害評價指標危險性、暴露性、易損性以及防災減災能力 4 因數的分析，用模糊綜合評判法構建了洪水災害風險評估模型，利用該模型對湖州市下轄區縣進行了風險評估，給出各區縣的風險指標，並分析了各區縣的風險類型和風險程度，為今後製定防洪規劃、合理分配防洪減災力量提供了科學依據。

倪貴平、伍世代(2009)通過構建山區土地利用變化對環境影響定量研究的指標體系，以及研究方法的應用分析，對未來土地利用總體規劃實施後的環境影響進行了預測，從而為製定減輕土地利用規劃，造成不良環境影響的綜合決策提供技術支援，並能為其他相關研究提供參考的案例。

陳倬、余廉(2009)認為城市化水準的提高使得城市脆弱度問題日益嚴重，包括城市發展帶來的結構型脆弱度問題和自然、人為災變因素引起的脅迫型脆弱度問題。作為目前未被充分利用的自然資源，地下空間的開發利用為解決城市脆弱度問題提供了新的途徑，即利用地下空間加強城市內在安全性，和利用地下空間完善城市防災空間體系。

本研究將中國大陸脆弱度評估最近相關研究之研究方法，整理如表2-6所示。

表2-6 中國大陸脆弱度評估最近相關研究之研究方法比較表

作者年代	研究主題	研究範圍	研究方法	主要指標
馬定國等 (2007)	鄱陽湖區洪災風險與農戶脆弱度分析	鄱陽湖區	GIS、向量和法	洪災風險暴露分析指標、農戶洪災應對能力分析指標
陳香(2007)	福建颱風災害脆弱度時空趨勢評價	福建省	AHP	人口密度、城市人口比重、地均GDP農作物面積
石勇等(2008)	沿海城市自然災害脆弱度評價研究-以上海浦東新區為例	上海浦東新區	AHP	基礎設施、城市形態、社會經濟、人口結構、災害管理體制
鄒君、傅雙同、毛德華 (2008)	中國南方濕潤區水資源脆弱度評價及其管理-以湖南省衡陽市為例	衡陽市	3個方面選取5級100分制方法、綜合指數法、AHP	自然脆弱度、人為脆弱度、承載脆弱度
倪貴平、伍世代(2009)	土地利用規劃環境影響脆弱度評價研究	龍巖市	AHP、生態環境脆弱度的公式	社會經濟層、自然資源層、生態環境層
陳倬、佘廉 (2009)	城市安全發展的脆弱度研究-基於地下空間綜合利用的視角	城市地下空間	文獻回顧	結構型脆弱度、脅迫型脆弱度
孫阿麗等 (2009)	沿海區域自然災害脆弱度特徵及影響因素分析	沿海區域	演繹法、相關分析方法 DRI、 HOTSPOTS	人口密度、人均產值、地均GDP
王建華(2009)	基於模糊綜合評判法的洪水災害風險評估	湖州市下轄區縣	模糊綜合評判法、AHP	危險性、暴露性、易損性、防災減災能力
趙慶良等 (2009)	上海城市系統洪災脆弱度評價	上海	AHP、熵值法、模糊綜合評價	洪災自然子系統、社會子系統和經濟子系統
蘇飛、張平宇 (2009)	礦業城市社會系統脆弱度研究-以阜新市為例	阜新市	向量和法	經濟水平、教育水平、生活質量、社會保障
樊哲文等 (2009)	江西省生態脆弱度現狀GIS模型評價	江西省	空間主成分分析法、GIS	結構型脆弱度指標、脅迫型脆弱度指標

劉小生、餘豪峰(2009)	基於GIS和BP神經網絡的洪災損失評估模型的研究	鄱陽湖區	GIS、BP神經網絡	洪水致災、地形條件、防洪能力、社會經濟
---------------	--------------------------	------	------------	---------------------

歸納自然災害脆弱度評估常見的三種方法:基於歷史數據、指標體系和實際調查的災損率曲線三種方法，而以多準則評估之指標體系最為常見，也應用最廣，並且有結合GIS應用之趨勢。

(四)回復力評估的方法

1.定性評估

經過多年在定義上的爭論，以及回復力聯盟和UN/ISDR對生態、社會和制度回復力解釋的融合，回復力概念在政策和管理等方面之價值，已為大眾所接受和認可，但回復力研究仍停留在概念層面，仍有待加強使概念可操作化的方法。在回復力聯盟的理論領域和國際減災戰略的應用領域都仍面臨著相同的問題，包括:回復力衡量、檢測與標準化仍未有突破之研究。回復力的量化研究還非常薄弱，僅有的少量研究中又以定性研究為主，例如Buckle等(2001)在其澳大利亞應急管理(EMA)的報告書中，在集體討論和問卷調查等方法的基礎上，對個人和社區的回復力進行了全面的定性評估;Rego(2002)提出應該保證社區物流和服務流的暢通，避免其中斷帶來的間接損失以增加回復力;而Mustafa(2003)通過實地調查和災後統計等方法其結論指出:有針對性對脆弱承災體的救助是災後恢復的關鍵，尤其要關注社會貧富分化和性別差異。因此定性評估往往更多地關注於回復力的重要性和影響因素研究，以及如何來增強社會、組織、社區、個體的災害回復力等方面，具有一定的說服力和可操作性。但目前這方面的研究仍處於起步階段，沒有較為成熟的研究成果。

2.定量評估

災害學家、生態學家和經濟學家都在嘗試將回復力進行量化研究。比較典型的有Perrings(2000)應用非線形卡爾曼濾波(Kalman filter)和誤差糾正(Error Correction)模型來研究博茨瓦納農業生態系統的生產潛力和回復力損失，並發現系統對外部打擊的敏感性和經濟、非經濟參數有關，受排水渠造價的影響較小，受放牧成本的影響較大。而Paton(2001)從社會心理學角度，採用問卷調查和統計方法，對新西蘭魯阿佩胡火山1995年和1996年火山爆發後的社區回復力，進行了定量研究，最後認為個體的自我效力、問題應對能力、社區歸屬感和年齡是對火山災害回復力的主要預測變數。

另外，還有美國布法羅大學地震工程多學科研究中心(MCEER)的Bruneau等(2003)、Chang and Chamberlin(2004)及Rose and Liao(2005)等眾多科學家致力於透過改進關鍵性基礎設施(地震的生命線系統)的工程和管理工具，以增強社區的地震回復力，在災害損失評估的基礎上，對地震回復力的量化進行了大量創新性的研究工作。

回復力度量標準以Bruneau等(2003)的工作為基礎，他們指出了定量測量回復力概念的必要性，尤其是為增強回復力和減災決策提供科學依據;認為地震回復力由4個相互聯繫的維度空間組成:技術(technical)、組織(organizational)、社會(social)和經濟(economic)，簡稱TOSE維度空間，有4個屬性(4R):穩健性(Robustness);快速性(Rapidity);

冗餘性(Redundancy);智能化(Resourcefulness)。

近年來災害回復力研究在領域的拓展和定義的延伸等方面取得了較大的進步。災害回復力作為系統的一個有價值的屬性，與風險、脆弱度和適應性一起成為當前災害綜合管理和減災研究的重要內容。但目前災害回復力研究仍停留在理論和概念層面，鮮有深入的實際操作性強的工作開展。為進一步理解水災回復力的內涵和實質，為區域回復力建設提供切實可行的方案，劉婧等(2006b)在原有對災害回復力研究進展進行綜述的基礎上，開展了以湖南省洞庭湖區為例的洪水高風險區水災回復力理論和實踐的研究，提出了由自然維、經濟維、組織維、社會維組成的四維區域水災回復力概念模型，然後細緻分析了區域水災回復力利益主體的相互關係，提供了初步的區域水災回復力評估模型。最後在定性分析的基礎上，對洞庭湖區區域水災風險管理進行了探討，提出了相應的管理對策和建議，旨在為政府的防災減災決策提供科學依據。

而 Chang and Shinozuka(2004)以美國田納西州孟菲斯(Memphis)供水系統為例，在災害損失評估模型的基礎上，設計了供水系統不改造和 2 個不同改造方案情景下，採用蒙特卡羅(Monte Carlo)數學統計類比方法，通過電腦程式設計和 GIS 類比運算出，在 2 個不同等級的地震發生後的技術、經濟和組織回復力(由於資料和模型限制未能研究社會回復力)，其結論指出:災前的緩解行為有利於提高災後回復力，改造方案二比方案一具有更好的效果，能夠對回復力現狀產生改進作用。Chang and Chamberlin(2004)在另一篇文章裡建立了基於承災體的社會—經濟損失模型，應用在洛杉磯水電部門(LADWP)，透過計算損失量而評價了更廣泛的地震破壞(如建築物損壞)下，生命線系統社區回復力。

Rose(2004)則對地震的經濟回復力進行了深入分析，區分了常規情況下的固有經濟回復力和緊急情況下的適應經濟回復力，以及回復力操作的不同水準。引入經濟學的可計算一般均衡模型(Computable General Equilibrium Model, CGE 模型)，定義了對個體、市場和區域宏觀經濟的非平衡態，以及它們與回復力的關係進行了定性分析，在比較分析可計算一般均衡模型、投入產出模型(Input-Output Model)、社會收支矩陣(Social Accounting Metrics)等模型用於災害影響和政策回應的優缺點後，構建了區域災害經濟回復力定量模型，最後以美國波特蘭地區的供水系統為例，進行了地震對部門和區域經濟影響的定量計算，其結論指出:在供水系統破壞造成的直接經濟損失中，會隨著總體經濟水準、災前緩解行為和災後內在回復力、適應回復力的變化而變化。

由以上可看出，MCEER 主要側重於地震中基礎設施的廣義回復力，考慮到了回復力在災前、災中、災後各個環節中的表現，包括了所有降低災害損失的行為，強調災前緩解行為對災後恢復，以及災後恢復對下一次災害的重要影響，但其研究主要側重在減災項目改造的模擬評價方面，對回復力的形成機制、影響因素等研究較少。

總之，在量化方面也僅在地震對基礎設施的影響方面，從數學模型有一些深入地研究，既沒有針對某種災害建立回復力指標體系，也沒有從數量上回答「什麼因素決定回復力大小」和「在多大程度上決定回復力大小」，也沒有建立較全面系統的綜合評估模型。但是，回復力評估在應急管理和減災規劃中的價值已得到相當地重視。

第三節 調適策略規劃的意義與方法

一、調適的意義與目的

聯合國氣候變化綱要公約（UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change）中界定了兩種減輕氣候變遷衝擊的方法，一是減緩（mitigation），二是調適（adaptation）。UNFCCC 的會員國大會認為各國在進行調適時需要一個規劃準則，因此，聯合國發展規劃署與全球環境基金（United Nations Development Programme-Global Environment Facility）提出了氣候變遷調適策略綱領（Adaptation Policy Frameworks for Climate Change, APF）（Burton et al., 2004）。

聯合國氣候變化綱要公約摘要中，首先定義了調適，調適是一種個人、社區和國家在尋求妥善處理氣候變遷與其變異之影響的過程。此調適過程並非全新的，因為在人類的歷史中，人類不斷地在調適新的情況，包括長期的氣候變化。然而，APF 的特色是要協助國家將氣候變遷的調適，納入更廣的國家發展政策制定與執行過程中（郭彥廉，2008）。

調適（Adaptation）的定義為「對於氣候變遷導致不利影響的因應策略」，亦即調整自然或人類系統來因應氣候變遷的影響，以減少損害，或開發有益的機會（陳正昕，2009）。

2007 年 12 月舉行的 COP13 公約第 13 次締約國會議，通過所謂的「峇裡島路線圖」（Bali Roadmap），確立了「減緩」（mitigation）與「調適」（adaptation）同等重要的氣候變遷因應策略。面對全球暖化不應該只談「減碳」，因為全球氣候變化正在發生，「減碳」緩不濟急，由於全球暖化的加劇，調適策略成為因應氣候變遷的重點，特別是發展中國家和小島國家，已成為氣候變化的主要受害者-氣候難民，如何減緩氣候對經濟與社會的衝擊，將是一項艱鉅的挑戰。在各方談判的過程中，調適和技術轉移的資金扮演了極為關鍵的角色。

目前面對氣候變遷衝擊，各國之因應作法主要集中在兩個面向，包括減緩（mitigation）與調適（adaptation），而在減緩與調適的策略構想上，近年來的重要方向之一，即透過空間規劃為主要工具，亦即透過空間規劃的途徑，提供影響土地使用的機制，及達成更整體性與策略性的發展，以因應氣候變遷的威脅。在 2006 年發表的史登報告中，即強調空間規劃在促進氣候變遷調適及調適因應，必須整合到各層級的空間計劃內的重要性（柳中明、蕭代基，2009）。

調適和減緩不同的地方在於，減緩目前只是針對幾個特定的部門（例如：能源部門）發展新的溫室氣體減量技術，而調適則是橫跨整個社會經濟部門（包含了水資源、公共衛生及公共建設），並以目前現有的調適策略作全面性的調整；此外策略決策者在訂定調適策略之前需考慮調適資金調度的問題。

國際上對於氣候變遷的調適（Adaptation）策略，在科學與政策辯論上，已有越來越多的關注，並且將它視為與減緩是一種互補的策略（McCarthy et al., 2001）。

總而言之，各國應加強合作，利用脆弱度評估、風險管理等方式，將調適行動納入政策與計畫中。雖然全球氣候變遷會對自然系統或人為系統帶來衝擊，但是適當的因應與調適可以降低衝擊，只要具有有效調適管理（adaptive management）能力，即可將系統脆弱度（vulnerability）降至最低，即使顯著氣候變遷也不必然帶來巨大的衝擊。

二、氣候變遷調適策略綱領步驟

聯合國的氣候變遷調適策略綱領 (Adaptation Policy Frameworks for Climate Change, APF) 可以分為以下 5 個步驟 (圖 2-8)：界定與設計調適專案、評估脆弱度的現況、評估未來的氣候風險、形成調適策略、持續調適程序，此 5 個步驟都需要有利害相關人的參與，以及評估與增強調適能力等程序。

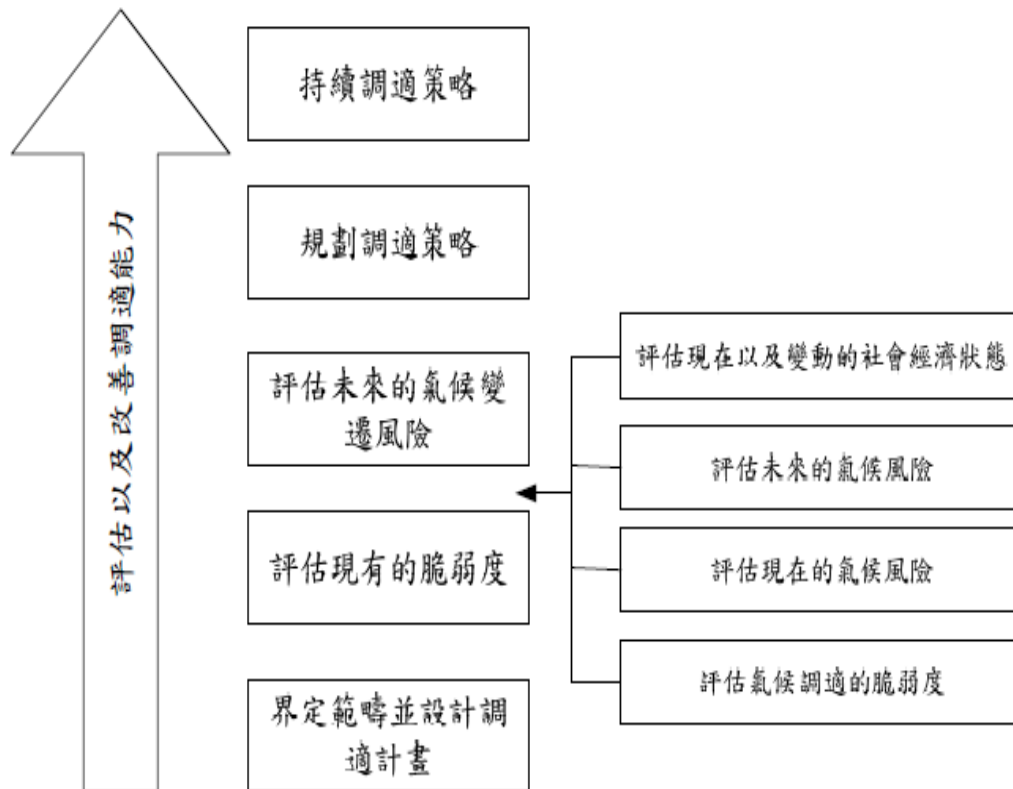


圖 2-8 聯合國氣候變遷調適策略綱領步驟與程序圖

資料來源：Burton et al. (2004)

設計調適專案建議的方法包括： a.天災導向法：分析特定氣候風險的可能衝擊，需要評估現在與未來的氣候風險； b.脆弱度導向法：評估哪些脆弱度會被未來氣候災害影響，以及其發生的可能性；c.調適能力導向法：分析調適的障礙及如何跨越障礙；d.政策導向法：調查現有或已提出的政策在改變暴露量 (exposure) 或敏感度 (sensitivity) 方面的效果，此法需要瞭解社經脆弱度及發展社經情境。以上幾個政策是互補而非互斥的。選擇方法的同時也代表了不同資料、模擬及調適策略的需求。

IPCC 公佈的報告指出，即使目前溫室氣體減量達一定成效，未來的全球溫度仍會成長，氣候變遷仍然會發生。因此除了溫室氣體控制外，如何做好氣候變遷調適成為對抗氣候變遷另一個重要的關鍵議題。調適工作為因應氣候變遷的可能衝擊，預先進行調適方法，將衝擊降至最低。但氣候變遷影響層面之廣，各層面所需的評估工具與資訊大不同，如何進行適當的調適策略為國際社會一大挑戰(Chen C. F. and Liu C. M., 2008)。

雖然全球環境變遷會對自然系統與人為系統帶來衝擊，但是適當的調適與因應可降低衝擊，只要加強有效的調適管理能力，即可將系統脆弱度降至最低，除了增強自我調適之外，更重要的是建立計畫調適能力以強化處理能力。為避免氣候變遷衝擊環境永續性推動，未來當務之急在建立系統性之脆弱度量評估方法，以建立因應衝擊與調適策略。

三、調適性規劃 (adaptive planning)

楊重信、華昌宜(2009)之研究指出，調適性規劃是指「在都會地區透過空間規劃、環境工程等相關專業部門之整合，改革傳統土地利用模式，針對未來的氣候變遷進行調適，並減緩其發生。」例如：滯洪設施之規劃配置可減少水災之發生機率；大眾運輸導向之土地規劃利用(TOD)則可減少溫室氣體之排放量。規劃都市綠地空間，利用現有凹地設置滯洪池，以營造生態景觀之溼地，並提供滯洪、降低洪水量之緩衝空間，或以分洪或雙重防洪系統引導洪水離開受影響地區、縮短都市環境受洪泛影響時間。

歐洲各國如英國與荷蘭，均積極研擬空間規劃性質的因應策略，例如透過空間規劃提高都市的緊密發展，提高公共運輸以及降低私人運具的使用，進而降低 CO2 的排放；又如透過緩衝區的設置，可以減緩洪水的衝擊，亦可保護水資源以及維持生物多樣性與地景，更可對經濟旅遊與觀光提供新的機會(柳中明、蕭代基，2009)。

調適策略之建構目的在於協助政府與組織，妥善調適激烈氣候所帶來的衝擊，並可長期協助氣候風險管理。1995 年聯合國於京都議定書第一次締約國大會中，建立調適架構工作的三個階段：第一階段，短程目標主要是定義出高脆弱度國家或地區，以協助草擬所需之因應調適策略；第二階段為施行調適政策前的準備工作，其中主要工作為調適能力之建置；第三階段為調適策略之施行，以實際作為因應氣候變遷的衝擊；後兩個階段的施行則屬於中長期目標(周揚震、申永順、顧洋，2008)。如圖 2-9 所示。

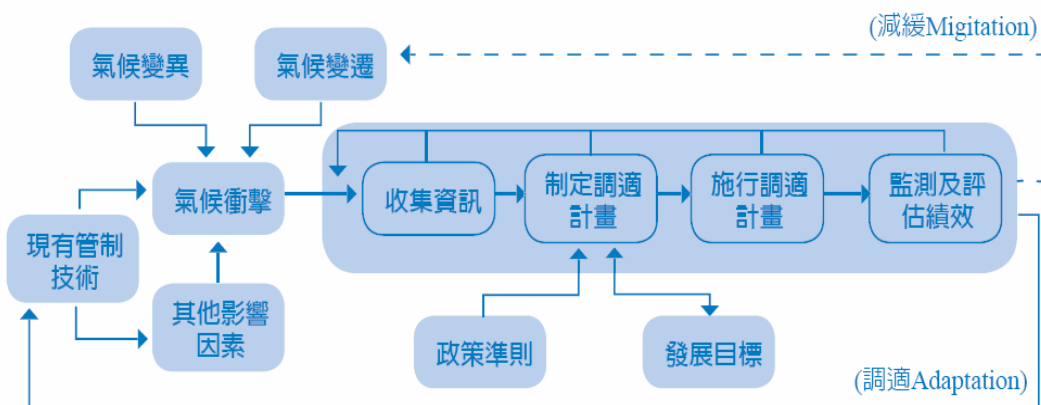


圖 2-9 聯合國氣候變化綱要公約圖

資料來源：周揚震、申永順、顧洋(2008)

近年來國際上因應氣候變遷的調適也實行了許多措施，其主要的國家或地區如下（柳中明、華昌宜、游保杉，2008）：

- 歐盟：2007 年綠皮書（Green Paper）。在歐盟層級上，採取一個綜合的、協調的方式來處理氣候變遷調適問題。
- 加拿大：加拿大環境部於 2007 年 12 月 10 日宣布加拿大的「氣候變遷調適行動」（2008-2011）。
- 澳洲：澳洲政府宣佈將以五年時間（2007-2012 年），投入在氣候變遷調適行動上，建構「國家型調適行動架構」，並成立「氣候變遷調適中心」。
- 荷蘭：荷蘭政府在 2006 年 3 月首次提出國家氣候變遷調適計畫(Nationaal Programma Adaptatie, Ruimte enKlimaat，ARK)。

- 英國：2006 年建立年建立氣候變遷計畫 (2006 UK ClimateChange Programme)，2007 年通過氣候變遷法 (ClimateChange Bill)。
- 中國：中國「國家發展與改革委員會」在 2007 年 6 月公布「中國應對氣候變化國家方案」。
- 印度：印度首相在 2008 年 6 月 30 日公布印度的「氣候變遷國家行動計畫」(National Action Plan on ClimateChange)，並成立「氣候變遷諮詢委員會」(AdvisoryCouncil on Climate Change)，來執行並監督此國家計畫的實行。
- 非洲國家、小島國家：向 UNFCCC 提出國家調適行動綱要 (NAPA)，以及先進國家提供資金與技術援助 (Adaptation Fund，調適基金)。

美國國際發展部門 (United States Agency for International Development, USAID) 主要任務為支援開發中國家建設與發展，因此 USAID 所提出的調適策略針對開發計畫，而非整個國家或區域特定的氣候變建調適策略。USAID 建議在各種開發案的規劃中，應將氣候變遷的影響納入考量，並提出相對應的適應方案，美國調適策略規劃流程如圖 2-10 所示。

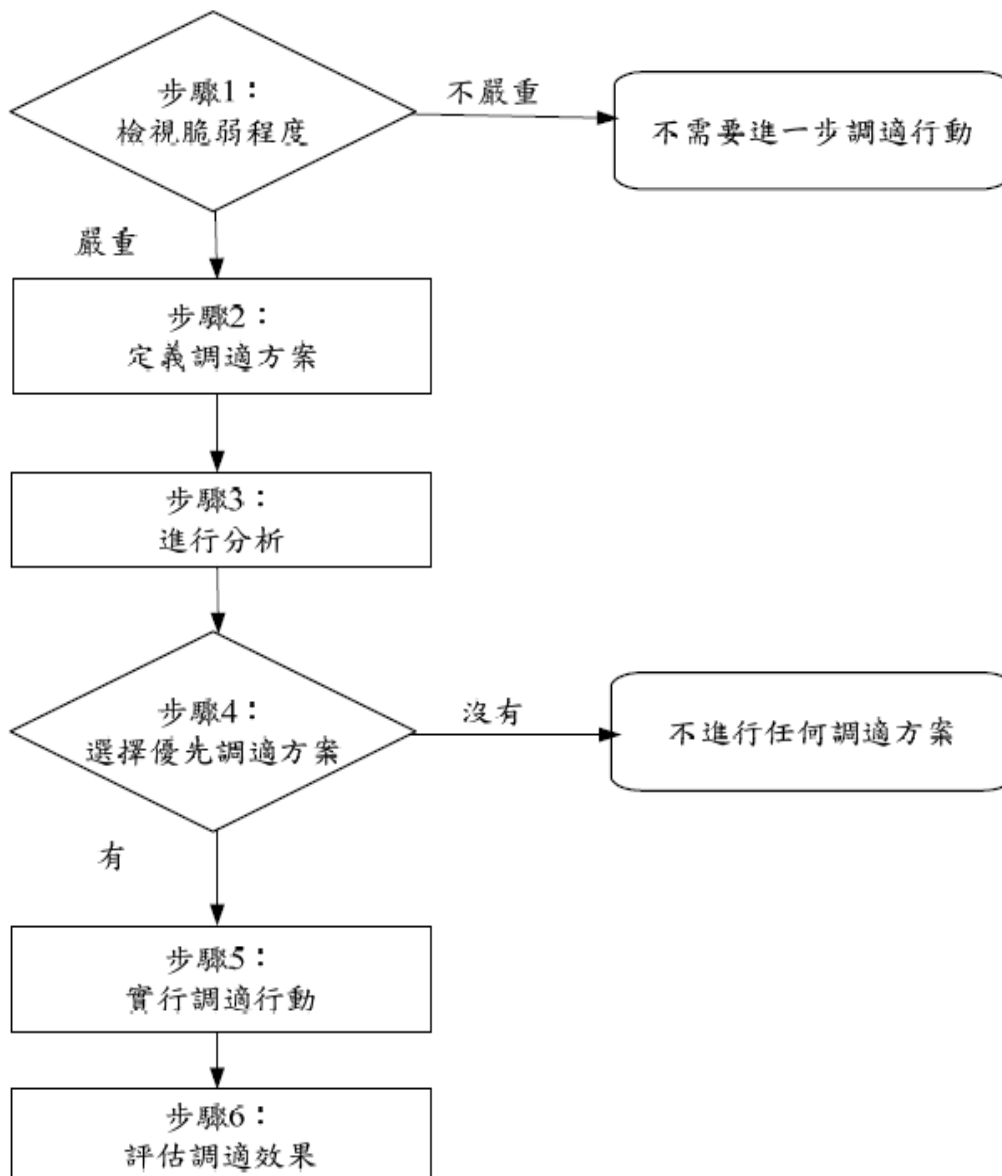


圖 2-10 美國調適策略規劃流程圖

資料來源: Chen C. F. and Liu C. M. (2008). Perspective and Development of Climate Change Adaptation Policy, *Global Change and Sustainable Development*, 2(1) : 30-51.

另外，聯合國發展規劃署也有提出氣候變遷調適方案如表 2-7 所示。

表 2-7 聯合國發展規劃署(UNDP)的氣候變遷調適方案表

	短期方案	長期方案
農業與食物安全	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 保險 ⊗ 生活多樣化 ⊗ 調整耕作時機 ⊗ 改變耕作型態 ⊗ 應用季節預報資訊 ⊗ 建立地方性儲藏設施 ⊗ 建立國家型的儲藏設施 ⊗ 食物援助改善短時間的饑荒問題 ⊗ 擴增食物來源 ⊗ 土壤與水資源保育 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 改變作物與畜牧比例 ⊗ 採用新的作物以及畜牧，使更能夠適應氣候變化，如更能夠適應旱季的動植物 ⊗ 灌溉水管理 ⊗ 提高水使用效率 ⊗ 土地佔有權的重新編組 ⊗ 創造新的生活方式 ⊗ 重新規劃農業區 ⊗ 鼓勵系統性的使用土水保育方法
水資源與品質	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 加強雨水蒐集系統 ⊗ 乾旱處理 ⊗ 定量配給水資源 ⊗ 廢污水再利用於一般程序用水 ⊗ 提高民眾用水效率教育，特別是在乾枯季減少水使用 ⊗ 水質警告系統 ⊗ 採用季節性與短時期的預報，規劃水資源使用 ⊗ 調整水價 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 將雨水收集系統整合進住宅與商業大樓 ⊗ 制定新大樓的水使用效率標準 ⊗ 投資較為節水的工商業 ⊗ 節水商品的促進與推廣 ⊗ 將部份需水量較大的措施或活動集中在濕季 ⊗ 改良更新水處理設施 ⊗ 改善水質監測系統 ⊗ 將雨污水系統分開，以改進暴雨逕流管理 ⊗ 更新給水系統，減少漏水等損失 ⊗ 將氣候與天氣預報納入水資源管理 ⊗ 在成本考量以及永續發展概念下，建造海水淡水廠以及使用地下水資源
自然資源管理	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 限制現有的資源開採或利用，減緩資源消耗速度 ⊗ 將生活型態多樣化，減少對有限自然資源的依賴程度 ⊗ 設計生態系統復育、保護等相關政策 ⊗ 減少人類對生態系統損害行為 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 規劃新的人類生活環境狀態，嘗試新的生活型態 ⊗ 幫助加速生態系統建立，例如引進新的族群種類 ⊗ 幫助受威脅生物族群進行遷移 ⊗ 進行監測計畫，提供生態系統狀態的預警資訊
沿海地區保護管理	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 更新計畫現有建設，使之能夠抵抗暴雨威脅 ⊗ 沙灘維護，保護海岸線特性 ⊗ 建造洪水廊道，幫助分散強烈暴雨 ⊗ 規劃預警系統 ⊗ 災害防禦機制 ⊗ 改善災害反應能力 ⊗ 在重點地區加強海岸防護工程 ⊗ 減少人為破壞海岸侵蝕等行為，如不當採砂、不當砍伐紅樹林或濕地消失等 ⊗ 建造暴雨避難所 ⊗ 引進保險制度 	<ul style="list-style-type: none"> ⊗ 禁止高風險地區發展 ⊗ 促進低風險地區發展 ⊗ 提供誘因機制，鼓勵在低風險地區定居與工商業行為 ⊗ 建立專業諮詢機制 ⊗ 建立補償機制，鼓勵高風險地區人民自願遷移 ⊗ 協助海岸生態系統的遷移 ⊗ 將交通建設移往低風險地區

資料來源:行政院環境保護署(2009.12.06)，台灣氣候變遷調適資訊平臺，

而於我國而言，由於我國之地理氣候條件屬災害發生頻繁的海島型國家，四周環海且地小人稠，氣候變遷直接衝擊全島之水文、水資源、農業生產與農業需水量、公共衛生及生態環境等，每年發生的颱風、暴雨現象更是影響國內經濟社會發展的重要因素。因此，前述可能面臨的各項問題，皆係我國調適策略研訂之主要規劃方向，調適的目的可以分為預防性(anticipatory)及反應性(reactive)策略兩大類，預防性調適策略的目的是為了預防氣候變遷造成災變發生所採取的策略；而反應性調適策略的目的則是降低氣候變遷造成災變之後的傷害所採取的策略。我國調適措施之規劃如表 2-8 所示。

表 2-8 我國調適措施之規劃表

脆弱部門	反應性調適 (Reactive Adaptation)	預期性調適 (Anticipatory Adaptation)
水資源	<ul style="list-style-type: none"> • 地下水資源保護 • 善現存水供應系統之管理與維護 • 集水區的保護 • 地下水與雨水收集及去鹽化 	<ul style="list-style-type: none"> • 回收水的更加善用 • 集水區的保育 • 改善水管理系統 • 水政策改革（如水價）及灌溉政策 • 發展水災控制及乾旱監測
農業及食物安全	<ul style="list-style-type: none"> • 侵蝕控制 • 建築灌溉水壩 • 肥料使用的改變 • 新作物的引進 • 土壤肥力的維持 • 種植與收穫時間的改變 • 轉換栽種不同植物品種 	<ul style="list-style-type: none"> • 發展對於乾旱、蟲害等具忍受度/抵抗力的作物 • 研究與發展 • 土壤-水管理 • 食物與農場作物的多樣性與強化 • 政策措施、稅、又因與補助、自由市場 • 發展早期預警系統
人類健康	<ul style="list-style-type: none"> • 公共健康管理改革 • 改善居家及生活條件 • 改善緊急因應措施 	<ul style="list-style-type: none"> • 發展早期預警系統 • 改善或更佳之疾病/傳染媒介監督與監測 • 環境品質的改善 • 都市及居住設計的改變
陸域生態系統	<ul style="list-style-type: none"> • 改善管理系統，包括控制 ARD • 推廣農林業以促進林業產品及服務 • 發展與改善國家森林火災管理規劃 • 促進森林碳儲存 	<ul style="list-style-type: none"> • 建立公園、保護區、及生物多樣性廊道 • 鑒別與發展能對抗氣候變化物種 • 生態系統脆弱度評估 • 物種監測 • 種子銀行的發展與維護 • 考量管理政策的社經因素
海岸區域及海洋生態系統	<ul style="list-style-type: none"> • 基礎建設的保護 • 提昇海岸區域及海洋生態系統保護之公共意識 • 建造海牆（seawalls）及海灘強化設施 • 珊瑚礁、紅樹林、海草、及海岸植物的保護與保育 	<ul style="list-style-type: none"> • 整合海岸區域管理 • 更佳的海岸規劃與分區 • 海岸保護的立法 • 沿海地區及沿海生態系的研究與監測

資料來源:行政院環保署(2010.03.21)，我國調適策略，

簡言之，土地利用方式必須針對正在發生中的氣候變遷課題做回應，不應只是傳統上的分區劃設，並且必須配合組織分工而進行調整、空間規劃與環境工程要進行專業整合、

研擬整合性的都市發展策略、具生態回復性的都市空間模式，以因應未來多變的氣候變遷環境。

四、調適策略規劃的方法

聯合國氣候變遷綱要公約的「氣候變遷：發展中國家的衝擊、脆弱度與調適」報告(UNFCCC, 2007)中，針對發展中國家的氣候變遷衝擊調適策略分為五大領域，分別為：水資源(Water Resource)、農業與糧食安全(Agriculture and Food Security)、人類健康(Human Health)、陸域生態系(Terrestrial Ecosystem)、海岸地區與海洋生態系(Coast Zone and Marine Ecosystem)。

而在「政府間氣候變遷委員會」第四次評估報告(IPCC-AR4, 2007)的「氣候變遷：衝擊、調適與脆弱度-決策者摘要」報告中指出，依部門別，規劃性的調適策略可分為水(Water)、農業(Agriculture)、基礎建設/住屋(Infrastructure/Settlement)、人類健康(Human Health)、旅遊(Tourism)、運輸(Transport)、能源(Energy)等七大類。

氣候變遷對國家的衝擊評估與調適方案，需要量化或質化的方法決定採行的優先順序，目前國際間採用的方法有多準則評估、成本效益分析等方法(林育慈，2009)，這些方法如何應用、操作，優缺點分析，如何應用於國內各部門選擇調適方案將是重要的。

由於調適策略因時因地因產業不同而異，要實行每一個調適行動都需要進行當地衝擊研究、脆弱度分析，利用當地可行技術與方法，或是從國際爭取相關資金、技術轉移等，才能執行。氣候變遷調適的方法可以有幾種尺度，包括地方性(local level)、產業性(sectoral level)、全國性(national level)以及區域性(regional and sub-regional level)。如在發展中國家中衝擊最嚴重的地區都是那些居住在受氣候變遷衝擊最嚴重的地方，所以需要地方性的調適策略。

柯于璋(2008)從政策分析的觀點，利用模糊德菲法與模糊層級分析法，探討上述土地使用減災工具之規劃可行性，即探討方案規劃及評選階段中，有關建立方案評估指標與選擇備選方案。效益性為土地使用減災工具最重要的政策指標，其次為接受性，其餘依序為公平性、合法性與回應性，顯示減災工具能否降低災害損失與相關機關與民眾之接受性是最重要的兩個指標。研究結果顯示，最可行之土地使用減災工具為資訊揭露，第二至五名分別為建築物耐災設計、保險、建築物耐災補強、土地使用計畫及管制規則，顯示一個規劃可行性較高的土地使用減災工具，必須能依序滿足降低人員的傷亡、為民眾所接受、能顧及社會整體利益與適當的民眾參與程度等目標。

蕭代基(2008)蒐集英國、荷蘭、歐盟與聯合國之調適政策與其建構方法，呈現重要的國際研究趨勢與新思考方向等內容，並完成台灣氣候變遷調適政策建構程序之技術手冊，技術手冊亦羅列建構調適政策所應包含之各種內容與研究工具，例如情境模擬(經濟、社會、土地使用、交通、能源)、風險分析、成本效益分析、環境影響分析等。

石榮豐等(2009)以 2006 年荷蘭空間規劃因應氣候變遷之國家調適策略(National Strategy on Adapting Spatial Planning to Climate Change, 簡稱 ARK)中，所採用的多準則分析法(Multi-Criteria Analysis)為參考範本，將台灣所面臨可能的各種氣候變遷衝擊之因應策略做一系統性的規劃與初步評估與研究，期能為台灣的氣候變遷調適策略規劃，研擬出一個未來優先可行的重要策略與措施方向。

而楊重信、華昌宜(2009)之研究也指出，都市對潛在衝擊之調適策略與工具，操作時調

適方案之擇定應適時納入利害關係人之意量，以提升方案執行成功之機率、降低遭遇窒礙之可能性；加強觀測系統之監測及對特定調適方案之監控，亦有助於判定特定都佳調適方案。

顧嘉安、鄒克萬(2009)透過縣市層級因應洪災之土地使用調適策略，嘗試建構探討都市發展與洪災風險之動態關連模擬架構，利用以馬可夫鍊為基礎之細胞自動機模式，並結合空間多準則評估法，藉以深入了解在氣候變遷可能造成高洪災風險地區增加的不同情形下，都市土地使用之調適策略如何因應，而基於土地使用調適策略下之未來都市發展型態，又如何改變了洪災的可能風險。建立之空間動態模擬架構，與減災調適策略之模擬成果，期能做為有關當局在未來防洪規劃上之參考依據。

另外，林育慈(2009)參考聯合國之研究，合計整理出96個調適方案，分列於農業、自然、水管理、能源與運輸、住宅與基礎設施、公共衛生、娛樂與觀光共七大部門。而調適方案評分準則包括：

(一)方案的重要性(importance)：

即在避免氣候變遷負面衝擊所能產生的效益，調適方案能降低有關氣候變遷的大破壞，原則上，儘管所費不貲，它們產生了實質的總效益(避免破壞)。

(二)方案的急迫性(urgency)：

立即實施調適方案之需要或者是否有可能延期行動到稍晚一點。長期預先的投資或者長期與守成的投資必須早期行動，因此在實施方案前，長時間的延遲將會造成它過剩、更多的成本或甚至不可能。注意在緊迫性上的高得分未必顯示方案該得到極高的財政排序。其顯示延誤的行動可能導致較高的成本或不可復原的破壞。

(三)方案的無悔特性(no regret)：

在評估各種調適方案之經濟特徵中，無懊悔方案與共同受惠方案之間具有差異性。無悔方案乃是無關氣候利益如空氣品質的調適方案，將會超出實施的成本；因此無論未來氣候變遷的發生，它們將是有益的。英國氣候衝擊計畫(Willows and Connell, 2003)已將無懊悔調適方案(或方法)定義為：在所有可能的未來事件包括沒有人為導致的氣候變遷下，證明為正當的方案。無論任何避免氣候破壞的效益，無悔方調適方案之選擇與排序方法初探案可以是值得做的，且將繼續值得做的。

(四)方案的連帶效益(co-benefit)：

在連帶效益準則上得分高的方案是特別設計以降低有關氣候變遷的脆弱度，而也產生與氣候變遷無關之必然效益。因此連帶效益是在無關氣候變遷政策之政策目標上具有正面衝擊的外部效果。

(五)方案的減緩效益(mitigation effect)：

某些調適方案亦導致溫室氣體排放減量，而因此在減緩效益上得分非常高(亦即增強減緩政策)，然而其他的調適方案實際上增加溫室氣體排放。

(六)方案的可行性(feasibility)：

為了讓決策者了解調適方案之可行性，單獨計畫集中在評估它們在執行階段中的可行性。包括技術、社會、制度調整的複雜性。

1.技術複雜性:是伴隨調適方案的體現而來的技術困難與挑戰，如必須帶來或調來之技術設備；伴隨實施之技術不確定性；操作之獨特性與其風險。

2.社會複雜度涉及方案實施時攸關利益之多元價值，在利害關係人觀點中必要的變化、合作的必要等等。複雜度本身表現在：方案(或其效果)利益攸關之當事方的個數；相關當事

方之正規觀點的多元性； 方案受爭論並產生阻礙的程度；產生結果與體制凝聚的必要性。

3.當實施方案之組織複雜度增加時，官方組織、現有的程序與佈局需要更多的調整，在個別區域組織間更多的合作，因此導致現有的常規與架構有較大的彈性。組織複雜度之要素有：組織規範間的衝突(如因為不同的部門使用不同的規範或可用於追蹤執行之程序與進程約定上有不同的需求)；方案的組織成果；執行時必要的合作關係或夥伴關係；與有關現有佈局方案的更新程度。

已確認調適方案以其不同的特性來評分:重要性、急迫性、無悔特徵、連帶效益等，方案以準則加權進行排序，可行性排序(技術上、社會上與組織上複雜度)由公共行政與決策規劃方面的專家以在個別子計畫中來完成，以便提供這方面額外的資訊。

排序是依據準則上得分之加權總和:1.重要性(加權40%)。2.急迫性(加權20%)。3.無懊悔特徵(加權15%)。4.共同受惠(加權15%)。5.減緩效果(加權10%)。

林育慈(2009)根據評估準則的排序，下列的調適方案具有最高的優先權，依序是：

- 1.整合的自然與水資源管理。
- 2.整合海岸地區管理。
- 3.更多的水空間：a.區域水文系統，b.改善的河川容量。
- 4.以風險出發的區位評估。
- 5.風險管理為基本策略。
- 6.促成新的跨部門聯盟。

第四節 空間規劃與管理策略

氣候變遷與極端氣候事件所帶來之自然危險 (nature hazards) 是不可避免的, 但是自然危險所導致之自然災害 (nature disasters) 是可以透過調適手段而降低的, 有些自然災害甚至可以透過土地使用規劃與管理之調適手段而完全避免的(楊重信、華昌宜, 2009)。Schwab et al. (2006)之研究指出, 不適當的土地利用將會導致災害脆弱度提高, 而空間規劃與管理是相當有效益的減災工具, 可以降低人類系統脆弱度, 提升都市的回復力。而與本研究相關之空間規劃與管理相關策略文獻, 主要包含永續發展、土地使用規劃、總量管制、成長管理、都市防救災、策略空間規劃六大部份, 敘述如下。

一、永續發展

自永續發展理念提出後, 永續城市的意涵不只為了環境保護, 更強調社經效益與環境衝擊及能源損害之間的調和關係, 地區發展與環境維護之間的關係受到了更大的關注, 因此都市發展應考量環境之容受力, 都市高度發展的過程可能導致都市內空地、私人花園等非正規性開放空間的喪失, 而這些開放空間不僅具有休閒的價值, 亦能作為野生動物棲地與提高環境服務水準, 對都市內的自然保存相當重要(Thompson et al., 2003)。

Our Common Future (WCED, 1987) 一書中, 探討第三世界及開發中國家之都市所存在之環境問題與危機, 並推估 21 世紀世界將有 50% 以上的人口居住於都市地區, 顯示都市在全球環境變遷中所扮演角色愈顯重要。所以才有永續都市觀念的提出, 建議由地方層級配合全球性永續發展行動計畫, 以因應全球性環境變遷問題 (Roseland, 1997)。

「永續發展」一詞則是由聯合國環境規劃署 (United Nations Environment Programme, UNEP)、世界野生動物基金會 (World Wild Fund for Nature, WWF) 與國際自然和自然資源保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN) 等三個國際保育組織在其 1980 年出版的「世界自然保育方案」報告中所提出, 惟當時並不為人所注意(張世賢, 2004: 136-137)。

直到 1990 年, 聯合國世界環境與發展委員會 (World Commission on Environment and Development, WCED), 發表了「我們共同的未來」(Our Common Future) 一報告後, 方才掀起全球永續發展的浪潮 (廖俊松, 2004)。

隨著 1992 年 6 月在裏約地球高峰會中 Agenda 21 的簽署, 更讓各國開始積極參與全球、或努力鋪設其國內永續發展前進之道(張世賢, 2004: 136-137)。在 1993 年聯合國成立「永續發展委員會」, 召開「永續發展委員會的組織會議」, 對組織任務的討論為推動永續發展監督程式及對特殊方案的支援、對二十一世紀議程的履行報告、對永續發展財務來源的監督及認定、建立永續發展的有效架構及效率提昇, 另外企業界亦於 1995 年成立「世界企業永續發展委員會 (World Business Council for Sustainable Development, WBCSD)」, 以共同參與永續發展工作; 在此永續發展已是全球共同積極推動之任務(盧誌銘、黃啟峰, 1995: 3-4)。

到了 1996 年聯合國在巴西裡約熱盧 (Rio De Janeiro) 召開「環境與發展大會」, 會議係於 6 月 3 日至 14 日舉行, 除了重申 1972 年 6 月在斯德哥爾摩通過的《聯合國人類環境會議的宣言》外, 通過「二十一世紀議程」, 將永續發展的理念規劃成為具體的行動方案 (action plan), 要求在各國、社會各關鍵部門和人民之間建立一種平等的全球夥伴關係,

為環境與永續發展取得共識及合作實踐的承諾。聯合國「二十一世紀議程」昭示地球整體相互依存的本質，主張以夥伴精神來推動永續發展（梁雙蓮，2004：162）。

由於「永續發展」的概念迅速推展，其定義也因各領域專家、學者以不同觀點研究而不同，學者盧誌銘和黃啟峰（1995）曾在其著作中綜合各種觀點，歸納永續發展的意涵。包括有：

以自然生態的論點來說明，「永續發展」的概念是由生態學者首先所提出，生態的永續性（Ecological Sustainability），說明自然生態與環境開發的平衡。在1991年，國際生態學聯合會（INTECOL）及國際生物科學聯合會（IUBS）共同主辦永續發展問題研討會，該研討會對永續發展的定義為：保護和加強環境系統的生產及再生能力。此外1990年R. T. T. Forman從生物圈的概念認為永續發展是尋求一種最佳的生態平衡。

再者，也有以社會性觀點定義永續發展者。在1991年自然資源保護聯盟（IUCN）、聯合國環境規劃署（UNEP）、世界野生動物基金會（WWF）在「保護地球-永續的策略」中，將永續定義為：在生存不超過維持生態系統承載能力，改善人類的環境品質。並提出「永續」生存的原則，強調人類生產與生活方式要與地球承載力保持平衡，保護地球的生命和生物多樣性。

另從經濟性的觀點來定義，Edward B. Barbier在1985年的著作「經濟、自然資源、不足與發展」中，將永續發展定義為：在確保自然資源的品質及其所提服務的前提下，使經濟發展的淨利益增加到最大的限度。另外由學者Anil Markandya及David W. Pearce在1988年所出版的「自然環境與社會折現率」著作中，談到永續發展為：今天的資源使用，不應減少未來的實際收入。還有世界資源研究所在1992年定義永續發展為：不降低環境品質與不破壞世界自然資源基礎的經濟發展。

以往之相關研究多從永續發展的經濟面、環境面、社會面出發，但是，永續發展必須從「三底線」（triple bottom line）（Elkington, 2004）的「環境、社會、經濟」面向，擴大到納入「氣候」面向的「四底線」理念（World Tourism Organization (WTO), 2008; Becken, 2008）。

二、土地使用規劃

土地使用規劃之意義，積極方面在促進土地資源之合理且有效分配，供各種活動使用，消極方面在防止土地資源之不用、低度使用、誤用或濫用。

對全球環境變遷而言，土地使用改變對環境所造成的衝擊是最直接且最明顯的(Lambin et al., 2001)，隨著全球暖化現象、生存空間日蹙與產業結構變遷的影響下，「環境變遷」已經成為整個世界目前必須正視的問題。1971年聯合國在瑞典斯德哥爾摩舉行了一場有關人類環境的會議（United Nations Conference on the Human Environment），並在會後的報告中提出「我們只有一個地球」（Only One Earth）的呼籲，顯示環境破壞的問題已經引起全球性的重視。

土地使用的形成與變化是政治、經濟、社會、文化及自然環境等交互作用下的結果，然而該結果所引發土地使用的改變往往容易造成環境方面的衝擊（Hasse and Lathrop, 2003）。今天人類所面臨全球性環境變遷與生態資源破壞問題日益嚴重，其問題的主要癥結在於都市化過程所導致(王國權，2005)。

台灣山坡地地質脆弱，坡度陡峭，河川湍急短促，加上颱風、豪雨頻繁，屢屢釀成土

石流失、崩塌及土石流等天然災害，又因台灣地小人稠，農地資源有限，隨著工商業快速發展，經濟結構急劇改變，平地土地利用漸趨飽和，山坡地之開發與利用也日益殷切，然不當開發行為也層出不窮，因而造成水土保持問題之發生。

「環境變遷」與「土地使用」間的關係交相影響，而具互動關係。政府在擬定土地使用政策與制度時，不僅需記取過去實施的成敗經驗，檢視時空變遷的發展歷程與現況，同時應配合國家施政目標與未來發展狀況，研擬可長可久且可彈性應用的土地使用管理制度與決策，方能使台灣的國土利用得到有效合理且永續的發展(呂宗盈，2003)。環境變遷與土地使用兩者間互動關係廣泛而複雜，進行整合性規劃是許多都市規劃者的共同期待。最近十年全球環境與氣候已經產生明顯而結構性的變遷，如易經繫辭下傳所說：「窮則變，變則通，通則久」，當環境與現況已經改變時，因應之研究與策略也應跟著改變。

施鴻志(1988)之「都市防災與土地使用規劃」中考慮都市結構特性與其內涵、災害的發生特性，將都市災害影響因數分為六項：自然地理因數、社會因數、建築物因數、二次災害衍生因數、避難及救災整備因數、居民的防災意識型態。如下概述說明。

(一)自然地理因數

關於都市環境中自然地理因數之主要變數，包含氣象、微氣候、水文、土壤、地質、地形、地盤穩定性、植生狀況及人為因素所造成的地理條件，包括山坡地開發、地下水抽取，其可能導致颱風、地震、地層下陷等災害。

(二)社會因數

都市災害與社會發展條件息息相關，包括都市人口、人口密度、經濟規模、土地使用型態與混合比率、都市結構等不直接產生災害，但與都市災害有密切的影響。

(三)建築物因數

包括建築物結構、高度、密度等因素，與災害發生時建築物倒塌、毀壞也密切的關係；建物聚集程度與規模大小會產生不同程度的損壞。

(四)二次災害衍生因數

綜合自然、社會、建築等因數之交互影響。尤其是都市維生公共設施及交通系統所導致的災害連鎖反應，產生各種二次災害及衍生災變。

(五)避難及救災整備因數

針對災害發生時之預警通知、避難支援、延燒阻絕及救災編組、設備、設施等，如監控預警系統、空地、建築物之防災避難、消防與醫療體系。

(六)居民的防災意識

探討都市居民對於都市災害的認知，防備及避難反應。如都市災害的衍生特性、災難發生時之避難行動對於都市災害之處理等。

另外，都市化發展具有一定規模，需強化其都市基盤建設及防災設施，以減少災害損失。對於都市中脆弱(vulnerability)之土地，透過土地使用管制與改善更新的手段下，劃設防範災害導致環境破壞之保護地區，以避免災情擴大。其包含「環境保護區」、「限制發展區」與「防災區劃」。

(一)環境保護區

對於災害潛勢過高或環境敏感地區，應避免任何開發行為，而需有效保全國土、維護環境資源之地區。

(二)限制發展區

針對活動斷層帶、地質潛在災害影響範圍區域內或都市化已具有一定規模，土地使用或都市活動高度密集（如住宅區、商業區），容易導致環境容受能力降低、衍生二次災害，而需抑制其開發成長之地區。

(三)防災區劃

黃定國（2000）曾指出，防災區劃為設置或保護的耐震不燃化建築群或空地、植樹帶所圈圍之區域。可透過都市更新機制下，於都市窳陋或災害潛勢地區進行基盤建設改善整建，建構耐燃化、耐震化之防災街廓，並設有防災機能之公共設施，提昇地區防災力。

三、總量管制

總量管制的應用研究於國內相當的常見，主要應用於都市的土地使用管制、交通運輸、教育文化、環境保護、甚至於政治選舉，各方面都有所運用。以下主要說明分析總量管制之定義、目的與相關研究。

總量管制(growth control quotas)，係指基於容受力觀念下，某一地區於一定期間內，在不影響其環境與生活品質的情況下，所能容納的最大人口增量，並就此一人口增量透過成長管理策略與發展許可制，予以管制其土地開發之區位元、時序、速度、總量及品質之謂(賴宗裕，2000)。總量管制影響開發區位之評選、關係著開發速度的快慢，影響都市發展之密度及型態，也對開發品質產生影響。而當政府能運用機制合理進行總量管制時，我們珍貴的環境資源便能有效管理因而易於達到永續發展之目標。賴宗裕(2000)曾指出，總量管制為以資源的供給能力為導向，修正過去以需求導向為基礎的都市發展規劃方式。

發展總量管制之目的在於修正過去可發展用地之計畫供給量過大，導致社會資源浪費問題。由於都市計畫的失衡規劃，導致開發土地的供給遠大於市場的需求。由於土地供給量過大，形成地方必須負擔額外的公共設施建設費用，形成地方政府在財政支出上的浪費。由於地方財務無效率之支出使用，致使可提供改善既成都市發展地區生活及產業環境品質之經費缺乏，影響都市品質之提昇。故訂定發展總量管制之目的便在於確保都市合理之規劃及土地資源有效之管理，以達到健全都市財政及提升生活品質之目標(賴宗裕，2000)。所以總量管制的訂定確實可以解決當前都市發展問題，更可做為地方財政資源分配的參考，使都市財政體系更加完善，減少資源浪費情形。

在相關研究方面，王進明(2000)之空氣污染總量管制下產業調整策略-以高雄地區石化工業為例指出，面對空氣污染總量管制的實施，高雄地區石化工業應致力於更新設備、提升能源使用效率、研發污染減量新製程等措施之外，更重要的是進行產業結構的調整一朝向低污染、低耗能、高附加價值，產業關聯性較高的產業（例如：生化技術產業群領域）調整；以及推動產業共生，減低對環境的負荷，使自然生態的承载力，能容許更多的產業在高雄永續發展。

徐偉鈞(2002)之由環境及設施容受力探討山坡地總量管制之研究-以臺北縣汐止市為例，由山坡地總量管制的觀點，有效管制山坡地的開發，使其開發能在一合理的範圍之內，將山坡地開發對自然生態環境的衝擊減到最低，進而提昇民眾生活品質，保障其生命財產安全。其以灰色階層程式法及灰關聯分析去找尋各個因數間的相對關係及各個因數間的重要程度，來求取一客觀完整的評估準則，再利用地理資訊系統將所得的評估準則建構一個完整易懂的山坡地開發環境及公共設施受力的評估準則，以提昇山坡地開發使用的品質。

邱啟文(2005)之溫泉水權總量管制之個案研究-以烏來地區為例，採用個案研究法來探討溫泉區的水量調配系統，以集中管理、統一供水、總量管制等方式，分別針對烏來溫泉區的溫泉水供給面及需求面來分析，可得烏來溫泉區的當日最大遊客容受能力、溫泉水最大開發量等，進一步推估未來10年烏來溫泉區的溫泉水成長，以及烏來溫泉區最佳供水模式；另外，使用SWOT配對矩陣分析結果分別找出烏來溫泉區發展出對應不同環境條件的策略，並提出溫泉區內營業用戶總用水量應限制在全區用水量的3/4額度內，以避免未來台灣各地溫泉區在進行開發時，多著重在營業用戶上，反而忽略了一般民眾的需求。

朱政恆(2006)曾對於台灣實施都市發展總量管制之可行性進行研究，其指出目前國內在發展總量管制方面的研究，雖有部分的成果，卻一直無法成功的用來指導現今的都市計畫。經由分析結果得知，總量管制透過SWOT分析後，認為問題集中在法律的支持、與其他制度的配合、總量的推估公平性三者。由於此三大問題目前皆尚未能夠解決，因此在實施上的可能性較低，建議未來研究應針對這些問題加以解決，並嘗試以一都市為例去訂定發展總量，控制都市發展。更易瞭解整個都市發展總量管制的制度，使都市發展策略更加完善。

四、成長管理

成長管理指為確保生活環境品質，兼顧國土永續發展及社會公平之目標，考量公共設施服務水準與財務成本、開發權利義務及損益公平性之均衡，指導城鄉發展型態，規範計畫作為未來發展地區之適度區位、時程、總量及環境品質，以促進國土有效利用之土地使用管理政策及作法。

賴宗裕(2000)曾定義成長管理為運用環境規劃的方法，配合管理的策略與技術工具，來規範都市發展及土地開發的區位元、時序、速度、總量與品質，同時考量公共設施的服務水準及成本，來執行土地使用管制與公共設施配置等多目標的土地使用政策。

在成長管理相關研究方面，楊瑞珍(2000)參考美國成長管理實施情形作案例分析，經由相關研究的整理建立適當的都市成長管理系統評估階層結構，藉由專家意見的調查，建立合理的評估指標與評點標準，並建議最低許可開發標準的訂定方式，與成長管理作業系統的執行時機、運作方式、及對政策執行提出建議，以使作業系統的建立更為健全。

陳玉嬌(1999)曾以台中都會區的住宅及人口為研究對象，考量人口與住宅問題是空間發展規劃過程中最基本的問題、都市發展問題的根源，透過對人口、住宅為探討向面、公共設施為分析對象，建立一套提供公部門政策擬定與建設計畫執行，以及私部門開發時參考之成長管理策略(陳玉嬌，1999)。

成長管理係建立在縣市綜合發展計畫及土地使用分區管制規則的基礎上，用來規範土地開發活動，指導公共設施闢建，引導都市發展趨勢，確保環境品質，並促進經濟成長的管理機制。成長管理通常運用規劃的方法，配合管理的策略與技術工具，來規範都市發展及土地開發的區位元、時序、速度、總量及品質，同時考量公共設施的服務水準及成本，來執行土地使用管理與公共設施配置等多目標的土地使用政策(賴宗裕、詹士樑，2002)。

楊重信、華昌宜(2009)之研究指出，為降低氣候變遷衝擊所帶來之洪水衝擊與風險，建議我國都市透過土地使用分區管制之手段，將洪水嚴重易淹地區劃為或變更為洪水管制區或洪水平原，限制或禁止該地區之新開發行為，對於已發展者則可限制其增建或改建，或是採取發展權移轉或補償措施將發展權移轉至安全之地區發展。

郭年雄(1996)曾以美國為例，介紹過去運用成長管理在土地使用規劃上主要策略：

(一)以公共設施控制負荷量為依據的成長控制

以能提供的公共設施負荷量為依據，給予規劃單位足夠的理由，來訂定成長目標和計劃，以現成的法令規定就足以提出合理成長管理控制政策，限制「量」的成長，提高「質」的供給。

(二)以累進點數為依據的成長控制

累進點數方式與公共設施負荷量策略有相當類似的地方，同樣都是以公共設施負荷量為考慮因素，但是「點數化」是比較簡單化的方式。問題是如何達成對點數的協議。規劃單位會面臨如何兼顧居民、開發商與立法單位間之考慮達成均衡的協議。

(三)以成長率為依據的成長控制

所謂成長率，可以是成長的數量，或者是上年度的百分比；每年的成長率，通常又和地區的總成長上限有密切的關係。以平均值來訂未來的成長率比較具有說服力。

(四)以地理界限為依據的開發控制

一個地區可以透過都市計畫、區域計畫、土地使用計畫等來劃定可開發和限制開發的地區。劃定界限是以公共設施能提供的地區為邊界，自來水、排水、電力、道路等在幾年內無法到的地區被劃為限制發展地區。規劃單位可以評估限制開發地區的未來公共設施提供計劃，而後修訂該地區的範圍，其時間短則 1、2 年，長則 5~10 年才會開放；規劃單位評估開發地區發展，一定要視當地財務狀況、實質計畫、和公共設施提供單位的計劃為依據，而且要彈性應用，這類的規劃絕對不可以一成不變，而且訂定時一定參考各單位、地方民眾、私人企業的意見。

(五)協議開發

協議開發是政府與私人就個別開發案件協調雙方的條件，而達到開發和環境保育的雙重目標，這是非常實際也非常有效的開發策略，地產業者通常要求特別許可，如容積率、更多開發單元等；而政府則需要公共設施如：公園、停車場、學校、消防員警設施等，這些都是可以利用協議開發，達成相互有利的條件。

五、都市防救災相關文獻

(一)都市災害管理的意義

根據行政院經建會都市及住宅發展處（1990）之定義，所謂「都市災害」是指隨著技術的現代化、都市空間被高度的利用，且人口或設施集中之都市化地區發生多樣化的災害之現象。而災害的發生與社會有密切的關係，因為都市社會的變化常將災害的質與量改變，在不知不覺中將危險累積，一旦發生災變，災害產生連鎖反應，且由於人的集中，都市及建築的建造方式不妥適或使用不當，使災害迅速擴大及蔓延。

災害管理是涉及多部門的運籌帷幄，包含規劃、計畫實施、預警、緊急應變、救助等措施，以減少或降低天然災害或人為災害對於社會所造成的影響及衝擊。災害管理對應災害發生時序，可分成災前的減災、整備，災時的應變，以及災後的復原四階段(彭光輝、林峰田，2006)。

1.減災 (Mitigation)：

通常發生在非災害時期，其主要目的在研究災害發生的現況及評估可能的改善策略，期望透過有效的處置步驟，消除或減輕災害之影響或發生的機會，並持續性的降低災害中之潛在損失。

2.整備 (Preparedness)：

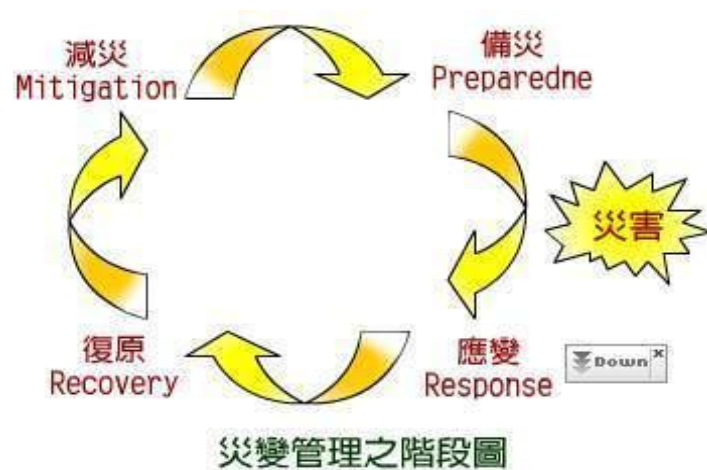
主要工作為在現行環境、體制、資源狀況下，規劃面臨災害時可採行的相關處置作為，整備須達到減災未包括或未能阻止之災害發生範圍。此階段相關主管機關應擬定各類災害應變計畫，包含緊急行動中職責之建立，以及儲備支援救災行動的資源，以應緊急需要，並使災害損失減至最小。轄區必須指定幕僚準備設施、裝備和其他資源以完成救災任務；幕僚必須接受訓練，設施與裝備需定期維護。

3.應變 (Response)：

係隨著災害緊急事件發生後，快速而有效的掌握即時資訊、傳遞重要警訊、因應實際災害情況有效調派救助人力與資源。其重點工作包含：即時性災害相關資訊蒐集與傳遞、災害預警、人員疏散通報、災情通報、救災人力及資源派遣及救災資源管理等。

4.復原 (Recovery)：

發生在實際災害過後，有效的復建受災地區，使其能在最短的時間內恢復原有的運作機能，復原工作將持續至所有都市機能回復至正常或最佳狀況。初期時，係將各項設施之重要功能回復至最低營運標準，其復原重點為維生管線系統 (Lifeline Systems)，包括電力、通訊、自來水、污水系統、運輸等系統，提供居民基本食物、衣物、避難之需求，並維持災區治安；而正式復原則於災害發生後持續數年，俟各種設施回復正常或改善水準。因此，復原行動為重建公共建設，讓社會與經濟恢復正常運作之長期政策。



而根據行政院經建會都市及住宅發展處 (1990) 對於都市災害的特徵闡述，歸納以下三點：

- 1.都市因人口及設施發展高密度化、垂直化，單純的災害發生後經常誘發多樣型態與不同程度的損害。

都市由於多數人居住，建築物分佈密集，因此一旦發生災害，受損之建築物以及公共設施(如維生管線、瓦斯管、電纜)容易成為新的災害誘因，促使單一災害發生演變成爲大面積、大範圍涉及層面眾多的複合型都市災害型態。

2.都市地區災害重視度應依地區區位環境及條件差異而有不同對策。

都市內發生的災害類型種類複雜，依地區的區位環境及條件差異應受重視順序以及所應獲得分配的社會資源也應當有所不同，有些地區是地震最受重視(如位於斷層帶附近或是地震頻繁區)，有些則是水災較被重視(如低窪地區)，而都市發展則針對地區區位特性必須不同的因應對策(如土地使用劃設禁限建地區)，藉以減少災害發生所造成的損害。

3.都市或聚落地區相較於發展密度較低的地區更容易發生災害。

隨著時代的演進，大量人口聚集而成都市或聚落，為因應大量的生活需求，不得不大規模改造環境，藉由人為手段改變自然的地景、地物、地貌，卻也因此造成河川或天然環境遭受破壞，也增加周邊地區災害發生的潛在機率及危害程度。

另外，李威儀等（1997）對「臺北市實質空間防災功能之檢討」研究中，說明臺北市都市中所隱藏之災害影響成因，包含：

- (1) 大量開發。
- (2) 建築物或附屬建物設計施工不良及使用維護不當。
- (3) 道路分佈與交通（路邊停車、人行步道與騎樓之佔用、主次要道路阻塞）。
- (4) 公園綠地有效面積不足。
- (5) 土地及建築物混合使用。
- (6) 夜市、市場密集及大量人潮聚集之都市活動特性。
- (7) 行政區的劃設無法符合防災分區。
- (8) 可作為防災使用之公共設施分佈不均，使用現況對防災機能造成負面影響。
- (9) 居住人口及活動人口無法明確掌握。

(二)災害管理程序

Quarantelli (1981) 認為災害管理程序為循環性，包含六個部分：1.災害、風險與脆弱度 (HRV) 分析，2.減災，3.應變 (包括警示、警告、衝擊、災害衝擊與救援)，4.復原、重建，5.教育、訓練，6.演練與緊急計畫測試。為了要做好成功的災害管理，重點應該要放在過程而不應只是擬定計畫，災害管理過程應該要協助參與者達到共同的目標。

Drabek (1986) 擴展災害管理的理念，在美國全國州長協會報告 (National Governors' Association Report) 裡提出命名為「州長的指南：整合緊急事件管理」 (Comprehensive Emergency Management: A Governor's Guide)，將災害管理區分為四個時期：

- 1.整備：計畫、警告。
- 2.復原：復原、重建。
- 3.應變：撤離、衝擊前動員、衝擊後緊急動作。
- 4.減災：災害觀念、調適。

Myers (1997) 提出減災、整備、應變及復原，各個專業領域不應分開進行，而應該是長期的程式且要相互聯結，因此需要建立共同目標、價值，以建立參與性計畫來因應潛在與實際災害。

Godschalk et al. (1999)也提出 1.減災：一種事先的活動，以降低或消除災害對於人民生命財產的長期威脅，通常以土地使用問題為核心，來建構合作策略與行動計畫。2.準備：短程規劃，通常針對災害一旦發生的可能，事先預想一套處理方案。3.應變：災害發生時的緊急救援。4.重建：災後實質環境的重建與社會運作的恢復。

(三)都市防災計畫之空間系統規劃流程

根據何明錦、洪鴻智(2007)之研究，現階段建議之防災空間系統規劃執行程式與步驟說明如下：

第一步驟：制定防災規劃目標與指導原則

本步驟須依據規劃地區之城鄉發展相關的天然與社會經濟環境、發展現況、地方特性與願景、相關法令與城鄉規劃的上位計畫，研擬規劃目標。另亦須考慮地區災害防救計畫、相關的防災作業原則、災害特性、防災需求特性等，以擬定都市防災規劃短、中、長期之基本規劃目的與原則，作為後續步驟之規劃基礎。

第二步驟：劃定規劃(計畫)範圍

本步驟建議可納入全區域之綜合災害風險特性，考慮規劃區周邊鄉鎮或縣市的特性，並參考歷史的災害紀錄，佐以各類災害潛勢疊圖的初步分析結果，配合人口集中、密集或行政區劃，擇定規劃(計畫)範圍。

第三步驟：防災環境資源供給調查、評估分析與確認

進行防救災設施需求分析與防救災空間系統配置之前，需針對前述劃定的規劃區域，進行災害防救條件的供給面分析。主要的工作包含：災害環境的分析、土地使用及防救災相關設施的調查與評估，及確認與瞭解規劃區現有的災害防救資源與設施的特質與空間分佈。

第四步驟：災害情境設定模擬與風險損失評估

本步驟的主要工作，包含規劃區的各種災害潛勢模擬與預期災損(或災害風險)的評估或模擬。進行此工作，首需進行災害情境的設定。災害情境的設定可以過去災害歷史為

基礎，或透過境況模擬的方法，配合相關單位與專家之建議綜合研判，設定可能的災害條件與情境，以作為災害潛勢分析或災害風險評估的基本情境。災害情境設定後，除可藉之模擬地區的災害潛勢外，亦可透過不同之災損或災害危險度評估模組、電腦模擬或相關方法，估計災害損失或損害。境況模擬的成果不但可產生多種不同型態的災害危險、風險圖與損失估計結果，都市防災空間規劃制度與研究發展亦可支援防救災設施的需求估計。

第五步驟：防救災設施需求分析

本步驟主要目的，在於估計與分析各項防救災設施的需求。防救災需求估計，需考慮不同防救災設施的潛在需求者，及影響需求的相關因素，以助於分析需求特性與估計需求量。考慮之項目包含：(1)災害潛勢與風險因素，(2)地區的社會經濟特性，(3)防救災設施的需求特性。

第六步驟：防救災設施與資源提供與供給現況檢討

防救災設施需求估計後，需進行設施的供給系統規劃與空間配置工作。故檢討與評估規劃區內各類災害（例如地震、洪水、坡地災害）防救據點與動線的防災力，即為此空間系統規劃的前期作業。防救災設施與資源供給現況檢討工作，可包含：(1)依各類災害潛勢與覆蓋敏感範圍，評估防救災據點位置適宜性；(2)評估各項防救災動線系統的阻斷風險，包含可及性、有效寬度、高度、道路現況評估等工作；(3)進行建物耐災力評估，包括建物或據點的結構與安全性評估；(4)進行據點通達性、安全性評估，並估計實際可供避難之有效面積（包含開放空間與室內空間）。

第七步驟：防災空間系統配置與劃設

此步驟主要工作，為實質防救災空間系統的規劃，特別是針對六項基本空間防救災設施系統的劃設與空間配置。此工作需建立在第五步驟的設施需求分析，與第六步驟之防救災設施與資源供給現況檢討工作之基礎上。規劃內容可包含下列工作：(1)劃設防災通道、救援運輸通道、指定消防與輔助通道系統及避難路徑；(2)劃設防災避難圈；(3)指定災害防救據點：包含避難生活據點、物資支援據點、消防據點、醫療據點與員警據點的指定。

第八步驟：課題發掘與配合對策的研擬

本步驟可擬定下列之配合措施：(1)土地使用防災規劃策略，(2)災害管理與防減災策略，(3)救災、整備與重建策略，以助於防災空間系統計劃的落實。上述步驟可以下圖 2-11 表示：

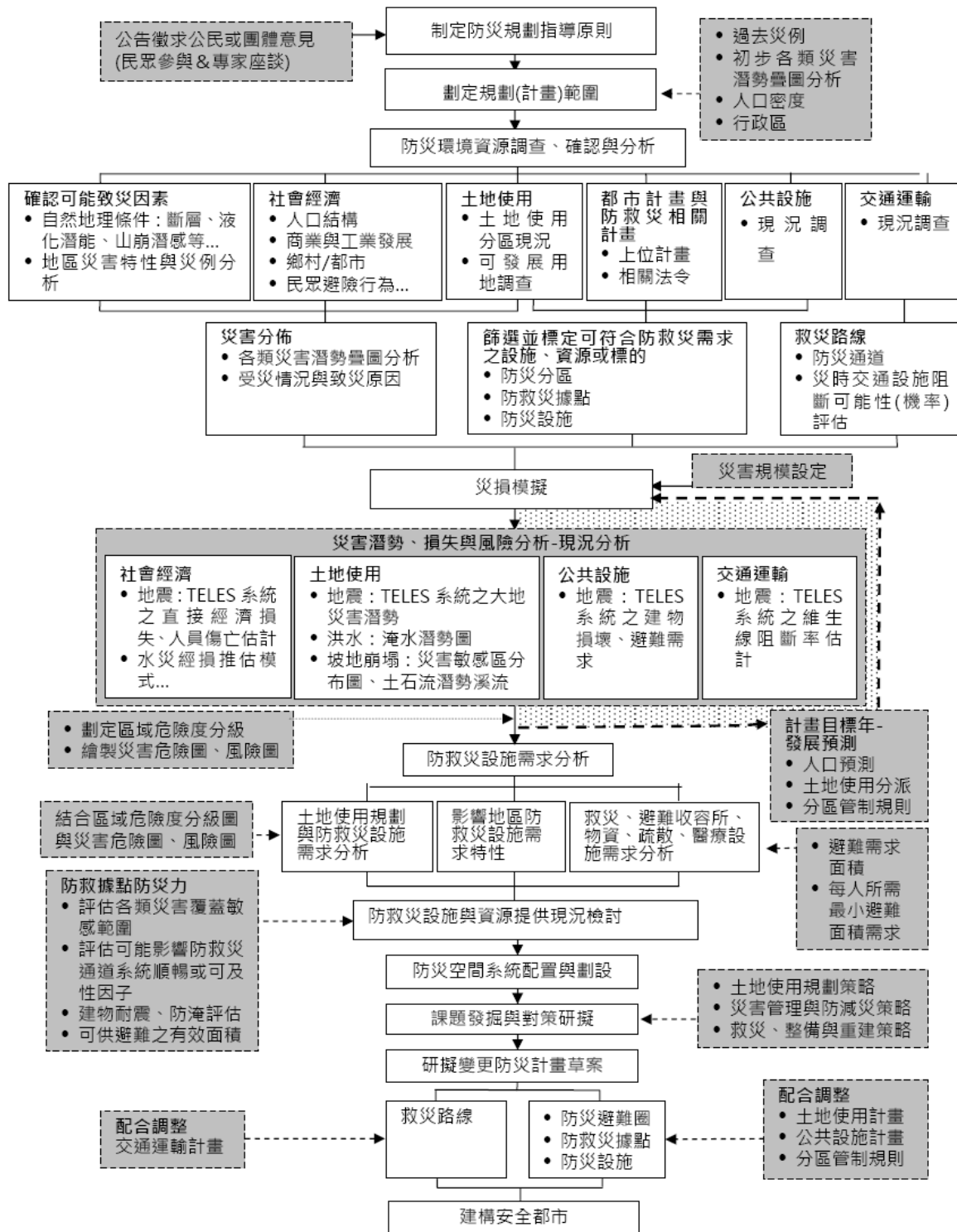


圖 2-11 都市防災計畫之空間系統規劃流程圖

資料來源:陳建忠、林育慈(2009)。

六、策略空間規劃理論

(一)策略規劃的意義

Glueck(1980)曾提出一個策略規劃的程序，將策略規劃視為一個連續的過程，並把整個程序分成若干個步驟。其中強調的是環境帶來的機會與威脅，再考量內部的優、劣勢，以選擇最適當的策略，再以組織結構來配合策略，並訂定計畫及方案、分配各種資源，以達

規劃目標。

Alag and Stearm(1991)則提出策略規劃程序始於界定組織使命、認定目標，再對環境的優劣勢、機會威脅分析後，制定出策略計畫、執行計畫，最後並評估計畫。

Blackerby(1994)定義策略規劃是「人們為了達到未來的目標，所建立一個連續且具系統化的規劃過程」。

Mill & Dess(1999)根據策略規劃之使命與目的來確認出可行的策略，並在選擇方案之前將方案加以評估，策略可以分為不同的層級來進行，每一個層級的計畫或方案都有其獨立的預算。隨著這些計畫或方案的進行，預算的擴張，必須對初步的結果進行評估，而且評估的結果會作為下一步驟的投入資訊，最後以一種回饋迴圈的方式形成整個過程。

(二)策略規劃內容與流程

策略規劃(strategic planning)理念認為規劃面臨的問題通常是複雜的，且未來通常具有太多的不確定性，加上未來的質與量的變化均難以預期，故規劃提出的解決方案應該具有很大的彈性。規劃的結果是一種對未來的承諾，而非是最終的解答。未來的承諾是具有彈性的，它可以隨新資訊的出現(或是客觀情況的改變)，而勾繪出具體的答案。根據策略式規劃理念，理性規劃的分析與決策工作，均被大量的簡化，尤其是資訊蒐集與預測的工作被大量減少。評估的過程是各種可能的行動方案相對於目標達成有效性(effectiveness)之比較和判斷。

根據Healey(2004)對空間策略規劃的解釋是：「自覺式的共同致力於重新形塑空間(城市或都市區域或領土等)的意象，並將這些努力轉化為對地區投資的優先順序、保育方法、策略式的公共投資以及土地使用規範之原則等等之成果(Healey, 2004)。都市計畫之策略規劃流程如圖2-12所示，策略規劃分析方法之內容及步驟如圖2-13所示。

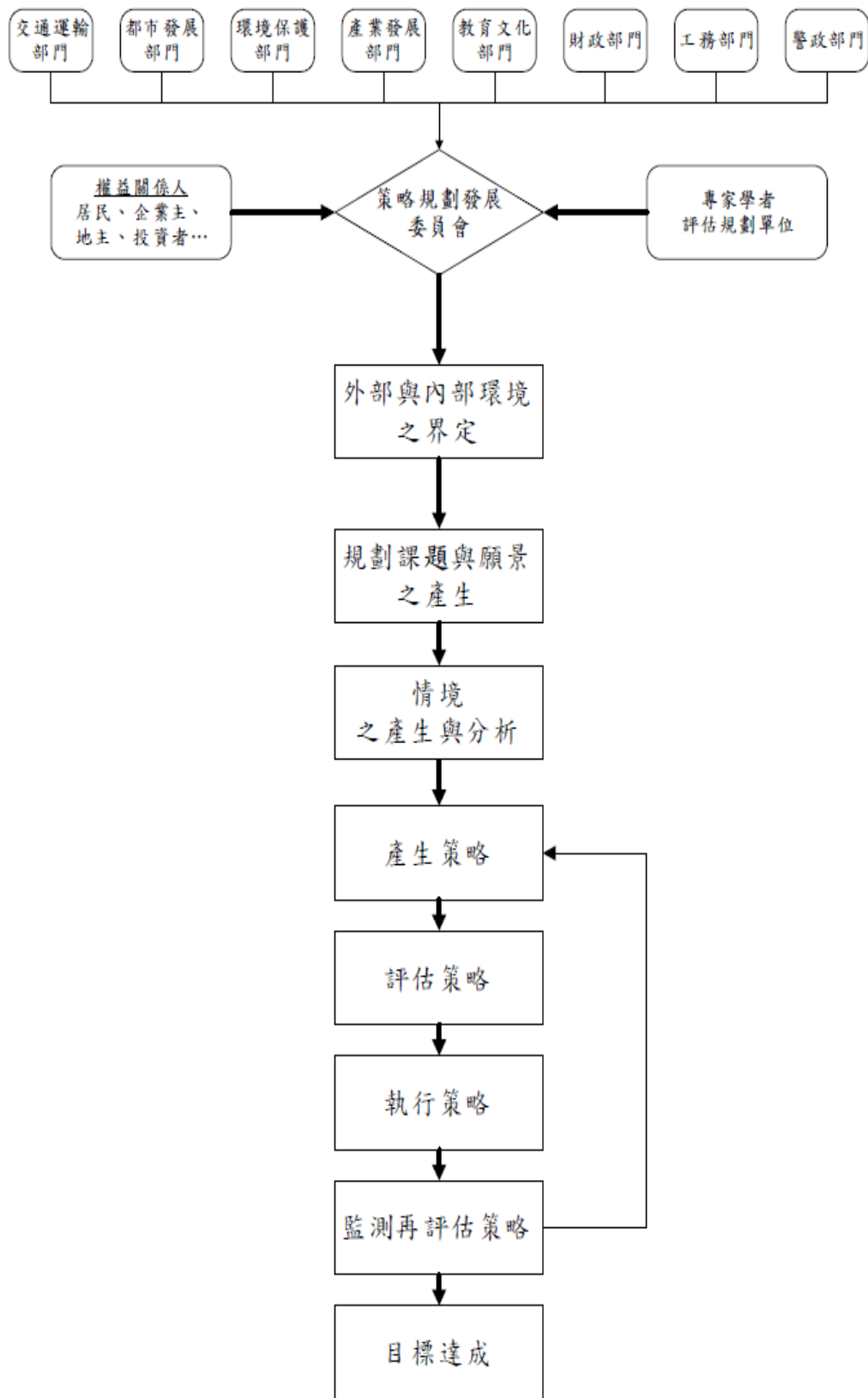


圖2-12 都市計畫之策略規劃流程

資料來源:馮正民(2005), 策略規劃於南崁都市計畫區之應用研究。

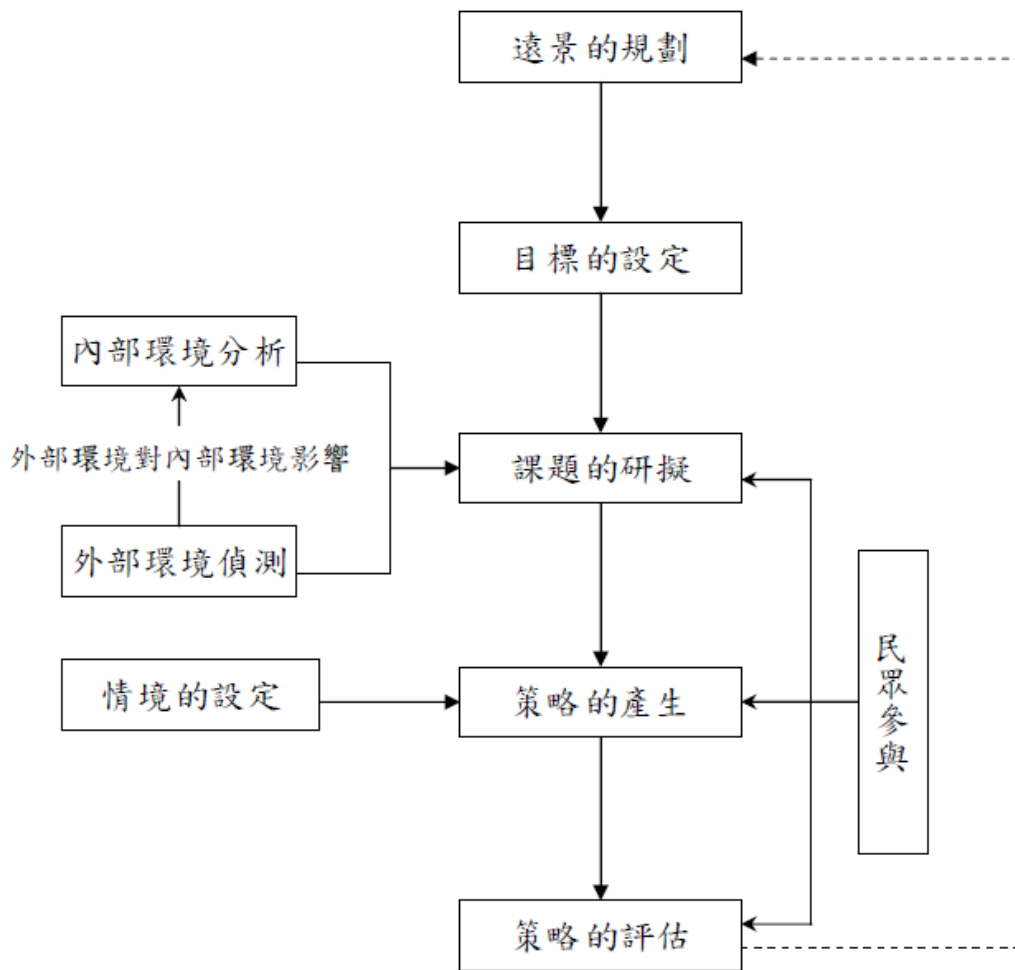


圖2-13 策略規劃分析方法之內容與步驟

資料來源:馮正民(2005),策略規劃於南崁都市計畫區之應用研究,台北:營建署市鄉規劃局。

三、研究方法

(一)文獻回顧歸納法：

透過文獻回顧與資料蒐集，蒐集與歸納國內、外關於回復力與脆弱度相關的討論文獻，包含定義、評估指標（因素）建立、評估方法、實證與案例分析、政策評估等層面的文獻與資訊。此外，尚要回顧縣市與鄉鎮都市計畫以及各層級災害防救計畫之實質計畫內容，以做為各層級評估指標研究的基礎。

(二)德爾菲法：

透過不同領域專家或焦點團體的座談與訪談，協助研究相關工作的推動，包含對於回復力與脆弱度的相關定義、評估系統（與指標）建置、評估方法的確認等，皆可透過專家座談與訪談，使研究的進行方向能獲得較高的共識，亦可透過集思廣益以避免研究層面過於狹隘。

(三)多準則評估方法：

在回復力與脆弱度的評估過程，針對蒐集的資料，將應用多準則評估方法中的分析階層程式法(AHP)或分析網路程式法(ANP)，以協助回復力與脆弱度指標之量測及實證分析的進行。

(四)地理資訊系統（GIS）：

透過 GIS 的應用，除可將回復力與脆弱度的評估結果，進行空間解析與相關處理外，亦可結合統計分析，協助研究者進行空間災害回復力與脆弱度的相關空間比較分析，相關圖層包含特定水土保持區、土石流高潛勢溪流影響危險地區、活動斷層一定範圍內、山坡地保育區等。

(五)深度訪談法：

本計畫將訪談具有豐富經驗的專家學者、中央與地方相關部門官員，研擬相關課題與短、中、長期空間規劃與管理策略。

四、結果與討論

最後本研究經過多次專家會議討論後，完成結果如表 4-1、表 4-2、表 4-3、表 4-4、表 4-5 所示。

表 4-1 洪災脆弱度指標應用於卡玫基颱風評估表

面向	指標	縣市層級	洪災脆弱度指標應用於卡玫基颱風評估
暴露	災害強度	颱風陣風強度 累積/瞬時雨量 建築物淹水高度	<p>本次卡玫基颱風之致災主因，係累積降雨量及降雨強度超大，其中 24 小時累積降雨量達 200 年重現期距，累計降雨量超過 500mm 之雨量站有 50 站，產生之逕流大部分超過河川、區域排水、都市雨水下水道、農田排水之現況保護標準及「易淹水地區水患治理計畫」之計畫保護標準；未來受全球氣候變遷影響，類似情形可能更頻繁，另早災的情況，亦可能變得更難處理。全球氣候變遷，短延時高強度的集中暴雨發生機率越來越高，如何面對超過預期的降雨強度，是防災工作的重要關鍵。卡玫基颱風豪雨事件的特性為短延時暴雨（小於 24 小時的劇烈降雨）的降雨強度超過預期，造成淹水與土石流災情，以此次事件 3 小時延時雨量大於 200 毫米的降雨分佈情形而言，與此次災害嚴重的區域相當吻合，包括台中的都會地區淹水、台南高雄地區的坡地災害、南化水庫原水濁度升高...等，這些重災地區也分別與時雨量超過 100 毫米、6 小時延時雨量超過 400 毫米的降雨空間分佈相吻合。以此次台中發生嚴重淹水災情為例，大坑站 17~18 日的總累積雨量為 630 毫米，但最大 6 小時延時雨量即高達 470 毫米，短延時的集中暴雨為此次降雨的特性同時也是致災的重要關鍵因素。</p> <p>卡玫基颱風淹水鄉鎮深度統計圖。</p>
自然環境條件	氣候條件	颱風頻率 暴雨頻率	降雨頻率分析，參考水利署災害緊急應變系統網站之資料及水利署水利規劃試驗所之分析結果
	災害敏感區	淹水潛勢面積(比例) 坡地災害潛勢區面積(比例)	<p>718 卡玫基水災淹水面積統計表</p> <p>卡玫基颱風 718 水災與易淹水範圍比較圖</p> <p>卡玫基颱風縣市通報坡地災害處數統計資料圖</p>
	地形、植被狀態		<p>菜寮溪之河川屬於曲流地形，流經地區多為泥岩地質。故其整治，需配合河川特性，管制兩岸的土地使用型態，擴大其滯洪範圍，避免都市發展與過度開發，以降低其洪災風險。台灣自從民國 88 年發生集集大地震之後，流域中上游之地質條件顯現脆弱化不穩定，每遇豪雨易發生土石沖蝕、崩塌及滑動等坡地災害。邊坡植被遭嚴重破壞，邊坡植被復育情況不佳，於卡玫基颱風期間，豪大雨沖刷導致地表含水量過高，造成坡地滑動而崩塌。</p>

社會環境條件	外在整體經濟	國民生產毛額 經濟成長率、 失業率	因颱風造成之平均年損失達 174 億元，約為國民生產毛額之 0.33%。2008 年 7 月 18 日電)中華經濟研究院今天公佈，由於國際經濟受到美國房利美及房地美等「二房」房貸風暴以及農工原料價格飆升影響，將原預估台灣全年經濟成長率 4.67% 下修至 4.5%。
	人口規模	縣市人口數 縣市人口密度	人命傷亡(資料來源：內政部消防署)、人口密度、城鄉人口比重
	弱勢族群	縣市老弱婦孺數 縣市老弱婦孺分布 縣市老弱婦孺密度	女性、住戶數、人口數、低收入者、獨居老人、身心障礙者、14 歲以下、65 歲以上與不識字，可參考蕭煥章(2008)，水災脆弱性評估模式之建立-以汐止市為例，中國文化大學地學研究所博士論文。
	地方經濟	縣市產業結構 縣市產業產值 縣市就業率(量) 縣市失業率(量)	農林漁牧產物及設施災情損失(資料來源：農委會)
	非政府組織	社會扶助與福利團體數	許多非營利組織、宗教慈善團體、專業技術組織、職業工會、市民與政治組織
	政府防救災組織與制度	公部門防救災組織 防救災法令完整度	治水機制與管理權責分工介面尚有部分仍未釐清：雖已經過機關組織調整，但在政府組織再造前，治水機制與管理權責分工介面尚有部分仍未釐清，例如集水區上中下游分屬不同機關治理及管理，仍具交界不清楚地帶，該地帶往往被忽略，另又如固定抽水站在都市及非都市該設置處，具尚未興設之問題。對於氣候變遷事宜，因為因應策略之開展尚屬初步，首要進行之工作應為擴編氣象局之氣候變遷研究部門，橫向整合相關學術組織、財團法人機構，逐步架構我國氣候變遷調適之幕僚機構；同時於行政院或經建會下設立氣候變遷因應辦公室，俟政府組織再造中成立國家發展委員會後併入為專責機構。以政府治理的長期眼光，應馬上落實重大建設投資之政策評估機制，加入受氣候變遷衝擊之經濟社會效益評估。 河道疏濬相關法令亦應重新檢討修訂，以免造成業務人員因法令限制而無法進行疏濬工程。因此建議應儘速檢討所有防災相關法規及作業規範，以減少因法規間衝突或過度限制而造成之災害。目前許多水利防洪相關之法規及操作規範應適時修訂，以符合現況應變需求，例如水庫防洪放水操作規則之修訂，以免造成因水庫放水而造成下游淹水災害更加嚴重；另河道疏濬相關法令亦應重新檢討修訂，以免造成業務人員因法令限制而無法進行疏濬工程。因此建議應儘速檢討所有防災相關法規及作業規範，以減少因法規間衝突或過度限制而造成之災害。
	電力、電信設備	電力、電信備援系統完整度	維生管線災情(資料來源：經濟部、國家通訊傳播委員會) 交通災害總數(資料來源：交通部)

			水利設施損害搶修（資料來源：經濟部）
	給排水系統	雨水下水道鋪設量（比例）	針對都市計畫及未來發展重新檢討區域排水及雨水下水道的通洪能力。水利設施損害搶修（資料來源：經濟部）
	土地使用	都市土地開發比例（強度）	為疏解人口成長壓力及刺激提振社會經濟，近年來有許多新市鎮社區之開發，而這些新市區之開發，將造成許多週邊環境敏感地區超限利用，而這些環境敏感地區大多是屬於高災害潛勢區域，若讓這些高災害潛勢區域持續開發，未來除造成災害規模加劇之外，其衍生之問題讓解決方案更加複雜化。建議應儘速劃定高災害潛勢區域及公布，並研擬相關法規以限制其土地不當開發利用；且未來都市城鄉規劃時，亦應考慮避開高災害潛勢區域之規劃。
	特殊人文資產	古蹟/歷史建物數量	日前卡玫基、鳳凰颱風造成北港溪水暴漲，當地居民楊安順昨天至復興鐵橋拍照、取景時，赫然發現河道中原殘存的3座橋墩，目前只剩一座，軌道疑因橋墩傾倒出現移位，其中一條懸在空中沒有支撐，大批枕木落入河中。當初參與保留鐵橋的黃水水相當憂心表示，鐵橋現況岌岌可危，再不修護恐將走入歷史，這座鐵橋裝載著雲、嘉兩縣居民的共同回憶，希望兩縣府能展開協調設法搶救。
	防救災硬體設施與設備	防洪設施數量 防救災設備數量 醫療機構數量	分析台中縣此次淹水災害主要原因，包括暴雨洪流超過防洪設施設計標準、防洪設施不足、老舊或設置不當。預期縣(市)管防洪設施完成率可提升至60%以上。
	防災宣導	縣市防災宣傳與教育經費	加強民眾及媒體災害風險教育宣導：各單位應於97年汛期，加強水災正確觀念之教育宣導，尤其針對媒體人員，另對一般民眾應強化民眾疏散、避災、自救之知能及喚起民眾防災意識。
緊急應變	人員整備	縣市救難人員服務比例 縣市消防人員服務比例 縣市醫護人員服務比例	「易淹水地區水患治理計畫」營建署人力最為不足，亦請同意專案增加正式人力。另縣(市)政府執行本計畫，亦有人力不足情事，亦建請適當調整員額編制，補充水利及地政專業人員。
	物資整備	醫療資源量 縣市整備物資數量	救災資源之整合良好與否，直接影響災害發生時救災工作之成效及災害所造成之人員財產損失程度，應儘速完成救災物資及人員整備，建立短期有效之洪氾救災機制，防止於災區經歷重創後，短期間再度因洪水災害導致嚴重損失。
	緊急應變計畫與能力	縣市緊急應變計畫	保全計畫內容標準作業程序化，以強化民眾自救應變能力為強化民眾自救應變能力，保全計畫之內容應標準作業程序化，使緊急應變措施為確實可操作，而非僅是原則性之條文，對於保全計畫之具體內容，應將保全計畫之內容製作成防災地圖，使保全對象能瞭解自己居家危險地區，並知悉如何進行避難。

調適/回應	重建計畫與執行力	縣市重建計畫投入數量	西部沿海地層下陷區過去雖有推動整合性的防治計畫，但執行結果應再加強，特別是雲林彰化一帶，地層下陷中心有往內陸移動趨勢，因此應檢討推動地層下陷防治的機制。由過去經濟部主導提升至行政院層級，由政務委員主持跨部會協調工作，如「綜合治水」、「地貌改造」與「產業調整」等三大環境改善與復育主軸。
	減災計畫與執行力	縣市減災計畫數量 縣市減災工程經費	各級主管機關依照災害防救法進行應變、救災、救助及復建工作，期使災害損失減至最低。(97年7月21日行政院召開「718水災檢討會議」指示)。

表 4-2 縣市層級洪災脆弱度指標與空間規劃與管理策略對照表

縣市層級洪災脆弱度指標	空間規劃策略	空間管理策略
颱風陣風強度、累積/瞬時雨量 建築物淹水高度		中央:補強氣象、坡地災害與河川水情監測系統
颱風頻率、暴雨頻率		中央:氣候變遷之衝擊評估、複合型災害之預警技術研發、加強氣象、地質、水文及其他相關資料之觀測、蒐集、分析及建置
淹水潛勢面積(比例) 坡地災害潛勢區面積(比例)	中央:劃設國土保育區、 地方:擬定縣市區域計畫	中央:擬定國土計畫法、災害地圖資訊揭露、土石流預警制度 地方:加強集水區的保育、積極輔導造林、禁止超限使用、建立環境敏感地之警報系統
地形、植被狀態		中央:加強地形、植被狀態調查
國民生產毛額、經濟成長率、失業率		中央:溫室氣體稅制改革
縣市人口數、縣市人口密度	地方:提高都市的緊密發展	
縣市老弱婦孺數、縣市老弱婦孺分布、縣市老弱婦孺密度		地方:加強弱勢族群之疏散避難
縣市產業結構、縣市產業產值、縣市就業率(量)、縣市失業率(量)		地方:加強防災保險機制與宣導
社會扶助與福利團體數		地方:社區災害防救團體、民間災害防救志願組織之成立及其活動之促進、輔導、協助及獎勵
公部門防救災組織、防救災法令完整度		中央:成立環境資源部、綜合流域治理、擬定國土計畫法
電力、電信備援系統完整度		公共設施區位及設計容量
雨水下水道鋪設量(比例)	地方:增加雨水下水道鋪設量、公園綠地滯洪設施	公共設施區位及設計容量
土地使用:都市土地開發比例(強度)	地方:加強都市計畫與相關開發計畫中對於防災計畫之規劃與執行、都市計畫通盤檢討或都市更新時檢討道路寬度與避難空地分佈、土地使用計畫及管制規則、提高公共運輸以及降低私人運具的使用、TOD	中央:全國國土利用現況調查、土地開發總量管制、擬定國土成長管理策略 地方:建立嚴格之環評審查標準、加強土地使用監測
古蹟/歷史建物數量		地方:保存古蹟/歷史建物、土

		地及財產徵收
防洪設施數量、防救災設備數量、醫療機構數量	地方:規劃都市計畫區內高密度發展地區之災害避難空間	加強排水、防洪設施之建設、公共設施區位及設計容量、建築物耐災設計
縣市防災宣傳與教育經費		地方:加強水土保持教育宣導、強化疏散撤離之作業程序
縣市救難人員服務比例、縣市消防人員服務比例、縣市醫護人員服務比例		地方:設立災害防救局、以先進國家消防人員編制比例(1000/1消防人員)為中長期目標,逐年增加消防人員編制
醫療資源量、縣市整備物資數量		地方:充實並升級救護車之人員與配備
縣市緊急應變計畫	研擬地區災害防救計畫、巨災應變計畫	整合相關防災資訊於地理資訊系統
縣市重建計畫投入數量	地方:檢討都市防災規劃	
縣市減災計畫數量、縣市減災工程經費	地方:檢討都市防災規劃	

表 4-3 縣市層級空間規劃與管理策略與對應縣市層級洪災脆弱度指標

共同的空間規劃與管理策略	縣市層級空間規劃與管理策略	對應縣市層級洪災脆弱度指標
成長管理	擬定縣市成長管理策略 土地開發總量管制 劃設縣市國土保育區 擬定縣市區域計畫 提高都市的緊密發展	土地使用:都市土地開發比例 (強度) 淹水潛勢面積(比例) 坡地災害潛勢區面積(比例)
重大建設(CIP)	提高公共運輸系統 提高下水道建設普及率 TOD 大眾運輸導向發展	土地使用:都市土地開發比例 (強度)
防救災設施	加強都市計畫與相關開發計畫 中對於防災計畫之規劃與執行 加強排水、防洪設施之建設 公共設施區位及設計容量 建築物耐災設計 規劃都市計畫區內高密度發展 地區之災害避難空間 增加雨水下水道鋪設量 公園綠地滯洪設施 補強氣象、坡地災害與河川水 情監測系統	土地使用:都市土地開發比例 (強度) 雨水下水道鋪設量(比例) 防洪設施數量 防救災設備數量 醫療機構數量
產業發展計畫	調整產業結構,發展低碳及防 災產業 檢討都市產業防災規劃	縣市產業結構、縣市產業產 值、縣市就業率(量)、縣市失業 率(量)
土地使用規劃與管理	建立嚴格之環評審查標準 加強土地使用監測 土地開發總量管制 都市計畫通盤檢討 土地使用計畫及管制規則 加強集水區的保育 積極輔導造林 禁止超限使用 建立環境敏感地之警報系統 都市更新時檢討道路寬度與避 難空地分佈	土地使用:都市土地開發比例 (強度)
跨區合作	成立流域管理局 加強綜合流域治理 研擬地區災害防救計畫、巨災 應變計畫	公部門防救災組織 防救災法令完整度 縣市緊急應變計畫
財稅保險	加強防災保險機制與宣導	國民生產毛額、經濟成長率、 失業率

表 4-4 實質規劃層面策略

		<u>實質規劃層面</u>		
項目		土地使用規劃與管理	基盤設施	防救災設施
定義		為減少環境破壞、不當空間發展造成的脆弱度增加等問題，利用土地使用強度、區位的規劃、配置、管理，引導土地活動發展，並管理其變遷的手段。	為維持整體空間功能正常運作，使自然環境、社會經濟環境維持穩定狀態的必須的設施。	泛指與災害防救相關的實質性設施。其中包含事前減災、緊急應變、重建回復時所需的設施與設備。
各層級策略	跨轄區	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有效且確實執行環境敏感地之管理（包含地區劃設及管制）避免增加暴露以及環境生態的敏感度，以達降低都會地區之脆弱度。 2. 採以較彈性之使用分區管制方式，依地區發展特性進行重點開發，可降低地區之暴露程度。 3. 整體防災軸帶（如：防災性公園綠地系統）及防災分區的劃設，可降低環境生態的敏感度，並增加其社會經濟條件的敏感度，以降低都會地區之脆弱度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 強化地區之機能設施（交通、教育、醫療、通訊等），提升其耐災強度及服務水準，可強化社會經濟條件及建成環境之敏感度，以降低其脆弱度。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 著重在整體區域的防汛設施（河堤、抽水站）的檢討，訂定因應氣候變遷所需防災設施規範與標準。
	流域	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過土地使用管制與建築管理手段進行災害管理 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依分期分區計畫內容，及流域不同地區脆弱度與回復力特性，擬定基盤設施建設計畫 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依流域內不同實質環境與社會經濟發展程度，提供相關之防救災設施
	縣市	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立嚴格之環評審查標準 2. 加強土地使用監測 3. 土地開發總量管制 4. 都市計畫通盤檢討 5. 土地使用計畫及管制規則 6. 加強集水區的保育 7. 積極輔導造林 8. 禁止超限使用 9. 建立環境敏感地之警報系統 10. 都市更新時檢討道路寬度與避難空地分佈 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強排水、防洪設施之建設與增加雨水下水道鋪設量 2. 公共設施區位及設計容量 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加強都市計畫與相關開發計畫中對於防災計畫之規劃與執行 2. 建築物耐災設計 3. 公園綠地滯洪設施 4. 補強氣象、坡地災害與河川水情監測系統

鄉鎮	<ol style="list-style-type: none"> 1. 土地使用分區管制 2. 開發許可制/成長率控制 3. 公共設施承載量 4. 發展權移轉 5. 容積率、建蔽率 6. 災害分區管制 7. 災害潛勢地區訂定法定退縮空間 8. 劃定災害潛勢地區為不易受災之土地使用 9. 災害潛勢地區做低強度使用 10. 災害潛勢地區設置緩衝帶 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 資本門投資改善計畫 2. 針對重大開發與脆弱度地發展進行特別評估 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 防救災器具、物資儲備位置 2. 發電器、蓄水等設施之設置位置
社區	<ol style="list-style-type: none"> 1. 綠帶規劃 2. 河川兩旁設立安全帶 3. 疏散路規劃 4. 消除街道障礙使社區街道系統通暢(加大街角設計) 5. 收容所或避難空間的劃設 6. 依脆弱度進行建築高度兩強度管制 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 洩洪、地下水槽、給排水設施設置 2. 堤防的興建 	<ol style="list-style-type: none"> 3. 救災物資儲存 4. 土石流、雨量監測器之設置 5. 手機、無線電等通訊設備整備 6. 社區警報系統設置 7. 消防設備的整備

表 4-5 開發管理層面策略

<u>開發管理層面</u>			
分期分區	風險溝通	財稅制度	合作機制
計畫區在時間及空間的考量下，依其財力及建設時序需要，區分數個期程或地區，訂定發展建設目標，使其得以在系統化的管制下循序漸進達成目標。	風險溝通是在個人、團體、機構間交換資訊和意見的互動過程。不只與風險相關，還包括風險的性質、風險造成的影響、風險處理的方式、以及對風險訊息與風險管理的憂慮與意見等。 (National Research Council, 1989)	指透過財政或公、私合作之災害保險與財務手段，進行災害管理	為有效解決地區共同問題，整合資源避免重疊浪費，運用公、私部門的發展力量在各地方政府及公私部門、非營利組織與社區間建立策略性夥伴關係，透過責任機制的建立形成有力監督及推動機制，提高民間參與公共事務、執行監督與參與競爭管理能力。
1. 透過其他層級對地區環境的認識及分析，進行脆弱度空間之指認（界定），並由其脆弱度空間等級（高低）進行分期分區工作，以達有效降低都會地區之脆弱度。	1. 推動及訂定環境與災害風險資料庫與標準，促進資料健全及格式統一，增加其資訊的可利用程度。 2. 防救災教育的推動行及認證制度的建立，提高民眾教育程度與防救災相關知識，以增加社會經濟條件的敏感度，降低其脆弱度。 3. 公開區域之災害地圖	1. 建立土地使用差別回饋及稅費制度，對於土地開發或變更使用課徵其環境衝擊稅費等，作為環境影響及衝擊的保全費用。 2. 推行敏感地區之災害保險制度，以降低地區災害風險。	1. 推行政府組織調整及建立政策網絡架構及運用，加強資訊公開及便利性。 2. 建立策略夥伴關係及責任機制，以地方政府為主動進行合，作中央為協力整合的角色分配，強調地方參與及公、私和第三部門的結合。
1. 劃設不同災害脆弱度等級地區，進行不同程度之管制與發展	1. 透過風險溝通鼓勵地方政府與居民採取自我防護或自我保險（含市場保險）行為 2. 公開流域內之災害地圖	1. 透過災害保險及對於高脆弱地區的租稅政策，降低災害風險	1. 建立跨縣市或鄉鎮之發展計畫整合與溝通機制
1. 擬定縣市成長管理策略 2. 土地開發總量管制 3. 劃設縣市國土保育區 4. 擬定縣市區域計畫 5. 提高都市的緊密發展	1. 加強縣市民眾災害預警之風險溝通與使用者認知 2. 公開縣市之災害地圖	1. 加強防災保險機制與宣導	1. 成立流域管理局，加強綜合流域治理 2. 研擬地區災害防救計畫、巨災應變計畫

1. 在鄉鎮範圍內分期分區開發建設	1. 防救災專業人員之教育與演習 2. 衡量民眾教育程度，程度高者可能教具防救災相關知識與資訊。 3. 公開鄉鎮之災害地圖	1. 徵收開發影響費 2. 針對地震帶或洪氾等高風險地區居民，要求地震級洪水等其他保險	1. 與其他鄉鎮簽署互助合作協議。
1. 分期分區執行土地使用調整、改善策略 2. 分期分區設置不同強度、功能的防救災設施	1. 民眾參與規劃過程，與政府、社區民眾相互溝通，逐漸構成防災社區能量。 2. 透過防災教育、演講、演練等方法，傳遞災害知識。 3. 公開社區災害地圖。	1. 鼓勵社區居民投保洪水等災害保險	1. 與上及空間、機關的配合、互動，以爭取更多資源。 2. 與其他社區經驗交流、傳承防災經驗。 3. 透過活動舉辦強化社區內部網絡互動關係。

另外本研究也完成以下之結論與建議:

- (一)建立都會區颶風災害脆弱度指標體系：兼納脆弱度各種相關評估價值與面向，包括暴露性、敏感度與回復力；透過文獻回顧與資料蒐集，初擬都會區颶風災害脆弱度評估指標，進行模糊德爾菲專家問卷，對指標體系之調整與修正，確立都會區颶風災害脆弱度之評估架構，建立六大面向、二十七項指標的評估體系。
- (二)匯整不同領域專家意見與分析不同面向之重要性：除了水利工程領域的認為軟硬體設施條件會稍高於整備與應變能力這點與其他領域稍不同外，其餘總體來看，整備與應變能力多被認為是脆弱度的評估上最重要的一個因子，將近有整體三成的重要性。其次，自然環境條件與復原與調適能力兩者權重值差不多，也是相當重要的評估面向；再來則是軟硬體設施條件與前兩者其實也差不多。被一致認為最低的是社會環境條件，也相當符合先前德爾菲問卷調查時的專家共識，主因可能是台灣的整體都市社會結構較為均值，整體差異不大。
- (三)整備與應變能力為影響各都會區脆弱度高低最重要的因素：正向面向的軟硬體設施、整備與應變能力與重建與復原能力在脆弱度的評估上佔有半數以上的權重，可見在先天難以預測的風雨影響程度、或潛在較難改變的自然環境條件與社會環境條件之下，如何後天增強都會區的防災能力，尤其在軟硬體設施、整備與應變能力與重建與復原能力程度的提高，將可大大降低脆弱度，也可視為影響各都會區脆弱度高低最重要的因素。
- (四)評估各都會之颶風災害脆弱度：本研究就決策群體的意見為考量，其總體都會區的颶風災害脆弱度為台南都會區 > 台中都會區 > 桃園中壢都會區 > 高雄都會區 > 台北都會區。探究其原因，台南都會區前三項負面面向值頗高，常在颶風過後引來西南氣流造成豪大雨，加上地勢低窪，整體風雨與自然面向相當不利，造成脆弱度於各都會區裡最高。台中都會區常年遭受颶風災害，每遇颶風就會發生土石流、局部淹水等情形，水利工程專家給予相當高的脆弱性。桃園中壢都會區先天台地地形，受風雨與豪雨影

響較小，但在軟硬體設施、應變與復原程度則不良。高雄都會區與台北都會區脆弱度最低的兩位，其中掌握最風附的資金、資源，高程度的軟硬體設施條件、整備與應變能力與復原與調適能力是其脆弱度頗低的主因。

- (五)政策建議：1.透過災害相關資訊，整合與建立完善防災資料庫。2.加強整體的整備應變能力與復原調適能力。3.均衡各區防災的需求，加強防災建設較弱的地區。4.各種不同尺度的整備與防災規劃。

五、參考文獻

(一)中文參考文獻

1. 王建華(2009)，基於模糊綜合評判法的洪水災害風險評估，「水利科技與經濟」，第15卷，第4期，第338-340頁。
2. 王國權(2005)，「臺北都會區都市發展對都市能源消耗影響之研究」，台北：國立臺北大學都市計劃研究所碩士論文。
3. 王進明(2000)，「空氣污染總量管制下產業調整策略—以高雄地區石化工業為例」，高雄：國立中山大學公共事務管理研究所碩士論文。
4. 白仁德、林建元、賴炳樹(2009)，各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評估研究-以都市空間為對象，台北：行政院國家科學委員會。
5. 石勇等(2008)，沿海城市自然災害脆弱度評價研究-以上海浦東新區為例，「中國人口資源與環境」，第18卷，第4期，第24-27頁。
6. 石榮豐等(2009)，台灣氣候變遷調適措施選項之評估-荷蘭多準則分析法之應用，「兩岸綠色新政、碳金融發展與調適策略研討會電子論文集」。
7. 朱政恆(2006)，「台灣實施都市發展總量管制可行性之研究」，台北：文化大學建築及都市計畫研究所碩士論文。
8. 江宜錦(2007)，「天然災害統計指標建構與分析-以台灣各縣市為例」，桃園：銘傳大學媒體空間設計研究所碩士論文。
9. 行政院環境保護署(2009.12.06)，台灣氣候變遷調適資訊平台，
。
10. 何明錦、洪鴻智(2007)，都市防災空間系統手冊彙編增修，內政部建築研究所研究報告。
11. 吳杰穎、何明錦、張佑慈(2009)，氣候變遷下都市災害風險評估指標系統初探，「中華民國都市計劃學會、區域科學學會、地區發展學會聯合年會暨論文研討會電子論文集」。
12. 吳珮瑛(2008a)，評估關鍵的脆弱度及來自氣候變遷的風險，「全球變遷通訊雜誌」，第58期，第19章。
13. 吳珮瑛(2008b)，氣候變遷與永續發展的展望，「全球變遷通訊雜誌」，第58期，第20章。
14. 呂宗盈(2003)，「環境變遷與土地使用管理制度關係之研究-土地與法律互動模式之應用」，台北：國立臺北大學都市計劃研究所博士論文。
15. 李欣輯、楊惠萱、廖楷民、蕭代基(2009)，水災社會脆弱性指標之建立，「建築與規劃學報」，第10卷，第3期，第163-182頁。

16. 李威儀等(1997),「臺北市實質空間防災功能之檢討」,台北:中華民國都市計畫學會。
17. 李洋寧、郭彥廉(2009),台灣未來天災關鍵脆弱度與衝擊評估-專家創意思考與德爾菲法之應用,「2009 臺灣災害管理研討會電子論文集」,第 47-48 頁。
18. 李堅明、陳建智(2010),台灣脆弱性指標建構與評估之研究,「都市與計劃」,第37卷,第1期,第71-96頁。
19. 周揚震、申永順、顧洋(2008),地球暖化調適策略發展現況分析,「永續產業發展雙月刊」,第 41 期,第 22-27 頁。
20. 林育慈(2009),「氣候變遷調適方案之選擇與排序方法初探」,台北:內政部建築研究所。
21. 林冠慧(2004),全球變遷下脆弱度與適應性研究方法與方法論的探討,「全球變遷通訊雜誌」,第 43 卷,第 33-38 頁。
22. 林冠慧、孫志鴻(2004),全球變遷人文面向的新發展-IHDP 2003 open meeting 的回顧,「全球變遷通訊雜誌」,第 41 期,第 40-43 頁。
23. 林淑華(2008),氣候變化衝擊、適應性和脆弱度評估方法進展和未來情景的特性,「全球變遷通訊雜誌」,第58期,第4-8頁。
24. 邱啟文(2005),「溫泉水權總量管制之個案研究-以烏來地區為例」,台北:臺北科技大學環境規劃與管理研究所碩士論文。
25. 施鴻志(1988),「都市防災與土地使用規劃」,台北:行政院國家科學委員會。
26. 柯于璋(2008),土地使用減災工具之政策規劃可行性評估:模糊德菲層級法之應用,「行政暨政策學報」,第47期,第57-90頁。
27. 柳中明、華昌宜、游保杉,2008,「我國氣候變遷綱要計畫」,台北:行政院環保署。
28. 柳中明、蕭代基(2009),氣候變遷趨勢、衝擊、脆弱度評估與調適措施,「國家通訊報告中文完整版第六版」。
29. 柳中明等(2008),國內全球氣候變遷模式發展現況與應用概況,「氣候變遷下之都市與建築減災調適研討會論文集」,台北,第 1-15 頁。
30. 柳中明等(2009),「台灣氣候變遷趨勢、衝擊、脆弱度評估與調適措施之現況認知報告」,臺灣氣候變遷調適策略座談會。
31. 洪雅雯(2005),「建立都市災害脆弱度指標之研究」,台中:逢甲大學土地管理所碩士論文。
32. 洪鴻智(2009),都市防災空間系統規劃示範計畫-台北縣三重市,「都市防減災規劃技術講習會論文集」,台北,第 21-52 頁。
33. 洪鴻智、王翔榆(2010),多元性區域環境風險評估:以陽明山國家公園為例,「都市與計劃」,第 37 卷,第 1 期,第 97-119 頁。
34. 洪鴻智、邵珮君(2004),「災後重建體系及其運作機制檢討與建置之研究」,台北:行政院災害防救委員會。
35. 倪貴平、伍世代(2009),土地利用規劃環境影響脆弱度評價研究,「長春師範學院學報」,第28卷,第2期,第61-63頁。
36. 孫阿麗等(2009),沿海區域自然災害脆弱度特徵及影響因素分析,「中國人口、資源與環境」,第19卷,第5期,第148-153頁。
37. 徐村和(1998),模糊德爾菲層級分析法,「模糊系統學刊」,第 4 卷,第 1 期,第 59-72 頁。
38. 徐偉鈞(2002),「由環境及設施容受力探討山坡地總量管制之研究-以臺北縣汐止市為

- 例」，台南：成功大學都市計劃學系碩士論文。
39. 馬定國等(2007)，鄱陽湖區洪災風險與農戶脆弱度分析，「地理學報」，第62卷，第3期，第321-332頁。
 40. 商彥蕊(2000)，自然災害綜合研究的新進展-脆弱度研究，「地域研究與開發」，第14卷，第5期，第73-77頁。
 41. 國家災害防救科技中心(2009)，莫拉克颱風2009年8月5日至10日累積雨量圖。
 42. 張世賢(2004)，聯合國推動地方永續發展的策略分析，「中國行政評論」，第13卷，第2期，第135-156頁。
 43. 張有恆、徐村和、陳曉玲(1997)，模糊方法在質化評估準則之運用-交通建設土地征收難易度為例，「都市與計劃」，第24卷，第1期，第1-21頁。
 44. 張竣維(2009)，「台灣五大都會區颶洪災害脆弱度評估比較之研究」，台北：國立政治大學地政研究所碩士論文。
 45. 張會、張繼權、韓俊山(2005)，基於GIS技術的洪澇災害風險評估與區劃研究-以遼河中下游地區為例，「自然災害學報」，第14卷，第6期，第141-146頁。
 46. 張魁峰(2009)，「Super Decisions 軟體操作手冊-以 ANP 突破 AHP 的研究限制」，台北：鼎茂出版社。
 47. 梁雙蓮(2004)，永續發展與地方公務人員的工作價值觀，「中國行政評論」，第13卷，第2期，第157-182頁。
 48. 陳令韡(2009)，「大甲河流域颶洪脆弱度評估-分析網路程序法之應用」，台北：國立台北大學不動產與城鄉環境學系碩士論文。
 49. 陳正昕(2009)，應用都市模型於因應海平面上升之空間調適策略，台北：國立臺灣大學理學院地理環境資源學系碩士論文。
 50. 陳玉嬌(1999)，「台中都會區成長管理策略之研究-以人口及住宅為例」，台北：中興大學都市計劃研究所碩士論文。
 51. 郭年雄(1996)，土地使用規劃與成長管理，「研考雙月刊」，第20卷，第5期，第35-40頁。
 52. 陳亮全(2003)，地震災害風險-效益分析於土地使用規劃之應用：應HAZ-Taiwan系統，「都市與計畫」，第30卷，第4期，第281-299頁。
 53. 陳姿叡(2009)，感受性系統模型在台北都會區颶洪災害脆弱度應用之研究，台北：臺北大學都市計劃研究所碩士論文。
 54. 陳建忠、林育慈(2009)，都市防災空間規劃制度與研究發展，「都市防減災規劃技術講習會論文集」，台北，第1-19頁。
 55. 陳建智(2008)，「台灣脆弱度指標建構與評估之研究」，台北：國立台北大學自然資源與環境管理研究所在職專班碩士論文。
 56. 郭彥廉(2008)，聯合國發展規劃署氣候變遷調適策略綱領與其應用，「法制論叢」，第42期，第41-65頁。
 57. 陳香(2007)，福建颶風災害脆弱度時空趨勢評價，「莆田學院學報」，第14卷，第5期，第93-96頁。
 58. 陳倬、余廉(2009)，城市安全發展的脆弱度研究-基於地下空間綜合利用的視角，「華中科技大學學報」，第23卷，第1期，第109-112頁。
 59. 陳慶和、吳瑞賢(2003)，「台灣主要集水區颶風豪雨之相似度與危險性分析」，台北：行

政院國家科學委員會。

60. 彭光輝、林峰田(2006),「台灣地震損失評估系統於都市防災空間規劃之應用」,台北:行政院國家科學委員會。
61. 童慶斌(2006),「從永續發展與氣候變遷談國土復育」,環境資訊中心,。
62. 童慶斌、游保杉、李明旭(2007),「強化區域水資源永續利用與因應氣候變遷之調適能力」,台中:經濟部水利署水利規劃試驗所。
63. 黃大鵬、劉闖、彭順風(2007),洪災風險評價與區劃研究進展,「地理科學進展」,第26卷,第4期,第11-22頁。
64. 馮正民等(2007),「全球化與氣候變遷下國土規劃之研究」,台北:行政院國家科學委員會。
65. 黃定國(2000),「都市暨都市計畫防災作業準則」,台北:教育部顧問司。
66. 黃書禮、詹士樑(2006),「國土規劃前置作業辦理計畫-國土保育地區防災空間規劃策略之整合型規劃(第一期)」,台北:營建署市鄉規劃局。
67. 楊重信、華昌宜(2009),「都市土地使用因應氣候變遷衝擊之減災與調適策略研究」,台北:內政部建築研究所。
68. 楊瑞珍(2000),「都市成長管理作業系統之研究-以蘆竹鄉住宅開發為例」,台北:中興大學公共行政暨政策學系碩士論文。
69. 經建會都市及住宅發展處(1990),「都市災害型態及其應變措施之研究~防災體系及防災相關計畫」,台北:行政院經濟建設委員會。
70. 詹士樑(2009),氣候變遷衝擊下的都市減災空間規劃方向,「都市防減災規劃技術講習會論文集」,台北,第127-137頁。
71. 鄒君、傅雙同、毛德華(2008),中國南方濕潤區水資源脆弱度評價及其管理-以湖南省衡陽市為例,「水土保持通報」,第28卷,第2期,第76-80頁。
72. 廖俊松(2004),社區營造與社區參與:金鈴園與邵社的觀察與學習,「社區發展季刊」,第107期,第133-145頁。
73. 趙慶良等(2009),上海城市系統洪災脆弱度評價,「中國人口、資源與環境」,第19卷,第5期,第143-147頁。
74. 劉小生、餘豪峰(2009),基於GIS和BP神經網絡的洪災損失評估模型的研究,「工程勘察」,第4期,第72-74頁。
75. 劉婧等(2006a),災害回復力研究進展綜述,「地球科學進展」,第21卷,第2期,第211-218頁。
76. 劉婧等(2006b),區域水災恢復力及水災風險管理研究-以湖南省洞庭湖區為例,「自然災害學報」,第15卷,第6期,第56-61頁。
77. 樊哲文等(2009),江西省生態脆弱度現狀GIS模型評價,「地球信息科學學報」,第11卷,第2期,第202-208頁。
78. 蔡慧敏(2002),「地方永續發展指標的選擇:離島地區指標初探」,永續台灣評量系統(第四年度報告),台北:行政院國家科學委員會,第259-294頁。
79. 衛萬里(2007),應用分析網路程序法選擇最佳產品設計方案之決策分析模式,國立台灣科技大學設計研究所碩士論文。
80. 衛萬明(2010),模糊德爾菲法(Fuzzy Delphi Technique)vs. 模糊分析階層程序法(Fuzzy

AHP), 多目標規劃上課講義。

81. 鄧振源、曾國雄(1989), 層級分析法(AHP)的內涵特性與應用(上), 「中國統計學報」, 第27卷, 第6期, 第5-22頁。
82. 鄭滄濱(2001), 「軟體組織提升人員能力之成熟度模糊評估模式」, 台北: 國立台灣科技大學資訊管理系碩士論文。
83. 盧誌銘、黃啟峰(1995), 全球永續發展的起源與發展, 「工業污染防治」, 第56期, 第1-23頁。
84. 盧鏡臣等(2009), 災害的社會經濟衝擊-台灣鄉鎮層級的評估架構, 「2009臺灣災害管理研討會電子論文集」, 第49-50頁。
85. 蕭代基(2008), 「氣候變遷調適政策藍圖之研議」, 台北: 財團法人中技社。
86. 蕭煥章(2008), 「水災脆弱度評估模式之建立-以汐止市為例」, 台北: 中國文化大學地理學研究所博士論文。
87. 賴宗裕(2000), 「都市發展總量管制之研究」, 台北: 內政部營建署。
88. 賴宗裕、詹士樑(2002), 土地開發總量管制機制之探討, 「政大地政學報」, 第二期, 第31-61頁。
89. 賴炳樹(2010), 氣候變遷與桃園縣國土保育地區劃設之模擬, 「土地經濟年刊」, 第21期, 第155-186頁。
90. 鍾佳霖(2006), 「台灣地區各縣市颱風災害脆弱度評估之研究」, 台中: 朝陽科技大學建築及都市設計研究所碩士論文。
91. 鍾懿萍(2006), 「區域規劃與流域土地分區利用型式判定及總量管制策略之研究」, 台北: 行政院國家科學委員會。
92. 闕蓓德(2007), 「集水區脆弱度分析」, 台北: 行政院國家科學委員會。
93. 闕蓓德(2008), 「應用環境脆弱度分析於集水區土地利用分區管制之研究」, 台北: 行政院國家科學委員會。
94. 蘇飛、張平宇(2009), 礦業城市社會系統脆弱度研究-以阜新市為例, 「地域研究與開發」, 第28卷, 第2期, 第71-74頁。
95. 顧嘉安、鄒克萬(2009), 都市洪災風險調適策略之空間動態模擬-以台北市為例, 「中華民國都市計劃學會、區域科學學會、地區發展學會聯合年會暨論文研討會論文集」。

(二)外文參考文獻

1. Adger, N. W., Nick, B. and Granham, B. (2004). New Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity, No.7, *Tyndall Centre Technical Report*.
2. Alag & Stearm, (1991). *Management*, 2nd ed South-Western Publishing Co., Ohio.
3. Alexander, D. (1993). *Natural disaster*, New York: Chapman & Hall.
4. Balica, S. F., Douben, N. and Wright, N. G. (2009). Flood vulnerability indices at varying spatial scales, *Water Science & Technology*, 60(10): 2571-2580.
5. Becken, S. (2008). The UN Climate Change Conference, Bali: What it Means for Tourism, *Journal of Sustainable Tourism*, 16 (2): 246-249.
6. Birkmann, J. (2007). Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications, *Environmental Hazards*, 7: 20-31.
7. Blackerby, P. (1994). *Strategic planning*, Armed Forces Comptroller, 39(2): 21-26.

8. Blaikie, P. et al. (1994). *At risk: natural hazards, people's vulnerability, and disasters*. London: Routledge.
9. Bogards, W. C. (1989). Bringing social theory to hazards research: conditions and consequences of the mitigation of environmental hazards, *Sociological perspectives*, 31: 147-168.
10. Bruneau, M. et al. (2003). A framework to quantitatively assess and enhance seismic resilience of communities, *Earthquake Spectra*, 19 (4) : 733-752.
11. Buckle, P. et al. (2001). *Assessing resilience and vulnerability: Principles, strategies and actions*, Emergency Management Australia, Department of Defence Project 15.
12. Burton, I. et al. (1993). *The Environment as Hazard*, Second Edition, New York : The Guilford Press.
13. Burton, I. et al. (2004). *Adaptation Policy Frameworks For Climate Change: Developing Strategies, Policies And Measures*, United Nations Development Programme, Cambridge, UK: Cambridge University Press. (also available at)
14. Chang, S. E. and Chamberlin, C. (2004). *Assessing the Role of Lifeline Systems in Community Disaster Resilience*, Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research, Research Progress and Accomplishments: 2003-2004 (MCEER-04-SP01), Buffalo: MCEER Publications.
15. Chang, S. E. and Shinozuka, M. (2004). Measuring improvements in the disaster resilience of communities, *Earthquake Spectra*, 20 (3) : 739-755.
16. Chen C. F. and Liu C. M. (2008). Perspective and Development of Climate Change Adaptation Policy, *Global Change and Sustainable Development*, 2(1) : 30-51.
17. *Climate Change: Developing Strategies, Policies And Measures*, United Nations Development Programme, Cambridge, UK: Cambridge University Press. (also available at http://www.undp.org/gef/adaptation/climate_change/APF.htm)
18. Crichton, D. and Mounsey, C. (1997). How the Insurance Industry will use its flood research, In: *Proceedings of the Third MAFF Conference of Coastal and River Engineers*, 131-134.
19. Cutter, S. L. (1993). *Living with risk*, London: Edward Arnold.
20. Dow, K. (1992). Exploring differences in our common future(s): the meaning of vulnerability to global environmental change, *Geoforum*, 23:417-436.
21. Dow, K. and Downing, T. E. (1995). Vulnerability research: where things stand, *Human Dimensions Quarterly*, 1: 3-5.
22. Drabek, T. E. (1986). *Human System Response to Disaster: An inventory of sociological findings*, New York: Springer-Verlag.
23. Elkington, J. (2004). Enter the Triple Bottom Line, In A. Henriques and J. Richardson (Eds.), *The Triple Bottom Line: Does it All Add up*, London: Earthscan.
24. Fekete, A., Damm, M., Birkmann, J. (2009). Scales as a challenge for vulnerability assessment, *Natural Hazards*.
25. Folke, C. et al.(2002). *Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations*, Environmental Advisory Council to the Swedish Government,

Stockholm, Sweden.

26. Forte, F., Strobl, R. O., Pennetta, L. (2006). *A methodology using GIS, aerial photos and remote sensing for loss estimation and flood vulnerability analysis in the Supersano-Ruffano-Nociglia Graben*, southern Italy.
27. Glueck, W. F. (1980). *Business Policy and Strategic Management*, McGraw-Hill, New York.
28. Godschalk, D. et al. (1999). *Natural Hazard Mitigation: Recasting Disaster Policy and Planning*, Island Press, Washington, DC.
29. Hasse, J. E., Lathrop, R. G. (2003). Land resource impact indicators of urban sprawl, *Applied Geography*, 23: 159-175.
30. Healey, P. (2004). The Treatment of Space and Place in the New Strategic Spatial Planning in Europe, *International Journal of Urban and Regional Research*, 28(1), 45-67.
31. Holling, C. S. (1973). Resilience and stability of ecological systems, *Annual Review of Ecology and System atics*,4: 1223.
32. Hossain, S. M. N. (2001). *Assessing Human Vulnerability due to Environmental Change: Concep ts and Assessment Methodologies*, Stockholm: Department of Civil and Environmental Engineering Royal Institute of Technology.
33. Hwang, C. L. and Lin, M. L. (1987). *Group Decision Making Under Multiple Criteria Method & Application*, Springer-Verlag, Reading, Berlin Heidelberg.
34. IPCC, (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*.
35. ISDR, (2002). *Living With Risk: A Global Review of Disaster Reduction Initiatives-Preliminary Version*, UN Publications, Geneva.
36. Ishikawa, A., et al. (1993). The Max-Min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration, *Fuzzy Sets and Systems*, 55: 241-253.
37. Kates, R. W. (1985). The interaction of climate and society, in Kates, R. W., Ausubel, J. H., Berberian, M. (Eds), *Climate Impact Assessment*, Wiley, New York, NY, pp.3-36.
38. Lambin, E. F., et al. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths, *Global Environmental Change*, 11: 261-269.
39. McCarthy, J. J. et al. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, Vulnerability*, Cambridge University Press, Cambridge, UK.
40. Mehaffey, M. et al. (2008). Assessing vulnerabilities from alternative development patterns, *Landscape and Urban Planning*, 87: 84-95.
41. Messner, F. and Meyer, V. (2005). *Flood damage, vulnerability and risk perception-challenges for flood damage research*, UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle, Department of Economics, Discussion Papers, 13.
42. Mileti, D. S. (1999). *Disasters by design: A reassessment of natural hazards in the United States*, Washington DC: Joseph Henry Press.
43. Mustafa, D. (2003). Reinforcing vulnerability? Disaster relief, recovery, and response to the 2001 flood in Rawalpindi, Pakistan, *Global Environmental Change Part B: Environmental Hazards*, 5 (3~4) : 71-82.
44. Myers, M. F. (1997). *Insights Emerging from the 'Assessment of Research and Applications*

- for Natural Hazards' in the United States*, Vancouver, British Columbia: Disaster Preparedness Resources Centre, University of British Columbia.
45. Pelanda, C. (1981). *Disaster and Sociosystemic Vulnerability*, Preliminary paper 68, Disaster Research Center, Columbus, OH., The Ohio State University.
 46. Perrings, C. (2000). Modeling loss of resilience in a groecosystems: Rangelands in Botswana. *Environmental and Resource Economics*, 16: 185-210.
 47. Petak, W. (2002). Earthquake resilience through mitigation: a system approach, *Proceeding of the International Institute for Applied Systems Analysis*, Laxenburg.
 48. Quarantelli, E. L. (1981). *Sociobehavioral Responses to Chemical Hazards: Preparations for and Responses to Acute Chemical Emergencies at the Local Community Level*, Newark, Delaware: Disaster Research Center, University of Delaware.
 49. Rego, A. J. (2002). *Legal and Institutional Arrangements for Disaster Management in Asia: Trends and Issues*, The GO I-C II-UNDP Disaster Preparedness and Mitigation Summit, New Delhi.
 50. Rose, A. (2004). *Defining and Measuring Economic Resilience to Disasters*, MCEER Research Progress and Accomplishments: 2003-2004, MCEER-04-SP01, 41-54.
 51. Rose, A. and Liao, S. (2005). Modeling Regional Economic Resilience to Disasters: A Computable General Equilibrium Analysis of Water Service Disruptions, *Journal of Regional Science*, 45 (1): 75-112.
 52. Roseland, M. (1997). *Eco-City dimensions: healthy communities healthy planet*, New Society Publishers.
 53. Saaty, T. L. (2001). Decision Making with The Analytic Network Process and its Super-Decisions software The National Missile Defense example, *Proceedings of the Sixth International Symposium on the Analytic Hierarchy Process*, Berne, Switzerland, August 2-4, 365-382.
 54. Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process*, McGraw-Hill International Book Company.
 55. Saaty, T. L. (1996). *The Analytic Network Process*, RWS Publications.
 56. Schwab, J. et al. (2006). Hazard mitigation and preparedness: building resilient communities, *John Wiley & Sons*, 268-270.
 57. Smith, K. (1992). *Environmental Hazards I Assessing risk and reducing disaster*, New York: Routledge.
 58. Speakman, D. (2007). Mapping flood pressure points: assessing vulnerability of the UK Fire Service to flooding, *Natural Hazards*, 44(1): 111-127.
 59. Thompson, K., Austin, K. C., Smith, R. M., Warren, P. H., Angold, P. G., Gaston, K. J. (2003). Urban domestic gardens (I): putting small-scale plant diversity in context, *Journal of Vegetation Science*, 14 : 71-78.
 60. Tierney, K. and Bruneau, M. (2007). *Conceptualizing and Measuring Resilience*, TR NEWS 250, 14-17.
 61. Timmerman, P. (1981). *Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society: A Review of*

Models and Possible Climate Applications, Institute for Environmental Studies, University of Toronto, Canada.

62. Turner II et al. (2003). *A framework for vulnerability analysis in sustainability science*, PNAS, 100 (14):8074-8079.
63. UNFCCC, (2007). *Climate Change: IMPACTS, VULNERABILITIES AND ADAPTATION IN DEVELOPING COUNTRIES*.
64. Willows, R. and Connell, R. (Eds.) (2003). *Climate adaptation: Risk, uncertainty and decision-making*, UKCIP Technical Report, UKCIP, Oxford.
65. World Commission on Environment and Development (WCED) (1987). *Our Common Future*, Oxford University Press.
66. World Tourism Organization (WTO) (2008). *Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges*, Madrid, Spain: WTO.

六、計畫成果自評

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以500字為限）

本研究之研究內容與原計畫完全相符，有達成預期目標，研究成果具有學術或應用價值，本計畫為結合理論基礎與實務應用之整合型研究，不論對學術發展與國家政策應用都深具貢獻，值得深入探討研究，本計畫對於參與之工作人員，可培養其關於空間規劃管理、都市防災、脆弱度、回復力評估之理論基礎，以及應用地理資訊系統之獨立研究能力。本研究成果可提供未來都市計畫、城鄉計畫及地區災害防救計畫擬訂之參考，並將來完成之評估指標與方法（模式）將可移轉給各級空間規劃相關單位及實務業參考、使用。本研究之研究發表有2篇期刊、4篇研討會與指導2篇博碩士論文如下：

白仁德、吳杰穎、賴炳樹、黃冠華(2010.08)，土石流災害下行動弱勢族群疏散避難決策影響因素之研究，建築與規劃學報，第11卷，第1期。(二位匿名審查、99年度區域研究及地理學門期刊排序第二級)

賴炳樹(2010.07)，氣候變遷與桃園縣國土保育地區劃設之模擬，「土地經濟年刊」，第21期，第155-186頁。(應用脆弱度理念輔助國土保育地區劃設，二位匿名審查、99年度區域研究及地理學門期刊排序第三級)

Pai, J. T., Lai B. S., Chang, J. W., (2011.07), Taiwan's five major metropolitan areas of Taiwan vulnerability assessment of flood disasters comparison study, International Conference 2011 on Spatial Planning and Sustainable Development, Kanazawa, Japan.

洪鴻智、白仁德, (2010.07), "An Integrated Assessment of Vulnerability to Typhoon and Flood Hazards in the Ya-Chia River Basin, Taiwan," 35th Annual Natural Hazards Research and Applications Workshop Researcher Meeting, National Hazard Center, USA.

賴炳樹、白仁德(2010.06)，因應氣候變遷之洪災脆弱度評估與調適策略規劃，「第五屆 LeP 青年論壇論文集」，國立台北大學土地與環境規劃研究中心。

白仁德、賴炳樹、張竣維(2009.12)，台灣五大都會區颶風災害脆弱度評估比較之研究，「2009 臺灣災害管理研討會論文集」。

賴炳樹(2011)，「因應氣候變遷之洪災脆弱度評估與調適策略規劃」，台北：國立政治大學地政學系博士論文(進行中)。

張竣維(2009)，「台灣五大都會區颶風災害脆弱度評估比較之研究」，台北：國立政治大學地政研究所碩士論文。

參加美國 Natural Hazards Research and Applications Workshop 及 International Research Committee on Disasters Researchers Meeting 報告

1. 會議簡介

Natural Hazards Research and Applications Workshop 為美國最重要的災害管理社群之年度會議，參與者包含美國聯邦政府、地方政府、學界、民間組織、獨立研究者及世界各國政府部門及學界。本會議採邀請制，與會人數限制在 400 人左右，故必須與災害管理相關之人員始能參加該會議。本會議之主軸為討論危害分析與預測、災害的社會經濟衝擊、政府因應策略及其課題等，與災害管理相關之議題。因與會人員包含產、官、學部門，故可促進理論與實務之間之交流與對話。由於 workshop 較為橋接理論與實務之討論；在 workshop 後，亦針對較具研究導向之議題，透過 International Research Committee on Disasters Researchers Meeting 的召開，供研究者發表研究成果並進行意見交流。本年度之 Natural Hazards Research and Applications Workshop 由科羅拉多大學 Boulder 分校主辦，為期四天，從 7/10（六）至 7/13（二）於科羅拉多州 Broomfield Omni Hotel 舉辦；而 International Research Committee on Disasters Researchers Meeting 則接續由 7/13（二）至 7/14（三）召開。其中 workshop 與會人數約 400 人，researchers meeting 與會人數約 70 人。

Natural Hazards Research and Applications Workshop 之舉辦分成幾個部分，除了週六的 field trip 外，會議形式包含全體會議、分組討論、海報及總結。全體會議包含：1) 歡迎和自我介紹：於星期天上午，由科羅拉多大學 Boulder 分校 Natural Hazards Center 主任 Kathleen Tierney 就研討會流程及內容進行說明，並由與會者一一就本身單位、職務、研究主題等內容進行自我介紹，以促進後續之會議討論與交流。2) 全體會議：包含 Key Note 跟主題報告。本年度 Keynote 有兩個，分別為紐約時報記者 Andrew Revkin 就氣候變遷議題及美軍工兵署公共工程部(Civil Works)主任 Steven Stockton 就美國水資源管理議題進行專題報告。而主題報告則針對本年度全球重大災害事件，包含美國學界對氣候變遷議題之策略報告、海地地震、墨西哥灣漏油事件進行說明與討論。3) 分組討論：本年度共計有 5 個大主題(a. environmental change and patterns of vulnerability; b. community, resilience, and recovery; c. current issues in response; d. making predictions useful; e. can local and individual behavior be changed?)，25 個分組討論分別進行。每段分組討論時間為 90 分鐘，有一主人及約 4-5 位與談人。與談人就該分組討論主題，進行約 10 分鐘之回應（該會議為了促進討論，並不鼓勵使用 PowerPoint，而以口頭報告為主）。之後，則由參與會議者進行相互意見交流與討論。除了上述 25 個分組討論外，另於週一近中午時，亦針對理論與政策執行之間之議題，分 6 個分組會議進行 research to policy to practice 之討論。4) 海報：與會者透過海報之形式，展示其研究、計畫之成果，並和與會者進行問題答詢與交流。

International Research Committee on Disasters Researchers Meeting 為研究導向之成果分享及經驗交流，舉辦時間為 7/13 日下午至 7/14 日下午。其共有 8 場分組討論，包含性別與 NPOs、流離與重建、公共政策、緊急管理、災害脆弱性、颶風、風險、政策與公眾、危害測量與回應等主題。本中心此次於 researchers meeting 有兩篇口頭報告，分別為陳亮全與盧鏡臣之 The Changing Role of NPOs

in Disaster Relief: A Comparison of Post-Disaster Assistances for Housing after the Chi-Chi Earthquake and Typhoon Morakot in Taiwan (盧鏡臣報告), 以及陳亮全與吳杰穎之 Disaster Vulnerability Evaluation at Village & Township Level & its Application to Land Use Planning (洪鴻智教授代為報告)。

1.2. 會議議程

本年度的 Natural Hazards Research and Applications Workshop 及 International Research Committee on Disasters Researchers Meeting 於 7/10 至 7/14 日於美國科羅拉多州 Broomfield Omni Hotel 舉行，議程如後。

35th Annual Natural Hazards Research and Applications Workshop

7/10 10 a- 3:30 p	Boulder Creek Floodplain Field Trip				
7/10 5 - 7 p	Poster Session with Cash Bar				
7/11 8 - 9:15 a	Welcome and Self-Introductions				
7/11 9:15 - 10 a	Keynote: Andrew Revkin				
7/11 10:30 a- 12 p	Plenary: America's Climate Choices: The 2010 National Research Council Reports				
	Environmental Change and Patterns of Vulnerability	Community, Resilience, and Recovery	Current Issues in Response	Making Predictions Useful	Can Local and Individual Behavior Be Changed?
7/11 1:30 - 3 p	The Madness of Crowding: Urban Vulnerability	Cancelled: Iceland, Ash, and Eruption	The Internationalization of the Incident Command System	Weather Forecasts: Bridging the Gap from Research to Operations	Do We Need a Coordinated Disaster Research Agenda?
7/11 3:30 - 5 p	Anyone Out There? Rural and Tribal Vulnerability	Resilience? What's that?	Getting Past Maybe: Planning for Legal Hazards Through the Disaster Cycle	How Can We Better Estimate Storm Damage?	Communicating Disaster Science to Local Government
7/11 5:30 - 7 p	35th Anniversary Workshop Reception and Poster Session				
7/12 8:30 - 10 a	Plenary: Multidisciplinary Perspective on the 2010 Haiti Earthquake				

7/12 10:30 - 11:15 a	Keynote: Steven Stockton				
7/12 11:30 a- 12:30 p	Estimating Long-Term Displacement from Catastrophic Hurricanes	Which Leadership Strategies and Community Resources are Most Important to Disaster Recovery?	Filling the Ark: Animals and Disasters	Hurricane Warnings and the Cone of Uncertainty	Heat and Death in France: History and the Social Ecology of Catastrophe
7/12 2 p - 3:30 p	Coastal Heritage At Risk: Mitigating Disaster Threats in Historic Coastal Zones	Japan Research Session	The Tubes are Clogged: Disaster Messages via Social Media	Are We Ready for an Earthquake Impact Scale?	Cracking Land Use Codes
7/12 4 - 5:30 p	Climate Change and Water Resources	All Recovery is Local	Slippery Like Oil: Presidential Power and Disaster Decision Making	Design through Decay and Beyond: Infrastructure Life Cycle Responsibilities	Getting the Public to Prevent and Plan for Disasters
7/13 8:30 - 10 a	Translating Climate Predictions into Adaptation Decisions	How Clean is Clean?	Public Health Crises and the Emergency Manager	Potential Impacts and Responses to Near Earth Objects	Motivating Local Governments to Reduce Hazards Risks
7/13 10:30 a- 12 p	Plenary: It's Just Beginning: Social Impacts of the Deepwater Horizon Oil Spill and Technological Disasters to Come				
7/13 12 - 12:30 p	Wrap up and Adjourn				

International Research Committee on Disasters Researchers Meeting

7/13, 6:30 to 7:30 p.	RAVON Panel Presentation by the RAVON Steering Committee		
7/14, 8:30 to 10a	NGOs and Gender The Changing Role of NPOs in Disaster Relief: A Comparison of Post-Disaster Assistances for Housing after the Chi-Chi Earthquake and Typhoon Morakot in Taiwan, Liang-Chun Chen, Jing-Chein Lu, and Su-Ying Chen	Displacement and Recovery	Public Policy
7/14, 10a to Noon	Emergency Management	Disaster Vulnerability Disaster Vulnerability Evaluation at Village & Township Level & its Application to Land Use Planning, Liang-Chun Chen & Jie-Ying Wu	Hurricanes Katrina and Rita
7/14, 1:10-2:40 p	Risk, Policy, and the Public	Measuring Hazards and Response	
7/14, 2:45-3 p	Closing Remarks		

2. 與會心得

因本會議有許多分組討論同時進行，與會心得僅就大會報告及所參與的分組討論部分進行說明。最後，再就大會及分組之討論內容，進行簡要之總結性之與會心得說明。

2.1. 大會報告

2.1.1. Andrew Revkin 專題報告

Andrew Revkin 為紐約時報記者，被認為是美國關注氣候變遷及全球環境議題最有影響力的記者之一。其從記者的觀點，報告其關於氣候變遷的關注、報導生涯，及從記者觀點看災害管理社群的媒體觀。在美國，許多政治人物面對氣候變遷議題之政策，仍抱持著抗拒的態度，因相關政策需付出許多短期成本，包含經濟上及政治上。

另外，Andrew Revkin 也認為災害管理社群對媒體有誤解，如他看過「教戰守則」中提及：「不要對記者說科學術語，要用簡單的話來描述」。Revkin 認為這些教戰守則對報導者是有誤解的。

2.1.2. 美國的氣候選擇，2010 國家研究委員會報告

此部分議程 America's Climate Choices 為說明及討論「美國的氣候選擇，2010 國家研究委員會報告」，為美國科學界對氣候變遷的看法，以及相關建議。本報告為美國國家科學院受國會要求，委託 NOAA，提出全球氣候變遷所衍生之議題及因應策略之報告。本報告內容已彙集於 Advancing the Science of Climate Change 中。目前該書應該還是草稿階段，尚未正式出版。但草稿內容已可由線上 http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=12782 查閱。

本報告內容大致分四部分，包含 1)限制氣候變遷的幅度；2)氣候變遷衝擊的調適；3)氣候變遷方面的科學運用；4)氣候變遷相關決策之建議。其亦提出幾個因應氣候變遷的政策原則，包含要容易執行、關注對社會影響較大之危害、需有附加效益、有跨領域之支持、需考量執行同時之負面效益等。

2.1.3. 2010 海地地震

海地地震發生於 2010 年 1 月 12 日，為西半球有歷史以來發生過最具破壞性的天然災害。從影響該國人口的比例來看，這也是現代社會中最嚴重的天然災害。雖然目前對於海地地震的家戶、產業、社區及國家的復原重建而言，仍不足以下最後之評斷；但在本報告中，與談人就目前已觀察到的現象，提供會議參與者海地地震災後復原重建的樣貌。其報告面向包含營建環境的影響及對社會的影響，如災後建築物損毀狀況及其評估、住宅重建相關議題評估等等。

2.1.4. 墨西哥灣漏油事件

墨西哥灣深層的漏油事件，是美國有史以來最嚴重的環境污染災害。過去相關漏油事件之研究已經指出，即便漏油事件已經結束，其仍會對社會及文化造成更長遠的影響。與談人於會中提出最即時的資訊，並提供相關看法供與會者討論。

2.2. 分組討論

2.2.1. The Madness of Crowding: Urban Vulnerability 擁擠下的瘋狂：都市脆弱性

主持人：Philip Berke

與談人：Patricia Romero Lankao, Dennis Wenger, Stephanie Chang, William Siembieda

如果風險被定義為危害 X 脆弱性，則城市地區將會是越來越危險的地方，因為這兩個變數都持續增加。氣候變遷和海平面上升將誘發氣候和水文災害，特別是對許多城市位於海岸地區。在比較貧窮的城市，人口稠密的居住區的居民面臨建築設計標準低、衛生條件差、環境退化、缺乏衛生福利、食品短缺和社會動盪的威脅。如 2010 的海地地震便揭露了貧窮城市面對大規模災害，會面臨的一系列社會經濟問題。整體解決上述課題的因應方案，仍有待於釐清。在本分組討論中，討論關於如何在內部差異很大的城市地區，來掌握脆弱性及回復力的圖像？不同的城市間，是否有共通性的脆弱性與回復力圖像的特徵？還是因為都市的複雜性很高，因此很難有共通的特性，必須從每個個案中去審視其特徵？

在會中，參與者多半認為不同城市間，還是可以找出一些共通性的脆弱性與回復力的圖像。而目前最值得關注的，則是發展中國家快速的都市化過程中，對於邊際土地（通常也是環境較脆弱的地區）的開發。而貧窮（以及貧富不均）也是發展中國家所需面臨的問題。另外，從全球尺度來看，小島嶼國家也是非常值得關注的，特別是其受氣候變遷的衝擊比例較大。許多小島嶼國家也同時面臨多種自然環境危害，諸如颶風、地震、火山等；另外，小島嶼國家也面臨了貧窮及社會經濟體制方面之議題。

與會者也認為，有幾個方向值得全球持續參與，包含 1. 收集資料及告知權益關係人相關環境災害訊息；2. 進行災害管理相關規劃及政策執行；3. 不同的政府部門，包含國內及國際，均應更為整合並降低部門間之衝突。在城市治理方面，應該注意所得的重新分配，並提供適當的政策，以引導工作機會與人口的流向。而都市的公共工程之建設，則應考量災害，以降低災害可能對公共建設本身及公共建設使用/保護對象之衝擊。在學界方面，則應該持續關注行為社會學、回復力與社會資本、影響都市化過程（人口、資源、資產集中）的深層動力及本質。

2.2.2. Anyone Out There? Rural and Tribal Vulnerability 有人在嗎？鄉村與原住民部落脆弱性

主持人：Lori Vun Kannon

與談人：Diana Coho, Mervyn Tano, Juan Pablo Sarmiento, Eleanore Kim Cassel

隨著世界都市化程度的持續增加，關於脆弱性的研究和討論，自然會較關注於人口較稠密的都市地區。然而，在檢視受環境變化影響的人口較稀少的地區，許多研究者也用在都市觀察到的現象來加以概括化，並據以研議解決策略。然而，這個概括化的過程中，是否足以指出鄉村的脆弱性問題，並提出相關的解決策略？此外，針對單一個聚落，應該如何如何將議題具體化，以提出關於降低脆弱性的解決策略？此外，呼應到美國的特性，很多鄉村地區也是原住民地區。其不僅僅有獨特的社區結構，也有特別的文化；而這些均與地域(place)有深層的聯結。另美國原住民地區所適用的政府部門關係也和一般都市地區不一樣。目前主流研究在都市觀察到的脆弱性與回復力特徵，是否可以運用到鄉村及原住民地區？

與會者在討論中也提及，許多原住民與傳統領域之土地有非常強的聯結；再則，原住民對災害的因應能力與忍受程度，也和非原住民不一樣。若我們用主流社會的觀點去決定原住民需要什麼、該怎麼做，將可能造成原住民社會的崩解。在美國，原住民社會長期以來面臨了人口流失的問題。另外一方面，原住民被認為是社會弱勢的少數族裔，許多政策資源也持續湧入。這兩個趨勢，都造成了原住民聚落的凋零，以及產生長期的依賴性，不利於原住民聚落的災害回復力建構與提升。

此外，美國原住民也有因為災害而導致的易地遷移(relocation)問題。然而，因為美國原住民傳統領域面積較大，且災害特性和台灣不一樣，通常不難在既有的領域中，找到適合遷移的地方。而 FEMA 的減災補助及災後救助政策，對原住民部落所採取的評估標準也不同于原住民地區，這也可減少原住民社區在災前減災策略跟災後復原重建過程，因採取主流觀點而對原有社會結構產生不必要之衝擊。

2.2.3. Which Leadership Strategies and Community Resources are Most Important to Disaster Recovery? 災後復原重建過程中，重要的領導策略與社區資源

報告人：Rick Weil

本分組討論檢視社會資本(social capital)在 Katrina 颶風後對 New Orleans 災後復原重建的影響。包含公民參與的增加、社會網絡、社區組織等對於復原重建的參與。報告人透過一系列的訪問調查，包含一般居民、鄰里組織菁英、年輕新移民、音樂家和社區文化工作者等成員。報告者進行了深入的人類學研究，對 200

個社區團體，社區領袖進行採訪拍攝，並一直參與部分社區的初步復原重建。報告人認為社會資本是在災後復原重建中非常重要的項目。

2.2.4. Cracking Land Use Codes 破解土地使用法令

主持人：Julie Baxter

與談人：Philip Line, John Ingargiola, James Schwab, Edward Thomas

規劃者過去使用建築法規與土地使用分區管制等規劃工具來促進都市安全地發展。然而，已經有越來越多個案，因人們預見因地方官員、工程師和測量人員的不良計劃所可能的造成危害，而成功地起訴這些政府官員。雖然地方官員經常利用法令及判例，來避免危險地區的發展。然而，目前大家也逐漸體認到，建築設計標準和法令通常是基於過去的歷史資料所設計，但未必能因應因環境變化所產生的新的災害。諸如 100 年洪氾平原的範圍，可能因為氣候變遷而有所改變。本次分組討論則從目前的法令出發，討論其可利用的範圍及其限制。會中也討論，未來的法令應該如何設計，以在既有的法令與政治現實下，來促進地方政府的減災。

雖然傳統上，規劃者很著重於土地使用管制，但建築法規的執行也至為重要。許多建築法規雖然制訂了，但往往在建築設計、建築施做、建築使用維護之間存在著落差。再則，許多地方的建築法規已經過時，需要予以提升。然而，在法規提升的同時，往往會碰到政治阻力。與會者認為規劃者必須去遊說(sell policy)，找到適當的權益關係人，瞭解其考量著眼，並提供其解決策略。在 better future to the community 的策略下，將可吸引一部份的權益關係人關注減災議題，讓地方政府能將減災具體實現於都市的建築法規與土地使用規劃中。

2.2.5. All Recovery is Local 所有的復原重建都是在地方層級

主持人：William Siembieda

與談人：Ivy Frances, Laurie Johnson, Ben Billings, Jack Rozdilsky

災後復原重建和安全地重建(recovery and safe rebuilding)雖然已經被討論很久了，但仍然是難以捉摸的概念。依據去年 Workshop 分組會議的討論，復原重建是一個複雜的過程，涉及金融、體制議題和社會過程。難道每個社區的復原重建歷程，源於其災前及災後文化及環境的差異，都是獨特的嗎？如果是這樣的話，那目前正被努力建構的國家災後復原重建架構(National Disaster Recovery Framework)是沒有用的嗎？

本分組討論的與談人從緬因州的肯特堡(Ft. Kent, Maine)到紐奧良的經驗，來說明復原重建及安全地重建的經驗，並提出概括化的復原重建經驗，以供其他地區參考。與會者認為，復原重建過程和一般承平時期的不一樣的是：政府（及民間）部門承受著時間壓力。數以千計的決策，必須在短時間內予以決定，而且需要快速完成。然而，從規劃的角度來說，規劃也需要時間；因此，災後重建對規劃者的挑戰非常大。

重建過程和地方的因應能力有關，包含規劃者、草根團體、相關計畫的完備等等，都會影響其重建進程。部分人視重建也是個地方發展的機會(recovery is an opportunity)，如紐奧良即試圖採用願景規劃方式(visioning processes)來引導重建。然而，在紐奧良地區這部分被認為是失敗的，因為其過程中沒有涵蓋所有種族、經濟部門的代表性及意見。不過，紐奧良在災後出現了許多社區的 NPOs，而其亦建立了組織網絡，這是有助於地方復原重建的進行。

另外，與會者也同意，災後通常會遭遇資訊與願景的混亂。因此，災前的復原重建計畫(pre-disaster recovery plan)跟地方能力的建構(local capacity building)是非常重要的。

2.2.6. Motivating Local Governments to Reduce Hazards Risks 促進地方政府減少災害風險

主持人：Darrin Punchard

與談人：Alessandra Jerolleman, William DeGroot, Sandra Knight, Kenneth Topping

美國減災法案(Disaster Mitigation Act of 2000)在 2000 年時通過。在減災法案推動十週年的此時，檢視社區在災害及風險降低之相關計畫將具有特別的意義。本分組討論探索地方政府減災之相關議題，並討論諸多促進地方政府降低災害風險之策略。這些議題包含：有哪些政策、工具及誘因，可促進地方聚落來致力於災害風險的降低？地方政府為何會致力於減災行動？我們已經從減災法案中學習到哪些課題？減災法案又造成了什麼樣的影響？

與會者表示，在經過十年的推動，目前全美有 pre-disaster mitigation plan 的社區，已經涵蓋 75% 的人口。然而，這些計畫有很多有問題，呈現計畫品質低落，甚至是千篇一律(cookie cutter plan)的現象。如在內陸的北達科達州的社區，出現有颶風暴潮減災的章節。與會者認為這問題歸因顧問公司；地方政府需要找好的顧問公司。什麼是好的顧問公司呢？不是案子從頭到尾包辦結案就好直式需要和地方政府一起合作，從專業的角度提供地方政府建議，然後透過地方共識的建立，來制訂減災計畫。也因此，地方政府有必要檢視顧問公司過去的計畫，以提升地方減災計畫的品質。

與會者也討論到，好的災前計畫必須要兼顧未來的發展，以及考量到未來的世代。如 LA 的災前復原重建計畫，在後來發生的北嶺地震便發揮了積極的功效。另外，災前計畫也可和稅、保險等相結合，並藉此與地方政府及開發者溝通，讓其瞭解這計畫地執行，可以促進地方發展（及開發者獲利），又可以降低未來的災害。

對於一般居民來說，減災計畫在平常的承平時期的，也許曲高和寡。什麼是減災計畫？這裡又沒災害發生！有時候，需要換一個策略來爭取公眾的支持。如減災計畫中對於洪氾平原的利用—公園、開放空間、步道等，居民可以感受到相當程度的「使用價值」。如果有開發者要來開發洪氾平原，居民就會因為要保護公園、步道而來抵抗這些新的開發計畫。而這樣的民眾動員，雖然初衷不是減災，但確實也促進了減災的進行。

再則，災害的發生不會順著行政區劃的界線走；因此，減災計畫只有單一社區來說可能也不夠。為了因應區域性的災害，似乎有必要進行區域的減災計畫(regional mitigation plan)。然而，跨行政區域的計畫通常因為各地複雜的脈絡，將會遭遇許多阻礙。雖然理論上這部分可透過區域內各級地方政府來共同討論、執行，但現實上仍有許多困難。如有許多社區可能抱持著搭便車的心態，別的社區付出成本做減災，該社區也可能會獲利。如何在制度上降低搭便車的狀況，也將是區域減災計畫可行的關鍵之一。

2.4. Researchers meeting

在 Researchers meeting 中，包含 NPOs and Gender 以及 Disaster Vulnerability。NPOs and Gender 有四場報告，包含防災中心盧鏡臣報告之 The Changing Role of NPOs in Disaster Relief: A Comparison of Post-Disaster Assurances for Housing after the Chi-Chi Earthquake and Typhoon Morakot in Taiwan，以及其他三篇以美國為主題之報告：Developing a Community of Practice Around Nonprofit Disaster Preparedness, Keeping Health Disparity in Check During Disaster: An Exploratory Study on Disaster Preparedness in Reproductive Health Clinics, 以及 Masculinity on the Hudson: Gendered Representations of the US Airways Flight 1549 Response。

在 Disaster Vulnerability 場次，有兩篇台灣報告及兩篇美國報告，包含陳亮全老師之 Disaster Vulnerability Evaluation at Village & Township Level & its Application to Land Use Planning, An Integrated Assessment of Vulnerability to Typhoon and Flood Hazards in the Ta-Chia River Basin, Taiwan, Infrastructure and Community Resilience: A Socio-Technical Perspective, 以及洪鴻智師與我共同發表之 Examining Vulnerabilities in the Food Supply Network: The Peanut Paste Case。

2.5. 綜合心得

Hazards Workshop 已經邁入第 35 個年度。此會議邀集災害管理相關的產官學關係人齊聚一堂，就美國當前在災害管理上遭遇的問題及該年度重大災害事件的回應，進行意見分享與交流。此研討會促進美國政府、產業、學界之間的對話，並讓國際參與者吸收及分享跨國經驗，扮演了橋接災害管理理論與實務之角色。此會議強調的是交流與溝通，因此，許多國際災害管理的學術及政府部門間的網絡，也在此會議中被建構及促成。

在美國，災害管理的傳統和台灣有相當的差異：除了強調理工的科學分析及技術應用外，也不忽略社會科學對於社會的災害反應及災害的社會衝擊之科學分析。而後者為台灣剛要起步的。因災害管理不同於危害分析(hazard analyses)，不單要瞭解自然環境本身，尚涉及營建環境的建構及社會、政治、經濟、文化等面向。從本次會議中議題設定及各分組討論的與談人或主持人的安排中，即可觀察到環境規劃之專家（諸如 Topping, Schwab, Berke, Seimbeida 等）及社會學者（諸如 Wenger, Peacock, Rodriguez 等），居佔了相當的比例。透過自然科學與社會科學專家、產官學不同部門跨領域的交流與對話，雖然其仍各有關注，但在災害管理層面上，將可整合不同部門的科學知識與技術應用，提昇國家整體的災害管理能力。相較之下，台灣災害管理仍以危害分析為主：社會科學領域參與災害研究的學者社群相當小。台灣在政治宣示及媒體上，國土規劃被認為是解決災害問題強心針，但台灣長期關注於城鄉發展與災害問題的學者社群人口及資源仍少，且社會似乎不願意投注資源及付出，透過長期的手段來提昇台灣整體的災害回復力。

從議題上來看，這次會議的大會焦點有三：全球氣候變遷及因應、海地地震、墨西哥灣漏油事件。這些議題呈現出社會公眾的興趣，以及 Hazards Workshop 對全球性災害事件的關注。然而，回歸到分組討論，其議題則相當程度回歸到「管理」以及「解決問題」的基本面上。整體而言，建構社區(community)的回復力(resilience)這個主軸可以貫穿所有的分組討論：包含如何預測危害、如何掌握城鄉的災害脆弱性、如何促進政府的政策執行等等。相較之下，雖然台灣部分學者已經引入 community resilience 之概念，甚至已致力推動相關策略達十年，但台

灣的災害管理資源投入似乎還是較偏重於硬體設施，以及災後的救助，而較缺乏以 community resilience building 為核心的政策制訂及資源投入。

Hazards Workshop 也是美國災害管理社群的重要交流網絡。機構的被認知，亦是此會議中重要的活動之一。美國一些大學災害研究機構（諸如德州農工 HRRC、德拉瓦大學 DRC、科羅拉多大學 Hazards Center、南卡 HVRI 等），也會利用開場介紹的過程中，透過成員的連續介紹來自於該機構，而讓與會者認知該機構。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2010/11/04

國科會補助計畫	計畫名稱: 以縣市空間為對象(II)
	計畫主持人: 白仁德
	計畫編號: 98-2621-M-004-005- 學門領域: 永續發展研究-人文及社會科學
無研發成果推廣資料	

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：白仁德		計畫編號：98-2621-M-004-005-				
計畫名稱：各層級國土空間規劃與管理之脆弱度與回復力之評估研究--以縣市空間為對象(II)						
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數(含實際已達成數)	本計畫實際貢獻百分比		
國內	論文著作	期刊論文	2	2	100%	白仁德、吳杰穎、賴炳樹、黃冠華(2010.08)，土石流災害下行動弱勢族群疏散避難決策影響因素之研究，建築與規劃學報，第 11 卷，第 1 期。(二位匿名審查、99 年度區域研究及地理學門期刊排序第二級) 賴炳樹(2010.07)，氣候變遷與桃園縣國土保育地區劃設之模擬，「土地經濟年刊」，第 21 期，第 155-186 頁。(應用脆弱度理念輔助國土保育地區劃設，二位匿名審查、99 年度區域研究及地理學門期刊排序第三級)
		研究報告/技術報告	0	0	100%	

		研討會論文	2	2	100%		賴炳樹、白仁德(2010.06)，因應氣候變遷之洪災脆弱度評估與調適策略規劃，「第五屆LeP青年論壇論文集」，國立台北大學土地與環境規劃研究中心。白仁德、賴炳樹、張峻維(2009.12)，台灣五大都會區颶風災害脆弱度評估比較之研究，「2009臺灣災害管理研討會論文集」。
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力 (本國籍)	碩士生	2	2	100%	人次	
		博士生	1	1	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		

							Pai, J. T., Lai B. S., Chang, J. W., (2011.07), Taiwan's five major metropolitan areas of Taiwan vulnerability assessment of flood disasters comparison study, International Conference 2011 on Spatial Planning and Sustainable Development, Kanazawa, Japan.
		研討會論文	2	2	100%		洪鴻智、白仁德, (2010.07), ' ' An Integrated Assessment of Vulnerability to Typhoon and Flood Hazards in the Ya-Chia River Basin, Taiwan, ' ' 35th Annual Natural Hazards Research and Applications Workshop Researcher Meeting, National Hazard Center, USA.
		專書	0	0	100%	章/本	
專利		申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
技術移轉		件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
參與計畫人力 (外國籍)		碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p>其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>本研究之研究內容與原計畫完全相符，有達成預期目標，研究成果具有學術或應用價值，本計畫為結合理論基礎與實務應用之整合型研究，不論對學術發展與國家政策應用都深具貢獻，值得深入探討研究，本計畫對於參與之工作人員，可培養其關於空間規劃管理、都市防災、脆弱度、回復力評估之理論基礎，以及應用地理資訊系統之獨立研究能力。本研究成果可提供未來都市計畫、城鄉計畫及地區災害防救計畫擬訂之參考，並將來完成之評估指標與方法（模式）將可移轉給各級空間規劃相關單位及實務業參考、使用。本研究之研究發表有2篇期刊、4篇研討會與指導2篇博碩士論文。</p>
--	---

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與（閱聽）人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文：已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利：已獲得 申請中 無

技轉：已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

本研究之研究發表有 2 篇期刊、4 篇研討會與指導 2 篇博碩士論文。

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

本研究之研究內容與原計畫完全相符，有達成預期目標，研究成果具有學術或應用價值，本計畫為結合理論基礎與實務應用之整合型研究，不論對學術發展與國家政策應用都深具貢獻，值得深入探討研究，本計畫對於參與之工作人員，可培養其關於空間規劃管理、都市防災、脆弱度、回復力評估之理論基礎，以及應用地理資訊系統之獨立研究能力。本研究成果可提供未來都市計畫、城鄉計畫及地區災害防救計畫擬訂之參考，並將來完成之評估指標與方法（模式）將可移轉給各級空間規劃相關單位及實務業參考、使用。本研究之研究發表有 2 篇期刊、4 篇研討會與指導 2 篇博碩士論文。