

九十年度第二期防災國家型科技計畫：計畫辦公室設置與運作計畫(I)

Summary of NAPHM FY 2001 Annual Report

主管單位：國科會永續發展委員會 計畫編號：90 NSC-2625-Z-002-036 -I

羅俊雄 蔡義本 陳亮全 何興亞 李文正

防災國家型科技計畫辦公室

一、中文摘要

防災國家型科技計畫為一跨領域、跨部會之整合型計畫，對我國防災工作研發與成果落實具有關鍵性之影響。配合整體計畫之推動，計畫辦公室除了與各部會署協調，依規劃目標共同進行相關課題研發之外，並執行部份整合性專案研究計畫，90 年度主要成果包括：氣象觀測與預報之研究改進；淹水、土石流、地震等災害潛勢資料之研析、資料庫建置與境況模擬；災害管理決策支援離型系統之建置；災害防救基本計畫之研擬；推動示範區防救災工作等。因整體計畫涵蓋層面甚廣，仍有許多待努力之處，需要相關單位之繼續配合與支持，始可能效整合研究成果並落實於防救災有關業務。

關鍵詞：防災、災害潛勢、危害度分析、境況模擬、防災計畫。

Abstract

National Science and Technology Program for Hazards Mitigation was an integrated project involving multi-disciplinary and inter-ministerial programs, and was expected to play a key role in both research and practices of hazards mitigation in Taiwan. The program office was responsible for coordinating different departments and agencies for the development and investigation of hazards mitigation research. Researchers of the program office also executed several integrated projects during fiscal year 2001. The main achievements included: improving the weather monitoring and forecasting system; analyzing hazards potentials, constructing databases, and simulating scenarios of flooding, debris flow, and earthquake; planning and preliminarily

constructing the decision support system for hazards management; supporting the planning of central hazards emergency operation center and the legislating of hazards mitigation law in Taiwan; and promoting hazards mitigation practices for selected demonstration districts. Since many tasks broadly involve different fields are still necessary to be done in this integrated project, close cooperation and continuing support from each department and agency participating in the program are certainly needed to assure successful implementation and integration of research results for future hazards mitigation activities.

Keywords: hazards mitigation;
hazards potential;
hazards risk analysis;
simulation of hazards scenario;
mitigation plan.

二、前言

台灣的自然環境條件欠佳，天然災害頻頻發生，每每導致嚴重的人民生命財產的傷害與損失，社會各界對於災害的問題一向非常關心。政府相關部門也都很重視災害防治工作，歷年來投入相當多的人力與財力於防救災業務上，防災科技研究活動亦逐年增多。近年來由於人民水準提昇因而對保護生命財產安全的要求逐漸提高，行政院乃於民國83年8月頒布「災害防救方案」，繼而成立「中央防災會報」，建立中央至地方的災害防救體系。

然而，災害防治是一項整體性的長期工作，過去雖然有上述制度面的強化，政府與民間也都非常努力於防救災工作，但由於經濟發展與社會變遷快速，使得目前的防災工作仍然顯得零落單薄。因此，在

民國85年9月的全國第五次科技會議中，作成「加強防災科技研究及相關之基礎研究，特別是跨領域任務導向之整合研究，以國家型計畫推動之」的建議。同年十二月，行政院第十七次科技顧問會議亦建議：國科會及其他部會署應共同研擬國家型防災科技計畫，加強將防災科技研究成果落實於防災應用體系上，並應設立天然災害防治資訊及技術轉移機構，有系統地整合推動防災相關工作。

為落實上述兩項會議之結論，國科會在民國86年3月5日的第一三四次委員會議中通過「國家型科技計畫推動要點」，同時亦通過「防災國家型科技計畫構想」，成立規劃小組展開規劃工作。另外，民國86年4月在行政院「中央防災會報」之下成立「專家諮詢委員會」為技術幕僚單位，以促進防災科技與防災業務的密切結合。在前述背景之下規劃小組基於由跨部門跨領域的整合性研究，以結合防災科技與防災業務之基本理念，完成規劃工作，並獲國科會委員會議通過成立「防災國家型科技計畫」，為確實、有效地推動此一龐大、複雜之計畫，必須有充分的協調整合。

防災國家型科技計畫為一跨部會之整合型計畫，亦即計畫是由國科會與防救災業務相關部會署共同來研擬、推動與執行，爾後再加以整合、落實於防救災業務上。為執行計畫乃以任務編組方式設置指導小組、諮議小組、工作（協調）小組、專家（顧問）群、研究群，以及推動計畫的核心機構「防災國家型科技計畫辦公室」（以下簡稱計畫辦公室）。計畫辦公室由前述之工作（協調）小組及計畫所屬各專家群及研究群所構成，主要任務分為行政業務與專案研究兩大部分。前者為推動及落實計畫而必須有的規劃、協調、整合、管理、以及成果提供等行政業務工作，將以工作（協調）小組為核心配合進行。後者之專案研究是由辦公室內之研究人員組成之研究群負責，主要內容乃針對計畫之中，各部會署研究群較難或無法進行之基礎性或整合性之研究案，並邀請相關學者、專家組成專家（顧問）群予以協助，

提供修正意見，同時與各部會署之相關研究群進行交流與合作，並將成果與建議經由專家諮詢委員會提報至行政院中央防災會報。

防災國家型科技計畫之主要目的是在於結合政府相關部門，有系統地推動上、中、下游科研工作，整合研發成果轉化成可以落實應用於防災業務的技術。因此整個計畫架構之精神所在，是要建立一套災害潛勢評估與災害境況模擬作業模式，以應用於地區防災計畫之研擬。本計畫目前以台灣地區威脅性最高的颱風豪雨、地震災害為對象，主要工作包括：(1)建立災害防救研究與實務所需的自然與人文環境資料庫；(2)研發災害潛勢評估方法，並進行台灣的災害潛勢分析；(3)選擇示範區進行危險度評估及災害境況模擬，以建立模擬分析方法，作為劃分危險區之依據；(4)針對評估與模擬結果，建立一套決策支援與展示系統，以利相關行政機關與民間機構應用研發成果；(5)以示範區之研究成果為基礎，研擬該地區之防救災計畫，供相關單位執行防救災業務之依據，並經由實際作業情形，予以修正補強；(6)針對現行防救災體系、運作及相關法規進行評估、檢討，並參考危險度評估、境況模擬等結果，提出現階段之改善建議，作為改進防救災工作之指引。

民國86年11月1日至87年7月底為本計畫預備年，88-90年度為第一期防災國家型科技計畫執行期間。計畫辦公室於89年度期間，除了與各部會署協調，依規劃目標共同進行相關課題研發之外，並執行部份整合性專案研究計畫，主要工作與成果包括：氣象觀測與預報之研究改進，淹水、土石流、地震等災害潛勢資料之研析、資料庫建置與境況模擬，災害管理決策支援離型系統之置，災害防救基本計畫之研擬；推動示範區防救災；第二期防災國家型科技計畫之規劃等工作。分別說明如後。

三、工作與成果

(一)規劃協調推動作業 [1]

1. 研究群召集人會議

計畫辦公室原則上每兩週由計畫總主持人召開一次研究群召集人會議，以推動相關工作。目前為止，累計已召開一百次會議，90年度期間共召開二十二次會議，主要討論與決議事項包括：

- 計畫辦公室之行政運作與協調等有關事項及各部會署年度研究內容與概算編列協調。
- 研議行政院災害防救專家諮詢委員會運作方式，執行交辦工作、配合會議召開提案討論及研訂擬提報落實應用事項。
- 第一期防災國家型科技計畫成果彙整與評鑑作業及第二期防災國家型科技計畫規劃有關事宜。
- 台北市與嘉義市防救災合作計畫執行情形。
- 進行重大災害事件檢討與研擬因應措施建議。
- 防救災資料庫建置與資料提供有關事宜。
- 災害防救科技中心籌備規劃有關事宜。
- 美國德州農工大學合作計畫執行情形。
- 支援中央災害應變中心颱風應變作業方式。
- 防災國家型科技計畫主持人與研究群召集人任期制度。
- 辦理年度防救災專案計畫成果研討會、國內與國際防救災相關研討與座談會。
- 參訪國外防救災相關單位，瞭解其防災體系運作與相關研究工作推展情形，並討論交流合作有關事項。

2. 研討會與講習

為擴展研究視野，提昇研發能力，計畫辦公室不定期舉辦各種研討會與講習，邀請國外學者至國內進行短期講習等，90年度期間辦理之研討會與講習如表1所示，經由這些研討、演講與講習，使參與人員吸收經驗，對研究工作之方向調整與方法建立等均有很大的幫助。

表1 90年度舉辦之研討會與講習

日期	研討與講習主題
90.02.15-16	89年度防災專案計畫成果研討會

90.06.18-21	APEC「人文關懷之防災技術宣傳---第一階段：地震災害」研討會
90.06.26-27	台北都會區地質災害研討會
90.06-07	地區災害防救計畫擬訂要領講習會(颱風、豪雨部份)
90.10.16	天然災害防治研討會

3. 國外參訪

為瞭解國外防災工作推展情形，促進合作交流。計畫辦公室相關成員90年度參訪美國防災研究與業務相關單位，心得如下：

- 美國農工大學減災與復建研究中心(HRRC)長期針對州及郡縣進行防災體制的規劃及研究，並投入針對社區防災的相關研究，一方面以計畫取得財源，另一方面又能協助社區及地方組織，亦使其不但有穩定的收入，亦有相當良好的社會名聲。穩定的財源、學校單位及相關單位的全力支持，使其在人力素質、設備及研究成果上都相對成長，該中心的規模及研究領域也越廣。
- HRRC的成立才十餘年，但其發展及擴充非常的快速，其跨領域的整合及落實到實務工作的能力值得我們學習，此外，該中心廣納各個領域的相關人才，從科技、政治、心理、建築、經濟、社會、地理、資訊、工程等方面一應俱全，對案件的執行進度也都有嚴謹的執行管理，皆值得我們做為借鏡。
- HRRC的災害分析實驗室與Harris County的緊急應變中心在對颶風災害與洪水災害都有長遠的規劃與整合性的發展，並結合網路與先進之通訊設備，不僅充分支援災害管理決策支援體系，也使一般民眾有知的權利，這是我們在推廣防災相關研究與教育，值得深思與學習的地方。
- 防災辦公室和HRRC持續的交流已建立了良好的合作關係，尤其在經驗的交流及成果分享上均有相當大的收穫，應更

進一步針對社區防災實務經驗及防洪 GIS 系統加以合作。

- 災害防救科技中心或專責單位的成立對防災及減災是一項刻不容緩的工作，而常設單位的成立能從災害的預防開始以專業化進行對環境安全的控管工作，也可在災時大量減低傷亡及損失，美國在陸續成立專責機構之後的實施成效正可為我們的良好借鏡。
- 近年來 HRRC 在颶風災損分析上已有初步之成果，防災辦公室正可透過與其合作之機會，參考其經驗以發展適合台灣之颶風災損分析研究，以支援災害管理與決策支援系統之研發。
- 美國亦常有颱風、地震等天然災害的發生，但每次遭逢重大災害後，即加速累積經驗，檢討並改進防救災體制，提昇全國各地抗災能力，並結合全民對抗天然災害，以避免往後悲劇仍會不斷的重演。
- ASCE 擬於 2002 年 8 月召開全球防災會議(World Congress Meeting)，邀請全世界七個地區的代表，撰寫全球防災藍皮書迅速累積全球防災經驗，藉以提昇全球抗災能力。相對於美國的經驗，2001 年我國歷經桃芝及納莉颱風，造成如此大規模的人命財產損失，政府及民眾必須痛定思痛，儘速檢討並改進我國防救災體制。
- 921 地震之後，國內防災學者不眠不休的積極研討修改「災害防救法」草案，並於民國 89 年 6 月於立法院通過「災害防救法」，同年 7 月 19 日由總統頒佈實施（內政部，2000）。「災害防救法」可說是一部相當先進的法案，可說是結合了美國及日本的防救災經驗，若能好好落實「災害防救法」的要求，將可大大的增強國內的防救災能力。但對照美國從聯邦到地方防救災體系，處處要求依災害防救法行事，我國「災害防救法」通過一年多以來，在落實此一立法要求的工作太慢，而防災方面尤顯不足。
- 參考加州每年兩次的地震演習，係政府專職人員與民間義工並重的聯合大演習

，再對照 FEMA/EMI 防救災學校亦強調政府專職人員與民間義工一同學習，防救災工作步調一致，此觀念我國當由中央地推展至全國各社區，政府儘速結合企業、社區、及人民的力量，加強建立所謂的“夥伴關係”，並充分利用現代化科技與防災知識，共同對付天然災害，才能發揮效果。

- 災害防救計畫應該定期檢討與更新，且更重要的是防災計畫必須由共同參與的方式，讓相關政府機構、企業、社區、及民眾均參與計畫之擬定及執行，並定期演練，務必讓相關人員及居民知道在災害快來臨之時應如何準備，災害發生之後應如何應變。防災計畫的擬定過程可以發掘實際的問題及凝聚共識，配合地區建設計畫，逐步提升當地抗災的能力，而當災害發生時，也可以有更好的應變能力。此外，災害防救計畫應與地方的永續發展與社區總體營造相結合，讓防災計畫成為推動地區永續發展的基礎，消極地可以避免人為的破壞生態環境，積極地可以提升地區抗災能力，從而建立一個健康、經濟上充滿活力、人人可以安居樂業的美麗家園。
- 高解析度衛星遙測影像用於防救災工作，於訪問舊金山市，該市在重要設施譬如飛機場，均利用高解析度衛星照片輔助防救災工作，使用在過去視為軍事機密的高解析度機場衛星照片，完全是因為防災所需；甚至包括有突發狀況時，機場疏散計畫的擬訂均可在衛星照片上完成。衛星影像從目前的颱風動態展示，當可進一步地應用在桃芝颱風山區的勘災，及科學園區等重要場所防救災工作上。
- 於訪問舊金山市，該中心平時雖只有六人，當然有災害發生時，各局處會派人，但仔細觀察可發現該中心電腦軟硬體設備、通訊器材、甚至衛星電話的大量使用，對防救災工作大有助益；在沙加緬度加州 OES，有些是使用 30 年以上通訊設備，但要有專業人才的配置才行，另外，在本團訪問的八月期間，南北

加州都有森林大火，山區現場的資料均可不間斷地傳進來，甚至包括天氣資料也都是電腦自動存檔，上述的資訊對災情的即時研判，有相當大的幫助。

- 我國應儘速成立國家級防災中心，並加速補足防災人力不足，對於國內接連不斷的颱風與地震災害而言，儘速成立國家級的防災中心，應屬當務之急。
- 防救災人員教育訓練亟需加強，除了國家級的防災中心儘速成立外，透過教育訓練培育專業防救災人才，亦是當務之急；適用於我國大型颱風與地震防救災教材之編撰，類似 FEMA/EMI 之 IEMC 教材之撰寫工作，亦刻不容緩。
- 應加速建立類似美國聯邦急難應變計畫所定的作業流程圖，迅速釐清我國縣市政府與中央防災中心的協作關係，過去台灣歷經許多颱風及豪雨所造成嚴重災害為例，地方與中央防災中心互推責任的場面屢見不鮮。因此，我們需要事先透過規劃，釐清各自的角色，進而步調一致，共同為防救災工作努力。
- 需強化地方政府為主體之防救災應變中心，亟需迅速加強縣市及鄉鎮等地方層級的防救災能力。唯有如此，中央防災中心才能充分發揮支援救災的功能。
- 我國應儘快研擬推動水災保險制度，藉由保費高低調整的機制，來增強百姓防災的意識，並逐年減低政府救災重建經費，並藉由水災保險機制的提昇，來多增加我國防救災體系的一道防線。
- 積極推展亞洲地區防災合作方案，2002 年 8 月於美國召開世界大會後，亞洲地區的防災合作方案變得非常重要，舉辦研討會是一個最有效的方法之一。
- 台灣的防災工作確有許多尚待加強改進之處，尚需向美日等國取經；但整體而言，台灣過在防災上努力的成果，仍有許多可技術移轉到亞洲其他國家，此點可做為我國未來防災策略上努力的一個目標。

4. 重大災害事件勘災調查與檢討評估

九十年桃芝與納莉颱風侵台，造成多人傷亡，以及嚴重之財物損失，防災國家

型科技計畫辦公室均於災後邀集相關學者專家，共同進行勘災調查，並編撰勘災調查與檢討評估報告，內容要點歸納如下：

(1) 桃芝颱風勘災調查與檢討評估

- 就氣象預報改進觀點而言，應加強氣象要素定量、定時、定點預報技術之改進與研發，例如：颱風路徑與登陸地點、颱風降雨與風力並落實於基層作業與應用單位，以掌握確實可能致災地區。
- 九二一大地震造成山地破裂鬆動，桃芝颱風帶來巨量降雨，致生的大型坡地崩塌及土石流，自是人力之無可抵擋。但除這些大型災害外，尚有為數眾多較小規模災害之發生，卻是有許多值得再檢討的空間。
- 由於分析所需之基本與災害資料，散佈於各單位，尤其是重要之災前、災後影像與調查資料，囿於各單位僅供自身所需，往往難以蒐集或僅部分或片段之資料。由於必需更完整、精細之資料，方能更明確之定量化分析，本組目前繼續進行調查與蒐集資料，朝更精確之目標努力。
- 今年汛期相關單位開始運用災害潛勢資料進行災情研判與決策分析，若災害潛勢資料之備查程序能夠加速，提早將資料提供相關部會及地方政府參考，則有助於災前準備工作更具體與強化。為使其運作機制得以落實，應儘速培訓應變中心進駐成員之綜合研判與作業協調能力，以提升中央災害應變中心之運作效能。
- 未來可依據災害類別及特性，預先編組「緊急應變支援專家群」，以提供中央災害應變中心專業諮詢之需。此外，以目前「中央災害應變中心作業要點」賦予國科會之功能似與上述「緊急應變支援專家群」可以提供之功能部分有所重疊，因此未來也可考慮由「緊急應變支援專家群」或籌備中之防災科技中心取代國科會。
- 桃芝風災之應變運作狀況，包括災後復原重建之討論與決議，均以行政院會方

式取代中央災害防救會報，致使依災害防救法所設立之專責機構「行政院災害防救委員會」之功能均無法發揮，未來實應針對整體災害防救體系進行通盤檢討。

- 依據中央災害應變中心之災情統計資料，7月30日清晨起各地陸續發生災情，但是南投地區之受傷人數自7月30日20:00之18人、8月1日06:15之20人，至8月3日12:00驟增為127人、8月4日10:30增加至172人，但失蹤人數並未因受傷人數大量增加而有太大改變之狀況，可發現地方層級之災情通報系統仍有問題，而且包括救援、醫療等地方防救災體系實應再檢討與加強。
- 由見晴村全村成功撤離緊急避難案例可知，地方預警通報系統已有部分發揮功效，而未來應可以再加強結合工務單位之預警系統、消防、警察、國軍等救災單位、以及鄉鎮公所之基層行政單位與居民、社區之防救災體系，則可以更有效爭取避難時間，並配合救災單位之協助撤離，更能迅速安全疏散，以減少人命傷亡。

(2) 納莉颱風勘災調查與檢討評估

- 納莉颱風之降雨分布為全面性，量大且延時短促，經各流域地區之降雨頻率分析可知，納莉颱風1小時、24小時等延時最大累積降雨量之重現期，在某些流域地區已超過200年重現期保護標準，尤其是淡水河支流基隆河流域及景美流域，因此導致許多地區之防洪排水系統無法及時宣洩洪水而產生嚴重災情。
- 各地方政府之防洪治理計畫均為多年前擬訂，不僅人文、水文等時空環境已有所改變，現今之防洪治水科技與觀念亦日異更新，應重新檢討防洪計畫適切性。
- 應加強災害防救相關單位之合作，以補強降雨預報資訊，並結合災害潛勢資料，建置符合實務需要之整合型防救災決策支援展示系統，如此，不僅可於災害應變階段提供災害應變中心完整即時分析資訊，更可使指揮官於災害防救之關鍵時機，完成資源調派。
- 地方政府災害應變中心成立時，各單位將救災物資、機具與人員集合於待命地點後，即被動等待災情發生之應變或指揮官之臨時調派，不僅反應速率不佳亦增加指揮官諸多壓力與責任。另外，各單位派駐之進駐人員，未確實按規定指派較高層級，導致諸多協調或臨時指派事務無法全權處理，影響救災時效。如能於災害應變制度中，進行明確之任務分工，並於災害來襲前之減災與整備階段完成整合與協調，則可提高災害應變效能。
- 鑑於此次納莉颱風造成許多建物地下室嚴重積水，而這些地下室有些平時是供給車輛停放，或是從事商業行為，但共同特點是建物之機電配電設備皆設置於地下室之內，當地下室被洪水淹沒之時，這些機電設備損壞無法正常運作，影響民眾災後復原進度所及甚是。因此針對此項災害因素，建議從相關建築管理法規修訂，規定建物機電設備應設置於有防洪保護之適當位置，且應強制規定地下室進口處設置防洪閘門，以提高建物本身之防洪功能。
- 經過921大地震及桃之颱風侵襲之後，各流域之地形及河道通水斷面積已嚴重改變，因此急需對於各河川之整體防洪功能重新進行檢討，以做為未來補強或增建之參考依據。
- 洪災保險項措施在先進國家行之多年，可使民眾體認推動各項防洪措施不僅是政府之職責，更是民眾之義務，因此應盡速完成各流域高解析度之淹水潛勢災害資料，以做為推動洪災保險之依據，以使政府之建設經費達到公平性之原則。
- 近年來一直強調流域之整體規劃治理，以達到最大防災經濟效益，但因為目前流域之治理規劃權責單位太多，例如農委會林業處、水土保持局、經濟部水利處及縣市政府等，因此對於流域治理僅止於自己所轄屬區域，並未進行流域治

理整合及協調，因而導致彼此之防洪保護措施相互抵觸，而無法發揮應有之防洪功能，因此若能成立流域管理局，負責統籌協調各單位之防洪治理規劃及防洪預警功能，則將有助於減輕颱風災害之損失。

- 目前政府各單位皆依據自己所擬定之工程設計技術規範進行防洪排水設施之設計，例如運用於山坡地有水保保持設計規範；另經濟部水利處亦有自己之防洪構造物設計規範，兩者所使用之設計基準不一致，導致許多銜接處無法密切配合，因而造成災情產生。
- 應利用颱風受災事件教育民眾，強化防災觀念與意識，且透過定期性防災演習，使民眾熟知各種緊急應變措施。

5. 落實應用

本計畫第一期工作中，選擇台北市與嘉義市為示範區，進行災害危害度分析、境況模擬與防救災計畫之研擬，為達成此目標，必須及早讓示範區所屬之地方政府瞭解與參與。因而，計畫辦公室於87年10月分別至台北市政府與嘉義市政府舉辦說明會，讓相關業務承辦人員與層級主管瞭解防救災工作之重要性，並希地方政府能主動參與相關工作，以期日後能將研發成果落實於防救災業務。

計畫辦公室自民國88年8月開始與台北市政府進行密集磋商，協助台北市政府推動防災工作，將防災國家型科技計畫部份研發成果移轉落實至防救災相關業務。經過將近九個月之磋商，臺北市政府與行政院國家科學委員會於民國89年5月17日簽訂合作協議，預定於兩年期間內推動等防救災專責機構及體系規劃建立、災害管理決策支援系統建置、淹水潛勢分析及淹水境況模擬、坡地災害潛勢與危險度分析及監測系統規劃、地震災害損失評估及決策支援系統(HAZ-Taiwan)應用五項工作。主要預期成果如下：

- 組織推動整體防救災業務、應用災害境況模擬及潛勢資料進行研擬地區防災計畫、規劃設置防救災專責機構等之工作團隊。

- 強化市府相關單位人員災害防救認知，並建立防災教育資訊網。
- 研擬臺北市災害防救相關對策與地區防災計畫。
- 提出臺北市災害防救專責機構之組織、運作方式等建議方案。
- 建置市府各局處防救災相關資料庫與災害管理決策支援系統。
- 檢討整合災害防治監測系統與預警制度，進行相關業務之境況模擬。
- 完成坡地全面體檢、邊坡安全規範與技術手冊，並進行坡地安全教育宣導。
- 完成並修正 HAZ-Taiwan 系統基本資料庫內容，並確立評估模擬結果應用模式，將系統分析評估結果，用以擬訂地區防救災計畫。

這項合作計畫是國內地方政府第一次整體考慮「平時減災」、「災前整備」、「災時應變」、「災後重建」等防救災工作，將相關科技研發成果落實應用，研擬有效的地區防災計畫與防災業務計畫，極具整體性與前瞻性，推動工作的相關經驗，可供國內其他縣市參考。

(二)整合性專案研究

防災國家型科技計畫辦公室之氣象、防洪、坡地、地震、地震工程、防救災體制及防救災資訊等七個研究群，所進行之整合性專案計畫，於90年度期間所獲致之重要研究成果分別概述於後。

1. 氣象研究群 [2]

颱風所帶來的豪大雨是台灣地區主要的天然災害之一，地區性的豪雨常導致洪水、山崩、及土石流等災害。台灣地區境內因中央山脈高聳，當颱風來襲時，地形迎風面常引發局部性豪雨，且因台灣的河流多坡陡水急，集流時間短，一旦有豪雨發生，常造成河川中下游嚴重水患，對人民生命財產的影響甚為重大。

本年度持續利用 Barnes 客觀分析方法改進降雨氣候統計預報圖結果，所採用之資料時段已從1989~1998年，擴充至1989~1999年，本年度共計完成濁水溪、烏溪、大甲溪、淡水河及蘭陽溪等125個雨量站之

降雨氣候統計預報圖，並已應用在桃芝颱風侵台期間做定量降雨預報，由於桃芝颱風結構特殊，近颱風中心處，模式預報值較觀測降雨量為低，而遠離颱風中心處，模式預報值則較觀測降雨量為高。

此外，本年度亦持續上一年度MM5中尺度颱風數值模擬工作，模擬影響台灣颱風的結構演變，並將台灣真實地形植入模式中，除了改進上一年度模擬1994年提姆颱風(自秀姑巒溪登陸)及1992年歐馬颱風24小時累積降雨量低估的情形之外，亦針對1996年賀伯颱風(北部西行颱風)進行模擬，結果顯示模式可合理的掌握賀伯颱風路徑、最大降雨中心位置及全省降雨之變化趨勢，但針對阿里山測站破歷史紀錄的雨量，則仍有改進的空間。

2. 防洪研究群 [3]

台灣河川坡陡水急，集流時間短，下游多為平原，且由於夏秋雨季，受颱風及西南氣流之影響，常有颱風雨或暴雨，造成河川中、下游流域嚴重的災害。倘若對基本水文或淹水相關資訊了解不夠，亦可能加劇災害損失，如各級主管機關無法充分掌握轄區內在何種降雨情況下會形成積水。根據中央氣象局之氣象預測資訊亦難以判斷可能淹水範圍及深度，以致政府及民眾不了解應採取何種措施才能減少災害損失。這些問題都需要利用最新科技，配合水文、地文、社經等相關資料加以分析，模擬暴雨發生之可能淹水情況，據以擬訂災害防救對策，方可提升防救災成效。

本年度主要研究範圍為花蓮縣及台東縣等二縣市，這二個縣市是以200 × 200公尺解析度製作淹水潛勢圖。淹水潛勢計算方式是使用山區逕流模式來計算上游地區因設計暴雨所產生的山區逕流量，中、下游地區則採二維地表漫地流淹水模式來模擬地表漫地流。另外，本年度工作中亦進行台北市與國科會防救災合作計畫，同時完成象神颱風災因檢討與國際合作計畫之淹水模式使用圖像式介面等，可供防災相關單位，作為災害防範對策及災害應變措施擬定之根據。

3. 土石流研究群 [4]

近年來隨著工業與經濟的快速發展，對於土地使用的需求大幅提高，因此在平地使用漸趨飽和之際，山坡地之利用，可能成為未來土地利用之重點。惟本省山地形勢陡峭，地質脆弱，加以颱風季節所伴隨之豪雨等因素，常造成山區大規模土砂災害之發生，而其中尤以土石流災害最為嚴重。防災國家型科技計畫辦公室土石流研究群至90年度止，擬完成示範區陳有蘭溪流域的土石流潛勢分析，並根據土石流災害潛勢及危險度分析所蒐集之資料及研究成果，針對所選定示範區域進行土石流災害發生之境況模擬，做為演練救災及擬定防災因應對策之依據，以有助於防救災方案之擬定。

本年度為第一期三年研究計畫之最後一年，選定南平坑、郡坑(溪名)、二廊、三廊、同富社區及和社三號溪等六處為研究區，連同前二年度研究之出水溪、豐丘及和社一號溪等三處，合計第一期共進行九處研究區。全期建置完成相關資料庫，並發展一地理資訊系統，以提供資料庫內容之展示與土石流潛勢分析與危害度分析之用。另為配合土石流潛勢分析與境況模擬，本年度亦針對同富村隆華國小之和社一號野溪採樣及進行試驗，以取得現地材料性質參數。同時製作研究區微地形並進行分析，以識別土石流發生區、流動區及堆積區之位置，以及得出各個流域內、外部的沖刷量與堆積量。潛勢分析則利用地形與地物三維模型，選取合適的水文參數、質流模式參數及前述微地形分析等資料，經由土石流潛勢數值模擬程式加以分析演算，求得溪流下游堆積區的範圍及深度。最後再針對此六處研究區進行境況模擬，並進一步針對上述六處土石流之危害狀況，加以分類分級，進行該區域可能的傷亡與損失之量化評估，研究成果除可移轉政府及相關地方單位使用外，所研發之評估方法，亦可提供相關業務與研究單位使用。

4. 地震研究群 [5]

為有效評估大地震發生後，各地發生土壤非線性效應的潛能，本年度使用單站頻譜比法分析在集集大地震主震、餘震期間臺灣中部各強震站是否發生非線性反應，及其發生非線性反應的範圍，並與集集大地震時發生土壤液化現象的區域加以比對，以期提供未來防救災之參考。

高屏地區過去一直缺乏完整的場址效應研究，但基於高雄都會區工商業的快速成長，對該區的場址效應實有迫切性需要。因此，本年度利用高屏地區強震站所收錄的資料進行單站頻譜比法來初步探討該地區之場址效應。集集大地震後，國科會動員了地球科學界進行大型「地震與活斷層」整合型研究，其中經濟部中央地質調查所主導之活斷層調查，成果斐然。防災國家型科技計畫辦公室地震研究群亦積極協調各單位，儘速公開這些活斷層資訊。

5. 地震工程研究群 [6]

在921集集大地震中，政府救災速度緩慢、復建程序沒有規則，顯示政府機關亟需一套地震災害損失評估決策支援系統(HAZ-Taiwan)。該系統包括危害度評估及降低風險兩方面，危害度評估主要在計算結構危害度，以及維生線損害對社會之衝擊；而降低風險則是在災害發生前先進行預防措施以降低損害結果，或在災後採取補救措施以避免二次災害的發生，其主要方法便是對較危險的結構進行補強以改善維生線系統使用性。然而，整個維生線系統相當龐大，在有限的財力物力下，為達到最高補強效能，必須先就「對整體維生線系統影響最顯著的部分」進行補強。

本年度所進行的研究工作係屬HAZ-Taiwan之部分相關研究，其成果可提供決策者在災後救援及復建程序上作一判斷處置之標準。所能提供之資訊，包括：

- 震波歷時模擬：由地表之震波歷時輸入，分析基盤及各土層不同深度之加速度與位移歷時，以作為埋置結構物分析依據。
- 損害評估模組：利用所模擬出之震動歷時，推估結構物可能之損壞狀態。
- 系統管理模組：利用 SSP 網路分析，可

在災後馬上獲得系統功能評估結果，並可找出最危險之路段，優先進行修補工程，以避免二次災害的發生，並可在災害發生時提供替代道路之選擇。

6. 防救災體制研究群 [7]

台灣由於自然災害發生頻仍，每每造成重大的社會經濟損失；有鑑於此，政府近年來積極建立災害防救體系，以作為推動災害防救相關工作的依據。為此，十多年來，國科會大力推動大型防災科技研究，而行政院亦於民國83年8月4日頒布「災害防救方案」，建立中央至地方四層級的災害防救體系，「災害防救法」更於去年(2000年)完成立法正式公布實施。然而，這些研究是否已成為可應用、落實在各層級防救災工作上，新建立的防救災體系是否已真正有助於各層級的防救災業務，發揮了防救災工作的功能，都尚值得檢討。另外，要減少災害的發生或災情的擴大，除了災害發生後緊急搶救、醫療、救助、復建等一連串工作是否能夠有效執行外，如何將造成災害發生的潛在因子予以事先排除或控制，更是不容忽視的課題。

第一期防災國家型科技計畫防救災體制研究群之主要目標，在於針對現行之防救災體系、防救災計畫與其運作，以及對於潛藏在都市內屬於都市發展造成之人文環境危險因子與可能導致之災情進行評估檢討，然後提供檢討結果作為防救災決策的參考；同時在可能範圍內，研擬改善措施，以提升防救災體系的功能。本年度主要研究內容包括：災害防救基本計畫研擬過程及其內容之整理分析，並參考日本災害防救基本計畫，提出基本計畫修正與推動落實之建議；整理協助台北市示範區進行防災科技成果技術移轉之推動過程，另針對台北市災害防救專責單位之規劃方式，以及地區災害防救計畫之研擬方式等進行探討分析；此外，並推動社區災害認知與防救災學習，以及針對HAZ-Taiwan地震災害損失評估系統中，有關避難傷亡與社會經濟損失等模擬評估所需之係數或部分方法進行修正，以提升HAZ-Taiwan系統之精確性與可行性。

7. 防救災資訊研究群 [8]

結合地理資訊系統(GIS)與網際網路技術建構防救災決策支援系統是防災國家型科技計畫辦公室資訊研究群之主要方向，而完善的災害管理相關資料庫則是確保防救災決策支援系統有效運作不可或缺的重要元素，同時更可以支援其他防救災相關研究的需求。因此，在規劃與開發防救災決策支援系統之雛型系統的同時，亦配合系統及其他相關研究之需求，致力於蒐集、彙整由各單位與相關研究計畫所產製提供之大量數位化圖形及屬性資料，這些資料可概分為三大類，包括：災害管理基本資料庫、環境災害資料庫及配合HAZ-Taiwan地震災害損失評估決策支援系統之應用所建置的基本資料庫；這些資料經過有系統的歸納整理及加值應用，已成為資訊組規畫發展防救災決策支援雛型系統的重要資源。

除了持續蒐集、建置防救災相關資料庫外，本年度已根據所規劃的災害管理決策支援系統，建立部分子系統，包括利用網際網路地理資訊系統技術，建立了全省洪水與土石流之災害潛勢查詢與展示系統、桃芝及納莉颱風災情查詢展示系統，此外並利用Visual Basic及MapObjects軟體，開發了即時降雨監測及淹水預警系統、颱風氣象資訊展示系統、水情資訊系統、災情展示資訊系統等。目前正進行消防署、水資源局、國科會及衛生署等相關部會所發展的防救災資訊系統，期望透過本研究所規劃的災害管理決策支援系統，將各部會所研發的成果，整合在一起，提供中央災害防救委員會、中央災害應變中心及各縣市防救災機構之用。

(三)各部會署專案研究計畫

防災國家型科技計畫成立以來，計畫辦公室即依據與各部會署共同研訂之整體規劃目標及研究項目與分年具體目標，持續與各部會署保持密切之聯繫，瞭解各部會署相關計畫推動執行情形，並給予必要協助。各部會署相關單位第一期防災國家型科技計畫計有10個部會署，涵蓋13個單

位投入，總經費約為七億七千四百四十萬元，細部計畫研究案共有620個，其中89年度部份總經費約為三億零五百萬元，細部計畫研究案共有204個，均已執行完成且相關研究成果亦已提出，可簡要歸納如下：

(1)交通部中央氣象局

a. 建立颱風資料庫

為因應各界對颱風資料的不同需求，本計畫研究開發通用「颱風資料庫」，內容涵蓋天氣分析圖、衛星雲圖、雷達圖、颱風路徑圖、雨量等值線圖、各測站氣象要素資料、颱風警報單及災情表等，以做為查詢及研究侵台颱風之用。颱風資料庫網頁將資料分為一般民眾使用與研究用途二類，以方便不同的需求。本年度計畫執行成果包括下列四項：(1)收集本局王時鼎顧問的研究成果、學校專家學者的研究參考文獻等納入資料庫，提供各方人士查詢之用；(2)持續擴充現有的硬體設備，並購置大量的資料儲存系統，以滿足未來需要儲存及備份大量資料的需求；(3)完成資料庫的原型設計，並於89年8月正式對外開放查詢；(4)初步納入即時作業資料的需求：如雷達、天氣圖及雨量等直線圖等。

b. 自由場強震儀暨結構物監測系統檢測及資料收集

中央氣象局地震測報中心自1990年起，推動建立全省的強地動觀測計畫。預定設置1,000部加速度型強震儀來收集強地動資料，以進行地震災害分析。到目前為止，已經有六百多部自由場的強震儀於全省監測地動情形。為維護儀器正常運作及資料蒐集方便，強地動觀測計畫將全省分成七個區域，分別由不同的大學與研究單位負責資料蒐集工作。所有記錄資料在每次野外作業完成後，即送交中央氣象局地震測報中心，俾便建立更完整的地震資料庫，提供研究所需的強地動資料。

c. 即時強震資料接收系統

在本計畫中，針對從地動訊號接收至消息發佈，規劃與設計一套新的系統架構，並完成實作與測試。所設計之系統架構包括：32位元視窗版的資料擷取儲存的系統、視窗化界面的即時波形顯示系統、智慧型強震偵測及警訊觸發系統。系統架構中之資料擷取儲存系統模組，可對各測站所擷取的資料進行同步處理，並將資訊匯整成檔，在排序之後建立檔案以供分析之用；即時波形顯示系統模組，可於螢幕上即時展示地震波形；智慧型強震偵測及警訊觸發系統模組，可對強震的發生作即時反應。本計畫所提之系統，除了提供更穩定更有效率的地動訊號接收與分析顯示系統外，並可在強震發生時，透過最快的技術，提供即時的警告發佈。

d. 歷史地震災害資料庫在地理資訊系統之建立

本計畫的最終目標是整理台灣地區所有的地震災害資料，並將其建立成架構在地理資訊系統(Geographic Information System; GIS)上的資料庫。本年度的工作以建置1904年11月6日斗六地震與1906年3月17日梅山地震的震災資料庫為例，檢驗並改進已設計和發展的資料格式，所有的震災資料直接標繪在1/25,000分之一的地形圖上。整理完成的災害性地震資料將直接轉載至中央氣象局的資料庫上。所得的結果除了可提供學術界，作為研究的基本參考資料外，更可作為支援教育與地震防災宣導之用。

(2) 經濟部水資源局

a. 台北盆地及鹽水溪流域示範區颱風災害危險度分析

政府於民國87年間成立防災國家型計畫，其中有關防洪工作之主要目標在於掌握不同颱風暴雨情況下台灣地區之可能淹水區域及淹水深度，進而評估水災所造成之損失及危害度，並進行颱風境況模擬，作為災害減輕及防災作業之依據。計畫中並選定台北盆地及鹽水溪流域為示範區

洪危害度分析之對象。本研究擬以三年期間，分年依序建立台北盆地與鹽水溪流域之水文資料GIS圖檔，從事流域內雨量站網之降雨頻率分析，設計合適雨型，繪製不同延時及不同頻率之等雨量圖，並建立具空間分布且非線性之水文模式，推求沿岸水文站在設計降雨組體圖條件下不同重現期合宜之洪水歷線，研析不同土地利用對颱風之危險影響程度，並建立一淹水演算模式以模擬計畫區域不同水文情況下之淹水深度與面積，作為評估淹水潛勢與淹水損失之依據。本計畫擬依據示範區之淹水潛勢及淹水損失分析，進行颱風淹水危險度之合宜評估。

b. 建立洪水預警系統暨水利設施災害防救體系整合計畫

本計畫主要是為配合「台灣地區水文觀測現代化整體計畫」及國科會「防災國家型科技計畫」，針對國內中南部之烏溪、八掌溪、朴子溪、鹽水溪及高屏溪等幾個重要流域自規劃、測試以至建置完成整體之防洪預警系統。自評估規劃雨量及水文監測系統，建立水文觀測自動化及即時傳輸系統，再配合水利行政體系及災害防救體系，建立洪水預警系統及資訊傳輸架構，以提供防洪應變及復建等相關措施之決策依據，並建立洪水預警示範計畫模式，做為推廣至全省之依據。

c. 基隆河流域之減洪策略綜合規劃

本計畫綜合考量中型與小型防洪措施並從流域上、中、下游做全面性的探討，所獲得之具體結論顯示：在基隆河五堵上游集水區設置滯蓄設施能獲得不錯之減洪效果；而由開發敏感度分析發現以大坑溪集水區及保長坑溪集水區敏感度最大，故欲於此二集水區進行開發利用需審慎評估；由綜合減洪策略中顯示當堤防用地成本逐漸升高時，在中、上游設置分散小型與子集水區集中式滯蓄設施的重要性則明顯浮現，即堤防用地成本增高一倍時，中上游滯蓄設施發揮之減洪率達20%之多；而由防洪策略之社會影響評價結果顯示民眾

在防洪方案的選擇上除從防洪的觀點考慮外，也考慮方案本身對於環境、生態的影響，本研究希望透過基隆河流域綜合減洪策略之研擬，期能有效舒解下游汐止地區之洪水問題，並為往後流域暴雨逕流規劃管理之參考。

d. 水利設施災害防救業務系統建置

本計畫擬透過水利設施防救災業務系統之建置，建立各縣市政府一致之「水利設施災害防救系統」格式、項目及功能。其內容包括水利設施防救災資訊網、水利設施防救災作業系統等。經由水利設施防救災業務系統之運作，水利主管機關在颱風期間能有效蒐集各地水情災害資訊並且掌握可能水患災害地點及規模，彙整處理後，即時通知相關單位進行緊急應變及災害搶救，同時迅速將災情層報上級長官，如此方能全盤掌握臺灣地區水利災害資訊，提高防洪及救災效果。其辦理成果將全面推動落實至地方政府，可由中央政府編列各縣市政府水利設施防救災資料建置及災情查報設備等經費，分配到地方進行委託專業領域單位建置系統資料，除可協助水利行政業務外，並可加強地方政府進行地區防災業務規劃。

(3)經濟部中央地調所

a. 台灣山崩調查與山崩危險度評估

本計畫預計以五年進行全省山崩的調查、建檔、整合及分析，完成台灣地區山崩資料庫，編製台灣山崩災害危險度分級圖。本年度為計畫之第二年，初步成果顯示苗栗縣山崩有888個，山崩面積2,622公頃；新竹縣市山崩有781個，山崩面積1,502公頃；台中縣市山崩760個，山崩面積1,183公頃，南投縣山崩個數4,105個，山崩面積15,273公頃。以山崩面積與岩層之出露面積比來看，出露於台中縣及南投縣之畢祿山層及廬山層有非常高的山崩比例，分別達3.9%及6%以上，出露於南投縣之大南澳片岩之山崩比例更高達8%，顯示劈理及片理在台中縣及南投縣是非常重

要的山崩因子。而四縣市出露之野柳群、瑞芳群、三峽群及其相當地層之山崩比例也相當高，其原因可能是這些地層容易沿頁岩層面產生崩滑，而在砂岩層較發達之節理面所形成之弱面，也容易促成山崩之發生。以土地利用來看，四縣市之山崩有集中在灌木林區及草地之現象，此可能與灌木林及草地為淺根系有關。建地、道路、墾殖地等其他土地利用之山崩個數及面積，在三縣市也各佔次高之比例，顯示人為的土地利用是重要的誘發因子。

b. 斷層活動性與地震潛勢評估調查研究

本年度計畫主要執行項目包括：福建坪湖口斷層活動性觀測井設置；台灣陸上斷層帶地質構造與地殼變形調查研究(1/5)一西南地區(觸口斷層)；台灣陸上斷層帶微震特性與地震潛勢評估調查研究(1/5)一西南地區(觸口斷層)；臺灣陸上斷層活動性之環境地球化學調查研究(1/5)一嘉南平原。本計畫的總目標是以本所已完成的活動斷層分布初步調查成果為基礎，整合國內政府、學術、與產業界地震地質相關調查研究團隊，針對台灣西南部之斷層，進行活動性觀測與地震潛勢評估調查研究。其中主要之目標分別說明如下：

- 活動斷層帶鑽探取樣、斷層物質研究、與井下觀測儀器裝設：斷層活動必然產生斷層物質，此為活動斷層研究提供了最直接的研究對象，經由對斷層物質的研究，不僅可以了解斷層活動的運動學和動力學特徵，而且可直接得知比較確切的斷層活動時間和演化歷史。探井亦提供吾人得以埋設井下地殼形變與環境地化(包括地下水文)觀測之儀器。以日本之經驗，1995年兵庫縣南部地震造成神戶地區慘烈災情後，即積極於活動斷層進行深井鑽探最深可達1800公尺。除進行斷層組成物質研究、變形研究、井下地物測勘、水力破裂法量測應力等外，又於井下適當深度埋設各種觀測儀器，如高感度地震計，強震儀傾斜計，水溫計，及水位計等。且後續年度仍不斷加強此項深井觀測網站之設立。

- 活動斷層帶地殼形變觀測：形變測量是為了求得斷層最新滑動速率，這對斷層近期危險性評估及地震監測預報非常重要。使用「全球衛星定位系統(GPS)」測量水平變位之準確度已可達公厘(mm)級，垂直變位之準確度則稍差，但可以「跨斷層短水準測量」彌補之。GPS 測量有潛力偵測出地震發生前、中、後之位移。只要測量網之站數夠多，且 GPS 觀測資料處理之速度夠快，這項技術在不久的未來將很可能成為地震前兆觀測之主力。
- 環境地球化學(包括地下水文)觀測：由國外許多成功的案例，顯示環境地球化學的異常變化，確實可做為斷層活動與地震的前兆。台灣島上亦具有這方面觀測研究的有利條件，如：地震與活動斷層多、溫泉、自噴地下水井、受壓含水層、泥火山等亦很常見，再加上本所預計於活動斷層帶之鑽探井，多重管道提供研究地殼因壓力變化產生裂隙，使得地殼深處氣體或液體逸出或遷移，因而造成之地化及地下水文異常現象，從而得以觀測活動斷層之活動性。

(4)內政部建研所

a. 台北市既有RC建築物之地震反應及實際耐震安全度評估

台灣地區恰位於環太平洋之地震帶，而且區內近九成建築物皆屬鋼筋混凝土(簡稱RC)結構，所以既有及未來RC建築物之耐震安全度評估為一重要課題。由於RC建築物耐震分析所需之參數皆具有高度之不確定性，以及以往地表運動模式皆過於簡略，所以本研究之主要目的為針對整棟RC建築物之損壞狀態，基於可靠度理論並考慮土壤—結構互制效應之影響，提出一套完整且合理之評估方法(即計算其易損性曲線)；而後並將其應用於台北市或其他區域一些既有RC建築物上，其研究成果預期可對於現行耐震設計規範有所回饋，甚至可進一步用於修正之。

b. 淹水潛勢資料在土地使用規劃與管理之應用研究

本研究探討如何使用淹水潛勢資料，研擬適當的土地利用對策，將淹水潛勢地圖應用於台灣的規劃工作中。首先設計理想樣區，進行土地開發對洪水量造成衝擊之初步敏感度分析；整理出台灣既有洪水管理的主要課題；透過專家問卷，找出可行並確實之主要課題的管理策略。由都市規劃管理角度，提出未來洪水減災的初步架構，並以鹽水溪流域為對象，做為土地管理、都市計畫、災害應變作業之根據。研究中發現，洪水管理課題與管理策略之選擇是一個廣泛的都市行政課題。在水文水利上之模擬技術已趨成熟，確定使用者需求後應可滿足實務之需要。以洪水為課題之土地管理方法，除了要依據不同層級之規劃需求，及具適當的水利工程基礎外，政治過程的接受度與經濟之可行性，是決定政策未來是否能有效執行之重要關鍵。

c. 都市空間大量人員避難行為模式之建構

921集集大地震瞬間奪走了二千多個寶貴生命，造成一萬餘人受傷及數以萬計的房屋毀損、倒塌，而災區內存活之居民須在下次餘震或二次災害降臨前就地或移動至安全處所避難，才能保障自身之安全。本研究擬藉助921集集大地震之慘痛經驗，透過問卷調查，探討影響台灣地區居民在震災發生時實際前往安全處所避難之相關參數，了解城鄉避難行為特性及選擇安全避難處所影響參數之差異，比較震災前後避難行為之不同，以建構本土性基礎研究資料。

(5)內政部消防署

a. 災害危險度相關資料蒐集及資料庫建立(示範區)研究

本研究主要以地震災害為範圍，消防搶救、避難為中心，資料庫建立將以電腦為主，並須配合「地震災害損失評估決策支援系統(Haz-Taiwan)」及營建署與建研

所等單位共同推動之相關計畫，以完成台灣地區災害危險度相關資料庫之建立及地震災害境況模擬，俾提供改進地區防災計畫及搶救災作為之改進參考。資料庫內容含示範區內(台北市、嘉義市)之危險物品建築或設施、消防隊址與搶救半徑、消防力之數量與分佈、救災車行速度、救災路線與其有效性、深水井河川池塘等緊急用水、緊急避難場所、村里長基本資料蒐集、民間救災器具、民間工程重機械相關機具之資料等。

b. 決策支援與展示系統之建立

本計畫延續88年度執行之「防救災決策支援系統之規劃與示範系統建立」研究，於本年度繼續完成實質系統建置，達到線上使用目標。計畫範圍以中央及台北市災害應變中心之緊急應變任務為主，完成(1)防救災決策支援系統建置，包括以GIS核心之決策支援系統與系統功能相對應之資料庫、台北市災害應變中心與中央災害應變中心之災情傳遞；(2)災害應變中心之決策支援作業的整體規劃，包括軟體規劃、資料庫規劃、災情傳遞媒介規劃、其他週邊設備規劃、以及災害應變中心設備人員配置；(3)教育訓練，包括防救災決策支援系統操作及地理資訊系統基本概念。

c. 各層級防救災通訊能力與指揮系統有效性之調查與評估

本研究以地區災害防救計畫為主，防救災通訊方法(含災情蒐集)、設備、使用人員以及管理方式為中心，就防救災指揮與通訊系統有效性建立調查評估之方法及項目，已初步彙整目前我國防救災體系之災害防救組織及相關機關之縱向、橫向防救災通訊方法、設備、使用人員以及管理方式等之現況調查。本研究亦依災害的特性及災情程度探討防救災指揮與通訊系統資訊流之架構，提供災情傳遞及指揮救援一正確途徑，並完成九二一集集大地震通訊系統勘災調查及探討通訊系統現況問題，另研擬指揮與通訊系統未來發展之架

構，可作為未來防救災體系改進參考之依據。

(6)衛生署醫政處

a. 國家級災難醫療衛生應變體系之整體規劃計畫

本研究的成果主要分成三部份，第一部份是台灣過去之災難危險分析及災難時產生健康效應的個案分析(以921為個案)；第二部份是災難時醫療衛生作業的應變原則與作業要點，主要的項目包括：災難初期之快速醫療狀況及需求評估、災難醫療救護隊之組織與運作、災難流行病及公共衛生作業準則與要點、災難時的指揮體系、大量傷患之現場緊急醫療作業要點、醫療作業之後勤物資管理基本原則等，這些都是在災難的急性期及恢復期醫療專業介入時的焦點所在。第三部份是醫療專業所必須介入之其他救災救難的其他專業運作。主要包括三個部份：都市的特種搜救(Urban Search and Rescue)、災難往生者之後續處理(Mortuary Care and Identification)、國際人道援助(Humanitarian Assistance)。其研究方法在危險分析方面，主要採用文獻分析及現場資料收集並用的方式，以一般流行病學的方法及基本的生物統計技巧，如布阿松及回歸分析等。在作業要點及原則方面，一方面採用文獻收集的方式，收集美國、加拿大等相關的作業準則及相關文獻做為基礎，另一方面以專家會議討論的方式以增加對於本土環境的適用性及考慮層面的週延性。

本研究所獲致的主要結論如下：(1)台灣未來的自然災難方面以水風災居多，其人命損失正逐漸減少，但人為災難卻在增加之中；新型式的災難，如危害物質、生物災難的潛在危機不可忽視。(2)台灣大型災難的應變最初數小時效率好，但是其後的區域之間整合與合作是一大弱點，災難所引起之後續較長期之醫療照顧需要關注。(3)災難應變初期的醫療需求目前完全沒有類似的觀念或作法，急需建立，以利資源之整合與應用。(4)災難時之醫療相關

作業，不論醫療、公共衛生、現場醫療救護方面，都應該採取共同的指揮架構，更應該採用制式的標準作業程序，以利組織之間的整合。(5)後勤及資源管理在目前的醫療應變體系並沒有相關的觀念，極需建立。(6)都市搜救及往生者之後續處理，往往是災難發生後民眾及國際上關注的焦點，處理能力影響國際觀瞻及施政滿意度甚鉅，急需提昇作業能力。(7)人道援助是人類基本善良情操的發揮，然而如何進行有效率的國際人道救援卻是非常專業的範疇。

b. 運用地理資訊系統技術評估建立地區型災難醫院體系之研究

建立災難醫院體系分析，除需整合各醫院支援能量，更需了解災難發生地點與周邊環境地理現況，故台中榮民總醫院急診部，與逢甲大學地理資訊研究中心共同合作，利用地理資訊系統(GIS)結合圖形與屬性資料、拓撲資料結構、自動製圖、資料庫管理、及空間分析等技術，撰寫運算式，迅速處理、分析各種數值化資料，開發應用專案。使用者可以輕鬆、有效地蒐集、儲存與救災有關之醫院能量、環境因素之點、線、面等空間資料及業務報表、報告、量度、圖式等屬性資料，與各種圖籍套疊運用。本研究以台中縣、市為試辦區，依據目前地區醫院以上醫院之人員、醫藥衛材必需品項是否可供大量傷患使用，及所在位置有無空地(操場、運動場...等)可供直昇機起降及病患疏散；建置成GIS資料庫，並透過GIS的資料庫管理、空間分析、歸納演算及迅速製圖等功能，撰寫不同災難型態及規模的醫護需求模式。當災難發生時立即根據電子地圖所顯示之地點自資料庫中蒐尋距離災害地點最近及大致符合災難醫院條件之優先醫院次序及條列該院尚需補充之物資、設備及醫護人員等明細表，另可顯示具備支援項目之醫院(支援醫院)名稱及圖上位置。動員過程可配合網路傳呼(Web to pager)器傳送訊息給支援醫院醫院，進行災難醫護設備及人、物力之動員，以縮短搶救時程。

本研究已完成系統之開發，並以二個案例模擬推演；案例一為台中工業區發生毒化災難，案例二為東勢山區大車禍。利用GIS資料庫所提供之計算統計功能，進行境內各醫院整合成災難醫院體系之可行性評估，並建議災難醫院體系內需補強之醫護項目供決策單位參考。未來若將各地區之醫院資源輸入至本系統中，則可進一步推演及探討全國性之災難醫院體系之可行性，作為相關主管機關訂定政策之參考。

c. 九二一地震東勢社區衛生重建計畫：促動社區好衛生，打造健康我的家

為落實「921集集大地震」災後重建計畫，本計畫以實際參與社區動員的方法，了解災區的健康需求；結合災區在地資源與居民，合作建立社區自助互助網絡；促進社區居民的健康與風險認知；及建立災後營造健康社區的發展模式。本計畫分成量化及質性研究兩部份。在量化的研究方法，完成介入社區家戶隨機抽樣問卷調查，以了解災區居民的健康及生活需求。在質性研究部分，研究者先深度訪談社區意見領袖；再召開健康社區營造座談會，傳達健康社區理念；並促成在地居民成立關懷社區居民健康的自主團體；透過健康志工的賦權(empowerment)訓練，展開「由下而上」營造健康社區行動。此一研究執行期間災區居民雖經歷健康社區營造的困境，也奠下健康社區永續發展的契機。

(7)環保署毒管處

為使天然災害後環境衛生的變化能早期反應，讓衛生決策者能依據環境衛生惡化的警訊，做出對應的適當措施，故本研究亦企圖建立一個快速簡單的評估機制，先由計畫執行單位提出以快速評估表為主軸的系統架構，經過政府及學校專家學者檢討修正，並且取得部份921地震災區實測資料做應用評鑑。設計完成的快速評估系統，藉結構式問卷收集資訊，以配分量化選項並且做環境衛生狀況分組，同時予以電腦程式化搭配使用，用以評鑑災後環境衛生狀況，整體而言，認為本快速評估系

統，對發展災害後環境衛生評估系統提供了一個實用的參考經驗。為靈活運用災後之人力與資材，本計畫建立人力、資材庫存管理系統(包括電子程式檔)。參酌環保署『天然災害防救作業手冊』中部份資料以及泛美衛生組織SUMA計畫中資料庫之設計，規劃人力及資材之分類表。

資料庫分為六類：(1)人力資源；(2)垃圾清運及處理設備；(3)水肥清運設備；(4)飲用水抽驗設備；(5)環境消毒設備及(6)流動廁所。利用本資料庫之設計，已由各縣市鄉鎮市區以回應調查表之方式提供目前人力資材現況資料，並由本研究執行單位建檔，以後則發交各級政府管理更新。另外，以前述體系建置為基礎，撰寫實際的緊急操作要領。此作業要領針對環保單位「緊急應變類別」清楚的簡述誰做什麼，何時做，在那裡做以及如何做。所述緊急應變類別包括下列各項：(1)環境清理；(2)環境消毒與殺蟲；(3)飲用水的消毒與檢驗；(4)一般廢棄物的處置；(5)災後嚴重污染性物質(包括有害廢棄物)的處置；(6)水肥之處理；(7)人類臨時避難地或收容所之環境衛生作業要領；(8)動物屍體之處理以及(9)建築拆卸物處理。最後本研究綜合上述各項內容，經簡化後編撰「天然災害環境清理及消毒應變手冊」草案，提供參酌討論之基礎，以製作符合各級環保單位需求之手冊，以便緊急時方便查閱。

(8)公共工程委員會

a. 公共工程地震災害風險評估之研究

本研究探討評估地震災害對公共工程造成風險所須之量化技術及風險管理策略。基於公共工程對民生及經濟活動之關鍵性，故當公共工程建設遭受地震襲擊損壞時將造成國人極大的損失，若不妥善管理與因應恐動搖國本。因此以量化的手段評估公共工程之震災風險是制定任何對策或決策的第一項課題。

為應證本研究提出之模式是否可行，本報告共提出二項案例分析，以茲參考。一為公有建築物(學校建築為例)，一為橋梁結構(跨河橋梁)。透過案例之演練

及結果之檢視，本研究認為所提出之設施抗震能力評估模式可應用於公共建築之震險評估，而地震需求評估模式亦足以代表我國現有地震歷史資料之統計可信度。

b. 捷運系統場站地震災變管理之研究

台北都會區大眾捷運系統在都市土地取得困難及運輸量的考量下，採用中運量及高運量兩種系統，而捷運場站型式可分為高架車站及地下車站，因此在結構與使用環境相異之設計課題上，當災變發生時，兩種場站所呈現之災變特性自不相同，實有就災變管理探討之必要。台北市各捷運系統場站已陸續完成使用，其他各都會區捷運路網也開始進行規劃設計，在既定之捷運系統場站空間特性及基本防災設備條件下，基於用路人生命 safety 及捷運路網持續有效使用之共同考量下，本研究特針對捷運系統場站在大地震災變時，平時防災規劃設計要求、災變初期控制失效時後續之救災支援體系及運作方式等災變管理內容進行研究，並以木柵線辛亥站與中和線頂溪站為例，進行人員避難及區域性救災分析探討，提出人員避難逃生手冊及區域性救災準則。本研究經研討後，分別於工程規劃設計與防災管理兩階段提出對策及建議，期望在多重防禦之防救災理念與體制作為下，有效控制災損並達到回饋作用，確保安全營運之目的。

c. 強地動觀測網評估震後橋梁損害情形

本研究藉由921地震中於各測站所量測到的地表振動記錄，建立橋樑振動大小與損害關係曲線，選擇適合的PGA衰減公式及類神經網路為基礎的橋樑震害分類系統，以預估台灣地區主要橋樑在遭受重大地震侵襲時所可能發生的破壞情形。藉由此次地震橋樑震害情形與強地動觀測資料，從橋梁震害損傷資料分析結果探討各種影響橋樑耐震能力之要因。另外，根據危害度評估之觀念，求出橋梁在預期使用年限內所對應之設計地表加速度，以此為標準評估橋梁耐震能力是否足夠。最後，對國內一些主要幹道進行路網分析，可提

供納入橋樑管理系統，可用以構成具橋樑災害緊急通報系統的防災動態管理模式，以輔助決策單位在短時間內進行救災工作。

(9)教育部

a. 土木工程旱澇教案及本土實例

台灣地區位於溫帶與熱帶之交界，屬於副熱帶季風區，氣象災害現象發生頻繁，常常造成生命財產之重大損失。冬季東北季風盛行，所以東北地區迎風面雨量較為豐富。但是夏天因為西南季風盛行，以及雷陣雨的影響，南部迎風面的雨量就比較多。如果我們要按照季節來看，那麼台灣地區的降雨分配是很不平均的。每年從5月到10月是雨季，雨季雨量大約占全年的78%，這就是豐水期。從11月到第二年的4月降雨量大約是豐水期雨量的四分之一，占全年的22%，這就是旱季。這些在時間與空間上分配的不平均，會增加旱災及澇災發生的可能性。

本教材內容將台灣本土的水災與旱災，以基本的理論輔以案例分析讓修習者瞭解各項災害的發生機制及基本理論，從而學習防止災害之因應之道。對於旱災，本教材詳述旱災之定義及成因，對於台灣地區之乾旱特性加以描述，以及針對台灣地區之用水需求量及水資源供給量加以分析，提供開源及節流的相關措施方向。並對於歷年乾旱現象及現有防旱措施及預警系統加以說明，以提供旱災相關的知識，加深讀者的印象。

澇災部分除了說明發生的原因及其定義外，對於澇災的物性加以分析。由於都市人口較為集中，對於澇災所造成的人員的傷亡及財產損失較大，因此針對於都市的洪災損害、防洪措施、洪水預警系統以及非工程性的防洪措施，逐章詳述。並以汐止水患大湖山莊水患為例，說明並探討澇災發生原因及其疑點，以供使用者思考。

除了書面資訊外，為了配合網路資訊的需求，建立WWW網頁，使得旱澇資訊取得更為方便且普及化，不僅能在土木專業領

域中有效的推廣，亦能普及於一般社會各階層，達到廣泛教育的目的。

b. GIS在建築物火害中之搶救支援決策管理應用

近年來由於我國科技發達，工商業進步繁榮，人口大量集中，建築物趨向高層化、大型化、地下化及使用性質多元化，致現代化都市火災型態及火問題趨於嚴重而複雜；另一方面現代工業生產、製造需要能源或能源轉換及危險物品使用，如液化石油氣、天然瓦斯及易燃易爆之化工原料等，充斥家庭、工廠、營業場所、儲存場所……等，潛存相當之安全顧慮，一有災變發生，不僅財物損失無可估算，且嚴重危及人民生命至鉅。近來重大建築物火災、危險物品爆炸事故、水災、颱風、地震以及重大災害事故頻傳，造成重大人員傷亡及鉅大財物損失，更引起社會大眾對公共安全之疑慮及對消防救災、緊急救護應變措施之關切。

火災的可怕主要在於火災過程中材料燃燒產生的結果明顯地威脅到人員性命，無論是對火災燃燒系內或鄰接區域之人員皆無法避免。火災對於人命安全之效應如氧氣耗盡、火焰燃燒、熱、毒性氣體、煙、結構強度衰減等，均會造成人民生命財產之損。在消防搶救方面，關係著人民生命與財產的安全，若不能迅速掌握災害來源情報及快速的指揮派遣任務，延誤了救災時機，後果將不堪想像。而能否掌握救災情報，則決定於高性能的消防資訊網路，及具備有提供足夠應付任何緊急事故的決策系統。為因應消防隊現有資訊設備的老舊及系統功能之不足，故應適時的配合其他建設，增加及更新資訊設備，以提供人民生命財產更安全的保障。

當現場火災發生時，消防隊接獲民眾報案所獲得的資訊有災害發生之位置及災害的種類，消防隊根據上述的資料必須立刻取得路線圖及現場消防栓之位置圖，並和相關的管轄單位及支援單位聯絡。因此，消防業務如火災預防、災害搶救、緊

急救護等涉及之空間屬性資料，可運用地理資訊系統(GIS)以達到下列目標：

- 實施報案受理與勤務派遣同步作業，以提昇時效反應能力。
- 以整合性資料通訊網路架構，迅速提供正確的決策資訊，以有效輔助指揮調度並減少負面影響。
- 資訊業務電腦化處理，以減輕工作負荷及人力，並增強工作效率。
- 建立勤務指揮管制自動化系統，以奠定消防業務線現代化之基。

一個完整的建築物火災管理決策支援系統，必須緊密地結合學術界、政府機構及民間團體，才能發揮功效，而統合各種搶救災資源如人力、機具、物料以發揮最大防救災功能，便是應用地理資訊系統技術所建立的決策支援系統，此一系統可以整合學術界的災害模擬模式，以及政府機構所掌握的各種環境資料，在電腦上進行各種不同程度災害的模擬，找出可能的發生災害之地區，從而配合當地的民間團體建立各種補強及預防措施，並以地理資訊系統所建立的大量防救災地理資料庫，在大規模災害發生時，能有效發揮其救災的功能。

c. 土石流災害防治實務

本教材之主旨在融合理論與實務，以多媒體生動之方式呈現土石流行為分析，災害影響，防救技術等各項子題，配合資料收集、照片實證、影片觀賞、小組研討、實地參觀、設計規畫、模擬分析等使工程技術學生對土石流災害之防救有整體且正確之專業知能。

本計畫已完成編寫設計之教材特色說明如下：

- 書面教材：總共 175 頁，包含主要內文六章，整理條列參考書目 130 多篇，配合內文說明之現場照片 50 多張(另有上百張存於教學光碟中，書中僅選與內文最具明意義者)，每章末有作業練習(包括查閱資料，現場勘查，原因分析，水文調查，工程設計等，皆依該章教學目標緊密配合)，每章末並列出該章主題之

參考文獻，讓學者可以就該章主題進一步研討進修；書末並將水土保持法，施行細則，國土規劃會議，土石流相關網站等列為附錄(僅列出最重要之參考資料，讓學生學習方便)；最後在書末並細心列出中英文專有名詞及學者人名索引，以便學生可以快速查閱。

- 網頁教材：分為兩大部份，其中之一為「土石流災害防治實務_完整教材」，主要利用網頁跨平台(Cross-Platform)、多媒體(Multi-media)、更新快(Easy-updated)、可互動(Interactive)之特性，將本教材之全部 word 檔案轉為 html 檔案，為方便學生閱覽，以一節為一個瀏覽單位，並加上背景色彩，[回首頁]按鈕，下拉式章節選單，左頁框收合式章節選單，背景音樂選單等；另外並設計[土石流災害防治實務_通識教材]，為 30 頁之簡介，適於[通識課程]簡介土石流之用。網頁掛在本校本系授課教師之公開個人網頁中，學生均可於課後在校或在家隨時連結上網瀏覽；網址為 <http://www2.nkit.edu.tw/prof/ljhuang/index.html> 或由國立高雄應用科技大學首頁 <http://www.nkit.edu.tw/> 進入[中文版]→[教學單位]→[土木工程系]→[中文版]→[介紹土木系]→[師資介紹]→[黃立政老師]→[土石流災害防治實務]教學網頁。

- 光碟教材：為方便學生學習，本教材並將所有書面及網頁成果(含[完整教材]及[通識教材])均收錄於光碟片中，為提高互動性，編撰教師並以 VISUAL BASIC 6.0 設計啟始畫面，使用者可以採用滑鼠直接按鈕(Command Button)或點選功能表(Menu)，或用快速鍵直接選取所欲閱讀之章節，真正做到互動(Interactive)及多媒體(Multimedia)之目標。

綜言之，本教材之特色為：

- 多媒體(Multi-media)：包含文字、圖片、照片、影片、音樂。
- 可互動(Interactive)：提供多種選單(Menu)及按鈕(Command Button)學生可

自由選擇閱讀之章節、背景音樂等。

- 本土性(Domestic)：詳述國內有關土石流研究之成果，並整理近十幾年來國內重大土石流災害案例，再選取三個最具代表性之案例，詳述其發生情形、災害原因、水文調查、地質資料、防治工法等；提供學生完整之分析範例。
- 完整性(Complete)：包含土石流之定義、特性、成因、運動行為、分析方法、防治工法、救災體系、研究現況、參考文獻等，足供此一領域之教學研究之參考。
- 創新性(Innovative)：作業之安排包括：包括上網查閱資料(書末附[相關網站]資料)、現場勘查、原因分析、水文調查、工程設計等，皆依該章教學目標緊密配合)。網頁包含照片集、影片集及背景音樂，提供生動之教學媒體。
- 整合性(Integrated)：將[書面教材]、[網頁教材]、[光碟教材]之特色各取所長，但能互相搭配，表現各自媒體之特質。

本教材適用對象為二年制或四年制技術學院土木系或營建系學生，亦可為大學及研究所之教學研究參考資料；適合科系包括土木工程、營建工程、水利工程、大地工程、水土保持、農業工程、水資源管理、城鄉規劃、國土規劃等相關科系。本計畫之完成有助於國內土石流災害防救知能技術之教育推廣，並提供我國對土石流災害防救整體規畫之參考。

(10)國科會

a. 臺灣地區豪(大)雨預報之整合研究

本年度為第一期計畫之第三年，係結合綜觀強迫、中尺度氣候、中尺度模式、衛星資料應用、雷達資料應用和預報設計及評估等，建立全省北、中、南、東北、東及東南部區域之豪(大)雨定性預報及各區域降水估計技術。進行方式為透過個案分析與數值模擬。其成果在學術上，除對台灣地區豪(大)雨的環境條件、局部環流特性以及降水發生機制有更完整而深入瞭解外，在作業上對改進數值模式預報豪(大)

雨有很大的幫助。在作業改進方面包括：

- (1)改進豪(大)雨預報綜觀檢查表，完成各項豪(大)雨預報因子對豪(大)雨發生的權重；
- (2)完成台灣各區域定量降水機率預報模式之建立，包括鋒面南下24小時前各區域發生25%、50%及75%機會之降水氣候值；
- (3)歸納導致台灣地區豪(大)雨之天氣類型大致可分成：強綜觀鋒面型、鋒面與南方擾動共伴型、低壓環流型、上滑型和弱綜觀強迫型等五類；
- (4)完成台灣西北部地區豪(大)雨之定量中尺度氣候法建立，提供鋒面前後及中尺度低壓豪(大)雨發生機率及平均降雨量大小；
- (5)完成衛星降水估計與0-3小時預報及雷達回波估計降水技術發展及自動化軟體程式開發；
- (6)完成中央氣象局區域模式及MM5中尺度模式在1997-1999年梅雨季的評估結果及各種不同物理參數化之測試及改進，如對梅雨鋒面的對流性降水模擬、副熱帶高壓及中緯度槽脊的預報方面。

本研究並針對影響全台灣地區梅雨季各種豪(大)雨天氣系統進行分析，建立了全省北、中、南、東北、東及東南部區域之0-3小時、0-6小時、0-12小時以及0-24小時之定性與定量的降雨預報方法，並分別經由執行1997-2000年每年豪(大)雨預報實驗加以測試評估及改進，結果顯示豪(大)雨預報綜觀檢查表對氣象局豪(大)預報準確率有明顯提升，其預報技術得分(Threat Score)平均提升到0.3左右。進一步透過各種模式及物理參數不同之系集預報(ensemble forecast)發現，降水預報技術得分平均可提升到0.5，比過去單一個數值模式預報的技術得分要高。

b. 台北都會區淹水區域預測之研究

都會區內人口密集，由於土地需求殷切，目前大都築堤束洪，以防範水患；但淹水災害之成因十分複雜，常非全憑工程防洪方法所能解決。民國85年賀伯颱風即為台北都會區之淡水河沿岸板橋地區及社子島帶來嚴重之水患，防洪工程硬體措施雖有助於減少災害，但仍無法完全解決低窪地區之水患問題。本研究以台北都會區

淹水區域預測為主題，整合相關研究計畫，期能模擬及預測各種降雨條件下之市區淹水情況，使低窪地區之居民及行政機關得先瞭解淹水訊息，提早防範及提出應變措施。

研究內容以建立台北都會區淹水預報模式為目標，未來可結合中央氣象局之氣象預報及經濟部水利處之洪水預報更新系統，建立一完善之台北都會區洪水與淹水預報模式，期以非工程之預警方法，減少台北都會區水患之損失。本整合型計畫研擬七個相關子計畫，即依降雨、逕流、洪泛過程分成降雨預報、郊區逕流預報及淹水區域預報等三部份。其中淹水區域預報除考慮地形變化外，對於防洪相關水工構造物如堤防、抽水站、防洪閘門、排水系統之布置等與淹水相關設施在本研究均予以考量，詳盡探討台北都會區之淹水機制，以掌握台北都會區之淹水狀況，並提供動態之淹水展示資訊，臻以提高都會區居民對洪災防範及救急之意識，期能有效地減少洪災損失。

c. 土石流災害防治之研究

台灣為一地狹人稠之島嶼，隨著人口增加，經濟發展對土地之需求亦漸漸增加，山坡地因而漸漸被開發為民生居住地、工廠或娛樂用地。因此，在台灣這種氣候條件不佳而地質又脆弱之地區，即常造成土石流災害。為能確實防治，本研究共邀集了12位教授，選定南投示範區之陳有蘭溪流域進行土石流研究(實亦基於賀伯颱風導致此區域之土石流災害，為台灣有史以來所罕見之嚴重)，分別就土石流危險區判別、危險度分級及劃分、土石流預警系統改進、土石流防災規劃等四方面做基礎及應用並進式之研究，期望能改善現有之知識，並於研究過程中，對土石流之一些基本機制有更進一步之了解。

d. 地震災害潛勢分析與評估方法研究

HAZ-Taiwan是修改美國已發展完成但仍持續更新的整合地理資訊系統應用於地震災害潛勢分析與損失評估軟體。由於台

灣在這方面的研究成果較少，初期以美國的分析模式為藍本；但台灣有其特殊地理環境、工程設計規範、施工品質、及社會經濟型態等，為求精確評估地震災害種類、程度與分佈，以作為地震防救災決策支援系統的參考，有必要投注心力在收集資料、建立本土化分析模式、與訂定相關的分析參數。

本計畫邀集多位學者專家，以地震工程的角度，研究適用於台灣地區的地震災害潛勢分析與工程結構物的耐震評估和易損性分析。主要目標乃提供HAZ-Taiwan必要的技術支援，研擬相關分析模式與訂定適當的參數值。研究內容主要包含地表震動強度的預估、土壤液化引致永久變形量的評估、建築物耐震需求的訂定與其變異性研究、鋼筋混凝土建築物能耐曲線參數的訂定與易損性分析、特定型態橋樑的易損性研究，並綜合震災損害評估的流程研擬技術手冊，作為使用HAZ-Taiwan的參考。

e. 防救災體系評估之研究

行政院自83年起推動「災害防救方案」，在各防救災機關權責不明、組織分工未能落實、作業規則或作業程序欠缺之情形下，以致於在過去幾年內多起大型災變發生時，充分暴露在此方案指導下之「防救災體系」普遍充滿缺失與疏漏。非但不能於災害發生前充分防患，做好減災工作，更在事故發生後之救災過程中，處處發生準備不足、通訊不佳、災情傳遞遲延、救災組織間協調聯繫困難、組織層級及架構之不當、搶救工具不敷使用，等，均使防救災工作之推行困難，而生災情告急之下，仍難扼止災情之擴大。

有鑑於此，本研究乃配合整合型總計畫之規劃，側重於對實際參與緊急救災組織彼此間運作機制及互動模式進行調查，並對屬於政府部門之公部門救災能力評估方法及評估作業方式予以建構，俾能供政府相關部門評量之依據。希望透過本研究之執行，可望針對防救災體系中各個相關單位與組織間之互動機制可獲得澄清，既有的現實困難可獲發現，未來參與救災單

位與組織之救災運作機制可具體落實執行。

四、第二期防災國家型科技計畫規劃

參與防災國家型科技計畫的各部會署相關單位，共同感受到在第一期計畫開始步上軌道，獲得若干具體成果的同時，亦面臨計畫執行期限即將屆滿之壓力。由於災害防救是一項整體性的長期工作，完善的防救災對策牽涉廣泛，不論是災害潛勢分析、災害危險度評估、土地利用規劃、規範和標準之制定、防救災計畫之擬定、防救災組織之建立、防救災科技之應用、大眾防災教育之普及、財稅誘因、保險之提供、以及防救災績效之評量等，這些對策都必須有堅實的科技為基礎，因此相關之科技研發工作乃亟待加強推動。故民國88年8月25日防災國家型科技計畫第十九次工作(協調)小組會議與89年3月23日防災國家型科技計畫諮議小組第四次會議，共同認為應接續第一期計畫，繼續進行相關研發工作，且第二期計畫規劃之工作內容及預期成果應以五年期程為目標，並建議配合政府單位會計年度調整，第一期計畫延長半年(至90年12月)，第二期計畫自民國91年1月1日開始，以91~95會計年度為執行期間。

為配合政府單位概算編列及科技計畫審查作業時程，防災國家型科技計畫辦公室自民國89年3月開始，陸續邀請各部會署相關單位研商第二期計畫工作內容，並參照第一期計畫之方式，仍分為防颱、防震及體系等三組，其中防颱組包含氣象、防洪與坡地(第一期計畫為土石流)等三個研究群；防震組包含地震與地震工程二個研究群；體系組包含防救災體制與防救災資訊二個研究群。

第二期計畫之規劃工作，先由前述七個研究群分別邀請各部會署相關單位，召開工作(協調)小組之分組會議，詳予研擬各分組之第二期計畫工作項目、主協辦單位、經費與人力需求、預期成果與進度等內容，再由計畫辦公室彙整，於研究群召集人會議中進行綜合檢討與修訂，依據防

災國家型科技計畫之總目標，研擬初步課題與階段性目標，並將具有共同性之課題予以整合，期能加強成果之落實應用。整合修訂之後，各研究群再進行分組協商與修正，如此反覆檢討、整合與修訂，共計召開過二十二次分組研討與八次綜合討論會議，始形成規劃報告初稿。

初步規劃報告形成後，計畫辦公室於89年10月5日向國科會主委、副主委及相關學術處主管簡報規劃內容，並徵詢意見，翁主委在會中指示成立評鑑小組，以對第一期計畫成果及第二期規劃內容作評鑑。計畫辦公室繼又於10月31日將規劃內容提請防災國家型科技計畫諮議小組第五次會議討論，再參照小組委員意見，進一步對各項工作內容、主協辦單位、經費預估等進行調整與修正。國科會企劃處則邀請國內外學者專家五人組成評鑑小組，於11月11及12二日蒞臨計畫辦公室進行評鑑，並於11月13日向指導小組提出評鑑報告，審查修正通過第二期規劃報告。11月20日國科會第一五〇次委員會議將第二期防災國家型科技計畫規劃案列為討論案，正式核定規劃案[9]。

五、結論與建議

1. 結論

防災國家型科技計畫成立以來，持續依規劃目標推展相關工作，在相關部會署配合支援及計畫辦公室全體同仁共同努力之下，目前在防救災相關資料庫建立、災害潛勢之調查與分析、災害境況模擬與危害度分析、預警及預報技術、災害管理決策支援系統、震後建築物快速安全診斷與補強、結構物耐震設計與耐震能力評估、HAZ-Taiwan地震災害評估決策支援系統建置與應用、災變通報與緊急應變系統、防救災體系檢討評估、災害防治對策等各方面，均已獲致初步工作成果。但因整體計畫涵蓋層面甚廣，仍有許多待努力之處，需持續第二期防災國家型科技計畫，加強防救災科技研發工作之整合與協調，並將成果落實於防救災相關業務。

2. 建議

綜合檢討防災國家型科技計畫執行情形，歸納建議如下：

- 災害防治為一持續性之重要工作，相關工作均應以較長期觀點推動之。
- 加強防救災相關之社會、經濟等課題之研究。
- 加強防災教育宣導與災害防救專業人員培訓。
- 儘快推動設立災害防救科技中心，整合防災科技研究方向與課題，並強化研發成果落實應用機制，以利於整體防救災相關業務之推展。

六、謝誌

本計畫承各部會署共同支持，行政院國家科學委員會補助計畫辦公室運作經費，謹誌謝忱。同時感謝國科會魏良榮博士、王永壯博士、謝志毅先生、湯宗達先生，以及防災國家型科技計畫辦公室陳貞蕙小姐、林台萍小姐、賴幸玫小姐、李忠勇先生等，在計畫執行期間鼎力協助。

七、參考文獻

- [1] 羅俊雄、蔡義本、陳亮全、何興亞、李文正，「防災國家型科技計畫九十年度報告：綜合評析」，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-02，民國 89 年 10 月。
- [2] 李清勝、沈鴻禧、翁進登、許大勇，「防災國家型科技計畫九十年度成果報告：颱風觀測、預報與警報研究成果(三)」，防災國家型科技計畫辦公室研究報告，NAPHM 90-06，民國 90 年 10 月。
- [3] 許銘熙、鄧慰先、謝龍生、李明旭、簡名毅、黃成甲、葉森海、連宛渝，「防災國家型科技計畫九十年度成果報告：花蓮縣與台東縣淹水潛勢分析與水災防救研究」，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 90-07，民國 90 年 10 月。
- [4] 林美聆、陳天健、洪鳳儀、王國隆、賴連倫、黃紀楨、紀緯隆，「防災國家型科技計畫九十年度成果報告：陳有蘭溪流域示範區土石流溪流潛勢分析與災害境況模擬」，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 90-08，民國 90 年 10 月。
- [5] 蔡義本、溫國樑、張道明、張芝苓、葉俊岑、古美聆，「防災國家型科技計畫九十年度成果報告：集集大地震在臺灣中部產生之場址非線性反應以及高屏地區場址效應之研究」，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 90-09，民國 90 年 10 月。
- [6] 羅俊雄、許茂雄、吳子修、劉淑燕、陳曉莉，「防災國家型科技計畫九十年度成果報告：HAZ-Taiwan 地震災害損失評估系統—維生管網系統之地震危害度」，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 90-10，民國 90 年 10 月。
- [7] 陳亮全、賴美如、李雯雯、冉淑慧、尤靜萍，「防災國家型科技計畫九十年度成果報告：災害防救基本計畫研擬過程與內容分析暨台北市災害防救專責單位與體系之規劃探討」，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 90-11，民國 90 年 10 月。
- [8] 孫志鴻、蕭翰文、丑倫彰、李瑞陽、阮忠信、張煜華、吳上煜、游怡芳、張智昌，「防災國家型科技計畫九十年度成果報告：災害管理決策支援離型系統之建置(二)」，防災國家型科技計畫辦公室研究報告 NAPHM 90-12，民國 90 年 10 月。
- [9] 第二期防災國家型科技計畫規劃報告，防災國家型科技計畫辦公室報告，NAPHM89-11，民國 90 年 1 月。

赴美國參加 ASCE 防災會議及 美國防救災相關單位參訪報告

蔡義本 孫志鴻 沈鴻禧

防災國家型科技計畫辦公室

中華民國九十年十月

目 錄

一、前 言	1
二、參訪人員	2
三、行 程	3
四、美國聯邦政府防災組織架構與執行情形	5
4.1 美國聯邦防救災體制與政府相關單位	5
4.2 美國聯邦防災組織架構	6
4.3 美國聯邦急難應變計畫簡介	7
4.4 美國聯邦防救災訓練學校	11
五、美國加州防救災體系與運作情形	13
5.1 加州防救災體制與政府相關單位	13
5.2 標準化緊急應變管理系統	14
5.3 應變資訊管理系統	16
5.4 加州減災體系	17
六、ASCE 防災會議討論重點	20
6.1 ASCE 防災大會主題	20
6.2 世界防災會議專題報告	21
6.3 亞洲組討論事項	23
七、心得與建議	26
7.1 心得	26
7.2 建議	28
附 錄	32
一、圖 片	32
二、照 片	40

圖 目 錄

圖一 美國聯邦急難管理署之組織架構	32
圖二 美國聯邦政府災害應變流程圖	33
圖三 美國聯邦緊急應變中心全國緊急狀況監測報告	34
圖四 加州州級 OES 組織架構	36
圖五 ICS 架構圖.....	36
圖六 SEMS 作業區域概念圖	37
圖七 RIMS 資訊傳遞架構.....	37
圖八 RIMS 資訊網路架構	38
圖九 RIMS 網站首頁畫面.....	38
圖十 加州州級災後復員與減災計畫組成要素	39

照 片 目 錄

照片一 本團一行攝於 FEMA 大廳.....	40
照片二 蔡義本教授與 FEMA 國際事務部席瓦主任交換意見(一).....	40
照片三 蔡義本教授與 FEMA 國際事務部席瓦主任交換意見(二).....	41
照片四 蔡義本教授與 FEMA 國際事務部席瓦主任交換意見(三).....	41
照片五 舊金山市 EOC 侃頓主任致歡迎詞.....	42
照片六 侃頓主任介紹 EOC 內之電腦設備.....	42
照片七 舊金山市歷史天然災害位置圖.....	43
照片八 侃頓主任回答周主任問題.....	43
照片九 舊金山市 EOC 之設備(一).....	44
照片十 舊金山市 EOC 之設備(二).....	44
照片十一 舊金山市 EOC 之設備(三).....	45
照片十二 舊金山市防救災街道地圖.....	45
照片十三 侃頓主任介紹衛星影像應用於舊金山機場救災工作(一).....	46
照片十四 侃頓主任介紹衛星影像應用於舊金山機場救災工作(二).....	46
照片十五 與 EOC 連線之柏克萊大學地震監測系統(一).....	47
照片十六 與 EOC 連線之柏克萊大學地震監測系統(二).....	47
照片十七 加州州級 OES 新大樓規畫原型.....	48
照片十八 加州州級 OES 通訊部主任介紹機房內設備.....	48
照片十九 本團一行與 ASCE 大會亞州區代表合影.....	49
照片二十 蔡義本教授與孫治鴻教授攝於 ASCE 總部會場.....	49
照片二十一 蔡義本教授攝於 ASCE 總部會場.....	50
照片二十二 孫治鴻教授攝於 ASCE 總部會場同時亦全程錄影.....	50
照片二十三 本團一行與亞州區代表合影於會場.....	51
照片二十四 閉幕式 Mr. Hayer 感謝重要幹部幫忙.....	51

照片二十五 閉幕式各區代表做結論	52
照片二十六 閉幕式後全體代表合影	52

第一章 前言

90年8月16日至26日防災國家型科技計畫相關人員一行三人，赴美國土木工程學會(ASCE)總部維琴尼亞州潤士敦市參加世界防災會議期間(8月19日至22日)，順道亦參訪美國加州及華盛頓特區附近之災害防救相關行政機關(FEMA)與FEMA所屬之防救災教育訓練機構，以瞭解美國災害防救實務；美國之防救災工作起步甚早，其龐大的防救災體系及防災科技之發展均較我國成熟，對我國強化防災體系與運作以及日後推動防救災中心，甚具參考價值。

此次參訪行程包含加州舊金山市、加州首府沙加緬度、華盛頓特區及馬里蘭州的艾米斯博格市等地，拜訪中央行政機關(FEMA美國聯邦救災總署)、州級政府(加州州長所屬緊急救災辦公室OES)、地方政府(加州舊金山市防救災應變中心)，以及FEMA所屬防救災訓練學校(FEMA/EMI)。

關於本次參訪人員介紹於第二章，詳細行程及參訪重點介紹於第三章，美國聯邦政府防災組織(FEMA)架構與執行情形介紹於第四章，美國加州防救災體系介紹於第五章，第六章將討論ASCE防災會議討論重點，經由此次參訪，對美國防救災體系運作情形有較深入的瞭解，此次行程的心得與建議將詳述於第七章，以提供國內防救災相關業務或研究單位參考。

第二章 參訪人員

本次參訪團由三位不同領域(地震研究群、資訊研究群及氣象研究群)的代表所組成，團員資料如下：

姓 名	防災國家型科技計畫中擔任工作	服務單位與職稱
蔡義本 (領隊)	計畫共同主持人	中央大學地球科學系 教授兼地科學院院長
孫志鴻	資訊研究群召集人	台灣大學地理環境資 源學系教授兼台大全 球變遷中心主任
沈鴻禧	氣象研究群博士後研究員	

第三章 行程

此次參訪活動自 90 年 8 月 16 日晚上起程赴美，至 8 月 26 日早上返台，共計十一天。此次行程經孫志鴻教授規畫參訪的地點，蔡義本教授召開行前會議確定參訪主題，以及透過防災辦公室何執行秘書、國科會舊金山周組長、華盛頓特區陳組長、邵副組長等人之悉心連繫安排，順利參訪美國重要之政府防救災機構及其教育訓練學校等機構，對美國防救災組織與運作之整體概況有瞭解。

美國政府緊急災害救援體系非常龐大，因奧克拉荷馬市爆炸事件後，政府機構對於參訪人員的安檢及參訪主題，均做事前的審核，故事前詳細行程如下：

防災科技計畫辦公室成員赴美國出席 ASCE 防災會議及參訪行程

日期	星期	行程說明	參訪重點
8 月 16 日	四	台北→美國加州	行 程
8 月 17 日	五	上午 9:30~12:00 舊金山 Emergency Operation Center City and county of San Francisco Mayor's Office of Emergency Services. <u>Lucien G Canton</u> (Director)	-Function, organization structure, main tasks, objectives, financial support, personnel structure, operation system, main performances of San Francisco Emergency Services office. -Urban emergency preparedness and rescue response for earthquake. -High-technology industrial park emergency preparedness and rescue response for earthquake. -Information and Communication Technology for Disaster Management.

		下午 14:00~16:00 加州 State Emergency Operation Center at Sacramento Governor's Office of Emergency service. Dallas Jones (Director)	-Function, organization structure, main tasks, objectives, financial support resources, personnel structure, operation system, main performances of Sacramento emergency service office. -Natural hazard mitigation planning and technological assistance in California. -High-technology industrial park emergency preparedness and rescue response for earthquake. -Information and Communication Technology for Disaster Management.
8 月 18 日	六	加州→Washington DC	
8 月 19 日 8 月 22 日	日 三	ASCE Meeting	
8 月 23 日	四	下午 13:30~16:00 FEMA Head Quarter (www.fema.gov) FEMA 500 C Street, SW Washington, DC 20472 , Richard S. Shivar (Director, International affairs Division)	-Function, organization structure, main tasks, objectives, financial support resources, operation system, main performances of FEMA. -Urban mitigation and technological assistance for tropical storm. -High-technology industrial park emergency preparedness and rescue response for tropical storm. -Flood insurance policy. -Information and Communication Technology for Disaster Management.
8 月 24 日	五	上午 9:30~12:00 FEMA Emergency Management Institute (www.fema.gov/emi/) EMI, 16825 South Seton Avenue, Emmitsburg, Maryland 21727 Mr. Stephen G. Sharro (superintendent)	-Function, organization structure, main tasks, objectives, financial support resources, personnel structure, operation system, main performances of EMI. -Integrated emergency management plan and training courses. -Information and Communication Technology for Disaster Management.
		Washington DC→台北 (8 月 25 日)	行 程

第四章 美國聯邦政府防救災體系與運作情形

此次參訪 FEMA(Federal Emergency Management Agency)機會難得，事前參訪人員的簡歷及討論主題均事前透過國科會駐 DC 代表處送到 FEMA 總部，而 FEMA 大樓的安檢設施等，都是令人印象深刻。

美國是強調個人自由，甚至個人損失個人負責的國家，為什麼還要成立一個如此龐大的救災組織(FEMA)呢？以上是與 FEMA 國際事務部席瓦主任交談時所提到問題(參考照片一至四)；FEMA 的成立主要還是功能性的考量，當災害規模大到不是個人、地方政府或州政府所能承擔時，就必需藉由國家的力量來做有效的處理。以下僅就 FEMA 體制、組織架構及防救的應變計畫做一闡述：

4.1 美國聯邦防救災體制與政府相關單位

FEMA 是直屬於美國總統的聯邦政府機構。自從 1979 年成立以來，FEMA 的任務即十分明確：減少各種災難所引起的生命與財產的損失，以及保護重要的國家基本設施。為達成這些任務，FEMA 透過以風險評估為基礎，並包括防災、備災、應變與復原等四大要素所構成的完整的急難管理計畫的確實執行。

1979 年卡特總統終於下達行政命令合併許多防災相關權責單位成為 FEMA。它吸收了聯邦保險局、聯邦消防局、國家氣象局的社區備災計畫，全國總務署的聯邦準備局，以及住宅與都市發展部的聯邦災害救助局的活動，民防業務也由國防部的民防準備局轉移到 FEMA。

1989 的洛馬普利塔地震和 1992 年安德魯颶風都把全國注意力集中到 FEMA 身上。柯林頓總統於 1993 年任命威特為署長。他是第一位由

具有州政府急難管理資歷升任的署長。他進行大力改革，簡化災害救助和復原作業，貫徹平時備災與防災的重要性，並要求 FEMA 員工要以服務顧客的態度勤待受災民眾。

冷戰結束後也使威特署長能夠把 FEMA 有限的資源從民防業務轉移到天然災害的救助、復原和預防計劃上。威特的這些改革措施，後來成功地通過了 1993 年的中西部大水災和 1994 年的加州北嶺地震的考驗。FEMA 的轉型被認為是柯林頓總統『政府再造計劃』成功的典範，並在 1995 年對國會的國情報告中獲得柯林頓總統公開的表揚。

目前 FEMA 共有 2,500 名員工，所有費用由聯邦政府支出，另有 5,000 名後備救災人員，散佈在全國 50 州。它的任務是主導和支持，減少生命和財產損失，以及保護國家免受各種災害的威脅與破壞。FEMA 提供全國性的備災、救災和復原支援。並透過『衝擊計劃』扮演天然災害來襲前的預防減災工作的領導角色。『衝擊計劃』開始於 1997 年，主要目標是在全美 50 州和各屬地創造抗災社區。FEMA 希望透過災害來襲前的預防工作，能夠有效的減少災害善後工作的經費，同時也希望有效減少民眾面對災害所冒的生命和財產損失的風險。

4.2 美國聯邦防災組織架構

FEMA 的組織架構反應出急難管理流程中四大環節的功能：防災、備災、應變和復原。FEMA 也包括支援全國消防工作的聯邦消防局，以及提供全國房地產所有人水災保險的聯邦保險局。圖一表示 FEMA 依功能設立的組織架構。

從圖一中我們可見美國聯邦政府對急難事務的管理組織架構是依功能而設。在署本部分設五個專業局，一是備災、救災與復原局，二

是保險與防災局，三是消防局，四是外事局，五是資訊科技局，分由助理署長或局長主其事。前二者突顯防災與救災並重的基本理念，消防局負責傳統的消防規劃與教育業務，外事局則負責與國會、各部會、社會大眾、乃至於各國同業的溝通、協調、交流與合作，而資訊科技局則扮演技術支援的角色，從各局下屬之各組名稱亦可見整個組織架構的完整性。

值得注意的是除署本部的專業局之外，另在全國各地分設十個地區作業中心，涵蓋全美 50 州和屬地。這些區域中心和轄區各州與地方政府平時即有聯繫，而在急難發生時，便可發揮協調功能。這在下節的急難應變計畫中可見地區作業中心扮演關鍵性的協調角色。以把聯邦救災支援資源有效的送達『重大災區』的州和地方政府手中。這點相當值得吾人借鏡。

4.3 美國聯邦急難應變計畫簡介

1. 聯邦急難應變程序

圖二表示美國聯邦政府在採取急難應變時所遵循的程序，其中最主要精神在於聯邦政府只扮演支援救災的角色。當災害來襲時，地方和州政府急難應變人員與義工機構（如紅十字會）密切合作，對重大災害首先進行急難應變。當地市長或郡長立即設置『地方緊急應變中心』（EOC, Emergency Operation Center），並向州長請求支援。州長隨即設置『州緊急應變中心』，宣告『州重大災區』或『州緊急地區』並啟動『州緊急應變計畫』，開始對災情進行評估。

根據初步災情報告，若州長認為依靠本州或地方資源不足以有效應變時，州長可以請求聯邦緊急管理署(FEMA)地區官員聯合進行『初

步損害評估』(PDA, Preliminary Damage Assessment)。PDA 所收集之資料進一步用於總統宣告『重大災區』或『緊急地區』的作業過程中，以決定損害的規模與衝擊、所需之支援以及判斷單憑地方或州政府的能力是否足以應付所面臨的緊急狀況。

在 PDA 隊伍完成損害評估之後，州長即據以決定是否需要向聯邦政府請求支援救災。在請求文件中，必須包含法律所明定的特定資訊，同時必須保證履行經費分攤的相關規定。州長將請求聯邦支援文件提報給總統並將副本致送 FEMA 地區主任。後者立即審查請求書內容並向 FEMA 署長提出建議。接著 FEMA 署長將建議呈報給總統。當總統決定州確實需要支援時，便正式宣告『重大災區』，此時聯邦機關即啟用『聯邦緊急計畫』(FRP, Federal Response Plan)來滿足州長的救災支援請求，於是開始聯邦災害支援程序。

2. 聯邦緊急應變計畫(FRP)結構

聯邦緊急應變中心(FOC, FEMA Operation Center)做為 FEMA 的官方通告窗口，該中心保持二十四小時監測全國所有災害的資訊來源。圖三表示 2001 年 9 月 27 日該中心對全國急難狀況的監測報告。每一個地區並有一個機動緊急應變中心(MOC, Mobile Operation Center)，保持二十四小時作業，隨時和 FOC 互通訊息。

有時候，代表部份或全體『緊急支援功能編組』(ESF, Emergency Support Function)的聯邦人員可能在災害未發生前即先行部署。聯邦緊急應變隊--先遣小組(ERT-A, Advance Element of the Emergency Response Team)是一群由聯邦職員和 ESF 代表組成，並在初期到達現場進行評估和開始應變活動。

當有重大災害發生時(或在可預測的事件發生之前)，FEMA 地區主任就設置地區緊急應變中心(ROC, Regional Operations Center)。ROC 此時扮演聯邦緊急應變活動的初期協調窗口。若經總統宣佈為「重大災區」，就在災害現場附近成立一個「災害現場辦公室」(DFO, Disaster Field Office)，來支援緊急應變和復舊重建工作。總統授權給 FEMA 署長任命一位聯邦協調官(FCO, Federal Coordinating Officer)，協調下列任務：督導於必要時設置現場辦公室，評估最急需的救助項目，與州協調官互動以呼應州的需求，以及協調各聯邦部會的緊急應變與復舊重建活動。

FEMA 設置一個跨部會的聯邦緊急應變隊，以輔助聯邦協調官履行聯邦總體救災支援作業。州協調官由州長任命，負責與聯邦政府協調州的緊急應變與復舊重建作業，包括向聯邦反應未履行和新出現的州的需求，以及協調州的其他緊急應變和復舊重建活動。

當遭逢巨災，需要 FEMA 動員總體救災能力才能應付，如 1992 年安德魯颶風，FEMA 則會在總部設立一個全國緊急應變隊(ERT-N)來協調 FEMA 的資源。其他聯邦緊急應變項目包括緊急應變後勤隊(EST)和巨災應變團(CDRG, Catastrophic Disaster Response Group)。EST 是一個跨部會團隊，透過 FEMA 跨部會緊急作業中心，提供協調和後勤作業。而 CDRG 則是一群由所有 FRP 指定部會所派駐的代表組成，擔任國家級的支援政策的研擬工作。

3. 聯邦救災支援

當遭逢重大災害時，聯邦救災支援可用以輔助州、地方和義工機構的救災活動。大多數聯邦救災支援只有在州長請求，並獲總統宣告

為「重大災區」之後方才生效。

地方政府負有主要責任，隨時準備應付可能影響社區的災害，以及幫助居民從這些災害中復舊重建。大多數災害可由地方政府圓滿處理。州和聯邦支援是在地方資源不足的時候，才用來幫助社區。由地方、州和聯邦政府協力進行有系統的規劃和對災害有效應變和復建所不可缺少的行動。

FEMA 負責執行和管理聯邦救災支援。FEMA 的任務在於：

(1)減少災害發生時生命財產的損失。

(2)保護國家重要基礎建設免受災害。

(3)領導和支持完整的急難管理計畫，採用防災、備災、應變和復建等四大對策。

為達成上列任務，FEMA 特別制定聯邦緊急應變計畫，以便整合各聯邦部會對災害或緊急事故之應變措施。

4. 聯邦緊急應變計畫

本計畫規範聯邦政府如何動用資源和採取行動以增強州和地方緊急應變與復舊重建能力。本計畫明訂基本政策、規劃假設和運作觀念。

5. 緊急支援功能編組

聯邦緊急應變計畫用功能編組的方式，把各州在遭遇重大災害時，可能需要聯邦直接支援的項目，組成 12 個緊急支援功能編組 (ESF)，這 12 個組包括：交通組、通訊組、公共工程組、消防組、資訊

和規劃組、大眾照護組、資源支援組、醫藥衛生組、都市搜救組、有害物質組、糧食組以及能源組。

4.4 美國聯邦防救災訓練學校(FEMA/EMI)

為落實防災工作，FEMA 特於華盛頓特區西北方兩個鐘頭車程的博格市買下一佔地 100 畝的一所學校，再改設成防救災訓練學校(FEMA/EMI)，此次參訪由 EMI 校長 Stephen G. Sharro 先生親自出面做簡報及主持問題討論，外表斯文的校長係軍人出身，故對防救災學員的要求頗有軍人風格。

平時提供官方及民間義工防救災人員上課之用，目前有針對颱風、地震、洪水甚至暴徒攻擊後等災害之防救工作及防救災管理課程約 100 多門課程，由於頗受好評學員人數由 8 年前的 4,500 人到目前接近 7,000 人，亦有淘汰制度，EMI 也同時提供博士班課程。由於災害發生前後均有不同單位一起進駐，不同單位是否步伐一致對防救災工作的效率很有關係，最好的方法是教育訓練，政府與民間防救災人員都到 FEMA/EMI 來上課，這也是 EMI 成立的目的之一。

值得一提的是每次有新上任州長/市長時，EMI 都會邀請新官與該地防救災人員共同到 EMI 住一天。

此外，亦參觀其一般上課教室及防颱教室，並開放本團一行與上課教師做溝通，目前 EMI 的管理課程可細分為行政管理(administration management)、操作管理(operation management)及財務管理(financial management)等方面，其中最大項是屬操作管理，又可細分成科技支援、人員調度管理及資源管理三大項。

自 1999 年以來，EMI 最受學員歡迎的課程之一為整合救災管理課

程(Integrated Emergency Management Course; 簡稱 IEMC)，即以 1991 年 6 月 21 日愛德華颱風掃過大西洋岸哥倫比亞區的自由郡，為示範社區(約 30 萬人口)，該颱風共造成示範社區 28 人死亡、656 人受傷、75,000 人從低窪地區撤退，28 百萬美元的損失，該課程即以這樣規模的颱風之事後檢討報告(after-action report)為上課教材，來探討防救災工作所需的行政、操作及財務等方面的管理工作。目前國內防救災訓練課程仍屬起步階段，所謂他山之石可以攻錯，EMI 確實有許多值得我國借鏡參考之處。

第五章 美國加州防救災體系與運作情形

加州地區經常發生地震、洪水、森林火災、工業災害等自然與人為災害，多年經驗累積下來，加州不斷的改進其防救災系統，目前可以說是世界上較為先進的防災體系，值得吾人學習其經驗。本團一行於 2001 年 8 月至加州考察防災體系，訪問位於加州首府沙加緬度的州長緊急應變服務辦公室 (California Governor's Office of Emergency Services，簡稱 OES，並到舊金山市訪問緊急應變中心 (Emergency Operation Center，簡稱 EOC)。

瞭解各地組織運作是本次參訪重點，前一節所述聯邦級 FEMA 目前約有 2,500 人(全美國人口約 2 億 3 千萬人)，加州州級 OES 約有 400 人(加州約 3 千 5 百萬人)，而舊金山市(郡)的緊急應變中心平時僅 6 人(舊金山市及郡約 3 百萬人)，而所有的經費均由所屬的政府編列預算負擔。

5.1 加州防救災體制與政府相關單位

OES 的前身為 1950 年成立的加州國民防衛部 (State Office of Civil Defense)，1956 年加州國民防衛部的任務重點轉為自然災害的搶救，名稱也改為加州災害辦公室 (California Disaster Office)，1970 年加州通過緊急應變服務法案，加州災害辦公室的名稱再次改為加州州長緊急應變服務辦公室。

OES 的主要任務為協調州政府相關部門以協助各地方政府處理災害事件，包括自然、人為、及戰爭引起的災難事件的緊急救援及災後復原工作，OES 的組織架構參見圖四。

當遇到重大的緊急災難事件時，OES 可要求州政府相關部會提供協助，包括加州國民兵、公路巡警隊、林業及火災防衛部、保育署、社會服務部、衛生服務部、交通部等單位。OES 也擁有自己的救災資源，包括四部通訊指揮車可派遣至災害現場。

自從 1989 年以來，加州經歷了一連串的重大災害事件，包括 1989 年的洛馬普利塔地震、1991 年東灣區大火、1992 年洛杉磯市民暴動、1992 年蘭得地震、1993 年南加州大火、1994 年北嶺地震、以及 1995、1997、1998 洪水，OES 從這些事件中學習許多寶貴教訓，SEMS 及 RIMS 便是這些教訓後的改進措施。

目前加州災害緊急應變系統的兩大重要支柱為 SEMS 及 RIMS，SEMS 是標準化緊急應變管理系統 (Standardized Emergency Management System) 的簡稱，RIMS 是應變資訊管理系統 (Response Information Management System) 的簡稱。

5.2 標準化緊急應變管理系統 (SEMS)

加州地區因常常發生天然災害，因此有必要建立一個明確的防災體系，讓相關的政府機構、民間組織、社區民眾，均瞭解在緊急事件發生時，本身的任務與工作為何。當大型災害發生時，必須動員許多人員物資進行緊急應變與救災，因此橫向的協調工作變得十分重要。SEMS 的主要目的就是用來協調加州州政府與地方政府的緊急應變處理程序，SEMS 可協助訂定救災的優先次序、協調跨機構的合作，以及讓救災資源及資訊的流通管道暢通。

建立 SEMS 的主要導引事件是 1991 年 10 月在加州奧克蘭發生的

山坡地住宅區大火，造成極大的人命與財產損失，事後檢討發現需要建立一套標準化的緊急應變管理系統，1993年1月加州州長 Wilson 簽署 SB1841 法案，要求建立一套標準化的緊急應變管理系統。1993年2月成立 SEMS 推動委員會及顧問委員會，1994年9月，完成 SEMS 架構並召開一系列的公聽會，1994年12月完成 SEMS 訓練課程，開始調訓相關政府人員。SEMS 訓練包括四門課程：SEMS 簡介、災害現場處理、緊急應變中心、及地方首長訓練課程。1996年12月州長要求加州相關政府機構採用 SEMS 來運作。SEMS 包含五個主要的組成系統：

(1) 事件指揮系統 (Incident Command System，簡稱 ICS)

ICS 乃是將救災指揮系統與流程標準化的一個架構，可應用於各種不同規模與不同種類災害的緊急指揮應變。圖五是 ICS 的基本架構。包含管理、執行、規劃/情報、後勤支援、財務/行政等五部分，管理的主要任務是由指揮官設定救災的主要方向與優先次序，執行機制則負責執行指揮官所設定的救災優先次序，規劃與情報機制負責蒐集與評估災情資訊，後勤支援則負責獲取所需的救災資源，財務與行政部門則負責紀錄救災所花費的費用。

(2) 作業區域概念 (Operational Area Concept)

作業區域概念將救災體系分成五個層級（見圖六），包括州政府、區域中心、作業區域、地方政府、及災害現場。州政府負責協調聯邦及州內的救災資源，區域中心負責管理及協調區域範圍內，作業區域之間的資訊與救災資源。作業區域負責管理與協調區域內的所有地方政府的救災資源。地方政府負責其行政轄區的救災工作，災害現場由

現場指揮官負責應變處理。

(3) 互助系統 (Mutual Aid)

互助系統是事先協調周遭相鄰的地方政府，若是受災地區救災資源不足時，可由未受災害影響的地方政府提供救災資源協助受災地區的地方政府，成為一個彼此互助的體系。

(4) 跨機構協調機制

跨機構協調機制強調政府部門不同機構之間，必須協調救災資源之分配，以及救災行動之合作。

(5) 衛星資訊系統

衛星資訊系統提供緊急救援所需的通訊技術。

5.3 應變資訊管理系統 (RIMS)

RIMS (Response Information Management System)是用來協助使救災資訊與救災資源能順暢分享的主要工具，讓相關的救災機構，能利用 RIMS 來互相溝通協調，RIMS 也用來快速的派遣救災資源，並負責追蹤救災資源的狀況。RIMS 充分利用網際網路技術，使用 Lotus Notes 為主要系統開發工具，並充分利用早期開發的 OASIS 系統的通訊功能（參見圖七至圖九）。RIMS 系統完成後，在 1997 年 1 月的洪水災害中充分發揮功能。RIMS 並被選為美國最佳的主從式救災系統之一。RIMS 未來將加入地理資訊系統功能，以及掌上型電腦功能。

由於加州幅員大，所以加州州級防災中心又下設三個分區中心，

所以電腦軟硬體、網路通訊設備是一個很重要的工具，電腦資訊及通訊組在加州州級防災中心是兩個很大的組，有專職人員負責防救災所需的通訊設備，包括衛星電話設備，無線通訊設備，警消專用頻道對講機等設備，此外，令我們訝異的是，還有一些通訊設備是使用超過三十年以上歷史，目前仍在使用中。照片十七及十八即加州州級防災中心通訊部主任帶我們進到機房內參觀並解說。

同時，各級政府也在防救災設備上積極投資，例如加州州級防災中心，其防災資訊系統，具有各項災情監測、蒐集、回報、資訊分析、警報發佈及災後支援指令等各項功能，平時以 3 條 T1 專線及 1 條 T3 專線傳遞全加州防救災相關資訊，即便是在沒有災害的時候，闢如加州雖然沒有颱風侵襲，但是夏季乾旱及其引發大規模森林野火，確實困擾了防救災中心，故其防災中心亦有一台 72 吋大電視螢幕，隨時監看加州天氣狀況，並記錄資料於電腦中。

當然地震的防救災在加州更是重要，除了日常監測外，每年的四月(紀念 1906 年加州大地震)及十月(紀念 1989 年洛馬普利塔大地震)均舉行專職救災人員與義工團體聯合地震大演習。

如前一節所述，美國災害通報系統是由下往上通報，所以通訊設備及電腦資料傳輸設備良好，可以將災區重要的資訊，最快速地傳遞到地方政府，甚至州政府及 FEMA。

5.4 加州減災體系

減災(Mitigation) 是加州州政府近年來防災工作的推動重點，並以推動社區防災作為首要工作。因為加州政府深刻體會到災害緊急應變系統之強化，只能強化救災之能力，無法降低災害規模或是減少災害

之發生，只有從平時的社區減災工作著手，才能降低災害之損失，並打造能抗災及耐災之社區。減災工作的主要目標是要為所有社區打造更安全的未來，OES 減災部門的任務便是領導與支援所有的社區在減災、整備、與災後復原上做好準備，OES 並強調利用災後重建經費，導入減災計畫，使重建後的社區能更抗災與耐災。OES 的復原與減災計畫是由個人協助、公共協助、及減災三個部分組成（見圖十）。

(1) 個人協助計畫

個人協助計畫內容包括臨時組合屋之提供、個人及家庭重建優惠貸款、企業重建優惠貸款、農戶重建優惠貸款、低收入戶優惠貸款、精神醫療協助、失業救助、法律諮詢協助、及其他義工組織團體提供的個人協助。

(2) 公共協助計畫

公共協助計畫內容包括從州政府提供的經費協助、由聯邦政府提供的經費協助、災後廢棄物緊急清理計畫、及維生管線公共建設復原計畫。

(3) 減災計畫

減災計畫乃是利用復原重建的機會，建立能耐災及抗災的社區。例如經常遭洪水淹沒地區住宅重建時要求加高，地震危險區域則要求新建建物抗震能力必須提升，老舊建築必須補強。自從 1989 年洛馬普利塔地震之後，加州政府已經推動 685 件減災計畫，補助經費達 9 億多美元。由於全美各地天然災害不一，減災計畫主要還是由州政府來推動執行，聯邦政府也將更多的減災責任交給州政府，要求加強 FEMA

所推動的社區減災計畫。

2000 年通過的減災法案，更要求 OES 必須有前瞻性的防災減災規劃，而不是被動式的災後救援。地方政府要求補助災後重建經費時，必須附上書面的減災計畫，以降低災害風險。

第六章 ASCE 防災會議討論重點

此次會議是 2002 年 8 月世界大會的預備會議，本團團員除了提交 2002 年大會藍皮書初稿外，並積極主動參與討論於世界大會之後，2002 年到 2007 年亞洲防災合作方案，目前擬訂 2003 年春季及 2005 年秋季於台北，分別召開“亞洲城市防災研討會”，以增進亞洲國家防災工作上的合作，進而加速提昇我國防救災體系的水準。此次防災會議之重點闡述如下：

6.1 ASCE 防災大會主題

全世界各地不斷地發生颱風、地震、洪水、土石流、森林火災等天然災害，天然災害的發生已是無可避免，故如何減少因天然災害所造成的生命財產損失，已是目前世界各國當務之急；唯美日等國先進的防救災體系，卻是需要累積多年的經驗，不斷地改進其防救災系統，方能達成。

有鑑於此，美國土木工程學會(American Society of Civil Engineers, 文後簡稱 ASCE)擬於 2002 年 8 月召開全球防災會議(World Congress Meeting)，邀請全世界七個地區的代表，針對三大主題撰寫藍皮書(Blueprint)，三個主題分別是：A)與天然災害潛在危險共處之道(Living with the Potential for Natural and Environmental Disasters)，B)建立抗災有效方法(Building to Withstand the Disaster Agents of Natural and Environmental Hazards)，以及 C)從防災研究中獲得並分享經驗(Learning and Sharing Knowledge Gained from Studies of Natural and Environmental Disasters)，每一個主題又分 10~14 個專題不等，每一份專題報告於藍皮書定稿時估計約 50 頁；全球七個地區係包括北美洲、拉丁美洲、太

平洋群島、歐洲、地中海國家、亞洲及非洲，我國參加亞洲組。

本團一行於2001年8月19-22日至美國維琴尼亞州潤士頓市ASCE總部參加國際防災會議(International Workshop on Disaster Reduction)，請參考照片十九至二十六，此次會議是2002年8月世界大會的預備會議，除了提交明年大會藍皮書之10頁初稿外，主要係討論2002年世界大會之後，2002年到2007年全球七個地區各地區的防災合作方案，此次大會與會代表約130人。

2002年8月世界大會撰寫藍皮書的目的在於：

- 一)瞭解各國防災理論及防災實務之間落差的問題；
- 二)問題解決之道；
- 三)將此經驗與別國分享；
- 四)促成區域防災聯盟的成立。(2002年-2007年達成的目標)

歸納上述目的可知，即各國貢獻該國的經驗，彙整之後，可經由他國的經驗及區域防災連盟的成立，進而加速提昇世界各國的防災體系的水準。

6.2 ASCE 國際防災會議專題報告

此次大會亦安排有專題報告，除了三項藍皮書主題外，亦安排水災保險專題及天然災害下受創的交通設施報告。我國根據三項主題共提出10篇論文，是此次大會除美國之外，貢獻最多的國家。以下將列出我國在各主題下參與論文名稱及作者姓名。

(4) 主題 A: 與天然災害潛在危機共處之道

A1. Improving Community Sustainability(Liang-Chun Chen,陳亮全教授)

A2. Reducing Vulnerabilities in Existing Building and Lifelines
(Maw-Shyong Sheu and Chin-Hsiung Loh, 許茂雄教授與羅俊雄教授)

A4. Enhancing Public Awareness (Yi-Ben Tsai, 蔡義本教授)

A6: Improving Emergency Management(Liang-Chun Chen,陳亮全教授)

A.9: Mitigating the Interaction of Natural, Environmental, and Ecological Disasters (Chin-Lien Yen, Chin-Hsiung Loh and Hsin-Ya Ho, 顏清連教授, 羅俊雄教授與何興亞博士)

A.10: Improving Urban and Land-Use Planning (Hsin-Ya Ho, Wen-Cheng Lee and Chin-Lien Yen, 何興亞博士,李文正博士與顏清連教授)

(5) 主題 B: 建立抗災有效方法

B.1: Improving Hazard-Characterization Models and Maps (Ming-Hsi Hsu and Wei-Hsien Teng, 許銘熙教授與鄧慰先博士)

B.2: Improving Integrated Risk Assessment of Civil and Environmental Infrastructure (Meei-Ling Lin, 林美聆教授)

(6) 主題 C: 從防災研究中獲得並分享經驗

C.1: Laboratories for Increasing Knowledge, Assessing Preparedness, and Evaluating Public Policy (Horng-Syi Shen and Cheng-Shang Lee, 沈鴻禧博士與李清勝教授)

C.2: Data Collection, Integration, Management and Dissemination (Chih-Hong Sun and Sheng-Ming Wang, 孫志鴻教授與王聖銘博士)

(7) 水災保險專題

此次大會是邀請美國全國(Allstate)保險公司高級保險顧問所做的報告，水災保險的基本觀念是來自於天然災害的無可避免，誰也不知道水災那一天會發生自己身上；水災保險是一道防救災工作重要的防線，讓受災戶有一筆錢重建，在最短的時間內回復到正常生活，在過去許多例子，受災戶因為沒有錢，拉長了重建時間，因而加深了受創的程度。目前美國有 4~5 佰萬人參加水災保險，但僅佔全國的 2~3%，顯示在這方面美國仍有許多需要努力的空間。

(8) 天然災害下的交通設施

由於交通組是 ASCE 組織下的一個組，故這次大會亦安排天然災害下的交通設施受創的介紹，在地震方面包括:1989 年加州大地震造成

高速公路的斷裂，1999 年集集地震台灣多處橋面斷裂等交通措施硬體的損壞；由於與會前適值桃芝颱風造成台中及高速公路第一次的淹水，從 ASCE 的報告顯示，美日均有高速公路因颱風造成汪洋一片的情形，高速公路坡地崩塌亦有發生。交通設施受創的損失往往難以估計，除了重建經費的問題外，重建期間民眾帶來交通不便的損失，也是難以估算。

6.3 亞洲組討論事項

此項亞洲區域討論會的目的在於，2002 年世界大會開完之後，為 2002 年至 2007 年間擬訂區域合作方案或是籌設區域聯盟的討論會。

全球每一個地區之天然災害並不相同，譬如歐洲高緯度國家冬季有雪崩，非洲國家是乾旱問題，亞洲國家共有來自日本、台灣、中國大陸、尼泊爾、印度、伊朗、孟加拉、美國及俄國等國代表，大部份為該國防災中心的代表，亞洲國家共同特色是人口密度高，災害頻繁，主要的天然與環境災害為颱風、地震、洪水與土石流。以下僅摘要出討論的重點：

(1) 災害無國界

由於與會前 7 月 31 日台灣剛發生桃芝颱風，花蓮、南投發生土石流，台中地區與高速公路淹水之情形，亦向與會人士做簡單報告；中國大陸代表亦表示該颱風離開台灣後，轉變為熱帶性低氣壓進到中國華南地區，到了天津之後又造成重大災害，離開中國大陸之後，最後

進到韓國才消散，充份印證了災害無國界的觀念。

(2) 經驗傳承的重要性

亞洲各國經濟發展情況不一，日本是一個已發展的國家，但是還有很多國家是正開始發展；台灣過去二十年經濟不斷地發展，科技的發展亦是跟隨著美國、日本的腳步在前進，防救災工作亦是如此，目前台灣已有能力，將其經驗傳遞給其它國家。

防救災科技的改進必需是累積多年的經驗，不斷地藉由實際案例加以改進，譬如日本和台灣均有類似 Haz US 的模式，但是台灣集集地震後，卻提供了該模式強震動最好的驗證資料，此種回饋對美國來說是非常寶貴的。同樣的台灣若能將防災經驗傳遞給其他國家，對於本身防救災工作的提昇，是有很大的幫助的。

不只是防救災科技的經驗傳遞，防救災社會、經濟、法制方面的研究，甚至防災中心的組織運作的經驗傳遞，亦是非常重要。

第七章 心得與建議

建立安全舒適、美麗健康的家園，是政府及所有人民的共同願望，但台灣位於颱風、地震等天然災害經常發生的地區，可說是全球大型颱風與地震發生頻率最多的國家之一，如何減少因天然災害所造成的人命財產損失，是政府及人民所必須嚴肅面對的課題。本團一行在參訪美國重要防災機構後，將此次美國參訪的心得與建議闡述如后：

7.1 心得

1. 檢討並改進我國防救災體制

美國亦常有颱風、地震等天然災害的發生，但每次遭逢重大災害後，即加速累積經驗，檢討並改進防救災體制，提昇全國各地抗災能力，並結合全民對抗天然災害，以避免往後悲劇仍會不斷的重演。

ASCE 有鑑於此，擬於 2002 年 8 月召開全球防災會議(World Congress Meeting)，邀請全世界七個地區的代表，撰寫全球防災藍皮書迅速累積全球防災經驗，藉以提昇全球抗災能力。相對於美國的經驗，2001 年我國歷經桃芝及納莉颱風，造成如此大規模的人命財產損失，政府及民眾必須痛定思痛，儘速檢討並改進我國防救災體制。

2. 加強落實「災害防救法」

對照此行美國從聯邦到地方防救災體系，處處要求依災害防救法行事，我國「災害防救法」通過一年多以來，在落實此一立法要求的工作太慢，而防災方面尤顯不足。

921地震之後，國內防災學者不眠不休的積極研討修改「災害防救法」草案，並於民國 89 年 6 月於立法院通過「災害防救法」，同年 7 月 19 日由總統頒佈實施(內政部，2000)。「災害防救法」可說是一部相當先進的法案，可說是結合了美國及日本的防救災經驗，若能好好落實「災害防救法」的要求，將可大大的增強國內的防救災能力。

3. 強化夥伴關係的建立

參考加州每年兩次的地震演習，係政府專職人員與民間義工並重的聯合大演習，再對照 FEMA/EMI 防救災學校亦強調政府專職人員與民間義工一同學習，防救災工作步調一致，此觀念我國當由中央地推展至全國各社區，政府儘速結合企業、社區、及人民的力量，加強建立所謂的“夥伴關係”，並充分利用現代化科技與防災知識，共同對付天然災害，才能發揮效果。。

此外，防災計畫也應該定期檢討與更新，且更重要的是防災計畫必須由共同參與的方式，讓相關政府機構、企業、社區、及民眾均參與計畫之擬定及執行，並定期演練，務必讓相關人員及居民知道在災害快來臨之時應如何準備，災害發生之後應如何應變。防災計畫的擬定過程可以發掘實際的問題及凝聚共識，配合地區建設計畫，逐步提升當地抗災的能力，而當災害發生時，也可以有更好的應變能力。此外，防災計畫應與地方的永續發展與社區總體營造相結合，讓防災計畫成為推動地區永續發展的基礎，消極地可以避免人為的破壞生態環境，積極地可以提升地區抗災能力，從而建立一個健康、經濟上充滿活力、人人可以安居樂業的美麗家園。

4. 高解析度衛星遙測影像用於防救災工作，於訪問舊金山市，該市在

重要設施譬如飛機場，均利用高解析度衛星照片輔助防救災工作，使用在過去視為軍事機密的高解析度機場衛星照片，完全是因為防災所需；甚至包括有突發狀況時，機場疏散計畫的擬訂均可在衛星照片上完成，(參考照片十三及十四)。衛星影像從目前的颱風動態展示，當可進一步地應用在桃芝颱風山區的勘災，及科學園區等重要場所防救災工作上。

5. 高科技設備用於防災

於訪問舊金山市，該中心平時雖只有六個人，當然有災害發生時，各局處會派人，但仔細觀察可發現該中心電腦軟硬體設備、通訊器材、甚至衛星電話的大量使用，對防救災工作大有助益(參考照片十五及十六)；在沙加緬度加州 OES，有些是使用 30 年以上的通訊設備，但要有專業人才的配置才行，另外，在本團訪問的八月期間，南北加州都有森林大火，山區現場的資料均可不間斷地傳進來，甚至包括天氣資料也都是電腦自動存檔，上述的資訊對災情的即時研判，有相當大的幫助。

7.2 建議

1. 儘速成立國家級防災中心，並加速補足防災人力不足，對於國內接連不斷的颱風與地震災害而言，儘速成立國家級的防災中心，應屬當務之急。參照美國聯邦急難管理署共有員工 2,500 人，加州州政府防救災中心亦有 400 人的編制。依人口比例、災害種類、重大天然災害發生頻率而論，我國國家級的防災中心約需 200 人的員工。
2. 防救災人員教育訓練亟需加強，除了國家級的防災中心儘速成立

外，透過教育訓練培育專業防救災人才，亦是當務之急；適用於我國大型颱風與地震防救災教材之編撰，類似 FEMA/EMI 之 IEMC 教材之撰寫工作，亦刻不容緩。

3. 加速建立類似美國聯邦急難應變計畫所定的作業流程圖，迅速釐清我國縣市政府與中央防災中心的協作關係，過去台灣歷經許多颱風及豪雨所造成嚴重災害為例，地方與中央防災中心互推責任的場面屢見不鮮。因此，我們需要事先透過規劃，釐清各自的角色，進而步調一致，共同為防救災工作努力。
4. 加速強化地方政府為主體之防救災應變中心，亟需迅速加強縣市及鄉鎮等地方層級的防救災能力。唯有如此，中央防災中心才能充分發揮支援救災的功能。
5. 達成各級政府應於兩年之內完全落實「災害防救法」的要求，天然災害破壞的威力正逐漸加大，1999 年集集地震與 2001 年桃芝颱風與納莉颱風之後，政府應拿出魄力，積極支持地方政府編列防災預算；事前防災準備所需的經費，遠遠低於事後救災復原所需的經費，我國可仿效美國在中央在給地方補助款時，同時要求完成地區防災計畫與一定比例之天然防災計畫。
6. 加速推動我國水災保險制度，2001 年三個颱風造成台北、台中及高雄三個都會區的淹水影響人數超過 400 萬，倘有 1/4 人數參與水災保險，即有百萬人的規模，政府當可藉此之際推出水災保險，藉由保費高低調整的機制，來增強百姓防災的意識，並逐年減低政府救災重建經費，並藉由水災保險機制的提昇，來多增加我國防救災體系的一道防線。

7. 積極推展亞洲地區防災合作方案，2002 年 8 月於美國召開世界大會後，亞洲地區的防災合作方案變得非常的重要，舉辦研討會是一個最有效的方法之一，初步擬由國科會防災計畫辦公室籌畫召開“亞洲城市防災研討會 (Asian Urban Natural Disaster Reduction Conference)” ，時間分別是 2003 年春季及 2005 年秋季。

討論的議題如下：(1)強化城市防救災意識，(2)改進城市防救災體系，(3)改進天然災害資訊整合管理系統，(4)增進對城市災害特徵的瞭解與改進災害潛勢圖的分析，(5)改進城市天然災害危險評估管理系統。此方案我國在此行 ASCE 防災會議提出後，也獲得伊朗代表(M. Ghafory-Ashtiany 理事長)及日本代表(片山恒雄理事長)等亞洲國家的贊成，顯示此方案可行性甚高。

不容諱言地，台灣的防災工作確有許多尚待加強改進之處，尚需向美日等國取經；但整體而言，台灣過在防災上努力的成果，仍有許多可技術移轉到亞洲其他國家，此點可做為我國未來防災策略上努力的一個目標。

8. 加速提昇各縣市政府防救災專用電腦軟設備、網路設備及地方基本資料庫設定，建立全國不分中央與地方防災系統的一致性，經由共通判斷準則與防災軟體(譬如 HAZ Taiwan 等)建立全國一致之防災計畫。此點不但可以節省各單位個別投入的大量資源外，亦可加速

調整中央與地方政府步伐的一致性，此外，亦相當於建立全國多地區之備用防災中心。

9. **加速建立與強化適用於本國之防災電腦軟體**，類似加州 OES 之 RIMS 應變資訊管理軟體系統之建立，加強最新 GIS 版本與其它防災成果的套疊等工作，亦屬刻不容緩。

聯邦急難管理署

功能組織架構

署長辦公室

署長

法律顧問室

督察室

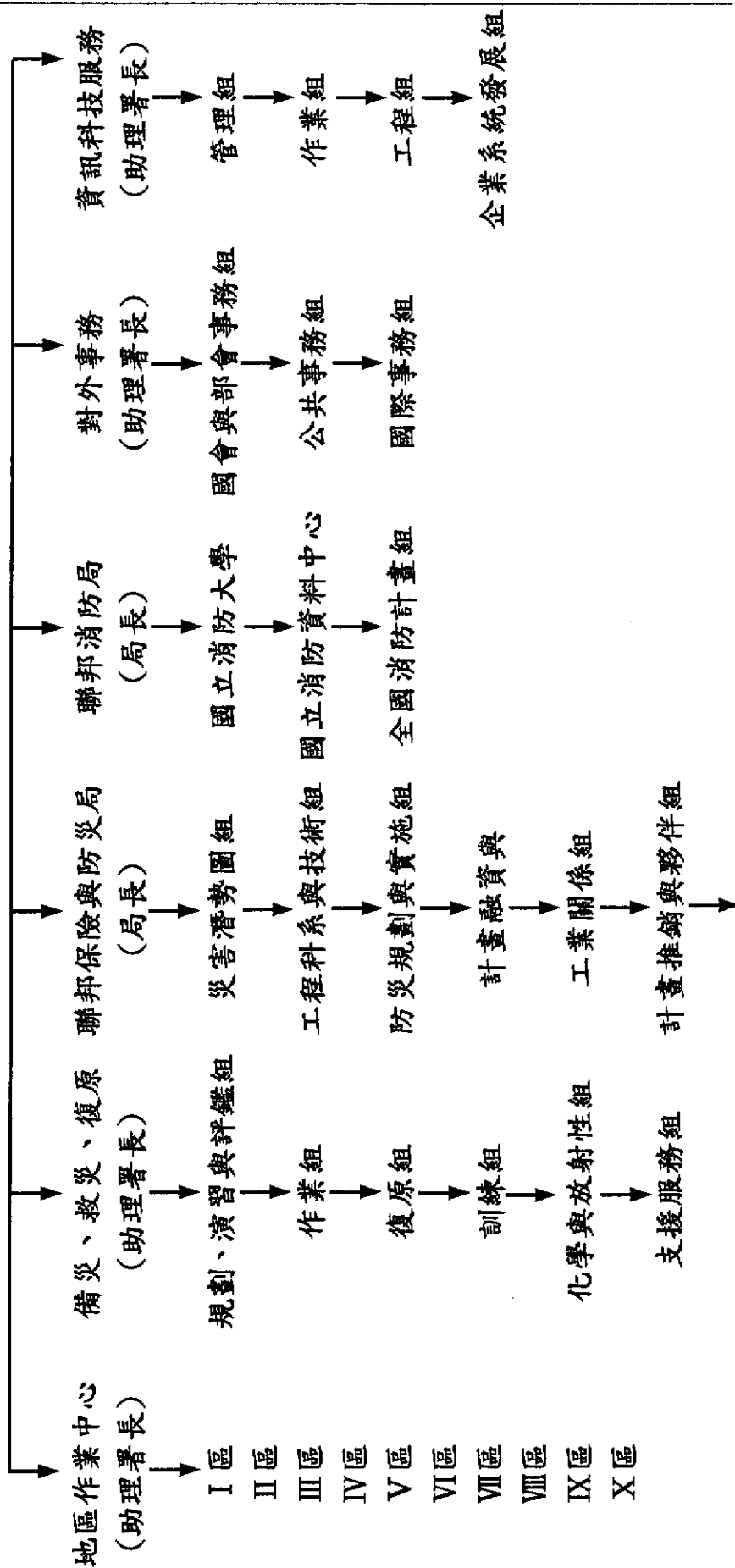
副署長

平權室

全國急難準備室

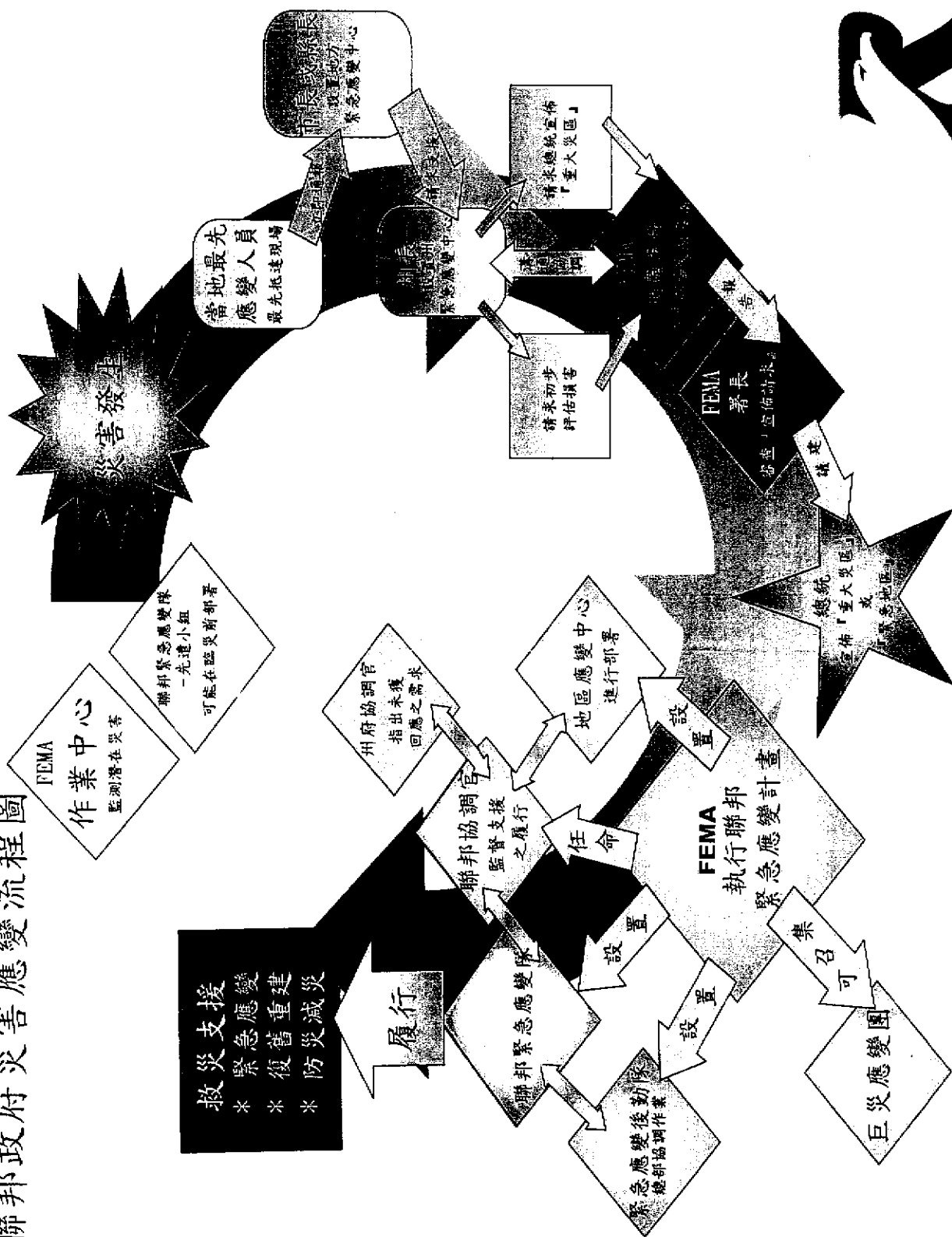
企劃管考室

秘書長



圖一 美國聯邦急難管理署依功能編制的組織架構

美國聯邦政府災害應變流程圖



圖二 美國聯邦政府災害應變流程圖

National Situation Update:

Thursday, September 27, 2001

Category II Hurricane Juliette Threatens Baja California In the east Pacific, as of 5 a.m. today, Hurricane Juliette was located about 215 miles south-southwest of Cabo San Lucas, Mexico moving toward the northwest at about nine mph.

Maximum sustained winds are near 105 mph with higher gusts. Juliette is a Category II hurricane on the Saffir-Simpson hurricane scale. Some fluctuation in strength is expected over the next 24 hours.

Hurricane warnings are in effect for the west coast of the Baja California Peninsula and for the east coast of the Peninsula south of Punta Arena. Tropical storm warnings remain in effect along the west coast of Baja California north of 24 degrees north latitude to Punta Abreojos and along the east coast from Punta Arena northward to Loreto.

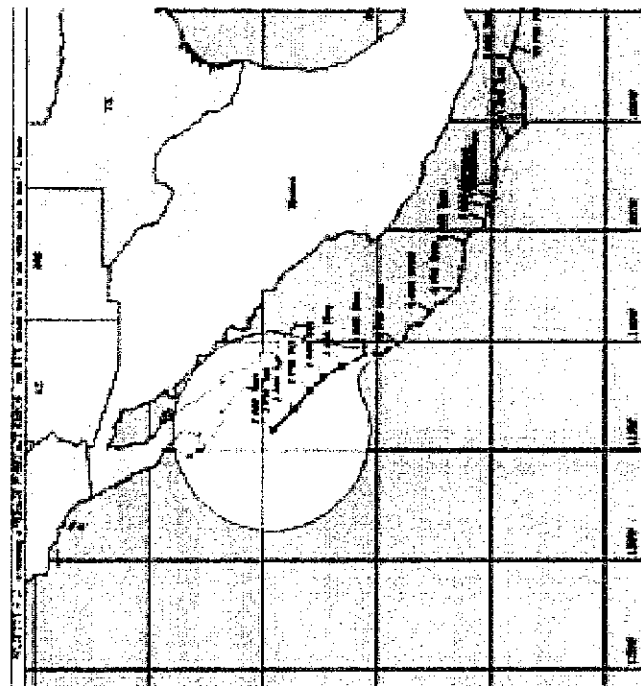
Bands of heavy showers are already affecting the southern portions of Baja California and conditions will continue to deteriorate through tonight. Slow weakening is expected as the cyclone moves over progressively cooler waters.

Elsewhere in the Pacific, an area of low pressure, the remnants of Tropical Depression Kiko, is 1,550 miles west of Cabo San Lucas. There is little shower activity associated with this system and redevelopment appears unlikely.

In the Atlantic Basin, a westward-moving tropical wave located about 1,000 miles east of the Lesser Antilles has become better organized overnight. Further slow development is possible during the next 48 hours. (National Hurricane Center)

World Trade Center/Pentagon Disaster Response Operations Continue

◇3,595 Federal personnel (1,332 FEMA, including US&R) are working in response to these incidents. (This number no longer includes ARC and other volunteers.)



圖三 美國聯邦緊急應變中心對全國各地緊急狀況監測報告之一例。(承接下頁)

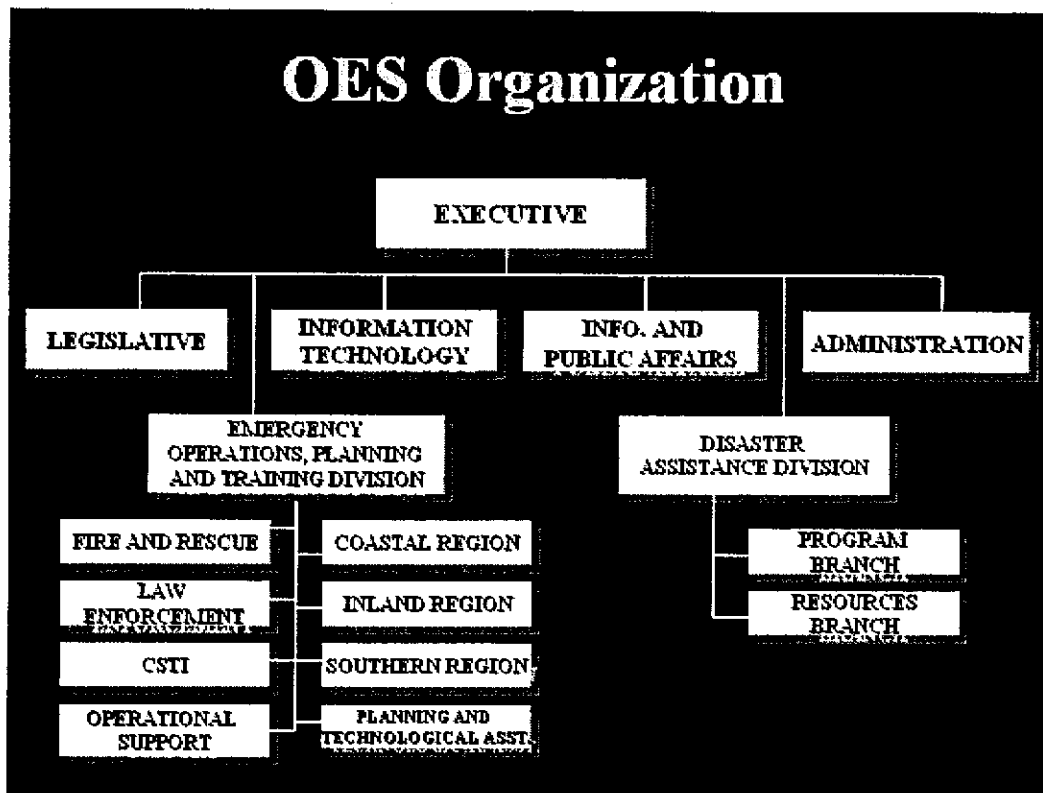
New York - World Trade Center

- ◇ The City reported that as of yesterday, 300 bodies have been recovered from the World Trade Center (WTC). The number of injured is 6,408 and 6,347 persons are registered as missing.
- ◇ Seven Urban Search and Rescue Task Forces are assigned and one (California-4) is en route today.
- ◇ As of yesterday, 122,773 tons of debris had been inspected and removed from the WTC site to a landfill on Staten Island. The official estimate for total debris at the WTC is 1.2 million tons.
- ◇ The USNS Comfort hospital ship is due to depart Pier 92 on October 1. The ship has been providing housing for approximately 650 State military personnel. Alternate housing will be provided on Governor's Island.

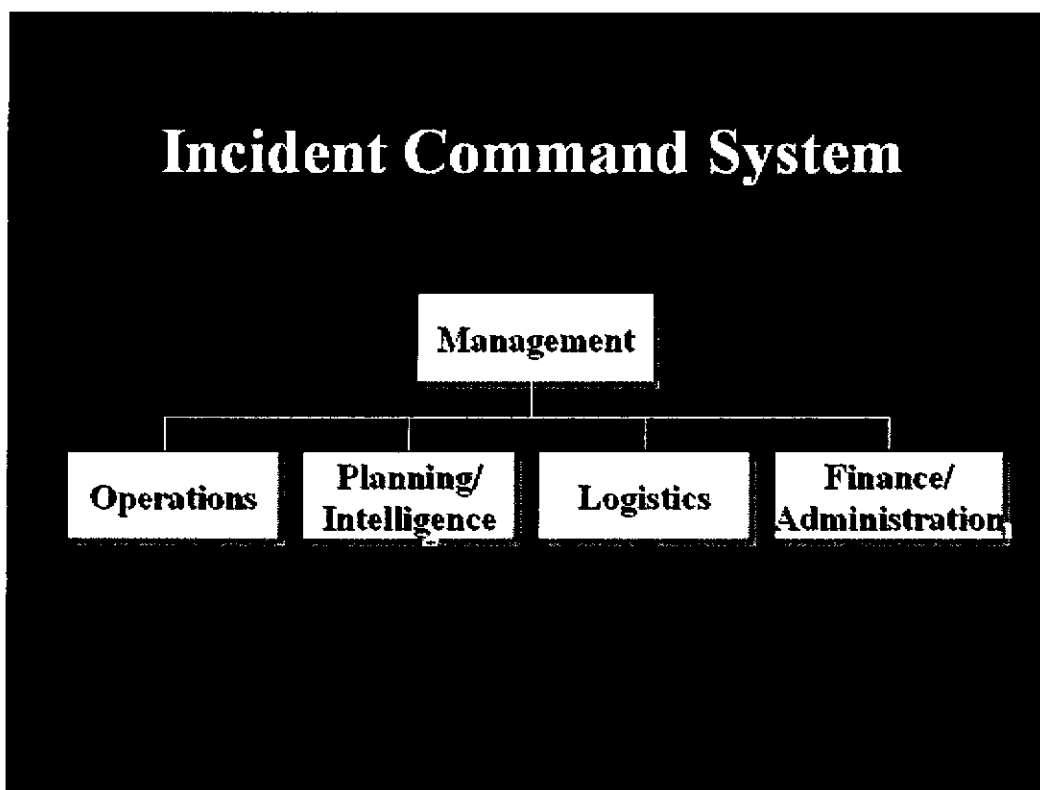
Virginia - Pentagon

- ◇ All USAR task forces have demobilized.
- ◇ At the Pentagon there are 125 dead or unaccounted for, not including aircraft passengers. To date, 118 remains have been recovered and transported to Dover Air Force Base, DE for identification. (NY, VA DFO)

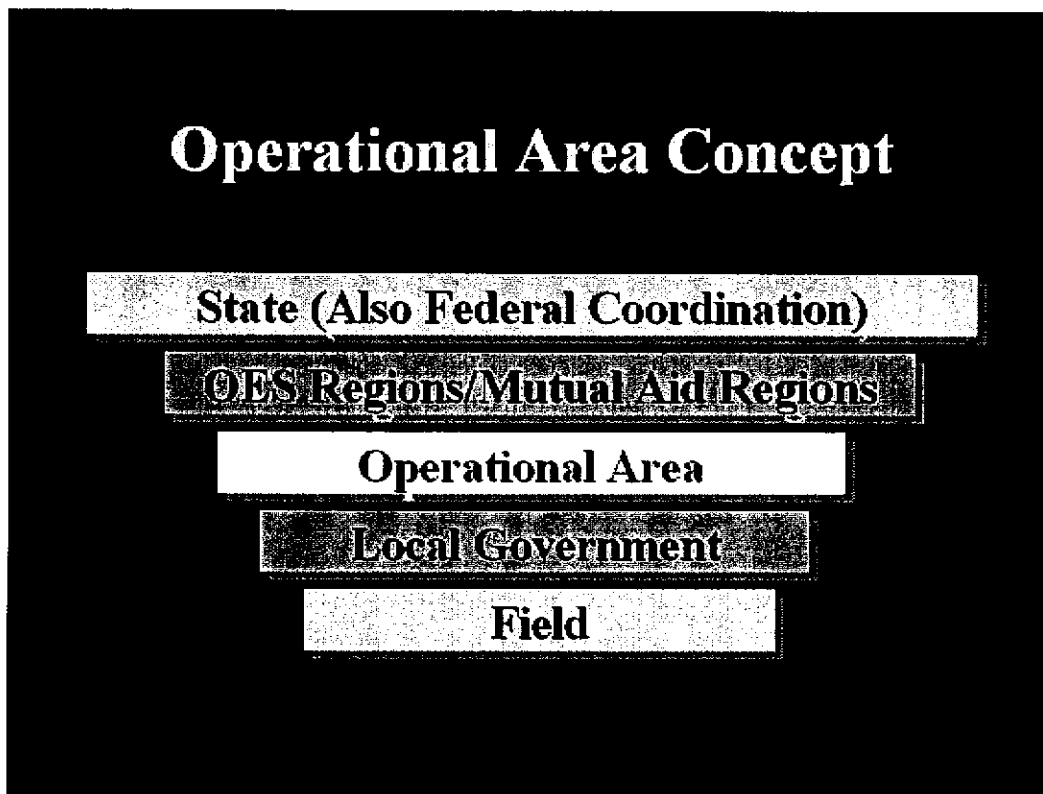
圖三 美國聯邦緊急應變中心對全國各地緊急狀況監測報告之一例。(承接上頁)



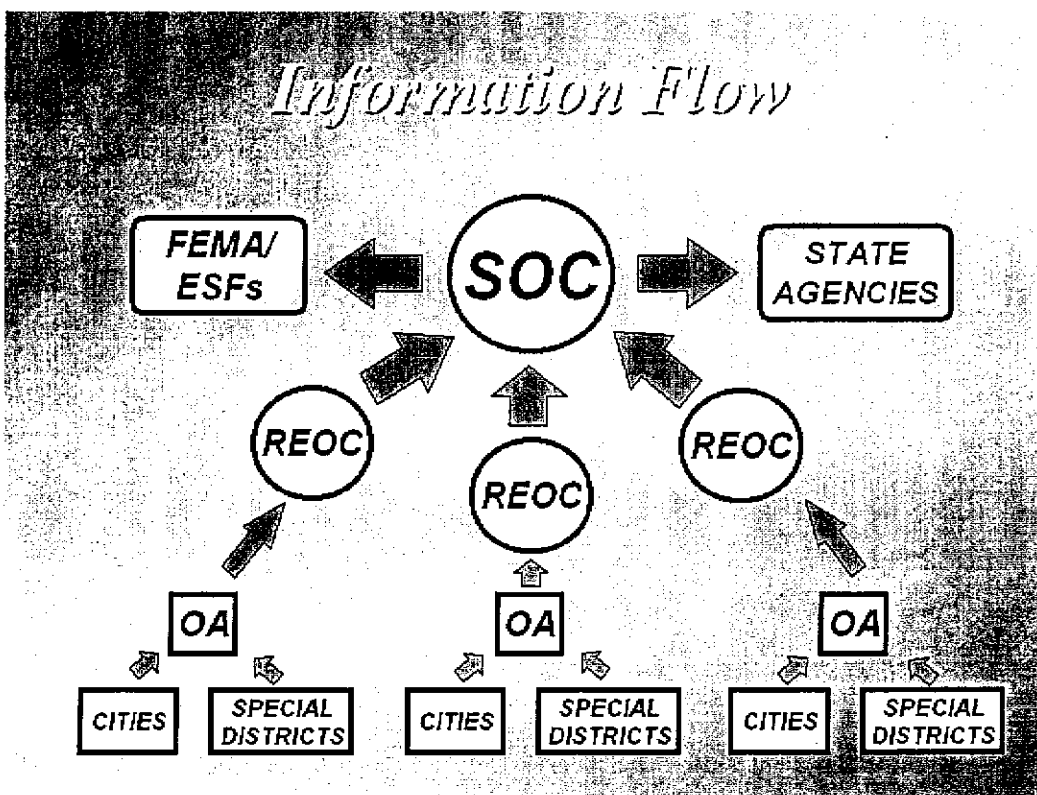
圖四、OES 組織架構



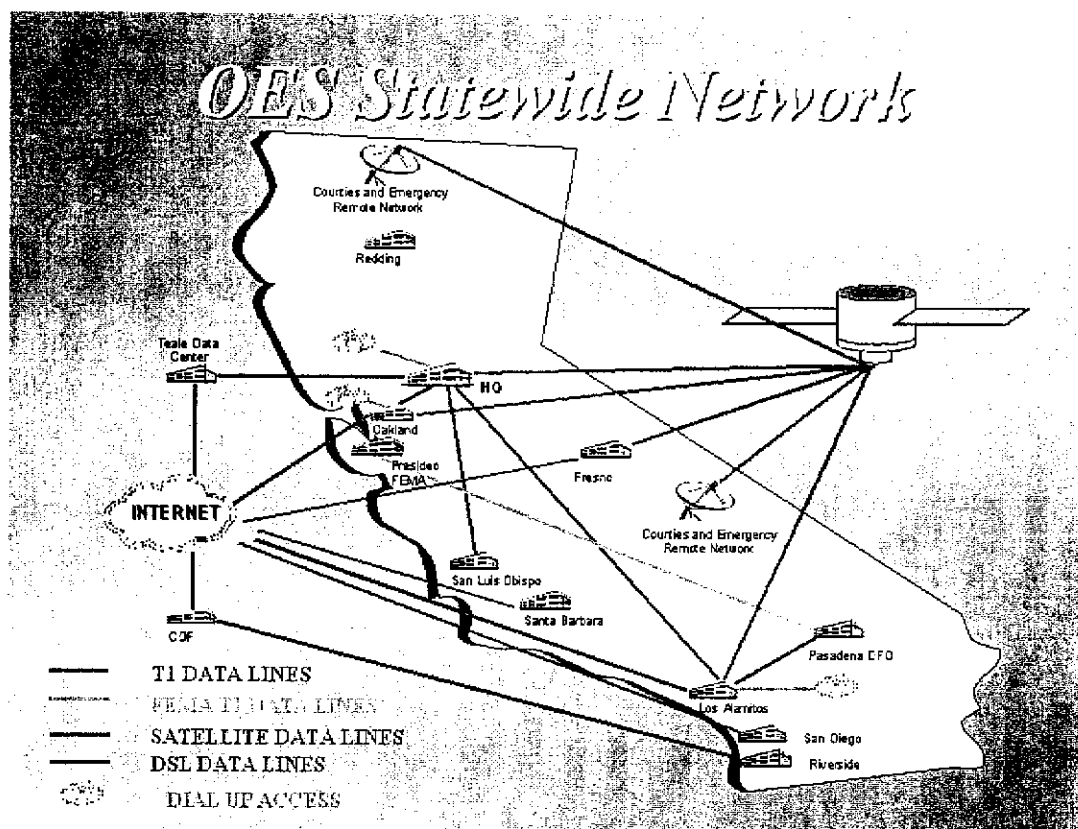
圖五、ICS 架構圖



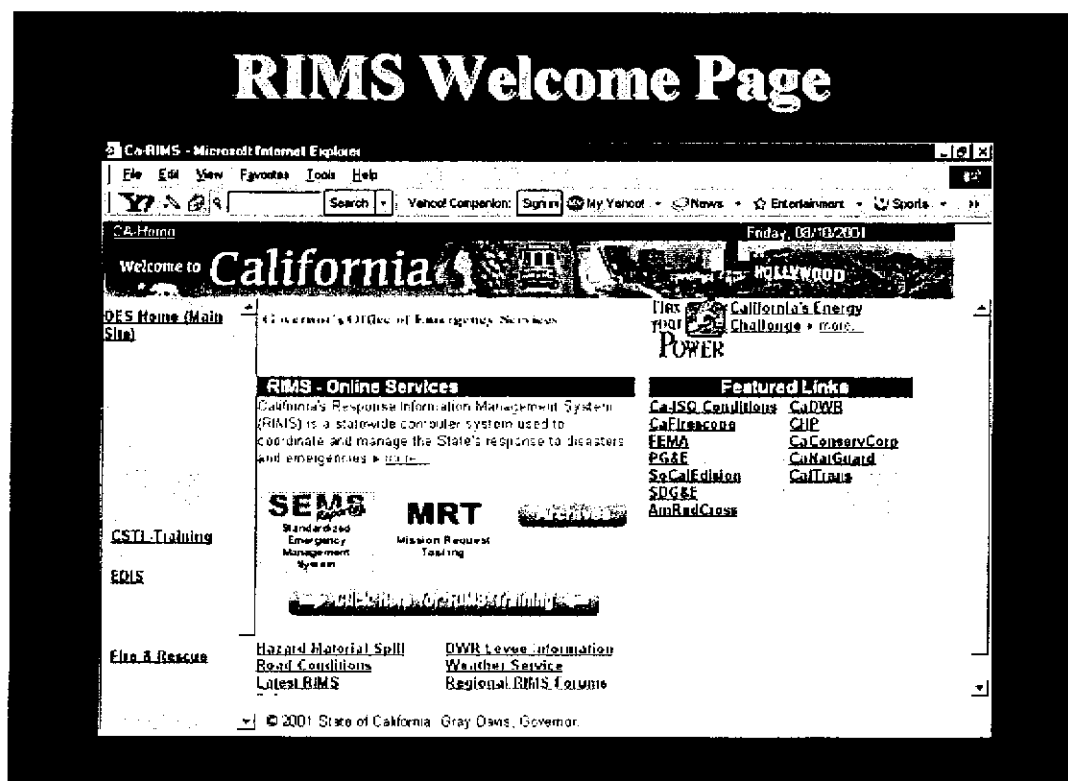
圖六、SEMS 作業區域概念圖



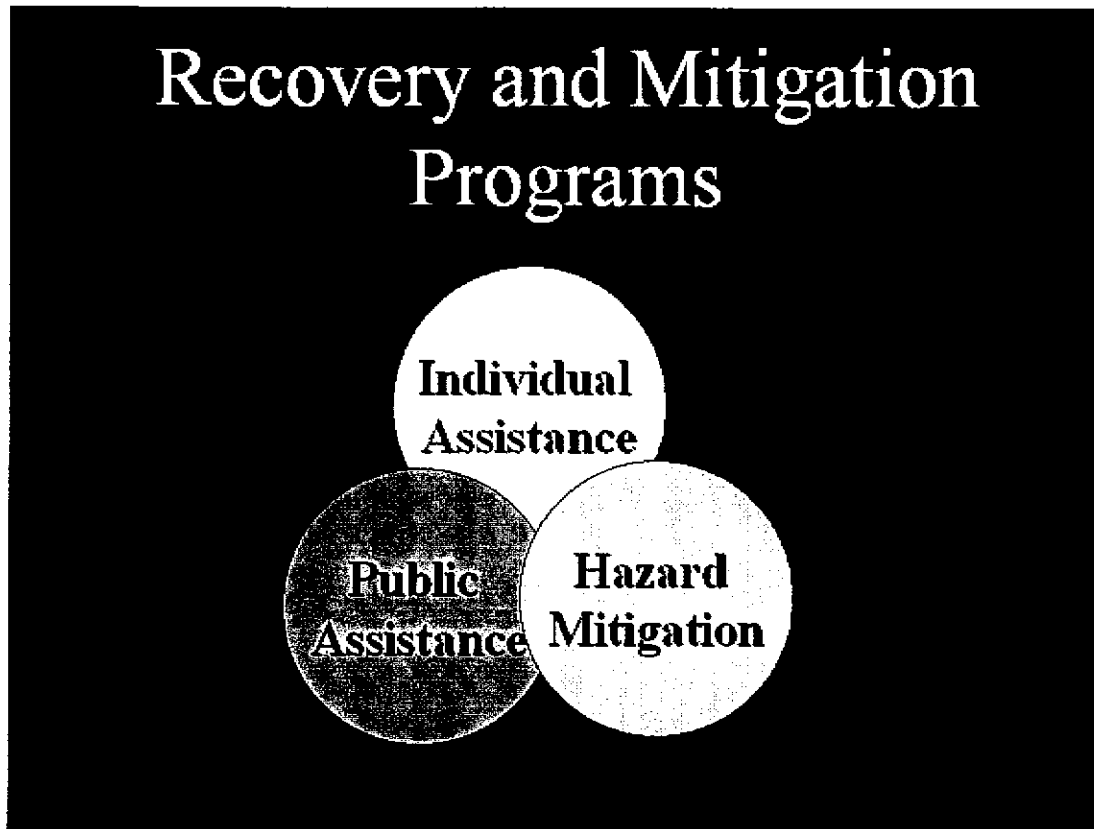
圖七、RIMS 的資訊流架構



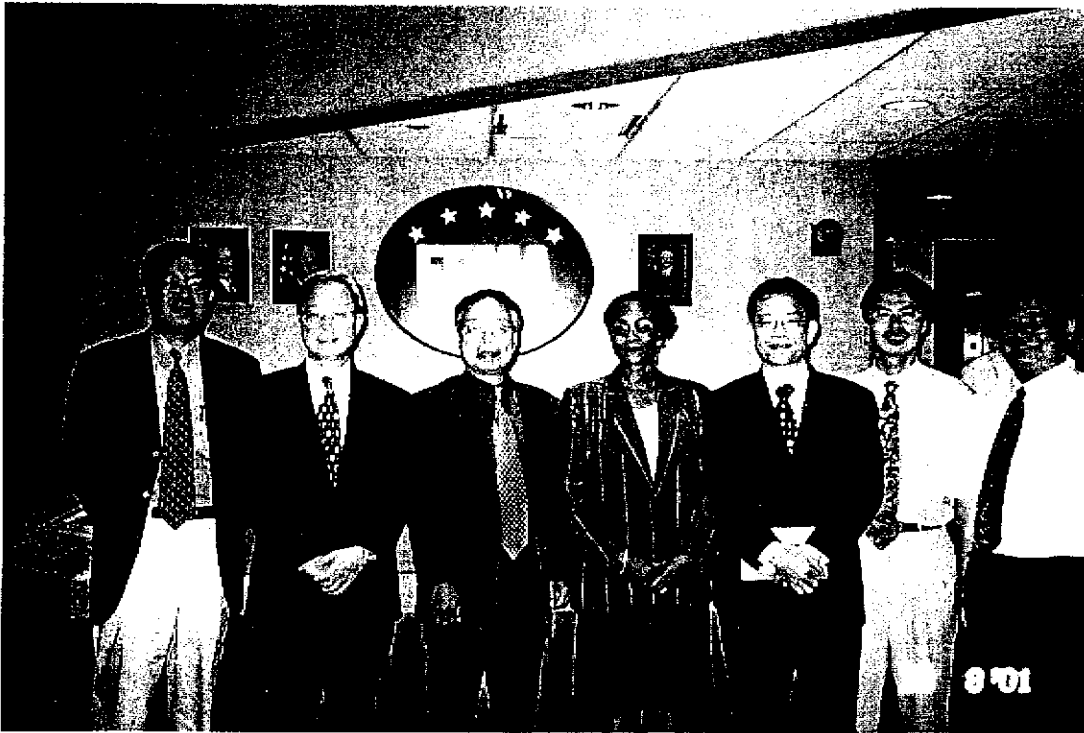
圖八、RIMS 的資訊網路架構



圖九、RIMS 網站首頁畫面



圖十、加州政府災後復原與減災計畫組成要素



照片一：攝在美國 FEMA 總部大廳，左起孫志鴻教授、國科會 DC 陳組長、蔡義本教授、FEMA 國際組 W. Briggs 小姐、國科會 DC 邵副組長、內政部呂科長(同一時間參訪)及沈鴻禧博士。



照片二：蔡義本教授與 FEMA 國際事務部席瓦主任交換意見(一)



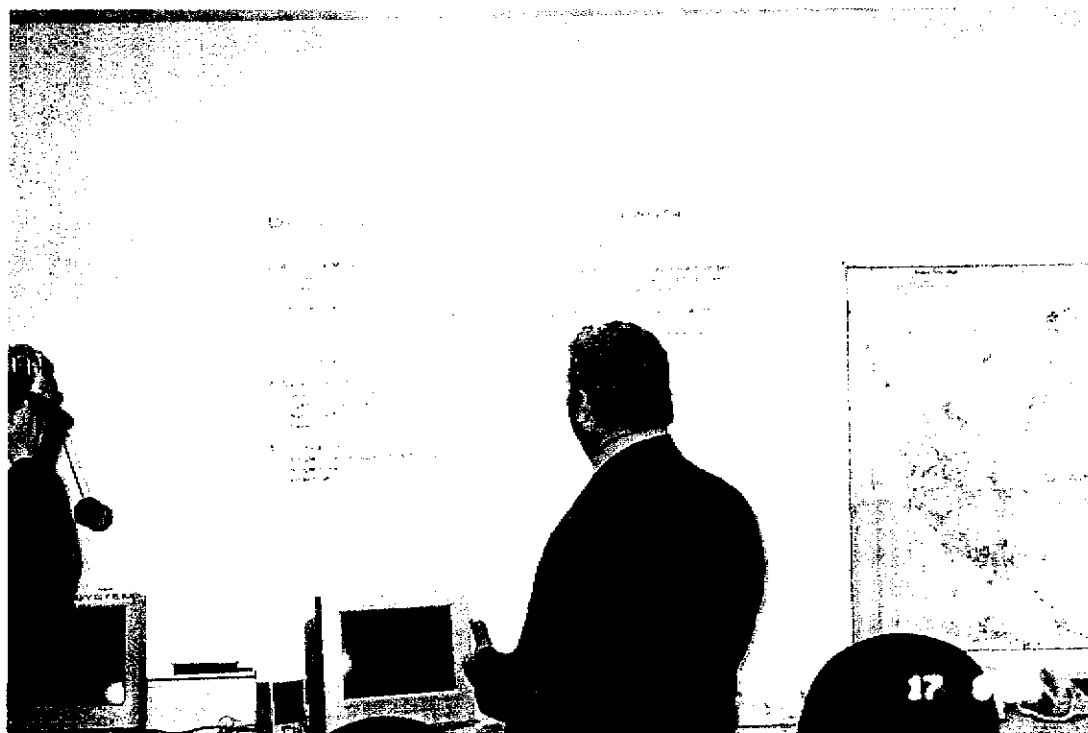
照片三：蔡義本教授與 FEMA 國際事務部席瓦主任交換意見(二)



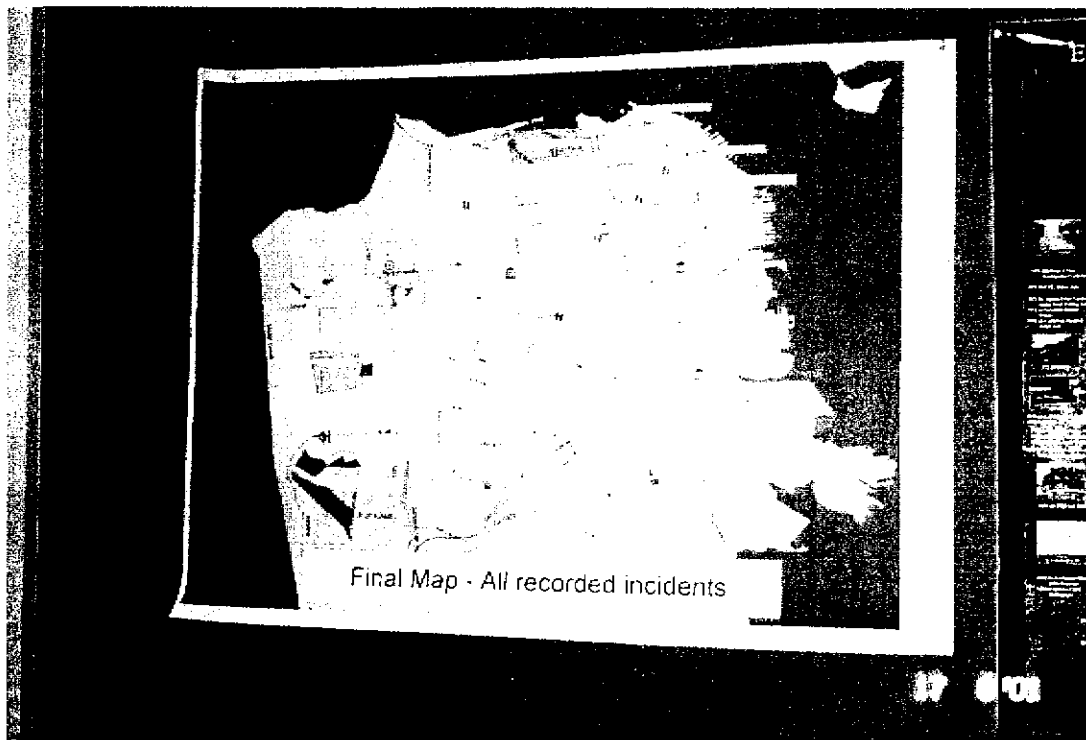
照片四：蔡義本教授與 FEMA 國際事務部席瓦主任交換意見(三)



照片五：舊金山市 EOC 侃頓主任致歡迎詞



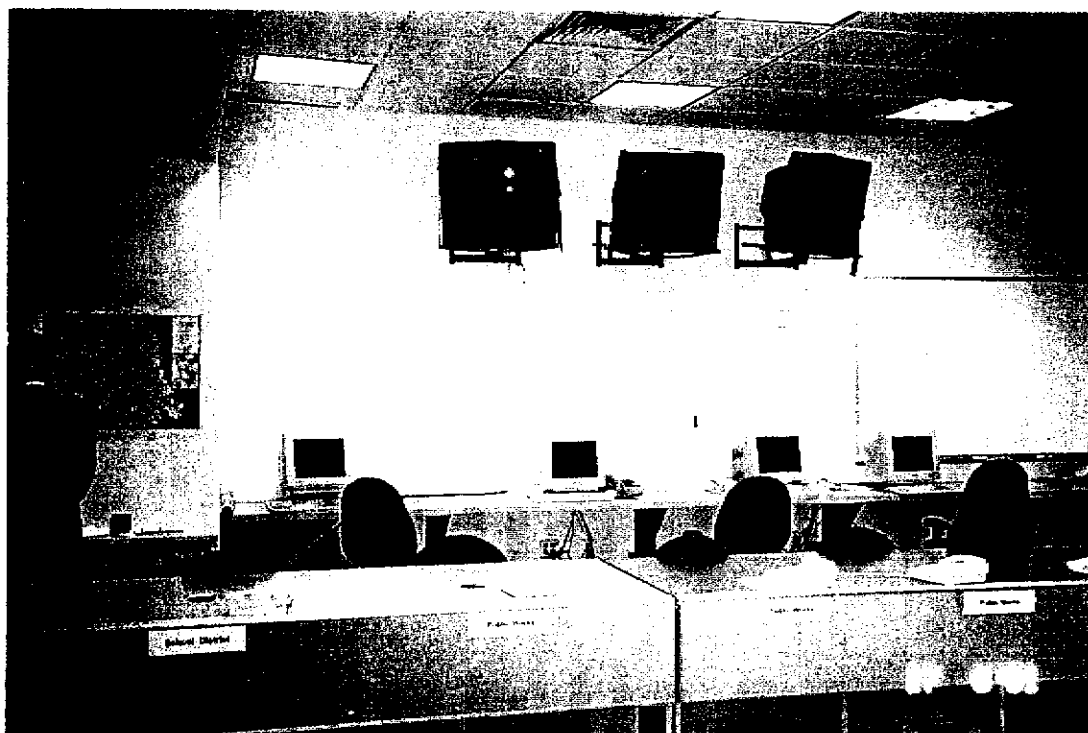
照片六：侃頓主任介紹 EOC 內之電腦設備



照片七：舊金山市歷史天然災害位置圖



照片八：侃頓主任回答周主任問題



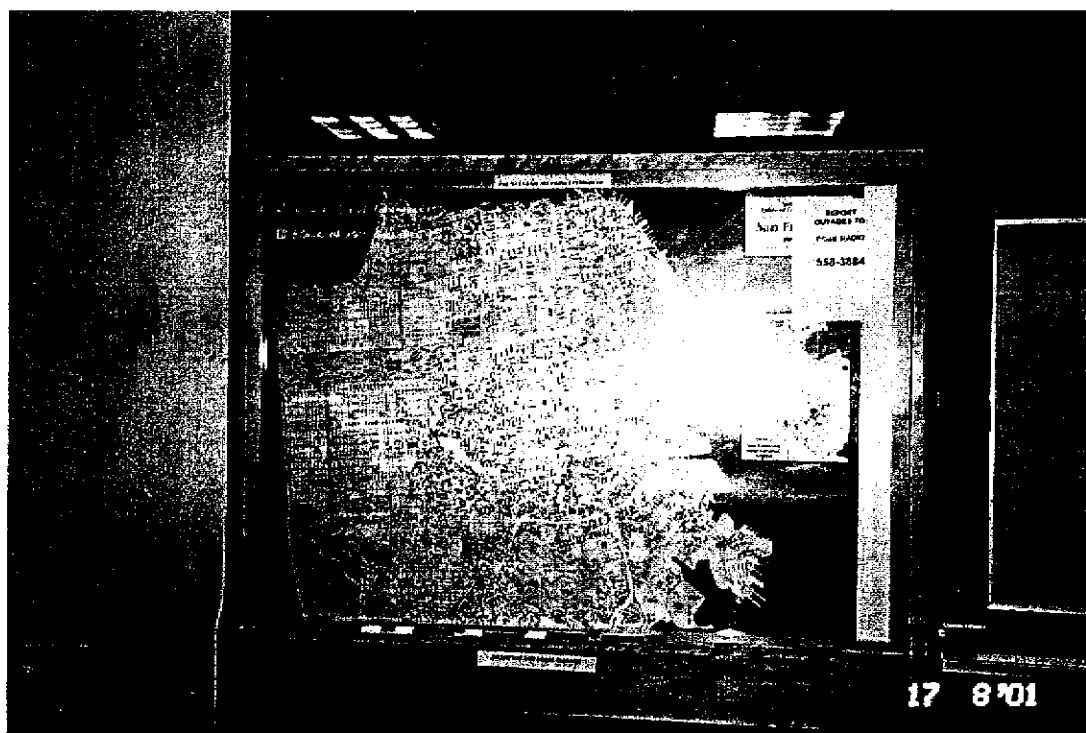
照片九：舊金山市 EOC 之設備(一)



照片十：舊金山市 EOC 之設備(二)



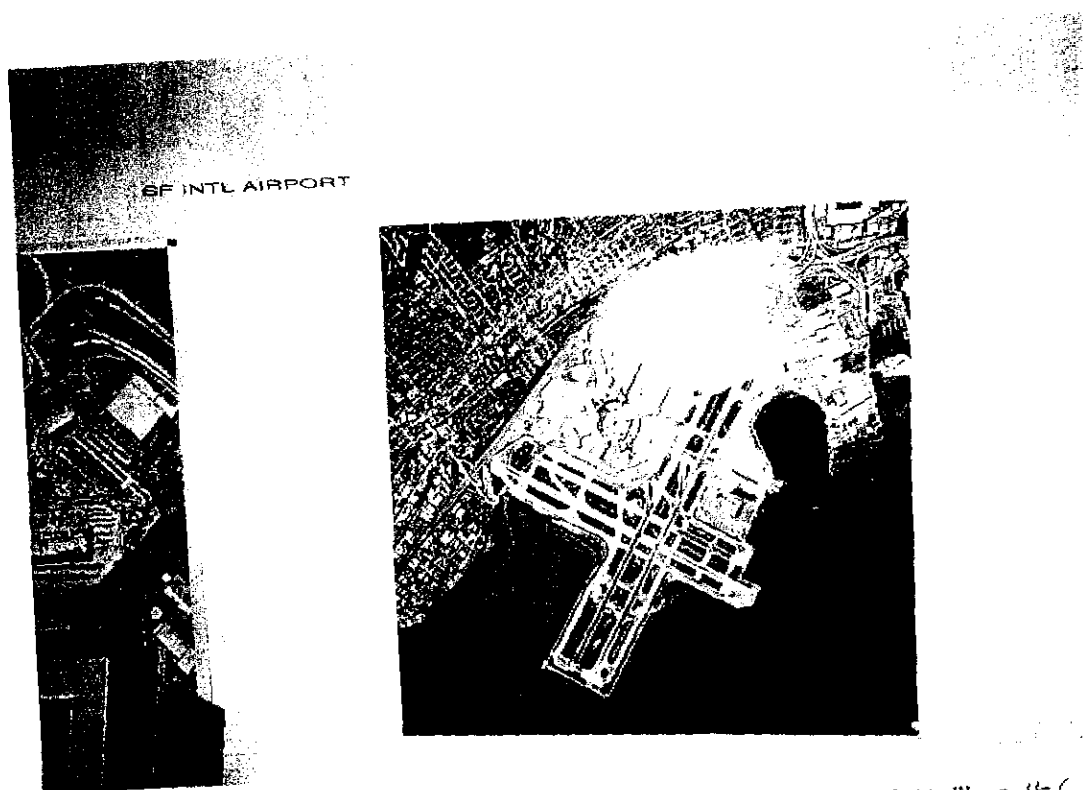
照片十一：舊金山市 EOC 之設備(三)



照片十二：舊金山市防救災街道地圖



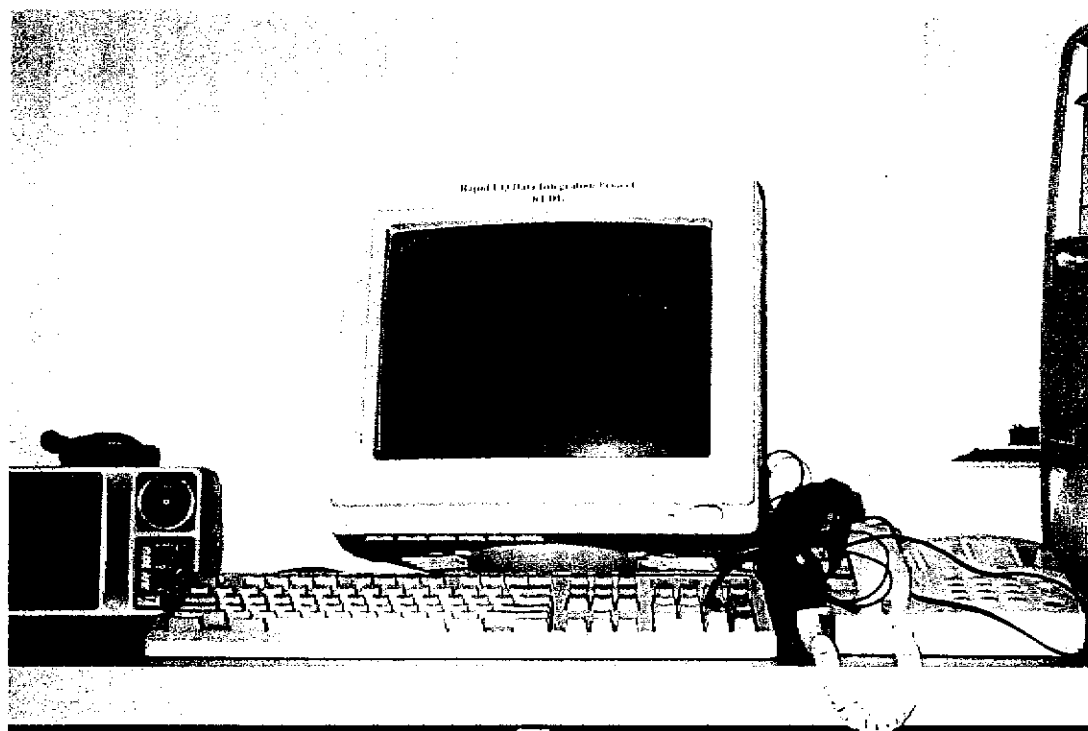
照片十三：侃頓主任介紹衛星影像應用於舊金山機場救災工作(一)



照片十四：侃頓主任介紹衛星影像應用於舊金山機場救災工作(二)



照片十五：與 EOC 連線之柏克萊大學地震監測系統(一)



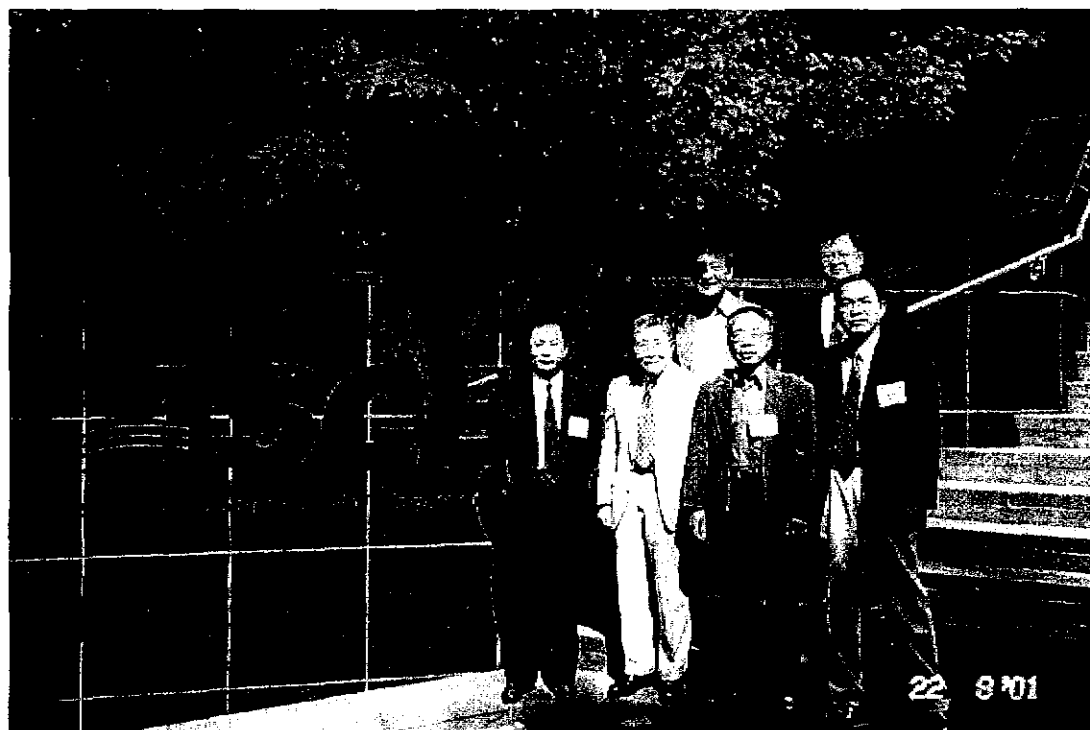
照片十六：與 EOC 連線之柏克萊大學地震監測系統(二)



照片十七：加州州級 OES 新大樓規畫原型



照片十八：加州州級 OES 通訊部主任介紹機房內設備



照片十九：本團一行與 ASCE 大會亞州區代表合影



照片二十：蔡義本教授與孫治鴻教授攝於 ASCE 總部會場



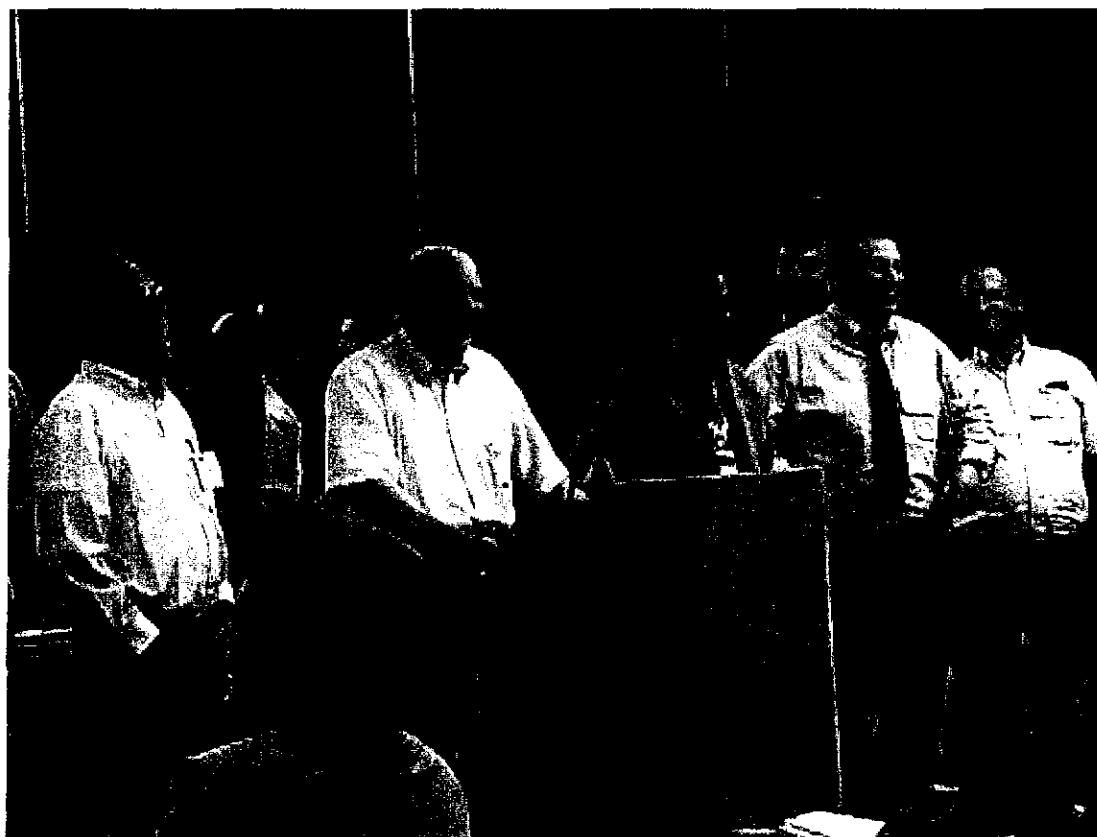
照片二十一：蔡義本教授攝於 ASCE 總部會場



照片二十二：孫治鴻教授攝於 ASCE 總部會場同時亦全程錄影



照片二十三：本團一行與亞州區代表合影於會場



照片二十四：閉幕式 Mr. Hayer 感謝重要幹部



照片二十五：閉幕式各區代表做結論



照片二十六：閉幕式後全體代表合影

美國德州農工大學減災與復建研究中心合作計畫成果報告

淹水模式圖像使用介面與潛勢資料 網路資料庫之建立

Office of NAPHM – NCREE/TAMU Cooperation Summary Report:
Establishment of Graphic User Interface and Internet
Database for Inundation Potential Information

許銘熙 鄧慰先 李明旭 連宛渝

防災國家型科技計畫辦公室

中華民國九十一年二月

摘 要

淹水模式的使用通常必須配合大量的地文參數及水文資料，輸入資料的準備對使用者而言是一相當大的負擔，且易因格式化的要求而造成錯誤，模式本身亦無法提供演算結果的展示功能，而減低了模式的使用性及增加人員訓練所需時間。因此本研究主要在建立一視窗化使用者介面，使淹水模式資料輸入較為簡便，並能快速展示模式模擬結果，提高模式的使用性及縮短人員訓練所需時間。發展過程主要是以微軟公司 (Microsoft Inc.) 所開發之 Visual Basic 程式語言，配合二維漫地流淹水模式，建構視窗化之圖像式使用者介面，包含資料輸入介面及輸出展示介面，以模擬地表漫地流在給定水文條件下之水流動態、淹水深度及淹水範圍。模擬應用部分，以台北市中央區為模擬區域展示此視窗化輸入及輸出介面之使用方式。

Abstract

Overland flow models often involve a large amount of topographic and hydrologic data for simulations. Without a proper preprocessor, it is time-consuming to prepare the input data and easy to mistake the input format. Simulation results may also require a postprocessor to transform model output into the format recognized by graphic software for vivid demonstrations. The requirement of such routine and painful data manipulations is a drawback in applying overland flow model for practical applications and increases the user training time. The purpose of this work is to develop a Windows-based inundation model that a graphic user interface with the GIS (Geographic Information System) technique was developed for an existed 2-D overland flow model. Both data input and result output modules are designed with user-friendly interfaces by using the Microsoft's Visual Basic computer language. With Windows-like input and output user interfaces, the user training time can be greatly reduced and practical problems can be easily adopted for model simulations. Based on given topographic and hydrologic data, either imported from previous saved files or prepared with the designed input modules, inundation depths/regions and flow fields can be computed for the domain of interest. An example is given to demonstrate using both input and output graphic user interfaces of this Windows-based inundation model.

目 錄

目 錄	III
圖 錄	V
第一章 前言	1
第二章 二維淹水模式簡介	3
2.1 控制方程式	3
2.2 數值方法	3
2.3 程式描述	5
第三章 使用者介面簡介	7
3.1 控制參數輸入視窗	7
3.1.1 SUBSET 1	8
3.1.2 SUBSET 2	8
3.1.3 SUBSET 3	9
3.1.4 SUBSET 4	9
3.1.5 SUBSET 5	10
3.1.6 SUBSET 6	10
3.2 基本參數輸入視窗	11
3.2.1 ELEVATION & ROUGHNESS	12
3.2.2 DISCRETIZATION INFORMATION	13
3.2.3 OUTFLOW PUMPING OR WEIR INFORMATION	13
3.2.4 INFORMATION FOR STORING RESULTS	14
3.3 水文條件輸入	15
3.3.1 RAINFALL INTENSITY	16
3.3.2 RAINFALL NODES	17
3.4 邊界條件輸入	17
3.5 地形高程展示	17

3.6	工具列.....	18
3.6.1	FILE.....	18
3.6.2	EDIT.....	18
3.6.3	DTM.....	19
3.6.4	RUN.....	21
3.6.5	SHAPE FILE.....	21
3.6.6	PLOT.....	22
第四章	模擬應用.....	25
4.1	模擬區域簡介.....	25
4.2	模擬結果.....	27
第五章	結論.....	29
參考文獻		30
附錄、赴美國德州農工大學與防救災相關單位參訪報告.....	附-1	

圖 錄

圖 2-1	二維淹水模式變數在二維格網之定義圖示.....	5
圖 3-1	使用者介面之控制參數輸入視窗.....	7
圖 3-2	使用者介面之基本參數輸入視窗.....	12
圖 3-3	使用者介面降雨輸入視窗.....	16
圖 3-4	轉換 DTM 資料檔格式視窗.....	20
圖 3-5	DTM 資料檔格式.....	21
圖 3-6	使用者介面之圖層展示視窗.....	24
圖 4-1	模擬台北市中央區之控制參數輸入視窗.....	26
圖 4-2	台北市中央區之模擬區域範圍及高程圖.....	26
圖 4-3	台北市中央區不考慮下水道排水系統操作之模擬結果...	28
圖 4-4	台北市中央在考慮下水道排水系統操作之模擬結果.....	28

第一章 前言

防災科技相關研究走向國際合作已經是世界之趨勢，無論從研究資源整合與科技交流而言，我國實應積極與世界各防災科技研究先進國家充分合作。本計畫即在防災國家型科技計畫辦公室與美國德州農工大學防災研究中心合作之架構進行洪災與資訊整合之相關研究。本合作計畫之主要目的，在參考美國德州農工大學減災與復建研究中心過去在暴潮淹水模式及展示系統之研究成果，進一步提升目前防災國家行科技計畫研發之數值淹水模式功能與建立使用者界面，研究內容主要包括二維差分式零慣性波淹水模式功能之加強與應用地理資訊系統建立資料輸出與輸入之使用者操作界面。過去進行淹水地區之模擬研究，大多以數值模式之發展為主，並未考慮一般使用者所需之圖像型使用者界面，並且模式所需各項參數亦多以人為判斷為主。本計畫為落實研究成果，已建立一套以地理資訊系統為主，結合原有數值淹水模式，開發一完整使用者界面之淹水模擬模式，以提昇操作人員應用模式之能力。

本計畫研究團隊已於民國90年3月31日至4月6日由防災國家型科技計畫共同主持人陳亮全副教授率領共同研究人員赴該大學防災中心進行參訪，並就合作計畫的初步研究成果進行討論，相關研討內容與參訪行程詳列於附錄。

為準確模擬水流在地表之流動情形，二維漫地流數值模式通常利用如有限插分法或有限元素法等數值技巧，將欲模擬的區域切割成細小的網格，而每一網格需由使用者提供模式模擬所需之地文參數及水文條件以進行淹水模擬。對於大範圍之實際應用而言，為求得較精細之淹水分布情形，通常網格數目也較多，相對的需要較多的地文參數及水文條件。這些龐大的資料整理與準備對使用者而言是一相當大的

負擔，而且也容易因為格式化的輸入要求而造成輸入上的錯誤。再加上模式本身若不具有展示模擬結果的功能，模擬結果需經由格式化轉換，以供其他繪圖軟體使用。上述這些資料處理與輸入格式化的要求及結果展示功能的不足，不但減低了淹水模式的實用性，往往也增加了訓練程式使用者所需時間。由微軟公司 (Microsoft Inc.) 所開發之 Visual Basic 程式語言不但可以快速的設計出操作容易、簡單明瞭的圖像式使用者介面，並且可結合不同來源之資料庫及其他電腦程式語言，提供前端資料整合及後端圖形展示之功能。因此，本文採用 Visual Basic 來設計圖像式使用者輸入及輸出介面，以結合二維淹水數值模式，用以模擬地表漫地流在給定水文條件下之水流動態、淹水深度及淹水範圍。文章中將就二維淹水模式及使用者介面之發展等加以說明，並藉由一模擬區域展示此視窗化之二維淹水模式。

視窗化之二維淹水模式是一結合使用者介面與二維淹水模式的系統，透過參數輸入視窗輸入所需要的參數，並結合二維淹水模式模擬淹水情況，當模擬完成後，再透過結果展示視窗展示所模擬的淹水結果。

第二章 二維淹水模式簡介

2.1 控制方程式

一般而言，在以變量方程式描述地表漫地流時，加速度項之級次將遠小於重力項或摩擦力項，因此可加以忽略。假設洪水歷線上升平緩，且忽略科氏力、風力及加速度項之影響，其連續方程式、沿x及y方向之運動方程式可分別由式(1)、(2)、(3)表示（Hsu, et al., 1990）。

$$\frac{\partial d}{\partial t} + \frac{\partial(ud)}{\partial x} + \frac{\partial(vd)}{\partial y} = q \quad (1)$$

$$-\frac{\partial h}{\partial x} = u \left[\frac{n^2 |u|}{d^{4/3}} + \frac{q}{dg} \right] \quad (2)$$

$$-\frac{\partial h}{\partial y} = v \left[\frac{n^2 |v|}{d^{4/3}} + \frac{q}{dg} \right] \quad (3)$$

式中，d為模擬區地表水深；u、v分別為沿x、y方向之水深平均流速；h為地表水位；q為單位表面積之入流量；n為曼寧粗糙值；g為重力加速度項。當(1)、(2)、(3)式之地形高程、曼寧粗糙值及入流量已知時，d、u及v可利用數值方法求解。

2.2 數值方法

為簡易處理地表初始時刻為無水狀態，且洪流傳遞之前緣與乾地表接觸之交界鋒線將隨時間向下游推進這種移動邊界水流情況，本文採用交替方向顯式法（Alternation Direction Explicit，簡稱ADE）配合有限差分法，將演算時距分為兩個時階，且每前進一個時階即分別交替求解流速u、v及水深d三個未知數（Hsu, et al., 2000）。

在第一個時階，計算時間為 $t = m$ 到 $t = m+1/2$ ，則(1)、(2)、(3)式可分別改寫如下：

$$d_{i,j}^{m+1/2} = d_{i,j}^m - \frac{1}{2} \Delta t \left\{ \frac{\left[(d^m u^{m+1/2})_{i+1/2,j} - (d^m u^{m+1/2})_{i-1/2,j} \right]}{\Delta x} + \frac{\left[(dv)_{i,j+1/2}^m - (dv)_{i,j-1/2}^m \right]}{\Delta y} - q_{i,j}^{m+1/2} \right\} \quad (4)$$

$$\frac{\left[(d+z)_{i,j}^{m+1/2} - (d+z)_{i+1,j}^{m+1/2} \right]}{\Delta x} = \left\{ u^{m+1/2} \left[\frac{(n)^2 |u^{m+1/2}|}{(d^m)^{4/3}} + \frac{q^{m+1/2}}{(d^m g)} \right] \right\}_{i+1/2,j} \quad (5)$$

$$\frac{\left[(d+z)_{i,j}^{m+1/2} - (d+z)_{i,j+1}^{m+1/2} \right]}{\Delta y} = \left\{ v^{m+1/2} \left[\frac{(n)^2 |v^{m+1/2}|}{(d^{m+1/2})^{4/3}} + \frac{q^{m+1/2}}{(d^{m+1/2} g)} \right] \right\}_{i,j+1/2} \quad (6)$$

式中， m 為時間座標； i 、 j 為沿 x 及 y 方向之空間指標； $\Delta t = t_{m+1} - t_m$ ； $\Delta x = x_{i+1} - x_i$ ； $\Delta y = y_{j+1} - y_j$ 。利用(4)、(5)兩式聯立解出 u 及 d ，再代入(6)式中解出 v ，如此可以得 $m + \frac{1}{2}$ 時階之 u 、 v 及 d 。

在第二時階中，計算時間為 $t = m+1/2$ 到 $t = m+1$ ，配合第一時階求得之最新 u 、 v 及 d 值，差分離散式如下：

$$d_{i,j}^{m+1} = d_{i,j}^{m+1/2} - \frac{1}{2} \Delta t \left\{ \frac{\left[(du)_{i+1/2,j}^{m+1/2} - (du)_{i-1/2,j}^{m+1/2} \right]}{\Delta x} + \frac{\left[(d^{m+1/2} v^{m+1})_{i,j+1/2} - (d^{m+1/2} v^{m+1})_{i,j-1/2} \right]}{\Delta y} - q_{i,j}^{m+1} \right\} \quad (7)$$

$$\frac{\left[(d+z)_{i,j}^{m+1} - (d+z)_{i,j+1}^{m+1} \right]}{\Delta x} = \left\{ u^{m+1} \left[\frac{(n)^2 |u^{m+1}|}{(d^{m+1})^{4/3}} + \frac{q^{m+1}}{(d^{m+1} g)} \right] \right\}_{i+1/2,j} \quad (8)$$

$$\frac{\left[(d+z)_{i,j}^{m+1} - (d+z)_{i,j+1}^{m+1} \right]}{\Delta y} = \left\{ v^{m+1} \left[\frac{(n)^2 |v^{m+1}|}{(d^{m+1/2})^{4/3}} + \frac{q^{m+1}}{(d^{m+1/2} g)} \right] \right\}_{i,j+1/2} \quad (9)$$

利用(7)、(9)兩式聯立解出 v 及 d ，再代入(8)式中解出 u ，如此可以得 $m+1$ 時階之 u 、 v 及 d 。

本模式中，水深、地表高程、降雨及曼寧 n 值都定義在格網中心點，而 x 、 y 方向的流速分量 u 、 v 則分別與格網邊界垂直。圖2-1即為各項參數定義的圖示情形。

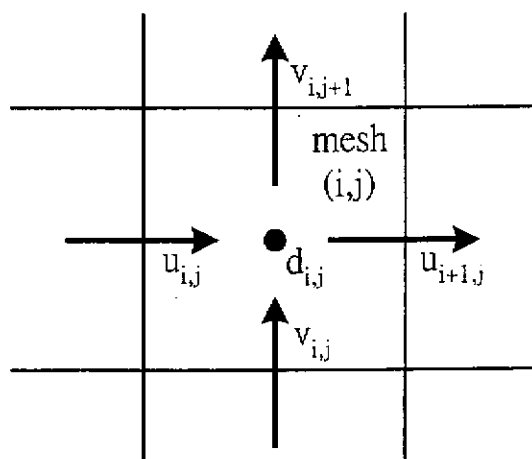


圖2-1 二維淹水模式變數在二維格網之定義圖示

2.3 程式描述

利用前節所推導的離散方程式，吾人可建立二維淹水數值模式，而程式的組織架構可簡述如下所示：

1. RPOGRAM ADI

ADI 為主程式部分，呼叫副程式 INP1 計算動態矩陣大小，並將演算主控傳至副程式 SAN。

2. SUBROUTINE SAN

主要的副程式，並且為主要控制計算流程的部分。

3. SUBROUTINE FORE

利用 ADE 先解 $t=m$ 到 $t=m+1/2$ 之流速及淹水深。

4. SUBROUTINE BACK

利用 ADE 再解 $t=m+1/2$ 到 $t=m+1$ 之流速及淹水深。

5. SUBROUTINE DISCHA

於模擬區之入流量點輸入入流量。

6. SUBROUTINE INP2

為模擬區域的資料、邊界條件即輸出資料的輸入。

7. SUBROUTINE LAGRANGE

線性差分。

8. SUBROUTINE OUT

輸出選定時段及格點之流速、水位、淹水深等資料。

9. SUBROUTINE WEIR

計算利用閘門排出的水量，並計算因為降雨及潰堤所產生的入流量。

10.SUBROUTINE OUT1

結果輸出。

11.SUBROUTINE INP1

讀取所輸入的控制參數，並計算動態矩陣的維度大小。

12.SUBROUTINE PUMP

計算利用抽水站抽出的水量，並計算因為降雨及潰堤所產生的入流量。

第三章 使用者介面簡介

利用二維淹水模式求解地表漫地流時，模擬區域將劃分為細小的格網，以求得精確的模擬結果。針對龐大的輸入資料，使用者介面提供各項參數輸入視窗，以避免在輸入時因為輸入格式所產生的人為疏失；同時提供模擬結果輸出視窗，以展示模擬結果。

3.1 控制參數輸入視窗 (Control)

控制參數輸入視窗可以利用點選鈕進入，逐項輸入模擬所需參數，也可以按下 **Control** 按鈕，開啟已經存在的舊檔。圖3-1即為控制參數輸入視窗，視窗總共分為六個部分，包含Subset1、Subset2、Subset3、Subset4、Subset5及Subset6。

The screenshot shows a software window titled "CONTROL - [Control]". The menu bar includes "File", "Edit", "DTM", "Run", "ShapeFile", "Plot", and "Help". On the left, there is a vertical sidebar with buttons: "Control" (selected), "Open", "Save", "Print", "Quit", and "Help". The main area is divided into six sections, each with a title and several input fields:

- Subset1**: Max I index, Max J index, Number of rows, Number of columns, Total number of time steps, Lagrange interpolation factor.
- Subset2**: Grid-size in X direction (m), Grid-size in Y direction (m), Time step size (sec), Time to downsize the time step size (hr), Special weighting factor, Depth control factor.
- Subset3--rainfall/manholes**: Total number of nodes having rainfall/manholes, Total number of spatially different rainfall hydrograph, Total number of data points describing, Scaling factor for rainfall hydrograph.
- Subset4**: Total number of dam break hydrograph, Total number of points describing dam break, Scaling factor for recharge flux of dam break.
- Subset5**: Outflow discharge (via weir=1; via pumping=2), Number of pumping stations/weirs, Min I index of dam break points, Time step index-pumping stations/weirs will operate, Scaling factor of pumping capacity.
- Subset6**: Total number of points to print out results, Total number of output files for specified time steps, Print out results at every hours.

At the bottom right, there is a "Next >>" button. The status bar at the bottom left says "Status" and the bottom right shows the date "2001/7/9" and time "上午 11:39".

圖3-1 使用者介面之控制參數輸入視窗

3.1.1 Subset 1

在Subset 1中，輸入的參數主要在定義模擬區域的範圍及描述模擬的時間，所需輸入的參數如下：

(1) Maximum I index in x-direction

X 方向最大之格網編號。

(2) Maximum J index in x-direction

Y 方向最大之格網編號。

(3) Number of rows describing the domain

總列數。由於模擬區域不一定為矩形，若某一列因為模擬區域的關係而被區分為數個不同的段落時，必須將這些段落視為不同的列，因此總列數可能會比 Y 方向最大格網編號來得大。

(4) Number of columns describing the domain

總行數；與總列數有相同的情況，總行數可能會比 X 方向最大格網編號來得大。

(5) Total number of time steps

總模擬時間區段數。

(6) Lagrange interpolation factor

內插參數（=2）。

3.1.2 Subset 2

(1) Grid size in x-direction

X 方向格網大小（公尺）。

(2) Grid size in y-direction

Y 方向格網大小（公尺）。

(3) Time step size

計算時間間距（秒）。

(4) Time (in hr) to downsize the time step size in half

當模擬時間超過設定時間後，則時間間距降為一半進行模擬。

(5) Spatial weight factor

差分程式之 Weighting factor。

(6) Depth controlling factor

控制水深參數（以公尺為單位）通常給定大值，正常為 200。

3.1.3 Subset 3

在 Subset 3 中輸入的參數主要在描述降雨的情況，包括有降雨的格點、降雨的場數等資料，必須輸入的參數如下：

(1) Total number of nodes having rainfall or manhole

有降雨或人孔溢流的格點數目。

(2) Total number of spatially different rainfall hydrographs

降雨總場數。

(3) Total number of data points describing rainfall hydrograph

描述降雨歷線之總資料點數。

(4) Scaling factor for rainfall hydrograph

人孔溢流或下雨流量比例係數。

3.1.4 Subset 4

Subset 4 中的參數主要描述潰堤時的情況，輸入的參數如下：

(1) Total number of dam break

潰堤入口處的數量。

- (2) Total number of data points describing dam break

描述潰堤歷線的資料點數。

- (3) Scaling factor for recharge flux of dam break

潰堤入流量比例係數。

3.1.5 Subset 5

Subset 5 中的參數主要控制水流流出模擬區域的方式，必須輸入的參數如下：

- (1) Outflow discharge (via weirs = 1; via pumping = 2)

出流方式，若選擇透過閘門將多餘的水量排出時，其值=1；選擇透過抽水站將水量抽出時，其值=2。

- (2) Number of pumping stations/weirs

抽水站或閘門的數目。

- (3) Min I index of dam break points

最小的潰堤的數目。

- (4) Time step index-pumping stations/weirs will operate

有抽水站的位置，自起算時間至可抽水時間的演算時間階段數。

- (5) Scaling factor of pumping capacity

利用抽水站將多餘水量排出時，各抽水站抽水效率控制係數。

3.1.6 Subset 6

Subset 6 中的參數主要用以決定模擬結果輸出的情況，需要輸入的參數如下：

(1) Total number of points to print out results

欲輸出結果的格點數。

(2) Total number of output files for specified time steps

欲輸出結果的時間階段數目。

(3) Print out results at every—hours

控制每間隔 HR 小時輸出一筆資料之係數，若 $HR=1$ 時，即 3600 秒輸出一筆資料。其中，HR 為所輸入數值在程式中的變數名稱。

由於控制參數視窗中所輸入的參數與其他視窗格式有相當密切的關係，因此，必須將控制參數視窗中的所有參數都輸入完畢之後，才可以進行其他視窗參數的輸入。否則，其他視窗的格式將會產生錯誤。當控制參數輸入視窗中的參數都輸入完畢之後，則可以按下  按鈕，進行其他視窗參數的輸入。

3.2 基本參數輸入視窗 ()

基本參數輸入視窗中輸入的參數包括模擬區域高程、曼寧 n 值，以及定義模擬區域的行列。圖 3-2 即為基本參數輸入視窗。基本參數輸入視窗分為 Elevation & Roughness、Discretization Information、Outflow pumping or weir information 及 Information for storing results 等 4 個部分。

Elevation & Roughness

Surface Elevation (M)

	1	2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Manning's Roughness n

	1	2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Discretization Information

The J index of I-th row

J index	Starting node	End
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

The I index of the I-th column

I index	Starting node	End
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

Outflow pumping or weir information

I-In Outlet	I index	J index	Start S

Information for storing results

Storing results at different time

Time Step	Unit No.	File No.
1		
2		
3		
4		
5		

Storing results at different nodes

I index	J index	Unit No.
1		
2		
3		
4		

Status: 2001/7/9 上午 11:40

圖 3-2 使用者介面之基本參數輸入視窗

3.2.1 Elevation & Roughness

Elevation & Roughness 提供使用者針對模擬區域中每個格點，逐點輸入地表高程及曼寧 n 值。

(1) Surface Elevation (M)

輸入每一個格點的高程（公尺）資料，若是模擬區域不為矩形，則不在模擬區域內格點之高程資料可以任何數值代替，這是由於在資料讀取時，是以一矩形範圍配合二階矩陣進行，而實際模擬區域則由 3.2.2 Discretization Information 所決定。

(2) Manning's Roughness n

輸入每一個格點的曼寧 n 值，若是模擬區域不為矩形，則不在模擬區域內格點之曼寧 n 值可以任何數值代替。

3.2.2 Discretization Information

由於模擬區域不一定為矩型，因此每一列或每一行都有可能因為不規模則的模擬區域而被分為數個段落，針對這種情況，必須輸入將每一個小段落對應行或列及其開始、結束的格點。

(1) The J index of I-th row

輸入該列的編號及其對應之開始及結束之格點。

(2) The I index of the I-th column

輸入該行編號及其對應之開始及結束之格點。

3.2.3 Outflow pumping or weir information

在控制參數的部分已經決定出流方式，因此，出現的格式會依據控制參數輸入部分所輸入的參數來決定。若選擇利用閘門將多餘的水量排出時，則必須輸入：

(1) I Index

閘門所在位置的 I Index。

(2) J Index

閘門所在位置的 J Index。

(3) Open Stage

閘門開啟水位。

(4) Close Stage

閘門關閉水位。

(5) Width

閘門寬度。

(6) Discharge Coef

閘門出流係數。

(7) Logic Unit No.

外部檔案存取編號，每一個輸出的檔案都必須有各自的編號，且編號不能重複。

(8) File Name

輸出檔案名稱，與外部檔案存取編號一樣，每一個輸出檔的檔名不能重複。

若選擇利用抽水站將多餘的水量抽出時，必須輸入：

(1) I Index

抽水站所在位置的 I Index。

(2) J Index

抽水站所在位置的 J Index。

(3) Start Stage

抽水站起抽水位。

(4) Stop Stage

抽水站止抽水位。

(5) Pumping Capacity

抽水站容量。

3.2.4 Information for storing results

輸出的結果可以分為兩部分，第一部份是依據不同的時間，輸出每一個格點的 x、y 方向的流速、水深及水位資料；第二個部分則是輸出選定的格點在不同時間下之模擬結果。

(1) Storing results at different time

依照所指定的實際模擬時間，輸出該時間點之模擬結果。所需要輸入的參數包括：

(1-1) Time Step

欲輸出結果的時間階段。

(1-2) Unit No.

欲輸出檔案的外部檔案存取編號，每一個檔案必須有各自的外部檔案存取編號，且不能重複。

(1-3) File Name

輸出檔案的檔名，每一個輸出檔的檔名不能重複。

(2) Storing results at different nodes

指定格點的模擬結果輸出，所需輸入的參數包括下列 4 項：

(2-1) I Index

欲輸出結果格點之 I Index。

(2-2) J Index

欲輸出結果格點之 J Index。

(2-3) Unit No.

欲輸出檔案的外部檔案存取編號，每一個檔案必須有特定的編號，且編號不能重複。

(2-4) File Name

欲輸出檔案的檔名，檔名不可以重複。

3.3 水文條件輸入 ()

控制參數輸入完畢之後，降雨輸入視窗的格式中，所需的資料欄位數量就自動由使用者介面決定。降雨輸入視窗中必須輸入參數包括

降雨強度及有降雨的格點兩部分。圖 3-3 為降雨輸入視窗。出水口的邊界外水位歷線亦可藉由視窗化的格式輸入，作為下游之邊界條件。

3.3.1 Rainfall intensity (mm/hr)

(1) Time

降雨資料點時間 (hr)。

(2) Rain

每個時間點所對應的降雨量 (mm/hr)。

當輸入完畢後，降雨歷線會依據所給定的值自動的繪出，若是降雨場次大於 1 場時，可以透過 Select Rain 來選擇想要看的降雨場次之降雨歷線。

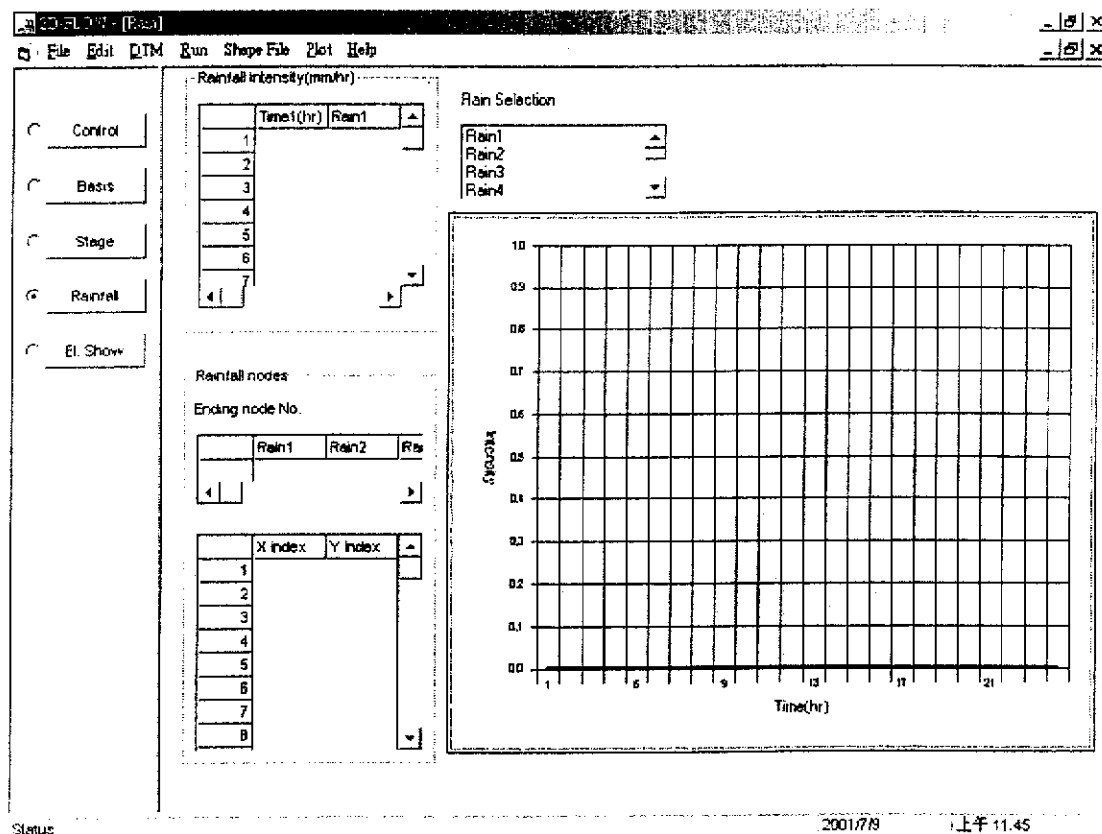


圖 3-3 使用者介面之降雨輸入視窗

3.3.2 Rainfall nodes

降雨的格點包括兩部分參數的輸入，一個部分是結束格點的輸入，另一個部分則為有降雨格點的輸入。

(1) Ending nodes No.

每一場降雨所對應的結束點號。由於第(2)項是將有降雨的格點 I、J 值依序輸入，因此藉由輸入各場降雨在下列序列之結格點號以分辨各場降雨所涵蓋之空間格點。

(2) 有降雨的格點之 I、J Index。

將各場降雨所涵蓋之空間格點的 I、J 值依降雨場次輸入。

3.4 邊界條件輸入 (Stage)

邊界條件包含出口閘門及上游入流。透過水位輸入視窗則可以輸入閘門或抽水站每小時的水位。視窗中包含兩個需要輸入的部分：

(1) Total number of hours

描述外水位之總資料點數。

(2) Outside water depth profile

每個時間點所對應之外水水位高度。

3.5 地形高程展示 (El. Show)

利用點選鈕可以選擇進入地形高程展示視窗，配合在基本參數數入視窗所輸入的高程資料，按下 El. Show 鈕，可以畫出模擬區域的範圍及高程，以供展示模擬範圍及高程資料是否正確。

3.6 工具列

工具列中可以使用的功能選項，包含 File、Edit、DTM、Run、Shape File、Plot 等功能。

3.6.1 File

(1) New

工具列中的 New 選項只有在一啟動點選時，會出現控制參數輸入視窗，若要出現其他視窗，必須將控制參數輸入視窗的參數輸入完畢之後，才可以選擇其他視窗。

(2) Open

開啟舊檔的指令可以開啟已經儲存的舊檔，若是參數控制視窗的參數沒有輸入或檔案沒有開啟，則必須先開啟控制參數視窗所對應的檔案。

(3) Save

儲存檔案。在參數輸入視窗中，外部檔案存取編號及模擬結果的檔名是不能重複的，若有重複的情形發生，則會出現一個警告的訊息，要求使用者更改重複的外部存取編號或是檔名，當重複的編號或檔名更改之後，必須再重新儲存檔案。

(4) Save As

另存新檔。另存新檔時也會進行外部存取編號及檔名檢查，遇到有重複的情況，也必須將重複的部分更改之後，再重新儲存檔案。

3.6.2 Edit

Edit 中只有 Clear Form 的選項，Clear Form 主要提供清除使用中

視窗中所有的資料。由於控制參數輸入視窗中的參數決定了其他視窗的格式，因此若是清除控制參數輸入視窗中的所有參數，將會影響其他視窗的格式，所以，若是選擇將控制參數輸入視窗的參數全部刪除，則其他視窗中的參數也會全部刪除，並且不能進行參數的輸入，直到控制參數輸入視窗中的參數全部輸入完畢為止。

3.6.3 DTM

DTM 主要的功能是將 DTM 資料格式轉換成模擬時所需要的資料格式。格網的高程資料可以逐點在輸入視窗上直接輸入，若是模擬的範圍較大，直接輸入每個格點的高程是相當耗費人力的。為解決此問題，透過 GIS 軟體事先擷取出模擬區域之高程資料，可藉由輸入視窗中工具列的 DTM 選項，直接將事先擷取之 DTM 資料轉換為淹水模式所需要的格式，並且可以同時計算出模擬區的總行數、總列數、最大行數、最大列數、每一行及列的起始與結束格點點號等程式所需之基本控制參數，如此不但可以避免人為輸入所產生的錯誤，也可以減少輸入的工作量。透過 DTM 下的 Open DTM File，即可開啟已經存在的 DTM 檔案。

選擇開啟已經存在的 DTM 資料之後，會出現如圖 3-4 的畫面，透過視窗選擇適當的 DTM 檔案，並且輸入資料的點數及格點 x、y 方向格網大小，最後選擇適當的 DTM 檔案格式。目前針對三種不同的 DTM 檔案格式設計格式轉換視窗。在第一種情況中，DTM 資料包含 X 座標、Y 座標、高程（Z 值）以及土地利用的代號，在這種情況下，必須針對不同的土地利用代號輸入所對應的曼寧 n 值，因此點選這種 DTM 資料格式之後，會出現要求輸入土地利用分類數的對話框，並且必須輸入每種不同的土地利用代號所對應的曼寧 n 值；第二

種情況中 DTM 資料為 X 座標、Y 座標、高程及曼寧 n 值，若 DTM 資料格式為這種情況，則不必再輸入任何的資料；第三種情況中，DTM 格式中只有 X 座標、Y 座標、高程資料而不包括曼寧 n 值，因此假定模擬區域內的曼寧 n 值皆相同，在讀入檔案後，使用者介面會要求使用者輸入一曼寧 n 值，作為整個模擬區域之曼寧 n 值。必須注意的是 DTM 格式的選擇必須正確，否則會使程式出現錯誤。其格式如圖 3-5 所示。

當所有資料輸入完畢之後，按下 Start 鈕後會出現控制參數視窗及基本參數輸入視窗，當兩個視窗的參數都輸入完畢之後，按下 Save 鈕，則可以進行其他視窗參數的輸入。

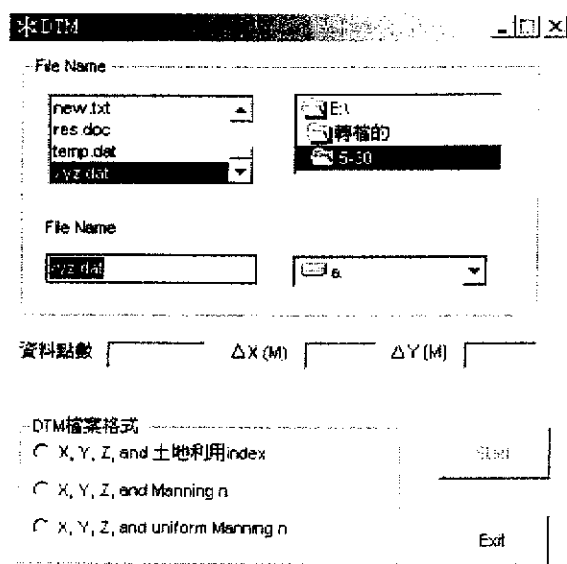


圖 3-4 轉換 DTM 資料檔格式視窗

(a) X,Y,Z 及土地利用方式

```
X(1),Y(1),Z(1),I(1)
X(2),Y(2),Z(2),I(2)
X(3),Y(3),Z(3),I(3)
:      :      :      :
```

(b) X,Y,Z 及 Manning's n

```
X(1),Y(1),Z(1),n(1)
X(2),Y(2),Z(2),n(2)
X(3),Y(3),Z(3),n(3)
:      :      :      :
```

(c) X,Y 及 Z

```
X(1),Y(1),Z(1)
X(2),Y(2),Z(2)
X(3),Y(3),Z(3)
:      :      :
```

圖 3-5 DTM 資料檔格式

3.6.4 Run

Run 提供進行二維淹水模擬的功能。當所有的參數輸入完畢之後，透過工具列中的 Run 選項執行二維淹水模式，計算模擬區域在給定水文條件下之淹水情形。在進行淹水模擬之前必須先將所有參數都儲存完畢以供程式讀取。

3.6.5 Shape File

使用者介面功能列中之 Shape File 下拉視窗中的 Translate to Shape File 可以將模擬的結果轉換為 Map Objects 可以讀取的圖檔格式。為了利用 Map Objects 提供圖形展示的功能，因此在展示結果之

前必須將模擬結果檔案轉換為 Map Objects 所能讀取的檔案格式。使用者介面則提供將所有資料全部都轉換成 Shape File，或是將特定一段時間內的結果轉換為 Shape file 的檔案格式。

3.6.6 Plot

Plot 中提供兩種功能，一個是 Elevation，另一個則為 Previous Results，以下將分別說明。

(1) Elevation

Elevation 提供使用者在輸入基本的高程及定義模擬區域之後，迅速的繪出模擬區域的地形高程圖，供使用者檢查資料的輸入是否有錯誤。但是在模式剛啟動時，Elevation 的功能是不能使用的，必須等到控制參數視窗及基本參數視窗的參數被輸入之後才可以使用。

(2) Previous Results

Previous Results 可以展示已經模擬過的模擬結果。由於結果展示視窗與參數輸入視窗是獨立的，因此可以直接進入結果展示視窗而不必進入參數輸入的視窗。結果展示視窗的工具列中包含 Show、View、Layers 功能，這些功能包括了模擬結果的展示、圖層放大及縮小的功能與增加、刪減圖層的功能，茲分述如下。

(2-1) 模擬結果展示

透過功能列中 Show 的選項，可以展示模擬結果。選擇 Depth 之後，會出現開啟檔案的對話視窗，此時，必須開啟該模擬區域的 DOMAIN.DAT 檔，以讀取該次模擬時所輸出之結果之資料。當檔案開啟後，必須選擇視窗右方的 Starting Time 及 Ending Time，決定播放的模擬結果的開始及結束時間。當開始及結束

時間決定了之後，按下 Play 鈕之後，及可以連續的播放模擬的結果，而 Ending Time 之下的 Time 標籤則會出現與所顯示的結果對應的時間。此外，功能列中的 Show 的 Dmax 提供畫出模擬時間中，每一個格點可能產生之最大淹水深。

(2-2) 圖層的放大縮小

功能列中 View 的選項可以選擇圖層放大縮小的功能。圖 3-6 即為圖層展示視窗，在展示視窗中藉由 Zoom In 可提供圖形放大的功能；Zoom out 可提供圖形縮小的功能。展示視窗左上角工具列中的  表示放大的功能， 表示縮小的功能， 為移動圖層的功能， 則為縮放至原圖大小。

(2-3) 圖層的增加與減少

功能列中 Layers 選項提供圖層的增加、減少及改變圖層顯示的功能。欲加入已經存在的圖層可以透過 Add Layer 的功能；要移除被選取的圖層可以利用 Remove Active Layer；透過 Remove All Layer 可以將所有的圖層都移除；透過 Legend Editor 的功能可以改變被點選的圖層的顯示情況。

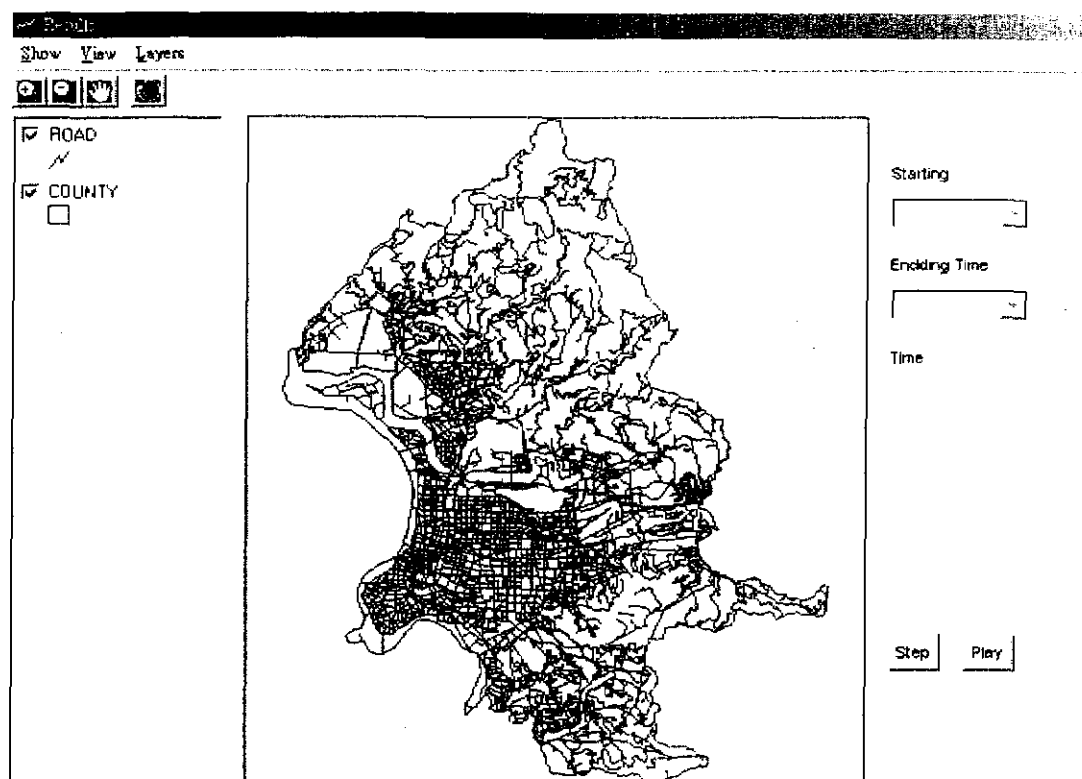


圖 3-6 使用者介面之圖層展示視窗

第四章 模擬應用

本研究以台北市中央區，說明及展示視窗化二維淹水模式之輸入及輸出圖像式介面使用方法。

4.1 模擬區域簡介

台北市中央區包含原市區、南港區及文山區，北部以基隆河與士林、內湖區為界，南部以淡水河為界，東南則與台北縣為界。其中，淡水河及基隆河沿岸均依照「台北地區防洪計畫」（台灣省水利處，民國 85），築有兩百年重現期距洪水保護之堤防，堤防內亦陸續興建多座抽水站，以利洪水來臨時能迅速的將堤防內的水排至堤外的河道中。此外，為了解決台北都會區之排水問題，台北市都會區依照 5 年重現期距暴雨強度設計雨水下水道排水系統。台北市規劃之雨水下水道、支幹總長 540 公里，目前已完成 498.5 公里；中央區內共計有 25 個下水道系統及 25 座抽水站。

本文將考慮兩種不同的模擬應用，分別為考慮及不考慮都市下水道系統之排水功能下之可能淹水情形。地表高程以國立中央大學太空及遙測中心所提供之 40 公尺x40 公尺 DTM 資料為基礎，包含各點之 UTM 國際座標與高程資料。對於前述之模擬區域，利用 ARC/INFO 軟體 (Environmental Systems Research, 1994) 擷取出 DTM 點圖層資料，總共網格點數目計有 43,090 個，利用輸入介面之 DTM 資料轉換的功能，可以自動計算出 x、y 方向最大格網數等資料。圖 4-1 即為此模擬區域之控制參數輸入視窗，利用工具列中 Draw 的功能，可畫出模擬區域的範圍及高程，如圖 4-2 所示。模擬時間為 1 天， Δt 為 0.5 秒，並假設曼寧 n 值在整個模擬範圍皆為 0.2。由於本研究主要目的為展

示所發展之視窗化使用者介面，因此將不對模擬結果進行討論。

Sub-set1	Sub-set2	Sub-set3--rainfall/tenholes	Sub-set4	Sub-set5	Sub-set6
Max I index: 338	Grid-size in X direction (m): 40	Total number of nodes having rainfall/tenholes: 43090	Total number of dam break hydrograph: 0	Outflow discharge via weir=1; via pumping=2: 2	Total number of points to print out results: 5
Max J index: 326	Grid-size in Y direction (m): 40	Total number of spatially different rainfall hydrograph: 54	Total number of points describing dam break: 0	Number of pumping stations/weirs: 25	Total number of output files for specified time steps: 9
Number of rows: 427	Time step size (sec): 5	Total number of data points describing: 24	Scaling factor for recharge flux of dam break: 1	Min I index of dam break points: 0	Print out results at every: 1 hours
Number of columns: 445	Time to downsize the time step size (hr): 40	Scaling factor for rainfall hydrograph: 1		Time step index-pumping stations/weirs will operate: 0	
Total number of time steps: 172800	Special weighting factor: .5			Scaling factor of pumping capacity: 1	
Lagrange interpolation factor: 2	Depth control factor: 300				

圖 4-1 模擬台北市中央區之控制參數輸入視窗

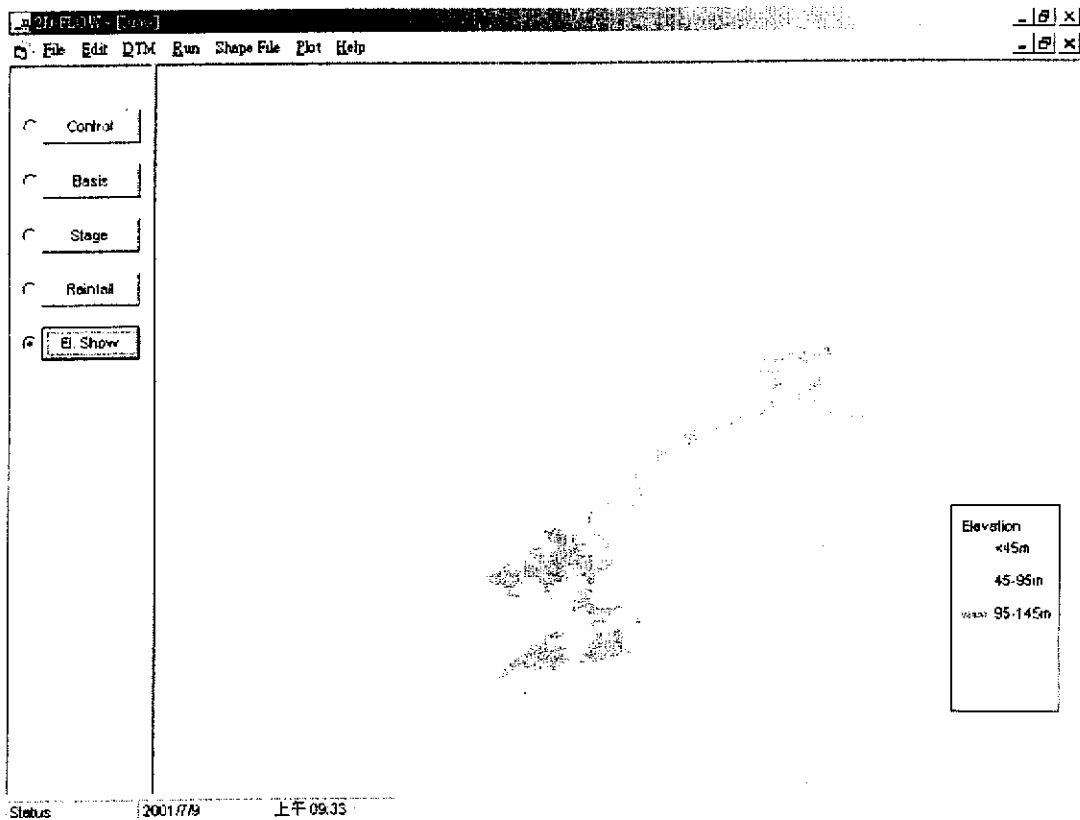


圖 4-2 台北市中央區之模擬區域範圍及高程圖

4.2 模擬結果

在不考慮下水道排水系統的情況中，假設沒有設置抽水站或是出水閘門，降雨事件只有一場，降雨的範圍涵蓋了所有的模擬區域。圖 4-3 為不考慮下水道排水系統操作，並加上台北市中央區之道路圖層在模擬時間為 86400 秒時之模擬結果。

在考慮下水道排水系統時，利用美國環境保護局（Environmental Protection Agency）所發展的 SWMM（Storm Water Management Model）（Huber and Dickinson,1988）模擬排水系統中水流的情況。當地表漫地流超過下水道設計容量時，溢流量將會由人孔溢出，SWMM 可以計算出人孔的溢流量及抽水站位置之出水量。在抽水站之抽水容量小於出水量時，及有人孔的溢流量時都會造成地表淹水的可能。針對此一相同之降雨事件，除了前述 25 座抽水站之出水量外，經 SWMM 演算共輸出 29 個人孔有溢淹出水量。因此合計共有 54 筆入流歷線供淹水模式使用。圖 4-4 為考慮下水道排水系統操作，並加上台北市中央區之道路圖層在模擬時間為 86400 秒時之模擬結果。

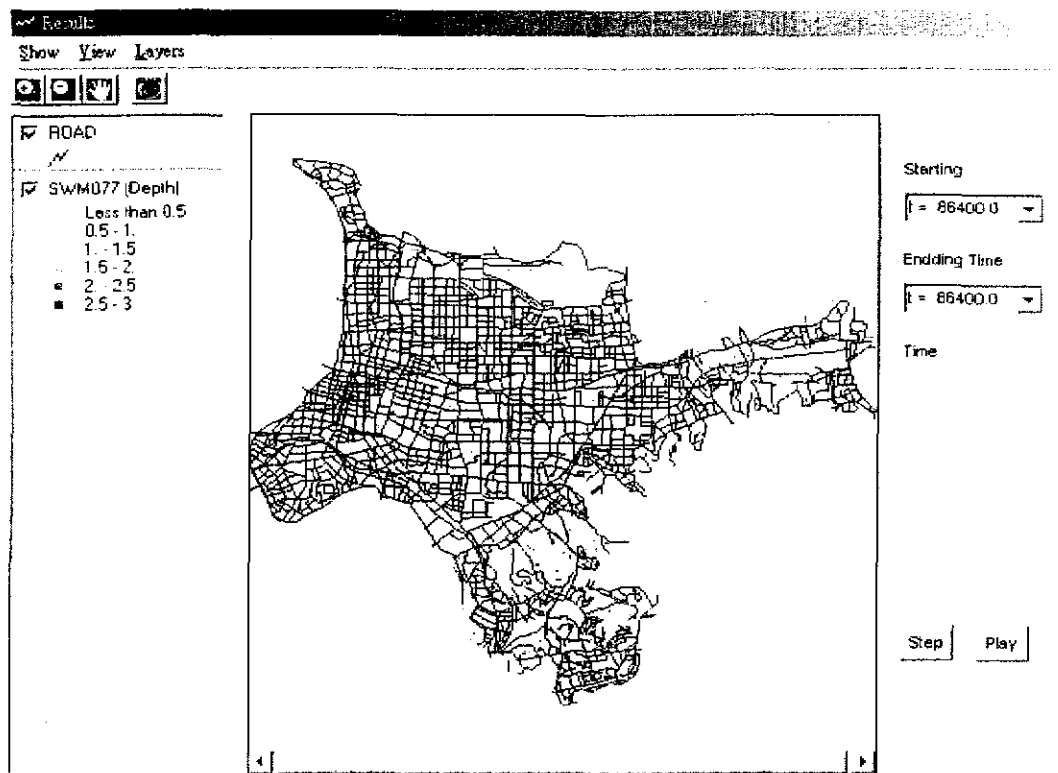


圖 4-3 台北市中央區不考慮下水道排水系統操作之模擬結果

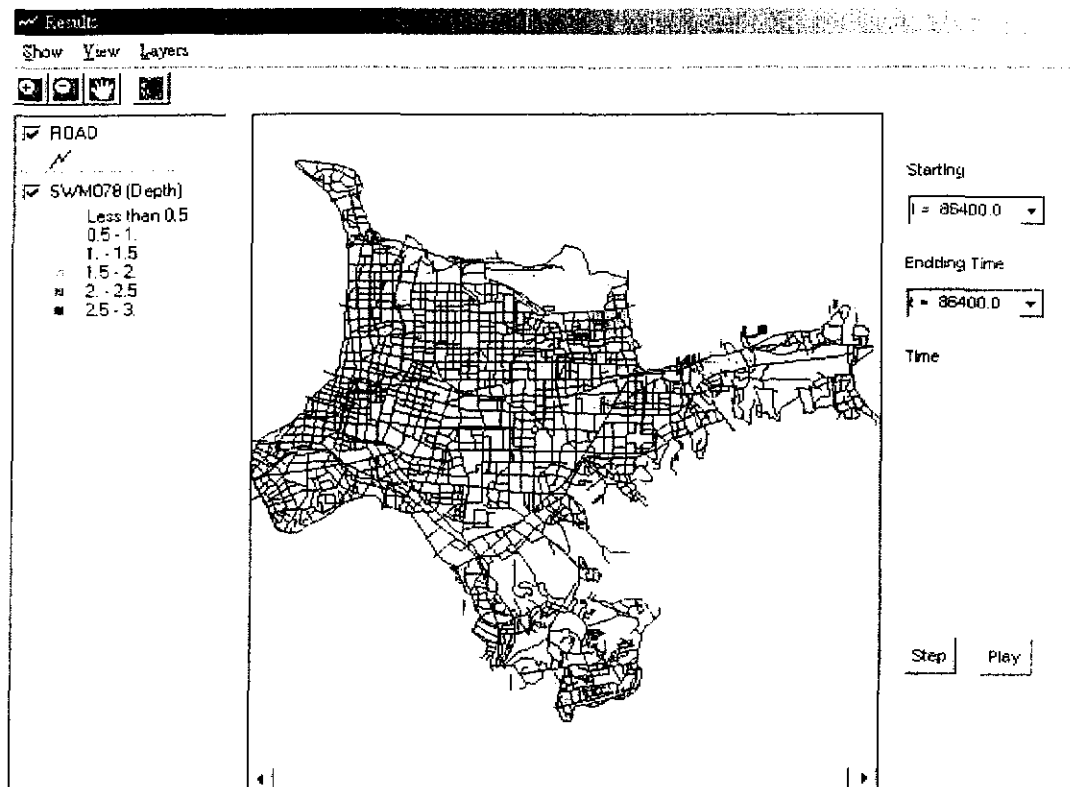


圖 4-4 台北市中央區考慮下水道排水系統操作之模擬結果

第五章 結論

1. 利用 Visual Basic 程式語言發展使用者介面可以提供較簡便的輸入介面，並且由於可以與其他程式語言互相結合的特性，適合配合已經開發完成之模式進行使用者介面的設計。本研究利用 Visual Basic 程式語言設計使用者介面，使用者不但可以較輕鬆的進行輸入，也提供展示輸出結果的功能。此外，利用 Visual Basic 程式亦可發展出查詢展示系統，針對已模擬過之區域進行資料查詢、資料展示的功能。
2. 由 Environmental Systems Research Institute 所發展之 Map Objects 程式軟體是一種 32 位元 OCX (OLE Control) 介面元件，可以在一般發展環境中發展所需要的 GIS 應用程式。Map Objects 可以支援向量圖形、SDE (Spatial Database Engine) 圖層以及影像圖檔格式，也可以同時顯示多個圖層，具備基本縮放與移動等功能，因此，將 Map Objects 加入使用者介面之後，模擬結果便可套疊現有之圖層資料，進行模擬結果的展示。

參考文獻

1. Hsu, M. H., J. S. Lai, and C. L. Yen, 1990. Two-dimensional Inundation Model for Taipei City. Proceedings of the Fifth International Conference on Urban Storm Drainage, Osaka, Japan.
2. Hsu, M. H., S. H. Chen, and T. J. Chang, 2000. Simulation for urban drainage basin with storm sewer system, Journal of Hydrology, 243, 21-37.
3. Huber, W. C. and R. E. Dickinson, 1988, Storm Water Management Model. User's Manual Ver. IV, U.S. Environmental Protection Agency.
4. Map Objects GIS and Mapping Components, 1999, Environmental Systems Research Institute.
5. Environmental Systems Research Institute, 1994, ARC/INFO Users Manual.
6. 台灣省政府台北地區防洪計畫工程執行中心, “台北地區防洪計畫”, 台灣省水利處, 台中市, 民國 85 年 8 月。
7. Visual Basic 6 中文專業版徹底研究, 彭明柳編著, 1999, 博碩文化股份有限公司。

附錄、赴美國德州農工大學與防救災相關單位參訪報告

一、前言

防災科技相關研究走向國際合作已經是世界之趨勢，無論基於研究資源整合與科技交流等觀點，若能擷取他人既有的經驗與成果，並轉化為適合於自我條件的方法或技術，將可縮短所需花費的時間，減輕所需的人力與物力。因此，我們積極與世界各防災科技先進國家充分合作，以加速國內此一相關領域之研究與實務水準的提昇。

美國德州農工大學防災中心(Hazard Reduction and Recovery Center, Texas A&M University)在各種防災領域與課題上，例如災害的調查分析、潛勢分析與災情模擬評估、居民的災害認知與學習及災害防救相關社經課題的分析與比較等，都已有一定的研究成果與實務化的經驗。此些成果與經驗將可提供我國參考。同時，目前正由防災國家型科技計畫辦公室與該中心合作進行的研究計畫，若有面對面的溝通、討論，必將有助於計畫今後的發展；因此於 90 年三月三十一日至四月六日由防災國家型科技計畫共同主持人陳亮全副教授率領共同研究人員赴該大學防災中心進行參訪，並就合作計畫的初步研究成果進行討論。

二、參訪人員及行程

(一) 參訪人員

姓名	服務單位及職稱
陳亮全 (領隊)	國立台灣大學建築與城鄉研究所副教授 兼防災國家型科技計畫共同主持人及防救災體制研究群召集人
魏良榮	國家科學委員會永續會副執行秘書
鄧慰先	防災國家型科技計畫防洪研究群 博士後研究員
李明旭	防災國家型科技計畫防洪研究群 博士後研究員
王价巨	防災國家型科技計畫防救災體制研究群 碩士級研究助理

(二) 參訪行程

此次的參訪活動自 90 年 3 月 31 日下午啟程赴美，至當地時間 4 月 6 日於休士頓解散分別返台，參訪時間共計八日。透過德州農工大學 Dr. Carla Prater 及其來自台灣的博士班研究生吳杰穎之悉心安排行程，駐休士頓台北經濟文化辦事處科學組楊組長及其組員之協助接待，使得一行人可以至各有關學術單位及政府防災機構進行實地參訪，進一步瞭解美國防救災相關研究與實務之概況，並針對相關問題加以請益與討論，獲益良多。參訪之行程概要如下表一所示。

表一 美國德州參訪行程

時間	行程		接待人員
3/31 Sat.		Arrive in Houston	Dr. Tina Yang Miss Patricia Chuang

4/1 Sun.	Morning	Visit NASA space center	Dr. Tina Yang
	Afternoon	Arrive TAMU	Dr. Tina Yang Mr. Jie-Ying Wu
	Evening	Dr. Michael Lindell's Party	Dr. Michael Lindell Dr. Carla Prater
4/2 Mon.	Morning	Bryan City Fire Department	Fire Chief Joe Ondrasek
	Afternoon	NAPHM introduce current projects 1. The general situation of hazard mitigation system development in Taiwan after Chi-Chi Earthquake 2. The promotion of local governmental plan and organization (Cooperative program with Taipei City) 3. The Introduction of NAPHM 4. Development and Application of a 2-D Diffusive Overland Flow Model with GUI 5. Modeling and Application of Grid-Refined Inundation Simulation in Taiwan HRRC presents current projects	Dr. Michael Lindell 及 HRRC 相關人員
4/3 Tue.	Morning	Sociological Disaster Research	Dr. Dennis E. Wenger
		Visit HazLab	
	Noon	Banquet	Dr. Emily Yaung Ashwood
	Afternoon	Texas A&M University Fire School	Mr. Tim Gallagher
	Evening	Prof. Chen gave a speech for Dr. Lindell's class Topic: "A Discussion on the Characteristics, Impacts and Emergency Response of Chi-Chi Earthquake."	Dr. Michael Lindell
4/4 Wed.	Morning	Civil Engineering Dept: Flood mapping. Deep Discussion: Dr. Michael Lindell: Impact assessment; Dr. Carla Prater: Pre-disaster recovery plan	Dr. Billy Edge Dr. Michael Lindell Dr. Carla Prater
		Cooperative project—community intervention. Visit George Bush President Library	Dr. Michael Lindell
	Evening	Prof. Chen gave speech for Taiwanese Student Association in TAMU Topic: 「近年台灣社區營造之展開」	Mr. Jie-Ying Wu

4/5 Thu.	Morning	Office of emergency management, Harris County.	Mr. Frank E. Gutierrez
	Afternoon	Reliant Energy Company	Mr. Edward L. Klawitter
4/6 Fri.		Leave Houston to LA	

三、參訪記要

(一) 德州農工大學減災與復建中心 (HRRC) 近期研究概況

在第一天的討論報告，NAPHM 成員先就台灣自 921 之後的防救災體系發展、辦公室進行之研究計畫概況、與台北市的合作計畫及防洪研究的現況進行報告，之後，Dr. Lindell 也針對 HRRC 現有的規模、進行之研究領域及人員等進行簡報。

HRRC 現有接受美國國家科學委員會補助的計畫正在進行，其主要範圍包括 Recovery Project, Household Seismic Preparedness, Taiwan 921 Earthquake, Local Government Recovery 及 Enabling Project 等，另有和德州州政府及其他郡縣、奧勒岡州的社區及台灣防災國家型科技計畫辦公室的合作計畫和教育訓練計畫數件，其課題名稱分別如下表二所示。

表二 HRRC 計畫案件

• Organization-Based Post Disaster Sheltering and Housing of Low Income and Minority Groups, funded by the National Science Foundation • Adoption of Earthquake Hazard Adjustment by Households and Complex Organizations, funded by the National Science Foundation • Hurricane Operations and Planning, funded by the Texas Department of Public Safety • Analysis of Institutional Response to the Taiwan 9/21 Earthquake, funded by National Science Foundation
--

- Texas Hazard Analysis Information Website, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Hurricane Behavioral Studies, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Development and Dissemination of Spanish and English Hurricane Brochures, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Development and Dissemination of Hurricane Contingency Guides, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Development of a Digital Storm Atlas: Stand-Along and Web version, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Development and Operation of a Hurricane Website, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Development of DERC 99 (Damage Estimate Ranges and Casualties), funded by the Texas Division of Emergency Management
- Hurricane Risk Area and wind Hazard Mapping, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Hurricane Bret Post Storm Analysis, funded by the Texas Division of Emergency Management
- Texas Hurricane Shelter Survey, funded by the Texas Department of Public Safety
- Texas Hurricane Evacuation Shelter Survey, funded by the Texas Department of Public Safety
- Texas Hurricane Risk Mapping, funded by the Texas Department of Public Safety
- GIS Database Development for EOC Utilization, funded by the Texas Department of Public Safety
- M. ESRD and Exposure to Nephrotoxins in Drinking Water, funded by National Institutes of Health/National Institute for Environmental Health Sciences.
- Evaluating the Impact of Alkali-Silicia Reactive Aggregation of Bridges Using Modal Parameters, sponsored by the California Department of Transportation.
- Hurricane Contingency Study for the Brownsville Study Area, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.
- Hurricane Contingency Study for the Lake Sabine Study Area, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.
- Hurricane Evacuation Study for the Corpus Christi Study Area, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.
- Update to the Hurricane "Damage Estimate Ranges & Casualties (DERC)" Computer Model, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of

Emergency Management.

- **Development of a Hurricane Planning Website, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Publication of a Spanish Hurricane Awareness Brochure, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Update to the Hurricane “Estimated Safe Time for Evacuation Decisions (ESTED)” Computer Model, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Integration of Storm Surge Penetration Data into a GIS Database”, sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Publication of Hurricane Evacuation Host Area Maps, Sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Publication of Coastal Hurricane Risk Area Maps, Sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Participation in the Activation of the State Emergency Operations Center in Response to Hurricanes, Sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Texas Hazard Analysis Information Website: Phase I, sponsored by Texas Division of Emergency Management.**
- **Texas Hazard Analysis Information Website: Phase II, sponsored by Texas Division of Emergency Management.**
- **Drinking Water Nephrotoxins and ESRD Risk in Texas. Southern Arizona Foundation.**
- **Cancer Risk in Texas. TAMU College of Architecture.**
- **Update to the Hurricane Contingency Studies for all Jurisdictions on the Texas Coast, Sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Evacuation Response Behavioral Study for all Jurisdictions on the Texas Coast, Sponsored by the Texas Department of Public Safety, Division of Emergency Management.**
- **Enabling the Next Generation of Hazard Researchers, funded by the National Science Foundation**
- **Comparative Study of the Patterns of Destruction, Casualties, Formal Organizations and Volunteer Search and Rescue of the Northridge Earthquake, funded by the National Science Foundation**
- **Hazardous Materials in the Northridge Earthquake: Hazard Analysis, Mitigation**

& Preparedness, funded by the National Science Foundation

- **Assessing the Effectiveness of Local Emergency Planning Committees, funded by the National Science Foundation**
- **Search and Rescue: An Integrated Multidisciplinary Study, funded by the National Science Foundation**
- **Role of Local Emergency Planning Committees in Toxic Hazard Management Strategies, funded by the U.S. Environmental Protection Agency**
- **Hurricane Vertical Sheltering, funded by the National Science Foundation**
- **The Mitigation of Tornado Effects Through Human Ecology, funded by the National Science Foundation**
- **Perceived Risk and Response to Emergency Events: A Chemical Fire in Odessa, TX, funded by the National Science Foundation**
- **The Use of Land Use Planning and State Planning Mandates in Hazard Mitigation: A Comparative Evaluation of State and Local Experience, funded by the National Science Foundation**
- **Restriction Following Hurricane Gilbert: A Comparative Study of Jamaica and Mexico, funded by the National Science Foundation**
- **Promoting Adaptive Response to Hazardous Situations, funded by the National Institute for Occupational Safety and Health**
- **Emergency Preparedness, Response and Recovery of the Leeward Island to Hurricane Hugo, funded by the United Nation Office of Disaster**
- **Reconstruction after Hurricane Hugo, funded by the National Science Foundation**
- **Trends in Community Chemical Emergency Management, funded by the U.S. Environmental Protection Agency**
- **Patterns of Structural and Nonstructural Failure in Hurricane Gilbert, funded by the National Science Foundation**
- **Earthquake Hazard Reduction and Land Use Planning, funded by the National Science Foundation**
- **Evaluation of Local Emergency Preparedness for Transportation of Hazardous Waste, funded by GAF Chemical**
- **Socio-Economic Issues Associated with the Disposal of Low-Level Radioactive Waste, funded by the National Resource Conservation Commission**
- **A Survey of Main Race and Ethnic Groups in Texas, funded by the Interdisciplinary Research Program**
- **Accepting Energy Production Risks: From Incentives to Regulation and Compensation to Control, funded by the Center of Energy and Mineral Resources**

- **Public Risk Acceptance: Strategies for Technological Development**, funded by the Advanced Research Program
- **Coastal Evacuation Planning Program in Texas**, funded by the Texas Division of Emergency Management
- **Emergency Fuel Allocation Model**, funded by the Texas Division of Emergency Management
- **Housing Reconstruction Following Tornadoes**, funded by Texas A&M University

該中心積極地拓展與災害防救相關的研究領域，廣納社會、經濟、政治、心理、都市計畫、地理、工程及資訊方面的人才並加以整合，以促使該中心朝向兼具科技與人文的全方位發展。此外，該中心亦積極強化網站的功能與應用，隨時將各種資訊藉由網站進行與其他機構或研究者的流通。Dr. Lindell 表示，網站資料的充實是 HRRC 近來的工作重點之一，他們希望藉由網站資料的充實及經常性的更新，讓民眾養成利用該網站的習慣，促成防救災訊息的傳遞與流通的重要任務，同時讓民眾習慣經由該網站和中心進行互動，使網站成為民眾釋疑的重要工具。

HRRC 也製作各種防救災小手冊及提供訓練之課程資訊給各個需要的社區及民眾使用，這些資料在其網站上都有完整的內容可供諮詢。該中心網站為：<http://hrrc.tamu.edu>

網站的多樣化及充實，以及由網站和民眾產生積極互動的模式，皆值得我們在推展災害防救宣導的重要借鏡。另外，該中心廣納各種不同領域背景的人才進入防災研究，以健全災害防救的全面性視野與考量，此點更值得我們做為未來開展災害防救科技時的參考。

（二）相關簡報

在 HRRC 時，Dr. Lindell, Dr. Wenger 及 Dr. Prater 分別就現在正在進行，且和雙方研究計畫有關的題目：“Assessing Community Impact of Environmental Disasters,” “ Sociological Research on Disasters: History and Current Issues,” “Disaster Recovery Planning”進行簡報。之後，參觀該中心的 HazLab 時，其研究人員也對現有的研究及應用的概況加以報告；以上所述諸報告內容的摘要如下。

1. Dr. Michael Lindell

Dr. Michael Lindell 有關 “Assessing Community Impact of Environmental Disasters”的簡報，主要在回顧基本模型及方法所做的的災難影響評估，並進而探討這些方法對洪水、火山、颶風及地震等不同災害的影響評估的可行性，並進一步如何發展出適合未來使用的行動計畫。

他將傷害分為實質影響及非實質的社會衝擊。實質影響包含人員傷亡及環境損失；社會衝擊則包含社會心理衝擊、社會人口衝擊統計、社經衝擊及社會政治影響。他從社區、住家單元、商業活動等面向，提出快速評估、基本評估、及基地（site）評估等方式，並從評估的各項議題中針對操作人員、訓練、評估的不確定性、訊息輸出的內容、發佈的適當時間及發佈方式等亦加以詳細說明。最後，他並為我們介紹了此一研究的相關單位。

這個研究的背景資料調查及分析方法非常的詳細，主要的目的及對象是在提供美國及墨西哥進行災後衝擊評估的方法研究，但其亦可提供台灣在發展未來的災後衝擊評估方法時的重要參考。

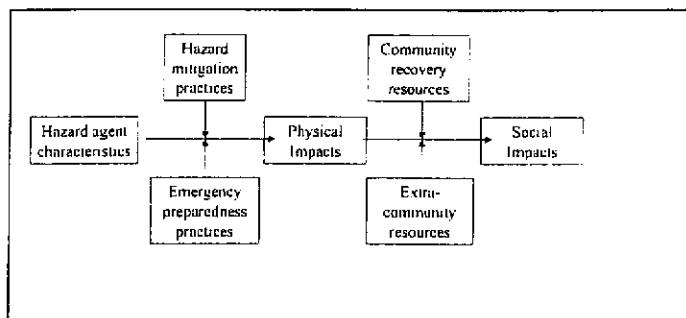
2. Dr. Denis Wenger

Dr. Denis Wenger 接著以” Sociological Research on Disasters: History and Current Issues”為題進行報告，他根據至今仍持續進行的各項研究計畫，仔細的回顧了自 1919 年起迄今，美國有關於災害防救社經議題的人、領域及相關事件的發展史；並針對從 1960 年代起災害防救研究領域理論取向的轉變加以介紹，最後並對現今災害防救有關於社會經濟領域的研究重點學校及教授加以介紹。

Dr. Denis Wenger 是美國從社會政治層面進行災害相關研究的資深學者，此一層面的探討也正是台灣現有災害研究上所較為缺乏的。此外，他提出，災害研究發展史的建構重點不是在讀歷史故事，而是在瞭解歷史的發展成就了什麼，有哪些不足，該如何補救，並更積極而全面的從不同領域來共同解決災害所帶來的各項問題。

3. Dr. Carla Prater

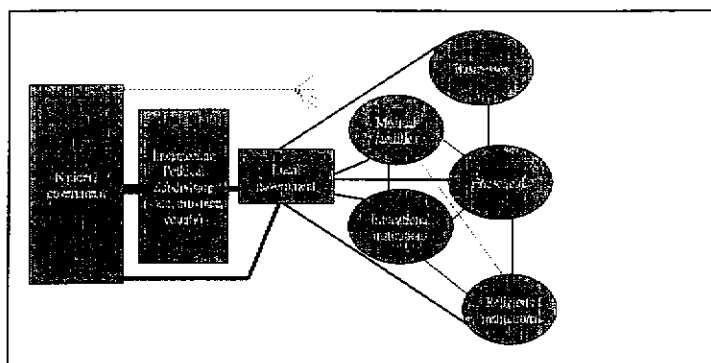
Dr. Carla Prater 正在進行有關於“Disaster Recovery Planning”的研究計畫，她也針對此一計畫初步的研究成果加以解說，並解釋了她和 Dr. Michael Lindell 共同發展了一個災害衝擊評估模型如圖一。



圖一 災害衝擊評估模型

她從為何需要進行復建計畫談起，將復建計畫分為先前準備、災

時因應及災後進行來說明，並分別針對中央政府、地方政府、政治組織、學校、大學、醫院診所和住家所需要進行哪些不同計畫及扮演角色加以分類，並建立了一個模型如圖二。



圖二 復建計畫及其層級模型

此外，她並從如何有效率的進行復建計畫及復建的複雜性之觀點，解釋美國現行重大災害復建的狀況和因應對策。

台灣目前有關的復建計畫研究尚未被如此的細分，她的研究內容提供我們在未來可以繼續進行的研究方向之一，尤其是在九二一大地震之後，台灣的復建工作一直引發不滿及爭議，如何藉由台灣的現況研究出一套合適的，且包含先前準備、災時因應及災後進行的復建計畫可能是當務之急。

4. HazLab

訪問團於4月3日上午參觀了德州農工大學減災與復建中心所屬之災害分析實驗室，在過去20多年來，該實驗室之主要任務為替德州州政府之緊急應變管理部門 (Texas Governor's Division of Emergency Management)，提供颶風災害分析與應變規劃。在實驗室研發人員的介紹下，當颶風來臨且對德州沿海地區有威脅之虞，配合國家氣象中心所提供之颶風相關氣象即時資訊，藉由電腦程式的演

算，可以推估出不同地區受颶風影響之下容許緊急疏散時間、可能的人員傷亡與財產損失、可能受暴潮淹沒與強風影響的範圍，這些量化的數據對緊急應變措施的規劃與施行是相當重要的。近來在地理資訊系統的應用與電腦與傳輸科技的發展之下，上述之資訊，不但可以地圖圖像式表達，更可透過網路以即時的方式傳送給地方與州政府之決策單位，作為緊急應變計畫施行之參考，而一般民眾也可迅速知道最新之颶風動態與因應對策。

災害分析實驗室近來之研究，除了持續加強模式的改良，以提高演算精度外；在另一方面，則是在現有之災損分析程式中，加入經濟損失估算模式，以提供較準確之災損推估分析。這項研究方向，將是防災辦公室與減災與復建中心在未來一年要相互學習與切磋的。

（三）防救災相關單位

1. Bryan Fire Department

在 Dr. Carla Prater 的安排下，我們參觀了 Bryan city 的 Fire Department。由 Fire Chief, Joe Ondrasek 為我們進行簡報及介紹。

Joe Ondrasek 首先針對美國一般的 Fire Department 組成進行介紹。消防人員採工作一天，待命一天，休息一天的方式，消防局內有包括健身房、更衣置物間、餐廳、廚房、電動玩具休閒室等極為完善的設施，其消防工作包括訓練、緊急應變、通報等在其 Fire Department 內均有專人負責，分工極為細密，消防人員需每年接受一次再訓練，以確保其新資訊的獲得、體能及訓練的維持。

在地區的消防規劃上，他們針對整個區域，依照其大小及特性劃分為數十個不同的區塊，予以編號並告知所有的居民，居民在發現地區有任何需要緊急救原或消防動員時，可立即經由不同的編號告知消防單位，以求得迅速且清楚的效果，並減低損失傷亡。

由於美國幅員廣大，並非所有地方都有消防單位的正式編制，志工（volunteer 或台灣所稱之義消）就成了消防工作上的重要力量。志工和正式的消防單位為合作關係，但並不歸正式的消防單位管轄，在某些較為偏僻的地區就設有志工的消防小隊，並全權負責地區內的消防工作。Mr. Joe Ondrasek 也帶領我們參觀一個志工消防小隊，並提供我們一整套有關於志工訓練的課程標準及內容（Standard Operating Guidelines），志工也需要在完整的課程訓練，並經過試驗合格之後，獲頒榮譽臂章（如圖三）才會被允許加入，並採責任輪班制，參與實際的消防救災工作。



圖三 消防志工臂章

在我們參觀 Bryan Fire Department 的過程中，警鈴響起頻率極高，甚至所有車輛都已出動，民眾對消防單位的倚賴甚深，消防單位的嚴格訓練及嚴謹的值勤態度也成了民眾生命安全的保障。在此次的參訪中，深覺其對地區環境的劃分及熟悉度、志工制度的運用、分工

的細膩及嚴謹及對消防人員生活環境的重視以使其無後顧之憂等，都值得我們加以學習。

2. National Emergency Response and Rescue Training Center, Texas A&M University (NERRTC)

訪問團於4月4日下午參觀了美國國家緊急應變與搜救訓練中心 (National Emergency Response and Rescue Training Center, 簡稱NERRTC)，該中心成立近20年來，提供美國國內外消防專業或義工緊急應變與搜救的訓練課程，據陪同解說員傑克生先生表示，目前每年受訓近50個團隊，學員人數近1500人次。本次參觀過程中，親眼目睹油槽火災、油罐車火災及地下油庫失火等消防救災操演，在攝氏31度的烈日下，指導員仔細教導，受訓學員奮力學習、精神可佩。

隨後參觀該中心的都市震災搜救訓練區，佔地146公頃，區內分有臨時建物結構補強、瓦礫搜救、樓層倒塌救援、橋樑斷裂、汽車交通事故、鐵路事故等搜救訓練場地。陪同解說員嘉勒佛先生並針對該中心受訓內容與救災決策詳加說明，一行人參決受益非淺。

目前該中心除持續執行火災與都市災害搜救等訓練課程與相關研究外，未來將針對水災，特別是大規模淹水 (fresh flood) 與多樣性災害救援，將進行整合性課程規劃研究；在另一方面，則是與美國國內相關災害防救單位，如 FEMA 等加以合作，透過遠距教學推廣緊急應變與搜救觀念之防災教育。

3. Office of Emergency Management (OEM), Harris County.

於4月4日結束所有在德州農工大學之參觀訪問與學術交流活動之後，訪問團一行人與休士頓台北經濟文化辦事處科學組楊組長，在

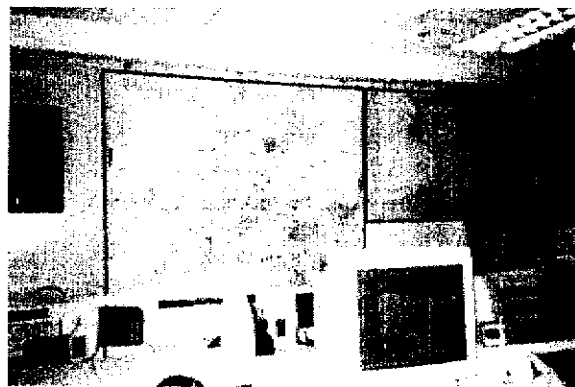
Dr. Prater 的安排與陪同之下，與 4 月 5 日上午，驅車前往 Houston 參觀 Harris County 之緊急應變管理中心 (Office of Emergency Management, 簡稱 OEM)，由該中心之 Operations Manager, Mr. Frank E. Gutierrez, 負責接待與介紹緊急應變中心之任務、設備、運作及洪水預警系統。

Harris County OEM 的運作，主要是依照由 County Commissioner Court 於 August 4, 1987 通過之基本計畫，Harris County Emergency Management Plan。當災害發生於 Harris County 內或鄰近地區有需要協助時，OEM 將會和州政府、聯邦或地區主管機關一起合作從事防救災事宜，其主要任務可簡述如下：

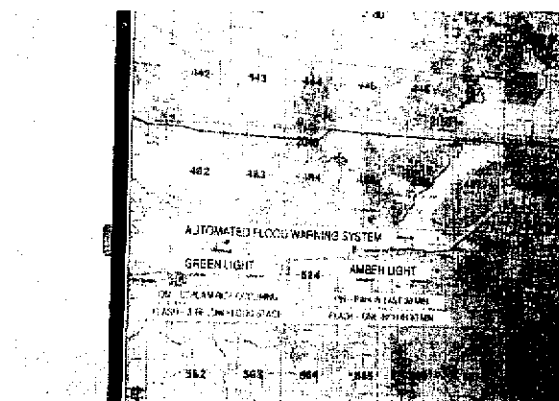
- (1) 針對天然或人為災害可能造成之傷亡與威脅，負責緊急應變計畫之擬定，以推行災害之復原、救災與減災工作。
- (2) 當主要災害發生時，成立緊急應變中心，整合協調所有相關單位，並提供一般大眾所需之協助。
- (3) 中心對其所能提供之服務與資訊，具有準備、宣導、建議、公告及整合之義務，以符合 County 居民之最大利益。

對整個大 Houston 地區而言，洪水災害通常是最嚴重及威脅最大的天然災害。因此在整個參訪過程中，最吸引訪問團注意與詳細討論請教的是該中心正在不斷發展與改良之洪水預警系統。首先，透過網路，一般大眾可連到該中心之網頁(<http://www.hcoem.org>)，查詢即時與歷史降雨與河川水位資料，歷史洪水預警資料，水位站與雨量站位置圖與記錄。在控制中心，有一套自動洪水預警系統 (如圖四所示)，這套系統標示著 Harris County 內詳細的水位站與雨量站位置，以綠

燈標示河川水位站即時狀況，當綠燈亮時，表示河川水位上升中；當綠燈閃爍時，表示目前河川水位距離警戒洪水位不到 3 英吋。而以黃褐燈標示雨量站位置，當黃褐燈亮時，表示過去 30 分鐘內有降雨；當黃褐燈閃爍時，表示過去 30 分鐘內降雨已超過 1 英吋(如圖五所示)。當災害來臨時，透過即時傳輸的功能，決策者可以很清楚的了解目前 County 內的降雨量與河川水位情形，作為防救災決策的重要依據。除了防洪相關即時資訊外，OEM 亦提供溫度與風速等重要監測資料。



圖四 控制中心之自動洪水預警系統



圖五 當黃褐燈閃爍時，表示過去 30 分鐘內降雨已超過 1 英吋

在另一方面，由於緊急應變管理中心是位於 Houston 的交通控管中心 (Houston TraStar Center) 的同一棟建築內，與交通控管中心的智慧型交通控管系統 (Intelligent Transportation System, 如圖六所示)

有密切的合作及相互支援。該系統提供了道路的流量監測、道路狀況即時視訊傳輸、道路狀況電子告示板、交通號誌控制等先進的全天候傳輸功能。藉由此系統 OEM 與 TranStar 的合作可簡單說明如下。列如當 OEM 發現道路系統受洪水淹沒時，便可通知 TranStar Center 作適當處置，如設置路障及建議改道路線。而 OEM 則可配合 TranStar Center 的智慧型交通系統，根據道路流量與狀況，擬定緊急疏散路線。這充分說明了為使防救災工作收到事半功倍之效，是有賴跨部會的整合與資訊的互享。



圖六 緊急應變管理中心與交通控管中心的智慧型交通控管系統密切合作，相互支援

4. Reliant Energy

訪問團於 4 月 5 日下午參觀了德州雷萊恩能源公司 (Reliant Energy)，在過去 50 年來，該公司之主要任務為替德州東南部地區提供穩定之電力能源。在該公司接待人員愛得華先生與相關安全部門人員陪同下，參觀該公司之日常營運工作實況與相關設施。其中對於災害應變方面，當颶風來臨且對德州沿海地區有威脅之虞時，將有專人隨時與美國國家氣象中心聯繫，蒐集颶風相關氣象即時資訊，藉由電腦程式的演算，可以推估德州電力輸配線路之安全情況及可能受影響的範圍，這些災害評估相關資訊對緊急應變措施的規劃與施行是相當重要的。近來在通訊技術與地理資訊系統的結合應用科技的發展之

下，目前該公司可使用圖像式使用者界面表達災害評估相關資訊，更可透過網路以即時的方式傳送給地方與州政府之決策單位，作為緊急應變計畫施行之參考。

目前該公司除維持日常營運以提供可靠之能源外，近來亦進行一系列替代能源、安全維護及緊急應變相關研究，除了持續加強替代能源開發配線路之效率加強，以提升該公司營運績效度外；在另一方面，則是與美國國內相關災害防救單位，如 FEMA 與美國國家氣象局聯繫，透過網路蒐集災害相關即時資訊，透過災害損失評估模式，以提供較準確之災損推估分析，對於該公司此一對安全與營運績效並重的理念，是值得吾人深思與學習的。

（四）合作研究洽商

在第一年良好的合作基礎之下，雙方對於合作成果及過程均極為滿意，並且同意在第二年針對第一年還在發展的議題再加以持續推動，並對新的議題，積極的納入第二年的合作計畫中進行，有關社區防災及防洪部分的細部內容如下所述。

1. 體系組一社區防災

在「社區災害認知與防救災學習之比較研究」方面，雙方同意在前一年良好的合作基礎上繼續進行更進一步的交流。主要洽商之合作原則及內容如下：

- (1) 持續推動與美國德州農工大學防災中心的合作計畫。針對第一年提升社區居民災害意識的學習方法、流程及教材研擬的經驗

交流及操作成果進行檢討，加以修正，並落實至台灣社區防災的推動及社區防災組織的成立。

- (2) 推動美國鄉鎮（town）層級防災及台灣的區級（district）防災經驗交流。針對美國在鄉鎮層級的訓練課程、學習方法、進行方式及相關計畫內容加以探討，並作為台灣現行推動區級防災的參考。
- (3) 推動社區講授式防災教育宣導工作，並與美國以巡迴講授方式推展社區防災教育成果加以比較，並進行成果交流。
- (4) 針對民眾防災意識進行問卷調查，並和美國德州農工大學同步進行之社區居民防災意識問卷調查進行交流，並作為持續推動社區防災教育的基礎，並檢視與社區居民生命安危息息相關的災害或災害防救議題做為社區動員的切入點，以及有關社區的行動研究對於防救災工作推動的可行性。

2. 防洪組

第二年度合作計畫之主要目的，在應用第一年度改進淹水模式與圖像式操作者界面等研發之成果，並參考美國德州農工大學防災研究中心目前研發的暴潮淹水災害損失模式，進行目前防災國家型科技計畫所積極推動之淹水災害損失評估與展示系統，故本計畫則以防洪與社會經濟整合相關研究為主要內容。

第二年度合作計畫工作內容將以推廣淹水模擬成果，透過與美國德州農工大學防災研究中心合作之機制，參考其經驗以發展適合台灣之颱風災損分析研究，並結合淹水災害損失評估模式，以動態資料庫結構技術支援展示系統的建立為研發重點，研究內容將包括依據災害

損失評估之需求，檢討二維淹水模擬之精度，與應用地理資訊系統建立淹水災害損失評估系統。研究成果將以台北市中央區為研究對象，提出一套進行淹水災害損失研究所需之評估模式。

四、心得與建議

(一) 心得

1. 美國農工大學雖因地處南方而發展較遲，但因其資源豐富及校方之積極發展，使其在學術地位上大幅精進。而 HRRC 更在校方的大力支持下急起直追，成為美國的三大防災研究中心之一，其在災害防治上的研究成果亦備受重視。
2. HRRC 長期針對州及郡縣進行防災體制的規劃及研究，並投入針對社區防災的相關研究，一方面以計畫取得財源，另一方面又能協助社區及地方組織，亦使其不但有穩定的收入，亦有相當良好的社會名聲。穩定的財源、學校單位及相關單位的全力支持，使其在人力素質、設備及研究成果上都相對成長，該中心的規模及研究領域也越廣。
3. HRRC 的成立才十餘年，但其發展及擴充非常的快速，其跨領域的整合及落實到實務工作的能力值得我們學習，此外，該中心廣納各個領域的相關人才，從科技、政治、心理、建築、經濟、社會、地理、資訊、工程等方面一應俱全，對案件的執行進度也都有嚴謹的執行管理，皆值得我們做為借鏡。
4. 該中心對社區等能持續投注資源進行研究，並不斷長期進行後續

追蹤，是落實災害防救科技於社區的重要基礎。

5. 美國災害應變及管理相關單位均具有非常強的機動性，且其事前演練及相關資料的蒐集亦相當完整，且均屬常設機構。
6. HRRC 的災害分析實驗室與 Harris County 的緊急應變中心在對颶風災害與洪水災害都有長遠的規劃與整合性的發展，並結合網路與先進之通訊設備，不僅充分支援災害管理決策支援體系，也使一般民眾有知的權利，這是我們在推廣防災相關研究與教育，值得深思與學習的地方。

(二) 建議

1. 防災辦公室和 HRRC 持續的交流已建立了良好的合作關係，尤其在經驗的交流及成果分享上均有相當大的收穫，應更進一步針對社區防災實務經驗及防洪 GIS 系統加以合作。
2. 災害防救科技中心或專責單位的成立對防災及減災是一項刻不容緩的工作，而常設單位的成立能從災害的預防開始以專業化進行對環境安全的控管工作，也可在災時大量減低傷亡及損失，美國在陸續成立專責機構之後的實施成效正可為我們的良好借鏡。
3. 近年來 HRRC 在颶風災損分析上已有初步之成果，防災辦公室正可透過與其合作之機會，參考其經驗以發展適合台灣之颱風災損分析研究，以支援災害管理與決策支援系統之研發。

五、結語

防災相關研究走向國際合作已是世界之趨勢，無論從研究資源整合與科技交流而言，積極與世界各防災科技先進國家充分合作，以加速我國在此領域之研究與實務水準的提昇確有其必要性且刻不容緩。

防災國家型科技計畫辦公室與美國德州農工大學防災研究中心藉由學術的交流與合作計畫，建立了良好的合作關係，且其經驗亦可彌補我方在相關研究上的不足，達到相輔相成的效果，未來值得再更進一步的在各項研究上加以交流，以建立更完整的防救災運作體系及科技。

美國的防災機構及防災科技研究已逐步發展為常設機構，並建立完整的長期推動、協調機制，指揮及執行工作亦非常迅速，這也是我國應該持續努力的方向，以確實達成確保環境安全及防災、減災的目標。

此次參訪承蒙國科會補助參訪經費，並在駐休士頓台北經濟文化辦事處科學組楊組長、莊小姐，HRRC 之 Dr.Lindell, Dr. Prater 及吳杰穎先生的細心安排及接待下，使整個行程與活動均順利圓滿進行，特此致謝。

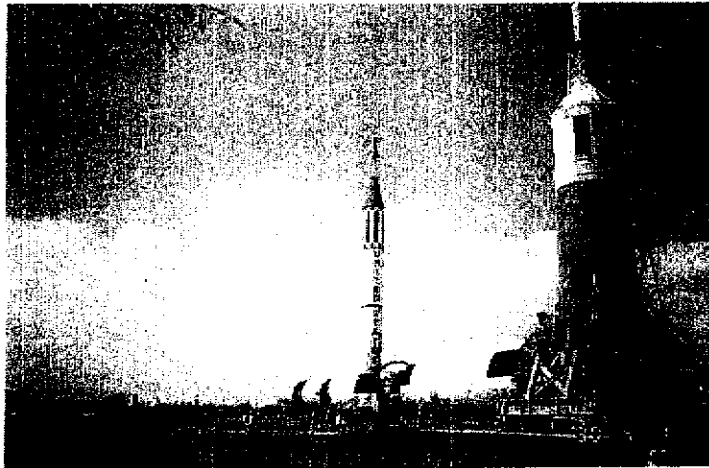
附錄

一、蒐集資料目錄

編號	資料名稱	提供單位	形式
1.	Training Class Roster	Bryan Fire Department	表格
2.	Training Class information sheet		表格
3.	Policies and Guidelines Table of Contents (S.O.G)		簡冊
4.	Basic fire fighter certification list		傳單
5.	Assessing community impacts of environmental disasters	HRRC — Dr. Michael Lindell	簡報
6.	Disaster impact assessment	HRRC — Dr. Michael Lindell	簡報
7.	Disaster recovery planning	HRRC — Dr. Carla Prater	簡報
8.	Sociological research on disasters: history and current issues	HRRC — Dr. Denis Wenger	簡報
9.	Staff meeting agenda of HRRC	HRRC	簡報
10.	Survey of earthquake preparedness actions		問卷
11.	Survey of hurricane preparedness actions		問卷
12.	Official's hurricane evacuation update and decision-making aids brochures --for Calhoun, Jackson, Matagorda, Victoria, Cameron, Willacy Counties, Texas.		手冊
13.	Hurricane storm atlas --for Lake Sabine and Brownsville areas.	Office of emergency management, Harris County.	報告書
14.	Harris County office of Emergency Management		手冊
15.	Emergency Preparedness Checklist		傳單
16.	Helping Children Cope with Disaster — Family emergency preparedness		傳單
17.	Hurricane precautions		傳單

二、照片

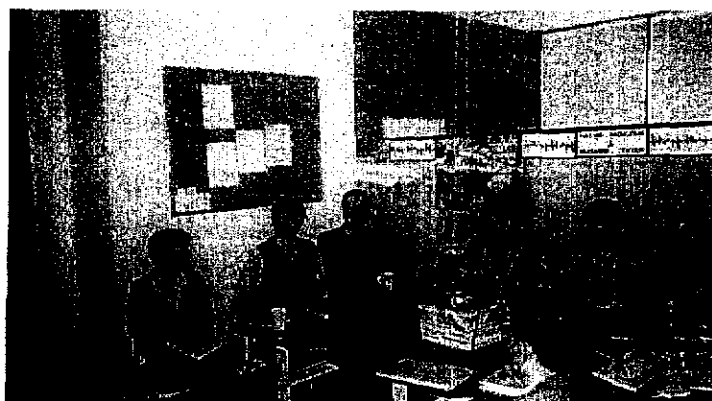
> 參觀休士頓 NASA 太空中心



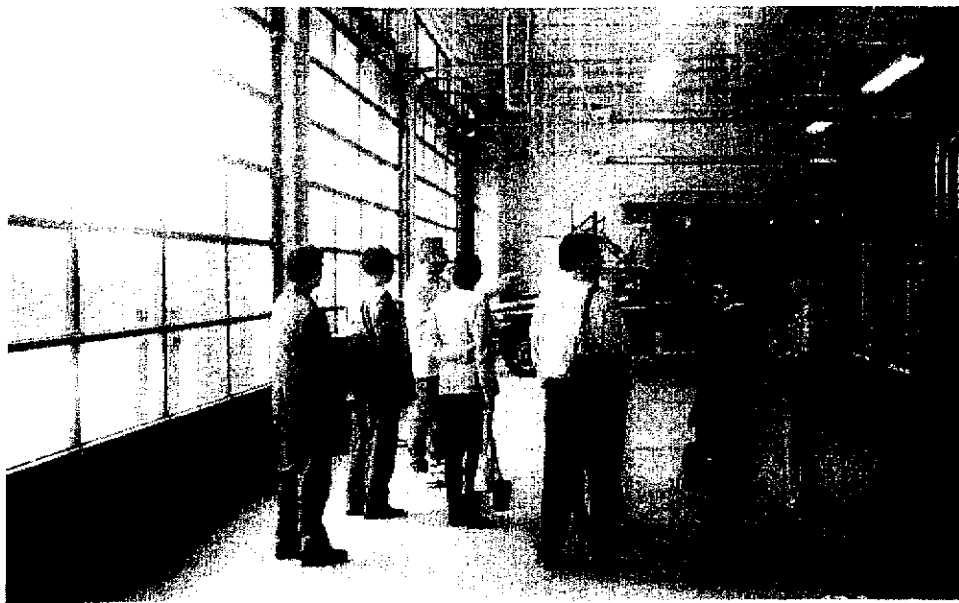
> 出席 Dr. Lindell 家中晚宴



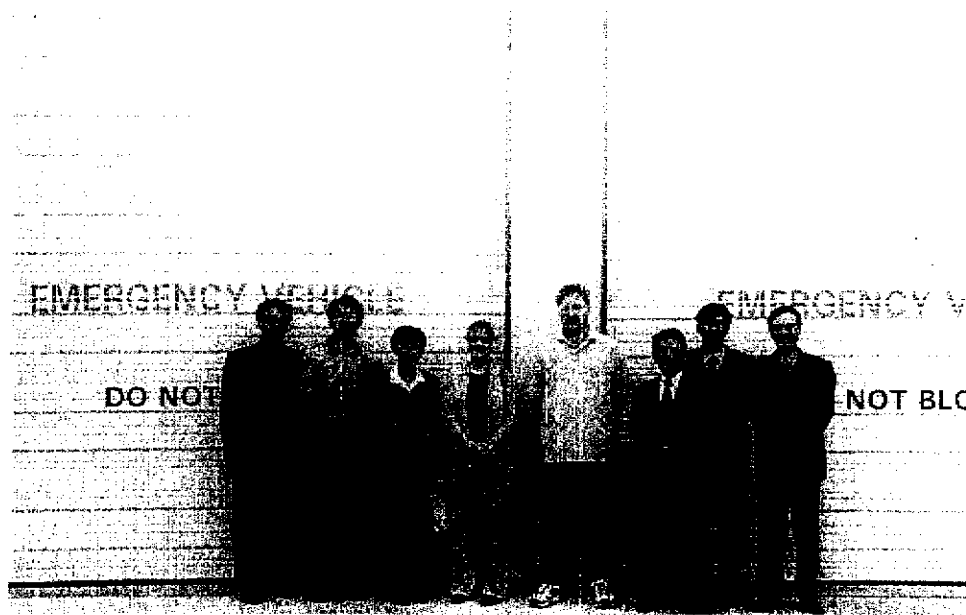
➤ 雙方簡報及討論合作事項



➤ 參觀 Bryan City Fire Department，由 Fire Chief，Joe Ondrasek 簡報



➤ 參觀 Bryan City 的 Volunteer Station，由 Fire Chief，Joe Ondrasek 簡報



- 參觀 Office of emergency management, Harris County. , 由 Operations Manager , Frank E. Gutierrez 簡報



- 出席 Texas A&M University 國際事務助理副校長，Dr. Emily Yaung Ashwood 午宴。



- 參觀 Civil Engineering Dept. , Dr. Billy Edge 簡報 Flood mapping



- 參觀 George Bush Library

- > 參觀 Texas A&M University Fire (Training) School , 由 Director of Emergency Response & Rescue , Tim Gallagher 負責解說

➤ 參觀 Haz Lab



- 參觀 Reliant Energy，由 Sr. Counselling Engineer Transmission Market Ops/ ECDC，Edward L. Klawitter 負責解說



- 和 HRRC 所有人員合影

