

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：出席研討會暨參訪)

2003 年本會與美國、日本災害防救單位研商合作計畫暨參訪報告

行政院研考會/省(市)研考會
編號欄

服務機關：行政院國家科學委員會
出國人職稱：研究員
姓名：魏良榮

出國地點：美國、日本
出國期間：92 年 8 月 2 日至 8 月 10 日
報告日期：92 年 10 月 1 日

IO/
109-203223

公務出國報告提要

頁數: 35 含附件: 否

報告名稱:

2003年本會與美國、日本災害防救單位研商合作計畫暨參訪報告

主辦機關:

行政院國家科學委員會

聯絡人/電話:

/

出國人員:

魏良榮 行政院國家科學委員會 永續會 研究員

出國類別: 其他

出國地區: 日本 美國

出國期間: 民國 92 年 08 月 02 日 -民國 92 年 08 月 10 日

報告日期: 民國 92 年 10 月 01 日

分類號/目: I0/綜合(科學類) I0/綜合(科學類)

關鍵詞: 防災科技, 美日防災研究

內容摘要: 一、背景說明: 台灣的氣候與地理環境特殊, 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, 人民水準提昇, 對保護生命財產安全的要求逐漸提高。民國八十九年七月公布實施之「災害防救法」第七條規定: 「為執行中央災害防救會報核定之災害防救政策, 推動重大災害防救任務與措施……行政院災害防救委員會設災害防救專家諮詢委員會, 並得設災害防救科技中心」。據此, 國科會邀集專家學者與相關單位代表共同籌劃災害防救科技中心。行政院於九十二年五月十五日通過並正式函頒「國家災害防救科技中心設置計畫設置要點」。此中心除了擔負防災國家型科技計畫之「研發推動」工作, 並透過行政院災害防救委員會運作體制, 加強災害防救科技研究成果之「技術移轉」與「落實應用」相關工作, 使研發與實務工作密切結合, 提昇社會整體抗災能力。為瞭解國際防災科技研發相關工作之推展情形, 並積極建立合作管道汲取有關經驗。九十二年八月二日~十日, 國科會、國家災害防救科技中心與教育部顧問室相關人員前往美國休士頓大學結構研究實驗室、德州農工大學(TAMU)、德州運輸學會運輸監控中心、搜救小組與消防訓練學校, 以及日本京都大學防災研究所、防災科學技術研究所一實體三次元震動破壞實驗設施、阪神・淡路大震災紀念一人與防災未來中心等單位協商合作事宜, 並參訪。二、與會心得與建議: 1. 美國德州農工大學減災與復建研究中心(HRRC)成立才十餘年, 發展卻相當快速, 在減災、整備、應變及復建等方面的研究能量相當厚實。其跨領域的整合並將成果推廣落實到實務工作的做法值得我們學習, 同時由於長期對州及郡縣政府進行防災體制的規劃研究, 不但財源沒有問題, 同時亦與地方政府建立良好的合作關係。國家災害防救科技中心之任務與功能均比HRRC更廣、更複雜也更艱鉅, 然最終目的卻是一致的一建置並強化地方政府的防救災作業能力。2. 阪神大地震後日本政府加強推動災害防救科技研發與實務應用之相關工作。在中央政府方面, 包括擔負研發任務之科學技術研究所、建築研究所、土木研究所等行政法人組織, 以及國土交通省中設置國土總合技術研究所, 負責整合各相關行政法人研究機構之研究成果, 研擬跨部會之

政策建議與施政策略：在地方政府方面，結合鄰近地區綜合大學之防災研究所（如阪神地區之京都大學防災研究所、神戶大學都市防災研究所等）、災害防救相關研究機構（如EDM、人與防災未來中心DRI等），透過災害防救相關研究領域大學教授之參與，進行地方政府災害防救實務人員之研發技術轉移、教育訓練等，實有助於提昇地方政府災害防救業務能力，並強化專業人才培訓，確實將研發成果應用於實務工作中。我國中央政府雖已設置災害防救委員會，但仍屬任務編組性質，地方政府推動整合性的災害防救工作仍屬起步階段。相關經驗，值得參考。

3. 日本京都大學國際化的程度超出吾人想像，的確有傲人優勢致能獲選為日本Center of Excellence。國科會與教育部共同推動的卓越計畫，基本構想即是建立Center of Excellence，推動至今，個別計畫的成效相當優異，但對於建立卓越中心之目標仍有相當大的距離，值得我們深思與檢討。

4. 日本曾經受到阪神大地震大規模破壞之神戶地區，災後歷經八年重建工作，除了整體都市設施、景觀之重建工作外，亦包括實體三次元震動破壞實驗設施之強化地震研究設施。為了保留阪神地震之教訓與經驗，在重建工程中，特別建置了人與防災未來中心、人與防災未來館，從生命關懷的角度推廣防災、減災的觀念與知識，以達到重視人命保護與愛護自然環境之教育目標。由這些措施之規劃推動與成果展現，可感受日本政府推動災後重建工作更深一層的努力與用心。

5. 神戶市人與防災未來中心、人與防災未來館之命名、設施、展示內容、導覽義工（經歷阪神地震經驗的當地居民）的安排上，均是以「人」（尤其是經歷阪神大震災之神戶人）的角度來傳達對於災害的恐懼感，以及如何透過災害經驗傳承、正確災害知識、認知的建立等，減低對於災害發生的恐懼，進而建立正面、積極面對災害的態度，來進行民眾參與的防災相關工作，以減少災害的破壞，以及與受災的神戶市一起重生，並將寶貴經驗傳承下去。此等以「人」為本的思維，導入災害防救工作的做法，值得借鏡。

6. 綜觀日本防災科技研究近年發展，個別領域的均很傑出，但整合則益形困難，本位主義的心態很難因應整體面的需求，此點也道出了未來國家災害防救科技中心未來可能面臨的挑戰，如何打破領域的藩籬是相當重要的課題。宜及早因應，結合協力機構的力量，建構嚴密之防救災研發與支援網絡。

7. 防災教育宣導推廣極為重要，應與生活密切結合，並善加利用電腦網路相關技術與資源，製作生動影片與富趣味性之教學設施，以加強學習效果，持續推動。

8. 美國、日本學者專家，對我國近年能夠整合災害防救科技研發資源，統籌規劃推動相關研究工作，極為稱許。因為此等整合運作機制，在美國、日本尚未形成，且難度甚高。

9. (九) 國家災害防救科技中心在我國災害防救之研發推動、技術支援、落實應用等工作上，扮演關鍵角色，亦勢必成為我國防救災領域國際合作交流之樞紐，應加強進行國際化相關之人員培訓與作業機制規劃等工作。

2003 年本會與美國、日本災害防救單位研商合作計畫暨參訪報告

一、前言

台灣的氣候與地理環境特殊，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，人民水準提昇，對保護生命財產安全的要求逐漸提高。

民國八十九年七月公布實施之「災害防救法」第七條規定：「為執行中央災害防救會報核定之災害防救政策，推動重大災害防救任務與措施，行政院設災害防救委員會，……。為提供災害防救工作之相關諮詢，加速災害防救科技研發與落實，強化災害防救政策與措施，行政院災害防救委員會設災害防救專家諮詢委員會，並得設災害防救科技中心」。

由於行政院災害防救委員會為災害防救法通過後，新設立之行政院任務編組單位，其業務龐雜，運作人力相對不足，難以有效推動相關科技研發工作。而國科會自七十一年八月起，持續推動大型「防災科技研究計畫」，於七十九年設置國家地震工程研

究中心，並自八十六年十一月起推動防災國家型科技計畫，已建立災害防救科技研發工作之良好運作機制。因而，九十一年一月十六日中央災害防救會報第三次會議決議：「請國科會主委邀請人事行政局及主計處等單位協商籌設災害防救科技中心相關事宜，並請本院災害防救委員會執行長協助。」

國科會邀集專家學者與相關單位代表共同籌劃災害防救科技中心，於九十二年三月十七日行政院災害防救委員第十三次委員會議通過「國家災害防救科技中心設置計畫設置要點(草案)」與「國家災害防救科技中心設置計畫(草案)」，行政院復於九十二年五月十五日通過並正式函頒「國家災害防救科技中心設置計畫設置要點」。

國科會依照行政院函頒之「國家災害防救科技中心設置計畫設置要點」進行相關組織釐訂與人事安排，並由魏主任委員哲和於九十二年七月十五日召開行政院災害防救專家諮詢委員會九十二年度第一次委員會議中，正式宣佈成立國家災害防救科技中心(NCDR, National Science and Technology Center for Disaster Reduction)，此中心除了擔負防災國家型科技計畫之「研發推動」工作，並透過行政院災害防救委員會運作體制，加強災害防救科技研究成果之「技術移轉」與「落實應用」相關工作，使研發與

實務工作密切結合，提昇社會整體抗災能力。

由於防救災相關政策與措施，必須以堅實的科技研發為基礎，始可掌握正確方向，有效運用有限資源，發揮減災實效。為瞭解國際防災科技研發相關工作之推展情形，並積極建立合作管道汲取有關經驗。九十二年八月二日～十日，國科會、國家災害防救科技中心與教育部顧問室相關人員前往美國休士頓大學結構研究實驗室、德州農工大學(TAMU)、德州運輸學會運輸監控中心、搜救小組與消防訓練學校，以及日本京都大學防災研究所、防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施、阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心等單位協商合作事宜，並參訪。

此次研商及參訪活動，已與美國、日本之災害防救相關研究單位進一步建立了良好的互動關係，同時未來合作方向與內容亦已建立共識，此外亦蒐集了相當豐富的資料，可供我國推動災害防救研究與實務工作參考，對於日後的合作與交流助益甚大。

二、參訪行程

日期	行程
8月02日(星期六)	台北(中正機場)→底特律(DTW) →休士頓 Geo Bush 國際機場
8月03日(星期日)	參訪美國德州休士頓大學地震工程實驗室
8月04日(星期一)	上午：國家災害防救科技中心、美國德州農工大學防災中心及土木系等單位互相介紹防災相關研究成果與未來研發重點 下午：分組討論(分地震工程、颱洪防治、體系與社經等三組)
8月05日(星期二)	上午：參訪德州農工大學海岸工程研究中心與實驗室、運輸監控中心、TAMU/TEEX消防訓練學校等單位 下午：綜合討論合作研究事宜
8月06日(星期三)	休士頓 Geo Bush 國際機場→底特律(DTW)
8月07日(星期四)	→日本大阪關西(KIX)
8月08日(星期五)	與日本京都大學防災研究所及協商合作事宜並參訪相關實驗室
8月09日(星期六)	上午：參訪日本防災科學技術研究所「實體三次元震動破壞實驗設施」 下午：參訪日本神戶人與防災未來館
8月10日(星期日)	日本大阪關西(KIX)→台北(中正機場)

三、參訪成員

姓名	職 稱
羅俊雄	國家地震工程研究中心主任 國家災害防救科技中心主任
陳亮全	國家災害防救科技中心副主任
魏良榮	國科會永續會副執行秘書
李清勝	國家災害防救科技中心氣象組召集人
許銘熙	國家災害防救科技中心洪旱組召集人
蕭代基	國家災害防救科技中心社會與經濟組召集人
溫國樑	防災國家型科技計畫地震組共同召集人
許健智	國家地震工程研究中心行政組組長 國家災害防救科技中心行政組組長
何興亞	國家災害防救科技中心執行秘書
李文正	國家災害防救科技中心博士後研究員
賴美如	國家災害防救科技中心研究助理
金玉堅	教育部顧問室研究員

四、參訪記要

本次研商合作與參訪單位包括：美國休士頓大學結構研究實驗室與德州農工大學土木系、減災與復建研究中心、海岸工程實驗室、近岸技術研究中心、美國德州運輸學會運輸監控中心、美國德州搜救小組與消防訓練學校，以及日本「京都大學防災研究所」、「防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施」、「阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心」等單位，研商過程中，與多位教授、研究人員就災害防救及其相關課題的研究與實務工作進行討論，收穫良多，獲取不少值得吾人參考之經驗。此行參訪重要照片，示於附錄，行程記要如下。

1. 休士頓大學結構研究實驗室

八月三日上午，參訪團成員來到休士頓大學結構研究實驗室，由台灣旅美教授莫詒隆博士接待。莫教授說明該結構研究實驗室所努力追求之目標，就如同國際橋樑及結構工程協會之定義—結構工程是一種科學、規劃及設計的藝術，並從工程技術、經濟、環工及社會變遷觀點，進行結構物之營建、使用、監測、評估及維護，並對老舊或受損結構物進行復舊、補強、或破壞及拆除。為配合上述目標，目前休士頓大學結構工程的研究重點，專注於混凝土及鋼結構的大型實驗，此外並配合實驗進行相關的數值及理論研究。

結構研究實驗室位於休士頓大學的南公園校區內，主要設施超過 2 百萬美元，其中包括 30 呎×60 呎、20 呎×60 呎的強力樓版(strong floor)、樓房建築以及實驗設備，相關的主要設備有雙軸向材料疲勞實驗機器(biaxial fatigue testing machine)、2.5 百萬磅的 MTS 測試系統以及通用牆板測試器(universal panel tester)，且該通用牆板測試器可用

來執行雙軸或三軸向的相關實驗，不僅為美國僅有的這類型器材，而且是目前世界上最多用途之三軸向的實驗器材。同時，該實驗也俱有完善的焊接、混凝土澆鑄等技術與設施，此外亦提供相當空間給學校教職員及學生做為辦公、研究及討論的會議室。

從 1983 年創立以來，該實驗室已為美國國家研究基金會(National Research Foundation)及德州交通運輸部(Department of Transportation)執行多項計畫，金額超過 2 百萬美元，並獲得許多具體成效，並有多項的研發成果，深受美國國內及國際間的注目。例如該實驗室目前持續正在執行的一些較特殊計畫，包括：

- (1) 橋樑(Bridge Girder)加金屬面版側向支撐(Lateral Bracing)之研究。
- (2) 梯形樑(Trapezoidal Box Girder)橋斜向支撐(Skewed Support)之研究。
- (3) 彎曲 T 型接頭(Inverted T Bent Cap)新設計方法之研究。
- (4) 建立類神經網路(Neural Network)於預力混凝橋樑之震後安全評估方法。

八月四日上午，參訪團成員來到德州農工大學建築學院，由院長 Regan, J. Thomas 等接待，隨後由羅俊雄主任介紹國家災害防救科技中心近況，德州農工大學土木系教授 Paul Roschke 介紹土木系概況，及德州農工大學減災與復建研究中心(HRRC)主任 Mike Lindell 就 HRRC 的重點特色進行介紹。

2. 德州農工大學土木系

德州農工大學土木系已有 124 年歷史(成立於 1879 年)，現有學生 1,550 位，大學部 1,190 位、研究生 360 位；現有教授 21 名、副教

授 29 名、講師 9 名，其研究領域涵蓋海洋工程、營建工程與管理、環境工程、大地工程、材料工程、海洋工程、結構工程、運輸工程及水資源工程，各領域之研究重點如下：

(1) 海洋工程

- 流體力學、紊流及泥沙傳輸
- 疏浚技術、海灘養育
- 海岸構造

(2) 營建工程與管理

- 計畫管理、流程模型建構
- 推測模擬、資訊技術

(3) 環境工程

- 危險廢棄物/復育、自然環境系統
- 水/廢水、環境管理、地下污染物傳輸

(4) 大地工程

- 土壤力學、數值模擬
- 沖刷、土壤-結構物交互作用

(5) 材料工程

- 再利用材料、營建材料
- 結構內部腐蝕、鋪築材料評估

(6) 海洋工程

- 流體力學、計算流體動力學
- 波浪動力學、流體-結構物交互作用
- 遙測

(7) 結構工程

- 地震和風實驗、振動及控制
- 風險及可靠度分、近岸結構
- 古蹟維護

(8) 運輸工程

- 規劃和模擬、交通管理與控制
- 公路運輸量、智慧系統
- 幾何設計

(9) 水資源工程

- 水資源規劃與管理
- 水文學、水力學
- 遙測、永續性

為支援協助上述各領域之研究重點，該土木系亦在外圍成立十個研究中心，包括：建築設計及建造中心(The Center for Building Design & Construction)、挖泥研究中心(The Center for Dredging Studies)、公共建設工程中心(The Center for Infrastructure Engineering)、永續給水系統中心(The Center for Sustainable Water Systems)、智慧運輸系統研究中心(Intelligent Transportation System Research Center)、國際粒料研究中心(The International Center for Aggregates Research)、近岸技術研究中心(Offshore Technology Research Center)、沖刷基金會(Scour of Foundations)、美國西南部地區大學運輸中心(Southwest Region University Transportation Center)及美國德州運輸學會(Texas Transportation Institute)。

Paul Roschke 教授指出，該系經常透過國際合作方式，跟其他國

家交換學生、研究心得交流，例如該系結構工程組學生即多次到台灣的國家地震工程研究中心(National Center Research for Earthquake Engineering, 簡稱 NCREE)，進行結構耐震相關實驗及研究經驗交流，1999 年 921 集集大地震後，更多次前來台灣蒐集研究相關資料。

3.德州農工大學減災與復建研究中心

TAMU 的減災與復建研究中心成立於 1988 年，中心研究人員致力於減災、整備、應變及復建等相關課題的研究，涵蓋天然災害(natural disasters)及技術災害(technological disasters)兩大範疇。天然災害包括洪水、暴風雨、地震、龍捲風及乾旱等，而技術災害則包括化學工廠事故、交通事故、危險物品及維生線(如水、電、電話…)失敗等。

該中心為全世界兩個聯合國人道主義事務協調辦公室(United Nations—Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, 簡稱 UN-OCHA)的合作研究中心之一，協助 UN-OCHA 從事研究與諮詢工作，特別注重各國的國家防災計畫及其對未來發展的關係。HRRC 的研究人員具跨領域性質，其專長涵蓋建築、規劃、社會、政策分析、及工程等，中心之具體任務為：

- (1) 更深瞭解天然與技術災害對人類及環境的影響，以增進減災、整備、應變與復建等防災工作之能力。
- (2) 藉由加強研究生培訓、教員培植及教育投入，以擴大防災研究社群。
- (3) 將防災研發成果擴散至研究社群及專業人士，以加強落實於防災實務。
- (4) 對各層次負責防災機構提供協助與諮詢。

Mike Lindell 主任提到該中心在過去三年(2000/7~2003/7)，透過台美合作的方式，比較台灣與美國兩個國家社區民眾對於災害認知的異同，同時參考美國在社區防災推動的經驗，嘗試在台灣透過環境學習的行動研究過程，建立適用於台灣社區的災害防救課程、方法及教材等，並要掌握社區災害防救學習如何落實於緊急應變之決策與運用中。此外，亦參考 HRRC 淹水模式與圖像式操作界面、淹水災害避難系統相關研究等研發經驗，強化台灣防災國家型科技計畫辦公室(National Science and Technology Program for Hazards Mitigation，簡稱 NAPHM)所積極推動之淹水災害境況演練與淹水損失評估及展示系統。

4.德州農工大學海岸工程實驗室

八月五日上午，參訪團成員在 TAMU 土木系 Paul Roschke 教授的引領下，參觀了海岸工程實驗室、近岸技術研究中心及美國德州運輸學會—運輸監控設施。海岸工程實驗室於 2002 年秋天正式啟用，總建造經費約 5 百萬美元。由 TAMU 土木系海洋工程計畫負責，提供接近 100 位大學生及 40 位研究生進行試驗研究，現有設施包括：

- (1)長玻璃風浪箱：寬 3 呎、長 115 呎、深 4 呎，具有隨意調整高度之波浪產生器，3 呎水深可製造 10 吋波高。
- (2)大淺水坡引水槽(flume)：寬 32 呎、長 86 呎、深 2.5 呎，有潛水型波浪產生器、可拖曳的移動臺架(最大速度可達 6 呎/秒)，可產生最大流量 1.5 立方呎/秒。
- (3)二個可調整坡度之明渠水槽：大水槽(寬 2 呎、長 150 呎、深 4 呎)可測量最大流量 25 立方呎/秒，小水槽(寬 8 吋、長 45 呎、深 14 吋)可測量最大流量 1.5 立方呎/秒。

(4)寬大的拖曳/疏浚箱(tow/dredge tank)：寬 12 呎、深 10 呎(含 5 呎的泥沙)、長 155 呎。

(5)寬大的淺水波池：寬 75 呎、長 120 呎、深 4 呎。

上述 4、5 兩種設備均具有製造波浪(wave)和潮流(current)的功能。此外，拖曳/疏浚箱系統有滑動臺架、疏浚馬達、階梯和切割頭等設備。目前利用上述設施進行的研究計畫，包括：

(1)應用高階邊界元素法(Higher-order Boundary-Element Method)模擬三維波浪。

(2)深水船舶豎板(marine risers)之衍射(diffraction)和幅射(Radiation)問題分析。

(3)從事船舶與潛體流體動力之試驗研究

(4)港灣流體動力學和水質。

(5)不規則波之運動學及動力學。

(6)雷射都卜勒風速計(Laser Doppler Anemometer, LDA)量測波浪運動學。

(7)液體攪動(Sloshing)非線性分析。

(8)短長表面水波間之非線性互動(Interactions)。

(9)海岸泥沙傳輸。

(10)海岸潮汐動力學。

(11)海岸區域管理。

5.德州農工大學近岸技術研究中心

近岸技術研究中心成立於 1988 年，是美國國家科學基金會 (National Science Foundation，簡稱 NSF) 工程研究中心資助近岸石油及天然氣工業的前身，由德州農工大學和奧斯汀德州大學聯合營運。目前有大概 26 位研究員，分佈在這二個校區的幾個系所，主要進行下列四個研究領域：漂浮結構 (Floating Structures，<http://otrc.tamu.edu/Pages/flstruct.htm>)、豎板及停船處材料 (Risers and Moorings, Materials，<http://otrc.tamu.edu/Pages/risers.htm>)、海底工程 (Seafloor Engineering，<http://otrc.tamu.edu/Pages/seafloor.htm>) 和海底下系統 (Subsea Systems，<http://otrc.tamu.edu/Pages/subsea.htm>)。過去幾年，在墨西哥海灣大陸(斜)坡深水處(6,000~10,000 呎)所發現的豐富石油及天然氣儲藏量，即由 OTRC 扮演極重要的角色。

OTRC 模型水池(寬 100 呎、長 150 呎、深 19 呎)具有模擬大尺度的風、波浪及水流在固定、漂浮結構物效果。模型水池寬 100 呎、長 150 呎、深 19 呎，在水池中央有一深 55 呎之窪坑，設備有 48 個單獨槳、可產生多樣化波浪(包括單向、多向、規則及不規則)之造波機、16 座充滿活力之控制風扇(可從任何方向產生規定的陣風條件)、資料截取系統(可接收 96 個水道資訊)。目前進行的研究計畫，包括：

- (1) 激烈波 (Extreme Wave) 運動學和衝擊負荷。
- (2) 特大漂浮結構 (Very Large Floating Structures, VLFS) 之水彈性分析。
- (3) 深水結構之非線性反應。
- (4) 順從平臺 (Compliant Platforms) 在多方向不規則海浪之非線性反應。

- (5) 近岸防波堤(Breakwater)設計。
- (6) 近岸輸油管(Pipelines)周圍沖刷研究。
- (7) 大型漂浮物體之二次衍射潛能。
- (8) 浸沒物體之波浪力量研究。

6. 美國德州運輸學會運輸監控中心

美國德州運輸學會(TTI)是德州運輸部和鐵路委員會的一個官方研究代辦處，TTI 工作不但和許多州及聯邦機構有關，而且和私人企業亦有緊密關係，共同為改善運輸系統的安全與效率而努力。TTI 目前雇用 570 人—275 個專家、105 個支援職員和 190 個學生，約有 45 個專家擁有教授職位，屬於州級代辦機構亦是德州農工大學系統的成員之一。

TTI 專注於增加州經濟競爭力和改善德州人民生活品質，是美國最大大學附屬運輸研究機構，1950 年因德州公務部門的需要而成立，此後 TTI 逐漸擴展其領域到運輸—公路、空氣、水、鐵道和管道。透過實際應用程式的研究，TTI 幫助解決了一系列的運輸挑戰，例如經過十年研究，在公路領域—規劃、設計、建造、維護、安全和運轉等方面已有為數不少之成果，且實際上在德州的每一英哩道路，因 TTI 計畫所提供的一些觀點，而有正面的影響。透過研究、發明和技術移轉，TTI 幫助滿足明天的運輸需要。

TTI 實驗室和建築物是足夠且進步的，51,000 平方呎的建築房舍內，包括 Wisenbaker 工程研究中心(Wisenbaker Engineering Research Center，簡稱 WERC)、公路材料實驗室、混凝土實驗室和光譜分析

實驗室。目前有下列研究設備：

- (1) 電腦資源(Computing Resources)：提供資料分析、報告準備、及圖形製作支援。
- (2) 駕駛模擬(Driving Simulator)/行人模擬(Pedestrian Simulator)
- (3) 水力學、沉降及侵蝕控制實驗室(Hydraulics, Sedimentation, and Erosion Control Laboratory)。
- (4) 圖書室：內有 2.5 百萬冊書籍及 4.7 百萬個微縮片。
- (5) 運輸連結研究中心(TransLink Research Center)。

7. 美國德州搜救小組與消防訓練學校

美國德州搜救小組(TX-TF1)是一個城市搜查與援救反應隊，計畫在城市環境中對災害事件提供協助，著重於拯救因結構物倒塌或受空間限制之受難者，其有能力處理州及國家因地震、颶風、龍捲風、人為技術及恐怖主義等事件所造成之災害。

TX-TF1 是美國聯邦緊急事務管理總署(Federal Emergency Management Agency，簡稱 FEMA)底下 28 個國家城市搜救隊的其中一隊，由 210 個人員均分成 Haz-Mat 及 WMD(Weapons of Mass Destruction)技術人員(包括該州全體消防隊員及其他團體)三部份組成。每一個 70 人的搜救小組是更進一步分成二個小組，輪流在災害現場工作 12 小時。所有搜救小組成員必須充分地交叉訓練搜救技術，以保證確有能力完成搜救工作。

TX-TF1 是一個多方面訓練的組織，其主要訓練內容包含下列四個範疇：

- (1) 搜尋操作(Search operations)：自然的(Physical)、搜救犬(Canine)、電子操作能力(Electronic capabilities)。
- (2) 援救操作(Rescue operations)：木頭(Wood)、鋼鐵(Steel)、混凝土結構(Concrete structures)。
- (3) 精湛的醫學處理(Sophisticated medical treatment)：受傷害的搜救小組成員(Injured task force members)、陷於困境的受難者(Trapped victims)。
- (4) 搜救小組運作時之技術支援(Technical support for TF operations)：結構完善評估(Structural integrity assessments)、災害物質評估(Haz-Mat assessments)、大規模破壞的武器(Weapons of Mass Destruction, 簡稱 WMD)、Liaison with heavy equipment operators。

在該消防訓練學校內，提供了一百多種的狀況想定，包括火車翻覆出軌、油罐車漏油、飛機失火、建築物倒塌、直昇機掉入樹林、瓦斯外漏等，供訓練者演練搜救技術。

8. 京都大學防災研究所

京都大學防災研究所位於京都大學宇治校區，1951年4月1日以「結合災害學理研究與應用研究」為目的，當時共成立三個研究部門，分別為：

- (1) 災害理工基礎研究（第一部門）
- (2) 水災防治總合研究（第二部門）
- (3) 地震、風災等減災總合研究（第三部門）

1996 年因阪神大地震之衝擊，以「結合災害學理研究與防災整合性研究」為目的，於 5 月 11 日將研究組織調整為 5 大研究部門及 6 大研究中心，並於 1997 年 4 月 1 日獲選為日本卓越研究機關(Center of Excellence)，2002 年亦獲選通過 21 世紀 COE 計畫。目前京都大學防災研究所之相關研究領域分述包括：

(1) 研究部門

A. 總合防災研究部門

- 災害風險管理
- 防災社會構造
- 都市空間安全
- 自然、社會環境防災

B. 地震災害研究部門

- 強震動地震學
- 耐震基礎
- 構造物破壞
- 耐震結構

C. 地盤災害研究部門

- 地盤防災解析
- 山地災害環境
- 坡地災害
- 坡地保全

D. 水災研究部門

- 土砂淤積
- 洪水災害
- 都市耐水

- 海岸、海域災害

E.大氣災害研究部門

- 災害氣候
- 暴風雨災害
- 耐風構造

(2)研究中心

A.災害觀測實驗中心

- 災害水象
- 土砂環境
- 氣象海象
- 地震動

B.地震預知研究中心

- 地震發生機制
- 地殼變動
- 地震活動
- 地震預知觀測
- 地震預知資訊
- 總合處理解析
- 即時地殼活動解析

C.火山活動研究中心

- 火山噴火預知

D.水資源研究中心

- 地球規模水文循環
- 都市、區域水文循環
- 區域水利用系統計畫

E.巨災研究中心

- 巨災發生過程
- 災害資訊體系
- 減災體系

F.坡地災害研究中心

- 坡地災害觀測

目前京都大學防災研究所之研究人力包括：教授 33 人、副教授 33 人、助教 35 人、技官 26 人、客座教授及研究員 9 人、COE 研究員 24 人、兼任研究員 32 人、研究助理及行政人員 71 人。

9.防災科學技術研究所—實體三次元震動破壞實驗設施

1995 年阪神大地震造成超過 6,400 人死亡，經濟損失高達 10 兆日圓以上，受到如此重大災害損失的衝擊，如何從災害教訓中檢討、學習，則成為阪神地震災後重建之重要課題。為探討直下型地震發生時建築結構物之安全性，文部科學省防災科學技術研究所在兵庫縣三木市之「三木震災紀念公園」中建置三維實體規模之地震震動台，欲藉由實體規模建築物的地震破壞實驗，了解結構物如何損壞、破壞程度、及受損原因等。

實體三次元震動破壞實驗設施特點包括：

- (1)震動台大小 20 m × 15 m，實驗最大載重 1200 公噸
- (2)可重現與實際地震規模之三維震動，最大加速度：水平方向 900 cm/s²，垂直方向 1500 cm/s²；最大位移：水平方向±100 cm，垂直方向±50 cm。

(3) 目前全世界有紀錄的地震事件幾乎都可以進行實驗模擬。

防災科學技術研究所之實體三次元震動破壞實驗設施於 2000 年 1 月動工建造，預計於 2004 年底完工，將是目前全球最大的地震破壞震動台。2005 年啟用後，不僅日本國內研究單位可進行實驗，並提供其他國家進行地震破壞模擬實驗，將成為結合國際研究成果之重要設施。

10. 阪神・淡路大震災紀念—人與防災未來中心

「人與防災未來中心」是 1995 年阪神大地震災後重建的重要設施之一，由阪神震災復興對策本部（重建委員會）與兵庫縣政府合資興建，及中央政府與地方政府合作推動之災後紀念設施。

「人與防災未來中心」設置之主要目的為保留阪神地震之教訓與經驗，並從生命關懷的角度推廣防災、減災的觀念與知識，主要功能包括：

(1) 調查研究：

聘任日本之災害專家學者共 10 人為兼任上級研究員，做為研究、調查、推動課題規劃之指導者，另聘專任研究員（目前 7 人）實際進行調查與研究工作。

(2) 人才培育：

經由實際調查研究的訓練，培養專任研究員成為災害對策之專家。另外，並以中央及地方政府之防災業務承辦人員為對象，舉辦防災相關研習會。

(3) 廣域支援：

當大規模災害發生時，派遣相關專家前往災害現場進行支援作業。

(4) 資訊交流中心：

以人與防災未來中心所在地之神戶東部新都心為中心，集結相關國內外防災機構，做為防災資訊之交流中心。並發行刊物（MIRAI）、舉辦國際研討會等。

(5) 展示機能：

將阪神大震災從發生到目前之重建狀況，以影像、實體資料、書面資料等方式公開展示，另提供防災相關資訊之網路查詢。

(6) 資料收集與保存：

將阪神大震災之相關書籍、資料、遺留物等分類保存。

「人與防災未來中心」之設施分為兩大部分：

(1) 「防災未來館」：

「人與防災未來中心」之第一期工程，於 2002 年 4 月完工啟用，具備展示、廣域支援、人才培育及調查研究等功能。

(2) 「人與未來館」：

「人與防災未來中心」之第二期工程，於 2003 年 4 月完工啟用，以尊重生命、與自然共生的概念，建置防災教育推廣之展示設施，並

集合包括亞洲防災中心（ADRC）、聯合國任到問題調解事務所（OCHA）神戶分部、聯合國地區開發中心防災計畫兵庫事務所（UNCRD）、地震防災先端研究中心（EDM）、財團法人 21 世紀人道關懷研究機構、財團法人阪神・淡路大震災紀念協會等研究機構。

五、未來合作方向與重點

(一)美國德州農工大學非常樂意與我方國家災害防救科技中心推動雙方的合作關係，包括及合作研究、資料分享及交換學生，初期可能合作課題如下：

- 利用 MM5 模式預測颱風及推估其可能降雨量，進而提昇整體預報技術。
- 降雨逕流及淹水模式結合運用。
- 採用裝置電流感應式流體阻尼器(MR-damper)之標準結構實驗模型，進行結構控制研究；建立電流感應式流體阻尼器之控制理論；交換性能設計法在地震工程相關領域之研究成果與資訊。
- 疏散損失、疏散意向、風險認知、行為與受體資料等調查；避難決策支援系統；疏散成本、災害損失與社會影響。

基本上此次合作洽商，在「點」上均有突破，然仍缺乏整體規劃，未來如何拿捏輕重，如何融入國家災害防救科技中心工作應慎重考量，不應陷入為”合作”而合作的迷思。應進一步研議，除合作內容外，並將可能需要之人力與經費一併考量，排定優先順序。

(二)美國科羅拉多大學防災研究中心近年均於每年7月的第二週，在

Boulder 舉辦防災研討會，並邀請國際相關研究單位與專家學者參加，且規模日益擴大。國家災害防救科技中心將會透過適當管道與主辦單位聯繫，積極參加該研討會，以擴大國際交流與合作層面。

(三)日本京都大學防災研究所認為我方國家災害防救科技中心之層級較高，該研究所相當於一協力機構，暫未商定合作研究課題。經由討論及交換意見，建議考慮先行舉辦雙邊防災研討會，增進雙方互動，再進一步結合國際相關研究單位組成聯盟，加強國際合作與交流。

六、心得與建議

- (一) 美國德州農工大學減災與復建研究中心(HRRC)成立才十餘年，發展卻相當快速，在減災、整備、應變及復建等方面的研究能量相當厚實。其跨領域的整合並將成果推廣落實到實務工作的做法值得我們學習，同時由於長期對州及郡縣政府進行防災體制的規劃研究，不但財源沒有問題，同時亦與地方政府建立良好的合作關係。國家災害防救科技中心之任務與功能均比 HRRC 更廣、更複雜也更艱鉅，然最終目的卻是一致的—建置並強化地方政府的防救災作業能力。
- (二) 阪神大地震後日本政府加強推動災害防救科技研發與實務應用之相關工作。在中央政府方面，包括擔負研發任務之科學技術研究所、建築研究所、土木研究所等行政法人組織，以及國土交通省中設置國土總合技術研究所，負責整合各相關行政法人研究機構之研究成果，研擬跨部會之政策建議與施政策略；在地方政府方面，結合鄰近地區綜合大學之防災研究所（如阪神地區之京都大學防災研究所、神戶大學都市防災研究所等）、災害防救相關研究機構（如 EDM、人與防災未來中心 DRI 等），透過災害防救相關研究領域大學教授之參與，進行地方政府災害防救實務人員之研發技術轉移、教育訓練等，實有助於提昇地方政府災害防

救業務能力，並強化專業人才培訓，確實將研發成果應用於實務工作中。我國中央政府雖已設置災害防救委員會，但仍屬任務編組性質，地方政府推動整合性的災害防救工作仍屬起步階段。相關經驗，值得參考。

(三) 日本京都大學國際化的程度超出吾人想像，的確有傲人優勢致能獲選為日本 Center of Excellence。國科會與教育部共同推動的卓越計畫，基本構想即是建立 Center of Excellence，推動至今，個別計畫的成效相當優異，但對於建立卓越中心之目標仍有相當大的距離，值得我們深思與檢討。

(四) 日本曾經受到阪神大地震大規模破壞之神戶地區，災後歷經八年重建工作，除了整體都市設施、景觀之重建工作外，亦包括實體三次元震動破壞實驗設施之強化地震研究設施。為了保留阪神地震之教訓與經驗，在重建工程中，特別建置了人與防災未來中心、人與防災未來館，從生命關懷的角度推廣防災、減災的觀念與知識，以達到重視人命保護與愛護自然環境之教育目標。由這些措施之規劃推動與成果展現，可感受日本政府推動災後重建工作更深一層的努力與用心。

(五) 神戶市人與防災未來中心、人與防災未來館之命名、設施、展示內容、導覽義工（經歷阪神地震經驗的當地居民）的安排上，

均是以「人」(尤其是經歷阪神大震災之神戶人)的角度來傳達對於災害的恐懼感，以及如何透過災害經驗傳承、正確災害知識、認知的建立等，減低對於災害發生的恐懼，進而建立正面、積極面對災害的態度，來進行民眾參與的防災相關工作，以減少災害的破壞，以及與受災的神戶市一起重生，並將寶貴經驗傳承下去。此等以「人」為本的思維，導入災害防救工作的做法，值得借鏡。

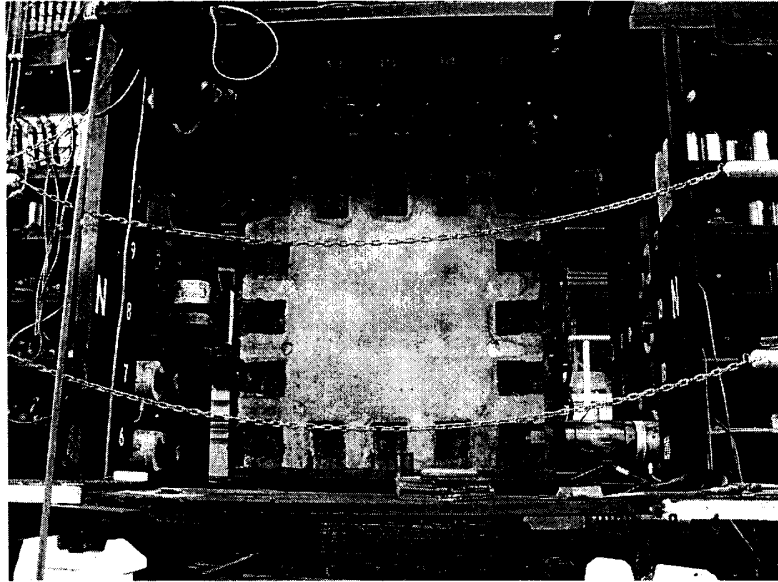
- (六) 綜觀日本防災科技研究近年發展，個別領域的均很傑出，但整合則益形困難，本位主義的心態很難因應整體面的需求，此點也道出了未來國家災害防救科技中心未來可能面臨的挑戰，如何打破領域的藩籬是相當重要的課題。宜及早因應，結合協力機構的力量，建構嚴密之防救災研發與支援網絡。
- (七) 防災教育宣導推廣極為重要，應與生活密切結合，並善加利用電腦網路相關技術與資源，製作生動影片與富趣味性之教學設施，以加強學習效果，持續推動。
- (八) 美國、日本學者專家，對我國近年能夠整合災害防救科技研發資源，統籌規劃推動相關研究工作，極為稱許。因為此等整合運作機制，在美國、日本尚未形成，且難度甚高。
- (九) 國家災害防救科技中心在我國災害防救之研發推動、技術支

援、落實應用等工作上，扮演關鍵角色，亦勢必成為我國防救災領域國際合作交流之樞紐，應加強進行國際化相關之人員培訓與作業機制規劃等工作。

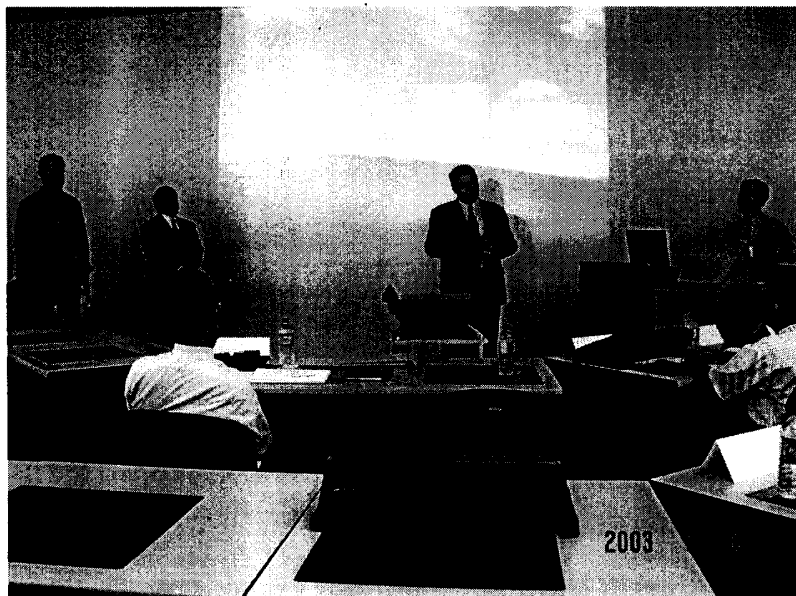
七、謝誌

本次參訪活動，經由國科會駐 Houston 科技組楊組長樂靜與莊維明小姐悉心安排，楊組長全程陪同美國德州農工大學參訪行程與活動，過程非常順利、週到，收穫亦甚為豐富，特此謹致謝忱。

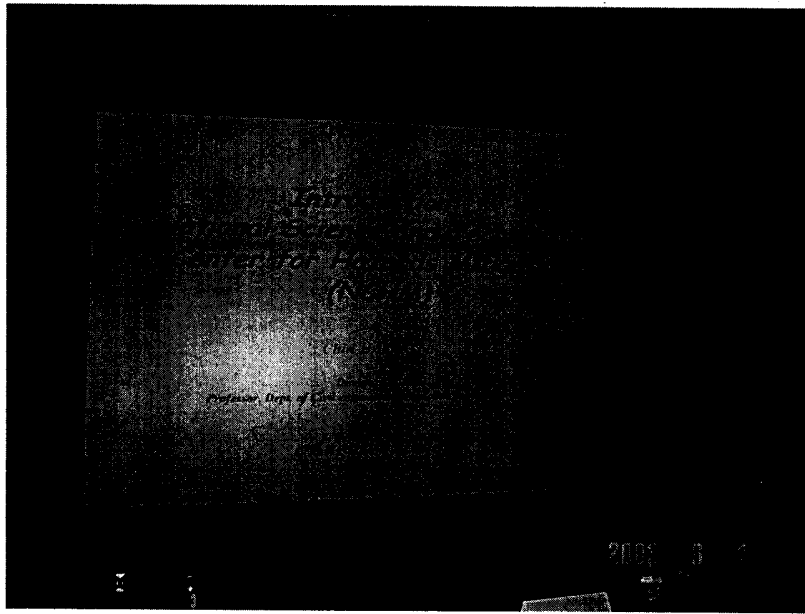
附錄 參訪照片



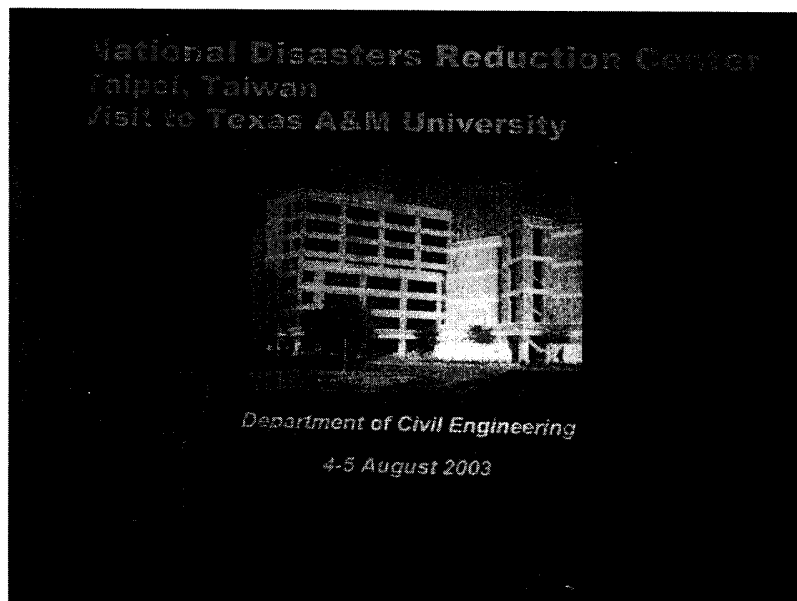
照片一 美國休士頓大學結構研究實驗室二軸向壓力實驗機



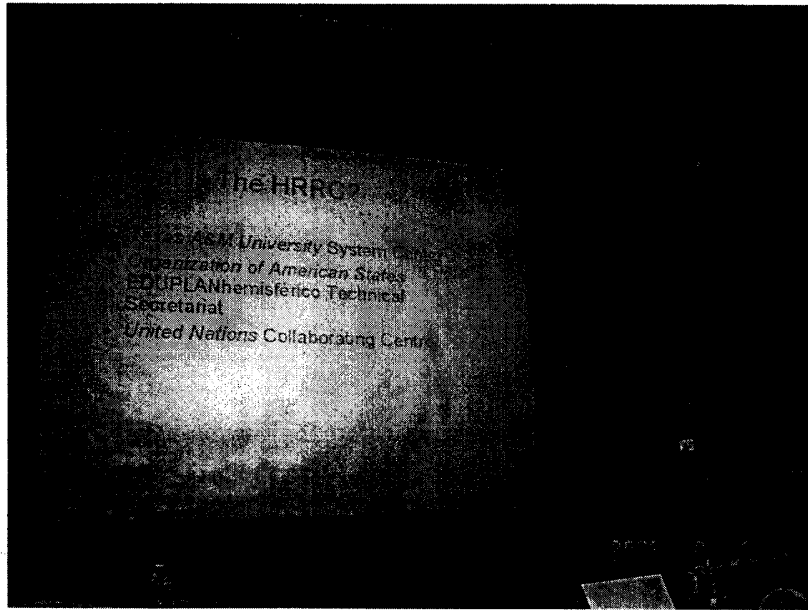
照片二 TAMU 建築與工程學院院長 Regan, J. Thomas 致歡迎詞



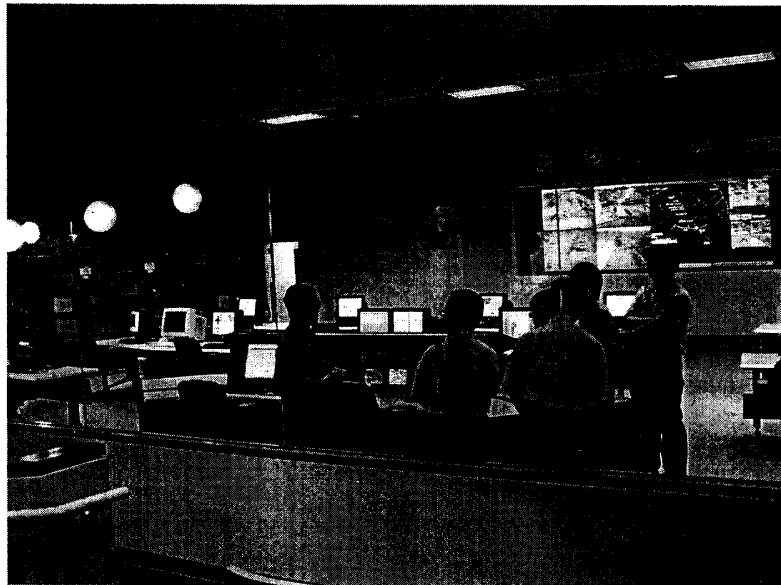
照片三 羅俊雄主任介紹國家災害防救科技中心近況



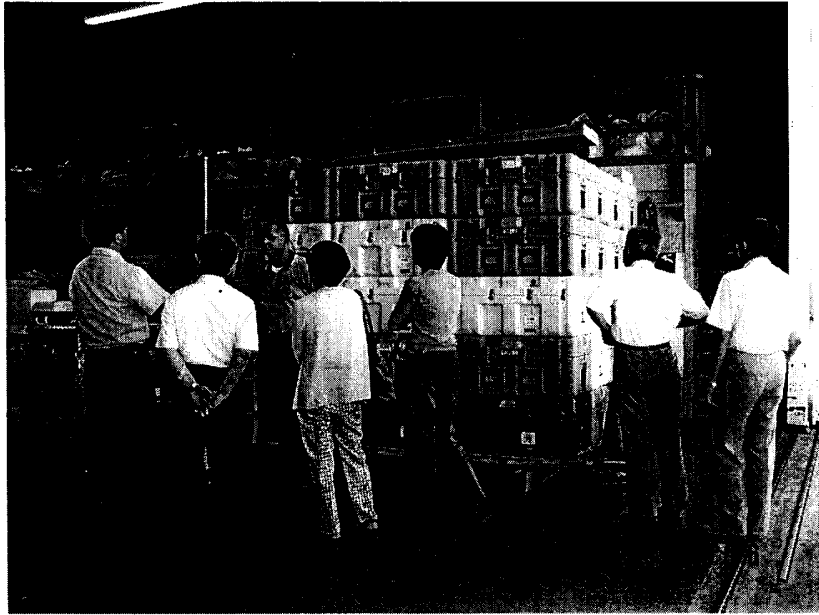
照片四 Prof. Paul Roschke 介紹 TAMU 土木系概況



照片五 Prof. Michael Lindell 介紹 TAMU/HRRC 進況



照片六 參訪美國德州運輸監控中心



照片七 德州搜救小組成員介紹搜救物質存放情形



照片八 TAMU 與 NCDR 成員討論未來可能合作事項



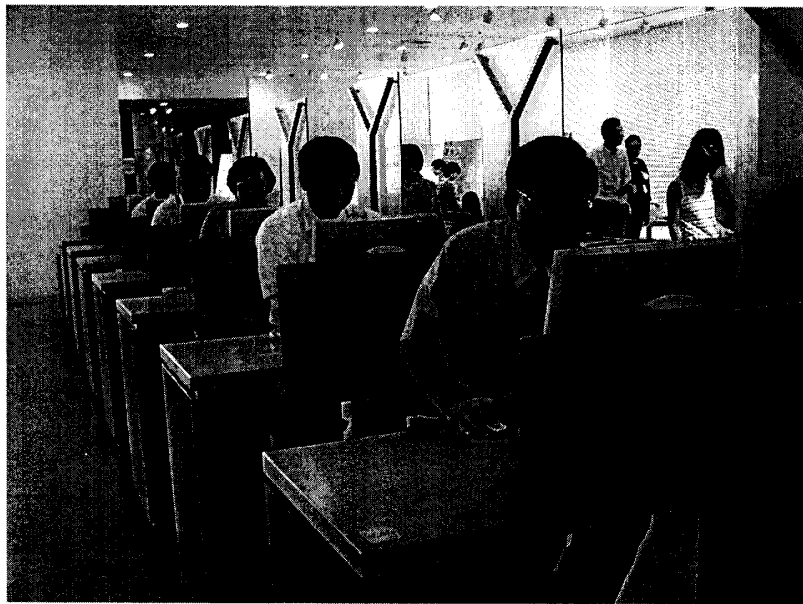
照片九 京都大學防災研究所河井教授簡報



照片十 討論雙方未來合作議題



照片十一 參訪成員於京都大學防災研究中心合影



照片十二 人與防災未來中心地震防災教育設施