

# 淺談臺灣災防科技發展與挑戰

顏清連／臺灣大學名譽教授 口述  
林翠儀／前自由時報資深文字編輯 整理  
李文正／國家災害防救科技中心副研究員 校正

## 發展歷程回顧

### 簡要歷程

臺灣災防科技發展的簡要歷程如圖 1 所示。從國科會大型防災研究計畫，經過防災國家型科技計畫，到後來幾個衍生的方案，這些計畫簡單地說有些成果。但這些成果的價值是不是得到社會大眾的了解與認同，頗有疑問。所以本人就反過來思考，要請目前正在崗位上推動及執行防災科技研發落實應用的同仁，把它當做是一種挑戰。

### 防災法令研訂

國科會真正開始進行大型防災計是在 1982 年。如果再往前回溯，在政府體系中，1964 年之前關於防災方面，並沒有正式的法令或體系。法制面是從 1964 年之後才有「防救天然災害及善後處理辦法」，不過這只是一個處理辦法，層次不是很高，當時幾乎全都由臺灣省政府負責。其後有 1994 年的「災害防救方案」，



圖 1 臺灣防災科技發展簡要歷程

註：NCREE=國家地震工程研究中心；NCDR=國家災害防救科技中心；TTFRI=臺灣颱風洪水研究中心

我記得很清楚，當年發生華航名古屋空難和美國洛杉磯北嶺地震，引起行政院的通知，所以擬訂了此一方案，同時納入了天然與人為災害。

「災害防救方案」之後行政院決定草擬「災害防救法」，草案送立院被退回一次或兩次，法條談了很久，但送來送去就是無法通過。防災國家型科技計畫成立兩年後，行政院就要求國家型計畫將草案擬出來，所以當時我們常開夜車，接著在 1999 年發生了 921 大地震，對「災害防救法」發揮了催生作用。終於在 2000 年 7 月立法院通過「災害防救法」。

### 防災研發計畫與方案之推動

從 1982 年至今，政府推動的防災研發計畫及方案，包括國科會大型防災研究計畫（1982-1997）、防災國家型科技計畫（1997-2006）、強化災害防救科技研發落實運作方案（簡稱強化方案，2007-2010）及災害防救應用科技方案（簡稱應科方案，2011-2014）。

防災國家型科技計畫是從 1998 年正式開始，97 年是它的預備年。為何會有這個計畫，其實有個小故事。大型防災研究計畫從 1982 到 1997 年，一共 15 年，當時分為 3 期，每期 5 年，做到第 3 個 5 年快結束時，大家提議是否要有第 4 個 5 年或甚至第 5 個 5 年繼續下去時，先對過去做了些回顧。當年推出的大型防災計畫時，主要都是學校的幾位教授，帶頭的是前行政院長劉兆玄先生，那時他是國科會企劃處處長；他的學術領域背景是化學，但他和我們這幾位學者還算熟，所以就從地震開始談，於是成立研究計畫，但基本上是由學校的這些老師規劃與推動。

當時雖然強調希望研究的成果可以落實應用，但是教授們主要還是希望國科會能提供經費補助他們進行研究計畫，帶領研究生、撰寫論文。至於落實應用，說實話，現在回頭想想，15 年的研究成果，真正能夠落實的東西不多。這並非大家無心落實，而是當時的行政體系和社會條件也不足以進行落實的工作。可是每到 5 年，就會有人檢討這 5 年做了什麼，有沒有落實應用。結果我們每次被問的時候都面紅耳赤。

所以在 1996 年開始規劃後續防災科技研究，我們就說要做就做大一點的，那時劉兆玄先生擔任國科會主委，已經有防災國家型科技計畫的概念，同時還有另一個計畫是電信國家型科技計畫。兩個計畫差不多同一時間開始規劃，但較早動手的是防災國家型科技計畫。所以防災國家型科技計畫是第一個國家型科技計畫，不過規模比電信國家型計畫小很多。

防災科技從 1982 年來到 2011 年經費的成長，如圖 2 所示。國科會部分為紫色，其他部會則為綠色，由此圖可知，國科會的投入鼓勵帶動了其他部會在防災科技上的投入。從大型防災計畫、防災國家型計畫、強化方案到災防應科方案這 4 個階段的經費統計下來，大概 82 億元。我們一路下來 30 年，一直強調落實應用，究竟落實應用了多少成果，現在變成一個很重要的課題。

### 三個研發中心之成立

時間往前回溯，大型防災研究計畫一開始就已經構想要成立國家地震工程研究中心（NCREE）。NCREE 於 1990 年正式成立之前，有一段漫長且曲折過程，先由臺大報請教育部支持，教育部卻說沒有預

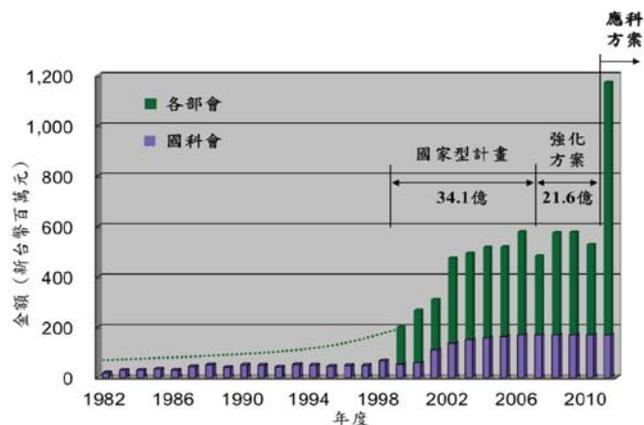


圖 2 投入防災科技研發經費統計 (NCDR 提供)

算，之後由教育部轉報行政院，由時任政務委員的李國鼎先生幫忙，經過多次的專家評估審查，才由國科會支持成立。

接著是 921 大地震之後，防災國家型科技計畫受到很多注目，但我們無法馬上有什麼太大的貢獻。國家型計畫第 1 期 3 年、第 2 期 5 年，於是大家又開始思考 8 年之後該怎麼辦，不能說國家型計畫一直像以前那樣做。不論結束或延續都該有一些規劃，所以就決定成立一個單位可以把先前以及 1998 年以來做的研究成果，想辦法落實應用到實際的系統裡。這個單位就是國家災害防救科技中心（NCDR），所以 NCDR 的重要任務就是要把研究成果落實應用到實務上。

防災國家型科技計畫 8 年退場後變成的 NCDR，其基本概念就像是一個水庫用到一個年限後的延壽計畫。所以，接下來的強化方案與應科方案，以及八八水災之後於 2011 年成立的臺灣颱風洪水研究中心（TTFRI），實質上都是防災國家型科技計畫的延壽計畫。

NCREE、NCDR 及 TTFRI 這三個中心的成立規劃過程本人有幸都能夠直接參與，而且成立之後亦有機會去關心與了解，可說是與有榮焉。就個人所知，NCREE 成立最早，成果最為豐富，貢獻最大；其次就是 NCDR。TTFRI 才成立不久，所以我們有很高期待，但目前還不能說它有很大的貢獻。

### 大型防災研究計畫

在 1982 年以前雖有些零星的研究計畫，但簡而言之就是：缺乏統籌協調規劃，不同部門有些重覆執行相同課題，部份重要課題乏人問津，以及研究成果落實應用比例偏低。這是我們在推動大型防災計畫時，將落實應用列為重大目標之一的原因，也是後來經常被檢討的一點。

### 執行概要

國科會大型防災研究計畫一共 3 期 15 年。計畫件數差不多有 1 千件，經費約 6.7 億元，參與的老師 1,645 人年，平均每年有 110 人；研究生 1,138 人年，平均年培育產出約 80 人，詳如表 1 所示。學生人數比老師少的原因在於有些研究生是由一位以上的教授共同指導的，所以老師人數就比培育產出學生多了。

表 1 國科會大型防災研究計畫執行概要

國科會大型防災研究計畫	第一期	第二期	第三期	總期程
期程	1982~1987	1987~1992	1992~1997	共 15 年
計畫數	300	395	4001	1,096
經費 (億元)	1.88	2.37	2.45	6.70
參與教師 (人年)	450	593	602	1,645
培育研究生 (人年)	324	395	419	1,138

### 成果與檢討

- 成果陸續被相關單位採用。
- 完成「地震工程研究中心」籌設，建置振動台系統、進行結構模型擬動態試驗。
- 相關部會分別進行相關課題研究，缺乏密切聯繫。
- 較偏重於個別性、局部性的研究，少有跨部會之跨領域整合性研究及合作的作法。
- 未能針對各階段防災業務所需，將研究成果循防災體系落實於各個部門，難以迅速地發揮效果。
- 總結一句話就是落實應用還不夠多。

## 防災國家型科技計畫

### 執行概要

由於在「大型防災研究計畫」的檢討中，發現對於本土災害的自然與人為因素都不夠了解，而且掌握到的科技也很少真正貢獻在減災的目標上。因此，防災國家型科技計畫推動主要目的就是要落實，不能單由學術機構進行研究，而是要將有關的部門統統涵括進來，共有 13 個部會 21 個單位參加；各部會各自編列經費，國家型科技計畫 8 年共花了 34 億元，參與老師 1,356 人年、學生 4,378 人年，詳如表 2 所示。

表 2 防災國家型科技計畫執行概要

防災國家型科技計畫	第一期	第二期	總期程
期程	1997~2001	2002~2006	共 8 年
計畫數	207	697	904
經費 (億元)	7.51	26.55	34.06
參與教師 (人年)	310	1,046	1,356
培育研究生 (人年)	959	3,419	4,378

## 主要成果

- 帶動防災研發成果有效移轉至實務。
- 颱風災害應變作業由被動搶救提升為主動預警。
- 建立地震災害損失評估系統提升減災應變作業能力。
- 引導防災工作由工程措施與緊急應變改進為全方位作為。
- 建立法制基礎與運作體系。
- 強化防災資訊系統提升作業效能。
- 由中央擴展至地方(縣市)強化基層防救災作業能力。
- 成立國家災害防救科技中心。
- 推動校園防災教育加強師生防災素養。

在這些成果中，最重要的應是國家災害防救科技中心的正式成立，另一個就是颱風災害應變作業由被動搶救提升為主動預警。預警的資訊主要是來自防災國家型科技計畫所產出的淹水潛勢地圖。由於潛勢地圖分析與製作，並非百分之百準確，所以當初行政院防災會報還不敢貿然公開，因為淹水潛勢的範圍一公開，可能引發爭議。現在回想起來，這種考量也是對的。防災國家型科技計畫發展了此一技術，後來由 NCDR 及水利署接手持續更新。當時規劃是每 5 年更新一次，因為各種條件，如社會、環境以及工程設施等都在改變，所以淹水潛勢地圖必須根據現實狀況修正，目前已經進入第三代了。

## 強化研發與落實方案

### 執行概要

從 2007 年開始就是延續的強化方案，共有 20 個重點、76 個課題。這個階段 4 年共有 14.84 億元經費，參與人力共計教師 634 人年、研究生 1,875 人年，詳如表 3 所示。

表 3 強化研發與落實方案執行概要 (NCDR 提供)

強化研發與落實方案	96 年度	97 年度	98 年度	99 年度	總計
計畫數	97	126	105	94	422
經費 (億元)	3.14	4.05	4.07	3.58	14.84
參與教師 (人年)	146	189	158	141	634
培育研究生 (人年)	393	496	519	467	1,875

## 主要成果

- 更新 22 縣市淹水潛勢圖。
- 建立易致災地區之安全建地劃設機制與準則。
- 更新臺北盆地設計地震微分區。
- 建置防災教育 @ 數位平臺入口網站。
- 更新 33 條第一類與第二類活動斷層圖。

強化方案結束後，接著推出的是應科方案，目標是健全災害風評與災害管理體制、強化災害防救資訊共通平台，以落實資源共享、提升災害應變作業效能及加強防災知識傳播與溝通認知。換言之，就是將科技能量再擴散出去的一個方案。這項方案目前仍在執行中，規劃的經費約 27 億元，預定至 2014 年執行完畢，尚未有執行成果統計出來。

## 研發機構

一路走過來，政府支持設立有關防災科技的研究單位有三個，也就是前面提到過的國家地震工程研究中心 (NCREE)、國家災害防救科技中心 (NCDR) 以及臺灣颱風洪水研究中心 (TTFRI)。現在來看看這三個中心的人力，如表 4 所示。NCREE 編制人力有 110 人、計畫人力有 33 人，NCDR 編制人力 93 人、計畫人力 9 人，TTFRI 因為較晚成立，目前編制人力有 43 人、計畫人力 4 人，加起來約有 290 人。這 290 人是從那裡來的？大部分都是歷年來在防災研究計畫及方案項下所培育出來的。有的是當年參與的研究生，有的是由學校教職轉任，國家地震工程研究中心有些這種教職轉任案例。

表 4、政府支持單位研發機構概要

單位	成立時間	現有專任人力
國家地震工程研究中心 (NCREE)	1990 年	110 (編制) + 33 (計畫)
國家災害防救科技中心 (NCDR)	2003 年	93 (編制) + 9 (計畫)
臺灣颱風洪水研究中心 (TTFRI)	2011 年	43 (編制) + 4 (計畫)

這 290 名人才今天可以擔任這些工作，應該說是防災科技這個領域所培育人才的貢獻；同時這些計畫及方案也創造了機會讓他們能在這裡發揮。如果只是培育，卻沒有提供讓他們發揮的空間，那也是白培育

的。所以本人認為光是培育人力本身就是一個重要的成果，不曉得立法院能否認同。NCDR 去年送立法院的資料雖然很好，但仍嫌不足，沒有充分表達我們在這一方面的貢獻。這三個中心的宗旨，就是要能降低地震、颱風及各種災害的災損，他們各有一個很重要的任務，詳如表 5 所示，希望這些研發任務所帶來的成果可以降低災損。

表 5 三個研發機構之宗旨及任務

單位	宗旨及任務
國震中心	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 從事基礎及應用研究，以提升地震工程技術水準。</li> <li>• 落實研究成果、解決耐震問題，以降低地震災損。</li> </ul>
災防中心	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 結合研發能量、強化研發成果，以提升災防科技水準。</li> <li>• 整合跨領域、跨部門之災防科技資源，並將之落實應用，以降低災損。</li> </ul>
颱風中心	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 研發颱風災害預報關鍵技術，建立先進颱風災害模擬能力，以降低颱風災損。</li> <li>• 提升研發能量，建立具區域特色、世界知名的颱風研究機構。</li> </ul>

另外，颱風中心的宗旨有一個特別的地方，就是建立具區域特色、世界知名的颱風研究機構。臺灣是有這種研究機會的少數國家之一，一年有 3 到 5 次的颱風經過臺灣，我們如果能抓住這個機會，臺灣可望在這個領域會有突出的表現。因此，本人非常認同颱風中心的這一點，除了能對於降低災損有所貢獻，也能讓臺灣在世界上有一個亮點。

因為研發的成果必須落實，所以在當初的設計中，希望有當地的大學機構可以協助落實。目前除了 NCREE、NCDR 及 TTFRI 三個中心之外，全國有 14 所國立大學及 3 所私立大學參與 NCDR 協力機構，8 所大學成立防災研究中心。這些從台北到苗栗、台中、台南、高雄，甚至於金門，都有配合的學校。另外，民間也有了防災研究單位的設立，中興工程顧問社的防災科技研究中心就是其中一個例子。這是一個好的現象，中興社的構想就是發展防災產業。

## 成果落實應用

### 災害潛勢地圖應用

落實應用的項目有很多，就以淹水潛勢地圖及坡地災害潛勢地圖為例來講，目前已提供給 19 個縣市 93 套、287 個鄉鎮區 1,159 套，詳如表 6。現在大家用得

表 6 災害潛勢地圖分發數量統計 (NCDR 提供)

圖幅尺度	圖層名稱	縣市/鄉鎮 (單位數)	出圖數量
縣市	災害雨量門檻值	19	19
	淹水潛勢地圖 (24小時降雨量300mm、450mm、600mm)	19	57
	坡地災害潛勢地圖	17	17
鄉鎮區	淹水潛勢地圖	287	861
	坡地災害潛勢地圖	205	205
災害潛勢地圖總計			1,159



也都很習慣了，而且有的縣市已經在期待下一個更新版本。我們很簡單地算一下，這些鄉鎮區有了這些淹水潛勢地圖及坡地災害潛勢地圖之後，假如他們確實根據這些去做防災工作，受惠的人數大概可以分別約 219 萬人及 28 萬人。這僅僅是一種表示的方式，應可以再進一步去追蹤分析民眾受惠的程度。

### 颱風災害應變作業效能提升

颱風豪雨期間根據降雨預報資訊及災害潛勢地圖，運用資通訊系統作出研判、決策與應變指揮，因而提升災害應變的效能。例如表 7 所示，從民國 90 年至 96 年疏散撤離及傷亡人數減少的趨勢。每年颱風的次數和強度不同，所以數字有所變動，但長期下來，可以看到其中的減少趨勢。至於民國 97 年至 99 年的數據則無明顯的下降趨勢。固然這段期間極端強降雨規模較大是一個因素，但亦顯示颱風應變作業還有相當大的改進空間。希望防災科技能作出更多貢獻。

表 7 民國 90 ~ 99 年颱風災害受難人數統計 (NCDR 提供)

颱風事件	最大降雨強度 (mm/hr)	總累積雨量 (mm)	疏散撤離 (人)	死亡與失蹤 (人)
90.7.28桃芝颱風	147	757	----	214
90.9.17納莉颱風	142	1,462	24,000	104
93.6.30敏督利颱風	167	2,005	9,500	41
94.7.18海棠颱風	177	2,124	1,208	15
94.9.1泰利颱風	119	766	1,207	5
95.7.12碧利斯颱風	95	1,013	409	3
96.08.16聖帕颱風	122	1,399	2,531	1
97.07.16卡玫基颱風	161	1,027	179	26
97.09.10辛樂克颱風	97	1,608	1,987	22
98.08.08襲拉克颱風	140	3,060	24,775	693
99.9.19凡娜比颱風	125	1,128	16,568	2
99.10.21梅姬颱風	182	1,195	3,453	38
合計	-	-	85,817	950

主動預警，災害減少  
極端強降雨，災害規模擴大且複雜  
被動搶救 (桃芝颱風) → 主動研判預警疏救 (納莉颱風、敏督利颱風與七二水災...)

### 校舍耐震能力提升

#### 教育部校舍耐震補強計畫概要

這是媒體不太注意，但本人認為很重要部分。在 921 大地震之後，全國高中職及國中小出現了很多危險教室，國家地震工程中心開始設法推動校舍的耐震補強工作。耐震補強是很早就有的構想，想想看怎麼進行，一棟建築物是否有真正的危險必須先去作評估，評估之後有必要才會去做補強，評估及補強都需要技術，可是技術在哪裡？所以 NCREE 就從 1991 年開始作評估及補強技術研發工作。雖然至今仍在發展中，但並非等技術發展到非常完美了才開始運用，能用的部分就轉化為技術規範。訂定規範的同時，亦開始研擬補強計畫。補強計畫的擬定是教育部主導，國震中心於 2004 到 2008 年協助，接著在 2009 到 2011 年實施補強計畫。評估與補強的工作分成初步評估、細部評估、補強設計及工程實施，一共投入 176 億元，詳如表 8 所示。

表 8 校舍耐震評估與補強資料統計 (NCREE 提供)

初步評估		詳細評估		補強設計		補強工程	
6,000 棟次	0.36 億	3,298 棟次	8.64 億	1,411 棟次	5.52 億	1,411 棟次	157.74 億
共投入 176 億元							

#### 成果與績效

這項工作花費一大筆預算，但換一個角度來思考，如果不投入 176 億元進行補強工程，而將危險教室統統打掉再興建新教室，據估算約須花費 1,600 億元，本益比大約是 1:9，省下大筆經費。同時，工期從 2 年縮短成 2 個月。危險教室補強完畢，學生與學生家長也都能安心，受惠人數大約 240 萬人，佔全部人口的一成，詳如表 9 所示。由上述簡單資料可以看到校舍補強計畫的效益很大。這也是國震中心成立 20 多年來的一件很重大的貢獻，所以要評估它的績效需要有較長遠的眼光；不要像是設計一個電子產品，一年後就可以上市獲利，畢竟性質不一樣。因此，做這種工作，不能今年給 5,000 萬元，明年就問你花這些錢有多少效益，不能這樣看也不能這樣問，這點很重要。

表 9 校舍耐震補強成果統計 (NCREE 提供)

目前實際執行情形	校舍棟數	保障師生人數
評估確認無疑慮	6,591 棟	91 萬
完成耐震補強	1,880 棟	29 萬
合計	8,471 棟	120 萬

註：1. 補強後可承受震度從 5 級提升至 7 級。  
2. 假設每戶有 2 位學童，則 120 萬學生背後有家長 120 萬人。

## 未來挑戰

前面說明的是防災科技發展之回顧。本人真正想說的是未來的挑戰，這是比較重要的部分。我們做了防災科技研發跟政府的施政計畫究竟有什麼關係？做出有用的成果，如何讓大家覺得有用、願意拿去用。

## 防災科技與施政計畫

### 國家型計畫時期

當初國家型科技計畫規劃時即考慮到，研發成果要能確實應用落實必須與政府各部門的防災施政計畫緊密連結。圖 3 說明了政府各部會有關防災施政計畫與國家型計畫之間的互動運作關係。簡單地說，施政計畫如有科技方面的需求，可以透過各種管道提出；國家型計畫經由研究、開發、整合之後，將成熟技術回饋給需求面。

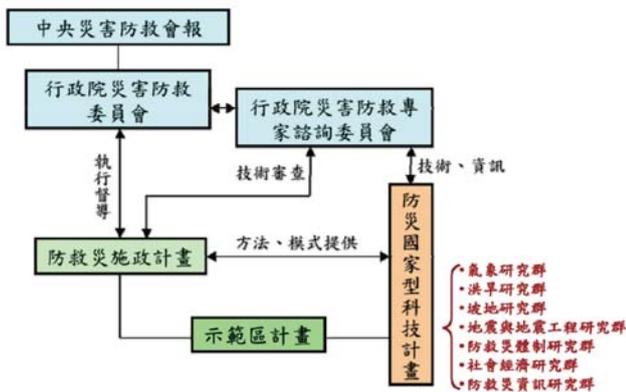


圖 3 防災國家型科技計畫與各部門之互動關係

### 應科方案時期

防災國家型科技計畫結束之後，研發工作以及落實應用由 NCDR 接手繼續推動。科技與施政之間的互動關係基本思維雖沒改變，但為了強化落實應用而將其範圍擴大到地方政府，同時也加入了協力機構，詳如圖 4 所示。此圖是在應科方案規劃時，配合行政部分組織及想法的改變而做了修正，不過重點仍在如何落實。

### 未來設想

本人認為未來的科技與施政互動可以簡單化，最上層為行政院、立法院及社會大眾。預算從行政院編列，經由立法院審議。防災施政計畫最高層次為行政院的防災會報，底下依次是中央相關部會、地方政府及社區、民間企業等，詳如圖 5 所示。

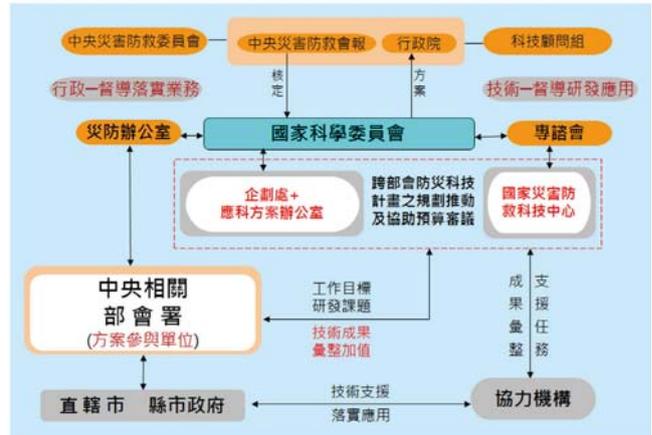


圖 4 應科方案與各部會及地方政府之互動關係 (NCDR 提供)

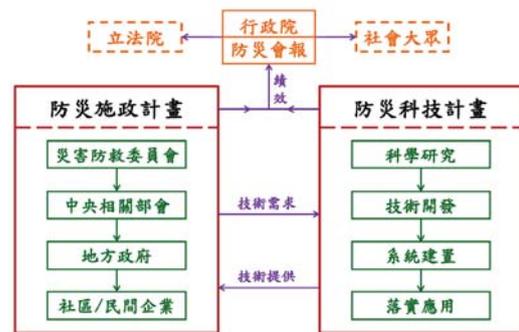


圖 5 未來防災科技與施政互動關係(設想)

防災科技計畫最基本的是科學研究，必須先對自然現象有所了解，今天了解這個，明天發現新問題，必須一路追下去，這是無止境的。技術開發的部分，上游的就是對自然現象有所了解，然後針對已經了解的，研究如何進行防救災的工作，需要什麼樣的技術，技術開發出來要建置系統，接著就是落實應用。

兩者之間存在著互動關係。所謂的互動，首先要由施政單位提出技術需求，也就要確定負責防救災的部會想要什麼技術。然後由研究單位研發出來，再將技術提供回去，NCDR 就是要想辦法將這兩個區塊接合起來，也就是要負責搭橋的工作。

NCDR 全名為國家災害防救科技中心，要成立之前，曾討論很多次，重覆強調，不要加上「研究」兩個字，我是贊成不將「研究」二字加進去的。因為十年前、二十年前大學裡強調的就是研究，也就是用論文來評量教授的表現。災防科技中心不需要做那樣的事情，而是要整合學研界研究出來的好成果，並將這些好的成果開發成可以用的技術後，推薦給有需求的單位去應用。因此，NCDR 就要在學研單位進行研究之前，先去了解每個部會的技術需求，經過分析過濾之後交給研發單位去做研發。做這些事情時，須經常思考要能讓行政

院、立法院和社會大眾了解，有沒有績效。績效如何評估、如何呈現才能讓人家了解，也是值得研究的課題。不能只告訴行政院，我們的成果有 10 篇論文、20 個專利，重要的是這些研究有沒有效用。

災防科技中心要做的事情可以歸納成三部分：了解防災施政計畫需要什麼技術；使研發成果變成可運用；評價運用結果減少多少損失、保全了多少人口、保護多少農田、房子等等。未來的挑戰重點應該是在這三塊，比較細部的技術和自然現象的了解，應該分派給各個上游的研發單位。同時 NCDR 應被賦予推動這些任務所必須要有的力量，才有可能達成任務。

### 技術需求

回過頭來談談施政計畫之科技需求。首先要想了解施政單位需要什麼的話，必須請防災施政計畫的部會提出要求，並且提醒一定要明確，同時要有下列幾項特性：

- 具有政策高度 — 眼光遠、視野廣
- 設定短、中、長程具體目標
- 跨越部門與層級
- 有可預期具體成效

第 1 點要具有政策高度，也就是眼光要長遠，視野要廣闊；要能看到 5 年、10 年後，甚至是更長遠以後，我們要做到什麼樣的水準。接著是那些要應用的技術，必須涵蓋減災、整備、應變到復原重建的循環。所以說，在技術的需求方面，必須請提出需求的部會單位有其政策高度。接著就是要設定短、中、長程具體目標，短程為 5 年、中程 10 年、長程 20 年。

NCDR 必須留意技術提供是跨部會性質的，一項技術最好是可以適用於跨部會、跨層級的各單位。另外，每一項技術需求都必須有明確且可預期的具體成效，例如水利署要求研發出一項新技術時，必須清楚表明，對於某一規模的降雨，希望 5 年後 10 年後，可將受災人口減半的預期具體成效。

假如這些都能夠很清楚，進行研發的人也就能夠了解自己做出的成果可否滿足實際需求。研究單位和提出需求的單位若有如此明確的具體預期，那麼預算的編列也就不成問題，這就是「需求應明確」的意思。希望 NCDR 未來要擔負起與各部會有關防災科技的溝通、協調、整合工作。

### 技術供應

技術的供應大致可以歸納成下列三類：

#### 1. 模式方面，包括

- 災害潛勢評估模式
- 預測 / 預警模式
- 預報模式
- 脆弱度與風險評估模式
- 績效評估模式

#### 2. 資訊方面，包括

- 監測系統建置與維運
- 資訊系統建置與維運
- 基本資料庫之建置與維運

#### 3. 體系方面，包括

- 行政體系效率提升
- 法規增修訂

第一類是學研界比較習慣的。這些學研界都可以進行，但要留意結果能否適用的問題。第二類是因模式的應用需要許多資訊。資訊的來源就得依賴監測系統及基本資料庫等，這裡要特別關注建置完成後的維護與營運。第三類則是技術供應之後，還必須有行政體系效率的充分配合，才能發揮成效。

總而言之，有了模式和資訊可以做出好的預測或預報，進行落實之際，行政體系若過於混亂也會失去效果，所以 NCDR 在這一部分還有很多事情要做。現在參與的部會非常多，要避免力量相互抵銷，因此體系的流線化（streamlining）是可以嘗試的方向。

### 績效追蹤制度之建立

前面已經說過，整個防災科技成果的落實應用績效是社會各界所關注的焦點，因此如何建立一個好的績效追蹤制度，是 NCDR 一項非常重要的工作。這個制度必須考慮到幾個面向以及相關各種因素，簡要列舉如下，供 NCDR 參考：

#### 1. 績效指標構面與參數

- 學術面：論文 / 報告之質與量、培訓人力之質與量
- 技術面：專利 / 創新之項數、成熟度、應用度
- 經濟面：災損減少程度、產值 / 利潤
- 社會面：受益人數、受益程度、傷亡人數減少

#### 2. 參數品質值與權重

- 每一參數應先研訂一基本貢獻量，再據以推估其品質值（0~10）
- 每一參數配置一定權重（0~1.0）

### 3. 基本資料

- 系統化的資料調查、蒐集與整理

### 4. 運作機制

- 技術需求者與供應者共同參與
- 依災害類別定期作績效追蹤評估（每隔 3~5 年）

績效追蹤制度建立之後，最重要的事就是要透過運作機制，進行績效追蹤評估，評估的結果，從上游到下游都可以清楚地看到績效。績效最後必須回饋到最上層，然後編列下一個計畫的預算，才會獲得支持。

## 結語

### 回首感觸

回溯到 1981 ~ 1982 年本人參加大型防災研究計畫規劃工作的情形，當時環境很克難，做簡報用手寫的，然後用透明片投影。投影片上的幾行字是本人所寫的如圖 6 所示。

第一點是「技術水準」，意思是我們做大型防災計畫，希望提升技術水準。第二就是當時我們已注意到「整合性」，不同領域的整合，例如氣象與水利的整合，雨量多少與水利的設計、管理、營運都有密切的關係，這些不同領域的人必須整合起來；然後是學術與實務的整合，這也是我一再強調的事。還有一點就是「研究人才培育」，當時我們進行大型防災研究計畫的規劃時，並沒有想到多少年後該怎麼辦，但我們相信持續做下去，應該可以培養一批研究人才。

那時我們幾個人就引用了一句話「？天地不仁，以萬物為芻狗？」，是天地不仁嗎？還是人要順應自然？重點是要將科技落實應用，使人類可以做調適。看看臺灣，先前提到的地震與颱風，人如何跟天然災害共

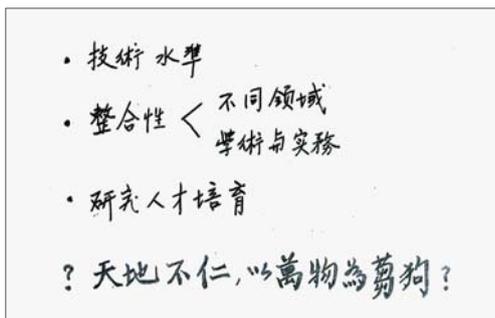


圖 6 1982 年大型防災研究計畫簡報投影片之一

存，而不是去想人定勝天。我們從小被教育要「人定勝天」，現在回過頭來想想，那是錯誤的概念。不過「人定勝天」的概念，是當時政治氣氛之下的產物，去打敵人可以，但不要把自然當敵人。我們必須認知到面對災害，除了要防災之外，還是考慮到調適，最後才能追求到人與自然的和諧，也就是天人合一的境界。

當年參加 1982 年國科會大型防災科技計畫規劃的主要成員，2001 年為了規劃 NCDR 的成立，大家又齊聚一堂（如圖 7 所示），回憶過去策劃未來，不亦樂乎之感油然而生。



1982 年參加國科會大型防災研究計畫主要人員再齊聚一堂  
NCDR 籌備規劃座談會(2001.7.12)會後合影

左起：黃榮村政務委員、蔡義本教授、許茂雄教授、劉鈞琦博士、李兆治教授  
蔡清彥政務委員、茅聲煥教授、顧清建教授、洪如江教授

圖 7 大型防災研究計畫規劃主要人員再聚會

本人已經退休 10 年了，回想 30 年一路走來，在臺大任教 26 年半，其中有 13 年兼任行政工作，但沒有放棄教學研究。整個換算下來，大概行政工作佔掉了約 1/4 的時間，其餘有 3/4 的時間有一半在做防災研究。今天回頭想一想，有什麼成就？其實沒有；有沒有後悔？很難說。

### 對 NCDR 的期望

本人對 NCDR 有很高的期待，首先 NCDR 要能夠了解掌握到部會實務上的技術需求，回過頭來去要求研發單位做出需要的技術，之後整合在一起並回饋給需求面去落實應用。然後再確確實實作出績效評估，並呈現給政府最高層級及社會大眾，那個層次不需要看很細的東西，但能看到有效的成果。這樣才能獲得社會的支持，所以說 NCDR 任重道遠。