

# 支援颱風應變決策之災害預警技術研發

## The Development of The Disaster Prediction Technology Supporting Decision Making

主管單位：國家災害防救科技中心

于宜強

林欣弘

陳奕如

Yu, Yi-Chiang

Lin, Xing-Hong

Chen, Yi-ru

國家災害防救科技中心

### 摘要

本計畫主要是支援中央災害應變中心與滿足應變決策分析需求，故研發目標將持續針對颱風豪雨災害應變期間的降雨、坡地崩塌及淹水災害等在時、空間的技術進行開發，並以跨領域模式整合架構開發，提昇淹水與坡地崩塌境況模擬的應用，落實災害風險及社會影響與災害衝擊評估分析。另外，配合地方政府的應變資訊需求，落實即時災害預警資訊等的支援技術之發展，以縣市為單位進行技術落實開發。此外，亦持續以跨單位交流合作方式，介接氣象模式系集預報資料，並持續針對定量降雨預報能力的提升進行研究，期望改進降雨預報的不確定性。另外，也透過系集颱風路徑預報的應用發展，研擬多颱風路徑情境下可能造成的災害評估，透過情境風險分析，提供颱風應變的災害風險建議。

關鍵字：災害情境、災害衝擊評估、鄉鎮災害預警、系集預報應用

### Abstract

The major target of this project is to support the works in Central Emergency Operational Center (CEOC) and to satisfy the needs of decision making in the emergency operation. For this purpose, the research and technology development are focus on the disaster warning application of flood and land-slope disaster for the typhoon and heavy rainfall emergency operation. In this project, the interdisciplinary model integrated framework is fulfilled gradually through the integration of weather model, disaster model and society assessment model. Besides, in order to support the

requirements of local government in the emergency operation, the township disaster warning technology have been developed in each county area and will build up a realtime disaster warning system. The technology developments include the realtime probability model predictions for the flood and land-slope warning. The next step further is to assess the disaster impact for society and economy for making suggestion to CEOC. Furthermore, the application of ensemble rainfall forecast and typhoon track forecast will be established by the cooperation with CWB and TTFRI continuously. The method will make a deep study for evaluating best ensemble rainfall forecast and apply to the disaster warning and disaster impact assessment in the future.

**Keywords:** disaster scenario, disaster impact assessment, township disaster warning, ensemble forecast application

## 一、前言

本計畫目標以支援中央災害應變中心(Central Emergency Operation Center, CEOC)，與滿足應變決策分析需求進行技術發展。研發項目主要針對颱風、豪雨災害應變期間的災害預警技術及即時演算能力等進行研發。另外也針對災害預警技術研發需求，研究探討降雨引發坡地崩塌及淹水災害發生在時、空間的關聯性。並配合中心發展之全流域預測模式進行整合式發展，期望提昇淹水境況模擬與預警技術，增進坡地崩塌境況模擬之精確度，進而改善災害風險及社會影響之分析模式。同時，配合即時災情之分析，研判地方政府災害承受與應變反應能力。

今年度持續精進預警技術的落實，並進一步研發災害衝擊研判分析技術，目的為支援颱風應變期間分析研判，因應指揮官策略調整與現況臨時異動等需求，了解在某種災害的規模之下，考量防災能量後，評估區域遭受經濟損失、社會影響、關鍵設施之衝擊程度。此外，還深入了解災害對地域之影響，結合防救災體系與救災資源，提出有效應變對策，確保防災能量有效傳遞，提供指揮官決策參考。本中心因應颱風洪水所造成的災害損失評估，已針對災害經濟損失評估建置一評估系統，臺灣颱風災損評估系統Taiwan Typhoon Loss Assessment System (TLAS Taiwan) (李等，2013)。此系統可以針對災害事件範圍實際調查情形，進行詳細的經濟損失評估。因此，在災害衝擊評估落實上，採用(李等，2013)的評估步驟方法，包含災害影響土地範圍與分類項目，將災損估計方法與步驟逐一引進災害即時評估系統中建置。

## 二、鄉鎮預警技術發展

一直以來災害預警技術與產品的研發，主要是針對中央災害應變層級所規劃發展。然而，對於各縣市政府而言，大部分的產品在應用不夠細緻，未足以讓地方政府進行災害預警研判。因此，本年度工作重點項目，將以縣市政府的防災視角，開發鄉鎮預警資訊以縣市範圍透過全國鄉鎮行政區為一單位的視覺化圖示方式展示，預期能有效的提高縣市地方政府災害應變研判能力。

### 2.1 鄉鎮災害歷線與研判

整合水利署的淹水警戒值，完成各延時累積雨量警戒值與鄉鎮觀測/預報雨量歷線圖(圖 1)。其中，淹水警戒值包含了1、3、6、12與24小時累積雨量警戒標準，因此可透過這五種降雨延時現在及未來預報可能超過警戒值時的時間進行研判。雨量預報的部分亦使用系集最大雨量、系集平均雨量以及系集最小雨量作為雨量風險研判標準，因此在圖上預報雨量歷線的直條圖會以三顏色依顏色深淺表示，呈現此系集風險分布。

相同的，營建署亦彙整了各地都會區的下水道設計標準，做為都會區淹水預警的參考標準。因此，透過與營建署合作，取得最新下水道設計標準值，再經由本中心坡地洪旱組專業的分析，彙整而得各鄉鎮都會區的下水道設計標準值。

「都會區淹水警戒研判」與「水利署淹水警戒研判」兩項產品採用的同樣展示方式，整合觀測/預報雨與下水道設計標準製成的雨量歷線圖(未示圖)，可應用於都會區評

估未來降雨是否有超出下水道容許之排水能力，進而研判都會區淹水的可能性。

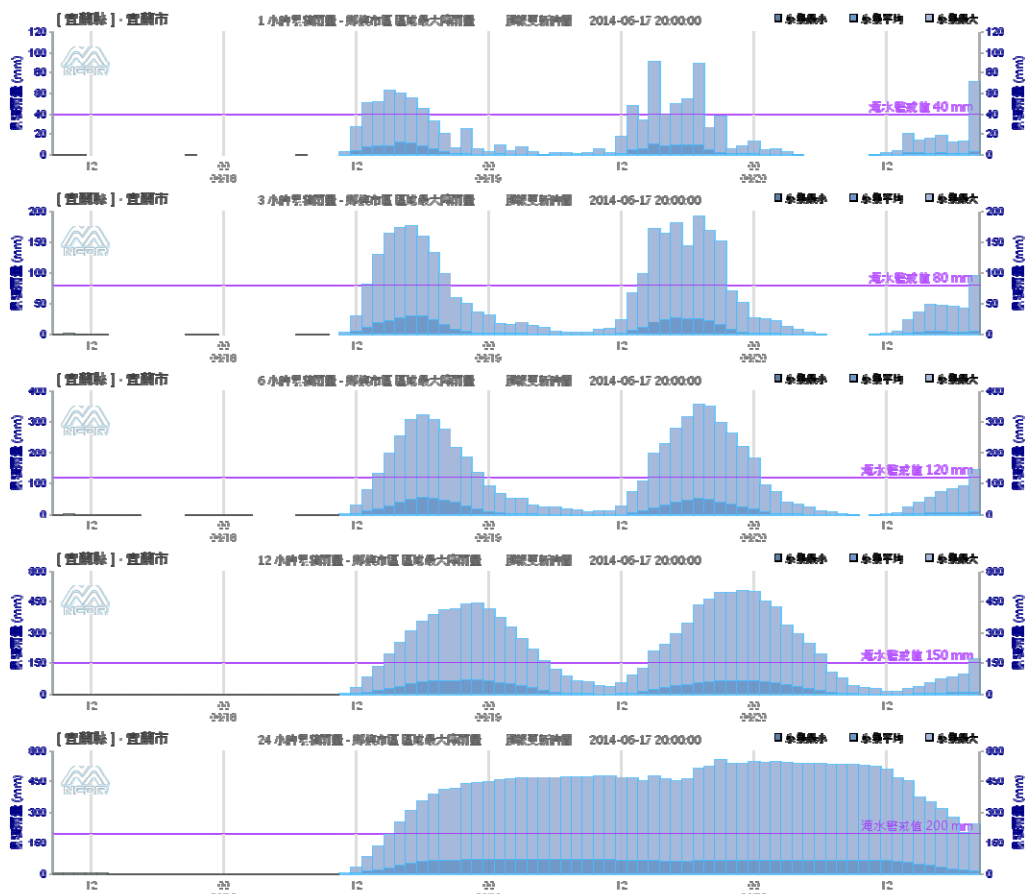


圖 1：1、3、6、12 與 24 小時觀測/預報累積雨量整合淹水警戒值歷線圖

## 2.2 縣市與鄉鎮空間預警監測研發

由於災害歷線研判產品是以單一鄉鎮為單位，將災害歷線隨時間變化繪製而成，於應用上不便於快速掌握多鄉鎮的空間預警分布的監測方式。因此嘗試以空間地理資訊的展示方式進行災害預警的產品開發，開發項目分別針對中央政府需求的縣市預警以及地方政府監測需求的鄉鎮預警項目進行研發。

過去所開發全台雨量站24小時累積雨量進行縣市警戒監測圖，警戒雨量採用氣象局豪雨定義的24小時累積雨量標準做為分級，包含豪雨130毫米、大豪雨200毫米以及超大豪雨350毫米共三級，作為豪雨、大豪雨與超大豪雨縣市警戒監測使用。今年度提高此產品即時訊息提醒，並加入全台測站於24小時內之最大累積雨量所在測站位置點位以及最大值，並修改色系與展示方式。本計畫新修訂版本將更助於使用者掌握即時雨量狀況。

各縣市也以上述方式，以各縣市界內全部測站於24小時內之累積雨量鄉鎮警戒產品。完成全國地區包含離島之所有縣市的鄉鎮雨量警戒圖(圖2a)。此外，為能建立監測瞬間暴雨所造成災害研判功能，再以製作時雨量的鄉鎮警戒圖(圖2b)，時雨量的標準則分別以50、75及100毫米區別三種等級。當累積雨量超過分級最低的雨量時，此兩種累積雨量警戒圖上各會標示該縣市最大累積雨量的雨量站位置與累積雨量值，以利分析研判。

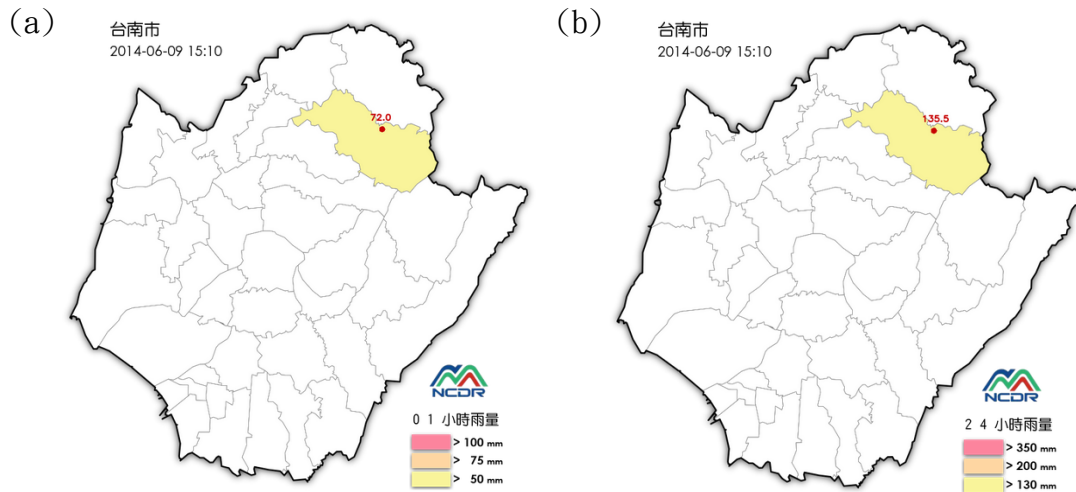


圖 2：縣市範圍鄉鎮警戒圖，(a) 1 小時與(b) 24 小時累積雨量警戒圖

另外，配合水利署即時淹水預警資訊的發布，亦以相同的概念開發縣市與鄉鎮預警產品提供服務－水利署即時淹水預警。「水利署即時淹水預警」介接本中心所整合開發之災害示警公開資料平台(CAP, Common Alerting Protocol)中的水利署預警資料，透過視覺圖示化製作成縣市與鄉鎮預警圖。此外，更進一步整合氣象局官方所發布之定量降雨預報資料以及水利署各鄉鎮淹水警戒值，利用氣象局預報未來6小時及12小時累積雨量可能達到6小時或12小時淹水警戒值之鄉鎮預警產品。若當時該縣市有超過一鄉鎮發布一級或二級淹水預警，則該縣市會依等級標示為紅、黃警戒；為進一步圖資開發，利用氣象局預報雨量進行6小時與12小時累積雨量鄉鎮淹水研判後，當該縣市超過1鄉鎮達水利署6小時或12小時警戒雨量，則分別標示該縣市為紅色(6小時累積雨量)與黃色(12小時累積雨量)警戒。圖3則是以相同方式所發布之鄉鎮預警圖，其中圖 3a為縣市範圍內所有發布紅色(一級)與黃色(二級)淹水警戒之鄉鎮範圍；圖 3b縣市範圍內所有預報雨量達淹水警戒值之鄉鎮範圍，紅色警戒為6小時預報雨量達警戒值，黃色警戒為12小時預報雨量達警戒值。

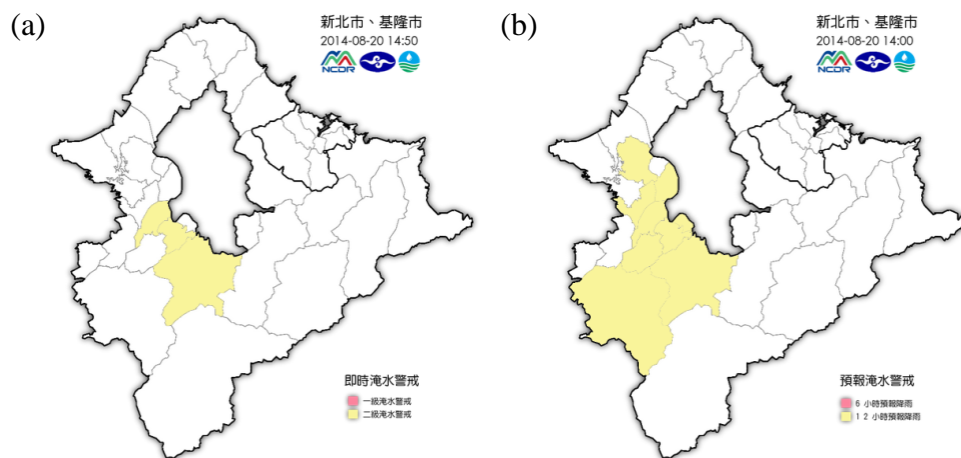


圖 3：(a)水利署即時淹水警戒鄉鎮分布與(b)氣象局預報 6 及 12 小時雨量超過該鄉鎮淹水警戒值的警戒分布區

### 三、跨領域預警技術提升與災害衝擊評估落實

#### 3.1 災害預警與衝擊評估整合概念

多年來台灣學術與研究單位致力於發展各專業領域的災害評估或災害預報模式，至今已有了不錯的成果，而為了強化各災害的連結，落實跨領域技術應用合作，首要規劃因不同領域災害模式之相異的架構，將之整合為一，進而將現有技術應用於實際防災作為之上。因此，期望在建立災害預警的概念流程時，可透過跨領域整合技術，將不同領域的災害模式與評估技術整合以進行災害預警研判。

災害預警概念架構如圖4所示，災害預警共分四個階段並以五個技術研究發展步驟整合串接，其中四個預警階段包含災害風險研判、災害情境推估、災害規模評估與防災作為。

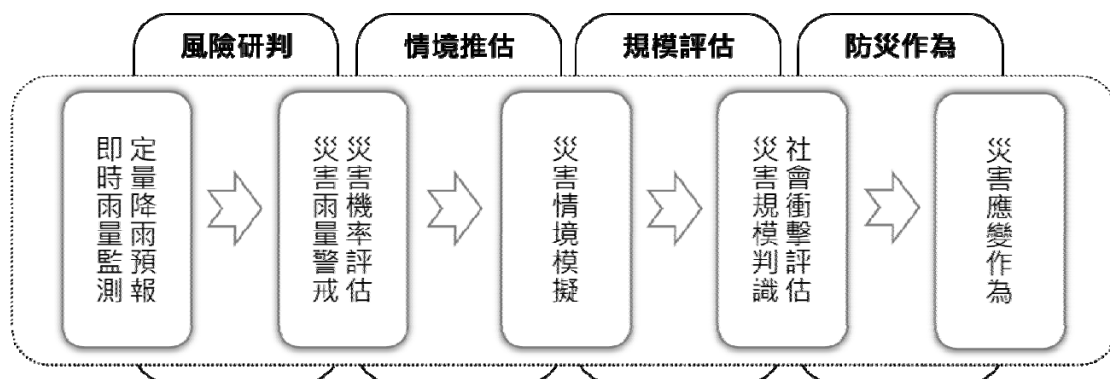


圖 4：災害預警概念架構

#### 3.2 跨領域模式介紹

技術落實推動的主軸在於串聯「氣象」、「災害」與「社會經濟災損評估」等模式，透過即時運算對災害情境進行客觀性評估，再將分析結果以資料視覺化設計，並以網頁形式公佈，提供防災單位依據參考。為達到各領域模式的即時高速運算與技術串聯，因此模式整合計算平台的硬體計算資源採用高速叢集電腦伺服器。對於不同運算需求的數值模式，可以達到分散式運算及高速平行運算等功能。另外，為了有效整合所有數值模式，在模式運算開發平台系統則統一以 LINUX 系統環境架構下開發，而部分已於 WINSOWS 系統上發展之數值模式，則需修改程式碼並移植至 LINUX 系統架構下進行跨領域模式整合發展。

因此，在整合系統計算硬體資源與系統規畫之下，對現有的各領域數值模式與估計方法進行整合性規劃，評估適合進行串聯整合的跨領域模式。規劃整合的方法與數值模式串聯架構如圖 5 所示，包含前端的運算結果視覺化展示介面，以及後端的氣象、災害與社經等三領域模式計算。氣象方面包括使用定量降雨估計的網格雨量以及系集多成員預報雨量；災害模式則彙整坡地洪旱組已經發展之淹水、坡地崩塌的統計機率模式與物理模式；社會經濟影響則先著重於人口影響以及嘗試評估產物、建物等類型評估方面。由於不同領域模式所需輸入及輸出資料格式與使用座標系統迥異，因此在串接過程中，部分串聯過程需進行格式與座標轉換程序。由氣象資料輸入災害模式的座標轉換稱為前處理程序，而災害模式計算結果輸入社經災損

評估的座標轉換稱為後處理程序。在氣象、災害與社經三領域的各模式即時運算結果皆會各以合適的視覺化設計並即時於網頁平台上展示，以利於檢視模式串聯運算分析結果。

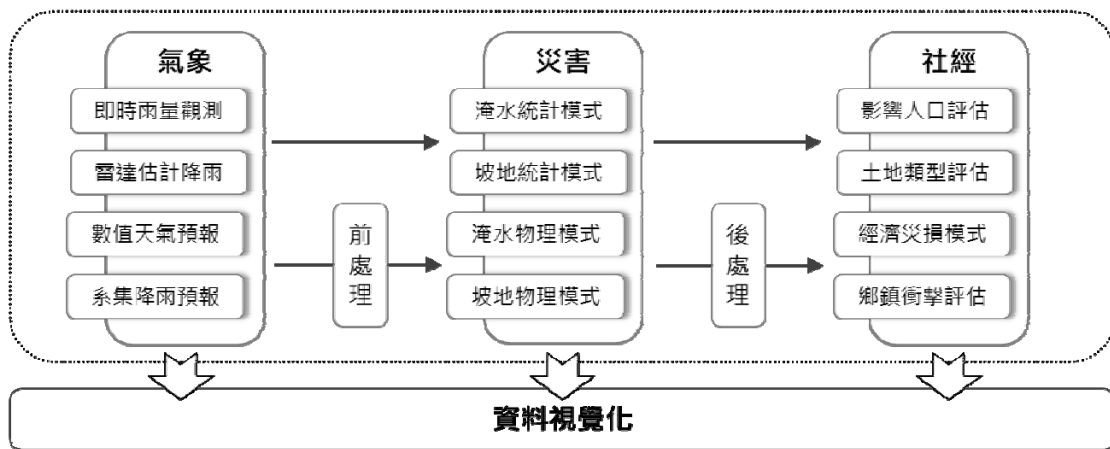


圖 5：跨領域整合模式架構

### 3.3 災害衝擊評估

為提升災害應變時的各種災害預警與災害衝擊評估能力，本年度持續針對已發展中的跨領域災害預警與衝擊評估技術方法進行研發，並且將可應用的研發技術，透過網頁產品化方式，將現有預警評估技術落實。目前已發展落實之災害衝擊評估系統是透過災害機率模式快速運算後，再經社會經濟基礎資料的災害區域統計進行災害衝擊評估。2013年技術發展僅於過去個案研究之災害衝擊分析系統中完成災害影響人口評估的發展，今年於此災害衝擊分析系統中新增災害影響土地類型影響面積統計，新增之系統架構如圖6所示。

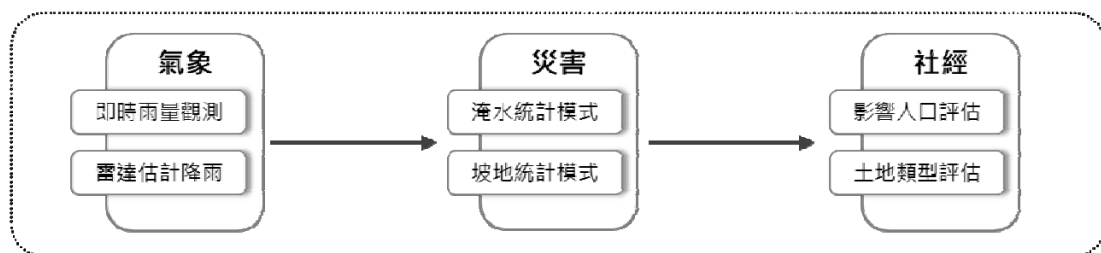


圖 6：災害衝擊分析系統架構

經由災害影響衝擊統計而得的「土地類型災害面積統計」。此災害面積統計僅統計全台災害機率大於70%的高災害機率網格內28種土地類型各自所佔的面積，並分別標示70%-80%、80%-90%以及90%以上三種機率各自所佔的面積大小。其中，面積計算採用單一網格內土地類型面積乘上災害機率作為該網格內災害影響面積，之後將全台網格各種土地類型進行統計而得。

配合颱風應變即時災害評估，與坡地洪旱領域合作，將淹水與坡地崩塌機率，結合氣象組即時數值天氣預報的雨量及氣象局即時觀測雨量，進行即時災害機率分析，研判未來48小時可能致災的機率，但尚缺乏社會經濟層面的影響評估。因此，

本計畫將災害影響人口與土地類型評估加入即時災害衝擊評估系統之中，系統整合增加數值天氣預報雨量做為應變時即時災害預警評估使用。

#### **四、結論與建議**

本計畫對災害預警整合完成即時災害衝擊評估等項目。而模式整合架構的最終目標是期望可以針對災害造成的損失進行預估，以期於颱風災害應變期間可以提供災害事件定量估計的參考依據。此外，提升災害衝擊評估的精準性亦是另一的未來需求，尤其對於縣市地方政府而言，防災應變需求的提升需透過技術精確度來改善。因此，期望未來透過更高解析度的氣象、災害模式的預報以及後續的災害衝擊評估來達成。

#### **參考文獻**

1. 李欣輯、陳怡臻、郭政君（2013）。台灣颱風災損評估系統之建置與應用。農業工程學報，Vo59(4)，42-55。