

跨領域模式整合預報與災害預警應變管理

Integrated Prediction of Interdisciplinary Model and Manage of Disaster Warning in Emergency Operation

主管單位：國家災害防救科技中心

林欣弘

于宜強

陳奕如

Lin, Hsin-Hung

Yu, Yi-Chiang

Chen, Yi-Ru

張駿暉

林聖琪

Jang, Jiun-Huei

Lin, Sheng-Chi

國家災害防救科技中心

摘要

本計畫配合中心定位與目標，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。技術研發透過跨單位交流合作方式，介接氣象局以及台灣颱風洪水研究中心之氣象模式系集預報資料，並持續針對颱風定量定量降雨預報能力的提升進行研究，期望了解不同颱風情境下之災害風險。災害情境分析系統研發是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。

關鍵詞：災害情境、災害衝擊評估、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 had been established by the cooperation with CWB and TTFRI continuously. The disaster scenario analysis system had built for disaster impact assessment for the scenarios of different typhoon paths. This typhoon scenario analysis system will be used in the typhoon warning period for suggestion making in the future.

Keywords : disaster scenario, disaster impact assessment, ensemble forecast application.

一、前言

本年度計畫配合中心定位與目標，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。因此，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。

本計畫為延續性計畫，103年度已研發項目著重於預警技術之落實(于等, 2014)，嘗試整合氣象模式預報與災害模式模擬等的技術研發。並開發各種技術、工具與平台，提供支援颱風應變時分析研判。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。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，臺灣颱風洪災損評估系統 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。

在技術落實應用方面，目前雖透過整合中心內部發展之氣象、淹水、坡地崩塌及社會經濟災損等模式。逐步落實災害與災損即時預報的目標，但對於整合系統最上游的雨量預報資訊，仍有很大的改進空間。為了改進氣象模式預報雨量的不確定性，藉由與交通部中央氣象局與國研院颱風洪水研究中心在防災交流合作機制，嘗試結合各單位的研究成果，提升雨量預報的精確度。其中，台灣氣象研究以系集預報方法可以改善氣象模式預報的系統性誤差，氣象局與台灣颱風洪水研究中心業已針對系集預報進行研究與預報結果評估(Lee, et al., 2011、江等, 2014)。

今年度亦持續透過合作機制介接各氣象單位即時預報之系集多成員預報的72小時逐時雨量預報資料，期望透過系集颱風路徑修正方法，研擬不同颱風情境路徑下，颱風可能造成的降雨情境。並分析災害風險，以提供未來颱風豪雨災害預警預報之參考。

二、研究方法

在颱風應變期間，預報不確定性影響最大為颱風路徑不確定性風險。相較於颱風暴風範圍，台灣地理縱深寬幅皆不大，再加上山勢陡峭又高聳的中央山脈分隔東西兩側，因此僅數十公里的颱風路徑誤差在台灣所造成的降雨分布差異亦會非常不同。為避免這樣的路徑不確定性風險所造成災害評估的影響，在颱風應變期間除了

需要透過專業氣象人員的分析研判颱風路徑偏移的可能性，也需要即時的雨量研判工具，提供可能的降雨情境資料的製作，並提供下游災害分析研判使用。

為了解決颱風路徑不確定因素所造成的降雨分布研判的困擾，透過系集颱風路徑預報以及系集雨量預報的資料應用，研擬颱風多路徑情境下預報雨量的分析方法。由於系集颱風路徑預報會因為各系集成員預報差異使得系集颱風路徑有一定的分散範圍，因此透過選取此系集颱風位置中任一路徑範圍下可以合成該路徑下的雨量。透過這樣的路徑挑選與雨量合成方法，以及氣象局官方預報路徑的發布訊息，預先選定五條颱風路徑，包含氣象局官方預報路徑，以及官方預報70%可能路徑範圍內的偏快、偏慢、偏左及偏右等四種路徑情境(圖 1)，進行路徑挑選與雨量合成。

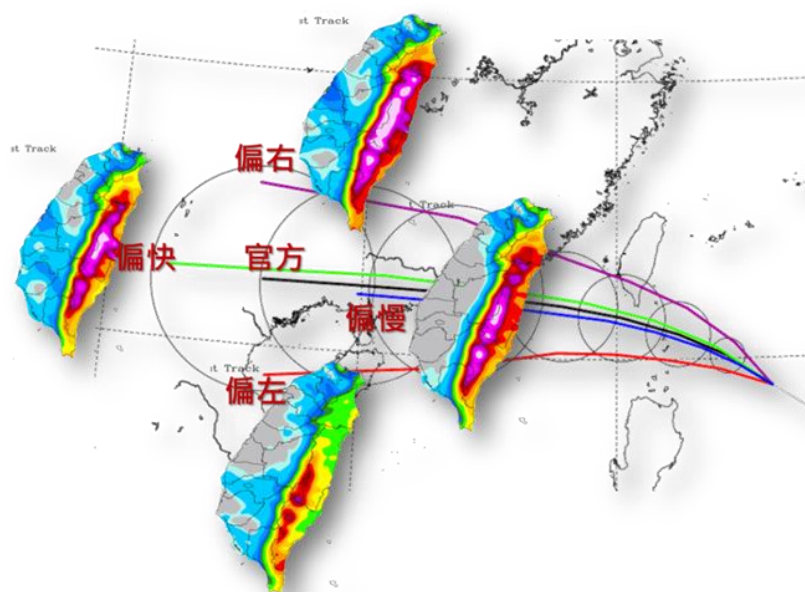


圖1、颱風多路徑情境與雨量分布特性

2.1 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，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年技術發展僅完成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，新增之整合系統架構如圖2所示。

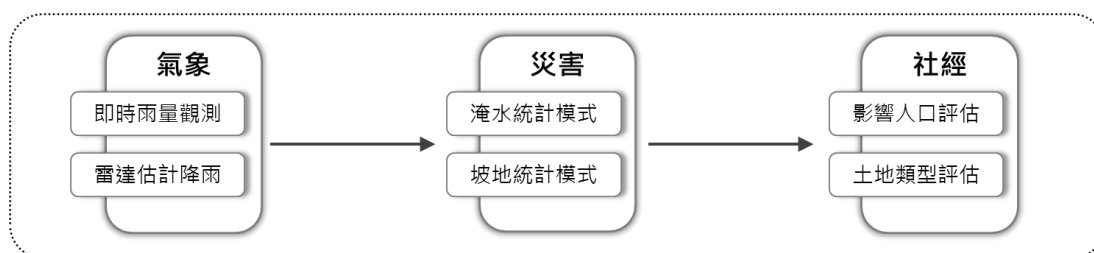


圖 2：災害衝擊分析系統架構

2.2 災害影響人口分析

配合災害機率模式網格的災害人口影響分析，透過地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)，將內政部戶籍人口調查資料以解析度經緯度 0.0125° 的區域大小，統計區塊內的人口數量，圖3為全台網格化後之人口分布圖。此資料將後續作為災害衝擊影響人口分析之基礎資料。

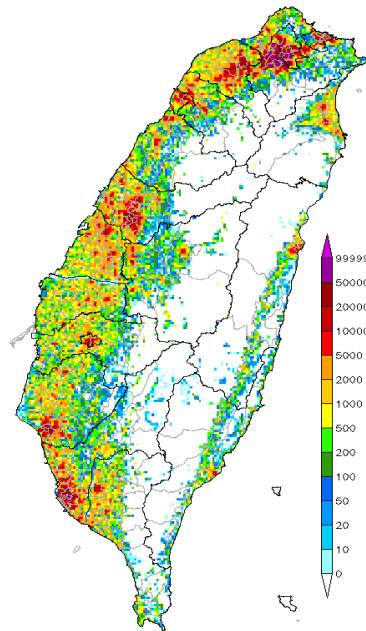


圖 3：全台人口網格分布，網格解析度 0.0125° 。

2.3 災害影響土地類型分析

災害社會衝擊影響除了對所在地人口進行分析，還需要針對產業、人文與建築等進行災害衝擊分析評估。103年災害預警技術研發項目中已將國土測繪中心於2005~2006年的調查分類之103類土地利用類型，利用地理資訊系統(GIS)進行網格化製成5公尺網格資料。103年業已完成全台5公尺的基礎資料之建置，資料涵蓋台灣本島、蘭嶼綠島等，暫無澎湖、金門與馬祖等外島縣市之土地調查資料。

為進一步統計高災害機率區域中可能衝擊到的人文、產業等社會影響，透過上年度由氣象組組內研發成果所製成的5公尺全國土地類型網格資料，統計災害模式所需之網格解析度 0.0125° 網格內不同土地類型的面積，並將原本103類土地調查分類統計成各統計模式網格中28種土地分類面積統計的基礎資料(圖4)，此28種土地類型分類包含：商業、住宅、工業、其他建築用地、政府機關、學校、醫療保健、社會福利設施、公用設備、環保設施、文化設施、休閒設施、農作、水產養殖、畜牧、農業附帶設施、天然林、人工林、其他森林使用土地、鐵路、道路、港口、河川、溝渠、堤防、水閘門、抽水站、防汛道路等28類。

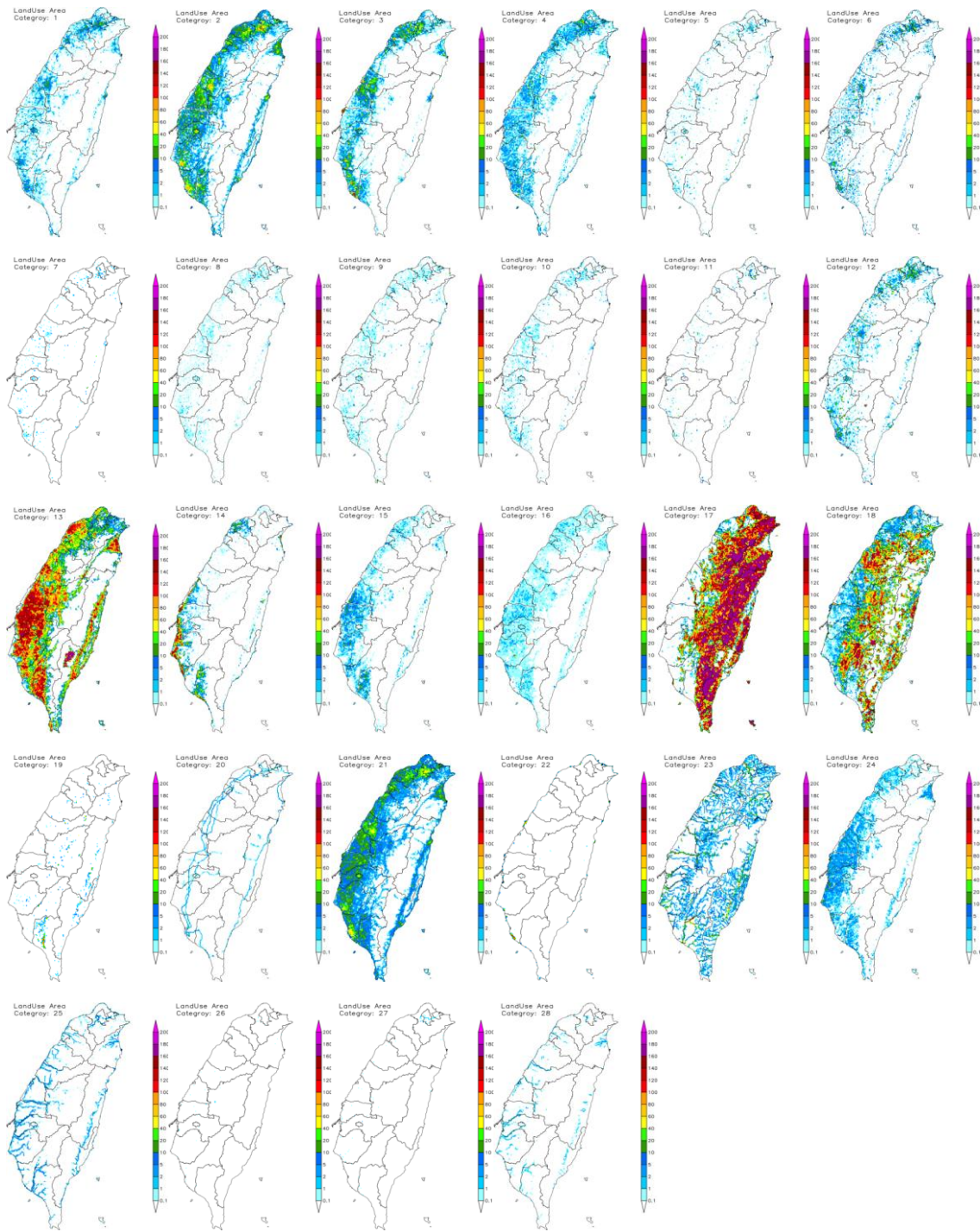


圖 4：統計模式各網格中 28 土地類型面積統計

三、成果

3.1 颱風多路徑與災害情境分析

透過颱風多路徑情境所做的降雨分析，亦可進一步進行災害模擬與災害衝擊評估。災害衝擊評估的方法，除了已經發展的災害機率模式，仍需進一步針對災害對社會、人文、產業之影響進行評估。災害衝擊分析首先針對直接影響人口的數量進

行統計，不同地點的人口密度差異很大，因此直接影響人民的程度也因地而異。另外，社會產業部分，則是透過土地類型的災害面積進行分析，透過災害面積分析評估該事件主要影響的社會產業類型與程度。

研擬颱風災害情境衝擊評估步驟如圖所示。首先、經由颱風預報路徑可能的情境路徑進行挑選，再透過系集預報雨量進行情境雨量合成，經由合成的情境雨量計算災害機率，最後針對災害影響人口與社會產業之影響衝擊進行統計。

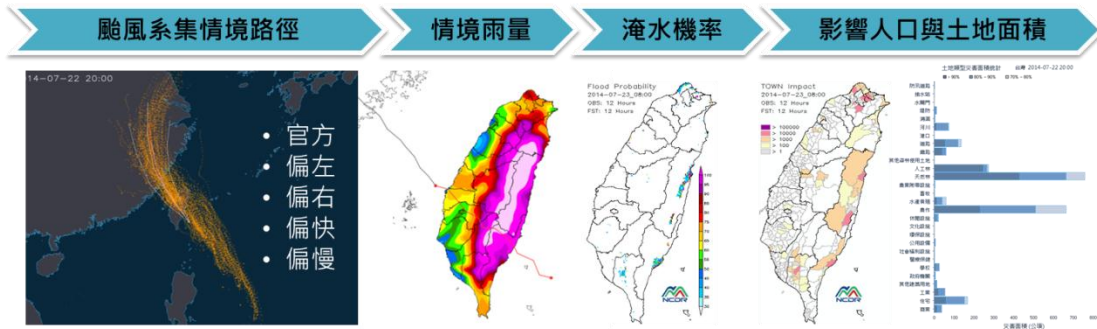


圖5：颱風災害情境路徑判識與災害衝擊評估整合架構流程

3.2 災害衝擊評估分析

配合模式網格之人口統計以及土地類型面積統計等基礎資料建置，經由災害統計機率模式預報後的高災害機率網格區域統計，可以即時分析未來災害衝擊對不同人文、產業類型的面積範圍統計，藉此即時統計圖表分析研判個別的災害事件對社會衝擊的規模大小，提供防災更進一步的研判結果。下圖6a為災害影響人口鄉鎮統計結果的視覺化圖示，以鄉鎮行政區為單位的統計結果可供了解災害影響人口程度之多寡。圖6b為不同災害發生機率所影響之人文、產業類型的影響面積，透過不同災害事件的比對，了解災害規模大小與衝擊層面，以提供防災因應作為參考。

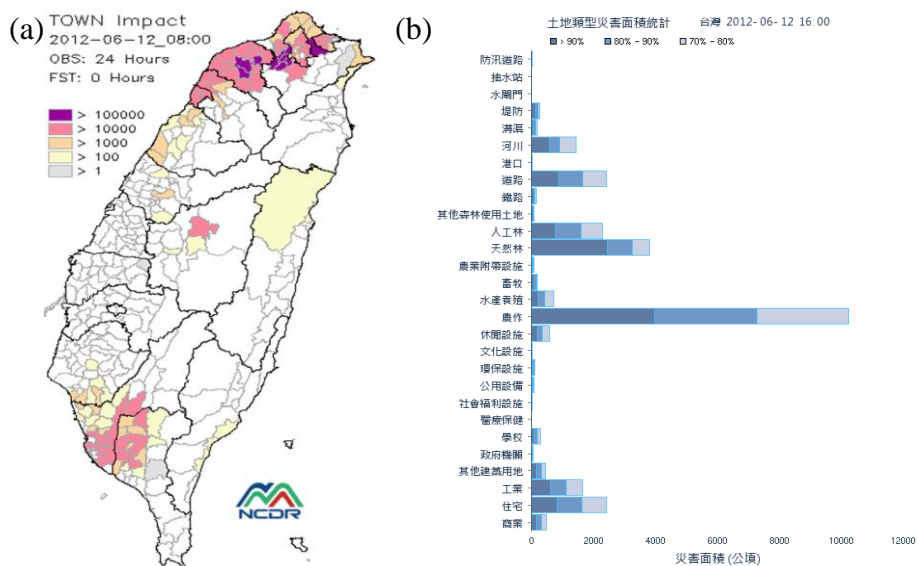


圖6：災害衝擊影響視覺化圖示，(a)災害影響人口鄉鎮統計；(b)災害影響土地類型面積統計。

3.2 多情境預警系統開發

結合去年發展的洪氾災害預警系統，針對歷史災害事件研究瞭解可能致災因子。利用預擬災害情境改變，設定可能發生的致災因子，判斷未來災害衝擊的程度，作為災害應變操作的依據。

針對今年技術發展的方法開發一自動化颱風情境災害預警評估系統。此系統包含兩個部分，一為背景計算模組，另一為視覺化展示介面。背景計算模組則是將今年研發的災害衝擊評估模組進行串接與自動化系統模組程序，透過接收CWB與TTFRI之系集颱風路徑與系集預報雨量後，自動完成5颱風情境路徑之降雨合成、災害機率模擬以及災害衝擊評估等步驟。

背景計算模組自動化計算結果會透過網頁形式的視覺化展示平台進行展示，以利颱風應變期間快速研判分析使用。視覺化展示平台主頁面如圖7所示，所展示圖示包含系集颱風路徑以及颱風5情境路徑。而災害衝擊評估結果，可透過下拉式選單挑選5情境路徑下之災害評估結果。災害衝擊評估結果(圖8)包含預報0-60小時之各12小時累積雨量，以及相對應時間下之災害機率、災害影響鄉鎮統計人口期望值以及災害社會衝擊面積統計。

此多情境預警系統已發展完成，並已經開始上線測試階段，待系統穩定後會於災害應變期間測試使用。

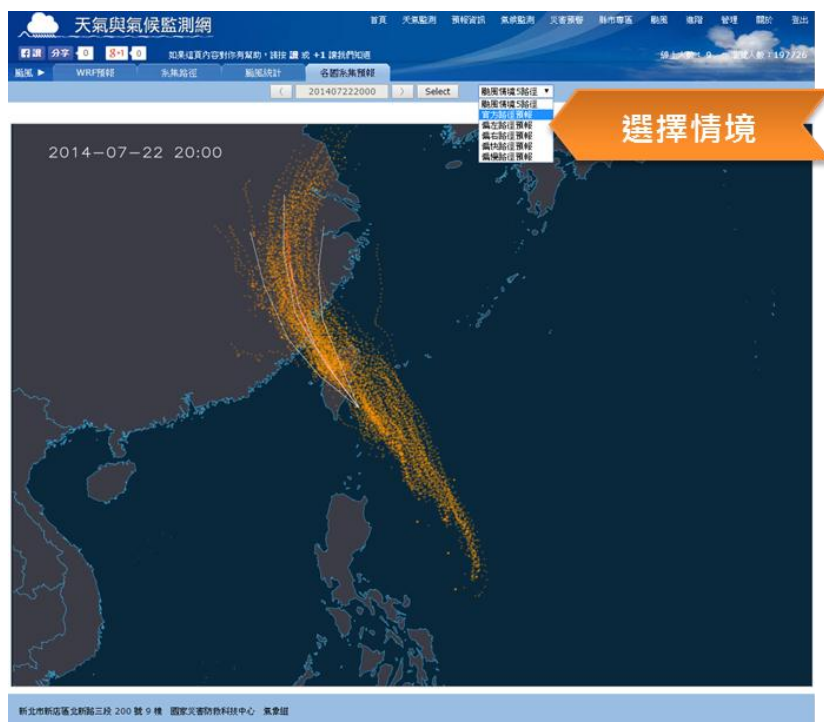


圖7：多情境預警系統頁面，系集颱風路徑與情境路徑挑選圖示

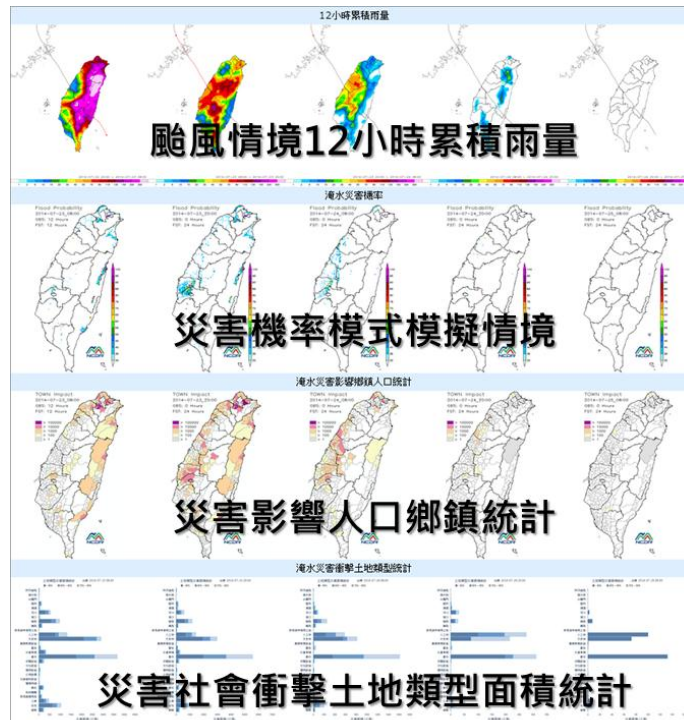


圖8：多情境預警系統頁面，單一情境路徑下預報雨量、災害機率、影響人口與衝擊面積統計

四、結論與展望

今年度針對災害預警整合仍持續發展中，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。數值模式系集成員應用方面，透過跨單位交流合作方式，提供更多氣象情境參考。藉由路徑校驗分析可提供颱風季時，多種颱風路徑情境設定與情境雨量合成。未來如何評估何種颱風路徑情境的機率與可能性，對於應用在颱風應變分析上，仍需進一步的研究與討論。

參考文獻

1. 于宜強、林欣弘、李宗融、龔楚嫻，2014。2013年災害預警技術研發報告。國家災害防救科技中心，NCDR 102-T24。
2. 江宙君、陳熾竹、黃麗蓉、吳明璋、鳳雷、李清勝，2014。2013年台灣定量降雨系集預報實驗平台(TAPEX)在路徑及雨量表現評估。103年天氣分析與預報研討會。中央氣象局，台北。
3. 李欣輯、陳怡臻、郭政君（2013）。台灣颱風災害評估系統之建置與應用。農業工程學報，Vo59(4)，42-55。

4. Lee, C.-S., L. Y. Chang, M.-J. Yang, L.-F. Hsiao and H.-C. Kuo, 2011: Typhoon Quantitatively Precipitation Forecast Ensemble Experiment In Taiwan: 2010. *8th Annual Meeting and Geosciences World Community Exhibition (AOGS)*, Taipei, Taiwan.