

# 運用整合性架構於災害資訊與決策支援系統之發展 - 災害應變決策輔助系統建置

## Development of Decision Support System for Emergency Resopnse

蘇文瑞 Wen-Ray Su  
國家災害防救科技中心  
副研究員兼資訊組組長

吳上煜 Shang-Yu Wu  
國家災害防救科技中心 助理研究員

郭政君  
國家災害防救科技中心 研究助理

周學政 Hsueh-Cheng Chou  
台灣師範大學地理系 副教授  
國家災害防救科技中心 資訊組召集人

### 摘要

臺灣特殊的水文、地文環境條件下，面臨的天然危害種類繁多，諸如颱風、淹水、坡地崩塌、土石流及地震，造成許多生命與財產的損失。為了減少天然災害造成的損失，如何整合災害相關資料、模式等資訊，並加以分析運用是非常重要的，因此國家災害防救科技中心近年來引進研考會之資訊服務平台技術，整合相關部會署之資訊進行加值運用，相關技術已發揮在災害防救之資訊整合，發揮政府整體災害防救效益，有效降低資訊整合的時間，並運用加值的資訊提供災害應變過程進行情勢研判與掌控，本研究將以應變為例，說明在應變過程中，如何透過災害應變決策輔助系統整合各類資料，提供使用者即時掌握相關資訊並進行後續之決策參考。

關鍵詞：決策輔助系統，災害應變，地理資訊系統

### Abstract

Due to it has a unique geographic location, Taiwan exposes a wide range and high risk of natural disasters, such as typhoons, floods, landslides, debris flows, and earthquakes, and the frequent occurrences of natural disasters often result to serious damage and loss of lives and properties.. Integration of disaster-related information, such as data and models, and the analysis and application of the information are crucial to reduce the damage caused by natural disasters. This study uses responses to typhoons as examples, and describes how the service application platform of disaster prevention and rescue is used to integrate various data in the response processes and employs related systems to provide users real-time information as a reference for subsequent decision-making.

Keywords: Decision Support System, Geographic Information System, Emergency Response

### 一、前言

台灣本本身的特殊地理位置及地形、地質條件，經常受到地震、颱風、洪水、土石流、山崩等許多天然災害的侵襲，幾乎每年均會造成人民生命及財產的損失。根據世界銀行(World Bank)委託美國哥倫比亞大學地球研究所(The Earth Institute at Columbia

University)針對全球災害熱點(Disaster Hotspots)進行調查分析之研究報告，台灣約有 73 % 的土地面積及人口暴露在四種以上的天然災害危險當中，此比例居世界之冠，也就是說，台灣可能是地球上最容易遭受天然災害侵襲的區域之一(Dilley etc., 2005)。台灣每年因為劇烈的氣候變所引發的天然災害，導致人民生命財產受到威脅是不容忽視的。以去年(2009年)莫拉克風災為例，災害發生前政府還因久旱不雨而開始實施節水及供水調度等亢旱措施，但莫拉克颱風夾帶的大量降雨在台灣中南部造成 619 人死亡、76 人失蹤，農業損失更超過新台幣 164 億元(中央災害應變中心，2009)。

為了保障人民生命財產安全，政府每年需花費許多人力及經費進行災害防救相關業務，包含針對因天然災害來襲所採取的減災對策及應變措施等。雖然目前的科技力量並無法遏止天然災害的發生及精準預測災害發生之規模，但我們平常若能採取適當的減災(Disaster Mitigation)策略，即可以有效降低災害所帶來的風險及損失。例如颱風來襲時，利用先進的監測及預報技術可以事先預知颱風未來的路徑及所帶來的雨量，再對照事先調查好的災害地圖(Hazard Maps)可以預測大概的淹水或土石流發生區域，以事先疏散居民，有效降低災害損失程度。類似的災害防救措施尚包含有：建立完備的災前基礎建設、收集及建置完整之國土資訊及資料庫、有效持續地進行國土監測、發展適當的災害管理(Disaster Management)策略、建立早期預警系統(Early Warning System)、強化災前整備及緊急應變之動員能力、救災資源之調度、災後之勘災調查(Investigation)、以及輔助居民進行災後復原及重建計畫等(Rao, 2000)。不難發現這些措施不僅牽涉到整體國家防災體系之架構，其亦橫跨了不同的專業及知識領域(徐百輝等，2005)。

一般所謂的空間資訊技術大致包含了地理資訊系統(Geographic Information System, 簡稱 GIS)、遙感探測(Remote Sensing)、攝影測量(Photogrammetry)及全球定位系統(Global Positioning Systems, 簡稱 GPS)等，其中 GIS 主要用來進行管理、分析及展示空間資訊及相關成果，剛好可以滿足上述災害管理中對於各種災害資訊或空間資訊之需求，例如 GIS 技術早已被大量用來進行災害資料之空間管理及分析(Carrara and Guzzetti, 1995; Banger, 2002; Hsu et al., 2005; 徐百輝，2007)，尤其災害應變期間 GIS 的應用可以提供決策者更直觀且有效之分析資訊，輔助決策者進行整體應變調度。

本研究將以應變為例，說明在應變過程中，如何透過災害應變決策輔助系統整合各類資料，提供使用者即時掌握相關資訊並進行後續之決策參考。

## 二、系統需求分析

本系統颱風災害應變之整體災害應變資訊應用流程為例進行需求分析，以時間尺度來看，颱風侵襲台灣大致可分為下列三個時程：

### 1. 海上警報發佈至海上陸上警報發佈前

此時段因颱風距離台灣仍有一段距離，因此主要工作整颱風侵襲前之整備工作為主，所需資訊掌握包含颱風未來動向分析，未來可能降雨分布分析，人員機具整備狀況等

### 2. 海上陸上警報發佈後至災情發生前

當海上陸上警報發佈後，颱風的動向已較明朗，此時相關即時監測資訊如降雨

及河川水位等動態資訊的收整分析可輔助情勢掌控，另外也可運用相關模式進行災害規模預判以及後續之疏散撤離。

### 3. 災情發生後

當颱風登陸造成災情發生後，相關災情之掌控與後續的應變搶險救災為此時段之重點，因此包含即時災情資訊、救災資源調度以及緊急疏散等資訊之收整為此段之重點。

就以上之時間進程來看，不同時段所需資訊需求重點不一，因此對於相關資訊之準備以及系統之開發，應考量時間上的需求，進行相關資訊呈現，以輔助決策者進行整體指揮調度。相關資訊整理如表 1 所示

表 1 颱風應變時期需掌握資訊綜整

應變階段	應變事務	救災應變需掌握之資訊	
海上颱風警報	颱風動態與災害預判	颱風動態及降雨分析 海上警戒區域 近期重大活動可能影響	歷史個案分析 災害區位及類型預判 近期重大工程點位資訊
	防災整備	各級應變中心開設狀況 收容物資場所整備	救災人力機具預劃 登山離島遊客漁工疏散安置
海上陸上颱風警報	動態監測資訊蒐集	雨量, 水情 各地停班停課情形	交通通阻狀況 疏散撤離人數與收容所開設情形
	預警作為	災害規模預判 預警訊息發佈	預防性疏散避難
	緊急災害應變作為	調節性洩洪, 低窪地疏散, 封橋	異地收容的整備
災情發生	災情綜整	坡地災害 交通中斷 關鍵基礎設施 建物損失	淹水災害 人員傷亡 農業損失
	搶險救災	救災資源調度 民間救災物資與志工調度狀態	緊急疏散與安置

就空間尺度來講，災害應變過程中決策者若要進行整體指揮調度需了解各地之整體地理及社會狀況，因此相關基礎圖資之完整性將影響後續資訊之提供。另外就整體颱風災害應變流程來講，相關資訊需求可大致區分為模擬預警、監測、災情以及操作調度等四大區塊。如圖 1。

針對以上之災害應變資訊需求，其背後需要之災害相關資料包含基本資料、歷史資料、模式資料、即時監測資料、遙測影像資料及災資源等資料，以上相關資料因政府本身權責分工分屬不同部會署，為讓決策者及相關應變人員能快速掌握相關資訊，相關資訊需能快速蒐整及運用，因此建立一跨部會資訊共享平台為進行資訊共享運用為應變

重點工作之一。

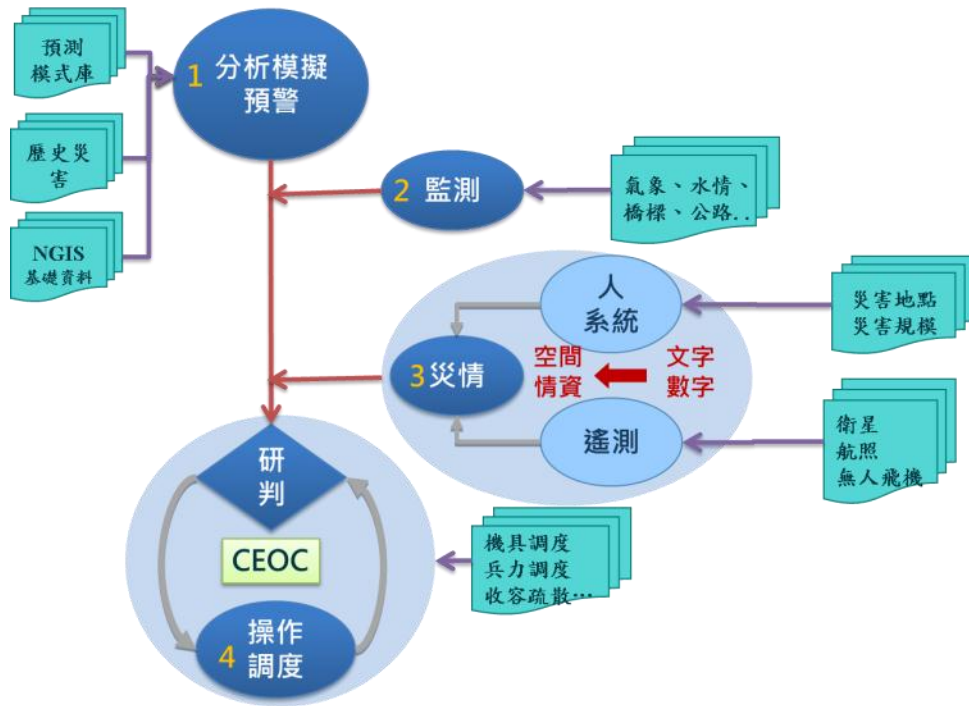


圖 1 颱風災害應變資訊應用流程

### 三、災害應變決策輔助系統開發

綜合上述之資訊需求分析，本中心於今年著手建置災害應變決策輔助系統，整合在害應變所需之各類資訊，以提供掌握全局的作戰地圖。災害應變決策輔助系統就以上之資訊需求進行開發，其中各類資訊分別分散於各權責部會中，本系統透過災害防救應用服務平台進行圖資彙整並以圖形化、結構化呈進行系統呈現。整體系統設計原則如下：

1. 以使用者角度進行系統開發，本年度使用者設定為中央災害應變中心決策者及相關部會署。
2. 以空間作戰地圖方式進行資訊呈現，全方位掌握災害狀況。
3. 需整合各單位災害資訊，並依應變時程不同需求提供不同空間資訊。
4. 系統介面以多分隔畫面進行災害資訊監測與分析，並可即時進行主功能模組與次功能模組間之切換。
5. 各類資訊以主題圖方式快速呈現。

本文以颱風應變階段為例，以下分別就颱風侵台的三時段，進行系統介紹：

#### 1. 海上警報發佈至海上陸上警報發佈前

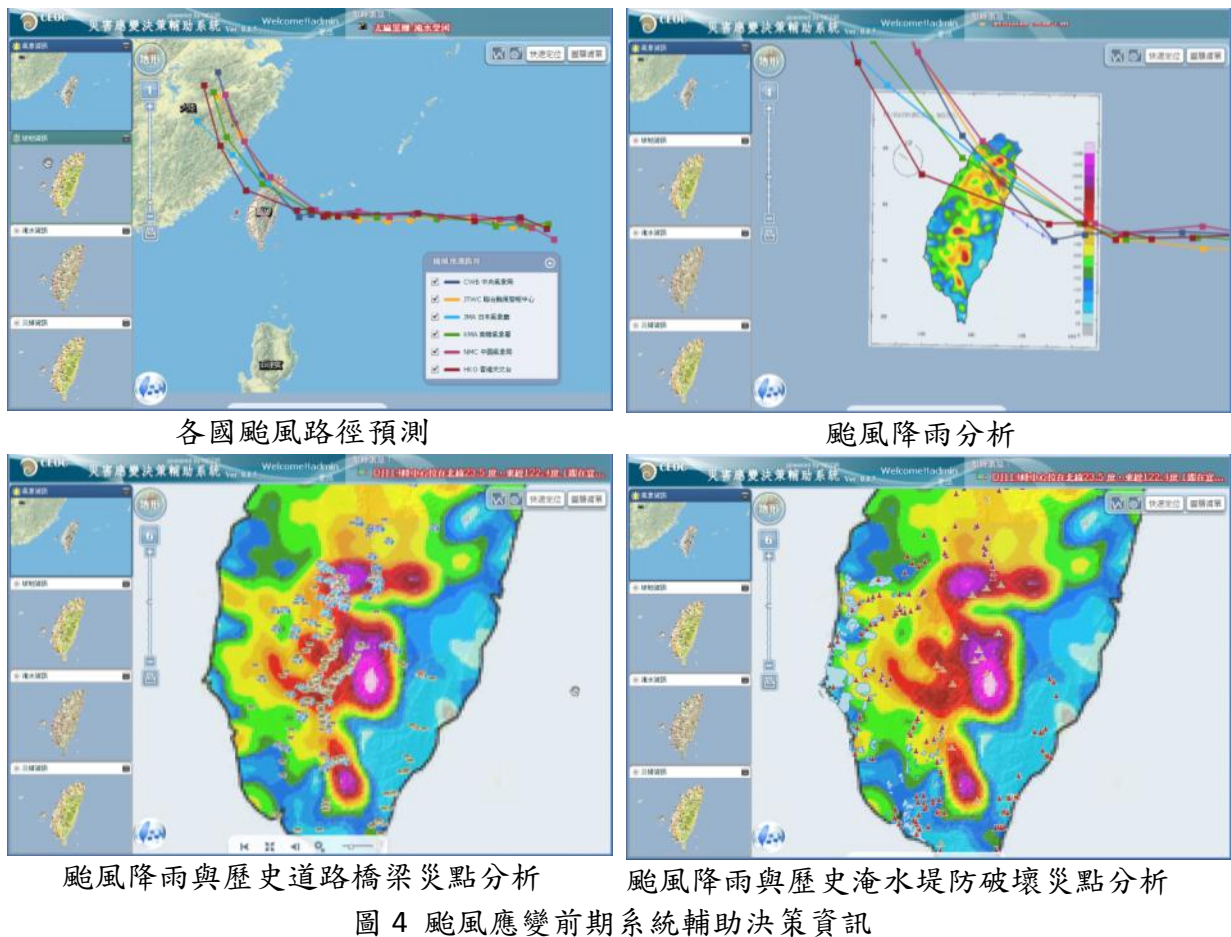
當颱風警報發佈後，為讓決策者了解颱風未來動向，本系統提供即時世界各國颱風路徑預測資訊，以讓使用者可了解未來颱風動態。當颱風接近台灣地區時，系統則可透過颱風降雨分析進行降雨空間分布之呈現，另外也透過歷史災害之蒐整進行過去災害分布區域與降雨可能之分布區域套疊分析，以了解災害發生潛勢區域，如圖 4。

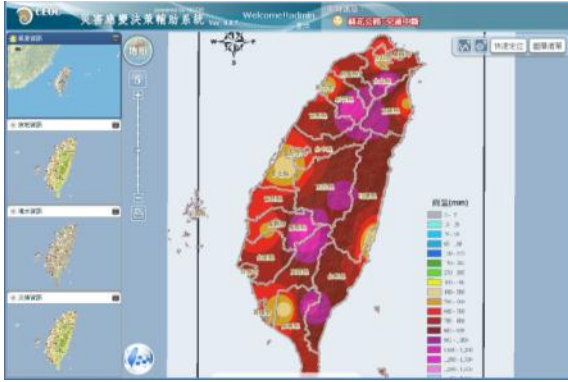
## 2. 海上陸上警報發佈後至災情發生前

當颱風侵襲期間，系統可提供即時降雨與水位監測資訊，以即時監控水情狀況，另外透過已發佈之災害預警區域，系統可提供易成孤島地區之區位資訊、該區位之人口、道路交通狀況以及鄰近之避難場所等資訊輔助決策者進行疏散避難之決策研判，如圖 5。

## 3. 災情發生後

當颱風已造成災情時，系統可提供災情分布之空間資訊，以了解災害分布狀況，另外系統也可提供收容避難資訊，輔助決策者了解災害分布狀況及救災調度資訊，本系統除了災害點位資訊蒐整外，也同時提供遙測影像之蒐整以輔助決策者進行災害規模掌握，如圖 6。

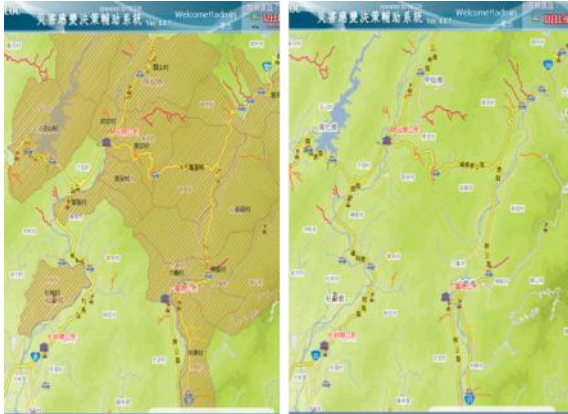




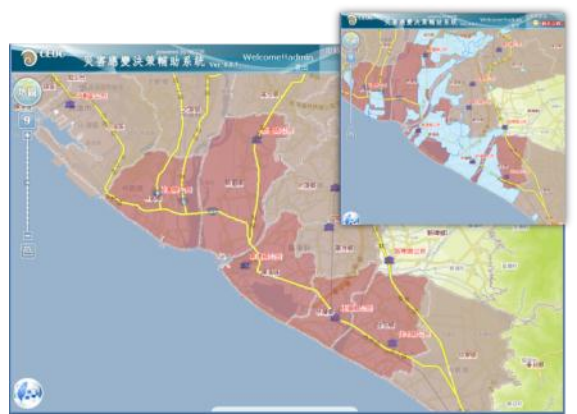
即時降雨分佈監測



災害警戒資訊



易成孤島村落分析

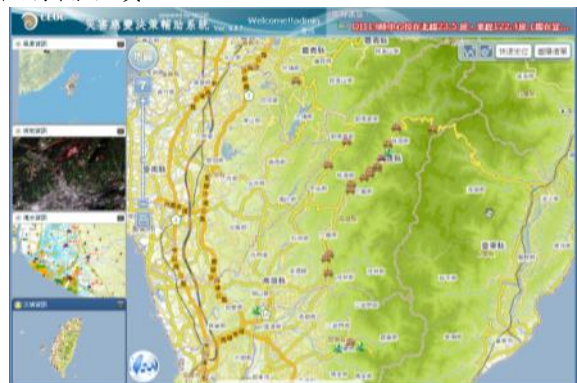


淹水警戒區域分析

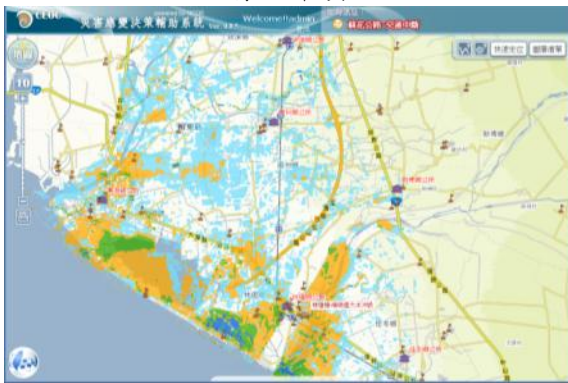
圖 5 颱風應變中期輔助資訊



災情分布資訊



道路通阻資訊



收容避難場所狀況



遙測影像輔助災情研判

圖 6 颱風應變後期輔助決策資訊

## 四、災害應變決策輔助系統地方應用模組開發

### 4.1 開發背景

過去災防中心協助中央建置 CEOC 情資研判輔助系統，提供中央部會之應變決策者進行情資分析研判，在近幾年的災害應變運作中已發揮掌握即時狀況，輔助操作調度的功效，為擴大使用層面至縣市政府，本中心於 2011 年著手開發整合性之颱風災害地方應用模組，期望透過本系統之分析加值後之圖資，提供地方協力團隊及地方政府情資研判相關人員，於災害應變分析研判工作上，獲得足夠之資訊。

### 4.2 系統功能介紹

災害應變需迅速反應各類狀況，因此地方政府使用者所需情資研判輔助系統，主要需要反應地方之現地狀況，所以在呈現方式上，除了網頁排版設計力求簡潔，地方政府使用者也應能將地圖直接定位至當地，完整呈現全區的防災資訊；在功能面部分，需避免增加操作的複雜度；資訊內容的部分，提供必要性的主題圖資。。另外，本系統不只在重大災害發生時，輔助地方政府災害應變決策使用，在平時的時候，也可做為訂定災害警戒之標準與相關措施的參考標準，而不同狀況所需的資訊是有差異的，為此本系統可提供「災害應變」與「平時整備」狀態之切換。主題式地圖應用模組之需求說明如下：

- A. 設計精簡之網頁呈現
- B. 地方政府使用者能直接定位至當地
- C. 功能精簡之操作介面
- D. 快速瀏覽防災應變之相關圖資
- E. 可切換「災害應變」與「平時整備」狀態

相關功能說明如下

#### 1. 平時整備

平時整備階段，情資研判輔助系統主要提供淹水及坡地兩大主題，以作為地方各類設施規劃之參考。

淹水主題主要提供鄉鎮警戒雨量及淹水災害潛勢地圖查詢，使用者可透過書籤清單點選，並透過圖例清單打開或關閉相關圖層

坡地主題主要提供鄉鎮警戒雨量及坡地災害潛勢地圖查詢，使用者可透過書籤清單點選，並透過圖例清單打開或關閉相關圖層



圖 7 地方平時應用畫面

## 2. 災害應變

在災害應變階段，為讓使用者能掌握颱風災害各類情資，本系統主題增加為氣象淹水坡地及研判四大主題。

氣象主題主要以目前之氣象資訊為主要重點，因此使用者可透過書籤清單點選氣象主圖如颱風路徑，累積降雨等主題，了解現地狀況

淹水主題除了提供鄉鎮警戒雨量及淹水災害潛勢地圖查詢外，也增加即時之雨量、各類警戒及災情資訊，讓使用者可快速對照淹水災害如水利署即時淹水警戒資訊，使用者可透過書籤清單點選，並透過圖例清單打開或關閉相關圖層

坡地主題主要提供鄉鎮警戒雨量及坡地災害潛勢地圖查詢外，也增加即時之雨量、各類警戒及災情資訊，讓使用者可快速對照坡地災害如水保局土石流警戒資訊，使用者可透過書籤清單點選，並透過圖例清單打開或關閉相關圖層

研判主題主要提供中央災害應變中心之情資研判會議記錄資訊，讓地方能快速掌握中央所發佈情資研判結果



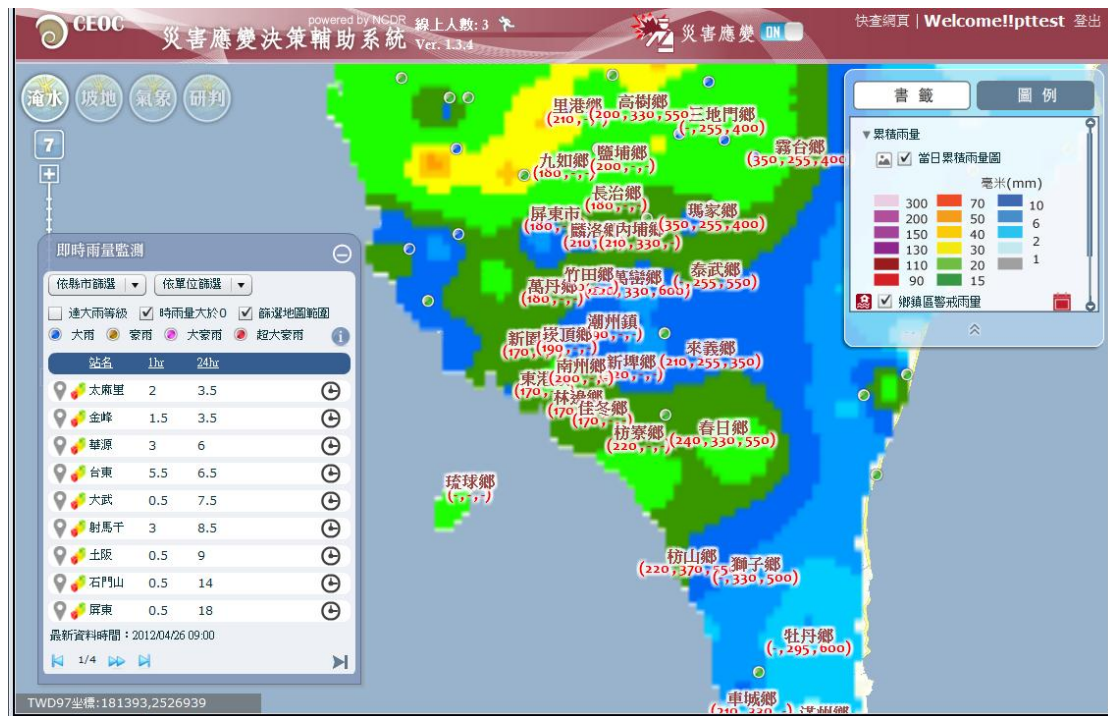


圖 8 地方應用應用畫面

## 五、結語

近年來空間資訊技術的蓬勃發展，相關技術已廣泛應用於災害管理各方面。以本文所述之颱風災害應變為例，在災害應變的不同階段，空間資訊技術不論是在災害資訊的收集、分析及管理上皆可發揮其作用。本文主要進行颱風災害應變資訊需求分析，透過相關分析可了解颱風應變期間時間及空間尺度之資訊需求，並運用災害應變決策輔助系統進行相關資訊之呈現，提供決策者空間作戰地圖，以因應各類災害所需進行後續決策調度。相關資訊呈現完整性取決於後端資料是否穩定供應以及各類資訊蒐整是否有蒐集完整，因此後續仍須與相關部會署密切合作確保資料穩定提供。

本文所建立之災害應變決策輔助系統，過去兩年所設定之使用者為中央部會之應變決策者，去年已逐步擴大使用層面至地方政府未來將在擴大使用對象。另外由於近年來地理資訊技術越趨成熟，未來應逐步導入相關技術於災害應變，以提供整體災害應變之效能。

## 參考文獻

1. 中央災害應變中心，2009，莫拉克颱風災害應變處置報告，行政院災害防救委員會(URL:  
<http://www.ndppc.nat.gov.tw/ContentDetail.aspx?MID=164&UID=164&CID=2747&PID=164>)。
2. 行政院災害防救委員會，2004，防救災緊急通訊系統整合建置計畫(修正核定本)，台北。

3. 徐百輝, 2007, 數位化防救災資訊, 國科會科學發展月刊, 第 410 期, pp. 32-37。
4. 徐百輝、黃俊宏、林峰田, 2005, LBS 於災害管理及勘災作業之應用, 國土資訊系統通訊季刊, 第五十六期—行動化空間資訊系統, pp.45-65。
5. 黃俊宏、蘇文瑞、葉家承、包正芬、謝龍生、周恆毅, 2009.12, 服務導向架構應用於災後現地勘查之研究, 臺灣災害管理研討會, 臺灣災害管理學會。
6. 蘇文瑞、林峰田(2009), 從莫拉克颱風災害事件看台灣防災資訊系統的建立, 建築師雜誌, 第 418 期。
7. 蘇文瑞、林峰田(2009), 從莫拉克颱風災害事件看台灣防災資訊系統的建立, 建築師雜誌, 第 418 期。
8. 蘇文瑞、黃俊宏、吳上煜 國家災害防救科技中心資訊組團隊(2009), 應用資訊服務平台技術於災害管理, 國研科技, 國家實驗研究院, 第 24 期。
9. 蘇文瑞、徐百輝、吳上煜、黃俊宏、葉家承、周恆毅、周學政, 空間資訊科技於災害防救之應用-以颱風災害應變為例, 前瞻科技與管理期刊。
10. 蘇文瑞、吳上煜、郭政君、徐百輝、周學政。2010。應用地理空間資訊技術於颱風災害應變管理之研究。台灣災害管理研討會。11/6。台北。
11. 蘇文瑞、黃俊宏、吳上煜、周恆毅、郭政君、周學政, 2011, 「應用災害防救資訊服務平台於防災應變」, 自動化科技學會會刊, 2011 年 6 月, 第 4-1 頁。
12. Carrara, A. and Guzzetti, F. (eds), 1995. Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
13. Dilley, M., Chen, R.S., Deichmann, U., Lerner-Lam, A.L., Arnold, M., Agwe, J., Buys, P., Kjekstad, O., Lyon, B., and Ytteman, G., 2005. Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis, Disaster Risk Management Series No.5, The World Bank, Washington, D. C.
14. Dorren, L., 2003, A review of rock fall mechanics and modelling approaches. In: Progress in Physical Geography, 27(1):69-87
15. Hsu, P.H., Wu, S.Y., Lin, F.T., 2005, "Disaster Management Using GIS Technology: A Case Study in Taiwan", Proceedings of the 26th Asia Conference on Remote Sensing, Hanoi, Vietnam, 7-11 November.
16. Rao, D. P., 2000. Disaster Management, Proc. Map India 2000, New Delhi, India. Available at: [http://www.gisdevelopment.net/application/natural\\_hazards/overview/nho0004.htm](http://www.gisdevelopment.net/application/natural_hazards/overview/nho0004.htm).