

落實防災氣象整合資訊實作(3/4)

Fine Information of Formosa Weather Service

主管單位：交通部 計畫編號：102-1502-02-05-06

鄭明典

呂國臣

Ming-Dean Cheng

Kuo-Chen Lu

中央氣象局預報中心

摘要

中央氣象局長期致力於「充實氣象儀器觀測設備」、「提昇氣象預報能力」、「建立強震觀測網，發展地震速報系統」、「加強人力培育及國際交流合作」、「加強為民服務，提升氣象服務品質」、「加強行政革新」等方面的工作，本計畫即在提升天氣預報服務能力，針對本土化作業需求，建立與社群溝通作業化之實作環境，以落實防災氣象資訊整合，強化氣象局發佈之氣象資訊內涵，加強颱風警報資訊與災害潛勢分析之聯結、天氣預報和社會生活化聯結。以期有助於避免或減少因天然災害所造成的損失

關鍵詞：災害性天氣潛勢指標、生活化天氣指標、鄉鎮區天氣、系集預報、氣象觀測站。

Abstract

The Central Weather Bureau (CWB) is long term concerned with enhance the weather observation, improve the weather forecast capability, establish efficiency seismic detection network and international scientific exchange. This project is focus on the development of the capability of CWB weather service, especially to base on the local operational need, to development the platform for the cross-field research and application. For improving the mitigation efficiency on severe weather situation, this project will also integrate the severe weather warning information and the potential of disaster information to establish a mechanism on improving weather message by connecting the meteorologist and the sociologist.

Keywords : severe weather potential index; weather in life index; township weather; ensemble forecast; weather observation site.

一、前言

中央氣象局職掌我國氣象業務，範圍涵蓋氣象、海象、地震以及氣象相關之天文業務，並致力於「充實氣象儀器觀測設備」、「提昇氣象預報能力」、「建立強震觀測網，發展地震速報系統」、「加強人力培育及國際交流合作」、「加強為民服務，提升氣象服務品質」、「加強行政革新」等方面的工作，本計畫即在提升天氣預報服務能力，以期有助於避免或減少因天然災害所造成的損失。

過去本局在觀測技術的改良、觀測資料的豐富以及數值天氣預報模式解析度的提高等方面皆有進展，但在氣象預報作業產製的資訊整合服務上仍有相當的瓶頸。為此，本局特別提此計畫，是以臺灣天氣現象為研究主軸之科技研發應用計畫，專門針對本土化作業需求，建立與社群溝通作業化之實作環境，期望廣泛應用精緻化天氣預報資訊於日常生活，落實防災氣象整合資訊實作，預期將可強化氣象局發佈之氣象資訊內涵，加強颱風警報資訊與災害潛勢分析之聯結、天氣預報和社會生活化聯結。藉由本計畫之推動，促使颱風警報產品更具災防意義，並且強化天氣預報使其更貼近生活需求。所產製之精緻天氣分析資料，亦可提供給相關領域進行深入研究，深耕臺灣之相關領域之科技研究，提升臺灣相關技術之水準。

二、計畫主要內容

本計畫將以本局現有的氣象監測網及預報技術為基礎，持續拓展大氣科研領域，並且結合社會科學研究領域，同時納入性別統計分析資料，共同研發防災氣象整合系統，提供各類生活化天氣指標，並建立作業整合系統，以達氣象服務生活化、口語化之目標。規劃方案主要以4項工作組成，包括發展高精度防災化氣象指標、發展客觀風險管理指標、強化高風險區氣象觀測資訊、建立落實防災氣象整合資訊實作系統。簡要說明各工作項目之目標如下：

2.1 發展高精度防災化氣象指標技術

結合台灣本土自然科學家以及社會科學家合作研究，依各地人文地理、環境氣象以及性別、年齡統計分析等特徵，結合氣象監測及預測參數，發展災害性天氣潛勢之風險管理指標和生活化氣象指標，例如暴雨潛勢指標和寒冷指標等。開發氣象資訊指標所需技術的初步評估，建立具機率概念之生活化健康指標，強化氣象資訊內涵，提升氣象服務品質。

2.2 發展客觀風險管理指標技術

本工作項目著重於評估與分析目前國際各作業中心與研發單位之系集預報產品，以及參考局內與國內學、研和其他政府作業單位之建議，具體提出符合臺灣地區氣象預報作業與民眾需求之各式氣象指標調查，並訂立研發之優先順序，協助產製更精緻的氣象預報服務產品。

2.3 強化高風險區氣象觀測資訊

配合未來氣象局逐年實施的自動氣象站更新計畫，並考量莫拉克風災期間臺東

雨量監測不足現象的改善，規劃於本計畫中強化颱風登陸頻率最高並常引發瞬間暴雨現象之花東地區氣象觀測資訊，在花東之高氣象敏感度區域佈建 6 個自動氣象站，利用更精確的觀測資料、更高的警報解析度以及精緻客製化的加值服務，讓民眾有更充份的時間做好防災措施，以確保生命財產安全。

2.4 建立落實防災氣象整合資訊實作系統

積極開發人機互動之資訊系統，以整合大量氣象觀測資料與預報產品，並結合上述三項工作成果，落實資訊轉換之實作、校驗與自動化處理流程，使預報人員能於短時間有效參考天氣觀測與預報資訊，發佈全國 368 鄉鎮區為單位，貼近性別等族群之各類天氣指標，建置災害性天氣資訊網頁、防災資訊整合網頁及資料處理整合介接與天氣指標相關服務加強，提供更完整的資訊整合平台。

三、計畫主要成果

3.1 學術研究

102 年度針對系集預報系統及數值模式預報偏差修正，共完成國外期刊 1 篇、國內期刊 1 篇、國際研討會 2 篇及國內研討會 1 篇，並完成本土化醫療氣象指標及預報服務產品與生活化指標需求評估研究報告各 1 篇，重要學術成果說明如下：

3.1.1 本土化醫療氣象指標

針對空氣污染物及氣象因子對腦血管疾病及缺血性心臟病罹病風險的量化預測指標（蕭等，2012），102 年增加分析行政單位至 314 個行政區，利用健保資料配合環保署空氣汙染物資料與氣象局測站資料，提出個人罹病風險預測的貝式統計模型，該模型可合理地將氣象資訊轉換成民眾健康風險之指標，做為日後氣象局對民眾發布健康警訊或健康指標的參考。

就腦血管疾病而言，三個地區有不同發病風險趨勢，北部地區民眾在秋季時，今昨兩天最低溫之溫差每變小一度，發病的機率增為 1.2907 倍，今昨兩天最大相對濕度之差值每增加 1%，發病的機率增為 1.0144 倍；意即，秋季中當日與前一日最低溫之差值較小、當日與前一日最大濕度之差值較大者，其發病危險性較大；在中南部則是春季時，當日最低溫每降低一度，發病機率就增為 1.0258 倍，在冬季時，當日最低溫每升高一度，發病機率就增為 1.0439 倍；意即，春季之當日最低溫較低、冬季之當日最低溫較高時發病危險性較大；在東部相關的氣象與空污因子皆未達統計顯著水準，代表東部民眾發生腦血管疾病的危險性與氣象、空污因子無明顯相關。

就缺血性心臟病而言，北部地區民眾在夏季時，發病前第三天之最低溫每降低一度，發病機率就增為 1.0968 倍；意即，夏季中，前第三日最低溫較低時發病危險性較高；中南部地區民眾在夏季時，發病前第二日之最低溫每降低一度，發病機率就增為 1.1031 倍；意即，在夏季中，前第二日最低溫較低時發病危險性較高；東部地區民眾則是在秋季時，發病前一天最低溫若上升一度，發病機率就增為 1.5157 倍，發病前第三日的 PM2.5 最

大值每增加 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，發病機率就增為 1.0167 倍；意即，秋季的前第一日最低溫較高、前第三日 PM2.5 最大值較大時發病危險性較高。

3.1.2 預報服務產品與生活化指標需求評估研究

為瞭解民眾對氣象預報的需求、認知、詮釋與偏好，透過深度訪談與焦點團體，瞭解民眾對於氣象預報產品的使用習性、對不準確與不確定性的因應與期待、以及民眾對於生活化氣象指標的需求，藉由了解民眾觀點，弭平氣象專業人員與一般民眾知識和經驗的落差，並協助產製更精緻的氣象預報服務產品，102 年針對近年新增之服務，量化評估民眾的使用情形，提供改進氣象服務與發展氣象生活指標產品之建議，考量民眾之認知特質與需求，並提出改善國內生活化氣象指標與相關預報產品傳播之建議。

1. 民眾在決定特定活動執行與否所關心的氣象條件，卻很一致，主要是關心溫度、降雨機率、降雨量、紫外線與陰晴雲量。強化這 3 個氣象條件的說明，額外輔以活動適合性的建議，是另外一種生活化氣象服務提供的方式。
2. 針對手機 APP、網路媒介或社群媒體等管道宣傳中央氣象局預報產品，提升青壯年族群對於中央氣象局的知曉度與使用比例。
3. 民眾對於氣象預報訊息的詮釋，不僅只就數字作科學上的理解，而是摻入自己的感受、詮釋策略與方式。調查不同地區民眾體感溫度的差異，以及民眾將降雨機率轉化下雨的判斷，可做為未來設計相關生活化氣象指標的基礎，設計以民眾感受為中心的指標產品。
4. 朝向 Open data 資料開放的方向發展創新的氣象預報服務或拓展新市場，觀測資料與預報資訊釋出後，讓民間營利/非營利組織加以整合。
5. 持續宣導教育民眾「不確定性」與「精確度」的概念，讓民眾了解預報資訊不僅只有降雨「機率」，另外還有機率的「準確度」會隨著天數遞減，因此獲取一週預報的資訊後，兩三天後仍需重新確認週末的預報數值是否有改變，未來可降低民眾對準確度不高的負面觀感。

3.1.3 系集預報系統及數值模式預報偏差修正

本計畫投入系集預報產品之發展與製作、校驗分析及改善系集預報系統之預報與作業效能 3 大項作業（洪等，2013），102 年主要工作成果分為 2 部分，系集預報系統的強化與改善及數值模式預報偏差修正方案的發展。

1. 在系集預報系統強化的部分，使用不同之模式物理參數法（包含微物理、邊界層和積雲參數法）組合進行預報實驗，從中選出合適之物理參數法擾動設定，並依設定進行新版區域系集預報系統（WEPS1.2）之更新測試實驗，結果顯示，無論在 2012 年 6 月或是谷超颱風期間，WEPS1.2 在預報誤差和預報離散程度之表現皆較佳，此一設定進行區域系集預報系統之更新，系統版本變更為 WEPS1.2，並已於 2013 年 5 月 29 日正式上線作業。

- 在數值模式預報偏差修正方案的發展方面，使用 decaying average 方法來計算模式的系統性誤差，其優點節省時間及空間，並利用權重因子來控制誤差影響程度，由單一個案實驗與 15 天平均實驗的測試結果顯示：Decaying average bias correction 確實可修正模式的系統性誤差，較大的權重對 RMSE 及 Mean error 也有較明顯的改善。

3.2 技術創新

本計畫主要目的在落實災害性天氣預報實作的創新技術。在計畫進行過程中，一方面著手研究本土化天氣預報研究，並將成果投稿至國內外期刊以及重要之學術研討會，另一方面也將研發成果具體落實於實作，建置作業輔助系統，使能產合理適切的天氣預報應用資訊，即時提供中央氣象局預報中心預報人員參考使用。102 年度重要成果說明如下：

3.2.1 災害性天氣警特報資訊交換格式

設計 1 套標準 XML 資料交換格式，以滿足小區域氣象資料在各系統交換需求，降低對資訊認知的落差並減少資料交換時錯誤發生的機率，並依國際 CAP(Common Alert Protocol)格式，建置氣象局縣市災害性天氣發布格式，102 年為提供災害性天氣 APP 所需之颱風消息資料，於原颱風消息產品產製流程中增加 PTA 以及 WSP 之 KML 產品之產製[KML 是基於 XML (可擴展標記語言) 語法標準的一種標記語言，被 OGC(開放地理信息系統協會)宣布為開放地理資訊編碼標準]，建置氣象局縣市災害性天氣發布格式，協助本局提供外單位(例如，Google 等)建置臺灣防災地圖需要的警特報資料，對數位化災害性天氣訊息傳達效率有正面的影響。

3.2.2 颱風資訊顯示系統(TID)

建置颱風基本相關訊息的編輯及展示平臺(如圖 1 與 2)，其中展示頁面分成 PC 版及觸控直立螢幕版，提供本局同仁隨時查詢颱風資訊，像是路徑圖示、發生時間、警報資訊以及颱風名稱由來等資訊，除颱風名稱及狀態資訊的提供，還可自動產製提供歷年「北太平洋西部地區颱風概要表」及「中央氣象局颱風警報發布概況表」資料，藉由系統自動化提供，可節省原本需要花費的資料彙整及編撰人力。



圖 1、TID 看板顯示頁面



圖 2、TID 颱風歷程頁面

3.2.3 系集預報系統的強化與改善

在系集預報系統的強化與改善方面，本局以 WRF 區域模式為基礎，建置一套作業之系集預報系統 (WRF Ensemble Prediction System, WEPS)，然

而，根據 101 年之颱風路徑預報校驗結果指出，系統中系集成員的預報表現不一致，使用某些物理參數法設定之成員，其預報表現總是較差，此設定不符合理想系集預報的建置。因此 102 年使用不同之模式物理參數法（包含微物理、邊界層和積雲參數法）組合進行預報實驗，從中選出合適之物理參數法擾動設定，並依設定進行新版區域系集預報系統（WEPS1.2）之更新測試實驗，結果顯示無論在 101 年 6 月或是谷超颱風期間，WEPS1.2 在預報誤差和預報離散程度之表現皆較佳，此一設定進行區域系集預報系統之更新，系統版本變更為 WEPS1.2，並已於 102 年 5 月 29 日正式上線作業。

3.2.4 數值模式預報偏差修正方案的發展

數值天氣預報中，模式預報存在系統性誤差，而如何計算模式系統性誤差並修正，成為數值天氣預報的重要課題之一。模式系統性誤差計算方法中，較常見的為統計模式預報的平均誤差，但此方法必須存取長時間的模式預報誤差，不但耗費儲存空間，在進行誤差修正時必須讀取相當大的資料量增加計算時間，因此本研究使用 decaying average 方法來計算模式的系統性誤差，decaying average 為一個隨時間衰減以計算誤差的方法，優點在於只要儲存前一個時間的誤差值，不需花費多餘的時間及空間來計算龐大的誤差資料量，也能利用權重因子來控制誤差影響程度，越接近現在的預報誤差影響程度越大，隨回溯時間越長而減小，由單一個案實驗與 15 天平均實驗的測試結果顯示：Decaying average bias correction 確實可修正模式的系統性誤差，較大的權重對 RMSE 及 Mean error 也有較明顯的改善。

3.2.5 格點圖資展示與資訊回饋系統

建置可產生並展示精緻化格點預報與觀測分析面化圖形的網頁系統(如圖 3)，提供本局外站同仁快速掌握在地天氣現況與未來趨勢，以利外站同仁利用同一系統介面撰寫縣市天氣小幫手(在地天氣報馬仔)，提昇在地化、精緻化的天氣預報服務品質。此外，外站同仁亦可利用本系統進行歷史預報與觀測的校驗，並將校驗結果加以回報，藉由外站對地方天氣的在地經驗反饋，協助預報員提昇對特殊或即時天氣的反應效率及預報品質。



圖 3、預報回饋服務系統畫面

3.3 社會影響

3.3.1 氣象資料交換格式設計技術

發展氣象防災數據資訊格式規劃及交換自動化機制，協助氣象局提供外單位(例如，Google 等)建置臺灣防災地圖需要的警特報資料 (cap、kml、xml 等格式，圖 4)，並建置災害性天氣 APP (圖 5)，可提供多樣化的資訊呈現方式，讓民眾可依自身需求取得要參考的資訊，對數位化災害性天氣訊息傳達效率有正面的影響。

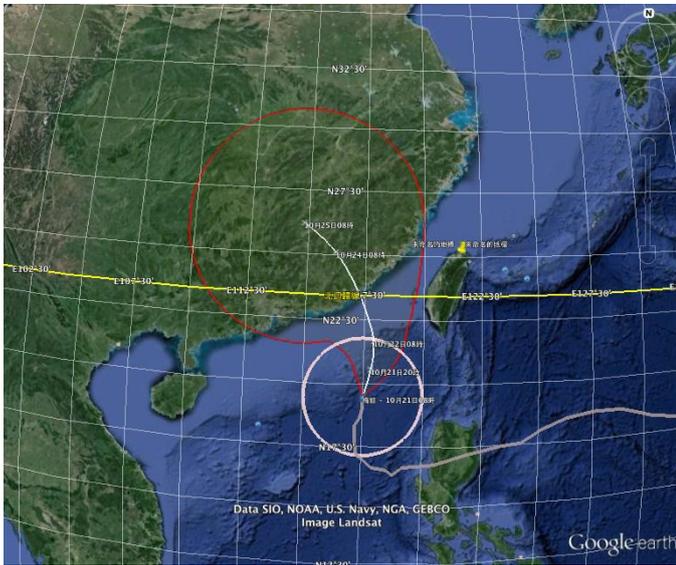


圖 4、颱風 PTA KML 產品於 Google Earth 上之呈現 圖 5、災害性天氣 APP

3.3.2 天氣資訊空間展示服務系統

建置以 GIS 地理資訊系統為基礎的網頁服務，未來可透過該服務在 2D 地圖平台上展示台澎金馬與鄰近海域中任意地點之海氣象現況與未來之預警特報資訊。此外，該網頁亦提供許多貼近民生需求之海氣象資訊跨領域加值應用服務，如旅遊行程天氣預報、特定天氣區域檢索(如圖 6)、海上航班天氣預報及行車路線天氣預報(如圖 7)等服務。以提昇天氣預報資訊之服務價值與面向為目標，為不同需求之民眾提供更多元、更創新的客製化天氣服務。

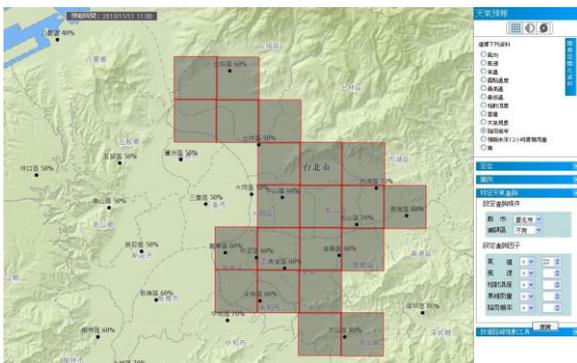


圖 6、特定天氣區域檢索服務畫面 圖 7、行車路線天氣預報服務畫面

3.3.3 客製化氣象資料供應服務

建置以 Web Service 技術為基礎的客製化氣象資料供應服務，使用者可透過 Web Service 方式取得本局各式氣象資料，包括精緻化格點觀測與預報、

天氣圖及雨量圖等本局例行發布之氣象資料，以完善資料供應渠道為目標，配合政府開放資料(Open Data)方針，利用熱門的 Web Service 技術降低第三方機關行號介接資料之技術門檻以提昇資料取得之便利性，同時降低資料供應之維運管理成本。期許能催化民間跨領域氣象加值應用之成長與發展。

3.3.4 颱風複合式防災資訊播報環境

為落實防災氣象資訊整合，於 102 年完成建構颱風複合式防災資訊播報環境。有效整合氣象、水象、土象及公路交通防災訊息，透過颱風記者會，即時傳播複合式防災資訊，以提供防救災單位及民眾參考(如圖 8)。



圖 8、颱風複合式防災資訊播報環境

3.3.5 在地天氣報馬仔服務

102 年新增全國各縣市天氣報馬仔服務 (<http://www.cwb.gov.tw/V7/forecast/town368/>)，彙整當地鄉鎮天氣資訊及在地天氣概況與未來變化信息(如圖 9)，提供民眾於氣象網頁及生活氣象 APP 上更親民的氣象服務。



圖 9、在地天氣報馬仔

四、結論與建議

天氣預報不只是科學亦是一種社會服務，將現有的氣象預報技術落實於民生應

用層面上，使天氣預報和社會生活化聯結，不僅使天氣預報產品更具災防意義，也更貼近民眾需求。

為落實現代化的天氣預報需要整合不同科學領域的科學家共同參與，使能適切反應社會各級層面的需求。本計畫嘗試以氣象局現有的氣象監測網及預報技術為基礎，研發防災氣象整合系統，提供各類生活化天氣指標，並建立作業整合系統，以達氣象服務生活化、口語化之目標。合理的將現有氣象高科技技術落實傳遞到各層使用者可以參考的氣象資訊。

近年來大氣監測與預報能力雖有大幅提升，可是完全消除預報誤差，尤其精準的災害性天氣預測仍是各國大氣科學的一項難題。展望未來，在持續提升天氣預報準確度與精密度的同時，也必需兼顧各類預報不確定性的特質，以及災害性天氣訊息之解讀，使社會各界不同生活族群可以獲得適切的氣象資訊。因此，未來一方面必需透過校驗的回饋，建立合理的進行預報誤差評估機制，讓客戶在使用天氣預測資訊時能夠充分的理解此特性。另一方面必需強化氣象資訊的應用技術研究，落實防災至個人層面的應變。尤其在未來氣候條件不如預期的環境下，面對災害性天氣出現頻繁，確需仰賴客製化資訊，落實天氣監測及預報技術的研發，以補足目前不足之處。

參考文獻

1. Hsiao L.-F, Ming-Jen Yng, Cheng-Shang Lee, Hung-Chi Kuo, Dong-Sin Shih, Chin-Cheng Tsai, Chieh-Ju Wang, Lung-Yao Chang, Delia Yen-Chu Chen, Lei Feng, Jing-Shan Hong, Chin Tzu Fong, Der-Song Chen, Tien-Chiang Yeh, Ching-Yuang Huang, Wen-Dar Guo, Gwo-Fong Lin, 2013 : Ensemble forecasting of typhoon rainfall and floods over a mountainous watershed in Taiwan. *Journal of Hydrology*(2013).
2. Hong J.-S., 2013 : From prediction to forecast, Joint Taiwan-US Workshop on the HWRP Model.
3. Hong J.-S, 2013 : Recent improvement on the operational CWB WRF, Joint Taiwan-US Workshop on the HWRP Model.
4. 葉天降、李清勝、楊明仁、何台華、馮欽賜、洪景、鳳雷、張保亮，2013：颱風路徑與侵臺颱風伴隨風雨預報技術之發展研究成果,氣象學報第50卷第1期，59-85。
5. 李志昕、洪景山，2013：區域系集預報系統強化研究-物理參數法擾動強化,102年天氣分析與預報研討會，A2-37。
6. 交通部中央氣象局「本土化醫療氣象指標之機率風險預測模型改良與精緻化報告」，2013。
7. 交通部中央氣象局「預報服務產品使用情形評估暨特定情境生活化氣象指標需求調查報告」，2013。
8. 交通部中央氣象局「落實防災氣象整合資訊實作系統報告」，2013。
9. 交通部中央氣象局「鄉鎮逐時天氣預報格點數位資訊應用服務系統與展示系統報告」，2013。