

強化災害性即時天氣預報(1/3)

Fine Information of Formosa Weather II

主管單位：交通部

鄭明典

呂國臣

Ming-Dean Cheng

Kuo-Chen Lu

中央氣象局預報中心

摘要

為發展本土化之強降雨監測及預測技術，建置符合全國各鄉鎮尺度災害性天氣預報的作業需求之預報指引為目標，因此本計畫針對「強化鄉鎮尺度災害性及即時預報技術」及「強對流偵測輔助系統」方面進行重點研發，期望廣泛應用於日常即時劇烈天氣之監測及預警。除了增加即時觀測資料供作業監控及預警劇烈天氣外，亦可提升國內作業針對劇烈天氣之相關研究，進行開發本土化之預報技術，並藉由發表科學論文的方式，提升臺灣於相關技術之領導地位，同時對學術領域及作業應用均有正面助益。

關鍵詞：災害性天氣、即時天氣預報、鄉鎮預報。

Abstract

For the development of the localization of the heavy rainfall monitoring and forecasting techniques, this project is to build in the forecast guidance to meet the forecast needs on the Mesoscale Severe weather forecast in villages and towns of the country. The target of the plan for the "strengthening of the township-scale disasters and real-time forecasting techniques and the strong convective detect supporting systems, are focusing on research and development, the expectations widely used in day-to-day real-time severe weather monitoring and early warning. This project not only increase in the real-time observation data for monitoring and early warning of severe weather, but also enhance domestic operation for severe weather forecasting techniques. By way of published scientific papers, enhance Taiwan's leadership in related technologies status of academic fields and improve operational applications have positive benefits.

Keywords : Hazard weather; weather nowcasting; township weather forecast.

一、前言

臺灣常遭受颱風、豪雨、乾旱和寒潮等天氣災害的影響，因氣象災變所造成的經濟損失影響層面愈來愈廣，影響的程度亦愈來愈深，務必持續強化災害天氣預報或預警技術，以有效減輕災害損失。本計畫預計以 3 年時間，發展本土化之強降雨監測及預測技術，建置符合全國各鄉鎮尺度災害性天氣預報的作業需求之預報指引為目標。針對「強化鄉鎮尺度災害性及即時預報技術」及「強對流偵測輔助系統」方面進行重點研發，提昇本局災害性氣象科技研發能力及本土化氣象研究技術，增進劇烈強降雨天氣系統之監測及預報能力，提供防救災單位及一般社會大眾更即時精確之災害性天氣預警。

期望廣泛應用於日常即時劇烈天氣之監測及預警。除了增加即時觀測資料供作業監控及預警劇烈天氣外，亦可提升國內作業針對劇烈天氣之相關研究，進行開發本土化之預報技術，並藉由發表科學論文的方式，提升臺灣於相關技術之領導地位，同時對學術領域及作業應用均有正面助益。

二、計畫主要內容

中央氣象局執掌全國氣象和預報業務，長期致力於氣象觀測技術、科技研究、預報服務等領域。為因應氣候變遷、強對流環境降雨型態的變異以及複合式天然災害的威脅極需提升伴隨強對流系統的監測與定量降雨及劇烈天氣潛勢預報能力。本計畫規劃方案主要由 2 個相互關連的工作項目組成，包括「強化鄉鎮尺度災害性及即時預報技術」及「強對流偵測輔助系統」。

2.1 強化鄉鎮尺度災害性及即時預報技術

本項工作目的為建立鄉鎮尺度天氣預報作業流程的回饋機制，藉由小區域天氣預資料與實際量測資料之間的即時校驗，回饋到預報產品的調校過程，工作範圍包括發展滿足鄉鎮尺度之 2.5 公里格點之地面氣象真值(Ground Truth)分析技術、小尺度數值天氣預之系集預報(Ensemble Forecast)技術、高解析度統計降尺度 MOS(Model Output Statistics)技術、人工智慧之預報輔助系統，以及即時校驗及回饋流程系統的建立。其應用範圍包括顯著天氣系統的定量降水潛勢預報，例如颱風、梅雨鋒面等。

2.2 發展強對流偵測輔助系統

本項工作目的為發展適合於本國本土化實作之強對流降雨偵測及預測系統。首先，在觀測資料方面，希望能夠建置符合氣象監測及預報需求之閃電觀測系統，預期藉由閃電資料可提前預警強對流降雨發生的特性，以強化對流降雨之預警監測能力。此外，將與美國 NCAR 合作發展良雷達資料分析及對流系統預測技術(Variational Doppler Radar Analysis System; VDRAS)。在降雨預測整合系統方面，將參考採用可即時調校的 ARMOR(Adjustment of Rain From Model with Radar)技術，用高解析度數值天氣預模式之定量降水預報，並即時整合雷達估計降水量及外延(Extrapolation)預

測，再做適當的調校，使其可應用於 0-3 小時極短時定量降水預報。

三、計畫主要成果

3.1 學術研究

本計畫致於提昇氣象預報能力，針對「強化災害性及即時鄉鎮預技術」及「強對流偵測輔助系統」方面進行重點研發，共有國外期刊 1 篇、國內期刊 1 篇、國內研討會論文 4 篇、研究報 3 篇、製作教材 19 件及技術報告表共 11 件。成果說明如下：

1. 在觀測資料與數值模式之資料整合及應用方面，本計畫引進美國國家大氣研究中心(NCAR)發展之都卜勒雷達變分分析系統(VDRAS)同化技術，提供對流系統之三維氣象分析資料。配合引進美國對流系統預測技術(ANC)，提供對流系統發生、成長、衰減及移動之預報，以達到改善導致豪雨預測技術之目的。101 年持續針對北臺灣地區利用模糊邏輯(fuzzy logic)方法進行午後對流敏感觀預亦已建立，研究結果發表於美國 AMS 期刊。
2. 開發國內閃電偵測定位技術，設計並建立主動式閃電偵測系統，了解不同閃電事件之發生與背景大氣之關係，探索閃電發生之物理過程與大氣亂流及降雨之關連性。
3. 在客觀分析法的研究報告中(馮等，2012)，針對臺灣地面溫度受特殊天氣系統(如鋒面或東北季風)影響期間，案例分析 BCDG 法與通用克利金法面化差異，並探討分區應用通用克利金的合理性與步驟。結果說明通用克利金法(UK)溫度面化結果的高低估誤差略優於 LST 法，而 BCDG 法應改採距離平方反比權重函數更適用於臺灣。
4. 在高解析度統降尺度預方法研究的報告(陳等，2012)中，說明目前使用 PP 的情形及可能問題，並提出未來改善做法。針對所需高解析度格點統計預報，該文比較了先內插再預報推估以及先預報再內插 2 種方法的校驗結果，初步分析顯示差異不大，表示以測站點預配合適當的內插工具可以是取得高解析度格點預報值的替選方法。

3.2 技術創新

為提昇本局災害性氣象科技研發能力、本土化氣象研究技術、增進對於劇烈強降雨天氣系統之監測及預報能力，以提供防救災單位及一般社會大眾更即時、精確之災害性天氣預警資訊，在技術創新方面主要成果如下：

1. 開發極短時強對流預報之降水移速場估計，於 101 年完成(1)建立三層尺度的 Shiiba 降雨系統移速估計演算法、建立確保上風顯式法迴歸估計正確性的迭代演算流程;(2)初步探討分區線性(piecewise linear)法和全域迴歸移速場的差異與聯合運用策略；以及利用實際觀測數據，用以分析雷達降水資料品質。
2. 在引進對流系統預測技術(ANC)與都卜勒雷達變分分析系統 (VDRAS) 部分，101 年度針對臺灣地區之觀測資料特性及地形特徵進行變分都卜勒雷達同化系統之本土化，包括開發具有同化臺灣即時雙都卜勒風場之功能，以及發展包含地形之新版本變分都卜勒雷達同化系統。後者之主要工作包含發展新的數值技術，以利包含地形之新版本變分都卜勒雷達同化系統中之預報模式與共軛(adjont)模式之方程式求解，此新技術之應用將可強化對於臺灣地

區之對流系統發生、成長、衰減及移動的預測能力。

3. 完成建置一個鄉鎮預報產品展示系統，101 年主要的重點功能開發是特殊格點資料檢視和校驗的功能，可檢視過去一週或一個月不同初始時間的官方和各模式的預報結果分析與校驗，提供使用者更高的時間上的自訂性與校驗資料種類的彈性。期待不論是在氣象局發布之官方預報或各類客觀預報指引的校驗上，能根據不同需求取得統計校驗結果並得以提升整體預報能力。
4. 應用雷達觀測 QPE 資料改進降雨資料檢覈技術，發展出適用於週期 10 分鐘之時雨量觀測資料之資料品質檢覈模組。應用此檢覈模組的結果經過克利金法的分析可獲得較正確之雨量真實氣象場。
5. 整合統計模式 MOS 策略與 PP 策略發展通用建模環境，可簡化作業環境及提高維運方便性。於統計預報建模環境導入最小絕對壓縮挑選機制(LASSO)複迴歸模組，增加優化模型的測試工具。廣泛應用中央處理器多執行緒平行計算技術於統計預報作業過程所需之導出量與內插計算等步驟，提升通用建模系統計算效率。應用 GPU 與 CUDA 技術提升克利金法模組計算效率達 30 倍。
6. 規劃閃電主動式偵測系統，建構新的定位天線陣列，用以觀測閃電位置。閃電發生時，大量的能量釋放，造成大氣中中性粒子的大量游離，產生電漿不規則體，利用同相雷達的回波機制，將可進行定位。定位結果可與閃電偵測系統進行比對，對閃電系統進行校驗。
7. 強化現有系集預報系統之作業效能，持續進行最佳系集成員產生方式研究。為改善系集預報系統之效能，101 年進行系集預報系統之颱風路徑預報校驗分析，以客觀衡量系集預報系統之效能。本計畫同時發展極端值相關定量降雨整合技術包括 Maximum (最大值)、Minimum (最小值)，以及擁有和系集平均降水預報相似之空間分佈之 Probability-Matched Mean (PM) 技術，以獲得更好之系集降雨強度預報提供定量降雨預報參考。本計畫開發之技術已完成作業程序建置，可由 <http://mfcqpf.cwb.gov.tw/> 查詢氣象局 WRF 系集預報之定量降雨即時之預報資訊。

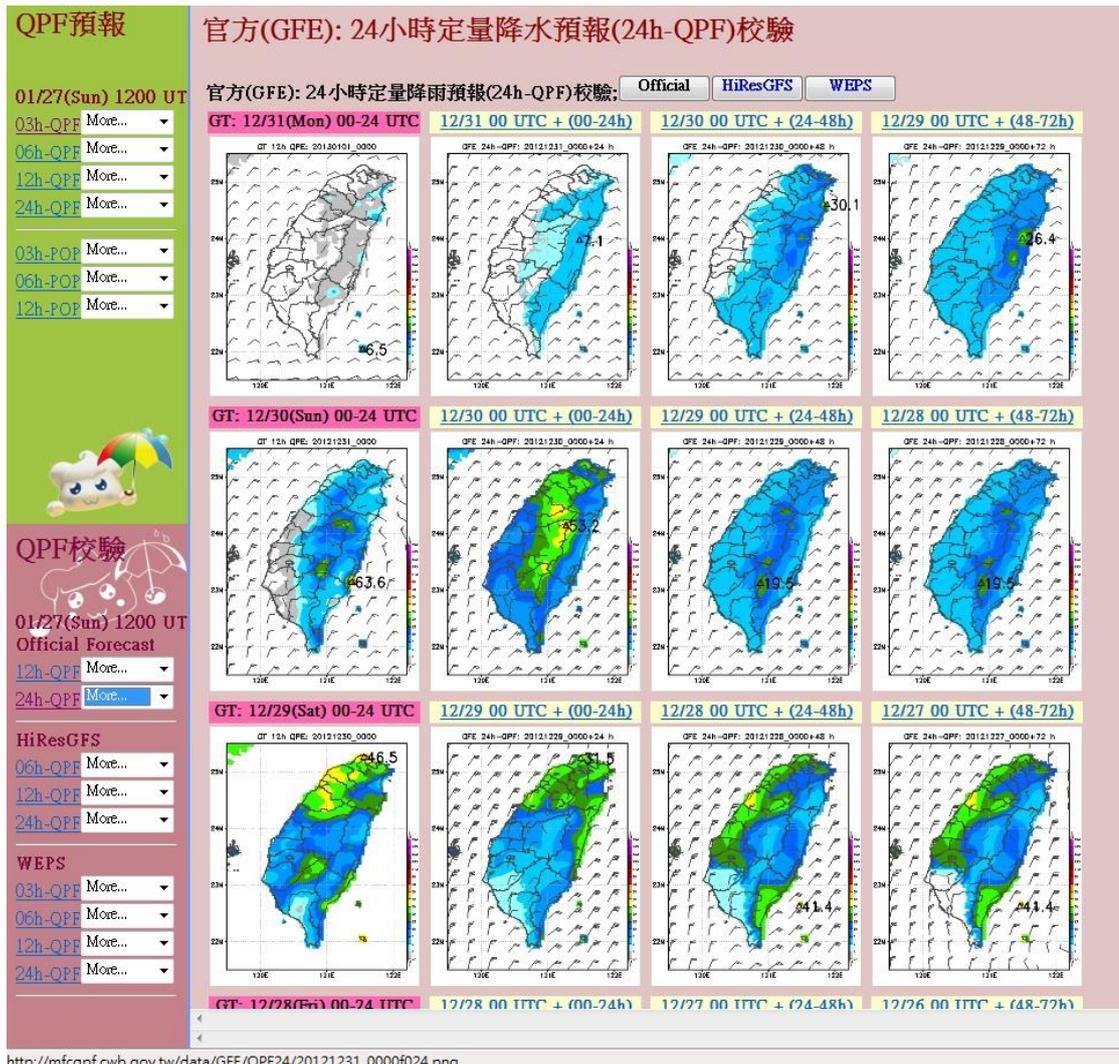


圖 1. 24 小時定量降水預報(24h_QPF)校驗圖 (資料來源:中央氣象局)

3.3 經濟效益

小區域天氣預報是國際趨勢，氣象局官方網站於 101 年新增「原鄉部落」預報和天氣現況之資訊，提供高山部落氣象監測及預報等精緻化服務，其中天氣現況資訊來源為本計畫發展之 2.5 公里解析度網格點地面氣象分析場，不僅可推廣應用於小區域及在地化的氣象預報，更有助於日後氣象產業業務發展，對顧客提供客製化的氣象專業服務。長期而言，對我國氣象產業將有正面的幫助。

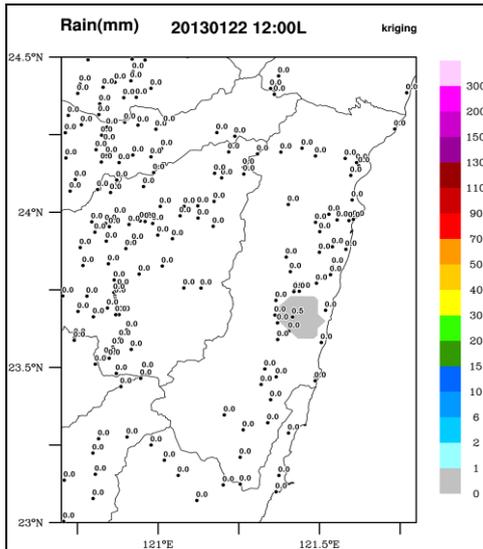
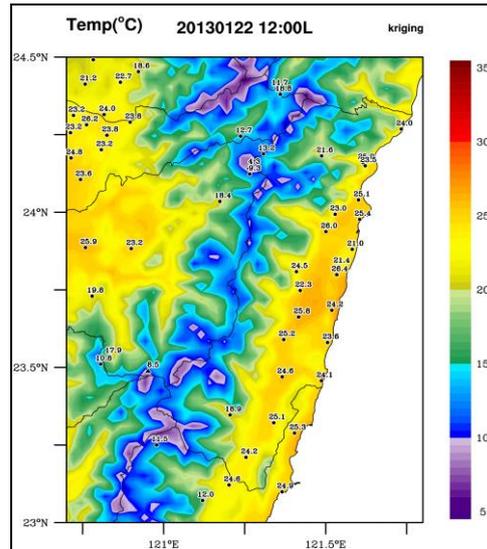


圖 2 (a) 2.5 公里雨量分析場。



(b) 2.5 公里溫度分析場。

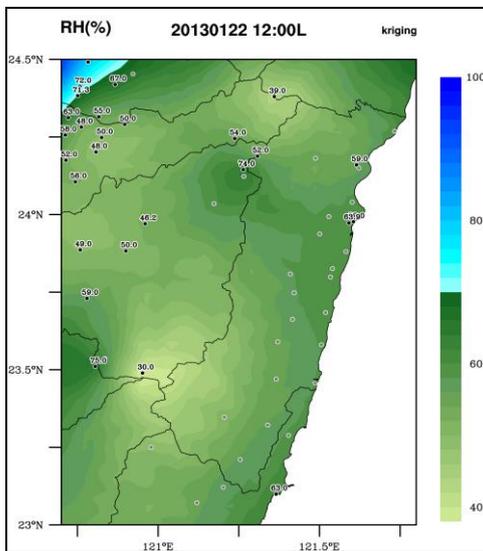
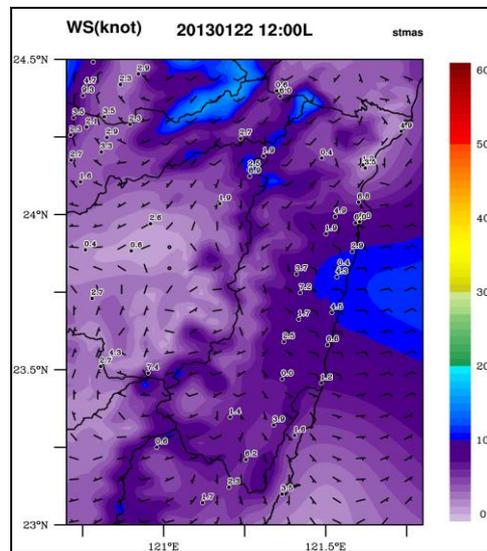


圖 2 (c) 2.5 公里相對濕度分析場。
(資料來源:中央氣象局)



(b) 2.5 公里風速風向分析場

3.4 社會影響

本計畫發展之 WRF 系集預報定量降雨技術，已應用於氣象局預報作業流程，提供縣市尺度之定量降雨參考值，對原先以大區域的豪雨事件預報，已可有效縮小至以縣市為單位之豪大雨事件預報，在防災應變領域應用面有極大的參考價值。此外，閃電事件無論直接擊中或間接傳導的，對於人民生命財產安全有直接的威脅，更常造成各項設施的損毀，對民生的影響甚鉅；為減少閃電落雷事件的損失，世界各國長期以來紛紛發展與建立閃電落雷偵測系統，以便提前掌握閃電的發生、強弱、移行方向等。本計畫對評估閃電偵測系統的功效，在閃電偵測系統所蒐集之資料，亦可提供學界進行學術研究，對於天氣預報之精進、對流性天氣系統的掌握、重要建

築設施之安全等，均可產生重要且關鍵的效益。本研究案將影響閃電偵測結果的準確與否，直接影響民生安全與社會發展。

3.5 其他效益

本研究案所建立之雷達空間干涉定位法與新的定位天線陣列，將可應用於電離層與流星觀測研究，電離層的研究除了科學基礎特性研究外，衛星通訊受電離層不規則體的影響，會產生訊號擾動，甚至斷訊發生。高頻(HF)通訊主要是利用電離層反射，進行遠距離通訊。電離層的特性研究，將有助於衛星通訊與高頻通訊的應用。

四、展望

颱風、豪雨、乾旱和寒潮等氣象災害變常造成臺灣重大的經濟損失，因此務必持續強化災害天氣預報或預警技術，以有效減輕災害損失。本計畫即在強化鄉鎮尺度災害性及即時預報技術以及建置強對流偵測輔助系統方面進行重點研發，強化與創新天氣預報的應用技術，並整合不同科研領域的專家共同參與。期能提升氣象資訊服務品質，並改善災害性天氣的預測能力，提供即時氣象防災資訊，減少災害損失。

參考文獻

1. Pin-Fang Lin, Pao-Liang Chang, Ben Jong-Dao Jou, James W. Wilson, Rita D. Roberts, 2012: Objective Prediction of Warm Season Afternoon Thunderstorms in Northern Taiwan Using a Fuzzy Logic Approach, *Wea. Forecasting*, **27**, 1178-1197。
2. 林品芳、張保亮、周仲島，2012: 弱綜觀環境下台灣午後對流特徵及其客觀預報。 *大氣科學*, **40**, 77-107。
3. 蔡禹明、陳姿瑾、呂國臣、黃椿喜，2012: 應用 ARMOR 方法於臺灣強降雨事件定量降水預報之研究。101 年天氣分析與預報研討會論文彙編，153-158。
4. 鄭安孺、李天浩、顧欣怡、陳怡玟，2012: 即時溫度資料品質檢覈。101 年天氣分析與預報研討會論文彙編，165-170。
5. 馮智勇、家豪、陳雲蘭，2012: 客觀分析法地面溫度案例分析。101 年天氣分析與預報研討會論文彙編，137-142。
6. 陳雲蘭、劉欣怡，2012: 高解析度統計降尺度預報方法研究。101 年天氣分析與預報研討會論文彙編，119-124。
7. 蔡宜珊、呂國臣，2012: 鄉鎮預報初步校驗分析。101 年天氣分析與預報研討會論文彙編，147-152。
8. 郭閔超、李孟軒、蔡甫甸，2012: 中央氣象局 2003-2011 年官方定量降水預報之分析與探討。101 年天氣分析與預報研討會論文彙編，203-208。
9. 交通部中央氣象局「建置降雨特徵移速預報辨識研究(1/3)」期末報告書，2012。
10. 交通部中央氣象局「101 年建置閃電偵測系統技術之研究」期末報告書，2012。

11. 交通部中央氣象局「強化災害性即時天氣預報-資料處理與統計降尺度建置案」
期末報告書，2012。
12. 交通部中央氣象局「強化災害性即時天氣預報-技術整合與系統作業化建構案」
期末報告書，2012。