

# 發展鄉鎮逐時天氣預報系統

## Fine Information of Formosa Weather

主管單位：交通部

計畫編號：100-1502-02-04-05

鄭明典

呂國臣

Ming-Dean Cheng

Kuo-Chen Lu

中央氣象局預報中心

### 摘要

中央氣象局執掌全國氣象監測和預報業務，長期致力於氣象觀測、科技研究、預報服務等領域，因應時代變遷、社會型態改變以及天然災害的威脅，亟需提升氣象預報的細緻度及災害性天氣的預報能力。

本計畫目標以2年（99 - 100年）時間，發展本土化之鄉鎮尺度的天氣預報技術，建置臺灣、金門及馬祖各鄉鎮市之逐時天氣預報之作業化指引。初期以精緻化天氣預報技術作業化為主要任務，即時提供全國368鄉鎮市之逐時天氣預報指引；未來並可以延伸至各行各業的產業需求，提升專業化的天氣預報技術。

關鍵詞：逐時天氣預報、天氣預報指引、鄉鎮市區天氣、系集預報、災害天氣即時預警系統、統計預報。

### Abstract

The missions of Central Weather Bureau (CWB) include observations, forecasts and warnings. They not only closely affect people's daily life, but also contribute critically to the government's disaster prevention programs. In addition to being the operations agency for monitoring weather, marine, and seismic conditions, the CWB also has the responsibility to initiate research and development of related science and technology in order to continuously improve its services. The effectiveness of the CWB in serving the society depends on the extent to which the information it provides will actually be used. Therefore, one of the CWB's top priorities is to become well attuned to the social changing needs.

The purpose of this 2-year project is to develop the weather forecast guidance the township forecast around Taiwan and Kinmen and Matsu. The premiere results are to aim at the operation need and to meet the 368 townships nationwide. And then the weather forecast technique can be improved and extended weather service in every aspect.

**Keywords** : hourly weather forecast、weather forecast guidance、township weather ensemble forecast、nowcasting and warning system of severe weather、statistic forecast

## 一、前言

中央氣象局執掌全國氣象監測和預報業務，長期致力於氣象觀測、科技研究、預報服務等領域，因應時代變遷、社會型態改變以及天然災害的威脅，亟需提升氣象預報的細緻度及災害性天氣的預報能力。

本計畫是以臺灣天氣現象預報為研究主軸之科技研發應用計畫，發展本土化之鄉鎮尺度的天氣預報技術，建置臺灣、金門及馬祖各鄉鎮市之逐時天氣預報之作業化指引。初期以精緻化天氣預報技術作業化為主要任務，即時提供全國 368 鄉鎮市之逐時天氣預報指引；未來並可以延伸至各行各業的產業需求，提升專業化的天氣預報技術。期望廣泛應用精緻化天氣預報資訊於日常生活的需求，建立鄉鎮市尺度的氣象分析及預報資料，除了提供民眾更精緻的天氣預報資訊之外，可提升政府、企業及民眾對氣象災害之預警能力。而本計畫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，並藉由發表科學論文之方式，提身臺灣於相關技術之領導地位。

計畫所採行之動力與統計降尺度天氣預報系統的建置，乃是為了提供鄉鎮逐時天氣預報所需的高解析度統計預報指引。本系統主要是以動力數值天氣預報模式為基礎，開發動力統計相結合的預測方法及技術，建立逐時天氣預測模型，達到預報資訊降尺度的目的，以提供氣象局於預報作業時所需的特定預報項目指引。

## 二、計畫主要內容

本計畫以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，研發高精密度之鄉鎮天氣預報技術，並建立作業整合系統以達預報精緻化之目標。規劃方案主要以六個相互關聯的工作項目組成，包括：發展高解析度網格點之氣象分析技術、發展高解析度數值天氣系集預報技術、引進美國國家大氣研究中心(NCAR)之都卜勒雷達變分分析系統、引進美國 NCAR 之雷達資料分析及對流系統預測技術、發展高解析度統計預報技術、開發人機互動之人工智慧整合系統。

### 2.1 發展高解析度網格點之氣象分析技術

提供接近真實之 2.5 公里解析度網格點的氣象分析場資料，包括：降水量、地表氣溫、日間最高氣溫、夜間最低氣溫、雲量、地表風、地表溼度、海面相關氣象場及海面波浪，以做為實施精緻化預報之參考，並建立歷史氣象分析場資料庫，提供精緻化發展統計預報指引與預報結果校驗之所需。

### 2.2 發展高解度數值天系集預報技術

採用高解析度模式，配合系集預報技術(ensemble forecast technique)，增加系集預報的樣本數及分歧度，因應台灣複雜環境條件下之天氣變化的不確定性，以產製精緻化預報之預報指引。

### 2.3 發展高解析度統計預報技術結合動力數值模式

整合動力數值模式產品與各式觀測資料的潛在預報能力，建立各預報點之統計關係及逐時天氣預測模型，提供鄉鎮逐時天氣預報所需的高解析度統計預報指引。達到預報資訊降尺度的目的，提供氣象局於預報作業時所需的特定預報項目指引。

## 2.4 開發人機互動之人工智慧整合系統

開發人機互動之資訊比對介面，以整合大量觀測資料與預報產品，並研發各類天氣系統（如颱風、鋒面、寒流等天氣現象）之監測、校驗與篩選自動化處理流程，使預報人員能於短時間有效參考天氣觀測與預報資訊，並依此做出最理想的預報研判。

## 2.5 引進都卜勒雷達變分分析系統

引進美國 NCAR 發展之都卜勒雷達變分分析系統(Variational Doppler Radar Analysis System;VDRAS) VDRAS 是利用雲尺度邊界層模式與它的伴隨模式對雷達資料進行四維資料同化分析，以求得邊界層之三維風場等。VDRAS 反演所得之風場亦為 ANC 系統的整合資料之一，其中「最大垂直風」之預報場即是由 VDRAS 的垂直速度而來，相關研究也證實如此使用 VDRAS 的風場可增進即時預報能力。

## 2.6 引進雷達資料分析及對流系統預測技術

引進美國國家大氣研究中心(NCAR)發展之雷達資料分析及對流系統預測技術(Auto Nowcaster；ANC)，搭配 VDRAS 系統，並與高解析度系集模式技術相結合，進行本土化系統的建置工作，針對變化迅速的對流性天氣系統，建置極短時天氣預報系統，提供發生區域為主(location-specific)的對流系統發生、成長、衰減及移動之預測，以改善導致豪雨現象的對流系統預測技術。

# 三、計畫主要成果

## 3.1 學術研究

本計畫涵蓋 6 項技術發展執行策略之學術研究相關著作，涉及在氣象資料處理、數值模式系集預報、數值模式統計降尺度、台灣附近對流尺度分析技術以及相關之鄉鎮天氣預報等，重要學術成果說明如下：

1. 完成建置單項觀測資料品質檢覈模組，本計畫發展小區域分析成果建立 2.5 公里解析度的網格點氣象場，但各氣象因子的觀測資料是否正確、品質是否穩定乃為影響分析結果成敗非常重要的因子。因此透過診斷分析確認歷史資料品質，針對各項氣象觀測資料包括溫度、露點溫度、相對濕度、雨量以及風場等，發展可靠的資料品質檢覈技術，加上適當的時間和空間條件限制可以去除有疑慮的觀測資料，並且據以重新分析歷史真實地面氣象場並建置相關自動化作業流程將此資料檢覈模組納入即時地面氣象分析場產製流程中。
2. 完成 2005~2010 年 2.5 公里解析度網格點之地面氣象重分析場，包括降水量、地表氣溫、日間最高氣溫、夜間最低氣溫、雲量、地表風及地表溼度等，各觀測資料進行分析前均通過相關品質檢覈模組。品質良好的高解析度網格點地面氣象分析場，除了有助於預報員分析即時天氣現況，還可協助正確校驗

網格預報產品以改善小區域天氣預報。

3. 在統計降尺度預報方法研究中，我們引入壓縮係數的應用，在建模過程使用最小絕對壓縮挑選機制(LASSO)，透過本計畫的研究已證明 LASSO 不只能提升預報準確度，又可免除氣象上統計建模傳統常用前序選取法所遭遇需主觀設定預定參數的問題，同時其建模效率也遠比逐次法好，而且 LASSO 不只是在線型模型、非線型模型，甚至是多類別的預報皆可應用，非常適合引入氣象預報作業。本計劃的執行乃先使用傳統方法建置模型發展及預報作業環境，我們建議接下來可以開始嘗試把 LASSO 方法也納入統計預報作業環境中，以期改善預報成效。
4. 在觀測與數值模式之資料整合與應用方面，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資料，並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。100 年度已針對系統運作之核心部分進行本土化工作，其中關於臺灣弱綜觀環境下午後對流系統發展之氣候特徵分析之結果已發表於美國 AMS 期刊。

### 3.2 技術創新

本計畫主要目的在實現中央氣象局發佈鄉鎮尺度天氣預報的創新技術。在計畫進行過程中，一方面著手研究本土化小區域天氣預報，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，建置一系列之鄉鎮預報作業輔助系統，貫穿氣象觀測資料、中尺度系集預報模式、統計降尺度模式以及從美國引進即時天氣預報系統(ANC)的技術等，產製鄉鎮天氣預報指引，即時提供中央氣象局預報中心預報人員參考使用。此創新技術使氣象局天氣預報的精細度由原先以 22 縣市為分區的預報，提升至對每一鄉、鎮、市、區都發布天氣預報，並且也將一天分成 8 個時段，詳細預報 368 鄉鎮市區、2 天內天氣之變化，以及 7 天內每 12 小時的天氣預報資訊。此外，ANC 系統對小尺度系統的掌握將對災害性天氣精緻預報有正面助益。重要成果說明如下：

1. 本計畫將通用克利金方法由雨量及氣溫擴展延伸應用於推求相對濕度與露點溫度場，完成通用克利金法分析地面露點溫度場及地面相對溼度場模組之即時作業自動化流程建置，產出 2.5 公里解析度之地面氣象分析場並匯入於資料庫管理。
2. 完成高解析度模式系集預報技術(ensemble forecast technique)，增加系集預報的樣本數及分歧度，因應臺灣複雜環境條件下之天氣變化的不確定性，以產製精緻化預報之預報指引。本計畫已完成系集預報系統之上線作業，此為國內首創之數值天氣預報作業系統。該系統最高解析度達 5 公里，提供每日 2 次，每次共 20 個系集成員，每次達 72 小時預報，此對於提供臺灣地區高解析度之預報不確定性扮演重要的角色。
3. 完成建置一個鄉鎮預報產品展示系統，展示內容包含展示統計預報模式之預報結果、地面真實氣象分析場結果與校驗、統計預報模式與官方預報場各預報因子之場校驗及點校驗。
4. 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，本(100)年度已完成本土化資料源之導入工作，現階段此 2 系統皆可即時

運用臺灣地區最新之觀測資料及數值模式資料，產生未來 30 與 60 分鐘風暴活躍度預報。本(100)年度另亦進行系統運作核心部分之本土化工作，針對臺灣地區弱綜觀環境下午後對流發展之條件，建立本土化之預報因子，至今已獲得具體之研究成果。此新技術之應用將可強化對流系統發生、成長、衰減及移動的預測能力。

### 3.3 經濟效益

小區域天氣預報是國際趨勢，雖然我國之預報精緻化才剛起步，但對將來的氣象預報服務則影響深遠。氣象局發展鄉鎮天氣預報，將帶動未來數位天氣預報資訊服務的契機。例如，藉由貼身的數位裝置，使氣象資訊傳遞更加快速與精確，亦可協助氣象防災資訊的蒐集與提供。根據美國氣象局經驗，小區域天氣數位化預報，將使民間氣象服務產業產製更豐富的加值服務。長期而言，對我國氣象產業將有正面的幫助。

### 3.4 社會影響

鄉鎮預報讓氣象更貼近生活，讓民眾更能掌握小區域、短時間的天氣變化。氣象局官方網站於 100 年 6 月新增「育樂氣象」資訊，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。為了貼近民眾生活，提供包括海水浴場、海釣、單車、登山、旅遊和觀星等多項育樂活動的天氣現況之氣象資訊。此外，臺灣夏季常有地區性之午後雷陣雨，精緻的天氣預報讓您知悉晴雨時段，日常生活更加便利；從事旅遊、戶外活動時，透過鄉鎮逐時天氣預報，亦能了解各地區之天氣狀況，以妥善規劃必備用品及活動行程。

### 3.5 其他效益

本計畫在天氣預報實務架構下整合運作，方向明確，目標清楚。為落實計畫實質效益，本計畫執行期間逐步執行鄉鎮天氣預報宣導措施，首先藉由 2010 台北市國際花博會大型活動，與台北市政府簽訂 MOU，以花博會場進行單點天氣預報實驗，2011 年第四季更針對南台灣 128 個鄉鎮市區發佈鄉鎮預報，進行階段性的試營運，並與南部縣市舉辦之地方性活動連結，提供小區域天氣預報服務。其中，氣象局局首次以民眾互動參與之形式構築官方網頁形式，透過舉辦「鄉鎮 368 最愛 Formosa 攝影圖文創作甄選比賽」活動，邀請民眾共同發掘 368 鄉鎮的萬千氣象，加強宣導鄉鎮預報效能，使氣象融入更豐富的在地人文色彩。活動官網湧進 64 萬次流覽量，共募得 368 個鄉鎮市區 4258 張精彩照片。

## 四、展望

現代化的天氣預報是一項高科技的應用技術，整合不同科學領域的科學家共同參與，而其影響層面也攸關於全國各個層面的需求。本計畫嘗試利用觀測資料的整合、數值預報系集技術發展、統計降尺度技術改善以及資訊產製系統的作業化，合理的將現有氣象高科技技術落實傳遞到各層面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。因此，未來必需透過校驗的回饋，建立合理的進行鄉鎮預報誤差評估機制，讓客戶在使用天氣預測資訊時能夠充分的理解此特性，以強化氣象資訊的應用。尤其當災害性天氣出現，確需仰賴未來在即時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. 鄭安孺、李天浩、顧欣怡、高慧萱、陳怡玟，2011:即時雨量資料品質檢覈。建國百年天氣分析預報與地震測報研討會論文彙編(100)，253-258。
2. 顧欣怡、王信凱、鄭安孺、高慧萱、陳怡玟、呂國臣，2011:高解析度網格點氣象分析系統。建國百年天氣分析預報與地震測報研討會論文彙編(100)，259-263。
3. 陳雲蘭、王政忠、劉欣怡、馮智勇、薛宏宇、劉家豪，2011:「發展鄉鎮逐時天氣預報」計畫之高解析度統計預報技術研究(1) - -引入最小絕對壓縮挑選機制(LASSO)改善建模成效。建國百年天氣分析預報與地震測報研討會論文彙編(100)，235-240。
4. 王政忠、陳雲蘭，2011:「發展鄉鎮逐時天氣預報」計畫之高解析度統計預報技術研究(2) - -引入用順序型邏輯斯迴歸模型進行雲量多類別預報試驗。建國百年天氣分析預報與地震測報研討會論文彙編，(100)241-244。
5. 馮智勇、李天浩、陳雲蘭、高慧萱，2011:「發展鄉鎮逐時天氣預報」計畫之高解析度統計預報技術研究(3) - -BCDG 空間內插方法分析與應用。建國百年天氣分析預報與地震測報研討會論文彙編(100)，247-252。
6. 李宥樺、張旭、蔡立夫、楊淑蓉，2011:鄉鎮逐時天氣預中央控管。建國百年天氣分析預報與地震測報研討會論文彙編(100)，264-268。
7. 洪景山、曹嘉宏，2011:利用 Cressman 客觀分析於網格化臺灣自動雨量觀測資料之探討。大氣科學，39，201-214。
8. Wang Jheng-jhong and Y. L. Chen, 2011: Comparison of Regularized Logistic Models with Linear Regression Models for Precipitation Probabilistic Forecasting.