

政府科技發展計畫成果效益報告

計畫名稱：強化災害性即時天氣預報(3/3)

(環境科技群組)

性質：

研究型

非研究型(人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動)

主管機關：交通部

執行單位：中央氣象局

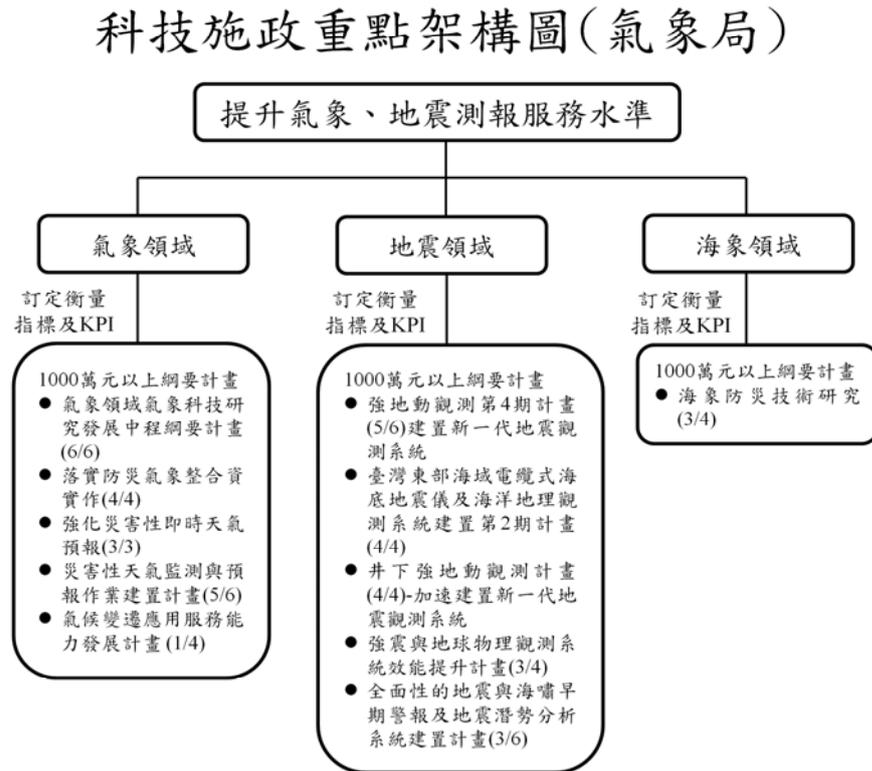
中華民國 104 年 1 月 27 日

目錄

壹、科技施政重點架構圖	2
貳、基本資料	2
參、計畫目的、計畫架構與主要內容	3
一、計畫目的與預期成效	3
二、計畫架構(含樹狀圖)	4
三、計畫主要內容	5
肆、計畫經費與人力執行情形	6
一、計畫經費執行情形	6
二、計畫人力執行情形	8
伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)	11
陸、主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)	31
柒、跨部會協調或與相關計畫之配合	55
捌、後續工作構想之重點	55
玖、檢討與展望	57

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、科技施政重點架構圖



貳、基本資料

計畫名稱：強化災害性即時天氣預報(3/3)

主持人：鄭明典主任

審議編號：103-1502-02-05-02

計畫期間(全程)：101年1月1日至103年12月31日

年度經費：40,222千元 全程經費規劃：141,420千元

執行單位：交通部中央氣象局(氣象預報中心)

參、計畫目的、計畫架構與主要內容

一、計畫目的與預期成效

目的：

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，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，期能以更高品質的監測、預警及預報，減少因天氣災害所造成的損失。

預期成效：

本計畫規劃以 3 年的時間，進行「強化鄉鎮尺度災害性及即時預報技術」及「發展強對流偵測輔助系統」，提升本局氣象預報技術及研發能力。

(一) 強化鄉鎮尺度災害性及即時預報技術

主要在提升本局災害性氣象科技研發能力及本土化氣象研究技術，以增加臺灣地區天氣預報指引資訊，各主要工作及預期成果如下：

- 1、改進地表氣象場即時分析技術，並完成近年雨量、地表氣溫、風、濕度、雲量 5 種 2.5 公里尺度格點資料庫。
- 2、發展高解析度系集預報系統，增加系集預報的樣本數至 1 天 50 組，提供臺灣地區預報不確定性資訊，並提高系集預模式系統水平解析度為 3-5 公里。
- 3、導入高解析度統計預報技術，並新增由 MOS 降尺度格點統計方式產製客觀預報指引，應用在即時天氣預報域。

- 4、強化人工智慧輔助系統，開發輔助預報作業技術或新產品開發，並建置相關即時預報作業程序。
- 5、開發叢集化資料處理與校驗等運算功能，並建立預報調校回饋機制。

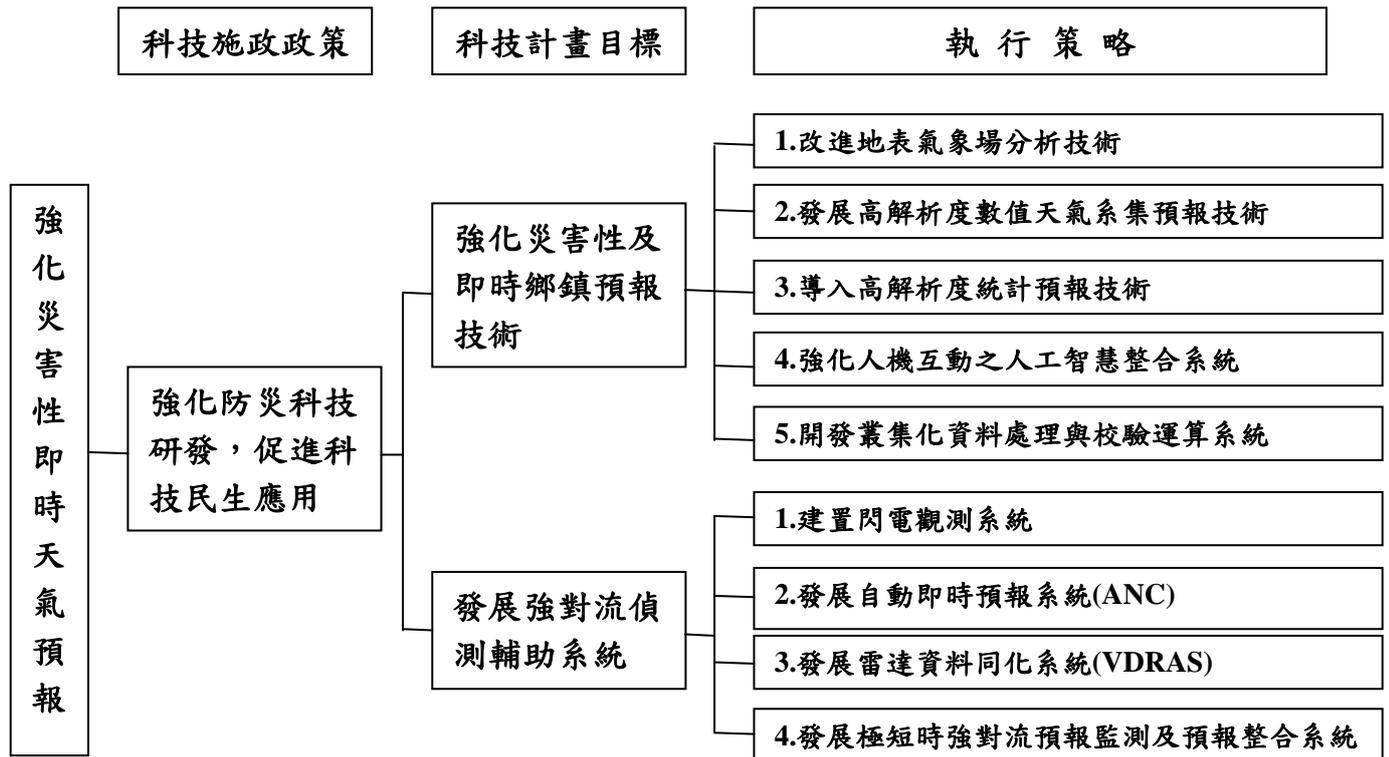
(二) 強對流偵測輔助系統

主要目的在增進本局對於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，各主要工作及預期成果如下：

- 1、建置閃電偵測系統，增加對流天氣監測覆蓋率時空尺度，將偵測範圍由陸地延伸至外海。並且分析閃電與降雨的相關特性，提出研究分析報告。
- 2、引進即時天氣預報技術，並進行本土化，使能觀察對流尺度系統的動力及熱力結構，以協助預報員提升研判能力。預計增加對流天氣監測預報種類 2 種以上。
- 3、開發極短時強對流預報監測整合系統，結合閃電、雷達、衛星等觀測系統及預報模式，發展即時雨量預測方法。預計增加對流尺度降水預報產品 2 項以上，包含弱綜觀條件下雷陣雨化機率預報、0-3 小時定量降水預報。

二、計畫架構(含樹狀圖)#

本計畫整合相關之科研團隊成員，在「充實氣象儀器觀設備」及「提昇氣象預報能力」方面進行重點研發，以期能以更高品質的監測、預警及預報，來避免或減少因天然災害所造成的損失。規劃以「強化災害性及即時鄉鎮預報技術」及「發展強對流偵測輔助系統」兩個主軸進行，計畫樹狀圖架構如下：



三、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。

本計畫預計以 3 年的時間，發展本土化之強降雨預測技術，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。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「發展強對流偵測輔助系統」。各工作項目之目標如下：

工作項目一：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，藉由小區域天氣預報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、小尺度數值天氣預報之系集預報(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。

工作項目二：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 合作發展之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報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。

肆、計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形#

(一) 計畫結構與經費

細部計畫		研究計畫		主持人	執行機關	備註
名稱	經費	名稱	經費			
強化災害性 即時天氣預 報(1/3)	51,669			鄭明典	中央氣象 局氣象預 報中心	
強化災害性	49,567			鄭明典	中央氣象	

即時天氣預報(2/3)					局氣象預報中心
強化災害性即時天氣預報(3/3)	40,231			鄭明典	中央氣象局氣象預報中心

(二)經資門經費表

101 年經費項目		主管機關預算 (委託、補助)	自籌款	合計		備註 (執行數)
				金額	%	
人事費		0	0	0	0	
業務費	研究設備費	44,109	0	44,109	85%	44,099
	材料與雜費	7,560	0	7,560	15%	7,549
管理費		0	0	0	0	

102 年經費項目		主管機關預算 (委託、補助)	自籌款	合計		備註 (執行數)
				金額	%	
人事費		0	0	0	0	
業務費	研究設備費	42,927	0	42,927	87%	42,924
	材料與雜費	6,640	0	6,640	13%	6,626
管理費		0	0	0	0	

103 年經費項目		主管機關預算 (委託、補助)	自籌款	合計		備註 (執行數)
				金額	%	
人事費		0	0	0	0	
業務費	研究設備費	33,591	0	33,591	83%	33,585
	材料與雜費	6,640	0	6,640	17%	6,637
管理費		0	0	0	0	

(三)與原計畫規劃差異說明：

總體而言經費運用與規劃吻合，整體預算執行率為 100%。

#二、計畫人力執行情形

(一) 計畫人力結構

計畫名稱	執行情形	總人力(人年)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
強化災害性即時天氣預報(1/3)	原訂	32	5.1	5.7	5.1	16.1
	實際	32	5.1	5.7	5.1	16.1
	差異	0	0	0	0	0
強化災害性即時天氣預報(2/3)	原訂	31	5.1	5.7	5.1	15.1
	實際	31	5.1	5.7	5.1	15.1
	差異	0	0	0	0	0
強化災害性即時天氣預報(32/3)	原訂	30	3.1	5.7	5.1	16.1
	實際	30	3.1	5.7	5.1	16.1
	差異	0	0	0	0	0

(二) 主要人力投入情形(副研究員級以上)

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
			學歷	經歷及專長
鄭明典	主任	計畫管理(4)	學歷	加州大學洛杉磯分校氣象學博士
			經歷	中央氣象局預報中心主任
			專長	數值天氣預報
呂國臣	副主任	計畫管理(4)	學歷	國立臺灣大學大氣科學博士
			經歷	中央氣象局預報中心副主任
			專長	系統規劃、天氣預報作業相關系統研究開發、天氣分析
張保亮	科長	整體工作規劃與參與系統開發及研究(4)	學歷	國立臺灣大學大氣科學博士
			經歷	中央氣象局技正
			專長	雷達資料分析、雷達定量降雨估計技術
陳雲蘭	技正	整體工作規劃與參與系統開	學歷	國立臺灣大學大氣科學碩士
			經歷	中央氣象局技正

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
			專長	學、經歷
		發及研究(7)	專長	氣象資料統計分析技術
張博雄	課長	參與系統開發與研究(4)	學歷	國立臺灣大學大氣科學博士
			經歷	中央氣象局課長
			專長	天氣分析、臺灣地形對颱風路徑的影響
李育棋	組長	整體工作規劃與參與系統開發及研究(3)	學歷	國立臺灣大學大氣科學學系碩士
			經歷	中央氣象局組長
			專長	氣象觀測作業、數值模式
黃椿喜	課長	整體計畫執行與參與系統開發及研究(4)	學歷	國立臺灣大學大氣科學博士
			經歷	中央氣象局課長
			專長	天氣分析、颱風強度動力研究
顧欣怡	技士	整體計畫執行分析模組之維護與重分析；GT 自動化流程之維護。(6)	學歷	國立臺灣大學大氣科學系碩士
			經歷	中央氣象局預報中心技士
			專長	系統規劃、熟悉 Fortran、GRADS、Perl
朱延祥	教授	督導閃電研究計畫之進行，撰寫報告與論文發表(4)	學歷	國立中央大學大氣物理研究所博士
			經歷	國立中央大學教授
			專長	雷達遙測大氣與太空、電離層物理、訊號分析與處理、電波傳播
蘇清論	教授	督導閃電研究計畫之進行，撰寫報告與論文發表(4)	學歷	國立中央大學太空科學研究所博士
			經歷	國立中央大學助理研究員
			專長	雷達遙測大氣與太空、空間干涉定位、訊號分析與處理、電波傳播
楊淑蓉	研究員	系統設計與功能開發建置及需求分析(6)	學歷	國立中大大氣物理研究所碩士
			經歷	資拓宏宇公司專案經理
			專長	專案管理、系統規劃、熟悉 Korn Shell、Fortran、Tcl/Tk、PV-WAVE、品質流程
鄭安孺	研究員	克利金模組撰寫、資料分析(5)	學歷	國立臺灣大學土木工程學系博士
			經歷	多采科技有限公司負責人
			專長	水文統計、系統規劃
馮智勇	研究員	作業流程腳本設計與實作統計模型核心程式開發(6)	學歷	國立臺灣大學土木工程所水利組博士
			經歷	多采科技有限公司經理
			專長	水文統計、數值方法、空間內插客觀分析、資料結構、作業流程規劃
蔡立夫	技正	參與系統開發與研究(8)	學歷	文化大學大氣科學學士
			經歷	中央氣象局課長

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
			專長	學歷
楊啟瑞	科長	負責計畫整體設備採購(8)	專長	資訊軟體應用
			學歷	文化大學大氣科學學士
			經歷	中央氣象局預報中心技正
黃葳芃	課長	在地化資料提供、系統運作概含研究(8)	專長	氣象觀測作業、氣象作業資訊系統發展
			學歷	國立臺灣大學大氣科學博士
			經歷	中央氣象局課長
簡菀蓉	副研究員	系統設計與功能開發建置(5)	專長	數值天氣預報模式、資料同化技術
			學歷	國立中山大學資訊工程碩士
			經歷	資拓宏宇公司工程師
廖哲瑩	副研究員	系統設計與功能開發建置(8)	專長	C、C++、JAVA、C#.NET、PERL、X86 Assembly、LINUX 系統、FreeBSD
			學歷	交通大學資工所碩士
			經歷	資拓宏宇公司工程師
賴司平	副研究員	系統設計與功能開發建置(8)	專長	C、C++、PHP、My SQL、LINUX 系統
			學歷	國立中央大學資訊管理研究所碩士
			經歷	資拓宏宇公司工程師
薛宏宇	副研究員	資料分析(8)	專長	中尺度氣象數值模式
			學歷	國立中央大學大氣物理所碩士
			經歷	多采科技有限公司工程師
劉家豪	副研究員	資料分析、統計模型建置(8)	專長	統計模型建置、應用及分析
			學歷	淡江大學數學所數理統計組碩士
			經歷	多采科技有限公司工程師
陳祥章	副研究員	協助閃電研究計畫之進行(8)	專長	通訊、電波無源定位、電波傳播
			學歷	國立中央大學太空科學研究所碩士
			經歷	通訊系統副研究員

(三) 與原計畫規劃差異說明：

與原計畫規劃無異。

伍、計畫已獲得之主要成果與重大突破(含量化成果 output)

- 一、請就本計畫涉及之(1)學術成就(2)技術創新(3)經濟效益(4)社會影響(5)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，以文字方式分列說明。

(一)本計畫於執行期間之重要成果分述如下：

1、學術成就：

本計畫致力於提昇氣象預報能力，針對「強化災害性及即時鄉鎮預報技術」及「強對流偵測輔助系統」方面進行重點研發，101 年度共有國外期刊 1 篇、國內期刊 1 篇、國內研討會論文 6 篇、研究報告 4 件、製作教材表 18 件、技術報告表共 18 件。102 年共有 1 篇國際研討會論文、8 篇國內研討會論文、研究報告 4 件、製作教材表 6 件、技術報告表 20 件。103 年共有 2 篇國際研討會論文、13 篇國內研討會論文、研究報告 4 件、製作教材 4 件、技術報告表 12 件。

2、技術創新：

共有 50 件技術報告，包括開發極短時強對流預報之降水移速場估計，完成建立辨識篩選模式輸出降水影像方法(1)降水系統移速場估計演算式；(2)利用雷達觀測選類似的系集 NWP 定量降水預報產品；(3)時空融合雷達和類似的系集定量降水預報產品。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，開發具有同化臺灣即時雙都卜勒風場之功能等。完成 6 項氣象辨識技術，包括(1)二維傅立葉轉換(2D FFT)擷取天氣圖特徵；(2)即時比對颱風預報路徑與歷史颱風路徑之相似度之系統；(3)地面氣壓場與歷史地面氣壓分析之比對結果；(4)高度場與歷史高度場分析

之比對結果;(5)濕度場與歷史濕度場分析之比對結果;(6)氣流場與歷史氣流場分析之比對結果，上述氣象辨識技術可用以了解預報場與歷史個案的相似度。另，發展小區域系集預報技術，應用於定量降雨預報，可應用於本局預報作業流程，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。103年4月1日完成發布颱風警報期間6小時定量降雨預報建置與測試作業，並於哈吉貝颱風期間正式上線使用，可提供政府、企業及民眾對氣象災害更精緻的防災預警資料，較原先設計之12小時定量降雨預報，時間解析度縮短50%。

3、經濟效益及社會影響:

氣象局官方網站於101年新增「原鄉部落」天氣現況之資訊，提供55個原鄉300多個部落的天氣預報，透由原民台在各族族語新聞中播報，提供高山部落氣象監測及預報等服務。讓原鄉氣象資訊傳送到每一個部落區。103年4月9日與客家委員會合作，推出「客庄氣象」服務，提供69個客家文化重點發展區及130個客庄旅遊景點的氣象服務，並在網站上提供客語教學，讓民眾能掌握客庄旅遊景點天氣外，亦能由氣象中深入了解客庄文化及語言。102年4月5日至14日及103年4月6日~15日於媽祖遶境期間，依遶境行程提供滾動式天氣資料，讓信徒掌握即時天氣。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，有助於日後提供客製化的氣象服務。對氣象服務產業，本局提供更多的加值服務的上游產品，可促進民間企業之社經效益。

4、其他效益:

本計畫透過與中央大學之合作，可培養主動式相位陣列雷達系統與偵測技術專業人才，並且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，將有助於衛星通訊與高頻通訊的應用。

- 二、請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。

(一)績效指標表

屬性	績效指標	原訂值 (計畫全程)	101~103年 初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就	論文	1. 國內外重要期刊 6 篇 2. 國內外研討會論文 8 篇	1. 國外期刊論文 1 篇 2. 國內期刊 1 篇 3. 國內外研討會論文 30 篇	將本計畫的主要工作項目所取得的天氣預報技術應用等，透過期刊與研討會的論文發表，可獲得學界的回饋，落實氣象資訊應用科技內涵。	
	研究報告	3 篇	1. 101 年度建置閃電偵測系統技術之研究期中/末報告。 2. 102 年度建置閃電偵測系統技術之	培養氣象專業研發人才，並將研究成果，彙集成報告，提供後續系統建置之參考依據。	

屬性	績效指標	原訂值 (計畫全程)	101~103 年 初級產出量化值	效益說明	重大 突破
			研究期中/末報告。 3. 建置降雨特徵移速預報辨識研究(1/3)期中/末報告 4. 建置降雨特徵移速預報辨識研究(2/3)期中/末報告 5. 建置降雨特徵移速預報辨識研究(3/3)期中/末報告 6. 103 年度建置閃電偵測系統技術之研究期中/末報告。		
	學術活動	邀請國外學者來訪 2 人次	101 年 6 月邀請邀請 Prof. Lin 來臺, 介紹大氣海洋領域對 Python 及其相關套件的應用情形。	增加同仁對程式與精緻化預系統應用的認識, 而實作練習方式的訓練, 更提升了參訓增加對相關系統	

屬性	績效指標	原訂值 (計畫全程)	101~103 年 初級產出量化值	效益說明	重大 突破
			103 年 2 月邀請美國大氣海洋總署全球系統組 (NOAGSD) 工程師 Thomas J. Lefebvre 來局, 並為同仁提供精緻化預報系統教育訓練及預報流程研討課程。	的操作及維運能力。	
	形成教材		27 件	將計畫所開發之作業系統及規格設計研究成果, 彙集成報告, 提供後續系統建置之參考依據。	
技術創新	技術報告	4 件	50 件	培育氣象專業研發人力	
	叢集化資料處理與運算	每日至少進 400 筆觀測資料, 300 筆模式預報資料的接收理。並驅動至少 300 次的作業流程。	持續進行叢集化系統研發與框架建置, 基於各子系統作業需求逐年增加與作業效能的需求提高, 進行叢集化系統研發。	建立叢集化資料處理與運算架構, 提高系統運算與執行效率。	
	引進對流系統預測技術 (ANC) 與都		開發具有同化臺灣即時雙都卜勒風場之功	強化對於臺灣地區之對流系統發生、成長、	

屬性	績效指標	原訂值 (計畫全程)	101~103 年 初級產出量化值	效益說明	重大 突破		
	卜勒雷達變分分析系統 (VDRAS)		能，以及發展包含地形之新版本變分都卜勒雷達同化系統。	衰減及移動的預測能力。			
	完成 6 項氣象辨識技術		完成採用二維傅立葉轉換(2D FFT)擷取天氣圖特徵。	可用於即時比對數值模式預報場和歷史分析場之相似度，找出最相似的歷史個案以協助預報員了解小區域的天氣變化強況。			
			建置完成即時比對颱風預報路徑與歷史颱風路徑之相似度之系統。				
			地面氣壓場與歷史地面氣壓分析之比對結果				
			高度場與歷史高度場分析之比對結果				
			濕度場與歷史濕度場分析之比對結果				
	估計非颱風降水系統移速的線性演		完成可以適用於估計非颱風降水系統移速	強化短時定量降水預報能力。			

屬性	績效指標	原訂值 (計畫全程)	101~103 年 初級產出量化值	效益說明	重大 突破
	算法		的線性演算法。包括(1)降水系統移速場估計演算式;(2)利用雷達觀測選類似的系集 NWP 定量降水預報產品;(3)時空融合雷達和類似的系集定量降水預報產品。		
	地面天氣分析模組開發		完成空間解析度 1 公里之地面天氣分析模組開發。	1 公里內插結果較 2.5 公里為平滑,且資料較為連續,亦與測站觀測值較為接近。優化內插運算速度使運算效率提升 75% 以上。	
	發布颱風複合式防災資訊。		完成發布颱風警報期間 6 小時定量降雨預報建置作業化流程。	提供更精緻的氣象災害防災預警資料,較原先設計之 12 小時定量降雨預報,時間解析度縮短 50%。	
經濟效益	促進與學界或產業團體合作研究	建立相關氣象資料庫、與台電落雷偵測系統合作研究	1. 與中央大學合作,規劃閃電主動式偵測系統,	研究團隊與學者、政府部門、電腦資訊產業進行技術合作	

屬性	績效指標	原訂值 (計畫全程)	101~103 年 初級產出量化值	效益說明	重大 突破
			建構新的定位天線陣列。 2. 與臺灣大學合作開發極短時強對流預報監測整合系統。	與資料交流。	
社會影響	建立閃電落雷偵測系統		建立 10 座閃電落雷偵測系統，分布於馬祖、金門、東吉島、彭佳嶼、蘭嶼、新屋、五分山、日月潭、嘉義、高雄。	閃電定位系統提供的預報服務，可有效避免閃電事件對航空、電力、通訊、軍事等部門造成損害，也提供民眾對於防範劇烈天氣有更優質的資訊，保護大家的安全。	
	其他		1、101 年新增「原鄉部落」天氣現況之資訊係由本計畫發展之 2.5 公里解析度網點地面氣象分析場提供。 2、102 年起，每年於媽祖遶境期間，依遶境行程提供滾動	提供客製化氣象服務	

屬性	績效指標	原訂值 (計畫全程)	101~103 年 初級產出量化值	效益說明	重大突破
			式天氣資料,讓信徒掌握即時天氣。 3、103 年 4 月 9 日與客家委員會合作,推出「客庄氣象」服務,提供 69 個客家文化重點發展區及 130 個客庄旅遊景點的氣象服務,讓民眾能掌握客庄旅遊景點天氣。		

(二)佐證資料表

【A 學術成就表】

中文題名	第一作者	發表年(民國年)	文獻類別
Objective Prediction of Warm Season Afternoon Thunderstorms in Northern Taiwan Using a Fuzzy Logic Approach	Pin-Fang Lin, Pao-Liang Chang, Ben Jong-Dao Jou, James W. Wilson, Rita D. Roberts	101	d
弱綜觀環境下臺灣午後對流特徵及其客觀預報	林品芳	101	b

應用 ARMOR 方法於臺灣強降雨事件定量降水預報之研究	蔡禹明	101	e
即時溫度資料品質檢覈	鄭安孺	101	e
客觀分析法地面溫度案例分析	馮智勇	101	e
高解析度統計降尺度預報方法研究	陳雲蘭	101	e
鄉鎮預報初步校驗分析	蔡宜珊	101	e
中央氣象局 2003-2011 年官方定量降水預報之分析與探討	郭閔超	101	e
The Advection Based Lagrangian-Eulerian Regression (ABLER) Scheme for Storm Tracking	Tim-Hau, Lee	102	f
應用 QPESUMS 資料迴歸估計臺灣地區降雨系統移速場	李天浩	102	e
颱風地形降雨趨勢分析及其山區雨量估計影響之探討	李天浩	102	e
高解析度地面即時	顧欣怡	102	e

氣象資料空間分析			
應用雷達定量降雨估計改進雨量檢覈技術	鄭安孺	102	e
客觀分析法地面溫度案例分析與CUDA技術應用	馮智勇	102	e
應用最小絕對壓縮挑選機制法建置溫度迴歸模型之研究	馮智勇	102	e
主動式閃電偵測系統	朱延祥	102	e
利用高解析度氣象網格資料分析臺灣各區域溫度特性	陳姿瑾	102	e
鄉鎮尺度統計降尺度預報成效評估-2013~2014年冬季氣溫預報校驗	許乃寧	103	e
DMOS應用於臺灣地區之溫度預報表現與分析	黃嘉美	103	e
應用EKDMOS發展系集模式溫度機率預報	馮智勇	103	e
應用BMA發展多模式MOS策略溫度機率預報	馮智勇	103	e
即時焚風資料篩檢	鄭安孺	103	e

機制			
2014 年梅雨豪(大)雨個案之定量降雨預報教驗	李孟軒	2014	e
從定量降水預報、定量降水機率預報到機率定量降水預報	黃椿喜	103	e
發展模式與觀測雷達回波影像比對技術及改善極短期降水預報之研究	陳新淦	103	e
分析動差不變量方法在辨識降雨回波圖形的特徵	陳姿瑾	103	e
機率擬合之系集定量降水預報後處理方法	葉世瑄	103	e
臺灣地區「潛在性對稱不穩定(PSI)」天氣之診斷研究	林定宜	103	e
臺灣地區 1994~2014 年寒潮之特性	蔡宜珊	103	e
以改良式 ABLER 法應用於臺灣地區降雨系統移速場外延估計	洪國展	103	e
Extended Ensemble Nowcasting	黃椿喜	103	f

Technique Using Recognition on Radar and High Resolution Regional Ensemble System			
Disaster Weather Coping Strategies Experience Sharing	陳怡良	103	f

註：文獻類別分成 a 國內一般期刊、b 國內重要期刊、c 國外一般期刊、d 國外重要期刊、e 國內研討會、f 國際研討會、g 著作專書

【D 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年	出版單位
建置降雨特徵移速預報辨識研究(1/3)期中報告	李天浩	101	
建置降雨特徵移速預報辨識研究(1/3)期末報告	李天浩	101	
101 年度「強化災害性即時天氣預報-建置閃電偵測系統技術之研究」期中報告	朱延祥	101	
101 年度「強化災害性即時天氣預報-建置閃電偵測系統技術之研究」期末報告	朱延祥	101	
102 年度「強化災害性即時天氣預報-建置閃電偵測系統技術之研究案」期中報告	朱延祥	102	
102 年度「強化災害性即時天氣預報-建置閃電偵測系統技術之研究案」期末報告	朱延祥	102	
建置降雨特徵移速預報辨識研究(2/3)期中報告	李天浩	102	
建置降雨特徵移速預報辨識研究(2/3)期末報告	李天浩	102	

建置降雨特徵移速預報辨識研究(3/3)期中報告	李天浩	103	
建置降雨特徵移速預報辨識研究(3/3)期末報告	李天浩	103	
103 年度「強化災害性即時天氣預報-建置閃電偵測系統技術之研究」期中報告	朱延祥	103	
103 年度「強化災害性即時天氣預報-建置閃電偵測系統技術之研究」期末報告	朱延祥	103	

【E 學術活動表】

研討會名稱	性質	舉辦日期	主/協辦單位
101 年天氣分析與預報研討會	a	101/0917	中央氣象局
聯合國氣候變化綱要公約 18 次締約國大會暨京都議定書第 8 次締約國會議(UNFCCC COP18/CMP8)	b	101/12/01~08	聯合國
中央氣象局 102 年天氣分析預報研討會	a	102/5/13	中央氣象局
中央氣象局 102 年天氣分析預報研討會	a	102/9/16~18	中央氣象局
2014 APEC Typhoon Symposium	b	103/11/4~	APEC/中央氣象局

註：性質分成 a 國內研討會、b 國際研討會、c 兩岸研討會

【F 製作教材表】

教材名稱	教材類別	發表年度	出版單位
101 年度作業控管子系統資安演練手冊	a	101	

101 年度作業控管子系統技術轉移訓練文件	a	101	
101 年度人機互動之人工智慧整合子系統系統手冊	a	101	
101 年度人機互動之人工智慧整合子系統使用手冊	a	101	
101 年度高解析度網格點氣象分析系統技術轉移文件	a	101	
101 年度統計預報上線作業子系統技術轉移文件	a	101	
YY 資料集整程式設計、實作與操作	a	101	
MOS 與 PP 策略通用建模系統設計、實作與操作	a	101	
MOS 與 PP 策略通用預報作業計算離線版系統設計、實作與操作	a	101	
MOS 與 PP 策略通用事後預報工具系統設計、實作與操作	a	101	
MOS 與 PP 策略通用統計模型擬合繪圖工具系統設計、實作與操作	a	101	
PP 策略資料擷取校驗模組系統設計、實作與操作	a	2012	
LASSO 統計建模成效分析及統計迴歸模型建模資料取點研究成果	a	101	
PP 策略統計預報模型成效評估	a	101	
客觀分析法面化分析	a	101	

應用克利金法改進模式輸出預報可行性評估	a	101	
聯立複線性迴歸模組建置評估	a	101	
102 年度作業控管子系統技術轉移訓練文件	a	102	
102 年度高解析度網格點氣象分析系統技術轉移文件	a	102	
102 年度統計預報上線作業子系統技術轉移文件	a	102	
102 年度人機互動之人工智慧整合子系統技術轉移文件	a	102	
BMA 與 EKDMOS 機率預報理論與應用技術轉移文件	a	102	
MOS 與 PP 策略統計預報模型校驗技術轉移文件	a	102	
103 年度作業控管子系統技術轉移訓練文件	a	103	
103 年度統計預報上線作業子系統技術轉移文件	a	103	
103 年度高解析度網格點氣象分析系統技術轉移文件	a	103	
103 年度人機互動之人工智慧整合子系統技術轉移文件	a	103	

註：教材類別分成 a 文件式、b 多媒體、c 軟體、d 其他

【H 技術報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年	出版單位
------	------	-----	------

Final Report on “IA 9B: Operational Implementation of AutoNowCaster for CWB”	Wen-Chau Lee	101	
101 年度作業控管子系統期中工作報告		101	
101 年度作業控管子系統期末工作報告		101	
異源資料統計特性分析報告。		101	
發展適用於週期 10 或 15 分鐘溫度、露點溫度、相對濕度及風場等觀測資料品質檢覈模組建置報告		101	
高解析度網格點地面真實氣象場期末報告(雷達雨量資料檢覈模組建置報告與 2011 年測站檢覈資料與地面真實氣象場分析報告)		101	
101 年度統計預報上線作業子系統期中工作報告		101	
101 年度統計預報上線作業子系統期末工作報告		101	
資料處理與統計降尺度建置案-101 年度統計降尺度天氣預報子系統期中報告		101	
資料處理與統計降尺度建置案-101 年度統計降尺度天氣預報子系統期末報告		101	
101 年度高解析度網格點氣		101	

象分析系統期中工作報告			
101 年度高解析度網格點氣象分析系統期末工作報告		101	
颱風預報及警報作業系統(1/4)期中工作報告		101	
颱風預報及警報作業系統(1/4)期末工作報告		101	
101 年度觀測資料監控輔助管理系統期中工作報告		101	
101 年度觀測資料監控輔助管理系統期末工作報告		101	
101 年度作業流程輔助管理平台期中工作報告		101	
101 年度作業流程輔助管理平台期末工作報告		101	
2013 End-Of-Year Report On Implementing Arrangement #10B Operational Implementation of Taiwan AutoNowcaster System for CWB	Wen-Chau Lee, Jenny Sun, James Wilson, Rita Roberts, Dan Megenghardt, Zhuming Ying and Sheng-Lin Tai	102	National Center for Atmospheric Research (NCAR) Boulder, Colorado USA
102 年度統計預報上線作業子系統期中工作報告		102	
102 年度統計預報上線作業子系統期末工作報告		102	
資料處理與統計降尺度建置		102	

案-102 年度統計降尺度天氣預報子系統期中報告			
資料處理與統計降尺度建置案-102 年度統計降尺度天氣預報子系統期末報告		102	
102 年度作業控管子系統期中工作報告		102	
102 年度作業控管子系統期中工作報告		102	
102 年度人機互動之人工智慧整合子系統期中工作報告		102	
102 年度人機互動之人工智慧整合子系統期末報告		102	
102 年度高解析度網格點氣象分析系統期中工作報告		102	
102 年度高解析度網格點氣象分析系統期末工作報告		102	
地面真實場上線模組啟動條件與啟動時機評估報告		102	
高解析度網格地面真實溫度場和雨量場建置投資效益評估報告		102	
溫度資料品質檢覈模組技術改進研究分析報告		102	
颱風預報及警報作業系統(2/4)期中工作報告		102	
颱風預報及警報作業系統		102	

(2/4)期末工作報告			
102 年度觀測資料監控輔助管理系統期中工作報告		102	
102 年度觀測資料監控輔助管理系統期末工作報告		102	
102 年度作業流程輔助管理平台期中工作報告		102	
102 年度作業流程輔助管理平台期末工作報告		102	
103 年度作業控管子系統期中工作報告		103	
103 年度作業控管子系統期末工作報告		103	
103 年度統計預報上線作業子系統期中工作報告		103	
103 年度統計預報上線作業子系統期末工作報告		103	
103 年度統計降尺度天氣預報子系統期中報告		103	
103 年度統計降尺度天氣預報子系統期末報告		103	
103 年度高解析度網格點氣象分析系統期中工作報告		103	
103 年度高解析度網格點氣象分析系統期末工作報告		103	
103 年度人機互動之人工智慧整合子系統期中工作報告		103	

103 年度人機互動之人工智慧整合子系統期末工作報告		103	
103 年度高解析度網格點地面分析場期中工作報告		103	
103 年度高解析度網格點地面分析場期末工作報告		103	

陸、主要成就及成果之價值與貢獻度 (outcome)

請依前述重要成果及重大突破說明其價值與貢獻度如：

一、 學術成就(科技基礎研究) (權重 30 %)

本計畫致力於提昇氣象預報能力，針對「強化災害性及即時鄉鎮預報技術」及「強對流偵測輔助系統」方面進行重點研發，101 年度共有國外期刊 1 篇、國內期刊 1 篇、國內研討會論文 6 篇、研究報告 4 篇、製作教材表 18 件、技術報告表共 18 件。102 年共有 1 篇國際研討會論文、8 篇國內研討會論文、研究報告 4 篇、製作教材表 6 件、技術報告表 20 件。103 年共有 2 篇國際研討會論文、13 篇國內研討會論文、研究報告 4 件、製作教材 4 件、技術報告表 12 件。

強化災害性及即時鄉鎮預報技術方面：

本計畫執行期間完成高解析地面資料優化評估、統計降尺度成果檢驗、作業化系統運作效率優化等研究成果。相關主要成果摘述如下：

- (一)在客觀分析法的研究報告中(馮等，101 年)，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法的

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以更適用於臺灣。

- (二) 在高解析度統計降尺度預報方法研究的報告(陳等，101 年)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，表示以測站點預報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。
- (三) 完成「客觀分析法地面溫度案例分析與 CUDA 技術應用」研討會議論文報告(馮等，102 年)，透過 2012 年幾個天氣案例之遮蔽測站實驗來分析包含克利金等三種客觀分析方法的地面溫度面化結果，了解各方法的特性及其優缺點。該研究亦說明如何應用 NVIDIA CUDA (Compute Unified Device Architecture) 技術並結合 NVIDIA GTX260 圖形處理器(Graphic Processing Unit, GPU) 來加速運算。
- (四) 完成「應用最小絕對壓縮挑選機制法建置溫度迴歸模型」研討會議論文報告(馮等，102 年)，說明使用最小絕對壓縮挑選機制法(Least Absolute Shrinkage and Selection Operator, LASSO)可較好處理統計模型變數因子間存在共線性(Collinearity)的問題。
- (五) 完成「鄉鎮尺度統計降尺度預報成效評估 - 2013~2014 年冬季氣溫預報校驗」研討會議論文報告(許等，103 年)，探討 MOS 在臺灣地區不同區域和地形冬季氣溫預報的表現，分析討論將測站資料內插再預報、以及先做測站點預報再內插 2 種方法的預報校驗結果。
- (六) 完成「DMOS 應用於臺灣地區之溫度預報表現與分析」研討會議論文報告(黃等，103 年)，透過 102 年至 103 年的冬季的預報表現，展現 DMOS 在冬季上的預報能力及實際作業的適用性與應用

價值。

- (七) 完成「應用 EKDMOS 發展系集模式溫度機率預報」研討會議論文報告(馮等, 103 年), 分析如何使用系集核密度模式輸出統計方法(Ensemble Kernel Density Model Output Statistic, EKDMOS) 整合系集模式輸出層場資料, 評估提供溫度機率預報產品的可行性。
- (八) 完成「應用 BMA 發展多模式 MOS 策略溫度機率預報」研討會議論文報告(馮等, 103 年), 以臺灣測站溫度機率預報為例, 分析應用貝氏定理(Bayesian Model Averaging, BMA)整合多模式溫度預報為機率預報指引的可行性。

強對流偵測輔助系統方面：

本計畫執行期間完成弱綜觀環境下強對流偵測機制評估、主動式閃電偵測與驗證研究、數值模式模擬劇烈降水發生機率評估以及發展影像數位比對技術應用於雷達與模式模擬之回波比對技術研究。相關主要成果摘述如下：

- (一) 在觀測資料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 年度持續針對系統運作之核心部分進行本土化工作, 對於臺灣弱綜觀環境下午後對流系統發展之氣候特徵分析及其客觀預報之研究已有初步成果, 研究結果發表於國內大氣科學期刊。另, 101 年度針對北臺灣地區利用模糊邏輯(fuzzy logic)方法進行午後對流客觀預報亦已建立, 研究結果發表於美國 AMS 期刊。
- (二) 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與降雨之關連性，共完成 6 件研究報告(朱等，101-103 年)。

(三)本計畫嘗試結合雷達估計降雨實況的趨勢與數值模式合理掌握中尺度系統趨勢的優點，建立定量降水預報及定量降水機率預報(Probability Quantitative Precipitation Forecasts, PQPF)的評估方法，期能有效延長即時天氣預報參考的可用時間。目前已發表 6 篇國內研討會論文(李、黃等 101-103 年)、2 篇國際研討會論文(李等，101、102 年)及 6 份研究報告(李等 101-103 年)。

(四)研究辨識異質降水回波影像類似度、修正誤差工作，除了逐步建立影像辨識法中的特徵辨識、影像切割等影像分析處理工具外；另外，建立並初步測試了不變動差影像比對方法，以及透過二階動差做比對影像正規化後，再計算影像類似度指標的方法，初步研究得知：

1. 不變動差法、小尺度特徵都不適合用來辨識異質影像的相似度。
2. 本研究嘗試建立形態學影像分析工具、不同尺度的 Gabor 核函數、不同尺度的 Laplacian of Gaussian 核函數褶積等工具方法，測試以其抹除小尺度特徵、建立中大尺度特徵指標；配合使用 K-means 群聚分析找出指標類似的影像，再以人眼判斷實際相似程度，篩選決定應用各項特徵指標輔助判斷影像相似度的效益。
3. 要應用二階動差標準化方法，必須設定最大可容許旋轉角度門檻值，以及最大可伸縮比率，避免錯誤辨識。

二、 技術創新(科技整合創新)(權重 40%)

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、及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:

強化災害性及即時鄉鎮預報技術方面

本計畫執行期間完成鄉鎮尺度災害性天氣觀測資料之網格化的檢覆技術，有效提升資料之正確性及檢覆效率，對於定量降水估計（QPE）的時效有一定的助益；完成強化系集模式 QPF 應用技術，有效提升 QPF 決策人員面對浩瀚的系集預報產品可採用之快速檢視及篩選機制，對於小區域之 QPF 作業發揮效用；除動力模式技術發展，本研究亦透過統計降尺度方式完成 DMOS 之技術研發，可有效即時的調整數值模式應用上的系統性誤差問題；此外強化解析臺灣地形複雜以、觀測資料及數值模式格點密度增加的環境與趨勢，本年度亦嘗試開發水平解析度有 2.5 公里縮小為 1 公里的技術及效能分析，未來對於下游應用單位的防災評估精度提升會有更大的幫助。相關主要成果摘述如下

- (一)完成建置一個鄉鎮預報產品展示系統，開發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和校驗，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。
- (二)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。
- (三)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。102 年持續進行最佳系集成員生方式研究。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 (若需帳密為 U/P : focsp / focSP)。

- (四)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。
- (五)完成「動態模式輸出統計法」(DMOS)氣溫建模暨上線預報作業環境，以及新建 1 個「DMOS/MOS 校驗產品繪製與顯示介面」，提供統計預報發展人員有一個便於監看統計預報表現結果的網頁型平台。另外，為能在日後整合系集模式預報資料並提供機率性天氣要素產品，102 年度同時進行系集模式統計降尺度預報方法研發，完成『系集核密度模式輸出統計方法』(Ensemble Kernel Density Model Output Statistic，簡稱 EKDMOS)的實作測試。
- (六)利用先前所完成的「模式輸出統計法」(MOS)技術擴展「紫外線指數預報」以及「國際都市氣溫預報」。此外，為能在日後整合多預報模式系集成員(ensemble members)並提供機率性天氣要素產品，本年度試以現有資料格式建置 BMA(Bayesian Model Averaging)機率預報雛形模組，並以實例進行氣溫機率預報測

試。目前已能提供「氣溫預報」和「當日最大紫外線指數」作業所需指引。

(七)完成一項溫度機率預報方法研發，以貝氏定理(Bayesian Model Averaging, BMA)進行實作測試，使能為日後整合系集模式預報資料並提供機率性天氣要素產品所需技術提供參考。

(八)完成發布颱風警報期間6小時定量降雨預報(圖6.1)建置與測試作業，可提供政府、企業及民眾對氣象災害更精緻的防災預警資料，較原先設計之12小時定量降雨預報，時間解析度縮短50%。

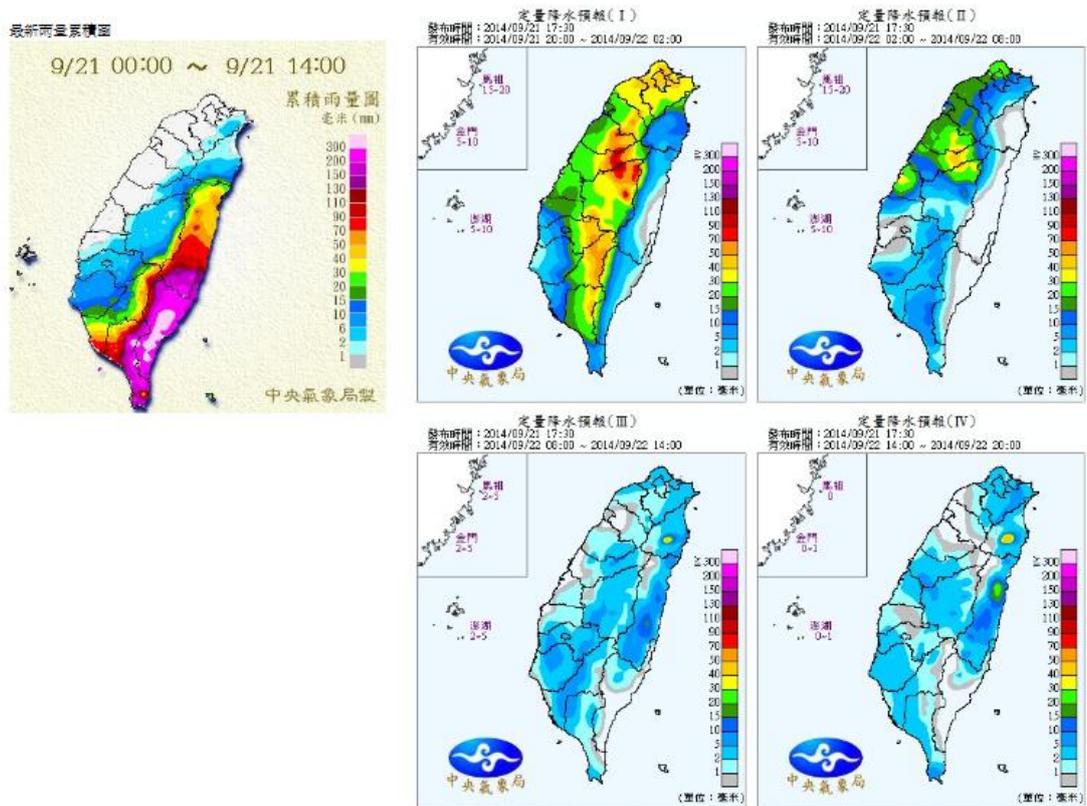


圖 6.1 颱風警報期間 6 小時定量降雨預報圖

(九)完成空間解析度 1 公里之地面天氣分析模組開發，與 2.5 公里內插結果比較，1 公里內插結果較為平滑(如圖 6.2 至 6.4)，且資料較為連續，亦與測站觀測值較為接近。為有效減低高解析度網格點內插運算耗時，利用 ACML 函式庫 dgemv 進行無陣與向量乘積運算。資料顯示，優化後內插運算速度較優化前提升 75% 以上。

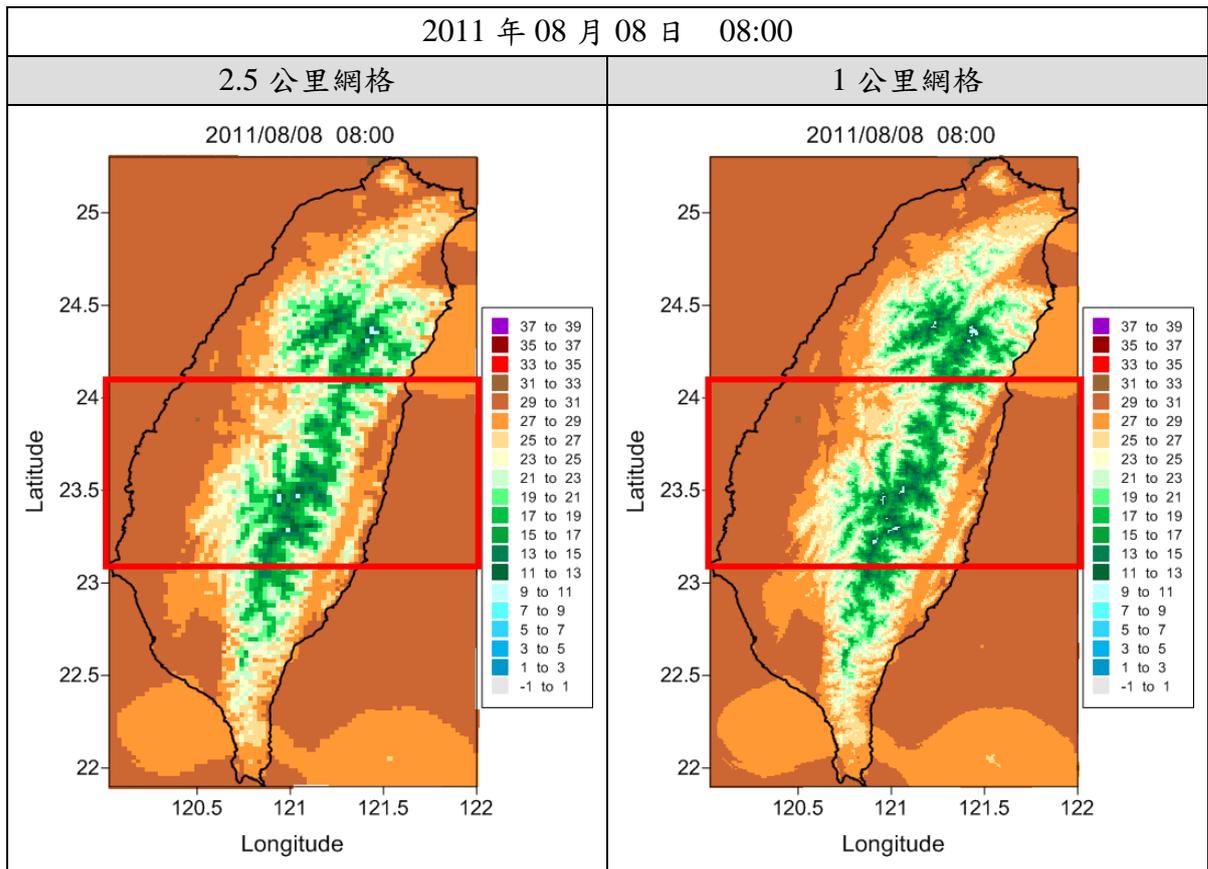


圖 6.2 不同解析度網格地面真實溫度場面化圖比較。

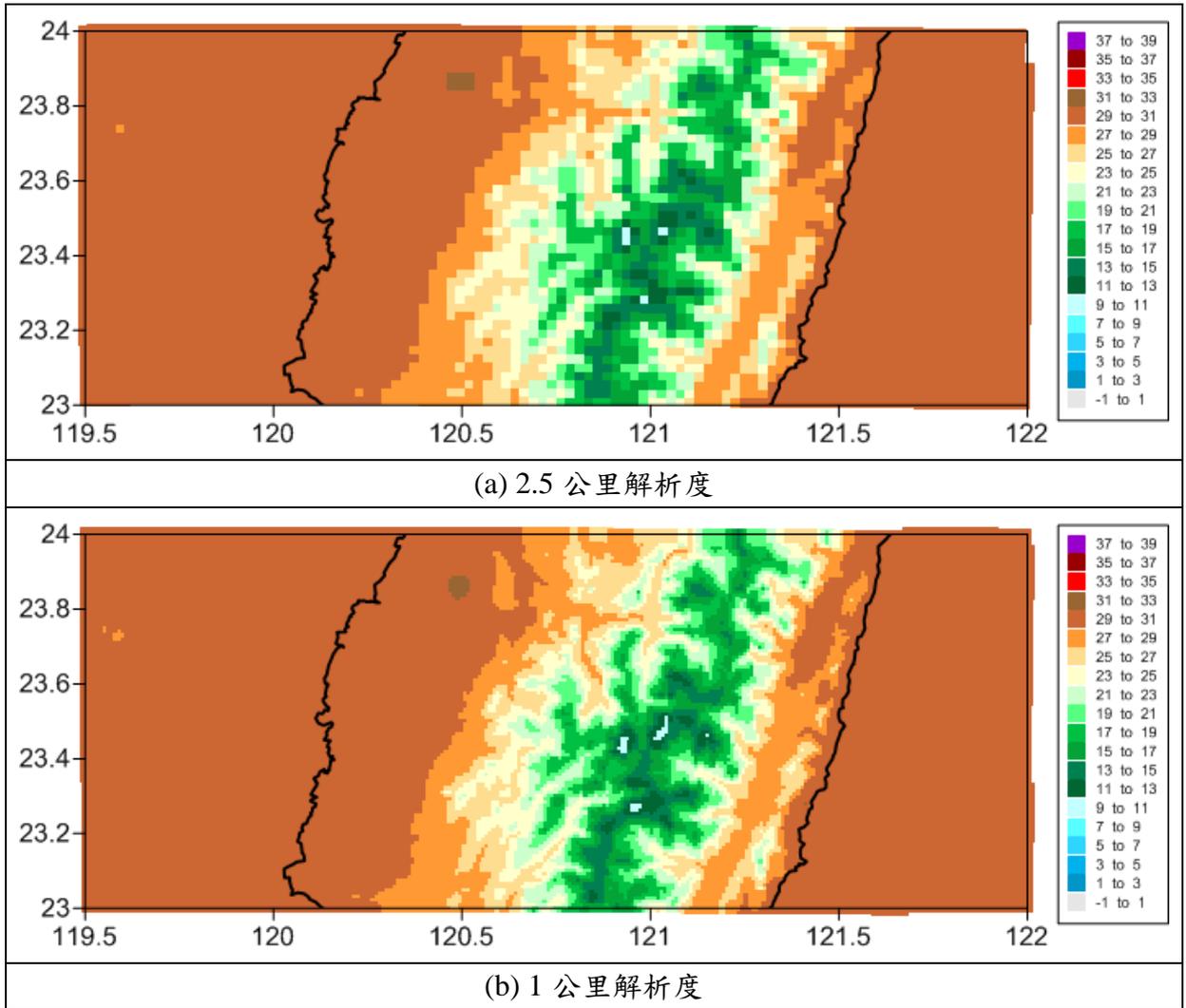


圖 6.3 100 年 8 月 8 日 8 時中部地區不同解析度網格地面真實溫度場面化圖比較。

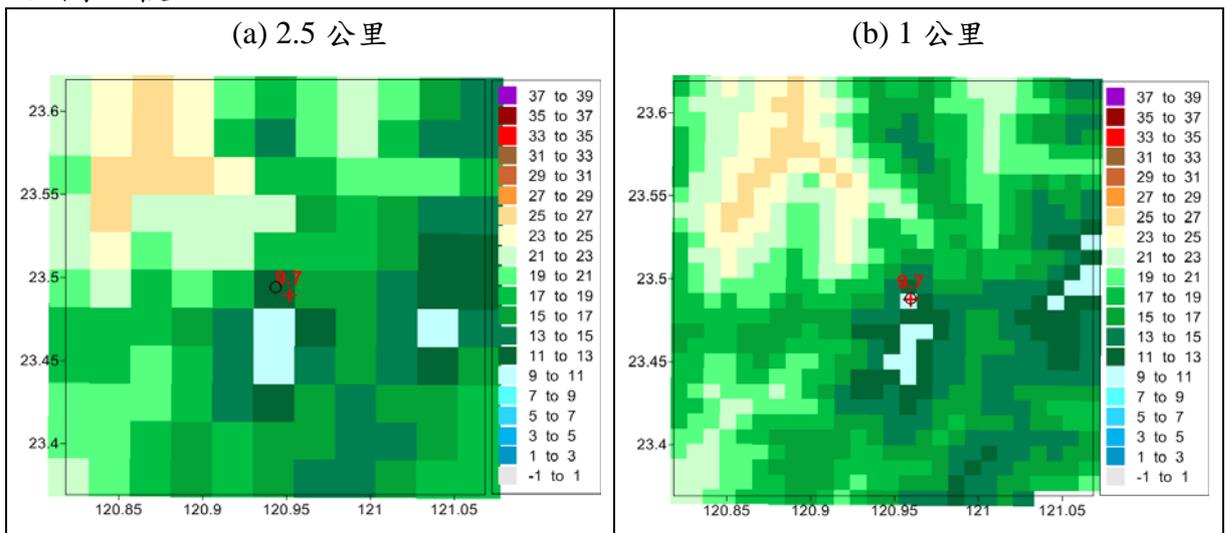


圖 6.4 100 年 8 月 8 日 8 時玉山站周圍不同解析度網格地面真實溫度場面化圖比較(紅色+字為玉山站觀測資料，黑色圓圈為不同解析度最近網格點位置)。

(十)開發完成現行一週天氣預報之最高溫、最低溫、雲量及降雨等官方預報校驗功能，可線上查詢自 94 年開始之每月月預報校驗報表和年度預報校驗報表(圖 6.5)，做為預報指引參考使用。

天氣預報準確度月考核表

預報資料月份：103年 11月

(藍色代表優於平均值/綠色代表與平均值相當/紅色表示表現低於平均值)

校驗項目		預報年月					
		前4年同月值				前4年同月平均值 (99至102年)	本年11月
		99年11月	100年11月	101年11月	102年11月		
雲量預報 誤差平均值	第1天	1.83	1.93	1.86	2.08	1.93	2.06
	第2天	1.99	1.95	1.88	2.15	1.99	2.27
	第3天	2.07	1.96	1.99	2.21	2.06	2.29
	第4天	2.13	2.00	2.00	2.30	2.11	2.33
	第5天	2.11	1.96	2.16	2.39	2.16	2.33
	第6天	2.07	1.98	2.30	2.35	2.18	2.50
	第7天	2.13	2.10	2.37	2.38	2.25	2.52
最高溫度預報 誤差平均值	第1天	1.27	1.38	1.52	1.28	1.36	1.19
	第2天	1.43	1.63	1.63	1.42	1.53	1.35
	第3天	1.54	1.75	1.60	1.52	1.60	1.56
	第4天	1.54	1.83	1.63	1.55	1.64	1.68
	第5天	1.56	1.85	1.70	1.48	1.65	1.88
	第6天	1.48	1.91	1.77	1.52	1.67	2.01
	第7天	1.57	2.09	2.05	1.64	1.84	2.09
最低溫度預報 誤差平均值	第1天	0.94	0.91	1.12	0.86	0.96	0.78
	第2天	1.04	0.97	1.31	0.96	1.07	0.98
	第3天	1.07	1.05	1.38	1.06	1.14	1.06
	第4天	1.11	1.10	1.44	1.09	1.19	1.10
	第5天	1.09	1.22	1.48	1.19	1.24	1.11
	第6天	1.10	1.32	1.53	1.34	1.32	1.20
	第7天	1.15	1.52	1.53	1.61	1.45	1.32

圖 6.5 月預報校驗報表。

(十一) 建置完成數值預報模式之地面氣壓場與歷史地面氣壓分析之比對(圖 6.6) 結果，可用以瞭解預報場與歷史個案的相似度。

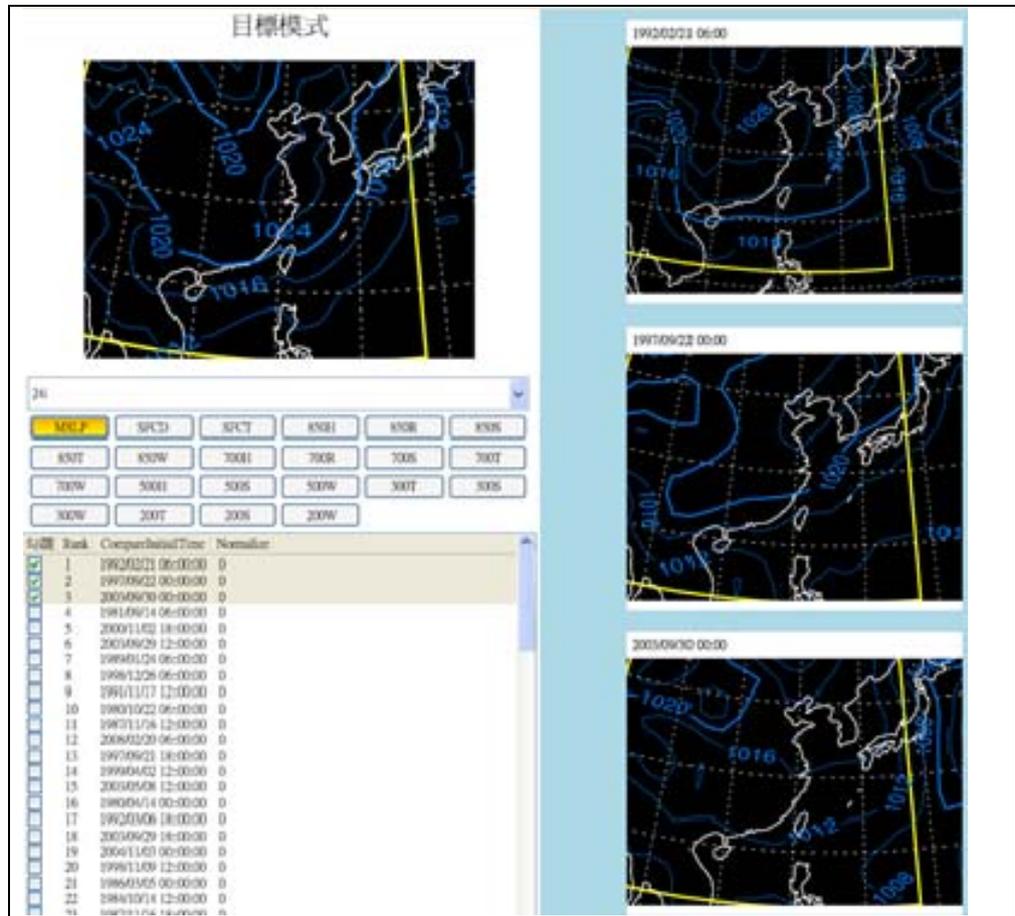


圖 6.6 預報場與歷史個案的相似度顯示圖。

(十二) 建置完成數值預報模式之高度場與歷史高度場分析之比對結果，可了解預報場與歷史個案的相似度，下圖為 500 百帕之高度場比對結果(圖 6.7)。

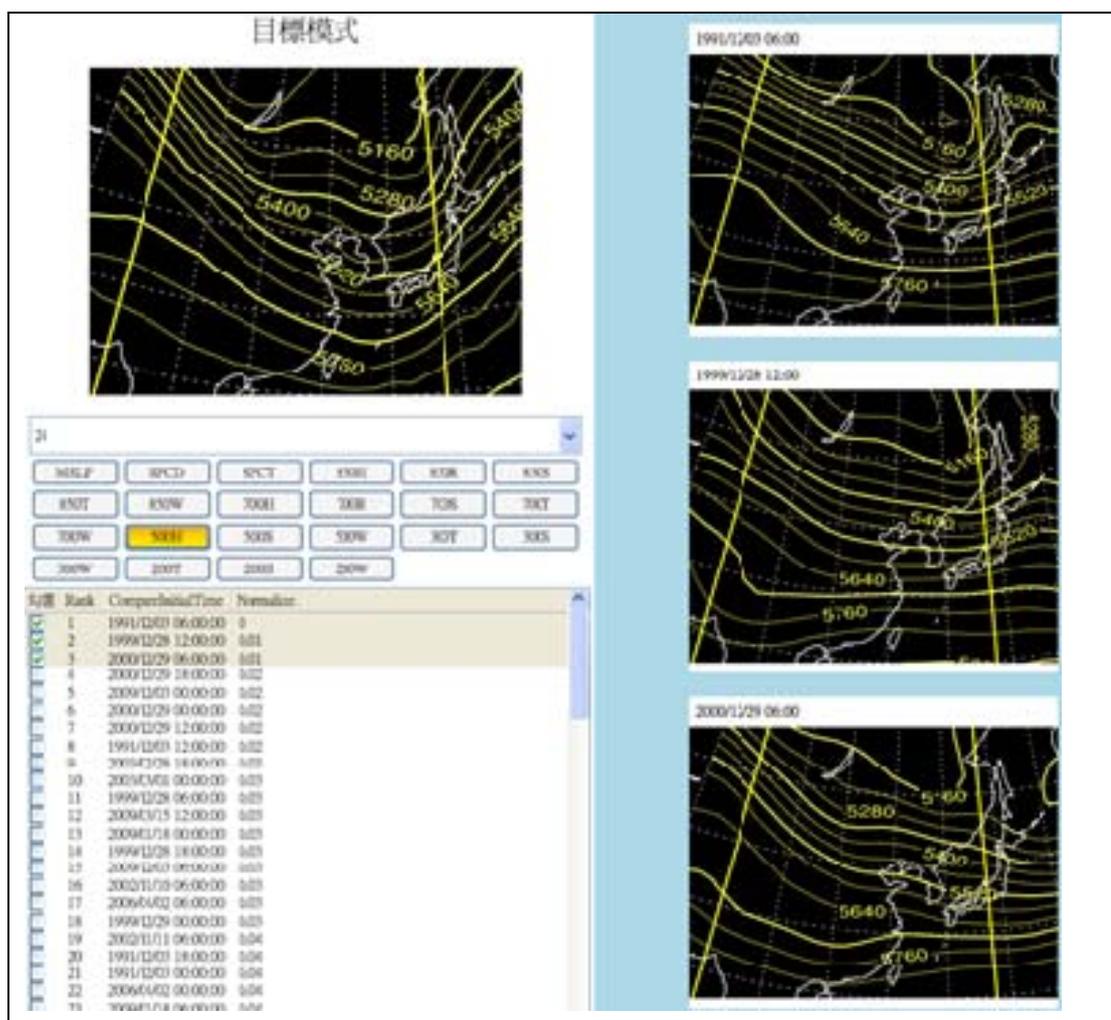


圖 6.7 500 百帕之高度場比對結果圖。

(十三) 建置完成數值預報模式之濕度場與歷史濕度場分析之比對結果，可了解預報場與歷史個案的相似度，下圖為 850 百帕之濕度場比對結果(圖 6.8)。

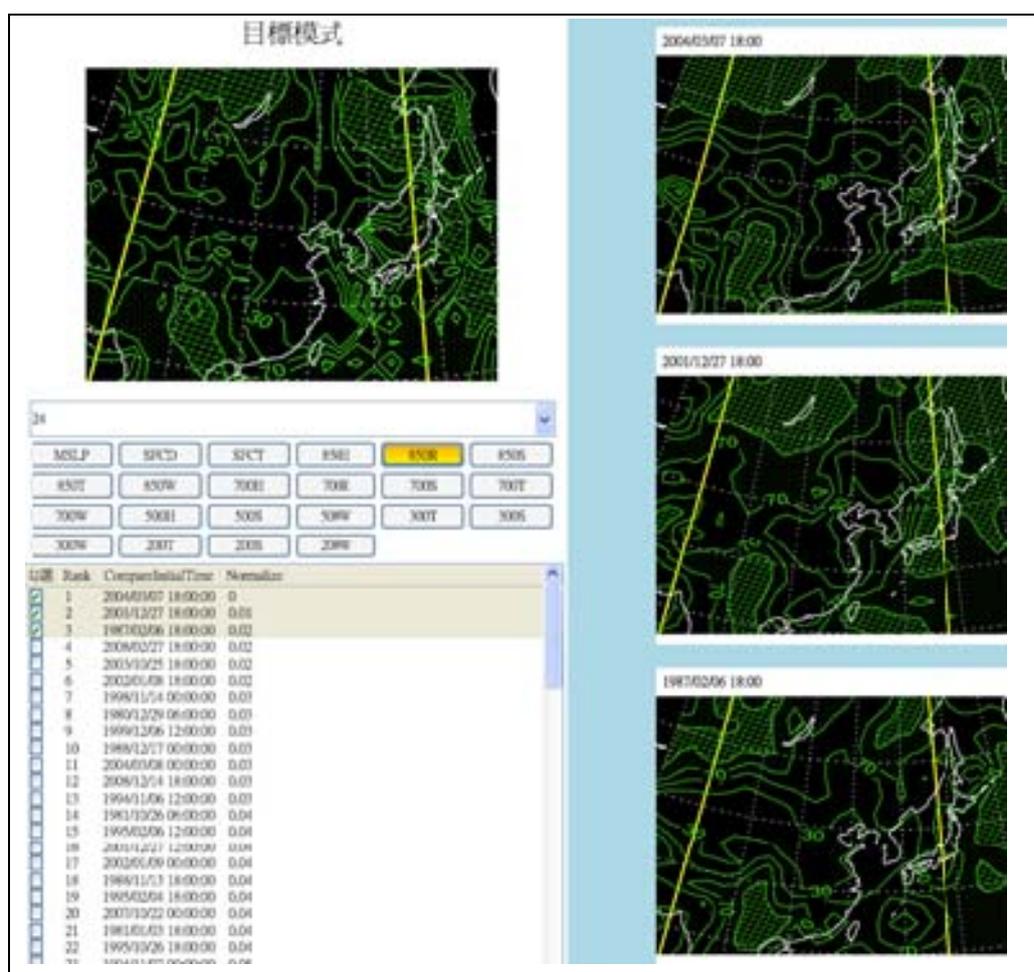


圖 6.8 850 百帕之濕度場比對結果圖。

(十四) 建置完成數值預報模式之氣流場與歷史氣流場分析之比對結果，可了解預報場與歷史個案的相似度，下圖為 850 百帕之氣流場比對結果(圖 6.9)。

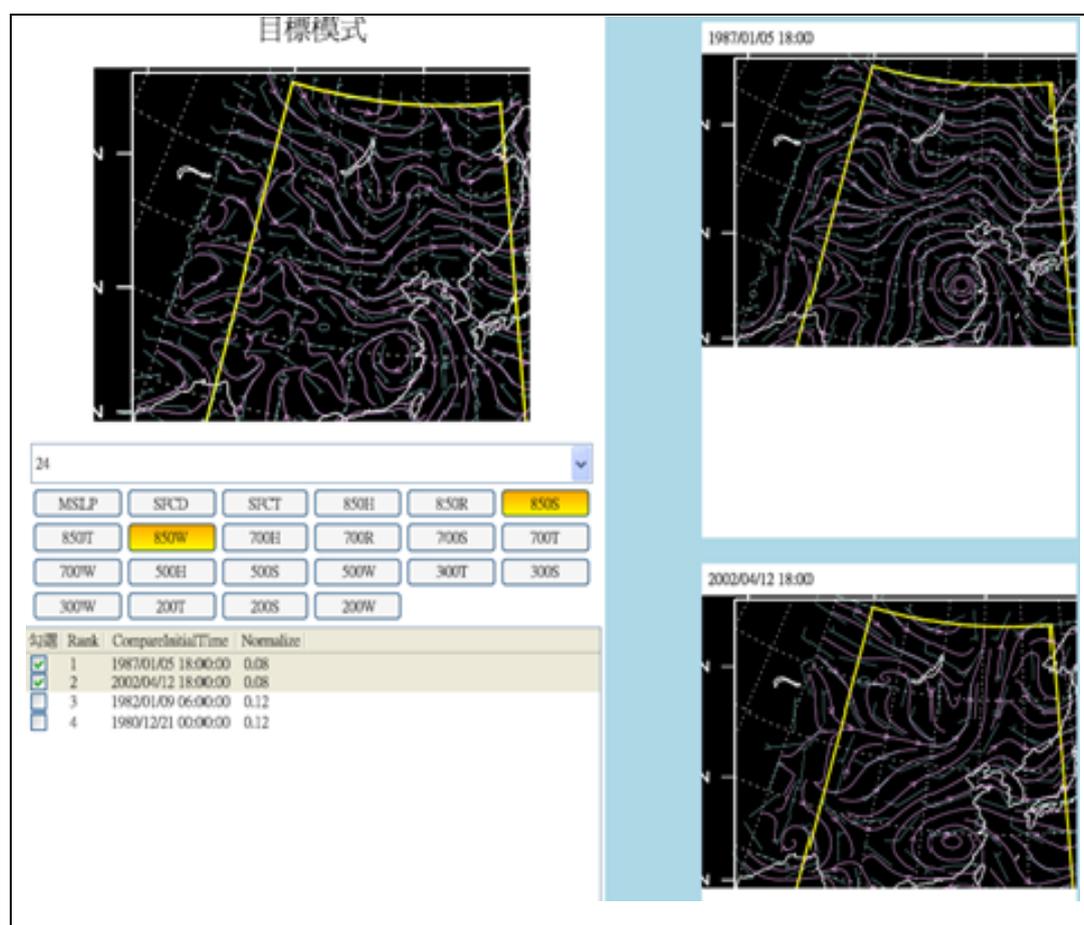


圖 6.9 850 百帕之氣流場比對結果圖。

(十五) 發展分析繪圖工具模組，針對檢覈及地面氣象分析場成果，開發可輔助研判分析成果的繪圖工具模組。包括時間序列

圖、半變異圖、散布圖和面化圖等等(圖 6.10, 圖 6.11), 可協助即時判斷地面分析場之優劣和合理性。

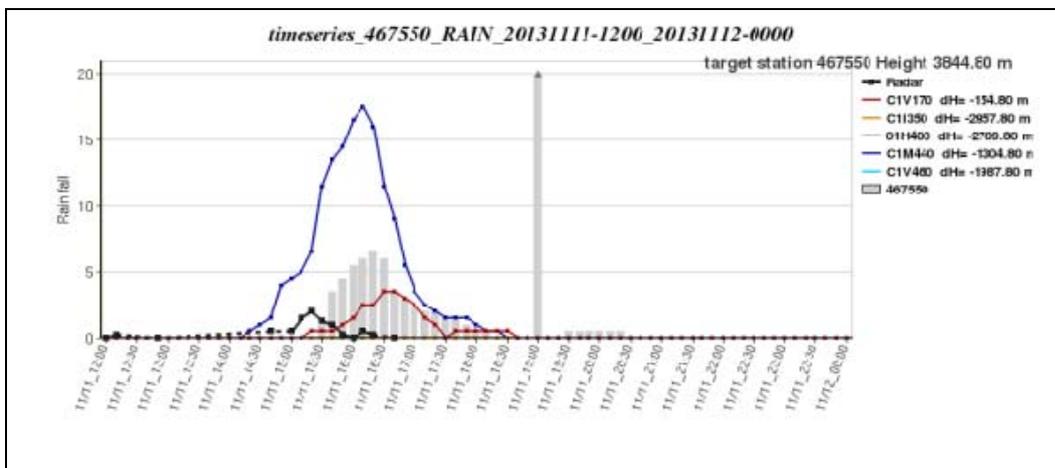


圖 6.10 玉山站及其參考站雨量時序圖範例

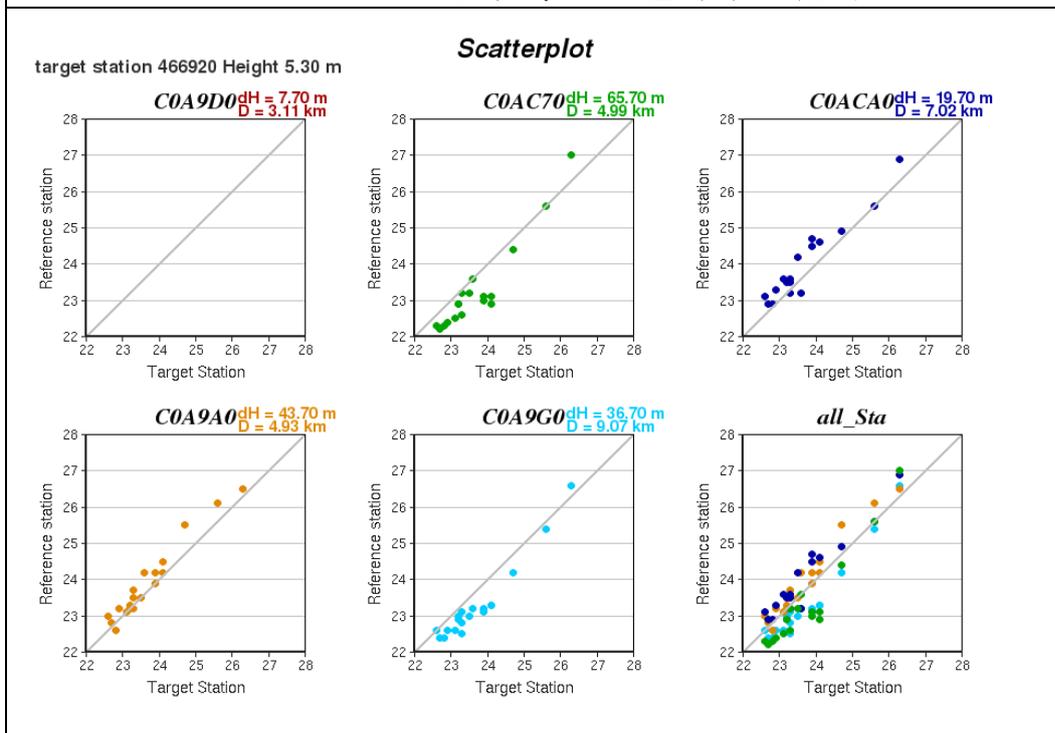


圖 6.11 臺北站及其參考站溫度資料散布圖範例

(十六) 本計畫應用歷史事件探討午後雷陣雨對溫度變化之影響，並研擬排除溫度檢覈誤判機制。當降雨發生時，相對溼度增高，

氣溫降低，而午後雷陣雨常發生於局部地區，局部區域測站溫度突降後，與周圍測站溫度差異變大，易誤判為錯誤資料。統整 92-102 年夏季午後有降雨時各氣象局測站最大溫降資料，歸納出夏季午後溫降門檻值：

- 午後雷陣雨多發生於 5 至 9 月及 13 至 17 時、
- 一小時溫降不超過 12 度
- 降雨量多寡與溫降大小無關
- 測站每小時最大溫降不同

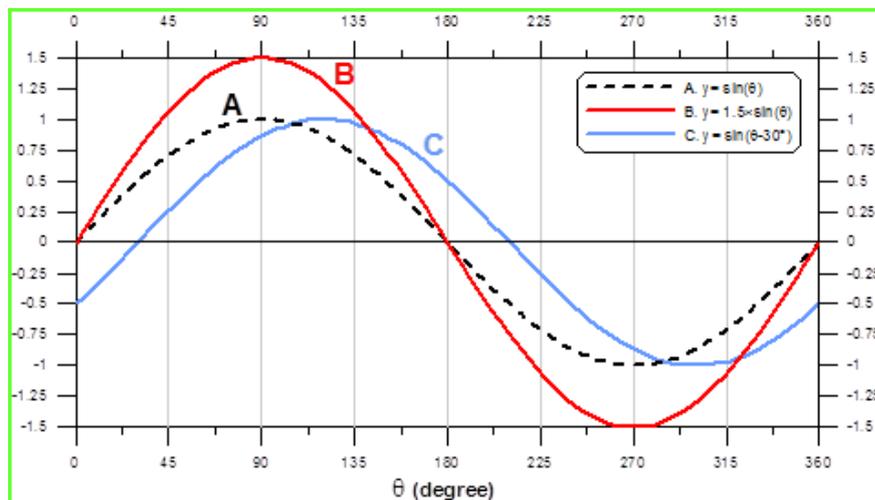
當溫降發生於有降雨的夏季午後，取得同一小時的溫降門檻值與當站歷史溫降最大門檻值，並以兩筆門檻值的最小值作為溫降合理性檢覈門檻值。比較溫降是否落於門檻值內，以決定是否接受測站觀測值為真。利用上述方式，可有效降低連續時間合理性檢覈對於午後陣雨溫降造成的誤判。

強對流偵測輔助系統方面

本計畫執行期間已分別完成綜觀尺度、中尺度以及對流尺度的

系統偵測技術。包括完成偵測數值模式綜觀天氣系統，以及颱風路徑，可協助預報員快速分析未來天氣變化特徵，瞭解強對流系統發生的潛在機會；發展中尺度模式強對流系統之環境移流速度場估計技術，並完成個案分析成效，此技術對於 QPF 之短時外沿技術之未來發展有一定的助益；在對流尺度方面本計畫分別就美國引進之即時預報技術及雷達資料同化技術已進入線上作業測試環境，加上未來閃電資料應用技術的併入，將可有效強化本局對強對流的偵測與短時預測之效能。相關主要成果摘述如下：

- (一)完成採用二維傅立葉轉換(2D FFT)擷取天氣圖特徵，以此計算兩張天氣圖之間的相似度(圖 6.12)並以各個波數對應之強度給予適當權重，可過濾較不重要之波數或雜訊。建置完成利用此方法即時比對數值模式預報場和歷史分析場之相似度，找出最相似的歷史個案以協助預報員了解小區域的天氣變化強況。



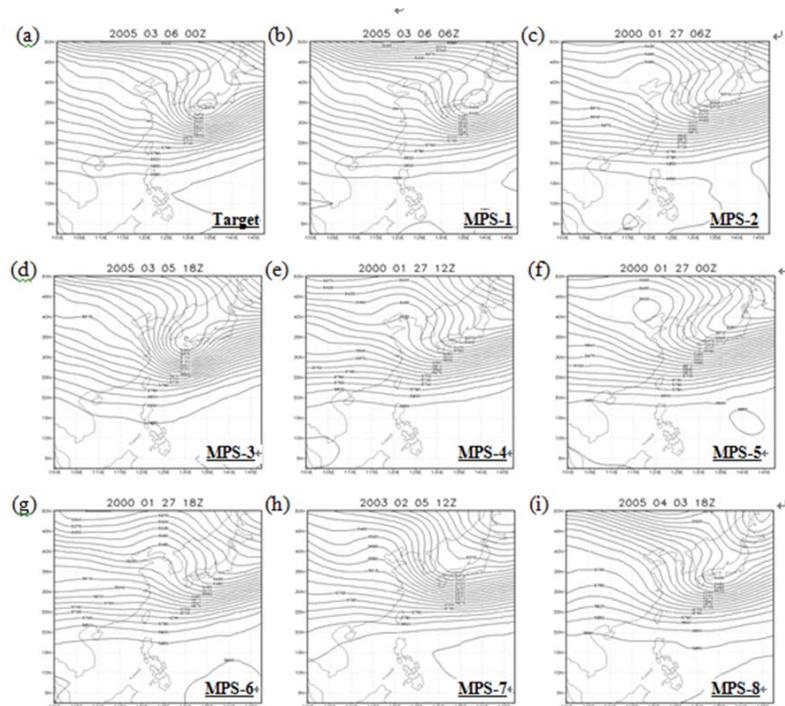


圖 6.12 94 年 3 月 6 日 00UTC 之 NCEP Reanalysis 500hPa 高度場比對結果。

- (二) 開發極短時強對流預報之降水移速場估計，針對臺灣降水觀測和預報，研發出三個演算式雛形，在研究方法上獲得突破，成果和經驗已經足以支持進行系統作業化，包括：(1)降水系統移速場估計演算式，(2)利用雷達觀測選擇類似的系集 NWP 定量降水預報產品，(3)時空融合雷達和類似的系集定量降水預報產品。上述三個演算式有助於改進目前極短期預報技術的瓶頸，預期可將目前系集定量降水預報輸出的時間解析度為 3hr 提高為 1hr，並利用雷達觀測估計的降水系統的移速場輔助，以移流方式作時間—空間的內插，將時間解析度提升到 1-10 分鐘。
- (三) 引進對流系統預測技術(ANC)與都卜勒雷達變分分析系統(VDRAS)，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(adjoint)模式之方程式求解。102 年度持續進行本土化工作，包括:更新 ANC 系統之預因子，安裝 MPI 版本變分都卜勒雷達同化系統並完成作業化測試，以及發展包含地形之新版本變分都卜勒雷達同化系統之「共軛(adjoint)模式」部分。102 年度之進展可增進臺灣地區弱綜觀天氣條件下之午後對流之預報，並增進系統於進行四維變分資料同化之計算效能，至於發展包含地形之新版本變分都卜勒雷達同化系統將可有效掌握與臺灣複雜地形相關之小尺度天氣特徵，如海陸風效應、山谷風環流以及與激發對流天氣系統發展之地舉升等機制，以增進預結果之合理性。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。

(四)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。目前本局已建立 10 座閃電落雷偵測系統，分布於馬祖、金門、東吉島、彭佳嶼、蘭嶼、新屋、五分山、日月潭、嘉義、高雄，可比臺灣電力公司提供更大範圍的閃電監測與定位資訊，對氣象預報將具有相當實用的價值(圖 6.13, 圖 6.14)。

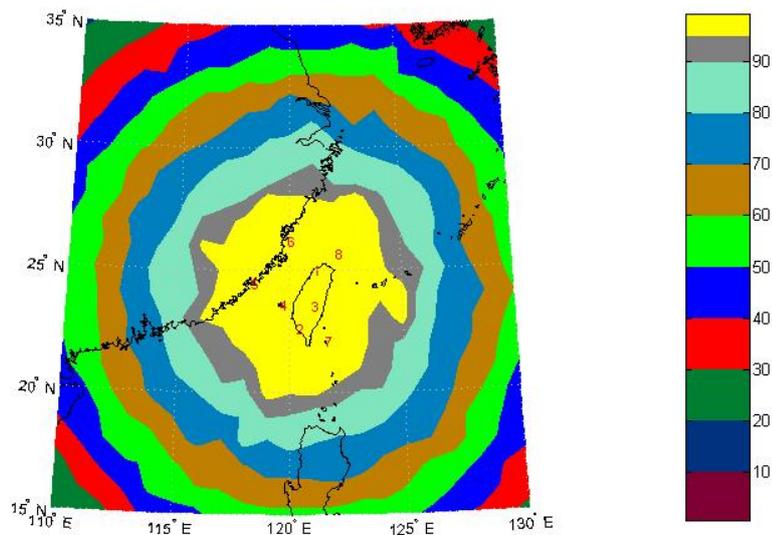


圖 6.13 閃電網路偵測效率示意圖。

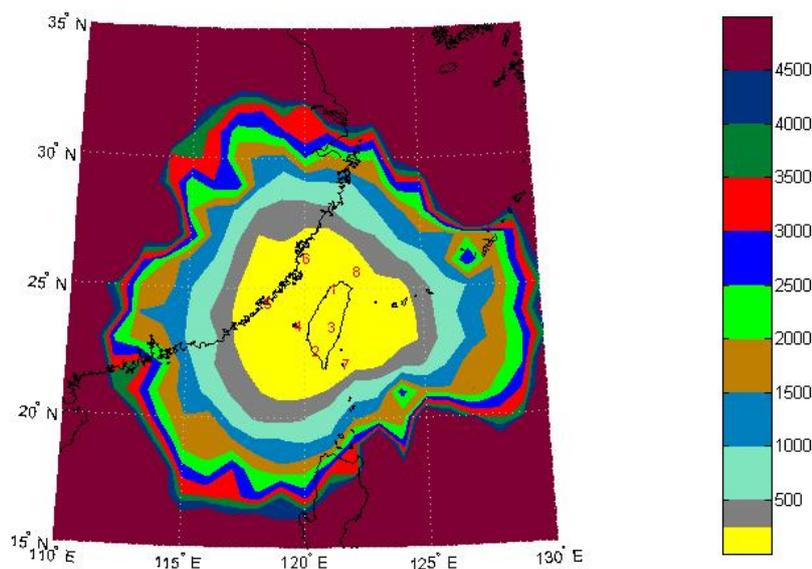


圖 6.14 閃電網路定位精確度示意圖。

(五)建置完成即時比對颱風預報路徑與歷史颱風路徑之相似度之系統(圖 6.15)，並可由此系統看到歷史颱風的相關強度、雨量、暴風半徑和路徑等資料。以協助預報員預報颱風路徑變化。

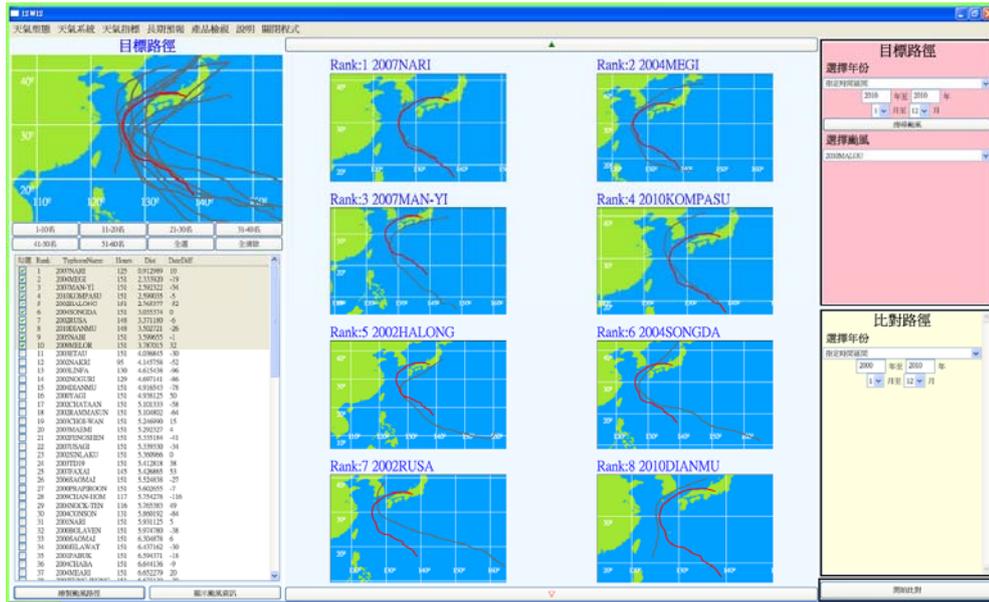


圖 6.15 互動式智慧型天氣辨識系統(ISWIS)之天氣系統辨識功能(颱風路徑辨識)。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 10%)

氣象資訊對經濟影響甚鉅，氣象資訊在各行各業的應用加值的面向不管是生產面、市場面或是政府的決策面，都天氣息息相關，例如農業產業之種苗採收、颱風菜價調節、災害補助與保險機制等。提升氣象資訊的準確度與細緻度將可有效促進國內產業發展。本計畫研究發展之小尺度災害性天氣預報技術，目的即在改善過去大範圍長時距的氣象預報，提高預測精度。目前其成果已落實至縣市防災單位之預警，提供 2.5 公里解析度之預報產品，大幅改善過去僅以臺灣北中南區之大範圍預報。本計畫執行之「強化災害性及即時鄉鎮預報技術」及「強對流偵測輔助系統」之技術發展，適可提升本局小區域預報技術之效能，研發成果雖無法直接量化估計經濟的產值，但可間接的減少巨大的經濟損失，尤其是與短期劇烈降雨天氣相關的產業例如農業、漁業及養殖業，皆可獲益，此外其他大多數產業亦會間接因劇烈降雨天氣預報技術改進，獲得更有效之防災資訊而減少經濟損失。

四、 社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 15%)

本計畫發展完成之成果皆已落實到本局業務面，對社會發展及環境安全永續皆具正面貢獻。重要成果如下：

- (一)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，以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。
- (二)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；本計畫對評估閃電偵測系統的成效，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。閃電監測是一種重要的氣象觀測輔助手段，可配合雷達回波或衛星雲圖等資訊予以加強鋒面系統、午後對流等劇烈天氣狀況之預報，目前本局已建立 10 座閃電落雷偵測系統，分布於馬祖、金門、東吉島、彭佳嶼、蘭嶼、新屋、五分山、日月潭、嘉義、高雄，可比臺灣電力公司提供更大範圍的閃電監測與定位資訊，對氣象預報將具有相當實用的價值，閃電定位系統提供的預報服務，可有效避免閃電事件對航空、電力、通訊、軍事等部門造成損害，也提供民眾對於防範劇烈天氣有更優質的資訊，保護大家的安全。
- (三)本計畫發展之細緻化預報技術不僅於都會區，更延伸至高山氣象，例如 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，資料分析技術應用係基於本計畫發展之 2.5 公里解析度網格點地面氣象分析場。102 年持續強化效率，提升本局官網發布的時間由整點進步到可提前至 20 分鐘，並以滾動式的即時預測產品。102 年起每年透過預報實

驗方式即時提供大甲媽祖繞境進香氣象服務所需 9 天 8 夜之 21 鄉鎮、80 餘座廟宇、約 330 公里路程的即時氣象資料；並以簡訊傳送即時天氣訊息(圖 6.16)，提供該宮服務人員、陣頭等團隊計 139 人參考。



1

6 氣象移動觀測車

(四) 103 年與客家委員會合作，於 103 年 4 月 9 日推出「客庄氣象」服務(圖 6.17)，本局於 103 年 4 月 9 日與客家委員會合作，推出「客庄氣象」服務，提供 69 個客家文化重點發展區及 130 個客庄旅遊景點的氣象服務，並在網站上提供客語教學，讓民眾能掌握客庄旅遊景點天氣外，亦能由氣象中深入了解客庄文化及語言。(參考網頁

<http://www.cwb.gov.tw/V7/forecast/entertainment/hakka/>)



上述成效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。

五、 其它效益(科技政策管理及其它)(權重 5%)

- (一)本計畫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。透過與中央大學之合作，本計畫之執行將可培養主動式相位陣列雷達系統與偵測技術專業人才。
- (二)本計畫推動期間，透過與國內專業技術廠商的合作，藉由所需資料處理及統計分析及預報方法研究過程，提供民間企業與參與同仁學習機會，達到人才培育的效果。
- (三)現行預報作業資料眾多、程序繁複，且大多分散各處。此系統提供統一的資料儲存管理服務，儲存觀測、官方預報、模式預報及統計預報等資料，並視其他系統之需求供應相

關資料，以增加預報作業能力並減少人員在資料維護上所需付出的心力及時間。另考量到大量預報資料之儲存與計算皆非現有單機架構可處理，故於 101 年開始發展叢集系統，進行基礎功能建設。102 年建置叢集系統的管理層面的架構與工作串接的功能。至今年度(103 年)已可將小尺度地面氣象分析場系統作業移植至叢集環境下進行所需的作業。在資料存放的格式上，建立了叢集資料庫分層儲存的概念，並開發使用者端查詢的工具，來提升資料取得與共用的便利性。

柒、跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫主要針對臺灣、澎湖、金門、馬祖等地，應用氣象局新發布的鄉鎮天氣預報，研發災害性即時天氣預報，配合科技計畫「落實防災氣象整合資訊實作」計畫，在此基礎上強化鄉鎮尺度災害性即時預報技術及強對流偵測輔助系統，整合防災氣象技術，期能以更高品質的監測、預警及預報，減少天氣災害所造成之損失，並可提供加值服務之氣象上游產品，落實氣象科技服務應用。

捌、後續工作構想之重點

為期三年的科技計畫「強化災害性即時天氣預報」，著重於「強化鄉鎮尺度災害性及即時預技術」及「強化對流偵測輔助系統」，計畫研發成果已陸續落實於實務作業上。在發展0-6小時客觀即時預報技術上，目前針對臺灣降水觀測和預報，研發出三個演算式雛形，成果和經驗已經足以支持進行系統作業化，未來將進行相關技術的轉移，應用於精緻化防災氣象預的作業流程，輔助預報人員預報之決策，期能達到防災減災之目的。

配合處理未來可預見的龐大資料量及提供服務的即時性需求，需導入海量資料(Big Data)的系統架構以提升資料提供及查詢的速度。對於未來大量數位化格點預報資料之分析與應用服務需求，本局將發展及落實雲端數位格點預報在地化氣象與災防應用服務，建立數位格點預報資料之相關應用與服務模組，快速提供在地化之生活氣象與災防資訊服務。

本局目前已建立臺灣小尺度地面氣象分析資料庫，涵蓋民國94至102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。下一階段的重點目標是將劇烈天氣預報也逐漸推廣至鄉鎮尺度，而相關衍生問題包括氣象觀測分析資料品質和解析度不足，現有地面氣象分析場（ground truth）資料的品質和解析度無法滿足未來針對小區域災害性天氣即時預報校驗的需求。計畫將以現有已作業化之高解析度網格點氣象分析系統為基礎，強化系統的穩定度和即時性，精進核心分析模組，讓此系統更趨穩定和完整。並進一步建立高山地區觀測資料缺值時以近期預報資料取代以避免因缺少山區資料造成整區溫度異常的情況發生，以即時迅速提供最接近真實的小區域大氣環境場狀態描述為主要目標。

為將「強化災害性即時天氣預報」計畫成果落實於應用層面上，並持續提升氣象預報技術，本局已規劃一新興科技計畫「發展小區域災害性天氣即時預報系統」，預計以4年的時間（民國104至107年），提升災害性天氣預報技術，強化現有之大氣監測及預報技術，並拓展新的大氣科研領域，精進小區域即時劇烈天氣相關應用之預報技術，以達到增進小區域災害性天氣即時預報能力之目標為主軸，期能以更高品質的監測、預警及預報，來避免或減少因天然災害所造成的損失，並以更高精密度的預報資訊來滿足未來民眾和防救災單位之需求。

玖、檢討與展望

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。為期三年的科技計畫「強化災害性即時天氣預報」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，研發成果已逐步應用於氣象預報作業流程。而本計畫發展之 2.5 公里解析度網格點地面氣象分析場，其資料分析技術可應用於氣象監測及預報等精緻化服務，如原鄉部落預報、客庄氣象、大甲媽祖遶境、自行車節天氣預報等客製化氣象服務。未來將精進 1 公里解析度網格點地面氣象分析場技術，以提升氣象加值應用服務。本計畫完成建立 10 座閃電落雷偵測系統，分布於馬祖、金門、東吉島、彭佳嶼、蘭嶼、新屋、五分山、日月潭、嘉義、高雄，可比臺灣電力公司提供更大範圍的閃電監測與定位資訊，對氣象預報將具有相當實用的價值，閃電定位系統提供的預報服務，可有效避免閃電事件對航空、電力、通訊、軍事等部門造成損害，也提供民眾對於防範劇烈天氣有更優質的資訊，保護大家的安全。

中央氣象局將持續提升氣象預報能力及災害性天氣預報技術，整合不同科研領域的專家共同參與，強化與創新天氣預報的應用技術，以輔助預報人員預報之決策，改善災害性天氣的預測能力有效提升定量降水預報技術，提供防救災單位應用，降低天氣災害的影響，以更高品質的監測、預警及預報，因應民眾和防救災單位之需求。

填表人：陳蕙蘋 聯絡電話：(02)23491227 傳真電話：(02)23491225

E-mail：camy@cwbc.gov.tw

主管簽名：鄭明典