

災害防救應用科技方案
颱風和豪雨分析與預報技術之研發
成果報告書

國家實驗研究院

台灣颱風洪水研究中心

中華民國 102 年 2 月

目錄

第一章	緒論	3
第二章	類比法在極短期定量降雨預報之應用	4
第三章	改進雷達資料同化技術	10
第四章	先進大氣觀測實驗	16
第五章	定量降雨短時預報技術與預報系統	21
第六章	結論	32

第一章 緒論

台灣地形非常陡峭，以目前預報模式之解析度難以表現其複雜結構，造成數值預報相當困難，此為台灣較特有的現象；而近年幾次重大颱風災害（如民國 93 年敏督利颱風之 72 水災和 98 年莫拉克颱風之 88 水災），其豪雨的產生與西南氣流關係密切。「颱風和豪雨分析與預報技術之研發」分項計畫，預定進行觀測、診斷分析及數值模擬，歸納局部地區豪雨發生時雨帶與流場的特殊配置情形並加以分類，其成果將作為發展颱風豪雨預報概念模式的基礎。

數值模式預報受資料傳輸和運算限制，預報結果可用時間為模擬初始時間 6-7 小時之後；而 0-3 小時即時與 3-6 小時極短時之預報為各級政府防救災緊急應變工作所需的重要資訊，以及洪氾模式預測都市因短延時暴雨產生淹水的重要參考資訊；此為數值預報模式的瓶頸之一，故需藉助其他預報方式。本計畫將利用雷達觀測資料進行定量降雨估計與即時預報技術之研發工作。

本計畫也將利用不同之觀測資料與模式架構，於劇烈天氣影響台灣期間，針對不同時段發展具時效性的極短時定量降雨預報系統（針對未來 3-6 小時）、根據歷史颱風降雨資料之颱風降雨模式（針對未來 0-48 小時）及物理過程較完整之動力統計模式（針對未來 6-72 小時），並利用系集統計技術，整合定量降雨預報結果(QPF)，針對高災害潛勢試驗流域，發展定量降雨整合預報技術。

第二章 類比法在極短期定量降雨預報之應用

颱洪中心於 2010 年即結合學界及作業單位展開「定量降雨系集預報實驗」，每天可產出四次 20 組 5km x 5km 解析度的 72 小時預報。系集預報實驗提供不只一組的預報結果，且系集預報實驗之設計在使不同模式預報成員的預報結果能有廣大的散佈，希望能涵蓋各種可能的預報趨勢。如何使用系集預報資訊，最單純的作法就是將各組預報結果以相等權重加以平均，以平均值當做預報。當然也可進一步以統計方法提供機率預報的相關訊息。

為使預報結果能應用在極短期定量降雨預報，故利用類比法將中尺度系集預報所產生之大量預報結果及雷達網觀測之即時回波與風場資訊進行比對，以挑選最接近雷達觀測之模式預報結果，進行縣市層級之逐時雨量預報技術研發。

雷達觀測資料係使用中央氣象發展之劇烈天氣監測系統(QPESUMS)的整合回波圖(compref)產品。這個產品每 10 分鐘更新一次，包含中央氣象局所屬的五分山、七股、花蓮及懇丁雷達四座雷達的即時觀測資料，整合回波產品的空間解析度約為 1.3km x 1.3km。觀測的雷達回波代表現在的天氣狀況，類比法則是尋找數值模式預報回波場中最接近觀測回波的預報成員。

由於數值模式必需等待全球模式的預報結果，並需約 2.5 小時的運算時間，故在做極短期預報的時候就必須以前一個時間(預報初始時間前 6 小時)的預報來進行比對。若考量數值模式在預報中尺度系統時，可能有系統移動速度過快或過慢的情形，故可將類比法比對的

時間放寬一些，本研究是允許與觀測時間正負 3 小時的預報為比對窗區。若加上前幾次的預報(指預報初始時間在前 12, 18, 24,...小時的預報)也允許進行比對，則可與觀測進行比對的各數就會相當多。在凡那比颱風個案的比對個數約在 500 個左右。若一次的比對運算需 1 秒鐘，則 800 個比對就需要 13 分鐘。因此，類比法在設計上仍需考慮到比對效率的問題。

圖 1 為觀測回波與模式預報回波比對結果，分別來表示好成員與壞成員的情形。圖中雷達觀測以色階表示，模式預報回波以網線密度表示。這種比對方法用肉眼是可以很容易的區分出好壞，但以自動化方式就不太容易定出一個很好的標準。目前僅以最簡單的回波重疊比例的方法來自動化辨識。

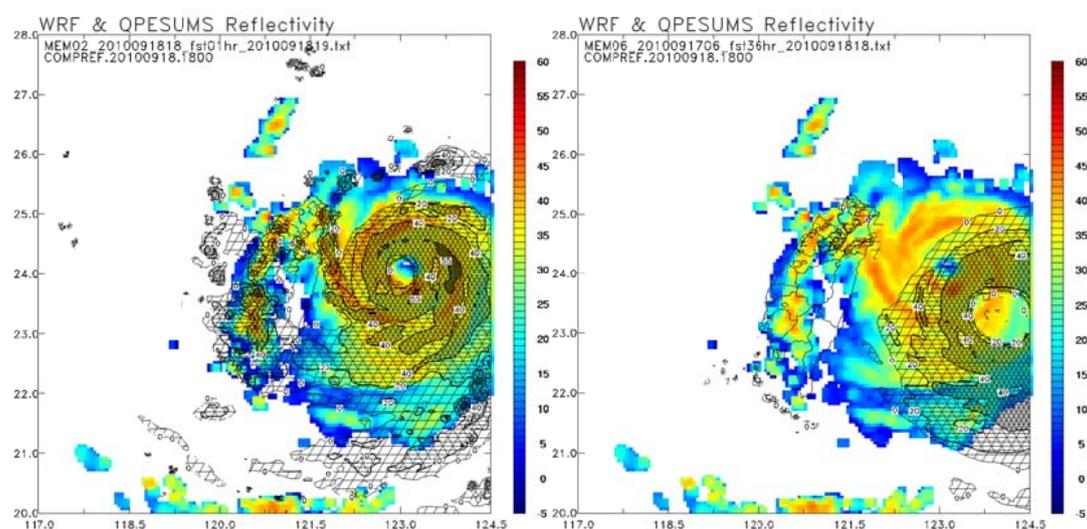


圖 1 觀測回波(彩色)與模式預報回波(網線)比對，分別表示好成員(左圖)與壞成員(右圖)的情形

凡那比(FANAPI)為編號第 1011 號颱風，凡那比颱風生成地點在琉球南方海面，生成後向東北緩慢移動，增強為中度颱風後緩慢向北轉北北西移動，之後轉為偏西移動，暴風圈接觸台灣陸地後逐漸轉向

西南西至西南方向移動，19 日 8 時 40 分在花蓮縣豐濱鄉附近登陸，18 時左右由臺南附近進入臺灣海峽，20 日 7 時左右由福建進入大陸。圖 2 為凡那比颱風於是 2010 年 9 月 18 日 18Z 至 9 月 19 日 12 日，每隔 6 小時之回波圖。颱風於登陸前颱風眼清晰可見，環形回波結構也相當完整。登陸後，颱風眼便消失，並於台灣西南部形成一近似滯留的雨帶，颱風出海後颱風眼重新組織，但在颱風中心的西北象限回波較弱，高雄市及屏東縣在颱風登陸後降雨即持續增強，主要就是近似滯留的雨帶的影響。

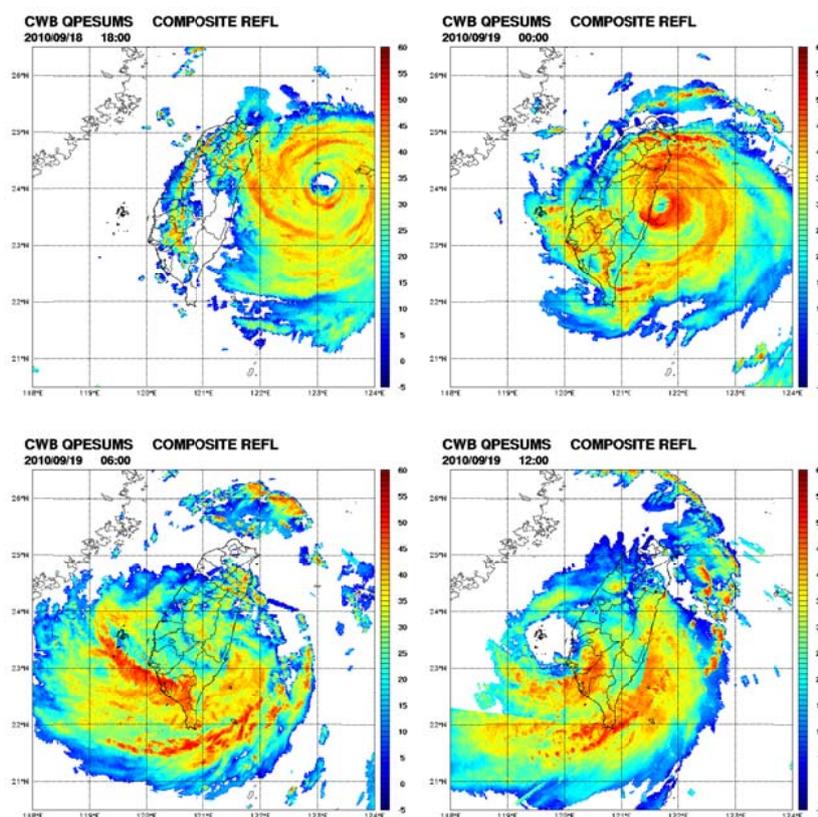


圖 2 為凡那比颱風於是 2010 年 9 月 18 日 18Z 至 9 月 19 日 12 日，每隔 6 小時之回波圖

類比法的預報結果如圖 3 至圖 6。圖 3 是颱風登陸前，颱風眼剛進入雷達回波觀測範圍之內。此時台灣南部尚未有明顯之降雨發生。

圖 4 是颱風暴風圈接台灣東北部陸地時，颱風眼的結構相當完整。此時高雄及屏東仍未有明顯降雨，但一兩小時後降雨就逐漸增強。

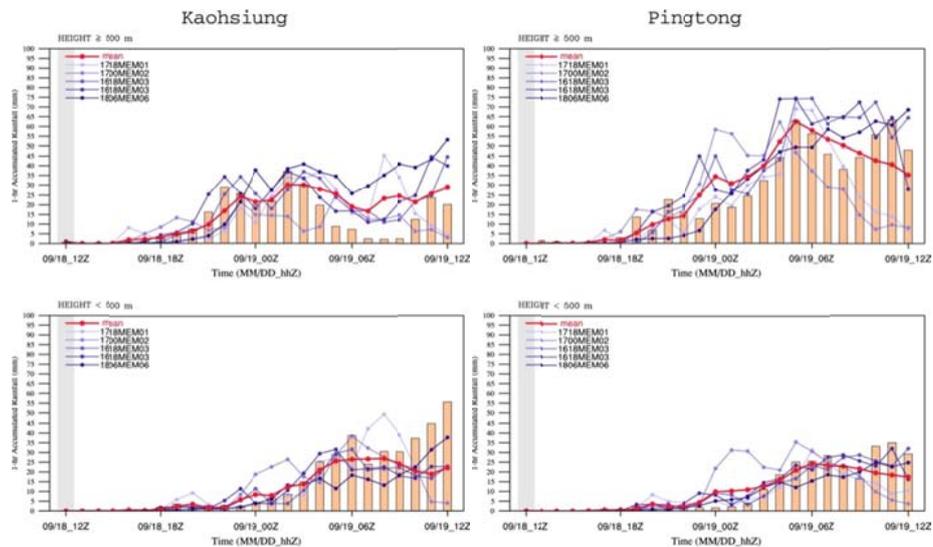


圖 3 凡那比颱風 9 月 18 日 12Z 以類比法選出之預報成員對高雄市山區平地及屏東縣山區平地(圖序由上而下)的逐時平均雨量預報。直條圖為觀測平均，折線為不同模式成員預報平均雨量。

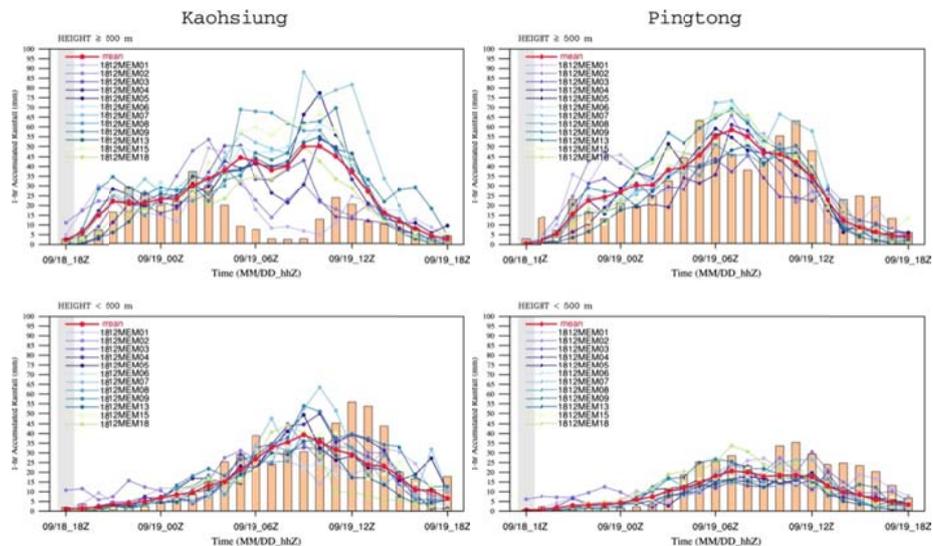


圖 4 預報時間為 9 月 18 日 18Z，其餘圖說同圖 3

圖 5 為颱風登陸的階段，颱風眼牆的結構在颱風中心登陸後就開始消散，颱風中心登陸後就不易由回波來進行定位。由回波圖可見，此時高屏山區已有明顯的降雨回波存在，但在平地區域則未有明顯降

雨回波。圖 5 的雨量觀測(直條圖)及模式預報(折線圖)，在預報的前幾個小時對山區及平地的降雨特性均掌握的相當好。在高雄山區的降雨觀測上，5、6 小時後有明顯的減少，屏東山區並未有這種情形。

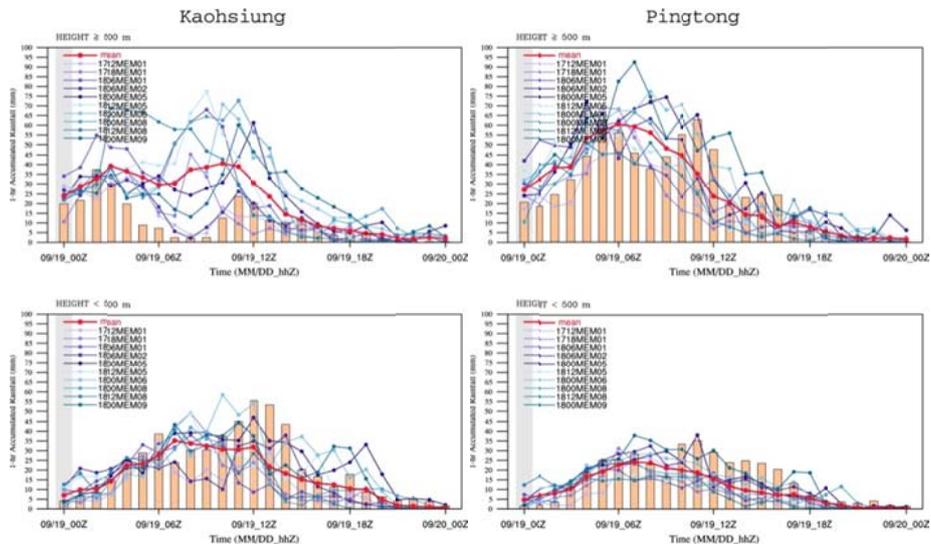


圖 5 預報時間為 9 月 19 日 00Z，其餘圖說同圖 3

高雄山區在 9 月 19 日 06Z 雨量減少的原因，可能是因為颱風登陸後眼牆結構破壞，颱風中心附近並未有明顯降雨，只有在颱風中心西南側存在一旺盛的雨帶。這個雨帶正好處於高雄市的南側(註：颱風中心是通過高雄市山區的)。故在颱風通過高雄山區的這個階段，山區是無風無雨的，而雨帶則給高雄平地帶來不少降雨。凡那比颱風中心通過高雄山區雨量減少的現象並未預報的很好。圖 6 為 9 月 19 日 06Z 颱風中心正好在高雄山區，山區觀測雨量很少。高雄平地及屏東山區與平地則有較顯著的降雨，類比法的預報則掌握相當的不錯。

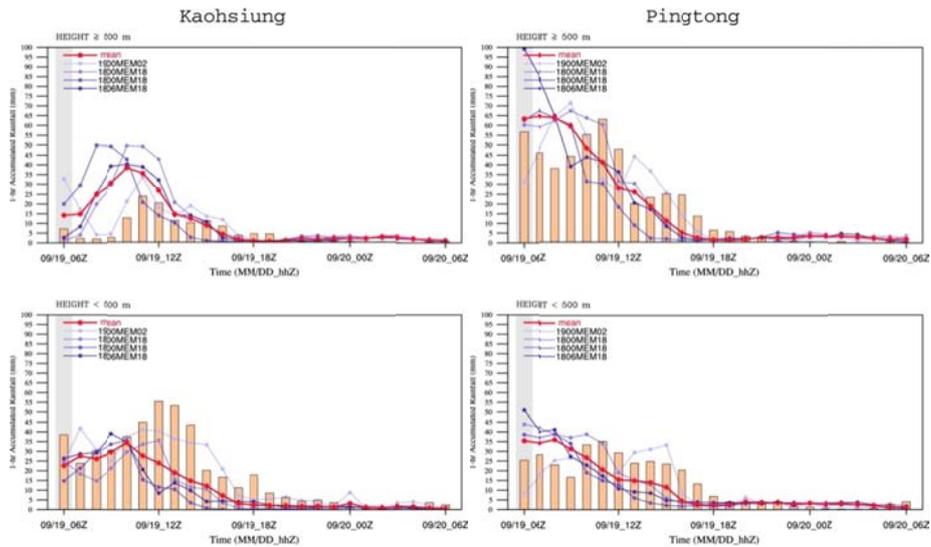


圖 6 預報時間為 9 月 19 日 06Z，其餘圖說同圖 3

類比法的目的並非在改變個別數值模式的預報結果，而是將大量的預報資訊濃縮，並盡可能的使預報的結果保持良好的穩定性。為使定量降雨預報的結果保持穩定，故不以個別雨量站為預報標的，改以較低空間解析度之各縣市山區及平地為預報標的。初步研究顯示，凡那比颱風之類比預報結果能對縣市層級山區及平地有很好的 0~6 小時逐時雨量預報能力。

第三章 改進雷達資料同化技術

本中心持續進行結合雷達資料之極短期定量降雨預報技術之研發工作，目前可即時取得中央氣象局四座都卜勒雷達之回波及徑向速度場觀測資料，並修正雷達資料處理流程，去除海平面 1 公里以下資料以及回波值小於 10dBZ 之觀測資料，以及使用新的觀測誤差變異數。觀測資料經前置處理後，再利用 WRF 中尺度數值預報之三維資料同化系統，將最新觀測資料融合至模式初始場中，進行 0~6 小時定量降雨系集預報實驗。修正雷達資料同化參數，並測試數個實際颱風觀測個案，以模擬真實颱風狀況下之降雨預報。目前極短期定量降雨預報系統雛型已開發完成，每日可進行八次(3 小時一次)雷達資料同化，並進行 30 小時的預報作業。

資料同化策略皆為 cold start，實驗參數設定為與本中心系集預報實驗中第 6 個成員 MEM06 的設定相同，除了同化雷達徑向風和回波觀測資料外，也同化傳統觀測資料及 GPS 掩星資料，與 MEM06 的差異僅在於本實驗多同化了雷達觀測資料，同化之雷達觀測資料為徑向風以及雷達回波值。00 時的作業化流程如圖 7 所示，模式起始時間是 00 時，但資料傳輸時間及模式計算時間約為 6 小時，故在 06 時可以得到 00 時起 30 小時的預報結果，可預報時間為 24 小時。

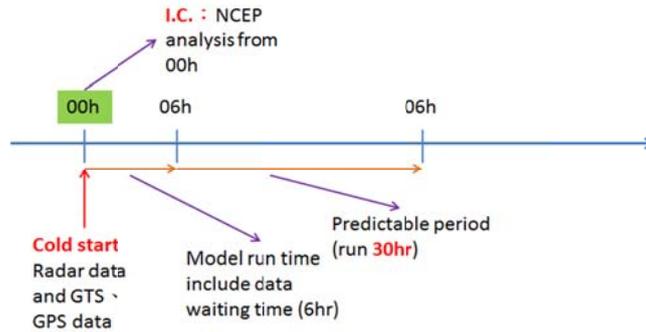


圖 7 每日 00 時雷達資料同化流程示意圖

利用上述雷達資料同化自動化模組，進行今年 6 月初一場梅雨事件的預報實驗，以 6 月 10 日 00 時開始的預報結果及其與本中心系集預報實驗的比較，如圖 8 所示。圖中上排為 3 小時累積降雨，下排為 6 小時累積降雨，左欄為系集的結果，中間欄是僅同化徑向風，右欄則是同化徑向風和回波值，結果顯示有同化雷達資料的模式預報結果，比系集平均還要接近實際觀測累積降雨。圖 9 則是 6 月 10 日 03 時開始的預報結果，由於本中心系集並沒有於 03 時啟動，故圖 3 中沒有系集的結果，只與觀測降雨做比較，結果顯示只同化徑向風以及同時同化徑向風和回波值的結果，皆能預報出南部山區的降雨，但對於南投縣山區的強降雨則是明顯低估，而同化徑向風及回波值的結果，在預報降雨的位置及方位上比實際觀測降雨偏西，且強度也有過度預報的現象。

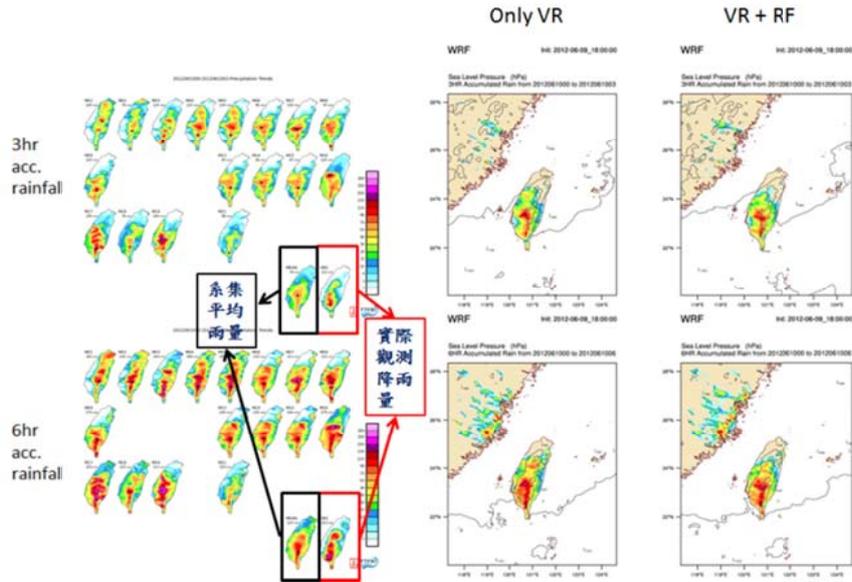


圖 8 預報起始時間為 6 月 10 日 00 時的結果及其與本中心系集預報實驗的比較。圖中上排為 3 小時累積降雨，下排為 6 小時累積降雨，左欄為系集的結果，中間欄是僅同化徑向風，右欄則是同化徑向風和回波值

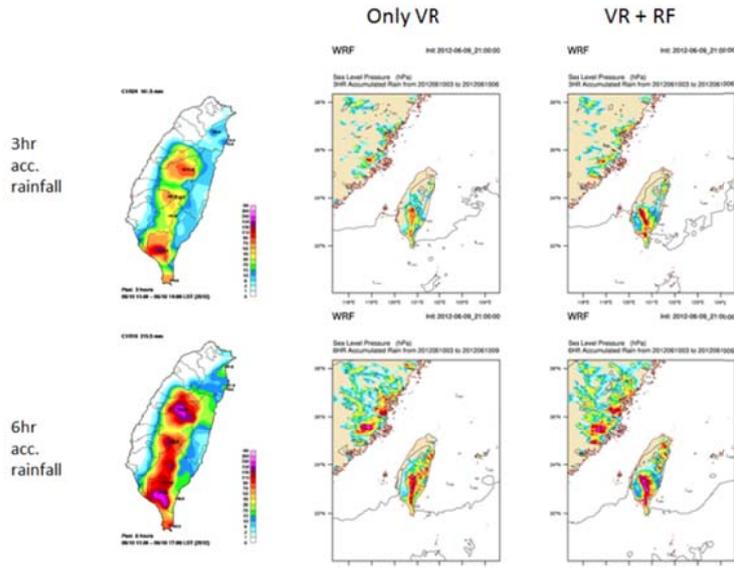
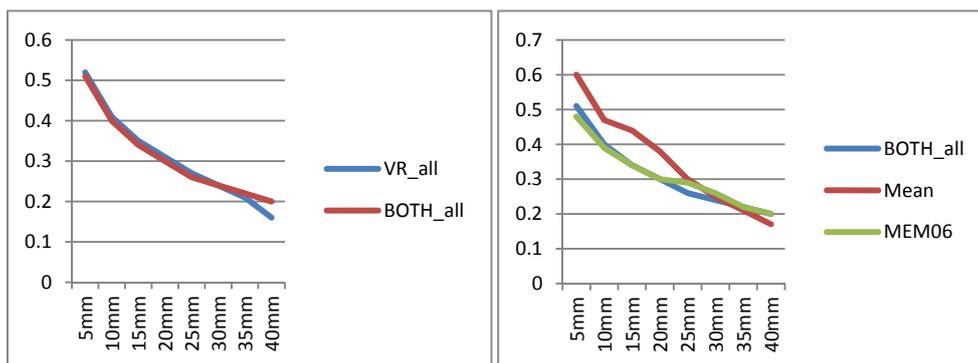


圖 9 預報起始時間為 6 月 10 日 03 時的結果，左欄為實際觀測降雨，中間欄是僅同化徑向風，右欄則是同化徑向風和回波值

從 2012 年 6 月 9 日 18 時起至 6 月 12 日 12 時止，計算該降雨事件之總預兆得分 Threshold Score(TS 值)，結果如圖 10 及圖 11 所示。

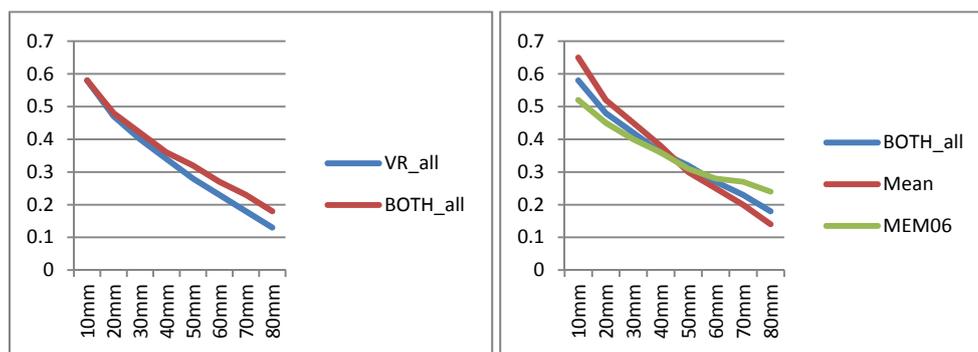
以 3 小時累積降雨量來看，在不同降雨門檻值的情況下，系集的表現略優於 MEM06 及雷達資料同化的結果，而只同化徑向風和同時同化徑向風及回波的表現相當；以 6 小時累積雨量而言，系集預報平均降雨在小雨的表現較佳，大雨則較差，雷達資料同化介於中間，而同時同化徑向風及回波的结果，則比只同化徑向風的结果好。



(a)

(b)

圖 10 不同降雨門檻值下之 3 小時累積降雨預兆得分值。圖 10(a)為僅同化徑向風與同時同化徑向風與回波值之比較；圖 10(b)為同時同化徑向風和回波值之雷達資料同化結果與系集平均和第六個成員之比較。



(a)

(b)

圖 11 不同降雨門檻值下之 6 小時累積降雨預兆得分值。圖 11(a)為僅同化徑向風與同時同化徑向風與回波值之比較；圖 11(b)為同時同化徑向風和回波值之雷達資料同化結果與系集平均和第六個成員之比較。

2012 年泰利颱風個案預報結果如下圖所示，圖 12 及圖 13 分別為 2012 年 6 月 20 日 14 時及 20 時開始往後各預報六小時的累積降雨量和真實降雨的比較，由圖 12 中可看出預報結果和真實觀測降雨已經相當接近，圖 13 中顯示模式預報累積降雨位置和實際觀測位置一致，唯模式預報之雨量稍微高估，由結果可看出雷達資料同化針對此颱風個案可得到不錯之預報降雨，本中心未來將繼續進行長時間的預報及評估此方法於其他案例的表現。

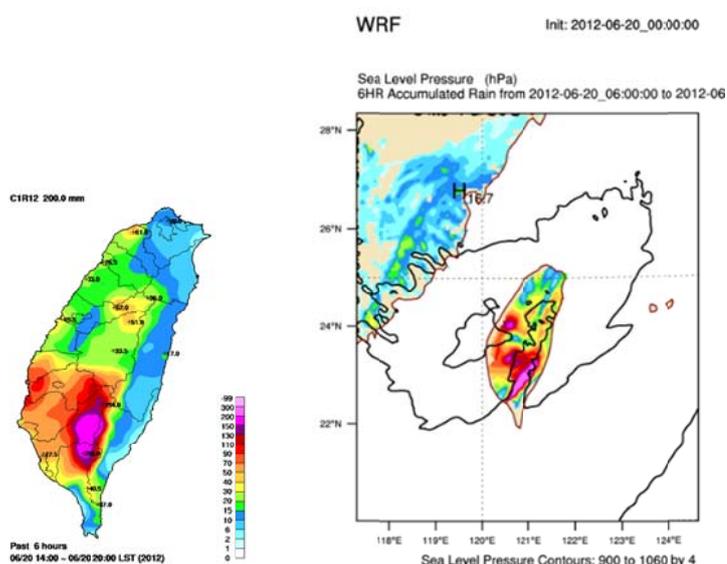


圖 12 2012 年 6 月 20 日 14 時起六小時累積真實觀測降雨(左圖)，及模式預報降雨(右圖)之比較

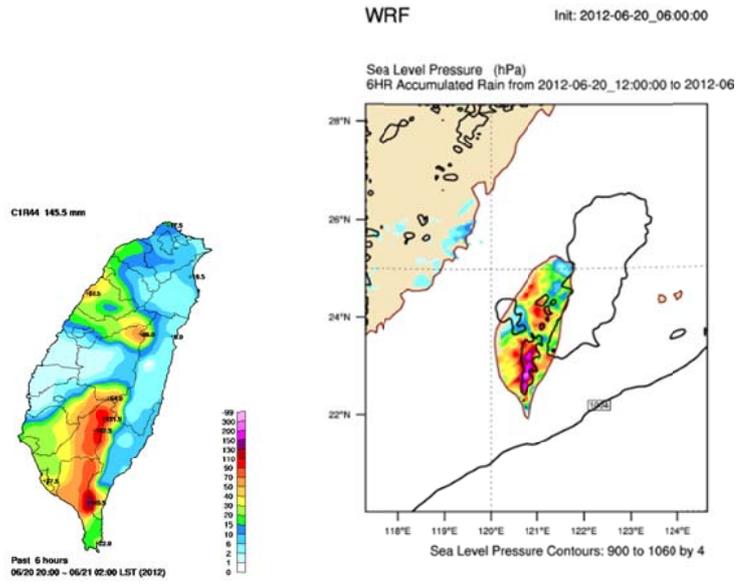


圖 13 2012 年 6 月 20 日 20 時起六小時累積真實觀測降雨(左圖)，及模式預報降雨(右圖)之比較

第四章 先進大氣觀測實驗

本年度的汛期本中心再次與中央大學合作，在杰拉華颱風期間於宜蘭佛光大學進行可移動式雷達(TEAM-R 雷達)觀測實驗。杰拉華颱風於 9 月 21 日在菲律賓東方海面生成，27 日中心在鵝鑾鼻東南東方海面，向西北移動接近台灣，28 日其中心逐漸轉向東北方向遠離台灣，其路徑由台灣東部海上通過。

由於颱風並未登陸，於觀測區域中所觀測到的主要是外圍雨帶所帶進來的回波，而且由於颱風距離較遠，故對流系統並非長時間持續出現在觀測範圍中。對流系統出現在近山區的頻率仍較平原區高，最大對流強度亦較高(可至 40dB)，發展的高度則在 5 公里以下(如圖 14)，並且沒有明顯的亮帶產生。

對比五分山雷達站所觀測，發現五分山雷達站觀測蘭陽平原上方最低約是 1.5 公里水平高程，到蘭陽平原南方山區約是 3 公里高。Team-R 雷達在蘭陽平原區域則可以看到 0.5 公里高程以下的區域，本事件中五分山觀測到的回波要高於 TEAM-R 所觀測，如圖 15 中之圓圈處。

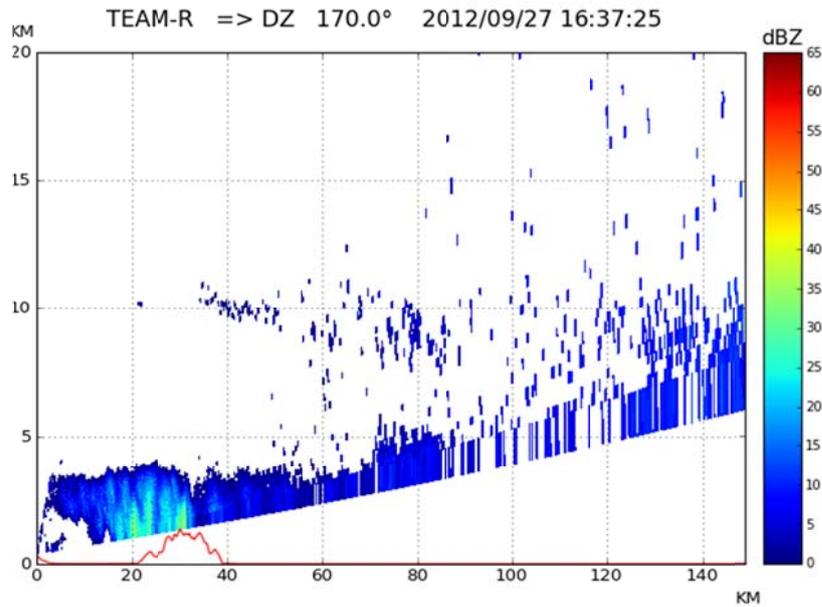


圖 14 TEAM-R 觀測 RHI 剖面圖

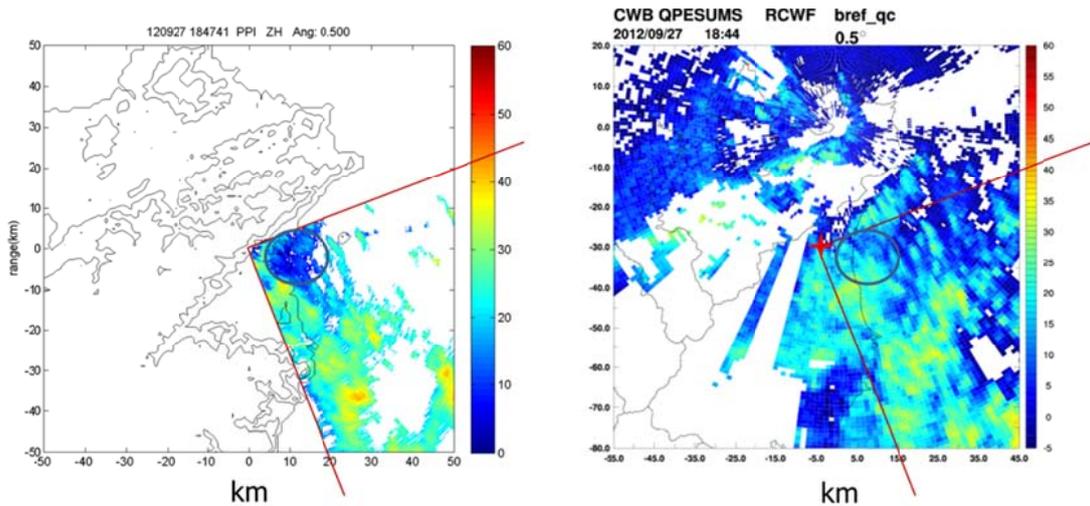


圖 15 TEAM-R 雷達與五分山雷達觀測回波對照圖

本中心今年同時也利用所購置之雨滴譜儀進行大氣觀測，雨滴譜 (Drop Size Distribution) 觀測是對雲及降水物理觀測的重要項目之一。分析其微物理結構特徵，對於降水機制能更加瞭解，對於進行人工增雨，可以進行驗證，對於數值模式，也可以提供合宜的數值內容進行模擬。因此，其分析工作有重要的實用價值。

雨滴譜研究有兩個主要的應用。一是對於特定地區不同時間採取

多次降雨過程的雨滴譜資料進行分析研究。這對於瞭解一個地區的降雨特徵與形成機制有重要的幫助。另一是對特定的天氣系統進行分析研究，通常經由相同的天氣系統在不同水平地點的雨滴譜儀觀測資料分析，對於整個系統的微物理變化過程可以有所瞭解。

本中心已於兩年前購置 Parsivel 及 2DVD 等新式雨滴譜儀，在配合其他設備進行觀測實驗後，今年大部份的時間都架設於中央大學觀測坪中，同時也收集到鋒面、梅雨、午後雷雨、颱風...等多種不同型態的降水個案資料。針對這些資料，我們比較兩種不同型式的雨滴譜儀，利用幾個物理參數進行分析統計。結果發現，在降雨率資料分析，兩種雨滴譜儀所觀測到的降雨率相近，但是與傳統傾斗式雨量計的資料則有較大的不同，傾斗式雨量計有明顯的變化反應較晚且變化趨勢較緩的情況。原因可能在於傾斗式雨量計需要累積一定量的降雨量之後才會有反應之故。在使用這兩種觀測設備的降雨率資料，尤其是統計較短時間的降雨率時，應注意此差異的存在。

在雨滴譜資料(N(D))分析，發現 2DVD 觀測到的小雨滴數比 Parsivel 觀測到的多很多，中間粒徑部份的數量類似，大雨滴部份則 Parsivel 觀測到較多的數量。但在終端落速(V_t)的分析，發現在小雨滴時，Parsivel 所觀測到的終端落速較高，而且高於 Gunn et. al.(1949) 與 Atlas et. al(1973)等兩種理論值。2DVD 所觀測到的終端落速則較低，而且低於理論值。兩種儀器雨滴譜的差異除了本身觀測機制所造成的雨滴遮蔽與疊合觀測誤差之外，由於終端落速的差異使得兩者所觀測到的雨滴粒徑分佈有著相當明顯的不同，Parsivel 由於觀測到的小雨滴終端落速較大，使得單位空間中的雨滴數(N(D))較少。2DVD 則由於所觀測到的小雨滴終端落速小，使得單位空間中的雨滴數較多。

Parsivel 所觀測到的小雨滴數較少，但同時大雨滴的數目通常較多，這可能是使得 2DVD 與 Parsivel 觀測得的降雨率相近的原因之一。

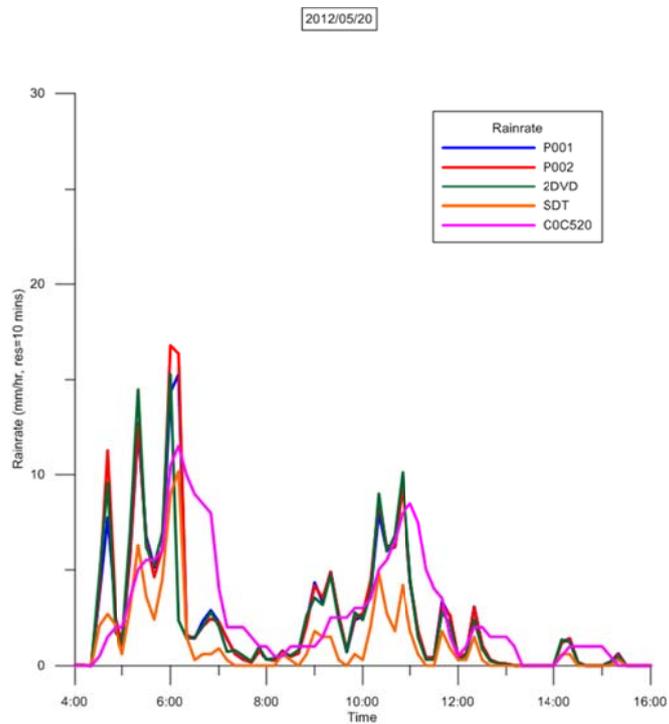


圖 16 降雨率比較圖

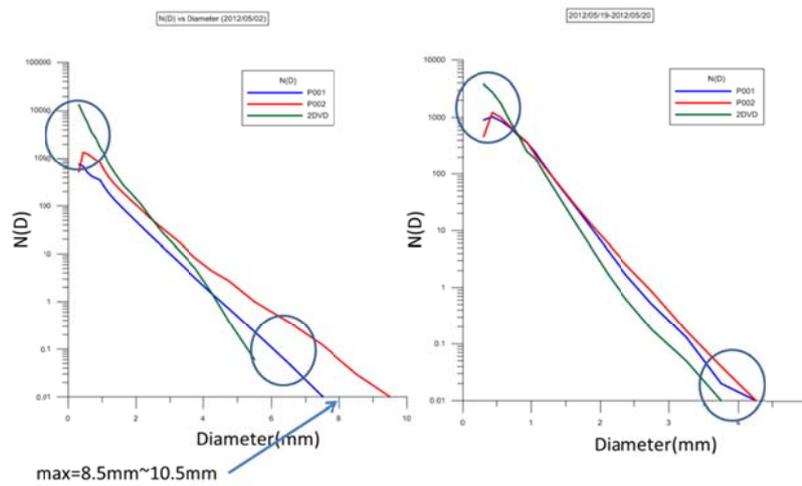


圖 17 雨滴譜(N(D))比較圖

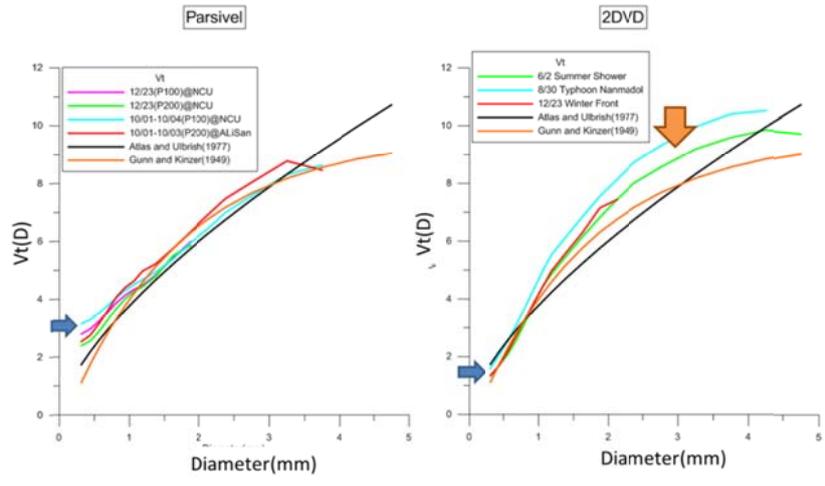


圖 18 終端落速(Vt)比較圖

第五章 定量降雨短時預報技術與預報系統

5.1 颱風定量降雨預報系集預報實驗資訊平台系統

颱洪中心於 2010 年起進行「颱風定量降雨數值模式系集預報實驗」，2012 年因應防災需求，擴大模擬實驗時間並正式更名「定量降雨系集預報實驗」(Taiwan Cooperative Precipitation Ensemble Forecast Experiment, TAPEX)，其目的在研發測試定量降雨預報技術並增加防災單位應變作業時可參考之資訊，協助提升災害防救效能。本實驗結合學研界(台灣大學、中央大學、台灣師範大學及文化大學)與作業單位(中央氣象局)之研發能量，並結合國家高速網路與計算中心的計算資源及國家災害防救科技中心的實務經驗。於颱風影響台灣期間，每日產出 4 次即時高解析度台灣地區天氣狀況，並利用系集統計方法與機率預報概念，分析颱風路徑與雨量分布，並提供致災性雨量的機率預報。

實驗期間，所有實驗結果均利用數據專線，即時傳輸至中央氣象局、水利署、災防中心等供參考應用。此外，在颱風侵台期間，本中心並將重要結果整理成簡報檔，每日兩次主動即時提供中央氣象局、災防中心、水利署(含防災應變中心、河川局)及協力單位(台大天災中心、成大水利及海洋工程系)、水保局土石流防災中心、陸軍總部、國研院院部、國科會...等災防相關人員參考之用。透過此實驗平台的模擬，可提升國內定量降雨數值預報的技術，並將研發成果應用在實際作業上，充分達到研發、服務及育才的目標。

此資訊平台系統配合本中心定量降雨預報實驗之數值模式輸出

結果，建置模式資料處理與展示介面，透過網頁平台界面即時展示實驗成果予作業與災防單位，提供決策者風險評估參考。

本年度為加強服務防災相關單位應變需求，本中心更新網頁版展示平台資訊系統頁面及功能。新增頁面包括颱風降雨模式、淹水先期潛勢，其中颱風降雨模式結合系集平均路徑以氣候法提供全台降雨型態，淹水先期潛勢結合系集所有成員雨量及水文快速淹水潛勢方法快速展示可能的淹水鄉鎮。新增功能包括颱風強度、單一颱風時期所有路徑、平均累積雨量、成員累積雨量、即時日雨量預報、日雨量圖校驗。

本年度舉行兩場公開說明會（台北場：19人，台中場：13人），邀請對象為水利署(含水利規劃試驗所)、水保局及各縣市政府協力單位等災防單位，說明會中除介紹本實驗成果外，亦介紹本年度新增之淹水先期潛勢評估系統。台北場亦邀請本中心李光敦兼任教授一同參與，並提供寶貴意見。此外，颱洪中心亦派員前往氣象局預報中心及災防中心，針對預報員與災防應變相關同仁進行進階使用者討論會，會中除介紹實驗產品外，雙方對於未來產品更新亦有良好互動之討論。





圖 19 定量降雨系集預報實驗平台資訊系統教育訓練活動

5.2 2012 年定量降雨系集預報實驗結果校驗 – 蘇拉颱風及天秤颱風

2012 年共有 3 個颱風影響台灣，其中對台灣影響較大的是 7 月的蘇拉颱風及 8 月的天秤颱風，本報告將針對此兩個颱風個案的系集預報實驗結果進行校驗。

圖 20 為蘇拉颱風期間，系集實驗各成員及系集平均的路徑誤差。圖中顯示，各成員 24 小時路徑誤差在 70 公里到 150 公里間，其中系集平均(Mean)的 24 小時路徑誤差為 79 公里，而 48 小時以及 72 小時預報之路徑誤差則分別為 124 公里以及 144.5 公里。

在降雨的分布方面，圖 21 為蘇拉颱風系集平均結果與觀測之日雨量圖，圖中顯示系集平均均可大致掌握降雨趨勢，且越接近當日的模擬(圖 3 第一排)其結果與觀測越接近。蘇拉颱風雨量校驗部分(圖 22)，由預兆得分可看出在 50mm、130mm、200mm 以及 350mm 之 24 小時雨量門檻值下，系集平均(Mean)的實驗結果大多較單一成員結果好，且在超大豪雨門檻值下(350mm)之預兆得分高達約 0.42，顯

示系集平均對蘇拉颱風的降雨有相當不錯的預估結果。

另一個對台灣造成較大災情的天秤颱風屬特殊路徑(圖 23)，形成後往北行進，通過鵝鑾鼻東方海面後開始轉向西方移動，在 8 月 24 日凌晨於屏東登陸後，在 26 日晚間至 27 日凌晨再次轉向，向東北東方向移動，在 28 日颱風中心通過蘭嶼與綠島中間，造成蘭嶼嚴重災情。圖 24 為系集實驗於天秤颱風全期之路徑誤差，結果顯示系集成員 24 小時預報之路徑誤差約在 50 公里至 140 公里間。而系集平均(Mean)24 小時路徑誤差為 79 公里，48 小時及 72 小時之路徑誤差分別為 160 公里及 274 公里。路徑誤差隨預報時間變化圖(圖 25)顯示，在 082212UTC~082412UTC 及 082612UTC~082712UTC 兩時段，72 小時路徑預報誤差明顯偏大，其原因為該兩時段正好是天秤颱風轉向的時間，因此會有較大的不確定性。

在雨量分布的校驗方面，圖 26 為天秤颱風系集平均與觀測之日雨量圖，可明顯看出在颱風中心轉向時(8月22日~23日及8月26日)，模式對雨量的掌握能力較不好。進一步，針對所有系集成員在不同降雨門檻值預估結果進行校驗(圖 27)，結果顯示系集平均(Mean)在大雨(50mm)門檻值之預兆得分為 0.48，豪雨(130mm)門檻值之預兆得分為 0.46，大豪雨(200mm)門檻值之預兆得分為 0.22，而在超大豪雨(350mm)的預兆得分則僅為 0.03，顯示系集平均對天秤颱風大豪雨以下的降雨，掌握程度較佳，而對超大豪雨的預估能力有限。

進一步針對 2012 年降雨顯著個案(包含 6 月的梅雨鋒面、泰利颱風、蘇拉颱風以及天秤颱風)以及個別個案，系集平均的預估結果進行校驗，結果如表 1 及表 2 所示。表 1 中顯示，在 0-24 小時的預估

結果中，當門檻值在 130mm(豪雨)以下時，預兆得分為 0.51，偏倚得分(BS)0.62(BS 為 1 時最好)，而由個別個案校驗來看(表 2)，預兆得分在四場事件中均有 0.3 以上的水準，顯示系集平均對颱風及梅雨 0-24 小時的雨量預估在豪雨標準下有不錯的掌握度。但隨著預報時段及雨量門檻值的增加，預兆得分以及偏倚得分都明顯下降，此結果亦顯示預報時間越長，模式預報正確性越低，預報不確定性越高。

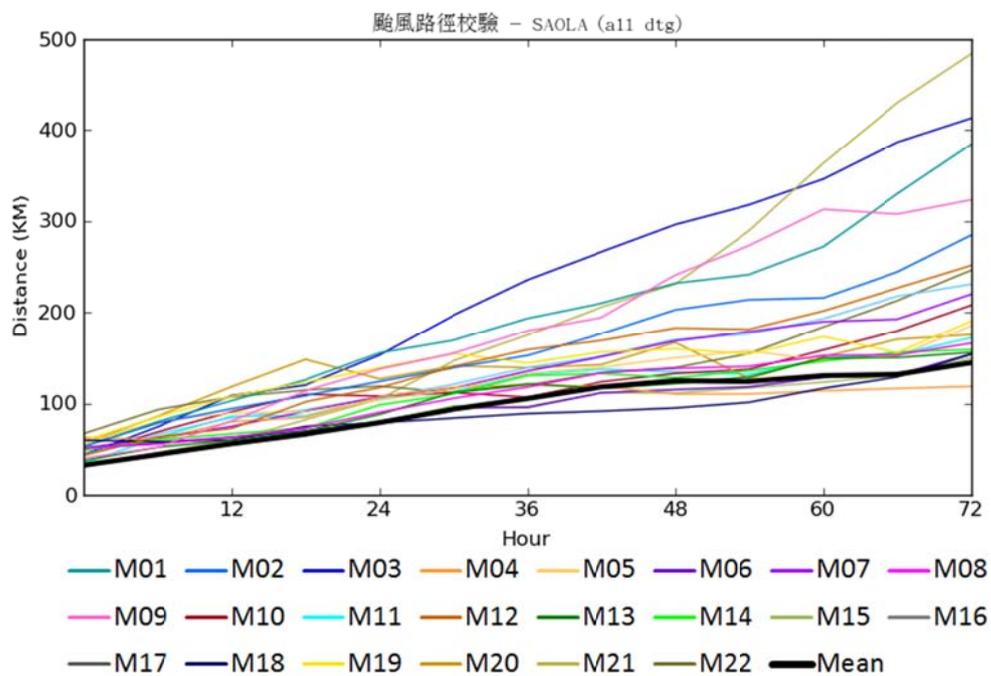


圖 20 蘇拉颱風 D01 路徑校驗

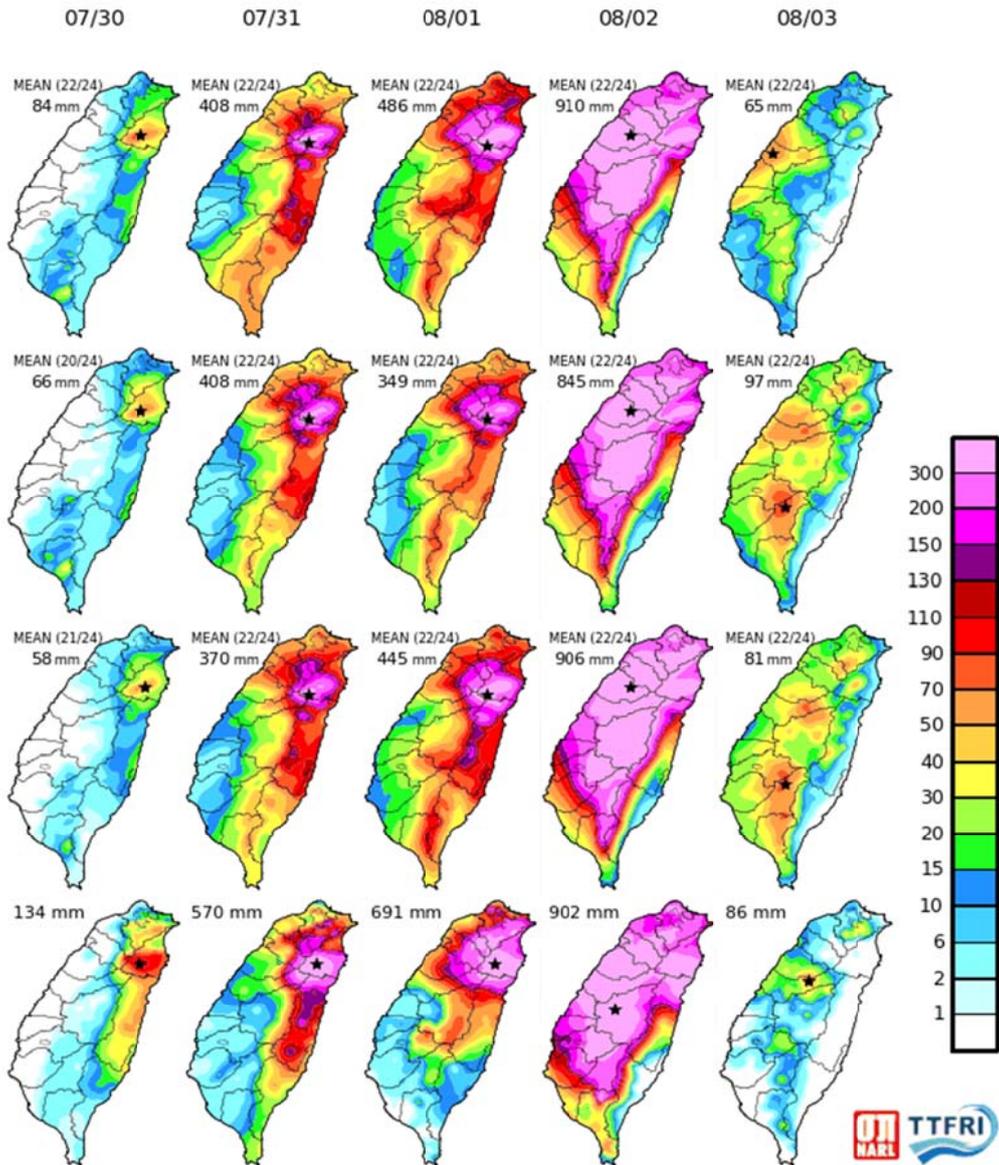


圖 21 2012 年蘇拉颱風日累積雨量圖(第一排為最接近當日的模擬結果，第二排為第二個接近當日的模擬結果，第三排為第三個接近當日的模擬結果，第四排為實際觀測結果)

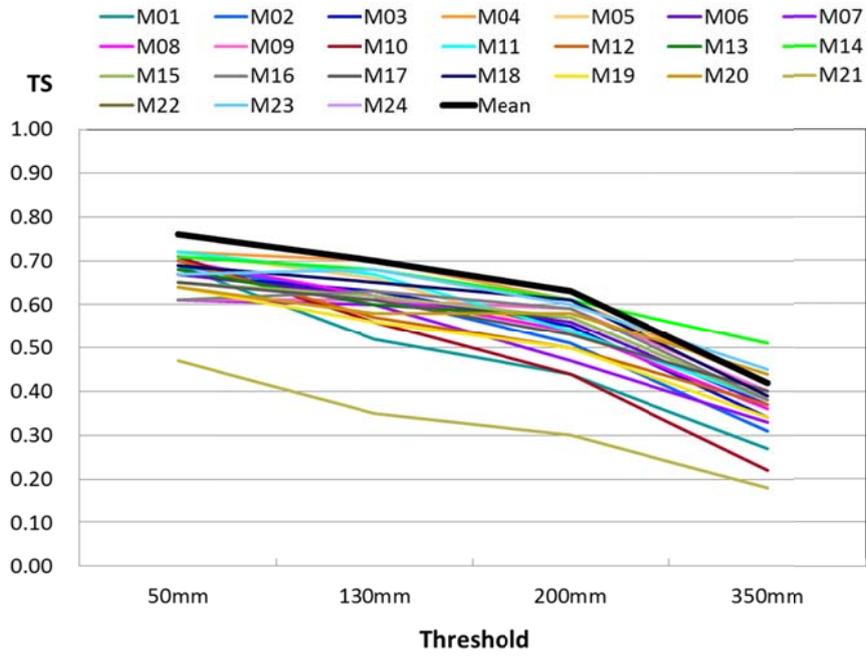


圖 22 蘇拉颱風針對不同降雨門檻值之預兆得分校驗分數

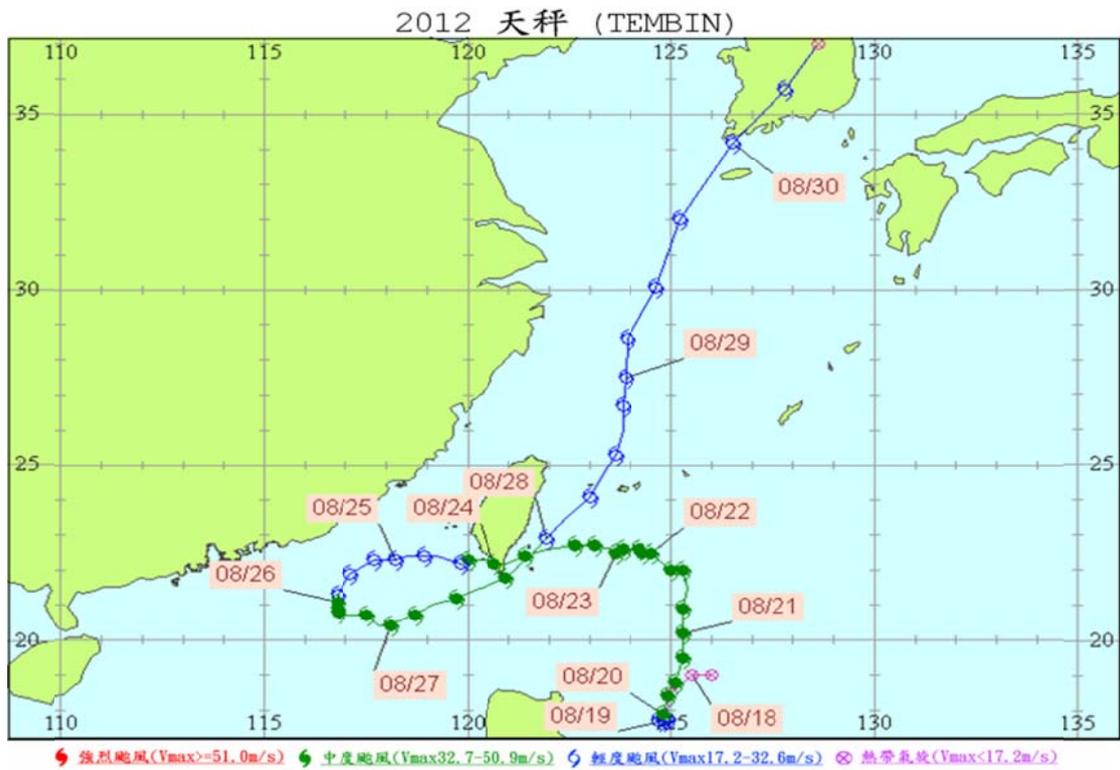


圖 23 天秤颱風路徑圖(資料來源:中央氣象局網站)

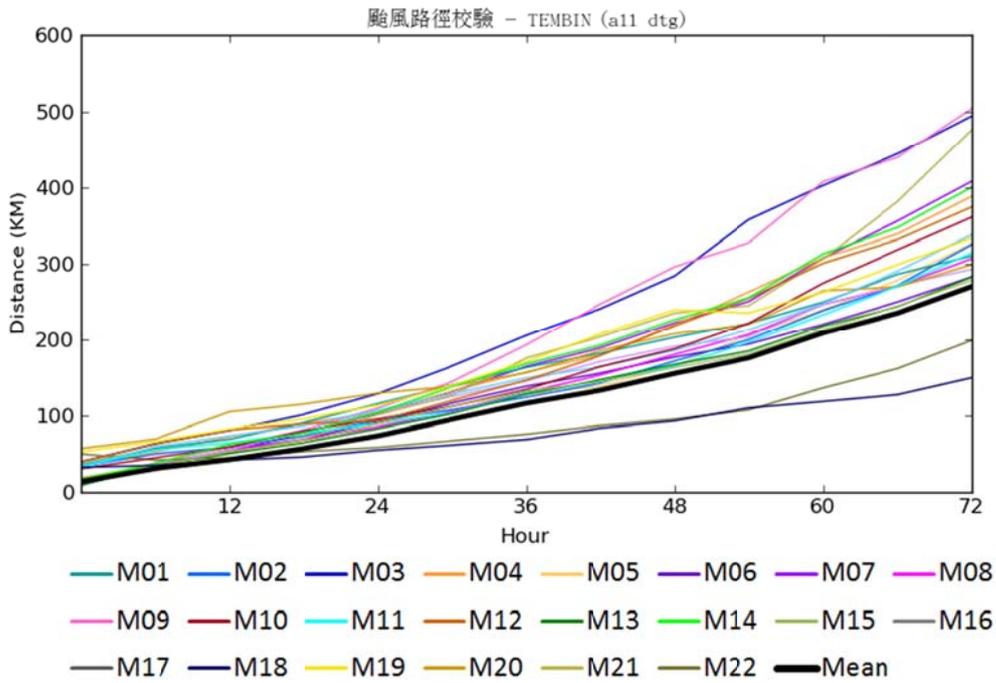


圖 24 天秤颱風 D01 路徑校驗

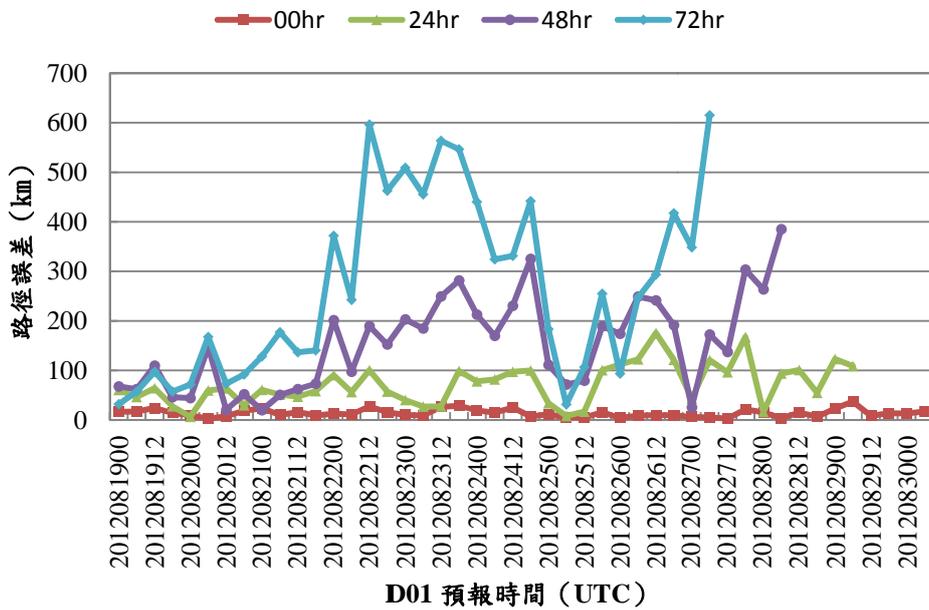


圖 25 天秤颱風 D01 路徑誤差隨預報時間變化

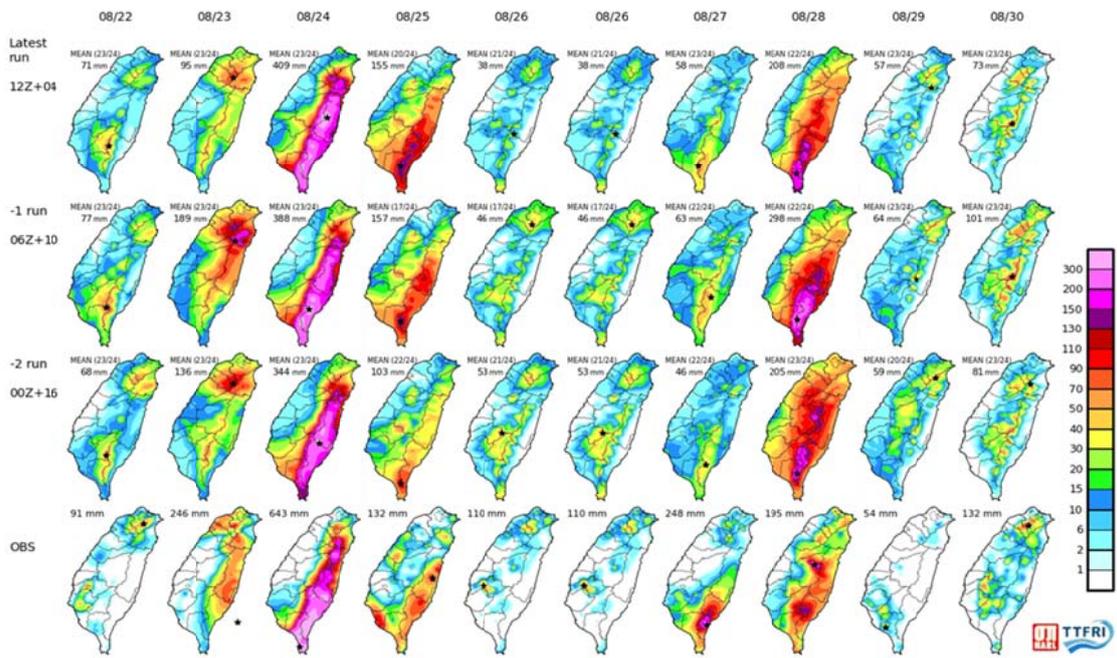


圖 26 2012 年天秤颱風日累積雨量圖(第一排為最接近當日的模擬結果，第二排為第二個接近當日的模擬結果，第三排為第三個接近當日的模擬結果，第四排為實際觀測結果)

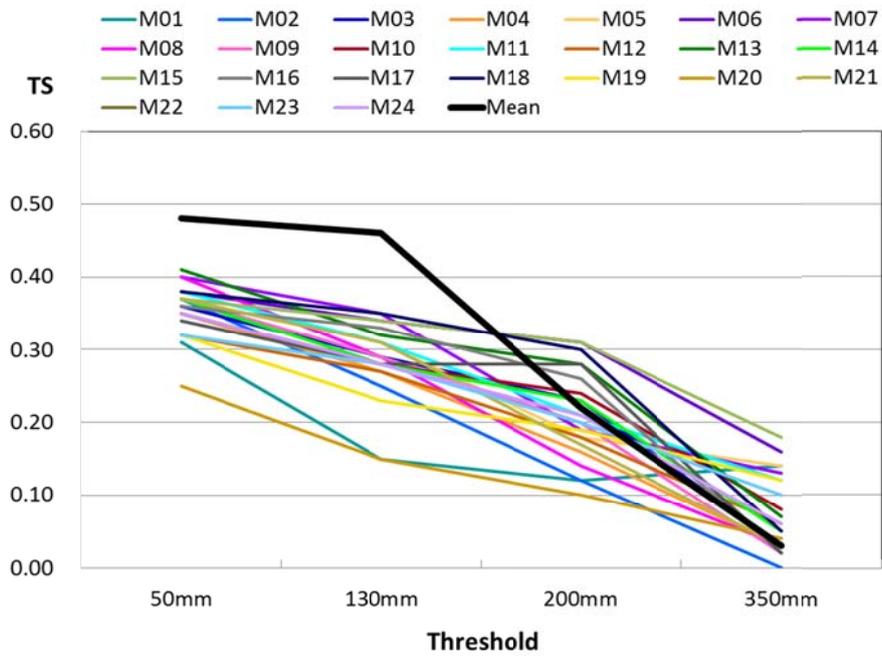


圖 27 天秤颱風針對不同降雨門檻值之預兆得分校驗分數

表 1 降雨顯著之颱風整體預報針對不同降雨門檻值之校驗分數

	50mm	130mm	200mm	350mm
TS	0.62	0.51	0.38	0.26
BS	1.15	0.62	0.47	0.34
FAR	0.28	0.12	0.13	0.19
POD	0.83	0.55	0.4	0.28
ETS	0.49	0.46	0.36	0.25

表 2 降雨顯著之個案針對不同降雨門檻值之校驗分數

TS	0-24hr	24-48hr	48-72hr	BS	0-24hr	24-48hr	48-72hr
門檻值	50 mm			門檻值	50 mm		
梅雨鋒面	0.66	0.55	0.29	梅雨鋒面	1.1	0.8	0.41
泰利颱風	0.49	0.49	0.43	泰利颱風	1.53	1.21	1.66
蘇拉颱風	0.76	0.77	0.73	蘇拉颱風	1.02	1.21	1.29
天秤颱風	0.48	0.33	0.22	天秤颱風	1.2	1.86	1.92
門檻值	130 mm			門檻值	130 mm		
梅雨鋒面	0.36	0.12	0.01	梅雨鋒面	0.41	0.13	0.01
泰利颱風	0.3	0.18	0.21	泰利颱風	0.51	0.29	0.34
蘇拉颱風	0.7	0.61	0.6	蘇拉颱風	0.79	0.93	0.92
天秤颱風	0.46	0.28	0.05	天秤颱風	0.95	0.73	0.84
門檻值	200 mm			門檻值	200 mm		
梅雨鋒面	0.13	0.02	0	梅雨鋒面	0.14	0.02	0

泰利颱風	0.16	0.07	0	泰利颱風	0.16	0.07	0
蘇拉颱風	0.63	0.46	0.37	蘇拉颱風	0.8	0.76	0.53
天秤颱風	0.22	0.05	0	天秤颱風	0.38	0.15	0.13
門檻值	350 mm			門檻值	350 mm		
梅雨鋒面	0	0	0	梅雨鋒面	0	0	0
泰利颱風	0	0	0	泰利颱風	0	0	0
蘇拉颱風	0.42	0.31	0.1	蘇拉颱風	0.57	0.52	0.14
天秤颱風	0.03	0	0	天秤颱風	0.03	0	0

第六章 結論

- 針對 2010 年凡那比颱風進行分析，發現挑選的 10 個成員平均雨量和觀測雨量，在量值和趨勢上皆相當接近，顯示若系集預報成員數夠多，則透過類比法，可挑選出接近真實條件的預報成員，得到較佳的極短時定量降雨預報結果。
- 本中心持續進行結合雷達資料之極短期定量降雨預報技術研發工作，可即時取得中央氣象局四座都卜勒雷達之回波及徑向風速觀測資料，同時修正雷達資料之處理流程，以及使用新的觀測誤差變異數。觀測資料經前處理後，利中尺度數值預報模式(WRF)之三維資料同化模組，將最新觀測資料同化至模式初始場中，進行 0~6 小時定量降雨預報測試。本年度已完成修正雷達資料同化參數，針對數個實際颱風個案進行測試，並同時模擬實時作業條件下之預報實驗流程。
- 將中心購置的兩種新型雨滴譜儀同時架設於中央大學，收集鋒面、梅雨、午後雷雨及颱風等不同天氣系統個案之雨滴粒徑譜資料，進行資料比對分析。結果顯示：在雨滴粒徑分布方面，二維光學式雨滴譜儀高估小雨滴之數量，並有低估大雨滴數量之情形；在雨滴終端速度方面，則有低估小雨滴終端速度，且高估大雨滴終端速度之情形。一維雷射式雨滴譜儀的觀測結果則與其相反。此資料比對分析結果，對未來進行山區雷達定量降雨估計技術研發時，將具重要參考價值；但仍需持續累積個案資料，以確認此特性。

- 於宜蘭佛光大學架設本中心一維雷射式雨滴譜儀，並配合中央大學 TEAM-R 雷達，共同執行杰拉華颱風觀測任務。觀測資料顯示：五分山雷達站觀測的回波高度略高於 TEAM-R 雷達，TEAM-R 雷達可分析較低層之觀測結果；雨滴粒徑分布資料則顯示此個案之雨滴粒徑分布有偏向小雨滴的現象。
- 本中心於 100 年度建置的「颱風定量降雨系集預報實驗平台」，可透過網頁平台界面即時展示實驗成果予作業與防災單位，提供決策者風險評估參考。101 年度配合防災相關單位之使用需求，更新平台功能以強化服務成效；新增內容包含颱風降雨氣候模式、淹水先期潛勢、颱風強度、單一颱風時期所有路徑、平均累積雨量、成員累積雨量、即時日雨量預報與日雨量圖校驗等功能頁面。
- 針對 101 年度顯著降雨個案（6 月梅雨鋒面、泰利颱風、蘇拉颱風及天秤颱風）的系集實驗結果進行校驗，結果顯示：在此四場事件中，0-24 小時的預兆得分均高於 0.3（豪雨門檻值日累積雨量達 130mm）。換句話說，系集實驗降雨平均值於豪雨標準下，對於第一天雨量預報有不錯的掌握度，且預報技術之準確度已明顯高於國際水平。然而，隨著預報時段延長和雨量門檻值增加，預兆得分明顯下降，預報的不確定性提高；此為未來持續努力的方向。