

STMAS/WRF 定量降水預報評估

王溫和 張惠玲 方偉庭 陳嘉榮
氣象衛星中心
中央氣象局

摘要

STMAS (Space and Time Multiscale Analysis System) 時間空間多重尺度分析系統，整合各項觀測資料（包括傳統的地面、高空觀測與非傳統資料的飛機、雷達、衛星觀測資料），藉由特有的雲分析模組，可使模式初期即含有雲水、雲冰、雨、雪與冰等降水粒子，以提高模式在短期降水預報上的準確性。在目前作業上，STMAS-WRF (Weather Research Forecast)，已可進行每小時 1 次的 0-12 小時定量降水預報，以即時反應天氣變化。

本文研究採用 2014-2016 年之個案，考慮使用不同的背景場與時間延遲(time-lagged)方法，發展系集預報，以減少模式受初始條件不確定因素影響，並分析不同背景場之定量降水預報特性，提供使用者更具參考價值的預報產品。

關鍵字：STMAS，系集預報，機率擬合

一、前言

本局與美國海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)之地球系統實驗室全球系統組(Earth System Research Laboratory / Global Systems Division, ESRL/GSD)技術合作，發展臺灣本土之時間與空間多尺度分析系統(Space and Time Multiscale Analysis System, STMAS)，提升對劇烈天氣現象的短時預報能力，並提供預報人員作短時定量降水之預報指引參考。

王等(2015)利用 2014、2015 兩年的梅雨期間(5、6 月)資料，分析顯示 STMAS-WRF 在 0-6 小時之定量降水預報，平均而言有不錯的預報結果，然而並非每個個案都是如此，有時對某些個案，結果還是不甚理想。因此，本文嘗試發展 STMAS-WRF 系集預報技術，以提高定量降水預報的準確性，同時評估系集預報技術，運用在短時預報上的效果。此外，為了能即時反應最新天氣的變化，STMAS-WRF，目前作業已每小時進行 0-12 小時定量降水預報。

二、分析方法與資料處理

由於 STMAS 雲變分技術(Xie et al 2011)尚在發展當中，目前是使用 LAPS(Local Analysis and Prediction System)的雲分析方法(Albert et al, 1996)，此分析方法是結合數值模式預報、衛星資料、雷達資料、飛機報告及地面觀測，反演出模式初始所需之雲水、雲冰、雨、雪及冰雹等資料，以利模式後續進行熱啟動(hot start)降水預報，其中雷達資料是決

定雨、雪及冰雹主要因素。而 LAPS 在作雷達 mosaic 時，是取最近的雷達資料，當作該點的大小。後發現此方法，在靠近高山地區，容易有資料空缺問題。為改善此現象，而改採該點在所有雷達中的最大值，圖 1 是雷達 mosaic 改善前、後的比較結果，顯見高山地區缺資料的現象已獲得改善，而利用此方法進行的定量降水預報結果(圖 2)，也有比較好的校驗成績。所以，目前 STMAS-WRF 已將此方法納入正式的作業上。

STMAS-WRF(9 公里解析度)是採用 3 種不同模式的預報值當作背景場，分別為 NCEP/GFS(簡稱 GFS)、JMA/GFS(簡稱 JMA) 及本局 WRF 模式(簡稱 M00)。為增加數值模式預報成員，則利用時間延遲(time-lagged)方法，選取最近 4 個不同初始時間的預報，而組成 12 個預報成員，以進行 STMAS-WRF 系集預報(如圖 3)。系集預報將以機率擬合(Probability-matched Mean; PM)的方式呈現，並與 3 公里高解析度的單一(決定性)預報(GFS 作背景場)作比較。

三、個案分析與校驗結果

本文利用 2016 梅雨期間(5、6 月)資料，挑選的降雨個案條件如圖 4 所示，以此標準下，共可選出 107 個案。預報結果將以 TS(Threat Score)、POD(Probability of Detection)、FAR(False Alarm Ratio)及 BIAS 等校驗指標呈現，以評估降水預報的優劣。圖 5 是不同模式對 0-3 小時降水預報的 TS 與 BIAS 校驗成績。顯示 3 公里解析度的預報結果優於 9 公里的預報，而其中又以 JMA 為背景場的模式，表現最不好，而且

降水有明顯低估的現象。而 STMAS-WRF(M00)在 20mm/3hr 降雨門檻以下，降雨則有明顯高估的特性。整體而言，模式高估的最大值皆在 2 倍以下。圖 6 則以盒鬚圖 (box plot) 的統計結果來評估系集預報 (STMS_PM) 與決定性預報 (STM3KM) 在 0-3 小時預報的差異，可見在 3 種不同降水門檻下 (20、30、40mm)，高解析度的單一預報在 TS 及 BIAS 的校驗結果，顯示都比系集預報好。對 0-3 小時的極短期預報而言，系集預報的效果似乎不如預期。但對較長的預報時段，降水預報結果會有不同，圖 7 是預報 1-4 小時 TS 的校驗成績，此時可見決定性預報與系集預報兩者的表現相當，若再將預報時間延至 2-5 小時與 3-6 小時 (圖 8)，則系集預報的結果會比決定性預報好。由此可見，隨著預報時間的增加，系集預報的效果就會顯示出來。

Xie, Y. F., S. Koch, J. McGinley, S. Albers, P. Beringer, M. Wolfson, and M. Chan, 2011: A Space-Time Multiscale Analysis System: A Sequential Variational Analysis Approach. *Monthly Weather Review*, **139**, 1224-1240.

四、結論

由前面的分析結果，可知 STMAS-WRF 在採用不同的背景場時，對定量降水的預報結果會有所不同。以 GFS 與 M00 為背景場的降水預報較好，但卻有高估的現象，M00 在小降水門檻時，高估的特性最明顯，而 GFS 在任何降水門檻也會有高估之特徵，所幸平均高估大小，並不會超過 2 倍。若以 JMA 為背景場的預報，則表現較差，且降水會有明顯的低估現象，主要原因有可能是目前 JMA 預報資料，其垂直層只有 18 層而已，導致氣象場有被平滑掉。而在比較高解析度的決定性預報與系集預報時，我們發現對 0-3 小時的極短期預報而言，高解析模式顯然要優於系集預報結果。但隨者預報時間的增加，則系集預報的結果就比決定性預報來的好。

目前本局正積極發展雷達資料同化系統，以支援極短期的定量降水預報，在此技術完成之前，在參考 STMAS-WRF 預報資料時，使用者應了解不同背景場模式的預報特性，如此獲得較佳的參考價值。在實際作業上，建議在 0-3 小時的降雨預報上，可參考 3 公里解析度的 STMAS-WRF/GFS 模式，而 3-6 小時預報以 STMAS-WRF/PM 為主，至於 6-12 小時的降水預報，則應改採本局的 WEPS-PM 的預報結果。

參考文獻

- 王溫和、張惠玲、陳嘉榮、方偉庭，2015: STMAS/WRF 極短期預報模式能力評估。104 年天氣分析與預報研討會論文摘要彙編。
- Albers, S., J. McGinley, D. Birkenheuer, and J. Smart, 1996: The Local Analysis and Prediction System (LAPS): Analyses of clouds, precipitation, and temperature. *Wea. Forecasting*, **11**, 273-287。

mosaic方法改進

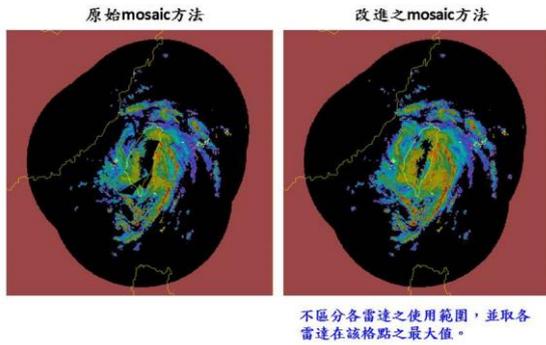


圖1. LAPS雷達資料mosaic方法改善前、後之比較。

2016年 梅雨期：5、6月

降雨個案 (1) 陸地降雨面積 $\geq 3\%$ 面積
(2) 3小時累積雨量 > 30 mm



5月：23 個案
6月：84 個案
Total：107 個案

Weather Service Observation Climate Forecasts Satellite Earthquakes Marine Radar Astronomy

圖4. 2016梅雨期，降水個案選取條件。

對預報之影響(TS)

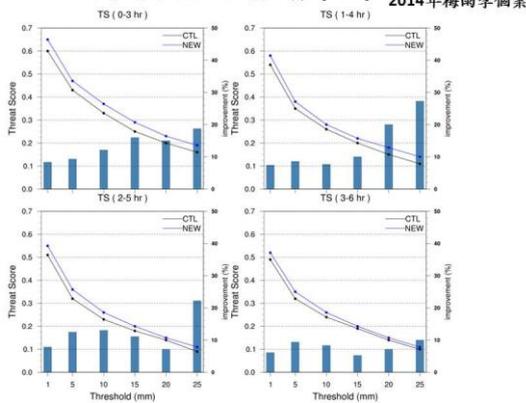
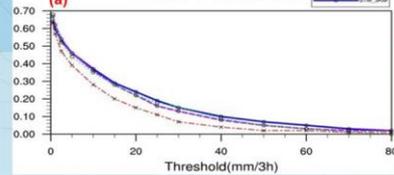
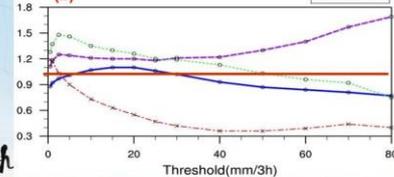


圖2. 雷達資料mosaic改善前、後，對定量降水預報校驗結果的比較。

TS:QPF verification



Bias:QPF verification



JMA 低估
M00 低門檻
高估

圖5. STMAS-WRF不同背景場之預報0-3小時降水的校驗成績(a)是TS成績，(b)是BIAS校驗成績。

Time-lagged multi-model ensemble :

An efficient way to get many members in limited computing environments

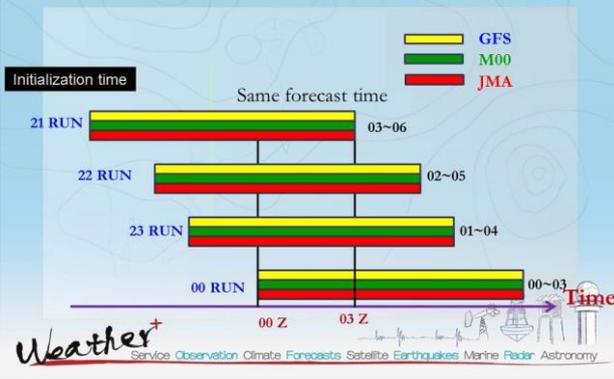
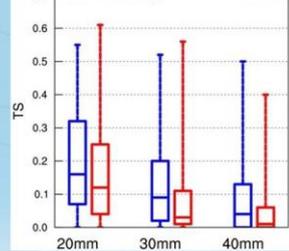


圖3. STMAS-WRF系集預報架構示意圖。

(a) 00 - 03 hr



(b) 00 - 03 hr

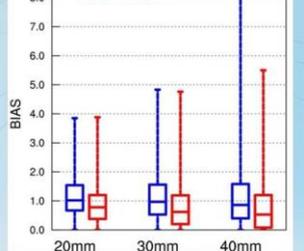


圖6. 決定性預報(STM3KM)與系集預報(STMS_PM)對0-3小時降水預報之盒鬚圖統計結果比較。(a)是TS(b)是BIAS。

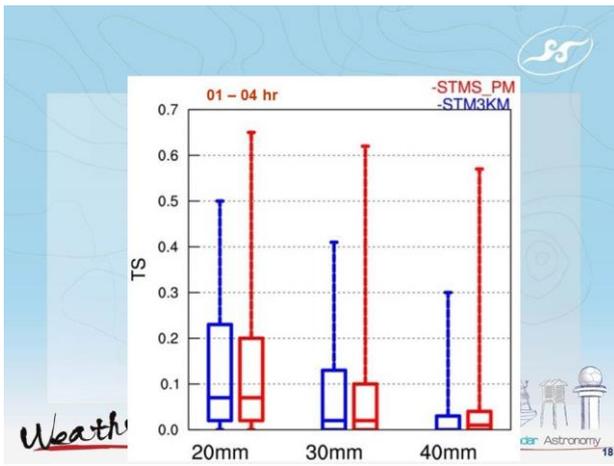


圖7. 與圖6(a)同，惟預報時段為1-4小時之降水預報。



圖8. 與圖6(a)同，惟預報時段分別為2-5小時(a)、3-6小時(b)。