

2006 年梅雨季及颱風季 LAPS 短時預報系統的預報表現回顧

黃葳芃 王溫和 張惠玲 丘台光 陳嘉榮
中央氣象局氣象衛星中心

摘要

本文針對今年梅雨季及颱風季 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的預報表現進行個案的統計分析探討。校驗結果顯示，對於今年 5 月 28 日至 6 月 4 日的梅雨鋒面個案、6 月 8 日至 6 月 11 日的梅雨鋒面個案以及今年較為接近台灣地區之碧利斯(Bilis)颱風與凱米(Kaemi)颱風，LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的 0-12 小時累積降雨的校驗成績皆尚佳，特別是 6 月 8 日至 6 月 11 日的梅雨鋒面個案，在降雨門檻值為 1 mm 時兩模式的 TS 值分別為 0.79 及 0.89；在門檻值為 10 mm 時 TS 值分別為 0.58 及 0.62；在門檻值為 25 mm 時 TS 值分別為 0.4 及 0.43。結果顯示在判斷此個案是否會降雨時 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 已可以提供值得參考的預報結果。當校驗門檻提高時，雖然校驗成績明顯下降，門檻值為 25 mm 時 TS 降低至 0.4 左右，但是以此數值來看預報結果仍然具有參考價值。此外，對於此個案末期的預報結果則顯示模式預報有東移且消散過快的誤差存在。

另校驗今年 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 對午後對流降雨的預報，其結果顯示 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 在降雨門檻值為 1 mm 時 TS 值分別為 0.27 及 0.23，成績明顯較梅雨鋒面及颱風個案降低，此顯示對於午後對流降雨的預報對於數值模式來說仍然是相當大的挑戰。

關鍵字：LAPS-MM5、LAPS-WRF、碧利斯(Bilis)颱風、凱米(Kaemi)颱風、TS。

一、前言

中央氣象局為提升對劇烈天氣現象的即短時(0-12 小時)預報能力，自 2002 年起與美國海洋暨大氣總署之預報系統實驗室(NOAA/FSL)技術合作，發展台灣地區中尺度模式短時預報系統 LAPS-MM5(Local Analysis and Prediction System - Fifth-generation NCAR/Penn. State Mesoscale Model)。相較於過去傳統的數值預報系統 LAPS 特有的非絕熱初始化過程可有效解決模式預報初期之調整問題(spin-up problem)，如此於模式預報初期即可獲得較準確的雨量預報資料。自 2003 年起 LAPS-MM5 正式上線作業提供每日預報，之後自 2005 年起 LAPS-WRF (Weather Research and Forecasting) 模式也正式上線，作為即短時預報的重要參考指標之一。

二、資料及研究方法

本文選取今年 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 對五個時段之 0-6 小時及 6-12 小時的雨量預報結果進行診斷，五個時段分別為：(一) 5 月 28 日至 6 月 4 日之梅雨鋒面；(二) 6 月 8 日至 6 月 11 日之梅雨鋒面；(三) 碧利斯(Bilis)颱風；(四) 凱米(Kaemi)颱風；(五) 六月底至八月底在沒有明顯天氣系統影響的下午時段以代表午後對流降雨時段。校驗時用來作為觀測資料的是 QPESUMS (Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensors) 經過自動雨量站雨量校正之 6 小時估計降雨，以進行 TS (threat score)的計算。

三、結果分析

(一) 梅雨鋒面個案

1. 5 月 28 日至 6 月 4 日之鋒面個案

以 5 月 28 日 1800 UTC 至 5 月 29 日 0000 UTC 為例，當時主要是受到西南氣流的影響，由估計降雨可見(圖 1a)當時主要降雨發生在台灣地區及周圍海面一帶，最大值則是分佈在南部地區。由 5 月 28 日 1800 UTC 0-6 小時的預報(圖 1b)可以發現，預報的降雨區域與觀測尚為符合，僅有降雨最大値達 90 mm 的區域在預報中略大。

至於這段期間整期 LAPS-WRF 與 LAPS-MM5 的 TS 如圖 2 所示，結果顯示在門檻值為 1 mm 時，LAPS-WRF 的 TS 為 0.59；LAPS-MM5 為 0.49，兩者成績表現佳。如果門檻值增加至 10 mm 及 25 mm 時，LAPS-WRF 及 LAPS-MM5 的 TS 則分別為 0.29 與 0.14 及 0.27 與 0.13，成績明顯降低，預報能力較差。

2. 6 月 8 日至 6 月 11 日之鋒面個案

此波鋒面的結構較佳，由其生命史演變可以發現其隨著時間由北往南經過台灣地區的移動趨勢。對於此鋒面位置的預報，LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的掌握大致還不錯，不過對於末期的預報有東移且消散過快的誤差存在(圖未示，將於報告中呈現)。

其降雨預報及校驗結果以 6 月 9 日 0000 UTC 至 6 月 9 日 0600 UTC 為例，當時鋒面正好位於台灣地區，由估計降雨可見(圖 3a)此時降雨發生在台灣地區及周圍海面，最大值則是分佈在中南部地區，特別是山區一帶。由 6 月 9 日 0000 UTC 0-6 小時的預報(圖 3b)可以發現，預報的降雨區域與觀測相當符合，不過降雨達 150 mm 的區域在預報中的位置較觀測略為偏北。

至於這段期間整期 LAPS-WRF 與 LAPS-MM5 的 TS 如圖 4 所示，結果顯示在門檻值為 1 mm 時，

LAPS-WRF 的 TS 為 0.89；LAPS-MM5 為 0.79，成績相當高，此顯示將預報結果用於判斷是否會降雨在此個案已有相當高的可信度。如果門檻值增加至 10 mm 及 25 mm 時，LAPS-WRF 及 LAPS-MM5 的 TS 則分別為 0.62 與 0.43 及 0.58 與 0.4，成績雖然有下降，但是預報結果仍佳。

(二) 颱風個案

1. 碧利斯颱風個案

碧利斯颱風為今年的第四號颱風，其移動路徑相當接近台灣，在 7 月 13 日於宜蘭登陸。對於其中心移至台灣海峽後所造成的降雨由圖 5a 可以發現其伴隨之西南氣流引起的降雨主要是發生在台灣中部及南部一帶，雨量極值是位於南部地區。由 LAPS-MM5 於 7 月 14 日 0000 UTC 0-6 小時的預報可見(圖 5b)，預報的降雨也可以反映出於中南部降雨的狀況，且極值也是發生在南部地區，不過極值的區域略有些微差異。

至於碧利斯颱風陸上警報期間 LAPS-WRF 與 LAPS-MM5 的 TS 如圖 6 所示，其顯示在門檻值為 1 mm 時，LAPS-WRF 的 TS 為 0.73；LAPS-MM5 為 0.64，成績表現不錯。如果門檻值增加至 10 mm 及 25 mm 時，LAPS-WRF 及 LAPS-MM5 的 TS 則分別為 0.45 與 0.32 及 0.42 與 0.29，成績雖然有明顯降低，但是大部分還是有大於 0.3 的能力。

2. 凱米颱風個案

凱米颱風為今年的第五號颱風，其移動路徑也相當接近台灣，其於 7 月 24 日在台東登陸。對於其位於台灣東南方外海時造成的降雨可以由圖 7 顯示。從圖 7a 可以發現此時降雨主要是發生在台灣東半部及南部，雨量極值是在東半部的局部地區。由 LAPS-MM5 於 7 月 24 日 1200 UTC 0-6 小時的預報可見(圖 7b)，模式預報的降雨也反映到於東半部及南部降雨的狀況，不過其還預報中部也有降雨，與觀測較不符合。至於雨量極值預報也是發生在東半部的局部地區，不過由極值的分佈即可發現實際的降雨極值分佈明顯較為局部且複雜，而預報的區域則較為平滑，此顯示模式預報對於一些與小尺度現象有關的預報還是無法掌握到。

至於凱米颱風陸上警報期間 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 的 TS 如圖 8 所示，其顯示在門檻值為 1 mm 時，LAPS-WRF 的 TS 為 0.76；LAPS-MM5 為 0.65，成績表現不錯。如果門檻值增加至 10 mm 時，LAPS-WRF 及 LAPS-MM5 的 TS 則分別為 0.5 與 0.47，當門檻值為 25 mm 時，兩模式的 TS 皆為 0.38，此顯示預報成績皆尚佳。

(三) 午後對流

為檢視午後對流降雨的預報情形，在此以 7 月 11 日 0600 UTC 至 1200 UTC 時段為例，由此時段之估計降雨可見(圖 9a) 降雨主要是發生在台灣中部及南部一帶，6 小時最大降雨達 120 mm，不過區域較為局部。對應此時 LAPS-MM5 於 7 月 11 日 0600 UTC 之 0-6 小時的降雨預報顯示(圖 9b)，預報主要的雨區也是在中南部一帶，對於降雨發生的區域有

不錯的掌握，但是由雨量極值的分佈就可發現，預報之雨量在南部地區的極值有過大的情形。類似此一個案的狀況在午後對流降雨預報常可以發現，相當多的時候 LAPS-MM5 對於午後對流降雨的預報都過大，包括有時實際觀測沒有降雨但是預報有雨的狀況也常出現(圖未示，將於報告中呈現)。

至於針對今年 6 月底至 8 月底沒有明顯天氣系統影響的午後期間的整體校驗結果顯示(圖 10)，在門檻值為 1 mm 時，LAPS-MM5 的 TS 為 0.27；LAPS-WRF 為 0.23，兩者與上述梅雨鋒面及颱風個案相比，可以發現對於午後對流降雨的預報成績低很多。如果門檻值增加至 10 mm 及 25 mm 時，LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的 TS 即分別降至 0.14 與 0.07 及 0.11 與 0.06，成績已相當低。此顯示對於此類非綜觀尺度天氣系統影響的降雨，由於受到模式物理及地形等重要因子的影響，因此目前的預報技術仍較差。

四、結語及未來展望

本文針對今年梅雨季及颱風季 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的預報表現進行個案的統計分析，結果顯示對於前述之梅雨鋒面個案以及颱風個案，LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 的 0-12 小時累積降雨的校驗成績皆相當不錯，特別是 6 月 8 日至 6 月 11 日的梅雨鋒面個案，成績特別高。此顯示對於判斷是否會降雨 LAPS-MM5 及 LAPS-WRF 已可以提供相當值得參考的預報結果，不過當校驗門檻提高時，校驗成績明顯下降。

另外由午後對流的預報結果可以發現，其校驗成績明顯較梅雨鋒面及颱風個案降低，此顯示對於午後對流降雨的預報對於數值模式來說仍然是相當大的挑戰。

在 LAPS 短時預報系統的未來展望方面，除 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF(ARW) (即前述之 LAPS-WRF) 之外，由美國 NCEP 所發展之 WRF NMM (Nonhydrostatic Mesoscale Model) 版本也於中央氣象局建置完成，並自今年三月起 LAPS-WRF(NMM) 開始測試。由今年對於珍珠颱風的預報結果可見(圖 11)，LAPS-WRF(NMM) 對於這段期間的預報，其 TS 在各門檻值的成績皆較 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF(ARW) 為高，顯示 LAPS-WRF(NMM) 的預報也具有相當高的參考價值。因此在未來除了將 LAPS-WRF(NMM) 正式上線提供預報結果外，亦將與前述的 LAPS-MM5、LAPS-WRF(ARW) 結合以發展 LAPS 短時預報系統之系集預報(ensemble forecast) 產品(圖 12)，希望藉由系集預報的方式提供更具有參考價值的動力模式預報結果。

參考文獻

- 葉天降, 1998: 嘉南地區 1997 年梅雨期降水之特性與作業模式預測校驗。大氣科學, 26, 41-61。
黃葳芃、王溫和、丘台光與陳嘉榮, 2005: LAPS-MM5

於 2005 年梅雨季及颱風季的預報表現回顧。天氣分析與預報研討會論文彙編，216-220。

- Albers, S., 1995: The LAPS wind analysis. *Wea. Forecasting*, 10, 342-352.
- 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.
- Birkenheuer, D., 1999: The effect of using digital satellite imagery in the LAPS moisture analysis. *Wea. Forecasting*, 14, 782-788.
- Birkenheuer, D., 2000: Progress in applying GOES-derived data in local data assimilation. *10th Conf. on Satellite Meteorology and Oceanography*, Long Beach, CA, Amer. Meteor. Soc., 70-73.
- Birkenheuer, D., 2001: Utilizing variational methods to incorporate a variety of satellite data in LAPS moisture analysis. *11th Conf. on Satellite Meteorology and Oceanography*, Madison, WI, Amer. Meteor.

Soc., 273-276

- Donner, L. J., 1988: An initialization for cumulus convection in numerical weather prediction models. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 377-385.
- Girard, C., and M. Jarraud, 1982: Short and medium range forecast differences between a spectral and grid point model: An extensive quasi-operational comparison. *Tech Rep. 32*, 176.
- Heckley, W. A., 1985: Systematic errors of the ECMWF operational forecasting model in tropical regions. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 111, 709-738.
- Jian, G.-J., S.-L. Shieh, J. McGinley, 2003: Precipitation associated with Typhoon Sinlaku (2002) in Taiwan area using the LAPS diabatic initialization for MM5. *TAO*, 14, 1-28.
- Miyakoda, K., R. F. Stricker, and J. Chludinsky, 1978: Initialization with the data assimilation method. *Tellus*, 30, 32-54

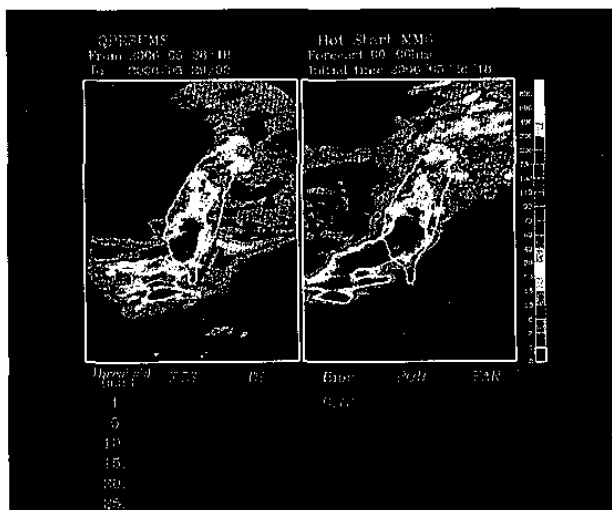


圖 1 (a) QPESUMS 於 5 月 28 日 1800 UTC 至 5 月 29 日 0000 UTC 之估計降雨；(b) 初始時間為 5 月 28 日 1800 UTC LAPS-MM5 之 0-6 小時雨量預報。下方則為校驗成績。

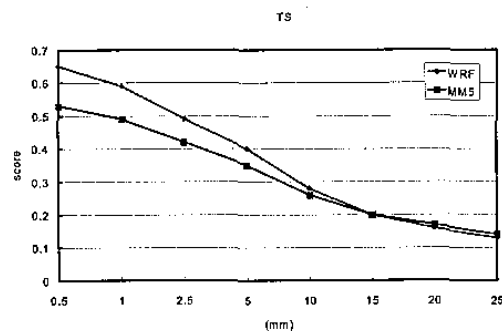


圖 2 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 於 5 月 28 日至 6 月 4 日期間 0-6 小時及 6-12 小時雨量預報之 TS 校驗成績。

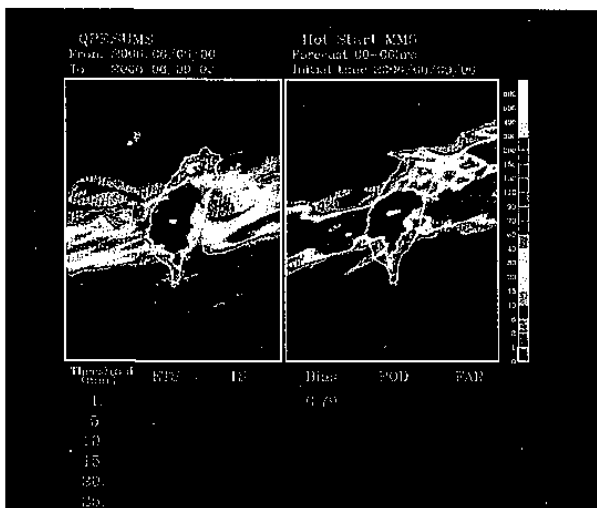


圖 3 (a) QPESUMS 於 6 月 9 日 0000 UTC 至 6 月 9 日 0600 UTC 之估計降雨；(b) 初始時間為 6 月 9 日 0000 UTC LAPS-MM5 之 0-6 小時雨量預報。下方則為校驗成績。

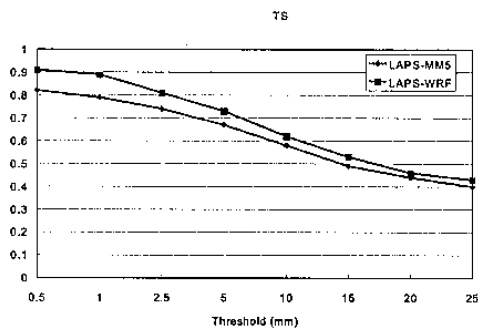


圖 4 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 於 6 月 8 日至 6 月 11 日期間 0-6 小時及 6-12 小時雨量預報之 TS 校驗成績。

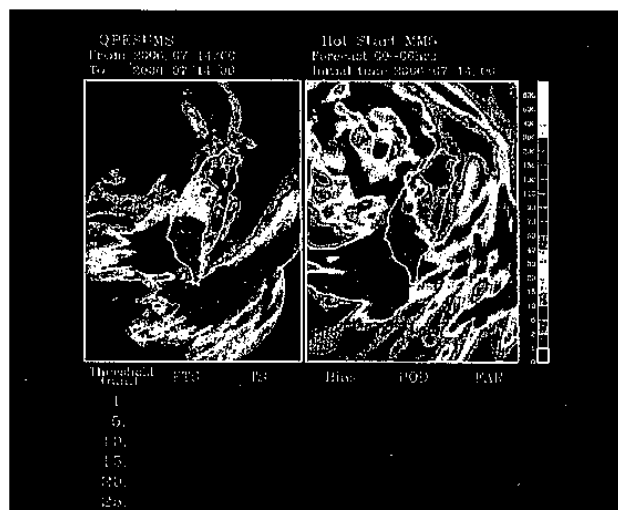


圖 5 (a) QPESUMS 於 7 月 14 日 0000 UTC 至 7 月 14 日 0600 UTC 之估計降雨；(b) 初始時間為 7 月 14 日 0000 UTC LAPS-MM5 之 0-6 小時雨量預報。下方則為校驗成績。

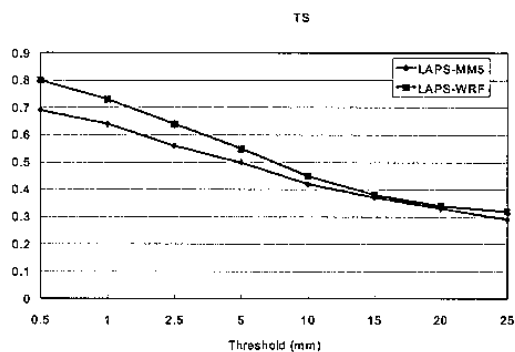


圖 6 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 於碧利斯颱風(Bilis)陸上警報期間 0-6 小時及 6-12 小時雨量預報之 TS 校驗成績。

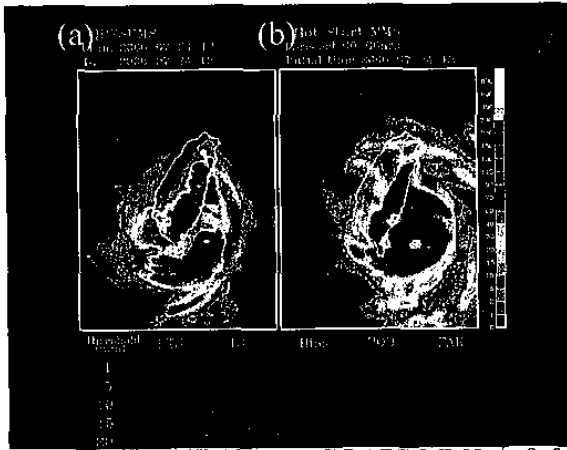


圖 7 為 7 月 24 日 1200 UTC LAPS-MM5 之 0-6 小時雨量預報。下方則為校驗成績。

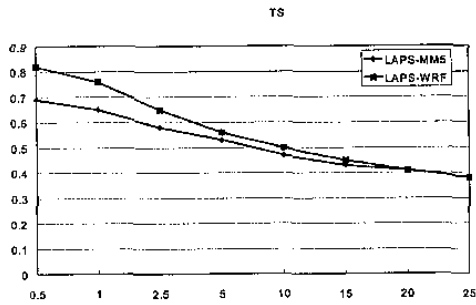


圖 8 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 於凱米颱風 (Kaemi) 陸上警報期間 0-6 小時及 6-12 小時雨量預報之 TS 校驗成績。

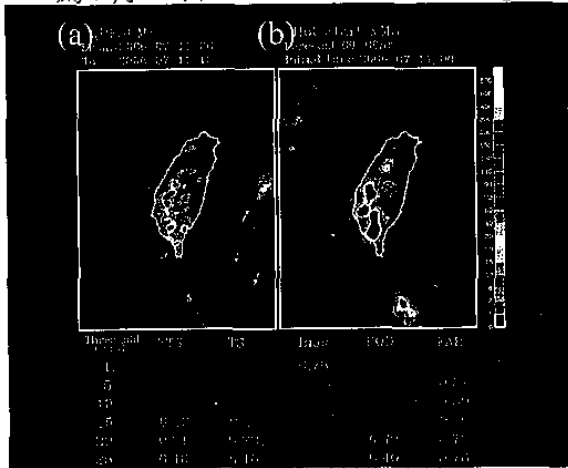


圖 9 為 6 月底至 8 月底針對午後對流之 0-6 小時及 6-12 小時雨量預報。下方則為校驗成績。

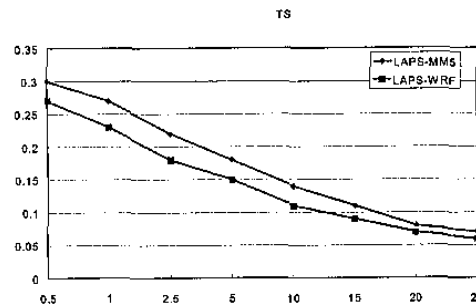


圖 10 LAPS-MM5 與 LAPS-WRF 於 6 月底至 8 月底針對午後對流之 0-6 小時及 6-12 小時雨量預報之 TS 校驗成績。

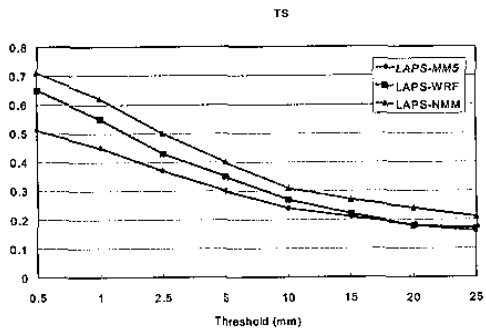


圖 11 LAPS-MM5、LAPS-WRF(ARW) 與 LAPS-WRF(NMM) 於珍珠颱風 (Chanchu) 陸上警報期間 0-6 小時及 6-12 小時雨量預報之 TS 校驗成績。

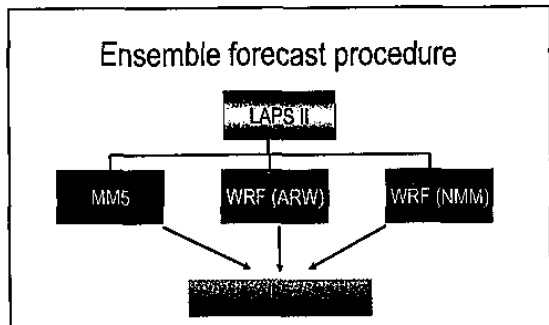


圖 12 LAPS 系集預報系統示意圖。