

# 2014年梅雨豪(大)雨個案之定量降水預報校驗

李孟軒 謝佩芸 葉世瑄  
中央氣象局氣象預報中心

## 摘要

針對梅雨季節的雨量定性預估，傳統上常使用梅雨檢查表來判斷綜觀環境適合劇烈天氣發展的條件，作為臺灣北、中、南、東的豪大雨的定性評估標準。但隨著鄉鎮尺度之格點天氣預報在 2012 年起上線，對於定點的定量降水預報而言，數值模式或其衍生的數位產品之應用變得更加重要且不可取代。目前氣象局官方 QPF 預報作業，大多先參考全球預報系統(EC、JMA、NCEP)進行定性分析、再以區域預報模式、區域系集預報系統或其衍生的 QPF 進行降水之定量分析。而針對系集預報系統的雨量評估方法，除了常用的系集平均、還有機率擬合系集平均(PM)，或超過特定機率門檻值之定量降水預報(即機率定量降水預報、QFPF)。本研究透過研究各種定量降水指引的技術評估，期望能提供預報員更準確的指引，並且提升對於梅雨期間劇烈降水之預報。

本研究挑選今年五、六月共兩個梅雨個案進行每 12 小時雨量累積預兆得分(TS)評比。校驗結果顯示，全球模式雖然對於降雨之定性預報有較佳的穩定性，但對於 50 毫米以上雨量的預報能力不足，TS 皆小於 0.1；區域模式之 QPF 可明顯提升對 50 毫米以上雨量的預報度，但穩定性較差；而挑選某些機率門檻的機率定量降水預報(QFPF)，可得到更佳的預報技術，尤其對於 50 毫米以上降雨掌握度明顯勝過全球模式，其中 QFPF-5%和 10%可提升 50 毫米 TS 之得分至 0.2 左右，100 毫米亦可達到 0.1 至 0.2。研究顯示，針對本研究之個案，預報員針對系集 QPF 進行系統性評估，加上主觀的雨量修正，有助於提升官方對於梅雨期間極端降水預報的準確度，其中 100 毫米之 TS 得分甚至可以達到 0.4 左右。

關鍵字：定量降水預報、機率定量降水預報

## 一、前言

梅雨是臺灣地區造成劇烈降水的主要天氣系統之一，每年梅雨季期間更常因豪(大)雨而造成災情。近年政府對防災的需求大幅提升，對於降雨預報的需求也進入定量的範疇。傳統預報作業上對梅雨雨勢的預測，多仰賴奠基於綜觀環境分析的「梅雨檢查表」(謝，1996)，此檢查表雖能大致定性掌握該次梅雨的降雨特性，但要進行定量的降水預報仍有所不足。

本局自 2005 年底開始發布未來 24 小時內每 12 小時累積降雨之定量降雨預報，迄今已超過 8 年。過去預報員多參考全球模式的預報結果，並根據主觀經驗及梅雨檢查表的分析結果進行在地化修正；近年隨著模式進步，產出的定量降水預報雖逐漸改善，但全球模式受限於其解析度及地形，雖可大致掌握綜觀的

降雨型態以供北、中、南、東等大分區的降雨預報使用，但在本局預報進入縣市、鄉鎮等的精緻化分區後，全球模式預報能力已顯得不足，尤其對降水極大值的掌握通常有明顯的低估情形。

使用區域模式可提高降雨對地形的反應能力，本局亦長期發展高解析度之 WRF 模式。但單一模式的決定性預報仍存在不穩定的問題，尤其在範圍小、地形複雜的臺灣反應常過為敏感，使其參考價值降低。為解決預報跳動的問題，亦因應臺灣縣市、鄉鎮的精緻化格點預報上線作業，本局積極發展區域系集預報系統(WRF Ensemble System, WEPS)(李和洪，2011)，並應用在正式的定量降水預報作業上，今(2014)年起本局又增加了使用系集預報系統組合產製之「機率定量降水預報(QFPF)」(黃等，2014)做為新的預報參考指引。

本研究即針對今年降雨最顯著的兩個梅雨鋒面豪(大)兩個案，對官方所使用的九種不同預報指引進行預報技術得分校驗；此為國內首次對定量降水預報的參考指引進行全面性的檢驗，並分析新指引 QFPF 以不同機率作為門檻值時之預報表現，期望能為預報員提出定量降水預報的最佳參考指引及其使用建議。

## 二、研究方法

### (一) 預報資料來源

本研究使用的觀測資料為雷達與雨量站整合降水產品(邱等)，可反應地面雨量站實際觀測之雨量值，並能藉雷達估計提供解析尺度更佳的降雨分布。

研究中的校驗對象包含一組本局正式對外發布之官方預報資料及九組模式資料。官方預報資料 GFE 為預報員使用格點化圖面編輯系統，根據客觀指引及主觀判斷進行編輯，於每日 00Z 及 12Z 產製之預報未來 24 小時內每 12 小時之累積降雨產品。模式資料為本局目前作業使用之參考指引，全球模式共有三組，分別來自歐洲中期天氣預報中心 European Centre for Medium-Range Weather Forecasts(EC,  $0.125^{\circ} \times 0.125^{\circ}$ )、美國國家氣象局天氣預報中心 National Centers for Environmental Prediction(NCEP,  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ )、及日本氣象廳 Japan Meteorological Agency(JMA,  $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ )，此外還使用本局區域模式 WRF-D(5km)、本局區域系集模式 20 組成員之系集平均 WEPS(5km)、由本局區域系集模式 20 組成員計算組合超過特定機率門檻值之定量降水預報，即「機率定量降水預報(QFPF)」(5km)，本研究中選取的門檻值有 5%、10%、30%、50%，即後文所稱之 QFPF5、QFPF10、QFPF30、QFPF50。上述各模式資料使用預報時間長度 72 小時內，每 12 小時累積降雨之結果。

### (二) 個案選取期間

個案一，選取期間為 2014 年 5 月 19 日至 2014 年 5 月 21 日。此波梅雨鋒 19 日移至臺灣北部，降雨主要位於鋒面南側不穩定區，此時中層短波槽自大陸移近臺灣，並搭配高層輻散，動力條件良好。20 日至 21 日清晨為此波鋒面降雨的高峰，20 日鋒面往南移動，等位溫軸線也指向臺灣，熱力條件亦到位，西半

部山區多站降雨達大豪雨標準；入夜後北部地區出現滯留性的輻合線，臺北及桃園降雨量急遽攀升，其中 20 日 12Z 至 21 日 00Z 在臺北市區觀測 12 小時累積雨量達 287mm。21 日動力條件漸弱，相當位溫仍高，午後對流發展旺盛，在中苗山區有較明顯的累積雨量。

個案二，選取期間為 2014 年 6 月 3 日至 2014 年 6 月 6 日。此個案的環境條件較非典型的梅雨配置，但仍屬於今年因鋒面造成較顯著降雨的個案，故分析之。3 日鋒面移至臺灣附近，臺灣位於中層槽前，高層亦有分流場配合，因此降雨相當明顯，中南部有達到大豪雨標準。4 日鋒面南移至巴士海峽，主要強降雨區跟著南移至海上，陸地降雨較少。5 日鋒面斷裂，西半段再度北移至台灣北部，強降雨集中在中部以北地區。6 日鋒面再度南壓，中部山區降雨最明顯，亦超過大豪雨標準；但此日在臺灣東側的鋒面上有旋生過程，最後於臺灣東部外海形成低壓，讓整個環境場轉變為大低壓帶影響的型態。

### (三) 校驗方法

本研究範圍選取臺灣本島陸地解析度  $0.0125^{\circ} \times 0.0125^{\circ}$  共 21822 個網格點，以列聯表比較觀測及預報是否達到雨量門檻值後，計算出下列校驗得分 (Olson et al., 1995)：

#### 1. 預兆得分(Threat Score, TS)

正確預報降雨面積占預報與觀測降雨面積總和之比值，用以評估模式對降雨區域的預報能力。其值在 0~1 之間，越接近 1 代表預報越準確，0 表無預報能力。

#### 2. 預報偏離得分(Bias Score, BS)

實際觀測降水面積與預報降水面積之比值，用以評估預報是否有高估或低估的情形。其值小於 1 代表預報低估，大於 1 代表預報高估。

## 三、模式預報校驗分析

### (一) 全球模式

評比三家全球模式，兩個個案中 JMA 表現皆最不理想，而 EC 與 NCEP 則互有勝場。

五月個案校驗中，EC 表現為三者中最優，校驗門檻值 10mm 的 TS 在 72 小時內達 0.3 左右並在 36 小

時內進步至 0.4 附近(圖一(a))，同時也是三者中唯一對超過 50mm 的降雨有能力反應的模式，只是 TS 仍在 0.1 以下，技術偏低(圖一(c))。對於 10mm 的降雨門檻，NCEP 的 TS 大致在 0.15 到 0.35 間，隨預報時間越近大致也有進步的趨勢；JMA 則是在 24 小時內明顯進步，從 0.1 以下，到 24 小時內進步至 0.25 及 0.36。對於 50mm 降雨門檻，JMA 及 NCEP 整期皆無能力掌握。

六月個案校驗中，NCEP 表現則較佳。對於 10mm 以上降雨的校驗，NCEP 在 60 小時前 TS 即達到 0.3，EC 則是隨時間慢慢從 0.1 進步至 0.3(圖一(b))。而 50mm 以上的校驗中，全球模式的掌握能力也都不好，其中 EC 和 JMA 都只是在其中某一兩個時段偶有反應，並非穩定的預報，而 NCEP 則是 36 小時以內預報有逐漸進步，但三者 TS 整期皆在 0.1 以下，參考價值低(圖一(d))。另外對於 100mm 以上降雨，兩個案中三家全球模式都幾乎無預報能力(圖一(e),(f))。

整體來看，全球模式對於綜觀的降雨型態預報較為穩定，依然有其參考價值，但要進到定量降水預報的領域、尤其是豪大雨量值的預報則仍顯得不足。

## (二) 區域模式

區域模式擁有較高解析度，且對於臺灣複雜地形的掌握能力較全球模式精準，但預報穩定性較差。校驗本局單一區域模式 WRFD 在五、六月的個案中的表現有不小的差異，對於五月個案的掌握度明顯優於六月份。

五月個案中，WRFD 的表現比三家全球模式要佳，10mm 以上降雨的校驗表現，24 小時前 TS 即在 0.3 到 0.45 之間，12 小時 TS 甚至可達 0.52；校驗 50mm 以上降雨掌握較全球模式稍佳，不過應用上的參考價值仍不高。其 TS 得分最高的時段是 72 小時前，但進入 60 小時內到 24 小時 TS 都在 0.1 以下，直到 12 小時內才又回升。在預報作業上，模式的 12 小時預報產出時，已晚於預報產品發布的時間，因此預報員能參考的最後一筆資料為第 24 小時，因此 WRFD 在此個案中的表現仍無法成為良好的參考指引。

對於六月的個案 WRFD 掌握較五月個案差，對 10mm 及 50mm 以上降雨的掌握表現和 JMA 差不多，

在評比的所有模式中墊底。兩個案中 WRFD 對 100mm 以上降雨也幾乎沒有預報能力。

比較全球模式與區域模式的校驗，兩者對於較小的雨量預報表現還不錯，但對於較大雨量(50mm 以上)掌握不好，全球模式的 50mm TS 不到 0.1，區域模式則表現不穩，五月表現比六月要好，兩者對於 100mm 以上都沒有掌握到。

## (三) 區域系集預報系統

如前述之 WRFD，單一區域模式仍屬於決定性預報，預報結果易跳動而使參考價值降低，因此本局積極發展系集預報系統，期望能獲得較為穩定並涵蓋不確定性範圍之高解析度預報。系集預報最基本的呈現方式是系集平均，但對於定量降水預報而言，系集平均會將極值平滑，使得大雨被明顯低估；因此一些新的評估極端降雨之統計方法逐漸發展，如 PM (葉,2014)、QFPF 等。

在本研究中校驗是使用 5%、10%、30%、50% 為機率門檻的機率定量降水預報(QFPF)，並且和系集平均 WEPS-m 做比較。整體而言除了 QFPF50 表現較差，得分與全球及區域模式較為接近外，其餘各組成員表現都不錯。

五月的個案中，對 10mm 以上降雨，各組成員(除 QFPF50 外的) TS 幾乎都在 0.4 到 0.5，其中 QFPF5 及 QFPF10 表現穩定，72 小時內整期預報 TS 都維持在 0.5 上下，QFPF30 和 WEPS-m 也僅有 36 小時預報較差，但 TS 也在 0.4 附近。而 QFPF50 雖然表現最差，但在 24 小時以內 TS 也進步至 0.3 到接近 0.5。對於 50mm 以上降雨校驗在 24 小時以前(可供預報員參考之時段)亦是 QFPF5 及 QFPF10 表現最佳，TS 得分多在 0.2 附近。而 QFPF30 及 WEPS-m 24 小時前的預報 TS 皆在 0.1 以下，雖然最後 12 小時內得分飆升至 0.25 以上超越其他模式，但因已過可預報時段，無法提供預報員參考。

對於更高的 12 小時內 100mm 降雨，只有 QFPF5 和 QFPF10 有些許反應能力，QFPF5 在 24 小時內 TS 可達 0.1 以上，而 QFPF10 則是進到 12 小時 TS 才超過 0.1。

對於六月系集預報的校驗與五月相當類似，其中

仍以 QFPF50 表現最差。10mm 以上降雨 TS 仍以 QFPF5 和 QFPF10 得分較高且穩定，在 0.34 到 0.41 之間，而 QFPF30 和 WEPS-m 前期表現較差，但有隨著時間接近而進步，24 小時的 TS 追上 QFPF5 和 QFPF10。50mm 以上降雨 TS 同樣以 QFPF5 和 QFPF10 較好，可達 0.2 左右。QFPF30 在六月個案中對較大雨勢的預報 TS 得分亦隨著時間有明顯進步的趨勢，在 12 小時預報也接近 0.2。對於 100mm 以上降雨，六月個案中仍只有 QFPF5 及 QFPF10 稍有預報能力，雖然掌握度仍不穩定，但是在 24 小時預報 QFPF5 之 TS 一度達到 0.2、QFPF10 亦有 0.13。

根據上述 TS 分析，對於較大降雨的預報以 QFPF5 和 QFPF10 兩者最有掌握能力。進一步從 BS 來看，24 小時前預報在門檻為 20mm 以下降雨以 QFPF30 表現最佳，得分最接近 1；而 QFPF5 和 QFPF10 雖然 TS 較高，但 BS 接近 2，顯示其容易過度預報(圖二(b),(d))。對於 100mm 以上降雨各模式大多低估，相對而言是以 QFPF5 表現較好，並在六月的個案得分甚至稍高於 1。從圖二(a),(c)亦可看出，進到 12 小時預報後，區域模式系集成員的 BS 值皆顯著上升，而全球模式則沒有這種反應。12 小時內 QFPF5 及 QFPF10 對 50mm 門檻降雨皆明顯高估，也反應在 TS 得分的退步上，這一點預報員在作業使用上須格外注意；不過在此兩個案中 QFPF10 對 100mm 門檻降雨的 BS 接近 1，表現不俗，但可惜資料產出時已無法提供預報員使用。

從機率定量降水預報(QFPF)的校驗可看出，不論在小雨或大雨預報相對於全球模式都可以有更好的表現，尤其在 100mm 以上仍能抓到訊號，可以提供預報員更多的指引，更有機會抓到極端的雨量。

## 四、官方預報校驗分析

由於目前氣象局官方僅發布 24 小時以內的定量降水預報，因此以下校驗僅取 12 和 24 小時的雨量預測。基本上，官方預報乃經預報員參考綜觀環境場、各家模式資料及實際觀測現況後所作之綜合結論，預報能力表現不錯，TS 與 QFPF5 或 QFPF10 相當，有時甚至可以勝過任何數值預報方法。

五月個案中，官方在 24 小時無論小雨或大雨 TS

都領先各種模式預報，10mm 以上降雨 TS 可達到 0.56、50mm 以上降雨 TS 達 0.26。不過進到 12 小時內，官方預報成績反而變差，其主因可能是：官方預報在不同時段是由不同預報員編輯而得，因此會有不同的主觀考量，導致預報穩定性較低。本個案中，官方預報得分最佳的時段前 24 小時對 2000-2012Z 這段時間的預報，TS 在各門檻值的表現如表一(a)，對於 50mm 降雨的 TS 可達 0.56。

而官方在六月個案對 50mm 以上大雨的預報掌握趨勢與五月相似，10mm 以上降雨則在 12 小時內有進步，其中特別值得一提的是，12 小時對 100mm 以上降雨預報的 TS 明顯勝過其他模式，技術得分達 0.38，遠勝於其他模式預報。其主因是 0300-0312Z 這段時間官方預報得相當出色，這段也是六月個案中降雨最多的時段，官方 TS 在各門檻值的表現如表一(b)。

## 五、結論

本研究對本局作業使用的所有定量降水預報參考指引進行校驗評比，從結果可看出：

1. 全球模式中以 JMA 整體的參考價值最低，EC 和 NCEP 雖相對較好，但對於較大的降雨(50mm 以上)仍易明顯低估。
2. 區域模式有機會提升對於 50mm 以上降雨的預報準確度，但預報不穩定。在本研究中，五月的個案預報可贏過全球模式，但六月預報表現卻不如全球模式。
3. WRF 系集平均對於 50mm 以上降雨的預報能力優於全球模式，但畢竟是平均，還是會把極值給平滑調，因此到 100mm 以上的降雨門檻就沒預報能力了。
4. 機率定量降水預報(QFPF)不論在小雨或大雨預報表現都較全球模式優異，尤其對 50mm 以上降雨訊號有相當的掌握程度，其中以 QFPF5 及 QFPF10 對豪大雨的掌握能力最好，對於 100mm 以上降雨也有抓到訊號，不過 QFPF5 對 50mm 門檻以下的降雨皆易高估，因此使用上建議以 QFPF10 為優先參考。而對於 20mm 門檻以下的降雨，QFPF30 在 24 小時預報的 TS 及 BS 表現皆優異，亦是不錯的

參考指引，至於 36 小時前預報則仍是參考 QPFP10 較為穩定。

5. 以系集預報系統做為參考指引，有助於官方預測到雨量極值的量級，再透過預報員的經驗主觀調整，表現有機會超越所有的客觀模式預報，

## 參考文獻

李志昕、洪景山，2011：區域系集預報系統研究：物理參數化擾動。大氣科學，39，95 - 116。

黃椿喜、洪景山、葉世瑄、呂國臣（2014年09月）。從定量降水預報、定量降水機率預報到機率定量降水預報。103年天氣分析與預報研討會。

謝信良，1996：嘉南地區定量降水預報整合計畫—總計畫(二)。國科會防災研究報告 NSC85-2621-P-052-002，161頁。

丘台光、陳嘉榮、張保亮、林品芳：劇烈天氣監測系統 QPESUMS 之服務與應用。http://qpesums.

cwb.gov.tw/taiwan-html/QPESUMS\_doc.pdf, 18頁。

葉世瑄，2014：系集定量降水預報方法之研究。國立中央大學，大氣物理研究所，碩士論文。

David A. Olson, Norman W. Junker, and Brian Korty, 1995: Evaluation of 33 years of Quantitative Precipitation Forecasting at the NMC. Weather Forecasting.10, 498-511

表1、五、六月個案官方最佳時段各個降雨門檻之預兆得分(TS)

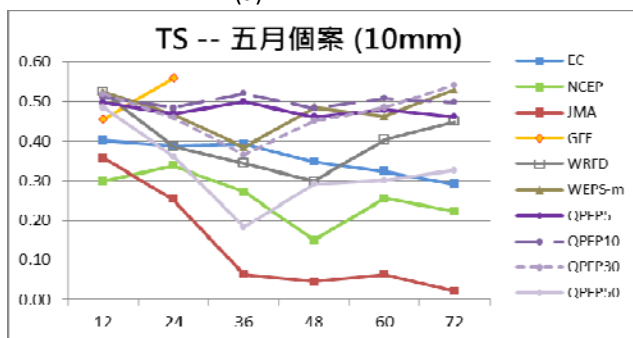
(a) 五月2000-2012Z  
24小時前預報

1mm	0.985
10mm	0.735
20mm	0.628
50mm	0.562
100mm	0.180

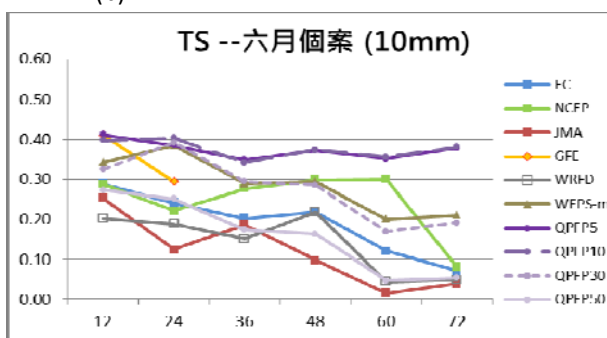
(b) 六月0300-0312Z  
12小時前預報

1mm	0.978
10mm	0.864
20mm	0.701
50mm	0.487
100mm	0.305

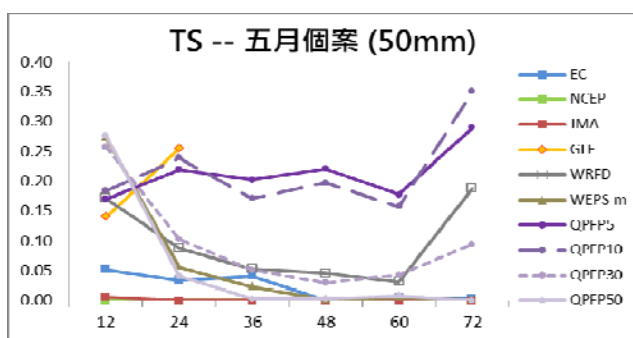
(a)



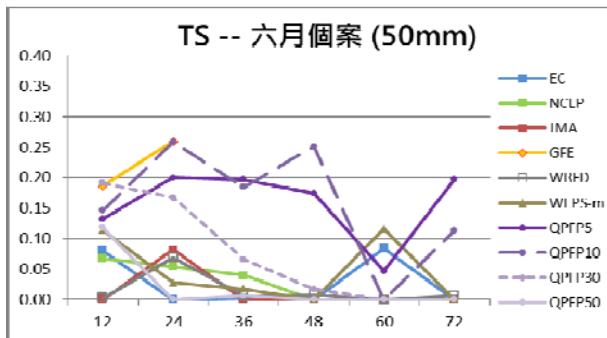
(b)



(c)



(d)



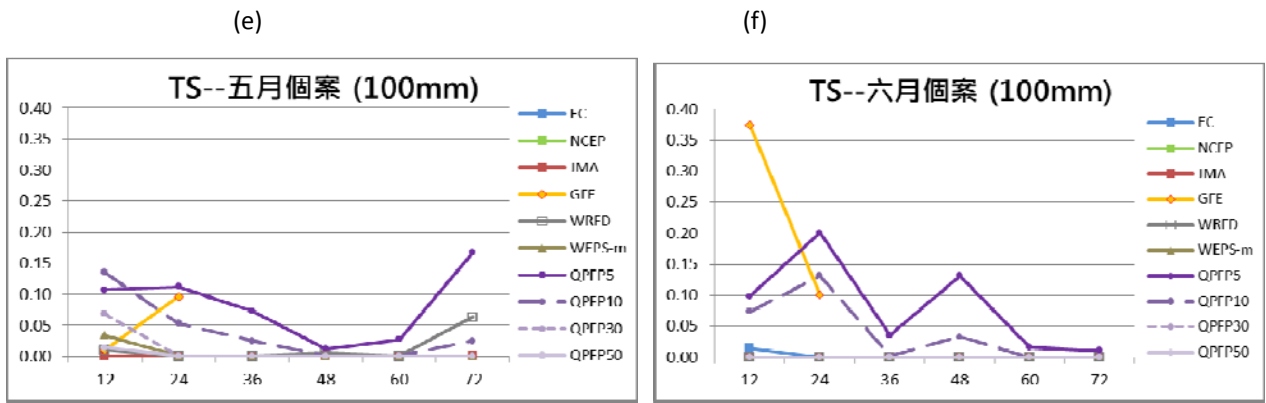


圖1、五、六月個案各模式10mm、50mm、100mm之預兆得分(TS)

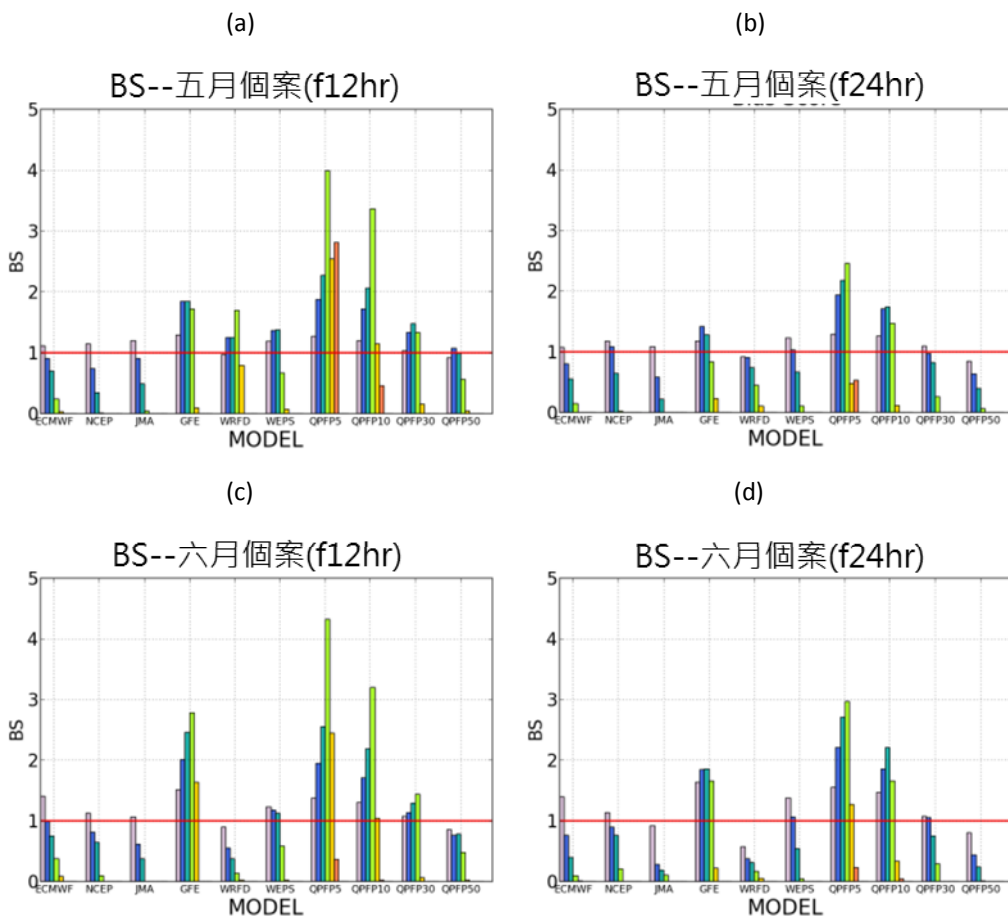


圖2、五、六月個案各模式24小時內之預報偏離得分(BS)