

# WEPS之颱風風雨機率預報評估

陳冠儒<sup>1</sup> 張惠玲<sup>1</sup> 吳佳蓉<sup>1</sup> 汪琮<sup>1</sup> 洪景山<sup>1</sup> 楊舒芝<sup>2</sup>

中央氣象局<sup>1</sup>  
中央大學大氣科學系<sup>2</sup>

# 目的

- 中央氣象局近年來以區域模式WRF為基礎，發展一套系集預報系統（WRF Ensemble Prediction System），希望藉由不同的初始場、參數化等設定，以涵蓋預報最大的不確定性。
- 本研究利用可信度(Reliability)、辨識能力(Discrimination ability)等教驗方法，評估WEPS預報颱風時的結果表現。

# 使用資料

- 校驗模式：中央氣象局區域系集預報系統 WEPS

使用版本為WRF 3.3.1版，組合不同的初始條件、邊界條件、模式參數化等，產生20個系集預報成員。

- 個案選擇：2013年至2015年之侵台颱風

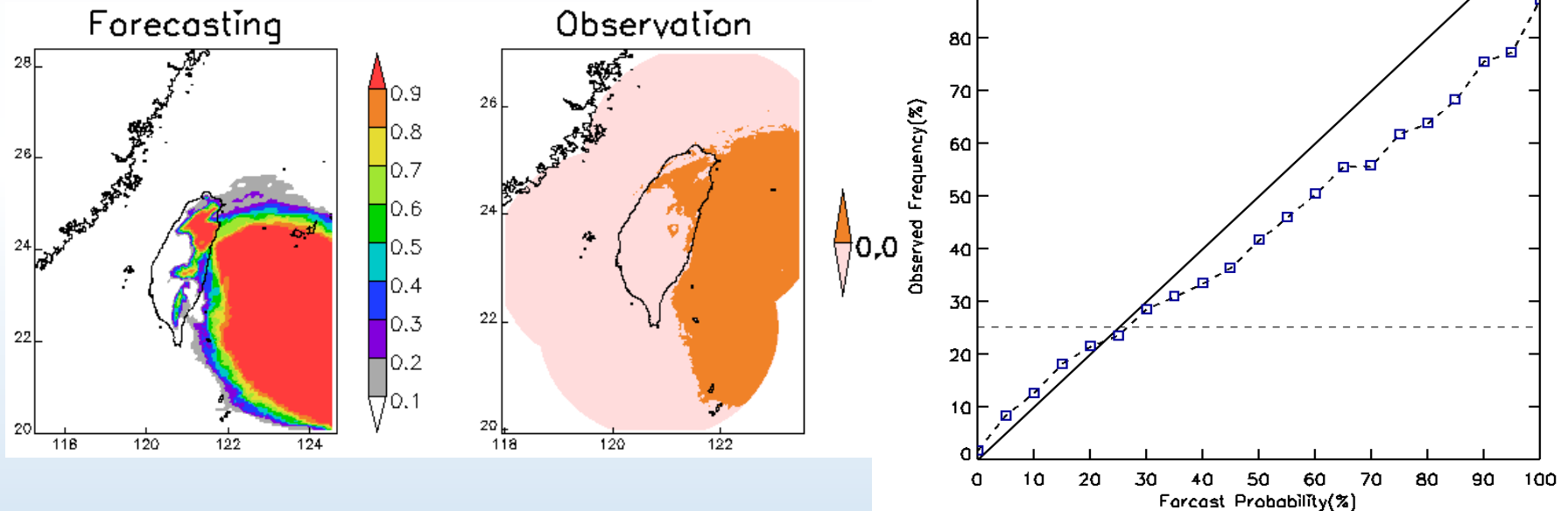
中央氣象局有發布警報之颱風個案。

- 降雨參考資料：QPESUMS雷達觀測資料
- 風速參考資料：STMAS之風速估計

# 系集機率預報分析工具

- 可信度 Reliability :

用來分析機率預報的結果表現，評估WEPS在各個預報機率高報或低報的程度，探究系集預報的系統性偏差。



# 系集機率預報分析工具

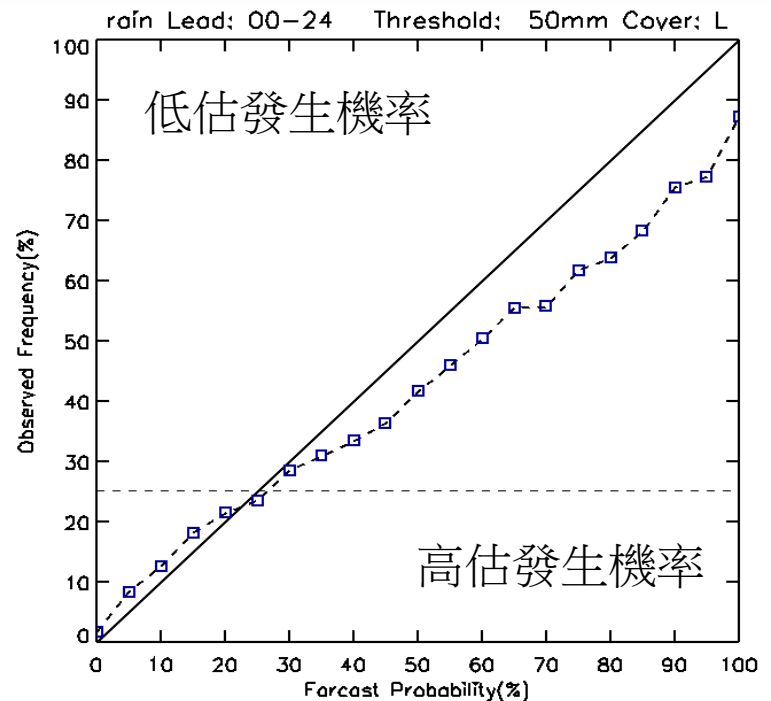
- 可信度 Reliability :

用來分析機率預報的結果表現，評估WEPS在各個預報機率高報或低報的程度，探究系集預報的系統性偏差。

橫軸：機率預報21種不同的機率數值

縱軸：在某個預報機率出現的情況下，觀測上天氣事件真實出現的機率為多少

圖中黑色斜線的下方為「過度預報」，表示系集預報的高估了天氣事件發生的機率。

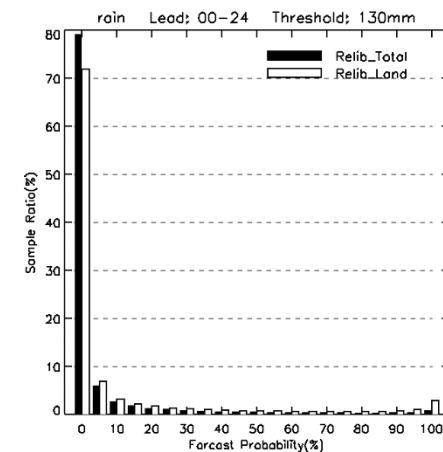
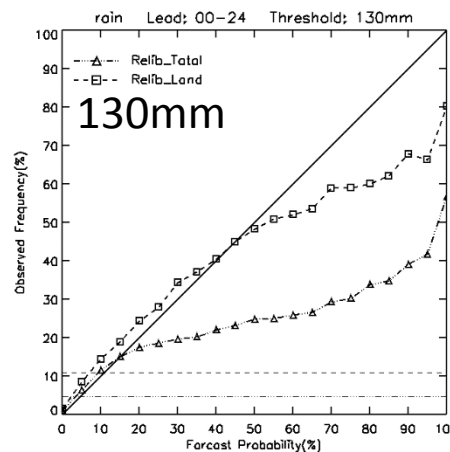
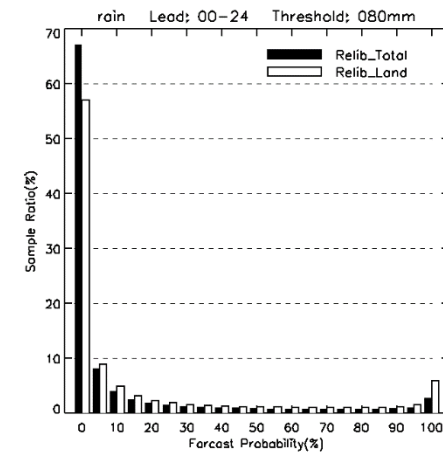
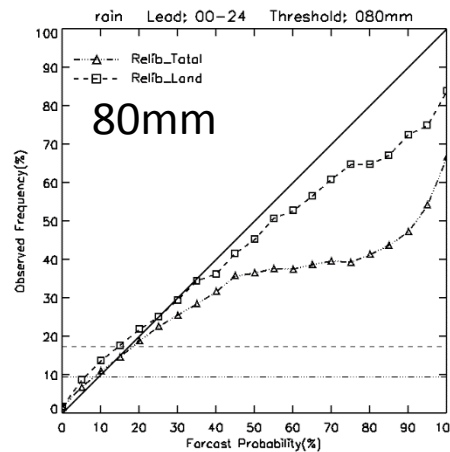
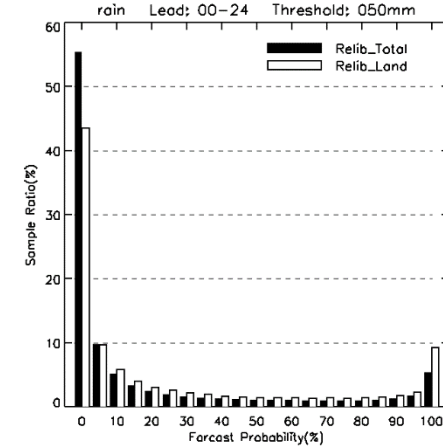
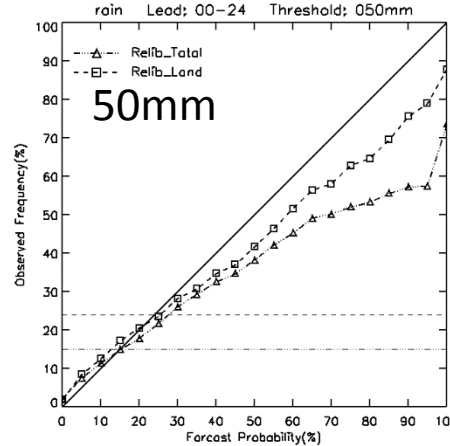


# WEPS對降雨事件的可信度評估

## 00-24h

### 全區與陸地

1. 系集成員預報機率較低的時候，比較符合真實觀測
2. 高降雨機率（50%以上）預報容易高報，且海上比陸上嚴重
3. 海上降雨容易高報，可能與雷達資料特性有關
4. 模式成員的預報結果與真實觀測間的位置偏移，會使可信度偏向「高報」
5. 預報機率接近100%時，高估的情況會略為趨緩

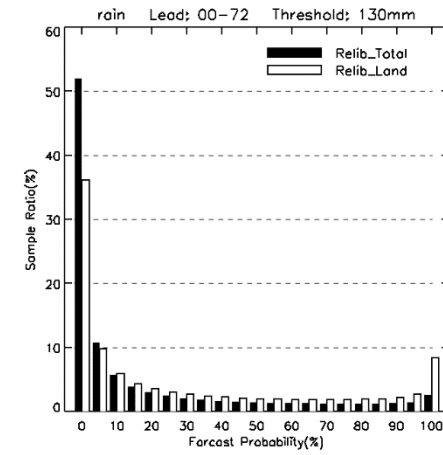
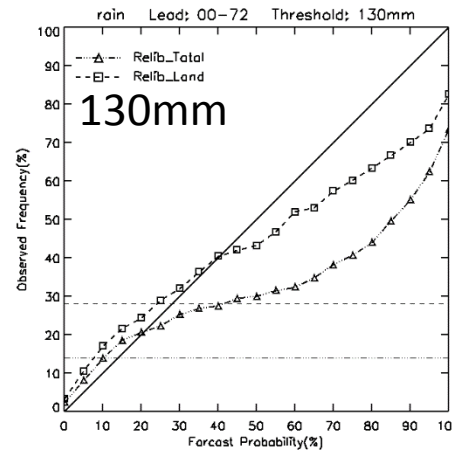
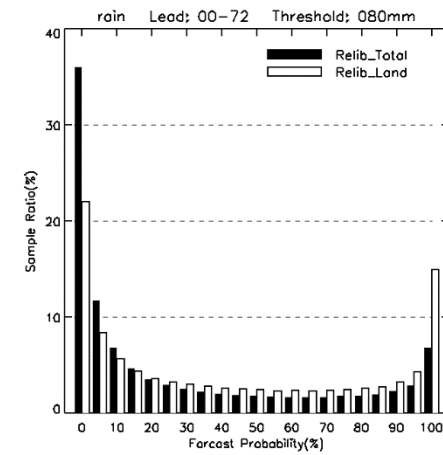
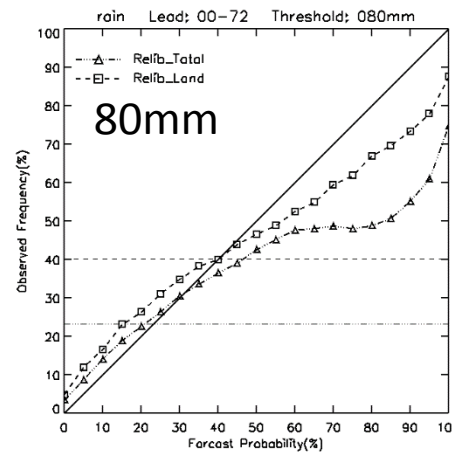
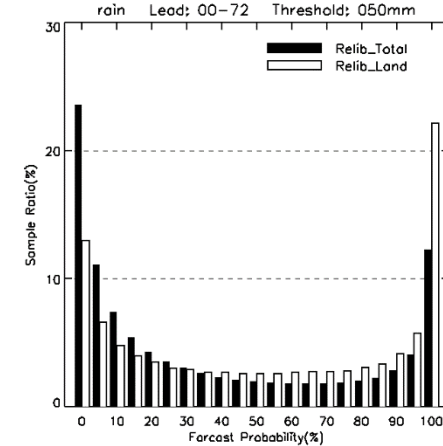
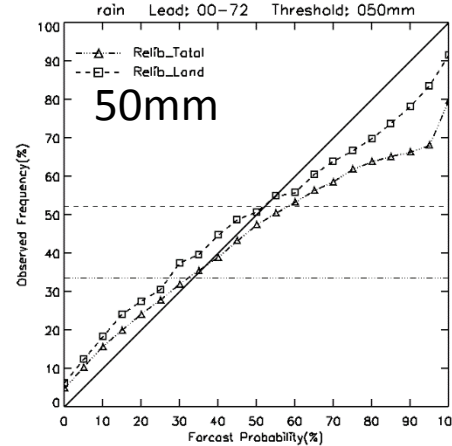


# WEPS對降雨事件的可信度評估

## 00-72h

### 全區與陸地

1. 系集成員預報機率很低的時候，有略為低報其事件出現機率的情況
2. 高降雨機率（50%以上）預報容易高報，且海上比陸上嚴重
3. 海上降雨容易高報，可能與雷達資料特性有關
4. 模式成員的預報結果與真實觀測間的位置偏移，會使可信度偏向「高報」
5. 預報機率接近100%時，高估的情況會略為趨緩

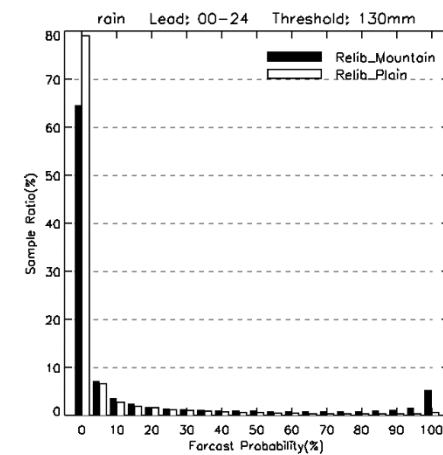
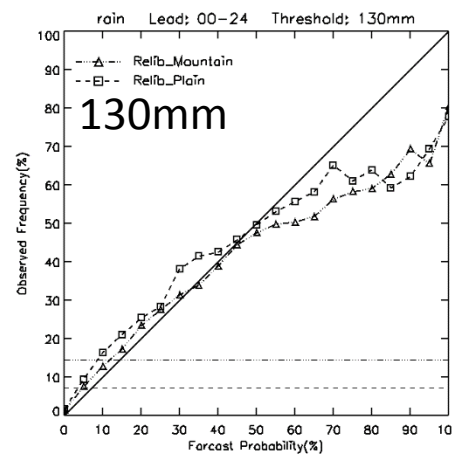
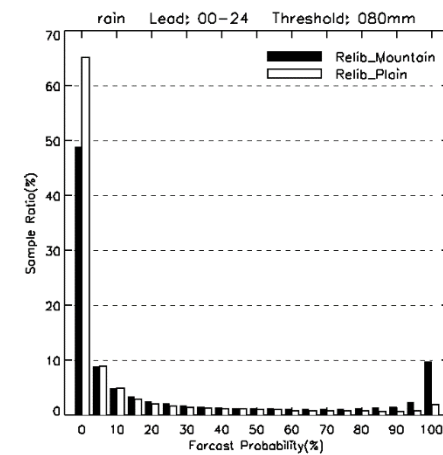
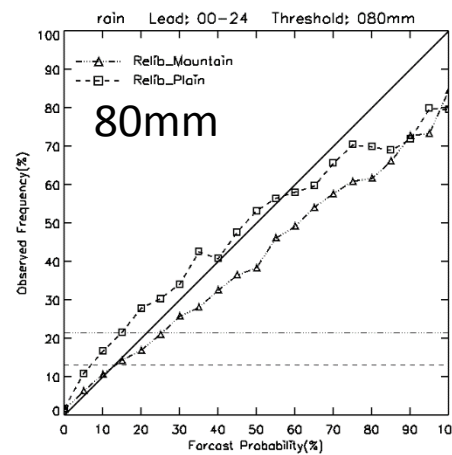
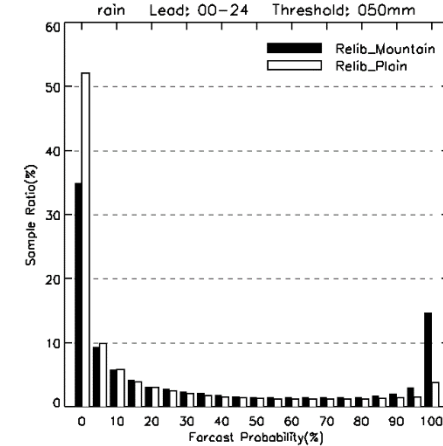
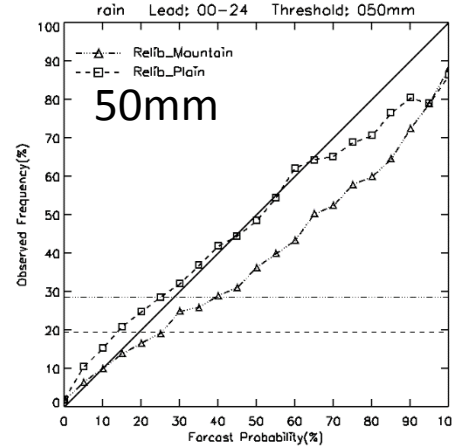


# WEPS對降雨事件的可信度評估

## 00-24h

### 平原與山區

1. 預報小雨量（50mm）出現的機率時，平原表現很接近觀測值。山區則有普遍高報，顯示對山區而言，預報成員的降雨機制略強
2. 降雨事件加劇（130mm）時，山區與平原的差距縮小
3. 預報大雨量（130mm）出現的機率時，預報出高機率時，真實觀測未必有那麼高的機率出現，此與前述「高機率預報會高估」的情況相同



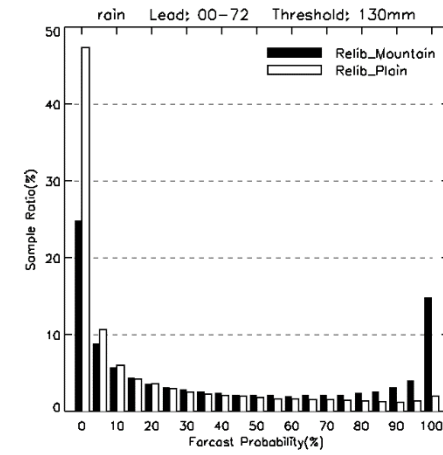
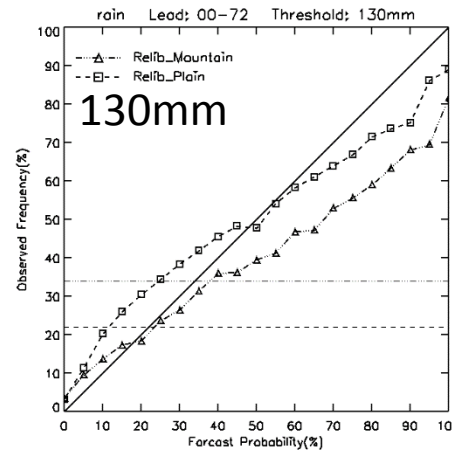
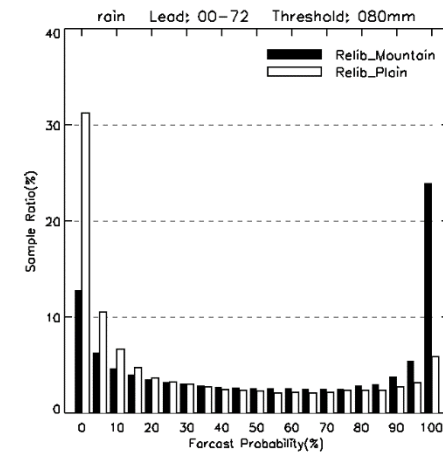
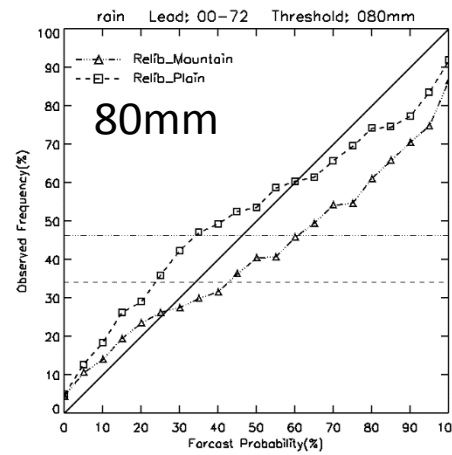
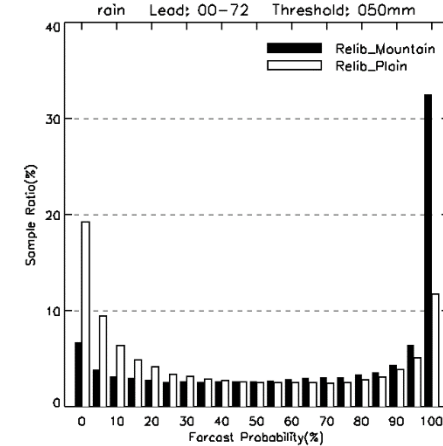
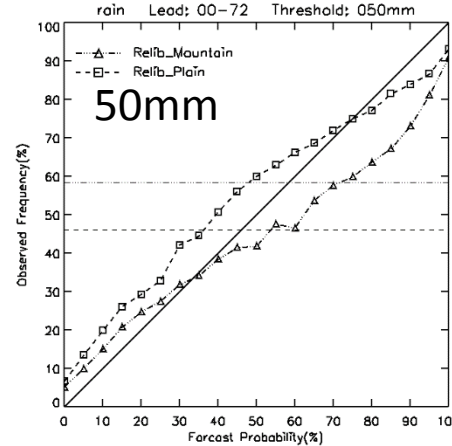


# WEPS對降雨事件的可信度評估

## 00-72h

### 平原與山區

1. 累積時間拉長後，平原地區低估降雨出現機率的情況增加
2. 整體來看還是山區預報容易高估，顯示對山區而言，預報成員的降雨機制略強
3. 降雨事件加劇（130mm）時，山區與平原的差距沒有明顯縮小，原因是對72h累積降雨來說，130mm可能算「小雨」

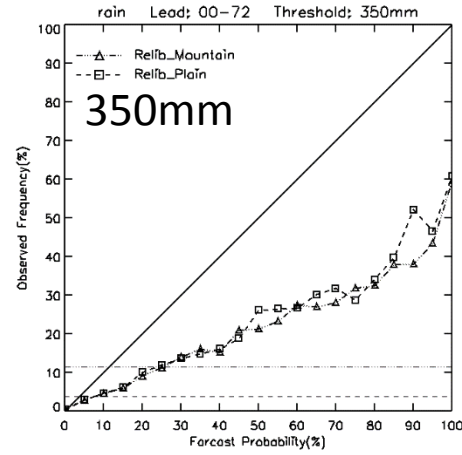
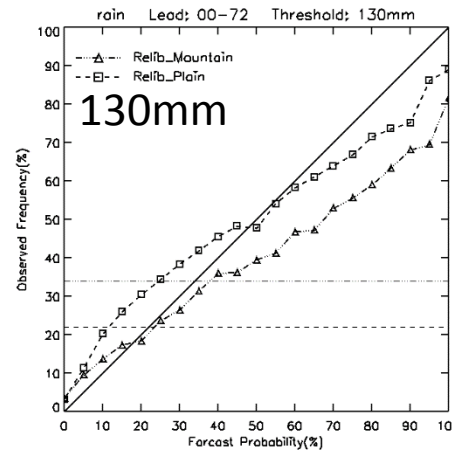
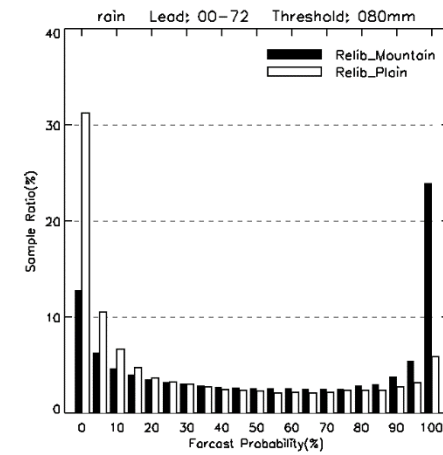
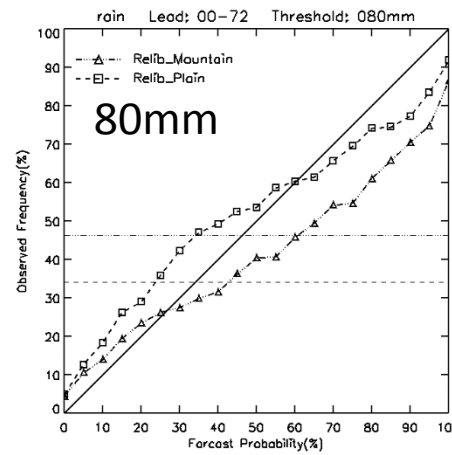
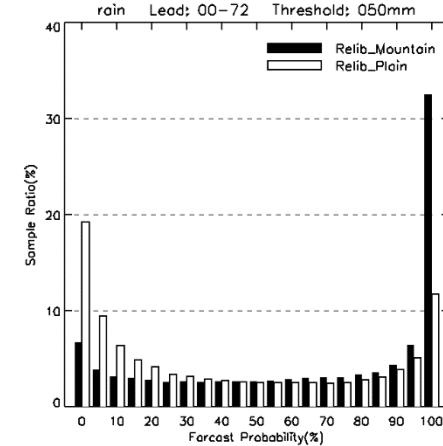
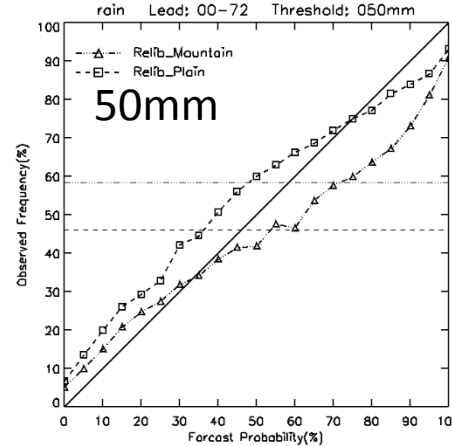


# WEPS對降雨事件的可信度評估

## 00-72h

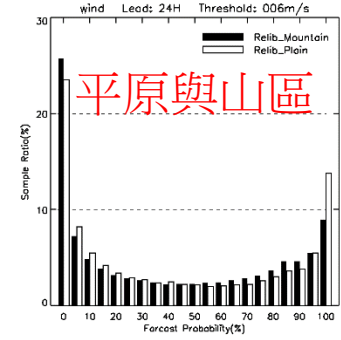
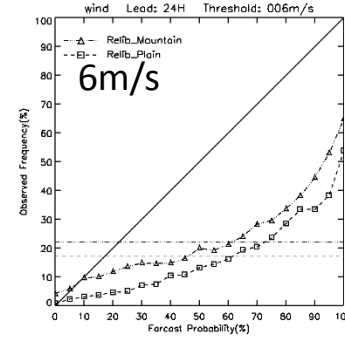
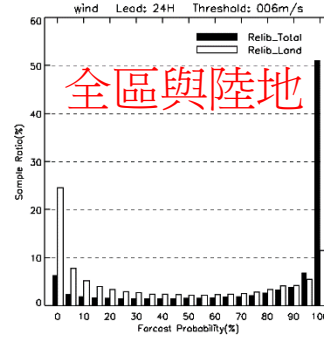
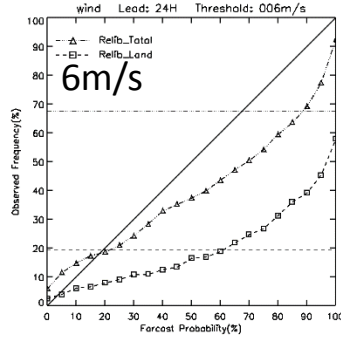
### 平原與山區

1. 累積時間拉長後，平原地區低估降雨出現機率的情況增加
2. 整體來看還是山區預報容易高估，顯示對山區而言，預報成員的降雨機制略強
3. 降雨事件加劇（130mm）時，山區與平原的差距沒有明顯縮小，原因是對72h累積降雨來說，130mm可能算「小雨」

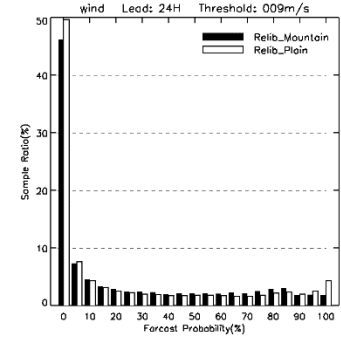
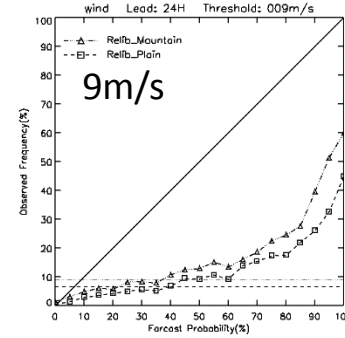
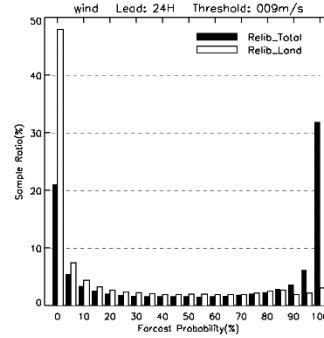
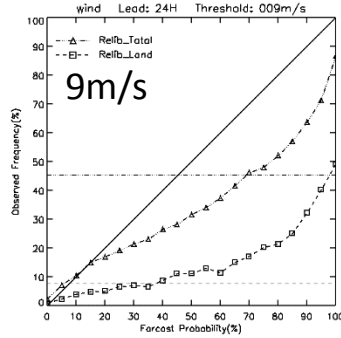


# WEPS對風速事件的 的可信度評估 24h

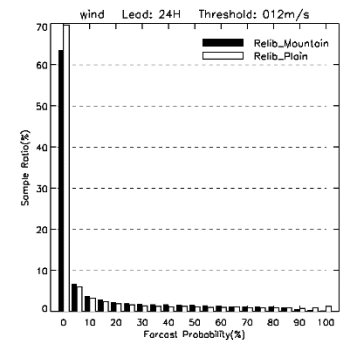
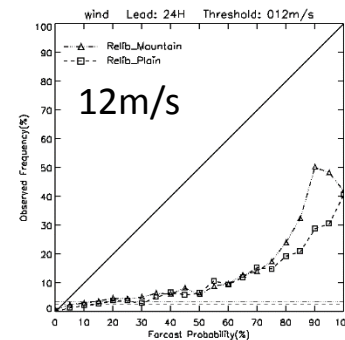
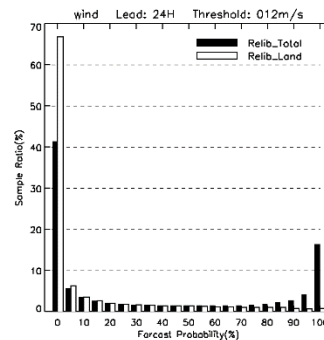
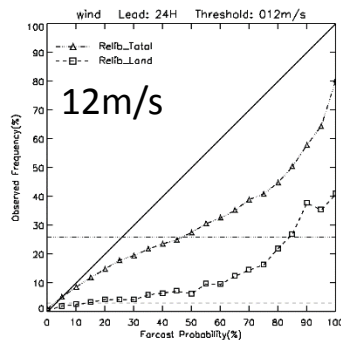
1. 幾乎全部高報



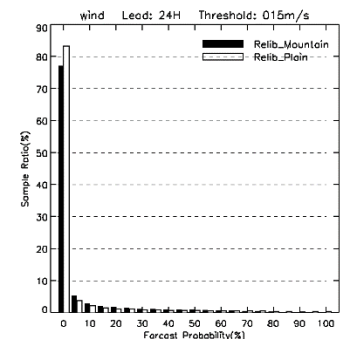
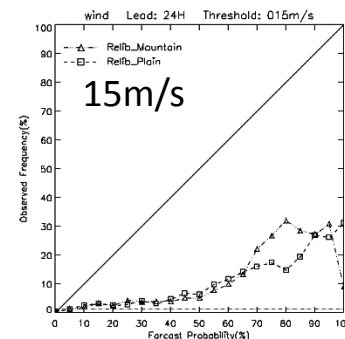
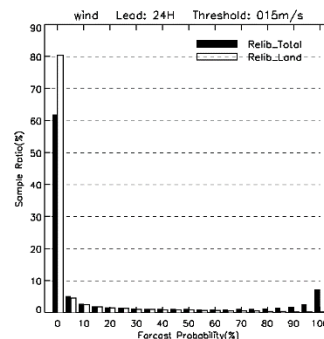
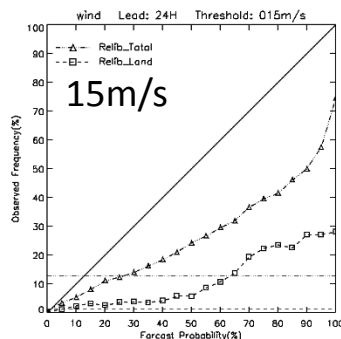
2. 陸地高報嚴重、平原高報嚴重



3. 風速估計出接近接近100%機率時，高報的情況比較少

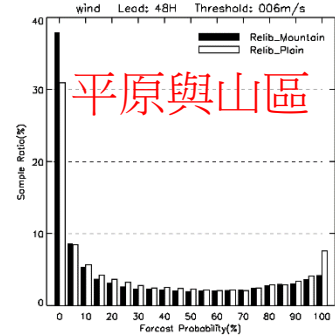
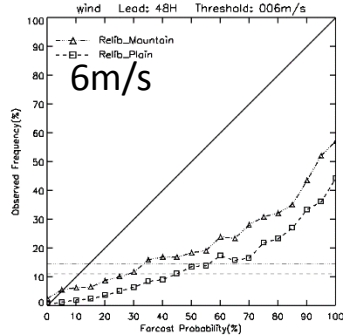
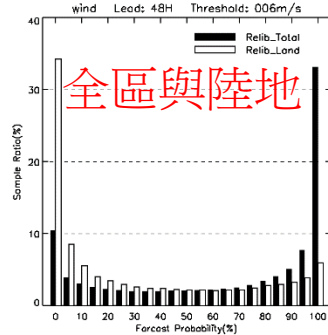
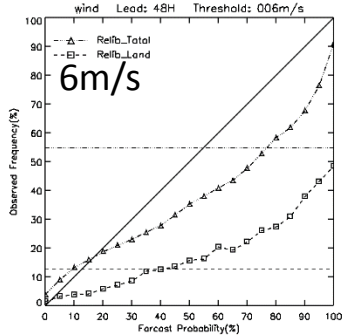


4. 高風速事件在山區資料偏少，所以較不具代表性

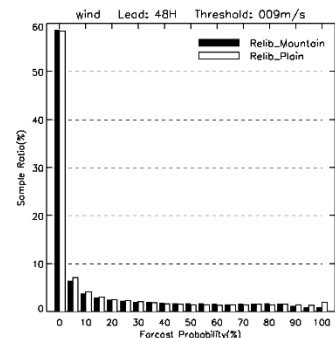
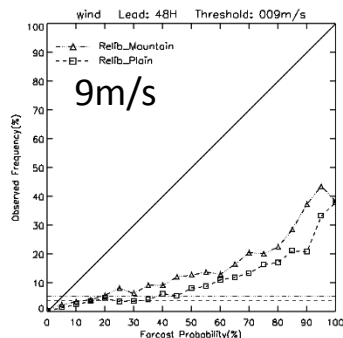
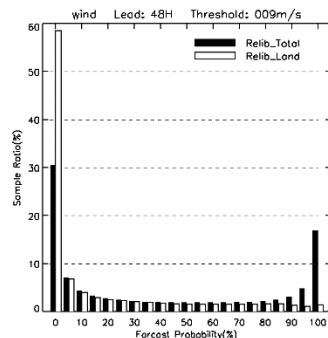
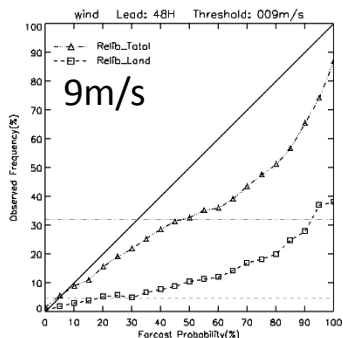


# WEPS對風速事件的 的可信度評估 48h

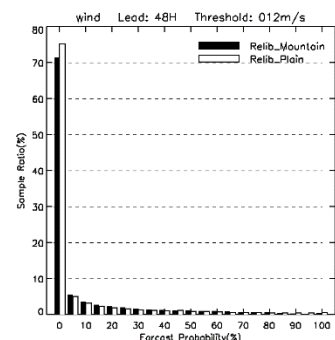
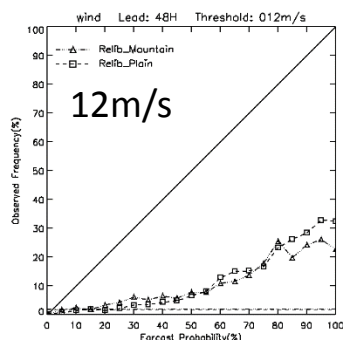
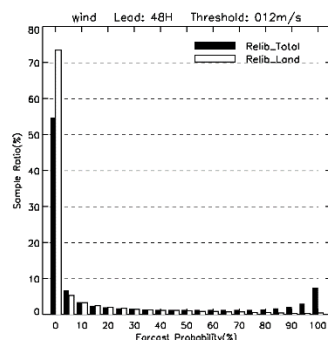
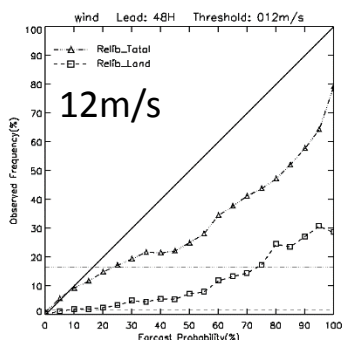
1. 幾乎全部高報



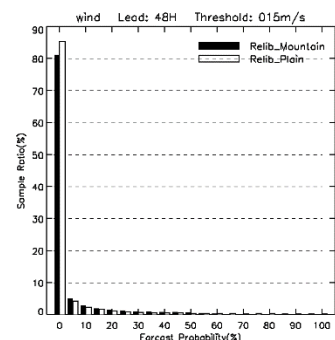
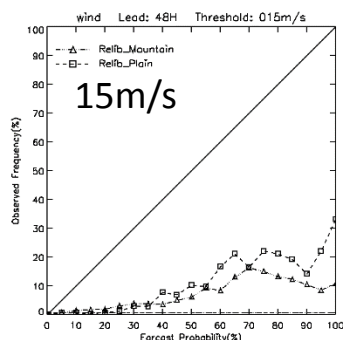
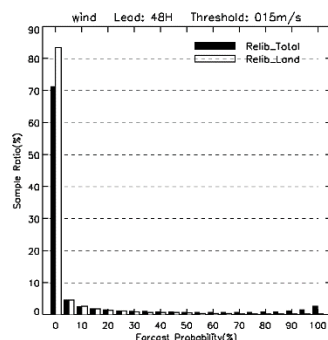
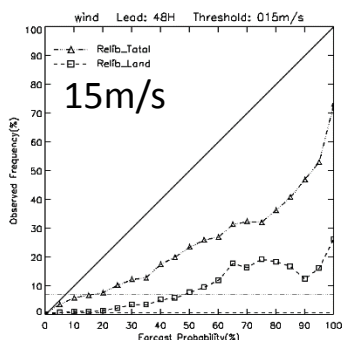
2. 陸地高報嚴重、平原高報嚴重



3. 風速估計出接近接近100%機率時，高報的情況比較少



4. 高風速事件在山區資料偏少，所以較不具代表性



# 系集機率預報分析工具

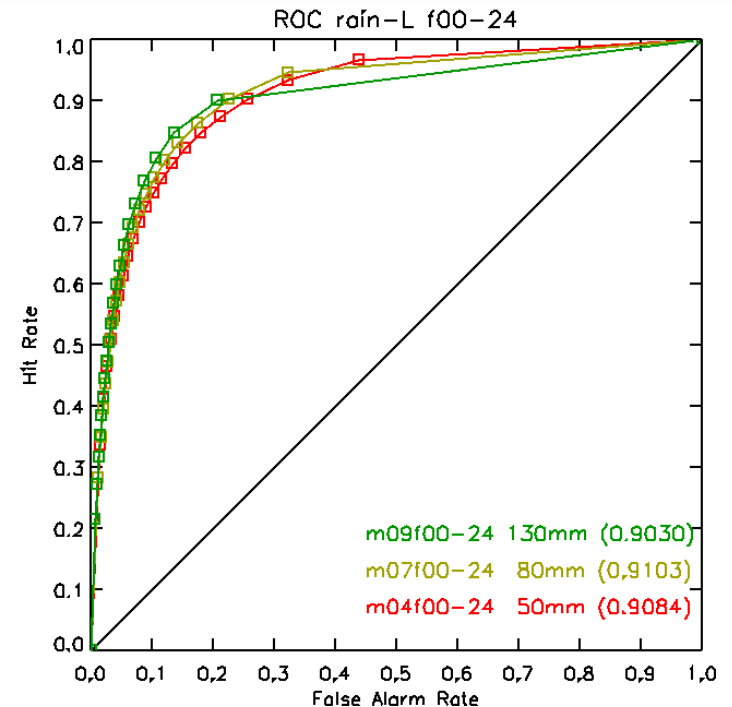
- 相對操作特性Relative Operating Characteristic，ROC：

分析系集預報對某天氣事件的發生或不發生的辨識能力，數學上只要彩色線段與橫軸圍出的面積高於0.5，就代表模式有辨識能力。

橫軸：錯誤預警率  $F/(F+C)$

縱軸：正確預報率  $H/(H+M)$

模式 觀測	達機率閾值	未達機率閾值
出現	Hit	Miss
沒出現	False alarm	Correct rejection



# 系集機率預報分析工具

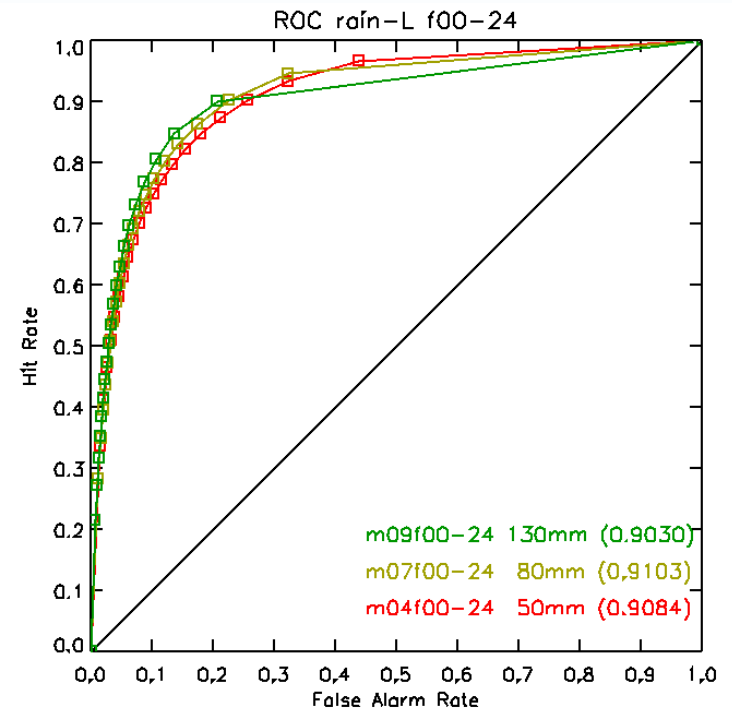
- 相對操作特性Relative Operating Characteristic，ROC：

分析系集預報對某天氣事件的發生或不發生的辨識能力，數學上只要彩色線段與橫軸圍出的面積高於0.5，就代表模式有辨識能力。

橫軸：錯誤預警率  $F/(F+C)$

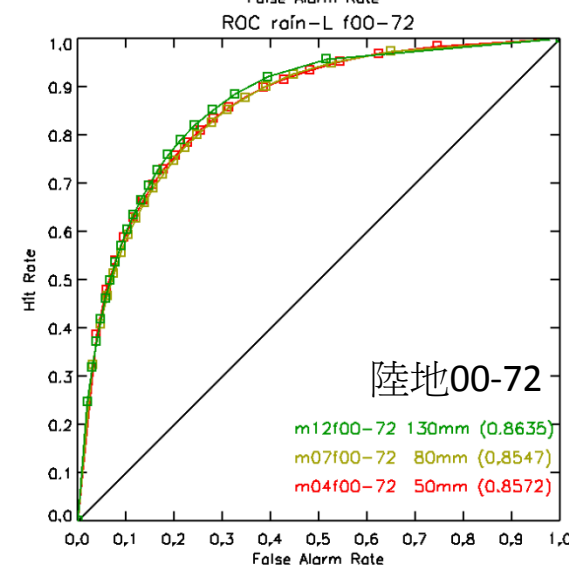
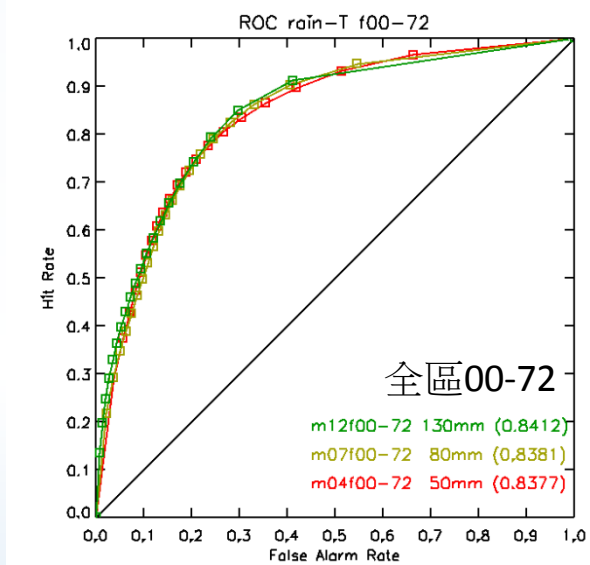
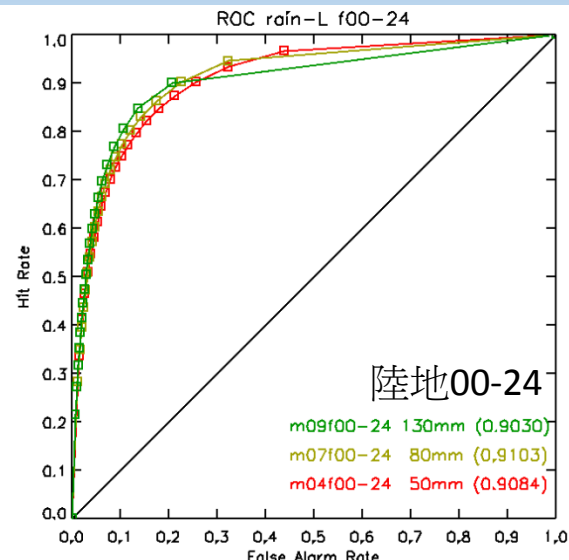
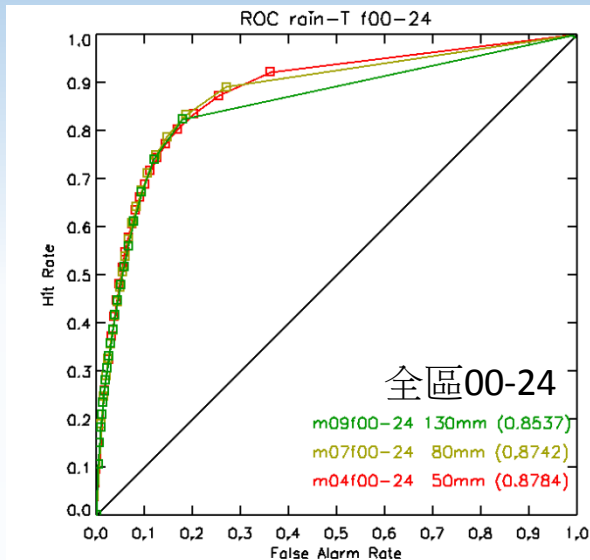
縱軸：正確預報率  $H/(H+M)$

圖中每條線都有21的點，分別代表WEPS預報出的21種機率的表現



# WEPS對降雨事件 辨識能力分析

1. 對全區00-24h的降雨辨識能力約在0.85以上，陸地可達0.9
2. 對全區00-72h的降雨辨識能力約在0.83以上，陸地可達0.85
3. 預報的辨識能力與降雨事件的大小沒有顯著關聯
4. 雖然差異很小，但陸地的辨識能力稍微優於全區

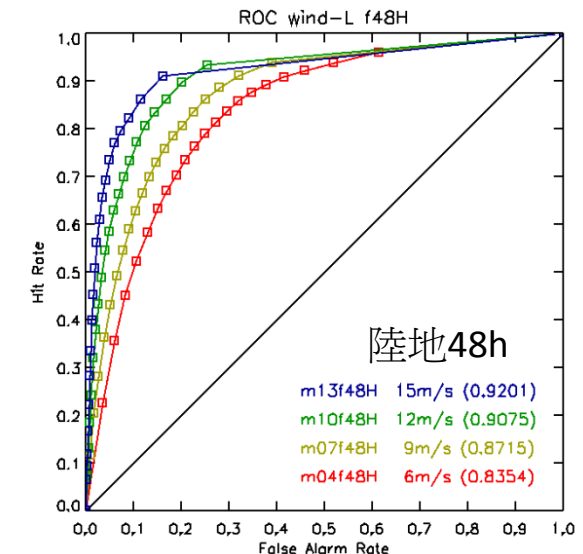
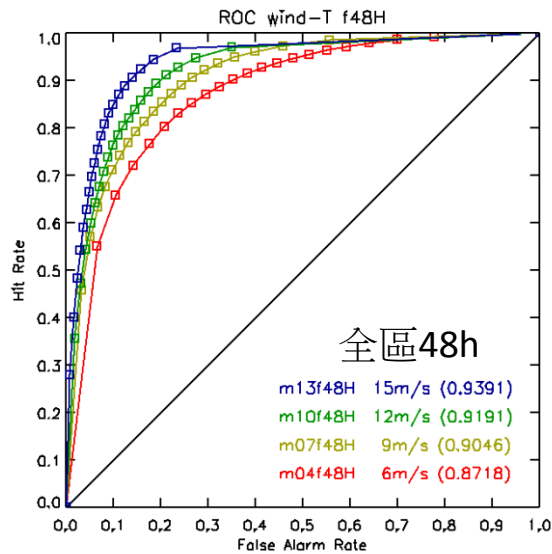
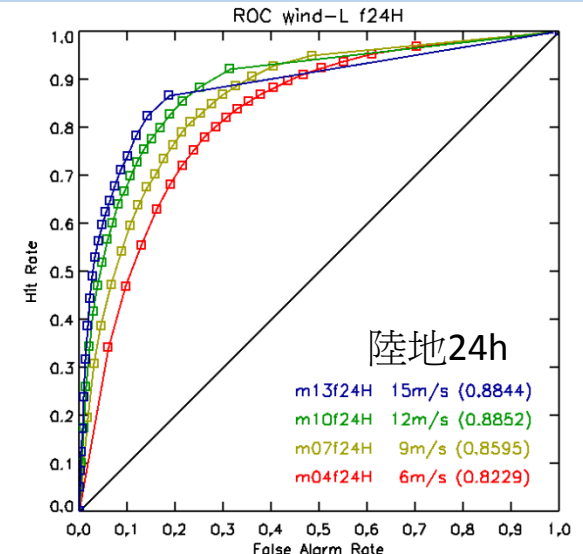
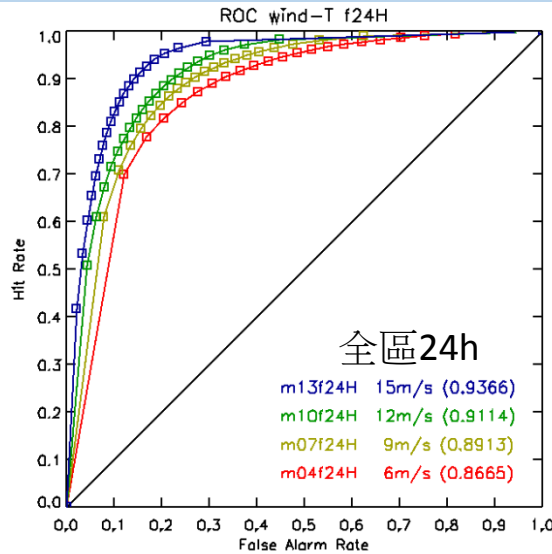


在數學上只要ROC達到0.5以上模式就算具有辨識能力，但由於數值氣象預報的發展日趨成熟，目前需要達到0.7以上我們才認為符合標準。



# WEPS對風速事件 辨識能力分析

1. 對全區24h的降雨辨識能力約在0.86以上，陸地0.82以上
2. 對全區48h的降雨辨識能力約在0.87以上，陸地0.83以上
3. WEPS預報「高風速」時有較佳的辨識能力
4. 與降雨不同，風速在陸地上的表現比較遜色



在數學上只要ROC達到0.5以上模式就算具有辨識能力，但由於數值氣象預報的發展日趨成熟，目前需要達到0.7以上我們才認為符合標準。



# 結論

## 降雨可信度分析：

- WEPS預報出小機率時，其發生的機率與觀測發生的機率很接近，僅略有低估事件出現的機率
- WEPS預報出大機率時，其預報結果容易有高報的情形，其中強降雨事件高報比弱降雨事件嚴重、海上比陸地嚴重、山區又比平地嚴重，海洋上24小時累積比72小時累積嚴重
- 山區與平原在大降雨事件時差異較小
- 使用WEPS的機率預報時，隨著預報降雨機率的增加，對降雨出現的機率估計要愈加保守、且海上要比陸地保守、山區又要比平地保守，大降雨要比小降雨更保守（尤其是海上）

# 結論

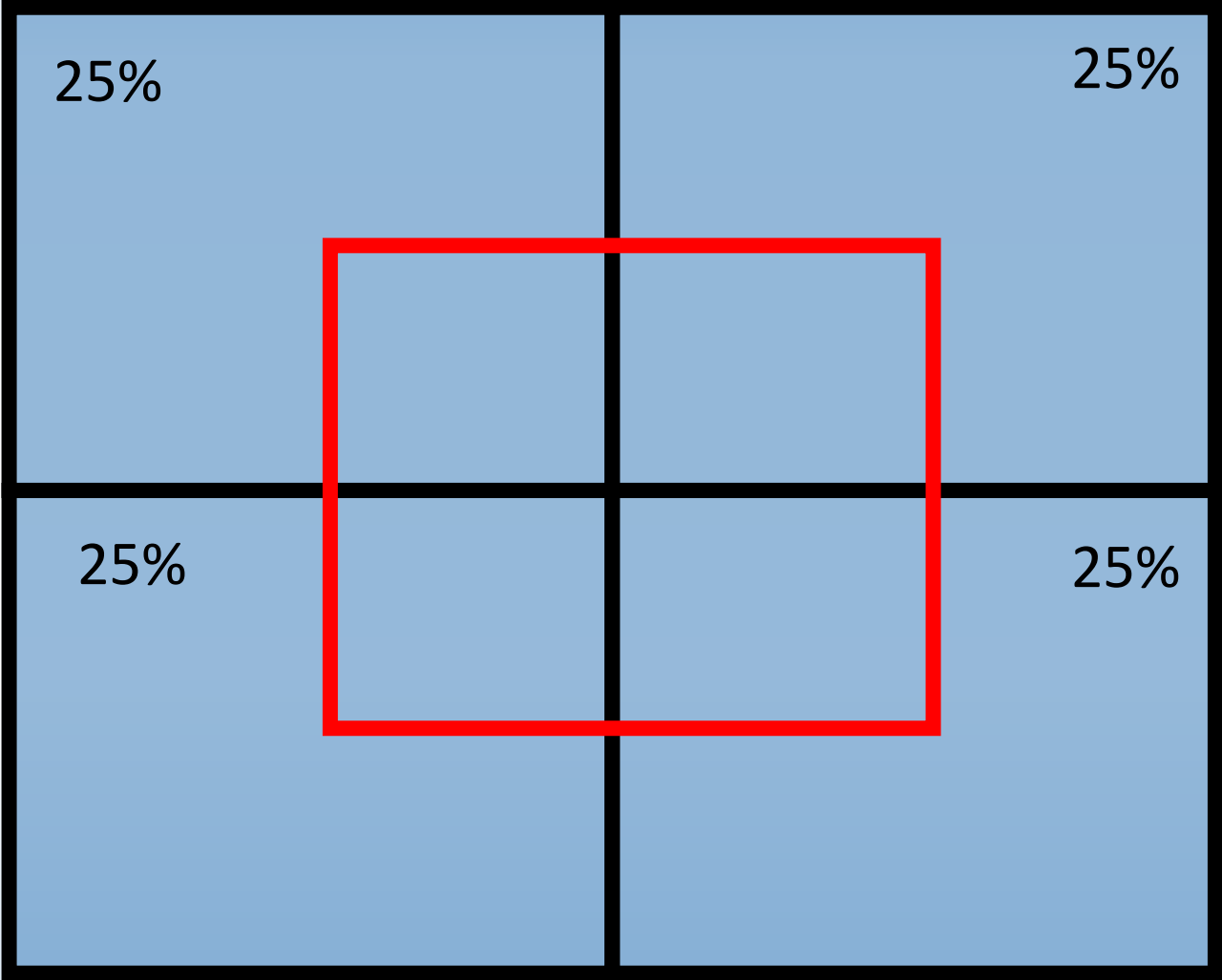
## 風速可信度分析：

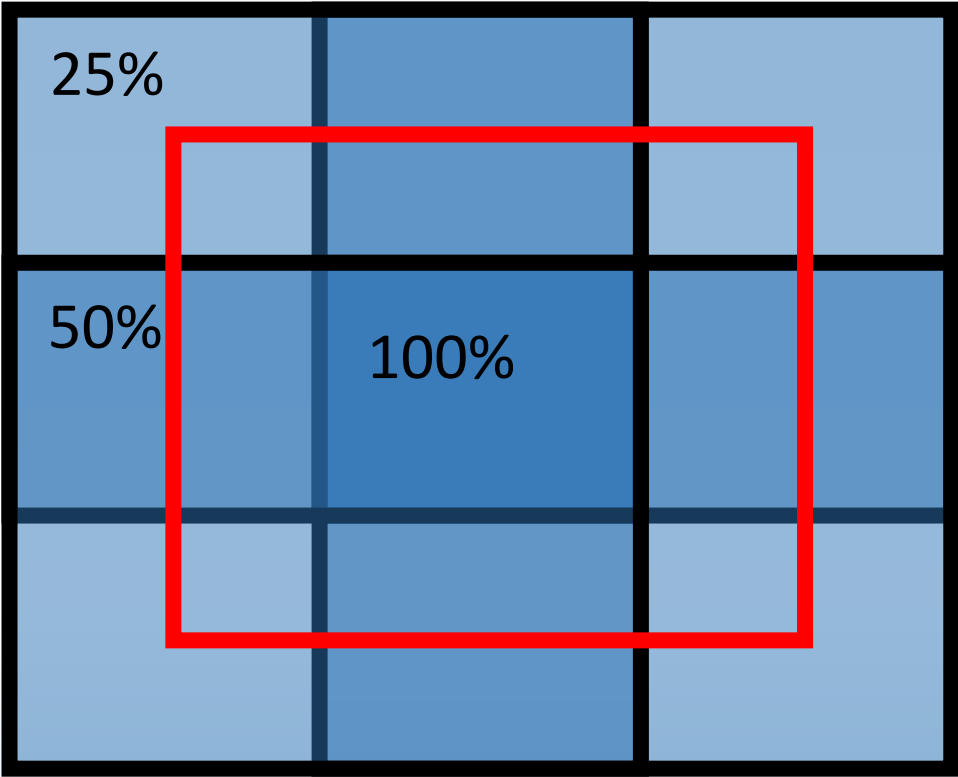
- **WEPS** 高估了所有的風速事件出現的機率，陸地較海洋嚴重、平地又比山區嚴重

## 辨識能力分析：

- **WEPS** 普遍都能達到ROC面積為0.83以上的水準
- 雨量在陸地辨識能力較佳，風速則是海上辨識能力較佳
- 風速預報的辨識能力隨著風速事件的強度增加而增加，雨量預報則沒有明顯差別。

End





25%		
50%	100%	

