

# 混合式定量降水預報產品 (Blended-QPF) 效能評估

賴曉薇 洪景山

# 前言

## ◎ 動機

- 不同的單位根據使用目的，以各種產製方法生產不同預報時效的定量降水預報。

## ◎ 目標

- **整合**多元定量降水預報指引，發展有效的逐時定量降水預產品，未來可供防災需求之用 → 混合式定量降水預報 (blended-QPF, bQPF)

## ◎ 產品特性

- 多元定量降水預報指引: QPE-QPF(1)、iTEEN(6), RWRF(12), LETKF(12), WRFD(84), TWRF(84), WEPS(84), ETQPF(72)
- 經校驗評估各種客觀定量降水預報指引，以了解其預報性質
- 拼接成72小時的逐時定量降水預報產品
- 即時/逐時滾動更新
- 精緻化後處理

# 定量降水預報客觀指引

QPF guidance	Description	Resolution	Announce frequency	Forecast length	delivery time	Data inventory	
						amount	Ex.
<b>QPEQPF</b>	雷達降雨估計外延	<b>0.0125 degree</b>	<b>10min</b>	<b>1h</b>	<b>8-10分</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>iTEEN</b>	利用影像辨識技術比對雷達觀測回波vs系集成員預報	<b>0.0125 degree</b>	<b>Hourly</b>	<b>6h</b>	<b>32-40分</b>	<b>6</b>	0 -1 ... -5
<b>RWRF/ LETKF</b>	逐時更新雷達資料同化的高解析度WRF預報	<b>2 km</b>	<b>Hourly</b>	<b>12h</b>	<b>40分/ 50分</b>	<b>12</b>	0 -1 ... -11
<b>WRFD</b>	氣象局區域預報模式決定性預報	<b>15/3 km</b>	<b>4/day</b>	<b>84h</b>	<b>6-7小時</b>	<b>11</b>	-6 (~ -11) -12 (~ -17) ... -78 (~ -83)
<b>TWRF</b>	與WRFD類似，但針對颱風預報進行調校	<b>15/3 km</b>	<b>4/day</b>	<b>84h</b>	<b>6-7小時</b>	<b>11</b>	
<b>WEPS</b>	20組WRF成員的系集預報的機率擬合平均	<b>45/15/5 km →15/3km</b>	<b>4/day</b>	<b>84h</b>	<b>10-12小時</b>	<b>10</b>	-12 (~ -17) -18 (~ -23) ... -66 (~ -71)
<b>ETQPF</b>	以氣候統計法架構，使用系集預報降雨+颱風官方預報路徑重組颱風降雨預報	<b>0.0125 degree</b>	<b>8/day</b> (颱風警報發布期間)	<b>72h</b>	<b>官方颱風路徑更新後</b>		

# 處理流程

## 資料整合



各預報指引之資料收集

格式統一

各預報指引離線校驗

## 混合拼接



拼接策略研擬

## 後處理



與官方預報擬合

驗證

平滑/揉合

偏差校正

# 離線校驗評估 – 校驗個案

◎ 目標：災害性降雨事件

◎ 顯著降雨個案篩選

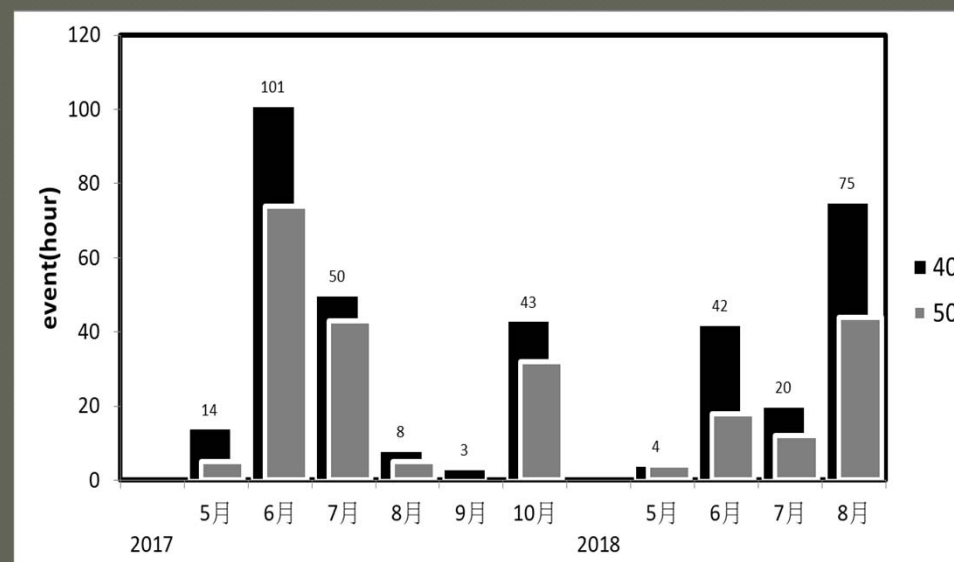
□ >1mm/hr降雨面積達40%

□ >40mm/hr降雨面積1%

□ >100mm/3hr降雨面積1%

□ 持續發生2hr

□ 符合上述條件之前後3hr



# 離線校驗評估 – 客觀指引資料

## ◎ 預報指引

考慮即時可用的客觀指引 → 不同的指引有不同的到位時間

Fcst time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	...			
QPEQPF	1	2	3																															
iTEEN	2	3	4	5	6																													
RWRF	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																							
LETKF	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12																							
WRFD	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	...			
TWRF	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	...			
WEPS	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	...			
ETQPF	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	...			

註：

1. QPE-QPF(2)(3)僅2017年梅雨個案測試校驗
2. LETKF於2017年12月上線，僅校驗2018年降水個案
3. ETQPF僅2017年7月28-30日(尼莎颱風)個案校驗

# 離線校驗評估

## ◎ 評估內容

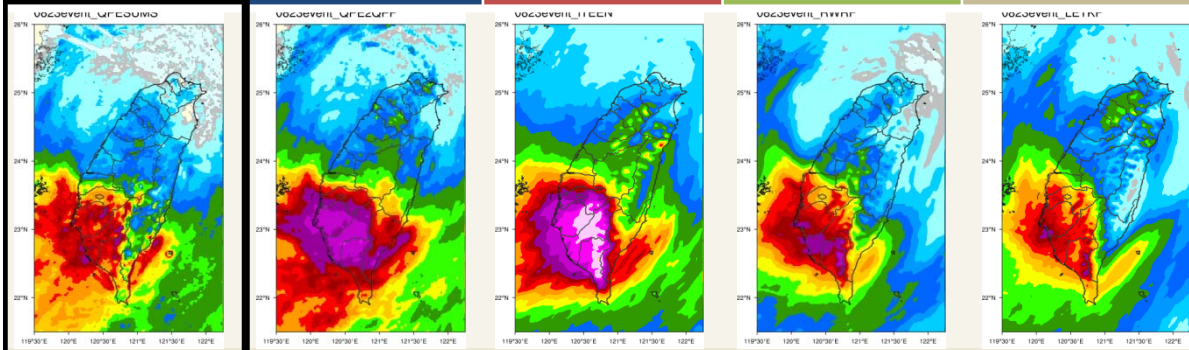
### • 降雨型態之比較

- ✓ 水平分布特徵
- ✓ 降雨強度分級之機率密度分布

### • 統計表現

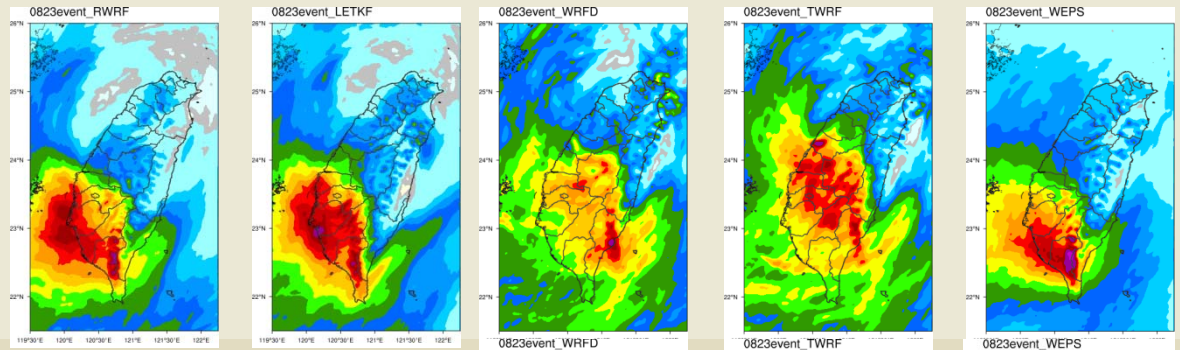
- ✓ 列聯表分析：ETS, POD, FAR, BIAS
- ✓ 鄰域空間檢驗：FSS

<b>QPESUMS</b>	<b>QPE2PQF</b>	<b>iTEEN</b>	<b>RWRF</b>	<b>LETKF</b>	<b>WRFD</b>	<b>TWRF</b>	<b>WEPS</b>
----------------	----------------	--------------	-------------	--------------	-------------	-------------	-------------



← bQPF 1-5h  
 QPE2PQF: f1h  
 iTEEN, RWRF, LETKF: f2-6h

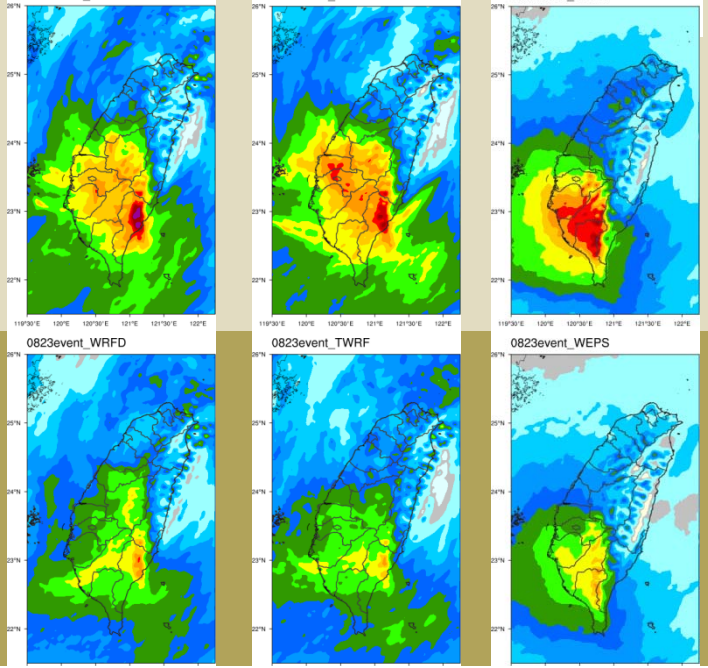
bQPF 6-11h →  
 RWRF, LETKF: f7-12h  
 WRFD, TWRF: 12-17h  
 WEPS: 18-23h



bQPF 12-24h →  
 WRFD, TWRF: 18-30h  
 WEPS: 24-36h

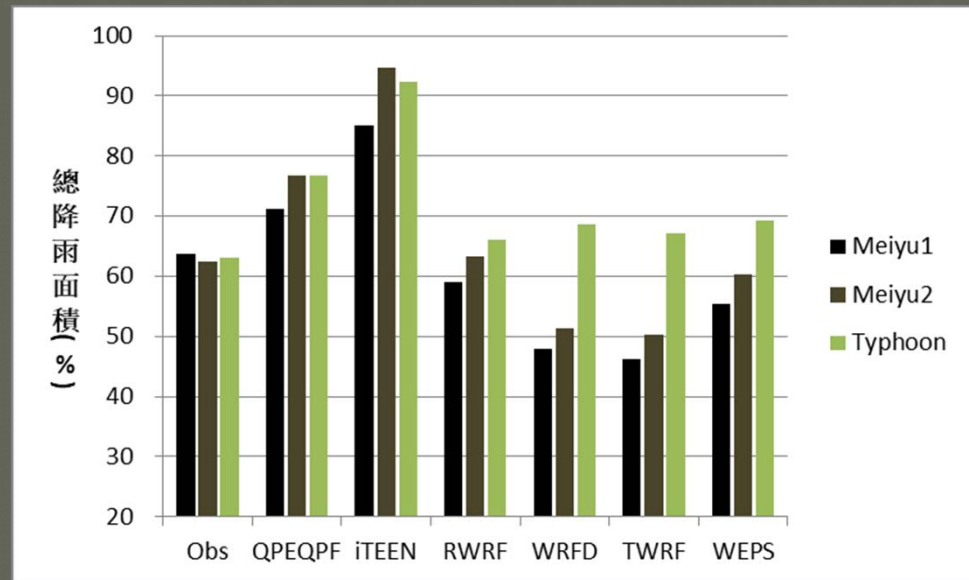
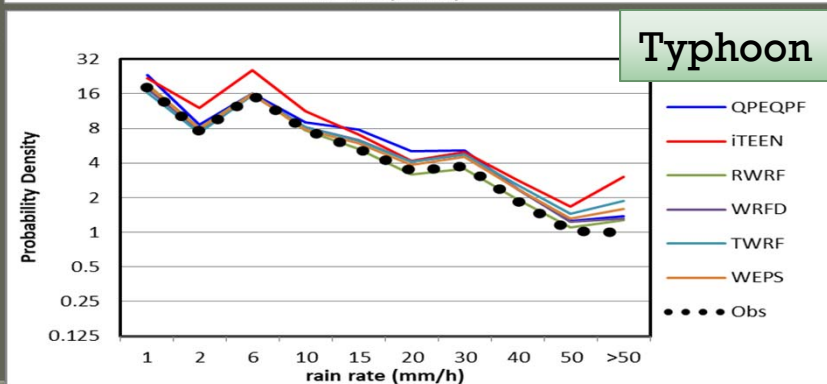
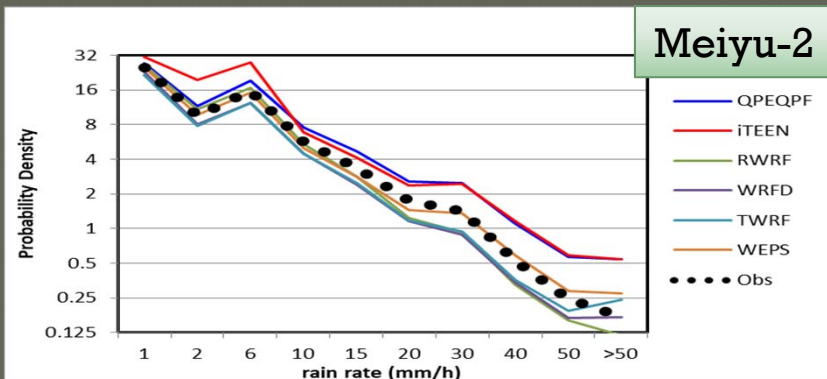
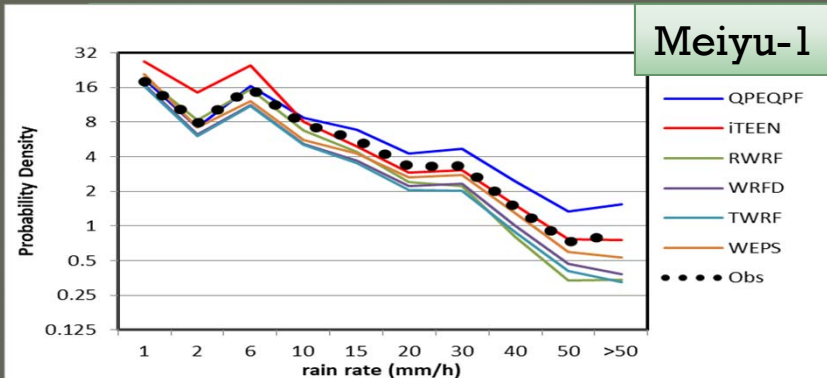
降雨型態與位置分布  
 以0823豪雨事件之時雨量累積圖為例：  
 顯著降雨時間為75h  
 符合篩選條件之前後3hr為81h

bQPF 25-48h →  
 WRFD, TWRF: 31-54h  
 WEPS: 37-60h





# 降雨面積分布



以機率密度分布表示

以2017年顯著降雨事件為例

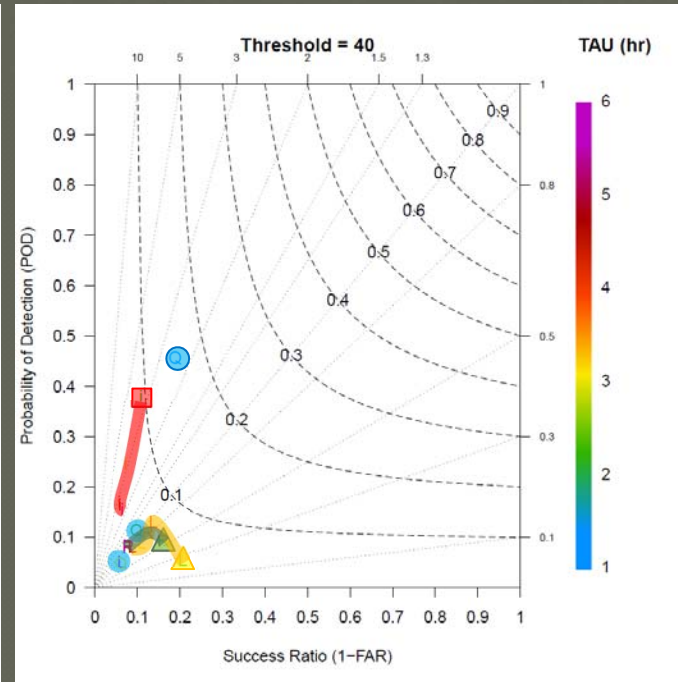
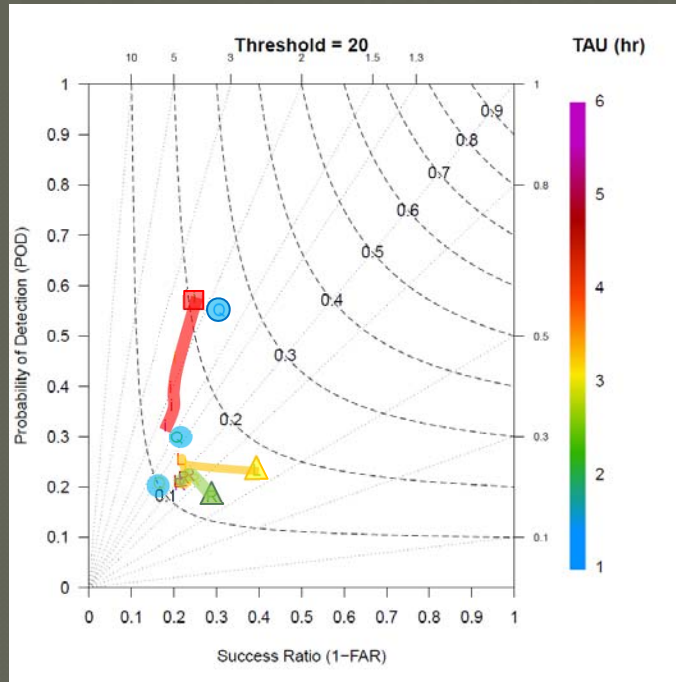
➤ QPEQPF及iTEEN之降雨面積偏大，各分級區間皆然。

➤ 數值模式在颱風預報的降雨機率分布較接近觀測。

在梅雨系統大雨情況的降雨面積明顯預報不足。

Fcst time	1	2	3	4	5
QPEQPF	1	2	3		
iTEEN	2	3	4	5	6
RWRF	2	3	4	5	6
LETKF	2	3	4	5	6

# 效能統計

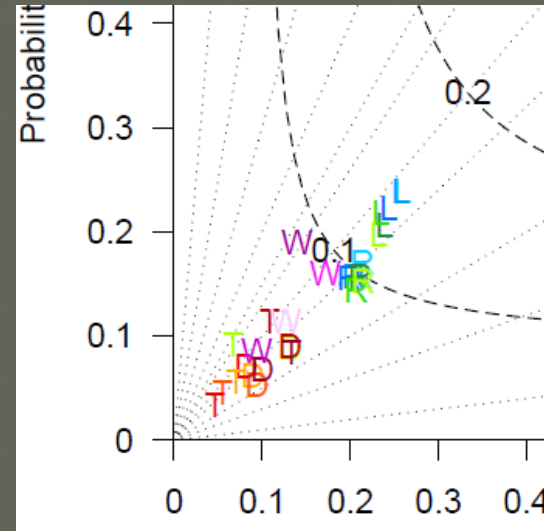
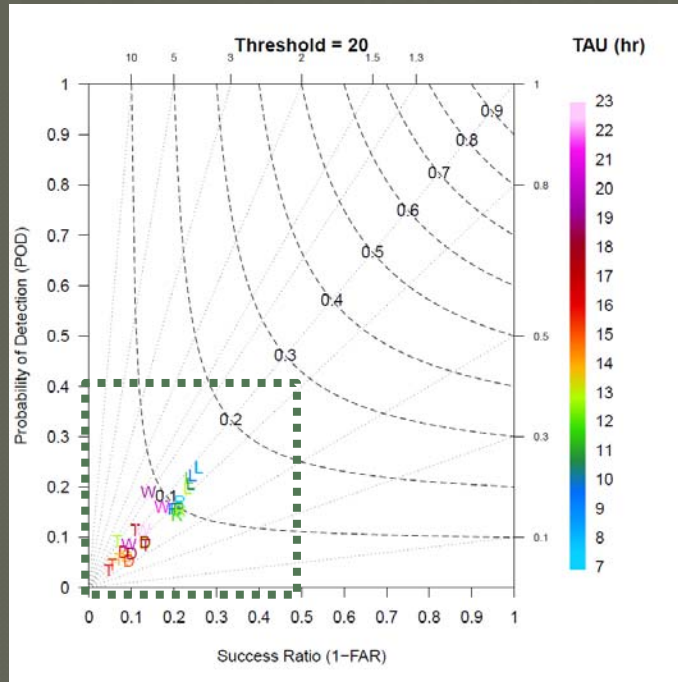


## ◎ bQPF 第 1-5 小時之客觀指引比較

- ✓ **QPE**外延**QPF**：第1小時有最高的ETS, POD及低FAR，降雨偏向過度預報。預報效能隨預報時間迅速降低。
- ✓ **iTEEN**：較高的ETS、POD及FSS，傾向過度預報。
- **RWRF**：較低的FAR，大雨之FSS與iTEEN相當。

Fcst time	6	7	8	9	10	11
RWRF/LETKF	7	8	9	10	11	12
WRFD/TWRF	12	13	14	15	16	17
WEPS	18	19	20	21	22	23

# 效能統計

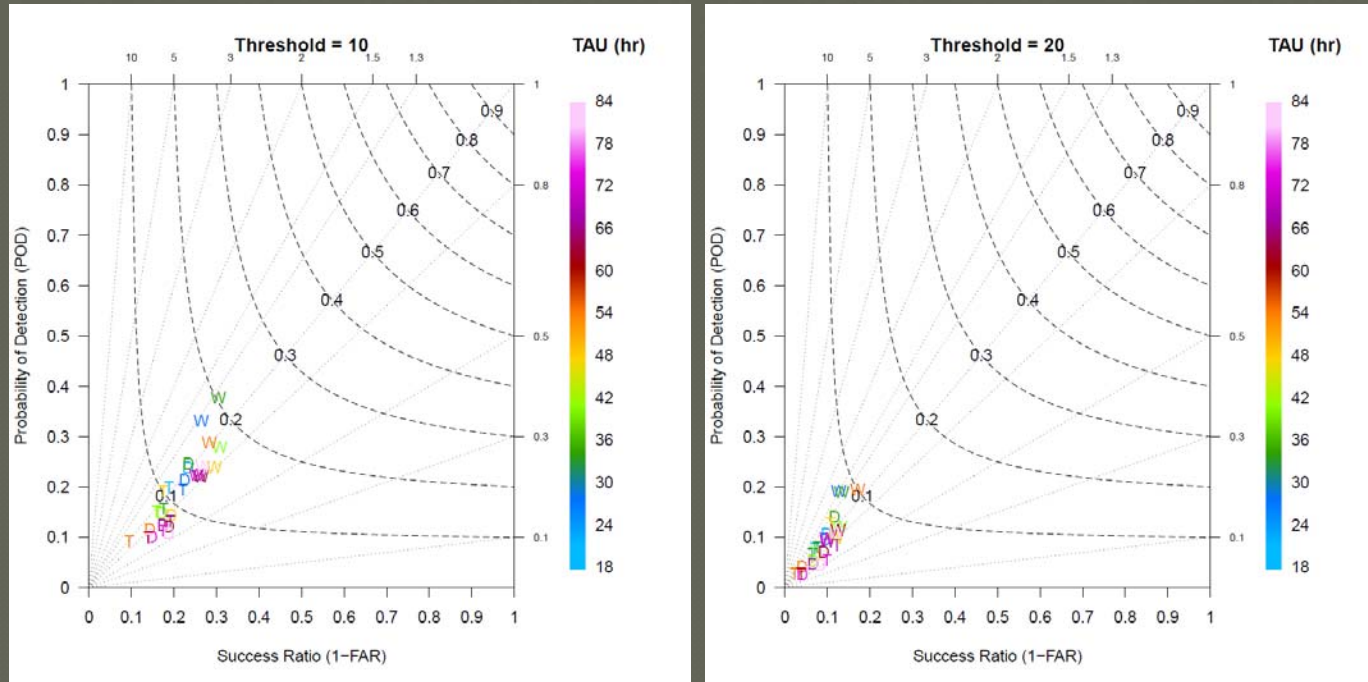


## ◎ bQPF 第6-11小時之客觀指引比較

- ✓ **LETKF** 表現得分皆優於其它成員，且具有較小的偏差。
- ✓ RWRF 與 WEPS 表現得分相仿，但 WEPS 預報偏倚較為顯著。
- WRFD 和 TWRF 表現得分相仿

Fcst time	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	...
WRFD	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	...
TWRF	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	...
WEPS	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	...

# 效能統計

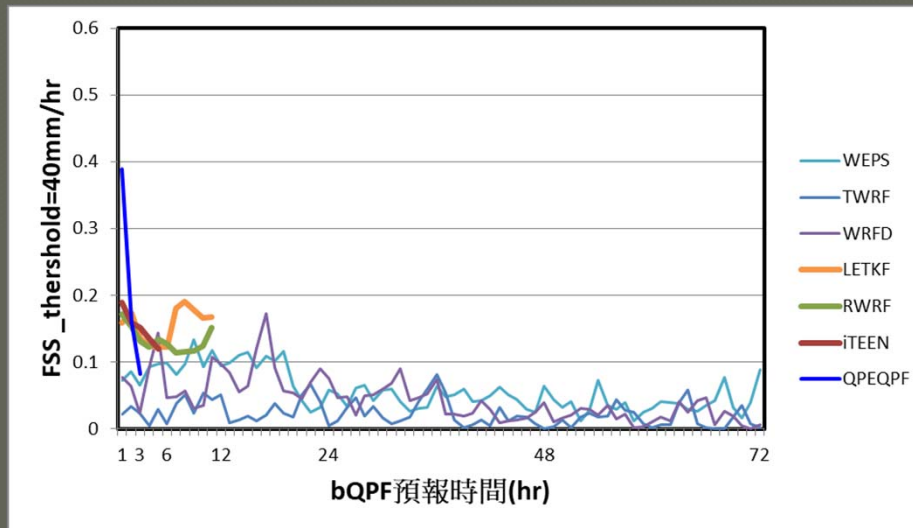
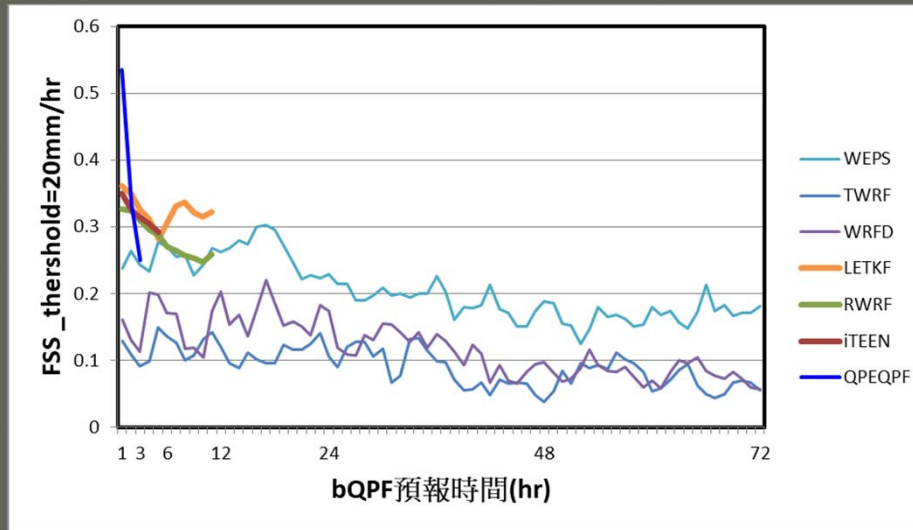


◎ bQPF 第12小時之後客觀指引比較

✓ **WEPS** 表現得分皆優於其它成員。

• **WRFD**和 **TWRF**：WRFD和表現得分稍佳

# 客觀預報指引之效能統計-小結



## ◎ 對流尺度即時預報(1-4hr)

- QPEQPF預報效能隨時間速降低
- iTEEN、RWRF、LETKF預報效能相仿

## ◎ 中尺度極短期預報(5-12hr)

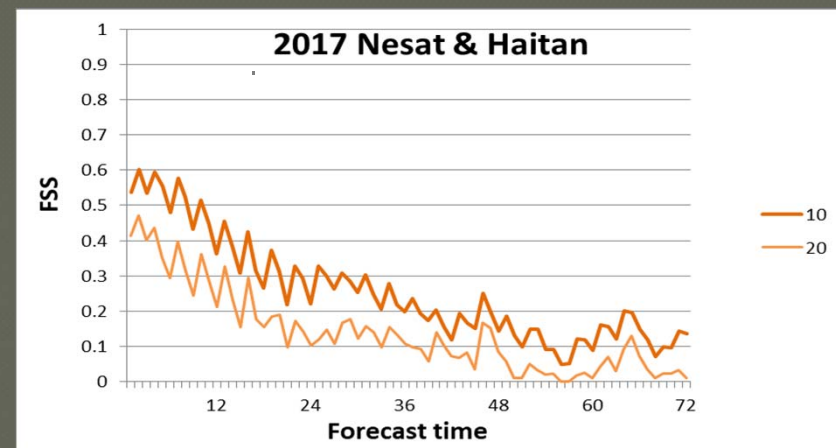
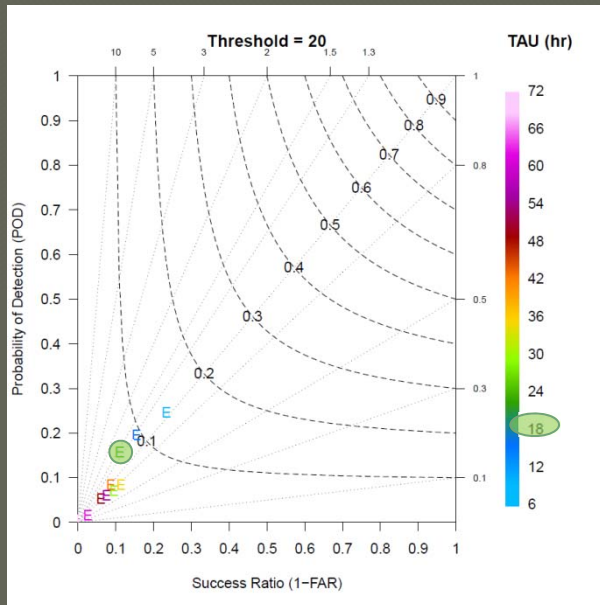
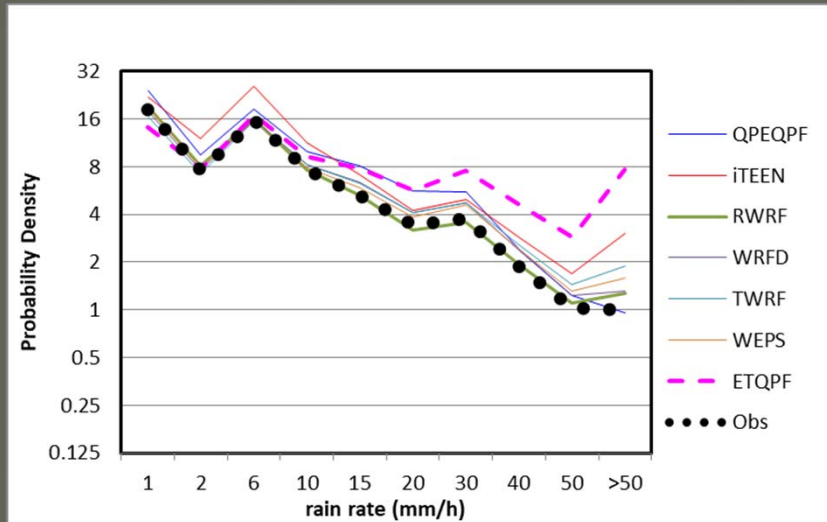
- LETKF較佳，RWRF及WEPS預報效能相仿

## ◎ 綜觀尺度天氣預報

- WEPS較佳，然而針對大雨預報(>40mm/hr)無分辨性

# ETQPF預報特性

- ◆ 總降雨機率密度傾向於偏高  
→ 強降雨面積過大
- ◆ ETQPF受颱風路徑預報的不確定影響，預報效能隨時間降低。
- ◆ 由於ETQPF為3小時雨量，平均為逐時雨量後，預報效能亦呈現擺動。



# bQPF 拵接策略

1. 考慮即時可用的客觀指引
  - 不同的指引有不同的到位時間
2. 根據離線校驗評估定義各客觀指引的優選順序
3. 根據優選順序即時／逐時選定可用之指引

Fcst time	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
QPEQPF	1																								
iTEEN	2	3	4	5	6																				
RWRF	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12														
LETKF	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12														
WRFD	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
TWRF	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
WEPS	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	

第1順位
第2順位
第3順位

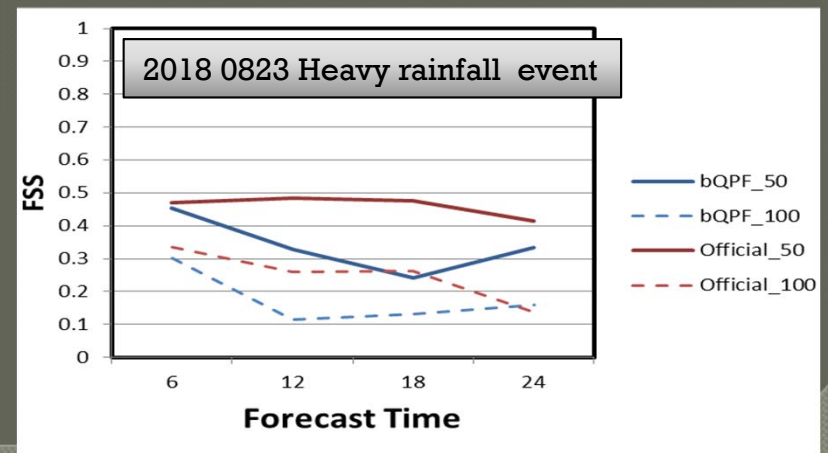
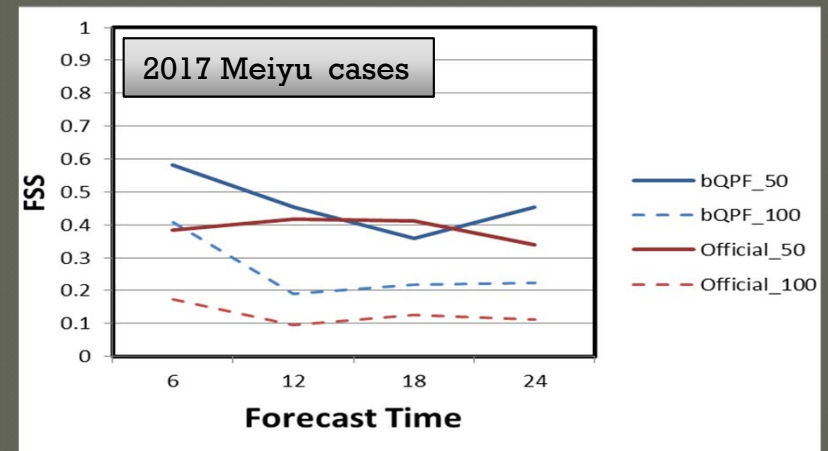
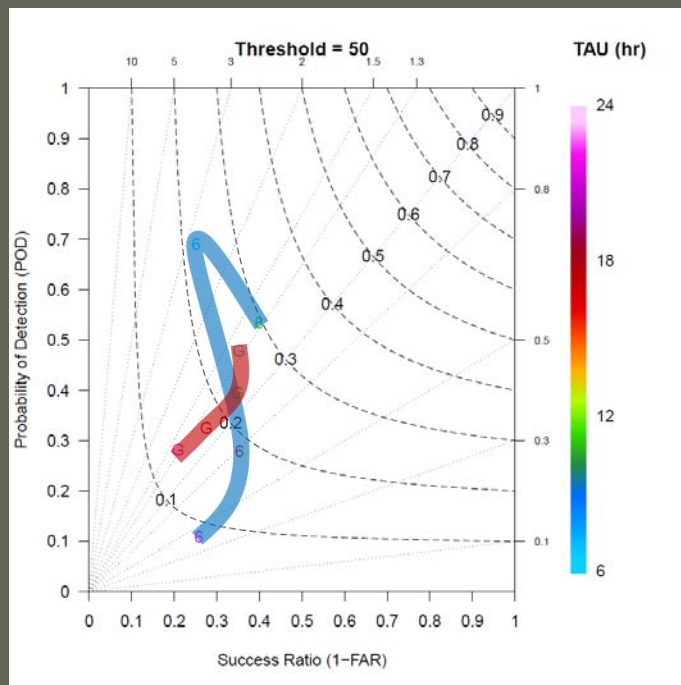
# bQPF6與官方預報的比較

## ◎ 預報特性

- 官方預報顯示穩定的預報特性
- bQPF預報特性變動大，由即時→短期→綜觀，不同指引的轉換間產生較大的間隙。

## ◎ 預報效能

- bQPF在12-18h預報效能降低。





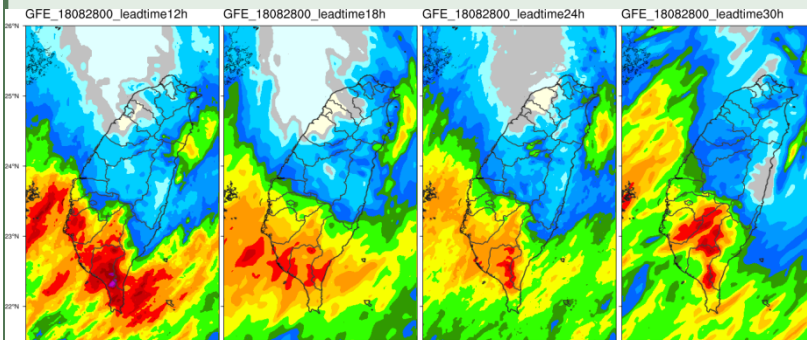
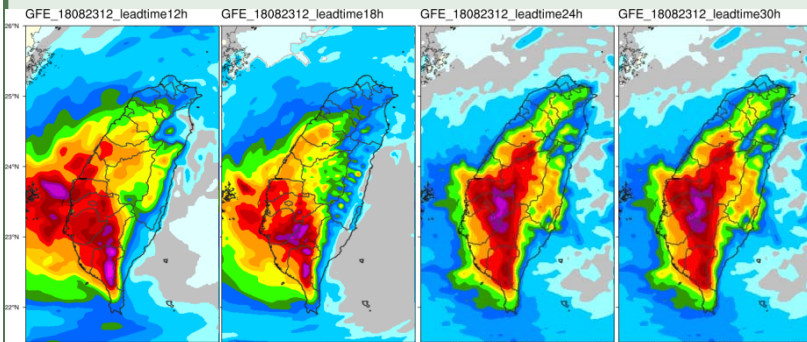
# bQPF與官方預報的比較

## Official

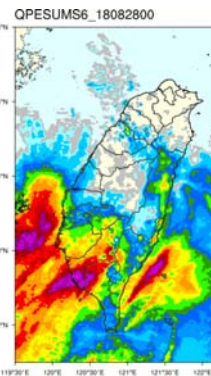
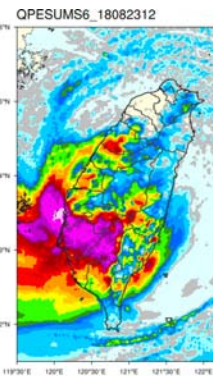
官方預報的降雨位置較為穩定。  
降雨量預報不足。

Lead time=

6h 12h 18h 24h



## OBS

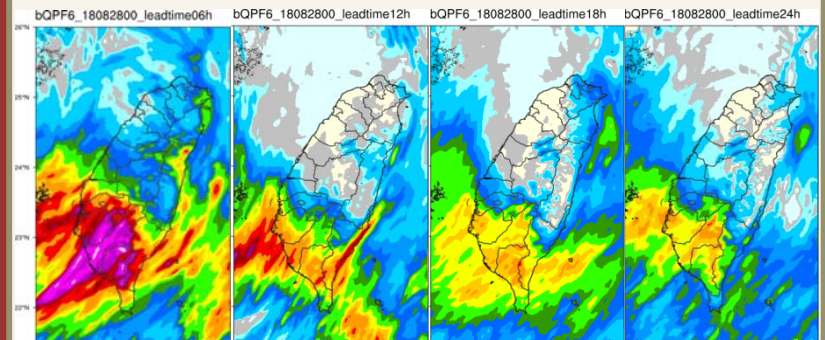
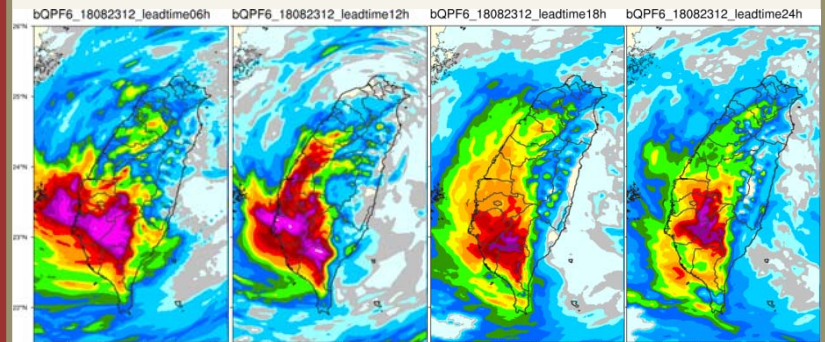


## bQPF

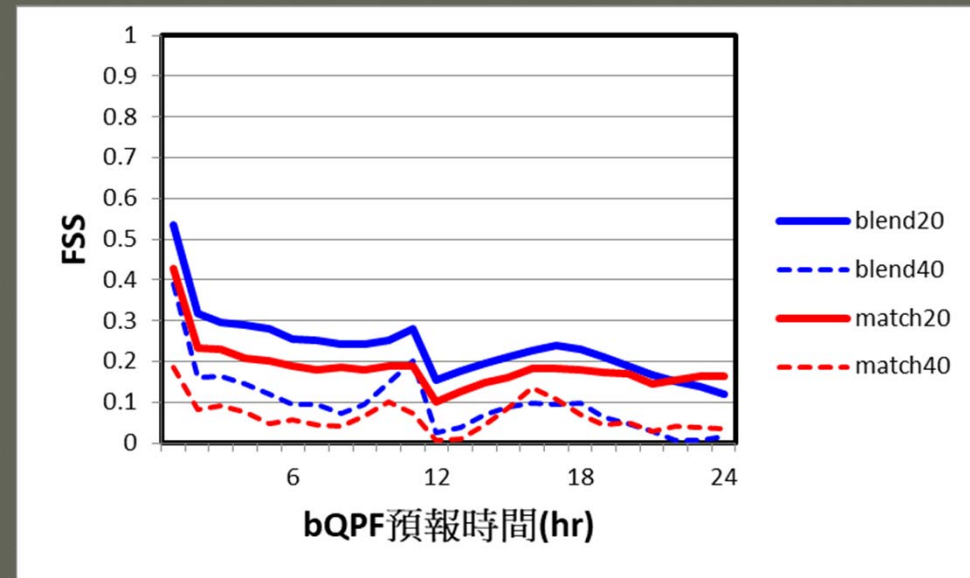
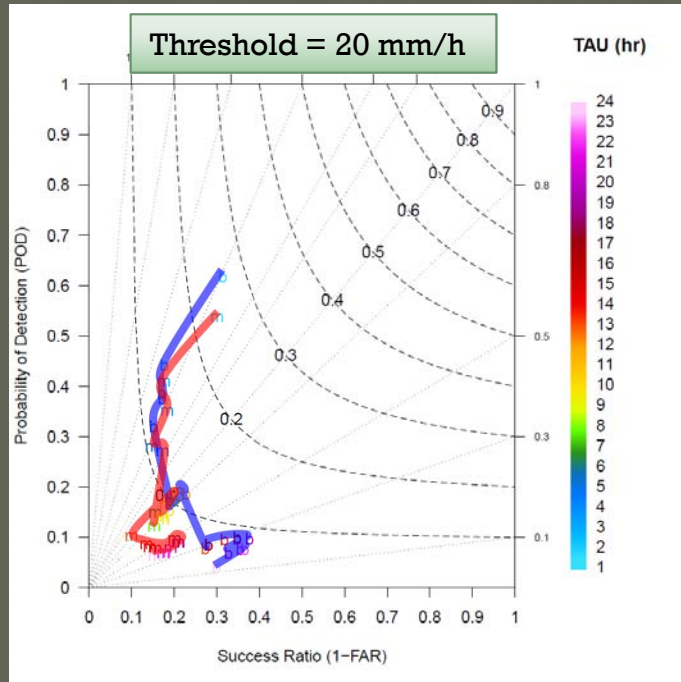
bQPF的強降雨位置及降雨量變動大。

Lead time=

6h 12h 18h 24h



# 後處理



- ◎ 進行擬合：為統一對外資料提供，調整bQPF 6小時雨量加總與官方預報雨量一致
- ◎ 調整後 FSS及TS稍降低，但預報偏差變小。

# 討論

## ◎ 不同預報指的預報特性

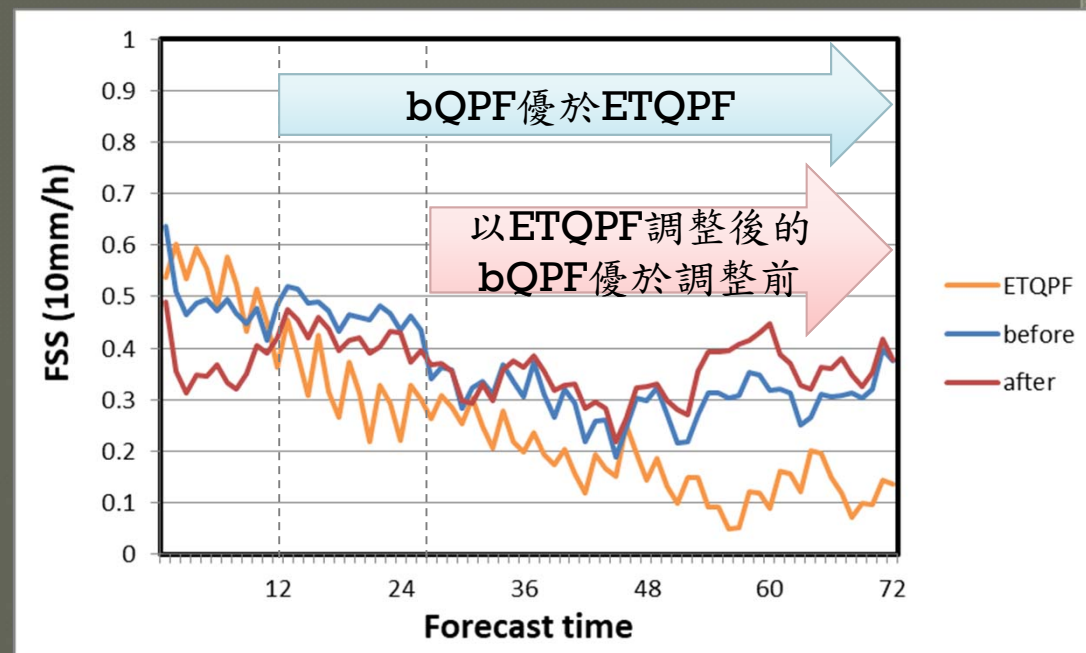
- 外延即時預報更新快 → 短延時強降水系統
- 決定性預報 → 強綜觀系統
- 系集預報穩定性高 → 可預報度低之季風影響之長延時降水系統

## ◎ 不同預報指引轉換間的不連續

## ◎ 官方預報之調整

## ◎ ETQPF

- 整體傾向過度預報  
→ 符合防災預警需求？
- 不以ETQPF為預報指引，  
而是做為bQPF在颱風期  
間的後處理調整？
- 需要更多颱風個案



## 結語

- ◎ 本研究收集整合多元定量降水預報指引，進行客觀校驗評估，研擬拼接策略，並以官方預報為準進行擬合後處理，發展單一逐時滾動更新的逐時定量降水預報產品。
- ◎ **Ongoing work**
  - 持續蒐集豪大雨降雨系統個案，並進行分類→生產線切換或提供2條預報產品？
  - 測試以ETQPF做為bQPF的調整
  - 後處理：
    - ✓ 官方預報擬合調整前後之進一步分析
    - ✓ 預報指引轉換間的不連續揉合處理
    - ✓ Bias correction