

# 深度學習於極短時雨量預報的應用

陳品璇<sup>1</sup> 張保亮<sup>1</sup> 林冠成<sup>2</sup>

中央氣象局氣象資訊中心<sup>1</sup>

國立中興大學資訊管理學系<sup>2</sup>

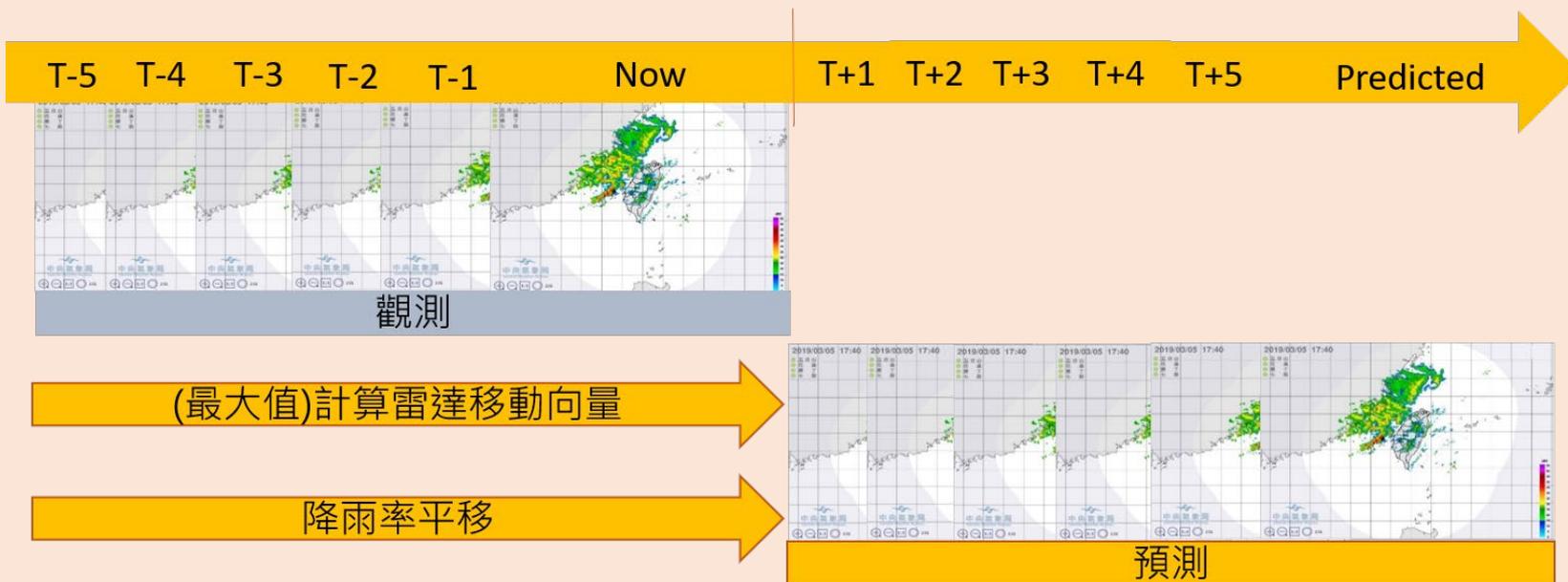
# 大綱

- 動機與目的
- 資料與模型
- 分析結果
- 結論與未來規劃

## 『雷達回波與降水』

## ● 劇烈天氣系統 ( Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, QPESUMS )

- 降水估計產品 (Quantitative Precipitation Estimation, QPE)
  - 最低仰角回波 + 雨量估計經驗公式(Z-R關係式、雙偏極化雷達參數)
- 降水預報產品(Quantitative Precipitation Forecast, QPF)
  - 回波外延法 + 降雨率



## 『雷達回波與降水』

## ● 劇烈天氣系統 ( Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, QPESUMS )

- 降水估計產品 (Quantitative Precipitation Estimation, QPE)
  - 最低仰角回波 + 雨量估計經驗公式(Z-R關係式、雙偏極化雷達參數)
- 降水預報產品(Quantitative Precipitation Forecast, QPF)
  - 回波外延法 + 降雨率



## 『雷達回波與降水』

- 劇烈天氣系統 ( Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, QPESUMS )
  - 降水估計產品 (Quantitative Precipitation Estimation, QPE)
    - 最低仰角回波 + 雨量估計經驗公式(Z-R關係式、雙偏極化雷達參數)
  - 降水預報產品(Quantitative Precipitation Forecast, QPF)
    - 回波外延法 + 降雨率

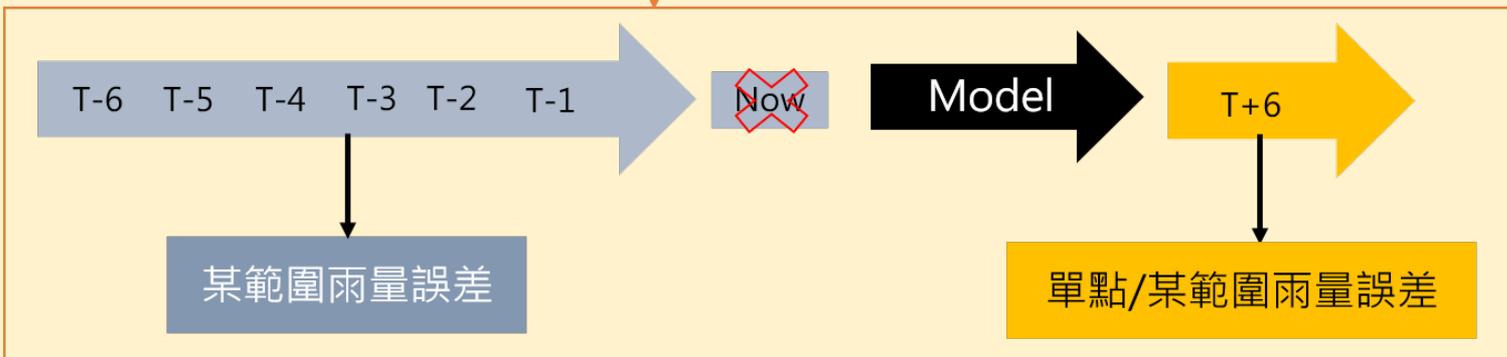
深度學習



捕捉降雨變化的特徵

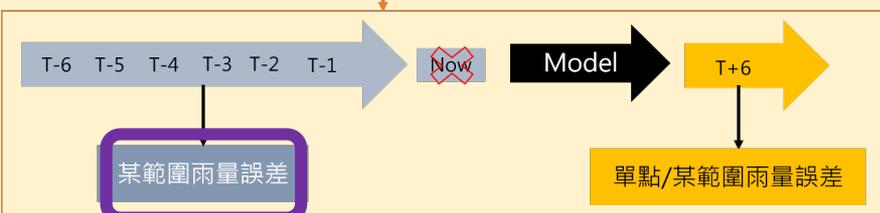
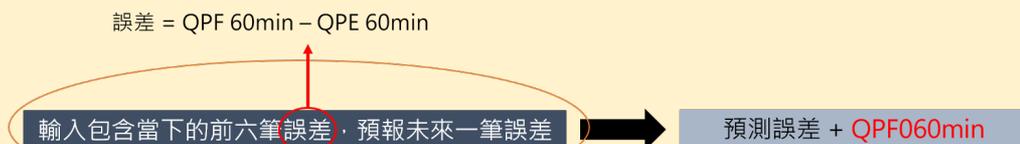
# 『實驗流程』

$$\text{誤差} = \text{QPF 60min} - \text{QPE 60min}$$



## 『資料選取範圍』

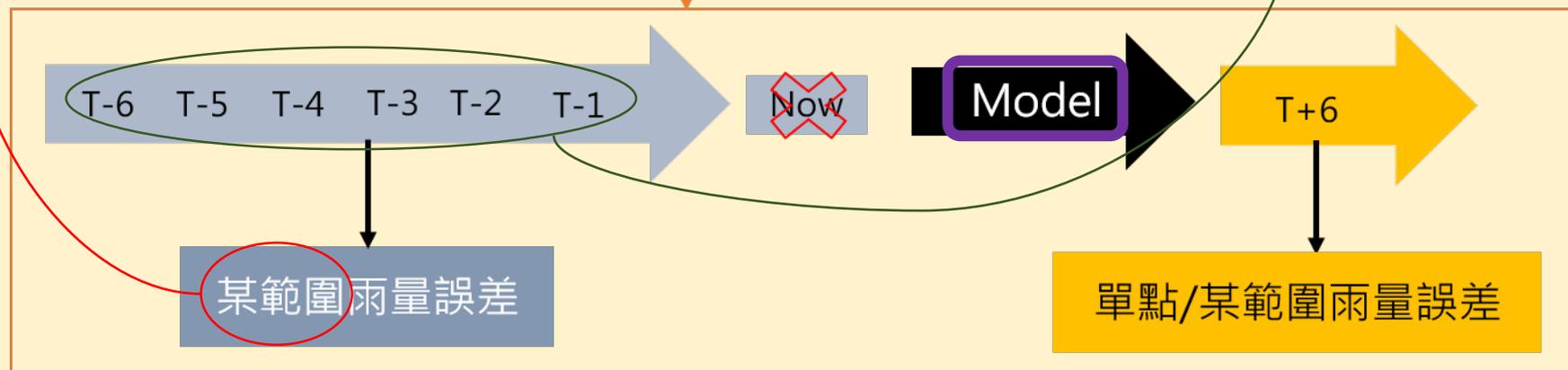
- 測站名稱：五分山、阿里山、清泉崗、七股、墾丁、花蓮
- 選取範圍：以測站為中心，55×55網格大小
  - 一格距離約0.0125°



## 『Model』

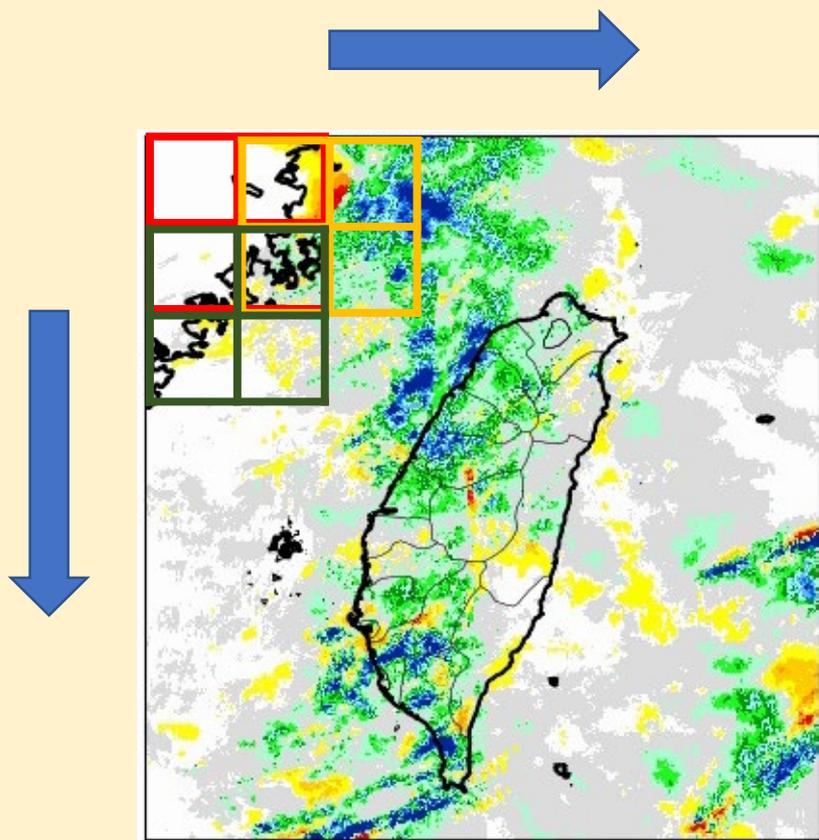
- ConvLSTM = CNN + LSTM

輸入包含當下的前六筆誤差，預報未來一筆誤差

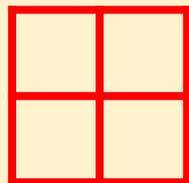


# 『Model』

- ConvLSTM = CNN + LSTM  
特徵擷取



Kernal



Size可以自行調正

## 『Model』

- ConvLSTM = CNN + LSTM  
特徵擷取

0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0



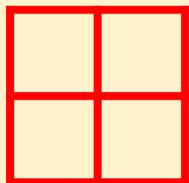
0	0	1
1	0	0
0	1	1



0	1	0	0	0
0	1	1	1	0
1	0	1	2	1
1	4	2	1	0
0	0	1	2	0

$$\begin{aligned}
 &0*0 + 0*0 + 0*1 + \\
 &0*1 + 1*0 + 0*0 + \\
 &0*0 + 0*1 + 0*1
 \end{aligned}$$

Kernal



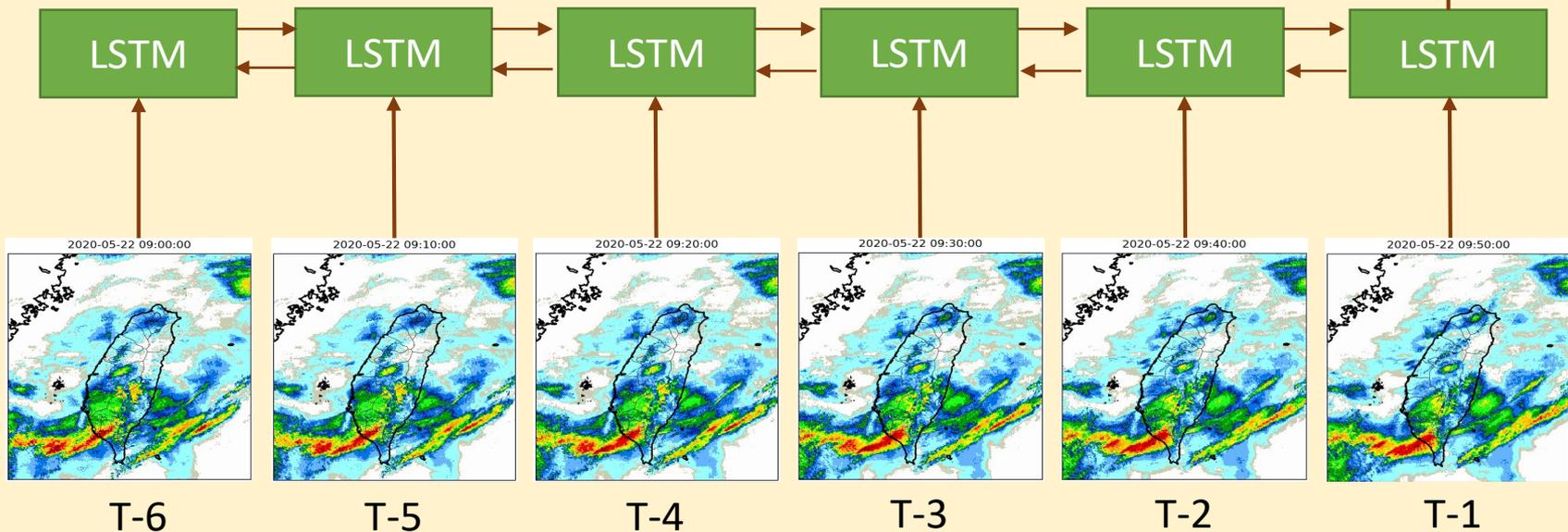
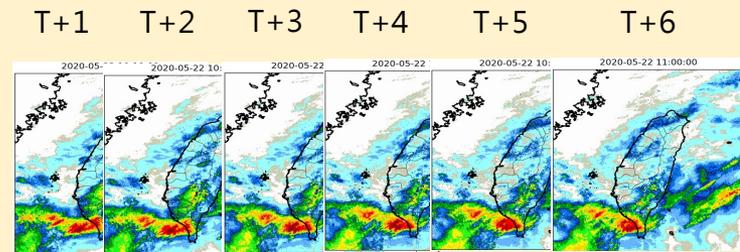
→ Size可以自行調正

## 『Model』

- ConvLSTM = CNN + LSTM

時間序列

- 第一個開關(遺忘門)，控制是否要繼續保存上一個長期狀態
- 第二個開關(輸入門)，控制把新的記憶輸入到長期狀態
- 第三個開關(輸出門)，負責控制是否把長期狀態作為LSTM的輸出



## 『Model』

- ConvLSTM = CNN + LSTM

全連接計算



卷積計算

## 『研究參數』

研究資料參數				
第一層	Output	64	訓練時間	2017年至2019年4月至9月份
第一層kernel size	Hidden	11x11	測試時間	2020年5月20日至22日
第二層節點	Flatten()	32		2019年5月17日至20日
第二層	ConvLSTM2	11x11		2017年6月01日至04日
激發函數	ConvLSTM1	tanh	輸入時間序列	6 (時間顆粒度為10分鐘)
優化器		Adadelta	輸出時間序列	6 (時間顆粒度為10分鐘)
損		RMSE	輸入/輸出矩陣	55x55

## 『研究參數』

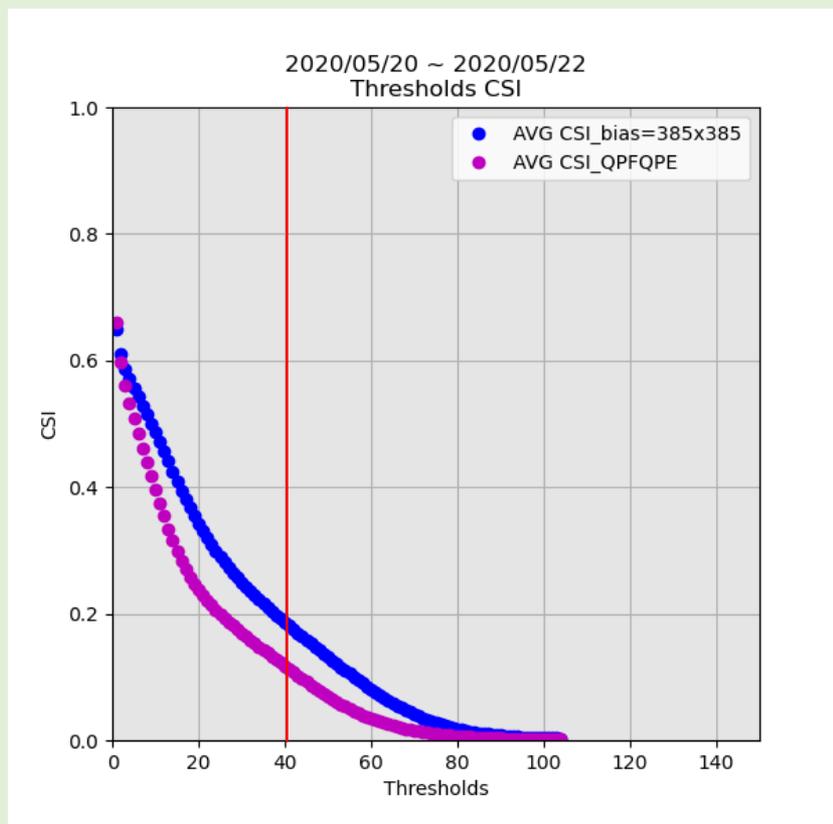
研究資料參數			
第一層節點	36	訓練時間	Output 2019年4月至9月份
第一層kernel_size	11x11	測試時間	Hidden 2020年5月20日至22日
第二層節點	36		Flatten() 2019年5月17日至20日
第二層kernel_size	11x11		ConvLSTM2 2019年01日至04日
激發函數	tanh	輸入時間序列	ConvLSTM1 6 (時間顆粒度為10分鐘)
優化器	Adadelta	輸出時間序列	6 (時間顆粒度為10分鐘)
損失函數	RMSE	矩陣大小	ConvLSTM1 ×55

## 『較驗標準』

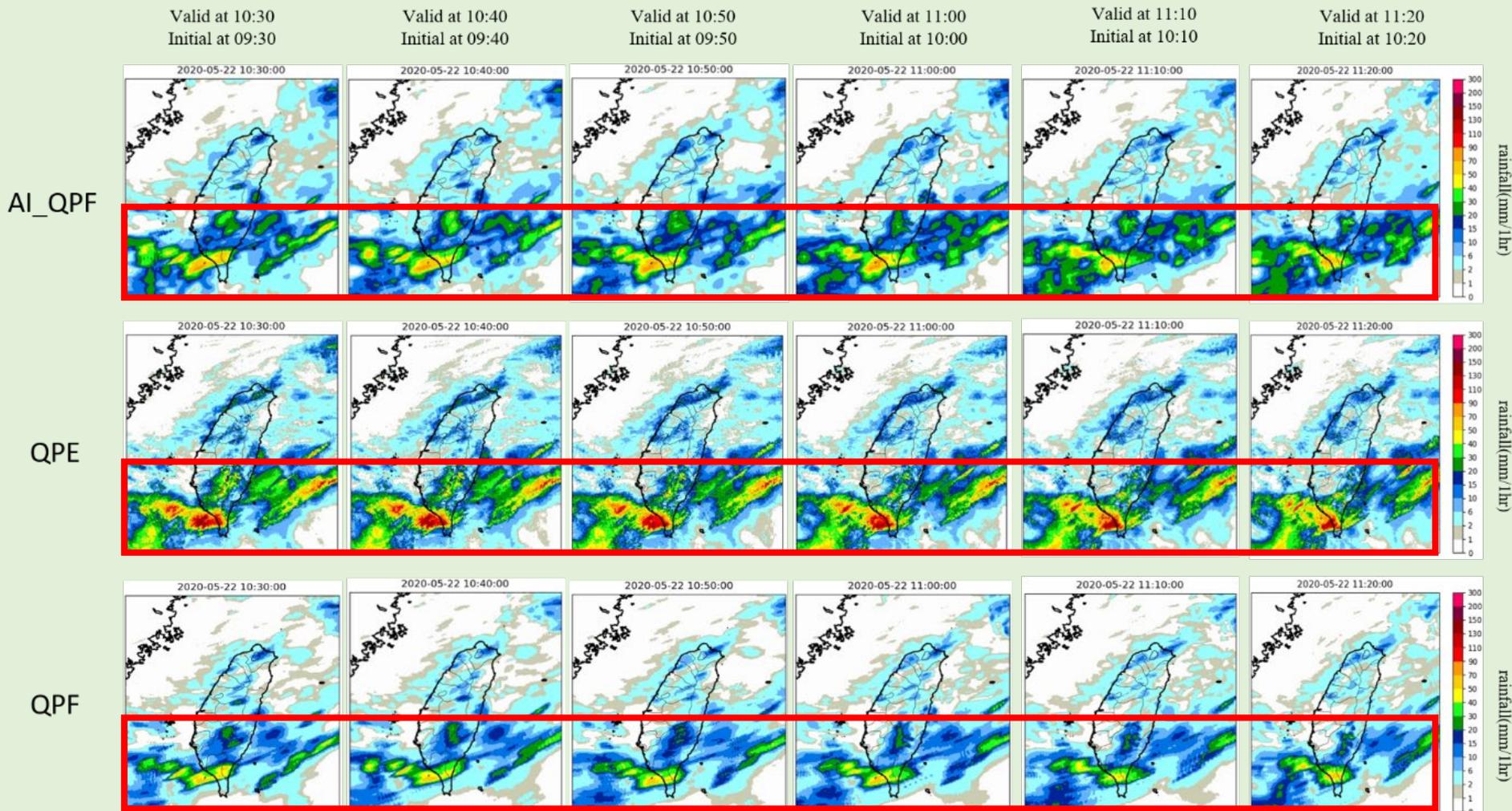
		觀測	
		有降水	無降水
預報	有降水	a	b
	無降水	c	d

$$\text{臨界成功指數(Critical Success Index, CSI)} = \frac{a}{a+b+c}$$

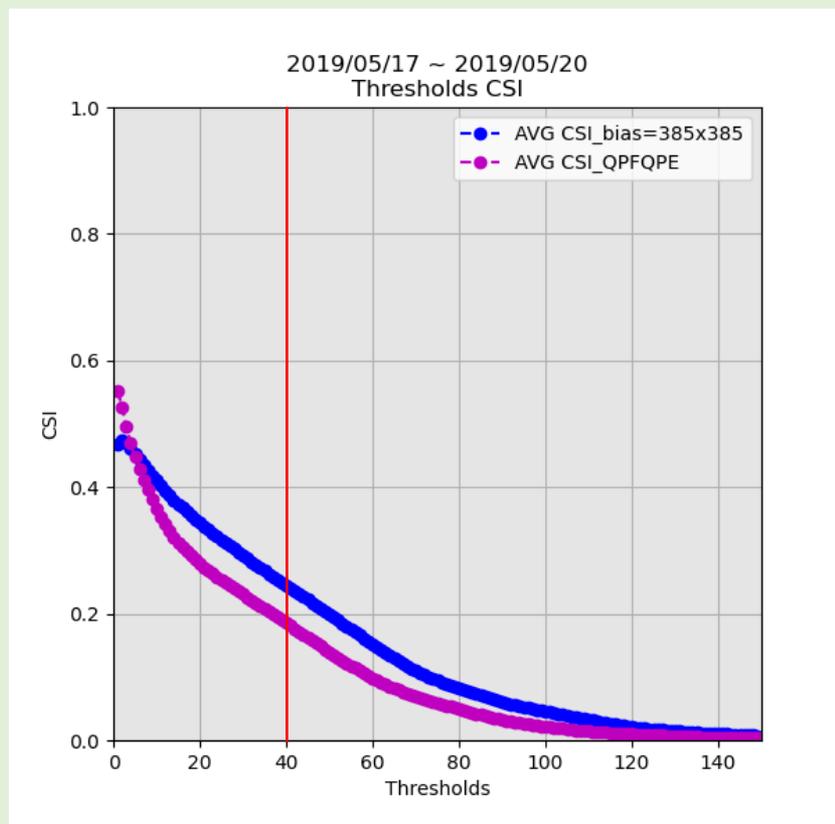
## 『個案一：2020/05/20 ~ 2020/05/22』



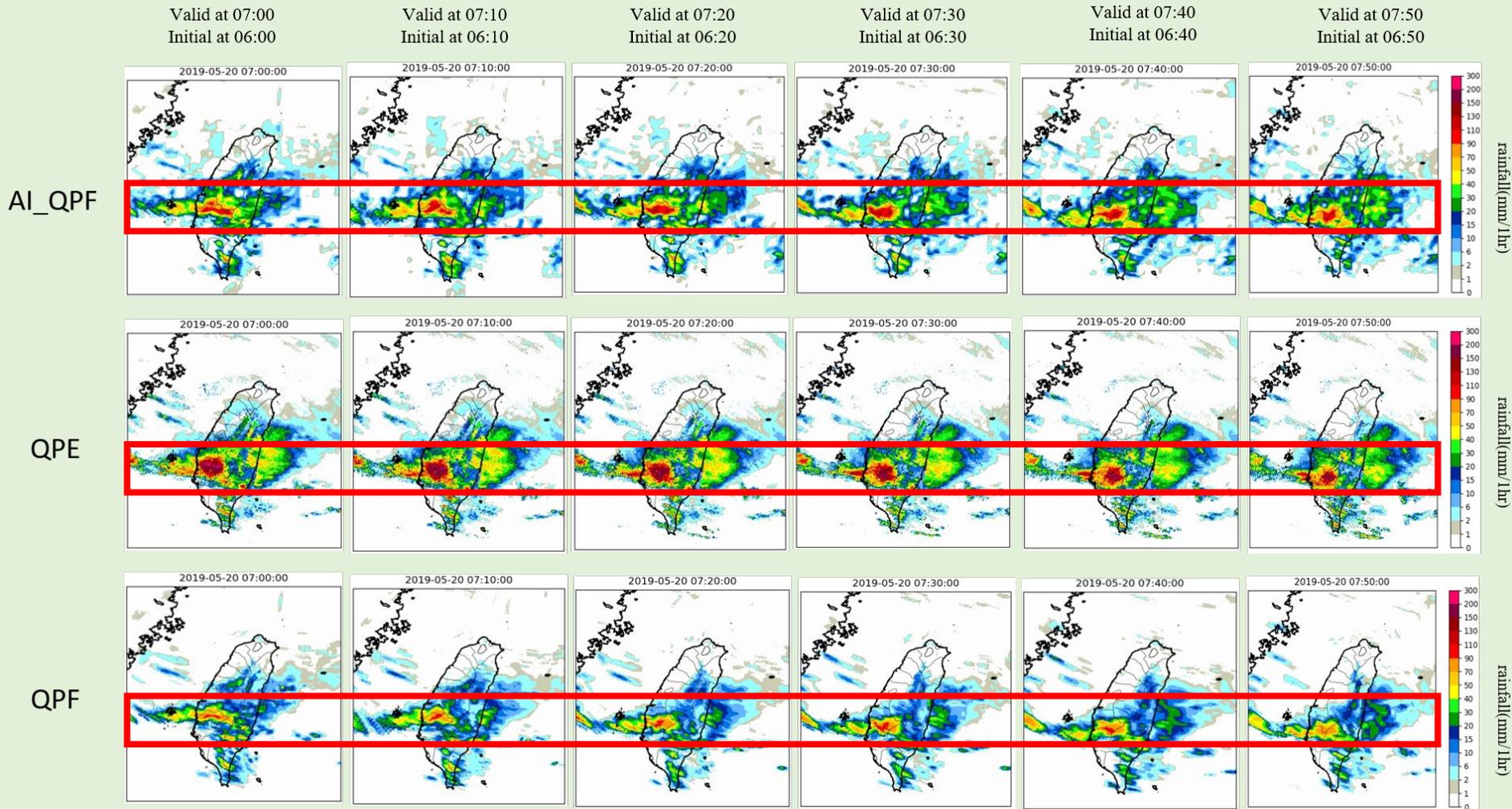
CSI值：0.13提升至0.2(以門檻40為例)



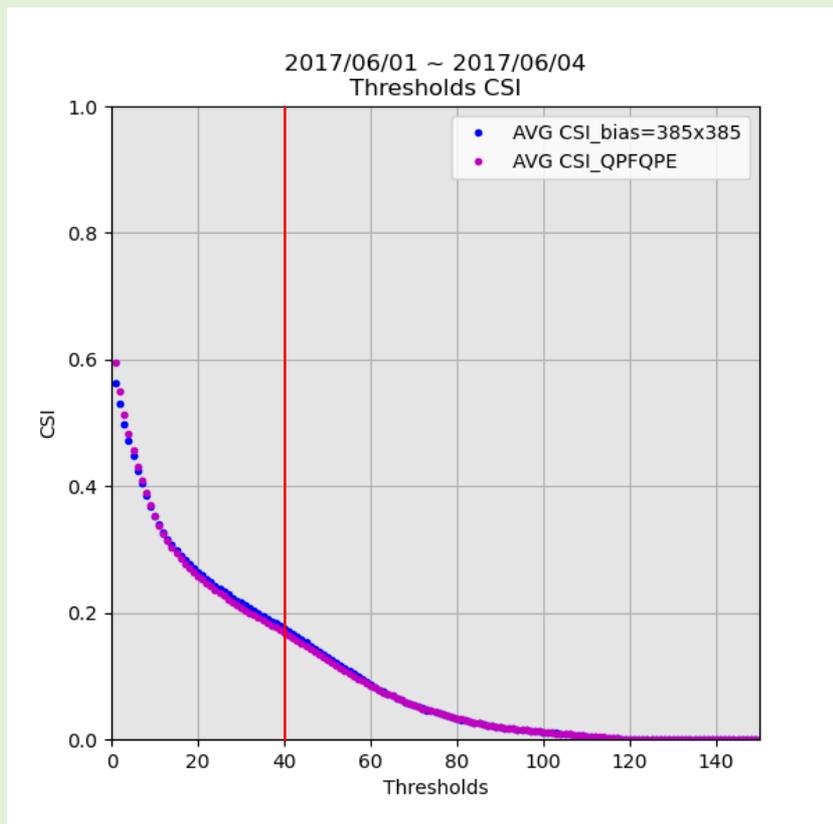
## 『個案二：2019/05/17 ~ 2020/05/20』



CSI值：0.2提升至0.25(以門檻40為例)

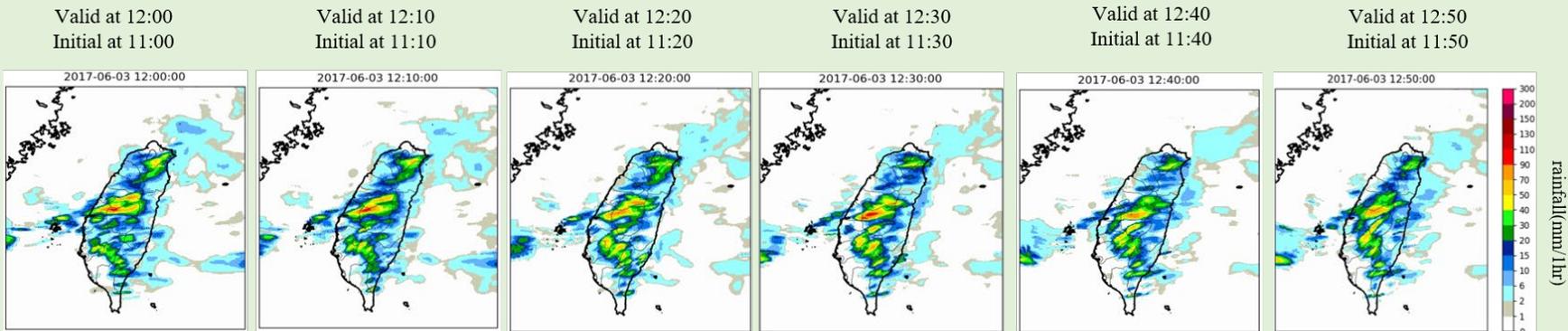


## 『個案三：2017/06/01 ~ 2017/06/04』

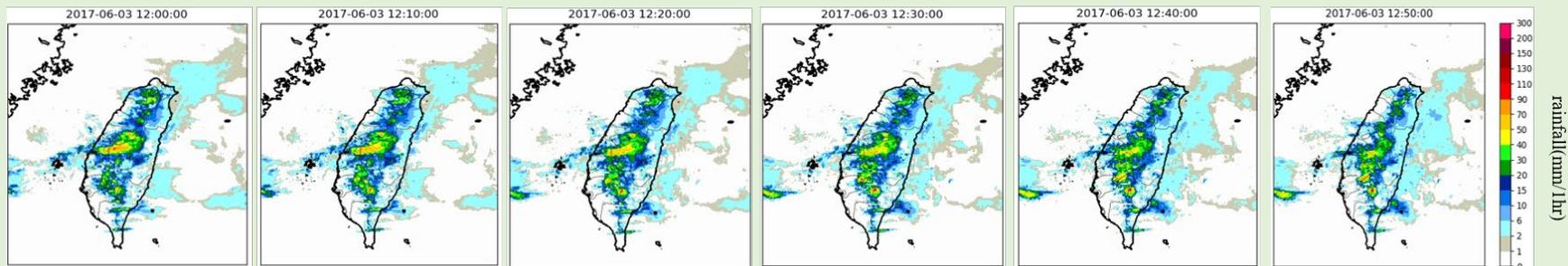


CSI值：修正效果不明顯

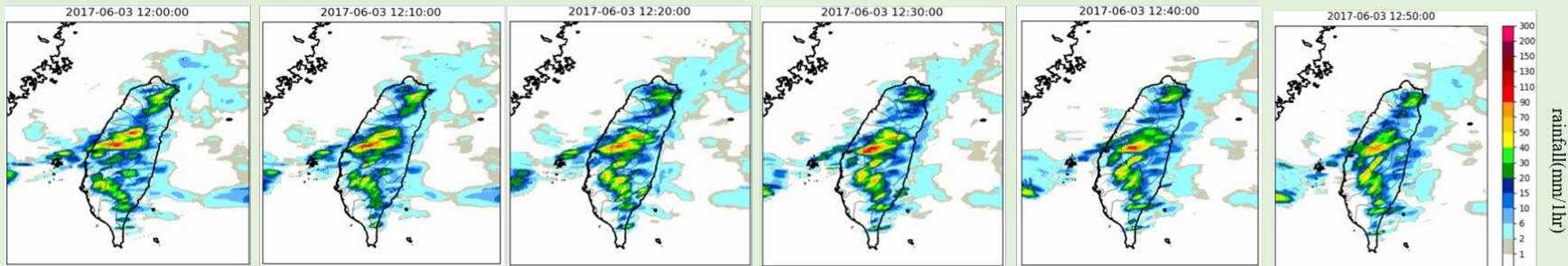
AI\_QPF



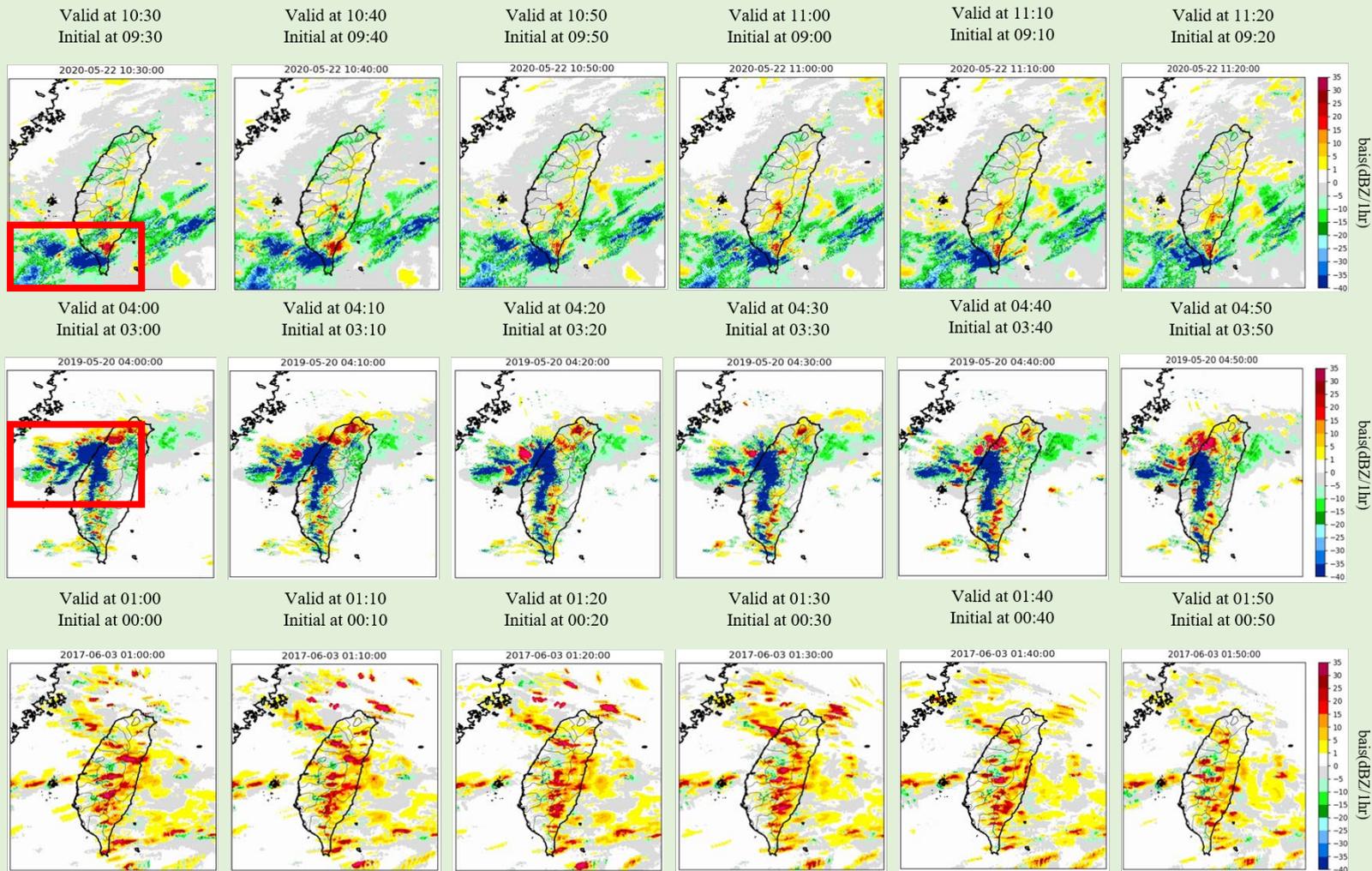
QPE



QPF



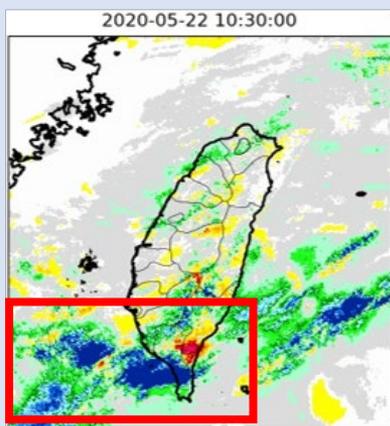
# 『三場個案誤差比較』



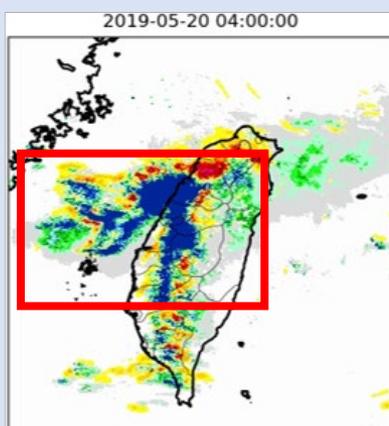
## 『小結』

- ConvLSTM演算法所建立的降雨誤差修正模型，可有效修正1-h QPF的誤差，其中以具有大面積誤差的累積降水，有不錯的修正效果。

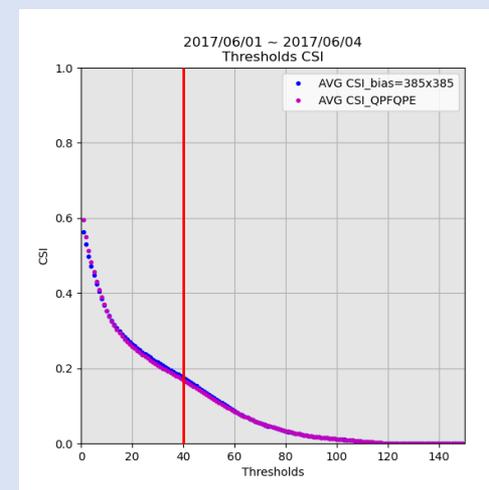
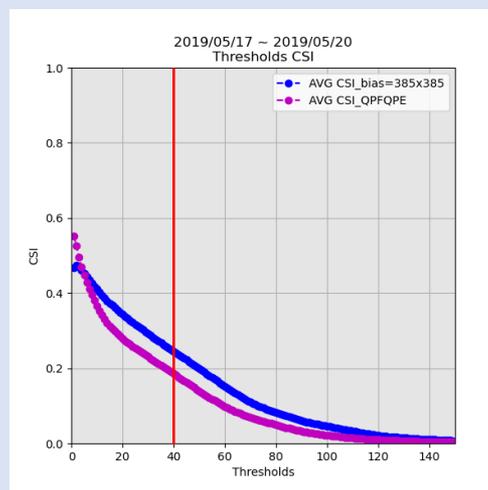
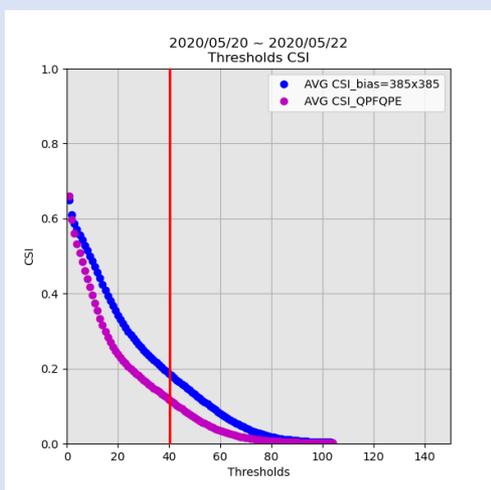
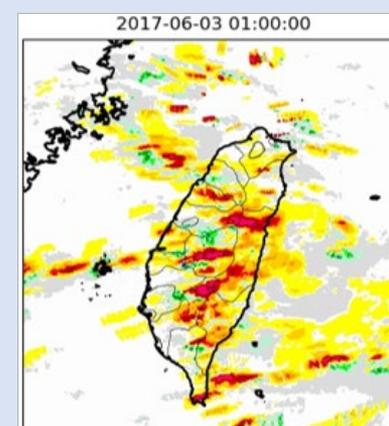
Valid at 10:30  
Initial at 09:30



Valid at 04:00  
Initial at 03:00



Valid at 01:00  
Initial at 00:00



## 『結論與未來規劃』

- 使用2017~2019年的4~9月降雨誤差資料，並透過ConvLSTM演算法建立的1小時累積降雨誤差修正模型。此模型對於具有大面積的降雨誤差的個案，有不錯的修正效果，但對於個案若具有較多零散的誤差，則修正效果並不明顯。
- 具有系統性誤差的降雨，透過時間與空間的深度學習演算法，能夠有效捕捉誤差的變化過程。

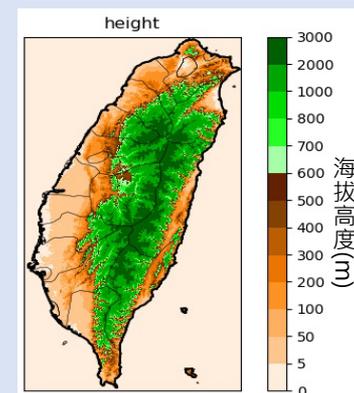
## 『結論與未來規劃』

- 由於地形鎖定效應，因此未來將針對地型區域進行系統性誤差修正。

3H-白鹿颱風

Initial at 23:00

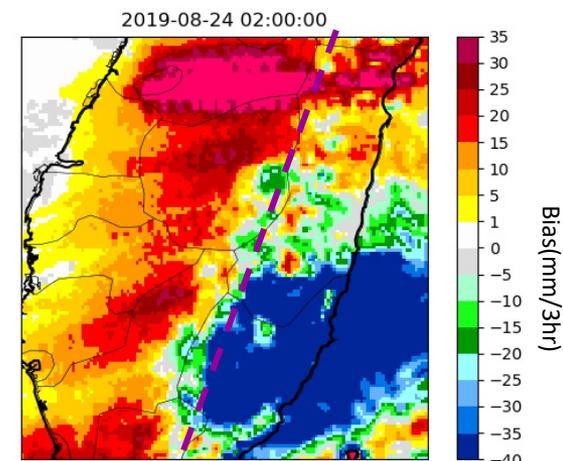
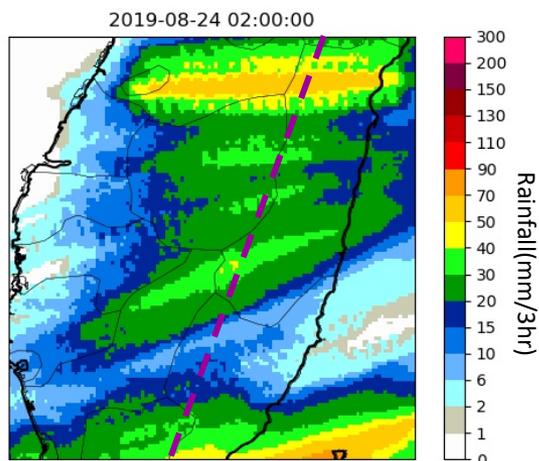
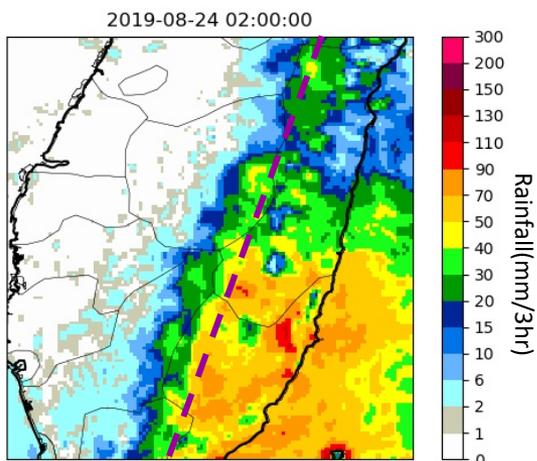
Valid at 02:00



QPE

CWB\_QPF

Bias



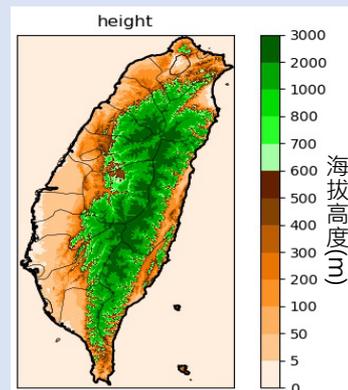
## 『結論與未來規劃』

- 由於地形鎖定效應，因此未來將針對地型區域進行系統性誤差修正。

3H-利奇馬颱風

Initial at 14:00

Valid at 17:00

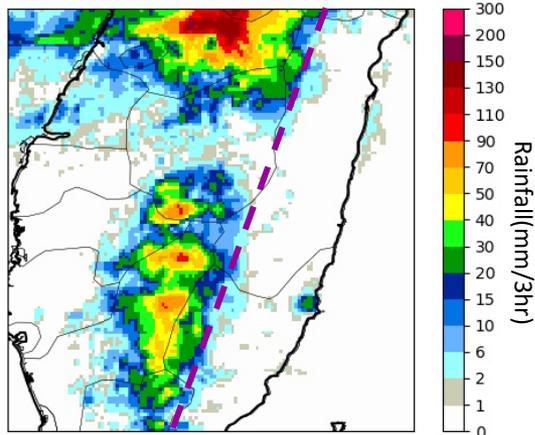


QPE

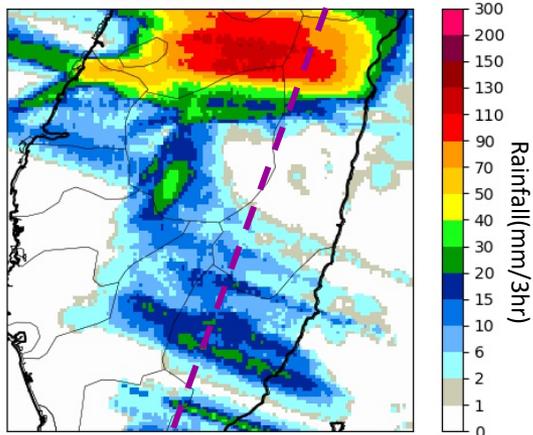
CWB\_QPF

Bias

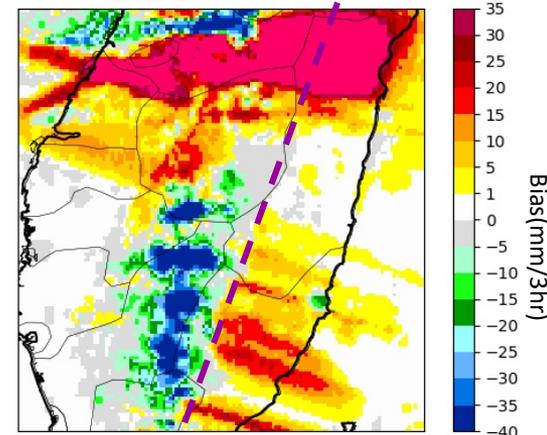
2019-08-09 17:00:00



2019-08-09 17:00:00



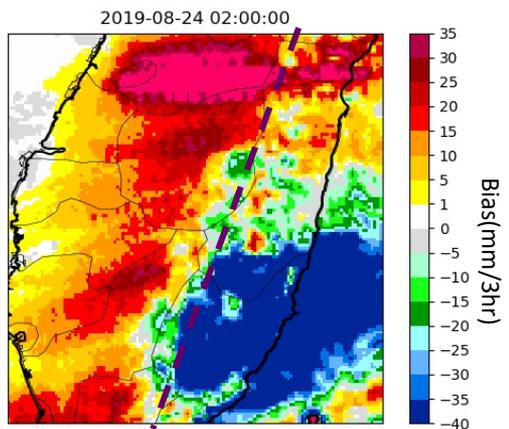
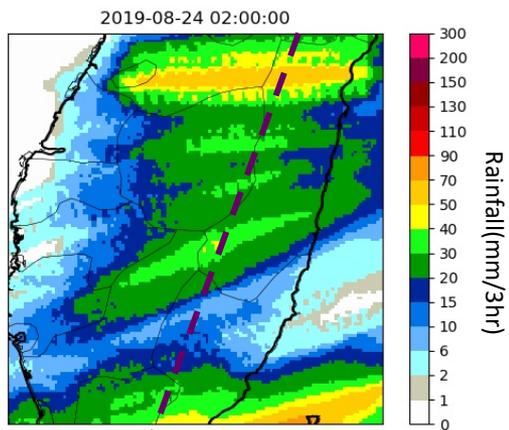
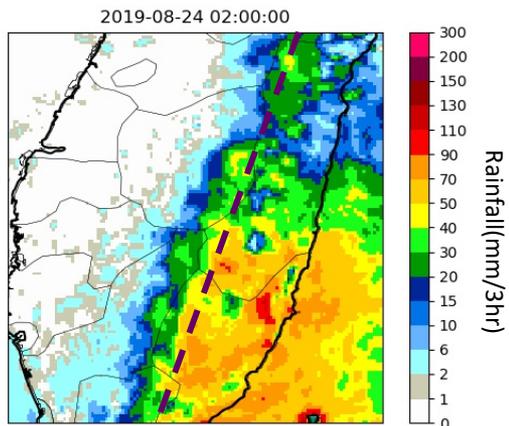
2019-08-09 17:00:00



**感謝聆聽**

# 3H-白鹿颱風

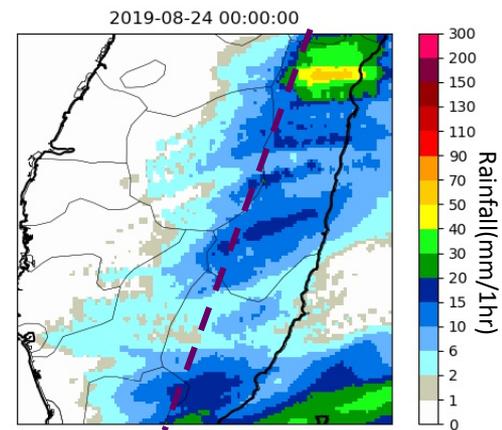
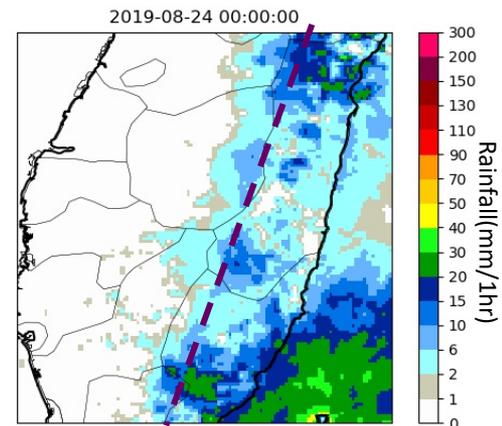
Initial at 23:00  
Valid at 02:00



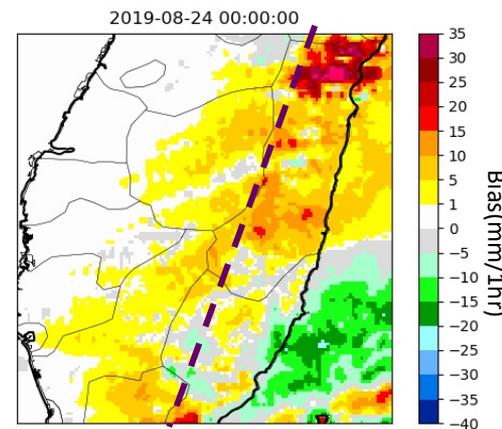
# 1H-白鹿颱風

Initial at 23:00  
Valid at 00:00

QPE



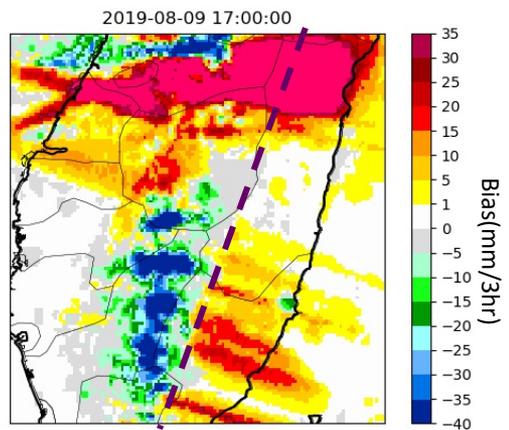
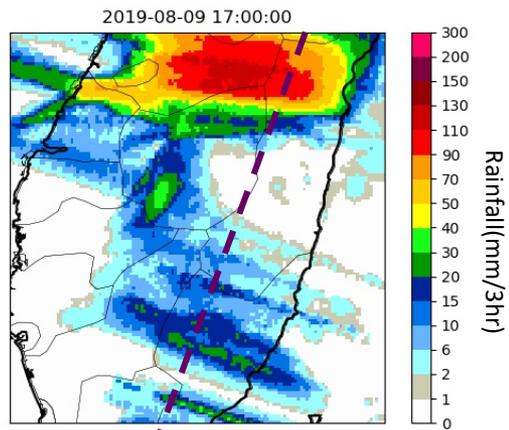
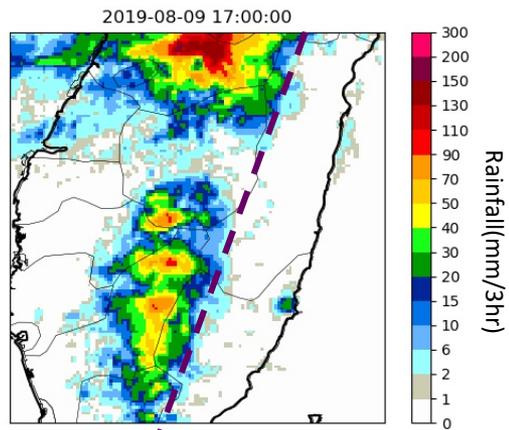
CWB\_QPF



Bias

# 3H-利奇馬颱風

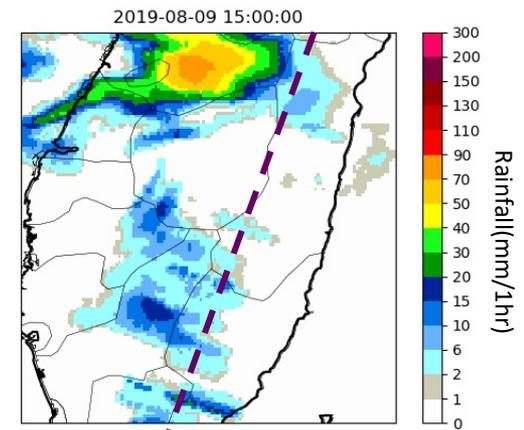
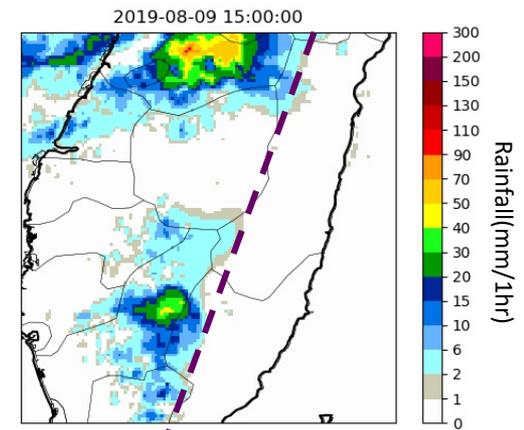
Initial at 14:00  
Valid at 17:00



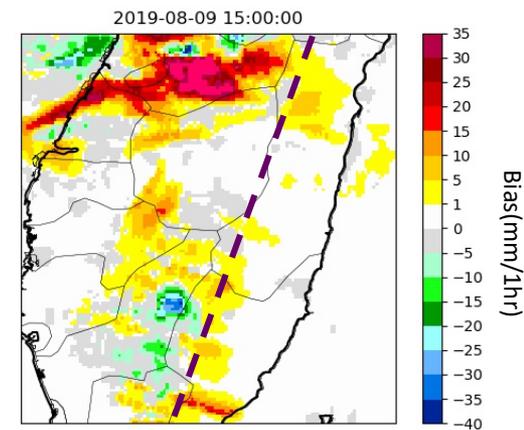
# 1H-利奇馬颱風

Initial at 14:00  
Valid at 15:00

QPE



CWB\_QPF



Bias