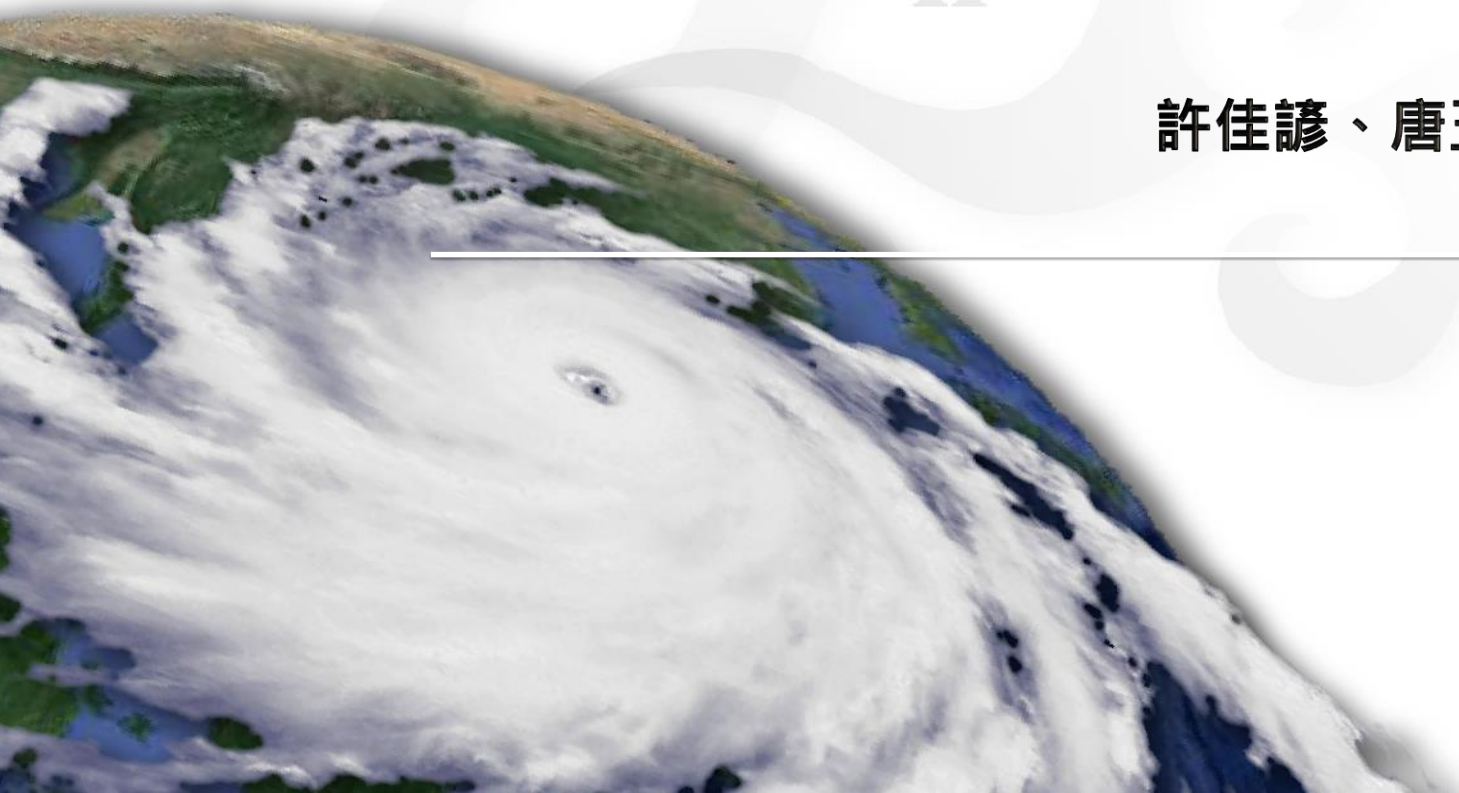




# 使用機器學習方法發展雷達定量降水估計垂直修正技術

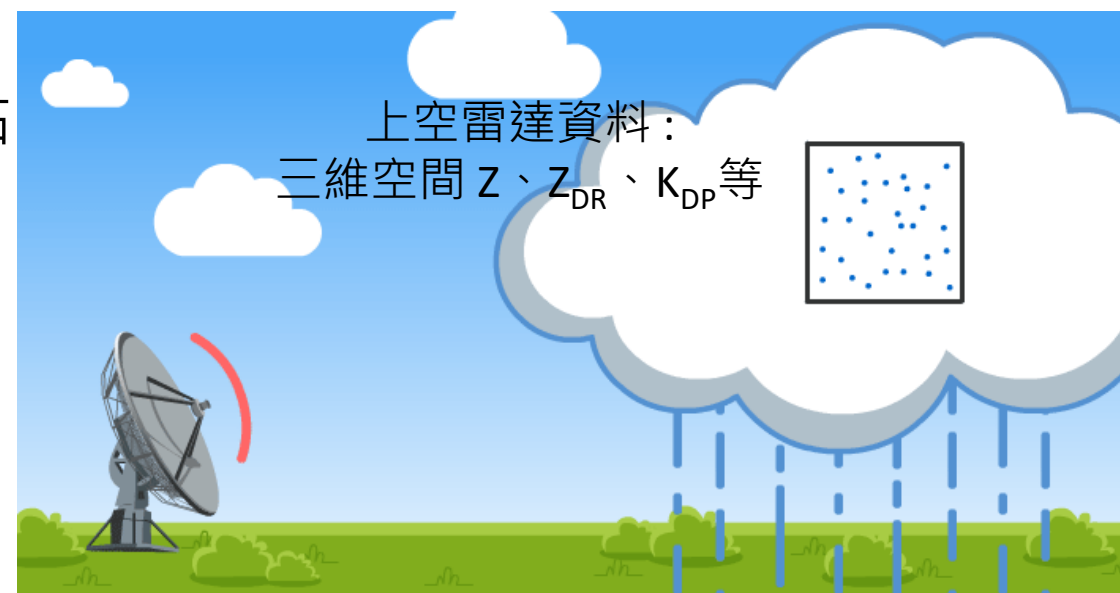
許佳諺、唐玉霜、方偉庭、梁信廣、張保亮、林品芳

2024.09.03



- 研究目的
- 人工智慧垂直修正方法簡介
- 個案檢驗
- 結論與未來工作

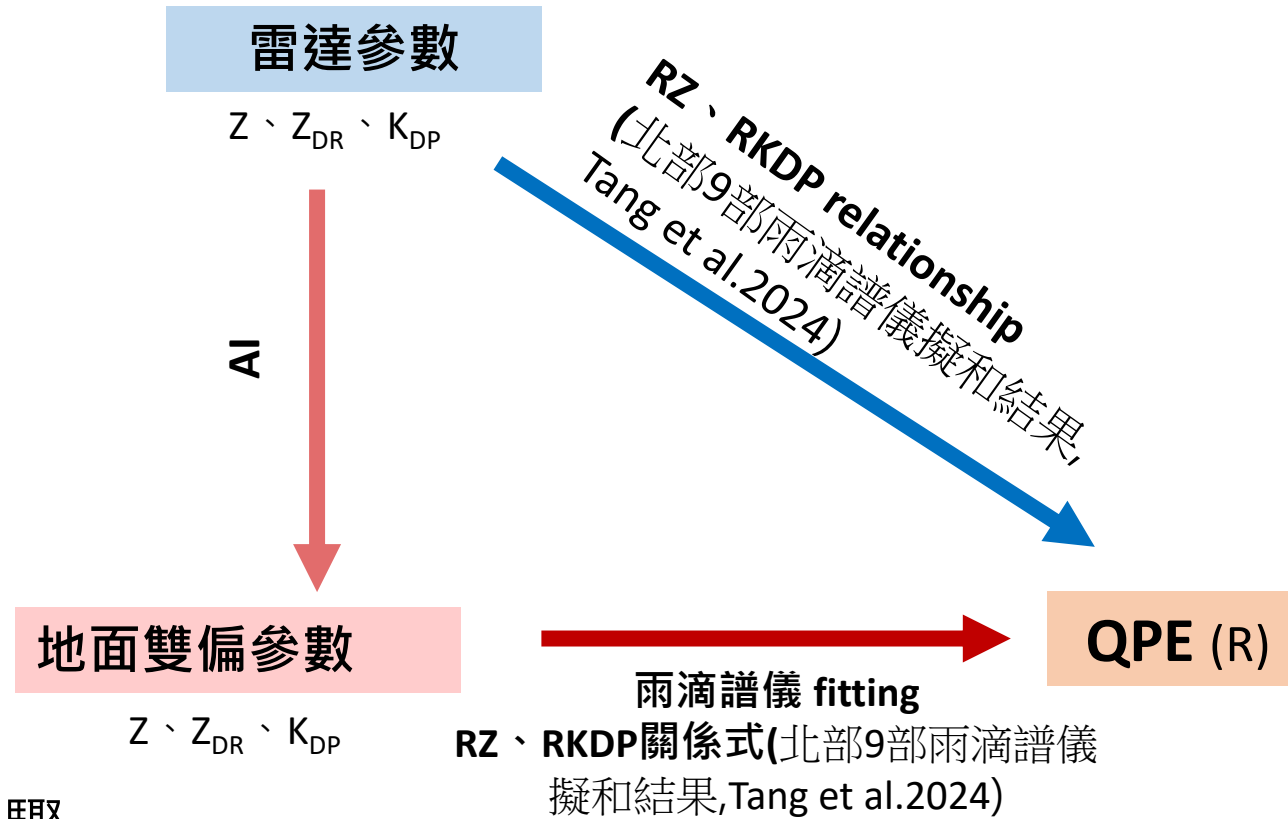
- 由於地球曲率關係，距雷達越遠，雷達最低觀測高度越無法真實反應地面降雨資訊(地面 $Z$ 、 $Z_{DR}$ 、 $K_{DP}$ )，因此透過垂直修正(Vertical Profile of Reflectivity/Rain correction; VPR correction)得知地面雙偏極化參數結果，可提升QPE準確性(Koistinen and Pohjola 2014; Wen et al. 2013)
- 劉(2023)VPR correction研究指出:
  1. 個案挑選較單一且缺乏長時間資料統計。
  2. 僅使用單一雨滴譜儀站資料。
- 有鑑於此，本研究使用長時間且多個雨滴譜儀站訓練資料，透過機器學習的方式，來嘗試解決過去VPR correction不足之處。



雨滴譜儀 Parsivel<sup>2</sup> (近地面 $Z$ 、 $Z_{DR}$ 、 $K_{DP}$ 等)

# AI VPR correction 評估

## ● AI VPR 架構



## ● AI VPR 評估步驟:

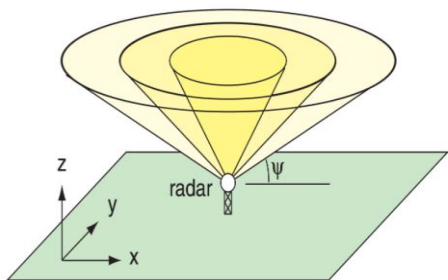
1. 挑選訓練模型並驗證各訓練模型表現(盧等，2022)
2. 評估沒有納入訓練的雨滴譜儀測站表現合理性
3. 評估AI VPR correction面化結果

# AI 雙偏參數垂直修正方法(盧等，2022)

- 測試不同AI 模型：
  - 利用2017-2018年降雨率 $>5\text{mmhr}^{-1}$ 之RCWF與板橋、鞍部、臺北、基隆、新屋、新竹等北部6個測站資料進行訓練(共10035筆資料)
  - 將資料拆成訓練資料(9835筆)與測試資料(200筆)
  - 測試模型：多變數回歸、自適應增強、決策樹與隨機森林
  - 隨機森林回歸誤差最小，結果最佳 → 往後測試皆使用隨機森林(RF)的方法

## INPUT

雨滴譜儀上空  
一定範圍(11x11x9)的3維  
雷達資料  
( $H, Z, Z_{DR}, K_{DP}, R_{HV}$ )

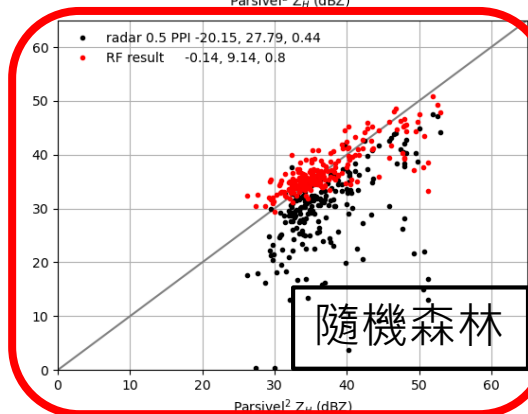
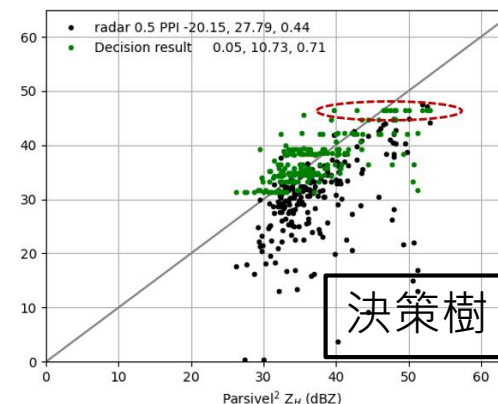
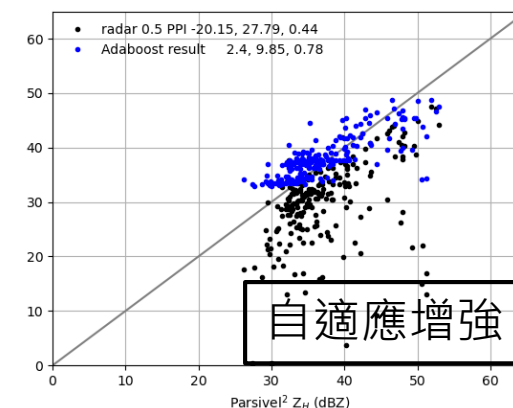
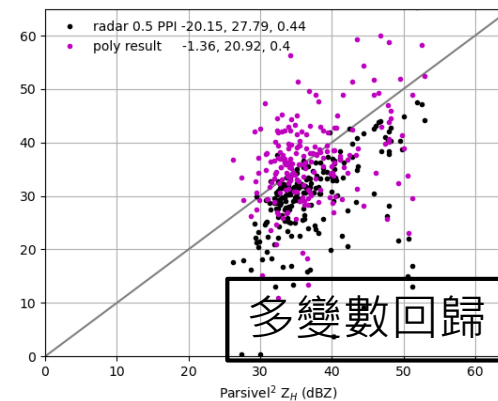


測試4種模型：

- ① 多變數回歸
- ② 自適應增強
- ③ 決策樹
- ④ 隨機森林

## OUTPUT

預測近地面雙偏參數  
( $Z, Z_{DR}, K_{DP}, R$ )



# 測站敏感度測試

## 評估沒有被訓練的雨滴譜儀測站表現

- 敏感度測試目的: 評估AI VPR面化可行性

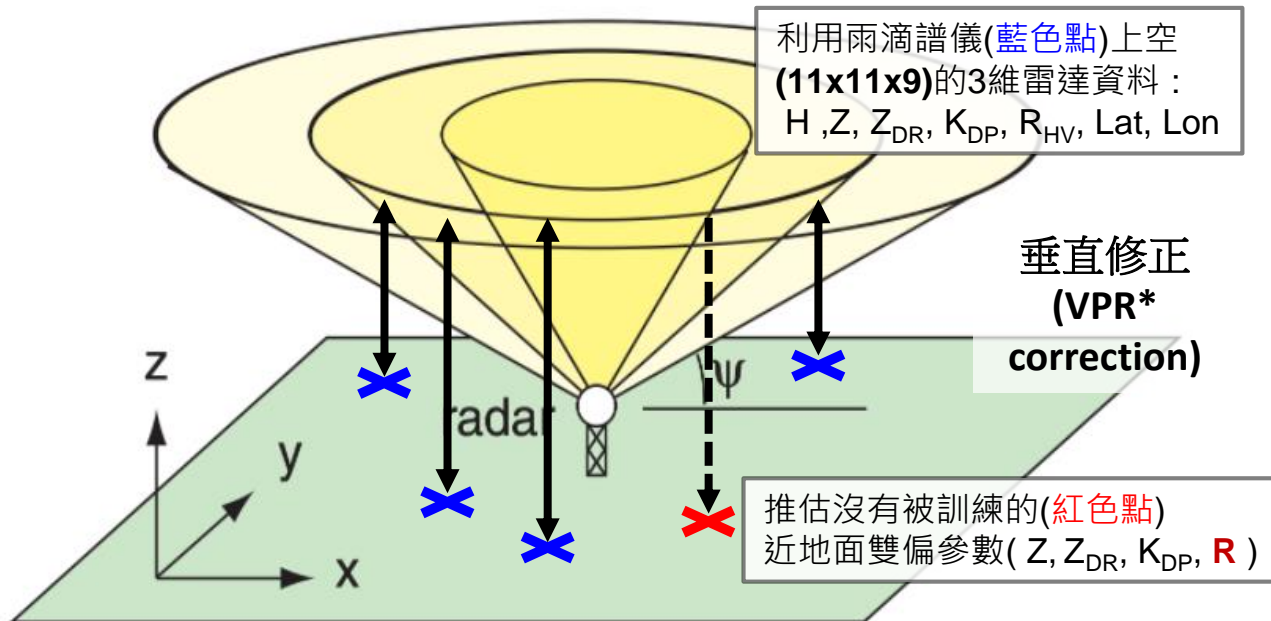
- 使用資料介紹:

使用RCWF與臺北、鞍部、板橋、基隆、新屋、新竹等北部6個測站Parsivel<sup>2</sup>的資料

訓練資料	2017-2018年降雨率 $>5\text{mmhr}^{-1}$
測試資料	2019.05.20鋒面、2020.05.27-29鋒面、2021.05.31滯留鋒面、2022.05.24-25 鋒面

- 模型建置

→ 訓練雨滴譜儀(藍色點)上方雷達資料，並推估沒有納入訓練(紅色點)的近地面雷達雙偏參數，示意圖如下:

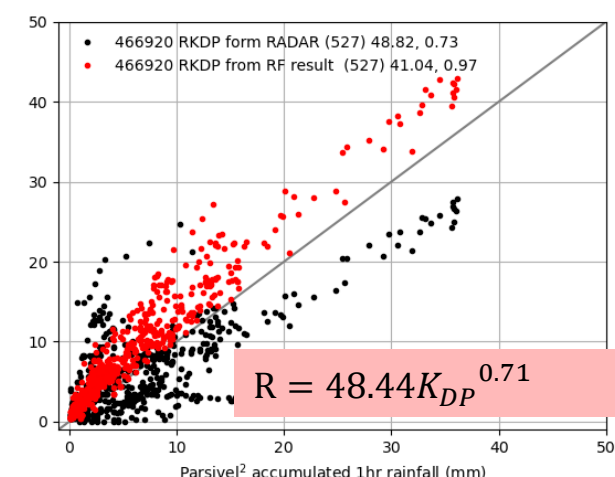
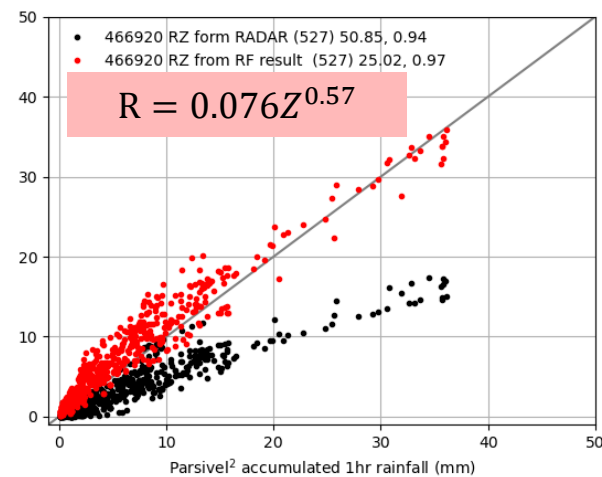
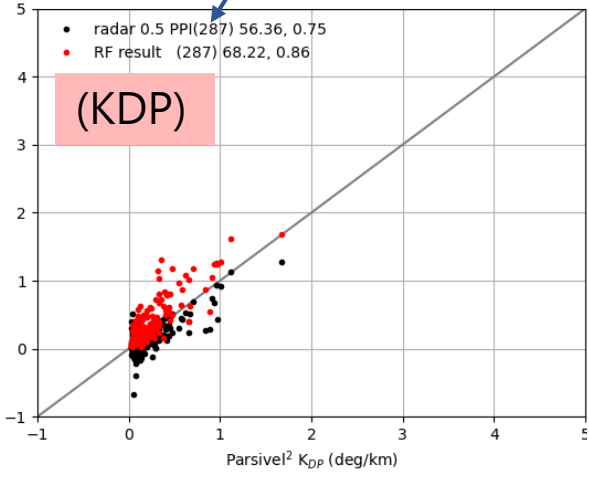
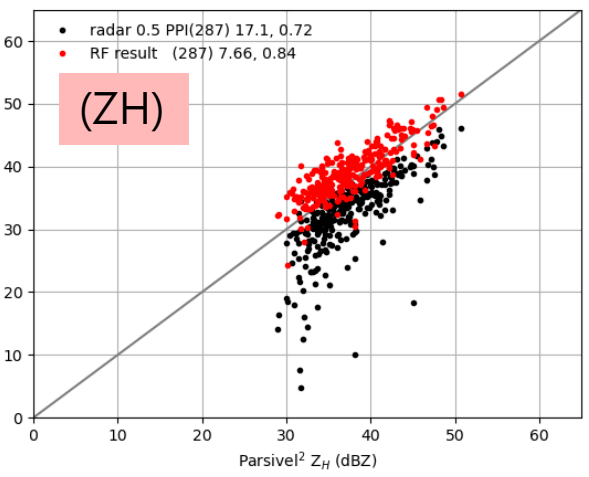


# RCWF模型有訓練臺北站資料與沒有訓練臺北站資料結果

## 有納入臺北站訓練

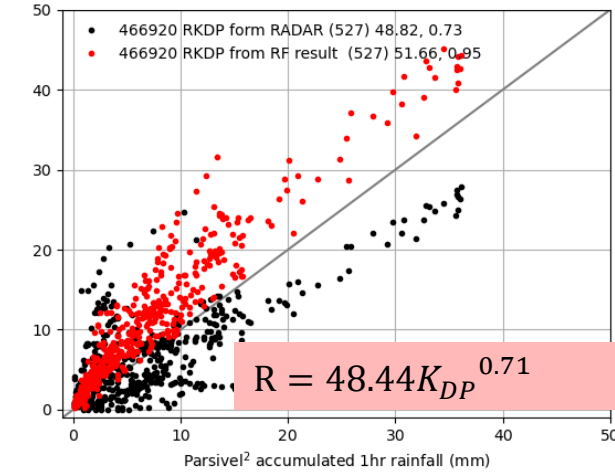
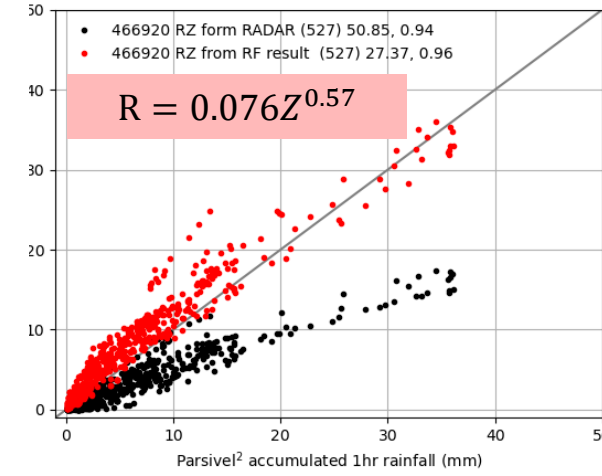
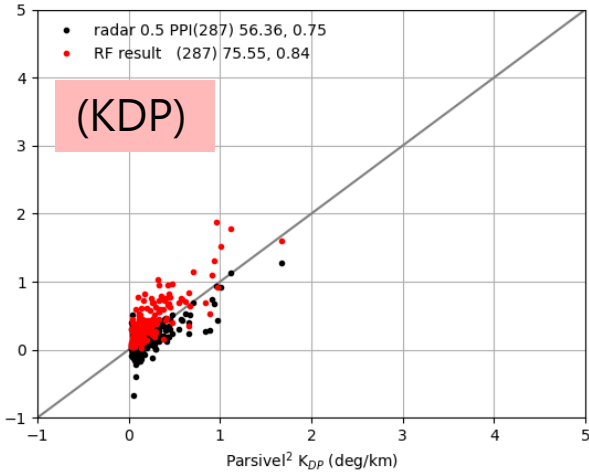
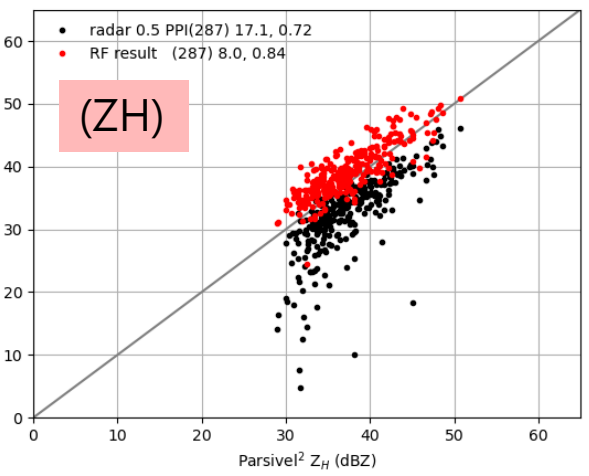
盧(2018):回波(Z)垂直分布與地面DSD量測有最明顯且直接的相關，  
 $K_{DP}$ 與地面DSD亦有相關，但並不如回波參數明顯。

(Num) RRMSE(%), CC



## 沒有納入臺北站訓練

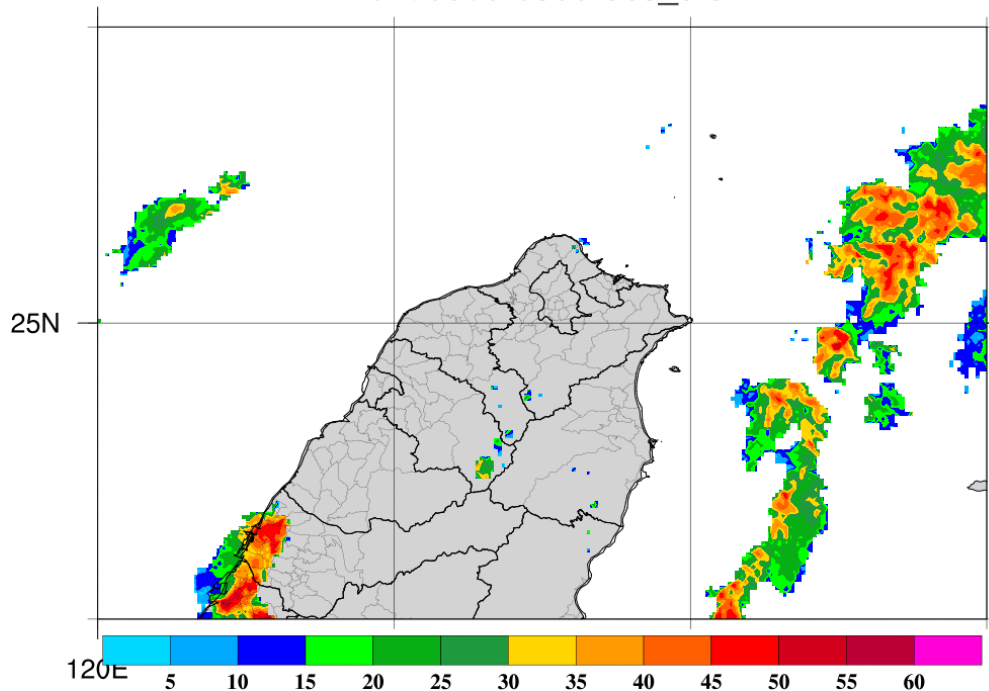
在沒有納入臺北站訓練所得到的VPR修正依然有好的修正結果，  
 特別是回波的垂直修正效果較好。



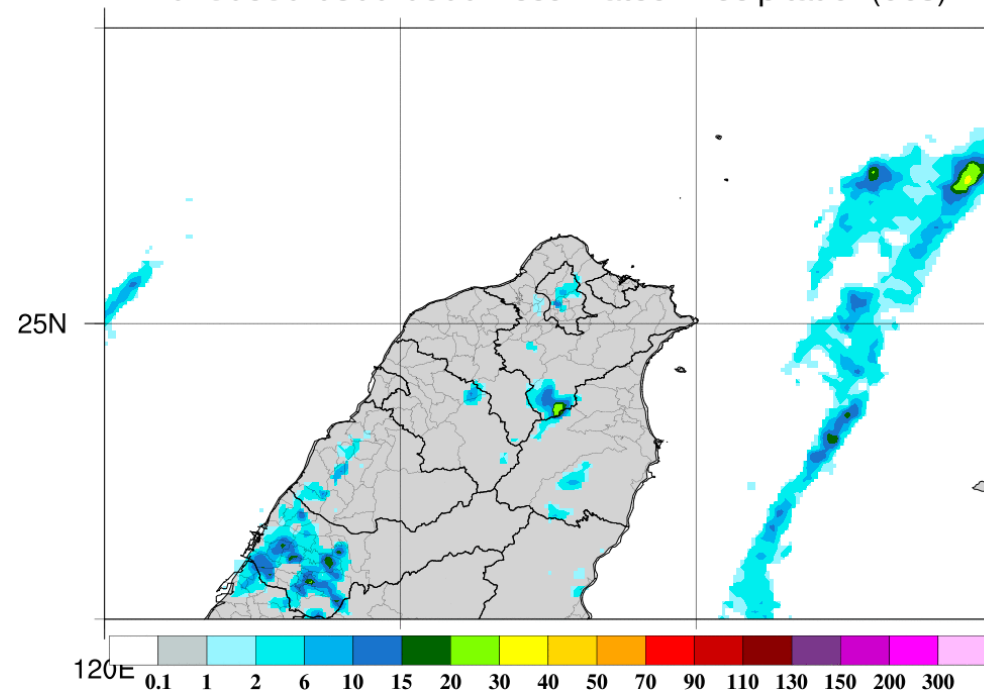
## ● 資料來源

訓練資料	RCWF與北部6個測站Parsivel <sup>2</sup> 的資料(2017-2018年降雨率 $>5\text{mmhr}^{-1}$ )
測試資料	2023.06.30 0500~1100 UTC RCWF(每6分鐘一筆)

20230630-0500-obs\_cref

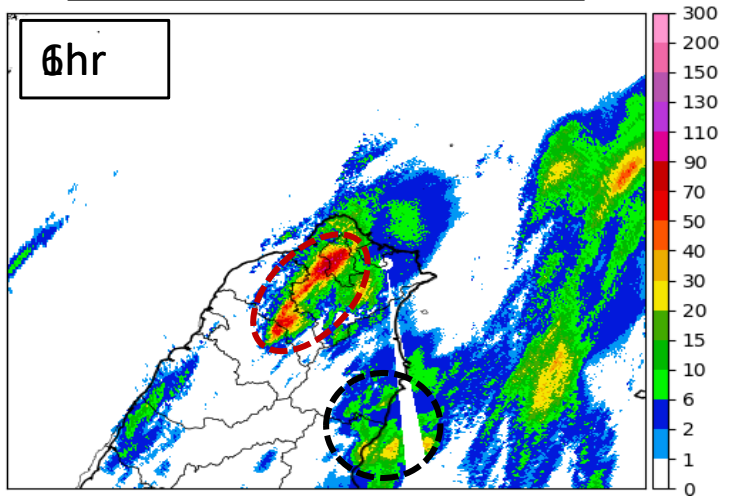


20230630-0500-0600 Accumulated Precipitation(obs)

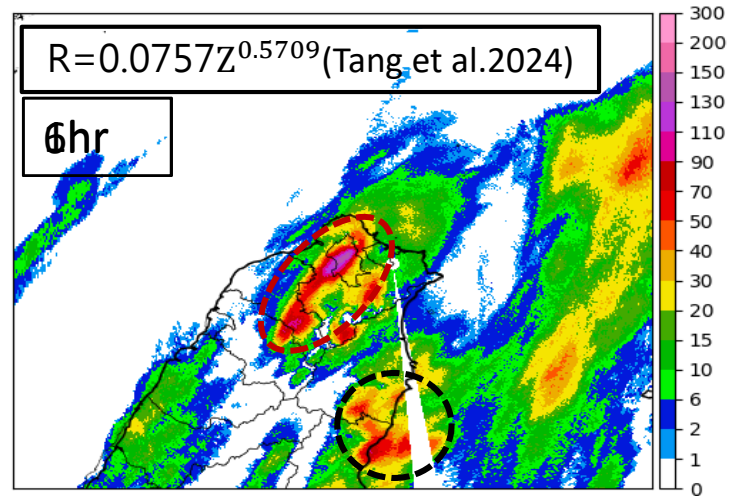




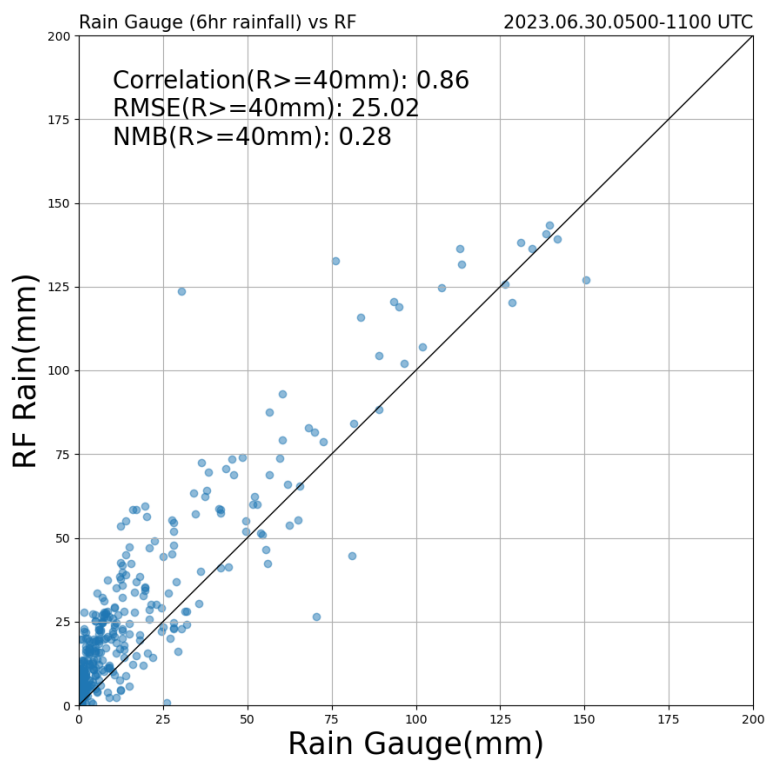
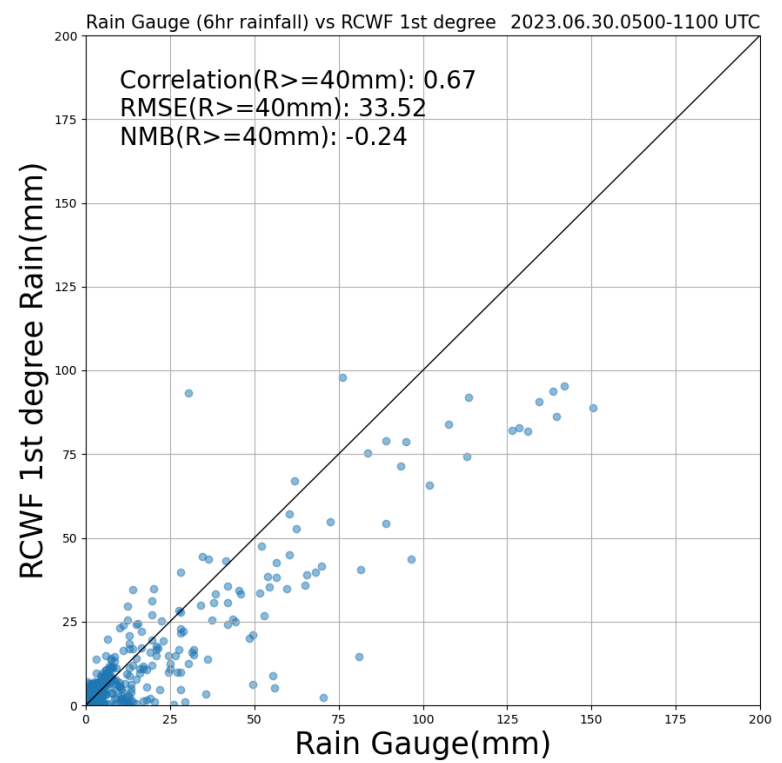
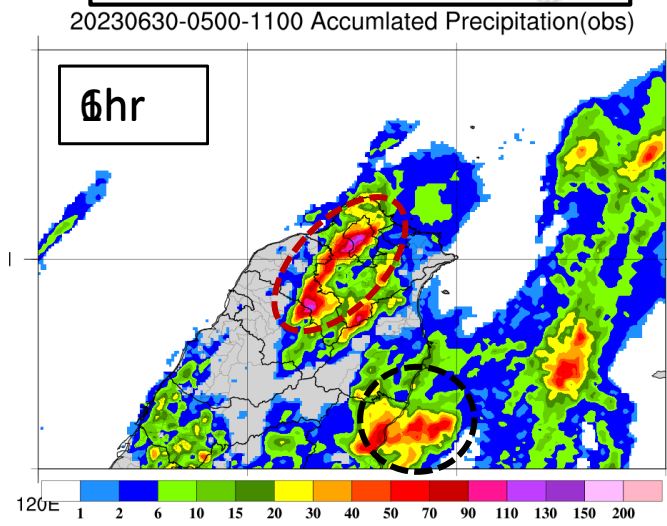
RCWF第一層仰角推估  
(無VPR修正)



RF預測回波轉換成雨量



經雨量站修正後的QPE  
累積雨量



- 本研究使用盧等2022所挑選的AI VPR預報(隨機森林)模型。
- 評估沒有納入訓練的雨滴譜儀測站表現合理性：  
經由測試沒有納入訓練的臺北雨滴譜儀站上方雷達資料後得出：  
修正回波 $z$ 與地面反演 $z$ 相似，RRMSE < 10%、CC > 0.8。定量分數表現良好，且與有納入臺北站的VPR correction結果相比差異不大，顯示在沒有納入訓練資料點上的VPR correction具有一定程度的合理性。
- AI VPR correction整體面化結果：  
在6小時累積雨量在小雨雖有些微高估情形，但降雨極值區域掌握的不錯，且能明顯改善RCWF第一層仰角在強降雨的低估情形。
- 未來工作：  
由於AI VPR correction整體面化結果在小雨有高估情形，未來會再進行更多個案檢驗，檢視此方法在哪種類型天氣個案適用性較好以及能否透過bias修正來達到更好的QPE結果。

報告完畢  
謝謝大家



CENTRAL  
WEATHER  
ADMINISTRATION