



# 模糊邏輯分類演算法於臺灣雷達作業資料品質控制之應用

王忠斌 林品芳 張保亮 方偉庭

中央氣象局

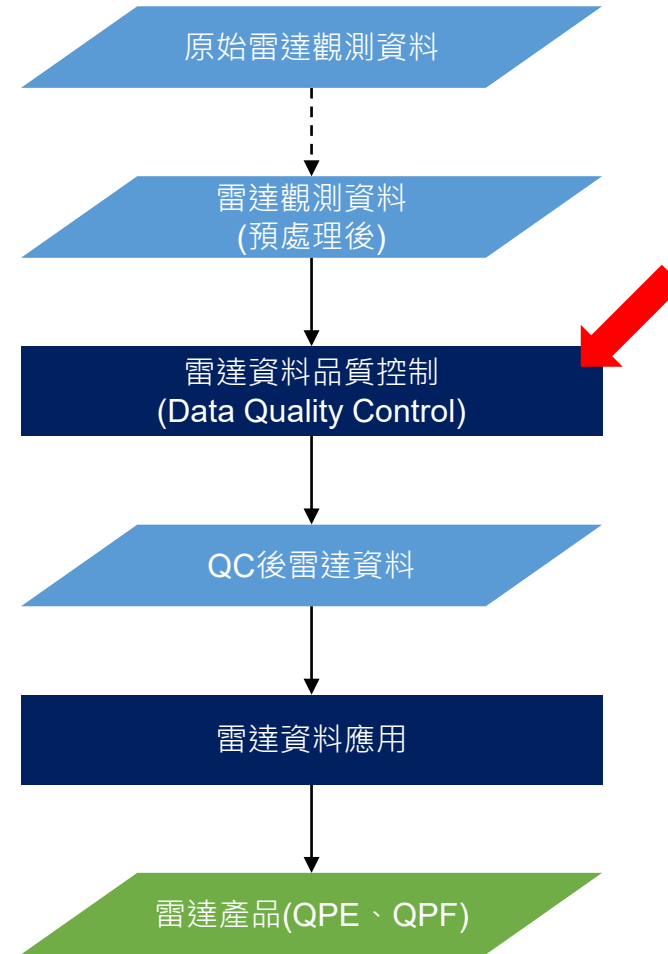
2020年天氣分析與預報研討會

# 雷達資料品質控制

雷達觀測資料中出現之非氣象降水回波，可導致下游氣象與水文使用之雷達降雨估計場出現大量偏差，雷達資料品質控制一直是改善雷達定量降雨估計重要的一環。

為發展能有效濾除臺灣雷達觀測網中出現之非氣象降水回波，2018年本局與菲律賓氣象局PAGASA合作發展基於模糊邏輯(fuzzy logic)之雷達QC演算法(王等2018)，能有效濾除干擾回波與雷達故障假波。

本研究改進前述研究之干擾回波演算法，並應用至地形雜波、海面雜波以及弧狀回波。弧狀回波為RCWF雷達在2019年4月更換掃描策略後新出現之非氣象降水回波。

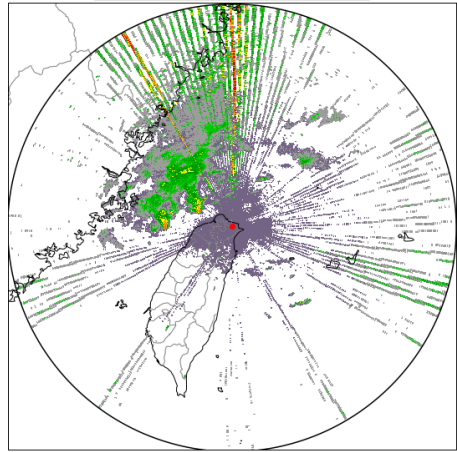


王忠斌, Lester Kim M. Lagrimas, 林品芳, 張保亮, 方偉庭, 2018: 模糊邏輯分類演算法於濾除雷達雜波之應用。天氣分析與預報研討會論文彙編。

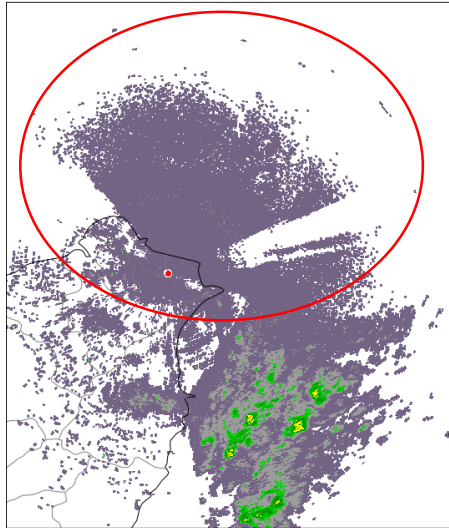
# 臺灣雷達資料中常見之非天氣回波訊號



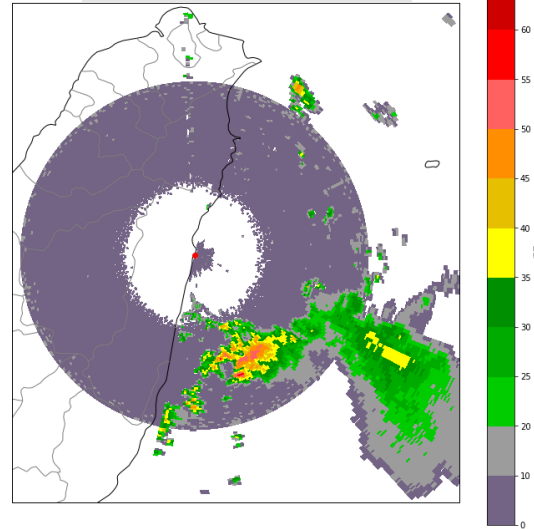
### IF干擾回波



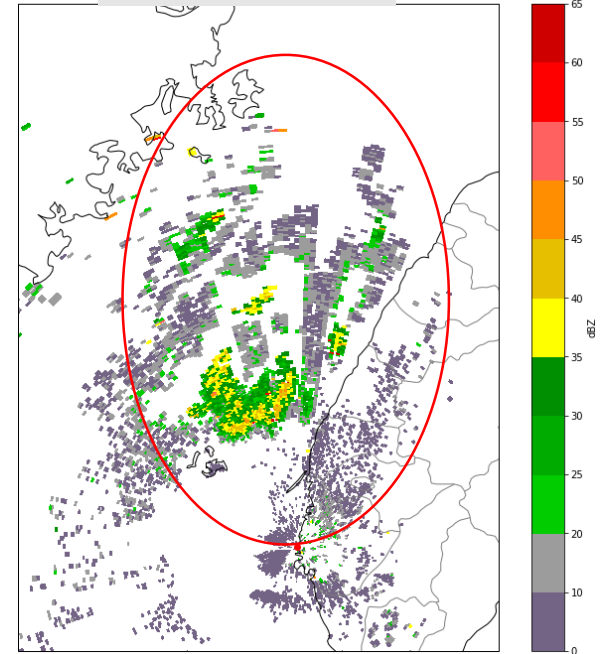
### SC海面雜波



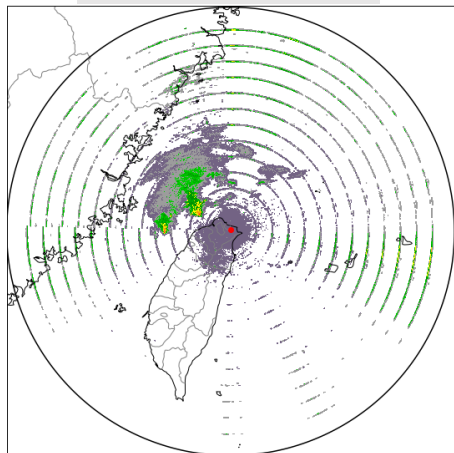
### 雷達故障假波



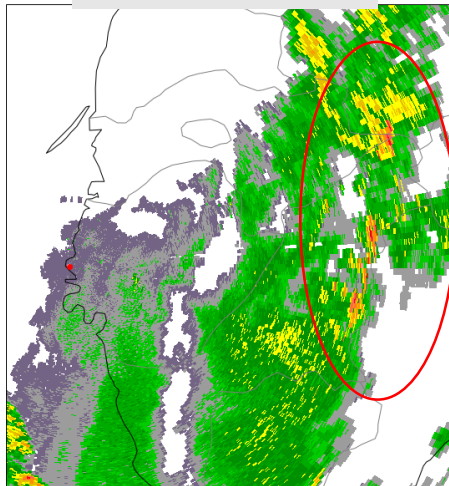
### AP異常回波



### AA弧狀回波



### GC地形雜波



# 雷達資料品質技術之模糊邏輯演算法架構



## 建構過程

### 定義非天氣訊號種類

- SC海面雜波
- GC地形雜波
- AP異常回波
- IF干擾回波
- AA弧狀回波
- 雷達故障假波

### 建構特徵函數

- Reflectivity
- Spectrum Width
- Radial Velocity
- Derived (std, gradient, texture, etc.)
- Climatology

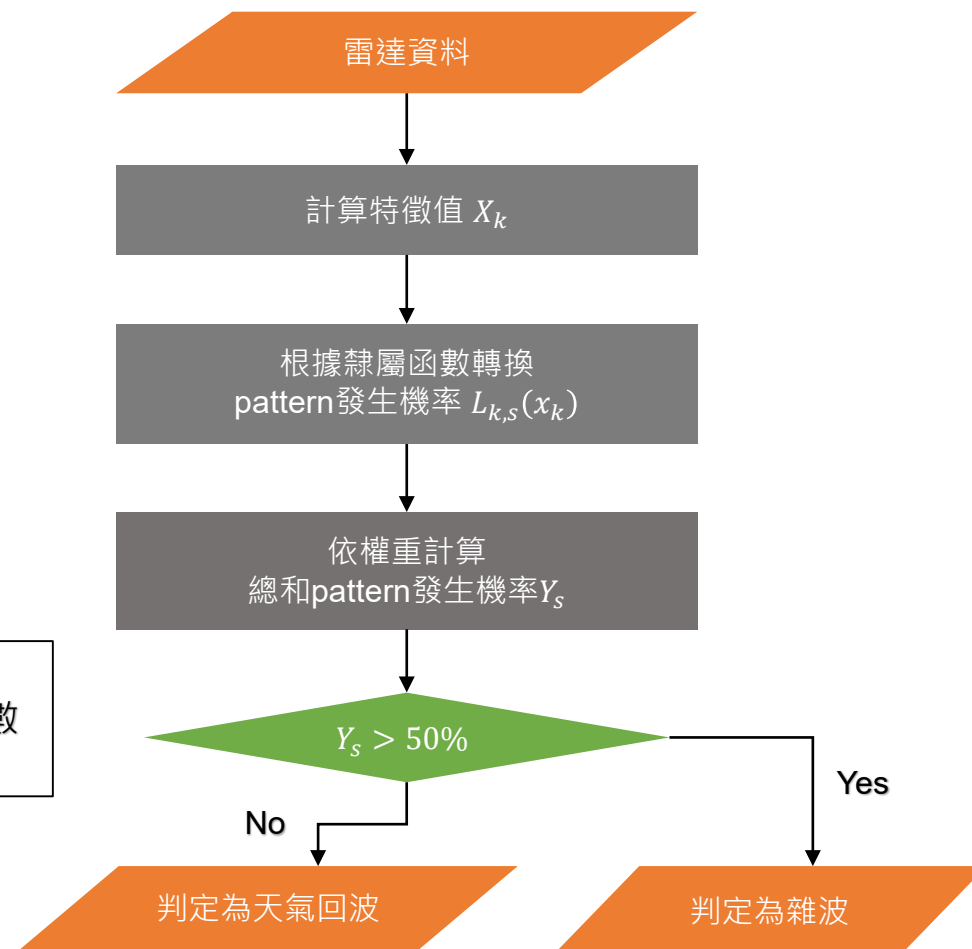
### 建構隸屬函數

1. 由非天氣資料集及天氣資料集之訓練資料統計客觀條件機率函數
2. 輔以主觀修正條件機率函數為隸屬函數

### 決定權重

由客觀分數決定隸屬函數之權重  
(目前尚以主觀決定權重)

## 計算過程



# 建立模糊邏輯演算法資料品管技術(以干擾回波為例)



徑向傅立葉分析

方位角方向連續性

垂直方向有效資料比例

頻率分布函數

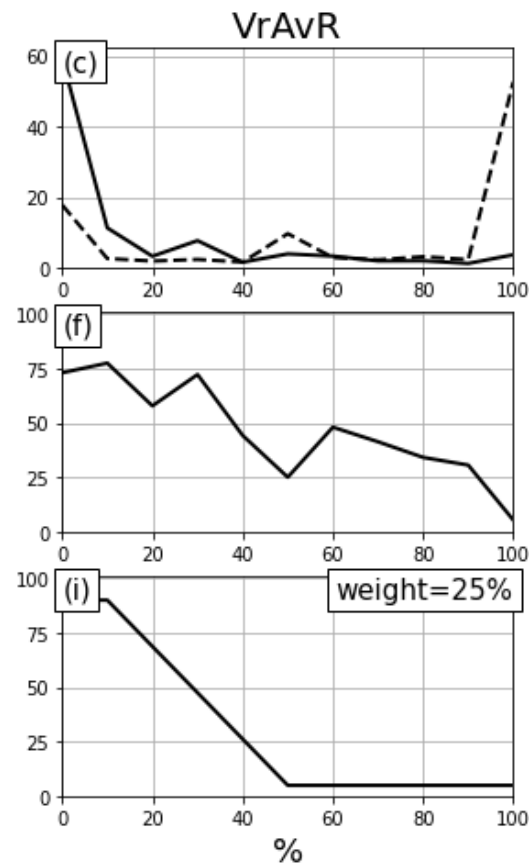
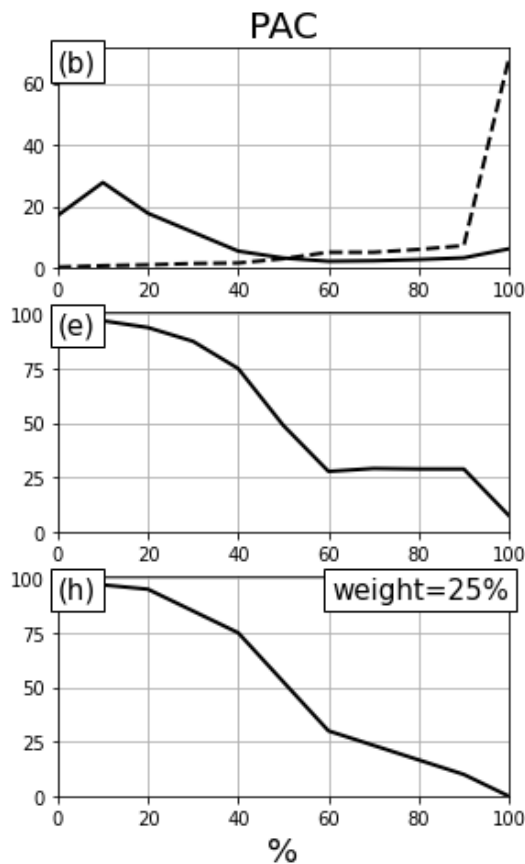
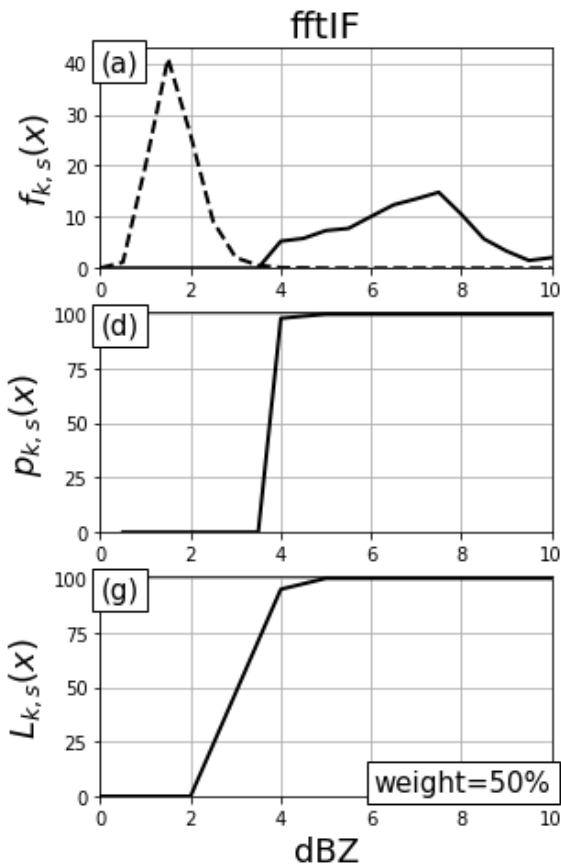
$$f_{k,s}(x) = \frac{n(X_k = x \cap type = s)}{n(type = s)}$$

條件機率函數

$$p_{k,s}(x) = \frac{n(X_k = x \cap type = s)}{n(X_k = x)}$$

隸屬函數

$$L_{k,s}(x_k)$$



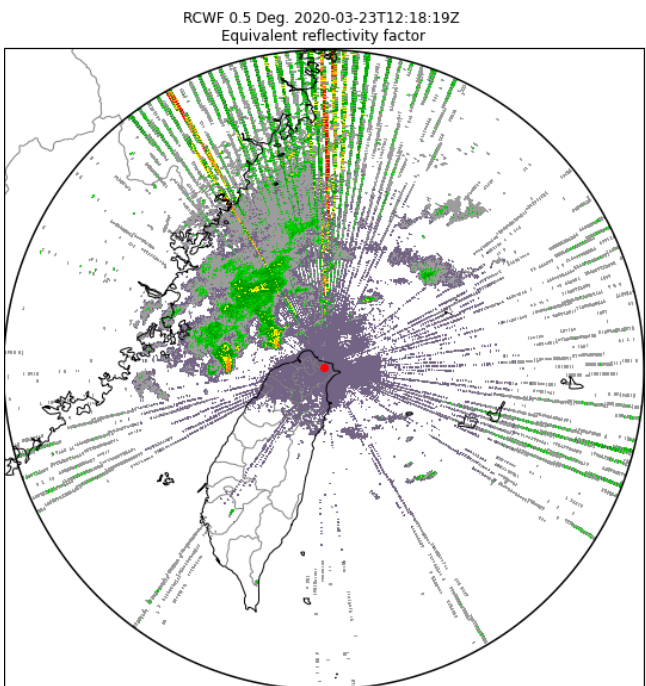
輔以主觀修正

訓練資料集

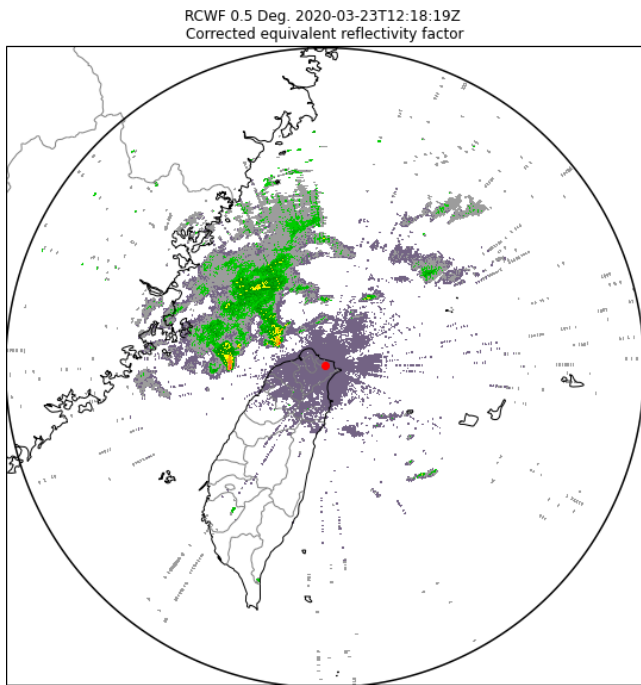
RCWF雷達 2018年出現有干擾回波之0.5度觀測資料 114筆

RCWF雷達 2017年尼莎颱風 0.5度觀測資料 5筆

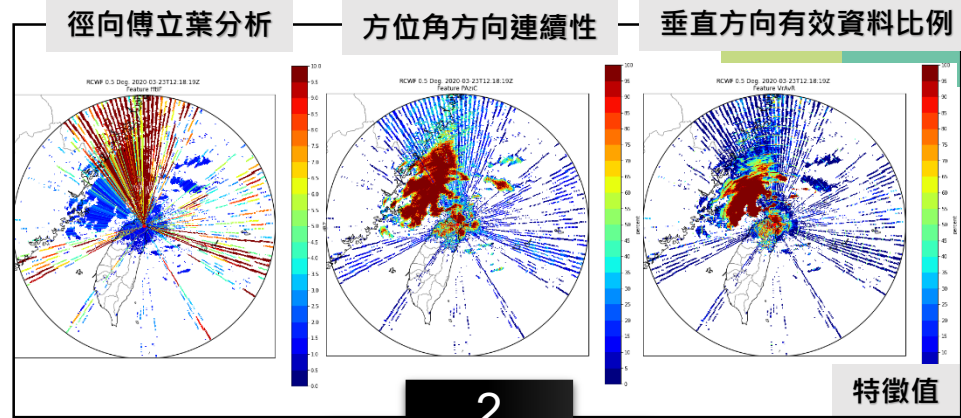
# 應用模糊邏輯演算法資料品管技術(以干擾回波為例)



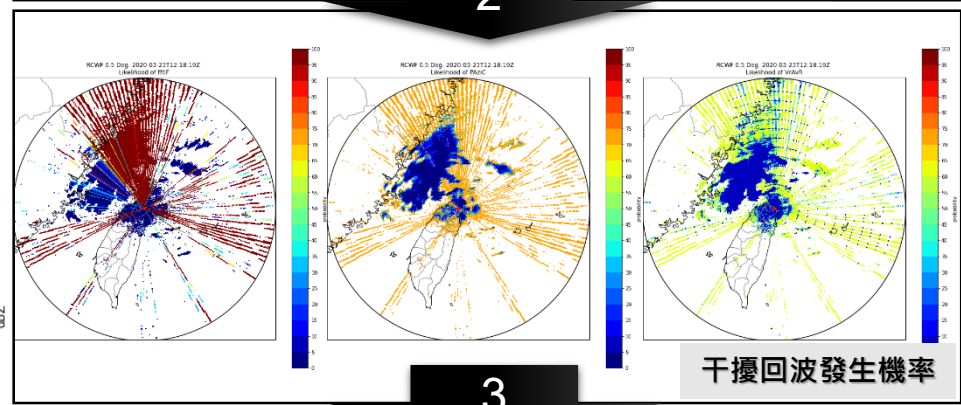
QC前



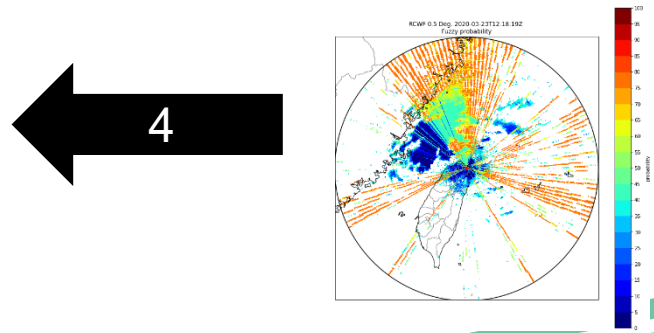
QC後



2



3



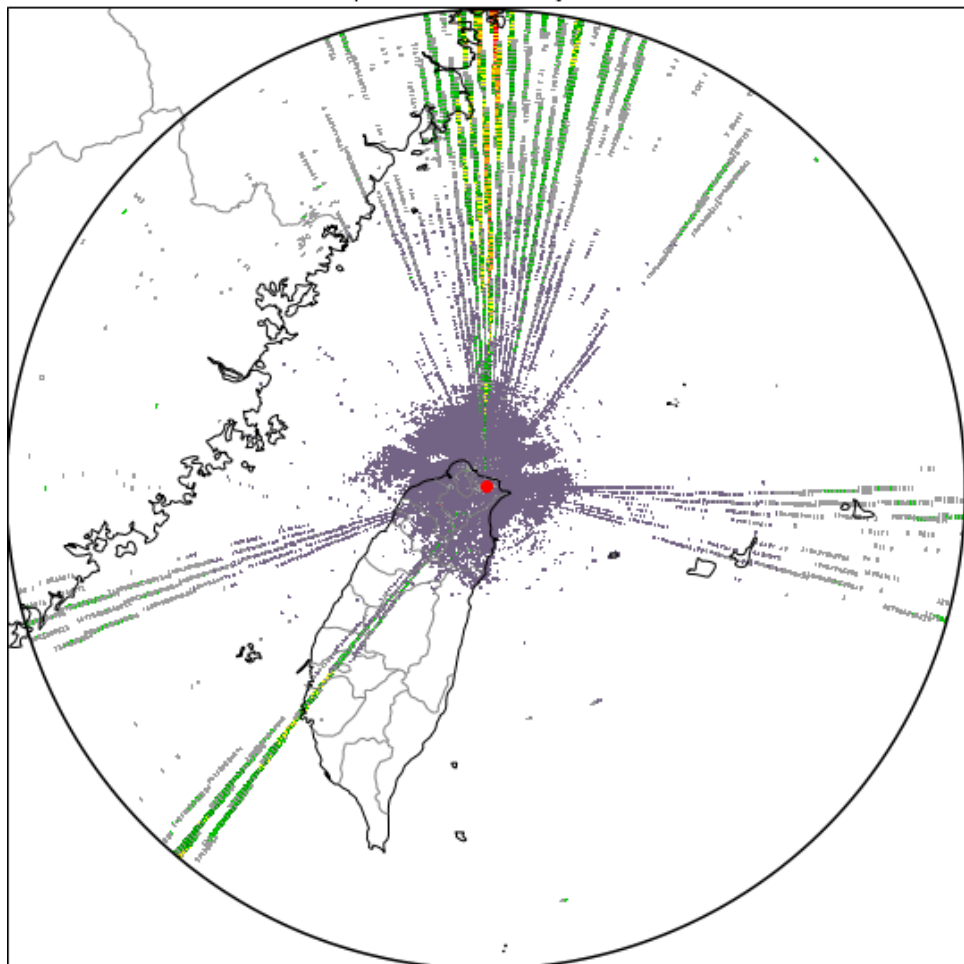
總和干擾回波發生機率

$$Y_s = \frac{\sum_k L_{k,s}(x_k) \times W_{k,s}}{\sum_k W_{k,s}}$$

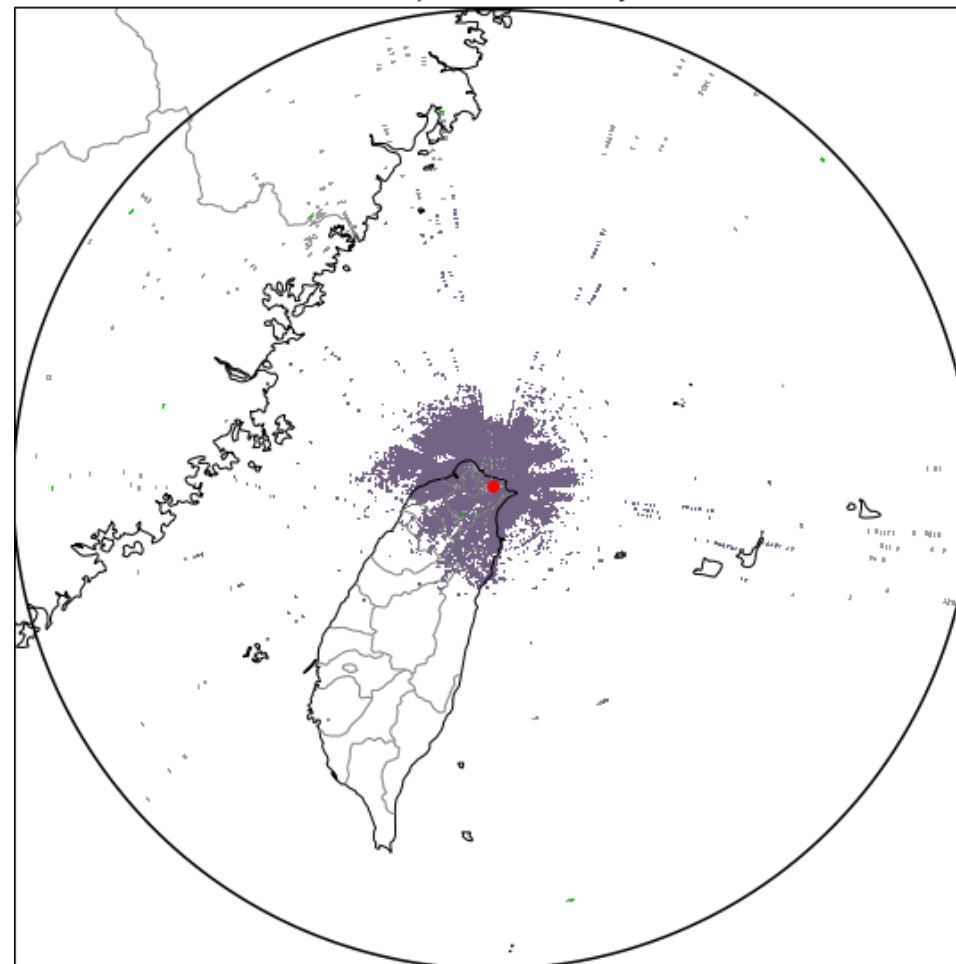
# 應用模糊邏輯演算法資料品管技術(以干擾回波為例)



RCWF 0.5 Deg. 2020-03-23T00:01:46Z  
Equivalent reflectivity factor



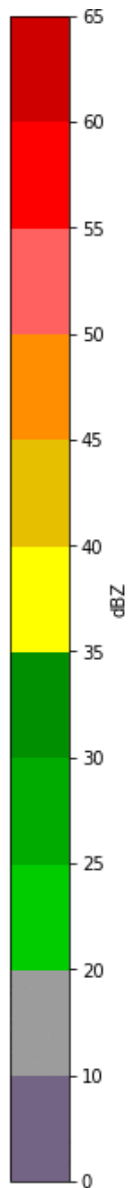
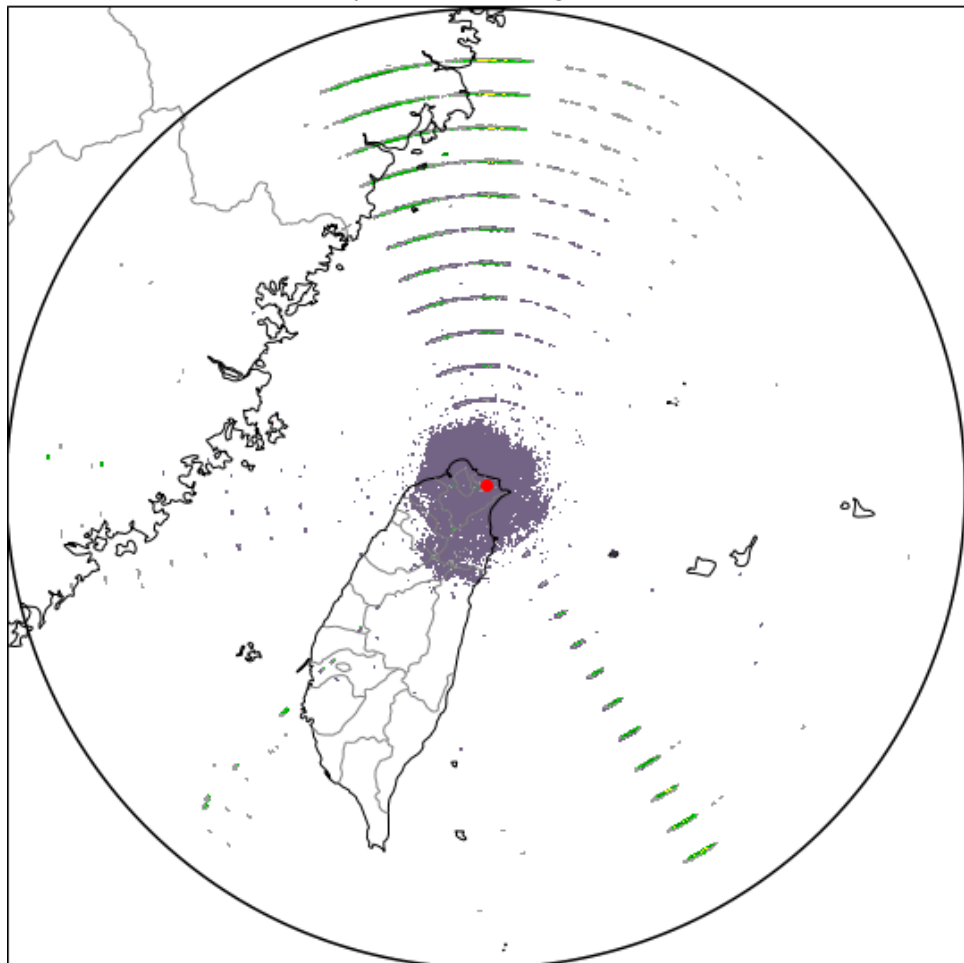
RCWF 0.5 Deg. 2020-03-23T00:01:46Z  
Corrected equivalent reflectivity factor



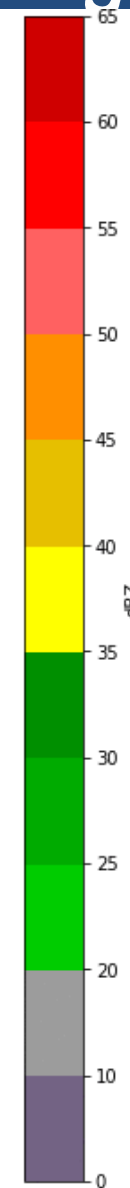
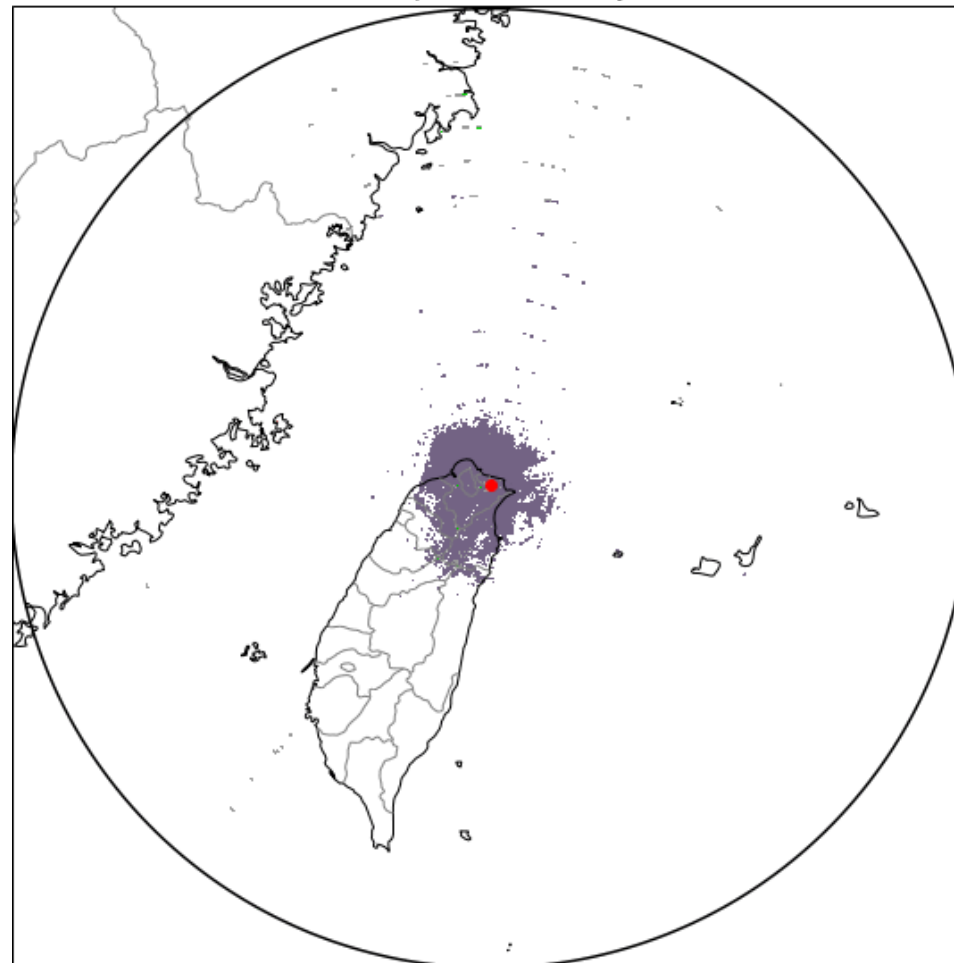
# 應用模糊邏輯演算法資料品管技術(以弧狀回波為例)



RCWF 1.3 Deg. 2020-03-23T00:03:29Z  
Equivalent reflectivity factor



RCWF 1.3 Deg. 2020-03-23T00:03:29Z  
Corrected equivalent reflectivity factor





# 應用模糊邏輯演算法資料品管技術(續)

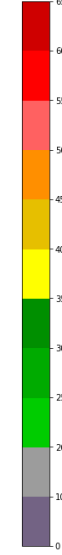
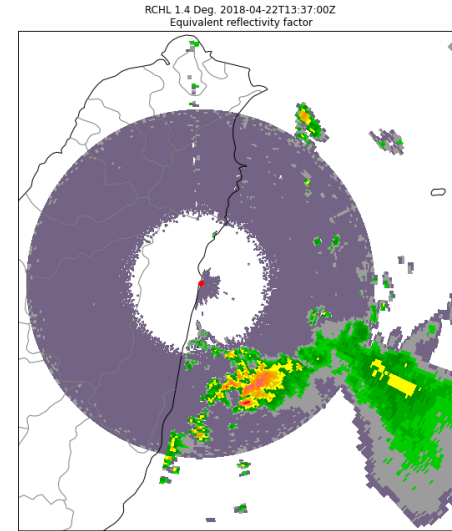
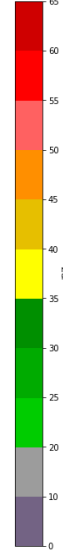
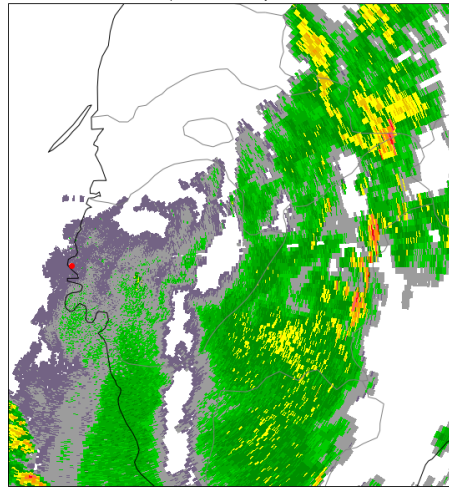
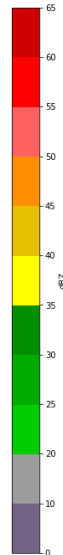
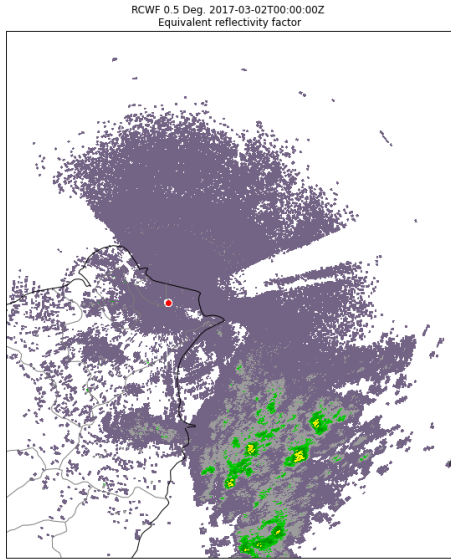


## SC海面雜波

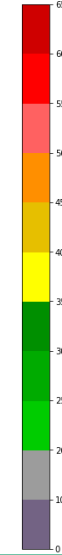
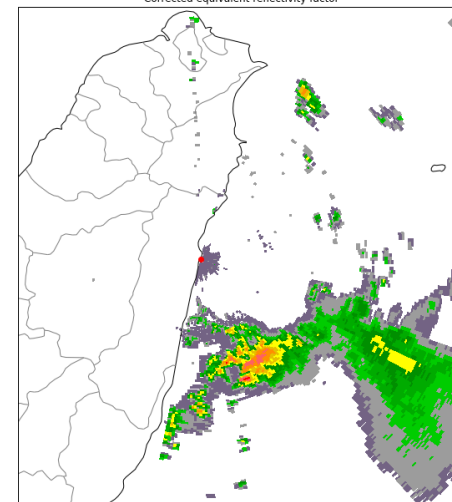
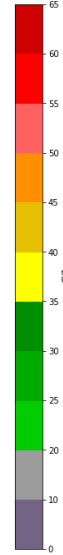
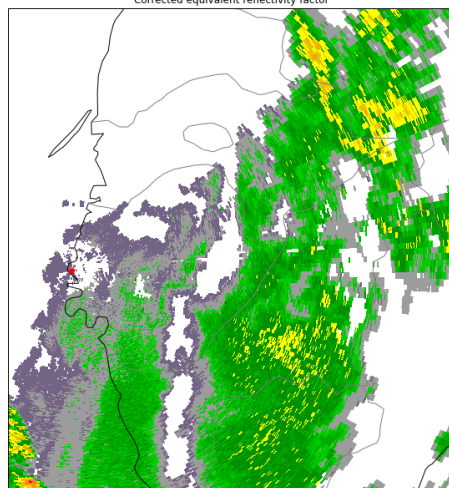
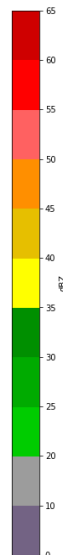
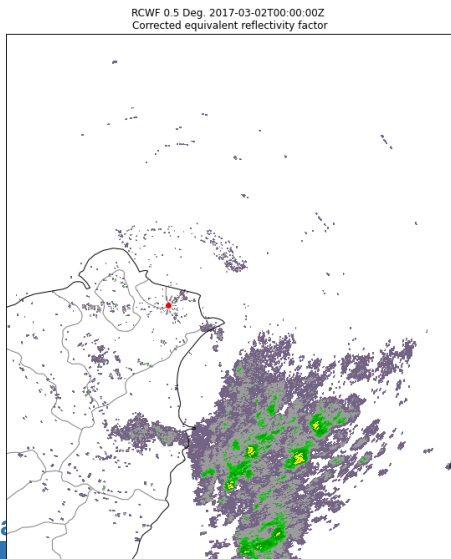
## GC地形雜波

## 雷達故障假波

QC前



QC後



# 小結與未來工作



- 2018年本局與菲律賓氣象局PAGASA合作發展基於fuzzy演算法之雷達QC技術(王等2018)，本研究在前述基礎上，新增下列工作：
  - ✓ 改進原有干擾回波fuzzy QC演算法，並擴大應用至地形雜波、海面雜波以及弧狀回波。
  - 然而，若RCWF雷達資料中同時發生嚴重干擾回波以及弧狀回波，會有殘留過多弧狀回波未被移除情況，待未來工作改進。
- 目前各隸屬函數之權重為透過個案測試主觀決定，未來應透過例如敏感度測試等客觀測試決定，以期進一步提升fuzzy QC演算法分辨非天氣回波之能力。
- 未來亦將應用fuzzy QC演算法至異常回波(AP)訊號之濾除，以完善臺灣雷達觀測網作業資料品質控制技術。

王忠斌, Lester Kim M. Lagrimas, 林品芳, 張保亮, 方偉庭 ·  
2018：模糊邏輯分類演算法於濾除雷達雜波之應用。  
天氣分析與預報研討會論文彙編。