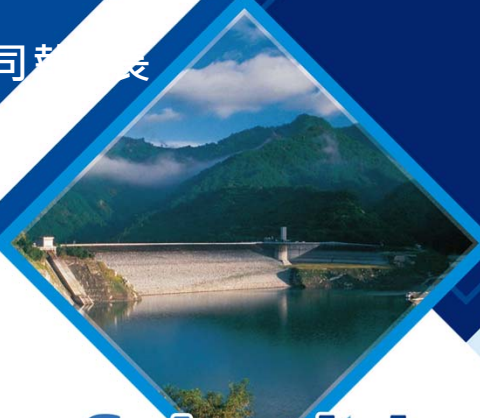




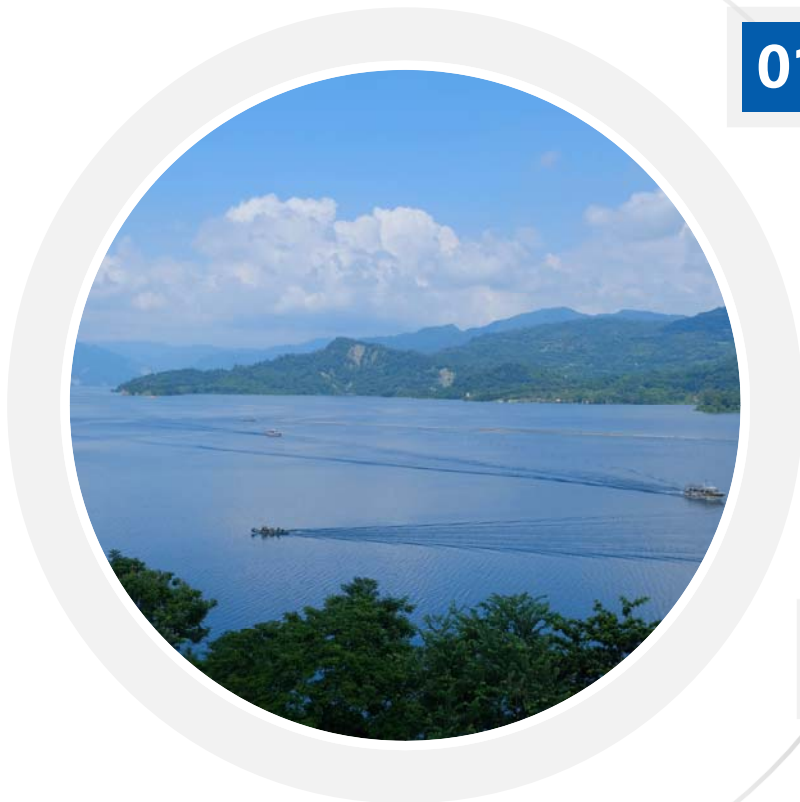
114年天氣分析與預報研討會

林園防災降雨雷達 估計降雨比較分析

- 👤 林敬恩 - 多采工程顧問有限公司 工程師
- 👤 吳秉澤 - 國立臺灣大學土木工程學系研究員 博士候選人
- 👤 李文生 - 多采工程顧問有限公司 副經理



ManySplendid 多采工程顧問有限公司



01

緣起與目的

02

研究方法

03

案例分析

04

結論與討論

緣起與目的

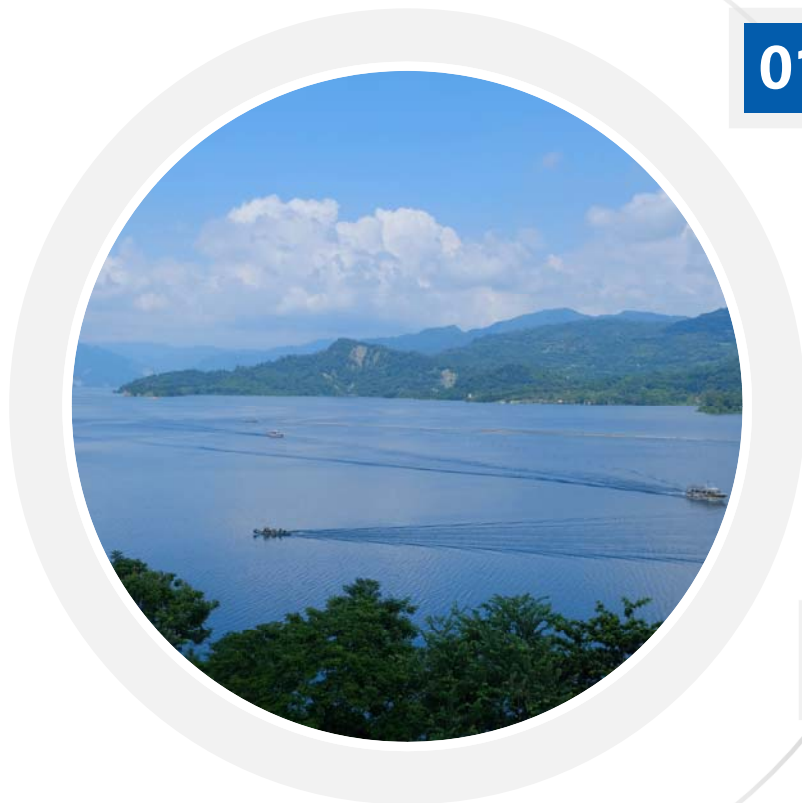
- 為補足**低空降水觀測**能力，**氣象署與水利署**合作建置「**防災降雨雷達**」
- 現有**3部運作中**的**防災降雨雷達**
 - 北部：新北樹林(RCSL)
 - 中部：臺中南屯(RCNT)
 - **南部：高雄林園(RCLY)**
- **防災降雨雷達**
 - **C波段(5公分)**、**雙偏極化雷達**
 - 空間解析度：**徑向250公尺**、**方位角1°**
 - 時間解析度：約**2分鐘** (最低三層仰角：0.5°、1.4°、2.4°)

緣起與目的

- 經濟部水利署南區水資源分署
- 山區集水區，**降雨分布不均**，僅雨量站難以描述完整降雨
- 近年**短延時強降雨**影響漸增
- 研究目的
 1. 比較雷達與地面雨量站觀測
 2. 評估**雷達估計可信區域**
 3. 提供**防汛應用參考**

經濟部水利署南區水資源分署所轄水庫堰壩集水區





01

緣起與目的

02

研究方法

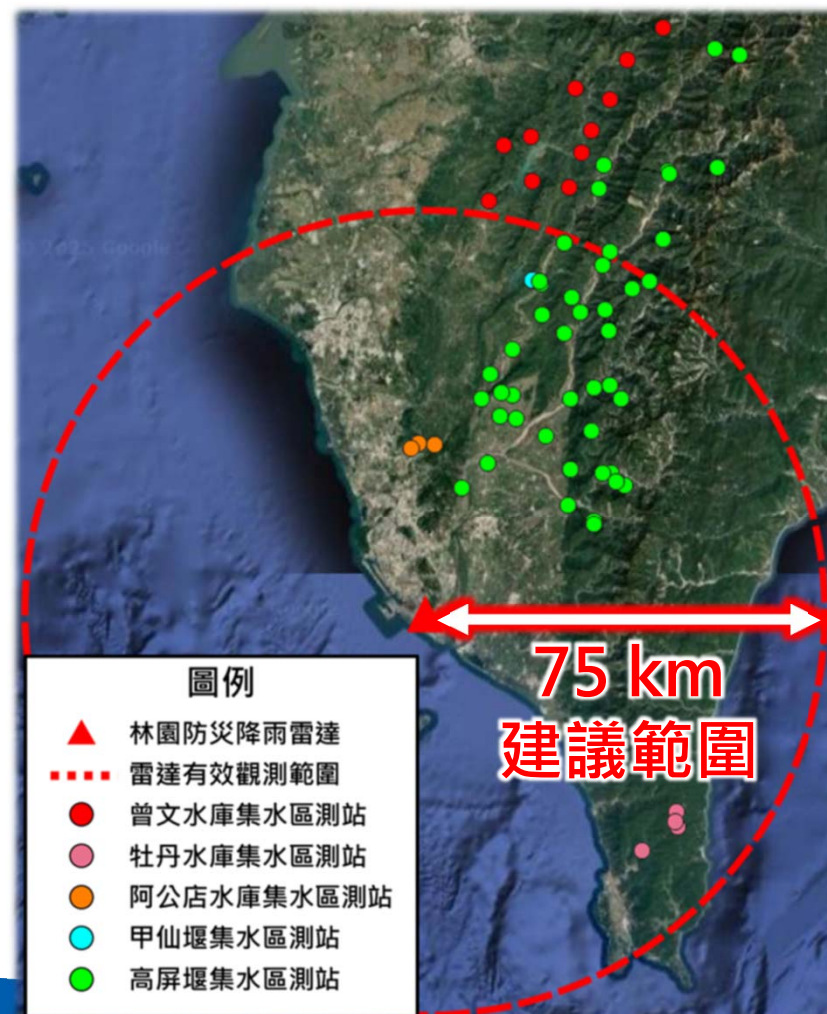
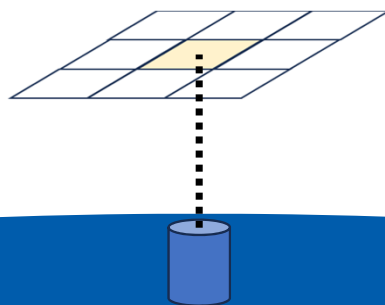
03

案例分析

04

結論與討論

- 林園雷達估計雨量
 - 氣象署提供估計、水利署統一格式
 - 2分鐘頻率、1小時累積雨量
 - 解析度250公尺、正交網格
- 雨量站
 - 挑選南水分署關注雨量站
 - 10分鐘累積雨量 → 計算至小時累積
- 資料比對
 - 雨量站位置之雷達網格

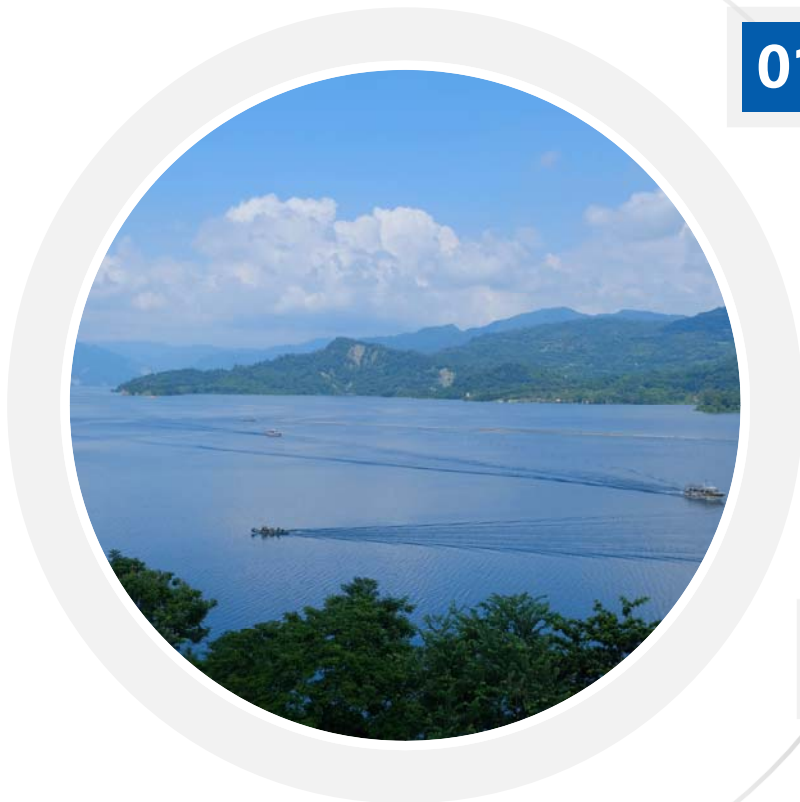


■ 分析指標

1. 效率係數(Coefficient of Efficiency, **CE**) : $CE = 1 - \frac{\sum_{t=1}^n (y_t - x_t)^2}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}$
2. 相關係數(Correlation Coefficient, **CC**) : $CC = \frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})(y_t - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}}$
3. 均方根誤差(Root Mean Square Error, **RMSE**) : $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (y_t - x_t)^2}$
4. 平均絕對誤差(Mean Absolute Error, **MAE**) : $MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i - x_i|$

其中， x_t 為雷達估計降雨、 y_t 為雨量站觀測降雨、 \bar{y} 代表雨量站降雨平均值、 t 為事件中任一時刻、 n 為該事件包含之資料筆數

5. 尖峰降雨 (60分鐘累積雨量)
6. 累積降雨 (事件總累積降雨)



01

緣起與目的

02

研究方法

03

案例分析

04

結論與討論

案例分析

凱米颱風



第2類路徑

曾文 1,083 毫米
牡丹 581 毫米
阿公店 680 毫米

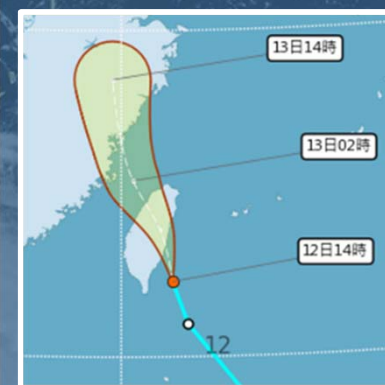
康芮颱風



第3類路徑

曾文 256 毫米
牡丹 179 毫米
阿公店 43 毫米

TD02



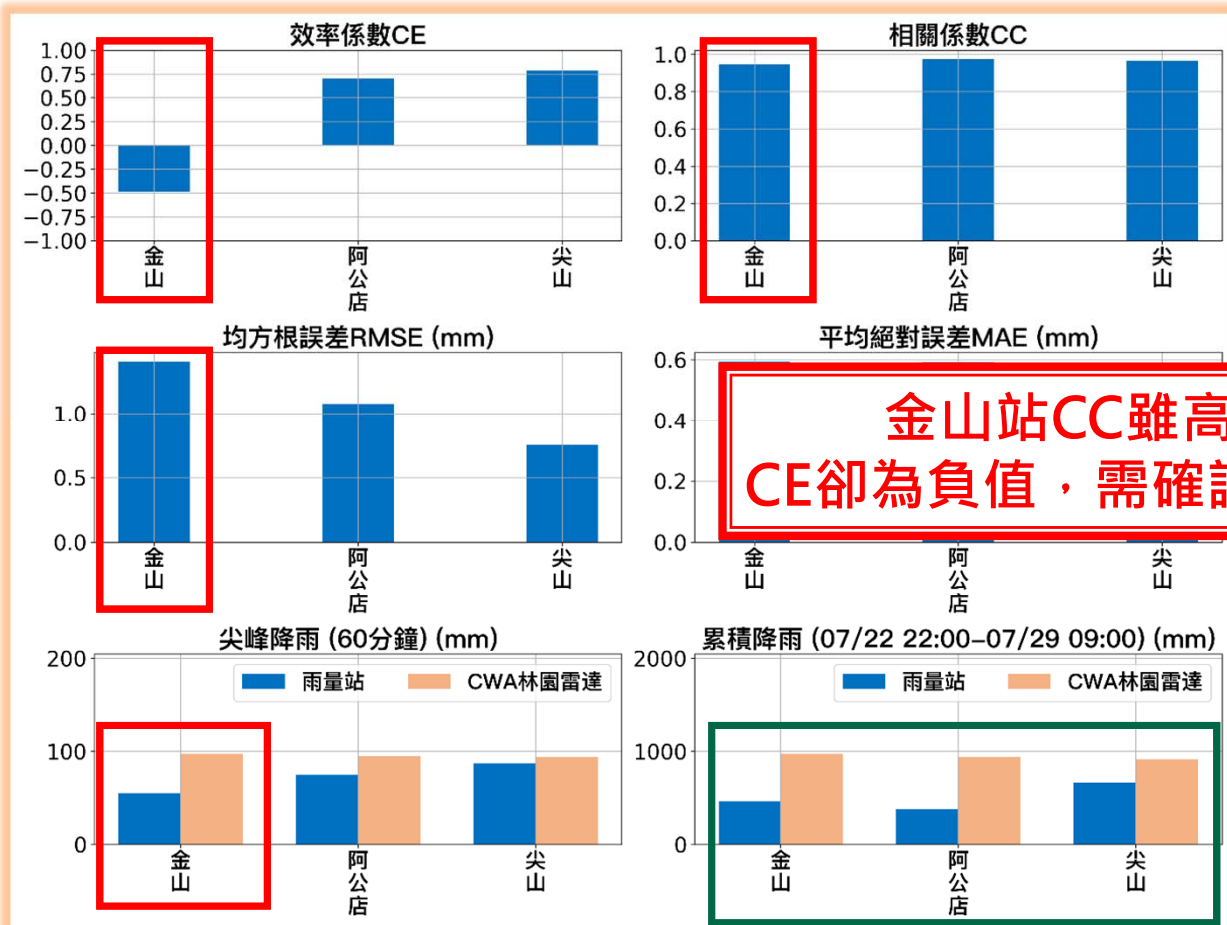
接近第3類路徑

曾文 138 毫米
牡丹 178 毫米
阿公店 155 毫米

案例分析 - 113年 凱米颱風

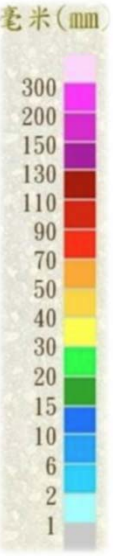
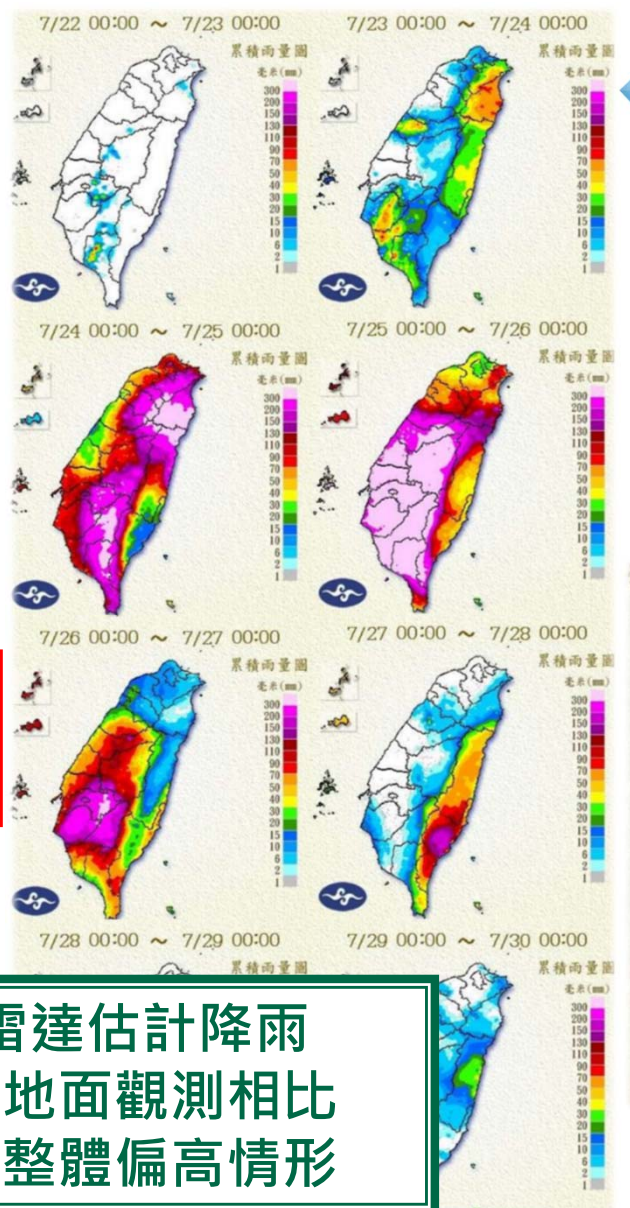
分析時段：07/22 22:00~07/29 09:00

以阿公店水庫測站為例



金山站CC雖高
CE卻為負值，需確認原因

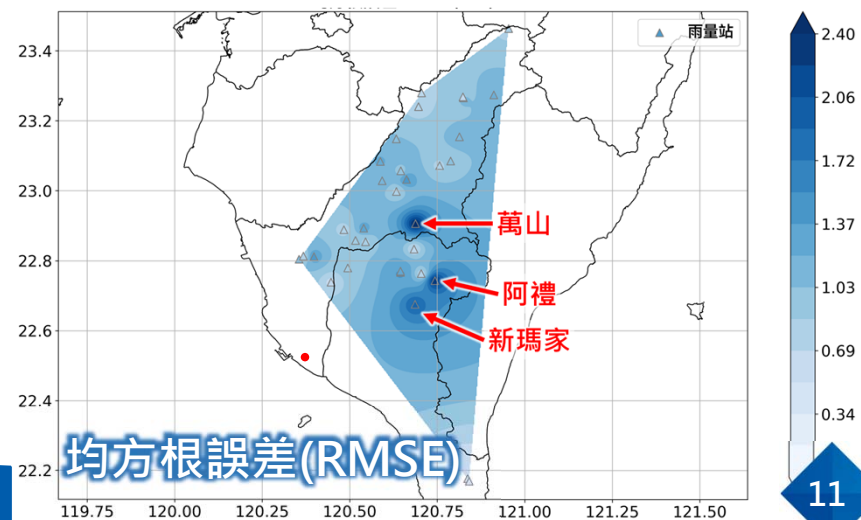
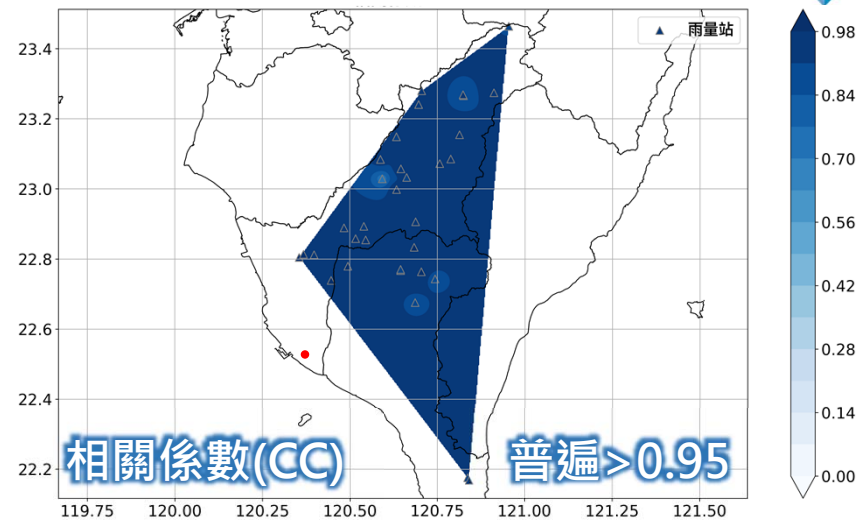
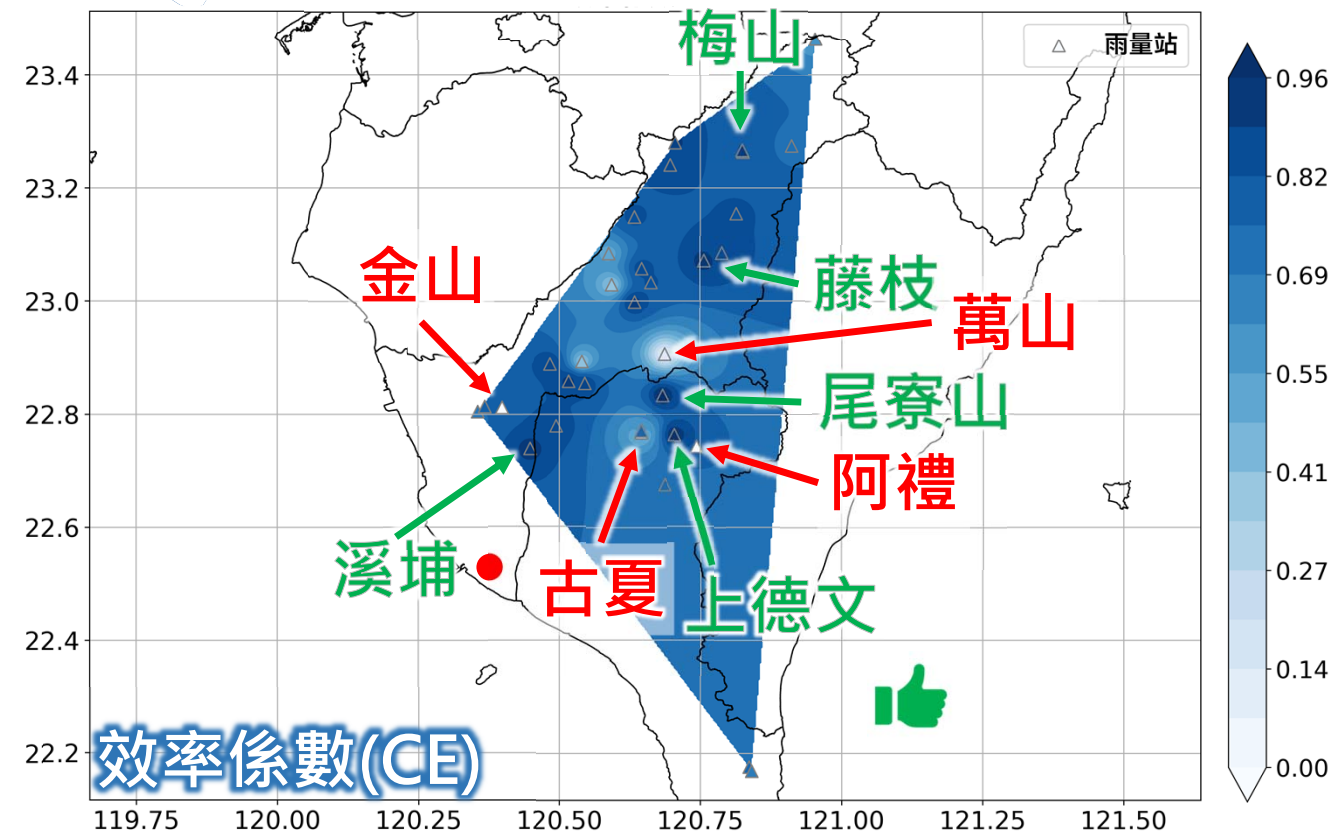
雷達估計降雨
與地面觀測相比
有整體偏高情形



案例分析 - 113年 凱米颱風

分析時段：07/22 22:00~07/29 09:00

▲ 雨量站

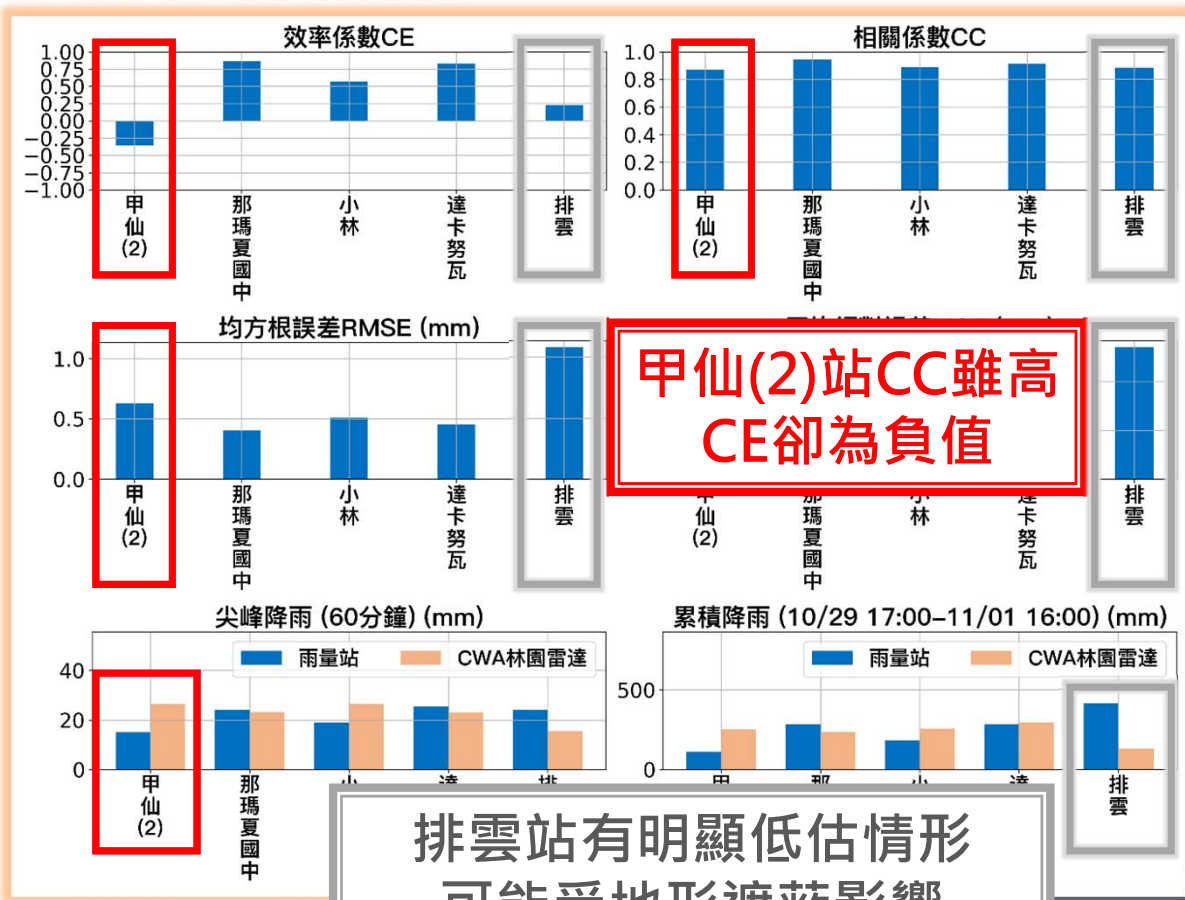


雷達與地面雨量站觀測相關性高
僅零星測站有較大的數值差異

案例分析 - 113年 康芮颱風

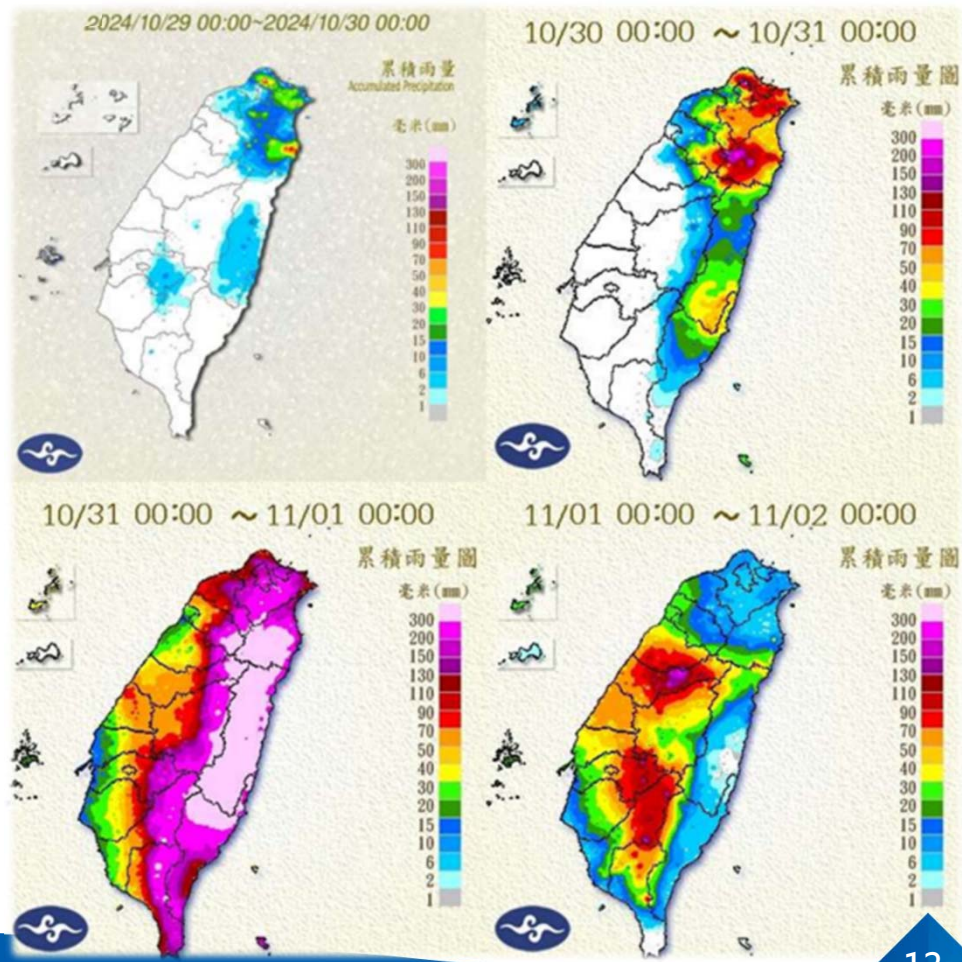
分析時段：10/29 17:00~11/01 17:00

以甲仙堰測站為例



甲仙(2)站CC雖高
CE卻為負值

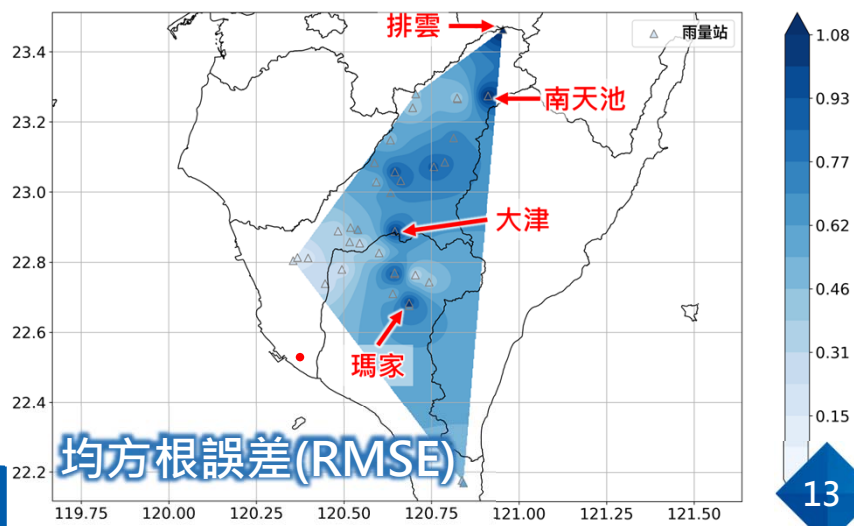
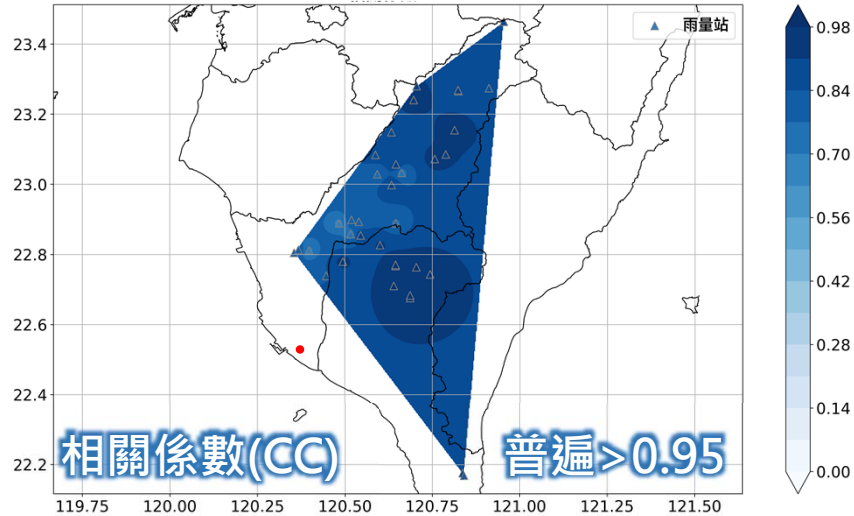
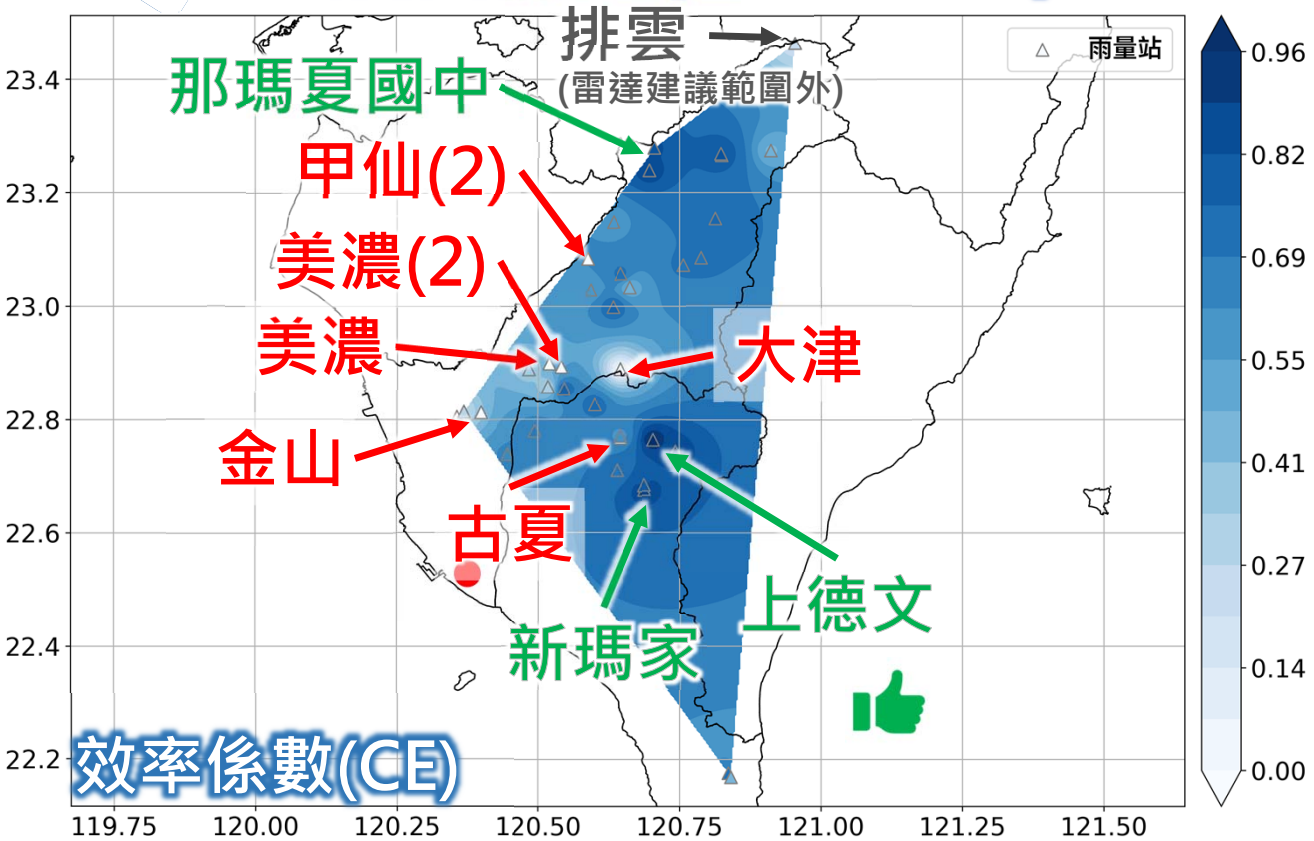
排雲站有明顯低估情形
可能受地形遮蔽影響



案例分析 - 113年 康芮颱風

分析時段：10/29 17:00~11/01 17:00

▲ 雨量站



雷達與地面雨量站觀測相關性高
僅零星測站有較大的數值差異

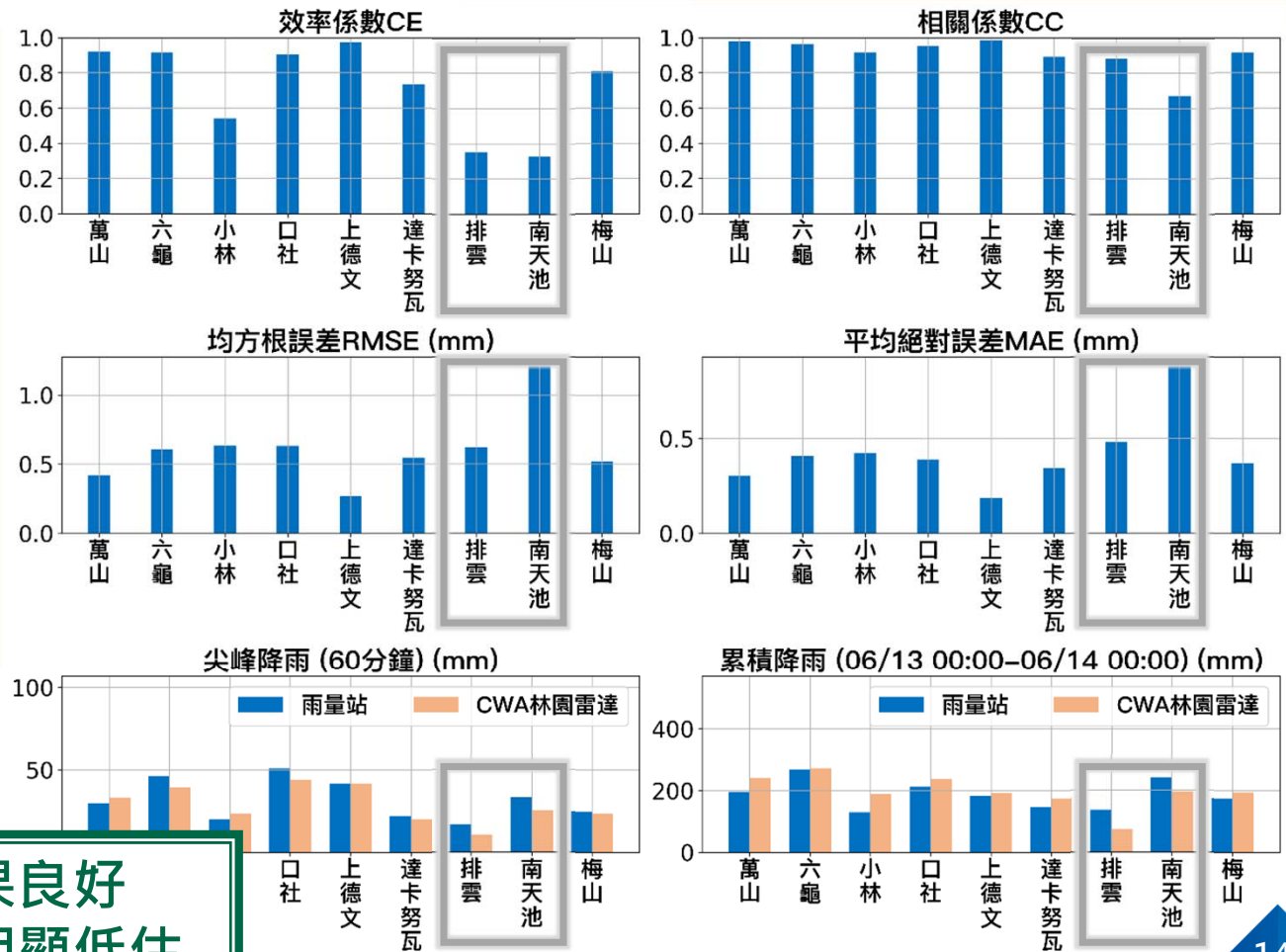
案例分析：114年 TD02

分析時段：06/13 00:00~06/14 00:00

以高屏堰部分測站為例



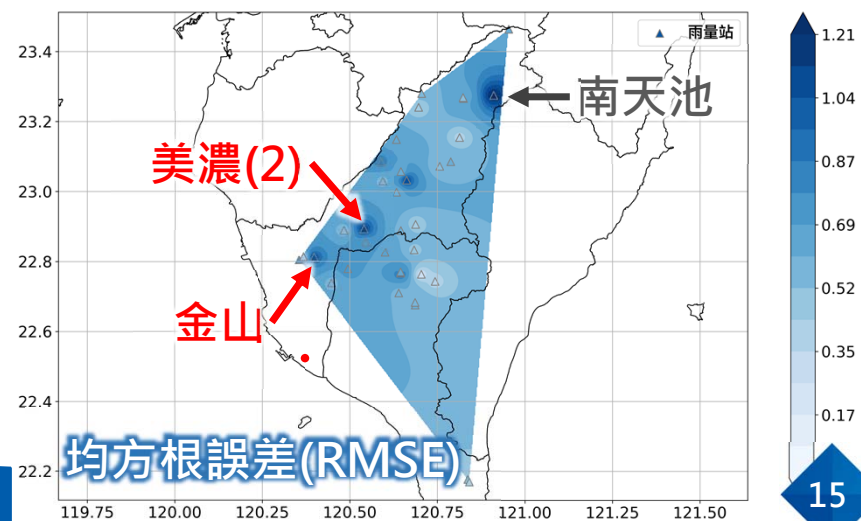
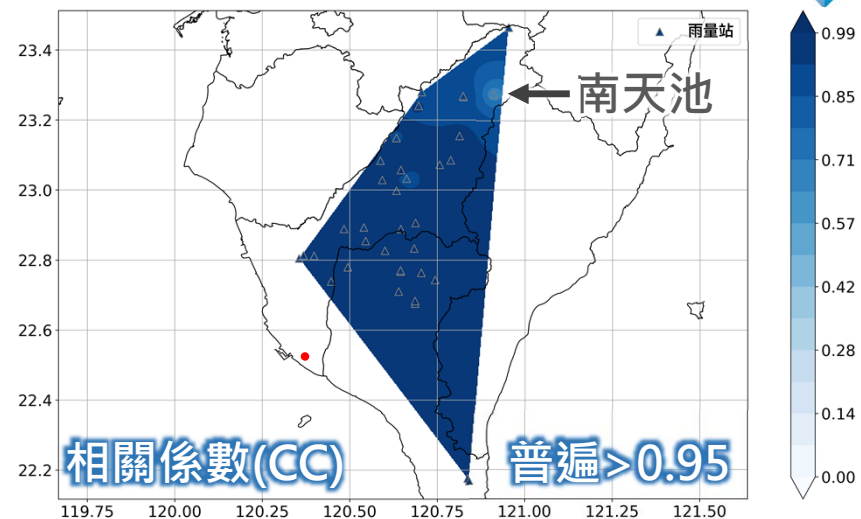
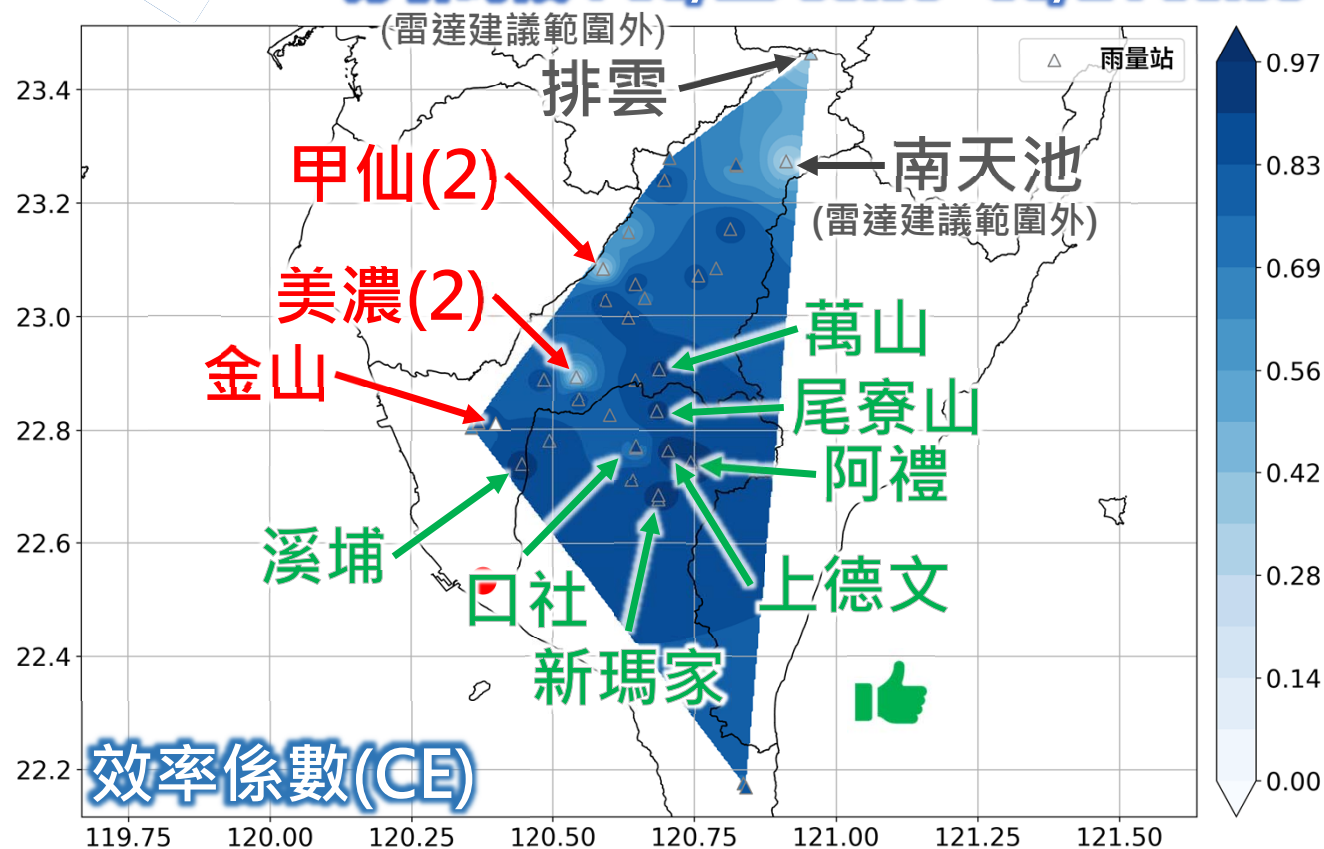
整體估計結果良好
範圍外側站有明顯低估



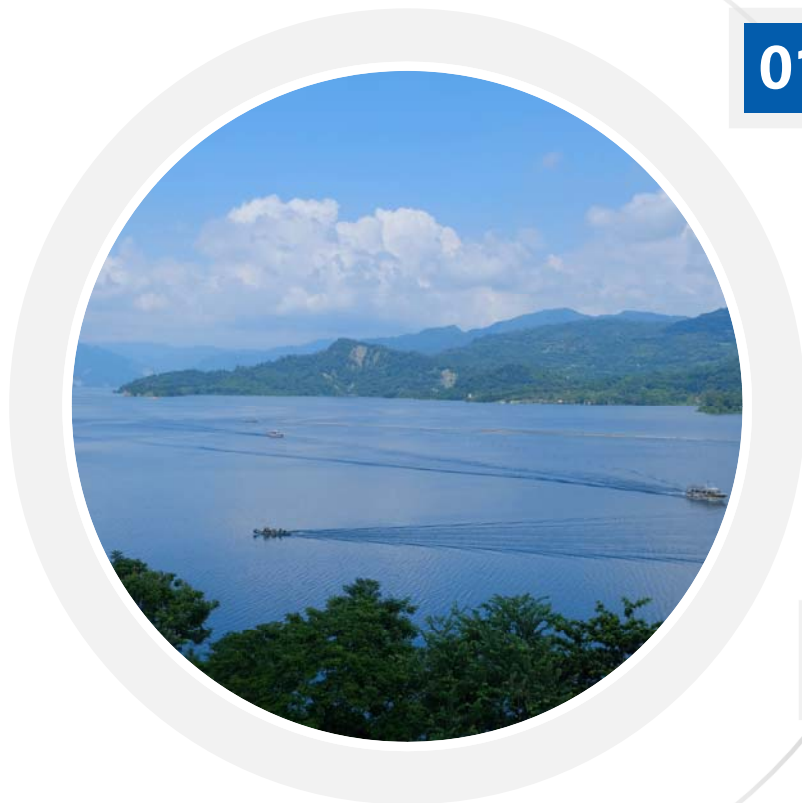
案例分析：114年 TD02

分析時段：06/13 00:00~06/14 00:00

▲ 雨量站



雷達與地面雨量站觀測相關性高
僅零星測站有較大的數值差異



01

緣起與目的

02

研究方法

03

案例分析

04

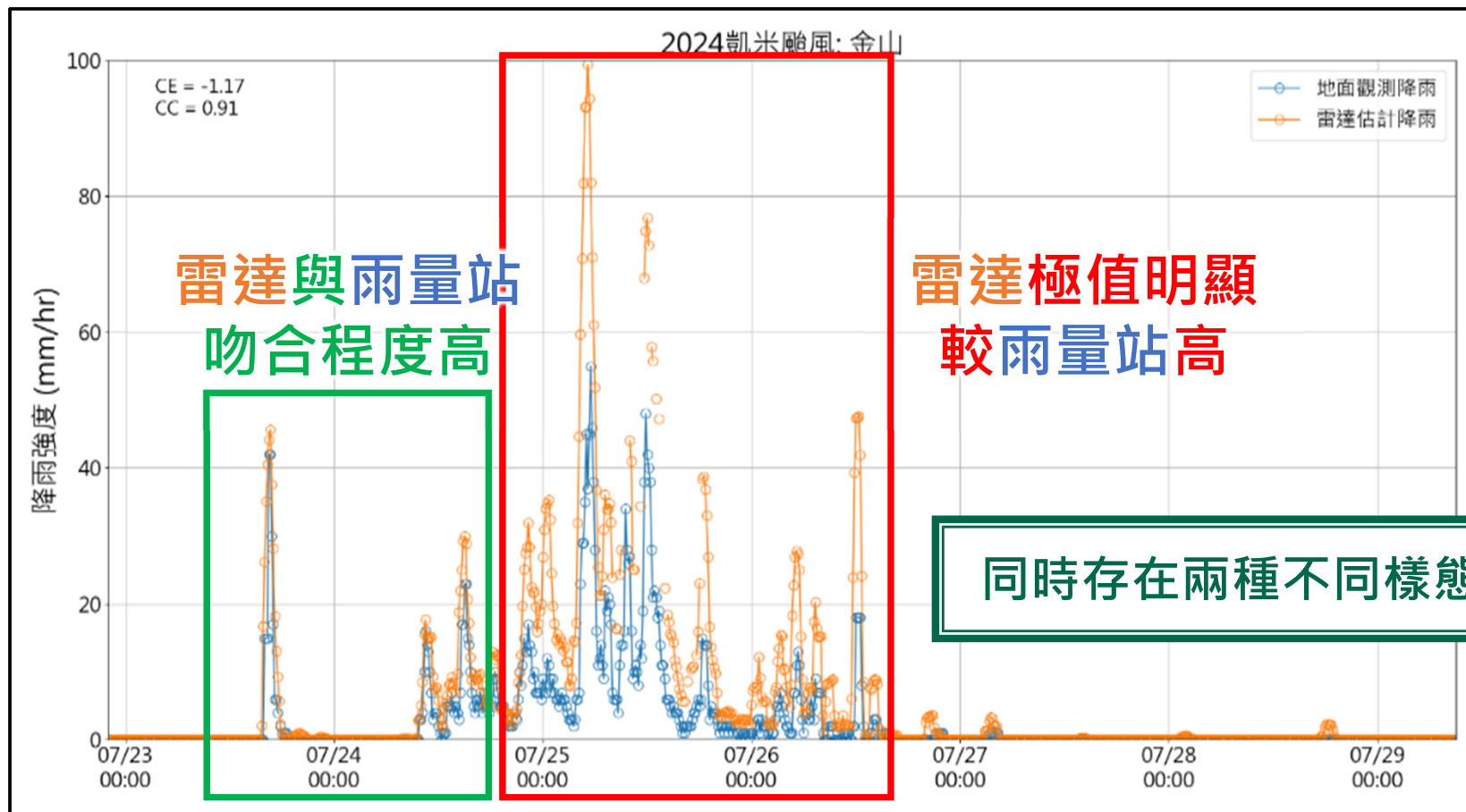
結論與討論

■ 結論

1. 林園防災降雨雷達估計降雨，和雨量站比較顯示觀測相關性高，可納入防汛應變參考
2. 特定位置有系統性偏估情形
 - 阿公店水庫：金山 (雨量站偏低，可能為雨量站問題)
 - 甲仙攔河堰：甲仙(2) (雨量站偏低，可能為雨量站問題)
 - 建議範圍外：排雲、南天池 (雷達偏低，可能受距離、遮蔽影響)

結論與討論

阿公店水庫：金山雨量站



結論與討論

阿公店水庫：金山雨量站



- 雨量筒西南側有樹木
- 阻擋主要降雨方向
- 回報相關單位，維持量測準確

■ 後續研究

1. 持續分析不同降雨類型：

如 0728 西南氣流豪雨、112 年 0910 豪雨

2. 雷達網格採用：

雷達網格對應雨量站坐標，由單網格擴展至 3×3 、 5×5 等網格平均雨量，以降低雷達觀測至地面距離、風速等不確定性

3. 逕流量驗證：

配合水庫堰壩集水區觀測流量值，透過水文模式，將集水區平均降雨轉換為流量，比較雷達網格平均與雨量站徐昇式法面積加權平均

- 本研究參考**經濟部水利署南區水資源分署**計畫：
「**114年度防汛情資整合與防洪運轉決策支援**」
- 感謝**中央氣象署**提供：
 - 防災降雨**雷達**之**估計降雨**資料
- 感謝**經濟部水利署**提供
 - 自行開發之**格式均一化**處理之降雨資料
 - 雨量站觀測資料
- 特別感謝**經濟部水利署南區水資源分署**對於雷達觀測雨量分析的重視與支持，使本研究得以順利完成



簡報結束
敬請指教

Table 2. The coefficients of four power-law rain rate relations for S-band radar. The all-season coefficients are derived from the entire database measured by a 2D-Video Disdrometer (2DVD) at National Central University (NCU). The seasonal coefficients are classified into spring, Mei-Yu, summer convection, typhoon, and winter cold front.

		All-Season	Spring	Mei-Yu	Summer Convection	Typhoon	Winter Cold Front
R(Z_{HH})	a1	0.0279	0.0197	0.0244	0.0435	0.0282	0.0408
	b1	0.6619	0.6874	0.6779	0.6233	0.6624	0.6173
R(Z_{HH}, Z_{DR})	a2	0.0046	0.0019	0.0018	0.0011	0.0013	0.0033
	b2	0.8492	0.9452	0.9578	1.0017	0.9490	0.8888
	c2	-0.6193	-0.9734	-1.0434	-1.1240	-0.7988	-0.7439
R(K_{DP})	a3	47.5998	44.6864	48.0516	48.3448	64.3293	42.5163
	b3	0.7605	0.7950	0.7915	0.7725	0.7278	0.7225
R(K_{DP}, Z_{DR})	a4	64.8411	61.9421	62.3633	63.3633	73.0964	60.2012
	b4	0.9880	0.9782	0.9727	0.9727	0.9476	0.9486
	c4	-0.6921	-0.6445	-0.6196	-0.6196	-0.6039	-0.5836

Table 3. Same as Table 2 but for C-band radar.

		All-Season	Spring	Mei-Yu	Summer Convection	Typhoon	Winter Cold Front
R(Z_{HH})	a1	0.0376	0.0260	0.0316	0.0710	0.0360	0.0434
	b1	0.6340	0.6330	0.6558	0.5761	0.6394	0.6138
R(Z_{HH}, Z_{DR})	a2	0.0035	0.0014	0.0014	0.0013	0.0010	0.0028
	b2	0.8886	0.9922	0.9952	1.0018	0.9812	0.9199
	c2	-0.6575	-0.9840	-1.0031	-1.0239	-0.7714	-0.7474
R(K_{DP})	a3	26.2343	23.9480	25.8619	26.4884	36.1670	24.0925
	b3	0.7485	0.7823	0.7784	0.7590	0.7158	0.7103
R(K_{DP}, Z_{DR})	a4	31.2514	29.8459	30.4106	29.9747	36.8965	30.3301
	b4	0.9648	0.9563	0.9593	0.9381	0.9212	0.9500
	c4	-0.5988	-0.5334	-0.5418	-0.5132	-0.5146	-0.5717

A Synthetic Quantitative Precipitation Estimation by Integrating S- and C-Band Dual-Polarization Radars over Northern Taiwan
 Ju-Yu Chen, Wei-Yu Chang, and Pao-Liang Chang (2021)