

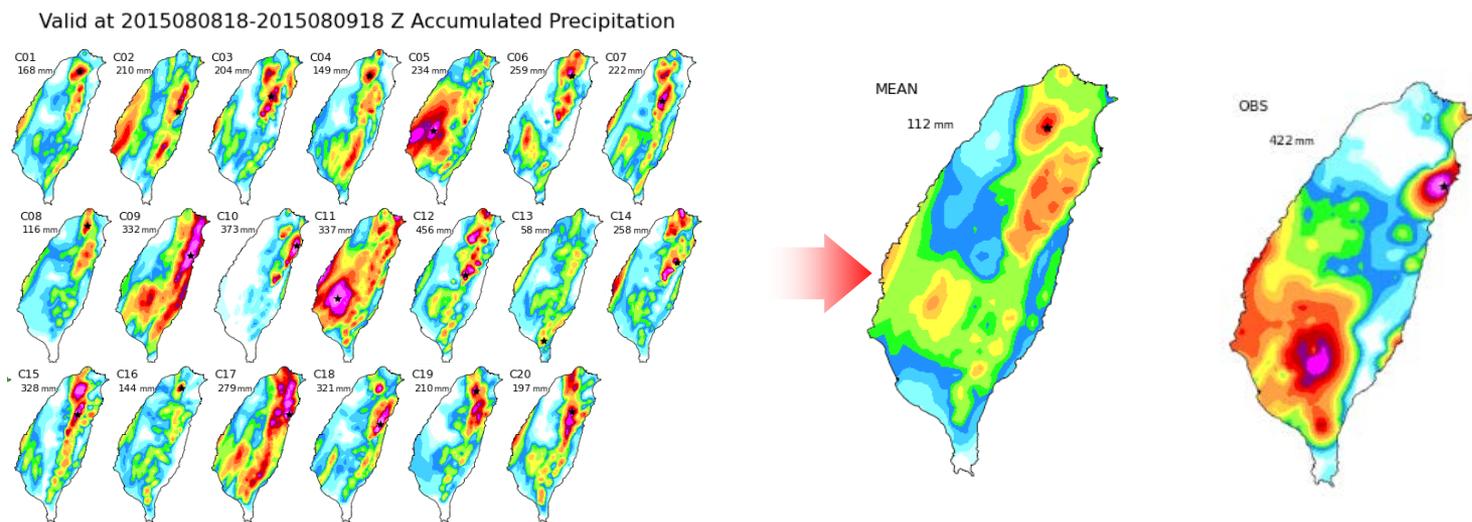
系集定量降水群集分析技術之測試與應用

王潔如 吳明璋 徐理寰 蕭玲鳳 洪景山 李清勝

前言

1

- 在系集預報系統中，若模式分歧很大，對於系集預報系統中定量降水的準確度就會造成很大的影響。

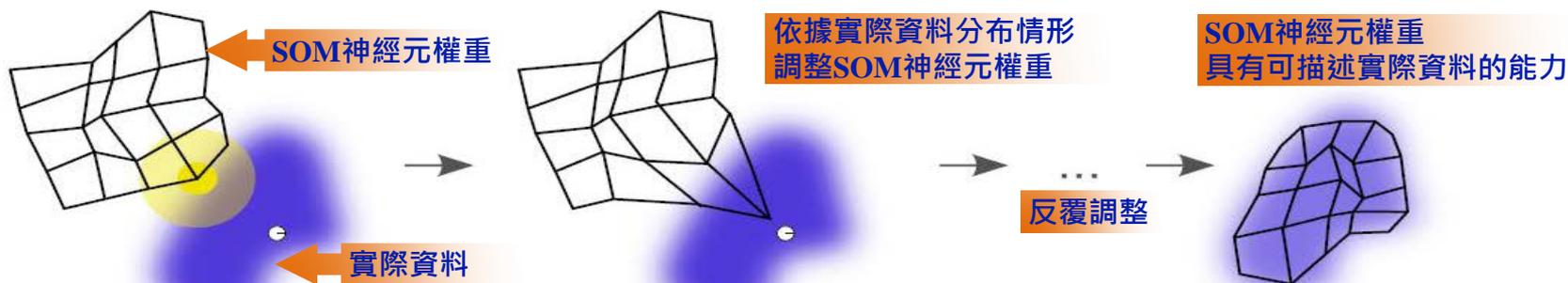
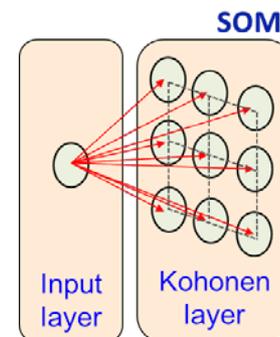


- 國研院颱洪中心協同氣象局，應用機器學習(machine learning)理論之自組織映射圖(self organizing map, SOM)技術為基礎，開發系集定量降水預報群集分析技術軟體，萃取系集預報資料的特徵。

研究方法(I)

- 以自組織映射圖為基礎之系集定量降水預報群集分析技術。
- 自組織映射圖(self organizing map, SOM)

- Input data: $\mathbf{x} = [x_1, x_2, \dots, x_n]$
- Weight of neuron k : $\mathbf{w}_k = [w_{k1}, w_{k2}, \dots, w_{kn}]$
- Learning: $\mathbf{w}_j(t+1) = \mathbf{w}_j(t) + \eta(t) \exp(-d_{j,i}^2 / 2\sigma^2(t))(\mathbf{x} - \mathbf{w}_j(t))$
- Weights can approximate the distribution of input data.



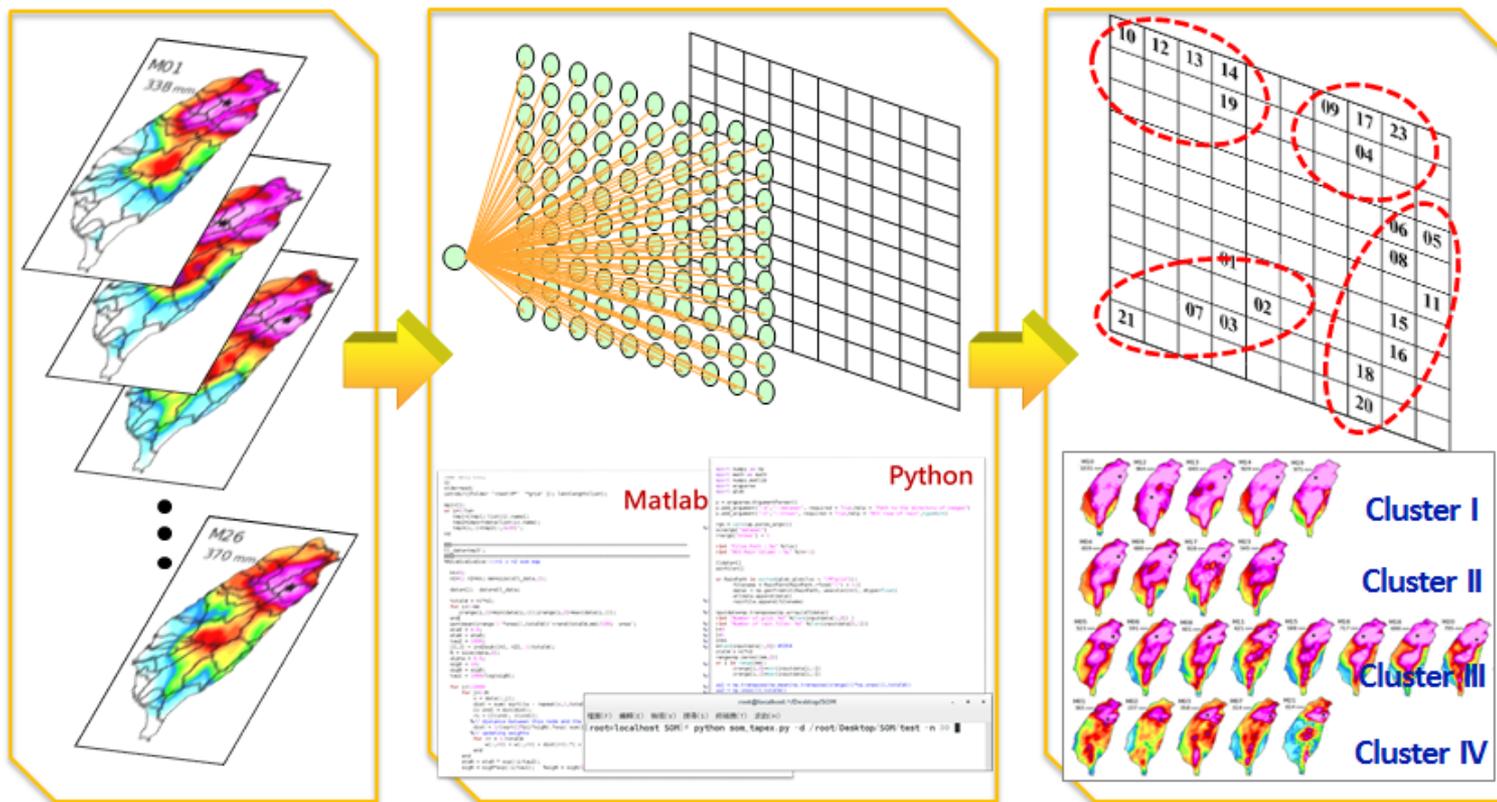
研究方法(II)

系集定量降水預報群集分析技術操作流程圖

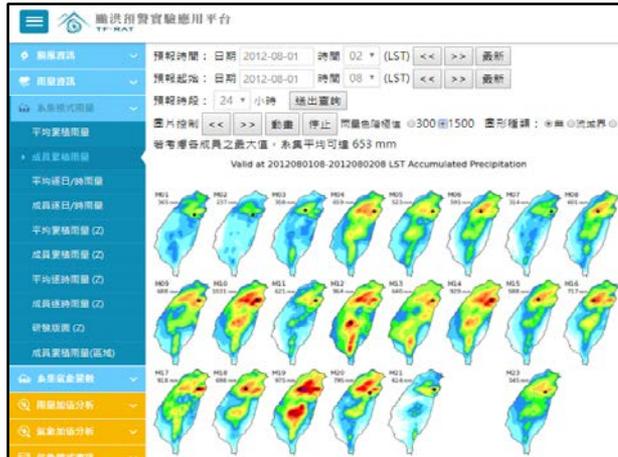
系集定量降雨預報

自組織映射圖群集分析技術

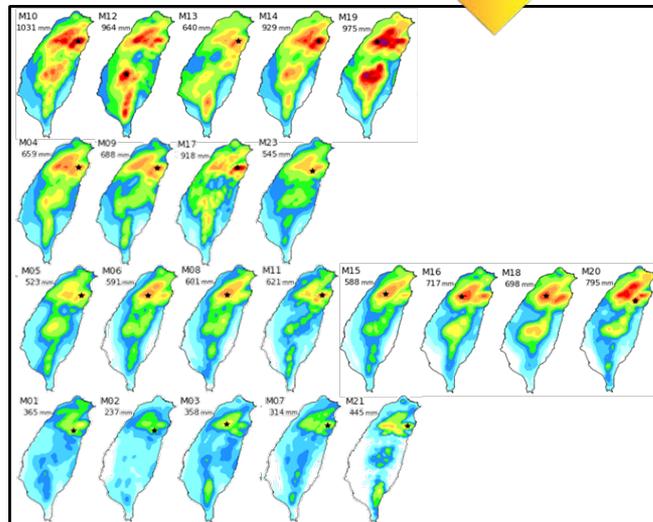
群集分析結果



2012 年蘇拉颱風測試



拓樸層1×4

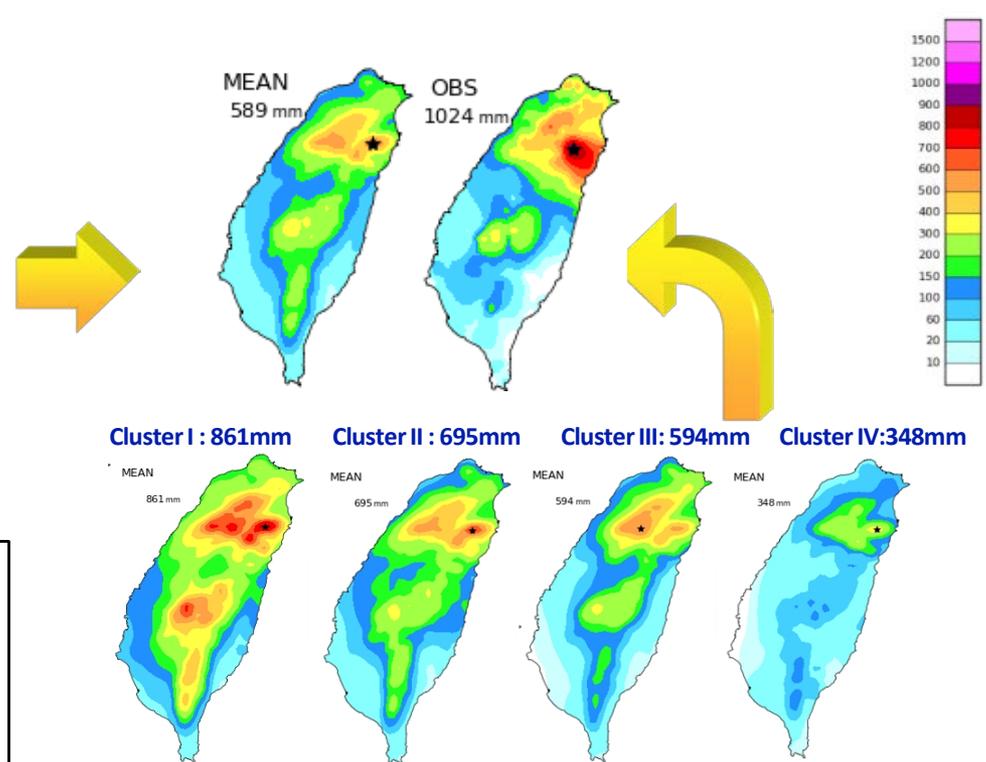


Cluster I

Cluster II

Cluster III

Cluster IV

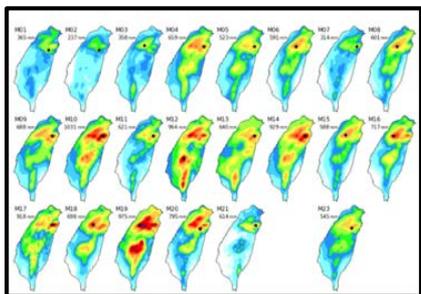


快速掌握系集系統之定量降水特性！

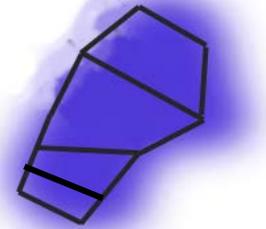
- 均預估北台有雨，9成員預估全台雨勢均大。
- 8成員預估中部山區有雨；5成員預估僅北台有較大雨勢。

探討拓樸層維度的設定

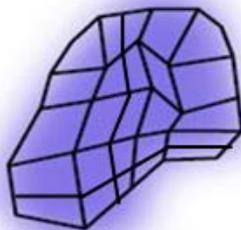
➤ 2012 年蘇拉颱風共22筆系集資料



➤ 拓樸層設定：1×4



➤ 拓樸層設定：5×5



• 共使用4個權重描述22筆資料

- 最後可獲取(至多)4類的群集分析結果
- 損失較多細節，但較符合實際作業時的需求

• 共使用25個權重描述22筆資料

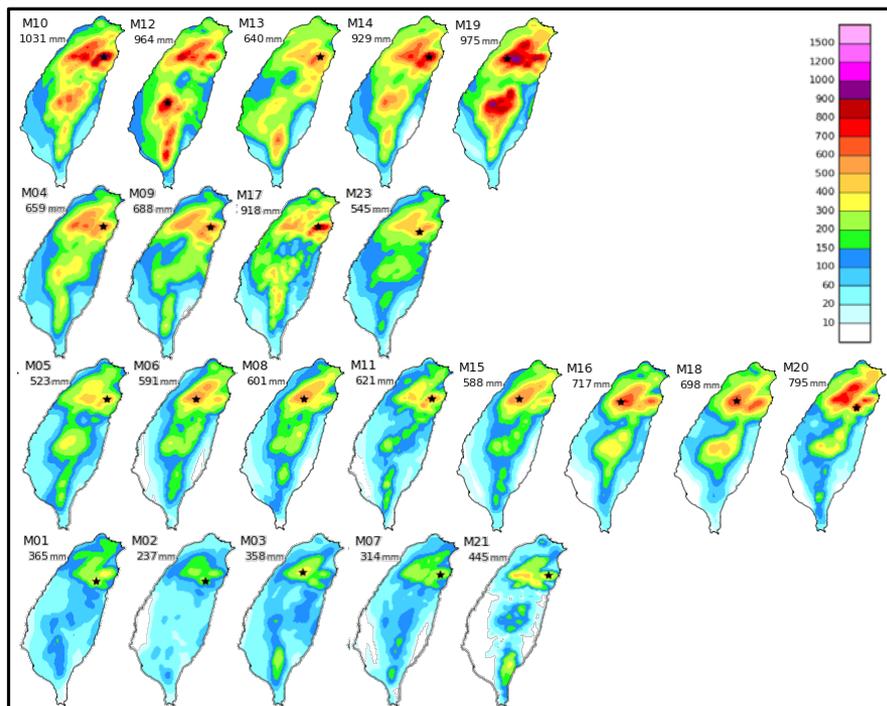
- 最後可獲取(至多)25類的群集分析結果
- 保留較多細節，較符合研究分析時的需求

I	10, 12, 13, 14, 19
II	4, 9, 17, 23
III	5, 6, 8, 11, 15, 16, 18, 20
IV	1, 2, 3, 7, 21

4,9		13		12,19
23				
5				10,14
	11			17
1,2,3,7,21		6,8,15	16	18,20

觀測資料測試

- 檢視群集分析結果_合理性

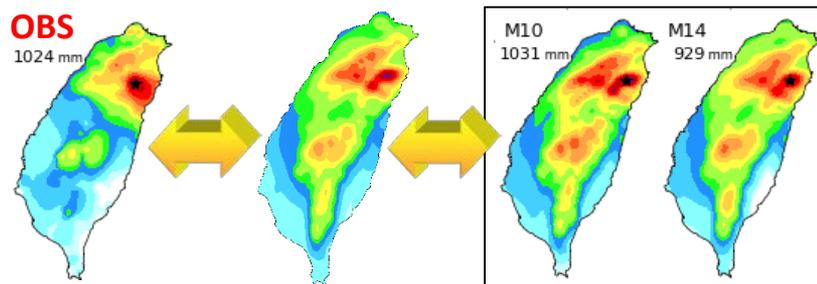


- 分析結果與人眼辨識十分吻合

- 較高相似性的成員群聚成群，較高相異性則分至不同群集。

- 亦將真實觀測資料歸類

- 結果顯示，觀測值被映射至與 M10、M14 同一個神經元，表示三者之整體相似程度最高。

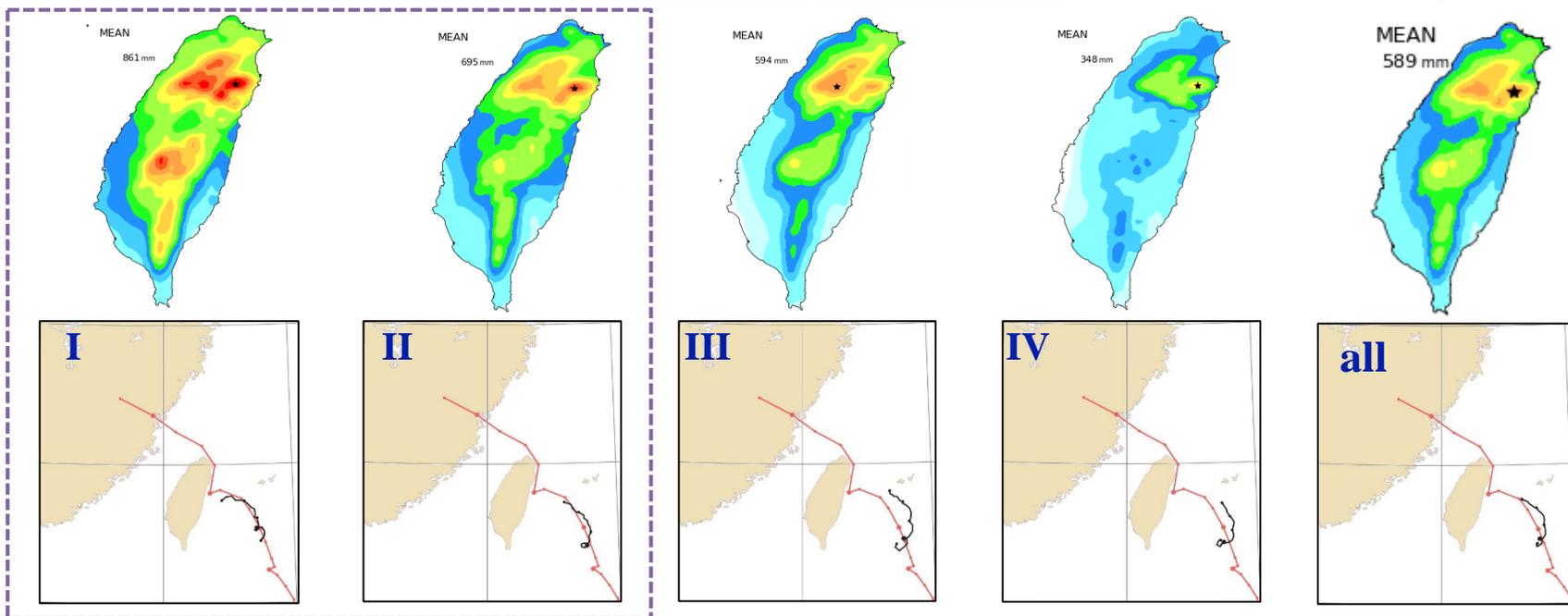
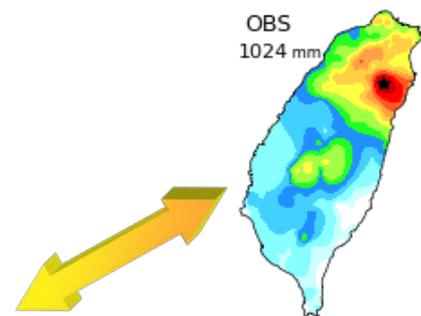


神經元權重

蘇拉颱風測試

- 檢視群集分析結果_群集系集平均降雨 & 平均路徑

I	10, 12, 13, 14, 19	5個成員
II	4, 9, 17, 23	4個成員
III	5, 6, 8, 11, 15, 16, 18, 20	8個成員
IV	1, 2, 3, 7, 21	5個成員



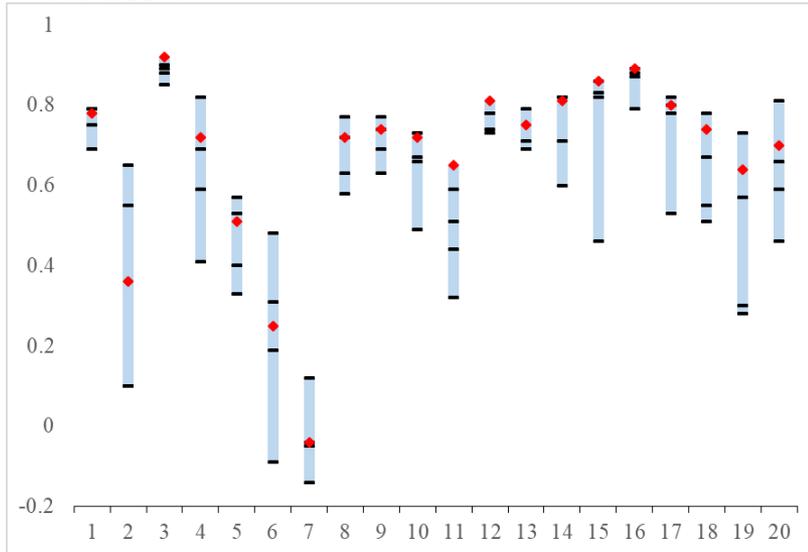
20場降雨事件

降雨事件	發生時間 (UTC)	降雨成因	降雨事件	發生時間 (UTC)	降雨成因
1	2012年07月31日 18Z	蘇拉颱風	11	2015年04月20日 12Z	冷鋒過境
2	2013年05月18日 12Z	梅雨	12	2015年07月18日 00Z	西南氣流過境
3	2013年07月12日 12Z	蘇力颱風	13	2015年08月07日 06Z	蘇迪勒颱風
4	2013年08月28日 12Z	康芮颱風	14	2015年09月27日 12Z	杜鵑颱風
5	2013年10月06日 12Z	菲特颱風	15	2016年07月07日 12Z	尼伯特颱風
6	2014年05月05日 12Z	梅雨(1)	16	2016年09月13日 12Z	莫蘭蒂颱風
7	2014年05月20日 12Z	梅雨(2)	17	2016年09月26日 12Z	梅姬颱風
8	2014年07月22日 12Z	麥德姆颱風	18	2017年06月01日 00Z	梅雨(1)
9	2014年08月11日 12Z	西南氣流過境	19	2017年06月03日 06Z	梅雨(2)
10	2014年09月20日 18Z	鳳凰颱風	20	2017年06月16日 00Z	梅雨(3)

20場事件群集分析結果

- 2012~2017年，20場降雨事件，24小時累積雨量

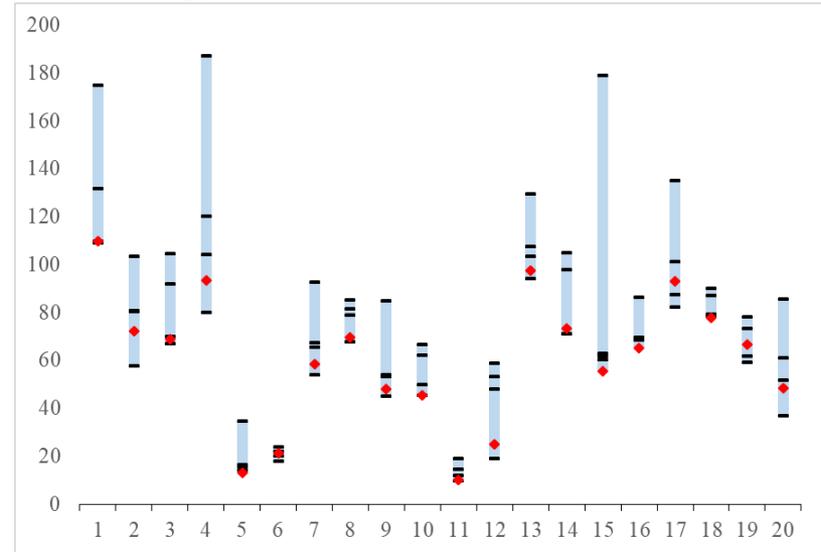
相關係數



85%

群集之系集平均優於整體系集平均

均方根誤差

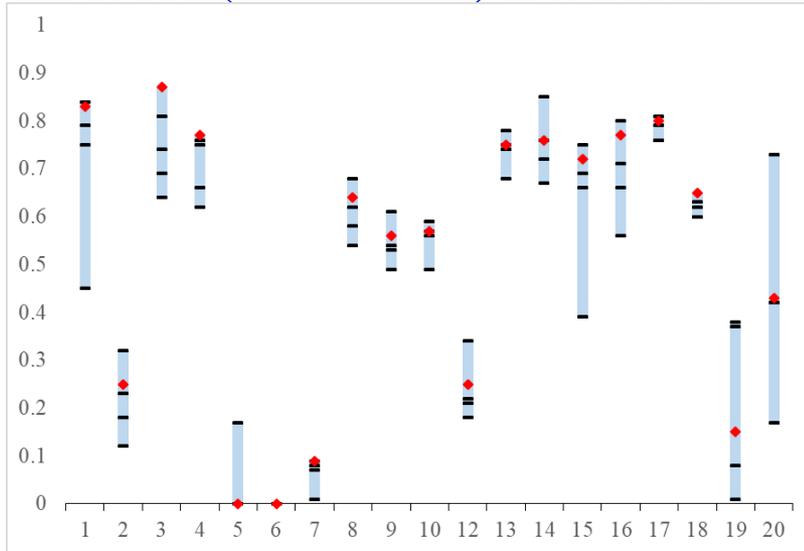


80%

群集之系集平均優於整體系集平均

24小時累積雨量群集分析結果

大雨門檻(80mm/24hr)的預兆得分

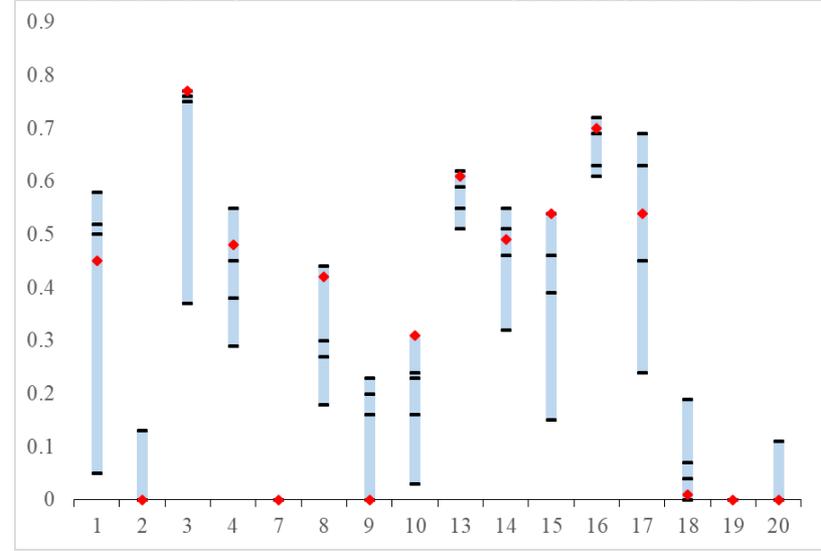


84%

群集之系集平均
均優於整體系集平均

19場降雨事件(排除2015冷鋒過境)

豪雨門檻(200mm/24hr)的預兆得分



81%

群集之系集平均
均優於整體系集平均

16場降雨事件(排除菲特颱風、2014梅雨、2015冷鋒過境、2015西南氣流過境)

24小時累積雨量群集分析結果

11

	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16	M17	M18	M19	M20	M21	M23	M24	M26
M01	0.00	0.24	0.47	0.59	0.82	1.24	1.18	1.18	1.00	0.88	0.81	1.13	1.35	1.24	1.12	1.71	1.93	1.33	2.18	1.75	0.57	0.75	1.15	1.19
M02	0.24	0.00	0.58	0.63	0.79	1.37	1.26	1.26	1.26	0.94	0.83	1.17	1.32	1.37	1.26	1.57	1.76	1.47	2.16	1.56	0.64	0.72	1.07	1.22
M03	0.47	0.58	0.00	0.58	1.05	1.11	1.11	1.11	1.11	1.11	0.89	1.11	1.26	1.11	1.00	1.86	1.94	1.41	2.00	1.89	0.71	1.11	1.14	1.06
M04	0.59	0.63	0.58	0.00	0.68	1.05	1.26	1.05	0.84	0.72	0.61	1.06	1.00	0.95	0.95	2.00	1.65	1.35	1.74	1.67	0.86	0.72	1.07	1.00
M05	0.82	0.79	1.05	0.68	0.00	1.42	1.42	1.21	1.21	0.67	0.33	0.56	1.05	1.42	1.21	1.71	1.71	0.94	1.89	1.78	0.36	0.89	1.43	1.44
M06	1.24	1.37	1.11	1.05	1.42	0.00	0.35	0.20	0.35	1.42	1.21	1.42	0.65	0.30	0.20	1.88	1.67	1.28	1.35	1.11	1.27	1.50	0.50	0.50
M07	1.18	1.26	1.11	1.26	1.42	0.35	0.00	0.25	0.70	1.47	1.26	1.37	0.70	0.65	0.45	1.88	1.78	1.28	1.50	1.33	1.13	1.61	0.64	0.56
M08	1.18	1.26	1.11	1.05	1.21	0.20	0.25	0.00	0.55	1.32	1.11	1.21	0.45	0.40	0.20	1.75	1.67	1.17	1.45	1.22	1.07	1.39	0.43	0.50
M09	1.00	1.26	1.11	0.84	1.21	0.35	0.70	0.55	0.00	1.16	1.16	1.26	0.90	0.45	0.45	1.88	1.56	1.33	1.40	1.22	1.27	1.28	0.64	0.78
M10	0.88	0.94	1.11	0.72	0.67	1.42	1.47	1.32	1.16	0.00	0.53	0.95	1.16	1.11	1.32	2.25	1.76	1.47	1.84	2.13	0.71	1.29	1.54	1.47
M11	0.81	0.83	0.89	0.61	0.33	1.21	1.26	1.11	1.16	0.53	0.00	0.74	1.05	1.21	1.00	1.88	1.71	1.18	1.95	1.63	0.36	1.18	1.46	1.35
M12	1.13	1.17	1.11	1.06	0.56	1.42	1.37	1.21	1.26	0.95	0.74	0.00	0.84	1.21	1.21	1.88	1.47	0.94	1.63	1.63	0.71	0.94	1.15	1.47
M13	1.35	1.32	1.26	1.00	1.05	0.65	0.70	0.45	0.90	1.16	1.05	0.84	0.00	0.55	0.55	2.13	1.61	1.06	1.30	1.56	1.33	1.33	0.50	0.67
M14	1.24	1.37	1.11	0.95	1.42	0.30	0.65	0.40	0.45	1.11	1.21	1.21	0.55	0.00	0.20	2.13	1.72	1.39	1.35	1.44	1.33	1.39	0.36	0.61
M15	1.12	1.26	1.00	0.95	1.21	0.20	0.45	0.20	0.45	1.32	1.00	1.21	0.55	0.20	0.00	1.88	1.83	1.33	1.55	1.22	1.07	1.39	0.43	0.61
M16	1.71	1.57	1.86	2.00	1.71	1.88	1.88	1.75	1.88	2.25	1.88	1.88	2.13	2.13	1.88	0.00	0.14	0.88	1.63	0.75	1.86	1.17	1.60	1.67
M17	1.93	1.76	1.94	1.65	1.71	1.67	1.78	1.67	1.56	1.76	1.71	1.47	1.61	1.72	1.83	0.14	0.00	0.94	0.78	0.89	2.00	1.31	1.46	1.81
M18	1.33	1.47	1.41	1.35	0.94	1.28	1.28	1.17	1.33	1.47	1.18	0.94	1.06	1.39	1.33	0.88	0.94	0.00	1.17	1.25	1.23	1.25	1.33	1.38
M19	2.18	2.16	2.00	1.74	1.89	1.35	1.50	1.45	1.40	1.84	1.95	1.63	1.30	1.35	1.55	1.63	0.78	1.17	0.00	0.89	2.33	1.61	1.43	1.67
M20	1.75	1.56	1.89	1.67	1.78	1.11	1.33	1.22	1.22	2.13	1.63	1.63	1.56	1.44	1.22	0.75	0.89	1.25	0.89	0.00	1.88	1.22	1.00	1.63
M21	0.57	0.64	0.71	0.86	0.36	1.27	1.13	1.07	1.27	0.71	0.36	0.71	1.33	1.33	1.07	1.86	2.00	1.23	2.33	1.88	0.00	0.93	1.33	1.38
M23	0.75	0.72	1.11	0.72	0.89	1.50	1.61	1.39	1.28	1.29	1.18	0.94	1.33	1.39	1.39	1.17	1.31	1.25	1.61	1.22	0.93	0.00	1.07	1.24
M24	1.15	1.07	1.14	1.07	1.43	0.50	0.64	0.43	0.64	1.54	1.46	1.15	0.50	0.36	0.43	1.60	1.46	1.33	1.43	1.00	1.33	1.07	0.00	0.57
M26	1.19	1.22	1.06	1.00	1.44	0.50	0.56	0.50	0.78	1.47	1.35	1.47	0.67	0.61	0.61	1.67	1.81	1.38	1.67	1.63	1.38	1.24	0.57	0.00

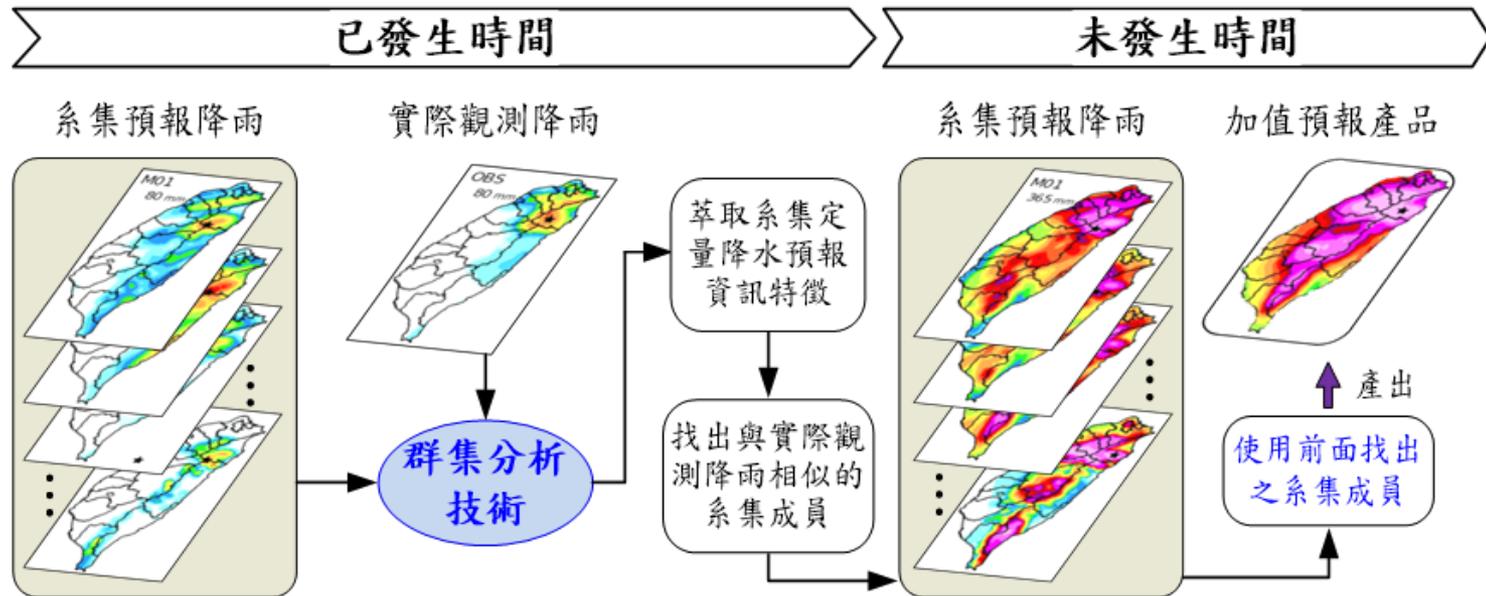
- 以M06為例，M06(KF)、M08 (G3)與M15(no RO data) 有較高的比率被歸至同一群集中，但與M16(CReSS) 則有較高的比率歸至不同一群集中。

結論

- 單一事件的群集分析結果顯示，透過群集分析技術對資料特徵的萃取能力，可合理地篩選部分系集成員，進而將有機會可產出表現更佳之定量降水預報結果。
- 透過單一事件的群集分析結果，有助於獲取系集預報資料的特徵。而藉由大量事件的群集分析結果，則有助於瞭解系集預報系統的特性(例如：常產出較類似預估結果的成員，或常產出較極端預估結果的成員)。
- 校驗結果亦可發現，使用群集平均，有機會可獲取表現更優良之降雨預報結果。

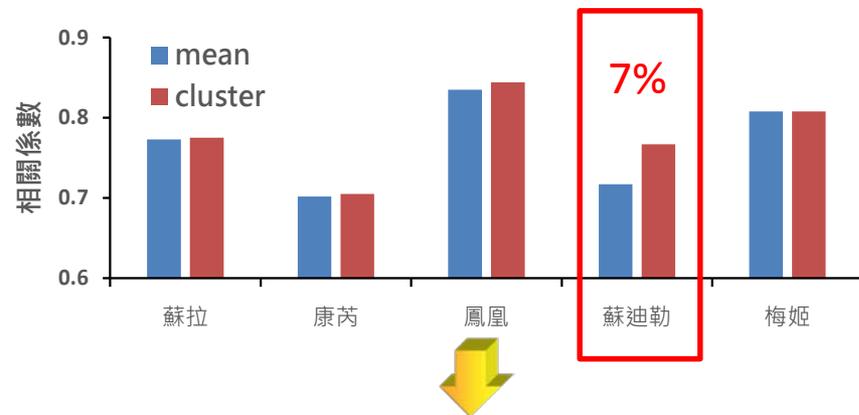
未來工作

- 以群集分析技術為基礎之加值應用技術

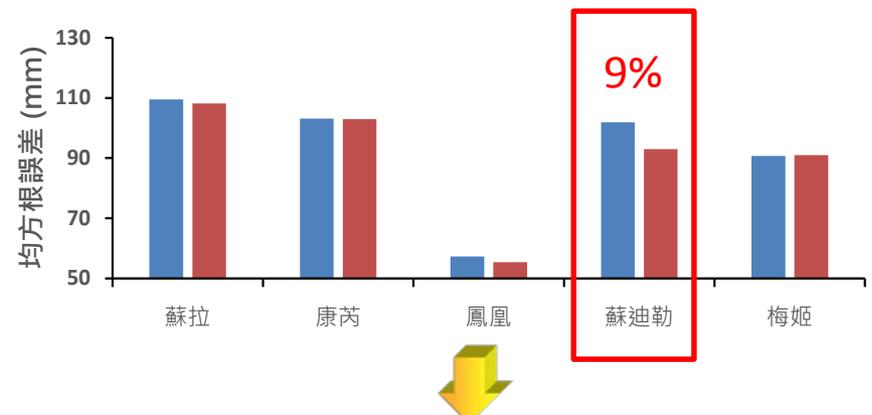


初步測試

NO.	累積降雨時段	最大24小時降雨(mm)	颱風事件
1	2012/08/01/00~2012/08/02/00	1024	蘇拉
2	2013/08/28/18~2013/08/29/18	722	康芮
3	2014/09/20/18~2014/09/21/18	761	鳳凰
4	2015/08/07/12~2015/08/08/12	1042	蘇迪勒
5	2016/09/26/18~2016/09/27/18	943	梅姬



改進幅度2%



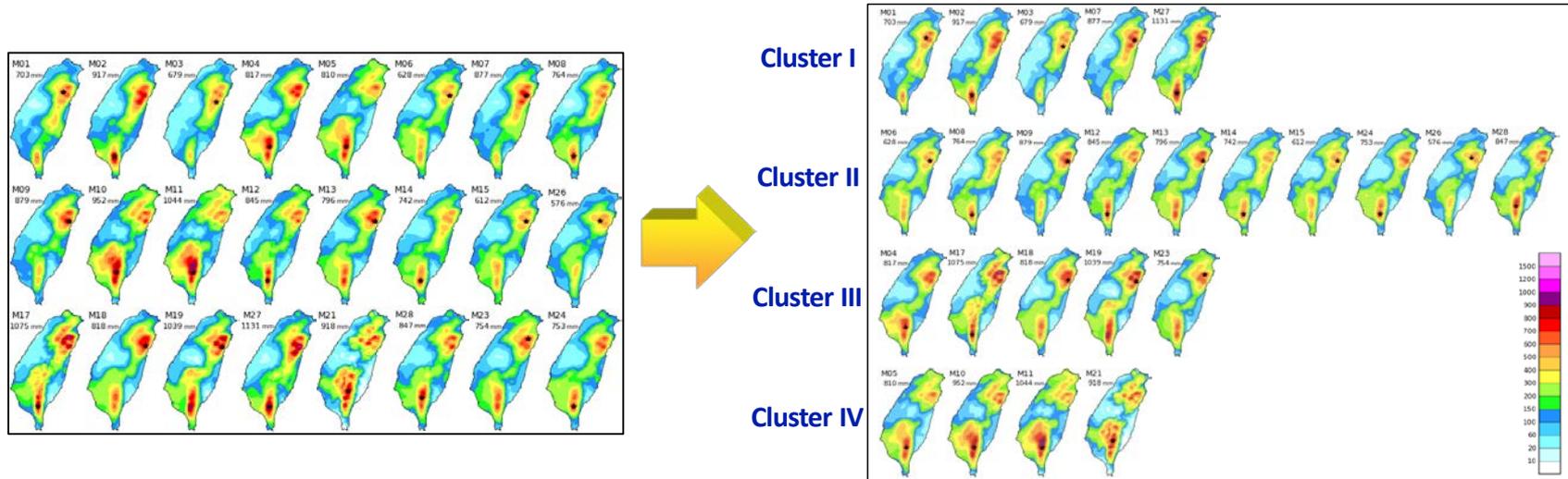
改進幅度3%

NARLabs

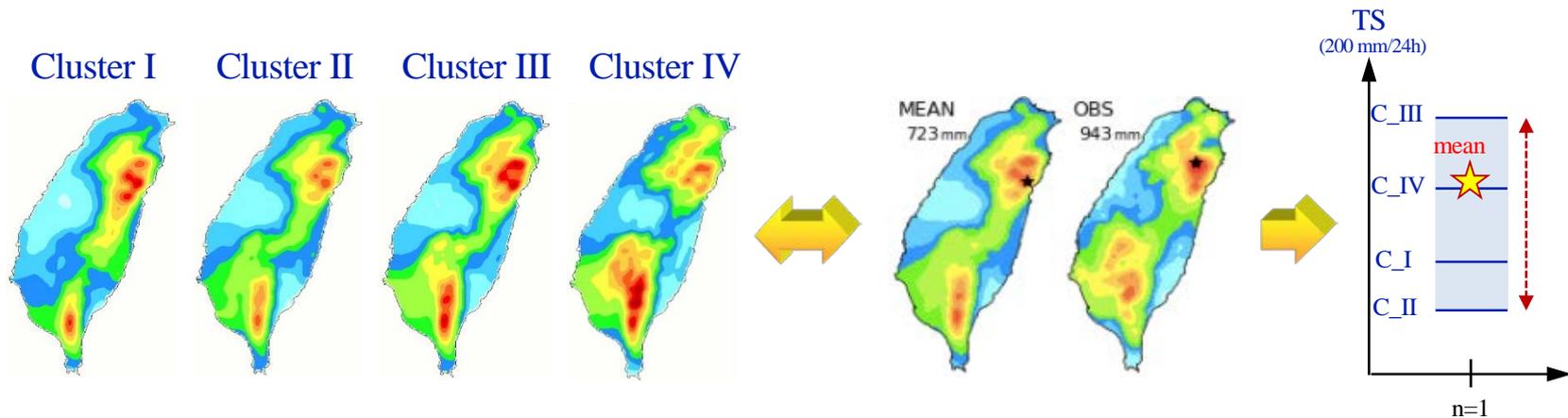
簡報結束
敬請指導

20場事件群集分析結果

- 2016年梅姬颱風事件，24小時：

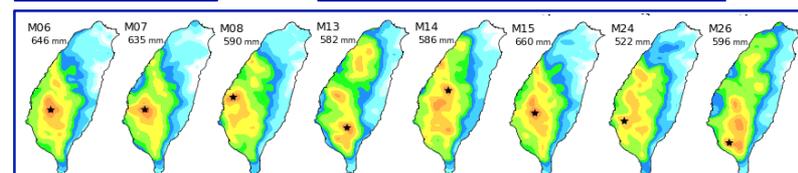
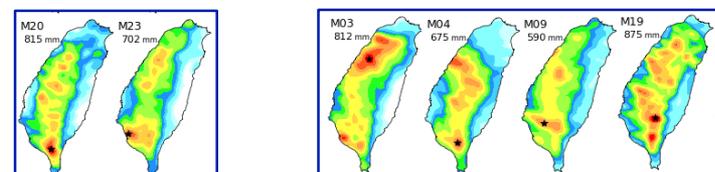
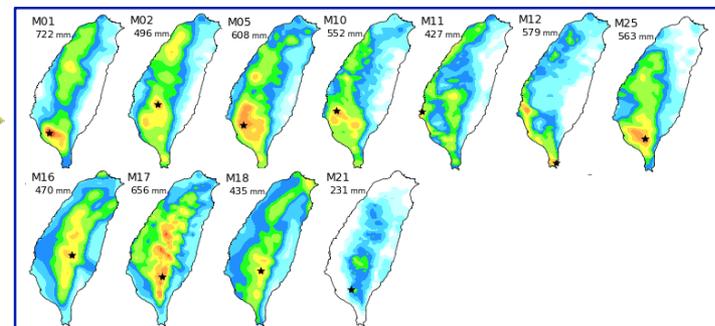
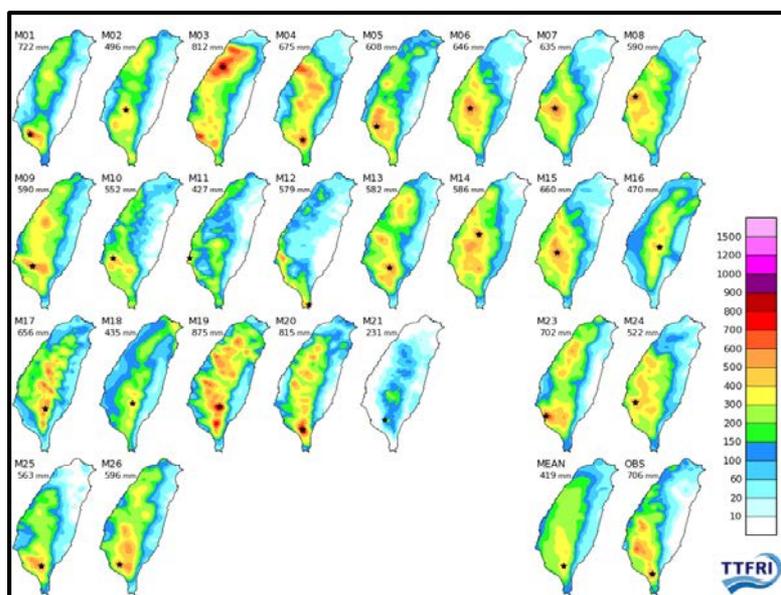


- 梅姬颱風事件各群集系集平均：



康芮颱風測試

- 2013 年康芮颱風事件 (2013082812)_25筆資料



- **Cluster I** : 低層中心離台灣較遠(東北方海面), 故西風盛行區較偏中北部區域。此類均為採用 partial-cycle 的成員。
- **Cluster II & III** : 低層中心多在台灣東北角沿岸, 故在中南部區域有較強西風。多為採用BMJ積雲參數化法的成員。
- **Cluster IV** : 低層中心多在台灣西北沿岸, 相較其他三類, 颱風高低層傾斜程度最大。此類均為cold-start的成員。