

氣象局第二代二步法氣候預報系統 統計降尺度預報技術評估

林昀靜 李清滕 盧孟明

中央氣象局科技中心



大綱

- 前言
- 氣象局第二代二步法氣候預報系統之統計降尺度預報介紹
- 統計降尺度事後預報校驗設計流程
- 統計降尺度事後預報技術評估
- 統計降尺度預報應用
- 小結及未來工作



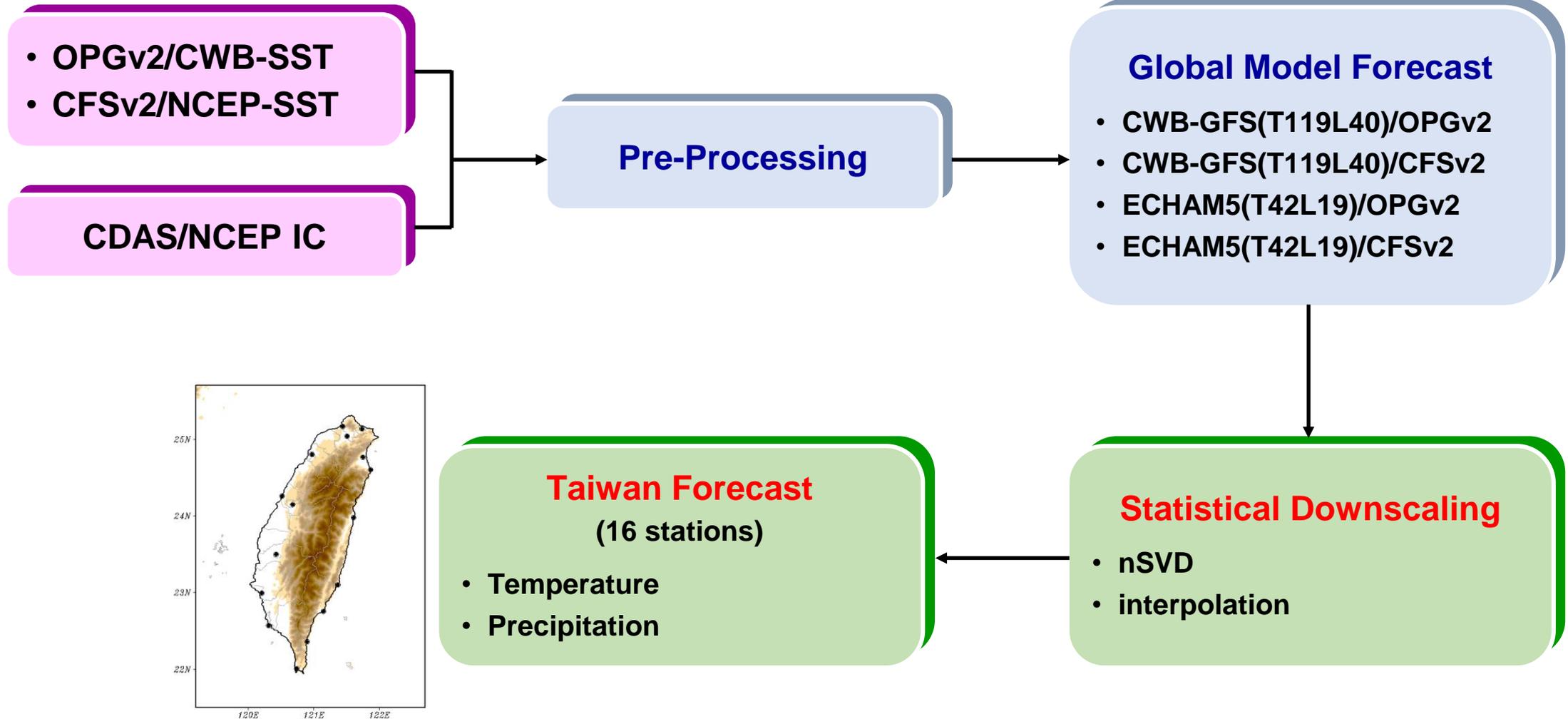
前言

氣象局「災害性天氣監測與預報作業建置計畫」，又稱五期計畫，在2013年根據目前作業化的統計降尺度法（即以SVD為架構的統計降尺度法）與Hsu et al. (2012)所發展的STPM統計降尺度法，延伸出一套整合了STPM中將預報因子隨時間演變的概念加入以SVD為架構的統計降尺度模式中，簡稱為nSVD統計降尺度法(資拓宏宇，2014)。

本研究將以全年1-12月為初始月份的30年模式事後預報輸出資料，採用nSVD統計降尺度法及直接內插降尺度法應用於氣象局第二代二步法氣候預報模式(CWB 2-tier CFSv2)中的ECHAM5-GAMT42L19_CFSv2SST及ECHAM5-GAMT42L19_OPGSST這2組模式，用以評估全年的降尺度預報技術。

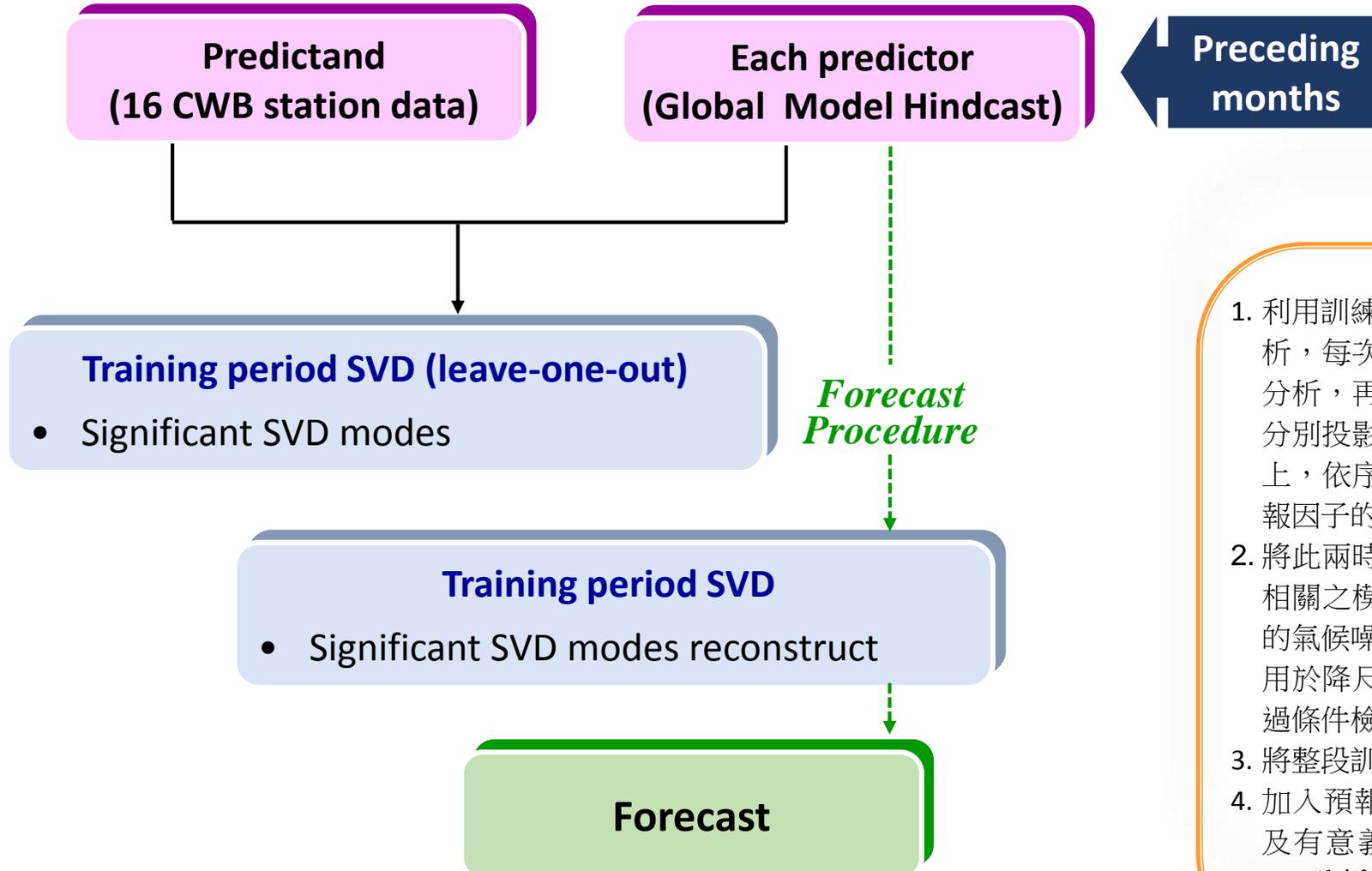


氣象局第二代二步法氣候預報系統 CWB 2-tier CFSv2





CWB 2-tier CFSv2 統計降尺度方法 - nSVD



nSVD Procedure

1. 利用訓練期的資料做leave-one-out的SVD分析，每次移除一年，用剩餘年份進行SVD分析，再將該年之測站資料與大尺度因子分別投影至SVD測站和大尺度變量各模態上，依序得到訓練時期每一年預報量和預報因子的左場、右場預報之時間序列
2. 將此兩時間序列計算相關係數，選取顯著相關之模態作為預報用，以濾除不可預報的氣候噪訊分量。(為確保至少有一模態可用於降尺度預報，第一模態不管有沒有通過條件檢驗，均採用作為預報模態。)
3. 將整段訓練期做SVD分析
4. 加入預報期資料，根據訓練期的SVD結果及有意義的模組，重組後依比率調整到SVD分析前之強度水準，避免因SVD分析之濾波而降低其強度。



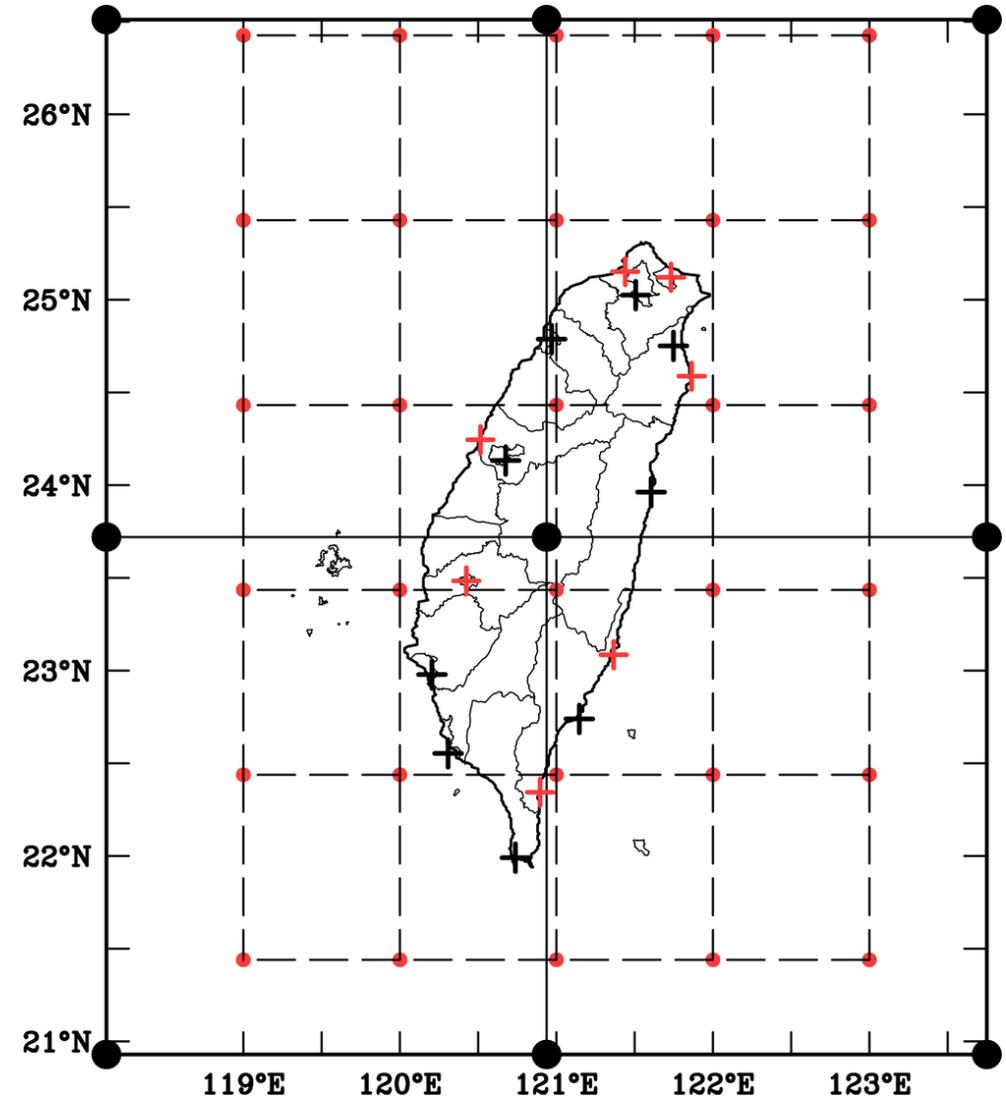
CWB 2-tier CFSv2 統計降尺度方法 - 直接內插

Global Model Hindcast
1982-2011 (30yrs)
(t2m、prep)

Interpolation

- 用最近的4個格點對測站做線性內插
- 距離權重反比法

- T42 Grid
- T119 Grid
- ✚ 9 stations in Taiwan
- ✚ 16 stations in Taiwan

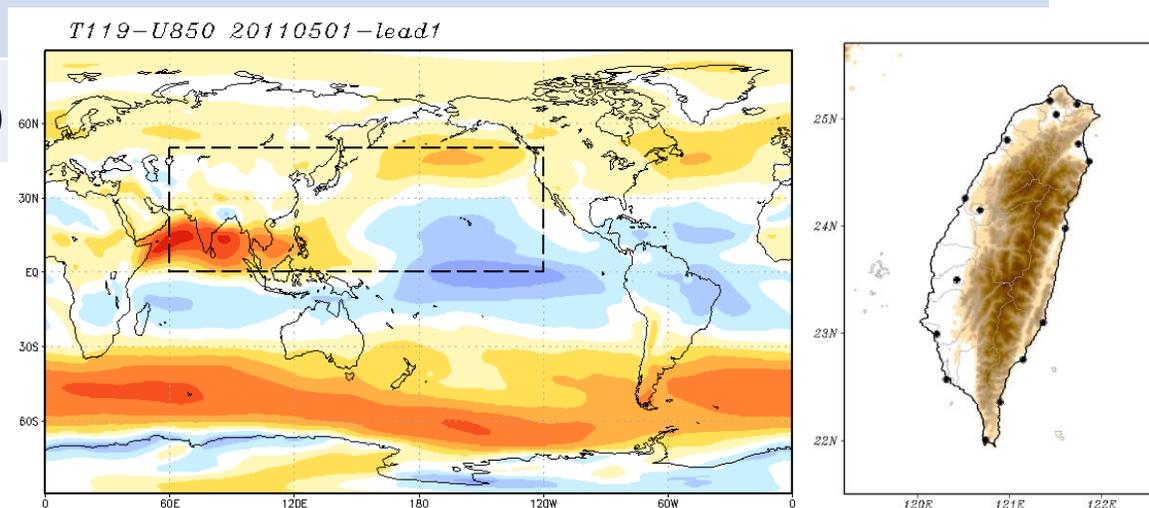


	作業化降尺度模式	目前發展降尺度模式	
降尺度方法	SVD	nSVD 考慮預報因子隨時間的演變過程，是結合時間與空間的降尺度方法。	直接內插 用每個測站鄰近的四個網格點資料內插到所要推估的目標測站。
預報因子	溫度：gt, t2m, z500, uv850 降雨：sf850, vp850, uv850, uvq	溫度：u850, v850, t2m, gt, z500 降雨：u850, v850, uq, vq, slp, z500	溫度：t2m 雨量：pcp
降尺度目標測站數	9站	16站	
校驗方式	根據各個預報因子在訓練期的表現計算預報技術得分(GSS)	利用事後預報30年分10個3年建立校驗系統。 計算30年預報期的預報技術得分(cor., GSS, RPSS)，以此評估降尺度預報能力，並建立各測站在不同月份的降尺度預報指引。	
預報方式及產品	根據各預報因子在訓練期的表現計算權重後再ensemble。 1. 機率預報：三分類機率值 2. 定量預報：ensemble mean	1. 機率預報：機率分布 2. 三分類預報 3. 定量預報：ensemble mean 4. 提供各測站在不同月份的降尺度預報指引	



CWB 2-tier CFSv2 統計降尺度使用資料

	nSVD	直接內插
CWB 2-tier CFSv2 模式資料	ECHAM5-GAMT42L19_CFSv2SST ECHAM5-GAMT42L19_OPGSST	
模式資料選用範圍	60E-120W, 0-50N	測站鄰近的四個網格點資料
預報因子	溫度：u850, v850, t2m, gt, z500 雨量：u850, v850, uq, vq, slp, z500	溫度：t2m 雨量：pcp
模式事後預報年份	1982-2011年	
模式預報年份	2012-2014年	
降尺度目標測站數	16站(不包含山區、外島站)	





CWB 2-tier CFSv2 統計降尺度事後預報校驗流程

nSVD統計降尺度事後預報校驗流程

Global Model Hindcast
1982-2011 (30yrs)

Leave-3-out downscaling

- 將30年分成10組3年
- 用27年當作訓練期，對另外3年進行預報

Skill score

- 將30年的預報結果計算預報技術得分
- Cor., GSS, ROC, RPSS

線性內插法事後預報校驗流程

Global Model Hindcast
1982-2011 (30yrs)
(t2m、prep)

Interpolation

- 用最近的4個格點對測站做線性內插
- 距離權重反比法

Skill score

- Cor., GSS, RPSS



統計降尺度事後系集預報分布

利用事後預報30年分成10個3年建立校驗系統

將訓練期的多組系集降尺度預報結果建立預報背景分布，再將預報期的降尺度預報分布與預報背景分布比較，計算30年預報期的預報技術得分，並評估降尺度預報能力。

Forecast period

1. 1982-1984

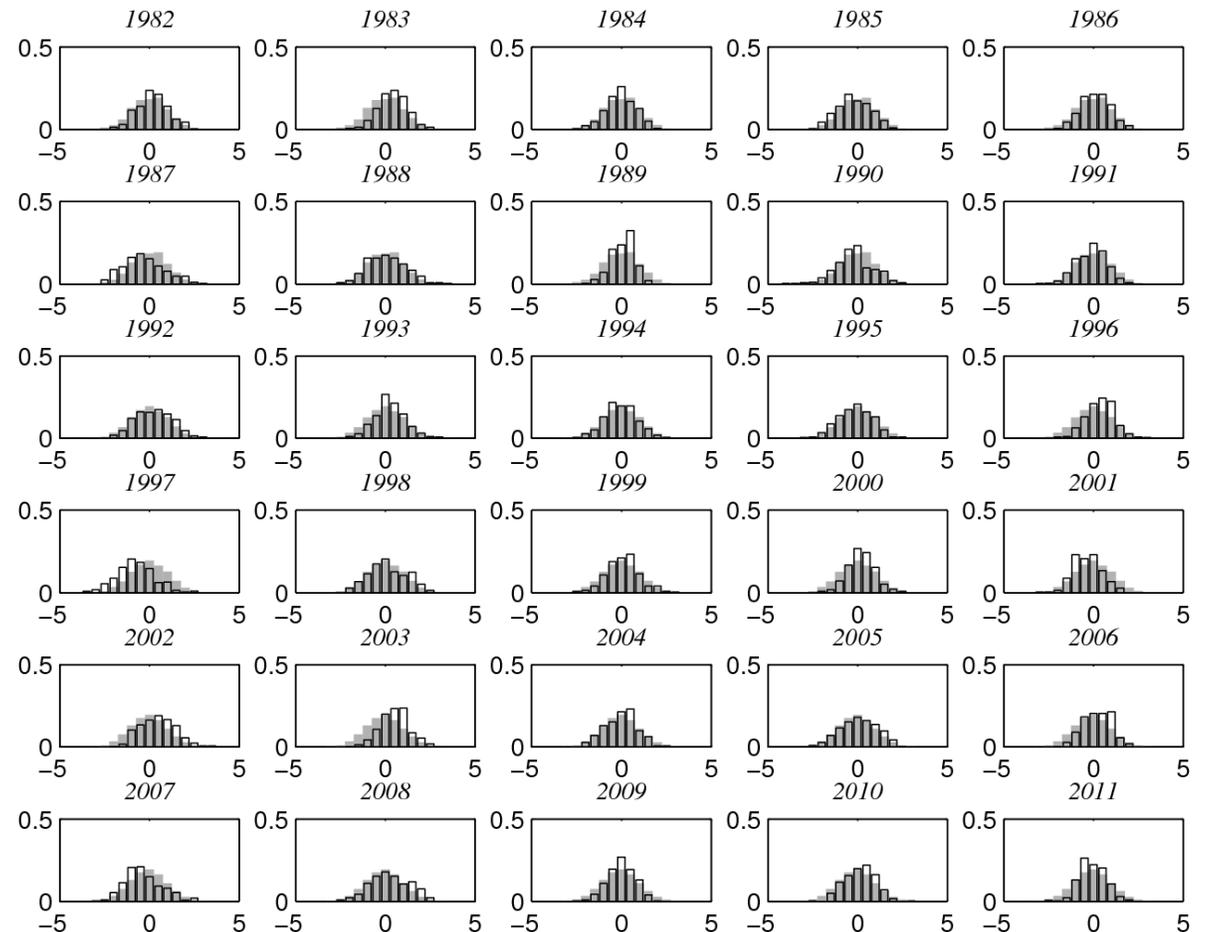
2. 1985-1987

...

10. 2009-2011

Training period

除了forecast period外的27年



台北測站1982-2011年6月每年的溫度降尺度預報機率分布圖，圖中x軸為溫度的標準化值，y軸為機率值，前景白色的柱狀圖為每年降尺度預報機率分布，背景灰色柱狀圖為訓練期27年的事後預報背景機率分布。(method: nSVD, models: EC5MME)



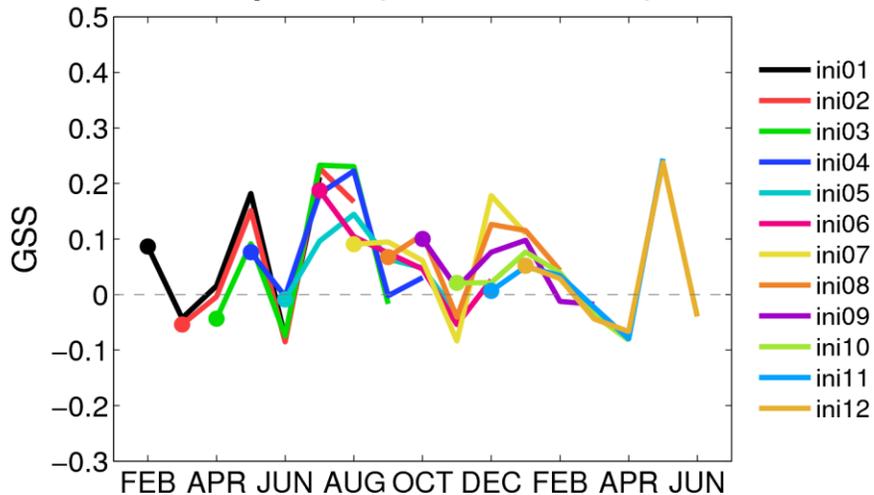
統計降尺度事後預報技術得分 - GSS

nSVD、Interpolation - GSS (EC5MME, Lead:0-5 month in initial month Jan-Dec)

溫度

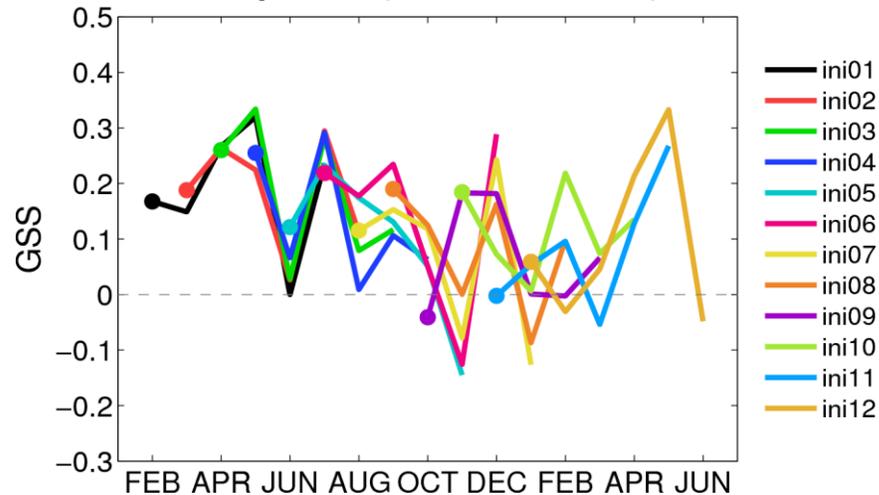
nSVD

temp. GSS (Lead:0-5, EC5E)



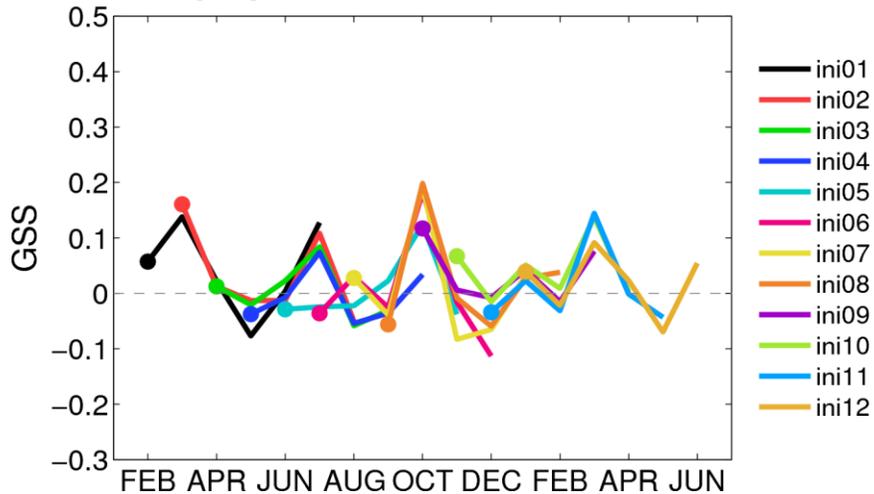
Interpolation

temp. GSS (Lead:0-5, EC5E)

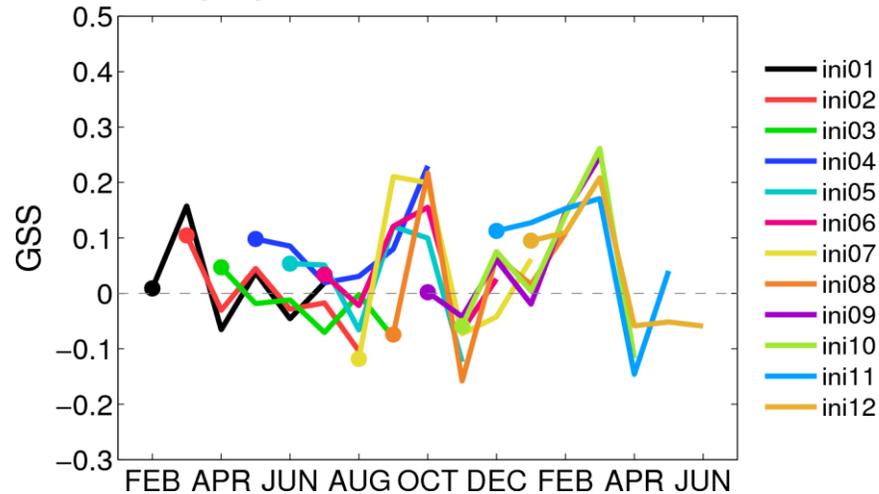


雨量

prep. GSS (Lead:0-5, EC5E)



prep. GSS (Lead:0-5, EC5E)





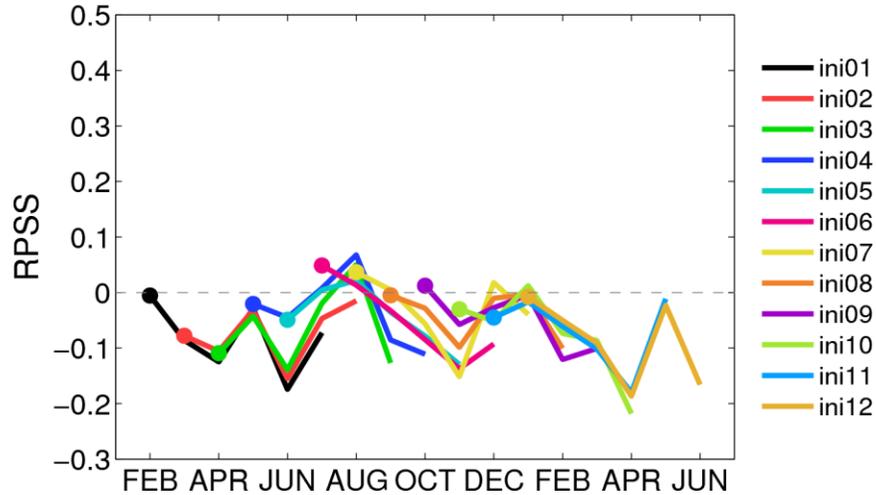
統計降尺度事後預報技術得分 - RPSS

nSVD、Interpolation - GSS (EC5MME, Lead:0-5 month in initial month Jan-Dec)

溫度

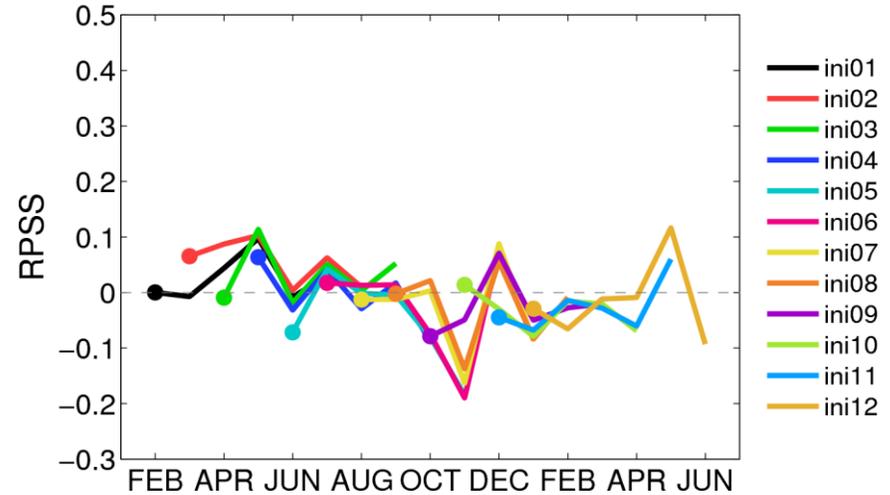
nSVD

temp. RPSS (Lead:0-5, EC5E)



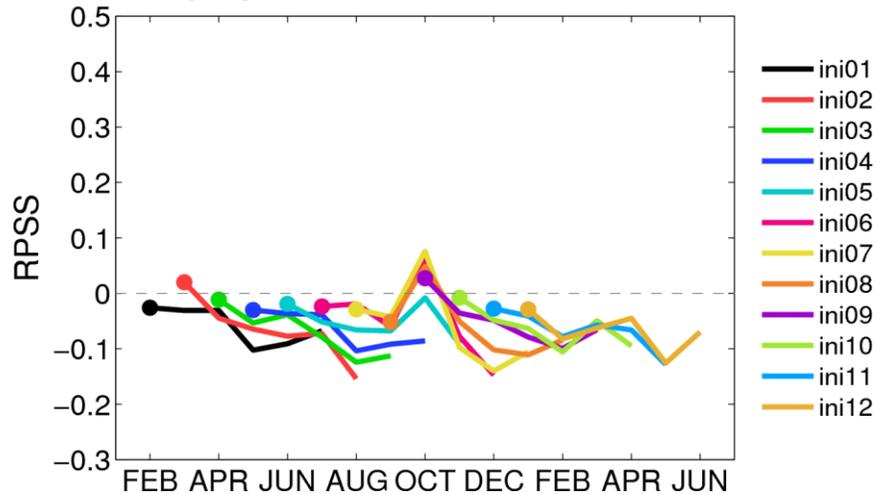
Interpolation

temp. RPSS (Lead:0-5, EC5E)

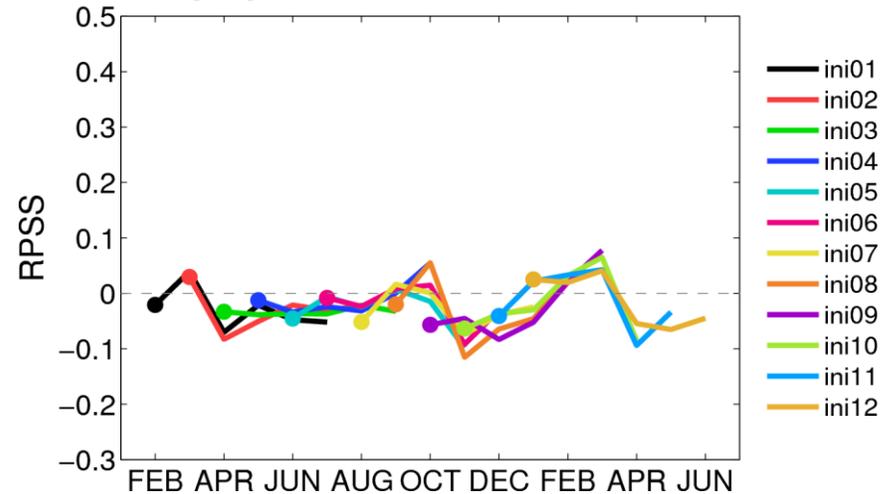


雨量

prep. RPSS (Lead:0-5, EC5E)



prep. RPSS (Lead:0-5, EC5E)





統計降尺度預報指引

Initial month: Jul., downscaling method: interpolation

根據降尺度事後預報校驗流程，在事後預報30年的降尺度預報結果的GSS、RPSS預報技術得分，建立各測站在不同初始月份、不同領先月份的降尺度預報技術指引，提供未來在預報作業時的參考。

GSS

RPSS

ini07-temp.-GSS (MME)

ini07-prep.-GSS (MME)

ini07-temp.-RPSS (members)

ini07-prep.-RPSS (members)

	ini07-temp.-GSS (MME)						ini07-prep.-GSS (MME)							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
Tanshui					0.15			0.07	0.17	0.07	0.12			
Keelung	0.21	0.25	0.04		0.28	0.04		0.30	0.22	0.11	0.07			
Taipei	0.10	0.20	0.00	0.13	0.17		0.06	0.10	0.18	0.08	0.10	0.31		
Hsinchu		0.13	0.00	0.04	0.34			0.12		0.15		0.19		
Wuchi	0.00	0.43	0.20	0.02	0.30			0.10		0.09		0.07		
Taichung		0.10	0.12	0.00	0.28			0.10	0.05	0.07		0.26		
Chiayi	0.02	0.21	0.08	0.05	0.28				0.28	0.09		0.16		
Tainan	0.10	0.10		0.08	0.25		0.10	0.25	0.28		0.05	0.25		
Kaohsiung	0.09	0.23	0.18	0.00	0.18	0.07		0.12	0.20			0.26		
Hengchun	0.26	0.15	0.12		0.22	0.03	0.13	0.25	0.22	0.12			0.03	
Tawu	0.02	0.18	0.10		0.17	0.03	0.06	0.15	0.31		0.18	0.09		
Taitung		0.20	0.12		0.23	0.03	0.03	0.12	0.36		0.02			
Chengkung		0.00		0.07	0.20	0.08	0.03	0.23	0.25	0.05		0.07		
Hualien	0.14	0.15	0.05		0.28			0.25	0.18			0.05		
Suao	0.24	0.13	0.20	0.10	0.39			0.22	0.35					
Ilan	0.26	0.13	0.15		0.39	0.03		0.23	0.36		0.01			

	ini07-temp.-RPSS (members)						ini07-prep.-RPSS (members)							
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6		
Tanshui				0.00	0.03			0.01	0.02		0.01			
Keelung	0.06	0.04	0.01		0.07			0.01	0.05					
Taipei	0.03	0.02	0.00	0.01	0.04		0.02	0.04	0.03		0.04	0.12		
Hsinchu	0.03	0.00			0.07					0.01	0.01	0.07		
Wuchi	0.00	0.00	0.06		0.07			0.00				0.04		
Taichung	0.03		0.08	0.01	0.08								0.06	
Chiayi	0.03	0.00	0.03		0.09	0.02			0.03	0.00		0.05		
Tainan	0.01	0.02			0.09	0.02		0.04	0.05		0.03	0.08		
Kaohsiung	0.00	0.04	0.08		0.07	0.00		0.02	0.01			0.08		
Hengchun		0.04	0.04		0.08			0.04	0.12			0.04		
Tawu		0.01	0.06		0.07				0.08		0.06	0.03		
Taitung	0.05	0.06	0.07		0.08			0.01	0.11					
Chengkung	0.02		0.08		0.11		0.01	0.01	0.06					
Hualien	0.00	0.01	0.03		0.10			0.04	0.01					
Suao	0.09	0.01	0.08		0.10	0.00		0.06	0.12					
Ilan	0.11	0.08	0.05		0.09			0.06	0.08					



CWB 2-tier CFSv2 統計降尺度預報流程

nSVD統計降尺度預報流程

Global Model Forecast

Downscaling

- 採用1982年到預報的前一年作為訓練期

降尺度預報結果

- 定量預報：ensemble mean
- 三分類機率預報
- 機率分布

線性內插法預報流程

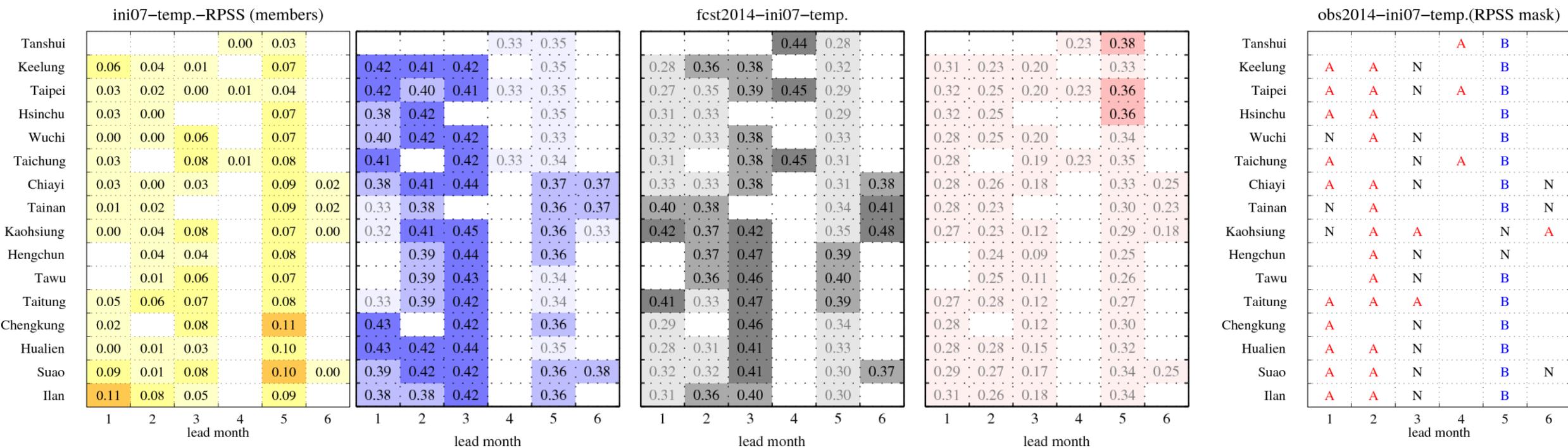
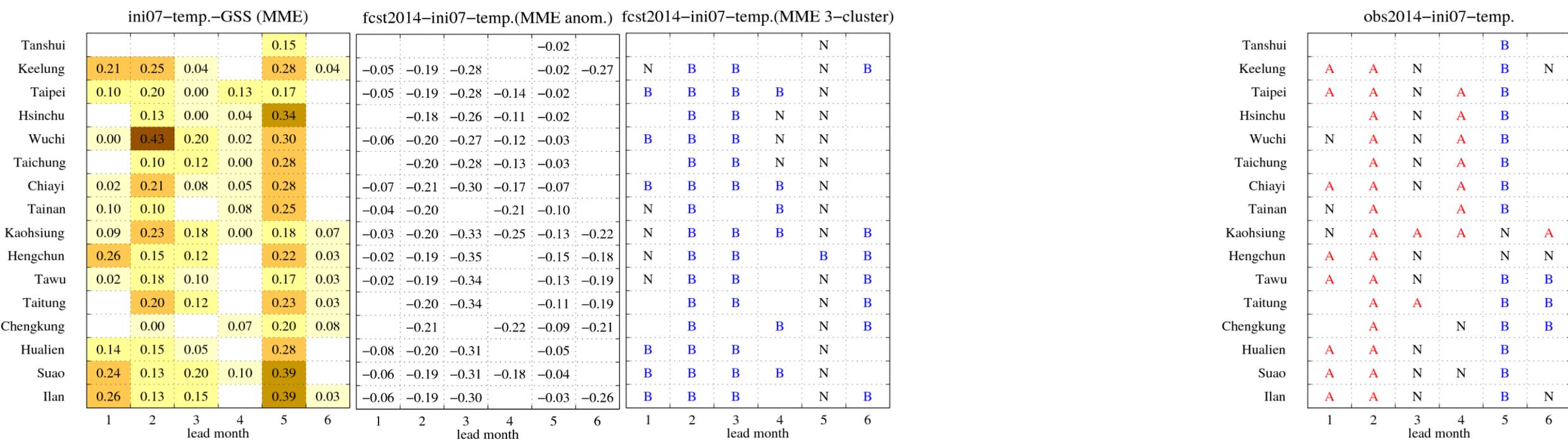
Global Model Forecast
(t2m、prep)

Interpolation

- 用最近的4個格點對測站做線性內插
- 距離權重反比法

降尺度預報結果

- 定量預報：ensemble mean
- 三分類機率預報





小結

- 在氣象局第二代二步法氣候預報系統降尺度預報部份，以1-12月為初始月份的30年事後預報結果建立校驗系統，並對台灣地區的16個測站做降尺度預報技術評估，並建立降尺度預報技術指引，提供未來在預報作業時的參考。
- 溫度的降尺度結果比雨量好，直接內插降尺度法的預報技術得分比nSVD法的結果稍好。
- 本研究的降尺度預報技術得分與初始月份間的關係不大，反而是與降尺度的目標月份間的關係較好。



未來工作

- 已完成評估 CWB 2-tier CFSv2 氣候預報模式中的 ECHAM5-GAMT42L19 的兩組模式對 16 個測站的溫度及雨量降尺度預報技術；但尚未針對於 CWB-GAMT119L40 兩組模式的事後預報進行降尺度預報評估，因此本研究的結論尚不完整，因此接下來的研究工作將完成上述兩組模式的降尺度預報技術評估。
- 採用 2012-2014 年各組模式的預報輸出場做降尺度預報測試，校驗在預報期模式的降尺度預報技術，並期望可以提供即時性的降尺度預報結果供預報作業參考。



謝謝聆聽 敬請指教