

改進氣象局第一代第二步法氣候預報系統之  
統計降尺度  
SVD與STPM方法的比較

林昀靜 盧孟明

中央氣象局科技中心

# 前言

- 氣象局自2010年開始使用40組二步法全球數值氣候預報系集模式進行月與季尺度預報，每月產出未來6個月的預報產品。
  - 由於台灣空間尺度小，無法直接將氣候系集預報模式的結果應用於台灣地區，因此採用降尺度方法將氣候系集預報模式提供較粗糙的資訊轉換成較為精確的資訊，也就是將大尺度的氣候變化訊息以統計方法映射到區域的氣候變化狀態。
- 
- 一般常用的降尺度法有動力降尺度及統計降尺度兩種，本研究主要是在發展統計降尺度，根據**SVD**及**STPM**兩種方法針對台灣夏季(MJJAS)降雨及溫度的降尺度比較。

# 方法介紹

- **奇異值分析法(SVD, singular value decomposition)**

- SVD是透過求解兩變量空間與時間資料的交互協方差矩陣(cross covariance matrix)，獲得兩變量間的共變數(co-variance)時空分布特徵，呈現兩變量間的主要耦合型態。

- **Spatial-Temporal Projection Model (STPM)**

- STPM降尺度法是在建立時間與空間之聯合矩陣，不只有考慮到空間上的大尺度氣候變化，而是可以加上預報因子隨時間的變化資訊，是一種結合時間與空間的降尺度方法。

- 本研究這種結合氣候系集預報模式與統計降尺度方法的動力統計預報系統，可以不受網格點、空間解析度之限制，針對台灣的各測站，直接進行單點預報。

# SVD

Predictand  
(CWB station data)

Each predictor  
(Large scale field)

## EOF analysis

- 100-150E, 10-35N
- 15 modes reconstruct

## Training period SVD (leave-one-out)

- Significant SVD modes (cor.>0.25)

## Training period SVD

- Significant SVD modes reconstruct

Forecast

*Forecast  
Procedure*

## SVD Procedure

1. 將氣候預報場的距平場針對影響台灣的區域範圍做EOF分析，再將前15個變異量較大的模態重組
2. 利用訓練期的資料做leave-one-out的SVD分析，根據左右各模組間的相關係數，以挑選具有顯著意義的模組，藉此濾除不可預報的氣候噪訊分量
3. 將整段訓練期做SVD分析
4. 增加預報期的資料，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。

# STPM

Predictand  $Y(t) / \sigma_Y$   
(CWB station data)

Each predictor  $X(i, j, n, t) / \sigma_X$   
(Large scale field)

## Spatial-Temporal Coupled Pattern

$$COV(i, j, n) = \sum_t (Y_\sigma(t) - \bar{Y}_\sigma) * (X_\sigma(i, j, n, t) - \bar{X}_\sigma(i, j, n))$$

## S - T Coupled Pattern Projection

$$X_p(t) = \sum_{i, j, n} COV(i, j, n) * X_\sigma(i, j, n, t)$$

## Transfer Function

$$Y_F(t) = \alpha X_p(t) + \beta$$

Forecast  $Y_F(t_p)$

*Forecast Procedure*  
 $X_\sigma(i, j, n, t_p)$

$i, j$  : spatial grid  
 $n$  : lead time

## STPM Procedure

1. 大尺度資料X與測站資料Y標準化
2. 從X,Y的相關係數等值圖中挑出通過顯著相關的區域
3. Spatial-Temporal Coupled Pattern 建立時間與空間之聯合矩陣
4. S-T Coupled Pattern Projection 將預報因子投影至聯合矩陣並得到一組時間序列
5. Transfer Function 是此時間序列與測站資料的線性回歸
6. 將新的預報因子透過S-T Coupled Pattern Projection步驟得到新的投影量後，再經由Transfer Function 即可得到預報結果

# 技術得分

## • 三分類技術得分 (Gerrity Skill Score, GSS)

- $i$  為觀測類別的組數， $j$  為預報類別的組數，通常  $i$  與  $j$  相等， $P_{ij}$  為各類別的命中機率， $S_{ij}$  為得分矩陣。
- 乘上得分矩陣  $S_{ij}$  的意義是透過得分矩陣對於命中或未命中的情況，依據模式預報結果與實際觀測結果給予加分或減分。

$$GSS = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k P_{ij} S_{ij} \quad S_{ij} = \frac{1}{21} \begin{bmatrix} 29 & -6 & -21 \\ -6 & 9 & -6 \\ -21 & -6 & 29 \end{bmatrix}$$

		觀測類別 $i$		
		1	2	3
預報類別 $j$	1	$P_{11}$	$P_{21}$	$P_{31}$
	2	$P_{12}$	$P_{22}$	$P_{32}$
	3	$P_{13}$	$P_{23}$	$P_{33}$

# 資料

**資料時間** 1981-2012, May - Sep.

**測站資料** 台北、宜蘭、新竹、台中、台南、高雄、恆春、花蓮及台東

**模式資料** 中央氣象局全球預報模式(CWB-2tier-GFS-T42L18)

**Model** CWB OPGSST (10 members)

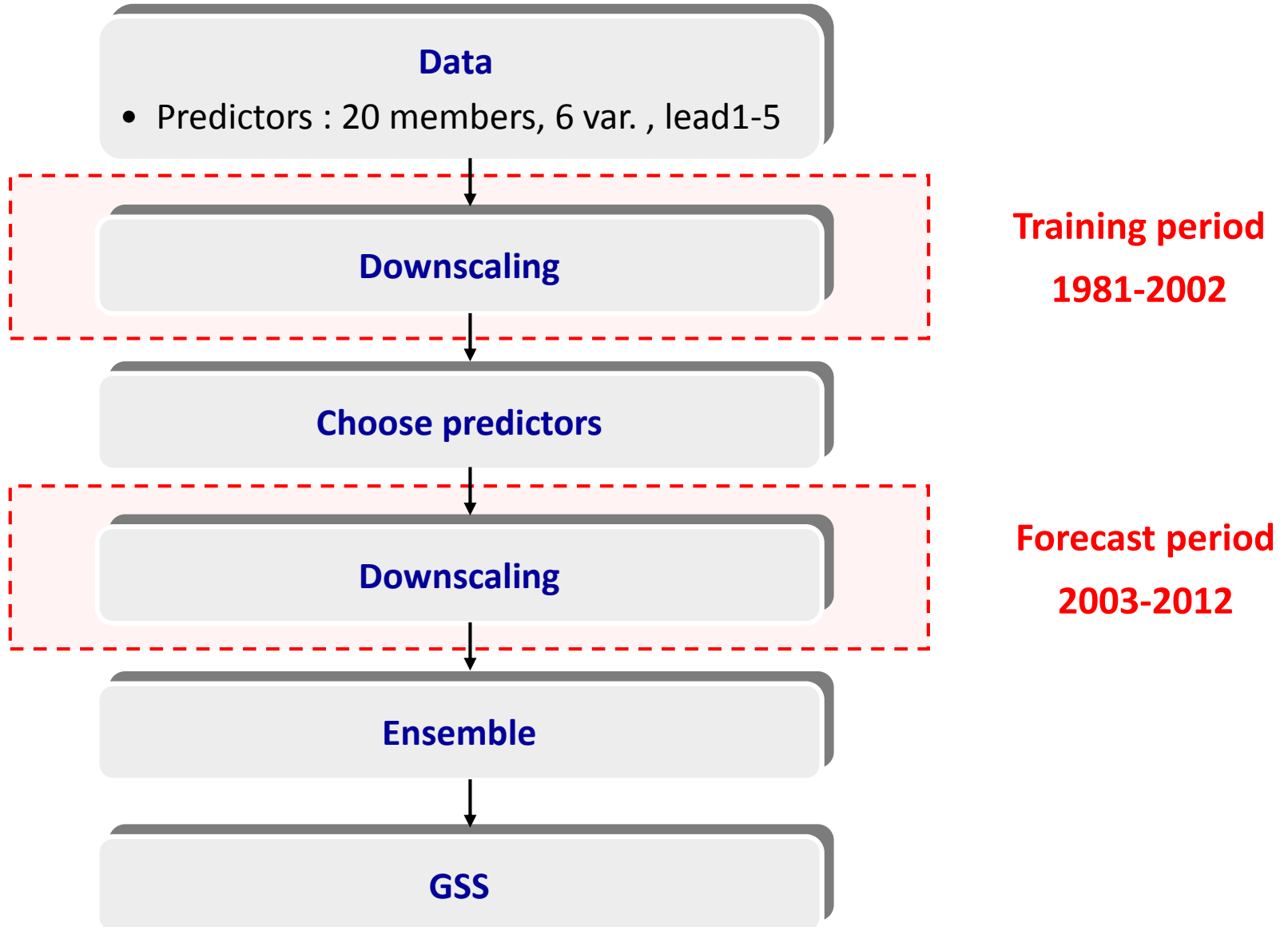
NCEP CFS (10 members)

**Initial conditions** late April (lead1-5, May-Sep.)

**Predictors** Prep. – u850, v850, slp, uq, vq, z500

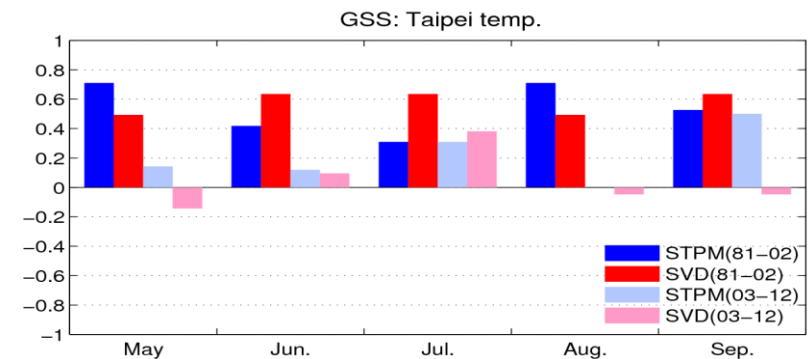
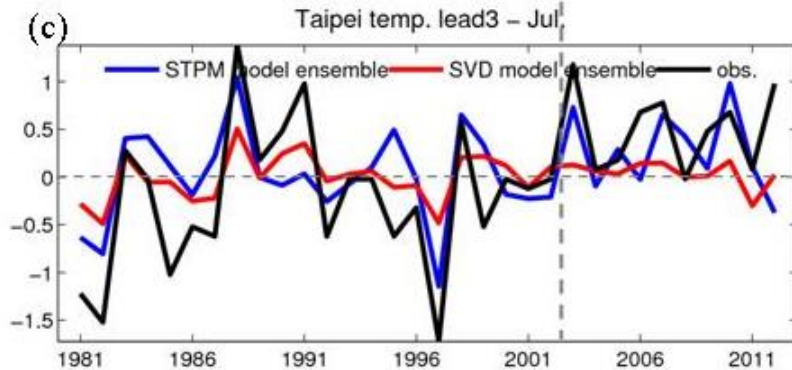
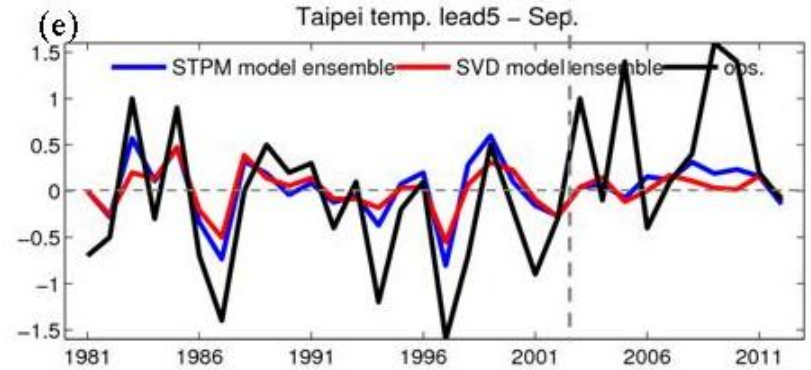
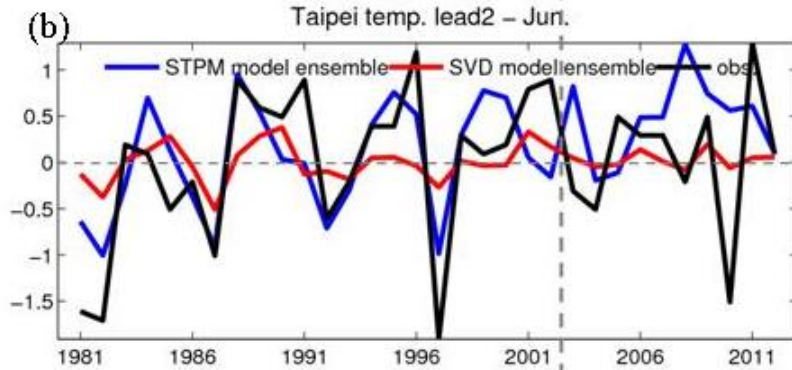
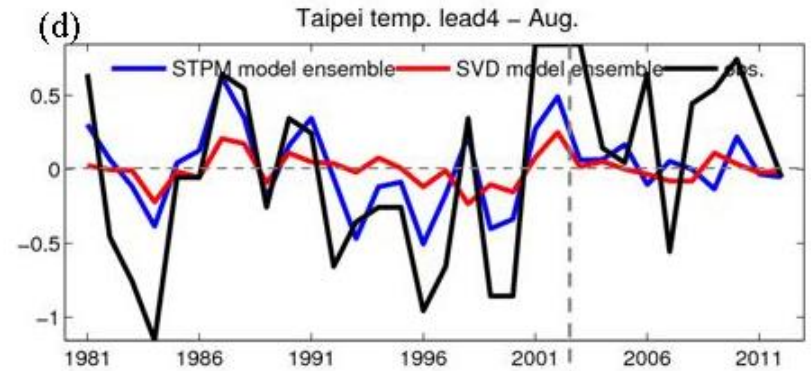
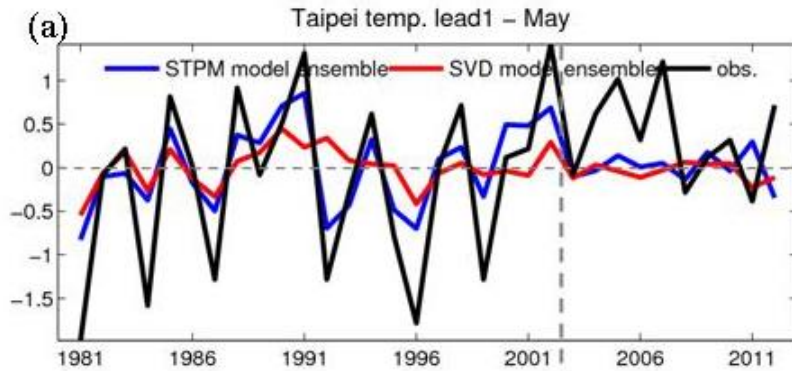
Temp. – u850, v850, z500, gt, t2m

# 研究流程

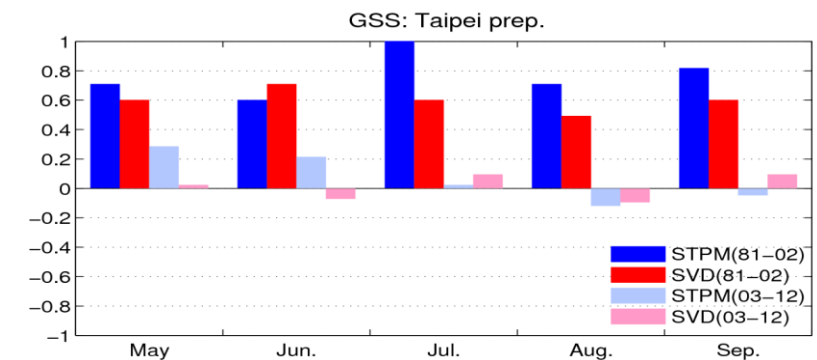
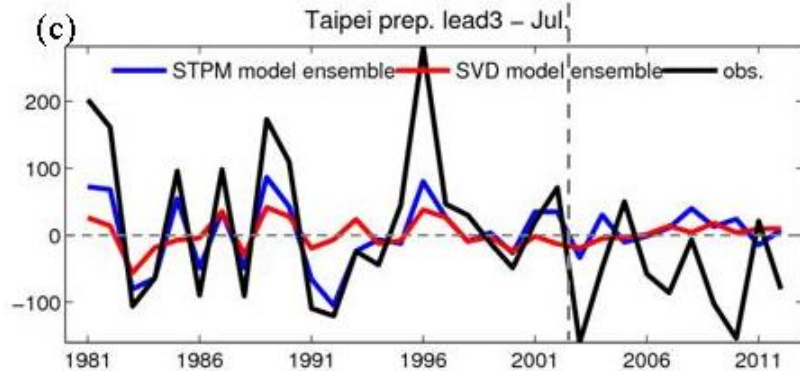
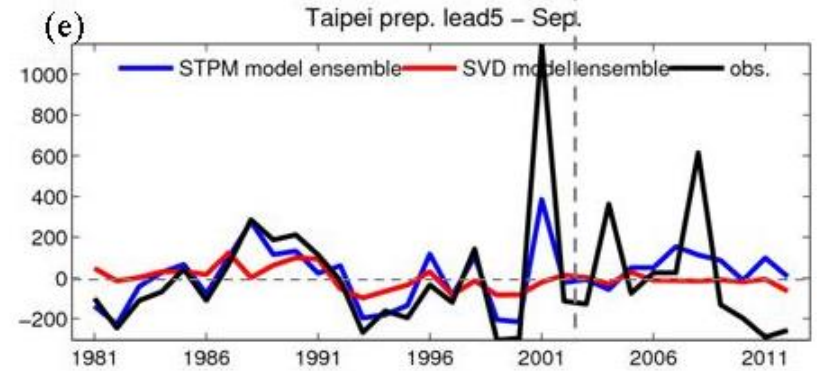
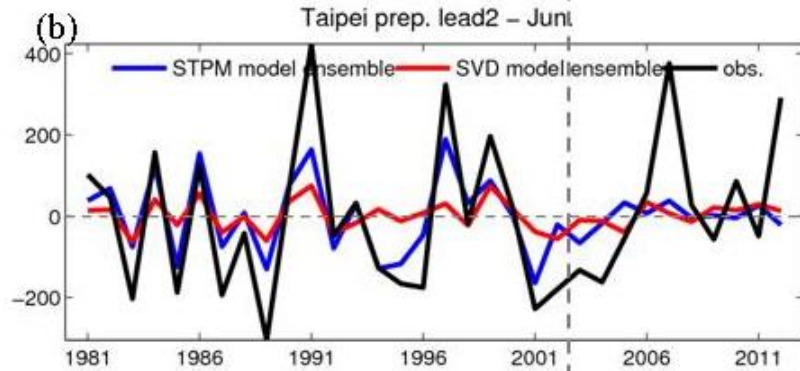
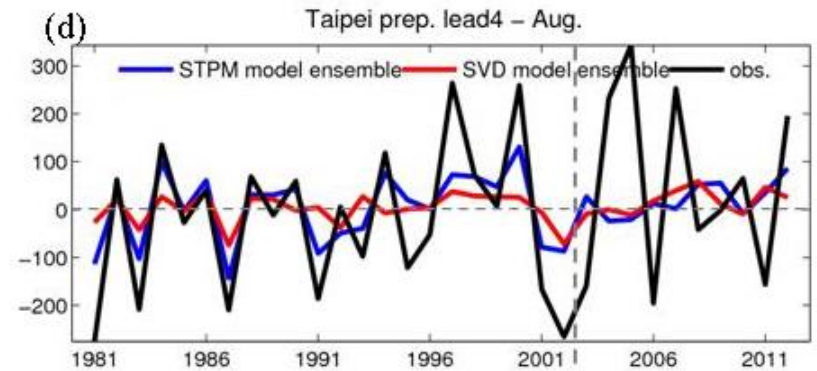
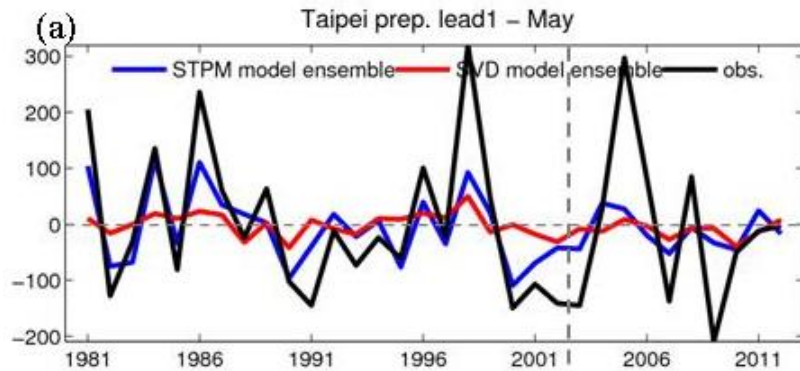




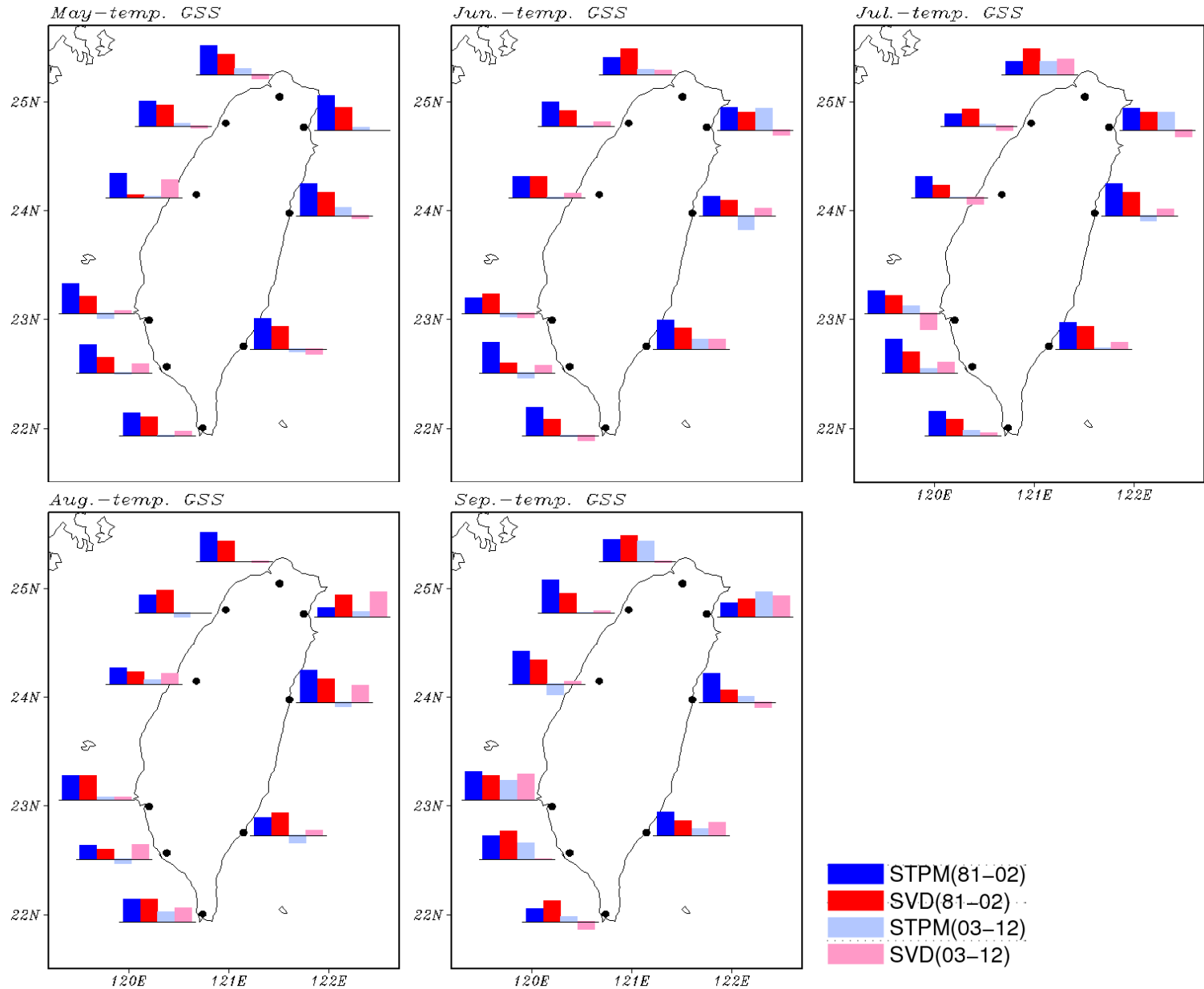
# Taipei – temp.



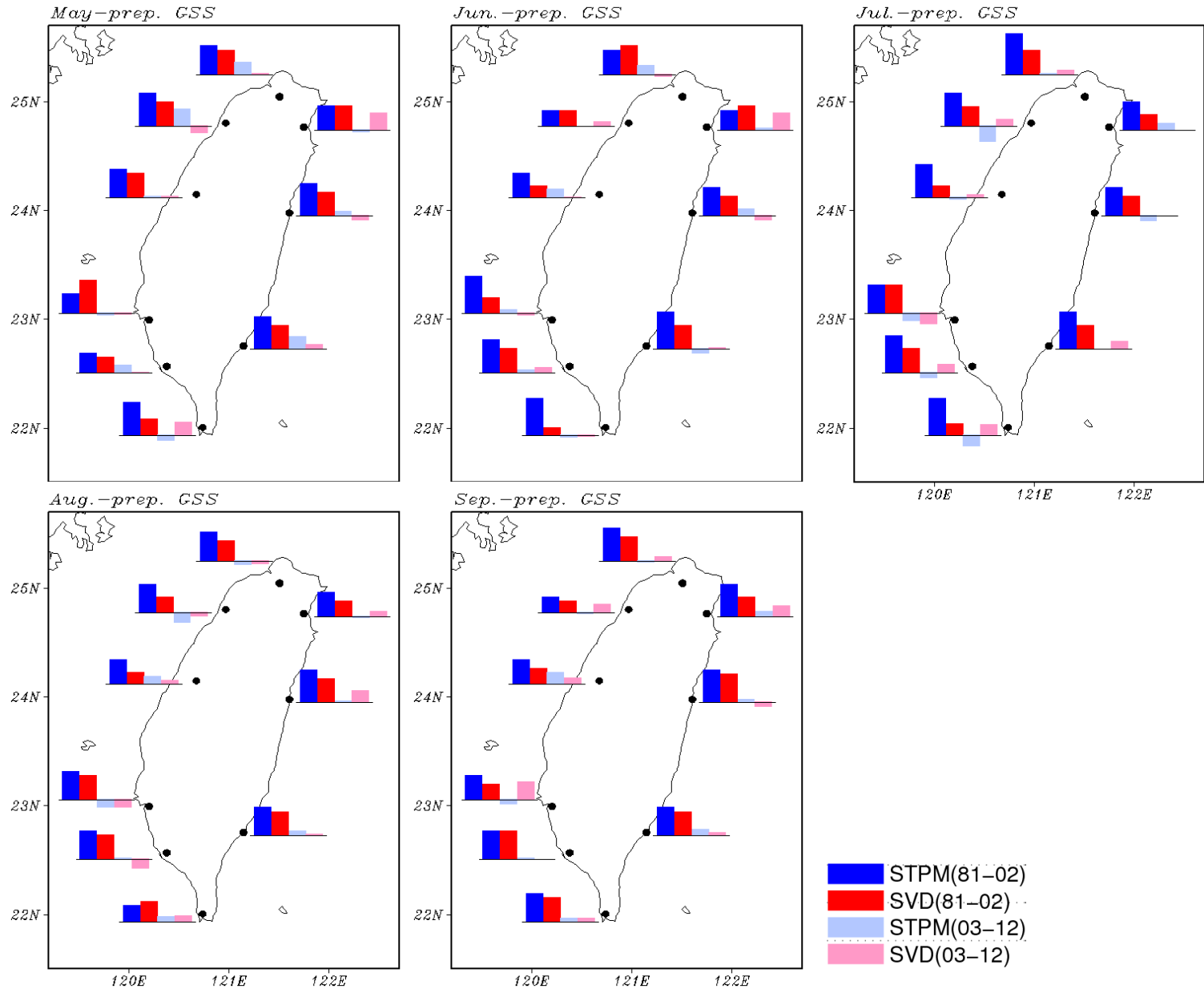
# Taipei – prep.



# Taiwan temp. – GSS



# Taiwan prep. – GSS



## 結論

- 以5-9月的9個測站溫度和雨量為預報目標，以1981-2002年為訓練期、2003-2012年為預報期，評估SVD和STPM兩種方法的預報技術。結果顯示雖然在訓練期STPM的得分略高於SVD，但預報期的技術得分兩者皆不高，顯示此統計降尺度法還有繼續改進的必要。
- 未來會朝著繼續改進這兩種統計降尺度法的目標前進，包括預報因子的變數選擇或是影響台灣的範圍選取、不同季節是否採用不同的預報因子及不同的影響範圍、方法改進等，期望可以有更好的降尺度結果，做為預報參考。

謝謝聆聽 敬請指教