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初步結果

林昀靜、盧孟明

中央氣象局科技中心

2014年天氣分析與預報研討會 **9/16-18**

大綱

1. 前言
2. 降尺度方法介紹
3. 降尺度預報校驗方法設計
4. 降尺度預報技術評估初步結果
5. 小結及未來規劃

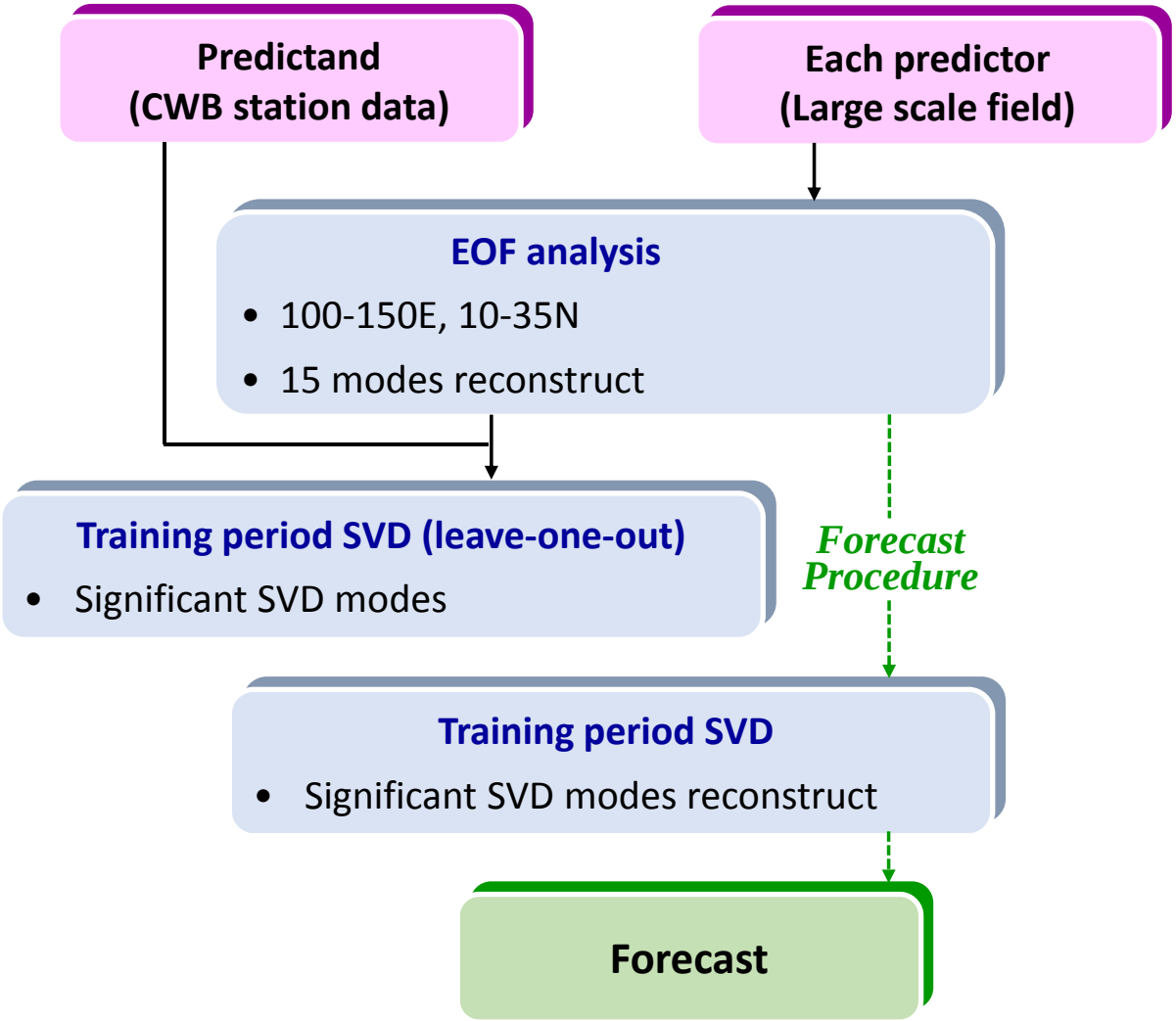
前言

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年根據作業化的SVD統計降尺度法與2012年發展的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SVD模式中的方法 – nSVD。也比較了SVD與nSVD兩種降尺度方法於T42模式在夏秋季和T119模式在冬春兩季的降尺度預報技術。

今年將降尺度目標測站數增加為16個(不包含山區及外島測站)，並設計了一套校驗流程，利用事後預報30年分成3個10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，最終可提供未來每個月降尺度預報的可參考性程度。

	作業化降尺度模式	目前發展降尺度模式
降尺度法	SVD	nSVD
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
測站數	9站	16站
校驗方式	預報技術得分(GSS)	利用事後預報30年分3個10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(GSS, ROC, BSS)，並評估降尺度預報能力。
三分法	3-4-3	3-3-3
預報方式及產品	根據各個預報因子在訓練期的表現計算其hit rate，並依各個預報因子的hit rate計算權重再ensemble。 1. member ensemble之後的定量預報 2. member的機率預報	1. 機率預報 (預報因子、members) 2. member ensemble (預報因子)
評量基準	X	1. 隨機預報 2. 持續性預報 3. 氣候值預報 4. 大尺度預報修正法

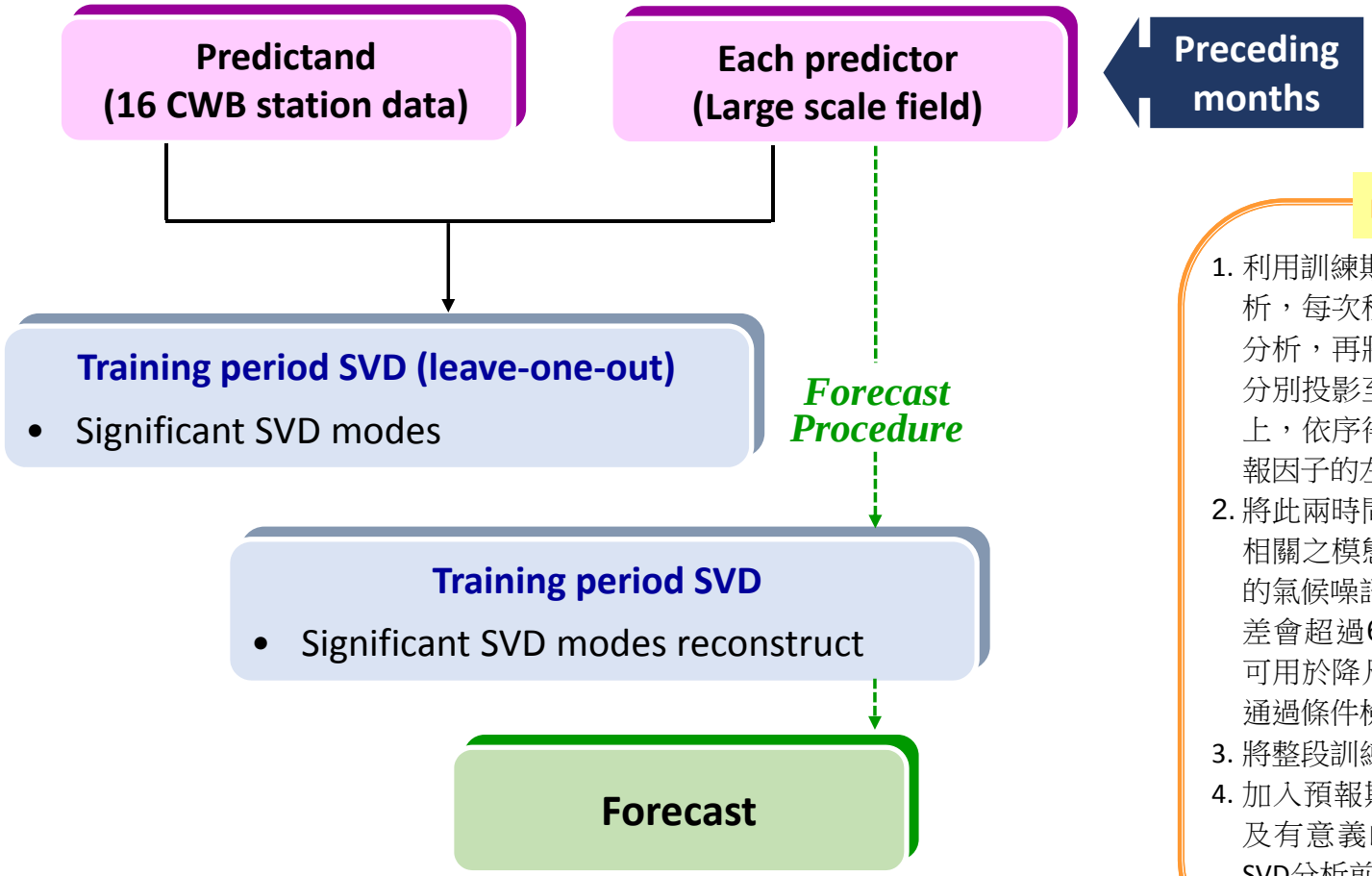
SVD



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。

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。(通常第一模態的解釋方差會超過60-70%，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。

資料

T119資料

模式資料 CWB-GAMT119L40_CFSv2SST

CWB-GAMT119L40_OPGSST

ECHAM5-GAMT42L19_CFSv2SST

ECHAM5-GAMT42L19_OPGSST

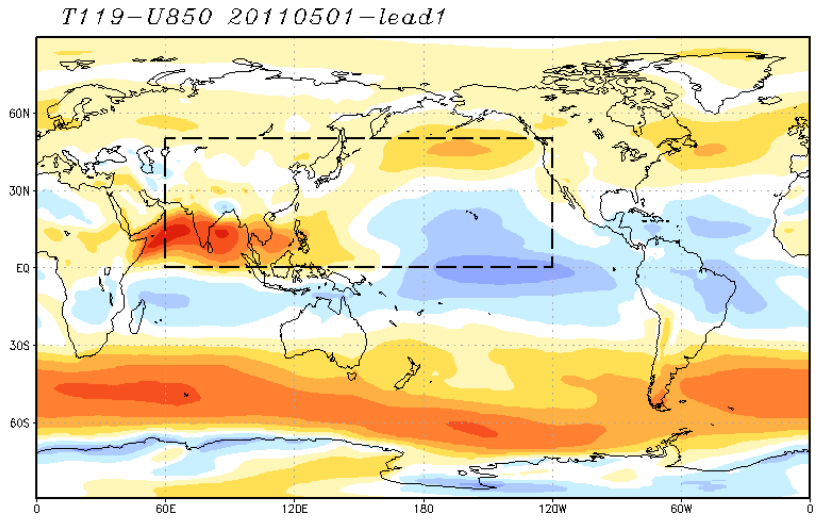
事後預報 1982-2011年

初始場 12/01-31、01/01-31、02/01-28

範圍 60E-120W, 0-50N

預報因子 溫度：u850, v850, t2m, gt, z500

雨量：u850, v850, uq, vq, slp, z500



測站資料

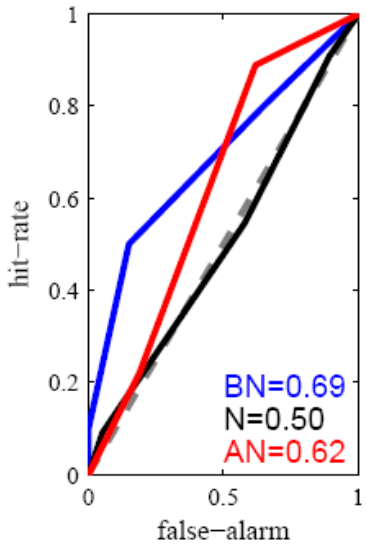
測站數 16 (不包含山區、外島站)

預報技術得分

ROC (Relative Operating Characteristics curve and score)

ROC是利用命中預報與錯誤預報比較下所得的技術得分。

可以根據ROC的曲線及面積來評估其預報技術，最佳的ROC面積為1，當曲線向對角線左側彎曲時，表示命中預報大於錯誤預報；當ROC曲線正好在對角線上時，此時為無預報技術；而當曲線在對角線之下時，亦即命中預報小於錯誤預報，則此預報技術低於隨機預報。



BSS (Brier skill score)

可靠度圖在X與Y軸所代表的，則是以預報機率範圍為條件下的觀測事件發生頻率；曲線可表示預報偏差，也可以有效地判斷預報系統的特性，而BSS值協助可靠度圖的判讀，BSS最佳得分為1；若BSS的值為0時，表示相對於參考預報是無預報技術的。

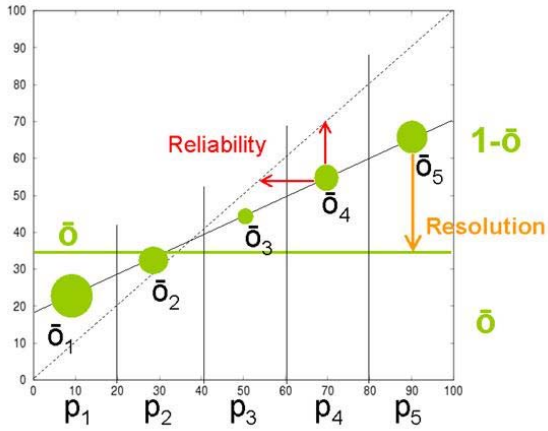


Fig. from ECMWF webpage
http://old.ecmwf.int/products/forecasts/guide/Decomposition_of_the_Brier_score.html

預報校驗設計

利用事後預報30年分成3個10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

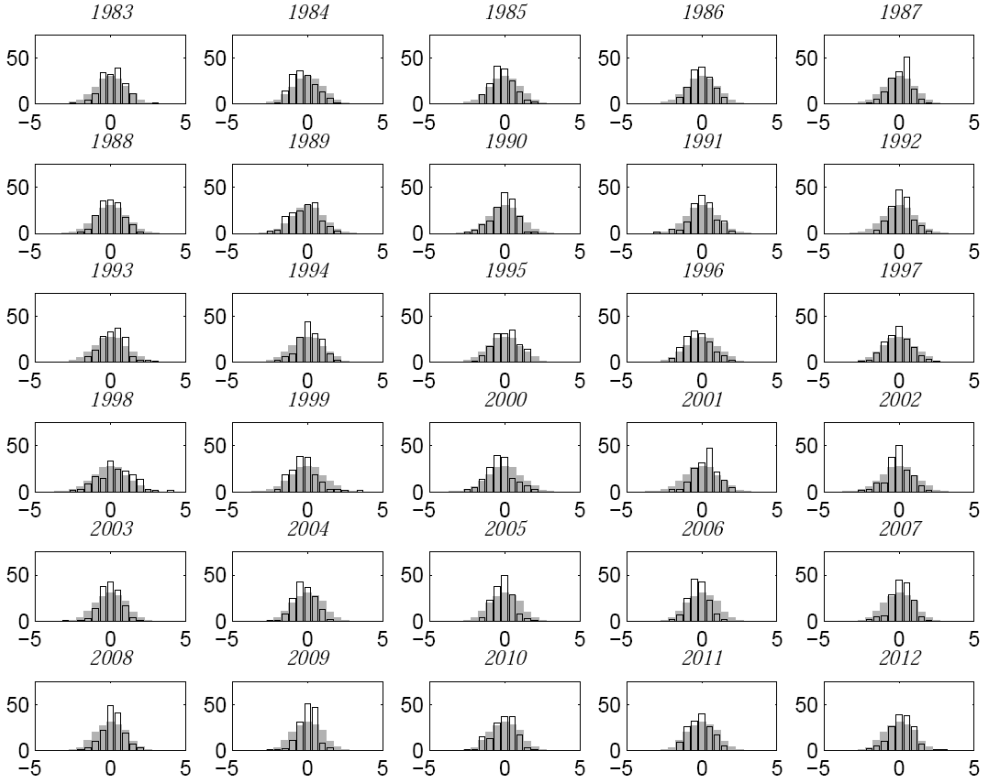
I. 1982-1991

II. 1992-2001

III. 2002-2011

Training period

除了forecast period外的20年



台北測站1983-2012年1月每年的溫度降尺度預報分布情形，圖中前景白色的柱狀圖為每年降尺度結果的分布，背景灰色柱狀圖為訓練期20年的事後預報降尺度結果的分布。

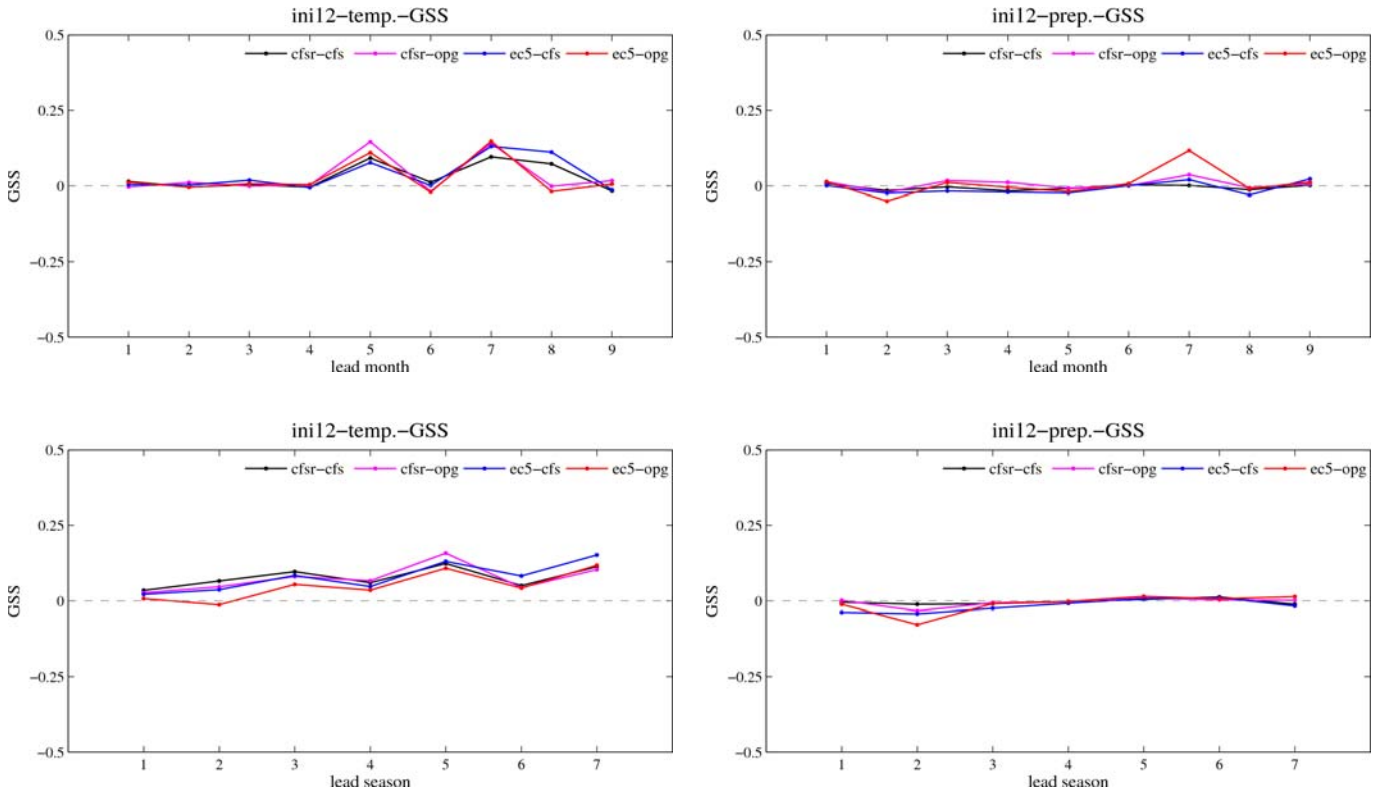
降尺度預報技術得分 – GSS

以12月初始場的降尺度結果為例

Temp.　　Prep.

monthly

seasonal



溫度的降尺度結果受到海溫模式的影響較大，相同的海溫模式的預報技術得分都類似；其中季節的預報技術得分會比單月來的好。

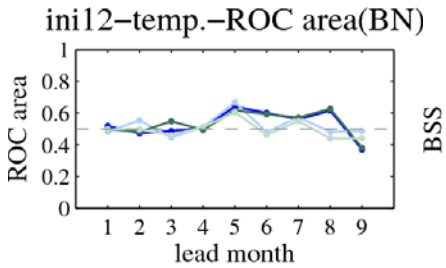
雨量只有在領先第一個月時有預報技術，第二個月就往下掉，之後的月份幾乎都沒有預報技術。

月降尺度預報技術得分 – ROC, BSS

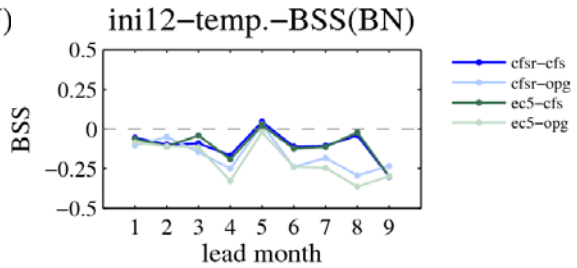
以12月初始場的降尺度結果為例

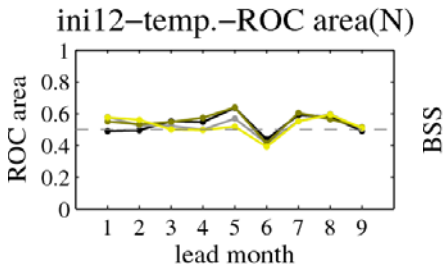
Temp.

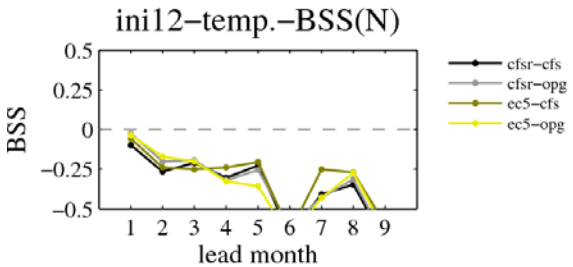
ROC

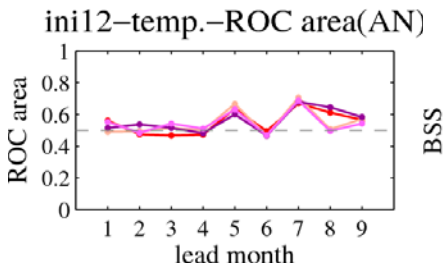


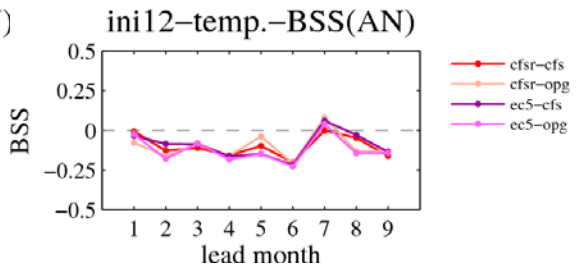
BSS





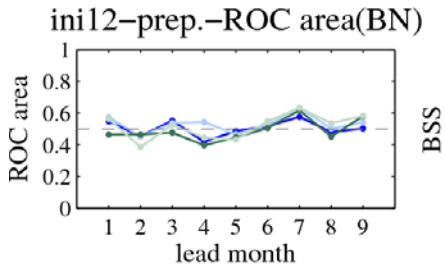




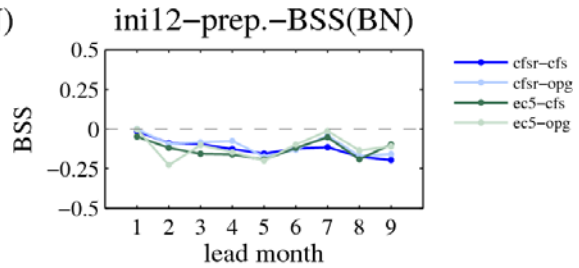


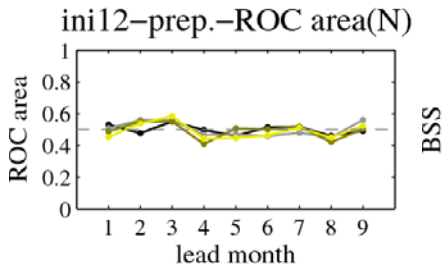
Prep.

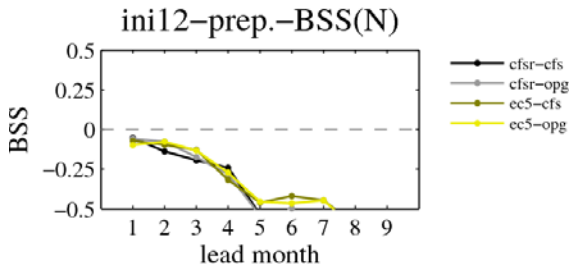
ROC

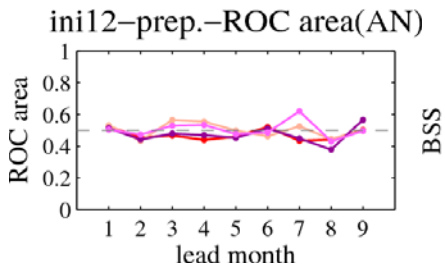


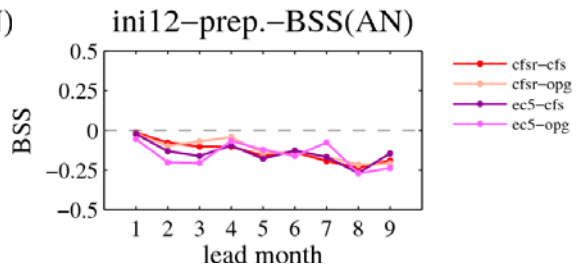
BSS









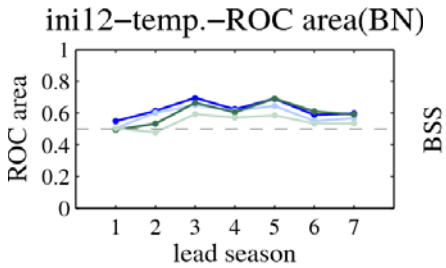


季降尺度預報技術得分 – ROC, BSS

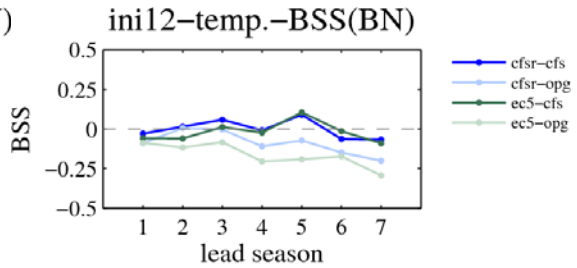
以12月初始場的降尺度結果為例

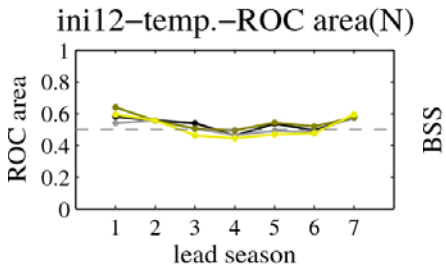
Temp.

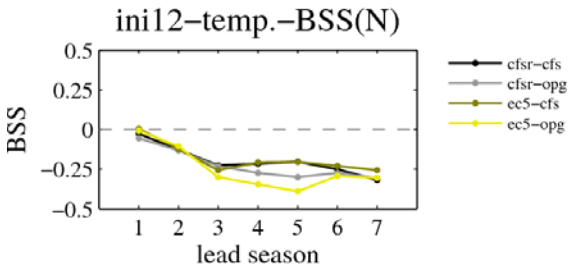
ROC

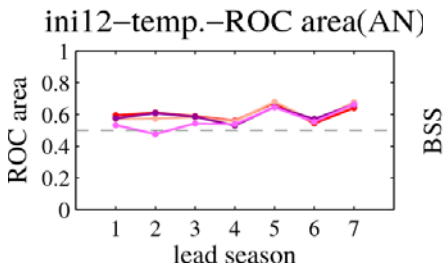


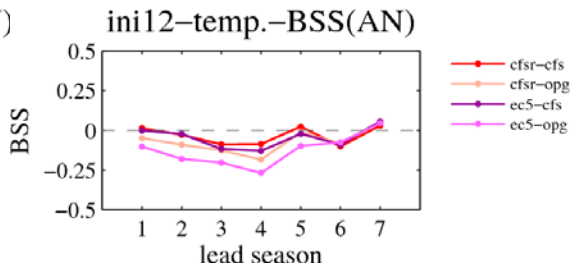
BSS





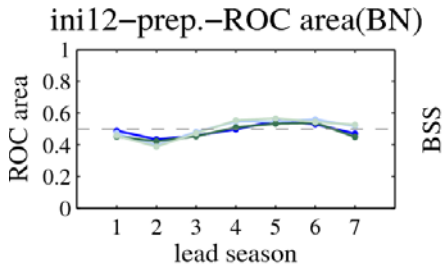




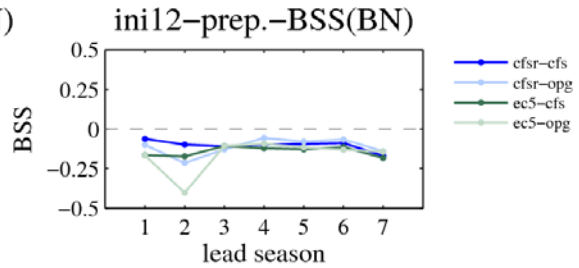


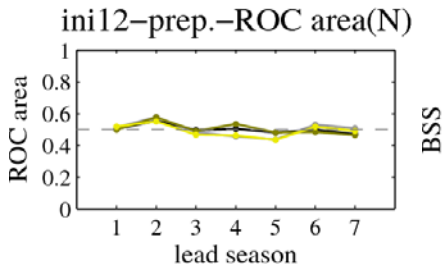
Prep.

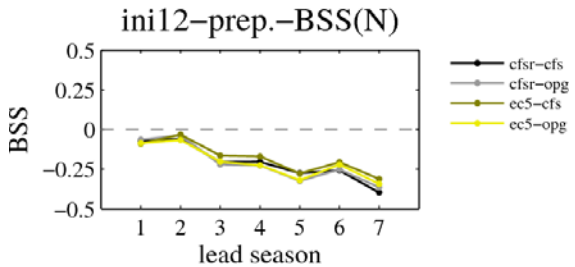
ROC

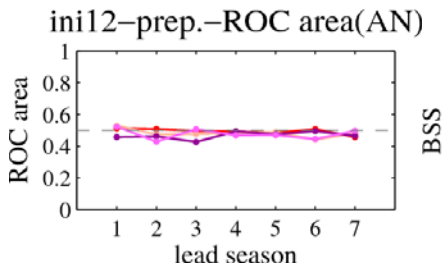


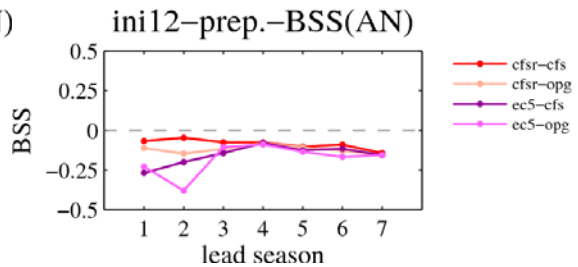
BSS











小結

溫度

- 溫度的降尺度結果受到海溫模式的影響較大，相同的海溫模式的預報技術得分都類似。
- 從溫度的降尺度結果在第1個lead時4組模式的預報技術得分都差不多，但隨著lead增加，使用OPGSST的兩組氣候模式表現皆不理想，其中以ECHAM5-GAMT42L19_OPGSST表現最差。

雨量

- 雨量只有在領先第1個月時有預報技術，第2個月開始往下掉，之後的月份幾乎都沒有預報技術。

結論

- 設計了一套校驗流程，用來評估4組預報模式(分別是兩組海溫模式CFSv2及OPG2.0加上兩組大氣模式CWB-GAMT119L40及ECHAM5-GAMT42L19)以冬季月份(DJF)為初始場的30年事後預報，對台灣地區16個測站的降尺度預報結果。

- 雖然從ROC area的得分可看出有預報技術，但從BSS來看，大多數測站的預報技術得分都很低，尤其是正常類別的表現最差。整體而言，溫度的降尺度結果比雨量好，而季節的降尺度結果又比單月降尺度結果稍好，其中以偏低及偏高類別表現最佳。

未來規劃

- 將針對各測站在不同月份挑選具有顯著意義的系集預報並建立其門檻值。將來應用到預報資料時，將根據各系集預報在訓練期的事後預報結果與所建立的門檻值，挑選出具有顯著意義的系集預報。未來在提供機率預報產品時，也只會提供具有顯著意義的系集預報結果。

- 設計不同的降尺度預報方案進行評比
  I. 各個member分別降尺度
  II. 先將member ensemble再降尺度
  III. 降尺度完之後再做member ensemble

  - member ensemble
    - 多模式系集平均 (MME)
    - 大氣模式的系集平均
    - 海溫模式的系集平均

謝謝聆聽　敬請指教