

中央氣象局全球模式(GFS)與 ECHAM5 SMIP_HFP 預報之比較

胡志文 任俊儒 鄭凱傑

中央氣象局 科技中心

摘要

為因應中央氣象局(以下簡稱本局)「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展」計畫對氣候預報之需求,本局正發展季節氣候預報系統。規劃此系統包含四大部分:全球海表面溫度預報、兩步法大氣環流模式預報、動力降尺度預報與統計降尺度預報等。

兩步法大氣環流模式預報所選用的大氣模式為環流模式(General Circulation Model),共有兩組分別為中央氣象局全球預報系統(GFS, Global Forecast System)中所使用的大氣環流模式,及德國 Max Planck Institute 發展的 ECHAM(第五版)大氣環流模式。所選用的海表面溫度預報也有兩組,分別為本局最佳化海溫預報(Optimum Global SST Forecast, OPTSST)與美國 NCEP(National Center for Environment Prediction)的 CFS(Climate Forecast System)預報的海表面溫度資料。本文將針對 GFS 與 ECHAM5 模式使用 OPGSST 預報海表面溫度進行 1981-2003 年 SMIP(Seasonal prediction Model Intercomparison Project)之結果進行初步分析,分析內容將著重在夏季與冬季的結果。

分析結果顯示兩組模式在冬季的預報結果較夏季好,比較兩組模式發現不同模式在不同區域有不同的結果,此現象指出了需要多模式做系集(ensemble)分析的重要性。

一、前言

受到非線性作用的影響,對大氣狀態的詳細演變最多只有兩星期的預報能力。氣候預報的可行性主要基於大氣的下墊面(如海洋,地面降雪,海冰)相對於大氣而言有較長的記憶,利用此種下墊面緩慢的變化,可以預報下墊面演變對大氣平均狀態的影響。在做氣候預報前必需先確定哪些因子對氣候有重要的影響,在確定這些因子後即可利用這些因子進行氣候預報。經由前人的分析已經確認赤道區太平洋的聖嬰現象(El Niño)對氣候演變有決定性的影響。

目前世界上先進國家及預報中心對氣候預報主要採取三種方法,分別為統計預報,動力模式(數值模式)預報及動力模式統計預報。統計預報主要是利用不同氣候現象在時間與空間尺度上的統計關係做預報。動力模式氣候預報則是使用一組動力學方程,利用大氣及海洋現在的條件來預報大氣及海洋未來的變化。動力模式統計預報是使用動力模式預報的結果經由統計方法的分析,校正模式的誤差藉以提高模式預報的準確度。本局在「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展」計畫中對以上三種方法都會進行系統性的發展。

在動力模式預報中,本局選用兩組大氣模式,分別本局的 GFS(胡等, 2002)模式與德國 Max Planck Institute 發展的 ECHAM(第五版)模式(Roeckner 等, 2003),於兩步法模式預報中所選用的海表面溫度預報場也有兩組,分別為本局發展的最佳化海溫預報(OPGSST)與美國 NCEP CFS 系統所預報的海表面溫度。本文的目的在分析兩組大氣模式與本局 OPGSST 海溫預報之 SMIP 預報結果,其中將以夏季與冬季的分析為重點。

本文在第二節中簡單介紹所用的模式與 SMIP 實驗的設計,第三節分析模式結果,第四節為小結。

二、模式簡介與實驗設計

所選用的兩組大氣模式的動力模組都使用波譜法,水平方向的解析度都是 T42,即水平方向有 128x64 個網格點。在垂直方向 GFS 有 18 層, ECHAM5 則有 19 層,模式的物理與動力過程在參考文獻中皆有詳細的介紹。

SMIP(Seasonal prediction Model Intercomparison Project)計畫之主要目的在分析不同模式對季節預報的能力。其實驗設計在使用觀測/預報的海表面溫度,依不同的年份與月份進行模式積分,模式積分長度需多於一季,對於模式的初始場並沒有統一的要求。

本文中所選用的 SMIP 設計如下:初始場由 NCEP/DOA Reanalysis 2 內差到模式的網格,所用的時間為每個月最後 10 天 12Z 的資料。海表面溫度邊界條件為本局預報的 OPGSST 海溫預報場。由於 OPGSST 的預報需要前一個月的觀測海表面溫度,這些資料通常在預報月份的上旬才可能經由網路取得,因此 OPGSST 的預報在預報月份的第一個月中旬才能完成。基於以上原因本文中所分析的夏季資料開始積分的時間是每年的 4 月下旬,而冬季資料開始積分的時間是每年 10 月下旬,亦即本文分析的夏、冬兩季為模式預報的第 2-4 個月的結果。本文中所分析的模式結果為 1981-2003 年的平均場。用來校驗模式的觀測場是 NCEP/DOA Reanalysis 2 的資料。

三、結果與分析

圖 1 及圖 2 分別是 GFS 與 ECHAM5 使用 OPGSST 海表面溫度預報場預報的夏季平均氣候場,兩圖顯示 GFS 與 ECHAM5 都能合理的模擬對流層緯向平均溫度較

大值偏向北半球的現象，此外兩模式與觀測場的差異也十分類似。兩模式夏季降雨的模擬結果圖示於圖 3

大陸中部向西南經阿拉伯海到赤道以北的非洲有較大的降水。吾人也檢驗了兩模式冬季氣候平均場的變化

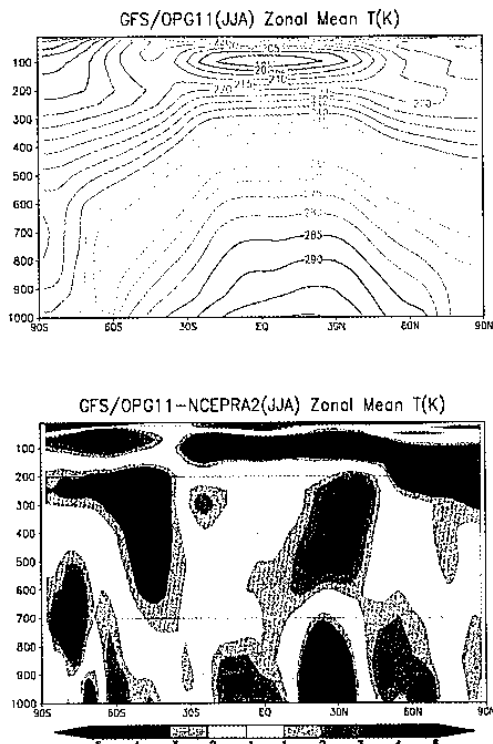


圖 1、GFS 預報之夏季平均溫度氣候場，上圖為模式緯向平均剖面圖，下圖為模式與觀測場的差異。

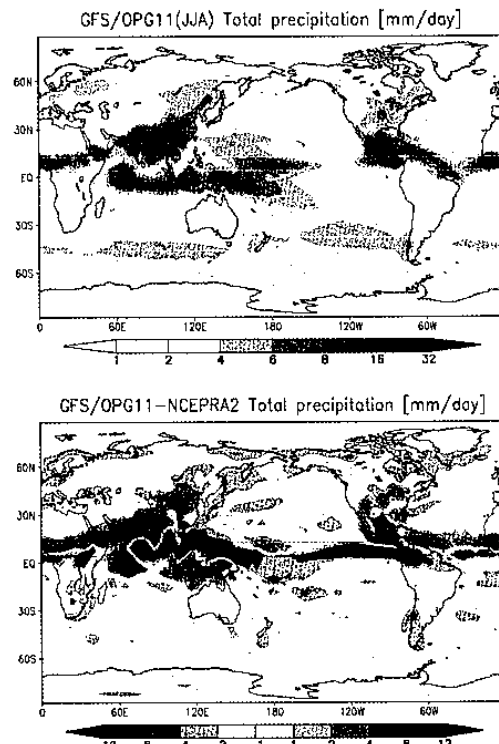


圖 3、GFS 預報之夏季平均地面降水，上圖為模式結果，下圖為模式與觀測場的差異。

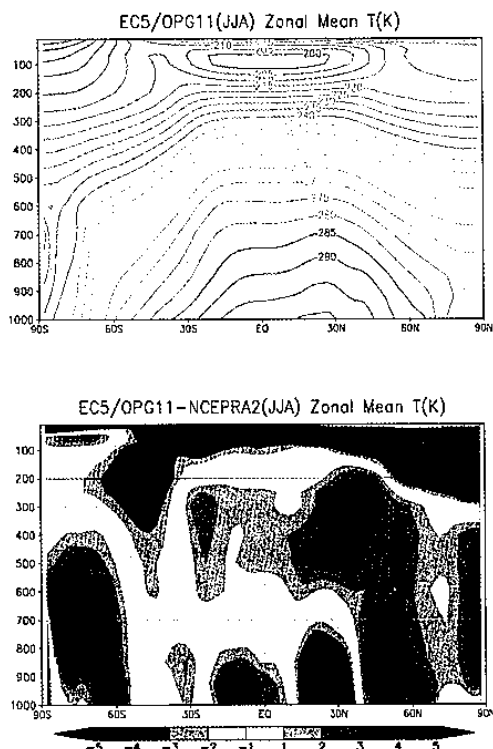


圖 2、ECHAM5 預報之夏季平均溫度氣候場，上圖為模式緯向平均剖面圖，下圖為模式與觀測場的差異。

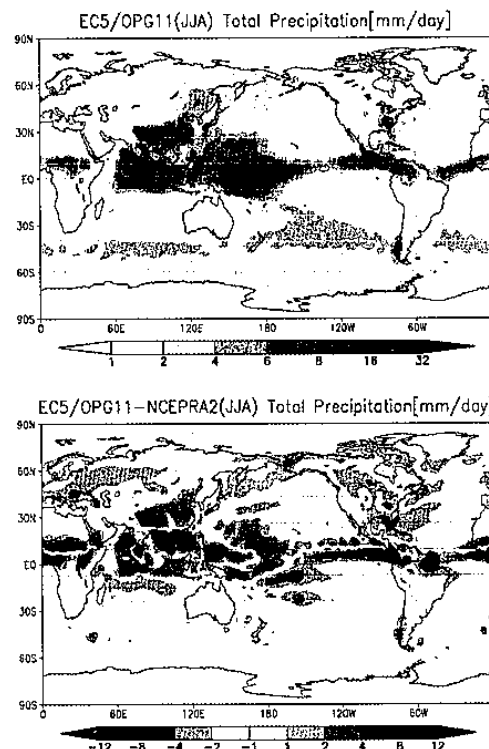


圖 4、ECHAM5 預報之夏季平均地面降水，上圖為模式結果，下圖為模式與觀測場的差異。

與圖 4，兩模式都由能力模擬出北半球夏季雨量較大的區域，如亞洲季風區，赤道區洋面，中美洲等。兩模式共同的特徵是在孟加拉灣到南海一帶、西北太平洋與赤道區中到東太平洋降水較少，另一方面從中國

，兩模式也都能合理的模擬出觀測場中主要的氣候系統，基於篇幅在此不做進一步的分析。下面吾人將著重在兩模式預報技術的分析，分析的變數將以 2 米高溫度場與地面降水場為主，分析區域為東亞地區。

圖 5 是 GFS 與 ECHAM5 模式與觀測場地地面降水在時

間上相關性，有顏色的區域表示 90%以上的可信基準 (confidence level)，兩模式皆顯示出冬季的預報比

報海溫的兩步法全球預報結果做初步的分析，分析結果顯示兩模式都有能力模擬出冬夏兩季觀測場中主要

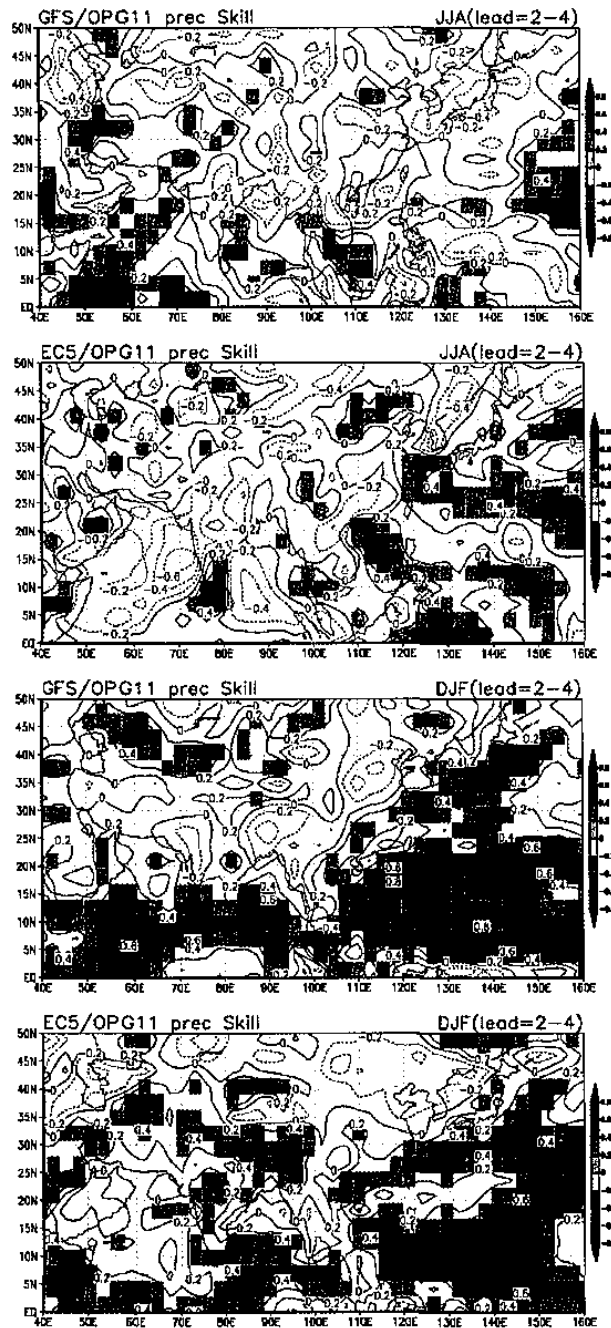


圖 5、模式與觀測場地地面降水在時間上的相關性，有顏色的區域表示 90%以上的可信基準，圖中從上到下分別是 GFS 夏季 ECHAM5 夏季，GFS 冬季與 ECHAM5 冬季的結果。

夏季好，夏季期間 ECHAM5 模式的結果稍優於 GFS，冬季期間 GFS 的預報結果比 ECHAM5 好，兩模式的共同缺點是不論冬夏，在陸地上所預報出的降水可信度較低。圖 6 是兩模式 2 米溫度場的分析，以地面降水相比，模式對 2 米溫度場的預報要比地面降水有較高的可信度，圖 6 中可看出不論冬夏，GFS 模式的預報結果皆優於 ECHAM5 模式，但 ECHAM5 模式對冬季亞洲陸地的預報有較高的可信度。

四、小結

本文針對 GFS 與 ECHAM5 模式使用本局 OPGSST 預

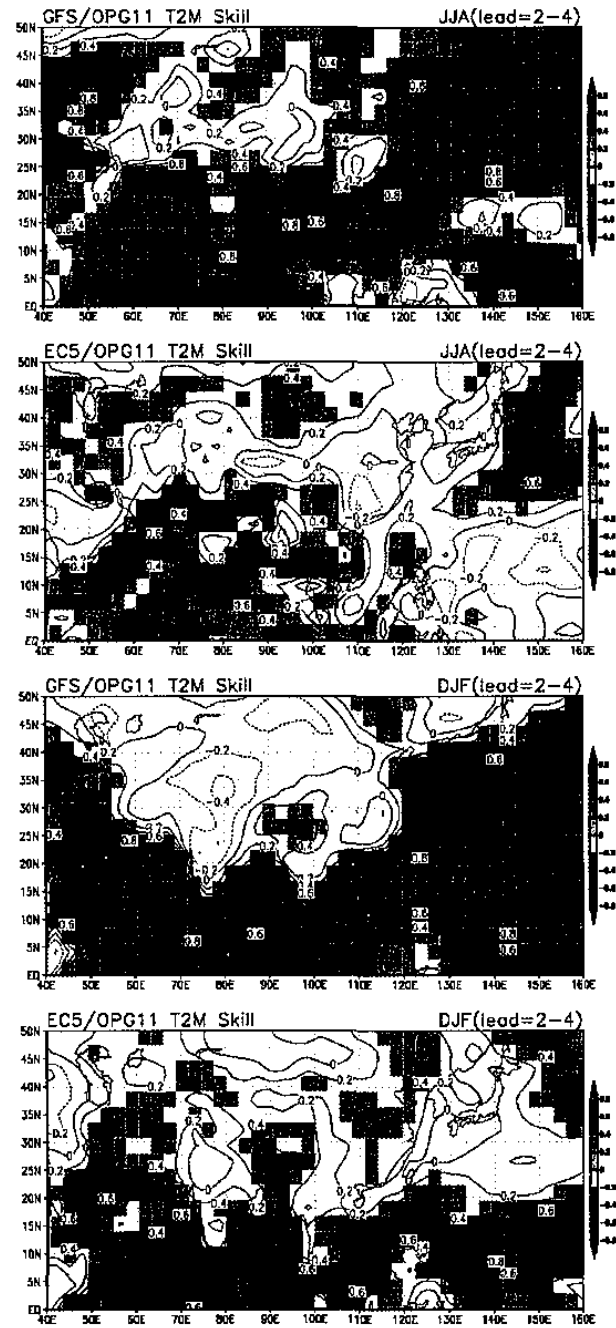


圖 6、模式與觀測場 2 米溫度場在時間上的相關性，有顏色的區域表示 90%以上的可信基準，圖中從上到下分別是 GFS 夏季 ECHAM5 夏季，GFS 冬季與 ECHAM5 冬季的結果。

的氣候系統。初步的技術得分(skill score)分析指出兩模式對 2 米溫度場預報的可信度較地面降水為高，且對洋面上的預報較陸地為佳。分析結果也顯示，兩模式在不同區域有不同的表現，此現象指出多模式預報的重要性。

本文所報告的是對 GFS 與 ECHAM5 兩模式的初步分析，吾人將依照國際氣象組織(WMO)建議校驗季節預報的文獻中(Stand Verification System for Long-Range Forecasts)所要求的校驗方法對兩模式的預報做詳盡的分析。

參考文獻：

- 胡志文、馮欽賜、汪鳳如、陳建河、鄭明典，2002：
中央氣象局全球模式之氣候特徵：東亞夏季季
風。《大氣科學》，30，99-116。
- Roeckner E., G. Bäuml, L. Bonaventura, R. Brokopf,
M. Esch, M. Giorgetta, S. Hagemann, I.
Kirchner, L. Kornbluh, E. Manzini, A.
Rhodin, U. Schlese, U. Schulzweida, and A.
Tompkins, 2003: The atmospheric general
circulation model ECHAM 5. PART I: Model
description. Max Planck Institute for
Meteorology Rep. No. 349. 140pp.