

# 中央氣象局全球模式(GFS)與 ECHAM5 SMIP\_HFP 預報之比較

任俊儒 胡志文

中央氣象局 科技中心

## 摘要

中央氣象局為建立動力氣候模式系集預報系統，已選定 ECHAM5.2 全球模式為系集預報成員，並建置完成中央氣象局最佳化全球海溫預報系統 (CWB/OPGSST\_V1.0)。為瞭解 ECHAM 模式及最佳化全球海溫預報系統於東亞地區之表現及可預報度，因而設計 SMIP/HFP 實驗。

實驗使用 ECHAM5.2 全球模式，解析度為 T42L19，選定 1979-2003 年 1、4、7、10 每月最後 10 天 12Z 為 10 個系集預報成員，以分析模式於春夏秋冬四季的表現。模式以 NCEP/Reanalysis II 資料為初始條件，CWB/OPGSST\_V1.0 為邊界條件。

本文將依季節針對東亞地區，溫度、降雨等氣候因子，描述模式的氣候特性，並做技術得分分析，結果將作為未來動力氣候模式系集預報系統重要參考。

## 一、前言

中央氣象局執行「氣候變異與劇烈天氣監測預報系統發展」計畫，擬發展系集動力氣候預報系統。本計畫選定以本局全球預報系統(Global Forecast System, GFS) (胡等, 2002)模式與德國 Max Planck Institute 所發展的 ECHAM5.2 模式(Roeckner 等, 2003)為氣候模式系集成員，搭配美國 NCEP CFS(Climatic Forecast System)系統所預報的海表面溫度及中央氣象局所發展之最佳化海溫預報(OPGSST)為邊界條件，建構系集預報系統，未來將執行作業化之集動力氣候預報。

為瞭解 ECHAM 模式利用最佳化海溫預報(OPGSST)為邊界條件於季節預報之特性及預報成效，本文利用事後預報的方式，以不同的初始時間，逐年模擬 1979-2002 年春夏秋冬四季，其結果將作為未來動力氣候預報作業之平均氣候場，而藉由與觀測資料比對，可得知模式於東亞地區各季節之預報能力，亦將作為未來動力氣候預報作業之重要參考。

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

ECHAM 模式為 Max Planck Institute 由歐洲氣象中心 ECMWF 天氣預報作業模式演化而來的氣候模式，動力模組使用波譜法，水平方向的解析度設定為 T42，即 128x64 個網格點。在垂直方向有 19 層，各項物理與動力過程在參考文獻中皆有詳細的介紹，不再詳述。

SMIP (Seasonal prediction Model Inter-comparison 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，藉以觀察模式於季節時間尺度積分之表現。本文中所選用的 SMIP 設計如下：以 1981-2002 年一、四、七、十月為預報初始時間，分別預報春(三-五月)夏(六-八月)秋(九-十一月)冬(十二-二月)四季，每月最後十天 12Z 作為 10 個系集預報成員的預報初始時間，初始場由 NCEP/DOA Reanalysis 2 資料內差到模式的網格，邊界條件使用本局 OPGSST 事後預報第 1-7 個月資料，每個系集預報成員皆預報 7 個月。本文所討論春夏秋冬四季皆為模式預報的第 2-4 個月系集平均的結果。文中校驗模式所使用的觀測資料是 NCEP/DOA Reanalysis 2 的資料，內插於 128x64 水平網格。

## 三、結果與分析

為瞭解 ECHAM 模式於各季節高溫/低溫及多雨/少雨等相對較極端氣候的掌握能力，首先先逐年檢視模式模擬結果。表 1 為將東亞地區(40-160E, 0-50N)夏季 2 米溫度將模式與觀測資料 1979-2002 共 22 年夏季 2 米溫度之區域平均依高低排序後，以 7/8/7 之數量將 22 年區分為高於平均/正常/低於平均三組，分別以 A/N/B 表示。當模式結果與觀測資料於該年同屬高於正常(A)或低於正常(B)，則表示模式模擬出與觀測相似的結果。依據表 1 的分類，可建立東亞地區夏季 2 米溫度的 Contingency Table (表 2)，依照表 1 的結果，1988、1998、2001 及 2002 等四年，觀測於模擬同屬高於正常，另有三年(1983、1991、1992)模擬結果高於正常，但觀測結果則屬於正常或低於正常，因此可將模式高溫的 7 年，區分成 4 年觀測資料高溫、3 年非高溫；而模式非高溫的 15 年，則可分為 3 年觀測資料高溫、12 年資料非高溫。依照同樣的方法分類溫度低於正常的七年可完成表 2。觀測屬高溫

表 1 東亞地區(40-160E,0-50N)夏季 2 米溫度模式與觀測資料分類結果，A 表示高於正常（屬於最高溫的 7 年）、N 表示正常，B 表示低於正常（屬於最低溫的七年）。

	Obs.	Sim.		Obs.	Sim.
1981	B	B	1992	B	A
1982	B	N	1993	B	B
1983	N	A	1994	A	B
1984	N	N	1995	N	N
1985	B	B	1996	N	B
1986	B	B	1997	N	N
1987	N	N	1998	A	A
1988	A	A	1999	A	N
1989	B	B	2000	A	N
1990	N	N	2001	A	A
1991	N	A	2002	A	A

表 2 東亞地區(40-160E,0-50N)夏季 2 米溫度模式積分與觀測資料所得之 Contingency Table。

Observations	Simulation		Total
	Above normal	Not above normal	
Above normal	4	3	7
Not above normal	3	12	15
Total	7	15	22

Observations	Simulation		Total
	Below normal	Not below normal	
Below normal	5	2	7
Not below normal	2	13	15
Total	7	15	22

表 3 東亞地區各季節 2 米溫度 (a)、降雨 (b) 模擬結果之命中率 (hit rate, HR) 及假警報率 (false-alarm, FA)。

(a)

	2-Meter Temperature			
	Above normal		Below normal	
	HR	FA	HR	FA
MAM	0.57	0.20	0.71	0.13
JJA	0.57	0.20	0.71	0.13
SON	0.71	0.13	0.71	0.13
DJF	0.71	0.13	0.29	0.33

(b)

	Precipitation			
	Above normal		Below normal	
	HR	FA	HR	FA
MAM	0.71	0.13	0.71	0.13
JJA	0.57	0.20	0.43	0.27
SON	0.57	0.20	0.29	0.33
DJF	0.71	0.13	0.71	0.13

的 7 年當中有 4 年模擬結果亦屬高溫，表示掌握到高

溫的訊號，因此可得命中率 (hit rate) 為 0.57；觀測屬非高溫（正常及低溫）的 15 年中，模式有 3 年模擬出高溫，表示模擬結果發出高溫的訊號，而並沒有高溫的情況發生，因此可得假警報率 (false-alarm rate) 為 0.20。依此方式對各季節之 2 米溫度及降雨作分類比較，可得表 3。

表 3 顯示在溫度方面除冬季的低溫命中率較差外，其餘季節不論高低溫的情況，皆有超過五成的命中率，對於高/低溫的訊號有一定程度的掌握能力，而對於冬季較低溫的相對極端情況，掌握成動較差。降雨方面可明顯看出不論多雨或少雨，對夏季的掌握明顯比冬季差。

由逐年的資料分類配合 Contingency Table 可看出 ECHAM 模式在模擬的命中率上有不錯的表現，其中溫度的表現又較降雨為佳。而在較極端的情況如冬季的低溫、夏季的高溫及夏季的降雨，掌握度較差，假警報發生的機會也較高。

圖 1 為 1981-2002 年各季節東亞地區 (40-160E,0-50N，實線) 及台灣鄰近地區 (118-124E,20-27N，虛線) 2 米溫度距平的 Anomaly Correlation Coefficient，可表示觀測與模擬結果於空間上的相關性，由圖中可看出各季節表現以春秋兩季較好，相關性維持正值；冬季較差，有數年出現負相關的情況；夏季雖然相關性偏低但大體上仍維持正相關值。而台灣地區的表現起伏大，春夏兩季明顯超過東亞地區的高度正相關，但各季節都有出現明顯負相關的年份。

圖 2 為 1981-2002 年各季節東亞地區及台灣鄰近地區降雨量距平的 Anomaly Correlation Coefficient，區域及繪圖的設定與圖 1 相同，東亞地區冬季表現較好，僅 1989、1990 年出現明顯的負相關；夏秋兩季則明顯較差，所得之相關性皆在 0.4 以下。台灣地區則與 2 米溫度同樣出現明顯的起伏，除秋季的表現較東亞地區出色其餘季節與東亞地區大致呈現類似的結果，起伏較明顯可能的原因為在 128x64 水平網格解析度中，所選取的範圍內 (118-124E,20-27N) 僅有 9 點資料，樣本數太少造成與觀測資料有較明顯的差異，使得相關性不論正負，皆比大範圍的東亞地區大。

就 ECHAM 模式模擬結果與觀測資料於空間上的相關性而言，大體呈現溫度優於降雨、春冬二季優於夏秋兩季的情況，尤其夏季不論溫度或降雨，表現皆較不佳。

圖 3 為 1981-2002 年各季節東亞地區及台灣鄰近地區 2 米溫度距平的 SKILL，有顏色的區域表示 90% 以上的可信基準(confidence level)，用以表示 22 年間模式與觀測場在時間上的相關性，總體而言因為最佳化海溫預報提供準確的海表面溫度模擬，海面上較陸地上有更好的結果，特別是緯度 20 度以南區域，可達到 0.6，並具有一定的可信度；陸地上的表現較差，特別是華南及華中地區，幾乎各季節的表現都不好，華北地區在秋冬兩季有較好的結果。台灣為海島地形，各季節表現大體與鄰近海域相符，夏冬兩季較差而春秋兩季較佳。

圖 4 為 1981-2002 年各季節東亞地區及台灣鄰近地區降雨量距平的 SKILL，整體而言仍維持與溫度類

似海面優於陸地的情況，尤其春冬兩季在海面上有較佳的表現；陸地上的表現明顯較差，除春季華南沿海一帶可達 0.4-0.6 外，其於地區漁各季節表現均不佳，皆為弱相關或負相關，台灣地區則在秋冬兩季有 0.4-0.6 的好表現。

就 ECHAM 模式模擬結果與觀測資料於時間上的相關性而言，溫度與降雨皆明顯呈現海面上的相關性優於陸地上的相關性，而溫度明顯優於降雨的情況，夏邱兩季的降雨及夏季的溫度相較於其他季節，

#### 四、 小結

本文利用事後預報的方式，以 ECHAM 模式搭配中央氣象局最佳化海溫預報(OPGSST)為邊界條件，以不同的初始時間，逐年模擬 1979-2002 年春夏秋冬四季，檢視季節預報之特性及預報成效。

初步結果發現 2 米溫度場預報的結果優於降雨、海洋面上的結果優於陸地、冬季的表現較夏季為佳，尤其對夏季降雨的模擬，不論時間或空間上與觀測資料皆無明顯的相關性。

#### 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. Kornblueh, 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.

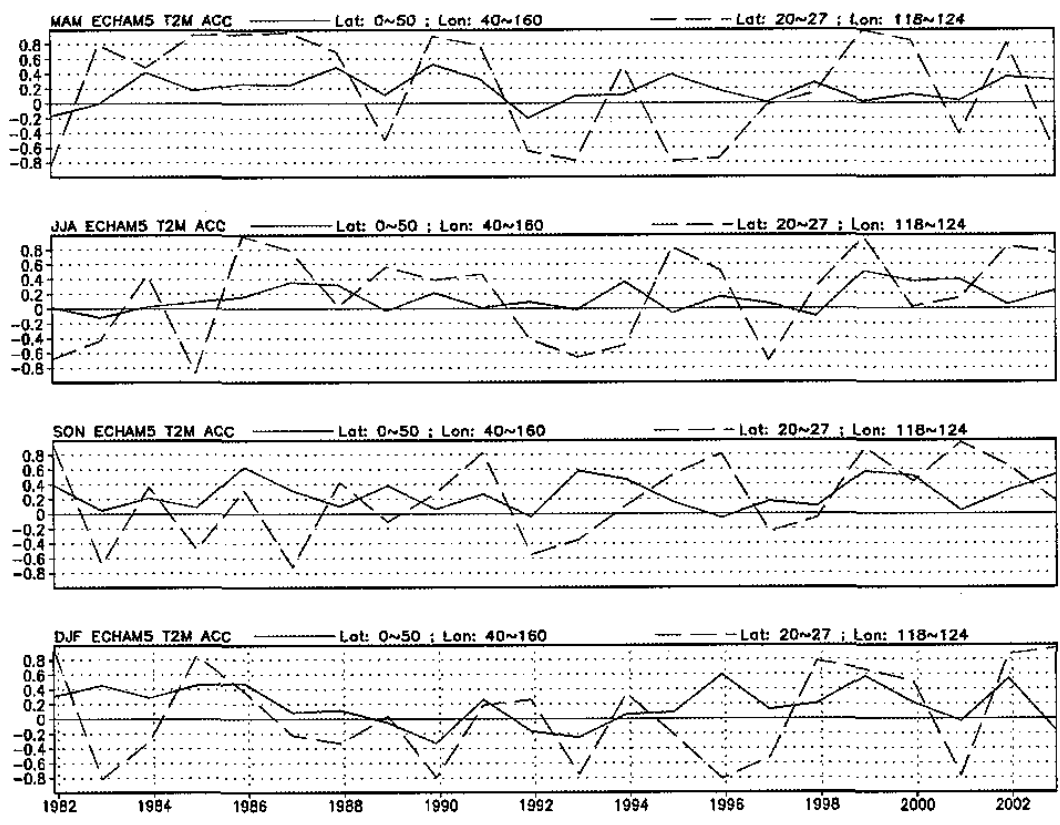


圖 1 1981-2002 年各季節東亞地區(40-160E,0-50N,實線)及台灣鄰近地區(118-124E,20-27N,虛線) 2 米溫度距平的 Anomaly Correlation Coefficient

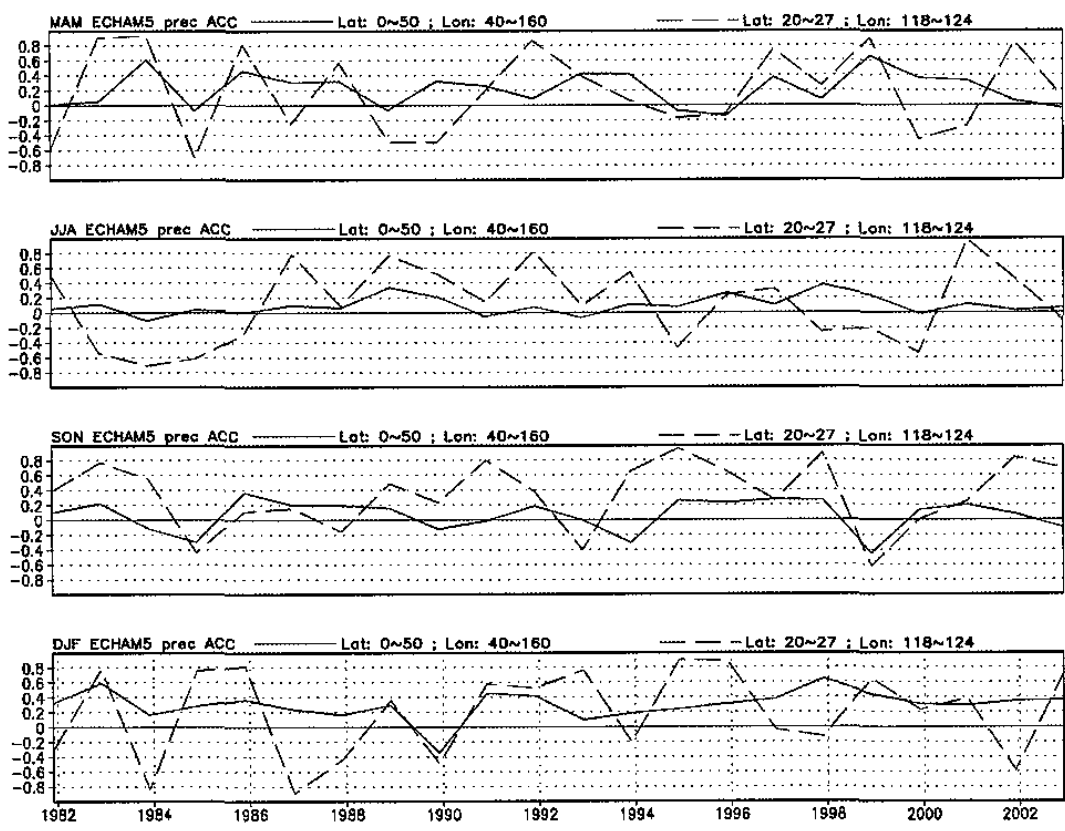


圖 2 1981-2002 年各季節東亞地區(40-160E,0-50N,實線)及台灣鄰近地區(118-124E,20-27N,虛線) 降雨量距平的 Anomaly Correlation Coefficient

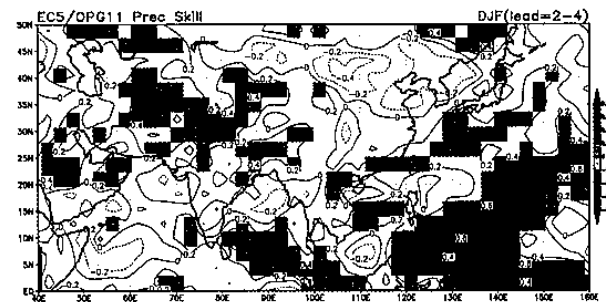
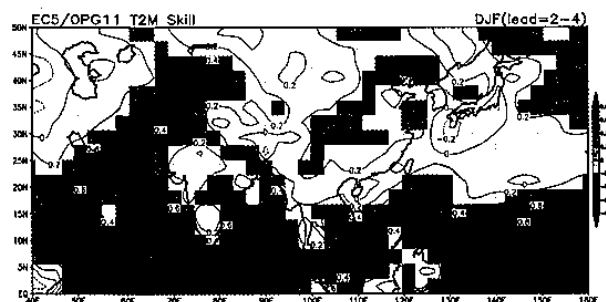
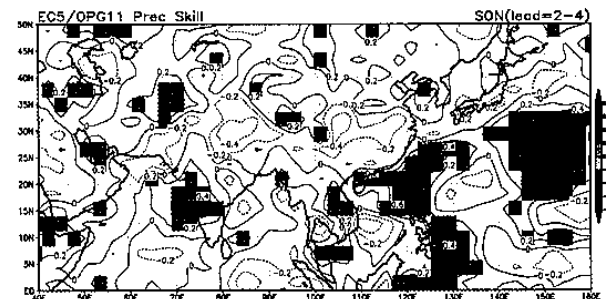
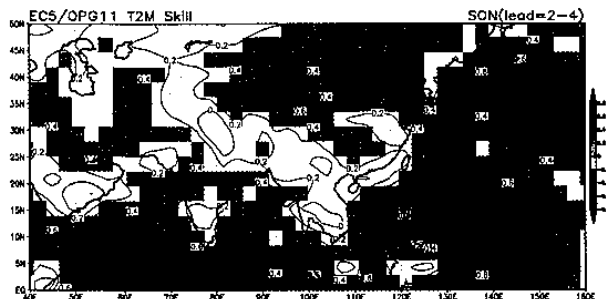
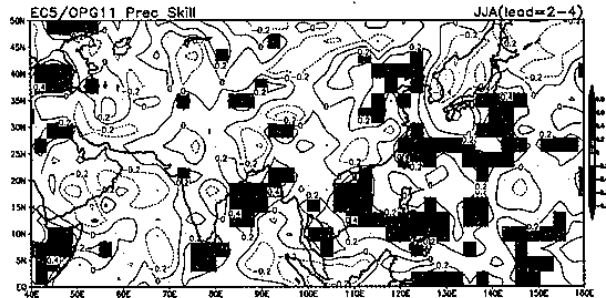
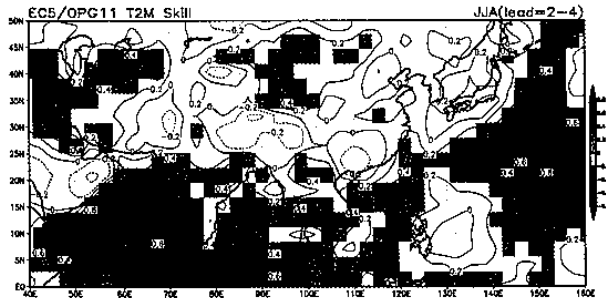
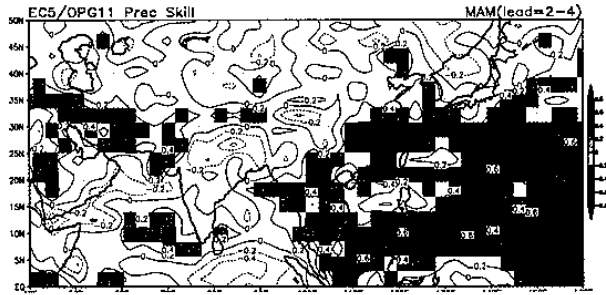
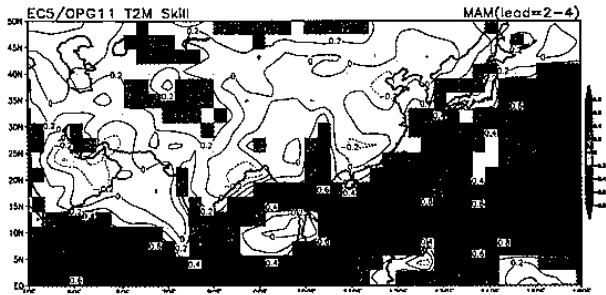


圖 3 1981-2002 年各季節東亞地區 2 米溫度距平的 SKILL，表示模式與觀測場在時間上的相關性，有顏色的區域表示 90% 以上的可信基準(confidence level)。

圖 4 1981-2002 年各季節東亞地區降雨量距平的 SKILL，表示模式與觀測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(confidence level)。