

ECHAM4 模式東亞地區之可預報度

朱容練 陳正達

國立台灣師範大學地球科學所

摘要

本文利用 ECHAM4 模式，以 AMIP II 之海表面溫度場為邊界條件所模擬之 10 組模式輸出資料，針對聖嬰年、反聖嬰年以及正常年時，模式於東亞地區之可預報度進行分析。由 1955 年 12 月 ~ 2000 年 2 月之模式月平均降水資料分析結果顯示，聖嬰年時，模式之訊號分佈主要集中在赤道低緯度的洋面上，而其雜訊則分佈於南海一帶。反聖嬰年時，同樣是在赤道低緯洋面上有訊號出現，惟其中心較聖嬰年時偏東，而雜訊之產生位置，則較聖嬰年時略偏低緯。至於正常年則是訊號微弱，而雜訊強度較強。

整體而言，東亞地區，高訊號值與低雜訊值是模式在 ENSO 年的表現，並於 ENSO 年之冬春時期有較高之可預報度，正常年則可預報度相對較低。而南海地區於夏秋之際，不論 ENSO 年或正常年皆存在一明顯雜訊極值中心。台灣及其鄰近地區主要介於無訊號和具可預報度之間，惟聖嬰年時，則有較高之可預報度出現。

一、前言

初始條件與邊界條件可說是影響模式對於大氣可預報度之二大重要因素。一個天氣系統產生，所導致大氣的立即反應，最多影響到未來 5~10 天的大氣狀況 (L. Goddard et. al. 2000)。因此對於中尺度預報系統而言，其預報能力受初始場的影響遠大於邊界條件的影響。相對於中尺度預報系統，在氣候模式中，因為受限於大氣系統本身對於擾動訊號的記憶只有 10 天左右的緣故，初始場所造成之影響力，則相形較弱 (Brankovic et al., 1990; Barnett, 1995)。反倒是邊界條件，因具有長週期變化，使得大氣之預報得以延長數個季節之久 (Charney and Shukla, 1981)。

在邊界條件方面，一般可分為海表面邊界與陸地邊界。陸一氣間之交

互作用是一門新興的研究課題。長久以來的研究，大多集中在海一氣之間的交互作用。對全球大氣環流模式 (Atmospheric general circulation model, 簡稱 AGCM) 而言，其驅動力主要來自邊界的海洋表面溫度場 (Sea surface temperature, 簡稱 SST)，而海表面溫度場之變化當中，ENSO 佔有極其重要之角色，大氣之降水分佈，往往因為 ENSO 事件的發生而有所改變 (Kiladis and Diaz, 1989)。

有鑑於此，本文將分析 ENSO 期間與非 ENSO 期間，模式中，東亞地區降水之可預報度分佈情形。以其能初步了解模式對於東亞地區降水之掌握能力。第一部份為前言，第二部份為資料與分析方法，第三部份為結果討論，最後則是結論。

二、資料與分析方法

本次研究所採用之資料為 ECHAM4 模式以 AMIP2 所提供之 SST 作為邊界場進行長週期的模擬，依據不同的初始場而有 10 個模擬系集，時間長度為 1956 年 1 月-1999 年 12 月之月平均降水場，進行可預報度分析。其中，每個網格 Signal 與 Noise 之定義分別為：

$$\overline{X}_{\alpha} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} X_{i\alpha}$$
$$\overline{Y}_{\alpha} = \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} (X_{i\alpha} - \overline{X}_{\alpha})^2$$

Signal 為 $(\overline{X}_{\alpha}^2)^{1/2}$ ，Noise 則為

$(\overline{Y}_{\alpha}^2)^{1/2}$ 。其中 α 為時間， i 為系集個

數。詳細說明可參考 (Kumar 1998)。選取五個聖嬰年分別為 1957, 1958; 1972, 1973; 1982, 1983; 1991, 1992 和 1997, 1998。五個反聖嬰年：1970, 1971; 1974, 1975; 1975, 1976; 1988, 1989 和 1998, 1999。扣除 ENSO 年，其餘年份則定義為正常年。計算聖嬰年、反聖嬰年與正常年之 Signal 與 Noise 並比較之。

三、結果討論

圖一為聖嬰年期間可預報度之季節變化，由圖可知，聖嬰發展之初，東亞地區之 Signal 微弱，集中於赤道低緯地區，而 Noise 則是以南海為主，往東延伸至西太平洋。當聖嬰發展至成熟期 (ONDJ(0/1) 和 FMAM(1)) 時，Noise 明顯減弱，並且集中於赤道低緯度地區，而 Signal 則是分佈於西太平

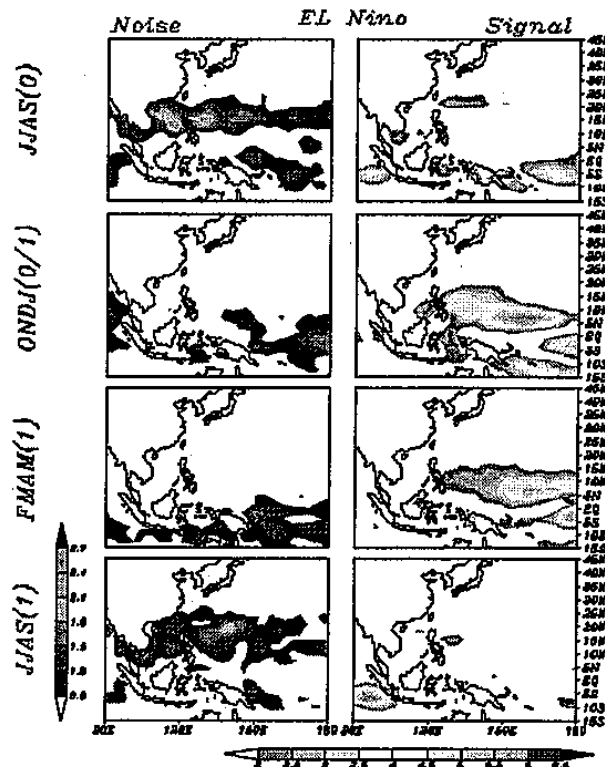
洋之上。待至聖嬰發展之末，Signal 微弱，而 Noise 則再度北移至南海及西太平洋。圖二則為反聖嬰年之可預報度季節變化。其可預報度之季節變化，大致與聖嬰發生時，有相同之演變，惟 Signal 高值區較聖嬰年略偏東。圖三則為正常年可預報度之季節變化，如圖顯示，正常年時，不論 Signal 或者是 Noise，其值均較 ENSO 年時弱，至於 ONDJ(0/1) 和 FMAM(1) 時期，其 Noise 之分佈較廣，Signal 則是集中在西太平洋。圖四為聖嬰年與反聖嬰年可預報度之比較，結果顯示，在 ENSO 成熟期，東亞地區，降水可預報度較其他時期為高，而且反聖嬰年之最高可預報度地區主要則是以較偏東之海面上為主，而聖嬰年之最高可預報度則是出現在離陸地較近的地區，至於成熟期以外的時間，ENSO 期間之可預報度均不高。

四、結論

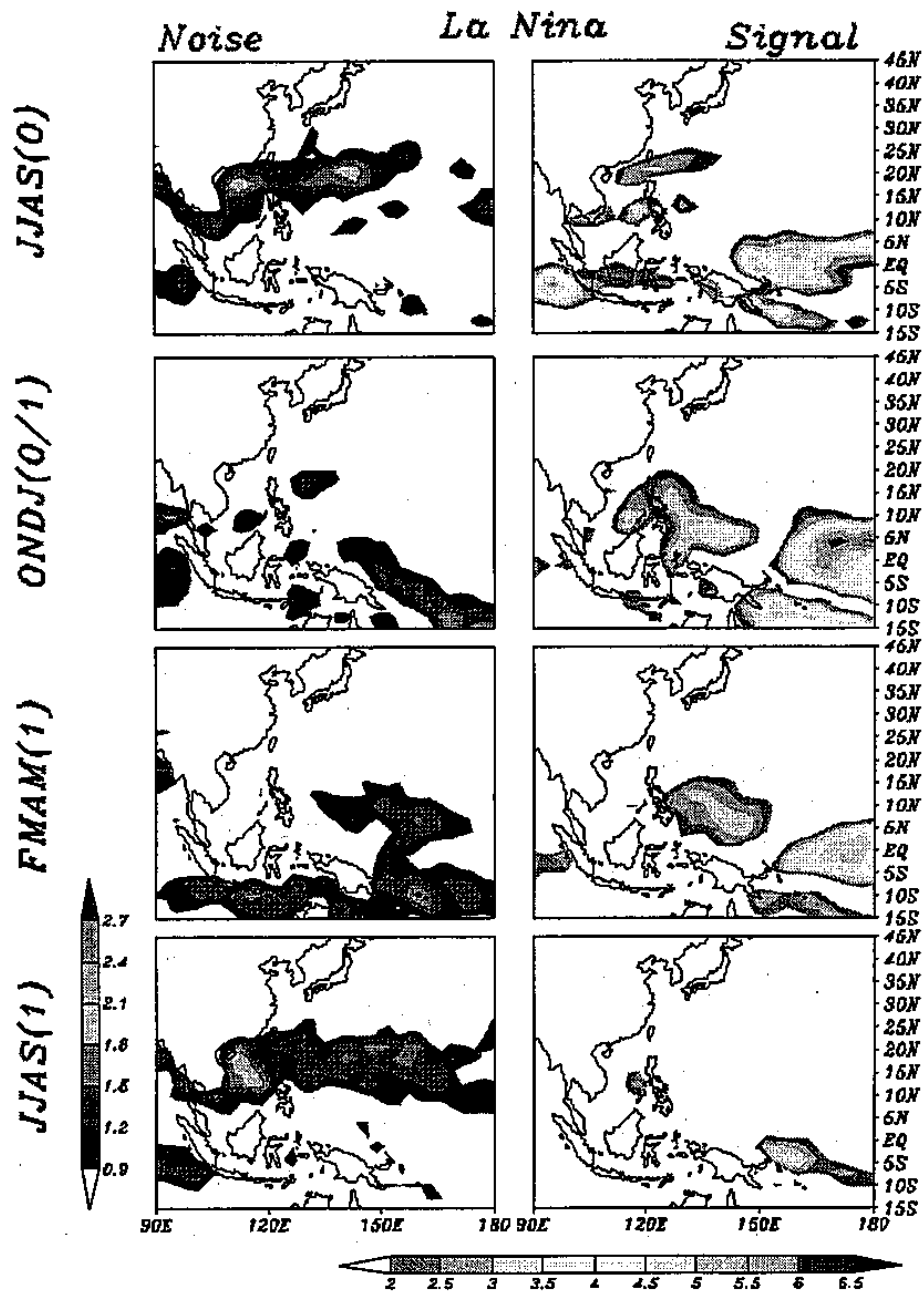
由以上的分析，吾人可知，ENSO 期間，東亞地區相對高 Signal 之地區，其 Noise 則是相對較低，而正常年則是在相對低 Signal 地區有相對高 Noise 值。其次是當 ENSO 處於成熟階段時，模式對於東亞地區有較高之可預報度，然而從分析資料顯示，台灣附近地區，不論 Signal 或是 Noise 均相當微弱，顯示該區之可預報度不高。最後，從 ENSO 年與正常年的比較發現，ENSO 發生時有較高之可預報度出現，而正常年時則是較低。由此推測模式對於邊界條件的反應極為明顯，更突顯出模擬時，邊界條件對於模式可預報度之重要影響。

五、參考文獻

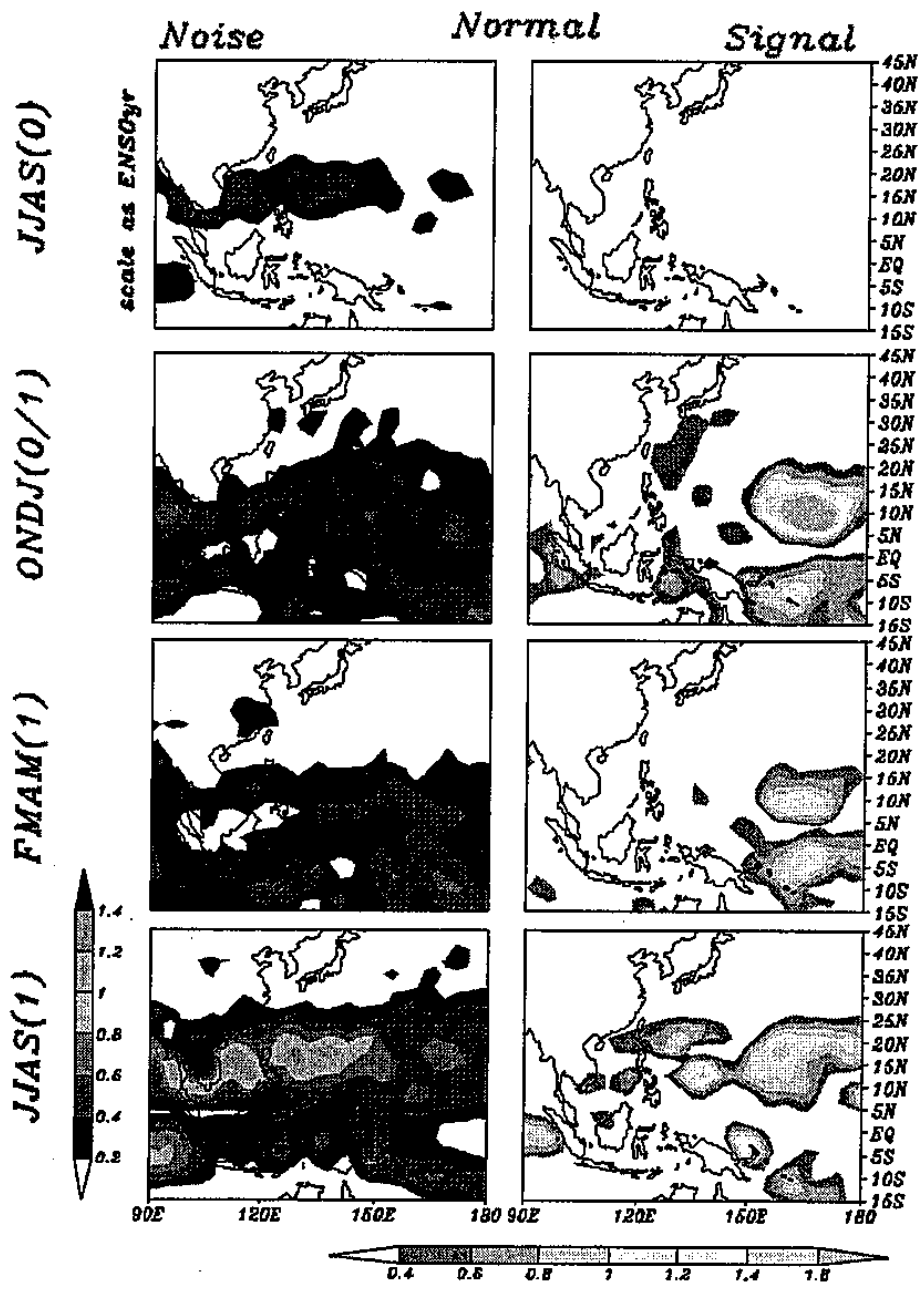
- Barnett, T.P., 1995: Monte Carlo climate forecasting. *J. Climate*, 8, 1005-1022.
- Brankovic, C., Molteni, F., Tibaldi, S., and Cubasch, U., 1990. : Extended-range predictions with the ECMWF models : Time-lagged ensemble forecasting, *Q. J. Roy. Meteor. Soc.*, 116, 867-912.
- Charney, J.G. and Shukla, J., 1981 : . *Monsoon Dynamics*, Cambridge University Press, New York, 99-109.
- Goddard, L., Mason, S.J., Zebiak, S.E., Ropelewski, C.F., Basher, R. and Cane, M.A. 2000 : Current Approaches to Seasonal to Interannual Climate Predictions. *IRI Technical Reports* 00-01.
- Kiladis, G. N., and Diaz, H. F., 1989. : Global climatic anomalies associated with extremes extremes in the Southern Oscillation, *J. Climate*, 12, 1854-1992.
- Kumar ,A. and Martin P. Hoerling, 1998 : Annual cycle of Pacific-North American seasonal predictability associated with different phases of ENSO. *J. Climate*, 11, 3295-3308.



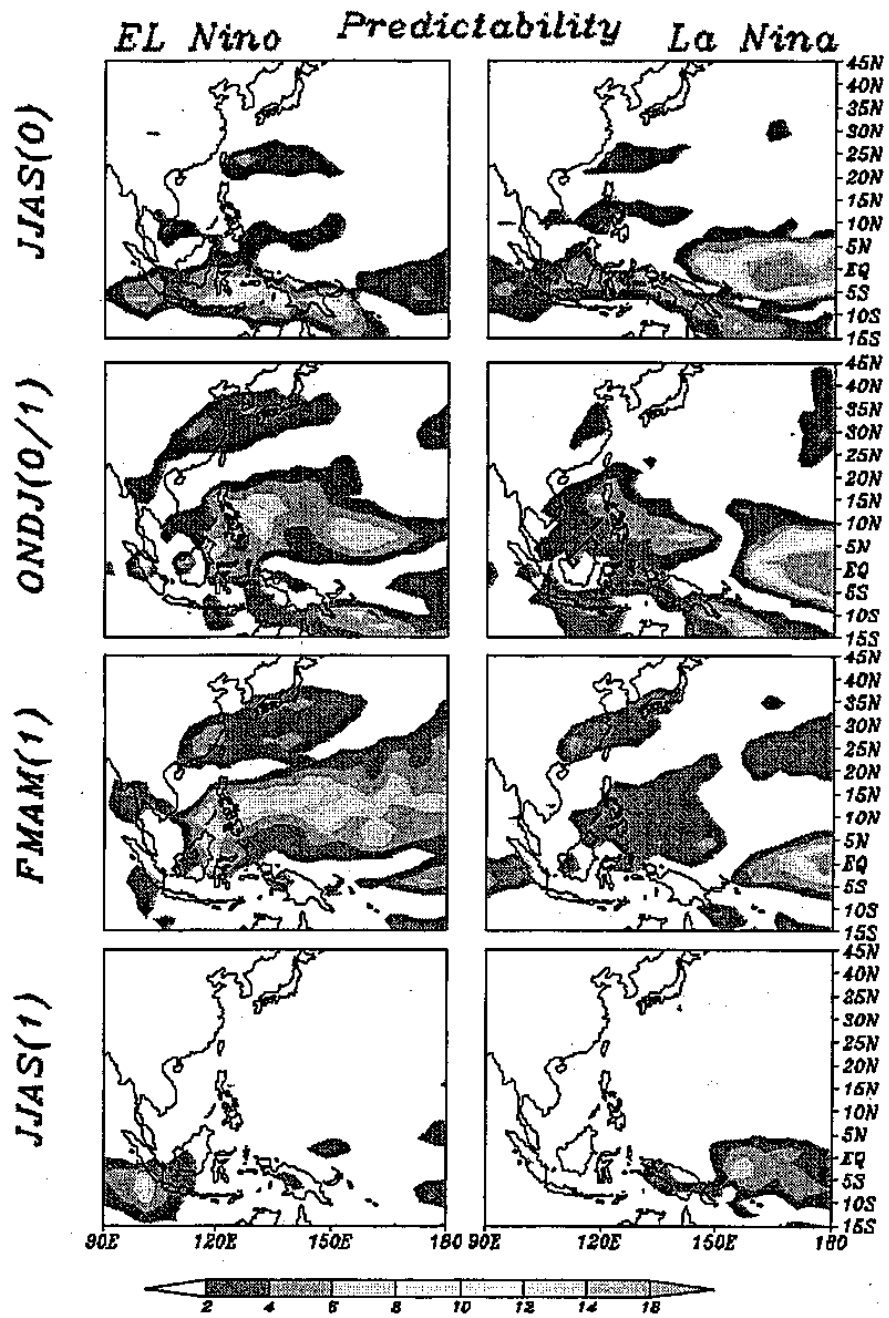
圖一 聖嬰期間東亞地區降水之可預報度



圖二 反聖嬰年東亞地區降水之可預報度



圖三 正常年東亞地區降水之可預報度



圖四 聖嬰年與反聖嬰年可預報度之比較 (Signal/Noise)