

第二章 模式資料簡介

大氣環流模式(Atmospheric General Circulation Model , AGCM) 中的季節系集(ensemble)預報資料，已經廣泛的被世界各地的科學家用來發展成季節預報的工具，為了解季節可預報度的特性，所以此次研究中使用四個不同模式的預報資料來探討模式的預報度的特性，這四個模式分別是德國馬克斯普朗克 ECHAM4 氣候模式、CWB(中央氣象局模式)模式、美國 GFDL(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory)新一代的大氣海洋耦合模式及美國 NCEP(National Centers for Environmental Prediction)GSM 模式，這幾個模式的資料介紹如下：

2-1 ECHAM4 模式

ECHAM4 模式為德國馬克斯-普朗克氣象研究所(Max Plank Institute)根據歐洲中長期預報中心(ECMWF)的天氣模式為基礎，調整數值方法後使模式用於氣候預報(Roeckner et al., 1996)，ECHAM4 模式是 AMIP2 實驗中(Gates et al., 1998)所採用的大氣環流模式 (AGCM)之一，模式中的邊界條件採用實際觀測的海表面溫度和海冰資料(AMIP 計畫, Gates, 1992), 在這 10 個 ensemble members 所用的初始條件為 ECMWF 資料中 11 月 26-30 日間每天 00Z 和 12Z 的大氣及地表狀況；平均地表高度及陸地海洋形狀由美國海軍高解析度資料計算

而得；海面的粗糙長度使用由 Miller et al.(1992)調整過後的 Charnock 方程式，海冰粗糙長度為 0.01 公尺，地面粗糙長度隨植被及地形而變，網格點區植被資料使用 Sellars(1985)資料。

此次研究中採用 Model version 4.6, 在空間表現方面，水平空間解析度為 T42，換算為經緯度大約是 2.8x2.8 度，全球共有 128x64 個網格點。垂直方向採用 19 層的 Sigma 與壓力混合座標系統，由地面向上延伸到 10hpa 的高度，在 800hpa 以下共有五層，高於 200hpa 有 7 層 (Roeckner et al., 1996)，時間積分採半隱式(semi-implicit time integration scheme)，動力和物理過程的時間間距為 24 分鐘，但輻射量的間距為 2 小時。預報的變數包括渦度場、輻散場、氣壓場、溫度場、水氣與水滴混合比等等。為了考慮水汽和雲中水滴的輸送，模式中採用半-拉格朗奇(semi-Lagrangian)的方式

2-2 CWB 模式

CWB 模式為中央氣象局發展的第二代全球預報系統中所使用的全球模式(Liou et al., 1997)，此模式為原始方程模式(Primitive Equation Model)，垂直方向採 Arakawa and Suarez(1983)發展的垂直差分方法，水平方向採波譜法(Orszag, 1970)，在時間積分上使用半隱式(semi-implicit)方法。模式的輻射參數化採用 Harshvardhan et al. (1987)的方法，雲量採用類似 Slingo(1987)的診斷方法，積

雲參數化方面採用 Moothi and Suarez(1992)發展簡化 Arakawa and Schubert(1974)積雲參數化模式。垂直向座標採 Sigma 座標共 18 層，水平向解析度採用 T42，換算為經緯度大約是 2.8×2.8 度，共有 128×64 個網格點，時間積分間隔為 900 秒，輻射參數化的計算為每 3 小時一次。模式初始場為 1995 年 1 月 15 日 1200UTC 的觀測場，所使用的海面溫度及海冰為 AMIP 計畫之月平均氣候平均值(1979-1988)。其他的物理過程和模式資料在胡等(2002)有詳細的介紹。

2-3 GFDL 模式

在本篇研究中分別使用兩個 Geophysical Fluid Dynamics Laboratory(GFDL)所發展出來的大氣環流模式(AGCM)分別介紹如下：

GFDL-CTRL 及 CTRL-MLM 模擬：

這二個模擬採用 GFDL 大氣環流模式，此模式是全球波譜的原始方程模式，解析度為水平約 2.25° 緯度 \times 3.75° 經度，垂直方面採 Sigma 座標共 14 層(從 0.9967 到 0.015)，相對溼度使用雲預測 scheme 和溼度對流修正(Manabe et al., 1965)，關於模式的物理過程在 Manabe and Hahn (1981)，Lau (1981)，和 Gordon and Stern (1982)有詳細的說明，許多有關這個模式的氣候特性和對亞洲、澳洲夏季季風年際變化的模擬能力在 Alexander and Scott (1997)。Lau and Nath (2000)都有詳細的描述。在此本研究中設計二個不同海溫的實驗，以

探討海氣交互作用在 AGCM 模擬中對可預報度的影響，在 MLM 實驗和 CTRL 實驗中在東赤道太平洋(15°S-15°N, 172°E-南美洲海岸)中使用觀測的 SST，不同的是模式在這個區域外海洋的處理，在 MLM 實驗中在赤道太平洋外面的自由冰面海洋使用一個海洋混合層模式總共有 16 個 MLM 模擬，在海面上耦合到每一個 AGCM 的格點。而 CTRL 模擬所使用的 SST 是從 MLM 模擬中結果的長期平均，共 8 個模擬個數，以研究海氣交互作用下的模式對氣候預報的反應，模式詳細的敘述可以參考 Gordon and Stern(1982)和 Broccoli and Manabe(1992)，其他模式的相關研究與說明可參考 Alexander and Scott(1995)、Collins et al. (2001)和 Alexander et al. (2002)。MLM 模擬中所使用的海洋模式由模式頂端開放的海洋面向下延伸到 1000m 共有 31 層，其中有 15 層在上面 100m，這個模式和耦合過程可參考 Alexander et al. (2000, 2002)。

GFDL-ARC 模擬：

除了上述 GFDL R30 氣候模式外，此研究也運用來自 GFDL 新一代的大氣環流模式(The GFDL Global Atmospheric Model Development Team:., 2004)，其中包括大氣模式 AM2 和陸地模式 LM2 作為研究氣候之用，水平格點採 Arakawa B grid (Arakawa and Lamb, 1977)，水平解析度為 2°緯度×2.5°經度，垂直方面採 Sigma 座標共 24 層，模

式垂直向的最底層在地表面上 30m，在地表面以上 1.5km 內有 9 層，最上層大約在 3hpa；陸地模式 LM2 則是由 Land Dynamics (Lad) 模式發展而來的在 Milly and Shmakin (2002) 有詳細的描述，此模式是一個大氣和陸地的耦合模式，在本篇研究中使用的資料積分長度為 1951 年一月到 2000 年十二月共 10 個系集模擬個數(runs)。對於這個模式的物理過程和對 SST 模擬的評估在 The GFDL Global Atmospheric Model Development Team: (2004) 有詳細的描述。

2-4 NCEP 模式

NCEP 模式由 National Centers for Environmental Prediction (NCEP) 所發展出來的全球波譜模式(Global Spectral Model, GSM)，此模式使用波譜轉換方式來解析大氣原始方程系統在渦度、輻散、虛溫、比濕等參數，水平向解析度採用 T42，換算為經緯度大約是 2.8×2.8 度，全球共有 128×64 個網格點，垂直向座標採 Sigma 座標共 28 層，GSM 是由 NCEP 中期預報模式(Medium Range Forecast model, MRF) 發展而來，積雲參數化方面採用 Moothi and Suarez(1992)，長波輻射的計算採用 Chou and Suarez(1994)；Chou et al.(1999) 的方法，對流和層狀雲的輻射效應使用 Slingo and Slingo(1991) 的方程式來參數化，模式更多的細節可以參考下列論文：Kanamitsu et al.(1991)；Caplan et al.(1997)；Kalnay et al.(1999)。