

中央氣象局一步法海氣偶合氣候預報模式之 30 年 AMIP 積分測試以及大氣通量修正

劉邦彥¹ 林沛練² 莊漢明³

- 1：國立中央大學 大氣物理研究所 及 中央氣象局氣象科技研究中心
- 2：國立中央大學 大氣物理研究所
- 3：美國 NCEP/EMC

摘要

針對新一代的一步法海氣偶合氣候模式(CWB 1-tier CFS)之大氣部份進行 30 年之 AMIP type 積分實驗，並與 NCEP CFS 30 年 AMIP type 積分之結果進行比較，以了解兩者大氣模式針對相同海溫條件下，長時間積分之大氣通量差異。

NCEP CFS 為一成熟之海氣偶合模式，其大氣模式與海洋模式(MOM3)之間相互偶合的效果相當良好，意味著 MOM3 海洋模式對 NCEP CFS 大氣模式所供應之大氣通量能有良好且正常之反應，以至於能模擬出較合理之海溫資訊反應回大氣中。而未來 CWB 1-tier CFS 之大氣模式也將與 MOM3 進行偶合之動作，所以必須針對大氣通量之部分進行比較分析，以了解 CWB 1-tier CFS 之大氣模式是否能提供正確資訊給予 MOM3 海洋模式。而大氣通量之比較結果發現兩者大氣模式之間仍有明顯的差異存在，我們便針對此差異提出統計之修正方法，藉由以 NCEP CFS 30 年 AMIP type 積分之結果作為依據，來產生出月平均氣候場之修正係數，並對此修正係數進行實際的測試，以了解修正係數之方式是否能達到修正大氣通量之預期效果。

一、前言

於去年期末報告中已分析過去年 CWB GFS AMIP type 30 年積分之結果，其中結果顯示仍有相當多之問題仍須改善。今年上半年，我們嘗試逐一排除造成積分結果不合理之原因，並再重新進行一次 AMIP type 30 年積分，且獲得到明顯的積分結果改善。未來將會把 CWB GFS 大氣模式嵌入 NCEP CFS 中，取代原有之 NCEP GFS 大氣模式，而成為中央氣象局新一代的 CWB 1-tier CFS 模式，並開始進行 CMIP type 之積分測試。

在進行 CMIP type 積分之前，我們必須得

了解到 CWB GFS 是否能提供合理的大氣通量資訊給 MOM3，若是有所偏差則必須進行修正之動作，而 NCEP CFS 為一發展成熟之氣候模式，便建議以 NCEP CFS AMIP 之結果作為大氣通量之修正標準，作為 CWB 1-tier CFS AMIP 積分結果之修正目標，而這樣做的目的是為了將來 CWB 1-tier CFS 之大氣模式與海洋模式 MOM3 進行偶合作用時，其所輸出至 MOM3 的大氣通量會相當接近 NCEP CFS 大氣模式所輸出的，使得 MOM3 能得到較良好的海洋上邊界資訊，近而在海氣交互作用時，能反向提供給大氣模式較為合理且良好的海洋資訊。當然若改正物理參數能良好的修正大

氣通量之結果，修正係數之方式則是無須被使用。今年上半年，我們不僅針對模式進行改正之動作，亦同時建立了修正係數之程序，並對此修正係數進行實際的測試，以了解修正係數之方式是否能達到預期的效果。

二、 CWB GFS 與 NCEP GFS 通量差異比較

於潛熱通量季平均氣候場(圖一)之比較可以看到，CWB GFS 於洋面上之地表潛熱釋放明顯高於 NCEP GFS 以及 RA-2 之結果，且偏強之區域隨著季節轉變而變動，冬、春兩季偏強之區域偏北太平洋地區，而夏、秋兩季則於南太平洋、印度洋以及南大西洋地區有較多的潛熱釋放。經由以上敘述我們發現，CWB GFS 位於 ITCZ 附近之潛熱通量偏強，也意味著較多的水氣蒸散至大氣中，這樣的情況可能會對於 ITCZ 與 SPCZ 的降水造成過強的影響。

利用 SRB 淨地表短波輻射之季平均氣候場與模式(圖二)進行比較，發現於熱帶洋面附近 CWB GFS 只有零星呈現偏高之短波分佈，而至副熱帶之區域則都是呈現比觀測場偏低的情形。另外北半球之夏季明顯出現中高緯度之地區有偏強之短波入射，而當南半球季入夏季時，中高緯度的地區同樣也偏高的分佈。此外利用 TRMM 衛星的觀測雨量季平均氣候場(圖三)資料來進行比對，對應潛熱通量(圖一)的分析，可以看到 CWB GFS 於 ITCZ 以及 SPCZ 一帶之降水都是呈現明顯偏強的情形，另外印度洋以及中美洲一帶的降水也是有明顯的偏強情形。

由 850hPa 緯向風場之變異量(圖四)看起來，可以發現 CWB GFS 在印度洋、東太平洋、北太平洋、北大西洋以及中美洲一帶有明顯較強之變異量存在，而這些較強的變異量與降水量(圖三)之明顯偏強區域則是相互對應到，可

以理解在模式中上述的區域是存在著較頻繁的動量擾動，進而造成較多的降水。潛熱通量之變異量(圖五)可以看到，整體看來 CWB GFS 之結果與 NCEP RA-2 和 NCEP GFS 分佈一致，但細部來看仍有些明顯偏多的變異量存在，比方說位於 ITCZ 以及 SPCZ 附近之位置，其變異量明顯高於 RA-2 之結果，對照先前所看的降水(圖三)以及地表潛熱通量(圖一)之季平均氣候場，相同的在 ITCZ 以及 SPCZ 附近也存在著較強的降水與潛熱通量，意味著在 CWB GFS 中，這些區域之降水與水氣蒸發之間的變化差異是相當大。淨地表短波輻射之變異量(圖六)分析，可以看到 CWB GFS 之中高緯度之地區有明顯的偏高變異量存在，對照圖十之地表淨短波輻射季平均氣候場之比較，則不難理解模式對於中高緯度地區雲之掌握仍然不足，雲量可能呈現過少或是過薄，進而使得過多之太陽短波輻射進入到地表，造成中高緯度之地表淨短波輻射變異量明顯偏高，這也是模式仍需改善之處。

三、 修正係數法之建立

修正係數的建立主要是先取得 NCEP CFS AMIP 每個格點上每個月的月平均氣候場，在除上 CWB GFS AMIP 每個格點上每個月的月平均氣候場，而得到我們所需要的修正係數，其公式我們表示如下：

$$\mu = \frac{A_{ncep}^{cli}}{A_{cwb}^{cli}}$$

利用上述的公式，我們便利用以下的簡單公式將 CWB 之大氣通量結果進行修正的動作：

$$A_c = \mu A$$

除此之外，我們找出 NCEP CFS AMIP 1979 至 2007 年之模擬結果，每個格點上月平

均場之最大最小值，並將之建立成參考資訊檔，其作用在於當通量值被經過修正後，可能因為資料的特性關係而造成過大或過小之分布，比方說，降水通量的部份，因降水並非處處都有降水資訊，可能 CWB 之結果在某一格點上有較多的降水通量，但 NCEP 之結果則是很微小的降水通量，因此可能會造成通量修正係數過小的情形發生，相反的，也可能會造成修正係數過大的情形。利用最大最小值範圍的參考資訊，我們可以把過強或是過小的修正值經過判斷，再把他修正至參考的範圍內。

我們將採用這些最大最小值的資訊，針對經過係數修正後之 CWB 1-tier CFS AMIP 之通量積分結果進行再次的改進。最大最小值之修正公式如下表示：

$$A_c = \min(\max(A_c, \min val_{ncep}), \max val_{ncep})$$

我們期望可以利用此公式，使得將來 CWB 的結果經過修正後，可以更接近 NCEP 的輸出結果。於是我們嘗試利用 AMIP 積分 30 年中，1979 至 2007 年間之資料來產生我們所需的修正係數，並將此修正係數用在 CWB GFS AMIP 積分於 2008 年的大氣通量上。也就是利用過去的資料來產生出修正係數，並且使用在未來之預報上之測試。

四、修正係數法之應用

我們利用上述之方法，針對修正係數之方法進行測試，以了解其對大氣通量修正之貢獻程度。首先我們可以比較修正前 CWB 與 NCEP AMIP 於 2008 年，淨地表短波輻射月平均之差異(圖七)，可以發現 CWB 相較於 NCEP AMIP 之結果在陸地上的淨地表短波輻射明顯偏強，而海面上偏弱，且地表偏強的區域也隨著至照位置偏北或是偏南。CWB AMIP

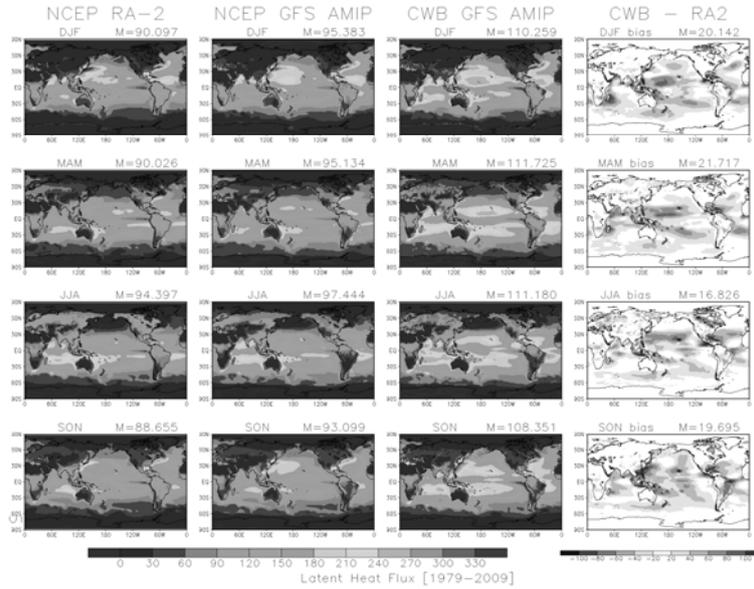
之資料經過修正後，同樣是與 NCEP AMIP 於 2008 年的月平均場進行比較(圖八)，可以明顯發現，陸地上偏強的部分有明顯的修正，而海面上雖然還是有零星的差異，但相較於修正前是呈現整體弱的情形比較起來，已經有微幅的修正。同樣的狀況下，我們針對降水通量來看，修正前與 NCEP 之差異(圖九)可以看到，ITCZ 的位置 CWB 的降水通量明顯的高於 NCEP 之結果，而冬季的 SPCZ 亦是有偏強的降水通量產生，另外在中美洲的南方海域則可以看到很明顯長時間降水通量偏強的現象。經過修正係數修正後之結果(圖十)，CWB 對於 ITCZ 以及冬季 SPCZ 還有中美洲南方降水通量偏強的情形都有稍稍的改善，雖然 CWB 修正過後之結果比起 NCEP 還是有偏強的情形，但是偏強的程度有減弱許多。而緯向風場的部份，修正前的結果(圖十一)，很明顯的冬季在北半球以及夏季在南半球的中緯度地區都有很大的差異存在，而經過修正後(圖十二)，其差異強度有略為減弱，但修正前後其差異性的分布並沒有太大的改變，可能意味著修正係數對於緯向動量通量並不會有太大的修正，同樣的也不會造成太大的改變。

五、結論

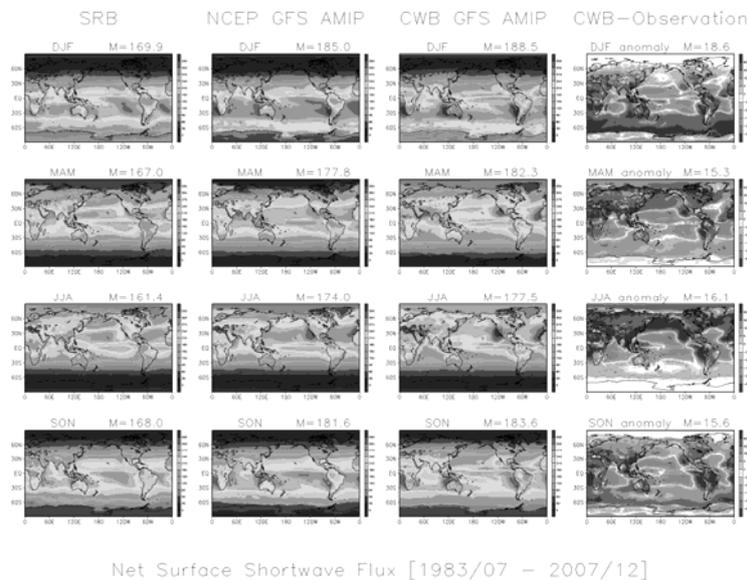
前面所敘述的輻射以及熱通量部分，可以看得出來其修正係數可以達到一定的改善效果，尤其是對於陸地上差異的部份有很大的修正效果，可以看出来這是 CWB 與 NCEP 之間所存在的常態性差異，而降水通量與緯向動量通量的部份，因資料的特性關係，並沒有太大幅度的修正，降水通量部分很可能因為本身 CWB 與 NCEP 之間雨帶位置的差異，也會造成修正結果不盡理想的問題存在。另外動量通量的部份，同樣也並未有太大幅度的修正，但也並沒有對 CWB 本身之結果造成太大的改變，

整體來說，修正係數的方式對於CWB大氣通量的修正是個相當可行的方式，而運用此方法時，也不見得每個通量都需要被修正(例如：降水通量以及動量通量)，這些通量縱使未進行修正，也並不會對結果造成太大的影響，當然

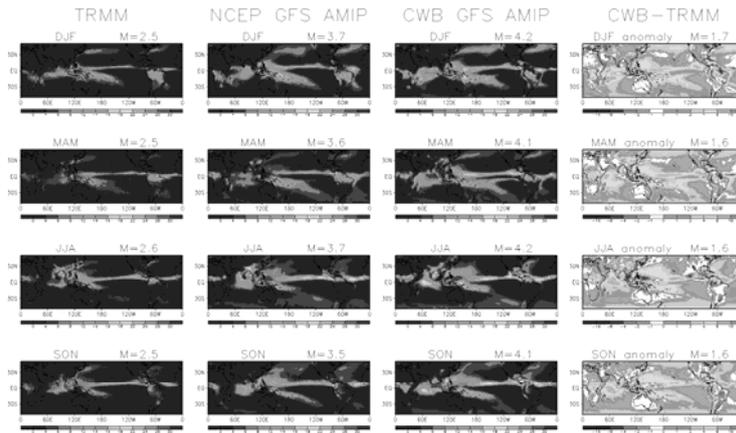
前提是其CWB 1-tier CFS大氣通量數值之量級不能與NCEP CFS之大氣通量量級差距太大。



圖一、由左至右分別為 NCEP RA-2、NCEP GFS 與 CWB GFS 各季潛熱通量場之氣候場，最右側則為 CWB GFS 與 NCEP RA-2 之差異。氣候資料統計時間為 1979 至 2008 年。



圖二、由左至右分別為 SRB 衛星觀測、NCEP GFS 與 CWB GFS 各季在地表淨短波輻射通量之氣候場，最右側則為 CWB GFS 與衛星觀測之差異。氣候資料統計時間為 1983 年 7 月至 2007 年 12 月。



Precipitation [1998/01 - 2008/12]

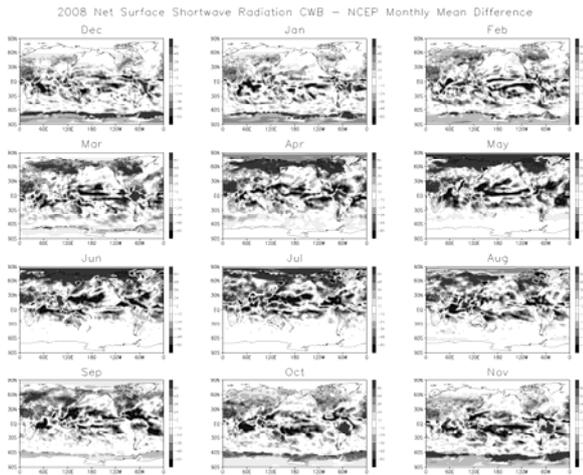
圖三、由左至右分別為 TRMM 衛星觀測、NCEP GFS 與 CWB GFS 各季在降雨之氣候場，最右側則為 CWB GFS 與衛星觀測之差異。氣候資料統計時間為 1998 年 1 月至 2008 年 12 月。



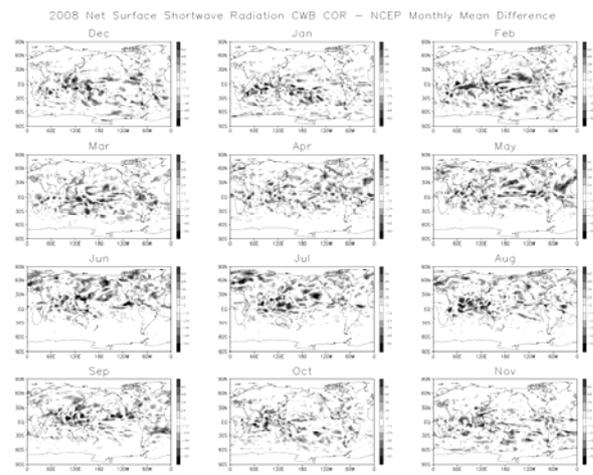
圖四、由上到下分別為 NCEP RA-2、NCEP GFS 與 CWB GFS 之 850hPa 緯向風場變異量。資料統計時間為 1979 至 2008 年。

圖五、由上到下分別為 NCEP RA-2、NCEP GFS 與 CWB GFS 之潛熱通量場變異量。資料統計時間為 1979 至 2008 年。

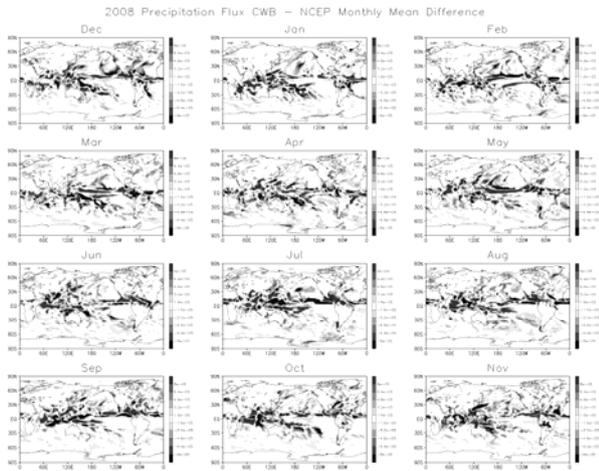
圖六、由上到下分別為 NCEP RA-2、NCEP GFS 與 CWB GFS 之淨地表短波輻射場變異量。氣候資料統計時間為 1979 至 2008 年。



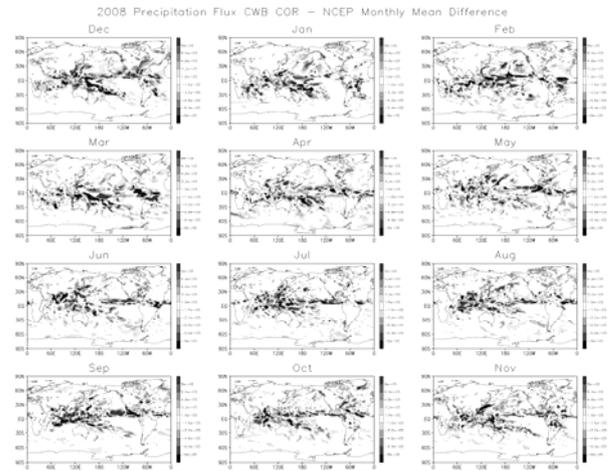
圖七、修正前之 CWB 與 NCEP AMIP 於 2008 年地表短波輻射通量月平均之積分差異。



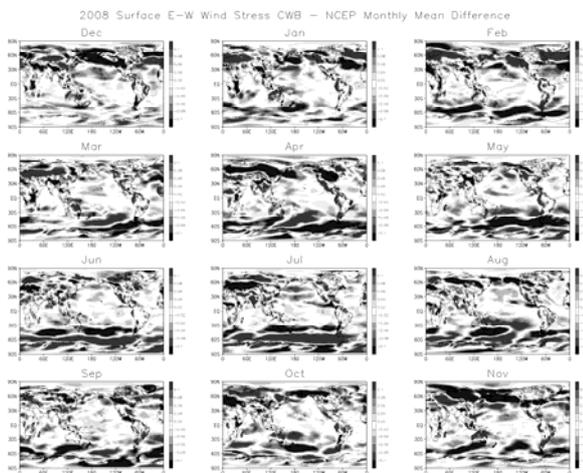
圖八、修正後之 CWB 與 NCEP AMIP 於 2008 年地表短波輻射通量月平均之積分差異。



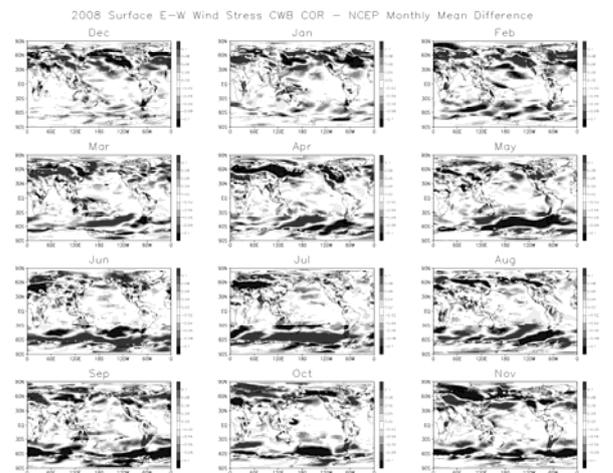
圖九、修正前之 CWB 與 NCEP AMIP 於 2008 年緯向動量通量月平均之積分差異。



圖十、修正後之 CWB 與 NCEP AMIP 於 2008 年緯向動量通量月平均之積分差異。



圖十一、修正前之 CWB 與 NCEP AMIP 於 2008 年緯向動量通量月平均之積分差異。



圖十二、修正後之 CWB 與 NCEP AMIP 於 2008 年緯向動量通量月平均之積分差異。