

CWB CFS1Tv1 模式之MJO預報評估

吳子榆^{1,4} 劉邦彥¹ 陳建河² 莊漢明³ 林沛練⁴
中央氣象局科技研究中心¹ 中央氣象局資訊中心² 美國國家環境預測中心³ 中央大學大氣物理⁴

摘要

將 CWB CFS 1-tier 耦合模式之大氣模式從 T119L40 更新為 T319L60 後，進行參數化測試及海洋模式填陸點方式修正，修正海溫偏低的問題後，又進行了 2017 年 12 月 05 日到 2018 年 01 月 31 日之事後模擬，評估模式對 MJO 的模擬，發現 CWB CFS 1-tier 與 CWB GFS 比較能稍微改善 MJO 事件的模擬，及提高 500 百帕高度場相關距平(Anomaly correlation)和減少 850 百帕溫度場的均方根誤差。

一、前言

關於優化 CWB 1-tier CFS-v1 工作規劃目前進行到第 3 年，於第 1 年完成作業版 CWB 1-tier CFS-v0 大氣模式部分(T319L60)的更換工作，第 2 年將 CWB 1-tier CFS-v0(T319L60+MOM3)升級為 MPMD 架構(Multiple Program - Multiple Data)，即為 CWB 1-tier CFS-v1(後簡稱 CWB1T-v1)，今年第 3 年將進行多個案測試，並評估模式 MJO 預報表現。

二、積雲參數化測試及海洋模式填陸

點方式修正

去年 CWB1T-v1 所使用的積雲參數化為 Tiedtke scheme (1989, 後稱 TDE)，雖然在氣象局過去研究經驗發現 TDE scheme 能對 MJO 有較好的模擬結果，但卻讓 CWB1T-v1 在 NINO3.4 區域模擬海溫於第 54 天後就往下降。目前耦合模式作業版本 CWB 1-tier CFS-v0(T119L60+MOM3, 後簡稱 CWB1T-v0)，使用的積雲參數化為 New Simplified Arakwa-Schubert (NSAS) scheme，因此也將 CWB1T-v1 的積雲參數化改為 NSAS scheme 後進行比較。CWB1T-v1 模擬個案初始時間為 2011 年 11 月 12 日 00 時，CWB1T-v0 初始時間為 2011 年 11 月 11 日 00 時。

圖 1 為模擬 3 個半月的海溫時序圖，紅線為

CWB1T-v1 使用 NSAN scheme，綠線為 CWB1T-v1 使用 TDE scheme，藍線為 CWB1T-v0 版本，而黑線為 NOAA SST，可以發現在 NiNO3.4 區域、南北緯 30 度間(圖 1.a、b) CWB1T-v0 都是較接近觀測的，CWB1T-v1 TDE scheme 在 NiNO3.4 區域比 NOAA SST 大約冷 2-3 度，CWB1T-v1 NSAS scheme 稍微偏暖 0.5 度左右。以發展 CWB1T-v0 使用 NSAS scheme 的經驗而言，已診斷模式可能的問題，調整 NSAS scheme 會比 TDE scheme 較為容易。且不管跟 CWB1T-v0 或者 CWB GEPS 一起比較時，選擇同一種積雲參數化也是比較公平的基準點，因此選擇 NSAS scheme 作為後續實驗測試的方法。

圖 2-(1)為 CWB1T-v1 2011 年 11 月 12 日預報 7 天的海溫平均，而圖 2-(4)為 CWB1T-v1 減掉 NOAA 海溫的偏差值，可以發現在海洋大陸區域有明顯偏低的海溫。檢查後發現 CWB1T 在海洋模式中的海洋大陸區域為一整塊陸地，與大氣模式中海陸格點存在差異。海洋模式在插回大氣模式格點的處理方式是將海洋模式的陸點先用緯度平均填滿，再插分到大氣模式中為海點的格點，因此在海洋大陸區域呈現偏低的狀況。圖 2-(2)則是修改 CWB1T 在海洋模式陸點用緯度平均填滿的方式，先固定 y 方向從 X 方向的左邊做到右邊，如果左邊(i)是海點、右邊(i+1)是陸點，就將右邊的陸點用左邊的海點取代($t(i)=t(i+1)$)，再從 X 方向的右邊到左邊，判斷右邊格點(i)是海點且左邊格點(i-1)為陸點，就將左邊的陸點填成右邊的海點($t(i)=t(i-1)$)，重複做 10

次後，其餘陸點再用緯度平均的值填滿，再插回到大氣模式的海點。從海溫結果以及圖 2-(5)與 NOAA 海溫偏差量，證明此方法能解決在海洋大陸區域海溫偏低的問題。將海洋模式海點插回大氣模式海點有好幾種做法，但此種將海洋模式的陸點先填進海溫的做法，雖然不是最好的方法但卻是較簡單又快速方法。從海溫在不同區域的距平相關性曲線來看(圖 3、圖 4)，修改後的距平相關性的確比修改前變好

四、2017 年 12 月 5 日-2018 年 1 月

31 日之事後預報與 MJO 預報評估

希望能有較長時間且連續的模擬來做診斷分析，又 CWB GEPS 45 天系集預報系統於 2016 年年底上線，為了與 CWB GEPS 45 天系集預報系統比較，且 2017-2018 年的冬天剛好有較強的 MJO 個案發生，因此選擇 2017 年 12 月 5 日-2018 年 1 月 11 日這段時間來進行模擬。我們選擇 CWB GEPS 45 天系集預報系統的控制組(control run)。即為 CWB GFS，比較重點在於一個有偶合海洋模式，一個沒有偶合模式，想知道偶合後有什麼改變。

圖 5-6 分別為 lead1-7、lead8-14、之 OLR 距平場在南北緯 5 度區域平均的結果。在 lead1-7(圖 5)可以看到 2017 年 12 月 11 日到 12 月 24 日、東經 120-180 度東傳的 OLR 距平，CWB1T-v1 比起 CWB GFS 較接近 NCEP OLR 距平場；2018 年 1 月 10 日到 1 月 20 日東傳 OLR 距平，CWB1T-v1 雲高也較近 NCEP。到了 lead8-14(圖 6)OLR 距平場，CWB GFS、CWB1T-v1 的訊號雖然開始減弱，在 2017 年 12 月 11 日到 12 月 24 日東傳訊號和 2018 年 1 月 23 日到 31 日在東經 140-160 度的 OLR 距平，以 CWB1T-v1 較接近 NCEP。

圖 7 為 lead1-7 之雨量距平場，其中 GPCP 在網路上能找的資料只到 2017 年 12 月，所以 2018 年 1 月的距平場是空白的。從 lead1-7(圖 7)的雨量距平場來看，CWB GFS 和 CWB1T-v1 都較接近 GPCP 在 2017 年 12

月 1-18 日、東經 140-160 度和 2017 年 12 月 18-27 日、東經 160-180 度間的雨量距平場。另外 CWB GFS 和 CWB1T-v1 東經 110 度附近的雨量距平都是正負正，明顯的都被切開了，從 GPCP 東經 110 度附近的雨量距平，變化是比較連續的，不確定跟海洋大陸雲高偏低有沒有關係，或者是海陸降雨機制還有改善的空間，可以再進一步測試海洋大陸降雨的部分。

除了看 OLR 距平場和雨量距平場，也從 500 百帕高度場距平相關性和 850 百帕溫度場的均方根誤差進行分析。圖 8 跟 9 是將每個個案預報第 n 天都去計算相關性和均方根誤差，再將每個個案預報第 n 天的結果加總除以總個案數求平均，橫軸便為預報第 1 天到第 45 天的時間序列圖。不管是從 500 百帕高度場距平相關性或者 850 百帕溫度場的均方根誤差，都可以看到 CWB1T-v1 比起原本只有大氣模式的 CWB GFS 是有改善的。代表著只要將全球大氣模式偶合海洋模式能稍微改善全球模式的結果。

五、結論及未來工作

經過積雲參數化測試，將 TDE scheme 換成 NSAS scheme 確實可以改善 NINO3.4 海溫偏低 2-3 度，但改成 NSAS scheme 後在 NINO3.4 海溫有大約偏暖 0.5 度。在發展 CWB1T-v0 時，也曾進行過較長時間的海溫積分測試並進行調整，雖然 CWB1T-v1 的重點在於發展 45 天預報，但仍需進行較長時間的積分測試，例如一年，再進一步分析海溫的變化及調整測試。

在分析 DYNAMO 實驗期間的個案時，發現 CWB1T 海洋模式將海溫填回大氣模式格點後，在海洋大陸區域有偏低的問題，而進行了海洋模式填陸點方式的修正，修正後確實改善海洋大陸區域海溫偏低的問題，且在海溫距平相關性也提高了。

OLR 分析可以知道模式在雲發展的位置、高度、對流強度仍有改善空間。在發展 CWB1T-v0 時，曾經發現模式中對相對溼度門檻值非常敏感，會影響雲的模擬。所以未來也會針對相對溼度門檻值進行測試。

附圖

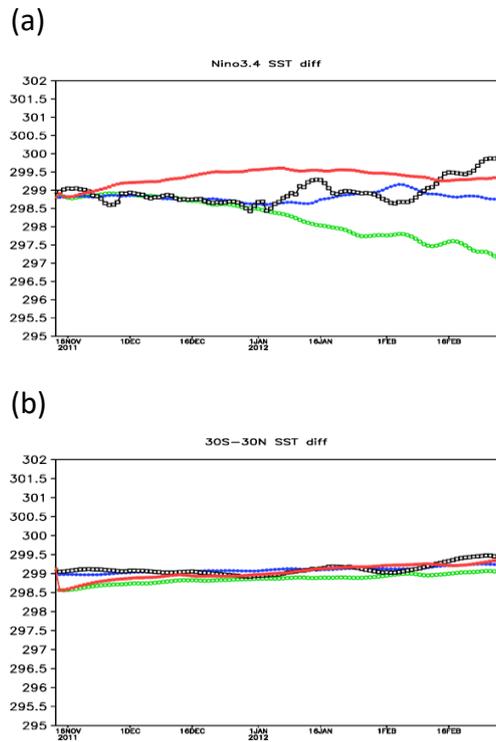


圖 1、CWB 1Tier CFS-v1 初始時間 2011 年 11 月 12 日預報到 2012 年 2 月 29 日之結果，紅線為 NSAS scheme，綠線為 TDE scheme；藍線為 CWB 1Tier CFS-v0；黑色線為 NOAA SST；(a)為 Nino3.4 區域平均、(b)為南北緯 30 度區域平均。

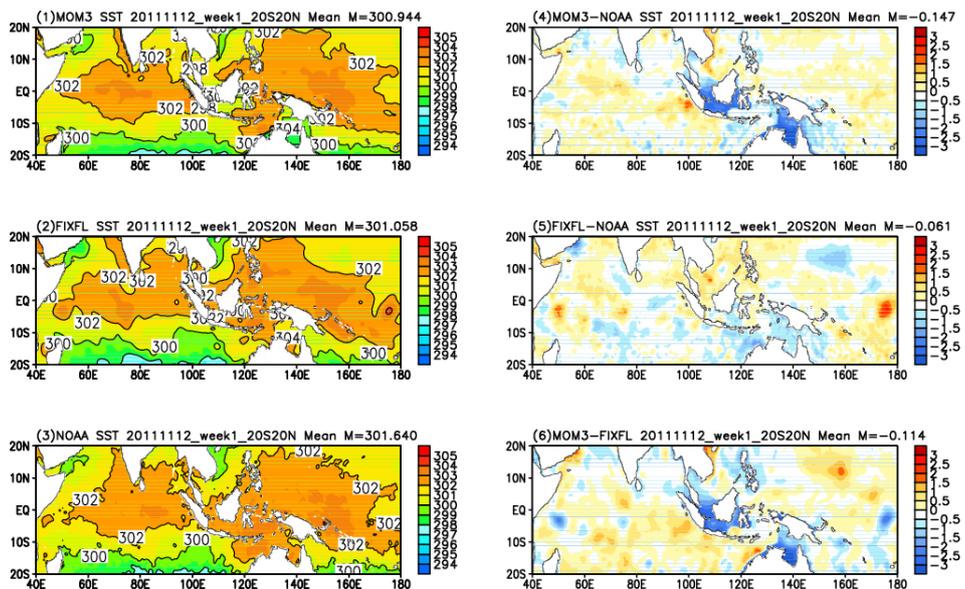


圖 2、(1)CWB 1Tier CFS-v1 NSAS scheme、(2) CWB 1Tier CFS-v1 NSAS scheme 修改填陸點方式(FIX FL)以初始時間為 2011 年 11 月 12 日預報一個禮拜的平均海溫、(3)為 NOAA SST 2011 年 11 月 13 日到 19 日之 7 天海溫平均；(4)是(1)與(3)的偏差量、(5)是(2)與(3)的偏差量、(6)是(1)與(2)的偏差量。

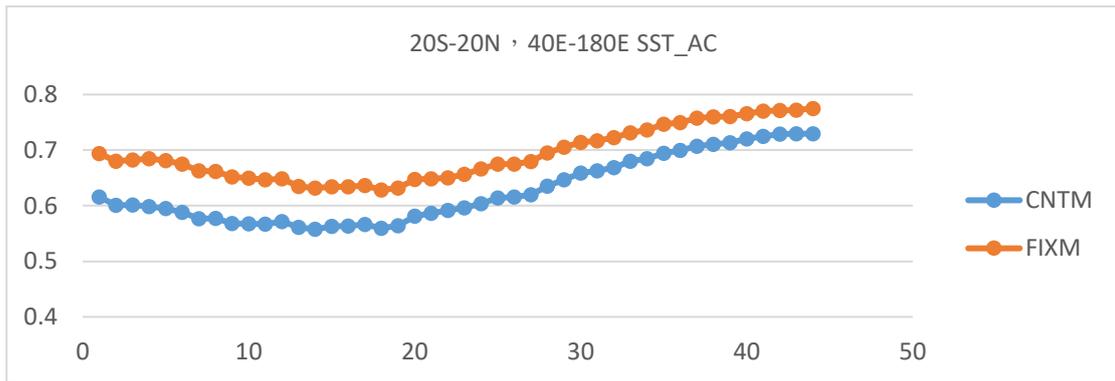


圖 3、模式海溫距平與 NCEP 海溫距平在南北緯 20 度、東經 40-180 度區域的相關性。藍色曲線為海洋模式填陸點方式修改前(CNTM)、橘色曲線為海洋模式填陸點方式修改後(FIXM)。

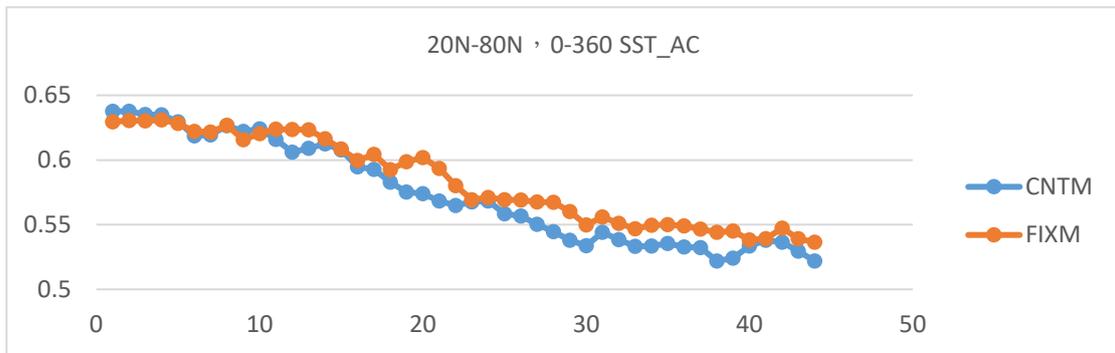


圖 4、模式海溫距平與 NCEP 海溫距平在北緯 20-80 度、經度 0-360 度區域的相關性。藍色曲線為海洋模式填陸點方式修改前(CNTM)、橘色曲線為海洋模式填陸點方式修改後(FIXM)。

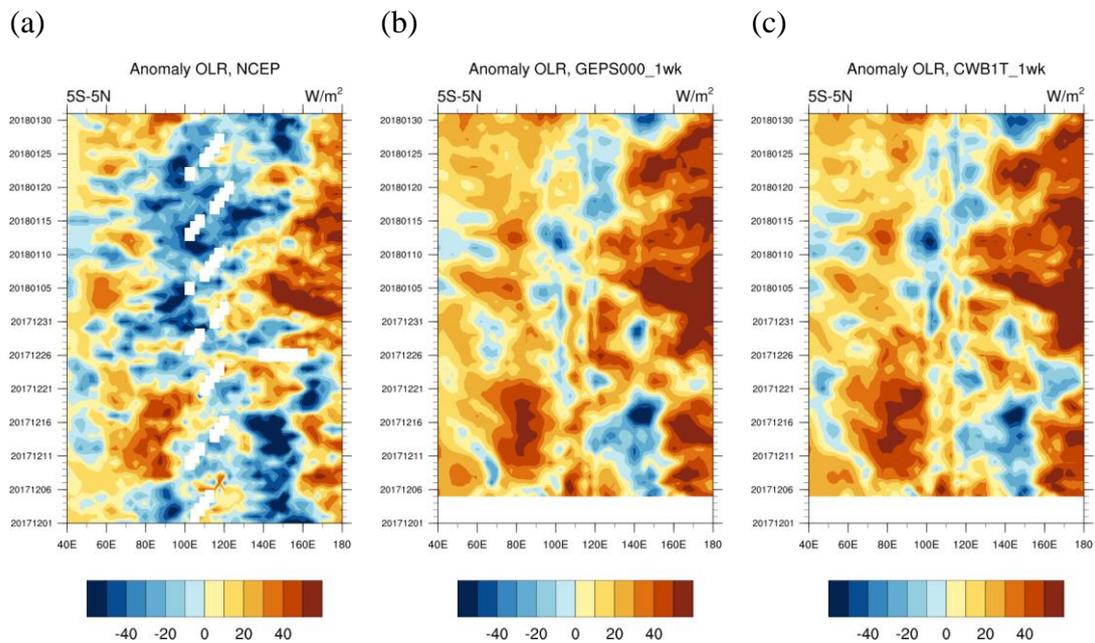


圖 5、(a)NCEP、(b)CWB GFS Lead1-7 平均、(c)CWB 1Tier CFS-v1 Lead1-7 平均的大氣層頂外逸長波輻射距平場。

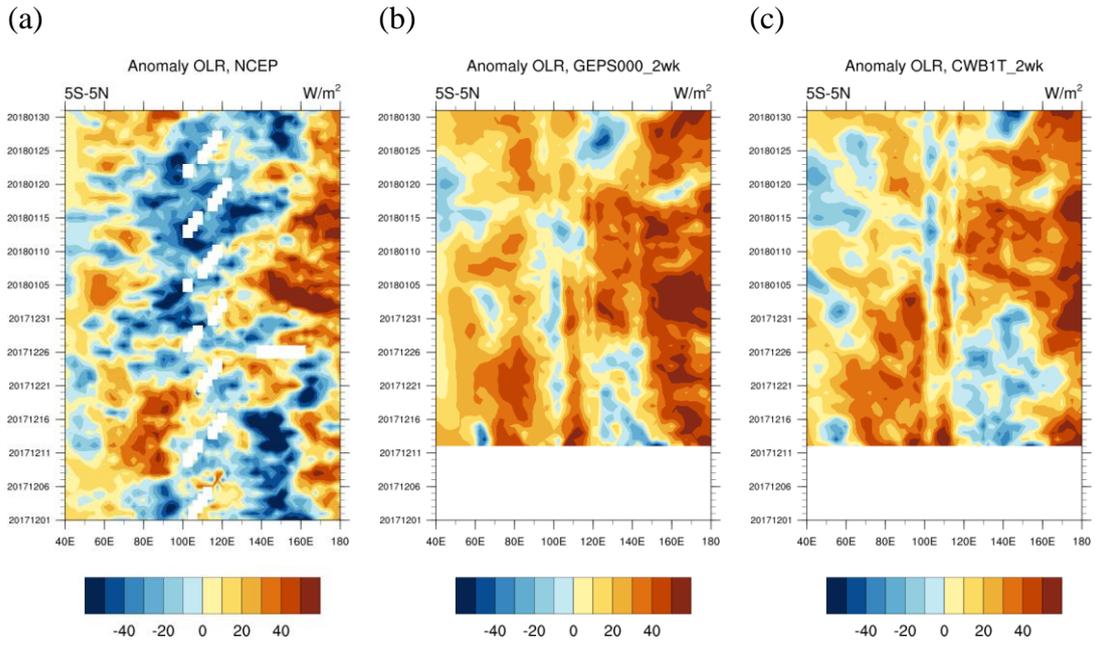


圖 6、(a)NCEP、(b)CWB GFS Lead8-14 平均、(c)CWB 1Tier CFS-v1 Lead8-14 平均的大氣層頂外逸長波輻射距平場。

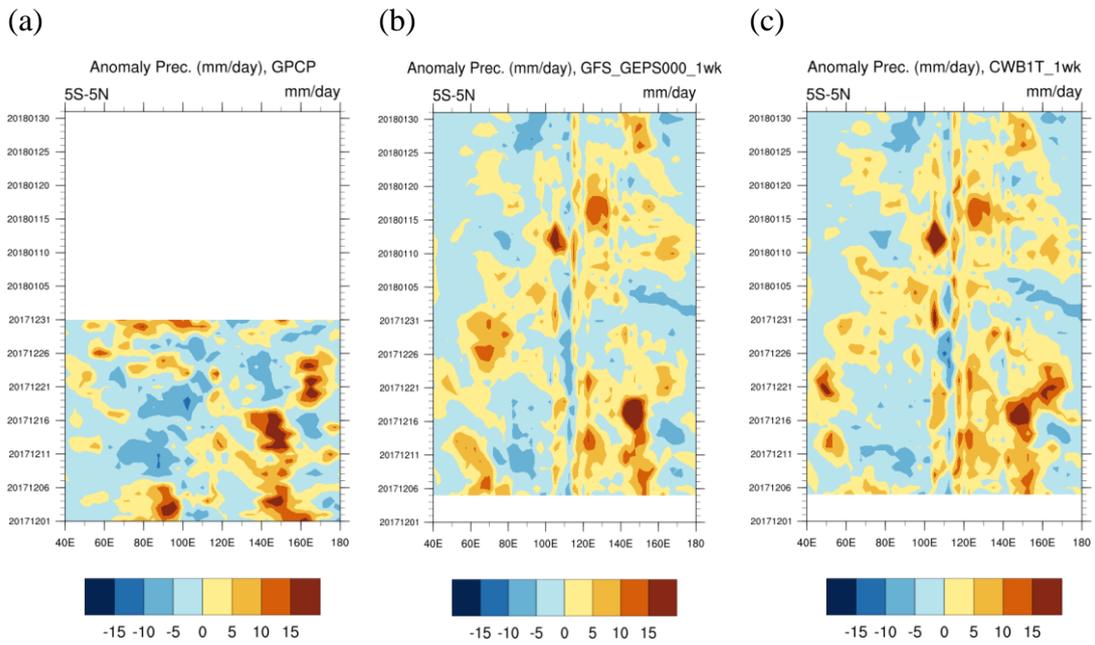


圖 7、(a)GPCP、(b)CWB GFS Lead1-7 平均、(c)CWB 1Tier CFS-v1 Lead1-7 平均的雨量距平場。

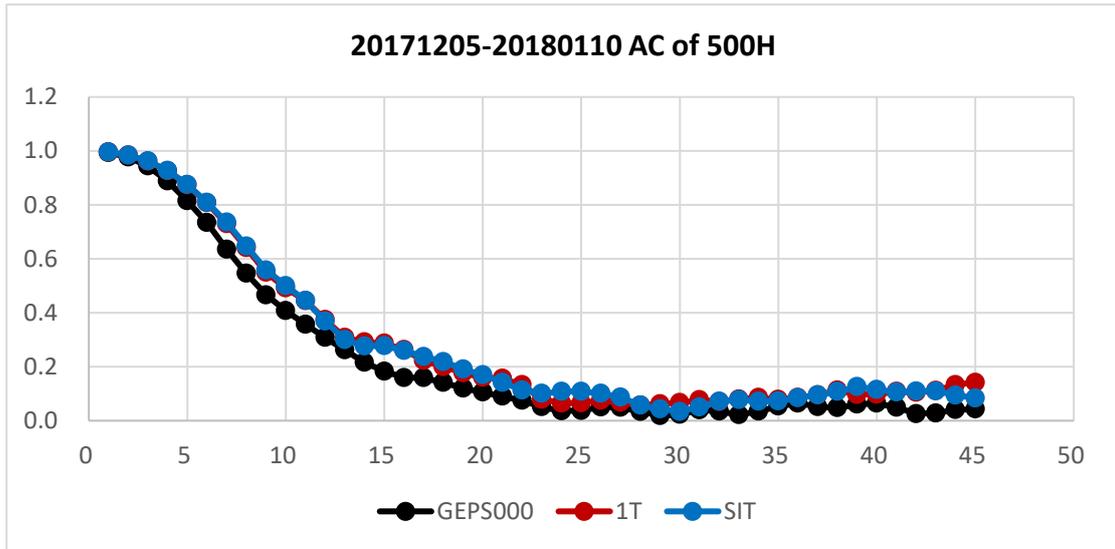


圖 8、黑線為 CWB GFS、紅線為 CWB 1Tier CFS-v1、藍線為 GFS+SIT 之 500 百帕高度場距平相關性。分析的初始時間為 2017 年 12 月 05 日到 2018 年 01 月 10 日的 45 天預報。

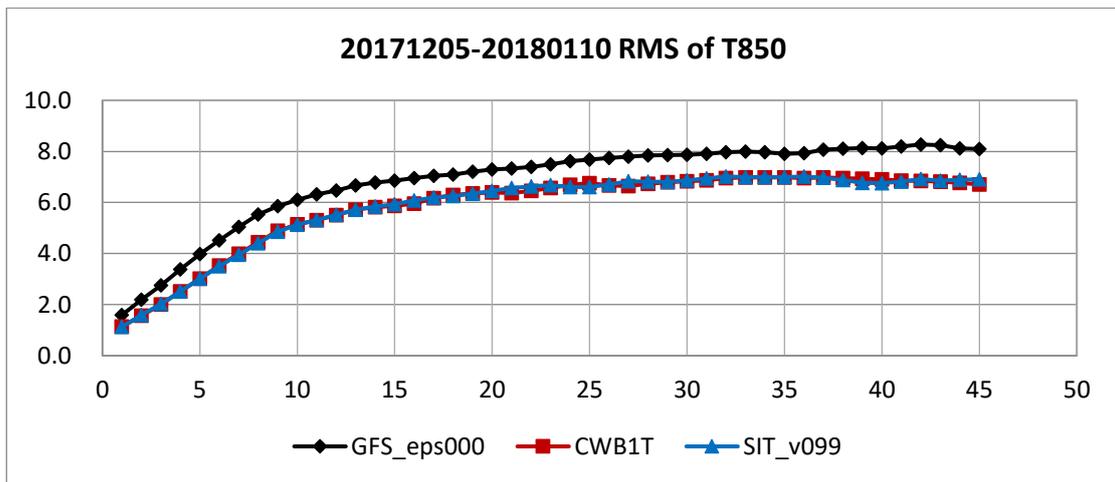


圖 9、黑線為 CWB GFS、紅線為 CWB 1Tier CFS-v1、藍線為 GFS+SIT 之 850 百帕溫度場距平相關性。分析的初始時間為 2017 年 12 月 05 日到 2018 年 01 月 10 日的 45 天預報。