



AR5 颱風降尺度資料 資料生產履歷



2023 年 6 月 4 日

臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台
Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform

AR5 颱風降尺度資料生產履歷

1. 資料紀錄

2020.07(上架)

2023.06([模擬時段延伸及新增全球暖化程度](#))

2. 資料產製目的

為了得到臺灣地區未來受到氣候變遷影響的颱風推估資訊，必須得使用全球氣候模式的模擬資料，但是全球氣候模式的空間解析度不足以真實呈現臺灣地形對颱風降雨的影響，必須透過降尺度方法提高解析度。然而即使提高解析度，模式模擬結果難免會有偏差，所以利用偏差校正方法來修正推估資料。這筆資料是利用動力降尺度方法將高解析度大氣環流模式 HiRAM 推估資料的空間解析度提高至 5 公里，再利用分位數映射法(Quantile Mapping, QM)對模式輸出的降雨進行偏差校正(Ines and Hansen.2006,Lenderink et al.2007,Johnson and Sharma 2011, Su et al.2016)。

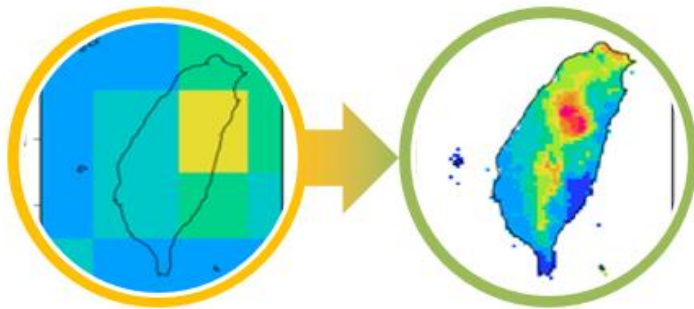


圖 1、降尺度示意圖

全球暖化程度是利用現有的溫室氣體排放情境的氣候模擬資料進行評估，將不同氣候情境與時期的複雜度簡化以特定的增溫幅度替代，提供決策者及科研單位以不同暖化溫度 (2°C、4°C) 作為各階段氣候變遷影響的評估與研究。因動力降尺度模擬需花費較長的時間，因此，本資料是以 AR5 的氣候情境作為原始資料，提供相較於基期(1995-2014 年)全球暖化增加 2°C 及 4°C 的資訊，並為此將 HiRAM 動力降尺度的模擬年份向前進行展延(世紀中增加 2031-2034 年；世紀新增 2071-2074 年)，以滿足全球暖化程度評估所需的年份長度需求，在 AR6 的動力降尺度模擬完成之前，快速提供全球暖化情境的研究需求。

3. 資料來源

■ 觀測資料

進行颱風降雨評估與偏差校正時需使用觀測資料，在此採用中央氣象局雨量站 1992-2007 的時雨量資料，內插成 5 公里網格資料。

■ 模式資料

本資料採用兩個高解析度全球模式分別 MRI-AGCM3.2S (Mizuta et al., 2012) 以及 HiRAM (Chen and Lin, 2013)。MRI-AGCM 為日本氣象廳氣象研究所 (Meteorology Research Institute, MRI) 發展的高解析度全球大氣模式，3.2S 版本的解析度約為 20 公里，可以模擬出強的深對流以及颱風；美國普林斯頓大學地物力動力實驗室(Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, GFDL)所發展的高解析度全球大氣模式 HiRAM (High Resolution Atmospheric Model)，為一雲解析模式，模擬劇烈天氣系統的能力甚佳，使用的版本為水平解析度約 25 公里(C384)之非靜力全球模式，垂直方向有 32 層(模式最高為 1 hPa)。

利用美國大氣研究中心(National Center for Atmospheric Research,NCAR)發展的區域模式 WRF 進行動力降尺度，HiRAM 動力降尺度執行的時期為基期 1979-2015 年及 RCP8.5 情境 21 世紀中 2038-2065 年、世紀末 2075-2099 年，(基期為模式情境模擬，並非歷史模擬)。世紀中與世紀末各有 4 組系集模擬(c0~c3)，c0 來自 AR5 的 CMIP5 實驗(Taylor et al., 2012)中 28 組模式的系集平均。而 Mizuta et al. (2014) 再將這 28 組海溫變化的空間分布進行群落分析，將未來海溫推估分為：c1、c2、c3，分別由 8、14、6 個模式海溫暖化推估計算得到的平均。

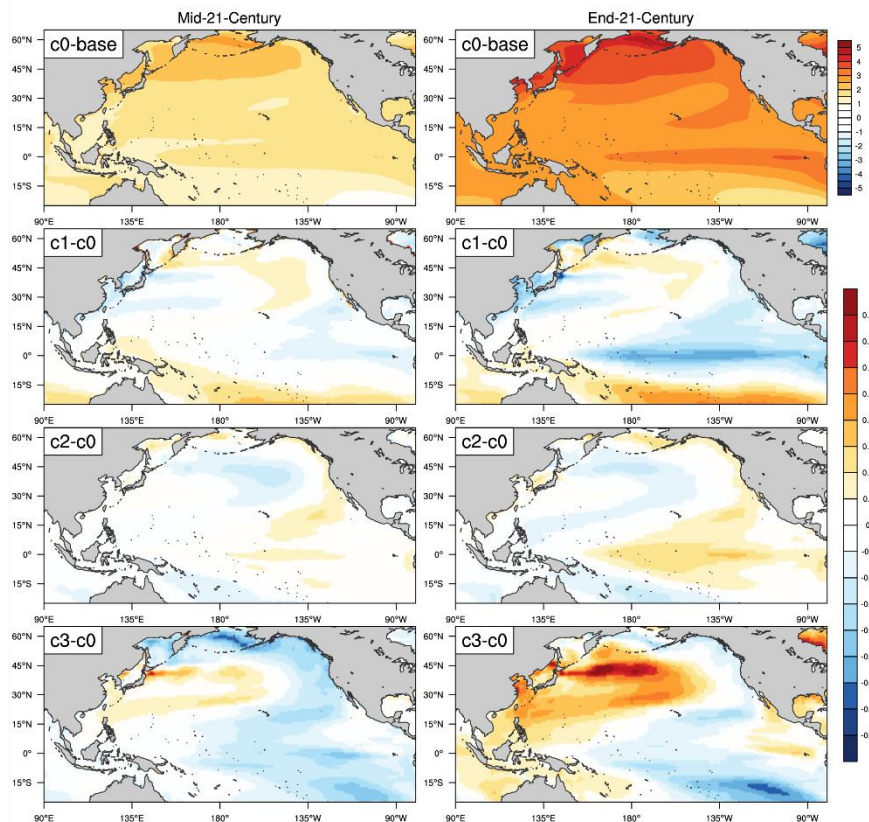


圖 2、世紀中和世紀末四個系集的平均海溫距平分佈。第一列為 c0 系集與基期海溫的差異；第二至四列為 c1、c2 及 c3 與 c0 之差異。單位：°C。

■ 區域模式設定

本資料進行動力降尺度所使用的氣象模式為 WRF(Weather Research and Forecasting)，WRF 模式為美國國家大氣研究中心(NCAR)與美國環境預報中心(NCEP)共同研發，可以模擬從數百公尺至數千公里不同尺度之理想或實際之大氣狀態，主要用來進行天氣研究或實務預報，現今已被全球各單位廣泛使用。

在此，模式使用網格數設定為 380x400，模擬的時間解析度為 20~30 秒，水平解析度為 5 公里，模擬垂直層共 36 層，地面資料(包含溫度與降水等)每個小時輸出一次。在物理參數化設定方面，使用的雲微物理方法為 WRF Single-Moment 5-class scheme(Hong, Dudhia and Chen, 2004)，由於解析度小於 10 公里，且為了獲得較佳的降雨在日間的變化，因此在 5-8 月並未使用積雲參數化，邊界層參數化使用韓國延世大學 (Yonsei University)的 YSU scheme (Hong and Pan, 1996)，長波輻射和短波輻射參數化使用 CAM scheme (Collins et al, 2004)，在地表方面，地面層參數化使用 Monin-Obukhov scheme(Monin and Obukhov, 1954)，地表參數化使用 Noah Land Surface Model(Chen and Dudhia, 2000)。

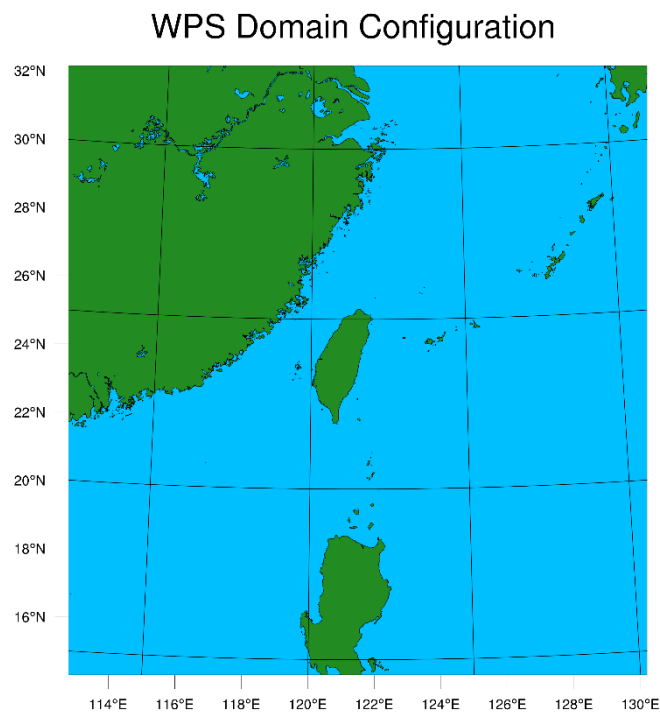


圖 3、模式網格範圍示意圖

4. 產製流程

■ 偵測與追蹤颱風

本資料採用 MRI-AGCM3.2S 以及 HiRAM-AGCM 所模擬出的颱風事件，其中 MRI 模式偵測與追蹤颱風的方法(Murakami et al. 2012)如下所述：

1. 850hPa 的相對渦度最大值超過 $2 \times 10^{-4} \text{s}^{-1}$
2. 300hPa, 500hPa 和 700hPa 溫度偏差之和超過 2K，每層的溫度偏差計算方式為 850hPa 最大

渦度位置的 $10^{\circ} \times 10^{\circ}$ 網格平均溫度減去最高溫度值

3. 850hPa 的最大風速超過 17m/s
4. 850hPa 的最大風速大於 300hPa 的最大風速
5. 為了消除北印度洋的熱帶季風低壓，最大平均風速半徑必須小於偵測到的颱風中心 100 公里，此條件僅限用於北印度洋
6. 每個偵測到的颱風必須超過 36 小時，當單個颱風間歇性地滿足上述標準，則被視為多個颱風事件，為防止單個颱風被重複計數，單個時間點未達標準仍被視為同場颱風事件

■ 定義影響臺灣颱風

透過 MRI-AGCM 以及 HiRAM-AGCM 模擬出的颱風，本資料由此篩選出影響臺灣的颱風，我們將颱風生命期內颱風中心曾進入臺灣海岸線 300 公里範圍內的颱風定義為影響臺灣颱風(李、盧 2012)。透過這些篩選出的影響臺灣颱風進行降尺度模擬，以獲得更高解析度的颱風降雨資料。

■ 資料產製

1. 動力模式降尺度模擬

透過區域模式 WRF 對 MRI-AGCM 以及 HiRAM-AGCM 推估資料進行降尺度模擬，為了保留全球模式大尺度的特徵，針對整區的模擬範圍使用 spectral nudging，這連帶使得 WRF 模擬的颱風路徑與 MRI-AGCM 模擬出的路徑相同，此作法保留了全球模式模擬的區域氣候變遷訊號，同時獲得更高解析度的資訊。接著由系集模擬的推估資料中篩選出影響臺灣颱風的期間，將每場颱風影響臺灣期間的降雨資料輸出。

2. 偏差修正

步驟一、空間內插：

將 WRF 模式輸出的颱風期間降雨資料利用線性內插(Bilinear interpolation)的方式內插至與觀測資料相同的 5 公里網格，此為本資料中的未修正版本。

步驟二、偏差校正：

針對上述的未修正版本進一步進行偏差校正，考量了颱風中心的位置(I)，對每個網格(i)上的所有颱風時雨量獨立計算出經驗累積分布函數(Empirical Cumulative Distribution Function, ECDF)，以分位數映射法計算出轉換函數(Transfer Function, TF)，再以此 TF 對每個網格的颱風時雨量進行偏差校正。其轉換函數公式如下：

$$TF_{I,i}(X_{I,iP}) = X_{I,iP} \times R_{I,i}(k)$$

$X_{I,iP}$ 是颱風在 I 位置時第 i 網格的模式推估降雨。 $R_{I,i}(k)$ 為颱風在 I 位置時第 i 網格的校正因子，此校正因子為相同分位數下觀測值與基期模擬值的比值。此校正方法不僅反映了颱風降雨的空間分布差異，亦考慮了颱風路徑對降雨的影響，但缺點是能計算 TF 的統

計樣本數較少。此轉換函數亦進行了 51 點滑動平均，取滑動平均時不讓其超過原值已避免過大的數值產生，並設定校正值不超過當地颱風降雨觀測值的 1.4 倍，外延部分不使用分位數映射法得到的轉換函數，而是由線性增加至上限值的函數進行修正。此經過偏差校正的時雨量資料為本資料中的修正版。

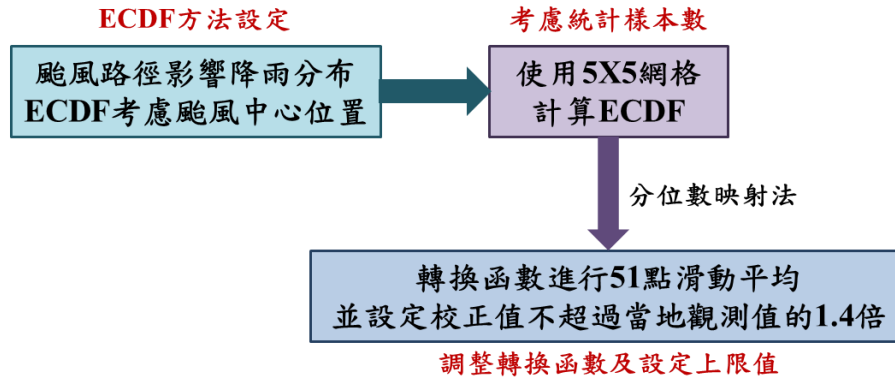


圖 4、偏差校正流程圖

■ 全球增溫情境評估

利用 AR6 報告根據觀測資料得到基期時段(1995-2014)相較於工業革命前全球平均升溫 0.85°C ，再計算 HiRAM 全球平均氣溫在世紀中、世紀末推估的 20 年平均相較於基期的升溫，推估步驟如下：

1. 利用 AR6 報告根據觀測資料不同時期相較於工業革命前的升溫，於 1995-2014 (AR6 的基期)為升溫 0.85°C 。
2. 計算 HiRAM(c0、c1、c2、c3)四種不同海溫系集的模擬結果，利用世紀中、世紀末推估的 20 年平均相較於基期的升溫，其使用網格面積權重計算全球平均氣溫。

將基期觀測的升溫，疊加模式模擬世紀中、世紀末相較於基期的升溫，評估相較於工業革命前是否超過 2°C 、 4°C 。

5. 資料不確定性

本資料尚無不確定性分析。

6. 參考文獻

Chen, F., and J. Dudhia, 2001: Coupling an advanced land surface– hydrology model with the Penn State–NCAR MM5 modeling system. Part I: Model implementation and sensitivity. *Mon. Wea. Rev.*, 129, 569–585

Collins, W.D., et al., 2004: Description of the NCAR Community Atmosphere Model (CAM3.0). Technical Note TN-464+STR, National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, 214 pp.

- Hong, S.-Y., and H. L. Pan, 1996: Nonlocal boundary layer vertical diffusion in a medium-range forecast model. *Mon. Wea. Rev.*, 124, 2322 – 2339.
- Hong, S-Y., J. Dudhia, and S-H. Chen, 2004: A revised approach to ice microphysical processes for the bulk parameterization of clouds and precipitation. *Mon. Wea. Rev.*, 132, 103–120.
- Ines, A. V. M. and Hansen, J. W. 2006: Bias correction of daily GCM rainfall for crop simulation studies, *Agr. Forest Meteorol.* , 138,44–53.
- Johnson, F. and A. Sharma, 2011: Accounting for interannual variability: A comparison of options for water resources climate change impact assessments. *Water Resour. Res.*, 47, W04508.
- Lenderink, G., Buishand, A., and van Deursen, W. 2007: Estimates of future discharges of the river Rhine using two scenario methodologies: direct versus delta approach, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*,11, 1145–1159.
- Mizuta, R., O. Arakawa, T. Ose, S. Kusunoki, H. Endo, and A. Kitoh, 2014: Classification of CMIP5 future climate responses by the tropical sea surface temperature changes. *SOLA*, 10, 167-171.
- Murakami H, Wang Y, Sugi M, Yoshimura H, Mizuta R, Shindo E, Adachi Y, Yukimoto S, Hosaka M, Kitoh A, Ose T, Kusunoki S (2012) Future changes in tropical cyclone activity projected by the new high-resolution MRI-AGCM. *J Clim* 25:3237–3260
- Monin, A.S. and Obukhov, A.M. (1954) Basic Laws of Turbulent Mixing in the Surface Layer of the Atmosphere. *Contrib. Geophys. Inst. Acad. Sci. USSR*,24, 163-187.
- Su, Y. F., C. T. Cheng, J. J. Liou, Y. M. Chen, and A. Kitoh, 2016: Bias correction of MRI-WRF dynamic downscaling datasets. *Terr. Atmos. Ocean. Sci.*, 27, 649-657.
- 李清勝、盧孟明，2012：從氣候觀點探討影響臺灣颱風的定義問題。氣象學報。48，4，25-37。

7. 發表文章

待發表

8. 文件引用

林思穎，林士堯（民 112 年 6 月 4 日）。AR5 颱風降尺度資料生產履歷(4.2 版)。[擷取日期]，取自臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台：
https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/publish_01_data_profile_one.aspx?dp_id=20200117105849