



# AR5 動力降尺度溫度資料 資料生產履歷



2022 年 7 月 25 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 動力降尺度溫度資料生產履歷

### 1. 資料紀錄

2020.07(上架)

### 2. 產製目的

為了得到臺灣地區未來受到氣候變遷影響的溫度推估資訊，必須使用全球氣候模式的模擬資料分析。但全球氣候模式的空間解析度不足，仍無法真實呈現臺灣區域氣候的溫度特性，透過降尺度方法提高解析度為區域氣候分析上常見的作法。

然而即使提高解析度，模式模擬結果難免會有偏差，所以進一步利用偏差校正方法來修正降尺度後的推估資料。此筆資料是利用動力降尺度方法將高解析度大氣環流模式 MRI 以及 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)。

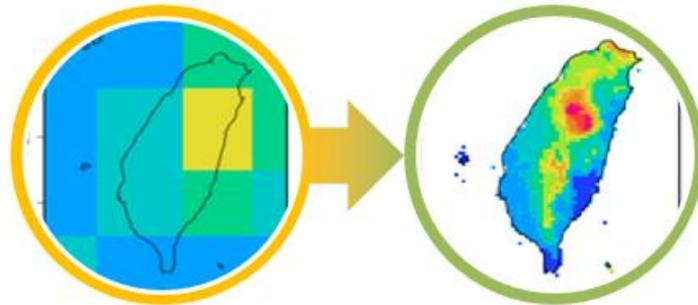


圖 1、降尺度示意圖

### 3. 資料來源

#### ■ 觀測資料

進行全年日溫度評估與偏差校正時需使用觀測資料，在此採用 TCCIP 觀測網格日最高溫、日最低溫與日均溫資料。

#### ■ 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流力動力實驗室(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，動力降尺度執行的時期為基期 1979-2003 年及 RCP8.5 情境 21 世紀中 2039-2065 年、世紀末 2075-2099 年。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。

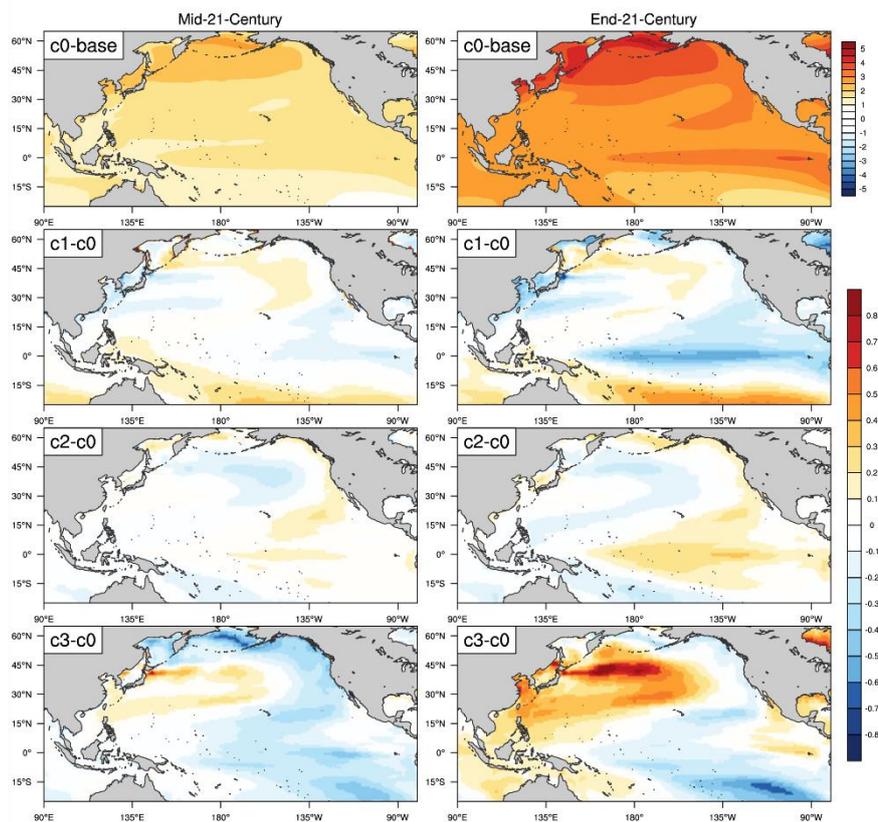


圖 2、世紀中和世紀末四個系集的年平均海溫距平分佈。第一列為 c0 系集與基期海溫的差異；第二至四列為 c1、c2 及 c3 與 c0 之差異。單位：°C。

## ■ 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 380×400，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。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)。

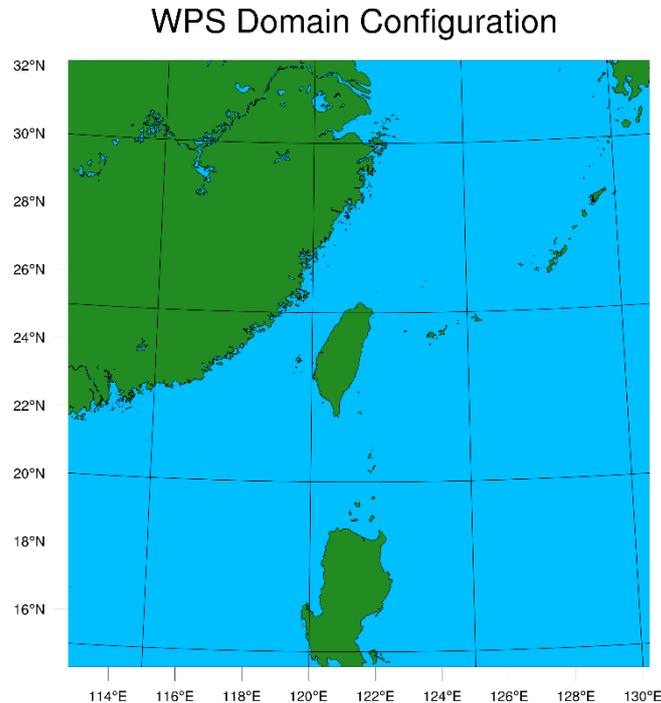


圖 3、模式網格範圍示意圖

## 4. 產製流程

### ■ 資料產製

#### 1. 動力模式模擬

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，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。

#### 2. 偏差修正

步驟一、空間內插：將 WRF 模式輸出的溫度日資料利用 NCL 函數 rcm2grid<sup>1</sup>以線性內插 (Bilinear interpolation) 的方法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(V0)。

步驟二、資料建立：進一步對上述的未修正版本計算，獨立對各網格日資料前後 15 天一共 31 天窗區一建立 25 年時期的經驗累積分布函數(Empirical Cumulative Distribution

<sup>1</sup> <https://www.ncl.ucar.edu/Document/Functions/Built-in/rcm2rgrid.shtml>

Function, ECDF)。

步驟三、偏差校正：利用分位數映射法進行偏差校正，溫度以差值修正。日均溫(Tavg)、日最高溫(Tmax)與日最低溫(Tmin)同時處理偏差校正，避免出現最低溫大於最高溫之不合理狀況(Dosio et al., 2012)。為考量氣候變遷所影響之升溫變化，先利用 31 天窗區計算一平均值，再對每年共 25 筆資料計算線性回歸得到一趨勢(Ttrend)。對日均溫、日較差(DTR, Diurnal Temperature Range, 最高溫與最低溫之差)、高低溫偏度(TSK, Temperature Skewness,  $TSK = (Tavg - Tmin) / DTR$ )移除此趨勢後再進行偏差校正，再將原趨勢加回修正後的資料。經計算得到日均溫( $Tavg = dTavg + Ttrend$ )、日最低溫( $Tmin = Tavg - TSK * DTR$ )以及日最高溫( $Tmax = Tmin + DTR$ )。

### 3. 時間尺度轉換

將輸出的資料換算為月平均。

## 5. 資料不確定性

本資料不適用不確定性分析

## 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
- Chen, J.-H., and S.-J. Lin, 2013: Seasonal Predictions of Tropical Cyclones Using a 25-km-Resolution General Circulation Model. *J. Climate*, 26, 380–398.
- 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
- Dosio, A., Paruolo, P., Rojas, R., 2012: Bias correction of the ENSEMBLES high resolution climate change projections for use by impact models: analysis of the climate change signal. *J. Geophys. Res.* 117, D17110.
- 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., H. Yoshimura, H. Murakami, M. Matsueda, E. Hirokazu, O. Ose, K. Kamiguchi, M. Hosaka, M. Sugi, S. Yukimoto, S. Kusunoki and A. Kitoh, 2012: Climate simulations using MRI-AGCM3.2 with 20-km grid. *J. Meteor. Soc. Japan.*, 90A, 233-258.

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.

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.

Taylor, K. E., R. J. Stouffer, G. A. Meehl, 2012. An Overview of CMIP5 and the experiment design. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 93, 485-498.

## 7. 發表文章

待發表

## 8. 文件引用

簡毓瑋，林士堯（民 110 年 9 月 15 日）。AR5 動力降尺度溫度資料生產履歷(4.0 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](https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/publish_01_data_profile_one.aspx?dp_id=20200117105849)