



# 統計降尺度日資料問答手冊



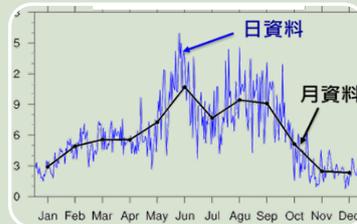
## 統計降尺度日資料 Q & A

科技部-臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫團隊(簡稱 TCCIP)長期執行臺灣氣候變遷推估資料的產製與校驗，本期為第三階段，已累積包括觀測、AR4/AR5 統計降尺度及動力降尺度...等大量的資料組。以下問答集為針對本期產製完成的統計降尺度日資料，使用者可能提出的問題。依照問題類型，分為資料產製、資料特性、以及資料應用相關問題。

### 問答集主要分類



資料  
產製



資料  
特性



資料  
應用

## 一、資料產製相關問題

### 1. TCCIP 計畫過去提供了那些資料？

TCCIP 對外服務的資料清單如下：

1. 網格化觀測資料：1960~2015 年全台 5 公里解析度月降雨、月平均溫度、最高溫月平均及最低溫月平均之網格資料(平均溫度、最高溫、最低溫僅到 2014 年)。
2. 推估(統計降尺度資料)：IPCC AR4 & AR5 大氣海洋環流模式 5 公里解析度推估未來 2020~2100 年月溫度、雨量資料。
3. 推估(動力降尺度資料)：5 公里動力降尺度推估(使用 AR4 資料)，未來 2020~2100 年前 20 名颱風事件時雨量。
4. 臺灣月降雨指數(TRI-m)\*：1901~2000 年測站月降雨指數時序。
5. 臺灣月降雨指數延伸(TRI-mex)\*：1885~2010 年測站月降雨指數時序。

註 1：IPCC 是聯合國政府間氣候變遷委員會(Intergovernmental Panel on Climate Chang)的英文縮寫。

註 2：AR4 及 AR5 分指 IPCC 第四次氣候變遷評估報告以及第五次氣候變遷評估報告的簡稱。

### 2. 什麼是統計降尺度？

統計降尺度是以歷史觀測資料為基底，結合全球氣候模式過去同一時期的歷史推估資料，建立長期且穩定之統計關係，並將此統計關係應用於未來的推估資料中，空間解析度的高低，取決於歷史觀測資料的解析度。本組統計降尺度日資料所採用的方法為參考 Wood et al. (2002, 2004) 與 Maurer (2007) 所發展的偏差校正空間分解法 BCSD (Bias correction and spatial disaggregation)中偏差校正的概念，再加入時間採樣區間(TimeWindow)的技術所研發。



---

### 3. 為何需要統計降尺度日資料？

---

由於氣候變遷衝擊評估需透過全球氣候模式所提供的未來推估資料進行評估，然而全球氣候模式空間解析度平均大約為 250 公里(經緯度 2.5°左右)，應用上難以提供臺灣小尺度的評估與應用，因此必須透過降尺度方法將全球氣候模式資料空間降尺度至較高解析度之資料，如 5km x 5km(經緯度 0.05°左右)的解析度。過去因為資料與技術的限制，我們只提供統計降尺度月資料，但在應用需求上，多數仍然需要日時間尺度的網格化推估資料，像是農業的產量模擬與分析、登革熱病媒蚊的棲地分布模擬、旅遊或是生活等適合度分析...等。因此，在網格化觀測日資料產製成熟之後，我們便著手進行統計降尺度日資料技術研發，經過多時驗證與測試才決定提供服務。

---

### 4. 我們做了哪些準備來產製統計降尺度日資料？

---

為了要建置統計降尺度日資料，我們必須先準備好網格化觀測日資料。為了建置網格化觀測日資料，我們必須先蒐集與均一化全台一千多個測站日資料，才能建置全台 5km x 5km 解析度的網格化觀測日資料，然後才能將全球氣候模式的原始輸出資料，利用這組全台 5km x 5km 解析度的網格化觀測日資料進行統計降尺度，得到全球氣候模式統計降尺度後的統計降尺度日資料。

---

### 5. 統計降尺度日資料使用了那些全球氣候模式？

---

統計降尺度日資料使用的氣候變遷全球氣候模式資料為參與全球第 5 代耦合模式比較計畫(Coupled Model Intercomparison Project Phase 5，簡稱 CMIP5)之各國氣象中心或學術單位所提供。使用的全球氣候模式如下表。

Modeling Center	Model	Institution
CSIRO-BOM	<a href="#">ACCESS1.0</a>	CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation, Australia), and BOM (Bureau of Meteorology, Australia)
	<a href="#">ACCESS1.3</a>	
BCC	<a href="#">BCC-CSM1.1</a>	Beijing Climate Center, China Meteorological Administration
	<a href="#">BCC-CSM1.1(m)</a>	
GCESS	<a href="#">BNU-ESM</a>	College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University
CCCma	<a href="#">CanCM4</a>	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis
	<a href="#">CanESM2</a>	
NCAR	<a href="#">CCSM4</a>	National Center for Atmospheric Research
NSF-DOE-NCAR	<a href="#">CESM1(BGC)</a>	National Science Foundation, Department of Energy, National Center for Atmospheric Research
	<a href="#">CESM1(CAM5)</a>	
	<a href="#">CESM1(CAM5.1, FV2)</a>	
	<a href="#">CESM1(FAST CHEM)</a>	
	<a href="#">CESM1(WACCM)</a>	
CMCC	<a href="#">CMCC-CESM</a>	Centro Euro-Mediterraneo per I Cambiamenti Climatici
	<a href="#">CMCC-CM</a>	
	<a href="#">CMCC-CMS</a>	
CNRM-CERFACS	<a href="#">CNRM-CM5</a>	Centre National de Recherches Meteorologiques / Centre Europeen de Recherche et Formation Avancees en Calcul Scientifique
CSIRO-QCCCE	<a href="#">CSIRO-Mk3.6.0</a>	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation in collaboration with the Queensland Climate Change Centre of Excellence
EC-EARTH	<a href="#">EC-EARTH</a>	EC-EARTH consortium
LASG-CESS	<a href="#">FGOALS-g2</a>	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences; and CESS, Tsinghua University
LASG-IAP	<a href="#">FGOALS-s2</a>	LASG, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences
FIO	<a href="#">FIO-ESM</a>	The First Institute of Oceanography, SOA, China
NOAA GFDL	<a href="#">GFDL-CM2.1</a>	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
	<a href="#">GFDL-CM3</a>	



Modeling Center	Model	Institution
	<a href="#">GFDL-ESM2G</a>	
	<a href="#">GFDL-ESM2M</a>	
NASA GISS	<a href="#">GISS-E2-H</a>	NASA Goddard Institute for Space Studies
	<a href="#">GISS-E2-H-CC</a>	
	<a href="#">GISS-E2-R</a>	
	<a href="#">GISS-E2-R-CC</a>	
MOHC (additional realizations by INPE)	<a href="#">HadCM3</a>	Met Office Hadley Centre (additional HadGEM2-ES realizations contributed by Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)
	<a href="#">HadGEM2-CC</a>	
	<a href="#">HadGEM2-ES</a>	
NIMR/KMA	<a href="#">HadGEM2-AO</a>	National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration
INM	<a href="#">INM-CM4</a>	Institute for Numerical Mathematics
IPSL	<a href="#">IPSL-CM5A-LR</a>	Institut Pierre-Simon Laplace
	<a href="#">IPSL-CM5A-MR</a>	
	<a href="#">IPSL-CM5B-LR</a>	
MIROC	<a href="#">MIROC4h</a>	Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
	<a href="#">MIROC5</a>	
	<a href="#">MIROC-ESM</a>	Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), and National Institute for Environmental Studies
	<a href="#">MIROC-ESM-CHEM</a>	
MPI-M	<a href="#">MPI-ESM-LR</a>	Max Planck Institute for Meteorology (MPI-M)
	<a href="#">MPI-ESM-MR</a>	
	<a href="#">MPI-ESM-P</a>	
MRI	<a href="#">MRI-AGCM3.2H</a>	Meteorological Research Institute
	<a href="#">MRI-AGCM3.2S</a>	
	<a href="#">MRI-CGCM3</a>	
NCC	<a href="#">NorESM1-M</a>	Norwegian Climate Centre
	<a href="#">NorESM1-ME</a>	

資料來源：氣候變遷研究聯盟

## 6. 氣候變遷排放情境又是如何界定的？

---

氣候變遷排放情境之界定是以輻射強迫力在 2100 年與 1750 年之間的差異量當作指標性的數值來區分四組未來氣候變遷排放情境。RCP2.6 的情境代表輻射強迫力在 2100 年增加了  $2.6\text{W/m}^2$ ，而 RCP4.5、RCP6.0 與 RCP8.5 則是輻射強迫力分別增加了  $4.5$ 、 $6.0$  與  $8.5\text{W/m}^2$ 。在這四種情境中，RCP2.6 是個暖化減緩的情境；RCP4.5 與 RCP6.0 是屬於穩定的情境；RCP8.5 則是個溫室氣體高度排放的情境。(詳細說明可參考臺灣氣候變遷科學報告 2017，第 1.8 節)

---

## 7. 我們是否能夠提供輻射量、濕度.....等統計降尺度日資料？

---

目前我們僅提供最高溫、最低溫、均溫以及降雨量等 4 個參數的統計降尺度日資料，原因在於這 4 個參數有足夠的測站觀測資料，並已建置網格化觀測資料，才能夠產製統計降尺度日資料。其他測站資料相對不足的參數如輻射量、濕度...等，需能夠產製網格化觀測資料之後，才能進一步產製統計降尺度日資料提供服務。

---

## 8. 我們是否能夠提供對應測站的日最高、最低溫、輻射量、濕度.....等統計降尺度資料？

---

我們尚未進行對應測站的各種參數統計降尺度。對應測站的統計降尺度，須重新使用全球氣候模式推估資料，並使用類似分位數映射法 (Quantile mapping) 方法進行偏差校正，處理的數據繁雜且量大，目前仍在審慎評估使用者需求的效益以決定是否進行對應測站的統計降尺度。



## 二、資料特性相關問題

### 1. 統計降尺度日資料與網格化觀測資料比較表現如何？

統計降尺度日資料在降尺度的過程中，以網格化觀測資料為基底做強度上的偏差修正。整體而言模式模擬溫度的變化趨勢較一致且較符合觀測結果，降雨量的空間變化受地形影響且發生較為區域性，而降雨量各別模式呈現差異度較大，童等人(2018)有完整的評估結果。

### 2. 新版(日)資料(TCCIP3\_SD\_5km\_daily\_v1)與舊版(月)資料(TCCIP2\_SD\_5km\_monthly\_v2)不同在哪裡？

統計降尺度資料產製的 AR5 模式來源資料，月時間尺度的模擬結果反映氣候季節的變化情況，為各國氣候組織成員參與 CMIP5 最基礎必要提供的模擬資料；而舊版(月)資料則是依照資料庫現有模式個數所產製。而日時間尺度資料則依各成員依研究考量開放提供。新版(日)資料與舊版(月)資料模式個數統計如表 1。21 世紀末未來推估的結果，日資料較能呈現極端降雨與更細緻未來推估變化，溫度的差異方面，兩組資料趨勢一致，但降雨量則差異較明顯(如圖 2)。

表 1. 統計降尺度舊版(月)資料與新版(日)資料組，4 組暖化情境的模式個數統計。(詳細說明請參考附件一)

版本	模式個數
舊版月資料	historical(41)、RCP2.6(26)、RCP4.5(38)、RCP6.0(21)、RCP8.5(41)
新版日資料	historical(34)、RCP2.6(22)、RCP4.5(30)、RCP6.0(17)、RCP8.5(33)

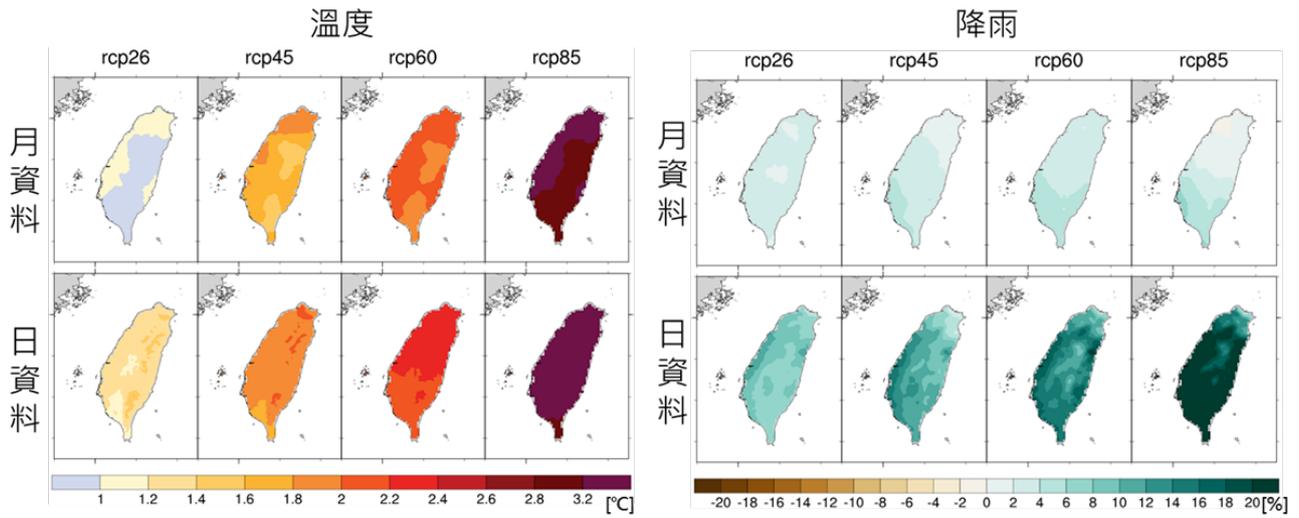


圖 2. 舊版(月)資料與新版(日)資料於不同暖化情境下，21 世紀末(2081-2100)相對於基期(1986-2005)的溫度(°C)差異，與降雨(%)改變率。



### 3. 為什麼兩組的氣候平均值不同？

統計降尺度資料的產製建立於相對應的觀測資料與降尺度方法，此 2 大因素影響此兩組降尺度資料的未來推估趨勢。兩組統計降尺度資料所使用的觀測資料對應如下表：

統計降尺度資料組	使用的觀測資料組
TCCIP2_SD_5km_monthly_v2	TCCIP2_OBS_5km_monthly_v2
TCCIP3_SD_5km_daily_v1	TCCIP2_OBS_5km_daily_v2

#### ■ 使用觀測資料不同

網格化觀測資料是訓練降尺度方法的基準，觀測資料版本更新後自然降尺度資料也將有所不同。由於蒐集測站點資料豐富度、與更好的網格化方法更新演進(翁與楊，2012、2018)，雖然舊版(TCCIP2\_OBS\_5km\_monthly\_v2)與新版(TCCIP2\_OBS\_5km\_daily\_v2)觀測網格資料各季節的氣候平均值空間差異不明顯，但依然有強度上的不同(如下圖 1)，特別是觀測網格資料舊版夏季降雨量明顯大於新版的氣候值。同樣的在各季節逐年的變化值也有類似的差異變化(如下圖 2)，以致推估的兩組資料平均氣候值有所差異。

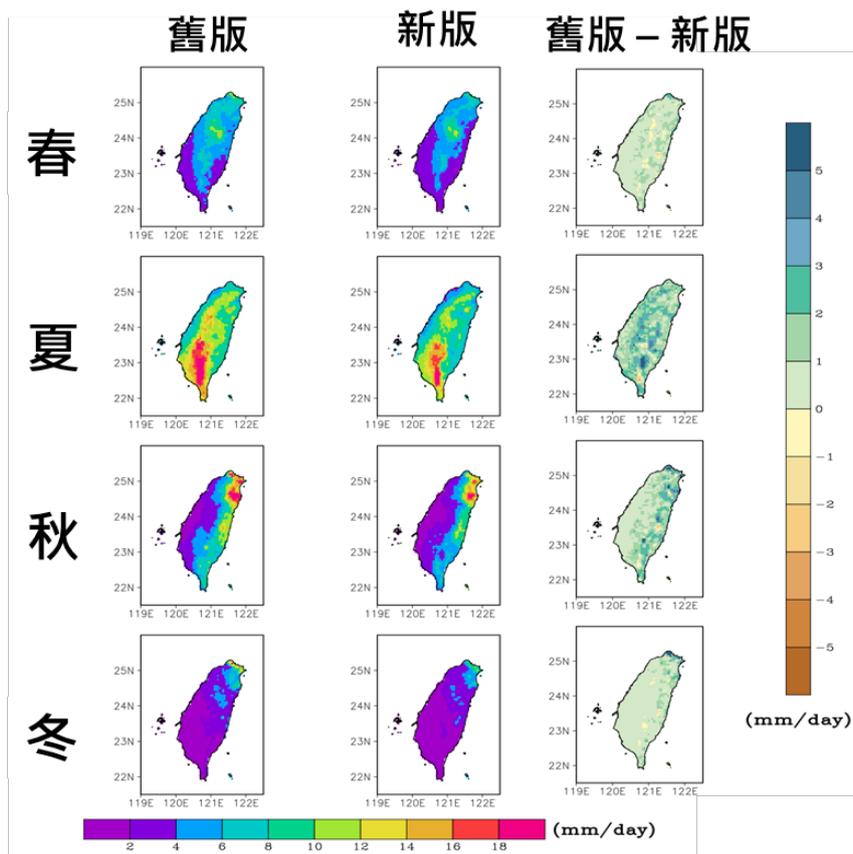


圖 1. 觀測網格降雨量舊版與新版資料各季節氣候平均的空間分布，及差異值(舊版減新版)。

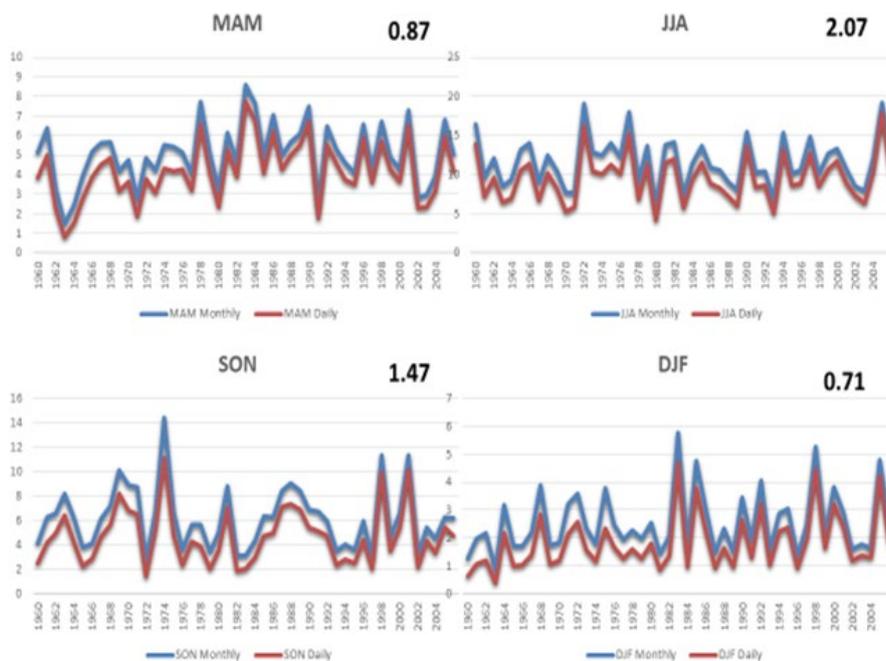


圖 2. 臺灣觀測網格資料區域平均後之時間序列圖，其中藍線為舊版、紅線為新版。(舊版略高於新版，各季平均差異為春季(MAM)0.87mm/day、夏季(JJA)2.07 mm/day、秋季(SON)1.47 mm/day、冬季(DJF)0.71 mm/day)。



## ■ 使用降尺度方法不同

舊版(月)資料(TCCIP2\_SD\_5km\_monthly\_v2)採用 Wood et al. (2002, 2004) 與 Maurer (2007) 所發展的偏差校正空間分解法(Bias Correction and Spatial Disaggregation, BCSD)，透過兩階段降尺度至 5 公里網格(如下圖 3)；而新版(日)資料(TCCIP3\_SD\_5km\_daily\_v1)降尺度則是一階段降尺度再加入時間採樣區間(Time Window)的技術，先空間內差(SD, Spatial Disaggregation)再做偏差修正(BC, Bias Correction)。主要目的為保留日資料的強降雨及無雨日變化的訊號。圖 4 是以 AR5 的 MRI-CGCM3 全球模式資料做新、舊版本降尺度方法比較，兩種方法的降尺度結果空間分布差異不明顯，但使用舊版(月)的方法，強度大於新版(日)方法的結果。

---

## 4. 新版統計降尺度日資料(TCCIP3\_SD\_5km\_daily\_v1)優點在哪裡？

---

日資料可提供更多短時間變化的細節，如：強降雨、連續降雨、乾旱日數、熱浪寒潮天數...等。以下圖 1 為例，月資料僅能得到「平均氣候」的變化資訊，包含平均雨量、溫度的變化；日資料可更進一步推估「極端事件」的未來改變情況，如：年最大降雨量、最長無雨日、年最低溫度、年最高溫度...等。

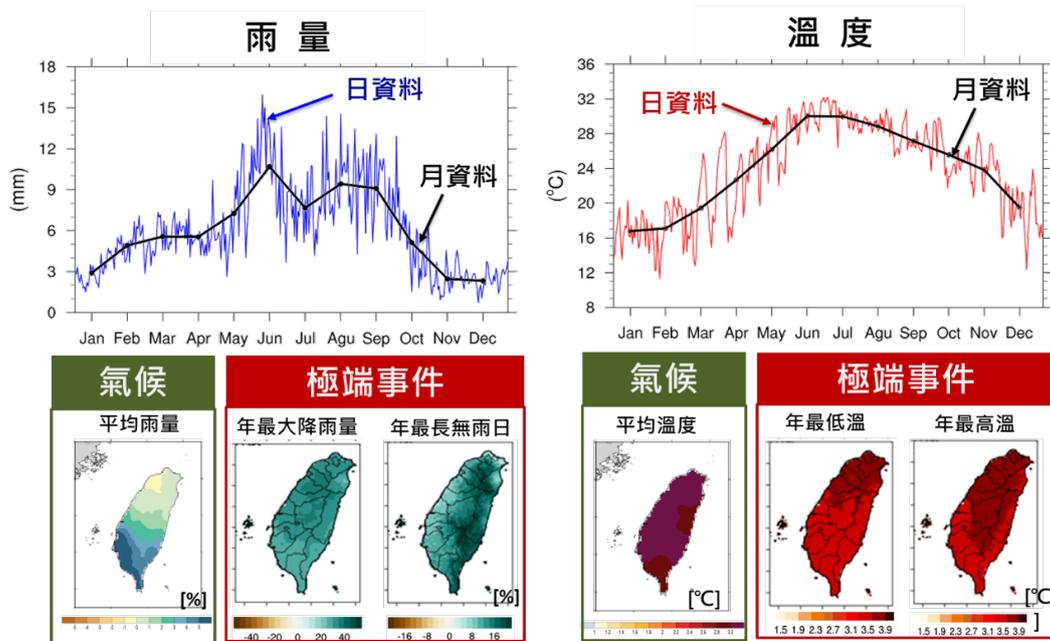


圖 1. 月資料與日資料可得到的未來推估資訊不同。

## 5. 統計降尺度降雨與溫度日資料，歷史氣候模擬表現如何？

日資料組在降尺度的過程中，以觀測資料為基底做強度上的偏差修正。降雨量的空間變化受地形影響且發生較為區域性，整體而言模式模擬溫度的變化趨勢較一致且較符合觀測結果，而降雨量各別模式呈現差異度較大，童等人(2018)有完整的評估結果。

## 6. 新日資料(TCCIP3\_SD\_5km\_daily\_v1)相對於過去月資料，在近未來(2021-2040)的變化趨勢是否相同？

各情境下近未來(2021-2040)期間，暖化趨勢並無明顯差異，溫度與降水的各情境變化情形亦趨於一致。是因為暖化驅動力(如溫室氣體作用)在近未來對於各個氣候模式作用還不明顯，但到 2050 年以後則會開始不同暖化情境就會有明顯差異。整體而言新、舊版本長期趨勢分析結果相似。



---

## 7. 推估資料的限制條件與注意事項？

---

由於 CMIP 模式都是大氣海洋耦合模式，海溫的變化是由模式內部動力產生，所以在資料使用上即使模式歷史模擬資料有各個年份標註，但是必須注意其與實際觀測資料並不相同，不可直接與觀測資料比對，僅能就某段氣候時期(至少 20 年)的統計特性加以比較。此外是模式資料降尺度的時空解析度增加時，往往會使變異量加大（也就是雜訊震幅增加），相對的氣候變遷的訊號就顯得不那麼強，或是未來推估變動較小的氣候時段(如：近未來 2021-2040)與情境(如：RCP2.6)時，會出現訊噪比值較小(即雜訊震幅接近或大於暖化趨勢)，在應用上必須了解其侷限。

---

## 8. 氣候模式的日雨量資料是否可「預報未來」的降雨？

---

不能。未來推估是屬於氣候變遷的模擬，並不作預報。故在資料使用上僅能針對未來相對於現在(基期)的變化來應用。

## 三、資料應用相關問題

### 1. 日資料提供那麼多 GCM，是否有建議的挑選方法？

在資源足夠的情況下建議使用所有模式，因多模式、多情境，其結果有利於提高氣候變遷衝擊評估之可信度，資料更精進且降低不確定性；若情況必須得進行挑選，則建議針對研究內容的預設情況先進行模式評估後再做決定；不建議僅使用單一模式或系集平均做為結果代表。

### 2. 應用評估上，該如何面對資料的更新？

在推估資料推陳出新及降尺度方法精進的當下，為配合國際趨勢及滿足使用者需求，計畫會持續推出資料更新版本，建議使用資料的相關衝擊報告也須持續更新，提高評估的準確性。

### 3. 日資料是否可以直接應用於各領域？該注意甚麼？

日資料有經過網格化觀測資料之偏差校正，可以直接應用於各領域，但不建議當作測站資料使用，因網格化資料是低估於測站資料(如下圖 1)，而日資料又是根據網格化觀測資料進行降尺度，故網格資料相對於測站資料是同樣是低估的，因 5 公里解析度網格(25 平方公里)相對於測站單點，面與點是一定有差距，特別是降雨量的部份。

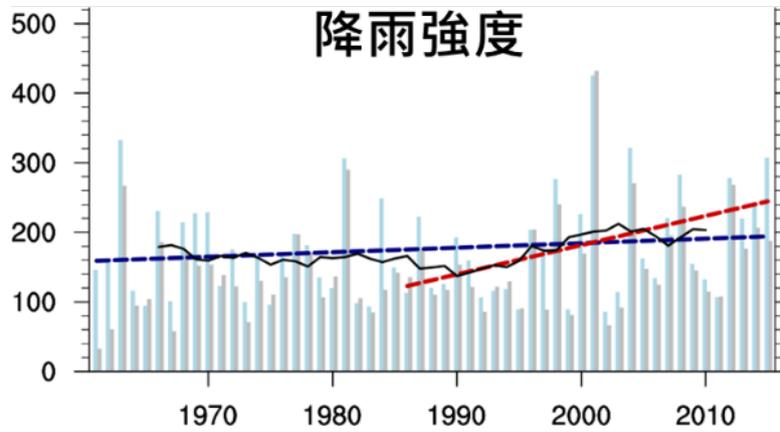


圖 1. 臺北站觀測資料年最大降雨量(mm/day)逐年變化。【藍色長條圖為測站值；灰色則是最近觀測網格值。黑色實線為測站 11 年滑動平均值；藍色虛線為 55 年長期趨勢；紅色虛線為近 30 年趨勢】

因此，建議使用者在應用網格推估資料時，圖 2 所示之方法，可利用未來降雨推估以觀測氣候值  $X(1+\text{降雨改變率})$ ；而溫度則是觀測氣候值+溫度改變量。

$$\text{未來推估降雨} = \text{觀測} \times (1 + \text{降雨改變率})$$

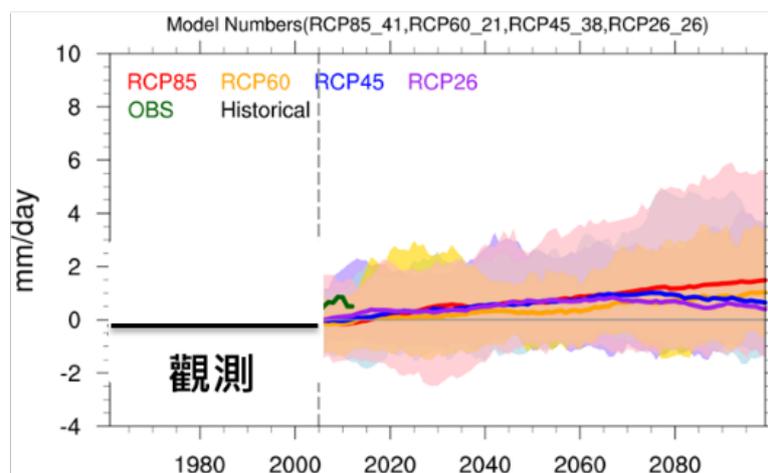


圖 2. 應用推估資料示意圖。將觀測氣候值疊加推估的降雨改變率(%)，得到未來的降雨量(mm/day)。

#### **4. 日資料是否可以用於防災設計應用？**

---

日資料目的為評估未來極端氣候的變化趨勢，可用於在面對全球暖化下，區域排水的防護設施設計，建議可應用多組模式的結果，提供以機率的方式呈現相關的訊息，但若為短延時的極端暴雨事件評估，建議使用動力降尺度小時降雨模擬。

---

#### **5. 對於平台上所提供之資料以外的需求，該如何取得？**

---

可於平台上加入會員後，在技術支援的項目內，有提供進階資料需求供使用者填寫，計畫團隊在收到需求後會有專人與您聯繫。



## 參考文獻：

- Maurer EP (2007) Uncertainty in hydrologic impacts of climate change in the Sierra Nevada, California under two emissions scenarios. *Clim Change* 82:309–325
- Wood AW, Maurer EP, Kumar A, Lettenmaier DP (2002) Long-range experimental hydrologic forecasting for the eastern United States. *J Geophys Res-Atmos* 107:4429
- Wood AW, Leung LR, Sridhar V, Lettenmaier DP (2004) Hydrologic implications of dynamical and statistical approaches to downscaling climate model outputs. *Clim Change* 62:189–216
- 翁叔平、楊承道，2012：臺灣地區月降雨及溫度 1 公里網格資料庫之建立 (1960-2009)及其在近未來(2015-2039)的氣候推估應用，*大氣科學*，40(4)，349-370
- 翁叔平、楊承道(2018)。臺灣地區日降雨網格化資料庫(1960~2015)之建置與驗證。*台灣水利*。66(4)，33-52。
- 童裕翔、陳正達、劉俊志、陳永明(2018)。統計降尺度(日)資料評估與應用。國家災害防救科技中心技術報告，NCDR 107-T19，新北市。
- 臺灣氣候變遷科學報告 2017-物理現象與機制



書 名：統計降尺度日資料問答手冊

主 編：童裕翔

作 者 群：劉子明、張珈璋、孫天祥、林士堯、黃熾綦、李惠玲

出版機關：國家災害防救科技中心

補助單位：科技部-臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台

出版年月：中華民國 108 年 10 月

版 次：第一版