

# 適合山區複雜地形使用的森林氣候工具 clim\_regression v2 原理介紹

國立宜蘭大學森林暨自然資源學系 | 林奐宇



# 使 TCCIP 5km 網格化氣候資料更貼合山區的研究需求

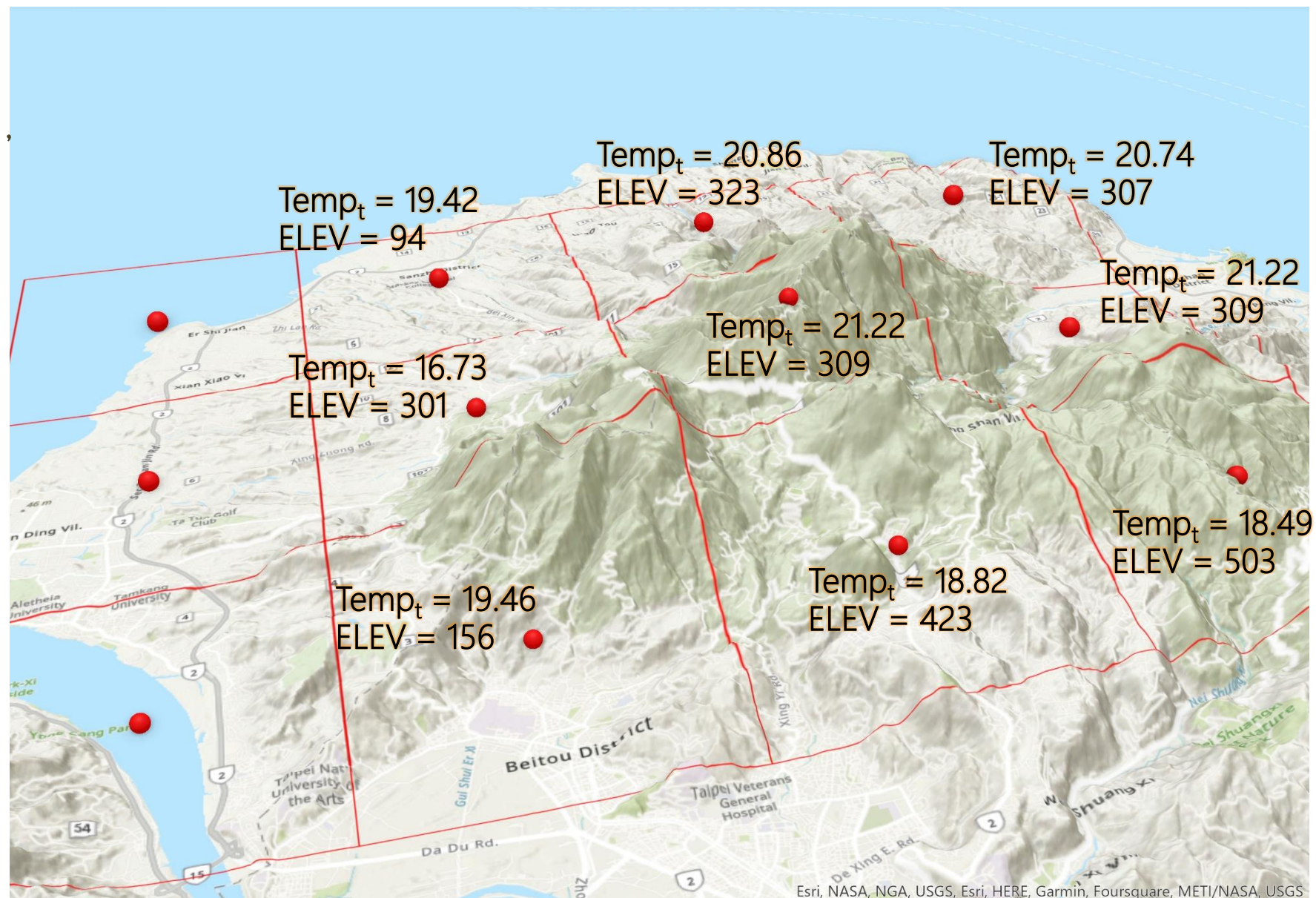
- 台灣山區地形起伏、高差明顯，5km網格通常難以反映高差變化造成的局部氣候差異
- 以TCCIP 5km網格化氣候資料（網格化觀測日資料及AR6統計降尺度日資料）為基礎，配合地形進行內插修正
- 除溫度、雨量，本工具另擴增其他生物氣候因子如積溫、溫量指數等

<https://www.taroko.gov.tw/>

# clim\_regression v2 計算原理

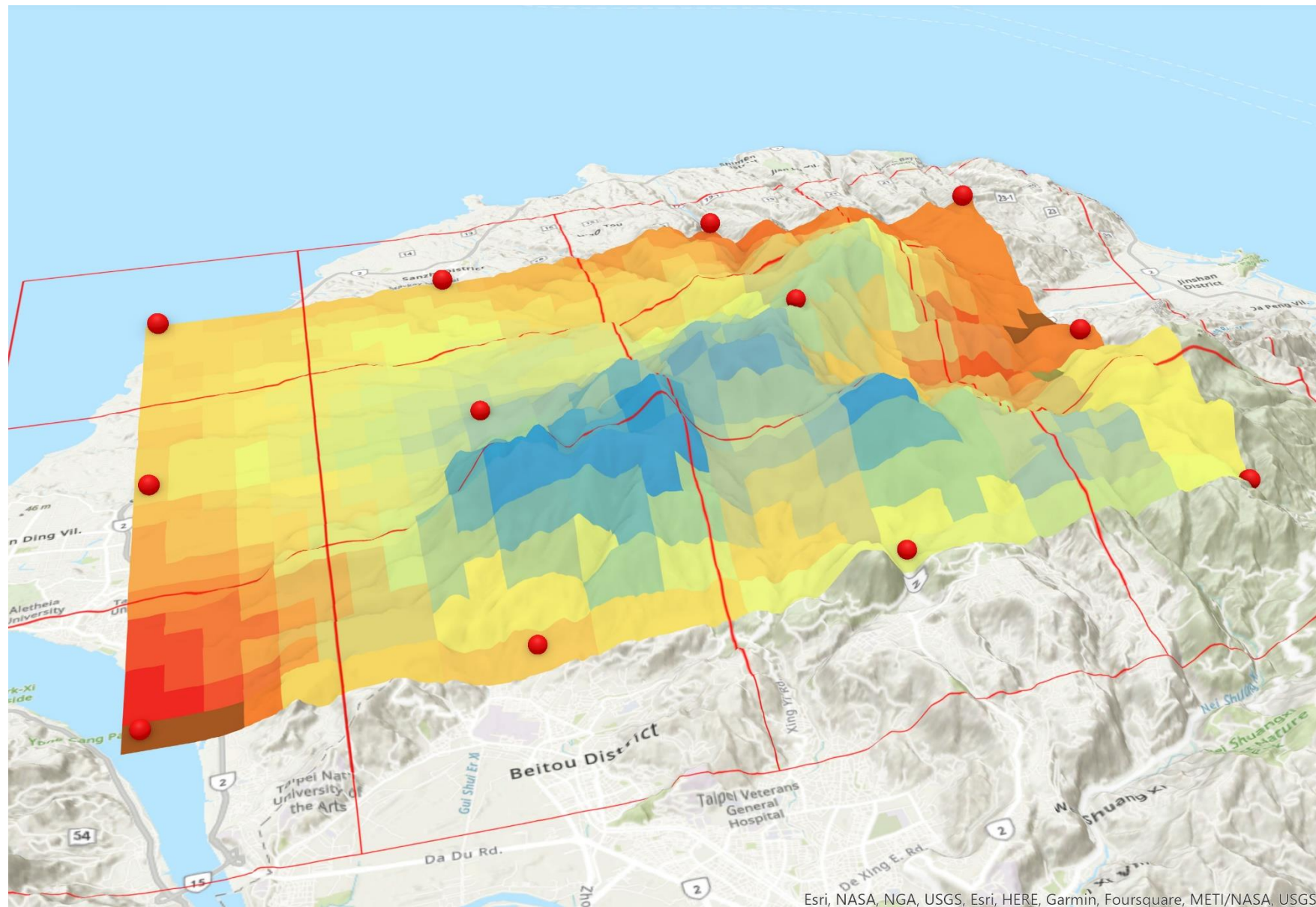
## ➤ 計算方法

- 依據5km網格中心點海拔與逐日/逐月氣候資料，以3\*3網格範圍，計算局部地區的**海拔遞減率特性**
- 利用海拔遞減率及高解析之地表高程資料，對5km網格資料進行內插與修正
- 使用者透過自設內插修正點，可自由調整產出氣候圖層之空間解析度
- 本方法**不改變5km網格中心點原有的氣候估計值**



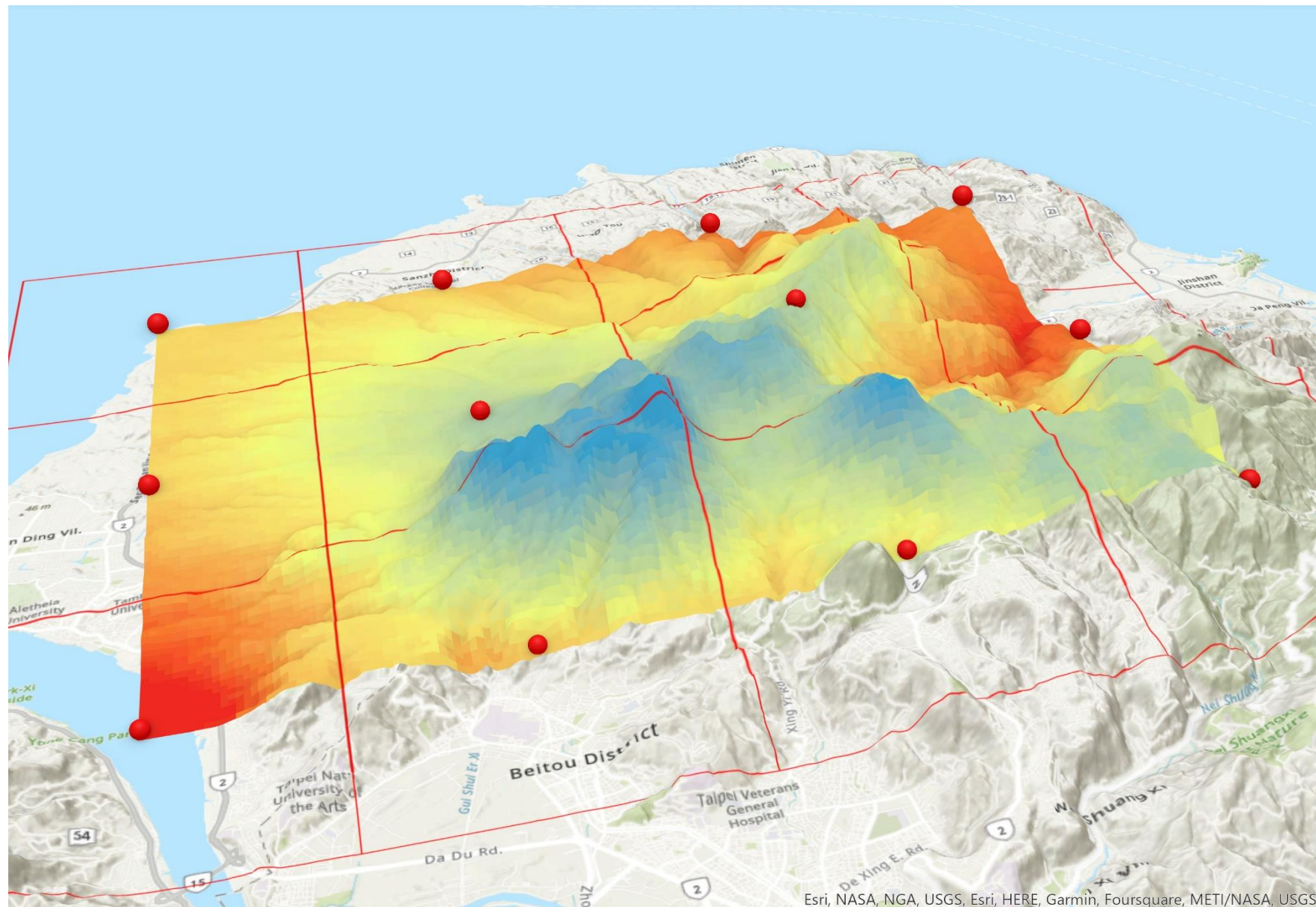
# clim\_regression v2 計算原理

- 使用者以 1km 固定距離網格點，對 5km 網格資料進行內插修正
  - 根據使用者自設之內插點位，本工具即產生對應的 1km 解析度氣候圖層

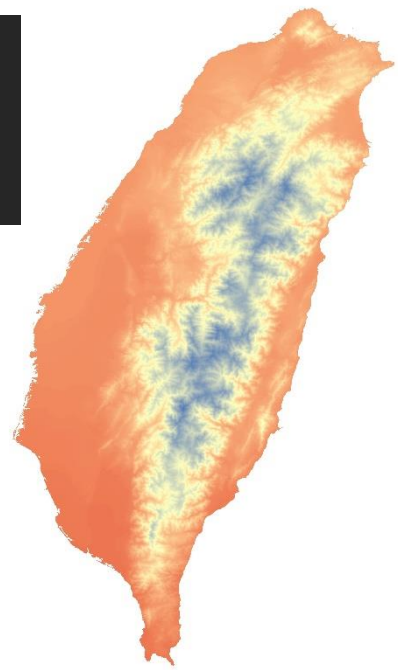
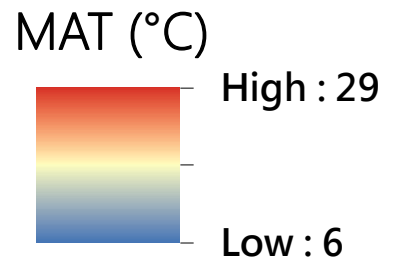


# clim\_regression v2 計算原理

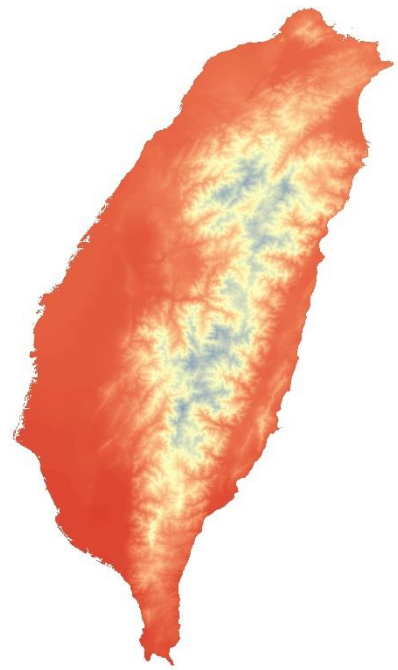
- 右圖係使用者以 200m 固定距離網格點，使用本工具產生對應的高解析氣候圖層
- 產製之氣候圖層與地形變化吻合，解決原有 5km 網格資料無法反映局部地形的問題
- 使用者可自由設定點位，不限定為等距網格點。例如輸入百岳座標，即可推估百岳在特定期間的氣候狀態



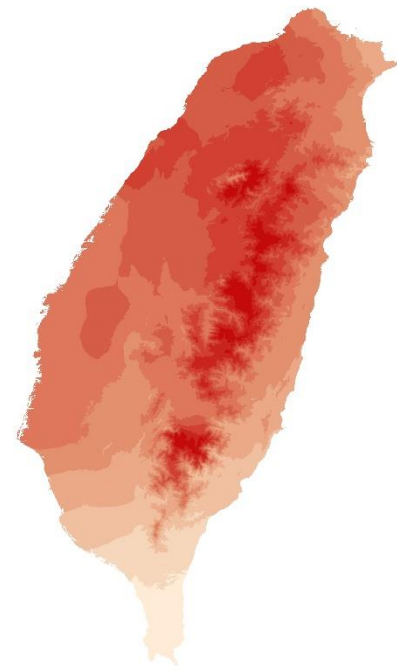
# TaiESM1 @ SSP245, AR6



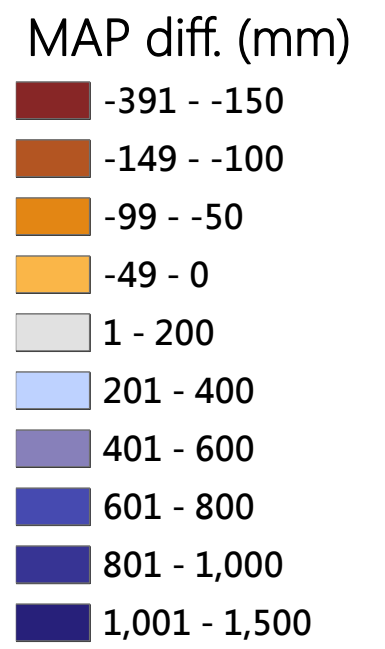
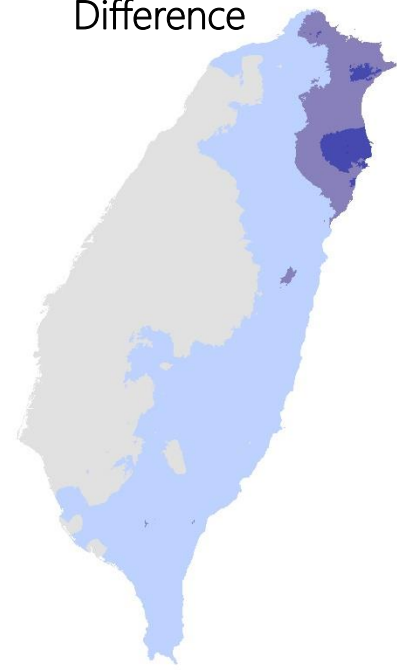
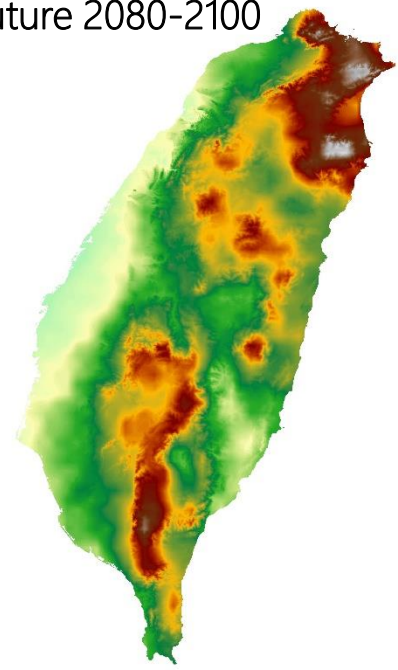
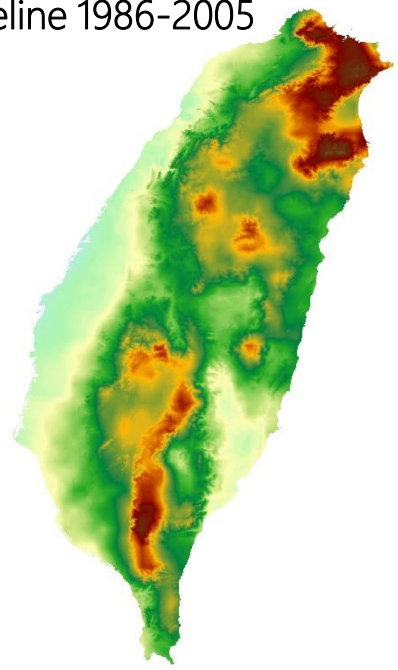
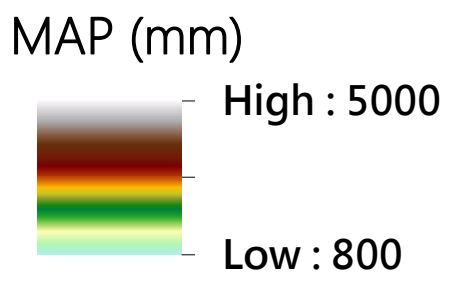
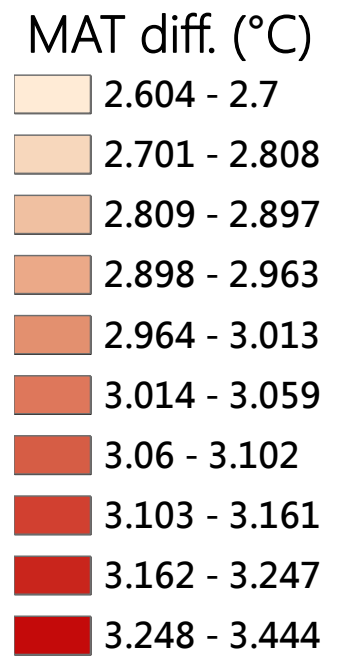
Baseline 1986-2005



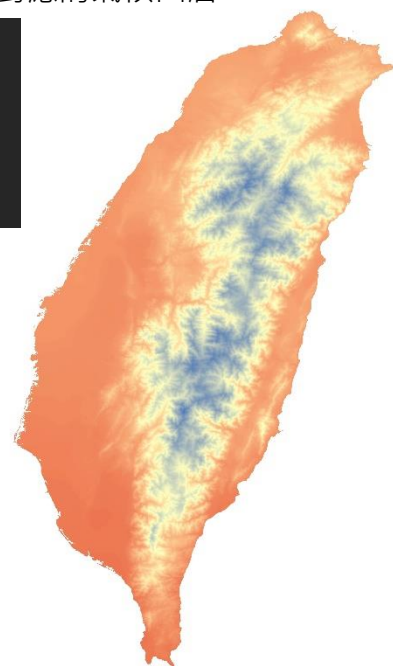
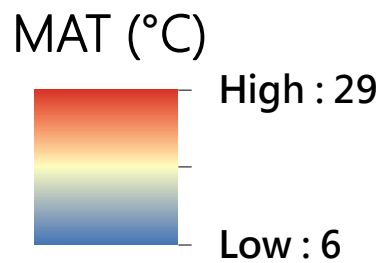
Future 2080-2100



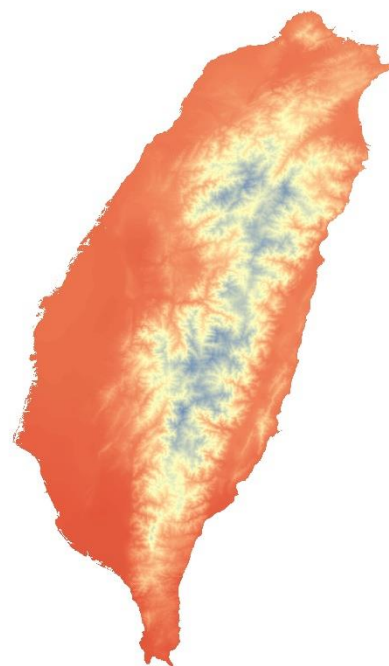
Difference



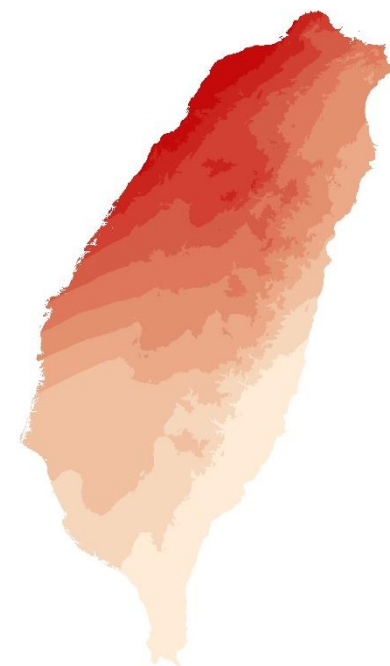
# NESM3 @ SSP245, AR6



Baseline 1986-2005

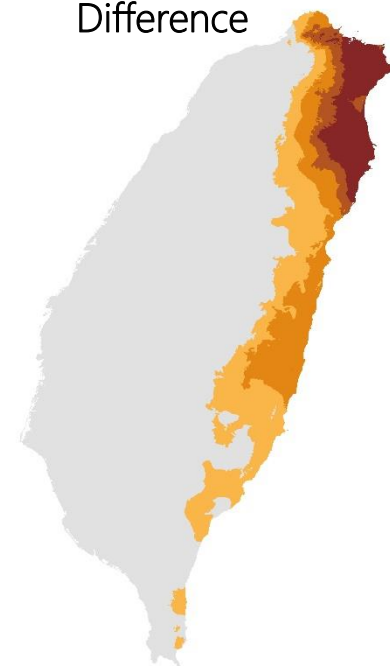
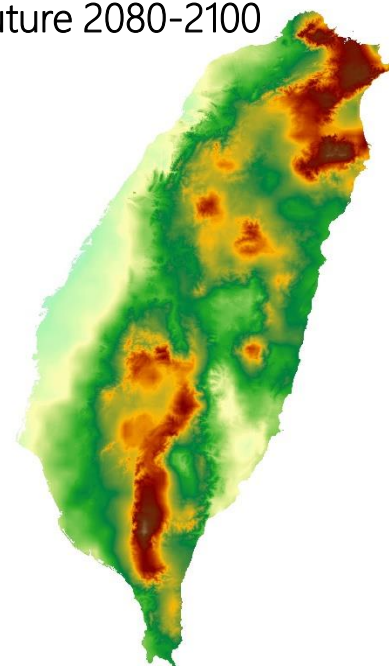
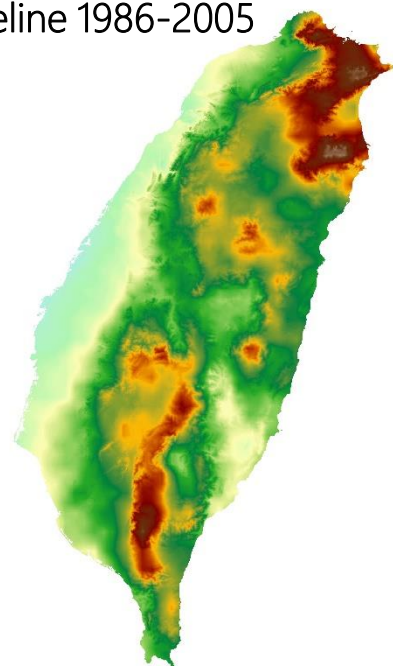
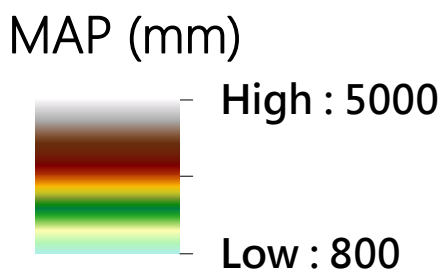
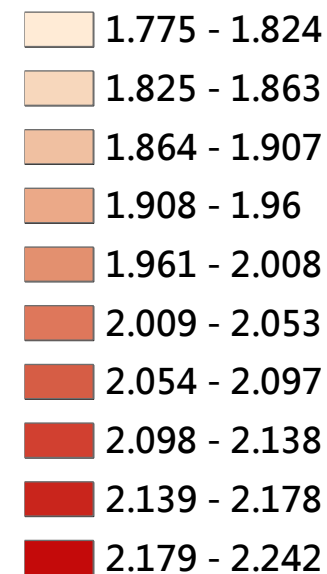


Future 2080-2100

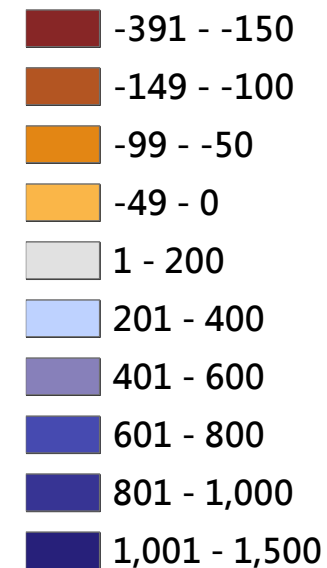


Difference

MAT diff. (°C)



MAP diff. (mm)



# clim.regression v2 精度驗證

- 驗證之ground truth：TCCIP提供2000-2020年中央氣象局歷史觀測月平均資料
  - 氣溫：中央氣象局局屬測站29處、自動測站481處，共510處
  - 降雨：中央氣象局局屬測站29處、自動測站710處，共739處
- 驗證方法
  - 依據測站經緯度、海拔及觀測時間，由clim.regression v2產生對應之月均溫、月降雨資料
  - 計算每一筆觀測與推估資料的絕對誤差（AE），計算21年間的平均絕對誤差（MAE）情形
- 結果
  - 以510處測站資料，計算獲得月均溫之MAE為0.48°C
  - 氣溫推估誤差與測站密度顯著相關，與TCCIP網格化資料本身之誤差分布一致
  - 以739處測站資料，計算獲得月降雨之MAE為35.89mm
  - 降雨推估誤差集中在東北部、北部地區與高山測站，中低海拔區域無明顯誤差



# clim.regression v2 程式指令

- 以R語言撰寫
- 產生67個基本氣候參數及75個生物相關氣候因子
- 輸出氣候資料的空間解析度，由使用者輸入的興趣點決定
- 產製全臺250m解析度圖層(含138輸出氣候資料欄位)，約需6-8分鐘

|                            | 欄位名稱                      | 說明                       | 單位 |
|----------------------------|---------------------------|--------------------------|----|
| Location                   | LON                       | 東經座標                     | 度  |
|                            | LAT                       | 北緯座標                     | 度  |
|                            | ELEV                      | 海拔                       | 公尺 |
| Monthly variables          | precip_1 to precip_12     | 每月累積降雨量                  | mm |
|                            | tmin_1 to tmin_12         | 每月平均低溫                   | °C |
|                            | tmean_1 to tmean_12       | 每月平均氣溫                   | °C |
|                            | tmax_1 to tmax_12         | 每月平均高溫                   | °C |
| Seasonal variables         | precip_DJF, MAM, JJA, SON | 每季累積降雨量                  | mm |
|                            | tmin_DJF, MAM, JJA, SON   | 每季平均低溫                   | °C |
|                            | tmean_DJF, MAM, JJA, SON  | 每季平均氣溫                   | °C |
|                            | tmax_DJF, MAM, JJA, SON   | 每季平均高溫                   | °C |
| Annual variables           | MAP                       | 年累積降雨量                   | mm |
|                            | MAT                       | 年平均氣溫                    | °C |
|                            | TD                        | 年溫差                      | °C |
| Biotic climate derivatives | AHM                       | 年熱濕指標                    |    |
|                            | SHM                       | 生長季熱濕指標                  |    |
|                            | CD_1 to CD_12             | 每月冷積溫度                   | °C |
|                            | GD_1 to GD_12             | 每月生長積溫                   | °C |
|                            | ACD_1 to ACD_12           | 逐月累積冷積溫度                 | °C |
|                            | AGD_1 to AGD_12           | 逐月累積生長積溫                 | °C |
|                            | DM_1 to DM_12             | 乾旱月份 (Su, 1985)          |    |
|                            | PD_1 to PD_12             | 缺水指標 (Su, 1985)          |    |
|                            | WPR                       | 冬季降水比例 (Li et al., 2013) |    |
|                            | MSP                       | 生長季降水量                   | mm |
|                            | WI                        | 溫室指標                     | °C |

# clim.regression v2 程式指令



clim.regression\_v2.historical (target.points, climate.dir, from, to)

clim.regression\_v2.future (target.points, climate.dir, GCM, SSP, from, to)

歷史期間網格化觀測資料：

- 以TCCIP 0.05度網格化觀測日資料 (1960-2021) 為來源
- 自設降尺度目標圖層，可為固定距離網格點，亦可為X, Y, Z散佈資料 (如植物分布地點、如臺灣百岳座標)
- 涵蓋台灣地區 (不含金門、馬祖與海上)

未來階段網格化AR6資料

- 以TCCIP AR6統計降尺度日資料(1960-2100) 為來源
- 使用方法與.historical指令相似，僅需增加指定未來階段採用的GCM及SSP情境 (28種、4情境)

詳細使用方法請參考 [工具說明文件](#)

| NO | GCM               | SSP_NO        |             |             |             |             |
|----|-------------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    |                   | 1<br>baseline | 2<br>ssp126 | 3<br>ssp245 | 4<br>ssp370 | 5<br>ssp585 |
| 1  | ACCESS-CM2        | V             | V           | V           | V           | V           |
| 2  | ACCESS-ESM1-5     | V             | V           | V           | V           | V           |
| 3  | AWI-CM-1-1-MR     | V             | V           | V           | V           | V           |
| 4  | BCC-CSM2-MR       | V             | V           | V           | V           | V           |
| 5  | CanESM5           | V             | V           | V           | V           | V           |
| 6  | CMCC-ESM2         | V             | V           | V           | V           | V           |
| 7  | EC-Earth3         | V             | V           | V           | V           | V           |
| 8  | EC-Earth3-AerChem | V             |             |             | V           |             |
| 9  | EC-Earth3-CC      | V             |             | V           |             | V           |
| 10 | EC-Earth3-Veg     | V             | V           | V           | V           | V           |
| 11 | EC-Earth3-Veg-LR  | V             | V           | V           | V           | V           |
| 12 | FGOALS-g3         | V             | V           | V           | V           | V           |
| 13 | GFDL-CM4          | V             |             | V           |             | V           |
| 14 | GFDL-ESM4         | V             | V           | V           | V           | V           |
| 15 | IITM-ESM          | V             | V           |             |             |             |
| 16 | INM-CM4-8         | V             | V           | V           | V           | V           |
| 17 | INM-CM5-0         | V             | V           | V           | V           | V           |
| 18 | IPSL-CM6A-LR      | V             | V           | V           | V           | V           |
| 19 | KACE-1-0-G        | V             | V           | V           | V           | V           |
| 20 | KIOST-ESM         | V             | V           | V           |             | V           |
| 21 | MIROC6            | V             | V           | V           | V           | V           |
| 22 | MPI-ESM1-2-HR     | V             | V           | V           | V           | V           |
| 23 | MPI-ESM1-2-LR     | V             | V           | V           | V           | V           |
| 24 | MRI-ESM2-0        | V             | V           | V           | V           | V           |
| 25 | NESM3             | V             | V           | V           |             | V           |
| 26 | NorESM2-LM        | V             | V           | V           | V           | V           |
| 27 | NorESM2-MM        | V             | V           | V           | V           | V           |
| 28 | TaiESM1           | V             | V           | V           | V           | V           |

# 謝謝聆聽

