

AR6統計降尺度1公里日資料介紹

報告人 鄭兆尊
國家災害防救科技中心



統計降尺度1公里日資料

■ 統計降尺度資料產製方法

- CMIP6全球氣候模式推估
- TCCIP 1公里網格化觀測資料
- 分位映射法(QM與QDM)偏差修正

■ 降尺度資料特性與不確定性

- 1公里與5公里差異
- 來自觀測資料不確定性
- 來自全球推估的不確定性



統計降尺度資料產製方法

2025.8.5
臺灣氣候變遷推估資訊與適應知識平台
Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform
「TCCIP AR6 1公里統計降尺度」新資料說明會暨計畫
重點成果發表會

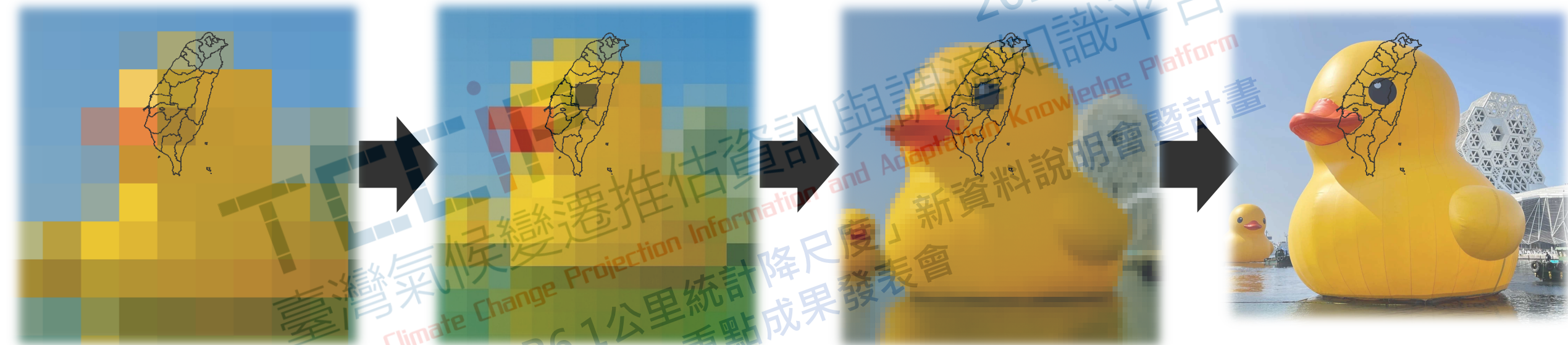
降尺度 - 提高解析度

50km↑解析度

25km解析度

5km解析度

1km↓解析度



看到有些東西

輪廓清楚一些

看到大致細節

更細緻的細節

統計降尺度資料推估資料來源

參與CMIP6的全球模式

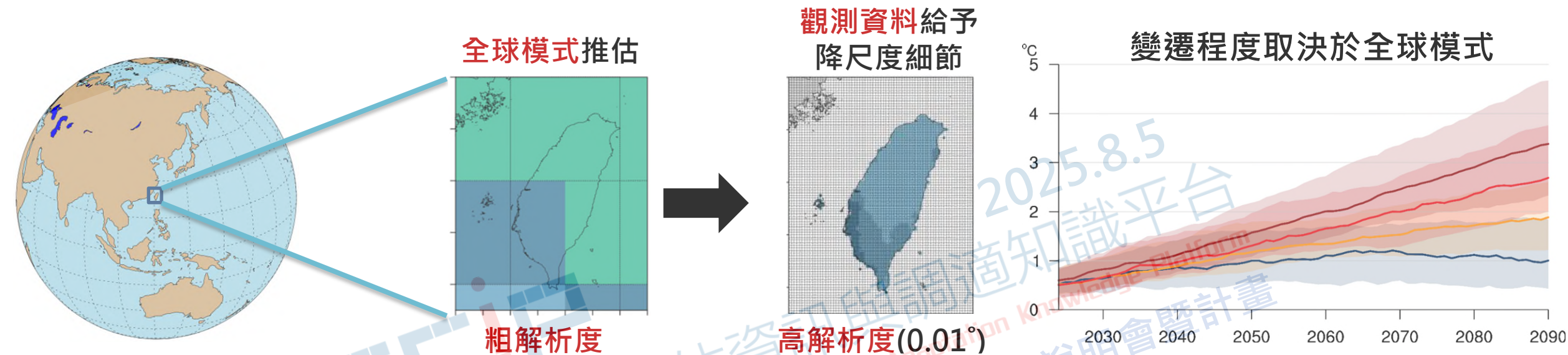


統計降尺度使用的模式數量：

	Historical (歷史模擬)	未來推估(等級1)				未來推估(等級2)		
		SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5	SSP1-1.9	SSP4-3.4	SSP4-6.0
降雨	31	28	29	27	29	9	5	5
溫度	28	25	26	23	26	9	5	5

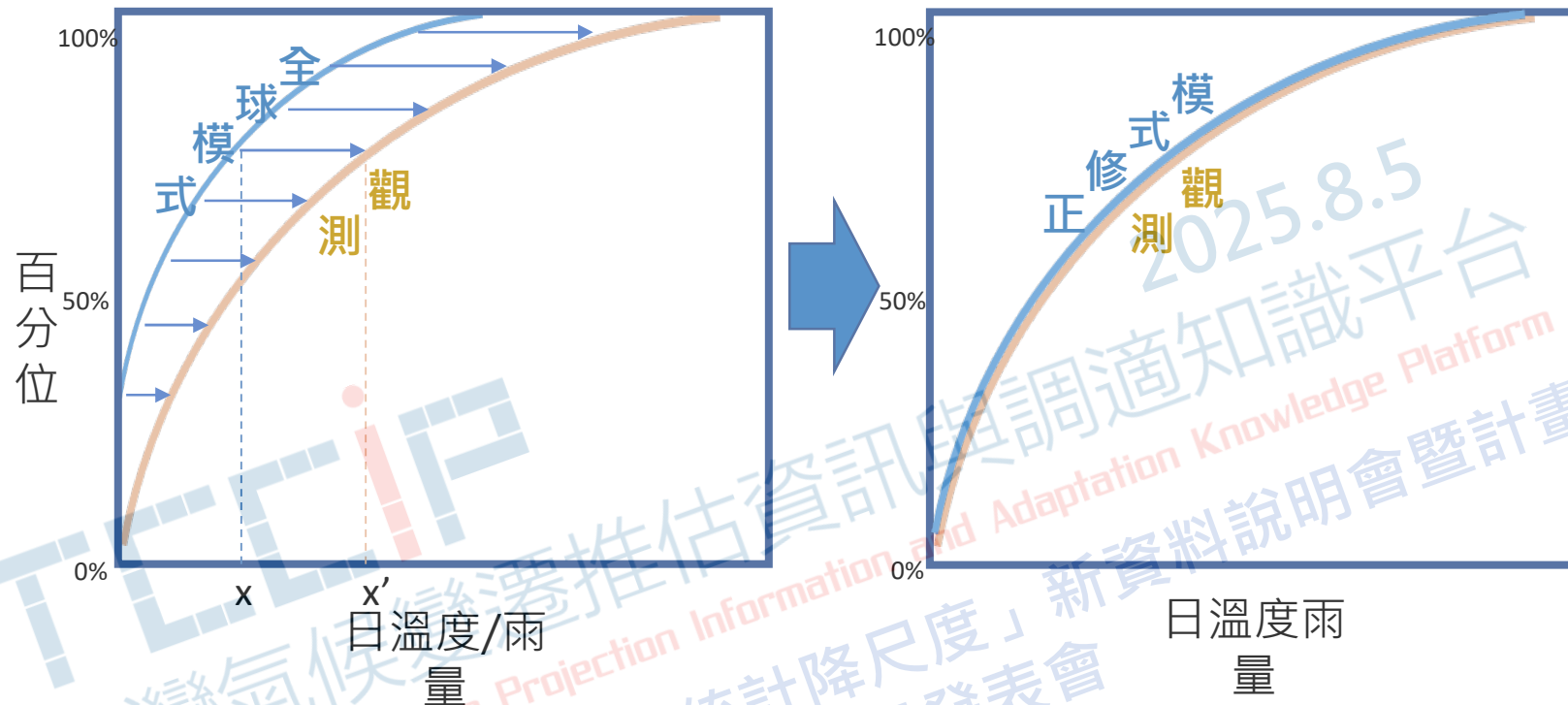
等級2的SSP1-1.9升溫情形可作為1.5°C研究應用

統計降尺度資料產製



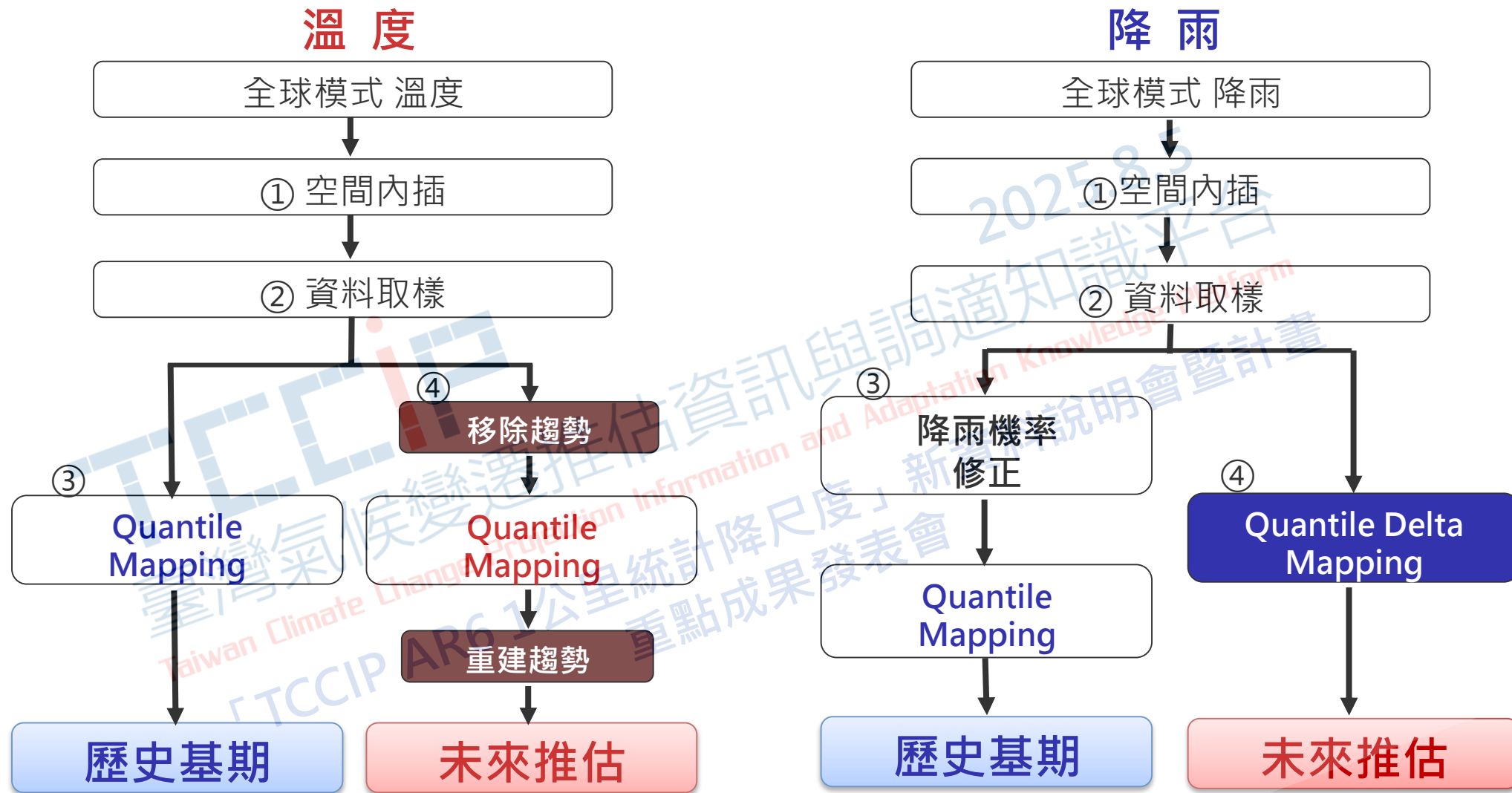
資料組	統計降尺度
使用來源資料	CMIP6全球模式(~125km)
空間解析度	日、 0.01°(~1km)
情境資料	歷史(1960-2014)、SSP暖化情境未來推估(2015-2100)
方法	分位數映射 (Quantile Mapping, QM) 偏差修正 分位數增量映射(Quantile Delta Mapping, QDM)偏差修正
氣象變數	日最高溫、日最低溫、日均溫、降雨

降尺度方法 - 分位映射法(Quantile Mapping)



- 確保基期推估能維持與觀測相同的統計特性 (平均值、標準差、分位數、極端值頻率...)
- 每個空間網格獨立操作，不保證時間、空間良好的連續性
- 氣候變遷後狀況外的數值，使用外插修正值，可能導致變化趨勢過度放大或是趨勢相反的狀況

統計降尺度資料產製流程



移除趨勢與QDM皆可減少使用外插修正量的情況



降尺度資料特性

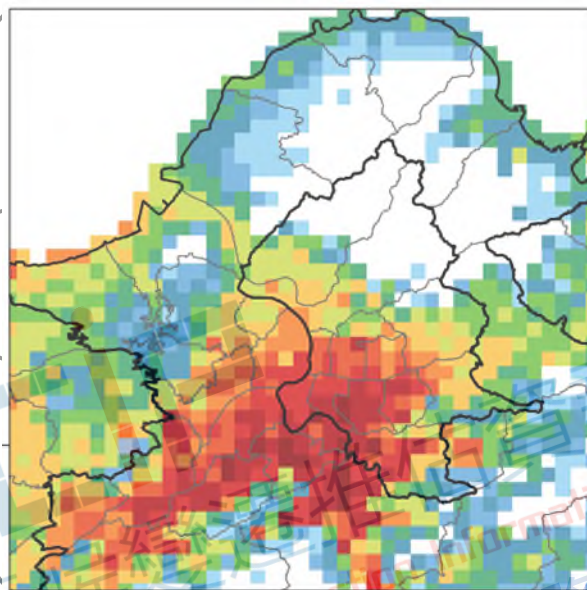
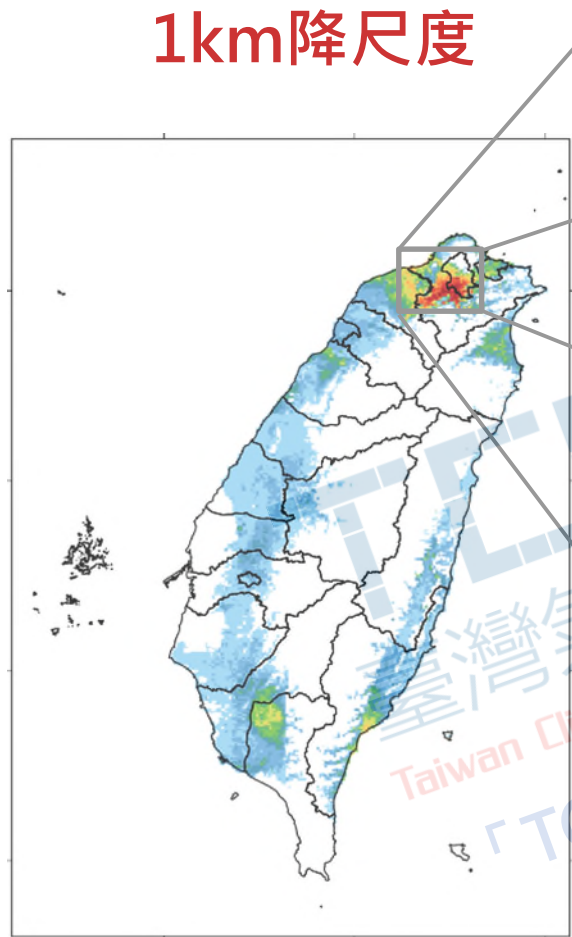
不同解析度的差異與不確定性

請參考TCCIP的「網格化觀測資料與統計降尺度不確定性分析說明」文件
https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/km_publish_data_document_one.aspx?dd_id=20210609213136

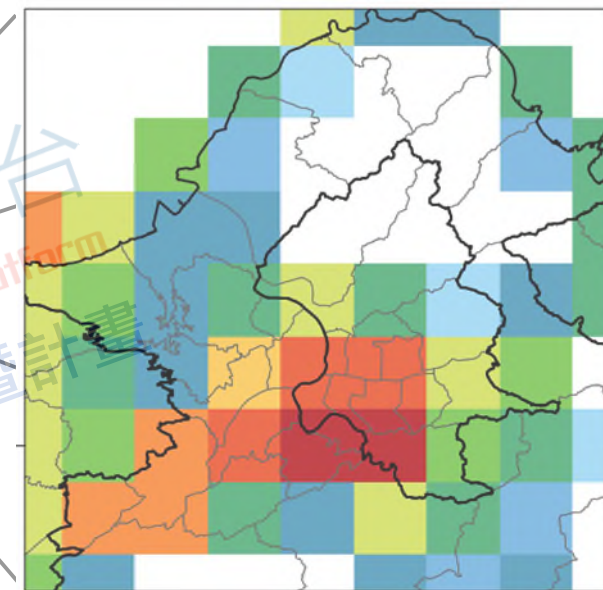
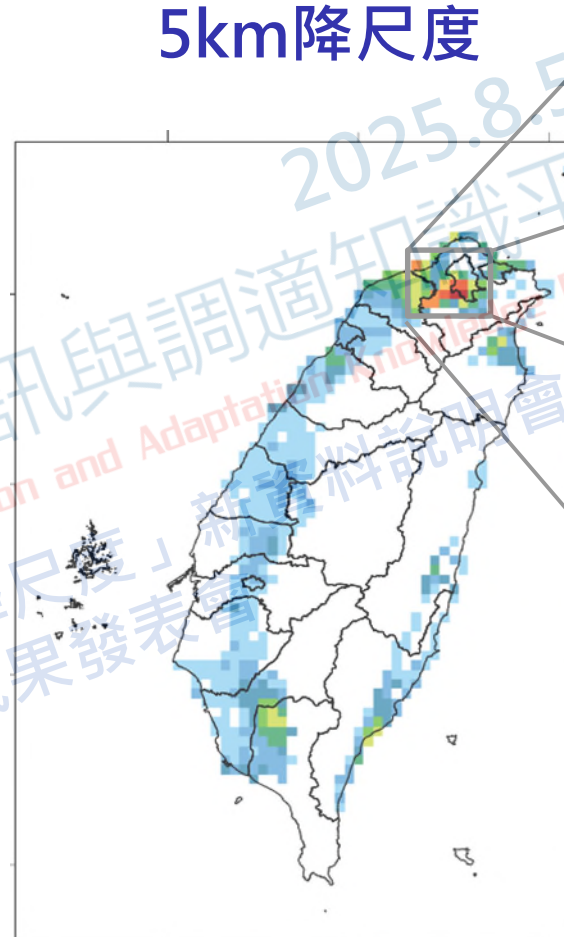
呈現更多細節 - 高溫36°C天數

- 1km降尺度可進一步呈現河谷、鄉/鎮區域內高溫發生區域

1km降尺度

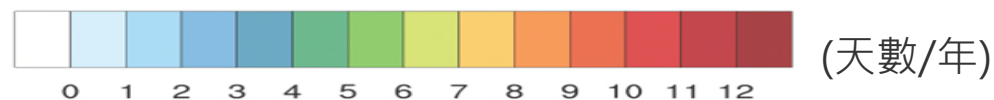


5km降尺度

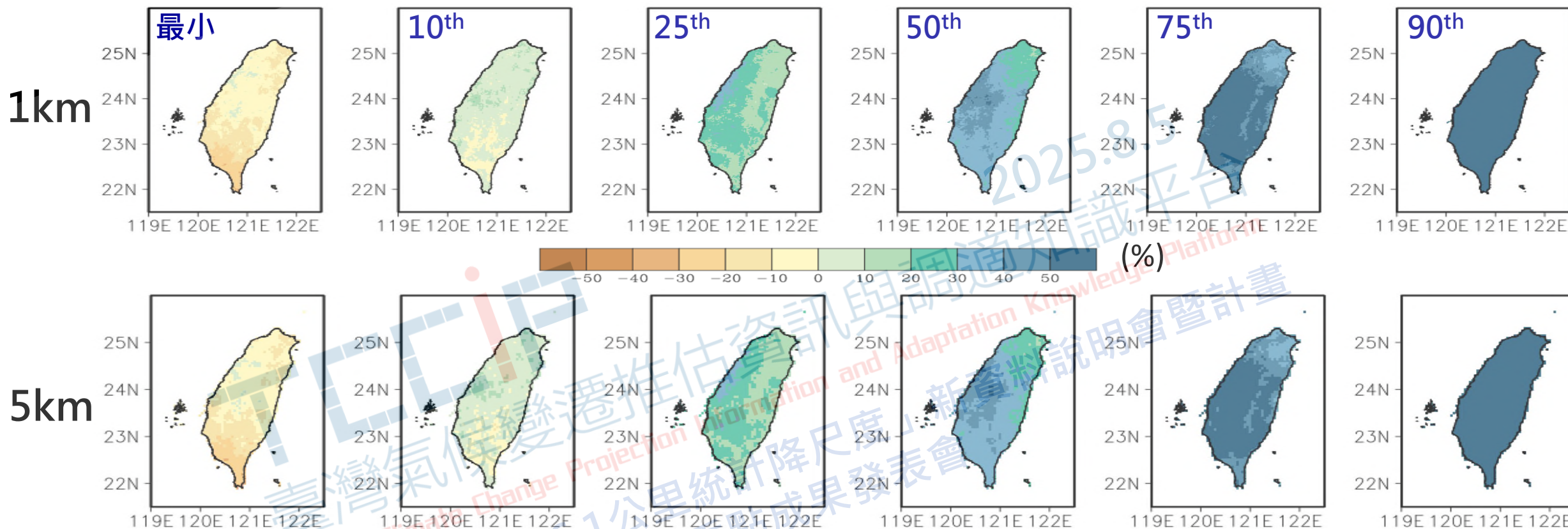


1公里呈現更多細節，
極端值較大

*使用TaiESM1統計降尺度基期
(1995-2014)日最高溫資料



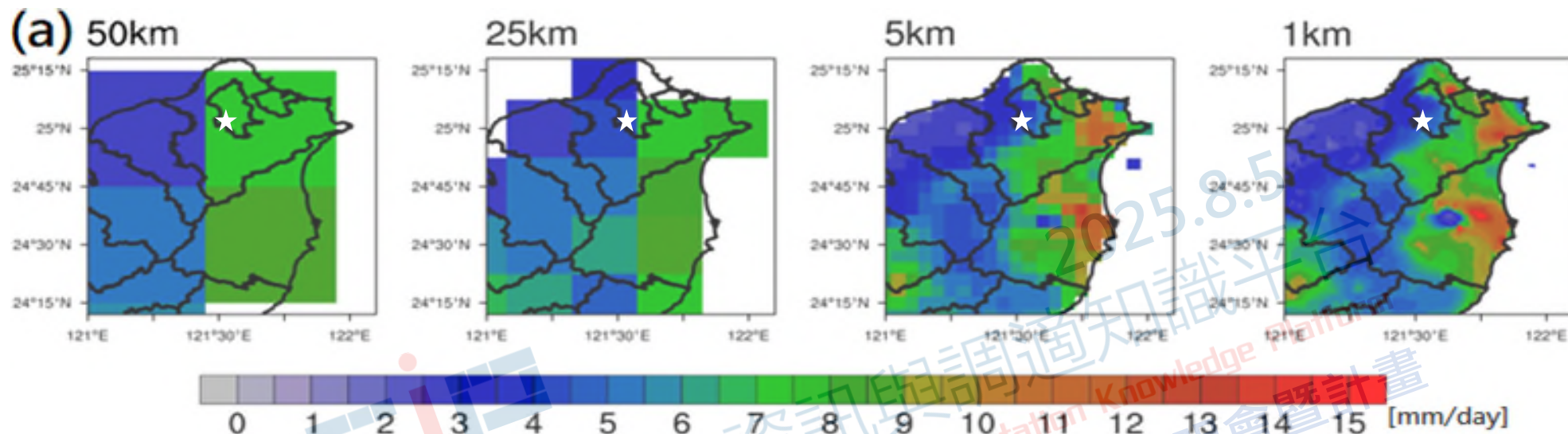
降雨未來推估 – 年總雨量變化趨勢



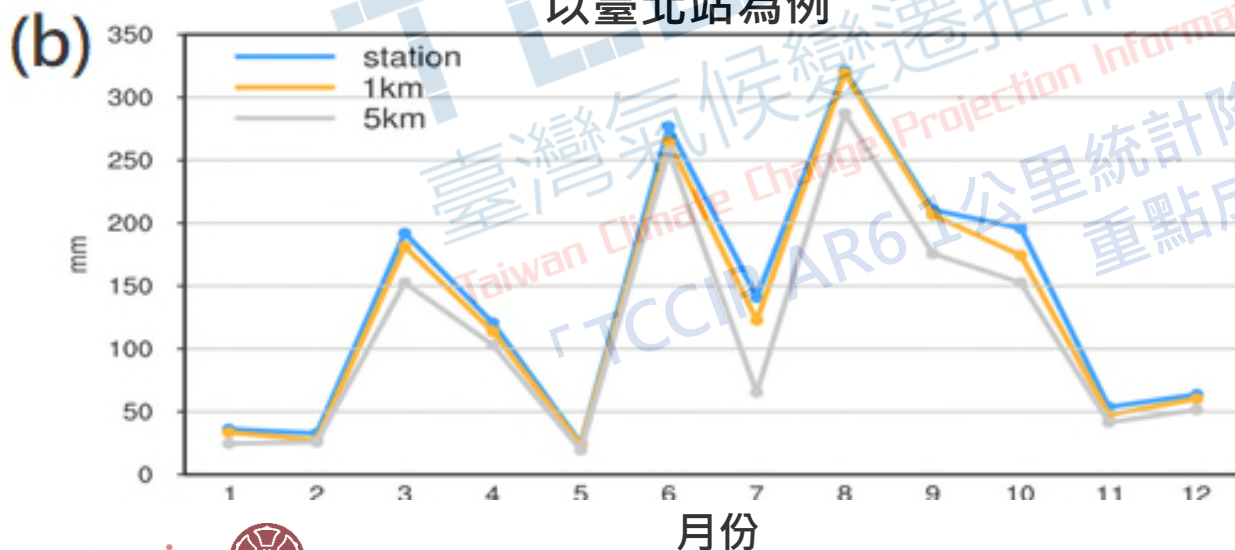
- 降尺度使用**核心方法相同**並**使用相同全球模式**，未來推估結果**大趨勢會一致**
- 1公里因可呈現更多細節，因此可能**特定區域趨勢會有所不同**

* SSP5-8.5；世紀末年分：2080-2100；單位：%。另有其他SSP及年總降雨量的結果

觀測網格不同解析度降雨量比較



以臺北站為例



網格資料是面化資料，不建議與測站資料直接比對 (本質不同)

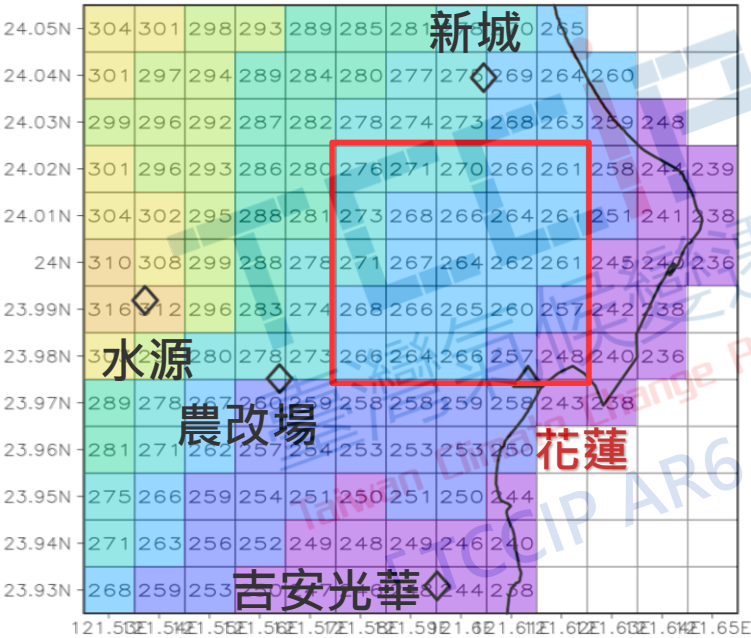
- 網格化需考慮鄰近測站，有均化的效果，台北站所在網格降雨量較測站資料弱
- 1km網格資料與測站資料差距最小
- 50km網格包含東邊山區降水，台北站所在網格雨量反而增加

不同解析度的極端降雨(以花蓮站為例)

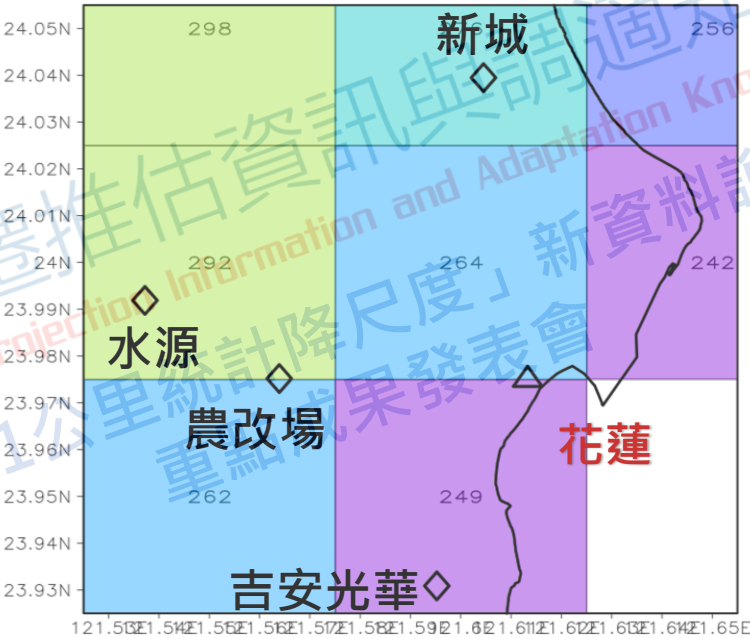
花蓮	測站點	1km網格化觀測	1km降尺度	5km降尺度
年最大日降雨 (mm)	238.8	228.4	257.0	264.3

TaiESM統計降尺度
1984-2014日雨量資料

1km降尺度



5km降尺度



1公里資料可出現較強的極端值，如水源站附近

花蓮站的1公里網格偏海邊少雨區。所在5公里網格的值反而較大，較無法反映花蓮站的情況

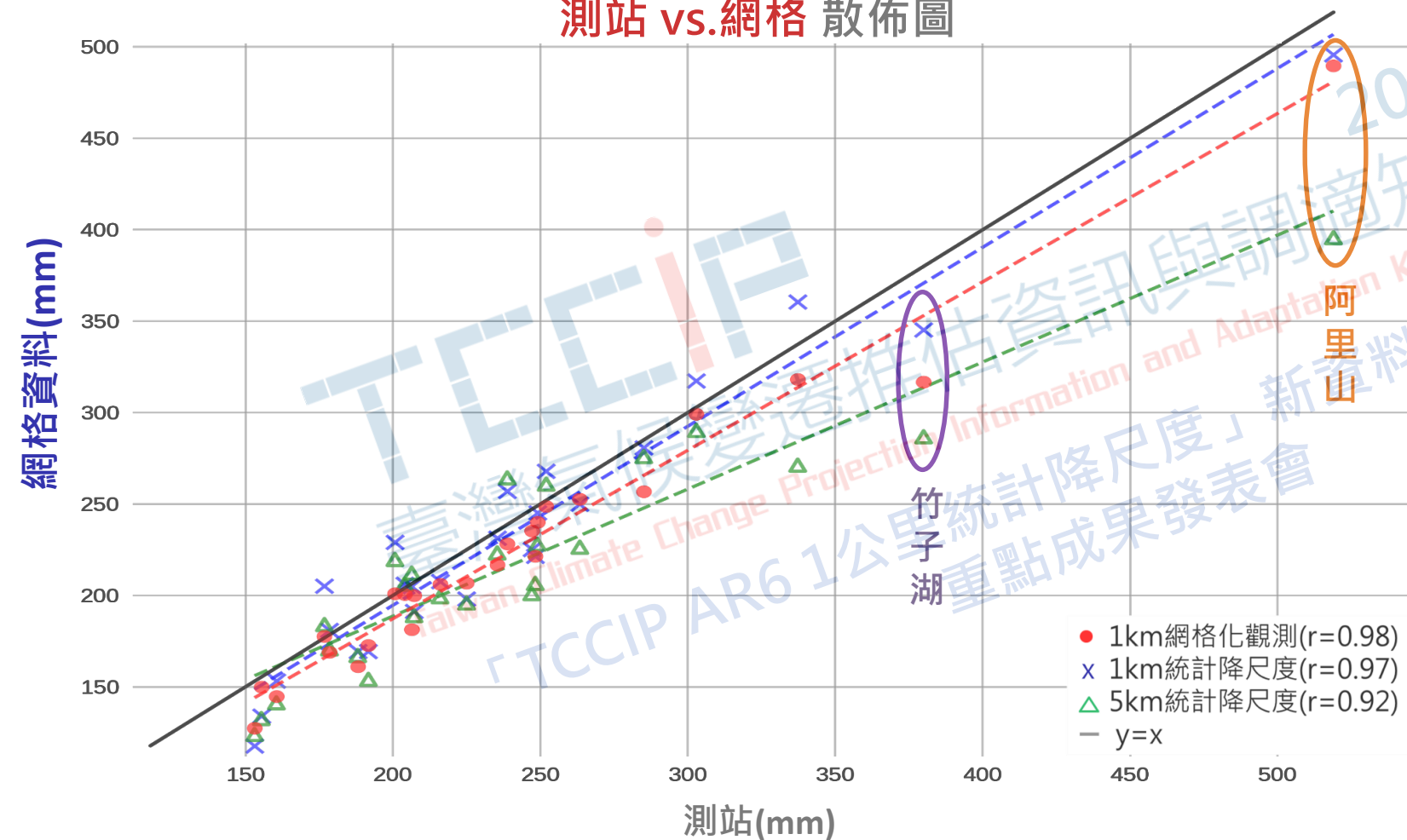


測站、1km與5km統計降尺度極端降雨比較

年最大1日降雨(Rx1day)

測站 vs. 網格 散佈圖

➤ 山區1km與5km差異較明顯



山區測站因為地形效應或觀測站稀少，測站附近網格資料易形成區域極大值。網格範圍越大，網格資料與觀測資料差異越大

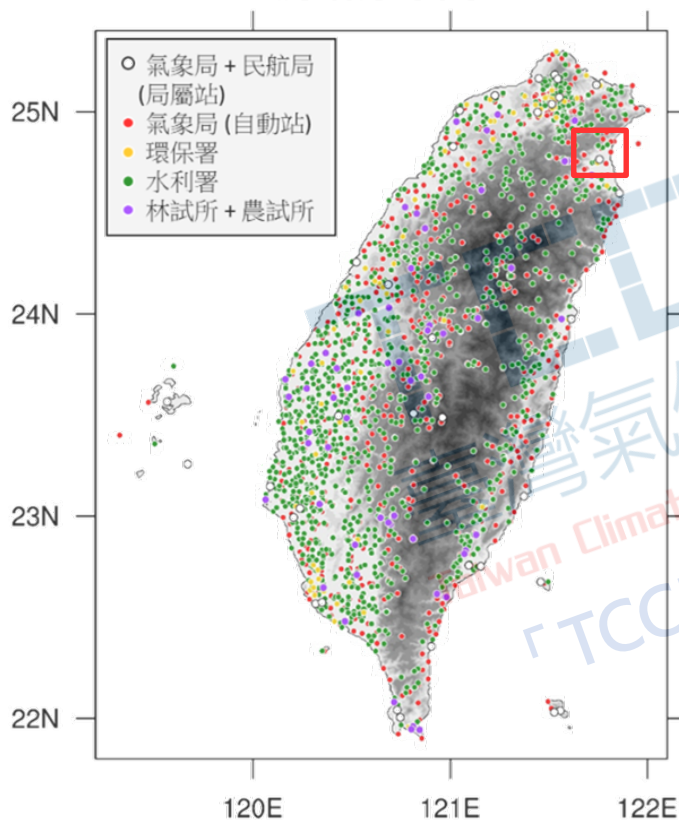
網格化觀測資料不確定性

為什麼 **“降尺度”** 不是越細越好？

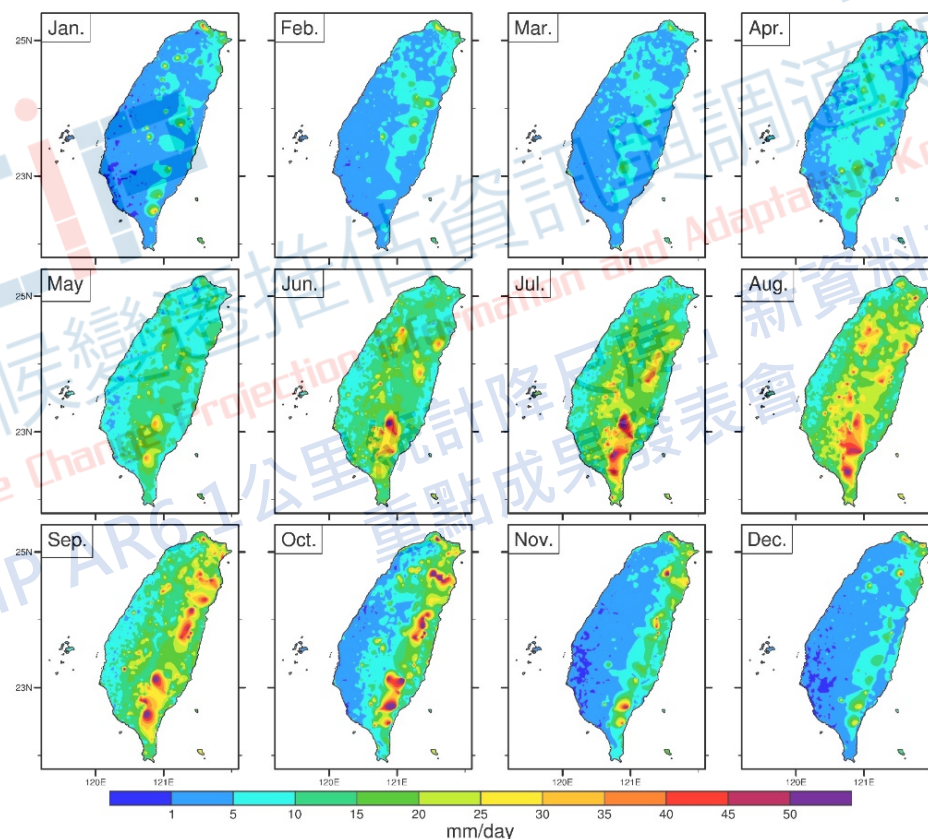
網格化觀測資料的不確定性

- **網格化不確定性**：山區測站密度低，加上溫度與雨量空間變異大，資料不確定性較高
平地測站較密，資料不確定性較小
- **測站資料不確定性**：增撤站、儀器故障、維修、更新...造成資料長度與品質的不連續

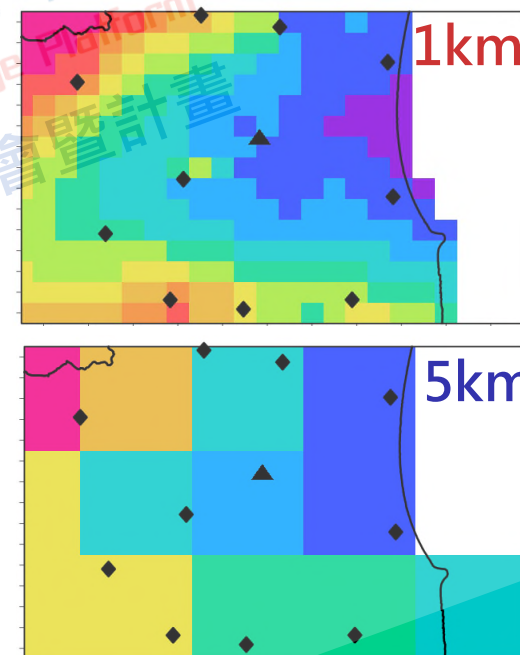
測站分布圖



網格化觀測降雨不確定性 (均方根誤差)



蘭陽平原



蘭陽平原測站密度接近
每5公里網格1個站

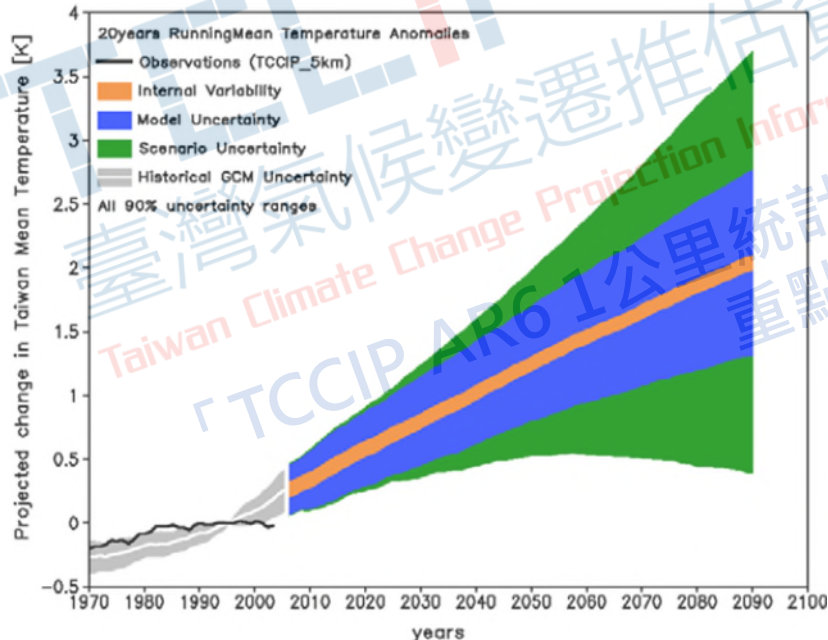
未來推估結果的不確性

除了降尺度方法與觀測資料導致的不確定性，其他重要的不確定來源包括：

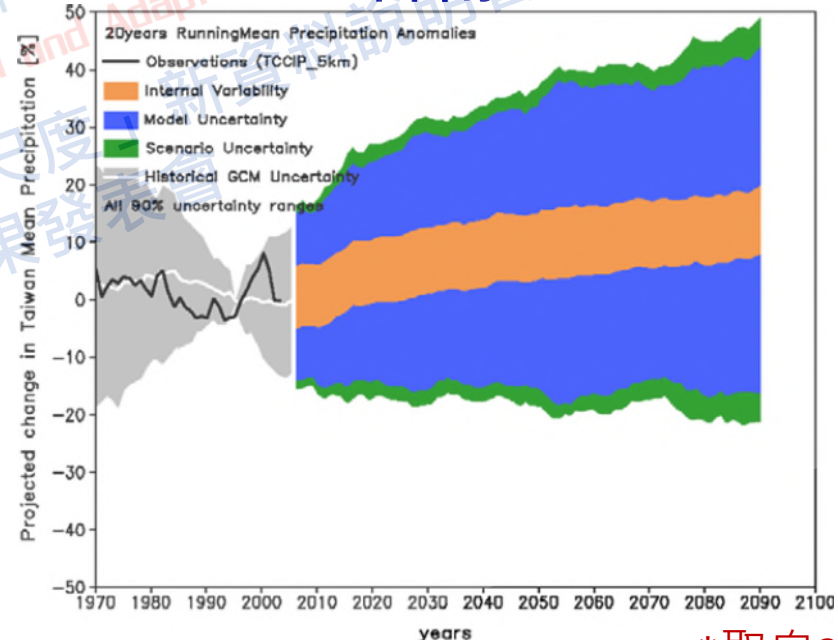
1. 不同情境(Scenario Uncertainty, SU)(綠色) ⇒ 使用Global Warming Level 設定可避免之
2. 不同模式(Model Uncertainty, MU)(藍色)
3. 自然變異(Internal variability, IV)(橘色)

逐年變化分析：

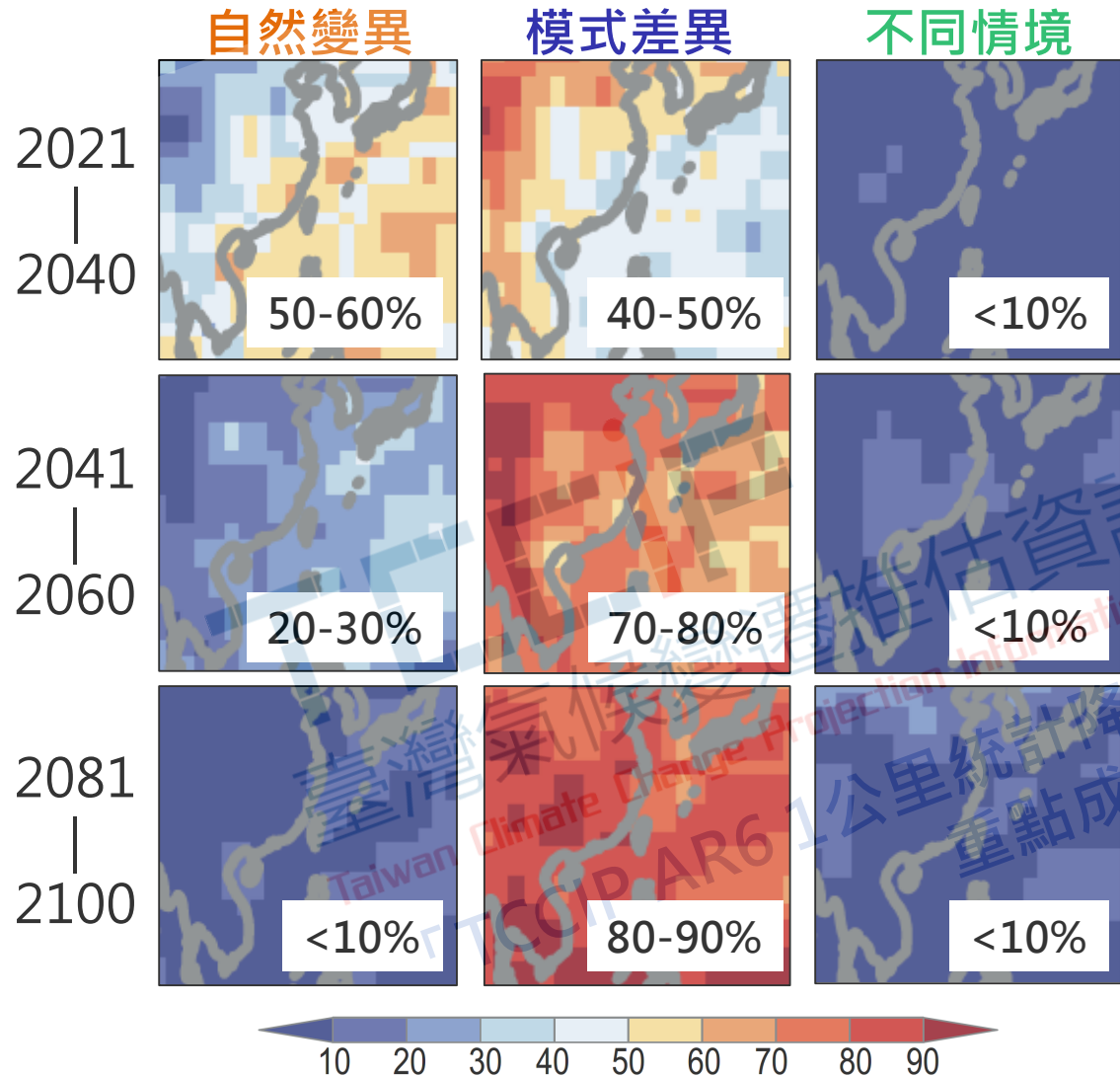
溫度



降雨



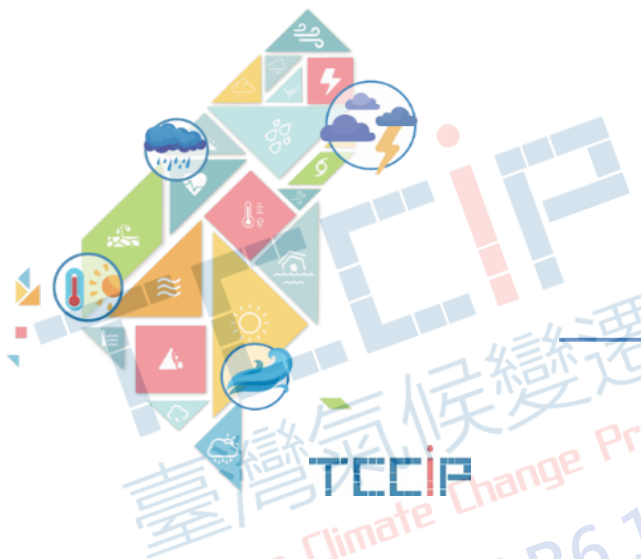
AR6未來降雨推估的不確定性



降雨推估不確定性來源

- 短期：主要來自**自然變異**、其次**模式差異**、**不同情境**居末
- 中期：主要來自**模式差異**、其次**自然變異**、**不同情境**居末
- 長期：主要來自**模式差異**，來自**自然變異**與**不同情境**貢獻相對少很多

圖、CMIP6 未來推估降雨不確定性來源的佔比
(IPCC AR6 Figure 8.23, 2021)

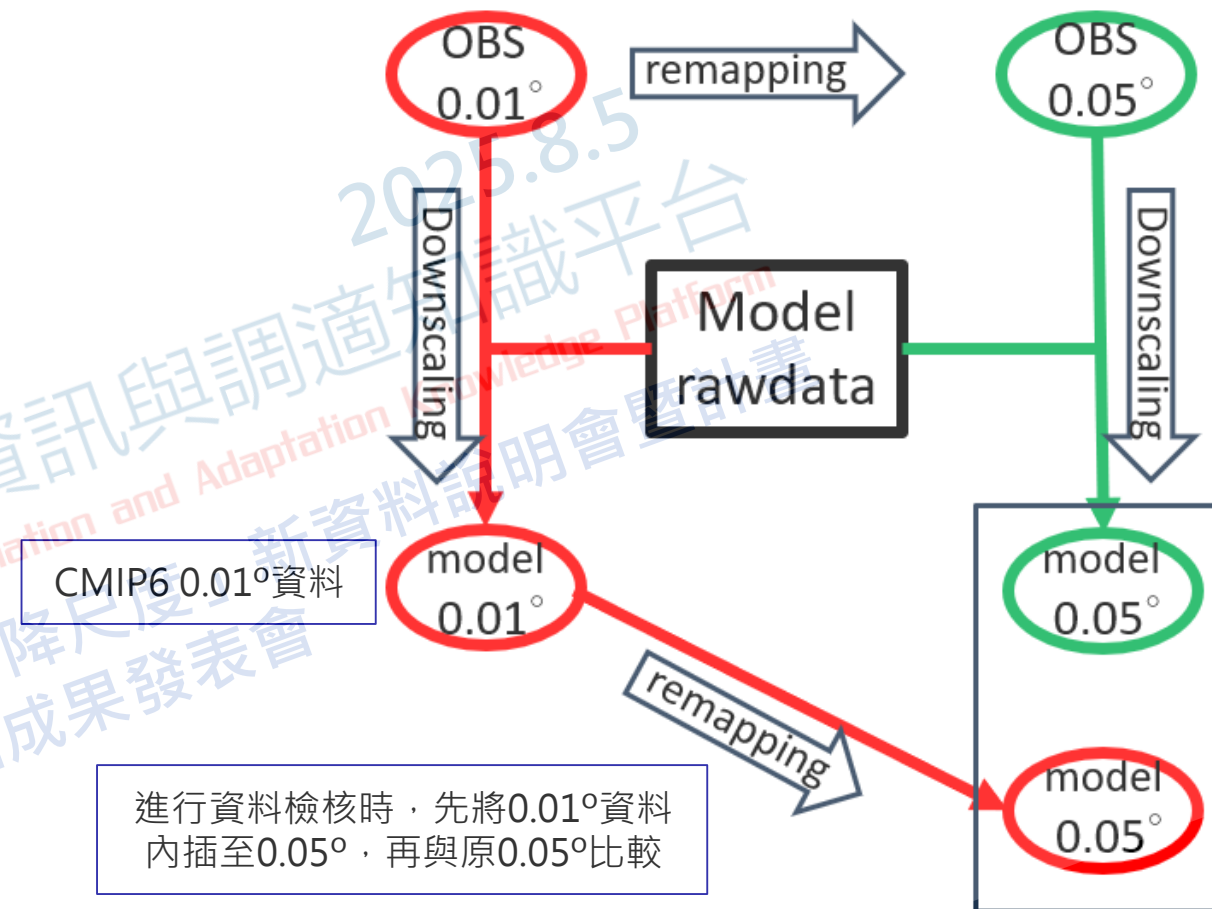


2025.8.5
臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台
Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform
「TCCIP AR6 1公里統計降尺度」新資料說明會暨計畫
重點成果發表會

小 結

1公里統計降尺度資料 vs. 5公里資料

- 降尺度資料不確定性來源包含：觀測資料、暖化情境、模式間差異、自然變異、降尺度方法...
- 降尺度**核心方法相同**，分別使用的1公里與5公里網格化**觀測資料也是相同的** (區域平均)
- 使用**相同的全球推估資料**，因此變化的**趨勢一致**
- 1公里可呈現更多細節，不過**特定區域趨勢可能不同**
- 更多的1公里網格內無測站，**資料不確定性高**
- 測站所在網格資料，**解析度越高與測站資料差異越小**



降尺度流程示意圖

1公里和5公里資料相比，主要的優缺點是什麼？

精細的空間細節

適合都市、鄉鎮或流域等小尺度研究



較能捕捉極端值

凸顯高溫、強降雨熱點

極端事件分析仍建議使用動力降尺度資料



大資料量

25倍資料量，全臺資料約**2.2TB**



高計算需求



較粗的空間解析度

適合全臺、跨縣市的大尺度研究



缺乏極端值

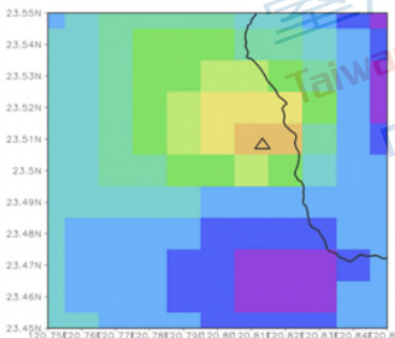
資料較均質化

小資料量

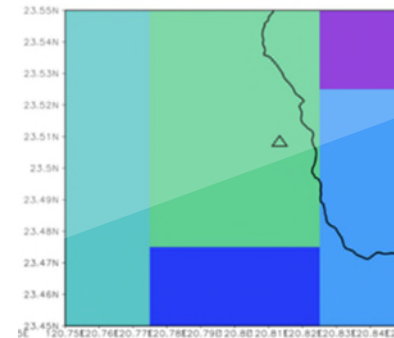
全臺資料約**85GB**



低計算需求



1公里資料



5公里資料

2025.8.5
臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台
TCCIP AR6 1公里統計尺度全球變遷新資料說明會暨計畫
重點成果發表

謝謝聆聽

TCCIP 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

NSTC 國家科學及技術委員會
National Science and Technology Council

NCDR 國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction