

TCCIP3

全球氣候推估與重分析觀測資料的 動力降尺度

鄭兆尊、姜欣妤、簡毓瑋、林秉毅





高解析度全球氣候推估降尺度

使用WRF區域模式對HiRAM全球氣候模擬的降尺度

TCCIP3動力降尺度



- 動力降尺度 – 透過使用動力模式模擬增加資料解析度
- TCCIP3動力降尺度目標，提供台灣地區2~5公里解析度的區域氣候資料
- 僅針對可模擬出台風的高解析度全球模式資料進行動力降尺度

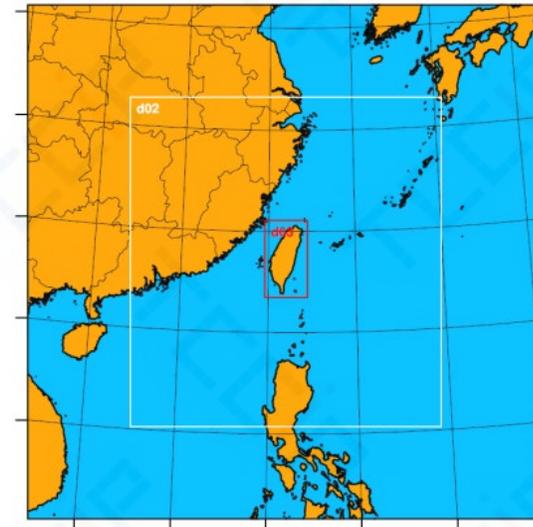


全球模式資料
(ERA5、HiRAM、TaiESM、MRI...)

Projected
circulation
and SST



Initial,
Lateral &
Lower B.C.



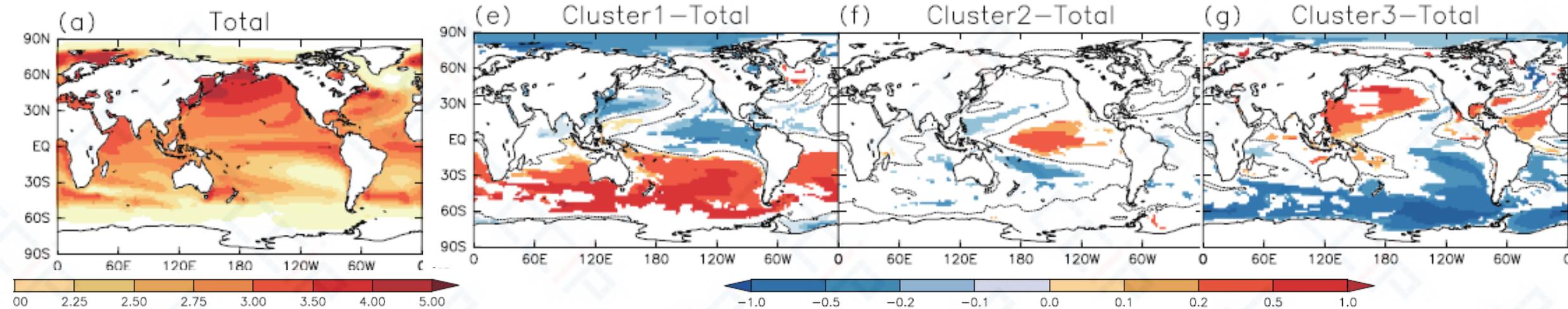
Regional Model WRF

高解析度全球氣候推估降尺度 (RCP8.5)



TCCIP2	<ul style="list-style-type: none">➤ MRI-AGCM - 全年全時期模擬<ul style="list-style-type: none">– 解析度20公里– 歷史基期2組、RCP8.5世紀末不同海溫分布4組
TCCIP3 	<ul style="list-style-type: none">➤ HiRAM C384 - 全年全時期模擬<ul style="list-style-type: none">– 解析度25公里；歷史基期(1979-2003)3組、RCP8.5世紀中(2075-2099)、末(2040-2065)不同海溫分布各4組➤ HiRAM C192 – 千場颱風事件模擬<ul style="list-style-type: none">– 解析度50公里；歷史基期4組、RCP8.5世紀中、末不同海溫分布各16組；基期、世紀中、世紀末各有705、2328、1360場颱風可供分析➤ TaiESM – CMIP6 連續百年多情境模擬<ul style="list-style-type: none">– SSP126、245、370，2015-2100

四組海溫小系集



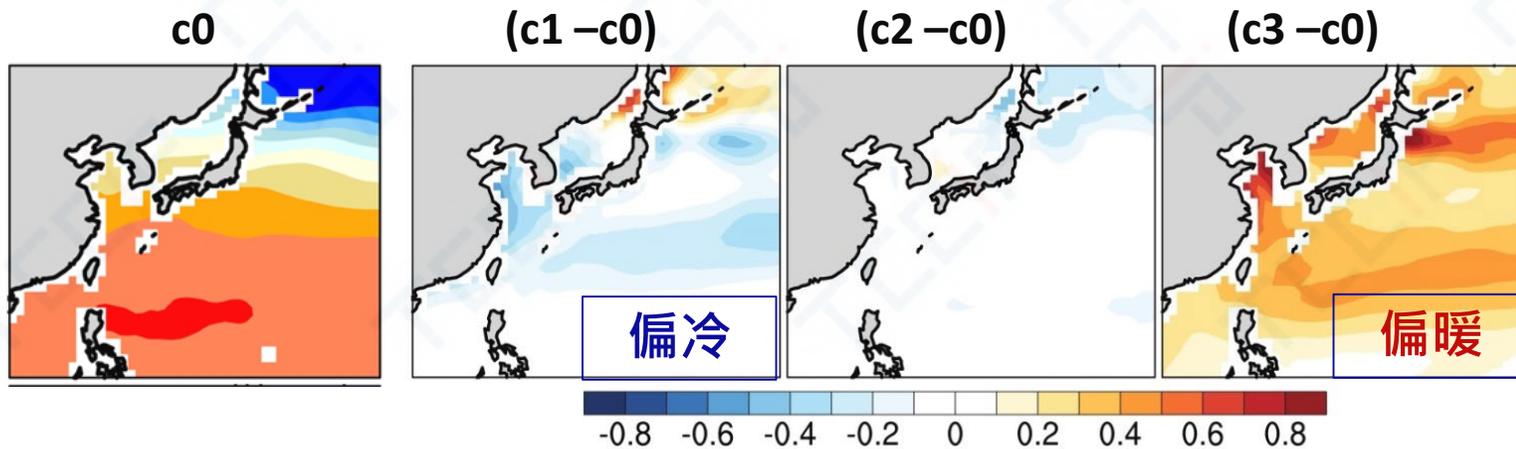
28個模式的系集平均

+

3種群聚分類分群的平均

Mizuta et al. (2014)

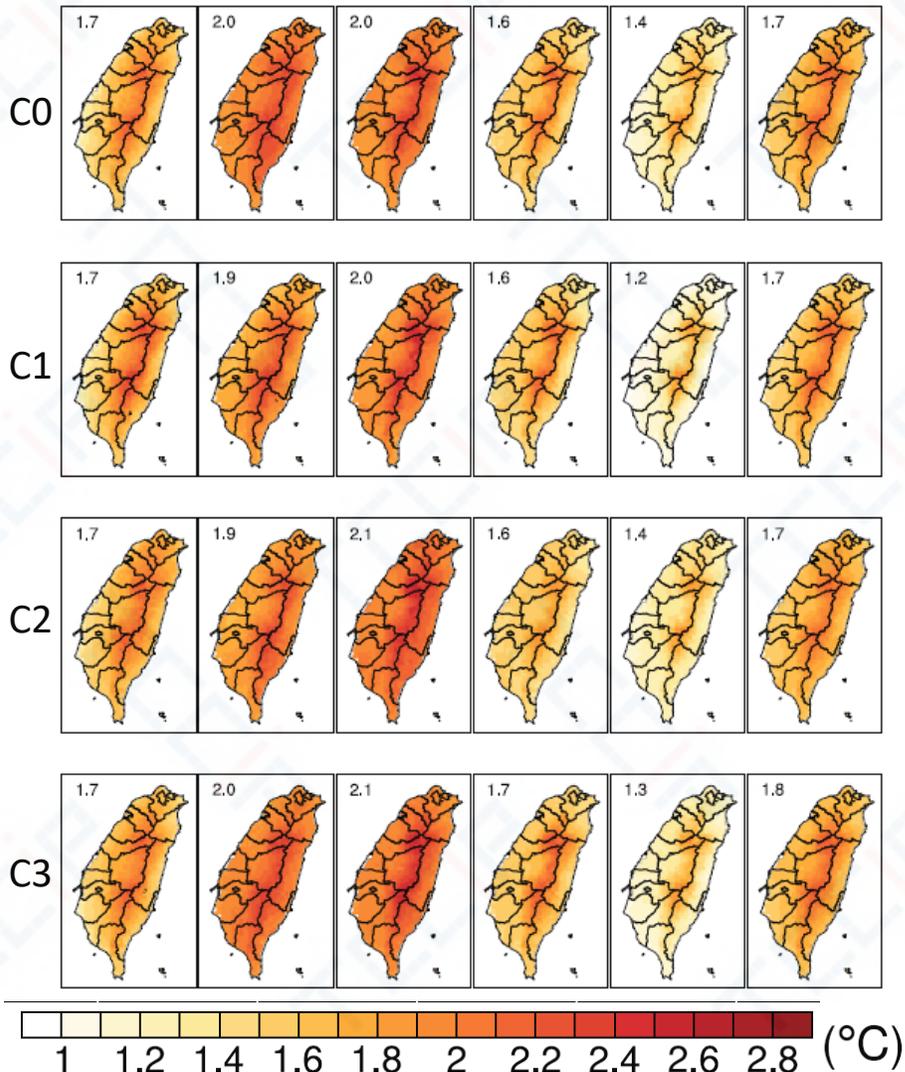
➤ 使用RCP8.5情境下4種不同海溫分布來涵蓋推估的不確定性



二十一世紀中(2040-2065)溫度變遷



春季 梅雨季 夏季 秋季 冬季 全年

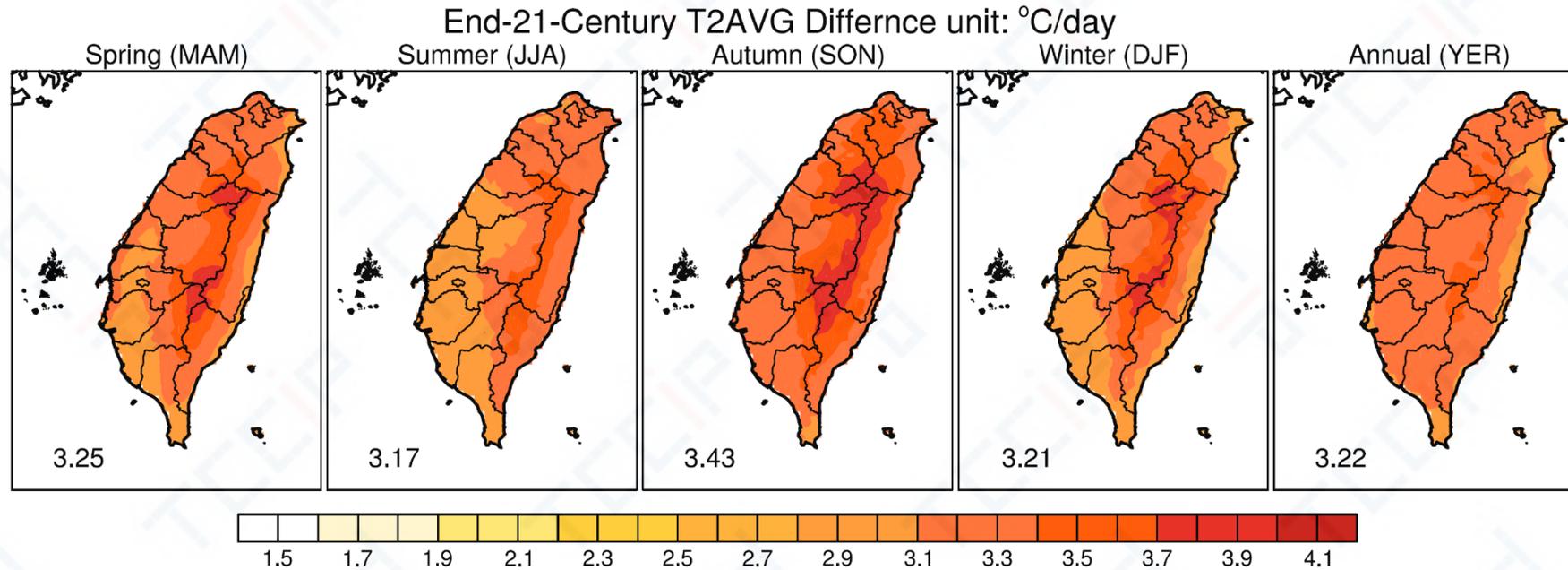


T2AVG	春季 FMA	梅雨季 MJ	夏季 JJA	秋季 SON	冬季 DJ	全年
世紀中 C0	1.7	2.0	2.0	1.6	1.4	1.7
世紀中 C1	1.7	1.9	2.0	1.6	1.2	1.7
世紀中 C2	1.7	1.9	2.1	1.6	1.4	1.7
世紀中 C3	1.7	2.0	2.1	1.7	1.3	1.8

➤ 相對於1979-2003基期全年均溫增加約1.7~1.8度，四組系集之間差異不大，山區增溫較平地明顯

➤ 暖季增溫最為顯著，增溫約為2度；冬季增溫最少，增加約1.2-1.4度

二十一世紀末(2075-2099)溫度變化

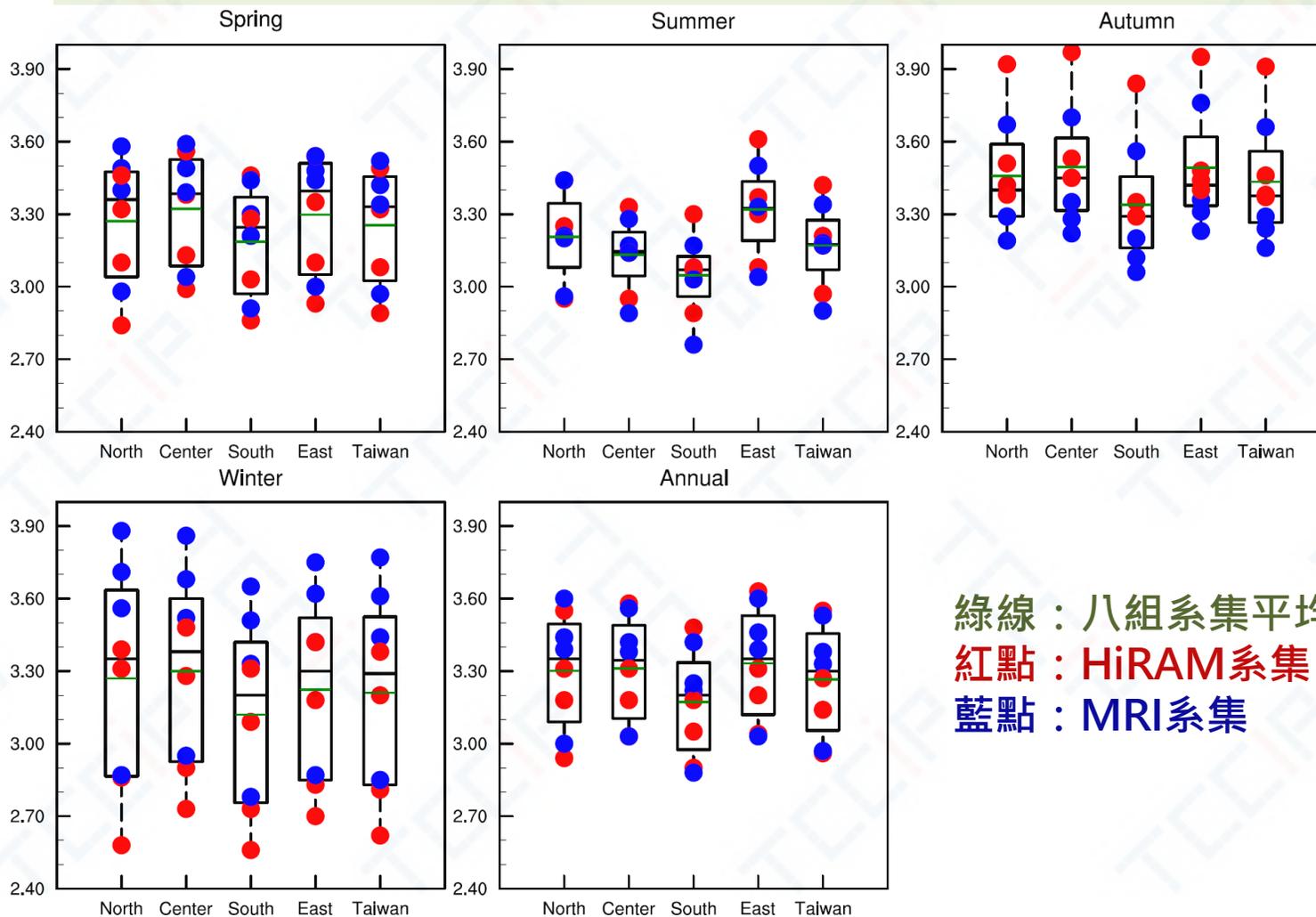


- 8組增溫(MRI四組+HIRAM四組)的系集平均
- 增溫3-4度，山區增溫較平地明顯
- 秋季增溫較顯著

二十一世紀末四大分區各季節溫度變化



世紀末八組系集氣候平均溫度改變量(°C)盒鬚圖



➤ 8組增溫結果有助於評估推估結果的不確定性

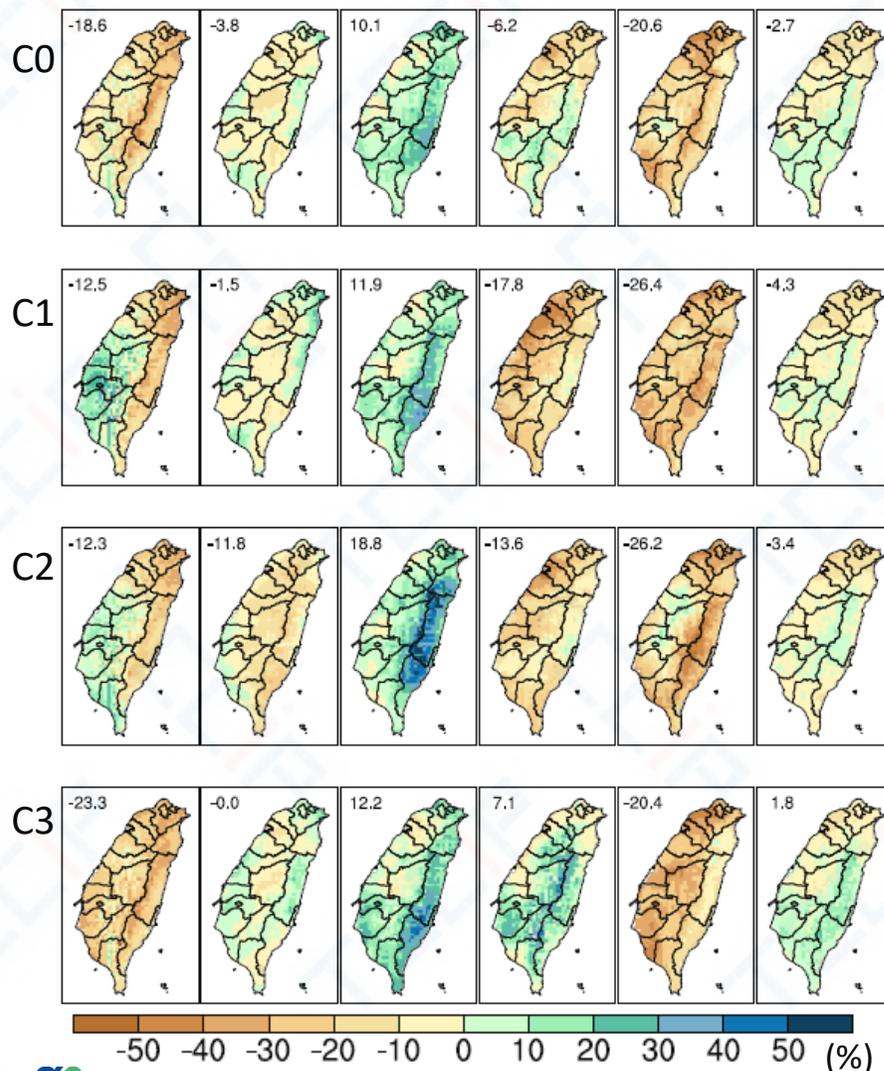
➤ 夏季推估的不確定性較小，冬季不確定性最大

綠線：八組系集平均
紅點：HiRAM系集
藍點：MRI系集

二十一世紀中(2040-2065)降雨變遷



春季 梅雨 夏季 秋季 冬季 全年



RAIN	春季 FMA	梅雨季 MJ	夏季 JJA	秋季 SON	冬季 DJ	全年
世紀中 C0	-18.6	-3.8	10.1	-6.2	-20.6	-2.7
世紀中 C1	-12.5	-1.5	11.9	-17.8	-26.4	-4.3
世紀中 C2	-12.3	-11.8	18.8	-13.6	-26.2	-3.4
世紀中 C3	-23.3	0.0	12.2	7.1	-20.4	1.8

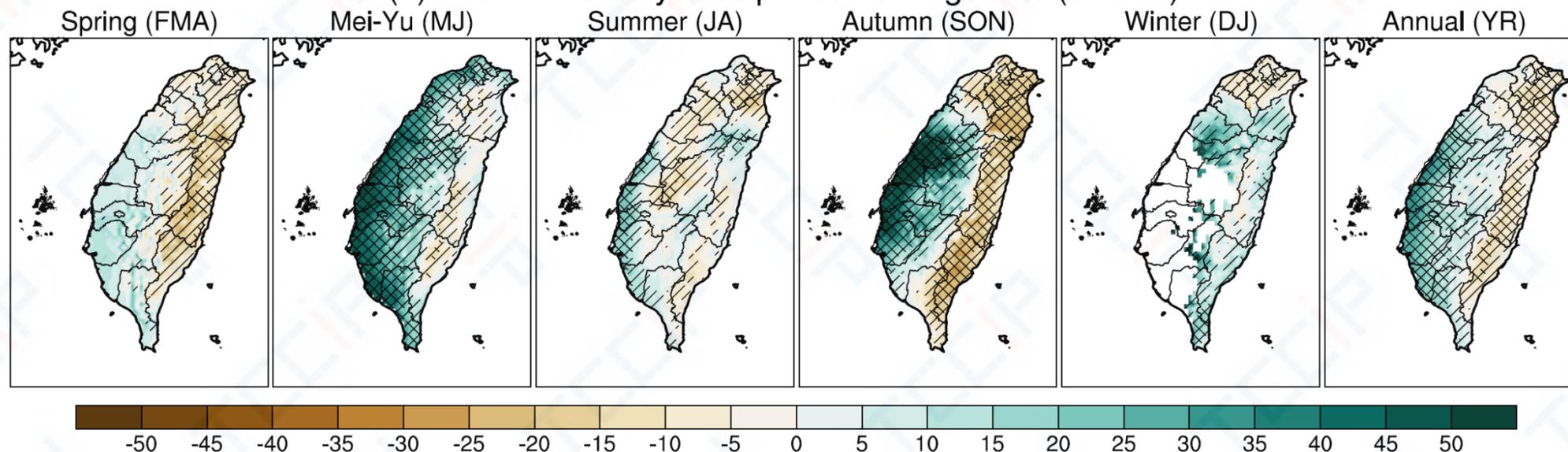
趨勢一致性較高者：

- 西北部春雨熱區減少約20%；
- 東北部冬雨熱區約減少約30%；
- 夏季降雨增加30-50%；
- 全年的降雨大致呈現北減、南增

二十一世紀末(2075-2099)降雨變遷



世紀末八組改變量的系集平均



- 斜線標註變遷趨勢一致性超過半數(5組)
- 春季降雨減少、梅雨季降雨增加
- 秋季降水西半部增加、東半部減少的趨勢

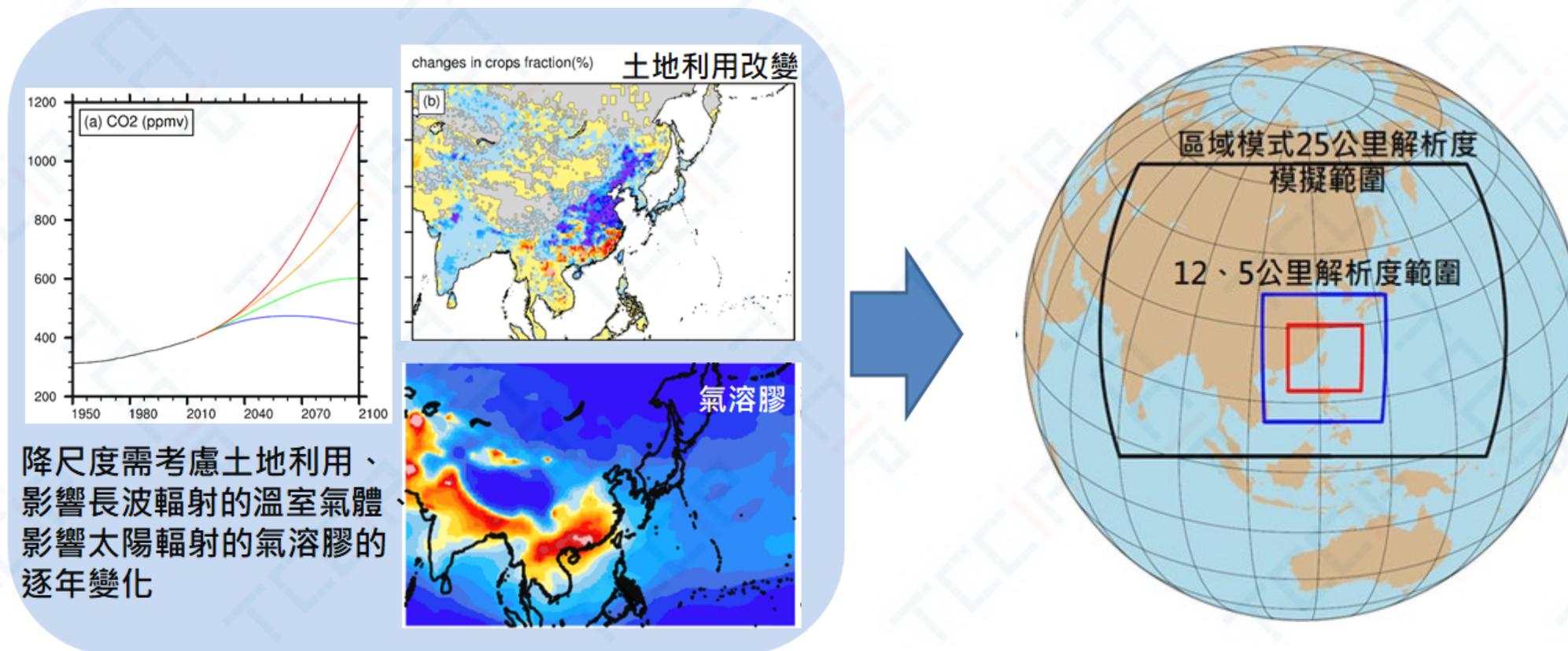


TaiESM降尺度資料

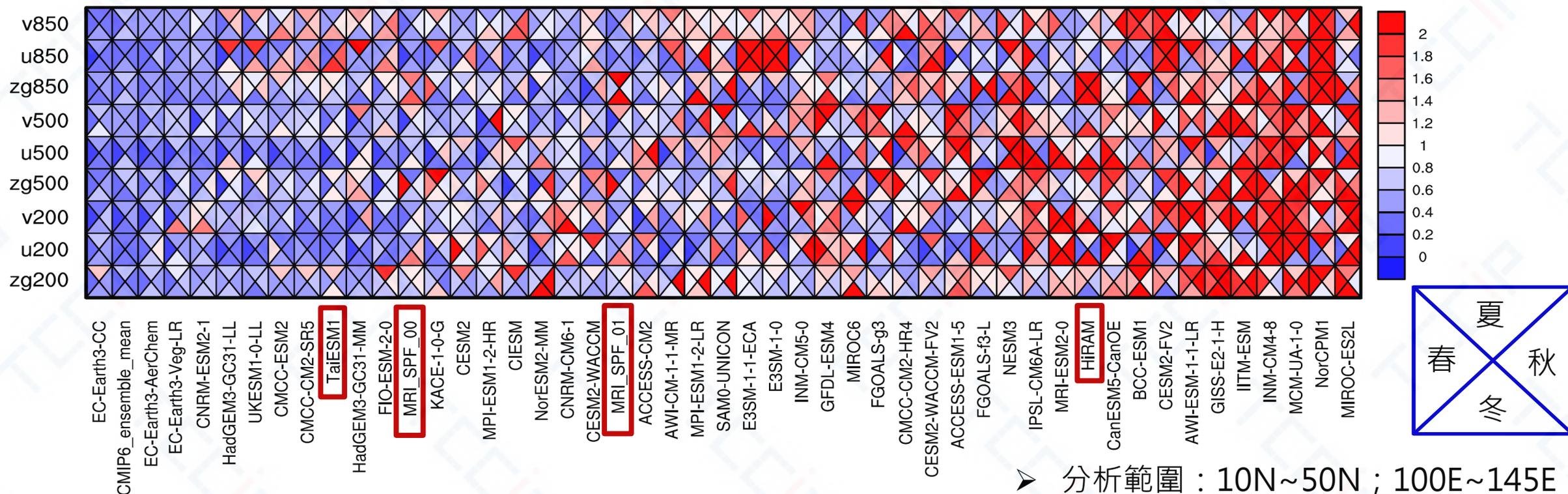


TaiESM之動力降尺度

- 中研院發展的臺灣全球氣候變遷模式 (簡稱**TaiESM**)，是臺灣首次參與CMIP6，提供完整AR6四種暖化情境(SSP1-2.6、2-4.5、3-7.0、5-8.5)到2100年模擬資料
- 開始進行 **TaiESM東亞地區25公里**解析度動力降尺度



TaiESM在東亞地區模擬



- CMIP6模式對東亞地區大氣環流的模擬以歐洲EC-Earth模式表現最好
- TaiESM排名扣除系集平均為第九名。不過其1.25度解析度，要直接模擬出颱風仍有困難

初步成果 - 東亞地區降雨模擬評估



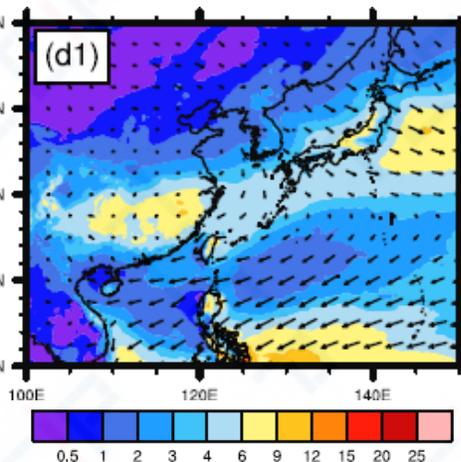
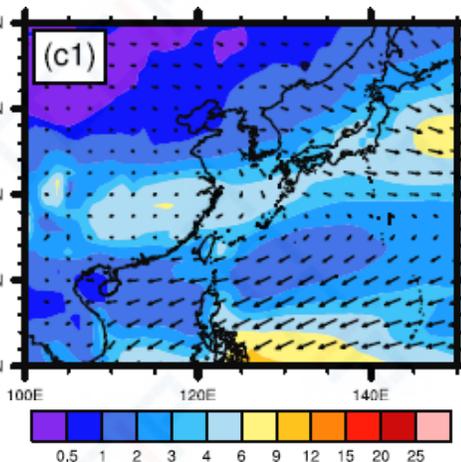
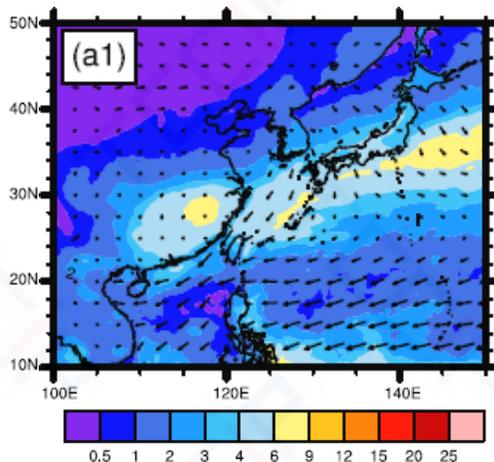
GPM(衛星觀測)

TaiESM

WRF 25km

GPM(衛星觀測) 1983-2020

TaiESM、WRF 1950-1969



➤ 不同時期比較，只看大致的空間分布與強度

➤ 春季模擬不錯

➤ WRF降水較多

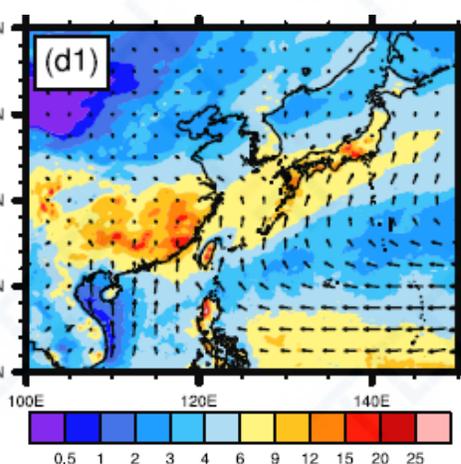
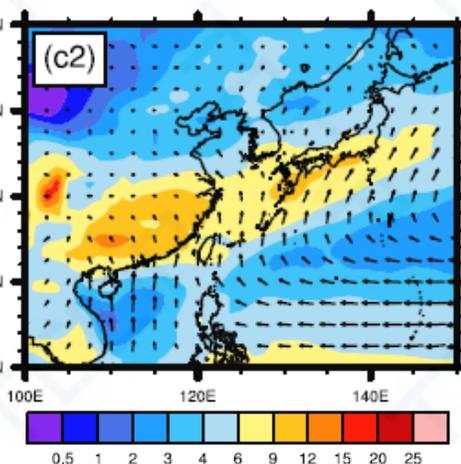
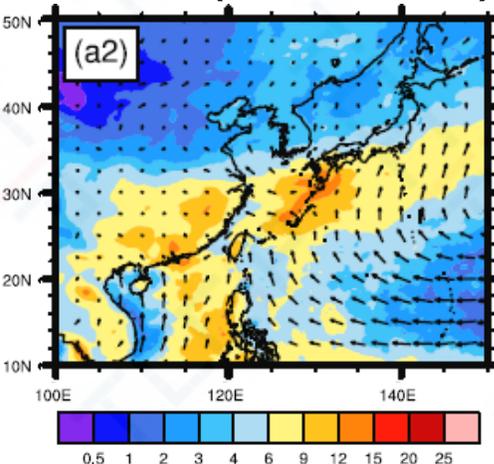
GPM(衛星觀測)

TaiESM

WRF 25km

➤ 梅雨季模擬也還算不錯，低估南海、台灣、日本的降雨

➤ WRF補強南海與台灣地區降水

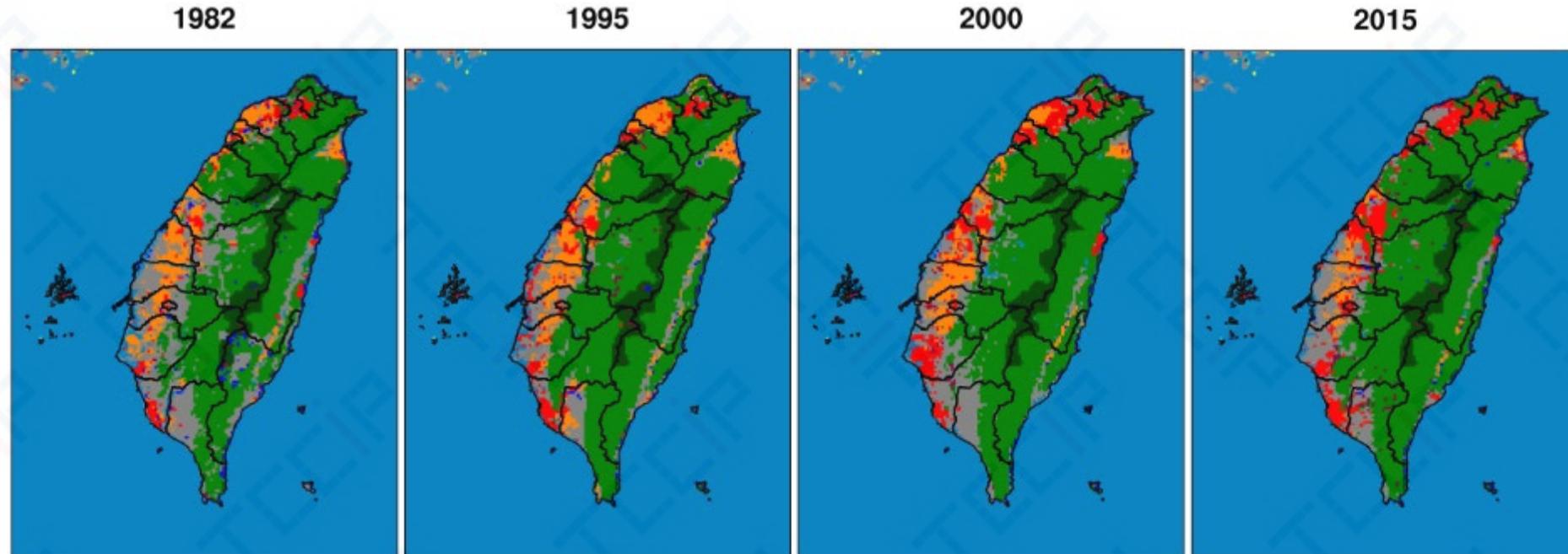




TReAD臺灣歷史重建資料

觀測ERA5重分析資料動力降尺度

考慮土地利用的變化分布在4個年代



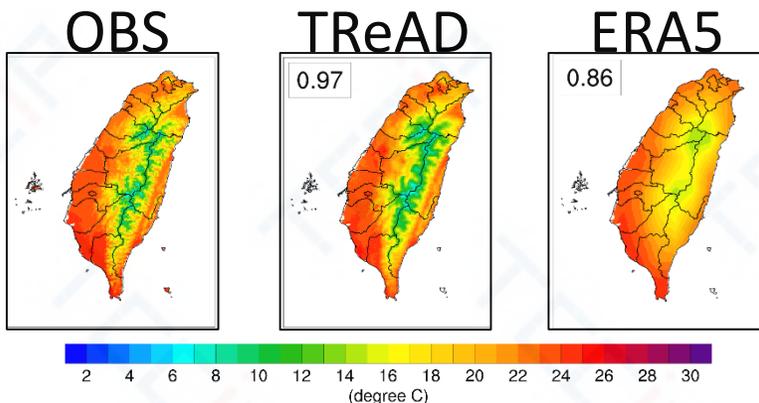
➤ 考慮城鄉分布的變化，使用 1982、1995、2000、2015 的土地利用分類在4個年代



TReAD資料空間分布佳



溫度
年均

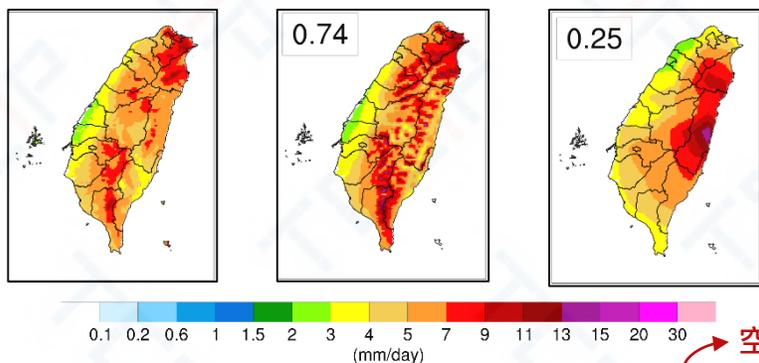


資料長度

- 溫度、降雨使用1980~2019年
- 輻射使用2011~2019年



雨量
平均降

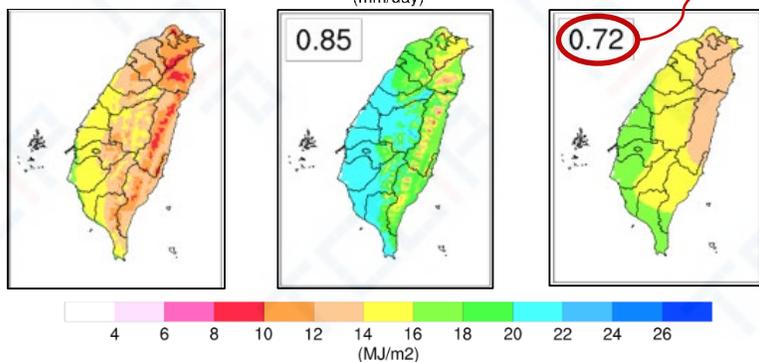


TReAD於空間上有顯著的改善

- 與觀測資料的空間相關性有顯著提升



射量
平均輻



降雨的改善最為顯著

- TReAD高估地表輻射許多，不過與觀測資料的空間相關還是不錯



TReAD提高網格資料的時間解析度

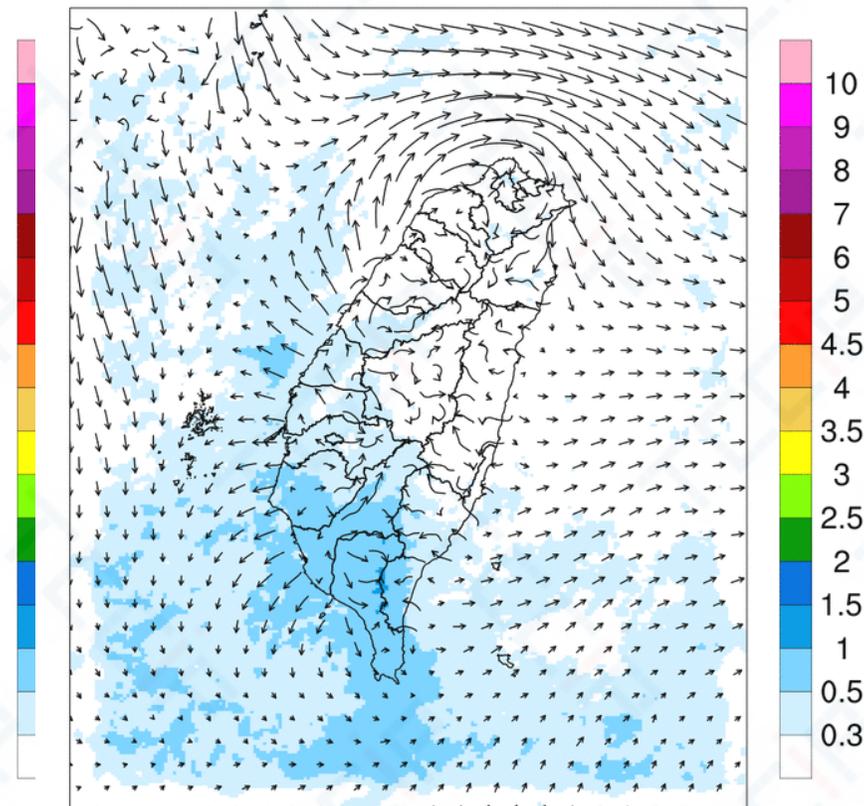
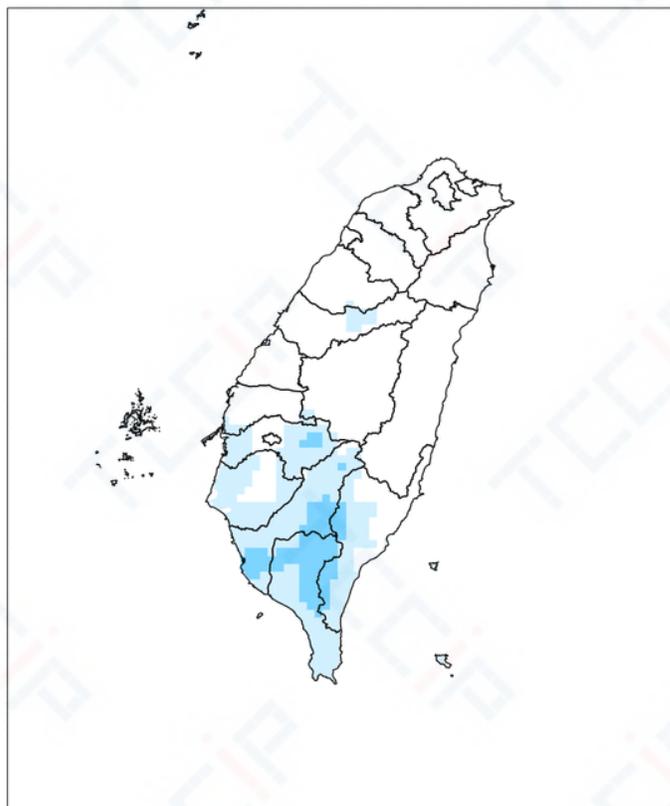
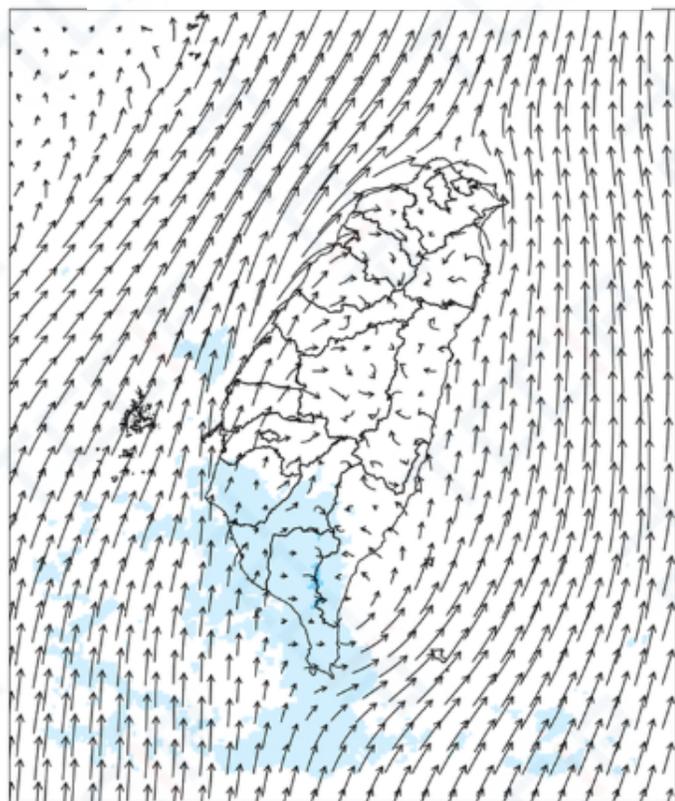


夏季(6-8月) 風場、降雨逐時變化氣候值

TReAD盛行風

OBS

TReAD



- ▶ 夏季盛行西南季風，逐時風場資料扣除日平均值得到合理的日夜變化

夏季(6-8月) 地面風雨日夜變化氣候值

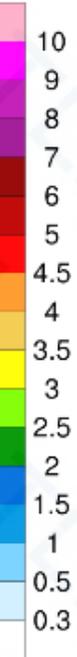
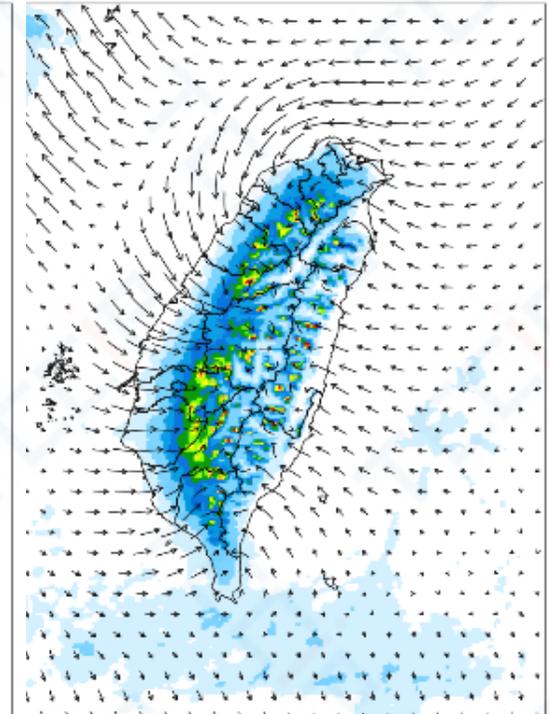
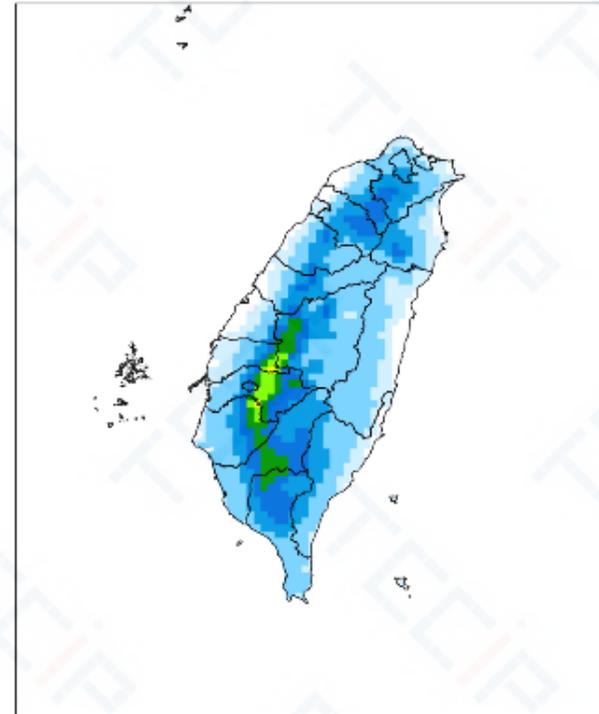
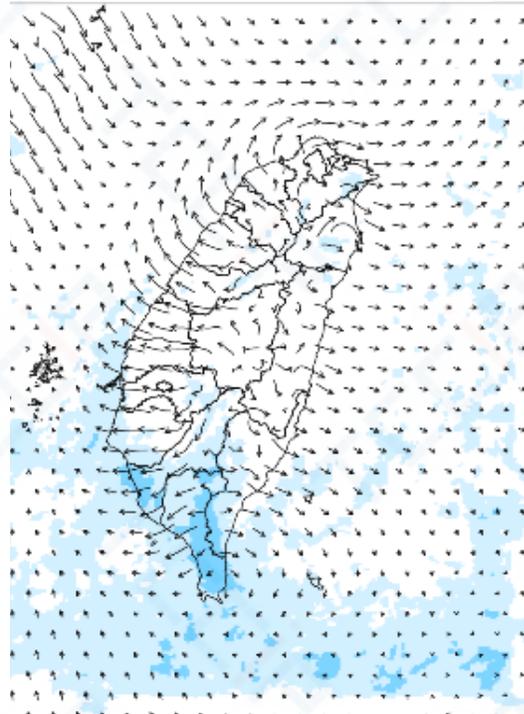
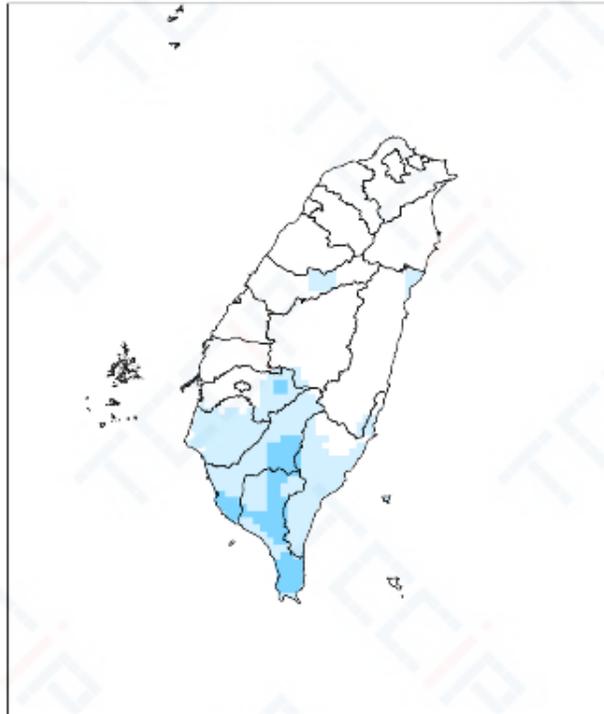


OBS @ 4 am

TReAD @ 4 am

OBS @ 4 pm

TReAD @ 4 pm

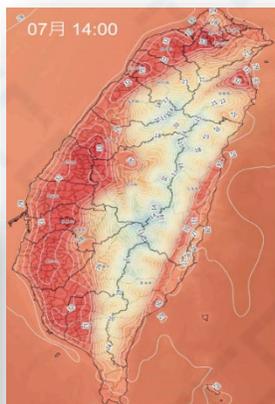


- 白天吹海風、晚上吹陸風
- 能重現逐時的降雨空間分布

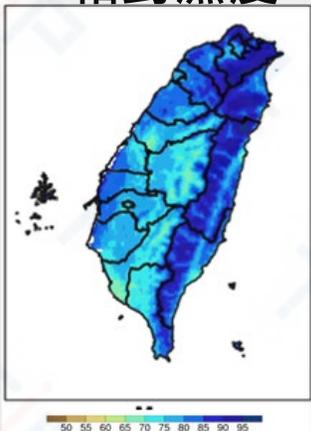
範例: 高溫熱風險評估

人體熱舒適指數(臺北)

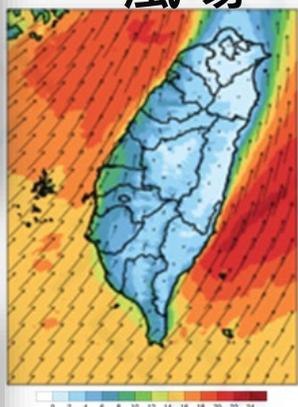
溫度



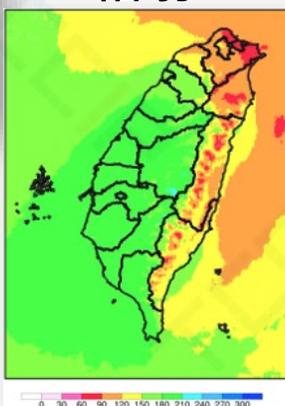
相對濕度



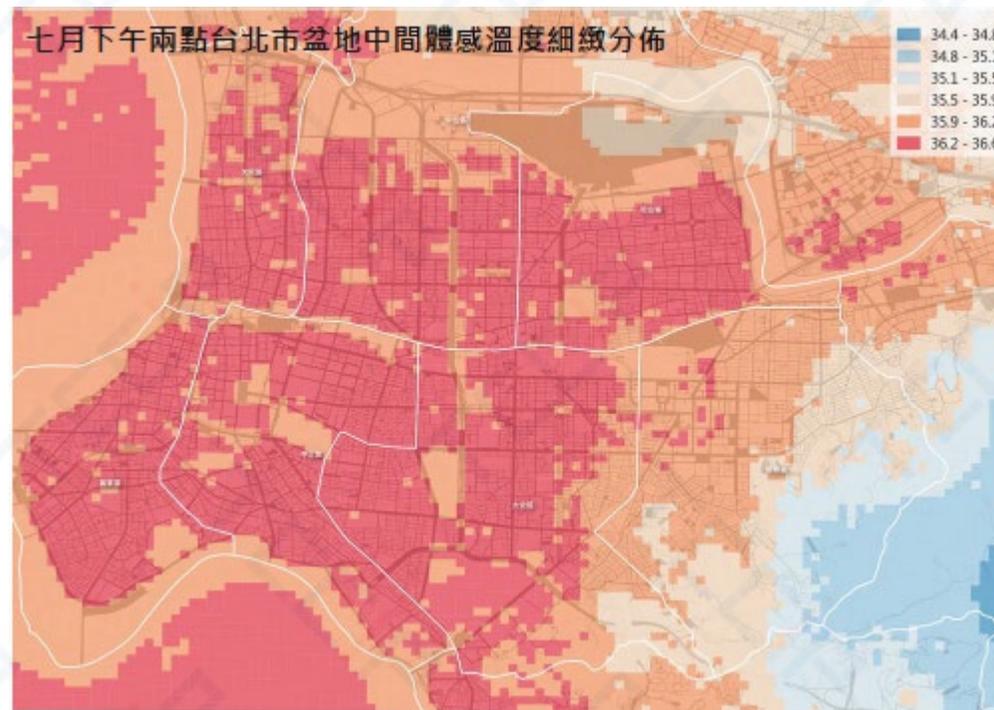
風場



輻射



使用者加值處理



高解析度(小時)資料

資料來源：成大林子平教授



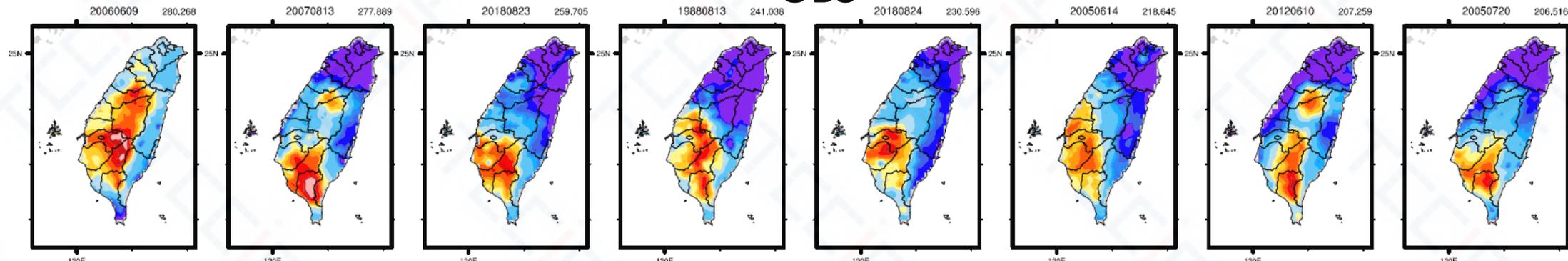
成功大學
National Cheng Kung University

BCLab 建築與氣候研究室
Building & Climate Lab

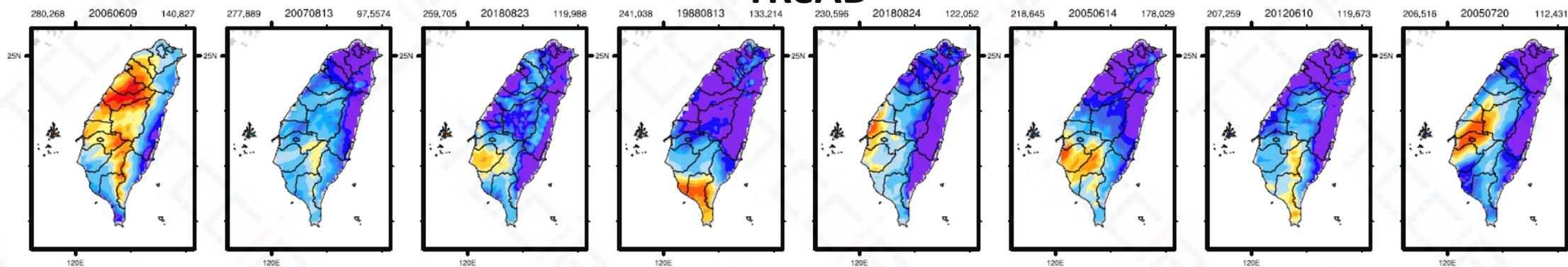
TReAD資料進一步檢視 - 西南部豪雨事件



OBS

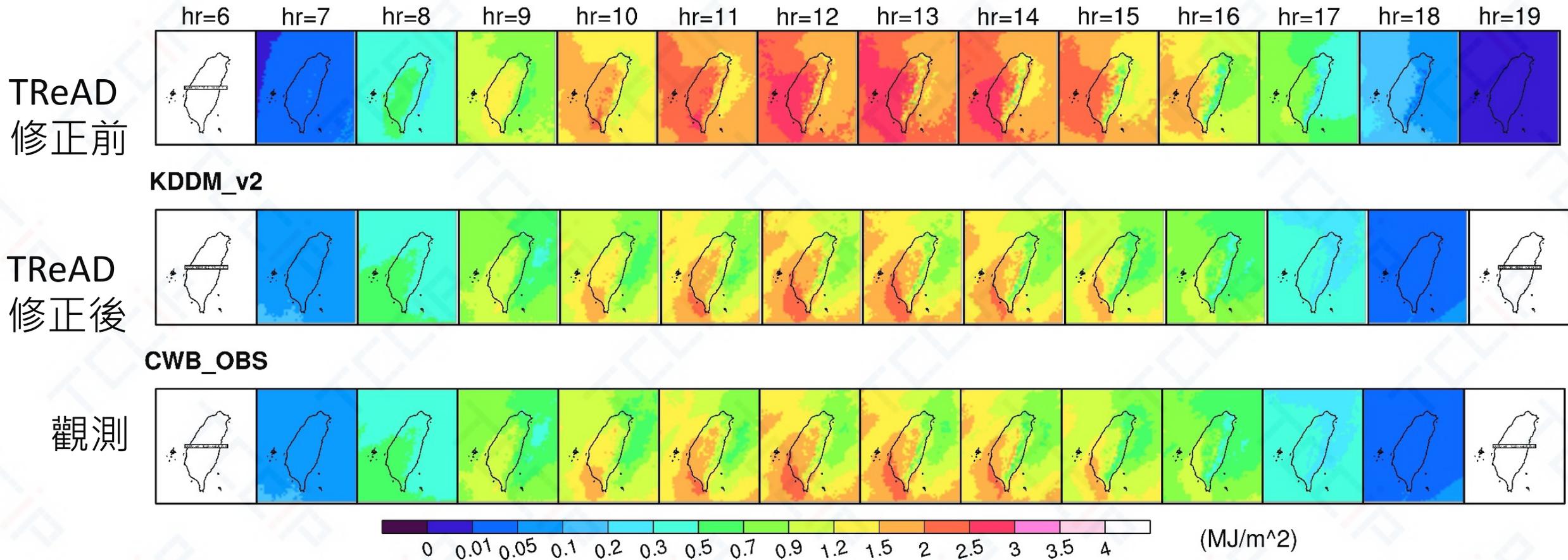


TReAD



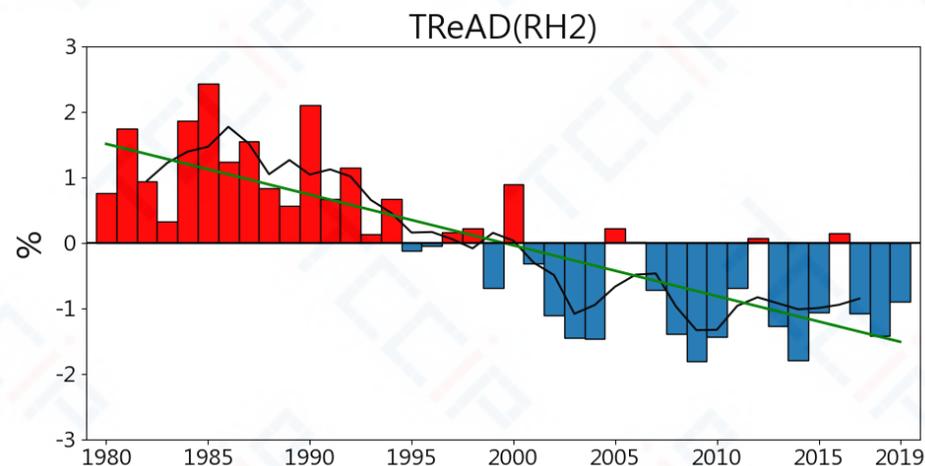
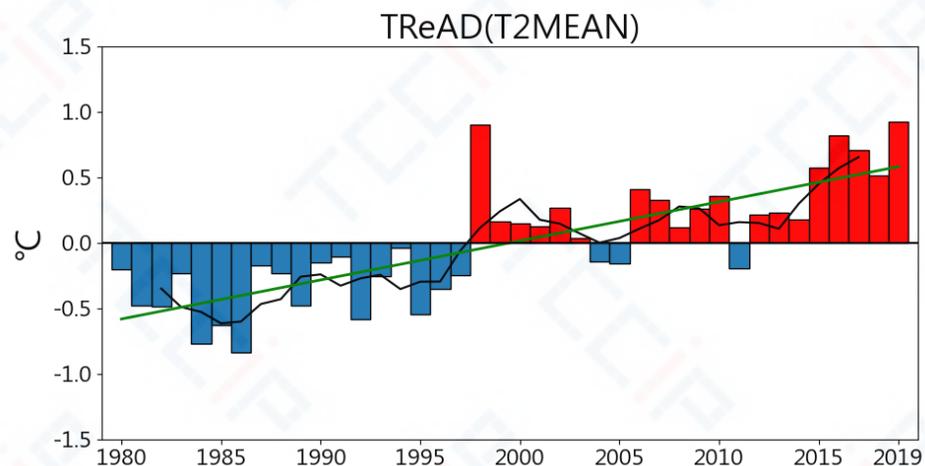
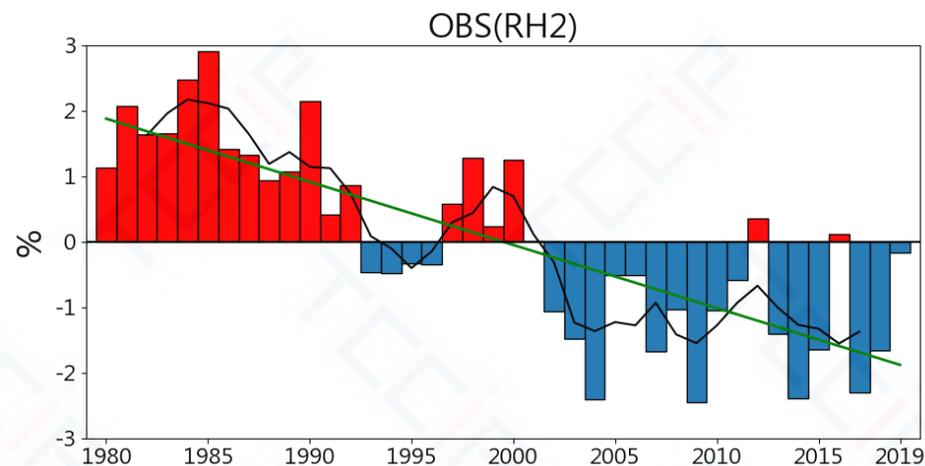
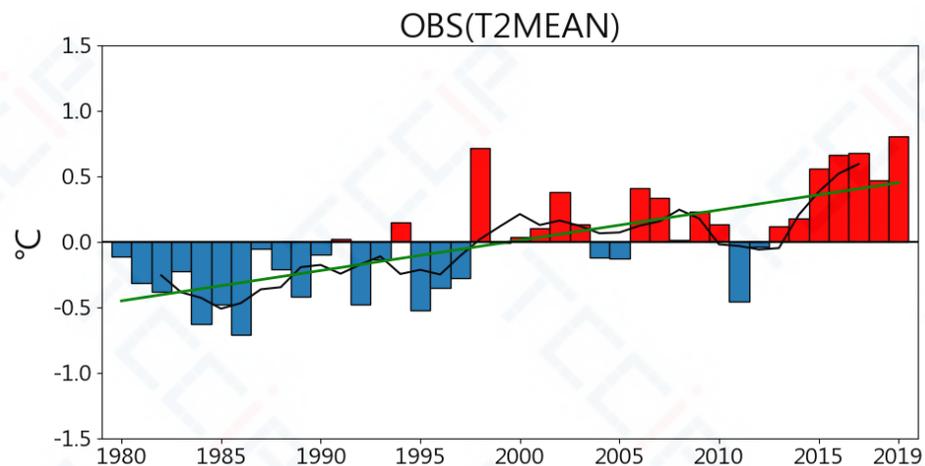
- 由觀測日資料篩選出1980-2019年5-8月非颱風西南部豪雨事件，26個事件36天皆與西南暴潮有關。出現在季風環流圈、TD附近、颱風過後
- TReAD對重現此類豪雨事件的強度仍有不足之處

TReAD的地表短波輻射修正 - 長期的輻射資料



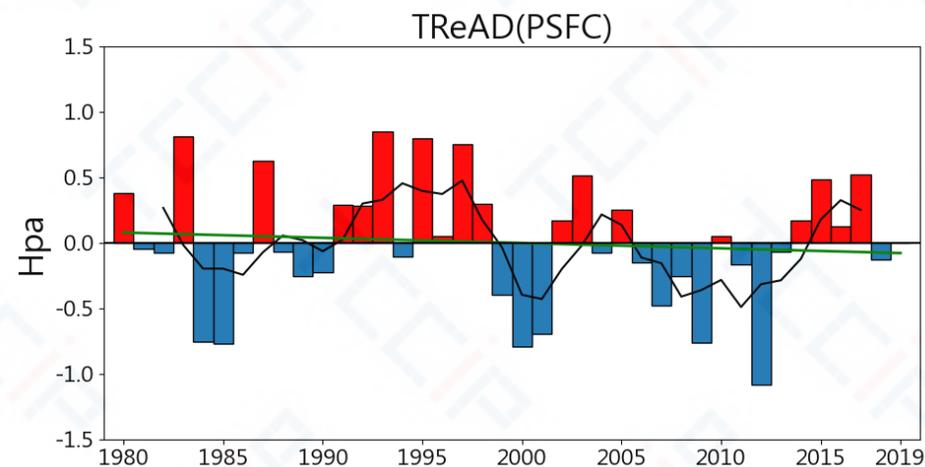
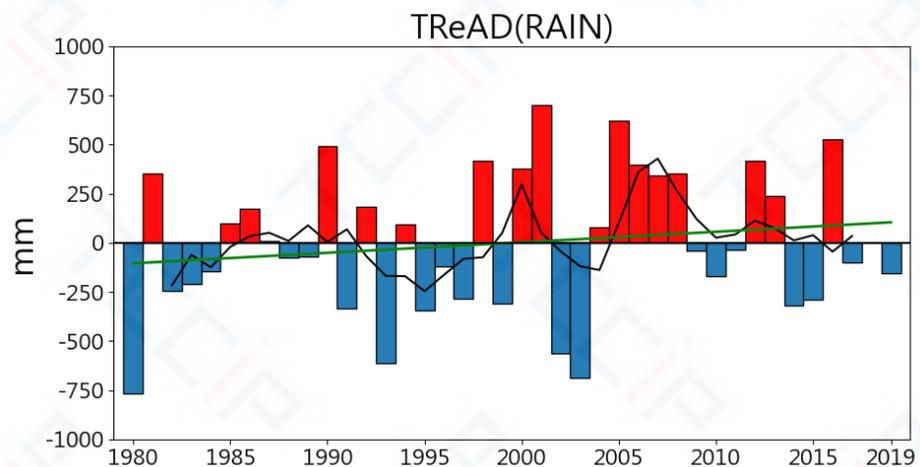
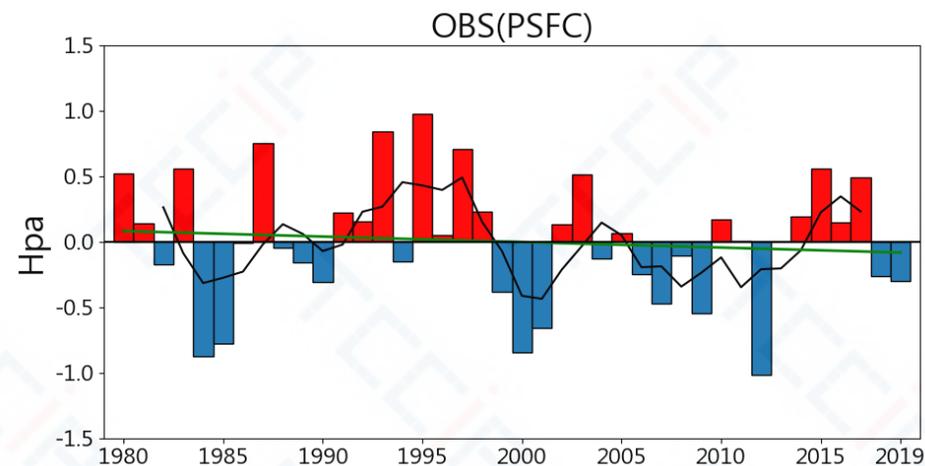
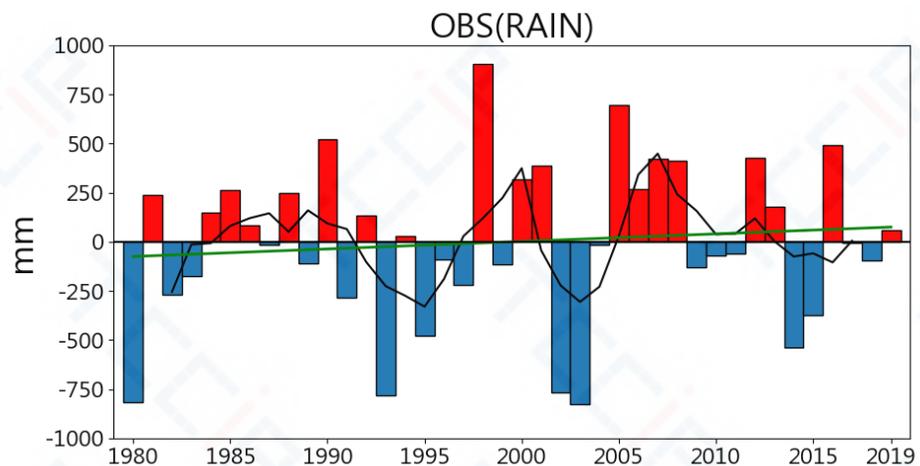
- TReAD短波輻射偏高，使用2015-2018 CWB衛星反演網格日射量資料為基準進行修正時輻射資料，可得到40年的長期輻射資料

TReAD資料的變遷趨勢



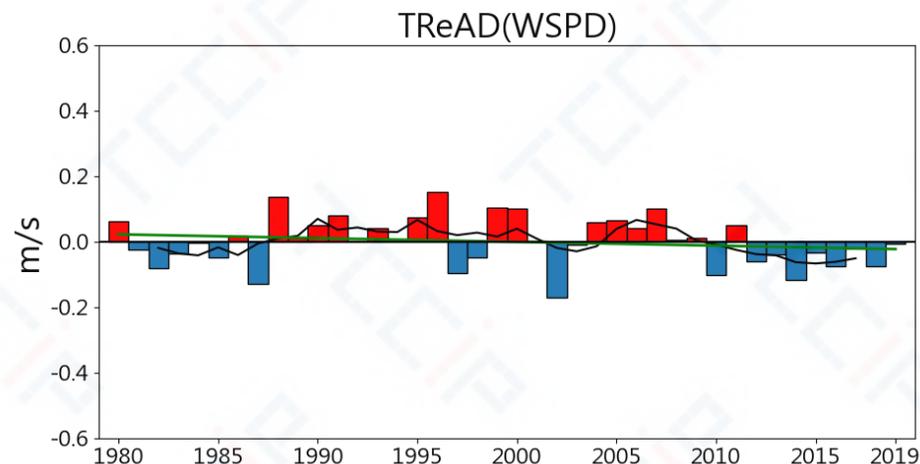
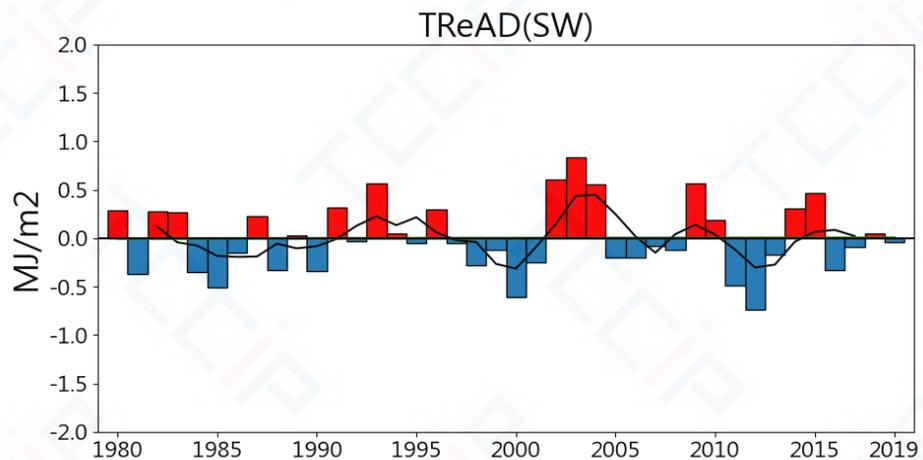
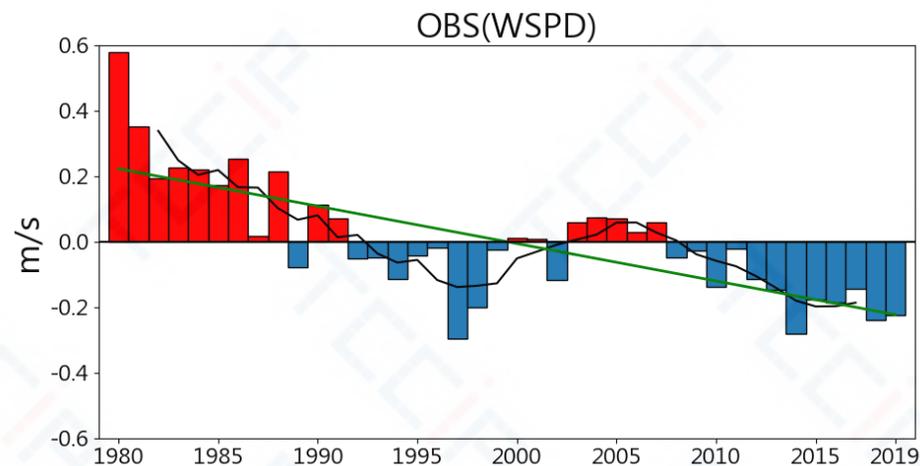
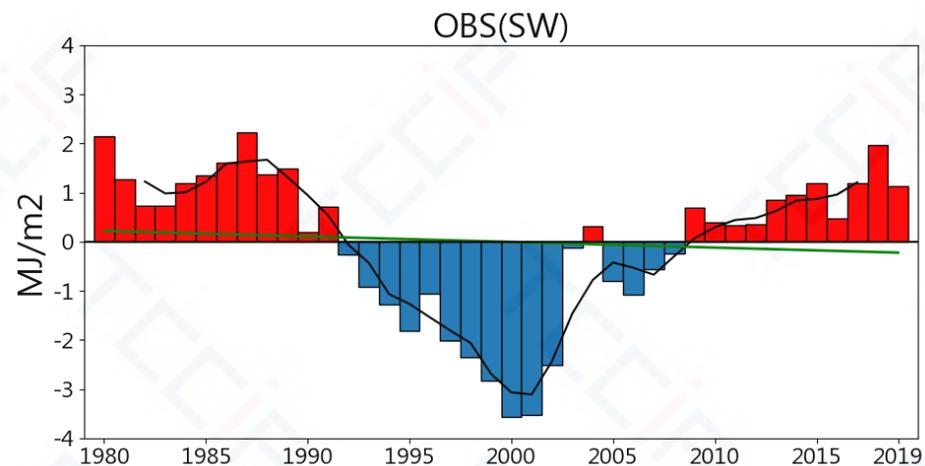
- 取21個氣象局局屬站做比對
- 溫度與相對溼度的變動趨勢與觀測極為相似

TReAD資料的變遷趨勢



➤ 降雨與地面氣壓的變動趨勢與觀測極為相似

TReAD資料的變遷趨勢



➤ 輻射與風速的變遷趨勢不佳



➤ HiRAM降尺度

- 提供RCP8.5基期、世紀中與世紀末的系集推估資料
- 使用多組不同海溫系集模擬，可供**不確定性範圍**的計算以及**一致性的判斷**
- 平均而言臺灣地區世紀中升溫約1.7度、世紀末3.3度
- 世紀中冬、春雨減少，夏季與增加；世紀末春、秋雨減少，梅雨增加

➤ TaiESM降尺度

- 可提供CMIP6 連續百年多情境推估資料，模擬仍在進行中

➤ TReAD歷史重建資料

- 透過對ERA5進行動力降尺度，產生2公里解析度的40年歷史氣候資料重建，做為長期氣候分析的替代產品
- 降雨、溫度、輻射的空間分布不錯；逐時的風、雨也能掌握其日夜變化
- 小尺度強降雨仍不易模擬
- 以測站資料評估TReAD的變化趨勢，溫度、相對濕度、降雨、氣壓的變遷趨勢與觀測相似，輻射、風場的趨勢與觀測資料差異較大



謝謝聆聽 敬請指教



