

關鍵解析 - 區域變化與極端事件

AR6 WGI- ch10-12

國家災害防救科技中心

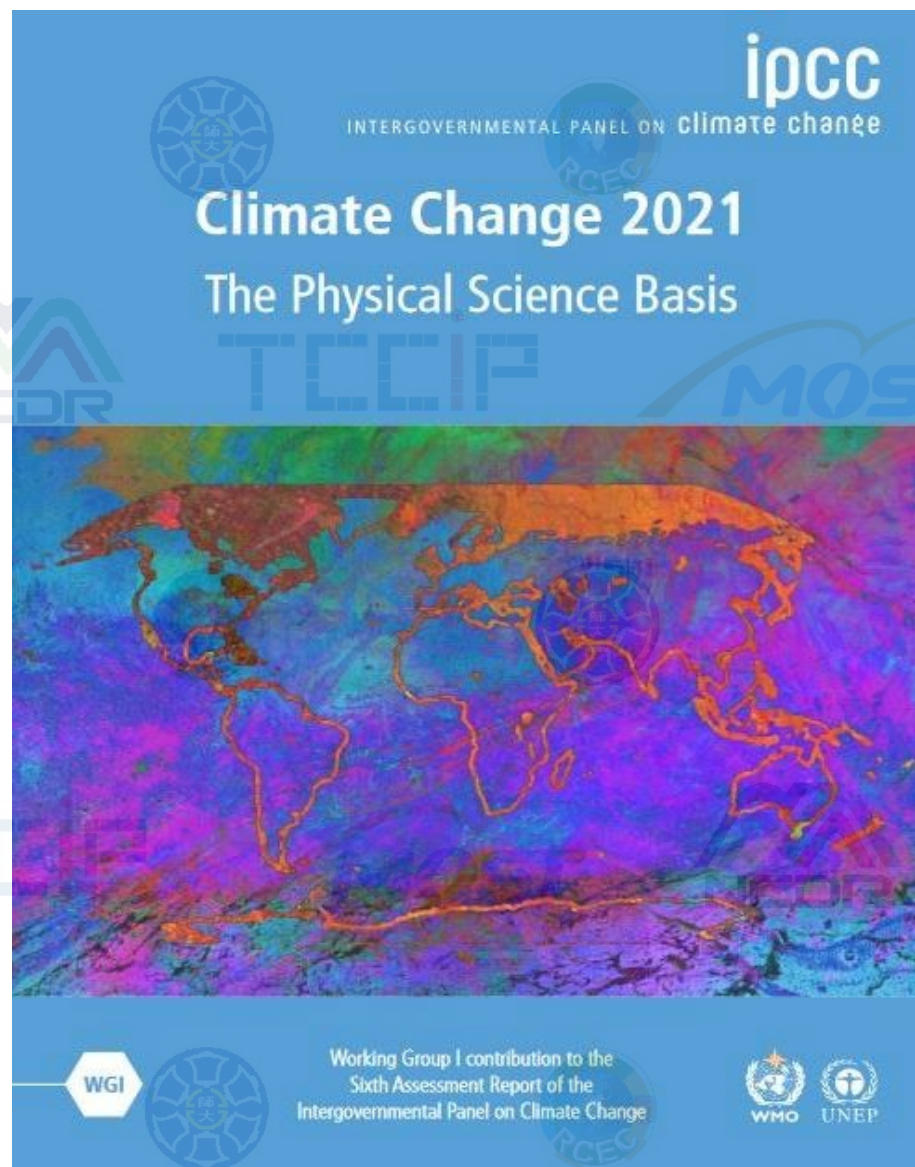


➤ 主題3:區域與極端氣候變遷

--連接全球至區域氣候變遷(ch10)

--極端天氣、氣候事件(ch11)

--衝擊和風險評估所需的區域氣候訊息(ch12)



沿用AR5 量化不確定性的用詞

可信度：非常低，低，中，高、非常高

可能性(likelihood)評估

| | |
|-------|---------|
| 幾乎確定 | 99-100% |
| 非常可能 | 90-100% |
| 可能 | 66-100% |
| 或許可能 | 33-66% |
| 不可能 | 0-33% |
| 非常不可能 | 0-10% |
| 幾乎不可能 | 0-1% |

陳述事實的用詞

- AR6報告結論是，人為排放的溫室氣體導致某些極端天氣和氣候的頻率和/或強度增加，這是一個**“既定事實”**。
- For AR6, the report concludes that it is an **“established fact”** that human-caused emissions of greenhouse gases “have led to an increased frequency and/or intensity of some **weather and climate extremes**”.

穩健性和不確定性

➤ 有疊加符號的區域代表**不顯著**或**低一致性**，**易於辨識有氣候變遷訊號的區域**

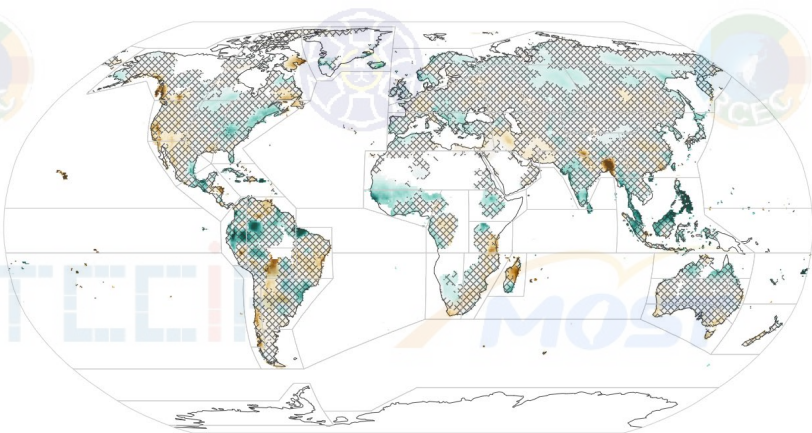
➤ 3種呈現方式，第1種用於**觀測資料**(討論**顯著性**)，

其他2種用於**模式推估**(比較**一致性**、同時考慮**顯著性**和**一致性**)

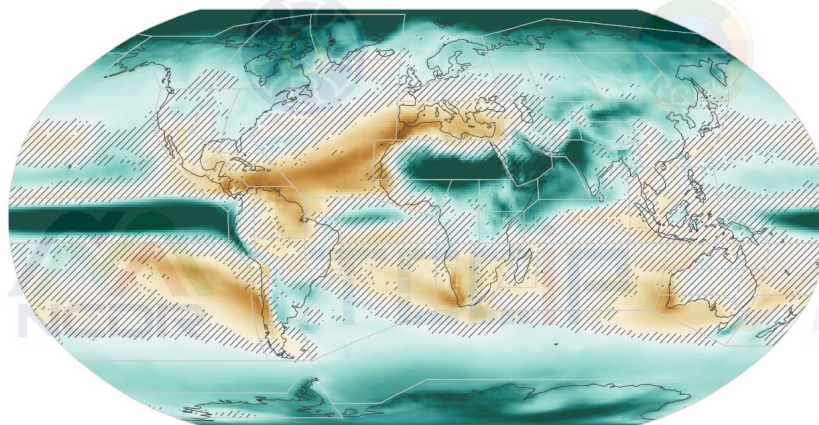
×：為趨勢不顯著

/：為低一致性

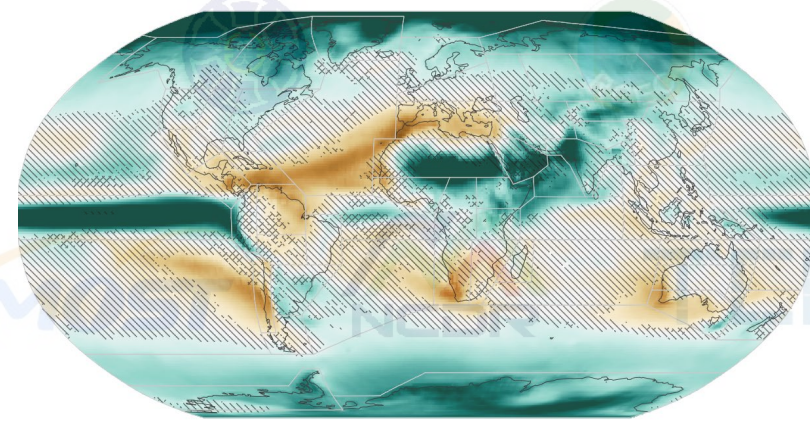
\：為無變化或無顯著訊號
雙斜線為衝突(矛盾)訊號



(觀測資料)



(模式推估)





CH10

連接全球至區域氣候變遷

連結全球至區域氣候(1/4)

- **區域重分析資料**比全球重分析更能代表降水、地表氣溫和近地面風場的分佈，包括**極端事件**的頻率

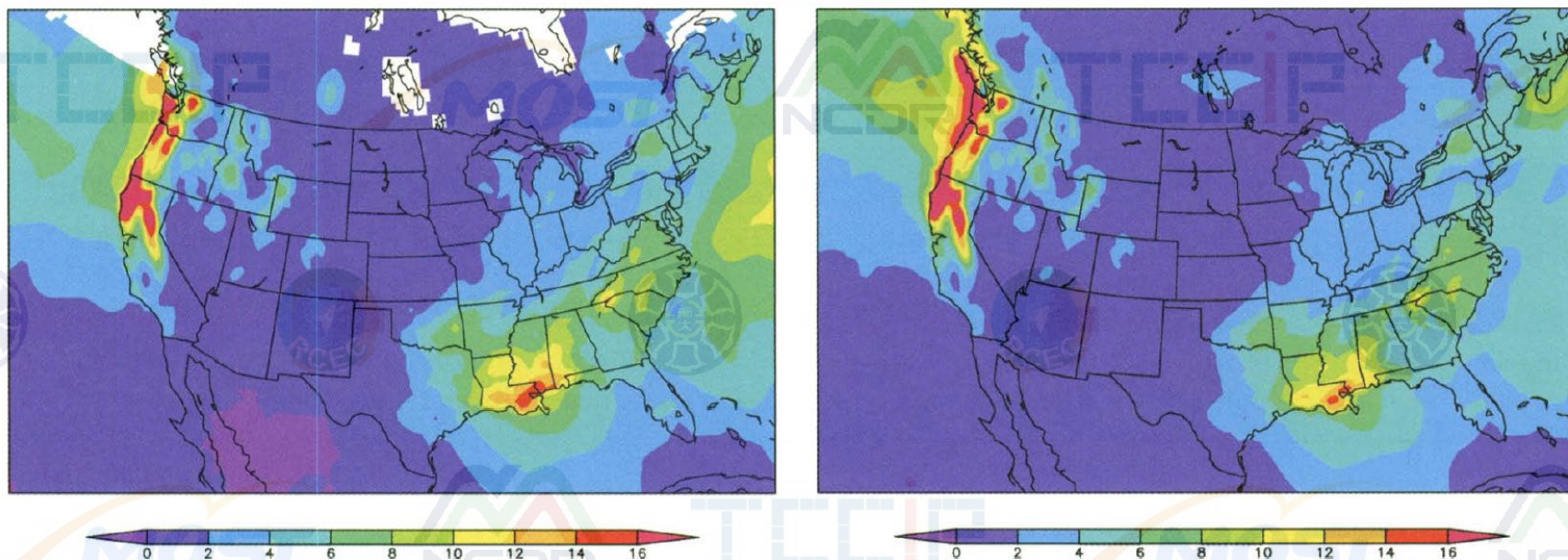
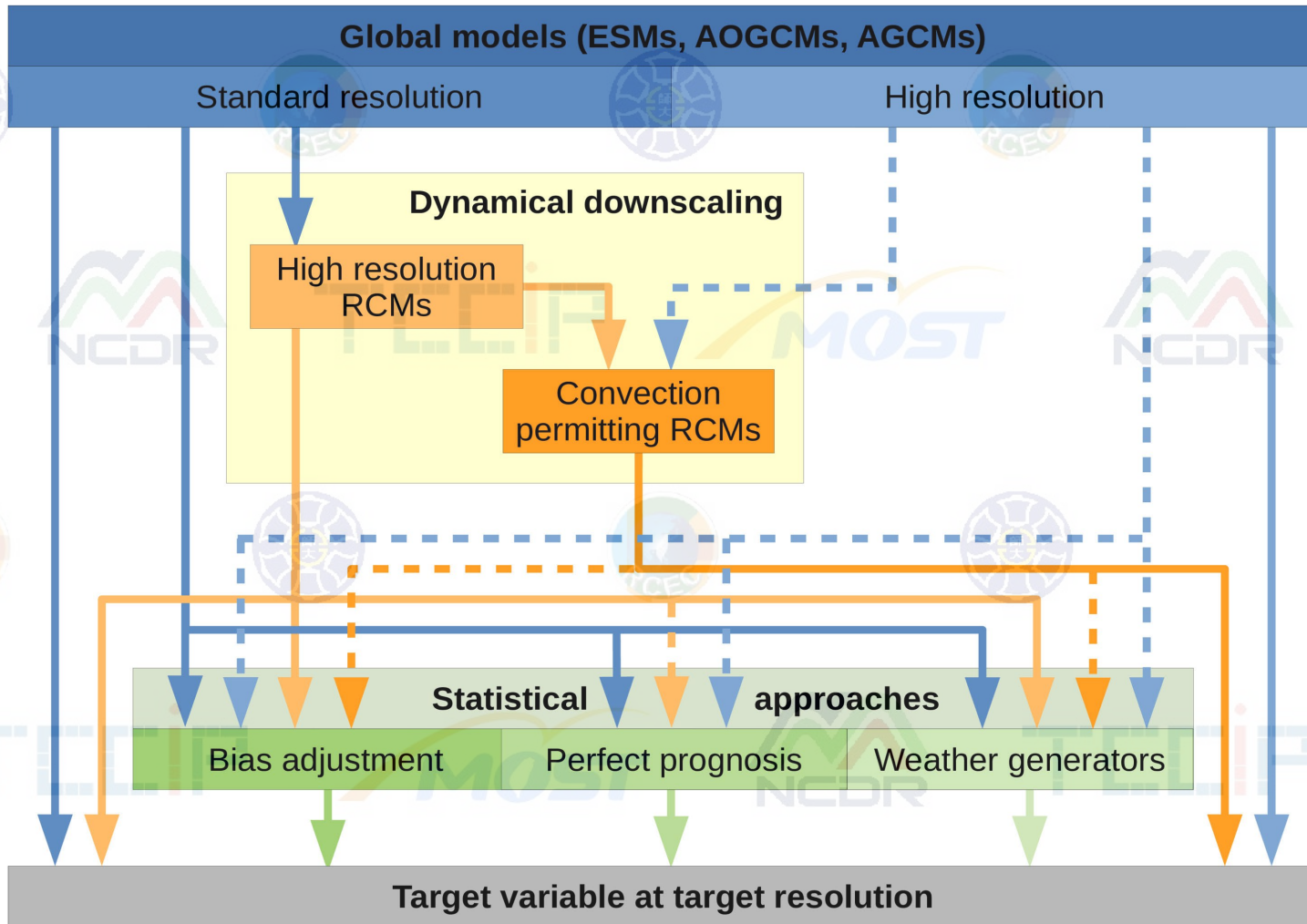


FIG. 3. (left) Observed (analyzed) precipitation assimilated by the NARR over land and over low- and lower midlatitude oceans and (right) NARR precipitation, averaged for January 1998 (in. month⁻¹). White indicates no available observations.

美國區域重分析資料 (Mesinger et al., 2006)

連結全球至區域氣候(2/4)

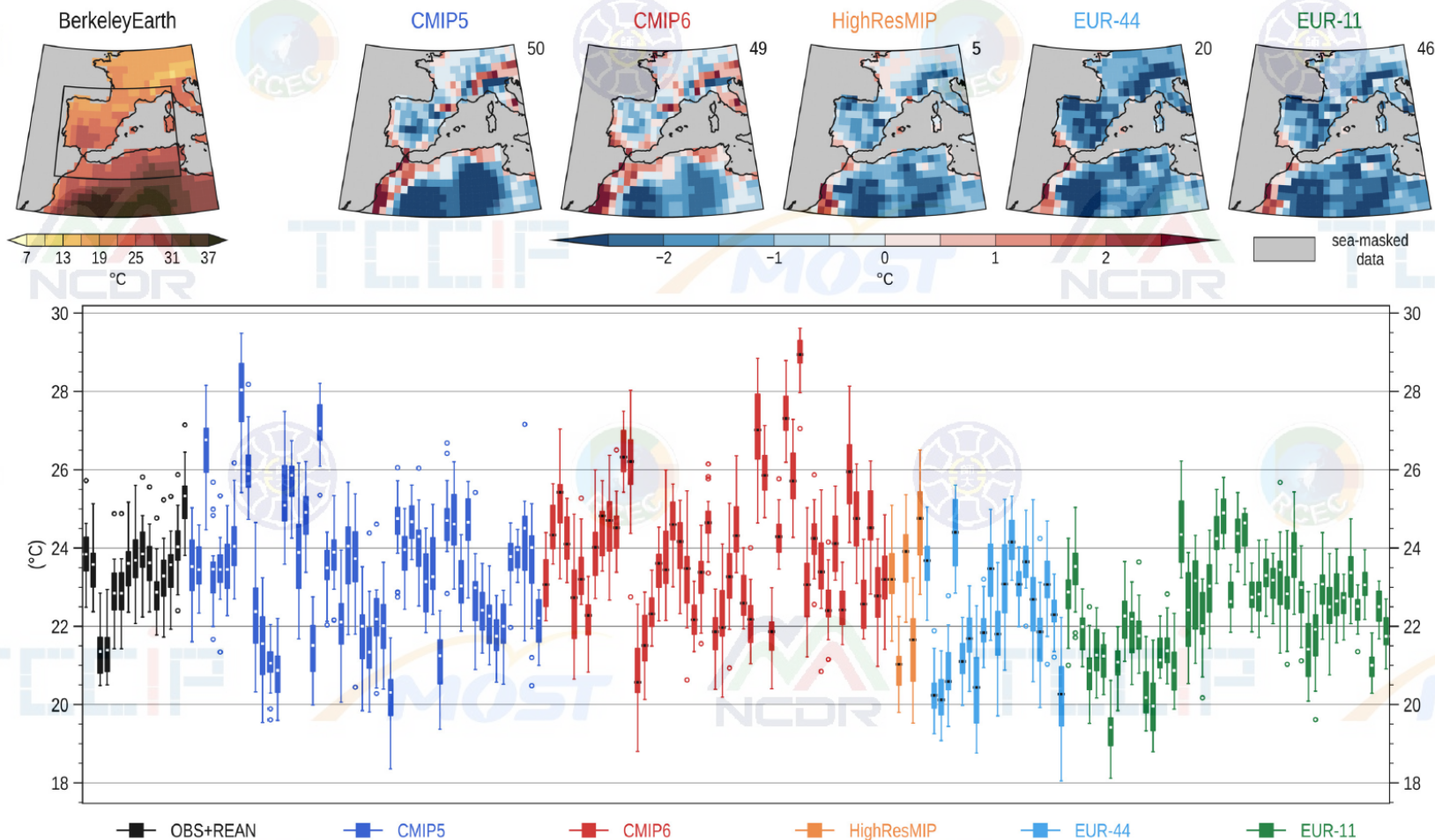


(Figure 10.5)

- 統計降尺度、偏差校正，是具有代表性的區域氣候分析方法
- 動力降尺度可模擬區域天氣和氣候現象，尤其是在複雜地形的區域，在偏差修正之前解決相關局地的物理過程，從而提高區域變化的代表性
- 偏差修正已證實有助於氣候模式推估和模擬

連結全球至區域氣候(3/4)

(a) western Mediterranean June to August mean surface air temperature (1986-2005)

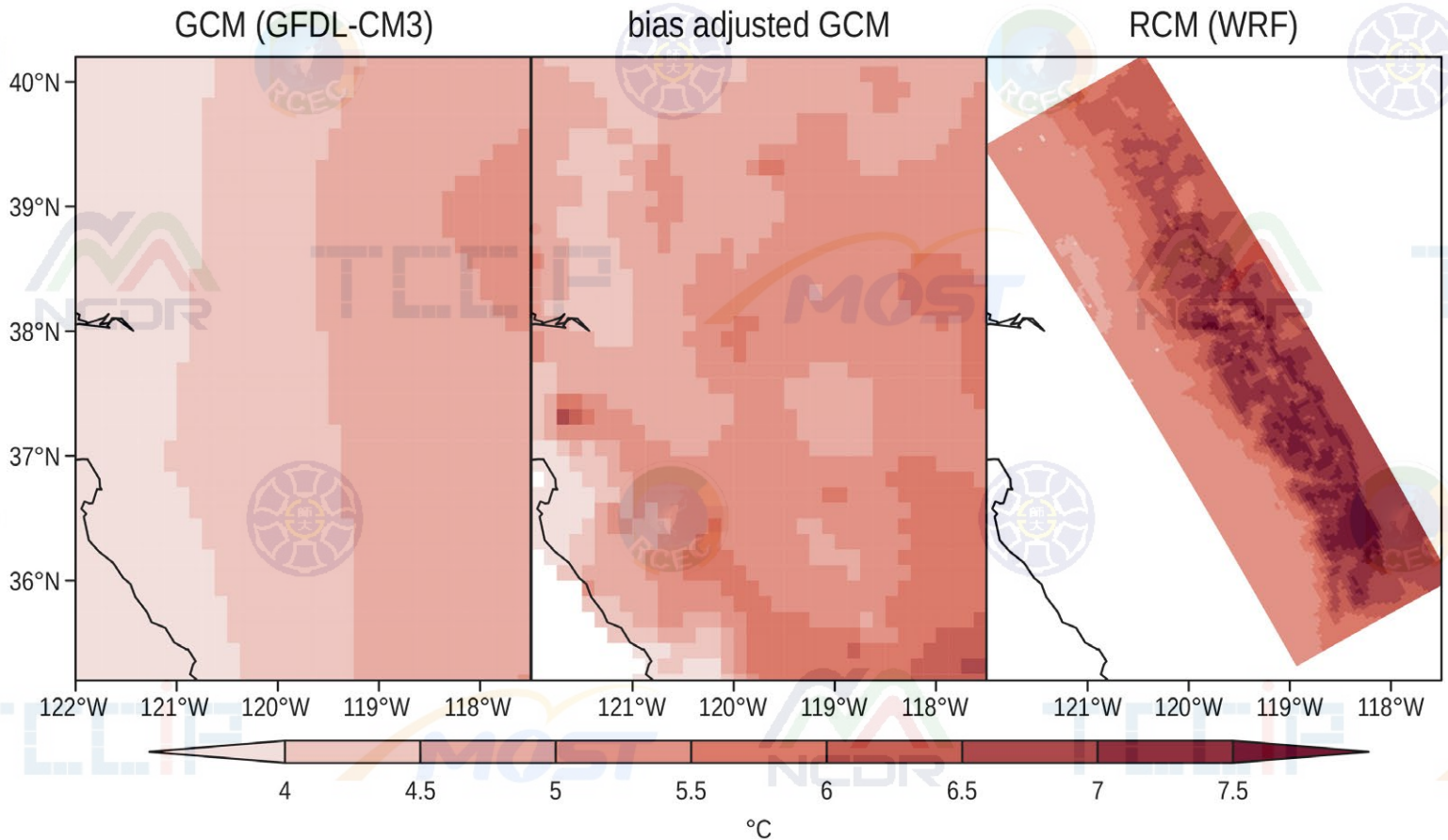


➤ 不同類型的氣候模式系集可以評估區域氣候推估的不確定性，儘管系集無法涵蓋所有的不確定性

(Figure 10.6a)

連結全球至區域氣候(4/4)

(b) MAM temperature change 2081-2100 vs. 1981-2000



(Box 10.2, Figure 1)

- 低解析度的全球模式使用偏差修正可能會導致區域氣候或氣候變遷趨勢的偏差



CH11

極端天氣與極端氣候事件

氣候變遷下的極端事件



更大的幅度



增加的頻率



未發生過之區域

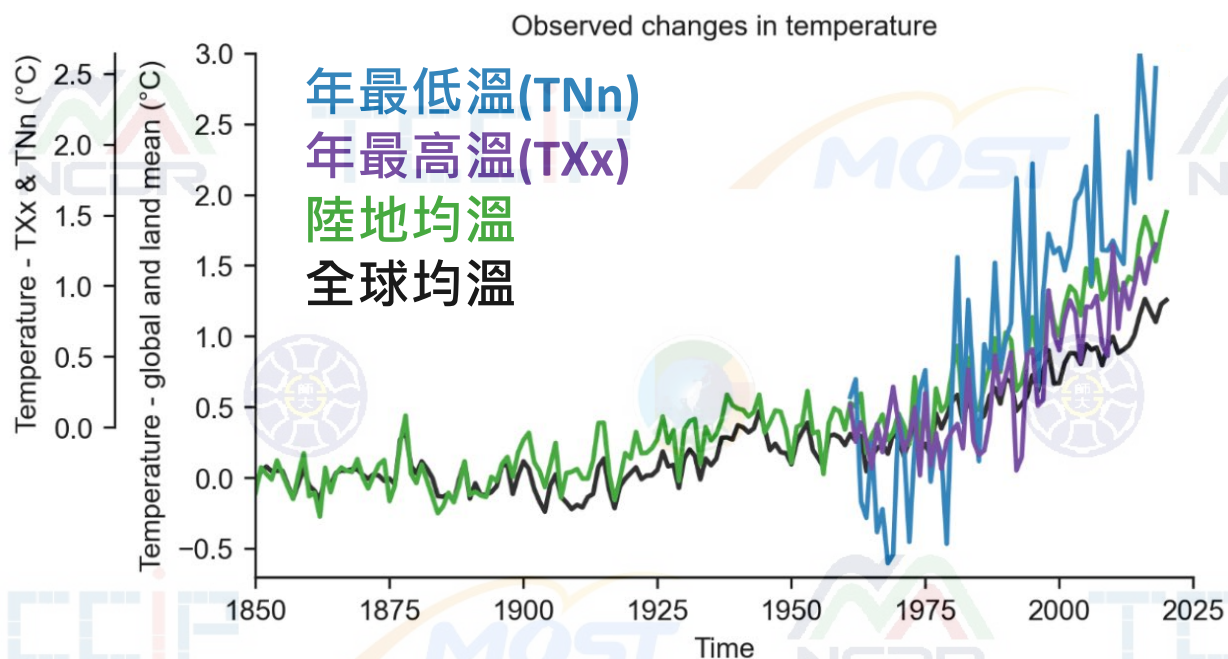


不同的時間

➤ 以及以上要素隨機組合的**複合式極端事件**，將可能在全球暖化下持續發生

(FAQ 11.2, Figure 1)

全球溫度變化



(Figure 11.2)

- 全球年最高溫的上升速度與陸地均溫暖化的速度相似
- 全球年最低溫上升速率更快，自1960年以來氣溫升高了3°C
- 區域的極端氣候通常隨著全球暖化而變化(高信心)

氣候變遷下的極端高溫(1/4)

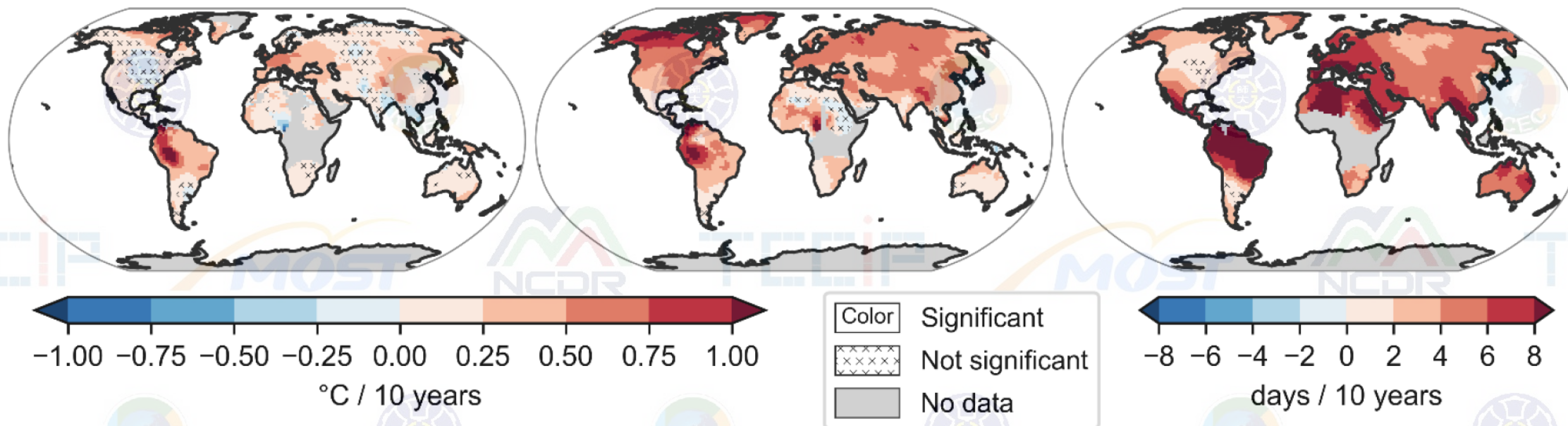
- 大部分地區的變暖趨勢一致，歐洲和南美洲西北部的最高氣溫升高幅度特別大，而北極的最低氣溫升高幅度最大。
- 自 1960 年代以來，**北極最低溫度的上升速度約為全球地表溫度的三倍**

Observed linear trends over 1960–2018

(a) Annual hottest temperature (TXx)

(b) Annual coldest temperature (TNn)

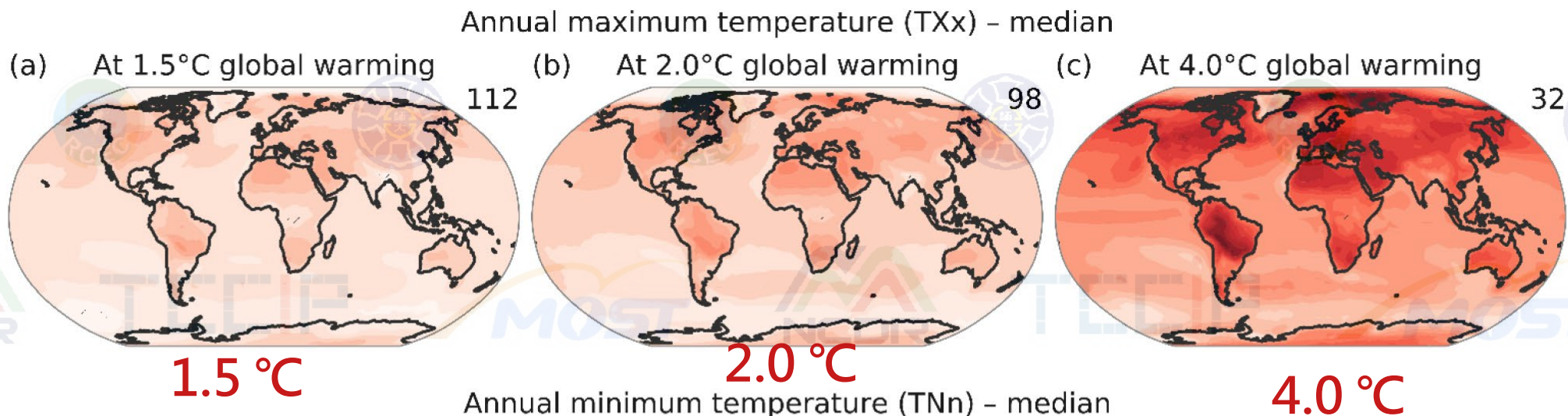
(c) Number of days exceeding 90th percentile (TX90p)



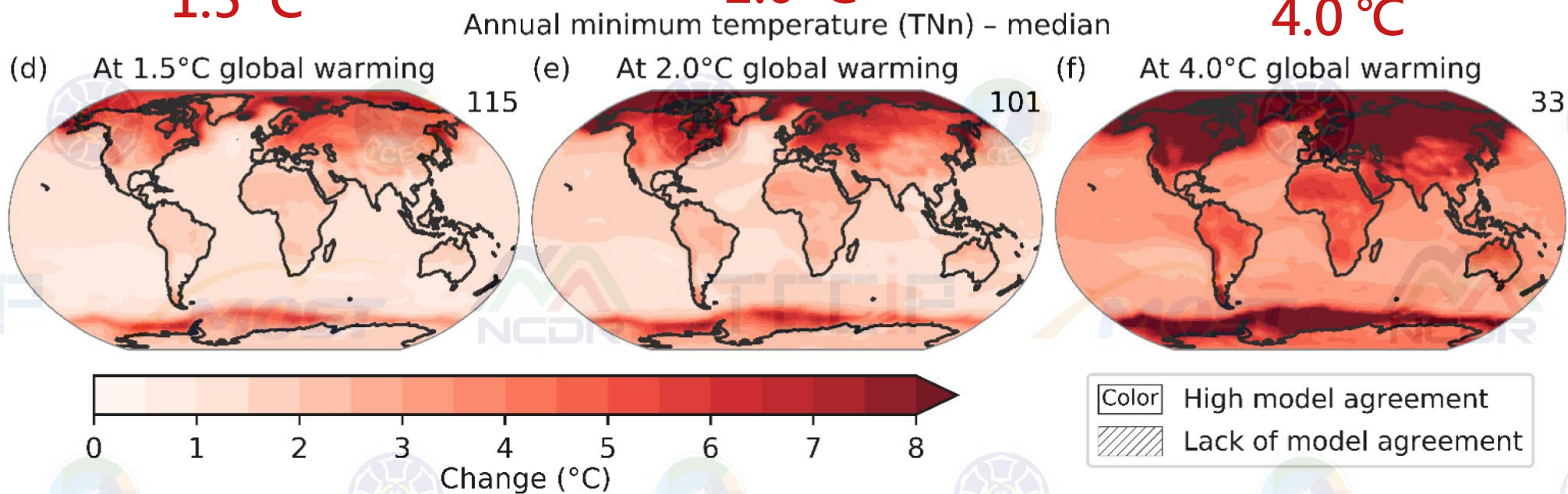
(Figure 11.9)

氣候變遷下的極端高溫(2/4)

年最高溫

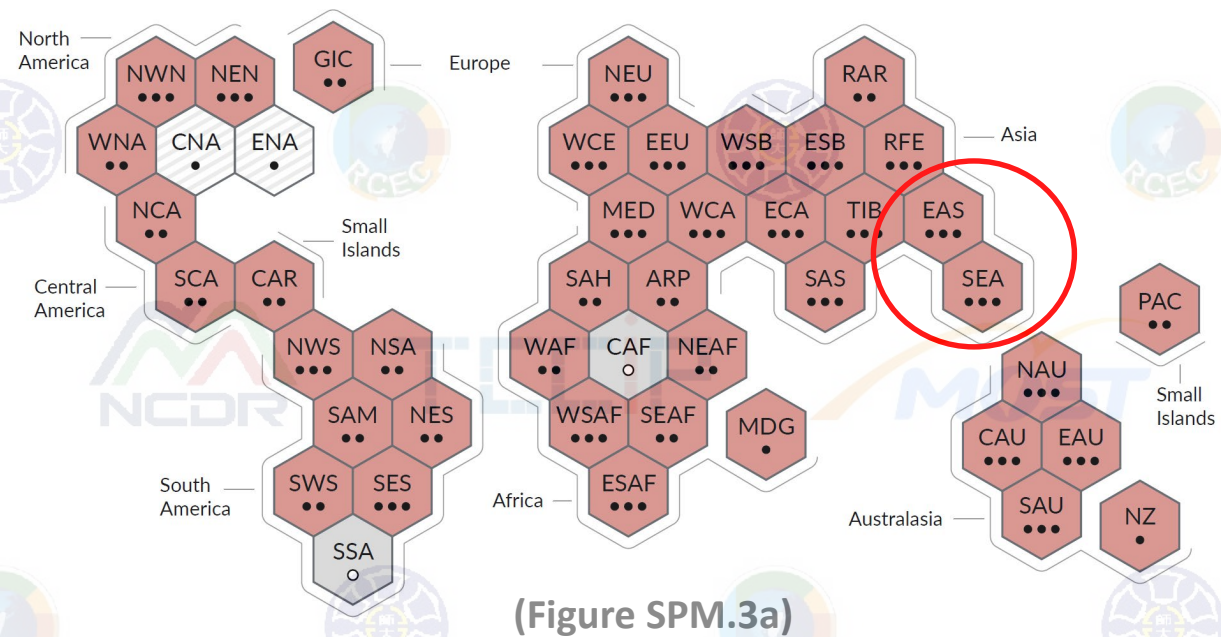


年最低溫

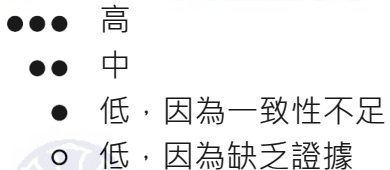


(Figure 11.11)

氣候變遷下的極端高溫(3/4)



人類貢獻觀測到的變化之
信心程度

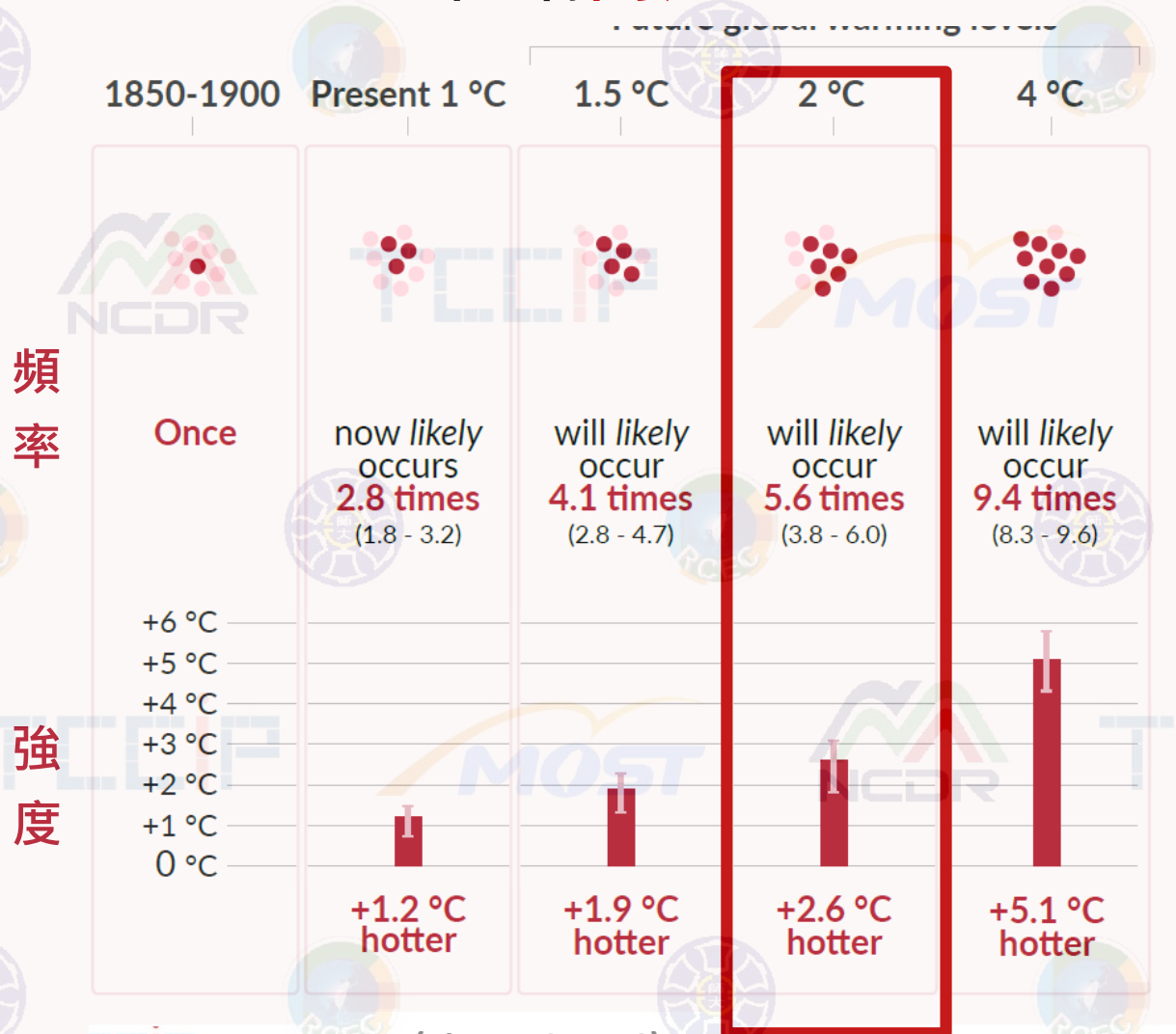


極端**高溫**事件

- 極端高溫事件更加**頻繁且強烈**
(極端寒冷事件更不頻繁且減弱)
- 高信心程度**東亞(EAS)**、**東南亞(SEA)**地區極端**高溫增加**
- **海洋熱浪**事件自1980以來**增加約一倍**

氣候變遷下的極端高溫(4/4)

極端高溫



(Figure SPM.6)

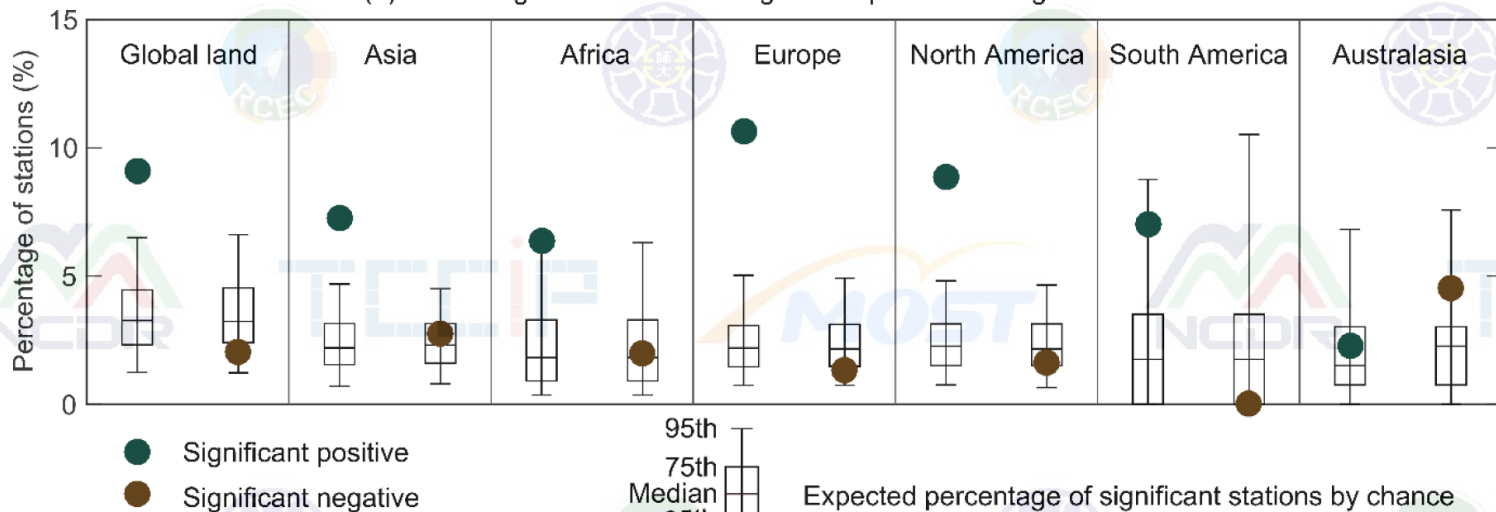
➤ 極端高溫在增溫2°C情境：
10年重現期的熱浪發生頻率會增為**5.6**
倍、強度上更熱**2.6°C**

➤ 極端高溫在增溫4°C情境：
10年重現期的熱浪發生頻率會增為**9.4**
倍、強度上更熱**5.1°C**

氣候變遷下的強降雨(1/5)

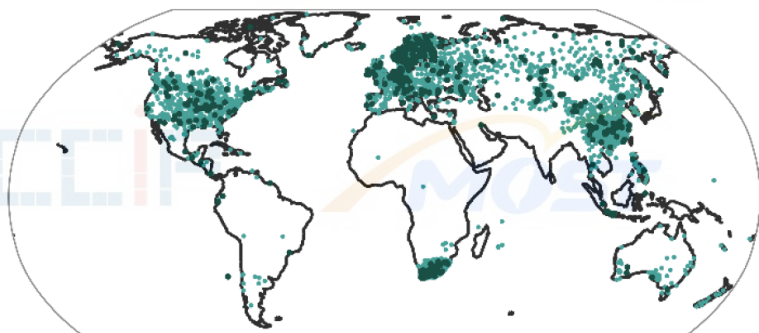
Observed trends in annual maximum daily precipitation (Rx1day)

(a) Percentage of stations with significant positive or negative trends



(b)

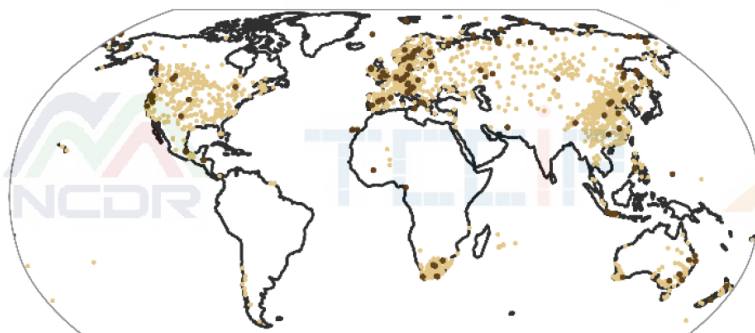
Positive trends



• Non-significant (4146) • Significant (663)

(c)

Negative trends



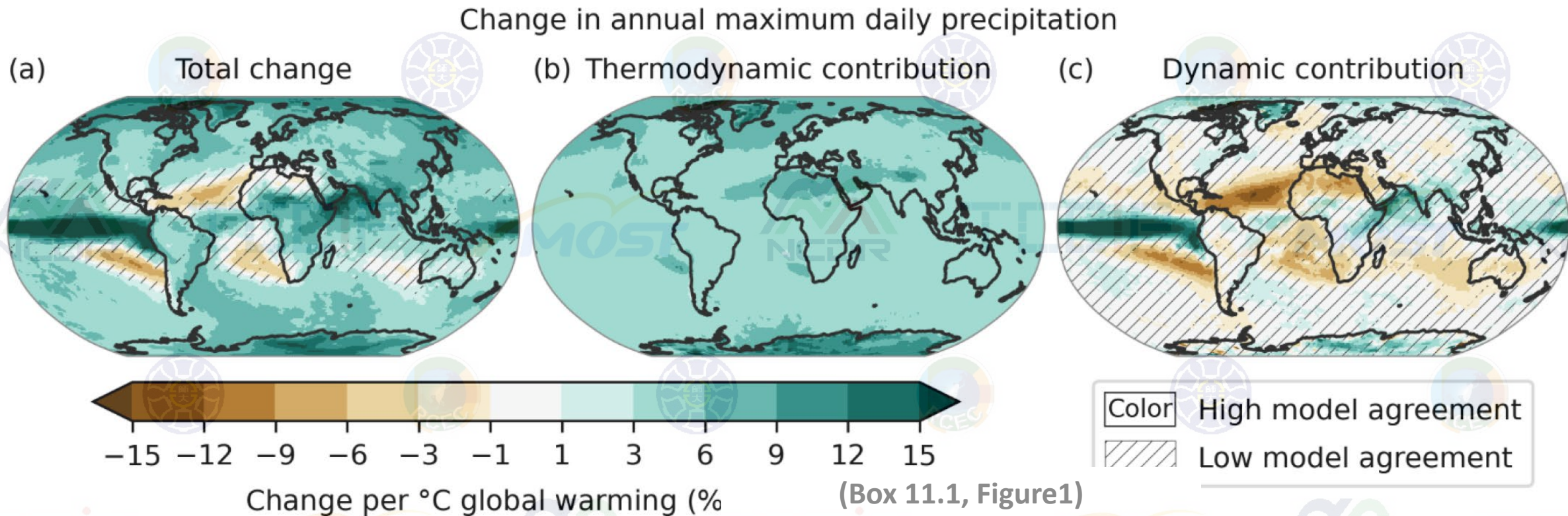
• Non-significant (2334) • Significant (150)

➤ 歐洲、北美和亞洲極端降雨量增加的證據最有信心，這三大洲大陸範圍內的強降水可能有所增加

➤ 大部分東南亞地區降雨強度增加，但是濕季天數減少

(Figure 11.13)

氣候變遷下的強降雨(2/5)



- 多個案例表明，氣候模式推估，水蒸氣的增加導致極端降水事件大幅增加，其幅度在每暖化 1°C ，增加 4 ~ 8 %，**非常極端的降水可能超過熱力學(C-C equation)的速度增加**
- 推估極端降雨減少的區域僅限於亞熱帶海洋，並且與氣旋路徑轉移導致的平均降水減少高度相關

氣候變遷下的強降雨(3/5)

1.5 °C

2.0 °C

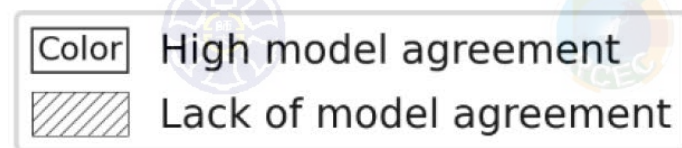
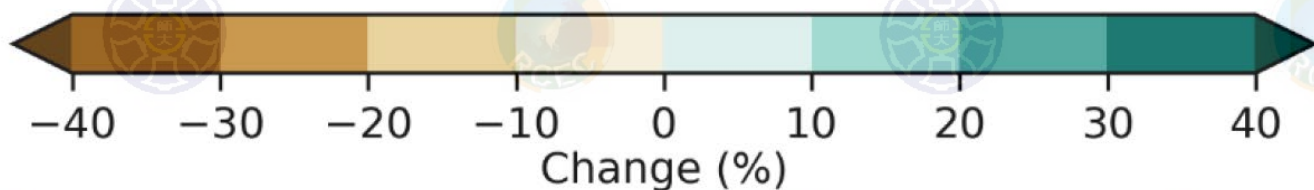
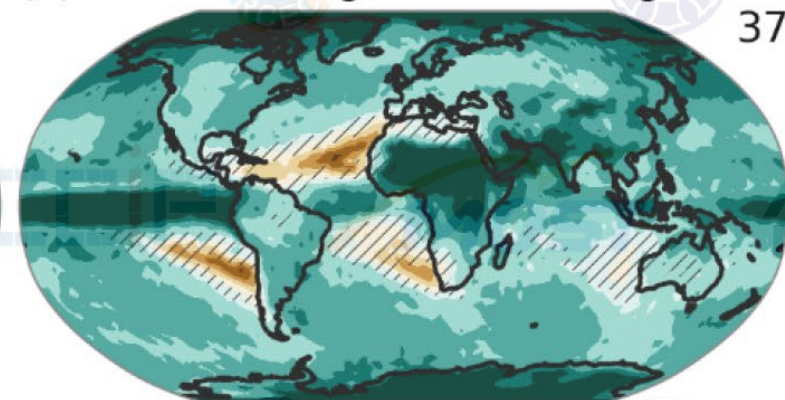
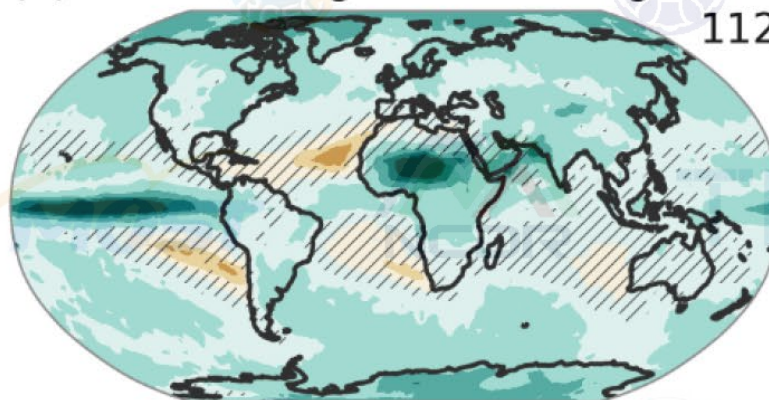
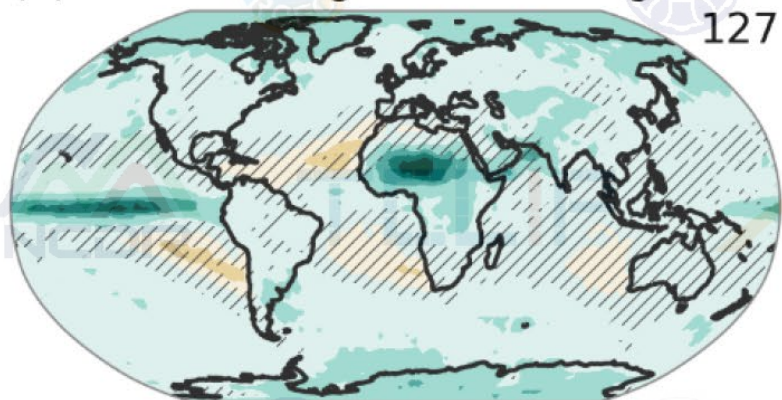
4.0 °C

Annual maximum daily precipitation change (Rx1day) - median

(a) At 1.5°C global warming

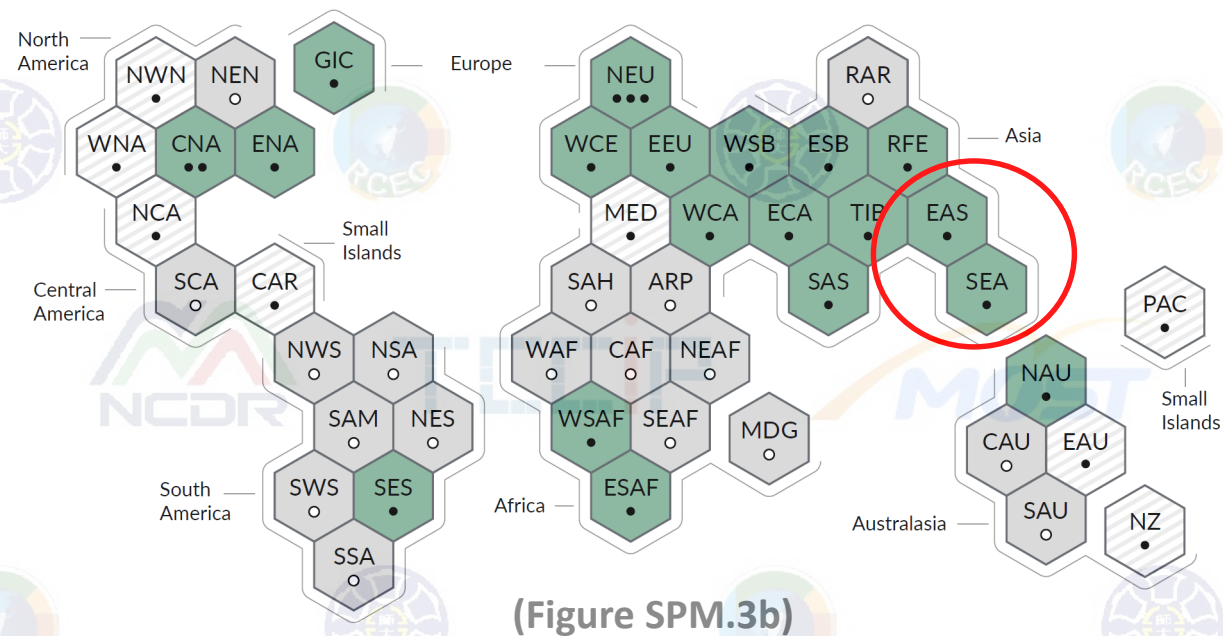
(b) At 2.0°C global warming

(c) At 4.0°C global warming



➤ 暖化程度愈高，強降雨變化趨勢愈明顯

氣候變遷下的強降雨(4/5)



增加(19)

減少(0)

模式一致性較低(8)

資料不足(18)

人類貢獻觀測到的變化之
信心程度

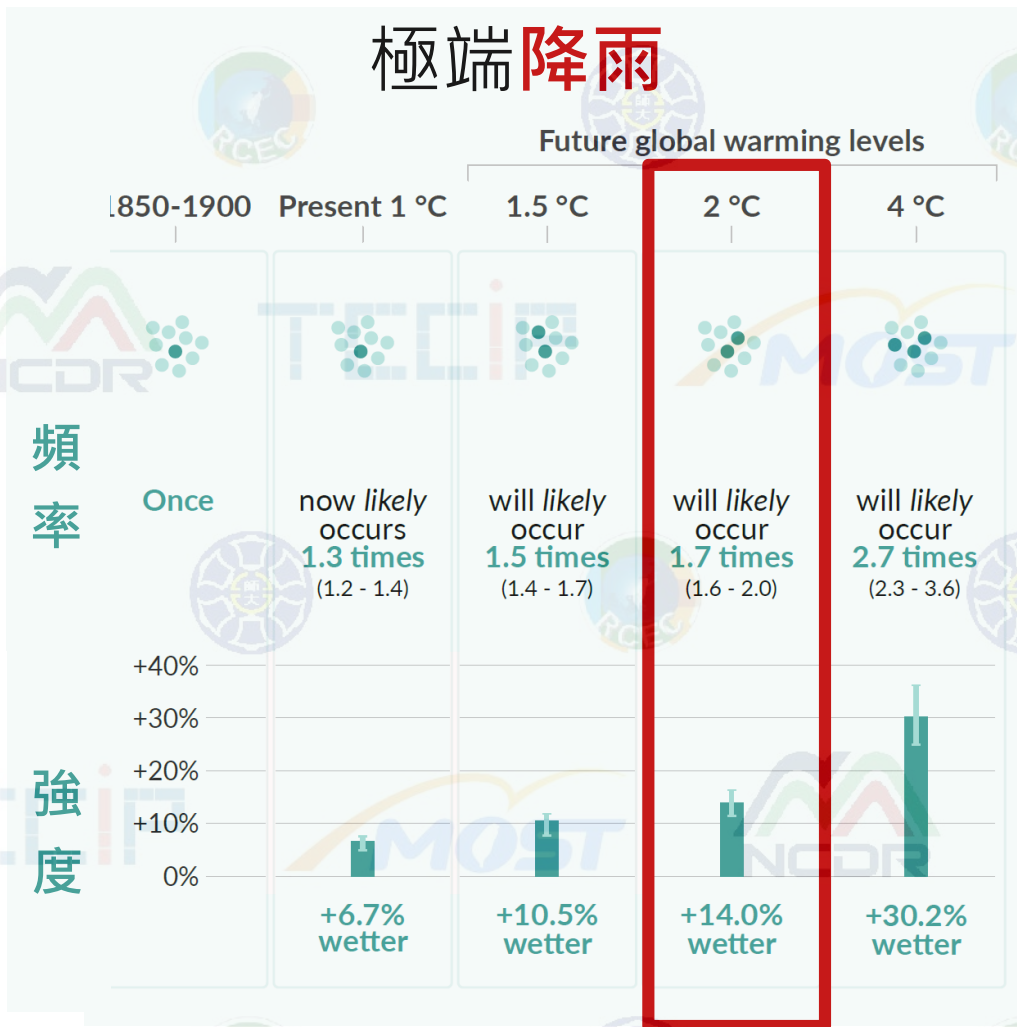
- 高
- 中
- 低，因為一致性不足
- 低，因為缺乏證據

極端降水事件

- 強降水事件**頻率**和**強度**在全球範圍內的大部分陸地區域都有所**增加**，在暖化幅度較高時增加更大
- 與熱帶氣旋相關的強降水增加
- 東亞季風降水劇增

氣候變遷下的強降雨(5/5)

極端降雨



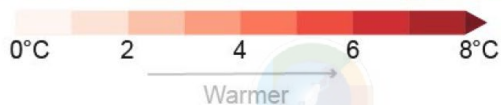
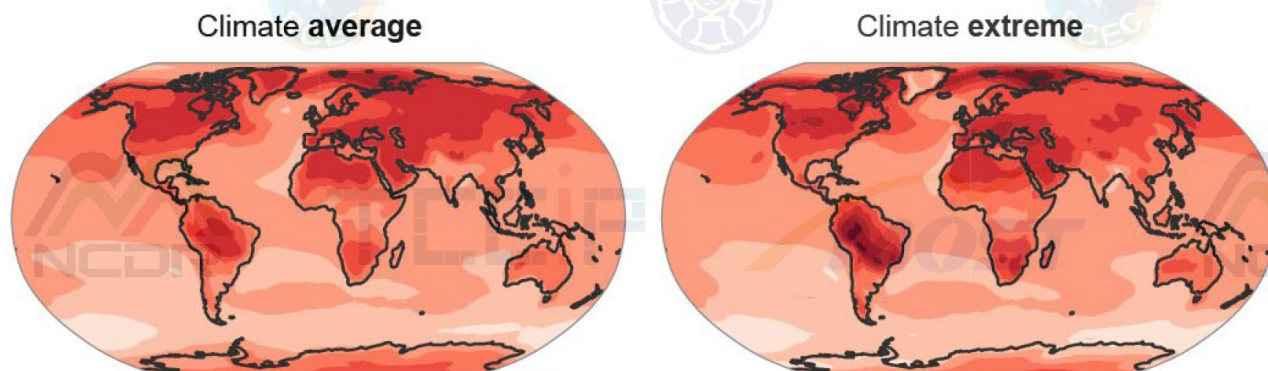
➤ 極端降雨在增溫2°C情境：
10年重現期的降雨發生頻率會增為**1.7**
倍、強度增加**14%**

➤ 極端降雨在增溫4°C情境：
10年重現期的降雨發生頻率會增為**2.7**
倍、強度增加**30.2%**

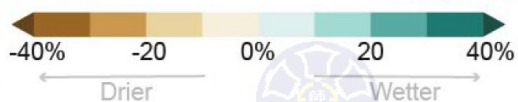
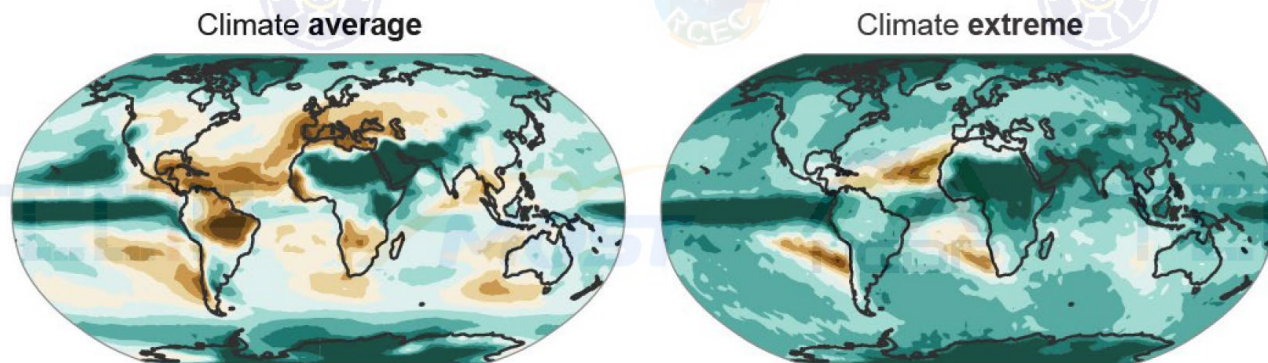
強降雨頻率會增為**1.7**倍、強度增加**14%**

極端氣候與平均氣候的變遷

極端氣候與平均氣候的變化幅度取決於分析變數



平均溫度和極端溫度變遷為類似的趨勢



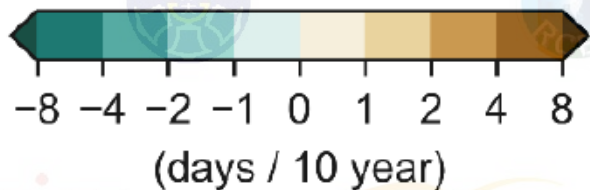
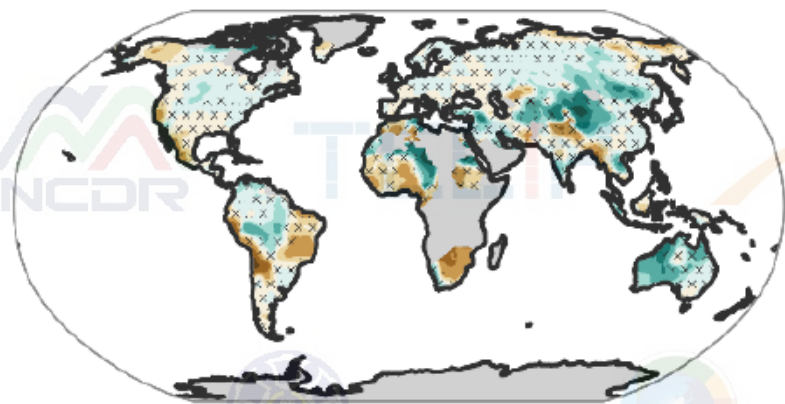
平均降水和極端降水變遷為不同的趨勢

(FAQ 11.1, Figure 1)

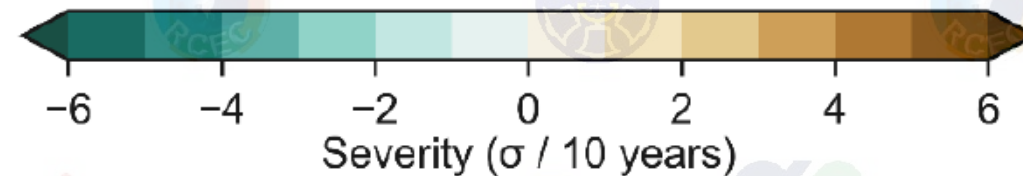
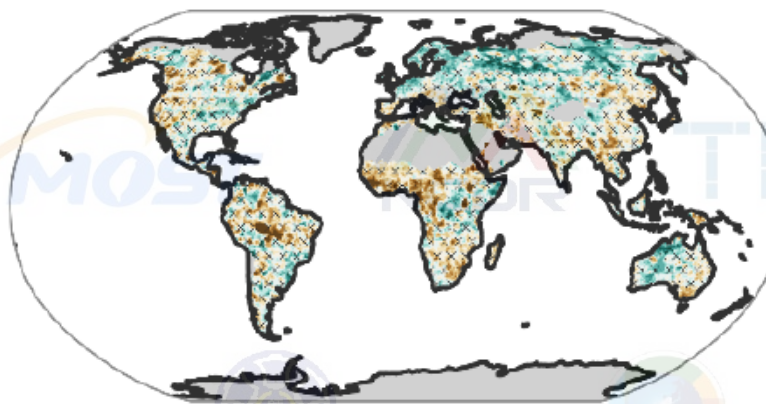
氣候變遷下的乾旱事件(1/4)

1960-2019年乾旱指數趨勢

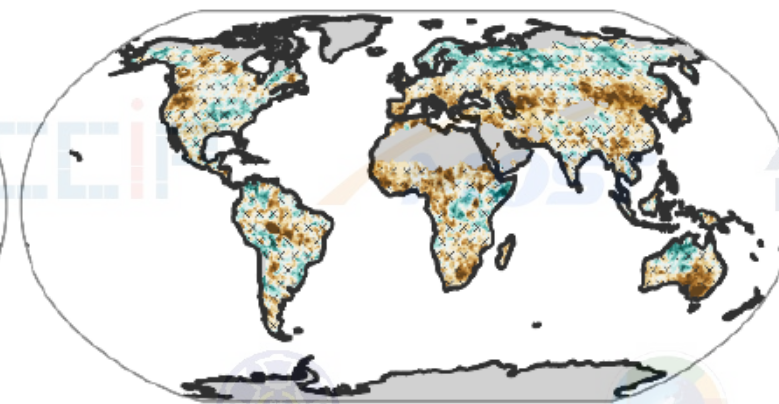
(a) Consecutive dry days (CDD)



(b) Standardized Precipitation Index (SPI-12)



(c) Standardized Precipitation-Evapotranspiration Index (SPEI-12)



- 由於蒸散作用(Evapotranspiration)增加，人為引起的氣候變化導致農業和生態乾旱增加 (中等信心)

氣候變遷下的乾旱事件(2/4)

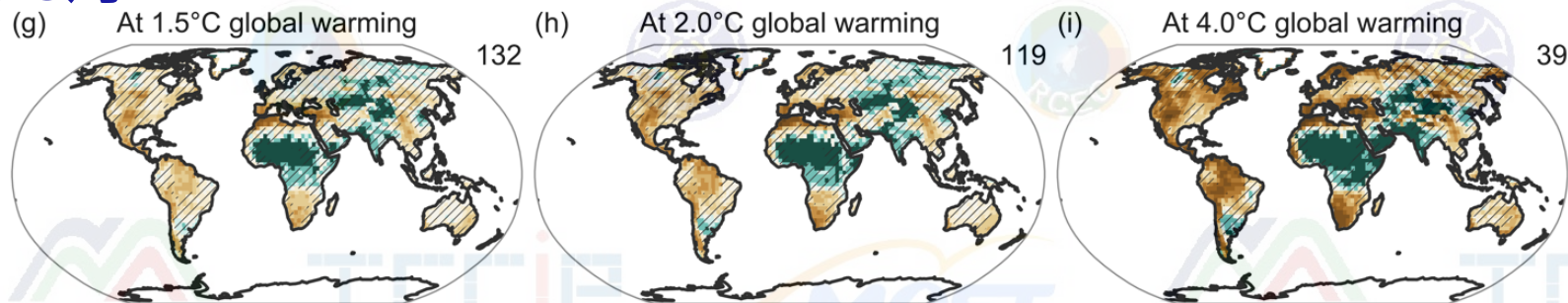
1.5 °C

2.0 °C

4.0 °C

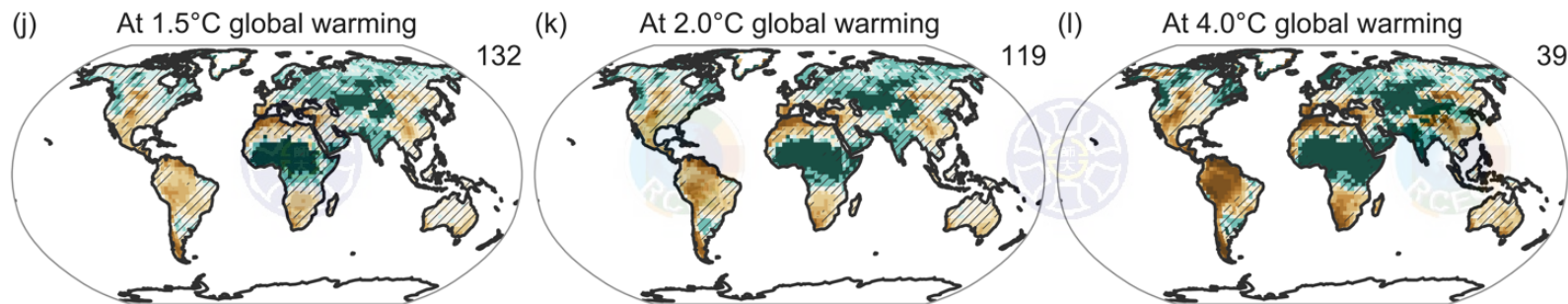
6-8月

June-to-August frequency of 1-in-10 year soil moisture drought – median

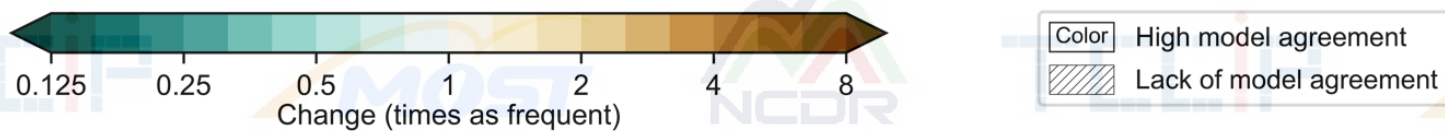


12-2月

December-to-February frequency of 1-in-10 year soil moisture drought – median



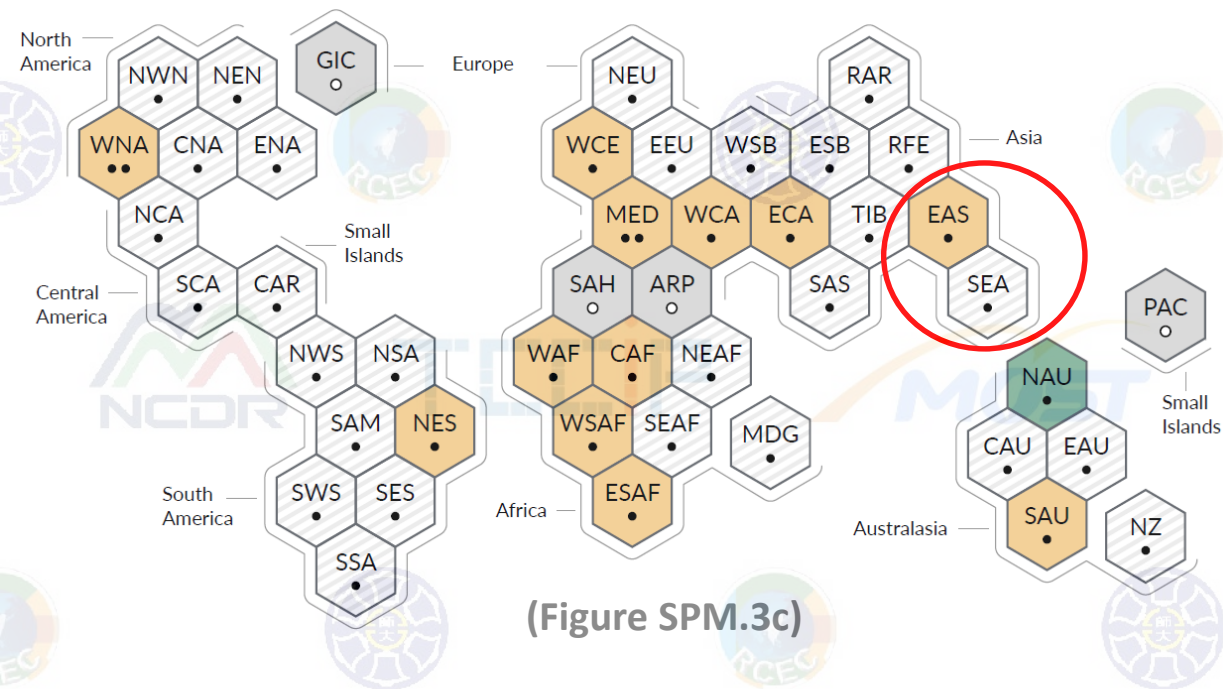
➤ 即使是相對較小的全球暖化幅度(+0.5°C)也會導致某些地區的乾旱惡化(高信心)



➤ 東北非和南亞是顯著的例外，為乾旱減少的趨勢

(Figure 11.19)

氣候變遷下的乾旱事件(3/4)



農業與生態系乾旱

- 土地含水量減少，導致部分地區農業與生態乾旱增加
- 熱浪和乾旱同時發生的複合式極端事件頻率增加
- 所有大陸都發現農業和生態乾旱增加，減少趨勢只發生在澳洲北部

增加(12)

減少(1)

模式一致性較低(28)

資料不足(4)

人類貢獻觀測到的變化之信心程度

●●● 高

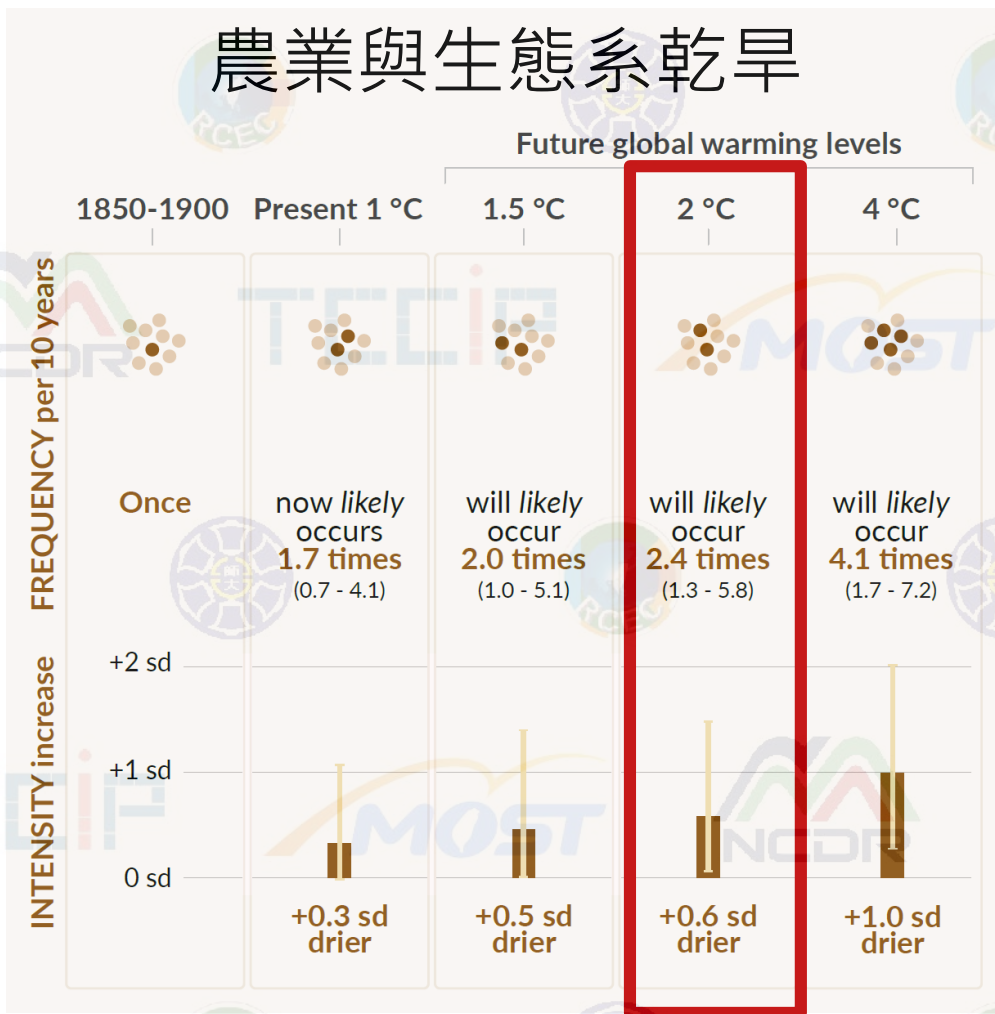
●● 中

● 低，因為一致性不足

○ 低，因為缺乏證據

氣候變遷下的乾旱(4/4)

農業與生態系乾旱



➤ 乾旱在增溫2°C情境：

10年重現期的乾旱發生頻率會增為**2.4**倍、強度增加**0.6**個標準差

➤ 乾旱在增溫4°C情境：

10年重現期的乾旱發生頻率會增為**4.1**倍、強度增加**1**個標準差



2017年5級颶風艾瑪席捲美國佛州，造成超過130人死亡、損失達600億美元

- 在過去的 40 年中，全球主要 TC 強度的比例和快速增強事件的頻率**非常可能**都在增加
- 西北太平洋自 1940 年代以來，**TC 達到峰值風強度的平均位置向極區移動**，並且 TC 移動**速度**在過去幾年有所**減慢(非常可能)**
- 北大西洋、北太平洋和阿拉伯海盆的 TC 活動**非常可能**與人為影響有關
- 異常 TC 活動不僅由極端聖嬰現象的影響來解釋，還有人為氣候變遷影響導致副熱帶地區海表面升溫

全球熱帶氣旋變遷(2/3)

Changes in storms with increasing global warming

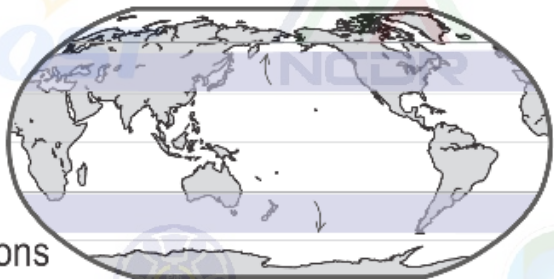
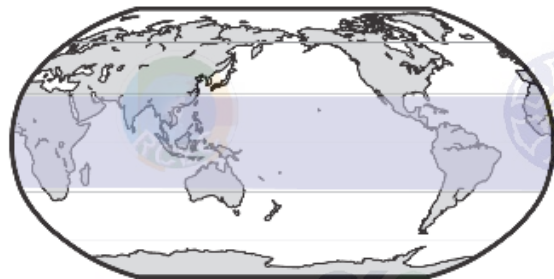
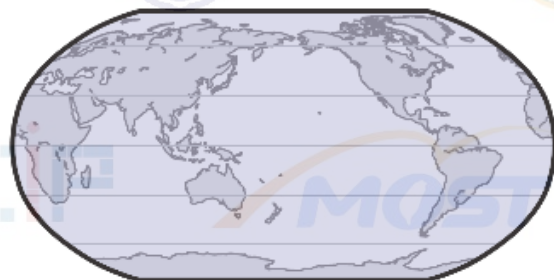
Global

- Tropical cyclones
- Extratropical cyclones
- Atmospheric river

Average and maximum precipitation rates **increase** with warming

- Tropical cyclones
Increase in strength
Decreased or unchanged genesis frequency

- Extratropical cyclones
Changes (**increase** or **decrease**) in wind speed following storm tracks
poleward shift in some regions



Regional

Tropical cyclones

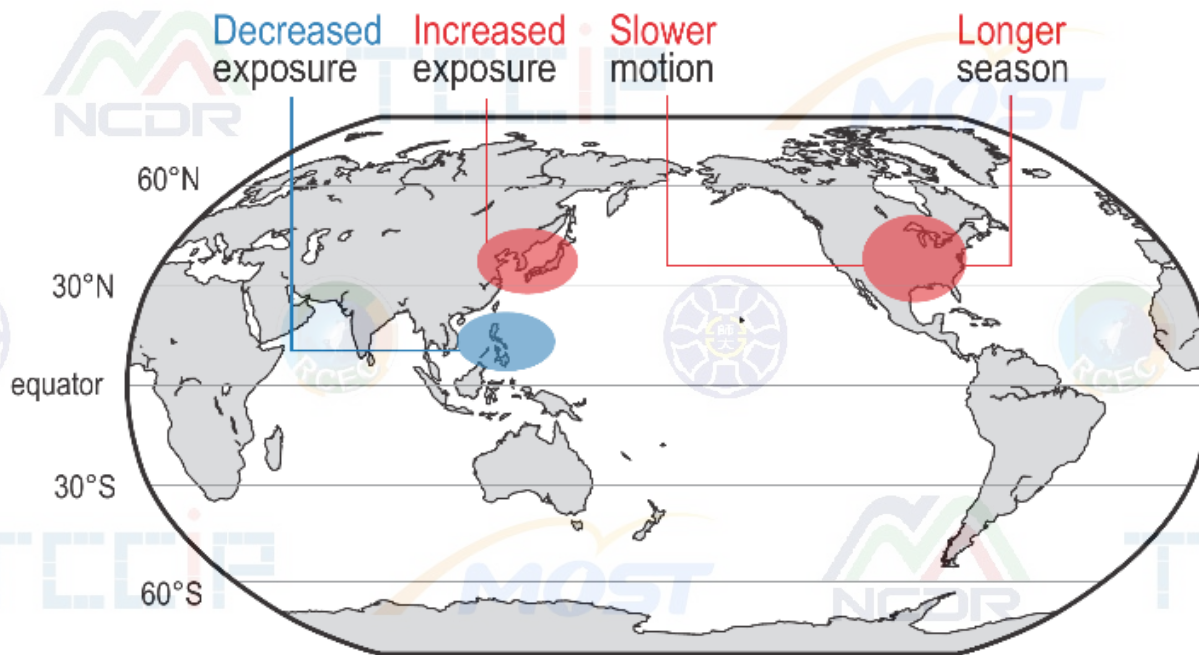
Decreased exposure

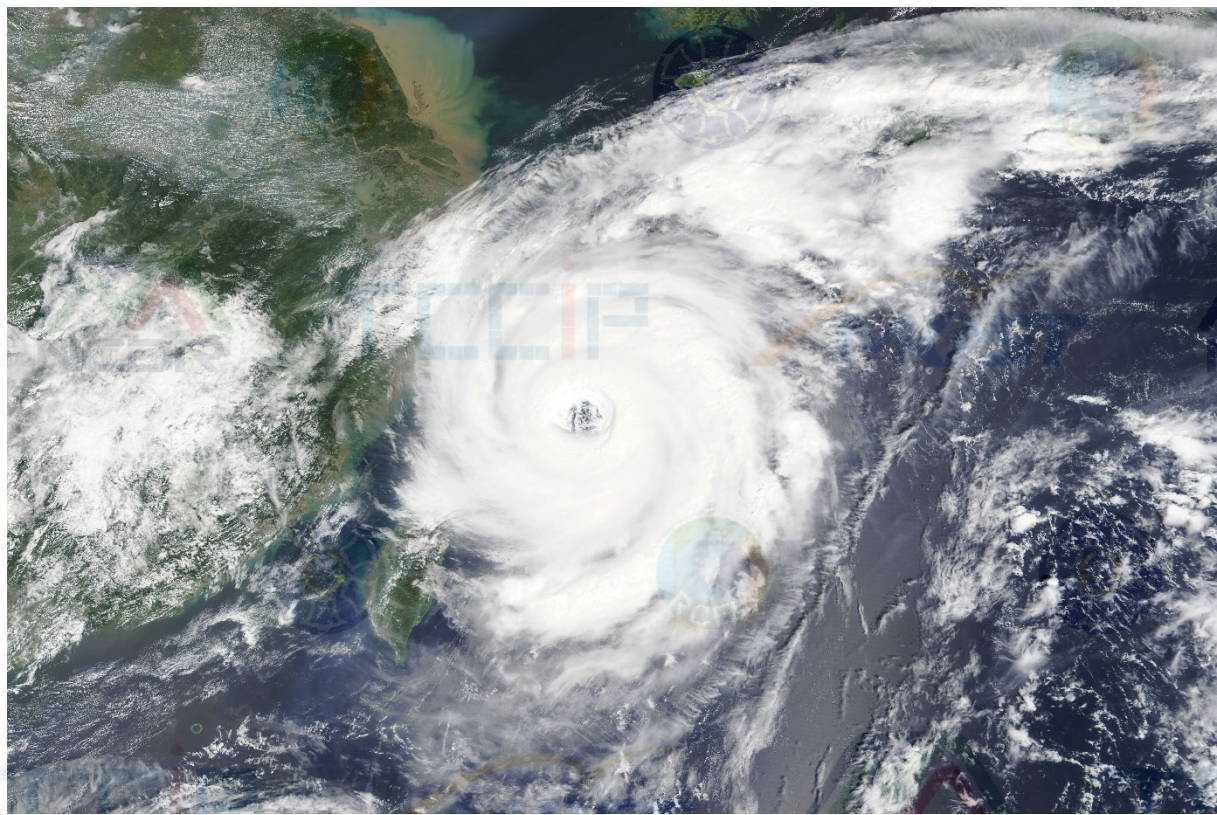
Increased exposure

Slower motion

Severe convective storms

Longer season





2017年泰利颱風於東海附近強度達到峰值

- 最強風速和強颱(4-5)的比例**非常可能**隨著暖化增加
- 降雨率也**非常可能**隨著暖化而增加，並且峰值**可能**會以高於C-C equation的速度增加
- 隨著熱帶地區的暖化，西北太平洋**TC達到峰值強度的平均位置可能**會**向北偏**



CH12區域氣候衝擊與評估

(Climate Impact Drivers, CIDs)



溫度



降雨



風場



冰雪



海岸



其他



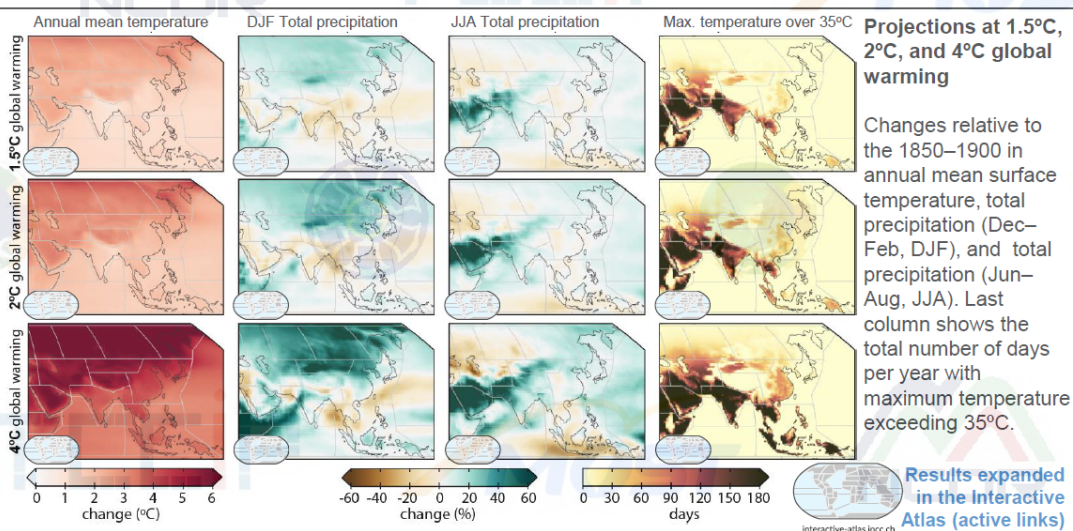
海洋

- 針對氣候系統狀態分為6+1類**衝擊因子**，共35個細項，分析**各區域CIDs變化情形**
- 預計各個地區將更頻繁經歷**多個CIDs同時出現與複合性變遷**
- 相較於1.5°C，2.0°C暖化情境，甚至在更高的暖化情境下，某些因子的變遷將更為普遍與顯著。如：高溫、強降水、乾旱

Regional fact sheet - Asia

Common regional changes

- The **observed** mean surface temperature increase **has clearly emerged** out of the range of internal variability compared to 1850-1900. Heat extremes **have increased** while cold extremes **have decreased**, and these trends **will continue** over the coming decades (*high confidence*).
- Marine heatwaves **will continue** to increase (*high confidence*).
- Fire weather seasons **will lengthen** and intensify, particularly in North Asia regions (*medium confidence*).
- Average and heavy precipitation **will increase** over much of Asia (*high to medium confidence*).
- Mean surface wind speeds **have decreased** (*high confidence*) and will continue to **decrease** in central and northern parts of Asia (*medium confidence*).
- Glaciers **are declining** and permafrost **is thawing**. Seasonal snow duration, glacial mass, and permafrost area **will decline** further by the mid-21st century (*high confidence*).
- Glacier runoff in the Asian high mountains **will increase** up to mid-21st century (*medium confidence*), and subsequently runoff may decrease due to the loss of glacier storage.
- Relative sea level around Asia **has increased** faster than global average, with coastal area loss and shoreline retreat. Regional-mean sea level **will continue** to rise (*high confidence*).



Asian Monsoons

- The South and Southeast Asian monsoon **has weakened** in the second half of the 20th century (*high confidence*). The **dominant cause** of the **observed** decrease of South and Southeast Asian monsoon precipitation since mid-20th century is anthropogenic aerosol forcing.
- The dry-north and wet-south pattern of East Asian summer monsoon precipitation change **results from** the combined effects of greenhouse gases and aerosols (*high confidence*).
- In the near-term, South and Southeast Asian monsoon and East Asian summer monsoon precipitation **will be dominated** by the effects of internal variability (*medium confidence*).
- In the long-term, South and Southeast Asian monsoon and East Asian summer monsoon precipitation **will increase** (*medium confidence*).

IPCC區域事實手冊

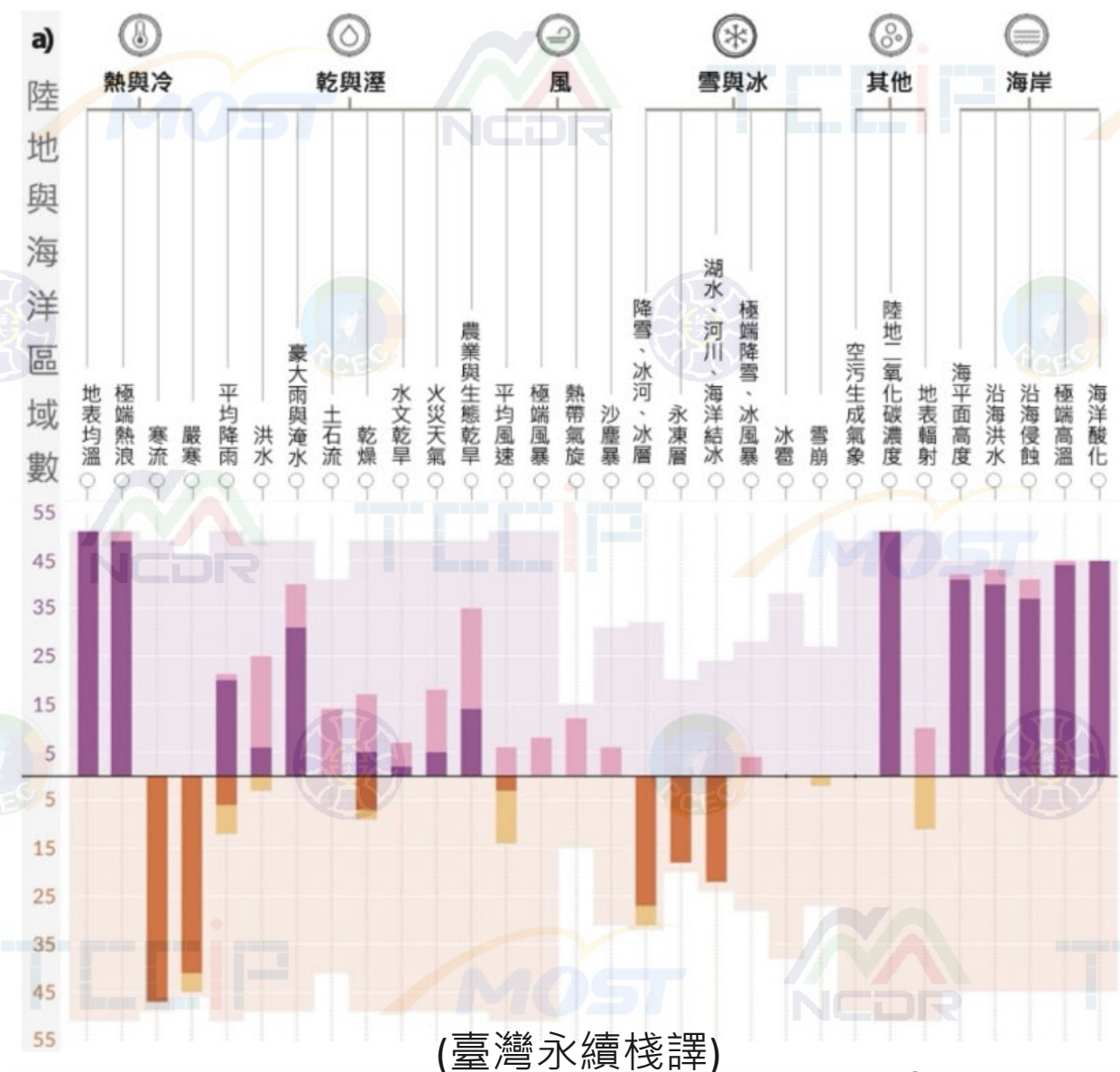
➤ 本次評估報告提供各**區域**的**關鍵氣候資訊**(Regional Fact Sheet)

➤ 全球包含海洋分為**11大區域**，每區域包含各小分區

➤ 每區域提供2-3頁在WGI中最**重要的關鍵資訊**

全球區域劃分

區域調適氣候資訊



(臺灣永續棧譯)

(Figure SPM. 9)

BAR CHART LEGEND

- 預期會增加的區域 (高信心水準)
- 預期會增加的區域 (中信心水準)
- 預期會減少的區域 (高信心水準)
- 預期會減少的區域 (高信心水準)

LIGHTER-SHADED 'ENVELOPE' LEGEND

柱狀圖底部的淺色區塊代表CID增強 (橫軸上部) 或減弱 (橫軸下部) 的區域數。
*CID為氣候衝擊驅動因子

ASSESSED FUTURE CHANGES

評估未來的變化指對應以1960-2014或1850-1900為基期，在2050為中間年的20-30年期間，且(或)增溫達2度C時的CIDs變化。

公海區域數

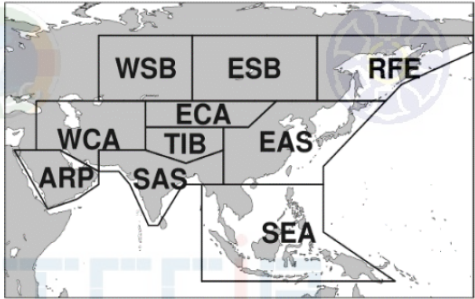
15
5
5
15

➤ 左圖為評估全球所有區域未來受到氣候衝擊因子的數量

➤ 隨著暖化情境持續升溫，推估各區域將受更多氣候衝擊驅動因子的影響，且此變化將更加普遍、

顯著

區域調適氣候資訊(2/3)

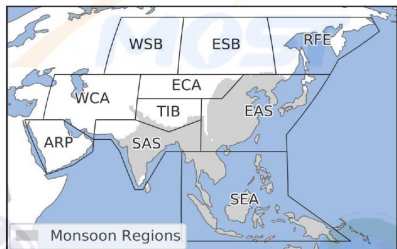
| 亞洲區域劃分  (東亞為EAS) | | Climatic Impact-Driver | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------|--------------|------------|-------------|--------------------|-------------|---------------------------------------|-----------|---------|----------------------|-------------------------------------|--------------|-----------------|-------------------|------------------|---------------------|-----------------------------|------------|-------------------------|------------------------------|-------|----------------|--------------------|---------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------------|--|----------------------|
| | | Heat and Cold | | | Wet and Dry | | | | | | Wind | | | Snow and Ice | | | | Coastal & Oceanic | | | | Other | | | | | | | | | |
| Region | | Mean air temperature | Extreme heat | Cold spell | Frost | Mean precipitation | River flood | Heavy precipitation and pluvial flood | Landslide | Aridity | Hydrological drought | Agricultural and ecological drought | Fire weather | Mean wind speed | Severe wind storm | Tropical cyclone | Sand and dust storm | Snow, glacier and ice sheet | Permafrost | Lake, river and sea ice | Heavy snowfall and ice storm | Hail | Snow avalanche | Relative sea level | Coastal flood | Coastal erosion | Marine heatwave | Ocean acidity | Air pollution weather | Atmospheric CO ₂ at surface | Radiation at surface |
| Arabian Peninsula (ARP) | | ● | ● | ○ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | 1 | | ○ | | ● | | |
| West Central Asia (WCA) | | ● | ● | ○ | | 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | ○ | 1,2 | | ○ | | ● | | |
| West Siberia (WSB) | | ● | ● | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | |
| East Siberia (ESB) | | ● | ● | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | | | |
| Russian Far East (RFE) | | ● | ● | ○ | | | | ○ | | | | | | | | | | | ● | | | | | ○ | 1,2 | | ○ | | ● | | |
| East Asia (EAS) | | ● | ● | ○ | | | | ○ | | | | | | | | 3 | | | ● | | | | | ○ | 1,2 | | ○ | | ● | | |
| East Central Asia (ECA) | | ● | ● | ○ | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | ● | | |
| Tibetan Plateau (TIB) | | ● | ● | ○ | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | | | | | | ● | | |
| South Asia (SAS) | | ● | ● | ○ | | | | | | | | | | | | | | | ● | | | | | ○ | 1 | | ○ | | ● | | |
| South East Asia (SEA) | | ● | ● | ○ | | 4 | | | | | | | | | | 3 | | | | | | | | ○ | 1,2 | | ○ | | ● | | |

1. Along sandy coasts and in the absence of additional sediment sinks/sources or any physical barriers to shoreline retreat.
2. Substantial parts of the EAS and SEA coasts are projected to prograde if present-day ambient shoreline change rates continue
3. Tropical cyclones decrease in number but increase in intensity
4. High confidence of decrease in Indonesia (Atlas.5.4.5)
5. Medium confidence of decreasing in summer and increasing in winter

- Already emerged in the historical period (*medium to high confidence*)
- Emerging by 2050 at least in Scenarios RCP8.5/SSP5-8.5 (*medium to high confidence*)
- Emerging after 2050 and by 2100 at least in Scenarios RCP8.5/SSP5-8.5 (*medium to high confidence*)

| Key | |
|-----|---------------------------------------|
| | High confidence of decrease |
| | Medium confidence of decrease |
| | Low confidence in direction of change |
| | Medium confidence of increase |
| | High confidence of increase |
| | Not broadly relevant |

(Table 12.4)



亞洲概況

- **溫度**：極端高溫事件將會增加、冷事件減少(高信心)
- **降水**：極端降水、平均降水、洪水事件將會增加(中信心)
- **風場**：地面風速下降，但推估有很大的不確定性(高信心)；
熱帶氣旋的數量減少但強度增加(中信心)
- **冰雪**：推估亞洲的積雪和冰川將繼續減少，永久凍土將繼續融化(高信心)
- **海岸與海洋**：推估海平面上升造成沿岸地區洪水增加、海岸線倒退；
海洋熱浪增加(高信心)

CIDs在東亞(EAS)的現況與推估

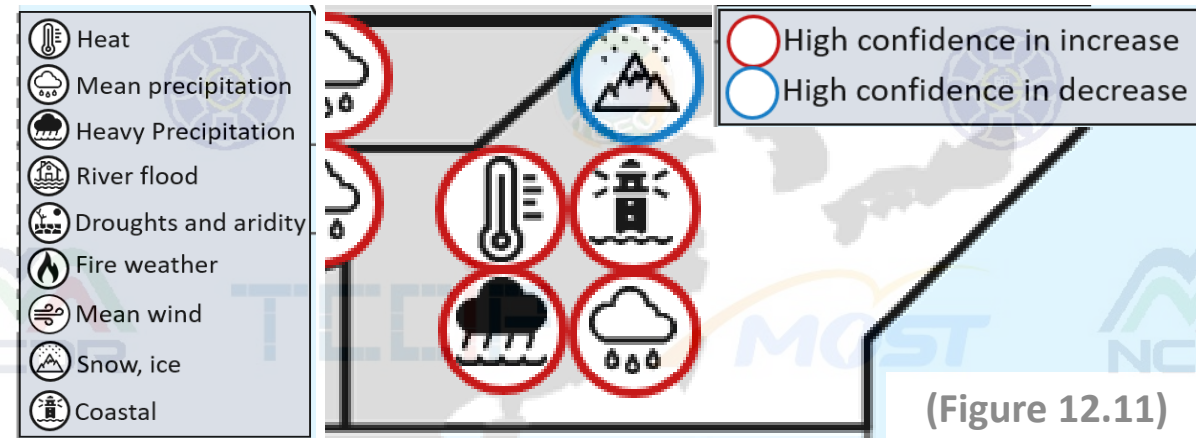
東亞(EAS)現況

- 強降雨強度、頻率增加，相關土石坡地災害更頻繁
- 大部分地區的乾旱更為頻繁，鄰近中亞區域則變潮濕
- 強颱風數量增加，且路徑逐漸北移

東亞(EAS)推估

- **溫度**與**降水**相關的因子是氣候變遷下，東亞主要面對的衝擊
- **海岸相關**的衝擊也是東亞須重視的議題

東亞區域劃分



(Figure 12.11)

| 高信心程度CIDs變化 | |
|-------------|----|
| 增加 | 減少 |
| 高溫 | 冰雪 |
| 平均降水 | |
| 強降水 | |
| 海岸衝擊 | |

Climate Fact Sheet

Taiwan

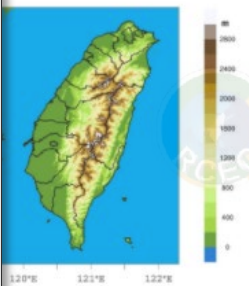
Updated Version 2020.01



Abstract

With an area of 36,193 km², Taiwan is an island located in East Asia, surrounded by the Pacific Ocean. The geographical position makes it strongly influenced by the East Asian Monsoon, as well as typhoons during the western North Pacific (WNP) typhoon season. Due to the passing of Tropic of Cancer, Taiwan features both a subtropical and a tropical climate. The year-round temperature in Taiwan is from warm to hot, with an annual mean temperature 20.3°C; the annual mean precipitation in Taiwan is abundant, around 1,932 mm, though the distinctive difference between dry (November to the next April) and wet (May to October) seasons in many regions in Taiwan makes it vulnerable to experience flood/drought events in wet/dry periods.

Projections show that under any scenario, the temperature in Taiwan will increase. The highest emission scenario indicates that the temperature may increase in a range of +2.4 to +4.3°C. On the contrary, the inconsistent outcomes from precipitation projections remind those policy makers and stakeholders should judge the possible situations cautiously.



A regional average temperature of 20.3°C demonstrates a warming trend of 1.6°C by 2030, from 18.7°C in 2010, and 3.9°C by 2085.

Projected annual average temperature is from +1.5 to +4°C. The likely range of projected change is from +1.5 to +3.5°C by 2085 and in the

precipitation is from -2 to +5.7%, with some projections showing a range of projected change in precipitation of -9% by 2085.

At the national or regional level, the Climate-Factbook climate models. Accordingly, the Climate-Factbook region. As such, the information presented in the factbook may be of more interest, in for example, impact or adaptation. If more local scale information is the nature of the current climate of the country as well as the observed

At high resolution, the projections are based on Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) information, please visit [CCMIP Website](http://www.ccmip.org).

Source: IPCC, Working Group II, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.

(In alphabetical order)

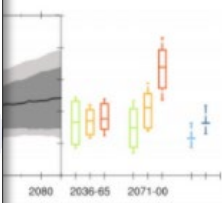
© 2010 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel, Cambridge University Press, Cambridge, 2007.

Summer rainfall in Taiwan: Contributions from different scenarios. The scenarios are based on the scenarios of the IPCC AR4. The scenarios are: B1, A1, A2, B2, F1, F2, F3, F4, F5, F6, F7, F8, F9, F10, F11, F12, F13, F14, F15, F16, F17, F18, F19, F20, F21, F22, F23, F24, F25, F26, F27, F28, F29, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F37, F38, F39, F40, F41, F42, F43, F44, F45, F46, F47, F48, F49, F50, F51, F52, F53, F54, F55, F56, F57, F58, F59, F60, F61, F62, F63, F64, F65, F66, F67, F68, F69, F70, F71, F72, F73, F74, F75, F76, F77, F78, F79, F80, F81, F82, F83, F84, F85, F86, F87, F88, F89, F90, F91, F92, F93, F94, F95, F96, F97, F98, F99, F100.



to +1.6°C by 2030, from 18.7°C in 2010, and 3.9°C by 2085.

1.5°C and 2°C scenarios:



| Scenario | Max-Temperature | Min-Temperature |
|----------|-----------------|-----------------|
| B1 | +1.5 to +3.5 | +1.3 to +3.3 |
| A1 | +1.3 to +4 | +1.1 to +3.9 |
| A2 | +1.8 | +1.1 |
| B2 | +1 to +2.2 | +0.8 to +2 |
| F1 | +0.8 to +2.4 | +0.7 to +2.1 |
| F2 | +2.2 | +2 |
| F3 | +1.6 to +2.7 | +1.4 to +2.4 |
| F4 | +1.4 to +2.9 | +1.3 to +2.8 |
| F5 | +3.5 | +3.3 |
| F6 | +2.8 to +4 | +2.7 to +3.9 |
| F7 | +2.4 to +4.3 | +2.4 to +4.3 |
| F8 | +0.8 to +1.7 | +0.8 to +1.5 |
| F9 | +1.2 to +2.3 | +1.2 to +2.1 |

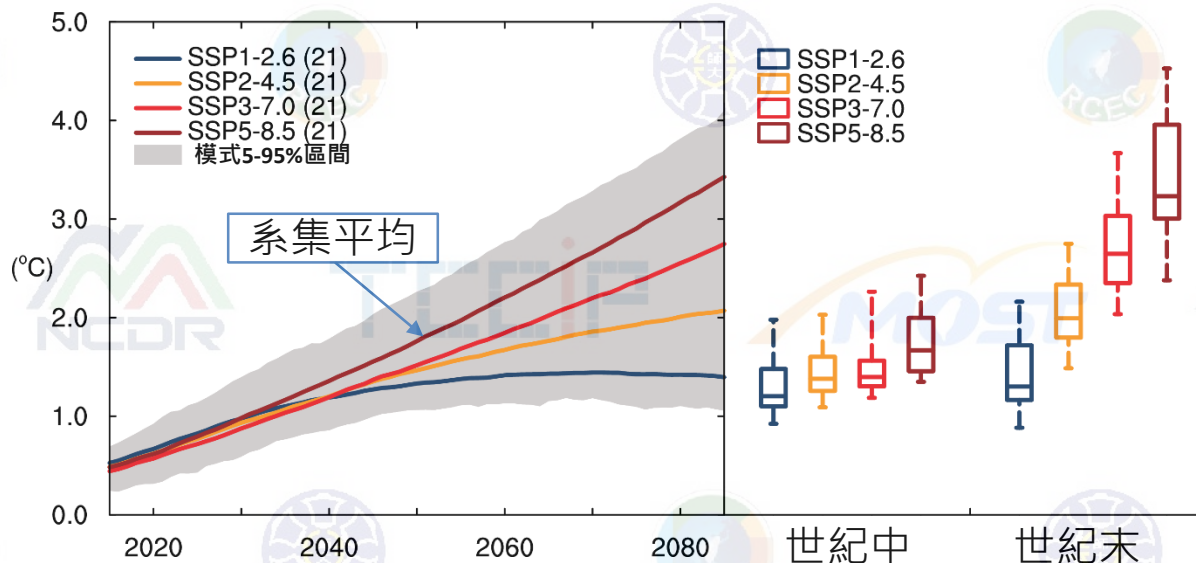
- 與德國氣候服務中心 (GERICS) 合作，制定臺灣氣候事實手冊
- 目前已完成臺灣英文版，預計明年將出版臺灣各縣市氣候事實手冊



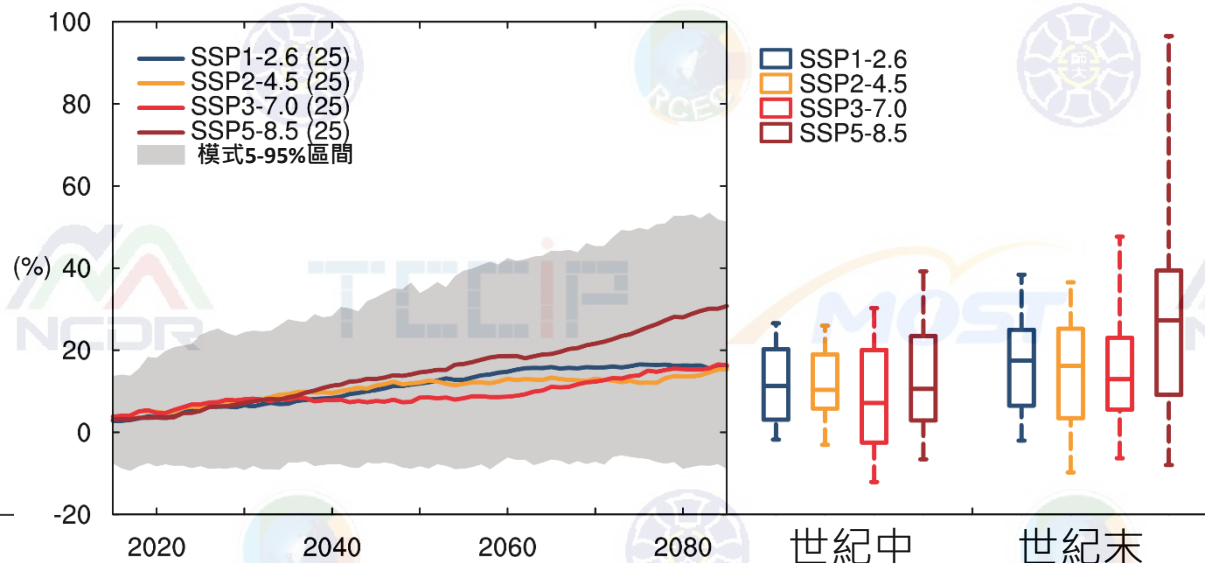
CMIP6下臺灣氣候現況與推估

臺灣年平均溫度與年總降雨

臺灣年平均氣溫未來推估



臺灣年總降雨量未來推估

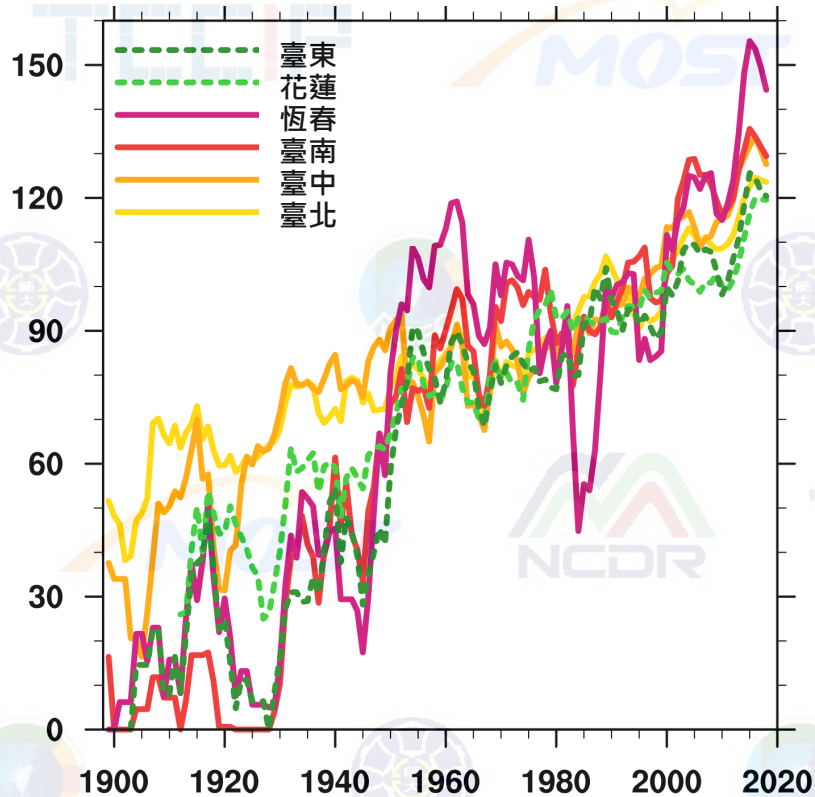


- 推估臺灣各地氣溫將持續上升。最劣情境 (SSP5-8.5) 下，21世紀中、末之年平均氣溫可能上升超過1.8 °C、3.4 °C
- 推估年總降雨量也有增加的趨勢。在最劣情境(SSP5-8.5)下，21世紀中、末臺灣年總降雨量增加幅度約為15%、31%，其中世紀末不確定性較大

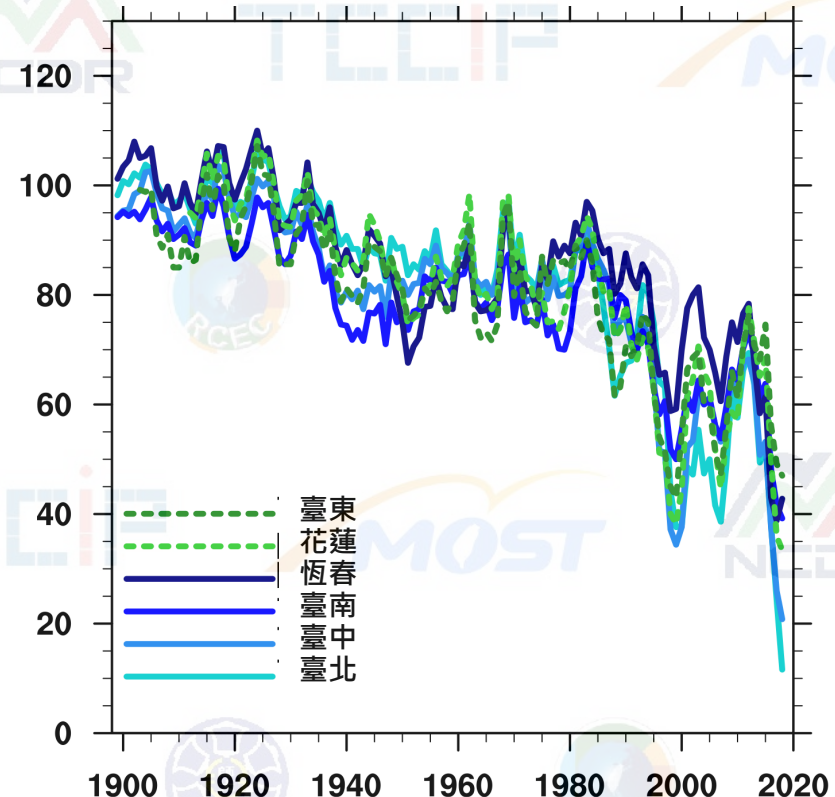
臺灣季節長度現況

- 21世紀初夏季長度增加到約120-150天，冬季縮短為約70天，近年來，冬季更縮短至約20-40天

夏季長度變化



冬季長度變化

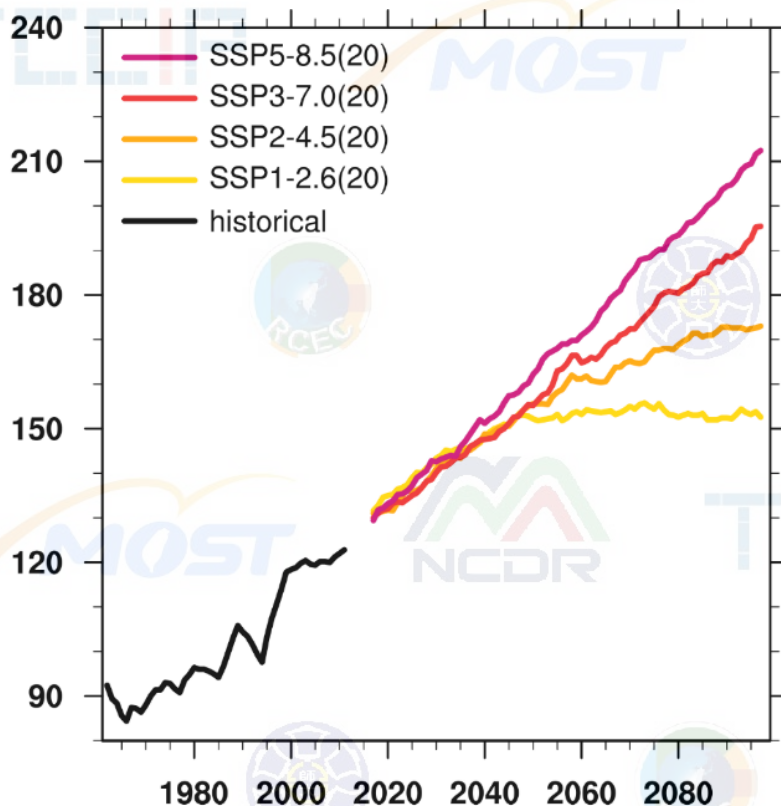


註：季節是根據日均溫來定義，設定1961-1990年平均的90天長度來定義各季節的溫度閾值

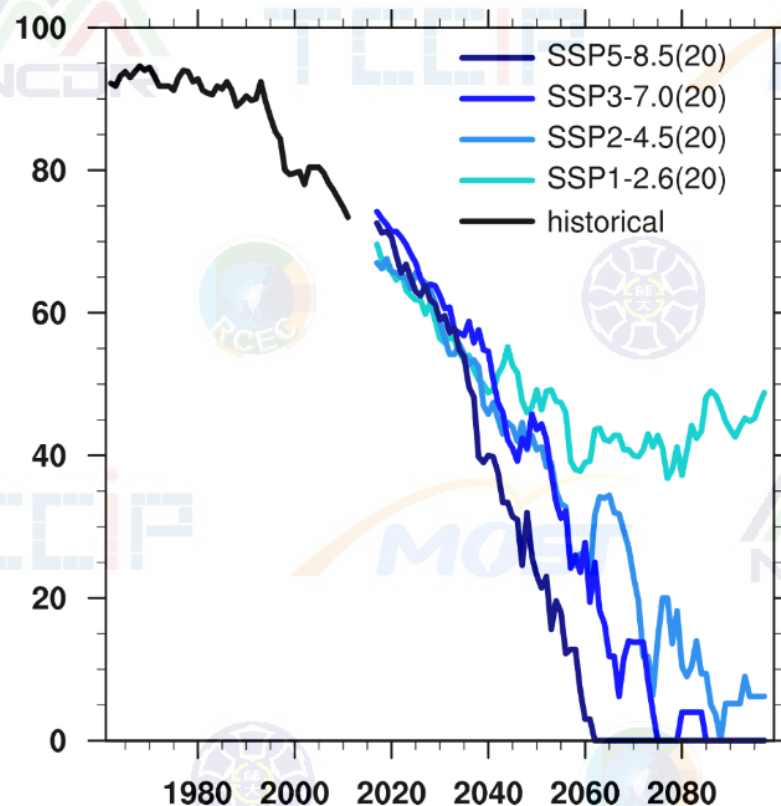
臺灣季節長度推估

- 依據溫度定義的季節長度，未來推估臺灣的夏季長度從目前約130天增長為155-210天，冬季長度從目前約70天減少為0-50天

夏季長度變化



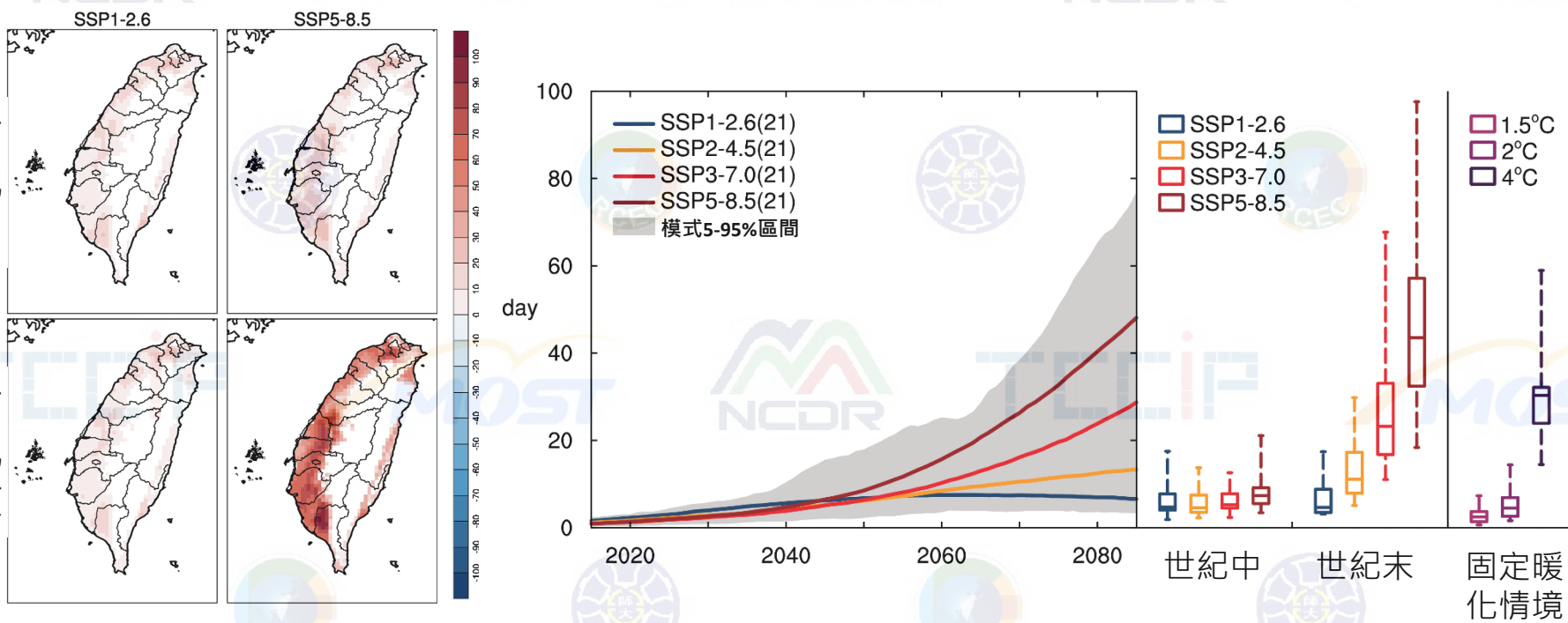
冬季長度變化



臺灣高溫36°C日數變化

- 未來極端高溫事件中，**超過36°C日數增加**
- 最劣情境(SSP5-8.5)下，21世紀中、末臺灣可能**增加**幅度約**9日**、**48日**
- 減碳情境(SSP1-2.6)下，21世紀中、末臺灣可能**增加**幅度各約**7日**

臺灣高溫36°C日數未來推估

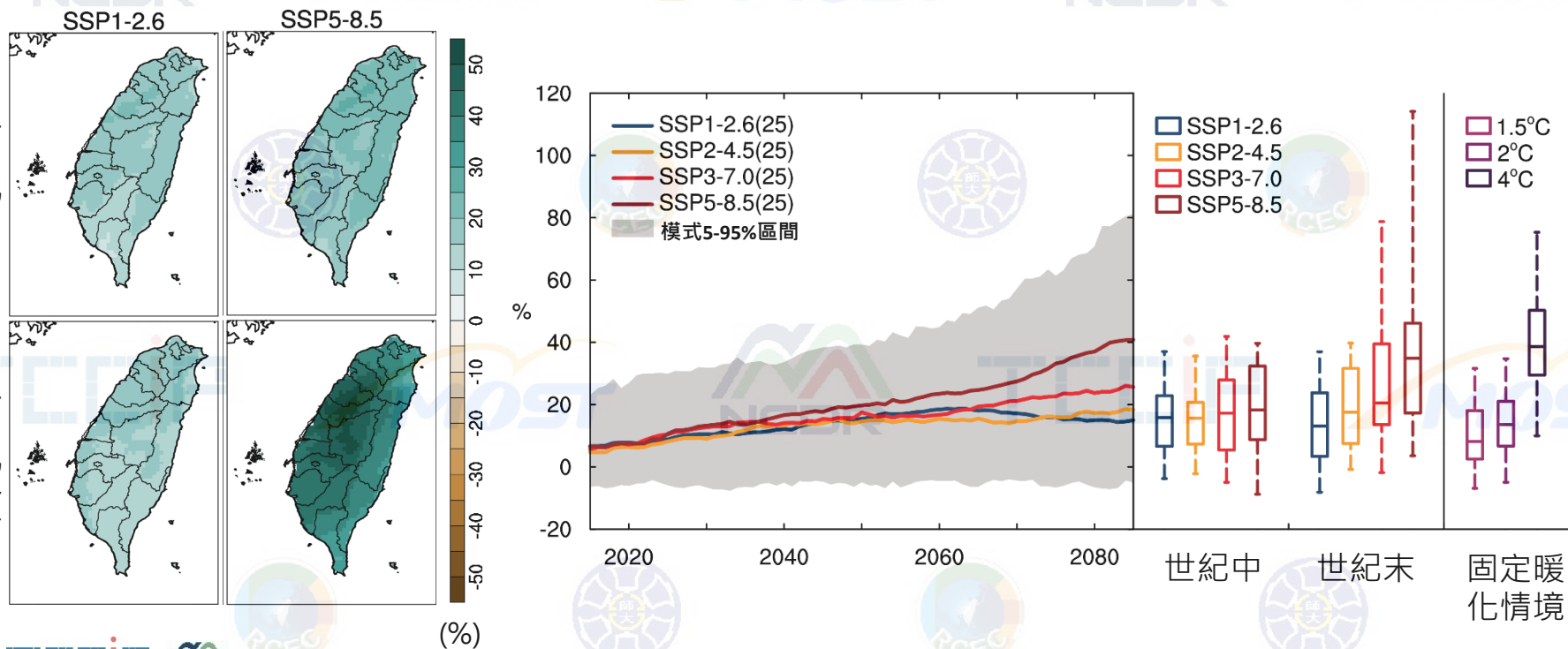


- 世紀末最劣情境下，全臺平地皆會出現高溫，高溫日最頻繁出現處為臺北盆地、西部近山區、蘭陽平原與花東縱谷

臺灣暴雨強度變化

- 臺灣年最大1日暴雨強度有增加趨勢
- 最劣情境 (SSP5-8.5)：21世紀中、末平均年增加幅度約為**20%**、**41.3%**
- 理想減緩情境(SSP1-2.6)：21世紀中、末暴增加幅度約為**15.7%**、**15.3%**

臺灣年最大1日暴雨強度未來推估

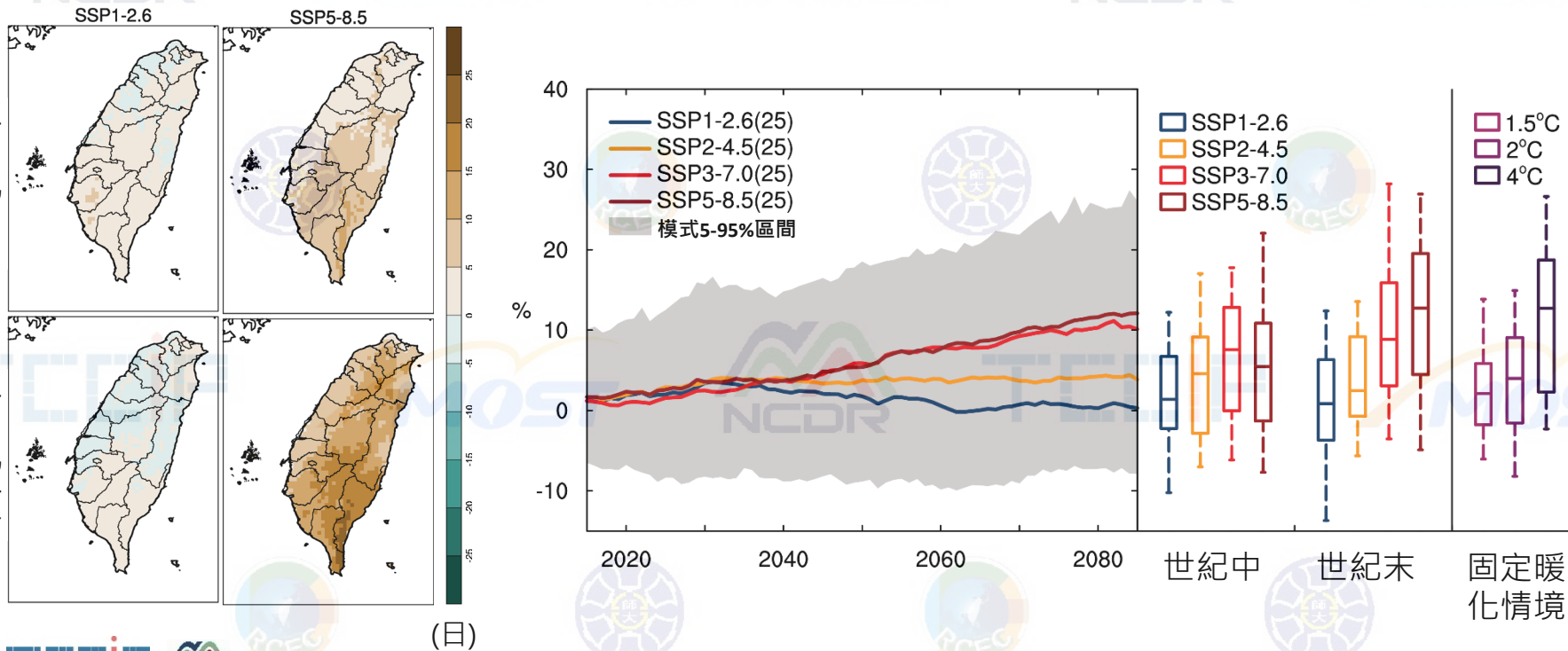


- 世紀末最劣情境下，全臺年最大1日暴雨強度增加幅度較大，但不確定性也較高

臺灣乾旱日數變化

- 臺灣年最大連續不降雨日數有增加趨勢
- 最劣情境 (SSP5-8.5)下，21世紀中、末臺灣增加幅度約為5.5%、12.4%
- 減碳情境 (SSP1-2.6)下，21世紀中、末臺灣增加幅度約為1.7%、0.4%

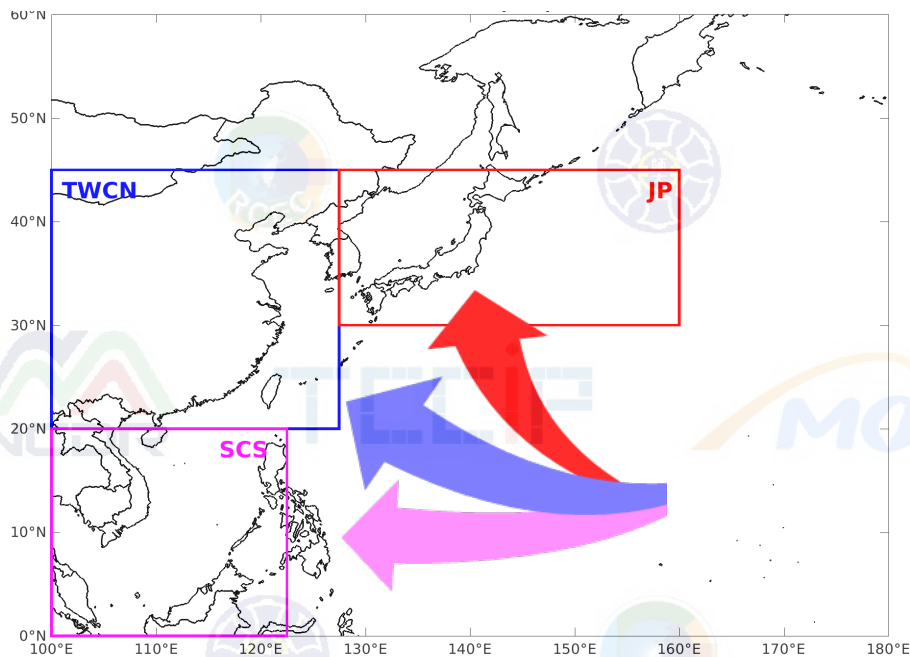
臺灣年最大連續不降雨日數未來推估



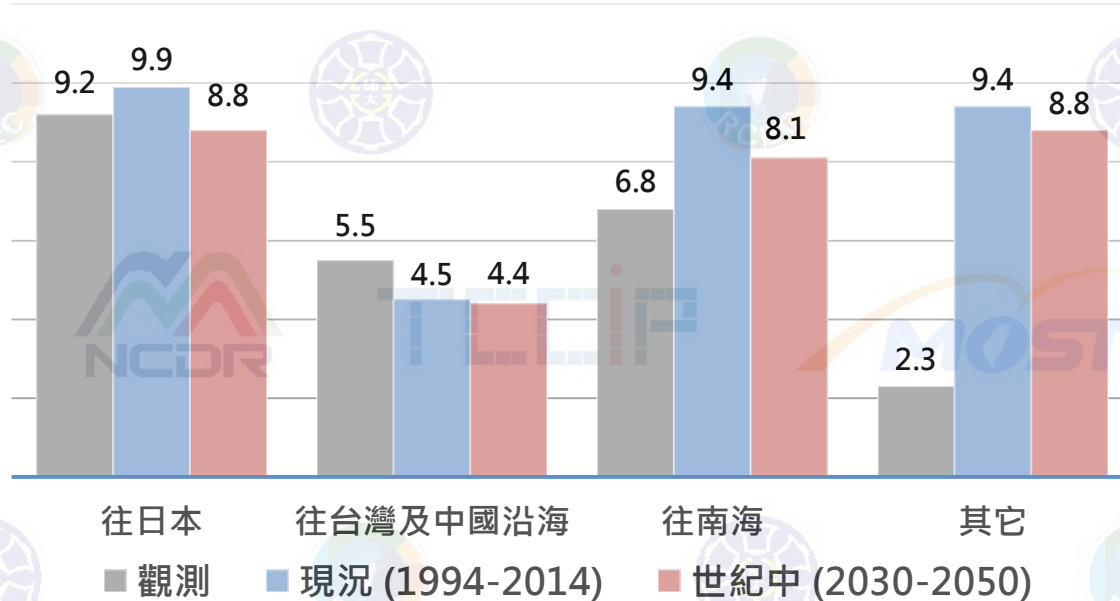
- 減碳情境下有少部分地區不降雨日數減少
- 最劣情境下連續不降雨日數主要分布在臺灣南部，至世紀末全台不降雨日數約十日以上

西北太平洋熱帶氣旋變遷

颱風路徑區分

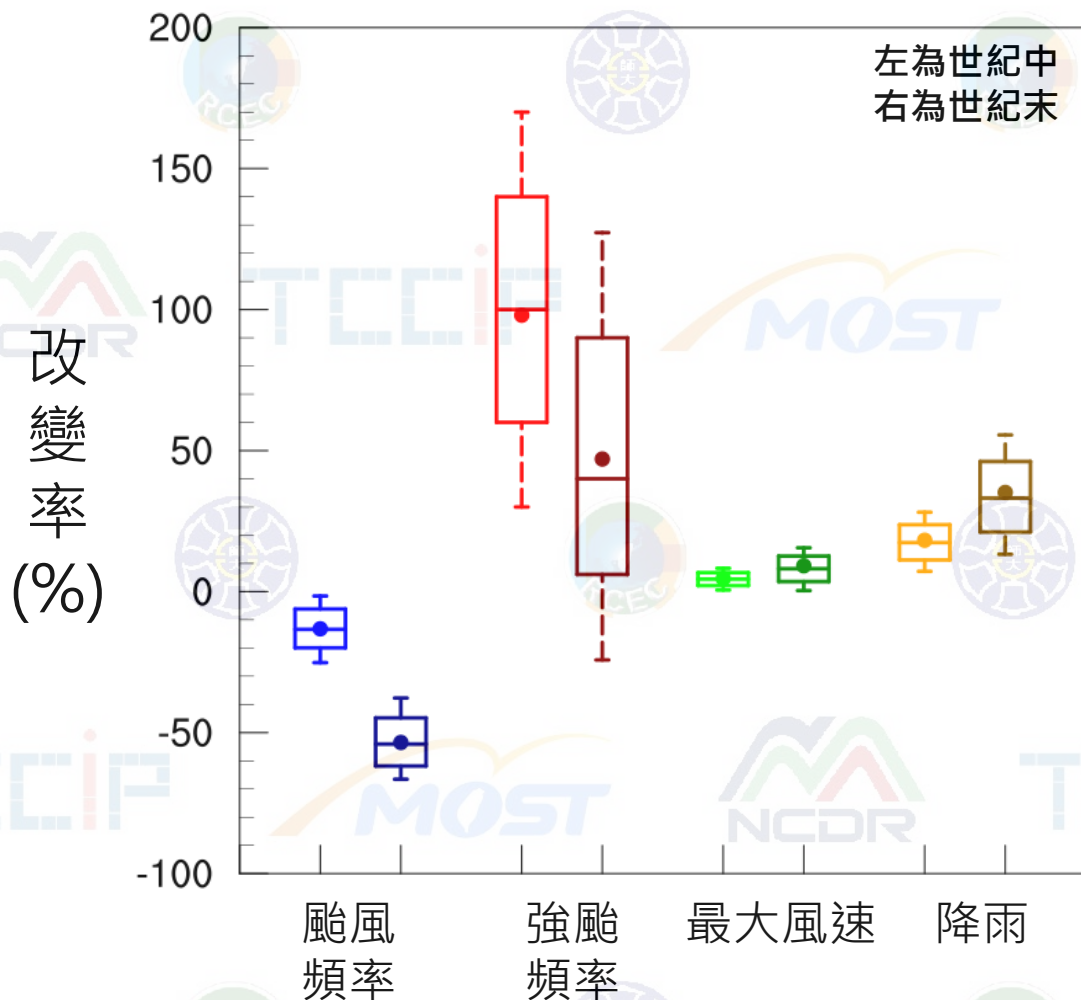


西北太平洋颱風現況與未來推估



- 將西北太平洋颱風區分為往日本(JP)、臺灣與中國沿海 (TWCN)、南海(SCS)和其它
- 觀測資料顯示西北太平洋颱風以往日本方向為主，平均每年為9.2次
- 世紀中的推估顯示西北太平洋颱風數**減少9%**，往臺灣及中國沿海地區約**減少2%**，**相對比例略增1%**。往南海方向颱風減少較多，為-14%

影響臺灣颱風個數、強颱風比例、降雨改變率



➤ 最劣情境 (RCP8.5*)下，21世紀中 (2040-2065)、世紀末 (2075-2099)，影響臺灣颱風推估

- 個數將減少約15、55%
- 強颱風比例增加約100%、50%
- 最大風速增加約4%、8%
- 颱風降雨增加約20%、35%。

(* 經過動力降尺度)

固定暖化2°C空品不良日數變化情況

模擬現況

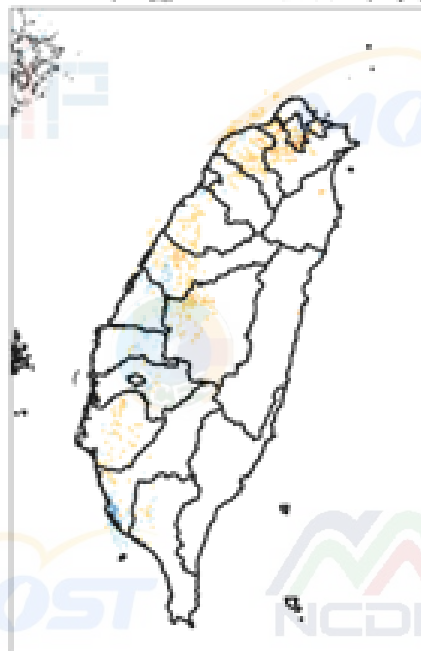
2020 進行氣象場
污染源模擬

2021 固定暖化
2°C情境

2022 固定暖化
4°C情境

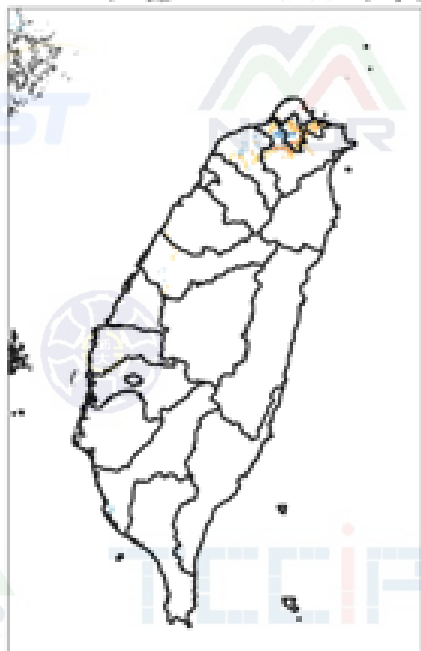
春季

PGW2C_re-CTRL 2011-2015MAM
101 ≤ AQI(PM_{2.5}) ≤ 500 max 3.8 (days)



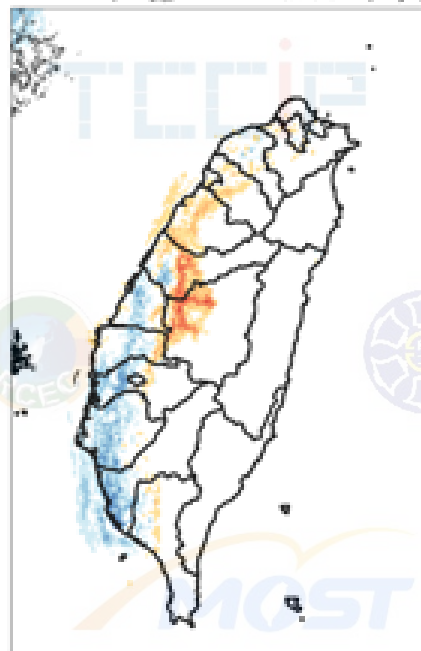
夏季

PGW2C_re-CTRL 2011-2015JJA
101 ≤ AQI(PM_{2.5}) ≤ 500 max 3.8 (days)



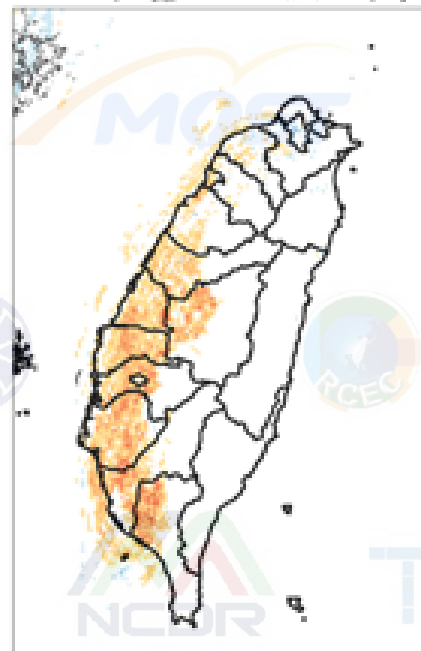
秋季

PGW2C_re-CTRL 2011-2015SON
101 ≤ AQI(PM_{2.5}) ≤ 500 max 6.8 (days)



冬季

PGW2C_re-CTRL 2011-2015DJF
101 ≤ AQI(PM_{2.5}) ≤ 500 max 5.0 (days)



▶ 秋冬季中部、西半部呈現高污染日數增加



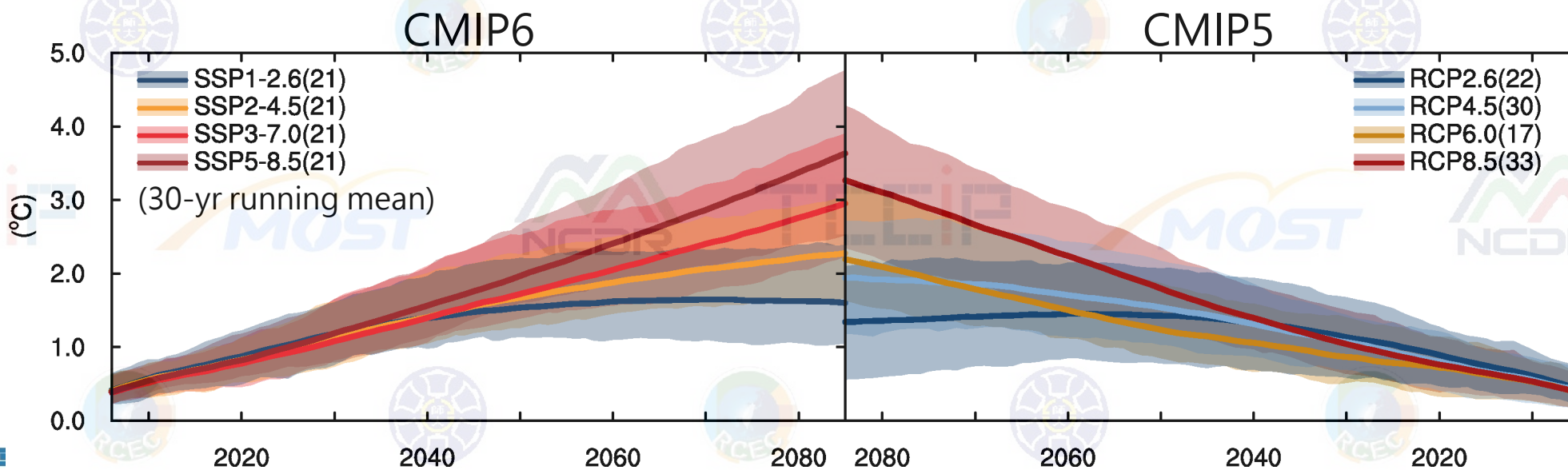
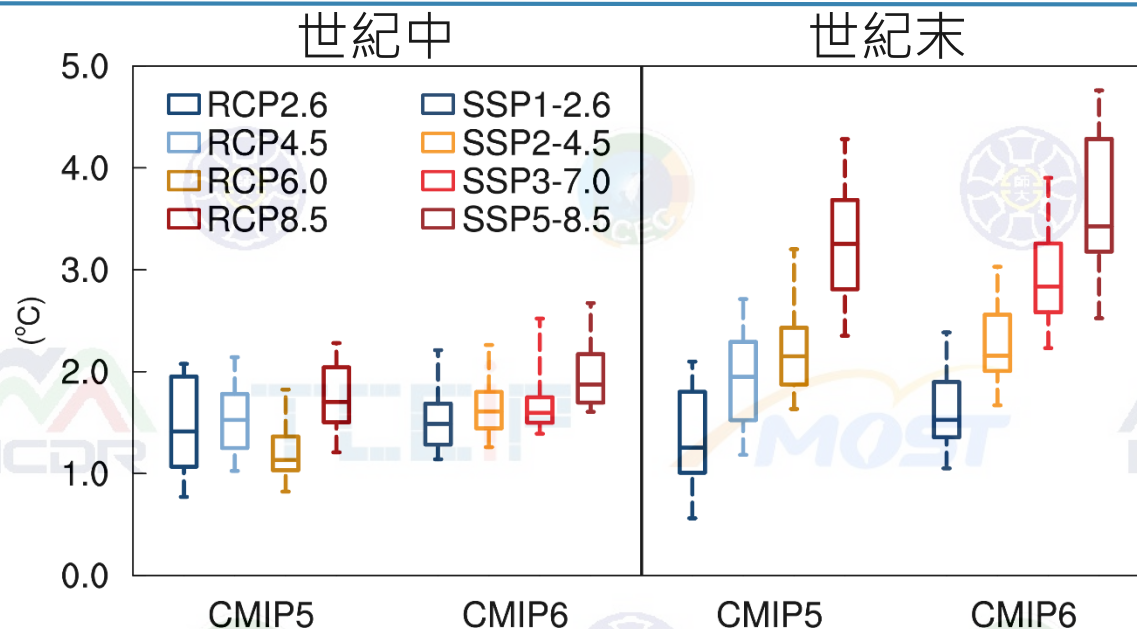
AR5 與 AR6

臺灣平均氣溫未來推估比較

| CMIP5 | RCP2.6 | RCP4.5 | RCP6.0 | RCP8.5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 世紀中 | 1.42 | 1.52 | 1.21 | 1.75 |
| 世紀末 | 1.34 | 1.94 | 2.2 | 3.27 |

| CMIP6 | SSP1-2.6 | SSP2-4.5 | SSP3-7.0 | SSP5-8.5 |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 世紀中 | 1.54 | 1.67 | 1.72 | 1.97 |
| 世紀末 | 1.6 | 2.28 | 2.95 | 3.63 |

(單位：°C)

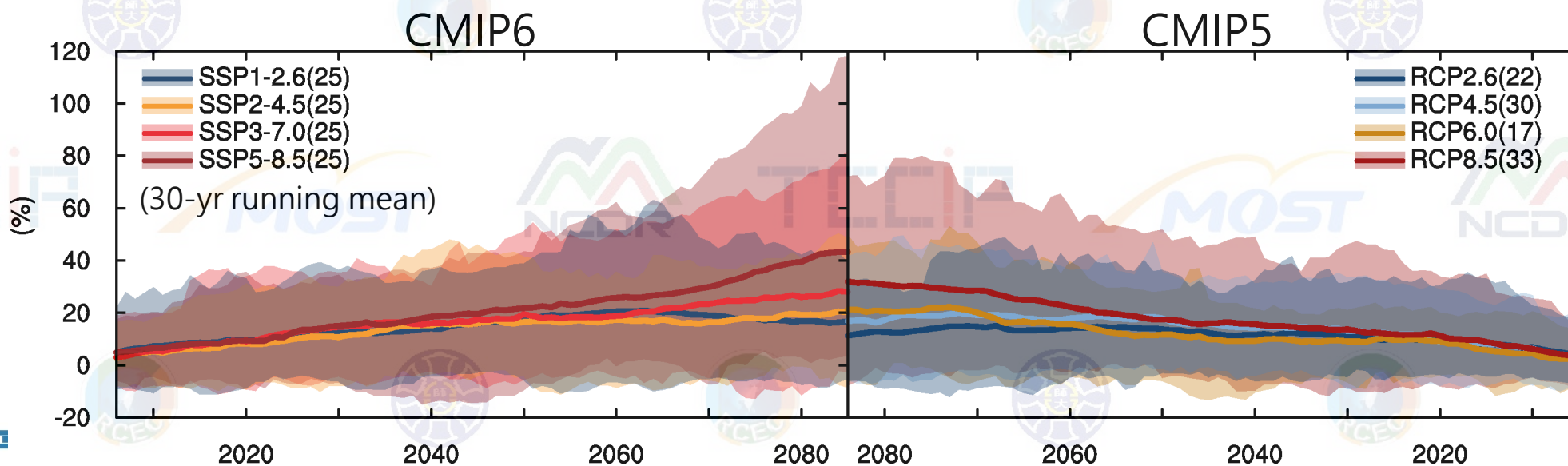
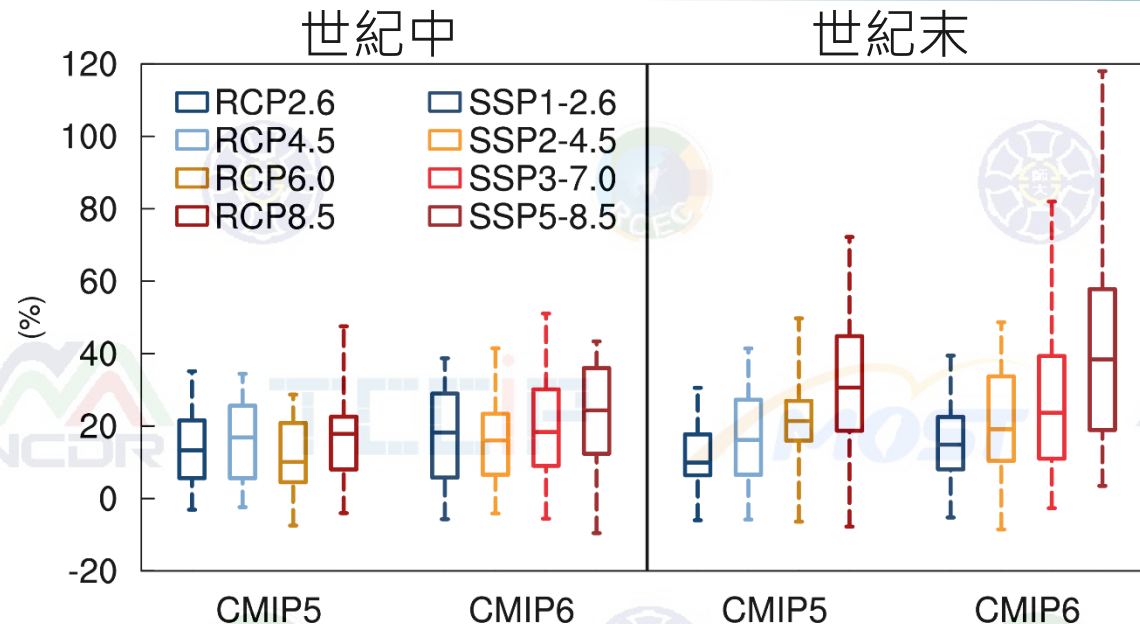


臺灣最大1日暴雨強度比較

| CMIP5 | RCP2.6 | RCP4.5 | RCP6.0 | RCP8.5 |
|-------|--------|--------|--------|--------|
| 世紀中 | 13 | 17 | 12 | 17 |
| 世紀末 | 11 | 17 | 21 | 32 |

| CMIP6 | SSP1-2.6 | SSP2-4.5 | SSP3-7.0 | SSP5-8.5 |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 世紀中 | 17 | 17 | 19 | 22 |
| 世紀末 | 17 | 20 | 28 | 43 |

(單位：%)





結語

人類社會更仰賴氣候科學服務

歷史趨勢
與觀測資料

氣候模擬

主導天氣與
氣候的因子

複雜、高衝擊事件
的情境

科學家與
利害關係人溝通的
萃取過程

➤ 氣候變遷影響人類的各個層面，
其資訊可協助各行業決策

➤ 科學家與利害關係人的**共同參與**
是氣候服務的重點之一



人類健康



農業



水資源



交通運輸



漁業



自然環境



人類居所



能源

氣候服務快速成長

氣候服務增長迅速，實踐和產品高度多樣化(非常高信心)

圖集與APP

TEAM1

- 提供一般大眾通用氣候服務
- 提供基礎氣候資訊
- 提供免費或較便宜的資訊服務

如：潛勢圖、氣候變遷情境圖、C3S

一般性

TEAM3

- 通用的氣候政策
- 共享氣候知識
- 使用者可根據可用資訊自行決策

如：開放式討論論壇、最佳實踐資料庫、開方式課程

分享實踐

以氣候為中心

- 單一或跨領域氣候服務
- 針對特定決策、決策者客製化
- 商業提供

如：氣候衝擊的氣候諮詢服務、客製化文件、商業教育計劃或素材、提供數據以進行氣候風險評估

整合的

- 包含氣候資訊的跨部門、工程或政策服務
- 彙整至其他流程或服務
- 針對特定決策、決策者客製化
- 諮詢服務、顧問公司等

如：災害模擬、給投資組合、公司法人或特定專案的成本效益分析

專家分析

TEAM2

客製化

民間氣候產業服務

氣候相關資訊諮詢

謝謝聆聽

