

▶▶▶▶▶▶▶▶▶▶

國家氣候變遷科學報告2024： 現象、衝擊與調適

主編報告

許晃雄、李明旭

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

 環境部
Ministry of Environment



氣候變遷科學報告編撰說明

國家氣候變遷科學報告2024
公開說明會

2024.05.08

氣候變遷科學報告 編撰沿革

國家調適行動方案

- 第一期 102-106 (2013-2017)
- 第二期 107-111 (2018-2022)
- 第三期 112-115 (2023-2026)

臺灣氣候變遷科學報告 (對應IPCC)

- 臺灣氣候變遷科學報告 2011 (AR4)
- 臺灣氣候變遷科學報告 2017 (AR5)
- 國家氣候變遷科學報告 2024 (AR6)

臺灣氣候變遷科學報告2011

➤ 完整版/精簡版/英文版

關鍵議題、執行摘要、總摘要

第一章 全球氣候變遷觀測

第二章 東亞/西北太平洋氣候變遷

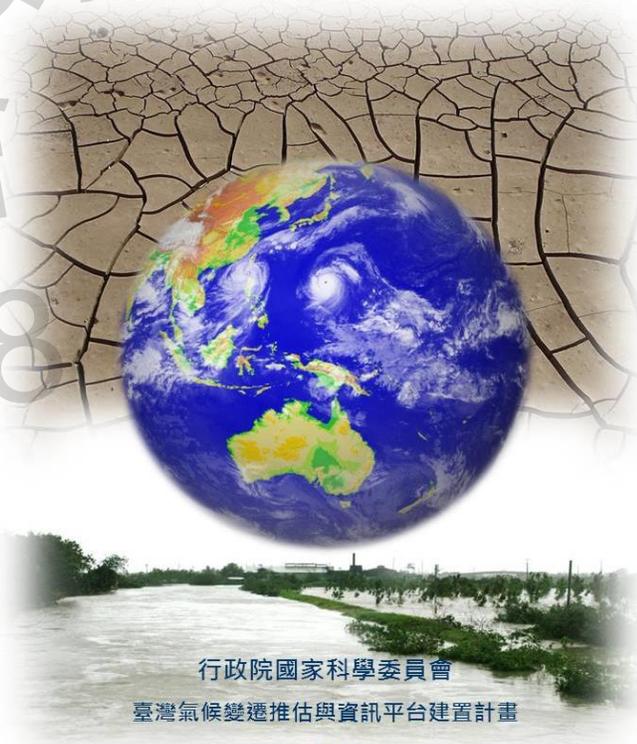
第三章 氣候自然變異與年代際變化

第四章 臺灣地區氣候變遷

第五章 未來氣候變遷推估

第六章 氣候變遷與災害衝擊

臺灣氣候變遷科學報告
2011



中華民國100年11月

臺灣氣候變遷科學報告2017

➤ 第一冊

執行摘要、科學摘要

第一章 全球氣候變遷

第二章 海洋系統與變遷

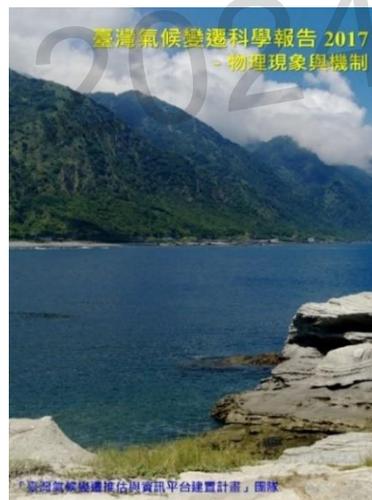
第三章 氣候模態、年代際變化、氣候遷移、與暖化遲滯

第四章 東亞與西北太平洋氣候變異與變遷

第五章 臺灣氣候觀測分析

第六章 臺灣未來氣候推估

附 錄



➤ 第二冊

執行摘要、科學摘要

第一章 第二冊介紹

第二章 災害衝擊

第三章 陸域生態

第四章 海域生態

第五章 水資源

第六章 糧食生產和安全

第七章 人類健康

第八章 經濟與社會

第九章 都市與鄉村

第十章 海岸與離島

第十一章 調適治理



法源依據：「氣候變遷因應法」調適專章

2023.2.15 公告

中央主管機關 與 中央科技主管機關

- 氣候變遷科學及衝擊調適研究發展
- 與氣象主管機關研析掌握氣候變遷趨勢
- 綜整氣候情境設定、氣候變遷科學及衝擊資訊
- 定期公開氣候變遷科學報告

中央主管機關

- 訂定氣候變遷風險評估作業準則

氣候變遷因應法 第十八條

各級政府

- 中央主管機關與中央科技主管機關應輔導各級政府使用
前項氣候變遷科學報告，進行氣候變遷風險評估

• 中央目的事業主管
機關擬訂權責領域
調適行動方案

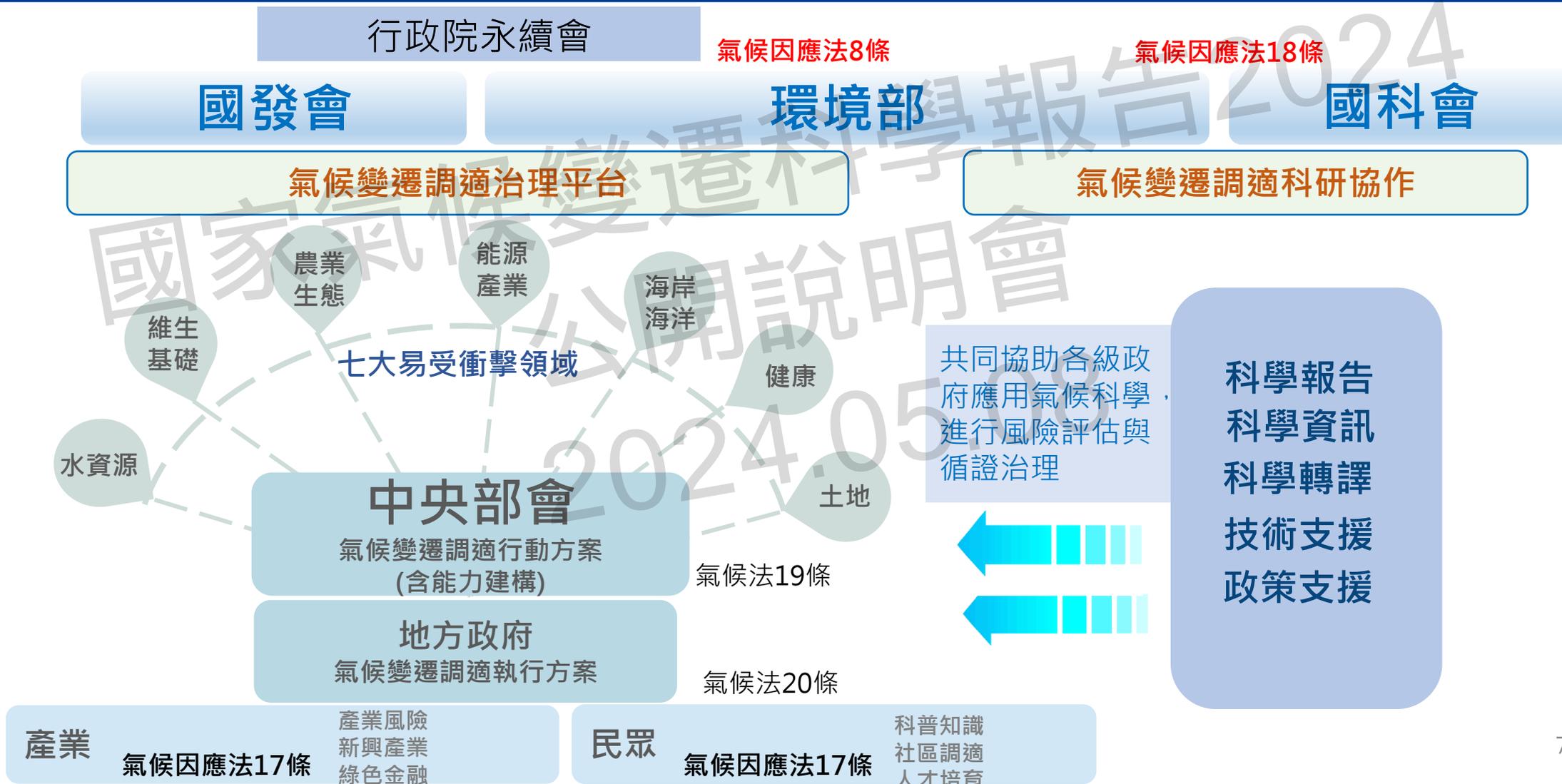
氣候變遷因應法 第十九條

• 中央主管機關整合擬
訂國家氣候變遷調適
行動計畫

• 地方政府訂修
地方氣候變遷
調適執行方案

氣候變遷因應法 第二十條

氣候因應法下**科研協作**支援國家氣候變遷調適治理



國家氣候變遷調適科研生態圈架構

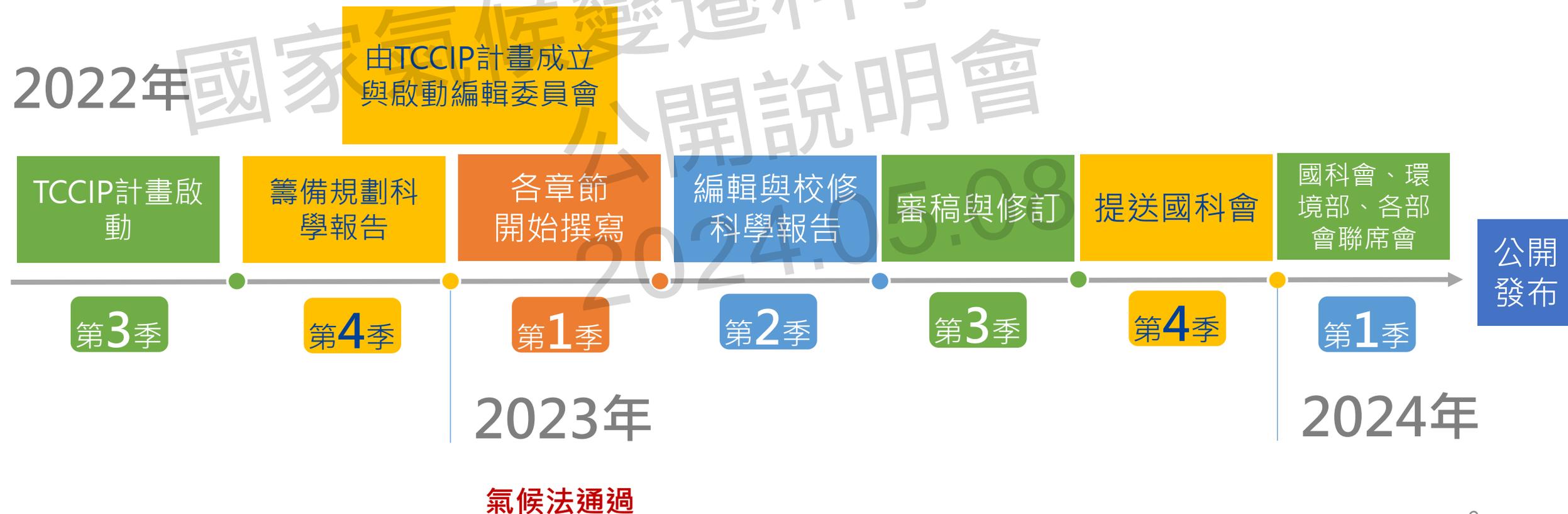


調適治理：中央/地方調適、產業應用、民眾風險認知與溝通

任務分工

國家氣候變遷科學報告2024之編寫進程

- ▶ 由國科會「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台」計畫(簡稱TCCIP)進行本期科學報告之編寫進程，歷時1年半完成



科學報告編輯委員會組成與任務

2022/12/7 國科會確認啟動

▶ 指導

- ▶ 國科會自然處

▶ 委員會組成

- ▶ 主編
- ▶ 主筆
- ▶ 計畫主持人

▶ 任務

- ▶ 規劃報告撰擬方向
- ▶ 邀請各章節執筆
- ▶ 研擬撰寫原則
- ▶ 召開編輯會議
 - 定期會議 (進度檢核)
 - 臨時會議 (疑義處理)

▶ 內容校訂

▶ 工作小組

- ▶ TCCIP計畫辦公室
- ▶ 行政庶務、編輯、出版

主編	許晃雄	李明旭
主筆	師大 陳正達 文大 王嘉琪 災防中心 鄭兆尊 災防中心 李欣輯 災防中心 陳永明 台北大學 詹士樑	
TCCIP主持人	災防中心 林李耀	

「國家氣候變遷科學報告2024」架構

➤ 章節架構

- 第一章 全球與東亞氣候變遷
- 第二章 臺灣氣候變遷分析
- 第三章 臺灣未來氣候變遷推估

- 第四章 臺灣氣候變遷衝擊
- 第五章 氣候變遷風險評估與調適

➤ 主編



許晃雄 特聘研究員/執行長



李明旭 教授/召集人

邀請國內**氣候變遷專家學者**共**68位作者**共同編撰

科學報告一 ~ 三章章節架構與執筆者

第一章 全球與東亞氣候變遷 (許晃雄)	第二章 臺灣氣候變遷分析 (王嘉琪)	第三章 臺灣未來氣候變遷推估 (陳正達)
<p>1.1 前言</p> <p>1.2 溫度、降水與大氣環流 (許晃雄、陳英婷*)</p> <p>1.3 海洋 (曾琬鈴*、梁禹喬*、曹俊和*、曾于恒、黃 偌栩*、賴昭成*)</p> <p>1.4 極端天氣與氣候 (陳昭安、駱世豪*)</p> <p>1.5 全球與東亞季風活動特徵之變遷 (李 時雨*、王嘉琪)</p> <p>1.6 空氣品質 (蔡宜君)</p>	<p>2.1 前言</p> <p>2.2 溫度長期趨勢及變異 (李清滕*、李亭萱、羅資婷、陳英婷*)</p> <p>2.3 降雨長期趨勢及變異 (李清滕*、李亭萱、羅資婷)</p> <p>2.4 風速長期趨勢及變異 (李清滕*、李亭萱、羅資婷)</p> <p>2.5 海溫及海平面變化 (曾于恒、郭怡君)</p> <p>2.6 極端天氣與氣候 (黃婉如、李清滕*、洪志誠*、涂建翊*、江 均*)</p> <p>2.7 臺灣空氣品質變遷 (蔡宜君)</p>	<p>3.1 前言</p> <p>3.2 溫度 (陳正達、童裕翔)</p> <p>3.3 降雨 (陳正達、童裕翔)</p> <p>3.4 海平面高度推估 (曾于恒、郭怡君)</p> <p>3.5 極端天氣與氣候推估 (童裕翔)</p> <p>3.6 臺灣空氣品質之未來變化 (蔡宜君)</p> <p>* 代表非TCCIP計畫成員</p>

科學報告四 ~ 五章章節架構與執筆者

第四章 臺灣氣候變遷衝擊 (李明旭)

4.1 水議題

(李明旭、游保杉*、石棟鑫、楊道昌*、曾宏偉*、劉子明、蕭逸華、林祺恒)

4.2 坡地

(林銘郎、陳麒文、朱芳儀)

4.3 海岸

(張志新、陳偉柏、梁庭語)

4.4 糧食生產與安全

(姚銘輝、徐永衡、劉雨蓁、施意敏、關帝旺、涂柏安、侯清賢、蔡至恒、盧柏溢、陳佳香、張可揚)

4.5 生態

(李明安*、陳毓昀*、林奐宇、陳郁凱*)

4.6 人類健康

(陳保中、王淑麗、林靜君、蔡宗霖、吳威德、吳瑞軒)

4.7 城鄉空間

(詹士樑、林子平、紀佳法、尤思喻*、王柳臻)

第五章 氣候變遷風險評估與調適 (詹士樑*)

5.1 氣候變遷風險及調適

(李明旭、陳永明、李欣輯、紀佳法、張珈瑋)

5.1.1 氣候變遷風險定義

5.1.2 氣候變遷調適定義

5.1.3 國內外氣候變遷調適架構

5.1.4 國家氣候變遷調適架構

5.2 科研缺口與展望

(詹士樑*、陳永明、李欣輯、紀佳法)

5.2.1 科研面

5.2.2 治理面

* 代表非TCCIP計畫成員

科學報告2024 內容編撰與收錄原則

▶ 科學報告主要範疇

- 目標受眾為**部會**；內容聚焦在**科學方法**與**推估資訊**的彙編與提供
- 精簡全球的資訊，深化臺灣的氣候變遷現象與衝擊
- 扼要呈現**2017版科學報告後**的氣候變遷資訊

▶ 引用文獻收錄原則

- **優先**引用**學術期刊論文**，以及**部會正式報告**，可引用部會補助**專題計畫成果**
- 引述的文獻以**2023年6月以前**出刊為主

科學報告2024 內容編撰與收錄原則(續)

▶ 內容撰寫原則

- ▶ 氣候變遷趨勢、未來推估，以及衝擊分析使用**相同的變數或指標**，以利對照
- ▶ **風險評估**的部份回歸**中央目的事業主管機關**
- ▶ 部份議題國內正式發表文獻較少，列出**科研缺口**，提供部會參考
- ▶ **調適缺口**與**科研缺口**分開說明

▶ 內容呈現方式

- ▶ 科學報告2024含**執行摘要**、**報告本文**及**附錄**三部份
- ▶ 考量閱讀的流暢性，必要**名詞或現象**說明，以**圖文框 (BOX)** 呈現
- ▶ 部份**名詞**用法不一，儘可能統一；並**附錄**簡要**說明**
- ▶ 圖表若為**自製**，標示為**TCCIP計畫整理/繪製**，並說明圖表中相關資訊的出處

同儕審閱-專家委員及學術委員名單(共25位)

科學報告章節	專家委員(部會署)	學術委員(學研單位)
第一章 全球與東亞氣候變遷		盧孟明教授(臺大大氣系)
第二章 臺灣氣候變遷分析	程家平署長(氣象署) 陳雲蘭專門委員(氣象署)	余嘉裕教授(中大大氣系) 陳昭銘教授(高科大海事資訊科技系) 林傳堯研究員(中研院環變中心)
第三章 臺灣未來氣候變遷推估		
第四章 臺灣氣候變遷衝擊	張廣智分署長(水利署水利規劃分署) 陳春宏副總工程司(水利署) 陳衍源副署長(農水署) 陳振宇組長(農村水保署) 林學詩所長(農試所) 黃群修分署長(林業保育署航測及遙測分署) 蔡玉滿簡任技正(國土管理署)	盧虎生教授(臺大農藝系) 洪鴻智教授(北大不動產與城鄉學系) 陳樹群教授(興大水保系) 羅偉誠教授(成大水利系) 龍世俊研究員(中研院環變中心)
第五章 氣候變遷風險評估與調適	賈淑麗副署長(國健署) 吳龍靜副署長(海保署) 張致盛署長(漁業署) 張錦宜所長(水試所) 黃振芳所長(畜試所)	葉佳宗教授(北大都市計畫研究所) 鄭克聲教授(台大生工系退休)

國家氣候變遷科學報告： 現象、衝擊與調適 章節內容說明

2024.05.08

章節架構



▶ 執行摘要	22頁
▶ 第一章 全球與東亞氣候變遷	110頁
▶ 第二章 臺灣氣候變遷分析	72頁
▶ 第三章 臺灣未來氣候變遷推估	64頁
▶ 第四章 臺灣氣候變遷衝擊	258頁
▶ 第五章 氣候變遷風險評估與調適	54頁
▶ 附錄 詞彙表	13頁

約600頁 32萬字



第一至三章科學重點



1



各情境顯示臺灣暖化
將持續到本世紀中

2



臺灣週遭海溫與
海面高持續上升

3



臺灣季節變化
夏季延長 冬季縮短

4



臺灣乾濕季降雨
差距增加

5



臺灣極端降雨強度
及連續無雨日
未來皆會增加

6



侵臺颱風個數減少
強颱風頻率增加

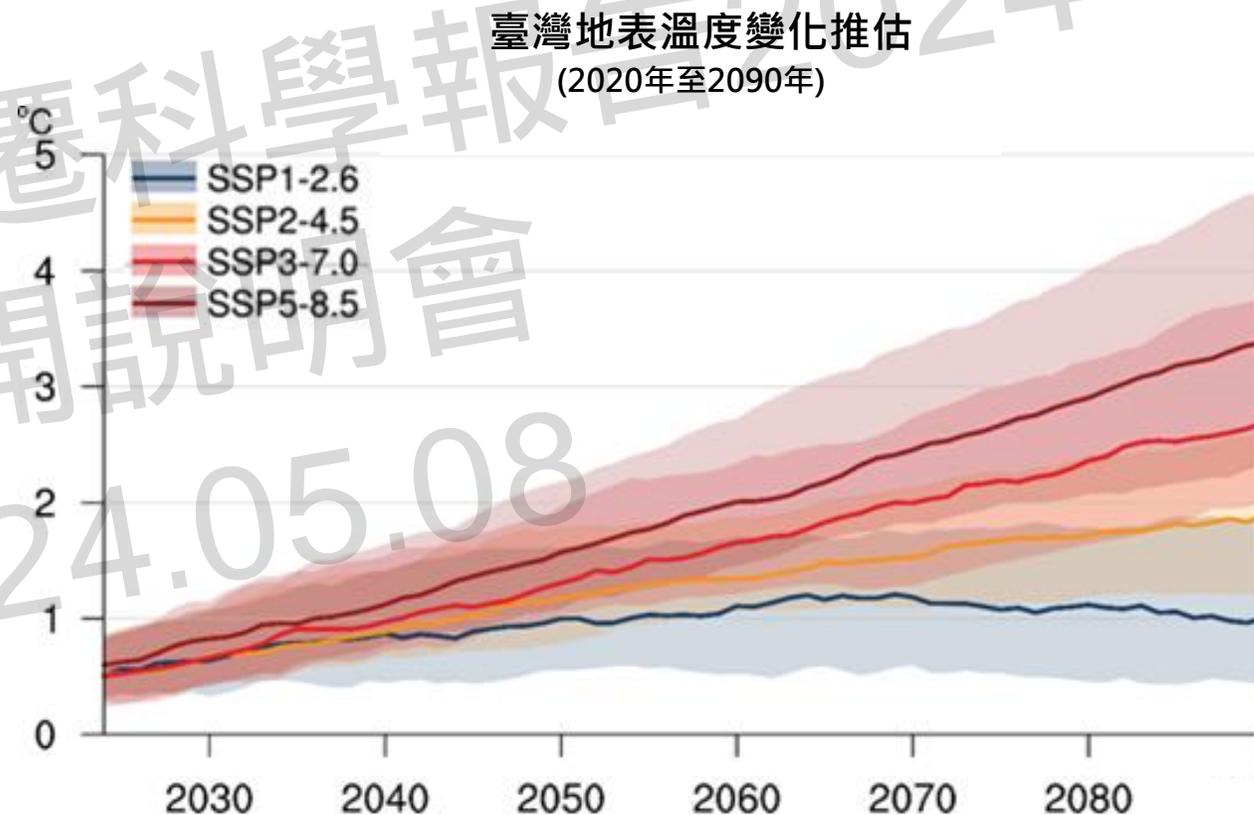
7



暖化不利污染擴散
秋冬空氣品質變差

臺灣持續暖化至本世紀中

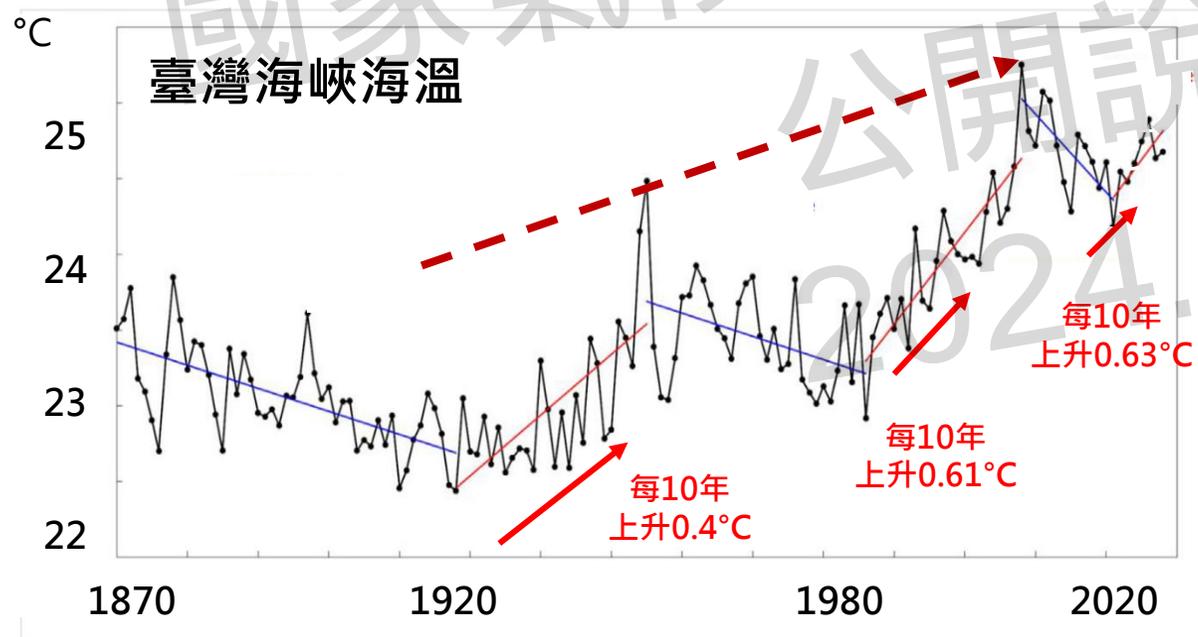
- ▶ 全球地表溫度過去百年持續上升，且人為排放溫室氣體為主要原因
- ▶ 不同情境下，臺灣暖化將持續到本世紀中



(以1995–2014為參考期)

海溫與海面高持續上升

- ▶ 臺灣海峽海溫過去百年呈現增溫趨勢，且將持續上升至本世紀
- ▶ 臺灣周遭海域的海平面1993年至2015年間平均每年上升2.2毫米，且將持續上升至本世紀末



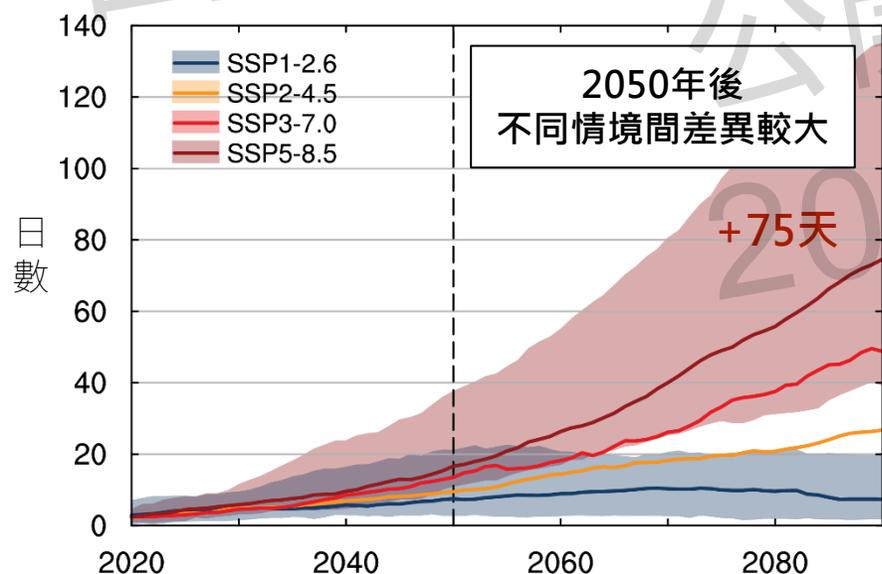
臺灣周遭海域變化(本世紀末)

情境	海表溫上升 (單位：°C)	海面高上升 (單位：米)
低排放	0.7-1	0.41-0.48
高排放	2.5-3	0.78-0.82

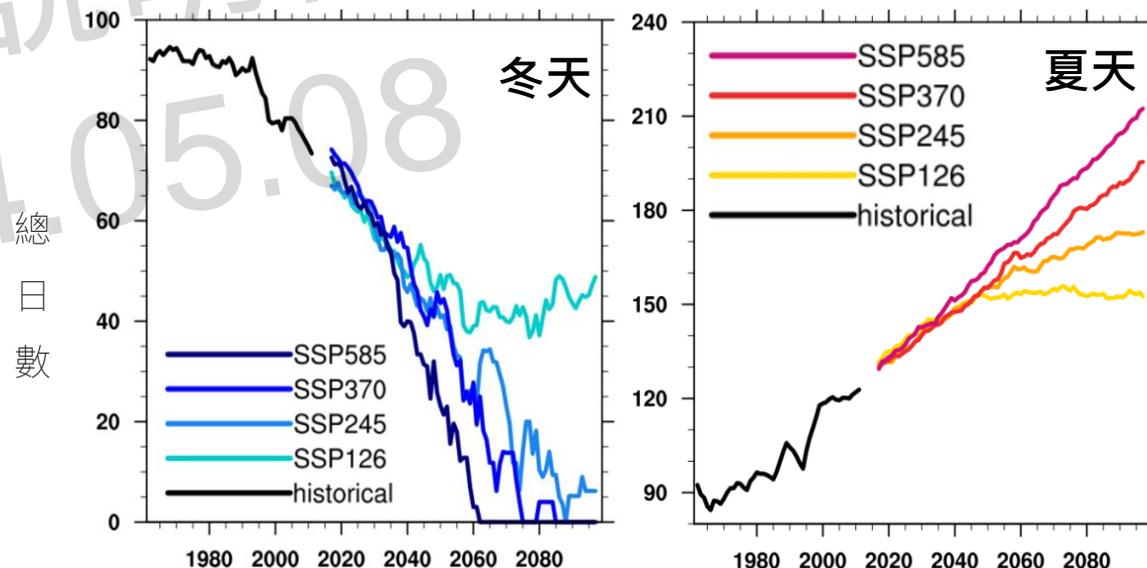
臺灣季節變遷

- ▶ 平地高溫日數**持續增加**，在SSP5-8.5(極高排放情境)下，全臺平均**增加75天**
- ▶ 季節長度在過去觀測與未來推估呈現相同變化趨勢，未來**冬季更縮短**，**夏季更延長**

臺灣高溫(36°C)日數未來推估(相對於1995-2014)



臺灣冬季與夏季總日數

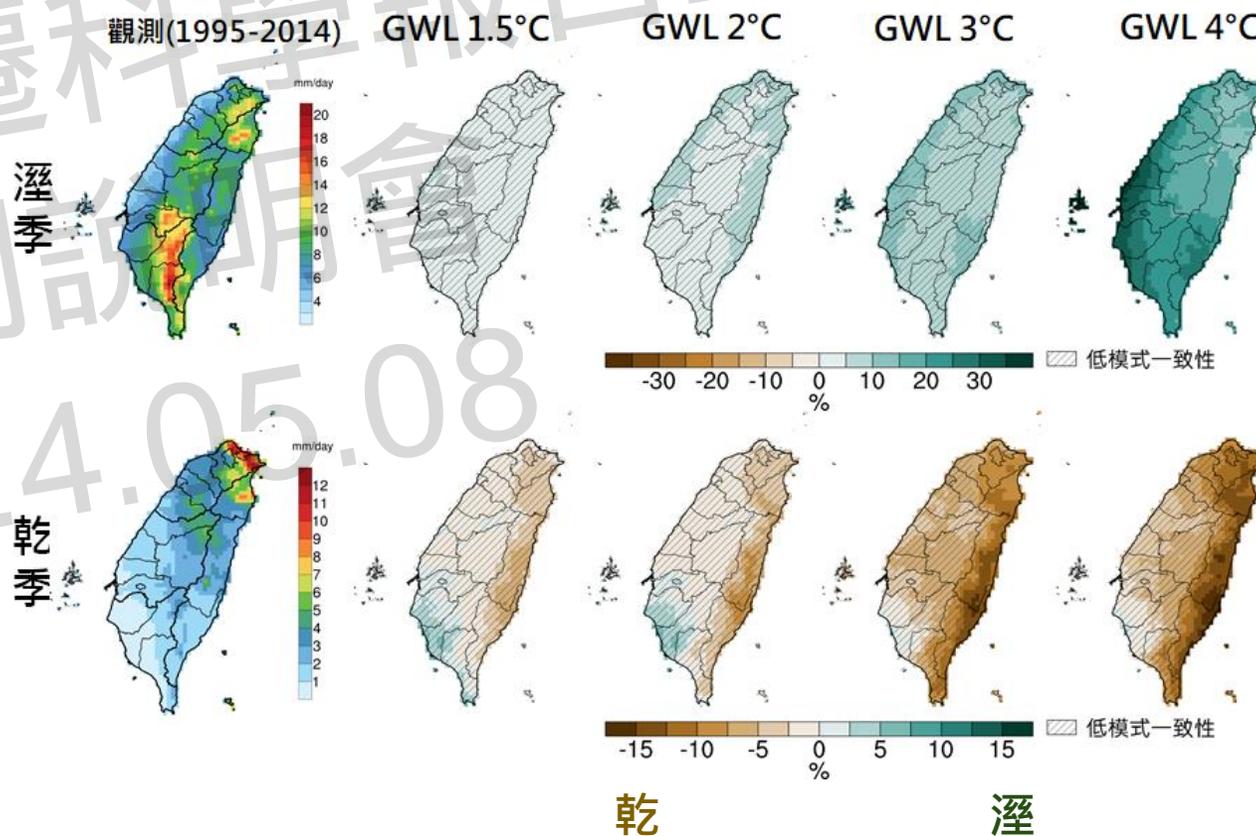


臺灣降水變遷 乾溼差距增大

- ▶ 臺灣降雨趨勢在過去百年觀測紀錄中不明顯

- ▶ 未來暖化情境推估的降雨變化不明顯 (模式間差異較大, 不確定性高), 但乾溼季差距隨暖化程度增強而增加

不同全球暖化程度溼季與乾季降雨變化率

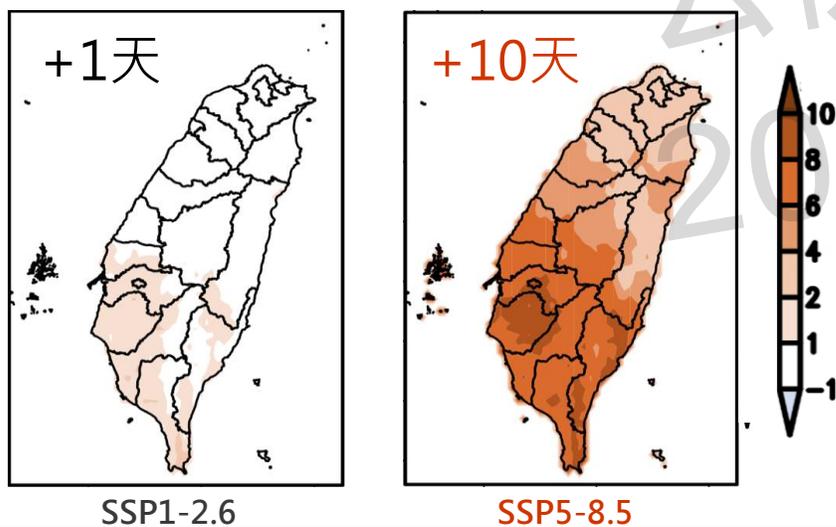


溼季越溼
乾季越乾

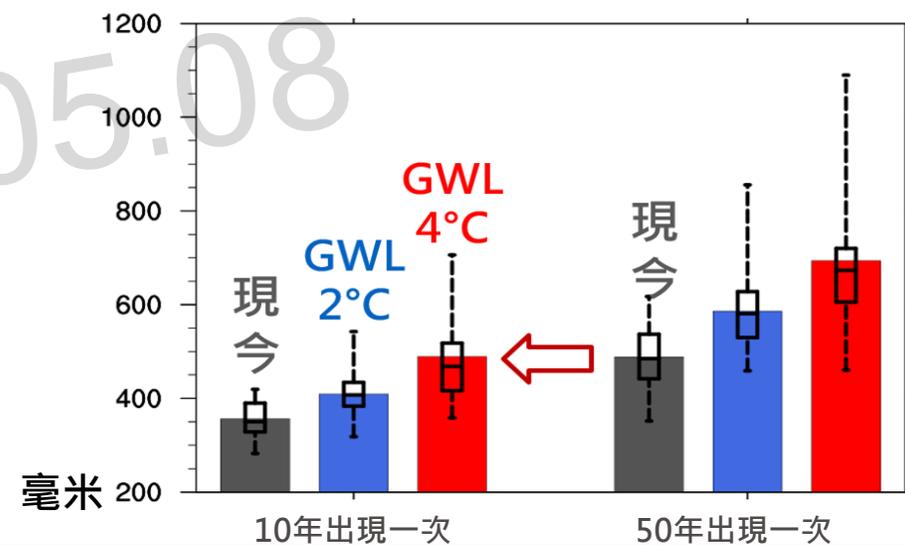
臺灣未來降水將兩極化

- ▶ 世紀末全臺春季連續不降雨日數越來越多，(氣象)乾旱事件的強度及頻率會提高
- ▶ 極端降雨強度增強、頻率增加，暖化4°C情境下，現今氣候50年才會發生的極端降雨事件，未來每10年就可能發生

未來春季連續不降雨日數變化



年最大1日暴雨強度



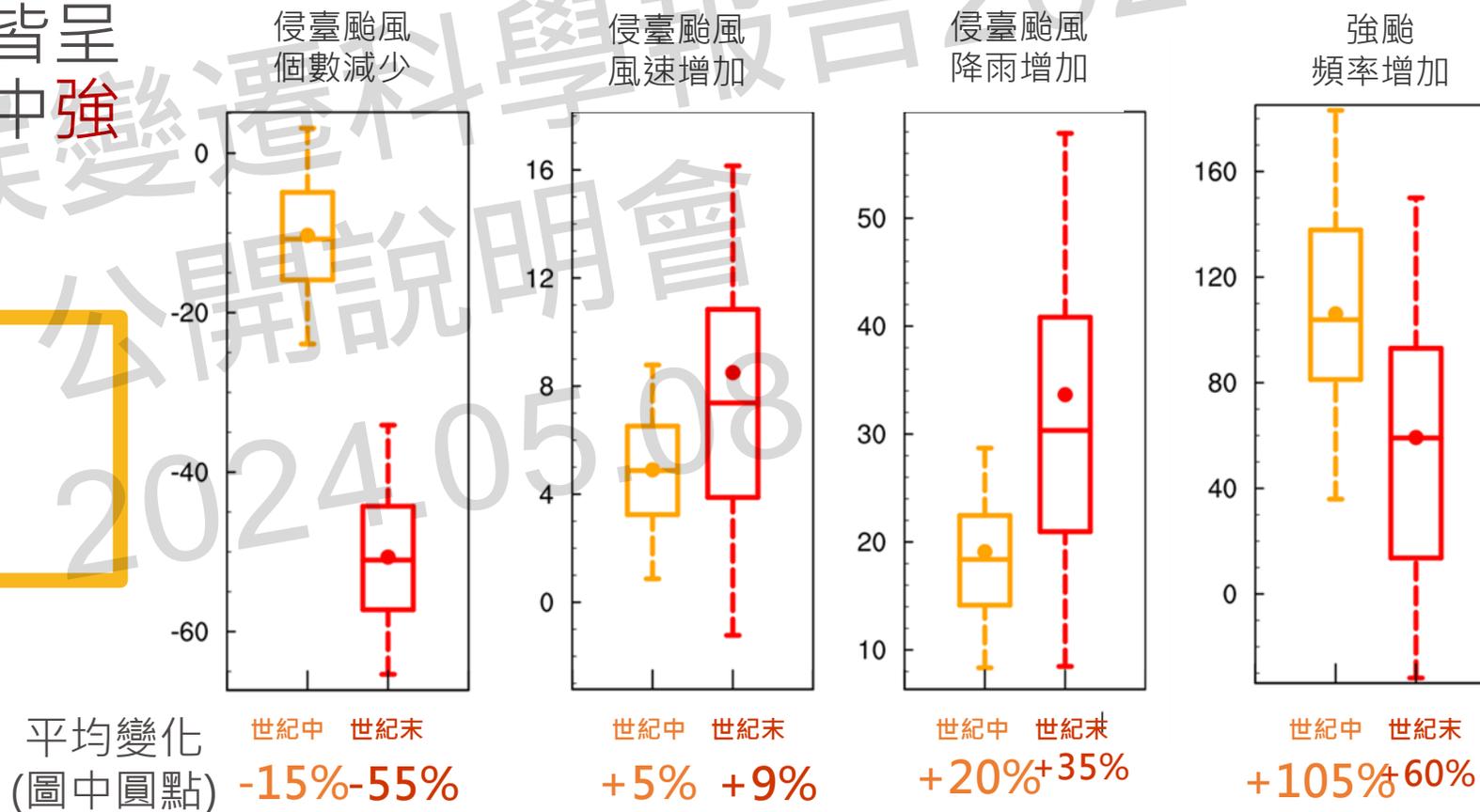
臺灣未來的颱風

- ▶ 未來侵臺颱風的個數減少，但風速與降雨皆呈現**增加**趨勢，且其中**強**颱風頻率亦為增加



個數減少
強度增加

未來颱風變化(相對於基期)

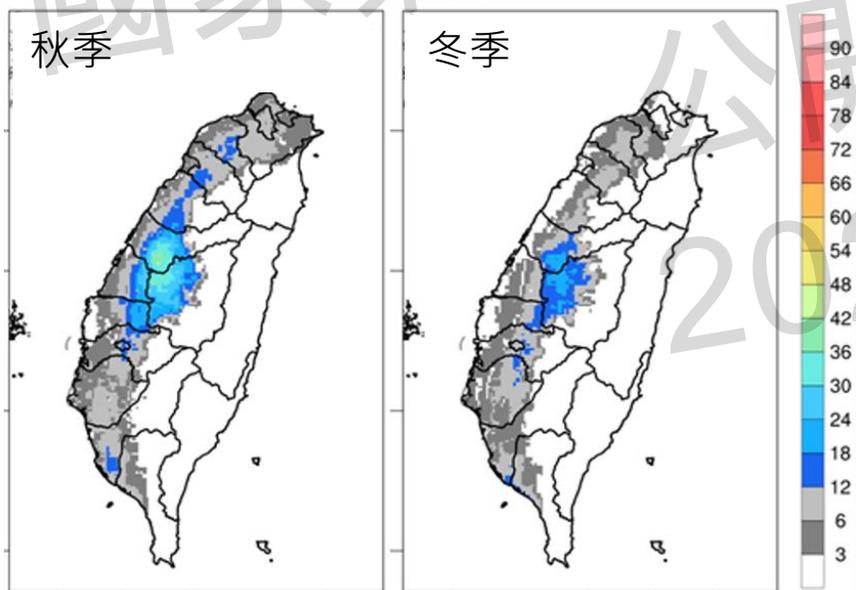


臺灣歷史與未來的空氣品質

- ▶ 2011-2015期間，中部區域的空品不良日數(臭氧)較高

模擬現況空品不良日數

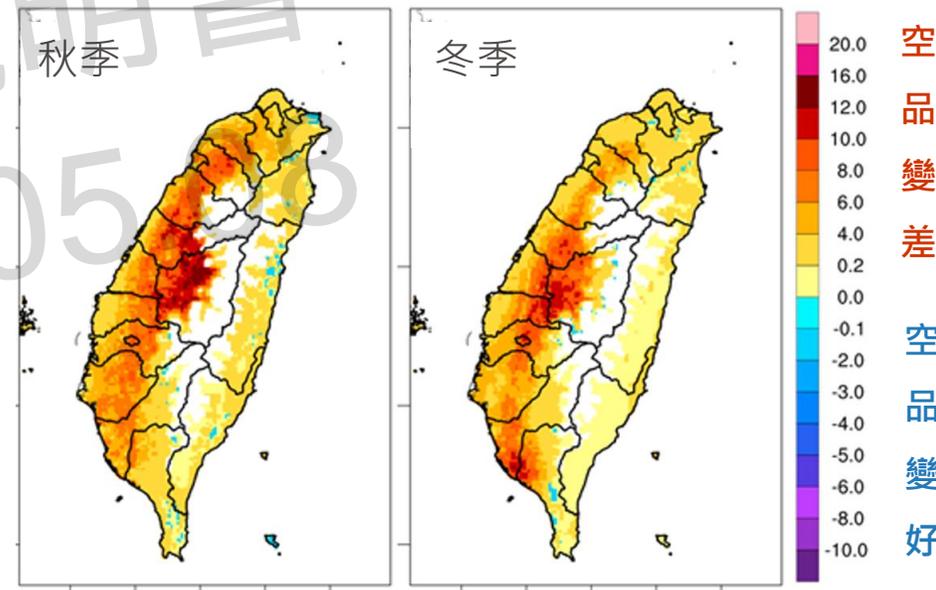
(臭氧/2011-2015模擬)



- ▶ 暖化造成臺灣秋冬季擴散不易、臭氧生成增加、空氣品質變差

暖化下空品不良日數變化

(臭氧/GWL 4°C情境)



第四、五章科學重點



1



- ▶ 淹水發生機率增加
- ▶ 乾旱事件風險提高

2



- ▶ 山區坡地災害風險提高

3



- ▶ 海平面上升溢淹面積增加
- ▶ 颱風暴潮衝擊提高

4



- ▶ 暖化造成農漁畜產量整體趨勢下降

5



- ▶ 森林適生面積減少
- ▶ 海溫上升影響海域生物豐富度

6



- ▶ 都市熱島範圍增加
- ▶ 溫度上升影響重鬱症發病率

7



- ▶ 城鄉空間關鍵氣候風險議題
- ▶ 複合城鄉空間發展的氣候變遷調適

8



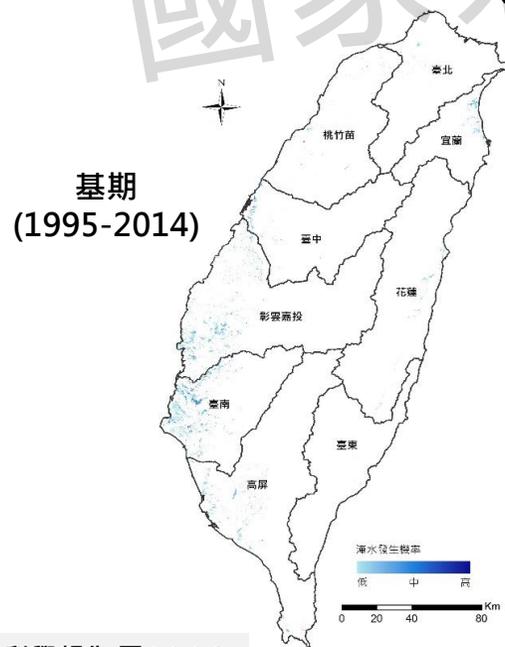
- ▶ 科學循證的氣候風險評估與調適框架
- ▶ 跨學科、跨部門、跨層級協作與治理

水議題-淹水與乾旱

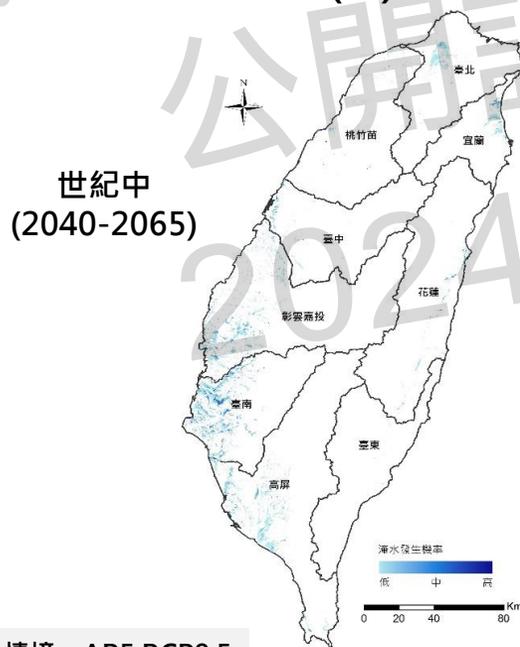
淹水

- ▶ 氣候變遷情境颱風事件下，世紀中相對基期，淹水分布與機率**呈現增加趨勢**

淹水深度0.5m(含)以上之分布與機率(%)



科學報告 圖4.1.1.2

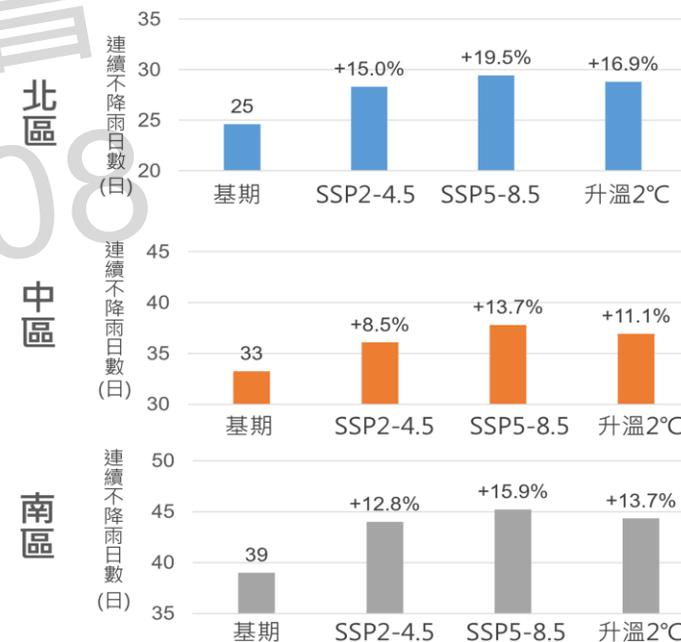


情境：AR5 RCP8.5

乾旱

- ▶ AR6情境下，枯水期之連續不降雨日數**皆增加**，**將使乾旱事件風險提高**

連續不降雨日數可能變化



科學報告 圖4.1.2.1

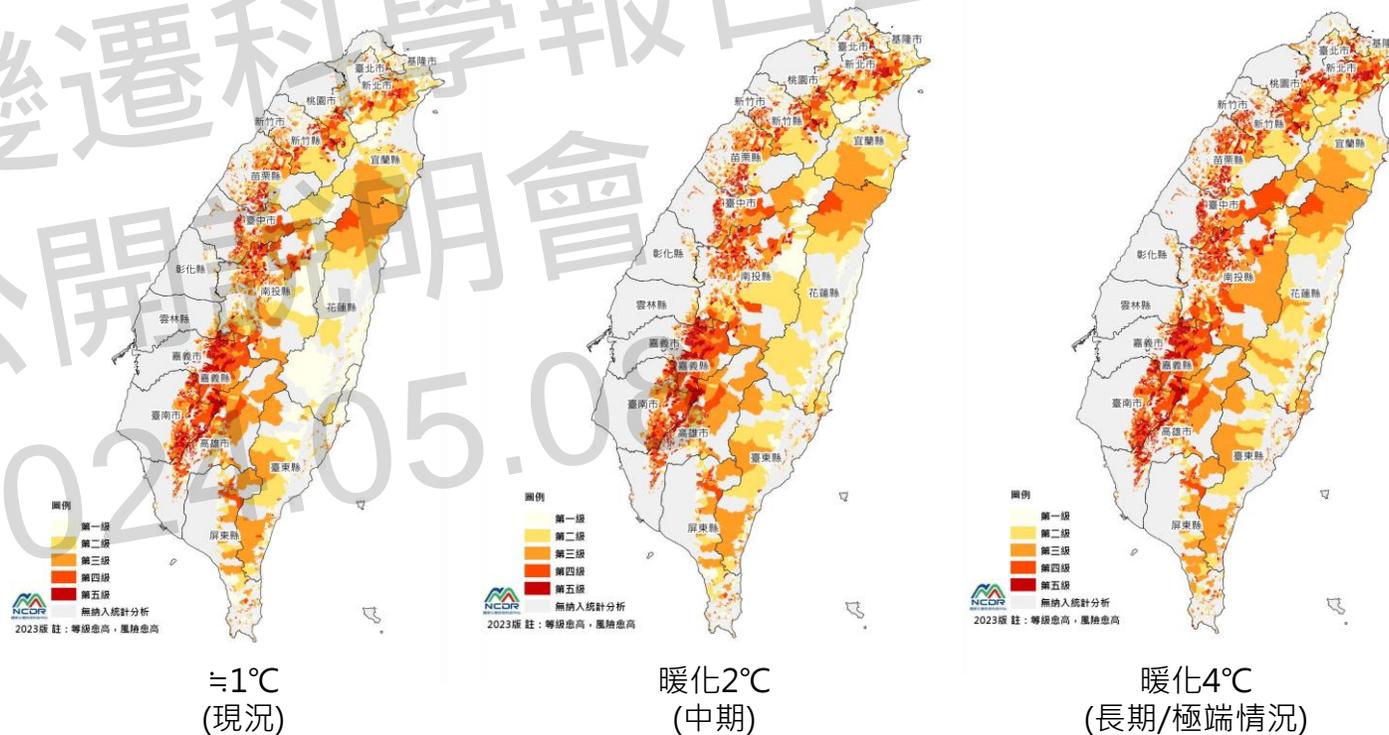
坡地

坡地災害風險變化趨勢

- ▶ 暖化2°C情境下，北部與部分東部山區因**危害度增加，坡地災害風險提高**，中南部山區維持高風險等級
- ▶ 暖化4°C情境下，全臺山區**坡地災害風險等級均較現況加重**

全球暖化情境下最小人口統計區之坡地災害風險圖

(陳韻如等人, 2023)



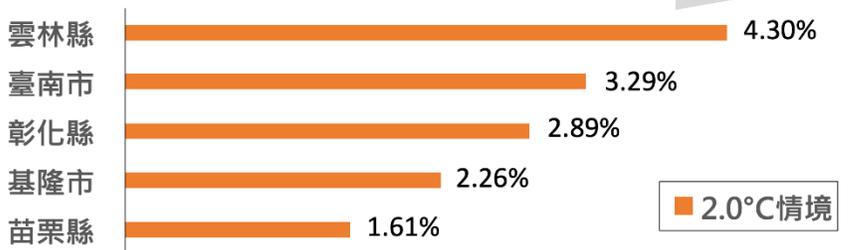
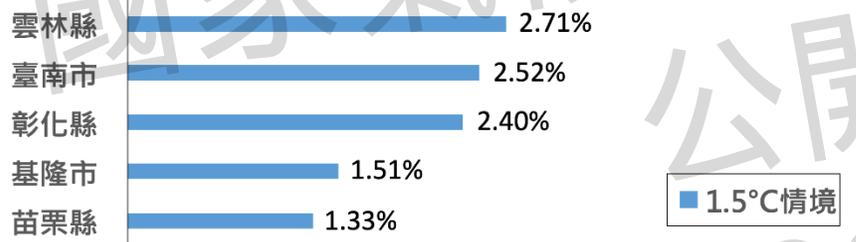
科學報告 圖4.2.2.3

情境：AR6 GWL 2°C；4°C

海岸

海平面上升溢淹衝擊

▶ 暖化2°C情境下，海平面上升造成**海岸溢淹面積增加**，以**雲林縣、臺南市及彰化縣**溢淹範圍**佔各自縣市面積的百分比最高**



0.0% 1.0% 2.0% 3.0% 4.0% 5.0% 淹沒面積百分比

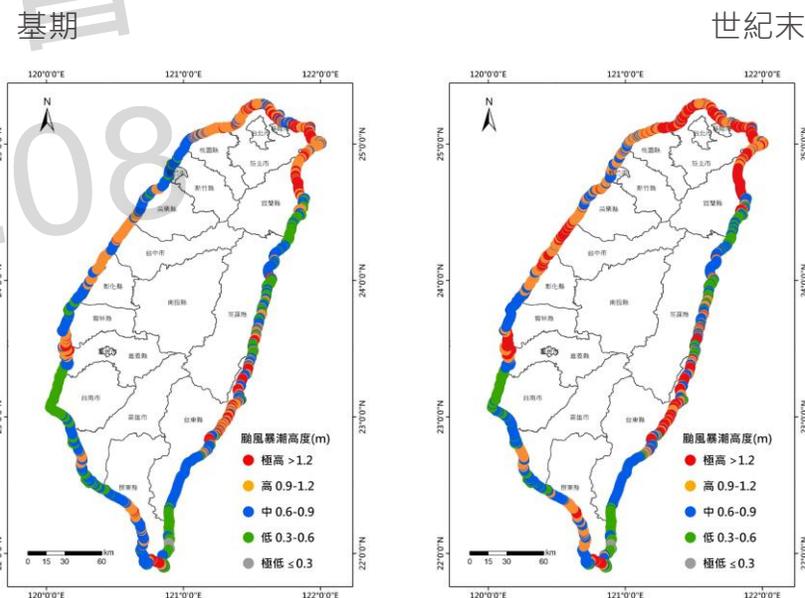
科學報告 表4.3.2.1數據繪製

淹沒面積百分比

颱風暴潮衝擊

▶ 世紀末情境下，發生大於1.2公尺(極高)颱風暴潮之海岸線長度將**增加12.5%**

颱風暴潮偏差高度分布圖



科學報告 圖4.3.3.3

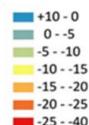
情境：AR5 RCP8.5

糧食安全-農業與畜牧業

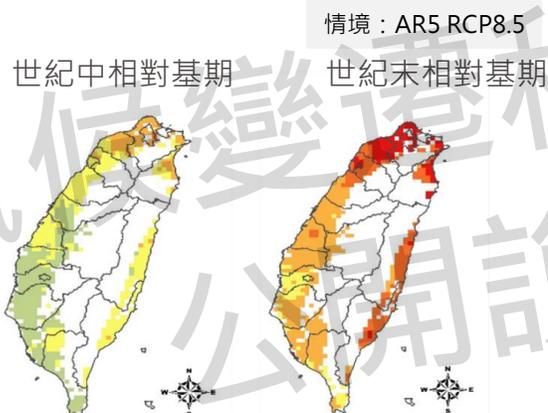
農業

- ▶ 水稻產量整體趨勢下降，世紀中、末分別減少**13%及18%**

水稻產量改變率(%)



科學報告 圖4.4.1.3

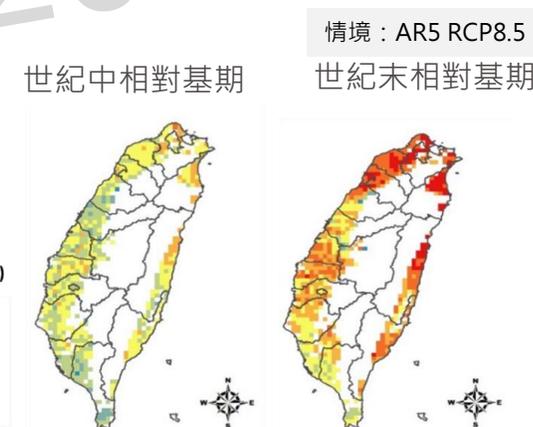


- ▶ 玉米產量整體趨勢下降，世紀中、末平均分別**減少10%及17%**

玉米產量改變率(%)



科學報告 圖4.4.1.3



畜牧業

- ▶ 暖化情境下，熱緊迫危害(以溫溼度指數 > 72 為門檻)將**由南往北、從平原往淺山擴展**，衝擊畜牧產能(蛋、肉、乳等)

溫溼度指數(THI)變化

基期 (1995-2014)



暖化2°C (2034-2053)



暖化4°C (2073-2092)



科學報告 圖4.4.2.4

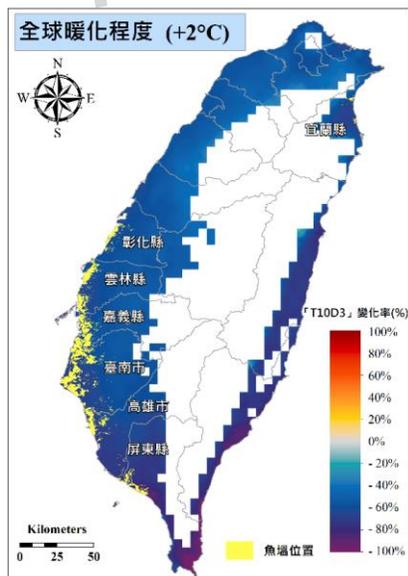
情境：AR6 GWL 2°C; 4°C

糧食安全-漁業

養殖漁業

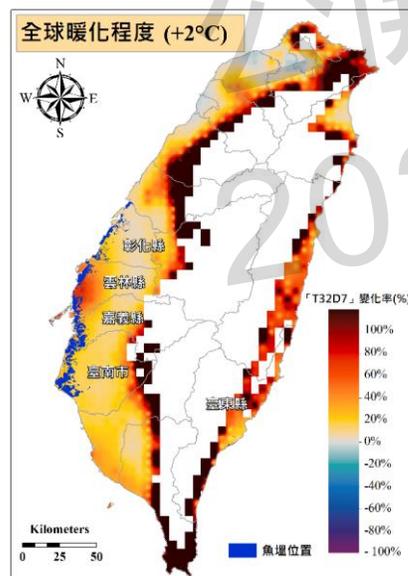
- ▶ 暖化2°C下，虱目魚低溫危害風險降低
- ▶ 暖化2°C下，文蛤高溫危害風險增加

低溫危害變化率(%)
連續3天低溫10°C(虱目魚)



科學報告 圖4.4.3.8

高溫危害變化率(%)
連續7天高溫32°C(文蛤)

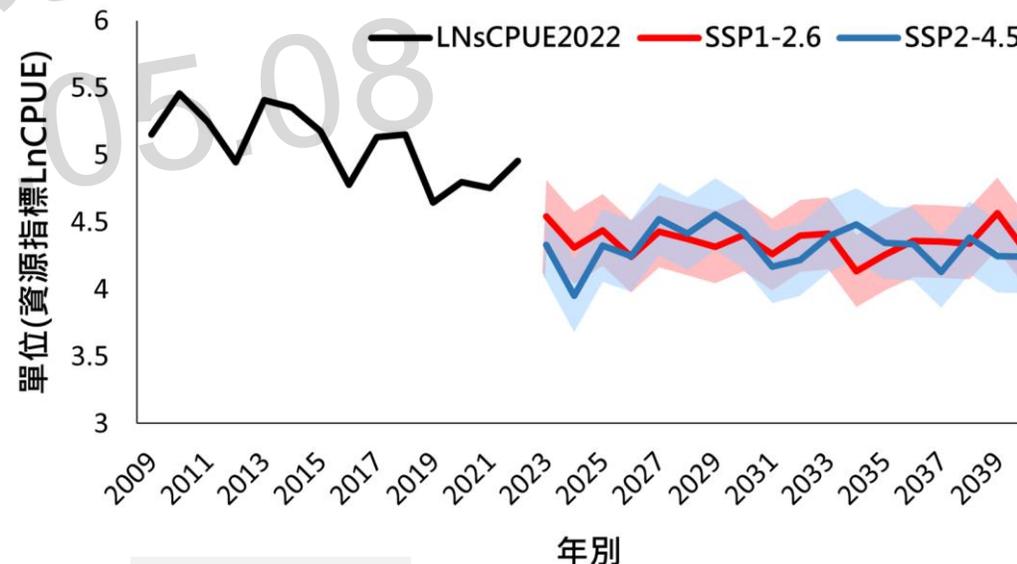


科學報告 圖4.4.3.9

海洋漁業

- ▶ 臺灣北部海域劍尖槍鎖管(俗稱小卷)，海水溫度上升1°C，單位漁獲量將下降15%
- ▶ 北緯30°海域之棲地適合度增加

劍尖槍鎖管資源趨勢



科學報告 圖4.4.3.12

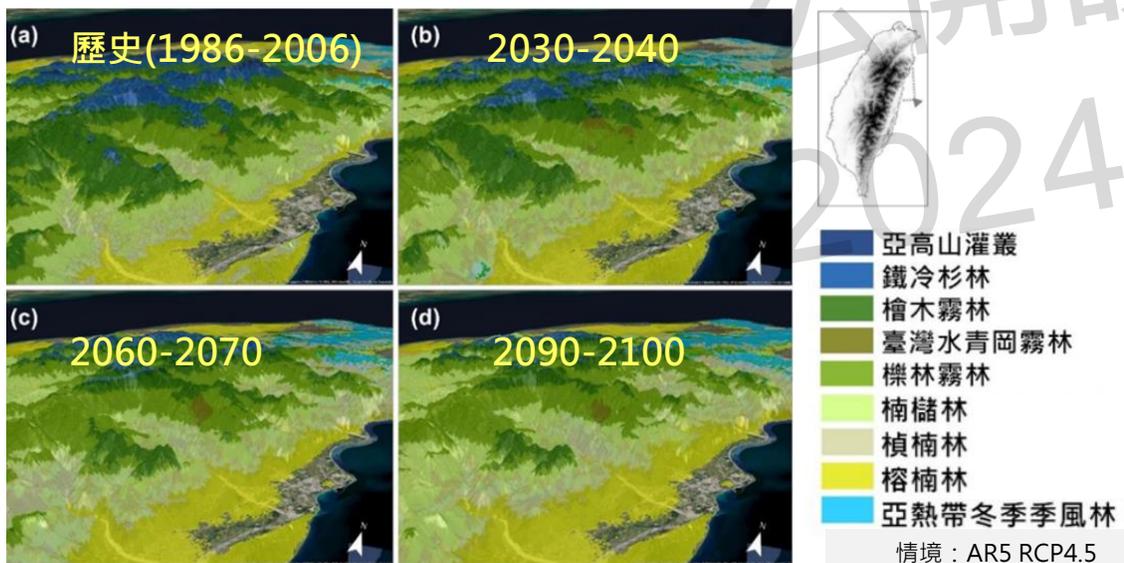
[註] 實線：平均值；淺色：不確定性區間

生態

陸域生態系

- ▶ 氣候變遷情境模擬，臺灣天然森林迄 2100 年適生海拔將上升 173m，適生面積僅餘現生之 16.08%

氣候變遷情境下適生面積分布

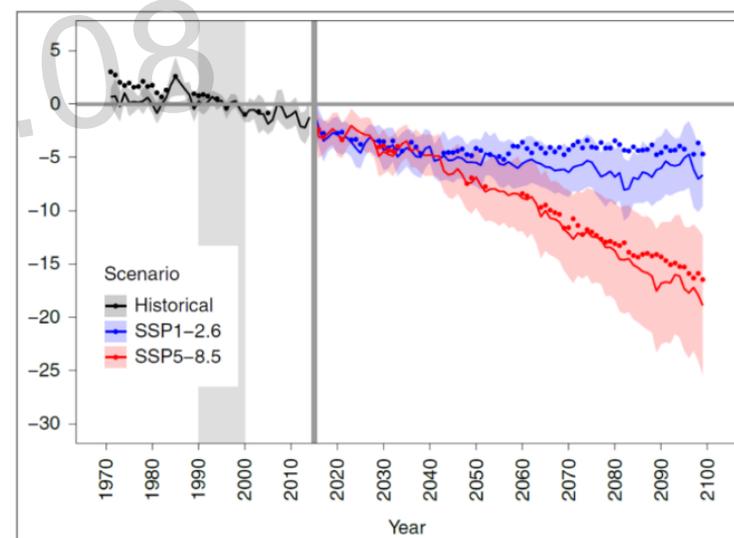


科學報告 圖4.5.1.2

海域生態系

- ▶ 暖化將導致南海的基礎生產力下降與浮游動物豐度減少；若水溫高於 33 °C 至 34 °C 將明顯不利海草生長
- ▶ 全球海洋生物量在 2030 年後下降幅度逐年加劇，在高碳排情境下，2060 年後生物量將會大幅下降

CMIP6 模式預測未來全球海洋生物量變化趨勢



科學報告 圖4.5.2.1

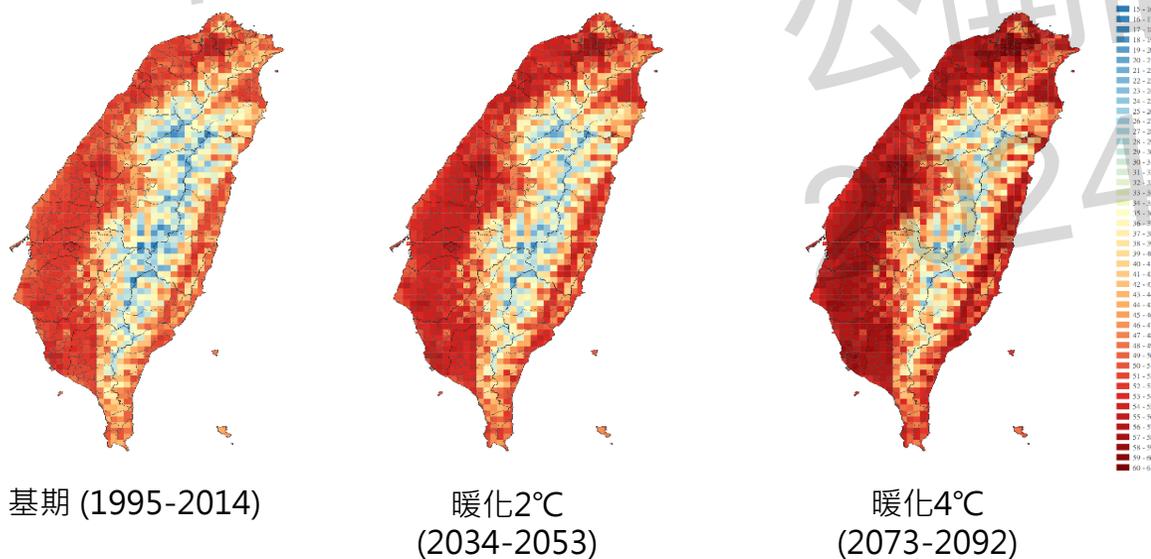
(Tittensor et al., 2021)

都市熱島與健康

都市熱島之氣候變遷衝擊

- ▶ 暖化情境下，針對7月下午2點之生理等效溫度(PET)進行推估，**都會區的數值皆明顯高於周邊郊區，都市熱島現象十分明顯**

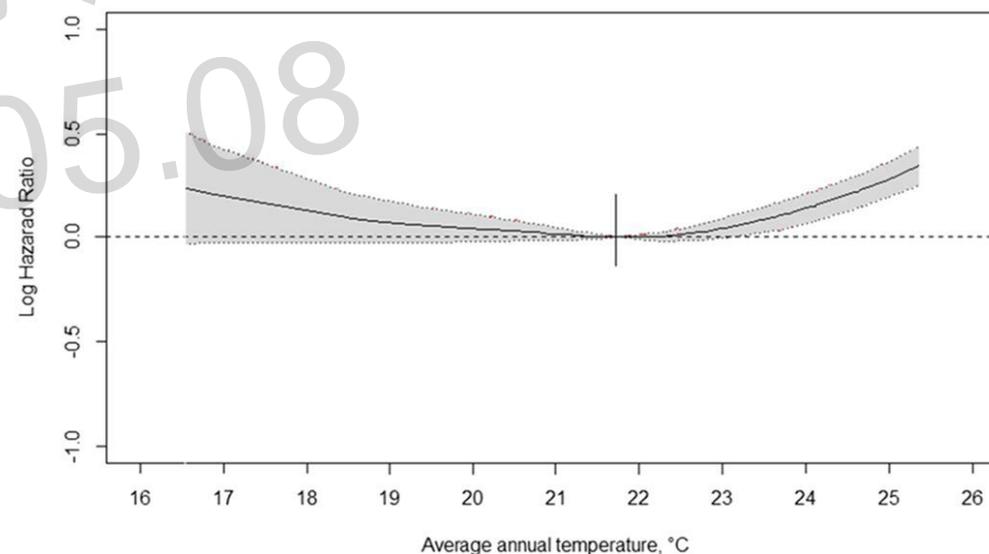
生理等效溫度(PET)分布



溫度對人體健康影響

- ▶ 現況研究指出，日平均溫度高於中位數23°C的地區重鬱症的**發生機率隨著溫度增加而上升**，其中以**65歲以上**的族群影響最大

溫度與重鬱症發病率反應曲線



[註] 實線：對數風險比；灰色區間：95%信賴區間 (Chen et al., 2019)

城鄉土地利用

城鄉空間衝擊評估及調適

1 都市空間

海岸防護區

為更有效因應海岸侵蝕、暴潮溢淹、洪氾溢淹等衝擊，需考量社會經濟脆弱度因素進行土地利用空間發展型態整體規劃

3 資源及保育空間

海洋海岸資源地區

保護區、保留區、保育區等生態資源降低及棲地環境破壞，建議未來可持續投入考量長期氣候變遷影響

維生基礎設施

需防範路面隆起、邊坡災害、道路淹水；電力部門水資源供應不穩、再生能源開發地理區位及環境不適當等，並應考量社會經濟構面，評估弱勢族群之社會脆弱度

脆弱族群

永久性遷移、暫時性避難，未來應持續提高對社會脆弱度的重視，避免衍生更嚴重的脆弱度及觸發不當調適風險

山坡地

需調適土石流、崩塌潛勢區位、土砂災害運移變遷、具災害風險的坡地利用型態等，並加強考量氣候變遷下坡地崩塌危害因子之衝擊及風險

環境敏感地區

建議各環境敏感區依循上位法令及計畫指導，將考量現況的保護及保育工具，推展為轉型式調適策略

2 鄉村空間

鄉村農地與生物多樣性

需因應淹水潛勢、高低溫與乾旱、農產業風險，並建立農產業風險地圖，用以檢視氣候變遷衝擊對農產業的可能影響程度

水資源及水患

淹水、缺水、流域系統衝擊，然而國內仍多關注於都市土地利用與淹水損失間關聯性，較少針對都市土地空間分布對淹水實際影響進行探討



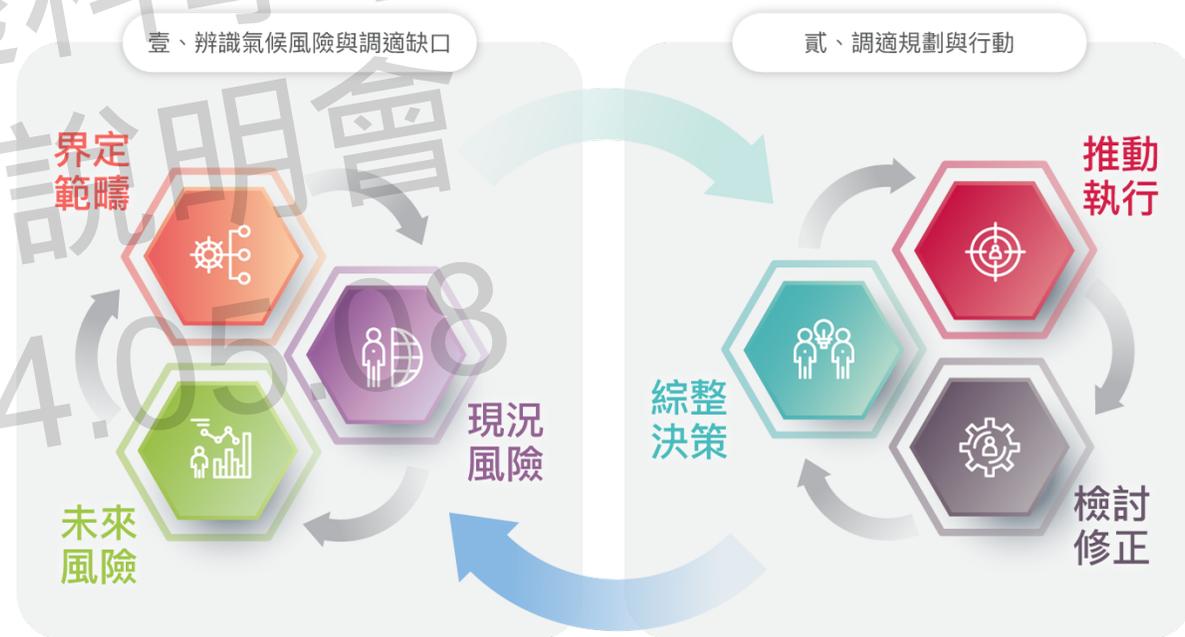
氣候變遷風險及調適

氣候變遷因應法第18條第2項

各級政府使用前項氣候變遷科學報告，進行氣候變遷風險評估，作為研擬、推動調適方案及策略之依據

- ▶ TCCIP於2022年提出6構面調適規劃架構，區分為「**辨識氣候風險及調適缺口**」及「**調適規劃與行動**」2階段
- ▶ 2023年10月4日，行政院核定「**國家氣候變遷調適行動計畫(112-115年)**」，各部會已參考此架構作為研擬基礎

科學報告提供各構面操作重點說明



國家氣候變遷調適架構 (TCCIP, 2022)

氣候變遷調適科研與治理缺口

科研缺口

氣候變遷風險評估相關資料
氣候變遷風險評估方法與工具
複合風險
不當調適
漸進式及轉型式調適
動態調適路徑規劃
調適及減緩共效益

治理缺口

跨層級/部門調適治理
調適障礙與限制
調適公平性及脆弱族群
法令及政策之整合
調適財務規劃



國家氣候變遷科學報告2024 公開說明會

謝謝聆聽 敬請指教

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

2024.05.08

