

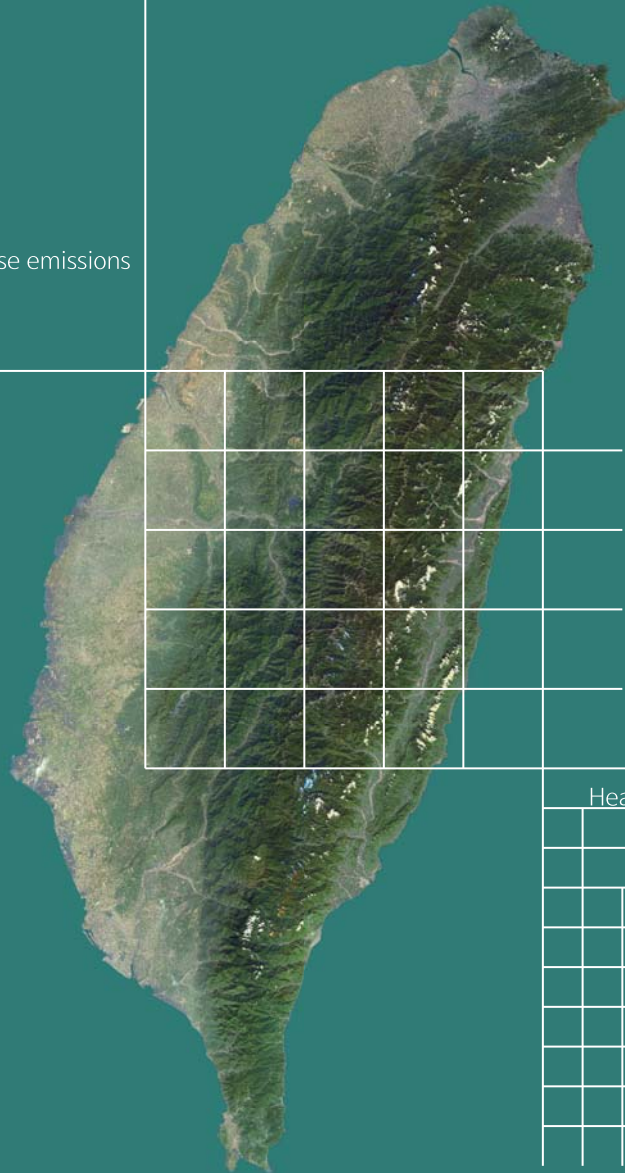
臺灣氣候的過去與未來

臺灣氣候變遷科學報告2017 – 物理現象與機制 重點摘錄

Past

Greenhouse emissions

Climate Change



Rainfall

Temperature

Sea level

Season

Heat wave

Drought

Heavy rain

Typhoon

Extreme Event

Future

目錄

序.....	2
屢破歷史紀錄的高溫及極端事件，臺灣準備好了嗎？.....	3

《臺灣氣候變遷科學報告—物理現象與機制》重要發現

重要發現 1：全球地表溫度過去百年增加，且未來將持續暖化.....	5
重要發現 2：全球與臺灣海平面過去數十年有上升的趨勢.....	8
重要發現 3：臺灣過去百年降雨無明顯變化趨勢，但是乾濕季節差異越趨明顯.....	10
重要發現 4：臺灣四季已明顯改變：夏季增長，冬季縮短.....	13
重要發現 5：全球與臺灣極端高溫發生頻率皆增加，未來極端高溫事件將可能更為嚴重.....	14
重要發現 6：臺灣未來降雨有兩極化的趨勢，極端多雨與少雨日數皆有增加的趨勢.....	17
重要發現 7：未來西北太平洋與侵台颱風個數有減少趨勢，且強颱比例有增加的趨勢.....	19

常見問題

常見問題 1：氣候變遷相關的海洋問題有哪些？.....	22
常見問題 2：未來氣候推估無法明確定量，不確定性的原因何在？.....	23
常見問題 3：最近發生的極端天氣與氣候是人為暖化造成的嗎？.....	24
常見問題 4：臺灣的氣候變化狀態與區域是否一致？.....	25
常見問題 5：臺灣氣候暖化程度為何大於全球平均？.....	26
常見問題 6：IPCC AR4 與 AR5 使用的全球氣候模式資料差異為何？.....	27
常見問題 7：臺灣的氣候變化將帶來哪些可能的衝擊？.....	28
常見問題 8：本版科學報告與 2011 年科學報告有何差異？.....	29
常見問題 9：我居住的縣市的未來氣候狀態將有何變化？.....	29
常見問題 10：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》如何產製而成？.....	30

參考資料.....	31
-----------	----

※ 封面照片來源：中央大學遙測中心

序

距離科技部上次發表「臺灣氣候變遷科學報告 2011」已經有 6 年的時間了，日前，科技部的氣候變遷科學團隊再次發表《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》以及《臺灣氣候變遷科學報告 2017—衝擊與調適面向》兩冊科學報告，主要是彙整國內外最新的氣候變遷科學分析，以及進行重點領域的衝擊分析。

有鑒於 2011 年出版科學報告的經驗，讀者們希望科學團隊能夠將資訊豐富、但具專業門檻的科學報告，轉化為更易讀且廣為社會各界應用的素材。因此，國家災害防救科技中心便利用目前所執行科技部「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」的各項資料，來嘗試另行編撰《臺灣氣候的過去與未來》，文稿中除了摘錄《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》的重點，更補充近幾年的觀測資料，也重新繪製了部分的圖資，希望提供整合性資訊，讓外界更了解臺灣氣候的過去與未來！

《臺灣氣候的過去與未來》整理了《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》中 7 個重要的發現，以及 10 個讀者可能關心的重要問題，讓讀者可以快速掌握科學報告的內容。由於此報告的科學內容主要都來自於《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》，因此，相關細節都可以連結到科學報告內，並找到更為細緻的分析與內容。我們希望讀者透過這本「橋樑書」，可以進一步掌握科學研究者努力彙整的氣候變遷資訊，也期待這本報告對國內關心氣候變遷的民眾、學生、研究人員，以及政府部門，在理解氣候變遷科學以及相關研究與工作推動能有所助益。

陳宏宇

國家災害防救科技中心主任

許晃雄

《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》總編輯

中央研究院環境變遷研究中心特聘研究員 / 副主任

屢破歷史紀錄的高溫及極端事件，臺灣準備好了嗎？

聯合國世界氣象組織針對 2017 年全球氣候狀態發出聲明：2017 年不僅為歷史上最熱的非聖嬰年，更發生許多破紀錄的極端天氣與氣候事件（WMO，2017）。

根據美國國家海洋暨大氣總署（NOAA）環境資訊中心的全球資料，發現從 2014 年起，全球平均地表溫度（合併海洋與陸地溫度）連續四年都打破過往紀錄，並在 2016 年創下歷史新紀錄（圖 1）（NOAA，2018）。聯合國世界氣象組織（WMO）

指出，2017 年雖然未能打破 2016 年的紀錄，卻是歷史上最熱的非聖嬰年，更發生許多破紀錄的極端天氣與氣候事件（WMO，2017）。全球升溫與氣候變化的趨勢與幅度已不容忽視，臺灣的氣候變化趨勢為何？本報告帶您一睹臺灣氣候的過去與未來！

全球年均溫距平值

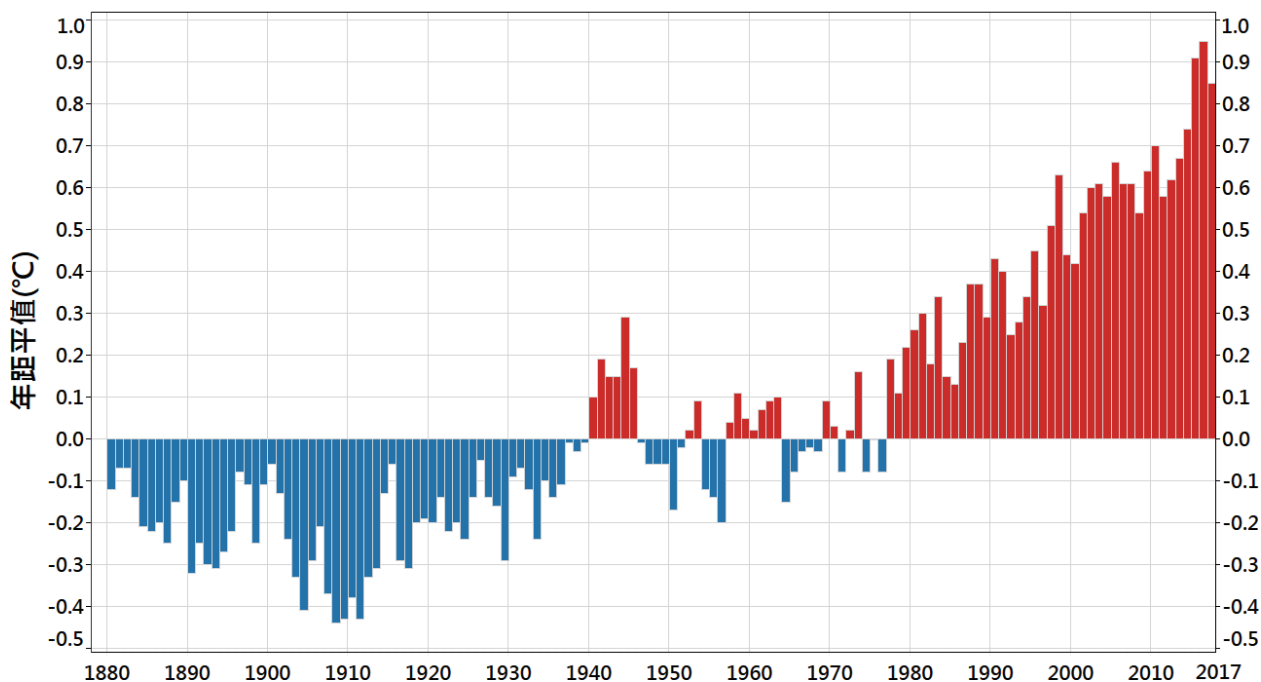


圖 1、西元 1880 - 2017 年全球全年平均地表溫度距平值趨勢

資料來源：NOAA，2018；本報告重繪

註：地表溫度合併考量海洋與陸地溫度，此圖之距平值定義為各年平均溫度減去 20 世紀全球平均溫度



重要發現

重要發現 1：全球地表溫度過去百年增加，且未來將持續暖化¹

全球與臺灣溫度過去一百多年已有明顯增加的趨勢，臺灣約增加攝氏 1.3 度，且近年增溫速度有增加的趨勢，日最低溫的增溫尤為顯著；未來推估將持續升溫，最劣情境（RCP8.5）下，21 世紀末臺灣可能增溫超過攝氏 3 度；其中，以北部地區增溫較其他地區顯著。

根據 IPCC AR5 的平均溫度長期觀測資料，發現全球地表溫度在 1880~2012 年間增加了攝氏 0.85 度 [$+0.65\sim 1.06^{\circ}\text{C}$]（IPCC，2013）。此溫度上升幅度並非定值，而是呈現年代變化，例如：1998~2012 年期間暖化趨勢稍延緩的「暖化遲滯」現象。但是，21 世紀初仍是有紀錄以來最溫暖的 10 年，受到 2014/2016 聖嬰現象的部分影響，2014~2015 年的全球地表溫度顯著升高，2016 年更是 1880 年以來最炎熱的一年（參見圖 1）。

IPCC AR5 使用代表濃度途徑（RCP）呈現未來不同暖化程度的氣候情境。經由未來氣候推估發現，不同 RCP 情境在世紀末增溫幅度有明顯差異：在 IPCC 所設定暖化最嚴重的最劣情境（RCP 8.5）下，相較於基期（1986~2005 年）的平均溫度，21 世紀末的全球地表溫度可能增加攝氏 3.7 度 [$+2.6\sim 4.8^{\circ}\text{C}$]，其模式推估範圍甚至可能超過攝氏 4 度（圖 2）；而在 IPCC 所設定暖化程度中等的中度排放情境（RCP4.5）下，21 世紀末將可能增加攝氏 1.8 度 [$+1.1\sim 2.6^{\circ}\text{C}$]（IPCC，2013）。

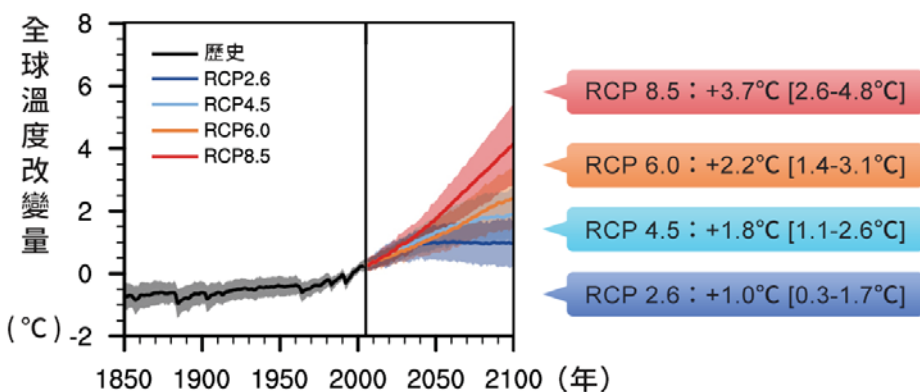


圖 2、全球地表溫度未來推估

資料來源：IPCC，2013；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 1.25；本報告重繪

未來氣候情境選擇：
RCP8.5 與 RCP4.5
目前 IPCC 有四種未來氣候情境，但是因 RCP8.5 與 RCP4.5 模式數量較多（41 與 38 個模式），故在後續臺灣的未來氣候推估研究結果，本報告選錄此二情境呈現。

¹ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 1、3 章

² 中括號 [] 內數據為範圍值

根據氣象局測站觀測資料³，臺灣全年氣溫（平地溫度）在過去一百多年（1900-2012年）上升約攝氏1.3度，且近50年、近10年增溫有加速的趨勢（圖3）。此增溫現象有年代變化並呈現階段性的上升情形，1900~1920年代緩慢上升，1920~1940年代上升較快，1940~1970年代氣溫上升趨緩，自1980年代又有較大的上升幅度。

進一步分析一年當中不同時期的溫度變化，因夏半年的氣溫（5~10月）呈現長期線性上升趨勢，故臺灣階段性增溫現象主要是源自冬半年（11~4月）的增溫趨勢（圖4）。此外，再分析日平均氣溫、日最高溫度與日最低溫度的變遷，發現全年、夏半年與冬半年的日平均氣溫的百年增溫幅度無顯著差異，但是，日最低溫度的增溫幅度約為日最高溫度的二倍（表1）。

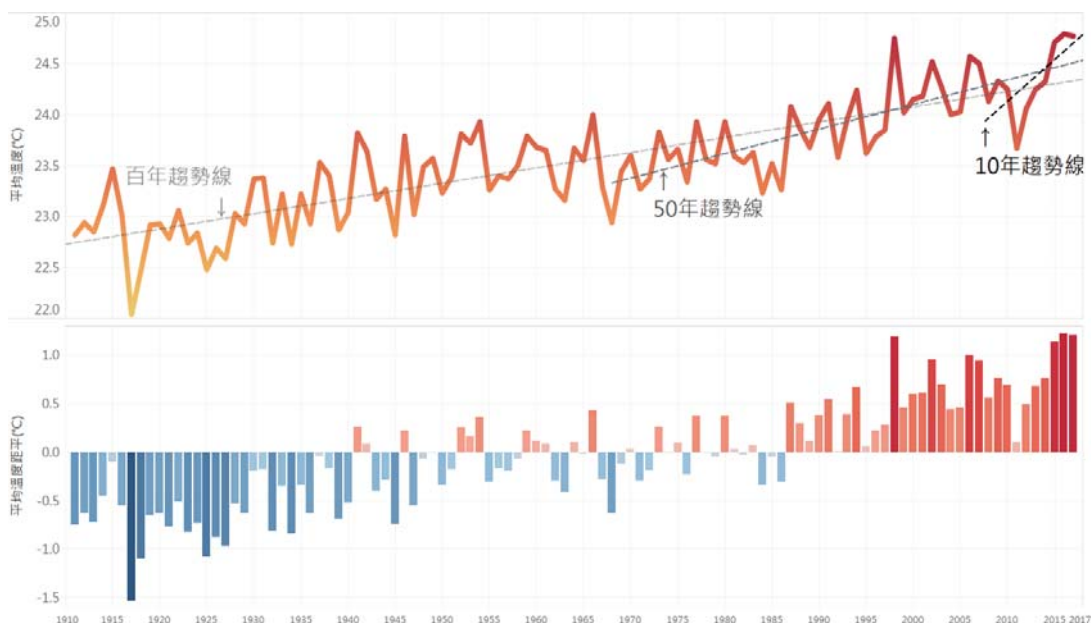


圖3、臺灣氣溫過去觀測：1900-2017溫度趨勢
資料來源：TCCIP計畫；本報告重繪

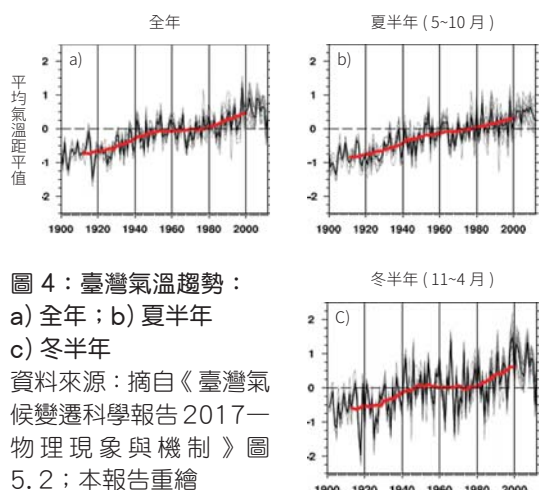


圖4：臺灣氣溫趨勢：
a) 全年；b) 夏半年
c) 冬半年
資料來源：摘自《臺灣氣候變遷科學報告2017—物理現象與機制》圖5.2；本報告重繪

表1、臺灣平均氣溫與百年增溫幅度			
	平均氣溫 (百年增溫)	日最高溫度 (百年增溫)	日最低溫度 (百年增溫)
全年	23.1°C (+1.3°C)	27°C (+0.8°C)	20.2°C (+1.7°C)
夏半年	26.7°C (+1.3°C)	30.5°C (+0.9°C)	23.7°C (+1.8°C)
冬半年	19.6°C (+1.2°C)	23.4°C (+0.9°C)	16.6°C (+1.7°C)

資料來源：《臺灣氣候變遷科學報告2017—物理現象與機制》附錄一臺灣氣候觀測分析結果整理；本報告重製

³ 本次報告除了前一版報告的6個平地測站（臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮、臺東）之外，更增加了8個氣象局測站資料：基隆、彭佳嶼、宜蘭、澎湖、高雄、大武、新竹、成功。

⁴ TCCIP計畫為科技部補助之計畫，全名為「臺灣氣候變遷推估與資訊平台計畫」。

氣候推估研究顯示臺灣未來溫度的變化，相較於基期（1986-2005年）的平均溫度，在 RCP 4.5 情境下，21 世紀末（2081-2100 年）將可能升溫 1.3~1.8℃；而在 RCP 8.5 情境下，21 世紀末臺灣的氣溫可能增加 3.0~3.6℃（圖 5）。進一步分析臺灣北中南東四分區的增溫變化，發現不論是 RCP 4.5 或 RCP 8.5 情境，臺灣北區都將是增溫幅度最明顯的區域，推估 21 世紀末的增溫將分別達到 1.71℃與 3.36℃（圖 6）。

臺灣未來氣候變遷趨勢推估
 本版科學報告使用 CMIP5 模式資料、進行統計降尺度推估未來氣候，多以「改變量（目標時期 - 基期）」表示氣候變化狀態。基期設定為 1986-2005 年的 20 年期間，目標時期部分區分為近未來（2016-2035）、世紀中（2046-2065），以及世紀末（2081-2100）。

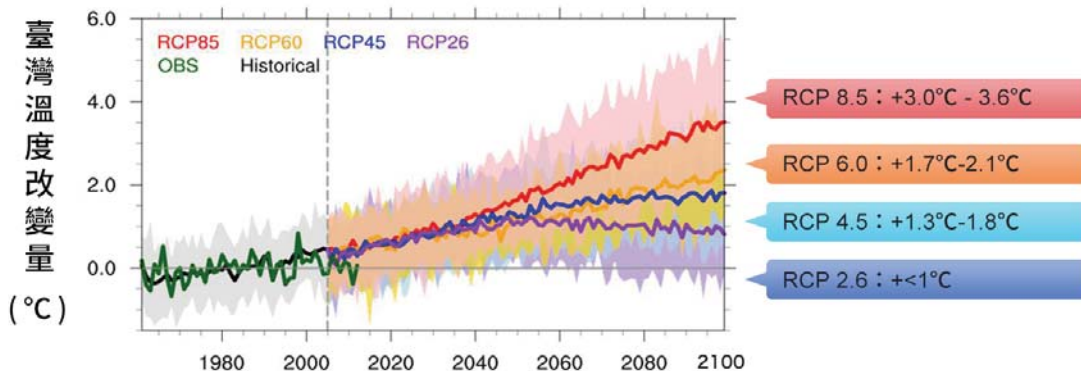


圖 5、臺灣氣溫未來推估
 資料來源：TCCIP 計畫；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 6.7；本報告重繪
 註：此數值範圍為 21 世紀末（2081-2100 年）模式平均範圍中 5-95% 區間

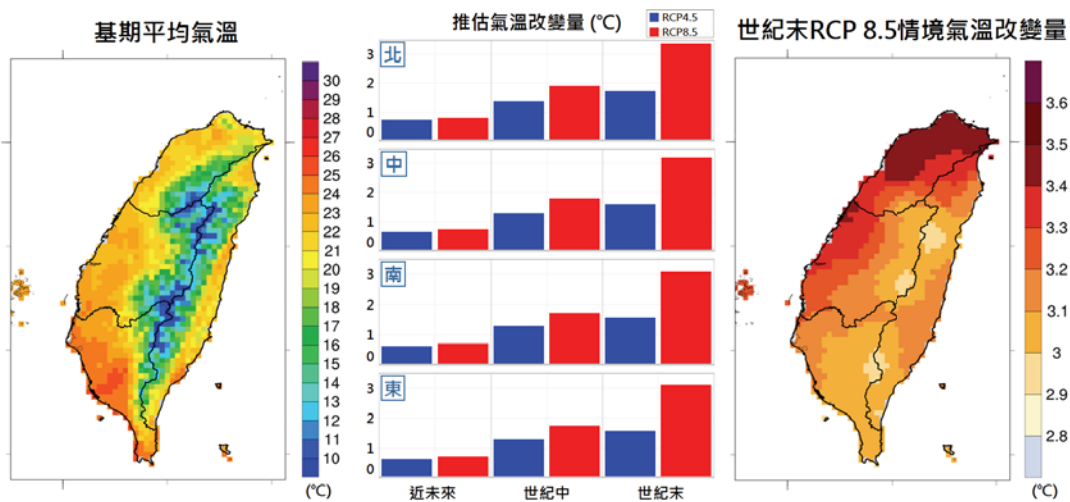


圖 6、臺灣北中南東四分區之未來氣溫改變量推估圖
 資料來源：TCCIP 計畫；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 6.6；本報告重繪

⁵ 北中南東分區：北部：基隆、臺北、新北、桃園、新竹、苗栗；中部：臺中、彰化、南投、雲林、嘉義；南部：臺南、高雄、屏東；東區：宜蘭、花蓮、臺東。

重要發現 2：全球與臺灣海平面過去數十年有上升的趨勢⁶

全球與臺灣平均海平面在過去數十年皆有上升的趨勢，全球平均海平面高度在過去一百多年，上升了 0.19 公尺。臺灣周遭海域的海平面近 20 年期間上升速度為每年 3.4 公釐，但是有區域間的差異。在最劣情境（RCP8.5）下，21 世紀末全球海平面可能上升 0.63 公尺，臺灣目前尚未有海平面推估的研究成果。

受海水溫度上升造成體積膨脹，以及全球冰雪覆蓋量減少，冰雪融化匯入大海的影響，全球與臺灣平均海平面在過去數十年皆有上升的趨勢，全球的平均海平面高度在 1900~2010 年，長期趨勢約為每年上升 1.7 公釐（mm）[1.5~1.9mm]，一共上升了 0.19 公尺（m）[0.17~0.21m]；近數十年的上升幅度增加，在 1993~2012 年間，全球平均海平面上升速率約為每年 3.2 公釐（mm）[2.8~3.6mm]（圖 7ab）。

推估全球海平面的上升趨勢，相較於基期（1986-2005 年）的海平面高度，在 RCP 4.5 情境下，21 世紀末可能增加 0.47 公尺（m）[0.32~0.63m]，若是 RCP 8.5 情境，21 世紀末更可能上升 0.63 公尺（m）[0.45~0.82m]（圖 7c）。

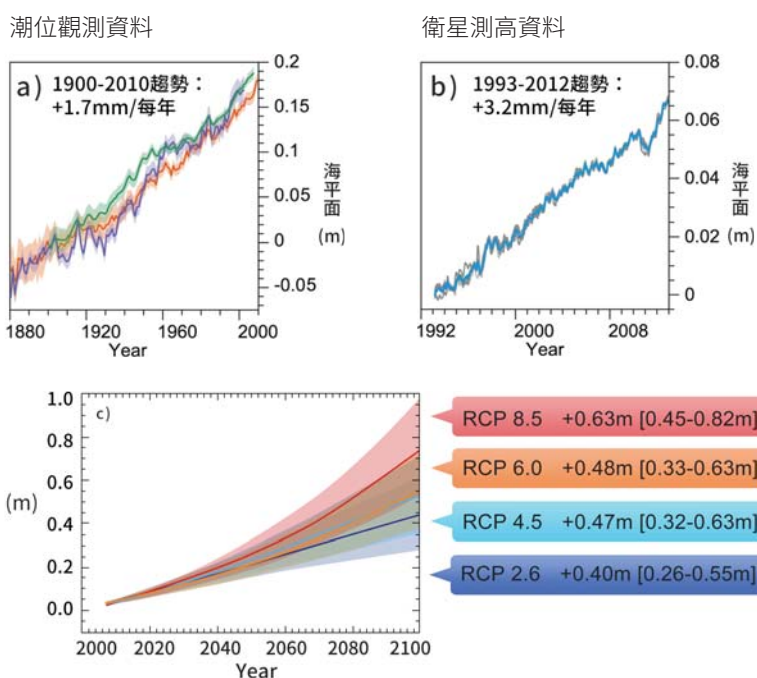


圖 7、全球海平面觀測與推估：

a) 潮位觀測資料；b) 衛星測高觀測資料；c) 未來推估

資料來源：IPCC，2013；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 2.23、圖 2.43；本報告重繪

海平面觀測方法

海平面觀測可以使用潮位站資料與衛星測高數據的方法，因後者始於 1992 年，故 20 世紀以來的海平面觀測資料皆來自潮位站觀測。

⁶ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 2 章

與全球相似，臺灣周遭海域的潮位站與衛星測高數據顯示，臺灣周遭海域（西北太平洋）自 1961 年以來，即呈現上升的趨勢，且近 20 年來幅度增快。1961~2003 年間，臺灣鄰近海域的海平面平均每年上升 2.4 公釐 (mm)，在 1994~2013 年的近 20 年期間，海平面上升速度增加到每年 3.4 公釐 (mm)。

比較臺灣各個潮位站的長期觀測資料，發現有區域間的差異，澎湖潮位站的變化最大，在 1961~2012 年間，以平均每年 3.5 公釐 (mm) 的速度上升；淡水潮位站的變化最小，平均每年增加速度為 0.21 公釐 (mm) (圖 8)。

臺灣目前尚未有推估未來臺灣周遭海域海平面上升趨勢的研究成果。

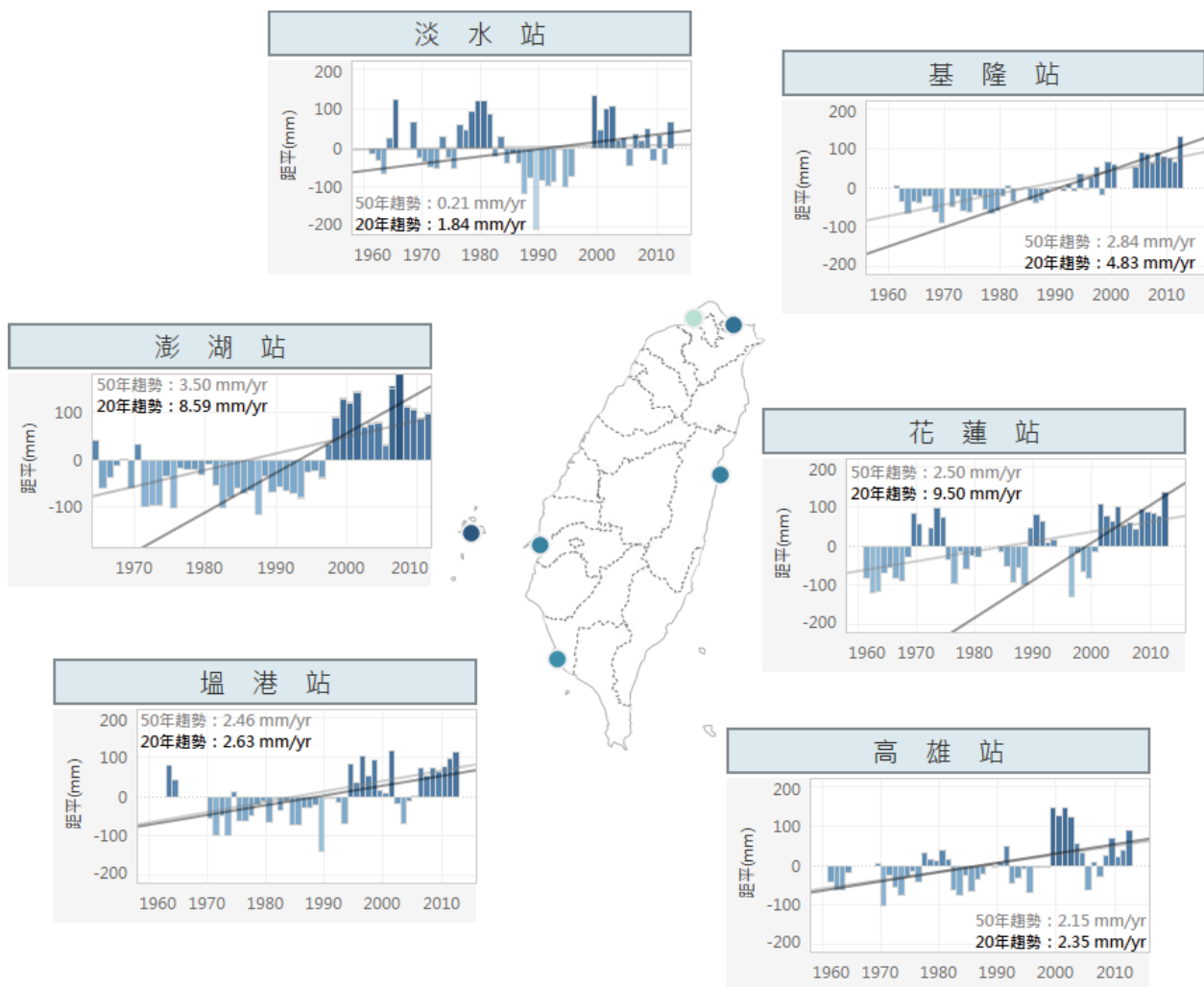


圖 8、臺灣周圍海域海平面觀測趨勢

資料來源：摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 2.26、圖 2.27；本報告重繪

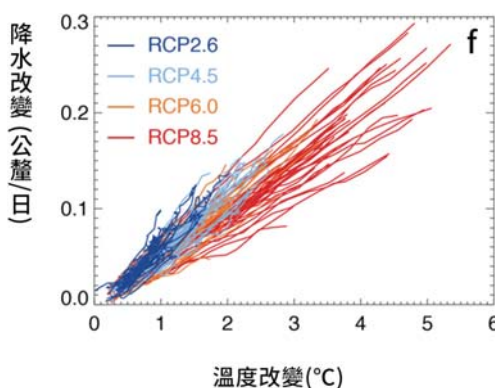
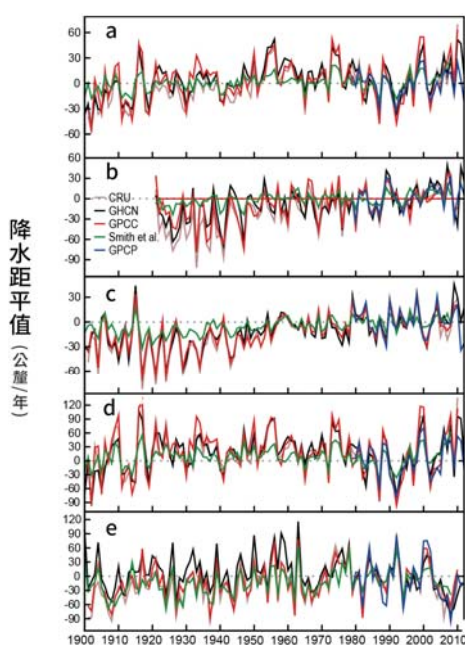
重要發現 3：

臺灣過去百年降雨無明顯變化趨勢，但是乾濕季節差異越趨明顯⁷

過去百年全球降雨量有些微增加，卻有年代與區域差異。臺灣降雨量有年代與季節差異，過去百年降雨量變化趨勢雖然不明顯，但是由相關降雨指標可發現乾濕季節差異越趨明顯。在最劣情境（RCP8.5）下，21世紀末臺灣濕季降雨將可能增加，南部地區較為明顯，而乾季降雨將可能減少，中部地區較為明顯。

全球陸地的平均降水量在 1901~2008 年間有些微上升的趨勢，但是在 1951~2008 年間卻有些微減少的趨勢。除了年代差異之外，全球各緯度圈區域平均降水量的變化趨勢並不一致（圖 9abcde）。1950 年之後的低緯度地區（30°S~30°N）、南半球中緯度地區（30°S~60°S）平均降水量減少，但是北半球中高緯度地區（30°N~90°N）平均降水量則增加（可信度較高）。

模式推估全球平均降水量變化與全球溫度變化大致呈現線性相關，在所有暖化情境都是如此，每增溫 1°C，增加 1%~3% 的降水量（圖 9f）。也就是暖化程度越高，降水量增加越多，RCP8.5 暖化程度最高，因此降水量增加幅度也最大。推估未來隨著全球平均溫度上升，全球平均降水量也會增加，且不論乾濕季都將有此現象。而濕季的增加幅度會大於乾季的，也因此增加年降雨的差距。



降水量與降雨量
降水量包含降雨
（液態）、降雪
（固態）等不同
相態，臺灣屬於
低緯度國家，多
以降雨量一詞來
說明。

圖 9、全球降水量觀測趨勢：
a) 全球降水觀測趨勢；b) 北半球高緯度；
c) 北半球中緯度；d) 低緯度；e) 南半球中緯度；
f) 溫度與降水改變關係
資料來源：IPCC，2013；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 1.4、
圖 1.29；本報告重繪

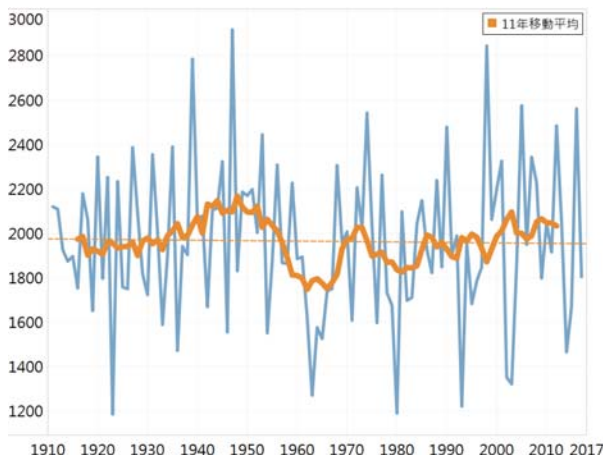
⁷ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 1、3、5、6 章

臺灣降雨具有季節上的差異。夏、秋季有梅雨與颱風帶來豐沛的降雨，可稱為濕季或豐水期（5-10月）；冬、春季則因降雨多集中在北部、東北部地區，其他區域的降雨現象不明顯（尤其是南部地區），界定為乾季或枯水期（11-4月）。由觀測資料可以發現，臺灣百年的平均降雨量趨勢變化並不明顯，但是在1960-2017年間，枯水年發生次數明顯比前半世紀增加（圖10a）。透過臺灣降雨指數（Taiwan Rainfall Index，簡稱TRI），可以看到臺灣平均降雨量有年代際變遷的趨勢，臺灣平均

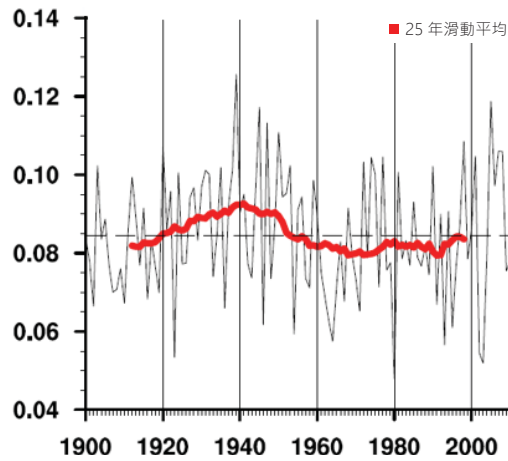
降雨量自1900年代開始上升，至1940年達到最大值，接下來減少至1960年代中期，1960-2000年間降雨量來回變動，但無明顯的長期變遷趨勢（圖10b）。

進一步分析相關降雨指標，可以發現豪雨日數（日降雨超過200公釐（mm））有些微增加的趨勢，而總雨量變化趨勢不明顯，但是，小雨日數（日降雨0.1~1公釐（mm））則有顯著的減少跡象。綜合此3個指標現象，可以發現臺灣的乾濕/豐枯差異有增加的趨勢（圖10cd）。

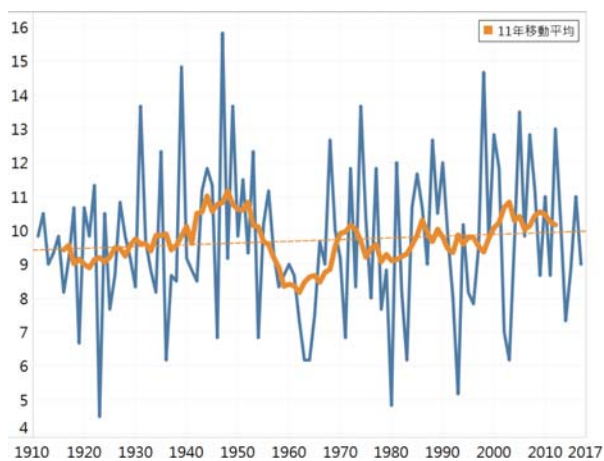
a) 臺灣年總降水量 (mm)



b) 臺灣降雨指數 TRI



c) 豪雨日數 (day)



d) 小雨日數 (day)

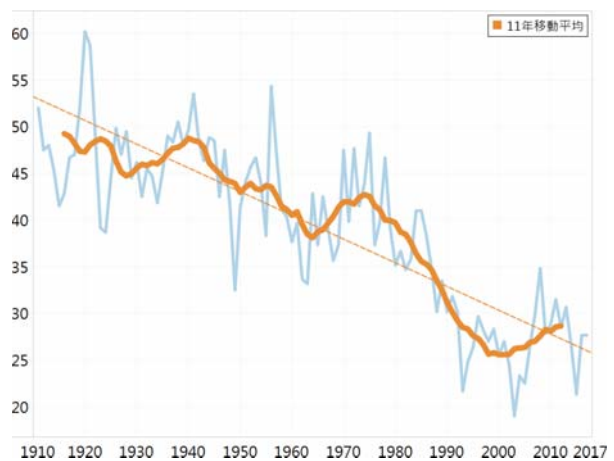


圖 10、臺灣降雨量觀測趨勢：a) 年總降雨量；b) 臺灣降雨指數；c) 豪雨日數；d) 小雨日數

資料來源：TCCIP 計畫；b 圖摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 5.1；本報告重繪

相關氣候推估研究顯示臺灣未來降雨量的變化，隨著暖化程度的增加，亦呈現濕季（夏、秋季）降雨增加的特徵。相較於基期（1986-2005年）的平均降雨量，在 RCP 4.5 情境下，21 世紀末（2081-2100 年）臺灣的濕季降雨將增加；在 RCP 8.5 情境下，21 世紀末臺灣的濕季降雨將增加 14%~20%。

進一步分析臺灣北中南東四區平均降雨量變化，臺灣現階段濕季的平均降雨主要集中在北部與

南部山區，西側沿海地帶的降雨量最少。但在未來，臺灣各地的平均降雨量都會增加，不論是 RCP 4.5 或是 RCP 8.5 情境，南區皆是濕季降雨量增加量最大的區域（圖 11a）。

乾季時，臺灣目前的平均降雨主要發生在北部、東北部地區，臺灣的西南部平均降雨量較少。依未來情境推估顯示，臺灣四區在乾季的平均降雨量都將減少，21 世紀末以中區與南區減少最多（圖 11b）。

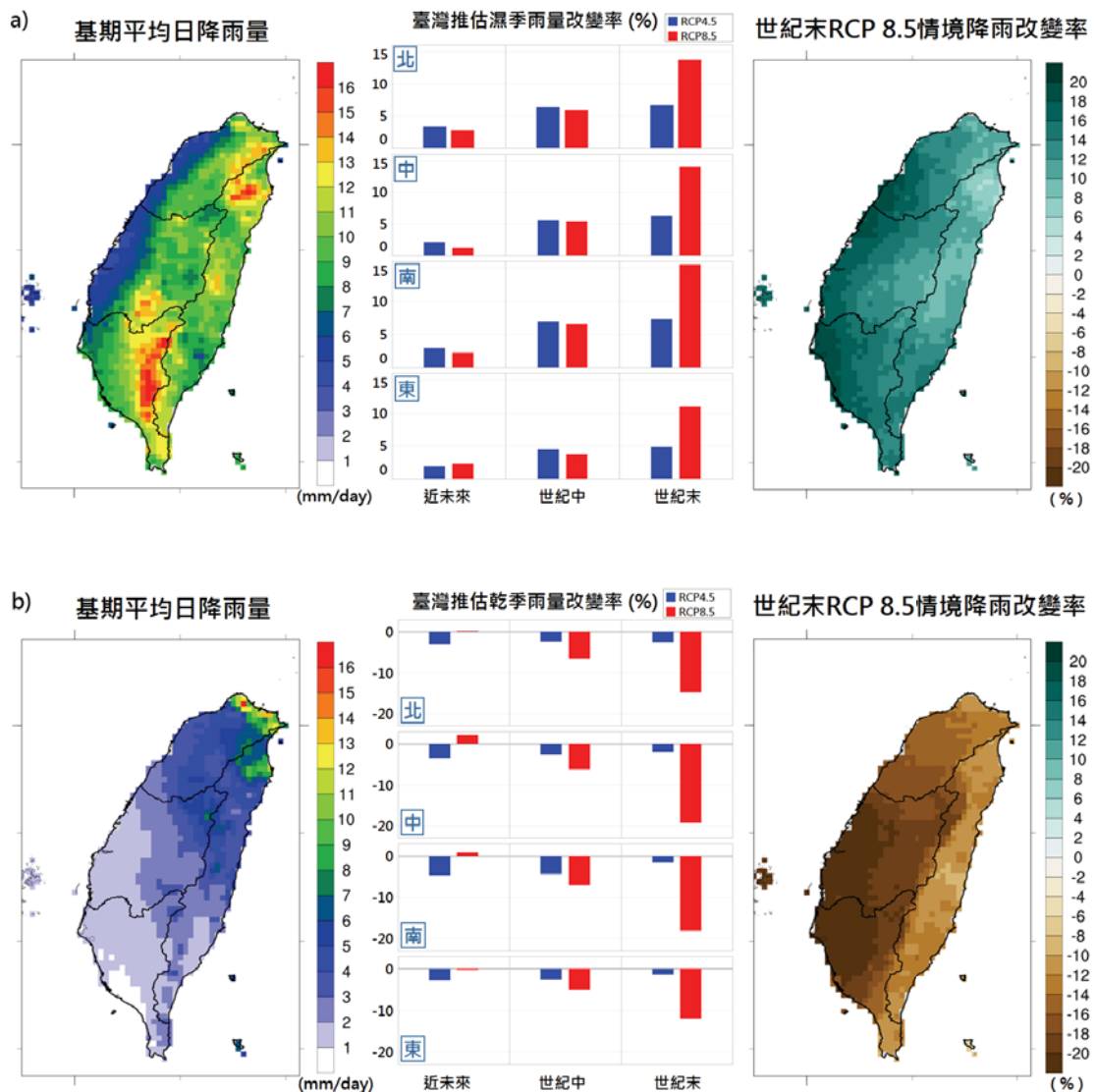


圖 11、臺灣北中南東四分區之未來降雨量改變量推估圖：a) 濕季；b) 乾季
資料來源：TCCIP 計畫；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 6.18；本報告重繪

重要發現 4：臺灣四季已明顯改變：夏季增長，冬季縮短⁸

本次科學報告新增季節變遷研究，在 1957~2006 年期間，臺灣的季節已觀察到明顯變化：夏季增長、冬季縮短。統計這 50 年的資料，發現臺灣的夏季已增加至少 27.8 天、冬季已減少至少 29.7 天。

臺灣的氣溫變化不只表現在平均氣溫，也影響到四季的分佈，本次科學報告新增季節變遷研究。根據 1957~2006 年間 6 個氣象局測站資料，發現除了恆春測站較無明顯改變之外（其緯度較南，已屬於熱帶區域），其他測站都有夏季提早開始、延後結束，峰值溫度上升、夏季增長的跡象；在冬季，

6 個測站表現一致，都有延後開始、提早結束，峰值的溫度增加、冬季縮短的趨勢。統計這 50 年的資料，發現臺灣的夏季已增加至少 27.8 天、冬季減少至少 29.7 天，此趨勢亦表示各季節起始與結束時間已經明顯改變（圖 12、表 2）。

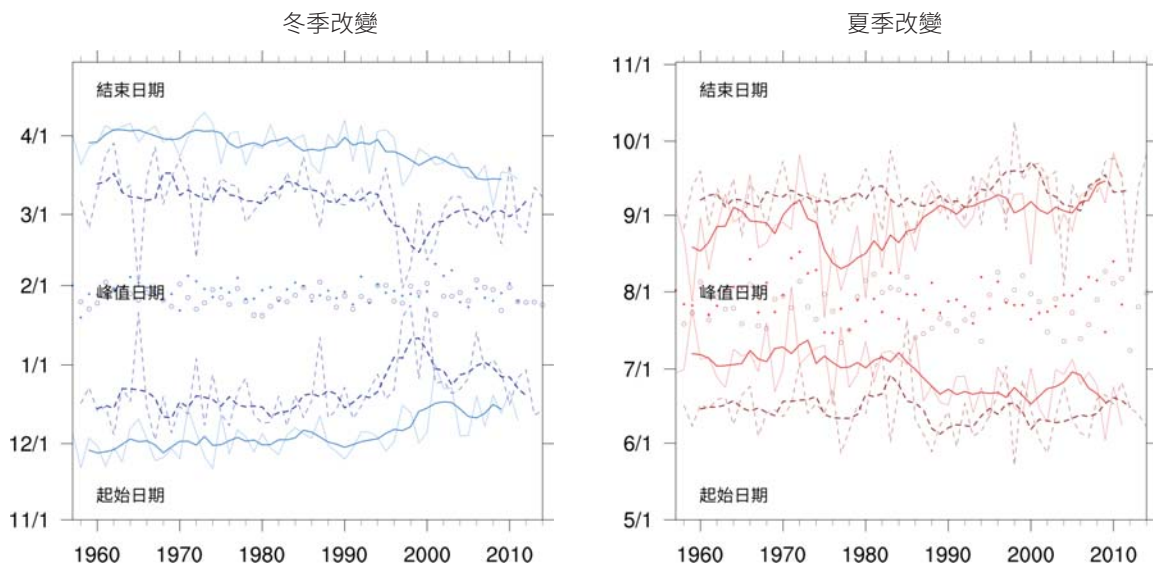


圖 12、臺灣季節觀測趨勢

資料來源：TCCIP 計畫；本報告重繪

表 2、1957~2006 年臺灣六個測站夏季與冬季變化							
臺灣季節變化	臺北	臺中	臺南	恆春	臺東	花蓮	
夏季	季節日數	+6.47	+8.41	+5.95	+0.43	+6.33	+6.42
	峰值溫度	+2.48	+1.28	+1.12	+0.19	+1.01	+1.00
冬季	季節日數	-8.50	-7.54	-5.12	-2.62	-6.00	-6.62
	峰值溫度	+3.61	+3.74	+2.89	+1.14*	+2.19	2.78

資料來源：摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》表 5.1

此處季節的定義以溫度為基準，以長期平均年循環值的最熱及最冷日（峰值）的連續 90 日，其頭尾兩日的平均溫度做為夏季與冬季起始的閾值，而後再以此閾值計算夏 / 冬季天數。

⁸ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 5 章

重要發現 5：

全球與臺灣極端高溫發生頻率皆增加，未來極端高溫事件將可能更為嚴重⁹

本次科學報告新增極端溫度研究，發現在過去五十多年以來，全球與臺灣極端溫度事件已有改變的趨勢：極端高溫頻率增加、強度增強；極端低溫頻率減少、強度減弱。在最劣情境（RCP8.5）下，21 世紀末臺灣極端高溫日數（超過 95% 百分位數）每年將可能增加超過 100 天。

隨著平均氣溫上升，全球與臺灣的極端溫度發生頻率皆增加。比較全球在 1951~1980 年與 1981~2010 年間日最高溫、日最低溫的頻率分布年代變化，發現近 30 年的觀測資料顯示日最高溫、日最低溫都有向右偏移的跡象。這個趨勢代表極端高溫事件的頻率與溫度有增加的趨勢，而極端低溫事件的頻率有減少，溫度有上升的趨勢（圖 13）。

臺灣的極端溫度也有類似的變化趨勢，以臺北為例，比較 1960~1990 年與 2006~2017 年的夏季日最高溫、冬季日最低溫的頻率分布圖，發現近十多年的頻率分布皆向右移，夏季日最高溫的高溫頻率分布面積增加，代表極端高溫之溫度增加，平均值增加近 1°C；冬季日最低溫則是最大值、最小值都向上升，平均溫度增加近 1.2°C，且極低溫的發生頻率減少。

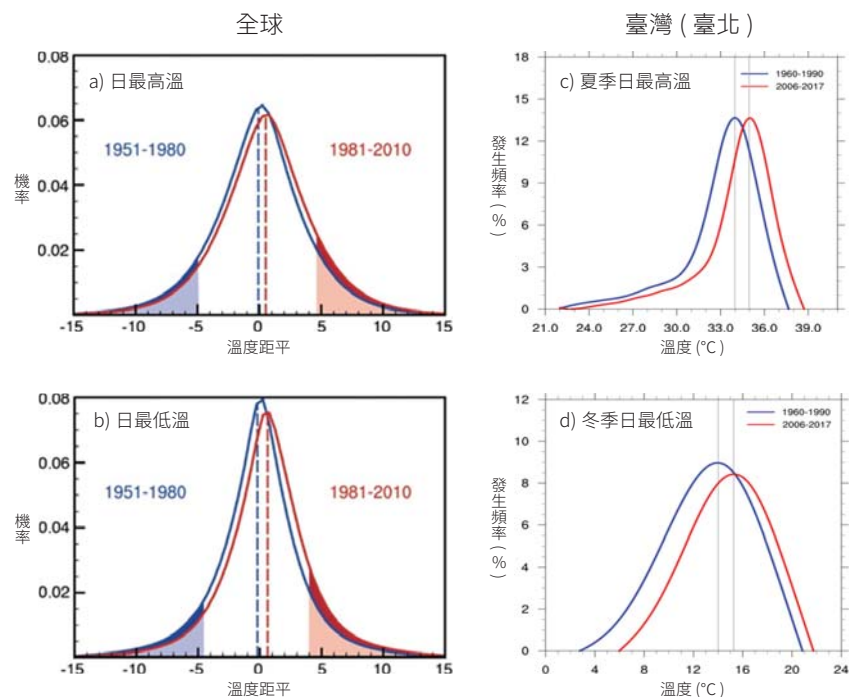


圖 13、日最高溫與日最低溫觀測頻率分布圖：ab) 全球與 cd) 臺灣臺北
ab 圖資料來源：IPCC，2013 摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 1.11；cd 圖資料來源：TCCIP 計畫，本報告重繪

⁹ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 1、5、6 章

分析極端溫度事件在日間與夜間的長期變化趨勢，根據1951~2010年全球觀測資料與1911~2017年臺灣的觀測資料，發現隨著平均氣溫上升，暖日及暖夜發生機率增加（意即天數增加）（圖14a），冷日及冷夜發生機率減少（意即天數減少）（圖14b）。

此外，暖夜與冷夜的變化幅度比暖日與冷日明顯，亦即夜晚的頻率改變比白天顯著。而臺灣的暖夜的日數變化最大，之後依序為冷夜、暖日、冷日。

暖日定義為日最高溫 > 90 百分位
 暖夜定義為日最低溫 > 90 百分位
 冷日定義為日最高溫 < 10 百分位
 冷夜定義為日最低溫 < 10 百分位

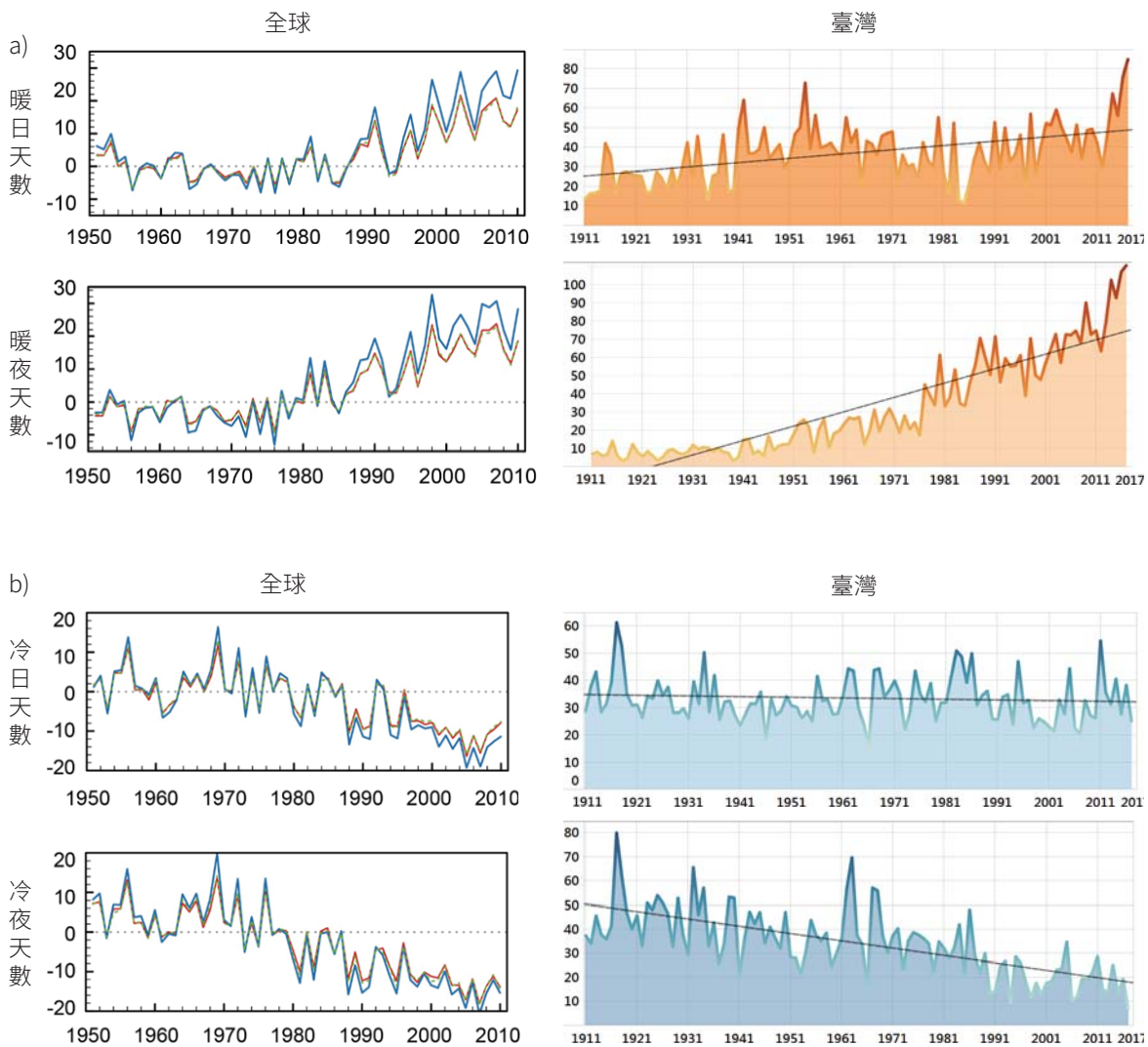


圖 14、高低溫日夜觀測趨勢圖：a) 暖日暖夜與 b) 冷日冷夜
 資料來源：IPCC，2013；TCCIP 計畫。摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 1.10；圖 5.14

臺灣針對極端高溫進行研究，使用二組氣候資料進行動力降尺度，以 IPCC 的 AR4 A1B 情境模擬極端高溫的大氣特徵，結果發現基期（1979-2003）極端高溫事件發生的月份以 7 月為主，發生在夏季（6~8 月）的比例則超過 90%。但在暖化程度接近 RCP6.0 的 A1B 情境下，在 21 世紀末

（2075~2099 年）臺灣極端高溫事件將不只發生在夏季，其他月份（5~9 月）的比例也會增加，以 9 月最為明顯（圖 15）。21 世紀末臺灣極端高溫日數及溫度皆可能增加，在極端高溫日數方面，全台可能增加超過 90 天，中南區增加超過 100 天；在極端高溫溫度方面，全台增加超過 0.7°C（圖 16）。

極端高溫的溫度定義為：
以 1979~2003 為基準期，在此基準期中的日最高溫 95 百分位數的溫度作為高溫日門檻值。

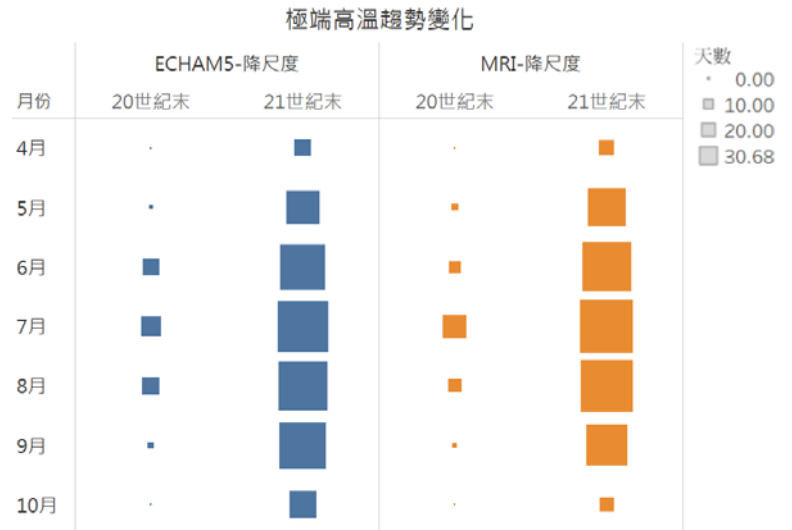


圖 15、臺灣極端高溫未來推估：月份與天數
資料來源：TCCIP 計畫；本報告重繪

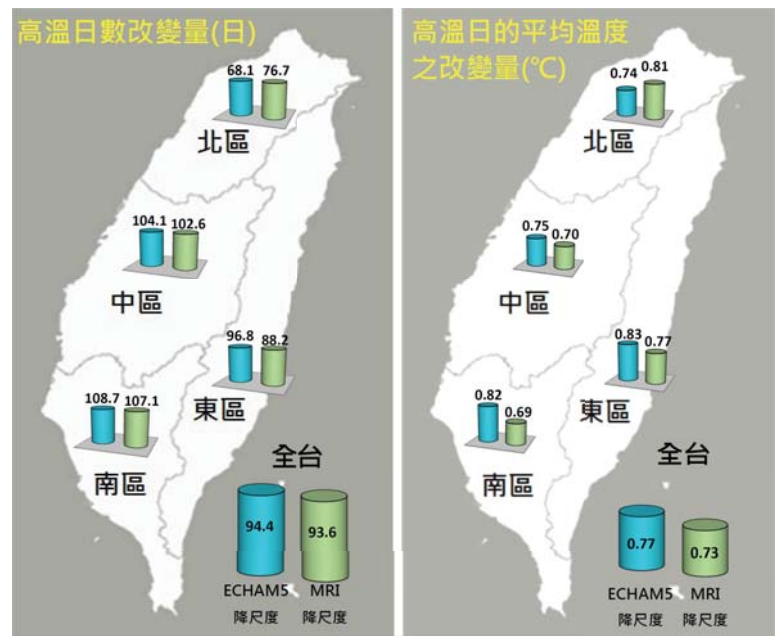


圖 16、臺灣極端高溫未來推估：
天數改變量與溫度
資料來源：TCCIP 計畫；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 6.34 圖 6.35；本報告重繪

¹⁰ ECHAM5 與 MRI 分別為德國與日本發展的氣候模式

重要發現 6：

臺灣未來降雨有兩極化的趨勢，極端多雨與少雨日數皆有增加的趨勢¹¹

本次科學報告新增極端降雨推估研究，發現在最劣情境（RCP8.5）下，21 世紀末臺灣降雨將越趨兩極化，亦即未來極端多雨日數有增加的趨勢，而極端少雨日數亦有增加的趨勢。

暖化的氣候改變臺灣降雨的特性。根據數個極端降雨指標的變化趨勢，臺灣的極端降雨將可能愈趨兩極化，多雨、少雨指標都有增加的趨勢，亦即水氾、乾旱的發生機率將可能上升。

在多雨的極端指標方面，在 RCP8.5 情境下，21 世紀末臺灣不論是多雨日數、豪雨日數，推估結果皆有增加的趨勢。比較北中南東四區的變化，發現南部多雨日數的增加趨勢最大（+12.2%）。而豪雨日數的全臺變化更明顯，北中南東四區的增加幅度都超過七成，以中部的變化最大（+128.1%）（圖 17）。

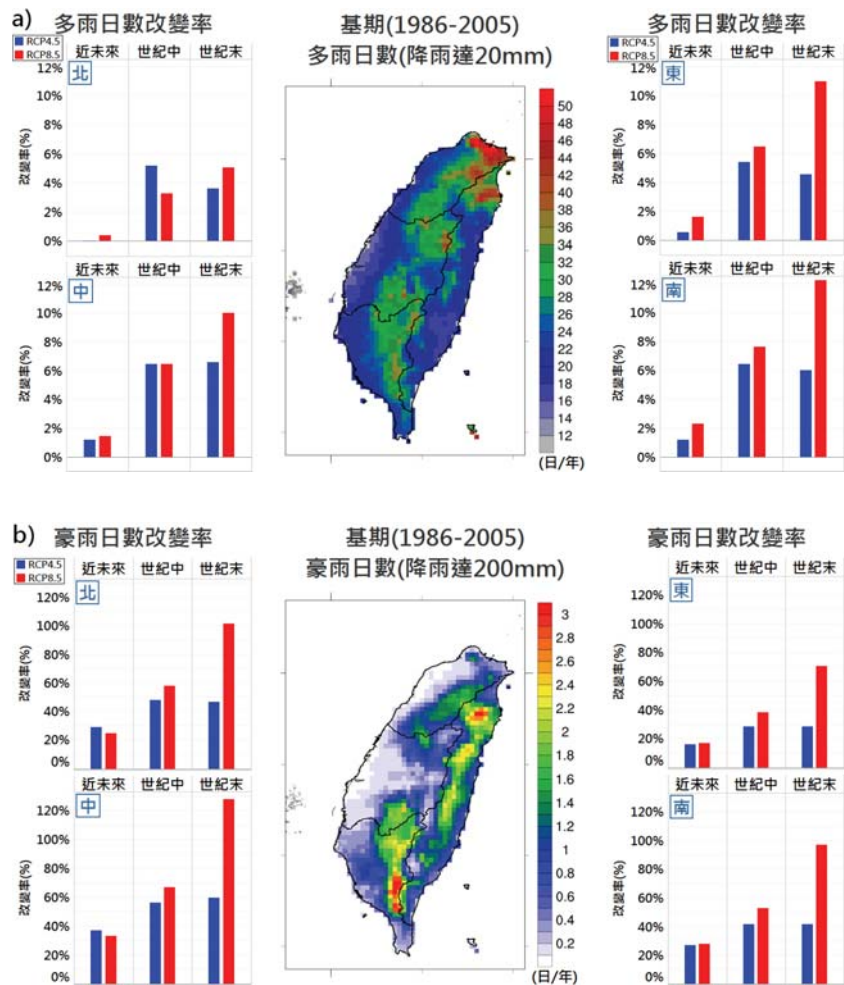


圖 17、臺灣北中南東四分區之未來極端多雨指標改變量推估圖：

a) 多雨日數；b) 豪雨日數

資料來源：TCCIP 計畫；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 6.20；本報告重繪

¹¹ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》附錄二未來臺灣區域氣候推估情境圖表集

在少雨的極端指標方面，在 RCP 8.5 情境下，21 世紀末臺灣北中南東四區的年降雨日數有減少的趨勢，其中以北部減少最多 (-6.0%)。而年最大連續無雨日皆有增加的趨勢，其中以東部的增加量最大 (+17.0%) (圖 18)。

本報告選用四個極端降雨指標：

- 多雨日數 (日雨量 >20mm 的天數，指標簡稱 r20mm)
- 豪雨日數 (日雨量 >200mm 的天數，指標簡稱 r200mm)
- 年降雨日數 (rr1)
- 年最大連續無雨日 (CDD)

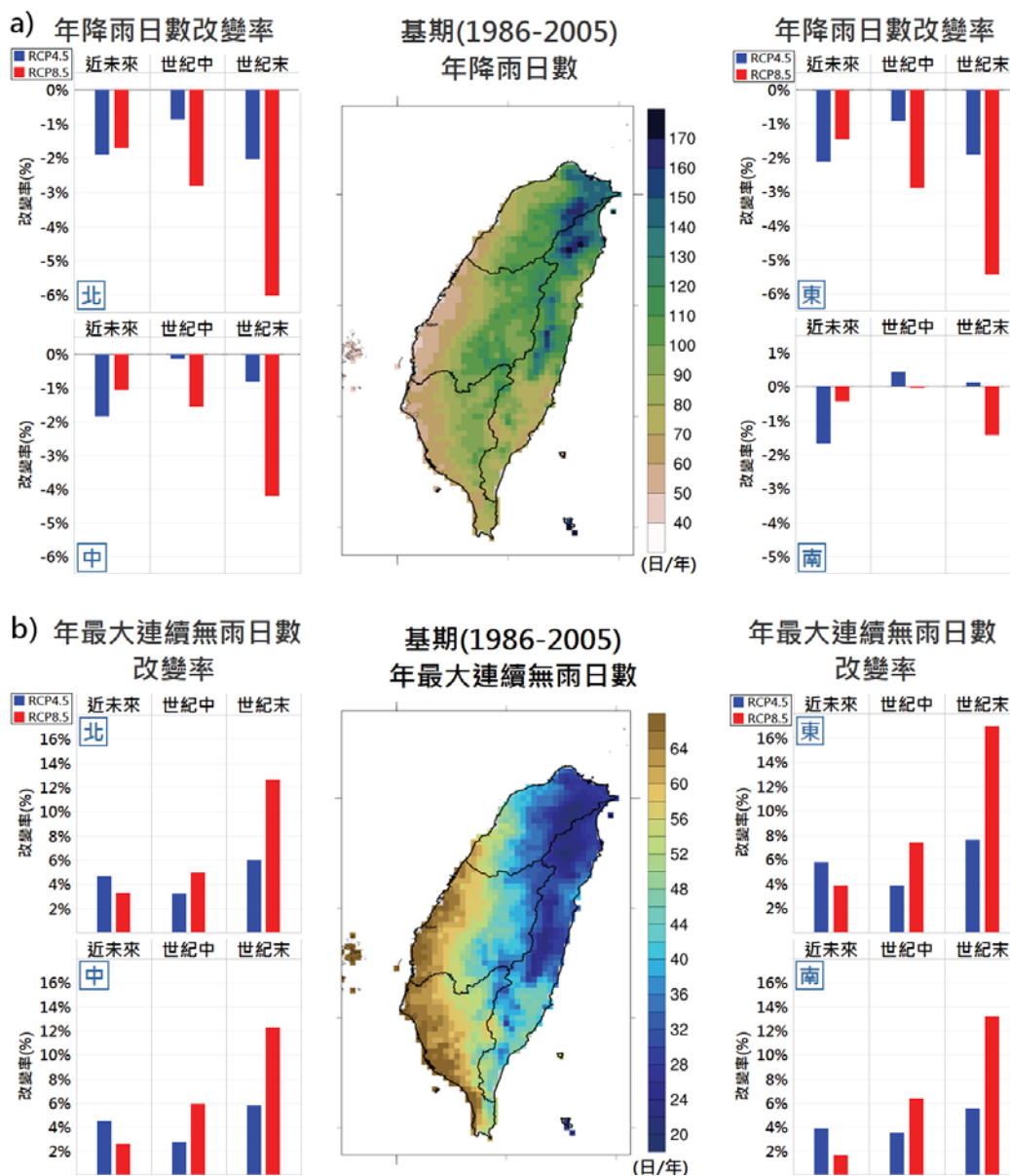


圖 18、臺灣北中南東四分區之未來極端少雨指標改變量推估圖：

a) 年降雨日數；b) 年最大連續無雨日數

資料來源：TCCIP 計畫；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 6.20；本報告重繪

重要發現 7：

未來西北太平洋與侵台颱風個數有減少趨勢，且強颱比例有增加的趨勢¹²

過去六十多年的觀測資料顯示，西北太平洋颱風生成個數與侵台颱風個數雖然沒有明顯的變化，但是侵台颱風的強颱比例變多。未來推估顯示侵台颱風個數有減少的趨勢，強颱比例增加與平均颱風降雨強度增加的趨勢。

自 1970 年代中期以來，穩定的衛星觀測提供更客觀的資料，使科學家們得以評估全球各大洋的熱帶氣旋活動頻率與強度的長期變化趨勢。近 40 年的衛星資料顯示，全球熱帶海洋面上每年大約生成 90 個熱帶氣旋，總數變化不大，但是不同大洋每年生成的個數有所不同，且明顯存在著年際到年代際時間尺度的變動。1951~2013 年間臺灣位處的西北太平洋海域熱帶氣旋的生成個數呈現明顯的年代際變化特徵，且於 1990 年代中期開始至今，生成個數相對偏少（圖 19a）。

根據美國聯合颱風警報中心（JTWC）1950~2014 年的資料，這段時期共有 285 個颱風影

響臺灣，每年約有 4.5 個颱風影響臺灣。由長期趨勢可以發現侵台颱風個數並無線性變化趨勢，而是存在明顯的年際與年代際的差異（圖 19b）。年際變化部份，單一年度曾有 9 個颱風影響臺灣（分別為 1966 和 2001 年），亦曾經單一年度僅有 1 個颱風影響臺灣（1970 年），顯示侵台颱風個數於年際之間的差異很大。年代際變化部分，1960 年代和 2000 年之後，影響臺灣的颱風個數相對偏多，每 10 年平均約有 5.4 個颱風，而 1950 年代、1970 年代至 1990 年代間，個數則相對偏少，每 10 年平均約為 4.0 個，顯示侵臺颱風個數具有明顯的年代際振盪。

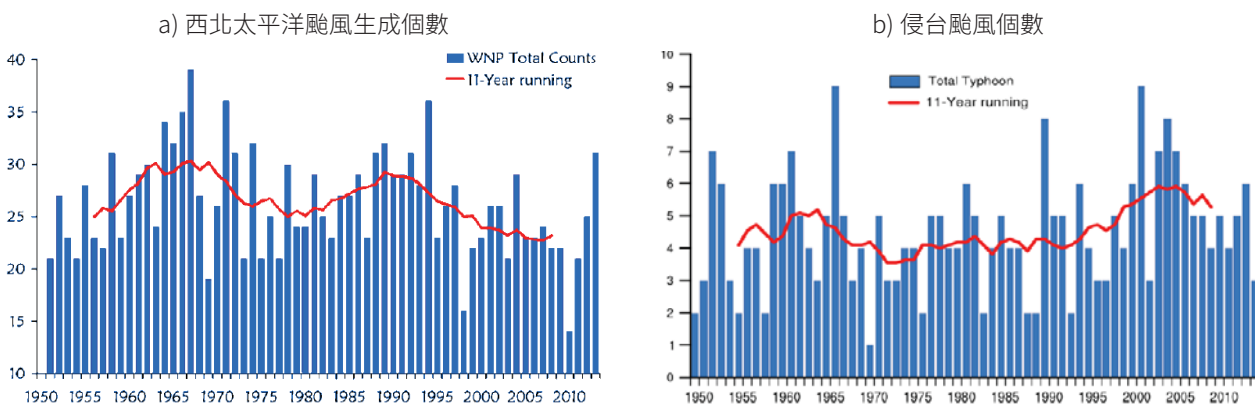


圖 19、颱風觀測：a) 西北太平洋；b) 侵台颱風

資料來源：TCCIP 計畫；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 4.19 圖 5.18；本報告重繪

¹² 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 4、5、6 章

目前全球推估模式對各海域未來颱風推估仍有分歧的結果。IPCC 使用四項熱帶氣旋指標呈現未來颱風變化的趨勢，結果發現西北太平洋在 21 世紀末（2081~2100 年）颱風的生成頻率將減少，但強烈颱風（強度 4、5 級以上）的生成頻率將增加，熱帶氣旋的平均最大強度也將可能增強、熱帶氣旋的降雨率增加，增幅介於 +5% 到 +30%（信心度高）。此與暖化情境下熱帶大氣水氣含量增加及熱帶氣旋水氣輻合增強等特徵一致。颱風路徑變遷的推估則受限於目前氣候模式的能力，尚無法得到具

體的共識（圖 20a）。

侵台颱風與西北太平洋颱風有類似的現象，意即隨著未來的暖化，每年平均侵台颱風的個數將減少。而受到暖化的影響，未來海面的溫度與颱風的水氣含量明顯增加，降水能力較強的颱風發生比例變大。若不考慮颱風路徑及頻率的改變，只考慮降雨強度的改變，21 世紀末，侵台颱風個數將減少，強颱比例增加，降雨強度將增加（圖 20bc）。

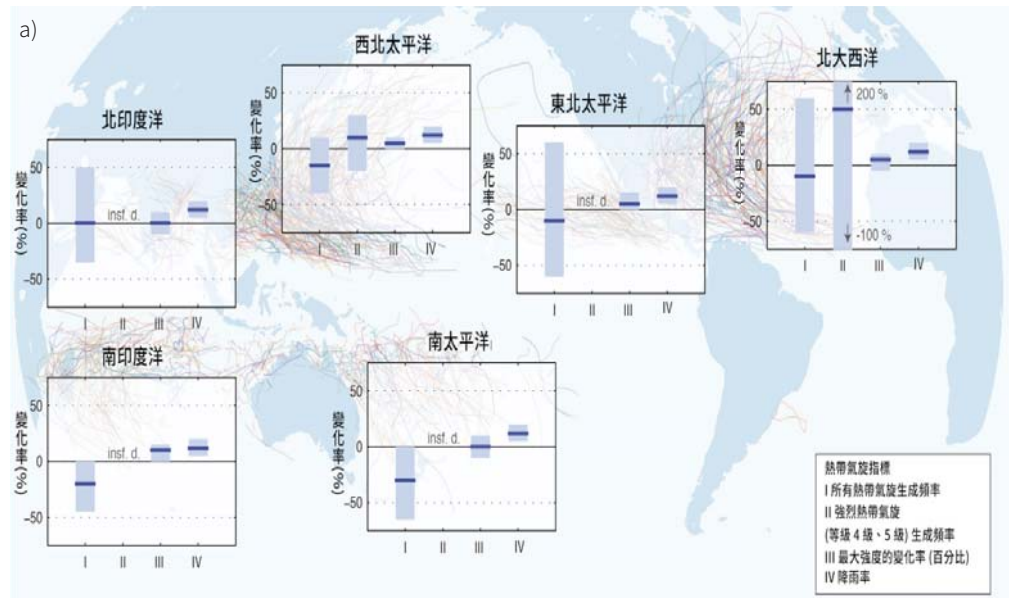
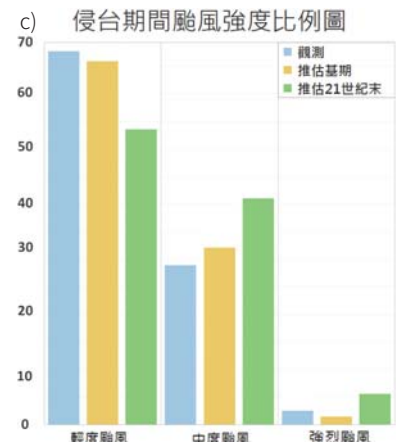
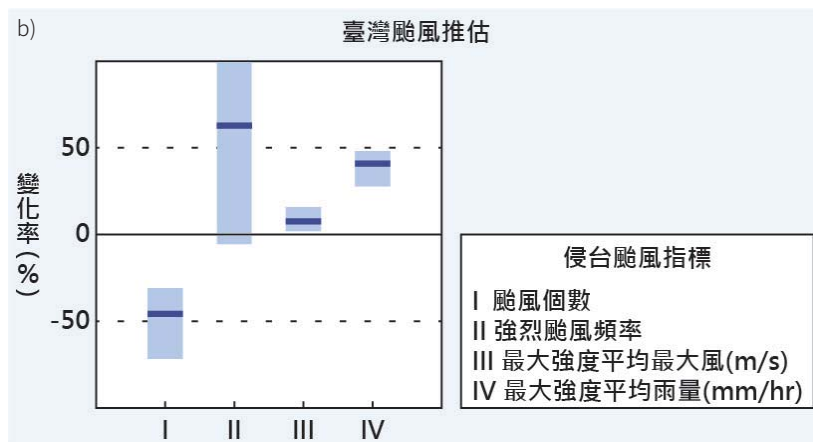


圖 20、颱風未來推估：
a) 全球與西北太平洋
b) 侵台颱風
資料來源：摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 4.26；本報告重繪



常見問題



常見問題 1：氣候變遷相關的海洋問題有哪些？¹³

氣候變遷相關的海洋問題主要有三項：海洋酸化、海平面上升、海溫上升。

氣候變遷相關的海洋問題主要有三項：海洋酸化、海平面上升、海溫上升。海平面問題在前面段落已經陳述，在此探討另外兩項問題。

由於海水可吸收大氣中將近 30% 的二氧化碳 (CO₂)，因此，當全球大氣平均 CO₂ 濃度大幅上升的同時，海洋也從大氣中吸收了大量人類活動所排放的 CO₂ 總量，直接造成海水酸鹼值 pH 值降低的海洋酸化現象。目前全球海洋表面水體的 pH 平均值已從工業革命時期的 8.2 下降到了 8.1，在 RCP8.5 情境下，21 世紀末的海洋表面 pH 平均值

將可能再下降 0.2 到 0.4 個單位 (圖 21)。

氣候變遷不僅造成陸地溫度上升，亦會造成海水溫度上升，但此一增溫現象隨著季節與區域的不同而異。從 1957 年至 2011 年臺灣周遭海域的增溫現象以冬季較為顯著，增溫約 0.5°C ~4°C，夏季的變異較為緩和，約 0.5°C ~1.5°C。就空間變異而言，臺灣海峽的增溫特別快速，其次為東海與大陸沿岸海域，南海與呂宋海峽黑潮流域的增溫相對不顯著 (圖 22)。

圖 21、全球海洋表面 pH 值時間序列

資料來源：IPCC，2013；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 2.47；本報告重繪

表面 pH 值

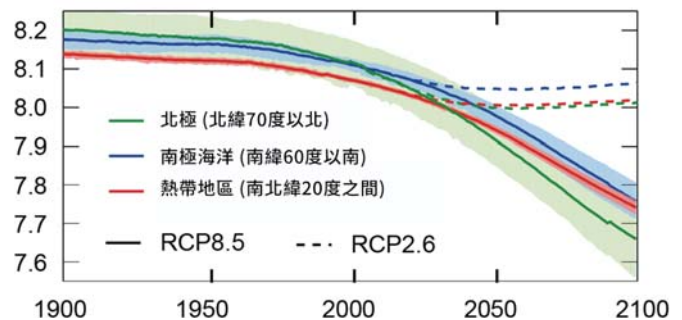
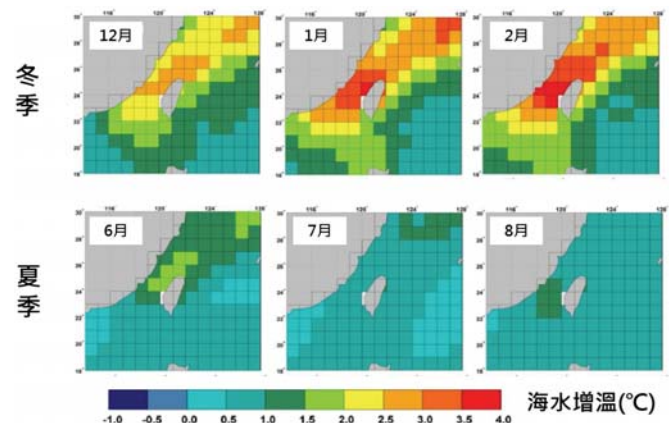


圖 22、

1957~2011 年間臺灣周遭海域的海水溫度變化趨勢
資料來源：Belkin and Lee, 2014；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 2.19；本報告重繪



¹³ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》常見問題 2.1、2.2、2.3

常見問題 2：未來氣候推估無法明確定量，不確定性的原因何在？

IPCC AR5 報告中使用許多氣候模式對未來溫度進行推估模擬，雖然模擬結果一致顯示未來氣候將發生暖化，但在定量推估方面仍存在有不確定性，主要原因源自：排放情境、氣候模式，以及自然變異。

氣候推估的不確定性大致源於下列三種因素，各因素的相對影響如圖 23 所示：

- (1) 排放情境：未來的溫室氣體和氣膠排放量，受到各種社會與經濟發展條件的影響，無法準確預測。IPCC 因此擬定數種不同的排放情境（AR5 報告中稱為「代表濃度途徑」），以涵蓋未來人類社會的可能發展。不同排放情境產生的氣候驅動力不同，未來的氣候變化程度也隨之不同，也是氣候推估不確定性最主要的來源。
- (2) 氣候模式：每個氣候模式設計不同，對溫室氣體、氣膠濃度變化的反應雖然趨勢一致，但幅度不同，模擬結果因此不盡相同。這些模式差異導致模擬結果的分歧性。由於模式各有其優缺點，無所謂完美模式，科學界進行氣候變遷

推估時集結全球二十多個氣候研究中心，在相同設定與情境下，同時進行模擬，並將所有結果綜整，呈現出未來可能發生的氣候變遷趨勢與幅度。

- (3) 自然變異：自然界的溫度變化原來就存在著相當程度的自然變異性，即使沒有外在驅動力影響，溫度的年際變化也有相當的變動幅度，未來氣候的推估結果也受這部分變動的影響。

考慮上述原因即可理解，為何溫度（與各種氣候特徵）的定量推估還有相當的不確定性。未來對氣候系統瞭解增進、對氣候模式的改進，以及採取明確的減碳途徑，都有助於提高定量氣候推估的一致性。

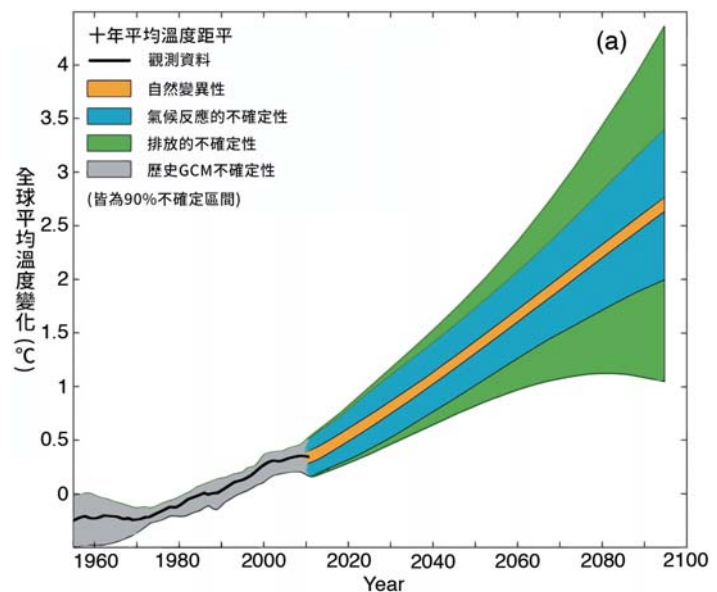


圖 23、氣候模式模擬全球平均地面升溫趨勢與幅度的不確定性散佈區間

資料來源：摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 F 1.1；本報告重繪

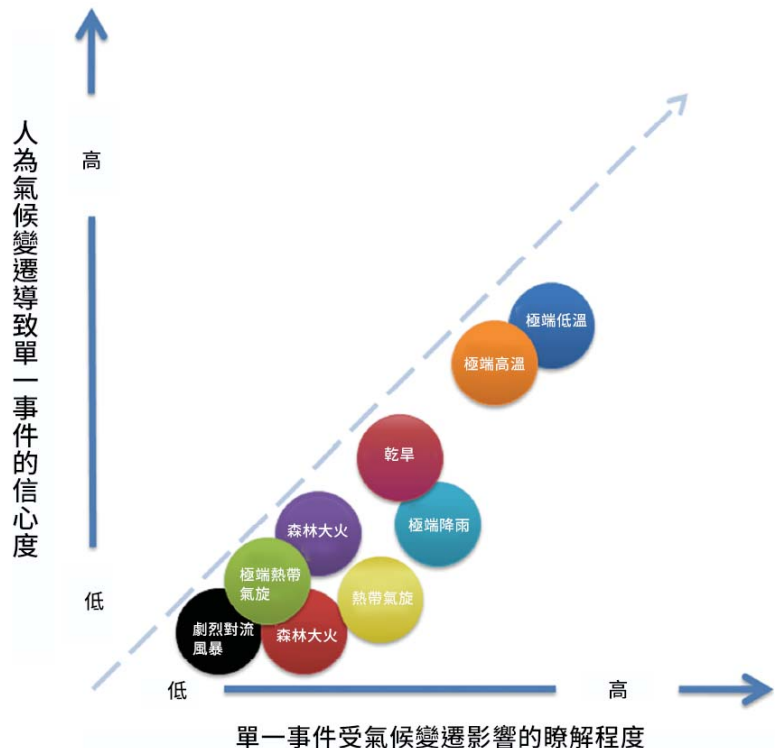
常見問題 3：最近發生的極端天氣與氣候是人為暖化造成的嗎？¹⁴

近年來，極端天氣與氣候發生頻率與強度有增強的跡象，為了解人為暖化的影響程度，國際間已經啟動整合性的歸因研究，以嚴謹的方法評估每年的極端個案，但研究結論仍多分歧。

與氣溫直接相關的長期環境變遷（如：大氣與海洋溫度上升、海平面上升、北極海冰減少等）受到人類影響的可能性較容易確認，最好的例子是過去百年全球溫度上升趨勢的檢驗。研究人員利用多達 40 幾個模式模擬溫室氣體、氣膠、火山爆發、太陽輻射強度變化、自然氣候變異等影響因素，發現只有考慮溫室氣體快速增加的因素，模式才能模擬出近數十年的暖化趨勢。IPCC AR5 因此判定溫室氣體的快速上升「非常可能」是造成過去數十年全球暖化的原因。

相對而言，與溫度無直接關係的天氣與氣候現象、以及極端天氣與氣候個案的歸因研究，多僅能給予較低的信心程度評等（圖 24）。例如劇烈天氣現象（如：颱風、豪雨等），受到許多不同隨機因素的影響，很難高信心的判定人為暖化的影響程度；除了大範圍地區颱風活動的長期變化的歸因難以確認，單一個案（如：莫拉克颱風）更是如此，因此目前對單一極端個案的歸因研究，多是以人為暖化對該現象的「發生機率」是否有影響作為結論。

圖 24、示意圖說明現階段科學知識在氣候變遷對極端天氣氣候事件的了解程度（橫軸）與將極端事件歸因於人為暖化的信心度（縱軸）。資料來源：National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. 2016；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 F 3. 3. 1，本報告重繪



¹⁴ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》常見問題 3.3

常見問題 4：臺灣的氣候變化狀態與區域是否一致？¹⁵

臺灣位處東亞及西北太平洋海域，氣候變遷對臺灣造成的改變也與區域同步。

過去一百多年來，臺灣的氣候變化大致同步東亞及西北太平洋海域，包括溫度、季節、海平面高度的改變，以及颱風變遷；而降雨的變化則較為複雜，具有地區性差異（表 3）。

- (1) 溫度上升：臺灣的平均氣溫百年來約增加 1.3°C；東亞地區百年（1901~2012 年）來，地面年均溫約上升 1°C ~3°C；全球地表溫度在過去一百多年已增加超過 0.85°C。
- (2) 季節變遷：根據 1901~2007 年的資料顯示，東亞與臺灣有類似的季節變遷：夏季長度延長、冬季長度縮短。夏季延長主要發生在副熱帶海洋，以及華南與華北地區；冬季縮短較明顯的區域發生在副熱帶海洋、中國沿岸、朝鮮半島以及貝加爾湖等地區。
- (3) 海平面上升：全球平均海平面於在 1993~2012

年間上升率約為每年 3.2mm[2.8~3.6]。同時期的資料顯示，相較於全球平均狀態，臺灣位處的西北太平洋海域亦有上升趨勢，根據臺灣的長期潮位觀測資料，近 20 年（1994~2013 年）的平均海平面變化為每年上升 3.4mm。

- (4) 降雨變化：臺灣百年來的降雨變化較為複雜，平均降雨量的變化趨勢不明顯，但各季節的降雨有年代際變化。1960~2000 年的資料顯示，東亞的平均年降水總量並無明顯增加或減少趨勢。另有研究顯示自 1980 年代之後，華南、臺灣以及日本南部的冬季降水出現明顯增多的趨勢，與南海地區海溫上升導致水氣量增多有關。
- (5) 颱風變遷：臺灣與西北太平洋的颱風個數（西北太平洋海域為颱風生成個數，臺灣為侵台颱風個數）、強颱風頻率、降雨率等數值皆相似。

表 3、全球、區域與臺灣氣候變遷一致性比較

	全球	東亞 / 西北太平洋	臺灣
溫度增溫	◎	◎	◎
季節變遷		◎	◎
海平面上升	◎	◎	◎
降雨變化	—	—	—
颱風變遷		◎	◎

資料來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》；本報告整理

¹⁵ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 4 章

常見問題 5：臺灣氣候暖化程度為何大於全球平均？¹⁶

臺灣氣溫的變化步調大致同步全球的平均氣溫變化；但臺灣在 1900 年至 2012 年間的上昇幅度約 1.25°C，比全球平均值 0.89°C（以 1901~2012 年統計）高。

根據全球的全年溫度變化趨勢空間分布圖（圖 25a）顯示，臺灣處於氣候暖化幅度較大的區域，而且臺灣鄰近海面的暖化幅度都比較大。臺灣北方的東海、黃海，以及中國東北、韓國、日本等陸面的暖化幅度都很大，歐亞大陸緯度較高地區（如中亞和西伯利亞區域）的暖化程度更明顯高於沿海區域。若將全年區分為冬春季節（1~3 月）和夏秋季節（7~9 月）月份（圖 25bc），可以看到冬春的暖化幅度遠大於夏秋。臺灣及附近海面暖化幅度的季節變化和歐亞大陸非常類似，都是夏秋的幅度小於其他月份。由此可知相較於全球平均暖化的幅度，臺灣的暖化較為明顯，這並非臺灣的特有現象，而是東亞大範圍區域氣候的共同特徵。

全年平均溫度的暖化程度受冬半年溫度變化主導，全球暖化使中高緯度陸地上冰雪覆蓋面積縮小，亞洲冬季季風減弱，受冬季季風影響較深的東亞沿海區域的氣溫上升幅度大於全球平均。圖 25a 顯示在臺灣附近從 1901 年到 2012 年氣溫約上升了 1.25°C，和臺灣測站觀測的紀錄非常一致，表示臺灣與大區域暖化現象一致，並無特殊之處。

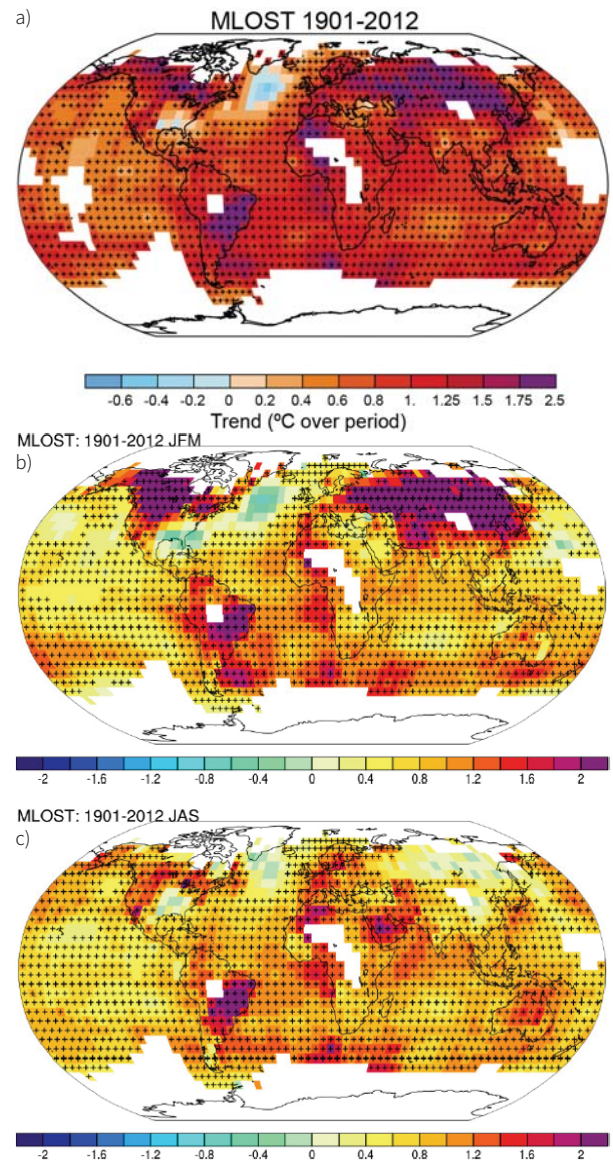


圖 25、1901~2012 年全球地表溫度變化空間分布：a) 全年；b) 1~3 月；c) 7~9 月

資料來源：IPCC，2013；摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 F 5.1.1 & 圖 F 5.1.2

註：白色網格代表資料不足或缺值，黑色十字符號標示溫度改變趨勢具有統計顯著性（90% 信心區間）的網格。

¹⁶ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 5 章

常見問題 6：IPCC AR4 與 AR5 使用的全球氣候模式資料差異為何？¹⁷

IPCC 在 AR5 中使用 CMIP5 全球氣候模式，取代 AR4 的 CMIP3 全球氣候模式。兩個模式使用的未來情境及溫室氣體排放的設計與假設、氣候系統所產生輻射驅動力的變化皆有不同，參與執行的氣候模式數目、版本也不相同。

從模式發展而言，新一代的 CMIP5 氣候模式考慮了更多影響地球氣候系統的機制（如氣膠、植物生態、碳循環等），能更細緻的模擬地球氣候系統的運作，大氣海洋模式耦合過程較無長期的偏移問題，整體空間解析度也提升。

在模擬現今地球氣候系統特徵方面，CMIP5 氣候模式平均表現較好。在未來情境方面，原 CMIP3 設定的溫室氣體排放減量時程較慢、二氧化碳在大氣的停留時間較長，也高估近未來人為懸

浮微粒的作用，都使 CMIP3 的氣候系統的輻射強迫力隨時間變化的趨勢更明顯；而 CMIP5 提供的資料種類與時間都更具多樣性，模擬的誤差較小、可信度較高。

比較前後兩期報告、使用不同氣候模式的臺灣未來溫度變遷推估結果則發現，由於 CMIP5 各情境的模式個數較多，可能造成分析結果不一致性較大，但可信度較高。圖 26 顯示臺灣在不同情境下溫度的改變。

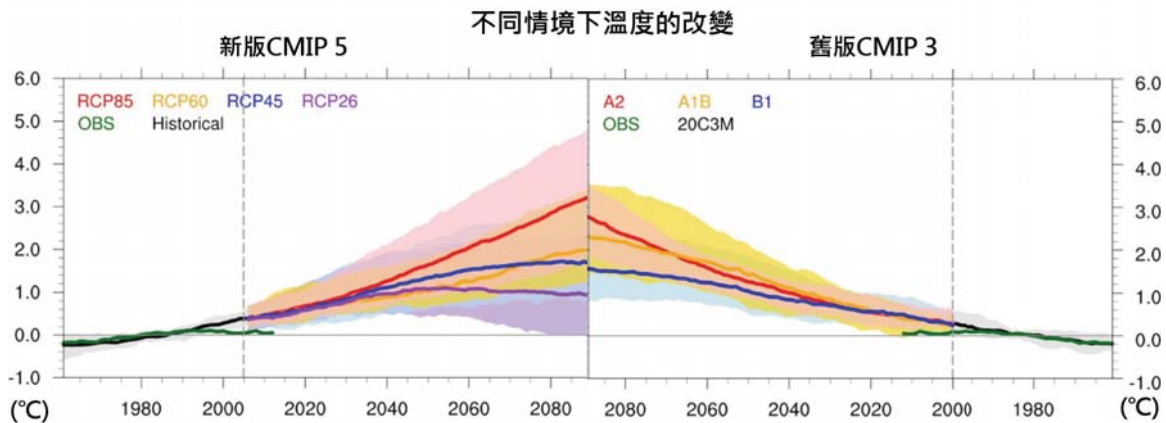


圖 26、臺灣不同氣候模式溫度推估之比較

資料來源：TCCIP 計畫，摘自《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》圖 S 6.9

¹⁷ 重點摘錄來源：《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》第 6 章

常見問題 7：臺灣的氣候變化將帶來哪些可能的衝擊？

氣候變化將對臺灣不同領域產生不同程度之衝擊，《臺灣氣候變遷科學報告 2017—衝擊與調適面向》初步彙整臺灣目前的研究成果，供讀者查閱。

臺灣未來在氣溫、降雨、海洋方面皆有不同氣候變化，這些變化對臺灣不同領域可能造成的不同面向、不同程度的衝擊（圖 27）。針對這些領域，《臺灣氣候變遷科學報告 2017—衝擊與調適面向》初步彙整臺灣目前的研究成果，讀者可依興趣自行查閱。

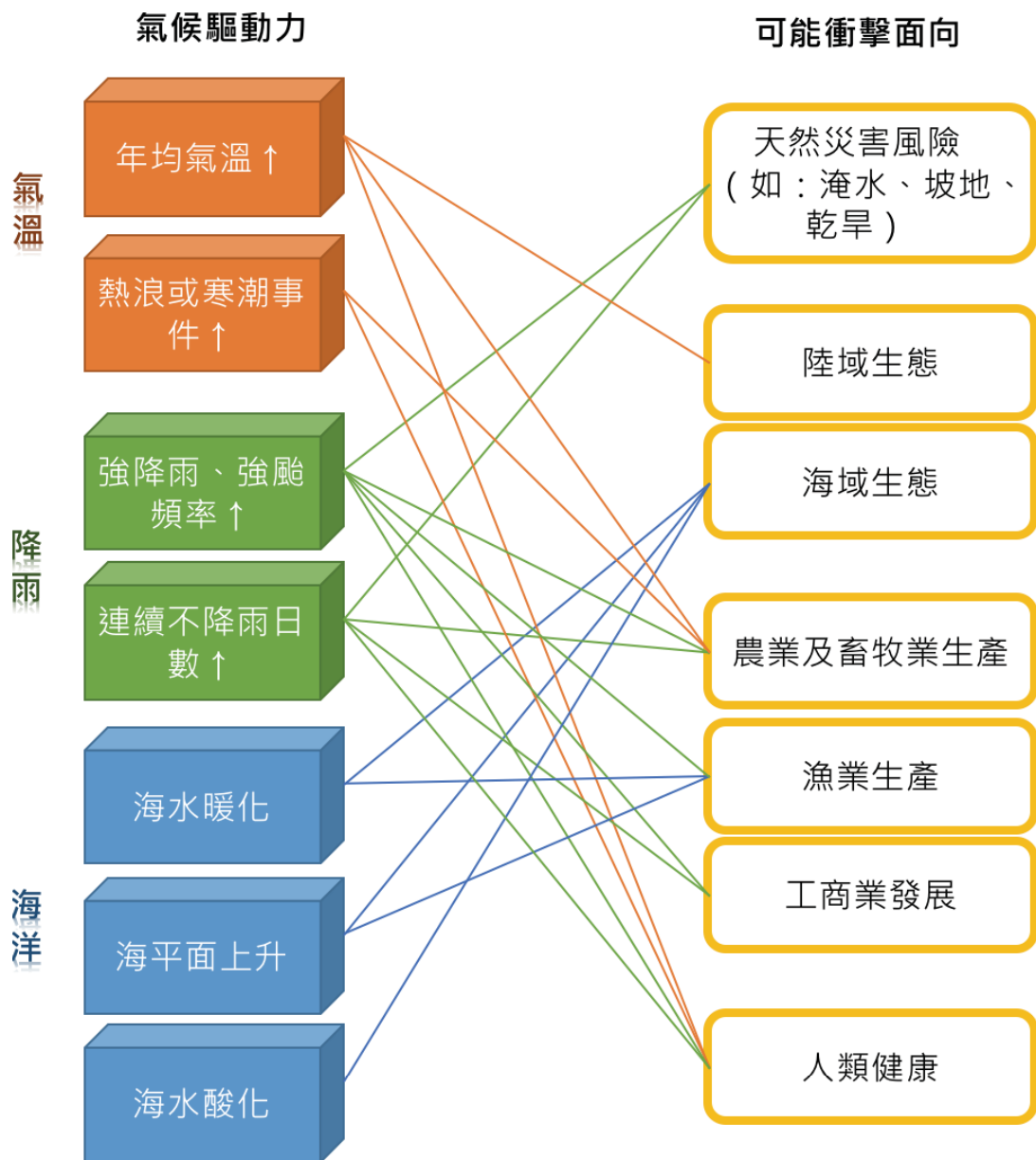


圖 27、氣候變化的可能衝擊（示意圖）

註：氣候變化的衝擊面向不限於此 7 項，本圖僅示意《臺灣氣候變遷科學報告 2017—衝擊與調適面向》探討的衝擊面向

常見問題 8：本版科學報告與 2011 年科學報告有何差異？

2017 年科學報告的研究方法有多項更新與差異，例如：觀測資料更新、納入更多測站、採用更多氣候模式、更高解析度、並以代表濃度途徑的輻射變化量作為暖化情境標準；此外更增加了海洋變遷、季節變遷、極端事件、衝擊評估的研究。

在研究資料方面，新版科學報告將觀測資料進行更新、並納入更多測站。前一版科學報告使用中央氣象局臺北、臺中、臺南、恆春、花蓮、臺東共 6 個測站的資料；2017 年版的科學報告則增加至 14 個氣象局測站，並在網格分析過程納入經濟部水利署、農委會的測站。

更重要的是，隨著聯合國 IPCC 的第五次氣候評估報告 (AR5) 於 2013 年出版，本科學報告團隊也跟進調整了氣候模式和情境設定。本版科學報告運用最新的全球氣候模式 CMIP5 成果，納入

更多的模式成員及提高解析度；在暖化情境設定方面，從 AR4 使用的二氧化碳排放濃度情境，改為以代表濃度途徑 (Representative Concentration Pathways, 簡稱 RCPs) 的輻射驅動力 (radiative forcing) 變化量，分為 RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0 與 RCP8.5 四種情境。

在章節安排方面，新版科學報告除了舊版的架構外，更增加了海洋變遷、季節變遷、極端事件、衝擊評估等研究內容，以及完整的指標圖集，以提供使用者更多元、深入的應用層面。

常見問題 9：我居住的縣市的未來氣候狀態將有何變化？

由於氣候變化呈現區域差異，本報告於附錄提供了「未來臺灣區域氣候推估情境圖表集」(頁 517 ~ 頁 649)，供讀者查閱。

「未來臺灣區域氣候推估情境圖表集」包含了不同情境下溫度與降雨平均變化與極端指標，讀者可根據自己居住的縣市以及想要瞭解的氣象變數去閱讀，以下簡單說明其提供的資料格式：

圖表集主要有氣溫和降雨 2 類氣象變數，包括四季的溫度和雨量平均變化，以及極端降雨指標 (平均年最大日降雨量變化、平均年最大連續 5 日降雨量變化、年平均多雨日數變化、年平均大雨日數變化、年平均豪雨日數變化、年平均總降雨量變化、年平均雨日變化、年平均雨日降雨強度變化、平均年最大連續降雨日變化、平均年最大連續不降雨日變化)、極端溫度指標 (平均熱浪持續指標、

平均暖日持續指標、平均寒潮持續指標、平均冷日持續指標、日夜溫差變化)。

在空間尺度方面，除了臺灣全區的空間分布圖外，也分別有兩種分區方式呈現—臺灣 4 區 (北、中、南、東) 與臺灣縣市 16 分區 (北北基、桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、南投、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、宜蘭、花蓮、臺東及澎湖)。時間尺度方面，參考基期時段皆為 1986-2005，在空間分布圖中則有三個推估時期：近未來 (2016~2035 年)、世紀中 (2046~2065 年) 和世紀末 (2081~2100 年)。

常見問題 10：

《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》如何產製而成？

集合國內 46 名學者專家編撰，回顧 894 篇國內外重要文獻，以彙編已發表的重要文獻原則下完成。

《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》由科技部支助之「臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫，簡稱 TCCIP 計畫」團隊策畫編輯完成，自 2013 年 9 月召開第一次編輯委員會議開始策畫，總共歷經至少 20 次編輯會議密集討論。主要內容由國內從事氣候科學研究的 13 個政府與學研單位，總共 46 位學者專家（表 4），回顧 894 篇國內外重要文獻，彙整全球及臺灣過去氣候變化與未來氣候推估的研究發現，探討其中的物理機制，最後編撰完成此份超過 600 頁的報告。在編撰過程中，編輯委員與主要作者對於編輯內容有以下幾點原則共識：

(1) 報告架構：比照 2011 年第一版的報告架構，新增讀者最關心的臺灣氣候變遷的部份，將部分數值圖表增列附錄，而原先規劃擬新增海洋變遷及古氣候兩章，但是因國內古氣候資料尚不足以獨立成一章，便調整於第二章中分述古海洋、亞洲古環境及臺灣古環境的變遷。

(2) 讀者界定：將主要讀者群設定為氣候變遷相關領域科學家及研究人員；第二重要讀者群為氣候變遷調適策略的制定者及承辦者。

(3) 彙編文獻：此報告定位非原創研究報告，而是彙編重要文獻（期刊、研究報告、計畫成果報告）而成，避免完全使用單一計畫或個人的論點，意即內容均須為已於其他來源審查、發表之研究成果，應儘量避免使用尚未正式發表的、研究計畫進行中的結果。

(4) 本報告對於臺灣的歷史與未來氣候變遷評析之依據來自 TCCIP 計畫團隊內部研究成果。

(5) 資料年限：因彙編之文獻須為已發表之文獻，再加上後續編輯時程，因此，部分內容之資料年份未能是最新的結果，部分資料與文獻止於 2014 年。

(6) 其他：以常見問題（FAQ）、文字框（Box）的方式，補充說明部分重要概念與定義說明，以維持本文閱讀的流暢性。

表 4、各章章節作者

章節	作者
第一章 全球氣候變遷	周佳、陳維婷、羅敏輝、李威良、李時雨、陳昭安、許晃雄、藍嘉偉、黃筱晴、王啟芸、劉千義、蘇世顯
第二章 海洋系統與變遷	李明安、劉康克、吳朝榮、曾于恆、楊智傑、陳鎮東、雷漢杰、陳明德、藍國璋、郭怡君、林永富、汪佑霖
第三章 氣候模態、年代際變化、氣候遷移、與暖化遲滯	許晃雄、李明營、羅資婷
第四章 東亞與西北太平洋氣候變異與變遷	洪志誠、李時雨、鄧治華、涂建翊
第五章 臺灣氣候觀測分析	盧孟明、洪致文、涂建翊、黃威凱、周崇光、卓盈旻、鄭琇嫻、張順欽
第六章 臺灣未來氣候變遷推估	陳正達、鄭兆尊、林傳堯、林修立、朱容練、童裕翔、莊穎叡、錢伊筠、陳淡容、林宜穎

參考資料

1. 周佳、陳維婷、羅敏輝、李明安、許晃雄、洪志誠、鄒治華、盧孟明、洪致文、陳正達、鄭兆尊等撰寫小組 (2017) :臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制。臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫。新北市。666 頁。
2. Belkin, I. M. and M. A. Lee. (2014). Long-term variability of sea surface temperature in Taiwan Strait. *Clim. Change*, 124, 821-834. doi: 10.1007/s10584-014-1121-4.
3. IPCC. (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change*. Washington, DC: The National Academies Press. doi:10.17226/21852.
5. NOAA. (2018). National Centers for Environmental information, *Climate at a Glance: Global Time Series*, published February 2018, retrieved on March 10, 2018 from <http://www.ncdc.noaa.gov/cag/>
6. WMO. (2017). 2017 is set to be in top three hottest years, with record-breaking extreme weather. Retrieved on March 10, 2018 from <https://public.wmo.int/en/media/press-release/2017-set-be-top-three-hottest-years-record-breaking-extreme-weather>

臺灣氣候的過去與未來
《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》重點摘錄

發行人：陳宏宇

科學報告總編輯：許晃雄

計畫主持人：林李耀

主編：陳永明

執行編輯：郭士筠

編輯小組：朱吟晨、童裕翔、邱雅暄

視覺設計：孫天祥、黃偉凱、謝馥安

補助單位：科技部自然科學及永續研究發展司

補助計畫：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫

發行單位：國家災害防救科技中心

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 9 樓

電話：02-8195-8600

發行日期：2018 年 4 月

臺灣



氣候

過去



未來
