

第五章

氣候變遷衝擊影響 及調適對策

- 5.1 氣候變遷危害
- 5.2 氣候變遷衝擊
- 5.3 調適措施與成果

第五章 氣候變遷衝擊影響及調適對策

我國地形高聳，河川湍急，加上每年颱風頻繁帶來強烈風勢降雨，經常造成洪水及土石流等災害。未來全球氣候變遷下極端天氣發生之頻率提高，將使我國面臨更多威脅，如何因應是我國當前重要課題。

我國氣候變遷衝擊影響之評估，係採用 IPCC 第五版評估報告 (Fifth Assessment Report, AR5) 規範，將氣候變遷「風險」定義為「危害度」、「暴露度」與「脆弱度」的函數。根據 IPCC 定義，「危害度」代表可能發生的自然或人為物理事件或趨勢，或物理影響；「暴露度」代表對於人類生命、生計、物種或生態系統、環境服務與資源、基礎建設、經濟、社會與文化資產有可能遭受不利影響的位置與設置；「脆弱度」代表容易受到負面影響的傾向 (propensity) 或本質 (predisposition)。脆弱度涵蓋多種概念，包括敏感性、容易受災特性、以及缺乏應付與適應的能力。

本章第一節統合觀測與推估資訊，介紹我國面對氣候變遷之「危害度」；第二節介紹我國面對氣候變遷之「風險」；第三節介紹我國因應氣候變遷風險，所推動之相關政策與措施。

5.1 氣候變遷危害

本節結合氣象觀察歷史數據及未來氣候推估，敘述氣候變遷對我國之危害情形。在氣象觀察方面，採用交通部中央氣象局的歷史氣象觀測資訊；在推估方面，綜合採用 IPCC 第五版及 IPCC 第六版評估報告的排放情境假設，包含 4 種溫室氣體「代表濃度途徑」情境 (Representative Concentration Pathways, RCPs)，以及 5 種「共享社會經濟途徑」 (Shared Socioeconomic Pathways, SSP)。

5.1.1 氣溫

回顧我國歷史氣溫紀錄，我國氣溫從 1900 年起持續上升，增溫速度亦有持續增加之趨勢。1900 至 1920 年期間增溫速度較為緩慢、1920 至 1940 年期間增溫速度較高、1940 至 1970 年期間增溫速度再度趨緩，但進入 1980 年後溫度進入快速上升階段，如圖 5.1.1-1 所示。

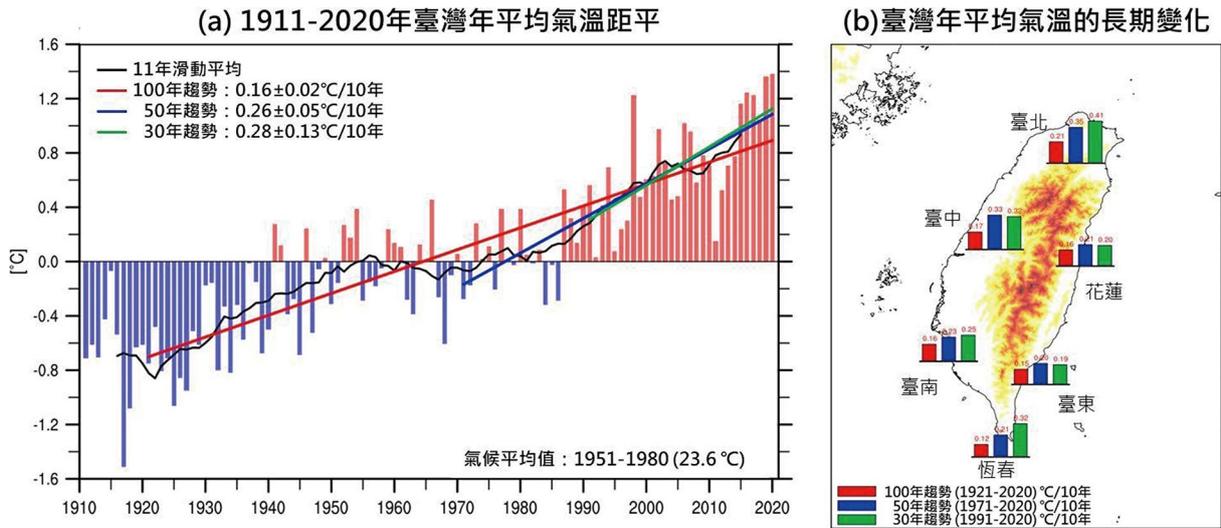


圖 5.1.1-1、臺灣 1911 至 2020 年溫度觀測趨勢

資料來源：科技部，「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」，2021 年

進一步比較歷年夏半年及冬半年之平均溫度，可發現夏半年之溫度自 1900 年起穩定

上升，冬半年則依年代有升溫速率改變之現象，如圖 5.1.1-2 所示。

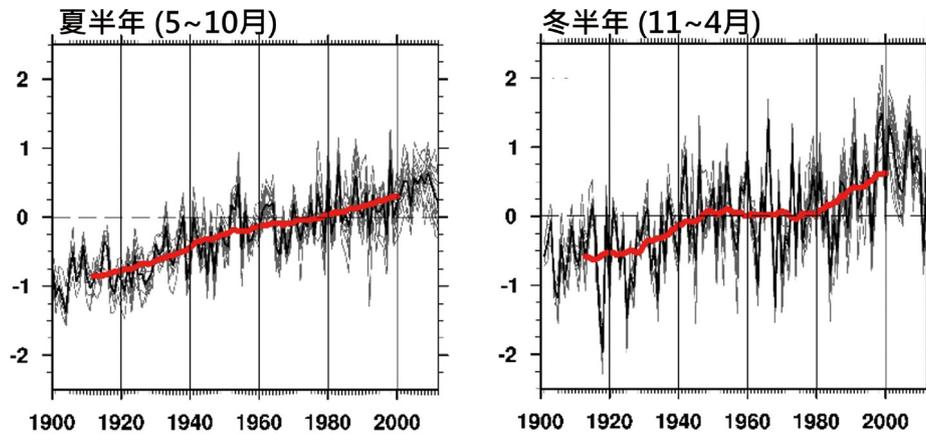


圖 5.1.1-2、臺灣 1911 至 2017 年溫度觀測趨勢

資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫，「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」，2018 年

氣溫變遷影響四季分布，二十一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。每日高低溫差也有所變化，1907 至 2017 年全年日最高溫度增加 0.8°C，全年日最低溫度增加 1.7°C，如表 5.1-1 所示，以「氣溫日

較差」（每日最高溫度減去最低溫度 Diurnal Temperature Range, DTR）來看，DTR 從 1900 至 1930 年代增加 0.7°C，而後開始緩慢下降，至 2012 年減少 1°C，整體而言每日高低溫差減少 0.3°C。如表 5.1.1-1 所示。

表 5.1.1-1 臺灣 1907 年至 2017 年平均氣溫增加幅度

	平均氣溫	日最高溫度	日最低溫度
全年	23.1°C (+1.3°C)	27.0°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：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫，「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」，2018 年。

整體上，我國年平均氣溫在過去 110 年（1911-2020 年）上升約 1.6°C，且近 50 年、近 30 年增溫有加速的趨勢；各地氣溫未來推估將持續上升。全球暖化最劣情境 (SSP5-8.5) 下，二十一世紀中與世紀末之年平均氣溫可能上升超過 1.8 °C、3.4°C；理想減緩情境 (SSP1-2.6) 下，可能增加 1.3°C、1.4°C。

在未來趨勢的預測上，以 1985 至 2014 年的平均溫度作為基線，推估我國到 2100 年的溫度變化趨勢。在 IPCC AR6 全球暖化最劣情境 (SSP5-8.5) 下，二十一世紀中、末之年

平均氣溫可能上升超過 1.8 °C、3.4 °C，且溫室氣體濃度越高，升溫幅度則越大，在空間趨勢方面，隨著時間的推移，在四種溫室氣體濃度情境下溫升幅度會因不同地理位置出現差異，北部所受高溫的衝擊將較其他區域嚴重，如圖 5.1.1-3 所示。未來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。最劣情境下變遷明顯，理想減緩情境下之變遷相對緩和，如圖 5.1.1-4 所示。

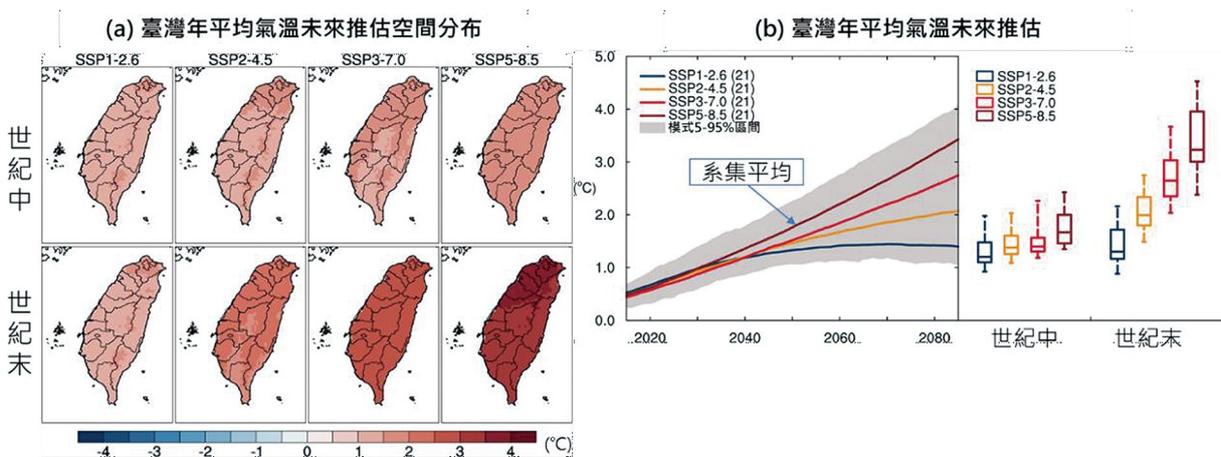


圖 5.1.1-3、臺灣未來氣溫模式推估趨勢分布圖

資料來源：科技部，「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」，2021 年

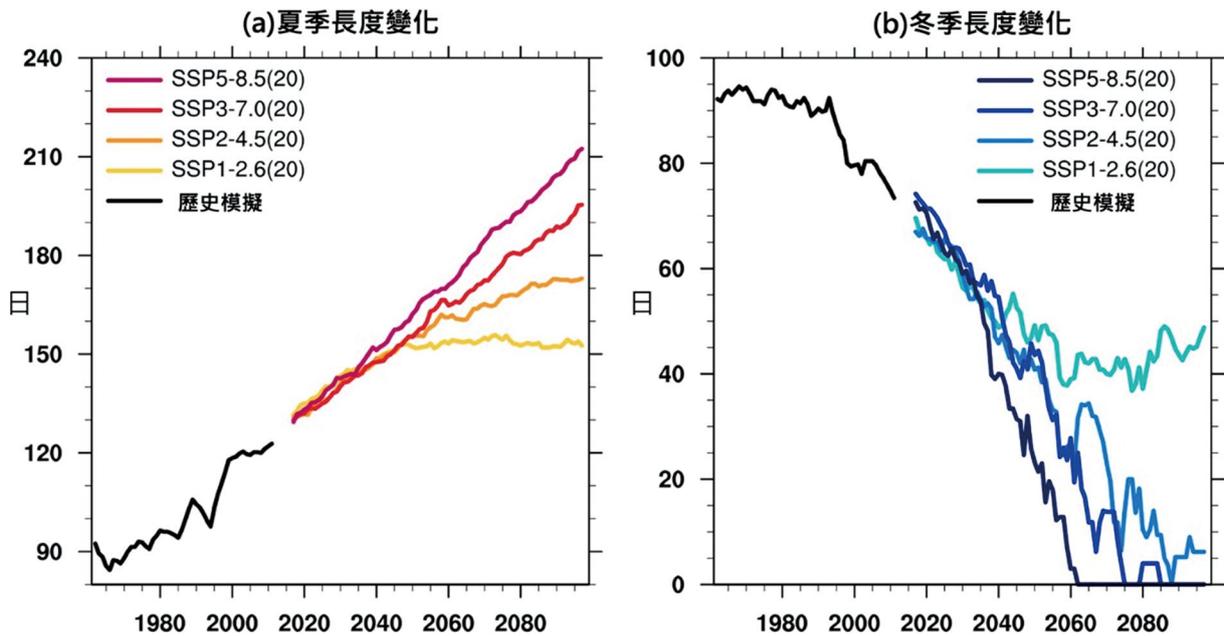


圖 5.1.1-4、臺灣未來季節長度趨勢推估

資料來源：科技部，「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」，2021 年

5.1.2 海平面

全球與我國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；我國周遭海域的海平面近 20 年期間上升速度為每年 3.4 公釐。

回顧歷史海平面紀錄，我國周遭海域（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 年至 2003 年間，鄰近海域的海平面平均每年上升 2.4 公釐 (mm)，在 1994 年至 2013 年的近 20 年間，海平面上升速度增加到每年 3.4 公釐 (mm)。

依據 IPCC AR6 公布之互動式地圖 (WGI Interactive Atlas)，我國所在之東亞 (East Asia) 地區在最劣情境 (SSP5-8.5) 下，近期 2021-2040 海平面上升之中位數為 0.1m (P5-P95 分位數

0.0- 0.2m)、世紀中 2041-2060 上升 0.3m (P5-P95 分位數 0.1-0.5m)、世紀末 2081-2100 則上升 0.7m (P5-P95 分位數 0.3-1.2m)。未來我國將持續加強海平面推估之相關能力建構。

5.1.3 降雨

我國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（夏季與秋季又稱為濕季，由梅雨與颱風為我國帶來豐沛降水量，而冬季與春季又稱為乾季，除北部外皆無明顯降雨）。在最劣情境 (RCP8.5) 下，二十一世紀末我國濕季降雨將增加，中部地區較為明顯，而乾季降雨將減少，南部地區較為明顯。

回顧我國歷史降雨紀錄，在年總降水量

及降水指數方面，過去 100 年內並無明顯的長期變遷趨勢，如圖 5.1.3-1ab 所示，但 1960 年代之後，少雨年發生次數明顯比前半世紀增加（詳參圖 5.1.3-1ab）；最大 1 日暴

雨強度趨勢變化不明顯，但是在 1990-2015 年間，年最大 1 日暴雨強度明顯增加，近三年（2018-2020 年）則明顯減少（詳參圖 5.1.3-1cd）。

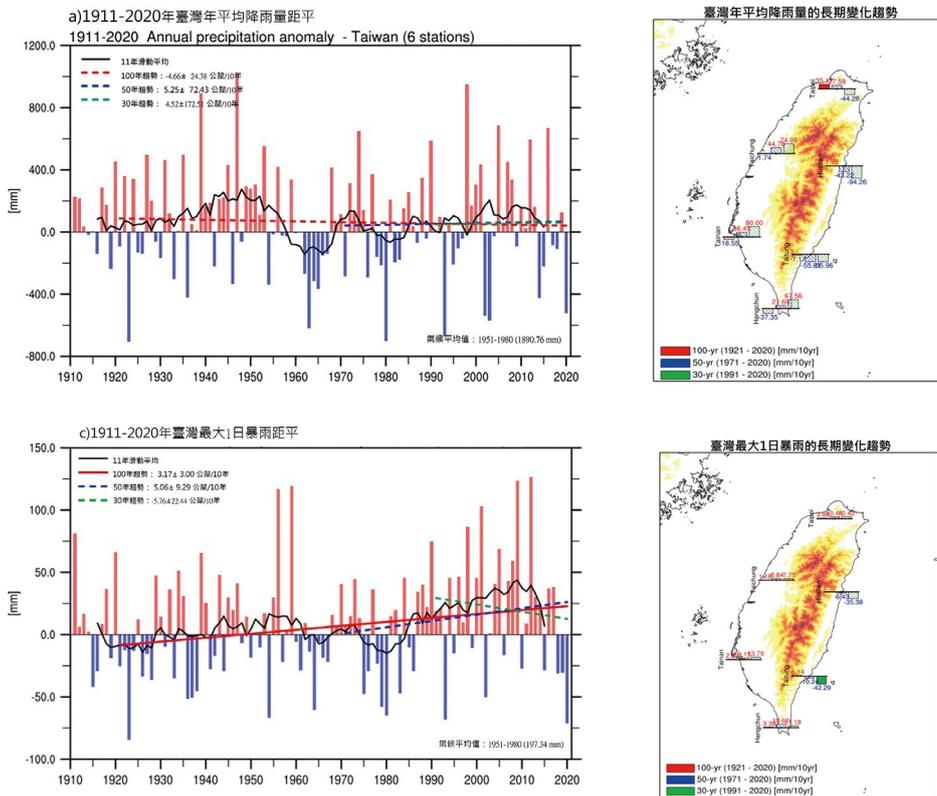


圖 5.1.3-1、臺灣 1911 年至 2020 年降雨量觀測趨勢

說明：a) 年平均降雨量；b) 年平均降雨量變化依區域分；c) 暴雨強度；d) 暴雨強度依區域分
 資料來源：科技部，「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」，2021 年

在未來 AR6 最理想減緩情境與最劣情境趨勢的預測上，到二十一世紀中期，年總雨量預計分別增加 12%、15%，年最大 1 日暴雨強度預計分別增加 15.7%、20%，年最大連續不降雨日數預計分別增加 1.8%、5.5%；到世

紀末期，年總雨量預計分別增加 16%、31%，年最大 1 日暴雨強度預計分別增加 15.3%、41.3%，年最大連續不降雨日數則預計分別增加 0.4% 至 12.4%；如圖 5.1.3-2 所示。

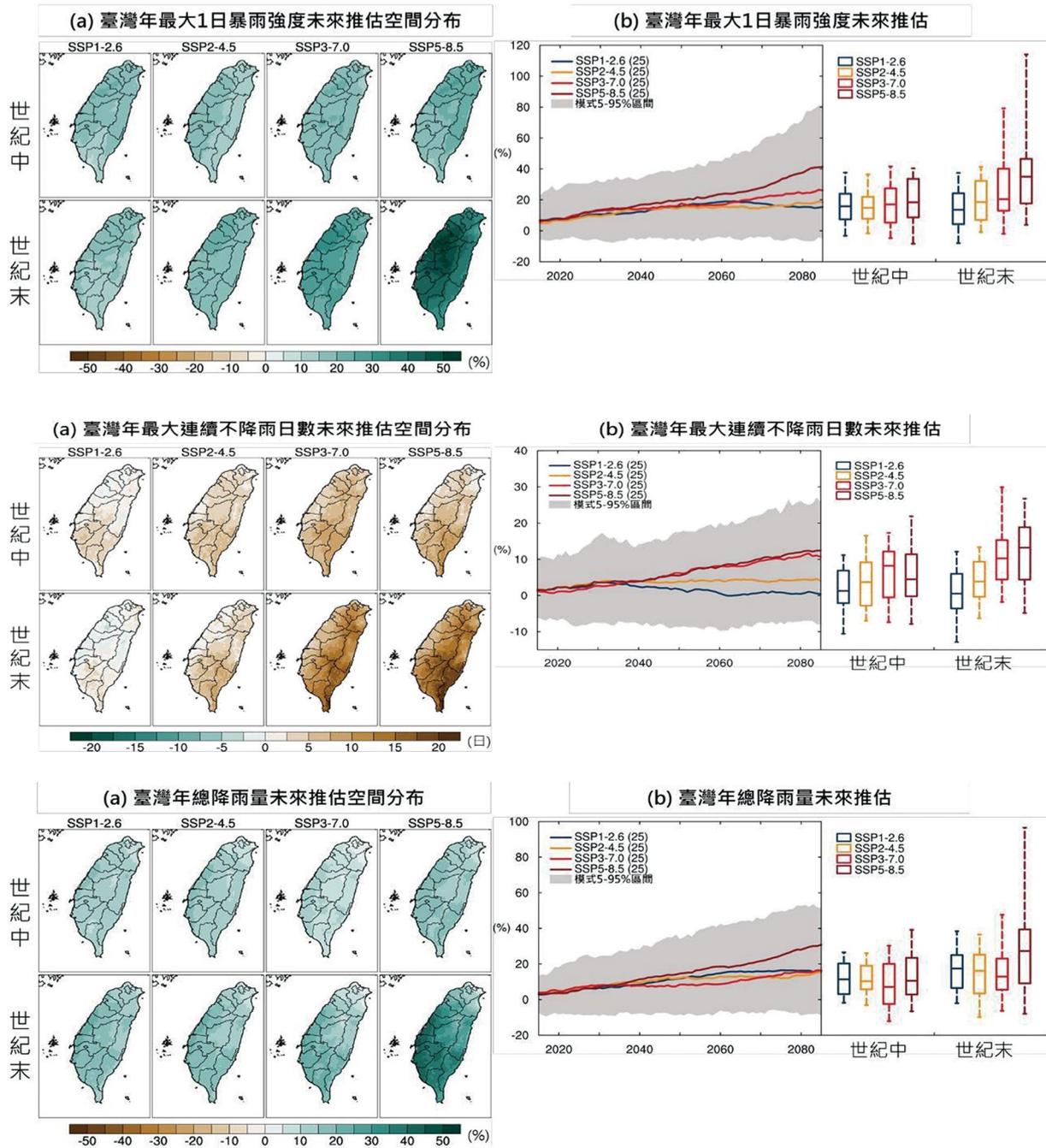


圖 5.1.3-2、臺灣未來降雨變化趨勢推估

資料來源：科技部，「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」，2021 年

5.1.4 颱風與極端天氣

一、颱風

回顧我國歷史颱風紀錄，整體而言侵臺颱風數量具有明顯的年度差異，但數量增加的趨勢不明顯，如圖 5.1.4-1 所示。在未來 AR5 情

境趨勢的預測上，到二十一世紀中期，影響臺灣颱風個數預計減少 15%，強颱比例預計增加 100%，颱風降雨改變率預計增加 20%；到二十一世紀末期，影響臺灣颱風個數預計減少 55%，強颱比例預計增加 50%，颱風降雨改變率預計增加 35%。

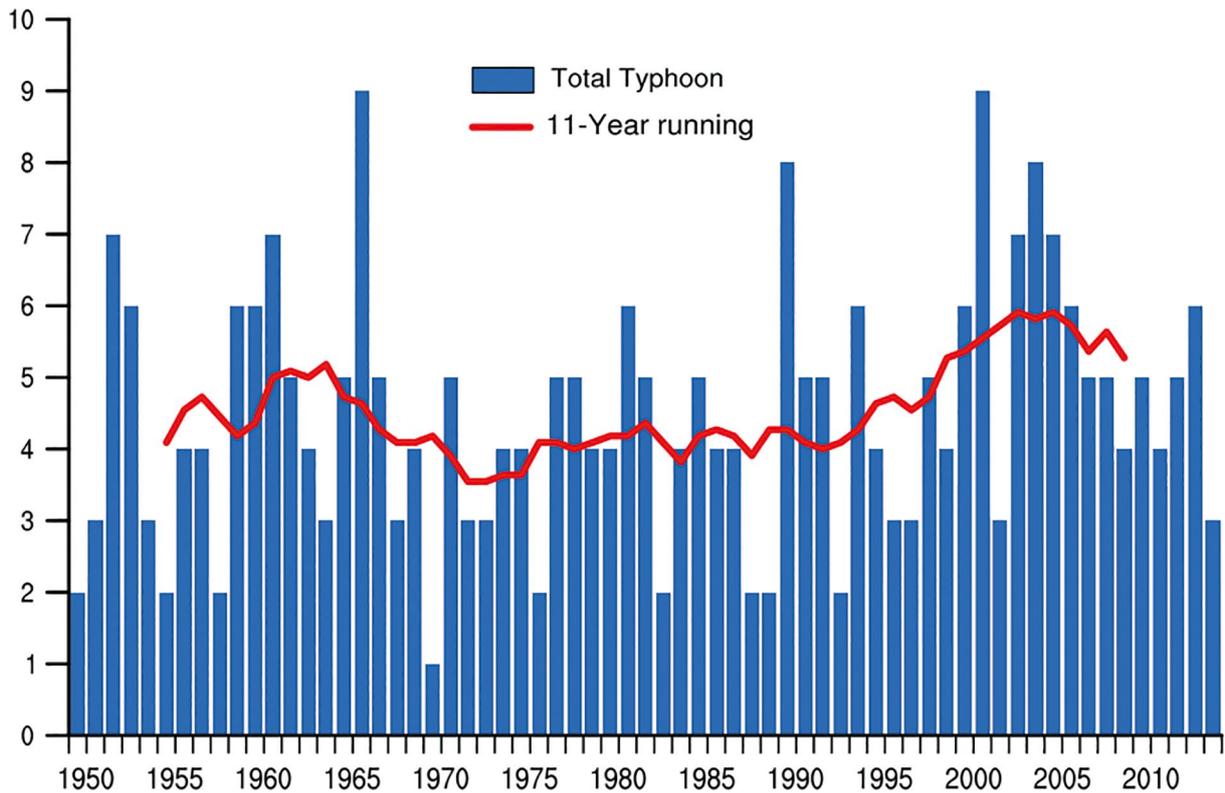


圖 5.1.4-1、臺灣 1950 年至 2014 年颱風數量

說明：紅線代表 11 年滑動平均值，X 軸代表年份，Y 軸代表颱風個數。

僅計入進入臺灣海岸線 300 公里範圍內，且停留 12 小時（含）以上的颱風個數時間序列圖

資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫，「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」，2018 年

二、極端高溫

在過去五十多年以來，我國極端高溫頻率增加、強度增強。未來在最劣情境 (RCP8.5) 下，我國極端高溫日數（超過 95% 百分位數）每年將可能增加超過 100 天。回顧我國歷史

極端高溫紀錄，自 1970 年後極端高溫之天數開始快速增加，如圖 5.1.4-2 所示。

「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。

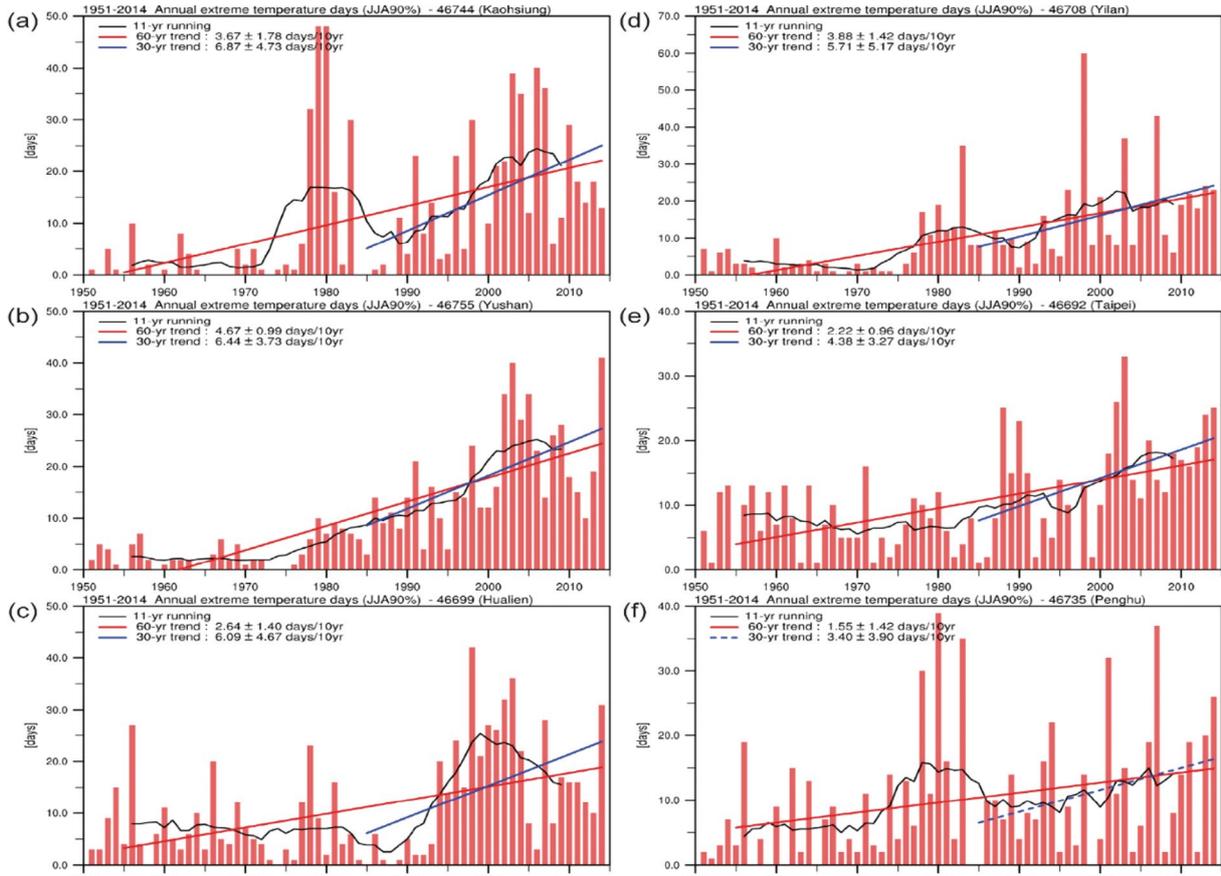


圖 5.1.4-2、臺灣 1951 年至 2014 年極端高溫天數

說明：僅包含高雄、玉山、宜蘭、花蓮、臺北、澎湖六個測站所觀測之極端高溫天數

資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫，「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」，2018 年

在未來趨勢的預測上，我國極端高溫（氣溫達攝氏 36 度以上）之天數增加，以 AR6 最理想減緩情境與最劣情境推估到二十一世紀

中期預計分別增加 6.8、8.5 日，到二十一世紀末期預計分別增加 6.6、48.1 日，其中以都市地區增加較其他地區顯著，如圖 5.1.4-3 所示。

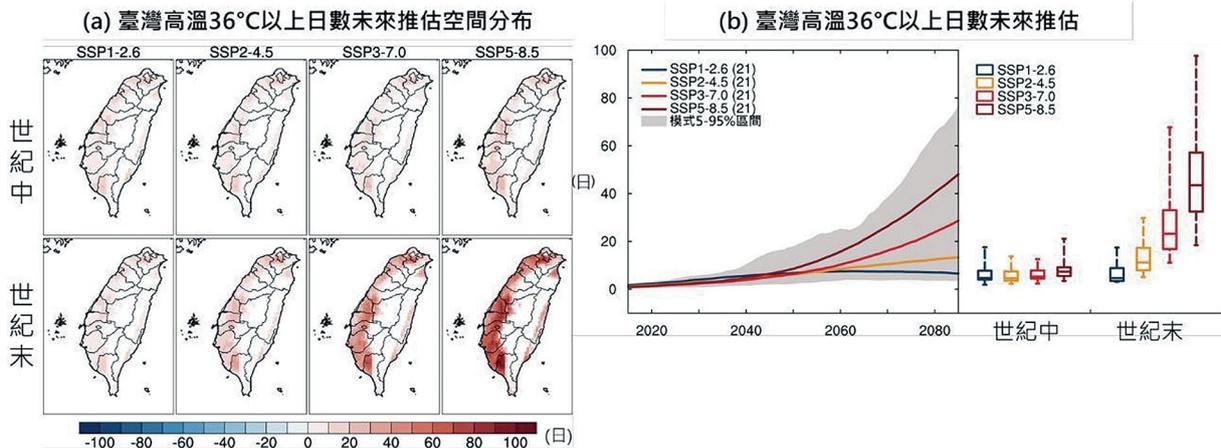


圖 5.1.4-3、臺灣未來極端高溫趨勢推估

資料來源：科技部，「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」，2021 年

三、豪大雨

回顧我國歷史降雨紀錄，豪大雨天數近 50 年有增加趨勢，其中以山區（綠線及淺藍線）較為明顯，如圖 5.1.4-4 所示。

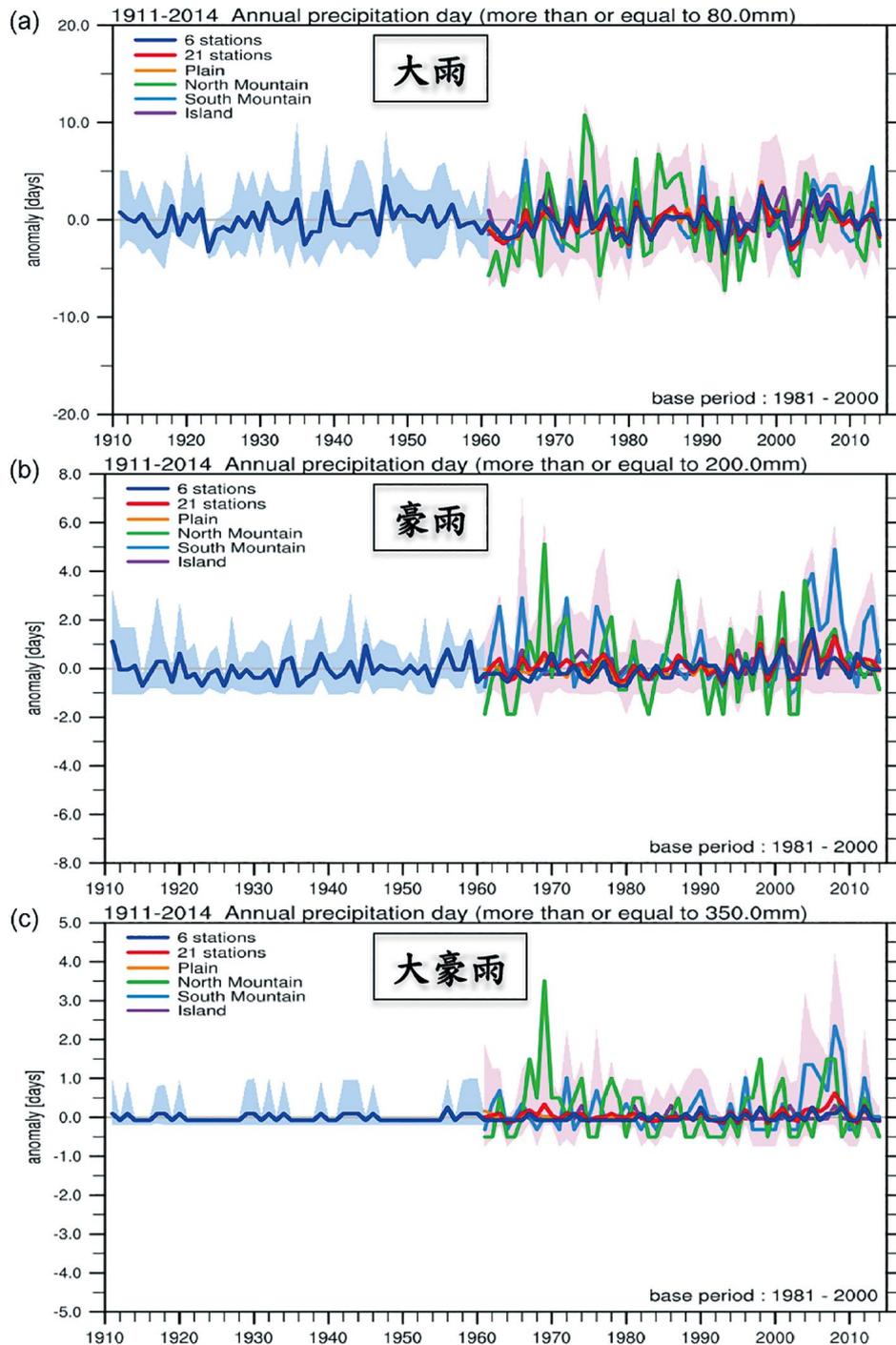


圖 5.1.4-4、臺灣 1910 年至 2013 年大雨、豪雨及豪大雨天數

說明：大雨定義為日雨量 $\geq 80\text{mm}$ 、豪雨定義為日雨量 $\geq 200\text{mm}$ ，大豪雨定義為日雨量 $\geq 350\text{mm}$ 。

上圖分別為我國 1910 年至 2013 年期間，大雨、豪雨及豪大雨天數減去基期（1961 年至 1900 年）天數的距平值。

資料來源：臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫，「臺灣氣候變遷科學報告 2017 - 物理現象與機制」，2017 年

在未來趨勢的預測上，AR5 最劣情境 (RCP8.5) 下，二十一世紀我國豪雨日數呈現增加的趨勢。比較北中南東四區的變化，增加幅度都超過七成，以中部的變化最大（增加 128.1%），如圖 5.1.4-5 所示

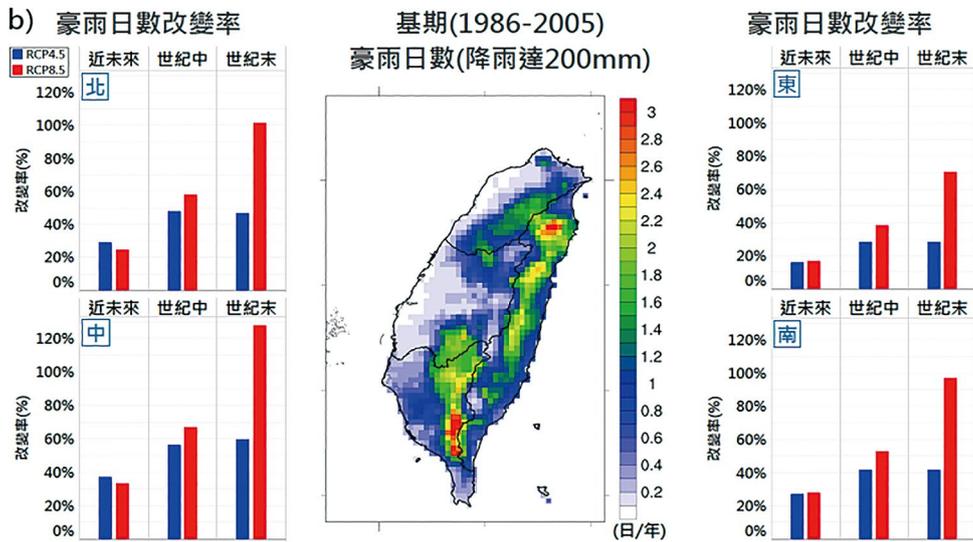


圖 5.1.4-5、我國 1999 年及 2099 年豪雨天數

說明：ECHAM5 與 MRI 分別為德國與日本發展的氣候模式

資料來源：臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫，「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」，2018 年

5.1.5 模型與方法學

目前臺灣使用的全球氣候模式資料為全球各氣候中心與研究單位所產製的資料，科技部科學團隊已建立 AR4 及 AR5 的氣候變遷臺灣本土化推估資料庫，並於 2020 年開始同步使用 IPCC 報告所分析的第 6 期耦合模式比對計畫氣候模型 (Coupled Model Inter-comparison Project Phase 6, CMIP6)，提供最新完整的氣候變遷推估資訊。與前一版 AR5 資料不同，AR6 除了涵蓋更多氣候模式資料之外，在氣候變遷情境設定上採用「共享社會

經濟路徑 (Shared social-economic pathways, SSP)」(圖 5.1.5-1)，將社會經濟因素加入 CMIP5 暖化途徑，可同時考量減緩與調適在情境設定上的應用需求。

由於全球模式的原始資料空間解析度 (約 150 ~ 300 公里) 對於臺灣的應用分析過於粗糙，無法進行有效的在地化氣候變遷風險評估與衝擊分析。現階段科技部科學團隊透過兩種降尺度方法將全球氣候模式在臺灣周遭部分提高空間解析度至 5 公里。



圖 5.1.5-1、CMIP6 暖化情境說明

資料來源：行政法人國家災害防救科技中心提供。

一、統計降尺度

統計降尺度使用高解析度觀測網格資料為基礎，將全球模式的資料修正並提高解析度，以符合臺灣氣候特性，因為其產製速度快，多模式資料的應用將有利於解決調適政策應用所重視的未來氣候推估結果不確性，但此方法受限於原有觀測資料的密集度，以及原有全球模式解析度無法呈現颱風、梅雨等劇烈天氣系統，無法提供完整的氣象變數與模擬結果。

二、動力降尺度

對於暖化情境下極端事件的衝擊評估，則應用物理模式動力降尺度方法，此方法可產製所需要的氣象變數（例如風場變化），小時時間尺度資料，以及極端的天氣事件（例如颱風），對於高衝擊性的颱風災害事件如：淹水、坡地、海岸領域等，提供氣候變遷風險評估應用所需要相關科學數據資料。

5.2 氣候變遷衝擊

我國目前由極端天氣事件帶來且相關研究較為完整的三種災害為淹水、坡災及乾旱，其主要風險驅動因子為降雨量，但也受社會、經濟因子所影響。淹水與坡地災害主要發生於梅雨季（5、6月）及颱風期間，乾旱災害則發生於春夏之間。

在全球升溫之情境下，我國未來的降雨量、極端降雨頻率及強度將提升，使河川洪水、都市積淹水、坡地土石坍塌的風險提高，而乾濕季差異加劇也將使乾旱面積率提高。

科技部「臺灣氣候變遷科學報告 2017－衝擊與調適面向」盤點國內各領域之期刊論文、科技部研究，以及各中央部會委辦之研究計畫，以瞭解我國在氣候變遷下面臨之風險及脆弱度，依不同領域說明如下：

5.2.1 陸域生態

氣候變遷帶來的氣溫及海平面上升將衝擊我國陸域生態系。在山區，已出現溫升影響動植物分布之情形，以玉山國家公園為例，原棲息於海拔 2,000 至 3,000 公尺的鳥類，已有數種分布開始往 3,100 公尺以上的高山區域延伸。類似的情形也發生於山區植物，自 1906 年以來，已有多種原分布於低中低海拔的植物，逐漸向高海拔延伸。原先獨占高海拔生態空間的高山植物面臨額外競爭，又無向更高處遷移的可能，目前研究已指出六種高山植物將面臨滅絕危機。在沿海區域，海平面上升將淹沒部份植物棲息地，以黑面琵鷺為例，若未來海面上升兩公尺，淹沒一部分臺南、嘉義沿海濕地，將使黑面琵鷺覓食及休息區域大量減少。

5.2.2 海域生態

依據 IPCC AR5 報告，未來我國附近區域之表層水溫上升將略高於全球平均，可推測未來將造成表層與底層海水交換減緩，營養鹽濃度下降，衝擊海洋基礎生產力、改變海洋生物分布及生活史。此外，二氧化碳濃度上升，也將使 2100 年海洋 pH 值自工業革命前的 8.2 下降至 7.8，干擾水生生物之生理機制，影響海洋生物多樣性。

5.2.3 水資源

我國目前雖雨量充沛，但時間與空間分配相當不均勻，且各縣市民生及工業需水量持續成長。

在全球升溫之情境下，在乾季全臺灣的河川流量將減少，在溼季北部及東部之降雨時

間縮短，極端降雨事件發生頻率增加，也將增加水資源的濁度，並增加水庫淤積量，將不利於水資源調配。預測未來除北部及依賴地下水的東部外，多個縣市將於乾季出現供水缺口，其中農業用水將首先遭受水資源調度衝擊。

5.2.4 糧食生產與糧食安全

氣候變遷對論作物、漁業、畜產皆產生影響，對我國之糧食安全亦造成衝擊。

農業方面，我國目前作物生產結構不平衡。水稻生產過剩，玉米、小麥、大豆、蔗糖則是大量仰賴進口；此外，國人消費益發依賴進口食品，形成嚴重貿易逆差。氣候變遷下，作物生長受氣候影響，且極端天氣事件可能使作物受損，造成產量減少，將可能造成全球糧食價格提高，勢必影響糧食進口，脆弱化糧食供應鏈。因此，如何穩定糧食供應鏈並提升自給率是關鍵挑戰。

漁業方面，我國目前近海漁業受工商業開發污染，加上範圍狹小，易造成過度捕撈；養殖漁業也面臨污水及超抽地下水等問題，面積逐漸縮減。氣候變遷下，海水款暖化、酸化與水溫異常等現象將可能改變漁場及魚類洄游路徑，增加捕撈漁業作業難度；養殖漁業則面臨土石流災害的增加破壞養殖漁業之水質及水源、海平面上升減少養殖面積等，進而減少產量。

畜牧業方面，我國目前高度倚賴進口飼料。氣候變遷下，將可能造成全球穀物價格提高，大幅增加我國業者營運成本，或逼迫飼主使用較劣等的飼料，進而降低動物抗病力及產品品質。

5.2.5 人類健康

氣候變遷對健康的災害，可分為一級、二級、三級健康危害。一級是指氣候變遷災害直接對人體造成危害，如熱浪、水災導致傷亡；二級則是流行病學上傳染病因為氣候改變，所造成的增加及分布變化，如暖化造成蟲媒疾病擴散，或是過敏原數量增加導致呼吸道疾病；三級則是大幅度長遠的衝擊，包含氣候難民、飢荒、心理疾病等。

在一級健康危害（非傳染病）方面，已知極端高溫及低溫為腎臟疾病、心血管疾病（如高血壓）及慢性疾病（如糖尿病等）的風險因子，許多研究已顯示溫度與我國上述疾病就診次數及死亡率的相關性。

在二級健康危害（傳染病）方面，氣候變遷將可能延長傳染性疾病的發生時間，進而增加人類感染的風險。例如：全球升溫造成病媒蚊擴散，改變登革熱、屈公病、瘧疾等疾病傳播樣態；極端雨量則會影響微生物繁衍及傳染之途徑，增加人類暴露於病原體的機會。

5.2.6 經濟與社會

經濟與社會發展仰賴維生基礎設施之穩定性，而因氣候變遷造成極端天氣事件的頻率增加將衝擊山坡地區的維生基礎設施，影響供水、電、交通運輸等的穩定性，連帶影響產業運作與民生。

在農業、畜牧業及漁業方面，如本章第5.2.4節所述，氣候變遷將衝擊供應鏈安全性，使產量減少或成本增加，進而降低競爭力。

在製造業方面，除極端氣候可能直接造成廠房損壞，亦可能面臨因水、電、交通、原物料供應中斷而帶來的損失。

在服務業方面，受氣候變遷的影響較為緩慢但深遠。以保險業為例，極端天氣事件已大幅影響保險費率，進而使部分業者喪失承保意願。氣候變遷也將衝擊觀光業、勞動者健康等，除了對戶外工作者造成直接衝擊，也將增加我國醫療系統負擔。

5.2.7 都市與鄉村

在都市方面，氣候變遷對我國的衝擊將發生於熱島效應、水資源、火災、健康及經濟等面向；此外，國際上都市已成為氣候行動的重要主體之一。需加強現有都市規劃機制，將氣候變遷納入都市基礎設施規劃及後續政策發展。

在鄉村方面，我國鄉村土地面積占全國87%，面臨人口外移嚴重、人口老化、人均所得偏低等社會問題，以及基礎設施不足、環境受工業開發污染等經濟問題，使大部分鄉村區域處於「高脆弱度」、「低回復力」的狀態。需加強現有鄉村基礎設施，並輔導一二級產業提前應對氣候變遷。

5.2.8 海岸與離島

我國目前約有80%之海岸面臨侵蝕危機，原因包含：河口輸砂量減少、沉積物輸送途徑改變、海岸結構物突堤效應、波候特徵變遷、海平面上升及地層下陷等，其中大多與人為開發使用有關。此外，海岸也受家庭工業廢水、海漂垃圾、農業、電廠及船舶污染。

在全球升溫之情境下，未來氣候變遷，對我國海岸及離島的衝擊主要包含：降雨型態改變河口沙源、颱風影響波候、海平面上升增加颱風引發之暴潮災害、海洋溫度上升影響層間

對流及缺氧、以及西伯利亞氣候高壓系統對北部海浪海溫之衝擊。

5.3 調適措施與成果

為提升國家因應氣候變遷之調適能力，2015 年溫管法通過後，環保署提出行動綱領做為我國推動調適行動之總體框架，持續修訂國土利用相關法規，並推動及檢討「國家氣候變遷調適行動計畫」。

5.3.1 調適計畫推動架構

氣候變遷調適相關法規

(一) 溫室氣體減量及管理法

我國氣候變遷調適政策，源自於 2009 年於行政院經濟建設委員會（現國家發展委員會）邀請相關部會、專家學者、非政府組織及產業界代表成立之「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，陸續召開專案小組、審訂小組會議、區域座談會及全國氣候變遷會議，廣徵各界意見凝聚共識，並於 2012 年 6 月 25 日奉行政院核定「國家氣候變遷調適政策綱領」，參考世界各國作為並考量我國環境的特殊性與歷史經驗，選定受 8 個調適領域訂定相關策略，並落實執行的推動機制與配合措施（如圖 5.3.1-1 所示），續於 2014 年 5 月 22 日奉行政院核定，會同各部會共同推動「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）」。

我國溫管法於 2015 年 7 月 1 日總統令公布施行，續依法制定行動綱領，重申調適 8 領域之重要性並提出因應策略。「國家氣候變遷調適政策綱領」及行動綱領，共同形成我國調適政策的指導原則。

(二) 國土計畫法

為因應氣候變遷，確保國土安全，保育自然環境與人文資產，促進資源與產業合理配置，強化國土整合管理機制，並復育環境敏感與國土破壞地區，追求國家永續發展，政府積極推動「國土計畫法」。「國土計畫法」重點內容包含建立國土計畫體系，確認國土計畫優位、劃設國土功能分區，建立使用許可制度、建立資訊公開機制，納入民衆參與監督、推動國土復育工作，促進環境永續發展、保障民衆既有權利，研訂補償救濟機制。

「國土計畫法」最新修正草案於 2020 年 4 月 17 日經立法院三讀通過。修正案通過後，將有助於中央與地方主管機關以專業、嚴謹態度擬訂及審議計畫內容，充分落實資訊公開及民衆參與，以共同追求國家永續發展。

(三) 海岸管理法

我國四面環海，海岸線長約 1,566 公里，擁有廣大面積之海岸土地。近年來隨著社會、經濟、人口之快速成長，海岸地區已成為我國國土開發中不可或缺之新開發空間，惟海岸地區之土地利用有其全面性與不可逆性，為維護自然海岸資源，海岸地區之保護、防護與開發，須有正確之判斷及綜合性之觀點，始能兼顧三者之和諧。

為維繫自然系統、確保自然海岸零損失、因應氣候變遷、防治海岸災害與環境破壞、保護與復育海岸資源、推動海岸整合管理，並促進海岸地區之永續發展，於 2015 年 2 月公布施行「海岸管理法」，透過「整體海岸管理計畫」明訂海岸地區整體利用指導原則，引導及整合海岸地區之管理，且指定海岸保護及海岸防護之區位及其計畫擬訂機關、期限，後續依所訂「海岸保護計畫」、「海岸防護計畫」積極保護自然資源及防治災害，並指導建構海

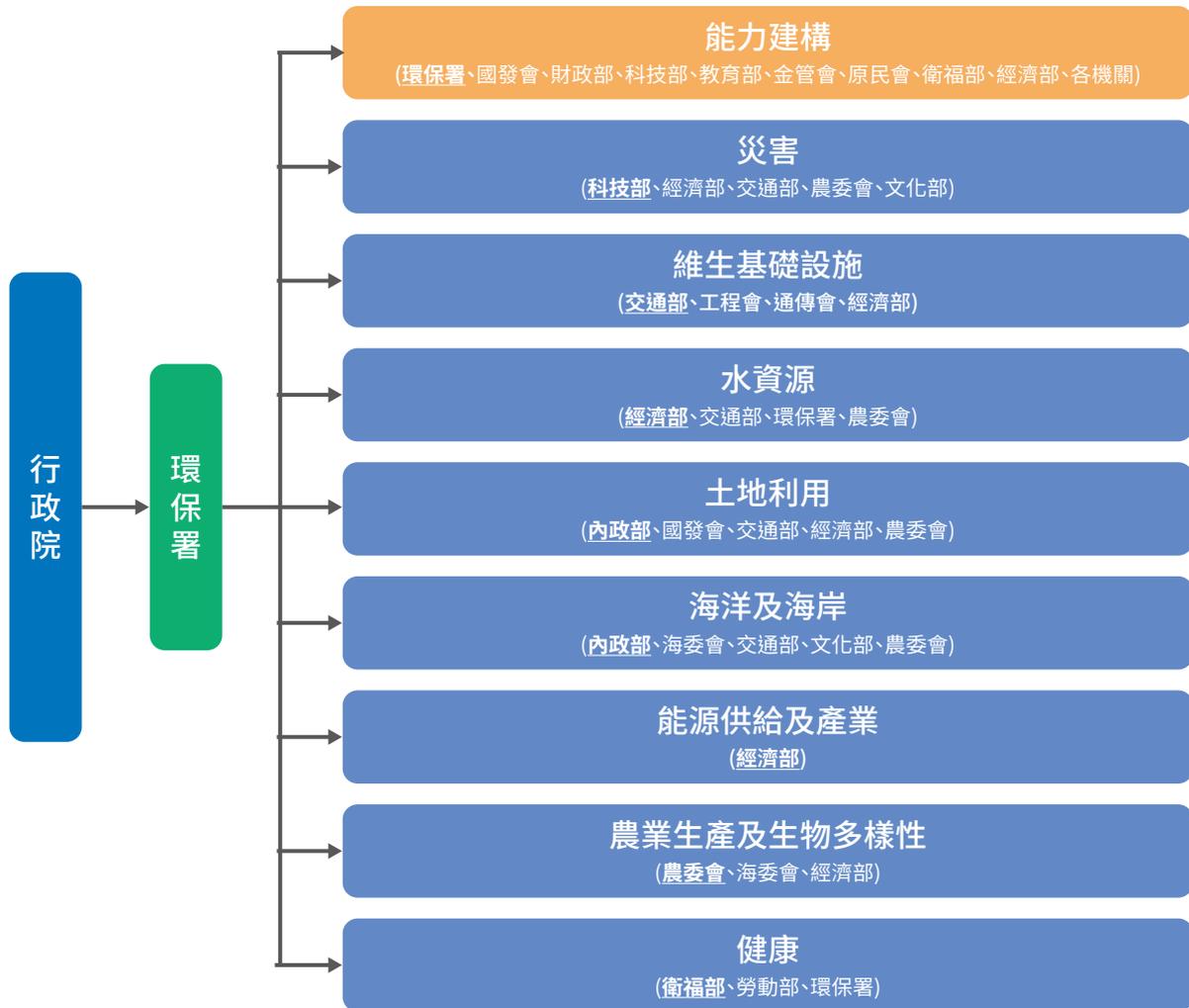


圖 5.3.1-1 國家氣候變遷調適政策綱領之部會分工架構

資料來源：國家氣候變遷調適行動方案（2018-2022 年）（核定本）。

岸地區開發建設之審查許可機制，進一步管制近岸海域獨占性使用及人為設施興建，以保障公共通行及公共使用。

（四）濕地保育法

為確保濕地天然滯洪等功能，維護生物多樣性，促進濕地生態保育及明智利用，確保重要濕地零淨損失，強化濕地與社區互動，我國政府於 2013 年 7 月公布「濕地保育法」，並於 2015 年 2 月施行。

「濕地保育法」是以「明智利用」為核心精神，重要濕地分散於全國各處，針對各濕地不同特性，因地制宜訂定保育利用計畫進行實質管理，並尊重民衆從來之現況使用。在民衆權益、地方發展及環境保育之間尋求平衡點。

（五）水利法

「水利法」係我國處理水利行政及興辦水利事業之依據，以確保水資源之供需。由於我國因氣候變遷，極端降雨越來越頻繁，且高

度都市化及河川流域中上游地區大量的土地開發，增加淹水風險，為因應上述衝擊，立法院於 107 年 5 月三讀修正「水利法」部分條文，並於 107 年 6 月修正公布，新增「逕流分擔與出流管制專章」，要求土地與建築開發者共同分擔滯洪、蓄水責任，以提高土地整體耐淹能力。

5.3.2 調適計畫推動成果

依據「國家因應氣候變遷行動綱領」，中央有關機關續行推動八大領域調適行動方案及相關工作。「國家氣候變遷調適行動方案（107-111 年）」參酌「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）」執行成果研擬。

「國家氣候變遷調適行動方案（107-111 年）」願景為：「制定因應氣候變遷策略，提高調適能力、加強回復力並降低氣候變遷衝擊所帶來的脆弱度，確保國家永續發展，分為「氣候變遷調適能力建構」及「各領域調適行動」二部分。「氣候變遷調適能力建構」專注於持續提升氣候變遷調適根基。「各領域行動計畫」區則分為八大領域共 71 項計畫。

一、「氣候變遷調適能力建構」執行成果

「總體調適計畫」包含等共 7 項策略，執行成果分述如下：

（一）推動法規與政策轉型

推動法規與政策轉型之調適策略為：檢視既有法規及政策，納入因應氣候變遷因子，以利推動國家氣候變遷調適工作。

我國自 2020 年起開始研擬「溫室氣體減量及管理法」修法，依過往執行經驗調整我國氣候治理框架，並與全球調適趨勢接軌，以強化行政管制、完備經濟誘因與確定部會權責。

同年通過「農業保險法」，保障極端氣候對農民帶來之損失，也為我國政府日後利用金融工具應對氣候變遷，立下基礎。

此外，因應國內外環境保護最新發展趨勢及國內關鍵議題，配合我國當前環境問題及擘劃未來環境願景，重新編撰「國家環境保護計畫」，提出未來近、中、長程的因應策略及對應機制，以完善國家環境保護工作。

國土治理方面，於 2018 年公告實施「全國國土計畫」，作為全國土地利用規劃之最上位法定計畫，納入氣候變遷調適策略及國土防災策略。2021 年，直轄市、縣（市）國土計畫已全數公告實施，針對氣候變遷衝擊議題與風險區位，研擬調適計畫。

防洪治水部分，2019 年核定「提升國土防洪治水韌性之整合作業指引」，並修正「水利法」，新增逕流與出流管制，加強國土耐淹能力。2020 年進一步修正「地質敏感區基地地質調查及地質安全評估作業準則」，提升國土防洪治水韌性。此外核定 6 縣市一級海岸防護計畫與 3 縣市二級海岸防護計畫。

因應氣候變遷造成高溫日數增加，連帶影響熱傷害發生機率提升，為防治職業與運動產生的熱傷害，分別修正「路跑活動參與者安全維護及權益保障應注意事項」與「職業安全衛生教育訓練規則」。

（二）促進財政及金融措施

因應氣候變遷調適需求，需著手推動財政健全與綠色金融措施，利用金融工具，籌措多元財源，使財政負擔公平及有效利用公共資源。

2020 年起，我國將颱風或洪水對住宅帶來的災害，納入現有住宅保險。同時因應「農業保險法」通過，成立財團法人農業保險基金。

金融監督管理委員會配合農委會協助農民移轉氣候風險，已鼓勵保險業者開發約 21 品項商業型農業保險，包含農產類、漁產類、家禽類、設施類，提供農漁民投保；截至 2021 年 6 月產險公司參與承作國內離岸風電案場保險業務之公司家數達約 13 家；另為鼓勵業者開發綠色保險，並發布令示簡化長年期專屬客製化信用保險商品送審方式。同時，截至 2021 年 6 月底止，累計已發行 65 檔綠色債券，合計發行總額達約新臺幣 1,722 億元，2020 年 6 月 30 日並核備財團法人中華民國證券櫃檯買賣中心修正「綠色債券作業要點」，新增將伊斯蘭固定收益證券納入綠色債券範圍，提供多元籌資管道，引導資金投入對環境友善的用途。另為協助金融業為適切之風險評估管控，增進授信品質及承作綠能融資之技術能力，並持續促請金融研訓院辦理專業研究及訓練。

政府也正研擬其他與氣候變遷之財政及金融工具。未來將持續於「溫室氣體減量及管理法」修法討論階段，探詢與現有財政及金融相關規範整合的可能性。

（三）完備科學研究、資訊與知識

我國持續參酌國內外科研發展及趨勢，推行氣候變遷推估資訊本土化，並強化科研與政策之連結。目前「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」，已推出第三代氣候變遷整合服務平台，並將科技部歷年所推動之研究成果整合於平台，供民衆及各部會參考。

氣候衝擊及調適策略的研究，有賴於國家各級單位，於執行現有業務同時，蒐集氣候對現有政策執行的影響，並提前研擬應對方案。

考量國家發展方向、社會需求情形及區域均衡發展，擬訂科學技術政策與推動科學技術研究發展，依「科學技術基本法」規定，科技

部每 4 年須提出國家科學技術發展計畫。

根據 2021 年至 2014 年之規劃內容，未來將建置全國海象水文生態與海岸國土變遷監測網，提昇國家海洋調適策略與災害應變能量，包含全面性與即時性之全國海域水文、生態與國土監測網，進行基礎性與長期性之調查研究，以科學數據和技術輔助我國海洋從事智慧農（漁）業、綠色能源、海洋調適策略與國土安全的發展，從而厚植國家災害應變能量，以利因應氣候變遷加劇的挑戰。在技術面及執行面，將透過產官學研合作研發各項廢棄物處理創新技術，開發各項「最佳可行控制技術」，並且建立廢棄物進入循環的管理方式及標準，提高資源使用效率。

基礎建設方面，經濟部能源局依據「氣候變遷調適科技整合研究計畫，建立「能源設施風險評估準則」。交通部於 2019 年完成「省道改善計畫 - 公路防避災改善」以及「鐵路行車安全改善六年計畫 - 邊坡全生命週期維護管理（委託制度訂定技術服務）」，提前因應未來豪大雨、土石流頻率增加後，對能源、交通設施的可能衝擊。

經濟部水利署為提前因應未來豪大雨頻率增加，為增加防救災防範措施準備時間，建置 12 縣市智慧防汛網，以現代傳輸科技為基礎，結合前端監測儀器功能提升，達到防災避險目標，降低颱風暴雨期間損失；另為避免過度抽取地下水造成環境災害，並供未來地表地下水聯合運用工作規劃參考，已逐步建構地下水用水即時自動監控管理系統，以提前因應未來海平面上升後國土流失風險；此外，為減少漏水損失，在供水系統方面，運用智慧型監測系統，整合大數據分析，智慧管理提供管網分時最適壓力，提前因應未來枯旱頻率增加後供水風險。

公共衛生方面，衛生福利部強化現行傳染病通報體系，將氣候變遷相關因子列入資料庫範疇，以利未來研究所需。同時國家衛生研究院完成極端氣溫與臺灣老人健康影響的研究，並依此繪製風險地圖。

此外，農委會與文化部，也分別設立文化資產及農業氣象站，累積氣候變遷長期對文化資產、農業衝擊的數據。並由特有生物研究保育中心，負責檢視氣候變遷對我國生態多樣性的衝擊。

（四）落實教育、宣導與人才培育

第二期「國家氣候變遷調適行動計畫」，加強國內氣候變遷教育及人才培育。主要推動方式，包含將氣候變遷納入我國十二年國民基本教育、辦理大專校院氣候變遷教學活動補助、鼓勵全國大專校院學生跨領域合作，以生活實驗室培養學生氣候行動、學用連結能力、鼓勵氣候變遷產學連結培養氣候變遷專業人才。辦理「氣候變遷創意實作競賽」，激發其對於氣候變遷因應的創意、實作能力，並投入氣候行動。

除了教育部所負責之教育政策外，各部會也依自行業務需要，辦理一系列宣導措施，例如，衛福部透過問卷了解民衆對氣候變遷可能導致之健康風險資訊之認知，轉換為有效之預警資訊，如低溫寒流防治、高溫熱傷害防治、勞動部宣導熱危害等。

金融監督管理委員會並請金融研訓院及櫃買中心持續辦理教育訓練課程或研討會，加強綠能等綠色融資金融人才之培育，並引導機構投資人及發行人參與綠色債券市場。

（五）發展氣候變遷新興產業

本項策略，將目前政府所推行之項目措施，與產業界結合，建立公私合作夥伴關係，

於完善公共建設之虞，發展氣候服務成為產業。新興產業發展推動計畫成果概述如下：

- 為協助農民移轉氣候風險，政府亦鼓勵保險業者開發商業型農業保險，目前已超過 20 種品項。
- 「智慧水管理產業創新發展計畫」：由經濟部推動，運用物聯網技術，建構涵蓋水庫、地下水及灌溉水網的偵測系統，形成智慧水資源監控系統，同時給予業者整合中下游產業鍊，成完整服務的機會。
- 「建置海域環境災防服務系統」計畫：由交通部推動，其中包含海洋熱含量偵測技術等一系列未來可應用於海象預警的技術，未來可望與海上作業，海洋工程業者合作，建置災害防治系統。
- 「推動設施型農業計畫」：由農委會推動，輔導農民建設強固型溫網室。網室農業除了提升農作物面對氣候災害的抵抗力外，也可有效降低蟲害，減少農藥施用，並結合自動化農業設施，向精緻農業轉型。
- 「公共污水處理廠放流水回收再利用示範推動方案」：由內政部辦理，目前已於高雄市鳳山溪污水處理廠完成示範案。每日可將 4.5 噸廢水，回收為臨海工業區用水。未來可望擴大於各工業區推廣。
- 「樂活氣象 APP - 健康氣象服務」：係全國首創健康氣象預警平臺，由國民健康署、中央氣象局、中央研究院共同合作產出，結合氣象預報資料及健康相關資訊，優先開發熱傷害預警等級與閾值，並對應分眾衛教資訊提醒，讓民衆及早因應。

（六）提升區域調適量能

延續上一期高風險地區調適計畫成果，除持續辦理「北部都會區氣候變遷調適計畫」外，推動我國其餘 6 大高風險地區之區域調適計畫。截至 2020 年底，於模型推估、疾病

管制、基礎建設、區域農業四方面已有初步成果。

模型推估方面，目前科技部推動之氣候變遷整合服務平台，提供不同區域之氣候變遷資料，以利各區域、各縣市進行氣候變遷相關政策研擬與決策；疾病管制方面，衛生福利部疾病管制署已於各區域建立登革熱病媒蚊監測機制，以便掌握病媒蚊於不同氣候條件之分布模式，提前預警；基礎建設方面，環保署及交通部已完成多條主要幹道及垃圾焚化廠、掩埋場改善，提前因應未來可能之氣候衝擊；區域農業方面，已陸續於 6 大高風險地區推動農業減災措施，並加強沿海水產養殖區防洪排水能力。

（七）強化地方調適作為

本項策略目標，主要為加強地方政府與中央各部會之溝通合作機制。在整合各級政府調適政策的同時，也力求將中央政策在地化，符合在地需求。

在縣市政府層級，TCCIP 平台提供 3 項地方型計畫所需之氣候變遷資料，提供包含網格化觀測資料、統計降尺度等。同時農委會也依農地脆弱度評估結果，研擬未來因應氣候變遷調適需求，各縣市之農業部門空間發展計畫。目前已於臺中市及嘉義縣完成初步成果。

在社區層級，目前已逐漸將各項調適措施實踐於在地。舉例而言，「多功能智慧型雨水花園」計畫，目的為建置基於物聯網技術，利用軟景觀達成保水降溫功能之綠色基礎設施。未來兩年，將於國內先建設 14 處示範場址。此外，行政院環保署也於「低碳永續家園評等推動計畫」推動之行動項目，鼓勵村（里）、鄉（鎮、市、區）及直轄市、縣（市）等 3 個層級之參與單位實踐調適措施。

二、「各領域行動計畫」執行成果

「各領域行動計畫」包含 8 大領域共 114 項調適行動計畫，其中 63 項為優先調適行動計畫，執行成果分述如下：

（一）災害

災害領域之調適策略包含建構災害風險評估或知識、精進災害風險管理機制、建構災害預警與應變體系。此領域下共 5 項優先調適行動計畫。

在建構災害風險評估或知識下，採取持續建置氣候變遷風險地圖，完成鄉鎮區、網格 5 公里、網格 40 公尺與最小人口統計區等四種空間尺度之淹水災害風險圖，並探討風險圖應用之可行性。

推動精進災害風險管理機制之策略上透過建置及維運文化資產保存環境監測設備，持續完備文化資產氣象資訊，以完善風險評估研究；建構災害預警與應變體系上則透過建立以降雨強度為導向的「高鐵邊坡安全預警系統」，研判邊坡災害之可能性，此外，開發強化預警與通報效能：包含水情預警資訊服務之智慧化研發與應用，並優化淹水數值運算模式，以強化淹水預警與通報效能。

（二）維生基礎設施

維生基礎設施領域主要目的為加強綜合風險評估能力，並強化能源、給水、公共工程、運輸、電信系統之調適能力。

在運輸系統方面，已針對高風險的交通設施展開分析評估，並辦理中沙大橋防洪能力改善、公路防避災改善、台 20 線與台 29 線長期穩定性評估等多項措施。給水系統方面，持續整合感測及預警系統，協助地方政府掌控水情與災情。同時完成多項供水設施，提升防洪能力及乾旱期間備援供水水量。公共工程方

面，於全國建立 52 個工程施工查核小組，檢視防汛整備作業。通訊系統方面，提升基地臺備援能力，補助業者建立定點式及機動式救災行動通訊平臺，以利災害應變。

（三）水資源

水資源領域，主要目的為改善水資源供應系統韌性，提前因應未來用水資源成長以及氣候變遷，帶來之設施風險、系統風險及供需風險。

目前強化供水方面，已完成 18 項基礎建設新建或改善，增加每日 167 萬噸供水量，相當於全國 15% 水源。同時強化緊急抗旱水源，乾旱發生時，每日可額外增加 166 萬噸水源作為應急。未來也將持續加強集水區管理、水庫清淤、管線減漏及節水。

（四）土地利用

土地利用領域，以土地使用規劃為主軸，提升城鄉韌性，並促進土地永續利用。其三大行動策略為「強化國土調適能力」、「建構國家生態網絡」及「推動城市總和治水」。

強化國土調適能力方面，依據「國土計畫法」，於 2021 年 4 月 30 日公告實施直轄市、縣（市）國土計畫，未來每五年亦將持續滾動檢討。另外推動農地脆弱度評估及調適，做為未來行動計畫參考。建構國家生態網絡方面，於國家公園內推動永續發展計畫、並新增濕地保育計畫及海岸管理計畫。推動城市總和治水方面，推動全國性水環境改善計畫、都市更新發展計畫，同時加強落實檢討現有都市計畫之防洪、排水、滯洪能力，加強河川排水及下水道建設。

（五）海岸及海洋

海岸及海洋領域係推動海洋資源監測預警及評估機制。包含三大行動策略：強化海岸

調適能力、強化監測預警機制以及海洋環境保育與調查。

強化海岸調適能力方面，現正推動韌性防災與氣候變遷水環境風險評估研究，針對海岸韌性進行基礎調查，並辦理海岸防護計畫，整體規劃沿海土地使用，降低災害風險。強化監測預警機制部分，目前正著手建立臺灣海象及氣象防災環境服務系統，未來可望為漁業、航運、防災等單位提供災害防治預警服務。海洋環境保育與調查方面，每季針對沿海海域水質監測以取得長期資料，辦理相關調查計畫，瞭解臺灣沿近海洋生態及生物多樣性資訊（已調查岩礁生態系 67 處、藻礁生態系 3 處，以及海洋保育類野生動物族群調查），透過建立長期資料及分析運用，作為將來因應氣候變遷相關政策研擬之基礎。

（六）能源供應及產業

能源供給領域目標為確保能源供應安全及品質、並提升產業之氣候風險意識及機會辨識能力。產業領域目標為協助業界因應氣候變遷所帶來之轉型風險。

能源供給領域，已依據最新圖資，調整淹水及強風風險評估準則，並依此建置能源系統設置風險評估工具，同時加強能源產業對於調適的基礎能力建構，並推動能源產業風險評估自主管理制度，以確保能源安全穩定供應。產業領域方面，針對製造業，已依據 TaiCCAT 支援決策系統、氣候相關風險財務揭露建議 (TCFD)、ISO/DIS14091:2019（氣候變遷調適標準文件）等架構，制訂「氣候變遷調適管理程序」，未來將持續以此流程，協助業者評估轉型風險與成本。

（七）農業生產及生物多樣性

農業生產及生物多樣性領域包含六調適大策略：維護農業生產資源與環境、發展氣候

智慧農業科技、調整農業經營模式並強化產銷預警調節機制、建構災害預警及應變體系、強化農業災害救助與保險體系及定期監測與加強管理保護區域。此領域下共 9 項優先調適行動計畫。

目前維護農業生產資源與環境方面，持續推動有機農業，自 2017 年起已成長 14.53%。發展氣候智慧農業科技方面，推動種原保存計畫，將農業畜牧業之種源及遺傳資訊保存於資料庫，並加強研發高韌性的品種及養殖方式。調整農業經營模式並強化產銷預警調節機制方面，推動設施型農業計畫，建置防災能力較強的溫網室農業，並建立農產品產銷預警機制。建構災害預警及應變體系方面，增加農業氣象預警平臺之測站資料來源，並推動 app、栽培日曆等客製化之服務。強化農業災害救助與保險體系方面，持續增加保險品項擴大保險涵蓋範圍，投保率亦逐步上升，自 2017 年起至今已成長達 22.98%，並推動「農業保險法」立法。定期監測與加強管理保護區域方面，持續完善國家生物多樣性指標監測及報告系統，並加強海洋生態系調查及水岸生態維護。

(八) 健康

健康領域行動計畫目標為強化醫療衛生及防疫系統之預防、減災、應變及復原能力，並提升健康風險監測、衝擊評估及預防之管理能力。

水質監測方面，定期監測環境水體水質，並建立長期歷史變化趨勢。空氣品質監測方面，持續監測空氣品質監測系統。急性傳染病防治監控方面，持續推動病媒、腸道、人畜共通、水患相關傳染病防治監測，並改善個案及防疫物資通報管理系統。高低溫防治方面，利用多元管道推動民眾了解熱危害之風

險，並加強關懷；以及宣導在寒流時，加強民眾低溫保健及心血管疾病預防措施。環保業務風險評估方面，分析現有環保業務，並針對空氣品質（熱壓力）、水體水質、病媒蚊防治方面提出建議。緊急醫療救護機制方面，持續參與防災演習，持續輔導地方衛生局因應地區災害潛勢特性，規劃辦理跨縣市氣候變遷相關災害大量傷病患緊急醫療救護演練，強化演習前訓練、評核及演練檢討，並廣續委託區域緊急醫療應變中心辦理災害應變教育訓練、演習，強化醫療相關人員災難醫療應變能力。

參考文獻

1. 科技部，「IPCC 氣候變遷第六次評估報告之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷評析更新報告」，2021 年
2. 國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動方案（107-111 年）」，2019 年 <https://adapt.epa.gov.tw/TCCIP-1-F/TCCIP-1-F-4.html>
3. 國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）」，2014 年
4. 國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年
5. 國家發展委員會，「國家氣候變遷調適政策綱領」，2012 年 <https://adapt.epa.gov.tw/dispPageBox/files/756.pdf>
6. 行政院環境保護署 <https://www.epa.gov.tw/>
7. 行政院環境保護署，「2020 年國家氣候變遷調適行動方案年度成果報告摘要」，2020 年
8. 行政院環境保護署，「中華民國溫室氣體國家報告」，2018 年 https://unfccc.saveoursky.org.tw/nir/tw_nc_2018.php
9. 行政院環境保護署，「國家因應氣候變遷行動綱領」，2017 年 https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/km_abstract_one.aspx?kid=20210810134743

10. 國家災害防救科技中心，臺灣氣候變遷關鍵指標圖集，2019年 https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/upload/activity_agenda/20190930104520.pdf
11. 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫，「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」，2018年 <https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/upload/book/20181112092940.pdf>
12. 臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫，「臺灣氣候變遷科學報告 2017 – 物理現象與機制」，2017年 <https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/upload/book/20180410112426.pdf>
13. IPCC, Climate Change 2014–Impacts, Adaptation and Vulnerability: Regional Aspects, 2014.