

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲野柳女王頭

第六章

氣候變遷衝擊影響及調適 對策

- 6.1 氣候變遷衝擊現況
- 6.2 臺灣因應立場及政府組織架構
- 6.3 氣候變遷調適立法與施政重點

第六章 氣候變遷衝擊影響及調適對策

臺灣為一海島國家，因地理與地質因素，地震及颱風發生頻繁，土石流及洪災等災害潛勢地區遍及全島，近年來，全球氣候變遷現象與溫室效應影響日益明顯，從溫室氣體排放持續增加、大氣組成持續改變、地球升溫、到全球氣候運作模式改變等，造成全球環境、生態、經濟等的失衡，未來的極端天氣勢必加劇災害發生之頻率及規模，該如何去調整與適應氣候變遷所帶來的衝擊，是當前必須正視的重要課題。

6.1 氣候變遷衝擊現況

一、我國氣候模型、推估及情境

我國對於台灣未來氣候變遷的研究推估主要是參考第 5 期耦合模式比對計畫 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5, CMIP5) 所做推估模擬結果，透過統計降尺度方法呈現臺灣區域的特性與可能的機率分布範圍，以及由其部分模式與高解析度全球氣候模式輸出驅動區域氣候模式的動力降尺度模擬結果。所採用的情境，為政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 第五次評估報告 (Fifth Assessment Report, AR5) 所使用的新情境設計，是以輻射強迫力

(Radiative Forcing) 做為未來氣候變遷推估之基準，再以估計各溫室氣體隨時間的代表濃度途徑 (Representative Concentration Pathways, RCPs)；IPCC 以 2100 年大氣中溫室氣體濃度所致之全球平均輻射強迫值 (Radiative Forcing Values)，作為推估未來氣候變遷的基礎。

根據目前臺灣的氣候觀測資料，另加國際通用的觀測與格點資料等，綜合近百餘年的臺灣氣象與成分的變化特徵，分析說明我國氣候變遷趨勢如下：

(一) 氣溫變化趨勢及長期氣溫趨勢推估

臺灣氣溫從 1900 年至 1920 年初緩慢下降，其中以全年平均與冬半年 (11 ~ 4 月) 平均最為明顯。自 1920 年初起，氣溫開始上升至近期 (如圖 6.1.1)，但全年與冬半年平均在 1950 年至 1970 年末期間則沒有明顯上升或下降，1980 年之後才又明顯上升 (如圖 6.1.2)。從氣溫距平圖來看，百年來全年與夏半年 (5 ~ 10 月) 平均氣溫增溫約 1.3°C，冬半年為 1.2°C (如表 6.1.1)。

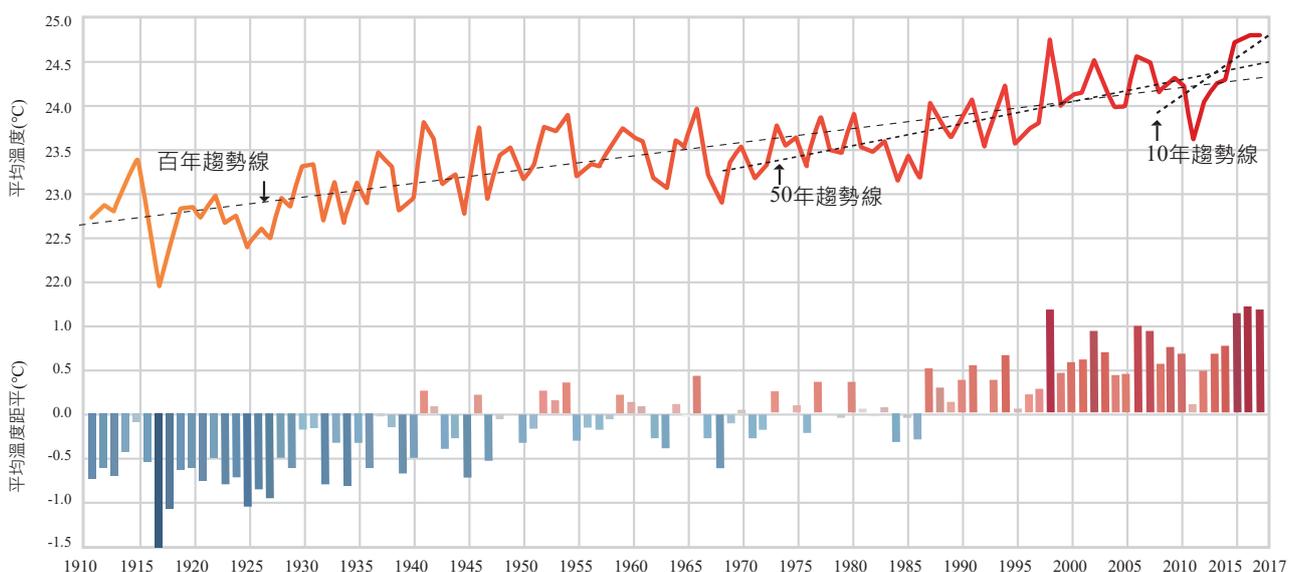


圖 6.1.1 臺灣 1900-2017 年溫度趨勢

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

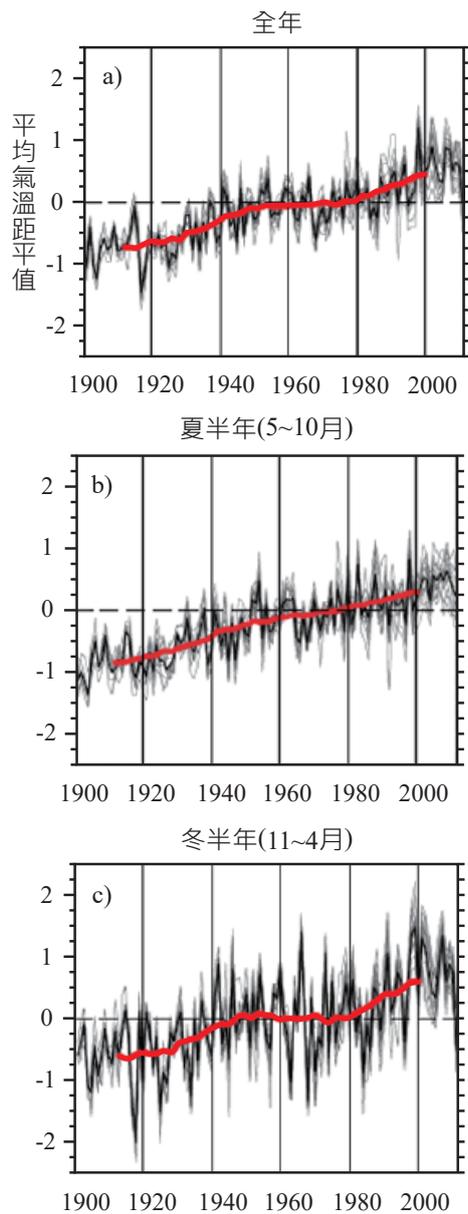


圖 6.1.2 臺灣氣溫趨勢

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

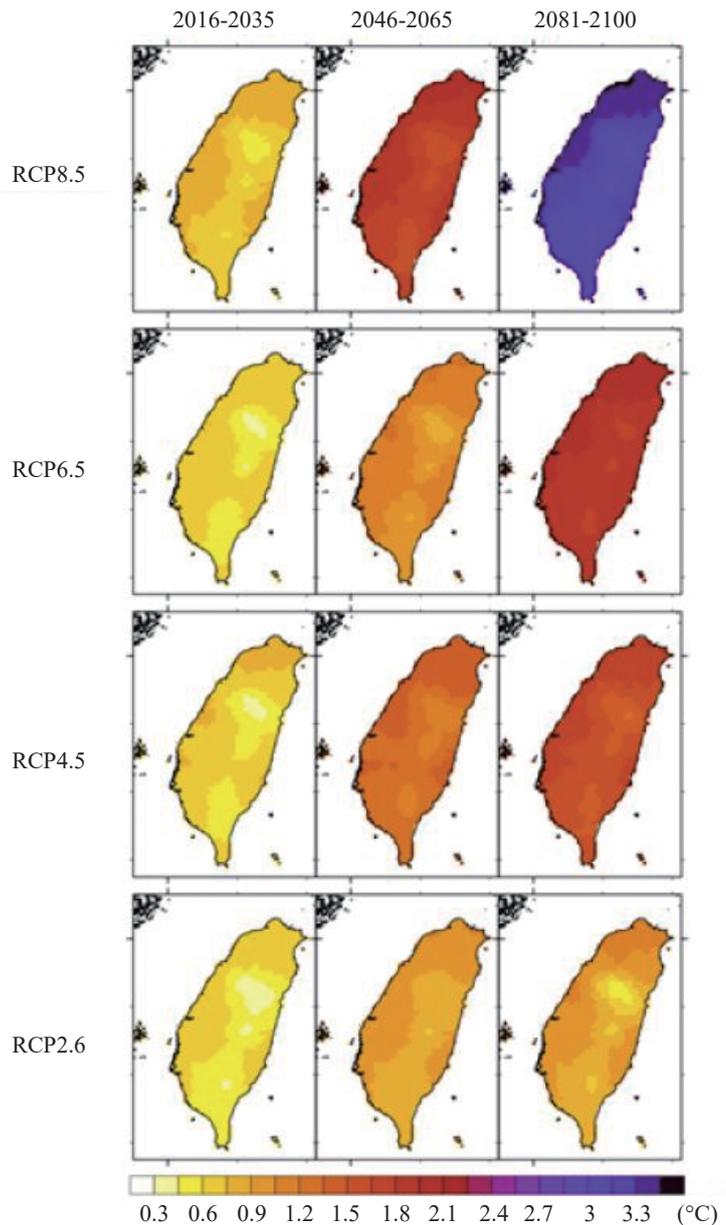


圖 6.1.3 臺灣地區近地面氣溫平均變化

表 6.1.1 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：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

臺灣地區近地面氣溫氣候平均變化如圖 6.1.3 所示，推估第一個時段（2016~2035 年）全年平均溫度改變量，在四個不同未來情境升溫「多半可能」（more likely than not，發生機率大於 50%）主要都在 0.3~0.9°C 之間，不同情境在這個時段增暖的幅度差別不大；第二個時段（2046~2065 年）平均溫度改變量除在 RCP8.5 情境「多半可能」增加至 1.5~2.1°C 區間外，在 RCP 4.5 情境下增暖的幅度相對較小，約在 1.2~1.7°C，RCP 2.6 情境下的增溫幅度又比 RCP 4.5 情境略小，除了北部地區外，多數地區的增溫「多半可能」落在 0.7~1.1°C 之間，圖中 RCP 6.0 情境的暖化在這個時段似乎比 RCP 4.5 情境下小。

臺灣地區近地面氣溫氣候平均變化如圖 6.1.3 所示，推估第一個時段（2016~2035 年）全年平均溫度改變量，在四個不同未來情境升溫「多半可能」（more likely than not，發生機率大於 50%）主要都在 0.3~0.9°C 之間，不同情境在這個時段增暖的幅度差別不大；第二個時段（2046~2065 年）平均溫度改變量除在 RCP8.5 情境「多半可能」增加至 1.5~2.1°C 區間外，在 RCP 4.5 情境下增暖的幅度相對較小，約在 1.2~1.7°C，RCP 2.6 情境下的增溫幅度又比 RCP 4.5 情境略小，除了北部地區外，多數地區的增溫「多半可能」落在 0.7~1.1°C 之間，圖中 RCP 6.0 情境的暖化在這個時段似乎比 RCP 4.5 情境下小。

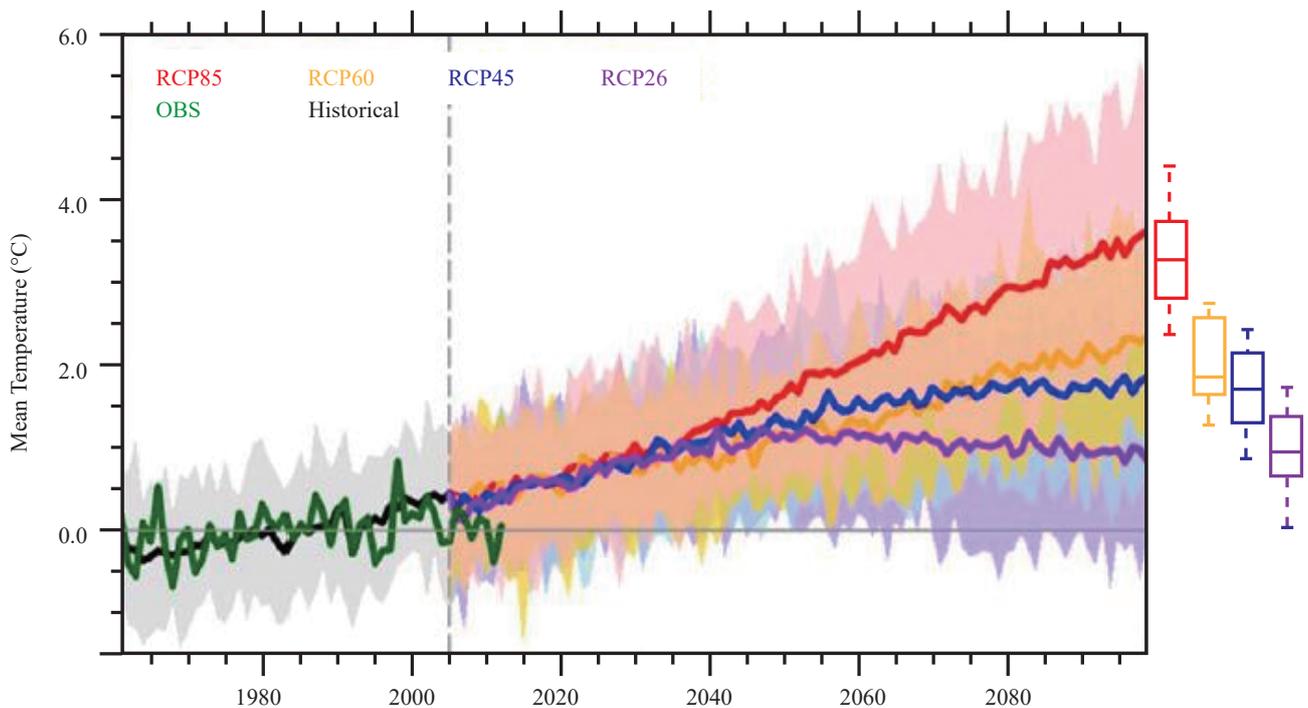


圖 6.1.4 臺灣地區近地面氣溫時間序列平均變化趨勢圖

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

（二）降雨變化趨勢及長期降雨趨勢推估

運用臺灣降雨指數（TCCIP Taiwan Rainfall Index）來描述臺灣地區氣候降雨變化，如圖 6.1.5，發現 1920 年至 1960 年間臺灣的雨量較多，1960 年至 1990 年雨量較少，1990 年代中

期後（特別是 2000 年後）明顯增加。各季節的年代際變化明顯，秋雨與春雨有明顯負相關，梅雨季（5、6 月）與夏季（7、8 月）的年代際變化則與全球平均溫度去掉長期暖化趨勢後的變動成正相關。

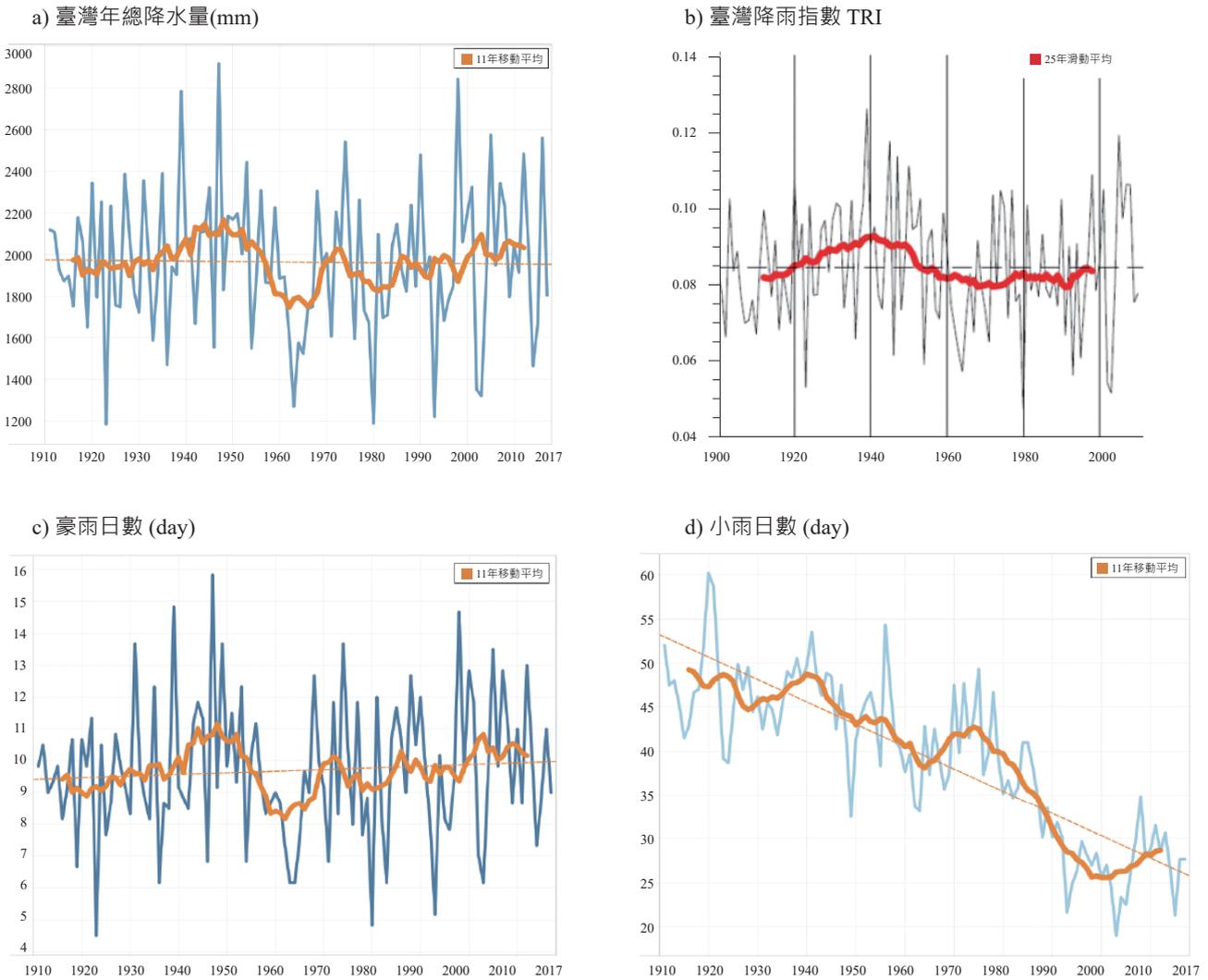


圖 6.1.5 臺灣降雨量觀測趨勢

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

臺灣地區年平均降雨變化在四個不同未來情境下，推估從近未來 (2016~2035)、世紀中 (2046~2065) 到世紀末 (2081~2100) 三個時段，即使暖化的程度與輻射強迫值有隨情境與時程的變化特徵，如圖 6.1.6，但是對於全年平均降雨改變量的模式系集中位數並沒有顯而易見的系統性變化型態。近未來多數情境雖都有年平均降雨量減少之情形，但在世紀末時卻反過來多半是呈現年對於全年平均降雨改變量的模式系集中位數，因此並沒有顯而易見的系統性變化型態；年平均降雨量增加，總體而言，模式系集變化量的中位數都在 -5% ~ $+5\%$ 之間，並沒有顯著增加或減少的趨勢。

以未來暖化程度最大的未來模擬情境 RCP 8.5 為例，分析 4 個季節的長期降雨變化趨勢，如圖 6.1.7 所示；圖中黑粗線是 5 公里觀測資料平均的結果、粗紅線為氣候模式的系集平均值、細線為個別氣候模式的模擬推估結果。最下方的圖為四個季節模式相對於現今氣候 (1961~2005) 的距平值。淺色實線為逐年變化，深色線則為 11 年滑動平均變化。發現長期而言，CMIP5 氣候模式所模擬推估的台灣區域降雨未來夏季降雨的增加最為明顯，特別是在世紀中之後；秋季降雨也有增加的趨勢，可是增加的幅度比較小；區域的冬季與春季的降雨則是有長期減少的趨勢，雖然減少的幅度比夏、秋季

降雨增加的幅度都更小，但是由於臺灣區域冬、春乾季的降雨量就比較小，換成百分比變化時不同季節的差異不大。同樣地，雖然夏、秋季

為典型臺灣降雨的濕季（包括梅雨、颱風季），雨量較多，但是自然變動與模式間模擬結果不確定性也較大。

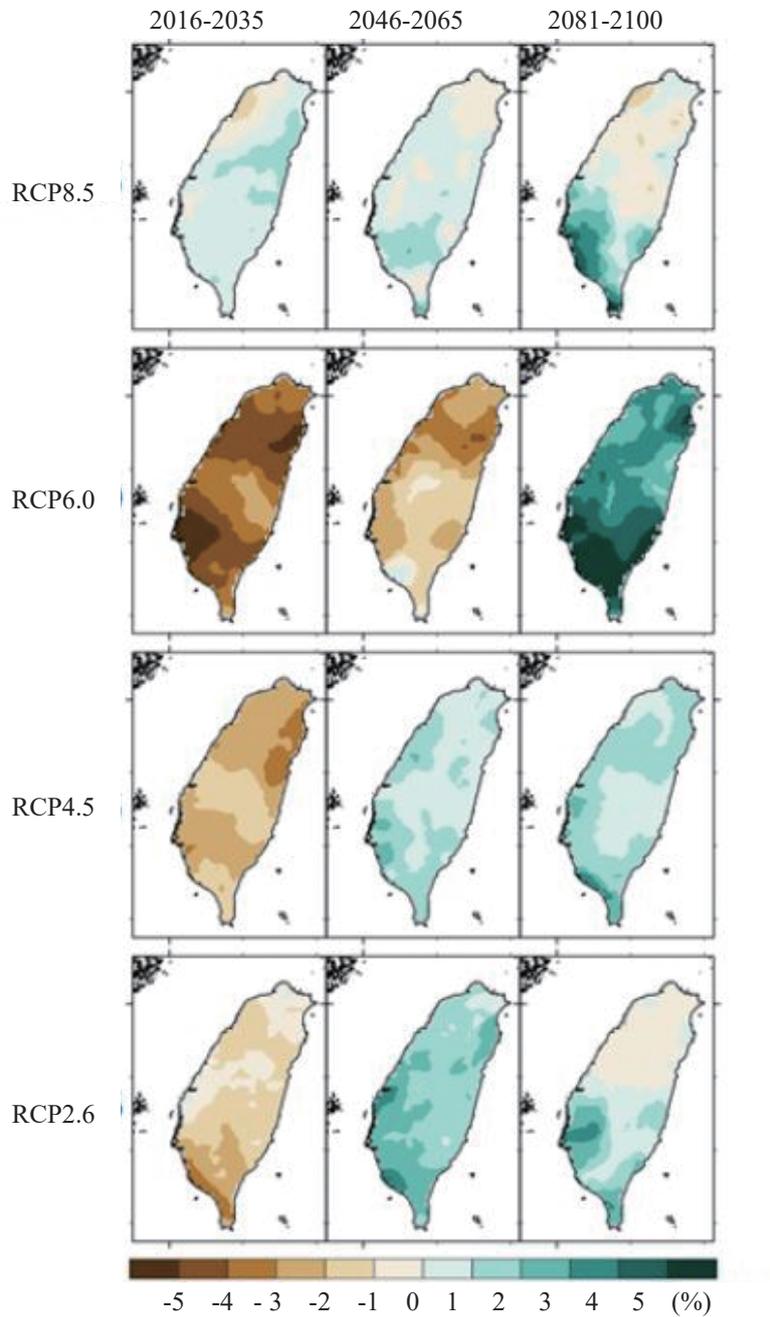


圖 6.1.6 臺灣地區雨量平均變化率推估

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

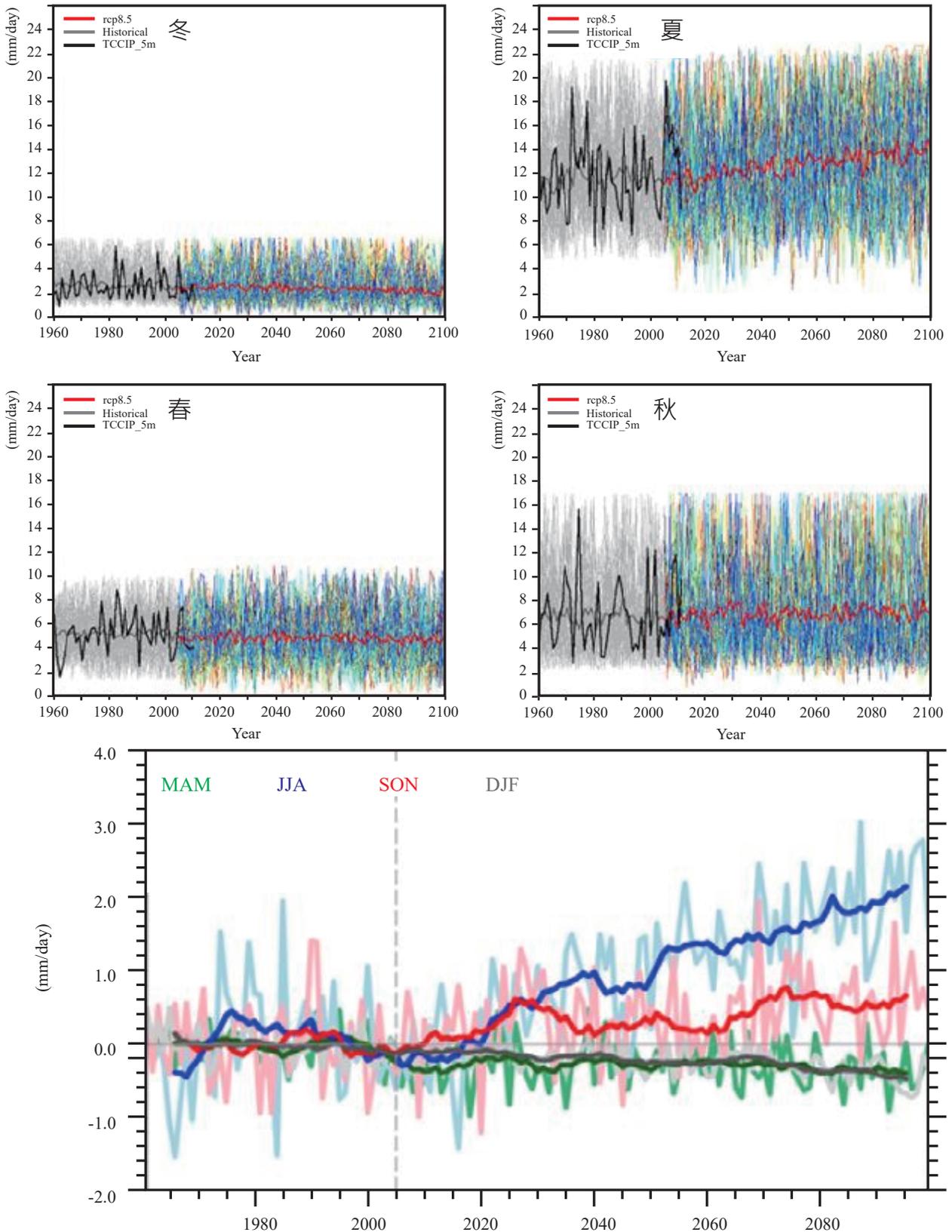


圖 6.1.7 在 RCP8.5 情境下全臺灣區域平均四個季節降雨的時間序列

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

(三) 季節日數變化趨勢

近 60 年來以溫度而言，臺灣各季節的起始日期、長度與峰值，呈現明顯變化趨勢，如圖 6.1.8。以 1961 年至 1990 年為氣候基期，臺北、臺中、花蓮的夏季長度在 1970 年代開始即明顯增加，而臺東則遲至 1980 年代才開始增加；除恆春變化幅度不顯著之外，各站增加幅度約為每 10 年 5~6 天，而以臺中站每 10 年 8.4 天增加

最多，如表 6.1.2。冬季整體顯示長度減少的趨勢，唯恆春的冬季日數雖然減少，但仍無統計顯著性；其他各站則以每 10 年 5~8 天的速率減少，其中以臺北冬季日數減少的最為快速。夏季日數的增加，是由於季節起始日期提前以及季節結束日期延後所致，冬季則是起始時間延後、結束時間提早，但峰值出現的日期延後；冬夏季節長度的變化使得冬夏之間的春季長度受到壓縮，季節轉換變快。

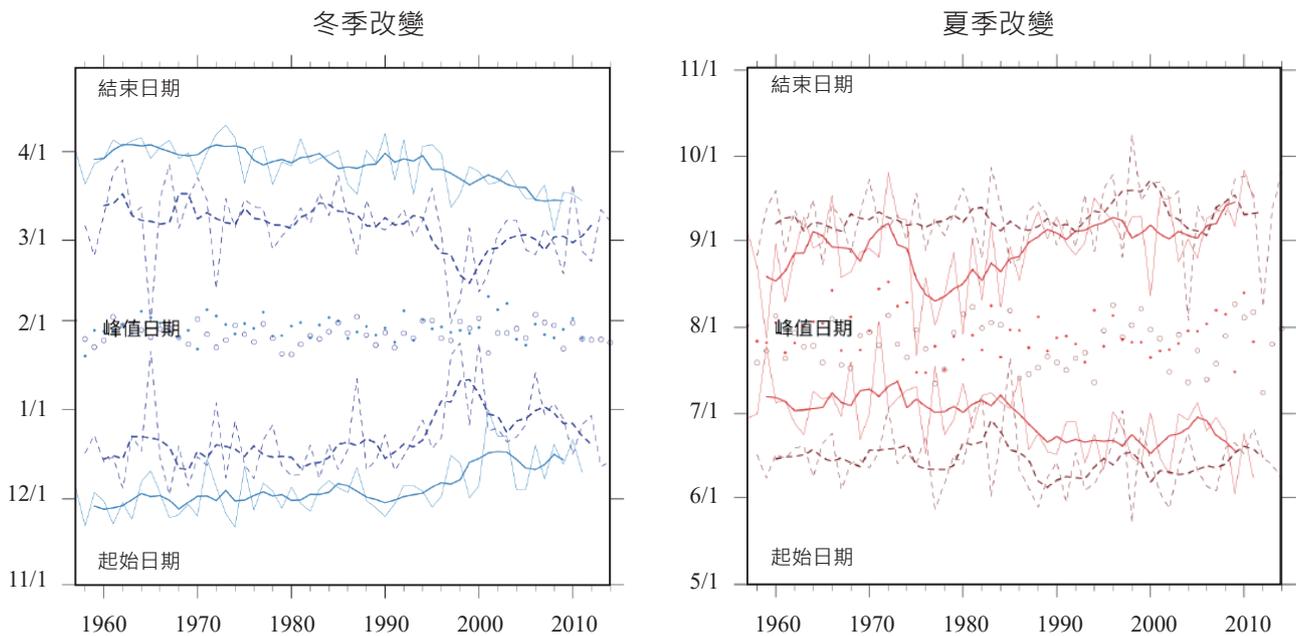


圖 6.1.8 臺灣季節觀測趨勢

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

表 6.1.2 1957~2006 年臺灣六個測站夏季與冬季變化表

臺灣季節變化		臺北	臺中	臺南	恆春	臺東	花蓮
季節	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
季節	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：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

(四) 極端天氣事件

在極端天氣事件的長期變化方面，暖化現象在夜間比日間明顯。如圖 6.1.9，臺灣的暖夜

日數在 2001~2010 年這 10 年與 1911~1920 年的 10 年相比幾乎增加了 60 天之多。伴隨暖夜日數的增加，冷夜日數明顯減少，但減少幅度略小於暖日的增加。

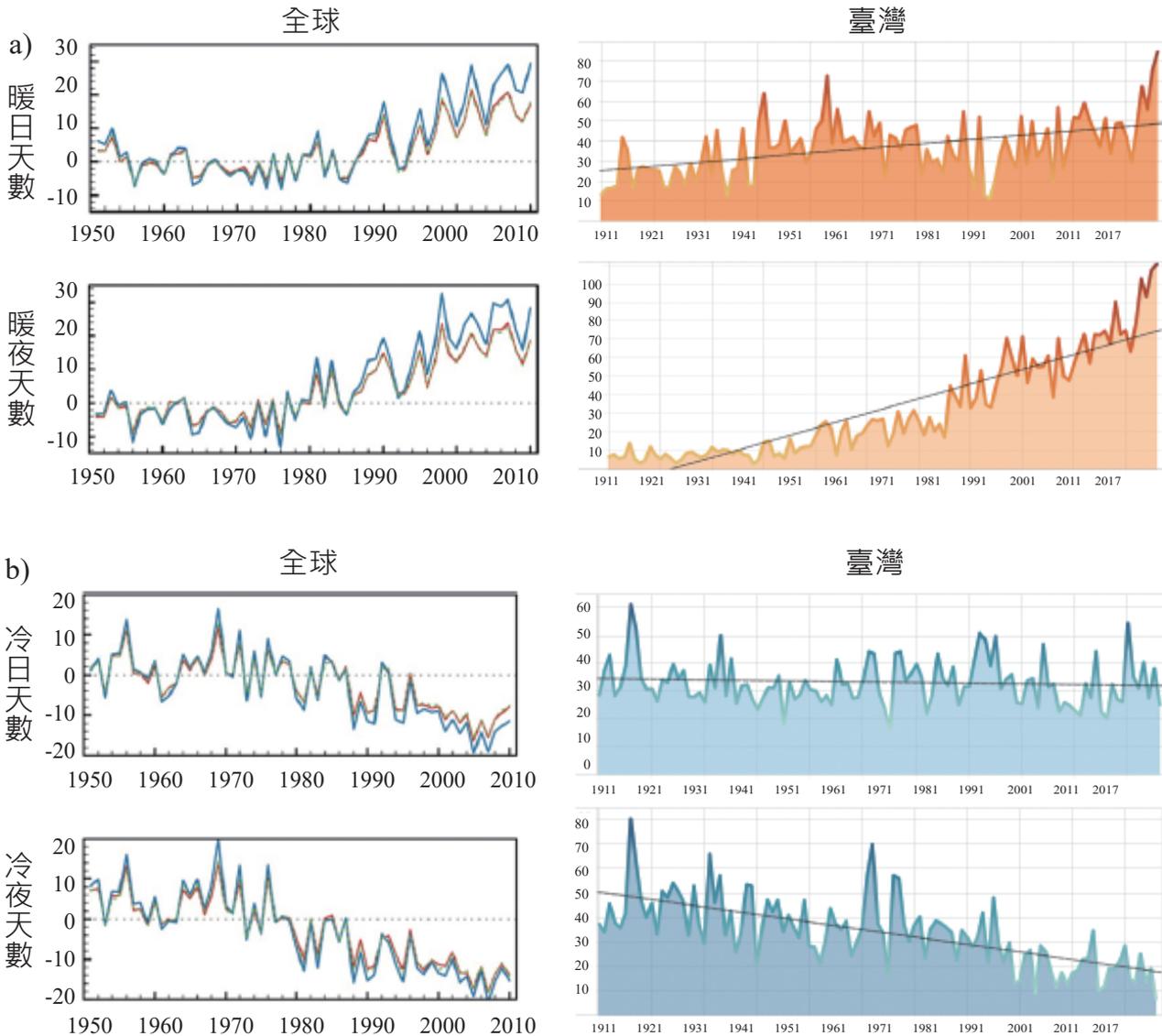


圖 6.1.9 臺灣高低溫日夜觀測趨勢圖

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

(五) 颱風

影響臺灣的颱風個數在 1960 年代和 2000 年之後相對偏多，每 10 年平均約有 54 個颱風，而 1950 年代與 1970 年代至 1990 年代間，個數

則相對偏少，每 10 年平均約為 40 個。整體而言，侵臺颱風個數具有明顯的年代際振盪，長期持續增加或減少的趨勢不明顯。1950 ~ 2014 年颱風個數時間序列圖，如圖 6.1.10 所示。

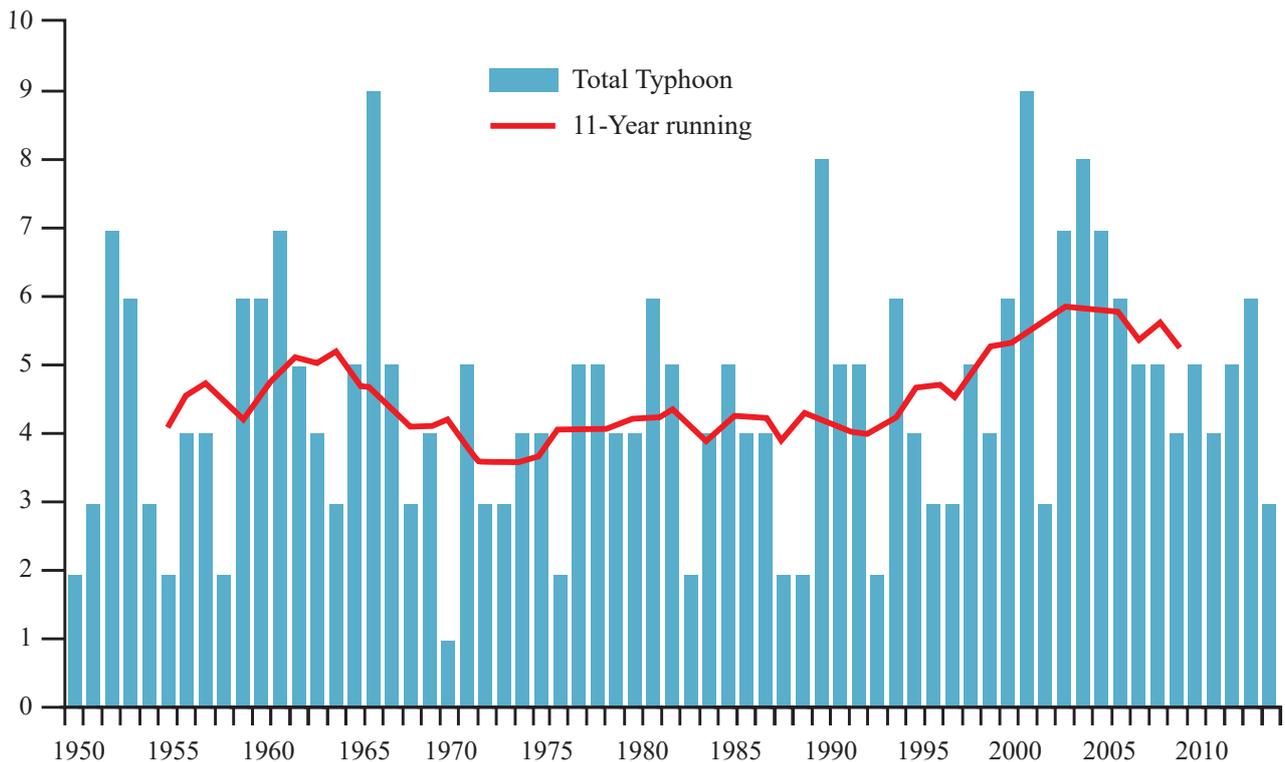


圖 6.1.10 1950 ~ 2014 年期間颱風個數時間序列圖

紅線代表 11 年滑動平均值，X 軸代表年份，Y 軸代表每年影響臺灣的颱風個數。

資料來源：國家災害防救科技中心，「臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制」，2017 年。

輕度颱風於 1950 年代至 60 年代個數偏少，進入到 1970 年代以後，個數維持穩定，沒有明顯的長期增加或減少趨勢。中度颱風出現頻率，於 1970 年代和 1990 年代相對偏少，其他年代則相對偏高，長期變化趨勢不明顯。強烈颱風個數則於 1950~60 年代以及 1990 年代之後較多，平均每 10 年有 18 個強烈颱風襲台，1970 年代至 1980 年代則相對偏少，平均每 10 年僅有 7 個強烈颱風影響臺灣，個數差異大。1970 年至 2010 年間的侵臺颱風移動速度有減慢的趨勢，影響臺灣的時間變長。颱風移動速度越慢，強降雨（95 百分等級）的降雨量也越多，以至於颱風影響臺灣期間的總雨量較多。

（六）大氣成分變化趨勢

在大氣成分監測方面，1994 年至 2013 年之間，二氧化碳 (CO₂) 濃度顯著增加；以背景監測站為例，2004 年的 CO₂ 年平均濃度蘭嶼站、

陽明山和恆春站分別為 375.4 ppm、380.8 ppm 及 370.1 ppm，而 2012 年這三個背景站的濃度分別為 393.4 ppm、397.3 ppm、397.5 ppm。臺灣地區的甲烷 (CH₄) 濃度具有顯著的季節波動，但是並無顯著的長期變化趨勢。

氣象局自 1991 年起在臺北和臺東（成功）測站有完整的臭氧總量 (Total Ozone) 監測記錄，1993 年兩站的臭氧總量年平均值分別為 259.2 DU 和 255.8 DU，2017 年的總臭氧量年平均值則分別為 270.5 DU 和 264.8 DU；近年來成功站的臭氧總量觀測值有略增趨勢，但臺北站的臭氧總量增加趨勢則較不明顯。

大氣氣膠 PM₁₀ 濃度的變化在最近 10 年（2004~2013 年）亦有逐年下降的趨勢，1994 年各空品區 PM₁₀ 濃度的平均值在 45.1 $\mu\text{g m}^{-3}$ 至 89.8 $\mu\text{g m}^{-3}$ 之間，2013 年的濃度範圍則在 29.4 $\mu\text{g m}^{-3}$ 至 70.9 $\mu\text{g m}^{-3}$ 之間。

(七) 其他

水氣壓和相對溼度在 1960 年代之後，都出現明顯下降趨勢，但 2000 年之後水氣壓變化不大。能見度和日照時數的變化也都在 1960 年代之後，出現明顯下降趨勢，但 2000 年之後日照時數變化不大。

6.2 臺灣因應立場及政府組織架構

氣候變遷對人類具全面性影響，並逐步對自然生態、經濟、社會、政治等層面產生各種

不同程度且未知的新興風險，也將嚴峻地考驗臺灣。為因應氣候變遷所導致的風險與挑戰，我國亦積極規劃氣候變遷調適工作於 2010 年由國家發展委員會（以下簡稱國發會）邀集產官學界成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，共同研擬「國家氣候變遷調適政策綱領」，建構我國推動調適架構（如圖 6.2.1）。

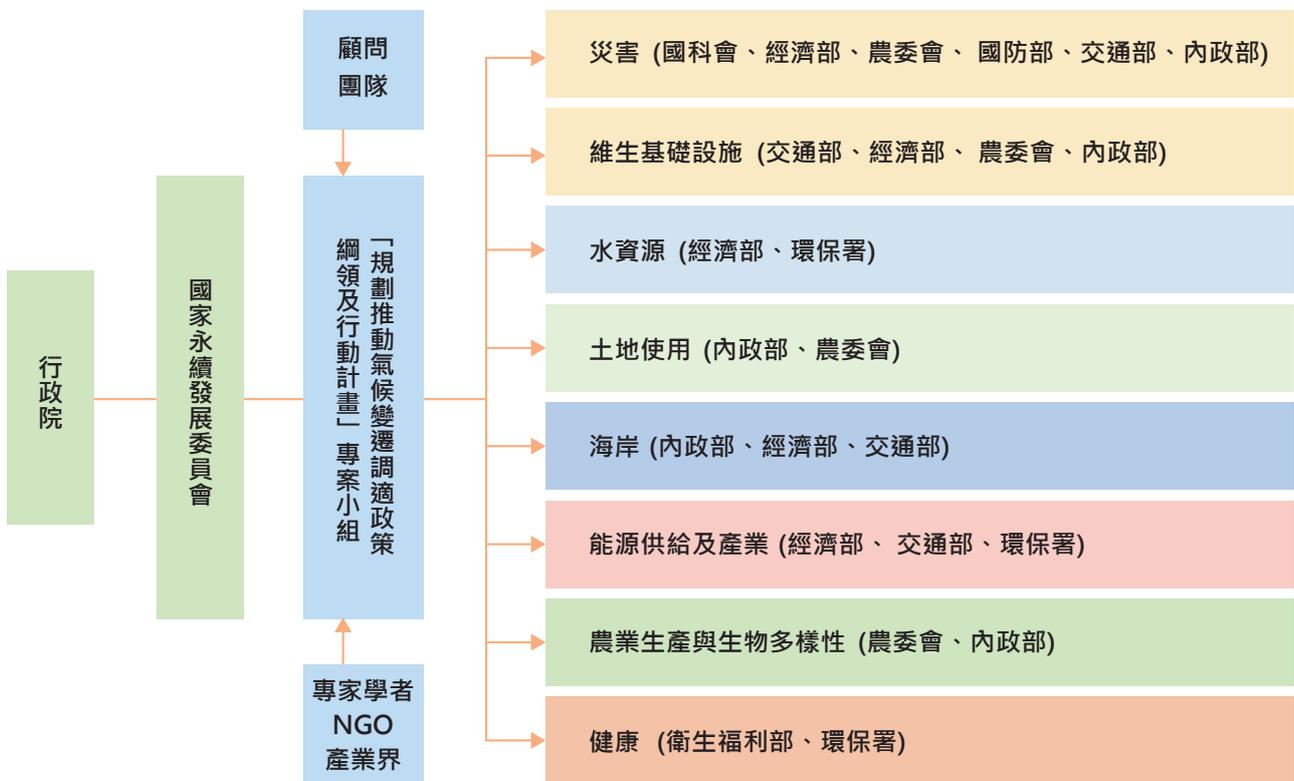


圖 6.2.1 我國國家氣候變遷調適政策綱領八大領域部會分工架構

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適政策綱領」，2012 年。

「國家氣候變遷調適政策綱領」參採科技部（前行政院國家科學委員會）發表之「臺灣氣候變遷科學報告 2011」當中論述臺灣氣候變遷未來情境與研究成果，參考各國調適作為以及臺灣環境之特殊性與歷史經驗，將國家調適工作分為災害、維生基礎設施、水資源、土地利用、海岸、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性、健康等八大領域，並於專案小組下設各調適領域之工作分組，負責協助規劃與推動調適相關工作，該綱領並於 2012 年 6 月 25

日奉行政院核定；而進一步將調適策略轉為行動，科技部、交通部、經濟部、內政部、行政院農業委員會、衛生福利部分別成立 8 個調適工作分組，依據政策綱領的架構擬具各調適領域完整的行動計畫，共提出 399 項的行動計畫，經國發會整合為 34 項的優先行動計畫，完成「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）」，作為政府各部門推動調適工作之主要行動，以具體落實政策綱領。

2015年我國通過「溫室氣體減量及管理法」(以下簡稱溫管法)，明定我國溫室氣體減量目標、推動因應氣候變遷的具體作為，並納入政府機關分工及推動機制，秉持減緩與調適兼籌並顧的精神，逐步健全我國面對氣候變遷調適能力，並致力達成我國溫室氣體長期減量目標，以確保國家永續發展。

依據溫管法第13條及施行細則第11條規定，中央目的事業主管機關應依據易受氣候變遷衝擊之權責領域進行脆弱度及衝擊評估，擬訂及推動相關調適策略，並將前一年調適成果每年定期提送中央主管機關彙整。為推動調適後續工作，環保署已召開2場次跨部會協商會

議召開，邀請相關部會就國家情境與風險評估、調適計畫期程、機關分工及資訊共享等事項進行討論。

以溫管法為法源，行政院於2017年2月23日核定「國家因應氣候變遷行動綱領」，明定氣候變遷調適策略，參酌國家氣候變遷調適政策綱領八個調適領域，並參考巴黎協定及2030年永續發展目標(SDGs)，其政策內涵包括災害風險評估管理、維生基礎設施韌性、水資源供需平衡及效能、國土安全整合管理、防範海岸災害與永續海洋資源、能源供給及產業調適能力、農業生產及生物多樣性，以及醫療衛生及防疫系統與健康風險管理等八大面向(如圖6.2.2)。

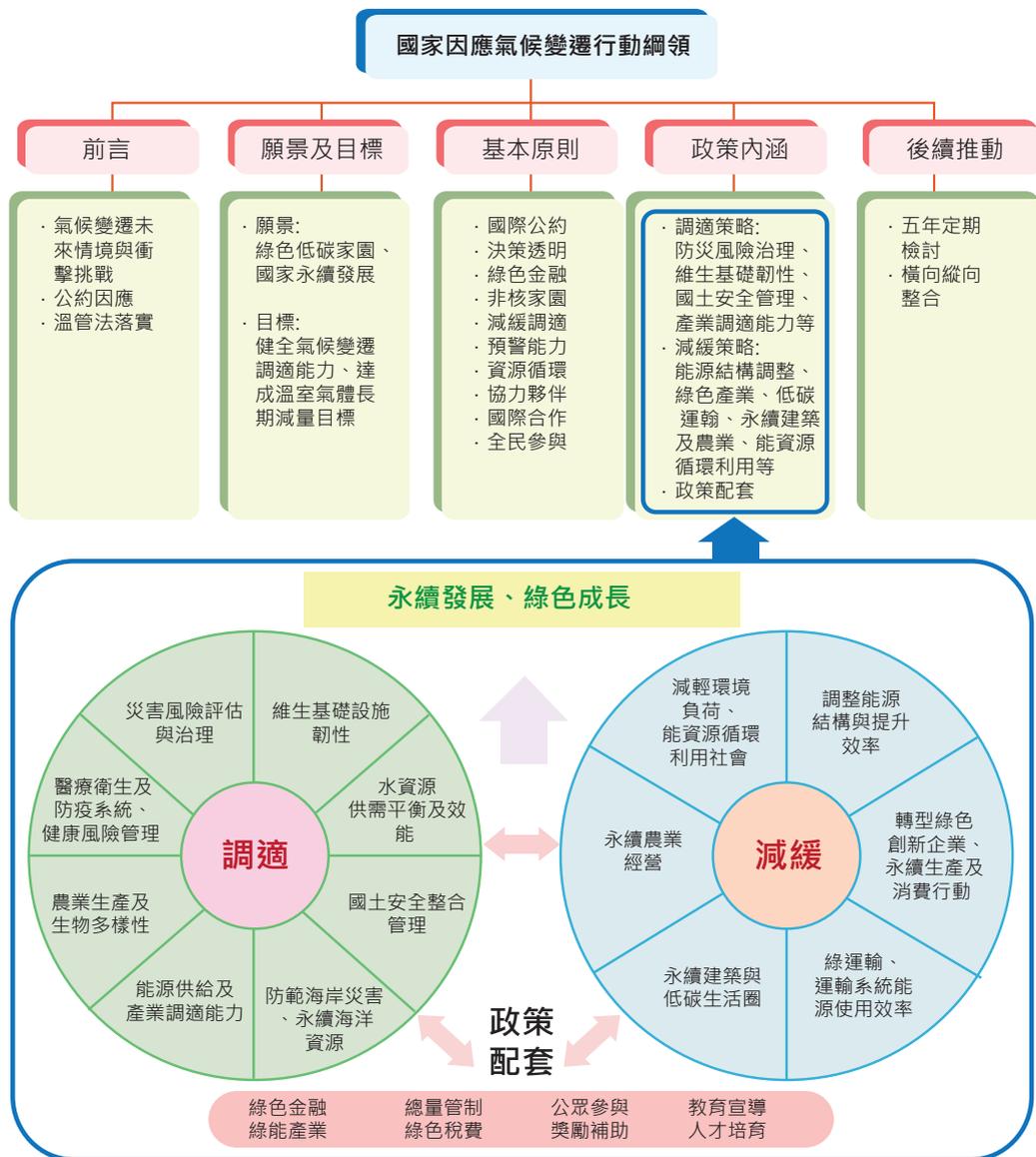


圖 6.2.2 我國國家因應氣候變遷行動綱領調適與減緩政策內涵示意圖

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適政策綱領」，2012年。

6.3 氣候變遷調適立法與施政重點

6.3.1 國家氣候變遷調適政策綱領

為健全國家調適能力，降低社會脆弱度，並建立我國整合性運作機制，作為政策架構與計畫推動的實施基礎，國發會積極推動氣候變遷調適作為，於 2010 年 1 月 29 日成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，訂定「國家氣候變遷調適政策綱領」，奉行政院 2012 年 6 月 25 日核定。

政策綱領除分析臺灣氣候變遷情況及未來推估，並據以訂定政策願景、原則與政策目標外，經參考世界各國調適作為，並考量臺灣環境的特殊性與歷史經驗，內容分就災害、維生基礎設施、水資源、土地使用、海岸、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性與健康等 8 個調適領域，詳細陳述各領域所受氣候變遷的衝擊與挑戰，規劃我國推動調適工作願景及調適策略（如表 6.3.1）。

表 6.3.1 國家氣候變遷調適政策綱領彙整我國未來面臨之總體衝擊與挑戰

國家氣候變遷調適政策綱領		
總體衝擊	挑戰	調適策略
1、氣溫上升 2、降雨型態改變 3、極端天氣事件強度及頻率升高 4、海平面上升	乾旱、熱浪、暴雨、暴潮、土石流、颱風、生態變遷、土地使用與地表覆蓋改變、地層下陷、海水倒灌、空氣惡化、水質改善	願景：建構能適應氣候風險的永續台灣。 調適策略： 1、落實國土規劃與管理。 2、加強防災避災的自然、社會、經濟體系之能力。 3、推動流域綜合治理。 4、優先處理氣候變遷的高風險地區。 5、提升都會地區的調適防護能力。

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適政策綱領」，2012 年。

6.3.2 國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）

為進一步將調適策略轉化為行動，國發會與相關部會於政策綱領架構下共同研擬「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）」，於 2014 年 5 月 22 日奉行政院核定，並於該架構推動總體調適計畫，著重在調適能力建構，透過制定架構性的氣候變遷法律與組織權責、氣候變遷科學研究與分析能力、強化環境監測技術與資訊系統、脆弱度評估與氣候變遷治理、教育宣導等，強化我

國調適能力。執行成果摘述如下：

一、102-106 年總體調適計畫執行成果

在國家氣候變遷調適政策綱領之架構下，總體調適計畫著重在調適能力建構，透過制定架構性的氣候變遷法律與組織權責、氣候變遷科學研究與分析能力、強化環境監測技術與資訊系統、脆弱度評估與氣候變遷治理、教育宣導等（推動重點彙整如表 6.3.2），強化我國調適能力。

表 6.3.2 國家氣候調適行動計畫 102-106 年總體調適計畫推動重點

推動重點
(一) 建構氣候變遷調適的優質基礎
1. 研訂氣候變遷法律體系 •2015 年 7 月 1 日公布施行「溫室氣體減量及管理法」。 •2017 年 2 月 23 日行政院核定「國家因應氣候變遷行動綱領」。
2. 規劃確立氣候變遷組織權責 •確立於溫室氣體減量及管理法第二條。
3. 建立因應氣候變遷下之經濟與財政規劃 •推動健全財政措施。
4. 提升氣候變遷調適能力強化科研能量，推動三大計畫： •推動氣候變遷研究聯盟計畫 (CCiCS)：建立臺灣本土氣候變遷模式、引進美國高解析度模式。 •臺灣氣候變遷推估與資訊平台 (TCCIP)：建構氣候變遷資料庫、提供氣候變遷推估降尺度資料、提供氣候變遷科學資料服務。 •臺灣氣候變遷調適科技計畫 (TaiCCAT)：建構脆弱度與跨領域評估工具、建構風險評估與調適流程。
5. 推動地方氣候變遷調適計畫 •研訂地方氣候變遷調適計畫規劃作業程序。 •分階段補助地方政府推動地方調適計畫。
6. 強化氣候變遷公眾參與及溝通能力 •推動建置氣候變遷調適資訊平台。 •舉辦創意氣候變遷調適相關宣傳推廣活動。 •推動全民氣候變遷調適教育計畫。
(二) 評估氣候變遷風險與調適規劃
1. 推動落實氣候變遷風險評估 •研訂「臺灣氣候變遷科學報告 2017」。
2. 滾動檢討國家氣候變遷調適政策綱領與行動計畫
(三) 推動高風險地區之調適計畫
1. 優先推動北部都會區氣候變遷調適計畫及規劃流程
2. 持續推動其他高風險地區調適計畫

資料來源：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。

各項執行情形說明如下：

(一) 建構氣候變遷調適的優質基礎

1. 研訂氣候變遷法律體系

氣候變遷具高度不確定性，以及跨領域、跨部會之特性，為能長期且持續性地推動，我國於 2015 年公布施行之「溫室氣體減量及管理法」與相關子法，做為我國第一部為因應氣候

變遷之法律，同時透過成立溫室氣體管理基金，訂定「溫室氣體管理基金收支保管及運用辦法」，專供氣候變遷調適與溫室氣體減量之用，俾使因應氣候變遷相關作為得以具體落實執行。

2. 規劃確立氣候變遷組織權責

於溫管法公布施行前，由國發會建立跨領域顧問團隊，邀集相關部會、專家學者、NGO 及產業界代表，成立「規劃推動氣候變遷調適



政策綱領及行動計畫」之專案小組，主責氣候變遷組織權責運作，並研擬政策綱領及行動計畫，作為氣候變遷調適監督及推動實施之重要平台。

溫管法公布施行後，條文內容確立我國氣候變遷組織權責，中央主管機關為環保署；有關政府機關權責分工，則係由行政院邀集中央有關機關、民間團體及專家學者，進行研訂及檢討氣候變遷調適、溫室氣體減量之分工、整合、推動及成果彙整之相關事宜。未來整體推動將依溫管法所定權責積極辦理，強調政府間跨部會整合運作、中央與地方分層負責推動機制，並建立夥伴關係，共同落實執行調適工作。

3. 建立因應氣候變遷下之經濟與財政規劃

未來極端氣候事件規模與發生機率具高度不確定性，加上氣候變遷調適係長期性工作，現階段各調適領域行動計畫持續由各部會本零基預算精神，按優先順序規劃財源；為維持財政穩健及國家永續發展，財政部運用各種政策工具，多元籌措財源，因應國家緊急事件重大經費，強化因應氣候變遷調適能力，包括推動財政健全措施，厚植財政基礎；多元籌措財源，支應流域綜合治理；提供租稅優惠，建構永續發展環境；擬議能源稅，適時推動。

4. 提升氣候變遷調適能力

為強化氣候變遷研究能量，以及研究發展氣候變遷調適分析與規劃工具為厚實氣候變遷科學研究能量。科技部補助中央研究院環境變遷中心、國家災害防救科技中心等單位，推動氣候變遷推估、評估、規劃與研發等相關科研工作，以建立我國自主的氣候變遷模擬模式能力，並強化氣候科學資料之產製與應用，以及調適工具之發展與推廣，先後推動「推動氣候變遷研究聯盟計畫(CCLiCS)」、「臺灣氣候變遷推估與資訊平台(TCCIP)」及「臺灣氣候變遷調適科技計畫(TaiCCAT)」三大研究計畫，計畫推動成果為臺灣未來氣候科學研究奠定優質基礎。

其中，臺灣氣候變遷調適科技整合研究計畫(Taiwan Integrated Research Programme on Climate Change Adaptation Technology, TaiCCAT)以科學研究、跨領域整合角度，探討環境系統分析、跨領域脆弱度評估與調適治理，從而提出調適科技發展之方向與政策建議，將氣候變遷影響轉換為研究與國家發展上之新契機，並已研究發展氣候變遷調適分析與規劃工具「TaiCCAT 支援決策系統」，達到有效整合資源、支援氣候變遷調適決策，以強化調適建構能力，提升科學研究能量。

為強化短期氣候變遷預報能力，中央氣象局改善現行氣候預報模式之具體工作項目，提高全球大氣環流模式解析度、建立海洋與大氣偶合氣候預測系統、發展統計與動力降尺度且提高大氣與海洋模式的解析度等。亦強化模式應用價值的開發，提供氣候模式在乾旱、極端降雨、冷冬、春雨、高溫與颱風等天氣系統發展趨勢預測之產品，以加強政府因應氣候變遷的整體預報能力，並推展氣象資訊的跨界應用服務，舉辦氣象資訊應用論壇，包括農業、公衛及漁業等主題，瞭解各領域氣象應用的需求以強化氣象服務。

在長期氣候變遷推估能力的精進，氣象局致力於氣象觀測技術、科技研究、預報服務等領域之發展，提供臺灣氣候變遷之歷史氣候基礎資料、臺灣未來兩型變化推估、臺灣梅雨季極端降雨大尺度環流指數，並發展臺灣氣候變遷分析與推估技術，推估臺灣氣候變遷之極端天氣發生機率，支援政府防災基礎設施等領域，建立氣候災害風險管理機制，協助相關領域建立氣候災害風險管理機制等。

已完成 4 個未來氣候模擬情境，包含 9 個大氣場變數，和 1 個海洋場變數的月平均資料、逐日氣候資料，亦完成夏季和冬季的海溫、平均溫度和極端溫度、雨量、年雨型、大尺度氣候指標未來變化推估等事項，提供氣候變遷相關變異發展趨勢之推估資訊，可供相關領域在進行氣候災害衝擊與調適決策參考，為我國奠定重要的氣候變遷調適基礎。

5. 培育氣候變遷調適專才與通才

鑒鑒於氣候變遷調適屬新興概念且具跨領域特性，國內亦積極培育跨領域、學門及氣候變遷的專業人才。於人才培育上，教育部自 2012 年起積極推動「氣候變遷調適人才培育科技計畫」，規劃透過通才培育與專才培育雙主軸策略，培育氣候變遷調適人才。通才培育策

略係考量氣候變遷概念需具備較多背景知識理解，爰於國小至高中階段逐步導入由淺至深的概念，至大專階段則由通識課程與學分學程，奠定大專學生的氣候變遷通才素養；專才培育策略，係經由專業課程融入氣候變遷概念，配合產學合作方式，培育出產業專才及高階人才，以符合未來產業發展需求（架構如圖 6.3.1）。

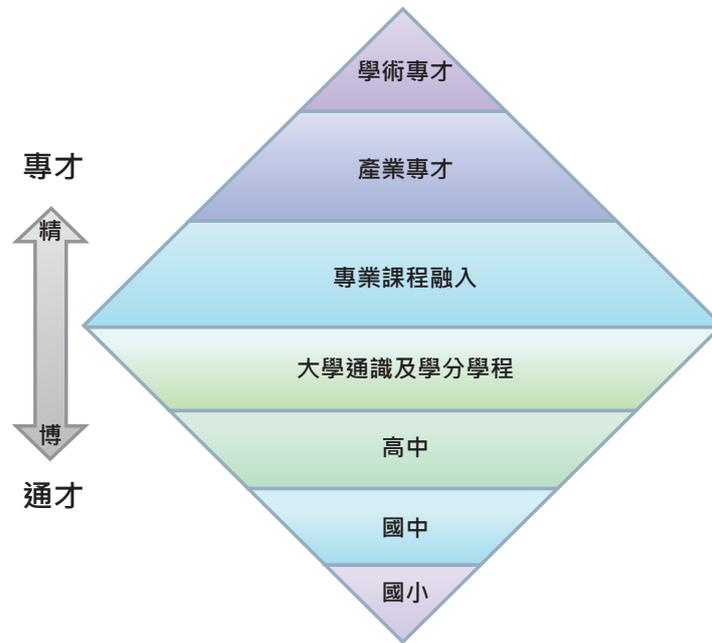


圖 6.3.1 教育部氣候變遷調適教育專才與通才培育架構圖

資料來源：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。

教育部為有效整合資源，2015 年度起將防災教育與氣候變遷調適人才培育計畫進行整併，以「學校防減災及氣候變遷調適教育精進計畫」進行持續推動，推動期間有關教材編撰部分，完成高中職以下氣候變遷調適補充教材、教師手冊等計 48 套，大專校院通識課程氣候變遷調適核心教材、專業模組 16 個，以及大專氣候變遷調適專業融入之實作與補充教材計 18 套等。

6. 推動與補助地方氣候變遷調適計畫

於「全球思考、在地行動」的思維下，為落實各項調適策略與措施，將調適作為從中央

深化至地方，我國推動地方氣候變遷調適計畫，分階段補助直轄市、縣（市）政府研訂「地方氣候變遷調適計畫」，於 2012 年遴選臺北市、屏東縣政府二個地理、社會、經濟活動不同性質的區域，試驗操作辦理地方氣候變遷調適示範計畫。規劃過程強調成立跨局處推動平台，邀集相關權益關係人建立夥伴關係，透過多元討論方式形成共識。並據二縣市經驗研擬完成「地方氣候變遷調適計畫規制作業指引」，將氣候變遷之國際趨勢與國家政策方向、調適規劃作業程序、推動組織架構、推動方式等按部就序逐一介紹，務使地方政府負責辦理調適規

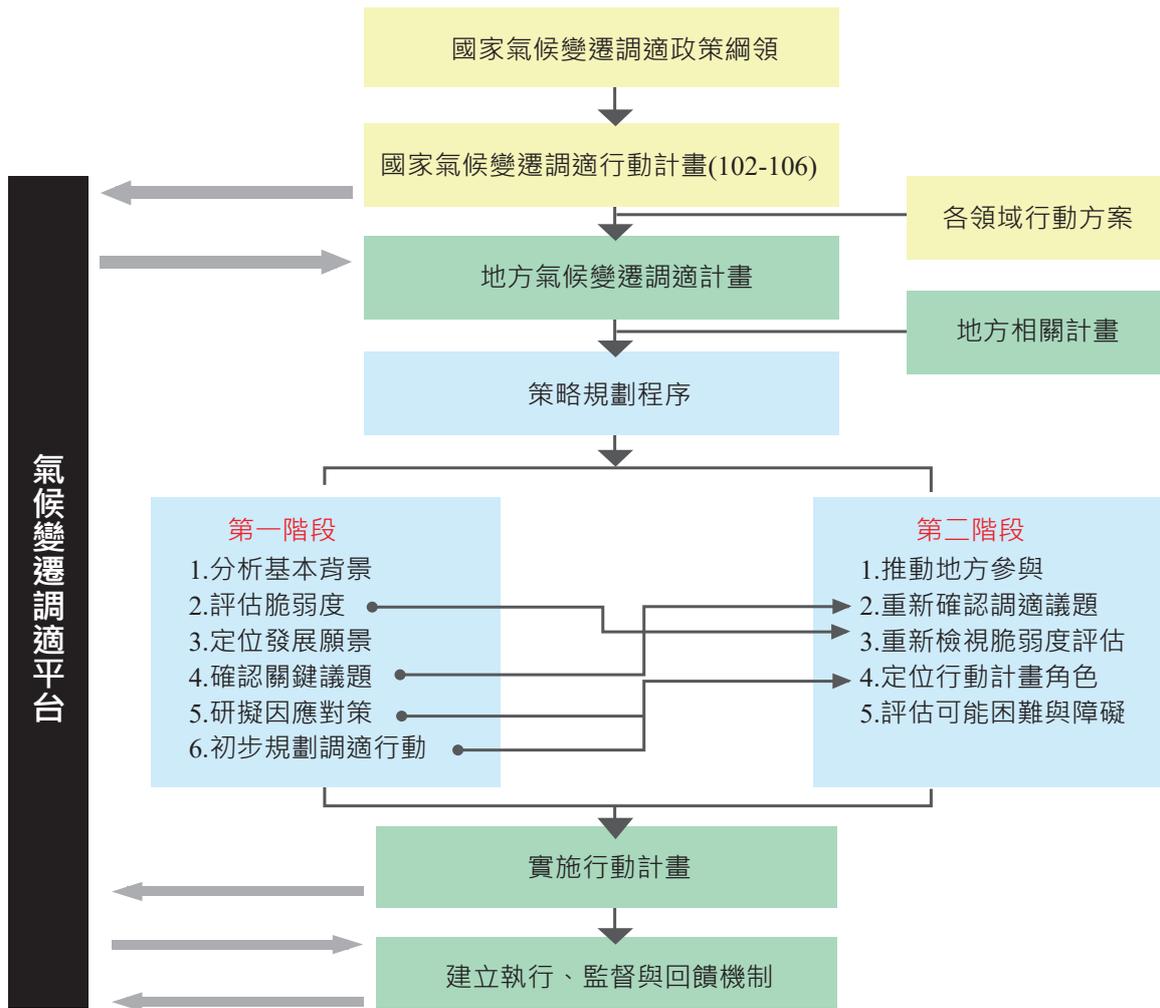


圖 6.3.2 地方氣候變遷調適計畫規劃作業程序

資料來源：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。

劃業務的的同仁、專業規劃團隊對於「調適」相關概念、策略規劃程序有更明確之理解，以供作為各地方政府後續推動之參考依循，如圖 6.3.2。

(二) 評估氣候變遷風險與調適規劃

為評估氣候變遷風險，透過建立氣候變遷風險評估機制，將有助於評估臺灣可能面對的氣候風險，未來於溫管法及其施行細則之架構，以及國家因應氣候變遷調適行動綱領之基本原則下，需持續強化科學基礎，進行氣候變遷脆弱度及衝擊評估，以利擬定及推動相關調適策略，俾提升因應氣候變遷之調適作為。

國家災害防救中心透過長年計畫（研究單位關聯，如圖 6.3.4 所示），進行氣候變遷風險評估研究與報告，重要成果包括發展全流域災害衝擊方法與災損評估工具、完成氣候變遷推估之災害風險地圖、發展極端事件動力降尺度資料產製與災害應用評估、推動科技部氣候變遷整合型計畫、出版 2011 年及 2017 年台灣氣候變遷科學報告、出版氣候變遷災害風險評估報告、執行國發會「氣候變遷調適政策綱領與災害領域行動方案」等項目。（歷年重點成果如表 6.3.3）。

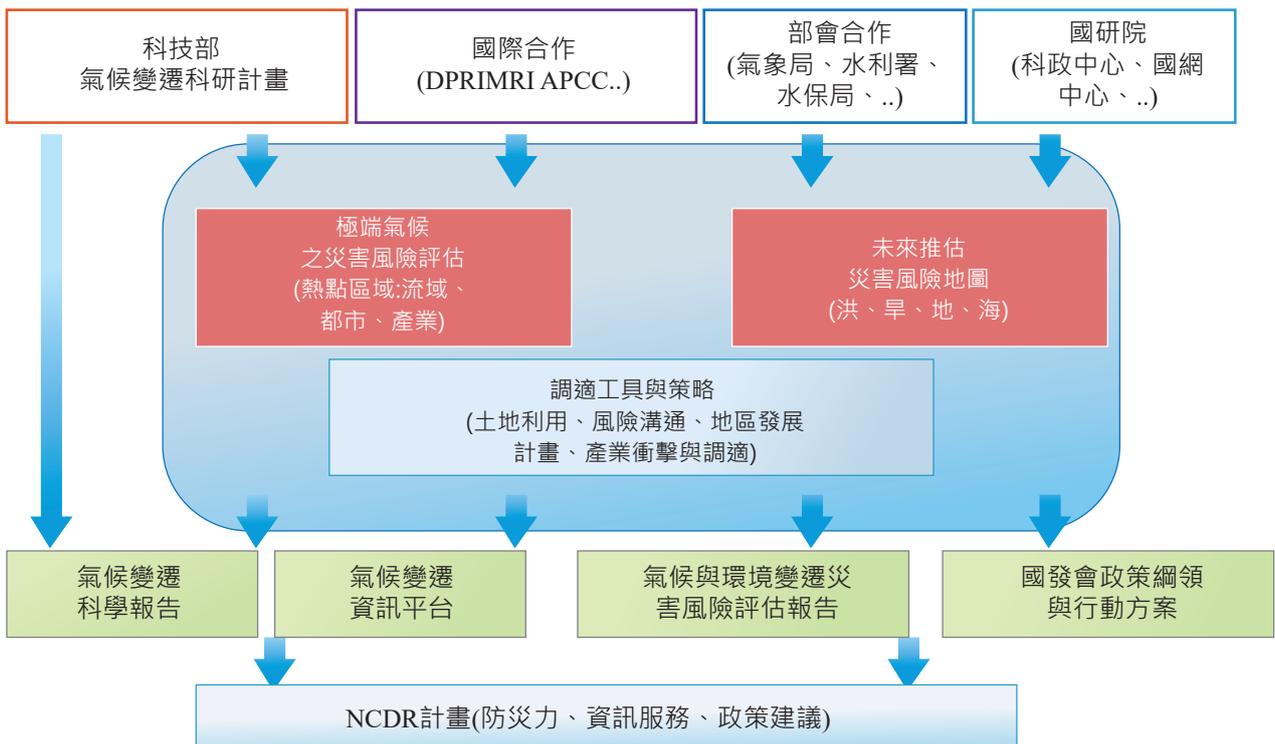


圖 6.3.3 國家災害防救科技中心極端氣候調適研究單位關聯圖

資料來源：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。

表 6.3.3 國家災害防救科技中心氣候變遷風險評估歷年重點成果

年份	成果
2008 年	IPCC 氣候變遷評估報告第四版 (AR4) 決策者摘要翻譯與出版。
2009 年	規劃並推動國科會第一期「台灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫」(TCCIP-I)。
2010 年	產製氣候變遷災害風險地圖 (現況)。
2011 年	出版「台灣氣候變遷科學報告 2011」。
2012 年	擬定氣候變遷災害領域之調適政策綱領與行動方案。
2013 年	IPCC SREX (災害風險評估報告) 報告翻譯與出版。
2013 年	IPCC 氣候變遷評估報告第五版 (AR5) 決策者摘要翻譯與出版。
2013 年	啟動科技部第二期「台灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫」(TCCIP-II)。
2014 年	產製氣候變遷未來推估之全國版災害風險地圖。
2015 年	乾旱監測預警平台建置與短期季節流量推估。
2015 年	產製氣候變遷未來推估之地方版災害風險地圖。
2016 年	氣候變遷災害風險圖集與問答集。
2017 年	出版「台灣氣候變遷科學報告 2017 第一冊 物理現象與機制」、「台灣氣候變遷科學報告 2017 第二冊 衝擊與調適面向」。
2017 年	出版「台灣氣候變遷科學報告 2017 第一冊 物理現象與機制」、「台灣氣候變遷科學報告 2017 第二冊 衝擊與調適面向」。

資料來源：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。

(三) 推動高風險地區之調適計畫

鑒於氣候變遷具跨領域、跨部門及高度不確定性之特性，需透過跨部門計畫進行整合，依據政策綱領所訂之總體調適策略，考量整體環境之脆弱度與復原難度，需優先處理高風險地區，以減少氣候變遷衝擊與生命財產損失。因此，我國擇定北部都會區作為示範案例，優先推動氣候變遷調適計畫，於此同時，亦分階段推動與補助地方政府推動地方調適計畫。

優先處理的高風險地區為我國人口密度最高的都會區，涵蓋基隆市、台北市、新北市及桃園市，所面對的氣候變遷風險包括暴雨強度增加造成都市人口密集地區的衝擊、水資源的整體調度、石門水庫及其集水區的坡地災害與資源保育等，由於極端暴雨與海平面上升，須有效防範都市淹水、乾旱與坡地災害，並發展都會區調適範型，該計畫由國發會協調土地使用、水資源、維生基礎設施、災害及健康等領域主辦機關，進行統籌規劃。

規劃過程依循「TaiCCAT 支援決策系統」六步驟進行操作，參考臺灣氣候變遷風險評估之分析內容與階段性成果，及相關學術研究評估報告，完成該區氣候變遷脆弱度分析及風險評估；並通盤檢視與該區相關之國家與地方調

適行動計畫，研提滾動調整建議；整體推動過程透過多次跨領域工作會議、群組會議及公民咖啡館、問卷調查等參與方式，經互動式溝通討論形成共識，完成研訂「北部都會區氣候變遷調適計畫」。

為整合各界資源，更界定高風險地區三大調適主軸：都會地區、流域及海岸地區，其中都會地區需關注暴雨強度增加，對都會人口密集地區之衝擊；流域地區則以水資源的整體調度，以及石門水庫及其集水區之坡地災害與資源保育為主；海岸地區著重於沿岸易淹水地區土地使用，以及對生物棲息地之衝擊，並依據三大調適主軸研提對應之亮點計畫，作為後續優先執行之重點。

二、102-106 年各調適領域重點執行成果

(一) 災害領域

為降低氣候變遷所導致之災害風險，科技部與國家災害防救科技中心等相關單位推動災害風險評估，以及綜合調適政策推動行動計畫。經由災害風險調查評估、災害風險圖資研發、基礎設施能力建置及防災調適措施之執行，逐步建構降低氣候災害風險之機制，以強化整體防災避災之調適能力（執行成果重點如圖 6.3.5）。

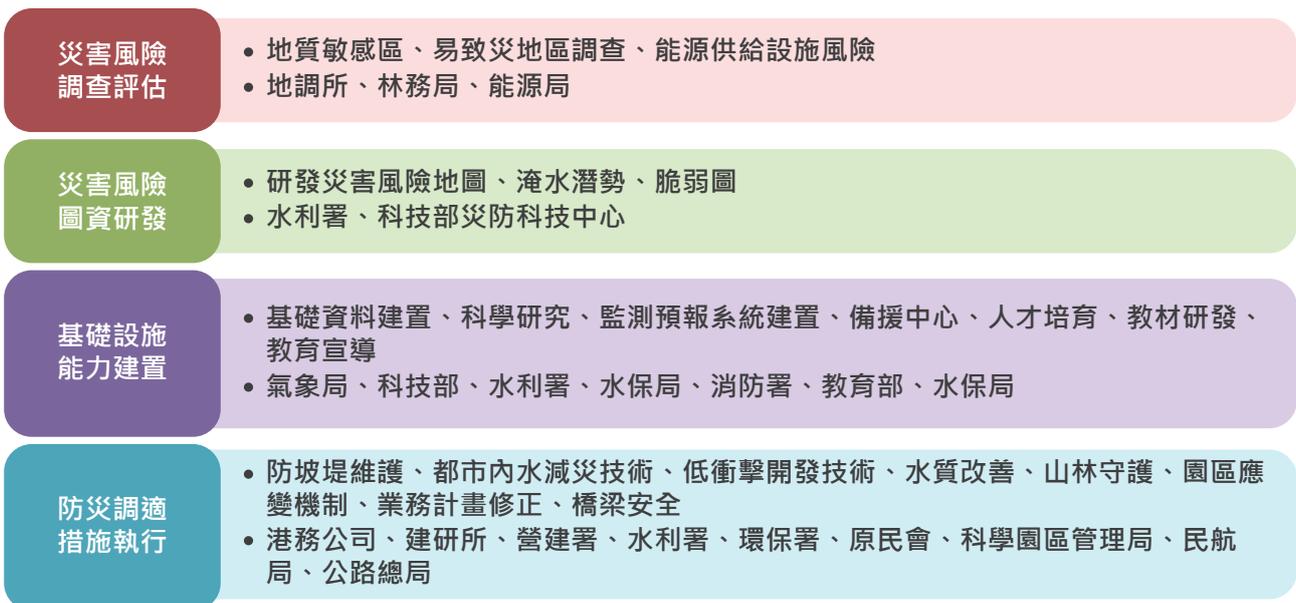


圖 6.3.4 災害領域行動方案執行成果重點

資料來源：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。

(二) 維生基礎設施領域

為提升維生基礎設施於氣候變遷下之調適能力，我國於交通系統已建立鐵路氣候變遷風險評估方法及資訊，並針對氣候變遷風險因子檢討相關設計規範，持續強化鐵路邊坡管理系統，研提強化設施韌性及提升調適能力之策略。供水及水利系統方面建立氣候變遷衝擊評估之架構與流程，評估區域水資源之供水乘載力與缺水風險，並完成臺灣北、中、南、東等區水資源風險地圖，以及農田水利設施更新改善，以提升農業灌溉用水效率。在能源供給系統方面，針對極端氣候強降雨、颱風對水庫、水壩、天然氣輸送管線、輸配電等系統之進行衝擊評估，建立風險矩陣，針對能源產業進行風險評估與調適輔導。

(三) 水資源領域

於氣候變遷衝擊下，為能確保水資源供需平衡，水利署於水資源永續經營與利用之最高指導原則下，推動各項調適策略、行動、架構如圖 6.3.6 所示。

透過水資源開發與保育，完成臺灣北、中、南、東等區及離島地區水資源風險地圖，進行高風險水庫評估及各縣市缺水風險並擬定水資源強化策略，並持續更新地面水文及近海水文之觀測與監測資料等。於水資源供給方面，透過建構國內廢（污）水或放流水回收再利用之法律框架，2015 年公布「再生水資源發展條例」，另為推動節約用水，2016 年於「自來水法」增訂節約用水專章；又透過技術研發層面，針對水庫蓄水或集水區範圍試辦低衝擊開發及水庫清淤作業；並完成水權資訊網、整合水權用水範圍管理系統。於水資源需求方面，透過永續水價決策評估模式，模擬目前環境下可能之水價決策演化結果，研提適合國內自來水事業永續發展之水價策略；研發基本雨水貯集量技術，納入建築物雨水貯留利用設計技術規範，並舉辦循環水養殖技術推廣講習，鼓勵轉型為低耗水產業等。於水資源進出口策略，完成國家虛擬用水和水足跡的估算結果，以及臺灣北、中、南、東四區之藍水足跡和其區域間之虛擬水流量；編撰「製造業產品水足跡盤查研究手冊」和「服務業服務水足跡盤查研究手冊」，並推動製造業與服務業水足跡盤查輔導等作業。

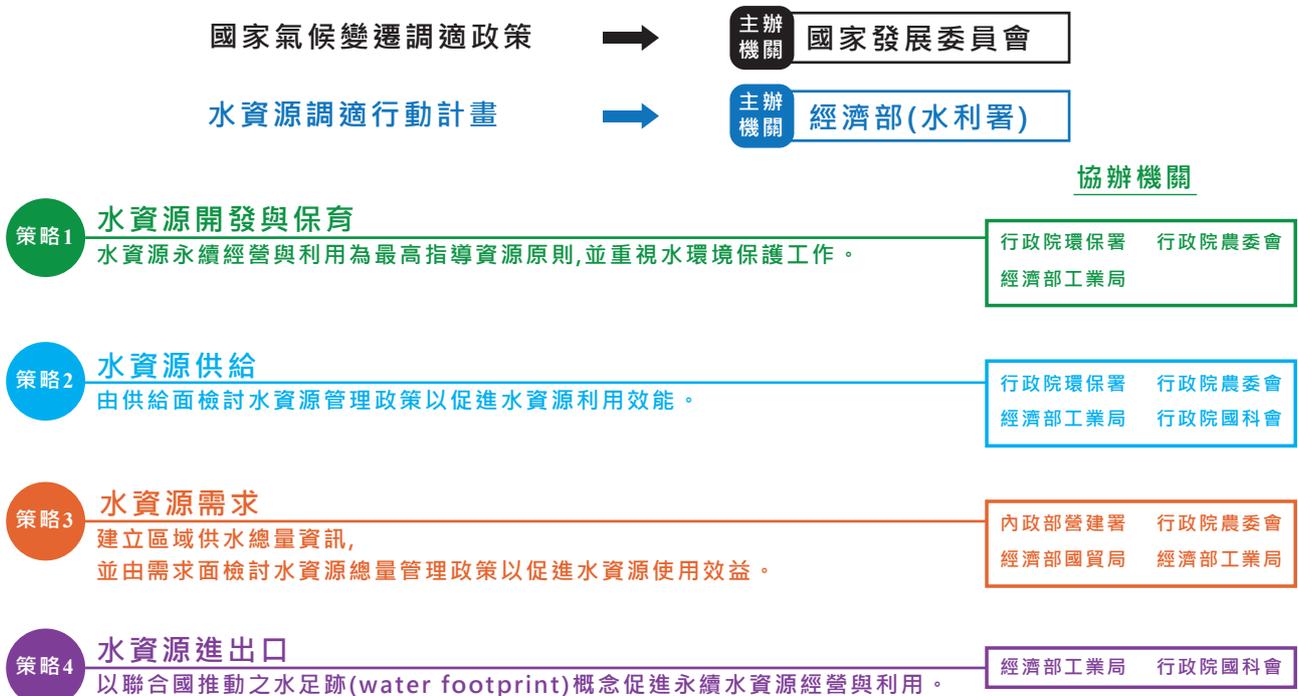


圖 6.3.5 國家水資源調適行動方案推動架構

資料來源：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。

(四) 土地使用領域

我國於 2016 年訂定「國土計畫法」，明確將氣候變遷納入於全國國土計畫中，又需訂定國土防災及氣候變遷調適策略，作為地方政府研擬直轄市、縣(市)國土計畫之上位指導性原則；2015 年訂定「海岸管理法」，以防治氣候變遷衝擊海岸地區造成海岸災害與環境破壞；2015 年訂定完成「濕地保育法」及其施行細則等 9 項子法，透過濕地保育調節水資源、改變微氣候，於氣候變遷下發揮自我調適機制。2017 年修正全國區域計畫，將空間規劃納入氣候變遷調適策略，針對氣候變遷調適策略擬定土地使用管理配套機制，各層級土地使用計畫應蒐集災害潛勢及防災地圖等相關資訊，納入環境敏感地區之規劃參考，並據以檢討土地使用分區及使用地。並持續且定期監測臺灣各類土地使用與地表覆蓋變遷，透過遙測衛星影像進行之土地利用變異監測作業，提供全面性、持續性的土地變遷資訊，掌握地表覆蓋變遷、災害敏感地，以降低氣候衝擊。

(五) 海岸領域

為達到永續海岸目標，我國積極進行防治海岸災害與環境破壞、保育與復育海岸資源等工作，期降低海岸災害衝擊、防止國土流失、改善海堤景觀、復育海岸環境。2017 年訂定「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，積極保護自然資源及防治災害，以強化海岸地區保安工作。透過進行劣化棲地復育及輔導地層下陷地區轉

型為濕地生態園區、推動社區濕地環境教育，透過濕地環境營造、教育推廣與社區參與，改善海岸生態棲地與溼地環境，以緩和氣候衝擊。針對推動地層下陷地區推動地貌改造及轉型計畫，於「雲彰地區地層下陷具體解決方案暨行動計畫」中，訂定嚴重地層下陷地區相關之土地使用管制規定，促進嚴重地層下陷地區之土地合理有效利用，改善彰化縣及雲林縣嚴重地層下陷地區之排水環境，並封停彰化、雲林農田水利會公有水井，減少地下水抽用量，以減緩地層下陷。並建置監測、調查與評估資料庫，精進海象預報及落實氣候資訊應用層面。目前已完成臺灣測站 1911~2013 年觀測資料與氣候變異特徵分析報告，並分析各地海岸 37 年暴潮資料庫與警戒潮位，建立臺灣氣候變遷推估能力。又強化海岸地區汙染監測及風險控管能力，辦理河川、水庫、海域、地下水等環境水質之例行定期採樣監測及數據品保工作，提供民眾即時、最新環境品質資訊。

(六) 能源供給與產業領域

透過系統面管理機制建立，發展能源產業調適工具、進行能源產業調適輔導、建構能源領域氣候變遷調適平台，及資訊蒐集及能源產業調適推廣，建立由上而下(top-down)系統面管理機制。而為降低我國製造業於未來氣候變遷衝擊下之脆弱度，產業調適行動依健全調適環境、提升調適能力，及強化宣導推廣三大面向之架構進行由下而上(bottom-up)的設施面盤查輔導工作。能源供給領域行動方案整體推動架構如圖 6.3.7。

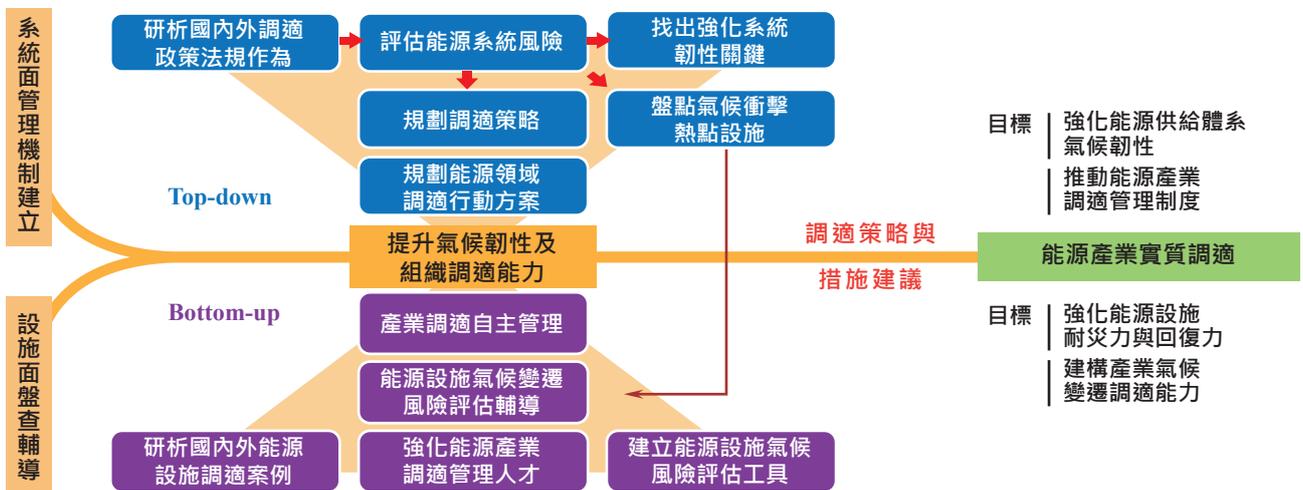


圖 6.3.6 能源領域氣候變遷調適推動架構

資料來源：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。

(七) 農業生產及生物多樣性領域

為妥適規劃利用農地與水資源，適時適地調整農作物、畜牧、漁業之生產養護與經營模式，行政院農業委員會（以下簡稱農委會）積極辦理農業資源及水資源的管理與利用，配合國土規劃維護適當總量及高品質之農地，並強化農業用水調蓄設施，提升水資源利用效率與增加經濟效益。農委會亦因應氣候變遷調整耕作制度，輔導農地契作進口替代及外銷潛力作物，並進行山坡地農業轉型，減緩異常氣候對農業經營之風險。

在建立農業監測評估系統及產業風險管理方面，則增加農業氣象觀測站，加強蒐集臺灣各地區的氣象因子的變動資料，建立完整氣候資料庫，進行作物模擬預測與建立預警系統，規劃適當適栽區及產業評估，俾作為後續耕作制度調整及調適之基礎。另為減輕農漁民因天然災害遭受重大損失，建立農漁民所得安全網，農委會自 2015 年起試辦農作物保險，並依據各產業單位盤點回饋易受天災或疫病損失嚴重之品項，優先開發保單，以穩定農漁民收益，同時訂定「農產業天然災害保險試辦補助要點」，試辦期間與農業天然災害救助制度並行。農委會為研發調適科技，提升產業抗逆境能力，建立種原交換計畫及抗逆境品種研發應用，透過育種技術縮短育種研發時間，並規劃建置逆境模擬測試場域，以擴大篩選抗逆境品種及長期因應臺灣氣候變遷所需品種。

為建立多目標與永續優質之林業經營調適模式，並推動綠色造林，我國積極推動「里山倡議」，搭建「臺灣里山倡議夥伴關係網絡 (TPSI)」，制定「綠色保育標章」，並推動環境友善之林業生產體系推動計畫，2017 年訂定「產銷履歷驗證機構認證作業要點」、「國產木竹材識別標章」等，建構國產木竹材原料來源的合法性與加工產品品質管理，提升國產木竹材的永續性與市場競爭力。

為減緩人為擾動造成生物多樣性流失的速度，農委會訂定並修正「中華民國輸入植物或植物產品檢疫規定」、「野生動物活體及產製品輸

出入審核要點」，施行簽審通關共同作業平台，配合國際動植物疫情，修正我國防疫法規，執行監測工作等，以進行外來入侵種之評估、偵測、監測及防治與防除；為復育劣化地區之生態系，農委會水保局執行劣化生態系復育計畫，林務局則執行劣化棲地復育計畫。

在強化生物多樣性監測、資料蒐集、分析與應用方面，亦重視評估生物多樣性脆弱度與風險，我國整合臺灣生物多樣性資訊入口網 (TaiBIF)，提供各項生物多樣性主題資料服務供申請、使用，提供經營管理、施政參考及與國際資料庫接軌；建構「國家生物多樣性指標監測及報告系統」，配合現有之監測系統掌握生態系現況與變化情形；整合國內受威脅物種資訊，並分就不同生物種類、屬性及受威脅情形等，建立「紅皮書資訊網資訊架構」；另建立「臺灣生物多樣性網絡」長期累積的生物分布資料結構化，以達到資料典藏與流通活用之目的。補助辦理「因應氣候變遷之生物多樣性脆弱度評估與風險管理研究」及「因應氣候變遷生物多樣性回復力之研究」等，以瞭解氣候變遷對臺灣較敏感及具風險之物種、族群、及生態系之影響，俾採取適當的因應作為。

(八) 健康領域

增溫將提高傳染性疾病流行之風險，亦可能增加心血管及呼吸道疾病死亡率，衛生福利部為降低公共衛生及醫療體系負擔，在 2014 年於「職業安全衛生設施規則」增訂勞工防範高溫工作環境引起之熱疾病，應採取危害預防措施；2015 年增修傳染病防治法部分條文，以促使民眾積極配合政府防疫措施；並自 2010 年起配合防汛期前，各級單位輪流於各縣市辦理災害防救演習、補助醫療機構辦理災害防救演練；勞動部已將緊急應變納入安全衛生人員教育訓練，並要求事業單位將緊急應變措施納入職業安全衛生管理計畫，定期實施演練。透過強化氣候變遷教育與災後防疫文宣，提升民眾之健康識能。亦持續進行健康衝擊與調適研究，瞭解氣候變遷事件與慢性病就醫關聯性，並研提相關評估；擴大疾病評估相關資料庫之匯併，透過特定疾病就診、氣象、人口等資料完成匯併分



析；推動環境資訊交換作業規範，加速各項環境資訊交換作業；建置動物疫情資料庫，提供氣候變遷對病媒蚊及人畜共通傳染病之影響與因應對策研究；建置職業傷病通報系統，並統計因熱危害所致職業傷病通報個案數。並強化監測系統之環境建置與維護，每年管理維護並更新法定傳染病通報系統、疫情調查系統及傳染病倉儲系統之資訊；強化登革熱、日本腦炎等與氣候變遷相關傳染病通報時效，透過上述努力逐步改善環境與健康資訊彙整體系。

參考文獻

1. 內政部，土地使用領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
2. 內政部，海岸領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
3. 交通部，維生基礎設施領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
4. 國家發展委員會，國家氣候變遷調適政策綱領，2012 年。
5. 行政院農業委員會，農業生產與生物多樣性領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
6. 科技部，災害領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
7. 國家災害防救科技中心，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。
8. 國家災害防救科技中心，臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制，2017 年。
9. 國家發展委員會，地方氣候變遷調適計畫規劃作業指引 (更新版)，2018 年 4 月。
10. 國家發展委員會，國家氣候變遷調適行動計畫 (2013-2017 年)，2014 年。
11. 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 4 月。
12. 經濟部，水資源領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
13. 經濟部，能源供給及產業領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
14. 衛生福利部，健康領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
15. 行政院環境保護署，氣候變遷資訊整合網：
<https://ccis.epa.gov.tw/default.aspx>。