

2021年 中華民國溫室氣體國家報告

National Communication of the Republic of China (Taiwan) under the
United Nations Framework Convention on Climate Change



目錄

目錄	00
表目錄	02
圖目錄	04
執行摘要	08

第一章 國情及環境基本資料 15

1.1 政府組織及立法	16
1.2 人口	17
1.3 地理位置與土地利用情形	18
1.4 氣候	20
1.5 經濟及產業	20
1.6 能源	22
1.7 運輸	24
1.8 建築及都市結構	28
1.9 廢棄物	29
1.10 農、林、漁、牧	29

第二章 溫室氣體排放、吸收統計及趨勢分析 32

2.1 溫室氣體清冊編製流程及統計方法	33
2.2 溫室氣體排放及移除統計	35
2.3 氣體別溫室氣體排放及移除統計	38
2.4 清冊部門別溫室氣體排放及吸收統計	48
2.5 溫室氣體關鍵源及趨勢分析	60

第三章 我國溫室氣體減量之政策及措施析 61

3.1 臺灣因應氣候變遷立場	62
3.2 氣候變遷之治理架構	62
3.3 溫室氣體減量政策及措施	71

第四章 溫室氣體排放預測 91

4.1 排放路徑預測.....	92
4.2 減量效果評估.....	93
4.3 預測方法說明.....	94

第五章 氣候變遷衝擊影響及調適對策 103

5.1 氣候變遷危害.....	104
5.2 氣候變遷衝擊.....	114
5.3 調適措施與成果.....	117

第六章 氣候變遷科學研究及觀測 126

6.1 氣候變遷科學研究.....	127
6.2 氣候變遷氣象觀測.....	132

第七章 國際合作及交流 139

7.1 參與聯合國氣候變化綱要公約.....	140
7.2 國家及政府間組織合作及交流.....	142
7.3 地方政府與城市合作及交流.....	147
7.4 非政府間組織合作及交流.....	148

第八章 教育、培訓及公眾溝通 153

8.1 教育.....	154
8.2 培訓.....	160
8.3 社會對話與公眾溝通.....	163

表目錄

表 1.5-1、臺灣 2005 年至 2020 年經濟成長率.....	21
表 1.6-1、歷年能源供給（能源別）.....	23
表 1.6-2、歷年能源消費表（按能源別）.....	24
表 1.6-3、臺灣能源效率指標.....	25
表 1.7-1、臺灣交通運量統計表.....	26
表 1.7-2、2020 年陸上交通運量統計.....	27
表 2.1-1、國家溫室氣體排放清冊部門權責機關.....	34
表 2.2-1、臺灣 1990 至 2019 年各類溫室氣體排放量和移除量.....	36
表 2.3.1-1、臺灣 1990 至 2019 年二氧化碳排放量.....	39
表 2.3.2-1、臺灣 1990 至 2019 年甲烷排放量.....	42
表 2.3.3-1、臺灣 1990 至 2019 年氧化亞氮排放量.....	43
表 2.3.4-1、臺灣 1990 至 2019 年氫氟碳化物生產排放量.....	45
表 2.3.5-1、臺灣 1990 至 2019 年全氟碳化物生產排放量.....	46
表 2.3.6-1、臺灣 1990 至 2019 年六氟化硫生產排放量.....	47
表 2.3.7-1、臺灣 1990 至 2019 年三氟化氮排放量.....	48
表 2.4-1、臺灣 1990 至 2019 年清冊部門別溫室氣體排放量.....	49
表 2.4.1-1、臺灣 1990 至 2019 年能源部門溫室氣體排放量.....	52
表 2.4.2-1、臺灣 1990 至 2019 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量.....	54
表 2.4.3-1、臺灣 1990 至 2019 年農業部門溫室氣體排放量.....	56
表 2.4.4-1、臺灣 1990 至 2019 年土地利用、土地利用變化及林業部門溫室氣體排放量.....	58
表 2.4.5-1、臺灣 1990 至 2019 年廢棄物部門溫室氣體排放量.....	59
表 3.3.1-1、「國家因應氣候變遷行動綱領」基本原則.....	74
表 3.3.2-1、國家及部門別溫室氣體階段管制目標.....	76
表 3.3.3-1、能源部門評量指標執行進度彙整表.....	78
表 3.3.3-2、製造部門評量指標執行進度彙整表.....	79
表 3.3.3-3、運輸部門評量指標執行進度彙整表.....	80
表 3.3.3-4、住商部門評量指標執行進度彙整表.....	81
表 3.3.3-5、農業部門評量指標執行進度彙整表.....	83

表 3.3.3-6、環境部門評量指標執行進度彙整表.....	83
表 3.3.3-7、溫室氣體減量政策總表.....	84
表 4.1.1-1、範疇界定說明.....	92
表 4.2-1、政策情境下 GHG 淨排放量路徑.....	93
表 4.3.1-1、臺灣經濟成長率及三級產業結構預測.....	95
表 4.3.1-2、核能電廠運轉期限.....	97
表 4.3.1-3、天然氣規劃量.....	97
表 4.3.1-4、天然氣規劃量.....	97
表 4.3.1-5、再生能源發電量.....	98
表 5.1.1-1、臺灣 1907 年至 2017 年平均氣溫增加幅度.....	106
表 7.2-1、臺灣 2021 年辦理氣候變遷國際人力資源培訓研習班計畫.....	146
表 8.1.1-1、臺灣國民基本教育與氣候變遷相關之議題及內涵.....	155

圖目錄

圖 1、2019 年各類溫室氣體排放占比	09
圖 2、臺灣 1990 至 2019 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢.....	09
圖 3、臺灣 1990 至 2019 年部門別溫室氣體排放量趨勢	10
圖 4、溫室氣體淨排放量路徑比較.....	11
圖 5、國家氣候變遷調適政策綱領之部會分工架構.....	13
圖 1.1-1、臺灣中央政府現行組織圖.....	16
圖 1.1-2、臺灣地方行政區域圖	17
圖 1.2-1、臺灣整體人口發展趨勢圖.....	18
圖 1.3-1、臺灣全島地形圖	19
圖 1.3-2、都市土地及非都市土地（國家公園土地）之使用情形.....	19
圖 1.4-1、臺灣年平均氣溫變化趨勢.....	20
圖 1.6-1、台電系統 109 年發購電量結構.....	22
圖 1.10-1、臺灣森林林型分類	30
圖 2.1-1、臺灣國家溫室氣體清冊準備程序.....	33
圖 2.2-1、臺灣 1990 至 2019 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢	36
圖 2.3-1、2019 年各類溫室氣體排放占比.....	38
圖 2.3.1-1、臺灣 1990 至 2019 年二氧化碳排放量趨勢.....	39
圖 2.3.2-1、臺灣 2001 至 2019 年甲烷排放量趨勢	41
圖 2.3.3-1、臺灣 1990 至 2019 年氧化亞氮排放量趨勢.....	43
圖 2.3.4-1、臺灣 1993 至 2019 年氫氟碳化物排放量趨勢	44
圖 2.3.5-1、臺灣 1999 至 2019 年全氟碳化物排放量趨勢	45
圖 2.3.6-1、臺灣 1999 至 2019 年六氟化硫排放量趨勢.....	46
圖 2.3.7-1、臺灣 1999 至 2019 年三氟化氮排放量趨勢.....	47
圖 2.4-1、臺灣 1990 至 2019 年清冊部門別溫室氣體排放量趨勢	49
圖 2.4.1-1、臺灣 1990 至 2019 年能源部門溫室氣體排放量趨勢.....	51
圖 2.4.2-1、臺灣 1990 至 2019 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量趨勢	53
圖 2.4.3-1、臺灣 1990 至 2019 年農業部門溫室氣體排放量趨勢.....	56
圖 2.4.4-1、臺灣 1990 至 2019 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量趨勢.....	57

圖 2.4.5-1、臺灣 1990 至 2019 年廢棄物部門溫室氣體排放量趨勢	59
圖 3.2.1-1、行政院國家永續發展委員會組織架構圖	63
圖 3.2.1-2、行政院能源及減碳辦公室組織架構圖.....	65
圖 3.2.1-3、溫管法部會分工推動架構.....	66
圖 3.2.2-1、溫室氣體減量及管理法架構圖	67
圖 3.2.2-2、歷年溫室氣體盤查登錄對象登錄情形.....	68
圖 3.2.2-3、臺灣查驗機構認證制度程序.....	69
圖 3.2.2-4、各類溫室氣體抵換專案數量.....	70
圖 3.3-1、溫管法規範下之中央與地方分層推動架構.....	72
圖 3.3.1-1、國家因應氣候變遷行動綱領架構圖.....	73
圖 3.3.2-1、溫室氣體減量推動方案架構圖	75
圖 3.3.2-2、臺灣溫室氣體減量路徑圖.....	75
圖 3.3.2-3、「溫室氣體減量推動方案」六大部門策略方針.....	76
圖 3.3.2-4、「溫室氣體減量推動方案」八大政策配套	77
圖 3.3.4-1、執行方案內容架構	86
圖 3.3.4-2、地方政府溫室氣體管制執行方案亮點成果	87
圖 3.3.5-1、行政院「淨零排放路徑專案工作組」組織架構圖	89
圖 3.3.5-2、行政院「淨零排放路徑專案工作組」社會對話進展	89
圖 4.2-1、溫室氣體淨排放量路徑比較	93
圖 4.3-1、溫室氣體排放路徑預測流程	94
圖 4.3.1-1、總人口成長趨勢（高、中及低推估情境）	95
圖 4.3.1-2、各類電廠發電結構路徑.....	96
圖 4.3.2-1、TISMO 整合模型架構.....	99
圖 4.3.2-2、農業部門 GEMTEE 政策分析模組.....	100
圖 4.3.2-3、農業部門 GEMTEE 資料庫架構.....	101
圖 5.1.1-1、臺灣 1911 至 2020 年溫度觀測趨勢	105
圖 5.1.1-2、臺灣 1911 至 2017 年溫度觀測趨勢	105
圖 5.1.1-3、臺灣未來氣溫模式推估趨勢分布圖.....	106

圖 5.1.1-4、臺灣未來季節長度趨勢推估.....	107
圖 5.1.3-1、臺灣 1911 年至 2020 年降雨量觀測趨勢.....	108
圖 5.1.3-2、臺灣未來降雨變化趨勢推估.....	109
圖 5.1.4-1、臺灣 1950 年至 2014 年颱風數量.....	110
圖 5.1.4-2、臺灣 1951 年至 2014 年極端高溫天數.....	111
圖 5.1.4-3、臺灣未來極端高溫趨勢推估.....	111
圖 5.1.4-4、臺灣 1910 年至 2013 年大雨、豪雨及豪大雨天數.....	112
圖 5.1.4-5、我國 1999 年及 2099 年豪雨天數.....	113
圖 5.1.5-1、CMIP6 暖化情境說明.....	114
圖 5.3.1-1、國家氣候變遷調適政策綱領之部會分工架構.....	118
圖 6.1.1-1、臺灣最新一期「科技發展策略藍圖」.....	128
圖 6.2-1、交通部中央氣象局測站分布圖.....	133
圖 6.2-2、地球同步與繞極軌道衛星所產製各種衛星衍生產品.....	134
圖 6.2-3、臺灣氣象雷達觀測網.....	135
圖 6.2-4、臺灣海象監測網.....	136
圖 6.2-5、臺灣氣候服務聯盟於 2021 年 8 月 20 日舉行第 1 屆會員大會.....	138
圖 7.2.1-1、國合會在馬紹爾群島執行之「馬紹爾家戶能源效率及再生能源計畫」， 計畫人員舉辦家戶能源效率及再生能源計畫.....	143
圖 7.2.1-2、國合會在馬紹爾群島執行之「馬紹爾家戶能源效率及再生能源計畫」， 馬紹爾電力公司赴民衆家中進行電力稽查.....	143
圖 7.2.2-1、國合會在緬甸執行之「緬甸鄉村微集中式供電站先鋒計畫」， 村民與工作團隊慶祝供電站完成設置.....	145
圖 7.2.3-1、國合會在聖克里斯多福及尼維斯執行之「農業因應氣候變異調適能力提升計 畫」，辦理田間觀摩會分享如何運用農業氣象資訊進行栽培管理決策.....	146
圖 7.2.3-2、國合會辦理之「循環農業推廣研習班」（亞太專班）」， 與訓學員參訪生物碳田間應用.....	147
圖 8.1.1-1、氣候變遷調適教育教學聯盟運作機制.....	157
圖 8.1.1-2、第四屆 SDGs 生態城鄉實踐跨校交流工作坊.....	158
圖 8.1.1-3、水資源領域教學聯盟生活實驗室「灌溉與排水工程」課程.....	158
圖 8.1.1-4、氣候變遷創意實作競賽金獎碳治郎「偵碳觀點」.....	159

圖 8.1.3-1、教育部教育推動架構圖.....	160
圖 8.3.1-1、「淨零排放路徑專案工作組」社會願景對話.....	164
圖 8.3.1-2、「能源轉型白皮書」第三階段公民工作坊.....	165
圖 8.3.1-3、「氣候公民對話平臺」視覺化政策資訊.....	166
圖 8.3.2-1、總統與副總統於世界地球日活動出席情形.....	167
圖 8.3.2-2、民衆響應「地球一小時」.....	167
圖 8.3.2-3、青年抗暖大遊行.....	168
圖 8.3.2-4、第 2 屆「RE10x10 綠電論壇」.....	168
圖 8.3.2-5、台灣淨零行動聯盟成立大會.....	169
圖 8.3.2-6、青年與國家氣候願景論壇.....	169
圖 8.3.2-7、花旗台灣青年氣候培力行動.....	170
圖 8.3.2-8、氣候股長專案於各級學校推動氣候變遷教育.....	170

執行摘要

臺灣在防制全球暖化及對抗氣候變遷的議題上不曾缺席。西元（下同）2015 年即通過「溫室氣體減量及管理法」（下稱溫管法），明定國家溫室氣體長期減量目標為 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50% 以下，並以五年為一期訂定階段性目標。

蔡英文總統在 2021 年 4 月 22 日世界地球日時宣示：「2050 淨零轉型是全世界目標，也是臺灣的目標。」同年 8 月 30 日蘇院長主持行政院國家永續發展委員會議時，更宣布修正「溫室氣體減量及管理法」為「氣候變遷因應法」，並納入「2050 淨零排放目標」，行政院亦統籌相關部會成立「淨零排放路徑專案工作組」，由「去碳能源」、「產業及能源效率」、「綠運輸及運具電氣化」、「負碳技術」及「治理」等五大工作圈，進行淨零排放路徑評估及藍圖規劃工作。

臺灣自主遵循巴黎協定規範，正式承諾 2050 淨零碳排目標入法，也同樣依循聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 要求締約國定期揭露因應氣候變遷推動成果之精神，先後提交 2002 年及 2011 年版國家通訊，也依溫管法公布「2018 年中華民國溫室氣體國家報告」，延續每三年編撰國家報告之規定及「國家通訊」(National Communication) 編撰規範與章節架構撰寫，完成「2021 年中華民國溫室氣體國家報告」，內容涵蓋國情及環境基本資料、溫室氣體排放吸收統計及趨勢分析、我國溫室氣體減量之政策及措施、溫室氣體排放預測、氣候變遷衝擊影響及調適對策、氣候變遷科學研究及氣象觀測、國際合作及交流、教育、培訓與公眾溝通等 8 大章節，各章節重點摘述如下：

第一章 國情及環境基本資料

臺灣位處東亞及東南亞交會處，四面環海，地形主要以山地、丘陵、盆地、台地、平原為主體，山地約占全島總面積的三分之二，全國森林覆蓋度 60.71%，為全球平均的 2 倍，年平均溫為 24.6°C，年平均總降雨量則為 1,742.4 毫米。

人口方面截至 2020 年底，總人口數約為 2,356 萬人，大部分集中在直轄市，占全國總人口之 69.45%，受高齡化趨勢及 COVID-19

疫情影響下，2020 年開始負成長。經濟發展方面，2020 年經濟成長率達 3.36%，近 3 年新高。

整體能源供給方面，以化石能源為大宗，2020 年石油占比 44.17%，煤炭占 30.00%，天然氣占 17.17%，核能發電占 6.57%，生質能及廢棄物占 1.21%，水力發電占 0.21%，太陽光電、地熱、風力占 0.59%，太陽熱能占 0.08%，能源消費 8,540 公秉油當量較 2019 年成長 0.46%，亦較 2005 年成長 11.13%。

第二章 溫室氣體排放吸收 統計及趨勢分析

臺灣溫室氣體排放統計涵蓋二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亞氮 (N₂O)、氫氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs)、六氟化

硫 (SF₆)、三氟化氮 (NF₃) 等七種溫室氣體，CO₂ 為最主要之溫室氣體，其 2019 年排放量為 273.515 百萬公噸二氧化碳當量（不包括 LULUCF），占溫室氣體總量之 95.28 %。其中，能源燃料燃燒 CO₂ 排放量占 CO₂ 總量的 90.13%。資料如圖 1 所示。

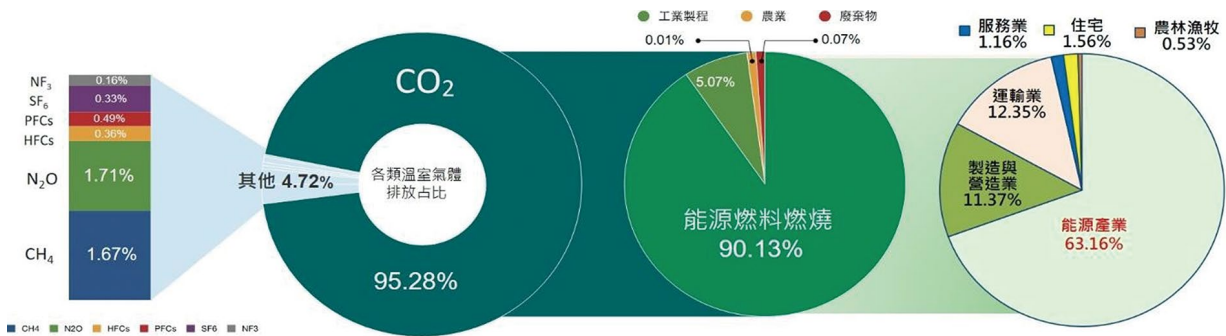


圖 1、2019 年各類溫室氣體排放占比

2019 年溫室氣體總排放量為 287.060 百萬公噸二氧化碳當量，相較 1990 年（137.776 百萬公噸二氧化碳當量）增加 108.35%，年平均成長率為 2.56%；相較 2005 年（290.552 百萬公噸二氧化碳當量）減少 1.20%，年平均成長率為 -0.09%。資料如圖 2 所示。

按氣體別而言，二氧化碳為臺灣所排放溫室氣體中最大宗，其次為甲烷，臺灣 1990 至 2019 年各部門溫室氣體排放趨勢如圖 3 所示。

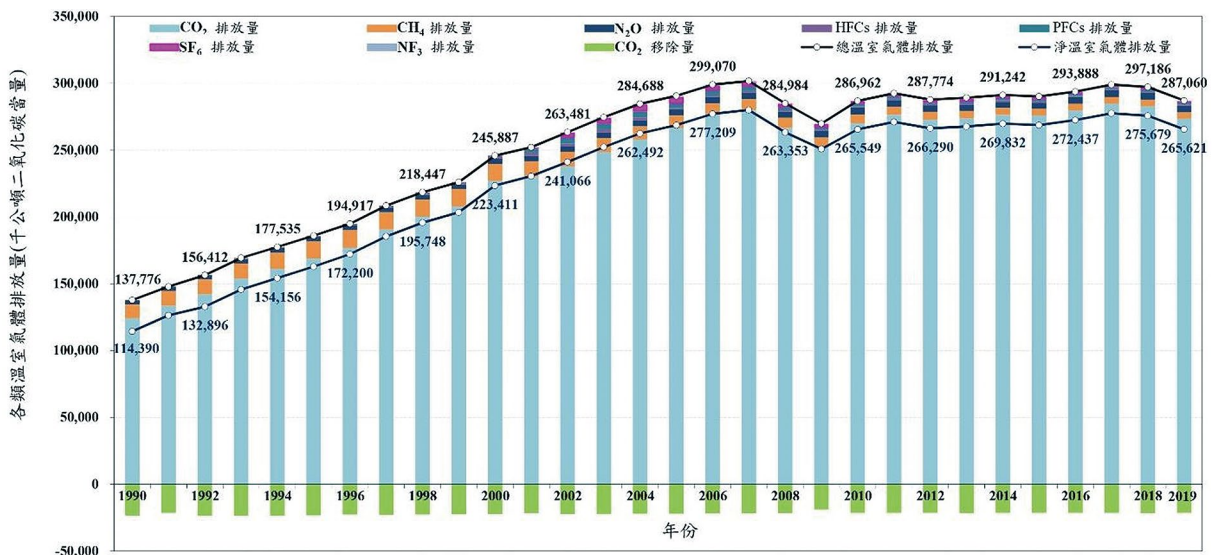


圖 2、臺灣 1990 至 2019 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢

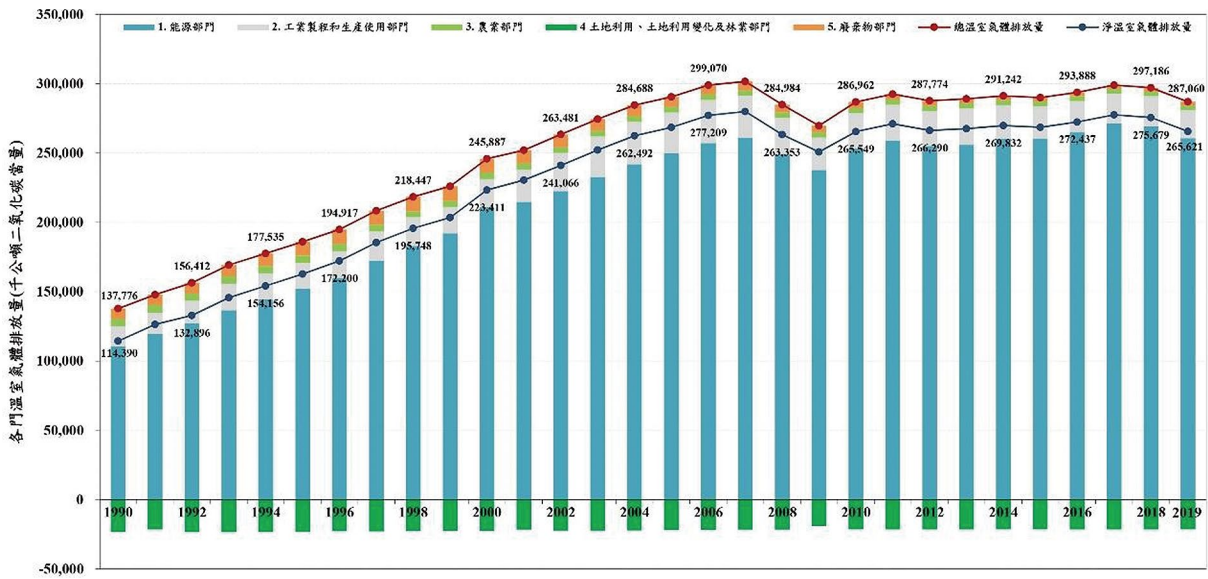


圖 3、臺灣 1990 至 2019 年部門別溫室氣體排放量趨勢

第三章 我國溫室氣體減量之政策及措施

氣候變遷議題具備在地理上跨區域及在議題上跨領域等特性，氣候政策之推動高度仰賴跨部會協調及中央地方協力，故為建立完善的氣候治理架構及推動各項溫室氣體減量政策措施，並在國際上積極推動跨國合作，政府組織架構由行政院統籌設立永續發展委員會「氣候變遷與能源減碳專案小組」及「能源及減碳辦公室」，並由能源及減碳辦公室召集「淨零排放路徑專案工作組」。

在法規政策上，以溫管法做為統籌我國氣候行動之框架。溫管法明定國家溫室氣體長期減量目標，由相關部會研擬國家層級之「因應氣候變遷行動綱領」及「溫室氣體減量推動方案」。

推動方案內容包括階段管制目標、能源、製造、運輸、住商、農業及環境等六大部門減量政策及政策配套措施，並訂定檢視各部門執行成效的評量指標。各部門 2020 年推動重點簡述如下：

- 能源部門：建構低碳能源供給系統，推動能源轉型，擴大再生能源發電占比於 2025 年達 20%，大幅增加太陽光電與風力發電的再生能源設置量；提高液化天然氣卸收容量，提升天然氣發電占比於 2025 年達 50%。
- 製造部門：深化產業減碳輔導、推動產業轉型及推廣永續生產製程等落實。2019 年製造部門碳密集度較 2005 年下降 45.7%，提前達成 2020 年較 2005 年下降 43% 目標。
- 運輸部門：持續提升公共運輸運量，2020 年較 2015 年至少成長 7%，減緩並降低私人運具使用，並預計「2030 年新購公務車輛及公車全面電動化」。
- 住商部門：提升新建建築物之外殼節約能源設計基準值、強化既有建物減量管理，並規劃建構服務業部門各目的事業主管機關減碳能力。2019 年 8 月 19 日修正「建築技術規則」，2021 年實施「建築物節約能源設計技術規範」，預計新建物之建築外殼節約能源設計基準值可提高 5%。
- 農業部門：辦理漁船漁筏收購及處理、獎勵休漁、推廣有機與友善環境耕作面積達 15,000 公頃、推動對地綠色環境給付、推

廣畜牧場沼氣再利用（發電）、維持及確保國內畜禽產品自給率、完成造林面積 3,636 公頃等具體措施。

- 環境部門：規劃政策及開發實施環評時，應考量韌性建構及排放減緩具體行動；落實能資源循環利用及開創共享經濟社會，提升區域能資源再利用；減少廢棄物及廢（污）水處理過程之溫室氣體排放等，其中 2020 年全國污水處理率達 60.8%。

因應全球推動淨零排放趨勢，行政院能源及減碳辦公室啟動我國淨零排放路徑之評估工作，邀集相關部會成立「淨零排放路徑專案工作組」，主要分為三個機制（五大工作圈、模型組及願景組）與轉型五大配套（社會制度、綠色資金、行為轉變、公正轉型與國際合作），並針對溫室氣體淨零排放相關模式模擬及情境分析各自展開研究。

臺灣已於 2021 年 10 月 21 日預告修正溫管法為「氣候變遷因應法」，新增徵收碳費相關徵收規範。同時積極推動其他能源及環境相關政策，如「電業法」、「再生能源發展條例」、「能源稅條例」（草案），則為氣候行動提供更全面的管制工具及經濟誘因。

第四章 溫室氣體排放預測

在溫管法明定之長期減量目標下，依據各部門節能減碳策略之減量潛力，預測全國及各部門之溫室氣體排放路徑，訂定以每 5 年為一期之階段管制目標，逐步推動落實減量政策。

臺灣 2020 年至 2035 年之溫室氣體排放路徑之規劃，係依據 2021 年 9 月 29 日核定之「第二期階段管制目標」，並由各部門之主管機關依據統一之參數假設（經濟成長、人口），推估該部門之能源消費量及溫室氣體排放，再堆疊加總各部門溫室氣體排放路徑。其中包含六大部門燃料燃燒排放、非燃料燃燒排放及碳匯之預測路徑，且為考量減碳政策規劃之「政策下情境」(With Policy Measure)，評估我國在「既有政策情境」(With Existing Measures' Scenario) 的溫室氣體減量效果。

「既有政策情境」下，以 2005 年為基準年，包含我國實施中及已通過的所有政策和措施，預計可分別於 2020 年減少 2%，2025 年減少 10%，2030 年減少 20%，以及 2035 年減少 25~30%，以期達到 2050 年減少 50% 之法定目標。資料如圖 4 所示。

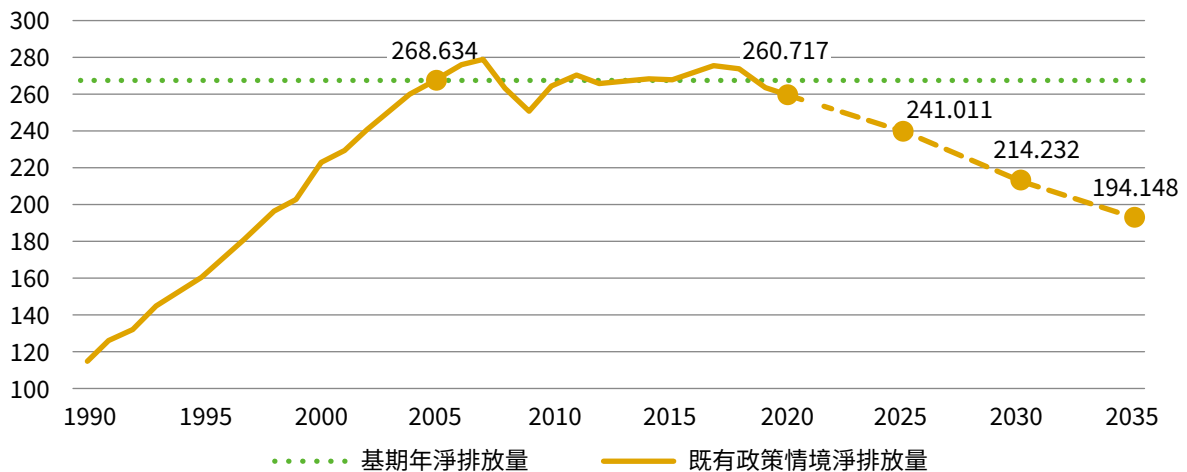


圖 4、溫室氣體淨排放量路徑比較

第五章 氣候變遷衝擊影響及調適對策

受地形及颱風影響，造成洪水及土石流等災害頻繁，加上未來全球氣候變遷下極端天氣發生之頻率提高，將使臺灣面臨更多威脅。為及早因應氣候變遷衝擊，我國採用 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」的函數進行評估，並參考評估結果精進相關政策與措施。

為提升國家因應氣候變遷之調適能力，2015 年溫管法通過後，提出「國家因應氣候變遷行動綱領」做為我國推動調適行動之總體框架，持續修訂「國土計畫法」、「海岸管理法」、「濕地保育法」及「水利法」等相關法規，並推動及檢討「國家氣候變遷調適行動計畫」。

財務金融方面，為因應氣候變遷調適需求，推動財政健全與綠色金融措施，籌措多元財源。如 2020 年起，我國將颱風或洪水對住宅帶來的災害，納入住宅保險；鼓勵業者開發商業型農業保險、綠色保險及發行綠色債券等，協助農漁民轉移氣候風險，亦提供民眾多籌資管道，引導資金投入對環境友善之用途。此外，金融研訓院持續辦理專業研究及訓練，協助金融業增進授信品質及承作綠能融資之技術能力。政府也正研擬其他與氣候變遷之財政及金融工具，將持續於溫管法修法意見溝通階段，討論與現有財政及金融相關規範整合的可能性。

此外，為完備調適策略之科學研究與知識，科技部推行氣候變遷推估資訊本土化，強化科研與政策之連結，並將研究成果整合於氣候變遷整合服務平台，將建置全國海象水文生態與海岸國土變遷監測網，提升國家海洋調適

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，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。我國氣候變遷調適推動架構，如圖 5 所示。

第六章 氣候變遷科學研究及觀測

我國科學研究發展以科技部為中央主管機關，協助統籌及擘劃國家整體科技發展之布局，包含氣候變遷科學研究。此外，科技部亦推動跨領域整合研究計畫，建構我國進行氣候模擬、推估及詮釋所需的關鍵能力，並參與執行其他部會之氣候變遷相關政策。

我國政府氣候變遷科學研究之推動及管理機制，係依據「科學技術基本法」規定，由行政院每 4 年召開「全國科學技術會議」，作為全國統籌科學與技術政策之重要平台，並於 2000 年第 6 次會議將氣候變遷議題納入科技發展政策。

科技部自 2017 年投入氣候科學服務，透過「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」（下稱 TCCIP），整合氣候情境、風險資訊、調適工具，提供政府、產業、研究機構或民衆落實科研應用。

氣象觀測由於觀測之範圍、項目、目的及方法等之不同，大致可分為地面氣象觀測、高空氣象觀測及特種氣象觀測。為強化氣象監測及預報技術，以及作為氣候變遷風險管理及調

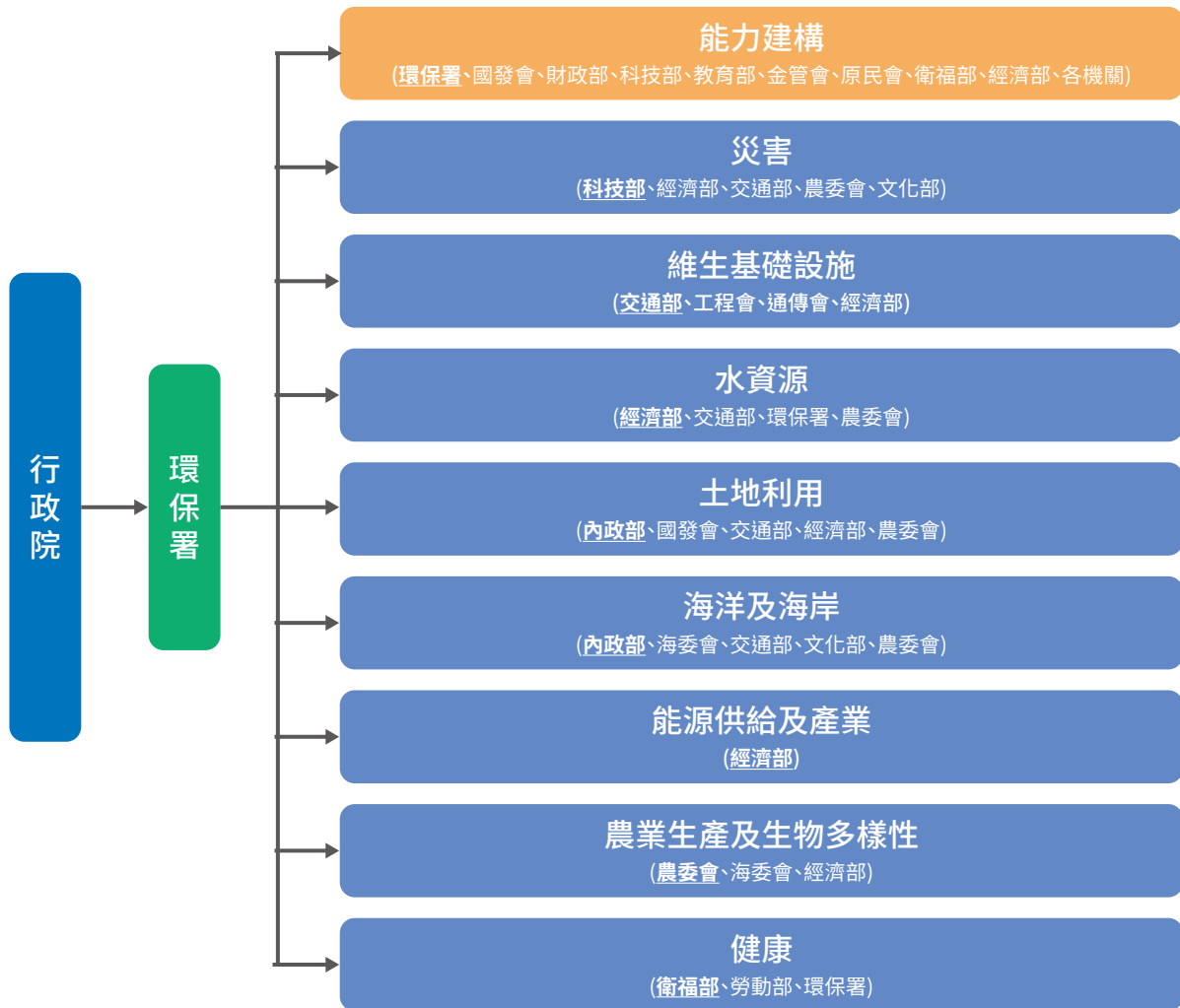


圖 5、國家氣候變遷調適政策綱領之部會分工架構

適政策擬定之參考，政府訂定五年期的災害領域行動方案，其中包含「災害性天氣 監測與預報作業建置計畫」與「氣候變遷應用服務能力發展計畫」，並藉由「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫」，強化國內雨量及海域監測網。

約規範，亦積極參加氣候公約相關會議，並與世界各國產、官、學、研等各界代表推動交流與合作，善盡地球村成員義務與責任。

第七章 國際合作及交流

我國雖非為聯合國 (United Nations) 成員國，但我國一向主動遵守履行相關國際環境公

臺灣自 2002 年起依循 UNFCCC 認定之國際規範，持續發布更新「國家通訊報告」(National Communication)、 「溫室氣體排放清冊報告」(National Greenhouse Gas Inventory Report)，以及「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 等公約文件，履行國際環境公約規範。

一、國家層級

臺灣與國際政府間組織之合作及交流，主要透過財團法人 國際合作發展基金，推動多邊或雙邊資金合作、技術合作、能力建構，協助友邦或其他友好國家經濟、社會、人力資源發展，並提供遭受天然災害國家或國際難民人道協助。

二、地方政府層級

臺灣共有 11 座城市加入地方政府永續發展理事會 (International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI Local Governments for Sustainability)，目前高雄市設立「ICLEI 東亞地區高雄環境永續發展能力訓練中心」(ICLEI Kaohsiung Capacity Center, ICLEI KCC)，作為東亞營運中心，執行 ICLEI 世界秘書處交辦任務，支援東亞地區各辦公室，提供會員訓練、專業知識及多種環境永續發展政策管理之資訊交流。

三、非政府間組織

國際倡議部份，臺灣已有逾百家企業加入 RE100，並公開承諾在 2020 至 2050 年間達成 100% 再生能源使用，且逐年提報使用進度。其中，半導體及電子業業者亦加入 EV100，期透過提升再生能源使用與友善及便利的電動車充電樁與服務，減少碳排。其他像是能源生產力提升之倡議 (EP100)、透明度倡議 (氣候相關財務揭露小組 TCFD、Climate Action 100+)，以及科學基礎減量目標倡議 (SBTi) 皆有不少金融業、生技業、投資機構等企業加入。

此外，臺灣亦有學術研究組織與公民團體積極參與氣候公約相關會議，關注國際碳定價趨勢、碳捕存技術等議題，展現多元自主的公民社會參與能力。

第八章 教育、培訓與公眾溝通

為呼應聯合國氣候變化綱要公約第 6 條對推動氣候變遷教育、培訓及公眾認知的要求，政府將氣候變遷教育、人才培訓及公眾溝通納入教育系統。臺灣氣候變遷教育分成氣候變遷減緩教育與氣候變遷調適教育兩大方向，其法制基礎包括溫管法與「環境基本法」，另有氣候變遷調適政策綱領作為調適教育的政策依據。

在減緩教育方面，推廣校園碳盤查，使學生實際瞭解校園活動所產生的溫室氣體排放量，並進一步提出減緩方案，並與減緩科技、能源科技產官學研實務界合作，擴大學生實務參與機會。

調適教育方面則推動校園調適行動，各大專院校得依其校園所在地理位置之氣候與環境特色，配合生活實驗室或跨領域教學方式，選擇輔導學生進行優先調適領域行動。

在社會對話及公眾參與方面，政府於 2020 年啟動淨零排放路徑專案工作組，集結各界共同探討淨零排放之關鍵技術或議題、能源轉型白皮書之訂定，藉由擴大公民參與規劃未來能源政策、建置「氣候公民對話平臺」，提供互動式政策資訊與網路意見徵詢。並且透過推動低碳永續家園，整合中央、地方政府及民間企業力量與資源，循序由小規模社區如鄉鎮市區或村里層級之參與單位示範作起，逐步擴展至城市。

最後，在公民社會團體推動氣候培力方面，政府與公民社會團體亦積極共同響應國際之環境保護行動、公民社會團體推動之企業永續發展相關倡議，如世界地球日、RE10x10 倡議，或舉辦青年與國家氣候願景論壇、企業發起之青年培力募集資源及講師，協助推行符合校園需求之氣候變遷教材等行動。

第一章

國情及環境基本資料

1.1 政府組織及立法

1.2 人口

1.3 地理位置與土地利用
情形

1.4 氣候

1.5 經濟及產業

1.6 能源

1.7 運輸

1.8 建築及都市結構

1.9 廢棄物

1.10 農、林、漁、牧

第一章 國情及環境基本資料

自然環境、社會及經濟結構之發展及變遷，將影響國家溫室氣體排放路徑及氣候變遷之衝擊情形。因此，本章從政府組織及立法、人口概況、地理位置與土地利用情形、氣候概況、經濟及產業、能源、運輸、建築及都市結構、廢棄物處理，以及農林漁牧業等面向，說明我國之國情與環境。

1.1 政府組織及立法

一、中央政府

我國政府依據憲法、憲法增修條文及相關法規，設行政、立法、司法、考試、監察等五院，分別行使職權。按憲法規定，總統為國家元首，由全體人民直接選舉，任期 4 年，連選得連任 1 次。

行政院為國家最高行政機關，行政院院長由總統任命，副院長、各部會首長及政務委員由行政院院長提請總統任命。轄下組織有 14 部 8 會 3 獨立機關 1 行 1 院及 2 總處，共 29 個機關，如下圖 1.1-1 所示。

立法院為國家最高立法機關，由人民直接選舉之立法委員組成，代表人民行使立法權。司法院為國家最高司法機關，掌理民事、刑事、行政訴訟之審判及公務員之懲戒。考試院為國家最高考試機關。監察院為國家最高監察機關，行使彈劾、糾舉及審計權。

行政院自西元（下同）2012 年啓動組織改造，目前尚待組改之部會，包含行政院農業委員會（下稱農委會）升格農業部、行政院環境保護署（下稱環保署）升格環境資源部、內政部下設國家公園署、交通部改制為交通及建設部、經濟部改制經濟及能源部，此外亦有新設部會。行政院已於 2021 年 3 月 25 日通

內政部	外交部	國防部
財政部	教育部	法務部
經濟部	交通部	勞動部
行政院農業委員會	衛生福利部	行政院環境保護署
文化部	科技部	國家發展委員會
大陸委員會	金融監督管理委員會	海洋委員會
僑務委員會	國軍退除役官兵輔導委員會	原住民族委員會
客家委員會	行政院公共工程委員會	行政院主計總處
行政院人事行政總處	中央銀行	國立故宮博物院
行政院原子能委員會	中央選舉委員會	公平交易委員會
國家通訊傳播委員會	促進轉型正義委員會	

圖 1.1-1 臺灣中央政府現行組織圖

資料來源：行政院全球資訊網。

過「行政院組織法」及「中央行政機關組織基準法」修正草案等 16 項組織調整法案，提出設立「數位發展部」、科技部改為「國家科學及技術委員會」及國防部增設「防衛後備動員署」之組改法案，以提升組織效能、產業發展、國力及國家安全。

其中「中央行政機關組織基準法」修正草案將函請考試院會銜送請立法院審議外，其餘 15 項法案，將函請立法院審議。

二、地方政府

「地方制度法」幾經修訂，現有臺北市、新北市、桃園市、臺中市、臺南市及高雄市等 6 個直轄市。縣（市）則有宜蘭縣、新竹縣、苗栗縣、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、

屏東縣、花蓮縣、臺東縣、澎湖縣、基隆市、新竹市、嘉義市等 11 縣 3 市，及金門縣、連江縣等 2 縣，合計有 13 縣 3 市，如下圖 1.1-2。鄉（鎮、市、區）合計有 146 鄉、38 鎮、14 縣轄市及 170 區。

1.2 人口

我國總人口數截至 2020 年底約為 2,356 萬人，大部分集中在直轄市，占全國總人口之 69.45%。在直轄市中，又以新北市人口居冠 403 萬人，占總人口數之 17.11%。在平均人口密度方面，2020 年為每平方公里 651 人，其中臺北市為我國人口密度最高的都市，平均人口密度達每平方公里 9,575 人。

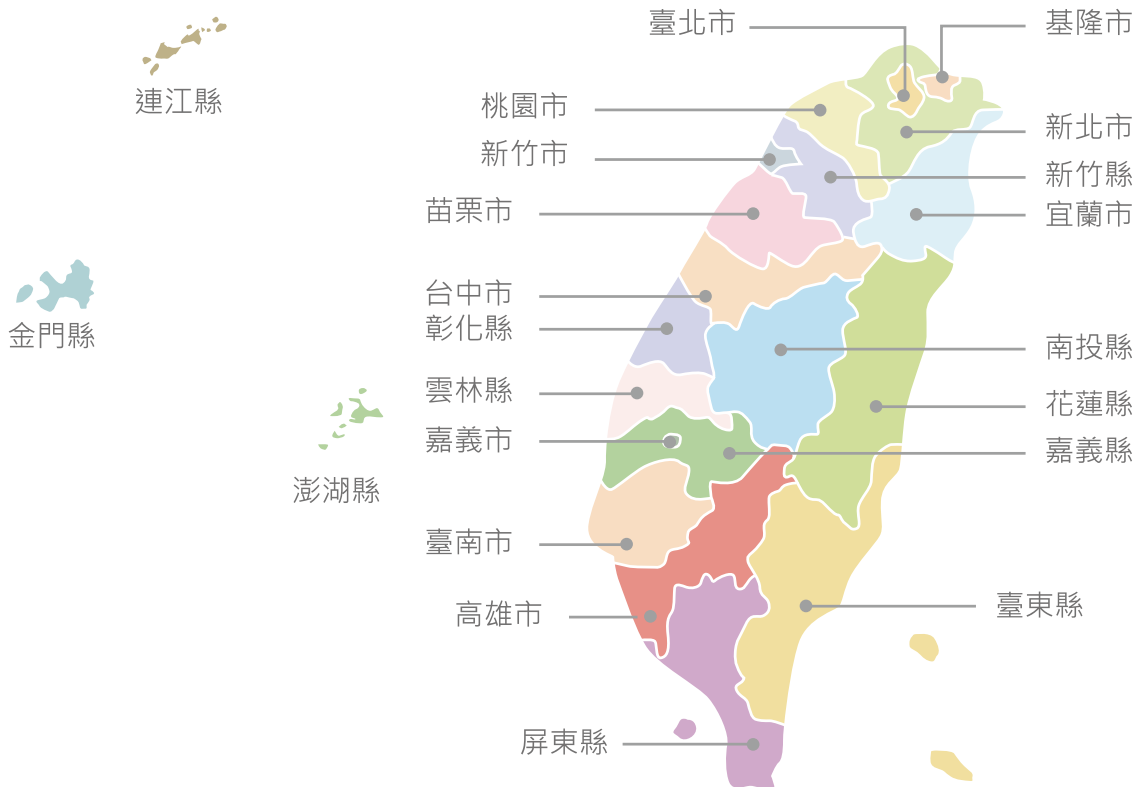


圖 1.1-2 臺灣地方行政區域圖

資料來源：內政部全球資訊網

在人口結構方面，2020 年未滿 15 歲幼年人口占比為 12.58%，呈逐年下降趨勢；15 至 64 歲青壯年人口占比由 2012 年最高峰 74.22% 逐年降至 71.35%；65 歲以上老年人口呈逐年增加趨勢，且占比已於 2017 年超越未滿 15 歲幼年人口，2020 年增至 16.07%。

於死亡數，人口開始呈現自然減少。加上，受嚴重特殊傳染性肺炎 (COVID-19) 疫情影響，以國際遷徙為主之社會增加難以維持正數，無法彌補自然減少之人數，總人口於 2019 年達最高峰 2,360 萬人後，降為 2,356 萬人，人口開始負成長，如下圖 1.2-1。

在少子高齡化趨勢下，2020 年出生數低

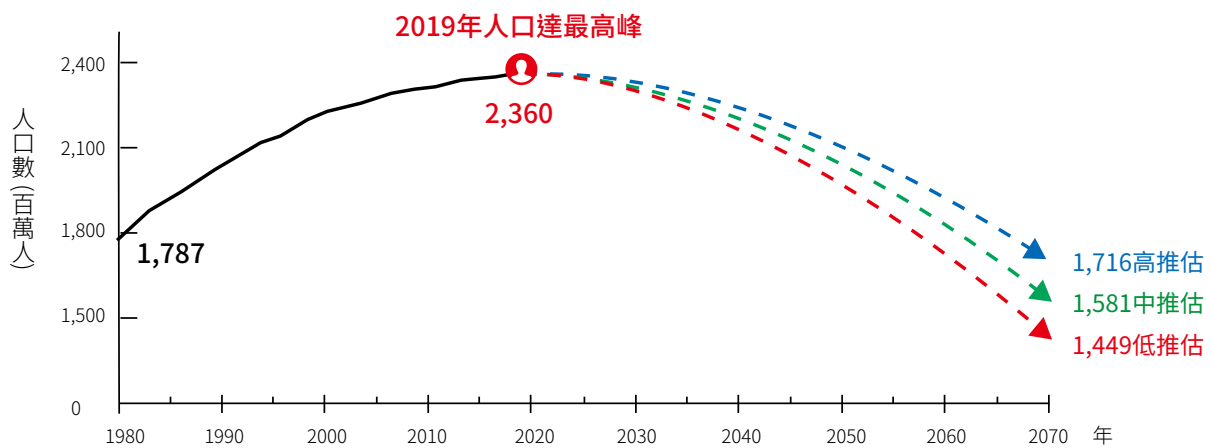


圖 1.2-1 臺灣整體人口發展趨勢圖

資料來源：國家發展委員會，「中華民國人口推估（2020 至 2070 年）」，2020 年 8 月。

1.3 地理位置與土地利用情形

一、地理位置

我國管轄臺灣本島及其附屬島嶼、澎湖群島、金門列島、馬祖列島、東沙群島、南沙群島等區域，總面積為 36,179.067 平方公里。本島位於北緯 21 至 26 度之間，北回歸線（北緯 23.5 度）通過嘉義縣，在亞洲大陸棚的東南邊緣。

本島南北縱長 394 公里，東西最大寬度 144 公里；四面環海，東為太平洋，西隔臺灣海峽，南為巴士海峽，海岸線總長 1,139 公里；地勢為東高西低，地形主要以山地、丘陵、盆地、台地、平原為主體。

山地約占全島總面積的三分之二，自東向西分別有海岸山脈、中央山脈、雪山山脈、玉山山脈及阿里山山脈等共 5 條山脈。中央山脈地勢高峻陡峭，形成本島主幹，為東、西部河川之分水嶺；阿里山山脈以西為漸趨平緩的盆地及平原，由北而南依序為臺北盆地、桃竹苗臺地、臺中盆地、嘉南平原及屏東平原，如圖 1.3-1。

二、土地利用情形

我國管轄臺灣本島及其附屬島嶼、澎湖群島、金門列島、馬祖列島、東沙群島、南沙群島等區域，總 2020 年我國都市土地及非都市土地（國家公園土地）之使用情形，在都市土地方面，以保護區（27.8%）、農業區（20.7%）

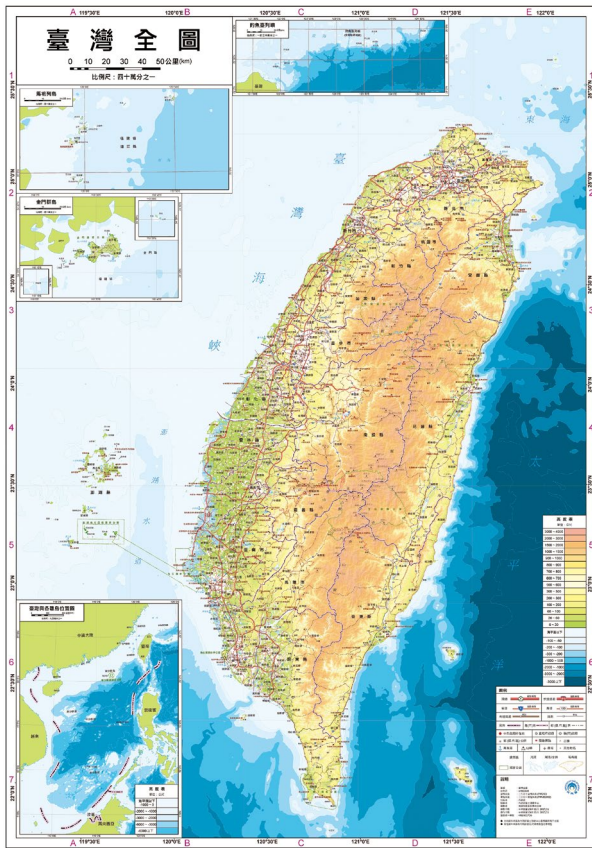


圖 1.3-1 臺灣全島地形圖

資料來源：行政院全球資訊網。

及公共設施用地（19%）為大宗；在非都市土地方面，以森林區（43.9%）、山坡地保護區（21.9%）、國家公園區（9.7%）為大宗。如圖 1.3-2 所示。

我國土地區分都市土地、非都市土地及國家公園三大類，由 2016 年公布施行之「國土計畫法」統籌管理。目前內政部正在協助各地方政府盤點國土功能分區圖，預計於 2025 年 4 月 30 日前完成。將依土地資源特性、保育、利用及管理之需要，劃分為四種國土功能分區，包含國土保育地區、海洋資源地區、農業發展地區及城鄉發展地區。

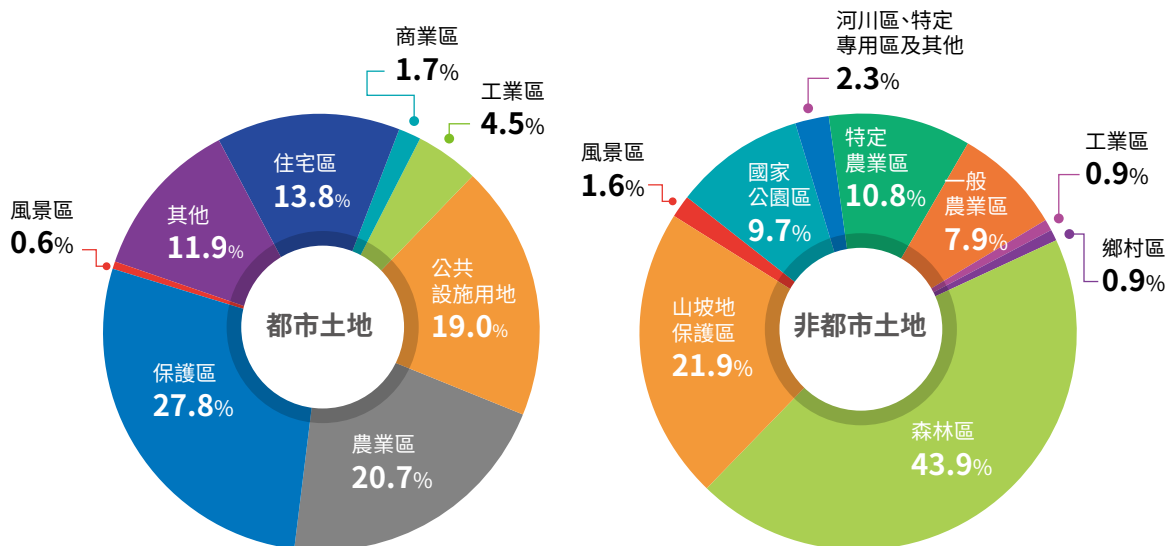


圖 1.3-2 都市土地及非都市土地（國家公園土地）之使用情形

資料來源：國家發展委員會，「都市及區域發展統計彙編」，2020 年。

1.4 氣候

我國屬於亞熱帶和熱帶海洋性氣候，且地處亞洲季風區，冬季因大陸冷高壓受東北季風之影響，夏季因季風熱低壓受西南季風影響。

在氣溫方面，我國氣溫呈現持續上升之趨勢，且幅度較全球溫升情形明顯。2020 年為我國氣象紀錄上最暖之年度，年均溫達 24.6°C，高於氣候平均值約 1°C，如圖 1.4-1 所示。

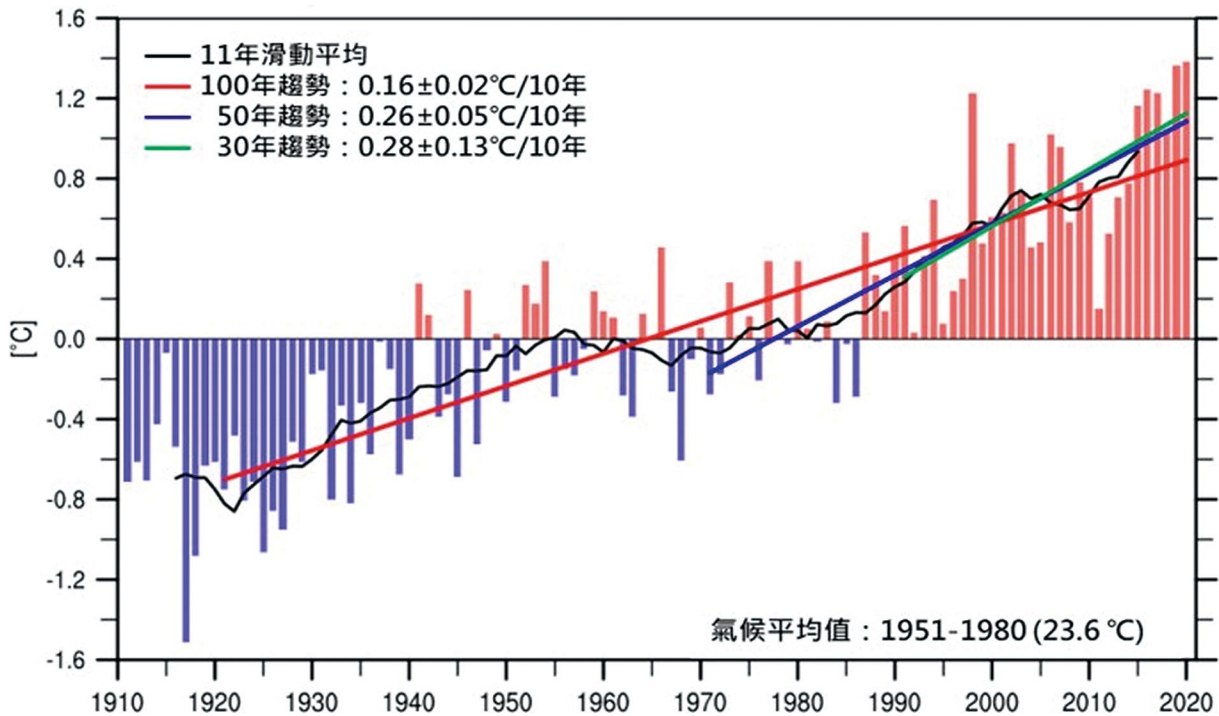


圖 1.4-1、臺灣年平均氣溫變化趨勢

資料來源：交通部中央氣象局網站

在降雨方面，我國在東亞季風環流、鋒面及颱風等天氣系統的影響下，主要來源包含春雨、梅雨、颱風降雨、西南氣流降雨及東北季風降雨。2020 年之平均年總雨量為 1,742.4 毫米，較氣候平均值減少 464.7 毫米，僅為氣候平均值 2,207.0 毫米的 78%，為我國氣象紀錄第 7 名少雨之年份，尤其中部山區之雨量僅約氣候平均值的 5 至 7 成。

3 年新高，主要係出口及投資驅動經濟成長，其中包含 COVID-19 疫情帶動數位及新興科技商機，加以臺商回臺持續擴增國內產能等因素；人均 GDP 由 2019 年 801,348 元提升為 839,558 元。2021 年國內產能擴增及積極投資態勢延續、商品出口及投資表現優於預期，經濟持續上升，主計總處預測 2021 年經濟成長率達 4.15%。

1.5 經濟及產業

2020 年我國經濟成長率達 3.36%，為近

在產業發展方面，為加速產業轉型升級，我國打造以「創新、就業、分配」為核心價值，追求永續發展的經濟新模式，並透過「連結

表 1.5-1 臺灣 2005 年至 2020 年經濟成長率

年份	經濟成長 (%)	國內生產毛額 GDP (名目值, 百萬元)		平均每人 GDP (名目值, 元)	
		原始值	年增率 (%)	原始值	年增率 (%)
2005	5.38	12,036,675	3.80	529,556	3.42
2006	5.77	12,572,587	4.45	550,863	4.02
2007	6.85	13,363,917	6.29	583,133	5.86
2008	0.80	13,115,096	-1.86	570,279	-2.20
2009	-1.61	12,919,445	-1.49	559,807	-1.84
2010	10.25	14,060,345	8.83	607,596	8.54
2011	3.67	14,262,201	1.44	614,922	1.21
2012	2.22	14,677,765	2.91	630,749	2.57
2013	2.48	15,270,728	4.04	654,142	3.71
2014	4.72	16,258,047	6.47	694,680	6.20
2015	1.47	17,055,080	4.90	726,895	4.64
2016	2.17	17,555,268	2.93	746,526	2.70
2017	3.31	17,983,347	2.44	763,445	2.27
2018	2.79	18,375,022	2.18	779,260	2.07
2019	3.06	18,908,632	2.90	801,348	2.83
2020	3.36	19,766,240	4.71	839,558	4.77

資料來源：中華民國統計資訊網。

未來、連結全球、連結在地」三大策略，激發產業創新風氣與能量。提出「5+2 產業創新計畫」，包含「智慧機械」、「亞洲·矽谷」、「綠能科技」、「生醫產業」、「國防產業」、「新農業」及「循環經濟」，作為驅動下世代產業成長的核心。藉由布局關鍵前瞻技術及引進高階人才，形成產業創新聚落，強化系統

整合能力，吸引國內外投資，進而連結全球創新能量，提升我國產業國際競爭力與人民生活品質，以實現綠能矽島及智慧國家，並平衡區域發展及創造就業機會的目標。

1.6 能源

我國能源發展在先天上面臨許多限制，包含高度仰賴進口、依賴化石能源、電力系統孤立等；近年，在全球推動溫室氣體減量之趨勢下，相關科技快速發展，我國雖面臨能源轉型壓力，卻也視危機為轉機，能源供給方面持續提高再生能源占比，能源需求方面則不斷提升能源使用效率，可同時減少對進口化石能源之依賴，提高國家之能源安全性與自主性。

一、能源供給

我國在整體能源供給結構方面，以化石能源為大宗，2020年石油占44.17%，煤炭占30.00%，天然氣占17.17%，核能發電占6.57%，生質能及廢棄物占1.21%，水力發電占0.21%，太陽光電、地熱、風力占0.59%，太陽熱能占0.08%。

在台電系統發購電量結構方面，2020年以燃氣占比最高40.8%，其次為燃煤，占36.4%，核能占12.7%，再生能源占5.8%，燃油占1.3%。如圖1.6-1所示。

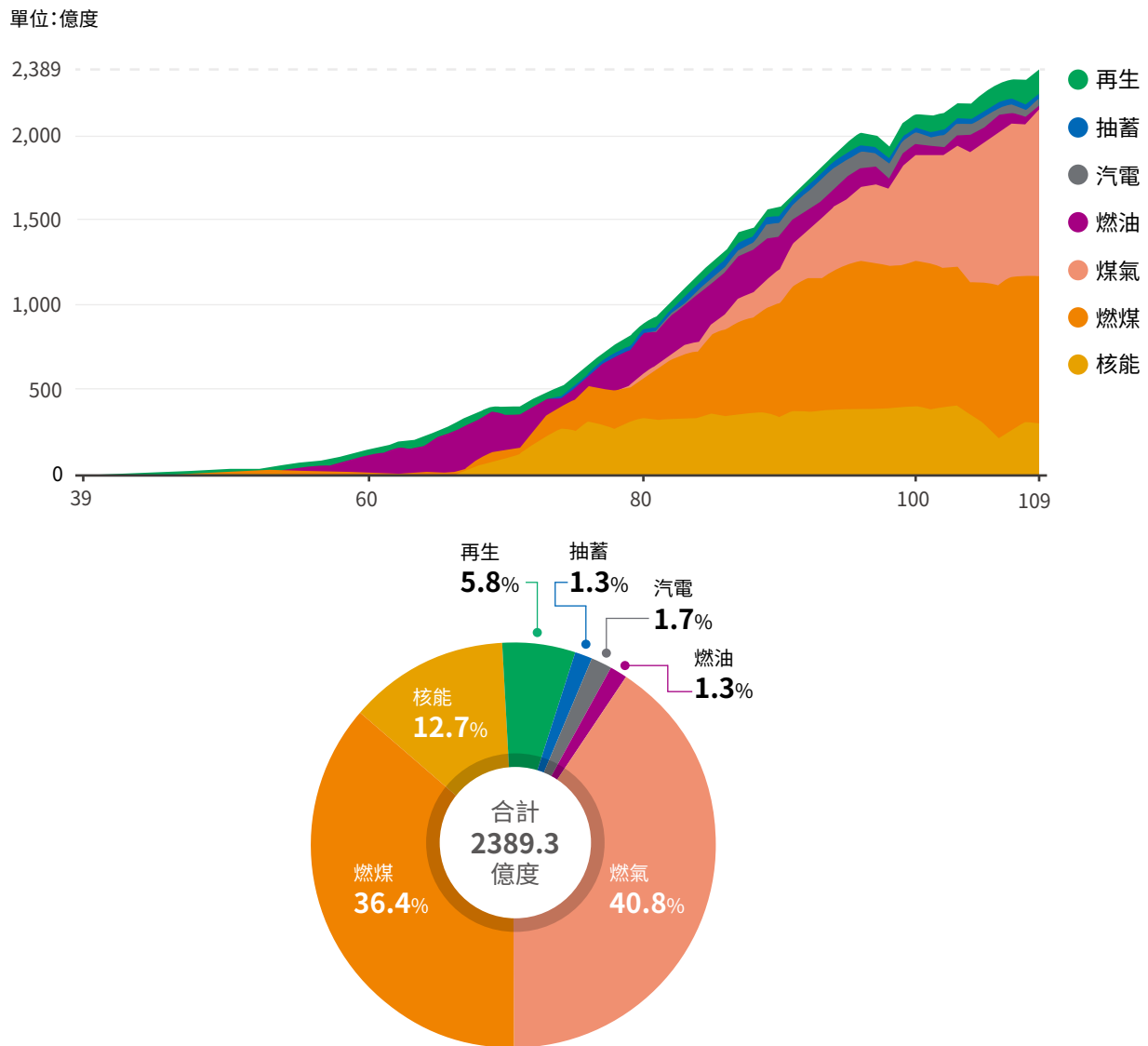


圖 1.6-1 台電系統 2020 年發購電量結構

資料來源：台灣電力股份有限公司網站。

在能源總供給成長趨勢方面，我國在 2005 年至 2020 年期間，由 13,408 萬公秉油當量成長至 13,848 萬公秉油當量，成長率為 3.28%。2020 年之能源總供給相較前一年出現反轉下降趨勢，成長率為 -6.68%，主因為我國油品出口受 COVID-19 疫情影響，國內煉油廠煉製量下降，原油進口隨之減少，故原油及

石油產品供給減少 12.14%。此外，由於水情不佳，2020 年水力發電減少 45.55%。然而我國在持續推動能源轉型下，燃氣發電需求上升帶動天然氣供給增加約 6.98%，太陽光電及風力發電亦分別增加 51.82% 及 28.60%，如表 1.6-1 所示。

表 1.6-1 歷年能源供給 (能源別)

單位：萬公秉油當量

年別	總供給	煤及煤產品	原油及石油產品	天然氣	生質能及廢棄物	核能	水力	地熱	太陽光電	風力	太陽熱能
2005	13,408.05	3,975.02	7,080.62	985.96	159.50	1,157.41	38.90	-	0.01	0.87	9.75
2006	13,677.08	4,121.70	7,128.54	1,057.59	162.81	1,154.47	39.07	-	0.01	2.64	10.24
2007	14,399.60	4,331.15	7,546.65	1,122.09	168.90	1,173.83	42.21	-	0.02	4.20	10.55
2008	13,921.96	4,218.83	7,070.59	1,219.64	172.98	1,182.16	41.14	-	0.04	5.62	10.95
2009	13,641.31	3,853.92	7,174.08	1,191.06	163.80	1,203.72	35.82	-	0.09	7.52	11.32
2010	14,300.78	4,223.62	7,160.65	1,478.91	170.69	1,205.38	40.08	-	0.21	9.81	11.43
2011	13,883.79	4,400.14	6,400.69	1,625.81	173.24	1,219.51	38.22	-	0.59	14.26	11.32
2012	14,161.10	4,253.54	6,771.89	1,708.73	175.90	1,170.43	54.18	-	1.53	13.51	11.40
2013	14,406.96	4,404.39	6,833.37	1,705.26	176.41	1,205.69	51.82	-	3.07	15.67	11.28
2014	14,853.20	4,394.08	7,184.21	1,802.63	173.01	1,227.40	41.26	-	5.05	14.34	11.22
2015	14,613.16	4,337.86	7,040.16	1,928.00	174.34	1,056.04	42.17	-	8.12	14.57	11.35
2016	14,662.84	4,303.72	7,172.31	2,003.00	168.60	916.77	62.70	-	10.60	13.92	11.21
2017	14,657.24	4,424.69	7,103.90	2,220.80	162.19	649.92	52.05	-	15.93	16.46	11.31
2018	14,862.69	4,375.52	7,160.50	2,260.64	168.94	801.56	42.82	0.00	25.92	16.31	10.47
2019	14,840.04	4,430.38	6,962.26	2,222.21	169.65	935.94	52.98	0.07	38.36	18.08	10.11
2020	13,848.06	4,154.45	6,117.21	2,377.42	167.64	910.37	28.85	0.18	58.24	23.25	10.44

資料來源：經濟部能源局，「能源統計月報」，2021 年 09 月

二、能源消費

我國在整體能源消費結構方面，以石油產品為大宗，2020年占比達51.86%，其次為電力，占30.35%，煤及煤產品占8.22%，天然氣占6.01%，熱能占2.93%，生質能及廢棄物、太陽熱能分別僅占0.50%及0.12%。

在能源總消費成長趨勢方面，我國能源消費自2005年至2020年期間持續成長，由7,685萬公秉油當量成長至8,540萬公秉油當量，成長率為11.13%。2020年我國在COVID-19疫情影響下，能源消費量增加，相較2019年成長率為0.46%。

在各類能源消費成長趨勢方面，受COVID-19疫情影響下因大眾生活模式改變，以居家活動居多，導致2020年能源消費住宅部門成長幅度最大，年增率為5.40%。工業部門年增率為0.22%，則係因遠距商機暢旺電子業能源消費增加，而其他產業受疫情衝擊下降抵銷部分增幅。運輸部門方面，我國在COVID-19疫情控制得宜，加上邊境管制下，大眾多在國內旅遊，公路用油需求提升，導致能源消費增加0.79%，如表1.6-2所示。

表 1.6-2 歷年能源消費表 (按能源別)

單位：萬公秉油當量

年別	總消費	煤及煤產品	石油產品	天然氣	生質能及廢棄物	電力	太陽熱能	熱能
2005	7,684.51	722.51	4,444.64	248.04	47.49	2,087.48	9.75	124.59
2006	7,787.32	761.10	4,414.93	246.91	49.15	2,159.24	10.24	145.74
2007	8,257.35	771.64	4,738.64	256.91	49.51	2,231.06	10.55	199.04
2008	7,928.35	717.48	4,515.76	261.20	50.92	2,194.78	10.95	177.24
2009	7,889.43	665.99	4,603.84	264.41	46.45	2,109.05	11.32	188.35
2010	8,399.91	795.68	4,762.20	302.57	51.31	2,268.56	11.43	208.16
2011	8,163.48	855.14	4,401.64	338.50	48.85	2,313.27	11.32	194.75
2012	8,187.67	835.71	4,419.03	370.61	46.61	2,303.96	11.40	200.34
2013	8,457.60	910.95	4,586.73	368.36	46.78	2,342.29	11.28	191.20
2014	8,575.11	863.58	4,695.20	367.01	49.03	2,399.40	11.22	189.67
2015	8,601.33	863.58	4,719.08	385.14	49.51	2,389.07	11.35	183.60
2016	8,658.94	880.92	4,707.85	395.30	45.70	2,440.68	11.21	177.28
2017	8,603.84	830.54	4,617.54	433.25	43.24	2,497.77	11.31	170.19
2018	8,766.50	724.06	4,703.65	470.51	43.71	2,547.21	10.47	266.89
2019	8,500.92	722.93	4,456.97	482.60	42.92	2,539.10	10.11	246.29
2020	8,540.01	702.16	4,429.08	513.50	42.91	2,591.92	10.44	250.00

資料來源：經濟部能源局，「能源統計月報」，2021年09月。

三、能源效率指標

我國人均能源消費為成長趨勢，在 2005 年至 2020 年期間，由 3,380.81 公升油當量成長至 3,621.38 公升油當量，成長率為 7.12%。2019 年人均能源消費相較前一年出現反轉下降趨勢，成長率為 -3.10%，2020 年雖較前一年成長，但仍然低於 2018 年。

在同一期間（2005 年至 2020 年），我國能源生產力由 156.81 元 / 公升油當量成長至 231.78 元 / 公升油當量，且 2020 年相較前一年之成長率達 2.65%，顯示每單位能源使用創造出來的經濟產值增加，整體能源使用效率提升，如表 1.6-3。

表 1.6-3 臺灣能源效率指標

項目 / 年別	年中人口數	平均每人能源消費量	國內能源消費彈性值	能源生產力 (實質 GDP / 國內能源消費)	能源密集度 (國內能源消費 / 實質 GDP)	平均每人用電量
單位	千人	公升油當量 / 人		元 / 公升油當量	公升油當量 / 千元	度 / 人
2005	22,729.8	3,380.81	0.31	156.81	6.38	9,611.08
2006	22,823.5	3,411.98	0.23	163.67	6.11	9,900.64
2007	22,917.4	3,603.08	0.88	164.93	6.06	10,187.99
2008	22,997.7	3,447.45	-4.99	173.15	5.78	9,987.35
2009	23,078.4	3,418.53	0.30	171.19	5.84	9,563.70
2010	23,140.9	3,629.89	0.63	177.26	5.64	10,259.19
2011	23,193.5	3,519.72	-0.77	189.10	5.29	10,437.67
2012	23,270.4	3,518.50	0.13	192.73	5.19	10,361.32
2013	23,344.7	3,622.92	1.33	191.21	5.23	10,500.19
2014	23,403.6	3,664.01	0.29	197.49	5.06	10,729.12
2015	23,462.9	3,665.92	0.21	199.77	5.01	10,655.94
2016	23,515.9	3,682.16	0.31	202.74	4.93	10,861.57
2017	23,555.5	3,652.58	-0.19	210.80	4.74	11,096.96
2018	23,580.1	3,717.76	0.68	212.65	4.70	11,304.80
2019	23,596.0	3,602.69	-1.02	225.79	4.43	11,261.22
2020	23,582.2	3,621.38	0.15	231.78	4.31	11,502.21

資料來源：經濟部能源局，「能源統計月報」，2021 年 09 月。

1.7 運輸

運輸事業包含陸、海、空運輸，由交通部主管全國交通行政及交通事業，涵蓋運輸、觀光、氣象、通信四大領域。陸運包括鐵路（含

一般鐵路、大眾捷運、高速鐵路）及公路運輸。海運包括航運及商港事業。空運包括航空公司和航空站。以下就我國陸、海、空運輸情況簡介說明，如表 1.7-1 所示：

表 1.7-1 臺灣交通運量統計表

年別	道路長度 (公里)	道路路面 面積 (公頃)	機動車輛	汽車運輸業運量		民航運輸營業量		
			登記數 (千輛)	客運延人 公里 (百萬人公里)	貨運延噸 公里 (百萬噸公里)	起降架次 (千次)	旅客人數 (千人)	貨運噸數 (千公噸)
2010	40,353	478,911	21,650	16,307	29,632	360	41,091	2,336
2011	40,995	483,006	22,226	17,040	29,551	385	42,856	2,179
2012	41,924	490,797	22,346	17,586	29,851	405	46,860	2,091
2013	42,520	501,392	21,562	17,928	38,474	427	50,336	2,085
2014	41,916	489,678	21,290	18,384	37,852	455	55,357	2,222
2015	41,950	490,042	21,400	17,565	37,805	481	58,156	2,151
2016	43,365	526,241	21,511	17,379	38,533	527	63,253	2,233
2017	43,206	532,555	21,704	17,053	40,351	509	65,979	2,416
2018	43,133	533,968	21,871	17,136	44,169	547	68,904	2,463
2019	43,120	534,698	22,112	17,064	44,370	581	72,157	2,315
2020	42,138	532,827	22,297	14,209	44,550	343	18,998	2,435

資料來源：交通部，「交通統計要覽」，2020 年。

一、陸上運輸

陸上運輸主要包含公路運輸及軌道運輸，我國公路總里程（包含國道、省道、市道、縣道、區道、鄉道及專用公路），截至 2020 年底為 2 萬 1,752.0 公里，公路密度為每平方公里 0.6 公里。我國國道 9 條、省道主線為 48 條，支線為 49 條（省道主、支線共計 97 條），市道及縣道為 156 條，區道及鄉道為 2,267

條，專用公路為 35 條。統計 2020 年陸上交通運量，如表 1.7-2 所示。

臺鐵全線截至 2020 年底共 241 座車站，營業里程計 1,065.0 公里，包括雙線 742.1 公里，單線 322.9 公里，其中電化區間計 997.7 公里；其餘非電化區間，計 67.3 公里。鐵路車輛 4,128 輛，其中牽引用機車 252 輛、客車 2,305 輛及貨車 1,571 輛。

表 1.7-2 2020 年陸上交通運量統計

統計項目		單位	2020 年實數	2019 年實數	增減 (%)		
鐵路	臺鐵客運人數	百萬人次	204	236	-13.8		
	臺鐵客運延人公里	百萬人公里	9,314	11,046	-15.7		
	客座利用率	自強號	%	58.0	70.1	-12.1	
		莒光號	%	32.7	40.7	-8.0	
		區間列車	%	56.7	66.1	-9.4	
		普通車	%	31.2	27.5	3.7	
	臺鐵貨運噸數	萬公噸	726	731	-0.8		
	臺鐵貨運延噸公里	百萬噸公里	495	517	-4.2		
	捷運客運人數	萬人次	76,854	88,943	-13.6		
	捷運客運延人公里	百萬人公里	6,330	7,404	-14.5		
鐵路	高鐵客運人數	萬人次	5,724	6,741	-15.1		
	高鐵客運延人公里	百萬人公里	9,912	11,994	-17.4		
公路	道路長度	公里	42,138	43,120	-2.3		
	客運總計	人數	百萬人次	1,079	1,247	-13.5	
		延人公里	百萬人公里	14,209	17,064	-16.7	
	市區汽車客運	人數	百萬人次	977	1,118	-12.6	
		人數	百萬人公里	8,779	9,975	-12.0	
	公路汽車客運	人數	百萬人次	102	129	-21.4	
		人數	百萬人公里	5,430	7,090	-23.4	
	公路汽車貨運	人數	百萬公噸	556	560	-0.6	
		人數	百萬噸公里	44,550	44,370	0.4	
	高速公路	通行車輛數	總計	萬輛次	607,532	597,497	1.7
			小型車	萬輛次	537,798	524,936	2.5
			大型車	萬輛次	39,071	41,952	-6.9
			聯結車	萬輛次	30,663	30,608	0.2
	機動車輛登記數 (按車種分)	總計	千輛	22,297	22,112	0.8	
大客車		千輛	33	33	-2.3		
大貨車		千輛	167	166	1.0		
小客車		千輛	6,985	6,919	0.9		
小貨車		千輛	941	934	0.7		
特種車		千輛	68	66	2.2		
機車		千輛	14,104	13,993	0.8		
機動車輛登記數	汽車	千輛	8,193	8,119	0.9		
	機車	千輛	14,104	13,993	0.8		
每百人機動車輛數	輛 / 百人	94.6	93.7	1.0			

資料來源：交通部，「交通統計要覽」，2020 年。

此外，南北高速鐵路，由北端臺北南港站至南端高雄左營站共計 350 公里。高速鐵路大幅縮短南北間陸上運輸旅行時間，配合高鐵車站便捷的聯外運輸系統，逐漸構建西部走廊一日生活圈。交通部已於 2020 年 1 月 3 日提出「全國高快速鐵路網整體規劃」，刻正積極辦理高鐵延伸屏東可行性研究、高鐵延伸宜蘭綜合規劃、宜花東快鐵可行性研究、南迴快鐵可行性研究、基隆捷運綜合規劃及臺鐵海線雙軌化可行性研究等相關作業。俟全國高快速鐵路網完成後，將大幅縮短城際旅行時間至 6 小時環島，達成全國國土計畫提升國土連結性之整體目標。

大眾捷運系統亦為我國都會區重要運輸方式，目前臺北、高雄及臺中等都會區捷運系統，以及臺灣桃園國際機場聯外捷運系統已開始通車營運，並陸續擴大服務範圍。

二、海上運輸

我國四面環海，國際貿易與海上運輸對臺灣經貿發展扮演重要的角色。目前計有 7 個國際商港及 4 個國內商港。國際航線業務包括船舶運送業、國際郵輪觀光。環島轉運航線，則為發展第三運輸走廊，航商以自有或營運之外輪辦理自有貨載環島轉運業務，貨櫃運輸由陸運改為海運方式運送，有效紓解「北櫃南運」或「南櫃北運」等陸上交通壅塞程度。

目前國內計有 6 個海港自由貿易港區，包含基隆、臺北、臺中、安平、高雄及蘇澳。截至 2020 年底計 87 家港區事業營運，依財政部關務署統計資料，全年貿易量為 660 萬公噸、貿易值為 2,808 億元。

為有效利用我國港埠資源，降低產業運輸成本，並提升港埠服務水準與我國港口國際競爭力，行政院於 2016 年核定「國際商港未來發展及建設計畫」（2017-2021 年），持續推

動高雄港洲際貨櫃中心第二期計畫等重大港埠建設。於貨運方面，將整合我國港群，構建全球航運網絡；客運方面，將結合地方觀光資源，積極強化郵輪旅運設施，同時將推動綠色港埠列為未來港口永續發展之重要政策方向。

三、空中運輸

民航事業與整體經濟發展息息相關，政府為因應空運事業發展之需求，積極透過航權談判、諮商，增加業者營運空間，大幅活絡我國航空運輸。至 2020 年底經營國內及國際定期航線之民用航空運輸業計有 8 家，目前我國已與 57 個國家或地區簽署航約，經營國際定期客運航線 210 條，貨運航線 114 條，共計 324 條，連接全球 148 個城市。然而因受疫情影響，各國邊境管制嚴格，2020 年我國各機場進出旅客合計 1,900 萬人次，較 2019 年減少 73.7%，其中國際航線（含港澳）減少 85.2%、國內航線減少 17.4%。

1.8 建築及都市結構

面對全球氣候變遷及資源匱乏的危機，為讓國人有健康舒適及兼顧永續節能之居住環境，爰此，建築主管機關內政部，於 1995 年訂定建築節能法規，並在 1999 年建立「綠建築標章制度」，針對臺灣亞熱帶高溫高濕氣候特性，以生態、節能、減廢、健康四大範疇，兼具節能環保與生態永續之綠建築標章評估系統，不僅為全世界第 4 個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是第一個針對熱帶及亞熱帶高溫、高濕氣候獨立發展綠建築評估的國家。自 2017 年起，進一步受理境外綠建築標章之認證申請，擴大臺灣綠建築認證範圍。

根據內政部統計，2020 年綠建築標章通過的件數達 848 件，截至 2020 年底止，全

國綠建築累計數量已有 9,255 件，各縣市均有綠建築標章通過案例，民間興建綠建築標章的數量也逐年提升，從 2002 年的 7 案攀升到 2020 年之 358 案。

為加速推動綠建築，行政院自 2001 年起開始透過一系列綠建築推動方案，要求公有新建建築物總工程建造經費達 5,000 萬元以上者，需取得綠建築標章。自 2014 年開始，更進一步要求公有新建建築物總工程建造經費未達 5,000 萬元者，須通過「日常節能」與「水資源」2 項指標，以達到公有新建建築物全面進行綠建築設計管制，並引領民間建築跟進潮流。

1.9 廢棄物

廢棄物處理政策早期以掩埋為主要處置手段，隨著國土利用、環境保護及資源再生等意識抬頭，廢棄物處理政策有明顯轉變。從 1990 年「大型焚化爐之設置」、1997 年「資源回收四合一」、2004 年「垃圾零廢棄」、2005 年「強制分類回收」到 2011 年的「永續物料管理」等政策之推動，我國廢棄物處理方式已由過往的掩埋逐步朝向資源回收再利用，廢棄物最終處理量持續減少。

依據 2020 年中華民國環境保護統計年報，在一般廢棄物處理方面，分為焚化、衛生掩埋、資源垃圾回收、巨大垃圾回收再利用及廚餘回收等，2019 年垃圾生產量為 9,812,418 公噸，處理方式中以資源垃圾回收占比最高，占 50.6%，焚化占 41.2% 居次，而衛生掩埋屬處理方式僅占 0.9%。在事業廢棄物申報方面，2019 年申報事業廢棄物清理量總計 19,845,377 公噸，分為委託或共同處理、自行處理、再利用、境外處理，其中亦以再利用占比最高，占 84.0%，其次為委託或共同處理，

占 12.4%。皆顯示我國廢棄物處理已以再利用為主。

在生活污水處理方面，透過污水下水道建設計畫，優先推動污水處理廠廢棄污泥及放流水回收再利用，逐年提升用戶接管普及率，妥善集中處理以減少公共衛生與水質污染；截至 2021 年 7 月全國污水處理率達 66.11%。事業廢水方面，事業為因應國內外生產之需求，產生之廢水種類日趨多元複雜，為有效管理事業或污水下水道系統所排放之廢（污）水及強化環境生態體系之維護，環保署配合資源循環經濟之政策推動與「水污法」及其相關子法之修正，積極加強水措管理及加嚴特定業別之放流水標準，以提升水資源之維護管理及創造宜居之生活環境；全國 2019 年共稽查 16,535 家（34,042 次），採樣 4,382 家（8,120 次），處分 1,726 家（2,078 次）事業。

1.10 農、林、漁、牧

一、生產概況

我國地處熱帶、亞熱帶，氣候溫暖，適合農作物生長，但也容易發生病蟲害，加上颱風、豪雨及地震頻繁，對農業發展形成限制。由於自然環境限制，多屬小農經營形態，生產成本偏高。近年農業生產力與產品品質均持續提升，2020 年農業生產總值達 5,039 億元。農業占國內生產毛額比率的 1.65%，發展速度相對於非農業部門明顯較低。

農業土地利用方面，2020 年我國耕地面積為 79.0 萬公頃，其中用以水稻為栽培面積最大之作物，收穫面積達 26.2 萬公頃，果樹類次之栽培面積約 18.3 萬公頃，蔬菜及雜糧類產品，栽培面積則分別約為 14.3 萬及 7.6 萬公頃。

在畜牧業方面，2020 年生產產值以豬 (42.77%)、雞 (27.91%) 及雞蛋 (12.81%) 為前三大。在畜禽及副產物生產量方面，豬供應屠宰數 818.4 萬頭，雞供應屠宰數 3.8 億隻及雞蛋 82 億個。

在漁業方面，2020 年總產量約為 88.5 萬公噸，總產值約為 713.2 億元。其中以遠洋漁業占比最大，占總產量 48.8%，其次為內陸養殖，占總產量 28.9%。受氣候變遷影響，遠洋漁場分布及漁業資源變動較大，遠洋漁獲產量較 2019 年減少 23.0%，而沿岸漁業、內陸養殖、近海漁業產量亦皆呈減少趨勢，分別較 2019 年減少 20.8%、5.1%、2.0%。

二、林業與自然保育

根據農委會林務局第四次森林資源調查結果，全國（含金門、連江縣）總森林面積為 2,197,090 公頃，森林覆蓋度為 60.71%，約為全球平均 2 倍。其中屬「森林法」定義之林地，其森林覆蓋面積為 1,781,660 公頃；林地以外之其他土地，森林覆蓋面積為 415,430 公頃，全國人均森林面積為 0.092 公頃/人。全國森林林型分類以闊葉樹林型最多，計 1,469,898 公頃，占 67%；針葉樹林型計 299,216 公頃，占 14%；針闊葉樹混淆林計

171,346 公頃，占 8%，竹林計 112,548 公頃，占 5%，如圖 1.10-1。總蓄積量則約為 502 百萬立方公尺，平均每公頃蓄積量達 228 立方公尺。

2020 年底國有林事業區森林面積 1,533,957 公頃，有林地占 90.89%、無林地占 9.11%；有林地中天然林占比達 80.76%、人工林占 19.24%。目前國內使用木材高度仰賴進口，人工林產業發展以私有林為主，國有林為輔。現今政策目標為推動國產材永續經營與利用，逐步提供來源與數量穩定的國產材，並開拓國產木竹材市場需求，促進林產業發展。

林務局已於 2017 年推動振興林產業政策，不僅關注林產業者的林木產品發展，也著力非木材資源的多元利用，包含推動「林業永續多元輔導方案」、發布「林下經濟經營使用審查作業要點」。且為落實森林永續經營，以國際森林管理委員會（FSC）森林驗證制度為標竿，導入國有林森林經營體系，自 2016 年起推動示範林區辦理 FSC 經營標準實務演練，期能使國有林森林經營水準與國際上最嚴謹標準接軌，將森林永續經營的理念真正內化及落實於林務人員的思維及工作上。

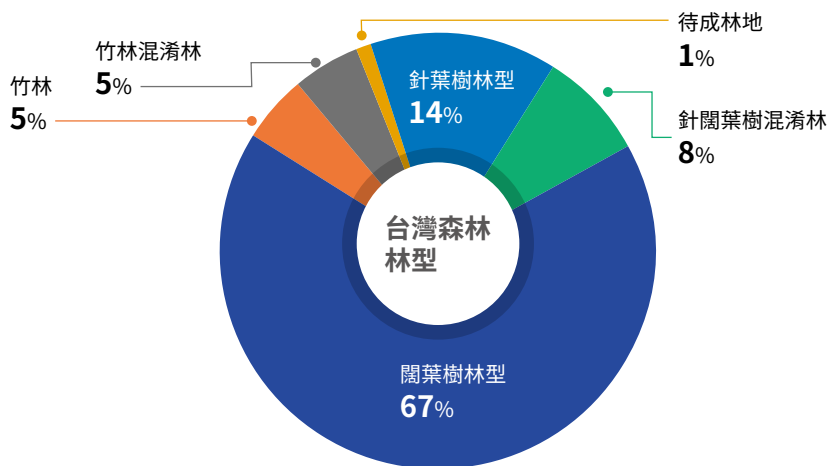


圖 1.10-1 臺灣森林林型分類

資料來源：行政院農業委員會，「第四次森林資源調查報告」，2015 年。

參考文獻

1. 行政院全球資訊網 <https://www.ey.gov.tw>
2. 內政部全球資訊網，地政業務介紹 <https://www.land.moi.gov.tw/chhtml/content/68?mcid=3224>
3. 經濟部全球資訊網 <https://www.moea.gov.tw/Mns/populace/home/Home.aspx>
4. 交通部，「109年度交通年鑑」，2021年 https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=21&parentpath=0%2C7&mcustomize=yearbook_zip_list.jsp&yearid=8270&data serno=109&aplistdn=ou=data,ou=motcy ear,ou=ap_root,o=motc,c=tw&toolsflag=Y&imgfolder=img%2Fstandard
5. 交通部，「中華民國109年交通統計要覽」，2020年 <https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=59&parentpath=0,6>
6. 行政院環境保護署 <https://www.epa.gov.tw/>
7. 行政院環境保護署，「中華民國環境保護統計年報」，2020年 <https://www.epa.gov.tw/Page/B84B65A4FDDF5864>
8. 行政院農業委員會，「2019年林務局年報」，2020年12月 <https://www.forest.gov.tw/0003806>
9. 行政院農業委員會，「2019年漁業統計年報」，2020年 <https://www.fa.gov.tw/cht/PublicationsFishYear/content.aspx?id=34 &chk=45c1a506-e4ff-4f0f-9fad-c898cc1eae42>
10. 行政院農業委員會，「林業統計（2019年）」，2020年7月 <https://www.forest.gov.tw/0003067>
11. 行政院農業委員會，「第四次森林資源調查報告」，2015年 <https://www.forest.gov.tw/0002393>
12. 行政院農業委員會，「農業統計年報（2019年）」，2020年7月 <https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=209>
13. 國家發展委員會，「中華民國人口推估（2020至2070年）」，2020年8月 <https://pop-proj.ndc.gov.tw/download.aspx?uid=70&pid=70>
14. 國家發展委員會，「都市及區域發展統計彙編」，2020年 https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=3767B021A1D7691F
15. 內政部營建署，「業務新訊 - 全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表」 <https://www.cpami.gov.tw/>
16. 經濟部能源局，「2019年能源統計手冊」，2019年 https://www.moeaboe.gov.tw/ECW_WEBPAGE/FlipBook/2019EnergyStaHandBook/index.html
17. 交通部中央氣象局，「全球與臺灣溫度趨勢分析報告」，2020年 https://www.cwb.gov.tw/Data/climate/Watch/trend/trend-monitor_2019.pdf
18. 交通部中央氣象局，「氣候監測報告」，2020年12月 https://www.cwb.gov.tw/V8/C/C/Watch/watch_1.html#
19. 中華民國統計資訊網 <https://www.stat.gov.tw/lp.asp?ctNode=497&CtUnit=1818&BaseDSD=29>
20. 台灣電力股份有限公司 <https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=212&cid=120&cchk=f3a1b1e0-03e5-45fa-b72e-b28c5cb94f>

第二章

溫室氣體排放、 吸收統計及趨勢分析

- 2.1 溫室氣體清冊編製流程及統計方法
- 2.2 溫室氣體排放及移除統計
- 2.3 氣體別溫室氣體排放及移除統計
- 2.4 清冊部門別溫室氣體排放及吸收統計
- 2.5 溫室氣體關鍵源及趨勢分析

第二章 溫室氣體排放、吸收統計及趨勢分析

我國依循國際標準，定期彙整來自經濟部能源局、經濟部工業局、農委會及環保署等相關中央目的事業主管機關的溫室氣體排放量統計成果，每年出版「國家溫室氣體排放清冊報告」（下稱國家清冊報告），以說明我國溫室氣體排放概況及趨勢。

2.1 溫室氣體清冊編製流程及統計方法

在統計方法上，依據聯合國氣候變化政府間專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 於 2006 年出版的「2006 IPCC 國家溫室氣體清冊指南」(2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)，並參考 IPCC 於 2000 年提出更新補充之「良好作法指南」(Good Practice Guidance) 及「不確定性管理」(Uncertainty

Management，以及 2003 年「土地利用、土地利用變遷與林業良好作法指南」(2003 LULUCF Good Practice Guidance) 等國際公認之標準，進行國家溫室氣體排放數據之統計。

在編製流程上，依據「溫室氣體減量及管理法（下稱溫管法）第 13 條，由各部會統計權責部門之溫室氣體排放源及吸收匯相關數據，經各部門溫室氣體清冊審議委員會檢視後，提送至國家溫室氣體清冊審議委員會進行審議，最後由環保署統籌發布國家清冊報告，如圖 2.1-1 所示。

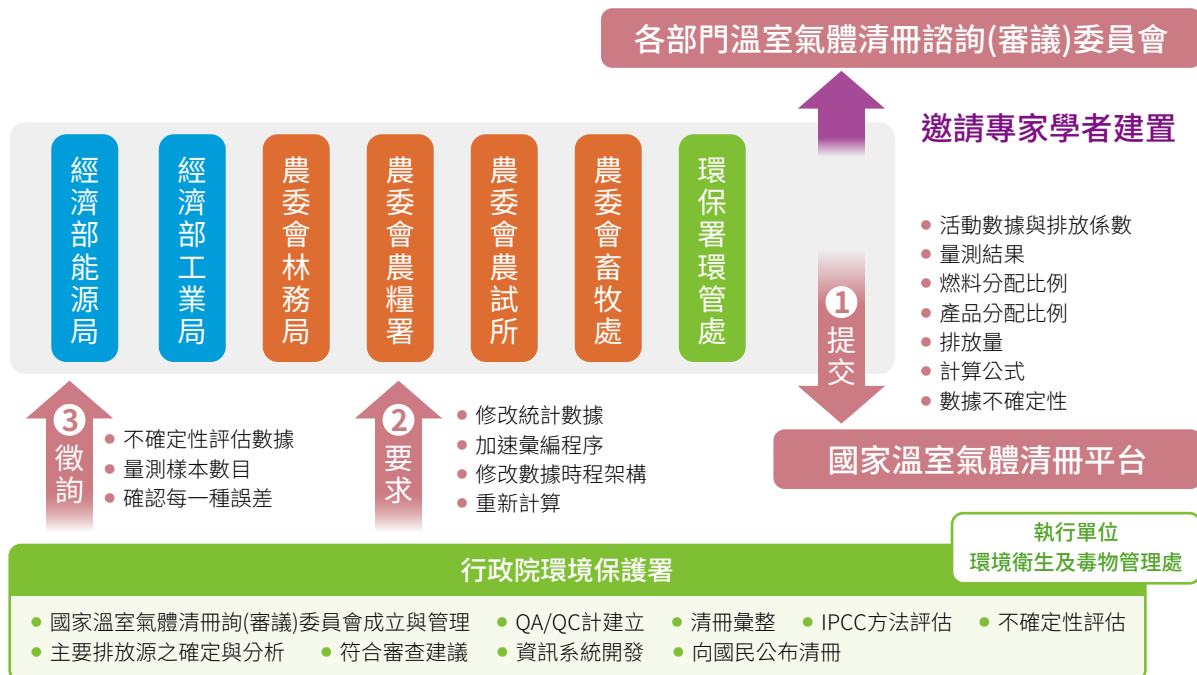


圖 2.1-1 臺灣國家溫室氣體清冊準備程序

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

根據上述國際指南之規範，臺灣國家溫室氣體排放清冊以 1990 年為基準年，統計溫管法第 3 條定義之七種溫室氣體（二氧化碳 CO₂、甲烷 CH₄、氧化亞氮 N₂O、全氟化碳 PFCs、氫氟化碳 HFCs、六氟化硫 SF₆ 和三氟

化氮 NF₃ 等）的排放源與吸收匯相關數據，並分為「能源」、「工業製程及產品使用」、「農業」、「土地利用、土地利用變化及林業」，以及「廢棄物」等五個部門，各部門之權責機關如下表 2.1-1：

表 2.1-1 國家溫室氣體排放清冊部門權責機關

部門	主責機關
能源部門	經濟部能源局
工業製程及產品使用部門	經濟部工業局
農業部門	行政院農業委員會
土地利用、土地利用變化及林業部門	行政院農業委員會
廢棄物部門	行政院環境保護署

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021 年版）」，2021 年。

以下分別說明我國溫室氣體排放清冊各部門的資料及係數來源：

一、能源部門

能源部門排放溫室氣體種類包括二氧化碳、甲烷及氧化亞氮，其溫室氣體排放量計算方法，按照數據分類方式有不同的計算級別，二氧化碳的計算方式係依據 2006 IPCC 指南的參考方法和部門方法，其他非二氧化碳的溫室氣體，則運用排放係數概估排放值。

在活動數據方面，由於能源部門分類及燃料分類與 2006 IPCC 指南的分類原則相同，能源部門溫室氣體排放清冊統計資料之活動數據來源係依據經濟部能源局公布之能源平衡表。

在係數選用方面，計算溫室氣體排放採用之排放係數，以 2006 IPCC 指南之公布係數為主，包含碳排放因子 (Carbon Emission

Factors, CEF)、碳氧化分率 (Fraction of Carbon Oxidized) 及碳積存分率 (Fraction of Carbon Stored)。而針對 2006 IPCC 指南中，未明列之能源排放係數，則引用其他國家公告之排放係數，如廢輪胎之排放係數係引用美國環保署公告係數，其內涵為以毛熱值為基準，並適用於該國之汽電共生廠。

二、工業製程及產品使用部門

工業製程及產品使用部門排放之溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物、氫氟碳化物、六氟化硫及三氟化氮等 7 種。在活動數據方面，工業製程及產品使用部門中各行業 / 生產之活動數據來源，係以政府統計公告資料為主，其活動數據具公信力、誤差率小並為延續性資料；若無政府公告資料，則以產業公會統計資料替代，或採用向業者進行實際調查統計結果。

在係數選用方面，計算溫室氣體排放採用之排放係數，以 2006 IPCC 指南所公布係數為主，並依據我國生產情形調整。其中，部分活動已建置我國本土排放係數，而部分活動係直接測量實際排放量，不需使用排放係數。已完全測量實際排放或建置我國本土排放係數的活動包含電子工業 (2.E)、破壞臭氧層物質之替代品使用 (2.F)、其他產品之製造與使用 (2.G)、其他 (2.H)。部分完全測量實際排放或建置我國本土排放係數的業別包含礦業 (2.A)、化學工業 (2.B)、金屬工業 (2.C)。

三、農業部門

農業部門排放之溫室氣體種類包含甲烷、氧化亞氮及少量二氧化碳。在活動數據方面，臺灣農業部門之統計數據於 1990 至 1999 年間乃是引用自臺灣省政府農林廳的「臺灣農業年報」；自 2000 年至今，改引用農委會編印的「農業統計年報」。

在係數選用方面，計算溫室氣體排放採用之排放係數，以有研究報告之本土值為主，缺乏者則使用 2006 IPCC 指南之建議值，採用我國本土排放係數為主者包含畜禽腸胃發酵 (3.A)、畜禽糞尿處理 (3.B) 及水稻種植 (3.C)；採用 2006 IPCC 指南公布係數者則包含農業土壤 (3.D)、作物殘體燃燒 (3.F) 及尿素施用 (3.H)，至於草原焚燒 (3.E)、石灰處理 (3.G) 與其他含碳肥料 (3.I) 因國內鮮有相關經營管理模式或使用量少，而暫未進行估算。

四、土地利用、土地利用變化及林業部門

土地利用與林業部門移除之溫室氣體以二氧化碳為主，目前國內僅就林業部門之森林土地 (4.A) 進行計算，包含森林維持林地 (4.A.1) 及其他土地轉變為林地 (4.A.2) 等二項目。

林業部門的溫室氣體排放及移除量，係依據 2006 IPCC 指南建議估算項目，並依循

可量測、可報告與可查證 (MRV) 原則建立估算方法學。在計算林業部門溫室氣體時，主要以第 4 次全國森林資源調查成果為基礎，並參考年度林業統計資料作為活動數據；排放係數方面，則採用我國相關文獻資料，以本土排放係數為主，缺乏者始使用 2006 IPCC 指南之建議值。

五、廢棄物部門

廢棄物部門排放之溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷及氧化亞氮等 3 種。在活動數據方面，廢棄物部門統計溫室氣體排放時，所引用的固體廢棄物處理、廢水、廢棄物焚化與天燃燒及其他廢棄物管理之活動數據，係來自政府官方統計的環境統計年報、沼氣回收資料焚化爐資料、水污染源管制資料管理系統、事業廢棄物管制資訊網、下水道普及率及糧食平衡表所產生之排放。

在係數選用方面，計算溫室氣體排放採用之排放係數，主要依據 2006 IPCC 指南及其他國家（如日本）之排放係數，包含固體廢棄物之生物處理 (5.B)、廢棄物之焚化與天燃燒 (5.C)、廢水處理與放流 (5.D)。部分活動已建立我國本土排放係數，主要為固體廢棄物處理 (5.A)。

2.2 溫室氣體排放及移除統計

我國 2019 年之溫室氣體總排放量為 287.060 百萬公噸二氧化碳當量，相較 1990 年 (137.776 百萬公噸二氧化碳當量) 增加 108.35%，年平均成長率為 2.56%；相較 2005 年 (290.552 百萬公噸二氧化碳當量) 減少 1.20%，年平均成長率為 -0.09%；較 2018 年 (297.186 百萬公噸二氧化碳當量) 下降 3.41%。我國溫室氣體排放量之變化趨勢及統計數據如圖 2.2-1 及表 2.2-1。

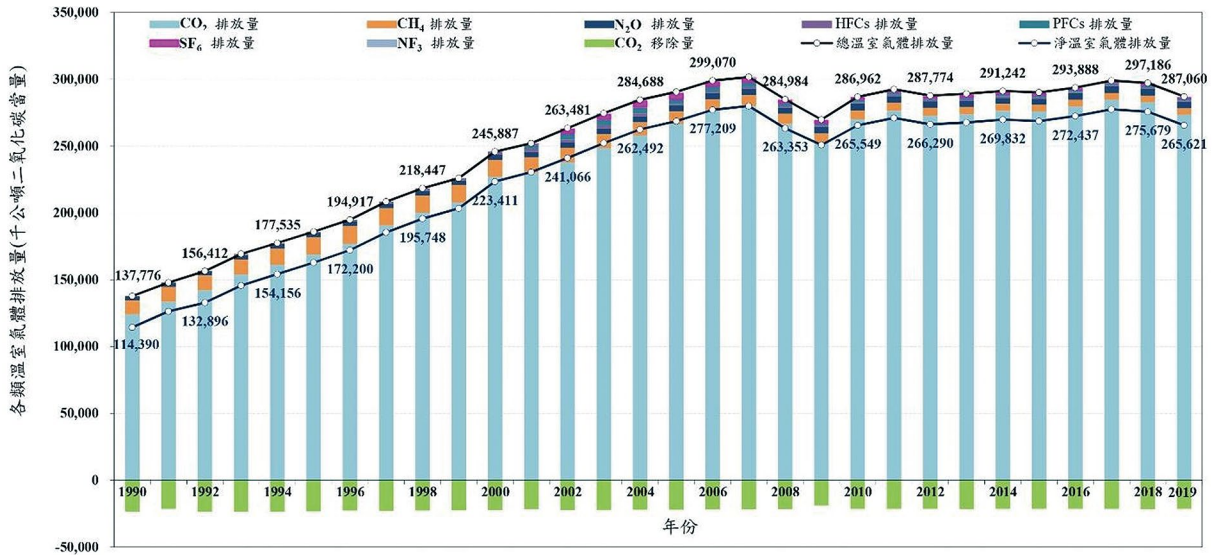


圖 2.2-1 臺灣 1990 至 2019 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

表 2.2-1 臺灣 1990 至 2019 年各類溫室氣體排放量和移除量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體	全球暖化潛勢	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
二氧化碳	1	124,078	133,598	142,182	153,801	161,168	168,887	176,793	190,548	200,162	207,800
甲烷	25	10,705	11,030	10,977	11,383	12,141	12,899	13,291	13,001	12,899	13,188
氧化亞氮	298	2,992	3,262	3,253	3,324	3,371	3,448	3,533	3,377	3,304	3,274
氫氟碳化物	HFC-134a: 1,430 等	NE	NE	NE	755	855	801	1,305	1,477	2,083	1,609
全氟碳化物	PFC-14:7,390 等	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	3
六氟化硫	22,800	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	116
三氟化氮	17,200	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	11
二氧化碳除 移量	1	-23,386	-21,490	-23,516	-23,493	-23,379	-23,233	-22,717	-22,899	-22,699	-22,550
淨溫室氣體排放量 (包括 LULUCF)		114,390	126,400	132,896	145,770	154,156	162,797	172,200	185,504	195,748	203,450
總溫室氣體排放量 (不包括 LULUCF)		137,776	147,890	156,412	169,263	177,535	186,030	194,917	208,403	218,447	226,000

溫室氣體	全球暖化潛勢	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
二氧化碳	1	226,983	229,927	237,651	248,402	257,883	266,460	276,159	279,800	266,594	252,506
甲烷	25	12,556	11,734	11,128	10,607	9,969	9,508	8,886	8,318	7,659	7,044
氧化亞氮	298	3,887	3,938	4,031	4,048	4,192	4,300	4,800	4,873	4,458	4,622
氫氟碳化物	HFC-134a: 1,430 等	2,319	2,619	2,216	2,397	2,451	1,098	1,015	1,122	1,074	1,018
全氟碳化物	PFC-14: 7,390 等	13	2,939	4,143	4,198	4,341	3,470	3,664	3,372	2,082	1,560
六氟化硫	22,800	120	746	3,914	4,385	5,193	4,951	3,858	3,381	2,912	2,452
三氟化氮	17,200	10	235	398	540	659	765	688	798	204	577
二氧化碳移除量	1	-22,476	-21,583	-22,415	-22,305	-22,196	-21,918	-21,861	-21,650	-21,631	-18,911
淨溫室氣體排放量 (包括 LULUCF)		223,411	230,555	241,066	252,271	262,492	268,634	277,209	280,015	263,353	250,868
總溫室氣體排放量 (不包括 LULUCF)		245,887	252,138	263,481	274,576	284,688	290,552	299,070	301,665	284,984	269,779
溫室氣體	全球暖化潛勢	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
二氧化碳	1	270,148	276,282	272,755	273,797	276,311	275,835	279,705	284,821	282,842	273,515
甲烷	25	6,570	6,226	5,890	5,547	5,305	5,093	5,032	4,922	4,891	4,786
氧化亞氮	298	5,026	4,927	4,841	4,643	4,624	4,593	4,794	5,003	5,092	4,904
氫氟碳化物	HFC-134a: 1,430 等	971	1,053	907	1,019	1,048	1,020	1,026	1,023	1,013	1,027
全氟碳化物	PFC-14: 7,390 等	1,770	1,781	1,141	1,345	1,556	1,347	1,441	1,409	1,536	1,420
六氟化硫	22,800	2,218	1,918	1,852	1,997	1,730	1,523	1,418	1,416	1,302	935
三氟化氮	17,200	258	420	388	773	667	662	472	440	509	473
二氧化碳移除量	1	-21,413	-21,470	-21,484	-21,499	-21,410	-21,425	-21,451	-21,486	-21,507	-21,440
淨溫室氣體排放量 (包括 LULUCF)		265,549	271,137	266,290	267,623	269,832	268,648	272,437	277,549	275,679	265,621
總溫室氣體排放量 (不包括 LULUCF)		286,962	292,607	287,774	289,121	291,242	290,073	293,888	299,034	297,186	287,060

說明：NE (未估計) · 指對現有排放量和移除量沒有估計。

資料來源：行政院環境保護署 · 「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版) 」 · 2021 年。

各種溫室氣體在 1990 年至 2019 年間之排放及移除量變化趨勢如下：

- 二氧化碳 (CO₂)：1990 年至 2019 年成長 120.44%，年平均成長率 2.76%；碳匯移除量 1990 年至 2019 年間移除量減少 8.32%，年平均成長率 -0.30%。
- 甲烷 (CH₄)：1990 年至 2019 年間減少 55.29%，年平均成長率為 -2.74%。
- 氧化亞氮 (N₂O)：1990 年至 2019 年間成長 63.91%，年平均成長率 1.72%。
- 含氟溫室氣體 (SF₆、PFC_s、HFC_s、NF₃)：1993 至 2019 年間增加 410.63%，年平均成長率 5.78%。

2.3 氣體別溫室氣體排放及移除統計

我國溫室氣體排放統計涵蓋二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亞氮 (N₂O)、氫氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs)、六氟化硫 (SF₆)、三氟化氮 (NF₃) 等七種溫室氣體，CO₂ 為最主要之溫室氣體，其排放量為 273.515 百萬公噸二氧化碳當量（不包括 LULUCF），占溫室氣體總量之 95.28%。其中，能源燃料燃燒 CO₂ 排放量占 CO₂ 總量的 90.13%。我國 2019 年各類溫室氣體排放占比如圖 2.3-1 所示。以下針對各類氣體別溫室氣體排放及移除統計結果分節說明。

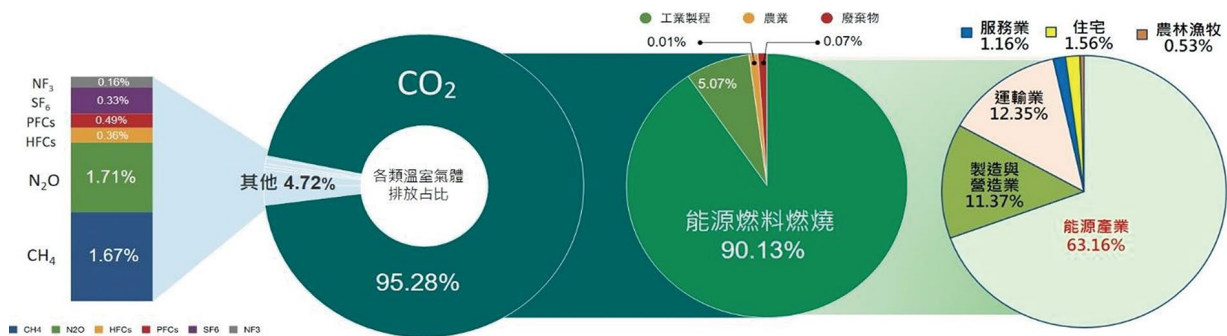


圖 2.3-1 2019 年各類溫室氣體排放占比

資料來源：行政院環境保護署。

2.3.1 二氧化碳

在整體排放趨勢上，我國 1990 年二氧化碳排放量為 124.078 百萬公噸二氧化碳當量，2019 年增至 273.515 百萬公噸二氧化碳當量，相較 1990 年成長 120.44%，平均成長

率為 2.76%，排放趨勢如圖 2.3.1-1 所示。

在排放源結構上，2019 年以能源部門占比最高（94.59%），其次為工業製程及產品使用部門（5.32%）。各部門 1990 至 2019 年二氧化碳排放量與移除量清單，如表 2.3.1-1。

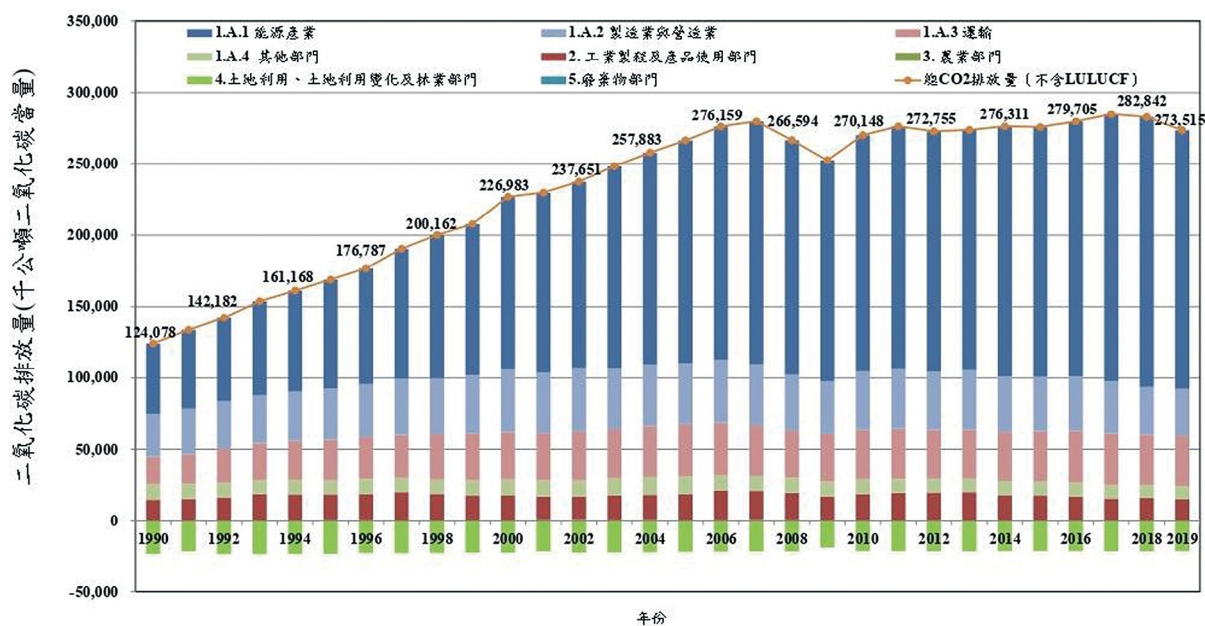


圖 2.3.1-1、臺灣 1990 至 2019 年二氧化碳排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021 年版）」，2021 年。

表 2.3.1-1 臺灣 1990 至 2019 年二氧化碳排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. 能源部門	109,459	150,803	209,205	247,956	255,331	259,214	247,537	235,868	251,708
1.A.1 能源產業	49,123	76,400	121,143	156,351	163,615	170,131	164,432	155,166	165,522
1.A.2 製造業與營造業	30,117	35,763	43,934	42,671	43,994	43,293	39,104	36,698	41,360
1.A.3 運輸	19,646	28,822	33,207	36,846	36,771	35,419	33,216	33,541	34,652
1.A.4 其他部門	10,572	9,819	10,922	12,089	10,952	10,370	10,785	10,463	10,174
1.A.4.a 服務業	3,621	2,445	3,205	4,227	4,272	4,232	4,226	4,264	4,204
1.A.4.b 住宅	4,005	4,597	5,354	5,235	5,033	5,047	5,017	5,030	4,857
1.A.4.c 農林漁牧業	2,946	2,777	2,362	2,627	1,647	1,091	1,543	1,169	1,113
2. 工業製程及產品使用部門	14,458	17,528	17,388	18,094	20,299	19,967	18,558	16,428	18,178
2.A 礦業 (非金屬製品)	10,584	12,766	10,486	11,257	11,014	10,369	9,289	8,467	8,616
2.B 化學工業	575	858	1,148	1,751	1,721	1,845	1,601	1,623	1,750

溫室氣體排放源 和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2.C 金屬工業	3,275	3,884	5,734	5,066	7,544	7,733	7,648	6,317	7,792
2.H 其他	23	21	20	20	21	20	20	21	20
3. 農業部門	142	151	131	62	59	57	57	55	54
4. 土地利用、土地利用 變化及林業部門	-23,386	-23,233	-22,476	-21,918	-21,861	-21,650	-21,631	-18,911	-21,413
5. 廢棄物部門	20	398	259	348	470	562	443	154	208
淨二氧化碳排放量 (包括 LULUCF)	100,692	145,648	204,507	244,542	254,298	258,150	244,963	233,595	248,735
總二氧化碳排放量 (不包括 LULUCF)	124,078	168,881	226,983	266,460	276,159	279,800	266,594	252,506	270,148
溫室氣體排放源 和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1. 能源部門	257,096	253,183	254,070	258,481	258,476	262,982	269,462	267,129	258,719
1.A.1 能源產業	169,884	168,333	168,271	175,180	175,198	178,569	187,135	189,212	181,318
1.A.2 製造業與 營造業	42,298	41,000	42,019	38,953	38,074	38,296	36,741	33,401	32,638
1.A.3 運輸	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584	36,202	35,207	35,443
1.A.4 其他部門	9,807	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533	9,384	9,310	9,320
1.A.4.a 服務業	3,898	3,635	3,812	3,928	3,941	3,720	3,779	3,317	3,337
1.A.4.b 住宅	4,786	4,672	4,484	4,411	4,469	4,537	4,402	4,480	4,469
1.A.4.c 農林漁牧業	1,123	1,259	1,274	1,343	1,287	1,276	1,203	1,512	1,514
2. 工業製程及產品 使用部門	18,985	19,369	19,529	17,644	17,219	16,557	15,199	15,525	14,553
2.A 礦業 (非金屬製品)	9,577	9,333	9,866	8,728	8,345	7,108	6,262	6,403	6,501
2.B 化學工業	1,768	1,714	1,749	1,884	1,854	1,760	1,709	1,684	1,666
2.C 金屬工業	7,620	8,301	7,894	7,013	7,000	7,670	7,208	7,419	6,368
2.H 其他	20	21	19	19	20	19	20	19	17

溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
3. 農業部門	53	55	45	40	38	34	31	30	29
4. 土地利用、土地利用變化及林業部門	-21,470	-21,484	-21,499	-21,410	-21,425	-21,451	-21,486	-21,507	-21,440
5. 廢棄物部門	149	149	153	146	103	132	129	159	214
淨二氧化碳排放量 (包括 LULUCF)	254,812	251,271	252,298	254,901	254,410	258,254	263,336	261,335	252,075
總二氧化碳排放量 (不包括 LULUCF)	276,282	272,755	273,797	276,311	275,835	279,705	284,821	282,842	273,515

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

2.3.2 甲烷

年減少至 4.786 百萬公噸二氧化碳當量，相較 1990 年降低 55.29%，平均成長率為 -2.74%，排放趨勢如圖 2.3.2-1 所示。

在整體排放趨勢上，我國 1990 年甲烷排放量為 10.705 百萬公噸二氧化碳當量，2019

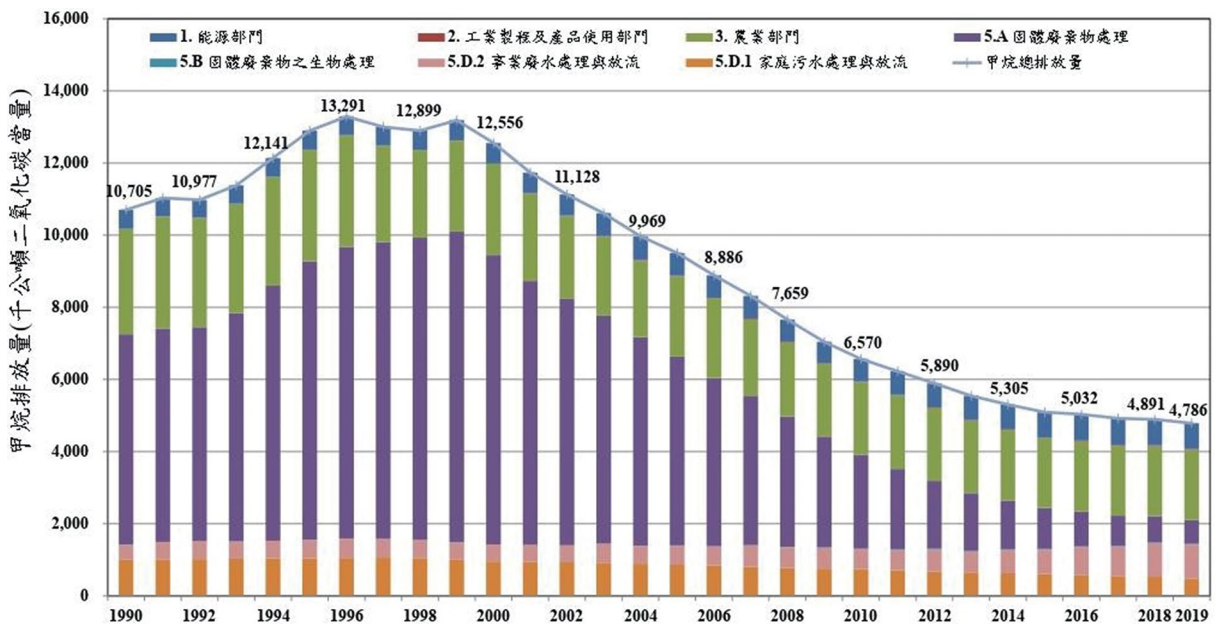


圖 2.3.2-1 臺灣 2001 至 2019 年甲烷排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

在排放源結構上，2019 年以廢棄物部門占比最高（43.91%），其次為農業部門（40.57%），接續為能源部門（14.98%）。各部門 1990 至 2019 年甲烷排放量清單，如表 2.3.2-1

表 2.3.2-1 臺灣 1990 至 2019 年甲烷排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. 能源部門	530	533	574	631	625	622	604	597	631
2. 工業製程及產品使用部門	5	10	14	18	22	28	27	21	23
3. 農業部門	2,914	3,079	2,511	2,228	2,197	2,116	2,056	2,006	2,003
3.A 畜禽腸胃發酵	670	822	692	623	614	609	584	571	578
3.B 畜禽糞尿處理	1,112	1,371	1,003	957	945	888	861	825	831
3.C 水稻種植	1,094	879	802	640	630	616	604	605	589
3.F 農作物殘體燃燒	38	7	14	8	8	5	6	5	5
5. 廢棄物部門	7,257	9,277	9,457	6,631	6,042	5,553	4,972	4,420	3,913
5.A 固體廢棄物處理	5,833	7,721	8,030	5,231	4,666	4,144	3,608	3,072	2,601
5.B 固體廢棄物之生物處理	11	1	0	10	11	14	16	18	21
5.D.1 家庭污水處理與放流	1,001	1,046	957	865	838	805	779	755	740
5.D.2 事業廢水處理與放流	411	509	470	526	527	589	569	575	551
總計	10,705	12,899	12,556	9,508	8,886	8,318	7,659	7,044	6,570
溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1. 能源部門	654	663	676	686	710	730	738	721	717
2. 工業製程及產品使用部門	15	23	25	26	15	27	24	27	26
3. 農業部門	2,034	2,010	1,997	1,947	1,927	1,933	1,932	1,932	1,942
3.A 畜禽腸胃發酵	590	583	579	566	573	561	564	572	575
3.B 畜禽糞尿處理	843	807	781	750	744	740	738	743	754
3.C 水稻種植	596	614	634	626	605	629	626	615	611
3.F 農作物殘體燃燒	5	5	3	4	5	3	3	2	2
5. 廢棄物部門	3,523	3,194	2,849	2,647	2,442	2,342	2,228	2,211	2,102
5.A 固體廢棄物處理	2,226	1,890	1,598	1,351	1,141	970	835	723	656
5.B 固體廢棄物之生物處理	26	24	23	20	20	20	20	23	25
5.D.1 家庭污水處理與放流	706	673	651	631	606	583	551	526	480
5.D.2 事業廢水處理與放流	565	607	578	644	674	768	821	940	941
總計	6,226	5,890	5,547	5,305	5,093	5,032	4,922	4,891	4,786

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

2.3.3 氧化亞氮

在整體排放趨勢上，我國 1990 年氧化亞氮排放量為 2.992 百萬公噸二氧化碳當量，

2019 年為 4.904 百萬公噸二氧化碳當量，相較 1990 年增加 63.91%，平均成長率為 1.72%，排放趨勢如圖 2.3.3-1 所示。

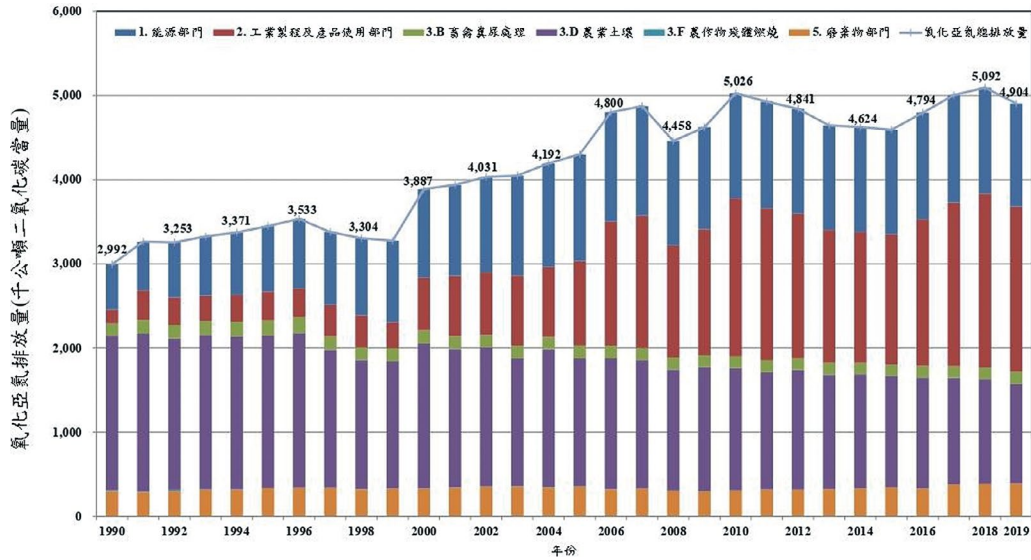


圖 2.3.3-1、臺灣 1990 至 2019 年氧化亞氮排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清單報告（2021 年版）」，2021 年。

在排放源結構上，2019 年以工業製程及產品使用部門占比最高（39.98%），其次為農業部門（27.12%），接續為能源部門

（25.00%）。各部門 1990 至 2019 年氧化亞氮排放量清單，如表 2.3.3-1。

表 2.3.3-1 臺灣 1990 至 2019 年氧化亞氮排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1. 能源部門	537	778	1,052	1,269	1,299	1,303	1,239	1,211	1,248
1.A.1 能源產業	138	240	428	584	612	638	616	593	603
1.A.2 製造業與營造業	90	105	134	140	145	143	131	124	135
1.A.3 運輸	291	418	475	527	527	508	478	480	497
1.A.4 其他部門	17	14	15	17	15	13	14	13	13
2. 工業製程及產品使用部門	166	345	625	1,002	1,474	1,573	1,332	1,500	1,877
3. 農業部門	1,994	1,991	1,879	1,680	1,709	1,670	1,587	1,616	1,598
3.B 畜禽糞尿處理	145	180	158	153	153	146	145	141	141
3.D 農業土壤	1,837	1,808	1,717	1,524	1,554	1,522	1,440	1,474	1,456
3.F 農作物殘體燃燒	12	2	4	2	3	1	2	2	2
5. 廢棄物部門	296	334	331	350	318	328	300	295	302
總計	2,992	3,448	3,887	4,300	4,800	4,873	4,458	4,622	5,026

溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1. 能源部門	1,268	1,247	1,241	1,246	1,242	1,264	1,276	1,257	1,226
1.A.1 能源產業	607	603	595	599	585	595	621	633	605
1.A.2 製造業與營造業	144	137	140	133	131	131	123	103	101
1.A.3 運輸	505	495	494	500	513	526	521	510	508
1.A.4 其他部門	12	12	12	13	13	12	12	11	11
2. 工業製程及產品使用部門	1,805	1,717	1,582	1,557	1,550	1,744	1,944	2,067	1,961
3. 農業部門	1,540	1,564	1,497	1,490	1,459	1,456	1,406	1,385	1,330
3.B 畜禽糞尿處理	142	139	137	136	136	138	139	141	145
3.D 農業土壤	1,396	1,424	1,359	1,353	1,322	1,318	1,266	1,243	1,184
3.F 農作物殘體燃燒	2	2	1	1	1	1	1	1	1
5. 廢棄物部門	314	313	323	332	342	330	377	383	388
總計	4,927	4,841	4,643	4,624	4,593	4,794	5,003	5,092	4,904

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

2.3.4 氫氟碳化物

在整體排放趨勢上，我國 1993 年氫氟碳化物排放量為 0.755 百萬公噸二氧化碳當

量，2019 年為 1.027 百萬公噸二氧化碳當量，相較 1993 年增加 36.04%，平均成長率為 1.19%，排放趨勢如圖 2.3.4-1 所示。

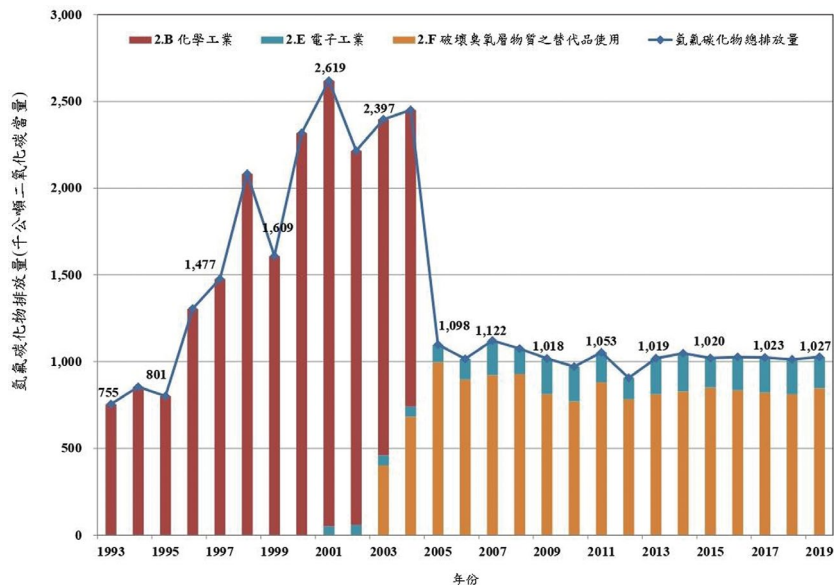


圖 2.3.4-1、臺灣 1993 至 2019 年氫氟碳化物排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年

在排放源結構上，主要來源為工業製程及產品使用部門。在化學工業方面，我國唯一生產氟氯烴 (Hydrochlorofluorocarbons,

HFCFs) 廠商臺灣塑膠工業股份有限公司仁武廠在 2004 年關閉後，2005 年起無氫氟碳化物排放量。2011 年為因應蒙特婁議定書之管

制時程，冷凍空調改以其他替代品，故 HFC-32、HFC-410A、HFC-404A 使用量較大，導致其排放量微幅上升。目前尚未將混合冷媒物等列入統計範疇。1990 至 2019 年氫氟碳化物排放量清單，如表 2.3.4-1。

表 2.3.4-1 臺灣 1990 至 2019 年氫氟碳化物生產排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2.B 化學工業	NO	801	2,319	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	NE	NE	NE	102	119	199	146	206	201
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	996	896	922	928	812	770
總計	NE	801	2,319	1,098	1,015	1,122	1,074	1,018	971

溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	172	124	207	220	170	191	202	201	181
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	881	783	812	828	851	835	821	811	846
總計	1,053	907	1,019	1,048	1,020	1,026	1,023	1,013	1,027

說明：NO (未發生)，代表臺灣該分類項目無生產或使用，即國內唯一氟氯烴廠僅於 1993 至 2004 年生產。

NE (未估計)，指對現有排放源未調查估計。

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

2.3.5 全氟碳化物

在整體排放趨勢上，我國 2001 年全氟碳化物排放量為 2.939 百萬公噸二氧化碳當

量，2019 年為 1.420 百萬公噸二氧化碳當量，相較 2001 年下降 51.68%，平均成長率為 -3.96%，排放趨勢如圖 2.3.5-1。

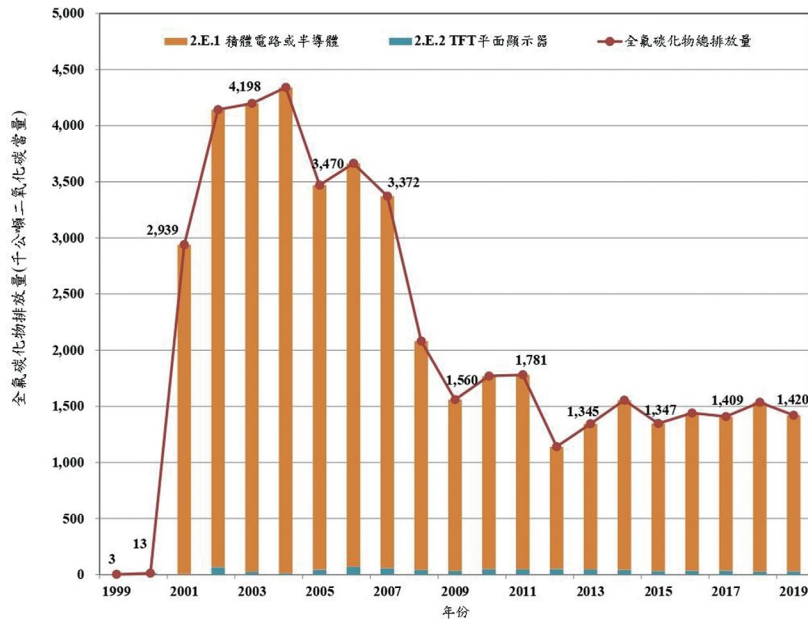


圖 2.3.5-1、臺灣 1999 至 2019 年全氟碳化物排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

在排放源結構上，主要排放來源為工業製程及產品使用部門之半導體。早期積體電路或半導體尚未大量生產，有關全氟碳化物排放量相關資料不齊全，故無法估算其排放量。至2004年後由於臺灣半導體產業協會 (Taiwan

Semiconductor Industrial Association, TSIA) 配合政府推動自願減量，包括半導體業、光電等產業導入安裝尾氣處理設施，同時以量測程序進行製程改善，使全氟碳化物排放量逐年下降，如表 2.3.5-1。

表 2.3.5-1 臺灣 1990 至 2019 年全氟碳化物生產排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2.E.1 積體電路或半導體	NE	NE	NE	3,427	3,594	3,316	2,040	1,526	1,722
2.E.2 TFT 平面顯示器	NE	NE	13	43	69	56	42	34	49
總計	NE	NE	13	3,470	3,664	3,372	2,082	1,560	1,770
溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.E.1 積體電路或半導體	1,734	1,091	1,299	1,513	1,316	1,405	1,373	1,508	1,390
2.E.2 TFT 平面顯示器	47	50	46	42	31	35	36	27	30
總計	1,781	1,141	1,345	1,556	1,347	1,441	1,409	1,536	1,420

說明：NE (未估計)，對現有排放源未調查估計。

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

2.3.6 六氟化硫

在整體排放趨勢上，我國 2002 年六氟化硫排放量為 3.914 百萬公噸二氧化碳當

量，2019 年為 0.935 百萬公噸二氧化碳當量，相較 2002 年下降 76.11%，平均成長率為 -8.08%，排放趨勢如圖 2.3.6-1 所示。

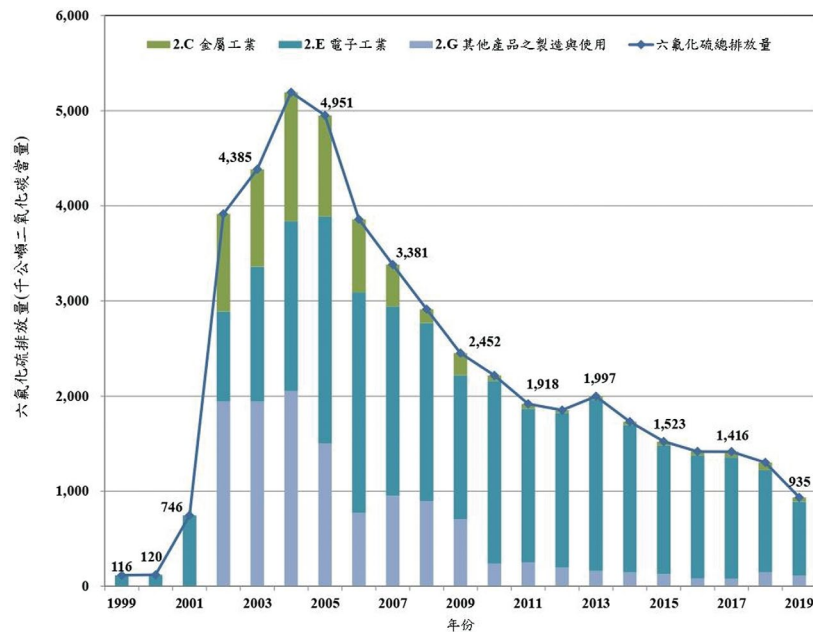


圖 2.3.6-1、臺灣 1999 至 2019 年六氟化硫排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

在排放源結構上，主要排放來源為工業製程及產品使用部門之電子工業及電力設備。六氟化硫排放量自 2002 年起逐年上升，其原因為 TFT 平面顯示器、電力設備及鎂生產使用量

增加，以 2004 年 5.193 百萬公噸二氧化碳當量為最高，而後因六氟化硫使用量減少，導致其排放量逐年減少，如表 2.3.6-1 所示。

表 2.3.6-1 臺灣 1990 至 2019 年六氟化硫生產排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,063	770	440	144	235	57
2.E 電子工業	NE	NE	120	2,384	2,318	1,988	1,872	1,514	1,923
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	1,503	770	953	895	703	238
總計	NE	NE	120	4,951	3,858	3,381	2,912	2,452	2,218
溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.C 金屬工業	50	30	38	33	43	41	59	81	43
2.E 電子工業	1,615	1,628	1,800	1,552	1,351	1,295	1,278	1,072	781
2.G 其他產品之製造與使用	252	195	160	146	128	82	79	149	110
總計	1,918	1,852	1,997	1,730	1,523	1,418	1,416	1,302	935

說明：NE (未估計)，對現有排放源未調查估計。

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

2.3.7 三氟化氮

2019 年為 0.473 百萬公噸二氧化碳當量，相較 2001 年增加 101.28%，平均成長率為 3.96%，排放趨勢如圖 2.3.7-1 所示。

在整體排放趨勢上，我國 2001 年三氟化氮排放量為 0.235 百萬公噸二氧化碳當量，

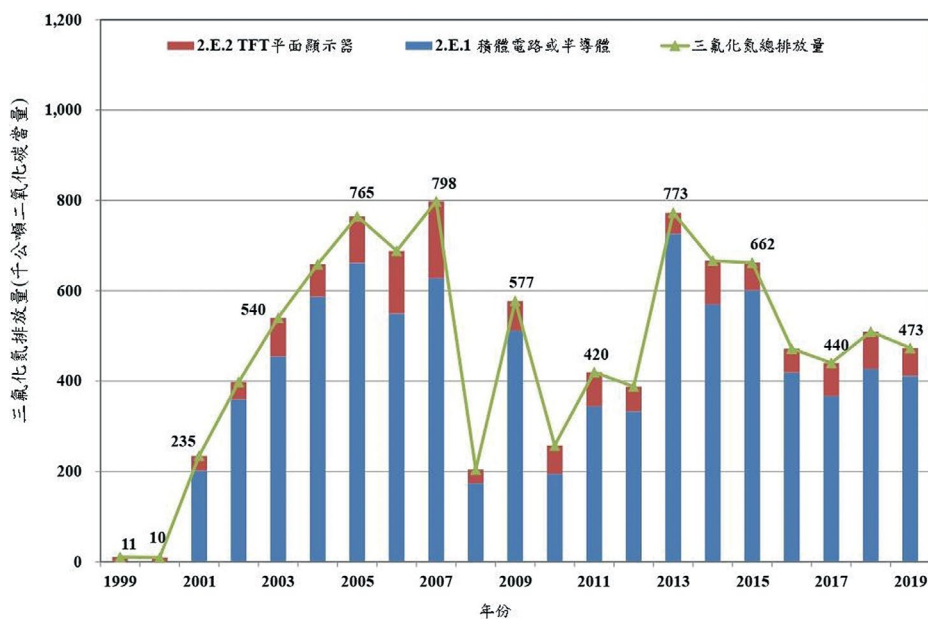


圖 2.3.7-1、臺灣 1999 至 2019 年三氟化氮排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

在排放源結構上，主要排放來源為工業製程及產品使用部門之半導體。三氟化氮排放量自 2001 年起逐年上升，其原因為半導體使用量增加，至 2007 年因半導體使用量大幅驟減，導致其 2008 年排放量減少。2012 年後，

則因半導體及 TFT 平面顯示器使用量增加，使得三氟化氮排放量自 2012 年 0.388 百萬公噸二氧化碳當量上升至 2019 年 0.473 百萬公噸二氧化碳當量，如表 2.3.7-1 所示。

表 2.3.7-1 臺灣 1990 至 2019 年三氟化氮排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2.E.1 積體電路或半導體	NE	NE	NE	661	550	628	174	512	195
2.E.2 TFT 平面顯示器	NE	NE	10	104	139	170	30	66	63
總計	NE	NE	10	765	688	798	204	577	258

溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.E.1 積體電路或半導體	344	333	726	570	601	419	367	427	412
2.E.2 TFT 平面顯示器	76	55	47	97	61	53	73	83	62
總計	420	388	773	667	662	472	440	509	473

說明：NE（未估計），對現有排放源未調查估計。

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

2.4 清冊部門別溫室氣體排放及吸收統計

2019 年能源部門之溫室氣體總排放量為 260.662 百萬公噸二氧化碳當量，占全國溫室氣體總排放量之 90.80%；工業製程及產品使用部門為 20.394 百萬公噸二氧化碳當量，占

比為 7.10%；農業部門為 3.301 百萬公噸二氧化碳當量，占比為 1.15%；廢棄物部門為 2.703 百萬公噸二氧化碳當量，占比為 0.94%；土地利用、土地利用變化及林業部門之移除量則為 21.440 百萬公噸二氧化碳當量。我國 1990 至 2019 年各部門溫室氣體排放趨勢如圖 2.4-1 及表 2.4-1 所示。

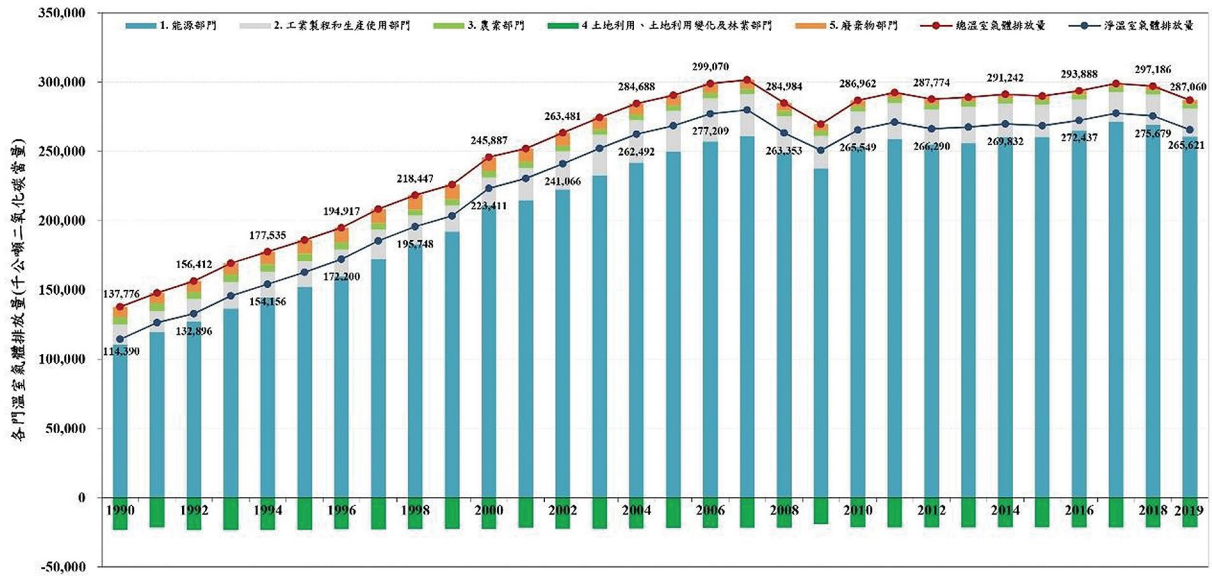


圖 2.4-1、臺灣 1990 至 2019 年清冊部門別溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021 年版）」，2021 年。

表 2.4-1 臺灣 1990 至 2019 年清冊部門別溫室氣體排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1. 能源部門	110,525	119,521	127,202	136,414	144,365	152,115	159,917	172,206	182,961	191,966
2. 工業製程及產品使用部門	14,629	15,366	16,257	19,471	19,007	18,685	19,336	21,346	20,886	19,241
3. 農業部門	5,049	5,294	5,134	5,164	5,145	5,221	5,263	4,606	4,231	4,301
4. 土地利用及林業部門	-23,386	-21,490	-23,516	-23,493	-23,379	-23,233	-22,717	-22,899	-22,699	-22,550
5. 廢棄物部門	7,573	7,709	7,818	8,214	9,018	10,009	10,399	10,245	10,370	10,493
淨溫室氣體排放量 (包括 LULUCF)	114,390	126,400	132,896	145,770	154,156	162,797	172,200	185,504	195,748	203,450
總溫室氣體排放量 (不包括 LULUCF)	137,776	147,890	156,412	169,263	177,535	186,030	194,917	208,403	218,447	226,000

溫室氣體排放源 和吸收匯	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
1. 能源部門	210,831	214,756	222,589	232,650	241,818	249,856	257,255	261,138	249,380	237,676
2. 工業製程及產品 使用部門	20,488	23,456	27,509	29,444	30,864	29,398	31,019	30,241	26,190	23,557
3. 農業部門	4,521	4,320	4,189	3,944	3,981	3,969	3,966	3,844	3,700	3,678
4. 土地利用、 土地利用變化及 林業部門	-22,476	-21,583	-22,415	-22,305	-22,196	-21,918	-21,861	-21,650	-21,631	-18,911
5. 廢棄物部門	10,047	9,606	9,195	8,538	8,026	7,329	6,830	6,443	5,715	4,868
淨溫室氣體排放量 (包括 LULUCF)	223,411	230,555	241,066	252,271	262,492	268,634	277,209	280,015	263,353	250,868
總溫室氣體排放量 (不包括 LULUCF)	245,887	252,138	263,481	274,576	284,688	290,552	299,070	301,665	284,984	269,779

溫室氣體排放源 和吸收匯	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1. 能源部門	253,588	259,018	255,093	255,987	260,413	260,428	264,977	271,475	269,107	260,662
2. 工業製程及產品 使用部門	25,296	25,977	25,397	26,270	24,228	23,336	22,684	21,456	21,979	20,394
3. 農業部門	3,655	3,627	3,630	3,540	3,476	3,423	3,424	3,369	3,347	3,301
4. 土地利用、 土地利用變化及 林業部門	-21,413	-21,470	-21,484	-21,499	-21,410	-21,425	-21,451	-21,486	-21,507	-21,440
5. 廢棄物部門	4,423	3,986	3,655	3,325	3,125	2,886	2,804	2,734	2,754	2,703
淨溫室氣體排放量 (包括 LULUCF)	265,549	271,137	266,290	267,623	269,832	268,648	272,437	277,549	275,679	265,621
總溫室氣體排放量 (不包括 LULUCF)	286,962	292,607	287,774	289,121	291,242	290,073	293,888	299,034	297,186	287,060

資料來源：行政院環境保護署·「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告(2021年版)」·2021年。

各部門之溫室氣體排放概況說明如下：

2.4.1 能源部門

臺灣能源部門排放溫室氣體種類包括二氧化碳、甲烷及氧化亞氮，該部門溫室氣體排放總量歷年呈現上升趨勢，至 2008 年首度呈現下降趨勢，2009 年、2012 年及 2018 年又再度下降，2019 年較 2018 年減少 3.14%，如表 2.4.1-1 和圖 2.4.1-2 所示。

2019 年能源部門之溫室氣體總排放為 260.662 百萬公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 90.80%，「燃料燃燒活動」為 260.405 百萬公噸二氧化碳當量，占能源部門之總溫室氣體之大宗，約 99.90%，「燃料逸散性排放」為 0.258 百萬公噸二氧化碳當量，占 0.1%。其中，1.A.1「能源產業」為

182.014 百萬公噸二氧化碳當量，占能源部門之總溫室氣體排放量 69.83%，1.A.2「製造業與營造業」為 32.797 百萬公噸二氧化碳當量（占 12.58%），1.A.3「運輸」為 36.238 百萬公噸二氧化碳當量（占 13.90%），1.A.4「其他部門（包括服務業、住宅及農林漁牧業）」為 9.356 百萬公噸二氧化碳當量（占 3.59%）。

1990 至 2019 年間，能源部門溫室氣體排放成長 135.84%，年平均成長率為 3.00%，其中 1.A.1「能源產業」溫室氣體排放量增加 269.29%（年平均成長率為 4.61%），1.A.2「製造業與營造業」增加 8.41%（年平均成長率為 0.28%），1.A.3「運輸」成長 80.39%（年平均成長率為 2.06%），1.A.4「其他部門」減少 11.90%（年平均成長率為 -0.44%），1.B.2「石油及天然氣」增加 124.81%（年平均成長率為 2.83%）。

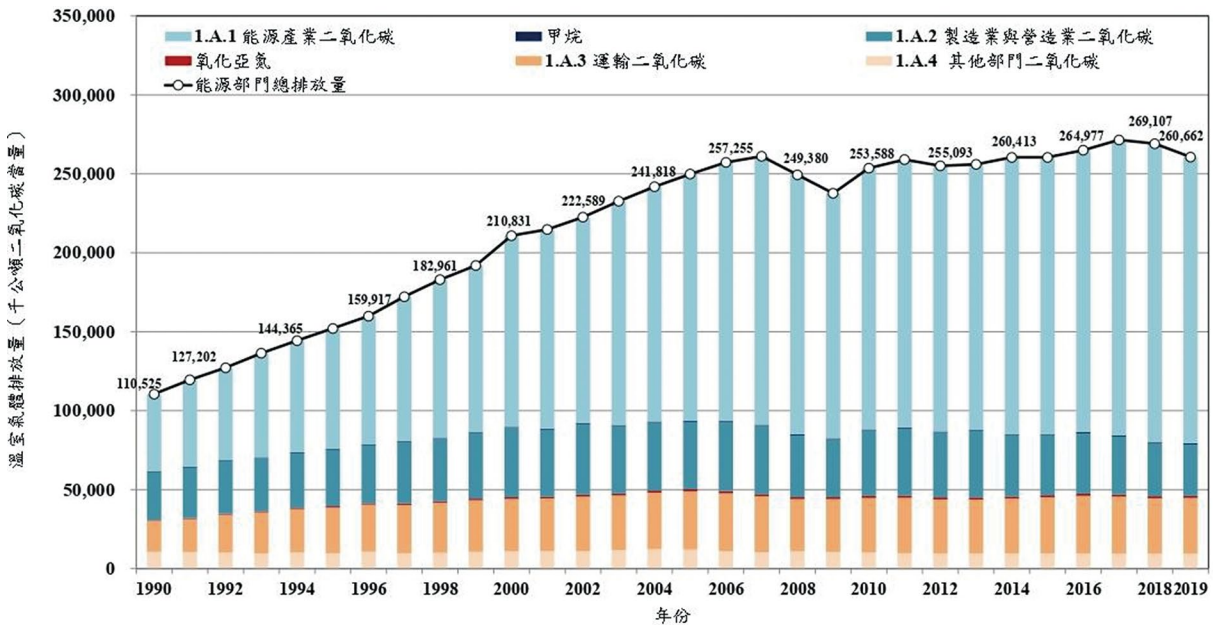


圖 2.4.1-1、臺灣 1990 至 2019 年能源部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021 年版）」，2021 年。

表 2.4.1-1 臺灣 1990 至 2019 年能源部門溫室氣體排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
二氧化碳總排放量	109,459	150,803	209,205	247,956	255,331	259,214	247,537	235,868	251,708
1.A.1 能源產業	49,123	76,400	121,143	156,351	163,615	170,131	164,432	155,166	165,522
1.A.2 製造業與營造業	30,117	35,763	43,934	42,671	43,994	43,293	39,104	36,698	41,360
1.A.3 運輸	19,646	28,822	33,207	36,846	36,771	35,419	33,216	33,541	34,652
1.A.4 其他部門	10,572	9,819	10,922	12,089	10,952	10,370	10,785	10,463	10,174
甲烷總排放量	530	533	574	631	625	622	604	597	631
1.A.1 能源產業	26	40	66	84	88	90	88	81	86
1.A.2 製造業與營造業	46	54	70	75	78	77	71	67	74
1.A.3 運輸	152	228	270	303	298	289	275	281	284
1.A.4 其他部門	30	27	29	33	29	27	28	27	26
1.B.1 固體燃料	162	81	28	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	115	103	111	137	133	138	142	141	161
氧化亞氮總排放量	537	778	1,052	1,269	1,299	1,303	1,239	1,211	1,248
1.A.1 能源產業	138	240	428	584	612	638	616	593	603
1.A.2 製造業與營造業	90	105	134	140	145	143	131	124	135
1.A.3 運輸	291	418	475	527	527	508	478	480	497
1.A.4 其他部門	17	14	15	17	15	13	14	13	13
能源部門總排放量	110,525	152,115	210,831	249,856	257,255	261,138	249,380	237,676	253,588
溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
二氧化碳總排放量	257,096	253,183	254,070	258,481	258,476	262,982	269,462	267,129	258,719
1.A.1 能源產業	169,884	168,333	168,271	175,180	175,198	178,569	187,135	189,212	181,318
1.A.2 製造業與營造業	42,298	41,000	42,019	38,953	38,074	38,296	36,741	33,401	32,638
1.A.3 運輸	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584	36,202	35,207	35,443
1.A.4 其他部門	9,807	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533	9,384	9,310	9,320
甲烷總排放量	654	663	676	686	710	730	738	721	717
1.A.1 能源產業	86	86	85	88	91	92	94	94	90
1.A.2 製造業與營造業	79	76	78	74	74	74	69	59	58
1.A.3 運輸	287	283	284	285	292	301	295	286	287
1.A.4 其他部門	25	25	25	25	25	25	24	24	24
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	176	193	205	214	228	239	255	258	258
氧化亞氮總排放量	1,268	1,247	1,241	1,246	1,242	1,264	1,276	1,257	1,226
1.A.1 能源產業	607	603	595	599	585	595	621	633	605
1.A.2 製造業與營造業	144	137	140	133	131	131	123	103	101
1.A.3 運輸	505	495	494	500	513	526	521	510	508
1.A.4 其他部門	12	12	12	13	13	12	12	11	11
能源部門總排放量	259,018	255,093	255,987	260,413	260,428	264,977	271,475	269,107	260,662

說明：NO (未發生)，該排放源無生產或使用，臺灣煤炭自 2001 年起停產。

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

2.4.2 工業製程及產品使用部門

臺灣工業製程及產品使用部門排放之溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物、氫氟碳化物、六氟化硫及三氟化氮等 7 種，該部門歷年溫室氣體排放量如圖 2.4.2-1 和表 2.4.2-1 所示。

2019 年工業製程及產品使用部門溫室氣體總排放量 20.394 百萬公噸二氧化碳當量，

約占臺灣溫室氣體總排放量的 7.10%，其中 2.A「礦業（非金屬製品）」二氧化碳排放占 31.88%，所占比例最大，其次為 2.C「金屬工業」二氧化碳排放占工業製程部門溫室氣體排放的 31.44%、2.B「化學工業」二氧化碳排放占 12.73%。

1990 至 2019 年間，工業製程及產品使用溫室氣體排放量增加 39.41%（年平均成長率為 1.15%）。

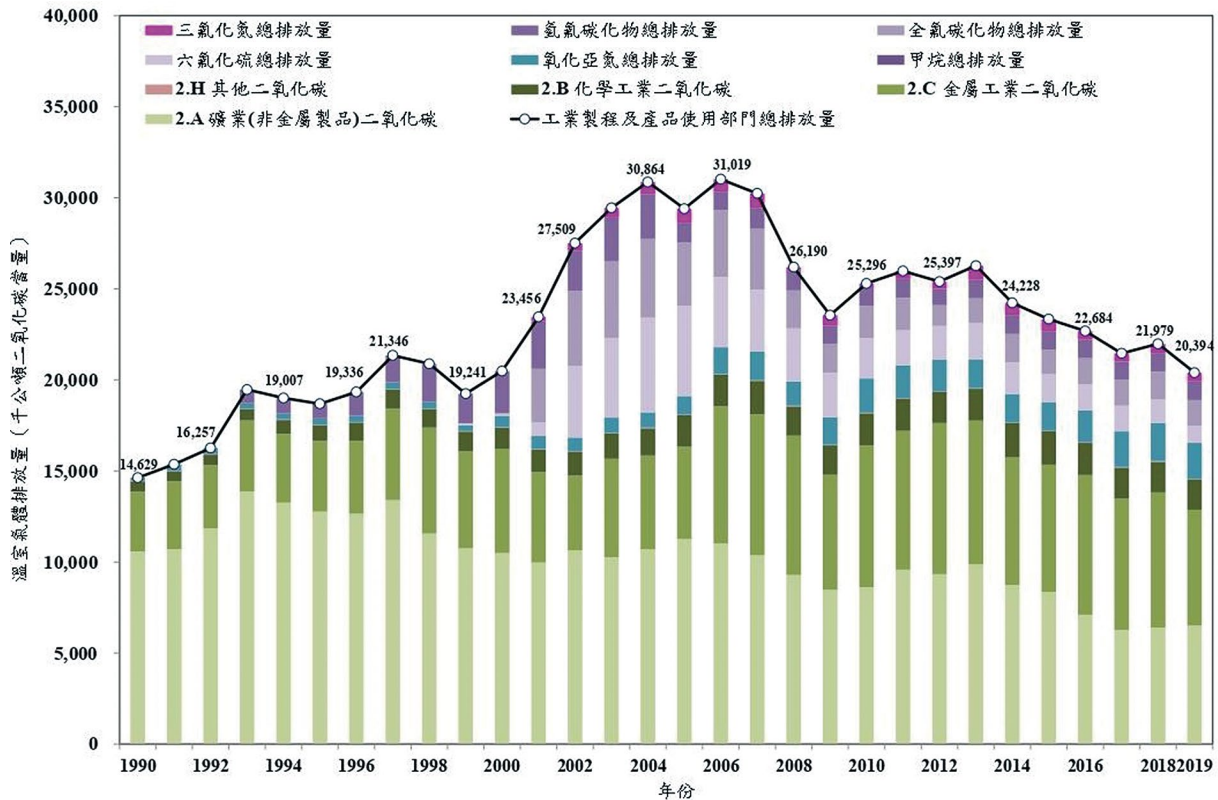


圖 2.4.2-1、臺灣 1990 至 2019 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021 年版）」，2021 年。

表 2.4.2-1 臺灣 1990 至 2019 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
二氧化碳總排放量	14,458	17,528	17,388	18,094	20,299	19,967	18,558	16,428	18,178
2.A 礦業 (非金屬製品)	10,584	12,766	10,486	11,257	11,014	10,369	9,289	8,467	8,616
2.B 化學工業	575	858	1,148	1,751	1,721	1,845	1,601	1,623	1,750
2.C 金屬工業	3,275	3,884	5,734	5,066	7,544	7,733	7,648	6,317	7,792
2.H 其他	23	21	20	20	21	20	20	21	20
甲烷總排放量	5	10	14	18	22	28	27	21	23
氧化亞氮總排放量	166	345	625	1,002	1,474	1,573	1,332	1,500	1,877
2.B 化學工業	166	345	625	960	969	996	784	1,006	1,170
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	NE	94	95	90	76	119
2.E 電子工業	NE	NE	NE	42	411	481	458	417	588
氫氟碳化物總排放量	NE	801	2,319	1,098	1,015	1,122	1,074	1,018	971
2.B 化學工業	NE	801	2,319	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	NE	NE	NE	102	119	199	146	206	201
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	996	896	922	928	812	770
全氟碳化物總排放量 (2.E 電子工業)	NE	NE	13	3,470	3,664	3,372	2,082	1,560	1,770
六氟化硫總排放量	NE	NE	120	4,951	3,858	3,381	2,912	2,452	2,218
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,063	770	440	144	235	57
2.E 電子工業	NE	NE	120	2,384	2,318	1,988	1,872	1,514	1,923
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	1,503	770	953	895	703	238
三氟化氮總排放量 (2.E 電子工業)	NE	NE	10	765	688	798	204	577	258
工業製程及產品使用部門總排放量	14,629	18,685	20,488	29,398	31,019	30,241	26,190	23,557	25,296

溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
二氧化碳總排放量	18,985	19,369	19,529	17,644	17,219	16,557	15,199	15,525	14,553
2.A 礦業 (非金屬製品)	9,577	9,333	9,866	8,728	8,345	7,108	6,262	6,403	6,501
2.B 化學工業	1,768	1,714	1,749	1,884	1,854	1,760	1,709	1,684	1,666
2.C 金屬工業	7,620	8,301	7,894	7,013	7,000	7,670	7,208	7,419	6,368
2.H 其他	20	21	19	19	20	19	20	19	17
甲烷總排放量	15	23	25	26	15	27	24	27	26
氧化亞氮總排放量	1,805	1,717	1,582	1,557	1,550	1,744	1,944	2,067	1,961
2.B 化學工業	1,195	1,016	780	728	691	961	1,114	1,110	931
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	611	701	802	829	860	783	830	957	1,030
氫氟碳化物總排放量	1,053	907	1,019	1,048	1,020	1,026	1,023	1,013	1,027
2.B 化學工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	172	124	207	220	170	191	202	201	181
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	881	783	812	828	851	835	821	811	846
全氟碳化物總排放量 (2.E 電子工業)	1,781	1,141	1,345	1,556	1,347	1,441	1,409	1,536	1,420
六氟化硫總排放量	1,918	1,852	1,997	1,730	1,523	1,418	1,416	1,302	935
2.C 金屬工業	50	30	38	33	43	41	59	81	43
2.E 電子工業	1,615	1,628	1,800	1,552	1,351	1,295	1,278	1,072	781
2.G 其他產品之製造與使用	252	195	160	146	128	82	79	149	110
三氟化氮總排放量 (2.E 電子工業)	420	388	773	667	662	472	440	509	473
工業製程及產品使用部門總 排放量	25,977	25,397	26,270	24,228	23,336	22,684	21,456	21,979	20,394

說明：NE (未估計) · 指對現有源排放量和匯清除量沒有估計。

資料來源：行政院環境保護署 · 「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021年版)」 · 2021年。

2.4.3 農業部門

臺灣農業部門排放之溫室氣體種類包含甲烷、氧化亞氮及少量二氧化碳，2019年共排放3.301百萬公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的1.15%，其中3.D「農業土壤」氧化亞氮排放占農業部門溫室氣體排放的35.88%，所占比例最大，其次為3.B「畜禽糞

尿處理」占27.23%、3.C「水稻種植」甲烷排放占18.51%、3.A「畜禽腸胃發酵」甲烷排放占17.41%，如圖2.4.3-1和表2.4.3-1所示。

1990至2019年間，農業部門溫室氣體排放量減少約34.63%（年平均成長率為-1.46%），其中以3.D「農業土壤」溫室氣體減量為大宗，其次為3.C「水稻種植」及3.B「畜禽糞尿處理」。



圖 2.4.3-1、臺灣 1990 至 2019 年農業部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021 年版）」，2021 年。

表 2.4.3-1 臺灣 1990 至 2019 年農業部門溫室氣體排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
二氧化碳總排放量	142	151	131	62	59	57	57	55	54
甲烷總排放量	2,914	3,079	2,511	2,228	2,197	2,116	2,056	2,006	2,003
3.A 畜禽腸胃發酵	670	822	692	623	614	609	584	571	578
3.B 畜禽糞尿處理	1,112	1,371	1,003	957	945	888	861	825	831
3.C 水稻種植	1,094	879	802	640	630	616	604	605	589
3.F 農作物殘體燃燒	38	7	14	8	8	5	6	5	5
氧化亞氮總排放量	1,994	1,991	1,879	1,680	1,709	1,670	1,587	1,616	1,598
3.B 畜禽糞尿處理	145	180	158	153	153	146	145	141	141
3.D 農業土壤	1,837	1,808	1,717	1,524	1,554	1,522	1,440	1,474	1,456
3.F 農作物殘體燃燒	12	2	4	2	3	1	2	2	2
農業部門總排放量	5,049	5,221	4,521	3,969	3,966	3,844	3,700	3,678	3,655

溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
二氧化碳總排放量	53	55	45	40	38	34	31	30	29
甲烷總排放量	2,034	2,010	1,997	1,947	1,927	1,933	1,932	1,932	1,942
3.A 畜禽腸胃發酵	590	583	579	566	573	561	564	572	575
3.B 畜禽糞尿處理	843	807	781	750	744	740	738	743	754
3.C 水稻種植	596	614	634	626	605	629	626	615	611
3.F 農作物殘體燃燒	5	5	3	4	5	3	3	2	2
氧化亞氮總排放量	1,540	1,564	1,497	1,490	1,459	1,456	1,406	1,385	1,330
3.B 畜禽糞尿處理	142	139	137	136	136	138	139	141	145
3.D 農業土壤	1,396	1,424	1,359	1,353	1,322	1,318	1,266	1,243	1,184
3.F 農作物殘體燃燒	2	2	1	1	1	1	1	1	1
農業部門總排放量	3,627	3,630	3,540	3,476	3,423	3,424	3,369	3,347	3,301

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

2.4.4 土地利用、土地利用變化及林業部門

土地利用與林業部門移之溫室氣體以二氧化碳為主，歷年之移除量呈現略有起伏增減的趨勢，每年的移除量變化並不大，主要係由森林資源年生長所增加的移除量為主，造林所增加的移除量及因森林干擾所減少的移除

量較少。2019年共吸收21,440百萬公噸二氧化碳當量，較1990年移除量（23,386百萬公噸二氧化碳當量）減少8.32%，其變化趨勢相對穩定，其中1991年及2001年因森林火災及颱風等災害造成碳損失量高，以及2009年莫拉克風災對臺灣造成嚴重災害，致林木損失材積量大，其年移除量為歷年最低。如圖2.4.4-1和表2.4.4-1所示。

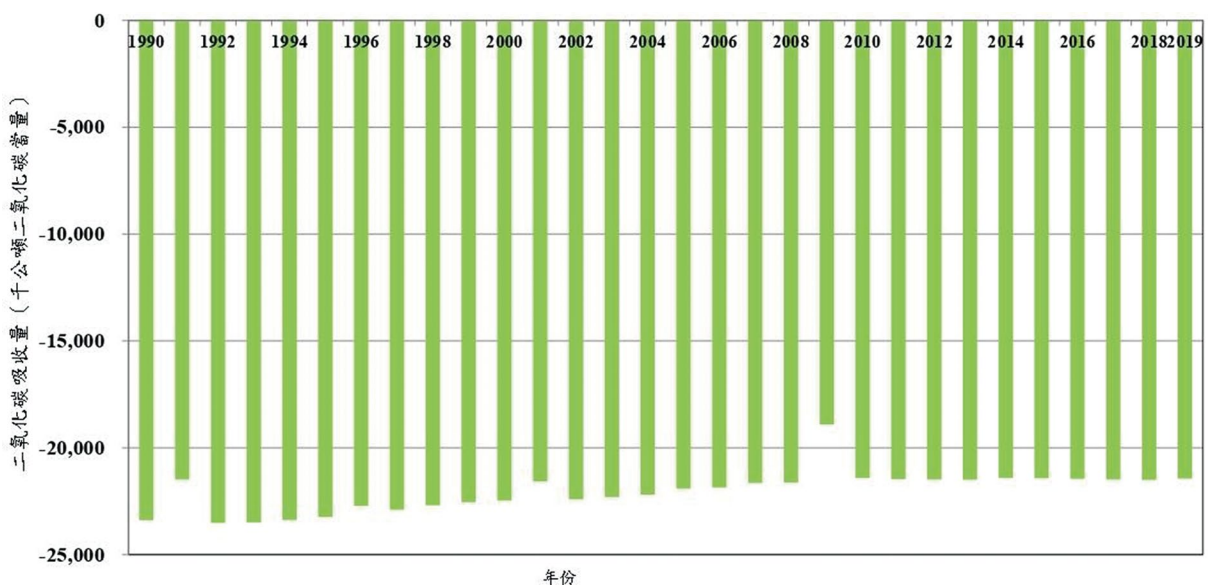


圖 2.4.4-1、臺灣 1990 至 2019 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

表 2.4.4-1 臺灣 1990 至 2019 年土地利用、土地利用變化及林業部門溫室氣體排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
4.A.1 林地維持林地	生物量 碳移除量 (Δ CO _{2G})	-23,902	-23,146	-22,201	-21,255	-21,066	-20,877	-20,688	-20,499	-20,392
	生物量 碳排放量 (Δ CO _{2L})	607	202	389	369	251	308	199	2,753	218
4.A.2 其他土地 轉變為林地	生物量 碳移除量 (Δ CO _{2G})	-91	-288	-665	-1,032	-1,046	-1,080	-1,142	-1,166	-1,240
林業部門總碳移除量 (Δ CO ₂)		-23,386	-23,233	-22,476	-21,918	-21,861	-21,650	-21,631	-18,911	-21,413

溫室氣體排放源和吸收匯		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
4.A.1 林地維持林地	生物量 碳移除量 (Δ CO _{2G})	-20,409	-20,435	-20,473	-20,508	-20,546	-20,575	-20,612	-20,656	-20,710
	生物量 碳排放量 (Δ CO _{2L})	140	145	135	197	189	153	107	83	116
4.A.2 其他土地 轉變為林地	生物量 碳移除量 (Δ CO _{2G})	-1,202	-1,194	-1,161	-1,099	-1,068	-1,029	-980	-934	-845
林業部門總碳移除量 (Δ CO ₂)		-21,470	-21,484	-21,499	-21,410	-21,425	-21,451	-21,486	-21,507	-21,440

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

2.4.5 廢棄物部門

廢棄物部門排放之溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷及氧化亞氮三種，2019年排放量為 2.703 百萬公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 0.94%。其中 5.D「廢水處理與放流」占廢棄物部門溫室氣體排放的

52.58%，所占比例最大，其次為 5.A「固體廢棄物處理」排放占 24.26%。

1990 至 2019 年間，廢棄物部門溫室氣體排放量減少約 64.30%（年平均成長率為 -3.49%）。如圖 2.4.5-1 和表 2.4.5-1 所示。

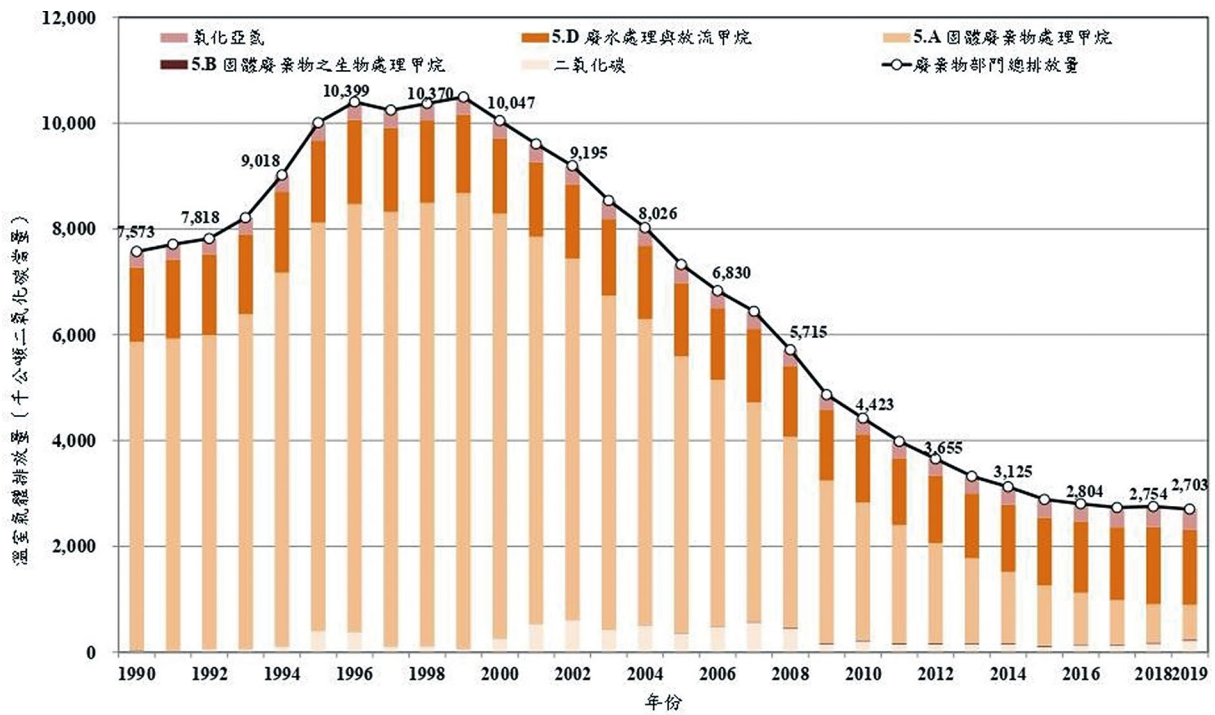


圖 2.4.5-1、臺灣 1990 至 2019 年廢棄物部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年。

表 2.4.5-1 臺灣 1990 至 2019 年廢棄物部門溫室氣體排放量

單位：千公噸二氧化碳當量

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
二氧化碳總排放量	20	398	259	348	470	562	443	154	208
甲烷總排放量	7,257	9,277	9,457	6,631	6,042	5,553	4,972	4,420	3,913
5.A 固體廢棄物處理	5,833	7,721	8,030	5,231	4,666	4,144	3,608	3,072	2,601
5.B 固體廢棄物之生物處理	11	1	0	10	11	14	16	18	21
5.D 廢水處理與放流	1,412	1,555	1,427	1,391	1,365	1,395	1,348	1,330	1,290
氧化亞氮總排放量	296	334	331	350	318	328	300	295	302
5.B 固體廢棄物之生物處理	10	1	0	9	10	13	15	16	19
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	1	18	8	27	30	30	21	9	11
5.D 廢水處理與放流	284	316	322	314	278	285	264	270	273
廢棄物部門總排放量	7,573	10,009	10,047	7,329	6,830	6,443	5,715	4,868	4,423

溫室氣體排放源和吸收匯	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
二氧化碳總排放量	149	149	153	146	103	132	129	159	214
甲烷總排放量	3,523	3,194	2,849	2,647	2,442	2,342	2,228	2,211	2,102
5.A 固體廢棄物處理	2,226	1,890	1,598	1,351	1,141	970	835	723	656
5.B 固體廢棄物之生物處理	26	24	23	20	20	20	20	23	25
5.D 廢水處理與放流	1,271	1,279	1,228	1,275	1,281	1,352	1,373	1,465	1,421
氧化亞氮總排放量	314	313	323	332	342	330	377	383	388
5.B 固體廢棄物之生物處理	23	22	20	18	18	18	18	21	22
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	9	9	9	9	6	7	7	7	8
5.D 廢水處理與放流	282	282	294	305	318	306	352	356	358
廢棄物部門總排放量	3,986	3,655	3,325	3,125	2,886	2,804	2,734	2,754	2,703

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年。

2.5 溫室氣體關鍵源及趨勢分析

在溫室氣體排放關鍵來源方面，能源部門歷年皆為臺灣總溫室氣體排放量最大之部門，1990年、2005年和2019年能源部門溫室氣體排放量分別約占總排放量（不含LULUCF）的80.22%、85.99%和90.80%，工業製程及產品使用部門占10.62%、10.12%和7.10%，農業部門占3.66%、1.37%和1.15%，廢棄物部門占5.50%、2.52%和0.94%。

在排放趨勢分析方面，2019年較1990年增加108.35%，其中能源部門增加135.84%，工業製程及產品使用部門增加39.41%，農業部門減少34.62%，廢棄物部門減少64.31%，土地利用、土地利用變化及林業部門的移除量減少8.32%。

2019年較2005年減少1.20%，其中能源部門增加4.33%，工業製程及產品使用部門減少30.63%，農業部門減少16.83%，廢棄物部門減少63.12%，土地利用、土地利用變化及林業部門的移除量減少2.18%。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告（2021年版）」，2021年 https://unfccc.saveoursky.org.tw/nir/tw_nir_2021.php

第三章

臺灣溫室氣體減量 之政策及措施

3.1 臺灣因應氣候變遷立場

3.2 氣候變遷之治理架構

3.3 溫室氣體減量政策及措施

第三章 臺灣溫室氣體減量之政策及措施

我國遵循「聯合國氣候變化綱要公約」(United Nations Framework Convention on Climate Change, 下稱 UNFCCC) 之精神與原則, 在國內建立完善的氣候治理架構及推動各項溫室氣體減量政策措施, 並在國際上積極推動跨國合作。面對更加嚴峻的氣候挑戰, 蔡英文總統於 2021 年元旦宣示, 會積極與各界展開對話, 找出最符合未來永續發展的路徑, 同時讓減碳挑戰, 化為產業投資、創造就業的新機會, 為我國永續發展找出新方向。

本章說明我國氣候變遷之治理架構, 並統整在全國、六大部門(能源、製造、運輸、住商、農業及環境) 及地方政府分層推動之重要減量政策及措施。

3.1 臺灣因應氣候變遷立場

我國自 2009 年正式宣布推動有意義參與 UNFCCC 以來, 積極爭取以「政府觀察員」身分出席 UNFCCC 締約方大會, 亦遵循 UNFCCC 之精神與原則, 持續發布更新「國家通訊報告」(National Communication)、
「溫室氣體排放清冊報告」(National Greenhouse Gas Inventory Report), 以及「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 等公約規範文件, 並持續參加氣候公約會議活動, 即時掌握瞬息萬變的國際因應氣候變遷與減碳管制最新發展動向, 秉持「用真誠友誼當基礎, 打造與他國實質合作關係」, 以多元方式適時宣揚我國因應氣候變遷之努力與成果, 並與友好國家及國際組織代表互動, 不斷累積各界助我實質參與氣候公約的量能。

在國內也積極展開部署, 2015 年通過溫管法, 確立我國推動氣候行動之戰略框架。2016 年在行政院設立專責的能源及減碳辦公室, 統籌規劃國家能源政策, 推動能源轉型及溫室氣體減量。鑒於近年全球推動淨零排

放趨勢逐漸成形, 2021 年 1 月 1 日蔡英文總統宣布將積極與各界展開對話以擘劃我國氣候治理路徑, 在 4 月 22 日世界地球日宣示我國下一階段將朝向「淨零轉型」目標邁進, 行政院長蘇貞昌也在同日裁示我國的溫管法必須以 2050 淨零碳排為努力目標, 並於 8 月正式將「2050 淨零排放」納入修法工作。

在行政院統籌下, 政府展開評估及規劃我國在 2050 年達到淨零排放目標的可能路徑。從產業、環境、政府治理、國家安全等角度, 全盤規劃如何因應氣候變遷挑戰, 找到新的產業機會。在盤點路徑的過程中, 也重視社會溝通。同時, 環保署也在溫管法修法工作中, 將淨零排放目標納入考量, 同時就推動碳費、專款改善氣候變遷等議題積極溝通、謹慎評估, 並做出減碳分配的整體規劃, 期將減碳挑戰轉化為產業和就業的新機會。

3.2 氣候變遷之治理架構

鑒於氣候變遷議題具備在地理上跨區域及在議題上跨領域等特性, 氣候政策之推動仰

賴跨部會協調及中央地方協力。在政府組織架構上，建立行政院統籌及部會依權責分工之氣候政策推動機制。在法規政策上，以溫管法做為統籌我國氣候行動之框架，並調和其他能源法規，為氣候行動提供更全面的管制工具及經濟誘因。

3.2.1 政府組織架構

行政院設有永續發展委員會「氣候變遷與能源減碳專案小組」及「能源及減碳辦公室」，以協調我國永續、能源轉型及溫室氣體減量相關工作之推動。為進一步落實各部會推動氣候變遷因應政策之權責，溫管法明訂環保署為中央主管機關，並建立跨部會推動溫室氣體減量管理及中央與地方分層負責推動機制。以下分別說明我國推動氣候變遷政策之主要政府組織架構：

一、行政院國家永續發展委員會「氣候變遷與能源減碳專案小組」

(一) 緣起

為順應此全球趨勢，我國於 1994 年 8

月成立「行政院全球變遷政策指導小組」，由相關部會首長及專長學者組成，下設因應全球環境問題及永續發展等六個工作分組，1997 年核定將原指導小組提升擴大為「行政院國家永續發展委員會」（下稱永續會），並指派行政院政務委員擔任主任委員，秘書幕僚作業由環保署兼辦，並於 2021 年 8 月改為由國家發展委員會兼辦。2002 年 11 月，立法院三讀通過「環境基本法」，該法第 29 條賦予永續會法定位階，永續會由原任務編組提升為法定委員會。

(二) 組織架構

為推動臺灣永續發展 18 項核心目標，永續會設有「氣候變遷與能源減碳專案小組」，負責推動能源轉型、環境減碳及氣候變遷因應。由於蔡總統已明確宣示「2050 淨零轉型」是臺灣的國家目標，且「2050 淨零排放」目標將納入法條中。因此，淨零轉型、氣候變遷將是永續會的未來重點工作之一，原「氣候變遷與能源減碳專案小組」將改成「氣候變遷與淨零轉型專案小組」，負責此項業務，由執行長直接督導。永續會組織架構如圖 3.2.1-1 所示：

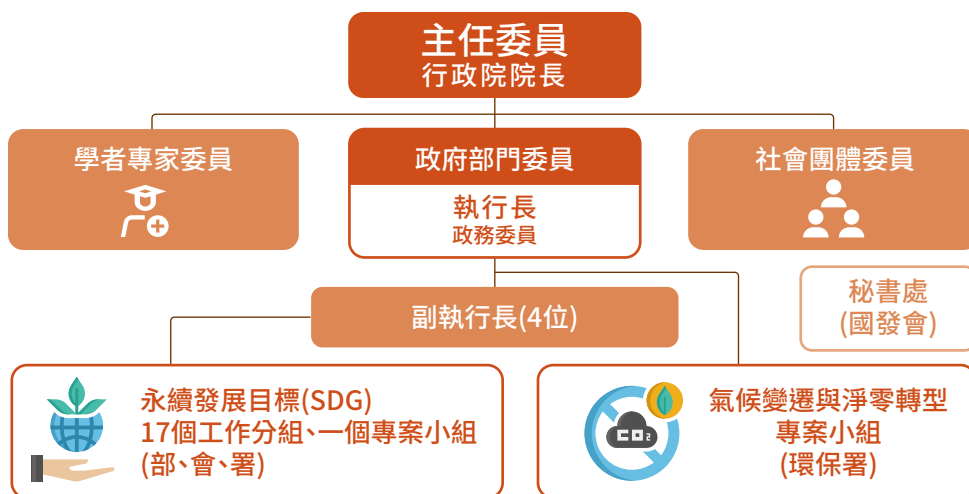


圖 3.2.1-1 行政院國家永續發展委員會組織架構圖

資料來源：行政院國家永續發展委員會秘書處。

(三) 推動進展

永續會成立至今提出我國許多重要永續發展策略，包含「21 世紀議程－中華民國永續發展策略綱領」、「永續發展行動計畫」、「臺灣永續發展宣言」、「臺灣 21 世紀議程－國家永續發展願景與策略綱領」、「永續發展政策綱領」、「推動綠色經濟之策略與方向」及「臺灣永續發展目標」。

在政策執行方面，為管理我國永續發展目標之整體推動，永續會訂有永續發展指標系統評量作業，並於 2019 年訂定「臺灣永續發展目標追蹤管考作業準則」，進行各核心目標（包括與氣候變遷及減碳相關的「目標 7：可負擔能源」、「目標 13：氣候行動」等）追蹤管考作業，每年檢視前一年度之推動成效，同時以 4 年為週期進行階段性之檢視。未來也將加強減緩、調適及淨零排放各政策間的整合與協調，以強化氣候治理。

二、行政院能源及減碳辦公室

(一) 緣起

我國在 2009 年成立「行政院節能減碳推動會」，2014 年更名為「行政院綠能低碳推動會」，為因應國內外能源轉型及溫室氣體減量趨勢，行政院於 2016 年成立「行政院能源及減碳辦公室」，以統籌規劃國家能源政策，推動能源轉型及溫室氣體減量，整合跨部會協調相關事務。行政院能源及減碳辦公室之主要任務包含：國家能源政策之研議及擘劃；國家能源與溫室氣體減量相關法案及規範之協調推動；重大能源與溫室氣體減量相關計畫之審議及追蹤管考；能源及溫室氣體減量相關事務之跨部會協調推動；重大能源及溫室氣體減量策略會議之籌辦；定期向行政院院長報告能源及溫室氣體減量政策進度。

(二) 組織架構

行政院能源及減碳辦公室設置召集人及共同召集人各一人，均由行政院院長指派負責能源或科技事務之政務委員兼任；副召集人三人，由經濟部部長、環保署署長及科技部部長兼任之；委員二十一人至二十七人，除召集人、共同召集人及副召集人為當然委員外，其餘委員由本院就下列人員派（聘）兼之：(1) 內政部次長；(2) 交通部次長；(3) 農委會副主任委員；(4) 國家發展委員會副主任委員；(5) 行政院公共工程委員會副主任委員；(6) 行政院原子能委員會副主任委員；(7) 台灣電力股份有限公司總經理；(8) 中國鋼鐵股份有限公司總經理；(9) 台灣中油股份有限公司總經理；(10) 綠能科技產業推動中心執行長；(11) 行政院能源及減碳辦公室執行長及副執行長；(12) 學者、專家或民間團體代表三人至九人。行政院能源及減碳辦公室組織架構如圖 3.2.1-2 所示：

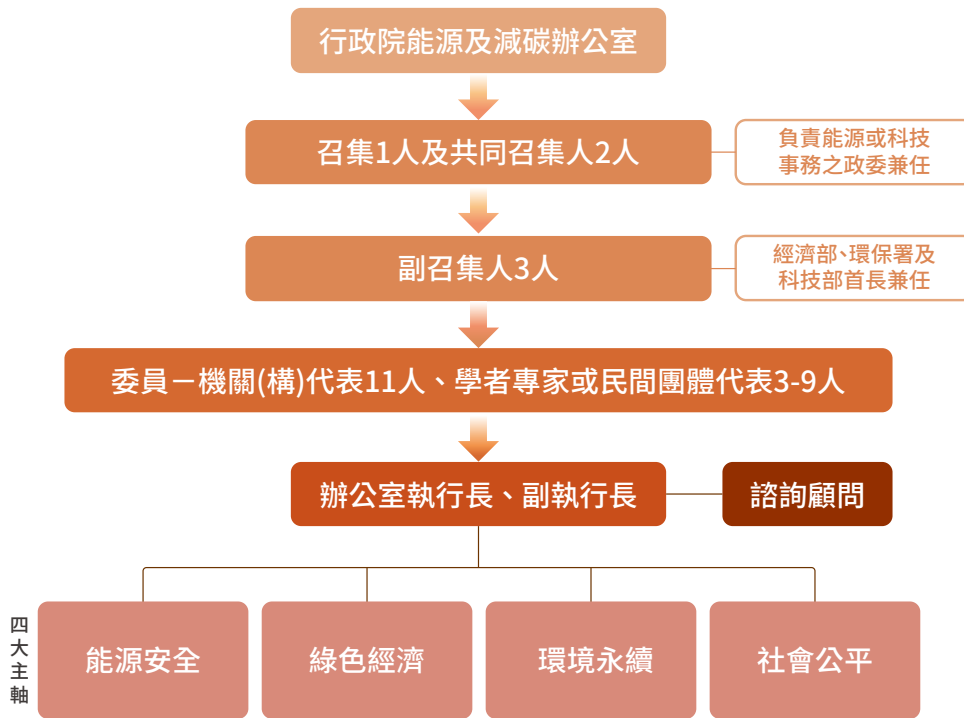
(三) 推動進展

行政院能源及減碳辦公室之工作重點可分為六大面向，涵蓋氣候變遷、能源政策、再生能源、智慧電網、綠能科技及環境經濟。在法案推動上，協助修訂「電業法」、「再生能源發展條例」及「能源管理法」。在政策施行上，協助推動能源發展綱領、新節電運動、風力發電 4 年推動計畫、太陽光電 2 年推動計畫、綠色金融行動方案、109 年太陽光電 6.5GW 達標計畫、智慧電網總體規劃方案、能源轉型白皮書、前瞻基礎建設計畫 - 綠能建設，以及五加二產業創新計畫 - 綠能產業。

近期為因應國際溫室氣體減量力道加大，2020 年邀集各部門主政部會召開「第二期溫室氣體減量行動方案討論工作坊」，強化部門行動方案內容，並於 2021 年啟動我國 2050

年淨零排放可能路徑評估工作，由行政院能源及減碳辦公室與環保署共同籌組「願景工作圈」，邀請相關議題之民間與政府部門代表，

藉由強化與民間部門溝通方式，完善我國淨零情境下符合永續發展的氣候治理路徑規劃。



* 原則每3個月至6個月召開委員會議一次，必要時，得召開臨時會議。

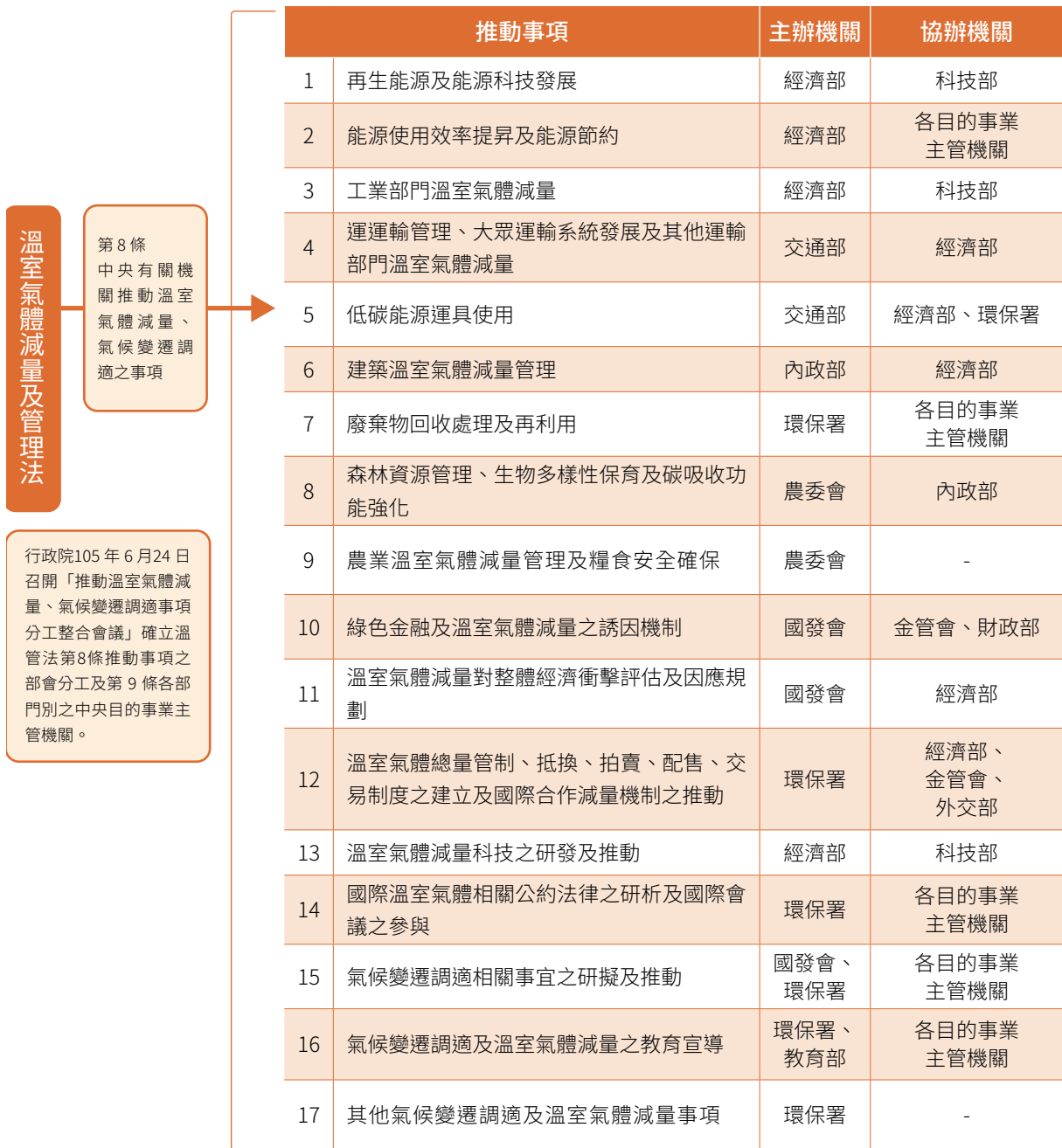
圖 3.2.1-2 行政院能源及減碳辦公室組織架構圖

資料來源：行政院能源及減碳辦公室網站。

三、溫管法下部會分工及運作機制

溫管法之主管機關為環保署，統籌全國溫室氣體減量工作。在政策推動上，溫管法訂定能源、製造、運輸、住商、農業及環境等六大溫室氣體排放部門，由各別之中央目的事業

主管機關擬訂部門減量策略。此外，溫管法第8條列出17項溫室氣體減量、氣候變遷調適之推動事項，由行政院統籌中央有關機關分工推動，部會分工如圖3.2.1-3所示。



溫室氣體排放管制行動方案 (部門別)	中央目的事業主管機關	溫室氣體排放管制行動方案 (部門別)	中央目的事業主管機關
能源部門	經濟部	住商部門	內政部、經濟部
製造部門	經濟部、科技部	環境部門	環保署
運輸部門	交通部	農業部門	農委會

圖 3.2.1-3 溫管法部會分工推動架構

資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網。

3.2.2 溫室氣體減量 相關法規介紹

我國溫室氣體減量相關政策以溫管法為主要法規依據，隨著國際趨勢發展，環保署目前亦以淨零排放為願景辦理修法作業。此外，國內尚有其他重要能源相關法案及配套政策，包含「能源管理法」、「電業法」及「再生能源發展條例」，以加速低碳能源轉型。

溫管法於 2015 年 7 月 1 日公布施行，依據聯合國氣候變化綱要公約精神，承擔共同但差異的責任，落實環境正義，善盡共同保護地球環境之責任，確保國家永續發展。溫管法規範我國長期減量目標、政府機關權責、溫室氣體減量對策及教育宣導，作為國內整合決策機制及未來參與國際合作之橋樑，共分 6 章，計 34 條，第一章總則計 7 條、第二章政府機關權責計 8 條、第三章減量對策計 8 條、第四章教育宣導與獎勵計 4 條、第五章罰則計 5 條及第六章附則計 2 條，如圖 3.2.2-1 所示。

一、溫室氣體減量及管理法

(一) 溫管法架構



圖 3.2.2-1 溫室氣體減量及管理法架構圖

資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網。

(二) 長期減量目標

現行溫管法第 4 條明定國家溫室氣體長期減量目標為 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50% 以下，並可參酌聯合國氣候變化綱要公約與其協議或相關國際公約決議事項及國內情勢變化，作必要之調整。

全球目前超過 130 個國家宣示或規劃在 2050 年達到溫室氣體淨零排放，其中德國、瑞典、英國、法國、西班牙、丹麥、匈牙利、盧森堡、日本、加拿大、紐西蘭、韓國及愛爾蘭等 13 國及歐盟已將淨零排放或碳中和目標明訂在該國法律，正在立法中有智利、斐濟等 2 國。我國現行溫管法著重於溫室氣體減量管理，參酌國際情勢變化，環保署已於 2021 年 10 月 21 日預告修正溫管法，並納入 2050 淨零排放目標。

(三) 減量對策

溫管法公布施行後，中央主管機關以可量測、可報告及可查證 (Measurable, Reportable, Verifiable, MRV) 的原則建立盤查登錄制度，並輔以抵換專案制度鼓勵事業即早進行減量。待相關機制均完備後，將參酌國際氣候談判情

勢，並在維護我國產業競爭力的原則下，研擬推動總量管制與排放交易制度，分階段訂定排放總量目標，逐期推動落實減量。

1. 實施盤查登錄制度，建立管理基線

2016 年 1 月發布「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」及公告「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」，應盤查登錄對象主要以高耗能產業如電力、水泥、鋼鐵、石油煉製、光電、半導體等，及全廠（場）化石燃料燃燒產生之溫室氣體年排放量達 2.5 萬公噸 CO₂e 以上者，涵蓋造紙業、人纖業、印染業等，要求前述對象每年 8 月底前完成前一年度全廠（場）溫室氣體排放量盤查登錄作業。

目前應盤查登錄溫室氣體排放量之事業，約有 285 至 290 家，以 2019 年為例，計列管 288 家業者，其登錄之直接排放量為 224.63 百萬公噸 CO₂e，其中約有八成為燃料燃（181.27 百萬公噸 CO₂e），已可掌握我國能源及工業部門燃料燃燒排放量的 84% 以上²。從 2015 年至 2019 年之排放量變化來看（如圖 3.2.2-2），排放量從 2017 年起逐年下降。

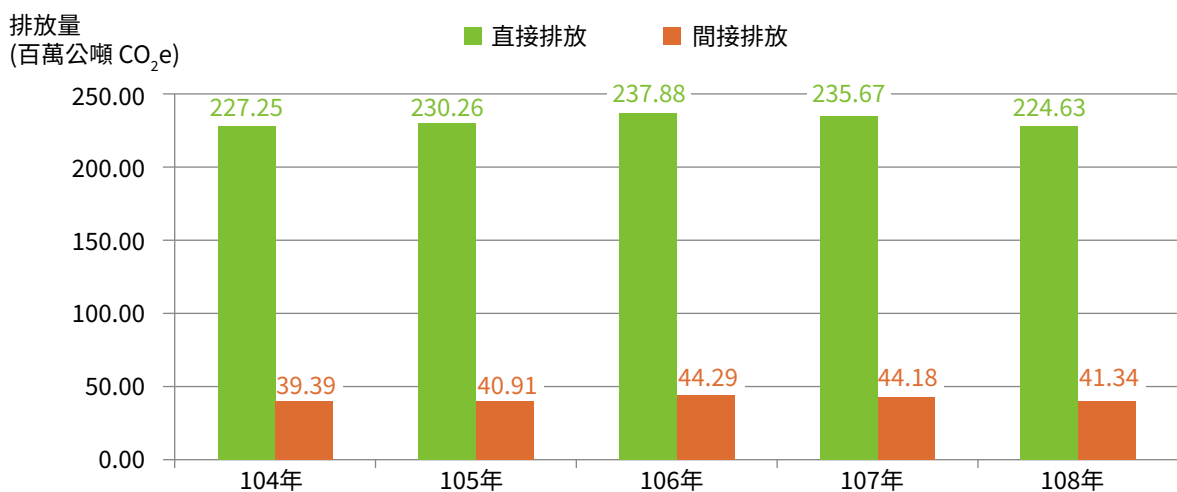


圖 3.2.2-2 歷年溫室氣體盤查登錄對象登錄情形

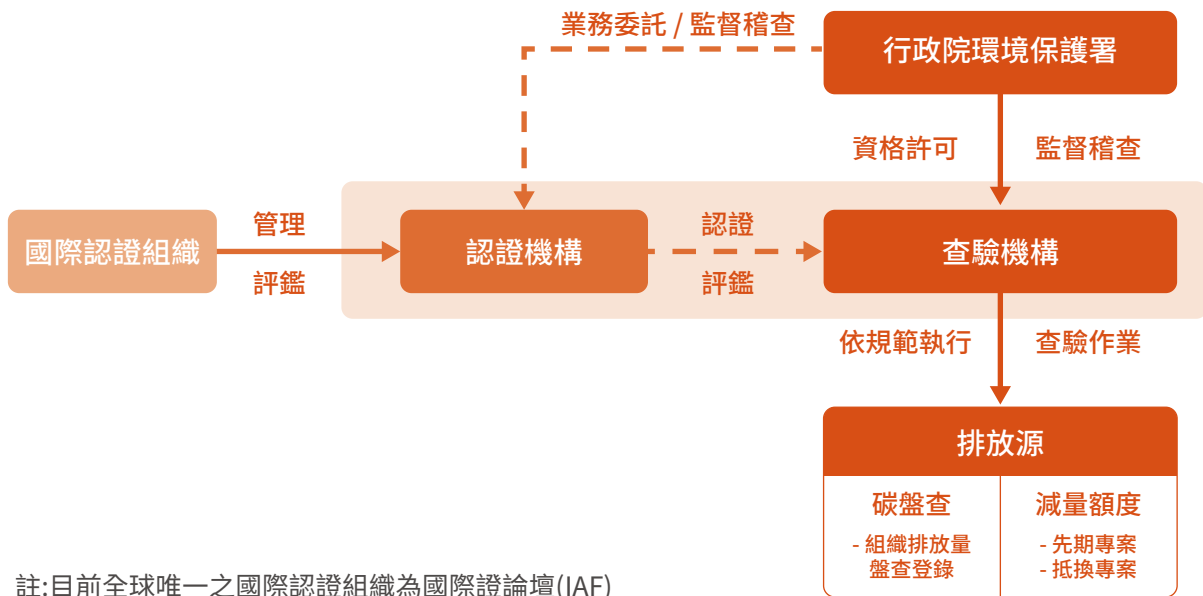
資料來源：行政院環境保護署。

2. 建立接軌國際之溫室氣體查驗管理制度

為確保執行溫室氣體盤查作業程序與數據品質之合理、公平與一致性，國際間發展出溫室氣體查驗機構及查驗作業管理機制，係藉由政府機關審查許可或由國際認證機構認證的第三方查驗機構進行溫室氣體排放量及減量成效的查驗。

參酌國際經驗，環保署訂定「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」，

作為推動溫室氣體盤查登錄排放量查驗作業之法制基礎，以確保我國溫室氣體排放量盤查登錄之數據品質。對於查驗機構之管理，係參酌國際普遍採用之認證體系及其制度，藉由委託國際認證論壇 (International Accreditation Forum, IAF) 會員之認證機構完成認證，據以達成國際間管理制度原則規範之一致性，我國查驗機構認證程序如圖 3.2.2-3，目前已公告委託 1 家認證機構及許可 7 家查驗機構。



註:目前全球唯一之國際認證組織為國際證論壇(IAF)

圖 3.2.2-3 臺灣查驗機構認證制度程序

資料來源：行政院環境保護署。

3. 鼓勵事業自願減量

為鼓勵事業及早進行溫室氣體減量工作，環保署參考聯合國清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM) 作法，於 2010 年 9 月 10 日發布「環保署溫室氣體先期專案暨抵換專案推動原則」，並於溫管法公告施行後訂定「溫室氣體抵換專案管理辦法」作為

鼓勵事業自願減量之誘因機制，鼓勵以再生能源、提高能源效率或能源整合等方式進行減量工作，並核予減量額度。環保署於 2018 年 12 月 27 日修正發布「溫室氣體抵換專案管理辦法」，新增微型規模抵換專案類別，除降低查驗成本外，並鼓勵民間企業與地方政府合作共同參與減量。

統計至 2021 年 10 月已有 85 案抵換專案完成註冊，類型主要為能源工業、來自鹵化物及氟硫化物製造和使用之逸散、製造工業等（如圖 3.2.2-4），預估

計入期內總減量為 6,864 萬 3,702 公噸二氧化碳當量；完成註冊之 85 案中，已有 16 案取得抵換專案減量額度，並核發 1,164 萬 7,416 公噸二氧化碳當量。

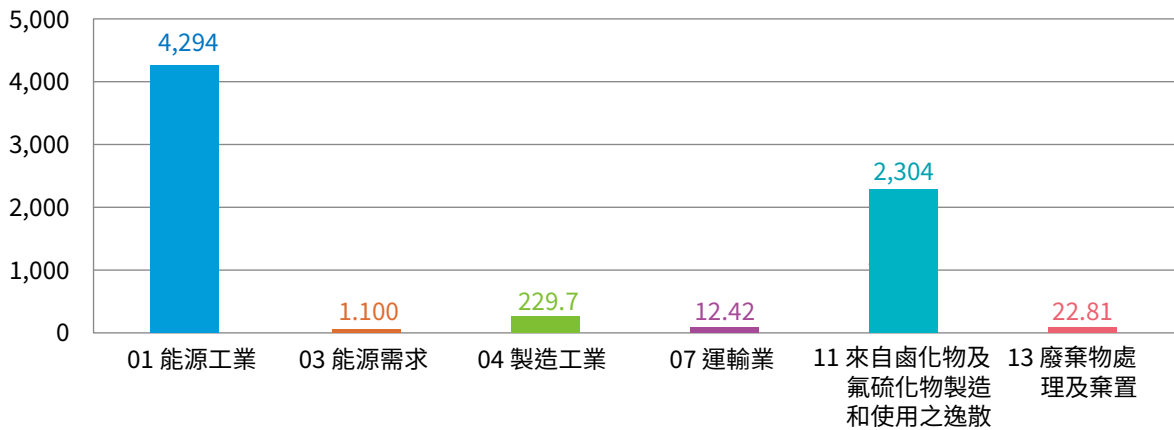


圖 3.2.2-4 各類溫室氣體抵換專案數量

資料來源：行政院環境保護署。

4. 溫管法修法

溫管法自 2015 年 7 月 1 日公布施行，已逐步建構我國溫室氣體減量制度。茲因全球氣候變遷情勢嚴峻，國際產業供應鏈對減碳要求持續增加，各國在「巴黎協定」(Paris Agreement) 架構下，紛紛檢討因應氣候變遷作為，積極開展減緩、調適、技術、資金、能力建構、透明度等工作，並接續提出 2050 年達成溫室氣體淨零排放目標。

溫管法現行條文著重於溫室氣體減量管理，為與國際接軌及兼顧永續發展需求，適應全球氣候變遷衝擊並建構韌性體系，我國應有必要強化調適作為，降低氣候變遷衝擊，導入國際碳定價經驗開徵碳費，發展低碳技術、產業及經濟誘因制度，促進國家邁向淨零轉型目

標，爰擬具修正草案，修正主要內容包括：納入 2050 淨零排放目標、提升層級強化氣候治理、精進減量計畫及方案執行、調適能力建構及科研接軌、強化排放管理、徵收碳費專款專用、推動中央地方政府合作及公私協力、提升資訊透明並強化公眾參與機制等，並於 2021 年 10 月 21 日預告，並將名稱修正為「氣候變遷因應法」。

二、能源相關法案及政策配套

除了溫管法外，我國亦積極推動能源相關法案及政策配套，包含「能源管理法」、「電業法」及「再生能源發展條例」，以長短期策略相互搭配，確保電力穩定供應，同時擴大再生能源發展及強制用電大戶使用綠電等，逐步完成電業自由化，落實推動我國綠色產業發展。

(一) 能源管理法

為加強管理能源、促進能源合理及有效使用，「能源管理法」於 1980 年公布施行，最新一次修正於 2016 年。由經濟部訂定「能源發展綱領」作為國家能源政策上位指導綱要原則，2017 年 4 月 24 日修正之「能源發展綱領」訂定我國能源四大目標，包含「能源安全」、「綠色經濟」、「環境永續」及「社會公平」，透過擴大再生能源設置、綠能產業在地化、在公眾知情等三大原則下讓核電廠如期除役，以及發電市場自由化，全面推動包含節能、創能、儲能及智慧系統整合之能源轉型政策，逐步降低核能發電占比，以達成 2025 年非核家園目標。

(二) 電業法

為開發及有效管理國家電力資源、調節電力供需，「電業法」於 1947 年公布施行，最新一次修正於 2019 年。「電業法」於 2017 年修法以綠能先行為原則，將全面開放太陽能、風力發電等綠電的發電與直供、轉供售電，建立能源多元供給及有利綠能產業發展的市場，可望促成能源自主、環境永續友善、保障民生用戶及創新產業發展等效益。另外，將對公用售電業實施電力排碳係數的管制，鼓勵公用售電業與再生能源業合作，創造低碳電力市場。後續待管理配套、法制運作順暢、市場成熟穩健發展之後，再透過第 2 階段修法，開放其他傳統能源直供、轉供與一般售電業，逐步推動電業改革。

(三) 再生能源發展條例

為達 2025 年我國再生能源發電占比達 20% 的目標，「再生能源發展條例」於 2009 年公布施行，最新一次修正於 2019 年。本次修法明定我國 2025 年再生能源發電裝置容量目標達 2,700 萬瓩，並且每兩年訂定短期推廣

目標。開放業者可自由轉換綠電憑證與躉購制度，公家機關及用電大戶必須設置一定裝置容量的再生能源或儲能設備（無法配合設置者則以購買綠電或繳納代金的方式代替）。在技術方面，增加儲能、再生能源資源盤點的研發或補助。另外，強調公民參與能源事務，將綠電合作社、社區公民電廠列入補助對象，且對於原住民族地區加大補助。

3.3 溫室氣體減量政策及措施

溫管法建立中央、部會及地方政府之分層推動架構，由環保署會商經濟部能源局、經濟部工業局、交通部、內政部及農委會，研擬國家層級之「國家因應氣候變遷行動綱領」及「溫室氣體減量推動方案」，後報請行政院核定，擘劃我國溫室氣體減量之原則與政策方針。推動方案之具體推動落實需進一步透過國家能源、製造、運輸、住商、農業及環境等六大部門之「溫室氣體排放管制行動方案」，以及地方政府依照區域特性訂定之「溫室氣體管制執行方案」，提出具體減量政策措施。如圖 3.3-1 所示。

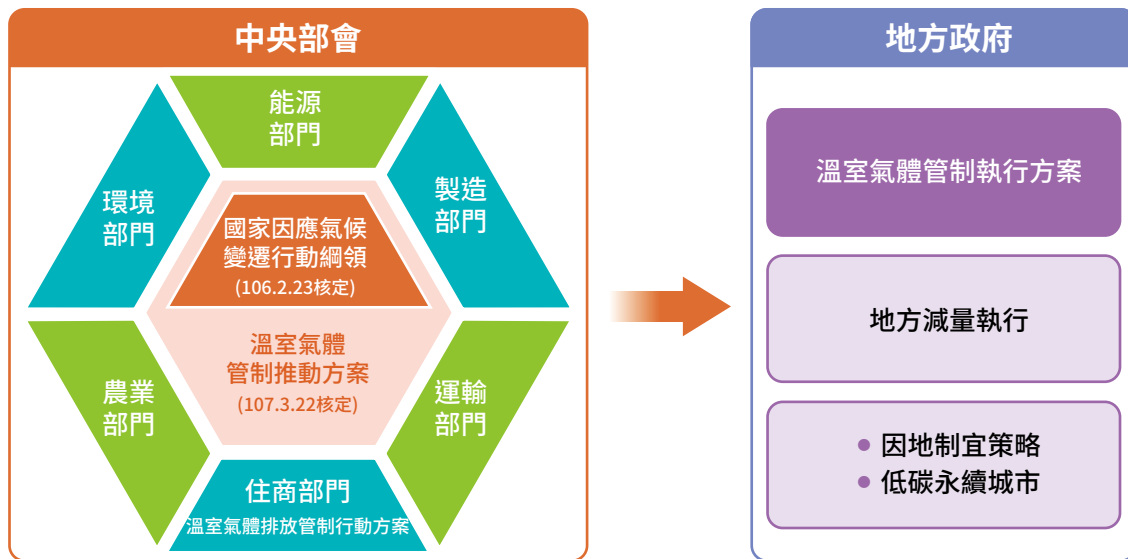


圖 3.3-1 溫管法規範下之中央與地方分層推動架構

資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網。

3.3.1 國家因應氣候變遷行動綱領

一、行動綱領之內容架構

環保署依溫管法第 9 條第 1 項規範擬訂「國家因應氣候變遷行動綱領」（下稱行動綱領），於 2017 年 2 月 23 日奉行政院核定，擘劃我國溫室氣體減緩及氣候變遷調適政策之推動原則。其參酌巴黎協定及聯合國 2030 年永續發展目標，秉持減緩與調適兼籌並顧的精神，明列我國因應氣候變遷的 10 大基本原則，政策內涵包括溫室氣體減量 6 大部門、氣候變遷調適 8 大領域及政策配套，並啟動跨部門的因應行動，期能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，行動綱領架構圖及政策內涵展開內容如圖 3.3.1-1 所示。

二、願景及目標

行動綱領以溫管法明定之國家因應氣候變遷長期願景及目標為方向，制定氣候變遷調適策略，降低與管理溫室氣體排放，以建構能適應氣候風險之綠色低碳家園，確保國家永續發展。

三、確立基本原則

行動綱領確立我國因應氣候變遷政策方向，涵蓋國際公約、決策透明、綠色金融、非核家園、減緩調適、預警能力、資源循環、協力夥伴、國際合作，以及全民參與等十大基本原則。如下表 3.3.1-1。

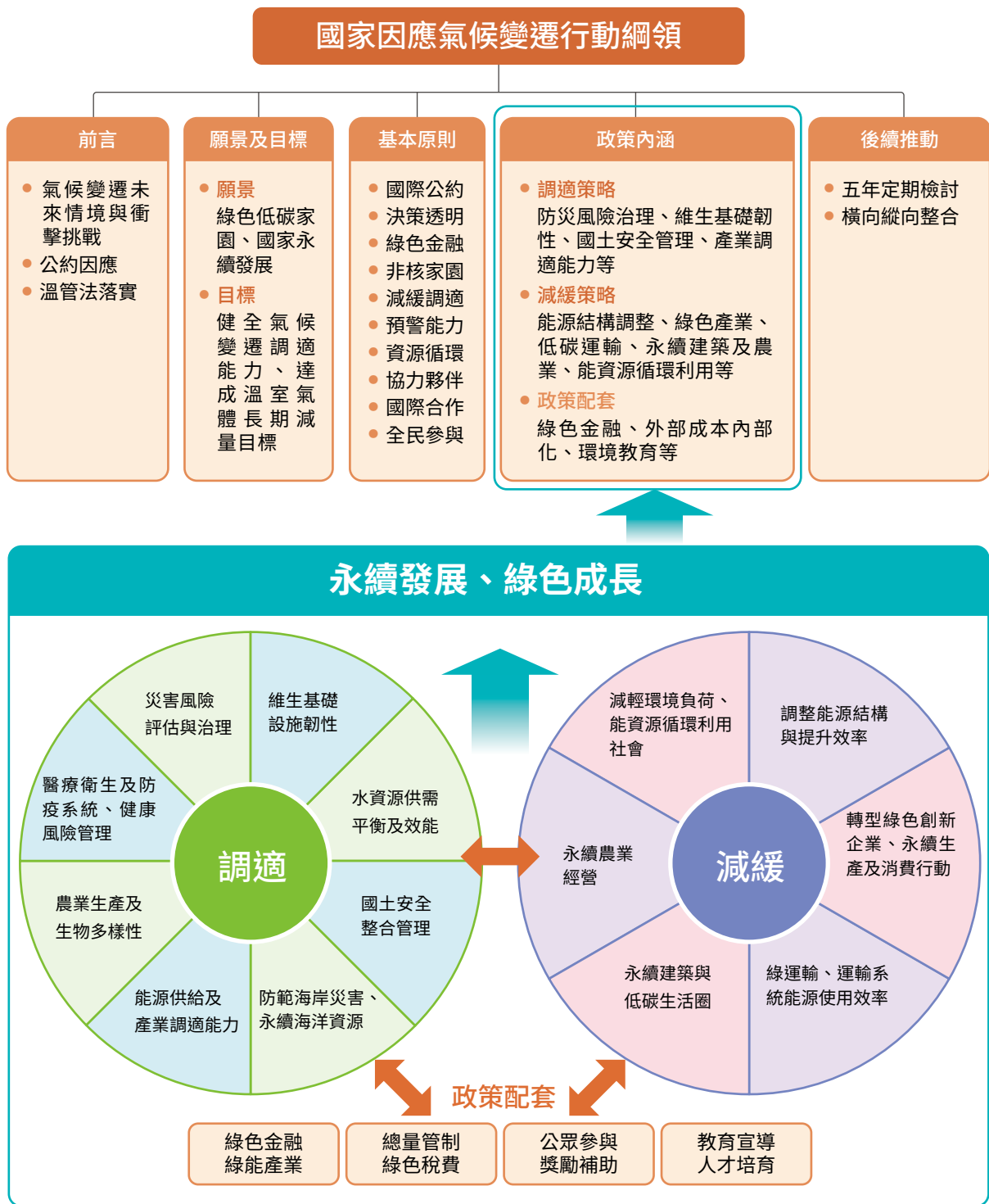


圖 3.3.1-1 國家因應氣候變遷行動綱領架構圖

資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網。

表 3.3.1-1 「國家因應氣候變遷行動綱領」基本原則

面向	基本原則
國際公約	遵循「巴黎協定」，促進減緩溫室氣體排放，並依「蒙特婁議定書」吉佳利修正案，凍結及減少高溫暖化潛勢溫室氣體氫氟碳化物之使用。
決策透明	決策制定與落實公開透明，並考量各種環境議題的共同效益，在最低成本精神下，推動溫室氣體減量及氣候變遷調適策略。
綠色金融	推動綠色金融及碳定價機制，透過溫室氣體總量管制與排放交易制度及相關稅費制度，強化或增加經濟誘因機制，促使溫室氣體減量、協助綠色產業發展及提升國家競爭力，促進社會公益。
非核家園	依據非核家園目標，不以新增核能發電作為因應氣候變遷措施。
減緩調適	政府政策與個案開發行為，應將氣候變遷調適及減緩策略納入環境影響評估考量。
預警能力	強化科學基礎，建構全面預警能力，提升因應氣候變遷之調適作為及建構韌性發展。
資源循環	提高資源與能源使用效率，促進資源循環使用，確保國家能源安全及資源永續利用。
協力夥伴	建立中央及地方政府夥伴關係、公私部門協力關係及溝通平台，具體推動在地化之調適及減緩工作。
國際合作	促進國際合作及交流，秉持互利互惠原則，推動有意義之參與及實質貢獻，維護產業發展之國際競爭力。
全民參與	提升全民氣候變遷認知及技能，並積極協助民間團體推展相關活動及事項。

資料來源：行政院環境保護署，「國家因應氣候變遷行動綱領」，2017 年。

3.3.2 國家溫室氣體減量推動方案

一、推動方案之內容架構

環保署依溫管法第 9 條第 1 項規範擬訂「溫室氣體減量推動方案」（下稱推動方案），於 2018 年 3 月 22 日奉行政院核定。推動方案針對跨部門減量策略（總量管制、綠色稅費制度、綠色金融與綠能產業、衝擊評析與科技研發、資訊擴散與獎勵補助、氣候人才培育與認知提升、法規檢視修訂、健全減緩財務機制等八大跨部會政策配套）及六大部門減量政策（包括能源、製造、運輸、住商、農業及環境等六大部門），訂定各策略之權責分工、政策方針，以及執行成效之評量指標，期整合跨部

會量能共同推動減碳工作，以每五年滾動檢討強化來逐期達成減碳目標，推動方案架構如圖 3.3.2-1 所示。

二、願景及目標

推動方案針對我國短、中及長程之溫室氣體減量目標，擬具國家整體及跨部門的因應策略，建構中央地方、公私夥伴及全民參與的運作機制，落實國家溫室氣體減量政策。

為達成溫管法第 4 條所定於 139 年（2050 年）溫室氣體排放量降為 94 年（2005 年）溫室氣體排放量 50% 以下之長程減量目標，我國以五年為一期訂定階段性的短程及中程目標。第一期溫室氣體階段管制目標執行期間為 2016 年至 2020 年，第二期溫室氣體階

段管制目標已於 2021 年 9 月 29 日奉行政院核定，納入 2050 淨零排放之長期減量目標及務實檢討中程減碳路徑規劃，環保署已函請相關部會重新修訂，並於 2021 年 11 月 2 日擬定「第二期溫室氣體減量推動方案」（草案）函報行政院。我國短、中及長程之溫室氣體減量如圖 3.3.2-2，而各部門之減量目標如表 3.3.2-1：

- 第一期 (2016-2020) 目標：2020 年較基準年 (2005) 減 2%
- 第二期 (2021-2025) 目標：2025 年較基準年 (2005) 減 10%
- 第三期 (2026-2030) 目標願景：2030 年維持減 20% 為努力方向，滾動式檢討



圖 3.3.2-1 溫室氣體減量推動方案架構圖

資料來源：行政院環境保護署，「溫室氣體減量推動方案」，2018 年。

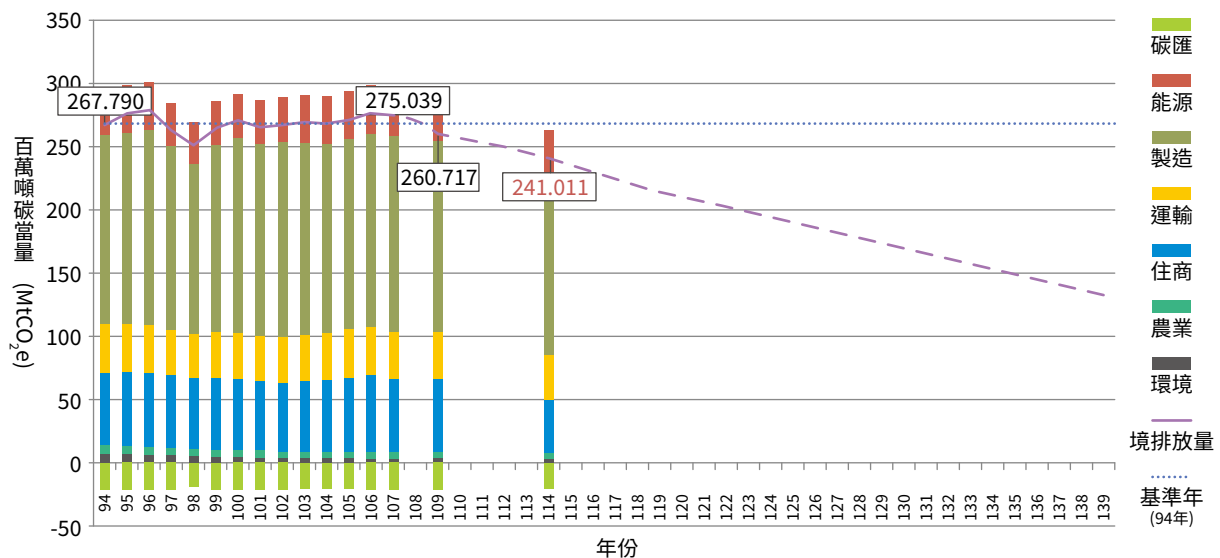


圖 3.3.2-2 臺灣溫室氣體減量路徑圖

資料來源：行政院環境保護署，「第二期溫室氣體階段管制目標」，2021 年。

註：未來減量路徑將配合 2050 淨零排放路徑規劃進行調整

表 3.3.2-1 國家及部門別溫室氣體階段管制目標

單位：百萬噸二氧化碳當量 MtCO₂e

		2020 年溫室氣體 排放量目標值	第一期階段管制目標 (2016 至 2020 年 間之溫室氣體 排放管制總當量)	2025 年溫室氣體 排放量目標值	第二期階段管制目標 (2021 至 2025 年 間之溫室氣體 排放管制總當量)
國家		260.717	1437.531	241.011	1,400.284
六大 部門	能源	32.305	163.239	34.000	182.504
	製造	146.544	741.543	144.000	753.454
	運輸	37.211	189.663	35.410	181.626
	住商	57.530	298.845	41.421	241.331
	農業	5.318	26.187	5.006	27.814
	環境	3.496	18.154	2.564	13.555
電力排放係數		0.492 公斤 CO ₂ e/ 度 ^註 (2020 年目標值)	0.517 公斤 CO ₂ e/ 度 (年平均値)	0.388 公斤 CO ₂ e/ 度 (2020 年目標值)	0.447 公斤 CO ₂ e/ 度 (年平均値)

資料來源：環保署，「第一期溫室氣體階段管制目標」，2018 年。環保署，「第二期溫室氣體階段管制目標」，2021 年。
註：不含發電廠廠用、自用發電設備廠用與自用及線損之電量與排放量三、六大部門減量策略

三、六大部門減量策略

減緩相關原則，研擬六大部門策略方針。各部

推動方案依循行動綱領擘劃之溫室氣體

門策略方針與評量指標項目如圖 3.3.2-3 所示：

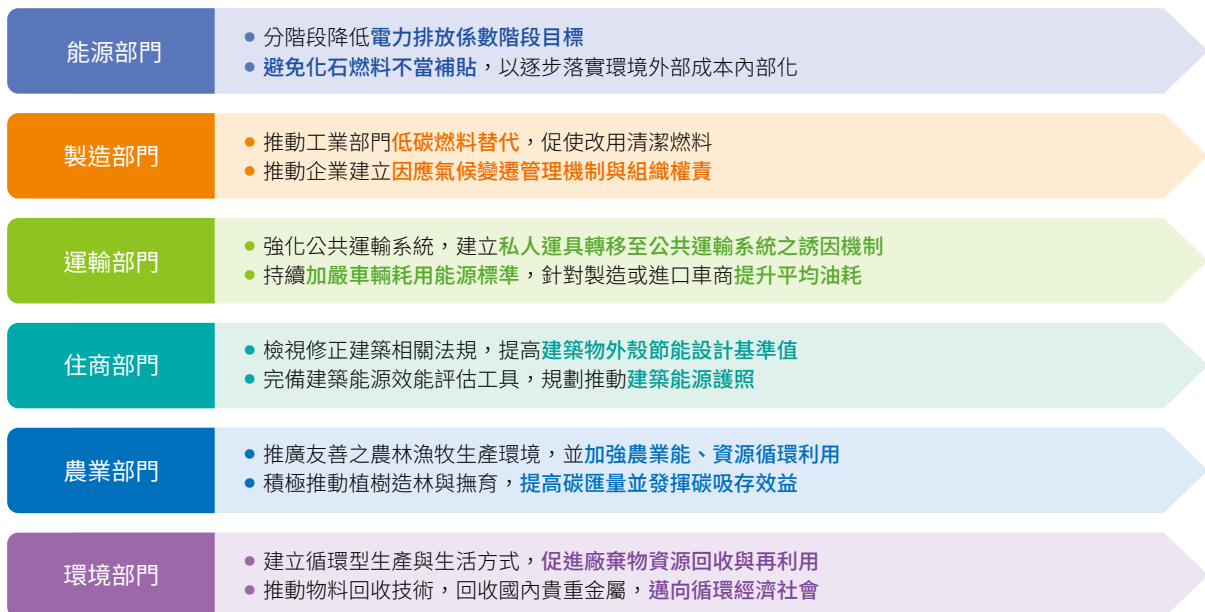


圖 3.3.2-3 「溫室氣體減量推動方案」六大部門策略方針

資料來源：行政院環境保護署，「溫室氣體減量推動方案」，2018 年。

四、跨部門配套措施

溫室氣體減量需搭配完善的法規制度、經濟誘因及教育宣導等政策配套推動，其中首重法規檢討及制度障礙排除，藉由訂定或修訂相

關管制與獎勵法規及機制，並盤點相關基金來源、用途與金額，創造溫室氣體減量之誘因及環境，確保減量工作可具體落實，政策配套策略與指標重點節錄如圖 3.3.2-4 所示。

推動溫室氣體總量管制	掌握排放源基線資料，並 建構總量管制及排放交易制度 。
推動綠色稅費制度	研議開徵能源稅或碳稅之可行性，建立與 相關稅費之競合評析及整合配套機制 。
綠色金融及綠能產業發展	推廣綠色融資及綠色債券 ，活絡民間資金運用引領綠能產業發展，促進低排放韌性建構。
因應溫減對經濟衝擊及減量科技研發	評估溫室氣體減量對整體 經濟衝擊影響 ，並推動溫室氣體減量科技研發。
建立資訊管道並提供獎勵補助	建立民眾易取得之 氣候變遷資訊管道 ， 提供獎勵或補助措施 ，促進全民行為改變。
培育人才及提升全民認知與行動力	推廣氣候變遷環境教育， 培育因應氣候變遷人才 ，提升全民認知、技能及行動力。
檢討修正溫室氣體減量相關法規	檢視 推動制度障礙 ，並盤點與溫減相關之管制與獎影機制，整合並擴大推動作為。
健全氣候變遷減緩財務機制	盤點相關基金來源 、用途與金額，運用於推動氣候變遷減緩事項。

圖 3.3.2-4 「溫室氣體減量推動方案」八大政策配套

資料來源：行政院環境保護署，「溫室氣體減量推動方案」，2018 年。

3.3.3 部門別溫室氣體排放管制行動方案

為達成溫室氣體階段管制目標，能源、製造、運輸、住商、農業及環境等六大部門的主責部會分別擬訂該部門之「溫室氣體排放管制行動方案」（下稱行動方案），視產業調整及能源供需，定期檢討修正前條行動方案。每年應編寫執行排放管制成果報告，未能達成排放管制目標者，則應提出改善計畫。以下分別說明各部門第一期（2016 年至 2020 年）行動方案重要溫室氣體減量策略之執行成果：

一、能源部門

能源部門行動方案由經濟部主政，規劃 13 項策略及 42 項計畫，重點工作為建構低碳能源供給系統，推動能源轉型，擴大再生能源發電占比於 2025 年達 20%，大幅增加太陽光電與風力發電的再生能源設置量；提高液化天然氣卸收容量，提升天然氣發電占比於 2025 年達 50%；逐步減少煤炭使用，降低燃煤發電占比於 2025 年至 30% 以下。彙整能源部門評量指標及其他量化指標之執行進度如下表 3.3.3-1：

表 3.3.3-1 能源部門評量指標執行進度彙整表

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
電力排放係數	0.492 公斤 CO ₂ e/ 度	0.502 公斤 CO ₂ e/ 度	-
再生能源發電裝置容量	10,875MW	9,482 MW	87.19%
再生能源發電量	252 億度	153 億度	60.71%
天然氣卸收容量	每年 1,650 萬噸	每年 1,650 萬噸	100%
增加天然氣發電	減碳 167.21 萬公噸 CO ₂ e	減碳量 170.31 萬公噸 CO ₂ e	101.85%
提升既有火力發電機組效率	減碳 3.03 萬公噸 CO ₂ e	減碳 3.03 萬公噸 CO ₂ e	100%
煉油廠能效提昇計畫	減碳 10.55 萬公噸 CO ₂ e	減碳 11.32 萬公噸 CO ₂ e	107.30%

資料來源：能源部門溫室氣體排放管制行動方案（第一期階段）核定本、2020 年能源部門溫室氣體執行排放管制成果報告。

二、製造部門

製造部門行動方案由經濟部主政，規劃 13 項策略及 30 項措施，透過深化產業減碳輔導、推動產業轉型、及推廣永續生產製程等落實。重點工作為推動區域能資源整合，輔導產

業整合能源資源與廢棄物再利用，建立生態化產業體系，達成區域能源供需均衡，提升整體能資源運用效能。彙整製造部門評量指標及其他量化指標之執行進度如下表 3.3.3-2：

表 3.3.3-2 製造部門評量指標執行進度彙整表

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
碳密集度下降	43%	45.7% (2019 年數據)	106.28%
推動工業部門製程改善與設備汰舊換新	累計至少完成 500 家工廠臨場輔導	完成 434 家	86.80%
推動工業部門低碳燃料替代	累計至少完成 100 家工廠臨場輔導	完成 95 家	95%
推動區域能資源整合 _ 工廠輔導	1. 每年至少進行 15 家工廠能資源整合諮詢診斷輔導或召開鏈結研商會議。 2. 累積新增 15 項能資源整合鏈結	共 136 家	181.33%
推動工業鍋爐燃料轉換及改善空氣污染	累計至少完成 650 家工廠輔導	合計 1,220 家	187.69%
提供系統優化技術服務	累計輔導 800 家工廠	累計 1,045 家	130.63%
ISO/CNS50001 能源管理系統與節能診斷整合輔導 _ 協助工廠導入	完成協助 48 家工廠導入能源管理系統應用	完成 79 家	164.58%
提供人才培訓課程 _ 課程辦理	共辦理 45 場次訓練課程或研討會	共 73 場次	162.22%
提供人才培訓課程 _ 人次	共培訓 1,500 人次	共 2,316 人次	154.40%
推動產品導入綠色設計輔導	累計輔導 15 家	累計 16 家	106.67%
推動綠色供應鏈體系輔導	累計輔導 32 家	累計 56 家	175.00%
推廣綠色工廠標章制度	累計受理 80 家廠商申請案	累計 82 家	102.50%

資料來源：2020 年製造部門溫室氣體執行排放管制成果報告。

三、運輸部門

運輸部門行動方案由交通部主政，共計 3 大推動策略及 11 項具體措施或計畫。其中 3 大策略分別為「發展公共運輸系統，加強運輸需求管理」；「建構綠色運輸網絡，推廣低碳運具使用，建置綠色運具導向之交通環境」；「提升運輸系統及運具能源使用效率」。

重點工作包含持續提升公共運輸運量，2020 年較 2015 年至少成長 7%，減緩並降低私人運具使用，並配合行政院宣示車輛電動化政策，預計 2030 年市區公車全面電動化。彙整運輸部門評量指標及其他量化指標之執行進度如下表 3.3.3-3：

表 3.3.3-3 運輸部門評量指標執行進度彙整表

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
公路公共運輸載客量	較 2015 年成長 2%	衰退 11.39% (受新冠肺炎疫情影響)	-
臺鐵運量	較 2015 年成長 2%	衰退 12.36% (受新冠肺炎疫情影響)	-
高鐵運量	較 2015 年成長 24.6%	成長 13.21% (受新冠肺炎疫情影響)	53.70%
捷運運量	較 2015 年成長 16.1%	衰退 1.18% (受新冠肺炎疫情影響)	89.19%
全國電動機車銷售數量	2018 年至 2020 年推動 12.1 萬輛	推動 35.0 萬輛	289.26%
淘汰二行程機車	淘汰二行程機車 105 萬輛	淘汰 46.8 萬輛	44.6%
汰換 1~2 期柴油大型車	至 2022 年累計補助汰換 7.9 萬輛	淘汰 4.3581 萬輛	55.17%
汰換老舊臺鐵車輛 – 城際客車	預定採購 600 輛城際客車	600 輛採購決標，履約中	100%
汰換老舊臺鐵車輛 – 區間客車	預計採購 520 輛區間客車	520 輛採購決標，履約中	100%
汰換老舊臺鐵車輛 – 機車	預計採購 127 輛機車	102 輛採購決標，履約中	80.31%
汰換老舊臺鐵車輛 – 支線客車	預計採購 60 輛支線客車	60 輛招標中	-
汰換電動郵務車 – 2 輪電動機車	2017 年至 2023 年汰換電動郵務車 7,000 輛，2020 年目標值依比例計算為 3,000 輛	已購置及租賃 2,441 輛	81.36%
汰換電動郵務車 – 3 輪電動機車	2017 至 2023 年汰換 3 輪電動機車 1,946 輛，2020 年目標值依比例計算為 834 輛	無 (目前國內無相關產品上市)	0%

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
汰換電動郵務車 – 4 輪電動車	2017 至 2023 年汰換 4 輪電動車 2,200 輛，2020 年目標值依比例計算為 943 輛	已汰換 54 輛 (市場上缺乏適合投遞郵件用途之車款)	5.73%
汰換日月潭柴油船為電動船	2012 年至 2017 年淘汰 138 艘日月潭柴油船為電動船	已汰換 11 艘	7.97%
提升新車能效	依 2018 年之公告，我國 2022 年小客車、商用車及機車之整體新車油耗管制目標為 20、13.7 及 46.1 公里 / 公升，較 2017 年提升幅度為 38%、25% 及 10%	我國 2020 年小客車、商用車及機車之整體新車能效達 15.6、12.75 及 47.62 公里 / 公升	100%
推廣電動蔬果運輸車	推動 300 輛電動蔬果運輸車	推廣 50 輛	16.67%
汰換未符合 4 期老舊公車	汰換 4 期老舊公車 1,200 輛	淘汰 1,260 輛	105%

資料來源：2020 年運輸部門溫室氣體執行排放管制成果報告，以及交通部、經濟部能源局提供資訊。

四、住商部門

住商部門行動方案由內政部擔任窗口（其中經濟部負責商業部門、內政部負責住宅部門），共計 37 項具體措施或計畫。住商部門第一階段管制重點為提昇新建建築物之外殼節約能源設計基準值、強化既有建物減量管理，並規劃建構服務業部門各目的事業主管機

關減碳能力。現階段策略與措施包含綠建築法規及標章推動、建築設備能源效率管理、服務業強制性管制措施、特定對象輔導、推動服務業自主減碳、獎勵補助等。彙整住商部門評量指標及其他量化指標之執行進度如下表 3.3.3-4：

表 3.3.3-4 住商部門評量指標執行進度彙整表

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
新建建築物之建築外殼節約能源設計基準值	較 2016 年提高 10%	已於 2019 年 8 月 19 日修正「建築技術規則」建築設計施工編部分條文，並於 2019 年 12 月 4 日訂定「建築物節約能源設計技術規範」自 2021 年實施，預計可提高 5%	50%
完成建築物外殼耗能資訊透明機制並施行	完成建築物外殼耗能透明機制並施行	考量建築物外殼構造不直接耗能，刻正推動本部建築能效標示，110 年 1 月 12 日已修正綠建築標章申請審核認可及使用作業要點強化節能成效，帶動建築物自主標示建築能效等級。	100%

表 3.3.3-4 住商部門評量指標執行進度彙整表

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
郵政及交通事業辦理節能管理措施	減碳量 1.44 萬公噸 CO ₂ e	4.8909 萬公噸 CO ₂ e	339.65%
觀光旅館業及旅館業節能減碳宣導	減碳量為 0.06 萬公噸 CO ₂ e	0.0758 萬公噸 CO ₂ e	126.33%
汰換隧道照明燈具	減碳量 0.13 萬公噸 CO ₂ e	0.1493 萬公噸 CO ₂ e	114.85%
落實新建建築物節約能源設計管制 _ 抽查	每年約執行 4 千件建築執照綠建築抽查	平均 4,131 件 / 年	103.28%
落實新建建築物節約能源設計管制 _ 宣導	每年 30 場次綠建築宣導	平均 34 場次 / 年	113.33%
展覽場館節電 1% 規定	台北世貿、台北國際會議中心、台北南港展覽館 1 館、高雄展覽館配合節電 1% 規定	符合規定	100%
金融業自主目標管理節電	減碳 3.21 萬公噸 CO ₂ e	減碳 6.74 萬公噸 CO ₂ e	209.96%
推動醫院節能減碳目標 _ 宣示	預計減碳量為 6.33 萬公噸 CO ₂ e	11.68 萬公噸	184.52%
連鎖企業節能輔導	減碳量為 2.22 萬公噸 CO ₂ e	3.8 萬公噸 CO ₂ e	171.17%
商業服務業溫室氣體減量示範輔導	協助 40 家企業溫室氣體減量	累計 52 家	130%
使用能源設備器具容許耗能能源基準管制措施	2016-2020 年預計減碳量為 130.15 萬公噸 CO ₂ e	累計減碳量 151.87 萬公噸 CO ₂ e (至 2020 年已公告 29 項產品能效基準)	116.69%
節能標章產品認證及推動	2016-2020 年預計減碳量為 26.95 萬公噸 CO ₂ e	累計減碳量 55.97 萬公噸 CO ₂ e (至 2020 年 12 月已公告 51 項節能標章產品)	207.69%

資料來源：2020 年住商部門溫室氣體排放管制成果報告，以及經濟部商業司、經濟部能源局、內政部營建署提供資訊。

五、農業部門

農業部門行動方案由農委會主政，共計 3 項推動策略及 8 項具體措施或計畫。重點工作為提升有機及友善耕作面積、輔導畜牧場沼氣再利用（發電）及增加造林面積，研擬執行

或獎勵補助計畫，在確保國人糧食安全的前提下，強化各項節能減碳措施、降低單位農業生產之碳排放量。彙整農業部門重點評量指標執行進度如下表 3.3.3-5：

表 3.3.3-5 農業部門評量指標執行進度彙整表

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
有機及友善耕作面積	友善耕作面積達 15,000 公頃	15,754 公頃	105.03%
輔導畜牧場沼氣再利用（發電）	總頭數占總在養量比率達 50%（預估為 250 萬頭）	累計總頭數 250 萬頭	100%
完成造林面積	目標造林面積 3,636 公頃	3,207 公頃	88.20%

資料來源：2020 年農業部門溫室氣體執行排放管制成果報告。

六、環境部門

環境部門行動方案由環保署主政，共計 35 項具體措施或計畫，主要規劃政策及開發實施環評時，應考量韌性建構及排放減緩具體行動；落實能資源循環利用及開創共享經濟社會，提升區域能資源再利用；減少廢棄物及廢（污）水處理過程之溫室氣體排放等。

重點工作包含減少廢棄物及污（廢）水處理過程之排放，持續獎勵沼氣發電掩埋場進行甲烷回收再利用，廣續污水下水道系統建設，提升 2020 年全國污水處理率達 60.8%。彙整環境部門評量指標及其他量化指標之執行進度如下表 3.3.3-6。六大部門溫室氣體減量政策總表詳參表 3.3.3-7。

表 3.3.3-6 環境部門評量指標執行進度彙整表

評量指標	2020 年目標	2020 年進度	進度百分比 (%)
全國污水處理率	全國污水處理率達 60.8%	64.5%	106.09%

資料來源：2020 年環境部門溫室氣體執行排放管制成果報告。

表 3.3.3-7 六大部門第一期溫室氣體排放管制行動方案總表

減量政策名稱	目標	政策類型	實施情形
能源部門			
能源部門第一期溫室氣體排放管制行動方案	調整能源結構與提升效率	技術發展 / 補助 / 法規	已完成
製造部門			
製造部門第一期溫室氣體排放管制行動方案	轉型綠色創新企業，執行永續生產及消費行動	標準 / 技術發展 / 人才培訓	已完成
運輸部門			
運輸部門第一期溫室氣體排放管制行動方案	發展綠運輸，提升運輸系統能源使用效率	技術發展 / 法規 / 意識提升	已完成
住商部門			
住商部門第一期溫室氣體排放管制行動方案	建構永續建築與低碳生活圈	法規 / 標準 / 補助 / 自願協議 / 意識提升	已完成
農業部門			
農業部門溫室氣體排放管制行動方案（第一期階段）	促進永續農業經營	補助 / 意識提升 / 法規 / 人才培訓	已完成
環境部門			
環境部門第一期溫室氣體排放管制行動方案	減輕環境負荷，建立能資源循環利用社會	法規 / 意識提升 / 人才培訓 /	已完成

資料來源：行政院環境保護署國家溫室氣體減量法規資訊網、經濟部能源局網站。

表 3.3.3-7 六大部門第一期溫室氣體排放管制行動方案總表

簡述	實施年度	主政單位	預期效益
能源部門			
<ul style="list-style-type: none"> 修正再生能源發展條例，完善再生能源推動法治環境 提高再生能源發電裝置容量 提高液化天然氣卸收容量 推動能源產業能源查核與自願性減量措施，提高能源轉換與使用效率 	2016 年至 2020 年	經濟部	631.6 萬公噸 CO ₂ e
製造部門			
<ul style="list-style-type: none"> 輔導產業轉型為綠色低碳企業，發展綠能產業 建立完善溫室氣體減量誘因，加強產業減量措施 建立民眾永續消費習慣，促使產業調整為永續生產製程 	2016 年至 2020 年	經濟部	400 萬公噸 CO ₂ e
運輸部門			
<ul style="list-style-type: none"> 發展公共運輸系統，加強運輸需求管理 推廣低碳運具使用，建置綠色運具導向之交通環境 提升運輸系統及運具能源使用效率 	2016 年至 2020 年	交通部	198 萬公噸 CO ₂ e
住商部門			
<ul style="list-style-type: none"> 提升新建建築物之建築外殼節約能源設計基準值 強化既有建物減量管理 規劃建構服務業部門各目的事業主管機關減碳能力 公部門建築用電效率提升 	2016 年至 2020 年	內政部	332.82 萬公噸 CO ₂ e
農業部門			
<ul style="list-style-type: none"> 推廣有機與友善環境耕作 推廣畜牧場沼氣再利用 造林及加強森林經營 	2016 年至 2020 年	農委會	<ul style="list-style-type: none"> 農業總減碳量：13.691 萬公噸 CO₂e 林業總移除量：4.259 萬公噸 CO₂e
環境部門			
<ul style="list-style-type: none"> 提升全國污水處理率 加強廢棄物掩埋場及事業廢水之甲烷回收 執行物料永續循環，推動能資源循環利用 建構溫室氣體減量法規及配套機制 推動氣候變遷人才培育 協力推動綠色金融 	2016 年至 2020 年	行政院環境保護署	2018 至 2020 年回收甲烷 0.15 萬公噸 CO ₂ e

資料來源：行政院環境保護署國家溫室氣體減量法規資訊網、經濟部能源局網站。

3.3.4 地方政府溫室氣體管制執行方案

環保署長期與地方政府建立夥伴關係，協力辦理因應氣候變遷執行計畫，以低碳永續家園為基礎，並納入地方特色思考精進策略，共同推動減量及調適工作，並提升全民減碳意識及社會減碳潛力。

一、地方政府執行方案規劃原則

溫管法第 15 條規定，直轄市、縣（市）主管機關應依推動方案及部門行動方案，訂修「溫室氣體管制執行方案」（下稱執行方案），報請中央主管機關會商中央目的事業主管機關後核定。執行方案內容包含方案目標、推動期程、推動策略、預期效益及管考機制，如圖 3.3.4-1 所示。

執行方案架構	
現況分析	● 環境、社會、經濟現況、排放特性、推動情形
方案目標	● 配合推動策略訂定 109年前可達成之質性或量化目標
推動期程	● 配合推動方案及行動方案目標期程 (107年至109年)
推動策略 (包括主、協辦機關及經費編列)	<ul style="list-style-type: none"> ● 參考行政院核定之推動方案及行動方案、中央與地方協力合作事項及地方推動政策研訂。撰擬原則如下： <ul style="list-style-type: none"> ● 依據地方特色，發展因地制宜策略 ● 以民生議題為主，優先推動住商運輸部門行動 ● 促進民間參與，擴展公私夥伴合作 ● 中央與地方協力合作，透過地方治理落實執行 ● 考量策略可行性及成本有效性，擬定策略執行順位 ● 跨局處整合推動，組織明確分工
預期效益	● 提出可達成之願景或產生之效益
管考機制	● 直轄市、縣(市)政府應研訂 管理考核機制

圖 3.3.4-1 執行方案內容架構

資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網。

執行方案之規劃原則包含：

- 依據地方特色，發展因地制宜策略：各縣市地理環境與產業結構不一，需訂定符合當地需求之減碳措施。
- 以民生議題為主，優先推動住商運輸部門行動：優先推動民眾生活相關的減碳行動，並加強公眾宣導及溝通。如住商部門、運輸部門等。
- 優先提出可執行、可量化、具成本有效性之策略：針對各項措施，提出量化成效及成本估算，安排推行優先次序。
- 促進民間參與，擴展公私夥伴合作：由公部門率先執行，帶動私部門投入響應，並推動公眾參與，與民間建立合作諮詢機制。
- 中央與地方協力合作，透過地方治理落實執行：以中央政府之六大部門行動方案為參考，盤點在地挑戰，結合中央及地方資源推動。
- 跨局處整合推動，組織明確分工：氣候變遷政策橫跨中央政府各部門、及地方政府各局處，建議設立明確分工及管考機制，並籌組專責單位。

二、地方政府執行方案亮點成果

地方政府參考推動方案及行動方案內容，同時考量地方治理特性，規劃執行方案，於2019年經環保署會商經濟部、交通部、內政部、農委會等相關單位完成核定，各縣市執行亮點成果如圖 3.3.4-2 所示，減碳措施依排放部門別綜整如下：

- 能源：利用公有地或公有建築空間，加設太陽光電板；改善發電設施；利用一般及事業廢棄物作為發電燃料等。
- 製造：加強區域空污管制、淘汰老舊鍋爐、管制生煤及重油使用總量。

- 運輸：推動電動公務車及共享電動汽機車、提高電動大客車使用率、設置公共自行車、加強大眾運輸轉乘接駁措施。
- 建築：節能家電汰舊換新、推廣節電措施、綠化建築屋頂及牆壁，達到綠化降溫效果、推廣水資源回收再利用。
- 農業：推動沼液沼渣再利用，取代化學肥料、利用農業廢棄物作為原料，生產土壤添加劑、或其他產業原料等。
- 環境：改善地方廢棄物焚或措施、提高資源回收率，並建立循環經濟產業鏈。

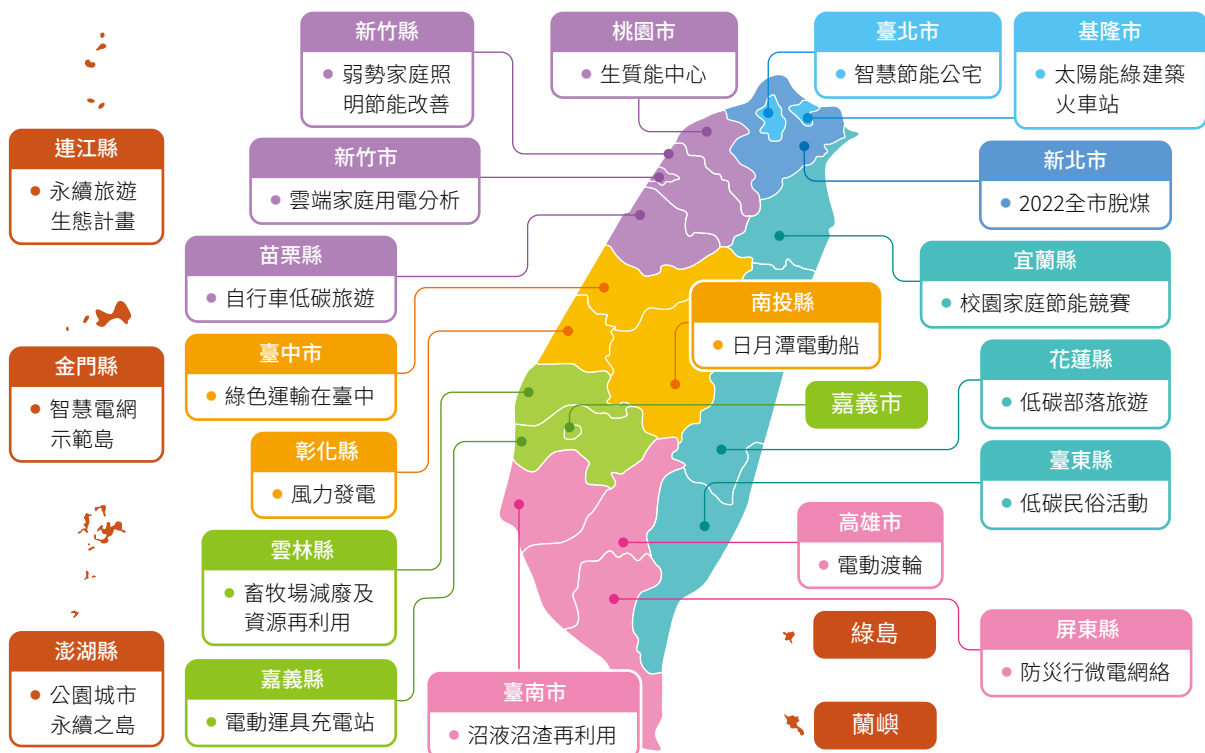


圖 3.3.4-2 地方政府溫室氣體管制執行方案亮點成果

資料來源：國家溫室氣體減量法規資訊網。

3.3.5 我國淨零轉型路徑評估

鑒於近年全球推動淨零排放趨勢，2021年1月1日蔡英文總統宣布將積極與各界展

開對話，找出最符合臺灣未來永續發展的氣候治理路徑，同時讓減碳的挑戰，化為產業投資、創造就業的新機會，為臺灣的永續發展找出新方向。接續在4月22日世界地球日更進

一步宣示我國下一階段將朝向「淨零轉型」目標邁進，除了穩定推動中的能源轉型，包括製造、運輸、住宅、農業等部門，也必須提出系統性的減碳策略。

行政院長蘇貞昌也在世界地球日，於行政院院會宣示在「2050 淨零碳排」的目標下，進一步統籌評估可能的途徑，加快、加大跟世界同步，以共同建構永續的綠色家園。爰此，行政院能源及減碳辦公室啟動我國淨零排放路徑之評估工作，從產業、環境、政府治理、國家安全等角度，全盤規劃如何因應氣候變遷挑戰，找到新的產業機會，同時展開社會對話，邀集各界共同擘劃我國邁向 2050 年的「三十年願景」。

一、跨部門協作機制

行政院能源及減碳辦公室在 2021 年 2 月成立「淨零排放路徑專案工作組」，由氣候政策主要推動部會之次長組成「跨部會協調小組」，協調各單位在評估工作上之分工，並促進各單位之資訊分享與交流；為確保政策評估過程具備充分之科學研究基礎，由中華民國學術研究最高機關之「中央研究院」及我國重要之應用研究機構「工業技術研究院」擔任諮詢委員，適時參與各項討論並提供專業意見。

在執行方面，由各議題之主政部會及國內相關智庫研究團隊，針對溫室氣體淨零排放相關模式模擬及情境分析各自展開研究，主要分為三個機制：「五大工作圈」、「模型組」及「願景組」。

(一) 五大工作圈

五大工作圈之主要任務為國家淨零排放路徑之政策規劃、整合、協調及推動，以關鍵技術為類別建立跨部會協作的工作圈，統整政府各部會分別針對轄管議題規劃之淨零排放路徑，內容包含利害關係人協商、關鍵參數及

技術組合評估，並且規劃法規政策推動時程。

(二) 願景組

願景組之主要任務為對國家淨零排放路徑現況及面臨問題進行社會對話及願景想像，由環保署協助統籌推動，邀集利害關係人 (Stakeholders) 討論淨零排放之關鍵議題。

(三) 模型組

模型組之主要任務為國家淨零排放路徑之情境模擬及路徑評估，由政府統籌國內三大模型團隊共同推動，包含經濟模型 (TAIGEM)、環境工程模型 (LEAP) 及能源工程模型 (TIMES)。

上述「淨零排放路徑專案工作組」之整體架構詳如圖 3.3.5-1：

二、轉型五大配套

(一) 社會制度：

通盤檢討法規制度，敦促舊技術穩步退場，提供新技術良好試驗、發展環境。

(二) 綠色資金：

公部門資金應優先支持綠色產品、技術，實施碳定價，加大加速私部門投資。

(三) 行為轉變：

從教育階段使大眾充分認知氣候變遷的挑戰與機會，願意支持綠色商品及政府政策；政策制定及推動過程導入社會溝通對話。

(四) 公正轉型：

積極管理轉型過程產生的失業及貧窮風險，才能達到遺落任何人的淨零轉型。

(五) 國際合作：

我國身為全球供應鏈重要的一環，應與重要貿易夥伴（美、日、歐）協力制定減碳戰略。



圖 3.3.5-1 行政院「淨零排放路徑專案工作組」組織架構圖

資料來源：行政院環境保護署。

三、社會溝通對話

配合五大工作圈政策路徑規劃進程，推動社會對話，以掌握政策執行在技術面、政策面、經濟面及社會面的關鍵議題。目前已舉辦

6 場願景工作圈討論會，觸及共 110 位來自產業、學界、研究單位及民間團體等各界代表。各工作圈及跨工作圈議題之社會對話推動進度如下圖 3.3.5-2：



圖 3.3.5-2 行政院「淨零排放路徑專案工作組」社會對話進展

資料來源：行政院環境保護署。

參考文獻

1. 行政院全球資訊網 <https://www.ey.gov.tw/index/>
2. 立法院 <https://www.ly.gov.tw/Home/Index.aspx>
3. 行政院能源及減碳辦公室 <https://www.ey.gov.tw/oecr/>
4. 金融監督管理委員會全球資訊網 <https://www.fsc.gov.tw/ch/index.jsp>
5. 行政院環境保護署 <https://www.epa.gov.tw/>
6. 行政院環境保護署，國家溫室氣體減量法規資訊 <https://ghgrule.epa.gov.tw/>
7. 行政院國家永續發展委員會全球資訊網 <https://nsdn.epa.gov.tw/>

第四章

溫室氣體排放預測

4.1 排放路徑預測

4.2 減量效果評估

4.3 預測方法說明

第四章 溫室氣體排放預測

在溫管法明定之長期減量目標下，我國以每五年為一期，訂定階段管制目標，逐步推動落實減量政策；為妥適訂定階段管制目標，依據各部門節能減碳策略之減量潛力，預測全國及各部門之溫室氣體排放路徑。¹ 以下分別說明溫室氣體排放路徑之預測結果、政策措施之減量效果評估，以及相關方法學。

4.1 排放路徑預測

環保署於第一期階段管制目標訂定時，依「溫室氣體階段管制目標及管制方式作業準則」第 7 條第 1 項，會商中央目的事業主管機關訂定國家溫室氣體排放趨勢推估原則及參數之規範，其氣體類別、排放類別及預測時程之範疇界定如下：（彙整如表 4.1.1-1 所示）

一、氣體類別

溫室氣體包含指二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、氧化亞氮 (N₂O)、氫氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs)、六氟化硫 (SF₆) 及三氟化氮 (NF₃) 等七種氣體，並依照溫室氣體溫暖化潛勢統一轉換為二氧化碳當量 (CO₂e)。

二、排放類型

依據國家清冊報告之規範，溫室氣體排放（或移除）之類型分為燃料燃燒溫室氣體排放（能源）、非燃料燃燒溫室氣體排放（工業製程及產業使用、農業部門、廢棄物部門）及碳匯（土地利用、土地利用變化及林業部門）等三類。

三、部門分類

依照我國溫管法之推動分工分為六大部門，能源部門管理再生能源發展、能源使用效率提升及節約能源；製造部門管理工業溫室氣體減量；運輸部門涵蓋運輸管理、大眾運輸發展、低碳能源運具使用及其他運輸溫室氣體減量；住商部門管理建築溫室氣體減量；農業部門管理森林資源管理、碳吸收強化及農業溫室

表 4.1.1-1 範疇界定說明

範疇	說明
氣體類別	二氧化碳 (CO ₂)、甲烷 (CH ₄)、氧化亞氮 (N ₂ O)、氫氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs)、六氟化硫 (SF ₆) 及三氟化氮 (NF ₃)
排放類型	燃料燃燒溫室氣體排放、非燃料燃燒溫室氣體排放（工業製程及產業使用、農業部門、廢棄物部門）及碳匯（土地利用、土地利用變化及林業部門）
部門分類	能源、製造、運輸、住商、農業、環境部門
預測時程	2020 年至 2035 年

資料來源：行政院環境保護署。

氣體減量；環境部門則管理廢棄物回收處理及再利用。本節之部門分類與國家清冊報告不同，電力使用之溫室氣體排放將回歸於各用電部門。

4.2 減量效果評估

本節針對評估我國在「既有政策情境」(With Existing Measures' Scenario) 下的溫室氣體減量效果。「既有政策情境」包含我國實施中及已通過的所有政策和措施。

四、預測時程

依行政院 2021 年 9 月 29 日核定「第二期溫室氣體階段管制目標」，對我國 2020 年至 2035 年之溫室氣體排放路徑提出預測。

「既有政策情境」下，以 2005 年為基準年，預計可分別於 2020 年減少 2%，2025 年減少 10%，2030 年減少 20%，以及 2035 年減少 25~30%，以期達到 2050 年減少 50% 之法定目標，如表 4.2-1 及圖 4.2-1 所示。

表 4.2-1 政策情境下 GHG 淨排放量路徑

政策情境	預測值 (單位：MtCO ₂ e)			
	2020 年	2025 年	2030 年	2035 年
基期年 (2005 年) 淨排放量 (A)	268.634	268.634	268.634	268.634
既有政策情境 GHG 淨排放量路徑 (B)	260.717	241.011	214.232	227.622~187.453
GHG 減量額度 (B-A)	7.917	27.623	54.402	41.012~81.181

資料來源：環保署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年；經濟部能源局，「2019 年燃料燃燒 CO₂ 排放統計」，2020 年；經濟部能源局，「燃料燃燒排放 GHG 推估結果說明」，2020 年；行政院環境保護署，「非燃料燃燒溫室氣體排放統計及趨勢推估」，2019 年。

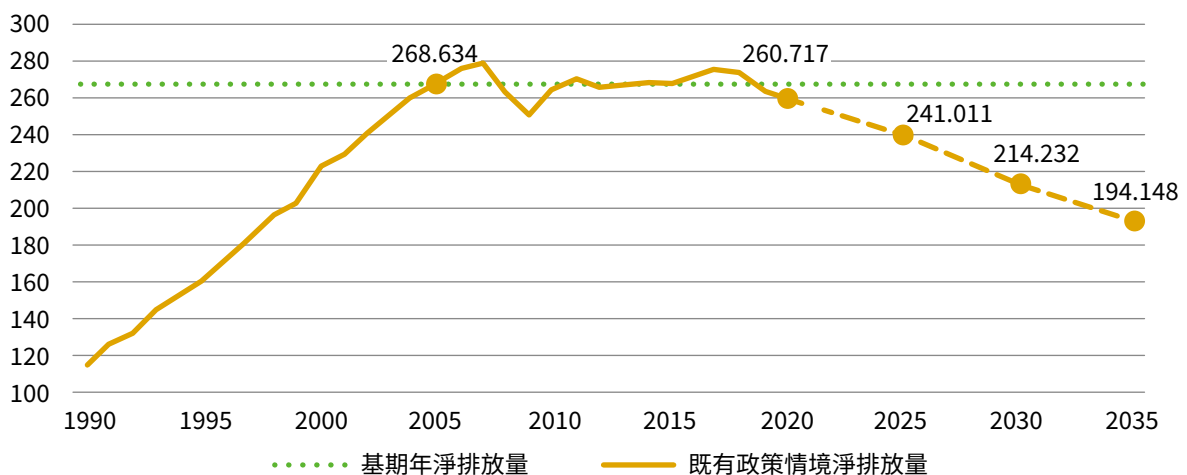


圖 4.2-1 GHG 淨排放量路徑比較

註：1990 至 2019 年數據為實績值，2020 年後數據為推估值。

資料來源：行政院環境保護署，「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2021 年版)」，2021 年；經濟部能源局，「2019 年燃料燃燒 CO₂ 排放統計」，2020 年；經濟部能源局，「燃料燃燒排放 GHG 推估結果說明」，2020 年；行政院環境保護署，「非燃料燃燒溫室氣體排放統計及趨勢推估」，2019 年。

4.3 預測方法說明

我國溫室氣體排放路徑之規劃，係由各部門溫室氣體排放路徑堆疊加總。各部門之主管機關依據統一之參數假設（經濟成長、人口），推估該部門之能源消費量及溫室氣體排放，並規劃相應之節能減碳策略。在燃料燃燒

溫室氣體排放方面，由經濟部能源局依據全國之能源消費量與策略節能量，規劃能源供給後進行預測。在非燃料燃燒溫室氣體排放方面，由環保署彙整各部門之預測數據。在碳匯方面，由農委會進行預測。全國溫室氣體排放路徑預測流程如圖 4.3-1 所示。

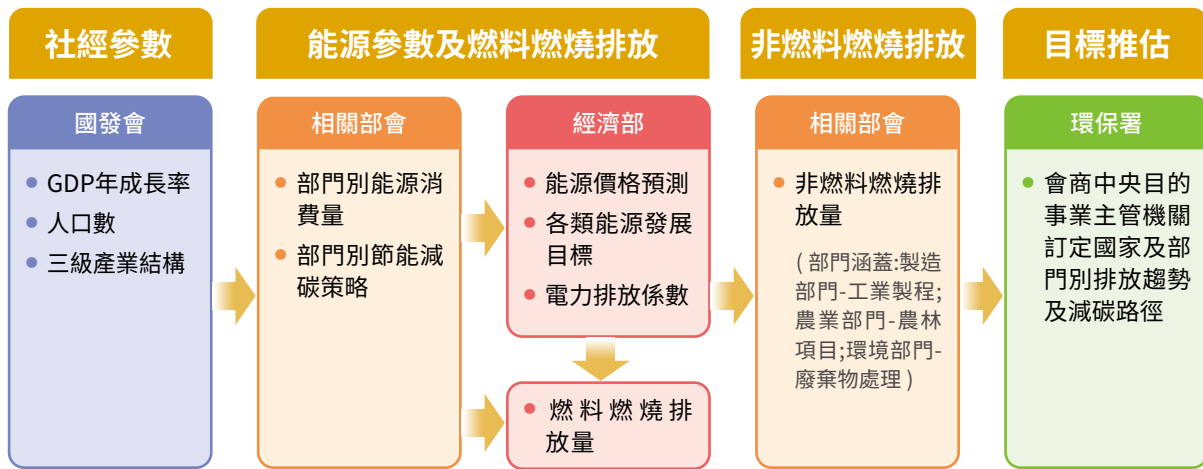


圖 4.3-1 溫室氣體排放路徑預測流程

資料來源：行政院環境保護署，「第一期溫室氣體階段管制目標」，2018 年。

4.3.1 參數假設

為使各部門在一致的基準情景下模擬溫室氣體排放，針對總體經濟成長、人口及能源等指標訂定參數假設，說明如下：

一、國民生產毛額預測 (Gross Domestic Product, GDP)

國家發展委員會綜合考量國內外經濟發展趨勢，包含：人口、國際能源價格、國際經貿環境、總要素生產力，以及各產業主管機關提供之產業發展趨勢及政策方向，推估我國中

長程 GDP 及三級產業結構占比。

在其 2018 年 8 月的預測中，2020 年整體經濟成長率為 2.49%，以服務業占 GDP 之比例最高（占比 62.60%），其次為工業（占比 35.57%），最後為農業（占比 1.82%）；2025 年整體經濟成長率上升至 2.65%，服務業占 GDP 之比例持續提升（占比 62.82%），工業（占比 35.46%）及農業（占比 1.72%）則有所下降。國家發展委員會對我國經濟成長率及三級產業結構變化之預測如表 4.3.1-1 所示。

表 4.3.1-1 臺灣經濟成長率及三級產業結構預測

年別	經濟成長率	三級產業占比		
		農業	工業	服務業
2021	2.49%	1.82%	35.57%	62.60%
2022	2.56%	1.81%	35.55%	62.64%
2023	2.56%	1.79%	35.51%	62.71%
2024	2.65%	1.76%	35.48%	62.76%
2025	2.65%	1.72%	35.46%	62.82%

資料來源：國家發展委員會。

二、人口數預測

依據國家發展委員會 2018 年 8 月 30 日發布之「中華民國人口推估（2018 至 2065 年）」報告，其採用國際間慣用之年輪組成法 (Cohort-Component Method)，以 2017 年年底男、女性單一年齡戶籍人口數做為基期，加入出生、死亡及國際淨遷移徙（包含本國人及外國人之戶籍遷入 / 出）等假設，將每個人的年齡逐年遞增，推估出未來男、女性單一年齡人口數。

推估結果顯示，我國總人口將在 2020 年達峰值 2,361 萬人，在低、中、高推估三種不同假設情境下，2065 年總人口數將降到 1,601 萬至 1,880 萬人之間，相較 2018 年減少約 2 至 3 成，將以中推計作為溫室氣體排放路徑之預測基準。我國總人口成長趨勢如圖 4.3.1-1 所示。

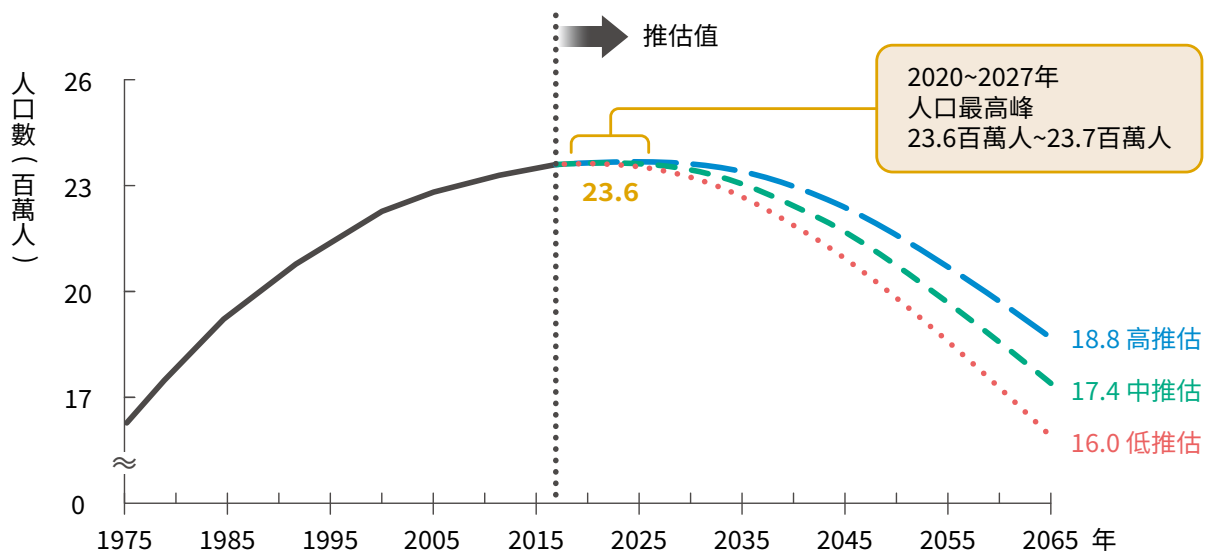


圖 4.3.1-1 總人口成長趨勢 (高、中及低推估情境)

資料來源：國家發展委員會，「中華民國人口推估（2018 至 2065 年）」，2018 年。

三、能源轉型政策

為邁向非核家園目標、實現國際減碳承諾，因應國內外政經情勢及能源環境的快速變遷與挑戰，我國推動能源轉型政策，降低燃煤、燃油發電，並提升低碳能源（燃氣及再生能源）發電占比，規劃目標在 2025 年燃煤、

燃氣及再生能源發電占比分別達到 27.5%、49.5% 及 20.3%；同時，陸續淘汰運轉年限到期之核能發電，於預計 2025 年完成淘汰多數機組，各類電廠發電結構路徑如圖 4.3.1-2 及表 4.3.1-2 所示。

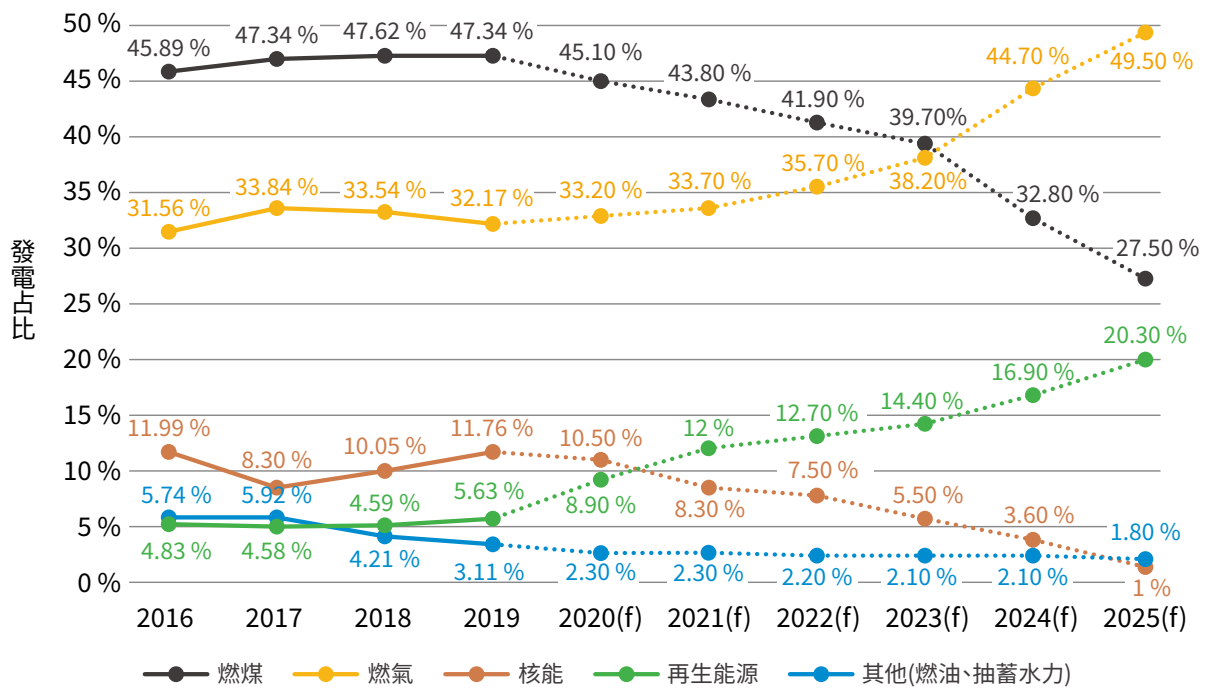


圖 4.3.1-2 各類電廠發電結構路徑

資料來源：經濟部能源局。

進口天然氣卸收容量目標如表 4.3.1-3 及表 4.3.1-4 所示，2025 年達 2,620 萬噸，2030 年再提高至 3,590 萬噸；燃氣發電占比逐年提升，由 2020 年占比 33.2%，升至 2025 年 49.5%。燃煤發電占比逐年下降，2020 年占比

45.1%，降至 2025 年 27.5%。再生能源裝置容量 2030 年目標 35,373MW，2020 年發電量占比 8.9%，2025 年增至 20.3%。再生能源發電量如表 4.3.1-5 所示。

表 4.3.1-2 核能電廠運轉期限

機組 \ 運轉設定	停轉時間	屆齡除役
核一廠 #1 號機	2014 年 12 月 10 日	2018 年 12 月
核一廠 #2 號機	2017 年 06 月 30 日	2019 年 07 月
核二廠 #1 號機	2021 年 03 月	2021 年 12 月
核二廠 #2 號機	2023 年 03 月	2023 年 03 月
核三廠 #1 號機	2024 年 07 月	2024 年 07 月
核三廠 #2 號機	2025 年 05 月	2025 年 05 月

資料來源：經濟部能源局。

表 4.3.1-3 天然氣規劃量

單位：萬噸

項目 \ 年	2020	2025
卸收容量	1,650	2,620

資料來源：經濟部能源局。

表 4.3.1-4 天然氣規劃量

單位：MW

項目 \ 年	2020	2025
太陽光電	6,500	20,000
陸域風力	814	1,200
離岸風力	976	5,738
地熱能	150	200
生質能	768	813
水力	2,100	2,150
氫能及燃料電池	22	60
海洋能	0	0
合計	11,331	30,161

資料來源：經濟部能源局。

表 4.3.1-5 再生能源發電量

單位：億度

項目 \ 年	2020	2025
太陽光電	81	256
陸域風力	19	28
離岸風力	35	207
地熱能	10	13
生質能	38	43
水力	64	66
氫能及燃料電池	2	5
海洋能	0	0
合計	249	617

資料來源：經濟部能源局。

4.3.2 預測方法

燃料燃燒溫室氣體排放、非燃料燃燒溫室氣體排放及森林碳匯溫室氣體移除所採用之預測方法，說明如下：

一、燃料燃燒溫室氣體排放

經濟部在 1993 年引進國際能源總署的 MARKAL 能源工程模型，2010 年調整為臺灣 TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) 模型，透過細緻化與彈性的模型操作功能，為國內多項重大能源政策進行模擬評估。TIMES 模型是由龐大且複雜的能源技術由下而上堆疊而成的線性規劃模型，能源需求為

外生驅動力，可以在能源供需平衡、環境及資源限制下，以能源系統成本最小化之目標下，規劃能源系統發展情境。

為能更全面探討能源政策與經濟、環境各面向之交互影響，經濟部能源局 TIMES 模型團隊持續開發能源、經濟、環境整合 TISMO 模型 (Taiwan Integrated Sustainability Model)，其以臺灣 TIMES 模型為核心，建置 TISMO-CGE 總體經濟模型與 TISMO-ENV 環境衝擊評估模組，透過軟連結方式擴充 TIMES 模型整合評估功能，做為預測全國 2021 至 2025 年燃料燃燒溫室氣體排放之工具。TISMO 整合模型架構如圖 4.3.2-1。

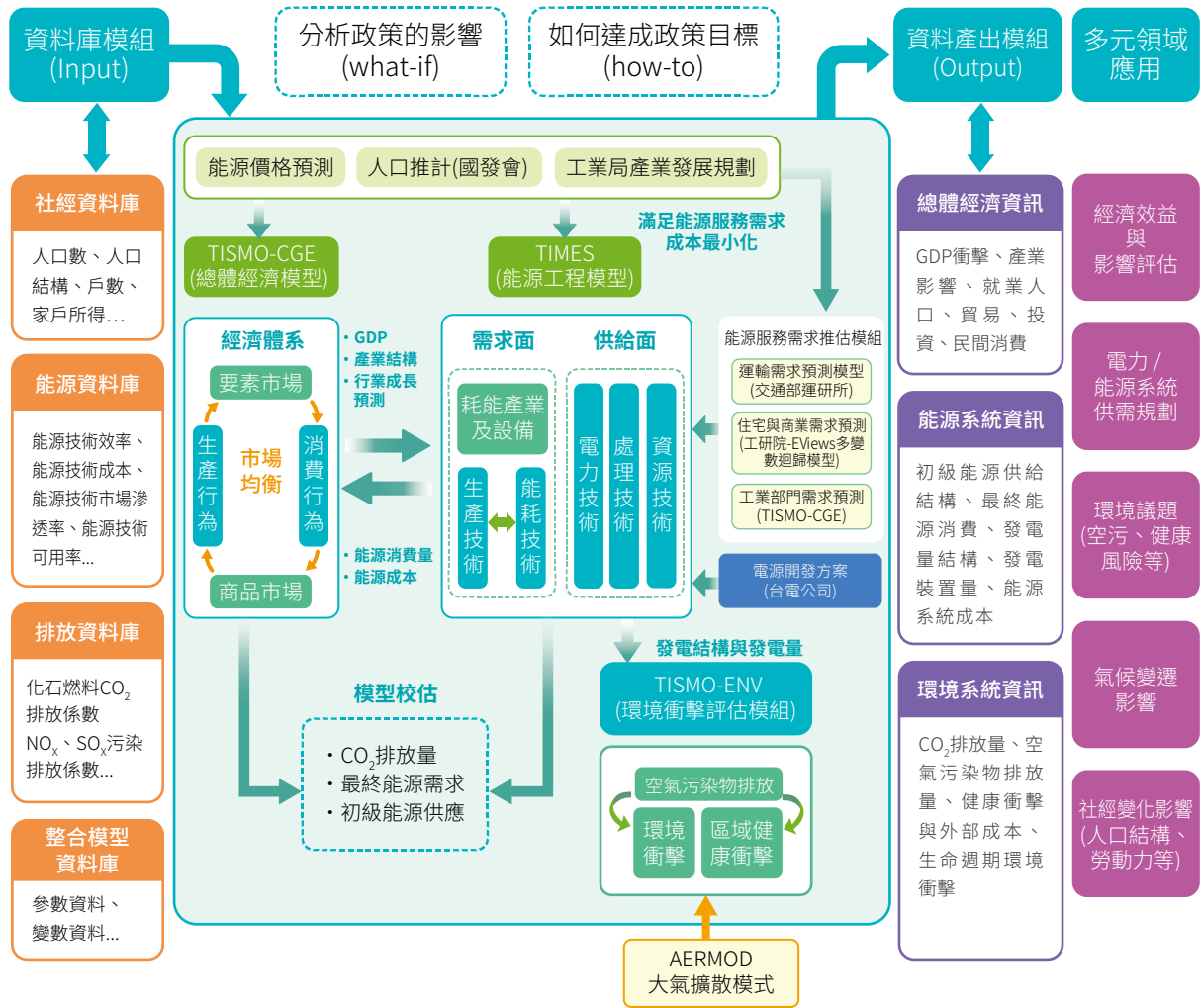


圖 4.3.2-1 TISMO 整合模型架構

資料來源：經濟部能源局能源知識庫。

二、非燃料燃燒溫室氣體排放

(一) 工業部門

工業部門非燃料燃燒溫室氣體排放量預測是依據行業別生產特性分別進行估算，各行業推估方法說明如下：

1. 資訊電子工業

(1) 依據「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」電子業者申盤查清冊申報資料、國發會產業成長預估、業者投資規劃等推估。

(2) 考量既設廠氟氣體削減量由現況 83% 逐步提升至 90%，未來新設廠總削減量一律達 90% 之情形下預估。

2. 鋼鐵基本工業、非鐵金屬基本工業、化學材料製造業、水泥及水泥製品業及玻璃及玻璃製品製造業：

參考歷史趨勢、國家發展委員會產業成長預估、及產業政策目標等，透過經濟計量模型進行推估。

3. 破壞臭氧層物質之替代品使用：

依據 2013 至 2015 年均成長率 2.8% 推估。

(二) 農業部門

農業部門溫室氣體排放推估方法主要採用中央研究院永續科學中心及澳洲農業與資源經濟局 (Australian Bureau of Agriculture and Resource Economics and Sciences, ABARES) 共同研發之模型，以可計算一般均衡 (Computable General Equilibrium, CGE) 為基礎建立之臺灣經濟與環境一般

均衡模型 (General Equilibrium Model for Taiwanese Economy and Environment, GEMTEE)，由上至下 (top-down) 進行溫室氣體排放的趨勢推估，再以臺灣農業部門模型 (Taiwan Agricultural Sectoral Model, TASM) 與臺灣漁業部門模型 (Taiwan Fishery Sectoral Model, TFSM) 進行下至上 (bottom-up) 細部校準，並考慮未來社經發展趨勢、能源價格成長情況等參數，過程中並召開專家座談會蒐集專家之實務經驗與意見，進行細部修正，模組如圖 4.3.2-2 及圖 4.3.2-3 所示。

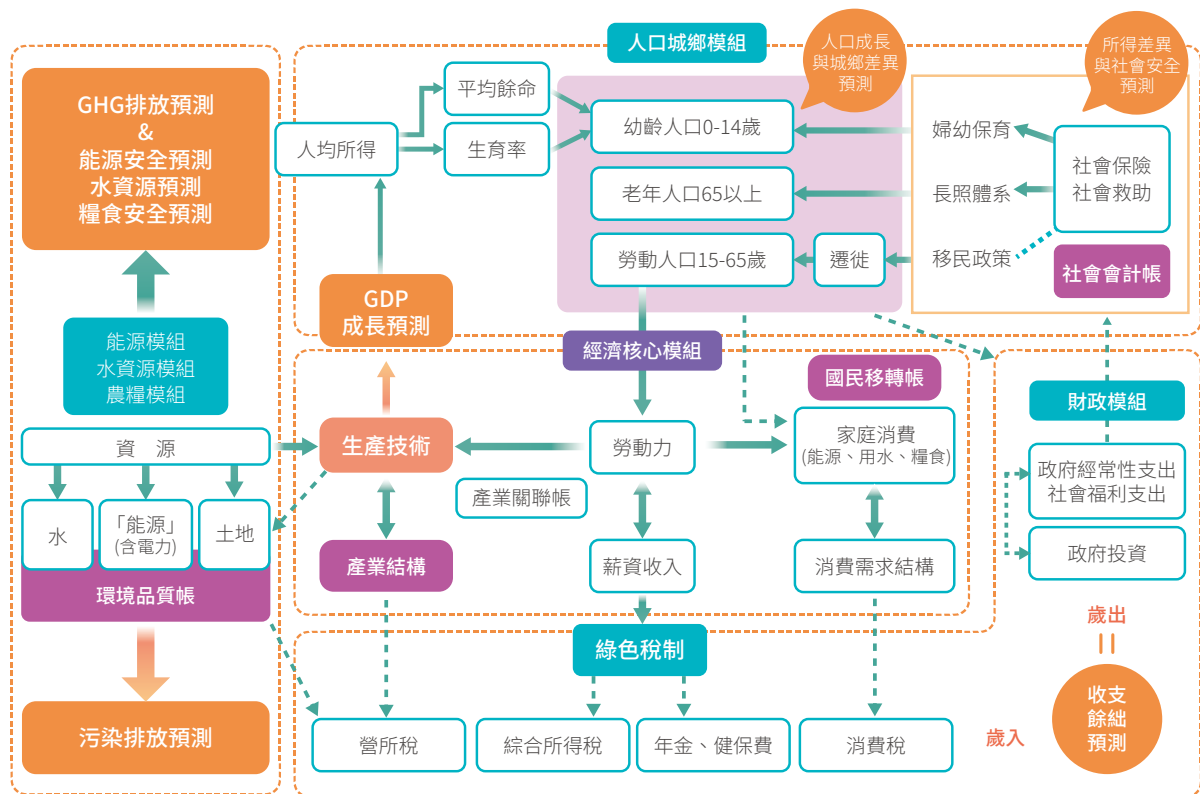


圖 4.3.2-2 農業部門 GEMTEE 政策分析模組

資料來源：行政院農業委員會，「我國農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放趨勢推估」，2017 年。

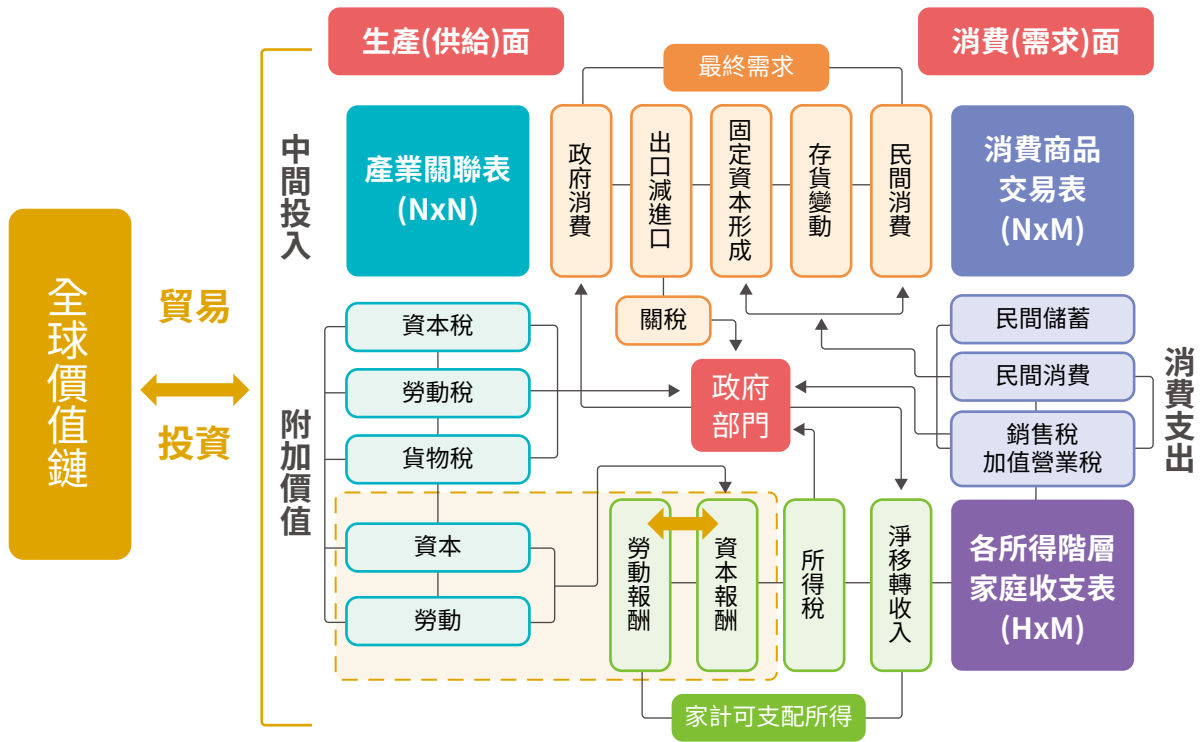


圖 4.3.2-3 農業部門 GEMTEE 資料庫架構

資料來源：行政院農業委員會，「我國農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放趨勢推估」，2017年。

(三) 環境部門

環境部門溫室氣體排放源包括掩埋、堆肥、焚化及污廢水，前三項排放源主要受到廢棄物處理政策影響，而第四項則人口及經濟活動直接相關。為計算環境部門溫室氣體排放量，推估原則方面，若有明顯變化趨勢者，以歷年活動數據趨勢推估；無明顯變化趨勢者，採用近年變動幅度趨緩年份之活動數據平均值；並考量未來環保政策對活動數據變動之影響，引用最近一年的排放係數進行推估。

依據上述原則，各類排放源排放推估方法如下：

1. 掩埋處理排放：

衛生掩埋量採 2006~2015 年掩埋

量以乘幕類型函數式推估，甲烷回收量採用 2007~2015 年甲烷回收量以指數類型函數式推估，一般掩埋量則按 2008~2015 近 8 年平均掩埋量推估。

2. 生活污水排放：

污水處理率採用 2017~2020 年內政部營建署推估值，人口數採用人口中推估值，全國污水廠年處理量以 2009~2015 年處理量線性函數推估，每人日蛋白質供給量則採 2004~2015 近 12 年平均值推估。

3. 堆肥：

採 2011~2015 年近 5 年趨勢線推估。

4. 焚化：

採 2011~2015 年近 5 年平均值推估。

5. 事業廢水：

去除化學需氧量 (Chemical Oxygen Demand, COD) 採 2007~2015 年近 9 年平均值推估，總氮 (Total Nitrogen, TN) 排放量採 2013~2015 年近 3 年平均值推估。

(四) 林業部門

1. 碳匯趨勢推估方法

森林碳匯主要為「林地維持林地」及「其他土地轉變為林地」之總和，「林地維持林地」碳吸存量佔總森林碳吸存量的 9 成以上，過去 20 年因「區域計畫法」、「森林法」及禁伐天然林等法規與政策執行下，歷年森林碳匯量大致呈現穩定狀態。假設未來造林政策無重大變革，以森林資源調查各林型面積近 10 年平均值做為未來推估基礎數值，竹木伐採、森林火災、盜伐及濫墾等造成碳匯損失量則採用近 3 年平均值做為未來推估基礎數值；「其他土地轉變為林地」項目，則為歷年造林成果，且期滿 20 年後計入林地維持林地的面積。

2. 碳匯推估情境設定

碳匯主要來自「林地維持林地」，且受政策影響，在設定未來政策持續不變下，碳匯變動主要來自崩塌之碳匯損失，因此以「不考量崩塌」及「考量崩塌」之情況分為「高案」及「低案」推估情境進行森林碳匯趨勢推估。

(1) 情境一「高案」：此情境為假定政府能對全臺易崩塌地區採取防範措施，使

未來林地不發生任何崩塌的理想情況，因此情境一假設未來林地不會發生崩塌，且「林地維持林地」的各林型面積為近 10 年平均值。

(2) 情境二「低案」：「林地維持林地」每年考量崩塌情況，各林型崩塌面積假設為近 3 年平均值，且 10 年後植被回復。

參考文獻

1. 行政院環境保護署，「第一期溫室氣體階段管制目標」，2018 年 https://ghgrule.epa.gov.tw/greenhouse_control/greenhouse_control_page/36
2. 行政院環境保護署，「2020 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2020 年 https://unfccc.saveoursky.org.tw/nir/tw_nir_2020.php
3. 行政院環境保護署，「第二期溫室氣體階段管制目標（草案）簡報」，2020 年
4. 行政院農業委員會，「我國農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放趨勢推估」，2017 年
5. 國家發展委員會，「中華民國人口推估（2018 至 2065 年）」，2018 年 <https://pop-proj.ndc.gov.tw/download.aspx?uid=70&pid=70>
6. 經濟部能源局，「第二期階段管制目標公聽會能源部門簡報」，2020 年
7. 經濟部能源局，「2019 年燃料燃燒 CO₂ 排放統計」，2020 年
8. 經濟部能源局「能源知識庫」 https://km.twenergy.org.tw/energy/operating_more?id=8

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。

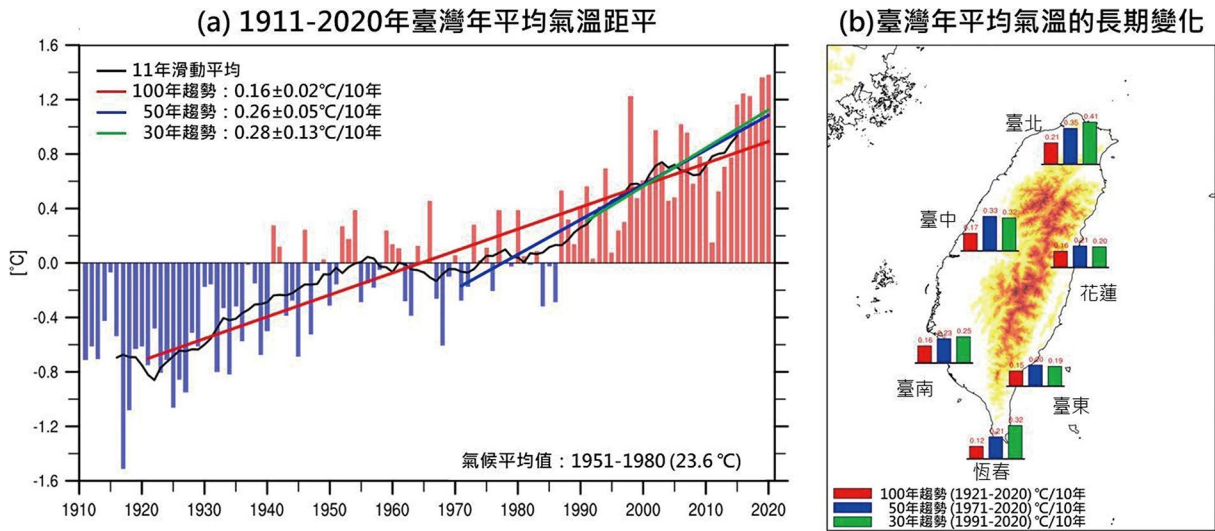


圖 5.1.1-1、臺灣 1911 至 2020 年溫度觀測趨勢

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。

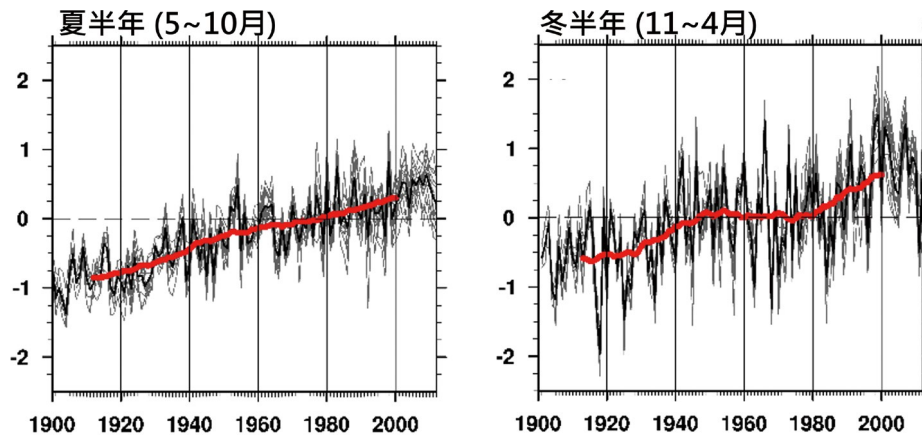


圖 5.1.1-2、臺灣 1911 至 2017 年溫度觀測趨勢

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。

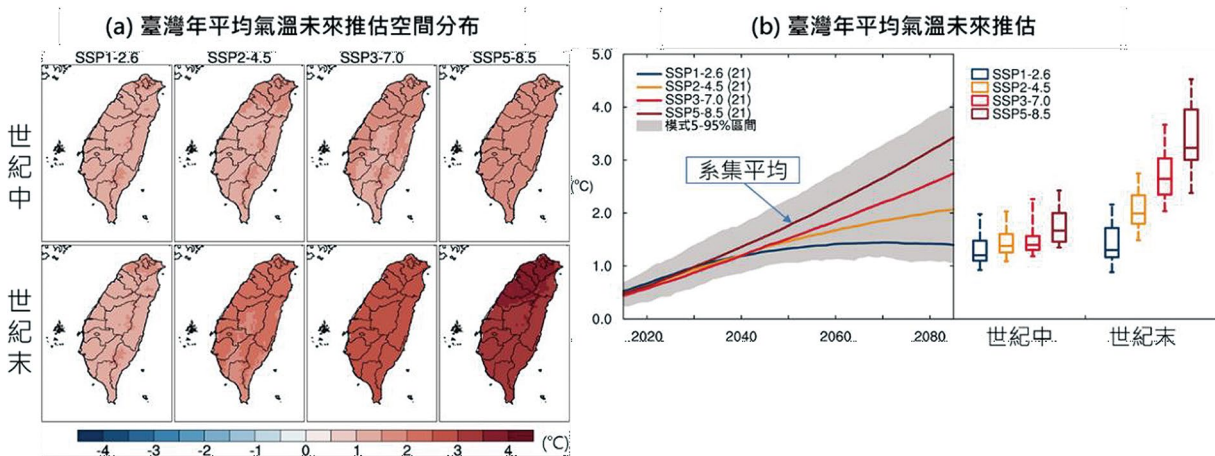


圖 5.1.1-3、臺灣未來氣溫模式推估趨勢分布圖

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

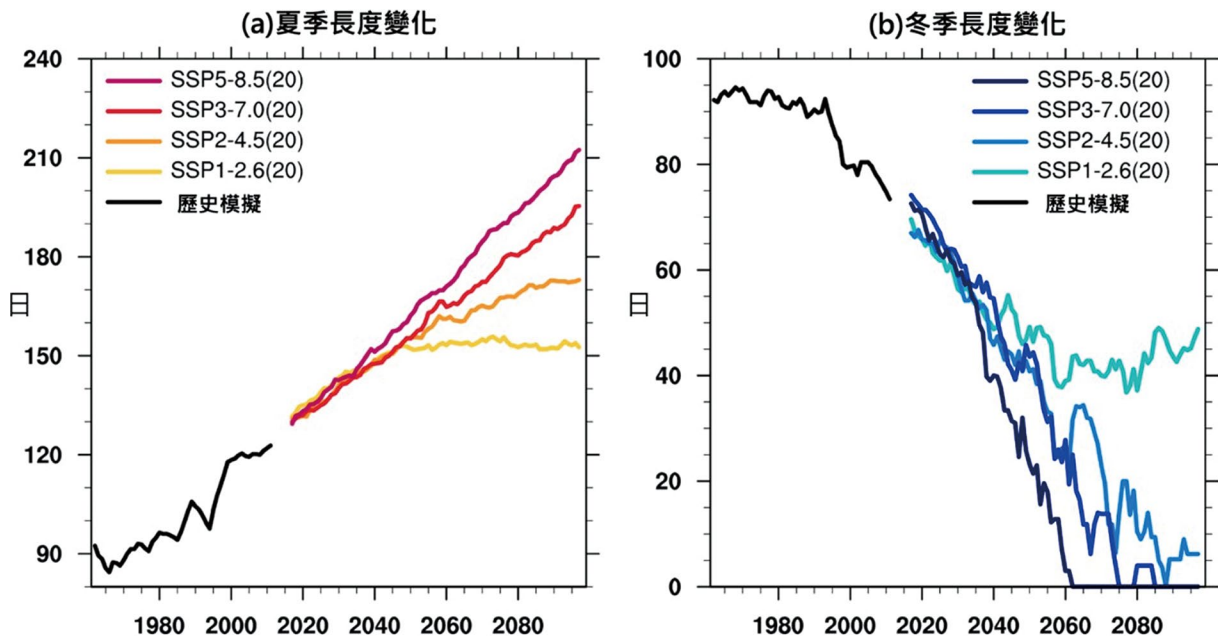


圖 5.1.1-4、臺灣未來季節長度趨勢推估

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）。

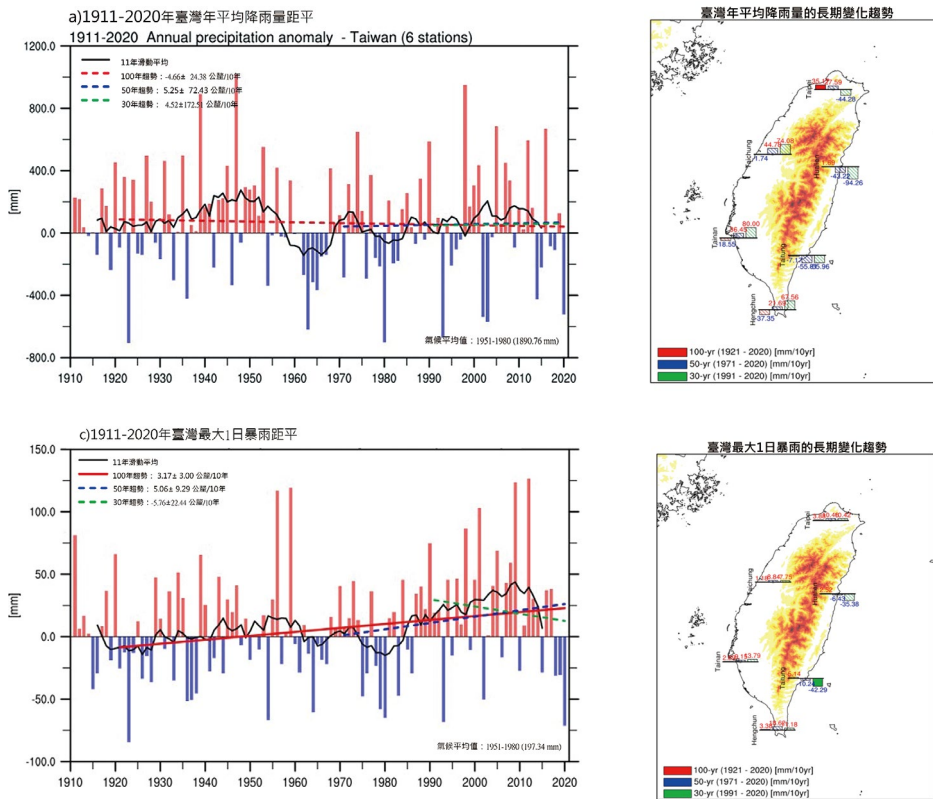


圖 5.1.3-1、臺灣 1911 年至 2020 年降雨量觀測趨勢

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。

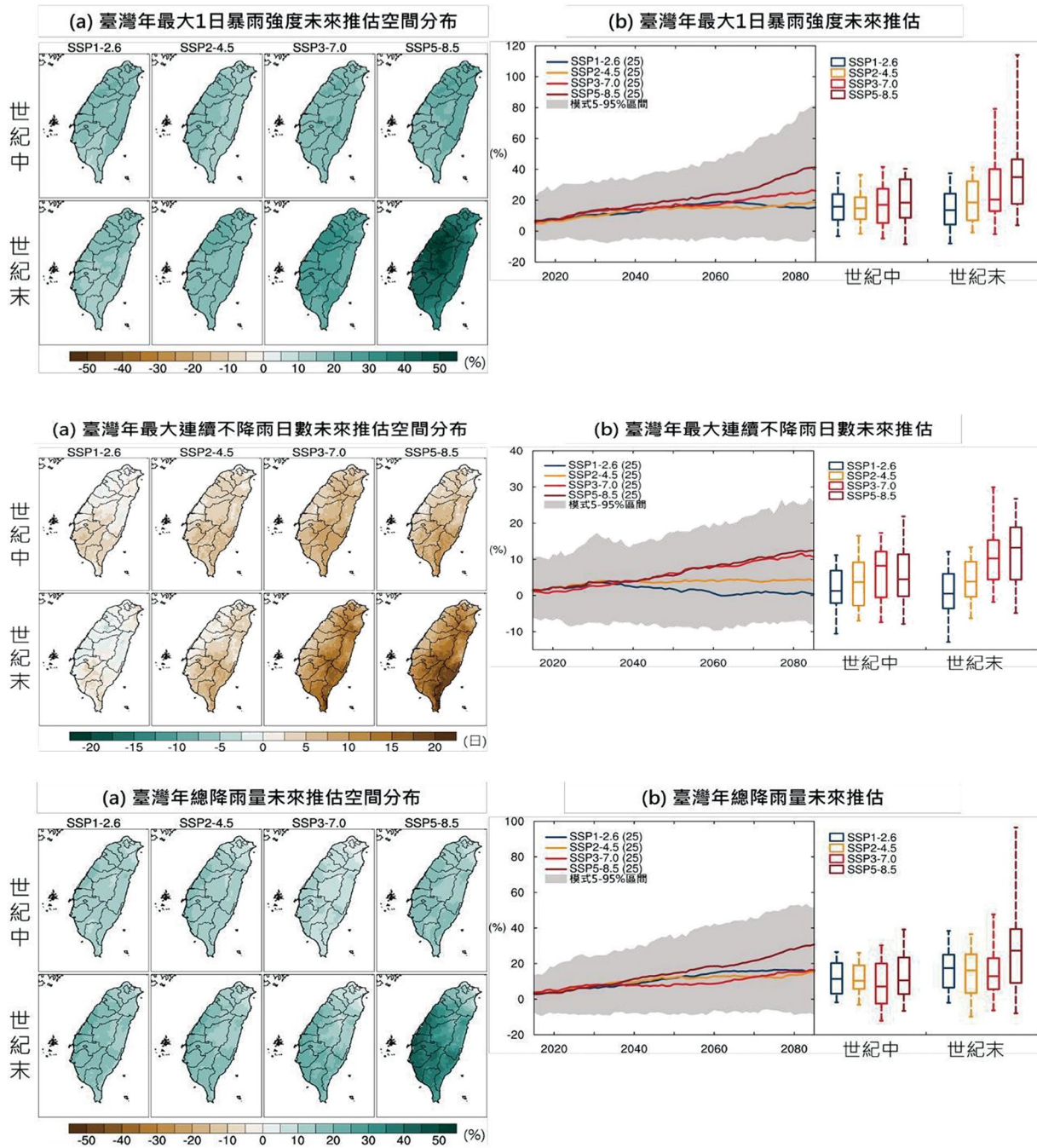


圖 5.1.3-2、臺灣未來降雨變化趨勢推估

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%。

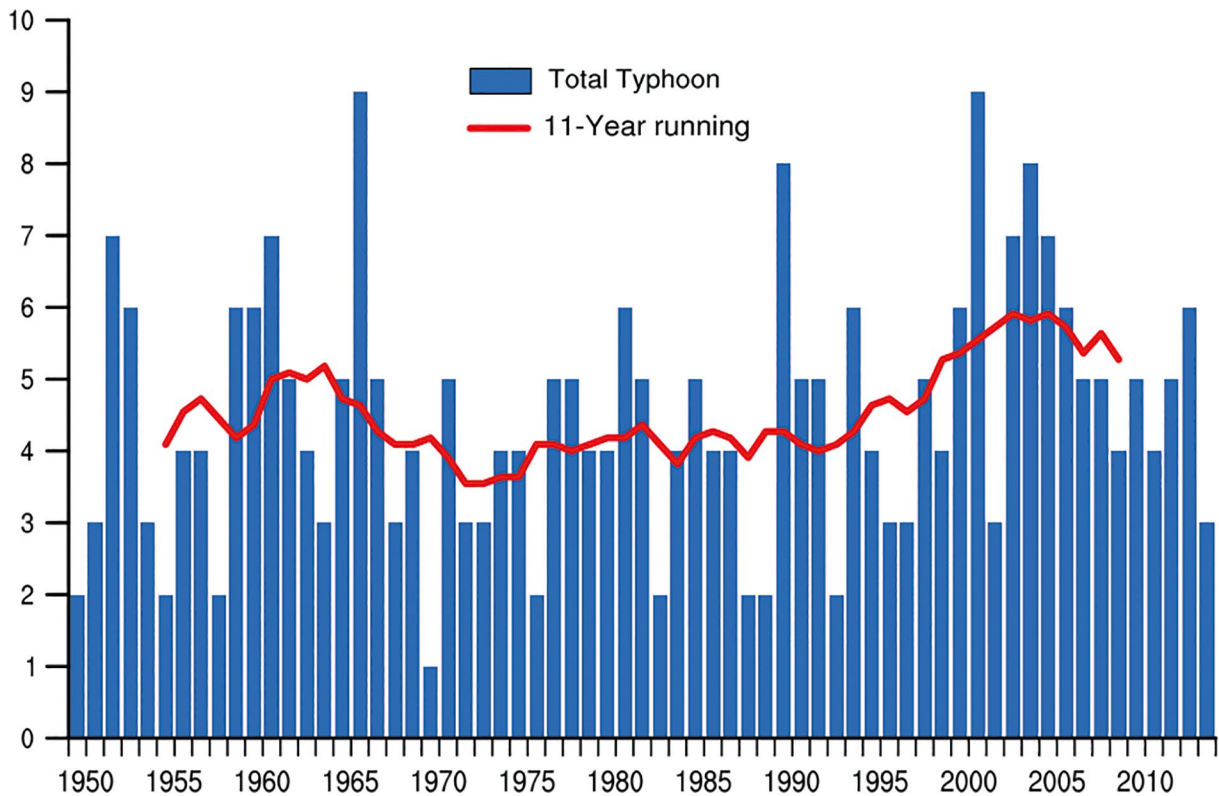


圖 5.1.4-1、臺灣 1950 年至 2014 年颱風數量

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。

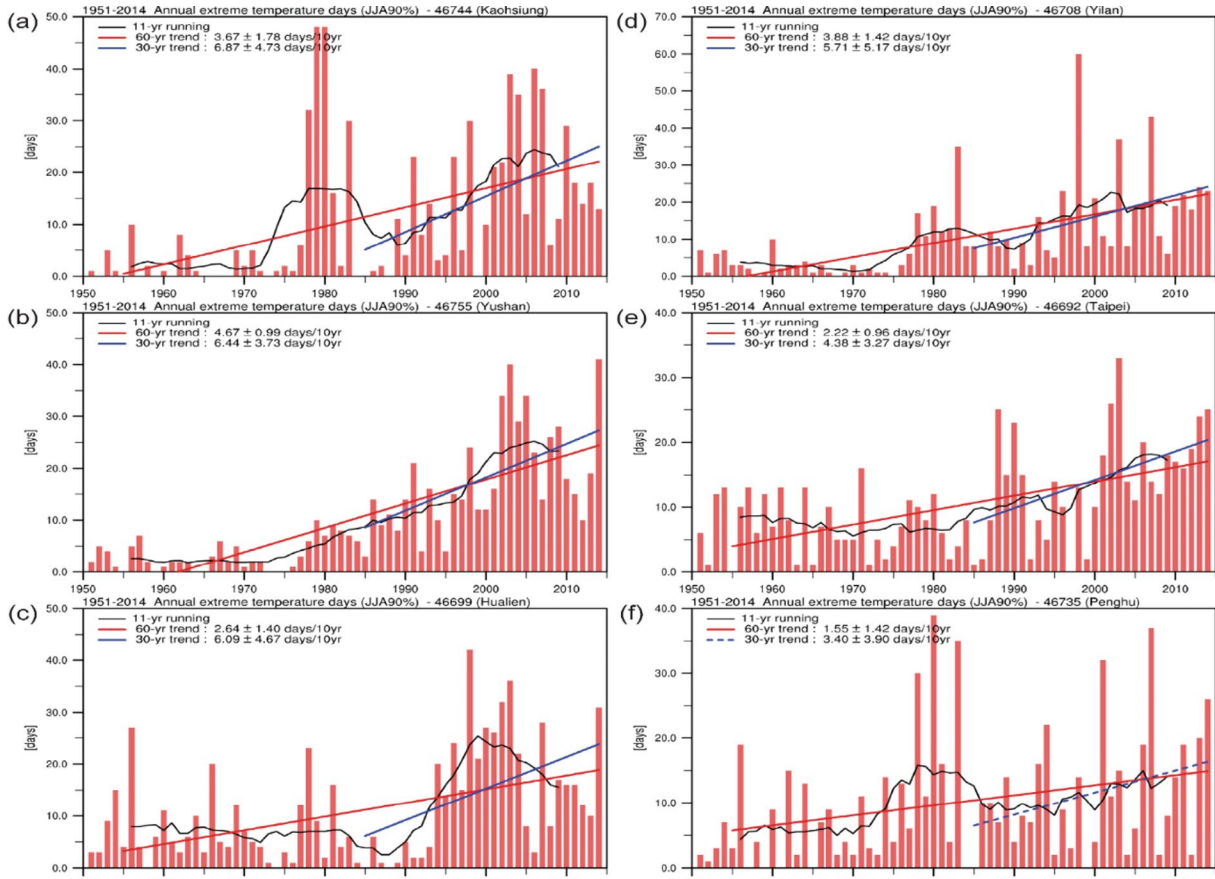


圖 5.1.4-2、臺灣 1951 年至 2014 年極端高溫天數

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。

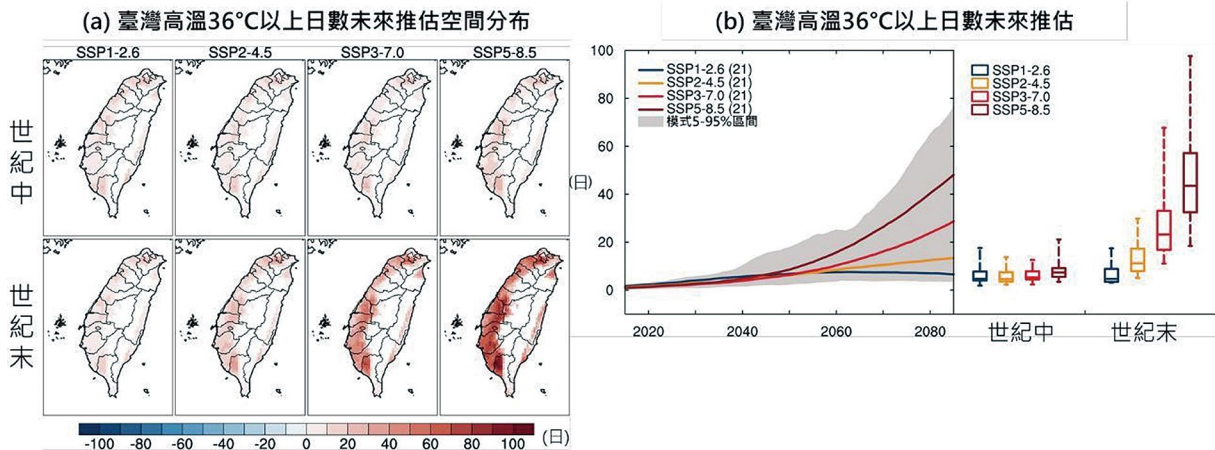


圖 5.1.4-3、臺灣未來極端高溫趨勢推估

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。

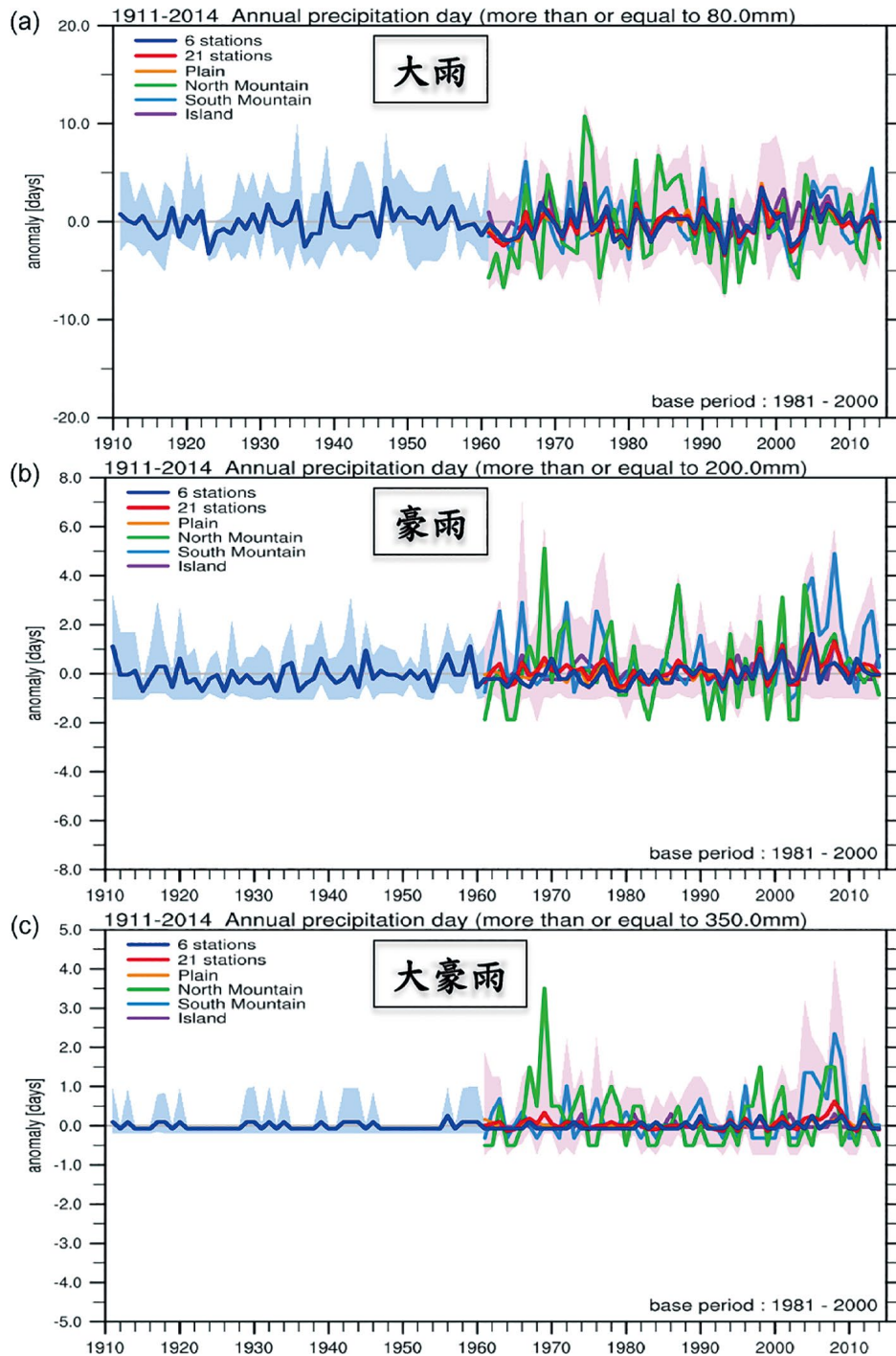


圖 5.1.4-4、臺灣 1910 年至 2013 年大雨、豪雨及大豪雨天數

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、豪雨及大豪雨天數減去基期（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

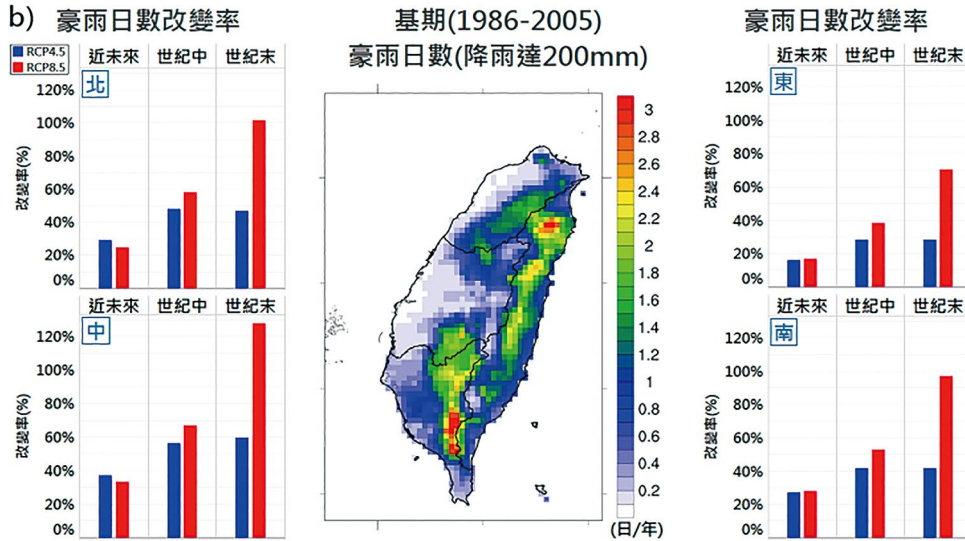


圖 5.1.4-5、我國 1999 年及 2099 年豪雨天數

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。

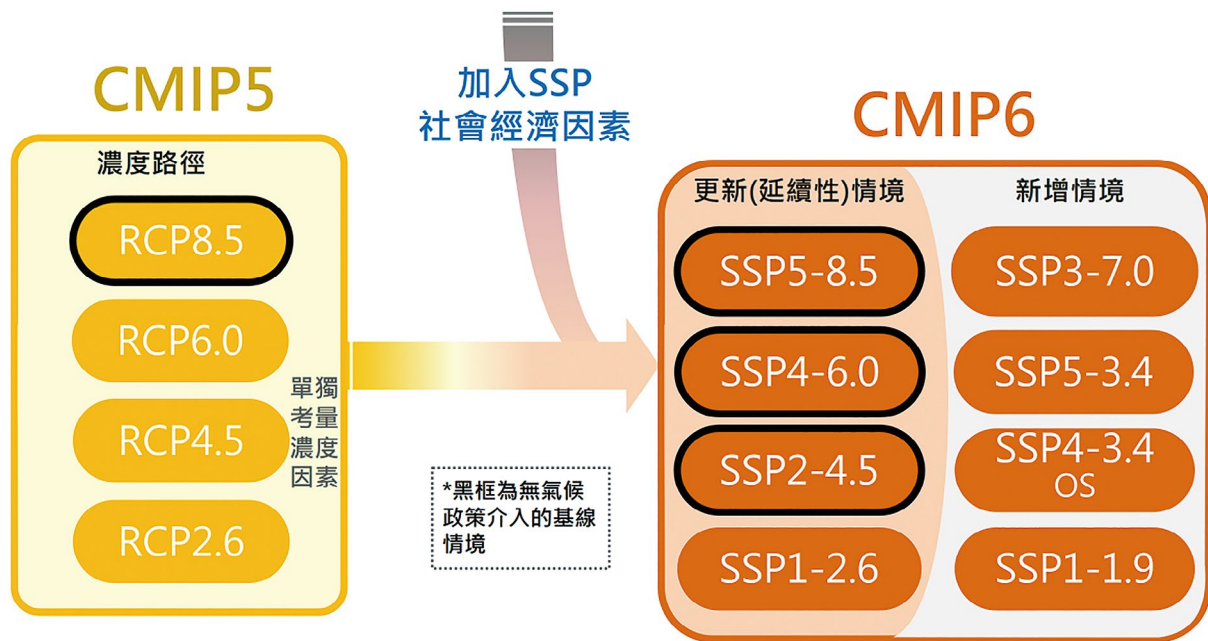


圖 5.1.5-1、CMIP6 暖化情境說明

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

氣候變遷對農作物、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

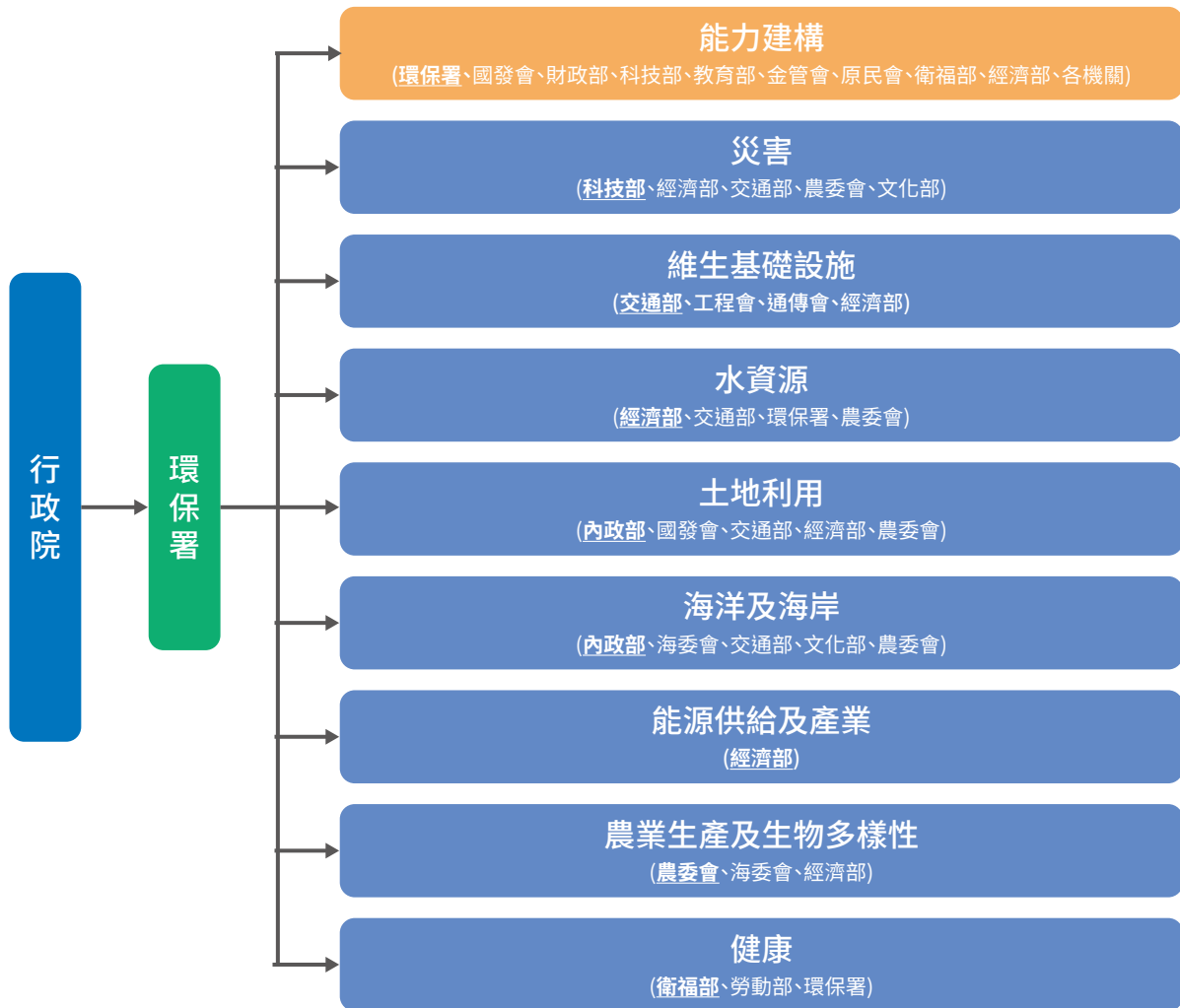


圖 5.3.1-1 國家氣候變遷調適政策綱領之部會分工架構

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.

第六章

氣候變遷科學研究及觀測

6.1 氣候變遷科學研究

6.2 氣候變遷氣象觀測

第六章 氣候變遷科學研究及觀測

為實現「巴黎協定」的目標，世界各國需要共同推動全球溫室氣體減量及調適技術的創新和應用，並建立穩定的氣象觀測系統及準確的氣象預測模型，以掌握氣候變遷可能的衝擊影響。我國在氣候變遷科學的研究及觀測方面投入資源，並透過國際合作與全球共享研究及觀測成果。

本章第一部分介紹我國推動氣候變遷研究之策略、投入項目及研究成果整合與應用；第二部分介紹我國氣象觀測現況，包含氣象、海象及水文系統等，以及氣象資料於氣候變遷之應用能力。

6.1 氣候變遷科學研究

我國科學研究發展以科技部為中央主管機關，協助統籌及擘劃國家整體科技發展之布局，包含氣候變遷科學研究。此外，科技部亦推動跨領域整合研究計畫，建構我國進行氣候模擬、推估及詮釋所需的關鍵能力，並參與執行其他部會之氣候變遷相關政策。本節首先說明我國政府在整體氣候變遷科學研究上的推動及管理機制，並且以「氣候變遷基礎研究」、「跨領域整合研究」及「科技部參與執行氣候變遷相關政策」三大面向，說明我國氣候變遷科學研究之主要措施及成果。

6.1.1 氣候變遷科學研究之推動及管理機制

依據「科學技術基本法」規定，行政院每4年召開「全國科學技術會議」，作為全國統籌科學與技術政策之重要平台，會後發布「國家科學技術發展計畫」，作為全國各部門推動科學與技術政策的主要依據，由科技部管理及評估「國家科學技術發展計畫」之執行狀況，每年向行政院報告執行成果。

我國自2000年第六次「全國科學技術會議」，開始將氣候變遷議題納入科技發展政策。最新一期「國家科學技術發展計畫」（110年至113年）中，以「創新智慧、包容低碳、健康、永續」為主軸，提出四大目標、15項子目標與44項策略。其中，與因應氣候變遷直接相關的科學與技術發展之方向如下：

- 完善調適精進災害預警：提升氣候變遷韌性與科研服務量能。
- 多元布局前瞻綠能科技：加強綠能技術之發展。

為協助各部會推行上述之願景，科技部依「國家科學技術發展計畫」提出「科技發展策略藍圖」，作為行動方案。最新一期「科技發展策略藍圖」，以當前國家社會面臨之挑戰為主軸，訂定2019年至2022年期間之「5大重要議題」、「20項因應策略」，以及未來之「科學探索與科技布局」，如圖6.1.1-1所示。

在此藍圖中，與因應氣候變遷直接相關的議題為「能資源與環境」，主軸為建構綠色低碳環境及強化抗災減災能力，因應策略如下：

- 環境品質：布建環境感測網，厚實稽查量能；強化溫室氣體減量誘因，提高產業參與意願；強化循環技術，擴大示範園區效益。
- 能源供需：落實節能減碳，提高能源效益；導入創新模式，促進能源開發；強化智慧電網，穩定供電品質。
- 災害風險管理：建立跨界風險治理架構，優化災害風險控管；有效蒐集利用災害相關情資數據，強化災害預警能量，培育相關產業。

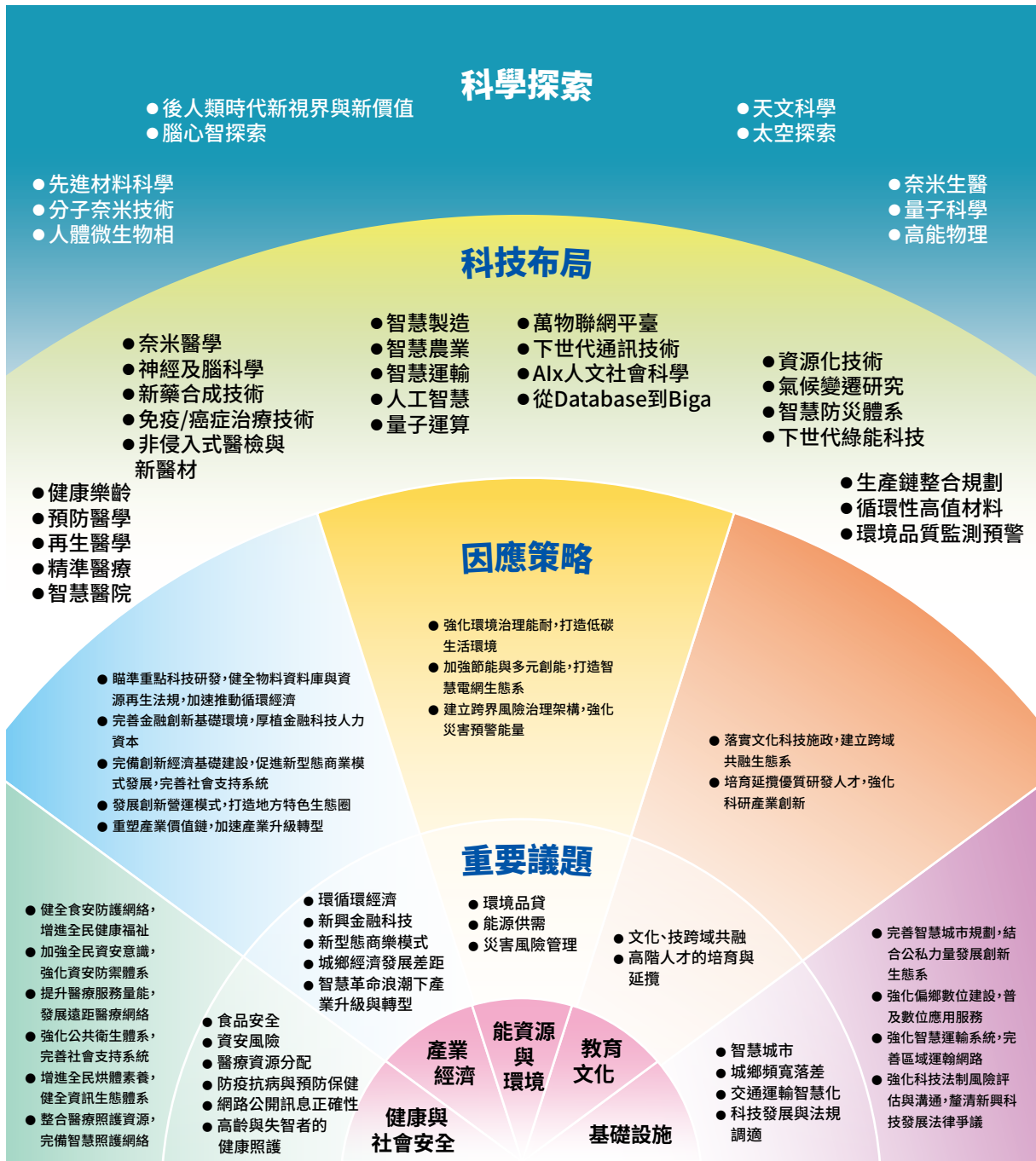


圖 6.1.1-1 臺灣最新一期「科技發展策略藍圖」

資料來源：科技發展策略藍圖（2020年至2022年）。

在未來「科學探索與科技布局」部分以「智慧、健康、永續、科學探索」為主軸，其中與因應氣候變遷直接相關的科學與技術發展布局重點如下：

一、促進能資源利用

(一) 循環性高值材料：

開發可循環高價值材料，以及循環製程所需之關鍵材料技術。

(二) 資源化技術：

開發新技術，使有機、無機及電子廢棄物能循環利用，降低天然資源用量。

(三) 生產鏈整合規劃：

師法自然生態系統，推動產業共生與資源整合，使工廠廢棄物及熱能被鄰近單位利用。輔導業者自廢棄物管理轉型至資源再生與循環經濟。

二、開發高效低碳能源

(一) 替代能源：

開發高性價比太陽能電池及模組技術、離岸風機工程能力、生質能源等。

(二) 智慧電網：

因應再生能源間歇性特質，透過資通訊與自動化技術調控電力配送，提高供電品質及穩定性。

(三) 能源儲存技術：

開發能源儲存及系統整合技術，為電力系統提供緩衝，並供電動車等載具使用。

(四) 先進節能技術：

從需求端降低能源消耗，並提升工業產品國際競爭力。

三、打造防災減污韌性家園

(一) 智慧防災體系：

建立智慧化、自動化監測及預警系統，使政府及民衆可及早預防災害。

(二) 環境品質監測：

結合國際防災技術及臺灣資訊系統，發展能因應本國複雜地形的災害監測預測系統。

(三) 氣候變遷研究：

結合本土資訊與全球氣候模式變化，建置本土氣候模擬系統，作為擬訂氣候變遷調適策略基礎。

6.1.2 氣候變遷科學研究之主要措施及成果

一、氣候變遷基礎研究

全球氣候變遷為各國科技研究發展重要項目之一，其中區域氣候變遷趨勢推估與衝擊為主要基礎研發方向。

關於臺灣本地氣候變遷模擬模式相關研究，科技部於 2011 年即開始推動臺灣氣候模擬系統的自主發展，補助中央研究院與相關大學院校氣候學者組成之「台灣氣候模擬系統發展團隊」建置了臺灣地球系統模式 (Taiwan Earth System Model, TaiESM, 100 公里解析度) 與高解析度 (25/50 公里) 全球大氣模式 (HiRAM)，結合極高空間解析度 (3 – 5 公里) 的區域模式 (WRF)，完成一組由全球至區域的模式群組，來研判全球氣候變遷對東亞氣候與季風，以及台灣極端天氣 (如颱風、豪雨、乾旱等) 的可能衝擊。

近年便在前述科研基礎上及科技部基礎研究經費挹注下，中央研究院進一步推動「人

為氣候變遷：剖析、能力精進與CMIP6 參與」，並以臺灣名義參加世界氣候研究計劃 (World Climate Research Programme) 支持的第六期耦合模式比對計畫（提供跨政府氣候變遷專門委員會第六份氣候評估報告的科學依據，又稱CMIP6），計畫目標為探究未來全球暖化對全球、東亞天氣氣候系統以及臺灣的潛在衝擊。以所建置的臺灣地球系統模式進行氣候變遷模擬與推估，提供本土產製的資訊；這是臺灣首次對國際研究社群提供全球氣候變遷推估資訊，也證明臺灣的科研實力。

此由臺灣地球系統模式所產製的氣候變遷模擬與推估資訊，提升對CMIP6 推估的特定氣候變遷訊息的可信度且更使其容易被理解；經過多項現代氣候指標評估，臺灣地球系統模式在全球37個模式中排名第8，與日本氣象廳氣象研究所模式不相上下，比亞洲（如韓國、中國）其他模式表現優異。本計畫同時完成辨識與確認主宰未來氣候變遷的氣候動力機制，提升臺灣氣候模擬能力與能量至具競爭力的國際水準，也強化臺灣氣候變遷研究的凝聚力。

基於前述氣候模擬模式研究能量的積累，由國家災害防救科技中心協同相關大專院校與部會推動之科技部「台灣氣候變遷推估資訊與調適資訊平台」一直密切與中央研究院合作，利用HIRAM與WRF進行了一系列從全球到台灣城鄉尺度的氣候變遷模擬，推估在全球暖化影響下，侵臺颱風、豪雨、午後雷陣雨、乾旱、熱浪等高衝擊天氣現象的未來變遷趨勢。這些資訊可用來評估氣候變遷對臺灣自然災害、水資源、生態環境、公共衛生、農林漁牧、社會、經濟與人民福祉的衝擊，並據之規畫調適策略。

科技部長期深耕基礎研究，全方位的補助優質學術團隊進行科學突破，追求學術卓越且

鼓勵計畫間彼此的資料分享、合作，並據此強化與國際的鏈結。

二、跨領域整合研究

科技部自2017年整合先前推動之氣候變遷科研計畫：「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」(Taiwan Climate Change Projection and Information Platform, TCCIP0，計畫全程自2017年3月1日至2022年7月31日，投入新階段的臺灣氣候科學服務，是我國最主要的氣候資訊服務平台，整合氣候情境、風險資訊、調適工具之氣候服務，陸續上架經測試與評估的氣候資料，提供政府、產業、研究機構或民眾落實科研應用。

目前平台建置與服務邁入第3階段，主要目標為強化風險評估與調適工具，以支援政府推動「國家因應氣候變遷行動綱領」。平台目前由科技部國家災害防救科技中心統籌運作協調，所提供之資訊服務已初具規模。

TCCIP已彙整15億筆氣候變遷數據資料及10萬張圖片，將臺灣氣候變遷數據資料均一化、網格化，將數據時間及空間解析度提高。在國內氣候資料部分，已彙整我國1897至2020年的氣象觀測資料，國際氣象資料之尺度原為250公里，經整合及轉換為適用我國評估需求之5公里尺度，對於我國氣候變遷衝擊與調適等相關科學研究與應用，以及未來國家調適政策研擬有很大的助益。

目前該平台已開放使用者自行下載網格化5公里之觀測資料及經過降尺度的氣候變遷推估資料，如政府或研究單位有特殊需求亦可與該平台洽詢。在氣候資訊之應用方面，建置19支氣候變遷資訊API服務，供各單位自行利用；2018年度建立「調適百寶箱」(Adaptation Resource Kit, ARK)知識體系，綜整分析國內外調適框架、蒐集大量國內外調適

案例（分為農業、漁業、水資源、淹水、坡地、海岸與公衛等 7 大領域）、與利害關係人保持密切溝通，並定期與各界專家學者透過座談檢視發展方向。ARK 亦結合氣候變遷危害與衝擊指標圖資、國內外調適計畫研擬流程，以及 SOBEK 淹水模組等工具。SOBEK 將推估結果、政策措施與地理資訊疊合，作為調適政策制定之參考。

透過氣候變遷知識轉譯，推廣平台服務，跨大使用人數，並提升社會大眾對於氣候變遷與調適的認知與因應知識，例如摘譯或編譯國際上氣候變遷重要科研與技術報告；定期發送電子報，對外提供氣候變遷封面故事、TCCIP 最新消息、氣候變遷新聞等，截至 2021 年 9 月，訂閱電子報人數近 1,500 人；出版專書、技術報告與資料說明文件等，作為理解與應用氣候變遷資料之參考。

此外，TCCIP 也受邀參與英國調適研究聯盟 (Adaptation Research Alliance, ARA) 籌備決策委員會，同時也積極參與歐盟跨國整合計畫 -- 調適知識交流平台計畫 KE4CAP (Knowledge Exchange between Climate Adaptation Knowledge Platforms)；與日本統合計畫 (TOUGOU) 及德國氣候服務中心 (GERICS) 交流資料提供、資料應用經驗與相關技術。

三、科技部參與執行氣候變遷相關政策

(一) 能源國家型科技計畫

「能源國家型科技計畫」為我國推動能源科技發展之指導框架，最新一期（2014 年至 2018 年）計畫整合科技部、經濟部能源局、經濟部工業局、經濟部標檢局、經濟部技術處、經濟部中央地質調查所、行政院原子能委員會核能研究所及交通部運輸研究所等既有之能源相關研究計畫資源，重點成果如下：

1. 節能：

強調由關鍵零組件開發深化至系統整合型的節能系統研發與服務，首重產業界之需求，自住商節能、工業節能、運輸節能、與校園節能四大面向推動節約能源技術。

2. 替代能源：

包含生質能、太陽能、儲能等三個主題計畫，藉由發展及推廣潔淨替代能源來降低對化石能源之使用，另一方面厚植及扶植國內替代能源相關產業，提高再生能源發展規模。

3. 智慧電網：

配合國內智慧電表、再生能源、電動車、電能需求管理推廣。建立智慧電網展示區 (Smart Grid Demo Site) 及虛擬電廠示範場域 (VPP Demo Site)，全面推動智慧電網產業。

4. 離岸風力及海洋能源：

以離岸風力與黑潮電力為基礎，完成海流發電相關技術研發數值分析，此外亦完成海域施工環境及短期預報技術研發，整合運維決策技術，包含海氣象資料、出海預測資料、風場資料、運轉資料監控等，提升在地化離岸風場運維能量。

5. 地熱與天然氣水合物：

目前已發展非火山型地熱系統及火山型地熱系統的研究，近年積極研發有機朗肯雙循環發電系統、地熱儲集層管理與監測技術、結垢抑制技術等技術，同時加強耐酸蝕塗層技術及耐酸蝕管材研發，另外亦開發水下探測設播及加強地熱探測精準度。

6. 減碳淨煤：

研發碳捕獲、封存與再利用 (Carbon Capture, Storage, and Utilization, CCSU) 與新燃燒系統，並推動能源產業減量技術之應用，包括採用低碳燃料、機組效率提升及廢氣回收等。

(二) 前瞻基礎建設計畫

科技部配合國家整體綠能科技產業創新方案，於我國「前瞻基礎建設計畫」中，協助「沙崙智慧綠能科學城」核心區建設開發，並完善周圍基盤配套。其中重點工作科學城低碳智慧環境基礎建置簡述如下：

1. 科學城低碳智慧環境基礎建置：

建置低碳智慧運輸系統、智慧生態園區、自駕車測試場域等相關建設，逐步導入綠能相關基盤系統，並結合大學研究機構、臺灣糖業公司、臺南市政府的會展中心及商業區，吸引國內外大廠及法人團體進駐與合作，以加速推動沙崙智慧綠能科學城發展。

2. 綠能科技聯合研發計畫：

以產學合作研究方式，補助節能、創能、儲能、系統整合 4 大領域計畫。提升科技研發成效與產業發展之互動關係，帶動新興綠能產業發展，引領產業轉型。

6.2 氣候變遷氣象觀測

氣象觀測由於觀測之範圍、項目、目的及方法等之不同，大致可分為地面氣象觀測、高空氣象觀測及特種氣象觀測等 3 類：

1. 地面氣象觀測，係指觀測人員運用目視或安置於地球表面上之氣象儀器，以觀

測接近地面大氣底層之各種氣象要素。在海面船舶上所做之氣象觀測亦屬地面氣象觀測，因其觀測之氣象要素與陸地上所為之觀測大致相同，僅增加若干有關海洋要素之觀測項目。

2. 高空氣象觀測，主要係指以自由飄浮之氣球，攜帶氣象儀器，以觀測高空各高度之氣象要素，如氣壓、溫度、溼度及風等，其高度範圍通常約在 40,000 公尺以下；或僅以自由飄浮之氣球，按其飄浮之軌跡而測定高空各高度之風向及風速。

3. 特種氣象觀測，係指不包括前 2 類之氣象觀測，另以特殊設備或儀器為特殊目的所做之氣象觀測。如閃電觀測、氣象雷達觀測、氣象衛星資料接收處理等。

一、氣象觀測之推動及管理機制

依據「氣象法」規定，我國氣象觀測之主管機關為交通部，由轄下之中央氣象局執行相關業務。交通部氣象局執掌全國氣象業務之規劃、建設、管理及研究發展等工作，其執行的氣象觀測業務包括地面氣象觀測、高空氣象觀測、氣象衛星觀測、氣象雷達觀測，另外也對潮汐、波浪、海溫等進行海象觀測，以及對臭氧、雨水酸鹼度、紫外線指數等大氣特性之物理及化學觀測。

二、臺灣氣象觀測之監測系統

(一) 地面與高空觀測

我國目前設有綜觀氣象站 25 站、高空氣象站 2 站及 3 處觀測站區，另外也設置合作觀測站 12 處及 576 站自動觀測站，以加強區域性豪雨監測，構成完整且密集的雨量及氣象資料蒐集站網，如圖 6.2-1 所示。各站每日定時觀測之氣象要素包含天氣狀況、風向、風

速、雲量、雲狀、雲（底）高、能見度、氣溫、濕度、氣壓、降水、蒸發、日照時數、日輻射量及土壤溫度等項目。其中，自動觀測站主要用於監測雨量、風向風速、氣壓、氣溫及相對

濕度等項目。高空氣象站則著重於監測風向、風速、溫度、濕度及氣壓等項目，每日觀測一次，遇有特殊天氣系統接近或颱風來襲期間，每 6 小時觀測一次。

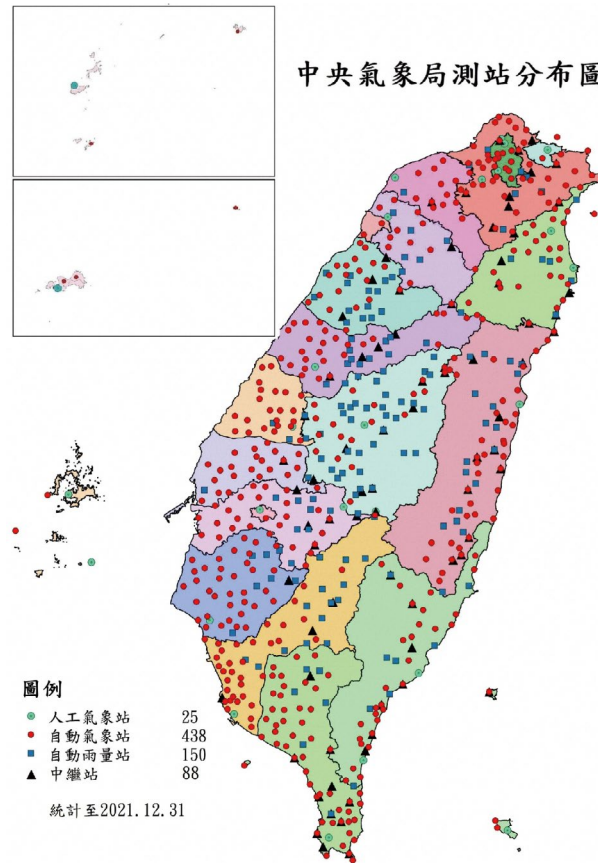


圖 6.2- 1、交通部中央氣象局測站分布圖

資料來源：交通部中央氣象局氣象年報 (2019)

(二) 衛星觀測

交通部中央氣象局定期接收及處理「地球同步氣象衛星」、「繞極氣象衛星」及我國「福爾摩沙衛星」等衛星之氣象資料。目前所產出之衛星基本影像與相關衍生產品達數十種，包括真實色影像、雲量、日夜間霧區、降雨、日射量、地表溫度、海表面溫度、大氣風場、氣膠光學厚度、PM2.5、火點偵測及沙塵暴等天氣與環境監測的應用產品，供該局天氣監測及預報作業，環境及能源部門、相關學術團體、媒體、一般民衆應用，如圖 6.2-2 所示。

「地球同步氣象衛星」地球同步氣象衛星接收來自日本「向日葵 8 號」、中國大陸 FY-2E、FY-2G、FY-2F，以及韓國 COMS 等共 5 顆衛星之資訊，以向日葵 8 號之資訊為主。「繞極氣象衛星」接收來自美國 NOAA 衛星系列、EOS 衛星系列、Suomi NPP、歐盟 Metop A/B/C 等共 9 顆衛星之資訊。

「福爾摩沙衛星五號」及「福爾摩沙衛星七號」為我國進行氣象觀測之衛星，其中「福爾摩沙衛星七號」為臺灣國家實驗研究院

國家太空中心 (National Space Organization, NSPO) 與美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration,

NOAA) 之合作成果，其包含六顆微衛星，可提供在南北緯 50 度間每日約 4,000 筆資料，有助進行低緯度地區之氣象及氣候研究。

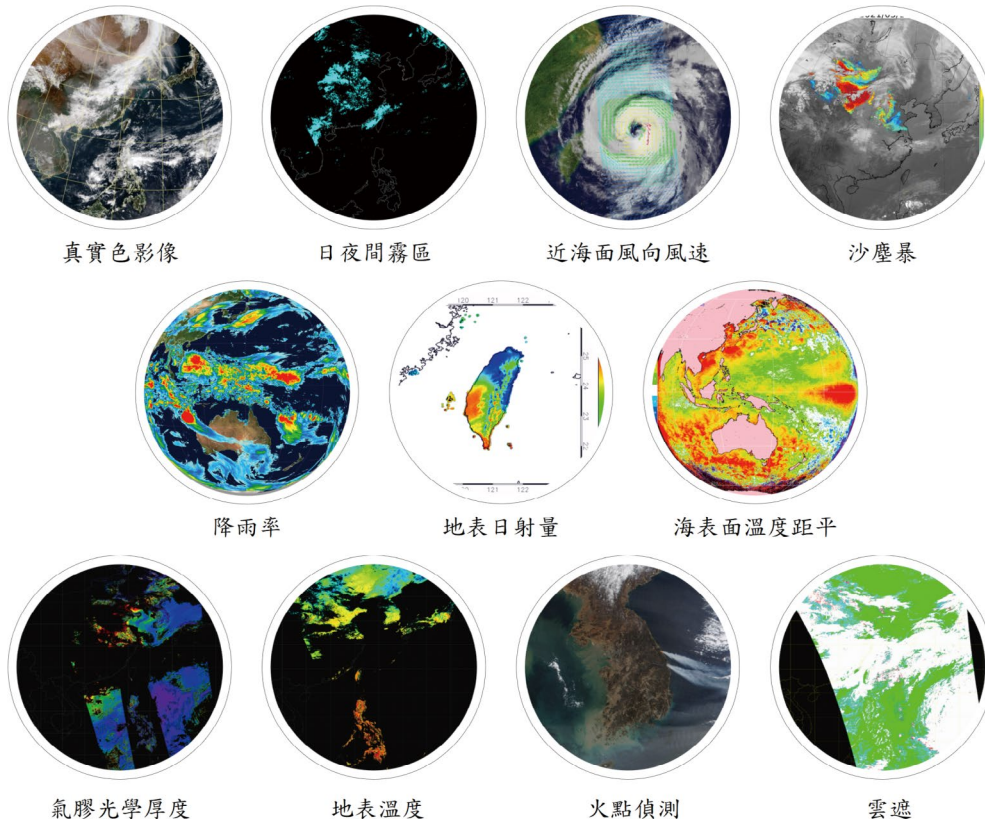


圖 6.2-2、地球同步與繞極軌道衛星所產製各種衛星衍生產品

資料來源：交通部中央氣象局觀測年報 (2019)。

(三) 氣象雷達觀測

我國地形陡峭多變化，為彌補地形死角，目前共設有 11 座氣象雷達站，以提供對於天氣系統更全面的監測，如圖 6.2-3 所示。其中，S 波段之雷達有 3 座都卜勒氣象雷達及 1 座雙偏極化都卜勒氣象雷達；C 波段之雷達均為雙偏極化都卜勒雷達系統，其中包含 3 座自 106 年起，為提供每 2 分鐘掃描一次及 250 公尺空間解析度之觀測資料，由中央氣象局新建置之防災降雨雷達，預計至 112 年止將會再新建 2 座相同類型之雷達。

目前的雷達觀測網觀測範圍涵括我國陸域及其鄰近海域，每日 24 小時持續進行偵測，每 7.5 分鐘完成一次全空域掃描並即時更新，以立即掌握天氣系統動態，分析颱風等劇烈天氣系統之內部結構，並據以研判天氣系統發展狀況，以做為我國航空、防災應變系統及資源管理之重要參考依據。

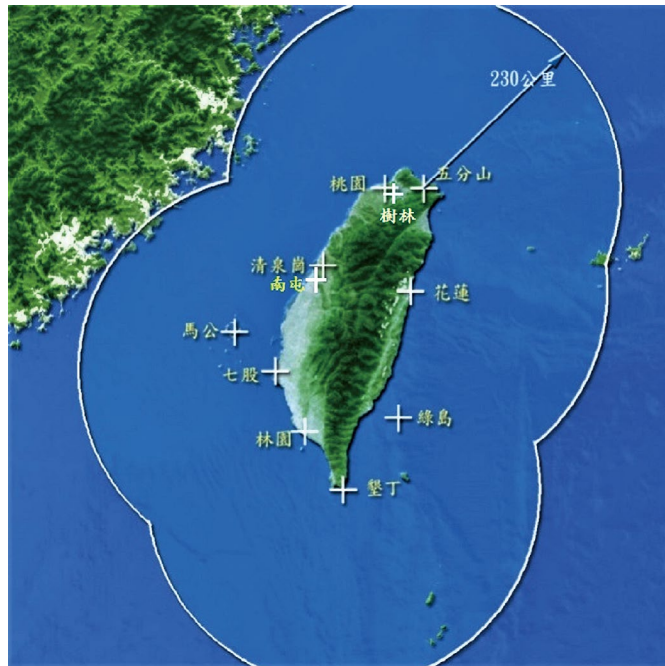


圖 6.2-3、臺灣氣象雷達觀測網

資料來源：交通部中央氣象局氣象年報 (2019)

(四) 海象觀測

海象觀測又分波浪與潮位觀測。波浪觀測部分，主要倚靠資料浮標，目前共設有 21 個浮標站。資料浮標除蒐集浪高、波向、海水表面溫度等海象資料外，亦蒐集海面風向、風速、氣壓、氣溫等氣象資料，可做為颱風期間外海之海、氣象資料蒐集前哨站，提供颱風路徑及其強度預報之重要參考依據，並可監測我國南方海域之海氣象資訊，提升對該海域之海氣象預報能力。

潮位觀測部分，目前交通部中央氣象局設有 27 個潮位站，另與其他政府單位合作設置 40 個潮位站，主要監測潮汐及颱風所引起之風暴潮，其中 22 個潮位站包含觀測取樣頻率以及即時傳輸功能，提供海嘯監測用途，如圖 6.2-4 所示。除作為暴潮溢淹及海岸保護預警使用，也提供長期的水位監測，作為國土測量依據。

三、臺灣氣象觀測之整合應用

(一) 災害性天氣監測與預報作業建置計畫

「災害性天氣監測與預報作業建置計畫」之執行期間為 2010 年至 2015 年，全面強化氣象監測及預報技術，以為未來氣候變遷可能發生的災害預作準備，具體成果包含：

1. 引進國際先進氣象作業技術，提升整體氣象預報作業效能，強化氣象預警之防災功能。
2. 落實過去相關監測與預報技術發展成果至實際作業。
3. 提高對氣候變遷相關議題的專業認知及判斷能力。
4. 強化對災害性天氣的監測與預（警）報作業效能。

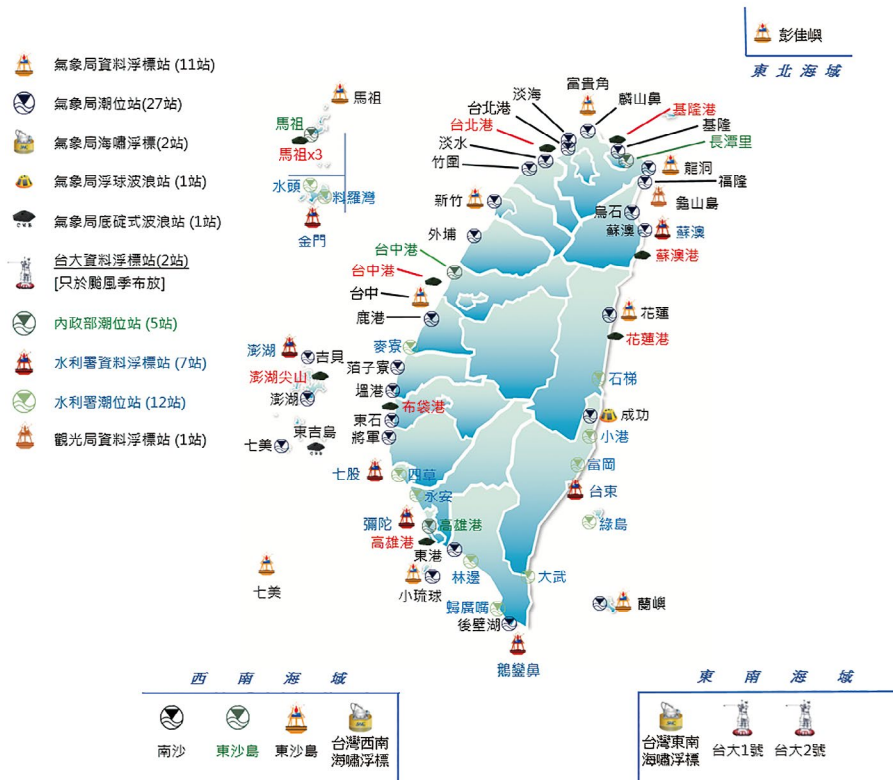


圖 6.2-4、臺灣海象監測網

資料來源：交通部中央氣象局氣象年報 (2019)

5. 提供高時空解析度的多樣化精緻預報資訊。

(二)「氣候變遷應用服務能力發展計畫」

「氣候變遷應用服務能力發展計畫」之執行期間為 2014 年至 2017 年，透過氣象觀測及預報技術，支援政府氣候變遷風險管理及調適政策擬定，具體成果包含：

1. 我國長期氣候資料整集、處理及分析：

目前已盤點 1897 年來所有觀測資料，並優先將 1998 年以降氣象資料完成數位化、網格化。再進一步分析資料庫，以便以推估方式補足觀測欠缺資料部分，並作為未來量化觀測值離群異常程度、偵錯的基礎。

2. 發展我國氣候變遷分析與推估技術：

完成我國梅雨季極端降雨大尺度環流指數的建立；利用 IPCC 所提出之氣候模式，完成四種溫室氣體排放減量情境下的極端降雨趨勢推估；完成東亞及西北太平洋季風與海溫對我國的關係分析分析海洋溫度；並利用「氣候變遷聯盟」以及「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台」所開發之模式完成梅雨變化趨勢推估。

3. 建立氣候資訊應用服務基礎：

推估我國農業、畜牧業、養殖業應用氣象局氣象資訊，避免氣候災害，所能帶來的經濟價值；積極參與國際氣候

服務研討會，並協助邦交國建立氣象監測及登革熱預警系統。

常海水溫預警等 6 項災防作業技術與服務產品。

4. 推廣氣候知識與資訊應用服務：

於國內辦理氣候變遷教育論壇；製作氣候變遷教學影音及手冊；改善氣象局網站，增加更多氣候變遷資訊及圖像化友善介面。

(四) 「臺灣氣候服務聯盟」

為厚植我國各部門面對氣候風險的因應能力、開展國家社會氣候調適工作，並呼應世界氣象組織 (WMO) 推動國際合作和促進產官學研公私協力，以加強氣候服務量能，共同因應全球氣候變遷風險與衝擊之理念。由交通部中央氣象局邀集民間氣象相關 6 大組織及智庫，包括中華民國氣象學會、中華航空氣象協會、氣象應用推廣基金會、臺灣氣象服務產業發展協會、國際氣候發展智庫、中華經濟研究院等，共同籌劃發起「臺灣氣候服務聯盟」(Taiwan Climate Services Partnership, TCSP)，未來工作與重點任務如下：

(三) 「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫」

「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫」之執行期間為 2015 年至 2023 年，強化我國雨量及海域監測網，建立海象及氣象災防環境服務平臺，具體成果包含：

1. 完成衛星產品整合顯示系統之產品資料庫、衛星產品瀏覽介面及強化系統管理功能，並新增地球同步衛星衍生產品 3 項，可增進遙測資料之應用效能與服務。
2. 完成我國浪潮偶合模式建置，發展暴潮預報（包括使用氣象局颱風路徑及 TWRP 風場之預報），使用 NESAT 颱風結果的模式測試，系集預報系統之開發及應用，並提供多功能使用者介面的建立及應用。
3. 建置「臺灣海象災防環境資訊平台」，結合開放地圖 (OpenStreetMap) 與內政部國土地圖，且推廣至航港局、臺灣港務公司、海巡署、海軍大氣海洋局、水利署、觀光局、各國家公園管理處、海洋委員會海洋保育署、中油公司等災防機關，供各機關災防預警、航行安全、海域災害防救效率提升、海洋污染防治應用，持續擴充臺灣海象災防環境資訊平臺並上線服務，建置海運區域波候、海岸潮線預報、海嘯即時分析，並改進海洋溢油漂流預報、颱風波浪、異

1. 進行議題研究、政策溝通與支援：

持續對國內外氣候服務與產業發展關聯議題的追蹤與研析，適時提出政策建議，或推動辦理政府及民間委託之研究、合作交流與認證許可等事宜，以利相關產業進步與發展。

2. 強化氣象服務的社會對話與交流：

促進各界研究成果資訊發布與社會溝通，強化各界對氣候相關議題及因應氣候變遷調適準備的認知，並舉辦論壇、研討會、工作坊等活動，促進氣象領域內外的對話與交流。

3. 推動氣候服務與氣象產業發展：

促進氣象服務及關聯產業資訊交流，提供氣候服務諮詢與輔導，協助氣候服務供需連結以及互動模式與市場之建構。

4. 支援跨領域氣候風險調適與資訊應用：

發揮科學力量，協助我國各界掌握

氣候風險與進行衝擊調適，充分運用各種氣候（象）監測與推估資料，並有效結合各跨領域應用的特性，進行衝擊

管理，以達降低社會風險並創造效益的目標。



圖 6.2-5、臺灣氣候服務聯盟於 2021 年 8 月 20 日舉行第 1 屆會員大會

資料來源：交通部

參考文獻

1. 科技部全球資訊網 <https://www.most.gov.tw/>
2. 科技部，「中華民國科學技術白皮書（民國 104 年至 107 年）」，2013 年
3. 科技部，「科技發展策略藍圖（民國 108 年至 111 年）」，2019 年
4. 科技部，「科學技術統計要覽」，2020 年
5. 科技部，「科學城公共建設計畫－科技部」，2020 年 <https://www.ey.gov.tw/File/306C8F4C3749F288>
6. 交通部中央氣象局，「氣候變遷應用能力發展計畫（103-106）成果簡述」，2017 年 [http://conf.cwb.gov.tw/media/cwb_](http://conf.cwb.gov.tw/media/cwb_past_conferences/107/6.氣象跨域應用與環境永續發展/P-6-13-L_柳再明_氣候變遷應.pdf)
7. 交通部中央氣象局，「中央氣象局 108 年氣象年報」，2019 年
8. 交通部中央氣象局，「中央氣象局 108 年觀測年報」，2019 年
9. 交通部中央氣象局氣象資訊中心，「中心簡介手冊」，2017 年 <https://www.cwb.gov.tw/V8/C/A/missions/MInfoC.pdf>
10. 第二期能源國家型科技計畫
11. 臺灣科學資料處理中心，福三 & 福七任務簡述 <https://tacc.cwb.gov.tw/v2/index.html>

第七章

國際合作及交流

7.1 參與聯合國氣候變化綱要公約

7.2 國家及政府間組織合作及交流

7.3 地方政府與城市合作及交流

7.4 非政府間組織合作及交流

第七章 國際合作及交流

氣候變遷攸關各國的永續發展和人類物種的存續，是當前國際社會共同面臨的急迫挑戰。我國的國際政治處境獨特，目前仍被排除於「聯合國氣候變化綱要公約」(United Nations Framework Convention on Climate Change，以下簡稱為「UNFCCC」)之外，但我國仍積極呼應全球減碳行動，主動承擔「共同但有區別的責任」(common but differentiated responsibilities)，積極透過國家政府、地方政府、產業、學術研究及公民社會等多元利害關係人間的合作及交流，拓展與各國之多邊或雙邊氣候變遷合作管道，提升我國氣候行動之國際能見度及能力建構，並融入全球及區域合作網絡，分享我國在環境保護的努力經驗，回饋予國際社會及有需要的國家。

7.1 參與聯合國氣候變化綱要公約

我國目前非為聯合國(United Nations)成員國，未能簽署 UNFCCC 及相關協定，但我國一向以積極主動遵守履行相關國際環境公約規範，善盡地球村成員義務與責任。此外，我國亦積極參加氣候公約相關會議，與世界各國產、官、學、研等各界代表推動交流與合作，用真誠友誼當基礎，打造與他國實質合作關係，重要里程碑如下：

一、在 UNFCCC 起草階段 (1991 年)

我國以非政府組織(Non-Government Organization, NGO)之觀察員身份參與「政府間談判委員會」(Intergovernmental Negotiating Committee, INC)第三次及第四次會議。

二、在 UNFCCC 實施階段 (1995 年迄今)

自 UNFCCC 第一屆締約方大會及其附屬機構會議開始，我國持續以非政府組織身分與會，目前共有 10 個組織登記為 UNFCCC

NGO 觀察員。2019 年第二十五屆締約方大會之重要成果如下：

- (一) 13 個友邦以致函或執言方式助我參與 UNFCCC，另有包括英國、西班牙、德國、瑞典、匈牙利、葡萄牙、智利、厄瓜多、墨西哥、約旦、立陶宛、巴西等 12 國友我國會議員以致函公約秘書處、為我向該國行政部門提出質詢案、或公開貼文等方式，助我參與 UNFCCC。
- (二) 我國 NGO 觀察員共計辦理 6 場周邊會議：貝里斯、瓜地馬拉及吐瓦魯國等 3 友邦，分別與「工業技術研究院」等 4 個國內 NGO 觀察員合辦 UNFCCC 周邊會議。「臺灣綜合研究院」及「台達電子文教基金會」等國內 NGO 亦分別與國外 NGO 共同舉辦周邊會議。
- (三) 我國代表團包括行政院能源及減碳辦公室林副執行長子倫及農委會、台南市等地方政府、台灣青年氣候聯盟及財團法人國際合作發展基金會等政府及民間代表，分別應邀出席 7 場周邊

會議，發表專題或參與討論，展現我國多元能量。

- (四) 我國代表團與友邦、友我國家舉行共 42 場雙邊會談，與各國廣泛交換意見並宣介我推案訴求：我團計與友邦及美國等理念相近及友我國家，進行共計 42 場雙邊會談，團長張署長本人主持共 16 場次（與 1 位總理、5 位部長、2 位大使層級代表、8 位代表團高階談判代表或主管會談）。
- (五) 我方各界（含國會視導團、國際合作發展基金會）共接受 12 場媒體專訪：其中團長共計接受 5 場次專訪，包括歐洲主流媒體「德國之聲」、西班牙第三大報「ABC 日報」及「道理日報」，國內媒體則有中央社、聯合報及天下雜誌等專訪。
- (六) 文宣亮點活動廣受各界好評：我國續以「Combating Climate Change-Taiwan Can Help」做為推案標語，以綠色能源為文宣基調，搭配以「太陽能」及「風力」發電為主視覺圖案之設計，在行經會場及馬德里國際機場之第八號捷運線、及會場附近 候車亭設置廣告，另安排行動小巴穿梭於會場周邊及馬德里市區街道，獲得國際與會人士讚賞，亦獲國內主流媒體正面轉載報導，極具文宣效益，彰顯我國貢獻國際社會之能力與決心。

三、2021 年第二十六屆締約方大會規劃 辦理情形如下：

- (一) 原定於 2020 年底召開的「聯合國氣候變化綱要公約第 26 次締約方大會」(UNFCCC COP26)，受到 COVID-19 疫情影響，延至 2021 年 10 月 31 至 11

月 13 日在英國蘇格蘭的格拉斯哥市 (Glasgow, Scotland, UK) 舉行，最終達成的「格拉斯哥氣候協議」(Glasgow Climate Pact) 首度納入逐步減少燃煤電廠及汰除化石燃料補貼，並完成「巴黎協定規則書」，商定國際市場及非市場機制等相關規範。

- (二) 在 UNFCCC COP26 於英國格拉斯哥市以實體會議方式舉行同時，我國於會議期間的 11 月 7 日在當地舉辦「臺灣日活動」，特別恭請蔡英文總統預錄影片致詞，總統致詞指出，沒有任何國家能夠單獨解決全球氣候危機，臺灣應被納入因應國際氣候危機的行動中，臺灣有意願也有能力和國際夥伴並肩合作，共同實踐 2050 淨零排放目標，確保未來世代擁有永續環境。臺灣日活動涵蓋「全島齊力的臺灣綠能發展」及「綠色金融與臺英氣候行動交流」兩大主題論壇，向國際社會傳達我國願與國際夥伴，共同對抗氣候變遷及邁向「2050 淨零排碳」之決心。
- (三) 14 個友邦以執言或致函方式助我參與 UNFCCC，我國代表團與友邦、理念相近及友我國家組織等，進行 30 場雙邊會談，與各國代表團就氣候變遷政策、能源轉型、再生能源發展、2050 淨零排放、綠色金融及碳定價等議題廣泛交流並宣介我推動參與 UNFCCC 的訴求。此外，立法院洪委員申翰與洪委員孟楷也前往英國與會，進行國會外交及相關雙邊交流活動。我國民間機構分別與友邦在主會場內合辦周邊會議。
- (四) 我方參與多場 COP26 會場內周邊會議，其中包括我國民間機構（工研院、台灣產業服務基金會、媽媽監督核電

廠聯盟、Green Club 等) 分別與友邦 (貝里斯、帛琉、聖克里斯多福及尼維斯) 共同合辦 3 場, 國內民間團體亦主動與國外 NGO 合辦, 以及其他應邀與談場次, 展現 NGO 在我國推動參與 UNFCCC 扮演之重要角色。為提升我國參與國際氣候行動能量, 於 COP26 會場外 The Hub 大樓舉辦論壇活動, 與我國地方政府、美國環保署、英國倫敦政經學院、國際碳市場專家、氣候法制專家合作辦理, 討論城市淨零願景與行動策略、臺灣長期減碳路徑與碳定價之規劃等。

四、自 2002 年起依循 UNFCCC 認定之國際規範

持續發布更新「國家通訊報告」(National Communication)、「溫室氣體排放清冊報告」(National Greenhouse Gas Inventory Report), 以及「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 等公約文件。

7.2 國家及政府間組織合作及交流

我國國際合作以外交部為主管機關, 財團法人國際合作發展基金會 (下稱國合會) 為規劃與執行單位。該基金會係依據「國際合作發展基金會設置條例」設立之財團法人, 主要責任為協助友邦或其他友好國家經濟、社會、人力資源發展, 並提供遭受天然災害國家或國際難民人道協助。以下將分別介紹國際合作發展基金會遵照巴黎協定第 4 條第 1 款、第 4 條第 5 款, 由資金、技術、能力建構 (financial, technological and capacity- building support) 三方面協助夥伴國家應對氣候變遷相關計畫。

7.2.1 投融資合作

一、多邊氣候資金合作推動情形

我國受限於國際政治情勢, 無法參與聯合國以及 UNFCCC 框架下的各式氣候多邊合作平台。但國際合作發展基金會, 仍長期透過包括: 亞洲開發銀行、中美洲經濟整合銀行、美洲開發銀行、美洲國家組織、歐洲復興開發銀行等夥伴, 由我國提供資金, 協助友邦或其他友好國家應對氣候變遷。

二、多邊氣候資金合作成果案例:

歐銀特別基金—永續農企價值鏈計畫

根據 2017 年聯合國糧農組織 (Food and Agriculture Organization, FAO) 估計, 2050 年全球糧食需求將較 2013 年增加 50%。開發中國家受資金、技術、自然環境限制, 農業生產力成長緩慢。未來面臨氣候變遷, 農業部門首當其衝, 威脅開發中國家糧食安全。

中亞、地中海及部分東南歐, 普遍面臨水資源缺乏, 可耕地減少的困境。為了填補糧食缺口, 同時避免溫室氣體排放量增加, 並兼顧未來韌性農業需求, 我國自 2015 年起, 便與歐洲復興開發銀行合作, 協助該區域內 8 個位於農業生產鏈中端的農企業, 取得營運或設備所需的資金。

2019 年我國與歐洲復興發展銀行 (下稱歐銀) 將援助規模跨大成為「歐銀特別基金—永續農企價值鏈計畫」。透過我國於歐銀設立之特別基金, 由歐銀在我國所提供之優先國家名單內推動子計畫, 提供上、中、下游之農業業者融資, 並搭配專業顧問輔導, 確保業者採用環境友善, 具備氣候韌性的農業技術, 強化受惠國未來面對氣候變遷的應對能力。並回應聯合國永續發展目標第 12 項「確保永續消費

及生產模式」及第 13 項的「因應氣候變遷及其影響」。

三、雙邊資金合作推動情形

我國與友邦或友好國家，透過雙邊合作辦理促進公、私部門之貸款或投資開發計畫，進而協助當地經濟社會穩健、持續成長，同時建構社會及產業應對氣候變遷的能力，涵蓋經濟基礎建設與服務、社會基礎建設與服務及生產部門領域。

經濟基礎建設與服務領域方面，以公共基礎建設、微額貸款及微小中型企業轉融資等計畫作為工具，協助受援國建立可持續發展、具備氣候韌性的經濟模式。社會基礎建設與服務領域方面，以教育設施、環境保護等計畫為工具，協助受援國開發人力資源、改善環境及公共衛生條件。除針對災害進行援助及災後重建外，計畫設計也將考量氣候變遷對受援助國的長期衝擊。生產部門領域方面，以農企業及區域性農業計畫為工具，協助受援國之生產部門，包括農、林、漁、牧及工業部門，提升生產效率並因應氣候變遷衝擊。

四、雙邊氣候資金合作成果案例：

馬紹爾家戶能源效率及再生能源計畫

馬紹爾群島為位於北太平洋的島嶼國家。能源供給高度依賴進口化石燃料，達 90% 以上，太陽能僅占其供給來源 1%。因此馬紹爾政府於 2015 年制定國家能源與行動計畫 (National Energy Policy and Energy Action Plan)，預期於 2020 年前達到再生能源發電量占全國總發電量 20%，提升家戶能源效率至少 50%，並提升政府機構能源效率至少 75%。

2016 年，馬紹爾政府與我國簽約，由我國提供貸款給與馬紹爾財政部，再轉貸予馬紹爾開發銀行 (MIDB) 對有意改善能源使用之家戶提供貸款資金。計畫內容共有兩項目，分別為替換家戶耗能家電設備與燈具，以及裝設家戶太陽能系統。本計畫執行單位為馬紹爾電力公司 (MEC)，負責協助申貸戶進行能源稽查 (energy audit)，提供能源改善建議。馬紹爾國家能源辦公室則負責計畫總協調。如圖 7.2.1-1 及圖 7.2.1-2 所示。



圖 7.2.1-1、國合會在馬紹爾群島執行之「馬紹爾家戶能源效率及再生能源計畫」，計畫人員舉辦家戶能源效率及再生能源計畫

資料來源：財團法人國際合作發展基金會



圖 7.2.1-2、國合會在馬紹爾群島執行之「馬紹爾家戶能源效率及再生能源計畫」，馬紹爾電力公司赴民眾家中進行電力稽查

資料來源：財團法人國際合作發展基金會

7.2.2 技術合作

一、技術合作推動情形

加速研究氣候變遷相關技術，並轉移給開發中與低度開發國家，為公約第 4 條第 5 款明定的責任。目前全球技術移轉，由締約方大會 (Conference of the Parties, COP) 於公約框架下設置「技術機制」(Technology Mechanism) 統一協調，下設有技術執行委員會 (Technology Executive Committee, TEC) 及氣候技術中心與網絡 (Climate Technology Centre and Network, CTCN)。前者負責統合全球氣候科技研發政策，後者則是輔導國際合作科技研發、移轉的平台。

我國受限國際政治處境，無法利用公約所建構之「技術機制」，與世界各國分享國內技術研究成果。但仍透過國際合作發展基金會，在友邦與友好國家進行氣候變遷相關之技術合作，並參照公約所規定之技術發展 (Technology Development)、技術擴散 (Technology Diffusion) 階段、技術移轉 (Technology Transfer)³ 階段原則。

二、技術合作案例：緬甸鄉村微集中式供電站先鋒計畫

緬甸電力嚴重短缺，據世界銀行報告，2014 年全國僅 30% 人口可使用市電，鄉村地區更為窘迫，即至 2016 年，仍有 2/3 家戶無法連結電網，影響民衆日常生活、教育、健康及安全甚鉅，也阻礙當地經濟活動發展。因此，鄉村供電及照明被緬甸政府列為重要的扶貧策略及國家發展目標。

本計畫以先鋒計畫 (pilot) 方式在緬甸政府指定地點試行，執行單位為緬甸農業、畜牧暨灌溉部鄉村發展司，財團法人工業技術研究

院擔任技術諮詢顧問，經公開招標由台邦科技股份有限公司擔任系統建置廠商。本案利用緬甸日照穩定充足的特性，搭配我國在太陽光電技術完整且具產業鏈的優勢，針對短期間電網無法到達的偏遠鄉間設置獨立型 (off-grid) 集中式 (centralized) 供電系統，提供家戶及公共設施夜間照明所需基礎電力。

藉由村民參與建置工作，提高彼等對計畫的認同與責任感，有助於系統順利維運。計畫內容包括：

- (一) 規劃及建置微集中式太陽能供電系統及省電燈具。
- (二) 輔導受益村民成立供電站管理委員會負責系統維運，並提供教育訓練，包括管理委員會的組織運作，供電站操作及維護，以及收費機制宣導與執行等。
- (三) 驗證系統效能與供電站營運狀況，依實際狀況修正、建立合適的供電營運模式。

在緬甸中西部馬圭省 (Magway Region) 及實皆省 (Saiging Region) 建置 3 套微集中式太陽光電系統及省電燈具，經半年試運轉，已穩定提供 5 村莊共計 560 家戶與寺廟、學校、街道等公共設施基本照明電力。本計畫輔導成立 2 個電力管理委員會，並完成供電站操作與維護、付費機制及營運管理，以及居民用電知識等訓練。經半年營運，使用與收費情形良好。

本計畫為學童提供良好的閱讀學習環境，村民得以從事夜間農務與家庭副業等經濟活動，並節省購買蠟燭或煤油的支出，達成包容性成長及環境保護 雙重永續發展目標，如圖 7.2.2-1。



圖 7.2.2-1、國合會在緬甸執行之「緬甸鄉村微集中式供電站先鋒計畫」，村民與工作團隊慶祝供電站完成設置

資料來源：財團法人國際合作發展基金會

7.2.3 能力建構

一、能力建構推動情形

我國依據友邦與友好國家之策略與目標，擬定以適應氣候變遷能力建構為核心之合作計畫。計畫雖包含部分技術移轉，但更重視於當地建立能長久營運之制度，並以建立示範單位、專家諮詢、技術培訓及經營輔導等方式，逐步培養當地人才。

二、能力建構合作案例：聖克里斯多福及尼維斯

聖克里斯多福及尼維斯位於加勒比海地區。2015 年發生嚴重乾旱，該年農作物產量較前一年減少約 31.2%。經我國計畫評估發現，當地農業脆弱度高，爰將提升當地氣候變異預警能力以及農業部門應對長期氣候變遷的能力，列為兩國合作的重點項目之一。

自 2018 年起，我國與聖克里斯多福及尼維斯農業部開啓 4 年期「農業因應氣候變異調適能力提升計畫」，包含「建立早期預警資訊蒐集機制」、「研發或引介作物防減災技術」、「提升農業資訊普及率」三大面向。截至 2021 年 3 月，已於當地建立 4 作農業氣象站，設立示範農場 1 處及農民示範田 4 處，透過模擬防減災之栽培試驗，配合農業氣象數據蒐集與農業資訊定期推播機制，因地制宜提供當地農民符合氣候智慧農業 (Climate Smart Agriculture, CSA) 觀念之栽培技術建議，另本計畫已建立農業資訊整合平台並於每年度產製作物減災技術報告，協助克國強化農業生產韌性。

2020 年受疫情衝擊，本計畫也調整執行方式，由我國提供甘藷種苗，協助當地增產根莖作物約 9.5 公噸，協助弱勢家庭度過疫情造成之糧食不足危機，如圖 7.2.3-1 所示。



圖 7.2.3-1、國合會在聖克里斯多福及尼維斯執行之「農業因應氣候變異調適能力提升計畫」，辦理田間觀摩會分享如何運用農業氣象資訊進行栽培管理決策

資料來源：財團法人國際合作發展基金會

三、國際人力資源培訓研習班計畫

本計畫由財團法人國際合作發展基金會辦理，主要目的為培養友邦及友好國家，培育經濟、社會發展所需之政策規劃與相關領域專業人才。其中，氣候變遷為我國與各國辦理之重點領域。

為配合國際趨勢，因應友邦與友好國家之需求並善用我國經驗，以分享臺灣面臨全球氣候變之應對方式，針對氣候變遷引發天然災害

之預防監控經驗，及分享各類產業之綠色技術應用，規劃相關氣候變遷議題之研習班，期使參訓學員瞭解我國因應氣候變遷之應對方式與國際參與經驗，作為參訓人員日後推動相關政策時之參考。

我國 2021 年針對氣候變遷議題，辦理氣候變遷國際人力資源培訓研習班計畫，預期規劃如下表 7.2.3-2 所示。

表 7.2.3-1 臺灣 2021 年辦理氣候變遷國際人力資源培訓研習班計畫

培訓內容	預計人數	時間
提升能源效率線上研討會	20	2021/05/25；2021/05/26
減少海洋廢棄物線上研討會	20	2021/09/08
再生能源線上研討會	20	2021/07/14；2021/07/15
環境監測與傳染病預防線上研討會	20	2021/09/29；2021/09/30
水資源智慧管理線上研討會	25	2021/10/15；2021/10/26
中小企業循環經濟線上研討會	25	2021/10/27
農業科技線上研討會	25	2021/07/27；2021/07/28
韌性農業線上研討會	25	2021/11/10

資料來源：財團法人國際合作發展基金會。



圖 7.2.3-2、國合會辦理之「循環農業推廣研習班」（亞太專班），與訓學員參訪生物碳田間應用

資料來源：財團法人國際合作發展基金會

四、國際環境夥伴計畫

「國際環境夥伴計畫」由我國行政院環保署、美國國家環境保護局於 2014 年共同成立，作為協助亞太地區開發中國家環境保護相關法規及技術交流的平台。截至 2020 年 7 月止，已經協助超過 60 個國家、80 個以上的國際環境機構與組織，辦理合作專案及交流活動。專案內容涵蓋空氣汙染、電子廢棄物、環境執法、環境教育等各式領域，其中以環境教育與氣候變遷最為相關。

本計畫於 2014 年成立之際，就邀請各國環境教育領袖，商議如何透過環境教育及公民參與面對氣候變遷議題。會議中，各國一致同意需要建立分享環境教育案例及資源的集中平台，於是我國行政院環保署、美國國家環境保護局及北美環境教育會成立「全球環境教育夥伴計畫 Global Environmental Education Partnership(GEEP)」，於強化網絡、建立領導力、推廣優秀案例三方面，推展環境教育。

目前「全球環境教育夥伴計畫」已經成為國際環境及氣候教育資訊的統合平台。氣候行動者可於網站上快速查閱世界各國國家級的環境及氣候教育政策，並連絡當地參與「全球環境教育夥伴計畫」網絡的環境機構與組織，在資深顧問的協助下，開展進一步氣候教育行動。此外平台也提供各國氣候教育案例，提供各國氣候教育訓練參考。

7.3 地方政府與城市合作及交流

7.3.1 地方政府永續發展理事會 (ICLEI)

地方政府永續發展理事會 (International Council for Local Environmental Initiatives, ICLEI Local Governments for Sustainability) 成立於 1990 年 9 月紐約，時值聯合國召開地方政府永續未來世界大會，目前成員包括在 86 個國家內的 12 個巨型城市、100 個超級城市和都會區、450 個大型城市，以及 450 個中小型城市及城鎮，超過 1,000 個地方政府成為會員，為全球最大的承諾永續發展之地方政府網絡的國際組織。

我國共有 11 座城市加入 ICLEI 的行列，分別為：臺北市、新北市、桃園縣、新竹市、臺中市、雲林縣、嘉義縣、臺南市、高雄市、宜蘭縣及屏東縣等。近年，我國大力推動地方政府節能減碳政策及行動。除積極建構因應氣候變遷的法制基礎及政策措施外，行政院環境保護署也多次邀請專家，分享 ICLEI 在全球推展低碳城市夥伴的策略作法與成功經驗。目前已於高雄市設立「ICLEI 東亞地區高雄環境永續發展能力訓練中心」(ICLEI Kaohsiung Capacity Center, ICLEI KCC)，作為東亞營運中心，執行 ICLEI 世界秘書處交辦任務，支援東

亞地區各辦公室，提供會員訓練、專業知識及多種環境永續發展政策管理之資訊交流。

此外，桃園市自 2019 年開始與 ICLEI 簽約，成為全球第一個生態物流主席城市，進行綠色能源、智慧倉儲、低碳運輸等生態物流倡議，致力減少物品在運送過程中的包裝及能耗，目前正在積極佈署生態物流五大特色場域，向全球行銷桃園永續發展的實力。2021 年 ICLEI 世界大會 (ICLEI World Congress 2021)，特別邀請桃園市長鄭文燦，以生態物流主席的身分於 ICLEI 全球執委首度會議中致詞。在 COVID-19 疫情蔓延全球之際，各國倚賴物流產業維繫國民生活所需及供應鏈。桃園物流業即占全國之 80%，針對生態物流倡議及實踐更顯重要。

7.3.2 城市網 (CityNet)

「城市網」(CityNet) 於 1987 年在聯合國亞太經社會、聯合國開發計劃署、聯合國人居署支持下成立，致力於亞太地區永續發展。其總部設於韓國首爾 (Seoul, Korea)，目前擁有 110 個正式會員 (Full Member)、58 個準會員 (Associate Member) 及 5 個法人會員 (Corporate Member)。此外，另有 20 個多邊或雙邊，以及區域性國際組織擔任合作夥伴，如聯合國經濟及社會理事會、聯合國教科文組織、亞洲開發銀行、日本國際協力機構、城市與地方政府聯盟及世界銀行等，共同支援組織之運作與發展。

城市網藉由創造知識交流平台，並透過城市合作、有形專案的推動，幫助會員因應氣候變遷、災難等挑戰，齊力邁向都市永續發展。我國共有四個城市為其會員，包括臺北市、臺中市、高雄市以及桃園市。此外，在 2020 年 COVID-19 疫情肆虐全球時，因我國防疫成績

亮眼，CityNet 為讓全球會員瞭解印太地區疫情狀況，舉辦一系列防疫視訊研討會，邀請桃園參與並分享城市、社區防疫經驗。

7.4 非政府間組織合作及交流

7.4.1 產業與企業組織

一、RE100

RE100 為氣候組織 (The Climate Group, TCG) 與 碳 揭 露 計 畫 (Carbon Disclosure Project, CDP) 所主導之百分百再生能源倡議。匯聚全球最具影響力企業，以電力需求端的角度，共同努力提升使用綠電友善環境。加入企業須公開承諾在 2020 至 2050 年間達成 100% 再生能源使用，並逐年提報使用進度。

我國亦有超過百家企業加入 RE100。其中，總部位於我國之會員共計 10 家，分別為大江生醫股份有限公司、台灣積體電路製造股份有限公司、歐萊德國際股份有限公司、科毅研究開發股份有限公司、葡萄王生技股份有限公司、宏碁集團、菁華工業股份有限公司、台達電子工業股份有限公司、佐見啦生技股份有限公司、聯華電子股份有限公司。涵蓋生技業、半導體製造業、化妝品製造業、紡織成衣業、電腦及其週邊設備製造業等產業，皆設立達成 100% 再生能源使用之目標年度。

二、EV100

EV100 為英國氣候組織 (The Climate Group, 以下簡稱「TCG」) 於 2017 年帶頭髮起的國際電動車倡議，期透過全球具影響力之企業及相關組織，加速交通運輸低碳轉型，並致力於在 2030 年讓使用電動車變為企業新常態。要求加入成員皆應公開承諾至 2030 年前

至少需達成下列事項之一：(1) 自有 / 租賃車隊電動化（3.5 噸以下為 100% 電動化，3.5 至 5 噸至少 50% 電動化）；(2) 在所有相關據點為員工及 / 或客戶安裝充電設施；(3) 在相關服務合約中要求使用電動車。

我國目前參與企業為台達電子工業股份有限公司，於 2018 年加入，期透過友善及便利的電動車充電樁與服務，提供員工及客戶使用電動車之誘因，以減少環境負荷。至今已於全球總部、營運據點及全球生產據點，設置超過 40 支電動車充電樁，支援不同規格的充電需求，並在廠區提供電動巴士作為交通車，以降低員工交通導致的碳排。

三、EP100

EP100 為氣候組織 TCG 與節約能源聯盟 (The Alliance to Save Energy, ASE) 於 2016 年合作發起之能源生產力提升倡議。支持更有效率地使用能源以提升生產力，並降低溫室氣體排放，加速邁向潔淨經濟。要求加入成員至少需在以下三個選項中擇一承諾：(1) 將能源生產力提升至 2 倍；(2) 減少能源浪費；(3) 使用智慧能源建築。

我國目前參與企業包含大江生醫股份有限公司及科毅研究開發股份有限公司，分別承諾 2040 能源生產率相較 2016 年提高至 35%，以及 2048 年能源生產效率相較 2018 年提高至 30%。其中，大江生醫規劃未來將位於屏東工廠端升級、更換及採購節能且生產率高之生產設備；於屏東磐石精準智造園區新建工程將全面取得 ISO50001 認證之能源管理系統，更將於企業總部全面更換節能 LED 照明設備。

四、Climate Action 100+

Climate Action 100+ 是由責任投資原則

及全球四大機構投資人氣候變遷聯盟，共同發起為期五年的氣候行動倡議，於 2017 年 12 月 12 日正式啟動。由投資者主導的參與倡議，在簽署氣候行動 100+ 計劃時，投資者承諾與 167 家對淨零排放轉型具重要性的公司名單中，至少一家進行合作，並就該倡議的關鍵問題尋求承諾，如實施強而有力的氣候變化治理架構、採取行動以減少供應鏈溫室氣體排放、加強公司資訊披露。另外，由投資者網站協助通過氣候行動 100+ 與重點公司接觸的投資者協調和管理該倡議。

我國參與投資機構包含國泰人壽、國泰投信；企業包含台塑石化、鴻海、中鋼。其中，國泰於 2017 年加入，與倡議活動名單中之 3 家我國企業議合，其中 1 家已承諾於 2050 年供應鏈淨零碳排。

五、科學基礎減量目標倡議 (SBTi)

SBTi 由國際碳揭露計畫 (Carbon Disclosure Project, CDP)、聯合國全球盟約 (UN Global Compact, UNGC)、世界資源研究所 (World Resources Institute, WRI)、世界自然基金會 (World Wide Fund for Nature, WWF) 共同發起，針對企業制訂科學基礎目標發展相關工具、指引，並提供技術支援，以協助企業設定減碳目標，並在 2021 年上修企業訂定減碳目標的最低標準。自 2022 年 7 月開始（最遲至 2027 年開始），企業將以「控制升溫在 1.5°C」為基礎設立減碳目標。

我國共計 8 家企業承諾，包含富邦金控、元大金控、飛宏科技、日月光投資控股、亞洲水泥、信義房屋及全漢企業。5 家企業通過審查，包含台達電子工業股份有限公司、光寶科技股份有限公司、台灣大哥大股份有限公司、遠傳電信股份有限公司及台灣水泥股份有限公司。涵蓋金融業、水泥業、不動產經營業、

電子業、電子產品製造業、電子零組件、電信業等產業。其中，玉山金控於 2021 年加入 SBTi，並成為亞洲首家以 1.5°C 為基礎設定減碳目標的金融業。

六、氣候變遷相關財務揭露 (TCFD)

氣候相關財務揭露小組 (Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD) 於 2015 年由國際金融穩定委員會 (Financial Stability Board, FSB) 所成立，任務為擬定一套具一致性的自願性氣候相關財務資訊揭露建議，協助投資者與決策者瞭解組織重大風險，並可更準確評估氣候相關之風險與機會。工作小組所提出的建議可適用於各類組織，包含金融機構等，以收集有助於決策及具前瞻性的財務影響資訊，其中更高度專注組織邁向低碳經濟轉型所涉及的風險與機會。

截至 2021 年 6 月底我國參與 TCFD 的企業有 55 家，包含金融業 15 家、資訊科技業 15 家、航運業 2 家、傳統產業 3 家、電信業 1 家、材料業 8 家與其他 4 家。其中，最早參採 TCFD 為銀行業，銀行業順應國際永續金融趨勢，遵循責任投資原則 (PRI)、責任銀行原則 (PRB)、永續保險原則 (PSI)、赤道原則 (The Equator Principles) 之精神，將環境與社會因子納入風險管理程序。而我國金融監督管理委員會亦於 2020 年 8 月發布「綠色金融行動方案 2.0」，研議將 TCFD 氣候相關資訊揭露建議納入上市櫃公司 CSR 報告書或年報。另外，「資訊科技」產業方面，國內上市公司與標竿企業亦陸續響應 TCFD，以鑑別公司氣候風險及機會，依鑑別結果有效建立衡量指標與目標管理，進而降低氣候風險對營運帶來的財務衝擊。

此外，金融監督管理委員會並訂定我國銀行氣候風險財務揭露指引草案，及保險業氣候

相關風險財務揭露應注意事項草案，皆規劃於 2021 年底前發布。

7.4.2 學術與研究組織

一、工業技術研究院

工業技術研究院 (下稱工研院) 為我國第一個成為 UNFCCC 核准的非政府組織觀察員，歷年派員參與會議，掌握以能源效率、再生能源、智慧電網等低碳技術為主之議題，並以國際排放交易協會會員身份，參與該協會各項活動，此外亦加入 UNFCCC 研究暨獨立非政府組織 (Research and Independent Non-governmental organization, RINGO)，長期掌握 UNFCCC 議題動態進展，並於 COP25 期間，與貝里斯及國際社群以「對應氣候變化：實現綠色轉型的創新低碳策略」為題展開交流。

除參與公約外，工研院作為研發組織協會 EARTO (European Association of Research & Technology Organisations) 第一個歐盟以外的研發機構會員，協助協會創建「應用研究機構國際網絡」(RTOs International Network; RIN)，代表我國向歐、美、亞創新夥伴展現我國科技實力，更以創新科技與產業化實力協助解決全球問題，期能促成國內產業打進世界盃。工研院將持續融入國際社群，並與 RIN 成員共同攜手前行，致力全球經濟復甦與科研發展。

二、臺灣綜合研究院

臺灣綜合研究院 (下稱台綜院) 自 2014 年成為 UNFCCC 觀察員之一，每年皆派員出席締約方會議 (Conference of the Parties, COP)，並擁有數年成功申辦周邊會議及展攤之經驗。2019 年台綜院參加 COP 25，會議期

間參加環保署與各國代表團進行之雙邊會議，與友邦及多國代表團就我國氣候變遷政策成果及未來跨國合作進行交流，並與英國氣候媒體組織 Responding to Climate Change (RTCC) 共同合辦展攤，展示台綜院研發之氣候經濟模型 TRICE 以及我國的氣候政策與國際合作網絡，此外，在 12 月 13 日與德國氣候政策研究智庫氣候變遷、能源與運輸研究所 IKEM、Ecologic Institute 及 RTCC 共同舉辦官方周邊會議，探討「碳定價：概念，區域發展及未來治理」，交流國際碳定價趨勢及推動經驗。

三、臺灣碳捕存再利用協會

臺灣碳捕存再利用協會，長年推動國際碳捕存技術交流，促進我國技術與世界接軌。2018 年 COP24 期間，與國際能源總署 (IEA)、歐洲 CO2GeONet、英國 IEAGHG 等全球各大碳捕捉及封存組織合作，分享碳捕捉及封存潛在的環境保護貢獻。2019 年 COP25 期間，與歐洲 CO2GeONet 碳捕捉及封存組織合作，於英國館及日本館進行一系列技術討論會，並於會後開啓各國與我國的長期碳捕存技術交流。

7.4.3 公民團體

一、台達電子文教基金會

台達電子文教基金會歷年積極參與 UNFCCC 締約國大會，最近一年度係於西班牙馬德里召開的 COP25 大會首日舉辦周邊會議，會中呼應聯合國政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate, 以 IPCC) 針對海洋、極地及水資源所發布的氣候變遷科學報告，由基金會執行長張楊乾以「水與氣候變遷：推動低碳發展之私部門投入與社區動員」為題，分享基金會實踐節水及推廣水

資源保護的經驗，與奈及利亞 NGO 及國際社群分享如何應對氣候危機下的水議題。

二、環境品質文教基金會

環境品質文教基金會長期於國內外推動環境教育，主要關切氣候變遷、氣候政策與法制、水資源保育、廢棄物處理、生物多樣性和低碳消費等環境議題。並常態性參與 COP 氣候大會。目前已是 UNFCCC、全球環境基金 (GEF) 的觀察員，以及地方環保行動國際委員會 (ICLEI) 的會員。

在 2019 年 COP25 期間，與 Asian-Pacific Resource and Research Centre for Women (ARROW)、Green Club、台灣青年氣候聯盟 (TWYCC)、台灣國際氣候發展智庫 (ICDI) 共同舉辦周邊會議，分享「亞洲社區的多方利害關係者解決方案」(Multi-stakeholder Solutions for Community in Asia)。會中以「原住民族是氣候變遷下的守衛者與獲益者」為題，介紹基金會投入山林復育過程，以及我國原住民族與社會經濟、氣候永續議題之關聯性。

三、媽媽監督核電廠聯盟

媽媽監督核電廠聯盟由關心核能發電議題的母親所組成。2019 年 COP25 期間，由瓜地馬拉與我國的媽媽監督核電廠聯盟合辦周邊會議，以「瓜地馬拉為達成《巴黎協定》— 國家自主貢獻所採取的行動以及目前進度」為題。會議邀請瓜地馬拉環境與自然資源部開場，接著由我國的國合會以「協助瓜地馬拉偏遠社區與原住民婦女之氣候適應力」為題，分享國合會透過農村家庭銷售輔導計畫、中小企業創業育成輔導能力提升等計畫，以及農村婦女能力建構與地方社會發展等不同主題研習班，加強瓜國邊陲地區與脆弱族群氣候應對調適能力，媽媽監督核電廠聯盟也分享協助莫桑比克

及馬拉威弱勢團體推動鄉村發展，以及糧食安全之實例與挑戰，充分展現瓜地馬拉與我國對於氣候調適及弱勢族群所做出的貢獻。

四、臺灣產業服務基金會與臺灣永續能源研究基金會

臺灣產業服務基金會，長年於國內推動環保專業輔導與技術諮詢服務；臺灣永續能源研究基金會，則是以推動我國永續工作與世界接軌為主軸。2019 年 COP25 期間，兩基金會與我國友邦吐瓦魯合辦周邊會議，會中以「塑膠廢棄物再造與漁業資源保存」為題，協助友邦與國際社群發展兼顧漁業及廢棄物處理之永續發展方案。

五、臺灣青年氣候聯盟

臺灣青年氣候聯盟 (Taiwan Youth Climate Coalition, TWYCC) 為我國積極參與公約的青年組織，自 2009 年起每年參與 COP 會議外，也加入 UNFCCC 附屬之青年非政府組織群組 YOUNGO，更於 2012 年與東亞青年共同建立「亞洲青年氣候網絡」(Asian Youth Climate Network, AYCN)，2013 年聯盟成員獲選「聯合國非政府青年社群」(YOUNGO) 與公約秘書處的官方聯絡人。

除國際參與外，臺灣青年氣候聯盟也於國內定期舉辦一系列活動，促進民衆了解國際氣候治理。2020 年辦理「青年氣候外交培力論壇」，並與花旗（臺灣）銀行共同發佈「花旗青年氣候培力指南」，並利用英文部落格，將我國在地氣候行動引介給國際社會。

參考文獻

1. 外交部，「參與國際組織消息與公告，我國推動參與『聯合國氣候變化綱要公約第 25 屆締約方大會』(UNFCCC COP25) 成果」[https://subsite.mofa.gov.tw/igo/News_](https://subsite.mofa.gov.tw/igo/News_Content.aspx?n=26CC63CC079_26BBE&sm_s=593B53CC099219C4&s=CEDC4C0EB6D4A334)

- Content.aspx?n=26CC63CC079_26BBE&sm_s=593B53CC099219C4&s=CEDC4C0EB6D4A334
2. 行政院環境保護署 <https://www.epa.gov.tw/>
3. 經濟部工業局產業永續發展整合資訊網 <https://proj.ftis.org.tw/isdn/>
4. 財團法人國際合作發展基金會 <https://www.icdf.org.tw/>
5. 全球環境教育夥伴計畫網 <https://thegeep.org/>
6. 國際環境夥伴計畫網 <https://www.iep-global.org/>
7. 工業技術研究院，國際合作案例，工研院攜手全球知名應研機構聯合聲明持續推動創新研發與合作 https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=01_content&SiteID=1&MmmlID=1036233406747565624&MGID=1126022300724105102
8. 中國鋼鐵公司，「民國 109 年企業社會責任報告書」，2020 年 <https://www.csc.com.tw/csc/hr/e/2020/index.html#book5/undefined>
9. 台達電子文教基金會網 <https://www.delta-foundation.org.tw/>
10. Climate Action 100+ <https://www.climateaction100.org/>
11. ICLEI 東亞地區高雄環境永續發展能力訓練中心網 <http://kcc.iclei.org/tw/>
12. Marshall Islands Home Energy Efficiency and Renewable Energy Loan Program <https://rmi-ee-re.wixsite.com/index>

第八章

教育、培訓及公眾溝通

8.1 教育

8.2 培訓

8.3 社會對話與公眾溝通

第八章 教育、培訓及公眾溝通

我國政府各部會依照各自權責範疇，辦理氣候變遷教育、人才培訓及公眾溝通計畫，呼應「聯合國氣候變化綱要公約」第 6 條對推動氣候變遷教育、培訓及公眾認知的要求。因此，本章分為三個部分，分別就「教育」、「培訓」及「公眾溝通」等面向，介紹我國氣候變遷納入教育系統、氣候減緩與調適相關人才培訓及氣候行動協力等相關內容與執行成果。

8.1 教育

依據溫管法第 8 條第 2 項第 16 款：氣候變遷調適及溫室氣體減量之教育宣導，教育部、環保署及經濟部能源局為共同主辦機關，另依據行政院核定之「國家氣候變遷調適政策綱領」及「國家氣候變遷調適行動計畫」，教育部負有提升氣候變遷認知與技能、培育因應氣候變遷人才之責任，爰規劃辦理氣候變遷教育推動相關計畫，以呼應國家政策，培育因應氣候變遷人才的任務。

2020 年訂定「教育部氣候變遷教育推動計畫策略地圖（110-112 年）」，建立未來 3 年推動方向，設立「因應氣候緊急狀態，全面加速氣候行動」為計畫願景，並研擬使命，瞭解氣候變遷，落實氣候行動，開展創新服務，深植氣候韌性、核心價值：正確認知，跨域學習，行動技能，學用連結，創新卓越，國際接與四大主題策略，包含：結合永續發展教育融入主流化教學、推動跨域教學建構創新實作能力、落實氣候行動促進學用連結、強化國際鏈結參與國際行動等細部規劃；另建置氣候變遷教學資訊平臺，提供中小學、大專校院相關氣候變遷教育推動教材；以及規劃氣候變遷相關領域生涯發展手冊，引導學生從氣候變遷角度思考未來升學發展；並配合國內外最新發展趨勢與過去計畫執行成果與任務，滾動修正推動目標、策略與行動方案。

氣候變遷教育分成氣候變遷減緩教育與氣候變遷調適教育兩大方向：在減緩教育方面，推廣校園碳盤查，使學生實際瞭解校園活動所產生的溫室氣體排放量，並進一步提出減緩方案。在加強產學連結方面，則與減緩科技、能源科技產官學研實務界合作，擴大學生實務參與機會。調適教育方面則推動校園調適行動，各校得依其校園所在地理位置之氣候與環境特色，配合生活實驗室或跨領域教學方式，選擇輔導學生進行優先調適領域行動；此外，產學連結則與氣候服務產官學研實務界合作。

依學校教育的不同學習階段分為通才與專才，通才教育以高中以下學生為對象，結合 12 年課綱與縣市環境教育輔導團提升高中以下學生氣候變遷素養，擴大與活絡教學聯盟，納入高中以下教師加入「十二年國教教學聯盟」，建立跨學制氣候變遷教學支援平臺，提供跨學制教師與學生學習與交流，與跨學制氣候變遷教學資源的整合，發揮大手攜小手的綜合效益。

專才教育則培育大專校院氣候變遷專業人才，致力將教材納入教科書，以深化我國氣候變遷教材；透過跨領域及生活實驗室落實推動氣候行動，提升學生氣候行動能力；在產學連結則依各專業領域網絡，與產官學研實務界合作建立與企業或政府交流機制，讓產業或政府出題，學校解題方式，讓產學雙方交流更具

體。另辦理氣候變遷創意實作競賽，具體落實大專學生氣候變遷實作能力，有效結合理論與實際。

以下分別介紹我國「通才」與「專才」氣候人才培育策略，以及說明我國能源教育辦理現狀。

8.1.1 氣候變遷教育

一、國民基本教育

氣候變遷通才培育，主要以國民基本教育

作為推動系統。我國國民基本教育，包含六年小學教育、三年國中教育以及四年大學教育。自 2019 年開始，我國正式實施「十二年國民基本教育課程綱要」。此計畫自 2007 年開始籌備，經過多年規劃與對話，為我國目前我國國小、國中及高中階段，最重要的指導原則。

「十二年國民基本教育課程綱要」中，明定 19 項議題，作為建立國民知識體系的架構及內涵。其中包含「環境教育」、「能源教育」、「防災教育」等多項與氣候變遷相關連議題。其內涵如下表 8.1.1-1：

表 8.1.1-1 臺灣國民基本教育與氣候變遷相關之議題及內涵

議題	學習目標
環境教育	認識與理解人類生存與發展所面對的環境危機與挑戰；探究氣候變遷、資源耗竭與生物多樣性消失，以及社會不正義和環境不正義；思考個人發展、國家發展與人類發展的意義；執行綠色、簡樸與永續的生活行動。
能源教育	增進能源基本概念；發展正確能源價值觀；養成節約能源的思維、習慣和態度。
防災教育	認識天然災害成因；養成災害風險管理與災害防救能力；強化防救行動之責任、態度與實踐力。

資料來源：國家教育研究院，「議題融入說明手冊」，2017 年。

19 項議題的設計理念，在於強化教育與社會的連結。學校或教師可依序學生及學校需求，將各議題融入學校課程，鼓勵學生從不同領域、同議題，發展分析、思考、跨領域解決問題的能力。針對國小、國中與高中三個階段，國家教育研究院也近一步為各議題訂定適合學生程度的「實質內涵」，協助學生循序漸進的理解氣候變遷等當代重要議題。

以「環境教育」議題為例，知識內涵必須包括五個學習主題：環境倫理、永續發展、氣

候變遷、災害防救及能源資源永續利用。氣候變遷在回應人類面臨的環境挑戰，內涵包括全球溫暖化及其誘發的氣候型態轉變，以及對人類的衝擊與影響。從日常生活中氣候變遷的覺知，了解氣候變遷的成因及影響，進而在生活中實踐氣候變遷的減緩與調適。國小教育階段以覺知氣候變遷的生活影響為主，國中教育階段以理解溫室效應與氣候變遷、氣候變遷的韌性與脆弱度及氣候變遷相關政策的概念為主，高中教育階段則強調國際氣候變遷發展與國際公約的探究及地區氣候變遷行動的參與。

二、中小學氣候變遷教育推動

(一) 教材

為促進各階段教師對氣候變遷和氣候變遷教育的瞭解，建立氣候變遷教育的系統思維，與國際永續發展教育接軌，並使參與之學校代表和教師具備規劃氣候變遷教育校本課程、綜合活動課程、社團課程等各種不同推動方式之能力，辦理「推動中小學氣候變遷教育增能與教案工作坊」，引導教師將氣候變遷教育 (CCE) 和永續發展教育 (ESD) 作為教案模組設計的主體，並使教案模組內容符合十二年國民教育的内容意涵。配合 12 年課綱實施，為鼓勵高中以下教師積極投入氣候變遷特色課程與選修課程之開設，辦理全國性中小學氣候變遷教育教學模組比賽，選拔出優良的教學模組，作為推動中小學氣候變遷教育的示範案例，引導各級學校將氣候變遷作為特色課程與選修課程之主題。

為協助發展氣候變遷校本課程，遴選先導型學校，鼓勵我國中小學積極推動氣候變遷教育工作，運用學校與區域特色，發展氣候變遷教育校本課程，提供其他學校觀摩、推廣或採用，並發展「氣候變遷結合永續發展教育的教學模組」(CCESDG = CCE + ESD + SDG)。

目前已產出國小、國中、高中氣候變遷相關教材高中職以下氣候變遷調適教材，共 48 套；引導教師將氣候變遷教育 (CCE) 和永續發展教育 (ESD) 作為教案模組設計的主體，符合十二年國民教育的内容意涵，產生符合十二年國教之中小學氣候變遷教材 36 份；產出逾 30 組中小學氣候變遷教案模組；完成「高中生科普類教材製作」1 份。以上教材及教案可至「氣候變遷教學資訊平臺」進行下載。

(二) 鼓勵措施

教育部將氣候變遷與 12 年國民教育的同時，也推動「生活實驗室 (Living

Laboratory)」的教學概念，加強教學成效。

「生活實驗室」強調以學生真實生活環境為教學場域，進行不斷的研究與創新。在解決生活問題的獲取知識，並培養獨立思考能力。

「生活實驗室」是由麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 的 William Mitchell 教授所提出。應用在我國氣候變遷教育，共分為初階、中階及高階。初階對應國小，以察覺氣候變遷並發展調適策略為主；中階對應國中，除察覺並提出策略外，還需學習背後的相關知識；高階對應高中，察覺氣候變遷衝擊之後，引導學生獨立蒐集資料、找出可能因子後提出假說及預測、採取行為，並依結果修正因子及模式。

為鼓勵中小學實踐「生活實驗室」，教育部推動於 2010 年選出三間學校作為「中小學氣候變遷教育先導型學校」，由國立臺灣師範大學輔導學生與教師利用「氣候變遷教學資訊平臺」上的教學資源，結合學校與區域特色，發展因地制宜的教學教材及教學活動，並回應聯合國永續發展目標。成果提供其他學校觀摩、推廣或採用，並協助其他學校發展教材與教學活動。

三、大專院校強化氣候變遷教育推動

(一) 教學聯盟及種子教師培訓

推動「氣候變遷教育教學聯盟計畫」，就氣候變遷九大領域（健康、土地使用、災害、能源供給及產業、水資源、農業生產、海岸、基礎設施 - 交通系統、生物多樣性）進行氣候變遷專業知能探討、多元交流方式，希冀培育更多氣候變遷相關專業人才，另評估各大專校院教師專業背景及教學領域，持續邀請有意願之教師組成「氣候變遷教學聯盟」，提升教師教學能量與交流經驗，推動氣候變遷教育。如圖 8.1.1-1 所示。

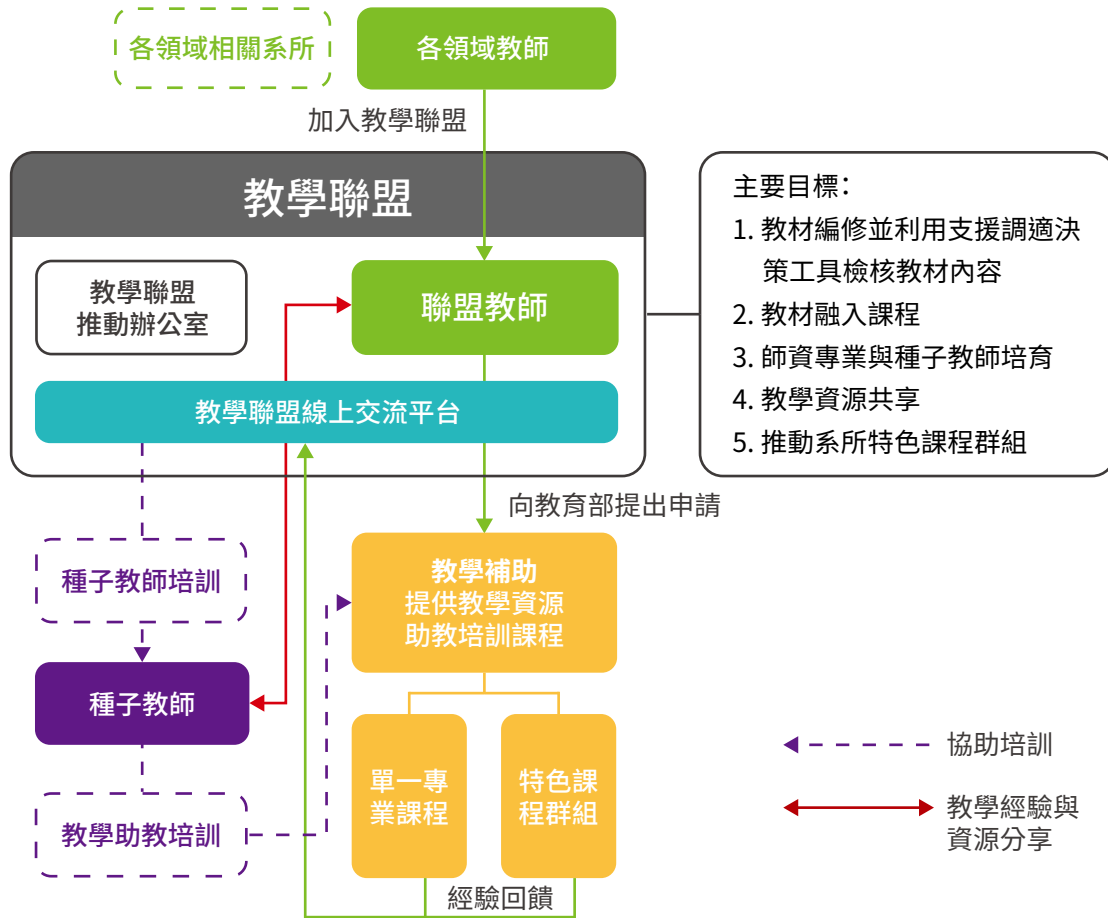


圖 8.1.1-1 氣候變遷調適教育教學聯盟運作機制

資料來源：氣候變遷教學資訊平臺。

(二) 教學活動補助及教材產出

補助大專校院氣候變遷教學活動計畫為使大專校院學生有學習氣候變遷相關議題之機會，並執行國家氣候變遷調適政策，推動氣候變遷專業人才培育，鼓勵大專校院提出氣候變遷相關領域或跨領域之課程教學、發展專業融入補充教材、或相關教學活動，以提昇學生氣候變遷素養與能力，並培育具備氣候變遷知能之人才。

除了補助開設課程外，教育部也編撰適用於各領域之氣候變遷教材供教師使用。目前大專校院通識課程氣候變遷教材，計有 7 核心

模組及 9 個專業模組，共 16 個模組；大專氣候變遷專業融入教材，9 大領域專業課程融入補充教材 9 套及實作教材 9 套，共 18 套教材；完成跨領域教學實施指南及生活實驗室推動（實施）指南，南北區團隊各 1 份；完成「國際環境行動案例影音教材」1 份；9 大領域「跨領域教材模組設計」將領域專業教材模組化；英文精簡版教材編製。以上資料可至「氣候變遷教學資訊平臺」進行下載。

(三) 跨領域教學

跨領域教學與實作技能建構氣候行動能力。跨領域教學著重於不同領域間學生或是教

師交流，近年透過各式跨領域活動 辦理，例如：創意競賽、課程補助、座談會、工作坊、微講堂、交流活動等，讓不同領域的學生或是老師加深對其它領域的認識，甚至更進一步加

深對跨領域的概念，激發參與者無形中對於跨領域思維的融入並有形的反應於學習或教學上。如圖 8.1.1-2。



圖 8.1.1-2、第四屆 SDGs 生態城鄉實踐跨校交流工作坊

資料來源：教育部

(四) 生活實驗室

「生活實驗室」是由麻省理工學院 (Massachusetts Institute of Technology, MIT) 的 William Mitchell 教授所提出。應用在我國氣候變遷教育，強調以學生真實生活環境為教學場域，進行不斷的研究與創新。在解決生活問題的獲取知識，並培養獨立思考能力。

以學校為生活實驗室 (Living Laboratory) 理念，依據「全機構式做法」(Whole-Institute Approach)，透過行為教育的推動來落實學生氣候行動之實踐，在中小學可稱為綠色學校，在大學則為「綠色大學」或永續校園或校園生活實驗室。如圖 8.1.1-3。



圖 8.1.1-3、水資源領域教學聯盟生活實驗室「灌溉與排水工程」課程

資料來源：教育部

（五）氣候變遷創意實作競賽

教育部近年來積極推動氣候變遷相關教育專案，除了培養學生對於氣候變遷議題的瞭解外，也期望可以激發大專學生對於氣候變遷調適的創意，並經學理論述加強之後，能夠進行實作，以深化大專學生對於氣候變遷調適的認識與實作能力，自 105 年起規劃辦理各大專校院「氣候變遷創意實作競賽」和相關增能營隊，讓大專校院學生參與氣候變遷議題，發

揮創意，為因應氣候變遷問題找尋解決方案，創意實作的作品形式不拘，鼓勵參賽學生以積極的氣候行動做出正向「改變」，善用創意及跨領域思考，創造永續發展的更多可能性和機會。最終得獎作品的主題涵蓋教育、都市規劃、建築、都市農場、養殖、產品設計等 同面向，反映氣候變遷議題的多元特性，並受審查委員肯定，成果豐碩。如圖 8.1.1-4 所示。



圖 8.1.1-4、氣候變遷創意實作競賽金獎碳治郎「偵碳觀點」

資料來源：教育部

8.1.2 氣候變遷調適教育

我國氣候變遷專才培育，主要以「氣候變遷教學聯盟」為主要機制。主要運作目的，為協助大專院校教師推廣氣候變遷調適知識教育，協助與業界接軌，培育氣候變遷調適之專業人才。大專院校教師加入聯盟後，可於線上交流平台獲取教學資源補助，包含教材、助教培訓課程，以及來自種子教師的經驗傳承，

教師於教學聯盟所獲得的教材後，可依系所需求，開設可於一學期內教授完畢的「單一專業課程」，或安排一系列跨學期、難度循序漸進的「特色課程群組」。課程以系所專業出

發，將本系所使用之專業教課書，與聯盟提供之「專業融入補充教材」及「專業融入實作教材」結合，讓學生在培養專業能力之外，同時理解自身專業與氣候變遷的關聯性，有別於前一節所述，以基本概念為主之「通才」教育。

以我國「國家氣候變遷調適政策綱領」中的「健康領域」為例，「氣候變遷教學聯盟」檢視目前護理系所使用之社區衛生護理學教科書，分析其中與氣候變遷調適相關聯之部分，並編寫「氣候變遷與健康調適之專業融入實作教材」，成為系所必修課的一部份。預計可直接與間接接觸全國 30 所大專院校護理學系。

目前聯盟已完成 9 個「專業融入補充教材」以及 9 個「專業融入實作教材」，除持續開發其他領域外，也在教學過程中，吸收聯盟教師的回饋加以改善。

8.1.3 能源教育

教育部依據「環境基本法」第 23 條規定及能源轉型白皮書推動事項，配合法令政策，將能源教育議題納入正式課程實施，列入十二年國民基本教育課程綱要（總綱）19 項議題之中，並訂定與能源教育相關議題學習主題與實質內容。

透過編製能源教育相關補充教材，藉由既有教育體系讓學生瞭解能源對環境和經濟正、負面影響及使用價值，並納入國家綠能發展及能源轉型重要政策內涵，落實能資源永續利用之學習與實踐，培養學生成為具獨立思辨之公民。



圖 8.1.3-1、教育部教育推動架構圖

資料來源：能源教育資源總中心網

另外，教育部亦配合行政院「綠能科技產業推動方案」，教育部推動「潔能系統整合與應用人才培育計畫」，一方面聚焦大專能源科

技人才的培育，另一方面扎根中小學能源科技與節能減碳的體驗與學習。透過課程模組、創意實作、產學接軌等策略，培養學生能源創新、專業技術、實作實務及系統整合能力，以培育臺灣推動能源科技研究及產業發展所需的專業人才，如圖 8.1.3-1 所示。

8.2 培訓

考量未來氣候變遷衝擊，並不限於特定部門與職業別。因此我國推動氣候變遷職業人才培訓，由各部門業務主管機關，依各職業特殊需求辦理。以下分別以「減緩」及「調適」，介紹我國現正推行之培訓措施。

8.2.1 氣候減緩相關人才

我國溫管法及「溫室氣體減量推動方案」，除了以能源、製造、運輸、住商、農業及環境六大部門別為分類，劃分各產業的溫室氣體減量策略外，也要求六大部門辦理與減緩相關之培訓活動。以下舉例說明六大部門所辦理的減緩人才培訓措施。

一、能源部門

經濟部能源局為健全能源產業溫室氣體減量管理策略與機制，自 2005 年開始協助與輔導能源產業進行溫室氣體減量申報、盤查、登錄作業、查詢平台及抵換專案等操作；為強化能源產業因應氣候減緩能力與提升產業競爭力，經濟部能源局辦理「能源產業溫室氣體減碳管理專業人才培訓」課程，培訓對象包含民間顧問機構、能源服務公司 (Energy Service Company, ESCO) 與其他對於氣候減緩培訓課程有興趣之單位或個人。

二、製造部門

經濟部工業局為推動產業節能減碳技術輔導，降低溫室氣體排放密集度，推動中小企業節能管理與相關培訓課程，累計培訓 160 人次取得合格證書；科技部提供氣候相關人才培訓課程，分為一般訓練課程及短期技術訓練課程或研討會，每年預估辦理約 15 場次，預估每年可培育 500 人次。

三、運輸部門

為推廣綠色運輸系統，交通部自 2012 年至 2020 年之間，以短、中期逐年辦理推動「綠色運輸知識建構與行銷推廣」與「綠色運輸系統教育宣導網站」。目前成果為臺中市成立低碳城市推動小組，其中低碳運輸面向推動方案包括加強自行車路網串聯、推動綠色交通運具、建構安全交通環境、完成大眾捷運系統、建構智慧型運輸系統、加速客運車輛汰舊換新、加速二行車機車汰換等。

四、住商部門

住宅部門方面，環保署於補助地方政府執行低碳家園建構等相關計畫之工作重點，規範地方政府應結合績優村里，辦理人員因應氣候變遷教育培訓及宣導工作，以擴散「低碳永續家園評等推動計畫」之執行成果；商業部門方面，經濟部商業司與地方政府協力，推動地方商業聚落或商場進行自主節能減碳，教導企業節能規劃與使用節能財務分析系統，例如舉辦「商業服務業節能規劃師」培訓課程等。

五、農業部門

農委會為面對全球暖化氣候變遷的新環境挑戰，自 2014 年起持續推動「農田水利建設應用生態工法規劃設計與監督管理作業要點」，且為更加落實生態工程推廣與節能減碳應用政策，自 2016 年持續維護與更新農田水

圳工程節能減碳評估系統，並辦理進階培訓各農田水利會導覽解說種子人員等培訓課程。

六、環境部門

為增進環境教育人員之氣候變遷專業知識，環保署環境保護人員訓練所自 2015 年起開辦「環境教育人員核心科目及專業領域 120 小時訓練架構」，出版氣候變遷專業領域訓練教材，內容涵蓋氣候變遷減緩與調適、溫室氣體排放趨勢及策略、碳稅與碳市場、產品碳足跡評估、環境足跡量化工具實作與應用等。

8.2.2 氣候調適相關人才

我國最新一期「國家氣候變遷調適行動方案」，除了以災害、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、健康等八大領域，劃分氣候變遷調適行動外，也要求各主責部會辦理調適相關之人力培訓。以下舉例說明八大領域所辦理的減緩人才培訓措施。

一、災害領域

科技部為建置我國在不同災害情境下，全台及縣市尺度之災害風險地圖，推動「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」（詳見第六章）；水利署執行水災災害防救策進計畫，推動全民防災觀念，於全國各縣市推動水患自主防災社區，召募培訓逾志工，建構全民防災應變能力；水利署為加強水庫集水區保育治理計畫，2019 年針對水庫集水區範圍進行整治、水土災害預警應變與防砂調查檢討；文資局因應極端氣候發生頻率遞增對整體考古文物帶來的影響，於 2019 年辦理文資相關調適教育訓練等；原民會因應天災對原住民族傳統領域造成之淺再衝擊，於 2019 年推動原鄉地區傳統遺址及生態資源維護計畫。

二、維生基礎設施領域

交通部臺灣鐵路管理局為因應氣候變遷對鐵路安全的衝擊，核定鐵路邊坡養護手冊，加強管理人員之培訓與管理，降低鐵路邊坡之災害潛勢與危害度；政府補助電信業者建置定點式與機動式防救災行動通訊平台，並將調適概念納入培訓及實務演練，提升災害後基地台、衛星傳輸等設備存活率。

三、水資源領域

農委會因應未來氣候變遷，對農業水資源利用造成的衝擊，推廣農田水利設施更新改善與加強灌溉水質管理維護計畫，並搭配培訓課程，加強農業從業人員對氣候變遷調適的能力。此外，經濟部水利署因應未來氣候變遷，對產業用水造成的衝擊，已推廣產業用水輔導節水計畫，於北、中、南三區域同時執行，共完成 1,069 大用水戶諮詢服務，輔導後總節水潛力為 21,511 噸/天，並搭配給予落實節水獎勵，以加強產業從業人員對氣候變遷調適的能力。

四、土地利用領域

為有效地採取調適策略以降低土地利用脆弱度，土地使用規劃與國土保育為有效應對氣候變遷衝擊的管理方法。內政部會同農委會與經濟部，針對國內現行空間架構，分別擬定都市計畫與國家公園計畫。在國家公園中程計畫中，未來規劃培育保育研究人才，包含生態、動植物、森林、濕地與海洋等研究領域，提供保育研究人員長期調查及監測之研究場域；培育涉及人文、地質、景觀、遊憩、環境教育、自然保育及工程等國家公園跨領域經營管理之專業從業人員。

五、海岸及海洋領域

氣象局為強化我國海象及氣象災防環境

服務系統之人才培訓，於 2019 年舉行「臺灣海象災防環境資訊平臺應用講習會」，邀請產官學 58 個災防機關會晤，推廣氣象災防相關資訊，並邀請多個學術團隊加入。此外，氣象局也與美國國家海洋暨大氣總署（National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA）所屬之國家劇烈風暴實驗室（NSSL）辦理人才培訓活動，引入自動及時預報系統，以及自主雷達資料處理與研發人才。

六、能源供給及產業領域

經濟部能源局於 2012 年至 2021 年間，針對能源產業辦理能源產業氣候變遷調適專業人員教育訓練，並蒐研氣候變遷調適議題最新發展，每雙週發行「能源部門因應氣候變遷調適雙週報」供外界參考；經濟部工業局於 2014 至 2018 年間，辦理「製造業氣候變遷調適宣導說明會」，另外透過「製造業氣候變遷調適示範專案」及「製造業氣候變遷調適指引與評估工具」，協助廠商培育氣候變遷調適管理概念與風險評估專業人員；經濟部中小企業處於 2013 至 2018 年間，辦理「企業因應氣候變遷調適講習」，另於 2019 年「氣候變遷調適與氣候保險發展趨勢研討會」，培訓對象為多位技術服務業及製造業從業人員。

七、農業生產及生物多樣性領域

農委會為降低氣候變遷對於農業生產的影響，持續推動強固型溫網室設施、作物災害危害系統、農業保險等措施，同時辦理農業氣候變遷調適人才培訓。目前透過產學合作方式、教材推廣、企業講座、專題演講等方式，提高農業調適能力及創新力；農委會於 2019 年起，於臺北市推行學校午餐每週至少食用 1 餐有機蔬菜活動，強化學生對有機農業、環境教育以及食農教育等相關議題的瞭解；環保署號召餐飲業者響應成為惜食店鋪，目前已有

超越 80 間餐廳響應，從消費端降低食物生產對氣候變遷的衝擊。

八、健康領域

勞動部為避免勞工於高溫下於戶外從事作業所帶來職業傷害，於 2019 年起辦理「高氣溫戶外作業危害預防宣導會」，加強雇主及勞工對未來極端高溫危機所帶來之職業安全認知；並針對氣候變遷下極端高溫事件與職業安全關聯，完成「氣候變遷造成營造業熱壓力與體力負荷影響之研究」

九、能力建構領域

金融監督管理委員會持續促請金融研訓院規劃安排相關訓練課程、研討會，邀集國內外專家進行經驗分享與交流，發展出適合我國之綠色專案融資模式，充實在地專案融資放款能量。相關訓練及研討會課程內容包括：「離岸風電融資風險研討會」、「推動赤道原則對太陽光電業發展籌融資商機及挑戰座談會」、「再生能源專案融資人才培訓研習班」、「金融高階主管儲訓計畫 (LEAP)- 綠色金融創新趨勢」、「公司治理講堂 -ESG 與永續治理及氣候變遷下金融業的進與退系列講堂」、「氣候變遷風險管理研習班」及「ESG 模式發展與信用風險研習班」等。

金融研訓院 2018 年已舉辦 45 個班次，計 2,327 人次參訓；2019 年舉辦 25 個班次，計 1,109 人次參訓；2020 年舉辦 15 班次，計 422 人次參訓，並舉辦大型研討會活動「2020 綠色金融新時代高峰論壇」，參與人數達 239 人次；又針對社會大眾舉辦金融知識巡迴列車活動與金融知識樂學習講座活動計 5 場次，參加人數達 290 人；該院 2021 年截至 6 月，並已舉辦 4 班次，計 196 人次參訓。

8.3 社會對話與公眾溝通

氣候變遷之因應有賴政府與民間協力參與，透過公眾溝通之落實，完善政策制定，並藉由公私合作倡議，推動氣候培力，共同創建永續環境。以下分別介紹我國氣候與能源政策之社會對話及公眾參與，以及公民社會團體推動氣候培力相關行動。

8.3.1 氣候與能源政策之社會對話及公眾參與

我國在政策執行階段已建立完備的公眾參與機制，除依法規要求召開專家諮詢及公聽會，亦搭配直播、座談會等形式，擴大及深化社會溝通。近年在政策規劃階段也逐漸導入公眾參與機制，如啟動淨零排放路徑專案工作組，集結各界共同探討淨零排放之關鍵技術或議題、能源轉型白皮書之訂定，藉由擴大公民參與規劃未來能源政策、建置「氣候公民對話平臺」，提供互動式政策資訊與網路意見徵詢。透過工作圈、大型研討會等形式，在特定議題上與代表性群體共同協作政策，廣泛諮詢公眾之意見，以完善整體政策規劃。

一、淨零排放路徑專案工作組

為因應國際推動 2050 溫室氣體淨零排放 (Net-zero Emission) 之趨勢，行政院能源及減碳辦公室於 2020 年 12 月正式啟動淨零排放路徑評估。

為於規劃階段納入公眾意見，特別設立願景組，於 2021 年 3 月至 8 月展開為期半年的社會對話，擘劃我國淨零轉型之願景想像。願景組針對推動淨零排放所需之各項關鍵技術或議題，涵蓋負碳技術、去碳能源、淨零建築、綠運輸、低碳產業、經濟工具及公正轉型

等，以工作坊形式，邀請各界參與對話，包含政府相關業務主管機關、各領域專家學者、重

要產業協會及公民團體，共 110 位民間代表，如圖 8.3.1-1 所示。



圖 8.3.1-1、「淨零排放路徑專案工作組」社會願景對話

資料來源：行政院環境保護署

二、能源轉型白皮書

2017 年 4 月核定之「能源發展綱領」修正案，將「能源轉型白皮書」列為落實推動機制，由經濟部能源局推動政府與民間協作產出機制，透過預備會議、工作小組、公民會議、分眾會議及網路徵詢等方式，邀集各領域專家及民衆參與政策制定。

第 1 階段為搜集公眾關注內容及既有措施盤點，作為白皮書草案以及下一階段討論依據。2017 年於北、中、南、東區分別辦理預備會議，邀集民衆及公民團體對談，共 617 人次參與，蒐集 605 則意見。同時，盤點 174 項現正推動的能源政策與措施，並將現有措施

與民衆意見初步整理，提出 21 項「重點方案（計畫）項目」，其中 19 項由現有政策發展而來，2 項由民衆意見整理而成。

第 2 階段成立不同領域之 5 大工作小組，包含能源治理、節約能源、電力、新及再生能源及綠能科技產業，分別研擬重點方案具體內容。各小組由 12 名委員組成，包含具備能源專業知識的學者、政府、產業研究機構與公民代表，共同協作產出「能源轉型白皮書」內各項「重點方案（計畫）」草案。草案於 2018 年 7 月完成後，公布於網路供民衆參考並徵求意見。

第3階段為深入瞭解民衆對於草案的批評與建議，在2018年辦理分衆會議、公民會議及網路意見諮詢，如圖8.3.1-2所示。分衆會議為主題導向，分別邀請產業團體、學研團體及公民團體實務討論充分溝通；公民會議則以抽樣方式進行，按全國人口與實際報名情形於選出足以代表我國的公民成為代表，針對白皮書重點推動方案草案展開對談。除了

上述機制外，民衆也可利用「國發會公共政策網路參與平台」，自由發表對於草案的意見。公民意見蒐集彙整後，供五大工作小組參考，修改「能源轉型白皮書」，最終於2020年11月由行政院核定通過，為我國能源政策透過各界協作撰擬的模式樹立典範，驅動政府網能源轉型的目標持續邁進。



圖 8.3.1-2、「能源轉型白皮書」第三階段公民工作坊

資料來源：經濟部能源局網站

三、氣候公民對話平臺

環保署於2020年建置「氣候公民對話平臺」，透過視覺化、互動式介面，呈現各部門溫室氣體減量數據及溫室氣體減量措施執行進展，並匯集國內外重要氣候政策資訊及各部會相關網站，以利使用者快速掌握我國氣候政

策之推動情形。此外，「氣候公民對話平臺」也是我國辦理氣候議題公眾對話的主要網路管道，針對「溫室氣體減量及管理法」修法、「第二階段管制目標」等重大氣候政策，透過平臺蒐集民衆意見，並公布意見參採情形之政府回覆，如圖8.3.1-3所示。

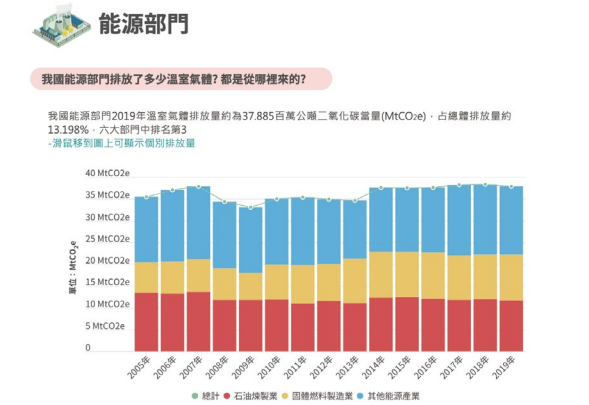


圖 8.3.1-3、「氣候公民對話平臺」視覺化政策資訊

資料來源：行政院環境保護署

8.3.2 公民社會團體推動氣候培力

我國非政府組織發展蓬勃，除了以氣候變遷及永續發展為焦點的氣候團體外，廣泛性環境議題的環境團體、聚焦地方議題的在地社區團體、以及由民間投資所成立的基金會，皆關切及響應氣候變遷議題。以下分別介紹我國政府與公民社會團體共同響應國際之環境保護行動、公民社會團體推動之企業永續發展相關倡議，以及政府、青年團體推動之青年氣候培力相關活動。

一、世界地球日

世界地球日 (Earth Day) 是從 1970 年開始，並於每年 4 月 22 日舉行，主要目的為提高人們對於環境保護意識而成立的活動，至今

已發展至全球 193 個國家、吸引超過 10 億公民的參與。2021 年主題為「修復地球 (Restore Our Earth)」，呼籲人們付出實際行動表達對地球的關懷，思考如何減少對地球的影響、改善恢復我們的地球環境，共同防止環境破壞所引發的災害。

蔡英文總統每年於世界地球日皆會接見國內環保團體代表，以了解大家對於環保議題的看法及建議，期能將民間的聲音納入政府機關決策時的考量，讓施政能更周全。蔡總統於今年出席了「永續·地球解方－聯合設計行動」開幕典禮，於會中表示要找出最符合臺灣永續發展的氣候治理路徑，將減碳挑戰轉換成產業與就業的新機會。此外，也正積極部署在 2050 年達到淨零排放目標的可能路徑。

賴清德副總統亦於世界地球日下午出席「比爾蓋茲『如何避免氣候災難』新書發表暨座談會」時表示，面對氣候災難的問題，臺灣沒有豁免權，應該積極面對、積極參與；針對

零碳排放，未來臺灣也要誠實面對問題、務實擬定對策、踏實解決問題，走出一條國家永續的新方向。上述活動照片如圖 8.3.2-1 所示。



圖 8.3.2-1、總統與副總統於世界地球日活動出席情形

資料來源：總統府網站

二、地球一小時

地球一小時 (Earth Hour) 是由世界自然基金會 (The World Wide Fund for Nature, WWF) 所發起之節能倡議活動，邀請全世界各單位於每年三月底的星期六晚上 8 點半至 9 點半，關閉 必要的電燈及耗能產品一小時，藉以喚起全球對於節能及全球暖化的意識。

澳洲雪梨在 2007 年舉辦首次地球一小時活動，我國非政府組織、企業界及各級政府單

位自 2010 年起陸續響應，2021 年共有超過 1,178 間企業參與，包含總統府在內的各級政府機關、臺北 101 大樓及臺電大樓等指標建築物。根據臺灣電力公司公開資訊推算，我國自 2010 年參與活動至今，累積節電近 90 萬度。再加上公私各部門合作倡議所產生的大眾教育宣導效益，皆為我國氣候變遷政策推動帶來巨大助益，也是我國政府、民間協力，響應國際倡議的具體案例，如圖 8.3.2-2 所示。



圖 8.3.2-2、臺灣指標建築物響應「地球一小時」

資料來源：荒野保護協會

三、氣候遊行

2020 年的「青年抗暖大遊行」由國內 11 個關注環境的非政府組織主辦，並獲得近 50 個非政府組織連署，以「氣候改革刻不容緩」為主軸，邀請各界人士走上街頭，響應「週五護未來」（Fridays for Future）全球行動，呼籲政府加快氣候變遷推動力道。

除遊行活動之外，非政府組織也於會場設置「氣候共學堂」，參考聯合國氣候變遷綱要公約的九大利害關係人社群，邀集各領域利害關係人對談，當天也邀請多位立法委員及議員到場，分享民意代表參與氣候變遷政策推動的經驗，使遊行兼具倡議及氣候公眾溝通、教育的意義，並獲國際重要氣候平台 Climate Home News 報導，如圖 8.3.2-3 所示。



圖 8.3.2-3、青年抗暖大遊行

資料來源：台灣青年氣候聯盟

四、RE10x10

RE10x10 由國際環保組織綠色和平在 2020 年發起，旨在推動我國企業加速轉用再生能源，實踐氣候與環境責任，邀請我國中小企業共同在「2025 年達成轉用 10% 以上綠

電」，獲得台積電、台泥與玉山金控等 14 家企業主率先加入。2021 年第 2 屆「RE10x10 綠電論壇」逾 600 家企業代表報名並以線上形式參與，如圖 8.3.2-4 所示。



圖 8.3.2-4、第 2 屆「RE10x10 綠電論壇」

資料來源：綠色和平 www.greenpeace.org.tw · 綠色和平為著作權人

五、台灣淨零行動聯盟

為鼓勵我國產業界善盡企業社會責任，促進全球再生能源發展，並使企業達成全球減碳目標，台灣永續能源研究基金會與國內外 27 家公司籌設成立「台灣淨零行動聯盟」，成員涵蓋傳統製造業、科技業、金融業、服務業，總計營收占 2020 年我國 GDP 比值超過四成、溫室氣體總排放量占台灣近兩成。

該聯盟的目標為共同推動企業於 2030 年達成「辦公室據點」100% 淨零排放，而最終目標為 2050 年達成全台「辦公室據點」及「生產據點」100% 淨零排放。未來也將進一步成立「台灣淨零排放協會」，專責聚焦淨零排放相關議題及教育之推動，搭建政府法令與政策之溝通平台，協助達成我國成功淨零轉型，如圖 8.3.2-5 所示。



圖 8.3.2-5、台灣淨零行動聯盟成立大會

資料來源：財團法人台灣永續能源研究基金會

六、青年與國家氣候願景論壇

環保署於 2020 年舉辦青年與國家氣候願景論壇，邀請長期專注氣候變遷議題的公民團體、青年代表、部會代表及專家學者，針對氣候變遷減緩與調適行動進行對談。活動中青年代表以科學基礎論述因應國際環保議題觀點，並就氣候政策提出訂定長期減量目標、建立公

開透明的多元對話機制、強化科學科技與氣候行動的連結、公私部門氣候變遷能力建構、引導私部門資金投入及成立跨部會主管機關等具體建議，充分展現臺灣年輕人的熱情及創新想法，也為政府施政規劃注入新的活力，如圖 8.3.2-6 所示。



圖 8.3.2-6、青年與國家氣候願景論壇

資料來源：行政院環境保護署

七、台灣青年氣候培力行動

花旗（台灣）銀行於 2021 年攜手台灣青年氣候聯盟推出一系列「花旗台灣青年氣候培力行動」，包含舉辦「氣候模擬聯合國」、首創「青年氣候外交培力論壇」，串聯台灣青年與國際 ESG（環境 Environmental、社會 Social 與治理 Governance）專家接軌國際趨勢，並在世界地球日前推出「千人響應計畫」，邀請全民上網一起加入氣候行動，希望藉以提高民衆的氣候變遷意識，把淨零碳排落實生活中。

千人響應計畫活動網站，以活潑可愛的動畫影片，深入淺出點出台灣面臨氣候變遷的挑戰，此外亦收錄氣候模擬聯合國活動中，國際氣候談判的背景與規則介紹；同時集結日前四場青年氣候外交培力論壇：「氣候 × 金融 × ESG」、「氣候 × 數位媒體」、「氣候 × 調適」與「氣候 × 聯合國」的精彩影片重播，重量級講者與年輕世代對話與討論，跨領域分享關於氣候變遷的看法，更首度連線紐約、倫敦與台北，探討 ESG 與氣候變遷議題的最新國際趨勢。四場青年氣候外交培力論壇共吸引超過 36 萬的瀏覽人次，顯示台灣年輕世代對於氣候變遷的關注度與日俱增，如圖 8.3.2-7 所示。



圖 8.3.2-7、花旗台灣青年氣候培力行動
資料來源：台灣青年氣候聯盟

八、氣候股長

歐萊德 (O'right) 公司與台灣青年氣候聯盟自 2019 年起合作推動「氣候股長」計畫，募集資源及講師，協助第一線教育者推行符合校園需求之氣候變遷教材。其構想源自於在學校班級設立如同風紀股長、衛生股長般的「氣候股長」，讓氣候議題走入校園、增加師生對氣候變遷認知，以強化整體社會的綠色影響力。台灣青年氣候聯盟協助培訓志願者及教育工作者，掌握氣候變遷基礎知識及多媒體教學資源，並且與各級學校教師合作，針對各縣市特色及學生需求，設計氣候變遷相關課程內容，並派員至班級授課，如圖 8.3.2-8 所示。



圖 8.3.2-8、氣候股長專案於各級學校推動氣候變遷教育

資料來源：台灣青年氣候聯盟

參考文獻

1. 教育部，重大教育政策發展歷程 <http://history.moe.gov.tw/policy.asp?id=24>
2. 教育部「氣候變遷教學資訊平臺」 <https://climatechange.tw/Home/Page/6?pagelD=5>
3. 教育部「國民及學前教育署 108 課綱資訊網」，關於 12 年國教 <https://12basic.edu>

tw/12about.php

4. 教育部，「節能系統整合與應用人才培育計畫」，計畫介紹 <https://www.energyedu.tw/index.php?inter=about&id=6>
5. 行政院環境保護署 <https://www.epa.gov.tw/>
6. 行政院環境保護署「同舟共濟—臺灣氣候變遷調適平臺」，「108 年能力建構成果報告」 <https://adapt.epa.gov.tw/TCCIP-1-F/TCCIP-1-F-4.html>
7. 行政院環境保護署「氣候公民對話平臺」 <https://www.climatetalks.tw/>
8. 經濟部能源局網站，「能源轉型白皮書核定本」，2020 年
9. 能源轉型白皮書網站 <https://energywhitepaper.tw/#/>
10. 能源教育資源總中心網 <https://learnenergy.tw/>
11. 國家教育研究院，「議題融入說明手冊」，2017 年
12. 荒野保護協會，「地球一小時新聞稿」，2021 年
13. 氣候股長 <https://www.facebook.com/%E6%B0%A3%E5%80%99%E8%82%A1%E9%95%B7-Climate-Leader-for-Future-105310074225264>
14. 氣候變遷教學聯盟網路交流平臺 <http://sdl.ae.ntu.edu.tw/CATA/about.php>
15. Climate Home News，「As Taiwan models net zero scenarios, campaigners push for 2050 target」，2020 年

2021年 中華民國溫室氣體國家報告

National Communication of the Republic of China (Taiwan) under the
United Nations Framework Convention on Climate Change



行政院環境保護署
Environmental Protection Administration,
Executive Yuan, R.O.C.(Taiwan)