

2018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



序言

臺灣四面環海，受氣候變遷衝擊尤為嚴重，近年來高溫熱浪、熱帶低氣壓引入強降雨或颱風侵襲等威脅，都讓國民生命財產安全遭受重大損失。「聯合國政府間氣候變化專門委員會」(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 於 2018 年 10 月發表「全球升溫 1.5°C 特別報告」(Special Report on Global Warming of 1.5°C)，再次提醒世人氣候變遷已是科學事實，同時真實深刻地影響地球每個角落。

面對氣候變遷挑戰，臺灣各界推動溫室氣體減量及氣候變遷調適的相關策略作為是豐富而多元的，從法制面上依立法院通過的「溫室氣體減量及管理法」，中央部會擬訂氣候政策，藉由短中長程減量目標管理逐步落實能源轉型、產業結構調整、低碳運輸環境建構等具體措施，地方政府亦呼應提出因地制宜的減碳行動並參與新節電運動方案，民間產業、學術研究機構及公民團體更是自發地參與全球碳揭露計畫、發起氣候倡議與推展環境教育，在在展現出無比的活力。此外，透過氣象觀測、災害預警防範未然，進而強化維生基礎設施及流域綜合治理等，有效降低災害風險與損失及提升能力建構，並將氣候變遷議題融入國民教育、發展通識課程教材以強化公眾意識，逐步營造低碳永續的韌性家園。

臺灣過去受益於工業化的發展，如今更應共同承擔拯救地球的責任，我們樂意與國際社會分享在環境管理制度、防災預警系統、能源效率提升技術、科技創新運用等相關領域的努力與經驗。全球氣候變遷是「生與死的問題」，即使臺灣遭受聯合國忽略與孤立的不公平對待，但逆境反而驅使我們加倍努力前行。我們相信「德不孤，必有鄰」，將持續秉持著「專業、務實、貢獻」的原則，爭取參與國際組織與活動，善盡地球公民的責任，讓臺灣走向世界，也要讓世界走進臺灣。

依 2015 年公布之「溫室氣體減量及管理法」第 13 條規定，本署首次發布「2018 年中華民國溫室氣體國家報告」匯集了我國推動因應氣候變遷相關作為與成果，分享臺灣產業及公民社會的氣候行動。值此報告付梓之際，由衷感謝長期關注與投入氣候變遷議題的各界夥伴們，讓我們持續與國際社會協力對抗氣候變遷不缺席。



行政院環境保護署

署長 張子敬 謹識

目錄

序言.....	1
目錄.....	2
表目錄.....	4
圖目錄.....	5
執行摘要.....	8
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 經濟.....	18
1.4 地理位置與土地利用情形.....	18
1.5 氣候.....	19
1.6 能源.....	20
1.7 交通.....	23
1.8 工業.....	25
1.9 廢棄物.....	25
1.10 建築物及都市結構.....	26
1.11 農、林、漁、牧.....	26
第二章 溫室氣體排放、吸收統計及趨勢分析.....	29
2.1 溫室氣體清冊方法及統計程序.....	30
2.2 各種溫室氣體排放及移除統計.....	31
2.3 各部門溫室氣體排放及吸收統計.....	49
2.4 溫室氣體關鍵源及趨勢分析.....	63
第三章 我國溫室氣體減量之政策及措施.....	65
3.1 臺灣因應氣候變遷立場.....	66
3.2 政府組織架構.....	66
3.3 溫室氣體減量及管理法.....	70
3.4 相關法案及政策配套.....	81
3.5 呼應巴黎協定的減量政策規劃.....	84
第四章 溫室氣體排放預測.....	86
4.1 預測工具及範圍.....	87
4.2 基準情境分析.....	90
4.3 趨勢推估.....	92

第五章 氣象觀測及氣候變遷科學研究	97
5.1 氣象系統觀測.....	98
5.2 氣候變遷重點研究與推動工作.....	104
5.3 未來規劃.....	111
第六章 氣候變遷衝擊影響及調適對策	114
6.1 氣候變遷衝擊現況.....	115
6.2 臺灣因應立場及政府組織架構.....	124
6.3 氣候變遷調適立法與施政重點.....	126
第七章 技術研發、需求及移轉	138
7.1 技術研究與發展.....	139
7.2 技術需求及移轉.....	141
第八章 國際合作及交流	147
8.1 參與聯合國氣候變化綱要公約.....	148
8.2 國家及政府間組織合作及交流.....	148
8.3 地方政府與城市合作及交流.....	154
8.4 非政府間組織合作及交流.....	155
第九章 教育、培訓及宣導	160
9.1 校園教育、培訓及宣導.....	161
9.2 產業及在職人員教育、培訓及宣導.....	163
9.3 社會與公眾教育、培訓及宣導.....	164
9.4 公民社會團體推動氣候培力.....	169

表目錄

表 1.3.1 我國歷年經濟發展趨勢.....	18
表 1.6.1 歷年能源供給表 (按能源別).....	21
表 1.6.2 臺灣能源效率指標.....	22
表 1.7.1 臺灣交通運量統計表.....	23
表 1.7.2 2017 年陸上交通運量統計.....	24
表 2.2.1 臺灣 1990 至 2016 年各類溫室氣體排放量和移除量.....	33
表 2.2.2 臺灣 1990 至 2016 年二氧化碳排放量.....	35
表 2.2.3 臺灣 1990 至 2016 年甲烷排放量.....	38
表 2.2.4 臺灣 1990 至 2016 年氧化亞氮排放量.....	40
表 2.2.5 臺灣 1990 至 2016 年氫氟碳化物生產排放量.....	42
表 2.2.6 臺灣 1990 至 2016 年全氟碳化物排放量.....	44
表 2.2.7 臺灣 1990 至 2016 年六氟化硫排放量.....	46
表 2.2.8 臺灣 1990 至 2016 年三氟化氮排放量.....	48
表 2.3.1 臺灣 1990 至 2016 年各部門溫室氣體排放量.....	50
表 2.3.2 臺灣 1990 至 2016 年能源部門溫室氣體排放量.....	52
表 2.3.3 臺灣 1990 至 2016 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量.....	55
表 2.3.4 臺灣 1990 至 2016 年農業部門溫室氣體排放量.....	58
表 2.3.5 臺灣 1990 至 2016 年林業部門碳移除量變化.....	60
表 2.3.6 臺灣 1990 至 2016 年廢棄物部門溫室氣體排放量.....	62
表 3.3.1 歷年核可綠建築標章及候選綠建築證書統計.....	79
表 4.2.1 核能電廠運轉執照期限.....	90
表 4.2.2 天然氣規劃量.....	91
表 4.2.3 再生能源裝置量.....	91
表 4.2.4 再生能源發電量.....	91
表 4.3.1 林業碳匯推估.....	93
表 5.1.1 交通部中央氣象局所屬綜觀氣象站一覽表.....	98
表 6.1.1 臺灣平均氣溫與百年增溫幅度.....	116
表 6.1.2 1957~2006 年臺灣六個測站夏季與冬季變化表.....	121
表 6.3.1 國家氣候變遷調適政策綱領彙整我國未來面臨之總體衝擊與挑戰.....	126
表 6.3.2 國家氣候調適行動計畫 102-106 年總體調適計畫推動重點.....	127
表 6.3.3 國家災害防救科技中心氣候變遷風險評估歷年重點成果.....	131
表 7.2.1 我國海洋能源自然條件進行離岸風力發電開發之評估.....	142
表 7.2.2 技術發展、技術擴散與技術移轉之目的與執行方法.....	143
表 8.2.1 財團法人國際合作發展基金會近年來國際援助與合作計畫重點列表.....	152
表 8.2.2 財團法人國際合作發展基金會 105 至 107 年度環境保護相關議題研習班資訊列表.....	153
表 8.2.3 外交部 102 至 106 年度 UNFCCC NGO 論壇主題列表.....	154
表 9.3.1 社團法人社區大學 CBA 方案執行學校與主題.....	167

圖目錄

圖 1 臺灣 1990 至 2016 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢.....	9
圖 2 臺灣 1990 至 2016 年各部門溫室氣體排放量趨勢.....	9
圖 3 我國溫室氣體減量路徑圖.....	11
圖 4 我國國家氣候變遷調適政策綱領八大領域部會分工架構.....	12
圖 1.1.1 臺灣中央政府現行組織圖.....	16
圖 1.1.2 臺灣地方行政區域簡介圖.....	17
圖 1.2.1 臺灣整體人口發展趨勢圖.....	17
圖 1.4.1 臺灣全島圖.....	19
圖 1.5.1 臺灣百年平均溫度均平變化.....	20
圖 1.6.1 臺灣歷年能源結構圖.....	21
圖 1.11.1 我國 2017 年農林漁牧各產業之總產值比重圖.....	27
圖 1.11.2 我國森林林型分類比例.....	27
圖 2.1.1 臺灣國家溫室氣體清冊準備程序.....	30
圖 2.2.1 2016 年各類溫室氣體排放占比.....	32
圖 2.2.2 臺灣 1990 至 2016 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢.....	32
圖 2.2.3 臺灣 1990 至 2016 年二氧化碳排放量趨勢.....	34
圖 2.2.4 臺灣 2001 至 2016 年甲烷排放量趨勢.....	37
圖 2.2.5 臺灣 1990 至 2016 年氧化亞氮排放量趨勢.....	39
圖 2.2.6 臺灣 1993 至 2016 年氫氟碳化物排放量趨勢.....	41
圖 2.2.7 臺灣 1999 至 2016 年全氟碳化物排放量趨勢.....	43
圖 2.2.8 臺灣 1999 至 2016 年六氟化硫排放量趨勢.....	45
圖 2.2.9 臺灣 1999 至 2016 年三氟化氮排放量趨勢.....	47
圖 2.3.1 臺灣 1990 至 2016 年各部門溫室氣體排放量趨勢.....	49
圖 2.3.2 臺灣 1990 至 2016 年能源部門溫室氣體排放量趨勢.....	51
圖 2.3.3 臺灣 1990 至 2016 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量趨勢.....	54
圖 2.3.4 臺灣 1990 至 2016 年農業部門溫室氣體排放量趨勢.....	57
圖 2.3.5 臺灣 1990 至 2016 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量趨勢.....	59
圖 2.3.6 臺灣 1990 至 2016 年廢棄物部門溫室氣體排放量趨勢.....	61
圖 3.2.1 行政院國家永續發展委員會組織架構圖.....	67
圖 3.2.2 行政院能源及減碳辦公室組織架構圖.....	68
圖 3.2.3 溫室氣體減量及管理法第 8 條推動作法之部會分工事項.....	69
圖 3.2.4 溫室氣體減量及管理法規範下之中央與地方分層推動架構示意圖.....	70
圖 3.3.1 溫室氣體減量及管理法架構圖.....	71
圖 3.3.2 排放源及事業減量策略階段管理方式.....	72
圖 3.3.3 國家因應氣候變遷行動綱領及相關方案階層關係圖.....	73
圖 3.3.4 國家因應氣候變遷行動綱領架構圖.....	74
圖 3.3.5 溫室氣體減量推動方案架構圖.....	75
圖 3.3.6 我國溫室氣體減量路徑圖.....	76
圖 3.3.7 六大部門推動策略及目標簡介.....	76
圖 3.3.8 八大政策配套簡介.....	77
圖 3.3.9 執行方案撰擬架構圖.....	81
圖 3.4.1 能源發展綱領架構圖.....	82
圖 4.1.1 能源部門 TISMO 整合模型架構.....	87
圖 4.1.2 農業部門 GEMTEE 政策分析模組.....	88

圖 4.1.3 農業部門 GEMTEE 資料庫架構	89
圖 4.3.1 溫室氣體排放量推估方式	92
圖 4.3.2 燃料燃燒溫室氣體排放量預估	93
圖 4.3.3 非燃料燃燒溫室氣體排放量預估	94
圖 4.3.4 總溫室氣體排放量預估	95
圖 5.1.1 交通部中央氣象局全臺測站分布圖	100
圖 5.1.2 我國氣象雷達觀測網	102
圖 5.1.3 交通部中央氣象局海象觀測網	103
圖 5.2.1 交通部中央氣象局與國內外氣候相關計畫之互動關係圖	104
圖 5.2.2 交通部中央氣象局氣候模式發展與應用工作	106
圖 5.2.3 氣候模式近地表溫度 (上) 及雨量 (下) 之季節機率預報圖	107
圖 5.2.4 交通部中央氣象局氣候變遷分析工作規劃	108
圖 5.2.5 交通部中央氣象局氣候應用推廣工作規劃圖	109
圖 5.2.6 交通部中央氣象局農業合作應用觀測網分布圖	110
圖 6.1.1 臺灣 1900- 2017 年溫度趨勢	115
圖 6.1.2 臺灣氣溫趨勢	116
圖 6.1.3 臺灣地區近地面氣溫平均變化	116
圖 6.1.4 臺灣地區近地面氣溫時間序列平均變化趨勢圖	117
圖 6.1.5 臺灣降雨量觀測趨勢	118
圖 6.1.6 臺灣地區雨量平均變化率推估	119
圖 6.1.7 在 RCP8.5 情境下全臺灣區域平均四個季節降雨的時間序列	120
圖 6.1.8 臺灣季節觀測趨勢	121
圖 6.1.9 臺灣高低溫日夜觀測趨勢圖	122
圖 6.1.10 1950 ~ 2014 年期間颱風個數時間序列圖	123
圖 6.2.1 我國國家氣候變遷調適政策綱領八大領域部會分工架構	124
圖 6.2.2 我國國家因應氣候變遷行動綱領調適與減緩政策內涵示意圖	125
圖 6.3.1 教育部氣候變遷調適教育專才與通才培育架構圖	129
圖 6.3.2 地方氣候變遷調適計畫規劃作業程序	130
圖 6.3.3 國家災害防救科技中心極端氣候調適研究單位關聯圖	131
圖 6.3.4 災害領域行動方案執行成果重點	132
圖 6.3.5 國家水資源調適行動方案推動架構	133
圖 6.3.6 能源領域氣候變遷調適推動架構	134
圖 7.2.1 薩爾瓦多環境部人員與財團法人國際合作發展基金會人員進行土地利用變異點查核	144
圖 7.2.2 宏都拉斯森林署蟲害工作小組說明小蠹蟲誘捕器使用方式	144
圖 7.2.3 訪視聖國現有氣象站設備	145
圖 7.2.4 緬甸鄉村微集中式供電站先鋒計畫之參與村民與太陽能板合照	145
圖 8.4.1 全球溫室效應氣體商用飛機觀測計畫航線圖	155
圖 8.4.2 中華航空公司於 A340-300 型客機上裝載全球觀測儀器系統	156
圖 8.4.3 2015 法國 COP21 台達電子文教基金會巴黎大皇宮綠築跡展	157
圖 8.4.4 環境品質文教基金會於 COP 會場展攤	158
圖 8.4.5 台灣青年氣候聯盟積極參與聯合國氣候社群 YOUNGO 氣候培力營與會場行動	158
圖 9.3.1 低碳永續家園行政運作機制圖	164
圖 9.3.2 低碳永續家園認證評等參與程序	166
圖 9.3.3 社區大學全國促進會 CBA 計畫執行方法流程與機制	167
圖 9.4.1 台達電子文教基金會 2016 年舉辦「綠築跡 - 台達綠建築展」	170
圖 9.4.2 台達電子文教基金會 2017 年舉辦「生態交通全球盛典 - 綠築跡 - 台達綠建築展」	170

圖 9.4.3 台灣永續能源研究基金會結合臺灣產官學研及 NGOs 各界發起成立 A-SDGs 171

圖 9.4.4 台灣青年氣候聯盟舉辦「全民氣候遊行」及「台北單車遊行」..... 171

圖 9.4.5 台灣青年氣候聯盟舉辦「2018 台灣青年氣候盤點培訓營」..... 172

執行摘要

氣候變遷為人類社會於 21 世紀所面對之最嚴峻的生存挑戰，為因應氣候變遷趨勢及國內外相關管制的發展，臺灣於 2015 年公布施行「溫室氣體減量及管理法」（以下簡稱溫管法），將國家長期溫室氣體減量目標入法，明定國家溫室氣體長期減量目標為西元 2050 年溫室氣體排放量降為西元 2005 年溫室氣體排放量 50% 以下。

臺灣前於 2002 年及 2011 年發布第 1、2 版國家通訊後，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之推動成果之精神，透過溫管法規範中央主管機關每 3 年編撰溫室氣體國家報告，本次發布之「2018 年中華民國溫室氣體國家報告」（以下稱本報告）係溫管法生效後第 1 份溫室氣體國家報告，其章節架構依據溫管法施行細則規範，並參考聯合國氣候變化綱要公約國家通訊 (National Communication, NC) 編撰指南，透過各部會提供因應氣候變遷之策略與成效，經行政院環境保護署彙編而成，報告內容涵蓋國情及環境基本資料、溫室氣體排放清冊、溫室氣體減量之政策及措施、溫室氣體排放預測、氣象觀測及氣候變遷科學研究、氣候變遷衝擊影響及調適對策、技術研發、需求及移轉國際合作及交流、教育、培訓及宣導等 9 大章節，各章節重點摘述如下：

第一章 國情及環境基本資料

臺灣本島位處太平洋邊緣及亞洲大陸棚的東南邊緣，東為太平洋，西為臺灣海峽，東西最大寬度 144 公里，幅員跨東經 119 至 124 度；南為巴士海峽，東北接近琉球群島，呈紡錘形，南北縱長 394 公里，環島海岸線長 1,139 公里，跨越緯度約在北緯 21 至 26 度之間。有效管轄包含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、南沙群島等地，面積約 36,179 平方公里。本島年平均溫度約為 24°C，平均最高溫度約為 25°C 至 29°C，平均最低溫度約為 19°C 至 22°C 左右；降雨量平均約為 2500 毫米。

臺灣人口於 1999 年突破 2,200 萬人，截至 2018 年 9 月，臺灣的總人口數約為 2,358 萬人，平均人口密度每平方公里 651 人。經濟發展趨勢，在 2009 年全球金融危機導致經濟負成長後，2010 年經濟強勁復甦，經濟成長率為 10.63%，2017 年臺灣經濟成長率 2.89%。

能源方面供給量自 2010 年 14,308 萬公秉油當量逐年成長至 2017 年達 14,664 萬公秉油當量。2017 年能源總供給中，自產能源占 2.02%，進口能源占 97.98%；石油及煤炭為總能源供應量最大宗，近年積極發展太陽光電、地熱、風力、沼氣發電及太陽熱能。能源消耗量方面，以工業部門及運輸部門為最高。

臺灣運輸事業包含陸、海、空運輸，陸上運輸主要包含公路運輸及軌道運輸，截至 2017 年底我國公路總里程為 2 萬 1,713.8 公里。海上運輸包括國際航線業務及環島轉運航線，空中運輸目前計有 7 家民用航空運輸業，經營國際定期客運航線 211 條，貨運航線 85 條，共計 296 條，連接全球 141 個城市。

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，乃依據 2006 年版 IPCC 國家溫室氣體清冊指南的統計方法 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)，並參考了 IPCC 良好作法指南及不確定性管理，按清冊各部門分類進行溫室氣體排放量與移除量的統計，基於實際情況進行估算。

臺灣總溫室氣體排放量自 1990 年 138,097 千公噸二氧化碳當量 (不包括二氧化碳除移量)，上升至 2016 年 293,125 千公噸二氧化碳當量 (不包括二氧化碳除移量)，排放量增加 112.26%，年平均成長率為 2.94%，資料如圖 1 所示。

按照氣體別而言，二氧化碳為臺灣所排放溫室氣體中最大宗，其次為甲烷 (CH₄)、氧化亞氮 (N₂O)、六氟化硫 (SF₆)、全氟碳化物 (PFCs)、氫氟碳化物 (HFCs) 及三氟化氮 (NF₃) 等。臺灣 1990 至 2016 年各部門溫室氣體排放趨勢如圖 2 所示。

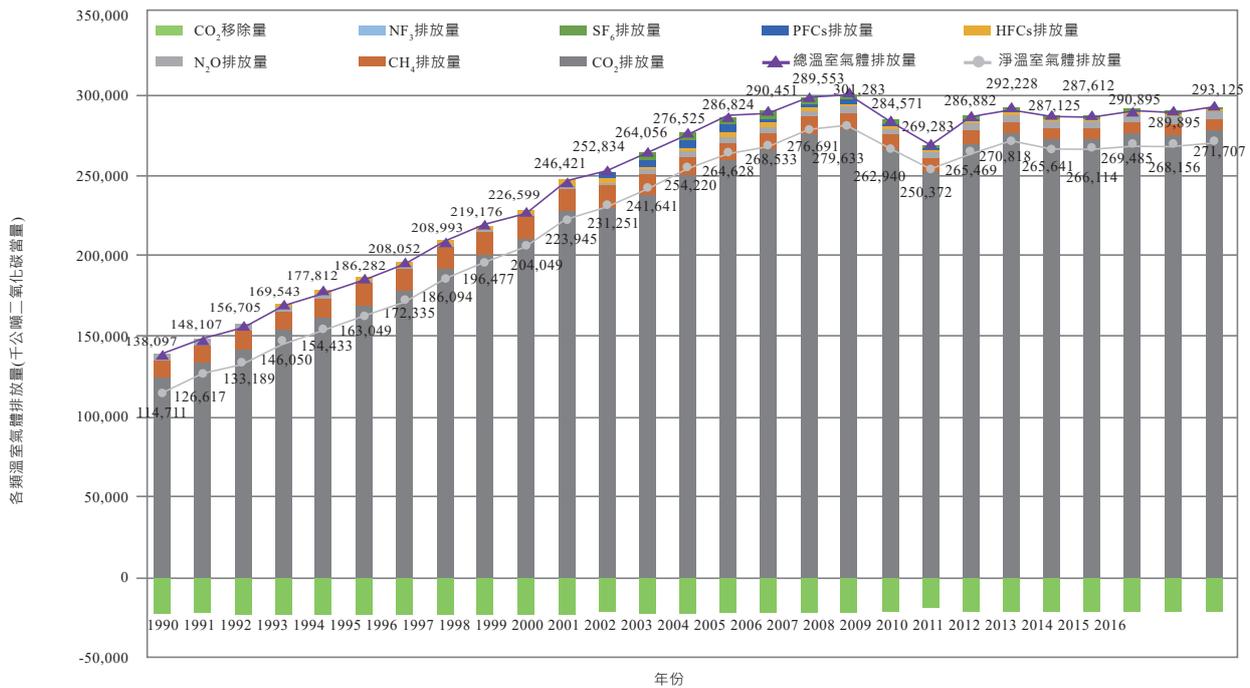


圖 1 臺灣 1990 至 2016 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢

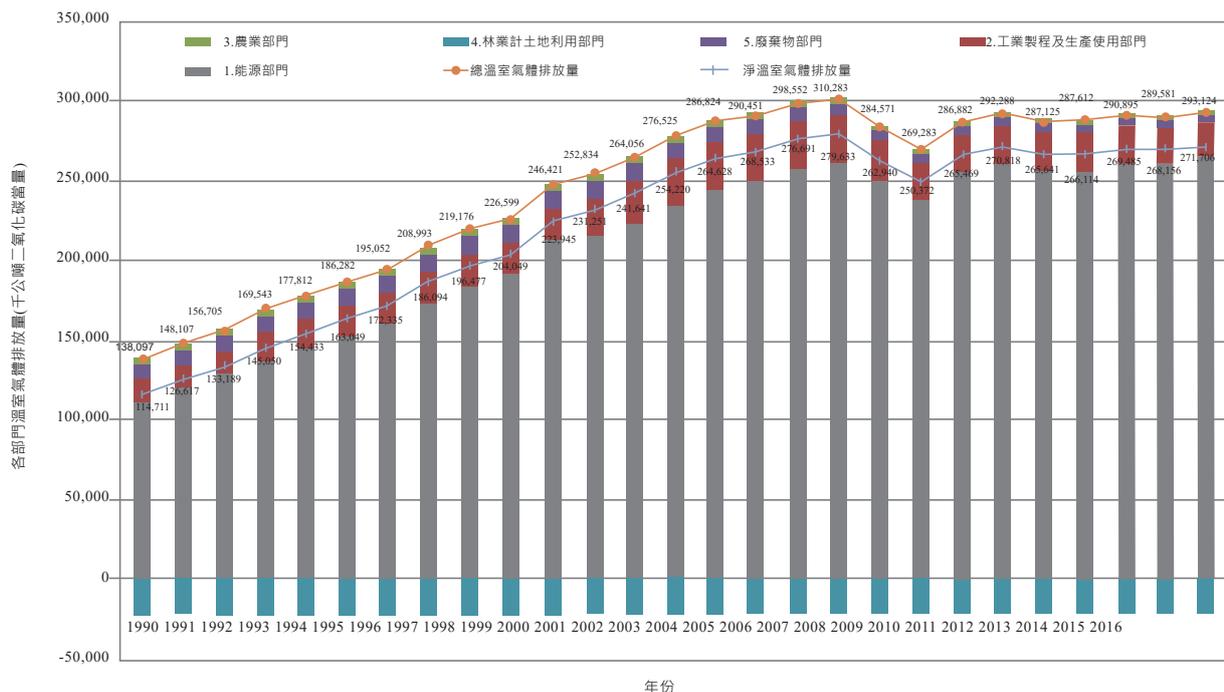


圖 2 臺灣 1990 至 2016 年各部門溫室氣體排放量趨勢

第三章 我國溫室氣體減量之政策及措施

基於因應氣候變遷及溫室氣體減量議題，兼具在地性、區域性及國際性，臺灣不僅已將因應氣候變遷議題定為國際合作及履行國際責任的基本立場，並致力於將聯合國氣候變化綱要公約精神內國法化。

臺灣在因應溫室氣體減量相關立法方面，通過「溫室氣體減量及管理法」及「再生能源發展條例」，並修正「能源管理法」及「電業法」。溫管法為我國因應氣候變遷專法，規範中央及地方機關權責，分層推動溫室氣體減緩與調適工作。

依溫管法，我國於 2017 年核定「國家因應氣候變遷行動綱領」，宣示我國因應氣候變遷政策方向，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；2018 年核定「溫室氣體減量推動方案」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跨部會的八大政策配套等，並訂定檢視各部門執行成效的評量指標，期能整合跨部會量能共同推動減碳工作。

能源部門推動重點：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%，天然氣發電占比增為 50%，並降低燃煤發電占比至 30% 以下，並降低電力排放係數由 2016 年的每度排放 0.529 公斤 CO₂，降至 109 年的 0.492 公斤 CO₂。

製造部門推動重點：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。2020 年製造部門碳密度較 2005 年下降 43%；帶動投資新臺幣 250 億元。

運輸部門推動重點：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，預計 2030 年新購公務車輛及

市區公車全面電動化，2035 年新售機車全面電動化，2040 年新售汽車全面電動化。

住商部門推動重點：提昇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，並規劃建構服務業部門各目的事業主管機關減碳能力。

農業部門推動重點：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、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、造林、加強森林經營等具體措施。

環境部門推動重點：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。

第四章 溫室氣體排放預測

臺灣依溫管法明訂長期溫室氣體減量目標，五年為一期階段管制目標以逐步落實推動減量政策，基於減量目標部門分配與國家減量路徑規劃，各部門透過假設情境與模型工具預測 2017 至 2030 年溫室氣體排放情形。

為了使各部門領域模型在一致的基準情景下進行模擬，分別就主要的總體經濟、人口及能源等指標設計一致的假設條件。臺灣溫室氣體排放趨勢推估，2020 年淨排放量預計較基準年 2005 年減少 2.09%，較現況 2015 年減少 1.01%；2020 年能源及運輸部門排放較現況 2015 年增加；2025 年淨排放量較基準年 2005 年約減 9.88%，2030 年較基準年約減 10.06%。考量不確定性及我國減碳路徑採先緩後加速，預估 2020 年溫室氣體排放量較基準年 2005 年減量 2%，亦即到 2020 年我國溫室氣體淨排放總量降為 260.717 百萬公噸二氧化碳當量。到 2025 年則較基準年

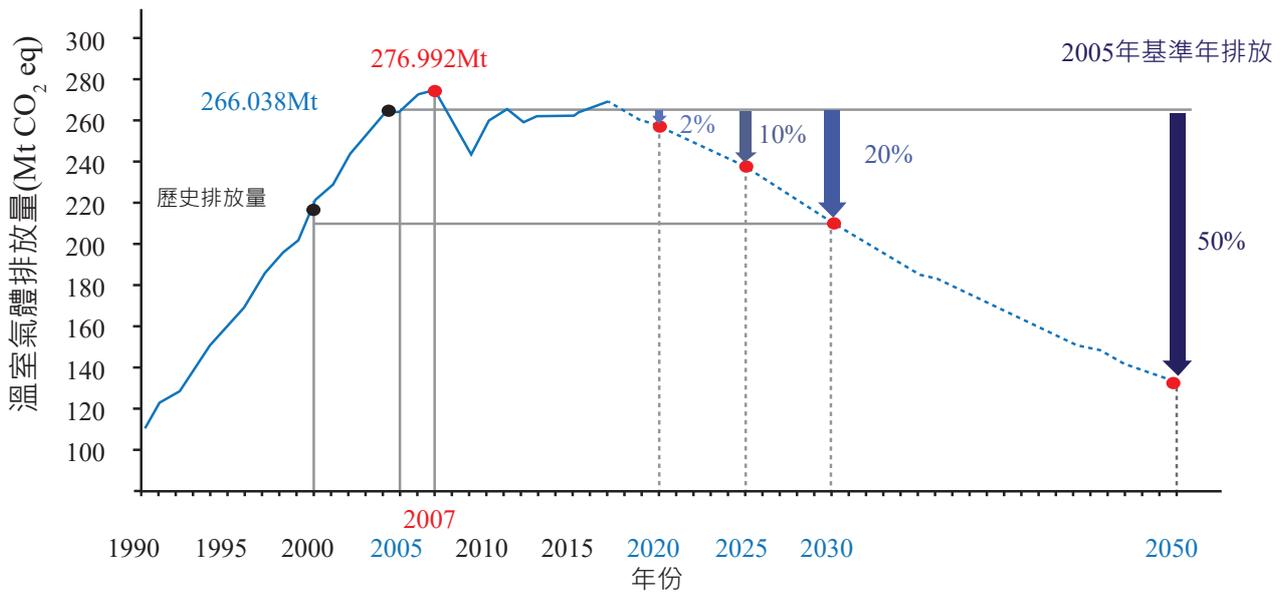


圖 3 我國溫室氣體減量路徑圖

減量 10% 及 2030 年較基準年減量 20% 為努力方向，減量路徑圖如圖 3 所示。

第五章 氣象觀測及氣候變遷科學研究

臺灣的氣象觀測主要包括地面及高空氣象觀測、氣象雷達觀測、海象及水文觀測等，內容涵蓋各種氣象要素與大氣資料，舉凡風向、風速、雨量、氣壓、氣溫、水文、海象、紫外線、空氣品質及大氣成分等；另包括氣象衛星觀測，除接收美國及日本之衛星資訊外，並由國家實驗研究院國家太空中心研發自製之福爾摩沙三號氣象衛星，觀測全球大氣狀況，提供給全球及我國氣象單位使用。

為提升氣象觀測、預報能力及氣候變遷研究能力，臺灣推動「災害性天氣監測與預報作業建置計畫」及「氣候變遷應用服務能力發展計畫」等科學研究計畫，主要研究方向有氣候模式發展與應用、氣候變遷分析、氣候應用推廣等，以歷史累積之氣候科學數據為基礎，作為研擬各項因應與調適措施、氣候變遷決策之依據，同時發展氣候變遷科學研究，進行具體的衝擊評估。

回應臺灣四面環海的地理條件，海象觀測為臺灣氣候變遷研究及因應的一大重點，未來氣候預報的發展以建立海、氣耦合預報系統為目標，將海洋環流模式與大氣環流模式結合，同時預報海洋與大氣的狀態，更精確地模擬海洋和大氣之間雙向的交互作用。氣候系統觀測的未來工作重點包括推動精緻化及客製化氣象（候）資訊智慧應用服務；強化海象觀測設施與預報技術，提升海域災防環境服務；發展對地震與海嘯自然災害的預警能力等。

第六章 氣候變遷衝擊影響及調適對策

臺灣最近 40 年（1980 至 2017 年）暖化速度顯著，每 10 年約上升 0.30 至 0.50℃。1900 年至 2017 年，全年與夏半年（5 ~ 10 月）平均氣溫增溫約 1.3℃，冬半年約 1.2℃。過去百年降雨變化趨勢南北有異，且由於年內雨季和非雨季之間的震盪加劇，乾溼季分別愈趨明顯，雖總降雨量變化不大，但豪大雨發生之頻率增加；1970 年至 2010 年間的侵臺颱風移動速度有減慢的趨勢，影響臺灣的時間變長，強降雨（95 百分等級）的降雨量也越多。

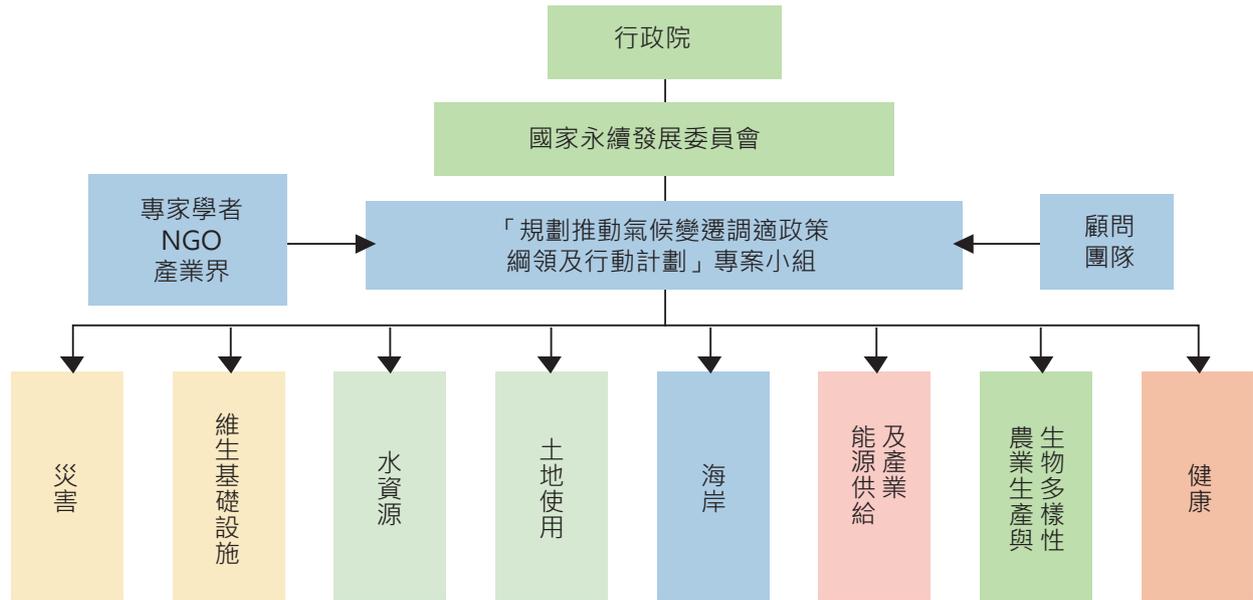


圖 4 我國國家氣候變遷調適政策綱領八大領域部會分工架構

臺灣自 2010 年成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，共同研擬「國家氣候變遷調適政策綱領」，建構我國推動調適架構，參採「臺灣氣候變遷科學報告 2011」當中論述臺灣氣候變遷未來情境與研究成果，考量各國調適作為及臺灣環境之特殊性與歷史經驗，擇定受衝擊最嚴重之八大領域作為主要調適領域：災害、維生基礎設施、水資源、土地使用、海岸、能源供給與產業、農業生產及生物多樣性、健康等，並由行政院於 2012 年核定，如圖 4 所示；於此政策綱領之架構下，為進一步將調適策略轉為行動，由科技部、交通部、經濟部、內政部、行政院農業委員會、衛生福利部分別成立 8 個調適工作分組，再由國發會整合完成「國家氣候變遷調適行動計畫（102-106 年）」，係政府各部門推動調適工作之主要行動，以具體落實政策綱領。

第七章 技術研發、需求及移轉

為發展得以因應氣候變遷的科技與技術，國際間紛紛鼓勵技術的研發、創新與合作，藉由全球市場機制的運行，配合氣候資金的融資，各國進一步列出氣候科技或技術需求，規劃與推動國內行動方案，進行技術的輸入或輸

出，達成技術擴散與移轉的目的，臺灣亦投入氣候技術、氣候服務與產業的開發，分別就「減緩與能源科技」與「氣候服務與調適科技」兩大類別說明臺灣氣候技術的發展，另針對技術需求及技術移轉進行案例分享。

臺灣投入氣候技術、氣候服務與產業的開發，發展「減緩與能源科技」，於 2007 年、2014 年推動一、二期「能源國家型科技計畫」，針對能源科技基本面進行研究，強調能源產業的落實，著重能源科技的產業化可能性驗證，將科研成果銜接進入產業，在節能、替代能源、智慧電網、離岸風力及海洋能源、地熱及天然氣水合物、減碳淨煤等主軸減緩與能源重點科技與技術領域，取得重要成果。面對氣候變遷的影響及衝擊，臺灣發展「氣候服務與調適科技」，提供以科學為基礎的氣候測報資訊，為政府與社會的氣候風險認知與管理提供氣候服務，透過提供臺灣氣候變遷分析與推估資訊，作為政府各機關規劃氣候變遷調適所參考的應用資訊。

臺灣的氣候變遷科技路徑將技術的發展、擴散和移轉做為執行工具，衡量臺灣海洋能源自然條件與技術需求，輸入適合臺灣的外國離

岸風力發電開發技術；此外，推動並參與全球國際氣候合作，以呼應 UNFCCC 及巴黎協定的精神，偕我國專職援外機構及各相關部會，積極推展氣候減緩及調適科技於國際間氣候行動之應用，協助我國友邦與友好國家加強其因應氣候變遷之能力，於索羅門群島、尼加拉瓜馬、宏都拉斯、聖克里斯多福及尼維斯、緬甸等國，對於氣候減緩及調適技術，移轉至發展中國家，做出實質貢獻。

第八章 國際合作及交流

我國各級政府從中央到地方，產業、學術及公民團體等，透過多元管道與各國建立多邊與雙邊氣候變遷合作，並融入全球及區域合作網絡，分享臺灣面對氣候變遷努力經驗，與國際社會共同因應氣候變遷衝擊與挑戰。我國國際合作及交流可分以下三個層面：

國家及政府間組織合作及交流方面，在兼顧財務及技術之可行範圍內，評估夥伴國家合作需求，並以計畫為導向進行資源配置，再循計畫流程作業模式，從訂定計畫目標開始，依據計畫之選定、評估、磋商、執行及後評估等階段明定階段性工作指標及執行時程，重視計畫的執行品質及所發揮的效益，合作計畫包括投融資合作、技術合作、國際援助與合作及國際教育訓練等四個類別。

地方政府與城市合作及交流方面，臺灣於 2018 年共有 10 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) 的行列，地方政府透過參與 ICLEI 低碳示範城市的遴選活動，充分瞭解低碳的認知與思維，融入低碳城市發展的概念。高雄市政府於 2011 年成功爭取設立「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)，並於 2012 年 9 月開始運作；臺灣有三個

城市加入「城市網」(CityNet)，參與該組織於亞太地區的永續發展城市倡議。

非政府間組織合作及交流方面，臺灣積極投入 UNFCCC 觀察員組織九大社群 (Constituency) 的活動及國際間的交流，在產業及企業 NGO 社群，臺灣航空業者、海運業者自主參與國際合作計畫，透過其航運載具蒐集空中與海域觀測資料，回饋世界氣象組織及太平洋地區國家使用，鋼鐵業、半導體產業及電子業參與世界與國際產業協會，加入減少溫室氣體排放量的倡議及行動；在學術與研究組織社群 (RINGO)，主要關注低碳技術、氣候變遷治理等議題，長期觀察掌握 UNFCCC 議題動態進展；環境組織社群 (ENGO) 為臺灣參與最積極的類別，包括環境保護、公民參與、氣候教育等皆為主要行動；臺灣在性別與婦女組織社群 (Women and Gender CC) 及青年組織社群 (YOUNGO) 皆長期參與，展現多元自主的公民社會活力。

第九章 教育、培訓及宣導

臺灣在氣候變遷教育、培訓及宣導議題的法制基礎包括環境教育法、溫室氣體減量及管理法，另有氣候變遷調適政策綱領作為調適教育的政策依據，在能源領域則以全國能源會議之行動方案為依歸，教育、培訓及宣導的具體行動則分為校園、產業及在職人員、社會與公眾，以及公民社會自主推動的相關活動。

校園教育、培訓及宣導方面，臺灣針對氣候變遷調適教育以「通才」與「專才」雙主軸方式進行，通才分各學制推動，在小學、中學、高中及大學皆發展學校教材，將氣候教育納入十二年國民基本教育課程綱要重大議題，專才方面則採大專校院專業課程融入、教學聯盟與產學聯結等方式；能源教育除以中、小學為對象，設計推廣教材，建立能源教育中心及能源標竿學校，並建置能源教育資訊網，更推動能源科技人才培育計畫，成立 6 個能源科技教學

聯盟中心；師資培訓方面，成立氣候變遷調適教育教學聯盟及能源科技教育師資培訓中心；學術專才培育則透過第二期能源國家型科技計畫所執行的研究與發表，養成碩士、博士等高等專業能源科技人才。

產業及在職人員教育、培訓及宣導方面，培訓能源管理專業人才，經受訓合格取得證書之能源管理員可協助約 4,700 家能源大用戶進行能源管理工作；培育能源產業溫室氣體減碳管理專業人才，自 2005 年起協助與輔導能源產業進行溫室氣體排放量盤查、查證及登錄作業；另於 2008 年起針對製造業辦理節能減碳人才培訓。

社會與公眾教育、培訓及宣導方面，自 2010 年起推動低碳永續家園，整合中央、地方政府及民間企業力量與資源，深入紮根低碳永續社區營造，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；社區大學教育推動社區尺度氣候變遷調適 (Community Based Adaptation, CBA)，建構本土的社區氣候調適學習中心，各自因地制宜、發展不同目標；透過網路媒介，推動建置氣候變遷調適資訊平台，作為資訊溝通、環境教育與公民對話平台。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲玉山國家公園

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 經濟
- 1.4 地理位置與土地利用情形
- 1.5 氣候
- 1.6 能源
- 1.7 交通
- 1.8 工業
- 1.9 廢棄物
- 1.10 建築物及都市結構
- 1.11 農、林、漁、牧



第一章 國情及環境基本資料

一個國家的自然環境、社會、經濟結構與變遷發展，會深影響該國的溫室氣體排放量的多寡，以及受氣候變遷的衝擊情形。本章從政府組織及立法、人口概況、經濟、土地位置與土地利用情形、氣候概況、能源、交通、工業概況、廢棄物處理、建築物及都市結構及農、林、漁、牧等，介紹說明我國之國情與環境。

1.1 政府組織及立法

一、中央政府

我國政府組織依據憲法與憲法增修條文，以及相關法規而組成。設行政、立法、司法、考試、監察 5 院，分別行使職權。按憲法規定，總統為國家元首，由臺灣全體人民直接選舉，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。現行組織為 14 部 8 會 3 獨立機關 1 行 1 院及 2 總處（共 29 個機關）。詳細部會說明如圖 1.1.1 介紹。

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。

2018 年 5 月 3 日行政院會通過「內政部組織法」等 43 項組織法修正草案，將依功能屬性進行最適權責分工與整合，此次，配合行政院組織調整規劃，將內政部、環境資源部、經濟及能源部、交通及建設部、農業部等部會之組織法草案，送請立法院審議以利業務推動。

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）則有臺灣省宜蘭縣、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，及福建省金門縣、連江縣等 2 縣，合計有 13 縣 3 市。鄉（鎮、市、區）合計有 146 鄉、38 鎮、14 縣轄市及 170 區。

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	國立故宮博物院
行政院人事行政總處	中央銀行	財政部
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。

1.2 人口

截至 2018 年 9 月，臺灣的總人口數約為 2,358 萬人，大部分集中在直轄市，占全國總人口之 69.26%。平均人口密度每平方公里 651 人，為全世界千萬以上人口國家之第二位，其中臺北市平均人口密度為平方公里 9,872 人，是我國人口密度最高的都市。

2018 年 9 月統計幼年人口（0 至 14 歲）約占 12.98%，並呈現逐年減少的趨勢；工作年齡人口（15 至 64 歲）約占 72.68%；老年人口（65 歲以上）約占 14.35%，逐年增加，使平均年齡來到 41.35 歲，整體人口趨向高齡化。

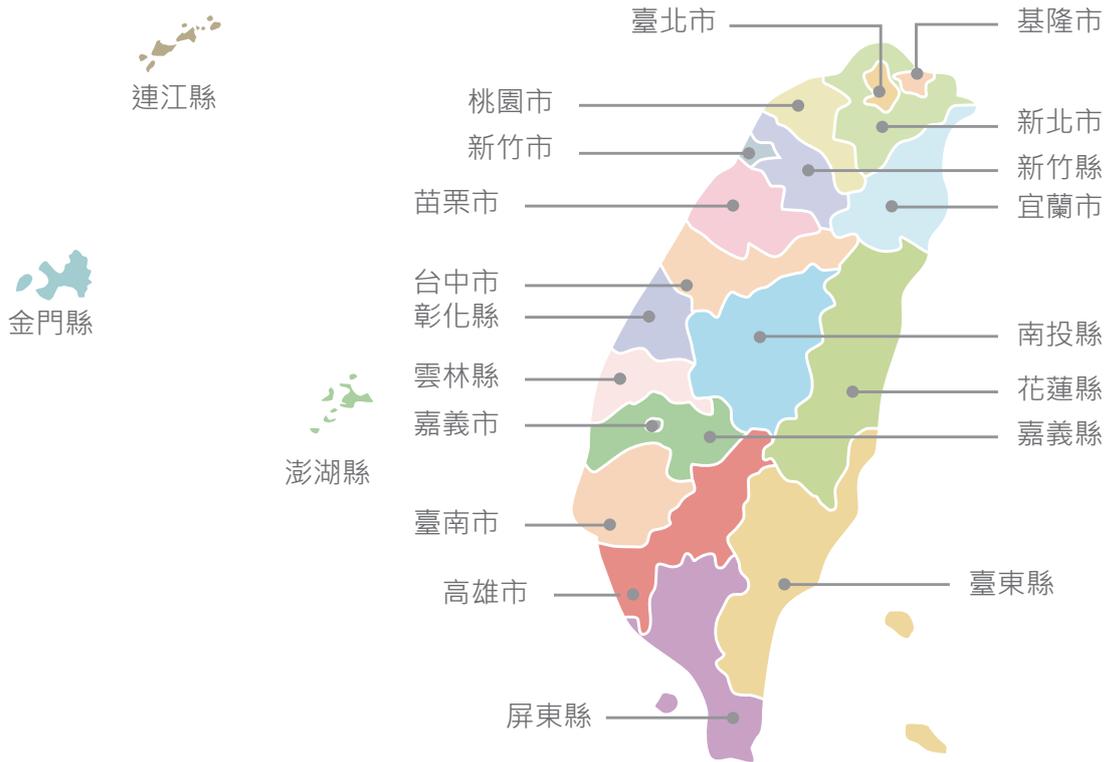


圖 1.1.2 臺灣地方行政區域簡介圖

資料來源：內政部全球資訊網

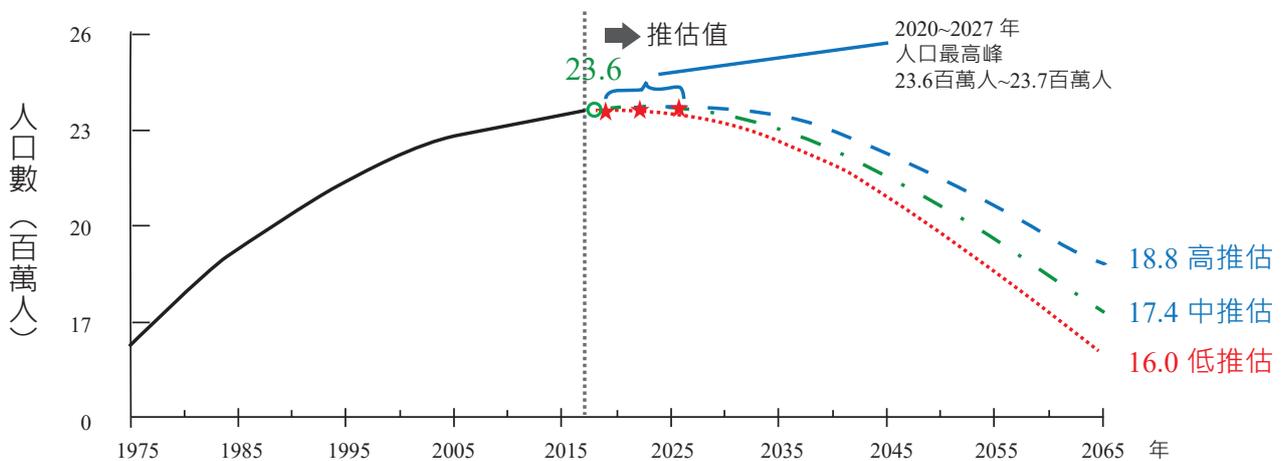


圖 1.2.1 臺灣整體人口發展趨勢圖

資料來源：國家發展委員會，「中華民國人口推估（2018 至 2065 年）」，2018 年 8 月。

1.3 經濟

2017 年臺灣經濟成長率 2.89%，物價方面基本民生費率穩定，就業情勢因景氣持續復甦，就業情勢亦隨之轉佳，加以政府適時推動各項就業促進措施，失業率為 3.76%，係 2001 年以來新低；我國 2009 年～2017 年經濟發展趨勢如表 1.3.1 所示，2009 年全球金融危機導致經

濟負成長後，2010 年經濟強勁復甦，經濟成長率為 10.63%，2017 年我國名目國內生產毛額 (GDP) 為 574,940 百萬美元，平均每人 GDP 為新臺幣 24,408 美元。2018 年政府持續落實結構性改革及推動加強投資等各項政策，刺激內需成長，並維持外需動能，經濟成長率預測為 2.66%。

表 1.3.1 我國歷年經濟發展趨勢

年份	經濟成長率 (%)	名目國內生產毛額 (GDP) (百萬美元)	平均每人 GDP	
			(新台幣)	(美元)
2009	-1.57	392,065	561,636	16,988
2010	10.63	446,105	610,140	19,278
2011	3.80	485,653	617,078	20,939
2012	2.06	495,845	631,142	21,308
2013	2.20	511,614	652,429	21,916
2014	4.02	530,519	688,434	22,668
2015	0.81	525,562	714,774	22,400
2016	1.51	531,281	730,411	22,592
2017	3.08	574,940	742,976	24,408

資料來源：行政院主計總處，中華民國統計資訊網頁。

1.4 地理位置與土地利用情形

中華民國有效管轄包含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、南沙群島等地，面積 36,179.067 平方公里。臺灣本島位處太平洋邊緣、亞洲大陸棚的東南邊緣，東為太平洋，西隔臺灣海峽與中國大陸福建省相望，南為巴士海峽，東北接近琉球群島，呈紡錘形，南北縱長 394 公里，東西最大寬度 144 公里，環島海岸線長 1,139 公里，跨越緯度約在北緯 21 至 26 度之間，北回歸線 (北緯 23.5 度) 通過嘉義縣水上鄉。

本島地勢東高西低，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。其中以中央山脈，地勢高峻陡峭，形成本島主幹，亦為東、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。

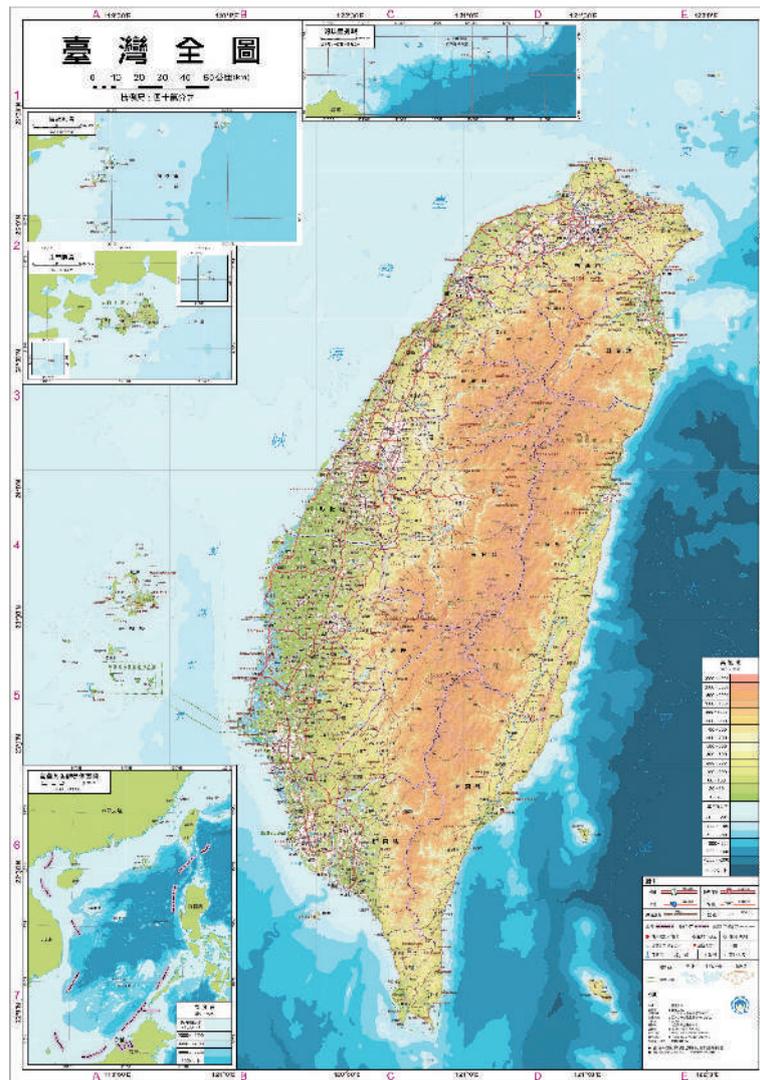


圖 1.4.1 臺灣全島圖

資料來源：行政院全球資訊網。

臺灣之土地資源，大致可劃分為三大部分，即平地、山坡地與高山林地。臺灣之平地，除供為從事農業生產之耕地外，其餘為都市工商住宅、工業區及交通、水利等公共事業用地。隨著經濟持續發展，人口及產業持續往都市聚集，臺灣整體都市化程度提升，為均衡區域及城鄉發展，針對花東及離島地區，藉由推動《花東地區發展條例》及《離島建設條例》各項工作，提升區域產業發展能量，促進在地就業，以達到區域均衡發展目標。

2010 年行政院核定之「國土空間發展策略計畫」，以「安全自然生態」、「優質生活健康」、「知識經濟運籌」及「節能減碳省水」為國土空間發展願景。2016 年施行國土計畫法，

以「全國國土計畫」及「縣(市)國土計畫」二階層體系進行規劃，基於保育利用及管理之需要，依土地資源特性，將國土劃分為四種國土功能分區 - 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，以功能分區管理土地使用。

1.5 氣候

臺灣位於東亞沿岸，地處亞洲季風區，冬季受大陸冷高壓影響，以東北季風為主，夏季則受季風熱低壓影響，以西南季風為主。又北回歸線通過本島中部地區，因此亦屬於亞熱帶和熱帶海洋性氣候。近年來臺灣長期溫度變化趨勢存在線性上升趨勢及年代際變化，年平

均溫度約為 24°C，平均最高溫度約為 25°C 至 29°C，平均最低溫度約為 19°C 至 22°C 左右，3 月份以後平均溫度達 20°C 以上者長達 9 個月，而夏季氣溫炎熱加上都市熱島效應，觀測史最熱時氣溫可達攝氏 40°C 左右；臺灣百年平均溫度均平變化如圖 1.5.1 所示。

臺灣降雨主要受東亞季風環流、鋒面與颱風等天氣系統的影響，來源包含春雨、梅雨、

颱風降雨、西南氣流降雨及冬季受東北季風影響之降雨。因受地形及季風影響，不同地區及季節雨量差異顯著，一般而言，山地多於平地，雨量可高達 4,000 毫米以上，東部雨量多於西部，迎風坡多於背風坡。颱風降雨雖帶來豐沛的雨量，但造成災情時有所聞，依據颱風移行路徑的不同，加上中央山脈的地形作用，臺灣各地颱風雨量會有所差異。

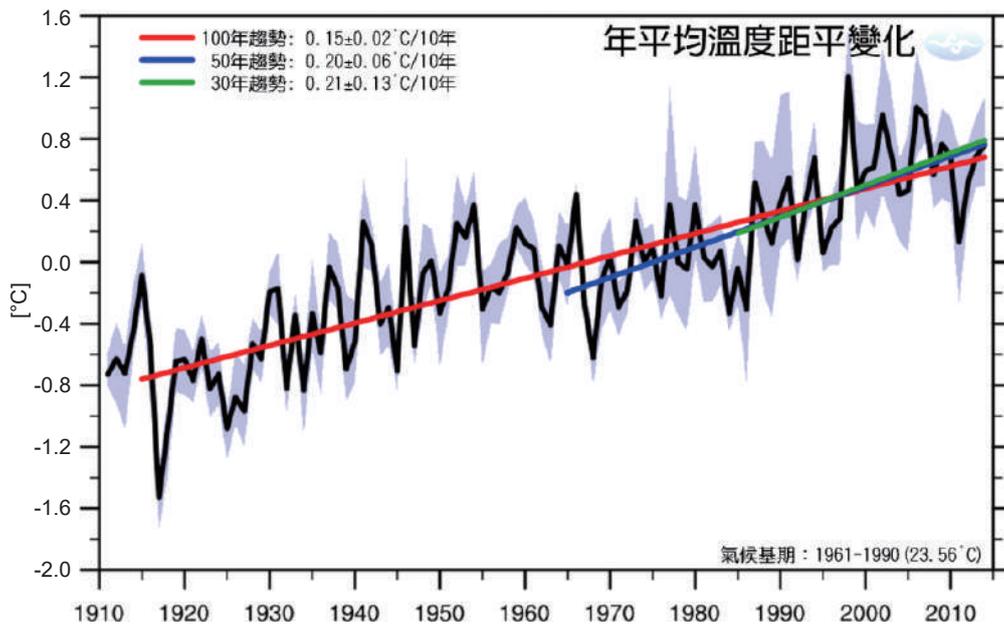


圖 1.5.1 臺灣百年平均溫度均平變化

資料來源：交通部中央氣象局網頁。

1.6 能源

臺灣自產能源相當匱乏，能源供給高度依賴進口，化石能源依存度高，電力系統孤立且欠缺備援，在國際能源價量波動劇烈，全球溫室氣體減量壓力漸增，以及國內能源需求持續成長等情勢下，我國能源發展面臨的挑戰相較其他國家更為嚴峻。以下詳細介紹能源現況：

一、能源供應

我國能源供應在過去二十年間快速成長，我國能源總供給自 2010 年 14,308 萬公秉油當量逐年成長至 2017 年達 14,664 萬公秉油當量，臺灣歷年供給如表 1.6.1。2017 年能源總供給中，自產能源占 2.02%，進口能源占 97.98%，顯示

我國對於進口能源之依賴；若按能源別區分，則煤炭占 30.17%，石油占 48.45%，天然氣占 15.15%，生質能及廢棄物占 1.15%，水力發電占 0.36%，核能發電占 4.43%，太陽光電、地熱、風力及沼氣發電占 0.22%，太陽熱能占 0.08%，參考表 1.6.1 歷年能源供給表，再生能源佔能源總供給數量逐年上升，核能則從 2015 年開始下降。

我國發電量逐年成長，至 106 年發電量達 2,702.8 億度，火力發電為大宗，其中，燃煤占 46.6% (1,259.3 億度)、燃油占 4.7% (127.6 億度)、燃氣占 34.6% (934.1 億度)，核能占 8.3% (224.5 億度)，再生能源占 4.6% (124.0 億度)，抽蓄水力占 1.2% (33.3 億度)，如圖 1.6.1 所示。

表 1.6.1 歷年能源供給表 (按能源別)

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	慣常水力發電	核能發電	太陽光電、風力及沼氣發電	太陽熱能
2001	10,655	3,249	5,498	696	126	48.7	1,028	0.12	8.1
2002	11,163	3,444	5,625	779	135	26.6	1,145	0.16	8.4
2003	11,975	3,633	6,208	804	165	29.0	1,126	0.23	8.8
2004	13,279	4,000	6,950	978	167	30.7	1,144	0.25	9.3
2005	13,415	3,975	7,081	986	167	38.1	1,158	0.88	9.8
2006	13,683	4,122	7,129	1,058	169	39.1	1,155	2.65	10.2
2007	14,407	4,331	7,547	1,122	176	42.2	1,174	4.22	10.5
2008	13,929	4,219	7,071	1,220	180	41.2	1,182	5.67	11.0
2009	13,648	3,854	7,174	1,191	170	35.8	1,204	7.61	11.3
2010	14,308	4,224	7,161	1,479	178	40.1	1,206	10.06	11.4
2011	13,892	4,398	6,401	1,628	181	38.2	1,220	14.94	11.3
2012	14,169	4,253	6,772	1,709	184	54.2	1,171	15.17	11.4
2013	14,423	4,404	6,833	1,714	183	51.8	1,206	18.91	11.3
2014	14,859	4,394	7,184	1,803	179	41.3	1,228	19.62	11.2
2015	14,620	4,338	7,040	1,928	181	42.7	1,056	22.95	11.4
2016	14,669	4,304	7,172	2,003	174	62.7	917	24.75	11.2
2017	14,664	4,425	7,104	2,221	168	52.1	650	32.64	11.3

資料來源：經濟部能源局，「能源統計月報」，2018年11月。

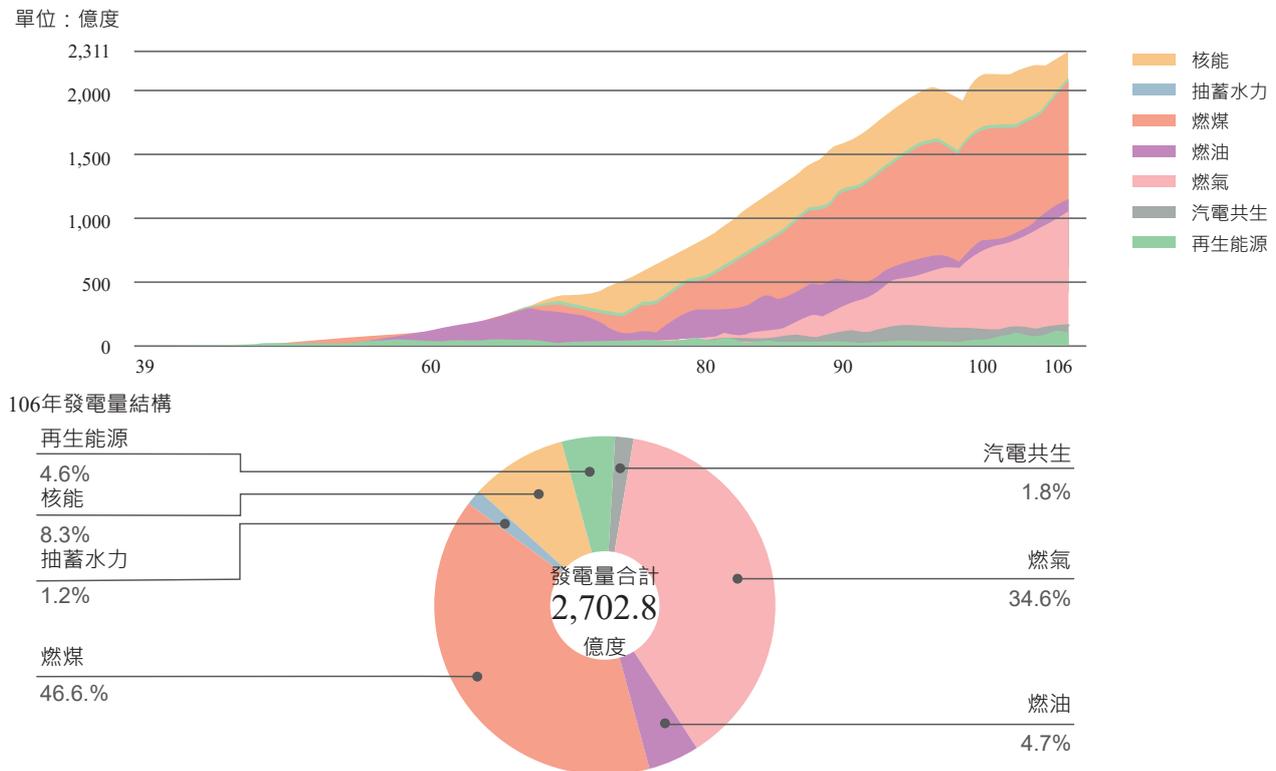


圖 1.6.1 臺灣歷年能源結構圖

資料來源：台灣電力股份有限公司，「電力供需資訊電源開發規劃 -- 歷年發電量及結構」，2017年。

二、能源消費

石油產品消費量自 2012 年 4,364 萬公秉油當量，逐漸增加至 2017 年之 4,523 萬公秉油當量。2017 年液化天然氣總進口量為 21,971,769 千立方公尺，消費量為 20,603,489 千立方公尺。從 2017 年國內部門別消費能源中，能源部門自用占 6.88%，工業部門占 31.97%，運輸部門占 16.13%，農業部門占 0.76%，服務業部門占 7.16%，住宅部門占 7.73%，非能源消費則占 29.35%。

三、能源效率指標

臺灣能源密集度自 2001 年以後已有逐漸降低的趨勢，平均每人能源消費量自 2010 年 3,610.24 公升油當量，微幅略增至 2016 年 3,646.10 公升油當量；自 2001 年臺灣能源生產力在新臺幣 137.36 元 / 公升油當量，逐漸增加至 2010 年為 165.03 元 / 公升油當量，而 2016 年已增至 185.16 元 / 公升油當量，顯示每單位能源使用創造出來的經濟產值增加，產業能源使用效率提升。臺灣能源效率指標請參見表 1.6.2 所示。

表 1.6.2 臺灣能源效率指標

項目 / 年別 (單位)	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)
2001	22,278.0	2,959.01	-6.14	137.36	7.28	8,101.90
2002	22,430.5	3,053.72	0.70	139.56	7.17	8,482.10
2003	22,562.8	3,207.94	1.38	137.51	7.27	8,884.75
2004	22,646.8	3,339.10	0.69	140.18	7.13	9,267.93
2005	22,729.8	3,368.16	0.23	145.97	6.85	9,611.08
2006	22,823.5	3,393.16	0.21	152.41	6.56	9,900.64
2007	22,917.4	3,580.04	0.91	153.24	6.53	10,188.16
2008	22,997.7	3,425.78	-5.64	160.70	6.22	9,987.33
2009	23,078.4	3,396.79	0.32	158.98	6.29	9,563.65
2010	23,140.9	3,610.24	0.62	165.03	6.06	10,259.10
2011	23,193.5	3,505.80	-0.70	176.02	5.68	10,437.58
2012	23,270.4	3,502.14	0.11	179.24	5.58	10,365.73
2013	23,344.7	3,602.12	1.45	177.54	5.63	10,499.47
2014	23,403.6	3,634.75	0.29	182.56	5.48	10,728.20
2015	23,462.9	3,631.94	0.22	183.71	5.44	10,655.94
2016	23,515.9	3,646.10	0.44	185.16	5.40	10,861.57
2017	23,555.5	3,619.68	-0.19	191.58	5.22	11,096.88

資料來源：經濟部能源局，「106 年能源統計手冊」，2017 年。

1.7 交通

臺灣運輸事業包含陸、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 4 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。歷年臺灣交通運量統計，如表 1.7.1 所示，以下就臺灣陸、海、空運輸情況簡介說明：

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		汽車運輸業營運量		民航運輸營業量		
			登記數 (千輛)	密度 (輛/km ²)	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	600	16,307	29,632	360	41,091	2,336
2011	40,995	483,006	22,226	614	17,040	29,551	385	42,856	2,179
2012	41,924	490,797	22,346	617	17,586	29,851	405	46,860	2,091
2013	42,520	501,392	21,562	596	17,928	38,474	427	50,336	2,085
2014	41,916	489,678	21,290	588	18,384	37,852	455	55,357	2,222
2015	41,950	490,042	21,400	591	17,565	37,805	481	58,156	2,151
2016	43,365	526,241	21,511	594	17,379	38,533	527	63,253	2,233
2017	43,206	532,555	21,704	599	17,053	40,351	509	65,979	2,416

資料來源：交通部，「交通統計要覽」，2017 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 2017 年底為 2 萬 1,713.8 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 50 條（省道主、支線共計 98 條），市道及縣道為 148 條，區道及鄉道為 2,354 條，專用公路為 36 條。

2017 年陸上交通運量統計，如表 1.7.2 所示；鐵路百年來為臺灣運輸的大動脈，截至 2017 年底臺鐵全線共 228 車站，營業里程計 1,065.0 公里，包括雙線 723.8 公里，單線 341.2 公里，其中縱貫線、內灣線之北新竹—竹中、六家線、臺中線、沙崙線、屏東線之高雄—屏東、宜蘭線、北迴線、臺東線、花蓮港線為電化區間，計 885.9 公里；其餘為非電化區間，計 179.1 公里。鐵路車輛 4,328 輛，其中牽引用機車 264 輛、客車 2,373 輛及貨車 1,691 輛。



表 1.7.2 2017 年陸上交通運量統計

統計項目		單位	本年實數	上年實數	增減比較(%或百分點)(%)		
鐵路	臺鐵客運人數	百萬人次	233	230	1.1		
	臺鐵客運延人公里	百萬人公里	11,016	10,968	0.4		
	客座利用率	自強號	%	70.9	70.3	0.6	
		莒光號	%	43.4	42.9	0.5	
		區間列車	%	64.3	61.9	2.4	
		普通車	%	20.3	11.4	8.8	
	臺鐵貨運噸數	萬公噸	776	922	-15.8		
	臺鐵貨運延噸公里	百萬噸公里	512	562	-8.9		
	捷運客運人數	萬人次	82,773	80,309	3.1		
	捷運客運延人公里	百萬人公里	6,871	6,480	6.0		
鐵路	高鐵客運人數	萬人次	6,057	5,659	7.0		
	高鐵客運延人公里	百萬人公里	11,103	10,488	5.9		
公路	道路長度		公里	43,206	43,365	-0.4	
	客運總計	人數	百萬人次	1,235	1,225	0.8	
		延人公里	百萬人公里	17,053	17,379	-1.9	
	市區汽車客運	人數	百萬人次	1,093	1,057	3.4	
		延人公里	百萬人公里	9,342	8,988	3.9	
	公路汽車客運	人數	百萬人次	142	168	-15.8	
		延人公里	百萬人公里	7,711	8,390	-8.1	
	公路汽車貨運	噸數	百萬公噸	537	530	1.3	
		延噸公里	百萬噸公里	40,351	38,533	4.7	
	高速公路	通行車輛數	總計	萬輛次	591,902	579,103	2.2
			小型車	萬輛次	519,347	507,673	2.3
			大型車	萬輛次	41,525	40,919	1.5
			聯結車	萬輛次	31,030	30,511	1.7
	機動車輛登記數 (按車種分)	總計	千輛	21,704	21,511	0.9	
		大客車	千輛	34	35	-1.0	
		大貨車	千輛	167	167	0.1	
		小客車	千輛	6,763	6,666	1.5	
		小貨車	千輛	919	912	0.9	
		特種車	千輛	65	63	2.2	
		機車	千輛	13,756	13,668	0.6	
機動車輛登記數	汽車	千輛	7,949	7,842	1.4		
	機車	千輛	13,756	13,668	0.6		
每百人機動車輛數		輛/百人	92.1	91.4	0.8		

資料來源：交通部，「交通統計要覽」，2017年。

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，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，逐漸構建臺灣西部走廊一日生活圈。

大眾捷運系統為我國都會區重要的運輸，臺北、高雄都會區捷運系統的通車營運，大幅改變了人們的生活映象，隨著臺中都會區捷運系統及臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設完成後，將可提供國人核心都會區快捷便利的大眾運輸服務。

二、海上運輸

臺灣地區四面環海，國際貿易與海上運輸對臺灣經貿發展扮演重要的角色。我國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，係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。

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」（106-110 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

目前經營國內及國際定期航線之民用航空運輸業計有 7 家，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。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 211 條，貨運航線 85 條，共計 296 條，連接全球 141 個城市。我國各機場國際航線近年受惠觀光旅遊熱潮，旅客數持續成長。

1.8 工業

為促進產業全方位創新發展，因應國際產業發展趨勢與挑戰，並重視國內區域產業發展平衡，行政院已於 2011 年 5 月 9 日依據產業創新條例第 4 條規定頒布產業發展綱領，將以追求「提升國際經貿地位」、「轉型多元產業結構」、「促進區域均衡發展」等三大願景，揭示臺灣農業、工業與服務業未來十年發展方向。各中央目的事業主管機關將針對負責推動之主管產業，在「產業發展綱領」之架構下，訂定產業發展方向及產業發展計畫。為加速產業升級轉型，政府正積極推動「亞洲·矽谷」、「智慧機械」、「綠能科技」、「生技醫藥」、「國防」、「新農業」及「循環經濟」等產業創新願景，作為驅動台灣下世代產業成長的核心，期達成數位國家、智慧島嶼、服務業高值化、非核家園及節能減碳願景。

包括推動智慧機械產業發展、推動綠能科技產業發展、推動亞洲·矽谷，以產業聯盟串聯軟硬整合之產業鏈能量，協助成立「亞洲·矽谷物聯網產業大聯盟」、配合推動生醫產業、推動國防產業、推動中堅企業躍升，整合各部會包括人才、技術、智財、品牌行銷等 4 個面向輔導資源，協助潛力中堅企業業者運用政府經費創造就業、推動傳統產業輔導。

1.9 廢棄物

臺灣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。

2018 年中華民國環境保護統計年報顯示，我國 2017 年垃圾清理概況可分為焚化、掩埋、堆置、資源回收、巨大垃圾回收再利用及廚餘回收等，垃圾生產量為 7,870,896 公噸，其中以資源回收 4,133,098 公噸占 52.5% 最高，焚化占



37.7%居次，第三為位廚餘回收占 7.0%；而掩埋又分「衛生」與「一般」掩埋，衛生掩埋屬妥善管理之廢棄物掩埋，不包括一般掩埋與資源回收等，掩埋處理方式僅占 0.9%。

在生活污水處理方面，透過污水下水道設計畫，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；事業廢水方面業者根據廢水特性，建置相關處理廠操作單元，近年隨著水污染防治法加嚴排放標準及經濟復甦產能提升，相關事業廢水溫室氣體排放量也隨之成長。

1.10 建築物及都市結構

營建業務與國家建設、經濟發展、全民生活品質及居住環境之提昇息息相關。其具體目標，則在建立公平、有效率之營建管理及產業永續發展經營之制度，創造高品質的生產與生活環境，落實國土生活空間發展規劃、保育及永續利用，追求區域及城鄉均衡發展，建設具地方特色的現代化都市。

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的居住環境，內政部身為建築主管機關，早在 1995 年就訂定建築節能法規，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 (Ecology)、節能 (Energy Saving)、減廢 (Waste Reduction)、健康 (Health) 4 大範疇，兼具節能環保與生態永續之綠建築標章評估 (EEWH) 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 1 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。更值得一提的是，自 2017 年 7 月正式受理境外綠建築標章之認證申請，跨出有形的國界，擴大臺灣綠建築認證範圍，為地球環保善盡國際公民之義務與責任。

1.11 農、林、漁、牧

一、農業生產概況

2017 年我國農業生產總值為 5,465 億元，農業 GDP 為 3,004 億元，占國內生產毛額 GDP

的比率 1.72%，相對於非農業部門的快速發展明顯較低。農林漁牧各產業之產值與占農業總產值比重分別如下：農耕產品 2,921 億元，占 53.4%；畜禽產品 1,639 億元，占 30.0%；漁產品 904 億元，占 16.5%；林產品 1.7 億元，小於 0.1%，如圖 1.11.1。

農業土地利用方面，2017 年我國耕地面積為 79.3 萬公頃，占全國總面積 21.9%，其中用以作物栽培面積最大為水稻，種植面積兩期作合計約有 27 萬公頃，果樹類栽培面積約 13.0 萬公頃次之，蔬菜及雜糧類產品，栽培面積則分別約為 6.3 萬及 5.7 萬公頃。

我國畜牧業生產產值以豬 (46.1%)、雞 (24.0%) 及雞蛋 (11.5%) 為前三大。在畜禽及副產物生產量方面，豬供應屠宰數 794.7 萬頭、產量 81.1 萬公噸，雞供應屠宰數 3.4 億隻、產量 55.53 萬公噸及雞蛋 75 億個。

我國農業近年生產結構變化，耕地面積及畜禽養殖頭數呈現減少趨勢，自 2009 年耕地面積 81.5 萬公頃降至 2017 年 79.3 萬公頃，2009 年底豬隻在養頭數 613 萬頭降至 2017 年底 543 萬頭，使農業部門溫室氣體排放亦呈現減少趨勢。

二、林業與自然保育

根據行政院農業委員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%，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。全島林地總面積為 1,993,205 公頃，依所有權屬區分，國有林 1,849,818 公頃，占 92.8%；公有林 6,832 公頃，占 0.3%；私有林 136,555 公頃，占 6.8%。

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%；針闊葉樹混生林計 171,346 公頃，占 8%，竹林計 112,548 公頃，占 5%，如圖 1.11.2。

2017 年我國木材生產量約 2.6 萬立方公尺、產值約 1 億元；竹材約 117 萬支、產值約 0.1 億元，合計產值約 1.1 億元。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。

依據行政院核定之「國土空間發展策略計畫」，以連續性生態廊道之理念，優先將海拔 1500 公尺以上山區納入國家公園範圍，積極保護國家珍稀資源。臺灣的「國家保護區系統」

可分為「自然保留區」、「野生動物保護區」、「野生動物重要棲息環境」、「自然保護區」、「國家公園」、「國家自然公園」等六類型。目前依文化資產保存法所指定公告之自然保留區有 22 處；依野生動物保育法劃定公告之野生動物保護區有 20 處、野生動物重要棲息環境有 37 處；自然保護區有 6 處，依森林法設置公告；國家公園有 9 處，國家自然公園 1 處，係內政部依國家公園法所劃定公告。總計國家保護區系統之各類保護區總數有 95 處，面積約為 1,133,490 公頃（已扣除重複部分），陸域部分 694,503 公頃，約占臺灣陸域面積 19.19%。

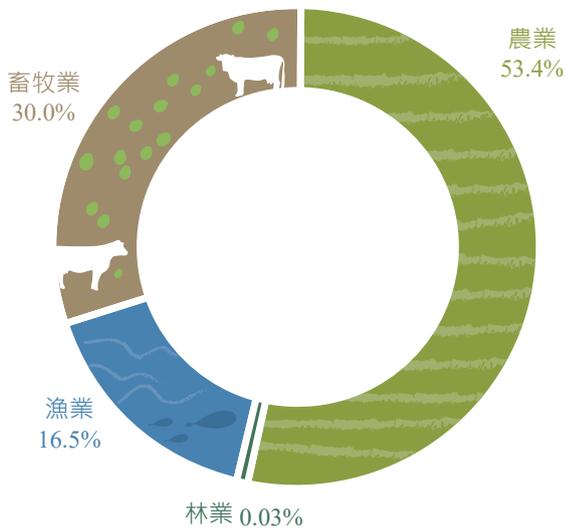


圖 1.11.1 我國 2017 年農林漁牧各產業之總產值比重圖

資料來源：行政院農業委員會，「農委會 106 年年報」，2018 年 3 月。

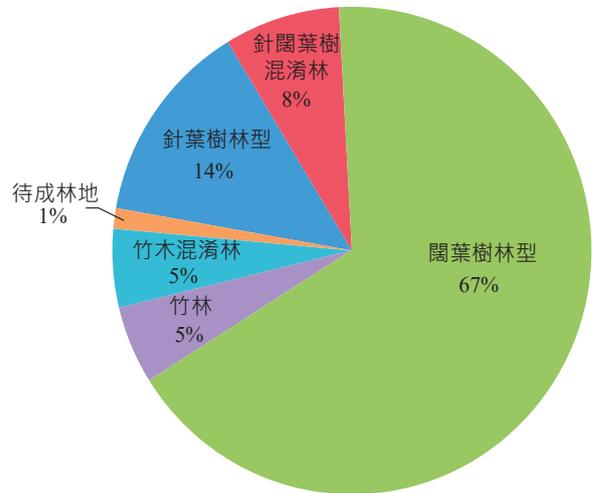


圖 1.11.2 我國森林林型分類比例

資料來源：行政院農業委員會林務局，第四次森林資源調查報告。



參考文獻

1. 行政院全球資訊網，中華民國國情簡介：
<http://www.ey.gov.tw/state/default.aspx>。
2. 行政院全球資訊網，行政院組織與掌職：
<https://www.ey.gov.tw/Page/62FF949B3DBDD531>。
3. 內政部全球資訊網，民政司地方行政區域簡介：
https://www.moi.gov.tw/dca/02place_002.aspx。
4. 國家發展委員會，「中華民國人口推估（2018至2065年）」，2018年8月。
5. 行政院主計總處中華民國統計資訊網頁，國民所得及經濟成長統計表：
<https://www.stat.gov.tw/ct.asp?xItem=37407&CtNode=3564&mp=4>。
6. 行政院農業委員會農田水利入口網，農田水利史：
http://doie.coa.gov.tw/history_detail.php?tid=2&l=2&cid=7#7。
7. 行政院全球資訊網，中華民國國情介紹 - 國土與城鄉發展：
<http://www.ey.gov.tw/state/default.aspx>。
8. 交通部中央氣象局網頁，臺灣的溫度變化：
https://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/taiwan_climate/taiwan_2/taiwan_2_1.html。
9. 經濟部能源局，「能源統計月報」，2018年11月。
https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/web_book/WebReports.aspx?book=M_CH&menu_id=142。
10. 經濟部能源局，「106年能源統計手冊」，2017年。
11. 台灣電力股份有限公司，電力供需資訊電源開發規劃 -- 歷年發電量及結構，2017年。
12. 行政院主計總處中華民國統計資訊網頁，最新統計指標 - 人口數(期底)：
<https://www.dgbas.gov.tw/point.asp?index=9>。
13. 中華民國交通部，交通統計要覽，2017年。
<https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=59&parentpath=0,6>。
14. 行政院環境保護署，「2018年中華民國環境保護統計年報」，2018年。
15. 行政院農業委員會，「農業統計年報」，2018年6月。
<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/book/Book.aspx>。
16. 行政院農業委員會，「農委會106年年報」，2018年3月。
<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2508377>。
17. 行政院農業委員會林務局，第四次森林資源調查報告，2015年。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲高美濕地風景區

第二章

溫室氣體排放、吸收統計及趨勢分析

- 2.1 溫室氣體清冊方法及統計程序
- 2.2 各種溫室氣體排放及移除統計
- 2.3 各部門溫室氣體排放及吸收統計
- 2.4 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

臺灣溫室氣體排放、吸收統計及趨勢分析主要以「溫室氣體清冊」呈現，依 2006 年版「政府間氣候變遷專門委員會」(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 國家溫室氣體清冊指南的統計方法 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)，按清冊各部門分類進行溫室氣體排放量與移除量的統計，並彙整經濟部能源局、工業局、行政院農業委員會及環保署等相關中央目的事業主管機關提送的部門別溫室氣體排放量統計成果。

2.1 溫室氣體清冊方法及統計程序

臺灣溫室氣體清冊主要依 2006 年版「政府間氣候變遷專門委員會」(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 國家溫室氣體

清冊指南的統計方法 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)，按清冊各部門分類進行溫室氣體排放量與移除量的統計，並彙整經濟部能源局、工業局、行政院農業委員會及環保署等相關中央目的事業主管機關提送的部門別溫室氣體排放量統計成果。

數據內容歷經相關部會統計與審議後提送「國家溫室氣體排放清冊審議會」進行討論、各部會分工編輯撰寫及行政院環境保護署綜整彙編而成，並邀請相關領域專家學者校稿，以確保報告內文的正確性與一致性，並依溫管法第 13 條規定每年對外發布排放統計結果，如圖 2.1.1 所示。

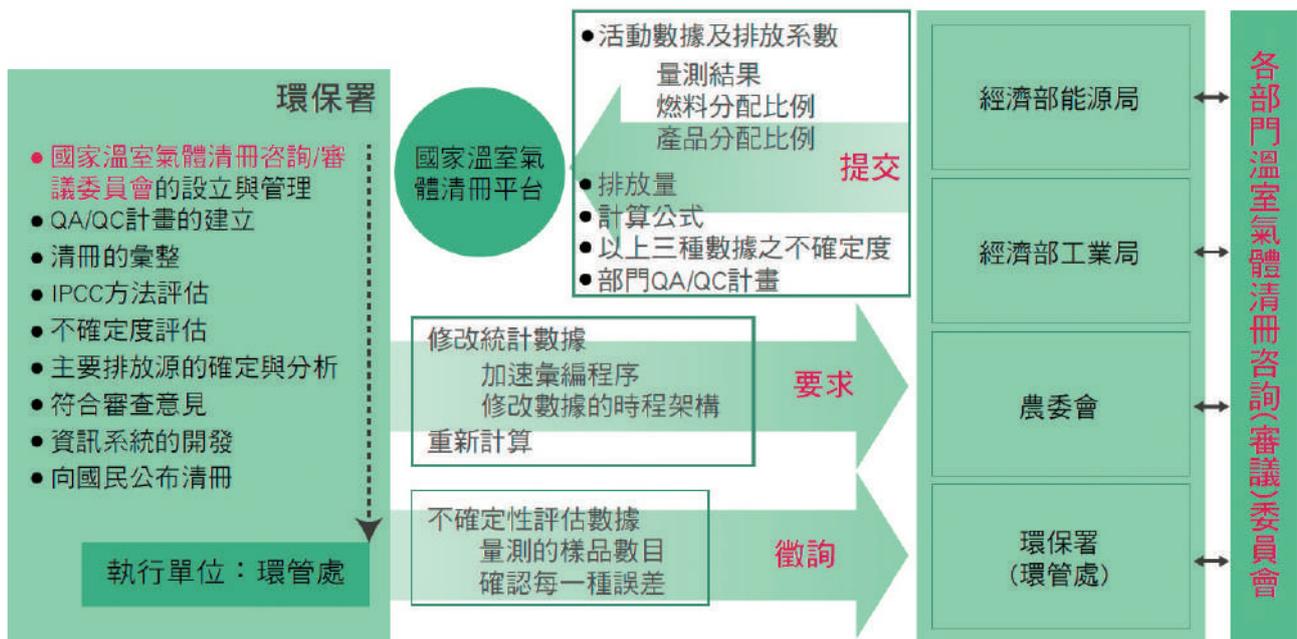


圖 2.1.1 臺灣國家溫室氣體清冊準備程序

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

以下簡述溫室氣體清冊之資料來源：

一、能源部門

能源部門分類及燃料分類係與 2006 IPCC 指南的分類原則相同，其溫室氣體排放量計算方法，則按照數據分類方式有不同的計算級別，

方法 1(Tier 1) 的算法涉及能源的供需，方法 2、3 則以技術別數據為基礎進行計算；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。由於氣體的排放量取決於燃料類別、燃燒技術、操作情況、控制技

術、維修及機具新舊等因素，需要詳細的技術別數據，因此並未列於第一級方法中。臺灣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。此外，該部門計算之碳排放因子 (Carbon Emission Factors, CEF)、碳氧化分率 (Fraction of Carbon Oxidized) 與碳積存分率 (Fraction of Carbon Stored) 則主要引用 2006 IPCC 指南之預設值 (Default Value)。

二、工業製程及產品使用部門

臺灣工業製程及產品使用部門中各行業 / 生產之活動數據來源，依 2006 IPCC 指南建議，排放量占比較大之主要排放源 (如高轉爐鋼胚製程、積體電路與半導體製程及薄膜電晶體液晶顯示器製程等)，已逐步改以方法三 (Tier3) 統計，即利用國內生產廠商之盤查清冊進行統計，其數據統計過程經過第三者查證，具備不確定性低之特性，且採用前均與業者確認統計範疇，以確認統計量與事實相符並排除重複計算之可能。其次則以方法一 (Tier1) 進行統計，活動數據以政府統計公告資料為主，其活動數據具公信力、誤差率小且為延續性資料，排放係數則主要參考 2006 IPCC 指南提供之預設係數，或由產業以量測方法所建立的排放係數進行計算。

三、農業部門

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，因主管機關受精省異動而更名，改引用行政院農業委員會編印的農業統計年報。至於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。

四、土地利用、土地利用變化及林業部門

在估算林業部門溫室氣體時，由於臺灣森林資源及土地利用調查與林業統計資料不盡完整，因此僅依據 2006 IPCC 指南原則，以目前臺灣可取得及歸納之資料進行分類計算。相關係數則以臺灣的研究數值為主，如果臺灣無此數值，就使用 2006 IPCC 指南預設值。而「死有機質」在 2006 IPCC 指南中認為碳貯存量變化並不明顯，因此可假設為 0，即投入與損失相抵。土壤

部分則因為臺灣尚在進行土壤分類及估算過程，目前資料不足而無法完成統計工作。

五、廢棄物部門

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、廢棄物焚化與露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。

2.2 各種溫室氣體排放及移除統計

我國溫室氣體排放量最新統計至 2016 年，總溫室氣體 (Greenhouse Gas, GHG) 排放總量約為 293,125 千公噸二氧化碳當量 (Gg CO₂ eq)；其中二氧化碳排放量為 279,216 千公噸二氧化碳當量 (不包括二氧化碳移除量)，占溫室氣體總量的 95.26%，其他包括甲烷 (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，而能源部門燃料燃燒 CO₂ 排放量占 CO₂ 總量的 94.07%，占溫室氣體總量的 89.61%；我國 2016 年各類溫室氣體排放占比，如圖 2.2.1 所示。

臺灣總溫室氣體排放量自 1990 年 138,097 千公噸二氧化碳當量 (不包括二氧化碳除移量)，上升至 2016 年 293,125 千公噸二氧化碳當量 (不包括二氧化碳除移量)，排放量增加 112.26%，年平均成長率為 2.94%；自 2005 年 290,451 千公噸二氧化碳當量 (不包括二氧化碳除移量) 至 2016 年，排放量增加 0.92%，年平均成長率為 0.08%；而 2016 年較 2015 年增加 1.22%。淨溫室氣體排放量自 1990 年 114,711 千公噸二氧化碳當量，上升至 2016 年 271,707 千公噸二氧化碳當量，排放量增加 136.86%，年平均成長率為 3.37%；自 2005 年 268,533 千公噸二氧化碳當量 (不包括二氧化碳除移量) 至 2016 年，排放量增加 1.18%，年平均成長率為 0.11%；而 2016 年較 2015 年增加 1.32%，詳如圖 2.2.2 及表 2.2.1 所示。

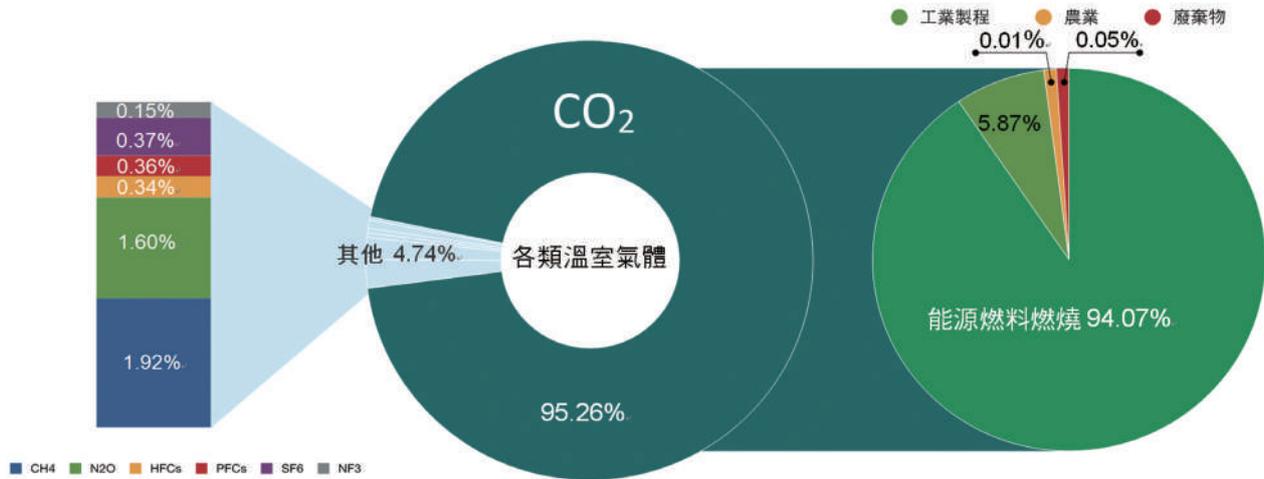


圖 2.2.1 2016 年各類溫室氣體排放占比

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

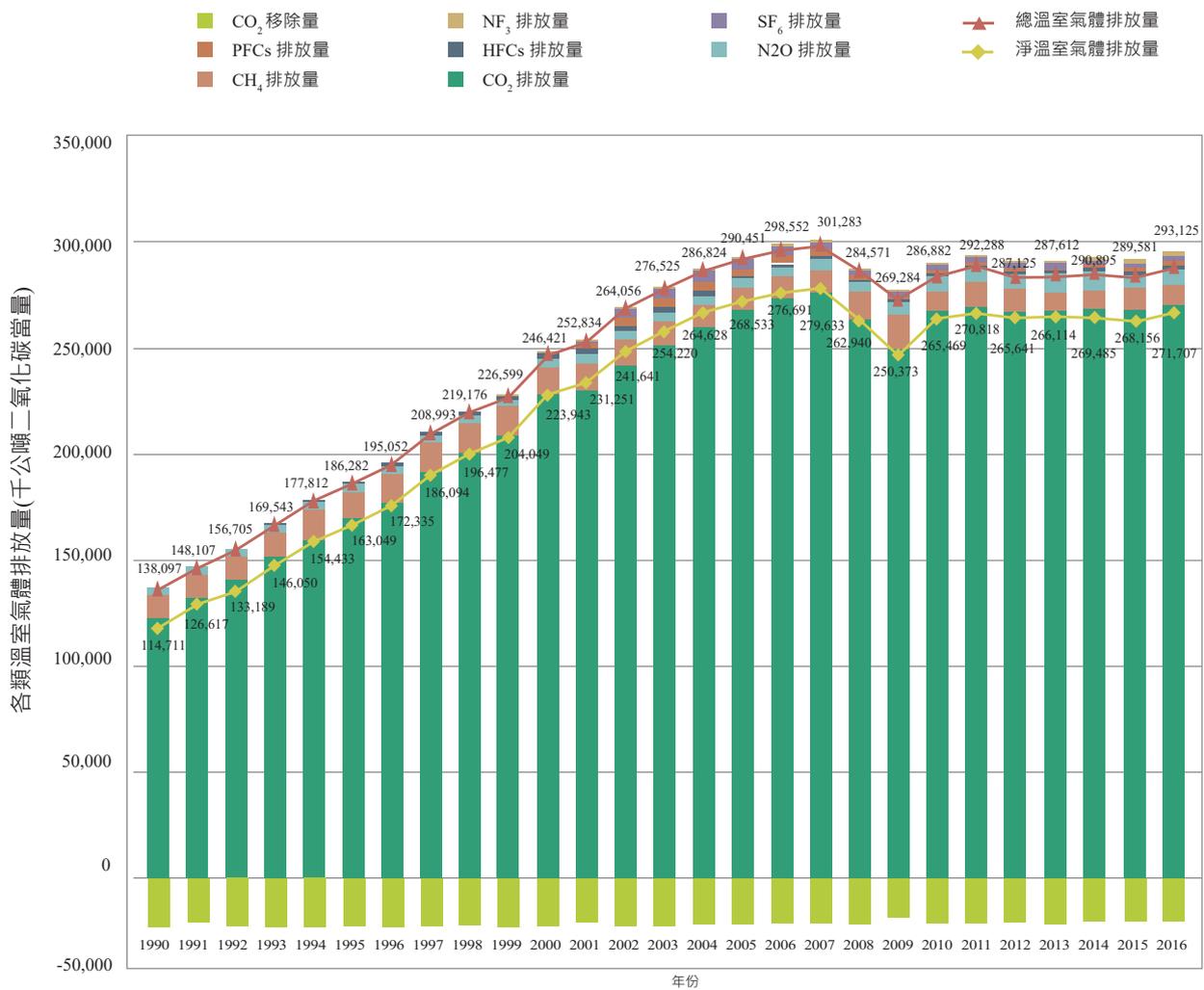


圖 2.2.2 臺灣 1990 至 2016 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.1 臺灣 1990 至 2016 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
二氧化碳	1	124,045	133,565	142,151	153,771	161,139	168,854	176,761	190,526	200,140
甲烷	25	11,158	11,394	11,411	11,804	12,562	13,297	13,730	13,703	13,724
氧化亞氮	298	2,895	3,148	3,143	3,213	3,257	3,329	3,255	3,287	3,229
氫氟碳化物	HFC-134a: 1,430 等	NE	NE	NE	755	855	801	1,305	1,477	2,083
全氟碳化物	PFC-14:7,390 等	NE								
六氟化硫	22,800	NE								
三氟化氮	17,200	NE								
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
淨溫室氣體排放量		114,711	126,617	133,189	146,050	154,433	163,049	172,335	186,094	196,477
總溫室氣體排放量		138,097	148,107	156,705	169,543	177,812	186,282	195,052	208,993	219,176
溫室氣體	全球暖化潛勢	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳	1	207,804	227,011	230,089	237,658	249,730	259,449	266,619	275,886	279,586
甲烷	25	13,865	13,146	12,346	11,770	11,298	10,610	10,102	9,463	8,967
氧化亞氮	298	3,192	3,802	3,860	3,957	3,977	4,122	4,181	4,713	4,792
氫氟碳化物	HFC-134a: 1,430 等	1,609	2,319	2,619	2,216	2,397	2,451	1,070	987	1,093
全氟碳化物	PFC-14:7,390 等	3	13	2,939	4,143	4,198	4,341	3,070	3,264	2,972
六氟化硫	22,800	116	120	746	3,914	4,385	5,193	4,683	3,590	3,114
三氟化氮	17,200	11	10	235	398	540	659	726	650	759
二氧化碳除移量	1	-22,550	-22,476	-21,583	-22,415	-22,305	-22,196	-21,918	-21,861	-21,650
淨溫室氣體排放量		203,584	223,945	231,251	241,641	254,220	264,628	268,533	276,691	260,412
總溫室氣體排放量		226,134	246,421	252,834	264,056	276,525	286,824	290,451	298,552	282,043
溫室氣體	全球暖化潛勢	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳	1	266,377	252,237	270,134	276,166	272,332	272,618	276,235	275,634	279,216
甲烷	25	8,279	7,662	7,134	6,756	6,437	6,060	5,878	5,676	5,637
氧化亞氮	298	4,377	4,547	4,953	4,850	4,767	4,569	4,558	4,516	4,701
氫氟碳化物	HFC-134a: 1,430 等	1,046	980	934	1,016	869	981	1,010	982	991
全氟碳化物	PFC-14:7,390 等	1,682	1,143	1,354	1,365	725	929	1,139	931	1,045
六氟化硫	22,800	2,644	2,176	2,155	1,755	1,647	1,722	1,447	1,217	1,094
三氟化氮	17,200	166	538	219	381	349	734	627	623	440
二氧化碳除移量	1	-21,631	-18,911	-21,413	-21,470	-21,484	-21,498	-21,410	-21,425	-21,418
淨溫室氣體排放量		262,940	250,373	265,469	270,818	265,641	266,114	269,485	268,156	271,707
總溫室氣體排放量		284,571	269,284	286,882	292,288	287,125	287,612	290,895	289,581	293,125

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，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

各類溫室氣體 2005 年至 2016 年排放及移除量變化分析

- 二氧化碳 (CO₂)：2005 至 2016 年成長 4.72%，年平均成長率 0.42%；碳匯移除量 2005 至 2016 年間移除量減少 2.28%，年平均成長率 -0.21%。
- 甲烷 (CH₄)：2005 至 2016 年間減少 44.19%，年平均成長率 -5.16%。
- 氧化亞氮 (N₂O)：2005 至 2016 年間成長 12.43%，年平均成長率 1.07%。
- 含氟溫室氣體 (SF₆、PFCs、HFCs、NF₃)：2005 至 2016 年間減少 62.61%，年平均成長率 -8.56%。

以下分別就各種溫室氣體排放概況與趨勢做說明：

一、二氧化碳

能源部門係臺灣二氧化碳的主要排放源，表 2.2.2 列有臺灣各部門 1990 至 2016 年二氧化碳排放量與移除量清單，排放趨勢則如圖 2.2.3 所示。臺灣 1990 年二氧化碳排放量為 124,045 千公噸二氧化碳當量，2005 年二氧化碳排放量為 266,619 千公噸二氧化碳當量，2016 年增至 279,216 千公噸二氧化碳當量；其中 2016 年能源部門占 94.07%，包括能源產業 61.72%、製造業與營造業 15.82%、運輸 13.18% 及其他部門 (服務業、住宅與農林漁牧) 3.34%，另工業製程及產品使用部門占 5.87%、農業部門占 0.01% 及廢棄物部門占 0.05%。2016 年較 2005 年排放量增加 4.72%，主要係因能源部門增加 5.77%；土地利用、土地利用變化及林業活動係二氧化碳的移除量，2016 年臺灣二氧化碳移除量為 21,418 千公噸二氧化碳當量，相較 1990 年 23,386 千公噸二氧化碳當量，減少 8.42%。若與 2005 年相比減少 2.28%，與 2015 年則減少 0.03%。

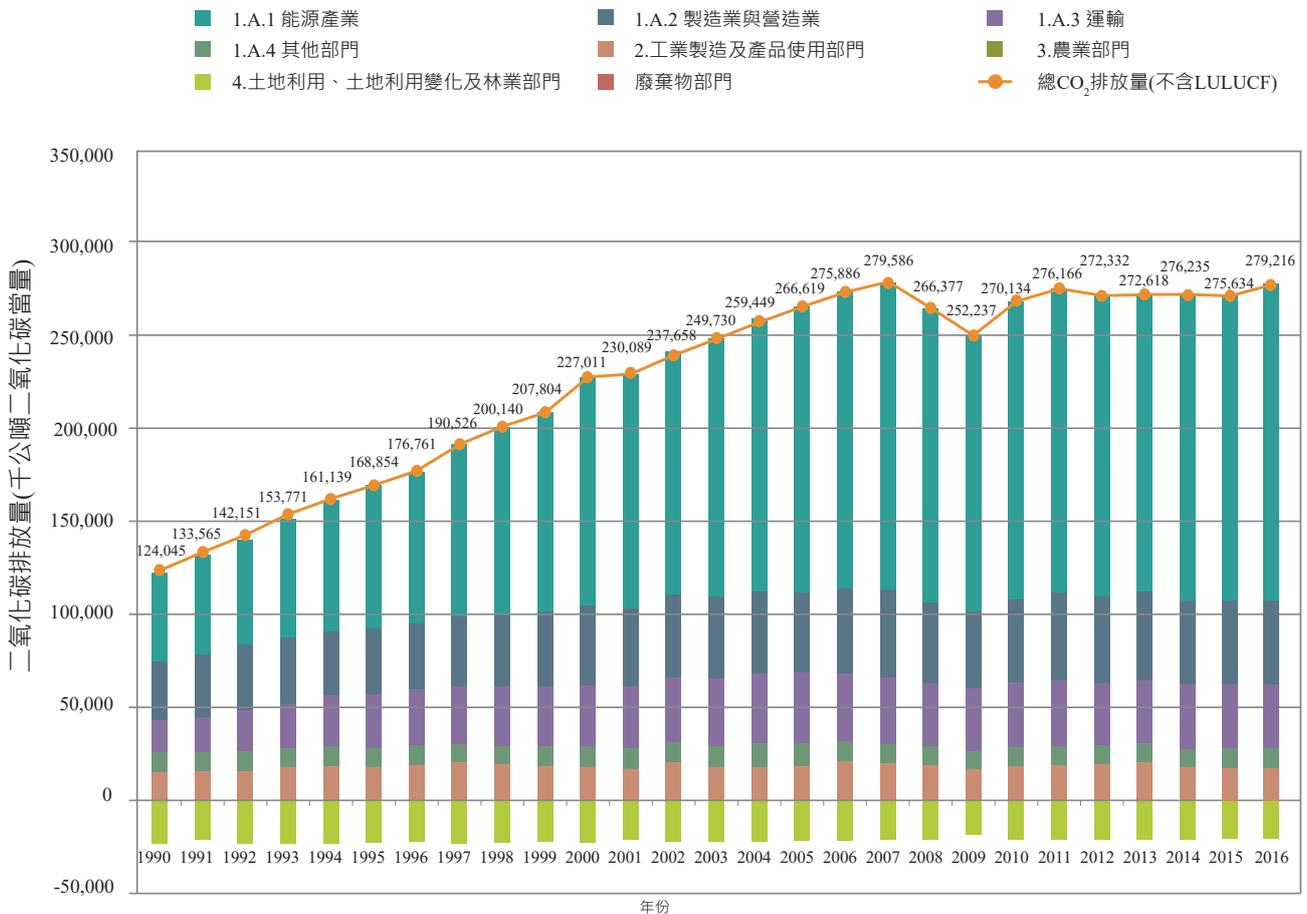


圖 2.2.3 臺灣 1990 至 2016 年二氧化碳排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.2 臺灣 1990 至 2016 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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1. 能源部門	109,459	118,436	126,052	135,199	143,097	150,804	158,573	170,828	181,511
1.A.1 能源產業	49,123	55,126	58,529	65,962	70,771	76,400	81,254	91,407	100,415
1.A.2 製造業與營造業	30,117	31,956	33,383	33,611	34,586	35,763	36,785	39,075	39,311
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844
1.A.4 其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,820	10,733	9,809	9,940
1.A.4.a 服務業	3,621	3,529	2,989	2,490	3,018	2,445	3,175	2,483	2,947
1.A.4.b 住宅	4,005	4,238	4,446	4,359	4,461	4,597	4,754	4,851	4,952
1.A.4.c 農林漁牧業	2,946	2,700	2,672	2,675	2,721	2,777	2,805	2,475	2,041
2. 工業製程及產品使用部門	14,424	14,975	15,895	18,378	17,797	17,501	17,651	19,460	18,386
2.A 礦業 (非金屬製品)	10,584	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564
2.B 化學工業	563	539	565	609	762	850	992	1,020	1,003
2.C 金屬工業	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817
2.H 其他	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3. 農業部門	142	146	139	131	135	151	151	134	127
4. 土地利用、土地利用變化及林業部門	-23,386	-21,490	-23,516	-23,493	-23,379	-23,233	-22,717	-22,899	-22,699
5. 廢棄物部門	20	8	65	63	110	398	387	105	117
淨二氧化碳排放量	100,659	112,075	118,635	130,278	137,760	145,621	154,044	167,627	100,659
總二氧化碳排放量	124,045	133,565	142,151	153,771	161,139	168,854	176,761	190,526	200,140
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1. 能源部門	190,464	209,257	213,288	220,894	232,177	241,513	248,331	255,268	259,208
1.A.1 能源產業	105,782	121,158	126,128	130,492	139,461	145,554	152,060	58,450	163,040
1.A.2 製造業與營造業	41,305	43,955	42,716	44,802	46,393	47,864	47,324	49,089	50,374
1.A.3 運輸	32,772	33,207	33,246	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419
1.A.4 其他部門	10,605	10,936	11,198	11,058	11,814	12,235	12,102	10,958	10,375
1.A.4.a 服務業	3,155	3,220	3,562	3,493	3,961	4,125	4,240	4,279	4,237
1.A.4.b 住宅	5,410	5,354	5,181	5,107	5,042	5,133	5,235	5,033	5,047
1.A.4.c 農林漁牧業	2,040	2,362	2,455	2,459	2,811	2,977	2,627	1,647	1,091
2. 工業製程及產品使用部門	17,156	17,365	16,168	16,059	17,053	17,340	17,877	20,089	19,758
2.A 礦業 (非金屬製品)	10,746	10,486	9,974	10,648	10,270	10,691	11,257	11,014	10,369
2.B 化學工業	1,075	1,143	1,232	1,313	1,384	1,485	1,552	1,530	1,654
2.C 金屬工業	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544	7,733
2.H 其他	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3. 農業部門	119	131	94	93	83	84	62	60	58
4. 土地利用、土地利用變化及林業部門	-22,550	-22,476	-21,583	-22,415	-22,305	-22,196	-21,918	-21,861	-21,650
5. 廢棄物部門	65	259	540	612	417	512	348	470	562
淨二氧化碳排放量	177,441	185,254	204,535	208,506	215,243	227,425	237,253	244,701	254,025
總二氧化碳排放量	207,804	227,011	230,089	237,658	249,730	259,449	266,619	275,886	279,586

溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1. 能源部門	247,481	235,727	251,863	257,129	252,990	253,086	258,702	258,542	262,660
1.A.1 能源產業	157,980	148,721	158,795	163,451	161,481	160,886	169,049	168,912	172,327
1.A.2 製造業與營造業	45,485	43,000	48,239	48,760	47,655	48,415	45,276	44,345	44,186
1.A.3 運輸	33,394	33,711	34,824	35,293	34,503	34,472	34,951	35,759	36,809
1.A.4 其他部門	10,624	10,295	10,005	9,625	9,352	9,312	9,427	9,525	9,338
1.A.4.a 服務業	4,242	4,267	4,207	3,901	3,640	3,817	3,934	3,952	3,727
1.A.4.b 住宅	5,017	5,030	4,857	4,786	4,672	4,484	4,411	4,469	4,537
1.A.4.c 農林漁牧業	1,365	998	941	937	1,041	1,011	1,082	1,105	1,074
2. 工業製程及產品使用部門	18,396	16,300	18,008	18,835	19,139	19,334	17,346	16,952	16,392
2.A 礦業 (非金屬製品)	9,289	8,467	8,616	9,577	9,333	9,866	8,728	8,345	7,108
2.B 化學工業	1,457	1,514	1,599	1,637	1,503	1,572	1,603	1,605	1,612
2.C 金屬工業	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,894	7,013	7,000	7,670
2.H 其他	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3. 農業部門	57	56	54	53	55	45	40	38	34
4. 土地利用、土地利用變化及林業部門	-21,631	-18,911	-21,413	-21,470	-21,484	-21,498	-21,410	-21,425	-21,418
5. 廢棄物部門	443	154	208	149	149	153	146	103	131
淨二氧化碳排放量	244,746	233,326	248,721	254,696	250,848	251,120	254,825	254,209	257,798
總二氧化碳排放量	266,377	252,237	270,134	276,166	272,332	272,618	276,235	275,634	279,216

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

二、甲烷

臺灣主要甲烷排放來源係為廢棄物部門及農業部門。表 2.2.3 列有臺灣各部門 1990 至 2016 年甲烷排放量清單，排放趨勢則如圖 2.2.4 所示。臺灣 1990 年甲烷排放量為 11,158 千公噸二氧化碳當量，2005 年甲烷排放量為 10,102 千公噸二氧化碳當量，2016 年減少至 5,637 千公噸二氧化碳當量；2016 年甲烷排放量以廢棄物部門占 63.30% 最多、農業部門占 22.77%、能源部門占 13.22%、工業製程及產品使用部

門占 0.71%。2016 年較 2005 年減少 44.19%，其中廢棄物部門減少 55.64% 及農業部門減少 7.46%。主要係因廢棄物處理政策改變，使得垃圾掩埋量大幅下降所致，2005 至 2016 年垃圾掩埋場甲烷排放量減少 81.80%，此外，家庭污水處理與放流則隨生活污水接管率逐年增加，亦使甲烷排放量從 2005 年至 2016 年減少 34.42%，另有關農業部門甲烷排放量則受到作物轉作政策及農業活動衰減而逐年下降。

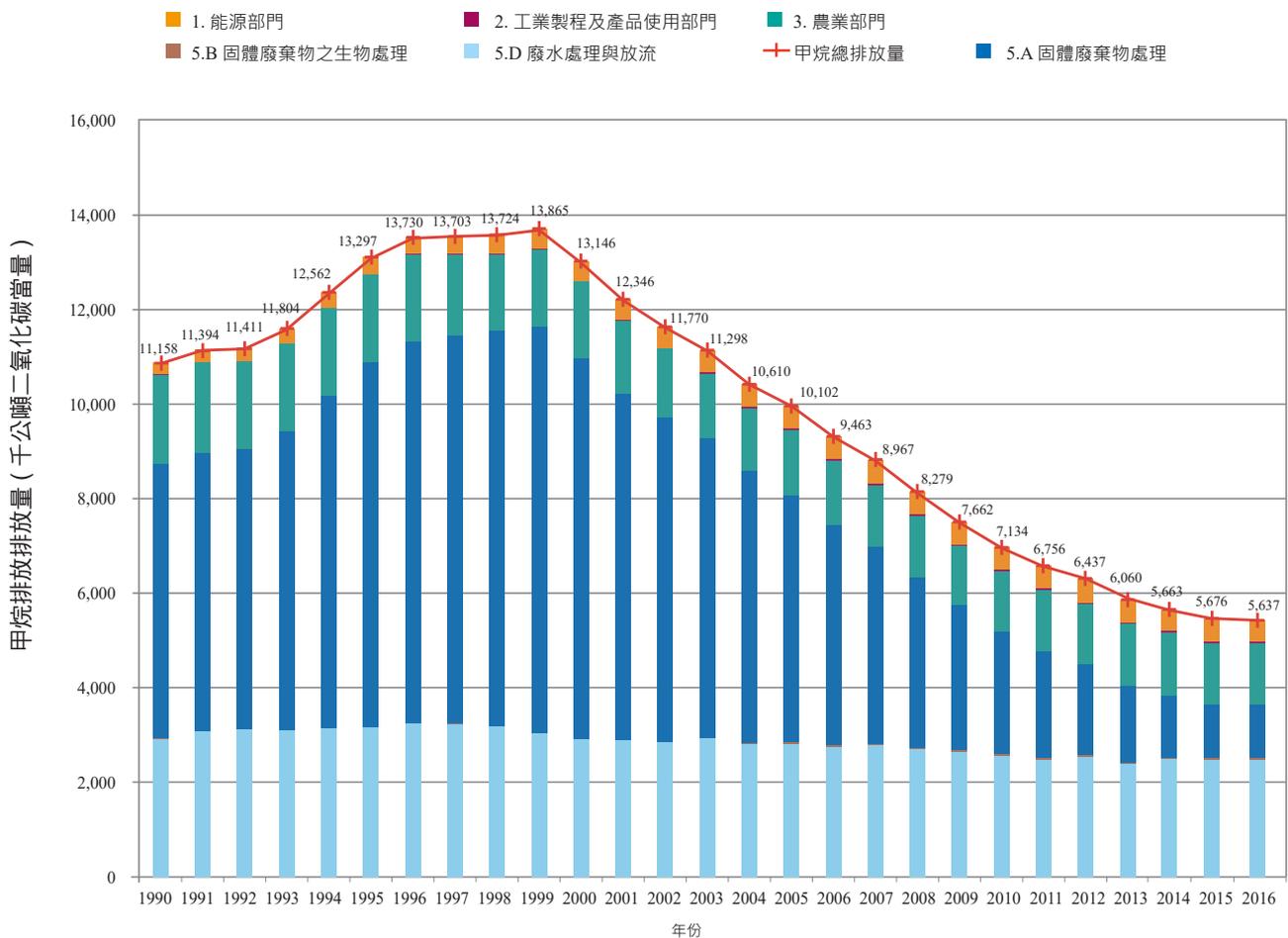


圖 2.2.4 臺灣 2001 至 2016 年甲烷排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.3 臺灣 1990 至 2016 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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1. 能源部門	530	506	497	511	526	533	550	514	535
2. 工業製程及產品使用部門	5	7	6	7	8	10	11	12	10
3. 農業部門	1,873	1,901	1,864	1,863	1,832	1,855	1,839	1,723	1,622
3.A 畜禽腸胃發酵	670	731	738	775	789	822	822	732	674
3.B 畜禽糞尿處理	206	236	234	240	247	259	266	219	192
3.C 水稻種植	960	908	845	825	775	767	745	765	751
3.F 農作物殘體燃燒	38	25	48	22	21	7	7	7	6
5. 廢棄物部門	8,750	8,980	9,044	9,423	10,196	10,899	11,329	11,454	11,556
5.A 固體廢棄物處理	5,832	5,917	5,928	6,323	7,061	7,719	8,080	8,212	8,372
5.B 固體廢棄物之生物處理	11	1	1	0	0	1	0	1	0
5.D 廢水處理與放流	2,907	3,062	3,115	3,100	3,135	3,179	3,249	3,241	3,184
總計	11,158	11,394	11,411	11,804	12,562	13,297	13,730	13,703	13,724
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1. 能源部門	561	574	567	586	640	674	643	637	639
2. 工業製程及產品使用部門	12	14	18	19	22	28	29	33	39
3. 農業部門	1,644	1,618	1,565	1,479	1,394	1,320	1,387	1,368	1,341
3.A 畜禽腸胃發酵	694	692	660	636	626	614	623	614	609
3.B 畜禽糞尿處理	205	210	201	194	192	193	195	195	185
3.C 水稻種植	738	702	689	637	567	505	561	551	543
3.F 農作物殘體燃燒	7	14	15	13	9	8	8	8	5
5. 廢棄物部門	11,648	10,941	10,196	9,686	9,242	8,588	8,043	7,425	6,948
5.A 固體廢棄物處理	8,604	8,024	7,305	6,821	6,310	5,763	5,219	4,656	4,135
5.B 固體廢棄物之生物處理	2	0	0	0	2	7	10	11	14
5.D 廢水處理與放流	3,042	2,916	2,891	2,864	2,930	2,818	2,815	2,757	2,798
總計	13,865	13,146	12,346	11,770	11,298	10,610	10,102	9,463	8,967
溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1. 能源部門	620	612	648	670	679	691	702	725	745
2. 工業製程及產品使用部門	37	33	35	27	35	38	37	39	40
3. 農業部門	1,299	1,281	1,274	1,301	1,300	1,304	1,286	1,268	1,283
3.A 畜禽腸胃發酵	584	571	578	590	583	579	566	573	561
3.B 畜禽糞尿處理	180	175	176	180	172	166	164	163	164
3.C 水稻種植	529	530	514	526	540	555	552	529	555
3.F 農作物殘體燃燒	6	5	5	5	5	3	4	4	3
5. 廢棄物部門	6,322	5,735	5,177	4,758	4,423	4,027	3,854	3,643	3,568
5.A 固體廢棄物處理	3,601	3,066	2,597	2,222	1,887	1,595	1,349	1,140	950
5.B 固體廢棄物之生物處理	16	18	21	26	24	23	20	20	20
5.D 廢水處理與放流	2,705	2,651	2,559	2,510	2,512	2,410	2,484	2,484	2,599
總計	8,279	7,662	7,134	6,756	6,437	6,060	5,878	5,676	5,637

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

三、氧化亞氮

臺灣主要氧化亞氮排放來源包括農業部門、工業製程及產品使用部門與能源部門及廢棄物部門少量排放。農業部門氧化亞氮排放係以農業土壤排放為主，排放來源包括農地化學肥料使用、動物排泄物、固氮作物、農作物殘體等。而工業製程及產品使用部門近年氧化亞氮排放逐年增加，係以化學工業及電子工業為主，排放來源包括己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產、硝酸生產、積體電路或半導體及 TFT 平面顯示器等。臺灣 1990 年氧化亞氮排放量為 2,895 千公噸二氧化碳當量，2005 年氧化亞氮排放量為 4,181 千公噸二氧化碳當量，2016 年氧化亞氮排放量約為 4,701 千公噸二氧化碳當

量，其中 2016 年工業製程及產品使用部門排放約 1,703 千公噸二氧化碳當量（占 36.29%）、農業部門排放約 1,395 千公噸二氧化碳當量（占 29.67%）、能源部門排放約 1,270 千公噸二氧化碳當量（占 27.02%）、廢棄物部門排放約 330 千公噸二氧化碳當量（占 7.01%），詳如表 2.2.4 所示。臺灣 1990 至 2016 年各部門氧化亞氮的排放趨勢如圖 2.2.5 所示，2005 至 2016 年間化亞氮排放增加 12.45%，係因工業製程及產品使用部門增加 77.65%。但其中農業部門及廢棄物部門分別減少 12.71% 及 5.57%，主要為農業土壤氧化亞氮排放量減少達 13.55%，平均成長率為 -1.32%，主要因農業產業結構改變、耕地面積減少，以及行政院農業委員會推廣合理化施肥有關。

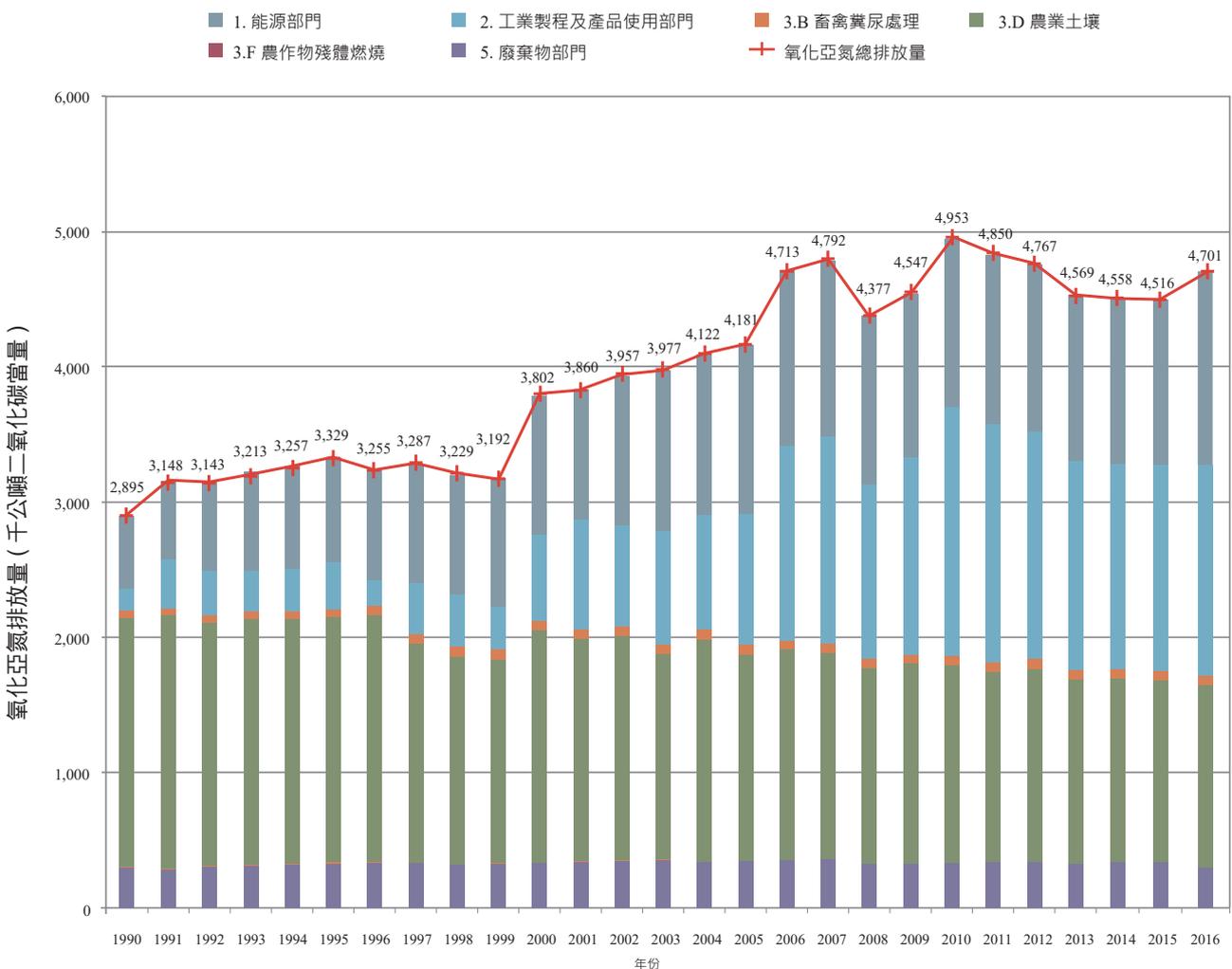


圖 2.2.5 臺灣 1990 至 2016 年氧化亞氮排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.4 臺灣 1990 至 2016 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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1. 能源部門	537	578	653	703	742	778	825	866	917
1.A.1 能源產業	138	158	183	207	224	242	273	301	332
1.A.2 製造業與營造業	90	95	101	100	102	104	107	113	115
1.A.3 運輸	291	309	353	382	402	418	428	438	456
1.A.4 其他部門	17	17	15	14	15	14	16	14	14
2. 工業製程及產品使用部門	166	352	325	301	318	345	186	374	383
3. 農業部門	1,897	1,933	1,866	1,897	1,883	1,872	1,907	1,710	1,609
3.B 畜禽糞尿處理	48	50	52	54	59	61	67	70	71
3.D 農業土壤	1,837	1,876	1,800	1,837	1,818	1,808	1,838	1,638	1,536
3.F 農作物殘體燃燒	12	8	15	7	7	2	2	2	2
5. 廢棄物部門	296	285	298	311	313	334	337	337	321
總計	2,895	3,148	3,143	3,213	3,257	3,329	3,255	3,287	3,229
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1. 能源部門	968	1,052	1,086	1,136	1,194	1,234	1,273	1,302	1,306
1.A.1 能源產業	362	428	459	482	525	538	565	590	606
1.A.2 製造業與營造業	122	133	137	143	157	165	164	171	178
1.A.3 運輸	469	475	475	496	495	513	527	527	508
1.A.4 其他部門	14	15	16	16	17	18	17	15	13
2. 工業製程及產品使用部門	312	625	714	744	833	834	960	1,432	1,531
3. 農業部門	1,583	1,794	1,720	1,729	1,597	1,710	1,598	1,629	1,595
3.B 畜禽糞尿處理	72	73	71	70	71	69	71	72	71
3.D 農業土壤	1,509	1,717	1,644	1,655	1,524	1,639	1,524	1,554	1,522
3.F 農作物殘體燃燒	2	4	5	4	3	2	2	3	1
5. 廢棄物部門	329	331	340	348	353	343	350	351	360
總計	3,192	3,802	3,860	3,957	3,977	4,122	4,181	4,713	4,792
溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1. 能源部門	1,245	1,216	1,254	1,274	1,253	1,246	1,253	1,250	1,270
1.A.1 能源產業	588	565	573	578	573	564	571	557	567
1.A.2 製造業與營造業	162	155	169	176	170	172	166	164	162
1.A.3 運輸	481	483	500	507	498	498	505	517	530
1.A.4 其他部門	14	13	12	12	12	12	12	12	11
2. 工業製程及產品使用部門	1,290	1,457	1,834	1,762	1,674	1,539	1,514	1,507	1,706
3. 農業部門	1,514	1,547	1,528	1,469	1,496	1,432	1,427	1,397	1,395
3.B 畜禽糞尿處理	72	71	70	71	71	71	73	74	76
3.D 農業土壤	1,440	1,474	1,456	1,396	1,424	1,359	1,353	1,321	1,318
3.F 農作物殘體燃燒	2	2	2	2	2	1	1	1	1
5. 廢棄物部門	328	327	337	346	344	352	364	363	330
總計	4,377	4,547	4,953	4,850	4,767	4,569	4,558	4,516	4,701

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

四、氫氟碳化物

臺灣主要氫氟碳化物排放來源為工業製程及產品使用部門，包括早期以化學工業之含氟化合物生產為主要來源、後期為冷凍空調、半導體及滅火器。氫氟碳化物排放量 2016 年為 991 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.34%，2016 年較 2005 年減少 7.34%，平均成長率為 -0.69%，2016 年較 2015 年增加 0.89%，如圖 2.2.6 及表 2.2.5 所示。臺灣唯一生產氟氯

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，使得氫氟碳化物排放量自 2004 年 2,451 千公噸二氧化碳當量開始下降，2005 年為 1,070 千公噸二氧化碳當量，至 2011 年起因應蒙特婁議定書之管制時程，臺灣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。唯目前尚未將混合冷媒物等列入統計範疇。

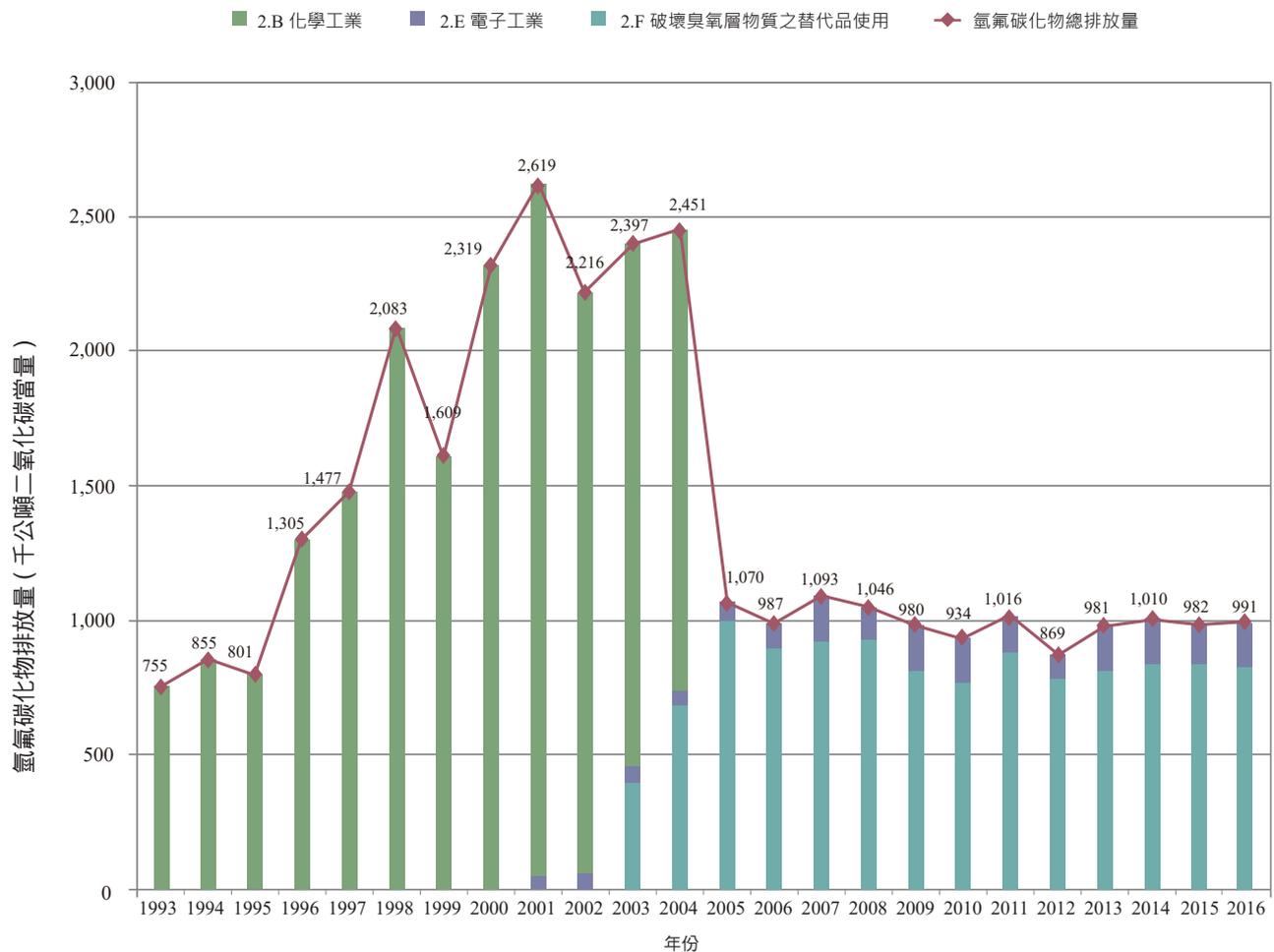


圖 2.2.6 臺灣 1993 至 2016 年氫氟碳化物排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.5 臺灣 1990 至 2016 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	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.B 化學工業	NO	NO	NO	755	855	801	1,305	1,477	2,083
2.E 電子工業	NE								
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE								
總計	NE	NE	NE	755	855	801	1,305	1,477	2,083
溫室氣體排放源	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2.B 化學工業	1,609	2,319	2,567	2,157	1,937	1,937	NE	NE	NE
2.E 電子工業	NE	NE	51	59	59	59	73	91	171
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	NE	401	682	996	896	922
總計	1,609	2,319	2,619	2,216	2,397	2,451	1,070	987	1,093
溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2.B 化學工業	NE								
2.E 電子工業	118	168	164	134	86	169	182	132	156
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	928	812	770	881	783	812	828	851	835
總計	1,046	980	934	1,016	869	981	1,010	982	991

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)，指對現有源排放量和匯吸收量沒有估計。

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

五、全氟碳化物

臺灣主要全氟碳化物排放來源為工業製程及產品使用部門之機電路或半導體，2016 年臺灣全氟碳化物排放量為 1,045 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.36%，2016 年較 2005 年減少 65.96%，平均成長率為 -9.33%，2016 年較 2015 年增加 12.27%，如圖 2.2.7 及表

2.2.6 所示。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，使得全氟碳化物排放量逐年下降。

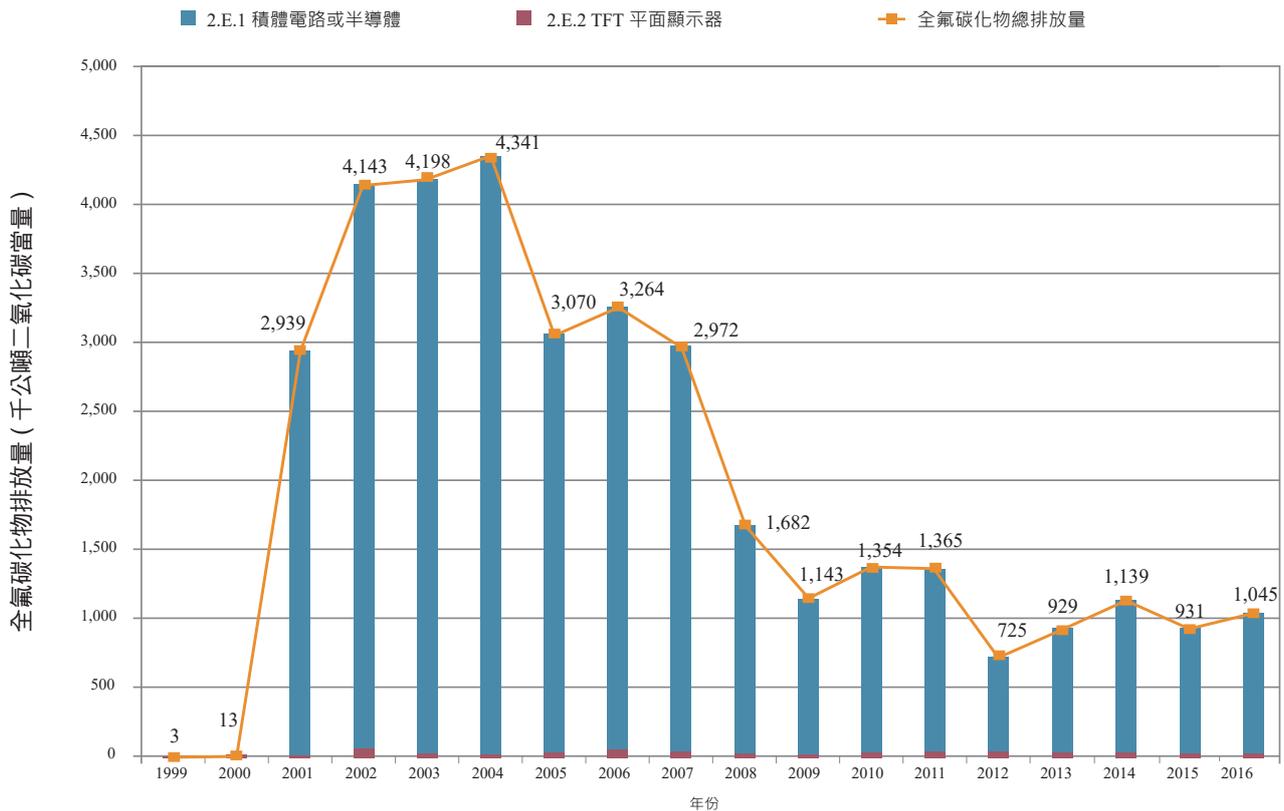


圖 2.2.7 臺灣 1999 至 2016 年全氟碳化物排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.6 臺灣 1990 至 2016 年全氟碳化物排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.E.1 積體電路或半導體	NE								
2.E.2 TFT 平面顯示器	NE								
總計	NE								
溫室氣體排放源	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2.E.1 積體電路或半導體	3	13	2,933	4,077	4,173	4,327	3,043	3,211	2,933
2.E.2 TFT 平面顯示器	NE	NE	6	65	25	14	27	53	39
總計	3	13	2,939	4,143	4,198	4,341	3,070	3,264	2,972
溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2.E.1 積體電路或半導體	1,657	1,126	1,322	1,335	691	899	1,114	917	1,030
2.E.2 TFT 平面顯示器	25	17	32	30	33	30	26	14	16
總計	1,682	1,143	1,354	1,365	725	929	1,139	931	1,045

說明：NE (未估計)，指對現有源排放量和匯吸收量沒有估計。

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

六、六氟化硫

臺灣主要六氟化硫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，2016 年臺灣六氟化硫排放量為 1,094 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.37%，2016 年較 2005 年減少 76.64%，平均成長率為 -12.38%。

2016 年較 2015 年減少 10.11%，如圖 2.2.8 及表 2.2.7 所示。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 千公噸二氧化碳當量為最高排放量，而後六氟化硫使用量減少，電子工業六氟化硫排放量 2016 年較 2005 年減少 52.03%，平均成長率為 -6.46%。

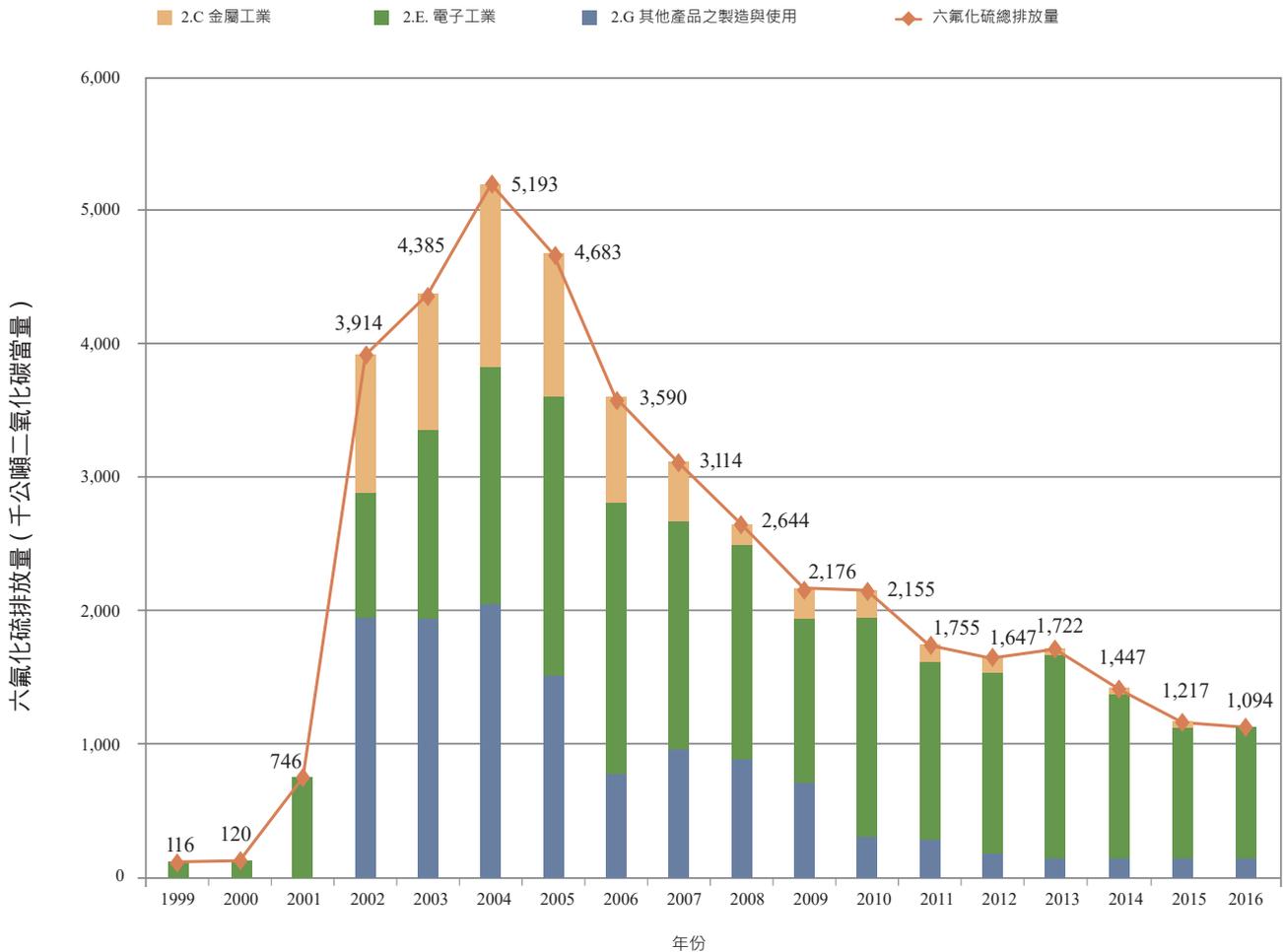


圖 2.2.8 臺灣 1999 至 2016 年六氟化硫排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.7 臺灣 1990 至 2016 年六氟化硫排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.C 金屬工業	NE								
2.E 電子工業	NE								
2.G 其他產品之製造與使用	NE								
總計	NE								
溫室氣體排放源	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,027	2,003	1,357	1,063	770	440
2.E 電子工業	116	120	746	944	1,027	1,783	2,117	2,050	1,721
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	1,943	1,415	2,053	1,503	770	953
總計	116	120	746	3,914	4,385	5,193	4,683	3,590	3,114
溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2.C 金屬工業	144	235	212	134	109	55	56	45	NE
2.E 電子工業	1,605	1,239	1,648	1,339	1,352	1,524	1,276	1,075	1,015
2.G 其他產品之製造與使用	895	703	295	282	186	142	115	97	79
總計	2,644	2,176	2,155	1,755	1,647	1,722	1,447	1,217	1,094

說明：NE (未估計)，指對現有源排放量和匯移除量沒有估計。

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

七、三氟化氮

臺灣主要三氟化氮排放來源為工業製程及產品使用部門之半導體，2016 年臺灣三氟化氮排放量為 440 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.15%，2016 年較 2005 年減少 39.45%，平均成長率為 -4.46%，2016 年較 2015 年減少 29.40%，如圖 2.2.9 及表 2.2.8 所示。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，導致其排放量自 2007 年 759 千公噸二氧化碳當量，減自 2008 年 166 千公噸二氧化碳當量，2012 年後，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 349 千公噸二氧化碳當量上升至 2016 年 440 千公噸二氧化碳當量。

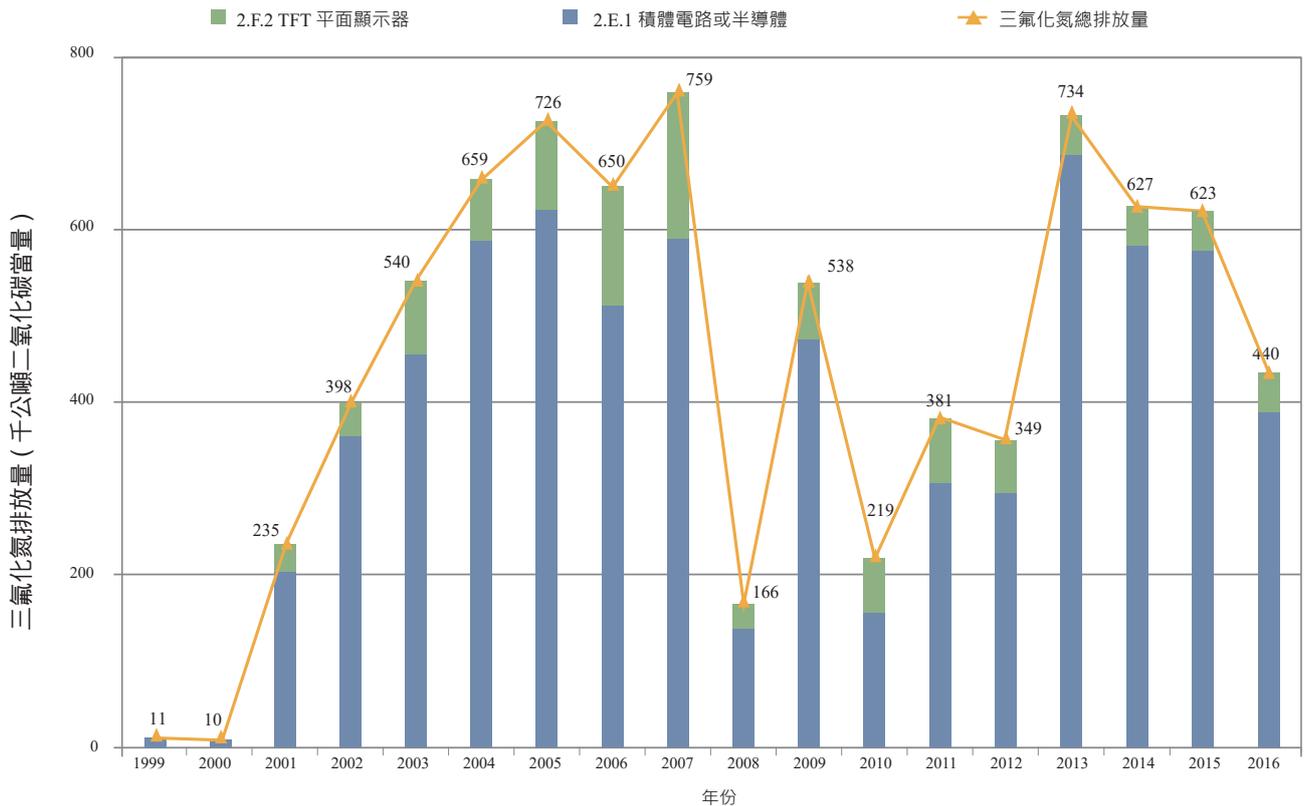


圖 2.2.9 臺灣 1999 至 2016 年三氟化氮排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.2.8 臺灣 1990 至 2016 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	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.E.1 積體電路或半導體	NE								
2.E.2 TFT 平面顯示器	NE								
總計	NE								
溫室氣體排放源	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2.E.1 積體電路或半導體	11	10	202	359	455	587	623	512	590
2.E.2 TFT 平面顯示器	NE	NE	33	39	86	72	103	138	170
總計	11	10	235	398	540	659	726	650	759
溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2.E.1 積體電路或半導體	136	473	156	306	295	687	531	562	387
2.E.2 TFT 平面顯示器	30	65	62	75	54	46	96	61	52
總計	166	538	219	381	349	734	627	623	440

說明：NE (未估計)，指對現有源排放量和匯吸收量沒有估計。

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

2.3 各部門溫室氣體排放及吸收統計

就部門別而言，2016 年能源部門溫室氣體排放量為 264,675 千公噸二氧化碳當量（不計土地利用變化及林業移除量），占臺灣溫室氣體總排放量的 90.29%，工業製程及產品使用部門為 21,708 千公噸二氧化碳當量（不計土地利用變化及林業移除量），占 7.41%，農業部門為

2,712 千公噸二氧化碳當量（不計土地利用變化及林業移除量），占 0.93%，廢棄物部門為 4,029 千公噸二氧化碳當量（不計土地利用變化及林業移除量），占 1.37%。2016 年土地利用、土地利用變化及林業部門之移除量則為 21,418 千公噸二氧化碳當量，占總排放量 7.31%。臺灣 1990 至 2016 年各部門溫室氣體排放趨勢如圖 2.3.1 及表 2.3.1 所示。

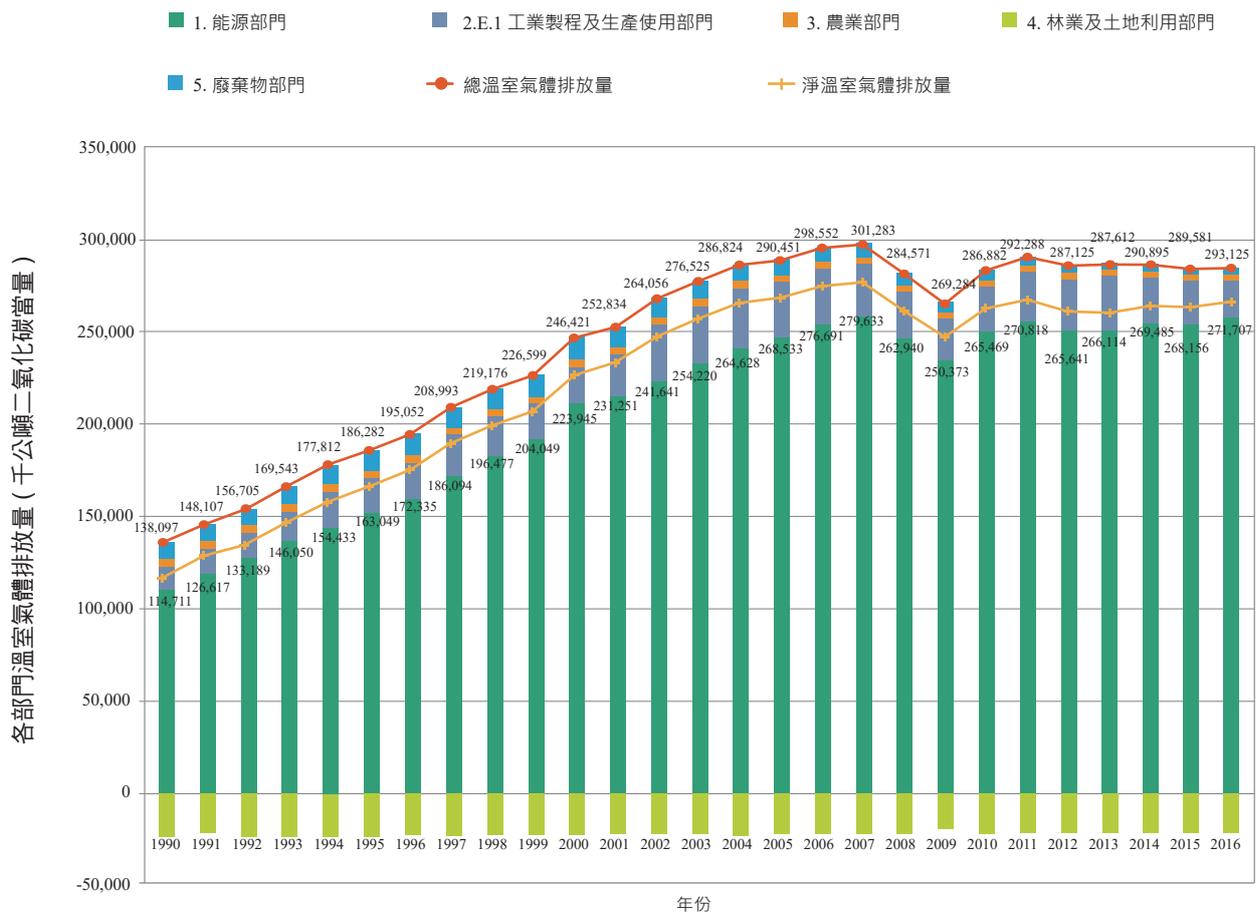


圖 2.3.1 臺灣 1990 至 2016 年各部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.3.1 臺灣 1990 至 2016 年各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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1. 能源部門	110,525	119,521	127,202	136,414	144,365	152,115	159,948	172,207	182,963
2. 工業製程及產品使用部門	14,595	15,333	16,227	19,441	18,977	18,658	19,154	21,323	20,862
3. 農業部門	3,911	3,980	3,869	3,890	3,850	3,878	3,897	3,567	3,359
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
5. 廢棄物部門	9,066	9,273	9,407	9,798	10,619	11,631	12,053	11,896	11,993
淨溫室氣體排放量 (計土地利用、土地利用變化及林業移除量)	114,711	126,617	133,189	146,050	154,433	163,049	172,335	186,094	196,477
總溫室氣體排放量 (不計土地利用、土地利用變化及林業移除量)	138,097	148,107	156,705	169,543	177,812	186,282	195,052	208,993	219,176
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1. 能源部門	191,993	210,882	214,941	222,616	234,011	243,421	250,247	257,207	261,153
2. 工業製程及產品使用部門	19,218	20,465	23,438	27,492	29,428	30,846	28,416	30,044	29,266
3. 農業部門	3,345	3,543	3,379	3,301	3,074	3,114	3,047	3,056	2,993
4. 土地利用及林業部門	-22,550	-22,476	-21,583	-22,415	-22,305	-22,196	-21,918	-21,861	-21,650
5. 廢棄物部門	12,042	11,530	11,076	10,646	10,012	9,444	8,741	8,245	7,871
淨溫室氣體排放量 (計土地利用、土地利用變化及林業移除量)	204,049	223,945	231,251	241,641	254,220	264,628	268,533	276,691	279,633
總溫室氣體排放量 (不計土地利用、土地利用變化及林業移除量)	226,599	246,421	252,834	264,056	276,525	286,824	290,451	298,552	301,283
溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1. 能源部門	249,346	237,555	253,765	259,073	254,922	255,023	260,657	260,517	264,675
2. 工業製程及產品使用部門	25,261	22,628	24,539	25,141	24,437	25,275	23,121	22,252	21,708
3. 農業部門	2,870	2,884	2,856	2,823	2,851	2,781	2,753	2,703	2,712
4. 土地利用及林業部門	-21,631	-18,911	-21,413	-21,470	-21,484	-21,498	-21,410	-21,425	-21,418
5. 廢棄物部門	7,094	6,216	5,722	5,252	4,916	4,532	4,364	4,109	4,029
淨溫室氣體排放量 (計土地利用、土地利用變化及林業移除量)	262,940	250,372	265,469	270,818	265,641	266,114	269,485	268,156	271,706
總溫室氣體排放量 (不計土地利用、土地利用變化及林業移除量)	284,571	269,283	286,882	292,288	287,125	287,612	290,895	289,581	293,125

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

以下分別就 UNFCCC 規範之部門別，分別介紹各部門的溫室氣體排概況：

一、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 年及 2012 年及 2015 年又再度下降，2016 年較 2015 年增加 1.60%，詳如表 2.3.2 和圖 2.3.2 所示。

2016 年能源部門之溫室氣體總排放為 264,675 千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 90.29%，「燃料燃燒活動」為 264,436 千公噸二氧化碳當量，占能源部門之總溫室氣體之大宗，約 99.91%，「燃料逸散性排放」為 239 千公噸二氧化碳當量，占 0.09%。其中，1.A.1「能源產業」為 172,984 公噸二氧

化碳當量，占能源部門之總溫室氣體排放量 65.36%，1.A.2「製造業與營造業」為 44,438 千公噸二氧化碳當量（占 16.79%），1.A.3「運輸」為 37,640 千公噸二氧化碳當量（占 14.22%），1.A.4「其他部門（包括服務業、住宅及農林漁牧業）」為 9,373 千公噸二氧化碳當量（占 3.54%），1.B.2「石油及天然氣」為 239 千公噸二氧化碳當量（占 0.09%）。

2005 至 2016 年間，能源部門成長 5.77%，年平均成長率為 0.51%，其中 1.A.1「能源產業」溫室氣體排放量增加 13.28%，年平均成長率為 1.14%；1.A.2「製造業與營造業」減少 6.60%，年平均成長率為 -0.62%；1.A.3「運輸」減少 0.09%，年平均成長率為 -0.01%；1.A.4「其他部門」減少 22.86%，年平均成長率為 -2.33%；1.B.2「石油及天然氣」增加 74.95%，年平均成長率為 5.22%。

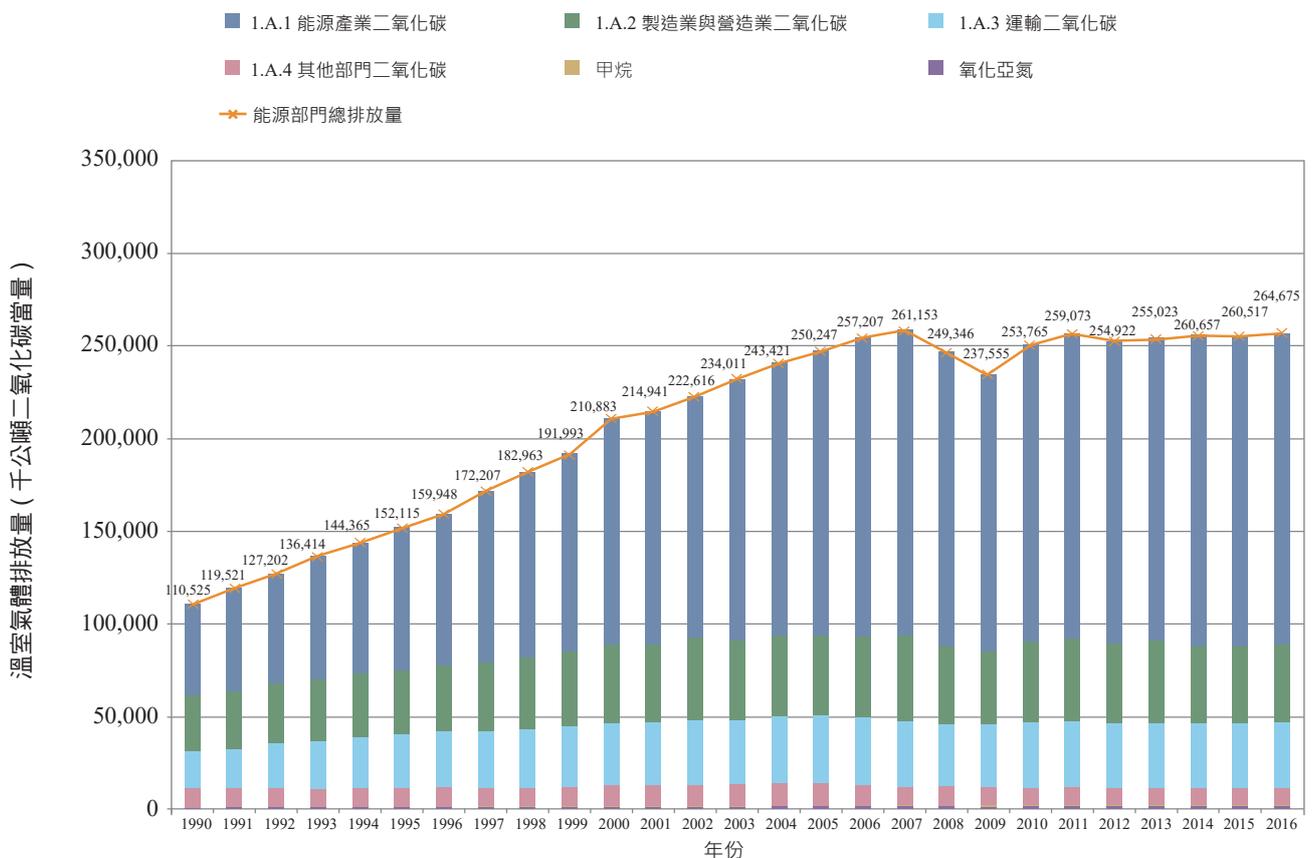


圖 2.3.2 臺灣 1990 至 2016 年能源部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。



表 2.3.2 臺灣 1990 至 2016 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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	109,459	118,436	126,052	135,199	143,097	150,804	158,573	170,828	181,511
1.A.1 能源產業	49,123	55,126	58,529	65,962	70,771	76,400	81,254	91,407	100,415
1.A.2 製造業與營造業	30,117	31,956	33,383	33,611	34,586	35,763	36,785	39,075	39,311
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844
1.A.4 其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,820	10,733	9,809	9,940
甲烷總排放量	530	506	497	511	526	533	550	514	535
1.A.1 能源產業	26	29	28	32	35	41	42	46	51
1.A.2 製造業與營造業	46	48	51	51	52	53	55	58	59
1.A.3 運輸	152	163	187	202	216	228	239	245	257
1.A.4 其他部門	30	29	28	26	28	27	29	26	27
1.B.1 固體燃料	162	138	115	113	98	81	81	34	27
1.B.2 石油及天然氣	115	98	88	87	97	103	103	104	115
氧化亞氮總排放量	537	578	653	703	742	778	825	866	917
1.A.1 能源產業	138	158	183	207	224	242	273	301	332
1.A.2 製造業與營造業	90	95	101	100	102	104	107	113	115
1.A.3 運輸	291	309	353	382	402	418	428	438	456
1.A.4 其他部門	17	17	15	14	15	14	16	14	14
能源部門總排放量	110,525	119,521	127,202	136,414	144,365	152,115	159,948	172,207	182,963
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳總排放量	190,464	209,257	213,288	220,894	232,177	241,513	248,331	255,268	259,208
1.A.1 能源產業	105,782	121,158	126,128	130,492	139,461	145,554	152,060	158,450	163,040
1.A.2 製造業與營造業	41,305	43,955	42,716	44,802	46,393	47,864	47,324	49,089	50,374
1.A.3 運輸	32,772	33,207	33,246	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419
1.A.4 其他部門	10,605	10,936	11,198	11,058	11,814	12,235	12,102	10,958	10,375
甲烷總排放量	561	574	567	586	640	674	643	637	639
1.A.1 能源產業	59	66	70	70	79	81	82	86	88
1.A.2 製造業與營造業	63	69	72	76	84	89	88	92	97
1.A.3 運輸	266	270	272	278	287	295	303	298	289
1.A.4 其他部門	28	29	30	30	32	33	33	29	27
1.B.1 固體燃料	31	28	NO						
1.B.2 石油及天然氣	113	111	122	132	159	176	137	132	138
氧化亞氮總排放量	968	1,052	1,086	1,136	1,194	1,234	1,273	1,302	1,306
1.A.1 能源產業	362	428	459	482	525	538	565	590	606
1.A.2 製造業與營造業	122	133	137	143	157	165	164	171	178
1.A.3 運輸	469	475	475	496	495	513	527	527	508
1.A.4 其他部門	14	15	16	16	17	18	17	15	13
能源部門總排放量	191,993	210,883	214,941	222,616	234,011	243,421	250,247	257,207	261,153

溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量	247,481	235,727	251,863	257,129	252,990	253,086	258,702	258,542	262,660
1.A.1 能源產業	157,980	148,721	158,795	163,451	161,481	160,886	169,049	168,912	172,327
1.A.2 製造業與營造業	45,485	43,000	48,239	48,760	47,655	48,415	45,276	44,345	44,186
1.A.3 運輸	33,394	33,711	34,824	35,293	34,503	34,472	34,951	35,759	36,809
1.A.4 其他部門	10,624	10,295	10,005	9,625	9,352	9,312	9,427	9,525	9,338
甲烷總排放量	620	612	648	670	679	691	702	725	745
1.A.1 能源產業	86	79	84	85	84	83	86	90	90
1.A.2 製造業與營造業	88	85	92	97	94	96	93	92	91
1.A.3 運輸	276	281	285	288	284	284	286	293	301
1.A.4 其他部門	28	27	26	25	24	24	25	25	24
1.B.1 固體燃料	NE								
1.B.2 石油及天然氣	142	140	161	176	193	204	212	226	239
氧化亞氮總排放量	1,245	1,216	1,254	1,274	1,253	1,246	1,253	1,250	1,270
1.A.1 能源產業	588	565	573	578	573	564	571	557	567
1.A.2 製造業與營造業	162	155	169	176	170	172	166	164	162
1.A.3 運輸	481	483	500	507	498	498	505	517	530
1.A.4 其他部門	14	13	12	12	12	12	12	12	11
能源部門總排放量	249,346	237,555	253,765	259,073	254,922	255,023	260,657	260,517	264,675

說明：NE (未發生)，臺灣煤炭自 2001 年起停產

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

二、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詳如表 2.3.3 和圖 2.3.3 所示。

2016 年工業製程及產品使用部門溫室氣體總排放量 21,708 千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 7.41%，其中 2.C「金屬工業」二氧化碳排放占 35.33%，所占比例最大，其次為 2.A「礦業（非金屬製品）」溫室氣體排放占工業製程部門溫室氣體排放的 32.74%、2.E「電子工業」溫室氣體排放占 15.67%。

2005 至 2016 年間，工業製程及產品使用溫室氣體排放量減少 23.60%，年平均成長率為 -2.42%，2016 年較 2015 年排放量減少 2.44%，其中 2004 年 30,846 千公噸二氧化碳當量，為部門排放量歷史峰值，約占當年度臺灣溫室氣體總排放量的 10.75%，2005 年後溫室氣體排放量即逐年下降，至 2010 年因金屬工業之鋼鐵生產二氧化碳排放、TFT 平面顯示器六氟化硫排放及半導體全氟碳化物排放使得工業製程及產品使用部門溫室氣體排放又有上升趨勢，至 2014 年起，因水泥生產、TFT 平面顯示器使用六氟化硫及半導體使用三氟化氮減少，使得工業製程及產品使用排放量減少。2005 至 2016 年間，2.A「礦業（非金屬製品）」溫室氣體排放量減少 36.86%，年平均成長率為 -4.09%；2.B「化學工業」溫室氣體排放量增加 2.82%，年平均成長率為 0.25%。

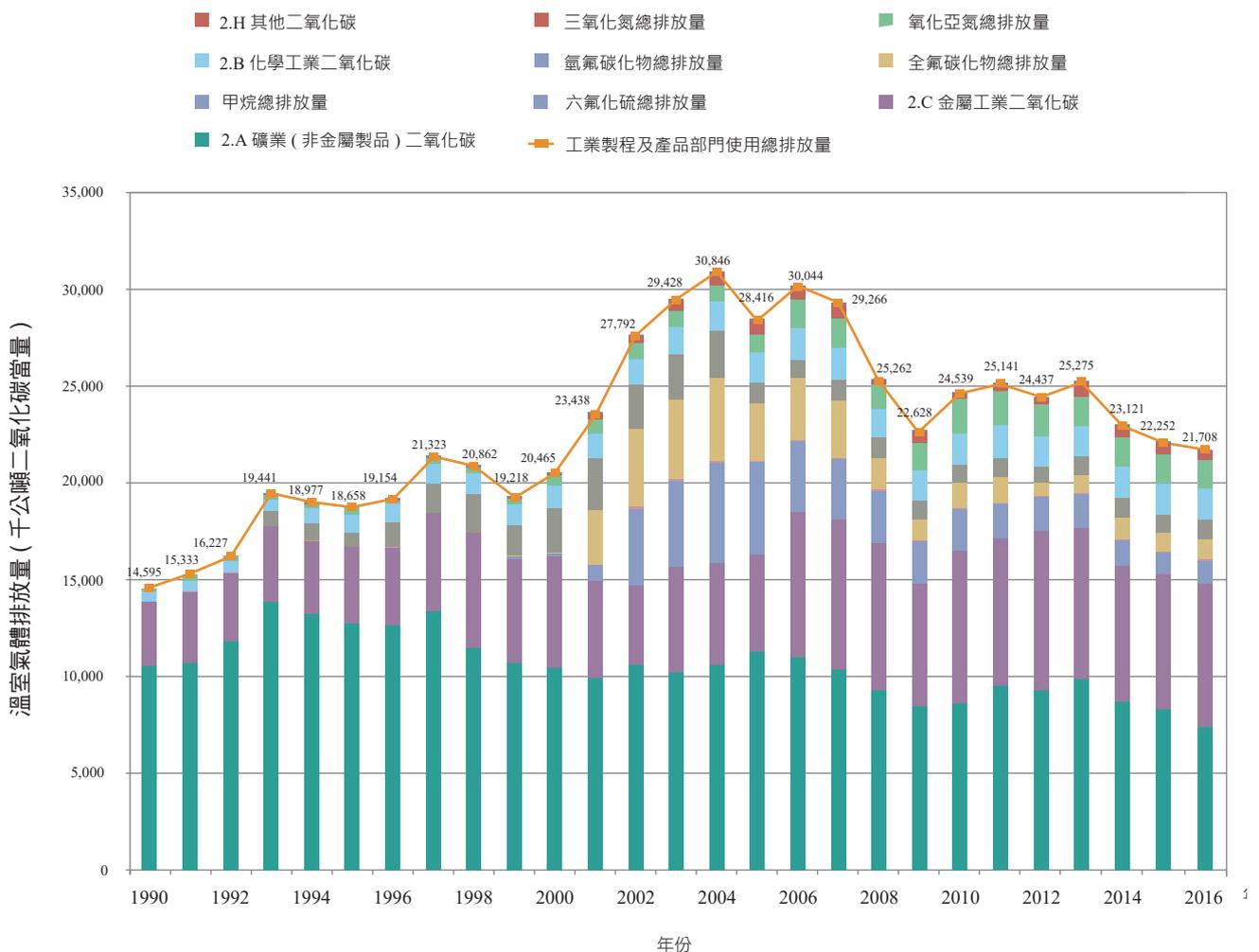


圖 2.3.3 臺灣 1990 至 2016 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.3.3 臺灣 1990 至 2016 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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	14,424	14,975	15,895	18,378	17,797	17,501	17,651	19,460	18,386
2.A 礦業 (非金屬製品)	10,584	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564
2.B 化學工業	563	539	565	609	762	850	992	1,020	1,003
2.C 金屬工業	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817
2.H 其他	2	2	2	2	2	2	2	2	2
甲烷總排放量	5	7	6	7	8	10	11	12	10
氧化亞氮總排放量	66	352	325	301	318	345	186	374	383
2.B 化學工業	166	352	325	301	318	345	186	374	383
2.C 金屬工業	NE								
2.E 電子工業	NE								
氫氟碳化物總排放量	NE	NE	NE	755	855	801	1,305	1,477	2,083
2.B 化學工業	NE	NE	NE	755	855	801	1,305	1,477	2,083
2.E 電子工業	NE								
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE								
全氟碳化物總排放量 (2.E 電子工業)	NE								
六氟化硫總排放量	NE								
2.C 金屬工業	NE								
2.E 電子工業	NE								
2.G 其他產品之製造與使用	NE								
三氟化氮總排放量 (2.E 電子工業)	NE								
工業製程部門及產品使用總排放量	14,595	15,333	16,227	19,441	18,977	18,658	19,154	21,323	20,862
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳總排放量	17,156	17,365	16,168	16,059	17,053	17,340	17,877	20,089	19,758
2.A 礦業 (非金屬製品)	10,746	10,486	9,974	10,648	10,270	10,691	11,257	11,014	10,369
2.B 化學工業	1,075	1,143	1,232	1,313	1,384	1,485	1,552	1,530	1,654
2.C 金屬工業	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544	7,733
2.H 其他	2	2	2	2	2	2	2	2	2
甲烷總排放量	12	14	18	19	22	28	29	33	39
氧化亞氮總排放量	312	625	714	744	833	834	960	1,432	1,531
2.B 化學工業	312	625	714	743	831	834	960	969	996
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	0	2	NE	NE	94	95
2.E 電子工業	NE	369	439						
氫氟碳化物總排放量	1,609	2,319	2,619	2,216	2,397	2,451	1,070	987	1,093
2.B 化學工業	1,609	2,319	2,567	2,157	1,937	1,710	NE	NE	NE
2.E 電子工業	NE	NE	51	59	59	59	73	91	171
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	NE	401	682	996	896	922
全氟碳化物總排放量 (2.E 電子工業)	3	13	2,939	4,143	4,198	4,341	3,070	3,264	2,972

溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
六氟化硫總排放量	116	120	746	3,914	4,385	5,193	4,683	3,590	3,114
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,027	1,027	1,357	1,063	770	440
2.E 電子工業	116	120	746	944	1,415	1,783	2,117	2,050	1,721
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	1,943	1,943	2,053	1,503	770	953
三氟化氮總排放量 (2.E 電子工業)	11	10	235	398	540	659	726	650	759
工業製程部門及產品使用總排放量	19,218	20,465	23,438	27,492	29,428	30,846	28,416	30,044	29,266
溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量	18,396	16,300	18,008	18,835	19,139	19,334	17,346	16,952	16,392
2.A 礦業 (非金屬製品)	9,289	8,467	8,616	9,577	9,333	9,866	8,728	8,345	7,108
2.B 化學工業	1,457	1,514	1,599	1,637	1,503	1,572	1,603	1,605	1,612
2.C 金屬工業	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,894	7,013	7,000	7,670
2.H 其他	2	2	2	2	2	2	2	2	2
甲烷總排放量	37	33	35	27	35	38	37	39	40
氧化亞氮總排放量	1,290	1,457	1,834	1,762	1,674	1,539	1,514	1,507	1,706
2.B 化學工業	784	1,006	1,170	1,195	1,016	780	728	691	961
2.C 金屬工業	90	76	119	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	416	375	546	568	658	759	786	817	745
氫氟 碳化物總排放量	1,046	980	934	1,016	869	981	1,010	982	991
2.B 化學工業	NE								
2.E 電子工業	118	168	164	134	86	169	182	132	156
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	928	812	770	881	783	812	828	851	835
全氟碳化物總排放量 (2.E 電子工業)	1,682	1,143	1,354	1,365	725	929	1,139	931	1,045
六氟化硫總排放量	2,644	2,176	2,155	1,755	1,647	1,722	1,447	1,217	1,094
2.C 金屬工業	144	235	212	134	109	55	56	45	NE
2.E 電子工業	1,605	1,239	1,648	1,339	1,352	1,524	1,276	1,075	1,015
2.G 其他產品之製造與使用	895	703	295	282	186	142	115	97	79
三氟化氮總排放量 (2.E 電子工業)	166	538	219	381	349	734	627	623	440
工業製程部門及產品使用總排放量	25,262	22,628	24,539	25,141	24,437	25,275	23,121	22,252	21,708

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，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

三、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。該部門溫室氣體排放量逐年呈現遞減的趨勢，2016 年的 2,712 千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 0.93%，其中 3.F「農耕土壤」氧化亞氮排放占農業部門溫室氣體排放的 48.59%，所占比例最大，其次為 3.A「畜禽腸胃發酵」甲烷排放占 20.69%、3.C「水稻種植」甲烷排放占 20.47%。歷年農業部門排放量如圖 2.3.4 和表 2.3.4 所示。臺灣 2016 年農業部門溫室氣體排放量較 2015 年增加 0.35%。其中，2016 年排放以 3.D「農業土壤」排放氧化亞氮占 48.59%，3.A「畜禽腸胃發酵」甲烷占 20.69%，3.C「水稻種

植」甲烷占 20.47%，3.B「畜禽糞尿處理」甲烷占 6.04%，3.B「畜禽糞尿處理」氧化亞氮占 2.81%，3.H「尿素使用」排放二氧化碳 1.24%，3.F「農作物殘體燃燒」甲烷占 0.12% 及 3.F「農作物殘體燃燒」氧化亞氮占 0.04%。

2005 至 2016 年間，農業部門溫室氣體排放量減少約 11.00%，年平均成長率為 -1.05%；3.D「農業土壤」溫室氣體排放量減少 13.55%，年平均成長率為 -1.32%；3.A「畜禽腸胃發酵」溫室氣體排放量減少 9.93%，年平均成長率為 -0.95%；3.C「水稻種植」溫室氣體排放量減少 0.99%，年平均成長率為 -0.09%。

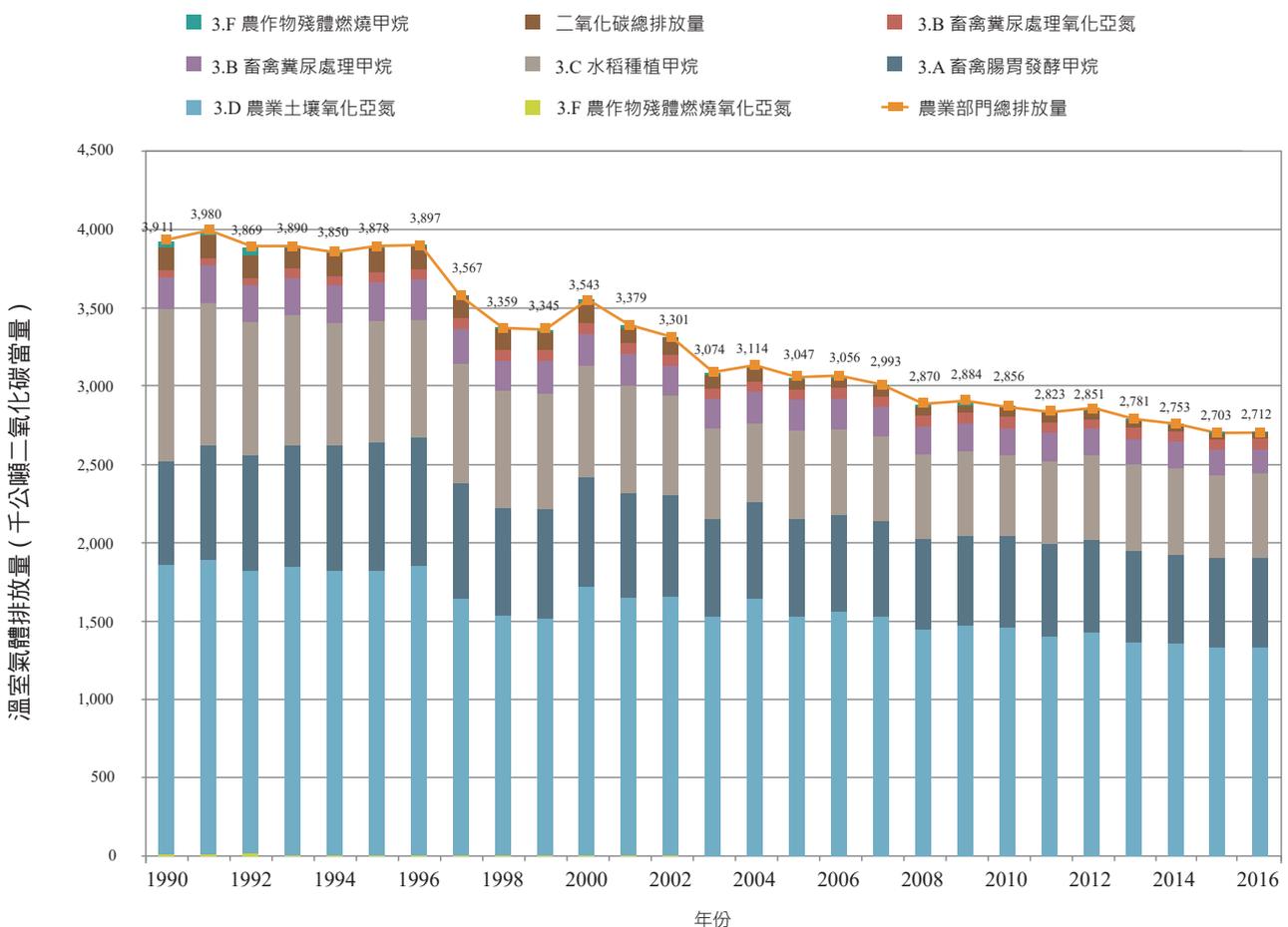


圖 2.3.4 臺灣 1990 至 2016 年農業部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.3.4 臺灣 1990 至 2016 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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	142	146	139	131	135	151	151	134	127
甲烷總排放量	1,873	1,901	1,864	1,863	1,832	1,855	1,839	1,723	1,622
3.A 畜禽腸胃發酵	670	731	738	775	789	822	822	732	674
3.B 畜禽糞尿處理	206	236	234	240	247	259	266	219	192
3.C 水稻種植	960	908	845	825	775	767	745	765	751
3.F 農作物殘體燃燒	38	25	48	22	21	7	7	7	6
氧化亞氮總排放量	1,897	1,933	1,866	1,897	1,883	1,872	1,907	1,710	1,609
3.B 畜禽糞尿處理	48	50	52	54	59	61	67	70	71
3.D 農業土壤	1,837	1,876	1,800	1,837	1,818	1,808	1,838	1,638	1,536
3.F 農作物殘體燃燒	12	8	15	7	7	2	2	2	2
農業部門總排放量	3,911	3,980	3,869	3,890	3,850	3,878	3,897	3,567	3,359
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳總排放量	119	131	94	93	83	84	62	60	58
甲烷總排放量	1,644	1,618	1,565	1,479	1,394	1,320	1,387	1,368	1,341
3.A 畜禽腸胃發酵	694	692	660	636	626	614	623	614	609
3.B 畜禽糞尿處理	205	210	201	194	192	193	195	195	185
3.C 水稻種植	738	702	689	637	567	505	561	551	543
3.F 農作物殘體燃燒	7	14	15	13	9	8	8	8	5
氧化亞氮總排放量	1,583	1,794	1,720	1,729	1,597	1,710	1,598	1,629	1,595
3.B 畜禽糞尿處理	72	73	71	70	71	69	71	72	71
3.D 農業土壤	1,509	1,717	1,644	1,655	1,524	1,639	1,524	1,554	1,522
3.F 農作物殘體燃燒	2	4	5	4	3	2	2	3	1
農業部門總排放量	3,345	3,543	3,379	3,301	3,074	3,114	3,047	3,056	2,993
溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量	57	56	54	53	55	45	40	38	34
甲烷總排放量	1,299	1,281	1,274	1,301	1,300	1,304	1,286	1,268	1,283
3.A 畜禽腸胃發酵	584	571	578	590	583	579	566	573	561
3.B 畜禽糞尿處理	180	175	176	180	172	166	164	163	164
3.C 水稻種植	529	530	514	526	540	555	552	529	555
3.F 農作物殘體燃燒	6	5	5	5	5	3	4	4	3
氧化亞氮總排放量	1,514	1,547	1,528	1,469	1,496	1,432	1,427	1,397	1,395
3.B 畜禽糞尿處理	72	71	70	71	71	71	73	74	76
3.D 農業土壤	1,440	1,474	1,456	1,396	1,424	1,359	1,353	1,321	1,318
3.F 農作物殘體燃燒	2	2	2	2	2	1	1	1	1
農業部門總排放量	2,870	2,884	2,856	2,823	2,851	2,781	2,753	2,703	2,712

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

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，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。就歷年森林資源整體之年移除量變化而

言，2001 年及 2009 年係因森林火災及颱風等災害造成碳損失量高，其年移除量分別為 21,583 及 18,911 千公噸二氧化碳當量，其餘各年均維持穩定之狀態，如圖 2.3.5 與表 2.3.5 所示。2016 年土地利用與林業部門溫室氣體的移除量為 21,418 千公噸二氧化碳當量，較 2015 年減少 0.03%，2005 至 2016 年碳移除量減少約 2.28%，年平均成長率為 -0.21%。

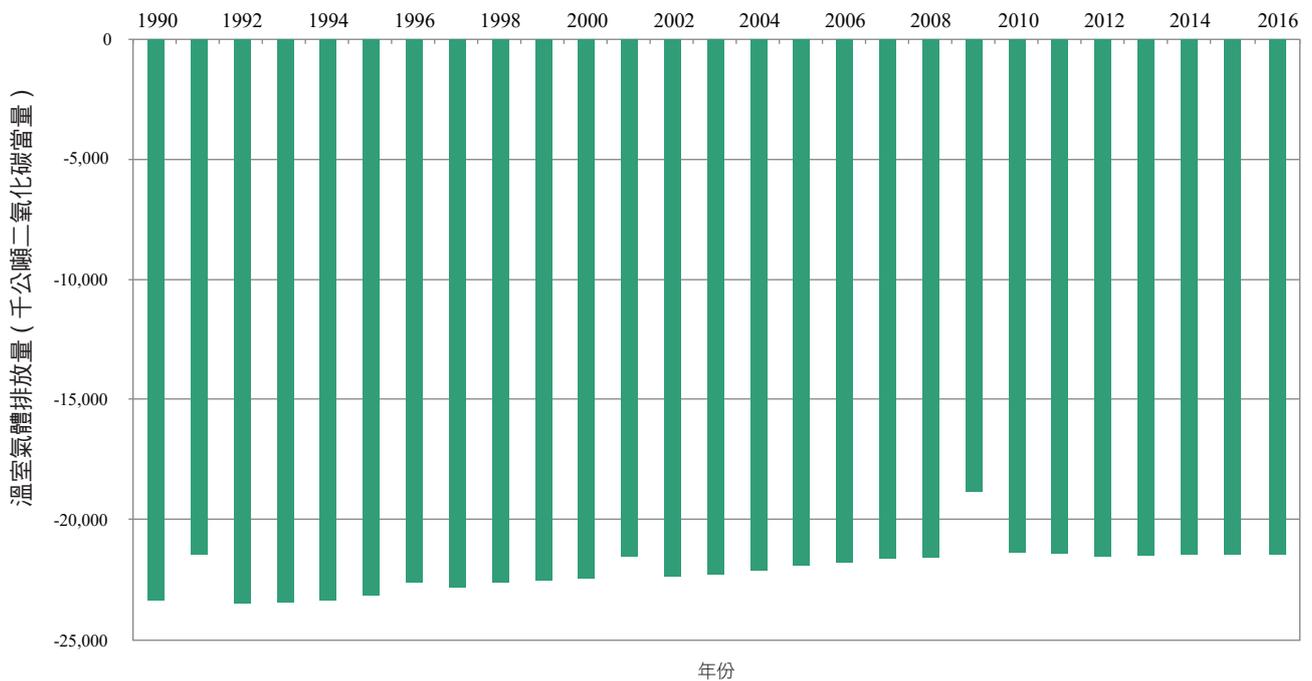


圖 2.3.5 臺灣 1990 至 2016 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.3.5 臺灣 1990 至 2016 年林業部門碳移除量變化

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年份	林地維持林地		其他土地轉變為林地	總移除量變化 (Δ CO ₂)
	生物量二氧化碳 儲存增加量 (Δ CO ₂ G)	生物量年二氧化碳 儲存損失量 (Δ CO ₂ L)	生物量年二氧化碳 儲存增加量 (Δ CO ₂ G)	
1990	-23,902	607	-91	-23,386
1991	-23,902	2,503	-91	-21,490
1992	-23,713	333	-136	-23,516
1992	-23,524	216	-185	-23,493
1994	-23,335	190	-233	-23,379
1995	-23,146	202	-288	-23,233
1996	-22,957	559	-319	-22,717
1997	-22,768	266	-397	-22,899
1998	-22,579	326	-446	-22,699
1999	-22,390	401	-561	-22,550
2000	-22,201	389	-665	-22,476
2001	-22,012	1,112	-683	-21,583
2002	-21,823	167	-759	-22,415
2003	-21,633	227	-899	-22,305
2004	-21,444	243	-995	-22,196
2005	-21,255	369	-1,031	-21,918
2006	-21,066	251	-1,046	-21,861
2007	-20,877	308	-1,080	-21,650
2008	-20,688	199	-1,142	-21,631
2009	-20,499	2,753	-1,166	-18,911
2010	-20,392	218	-1,240	-21,413
2011	-20,409	140	-1,202	-21,470
2012	-20,435	145	-1,283	-21,572
2013	-20,473	135	-1,226	-21,564
2014	-20,508	197	-1,166	-21,477
2015	-20,546	189	-1,148	-21,505
2016	-20,542	153	-1,029	-21,418

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

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、甲烷及氧化亞氮三種。該部門溫室氣體排放量近年來逐漸遞減的趨勢，詳如圖 2.3.6 與表 2.3.6 所示。2016 年排放量為 4,029 千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 1.37%；其中 5.D「廢水處理與放流」甲烷排放占農業部門溫室氣體排放的 64.49%，所占比例最大，其次為 5.A「固體廢棄物處理」甲烷排放占 23.57%、5.D「廢水處理與放流」氧化亞氮排放占 7.59%。2016 年排放量較 2015 年減少 1.94%。2000 年後甲烷排放量大幅下降，主要是實行垃圾減量，導致衛生掩埋量和一般掩埋量大量減少，同時推行沼氣（甲烷）回收措施。

2016 年廢棄物部門排放中，以 5.D「廢水處理與放流」甲烷占 64.50%，比例最大，其次為 5.A「固體廢棄物處理」甲烷占 23.57%，2016 年較 2015 年減量以 5.A「固體廢棄物處理」甲烷減量最多，占 16.67%，係受國人垃圾掩埋量仍持續減少影響。

2005 至 2016 年間，廢棄物部門溫室氣體排放量減少約 53.90%，年平均成長率為 -6.80%；5.D「廢水處理與放流」溫室氣體排放量減少 7.15%，年平均成長率為 -0.67%；5.A「固體廢棄物處理」溫室氣體排放量減少 81.80%，年平均成長率為 -14.35%；5.C「廢棄物之焚化與露天燃燒」溫室氣體排放量減少 63.36%，年平均成長率為 -8.72%。

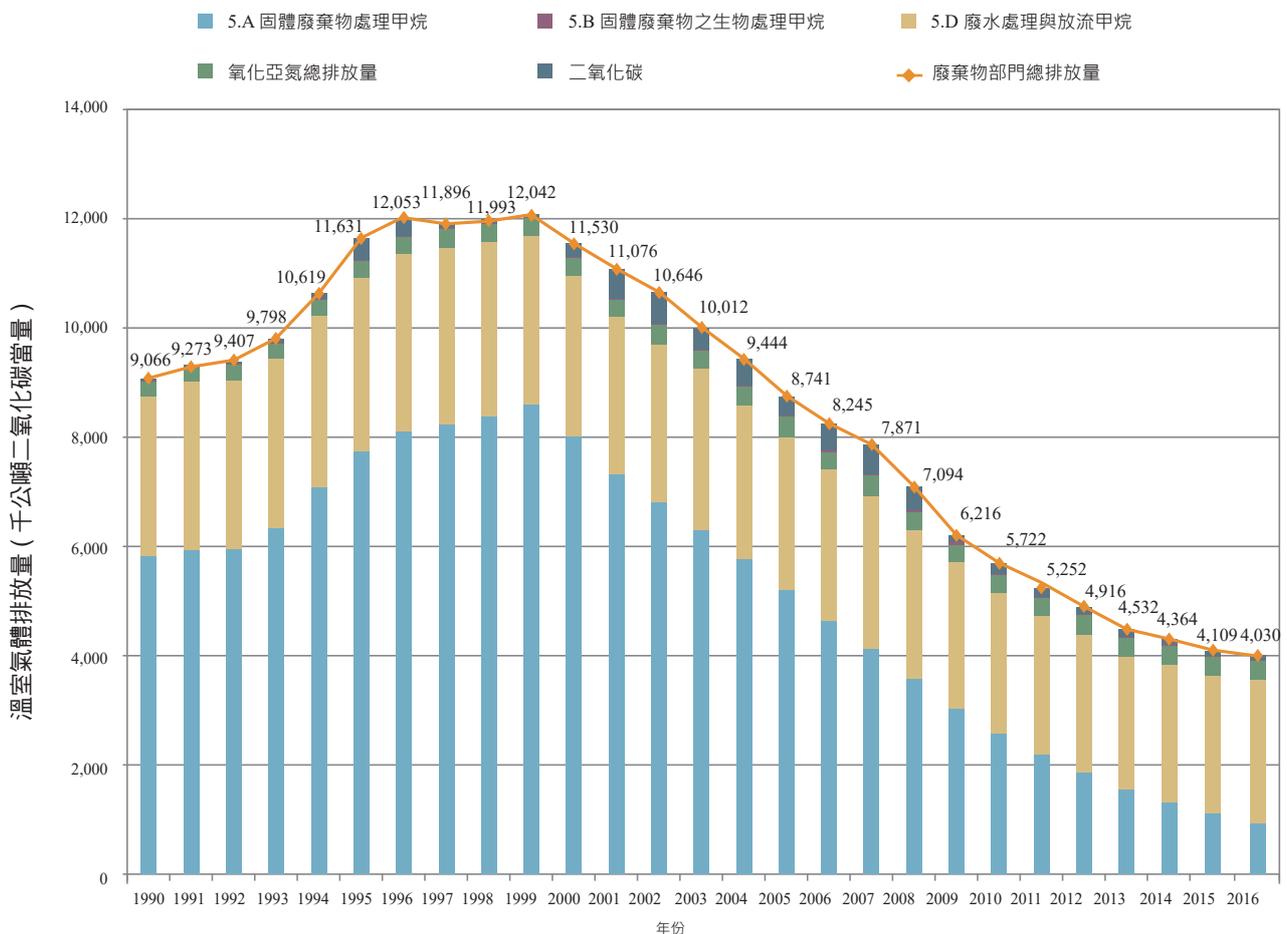


圖 2.3.6 臺灣 1990 至 2016 年廢棄物部門溫室氣體排放量趨勢

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

表 2.3.6 臺灣 1990 至 2016 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	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	20	8	65	63	110	398	387	105	117
甲烷總排放量	8,750	8,980	9,044	9,423	10,196	10,899	11,329	11,454	11,556
5.A 固體廢棄物處理	5,832	5,917	5,928	6,323	7,061	7,719	8,080	8,212	8,372
5.B 固體廢棄物之生物處理	11	1	1	0	0	1	0	1	0
5.D 廢水處理與放流	2,907	3,062	3,115	3,100	3,135	3,179	3,249	3,241	3,184
氧化亞氮總排放量	296	285	298	311	313	334	337	337	321
5.B 固體廢棄物之生物處理	10	0	1	0	0	1	0	1	0
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	1	0	4	3	6	18	19	4	6
5.D 廢水處理與放流	285	284	294	307	307	316	318	332	315
廢棄物部門總排放量	9,066	9,273	9,407	9,798	10,619	11,631	12,053	11,896	11,993
溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳總排放量	65	259	540	612	417	512	348	470	562
甲烷總排放量	11,648	10,941	10,196	9,686	9,242	8,588	8,043	7,425	6,948
5.A 固體廢棄物處理	8,604	8,024	7,305	6,821	6,310	5,763	5,219	4,656	4,135
5.B 固體廢棄物之生物處理	2	0	0	0	2	7	10	11	14
5.D 廢水處理與放流	3,042	2,916	2,891	2,864	2,930	2,818	2,815	2,757	2,798
氧化亞氮總排放量	329	331	340	348	353	343	350	351	360
5.B 固體廢棄物之生物處理	2	0	0	0	2	6	9	10	13
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	3	8	30	26	24	23	27	30	30
5.D 廢水處理與放流	324	322	310	321	327	314	314	310	318
廢棄物部門總排放量	12,042	11,530	11,076	10,646	10,012	9,444	8,741	8,245	7,871
溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量	443	154	208	149	149	153	146	103	131
甲烷總排放量	6,322	5,735	5,177	4,758	4,423	4,027	3,854	3,643	3,568
5.A 固體廢棄物處理	3,601	3,066	2,597	2,222	1,887	1,595	1,349	1,140	950
5.B 固體廢棄物之生物處理	16	18	21	26	24	23	20	20	20
5.D 廢水處理與放流	2,705	2,651	2,559	2,510	2,512	2,410	2,484	2,484	2,599
氧化亞氮總排放量	328	327	337	346	344	352	364	363	330
5.B 固體廢棄物之生物處理	15	16	19	23	22	20	18	18	18
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	21	9	11	9	9	9	9	6	6
5.D 廢水處理與放流	293	302	307	313	314	323	337	339	306
廢棄物部門總排放量	7,094	6,216	5,722	5,252	4,916	4,532	4,364	4,109	4,029

資料來源：行政院環境保護署，「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2018 年。

2.4 溫室氣體關鍵源及趨勢分析

我國溫室氣體關鍵排放源篩選，主要是根據 2006 年 IPCC 國家溫室氣體清冊指南之第一級方法以水平估計 (Level Assessment) 及趨勢估計 (Trend Assessment) 方法所確定的；水平估計方法主要是按各排放源之排放量，占同一年度總溫室氣體排放量的比重估計值，依照大小降序排列，再將水平估計值累加，累計到 95% 時，以上的排放源即是該年度的關鍵排放源。當水平估計中數據不夠大而未被確定為關鍵源時，但其趨勢與國家清冊數據趨勢不同，且可獲得超過一年以上的清冊數據時，則可按照各種排放源趨勢對於整體清冊趨勢的貢獻，將各種排放源的趨勢估計值，按照大小降序排列，累計其估計值到 95%，以上的排放源即為整體清冊趨勢之關鍵排放源。

根據我國 2016 年排放數據進行溫室氣體清冊排放水平估計，該年的關鍵排放源，包括 1.A.1「能源產業」、1.A.2「製造工業與營造」、1.A.3「運輸」、1.A.4「其他部門」(包括 1.A.4.b「住宅」、1.A.4.a「服務業」)、2.C.1「鐵及鋼生產」、2.A.1「水泥生產」等 6 個排放源，其累計之排放量達 2016 年溫室氣體總排放量的 95%，其中 4 個排放源屬於能源部門燃料燃燒，其餘 2 個則為工業製程及產品使用部門。由以上分析結果得知，我國前三大關鍵排放源皆是使用燃料燃燒所致，其排放之溫室氣體種類係以二氧化碳為主。

另外，根據 2006 年 IPCC 國家溫室氣體清冊指南，進行 2005 年至 2016 年溫室氣體排放量趨勢估計分析，其結果顯示，影響此期間排放量變化的排放源依趨勢估計值百分比排序分別為：1.A.1「能源產業」、2.A.1「水泥生產」、5.A.1「有管理之廢棄物處理廠址」、1.A.2「製造業與營造業」、1.A.4「其他部門」、2.C.1「鐵及鋼生產」、2.E.1「積體電路或半導體」、2.G.2「其他產品使用 SF6 及 PFCs」、2.C.4「鎂生產」、2.E.2「TFT 平面顯示器」、5.A.2「無管理之廢棄物處理廠址」、5.D.1「家庭污水處理與放流」、2.F.1「冷凍及空調」及 2.A.4「其他使用碳酸鹽製程」等 13 個排放源，為影響我國 2005 年至 2016 年溫室氣體排放量趨勢的關鍵排放源。

綜合水準評估分析及趨勢評估分析結果可知，臺灣最主要的關鍵排放源為能源部門的 1.A.1「能源產業」、1.A.2「製造工業與營造」、1.A.3「運輸」、1.A.4「其他部門」，係為燃料燃燒所導致的溫室氣體排放；然 2005 年至 2016 年排放量增加的而影響溫室氣體排放趨勢的關鍵源有 1.A.1「能源產業」、2.C.1「鐵及鋼生產」及 2.A.4「其他使用碳酸鹽製程」等，其餘各項為排放量減少而影響溫室氣體排放趨勢的關鍵源。



參考文獻

1. 行政院環境保護署 (2018) , 「2018 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」, 台北, 中華民國 (臺灣) : 行政院環境保護署。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲老梅綠石槽

第三章

我國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 政府組織架構
- 3.3 溫室氣體減量及管理法
- 3.4 相關法案及政策配套
- 3.5 呼應巴黎協定的減量政策規劃

第三章 我國溫室氣體減量之政策及措施

臺灣認同聯合國氣候變化綱要公約的精神與原則，歷年來持續關注聯合國氣候變化綱要公約的管制發展趨勢，並致力於國內執行溫室氣體減量的政策與措施。本章將介紹我國因應立場與政府組織架構、歷年在氣候變遷議題或溫室氣體減量施政重點與相關立法進度、進行之政策與措施等，揭露臺灣在因應氣候變遷及溫室氣體減緩的努力與貢獻。

3.1 臺灣因應氣候變遷立場

基於因應氣候變遷及溫室氣體減量議題，兼具在地性、區域性及國際性，臺灣一向主動積極因應聯合國氣候變化綱要公約相關決議，並推動以國家及政府驅動的氣候變遷政策與措施。根據蔡英文總統指示，我國「不會在防制全球暖化、氣候變遷的議題上缺席」，「並且根據 COP21 巴黎協議的規定，定期檢討溫室氣體的減量目標，與友好國家攜手，共同維護永續的地球。」

臺灣不僅已經將因應氣候變遷議題，定為國際合作及履行國際責任的基本立場，並致力於將聯合國氣候變化綱要公約精神內國法化，於 104 年公布施行「溫室氣體減量及管理法」，以正面積極的態度提出對溫室氣體減量及氣候行動的承諾，將國家長期溫室氣體減量目標入法，除表彰臺灣善盡共同保護地球環境之責任外，更是我們對於國家的永續未來及下一代的生存發展所無可規避的責任。

3.2 政府組織架構

3.2.1 行政院國家永續發展委員會

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」（簡稱永續會），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。2002 年 11 月，立法院三讀通過「環境基本法」，該法第 29 條賦予永續會法定地位，永續會由原任務編組提升為法定委員會。

二、組織架構

永續會成立以來，其下之工作分組依需求多次更動，2017 年起永續會設置 7 個工作分組及 2 個專案小組，分別為：(1) 健康與福祉工作分組、(2) 生活與教育工作分組、(3) 綠色經濟工作分組、(4) 綠色運輸工作分組、(5) 國土資源與城鄉發展工作分組、(6) 永續農業與生物多樣性工作分組、(7) 環境品質工作分組、(8) 氣候變遷與能源減碳專案小組及 (9) 非核家園推動專案小組。永續會組織架構，如圖 3.2.1 所示。

三、推動進展

永續會成立後完成之主要永續發展文件包括：(1) 2000 年 5 月完成「廿一世紀議程 - 中華民國永續發展策略綱領」；(2) 2001 年 12 月完成「永續發展行動計畫」；(3) 2003 年 1 月完成「台灣永續發展宣言」；(4) 2003 年 6 月完成「永續發展指標系統」；(5) 2004 年 11 月完成「台灣 21 世紀議程 - 國家永續發展願景與策略綱領」；(6) 2009 年 9 月完成「永續發展政策綱領」；(7) 2009 年 12 月完成第 2 版「永續發展指標系統」；(8) 2015 年 6 月完成「推動綠色經濟之策略與方向」。

2018 年 12 月永續會於第 31 次委員會議決議通過我國永續發展目標，各工作小組依據聯合國 SDGs (Sustainable development Goals)，以 2030 年為目標年，研擬我國永續發展目標草案，並於 2017 年發布我國永續發展目標之「國家自願檢視報告 (Voluntary National Review, VNR)」，該報告說明我國落實聯合國 SDGs 所制定之重要政策，以及我國參考聯合國 17 項 SDGs 及 169 項子目標 (targets) 透過公民參與及社會對話等程序，研訂本土化 SDGs 及子目標。

行政院國家永續發展委員會架構

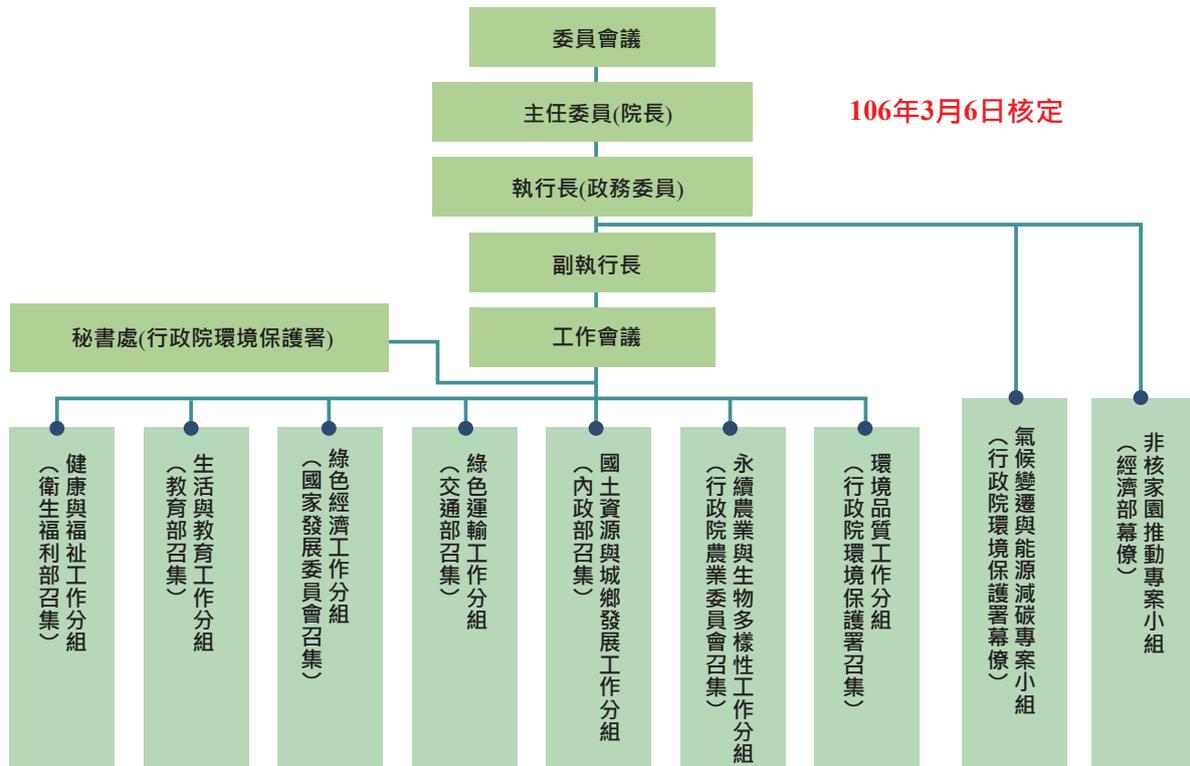


圖 3.2.1 行政院國家永續發展委員會組織架構圖

資料來源：行政院國家永續發展委員會。

3.2.2 行政院能源及減碳辦公室

一、緣起

我國溫室氣體減量及能源議題之組織，歷經數次改組與調整，繼 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」，近期為因應國內外情勢，行政院為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，於 2016 年 6 月 7 日奉核訂定「行政院能源及減碳辦公室設置要點」，成立「行政院能源及減碳辦公室」，其主要任務包括：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 1 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 3 人，由經濟部部長、行政院環境保護署署長及科技部部長兼任之；委員 19 人至 25 人（2016 年 7 月 26 日修正委員人數上限由 21 人增為 25 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：（一）內政部次長；（二）交通部次長；（三）行政院農業委員會副主任委員；（四）國家發展委員會副主任委員；（五）行政院公共工程委員會副主任委員；（六）行政院原子能委員會副主任委員；（七）台灣電力股份有限公司總經理；（八）中國鋼鐵股份有限公司總經理；（九）台灣中油股份有限公司總經理；（十）能源國家型科技計畫執行長；（十一）行政院能源及減碳辦公室執行長；（十二）學者、專家或民間團體代表 3 人至 9 人。行政院能源及減碳辦公室組織架構，如圖 3.2-2 所示。



圖 3.2.2 行政院能源及減碳辦公室組織架構圖

資料來源：行政院。

三、推動進展

行政院能源及減碳辦公室自成立以來，協調各部會，擬定並推動包括：綠能科技產業推動方案（2016年10核定）、太陽光電2年推動計畫（2017年10月修正核定）、智慧電網總體規劃方案（2017年2月核定修正）、能源管理法能源發展綱領（2017年4月核定修正）、前瞻基礎建設計畫-綠能建設（2017年4月核定）、新節電運動方案（2017年7月核定）、風力發電4年推動計畫（2017年8月核定）及綠色金融行動方案（2017年11月核定）、第一期溫室氣體階段管制目標（2018年1月核定）及溫室氣體減量推動方案（2018年3月核定），為臺灣確保能源安全、推動綠色經濟、邁向環境永續發展，擘畫出明確的發展路徑。

3.2.3 部會在溫管法下分工及運作機制介紹

溫管法雖規定中央主管機關為行政院環境保護署，但減碳工作涉及中央各部門及地方各局處執掌，因此須建立政府間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的機制。

一、跨部會權責分工

依溫管法第8條規定，中央有關機關應推動溫室氣體減量、氣候變遷調適之推動事項共分為17項，而行政院2016年6月24日召開「推動溫室氣體減量、氣候變遷調適事項分工整合會議」確立溫管法第8條推動事項之部會分工及第9條各部門別之中央目的事業主管機關如圖3.2.3所示。

推動事項		部門別	主辦機關	協辦機關
<p>溫室氣體減量及管理法</p> <p>第 8 條 中央有關機關推動溫室氣體減量、氣候變遷調適之事項</p> <p>行政院 105 年 6 月 24 日召開「推動溫室氣體減量、氣候變遷調適事項分工整合會議」確立溫管法第 8 條推動事項之部會分工及第 9 條各部門別之中央目的事業主管機關。</p>	1	能源部門	經濟部	科技部
	2		經濟部	各目的事業主管機關
	3	製造部門	經濟部	科技部
	4	運輸部門	交通部	經濟部
	5		交通部	經濟部、環保署
	6	住商部門	內政部	經濟部
	7	環境部門	環保署	各目的事業主管機關
	8	農業部門	農委會	內政部
	9		農委會	-
	10	相關部門共同推動	國發會	金管會、財政部
	11		國發會	經濟部
	12		環保署	經濟部、金管會、外交部
	13		經濟部	科技部
	14		環保署	各目的事業主管機關
	15		國發會、環保署	各目的事業主管機關
	16		環保署、教育部	各目的事業主管機關
	17		環保署	-

圖 3.2.3 溫室氣體減量及管理法第 8 條推動作法之部會分工事項

資料來源：行政院環境保護署。

二、中央與地方分層推動

依溫管法第 9 條規定，中央主管機關應擬訂「國家因應氣候變遷行動綱領」及「溫室氣體減量推動方案」，各中央目的事業主管機關亦須依據前述推動方案訂定各部門「溫室氣體排放管制行動方案」。此外，依

溫管法第 15 條規定，直轄市、縣（市）主管機關則須依據前述推動方案及行動方案，訂修「溫室氣體管制執行方案」，溫管法亦設立溫室氣體管理基金，供中央及地方共同推動減量及調適工作，溫管法規範下之中央與地方分層推動架構如圖 3.2.4 所示。

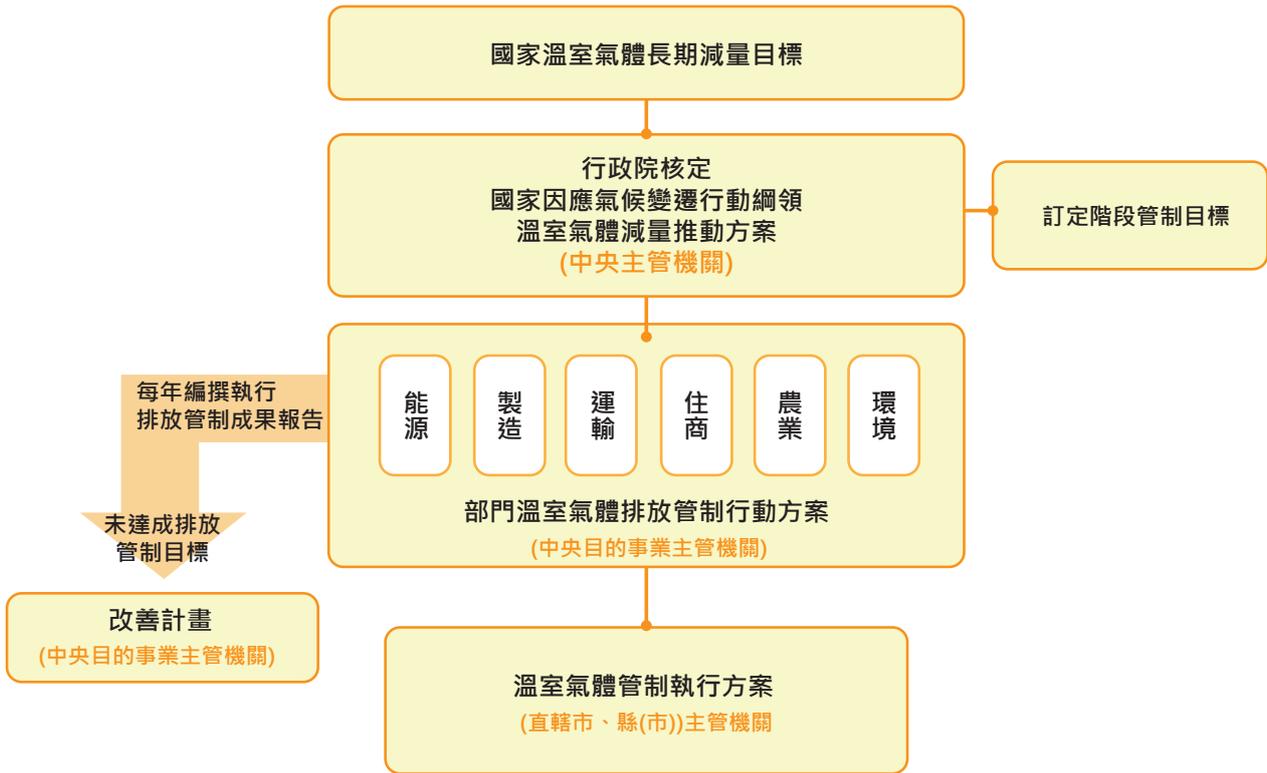


圖 3.2.4 溫室氣體減量及管理法規範下之中央與地方分層推動架構示意圖

資料來源：行政院環境保護署。

3.3 溫室氣體減量及管理法

一、簡介溫室氣體減量及管理法

「溫室氣體減量及管理法」（簡稱溫管法）於 2015 年 7 月 1 日由總統令公布施行。溫管法立法原則係依據聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 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。溫室氣體減量及管理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。其架構如圖 3.3.1：

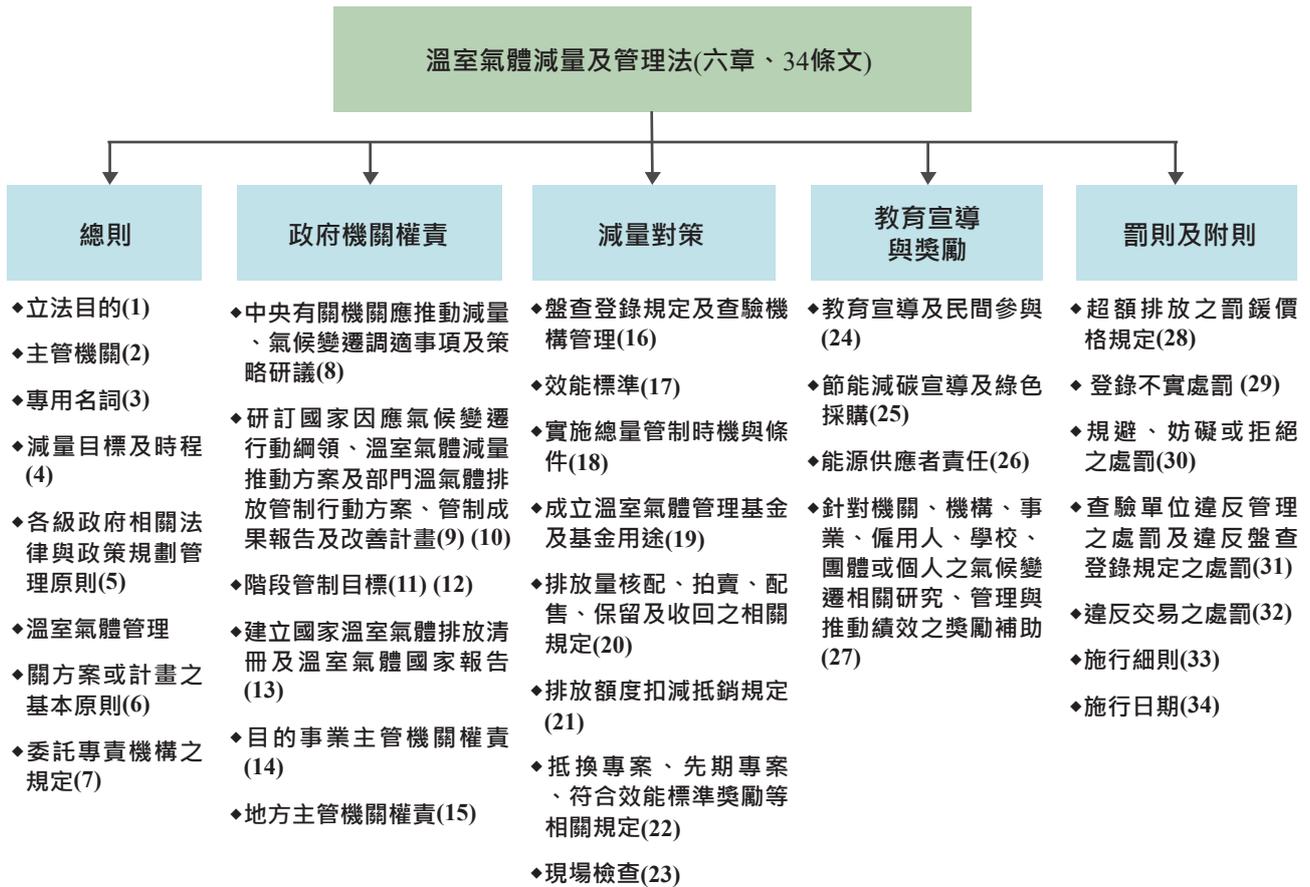


圖 3.3.1 溫室氣體減量及管理法架構圖

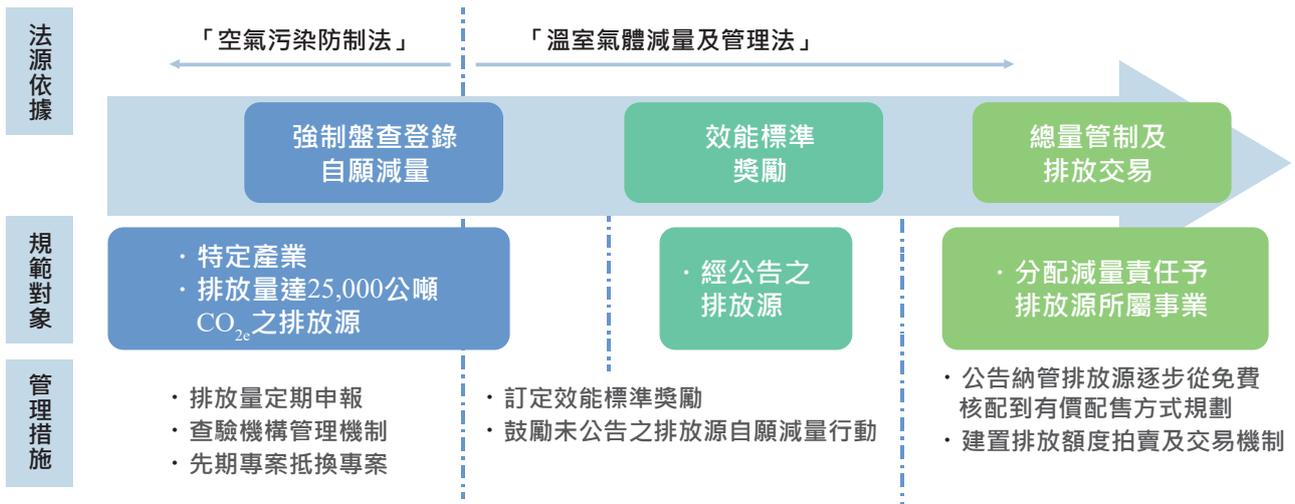
資料來源：行政院環境保護署。

二、明定長期減量目標

盤點國際間目前已將減量目標入法之國家僅包含：歐盟、瑞士、英國、法國、墨西哥及臺灣，我國自願履行聯合國氣候變化綱要公約之共同但有差異之國際責任，且是少數將減量目標入法的國家，在溫管法第 4 條明定國家溫室氣體長期減量目標為西元 2050 年溫室氣體排放量降為西元 2005 年溫室氣體排放量 50% 以下，並具有相關調整機制，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。

三、介紹溫管法下之減量對策

溫管法公布施行後，中央主管機關首要工作為透過盤查登錄制度掌握重大排放源排放量，並結合相關部會的獎勵及補助機制，鼓勵自願減量行動；此外亦會同相關部會訂定排放源效能標準及相關自願減量誘因機制，以鼓勵事業儘早進行減量；待相關機制均完備後，將參考國際氣候談判情勢及維護我國產業競爭力的原則下，研擬總量管制與排放交易制度推動期程，分階段公告排放源並訂定階段排放總量目標，過交易及專案抵換等彈性機制，逐期推動落實。排放源及事業減量策略階段管理方式，如圖 3.3.2 所示。



備註：環保署曾於民國 2012 年 5 月 9 日公告二氧化碳等 6 種溫室氣體為空氣污染物，並依據「空氣污染防制法」訂定相關辦法及行政規則執行溫室氣體管制，溫管法於 2015 年 7 月 1 日公布施行後，已廢止前述辦法規定，改為依據溫管法推動。

圖 3.3.2 排放源及事業減量策略階段管理方式

資料來源：行政院環境保護署。

四、配套法案

截至 2018 年 6 月，環保署已依溫管法訂定 10 項法規命令及 6 項行政規則，其中法規命令包含與減量對策有關的：「溫室氣體減量及管理法施行細則」、「溫室氣體階段管制目標及管制方式作業準則」、「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」、「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」、「溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法」、「溫室氣體抵換專案管理辦法」、「溫室氣體排放源符合效能標準獎勵辦法」及「溫室氣體管理基金收支保管及運用辦法」；以及涵蓋教育宣導與獎勵相關之「一般廢棄物掩埋場降低溫室氣體排放獎勵辦法」及「低碳產品獎勵辦法」。溫管法母法搭配相關配套法案，以建構可量測、可報告及可查證之碳管理法制基礎，推動排放源盤查登錄、查驗管理及抵換專案制度；另建立效能標準及低碳產品獎勵機制，將結合相關部會的獎勵補助

規範，訂定排放源效能標準及自願減量誘因機制，以鼓勵事業減量行動。

另外，依據溫管法第 9 條，中央主管機關應擬定國家因應氣候變遷行動綱領（下稱行動綱領）及溫室氣體減量推動方案（下稱推動方案），會商中央目的事業主管機關，報請行政院核定後實施。其中，行動綱領為國家層級之上位總方針，是我國因應氣候變遷之總方針，包含調適及減緩兩個面向；推動方案為中央層級，目的為落實國家減量行動，內容包含階段管制目標及機關權責分工；溫室氣體排放管制行動方案（下稱行動方案）則為部會層級，分為能源、製造、運輸、住商、農業及環境等六大部門，由主政部會負責部門減量之分工執行，內容涵蓋部門排放管制目標及經濟誘因措施；溫室氣體管制執行方案（下稱執行方案）為地方層級，依循推動方案及行動方案執行地方減量，內容包含低碳永續城市、綱領及相關方案如圖 3.3.3。

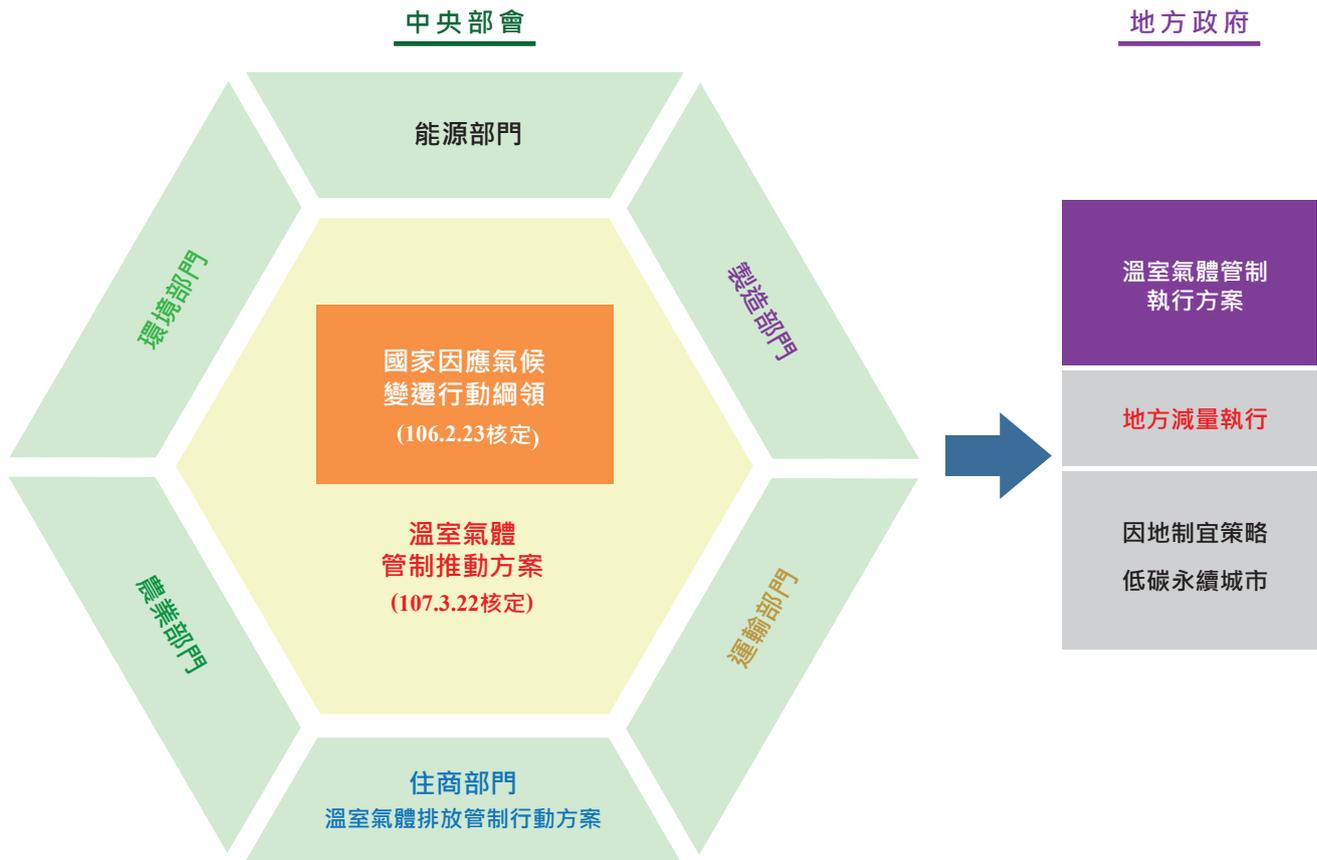


圖 3.3.3 國家因應氣候變遷行動綱領及相關方案階層關係圖

資料來源：行政院環境保護署。

3.3.1 國家因應氣候變遷行動綱領

環保署依溫管法第 9 條第 1 項規定所擬訂的「國家因應氣候變遷行動綱領」，於 2017 年 2 月 23 日奉行政院核定，明確擘劃我國推動溫室氣體減緩及氣候變遷調適政策總方針。

行動綱領的基本原則宣示我國因應氣候變遷政策方向，包括遵循巴黎協定、蒙特婁議定書吉佳利修正案、考量各種環境議題的共同效益、推動綠色金融及碳定價機制、非核家園願景、將調適及減緩策略納入環境影響評估考量、韌性發展等，並與國際接軌。

行動綱領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 3.3.4 所示。



圖 3.3.4 國家因應氣候變遷行動綱領架構圖

資料來源：行政院環境保護署。

3.3.2 溫室氣體減量推動方案

環保署依溫管法第 9 條第 1 項規定擬訂的「溫室氣體減量推動方案」，於 2018 年 3 月 22 日奉行政院核定。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別減量策略，明確劃分中央各部會在溫室氣體減量及能力建構推動事項上的權責

分工，也包括總量管制、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跨部會的八大政策配套，並訂定檢視各部門執行成效的評量指標，期能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 3.3.5 所示。

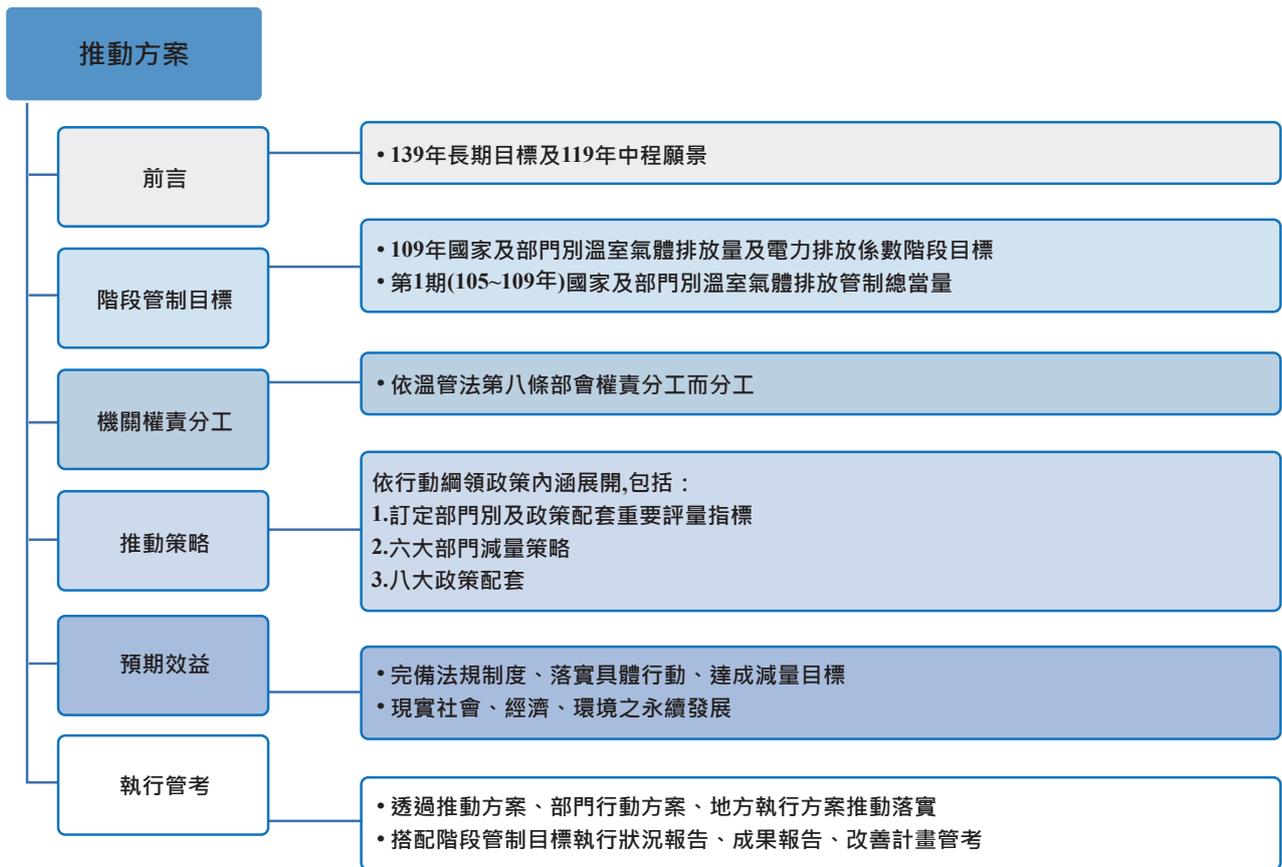


圖 3.3.5 溫室氣體減量推動方案架構圖

資料來源：行政院環境保護署。

推動方案後續將透過六大部門別「溫室氣體排放管制行動方案」及地方政府「溫室氣體管制執行方案」具體推動落實，相關部會亦將定期追蹤檢討各部門別階段管制目標執行狀況，由環保署每年彙整陳報行政院。以下針對推動方案所包括的階段管制目標、六大部門推動策略及八大政策配套說明如下：

一、階段管制目標

推動方案內容涵蓋行政院核定的溫室氣體階段管制目標，包括國家及部門別的目標年溫室氣體排放量、各期間溫室氣體排放管制總當量及電力排放係數階段目標（公斤 CO₂e/度）。而階段管制目標係為達成我國國家溫室氣體長期減量目標，由溫管法第 11 條參酌英國氣候變

遷法 (Climate Change Act 2008) 中碳預算制度 (Carbon Budget)，規範中央主管機關應訂定五年為一期的溫室氣體階段管制目標，並需經召開公聽會程序後，送行政院核定。

此外，亦參考英國成立氣候變遷委員會 (Committee on Climate Change, CCC) 的精神，由中央主管機關會同中央目的事業主管機關，於 2016 年 3 月 24 日邀集學者、專家及民間團體組成「溫室氣體階段管制目標諮詢委員會」，訂定「溫室氣體階段管制目標及管制方式作業準則」作為階段管制目標訂定之依據。且為了能定期追蹤階段管制目標執行狀況並滾動式檢討調整，溫管法第 12 條規範每年應向行政院報告階段管制目標執行狀況及目標檢討機制。

環保署已會商中央目的事業主管機關訂定我國第一期溫室氣體階段管制目標，並於 2018 年 1 月 23 日奉行政院核定，將逐期檢視排放量達成情形並進行滾動式調整，國家溫室氣體減量目標規劃之基準年為 2005 年，各期目標如圖 3.3.6：

- 第一期 (2016-2020) 目標：2020 年較基準年減 2%
- 第二期 (2021-2025) 目標願景：2025 年較基準年減 10%

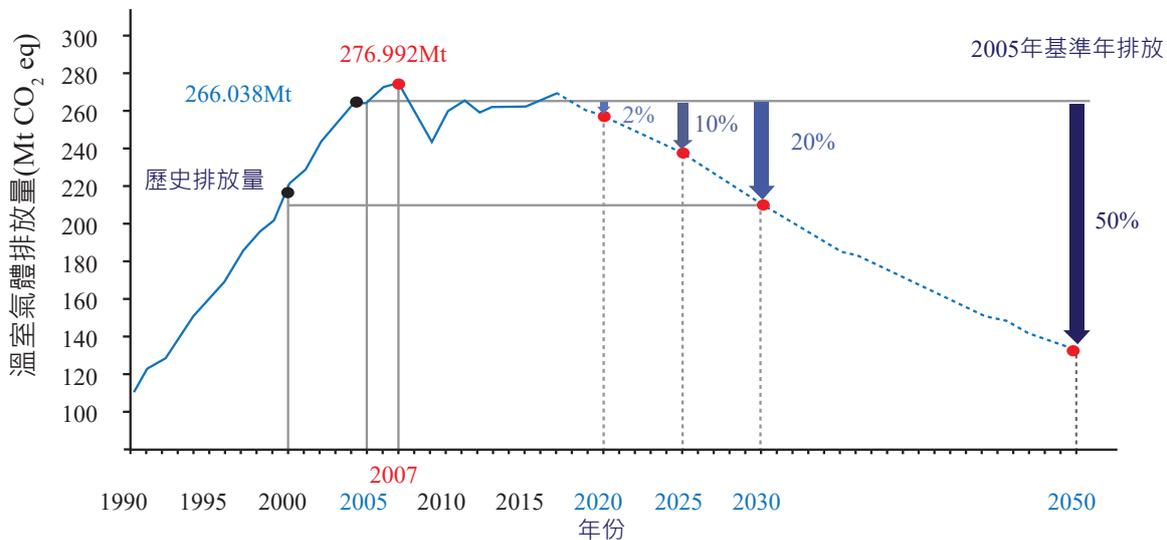


圖 3.3.6 我國溫室氣體減量路徑圖

資料來源：行政院環境保護署。

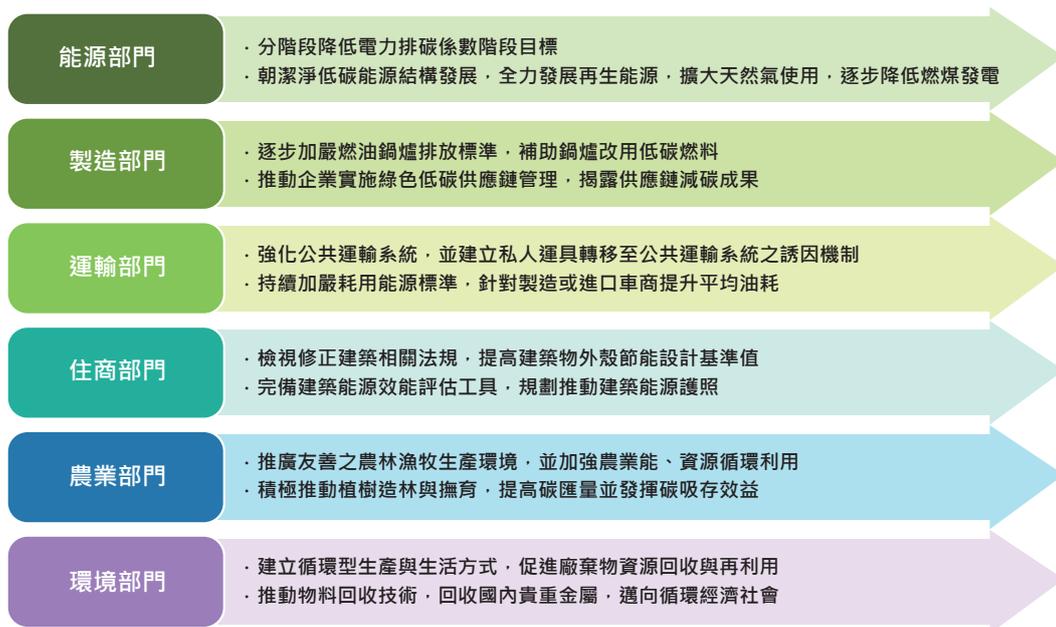


圖 3.3.7 六大部門推動策略及目標簡介

資料來源：行政院環境保護署。

- 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

二、六大部門推動策略

推動方案依循「國家因應氣候變遷行動綱領」擘劃之溫室氣體減緩政策方針，展開六大部門推動策略並訂定部門別評量指標，以利評估及檢視執行情形，各部門策略與指標重點節錄如圖 3.3.7 所示。

三、八大政策配套

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，希藉由訂定或訂修

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 3.3.8 所示。



圖 3.3.8 八大政策配套簡介

資料來源：行政院環境保護署。



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，六大部門擬定「溫室氣體排放管制行動方案」，經行政院 107 年 10 月 3 日核定，部門方案具體執行重點，摘要說明如下：

一、能源部門

(一) 能源部門行動方案由經濟部主政，規劃 13 項策略，並推動 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 114 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 114 年達 50%；逐步減少煤炭使用，降低燃煤發電占比於 114 年至 30% 以下。

(二) 107 年至 109 年預期經費投入共 753.6 億元。預期效益如下：

1. 第一期預計較 104 年減少 631.6 萬公噸二氧化碳當量；
2. 109 年提高再生能源發電裝置容量至 10,875MW，發電量為 252 億度，估計較 104 年減少 419.5 萬公噸二氧化碳當量；
3. 109 年提高液化天然氣卸收容量達 1,650 萬公噸，增加燃氣發電，估計較 104 年減少 167.2 萬公噸二氧化碳當量；
4. 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，估計較 104 年減少 12.5 萬公噸二氧化碳當量。
5. 電力排放係數預計先升後降，依據能源轉型能源供給配比規劃，電力排放係數將由 105 年 0.529 (公斤 CO₂e/度) 降至 109 年 0.492 (公斤 CO₂e/度)、119 年 0.376 (公斤 CO₂e/度)。

二、製造部門

(一) 製造部門行動方案由經濟部主政，規劃 13 項策略，並推動 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。重點工作包含提升產業製程及公用設備的能源效率、導入能源管理系統、推動產業盤查輔導及提供節能技術諮詢服務等，以降低溫室氣體排放密集度。

(二) 107 年至 109 年預期經費投入共 16.2 億元。預期效益如下：

1. 第一期預計促進溫室氣體減量 400 萬公噸 CO₂e
2. 109 年製造部門碳密集度較 94 年下降 43%
3. 帶動投資新臺幣 250 億元

三、運輸部門

(一) 運輸部門行動方案由交通部主政，規劃 3 大策略面向，包括發展公共運輸系統，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。

(二) 重點工作：持續提升公共運輸運量 (包括公路公共運輸、臺鐵、高鐵及捷運系統)，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 119 年 (西元 2030 年) 新購公務車輛及市區公車全面電動化、124 年 (西元 2035 年) 新售機車全面電動化、129 年 (西元 2040 年) 新售汽車全面電動化」規劃推動電動運具配套作法，減少車用燃油使用，除減少溫室氣體排放，亦有助於減少空氣污染。

(三) 107 年至 109 年預期經費投入共 790 億 4,780 萬元，預估運輸部門行動方案各項措施之總減碳貢獻為 198 萬公噸二氧化碳當量。評量指標如下：

1. 109 年公路公共運輸載客量較 104 年成長 2%
2. 109 年臺鐵運量較 104 年成長 2%
3. 109 年高鐵運量達 6,300 萬人次，較 104 年約提升 24.6%。
4. 109 年捷運運量達 9.03 億人次，較 104 年約提升 16.1%。
5. 107~109 年推動 12.1 萬輛電動機車

四、住商部門

(一) 住商部門行動方案由內政部主政 (其中經濟部負責商業部門、內政部負責住宅部門)。住商部門第一階段管制重點為提昇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，並規劃建構服務業部門各目的事業主管機關減碳能力。

1. 規劃現階段策略與措施：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。綠建築政策推動至 2018 年 10 月底已超過 7,000 餘件 (詳表 3.3.1)，為全球綠建築密度最高的國家，是推動國家永續發展的重要基礎。
2. 未來加強工作：新建建築能效提升、既有建築減量管理、規劃建築物外殼耗能資訊透明機制、強化服務業部門溫室氣體排放會商小組功能、鏈結地方政府能量、結合產業公會共同推動、辦理專業人才培訓課程等。

(二) 住商部門溫室氣體排放管制目標如下：

1. 提昇新建建築物之建築外殼節約能源設計基準值，109 年較 105 年提高 10%；
2. 公部門建築用電效率 109 年較 104 年改善

表 3.3.1 歷年核可綠建築標章及候選綠建築證書統計

年度	標章	候選證書	合計
2000	1	4	5
2001	2	6	8
2002	2	116	118
2003	8	169	177
2004	17	256	273
2005	43	278	321
2006	76	230	306
2007	96	300	396
2008	96	253	349
2009	126	339	465
2010	116	215	331
2011	173	281	454
2012	209	272	481
2013	259	357	616
2014	203	369	572
2015	279	380	659
2016	316	371	687
2017	335	311	646
2018	269	322	591
總計	2,626	4,829	7,455

註：截至 2018 年 10 月底

資料來源：內政部營建署。



5%·114年改善10%·達到公告之用電效率指標 (Energy Usage Index, EUI) 規範；

3.109年完成建築物外殼耗能資訊透明機制並施行。

(三) 預估住商部門行動方案第一期 (105年至109年) 可達到減少332.82萬公噸二氧化碳當量。105年至109年預期投入預算為20.25億元。

五、農業部門

(一) 農業部門行動方案由行政院農業委員會主政，主要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、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、造林、加強森林經營等具體措施。

(二) 107年至109年預期投入預算為325.27億元。預計農業部門行動方案至109年總減碳量可達136.91千公噸二氧化碳當量，林業部分之移除量為42.59千公噸二氧化碳。農業部門重要施政目標如下：

1. 提升有機及友善耕作面積109年達15,000公頃，114年達22,500公頃；
2. 輔導畜牧場沼氣再利用 (發電)，其總頭數分別占總在養量比率109年達50% (預估為250萬頭)，119年達75% (預估為375萬頭)；
3. 提升造林面積，109年完成造林達3,636公頃，114年完成造林7,176公頃。

六、環境部門

(一) 環境部門行動方案由行政院環境保護署主政，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。

(二) 重點工作：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109年全國污水處理率達60.8%。

(三) 107年至109年所需經費預計約522.87億元 (廣續污水下水道系統建設約占97%)。預期效益如下：

1. 提升109年全國污水處理率達60.8%。
2. 加強甲烷回收：一般廢棄物掩埋場107至109年回收甲烷0.15 MtCO_{2e}。
3. 能資源循環利用：執行物料永續循環，持續精進垃圾減量機制，以發展廢棄物資源化為前提，降低廢棄物最終處理需求。

3.3.4 地方政府溫室氣體管制執行方案

為提升社會因應氣候變遷之能力，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。

依溫管法已明定政府機關權責及各項推動策略，也納入各界參與及分層負責推動的機制，其中，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，報請中央主管機關會商中央目的事業主管機關後核定。而執行方案撰擬內容則係依溫管法施行細則14條，需包含方案目標、推動期程、推動策略、預期效益及管考機制，執行方案撰擬架構如圖3.3.9。

後續地方政府將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，以利推動方案、行動方案與地方執行方案銜接對應，藉此凝聚地方政府及民間量能，共同強化溫室氣體減量工作。

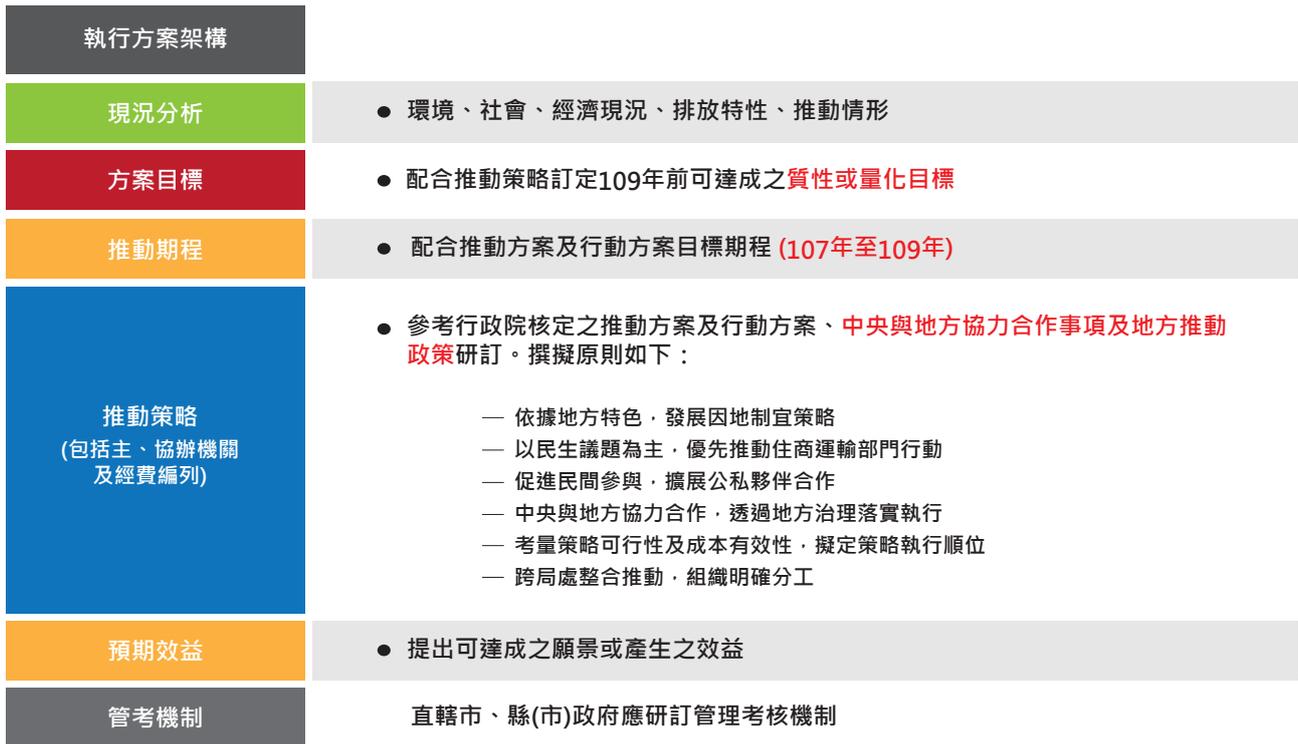


圖 3.3.9 執行方案撰擬架構圖

資料來源：行政院環境保護署。

3.4 相關法案及政策配套

3.4.1 能源管理法

能源管理法自 1980 年公布施行後，歷經五次修正，最後一次修正日期為 2016 年 11 月 30 日；惟為因應 2017 年 1 月 26 日修正公布「電業法」，將電業劃分為發電業、輸配電業及售電業，該法適用對象因涉及電業法條文故需配合修正；同時為擴大能源管理與強化節約能源措施推動，經濟部擬具能源管理法部分條文修正草案並陳送行政院核定後轉陳立法院審議中。

能源管理法第 1 條第 2 項規定，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；為因應能源轉型政策，經濟部於 2016 年提出能源發展綱領（修正草案），並於 2017 年 4 月 24 日經行政院修正，確立台灣邁向 2025 年非核家園之能源轉型發展架構。

能源發展綱領主要從「能源安全」、「綠色經濟」、「環境永續」與「社會公平」等面向切入，撰擬達成國家能源發展目標必要的綱要方針與法規配套，以全面推動包含節能、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。能源發展綱領架構圖如圖 3.4.1 所示。

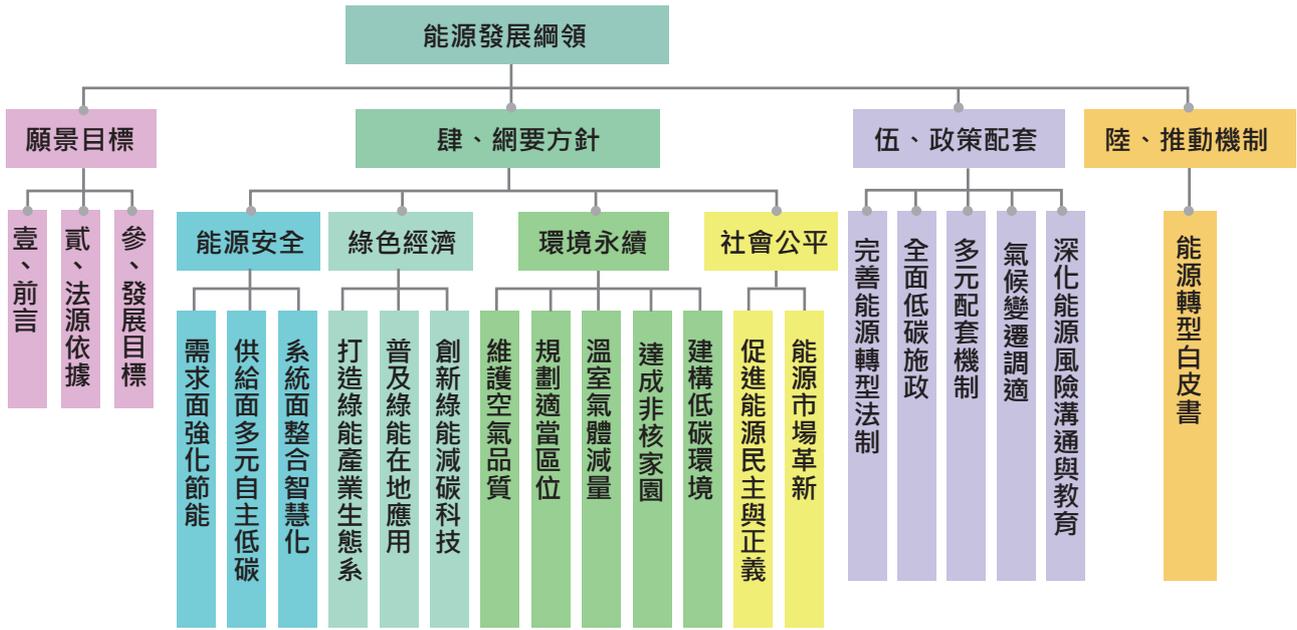


圖 3.4.1 能源發展綱領架構圖

資料來源：經濟部能源局

3.4.2 電業法

為實現環境基本法逐步達成非核家園願景，及溫管法國家長期溫室氣體減量目標，推動國家能源轉型，全力發展綠能，政府已於 2017 年 1 月公布新版電業法，第一階段先推動綠電自由化及電網公共化，後續待相關運作及機制成熟後，再啟動第二次修法，逐步完成電業自由化，期在電力穩定供應前提下，達「多元供給、公平使用、自由選擇」之目的。

考量公用售電業可透過購買不同燃料別電能來影響發電配比，新電業法以公用售電業作為管制對象，規範公用售電業銷售電能必須符合政府訂定之電力排碳係數基準，倘未達成則須面臨罰鍰與限期改善，藉此達成減排目標。

另外，在發電端部分，為鼓勵再生能源設置，再生能源發電業可獲得電力調度費及轉供電能費用之優惠，降低其發電成本。對於傳統發電廠，倘若其全年純益超過實收資本總額一定比例，則須提撥相當數額，作為加強機組運轉維護與投資降低污染排放之設備及再生能源發展之用。

3.4.3 再生能源發展條例

為推廣再生能源利用，增進能源多元化，改善環境品質，帶動相關產業，增進國家的永續發展，我國於 2009 年公布施行「再生能源發展條例」（以下簡稱本條例），透過再生能源電能躉購制度 (Fit in Tariffs, FIT) 保障併聯、收購再生能源電能，並配合示範獎勵、法令鬆綁等配套措施，提供再生能源設置者投資誘因，鼓勵再生能源發展。

行政院 2018 年 1 月檢送立法院審議本條例修正草案，朝「多元利用」、「簡化程序」及「擴大參與」三大面向進行修法，希望透過保障多元綠電購售電方式、簡化再生能源發電設備申請程序及增訂用電大戶設置一定比例再生能源發電設備以善盡企業責任等，優化我國再生能源發展環境，提升政策推動效能，逐步達成再生能源推廣目標。

3.4.4 綠色稅費制度

依據行動綱領與推動方案皆包含推動綠色稅費制度之政策配套內容，研議開徵能源稅或透過溫管法修法徵收溫室氣體管理費之可行性。

能源之稅額訂定方向，擬採取從量課徵，循序漸近逐步調整稅額，同時配合停徵部份貨物稅課稅項目，以降低對民生及產業之衝擊。期能鼓勵國民節約能源、提高能源使用效率，同時帶動節能產業發展，進而增進經濟成長，此外，亦有助於降低二氧化碳排放，善盡國際社會一份子的義務。

溫室氣體管理費規劃針對總量管制以外之大排放源，以不重覆課徵為前提，規劃增訂溫室氣體管理費，以增加溫室氣體減量之管制工具及方法，初期將擴大各部門應盤查登錄對象，強制盤查後直接對排放源徵收，徵收之費用將納入溫室氣體管理基金收入來源，作為溫室氣體減量與氣候變遷調適之用。

3.4.5 綠色金融行動方案

為順應綠色金融之國際發展趨勢，並配合我國非核家園、能源轉型、環境減排等重大政策，行政院於 2017 年 11 月核定金管會所提之「綠色金融行動方案」，內容涵蓋授信、投資、資本市場籌資、人才培育、促進綠色金融商品或服務深化發展、資訊揭露、推廣綠色永續理念等 7 大面向，計 25 項措施，由金管會、經濟部、財政部、國發會、環保署、國發基金等部會協力合作推動，期能促進金融資源，挹注綠色產業與綠色消費生活，創造金融、實體產業與社會環境三贏。

綠色金融行動方案包含：鼓勵本國銀行對綠能產業辦理授信、鼓勵銀行採自願性國際赤道原則、鬆綁銀行授信及籌資規範、發展我國綠色債券市場、引導資本市場責任投資、鼓勵保險業資金投資綠能產業、鬆綁保險業資金間接投資綠能產業、鬆綁其他資金透過私募股權基金、創投、創投管顧等之投資管道，以利用於國內公共建設及綠能產業、強化培育綠色金融人才、鼓勵金融業者參與經濟部標準檢驗局每月召開之「再生能源投(融)資第三方檢測驗證溝通平台會議」等重要綠色金融措施，已建立我國綠色金融體系與指引，從授信、投資、籌資、人才培育等多元面向，推動綠色金融各項措施，促進實體經濟發展與綠色消費生活，並有助提升金融業競爭力。未來將持續滾動更

新推動，期能以金融支持綠能產業發展，進而以綠色經濟帶動綠色金融發展。

3.4.6 國土三法

一、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」，於 2016 年 1 月公布，並定於 2016 年 5 月施行，讓國土永續發展邁入新的里程碑。

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，納入民眾參與監督、推動國土復育工作，促進環境永續發展、保障民眾既有權利，研訂補償救濟機制。

二、海岸管理法

臺灣地區四面環海，海岸線長約 1,578 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。



三、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，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，並尊重民眾從來之現況使用。

3.5 呼應巴黎協定的減量政策規劃

儘管臺灣不是 UNFCCC 締約方，然而作為地球村的一份子，長期以來，我國默默努力地善盡地球公民的角色，一直盡其所能以實際行動呼應氣候公約的主張和活動，我國溫管法已訂有五年一期的溫室氣體階段管制目標，除參考既有的「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC)，亦參酌巴黎協定與執行「國家自定貢獻」(Nationally Determined Contribution, NDC) 管理策略一致，使我國得以透過溫管法的運作履行 NDC 中所提出之目標，並與國際氣候公約規範與策略連結。

我國 2050 年之國家長期溫室氣體減量目標亦可呼應巴黎協定減量目標，一起努力將地球氣溫的上升幅度控制在與前工業時代相比最多攝氏 2 度內的範圍，且應努力追求前述升溫幅度標準續減至攝氏 1.5 度內，未來我國仍將持續掌握巴黎協定最新進展，據以研訂溫管法相關子法及配套措施及推動因應氣候變遷的相關工作，逐步完備國內法規制度建構，定期檢討溫室氣體的減量目標，為臺灣邁向低碳永續家園，奠定厚實的基礎。

參考文獻

1. 行政院，行政院能源及減碳辦公室設置要點，2016 年。
2. 行政院能源及減碳辦公室網頁。
3. 行政院能源及減碳辦公室，推動國家級計畫綠色金融行動方案，2017 年 11 月核定。
4. 行政院環境保護署，國家溫室氣體減量法規資訊網：<http://estc10.estc.tw/ghgrule/>。
5. 經濟部，能源部門溫室氣體排放管制行動方案，2017 年
6. 經濟部，製造部門溫室氣體排放管制行動方案，2017 年
7. 交通部，運輸部門溫室氣體排放管制行動方案，2017 年
8. 內政部，住商部門溫室氣體排放管制行動方案，2017 年。
9. 行政院農業委員會，農業部門溫室氣體排放管制行動方案，2017 年。
10. 行政院環境保護署，環境部門溫室氣體排放管制行動方案，2017 年。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲花東縱谷國家風景區

第四章

溫室氣體排放預測

- 4.1 預測工具及範圍
- 4.2 基準情境分析
- 4.3 趨勢推估

第四章 溫室氣體排放預測

臺灣依溫管法明訂長期溫室氣體減量目標，並訂定五年為一期階段管制目標以逐步落實推動減量政策，基於減量目標部門分配與國家減量路徑規劃，各部門透過假設情境與模型工具預測 2017 至 2030 年溫室氣體排放情形。本章就預測工具及範圍、基準情境分析與趨勢推估，說明臺灣溫室氣體排放預測。

4.1 預測工具及範圍

以下就燃料燃燒溫室氣體排放、非燃料燃燒溫室氣體排放與森林碳匯（即第二章中的移除量），說明部門假設情境參數與模型工具：

一、燃料燃燒溫室氣體排放

臺灣溫室氣體排放量超過 9 成來自於燃料燃燒，自 1993 年由經濟部引進國際能源總署的 MARKAL 能源工程模型，2010 年轉版為臺灣 TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) 模型，透過細緻化與彈性的模型操作功能，做為國內多項重大能源政策決策評估，近期的重

要評估包括溫管法階段管制目標的燃料燃燒 CO₂ 排放路徑、我國減煤路徑等。TIMES 模型是以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，以能源服務需求（外生變數）為驅動力，考慮能源系統發展情境，在能源系統成本最小化目標下，符合能源供需平衡、環境與資源限制下規劃求解。

為了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 模型團隊所持續開發之能源、經濟、環境整合 TISMO 模型 (Taiwan Integrated Sustainability Model)；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，透過軟連結方式持續擴充 TIMES 模型整合評估功能，並提供多面向評估資訊以供決策參考，整合模型架構如圖 4.1.1 所示。而能源部門即根據國家發展委員會提供社經參數（人口、GDP 與三級產業結構）與各部門提供能源消費量與節能量，帶入整合模型預測 2017 至 2030 年燃料燃燒溫室氣體排放。

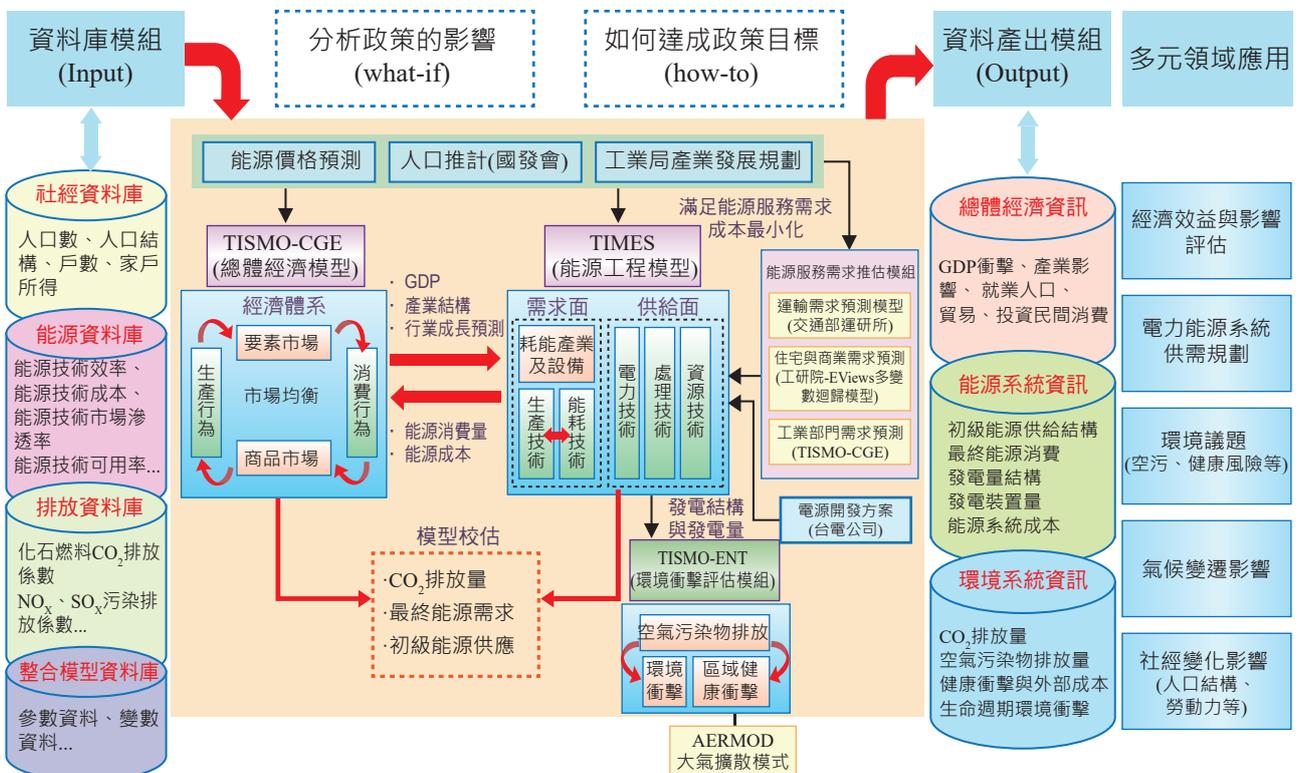


圖 4.1.1 能源部門 TISMO 整合模型架構

資料來源：工業技術研究院，「關於 TIMES 能源工程模型，你想知道的大小事 -- 臺灣 TIMES 能源工程模型介紹」，懂能源 BLOG。

二、非燃料燃燒溫室氣體排放

(一) 工業部門

工業製程及產品使用部門非燃料燃燒溫室氣體排放量預測係在 IPCC 2006 指南建議之統計架構下，依據歷史值及未來發展趨勢推估，經整併各行業及統計項目，估算方法說明如下：

1. 資訊電子工業氟氣體排放量，依據歷史值、國發會產業成長預估、業者投資及減量規劃等推估。
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等製程溫室氣體排放，依據歷史趨勢、國發會產業成長預估、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所造成之溫室氣體排放（如冷凍及空調設備之冷媒），依據近三年（2013~2015）年均成長率 2.8% 推估。

(二) 農業部門

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 4.1.2 及 4.1.3 所示。

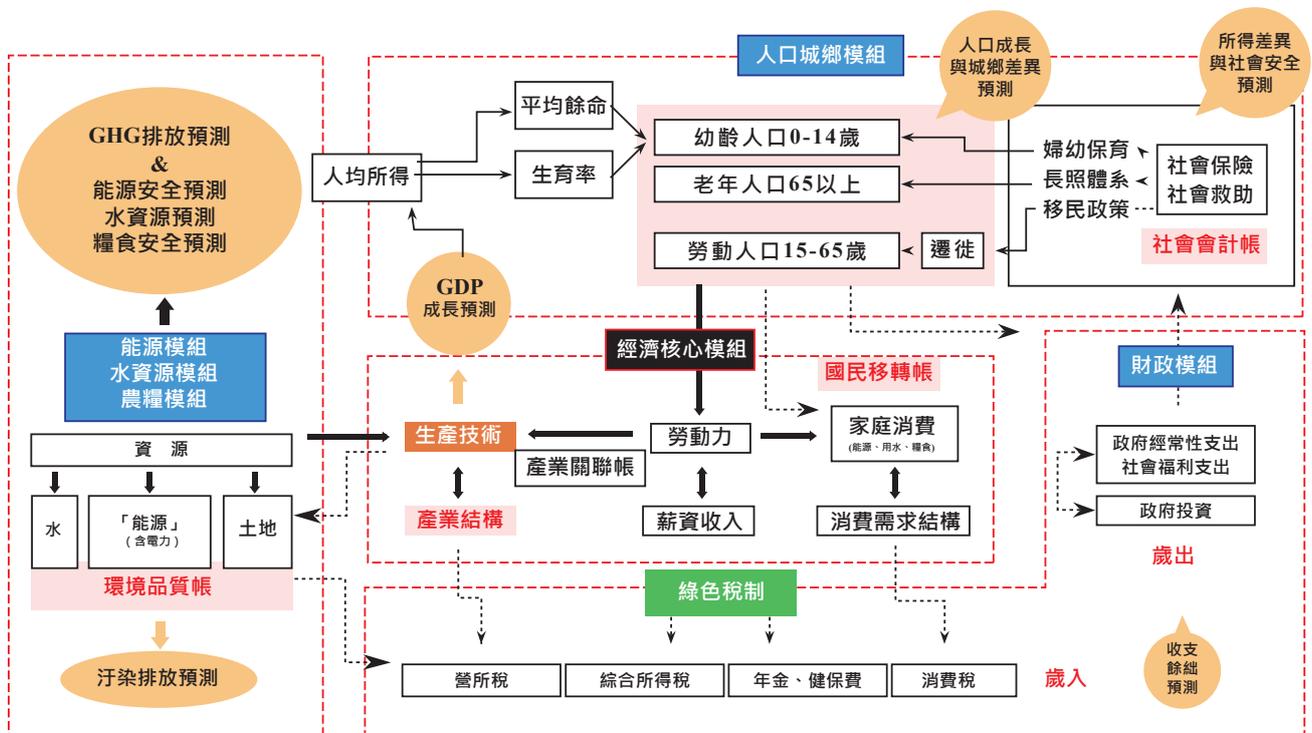


圖 4.1.2 農業部門 GEMTEE 政策分析模組

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。

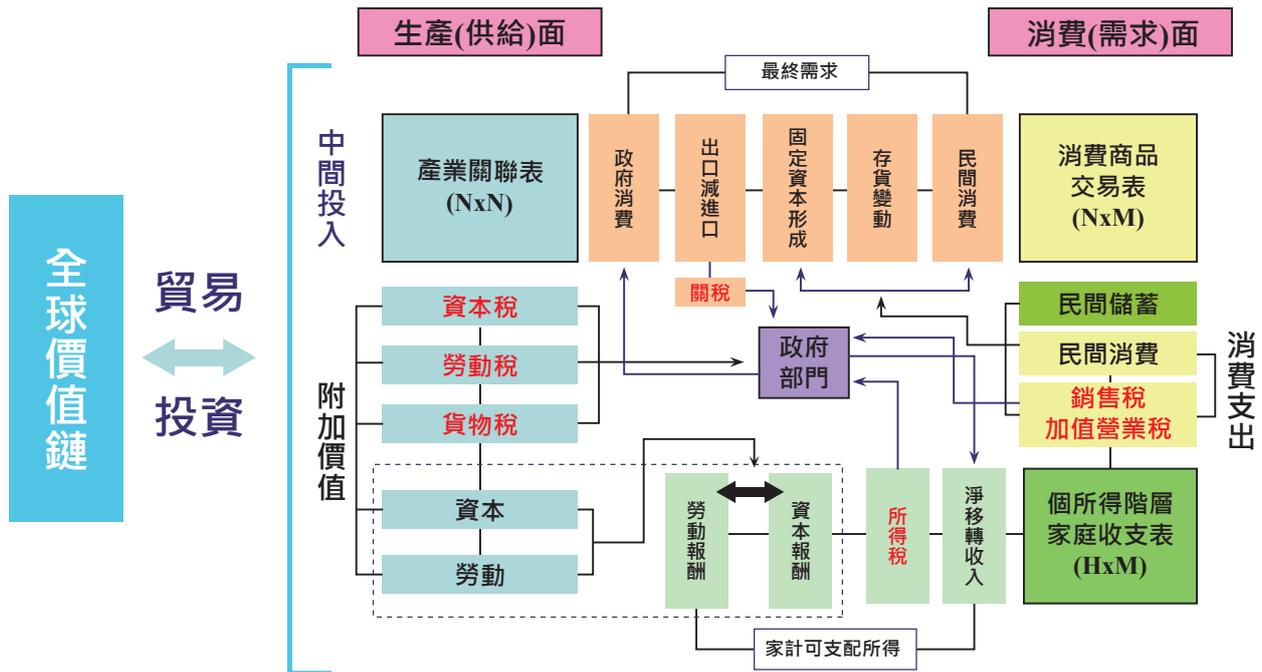


圖 4.1.3 農業部門 GEMTEE 資料庫架構

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。為合理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 年掩埋量以乘冪類型函數式推估，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。

4.2 基準情境分析

為了使各部門領域模型在一致的基準情景下進行模擬模擬，分別就主要的總體經濟、人口及能源等指標，提出假設條件，各指標的情境分別如下說明：

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

綜合考量國內外情勢，包含：人口趨勢、國際能源價格、國際經貿環境、總要素生產力等，以及各產業主管機關提供之產業發展趨勢、政策方向等因素，推估我國中長程 GDP 與三級產業結構占比，作為基礎情境之假設條件之一。其中，2017 年整體經濟成長率為 2.89%，三級產業結構以服務業 GDP 占比最高約占 62.87%，其次為工業約占 35.40%，而農業僅占 1.72%。

二、人口預測值

我國人口預測主要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。

根據國家發展委員會 2018 年 8 月 30 日發布之「中華民國人口推估 (2018 至 2065 年)」報告顯示，我國總人口將於 2021 年達最高峰 2,361 萬人，在低、中、高推估三種不同假設情境下，2065 年總人口數將降為 1,601 萬至 1,880 萬人之間，與 2018 年相比，約減少 2 至 3 成。

三、能源轉型政策

我國為邁向非核家園目標，並兼顧國際減碳承諾，因應國內外政經情勢及能源環境的快速變遷與挑戰，臺灣推動能源轉型政策，目標在 2025 年燃氣、燃煤及再生能源占比為分別 50%、30% 及 20%，而核能機組方面，其運轉執照將於同年 5 月以前陸續到期，我國現有核能機組運轉執照期限如表 4.2.1 所示。

進口天然氣卸收容量目標如表 4.2.1，2025 年達 3,270 公噸，2030 年再提高至 3,590 公噸；燃氣機組發電由 2016 年占比 32% 增至 2020 年 36%，2025 年再增至 49%。燃煤機組發電 2016 年占比 45% 增至 2017 年 46%，2020 年降至 43%，2025 年再降至 29%。再生能源裝置容量 2030 年目標 30,066MW，2016 年發電量占比 5%，2020 年增至 9%，2025 年再增至 20% (表 4.2.3 及表 4.2.4)。

表 4.2.1 核能電廠運轉執照期限

機組	現有運轉執照期限
核一廠 1 號機	2018 年 12 月 5 日
核一廠 2 號機	2019 年 7 月 15 日
核二廠 1 號機	2021 年 12 月 27 日
核二廠 2 號機	2023 年 3 月 14 日
核三廠 1 號機	2024 年 7 月 26 日
核三廠 2 號機	2025 年 5 月 17 日

資料來源：行政院原子能委員會。

表 4.2.2 天然氣規劃量

單位：萬噸

項目 \ 年份	2020	2025	2030
卸收容量	1,650	3,270	3,590

資料來源：經濟部能源局。

表 4.2.3 再生能源裝置量

單位：MW

項目 \ 年份	2020	2025	2030
太陽光電	6,500	20,000	20,000
陸域風力	814	1,200	1,200
離岸風力	520	3,000	5,500
地熱能	150	200	250
生質能	768	813	855
水力	2,100	2,150	2,200
氫能及燃料電池	22.5	60	60
合計	10,875	27,424	30,066

資料來源：經濟部能源局。

表 4.2.4 再生能源發電量

單位：億度

項目 \ 年份	2020	2025	2030
太陽光電	81	256	256
陸域風力	20	29	29
離岸風力	19	118	217
地熱能	10	13	16
生質能	56	59	63
水力	64	66	68
氫能及燃料電池	2	5	5
合計	252	546	654

資料來源：經濟部能源局。

4.3 趨勢推估

為規劃溫室氣體階段管制目標，各部會依據社經參數推估能源消費量、規劃節能減碳策略，由經濟部能源局彙整推估能源相關參數及燃料燃燒排放量；各部會依據社經參數及規劃

政策措施推估各部門非燃料燃燒排放量，行政院農業委員會則負責碳匯量推估，最終由環保署彙整推估結果。溫室氣體排放量推估方式，如圖 4.3.1 所示。

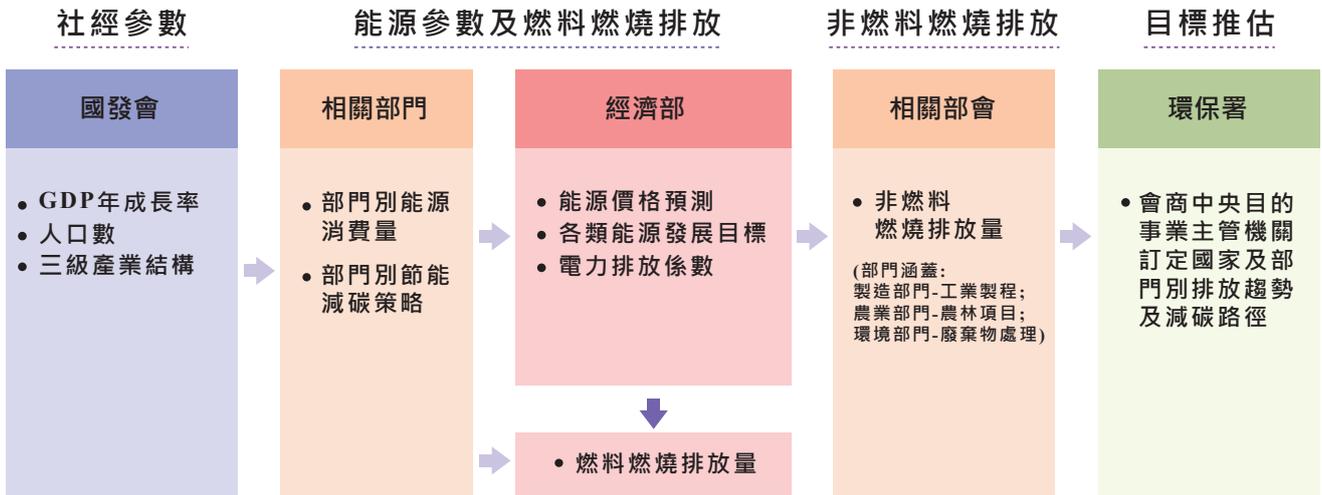


圖 4.3.1 溫室氣體排放量推估方式

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（核定版）」，2018年。

我國減碳路徑採先緩後加速，預估 2020 年溫室氣體排放量較基準年 2005 年減量 2%，亦即到 2020 年我國溫室氣體淨排放總量降為 260.717 百萬公噸二氧化碳當量 (Mt CO₂e)，2025 年則較基準年減量 10% 及 2030 年較基準年減量 20% 為努力方向。各溫室氣體與碳匯排放趨勢分別說明如下：

一、燃料燃燒二氧化碳排放趨勢

由於產業結構中工業占比漸增（但能源密集產業占比將下降），農業及服務業占比微幅下降，加上各部會採取節能減碳措施，如執行前述新能源政策降低電力排放係數、降低能源密集度、提昇新建建築物之建築外殼設計基準值、

公部門建築用電效率改善、擴展公共運輸系統、強制電動機動車輛新售量、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、漁船休漁等等，能源消費與電力消費年均成長幅度已較過去大幅下降，燃料燃燒溫室氣體排放於 2017 年至 2018 年達峰值，2020 年較 2005 年增加 1.7%，2030 年減少 7.9%。除運輸部門逐年上升外，各部門約於 2017 年達到峰值，2020 年僅能源（自用）及運輸部門排放較 2015 年高。整體而言，燃料燃燒溫室氣體排放量預期 2020 年排放 250 百萬公噸 CO₂，2025 年排放 228 百萬公噸 CO₂，2030 年排放 226 百萬公噸 CO₂，詳如圖 4.3.2。

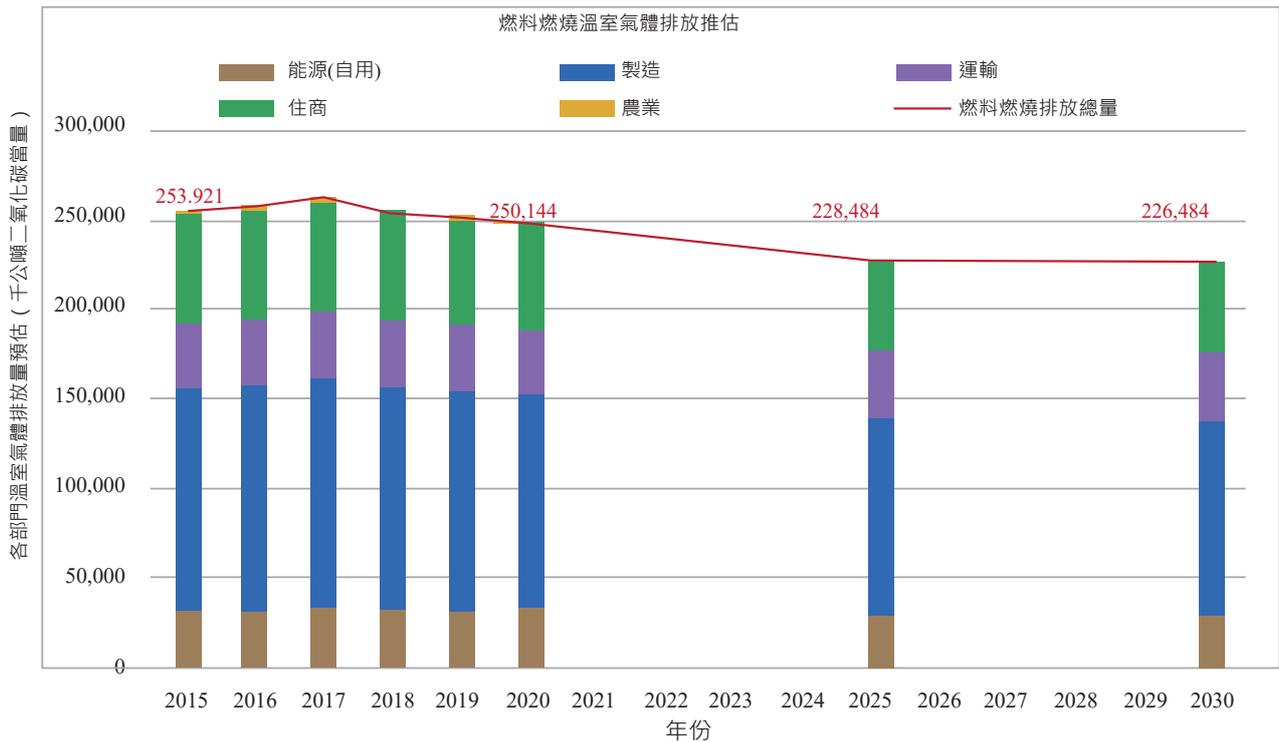


圖 4.3.2 燃料燃燒溫室氣體排放量推估

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（核定版）」，2018 年。

二、非燃料燃燒其他溫室氣體排放趨勢

我國非燃料燃燒溫室氣體排放於 2004 年達到峰值，相較基準年（2005 年），2016 年非燃料燃燒溫室氣體排放量已減少 29.23%（不含碳匯）。製造部門中，僅非鐵金屬基本工業及化學工業推估排放維持不變外，水泥生產、玻璃生產、鐵及鋼生產、電子工業、減少臭氧物質之替代品使用及電力設備等產業發展需求，至 2030 年排放推估呈現逐年增加趨勢，雖農業及

環境部門非燃料燃燒溫室氣體排放推估已呈現逐年下降趨勢。整體而言，非燃料燃燒溫室氣體排放推估（至 2030 年）仍呈現逐年微幅增加趨勢。

林業碳匯方面，依前述未來林地崩塌面積不會持續增加，且林地維持林地的各林型面積為近 10 年平均值。預期在未來吸收量推估呈現持平走勢，如表 4.3.1。

表 4.3.1 林業碳匯推估

單位：千公噸二氧化碳當量

年份	項目	林地維持林地	其他土地轉變為林地	總計
2020		-20,607	-718	-21,325
2025		-21,076	-314	-21,390
2030		-21,160	-198	-21,357
2035		-21,264	-27	-21,291

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（核定版）」，2018 年。

整體非燃料燃燒溫室氣體排放趨勢，呈現微幅成長，2020 年較 2005 年減少 26.57%，2030 年減少 24.31。2030 年不含碳匯之非燃料燃燒溫室氣體排放量推估約 30,430 千公噸二氧

化碳當量(含電子工業減量情境)，加計碳匯 21,357 千公噸二氧化碳當量，淨排放量 9,073 千公噸二氧化碳當量；非燃料燃燒溫室氣體排放預估趨勢，如圖 4.3.3 所示。

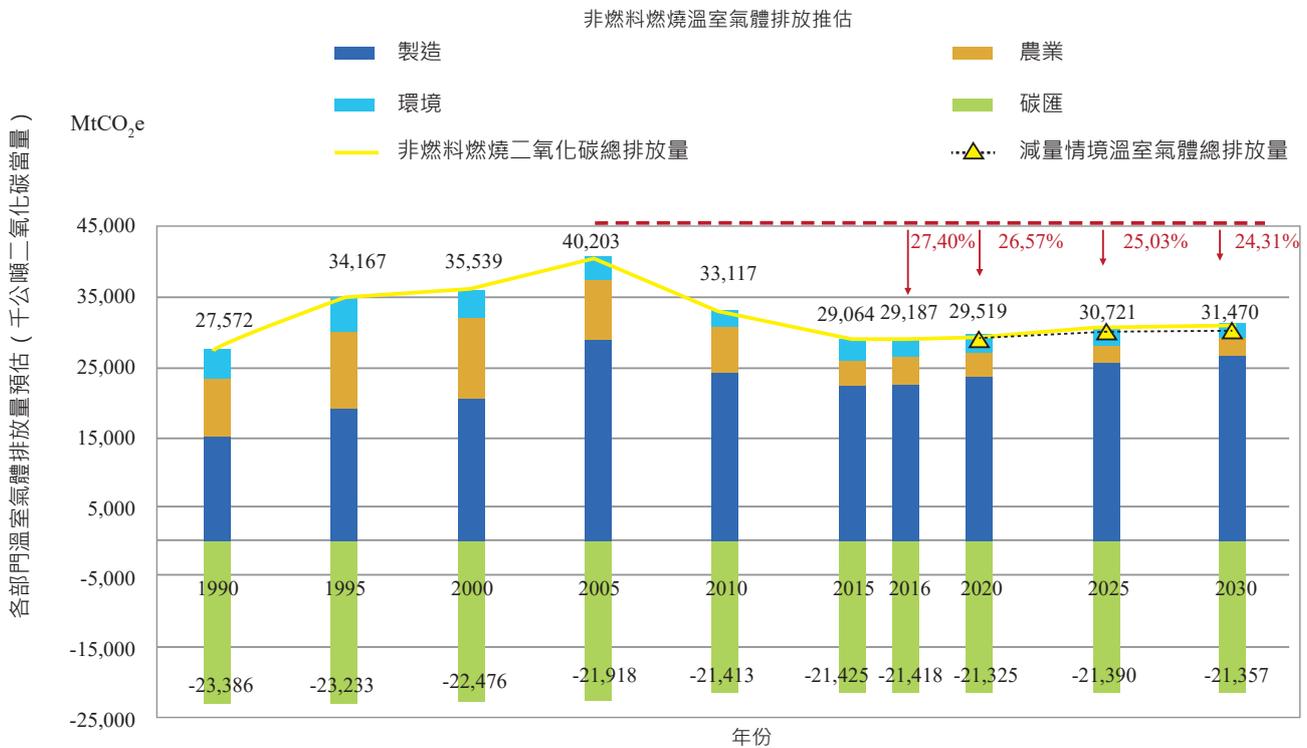


圖 4.3.3 非燃料燃燒溫室氣體排放量預估

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(核定版)」，2018 年。

三、總溫室氣體排放推估

總溫室氣體排放量推估，係加計燃料燃燒及非燃料燃燒排放量預估結果，顯示 2020 年淨

排放量較基準年(2005 年)減少 2.09%，2030 年淨排放量較基準年約減 10.06%(2025 年較基準年約減 9.88%)。如圖 4.3.4。

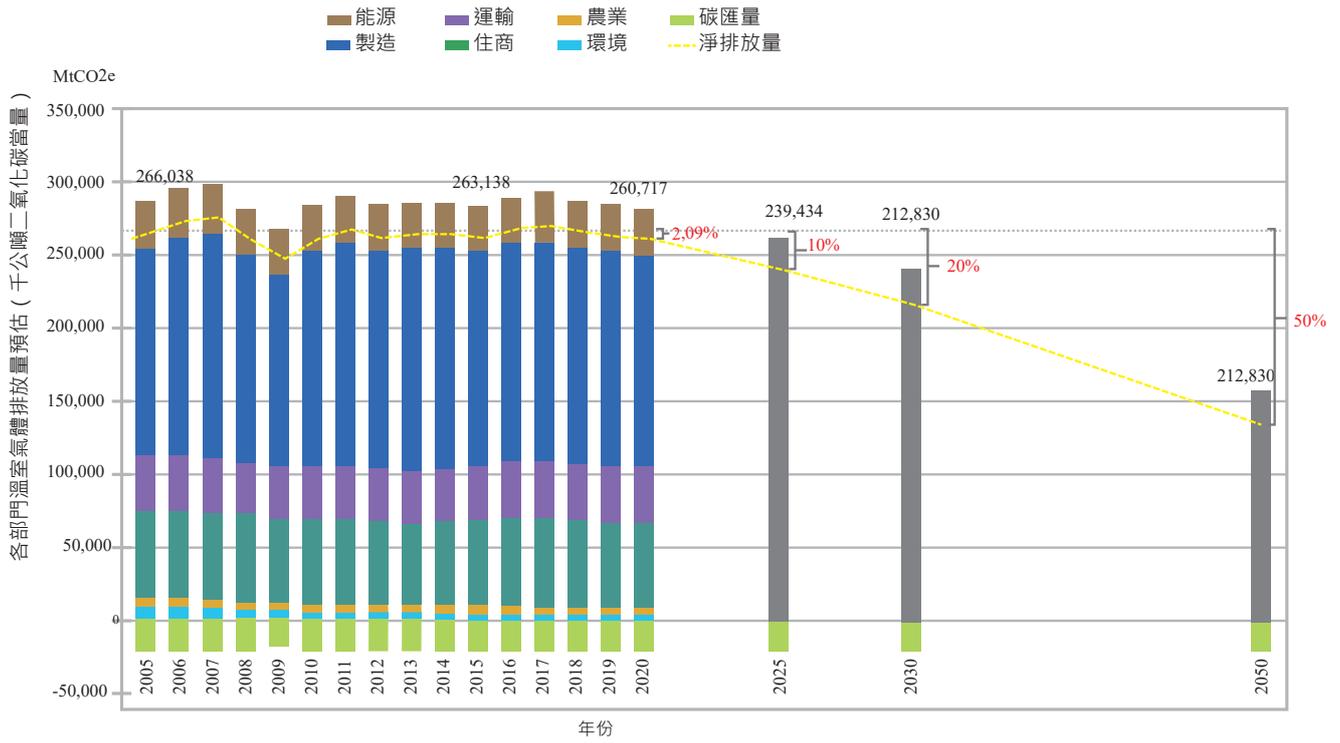


圖 4.3.4 總溫室氣體排放量預估

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（核定版）」，2018年。



參考文獻

1. 工業技術研究院，「關於 TIMES 能源工程模型，你想知道的大小事 -- 臺灣 TIMES 能源工程模型介紹」，懂能源 BLOG (<http://doenergytw.blogspot.com/2018/05/times.html>)
2. 行政院農業委員會企劃處，「我國農業部門非燃料燃燒溫室氣體排放趨勢推估」，2017 年 7 月 11 日。
3. 行政院環境保護署，「第一期溫室氣體階段管制目標 (核定版)」，2018 年 1 月。
4. 國家發展委員會，「中華民國人口推估 (2018 至 2065 年) 報告」，2018 年 8 月 30 日。
5. 國家發展委員會，「當前經濟情勢」，2018 年 8 月 31 日。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲大溪花海農場

第五章

氣象觀測及氣候變遷科學 研究

- 5.1 氣象系統觀測
- 5.2 氣候變遷重點研究與推動工作
- 5.3 未來規劃

第五章 氣象觀測及氣候變遷科學研究

氣候變遷研究大多涉及跨領域的整合研究，有賴長期氣象觀測的資料累積及分析臺灣的氣候變遷趨勢，方能進一步推估可能受到氣候變遷衝擊之影響，以研擬調適策略；本章以「我國氣象資訊觀測」為主要內容，彙整各部會投入與參與氣候變遷研究或氣象觀測執行及成果，介紹我國氣候觀測現狀，包括氣象、海象與水文系統等；另介紹臺灣近年投入氣候變遷研究計畫的研究成果，最後彙整氣象研究與觀測的未來規劃。

5.1 氣象系統觀測

我國氣象系統觀測主要以交通部中央氣象局（以下簡稱氣象局）所建置之觀測系統為主，其他政府部門則按其業務需要建置監測站，如經濟部水利署、行政院農業委員會及行政院環境保護署等。這些觀測系統包括地面及高空氣象觀測、氣象雷達觀測、海象及水文觀測等，觀測內容涵蓋各種氣象要素與大氣資料，舉凡風向、風速、雨量、氣壓、氣溫、水文、海象、紫外線、空氣品質及大氣成分等，此外還包括氣象衛星觀測，氣象衛星除接收美國及日本之衛星資訊外，並由國家實驗研究院國家太空中

心研發自製之福爾摩沙三號氣象衛星，觀測全球大氣狀況，提供給全球及我國氣象單位使用。因此，我國已建構國家、區域及全球等不同尺度與層面的氣象系統觀測網，以下分別說明：

一、地面及高空氣象觀測

氣象局現有地面氣象觀測業務，除了一般的地面氣象測報作業外，尚包含大氣理化觀測、密集的自動化雨量觀測網及農業氣象觀測等。一般綜觀氣象站執行之地面氣象觀測係指觀測員利用目視或安置於地面之氣象觀測儀器，直接觀測接近地面大氣底層之各種氣象要素，如氣壓、氣溫、濕度、降雨量、風速、風向、雲量、雲狀、雲（底）高、日輻射量、日照時數、蒸發量、土壤溫度、能見度及天氣現象等，現有地面氣象觀測業務大部分均已完成自動化作業。

地面與高空氣象觀測由綜觀氣象站、無人自動雨量站及自動氣象站執行，綜觀氣象站依地面氣象測報作業規範執行定時觀測，臺灣氣象觀測業務早在 1885 年開始，全臺包含外島目前共計有 27 個綜觀氣象站如表 5.2.1 所示，而無人自動雨量站與自動氣象站共 542 站。

表 5.1.1 交通部中央氣象局所屬綜觀氣象站一覽表

站號	氣象站名	海拔高度 (m)	經度	緯度	城市	資料起始年份
466880	板橋	9.7	121.442	24.9976	新北市	1972/3/1
466910	鞍部	825.8	121.53	25.1826	臺北市	1937/1/1
466920	臺北	6.3	121.515	25.0377	臺北市	1896/01/01
466930	竹子湖	607.1	121.545	25.1621	臺北市	1937/1/1
466940	基隆	26.7	121.741	25.1333	基隆市	1946/1/1
466950	彭佳嶼	101.7	122.08	25.628	基隆市	1910/1/1
466990	花蓮	16	121.613	23.9751	花蓮縣	1910/1/1
467050	新屋	20.6	121.048	25.0067	桃園市	2013/7/1
467060	蘇澳	24.9	121.857	24.5967	宜蘭縣	1981/7/1

站號	氣象站名	海拔高度 (m)	經度	緯度	城市	資料起始年份
467080	宜蘭	7.2	121.757	24.764	宜蘭縣	1935/1/1
467110	金門	47.9	118.289	24.4073	金門縣	2004/1/1
467300	東吉島	43	119.668	23.257	澎湖縣	1962/1/1
467350	澎湖	10.7	119.563	23.5655	澎湖縣	1896/01/01
467410	臺南	40.8	120.205	22.9932	臺南市	1897/01/01
467440	高雄	2.3	120.316	22.566	高雄市	1931/1/1
467480	嘉義	26.9	120.433	23.4959	嘉義市	1968/9/1
467490	臺中	84	120.684	24.1457	臺中市	1896/01/01
467530	阿里山	2413.4	120.813	23.5082	嘉義縣	1933/1/1
467540	大武	8.1	120.904	22.3557	臺東縣	1939/1/1
467550	玉山	3844.8	120.96	23.4876	南投縣	1943/1/1
467571	新竹	26.9	121.014	24.8279	新竹縣	1991/7/1
467590	恆春	22.1	120.746	22.0039	屏東縣	1896/01/01
467610	成功	33.5	121.373	23.0975	臺東縣	1940/1/1
467620	蘭嶼	324	121.558	22.037	臺東縣	1941/1/1
467650	日月潭	1017.5	120.908	23.8813	南投縣	1940/1/1
467660	臺東	9	121.155	22.7522	臺東縣	1901/1/1
467770	梧棲	31.7	120.523	24.256	臺中市	1976/11/1
467990	馬祖	97.8	119.923	26.1693	連江縣	2004/1/1

資料來源：交通部中央氣象局。

中央氣象局現有板橋、花蓮、永康及東沙島等探空站，各站均使用同型之接收系統，常態性依據世界氣象組織的規範，每日執行二次探空作業，而東沙則每日一次執行探空作業，觀測結果並利用網路或衛星線路，即時傳回中央氣象局，再與國際間交換同一時間之量測結果。

在農業氣象觀測方面，由交通部中央氣象局與行政院農業委員會跨域合作，共同執行「農

林氣象災害風險指標建置及災害調適策略」之 4 年 (105-108) 期計畫，除了逐年將現行「農業氣象觀測網」各測站觀測儀器的全面汰換更新與自動化外，並增設多個農業氣象站。藉此強化農業氣象網之觀測品質及資料密度，以提供農林氣象災害風險指標之建置及災害調適決策參考。執行至 2018 年底為止，完成 35 站汰換更新及新增 6 站，共建置 41 處農業氣象站。中央氣象局全台測站分布，如圖 5.1.1 所示。

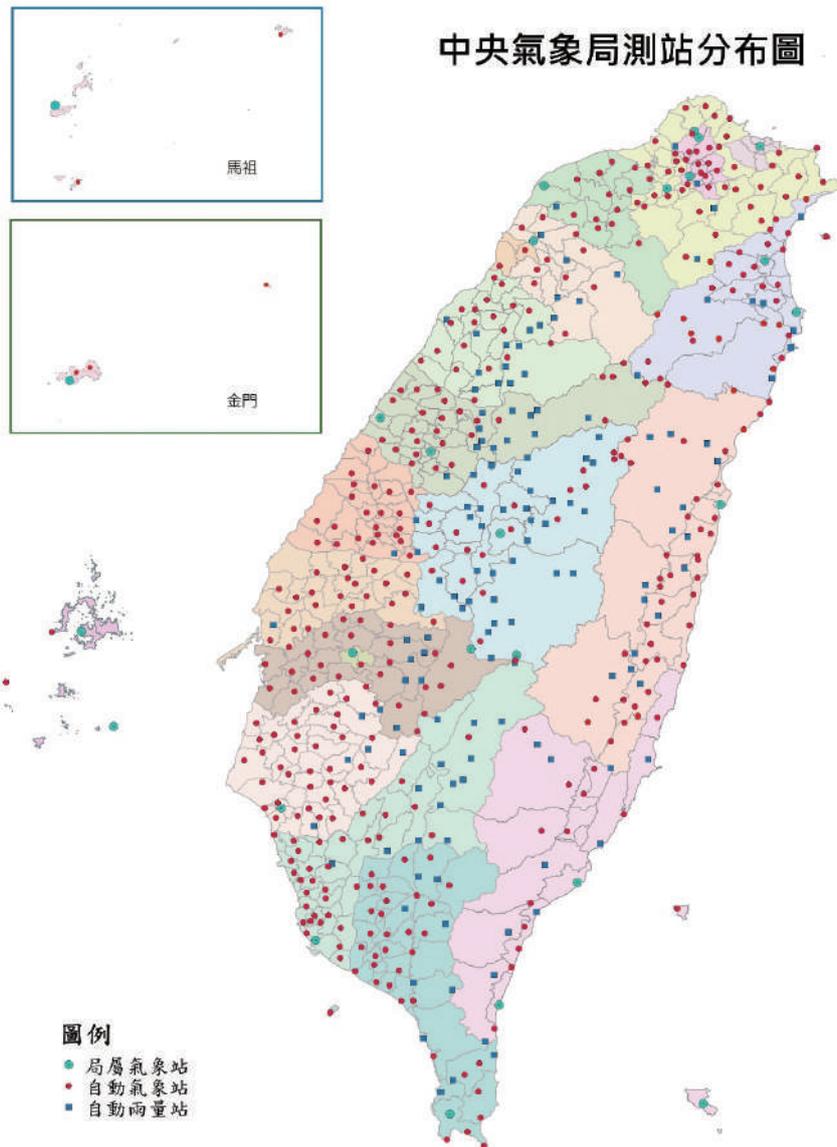


圖 5.1.1 交通部中央氣象局全臺測站分布圖

資料來源：交通部中央氣象局

在空氣品質與監測大氣成分的變化部分，氣象局在臺北及成功站進行臭氧總量的觀測，蘭嶼站為背景大氣監測，板橋站為臭氧垂直剖面觀測，並在 18 個氣象站執行雨水酸鹼度值及 20 個氣象站執行紫外線指數的量測。行政院環境保護署亦建置空氣品質監測網（包含一般空氣品質監測站 60 站，工業空氣品質監測站 5 站，交通空氣品質監測站 6 站，國家公園空氣品質監測站 2 站，背景空氣品質監測站 5 站，光化學測站 10 站與其他較為特殊的空氣品質監測如移動式監測車、研究型監測站等），進行空氣品質、紫外線、光化污染物、沙塵暴與及溫室氣體進行例行性之觀測。

二、氣象衛星觀測

交通部中央氣象局目前例行性接收及處理同步氣象衛星、繞極氣象衛星兩種氣象衛星資料，另外，我國發射的氣象衛星福爾摩沙三號扮演氣象資料提供的重要角色。以下分別說明：

（一）同步氣象衛星

同步氣象衛星繞地球速度與地球自轉速度相同，我國接收新式同步氣象衛星以日本向日葵 8 號 (Himawari-8) 衛星為主。該衛星位於東經 140.7 度，赤道上空 36,000 公里的高度，提

供兩種觀測策略包括例行性（全景觀測，Full Disk）與快速掃描（颱風觀測），運用每 10 分鐘或更短時間更新的多頻道、高時空解析度觀測資料，除可提供即時的天氣系統監測資訊外，更可開發比以往作業衛星更多的天氣與環境監測產品，提高對天氣系統之監測與預報能力，維護人民生命與財產安全。向日葵 8 號衛星搭載的觀測儀器，具有 3 個可見光波段、3 個近紅外線與 10 個紅外波段頻道，空間解析度介於 0.5 到 2 km 之間的觀測特性。

（二）繞極氣象衛星

繞極軌道衛星的軌道沿著地球近乎南北方向不停地環繞地球，每繞地球一週必須經過一次地球的北極和南極；我國接收繞極衛星資料主要來自美國新式繞極軌道氣象衛星 (SNPP 與 NOAA20)，交通部中央氣象局處理這兩個衛星的可見光紅外線成像輻射計 (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite, VIIRS) 的觀測資料，其空間解析度提升到 375 米或 750 米，改善一系列產品的精確度，有助於測量雲和氣溶膠特性、海洋顏色、海洋和陸地表面溫度、冰覆蓋區、火災及地球的反照率。

（三）福爾摩沙衛星計劃

「福爾摩沙衛星三號計畫」（簡稱福衛三號）是一大型臺美雙邊國際合作計畫，由雙方政府授權執行，我國為臺灣國家實驗研究院國家太空中心 (National Space Organization, NSPO) 與美方的美國大學大氣研究聯盟 (University Corporation for Atmospheric Research, UCAR) 共同合作執行，以建立全球大氣即時觀測網之先進技術發展計畫，又稱之為「氣象、電離層及氣候之衛星星系觀測系統」(Constellation Observing System for Meteorology, Ionosphere and Climate)，英文簡稱為 FORMOSAT-3/COSMIC。福衛三號衛星搭載的全球定位系統氣象量測儀可接收來自美國 24 顆全球定位衛星 (GPS) 所發出的訊號，藉由量測無線電掩星訊號而推導出大氣狀態隨高度分佈及全球氣象參數資料。

福爾摩沙衛星五號計畫」（簡稱福衛五號），係「第二期國家太空科技發展長程計畫」所提出「遙測衛星計畫」中之第一枚衛星計畫。福衛五號搭載中央大學研發團隊開發的先進電離層探測儀 (AIP) 觀測電離層變化。福衛五號影像的光學解析度較福衛三號高，因此拍攝的影像具有防災及協助氣象資料之蒐集等用途。

「福爾摩沙衛星七號計畫」（簡稱福衛七號）同樣為臺美雙方大型國際合作案，其執行單位為臺灣國家實驗研究院國家太空中心與美國國家海洋暨大氣總署 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)，是福衛三號的後續計畫，該計畫任務目標為建立一組高可靠度的操作型氣象衛星星系，並延續福衛三號計畫之掩星氣象觀測任務，預計於 2018 年底發射入軌。福衛七號將在低傾角（24 度）軌道佈署 6 顆任務衛星，以密集提供更多中、低緯度的氣象觀測資料，將可增加臺灣地區觀測資料量，並使用於交通部中央氣象局數值預報系統中，提升國內氣象預報準確度及劇烈天氣（颱風路徑及降雨）預測準確度，對於海面資料蒐集與全球天氣預報與氣候觀測有很大的助益。

三、氣象雷達觀測

交通部中央氣象局目前有 4 座 S 波段（10 公分波長）雷達，3 部為都卜勒氣象雷達，分別位於東部的花蓮、南部的墾丁、西部的七股；1 部為雙偏極化都卜勒氣象雷達，位於北部的五分山。除此之外，再配合民航局、空軍等氣象單位之 C 波段都卜勒氣象雷達，掃描範圍涵蓋了臺灣本島及鄰近海域，構成完整的氣象雷達觀測網（如圖 5.1.2 所示），除可觀測來自太平洋、南海及巴士海峽等地的颱風外，也可觀測梅雨、寒潮等天氣系統。另外，於 106 年及 107 年完成 2 座 C 波段（5 公分波長）雙偏極化降雨雷達，分別位於高雄市林園區及臺中市南屯區（另計畫於 108 年完成建置 3 座同型雷達，各位於新北市樹林區、雲林縣口湖鄉及宜蘭縣壯圍鄉），可提供每 2 分鐘 75 公里掃描半徑內之徑向解析度約 250 公尺之降雨網格資料，供水利及防災單位應用，如圖 5.1.2 所示。

劇烈天氣監測系統 (Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, QPESUMS) 為氣象局、經濟部水利署、行政院農業委員會水土保持局及美國劇烈風暴實驗室所共同開發之氣象資訊系統，整合雨量站、雷達站及衛星觀測等多重觀測資料並結合地理資訊發展劇烈天氣監測系統，以提供即時性劇烈

天氣監測資訊、過去 72 小時內定量降水估計及未來 1 小時定量降水預報產品等。至 2017 年底，劇烈天氣監測系統 (QPESUMS) 已安裝至經濟部水利署本部、水利署第十河川局、國家災害防救科技中心、空軍氣象中心、內政部消防署、農委會水土保持局、臺北市政府消防局、臺大綜合災害研究中心及消防署各縣市防災應變中心。

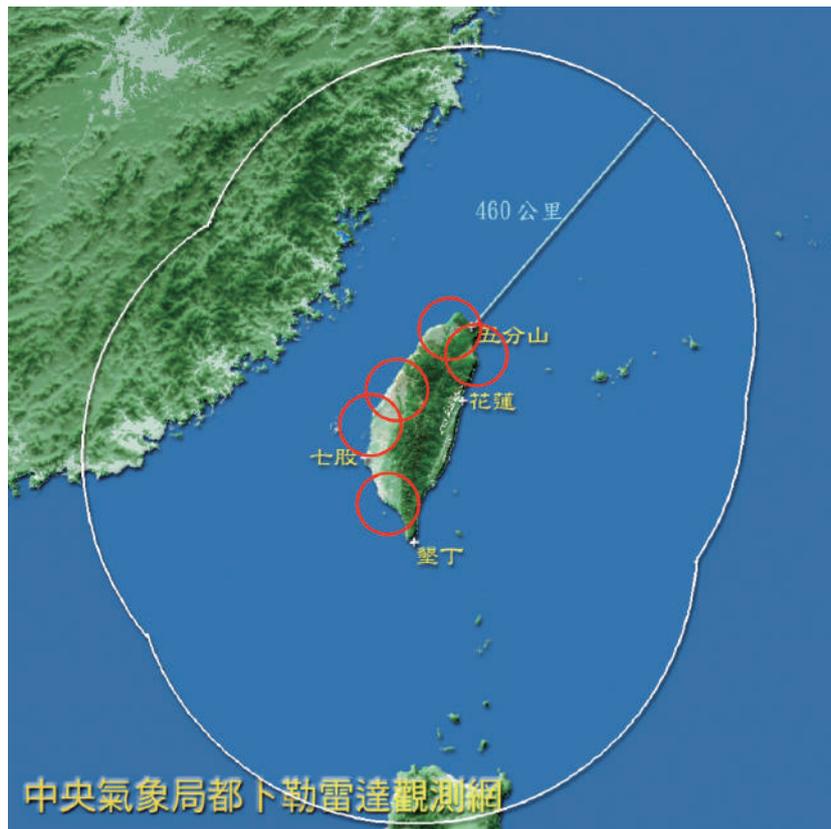


圖 5.1.2 我國氣象雷達觀測網

資料來源：交通部中央氣象局。

四、海象與水文觀測

氣象局設置環島及離島海象觀測網，觀測站共計 36 站，包含資料浮標站 9 站、潮位站 26 站，潮位站觀測項目包含潮位，部分潮位站包

含水溫。浮標站觀測時間間隔為 1 小時，觀測項目有浪高、浪向、波浪周期、風速、海溫、氣溫、氣壓、流速及流向等。中央氣象局海象觀測網，如圖 5.1.3 所示。

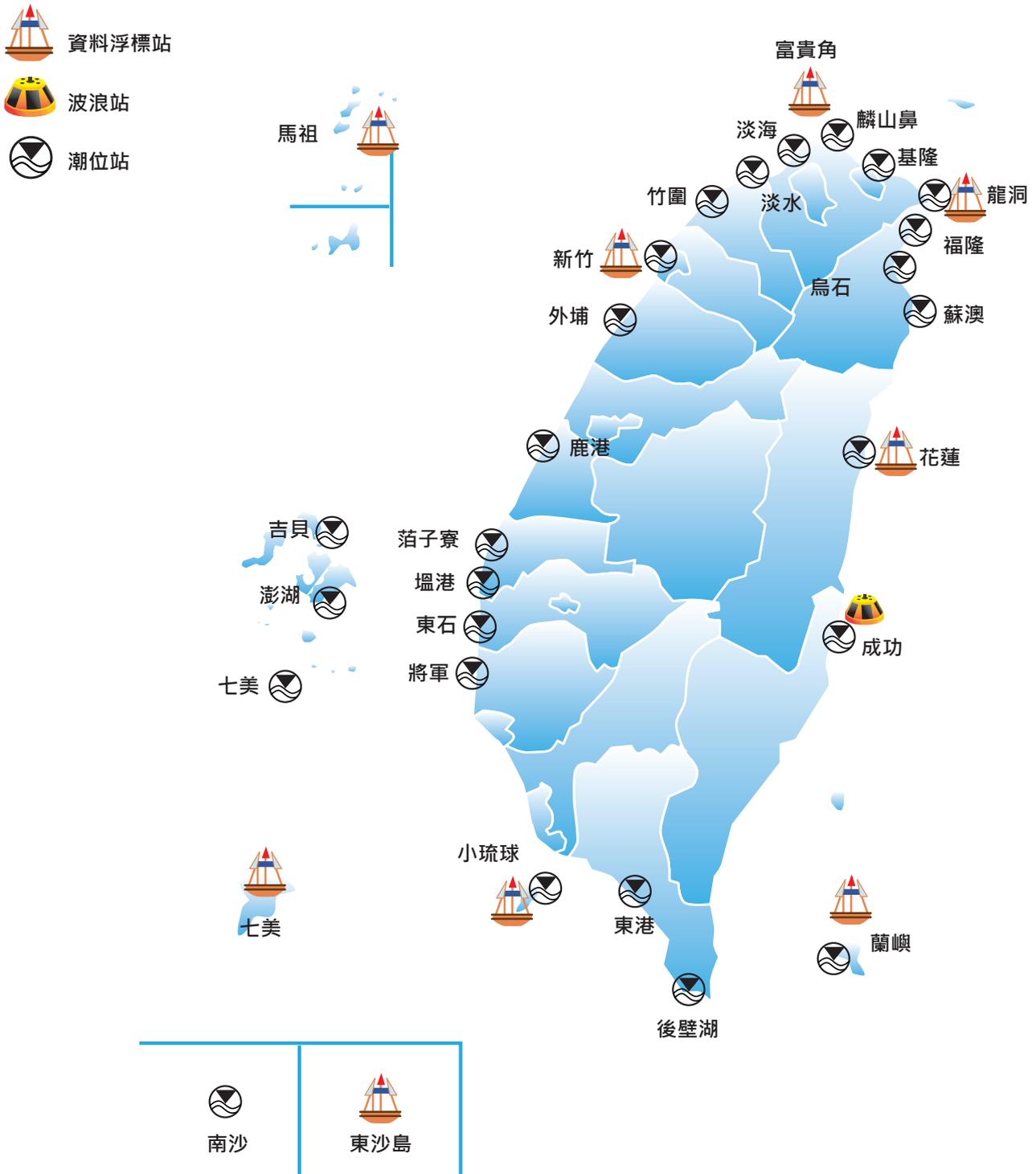


圖 5.1.3 交通部中央氣象局海象觀測網

資料來源：交通部中央氣象局。

經濟部水利署為持續掌握環島近海水文情勢，收集近海水文資料，作為海岸防救災業務與海岸地區永續發展，發展一套作業化海氣象觀測系統雛形，此套系統包括一現場觀測站、即時數據傳輸系統、監控品管系統及數據展示系統；截至 2017 年底，近海水文觀測網測站計有 19 個測站，包括 7 個資料浮標站、12 個潮位站。河川水文監測部分，河川雨量監測站 212 站，水位、流量及含沙量監測站 260 站，地下水水位觀測站 365 站 (778 口水井)，河川大斷面樁 11,674 樁，遍及全國河川、集水區及地下水水源區等。

5.2 氣候變遷重點研究與推動工作

氣象局致力於氣象觀測、預報能力及氣候變遷研究能力之提升，自 2010 年起推動「災害性天氣監測與預報作業建置計畫 (2010-2015 年)」，另於 2014 年推動「氣候變遷應用服務能力發展計畫 (2014-2017 年)」，主要研究方向有氣候模式發展與應用、氣候變遷分析、氣候應用推廣，氣象局與各氣候相關計畫之互動關係如圖 5.2.1。

氣象局與國內外氣候相關計畫之互動關係

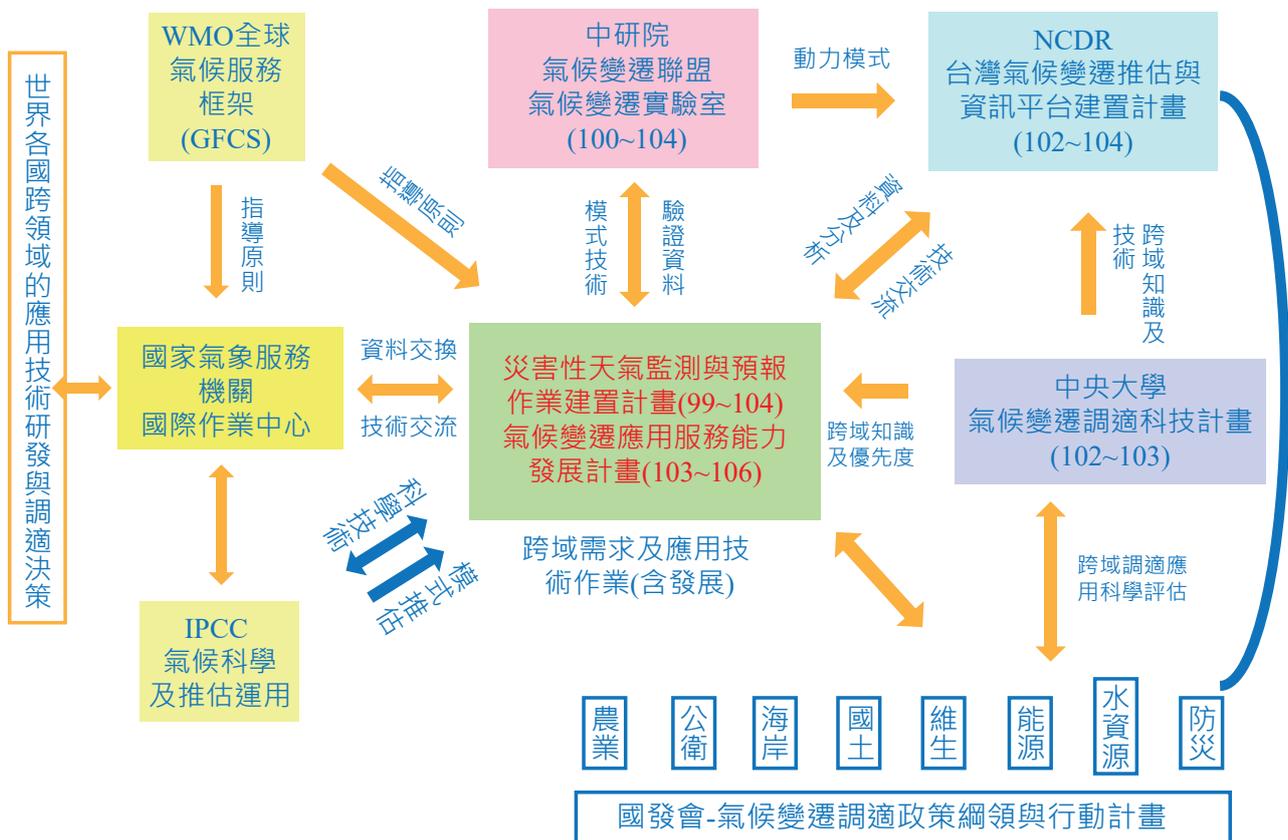


圖 5.2.1 交通部中央氣象局與國內外氣候相關計畫之互動關係圖

資料來源：交通部中央氣象局。

除提升觀測及研究能量，科技部亦根據過去百年所累積之氣候科學數據，作為研擬各項因應與調適措施、氣候變遷決策之依據。因此同時發展氣候變遷科學研究、進行具體的衝擊評估。自 2010 年起陸續推動氣候變遷三大科研計畫：氣候變遷研究聯盟 (Consortium for

Climate Change Study, CCLiCS) (2011-2016 年)、臺灣氣候變遷推估資訊平台計畫 (Taiwan Climate Change Projection and Information Platform, TCCIP) (2010-2016 年)、以及氣候變遷調適科技整合研究計畫 (Taiwan integrated research program on Climate Change Adaptation

Technology · TaiCCAT) (2011-2016 年)。三大科研計畫主要產出包括臺灣本土氣候變遷模式建立、美國高解析度模式之引進、氣候變遷資料庫之建立、氣候變遷推估降尺度資料之提供、氣候變遷科學資料服務之提供、脆弱度與跨領域評估工具之建構、以及風險評估與調適流程之建構等。

2017 年科技部奠基過去研究基礎，發展氣候變遷服務整合平台為目標，推動「臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台計畫」，由行政法人國家災害防救科技中心擔任計畫辦公室，整合並衍伸成為完整之氣候變遷整合服務平台。而我國其他行政單位亦按其業務所管範圍，針對該領域進行氣候變遷相關研究。以下分別介紹：

一、氣候變遷研究聯盟 (Consortium for Climate Change Study, CCLiCS)

氣候變遷研究聯盟網羅國內在氣候研究、模式發展與模擬方面極具經驗的研究人員，以設於中央研究院的氣候變遷實驗室為核心，臺灣大學、中央大學、臺灣師範大學等大學的研究人員為合作夥伴，以五年為期，培養國內所缺乏的氣候變遷模擬團隊，建立臺灣氣候變遷模擬與詮釋所需的關鍵能力。

CCLiCS 以模式建置與發展及氣候變遷與變異研究為方向，模式建置與發展工作包括地球系統模式與高解析全球大氣模式、氣膠與雲微物理、區域氣候模式的建構與發展等，建構一套國內可以自行修改研發的地球系統模式群組及資料庫，群組包括地球系統模式，高解析度（小於 20 公里）全球大氣模式、超高解析度區域模式；地球系統模式引進美國國家大氣研究中心 (National Center for Atmospheric Research) 的社群地球系統模式 (Community Earth System Model, CESM1)，該模式包含大氣、陸面、海洋、生化循環等物理與化學過程，模擬各系統間的交互作用對氣候變異與變遷的影響。氣候變遷與變異研究包括偵測與歸因、劇烈天氣、高解析氣候變遷模擬推估、氣候變遷機制模擬、第五階段耦合模是對比計畫氣候模式 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5, CMIP5) 全球 / 季風氣候變遷評析。

二、臺灣氣候變遷推估資訊平台計畫 (Taiwan Climate Change Projection and Information Platform, TCCIP)

TCCIP 第一期計畫自 2010 年至 2016 年，首要目標係提供可靠、客觀、在地的氣候變遷科學資料，除建構臺灣的長期觀測資料並產製未來氣候推估資料，同時架設資訊平臺網站，提供科學研究社群完整並貼近在地的降尺度的臺灣氣候資料。TCCIP 也作為氣候變遷資料產製者如氣象科學家與資料使用者如相關領域專家之間的溝通橋樑，將氣候變遷資料產製者之分析結果、推估資料與資訊有效地傳遞給使用者。

TCCIP 平臺已彙整 15 億筆氣候變遷大數據資料及 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，對於我國氣候變遷衝擊等相關科學研究有很大的助益。

TCCIP 計畫也與日本文部科學省的氣候創生計畫 (SOUSEI) 合作，交流資料提供、資料應用經驗與相關技術。TCCIP 進行資料研發與加值，應用於各項衝擊領域，進行調適政策研擬，由行政法人國家災害防救科技中心統籌計畫，納入包括交通部中央氣象局、行政院農業委員會農業試驗所、衛生福利部疾病管制署、中央研究院環境變遷研究中心、國家衛生研究院國家環境醫學研究所、國家實驗研究院國家高速網路與計算機中心、國家災害防救科技中心、臺灣大學、臺灣師範大學、臺北大學、交通大學、中央大學、海洋大學、臺北市立大學、文化大學等，共計 21 個機構共同參與。

5.2.1 我國氣象觀測、預報能力及氣候變遷研究能力之提升

一、氣象模式發展與應用工作

氣象局除在氣象觀測系統上提升，在氣候模式發展中，為建立月度與季度災害性天氣趨勢分析及預報技術，並強化氣象局從氣候觀點分析劇烈天氣的專業能力，作為支援政府建立更健全的天然災害風險管理機制，以協助政府

充分運用氣候資料創造經濟效益，藉此瞭解及管理天氣與氣候風險，故提出「改善氣候預測行動方案」，透過全球氣候預測，建制動力統計預報系統，建立氣候模擬能力與系統及建立30年事後預報資料庫，進行可預測度評估，進而進行亞洲季風、西北颱風之推估預測；而在臺灣氣候預測方面，氣象局開發統計預測方法，並建立統計與動力降尺度方法建立，進而推估臺灣分區溫度及分區雨量之預測。同時提升氣

象局內預測應用分析之能力，透過易致災天氣辨識及易致災天氣系統氣候特徵分析與預測，來預測乾旱、報與、春雨、冬冷及熱浪之發生。也透過海洋氣候偶合模式，引進海洋模式，建置海氣偶合模式及進行氣候模擬與預測，以此推估聖嬰與反聖嬰現象。此研究目的期達到和世界先進氣象作業單位同步監視，及預測氣候與災害性天氣系統發展潛勢，並推估天氣及氣候風險，如圖 5.2.3 所示。

氣候模式發展與應用工作

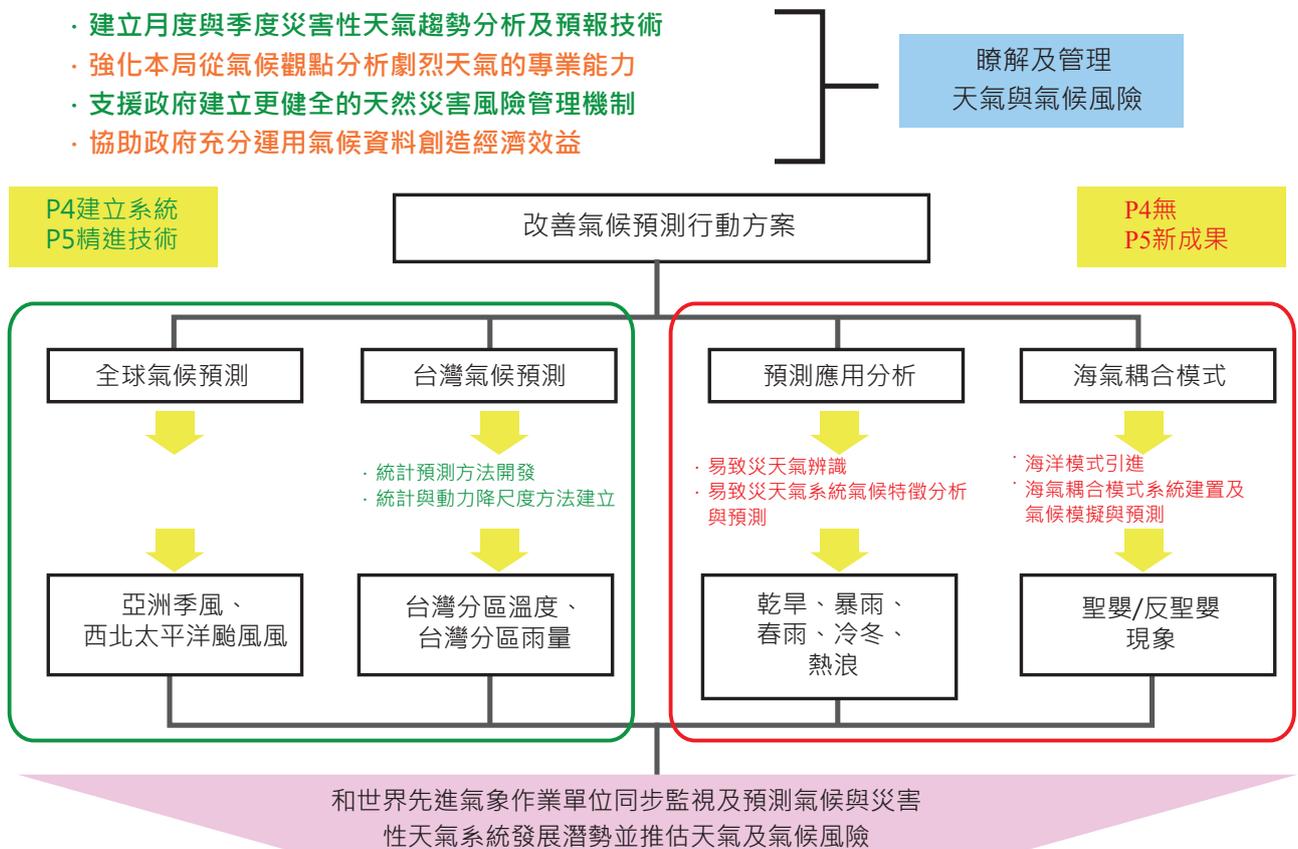


圖 5.2.2 交通部中央氣象局氣候模式發展與應用工作

資料來源：交通部中央氣象局。

氣候是大氣長期的平均狀態，但是整個氣候系統的發展不僅僅只是大氣本身的變動，還受到外圍環境的影響，例如地球表面的陸地及海洋均能透過流體的特性影響大氣環流的變化，其影響的程度也會隨時間的增長而加劇，所以完整的氣候預報模式必須包含海洋環流，甚至是海洋波動的預報。氣象局的氣候預報系統，發展主要朝兩個方向進行，一是提高大氣模式

的解析度，一是納入海洋環流預報模式。現行的氣候預報作業系統，大氣模式的水平解析度已由最先的300公里(赤道圈)提高到100公里，垂直方向也由18層增加至40層，預報的時間更從1個月延長至9個月，預報的資料已提供各界使用。氣候模式近地表(離地2公尺高)溫度及雨量之季節機率預報，示意如圖 5.2.4。

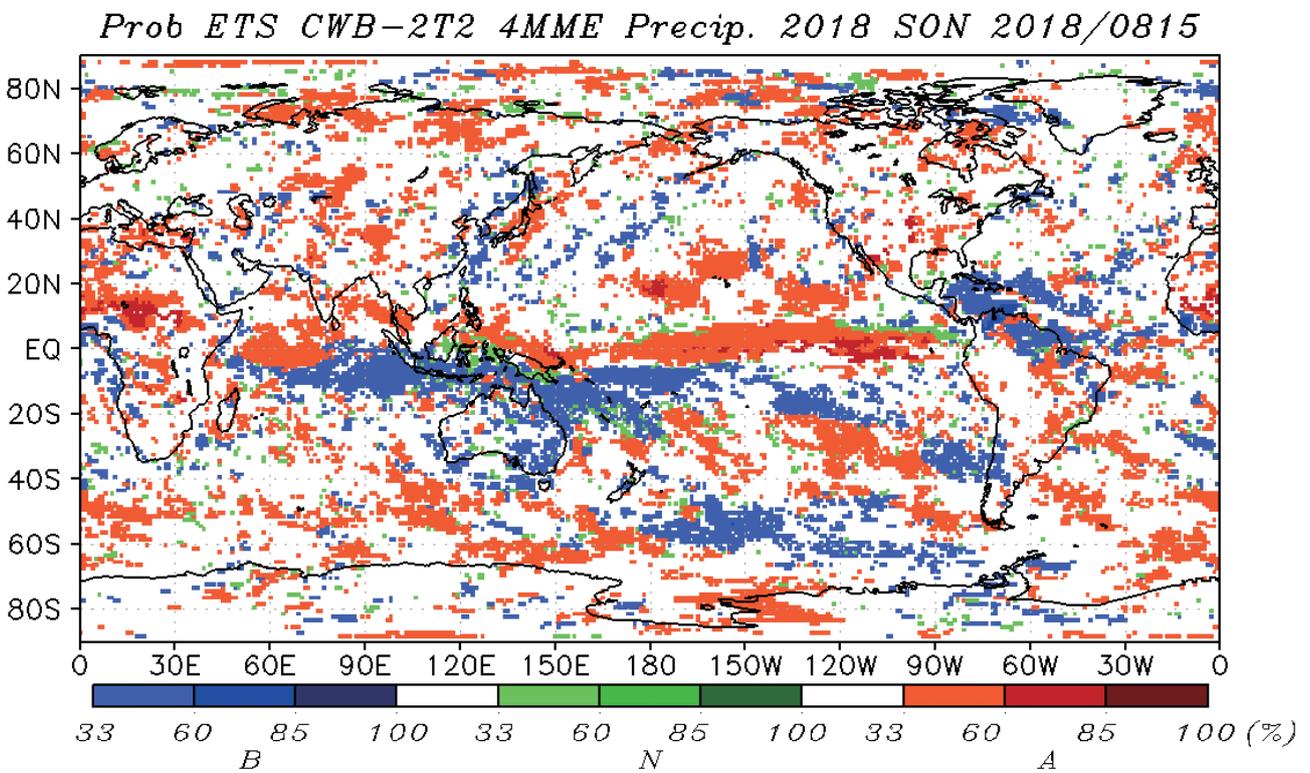
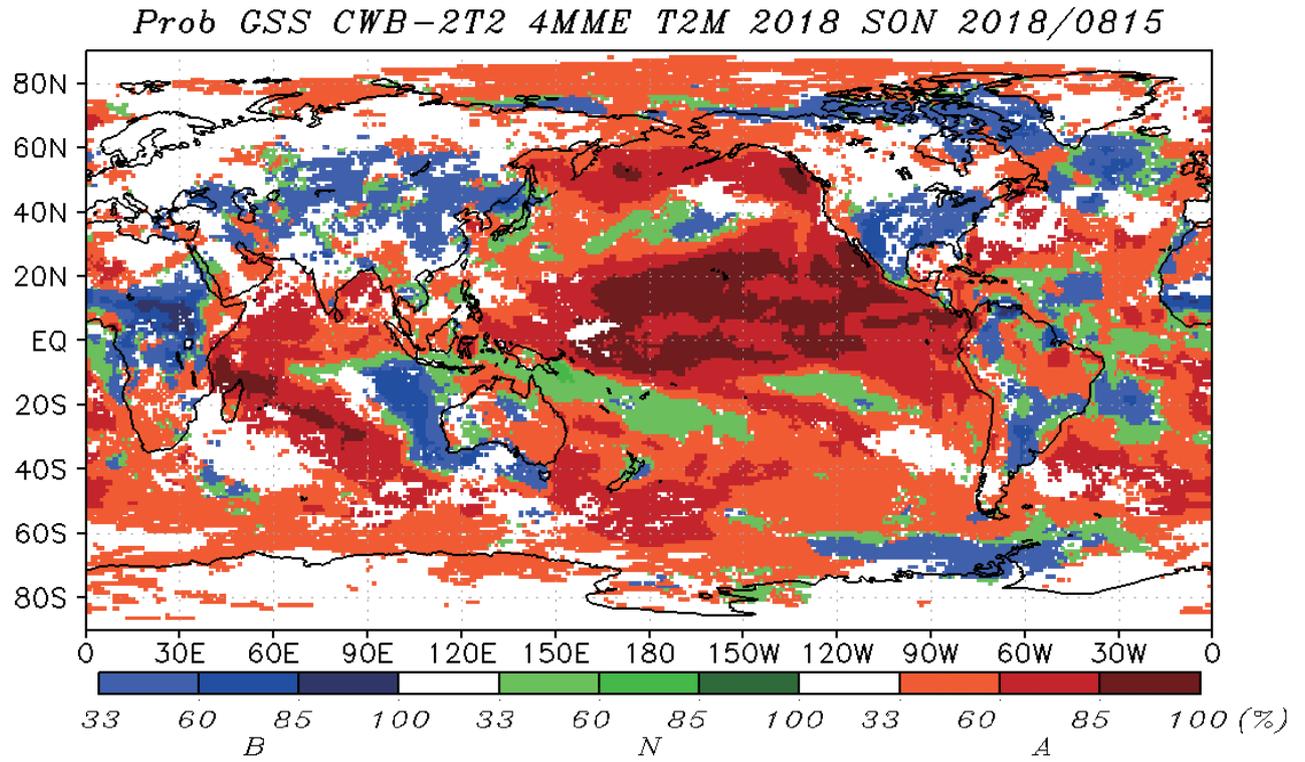


圖 5.2.3 氣候模式近地表溫度 (上) 及雨量 (下) 之季節機率預報圖

資料來源：交通部中央氣象局。

二、氣候變遷應用服務能力發展計畫

氣象局於 2014 年起發展「氣候變遷應用服務能力發展計畫」，自 2014-2017 年執行四年期計畫，目標是整備及分析長期氣候資料，發展氣候資訊應用服務能力，及推廣氣候知識與資訊應用服務，以達到因應氣候變遷，強化氣象災防，支援國家氣象風險管理與氣候變遷調適應用為目標。為配合國家氣候變遷調適政策及行動計畫，各應用領域對氣候測報資訊於相關領域決策的殷切需求，氣象局透過「發展臺灣氣候變遷分析與推估之技術能力」及「開拓氣

候資訊應用服務」2 個方面，拓展氣候科研及應用能力。

(一) 發展臺灣氣候變遷分析與推估之技術能力

為協助國家降低氣候變遷衝擊與影響，提供適足氣候變遷分析與推估資訊，並支援國家氣象風險管理與氣候變遷調適應用。氣象局透過過往累積之測站資料建立氣候背景資料庫，並透過資料庫分析臺灣過去的氣候變遷情形，進而推估氣候變遷對臺灣之影響，如圖 5.2.5。

氣候變遷分析工作規劃

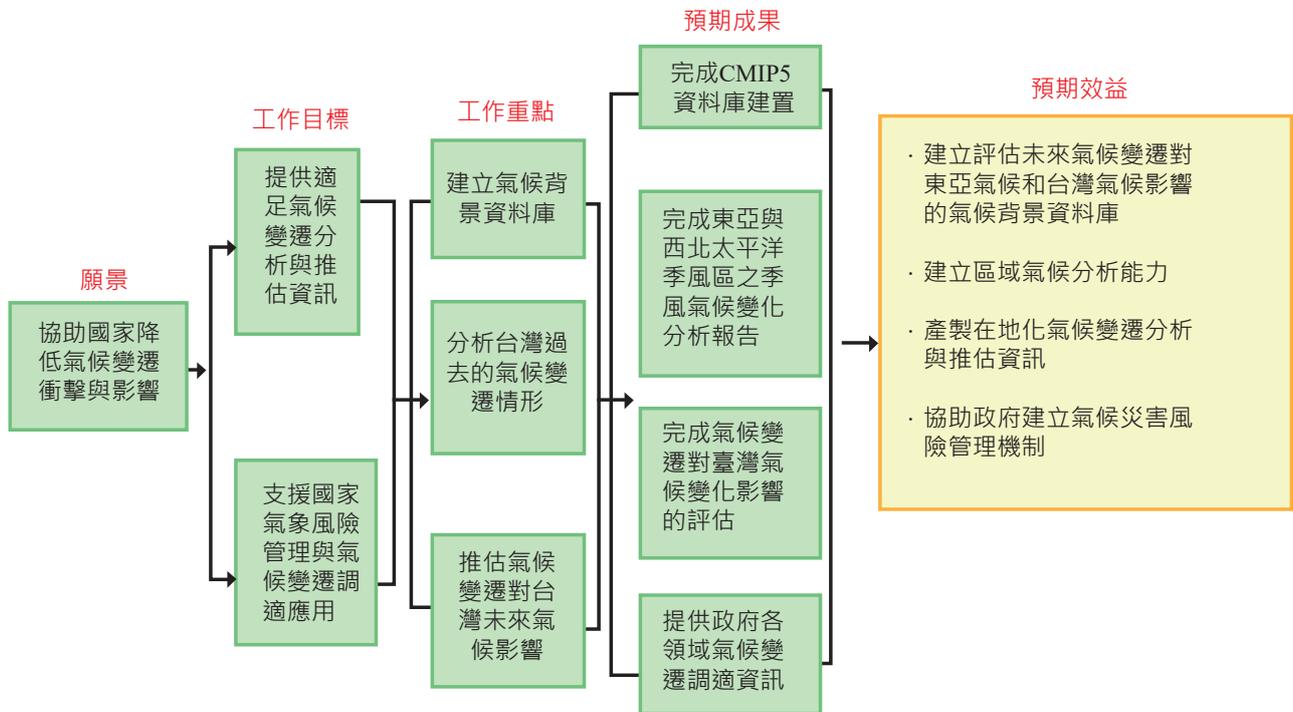


圖 5.2.4 交通部中央氣象局氣候變遷分析工作規劃

資料來源：交通部中央氣象局。

(二) 氣候資訊應用服務

為開展我國氣候應用服務範疇，氣象局近年發展氣候資訊應用服務能力、推廣氣候資訊應用服務。透過建立臺灣氣候資訊營運應用服務架構及機制設計，並發展各應用領域氣候風險評估方法，辦理氣候跨領域應用相關交流論壇及研討活動。並預期完成我國對氣候與相關

變遷資訊的應用服務架構及機制設計，並建立各個應用領域氣候風險評估與應用方法、完成臺灣的氣候服務需求調查報告，並提供各應用領域氣候變遷調適應用資訊。透過此研究計畫期待建立氣象局氣候應用服務能力、提升氣候資訊應用服務效能，並支援政府建立氣候變遷風險管理與調適運作機制，如圖 5.2.6。

氣候應用推廣工作規劃

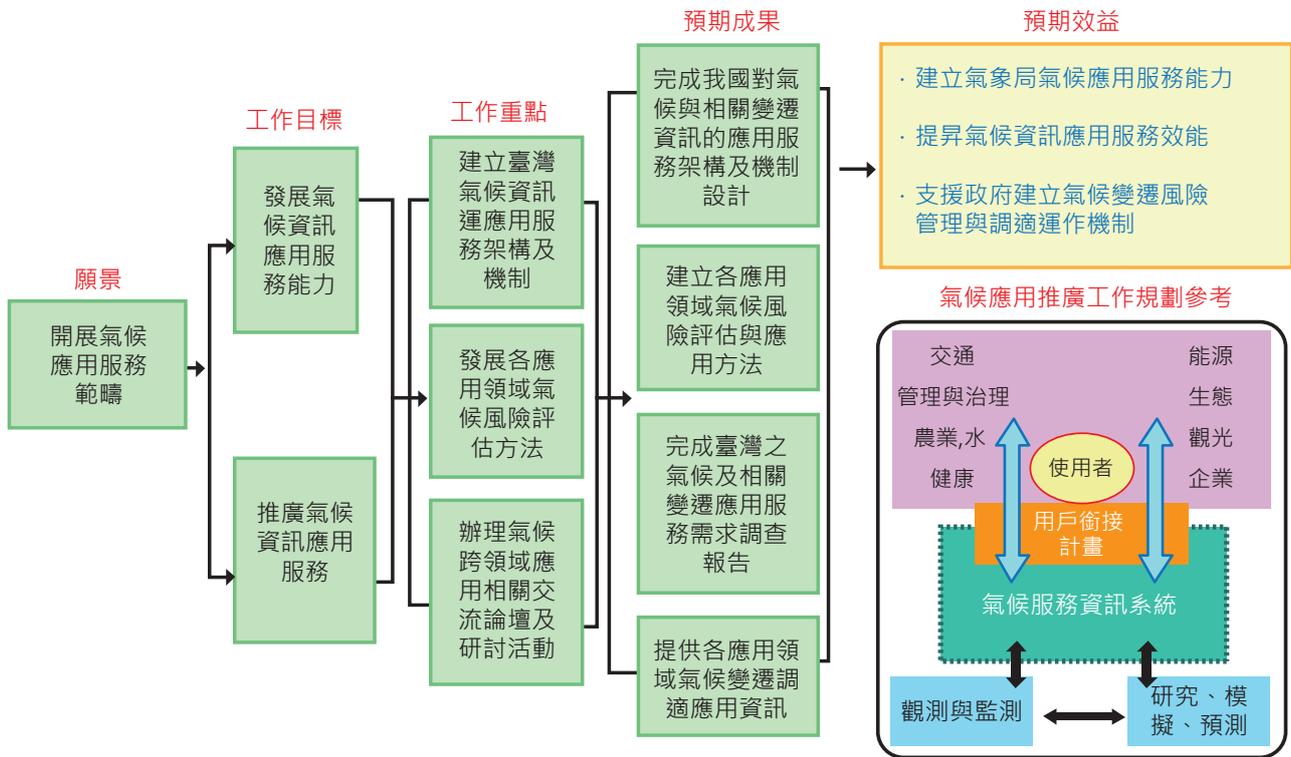


圖 5.2.5 交通部中央氣象局氣候應用推廣工作規劃圖

資料來源：交通部中央氣象局。

5.2.3 資料應用及資訊平台

一、氣候變遷應用服務能力發展計畫

交通部中央氣象局自 103 年起執行四年期氣候變遷應用服務能力計畫，目標是整備及分析長期氣候資料，發展氣候資訊應用服務能力及推廣氣候知識與資訊應用服務，以達到因應氣候變遷，強化氣象災防，支援國家氣象風險管理與氣候變遷調適應用為目標。

為配合國家氣候變遷調適政策及行動計畫，各應用領域對氣候測報資訊於相關領域決策的殷切需求，氣象局檢討過去在氣候變遷的分析、推估與實際調適決策應用能力方面仍缺少適當的資源以投入發展，因此於 103 至 106 年間，透過「發展臺灣氣候變遷分析與推估之

技術能力」及「開拓氣候資訊應用服務」2 個方面，拓展氣候科研及應用能力。

透過與不同領域的合作推廣氣候資訊跨領域的應用與服務，提供我國各界使用者所需的氣象服務資訊。氣象局與防災、農業及水資源相關單位皆有合作，如：在防災應用方面，提供降雨觀測及預報資訊給各防災單位作為防洪與土石流預警作業參考；提供劇烈天氣監測系統 QPESUMS 給交通部公路總局做為預警應變措施的參考；農業方面，與農委會合作維運農業氣象觀測網，提供農業界優質氣象資料；水資源方面，提供降雨或乾旱等預警資訊給水利單位做為水資源調度的參考。氣象局農業合作應用觀測網分布概況，如圖 5.2.7 所示。



圖 5.2.6 交通部中央氣象局農業合作應用觀測網分布圖

資料來源：交通部中央氣象局。

除了防災、農業、水資源，氣象局近年也與漁業及公共衛生方面的跨域合作，包括舉辦跨領域氣候應用資訊論壇及研討會，邀請政府相關業務單位、機關及學校研究人員、相關產業從業人員等參加，進行橫向溝通，瞭解使用者的需求，推廣氣象服務及開發氣象資訊的應用服務價值。目前已辦理農業、漁業、水資源管理與公共衛生等領域之多場跨領域論壇及研討會，另與政府機關及學術研究單位合作開發氣象資訊在各領域的應用。

在農業應用方面，透過劇烈天氣監測系統 (QPESUMS)，協助畜產試驗所進行乾草調製氣象服務。因乾草是酪農重要飼料來源，其調製

過程為刈割後平鋪待其自然乾燥 3~5 天，在過程中若遇雨而未及時處置，牧草將會腐爛而失去商品價值，透過 QPESUMS 使管理人員可進行回波強度與半徑設定，當具威脅性之回波進入半徑後，系統自動將發出警報，使得管理人員得調動人力以爭取時間進行緊急處置，有效降低雨害。又近年極端或異常天氣頻率增加，天災或人員管理不當的責任界定、災害規模大小以及是否到達到救助金發放標準之判斷益形困難，因此行政院農業委員會農糧署為辦理農業天然災害救助之主政機關，借力氣象局觀測資料做為科學佐證以減少爭議。氣象局亦為行政院農業委員會農業試驗所建置農業專家氣象

諮詢系統，透過氣象局所提供之全臺雨量分布圖、全臺地表溫度圖、日射量衛星反演資料及定期之氣象站資料。透過結合 GIS 系統及作物生長模式，在短期應用上，提供農民即時的在地天氣狀況及病蟲害預警，在長期應用上，則能估計未來產量以調節市場供需，提高農民收益；同時，也與該所合作進行農業氣象推廣初版教材的編制，同時也嘗試建立一個與終端使用者（農業從業者）溝通的平台，藉由與地區農會的密切合作，希望建立農業氣象資訊使用者的成功示範案例，期能有助於氣象局未來相關政策或措施之規劃，以提高氣象產品對於國內農業使用者的經濟效益。

在漁業應用方面，與行政院農業委員會水產試驗所及漁業署密切合作，規劃產製 47 個養殖漁業區精緻氣象預報、氣象局全球資訊網之漁業氣象專區以及行動通訊漁業氣象 APP 等工作。

5.3 未來規劃

氣象局未來將推動精緻化氣象（候）資訊智慧應用服務，提升我國對地震與海嘯自然災害的預警能力，擴展地震資訊於防災、國土與學術之應用層面；強化海象觀測設施與預報技術，提升海域防災環境服務。

一、氣候模式未來規劃

未來氣候預報的發展以建立海、氣耦合預報系統為目標，耦合系統是將海洋環流模式與大氣環流模式結合，同時預報海洋與大氣的狀態，如此可以更精確的模擬海洋和大氣之間雙向的交互作用，除此之外，大氣模式的水平解析度也將提高到 50 公里、垂直方向增加至 60 層，預報的時間延長至 13 個月，更增加海洋的預報產品，推估預報資料的使用範疇。

二、氣象服務應用

（一）執行發展小區域災害性天氣即時預報系統計畫、氣象領域氣象科技研究發展與維運計畫及相關的科技發展計畫，強化氣象資訊基礎建設，研發新式小區域災害性及即時天氣預報技術，發展本土化之機率型預報指引，建置災害性天氣警

特報作業機制，以因應防災應變及服務民眾之需求。

（二）執行建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫，藉由新增降 雨雷達與新世代高時空解析度衛星觀測資料，配合新式遙測資料演算技術，可增進雷達、衛星資料對劇烈天氣系統偵測與預報能力，並產製海氣陸相關衍生產品，提升遙測資料的應用價值與服務效能。

三、提升海象測報與海域環境防災能力科技研發計畫

（一）整合西北太平洋國際海象資料與開放資料應用，提供海域科技研究基礎資源，促進海象資料在學研單位與政府應用，建立海洋經濟與藍色能源產業需求之海象諮詢服務。發展海溫寒害預警、海污與海難漂流預報、海運波候、海洋熱含量、海平面變化、暴潮及氣象海嘯等服務產品，建置臺灣海象防災環境資訊平台，提供特定海域防災資訊。

（二）發展與建置波潮耦合暴潮預報系統，發展鏈結暴潮模式與颱風路徑系集模組技術，建置暴潮系集預報系統，發展海流資料同化技術，強化與更新波浪系集預報系統，引進與建置美國氣象局最新版波浪模式，產製暴潮與波浪機率預報產品，強化海象預報能力。

（三）發展異常波浪機率預警技術，建置瘋狗浪機率預警系統，開發及整合依地震觀測數據探勘颱風及其波浪特性之輔助觀測系統，提升極端與異常海象預警能力。

（四）為強化防災環境監測，提升防災預警應變能力，持續執行為期 6 年（2015 年~2021 年）「強化臺灣海象暨氣象防災環境監測計畫」，主要工作包括：提升降雨監測效能、現有雨量站網現場儀器調校，強化雨量監測與傳輸、強化臺灣資料浮標觀測網暨海嘯預警浮標建置、建置岸基波流雷達觀測網、建置海域環境防災服務系統，開發波潮耦合暴潮預



報系統，整合海域海象資訊、建置遙測災防服務系統，開發衛星衍生產品，發展鄉鎮定量降雨預報技術，強化遙測資料之對流系統分析與即時預報能力。

四、預報技術發展

持續進行「氣象資訊之智慧應用服務計畫(I)」(2016年~2019年)、「氣象資訊在綠能開發之應用服務」計畫(2017年-2020年)及「農漁業健康環境形塑--運用客製化天氣與氣候資訊」計畫(2018年-2021年)，分別內容如下：

(一)「氣象資訊之智慧應用服務計畫(I)」(2016年~2019年)，主要工作包括：
(A) 建置氣象巨量資料平台及智慧化資料隨選功能，整合與強化氣象資料供應服務效能；建置位於臺灣本島及離島地區等20個氣候站；發展氣象跨域服務平台，開發跨領域應用需求及推廣跨域應用服務；開發新一代模組化劇烈天氣監測系統(QPESUMS-plus)，優先導入政府防災單位運用。(B) 發展新版海氣偶合氣候模式及第2週至第4週之天氣預報技術；整合臺灣測站溫度預報模型與發展短期氣候綜合預報技術，進行春雨趨勢預測的作業性測試及優化梅雨的趨勢預測方法；精進雷達資料同化方法以改善區域模式降水預報技術；建置第二代解析度一公里之精緻化預報作業編輯系統及進行新一代預報決策輔助系統決策支援輔助工具之本土化與客製化。(C) 擴充高速運算電腦資源，支援高解析數值模式的發展；優化局屬測站智慧型網路管理系統與規劃局屬測站新骨幹網路；建置氣候站以強化在地氣候監測應用服務。

(二)「氣象資訊在綠能開發之應用服務」計畫(2017年-2020年)，主要工作包括：
(A) 整集統計中尺度模式模擬資料，分析較佳風能區1公里高解析度風能密度，引入衛星及氣象雷達反演風資料，分析2公里解析度地表太陽能密度分佈，以建置新一代綠能產值評估資訊雛形系統，

提供風能發電開發參考。(B) 提升離岸風場示範區域動力降尺度即時作業系統至1公里解析度、發展全球預報模式風能統計預報系統，以精進未來7天每6小時綠能發電量預報系統及氣象資訊綠能營運資料庫系統。

(三)「農漁業健康環境形塑--運用客製化天氣與氣候資訊」計畫(2018年-2021年)，主要工作包括：
(A) 開發漁業跨領域客製化應用，完成日本向日葵8號氣象衛星海面水溫、繞極軌道衛星水色及夜間可見光雲圖的數位資料開發及影像產品製作。(B) 完成氣象局高解析度全球大氣預報模式與多尺度臺灣社區海洋模式的偶合，透過客製化的系統產製海溫、海鹽、海流等海洋要素及其他氣象、海象要素，提供漁業跨領域應用。(C) 開發農業跨領域客製化應用，依農業委員會農業試驗所擇選的示範作物，分析影響此作物生長的氣候要素，並規劃此作物所需的專屬客製化短期氣候預報系統。

參考文獻

1. 交通部中央氣象局，地面氣象觀測資料網頁：https://www.cwb.gov.tw/V7/eservice/docs/overview/observation/metro/sfc_obs.htm
2. 交通部中央氣象局，地球同步氣象衛星網頁：<http://www.cwb.gov.tw/V7/eservice/docs/overview/observation/msc/gms.htm>
3. 交通部中央氣象局，高空氣象觀測資料網頁：http://www.cwb.gov.tw/V7/eservice/docs/overview/observation/metro/upper_air.htm
4. 交通部中央氣象局，農業氣象觀測網頁：http://www.cwb.gov.tw/V7/eservice/docs/overview/observation/metro/agr_metro.htm
5. 交通部中央氣象局，劇烈天氣資訊系統網站：<http://qpesumspub.cwb.gov.tw/>
6. 交通部中央氣象局，劇烈天氣觀測系統網頁：<http://www.cwb.gov.tw/V7/knowledge/encyclopedia/ty081.htm>
7. 交通部中央氣象局，繞極軌道氣象衛星網頁：<http://www.cwb.gov.tw/V7/eservice/docs/overview/observation/msc/sat1.htm>
8. 交通部中央氣象局氣象衛星中心，氣象遙測觀測 - 氣象衛星與氣象雷達，104 年 5 月。
9. 行政院環境保護署，空氣品質監測網：<https://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>。
10. 科技部，氣候變遷研究聯盟官方網站：<http://cclics.rcec.sinica.edu.tw/index.php/about-us.html>
11. 科技部，國家科學技術發展計畫（民國 106 年至 109 年）（合訂本），2017 年 9 月。
12. 科技部，臺灣氣候變遷推估與資訊平臺：https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/v2/about_us_1.aspx
13. 國立成功大學近海水文中心，官方網站：http://www.comc.ncku.edu.tw/chinese/d_observe/d_observe.htm
14. 國家實驗研究院國家太空中心，福爾摩沙衛星三號計畫簡介。<https://www.nspo.narl.org.tw/tw2015/projects/FORMOSAT-3/program-description.html>
15. 許晃雄，許乾忠，李威良，陳建河，蔡惠峰，洪志誠，羅敏輝，黃彥婷，杜佳穎，蔡宜君，李時雨，吳奇樺，氣候變遷整合研究與跨國氣候推估模式比對 Consortium for Climate Change Study and CMIP6 Taiwan- 總計畫：氣候變遷實驗室 -II，2017 年。
16. 許晃雄，陳正平，林沛練，陳正達，建立臺灣氣候變遷模擬能力與能量 - 氣候變遷研究聯盟，自然科學簡訊第二十七卷第一期，2015 年。
17. 經濟部水利署，水文測站基本資料網頁：<http://gweb.wra.gov.tw/HydroApplication/WraSTList.aspx>
18. 經濟部水利署，氣候變遷水環境知識庫：<http://demosite.sinotech-eng.com/CCKMV2/Default.aspx>
19. 經濟部水利署，氣候變遷對水環境衝擊與調適研究第三階段管理計畫報告，2017 年。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲野柳女王頭

第六章

氣候變遷衝擊影響及調適 對策

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

第六章 氣候變遷衝擊影響及調適對策

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

6.1 氣候變遷衝擊現況

一、我國氣候模型、推估及情境

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

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

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

(一) 氣溫變化趨勢及長期氣溫趨勢推估

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

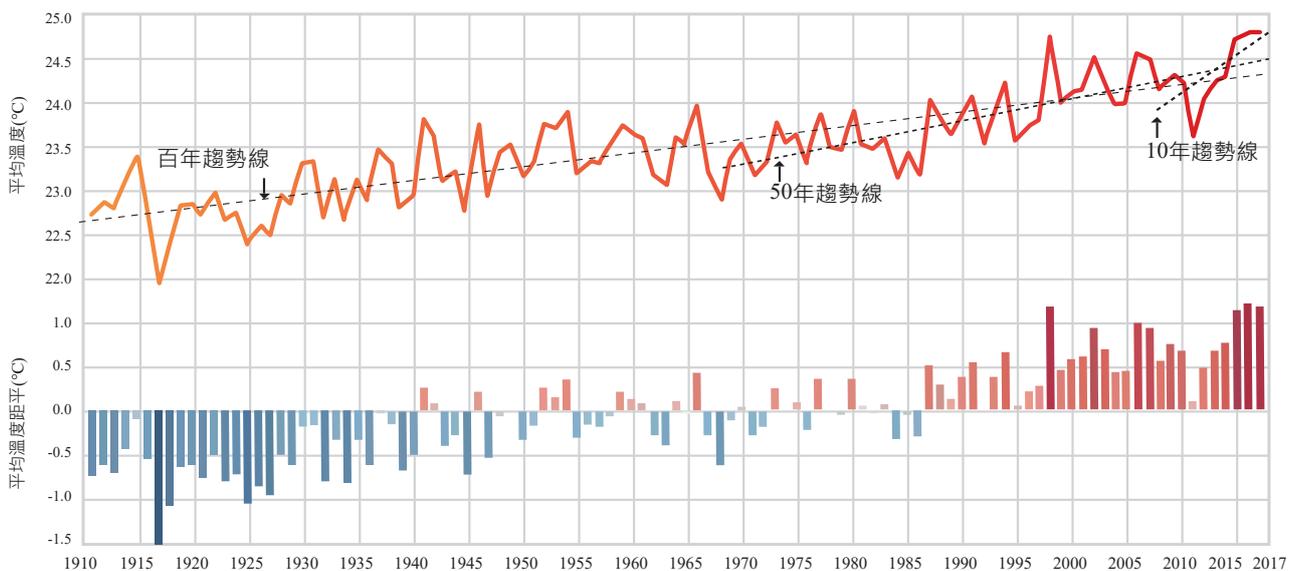


圖 6.1.1 臺灣 1900-2017 年溫度趨勢

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

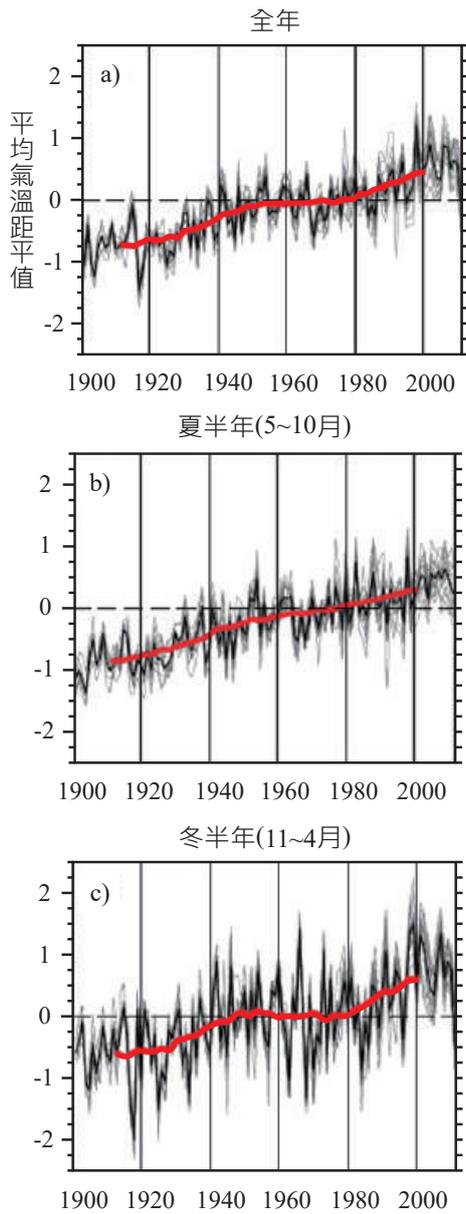


圖 6.1.2 臺灣氣溫趨勢

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

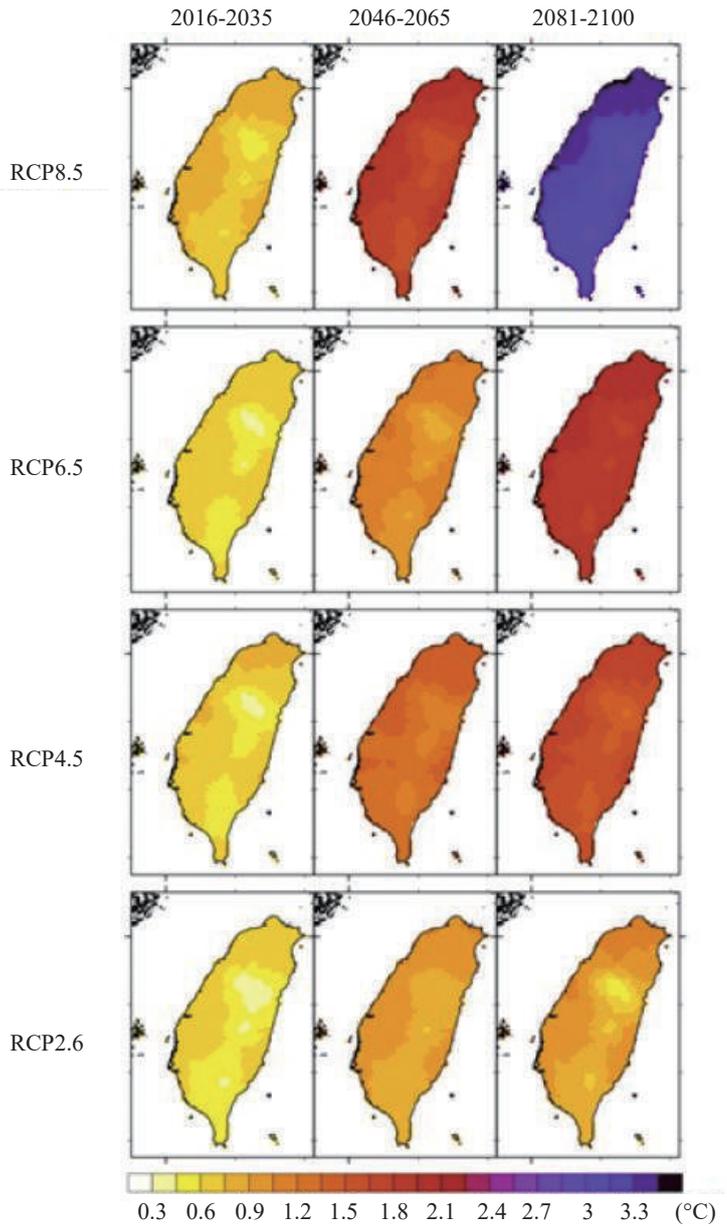


圖 6.1.3 臺灣地區近地面氣溫平均變化

表 6.1.1 臺灣平均氣溫與百年增溫幅度

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

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

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

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

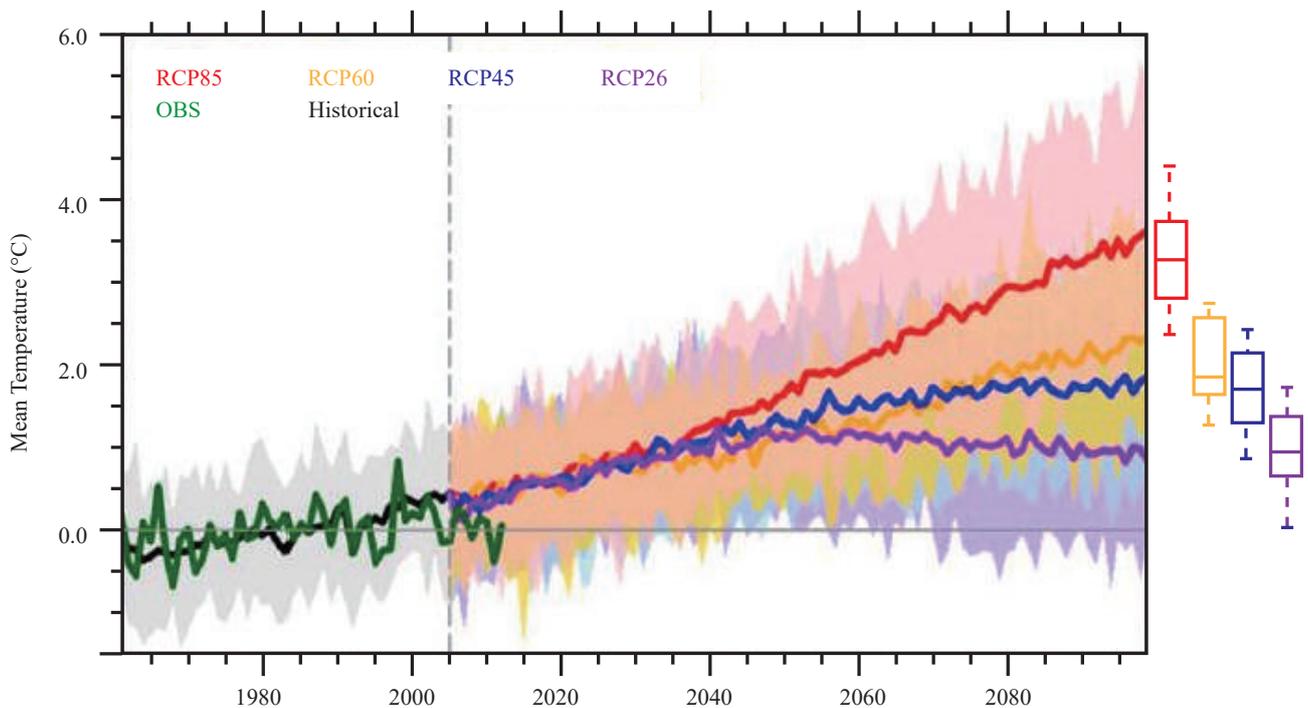


圖 6.1.4 臺灣地區近地面氣溫時間序列平均變化趨勢圖

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

（二）降雨變化趨勢及長期降雨趨勢推估

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

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

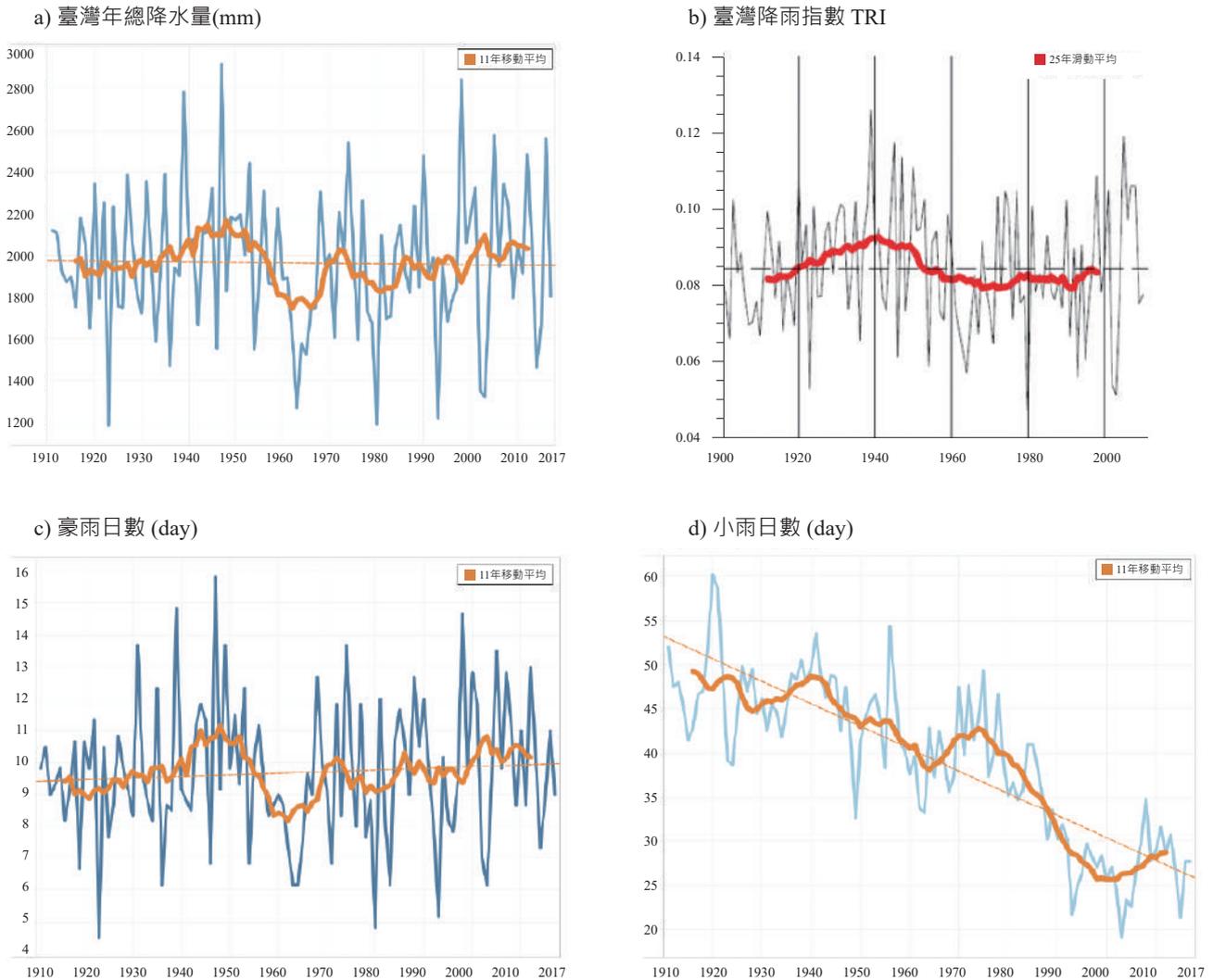


圖 6.1.5 臺灣降雨量觀測趨勢

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

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

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

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

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

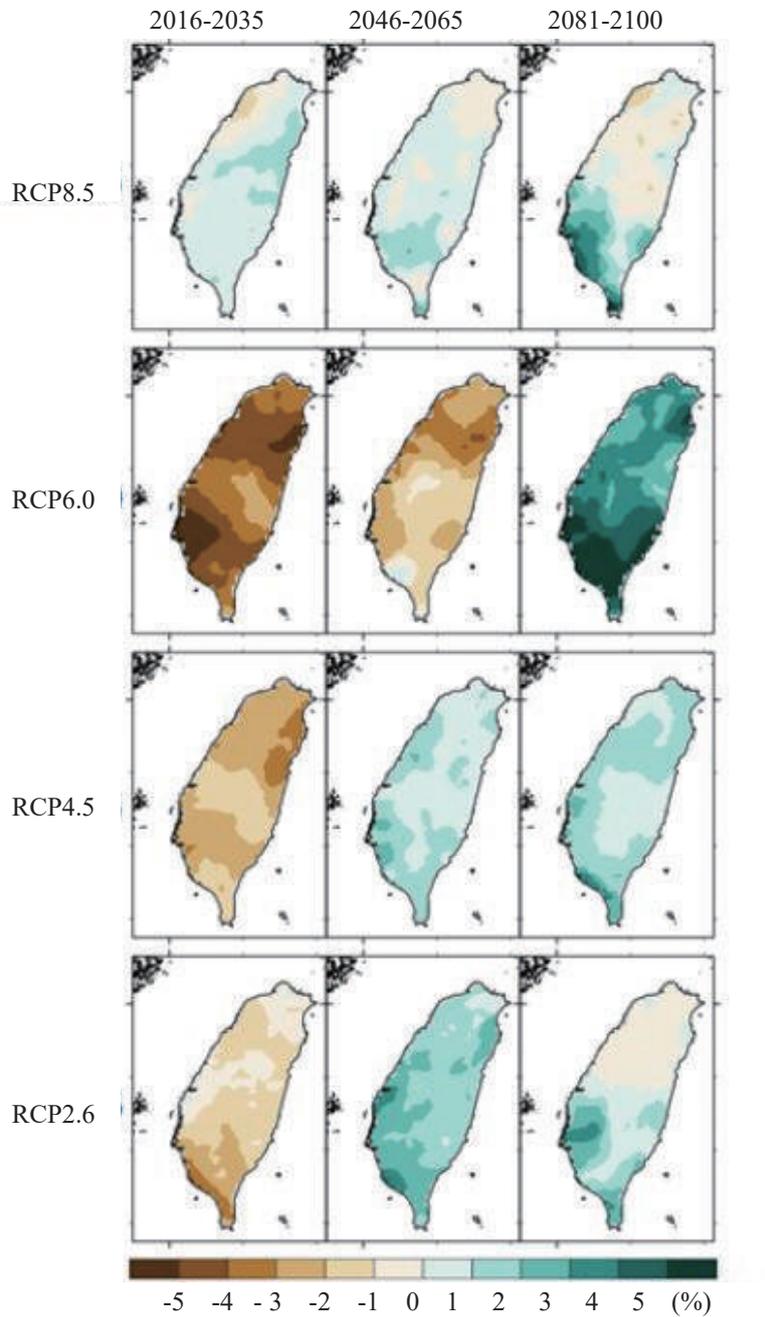


圖 6.1.6 臺灣地區雨量平均變化率推估

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

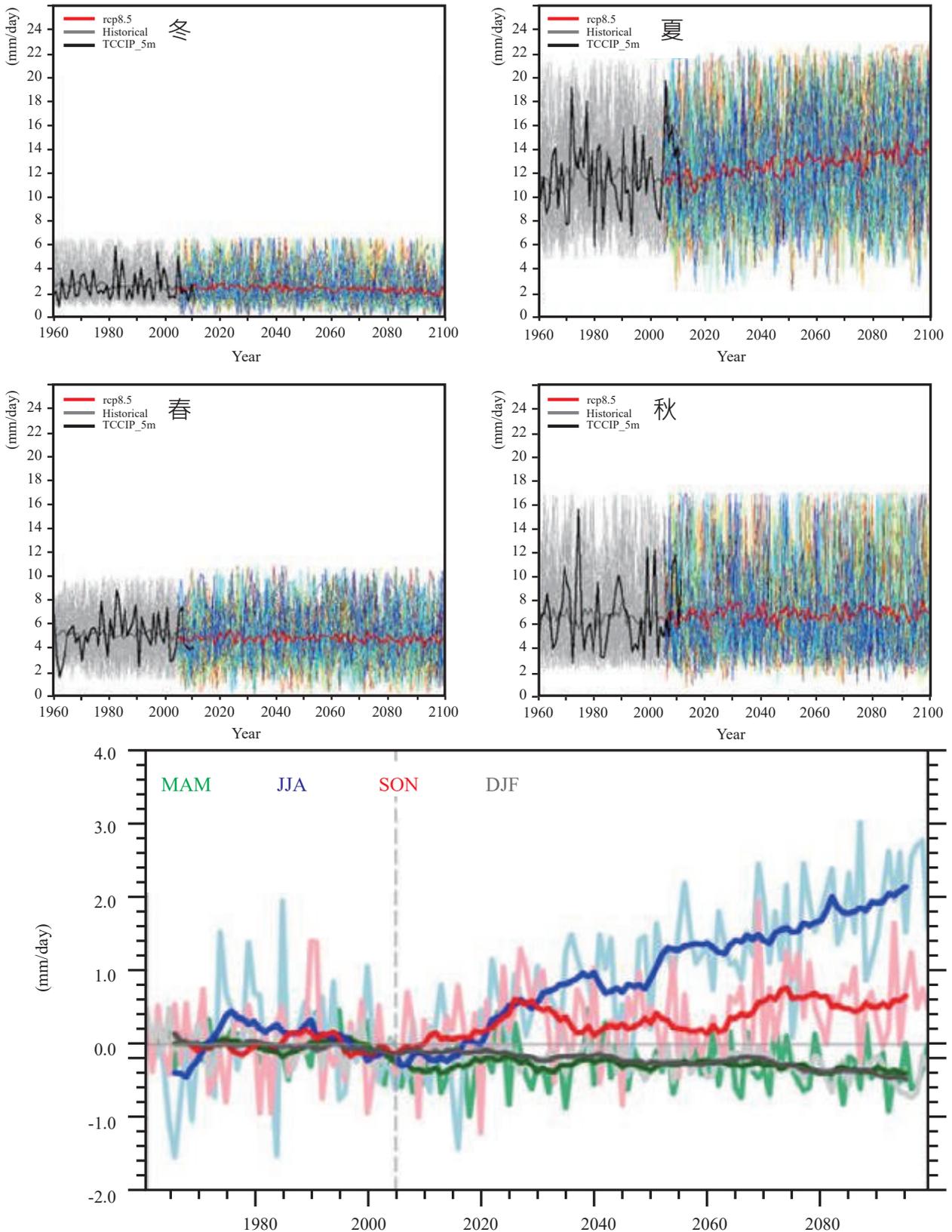


圖 6.1.7 在 RCP8.5 情境下全臺灣區域平均四個季節降雨的時間序列

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

(三) 季節日數變化趨勢

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

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

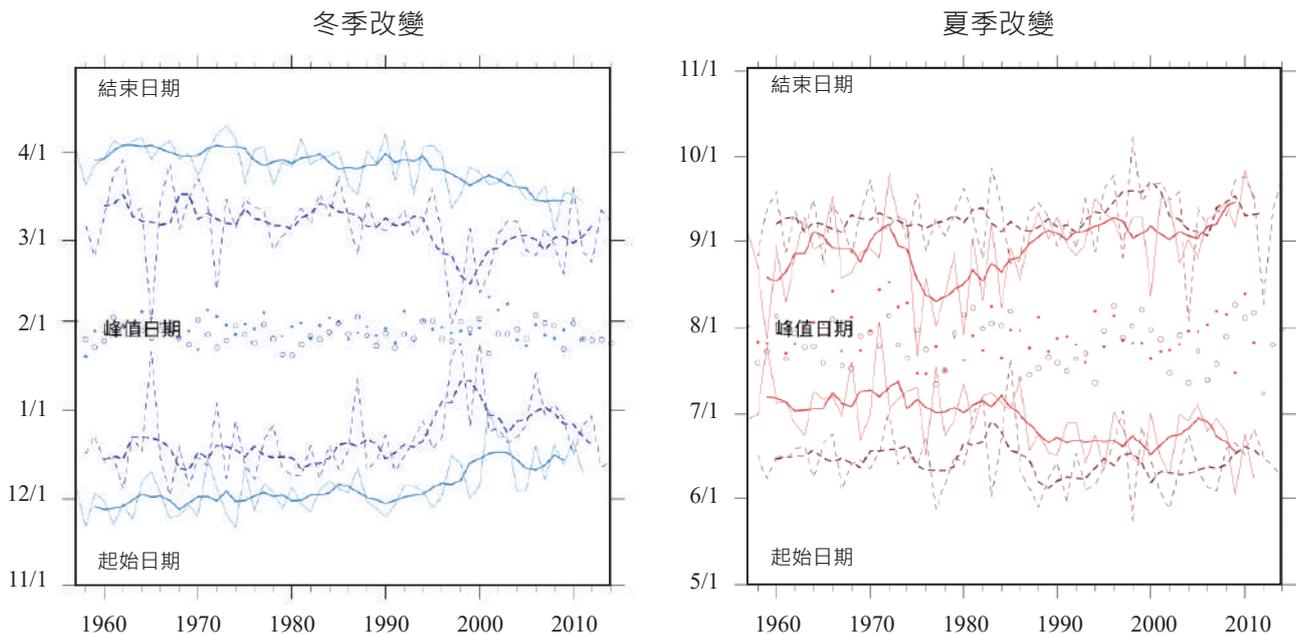


圖 6.1.8 臺灣季節觀測趨勢

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

表 6.1.2 1957~2006 年臺灣六個測站夏季與冬季變化表

臺灣季節變化		臺北	臺中	臺南	恆春	臺東	花蓮
季節	季節日數	+6.47	+8.41	+5.95	+0.43	+6.33	+6.42
	峰值溫度	+2.48	+1.28	+1.12	+0.19	+1.01	+1.00
季節	季節日數	-8.50	-7.54	-5.12	-2.62	-6.00	-6.62
	峰值溫度	+3.61	+3.74	+2.89	+1.14*	+2.19	2.78

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

(四) 極端天氣事件

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

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

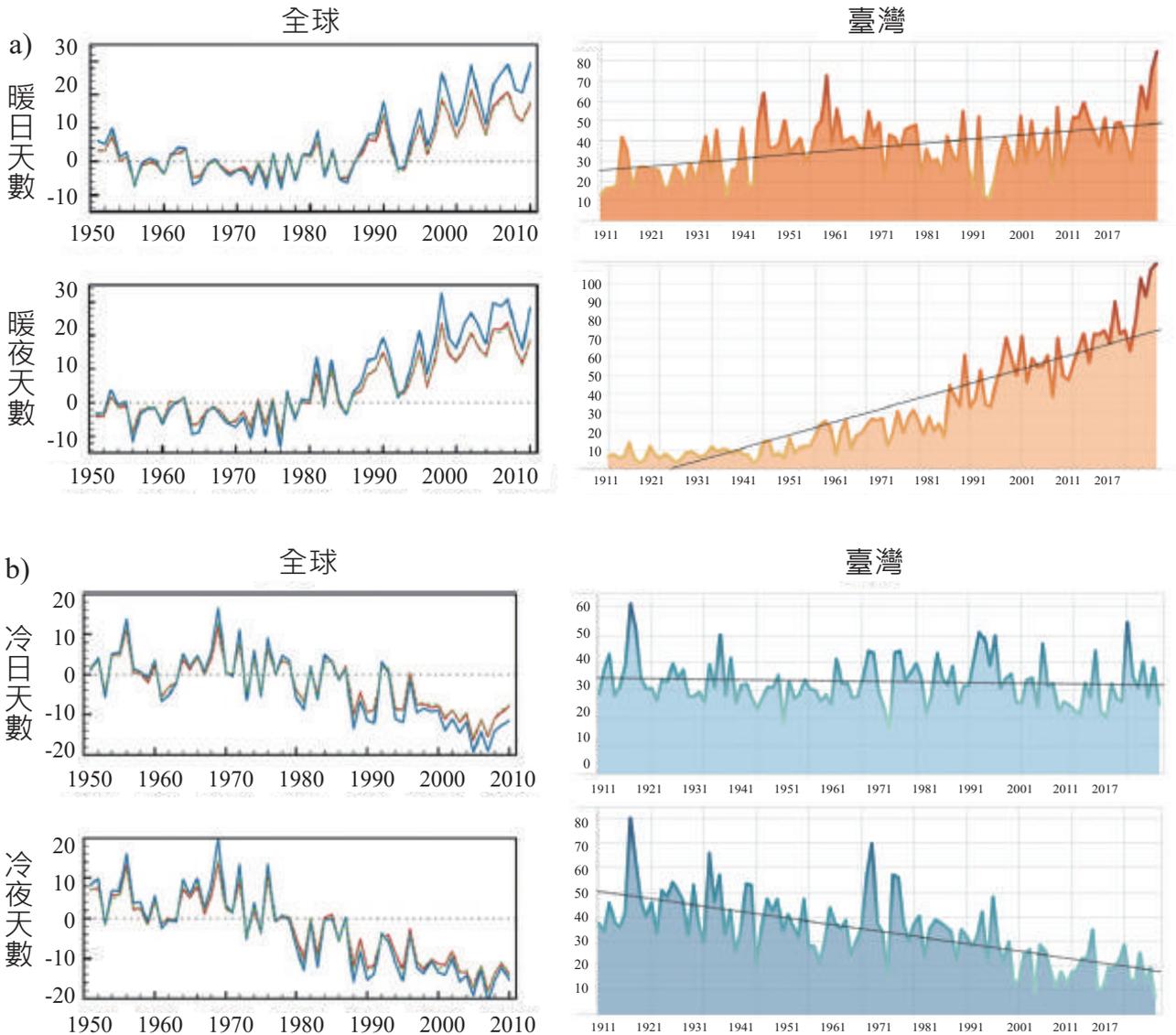


圖 6.1.9 臺灣高低溫日夜觀測趨勢圖

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

(五) 颱風

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

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

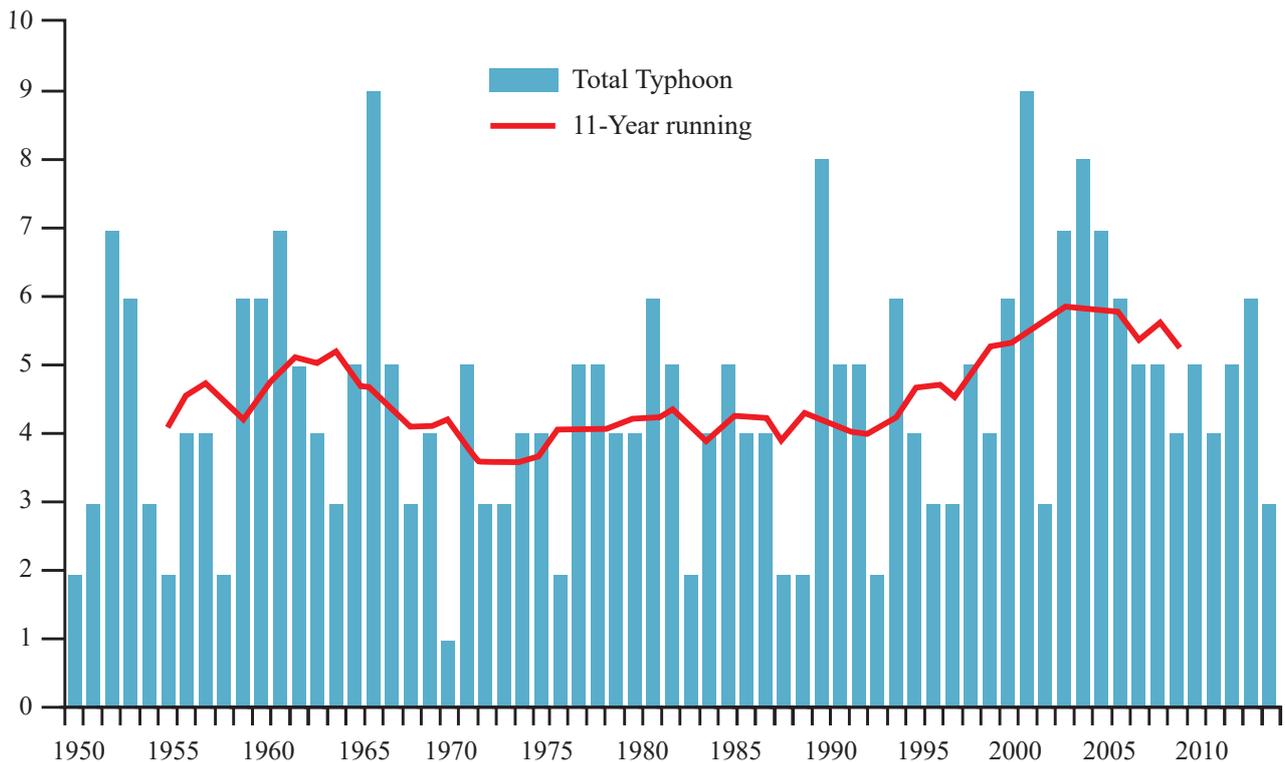


圖 6.1.10 1950 ~ 2014 年期間颱風個數時間序列圖

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

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

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

（六）大氣成分變化趨勢

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

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

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

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

(七) 其他

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

6.2 臺灣因應立場及政府組織架構

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

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

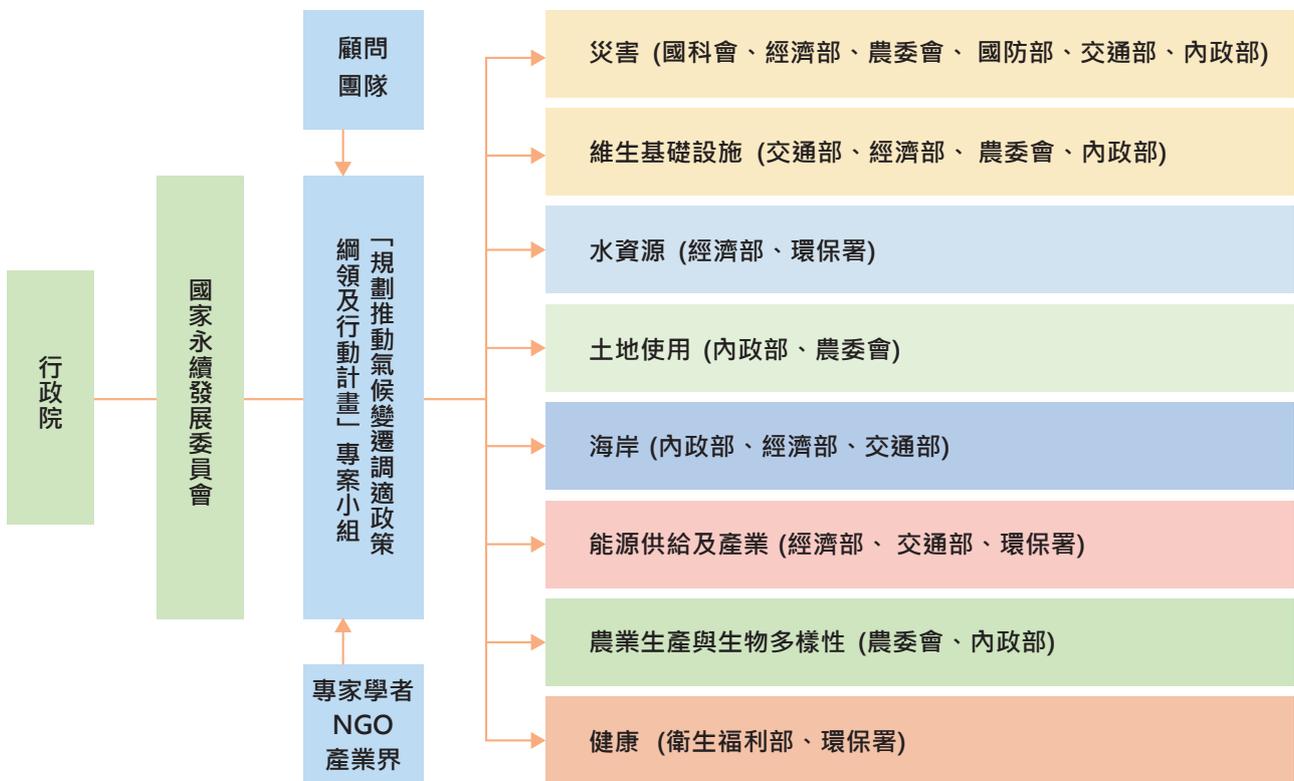


圖 6.2.1 我國國家氣候變遷調適政策綱領八大領域部會分工架構

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適政策綱領」，2012 年。

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

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

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

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

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

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

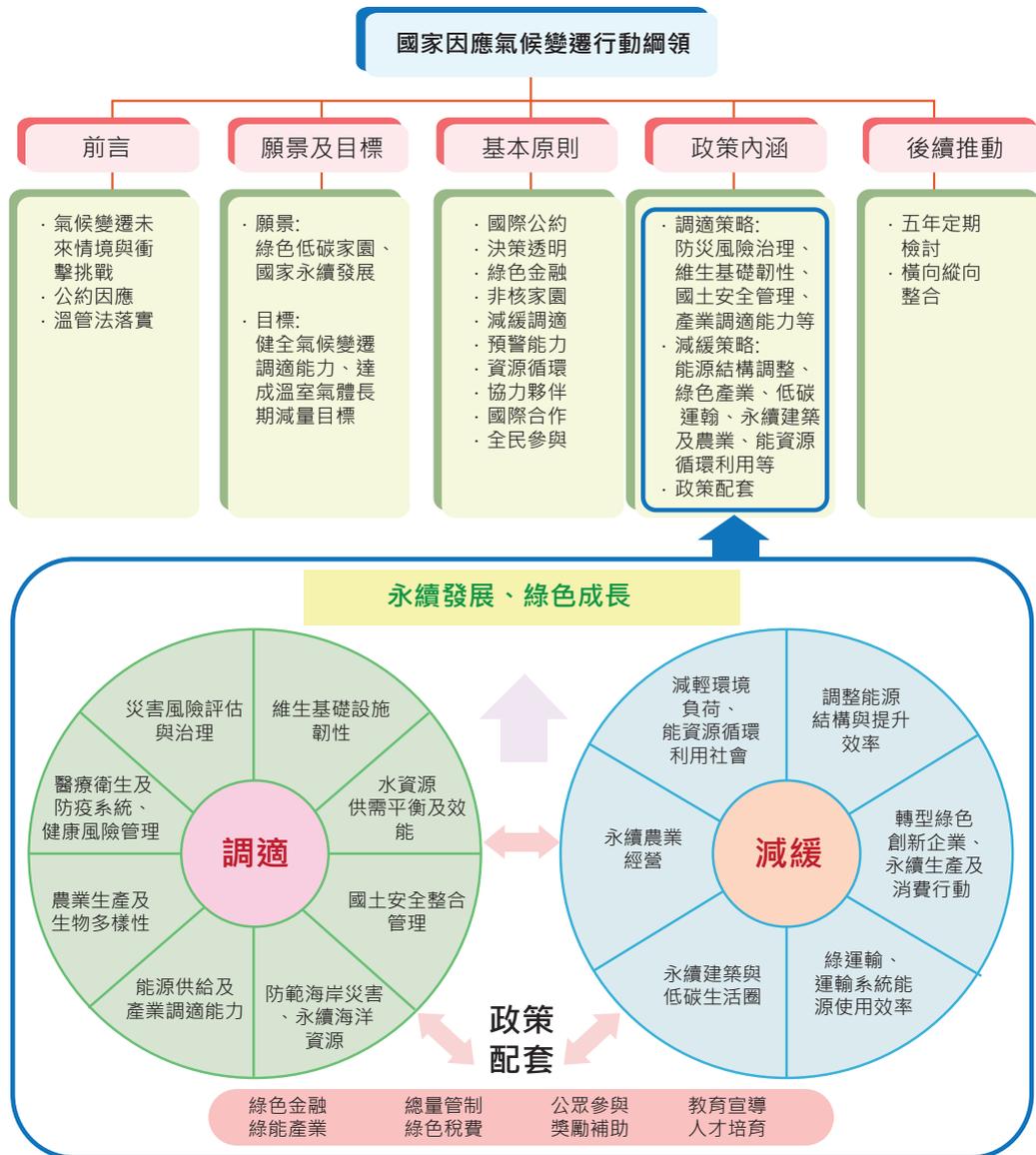


圖 6.2.2 我國國家因應氣候變遷行動綱領調適與減緩政策內涵示意圖

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適政策綱領」，2012年。

6.3 氣候變遷調適立法與施政重點

6.3.1 國家氣候變遷調適政策綱領

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

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

表 6.3.1 國家氣候變遷調適政策綱領彙整我國未來面臨之總體衝擊與挑戰

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

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適政策綱領」，2012 年。

6.3.2 國家氣候變遷調適行動計畫 (102-106 年)

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

國調適能力。執行成果摘述如下：

一、102-106 年總體調適計畫執行成果

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

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

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

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

各項執行情形說明如下：

(一) 建構氣候變遷調適的優質基礎

1. 研訂氣候變遷法律體系

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

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

2. 規劃確立氣候變遷組織權責

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



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

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

3. 建立因應氣候變遷下之經濟與財政規劃

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

4. 提升氣候變遷調適能力

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

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

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

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

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

5. 培育氣候變遷調適專才與通才

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

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

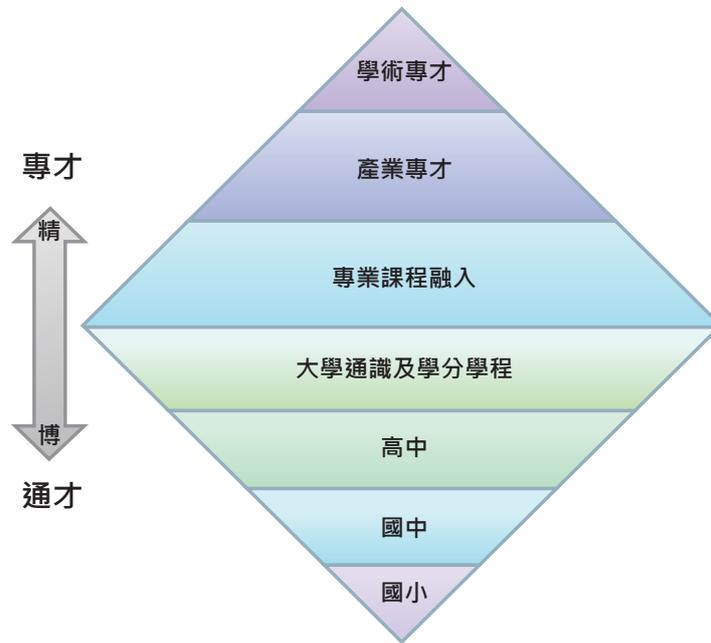


圖 6.3.1 教育部氣候變遷調適教育專才與通才培育架構圖

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

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

6. 推動與補助地方氣候變遷調適計畫

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

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

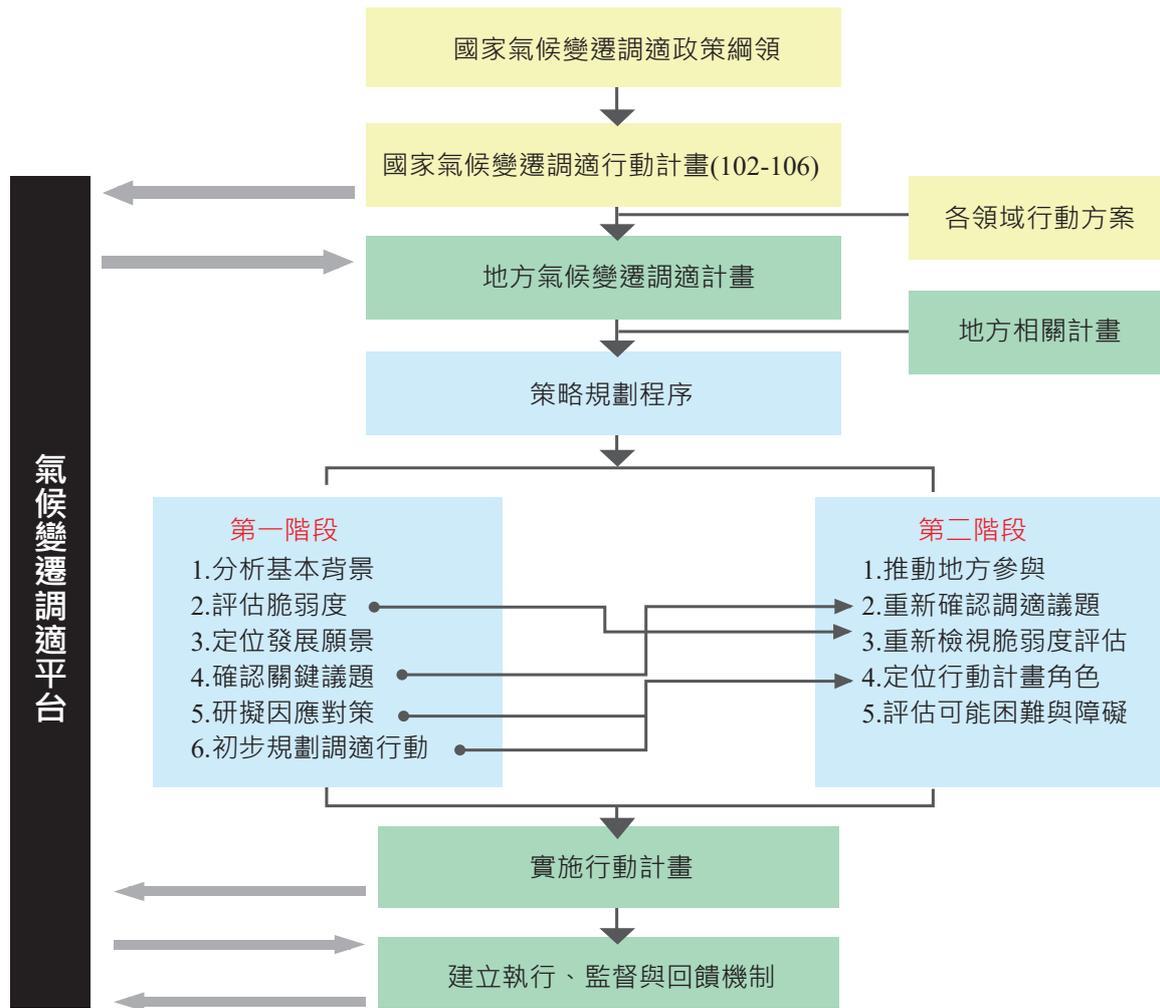


圖 6.3.2 地方氣候變遷調適計畫規劃作業程序

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

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

(二) 評估氣候變遷風險與調適規劃

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

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

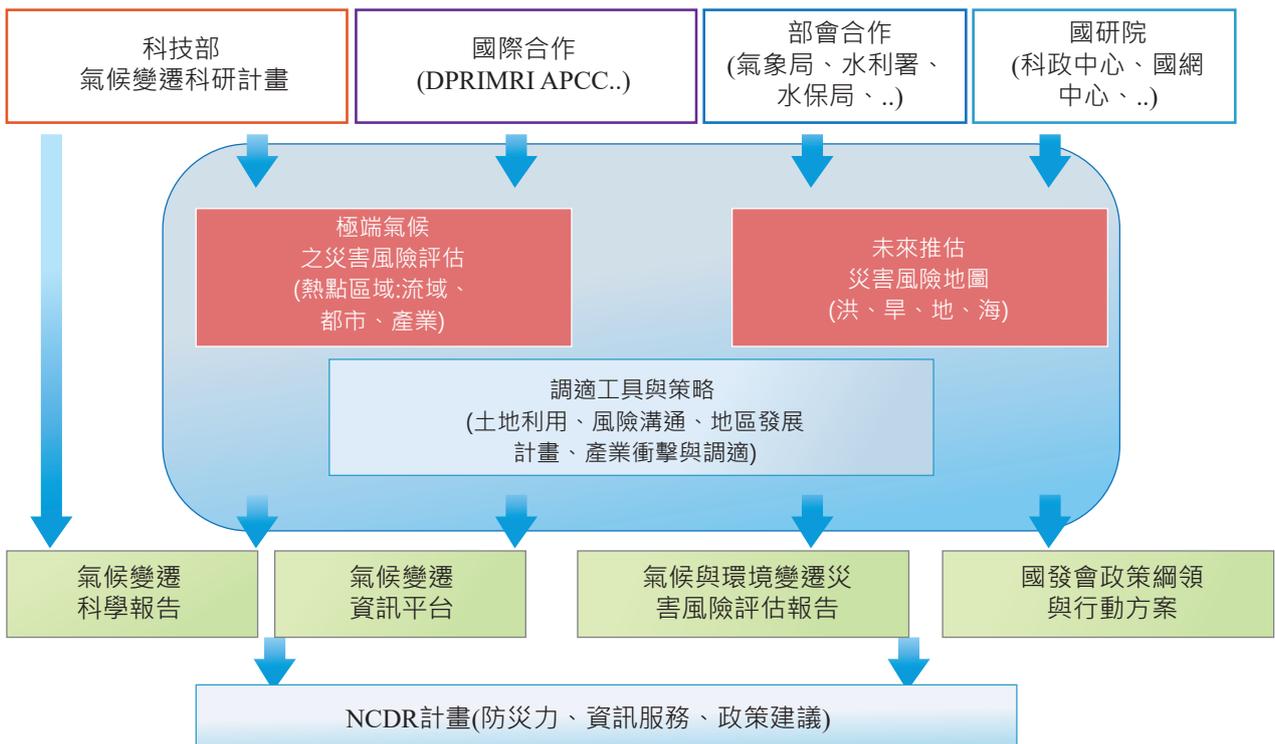


圖 6.3.3 國家災害防救科技中心極端氣候調適研究單位關聯圖

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

表 6.3.3 國家災害防救科技中心氣候變遷風險評估歷年重點成果

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

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

(三) 推動高風險地區之調適計畫

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

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

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

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

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

二、102-106 年各調適領域重點執行成果

(一) 災害領域

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

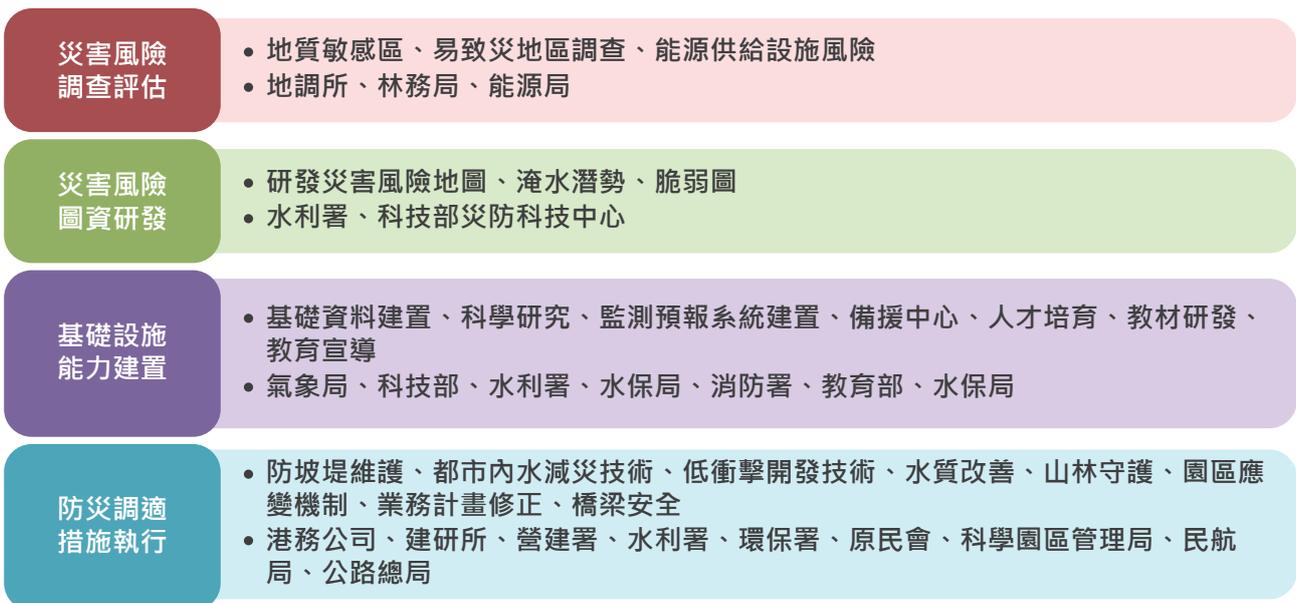


圖 6.3.4 災害領域行動方案執行成果重點

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

(二) 維生基礎設施領域

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

(三) 水資源領域

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

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

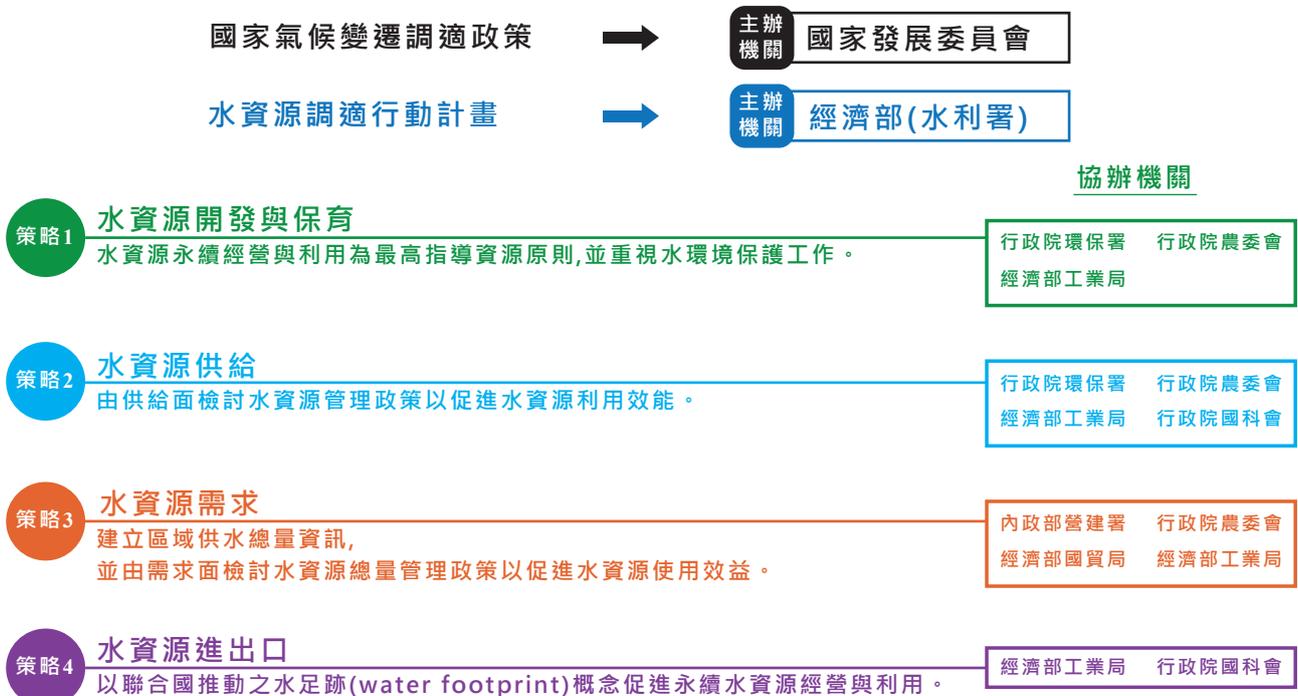


圖 6.3.5 國家水資源調適行動方案推動架構

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

(四) 土地使用領域

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

(五) 海岸領域

為達到永續海岸目標，我國積極進行防治海岸災害與環境破壞、保育與復育海岸資源等工作，期降低海岸災害衝擊、防止國土流失、改善海堤景觀、復育海岸環境。2017 年訂定「整體海岸管理計畫」，明訂海岸地區整體利用指導原則，引導及整合海岸地區之管理，積極保護自然資源及防治災害，以強化海岸地區保安工作。透過進行劣化棲地復育及輔導地層下陷地區轉

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

(六) 能源供給與產業領域

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

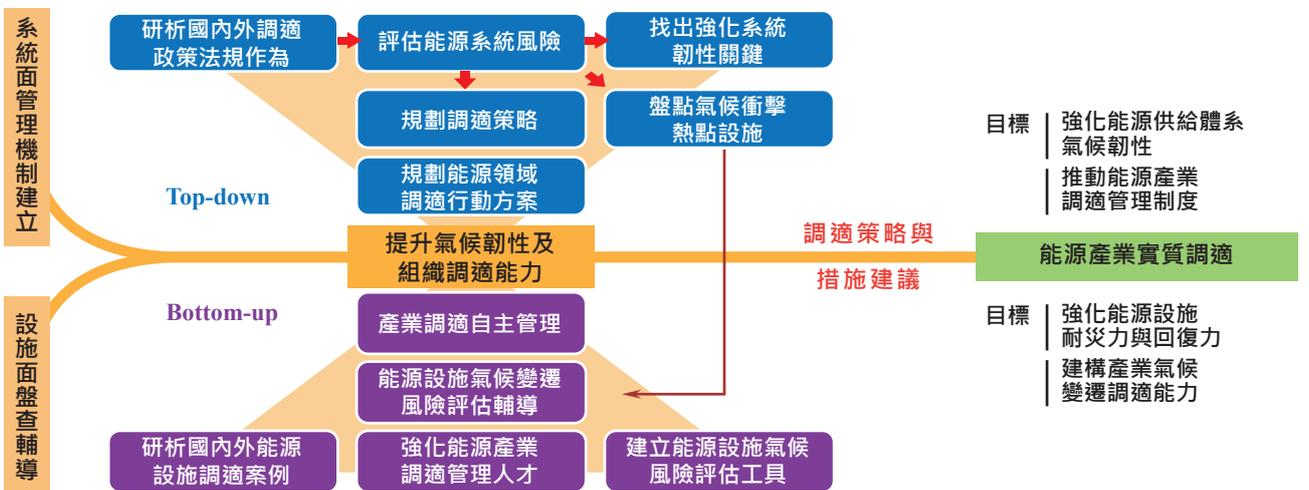


圖 6.3.6 能源領域氣候變遷調適推動架構

資料來源：國家發展委員會，「國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告」，2018 年。

(七) 農業生產及生物多樣性領域

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

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

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

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

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

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

(八) 健康領域

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



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

參考文獻

1. 內政部，土地使用領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
2. 內政部，海岸領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
3. 交通部，維生基礎設施領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
4. 國家發展委員會，國家氣候變遷調適政策綱領，2012 年。
5. 行政院農業委員會，農業生產與生物多樣性領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
6. 科技部，災害領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
7. 國家災害防救科技中心，臺灣氣候的過去與未來，《臺灣氣候變遷科學報告 2017—物理現象與機制》重點摘錄，2018 年。
8. 國家災害防救科技中心，臺灣氣候變遷科學報告 2017- 物理現象與機制，2017 年。
9. 國家發展委員會，地方氣候變遷調適計畫規劃作業指引 (更新版)，2018 年 4 月。
10. 國家發展委員會，國家氣候變遷調適行動計畫 (2013-2017 年)，2014 年。
11. 國家發展委員會，國家氣候變遷調適行動計畫 102-106 年執行成果報告，2018 年 4 月。
12. 經濟部，水資源領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
13. 經濟部，能源供給及產業領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
14. 衛生福利部，健康領域行動方案 (2013-2017 年)，2014 年。
15. 行政院環境保護署，氣候變遷資訊整合網：
<https://ccis.epa.gov.tw/default.aspx>。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲冬山河

第七章

技術研發、需求及移轉

7.1 技術研究與發展

7.2 技術需求及移轉

第七章 技術研發、需求及移轉

為發展得以因應氣候變遷的科技與技術，國際間紛紛鼓勵技術的研發、創新與合作，藉由全球市場機制的運行，配合氣候資金的融資，各國進一步列出氣候科技或技術需求，規劃與推動國內行動方案，進行技術的輸入或輸出，達成技術擴散與移轉的目的，臺灣亦投入氣候技術、氣候服務與產業的開發，以下分別就「減緩與能源科技」與「氣候服務與調適科技」兩大類別說明臺灣氣候技術的發展，另針對技術需求及技術移轉進行案例分享。

7.1 技術研究與發展

7.1.1 減緩與能源科技

能源使用與發電為當前全球二氧化碳排放量最高的部門，其根本原因在於化石燃料燃燒過程所產生的大量二氧化碳，因此，研發低碳的能源科技與技術在減緩領域是相當重要的策略。

科技部於 2007 年、2014 年推動一、二期「能源國家型科技計畫」，整合科技部、經濟部能源局、工業局、標檢局、技術處、地調所、原能會核研所及交通部運研所等既有之能源相關研究計畫資源，將現階段各部會的重要執行計畫、成果及價值納入執行，因此，能源國家型科技計畫，是為我國能源及低碳技術研發的核心。

能源國家型科技計畫針對能源科技基本面向進行研究，亦強調能源產業的落實，著重能源科技的產業化可能性驗證，將科研成果銜接進入產業，在第二期「能源國家型科技計畫」促進廠商相關能源技術研發投資超過新臺幣 69 億元，生產投資超過新臺幣 37 億元，有助於國內能源產業升級與轉型，此外，著眼全國節能減碳目標並因應產業發展需求，經濟部能源局持續投入節能科技與技術之發展，聚焦能源管理，並於實場驗證技術效益，建立應用實績，以下透過第二期「能源國家型科技計畫」6 項主軸計畫，呈現減緩與能源重點科技與技術。

一、節能技術

節能主軸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，其下共分成四個主題分項，分別從住商節能、工業節能、運輸節能、與校園節能來建構整個主軸中心之推動架構與節約能源技術。

住商節能方面，推動「智慧家庭物聯網通訊標準」(TaiSEIA 101) 使其成為國家標準，建立低壓商業用戶群參與虛擬電廠 (Virtual Power Plant, VPP) 調度示範，平均每戶抑低量 0.69kW，成效與美國加州 PG&E Smart AC Program 相當，投入能源資通訊相關之應用包括智慧電表系統 (Advanced Metering Infrastructure, AMI) 及能源管理等項目。此外，研發與推廣 LED 及 OLED 照明技術，並發展高性價比固態照明技術等。

建築節能技術開發方面，佈局中央空調水側系統能效管理措施，擴充雲端化建築能源模擬平台功能，開發小型空調、中央空調節能控制器等，並發展線上建築能耗模擬技術；工業節能部分，著重於製程系統及環境模擬監控技術，並推動區域能源整合示範系統等；運輸節能則著力於車輛與動力系統的技術研發及改良，研發輕量化、智慧化車輛；校園節能則建置高效節能綠色資料中心，優化資訊設備管理。

二、替代能源技術

替代能源主軸參考國內外節能減碳發展趨勢及科技藍圖，計有生質能、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。

生質能主題下包括纖維素生質醇類、長碳鍊生質油品及生質材料高質應用產品等技術發展；太陽能主題則聚焦太陽光電及太陽熱能相關技術，包括高性價比電池、模組技術，工業製程應用技術等；儲能主題則包括鋰離子電池系統、液流電池系統及氫能與燃料電池系統等，其中包



括高安全性鋰電池 (STOBA) 材料試量產及建置汰役電池再利用之儲能系統整合技術展示場域、技轉固態氧化物燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) 發電系統、鋁電池技術用於定置型儲能電池、汽機車電瓶及輕型交通載具市場等。

三、智慧電網技術

智慧電網主軸配合國內智慧電表、再生能源、電動車、電能需求管理推廣、台電輸配電建置及行政院建置澎湖低碳島計畫，延續第一期成果進行關鍵技術之技轉與商品化，於澎湖建置臺灣第一個智慧電網展示區 (Smart Grid Demo Site)，並以需量反應及分散式電源與儲能之整合應用計畫為平台，建立虛擬電廠示範場域 (VPP Demo Site)，將智慧電網主軸計畫成果推廣於台電系統、家庭用戶端，全面推動智慧電網產業。

針對太陽光電 (Photovoltaics, PV) 再生能源發電以嵌入式系統為基礎發展出智慧變流器閘道器，結合 4G 行動網路對 PV 再生能源發電進行最佳化功率因數與實功率調控，可降低再生能源發電對電網之衝擊而提升再生能源併網容量達 30% 以上。此外，於興隆公共住宅完成國內第一個與公共住宅政策整合之智慧電能管理系統。配合臺北市政府及台電公司，整合家庭節能管理、用電分析與可視化介面、綠能系統、儲能系統、電動車充電系統及自動需量反應技術。

四、離岸風力及海洋能源

離岸風力及海洋能源主軸以第一期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，於小琉球海域進行實海域拖船測試，測試結果在 1.43 m/sec 穩定流速下得平均發電量為 32.57 kW (千瓦) ；50 kW 洋流能單元發電機掛載於此深海繫泊系統上，並進行為期 4 天於黑潮進行發電測試。

另完成中鋼 5 MW (百萬瓦) 離岸風機葉片旋角控制實驗系統規劃及實驗測試，結合發電機及電力轉換模式進行全機運轉操控模式模

擬。結合波浪力、空氣動力、風機系統動態、控制系統動態分析，創新整合空氣動力、風機系統動態、控制系統動態分析、波浪力等分析工具，進行中鋼 5MW 離岸型風力發電機之全系統動態模擬，可分析離岸型風力發電機不同風況下之運動狀態。

此外，我國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，提供廠商單一介面於跨風場的營運管理，提升整體可用率以及發電輸出，提升在地化離岸風場運維能量。

五、地熱與天然氣水合物

經濟部地質調查所於 2004 年起由推動調查，發現臺灣西南海域有相當高的甲烷資源量，可作為天然氣資源。我國當前於地熱的技術發展，包括非火山型地熱系統與火山型地熱系統的研究，針對前者，近年來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，並於 2012 年在宜蘭清水地熱區建造清水地熱 50kW 雙循環地熱發電示範系統，為近年研發之具體成果；後者自 2013 年起針對強酸腐蝕問題進行相關研究，主要研究方向分成地表設施的耐酸蝕塗層技術與井下的耐酸蝕管材製造技術兩部分，在耐酸蝕塗層技術部分已成功應用於發電機組的熱交換器，低價耐酸蝕管材製造部分則仍在努力研發中。

此外，為使地熱探測更加精準具效率，近年亦開發水下探測設備與海域測試，如深海即時影像導引儀器載台、雷射光學探測系統及視訊導引抓斗系統等設備，我國工業技術研究院自行設計地熱能發電系統技術，且在國內自製，包含雙循環 ORC 發電機組、增益取熱系統、尾水回注系統、自動控制系統等。

六、減碳淨煤

臺灣同樣致力於研發減碳淨煤技術，如碳捕獲、封存與再利用 (Carbon Capture, Storage, and Utilization, CCSU) 與新燃燒系統等技術以降

低污染。減碳淨煤主軸下，鈣迴路捕獲二氧化碳技術為目前最主要發展的技術，其為現行各種減碳方法中，直接針對燃煤電廠和工業爐等主要碳排放源進行改善的有效處理方式之一，所成立的試驗廠，可大幅縮小系統占地空間和能源損耗，更具競爭優勢。

此外，我國亦推動台電、中油及民營電廠等 7 家能源產業執行 13 件次的能源產業減量技術應用及實質減量效益評估，包括採用低碳燃料、機組效率提升及廢氣回收等作為。最後，為促使民眾瞭解能源技術現況與未來發展趨勢、國家能源供需政策及不同能源選項所需之代價，我國發展「臺灣 2050 能源供需模擬系統」，藉由操作情境模擬器，更進一步理解我國減碳淨煤之能源轉型路徑。

7.1.2 氣候服務與調適科技

面對氣候變遷的影響及衝擊，人類社會的因應途徑應為減緩及調適並重。氣候調適行動的規劃與執行，在前階段仰賴氣象與氣候資料的蒐集，以及地區的脆弱度與暴露度等評估，累積數據與資料後，產出資訊，轉化為氣候調適行動，此過程運用的科技與技術即為「氣候服務」與「調適科技」。

臺灣目前氣候服務相關研究多由中央氣象局執行，如氣候變遷應用服務能力發展計畫，即以「提供以科學為基礎的氣候測報資訊，為政府與社會的氣候風險認知與管理做服務」為任務。氣候服務發展重點包括氣候科學能力的建構與模式研發、氣候資料的整集與處理、氣候監測與預報、氣候應用服務與推廣，及支援氣候變遷調適等。

此外，財團法人國家災害防救科技中心，透過提供臺灣氣候變遷分析與推估資訊，作為政府各機關規劃氣候變遷調適所參考的應用資訊。氣象局與財團法人國家災害防救科技中心的氣候服務除降低氣候變遷之衝擊程度，更有助於國內民間產業及政府單位建立氣候風險評估的機制，藉以發揮氣候變遷調適的功能。

我國更有公私協力夥伴關係發展氣候調適科技之案例，台達電子文教基金會與交通部中央氣象局與財團法人台灣建築中心合作開發「建築微氣候資料庫」，將臺灣主要都會區的 13 個測站之歷史氣象資料應用於建築資訊模型中，讓建築師在設計之初就可考量建築基地的日照、風速、溫度、濕度、雨量等 24 項重要氣象資訊，進而運用增加通風、自然採光、周圍綠帶等綠建築設計手法，從源頭減少建築日後所需的能源消耗。

目前位於臺北萬隆的智慧化居住空間展示中心大樓、興建中的彰化田中氣象站等地，皆已運用此建築微氣候資料庫作節能檢視；台灣建築中心也會將其運用於未來桃園航空城的規劃上，令臺灣設計的建築可以更加節能，並計畫進一步打造能提供更高解析度、且考慮區域微氣候效應的線上資訊平台，除能為建築師提供更精確的微氣候資訊以打造節能建築，也期許未來能作為樓宇管理者管控大樓空調、照明系統的決策依據，以及太陽能、風能等創能產業、智慧電網電力調度等應用的輔助資訊。

另財團法人國際合作發展基金會（以下簡稱國合會）做為我國專職援外機構，也積極運用我國氣候服務與調適科技，協助我國友邦與友好國家加強其建立與運用氣候資料之能力，以推動其國家自定貢獻與國家調適計畫。

7.2 技術需求及移轉

隨著溫室效應加劇，氣候變遷對全球環境衝擊愈發嚴重，聯合國氣候變化綱要公約藉由四大途徑對抗氣候變遷，一為減少大氣中溫室氣體排放的「減緩」(Mitigation)，二為採取調整與適應行動以因應環境變遷的「調適」(Adaptation)，三為驅動減緩與調適行動的「科技」(Technology)，最後則為支持上述行動發展的重要資源「資金」(Finance)。本節介紹臺灣因應氣候變遷的技術需求以及參與國際間技術合作的技術移轉案例。

7.2.1 技術需求

臺灣四面環海，位處於熱帶與亞熱帶氣候區，海底地形以及海洋環境相當特殊，擁有世界一級的離岸風場與豐富的海洋資源，在第二期能源國家型計畫中，透過海洋能源自然條件進行離岸風力發電開發之評估（如表 7.2.1），依此前提衡量臺灣海洋能源自然條件，輸入適合臺灣的外國離岸風力發電開發技術。

我國離岸風力發電技術產業推動策略係以工業區開發方式建立國內離岸風場投資開發申

請模式規模開發離岸風場進行準備，並推動國際合作，透過最適科技的輸入，建立臺灣離岸風能產業供應鏈與自主研發設計能量，目標為以國內海事工程船舶，建立離岸風電海事工程自主施工能力，並協調國內離岸場開發商、國內風電設備商與海事工程企業需求，協助建立長期夥伴關係。針對測風光達技術之研發，建立全系統維修技術能力，透過業界合作技轉國內廠商，以積極開發離岸風場及提升運維關鍵技術。

表 7.2.1 我國海洋能源自然條件進行離岸風力發電開發之評估

海洋能源	最大能量 / 蘊藏量	衍生性經濟效益	潔淨永續	能源安全 / 穩定	成本競爭性 / 技術成熟度
洋流	◎	△	◎	◎	△
潮汐	△	△	◎	△	○
波浪	△	○	◎	△	○
溫差	△	○	◎	○	○

◎ 高 ○ 中 △ 低

資料來源：科技部，「第二期能源國家型科技計畫離岸風力及海洋能源主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。

7.2.2 技術移轉

UNFCCC 建立的技術機制 (Technology Mechanism) 由締約國大會 (Conference of the Parties, COP)、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) 組成 (如圖 7.2.2 所示)，技術路徑中，技術的發展、擴散和移轉為當前普遍使用的執行工具，如表 7.2.2 所列。所謂技術發展 (Technology Development) 階段，係針對多項技術的生命週期進行分析，將技術分類並分析技術功效後將其排序，接著進入技術擴散 (Technology Diffusion) 階段，擴散是為了使技術被社會所接受與應用，其核心即為技術的產業

發展，須考量市場、產業與維生設施等經濟與商業方面的驅力，待技術經過發展與擴散，臻於成熟，相關經驗可輸出至國際，透過技術移轉 (Technology Transfer)，除可因應區域性的挑戰，亦達到全球氣候行動的目的。

我國外交部為推動臺灣參與全球國際氣候合作，並呼應 UNFCCC 及巴黎協定的精神，偕我國專職援外機構國合會及各相關部會，積極推展氣候減緩及調適科技於國際間氣候行動之應用，協助我國友邦與友好國家加強其因應氣候變遷之能力，本節介紹臺灣於國際氣候合作的重要技術移轉案例。

表 7.2.2 技術發展、技術擴散與技術移轉之目的與執行方法

領域科技政策工具	目的	執行方法
技術發展 (Technology Development)	1. 科技的研究與發展 (R&D) 2. 科技的評估 3. 增進能力建構	技術生命週期階段分析 導入期、成長期、成熟期、飽和期 技術分類 新技術、萌芽技術、關鍵技術、基礎技術 技術功效與 R&D 持續投入之分析
技術擴散 (Technology Diffusion)	1. 科技為社會所接受與應用 2. 科技的產業發展	技術與商品化關聯 技術成熟度、商品化時程、研發知識、可預測性、商品化優劣持久性 綜合產業分析 呈現各項目調適科技之技術成熟度、市場價值 (格) 以及施用潛力
技術移轉 (Technology Transfer)	1. 國際合作之應用 2. 科技需求評估 3. 技術培訓 4. 能力建構	智慧財產權移轉 knowhow 的授與使用 建立國內外科技移轉機制、路徑

資料來源：本報告彙整。

一、臺灣與索羅門群島氣象與地震早期預警系統 (Solomon Islands Synergistic Analysis For the Environment, SoSAFE) 合作計畫

我國交通部中央氣象局長期發展氣象與地震早期預警系統科技與技術，推廣運用於氣候變遷之因應，並與索羅門群島環境部於 2017 年簽署氣象合作瞭解備忘錄。

2016 年交通部中央氣象局與衛生福利部、中央研究院、中原大學及中華民國氣象學會共同提出為期 3 年的「索羅門群島氣象與地震早期預警研究」計畫，在科技部經費支持下，即接續派員赴索國進行氣象與地震觀測系統設置與作業強化規劃等工作。第一階段以發展索國「氣象與地震早期預警系統 (Solomon Islands Synergistic Analysis For the Environment, SoSAFE)」的基礎設施為主要工作。兩國在氣象上同樣面臨劇烈天氣及地震等天然災害的威脅，透過兩國合作案，索羅門群島已建置多個氣象及地震觀測設施，對豪雨及地震的發生已具初步預警能力，對於登革熱爆發的預警機制也開始逐步建立。

二、中美洲地理資訊系統應用能力提升計畫

本案為外交部委託國合會於尼加拉瓜及宏都拉斯辦理之援助計畫，合作夥伴包括各

執行國家之政府單位如尼加拉瓜國土監測局 (INETER)、尼加拉瓜環境資源部 (MARENA)、尼加拉瓜馬納瓜自治大學水資源研究中心 (UNAN-CIRA)、宏都拉斯自然資源與環境部 (SERNA)、宏都拉斯森林署 (ICF)、宏都拉斯全國救災委員會 (COPECO)、宏都拉斯國家自來水公司 (SANAA)。

該計畫擬解決之核心問題係中美洲國家頻繁面臨的天然災害威脅，由於合作國家的廣袤國土缺乏有效管理與規劃，影響區域永續發展，亟需運用有效科技工具輔助政府進行天災防治決策、國土變遷管理、以及自然資源永續利用。鑒於我國具備先端衛星科技能力，爰我中美洲友邦尼加拉瓜、宏都拉斯、薩爾瓦多先後向我提出合作需求，盼透過本計畫引入地理資訊系統科技 (GIS) 提升治理能力，考量各合作國家間有其共通需求且可透過分享資源以節省成本，

爰以區域統整方式執行本計畫，在共通基礎上再依各國家發展重點擬定計畫主軸。

經評估後，尼加拉瓜、宏都拉斯兩國導入地理資訊系統應用之主要挑戰在於缺乏衛星影像與技術能力，無法有效掌握土地利用情形與國土變化，並於遭逢天然災害時可以迅速有效反應，降低天災衝擊與損失。為協助合作國家

有效應用地理資訊系統以提升政府治理效率，本計畫主要內容包含：

- (一) 強化自然保護區或重點區域之環境監測，由我國提供衛星影像協助合作國家掌握國土變化情形；
- (二) 培育地理資訊系統技術人才，移轉衛星影像應用技術予合作國家；
- (三) 依據合作國家個別需求，運用衛星影像輔助水質監測（尼加拉瓜）、環境管理（宏都拉斯）。

三、宏都拉斯森林蟲害管理計畫

本案為外交部委託國合會於宏都拉斯辦理之援助計畫，合作夥伴為宏都拉斯國家森林保護署 (ICF)。本計畫之主要目標，在協助宏都拉

斯發展氣候變遷之森林健康調適策略，並運用森林健康、災害管理與地理資訊系統 (GIS) 技術，建構宏國森林健康管理決策支援平台，提升宏國森林健康與森林管理效率，預期將蟲害應變時間縮短至 1 週，以達到增加森林碳吸存量及減少森林蟲害損失之效。此外，並輔以協助宏國國家溫室氣體報告於林業部門計算技術及森林管理決策支援平台移轉等方式，達成強化宏國環境與林業部門能力建構之目標。本計畫所採用我國森林管理科技與應用為：

- (一) 森林管理資訊數位化；
- (二) 移轉小蠹蟲調查與爆發預測機制，建構森林蟲害早期預警機制；
- (三) 運用 GIS 科技整合森林蟲害防治資源；
- (四) 導入森林蟲害損失估算機制等。



圖 7.2.1 薩爾瓦多環境部人員與財團法人國際合作發展基金會人員進行土地利用變異點查核

資料來源：財團法人國際合作發展基金會



圖 7.2.2 宏都拉斯森林署蟲害工作小組說明小蠹蟲誘捕器使用方式

資料來源：財團法人國際合作發展基金會

四、聖克里斯多福及尼維斯農業因應氣候變異調適能力提升計畫

本案為外交部委託國合會於聖克里斯多福及尼維斯辦理之援助計畫，合作夥伴為聖克里斯多福及尼維斯農業部。聖克里斯多福及尼維斯於 2015 年發生嚴重旱情，農作物總產量相較於 2014 年減少達 31.2%，影響國家糧食安全與農民生計，爰向我國請援。透過文獻研究與實地考察，確認氣候變異 (climate variability)

衝擊及氣候變遷 (climate change) 趨勢係克國農業發展重要議題，初步評估克國農業脆弱度 (vulnerability) 後，將核心問題定義為「克國農業應對氣候變異之資訊預警與調適能力不足」。

本計畫自「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」三面向提升克國農業系統韌性 (resilience)，計畫結束時克國農政部門將建立作物防減災資訊傳播機制，農民可應用資訊降低

災損。本計畫將提升我國對全球氣候變遷因應之努力與貢獻，落實「巴黎協定」第十一條有關「能力建構」之「締約國應協助氣候脆弱國家氣候因應的能力建設，包括減緩與調適行動、技術移轉與發展、氣候財務、提供氣候認知之教育與訓練」實際行動，有助提升我國的國際參與。

五、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，影響民眾日常生活、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。

財團法人國際合作發展基金會以先鋒計畫 (pilot) 方式在緬甸政府指定地點試行，由為緬甸農業、畜牧暨灌溉部鄉村發展司委請財團法人工業技術研究院擔任技術諮詢顧問，該會經公開招標方式尋求台邦科技股份有限公司擔任系統建置廠商。本計畫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。

2017 年臺灣團隊在緬甸中西部馬圭省 (Magway Region) 及實皆省 (Sagaing Region) 共建置 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。另外，本計畫亦已輔導成立 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。

本計畫已為學童提供良好的閱讀學習環境，讓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。



圖 7.2.3 訪視聖國現有氣象站設備

資料來源：財團法人國際合作發展基金會



圖 7.2.4 緬甸鄉村微集中式供電站先鋒計畫之參與村民與太陽能板合照

資料來源：財團法人國際合作發展基金會



參考文獻

1. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫之辦公室運作計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
2. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫地熱與天然氣水合物主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
3. 科技部，「能源國家型科技計畫—永續能源技術與策略發展應用計畫成果報告」，2017 年。
4. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫離岸風力及海洋能源主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
5. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫能源科技策略小組之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
6. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫節能主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
7. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫減碳淨煤主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
8. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫替代能源主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
9. 科技部，「第二期能源國家型科技計畫智慧電網主軸中心之推動及管理計畫 (IV) 成果報告」，2017 年。
10. 科技部，「能源技術移轉與國際合作小組之推動及管理計畫 (III)」，2018 年。
11. 科技部，「能源技術國際合作、認證研究與專利 / 技術產業化鏈結」，2018 年。
12. 科技部，「氣候變遷調適科技整合研究計畫 (TaiCCAT) - 氣候變遷之調適科技治理：決策支援系統之建置及其應用 (III)」，2015 年。
13. 台達電子文教基金會，2017-2020 年「建築微氣候資料庫」專案介紹。<http://www.delta-foundation.org.tw/Project/29>

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲東北角海岸 - 南雅

第八章

國際合作及交流

- 8.1 參與聯合國氣候變化綱要公約
- 8.2 國家及政府間組織合作及交流
- 8.3 地方政府與城市合作及交流
- 8.4 非政府間組織合作及交流

第八章 國際合作及交流

雖臺灣礙於國際情勢，尚未能成為聯合國氣候變化綱要公約締約方，但我國各級政府從中央到地方，產業、學術及公民團體等，透過多元管道與各國建立多邊與雙邊氣候變遷合作，並融入全球及區域合作網絡，分享臺灣面對氣候變遷努力經驗，與國際社會共同因應氣候變遷衝擊與挑戰。

8.1 參與聯合國氣候變化綱要公約

雖臺灣尚非聯合國成員國，無法簽署聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 成為締約方，惟我國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；聯合國於 1991 年起草 UNFCCC 階段，臺灣即以非政府組織 (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 3 次及第 4 次會議。

自 1992 年地球高峰會議、1995 年 UNFCCC 第一屆締約方大會及其附屬機構會議起，臺灣持續以非政府組織身分與會至今，共有十餘個組織登記為 UNFCCC NGO 觀察員，參與全球性氣候活動。

我國參與 UNFCCC 相關會議，隨著歷年公約議題進展，同步推進國內氣候政策，以當前主軸巴黎協定為例，充分掌握關鍵議題進展，作為國家擬定因應氣候變遷政策措施與相關規範內國法化之基礎，並藉國內溫室氣體減量管理法的施行，將我國氣候政策法制化成果在締約方大會場域交流分享。

8.2 國家及政府間組織合作及交流

氣候變遷的影響跨越洲際與國界，因此國際間多採行區域合作或國家政府間合作等行動，兼顧國際援助潮流、夥伴國家需求以及區域發展條件的考量。臺灣推行國家及政府間氣候合作及交流，持續推動各項業務，在兼顧財務及

技術之可行範圍內，重視合作計畫的執行品質及所發揮的效益，包括社會效益、經濟效益或財務效益等，且注意計畫執行的持續性與永續性。

本節介紹我國與他國國家及政府間氣候合作及交流之重點計畫，共分為投融資合作、技術合作、國際援助與合作及國際教育訓練等四個類別介紹。

8.2.1 投融資合作

國際間推動全球氣候行動強調資金的重要性，包括 UNFCCC 第 16 屆締約國大會 (Conference of Parties, COP) 所通過決議，要求已開發國家在 2020 年前每年應投注至少 1000 億美金於全球氣候行動；巴黎協定 (Paris Agreement) 第 9.1 條明定「已開發國家締約方應就協助開發中國家延續其在《公約》現有減緩和調適之義務提供資金。」，在第 9.2 條則「鼓勵其他締約方自願提供或繼續提供這種援助。」臺灣認同巴黎協定精神，主動與友邦及友好國家透過投融資合作推動氣候行動與計畫。

以財團法人國際合作發展基金會 (以下簡稱國合會) 為例，該會辦理促進公部門及私部門發展之貸款或投資發展計畫包括公共工程、社會發展、農業發展及金融中介機構強化等，搭配技術協助，以協助友邦及友好國家經濟社會達到穩健且持續成長之目標；並與國際發展夥伴合作，透過合作融資等方式發揮財務上的槓桿效益，以推動各項發展計畫。其中與氣候變遷相關融資業務涵蓋經濟基礎建設與服務 (Economic Infrastructure and Services)、社會基礎建設與服務 (Social Infrastructure and Services) 及生產部門 (Production Sectors) 領域。

經濟基礎建設與服務領域方面，主要是協助受援國經濟可持續發展，計畫涵蓋興建具備抵禦災害能力的公共基礎建設，同時亦包含促進金融服務等協助私部門發展。社會基礎建設與服務領域為協助受援國開發人力資源、改善

環境及公共衛生條件，藉由此類社福相關計畫提升當地人民生活條件。最後為生產部門領域方面，主要是協助予受援國之農業部門發展，例如透過金融服務提升農企業之生產效率或資助農民因應氣候變遷衝擊等。

氣候相關發展計畫之推動型式有二：一為貸款合作，二為特別基金型式，後者係指與國際組織共同設立基金在友邦或友好國家進行投融资計畫。以下將分別介紹近年來推動之重點計畫與案例。

一、貸款合作

(一) 社會轉型特別基金社會基礎建設計畫第二階段

本計畫執行機構為中美洲經濟整合銀行，目的為以優惠性貸款協助中美洲之高度負債貧窮國家，包括尼加拉瓜與宏都拉斯，進行社會轉型計畫，以配合該行降低貧窮人口之目標。

本計畫項下之宏都拉斯鄉村基礎建設計畫 (Rural Infrastructure Project) 即藉由改善道路、水與衛生、電力等社會基礎建設，滿足宏國鄉村地區之人民基本生活需求，計畫執行地區涵蓋宏國 9 省，內容包括協助受益人參與計畫之規劃與執行、鄉村基礎建設 (道路、供水與排污系統、電力)、搭配太陽能光電計畫提供微額貸款等。

(二) 中美洲區域咖啡銹病貸款專案

本專案執行機構為中美洲經濟整合銀行，目的係協助中美洲國政府及該國咖啡小農取得資金以進行咖啡銹病防治工作，並搭配我國外交部與中美洲經濟整合銀行提供之技術協助贈款，恢復各國因氣候變遷造成疾病嚴重來襲前之咖啡產量，改善咖啡農民的收入，計畫內容包括「農業貸款」及「技術協助」2 個主要項目。

本專案當中「農業貸款」的實施係由受益國家農業部依該國咖啡銹病狀況及咖啡小農之需求規劃子計畫，並向計畫執行機構提出申請，由中美洲經濟整合銀行審查通過並送請我國合

作單位同意後開始執行。貸款資金用途有二：
1. 植株更新：協助咖啡小農取得資金以更新易染病之老舊植株，並改種抗病品種，此外並提供小農更新植株而缺乏收入期間之生活所需資金。
2. 田間管理協助咖啡小農取得資金以對染病之咖啡田區進行剪枝及強剪枝等銹病防治工作，此外並提供小農收入減少期間之生活所需資金。

(三) 馬紹爾家戶能源效率及再生能源計畫

馬紹爾政府於 2009 年制定國家能源政策 (National Energy Policy) 及能源行動方案 (Energy Action Plan)，期藉由提供乾淨、可靠、可負擔、友善環境及兼顧永續性之能源服務來改善馬國人民之生活品質，同時多元化能源管道，加強馬國能源安全。為貫徹前述能源政策，馬國已訂於 2020 年前達到再生能源發電量占全國總發電量 20%，及改善家戶能源效率至少 50% 之目標。

馬國依賴進口石化能源達其能源供給之 90% 以上，太陽能僅占其供給來源 1%。馬國最主要用電部門包括商業、家庭及政府用戶，其中家戶用電比重最高，故本計畫鎖定對象為家庭用戶，期望透過家戶能源改善方案來提升馬國再生能源發電比重。

故此，本計畫以降低馬紹爾能源消耗為目標，規劃以再生能源取代部分化石燃料發電，以減輕馬國對進口能源之倚賴，計畫內容包含能源效率及再生能源二大項目，實際執行機構包含馬紹爾開發銀行 (MIDB) 及馬紹爾電力公司 (MEC)。

受益家戶將直接向馬紹爾開發銀行申請貸款，貸款資金用途包括替換耗能家電設備與燈具以及更新老舊線路，改善家戶能源效率，以及裝設家戶太陽光電系統。申請家戶須先經馬紹爾電力公司進行能源稽查 (energy audit)，檢視應汰換之電器設備並確認是否具成本效益後，由馬紹爾開發銀行依其消費性貸款之授信政策核貸，申請裝設太陽能系統亦同。

馬紹爾開發銀行自財政部取得資金後，負責轉貸予合格家戶進行前述計畫項目貸款，馬紹爾電力公司負責技術面向之支援，並由馬國能源辦公室負責政府單位間之協調。本計畫更進一步估算後續環境效益，蓋馬國計畫所推動之能源效率及再生能源兩大項目均有減碳實效，爰該會已於 2017 年 UNFCCC COP23 在德國波昂召開期間，與馬國政府共同將本計畫之預期減碳貢獻及雙邊合作模式首度與國際社會分享。

二、特別基金合作

(一) 歐銀特別投資基金小企業帳戶

本案執行機構為歐洲復興開發銀行（以下簡稱歐銀），為配合我政府整體外交政策，協助中東歐、西巴爾幹、中亞及獨立國協地區友好國家金融機構發展，以強化微小中型企業融資管道，活絡私部門發展以達成該地區國家轉型目標。為達成前述目標，財團法人國際合作發展基金會在歐銀設立「金融中介機構與私部門企業投資特別基金」，由歐銀在該會指定優先國家名單內推動子計畫，提供融資予金融機構再轉貸予微小中型企業或綠色經濟融資機制 (Green Economy Financing Facilities) 之借款對象。其中綠色經濟融資機制的目的為促進綠色經濟市場發展，解決融資綠色技術與產品之市場障礙，以帶動私部門對能源、資源永續及氣候復原計畫之投資。

以該會參與之「羅馬尼亞綠色經濟融資機制」(Romania Green Economy Financing Facility) 計畫為例，該計畫已提供融資予羅馬尼亞合作金融機構 (Participating Financial Institutions, PFIs)，以轉貸予符合永續能源住宅或建築之投資計畫，借款對象可為個人或團體、房屋協會與管理公司、相關服務公司與設備商等。資金用途為支應能源住宅或建築之投資支出例如節能窗戶、牆壁屋頂或樓面之隔熱、太陽能熱水器、太陽能板裝置、改善加熱系統與暖氣系統，以及至少達到 20% 節能目標之節能家電等。

本計畫預期達成之轉型效益包括：示範綠色技術與服務投資市場潛能、轉移綠色轉型經濟之技術、服務與知識、改善綠色貸款資訊不

對稱與能力之限制等。

(二) 歐銀綠色能源特別基金

鑒於環境保護類別之發展計畫額度甚鉅，因此歐銀於 2006 年提出「永續能源倡議」(Sustainable Energy Initiative, SEI) 時，我國駐英國代表處即開始留意發掘合作機會，後經瞭解歐銀對 SEI 之整體規劃，爰該會與歐銀於 2011 年合作成立「歐銀綠色能源特別基金」，依據歐銀通過之綠色能源特別基金規範，由歐銀擔任管理者，透過其總部及駐地辦公室之網絡，發掘、評估並推動各項子計畫。

本案係將預期二氧化碳減排量高低聯結貸款利率之減碼程度，以此創新之金融工具建立正面誘因，鼓勵受惠國政府在推動市政等基礎建設時，提高其意願採用最佳綠能技術。計畫推動初期或可配合外交部之技術合作贈款，鎖定太陽光電、LED 路燈或交通號誌、再生能源等相關之項目，增加我國相關領域專家顧問之參與機會，目前已簽約推動 6 項市政綠能基礎建設子計畫，現有 3 項執行中子計畫包括：摩爾多瓦基希涅夫市 LED 路燈建置計畫、約旦大安曼市固體廢棄物計畫、波士尼亞與赫塞哥維納 Elektrokraina 配電系統更新計畫。

8.2.2 技術合作

我國依據夥伴國的國家發展策略與目標，透過詳細的計畫界定、準備與磋商工作，詳實分析夥伴國在發展過程中所面臨之挑戰與瓶頸，擬定以「能力建構」與「技術移轉」為核心之技術合作計畫，藉由專家諮詢、技術培訓、功能提升或經營輔導等具體方法，協助夥伴國克服技術缺口、提升附加價值，進而提升人民生活水準。本報告已將技術移轉相關案例彙整於第 7.2 小節，本節重點介紹「臺美環境保護技術合作協定」。

1993 年 6 月 21 日，駐美國臺北經濟文化代表處及美國在台協會簽訂「臺美環境保護技術協定」(Agreement between the American Institute in Taiwan and the Taipei Economic and Cultural Representative Office in the United

States for Technical Cooperation in the Field of Environmental Protection)·執行單位分別為我國行政院環境保護署及美國環境保護署，該協定分別於 1998 年、2003 年、2008 年、2013 及 2017 年展延 5 次，效期延至 2023 年 6 月止。

雙邊環保署在此協定下，以 2 或 3 年為一期，訂定執行辦法 (Implementing Arrangement)；於該辦法中經雙方規劃同意該 2 或 3 年度計畫執行活動項目。歷年來在該協定之架構下，成功引進美國先進污染防治技術及環境管理經驗，其中不乏與氣候政策與行動相關，包括引進美國能源之星 (Energy Star Program) 計畫，能源工程相關模型研究交流、溫室氣體減量、流域管理、廢棄物管理、毒性化學物質管理、風險評估、區域空氣品質監測預報模式、監測設備等，對於我國環境保護管理政策與能力之建構，以及改善環境品質科技之引進，助益良多。

為提升推估溫室氣體排放趨勢及評估溫室氣體策略之能力建構，臺灣過去曾邀請美國能源部布魯克海汶國家實驗室 (Brookhaven National Laboratory, BNL) 專家來臺進行能源工程模型 (MARKetALlocation, MARKAL) 經驗交流，協助更新與擴充臺灣 MARKAL 模型分析功能，藉以評估臺灣溫室氣體減量目標之能源—環境—經濟衝擊，並協助校準及強化臺灣 MARKAL 模型資料庫，包括溫室氣體減量技術資料建置、產業結構改變情況下產業能源服務需求推估方法等。

對於充滿不確定性的未來，減碳策略為多面向且多層次發展，藉由與 BNL 進行模型模擬意見交流，強化我國 MARKAL 模型之分析能力，將溫室氣體減量目標下產業發展減量策略等政策進行模型化之能力建構，並進行案例分析，系統化地探討各種不確定性對策略選擇的影響，並將重要決策因素作深入剖析，作為我國未來預測溫室氣體排放，評估溫室氣體策略之參考。

2011 年 8 月 11 日雙邊環保署長於美國華府會晤，對於共同推展區域夥伴合作議題達成共識，該等議題則納入第 9 號執行辦法，藉由雙邊 2011 至 2013 年專案計畫之推動，擴展與區

域及國際組織之合作，強調政府良好的環保治理，並與企業及社區合作；夥伴關係範疇包括國與國、區域與區域，夥伴觸角也延伸到基層的中小學及社區，深化雙方與區域夥伴合作的層面，發揮集體力量，共同維護區域性環境品質以保護人體健康。

環保署於 2014 至 2015 年間，與美國環保署共同透過泛太平洋氣候變遷調適國際夥伴關係 (Pan Pacific Adaptation on Climate Change, PPACC)，辦理「泛太平洋氣候變遷調適國際研討會」，提供氣候變遷調適相關治理經驗的交流，共有來自 10 個國家、4 個國際組織，28 位公、私部門代表與會，共同擘劃具體的氣候夥伴合作模式與平台。

8.2.3 國際援助與合作

全球暖化加遽，政府間氣候變遷專家小組 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 在 2018 年發布的《1.5°C 全球暖化特別報告》以科學事實與證據推估呼籲全球，若以人類社會目前的排碳速率，在 10 至 12 年後全球均溫就會達到升溫 1.5°C 的界限，屆時因應氣候變遷負面影響及災害的成本將變得非常高。

在愈來愈多情境下，氣候變遷的極端氣候事件及緩發事件所造成的災害衝擊與損失是減緩行動與調適行動難以回應的，為此 UNFCCC 於第 19 屆締約國大會決議通過「損失與損害」(Loss and Damage) 機制，巴黎協定第 8.1 條敘明「締約方認識到避免、儘量減輕和處理氣候變遷 (包括極端氣候事件和緩發事件) 不利影響相關的損失和損害的重要性，以及永續發展對於減少損失和損害的作用。」

臺灣為回應氣候變遷造成的損失與損害，在國際援助與合作方面，針對遭受天災、氣候變遷等影響之友邦或友好開發中國家，提供所需災後復原或重建協助，期能協助當地民眾安度人道危機，儘速回復當地一般生活水準。以下列舉我國財團法人國際合作發展基金會近年來重點援助與合作計畫，如表 8.2.1 所示。

表 8.2.1 財團法人國際合作發展基金會近年來國際援助與合作計畫重點列表

國家	計畫名稱	合作組織	計畫期程	計畫內容
宏都拉斯	宏都拉斯乾燥走廊社區災難韌性提升計畫	國際關懷協會 宏都拉斯分會 (CARE Honduras)	106/12/08 ~ 107/11/07	宏都拉斯南部乾燥走廊地區 (Dry Corridor) 常年面臨旱災危機，近年更因氣候變異，使該地區脆弱社區居民基本生存受到嚴重影響。本計畫透過提升社區居民在氣候變異相關風險管理之知識與技能、改善社區緊急應變委員會對於旱災監控與預測之能力、設置儲水相關小型基礎建設，協助宏國該區飽受乾旱影響之脆弱社區提升災難韌性。
尼泊爾	尼泊爾廓爾克縣糧食安全及生計強化計畫	國際關懷協會 尼泊爾分會 (CARE Nepal)	105/12/01 ~ 106/11/30	本會因應 104 年尼泊爾強震所推動之「尼泊爾廓爾克縣糧食安全及生計支援計畫」於 105 年 11 月 30 日結束，鑒於績效良好，爰續推動乙年。本計畫透過農業技術能力建構、半商業化生產支援及微型企業支援，以強化該縣 1,800 戶受地震影響之脆弱家戶糧食安全與生計。
尼泊爾	尼泊爾衛生站重建計畫	世界展望會 (World vision)	104/12/09 ~ 106/03/08	104 年 4 月 26 日及 5 月 12 日尼泊爾強震導致多數衛生站倒塌毀損，無法發揮應有之診療及衛生教育功能，亦增加民眾就醫困難。本計畫協助尼國震災重災區 4 縣中 5 個村重建具抗震能力之 4 間衛生站及 1 間診所，並加強社區與衛生人員對災後衛生、疾病與災難風險管理之知識，以及對疾病爆發管理、防災和 WASH(飲用水、環境衛生與個人衛生) 的管理能力，以提供災民更具品質之健康照護服務。
尼泊爾	尼泊爾廓爾克縣糧食安全及生計強化計畫	國際關懷協會 尼泊爾分會 (CARE Nepal)	104/12/01 ~ 105/11/30	104 年 4 月 26 日及 5 月 12 日尼泊爾強震造成尼泊爾農業超過一億美元損失，包括 13 萬噸食物與儲備糧食、牲畜及農具毀損，其中廓爾喀縣為本次重災區之一。本計畫旨在協助該縣中至少 850 戶受地震影響之脆弱家戶得以恢復基本生計；並提供耕種訓練、強化目標區域之市場連結，改善市場機制及強化社區恢復能力，以維持糧食安全。
索羅門群島	索羅門洪災衛生計畫	世界展望會 (World Vision)	103/12/01 ~ 105/05/31	103 年 4 月索羅門群島 Guadalcanal 省遭遇嚴重洪災，5.2 萬民眾受到影響，洪水沖毀公共設施及居民財產，衍生公共衛生及民眾生計等問題，致腹瀉、急性呼吸道及水感感染等因用水衛生不佳所造成之病例驟升。本計畫透過衛生推廣、供水系統修復及提供動物圍籬等方式，以協助 12 個受災社區 1,335 人，獲得因應衛生與健康環境問題之能力與資源。
菲律賓	菲律賓海燕颱風災後復甦方案－健康中心重建計畫	世界展望會 (World Vision)	103/06/1 ~ 104/4/30	海燕颱風於 102 年 11 月 8 日侵襲菲律賓並帶來嚴重災情，Leyte 省為重災區之一，多數位於村里間之基層衛生站，因風災後衛生人員大量流失，且缺乏測量或藥品等相關醫療用品的情況下，運作相當困難。當地社區居民因無法得到妥善的醫療服務，傳染病爆增（如急性呼吸道、腹瀉及皮膚病等），而女性及嬰幼兒等弱勢族群之處境將更為困難。本計畫提升菲國 Leyte 省 511 名社區醫療人員之能力並提供 18 所基層衛生站相關支持（如器材與藥品等），進而恢復當地原本之基層醫療服務，使當地民眾可以獲得良好之基礎醫療照護。
海地	海地 Sandy 颶風霍亂緊急防治計畫	海地世界展望會 (World Vision International, Haiti)	102/02/01 ~ 102/07/31	海地於 101 年 10 月下旬遭受 Sandy 颶風侵襲，造成重大災害，該颶風在海地摧毀近 7,000 個房舍，造成 3 萬多人無家可歸。颶風過後霍亂感染病例急遽增加，當地公共衛生狀況堪虞，死亡率持續攀升且病情有擴散的趨勢。本計畫透過即刻投入藥品、發放乾淨飲用水及提供相關公共衛生服務，達到協助當地災民以及舒緩霍亂疫情之目的。
海地	海地新希望村供水計畫	中華民國紅十字會	102/01/01 ~ 102/12/31	為協助 99 年海地大地震後所建之「新希望村」200 戶居民解決民生用水問題，本計畫於鄰近之 L' Attalaye 河建立攔河堰，將水源送至新希望村，免去當地居民每日來回挑水之時間。另輸水渠道流經墾區之處另將搭配田間灌溉渠道，可灌溉約 50 公頃之農墾區，提高農業生產效率。

資料來源：財團法人國際合作發展基金會。

8.2.4 國際教育訓練

我國籌劃辦理各類專業研習班，以財團法人國際合作發展基金會為例，該會與國內大學合作成立「國際高等教育合作策略聯盟」，辦理全部以英語授課的大學、碩博士獎學金學程，提供國內大學參與國際發展合作事務之管道，此外，亦積極辦理、或與國際組織合作辦理多項教育訓練計畫，期達成協助夥伴國家培育人才、永續發展之願景。

一、辦理環境保護相關議題研習班

我國屬島嶼國家，多年來為因應諸多氣候變遷導致的天然災害所運用的策略與作法，可

作為島嶼型友邦及友好國家因應氣候變遷及發展災害調適參考，財團法人國際合作發展基金會自 105 年起舉辦環境保護相關議題研習班，協助友邦及友好國家培育具備氣候變遷、天然災害防治與適應能力之專業人才。研習班課程每年規劃不同主軸，邀請科技部、行政院環境保護署、行政院農業委員會、交通部中央氣象局、國家災害防救科技中心等各部會以及國內知名大專院校相關領域專家擔任課程講座，該會自 105 至 107 年度辦理環境保護相關議題研習班情形列如表 8.2.2。

表 8.2.2 財團法人國際合作發展基金會 105 至 107 年度環境保護相關議題研習班資訊列表

年度	班名	課程綱要
105	氣候變遷與天然災害管理研習班	分享臺灣面臨全球氣候變之應對方式，與針對氣候變遷引發天然災害之預防監控經驗，課程以「氣候變遷總論」與「災害風險管理」為主軸，除剖析我國因應氣候變遷之策略與作法外，並進一步探討針對氣候變遷造成災害之預防與管理，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，以作為參訓國家日後推動相關政策時之參考。
105	氣候變遷與天然災害適應研習班 (島國專班)	近年來氣候變遷對全球帶來劇烈之影響，尤其南太平洋與加勒比海地區國家更因島國之環境脆弱性，遭遇天然災害襲擊時往往損失慘重。爰本研習班將針對多數島嶼國家之現況，規劃「氣候變遷總論」與「天然災害適應策略」之雙主軸課程，使島嶼型友邦與友好國家學員瞭解氣候變遷引發天然災害之適應策略，與如何透過環境治理模式與他國合作，將災害減至最低。
105	太陽能光電商務研習班 (東協與南亞專班)	本班從「太陽光電發展技術」與「應用太陽光電使產業加值化」二層面，分享臺灣太陽光電發展現況與經驗，並配合參訪太陽光電製造標竿廠商與太陽光電加值產業示範地點，讓學員瞭解當前太陽光電技術發展與應用趨勢，期促成潛在商機。
106	永續防災社區研習班 (中南美洲、加勒比海及亞太專班)	本班旨在與中南美洲、加勒比海及亞太地區友邦與友好國家分享臺灣社區永續自主防災之成功經驗，並透過辦理防災產業交流座談，導入技術及設備資源，以創造未來潛在商機。本班課程以「社區永續防災國際趨勢與我國策略規劃」、「永續防災實務運作」及「永續防災科技管理與應用」為主軸，研習議題包括「全球氣候變遷與公民參與」、「臺灣因應氣候變遷之永續發展策略」、「複合型災害管理 (整備、應變及重建)」及「我國區域自主防災社區成立與運作」等，並透過講座、參訪、交流及報告等方式，使學員充份學習相關知識，以供學員結訓返國後制定適合其母國且具體可行之防減災制度之參考。
106	潔淨能源發展策略研習班	本班旨在介紹臺灣發展潔淨能源之策略規劃，並深入介紹潔淨能源法、潔淨能源 (太陽能、風力、水力、潮汐等) 之設備、運作模式及標準檢測流程，並分享潔淨能源技術之產業應用，以利學員瞭解潔淨能源之發展現況與未來趨勢，並透過講座、參訪、交流及報告等方式，使學員結訓返國後得以參酌運用並制定適合其母國且具體可行之潔淨能源發展策略。
107	智慧水運用與管理研習班	以「智慧營運管理」與「智慧科技運用」為主軸，期與學員分享智慧水運用、管理及執行概念。除將分享我國應用資通訊與物聯網技術於治水、防洪、防淤及水質監測等之經驗，並採智慧化水資源管理方式，發展具氣候韌性之水資源管理系統與水利產業新模式，並透過多元永續水資源管理系統解決水資源問題外，亦介紹我國運用物聯網、大數據、資通訊科技及跨域整合運用能力，帶動產、官、學界加速開發具造水、節能、創能、有價資源回收之水處理、智慧監控及新興儀器。

資料來源：財團法人國際合作發展基金會。

二、聯合國氣候變化綱要公約非政府組織論壇 (UNFCCC NGO Forum)

臺灣自 UNFCCC 第一屆大會以來透過 NGO 實質參與會議，公民社會力量也已深植 UNFCCC。為強化我國環境 NGO 與 UNFCCC

轄下 NGO 觀察員間之溝通聯繫，自 2013 年起，外交部舉辦 UNFCCC NGO 論壇，邀請公約 NGO 觀察員九大社群 (Constituency) 聯繫代表或組織夥伴參與論壇，共商氣候合作行動，各年論壇主題如表 8.2.3。

表 8.2.3 外交部 102 至 106 年度 UNFCCC NGO 論壇主題列表

年度	UNFCCC NGO 論壇主題摘要
102	以「如何強化 NGO 參與 UNFCCC 進程」為題，邀請隸屬於性別與婦女組織社群 (Women and Gender CC) 及獨立研究機構社群 (RINGO) 的代表與會討論。
103	以「NGO 於 2015 年後京都協定進程所扮演的角色」為題，邀請隸屬於性別與婦女組織社群 (Women and Gender CC) 及青年組織社群 (YOUNGO) 的代表與會討論。
104	以「協力與實踐：新全球治理中 NGO 之力量」為題，邀請隸屬於性別與婦女組織社群 (Women and Gender CC) 及原住民組織社群 (IPO) 的代表與會討論。
105	以「挑戰與調適：邁向未來，與氣候變遷共生」為題，邀請友邦島國駐台大使及多位外國專家學者與會討論。
106	以「宜居城市邁向永續發展國際研討會」為題，配合臺中市「國際非政府組織營運中心」成立相關活動，邀請國際 NGO 及地方政府組織與會討論。

資料來源：外交部。

8.3 地方政府與城市合作及交流

8.3.1 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，我國大力推動節能減碳政策及具體行動，並在地方城市及全民投入的努力下，已經獲得具體成效；除積極建構因應氣候變遷的法制基礎，充分展現臺灣參與全球節能減碳的決心及具體作為外，並藉由低碳

示範城市的遴選活動過程，讓各級政府充分瞭解低碳的認知與思維，完整學習低碳城市發展的概念。行政院環境保署多次邀請 ICLEI 專家專程訪臺，分享 ICLEI 在全球推展低碳城市夥伴的策略作法與成功經驗，期能提升我地方城市因應氣候變遷的能力建構，並促進城市永續發展及低碳家園營造。

臺灣的地理位置恰巧位於兩岸與亞洲的中心位置，促成 ICLEI 於我國成立據點，包括高雄市政府於 2011 年成功爭取設立「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)，並於 2012 年 9 月開始運作，除執行 ICLEI 世界秘書處交辦任務，並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與教育中心，以促進國際低碳城市的交流與合作，扮演華人世界驅動者，以拓展低碳城市國際交流，展現我營造低碳家園決心與活力。

8.3.2 城市網 (CityNet)

國際組織「城市網」(CityNet) 是一個致力於亞太地區永續發展的城市組織，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。其總部設於韓國首爾 (Seoul, Korea)，目前擁有 88 個正式會員 (Full Member)、49 個準會員 (Associate Member) 及 1 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，幫助會員迎擊氣候變遷、災難等挑戰，齊力邁向都市永續發展。我國共有三個城市為期會員，包括臺北市、臺中市以及高雄市，桃園市亦於 2018 年評估加入該組織的可行性。臺北市於 2004 至 2005 年期間便開始參與城市網活動，2016 年 9 月主辦臺灣第一次全球城市網災害小組會議，與日本橫濱市合作啟動亞洲城市的災害應變合作。

8.4 非政府間組織合作及交流

8.4.1 產業及企業組織

一、航運業

我國航空業在因應氣候變遷議題之國際合作交流，積極參與 ICAO 與 IATA 減碳政策與國際合作。其中特例為中華航空及長榮海運參與的「太平洋溫室效應氣體觀測計畫」(Pacific Greenhouse Gases Measurements Project, PGGM)，在國科會和環保署支持下，由中央大學執行，建造全球最大的空中和海上溫室效應氣體觀測平台。

中華航空與歐盟「全球溫室效應氣體商用飛機觀測計畫」合作，於編號 B-18806 之 A340-300 型客機上裝載全球觀測儀器系統 (In-Service Aircraft for a Global Observing System, IAGOS)。該載具於 2012 年 06 月 26 日起正式運作，使華航為繼德航後全球第二、亞洲首家執行 IAGOS 之航空公司，亦為全球首架 IAGOS 載具蒐集太平洋高空氣體資料之民航機，蒐集成果亦已貢獻至世界氣象組織 (World Meteorological Organization, WMO) 之研究，作為聯合國氣候變化綱要公約相關決策之參考。全球溫室效應氣體商用飛機觀測計畫航線，如圖 8.4.1 所示。

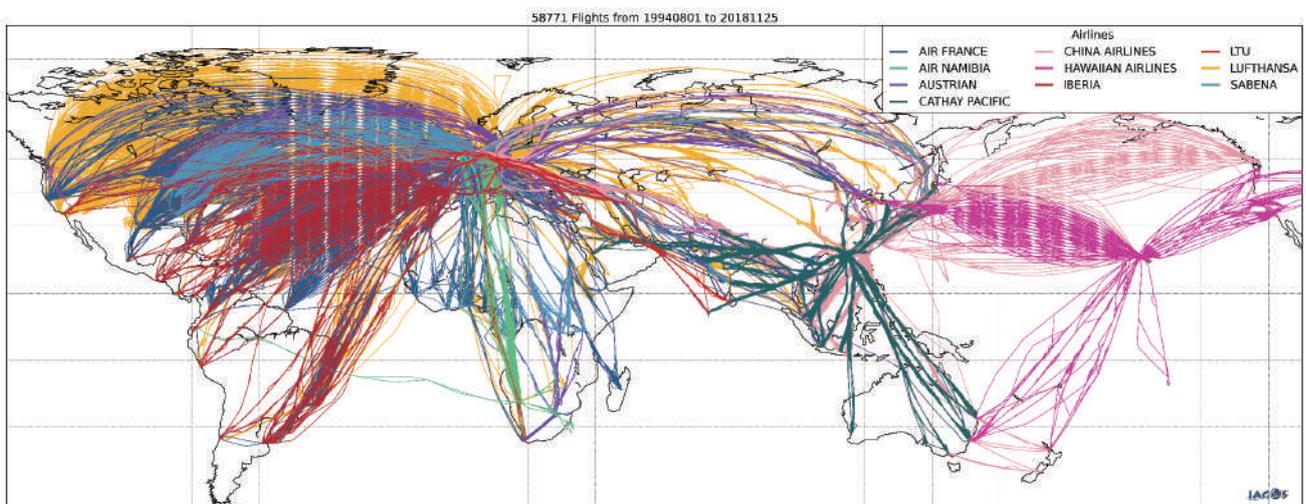


圖 8.4.1 全球溫室效應氣體商用飛機觀測計畫航線圖

資料來源：中華航空股份有限公司。

編號 B-18806 之 A340-300 型客機已於 2017 年 6 月除役 (如圖 8.4.2)，因 IAGOS 執行成效卓著，已於 2016 年 7 月起擴增兩架 A330-300 觀測機，為亞洲首家以雙機型航機觀測太平洋

氣候之航空公司，並擴大範圍至大洋洲，協助學術單位每年節省約新台幣 14 億元航機派飛成本，展現積極貢獻國際環保之企業社會責任。



圖 8.4.2 中華航空公司於 A340-300 型客機上裝載全球觀測儀器系統

資料來源：中華航空股份有限公司。

長榮海運則自 2009 年起啟航「長巨輪」(EVER ULTRA)，蒐集海洋邊界資料的海上觀測平台，長巨輪首航進行國際海域的觀測，提供 100 公尺以下海洋邊界層的觀測資料，並持續提供三年的觀測協助，以了解全球暖化和全球氣候變遷之研究。貨輪的觀測儀器，一部分由中央大學製造，一部份透過與英國劍橋大學合作取得，所有儀器使用 10 年以上。

此研究計畫整合台灣福爾摩沙衛星三號的全球水汽觀測資料及長榮海運貨輪的海平面觀測資料等，有助瞭解溫室效應氣體未來 10 年、20 年在太平洋地區的濃度變化情形，建立一組太平洋地區溫室效應氣體的三度空間分布資料。

二、鋼鐵業

我國鋼鐵業者積極參與世界鋼鐵協會 (World Steel Association) 減碳政策與行動，透過協助協會蒐集彙整國際主要鋼廠之溫室氣體排放資料，建立鋼鐵業排放量與減量技術資料庫，期望對全球減碳貢獻心力，亦擔任東南亞鋼鐵學會 (South East Asia Iron and Steel Institute, SEAISI) 環安衛委員會我國代表，協助推動東南亞鋼鐵技術及環安衛會務，透過積極協助鄰國

鋼鐵同業，維持良好互動及合作，得到地區產業、技術發展及政策資訊，做為開拓業務及策略合作的良好基礎。另外，中鋼公司亦配合我國經濟部參加 OECD 鋼鐵委員會相關產業及環保訊息交流。

三、半導體及電子業

台灣半導體產業協會 (Taiwan Semiconductor Industry Association, TSIA) 自 1998 年起即積極參與世界半導體產業協會 (World Semiconductor Council, WSC)，此組織由美歐日韓大陸及台灣共同組成。TSIA 對含氟化物減量的活動，於 1999 年同意至 2010 年時將減少含氟化物的排放量至基準年的 90% 以下，而後在 2000 年決定含氟化物排放基準年為 1998* (1997 年與 1999 年等兩年排放量之平均值)。此外，TSIA 也於 2005 年與行政院環境保護署簽署減量合作備忘錄 (Memorandum of Understanding, MOU)，承諾致力於含氟化物排放減量的目標。至 2017 年為止，台灣在 WSC 的氟氣體減量成果與日本同屬第一，氟尾氣破壞去除率接近 90%。台灣除在 2006 年 IPCC 國家溫室氣體清冊指南有文獻貢獻外，亦參加 2019 年 IPCC 國家溫室氣體

清冊指南精進版 (2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories) (以下簡稱 2019 年 IPCC 指南精進版) 的編輯作者工作。

台灣面板顯示器產業協會 (Taiwan TFT LCD Association, TTLA) 亦積極參與世界液晶顯示器產業合作委員會 (The World Display device Industry Cooperation Committee, WDICC)，此組織由 4 個成員組成：TTLA、日本顯示設備工業委員會 (JDDIC)、韓國顯示工業協會 (KDIA) 和中國光電顯示協會 (CODA) 對含氟化物減量的活動，並於 2004 年率先台灣產業之先例，和行政院環境保護署簽署減量合作備忘錄 (Memorandum of Understanding, MOU)，承諾致力於含氟化物排放減量的目標。在過去近 20 年的時間 TTLA 減少了約 4000 萬噸的 CO_{2e} 的溫室氣體。在氟尾氣破壞去除率已超過 90%，2019 年 IPCC 指南精進版中許多面板產業參數，皆由此協會會員公司提供建置。

四、企業與產業聯盟

臺灣永續能源研究基金會自 2009 年取得 UNFCCC NGO 觀察員至今持續參與締約方會議，並與英國交通研究基金會與我國工業技術研究院等各國專業研究機構合作主辦多場周邊會議 (Side Events)，分享我國推行低碳電子計程收費、綠色能源及環保回收等實務經驗。該基金會於 2009 年至 2011 年間舉辦氣候領袖培

訓營，帶領選拔而出的青年大使赴會，2017 年接續培養青年大使參與 UNFCCC COP 23。

8.4.2 學術與研究組織

財團法人工業技術研究院為我國第一個成為 UNFCCC 核准的非政府組織觀察員，歷年派員參與主要以能源效率、再生能源、智慧電網等低碳技術為議題，以邁向創新的未來為訴求，並以國際排放交易協會會員身份，參與該協會各項活動；加入 UNFCCC 獨立及研究非政府組織 (RINGO)，長期觀察掌握 UNFCCC 議題動態進展。

8.4.3 環境組織

台達電子文教基金會於 2014 年首度在秘魯利馬 UNFCCC COP20 舉辦周邊會議，分享那瑪夏民權國小綠建築重建經驗，廣獲國際高度肯定。2015 年巴黎 UNFCCC COP21，該基金會於聯合國主會場大皇宮展示「Delta21 綠築跡 - 台達綠建築特展」、「永續創新論壇」、「Delta21 綠建築論壇」等，2017 年 COP23 波昂氣候大會，接獲「地方政府永續發展理事會 (ICLEI)」邀請，在周邊會議上分享如何以私部門角色協助城市推動永續發展，並與來自日本富山、蒙古烏蘭巴托、中國深圳、台灣新北市、亞洲開發銀行等國際城市決策高層及氣候專家進行交流，並強調建築和交通兩大領域的節能潛力。



圖 8.4.3 2015 法國 COP21 台達電子文教基金會巴黎大皇宮綠築跡展

資料來源：台達電子文教基金會。

環境品質文教基金會（以下簡稱環品會）於臺灣及 UNFCCC COP 場域推動環境教育，秉持推廣民眾具備正確的環境意識，關心、監督政府環境政策，並積極參與環境決策為其宗旨，主要關切環境議題包括氣候變遷、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。環品會自 2006 年起定期組團參與 COP，與國際環境教育組織共辦周邊會議，在展攤推廣氣候教育教材。

8.4.4 性別與婦女組織

我國 NGO 參與 UNFCCC COP，並積極與性別與婦女社群 (Women and Gender CC) 合作及互動者，為財團法人婦女權益促進發展基金會、主婦聯盟環境保護基金會，以及 2017 年加入公約 NGO 的媽媽監督核電廠聯盟。近年來，我國性別與婦女組織參與 COP 經驗最深入者應為 2015 年的 COP21 巴黎會議。

財團法人婦女權益促進發展基金會於 COP21 會場舉辦周邊會議「挑戰刻板印象：女性運用資通訊科技於氣候變遷議題的創新參與」，邀請包括 WECAN International、國際醫學生協會 (IFMSA)、秘魯 NGO Pach-amama's



圖 8.4.4 環境品質文教基金會於 COP 會場展攤
資料來源：環境品質文教基金會。

Path、工研院、主婦聯盟環境保護基金會、Lima 台灣原住民青年工作小組及瑞典 Sami Parliament 的代表們，就三個主題進行發表：（一）如何在氣候變遷議題上納入性別觀點；（二）如何善用創新科技與公私部門之合作強化弱勢族群之韌性；（三）社區媽媽與原住民婦女的在地環境保護智慧分享。

該場活動透過主婦聯盟環境保護基金會以及 Lima 台灣原住民青年工作小組代表的案例介紹，成功地將台灣社區媽媽以及原住民婦女的經驗推至國際場合並獲得迴響，呼籲提高女性在氣候變遷領域中的參與之重要。



圖 8.4.5 台灣青年氣候聯盟積極參與聯合國氣候社群 YOUNGO 氣候培力營與會場行動

資料來源：台灣青年氣候聯盟。

參考文獻

1. ICLEI 東亞地區高雄環境永續發展能力訓練中心基金會，官方網頁：<http://kcc.iclei.org/tw/>。
2. 中國鋼鐵公司，「2016 年中國鋼鐵公司社會企業責任報告」，2016 年。
3. 中華航空公司，「2016 年中華航空社會企業責任報告」，2016 年。
4. 台達電子文教基金會，官方網站：<http://www.delta-foundation.org.tw/>。
5. 台灣青年氣候聯盟，官方網站：<http://twycc.org.tw/>。
6. 行政院環境保護署，「聯合國氣候變化綱要公約第 15 次締約國大會 (COP15) 暨京都議定書第 5 次締約國會議 (CMP5) 與會情形報告」，2010 年。
7. 行政院環境保護署，「聯合國氣候變化綱要公約第 19 次締約國大會 (COP19) 暨京都議定書第 9 次締約國會議 (CMP9) 與會情形報告」，2014 年。
8. 行政院環境保護署，「聯合國氣候變化綱要公約第 21 次締約國大會 (COP21) 暨京都議定書第 11 次締約國會議 (CMP11) 與會情形報告」，2016 年。
9. 行政院環境保護署，「聯合國氣候變化綱要公約第 22 次締約國大會 (COP22) 暨京都議定書第 12 次締約國會議 (CMP12) 與會情形報告」，2017 年。
10. 行政院環境保護署，「聯合國氣候變化綱要公約第 23 次締約國大會 (COP23) 暨京都議定書第 13 次締約國會議 (CMP13) 與會情形報告」，2018 年。
11. 行政院環境保護署，國際環境夥伴計畫 (IEP)：<https://www.epa.gov.tw/lp.asp?ctNode=35147&CtUnit=2802&BaseDSD=7&mp=epa>。
12. 財團法人國際合作發展基金會，「財團法人國際合作發展基金會 2013-2017 歷年中文年報」，2017 年。
13. 臺北市政府觀光傳播局，「2017 年城市網公務員移訓計畫 (The CityNet Secondment Staff Programme 2017) 出國報告 (出國類別：市政專題研究)」，2017 年。
14. 臺灣永續能源研究基金會，「臺灣永續能源研究基金會十週年專刊」，2017 年。

溫室氣體國家報告

2018 National Communication



▲高雄港

第九章

教育、培訓及宣導

- 9.1 校園教育、培訓及宣導
- 9.2 產業及在職人員教育、培訓及宣導
- 9.3 社會與公眾教育、培訓及宣導
- 9.4 公民社會團體推動氣候培力

第九章 教育、培訓及宣導

臺灣氣候變遷教育、培訓及宣導議題法制基礎，已漸趨完備，環境及溫室氣體相關法規包括環境教育法、溫室氣體減量及管理法等，在調適衝擊方面有氣候變遷調適政策綱領為政策依據，在能源領域則以全國能源會議之行動方案為依歸。本章分別就校園、產業及在職人員、社會與公眾，以及公民社會自主推動之氣候培力活動，介紹我國氣候變遷教育、培訓及宣導行動。

9.1 校園教育、培訓及宣導

聯合國氣候變化綱要公約建議締約國於國家通訊報告中，說明國家於氣候變遷領域所推動或執行教育、培訓和公眾意識相關政策、措施與計畫，藉以敦促各締約國將氣候變遷觀念及氣候行動落實於社會及教育中，成為公民社會觀念及價值之一環。

UNFCCC 第六條列舉之施行成果包括教育、培訓及公眾意識總體政策；小學、中學及高等教育；公眾資訊流通；培訓計畫；資源或資訊中心；公共及非政府組織的參與等。臺灣於各階段學制所涵蓋氣候變遷教育及培訓制度包括校園氣候變遷教育、能源資訊教案及教材研發，及專業能源科技人才培育等項目。

一、校園氣候變遷教育

根據國家氣候變遷調適政策綱領，教育部針對氣候變遷調適教育之規劃為「通才」與「專才」雙主軸方式，以學生為主體，分各學制推動，總體以法規制定；高中以下、大學通識及學分學程，以發展教材、課程輔助及十二年國民基本教育課程綱要重大議題融入方式，推動通才培育；專才方面則以大專校院專業課程融入、教學聯盟與產學聯結等方式，積極培育氣候變遷專才。

教育部推動教育措施包括發展學校教材、培育師資、補助大專校院開設氣候變遷相關課程、宣導與推廣氣候變遷教育、納入學習課程、推動氣候變遷創意實作競賽等，未來將推動跨

領域教學結合氣候變遷生活實驗室的實踐模式，以問題解決模式，因應實務需求，一方面開設課程研發教案，一方面透過緊密跨部會合作機會，進一步培育所需人才。

- (一) 發展學校教材：教育部依氣候變遷調適八大領域，包括災害、維生基礎設施、水資源、土地使用、海岸、能源、農業及生物多樣性、健康等，編撰國小、國中、高中三級補充教材，總計 48 套，各包括 8 套學生補充教材及 8 套教師手冊；完成規劃大專校院氣候變遷調適通識教育課程 2 大套，分別為核心教材 7 套及專業教材 9 套；發展災害、維生基礎設施-交通系統、水資源、土地使用、海岸、能源、農業、生物多樣性、健康等 9 大領域專業課程融入補充教材及實作教材各 1 套，共 18 套教材。
- (二) 培育師資：教育部在氣候變遷調適專業課程之長程規劃角度上，培養跨領域專業人力，建立教學聯盟合作機制，支援夥伴學校教師推動氣候變遷調適之專才培育，以傳承經驗、共享資源，帶動各領域之氣候變遷專業課程發展，計有 200 位以上的大專校院教師成為氣候變遷各領域教學聯盟教師；另於通識教育上，辦理中等學校以下教師培訓研習營，於北、中、南、東區共 5 場，計 461 人參加研習營，另辦理工作坊 13 場次，計 519 人參與供作坊研討，教師並於教室課堂實務教學後，經教育部審核資格發給教師「氣候變遷調適初階種子教師培訓證明書」，共計 101 人。
- (三) 補助大專校院開設氣候變遷相關課程：為讓大專校院學生有認識、學習氣候變遷調適相關議題之機會，教育部自 2012 年起推動氣候變遷調適人才培育，編撰大專校院氣候變遷調適通識課程 16 個模組及專業課程 9 個領域專業補充教材及實作教材共 18 套之教學檔案供教師運用；



並辦理大專校院永續發展與氣候變遷調適通識課程、學分學程、專業融入等課程補助計畫，截至 106 學年度已補助 360 門通識教育課程、開班數 414 班，修課學生人數達 2 萬 5 千人；101 至 104 學年度共補助 24 案，如氣候與環境、永續環境、能源科技、氣候變遷下的農業生產與生物多樣性保育調適、防災科技管理等學分學程，約有 4 萬多學生修習學程相關課程；105-106 學年度專業融入課程的補助共 100 門課程、班數達 134 班，修課學生人數逾 7 千人。

(四) 宣導與推廣氣候變遷教育：環境教育為十二年國民基本教育課程綱要重大議題之一，採融入課程方式推動環境教育。環境教育議題共五大主題，分別為「環境倫理」、「永續發展」、「氣候變遷」、「災害防救」及「能資源永續」，以環境問題的覺知、知識、態度、技能及行動為課程目標。其中「氣候變遷」主題於各教育階段皆規劃不同實質內涵，於國小階段著重「覺知」，包含認識與察覺氣候趨勢及極端氣候現象，並覺知人類行為是導致氣候變遷的原因；於國中階段則著重認識「碳循環」描述全球暖化臨界點的意義以及理解氣候變遷減緩與調適的涵義，了解臺灣因應氣候變遷調適政策等；於高中階段則探究國際與國內對氣候變遷的應對措施，了解因應氣候變遷的國際公約的精神、思考因地制宜的解決方案等；於大學階段則培養氣候變遷調適的基礎教育人才、提升師生對於氣候變遷減緩與調適的專業知識等人才培育。

(五) 納入學習課程：教育部委託專家學者研擬環境教育議題融入十二年國民基本教育各學習領域教學示例，以提供中小學教師教學參考，期透過各學習領域融入教學，將有助學生覺察氣候變遷的現象、理解成因、了解國內外重要政策或公約，並思考維護環境生態，避免加劇氣候變遷之具體行動。

(六) 推動氣候變遷調適創意實作競賽：教育部為深化學生對於氣候變遷減緩與調適之認識，激發學生對於氣候變遷調適的創意，透過實作來強化解決相關問題的能力，由大專校院師生組隊參賽，擇優進入決賽，經由增能研習工作坊的演練、專家學者陪伴，以強化其作品解決氣候變遷相關問題，增強其氣候變遷溝通能力與行動能力；105 年大專校院師生組隊參賽計 41 隊、106 年 38 隊，107 年增為 150 隊參賽。

二、能源資訊教案及教材研發

經濟部能源局辦理「輔導學校推動能源教育計畫」，針對全國中、小學為對象推動能源教育，推動的方式包括設計推廣教材、學習單、教育專刊、文宣、拍攝影音教材、能源教育中心、能源標竿學校、節能校園行動劇、能源知識競賽、能源科技競賽、全民節電行動等。

自 2014 年迄今，完成十二年國教能源教育融入式教案 39 項推廣教材，28 種能源閱讀學習單，有關低碳生活及綠色交通之教育專刊 17 期，8 項文宣手冊，能源影音教材 6 部，辦理能源教育成果展示活動及能源教育教師研習活動等；並於每年培植 25 所能源教育推動中心，輔導辦理能源宣導活動，成為推動當地縣市能源教育資源、資訊交流平台及示範中心；每年選拔推動能源教育標竿學校，分別授予國中小學金獎（4 所學校）、銀獎（8 所學校）、優選獎（8 所學校），鼓勵學校共同響應推動能源教育。建置能源教育資訊網，作為全國中小學能源教育推廣的資訊平台，在十二年國教系統深植能源教育。

另教育部推動能源科技人才培育計畫，共成立 6 個能源科技教學聯盟中心，包含太陽能、生質能、風能與海洋能、工業節能、住商節能與運輸節能、儲能（含蓄電與蓄熱），各教學聯盟中心項下各設有 5~6 個系列課程計畫，並發展 80 套能源科技專業課程教學模組及 12 門磨課師，累計 20,281 人次修課，以推動培育跨領域能源專業人才。

此外，教育部亦成立能源科技教育師資培訓中心，並在其下成立 2 個大專區域中心及中小學推動學校計畫，區域中心及中小學推動學校組成能源科技教育區域聯盟，由區域中心規劃在地適性之能源科技教育推動計畫，結合中小學推動學校之師資與教學資源，提供中小學推動學校專業諮詢，經營區域中小學能源教育社群，輔導並與其共同執行計畫相關推動與推廣工作，以達成全面落實中小學階段能源科技教育之目標。

執行團隊包含 26 個大專院校及 19 個中小學學校共同參與推動能源科技教育，藉由能源基礎課程、跨領域師資、業界師資及業界實習，培育國內能源領域儲備國內能源潛力人才；中小學以培訓能源種子教師、發展教育模組，經由分享、教學觀摩與推廣行動等，將能源知識落實於中小學教學活動中，減少教師備課及尋找教學資源的壓力，進而提升落實能源教育之實質成效。2014 年至 2017 年度總計培訓中小學能源科技種子教師 995 人次。

三、專業能源科技人才培育

科技部執行第二期能源國家型科技計畫，執行期間自 2014 年起，預計至 2018 年底結束，除了推動各項以能源及潔淨能源技術為主軸的研發外，設立能源科技策略、能源政策之橋接與溝通、能源技術移轉與國際合作等連結小組，就各項能源技術作連結，在計畫推動執行之際，更以培育專業能源科技人才為使命。計畫執行至 2017 年 1 月，在國內、外研討會發表 1,151 篇論文，國內、外重要期刊：331 篇，國內、外一般期刊 192 篇等，總計 1,674 篇論文，養成碩士 1,016 人、博士 297 人，總計高等專業能源科技人才 1,313 位。

9.2 產業及在職人員教育、培訓及宣導

為提升能源自主率來強化我國的能源安全，政府從 2016 年 5 月開始加速推動綠能產業，將全力發展綠色智慧電網，並設定再生能源發電占比目標。為促進國內綠能產業發展，除推動硬體與科技的研發與生產，積極國際招商、引進人才與技術等軟體建構亦須同時進行，透

過產業及在職人員的培訓與能力建構，推升在地綠能產業發展，鼓勵能源服務業等育成新創事業。

一、產業在職人員培訓

(一) 能源管理專業人才培訓

為推動能源大用戶及企業落實能源管理及查核制度，經濟部能源局每年辦理能源管理人員訓練班，設計能源查核、節能計畫研擬、電能管理及熱能管理等專業課程，經受訓合格取得證書之能管員已累計約 9000 位，可協助約 4700 家能源大用戶進行能源管理工作。另針對已取得證書滿 3 年以上之能管員進行調訓，藉由進階課程，提升能管員專業能力，每年約調訓 800 人次。

(二) 能源產業溫室氣體減碳管理專業人才培訓

經濟部能源局自 2005 年起協助與輔導能源產業進行溫室氣體排放量盤查、查證及登錄作業，導入 ISO 14064 國際溫室氣體管理標準，以循序漸進方式協助能源產業逐步系統化建置溫室氣體排放管理及減量能力。為強化能源產業因應國內溫管法制度動態變化之能力建構，自 2018 年起聚焦於協助「溫室氣體減量及管理法」預期納管之能源產業，整合溫室氣體減量管理所需具備之識能，包含國際減量策略發展趨勢、溫管法相關子法訂定及推動現況、獎勵制度與總量管制及排放交易因應實務、減量技術與應用工具識能導入等主題，建立「能源產業溫室氣體減量管理人才職能學習地圖」，並依據能源產業人員異動情形與溫室氣體相關子法或管理制度發展主軸及產業需求，持續辦理能源產業溫室氣體減碳管理專業人才培訓，以全方位提升能源產業減量管理認知、技能及行動力，建立長期產官對話窗口資訊，回饋至能源產業減量及人才管理因應策略研擬之參據。

(三) 工業節能減碳人才培訓

經濟部工業局於 2008 年起成立製造業節能減碳服務團，並開始針對製造業進行辦理節能減碳人才培訓，歷年來課程內容隨著國內外溫

室氣體管理趨勢及產業需求與日精進，涵蓋溫室氣體減量及管理法、工業溫室氣體減量實務、溫室氣體抵換專案實例、智慧電能監控等實務課程。

經濟部中小企業處與加工出口區管理處為提升廠商節能認知與技術，辦理節能管理相關培訓課程，協助廠商找尋節能減碳潛力，落實節能減碳改善。科技部科學園區管理處為增進園區從業人員競爭力，同時激發及提升科學工業園區整體創新管理思維與研發能量，提供「綠能技術」、「顯示器與觸控技術」、「光學設計」、「智慧辨識」等應用領域之各項訓練課程或研討會。

(二) 環境教育人員認證與培訓

行政院環境保護署推動國家環境教育行動方案，截至 2016 年底，環境教育人員認證有效數共計 1 萬 1,112 人 (含教育部認證 5,709 人) 及 28 家環境教育機構，從事環境教育規劃、推廣或人員訓練等事項，提供民眾更完善的環境教育學習場所。環境教育業務執透過辦理「環

境教育機構及設施場所評鑑」，2016 年編撰完成「環境教育機構及環境教育設施場所評鑑作業手冊」，組織專家評鑑小組進行 5 家機構及 25 處設施場所評鑑作業。

為提升環境教育人員之專業知能，環保署亦開辦「環境教育人員核心科目 30 小時研習」、「環境教育設施場所視野型標竿學習工作坊」及「環境教育人員進階實務培訓課程」等能力建購活動，深化環境教育人員品質與內涵。

9.3 社會與公眾教育、培訓及宣導

一、低碳永續家園

我國為順應世界潮流，多次針對低碳永續家園議題進行討論。國內在「永續能源政策綱領」、「國土空間發展策略規劃」全國會議及「98 年全國能源會議」均將低碳永續家園列為施政願景，顯示我國對推動低碳永續家園之重視，並參考國外推動低碳永續家園之架構，規劃我國低碳永續家園相關運作機制，如圖 9.3.1 所示。

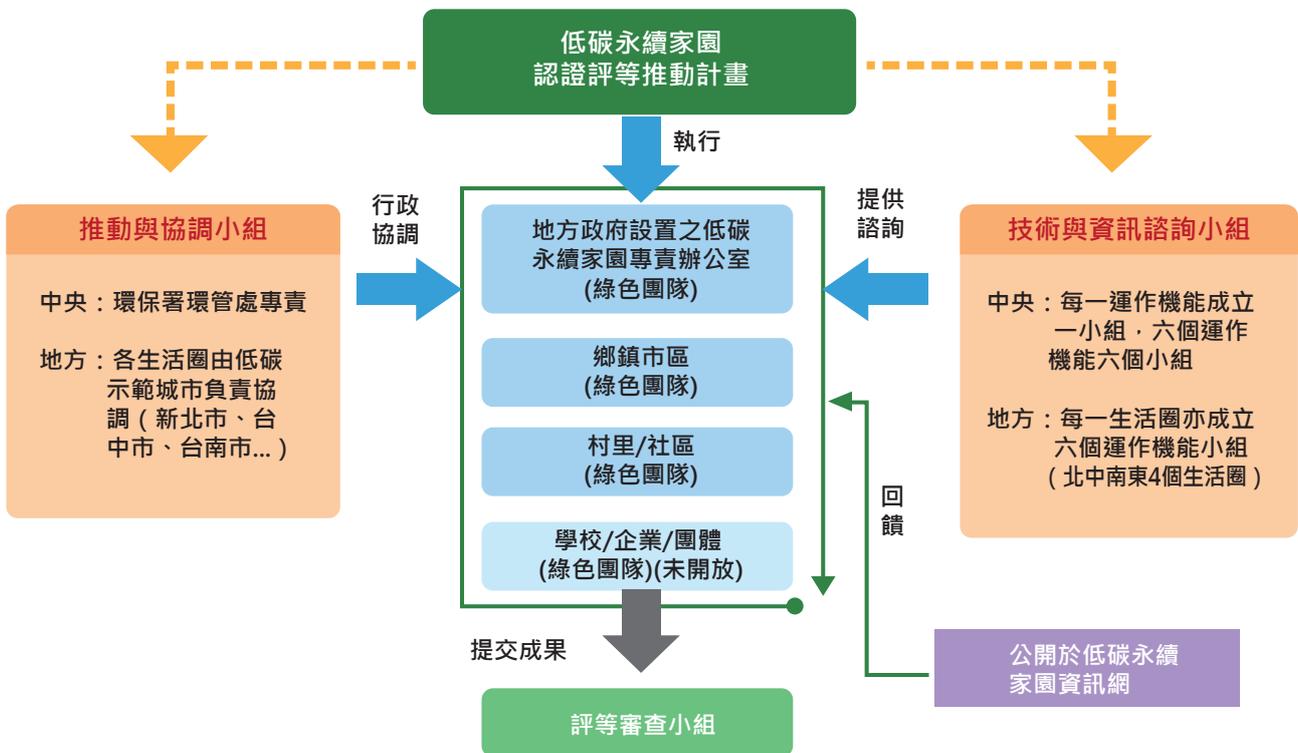


圖 9.3.1 低碳永續家園行政運作機制圖

資料來源：行政院環境保護署。

環保署自 2010 年起推動低碳永續家園，整合中央、地方政府及民間企業力量與資源，深入紮根低碳永續社區營造，循序漸進推動生態綠化、綠能節電、綠色運輸、資源循環、低碳生活及永續經營等六大機能低碳永續措施，並持續擴散成功經驗至鄰近村里，帶動周邊社區共同將節能與減碳的理念與作法，轉化從日常生活的食、衣、住、行、育、樂的具體行動，落實生活中減碳。

環保署為規劃與推動低碳永續家園建構工作，提出六項低碳永續家園應具備的內涵與原則，包括「可持續發展的能力」、「高效潔淨能源管理」、「建立城市綠色軸線」、「培養低碳生活習慣」、「社區群眾及社團團體參與」及「面對氣候變遷思考」等，進一步提出達成建構目標的六大機能低碳永續措施，促成各項具體、可執行的行動項目。

在落實建設的範疇上，環保署循序由小規模社區示範作起，逐步擴展至城市，透過與地方政府合作，遴選村里規模的示範社區，持續協助節能診斷與推行低碳改善措施；2011 年起，進一步擴大執行範疇至城市的低碳化發展，並執行示範亮點計畫。

低碳永續家園建立「認證評等制度」，對於鄉鎮市區或村里層級之參與單位而言，採自發性、不強迫原則；然縣市層級之參與單位則當然參加。評等之參與單位於網路報名前，須先成立綠色團隊、撰寫低碳永續宣言書以及區域現況說明等，並將上述三項文件於網路報名時一併繳交，方能完成報名。經過報名資格確認後，可於低碳永續家園資訊網後台選取所願執行之行動項目，並有機會可獲取相關的教育訓練及輔導資訊，以協助各參與單位執行自身所選取之低碳永續家園行動項目。後續待執行具一定成效後，即可上傳相關成果文件並提出評等申請。

目前規劃之評等等級分為三級，分別為入圍、銅級與銀級，後續將視執行狀況，新增金級、白金級或鑽石級等。認證評等參與程序如圖 9.3.2。環保署亦將詳細評等執行內容資訊放置於低碳永續家園資訊網首頁之相關資訊下載專區中的「低碳永續家園認證評等推動計畫」內容以及相關簡報，供民眾方便檢視下載。

為提昇社區氣候變遷調適意識、發展環境教育，環保署開辦「低碳永續社區種子訓練」，特別針對推動低碳永續社區相關業務之地方政府環境保護局、低碳專案辦公室、村里長、村里幹事、社區發展協會、管委會、志義工及有興趣之民眾，按北、中、南、東之示範社區型態不同，以貼近居住環境、生活型態的環境議題辦理主題式訓練講習課程「低碳永續社區種子訓練講習會」。

在訓練講習中，學員擔任種子人員傳遞與分享相關經驗給社區民眾，積極發展低碳永續社會環境。課程內容包括減緩調適、社區資源盤點、綠活圖設計、社區影像紀錄、綠化空間營造、節能技術等領域，將相關知識傳遞與分享給其他民眾，引領社區推動低碳永續相關工作，與環境共存，打造低碳永續家園願景。

二、社區大學教育推動社區尺度氣候變遷調適 (Community Based Adaptation, CBA)

氣候變遷調適係屬新興概念，僅有公部門帶頭推動尚不足夠，需有賴全民共同提升氣候變遷危機意識、應變能力及調適知識。爰國發會、環保署與教育部等相關部會，分以不同形式辦理調適推廣，以強化氣候變遷調適公眾參與及溝通能力。

環保署自 2012 年開始，委託社區大學全國促進會推動「全國社區大學氣候變遷調適教育推廣專案工作計畫」。該會與各地的社區大學合作，以推動以社區為本的氣候變遷調適 (CBA) 為長期願景，建構相關平臺，推動規劃「4 小時氣候變遷調適活動」、「32 小時氣候變遷調適課程」等培訓與教育計畫；全促會 CBA 計畫執行方法流程與機制，如圖 9.3.3 所示。

社區大學全國促進會與不同城鄉地區社區大學合作，建構本土的社區氣候調適學習中心。策略上，以社區大學全國促進會作為社區氣候調適計畫之發想與交流平臺，目前發展較成熟之五個社大社區氣候調適 CBA 中心，各自因地制宜、發展不同目標；社大 CBA 方案執行學校與主題，如表 9.3.1 所列。

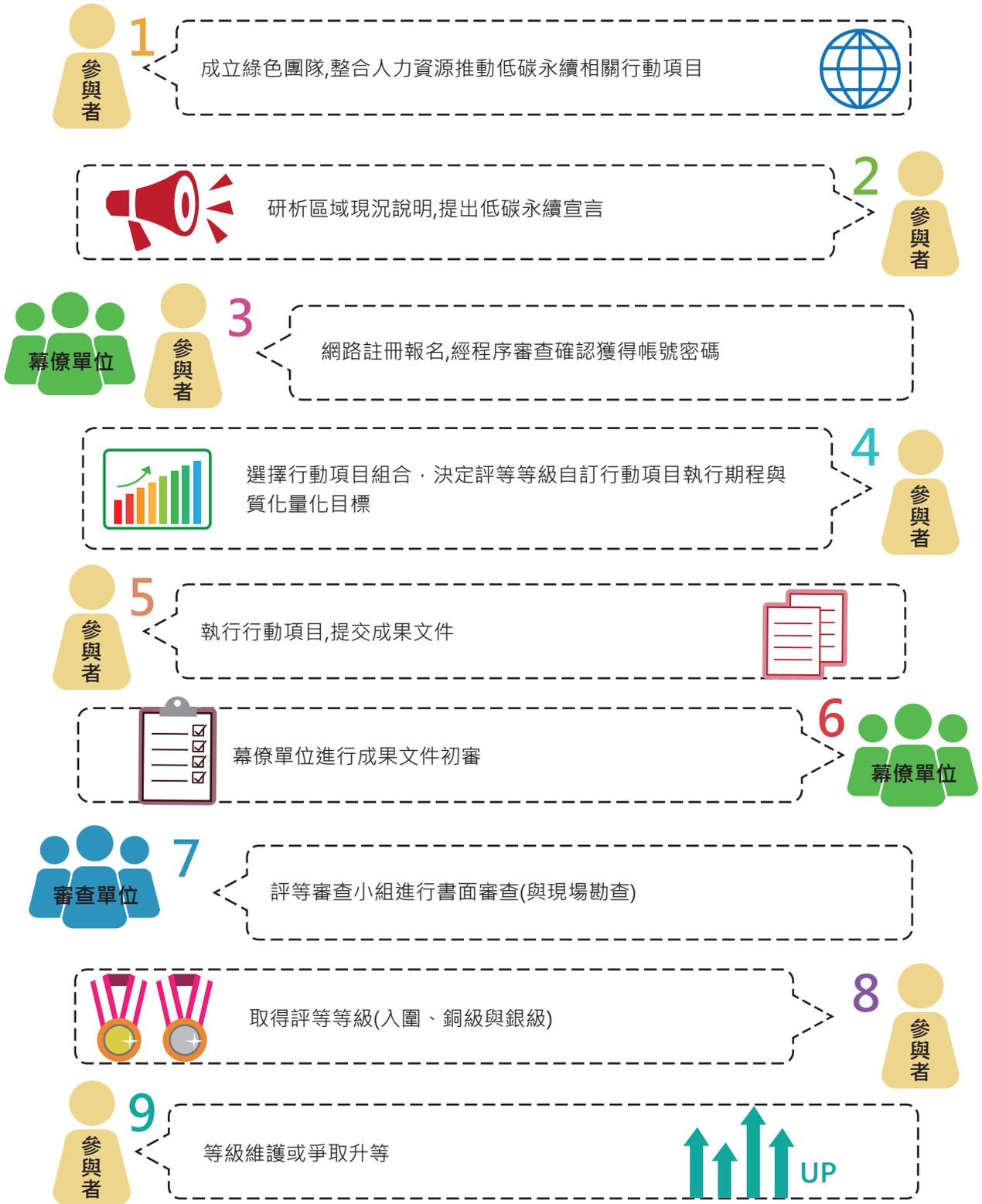


圖 9.3.2 低碳永續家園認證評等參與程序

資料來源：行政院環境保護署。

表 9.3.1 社團法人社區大學 CBA 方案執行學校與主題

	學校	執行主題
續航 CBA 方案	新北市永和社區大學	氣候變遷在地公民行動
	臺中市文山社區大學	走訪郁永河足跡— 大肚山水堀文化生活圈之建構
	臺南市曾文社區大學	曾文氣候變遷水文共學園 ~ 由魚菜共生創造，與水共榮
試行 CBA 方案	臺北市文山社區大學	尚水文山：暴雨減災調適計畫
	宜蘭社區大學	氣候變遷調適新農育成社團

資料來源：社團法人社區大學，全國促進會氣候變遷調適教育推廣專案工作計畫期末報告 (2015 年)。

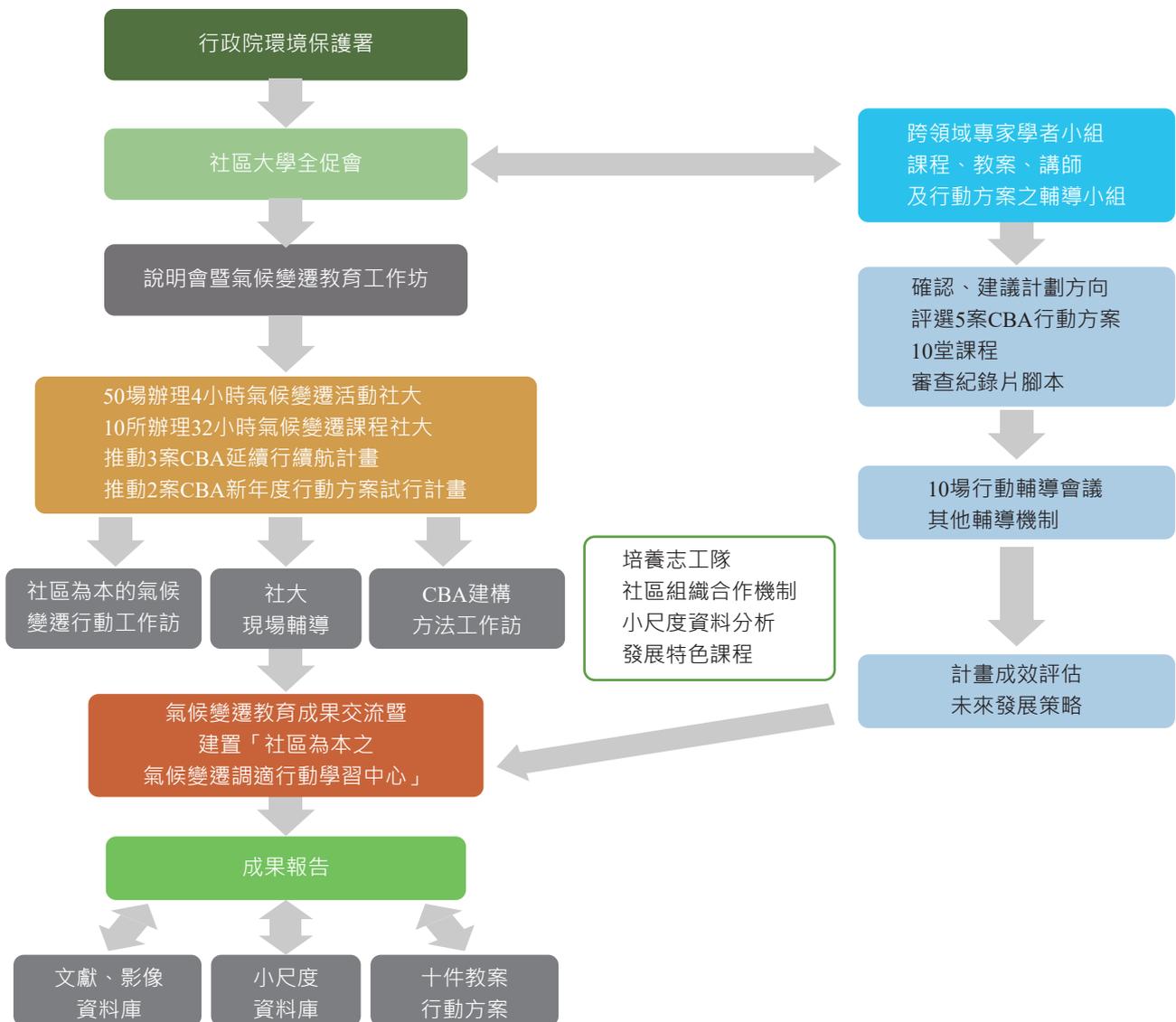


圖 9.3.3 社區大學全國促進會 CBA 計畫執行方法流程與機制

資料來源：社團法人社區大學，「全國促進會氣候變遷調適教育推廣專案工作計畫期末報告」，2015 年。



各社區大學因地制宜發展不同策略，例如臺南市曾文社區大學因為過去倒風內海地形造就許多濕地環境，時常淹水為患，故現階段重視透過魚菜共生等現場實作課程，導入水的問題，讓民眾記憶起過去被填掉的埤塘經驗，以帶動調適意識。而宜蘭社區大學則注眾氣候變遷議題的釐清與調整，例如引入農改場、農業專家等，討論氣候變遷到底有沒有影響、是否能夠經受科學的檢驗。社造經驗豐富的新北市永和社區大學的調適案例與早期生態雙和社造計畫的發展相輔相成，永和社大在參與樂施會舉辦的 PCVA 工作坊後，在永和永貞里自主試運行了 PCVA 計畫，是目前臺灣僅有幾例發展較完整的社區氣候調適案例之一。

三、推動建置氣候變遷調適資訊平台

網路係當代資訊傳遞最為迅速的媒介之一，為能有效將其推展至全民，國發會轉換氣候變遷科學知識，成為一般民眾易讀、易瞭解之科普形式作為氣候變遷調適之宣傳資訊；同時 2013 年 5 月建置完成氣候變遷調適網站資訊平台「共築方舟—氣候變遷調適入口網」，提供相關氣候變遷調適之政府資訊、國內外調適新聞、科普知識、專家專欄、調適案例及相關連結等，俾使資訊公開與交流，作為資訊溝通、環境教育之平台，進行對話及溝通。

自溫管法公布施行後，環保署 2017 年建置完成「氣候變遷資訊整合網」，從整合氣候變遷調適與減緩之角度，提供地方政府與民眾相關之氣候變遷基礎知識、因應作為、新聞、國際行動、會議訊息、活動資訊及我國推動成果，並提供教育宣導之文宣工具，作為推動氣候變遷因應之參考資訊入口網。

內政部建築研究所主要以建置智慧綠建築網頁，網頁介紹智慧綠建築、綠建築及綠建材之標章、法規、多媒體互動介紹及影音等；另外，更在台北市成立智慧化居住空間展示中心，嘗試在空間與科技整合中引導開發創新產品，透過生活應用情境之智慧化居住空間展示中心、智慧住宅單元展示區及智慧住宅中南部展示場

之創新整合應用示範，以及結合 RFID 技術於建築產業應用成果之易構住宅，提供國人瞭解與體驗建築物結合智慧化技術應用所創造出的安全、健康、便利、舒適及節能的生活環境，具體落實推動智慧化居住空間政策。

交通部運輸研究所建置綠色運輸網站，提供一般民眾及中小學生查詢綠色運輸系統的相關知識、綠色運輸系統相關訊息、科技新知、法令解釋、專業技術、研究成果、統計資料等相關訊息，及設置討論論壇之溝通管道，並提供線上教學、檔案下載、Q&A 等服務，達到教育推廣、快速查詢相關資料並交換相關議題之功能；以促進社會大眾對綠色運輸系統的共識，有利於未來綠色運輸系統相關專案的推動。

四、舉辦創意氣候變遷調適相關宣傳推廣活動

為將調適概念推廣至全民，國發會、環保署及調適相關機關積極舉辦各種氣候變遷調適創意宣傳推廣活動。活動性質從較屬活潑、生活化，並與民眾互動的多元創意推廣活動，到較具深度與專業的氣候變遷風險溝通，讓民眾由淺至深瞭解氣候變遷調適的重要性，包括舉辦多元創意調適推廣活動及氣候變遷調適與風險溝通系列活動。

環保署所舉辦推廣活動，例如推動碳中和，辦理環保低碳活動及標章；地方低碳生活績效評比；低碳生活宣言簽署及自我評比；其他項目則包括於全國機關、學校推動每週蔬食日活動，綠色採購及消費，節能、節水、節電之宣傳與手冊製作等，並建置相關活動網站，充分與民眾互動，如環保低碳活動平台、Eco Life 清淨家園顧厝邊綠色生活網等。

此外，為加強民間團體與政府部會在氣候變遷議題意見方面的溝通，取得社會多數認同，本著「夥伴關係、建立對話、共同參與、共同面對」的核心精神，環保署於 2011 年起舉辦公民咖啡館活動，辦理全國分區公民會議，分區公民會議所彙整 855 項建言；2012 年 5 月，舉

辦「全國氣候變遷會議」公民咖啡館，就活動主題「臺灣 20XX：面對氣候變遷臺灣該做的準備」，就前 855 項建言進行開放的參與式討論，超過 500 位民間團體與政府相關部會代表等。

經濟部能源局為宣導及提高公眾節能意識，按生活節能、住商節能、工業節能、機關學校節能及縣市節電等不同對象，提供不同的節能手法、節約能源手冊、獎勵措施、表揚、競賽、展覽觀摩會議、建置網站等方式，就不同對象分做推廣，並舉辦公民活動獎勵節能。

為促進全民響應節電行動，自 2014 年 8 月至 2016 年底實施節能獎勵金，其計算方式為用戶當期用電與去年同期用電比較後有省電者，每節省一度電可獲得 0.6 元獎勵金。此外，累計迄 2018 年 10 月，能源局已通過認證 51 種產品，推廣節能標章，共計 305 家品牌、6,658 款節能標章產品供民眾選購。歷年就工業、住商、建築及機關學校等對象，辦理「節約能源標竿獎」選拔活動、節能績優傑出獎觀摩及表揚活動，提供節能標竿與典範，供各界參考，藉以表彰節能作為。

五、推動全民氣候變遷調適教育計畫

氣候變遷調適教育係國家未來面對氣候變遷的重要基石，考量氣候變遷調適具跨領域、跨部門之特性，調適教育需從整合性、全面性及有效性等原則進行推動，且需針對不同對象、領域妥予規劃，並且促進全民參與。國發會 2012 年研擬「氣候變遷調適全民教育計畫」，透過計畫運作之整合機制，與教育部、學校、教育機構等合作推動。於推動氣候變遷調適之核心概念下，融入創新創意構想，並考量以全民為教育對象範疇，將其分中央政府官員、地方政府官員、各級學校師生、非政府組織成員及一般民眾，研提不同學習目標及作法，以使氣候變遷調適透過教育扎根。

為使民眾更易瞭解氣候變遷調適之概念，國發會及環保署分別以簡明易懂之方式呈現，編撰各類氣候變遷調適教育文宣，如環保署「氣

候變遷調適教育手冊」係強化中央、地方公務人員之調適知能為主，講述氣候變遷之成因與調適案例；「氣候變遷圖解小百科」則以公眾為對象，引導全民逐步瞭解調適並落實於生活中。為使全民更深入瞭解氣候衝擊，更進一步拍攝「變遷的氣候·永續的臺灣」，期能深化全民調適概念。

2012 年行政院衛生署（衛生福利部前身）製作「氣候變遷與慢性病防治手冊」，作為民眾衛教參考資料。衛生福利部依據氣象預報持續做好高溫及低溫預警行動方案的各項措施，於媒體宣傳、提醒民眾注意極端氣候，嚴防熱傷害，監測各醫院因熱傷害至急診就醫情形，結合民間資源、各地衛生醫療與社福單位於低溫時開設緊急安置庇護場所，並加強對獨居老人及街頭遊民等弱勢民眾的訪視關懷服務。

9.4 公民社會團體推動氣候培力

截至 2017 年底，我國民間環保團體及組織，由行政院環境保護署核准成立之環境保護財團法人計有 58 個，全國性環保團體有 296 個。由於全球暖化議題已普遍深植社會大眾，我國大部分民間環保團體，秉持國際化議題、落實深耕地方的作法，不斷藉由參與、關心國際氣候議題的發展，例如巴黎協定的簽署與協商等，於國內加以推廣，推廣方式包括網路部落格、電子報、出版品、招募推廣志工或義工、辦理課程、繪畫競賽、展覽及論壇等，除了解讀國際重要科學資訊外，更提供因應氣候變遷的解決方案或作法。本節摘要我國公民社會團體推動氣候培力的重要宣導活動。

台達電子文教基金會藉由成立低碳部落格網站及臉書專頁，宣傳氣候變遷及能源等國內外資訊，並招募能源教育志工，辦理能源教育課程、能源媒體沙龍等，「綠築跡台達綠建築展」更是近年來重點推廣的項目，除了展出台達電子在我國建設的綠建築，也分享建築所需的節能科技，形成一股推動綠建築、低碳交通及生活的力量，廣受各界重視，展覽圖片如圖 9.4.1 及 9.4.2。



圖 9.4.1 台達電子文教基金會 2016 年舉辦「綠築跡 - 台達綠建築展」

資料來源：台達電子文教基金會。



圖 9.4.2 台達電子文教基金會 2017 年舉辦「生態交通全球盛典 - 綠築跡 - 台達綠建築展」

資料來源：台達電子文教基金會。

環境品質文教基金會著重於氣候變遷調適與環境教育，辦理世界兒童環境文學家活動、「氣候變遷與兒童」巡迴教育等活動及生態與環境、環境與法治等論壇，建立臺灣環境教育對話平台 (<http://www.TEED.org.tw>) 第 27 場論壇活動，此平台已經上架近 250 部影片、製作超過 10 個環境廣播系列節目。

財團法人台灣永續能源研究基金會 (TAISE) 持續致力提升全民對永續能源相關議題之認知，建立與國內外永續能源相關學術與技術專業團體之交流，推動永續能源相關刊物及專業書籍之出版，近年來更積極強化國內產業針對永續能源相關議題之關切，除成立「台灣企業永續研訓中心」，推動培訓課程及活動，敦促企業善盡奇企業社會責任，達成永續發展目標；為

鼓勵企業提升公司經營永續議題之質與治理資訊揭露之量，以加強其對維護永續發展、友善環境及公益社會的重視與投入，持續舉辦「台灣企業永續獎」評選活動，歷年報名獎的企業累計達 209 家。

永續能源基金會為呼應聯合國十七項永續發展目標 (SDGs)，歷經多次永續會議及論壇並循序取得共識後，構築並歸納出「臺灣永續發展目標」之各項核心目標、具體目標及對應指標。在此基礎上，在 107 年與台灣企業永續研訓中心協同產官學研各界共同發起成立「永續發展目標聯盟」(Alliance for Sustainable Development Goals, A-SDGs)，成立大會照片如圖 9.4.3。



圖 9.4.3 台灣永續能源研究基金會結合臺灣產官學研及 NGOs 各界發起成立 A-SDGs

資料來源：台灣永續能源研究基金會。

台灣青年氣候聯盟 (Taiwan Youth Climate Coalition, TWYCC) 由台灣各地關注環境保護與氣候變遷之青年所組成，為台灣第一個以青年為主的環境 NGO，透過人才培訓、自主行動及文化傳承等願景，期待建立台灣環境與氣候議題的青年交流平台，持續推動青年參與本地及國際氣候行動。長期舉辦青年工作坊、學校巡

迴演講、分享會，以青年串連青年，亦與國際青年一同推動氣候變遷轉化行動。自 2012 年來定期參與聯合國氣候變遷會議，並與國際青年共同舉辦邊會，持續關注國際氣候變遷議題，2018 至 2020 年並以「台灣青年氣候盤點」計畫推動由下而上、從個人到國家之氣候行動倡議，培力營圖片如圖 9.4.5。



圖 9.4.4 台灣青年氣候聯盟舉辦「全民氣候遊行」及「台北單車遊行」

資料來源：台灣青年氣候聯盟。



圖 9.4.5 台灣青年氣候聯盟舉辦「2018 台灣青年氣候盤點培訓營」

資料來源：台灣青年氣候聯盟。

參考文獻

1. 教育部，「十二年國民基本教育課程綱要」國民中小學暨普通型高級中等學校自然科學領域，2018年。
2. 台達電子文教基金會，官方網站：<http://www.delta-foundation.org.tw/>。
3. 台灣永續能源研究基金會，官方網站：<https://taise.org.tw/>。
4. 台灣企業永續研訓中心，官方網站：<http://www.ccstw.net/>。
5. 台灣青年氣候聯盟，官方網站：<http://twycc.org.tw/>。
6. 行政院環境保護署，2016年國家環境教育行動方案成果報告，2016年。
7. 行政院環境保護署，低碳永續家園資訊網：https://lcss.epa.gov.tw/_x/_lcss/lcssgrade/viewgrade-1.aspx
8. 行政院環境保護署，「低碳永續家園建構及執行成效考核專案工作計畫」期末報告，2012年。
9. 行政院環境保護署，「低碳社區建構手冊」，2013年。
10. 行政院環境保護署，「國家因應氣候變遷行動綱領」，2017年。
11. 行政院環境保護署，「國家環境教育行動方案(101年-104年)(核定本)」，2014年。
12. 行政院環境保護署，「國家環境教育行動方案(105年-108年)」，2016年。
13. 行政院環境保護署，「對話，從這裡開始—全國氣候變遷會議全紀錄專刊」，2012年。
14. 能源局，「輔導學校推動能源教育計畫期末報告」，2017年。
15. 國家發展委員會，「氣候變遷調適政策綱領」，2012年。
16. 教育部，「防減災及氣候變遷調適教育計畫期末報告」，2017年。
17. 教育部，「氣候變遷調適教育教學聯盟計畫期末報告」，2017年。
18. 教育部，「氣候變遷創意實作競賽計畫期末報告」，2017年。
19. 教育部，「能源科技人才培育計畫期末報告」，2017年。
20. 經濟部，「能源用戶自置或委託技師或合格能源管理人員設置登記辦法」，2010年。
21. 經濟部，「第四次全國能源會議具體行動計畫」，2015年。
22. 環境品質文教基金會，官方網站：<http://www.eqpf.org/home.aspx>。
23. 社團法人社區大學全國促進會，「104年全國社區大學氣候變遷調適教育推廣專案工作計畫期末專案工作報告」，2015年。
24. 行政院環境保護署，環保專案成果報告資訊系統網站：http://epq.epa.gov.tw/project/FileDownload.aspx?proj_id=1040300317。



2018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)