第四章 溫室氣體排放預測

依「氣候變遷因應法」（下稱氣候法）第 10 條規定，為達成國家溫室氣體長期減量目標中央主管機關得設學者專家技術諮詢小組並應邀集中央及地方有關機關、學者、專家、民間團體，經召開公聽會程序後，訂定 5 年為一期之階段管制目標，逐步推動落實減量政策；為妥適訂定階段管制目標，依據各部門節能減碳策略之減量潛力，預測全國及各部門之溫室氣體排放路徑。以下分別說明溫室氣體排放路徑之預測結果、政策措施之減量效果評估，以及相關方法學。

4.1 排放路徑預測

依據「氣候變遷因應法施行細則」第 5 條規定訂定階段管制目標，中央有關機關應進行溫室氣體排放趨勢推估及情境分析，並提出電力排放係數、電力需求成長、各部門溫室氣體減量情境、減量貢獻及減量成本之估算，且評估其可能衍生之影響。（彙整如表 4.1.1-1）

一、氣體類別

溫室氣體包含指二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6)及三氟化氮(NF_3)等七種氣體，並依照溫室氣體溫暖化潛勢統一轉換為二氧化碳當量(CO_2e)。

二、排放類型

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

三、部門分類

依照我國氣候法之推動分工分為六大部門，能源部門管理再生能源發展、能源使用效率提升及節約能源；製造部門管理工業溫室氣體減量；運輸部門涵蓋運輸管理、大眾運輸發展、低碳能源運具使用及其他運輸溫室氣體減量；住商部門管理建築溫室氣體減量；農業部門管理森林資源管理、碳吸收強化及農業溫室氣體減量；環境部門則管理廢棄物回收處理及再利用。本節之部門分類與國家清冊報告不同，電力使用之溫室氣體排放將回歸於各用電部門。

四、預測時程

我國預定於 2024 年提出「第三期溫室氣體階段管制目標」，對我

國 2026 年至 2030 年之溫室氣體排放路徑提出預測。

表 4.1.1- 1 範疇界定說明

範疇	說明
氣體類別	二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6)及三氟化氮(NF_3)
排放類型	燃料燃燒溫室氣體排放、非燃料燃燒溫室氣體排放（工業製程及產業使用、農業部門、廢棄物部門）及碳匯（土地利用、土地利用變化及林業部門）
部門分類	能源、製造、運輸、住商、農業、環境部門
預測時程	2026 年至 2030 年

資料來源：環境部氣候變遷署。

4.2減量效果評估

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

「既有政策情境」下，以 2005 年為基準年，預計可分別於 2022 年減少 1.77%，2025 年減少 10%，以及 2030 年減少 26~30%，以期達到 2050 年減少淨零排放目標，如表 4.2-1 及圖 4.2-1 所示。

表 4.2- 1 政策情境下 GHG 淨排放量路徑

政策情境	預測值（單位：$MtCO_2e$）		
	2022 年	2025 年	2030 年
基期年（2005 年）淨排放量（A）	268.893	268.893	268.893
既有政策情境 GHG 淨排放量路徑（B）	264.133	242.004	188.225~198.981
GHG 減量額度（B-A）	-4.760	-26.889	-80.668~-69.912

資料來源：環境部氣候變遷署。

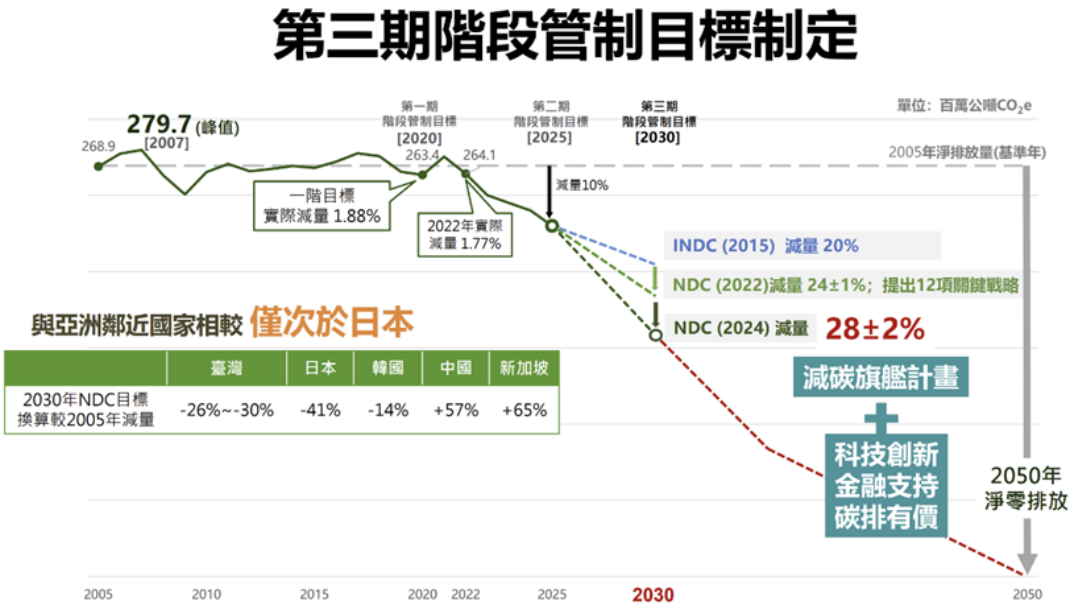

圖 4.2- 1 溫室氣體排放淨零路徑

資料來源：國家氣候變遷對策委員會第三次委員會議報告事項三：台灣總體減碳行動計畫（國發會）。

4.3預測方法說明

我國溫室氣體排放路徑之規劃，係由各部門溫室氣體排放路徑堆疊加總。各部門之主管機關依據統一之參數假設（經濟成長、人口），推估該部門之能源消費量及溫室氣體排放，並規劃相應之節能減碳策略。在燃料燃燒溫室氣體排放方面，由經濟部能源署依據全國之能源消費量與策略節能量，規劃能源供給後進行預測。在非燃料燃燒溫室氣體排放方面，由環境部氣候變遷署彙整各部門之預測數據。在碳匯方面，由農業部進行預測。全國溫室氣體排放路徑預測流程如圖 4.3-1 所示。

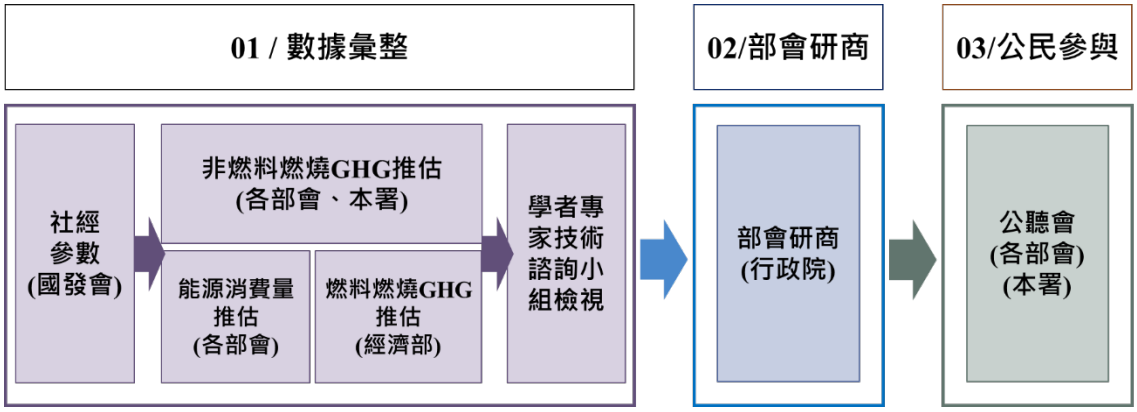

圖 4.3- 1 溫室氣體排放路徑預測流程

資料來源：環境部氣候變遷署。

4.3.1參數假設

為使各部門在一致的基準情景下模擬溫室氣體排放，針對總體經濟成長、人口及能源等指標訂定參數假設[2]，說明如下：

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

綜合考量國內外經濟發展趨勢，包含：人口、國際能源價格、國際經貿環境、總要素生產力，以及各產業主管機關提供之產業發展趨勢及政策方向，推估我國中長程 GDP 及三級產業結構占比。

根據 2023 年 8 月預估，2025 年整體經濟成長率 3.55%，服務業占 GDP 之比例下降（占比 59.60%），工業（占比 38.98%）上升及農業（占比 1.42%）下降，2030 年整體經濟成長率上升至 2.78%，服務業占 GDP 之比例下降（占比 58.65%），工業（占比 39.89%）及農業（占比 1.46%）上升。我國經濟成長率及三級產業結構變化之預測如表 4.3.1-1 所示。

[2] 本章節參數設定所引用的 GDP、人口等預估值數據為六大部門推估溫室氣體排放量使用。

表 4.3.1-1 臺灣經濟成長率及三級產業結構預測

年別	經濟成長率（%）	三級產業占比（%）		
		農業	工業	服務業
2026	3.37	1.43	39.28	59.29
2027	3.22	1.44	39.50	59.07
2028	3.12	1.44	39.63	58.92
2029	3.03	1.45	39.75	58.80
2030	2.78	1.46	39.89	58.65

資料來源：國家發展委員會，2023 年。

二、人口數預測

依據國家發展委員會 2022 年 8 月發布之「中華民國人口推估（2022 年至 2070 年）」報告，其採用國際間慣用之年輪組成法(Cohort-Component Method)，以 2021 年年底男、女性單一年齡戶籍人口數做為基期，加入出生、死亡及國際戶籍淨遷入等假設，將每個人的年齡逐年遞增，推估出未來男、女性單一年齡人口數。

推估結果顯示，我國總人口在 2023 年因 COVID-19 疫情後社會增加回流，小幅回升至 2,342 萬人，在低、中、高推估三種不同假設情境下，2070 年總人口數將降到 1,502 萬至 1,708 萬人之間，約為 2023 年之 64.1%至 72.9%。我國總人口成長趨勢如圖 4.3.1-1 所示，將以中推估作為溫室氣體排放路徑之預測基準。

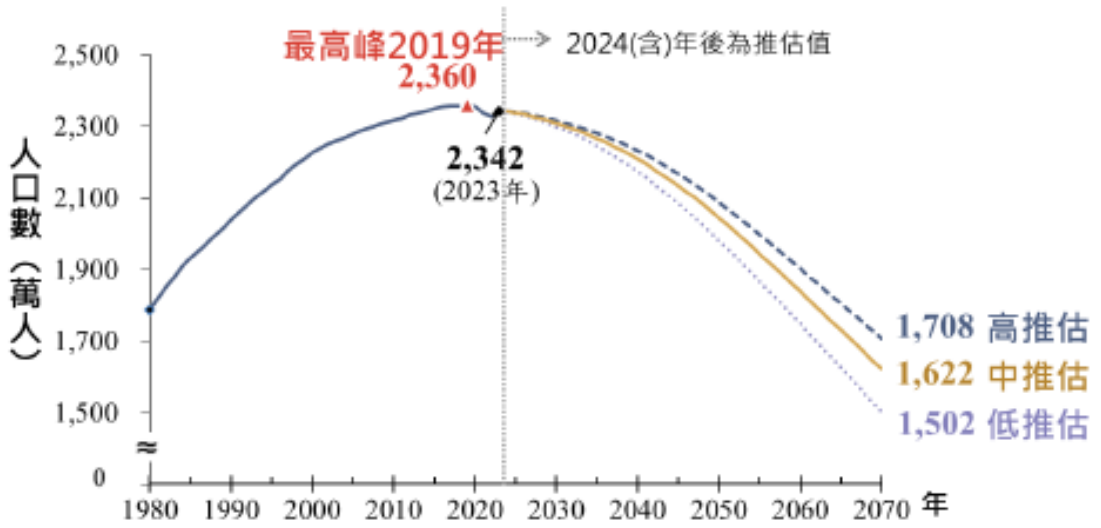

圖 4.3.1-1 總人口成長趨勢（高、中及低推估情境）

資料來源：國家發展委員會，2024 年。

三、能源轉型政策

為邁向 2050 淨零目標、實現國際減碳承諾，因應國內外政經情勢及能源環境的快速變遷與挑戰，我國推動能源轉型政策及 12 項關鍵戰略，以降低燃煤、燃油發電，提升低碳能源（燃氣及再生能源）發電

占比，規劃目標在 2025 年燃煤、燃氣及再生能源發電占比分別達到 30%、50%及 20%；同時，陸續淘汰運轉年限到期之核能發電，於預計 2025 年完成淘汰多數機組，各類電廠發電結構路徑如圖 4.3.1-2 及表 4.3.1-2 所示。

政府自 2016 年起，積極推動能源轉型，截至 2024 年底再生能源累積裝置容量已達 21.05 GW，占全國總發電裝置容量約 31.1%，為 2016 年的 4.5 倍，發電量 333 億度亦為歷史新高，發電占比達 11.6%。另推動增氣減煤政策，持續降低電力系統碳排，2024 年燃氣發電占比達 42.4%，燃煤則降至 39.3%，電力排放係數在 2023 年達歷史新低（0.494 公斤 CO_2e/度）。

表 4.3.1- 2 核能電廠運轉期限

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

資料來源：臺灣電力公司，核能營運現況與績效，2024 年。

全球經濟受到俄烏戰爭等地緣政治因素影響，高通膨和高利率的投資環境直接衝擊國內產業的生產和經濟活動。2023 年，多數產業在備料方面保持保守，調整庫存和產能，導致整體電力需求受到抑制，電力消費量較前一年減少約 1.04%。然而，人工智慧(AI)和雲端資訊服務等新興技術的活絡發展推升了電子產品生產，企業和消費者對未來保持謹慎樂觀。行政院主計總處已將 2024 年經濟成長率上調至 4.59%，並預估 2024 至 2028 年電力需求年均成長率約為 2.5%。其中，AI 科技的用電需求預計到 2028 年將增加 200 萬瓩，比 2023 年成長約 8 倍。未來，穩定應用後預估 2024 至 2032 年電力需求年均成長率約為 2.8%。在電源供給方面，隨著對再生能源需求增加，政府積極推動再生能源發展，截至 2024 年再生能源裝置容量已達 2,105.2 萬瓩。政府計劃增加燃氣機組和儲能系統，結合電網建設和智慧化管理，提升再生能源的整合與利用效率，確保能源供應的可持續性和穩定性。

根據減碳旗艦計畫之離岸風電、太陽光電、地熱發電、小水力計設置量目標如下圖 4.3.1-2、圖 4.3.1-3、圖 4.3.1-4 及圖 4.3.1-5 所示。

其中，離岸風電 2030 年累計設置量目標達 10.9GW，2035 年達 18.4GW 以上；太陽光電 2030 年累計設置量目標達 31.2GW，2035 年達 35.02GW 以上；地熱發電 2030 年累計設置量目標達 1.2GW 以上，

2035 年達 1.7GW 以上；小水力 2030 年累計設置量目標達 195MW 以上，2035 年達 237MW 以上。

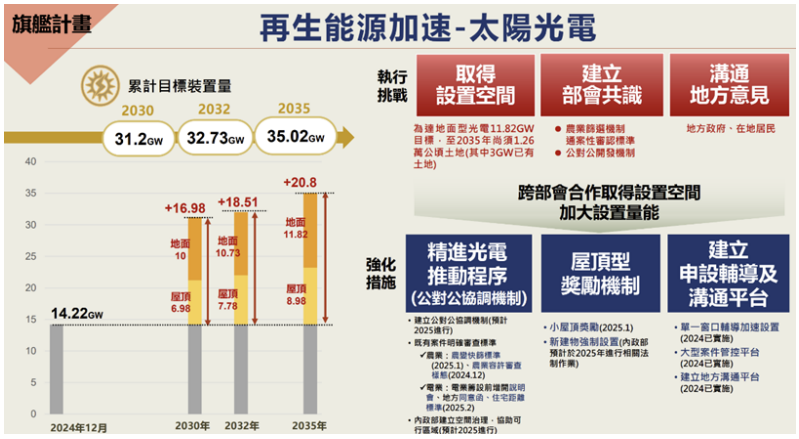

圖 4.3.1- 2 太陽光電累計設置量目標

資料來源：國家氣候變遷對策委員會第三次委員會議報告報告事項三：六大部門減碳行動計畫。

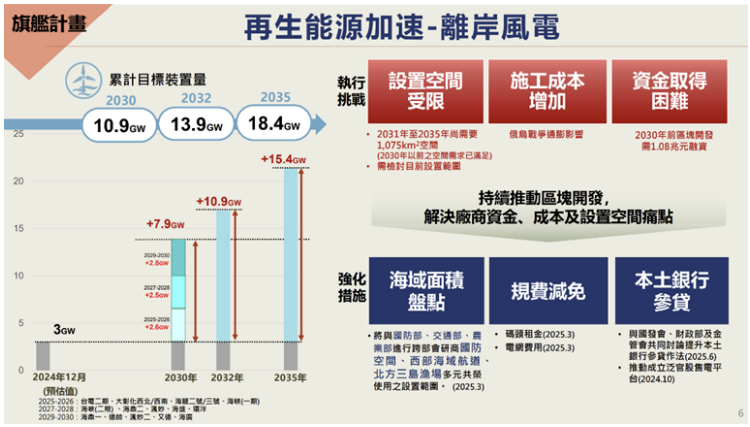

圖 4.3.1- 3 離岸風電累計設置量目標

資料來源：國家氣候變遷對策委員會第三次委員會議報告報告事項三：六大部門減碳行動計畫。

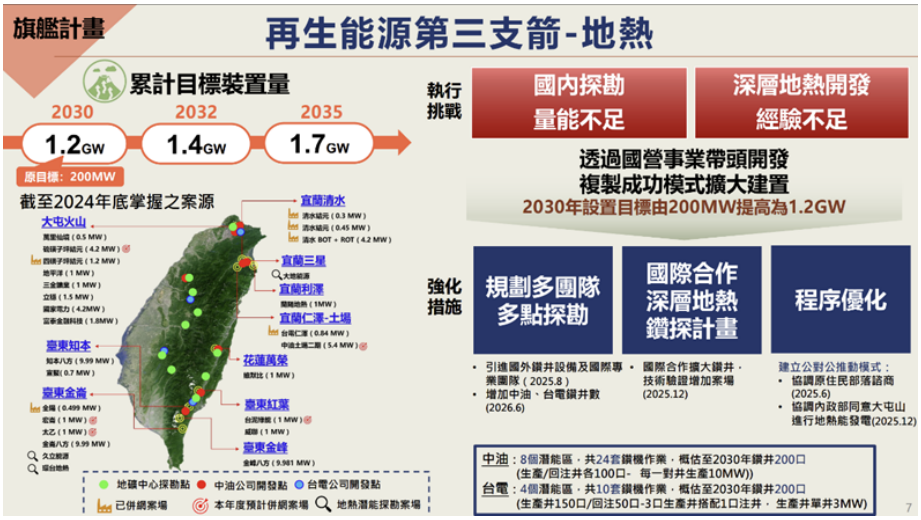

圖 4.3.1- 4 地熱累計設置量目標

資料來源：國家氣候變遷對策委員會第三次委員會議報告報告事項三：六大部門減碳行動計畫。

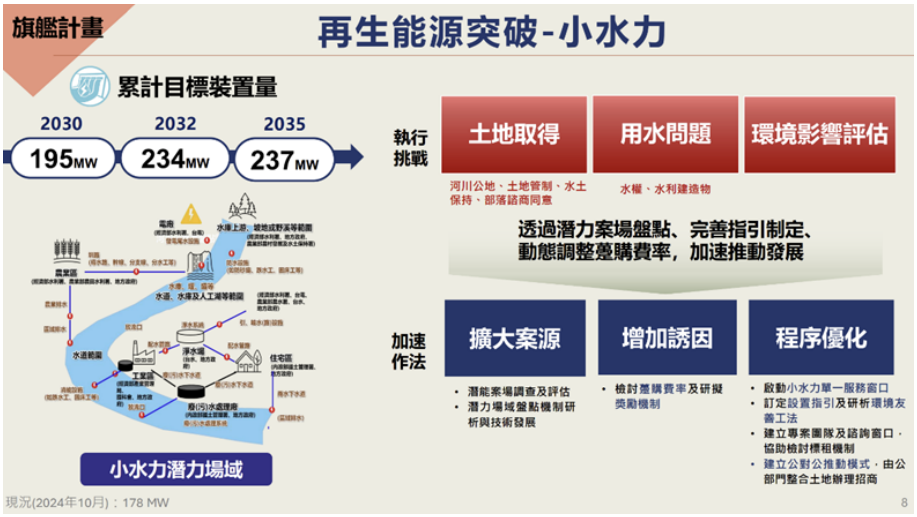

圖 4.3.1- 5 小水力累計設置量目標

資料來源：國家氣候變遷對策委員會第三次委員會議報告報告事項三：六大部門減碳行動計畫。

4.3.2預測方法

據第三期階段管制目標作業流程與推動規劃，六大部門溫室氣體排放趨勢推估流程，說明如下：

一、能源部門（自用）溫室氣體排放趨勢推估流程

各部門（除能源部門）參考國發會提供之社經參數推估未來能源消費，能源署綜整後以此做為推估能源部門（自用）能源消費之依據。能源供給規劃係依國內電力消費進行規劃，並推算電力排放係數。而後將燃料燃燒排放與非燃料燃燒排放（天然氣、石油逸散）加總，即為能源部門（自用）之溫室氣體排放。流程圖如下：

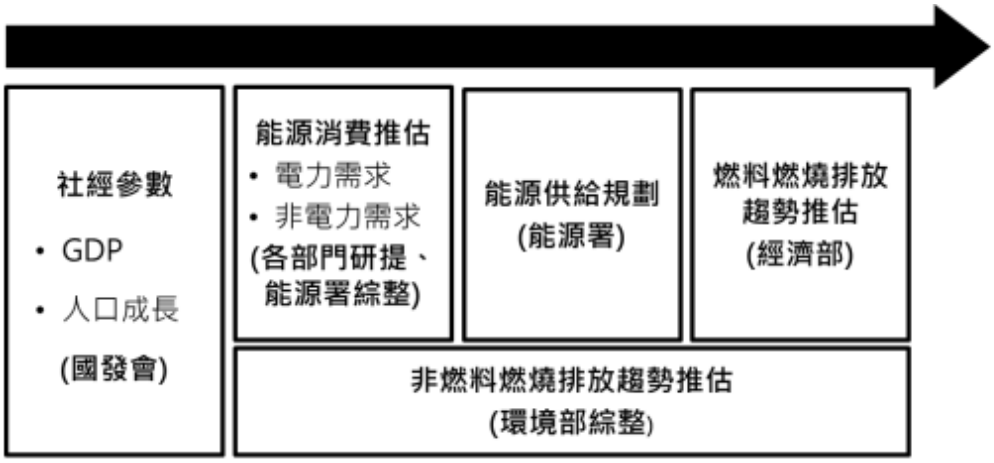

圖 4.3.2- 1 能源部門（自用）溫室氣體排放趨勢推估流程圖

二、製造部門

製造部門經參考國家發展委員會提供之社經參數後，以完成製造部門非燃料燃燒溫室氣體排放量及能源消費量之推估；其後，再由經濟部能源署依據各部門能源需求規劃，進行全國能源及電力供給規劃（含電力排放係數評估），統一提供各部門燃料燃燒溫室氣體排放量之推估結果。

基於第三期溫室氣體減量規劃之需求，製造部門依據國家發展委員會 2023 年 12 月提供整體 GDP、三級產業以及細產業之 GDP 成長預估值，並藉由評估各產業發展趨勢及產業減碳措施評估調查，完成製造部門非燃料燃燒溫室氣體排放量及能源消費量推估工作。流程圖如下：

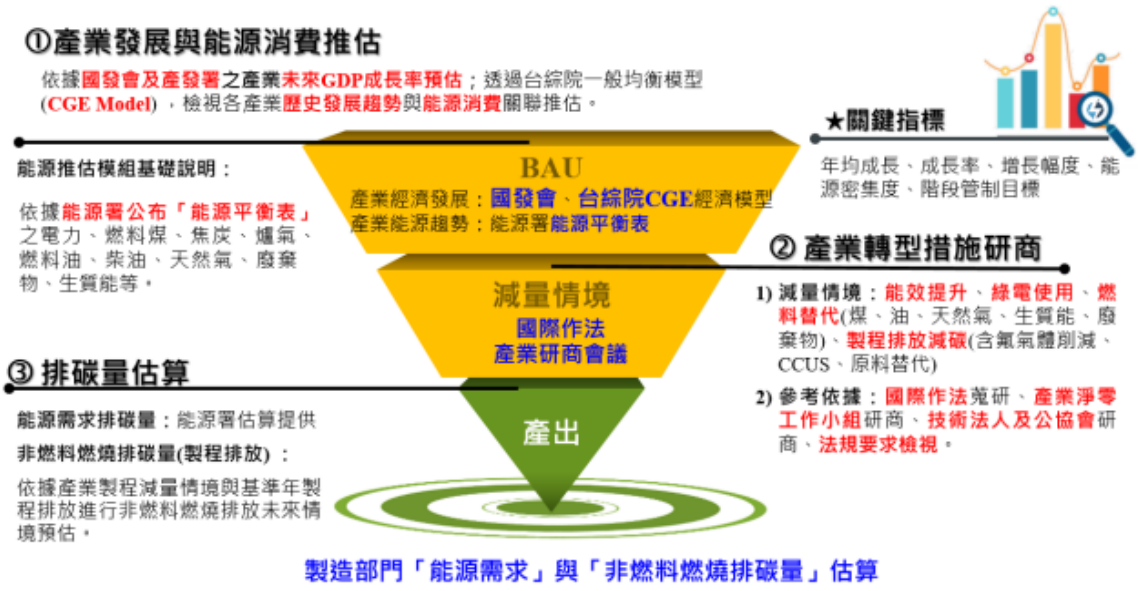

圖 4.3.2- 2 製造部門溫室氣體排放趨勢推估流程圖

三、住商部門

住商部門包含住宅與商業部門，因各部會主管之業態不同，現行係由各部門之主政單位選擇適切的推估模型進行推估，其中住宅部門採用蒙地卡羅模型(Monte-Carlo Method)進行推估，而商業部門係透過溫室氣體低排放分析平台模型(Low Emission Analysis Platform, LEAP)進行推估。

住宅部門溫室氣體排放基線(Business as usual, BAU)之推估流程下圖所示。其中，全國戶數、氣候、臺灣各地區之戶均人口數、人均GDP 以及溫室氣體排放係數等會隨時間而變化，因此有必要以逐年滾動檢討之方式進行推估，以逐年修正之方式更能接近真實之情況。計算出之全國住宅總耗電量、全國住宅瓦斯以及天然氣耗量分別乘上電力排碳係數、瓦斯或天然氣之排碳係數，可得出全國住宅溫室氣體排放量，再藉由歷年真實溫室氣體排放量之校正，即可計算出全國住宅溫室氣體排放基線(BAU)。

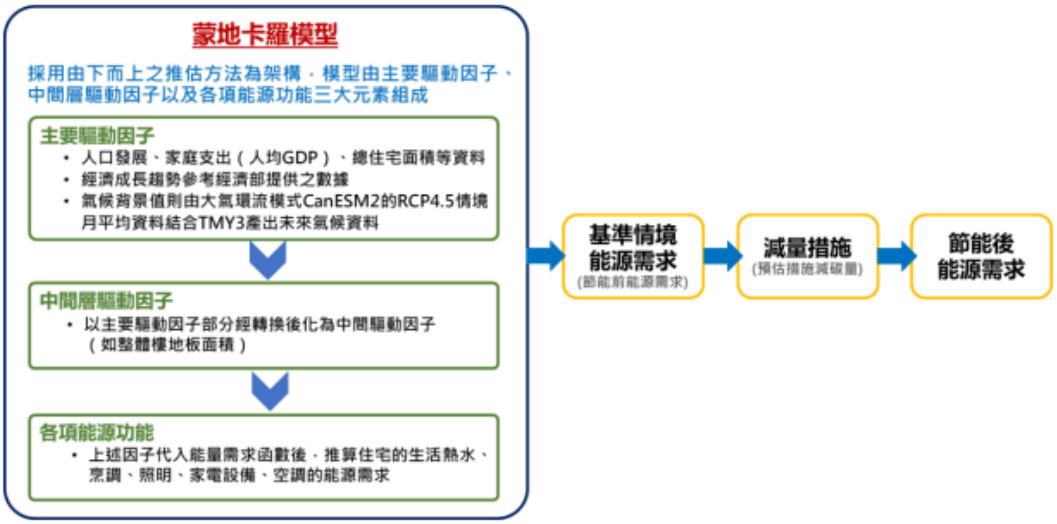

圖 4.3.2- 3 住商部門溫室氣體排放趨勢推估流程圖

商業部門係透過溫室氣體低排放分析平台模型(Low Emission Analysis Platform, LEAP)，運用國發會最新推估之 GDP 與整體人口數等社經參數假設，統計迴歸推估不同能源用戶與行業別的營業面積，估算空調、照明、冷凍冷藏、電器與熱能等設備的能源服務需求，搭配設備效率參數，估算商業部門基準情境，輔以商業部門減量措施，推估商業部門減量情境下溫室氣體排放趨勢。

圖 4.3.2- 4 商業部門溫室氣體排放趨勢推估流程圖

四、運輸部門

運輸部門採用國家發展委員會 2023 年 12 月提供之全國人口數資料及 GDP 預測趨勢，並以可計算一般均衡模型（Computable General Equilibrium Model,下稱 CGE 模型）及個別策略工具推估運輸部門溫室氣體排放趨勢，推估流程如下圖所示。

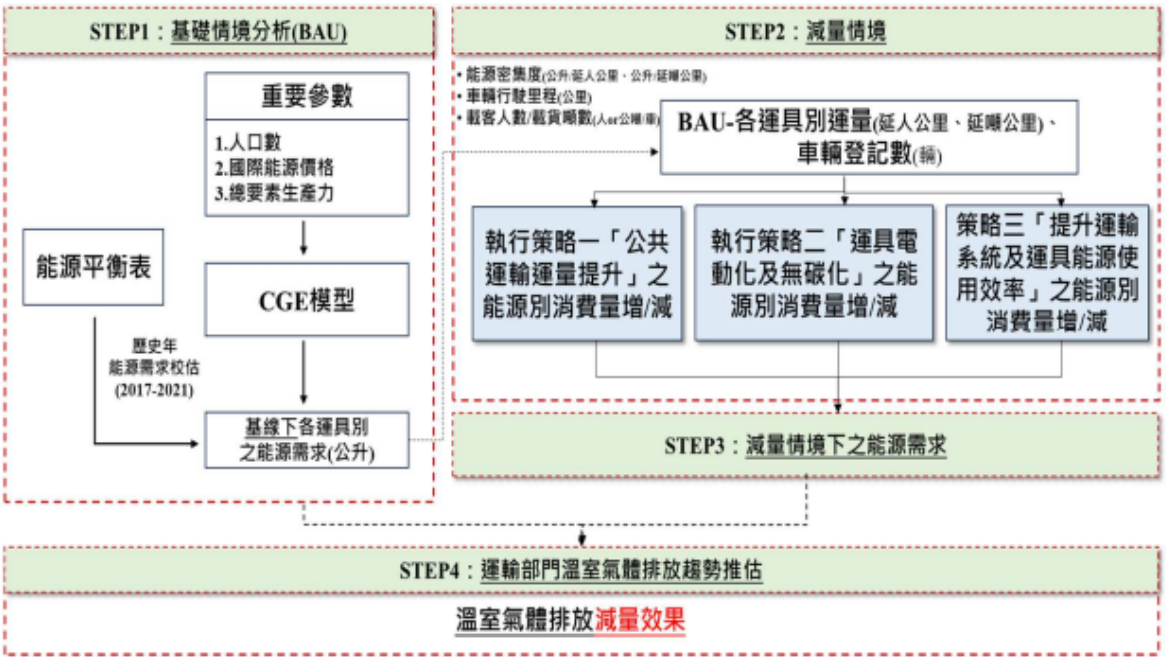

圖 4.3.2- 5 運輸部門溫室氣體排放趨勢推估流程圖

五、農業部門

農業部門採用國家發展委員會 2023 年 12 月提供之各產業實質 GDP 成長率預估值及全國人口數資料，推估農業部門溫室氣體排放趨勢推估情形，推估流程如下圖所示。

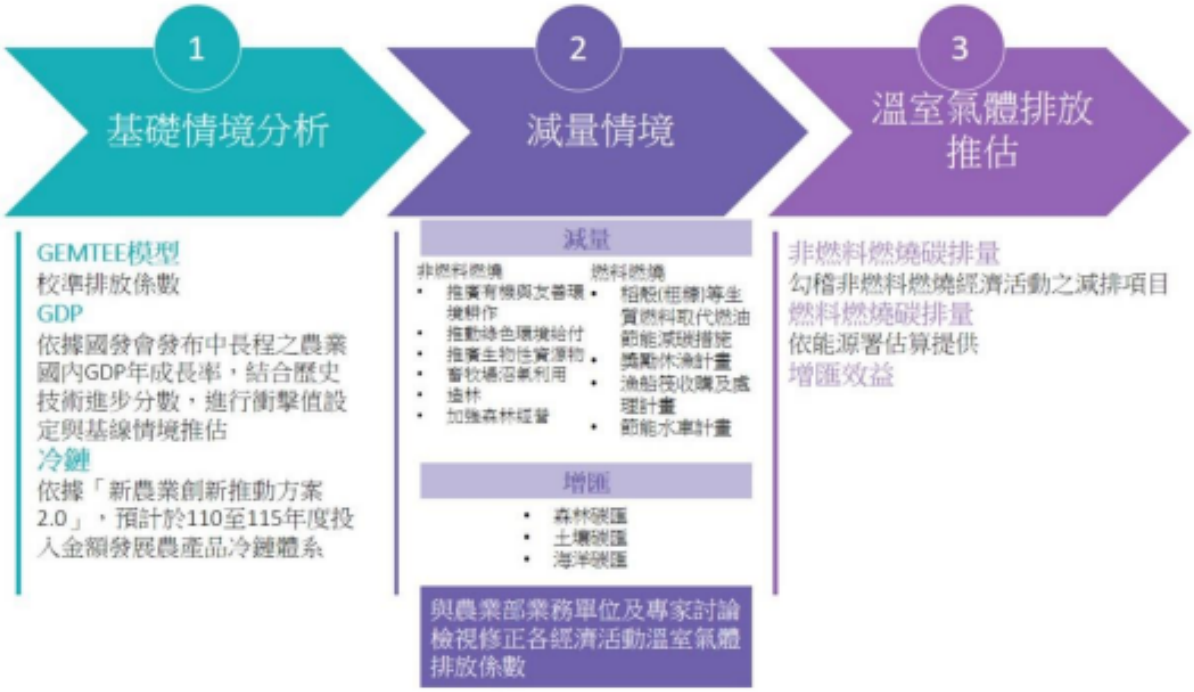

圖 4.3.2- 6 農業部門溫室氣體排放趨勢推估流程圖

六、環境部門

環境部門採用國家發展委員會 2023 年 12 月提供之各產業實質 GDP 成長率預估值及全國人口數資料，推估環境部門溫室氣體排放趨勢推估情形，推估流程如下圖所示。

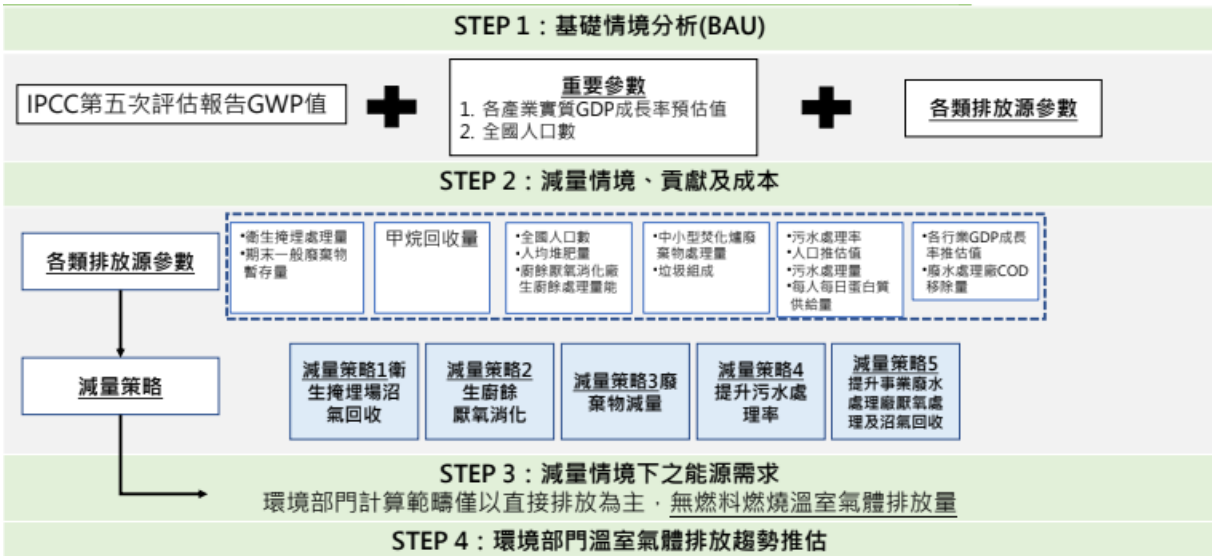

圖 4.3.2- 7 環境部門溫室氣體排放趨勢推估流程圖

參考文獻

1. 國家發展委員會，「我國 115 年至 119 年國家社會經濟參數推估說明」，2024 年。
2. 經濟部：https://www.moea.gov.tw/Mns/populace/news/News.aspx?kind=1&menu_id=40&news_id=86928
3. 經濟部能源署「能源知識庫」：https://km.twenergy.org.tw/energy/operating_more?id=8。
4. 環境部氣候變遷署，「2024 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」，2024 年：https://www.cca.gov.tw/information-service/publications/national-ghg-inventory-report/12003.html。
5. 國家發展委員會，12 項關鍵戰略-淨零轉型之階段目標及行動簡報