114-033-6226
MOTC-IOT-112-TCB001

運輸部門淨零排放與溫室氣體減量推動工作暨評估模型強化(1/2)－建構淨零排放評估模型暨評估 111 年行動方案成效

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

114-033-6226
MOTC-IOT-112-TCB001

運輸部門淨零排放與溫室氣體減量推動工作暨評估模型強化(1/2)—建構淨零排放評估模型暨評估 111 年行動方案成效

著者：陳詩豪、陳宥寧、尤晴韻、陳彥豪、黃釋緯、陳婕莉、楊晴雯、張哲維、劉昱彤、李茗家、古文潔、朱寶萱、蔡宛靜、曾琮新、陳建廷、廖翊君、鄭伊秀、王冠人、陳亮翰、彭義棻、鄭允勝、方人平、蘇旭恬、陳玟伶、陳郁臻、莊于瑩、謝惠子
朱珮芸、楊智凱、陳冠旭、李忠遠、紀佳伶

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

運輸部門淨零排放與溫室氣體減量推動工作暨評估模型強化. (1/2)：建構淨零排放評估模型暨評估 111 年行動方案成效/陳詩豪, 陳宥寧, 尤晴韻, 陳彥豪, 黃釋緯, 陳婕莉, 楊晴雯, 張哲維, 劉昱彤, 李茗家, 古文潔, 朱寶萱, 蔡宛靜, 曾琮新, 陳建廷, 廖翊君, 鄭伊秀, 王冠人, 陳亮翰, 彭義棻, 鄭允勝, 方人平, 蘇旭恬, 陳玟伶, 陳郁臻, 莊于瑩, 謝惠子, 朱珮芸, 楊智凱, 陳冠旭, 李忠遠, 紀佳伶著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 114.07

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-683-9(平裝)

1.CST: 交通管理 2.CST: 運輸管理 3.CST: 碳排放 4.CST: 溫室氣體

557.15 114009259

運輸部門淨零排放與溫室氣體減量推動工作暨評估模型強化(1/2)－建構淨零排放評估模型暨評估 111 年行動方案成效

著　　者：陳詩豪、陳宥寧、尤晴韻、陳彥豪、黃釋緯、陳婕莉、楊晴雯、張哲維、劉昱彤、李茗家、古文潔、朱寶萱、蔡宛靜、曾琮新、陳建廷、廖翊君、鄭伊秀、王冠人、陳亮翰、彭義棻、鄭允勝、方人平、蘇旭恬、陳玟伶、陳郁臻、莊于瑩、謝惠子、朱珮芸、楊智凱、陳冠旭、李忠遠、紀佳伶

出版機關：交通部運輸研究所

地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版＞數位典藏＞本所出版品)

電話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 114 年 7 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 70 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：800 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組·電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：400002 臺中市中區中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011400686　　ISBN：978-986-531-683-9（平裝）

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：運輸部門淨零排放與溫室氣體減量推動工作暨評估模型強化(1/2)－建構淨零排放評估模型暨評估 111 年行動方案成效

國際標準書號(或叢刊號)	政府出版品統一編號	運輸研究所出版品編號	計畫編號
ISBN 978-986-531-683-9 (平裝)	1011400686	114-033-6226	112-TCB001

本所主辦單位：運輸能源及環境組
主管：朱珮芸
計畫主持人：曾佩如(前組長)、朱珮芸
研究人員：楊智凱、陳冠旭、李忠遠、紀佳伶
聯絡電話：(02)2349-6869
傳真號碼：(02)2712-0223

合作研究單位：財團法人台灣經濟研究院
計畫主持人：陳詩豪
研究人員：陳宥寧、尤晴韻、陳彥豪、黃釋緯、陳婕莉、楊晴雯、張哲維、劉昱彤、李茗家、古文潔、朱寶萱、蔡宛靜、曾琮新、陳建廷、廖翊君、鄭伊秀、王冠人、陳亮翰、彭義棻、鄭允勝、方人平、蘇旭恬、陳玟伶、陳郁臻、莊于瑩、謝惠子
地址：臺北市中山區德惠街 16-8 號 7 樓
聯絡電話：02-2586-5000

研究期間
自 112 年 5 月
至 112 年 12 月

關鍵詞：氣候變遷、淨零排放、溫室氣體排放減量、運輸部門

摘要：

為因應全球 2050 淨零排放之發展趨勢，《氣候變遷因應法》於 112 年 2 月 15 日由總統公布實施，2050 淨零排放的長期減量目標正式明文入法。我國 2022 年溫室氣體總排放量約為 285.97 百萬公噸二氧化碳當量($MtCO_2e$)，運輸部門占總體排放 12.69%，位居第四，低於製造、能源與住商部門。本計畫重點如下：

1. 完成人口及年齡結構轉變對運輸服務需求可能產生影響之分析，以及修訂本計畫前期開發之「可計算一般均衡模型(Computable general equilibrium, CGE)」，模擬人口老化對運輸服務需求之變化；另配合未來開發項目規劃，完成評估工具之盤點。
2. 完成運具碳排資料與參數更新，並協助提供第三期運輸部門溫室氣體排放之基線、能源需求及減量目標，另亦評估不同情境下之減碳效益及排放缺口。
3. 完成第二期運輸部門溫室氣體減量排放管制行動方案之 111 年減量效益推估。
4. 蒐研國際間淨零碳排相關政策與策略、能源消耗與減碳趨勢，以及運具電動化政策與推動措施，並派員出席聯合國氣候變化綱要公約第 28 屆締約方大會(COP28)，以掌握國內外運輸部門減碳策略最新發展情勢。
5. 協助辦理關鍵戰略管考作業，定期掌握各行動措施計畫辦理情形，並研提改善建議。
6. 協助交通部推動關鍵戰略 7 之「運具電動化」公正轉型及辦理社會溝通會議。
7. 蒐集國際節能減碳標竿案例進行示範與推廣，並盤點與檢視國內運輸場站能耗與碳排作業。
8. 蒐研國際綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵案例，並研擬機制構想。
9. 完成彙編「111 年運輸部門溫室氣體減量行動方案成果報告」，以及協助研析《氣候變遷因應法》相關子法修正內容並研提建議。

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
114 年 7 月	596	800	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機 關團體可按定價價購。

備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Promoting Net-Zero Emissions and Greenhouse Gas Reduction in the Transportation Sector and Enhancing the Assessment Model (1/2) – Constructing a Net-Zero Emissions Assessment Model and Evaluating the Effectiveness of the 2022 Action Plan

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-531-683-9 (pbk.)	1011400686	114-033-6226	112-TCB001

DIVISION: Transportation Energy and Environment Division
DIVISION DIRECTOR: Pei-Yun Chu
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Pei-Ju Tseng (Former Division Director), Pei-Yun Chu
PROJECT STAFF: Chih-Kai Yang, Guan-Xu Chen, Chung-Yuan Lee, Chia-Ling Chi
PHONE: 886-2-23496867
FAX: 886-2-27120223

PROJECT PERIOD
FROM May 2023
TO December 2023

RESEARCH AGENCY: Taiwan Institute of Economic Research
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shih-Hau Chen
PROJECT STAFF: You-Ning Chen, Ching-Yun Yu, Yen-haw Chen, Shi-Wei Huang, Chieh-Li Chen, Qing-Wen Yang, Jhe-Wei Jhang, Yu-Tong Liou, Ming-Chia Lee, Wen-Chieh Ku, Pao-Hsuan Chu, Wan-Ching Tsai, Tsung-Hsin Tseng, Chieh-Ting Chen, Yi-Chun Liao, I-Hisu Cheng, Kuan-Jen Wang, Liang-Han Chen, I-Chin Peng, Yeum-Sheng Cheng, Jen-Ping Fang, Hsu-Tien Su, Wun-Ling Chen, Yu-Jhen Chen, Yu-Ying Jhuang, Hui-Tzu Hsieh
ADDRESS: 7F., No. 16-8, Dehui St., Zhongshan Dist., Taipei City 104230, Taiwan (R.O.C.)
PHONE: 886-2-2586-5000

KEY WORDS: Climate change, Net-Zero Emissions, Greenhouse gas emissions reduction, Transportation sector

ABSTRACT:

In response to the global trend towards net-zero emissions by 2050, the “Climate Change Response Act” was officially promulgated and announced by the President on February 15, 2023. The long-term 2050 net-zero reduction goal is now stated in law. As of 2022, the total greenhouse gas (GHG) emissions in Taiwan were approximately 285.97 $MtCO_2e$ with the transportation sector accounting for 12.69% of the total, ranking 4th, behind the manufacturing, energy, and residential/commercial sectors. This project aimed to support and enhance GHG reduction efforts in the transportation sector. The research outcomes in this project are as follows:

1. Completed the analysis of the potential impacts of demographic and age structure changes on transportation service demand, as well as the revision of the Computable General Equilibrium (CGE) model to simulate the effects of population aging on transportation service demand. Additionally, an inventory of assessment tools was completed in conjunction with future development project planning.
2. Updated vehicle carbon emission data and parameters, assisting in providing baseline, energy demand, and reduction targets for the 3rd phase of the transportation sector’s greenhouse gas emissions. Also evaluated the carbon reduction effects and emission gaps under different scenarios.
3. Completed the estimation of emission reduction effects in 2022 for the 2nd phase of the transportation sector’s greenhouse gas emission reduction and control action plan.
4. Researched international policies and strategies related to net-zero carbon emissions, trends in energy consumption and carbon reduction, as well as policies and measures for vehicle electrification. Attended the 28th Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (COP28) to stay informed about the latest domestic and international transportation sector decarbonization strategies.
5. Assisted in conducting key strategic performance assessments, regularly monitored the implementation of each action measure, and proposed improvement suggestions.
6. Assisted the Ministry of Transportation and Communications (MOTC) in promoting the “Vehicle Electrification” initiative under key strategy 7 by ensuring a just transition, and by conducting social communication meetings.
7. Compiled domestic and international benchmark cases of energy efficiency and carbon reduction, then carried out demonstrations and promotions. Inventoried and reviewed the energy consumption and carbon emissions of domestic transportation stations.
8. Researched international cases to promote and reward green transportation lifestyle experiences and developed conceptual mechanisms.
9. Completed the compilation of the “Transportation Sector Greenhouse Gas Reduction Action Plan Achievement Report of 2022,” and assisted in analyzing amendments to the “Climate Change Response Act” and its subsidiary laws, proposing recommendations.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
July 2025	596	800

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

目　錄

第一章 緒論 1-1
1.1 計畫背景與目的 1-1
1.2 計畫範圍與對象 1-2
1.3 計畫內容與工作項目 1-2
1.4 計畫研究架構與流程 1-6
第二章 運輸相關能源與減碳政策與法規研析 2-1
2.1 國際運輸相關能源與減碳政策與策略發展趨勢 2-1
2.2 我國近期運輸相關能源與減碳政策及法規發展現況 2-53
2.3 聯合國氣候變化綱要公約第 28 屆締約方大會 2-70
第三章 擴充運輸部門淨零評估模型與減量效益推估 3-1
3.1 運輸部門淨零評估模型功能擴充 3-1
3.2 運輸部門溫室氣體排放之減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線研析 3-18
3.3 第二期運輸部門行動方案減量效益推估方法檢討 3-37
3.4 小結 3-48
第四章 運具別碳排放推估 4-1
4.1 運具溫室氣體排放量推估架構之現況說明 4-1
4.2 運具溫室氣體排放推估之參數更新與探討 4-15
4.3 運具能源消耗量及溫室氣體推估方法檢討與建議 4-32
4.4 各類運具別碳排放推估計算結果與分析 4-35
4.5 小結 4-51
第五章　綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制 5-1
5.1 國內外綠運輸生活型態案例評析 5-5
5.2 綠運輸生活型態推廣與獎勵機制之研擬 5-79
5.3 地方政府發展現況 5-88
5.4 綠運輸生活型態體驗推廣活動試辦與檢討 5-95
5.5 小結 5-99
第六章　運具電動化政策與推動措施研析 6-1
6.1 國外運具電動化政策與推動措施蒐研 6-1

6.2 國內運具電動化政策與推動措施.....6-39
6.3 小結.....6-50
第七章 運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析.....7-1
7.1 我國運輸場站與交通部所管場域能源消耗與碳排放概況.....7-1
7.2 國內外運輸場站節能減碳標竿案例蒐研.....7-7
7.3 運輸場站節能減碳標竿案例推廣活動試辦與檢討.....7-27
7.4 小結.....7-31
第八章 交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形與研析.....8-1
8.1 我國淨零轉型關鍵戰略管考機制.....8-1
8.2 關鍵戰略 5 執行情形與研析.....8-3
8.3 關鍵戰略 7 執行情形與研析.....8-8
8.4 關鍵戰略 10 執行情形與研析.....8-25
8.5 小結.....8-31
第九章 結論與建議.....9-1
9.1 結論.....9-1
9.2 建議.....9-7
參考文獻.....參-1
附 錄
附錄 1 計畫摘要.....附 1-1
附錄 2 期中報告審查意見及處理情形.....附 2-1
附錄 3 期末報告審查意見及處理情形.....附 3-1
附錄 4 計畫成果投稿.....附 4-1
附錄 5 氣候變遷因應法優先修訂之 12 項子法最近進度.....附 5-1
附錄 6 氣候變遷因應法重要議題研析.....附 6-1
附錄 7 專家與單位訪談重點摘要.....附 7-1
附錄 8 期末簡報.....附 8-1

圖　目　錄

圖 1.4-1 計畫研究架構與流程.....1-6

圖 2.1-1 歐盟境內運輸部門最終能源消耗量(1990 年-2021 年) 2-2

圖 2.1-2 歐盟境內運輸部門主要運輸系統最終能源消耗量—不含公路運輸(1990 年-2021 年) 2-3

圖 2.1-3 歐盟境內公路運輸與各項運具最終能源消耗量(1990 年-2021 年) 2-4

圖 2.1-4 歐盟境內運輸部門碳排放量(1990 年-2021 年) 2-5

圖 2.1-5 歐盟境內運輸部門主要運輸系統碳排放量—不含公路運輸(1990 年-2021 年) 2-6

圖 2.1-6 歐盟境內公路運輸與各項公路運具碳排放量(1990 年-2021 年) 2-7

圖 2.1-7 美國運輸部門各運輸系統之能源消耗(1990 年-2021 年) 2-8

圖 2.1-8 美國公路運輸各運具之能源消耗(1990 年-2021 年) 2-9

圖 2.1-9 美國運輸部門各之溫室氣體排放量(1990 年-2021 年) 2-10

圖 2.1-10 美國公路運輸各運具之溫室氣體排放量(1990 年-2021 年)2-11

圖 2.1-11 日本運輸部門各運輸系統能源消耗(1990 年-2021 年) 2-13

圖 2.1-12 日本公路運輸各運具之能源消耗 (1990 年-2021 年) 2-14

圖 2.1-13 日本運輸部門各運輸系統溫室氣體排放量(1990 年-2021 年) 2-15

圖 2.1-14 日本公路運輸各運具之溫室氣體排放量(1990 年-2021 年) 2-16

圖 2.1-15 英國 1970 至 2022 年各部門能源消耗圖 2-18

圖 2.1-16 2021 年至 2022 年以產業和燃料分類之能耗變化圖 2-19

圖 2.1-17 英國 1990 年至 2021 年運輸部門能源消耗情形 2-20

圖 2.1-18 英國 1990 年至 2021 年公路運輸能源消耗情形 2-21

圖 2.1-19 英國境內 1990 年至 2022 年各部門溫室氣體排放量 2-22

圖 2.1-20 韓國運輸部門能源消耗及溫室氣體排放趨勢 2-24

圖 2.1-21 我國運輸部門歷年能源消耗趨勢.....2-25
圖 2.1-22 我國運輸部門歷年溫室氣體排放趨勢 2-26
圖 2.2-1 淨零綠生活推動面向及具體措施.....2-58
圖 2.3-1 COP28 官方圖騰.....2-73
圖 3.1-1 總人口成長趨勢－高、中及低推估.....3-2
圖 3.1-2 高齡化時程－中推估.....3-3
圖 3.1-3 各年齡層運具使用次數市占率.....3-4
圖 3.1-4 疫情期間對我國公共客運影響.....3-5
圖 3.1-5 公路客運運量歷史變化趨勢.....3-7
圖 3.1-6 疫情期間對我國公路貨運影響.....3-8
圖 3.1-7 汽車貨運業工時與公路貨運運量之關聯 3-9
圖 3.1-8 個別策略工具運作機制示意圖.....3-12
圖 3.2-1 全國溫室氣體排放路徑示意圖.....3-19
圖 3.2-2 能源消費量基線校估結果：車用汽油 3-20
圖 3.2-3 能源消費量基線校估結果：柴油.....3-21
圖 3.2-4 能源消費量基線校估結果：電力.....3-21
圖 3.2-5 運輸部門溫室氣體排放基線.....3-23
圖 3.2-6 節能效益：車用汽油.....3-29
圖 3.2-7 節能效益：柴油.....3-29
圖 3.2-8 節能效益：電力.....3-30
圖 3.2-9 運輸部門減量效益.....3-31
圖 3.2-10 運輸部門減量缺口示意圖：15%.....3-33
圖 3.2-11 運輸部門減量缺口示意圖：20%.....3-35
圖 3.3-1 比利時 MOBILISEYOURCITY 組織溫室氣體推估架構.....3-38
圖 3.3-2 第二期行動方案推動策略及減碳措施 3-41
圖 4.1-1 能源消耗量推估架構.....4-5
圖 4.1-2 2022 年公路運輸-汽油之調整係數 4-7

圖 4.1-3 2022 年公路運輸-柴油之調整係數 4-8
圖 4.1-4 2022 年公路運輸-電力之調整係數 4-8
圖 4.1-5 各員工通勤運具別之推估方式.....4-14
圖 4.2-1 燃油市區公車每車年行駛里程推估作法(以 2022 年為例)...4-23
圖 4.2-2 市區公車能源效率推估方式(2022 年).....4-26
圖 4.2-3 遊覽車能源效率推估方式(2022 年).....4-27
圖 4.2-4 電動小客車能源效率推估方式(2022 年).....4-29
圖 4.4-1 1990 年至 2022 年運輸部門總能源消耗量 4-35
圖 4.4-2 1990 年至 2022 年運輸部門汽油及柴油占比 4-36
圖 4.4-3 1990 年至 2022 年運輸部門電力及 LPG 占比.....4-37
圖 4.4-4 1990 年至 2022 年小客車能源消耗量.....4-38
圖 4.4-5 1990 年至 2022 年大客車能源消耗量.....4-39
圖 4.4-6 1990 年至 2022 年小貨車能源消耗量.....4-40
圖 4.4-7 1990 年至 2022 年小貨車能源效率.....4-40
圖 4.4-8 1990 年至 2022 年大貨車能源消耗量.....4-41
圖 4.4-9 1990 年至 2022 年臺鐵及高鐵能源消耗量 4-42
圖 4.4-10 1990 年至 2022 年捷運能源消耗量.....4-42
圖 4.4-11 2022 年四大運輸系統能源消耗占比.....4-43
圖 4.4-12 2022 年公路運輸能源消耗占比.....4-44
圖 4.4-13 2022 年軌道運輸個別運具能源消耗量之占比 4-44
圖 4.4-14 1990 年至 2022 年運輸部門溫室氣體排放量 4-45
圖 4.4-15 2022 年各運輸系統溫室氣體排放占比 4-47
圖 4.4-16 2021 年各運輸系統溫室氣體排放占比 4-47
圖 4.4-17 2022 年公路運輸個運具溫室氣體排放量占比 4-49
圖 4.4-18 2021 年公路運輸個運具溫室氣體排放量占比 4-49
圖 4.4-19 2022 年員工通勤運具別之碳強度結果 4-50
圖 5.1-1 永續交通策略與政策工具.....5-1

圖 5.1-2 綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制研究流程 5-2
圖 5.1-3 減碳通勤之概念.....5-7
圖 5.1-4 日本減碳通勤優良事業單位認證制度政策工具 5-7
圖 5.1-5 減碳通勤指引手冊.....5-8
圖 5.1-6 減碳通勤之步驟.....5-8
圖 5.1-7 減碳通勤之具體的配合方式.....5-10
圖 5.1-8 減少二氧化碳排放量計算概念.....5-12
圖 5.1-9 減少二氧化碳排放量計算公式.....5-12
圖 5.1-10 減碳通勤認證徽章.....5-13
圖 5.1-11 國土交通大臣獎頒獎典禮示意.....5-13
圖 5.1-12 日本運輸業者綠色管理認證制度政策工具 5-14
圖 5.1-13 日本運輸業者綠色管理認證申請流程 5-16
圖 5.1-14 日本運輸業者綠色管理認證取得說明講座場次 5-17
圖 5.1-15 歐盟委員會與各國無車日基礎組織關係 5-19
圖 5.1-16 日本無車日活動政策工具.....5-20
圖 5.1-17 熊本縣環保駕駛推動架構.....5-23
圖 5.1-18 熊本縣環保駕駛政策工具.....5-24
圖 5.1-19 連接點菸座之 GPS 記錄儀 5-25
圖 5.1-20 駕駛診斷報告與環保駕駛效果計算.....5-26
圖 5.1-21 日本小山市公共運輸推廣之政策工具 5-27
圖 5.1-22 小山市生活小報「BLOOM!」第三期「讓我們思考一下 O-BUS 的未來」特集.....5-27
圖 5.1-23 小山市「O-BUS NOROCA」通勤卡.....5-28
圖 5.1-24 東京都汽車環境管理計畫政策工具.....5-29
圖 5.1-25 芬蘭拉赫蒂市之 CITICAP 政策工具.....5-34
圖 5.1-26 CITICAP APP 應用畫面 5-35
圖 5.1-27 OPTUS 之 GOOPTUS 政策工具 5-36

圖 5.1-28 GOOPTUS 配套之候車室與乘客資訊面板.....5-38
圖 5.1-29 倫敦交通低碳排區政策工具.....5-41
圖 5.1-30 倫敦呼吸計畫平台空氣品質數據示意.....5-43
圖 5.1-31 加州 CAV 計畫政策工具.....5-50
圖 5.1-32 加州 CAV 標籤貼紙.....5-51
圖 5.1-33 首爾市綠色交通區政策工具.....5-56
圖 5.1-34 首爾市綠色交通區域之設置範圍.....5-56
圖 5.1-35 首爾市綠色交通區域之標誌示意圖.....5-60
圖 5.1-36 綠色交通區之車牌識別裝置設置位置.....5-60
圖 5.1-37 首爾綠色交通區對第 5 級車輛運行限制宣傳.....5-63
圖 5.1-38 首爾市喚醒民眾意識之宣傳.....5-63
圖 5.1-39 TPASS 行政院通勤月票政策工具.....5-65
圖 5.1-40 行政院通勤月票文宣科技工具.....5-69
圖 5.1-41 行政院通勤月票 TPASS 專卡.....5-70
圖 5.1-42 112 年內科交通綠運輸結合 ESG 推廣計畫政策工具.....5-71
圖 5.1-43 環境部環保集點制度政策工具.....5-74
圖 5.1-44 環境部環保集點制度運作模式.....5-75
圖 5.1-45 綠色消費環保集點參加步驟.....5-77
圖 5.1-46 大眾運輸環保集點參加步驟.....5-77
圖 5.1-47 環境部環保集點平臺宣傳.....5-78
圖 5.2-1 我國運輸部門溫室氣體排放現況.....5-79
圖 5.2-2 各運具車輛登記數占比.....5-80
圖 5.2-3 不同溫室氣體排放範疇示意圖.....5-81
圖 5.2-4 運輸生活型態之推動模式與案例－訊息工具.....5-84
圖 5.2-5 綠運輸生活型態之推動模式與案例－經濟工具.....5-84
圖 5.2-6 綠運輸生活型態之推動模式與案例－管制工具.....5-85
圖 5.4-1 綠運輸生活型態體驗推廣活動之規劃程序.....5-95

圖 5.4-2 綠運輸生活型態體驗推廣活動之學生版宣導教材(示意).....5-96
圖 5.4-3 綠運輸生活型態體驗推廣活動：課堂宣導現況 5-96
圖 5.4-4 綠運輸生活型態體驗推廣活動：參訪體驗現況 5-97
圖 5.4-5 綠運輸生活型態體驗推廣活動：宣導課程合照 5-98
圖 5.4-6 綠運輸生活型態體驗推廣活動：參訪體驗合作 5-98
圖 6-1 國內外運具電動化政策與推動措施研究流程圖 6-1
圖 6.1-1 國內外先進國家運具電動化目標.....6-2
圖 6.1-2 挪威與歐盟二氧化碳排放比較.....6-16
圖 6.1-3 英國運輸部門淨零分年推動策略與措施 6-21
圖 6.2-1 關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」之路徑藍圖 6-40
圖 6.2-2 我國運具電動化推動里程碑.....6-40
圖 7-1 運輸場站能源消耗與碳排放與標竿案例之研究流程圖 7-1
圖 7.1-1 盤點場站能源消耗與碳排放研究流程圖 7-2
圖 7.2-1 導入「ECOSTE」之 JR 東日本車站 7-7
圖 7.3-1 交通場站與旅館節能減碳講座議程海報 7-27
圖 7.3-2 交通場站與旅館節能減碳講座活動概況 7-29
圖 8.2-1 盤點與檢視運輸場站與交通部所管場域節能措施與效益之作業流程.....8-3
圖 8.3-1 交通部「運具電動化及無碳化」相關資料蒐研及辦理相關業務工作項目與流程 8-8
圖 8.3-2 關鍵戰略 7 之管考機制.....8-9
圖 8.3-3 關鍵戰略 7 之 57 項行動措施計畫辦理情形 8-11
圖 8.3-4 電動運具成長目標辦理情形.....8-12
圖 8.3-5 「電動時代・淨零未來」行動論壇活動照片集錦 8-21
圖 8.4-1 關鍵戰略 10─交通部所責之推動面向及具體措施 8-25
圖 8.4-2 關鍵戰略 10 行動措施計畫辦理情形.....8-28
圖 8.4-3 關鍵戰略 10 之 112 年度重點推動成果.....8-28

表　目　錄

表 2.1-1 國際運輸部門減碳趨勢與淨零政策之重點摘錄 2-1
表 2.1-2 已承諾淨零碳排或碳中和之亞洲國家 2-28
表 2.1-3 亞洲 4 個國家運輸部門的淨零排放與減量成效 2-29
表 2.1-4 歐盟運輸部門淨零、永續政策關鍵面向 2-31
表 2.1-5 歐盟與我國運輸部門對應之政策與措施 2-33
表 2.1-6 美國各運具脫碳期程及減量目標.....2-35
表 2.1-7 美國與我國運輸部門對應之政策與措施 2-37
表 2.1-8 日本碳中和關鍵產業領域的淨零排放策略 2-38
表 2.1-9 《環境行動計畫》具體施行措施.....2-39
表 2.1-10 日本與我國運輸部門對應之政策與策略 2-42
表 2.1-11 第 4 點「加速向零碳排運具轉變」規劃.....2-44
表 2.1-12 英國與我國運輸部門對應之政策與措施 2-46
表 2.1-13 韓國與我國運輸部門對應之政策與措施 2-48
表 2.1-14 國內外運輸部門政策及策略彙整情形 2-49
表 2.2-1 《氣候變遷因應法》及相關子法研析情形之重點摘錄 2-53
表 2.2-2 2050 淨零排放 12 項關鍵戰略.....2-54
表 2.2-3 歐盟車輛平均 CO_2 排放量規範期程 2-64
表 2.2-4 美國聯邦車輛平均 CO_2 排放當量規範期程 2-65
表 2.2-5 韓國車輛平均 CO_2 排放當量標準期程 2-65
表 2.3-1 COP28 運輸相關的會議與展覽.....2-76
表 3.1-1 強化社經與行為改變分析建構淨零排放評估模型之重點摘錄 3-1
表 3.1-2 疫後我國公共客運變化幅度.....3-6
表 3.1-3 疫後我國公路貨運變化幅度.....3-9
表 3.1-4 疫後運輸服務情境.....3-10
表 3.1-5 人口結構對客運運量的影響.....3-12

表 3.1-6 次要技術設定：依情境別分.....3-15
表 3.1-7 運具電動化政策結果比較：LEAP 模型 3-16
表 3.2-1 研析第三期運輸部門溫室氣體排放之減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線之重點摘錄 3-18
表 3.2-2 運輸部門能源消費量基線.....3-22
表 3.2-3 運輸部門溫室氣體排放基線結構- 按運具別分 3-24
表 3.2-4 運輸部門溫室氣體排放基線- 按運具別分 3-24
表 3.2-5 預期效益/績效指標-運輸部門 3-27
表 3.2-6 運輸部門節能後能源消費量.....3-30
表 3.2-7 減量缺口弭平應達條件：15% 3-34
表 3.2-8 減量缺口弭平應達條件：20% 3-35
表 3.3-1 第二期運輸部門溫室氣體排放管制行動方案之 111 年減量效益推估之重點摘錄 3-37
表 3.3-2 減碳效益方法設計.....3-42
表 3.3-3 溫室氣體減量推估參數項目 3-43
表 3.3-4 溫室氣體減量推估使用方程式.....3-44
表 3.3-5 第 2 期行動方案 111 年溫室氣體排放量及減量效益.....3-47
表 4.1-1 運具溫室氣體排放推估架構之現況各小節之摘錄 4-1
表 4.1-2 公路運輸運具類別-依使用燃料分 4-2
表 4.1-3 軌道運輸現有運具類別.....4-3
表 4.1-4 運具能源消耗量之參數項目 4-4
表 4.1-5 運輸部門常用之能源產品油當量轉換係數 4-9
表 4.1-6 溫室氣體排放係數表.....4-12
表 4.1-7 電力排碳/排放係數.....4-12
表 4.1-8 員工通勤之運具別種類.....4-13
表 4.2-1 運具溫室氣體排放推估參數更新與探討各小節之摘錄 4-15
表 4.2-2 溫室氣體排放推估-公路運輸-燃油車參數綜整表.....4-16

表 4.2-3 溫室氣體排放推估-公路運輸-電動車及特種車(垃圾車)參數綜整表.....4-17
表 4.2-4 燃油車輛登記數之資料來源.....4-19
表 4.2-5 電動車輛登記數資料來源.....4-20
表 4.2-6 2022 年電動車之市售比與普及率推估結果.....4-21
表 4.2-7 垃圾車輛登記數資料來源.....4-21
表 4.2-8 燃油車每車年行駛里程之資料來源.....4-22
表 4.2-9 電動車每車年行駛里程之資料來源.....4-24
表 4.2-10 垃圾車每車年行駛里程資料來源.....4-24
表 4.2-11 燃油車能源效率資料來源.....4-25
表 4.2-12 2022 年我國電動小客車市占比.....4-28
表 4.2-13 電動小客車能效與實際道路測試之差異.....4-29
表 4.2-14 電動大客車各廠牌平均能源效率.....4-30
表 4.2-15 中華電動小貨車之能源效率.....4-31
表 4.3-1 本計畫新增之推估類別.....4-32
表 4.3-2 過往與本計畫「運具排放清冊」推估方式之差異.....4-32
表 4.3-3 研提資料精進建議.....4-34
表 5.1-1 國內外綠運輸生活型態案例評析列表.....5-3
表 5.1-2 《推廣綠色管理手冊》內容.....5-15
表 5.1-3 企業主觀感受到的益處.....5-18
表 5.1-4 2021 年日本舉辦易行週/無車日活動內容.....5-21
表 5.1-5 倫敦交通低碳排區之管制工具.....5-42
表 5.1-6 倫敦交通低碳排區新報廢計畫.....5-44
表 5.1-7 倫敦交通低碳排區之規劃工具.....5-45
表 5.1-8 重型車輛 1 至 5 級車輛標準表.....5-58
表 5.1-9 輕型車輛 1 至 5 級車輛標準表.....5-59
表 5.1-10 首爾市綠色交通區規劃工具.....5-61

表 5.1-11 2019 年 12 月至 2020 年 12 月首爾綠色交通區執行成效 ...5-64
表 5.1-12 TPASS 行政院通勤月票方案 5-66
表 5.1-13 內科交通綠運輸結合 ESG 推廣計畫輔導項目 5-72
表 5.1-14 搭乘大眾運輸環保集點來源.....5-75
表 5.1-15 環保集點現行兌換標的範例.....5-76
表 5.3-1 與綠運輸生活推廣相關條文-臺北市 5-89
表 5.3-2 與綠運輸生活推廣相關條文-新北市 5-90
表 5.3-3 與綠運輸生活推廣相關條文-桃園市 5-91
表 5.3-4 與綠運輸生活推廣相關條文-臺中市 5-92
表 5.3-5 與綠運輸生活推廣相關條文-臺南市 5-93
表 5.3-6 與綠運輸生活推廣相關條文-高雄市 5-94
表 6.1-1 美國運具電動化及無碳化目標時程.....6-3
表 6.1-2 挪威運具電動化及無碳化目標時程.....6-15
表 6.1-3 英國運具電動化及無碳化目標時程.....6-20
表 6.1-4 韓國運具電動化及無碳化目標時程.....6-27
表 6.1-5 2021 至 2030 年韓國車輛平均燃油效率標準 6-29
表 6.1-6 2021 至 2030 年韓國車輛平均溫室氣體排放標準 6-29
表 6.1-7 日本運具電動化及無碳化目標時程.....6-33
表 6.2-1 我國電動運具數量現況及目標.....6-41
表 6.2-2 「2030 年客運車輛電動化推動計畫(113-119 年)」補助內容.....
.....6-44
表 6.2-3 各類型汽車汰舊換新溫室氣體減量效益及獎勵 6-46
表 6.2-4 減量效益歸屬額度及獎勵金額.....6-47
表 6.3-1 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國運具電動化目
標時程彙整 6-51
表 6.3-2 美國、歐盟、挪威、英國、日本與韓國電動車定義彙整 ...6-54
表 6.3-3 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國運具電動化推
動措施彙整 6-57

表 7.1-1 運輸場站能源消耗量與碳排放之受測對象 7-3
表 7.1-2 運輸場站能源消耗量與碳排放調查表 7-4
表 7.1-3 運輸場站能源消耗量資料蒐集範圍.....7-5
表 7.1-4 各類場站能源消耗之碳排放量(2023 年 1 月至 9 月).....7-6
表 7.2-1 國內外場站標竿案例之節能減碳措施 7-32
表 8.1-1 2050 淨零轉型關鍵戰略管考制度之架構 8-1
表 8.1-2 2050 淨零轉型關鍵戰略管考制度之管考方式及重點 8-2
表 8.2-1 交通部關鍵戰略 5 節能減碳措施預期效果 8-6
表 8.3-1 目標 1「提高電動運具數量」各項推動策略執行情形 8-12
表 8.3-2 目標 2「完善使用環境配套」推動策略執行情形 8-15
表 8.3-3 目標 3「產業技術升級轉型」推動策略執行情形 8-18
表 8.3-4 「電動時代・淨零未來」行動論壇會議議程 8-20
表 8.3-5 關鍵戰略 7 年度管考會議議程.....8-23
表 8.4-1 關鍵戰略 10 之關鍵績效指標成果.....8-29
表 8.5-1 112 年關鍵戰略 5、7、10 辦理成果.....8-31

第一章 緒論

1.1 計畫背景與目的

為因應全球2050淨零排放之發展趨勢，我國於111年3月30日公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」，在「能源、產業、生活、社會」等四大轉型及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎上，提出12項關鍵策略，並於111年12月28日公布「淨零轉型之階段目標及關鍵戰略」行動計畫，其中戰略7「運具電動化及無碳化」由交通部主政辦理，其餘綠運輸相關淨零排放推動策略，納入環境部主政之戰略10「淨零綠生活」的「低碳運輸網路」，並由交通部綜整相關之淨零排放路徑推動措施與行動計畫之規劃研議事宜。

《氣候變遷因應法》已於112年2月15日由總統公布實施，2050淨零排放的長期減量目標正式明文入法，宣示我國溫室氣體排放減量決心，以及代表進入氣候治理的新階段。而且氣候變遷是現代及未來世代皆會面臨的課題，落實世代正義已是基本要求。未來必須集結我國各級政府與民眾、企業及相關利害人共同推動溫室氣體減量工作，採取積極的氣候行動，亦有助於符合永續發展精神。

本計畫透過建構淨零排放評估模組，推估我國運輸部門於疫後新生活型態下，未來溫室氣體排放的趨勢；同時，蒐研國內外運輸部門減碳與淨零排放相關政策與策略，以及能源消耗與減碳趨勢等資料，進而協助交通部分析與探討我國運輸部門排放路徑與策略之減碳效益與排放缺口，並提出未來運輸部門減碳策略之研析結果與建議，以做為交通部及本所未來研擬施政方向及內容之參考應用。

1.2 計畫範圍與對象

本計畫以運輸部門管轄之排放源為主要研究對象，配合《氣候變遷因應法》每五年一期階段管制目標與溫室氣體行動方案期程，研究範圍涵蓋第二期(110-114 年)運輸部門溫室氣體減量排放管制行動方案之執行狀況與提交成果報告，以及依據第三期(115-119 年)之減量責任，透過淨零排放評估模組，協助研析運輸部門減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線；並配合辦理運具碳排資料與參數更新，研提運輸部門 110 年溫室氣體排放情形等事宜。

其次，本計畫協助交通部辦理淨零排放之運輸部門關鍵戰略減碳措施與計畫之進度檢核與分析，並研提改善建議；且協助蒐研國內外運輸減碳與淨零排放相關政策與策略，包含歐盟、美國、日本、韓國及英國等，並提出可供我國借鏡參考之處。此外，研析國際綠運輸生活型態案例及提出後續推動之方向。另掌握《氣候變遷因應法》相關子法修訂之決議進展，研析對交通部減碳政策規劃與推動之影響。

1.3 計畫內容與工作項目

1. 擴充運輸部門 2050 淨零排放評估模型與減碳措施效益評估

本工項主要係延續前一年度建構運輸部門2050淨零排放評估模型之執行成果，持續就未來運輸部門減碳策略評估之需要，強化社經與行為改變之分析，並配合溫室氣體第三期階段管制目標之訂定期程，透過模型推估及更新運具碳排資料與參數，研提溫室氣體排放減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線。此外，檢視第二期運輸部門溫室氣體減量排放管制行動方案之111年執行成果，並研析其減碳效益。

(1)強化社經與行為改變分析建構淨零排放評估模組。

①人口及年齡結構轉變等社經趨勢輪廓分析

②淨零排放與減碳評估工具庫未來擴充與開發項目規劃

③疫情後新型態運輸行為探索與輪廓分析

④參考運研所111年減碳評估模型架構規劃成果，依社經與行為改變分析建構淨零排放評估模組

⑤應用淨零排放評估模型工具庫，評估運輸部門淨零排放路徑與策略之減碳效益與淨零排放缺口

(2)研析第三期(115-119年)運輸部門溫室氣體排放之減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線

(3)運具碳排資料與參數更新

(4)第二期運輸部門溫室氣體減量行動方案之111年減量效益推估

2. 淨零排放路徑藍圖規劃與溫室氣體減量推動工作

本工項主要係因應我國2050淨零排放目標，面對更嚴峻之減量目標情況下，未來政府部門將需思考更多元之減碳措施，以利達到目標。因此，透過蒐研國際運輸淨零政策與策略、能耗與減碳趨勢及相關特定議題(包含運具電動化、運輸場站節能減碳、綠運輸生活型態推廣與獎勵機制等)，以提供相關主管機關做為決策之參考資訊。同時，依《氣候變遷因應法》規定，協助交通部辦理相關法定事項，包含彙編運輸部門溫室氣體減量行動方案成果報告、參與相關子法研商會議及研提意見。最後，配合我國交通部辦理節能、運具電動化及無碳化、淨零綠生活等關鍵戰略行動計畫之資料蒐研及辦理相關業務。

(1)協助交通部配合行政院辦理淨零排放運輸部門策略規劃、減碳工作推動之機制，以及減碳措施與計畫之進度檢核與分析

①配合行政院淨零排放路徑藍圖推動事宜，就交通部相關之推動措施與具體行動，協助進行資料蒐集、研析，參與跨部會協商

②探討國內外運輸減碳與淨零排放相關政策與策略，針對我國相關政策與策略研提建議

③研擬並建立機制以強化交通部減碳與淨零排放相關工作之推動

④彙整淨零排放運輸部門路徑藍圖推動措施與行動計畫推動情形，檢核各項措施與計畫目標里程碑之達成情形並研提改善建議

⑤研析國際運輸能源消耗與減碳趨勢，包括公路、軌道、國內水運與國內空運

(2)協助交通部運具電動化政策、方案及計畫之資料彙整蒐集，並協助相關政策研析與推動機制、各機關行動計畫檢核與分析

①國內外運具電動化政策與資料蒐集整理

②協助交通部運具電動化關鍵戰略社會溝通

③協助交通部運具電動化關鍵戰略推動措施與行動計畫資料彙析作業

④各機關行動計畫檢核與分析，滾動檢討目標及研提相關改善建議

(3)協助交通部配合淨零排放其它部會主辦事項(如綠生活、能源、住商)之相關資料蒐集整理與參與相關會議

①配合環境部淨零綠生活關鍵戰略行動計畫推動事宜，就交通部相關之推動措施與具體行動，協助進行資料蒐集、研析，參與跨部會協商與社會溝通作業

②盤點與檢視運輸場站與交通部所管場域能源消耗與碳排放

③蒐集運輸場站節能減碳標竿案例進行示範與推廣

(4)研議綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

①蒐集國內外綠運輸生活型態案例製作宣導教材

②研擬綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

③與交通部及縣市政府相關主辦單位進行溝通協調

(5)協助交通部配合辦理《氣候變遷因應法》法定事項

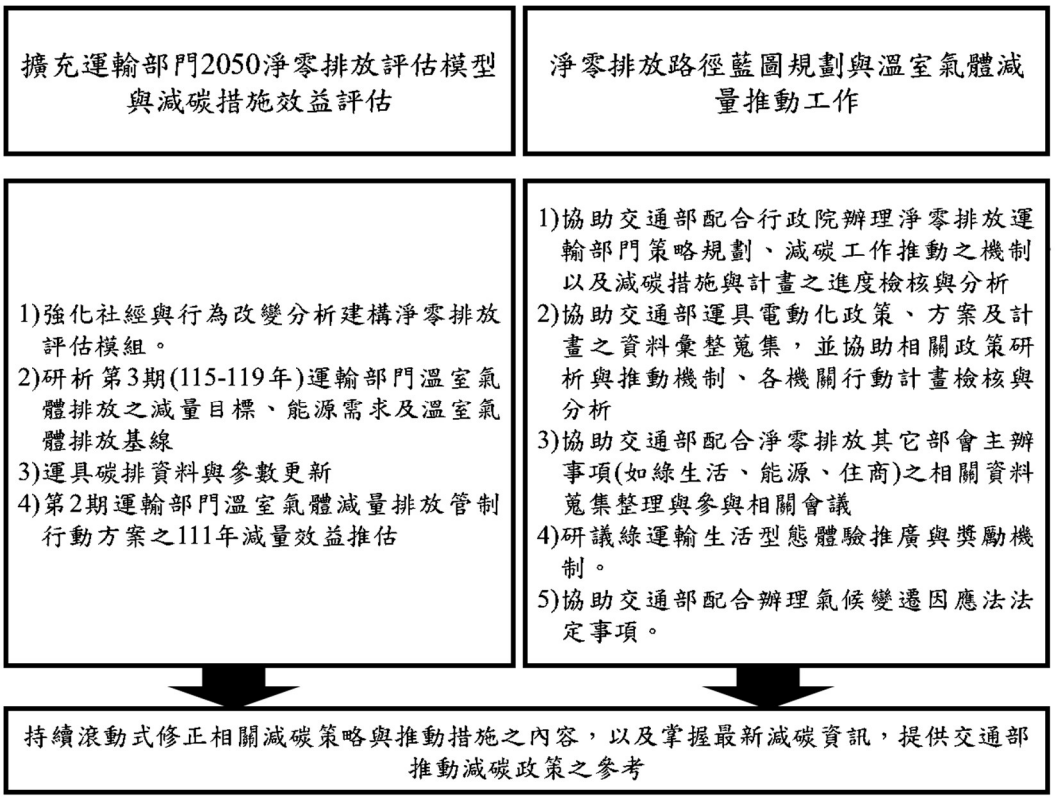
①「運輸部門溫室氣體減量行動方案成果報告」(統計至111年底)之彙整提報，包含運輸部門與涉交通部業管之其它部門

②彙整《氣候變遷因應法》第二期運輸部門溫室氣體減量行動方案減碳策略及措施之檢討意見，包含運輸部門與涉交通部業管之其它部門

③研析《氣候變遷因應法》及其授權子法修法對運輸部門影響，研提因應建議

1.4 計畫研究架構與流程

根據本計畫之目標與執行內容，具體歸納兩大執行工作項目，包括：「擴充運輸部門 2050 淨零排放評估模型與減碳措施效益評估」與「淨零排放路徑藍圖規劃與溫室氣體減量推動工作」，本計畫研究架構與流程如圖 1.4-1。



資料來源：本計畫繪製。

圖 1.4-1 計畫研究架構與流程

第二章 運輸相關能源與減碳政策與法規研析

2.1 國際運輸相關能源與減碳政策與策略發展趨勢

本章節主要蒐集國際運輸部門能源消耗與減碳趨勢之相關統計資料，以觀測國際變化做為我國之參考；同時，探討國內外運輸減碳與淨零排放政策之差異，進而研提建議。整體細部內容見 2.1.1 至 2.1.2。表 2.1-1 為本章節之重點摘錄。

表 2.1-1 國際運輸部門減碳趨勢與淨零政策之重點摘錄

工作項目	重點摘錄
2.1.1 主要國家運輸能源消耗及排放變化趨勢	・ 蒐研我國與國際重要經濟體歐盟及重要國家(美國、日本、英國、韓國)運輸部門之能源消耗及碳排放之變化趨勢。
2.1.2 近期國際運輸相關能源與減碳政策與法規發展方向	・ 蒐研國際重要經濟體歐盟及重要國家(美國、日本、英國、韓國)運輸部門之淨零政策與策略，並與我國推動情形比較。

資料來源：本計畫整理。

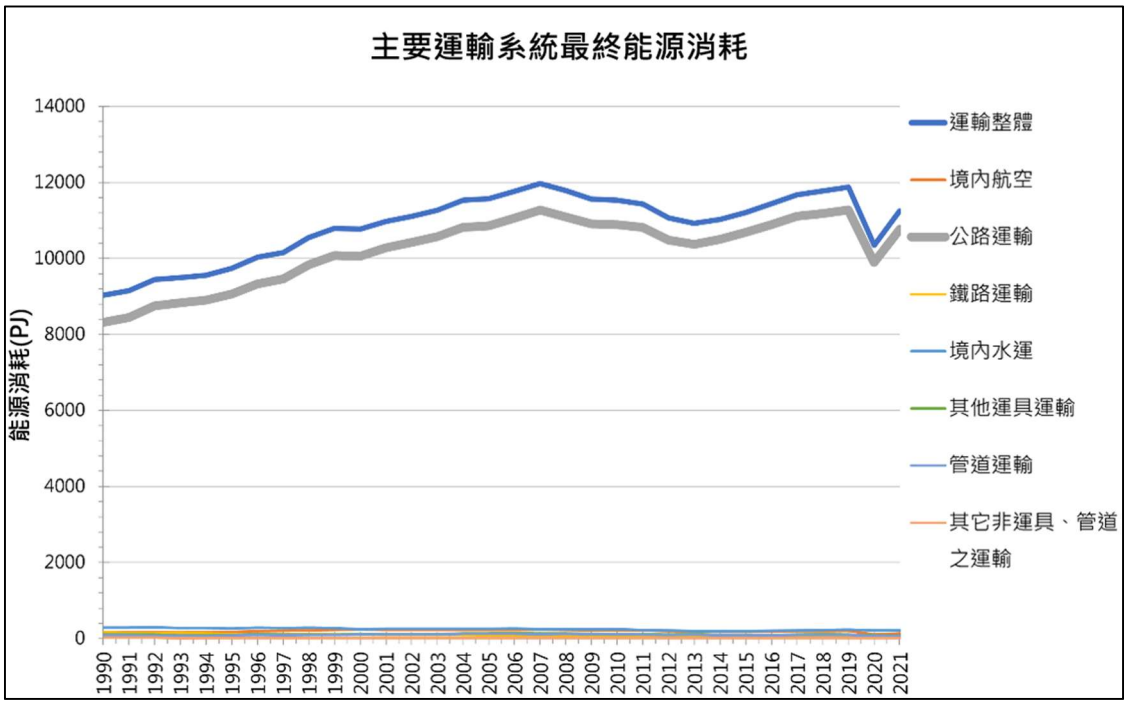
2.1.1 主要國家運輸能源消耗及排放變化趨勢

隨著各國越加重視淨零排放目標，政府也開始重視能源消耗量和二氧化碳排放這兩個指標。能源的消耗與能源效率息息相關，即在產出等量能量下所需耗費的能源，因此，提升能源效率在多個國家的淨零戰略中都非常重要。當能源效率上升時，相應的所需消耗的能源便會減少，可以直接影響到二氧化碳排放的生成，從而實現減碳的目的。

本計畫整理國際間運輸部門的能源消耗量與二氧化碳排放量，針對其趨勢進行分析，並密切關注後續變化。目前完成國際重要經濟體歐洲聯盟及重要國家如美國、日本、英國及韓國等能源消耗與減碳變化情形。**茲將蒐研結果的重點，說明如下**。

1. 歐盟

歐盟整體運輸部門的最終能源消耗量(圖2.1-1)自1990年起持續穩定成長，至2007年達到峰值11,967拍焦耳(PJ[1])，而後逐漸下降至2013年，又於其後逐步上升至2019年達11,873PJ(次高值)，惟2019年至2020年間因為「嚴重特殊傳染性肺炎(COVID-19)」疫情造成邊境封鎖及運輸受阻，因此導致最終能源消耗量大幅降低，但2020年至2021年間疫情漸緩後，最終能源消耗量又回彈成長。

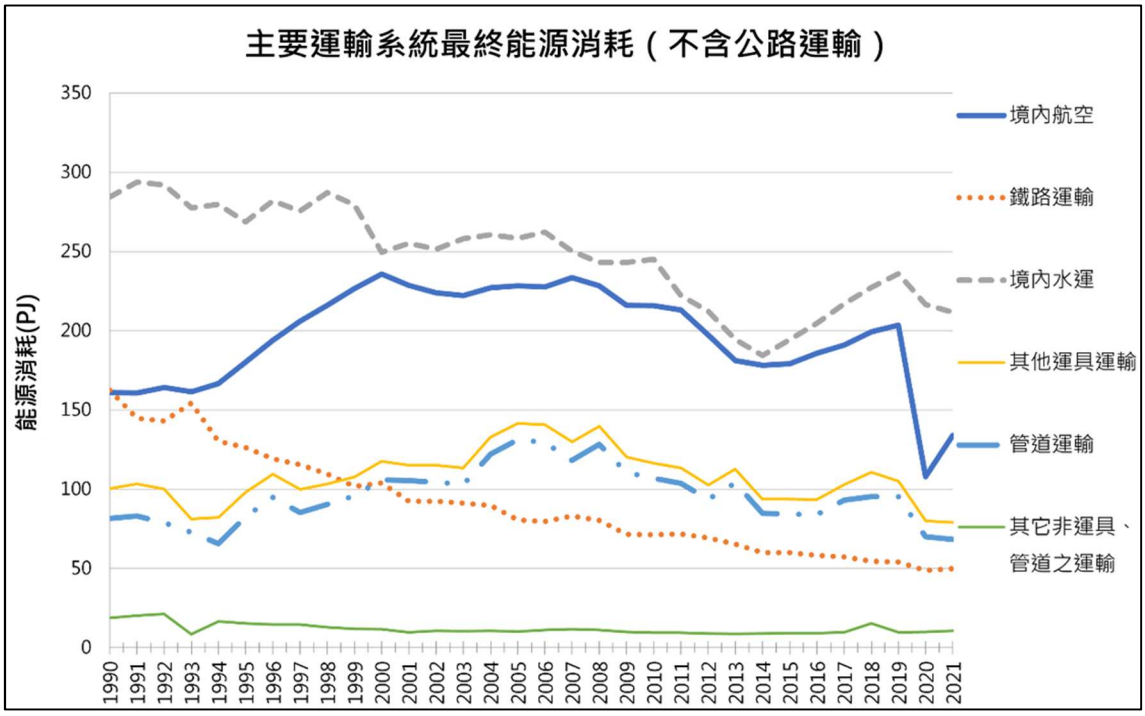


資料來源：European Union (convention) common reporting format (CRF) tables 2023, April 17, 2023；本計畫繪製。

圖 2.1-1 歐盟境內運輸部門最終能源消耗量(1990 年-2021 年)

[1] PJ 為千兆焦耳，等同於 10^{15} 焦耳。

「公路運輸」在歐盟是最主要的能源消耗者(圖2.1-1)，尤其在2007年和2019年達到高峰。與公路運輸相比，其他運輸方式如航空(境內)、水運(境內)、鐵路和管道運輸的能源消耗量相對較低。圖2.1-2中，水路運輸自1990年以來呈現下降趨勢，而航空運輸在1990年後逐漸增加，但由於COVID-19疫情的影響，在2019年至2020年間有顯著下降。鐵路運輸的能源消耗量自1990年以來均大致呈現持續下降趨勢，可能與鐵路的電氣化和零碳、低碳能源的發展有關。管道運輸和其他非運具及管道運輸方式的能源消耗量保持穩定。

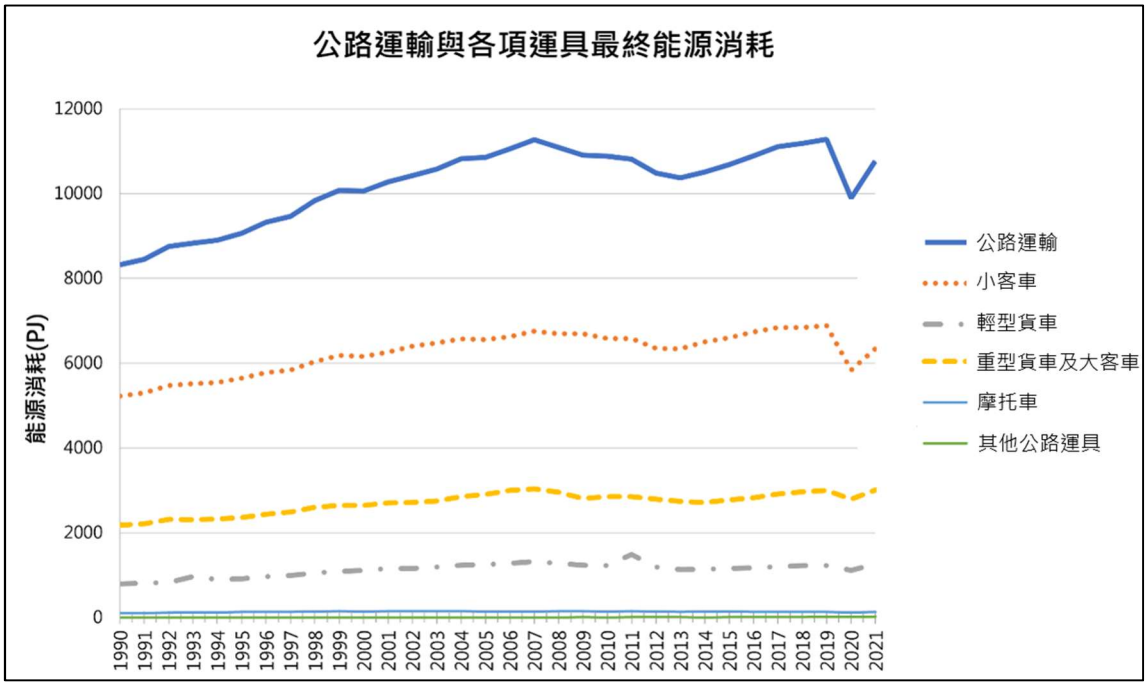


資料來源：European Union (convention) common reporting format (CRF) tables 2023, April 17, 2023；本計畫繪製。

圖 2.1-2 歐盟境內運輸部門主要運輸系統最終能源消耗量—不含公路運輸(1990 年-2021 年)

在「公路運輸」中，小客車、重型貨車與輕型貨車是主要的能源消耗者，分布情形如圖2.1-3，以2021年為例，各類運輸占公路運輸總能源消耗量之比例約為58.9%、27.9%和11.8%。這些運輸工具的能源消耗趨勢與整體公路運輸趨勢一致。

這些數據顯示「公路運輸」在歐盟的重要性和相對高的能源消耗，解釋為何歐盟近年在淨零排放與智慧運輸政策中特別關注「公路運輸」。

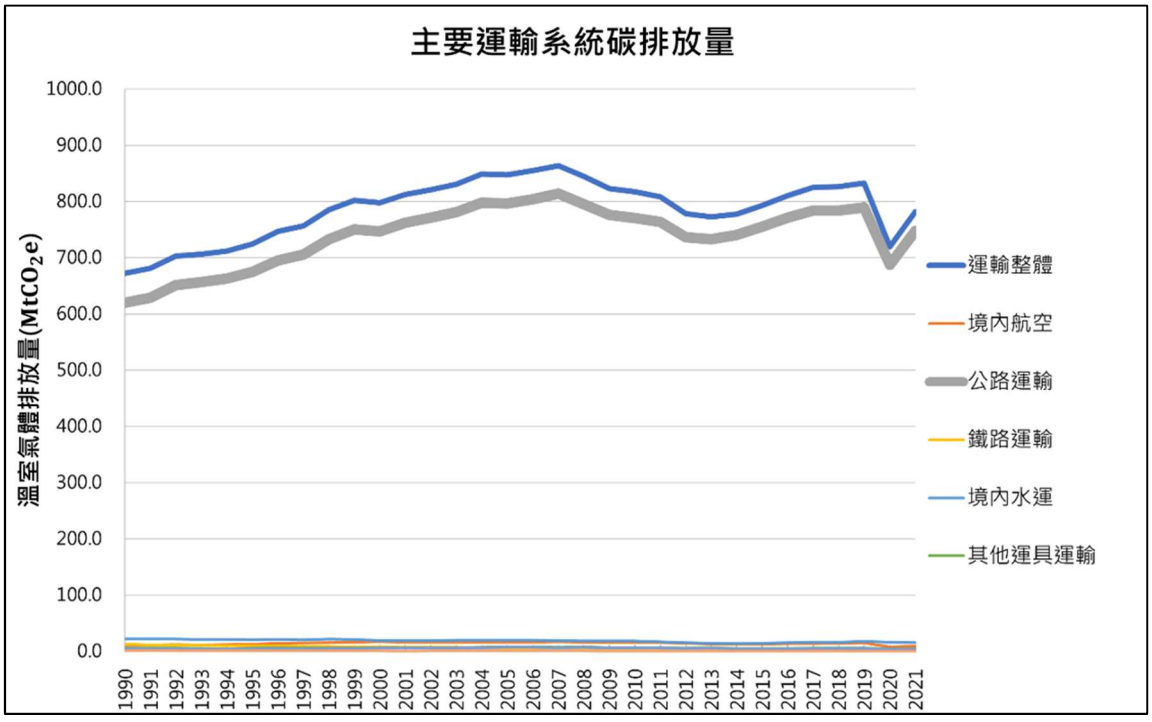


資料來源： European Union (convention) common reporting format (CRF) tables 2023, April 17, 2023；本計畫繪製。

圖 2.1-3 歐盟境內公路運輸與各項運具最終能源消耗量(1990 年-2021 年)

歐盟整體運輸部門的溫室氣體排放量(圖2.1-4)自1990年持續穩定增長，達到2007年的峰值為864百萬公噸二氧化碳當量($MtCO_2e$)後，逐漸下降到2013年的773 $MtCO_2e$，又逐漸成長到2019年的833 $MtCO_2e$ (為歷史第六高值)。然而，在2019年至2021年期間，由於COVID-19疫情影響導致碳排放量下降。

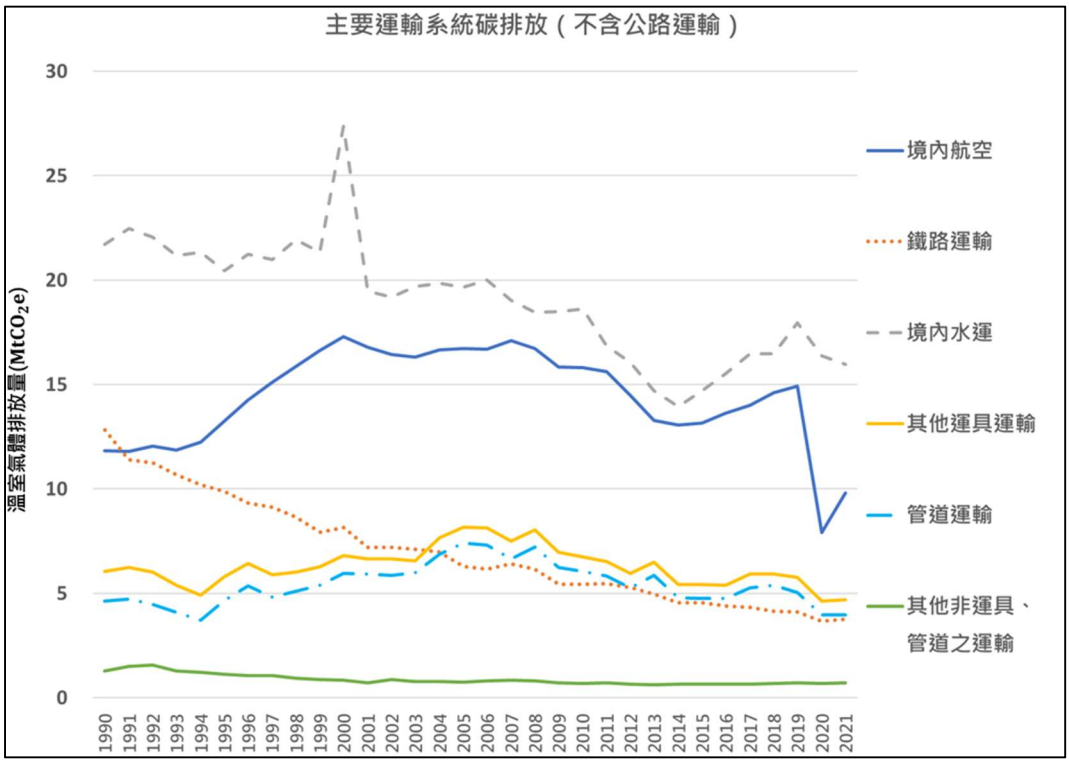
依圖2.1-4所示，公路運輸是最主要的碳排放運輸系統，其趨勢與整體運輸趨勢大致相同。公路運輸在2007年達到最高峰，排放量為814 $MtCO_2e$，次高值805 $MtCO_2e$出現在2006年，而2019年的排放量則為790 $MtCO_2e$ (為歷史第六高值)。與此相比，其他運輸系統(如：境內航空、境內水運、鐵路運輸和其他運輸)的最終能源消耗量相對較低。



資料來源：European Union (convention) common reporting format (CRF) tables 2023, April 17, 2023；本計畫繪製。

圖 2.1-4 歐盟境內運輸部門碳排放量(1990 年-2021 年)

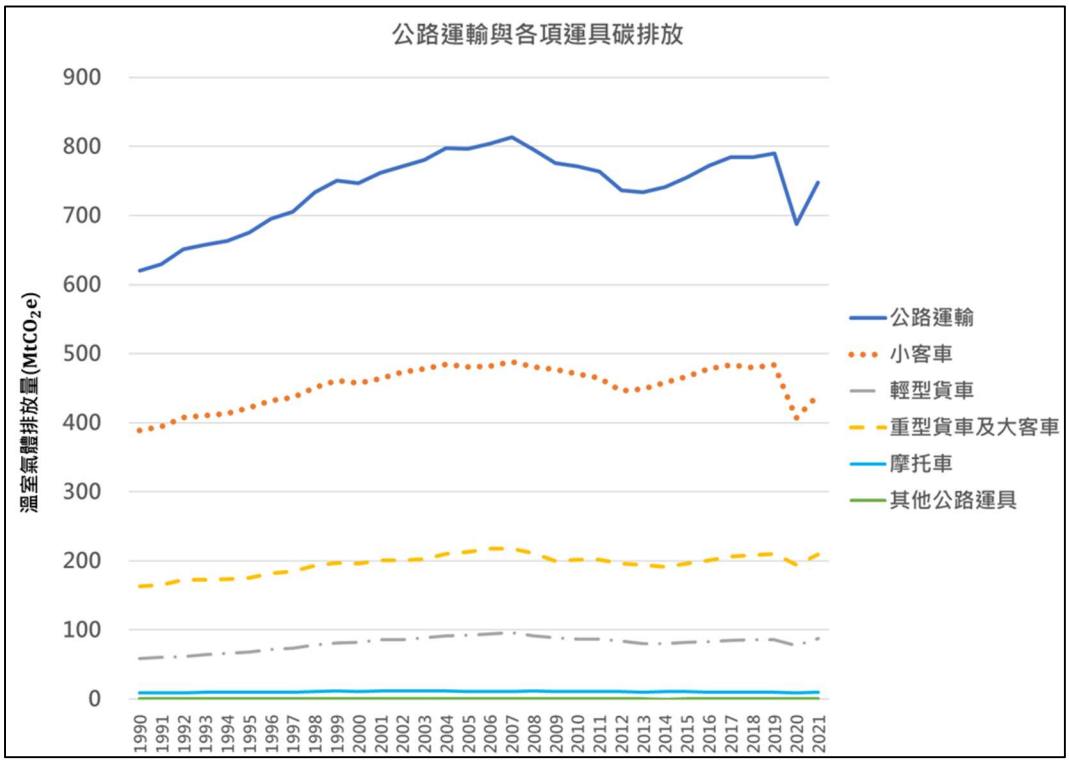
除了公路運輸之外，以境內水運的碳排放量最高(如圖2.1-5)，但自1990年以來境內水運的碳排放量呈現持續下降的趨勢，2014年達到最低值為139 $MtCO_2e$，然後逐漸上升，但在COVID-19之後再次下降。境內航空的需求自1990年以來持續增加，達到高峰期(約在16 $MtCO_2e$至18 $MtCO_2e$之間)，然後自2008年以來逐步下降，但自2014年以來又持續增加，2019年達到15 $MtCO_2e$，然而，由於COVID-19疫情的影響，航空業在2020年的碳排放量大幅下降(8 $MtCO_2e$)。鐵路運輸的碳排放量持續下降，這可能與鐵路基礎建設的大幅電氣化以及歐洲境內使用零碳和低碳能源有關。其他運輸方式(如：其他運具和管道運輸)的能源消耗量持續介於4 $MtCO_2e$至8 $MtCO_2e$之間，儘管在2019年至2021年的疫情期間有輕微下降，但仍然維持一定的碳排放量。



資料來源： European Union (convention) common reporting format (CRF) tables 2023, April 17, 2023；本計畫繪製。

圖 2.1-5 歐盟境內運輸部門主要運輸系統碳排放量—不含公路運輸 (1990 年-2021 年)

在「公路運輸」中，各種運具的碳排放量排名前三的依次是小客車、重型貨車與大客車，以及輕型貨車(如圖2.1-6)。小客車的能源消耗占公路運輸總能源消耗量的62.5%，重型貨車與大客車占25%，輕型貨車約占12.5%。這三類公路運具的能源消耗變化趨勢與整體公路運輸的變化趨勢一致，2019年至2020年的疫情期間也出現輕微的能源消耗下降。



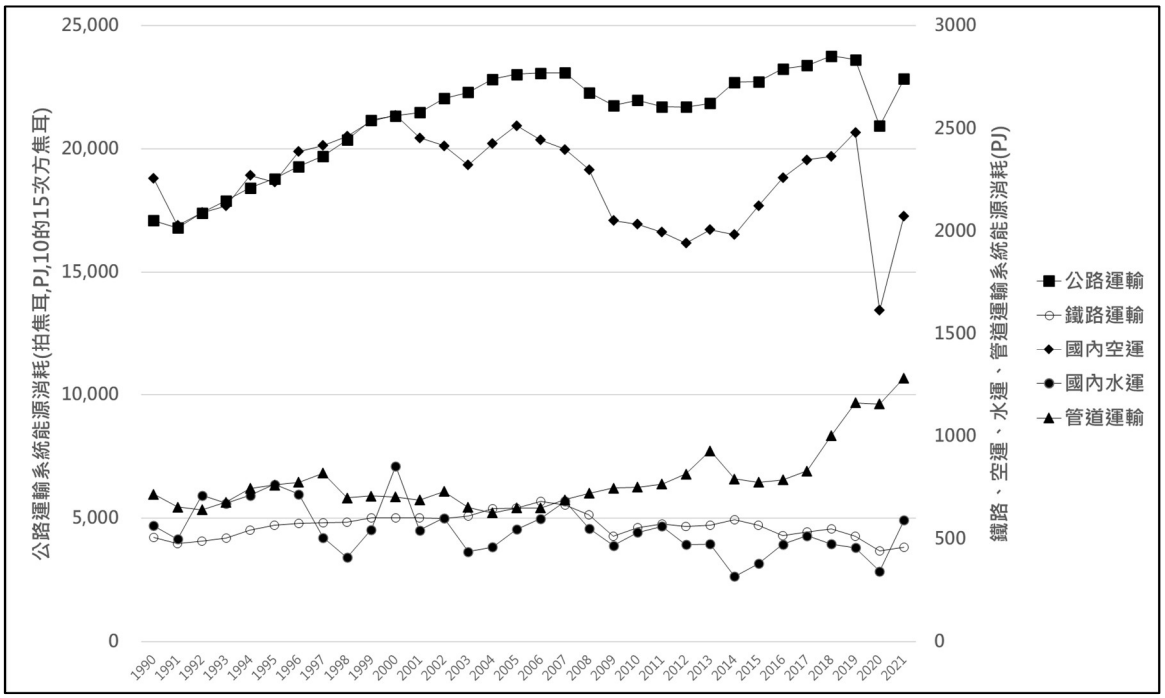
資料來源： European Union (convention) common reporting format (CRF) tables 2023, April 17, 2023；本計畫繪製。

圖 2.1-6 歐盟境內公路運輸與各項公路運具碳排放量(1990 年-2021 年)

2. 美國

美國運輸部門能源消耗(圖2.1-7)自1990年以來呈穩定增加，達到2007年的峰值約2.75×10^{19}焦耳，2012年達到低點2.55×10^{19}焦耳後有所回升，但在2020年受到重大影響下降至2.45×10^{19}焦耳，最新統計數據為2021年，運輸部門的總消耗為2.72×10^{19}焦耳[2]，恢復至2015年水準。

運輸部門可以細分為5運輸系統，分別是公路運輸、鐵路運輸、航空運輸(境內)、水路運輸(境內)、管道運輸。其中，「**公路運輸**」**對運輸總能源消耗的影響最大**，2021年其佔比約為總量的84%，為運輸部門最大宗。公路運輸的峰值出現在2018年，消耗2.37×10^{19}焦耳的能源；**次要影響因素是「國內航空運輸」**，其長期趨勢呈平緩上升。其他部門如水運、管道、鐵路運輸的趨勢變化相對較小。

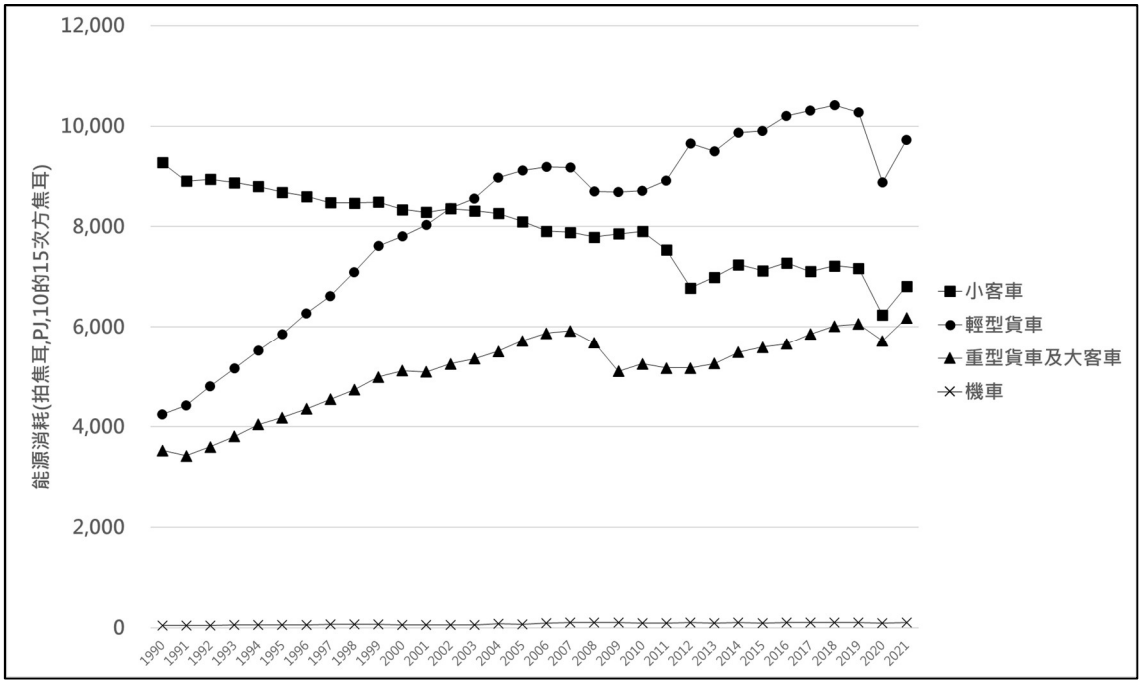


資料來源： National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.14；本計畫繪製。

圖 2.1-7 美國運輸部門各運輸系統之能源消耗(1990 年-2021 年)

[2] 2021 年臺灣運輸部門能源總消耗約為$5.01 * 10^{17}$焦耳，同一年度，美國係臺灣的 54 倍。

對於「公路運輸」，各種車種的能源消耗不同(圖2.1-8)，前期(1990年-2007年)成長主要來自輕型貨車[3](佔公路運輸比例約43%)、重型貨車[4]及大客車[5](佔公路運輸比例約27%)，後期(2008年-2021年)成長速度趨緩主要與小客車有關(佔公路運輸比例約30%)，美國小客車的能源消耗自2006年以來持續下降，機車雖然有增長趨勢，但由於數量相對較少，對整體變化影響較小，2021年機車的能源消耗僅佔公路運輸總量的0.48%。



資料來源： National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.14；本計畫繪製。

圖 2.1-8 美國公路運輸各運具之能源消耗(1990 年-2021 年)

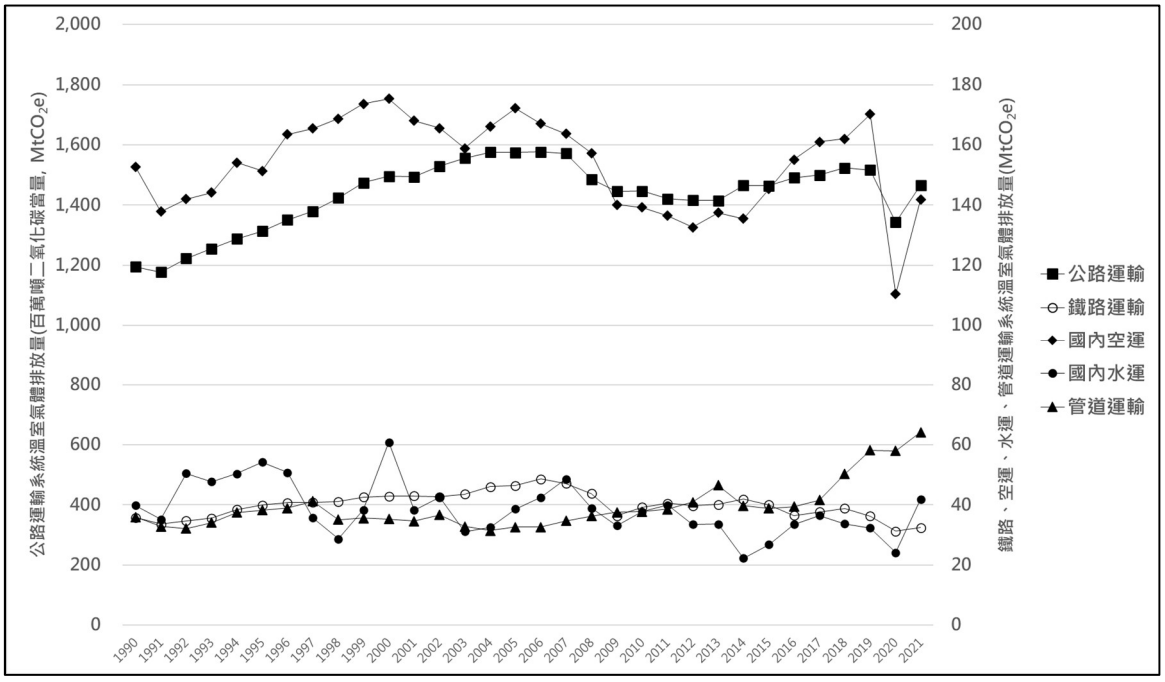
美國運輸部門每年溫室氣體排放量自1990年以來逐步增加，由1,465 $MtCO_2e$增加至2021年的1.754 $MtCO_2e$。這期間發生兩次大幅波動，分別是**2008年金融海嘯**和**2020年COVID-19疫情大流行**，**導致美國經濟活動下降**。

[3] 根據聯邦公路管理局(FHWA)之定義，輕型貨車係車輛額定總重(GVWR)等於或小於 8,500 磅、整備重量等於或小於 6,000 磅且基本車輛正面面積等於或小於 45 平方英尺的機動車輛。

[4] 根據聯邦公路管理局(FHWA)之定義，重型貨車係車輛額定總重(GVWR)超過 8,500 磅，或整備重量超過 6,000 磅，或基本車輛正面面積超過 45 平方英尺的機動車輛。

[5] 根據美國交通部統計局對 bus 之定義，係指乘載 10 人以上之大型機動車，包括校車、城際客運、過境客運等。

圖2.1-9可得知，不同運輸系統中，「公路運輸」的排放量最大，2021年佔總量的比例約84%，趨勢與總值相似，從1990年的1,195 $MtCO_2e$增加至2021年的約1,467 $MtCO_2e$，中間受2008年金融海嘯和2020年Covid-19疫情大流行影響呈現兩次下降。「國內航空運輸」排放量長期在110 $MtCO_2e$至170 $MtCO_2e$之間波動，原因與景氣與疫情有關。水路與鐵路之運輸排放量則較為穩定，變化波動不大。管道運輸的排放量因天然氣使用增加而上升，2021年達64 $MtCO_2e$。

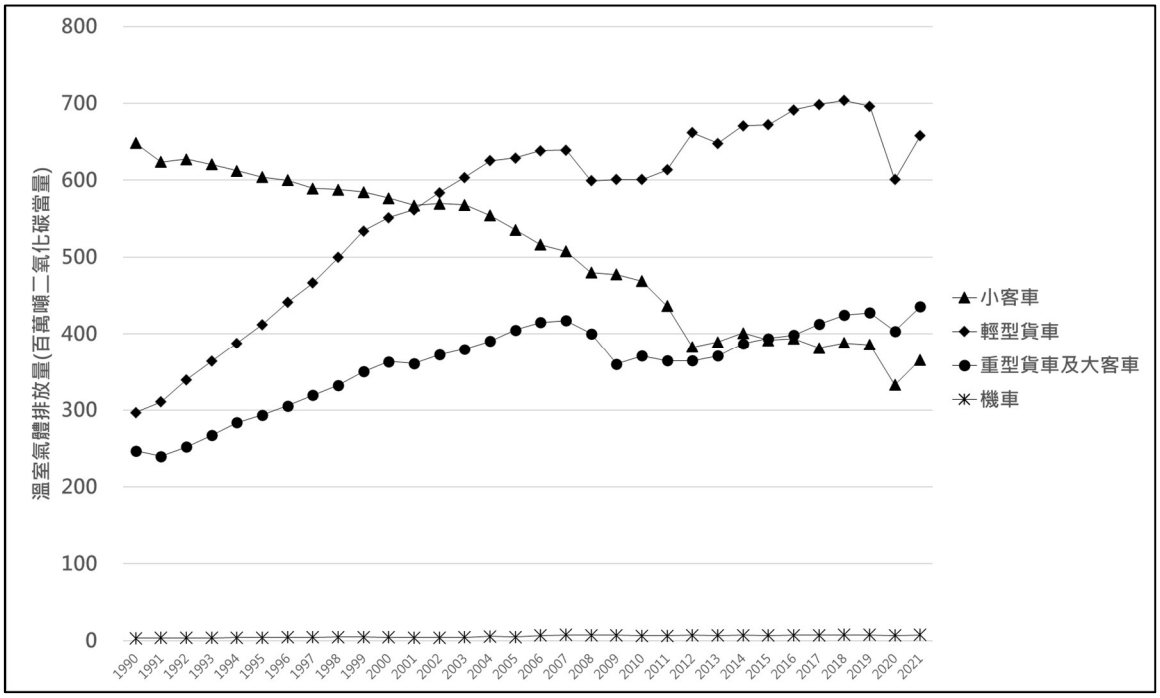


資料來源： National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.14；本計畫繪製。

圖 2.1-9 美國運輸部門各之溫室氣體排放量(1990 年-2021 年)

美國「國內航空運輸」呈現頻繁的波動，不僅受到全球系統性風險事件的影響(如全球性的景氣循環)，也較易受到其他個體因素的影響，使其在運輸部門中相對不穩定。如2001年起北美航空業的衰退起因即911恐怖攻擊事件的余波，相較於同期歐洲減少3.8%，日本成長3.6%，美國國內航空不僅在能源消耗上減少9.5%，甚至進入多年的蕭條，明顯個體因素的影響並不小。水運與鐵路運輸則長期趨勢保持平穩，這表明這兩種運輸方式相對穩定，並且可能對運輸部門的整體能源消耗和碳排放變化較少有影響。

圖2.1-10可得知，「公路運輸」有不同類型的車輛，它們對溫室氣體排放的影響有所不同。例如，輕型貨車的排放量趨勢與公路運輸總值相似，但受經濟衝擊的影響較小，重型貨車及大客車的排放量在金融海嘯期間波動較大，但在Covid-19疫情期間影響不大，整體趨勢穩定增長。相反，小客車的溫室氣體排放量逐漸下降，從1990年的648 $MtCO_2e$減少至2021年的365 $MtCO_2e$。雖然在兩次經濟活動衝擊後短期回升，但整體趨勢持續下降。機車的排放量則處於穩定增長狀態，但由於數量較少，相對於運輸部門整體而言成長有限。



資料來源： National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.14；本計畫繪製。

圖 2.1-10 美國公路運輸各運具之溫室氣體排放量(1990 年-2021 年)

美國運輸部門之能源消耗及溫室氣體排放量均有超過80%以上的比例來自「公路運輸」。以2021年為例，公路運輸系統能源消耗佔83.8%，溫室氣體排放量佔83.6%。

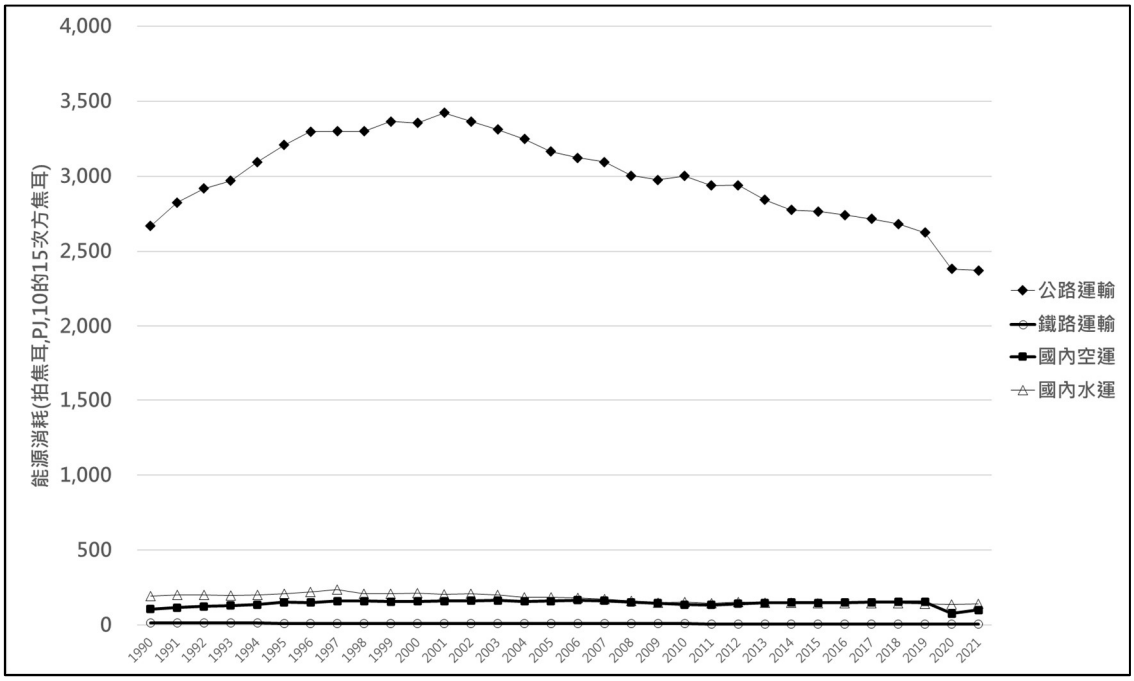
在「公路運輸」中，不同類型的車輛表現出不同的趨勢。小客車在能源消耗和碳排放呈現明顯降低，而**輕型貨車、重型貨車及大客車的兩項指標則呈現成長趨勢**，這些趨勢顯示出貨車等貨物運輸工具對「公路運輸」的影響。**貨車等貨物運輸工具的趨勢與經濟活動和景氣循環相關**，其往往隱含著經濟活動的變化，這使得美國運輸部門的能源消耗和碳排放易受經濟活動影響。

綜合而言，從觀察的結果，美國運輸部門的能源總消耗和溫室氣體排放量較易受經濟活動的波動影響。參考美國的情況，推動淨零減量新技術、以及促進公共運輸發展，有助於實現更環保、更高效和更可持續的運輸體系，應對未來的環境和經濟挑戰。

3. 日本

自1990年以來，日本運輸部門的能源消耗整體出現先升後降的趨勢(圖2.1-11)，以下分析1990至2021期間內各運輸模式的能源消耗趨勢，特別是考慮到2001年之後的下降趨勢和Covid-19疫情大流行對統計期間的影響。

從整體能源消耗趨勢來看，2001年至2019年間，日本運輸部門的能源總消耗從3.74×10^{18}焦耳降至2.93×10^{18}焦耳，顯示出明顯的下降趨勢。2020年的Covid-19疫情大流行造成能源消耗急遽下降至2.60×10^{18}焦耳，2021年略有回升至2.62×10^{18}焦耳[6]，但仍然低於疫情前的水準，與原趨勢相符。



資料來源： National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.21；本計畫繪製。

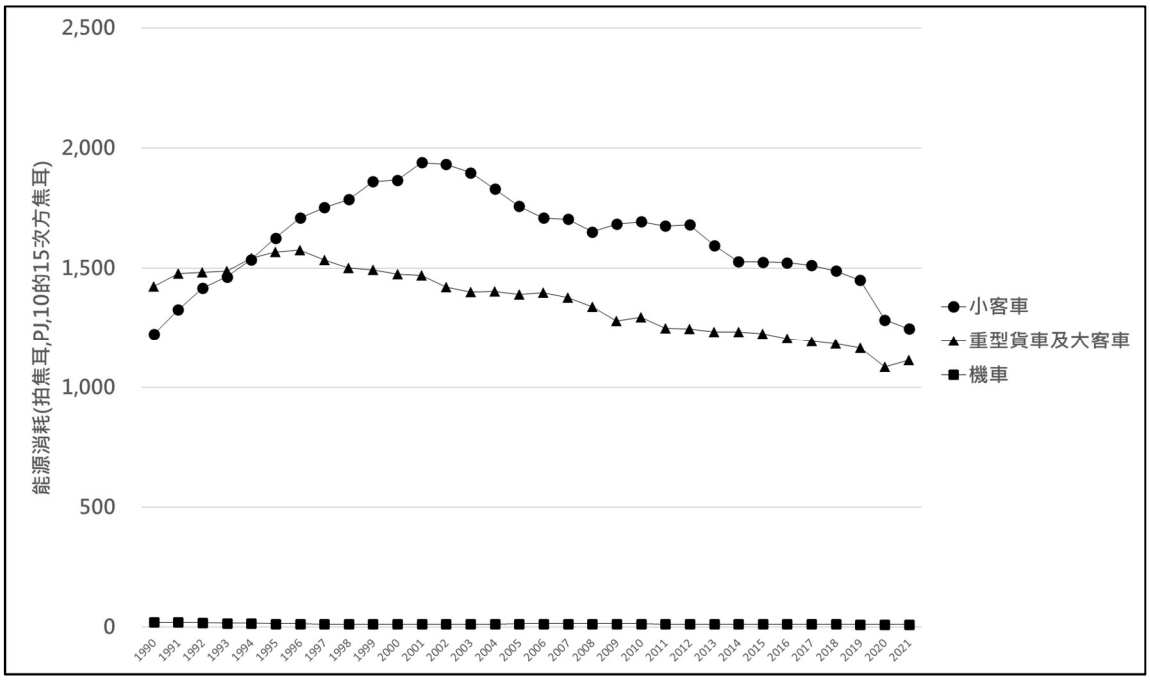
圖 2.1-11 日本運輸部門各運輸系統能源消耗(1990 年-2021 年)

運輸部門又可再劃分為公路運輸、鐵路運輸、航空運輸(境內)、水路運輸(境內)。從各運輸系統的能源消耗分析，公路運輸為能源消耗的主要貢獻者，2021年的佔比約91%。疫情前自2001年的3.42×10^{18}焦耳減少到2019年的2.62×10^{18}焦耳，呈平緩下滑趨勢。疫情期間，進一步下挫至2.37×10^{18}焦耳，目前暫無出現回升跡象；航

[6] 2021 年臺灣運輸部門能源總消耗約為 1,281 萬公秉油當量(換算即 4.83×10^{17}焦耳)，同一年度，日本係臺灣的 5 倍。

空運輸的能源消耗在疫情期間顯著下降，跌破1.00×10^{17}焦耳；水路運輸自1997年起穩定下降，疫情對其影響不大；以及鐵路運輸能源消耗變化最小，從1990年的1.30×10^{16}焦耳緩慢降至7.00×10^{15}焦耳。

由於**公路運輸**能源消耗占比最大且與運輸部門總能源消耗走勢相近(如圖2.1-12)，進一步對其中之運具能源消耗進行分析。



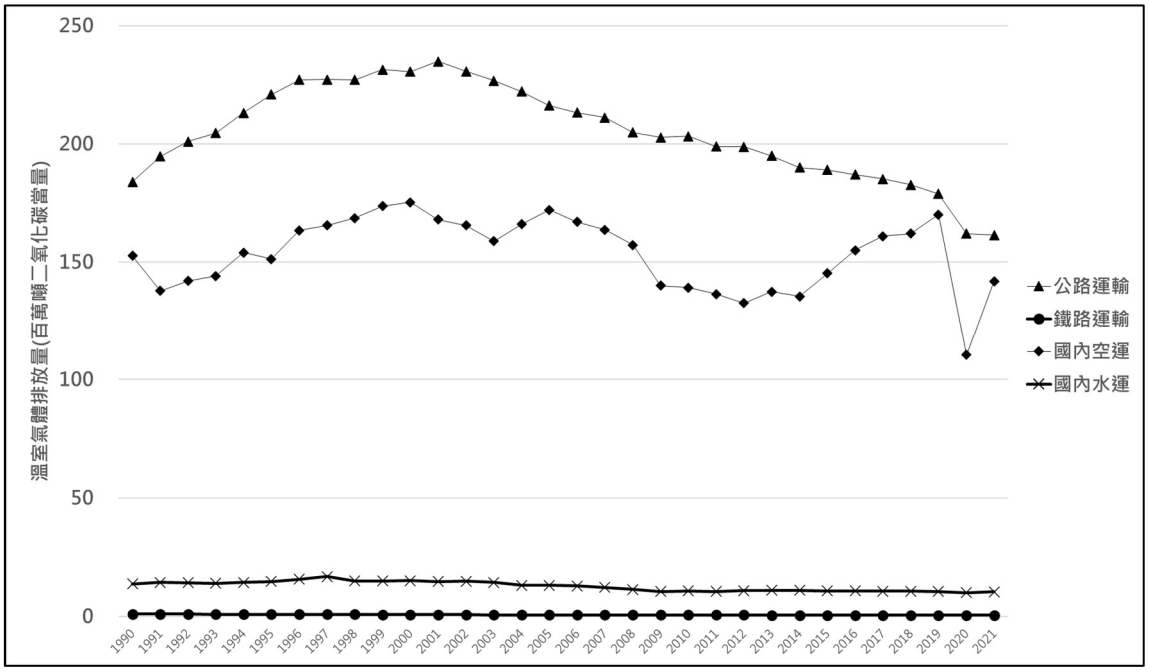
資料來源： National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.21；本計畫繪製。

圖 2.1-12 日本公路運輸各運具之能源消耗 (1990 年-2021 年)

- 小客車是能源消耗占比最大的運具，2000年之前能源消耗持續成長，2020年因疫情下降至1.28×10^{18}焦耳。重型貨車及大客車[7]自1996年起呈現穩定下降趨勢，2019年能源消耗降至1.16×10^{18}焦耳，疫情影響2020年下降至1.09×10^{18}焦耳，回升後仍低於疫情前水準。
- 機車僅佔總量較小的部分，自1990年以來能源消耗長期持續減少，疫情期間微幅增長，但對整體趨勢影響有限。

[7] 根據日本國土交通省頒布之重型車輛燃油效率標準，統一將 3.5 公噸以上重型貨車及大客車稱為重型車輛。

日本運輸部門的溫室氣體排放量在1990年至2001年間持續增加，從每年約200 $MtCO_2e$增加到260 $MtCO_2e$ (圖2.1-13)。在2001年後開始下降，逐步減少至2019年的200 $MtCO_2e$。2020年因COVID-19疫情下降至178 $MtCO_2e$，2021年有微幅上升但暫無法判斷受疫情影響的程度。

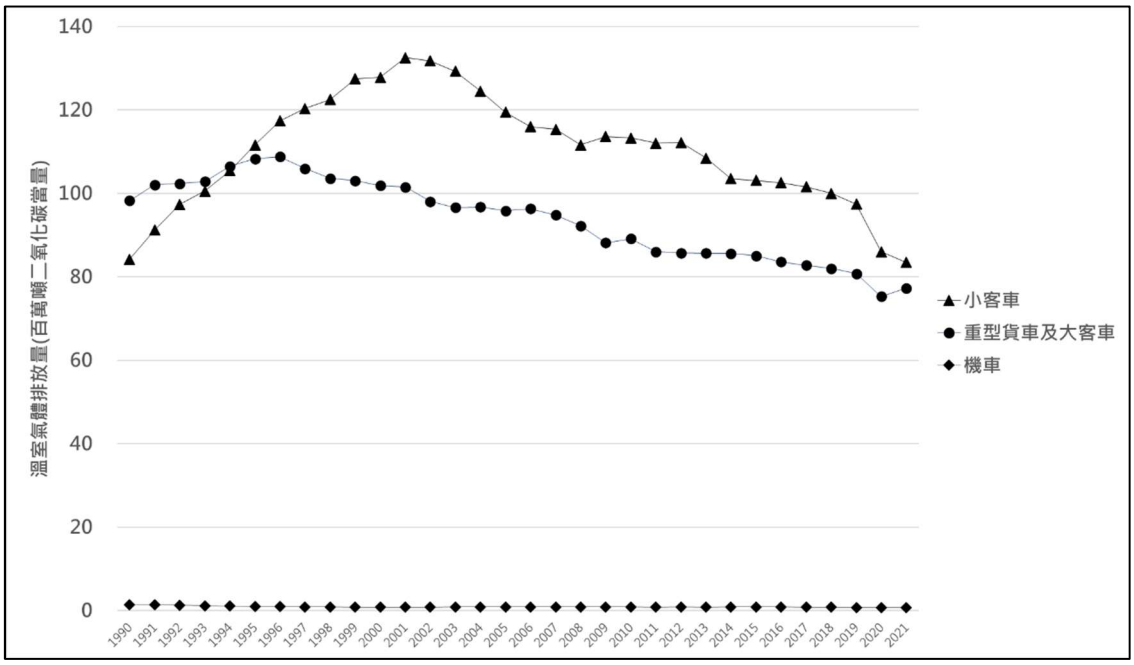


資料來源：National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.21；本計畫繪製。

圖 2.1-13 日本運輸部門各運輸系統溫室氣體排放量(1990 年-2021 年)

「公路運輸」仍然是運輸部門中最主要的部分，其趨勢與總排放量密切相關(圖2.1-13)。從1990年增加至2001年，爾後自2001年的峰值234 $MtCO_2e$下降至2019年的178 $MtCO_2e$。2020年因疫情再次下降至約162 $MtCO_2e$，2021年未出現回升趨勢。國內水路運輸長期以來排放量減少，從1997年的17 $MtCO_2e$降至約10 $MtCO_2e$，疫情期間未見明顯變化。其他運輸模式的排放趨勢較為穩定，國內航空運輸在疫情前約為10 $MtCO_2e$，疫情期間下降至7 $MtCO_2e$，而鐵路運輸排放在0.5 $MtCO_2e$至1 $MtCO_2e$之間，未受疫情影響。

對於「公路運輸」，**小客車是主要的排放來源，2021年其佔比約為公路運輸48%**。從2001年的高點133 $MtCO_2e$下降至2019年約97 $MtCO_2e$，疫情期間下降至97 $MtCO_2e$，目前尚未回升。重型貨車及大客車的排放量自1996年以來穩步下降，疫情期間更是下降至75 $MtCO_2e$，但尚未恢復到疫情前水平。機車的排放量占比較小，2021年的比例約為公路運輸的0.4%，但其排放趨勢亦在緩慢下降，從1 $MtCO_2e$下降至0.7 $MtCO_2e$ (圖2.1-14)。**總體而言，日本的「公路運輸」在各種運具方面皆呈現減少碳排放的趨勢**。



資料來源：National Inventory Submissions 2023, UNFCC, 2023.04.21；本計畫繪製。

圖 2.1-14 日本公路運輸各運具之溫室氣體排放量(1990 年-2021 年)

日本運輸部門的能源消耗總量和碳排放總量近年都呈現平緩的下降趨勢。**「公路運輸」**約占90%的能源消耗和碳排放量(以2021年為例，公路運輸系統能源消耗佔90.5%，溫室氣體排放量佔90.1%)。其他運輸系統在能源消耗方面沒有顯著變化，但在碳排放方面有下降趨勢，即使在非疫情時期也如此。

「公路運輸」不管是自用車還是營業用車，自2001年以來的碳排放減量趨勢均為顯著。參考日本小客車工業協會的分析，**日本運輸部門的能源消耗和碳排放總量下降的主因係燃油效率的提升與**

次世代小客車的成長[8]。日本自1999年起制定「Top runner基準」，要求新售車輛必須符合設定的燃油效率標準。2021年日本燃油小客車的燃油效率為23.1km/L，較2000年的12.7 km/L已成長82%；2009年日本政府首次提供次世代車輛租稅優惠與購車補助，使得次世代車輛的新車登記數和比例逐年成長，並在2022年達到49%。[9]除了政府的努力之外，民間企業不論是產品效能的升級或次世代車輛的推廣都非常積極，為日本運輸部門的減碳成果做出很大的貢獻。

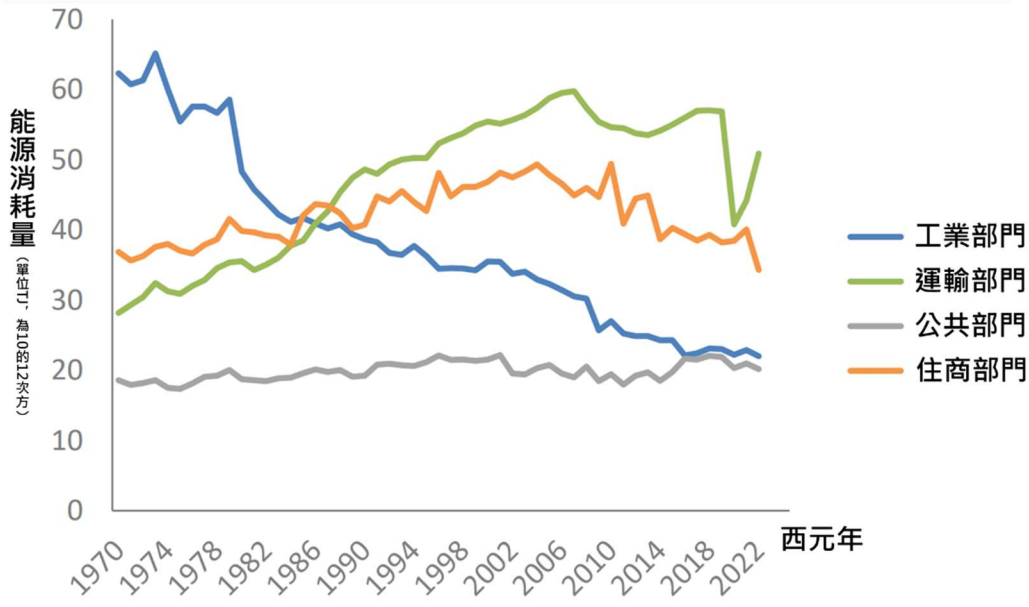
[8] Japan Automobile Manufacturers Association, Inc(2016). CO_2 Emissions Reduction in Japan's Road Transport Sector. https://www.env.go.jp/earth/cop/cop22/event/detail/17/04.html.

[9] Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.(2023). THE MOTOR INDUSTRY OF JAPAN 2023. https://www.jama.or.jp/english/reports/mioj.html.

4. 英國

全球自1990年以來，整體能源消耗持續增長，其中英國於2019年修訂氣候變遷法(Climate Change Act, CCA)，將2050年淨零排放設為目標，成為世界最早將淨零政策列入立法之國家。

為了實現減碳淨零目標，整體能源消耗情形已由煤碳轉向天然氣及再生能源；由英國運輸部提供2023年部門能源消耗報告中說明，2022年英國總能源消耗量(包括能源和非能源用途)與2021年相較，小幅下降0.9%，約1.33億噸油當量(約555.2萬TJ[10])，較COVID-19疫情流行前(2019年約1.48億噸油當量)低約10%。其中運輸部門2022年能源消耗量(約213萬TJ)與2021年(約185萬TJ)相較為上升15%，主要起因於疫後運輸需求大量提升，其中航空燃料的需求提升最為顯著，雖有上升趨勢，惟2022年運輸之需求仍低於疫情前的能源消耗水平(2019年約為238萬TJ)。經由圖2.1-15可得知，英國於2021年至2022年間，整體能源消耗量下降了0.9%，歸功於運輸部門以外的相關能耗部門之成效。



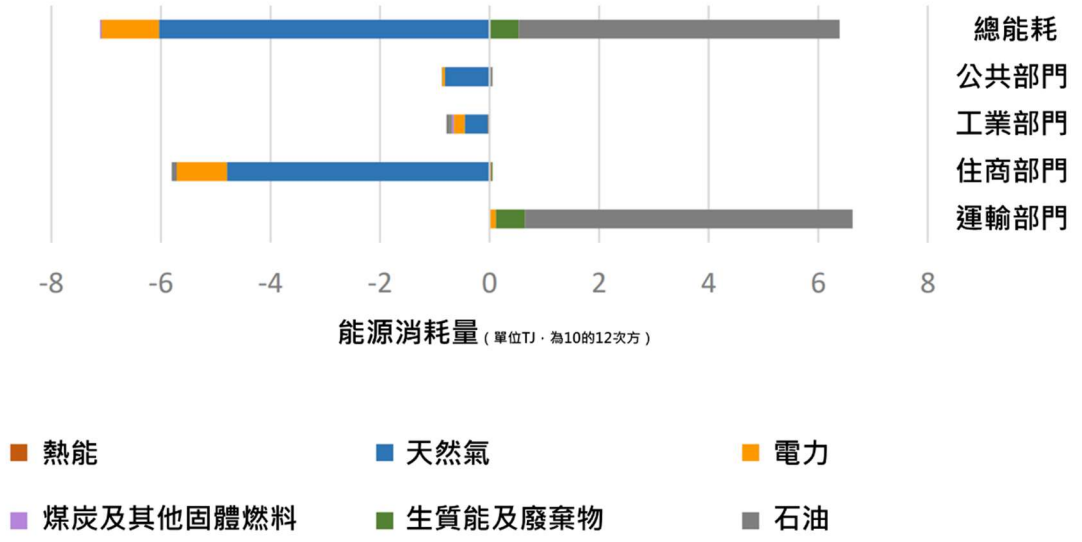
資料來源：Energy Consumption in the UK (ECUK) 2023。

圖 2.1-15 英國 1970 至 2022 年各部門能源消耗圖

其中2022年平均氣溫達到歷史新高，又受烏俄戰爭影響，導致

[10] TJ 為能源消耗表示方法之一，係指兆焦耳，即 10^{12} 焦耳。

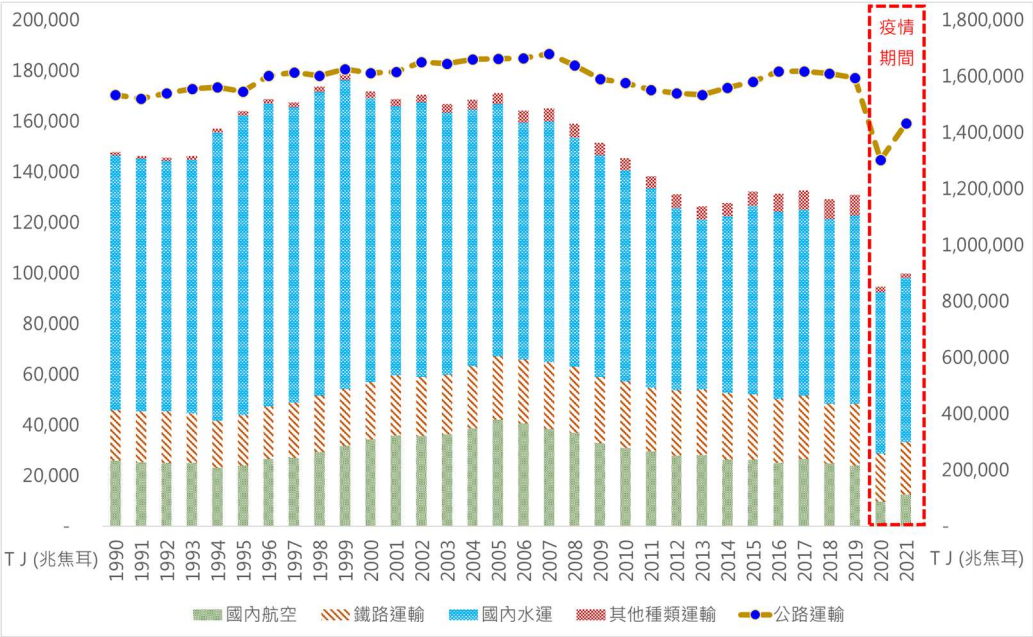
能源價格上漲，進而影響英國工業和服務業部門之燃料消耗。其中工業部門能耗下降3.8%，服務部門能耗下降3.9%，其中一半以上是天然氣；另住商部門的能耗降幅僅低於運輸部門，達14%；相較之下，運輸部門經統計全國運輸交通能耗成長了15%，尤其航空業自2021年至2022年幾乎翻倍成長。如圖2.1-16呈現各部門之能耗變化，可清楚得知有哪些燃料的變化與推動。可看出2021年至2022年間，最大變化是運輸部門石油之消耗增加，反映出疫情放寬旅行限制後的反饋情形，及由於2022年氣溫高於2021年，因而導致住商部門天然氣消耗減少。



資料來源：Energy Consumption in the UK (ECUK) 2023。

圖 2.1-16 2021 年至 2022 年以產業和燃料分類之能耗變化圖

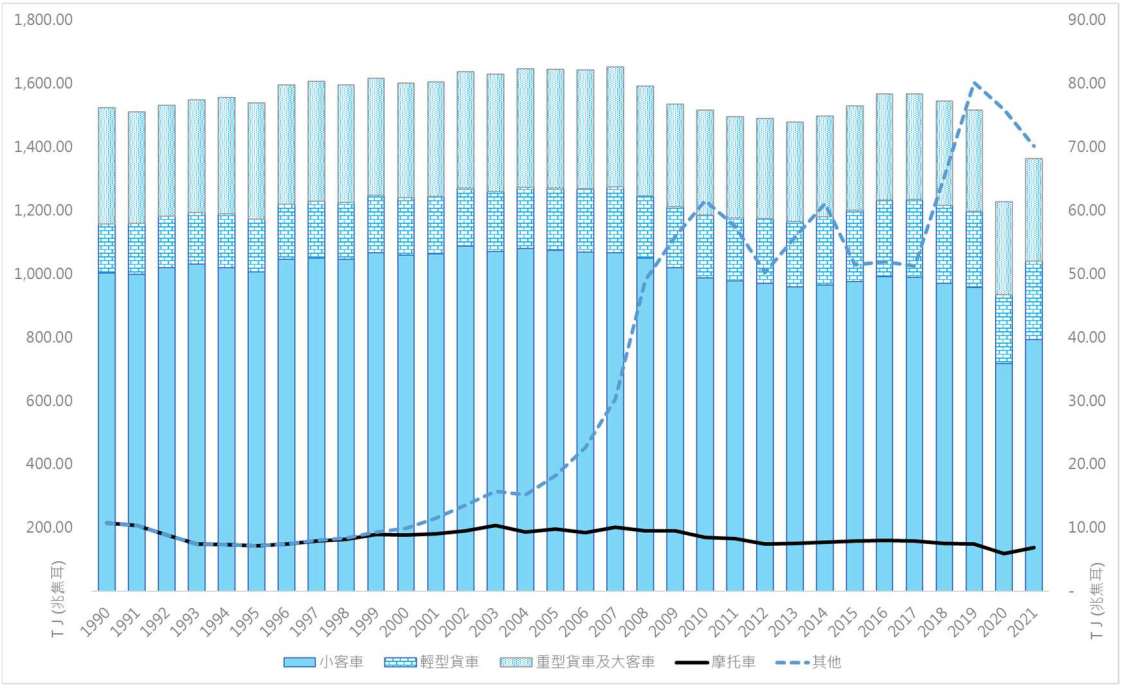
英國的運輸部門能源總消耗量自1990年以來一直呈穩定增加的趨勢(詳圖2.1-17)，達到2007年的高峰，約184萬兆焦耳。在2013年觸底，能耗量降至166萬兆焦耳，之後逐漸回升，於2017年達到175萬兆焦耳。然而，2020年的疫情對運輸部門造成衝擊，能源消耗下降至139萬兆焦耳。截至目前，2021年運輸部門總能耗為153萬兆焦耳。



資料來源：聯合國網站 2023 年(National Inventory Submissions 2023)共用報告格式表(Common Reporting Format, CRF)交通部門背景能耗資料(頁籤表1.A(a)s3)。

圖 2.1-17 英國 1990 年至 2021 年運輸部門能源消耗情形

運輸部門可以細分為公路運輸、鐵路運輸、國內航空運輸、國內水路運輸和管道運輸5個運輸系統。其中，**「公路運輸」的能源消耗量於2021年占比達84%。呈現與總能耗趨勢一致的增長**，2007年達到高峰，消耗約168萬兆焦耳，顯示**運輸總能耗主要受到「公路運輸」的影響**。其次是「國內水運」，能源消耗上升趨勢較緩，1999年達到最高值，之後呈緩慢下降，近十年保持在122萬兆焦耳之間。



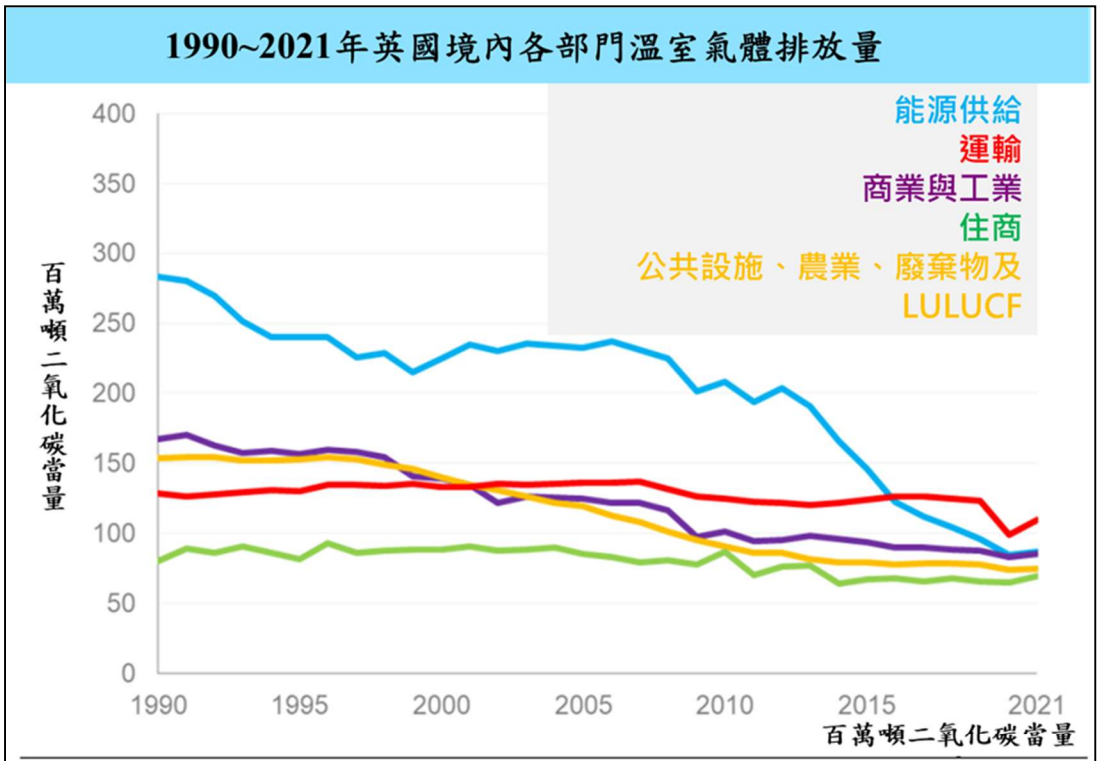
資料來源：聯合國網站 2023 年(National Inventory Submissions 2023)共用報告格式表(Common Reporting Format, CRF)交通部門背景能耗資料(頁籤表 1.A(a)s3)。

圖 2.1-18 英國 1990 年至 2021 年公路運輸能源消耗情形

依圖2.1-18進一步分析英國運輸部門的能源消耗情況，彙整資訊如下：

- 在2010年之前，運輸部門主要能源消耗集中在小客車、重型貨車和大客車上，然而，從2010年開始，能源消耗的變化趨勢主要與汽機車有關。小客車能耗自2010年以來逐步下降，最新的數據顯示在2021年為79.4萬兆焦耳，而在2010年之前曾達到98.7萬兆焦耳的高點。
- 相比之下，輕型貨車、重型貨車和大客車的能源消耗雖然有些增長趨勢，但上升幅度較小，對總能源消耗的變化影響不大，保持相對穩定。

另檢視英國溫室氣體排放量(如圖2.1-19)，2021年英國的碳排放量估計為426.5 $MtCO_2e$，較2020年的406.3 $MtCO_2e$增加5.0%，但與1990年相比則減少47.6%。值得注意的是，運輸部門在2021年成為溫室氣體排放量最大的部門，占總排放量的26%。係因疫情解禁導致2021年運輸部門的排放量較2020年增加10%，但仍比2019年低11%，並且與1990年相比下降15%。



	1990	2000	2010	2019	2020	2021
能源供給	283.5	224.7	208.4	96.2	84.5	86.9
住商	80.3	88.6	87.3	65.5	65.2	69.4
公共設施、農業、廢棄物管理及LULUCF	153.6	140.1	91.0	78.1	73.9	75.2
商業與工業流程	167.4	139.3	101.2	87.5	83.4	85.6
運輸	128.6	133.2	125.0	123.1	99.3	109.5
溫室氣體總排放量	**813.4**	**725.8**	**613.0**	**450.4**	**406.3**	**426.5**

註：LULUCF 係指土地利用、使用、變更與林業等項目。

資料來源：UK ENERGY IN BRIEF 2023；DESNZ (2021 final UK figures)。

圖 2.1-19 英國境內 1990 年至 2022 年各部門溫室氣體排放量

英國運輸部門的能源消耗量和溫室氣體排放量超過80%以上的比例來自公路系統，說明英國公路系統於運輸部門碳排放中屬關鍵問題。此外，國內水運自2004年以來能源消耗和碳排放呈下降趨勢，而國內空運和鐵路運輸則長期趨於穩定，無明顯變動。

「公路運輸」中，小客車的能源消耗和碳排放持續下降，但輕型貨車、重型貨車和大客車等交通工具的能源消耗和碳排放則持續增加，主導「公路運輸」的整體能源消耗和碳排放趨勢。

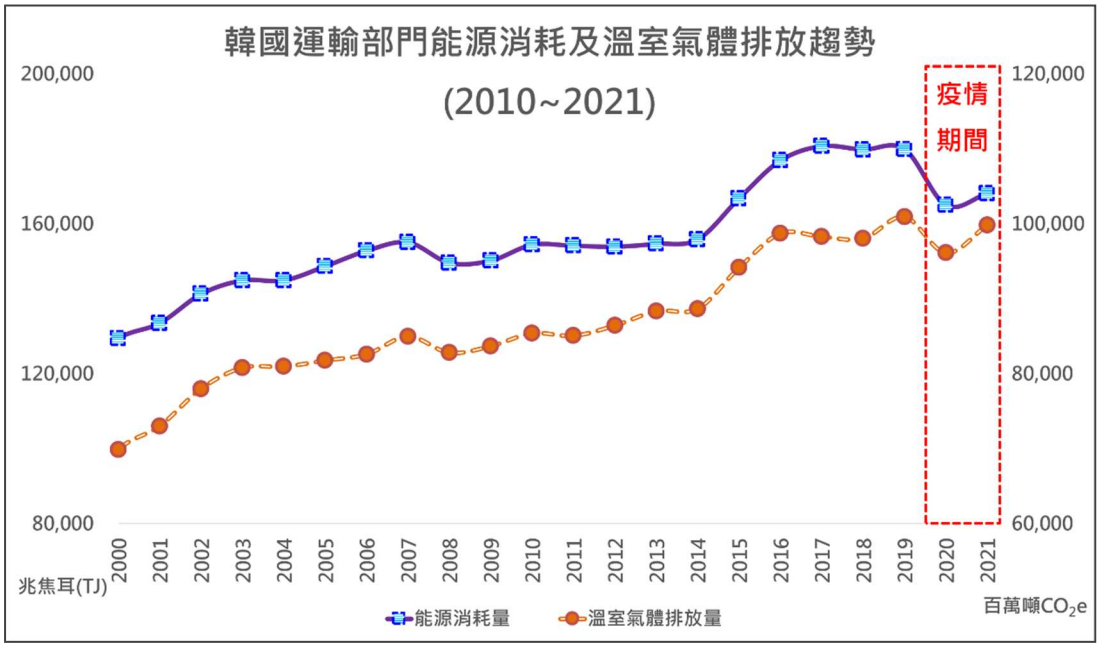
5. 韓國

韓國在2020年宣布其2050年實現碳中和的雄心勃勃目標，並向聯合國提交了《2050碳中和推動戰略》，這一戰略涵蓋了從成立碳中和委員會到公布《韓國新政》和3種不同的2050碳中和情境，以及修正其國家自主貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)目標，並通過碳中和綠色成長法等一系列措施，以確保目標實現；此外，在2021年5月政黨輪替之際，韓國政府對能源政策進行重大調整，從前政府的脫核去煤政策轉向新政府強調核能的發展，包括恢復核能機組的建設、延長現有核電廠的運營年限、發展核電出口產業以及研發新一代核能技術，並在《第十次長期電力供需基本計畫》中明確表示，未來將會增加核能、減少燃煤發電並擴大可再生能源的使用，從而在全球氣候行動中扮演更積極的角色，同時也展現在能源政策和環境保護之間尋求平衡的挑戰。

根據KESIS國家能源統計綜合資訊系統的數據，韓國能源消耗結構主要以進口為主，63%為化石燃料(包括34%燃煤和28%天然氣)，而37%來自低碳能源，以28%的核能和5%太陽能為主。2022年能源消耗統計報告顯示[11]，韓國運輸部門能源消耗以陸路運輸為主，使用汽油、柴油和液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas, LPG)等燃料。自1990年起，能耗持續上升至1997年，增幅約110%。1998年亞洲金融風暴導致能耗下降18%，但至2021年能耗仍增加近2倍(詳圖2.1-20)。

[11]KESIS. (2023)。 2022 년 에너지사용량 통계。

截至2021年，韓國的溫室氣體排放量全球排名第八，且自1990年以來持續上升。2022年1月25日，韓國更新其對聯合國氣候變遷框架公約的承諾，設定2030年減少溫室氣體排放量40%(相較於2018年)，這個目標超過之前設定的26.3%。然而，韓國在減少溫室氣體排放方面的實際進展不夠理想：2021年的排放量比1990年增加146%，比2015年(建立全國碳市場時)增加16%，與2018年相比僅減少8%(圖2.1-20)。



資料來源：KESIS國家能源統計綜合資訊系統。

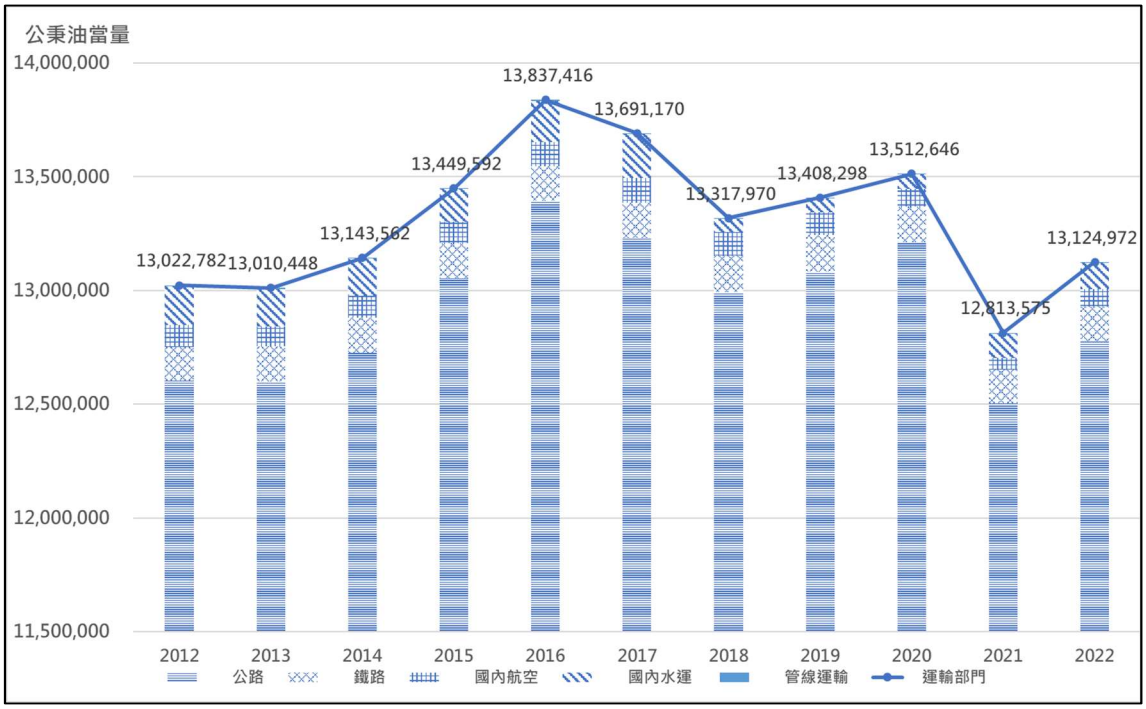
圖 2.1-20 韓國運輸部門能源消耗及溫室氣體排放趨勢

依據相關文獻[12]，韓國在碳市場管理上採取較寬鬆的策略，包括較高的碳交易額度和靈活的企業減排目標，這種**寬鬆的碳市場機制是導致韓國在減少排放方面未能達到預期效果的主要原因**。因此，即使2022年碳市場價格波動較大，預計韓國碳市場長期仍將呈現上升趨勢。此外，韓國碳市場建立初期，政府傾向於透過行政管理而非碳交易機制來達到減排目標。

[12] 資料來源：中央財經大學綠色金融國際研究院，2022 年全球探市場進展與展望

6. 我國

依據我國經濟部能源署能源平衡表，可以看出運輸部門整體能源消耗趨勢自2012年開始(1,302萬2,782公秉油當量)逐步增加，並於2016年達最高點1,383萬7,416公秉油當量後，逐步呈現下降趨勢，至2022年為1,312萬6,926公秉油當量。若從能源消耗結構來看，運輸部門可以分為國內航空、公路、鐵路、管線運輸、國內水運及其他，其中以2021年能源消耗量來看，以公路為大宗，共1,277萬7,124公秉油當量，其次為鐵路及國內水運，分別為15萬3,107公秉油當量及11萬7,850公秉油當量。關於我國歷年能源消耗情形，整理如圖2.1-21所示。

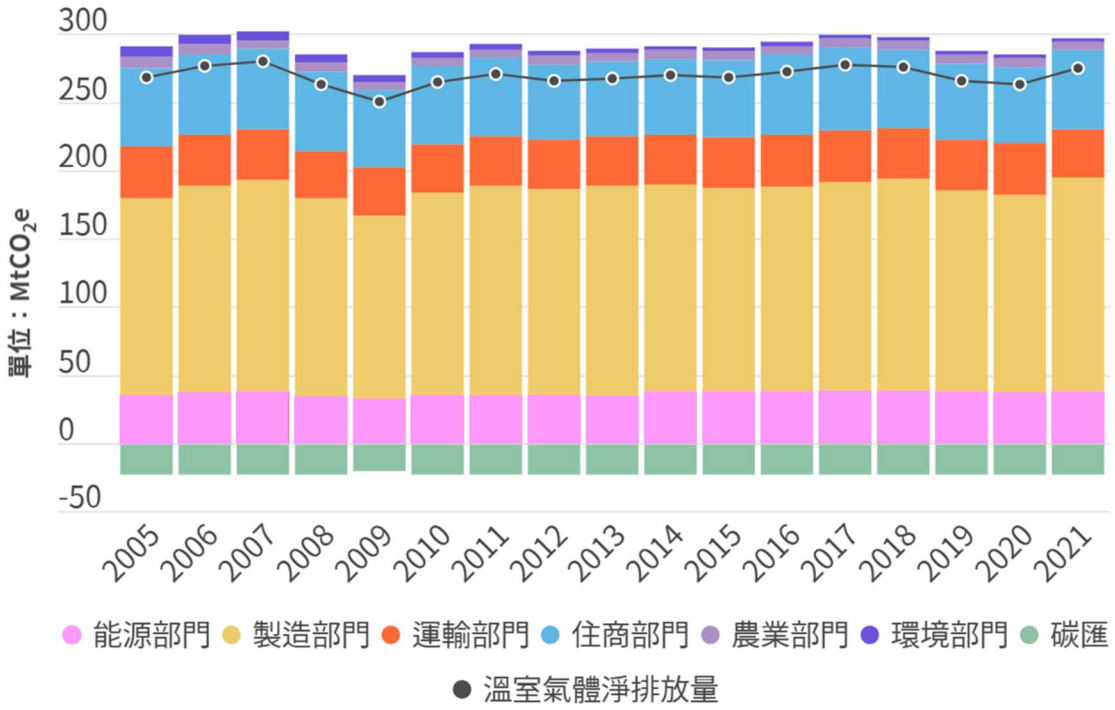


資料來源：能源平衡表，經濟部能源署。

圖 2.1-21 我國運輸部門歷年能源消耗趨勢

其次，依我國環境部統計資料來看，我國2021年溫室氣體總排放量約為297.007 $MtCO_2e$，扣除碳匯21.851 $MtCO_2e$後，淨排放量為275.157 $MtCO_2e$。在整體的溫室氣體排放中，製造部門排放占比最高(157.165 $MtCO_2e$)，約占總體排放量52.92%。其次為住商部門及能源部門，分別57.985 $MtCO_2e$及37.477 $MtCO_2e$。而運輸部門為35.464 $MtCO_2e$，為第四大排放部門，如圖2.1-22所示。

此外，以各運輸系統來看，可以區分公路運輸、軌道運輸、國內航空、國內水運等，其中溫室氣體排放又以公路運輸系統為大宗，若以2021年為例，公路運輸占96.55%、軌道運輸占2.13%、國內水運及航空合計占1.32%。



資料來源：我國溫室氣體排放及減量總覽，氣候公民對話平台。

圖 2.1-22 我國運輸部門歷年溫室氣體排放趨勢

根據圖2.1-21至圖2.1-22的變化趨勢，從2012年至2022年，我國運輸部門的能源消耗呈現先增後減的趨勢。能源消耗主要集中在「公路運輸」，其次是鐵路與國內水運。這表明「**公路運輸」是能源消耗的主要部分，是淨零與減量努力的重點領域**。此外，2021年我國溫室氣體總排放量為297.007 $MtCO_2e$，淨排放量為275.157 $MtCO_2e$，以部門別來看，製造部門的排放最高，其次是住商部門與能源部門，運輸部門則為第四大排放源。在運輸部門中，「公路運輸」對溫室氣體排放的貢獻最大，遠高於軌道運輸、國內水運及航空。

因此，**對於減少碳排放量與改善能源效率，建議我國運輸部門應特別關注「公路運輸」系統，由於其在能源消耗與碳排放中占比**

最大，因此對於總體效果的影響也最為顯著。可能的推動策略，包括：提升公路運輸的能源效率、推廣電動和低排放車輛、改善交通管理系統，以及鼓勵使用公共交通與非機動車運輸。同時，**考慮到製造部門的排放占比最高，跨部門的合作與策略調整也極為重要，以綜合降低整體碳足跡**。

7. 小結

從趨勢分析結果，不論在歐盟、美國、日本、英國、韓國還是我國，「公路運輸」均是能源消耗與碳排放的主要來源，因此，提高公路運輸的能源效率，如透過提升能源使用效率、促進低排放與電動車的使用等，有助於降低碳排放量。

2.1.2 近期國際運輸相關能源與減碳政策與法規發展方向

1. 承諾淨零目標入法之亞洲國家運輸部門政策

(1) 背景說明

隨著氣候變遷加劇，各國已意識到需要更強有力的氣候協定。《巴黎協定》於2015年誕生，旨在限制全球平均氣溫上升不超過2°C (致力於降至1.5°C)，並實現全球碳中和目標。各國需制定減排目標，稱為「國家自主貢獻」，每五年更新。許多國家已提出淨零排放承諾，並制定相應策略。本計畫研究亞洲國家的淨零碳排或碳中和承諾，包括中國、日本、新加坡和馬爾地夫等國的運輸部門政策和執行情況(表2.1-2)。

(2) 重點蒐研結果

因應全球淨零排放與減量的挑戰中，中國、日本、新加坡和馬爾地夫均已採取一系列積極措施，特別是在運輸部門，以達成淨零排放的目標。這些國家的策略不僅反映對國際淨零排放的承諾，也體現各自獨特的社會經濟環境與技術發展階段。

表 2.1-2 已承諾淨零碳排或碳中和之亞洲國家

國家	目標年度	目標內容	目標情形
孟加拉	2050	淨零碳排	已提案討論中
不丹	2030	碳中和	達成(自行公告)
柬埔寨	2050	淨零碳排	記載於政策文件中
中國	2060	碳中和	記載於政策文件中
印度	2070	淨零碳排	記載於政策文件中
印尼	2060	淨零碳排	已提案討論中
日本	2050	碳中和	已立法
寮國	2050	淨零碳排	記載於政策文件中
馬來西亞	2050	碳中和	宣示
馬爾地夫	2030	淨零碳排	已立法
緬甸	2050	淨零碳排	已提案討論中
尼泊爾	2045	淨零碳排	記載於政策文件中
巴基斯坦	2050	淨零碳排	已提案討論中
新加坡	2050	淨零碳排	記載於政策文件中
韓國	2050	淨零碳排	已立法
斯里蘭卡	2050	碳中和	宣示
泰國	2065	淨零碳排	記載於政策文件中
我國	2050	淨零碳排	已立法
越南	2050	淨零碳排	記載於政策文件中

資料來源：整理自環境部氣候變遷署蔡玲儀署長(時任籌備處處長)於 112 年 7 月 4 日「國泰永續金融暨氣候變遷論壇」演講簡報；本計畫整理。

中國設定2030年達到碳排放峰值和2060年實現碳中和的目標。其策略聚焦於能源效率的提升和綠色經濟體系的建立，特別是在推廣新能源運具方面取得顯著進展。日本則以2030年減少46%溫室氣體排放和2050年實現碳中和為目標，著重於運輸部門的全面電動化和氫能源的使用。新加坡的綠色計畫2030強調綠色通勤和清潔能源車的推廣，目標是到2030年控制溫室氣體排放在6.5億公噸以內，並在2050年達成淨零排放。馬爾地夫則專注於提高船舶效率和引入再生能源船隻，以2030年成為碳中和國家為目標。茲將4個亞洲國家之淨零承諾、淨零排放主要策略、運輸部門措施及成效，整理見表2.1-3所示。

從以上這些國家的策略揭示一個共同的趨勢：逐步淘汰傳統燃料車輛，推廣電動和低碳運輸工具，並建設相應的基礎設施，如充電站和加氫站。這些措施不僅有助於減少碳排放，也促進綠色經濟的發展和新技術的應用。

表 2.1-3 亞洲 4 個國家運輸部門的淨零排放與減量成效

	中國	日本	新加坡	馬爾地夫
淨零承諾	2030 年達到碳排放峰值，2060 年實現碳中和	2030 年減少 46%溫室氣體排放，2050年實現碳中和	2030 年碳排放控制在 6.5 億公噸以內，2050 年實現淨零排放	2030 年實現碳中和
淨零排放主要策略	提升能源效率，建立綠色低碳經濟和能源體系	全面電動化，氫能源使用，以及CCUS技術	新加坡綠色計畫2030，包括綠色通勤和清潔能源車	重點在提高船舶效率和引入再生能源船隻
運輸部門措施	推廣新能源運具，如免稅購買電動車、LNG 船隻優先通過、鐵路和機場電氣化	推進電動車使用，船舶和飛機的新能源轉型	強調公共運輸的環保性，限制私家車數量，推廣電動汽車	空運和海運方面的緩解措施，提高車輛排放標準
減量成效	新能源汽車銷量增加，基礎設施建設加快	新世代汽車保有量穩步增長，增加充電站和加氫站	電動公車增加，充電站部署增加	目前減排成效有限，航空和海運措施效果低

資料來源：本計畫整理。

然而，**這些國家在實施這些策略時也面臨著挑戰**，包括：**技術突破的需求、基礎設施建設的資金投入**，以及**政策和市場驅動力的平衡**。每個國家的情況獨特，但他們共同展現在因應淨零排放與氣候變遷的全球努力中的領導作用，特別是在推動運輸部門的「碳中和」方面。

總而言之，這4個亞洲國家在推動運輸部門「碳中和」方面的努力，不僅展示對全球淨零排放目標的承諾，也為其他國家提供可行的淨零排放與減量策略。這些國家的經驗與挑戰表明，雖然達成「碳中和」目標需要時間和持續努力，但通過具體的策略與創新技術的應用，「碳中和」這一目標是可實現的。

2. 國外淨零政策重點內容

本計畫除整理中國、日本、新加坡及馬爾地夫等國家之運輸部門淨零政策概況外，亦針對國際重要經濟體歐洲聯盟及重要國家如美國、日本、英國、韓國等淨零政策重點內容進行蒐研。

(1) 歐盟

①背景說明

為了因應氣候危機，歐盟設定達到淨零排放的目標，計畫到2030年減少55%的碳排放(相比1990年)並在2050年實現碳中和。這不僅是1個環境承諾，也是對科技、經濟和社會的全面挑戰。歐盟採取多種措施來達成這些目標，包括在國際層面上的積極參與，如2001年京都議定書和2007年聯合國氣候變遷架構會議。

②淨零排放整體政策

歐盟近年來採取多項淨零排放政策，包括2005年建立的歐盟排放交易體系、2019年提出的《歐洲綠色新政》、2020年的《歐洲氣候法》，以及2021年的「55套案」。這些政策涵蓋能源、經濟、建築、運輸、農業等多個領域，並設定具體的減排目標和策略。

③運輸部門淨零減碳政策

在運輸部門，歐盟推出「永續及智慧移動策略」，旨在使所有交通方式更加永續，並鼓勵公共部門提供綠色運輸替代方案。此策略包括推廣電動車、發展公共運輸系統、鼓勵綠色交通方式和促使企業採取環保措施等。這些策略不僅為歐盟內部設定標準，也為其他國家提供重要的參考

綜整上述歐盟各項淨零運輸目標、運輸政策與策略，本計畫歸納鎖定可參採的關鍵面向包含能源系統、基礎設施、制度框架、公正轉型，參閱表2.1-4。

表 2.1-4 歐盟運輸部門淨零、永續政策關鍵面向

面向	運輸系統	政策、策略、方案	說明
能源系統	公路運輸	設定階段性零排放車輛市占率目標	2035 年零排放小客車、貨車市占比 100% 2050 年幾乎所有小客車、貨車、公共汽車以及新的重型車輛都將達成零排放
	公路運輸	歐盟能源系統整合計畫(EU energy system integration)、氫能策略(hydrogen strategies)、電池策略行動計畫(strategic action plan on batteries)、歐洲電池聯盟(European Battery Alliance)	結合歐盟各項投資計畫，支持零排放車輛的發展，並大力推動電池電動車(battery-electric vehicles)之開發應用，同時氫能燃料電池電動車輛。
	航空運輸	歐盟排放交易體系(EU Emission Trading System, EU ETS)	自 2026 年起逐步取消航空部門的排放額度(free emission allowances)，至 2030 年底，預留 2 千萬噸 CO_2e 免費配額提給使用「永續航空燃料」的航空業者，以鼓勵航空業使用永續航空燃料。歐洲區域(含英國、瑞士)將由 EU ETS 進行航空碳排額度管控。
	航空運輸	ReFuelEU 航空(ReFuelEU Aviation)倡議	歐盟理事會於 2023 年 6 月通過此倡議。 航空方面規範飛機燃料供應商逐步增加永續航空燃料(sustainable aviation fuel, SAF)比例，自 2025 年的 2%最終於 2050 年達 70%。
	水路及海運運輸	FuelEU 海運(FuelEU Maritime)倡議、「排放控制區域」(Emission Control Area)	EU ETS 的立法在 2023 年 6 月 5 日生效，法規將從 2024 年 1 月 1 日起執行，要求停靠歐洲港口總噸位超級 5,000 噸的船舶減少船上使用之溫室氣體強度，自 2025 年為減少 2%至 2050 年減少 80%。 與國際海事組織(IMO)合作，規劃在所有歐盟水域內建立規範船舶空污的「排放控制區域」(Emission Control Area)，實現海運部門對空氣和水的零污染，現僅規範北海、大西洋法國屬地海域，正著手建置地中海海域，並將規劃類似的工作來涵蓋黑海。

面向	運輸系統	政策、策略、方案	說明
	全運輸系統	「再生能源指引」 (Renewable Energy Directive)	增加規範最低永續燃料比例。
	全運輸系統	《歐盟永續分類標準》(EU Taxonomy Regulation)	為所有永續運輸系統確定技術篩選標準。永續運輸投資的融資也可以建立在即將推出的歐洲綠色債券標準之上，該標準基於歐盟的分類法。
運輸基礎設施	公路運輸、軌道運輸、水路運輸	跨歐洲複合運輸網絡(Trans-European Transport Network, TEN-T)	提供公路加電、加氫站建設、軌道電氣化、高速化建設，與建構永續城市運輸，如：複合運輸交通運輸性樞紐、停車場和步行和騎自行車的安全基礎設施的首/末哩解決方案、零碳巴士和渡輪，旨在達成具有高速連結性的永續智慧運輸網絡
制度框架	軌道運輸	單一歐洲鐵路區域(Single European Rail Area)	針對歐盟境內所有國家(含非歐盟之瑞士、英國)，需要同一套運輸系統與運輸資訊的管理/管制方式。
	航空運輸	單一歐洲領空(Single European Sky, SES)	
	全運輸系統	歐洲共同交通運輸數據空間(European Common Mobility Data Space)	
公正轉型	全運輸系統	歐洲技能議程(European Skills Agenda)、技能協定(Pact for Skills)、歐洲學徒聯盟(European Vocational Skill Week)	交通運輸的轉型帶來許多挑戰與機會，帶大幅度的自動化與數位化，可提供更友善的工作環境，吸引也需要女性與青年投入。另外，交通運輸也更需要建立包容性，因此針對少數群體如女性、行動不便、用路弱勢族群亦制定相關策略，達到負擔得起、可及和公平的移動需求(need for affordable, accessible and fair mobility)。
	全運輸系統	更多女性加入運輸領域–改革平台(More Women in Transport – Platform for Change)、性別平等戰略(Gender Equality Strategy)、行動不便人士戰略(Disability Strategy)、移動階段零死亡目標(goal of zero fatalities from mobility)	

資料來源：「永續及智慧移動策略」(Sustainable & Smart Mobility Strategy)，歐盟交通部(Mobility and Transport)，2021 年 7 月；本計畫整理。

④運輸部門淨零減碳成效

在實施《歐洲綠色新政》和「55套案」等永續政策後，歐盟在運輸部門取得顯著的淨零排放成效。這些成效包括：

- 環境衝擊減少：公路運輸所產生的空氣污染大幅降低。
- 運輸電氣化：從2010年至2021年間，電動車的使用量大幅增長。
- 社會型態改變：疫情期間居家辦公的普及化減少對運輸系統的需求。
- 交通模式轉變：歐盟鼓勵使用軌道、水路運輸及短程海運來取代公路運輸，以實現更符合環境與經濟效益的運輸。

本計畫針對前述歐盟彙整之資料內容，與我國淨零政策與措施進行整理如表2.1-5所示。

表 2.1-5 歐盟與我國運輸部門對應之政策與措施

項目	歐盟	我國
政策	歐洲氣候法	氣候變遷法
	55 套案	12 項關鍵戰略
	歐盟排放交易體系(規範航空、海運、公路運輸)	環境部已多次召開碳費審議委員會研議相關制度，決議2026年起徵收，預計初期費率約每噸300-500間。
策略	設定階段性零排放車輛市占率目標	關鍵戰略 7
	跨歐洲複合運輸網絡	前瞻計畫中的軌道工程、關鍵戰略 5、7 住商部門、運輸場站的充電樁設置
其他	歐洲技能議程(European Skills Agenda)、技能協定(Pact for Skills)、歐洲學徒聯盟(European Vocational Skill Week)	公正轉型-勞工就業
	更多女性加入運輸領域–改革平台(More Women in Transport – Platform for Change)、性別平等戰略(Gender Equality Strategy)、行動不便人士戰略(Disability Strategy)、移動階段零死亡目標(goal of zero fatalities from mobility)	永續提升行人安全計畫

資料來源：「永續及智慧移動策略」(Sustainable & Smart Mobility Strategy)，歐盟

交通部(Mobility and Transport)，2021 年 7 月；本計畫整理。

(2) 美國

①淨零政策及路徑規劃

為因應全球淨零排放與減量，美國設定到2030年將溫室氣體排放減少50-52%、到2035年實現電力供應全無碳排放、到2050年達成經濟淨零排放的目標。這些目標由《降低通貨膨脹法案》和《兩黨基礎設施法》支持，包括投資再生能源和電動車產業、改善基礎設施、減少污染等措施。為促進這些目標，美國政府也提出一系列新政策，如在運輸部門推動電動車使用、投資清潔燃料和公共運輸，並制定《國家交通藍圖》[13]規劃各種運輸工具的淨零轉型路徑。這些措施旨在減少排放、提升能源效率和支持經濟轉型。

②淨零碳排策略

美國的交通運輸部門占總溫室氣體排放量的三分之一，這對民眾健康和經濟造成負擔，特別是對弱勢群體。《國家交通藍圖》的目標是透過淨零排放轉型，提供公平、實惠的運輸選擇，並創造高薪工作機會。此計畫包括：**改善交通系統和土地利用、提升車輛效率、轉向清潔能源**，以及**強化全球供應鏈**。這些措施旨在減少污染、提高生活品質、並確保安全、公平的運輸轉型。此外，為實現2050年的淨零目標，美國將採取大膽、創新的行動，並強化跨部門合作。

③施行措施

美國《國家交通藍圖》根據不同的運輸系統規劃不同的轉型路徑和減量目標，大致上可分為以下幾種運具：輕型車、中重型車、非道路車輛、鐵路、航運、空運、管道。具體減量期程與目標請參照表2.1-6。

[13] The Departments of Energy, Transportation, Housing and Urban Development, and the Environmental Protection Agency. (2023). U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization.

表 2.1-6 美國各運具脫碳期程及減量目標

運輸系統	現行排放比例	聯邦溫室氣體減量目標
輕型車	49%	• 2030 年實現 50% 的新車銷售實現零排放，並確保新的內燃機車輛盡可能高效 • 2030 年部署 50 萬個電動車充電樁 • 確保到 2027 年聯邦車隊採購 100% 零排放車輛
中重型車	21%	• 目標是到 2030 年使 30% 的零排放新售車輛比例達 30%，到 2040 年使零排放新售車輛比例達 100% 。 • 2035 年聯邦車隊採購 100% 零排放
非道路車輛[14]	10%	• 集中資源開發技術途徑並設定效率和零排放車輛和設備目標
鐵路	2%	• 集中資源開發技術途徑並設定效率和零排放車輛目標 • 鼓勵更多客運和貨運應用，以減少道路車輛的排放
航運	3%	• 支援零排放航運任務 (Zero-Emission Shipping, ZESM) 目標，確保到 2030 年全球 5% 的深海船隊能夠使用零排放燃料，其中至少 200 艘船舶在主要深海航線上主要使用這些燃料，到 2030 年，覆蓋至少三大洲的 10 個大型貿易港口可以供應零排放燃料 • 透過對永續燃料和技術進行更多研發來支持美國國內海事部門，並激勵美國商船營運商降低溫室氣體排放 • 與國際海事組織各國合作，制定 2050 年實現國際航運零排放的目標
空運	11%	• 基線情境下，到 2030 年將航空排放量減少 20% • 2050 年實現美國航空業溫室氣體淨零排放 • 2030 年每年至少增產 30 億加侖 SAF，到 2050 年產量約 350 億加侖，足以供應整個產業
管道	4%	• 到 2036 年，修復或更換 1,000 英里高風險、易洩漏、社區遺留的天然氣分配管道基礎設施，預計將減少 1,000 噸甲烷排放 • 消除外洩並允許使用管道輸送清潔、永續的燃料
總計	100%	• 2050 年減量 80-100%(與聯邦制定之長期目標相符)

資料來源：美國《國家交通藍圖》，由本計畫整理。

[14] 用於執行特殊工作且非行駛於車道上的車輛，如營建機械車輛、農業機具車輛、採括砂石車等。

④施行成效

美國拜登政府自上任以來積極採取多項行動，旨在削減溫室氣體排放、增強環境恢復能力、推動環境正義，並確保能源安全。這些舉措不僅在聯邦層面推動，也橫跨各州、民族和地方政府，推動美國朝淨零排放目標邁出重要一步。

在2021年，美國創下清潔能源的新紀錄，新增的太陽能和風能項目足以為1,000萬戶家庭提供電力。電池儲存容量也大幅擴增。電動車方面，美國有超過300萬輛電動車上路，並安裝超過13.5萬個充電樁。車廠投資超過1,100億元用於電動車和電池的研發和製造，增加每年可供應1,300萬輛電動車電池的生產能力。此外，淨零轉型創造大量新的就業機會，超過300萬人參與清潔能源相關工作，他們的薪資比全國中位數高出25%。

美國政府也取得多項氣候方面的重要成就，例如批准第一個商業規模的離岸風電項目、實現首架100%使用永續航空燃料的商業航班，以及鋼鐵和水泥公司首次承諾在2050年之前實現淨零排放。在國際層面，拜登總統聯合歐盟推動100多個國家參加《全球甲烷承諾》，以減少甲烷排放量，目標是在2030年前降低30%。

⑤對我國運輸部門推動減量的啟示

美國運輸部門之淨零政策從3項關鍵戰略出發：(1) 交通系統設計與土地利用 (2) 車輛引擎效率提升 (3) 汰換高碳燃料。其中，燃料替代是淨零轉型的主力，效能提升為過渡階段的緩衝方案，交通系統設計由於涉及土地重劃，牽涉範圍較廣且所耗人力物力較大，因此僅做為輔助手段。

美國的淨零碳排政策與策略規劃與我國淨零政策與措施進行對應如表2.1-7所示。

表 2.1-7 美國與我國運輸部門對應之政策與措施

項目	美國	我國
政策	溫室氣體減量目標 2035 年實現 100%無碳污染電力。 2050 年實現淨零排放經濟。 聯邦投資有關項目之所得將提出 40%用於扶助弱勢社區。	《氣候變遷因應法》 12 項關鍵戰略
	《降低通貨膨脹法案》 《兩黨基礎設施法》	前瞻計畫之軌道建設、綠能建設、城鄉建設
策略	《國家交通藍圖》 ● 交通系統設計與土地利用 ● 車輛引擎效率提升 ● 汰換高碳燃料	12 項關鍵戰略 ●關鍵戰略 10 低碳運輸網絡 ●關鍵戰略 7 運具電動化及無碳化之車輛效能提升、關鍵戰略 10 低碳運輸網絡 ●關鍵戰略 7 運具電動化及低碳化

資料來源：National Climate Task Force. (2021). Take Climate Action in Your Community.；本計畫整理。

(3) 日本

①淨零政策及路徑規劃

隨著全球朝向2050淨零排放的趨勢發展，日本也積極參與，於2020年宣布碳中和計畫，並修訂《全球暖化對策推進法》，確定脫碳社會的方向，最新目標是比2020年減少溫室氣體排放50%。同年，日本政府聯合多個部門編制《2050年碳中和綠色成長戰略》，制定14個創新領域的長期計畫，並成立約2兆日元(約182億美元)的綠色創新基金，以鼓勵企業進行高水平的技術開發。

在地方層面，越來越多的城市宣布將成為低碳城市，例如北海道政府的「零碳北海道」計畫。根據2021年日本政府公布的區域脫碳路線圖，預計到2030年，將有100個地區成為「脫碳領先地區」，成為其他城市的示範，鼓勵它們透

過各自的優勢來推動脫碳行動。

②淨零碳排策略

《2050年碳中和綠色成長戰略》[15]的目標是建立一個良性的經濟和環境共生的循環，其提出有潛力實現碳中和的關鍵產業領域，這些領域將成為實現2050年碳中和目標的主要驅動力。茲將4個關鍵產業領域的淨零排放策略整理見表2.1-8。

表 2.1-8 日本碳中和關鍵產業領域的淨零排放策略

關鍵展業領域	淨零排放策略
汽車與蓄電池產業	・設定2035年全面電動化乘用車、2030年達成20-30%商用車電動化、以及2040年達成100%電動或使用綠色燃料的目標 ・增強車用蓄電池生產，保障供應並提供災害時能源支援 ・發展智慧交通系統，提升交通安全和便利，並緩解擁堵 ・擴建充電和加氫站，提升充電設施的方便性
船舶產業	・開發零排放船舶，採用氫燃料電池和電動推進技術，目標2028年前商業化 ・制定低碳船舶標準，要求新舊船舶達到特定能效和碳排放指標，促進淘汰老舊船舶 ・提升LNG船舶能效，開發結合LNG和風力的推進系統，降低碳排放
航空產業	・推動電動飛機技術研發，以及推動氫能飛機技術研發 ・採用輕量化的航空新材料，建立材料數據庫，與汽車製造商合作，研究碳纖維複合材料的回收技術
物流、人流、土木基本建設產業	・透過獎勵機制促進高速公路上電動車的使用，並加快電動車普及 ・在偏遠地區推廣無人機使用，減少貨車碳排放，並實現商業化。 ・計畫至2025年建立20個以上的碳中和港口 ・推動機場實現碳中和，轉用再生能源，並優化空中交通管制以達成脫碳目標

資料來源：経済産業省(2021)，2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略；本計畫整理。

[15] METI. (2021), Overview of Japan's Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050.

③施行措施

交通運輸領域的減量目標設定為35%，政策推動重點在於促進次世代汽車普及、交通流量管理、物流運輸效率、運輸行為模式轉變、建設碳中和港口、各類運具之脫碳化。參考國土交通省提供的《環境行動計畫》[16]，該部門所推動之政策具體施行措施如下表2.1-9。

表 2.1-9 《環境行動計畫》具體施行措施 (1/3)

政策領域	具體措施
都市土地利用優化	根據區位優化土地利用規劃，整合住房和城市功能，促進城市緊湊化；重劃區域公共交通，提高公共交通便利性，促進公共交通的使用與能源使用效率。
	建設步行友善道路。
	通過《促進自行車利用推進計畫》重組城市道路空間，推動自行車交通空間發展。
鐵路脫碳	透過節能設備等提高能源消耗效率。
	推動燃料電池鐵路車輛的開發。
機場脫碳	推動機場設施 LED 化、機場車輛電動化和氫能化、推廣使用地面電源裝置(GPU)。
	推動機場轉型為再生能源樞紐(如太陽能)。
飛機脫碳	考察新技術引入飛機及裝備之實用前景。
	透過國內空域的大幅重組和飛行資訊共享調整飛行計畫，優化整體空中交通，提高選擇高度和航線的靈活性。
	引入 SAF 並推動其國產化。
港口脫碳	推動碳中和港口建設，打造能夠穩定提供大量平價進口氫、氨等的接收環境，為停泊船舶引入陸上供電，以及推廣進出港口之大型車輛使用氫燃料，可能考慮引入數位物流系統。
	引進節能貨物裝卸設備。
船舶低碳化	推動節能型船舶普及。
	推動 LNG 動力船舶、氫燃料電池船、電動船等創新節能及數位科技船舶的開發、示範、引進。
	考慮航運領域的碳回收工作，如船上碳捕捉、液化二氧化碳海上運輸、船用燃料甲烷化。

[16] 国土交通省(2021)。環境行動計画。

表 2.1-9 《環境行動計畫》具體施行措施(2/3)

政策領域	具體措施
次世代汽車普及	提供次世代汽車補貼和減稅，促進次世代汽車在運輸產業的脫碳。
	提供電動車使用高速公路之獎勵措施，將交通由普通道路移轉至高速公路，同時推動電動車之普及。
	審查燃料電池電動車的安全標準，提高安全性以供國際銷售。
提高汽車燃油效率	要求汽車製造商在 2030 年達到新的燃油效率標準。
次世代車輛運輸在物流中的應用	推動物流供應鏈使用次世代汽車。
	新型交通系統中引入電氣化和自動化。
	推動「綠色慢行」，利用時速低於 20 公里的低速電動車，滿足市中心、人口老化小區、山區、偏遠海島、旅遊景區等當地交通需求。
充電裝置基礎設施	安裝電動車充電器。
	在充電困難道路或區域設置充電裝置標示。
	推動動態供電系統技術的研發，開發嵌入供電系統的道路結構，預計 2025 年開始示範實驗。
電動車的供電功能	促進 V2H(電動車與家庭供電交換系統)普及，加強供電彈性。
	在災害時電動車可做為行動電源使用。
智慧交通	引入 ETC 2.0，通過大數據科學分析解決交通擁堵。
	加強三大都會區交通樞紐(機場、港口)間的物流銜接模式。
環保駕駛	推廣環保駕駛普及。
	推動運輸產業加入「綠色管理認證」制度，支持「交通和旅遊碳補償」機制，減少對環境的影響。
推廣大眾運輸	結合地方的公共運輸規劃，推動民眾選擇碳排放量低的交通方式。
	提升大眾運輸的便利性，通過利用 MaaS、重組區域交通、廣設無障礙設施來實現。
	優化各類運具間的換乘點，透過立體化道路系統[17](日文原文為：立体道路制度の拡充)方式，強化運具間的聯繫。
促進自行車的使用	以「促進自行車通勤的企業」申報項目系統等來鼓勵自行車通勤。

[17] 立體化道路系統係指透過三維劃分道路區域，將道路上方和下方的空間，建造建築物，實現道路和建築物等一體化發展，並促進土地的利用。(https://www.rirs.or.jp/business/rittai_sodan/A1.php)

表 2.1-9 《環境行動計畫》具體施行措施(3/3)

政策領域	具體措施
提升物流效率	利用人工智慧和物聯網實現自動化，透過提高貨車裝載效率、優化運輸路線與匹配供需等方式，提供整個物流供應鏈的運輸效率與節能。
	通過《物流綜合效率法》，確保物流業務的順利進行，建構協同聯運配送體系，完善經營者間的資訊共享。
	減少二次配送與再次投遞。
	推動高速公路自動駕駛、編隊行駛研究，推廣雙聯貨車強化高效物流。
	推進無人機物流，消除偏鄉地區的購物不便。
	推進物流設施脫碳化。引入無人車輛、自動化倉庫等再生能源設備，減少貨車司機短缺的問題；冷庫改用天然冷媒設備，以減少消耗碳氟化合物；將運輸網路整合為物流業務一體化之物流設施，減少等待時間並縮短運送距離。
貨車運輸向鐵路、海運轉換	以《物流綜合效率法》推進運輸模式轉變，透過補貼利害關係人組成之理事會制定運輸模式移轉計畫，建立低碳物流體系。
	推動以海運為主的靜脈物流模式轉換，以縮短貨車陸運的距離。
	發展支持多式聯運的國際海運貨櫃碼頭、國際物流碼頭、國內物流基地，減少貨物陸上運輸距離。
推動城市綠化	通過道路、港口等公共設施的綠化增加溫室氣體的吸收，並提高碳吸附量之統計方法準確性。

資料來源：日本国土交通省《環境行動計画》，本計畫整理。

④對我國運輸部門推動減量的啟示

日本國土交通省根據《2050年碳中和綠色成長戰略》14項領域，進一步制定各項政策及具體措施。**本計畫觀察日本的淨零排放政策與策略規劃，可獲得以下啟示，並與我國淨零政策與措施進行整理如表2.1-10所示，說明如下。**

A. **土地利用優化**：以緊湊、宜居為目的，根據地區區位優勢重新規劃土地利用，減少民眾中長途運輸的需求，同時優化各類運具間(私人運具轉換公共運輸、公共運輸之間的轉換)換乘點，加強大眾運輸工具的使用便利性，

進而提高民眾使用公共運輸的意願。

B. **鼓勵物流由公路運輸移轉至鐵路，偏鄉地區改用無人機**：由於公路運輸的能源使用效率較低，因此可引導公路運輸既有的運量移轉至其他模式，以減少公路運輸不必要的使用，主幹道路由鐵路取代，偏遠地區則使用無人機取代，公路貨運僅提供鐵路至集運地點間的移動。

C. **導入智慧化**：利用導入智慧化管理的方式，使用大數據分析解決交通擁堵的問題，並通過MaaS整合運輸系統，提升大眾運輸的便利性。

D. **將電動車做為家庭用電之備用電源**：引入V2H系統實現電動車與家庭用電間的轉換，做為家戶的備用電源加強供電系統的彈性，並且提升家庭應對氣候調適的能力。

表 2.1-10 日本與我國運輸部門對應之政策與策略

項目	日本	我國
政策	《全球暖化對策推進法》 ● 2050 碳中和宣示 ● 2030 年溫室氣體減量目標 ● 制定各部門溫室氣體減量目標	《氣候變遷因應法》
	低碳城市	臺北市淨零排放管制條例 高雄市淨零城市發展條例
策略	《2050 年碳中和綠色成長戰略》 ● 汽車與蓄電池產業 ● 船舶產業 ● 航空產業 ● 物流、人流、土木基本建設產業	12 項關鍵戰略 ● 關鍵戰略 7 運具電動化、氫能車輛示範 ● 關鍵戰略 7 內水載客船舶電動化 ● 我國暫無飛機電動化或氫能化相關戰略；SAF 引入方案已納入研議 ● 關鍵戰略 7 綠色機場、關鍵戰略 10 低碳運輸網絡
	綠色創新基金	--

資料來源：経済産業省(2021)，2050 年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略；国土交通省(2021)，環境行動計画；本計畫整理。

(4) 英國

英國於2020年1月31日起即正式退出歐盟，為歐盟成立以來首位選擇退出歐盟的國家。過渡期間內，英國各類交通運輸部門亦持續朝向淨零目標努力邁進。更甚於政治輪替與經濟上的影響，產生出政策與策略微調之現況。本研析報告將以英國運輸結構、政策及策略、基礎建設及推動現況來進行說明並提供我國未來運輸系統之淺見與建議。

①淨零排放發展現況

英國於氣候變遷之規劃與行動力，一向是全球參考與效法的對象，自1990年起GDP[18]已成長近75%，同時溫室氣體排放量減少43%，其中更提供低碳產業近46萬個就業機會。2008年，成為第一個通過「氣候變遷法案」的國家，更發布多項淨零計畫以奠定氣候與能源趨勢長期發展方向。其淨零策略主要建立於2020年11月於COP26會議中宣布的綠色工業革命十項計畫(10 point plan)，並於同年12月宣布2030年較1990年排放減少68%國家自主貢獻(Nationally Determined Contributions, NDCs)之目標。

②淨零碳排政策與策略

A. 主要政策

英國2020年11月宣布「綠色工業革命十項計畫(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)」，旨為實現2050年溫室氣體零排放目標採取10項重要措施，英國商業、能源暨工業策略部(Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)於此發展基礎上，於2021年10月發布「淨零戰略：綠色重建(Net Zero Strategy: Build Back Greener)」，在電力、燃料供應與氫能、工業、建築物供暖、運輸、自然資源與廢棄物、減少溫室氣體方面制訂政策及

[18] GDP：國內生產毛額(Gross Domestic Product)。

擴大投資實現淨零排放。

B. 推動策略

英國透過十項計畫開啟綠色工業革命新道路，發展利用相關技術活用於生活及運輸，以維持低能源費用，並預期以這些措施振興工業、創造就業與經濟成長。然而相關技術與措施，將透過提升英國綠色金融與創新方面國際優勢來推動。其中，第4點「加速向零碳排運具轉變」可提供我國運輸部門策略規劃之參考，茲將內容整理見表2.1-11。

表 2.1-11 第 4 點「加速向零碳排運具轉變」規劃

措施	說明	資金(億英鎊)
激勵政策	稅收制度鼓勵使用電動汽車，以及延長電動車補助	5.82
電動車供應鏈	規劃並支持英國汽車的電氣化及其供應鏈，包括在英國設立大規模生產電池的超級工廠(Gigafactories)。	10
充電基礎設施建設	投入高速公路與主要道路設置快速充電站(預計至2035年英格蘭高速公路和主要公路將有約6,000個充電站)，以及在家庭與工作場所附近設置路邊充電站。	13
重型貨車脫碳	徵求新售柴油重型貨車(HGV)全面電動化時程之意見，並於2021年投入2,000萬英鎊進行氫能與其他零排放貨車試驗。	0.2
制定排放規範	2021年發布「綠皮書」，提出英國脫歐後之排放法規及新售小客車與貨車全面電動化時程等。	—

資料來源：The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, 2020。

③實施成效

政府宣布一系列措施，以推動英國交通向淨零排放發展，包括支持電動車和環保航空燃料的生產。格拉斯哥大學成立脫碳研究中心，協助改善交通基礎設施，以因應氣候變化。新的交通基礎設施研究中心旨在建立淨零排放和彈性的交通系統。此外，成立Active Travel England執行機構，推動自行車和步行路線的建設，以連接偏遠地區。這些

舉措得到政府資助，促進自行車運動的發展，過去10年增長了20%以上。

④對我國運輸部門淨零排放政策推動之啟示

我國為獨立電網，高度依賴進口能源，宜考量將英國能源危機及通貨膨脹視為借鏡，加強推動國際合作尋找更多可靠的能源進口管道，加速離岸風電、太陽能、地熱、海洋能、氫能等再生能源發展，以實現我國能源自主及2050淨零排放目標，並持續關注國際政治情勢變化與經濟發展所需，隨時做好應變對策。另**提供運輸部門政策相關建議，以強化運輸交通減碳策略之執行力**。關於英國現有政策、策略及相關運輸基礎建設，彙整如表2.1-12所示。

A. **技術創新的重要性**：新技術已進入初步部署階段，在2030年實現大幅減碳之前，需先進入過渡期，如使用低排放或零排放能源(再生能源、碳捕捉或儲存產生的氫氣或氨氣)、開發航空淨零和航太技術並實現工業化及生產永續航用燃料(SAF)設施並商業化等方式。

B. **政策誘因的效用**：借鏡英國運輸政策以推動智慧運輸邁向淨零主要道路，例如：設立2030年起禁止銷售新的汽油和柴油客車和貨車之目標，邀集政府、企業、學者等各方專業知識共同討論，推動企業聲明實現零排放，提供誘因邀請企業根據2030年目標進行重點式投資，同時亦明確政府提出之政策確定性。

C. **公共參與的價值**：成立各種運輸轉型機構，以政府政策為輔，針對各地區執行實施地方政府獨有計畫或方案。如步行與自行車等主動交通(Active Travel England, ATE)，於2025年前制定目標長期資助改變自行車和步行之運輸行為。並設置基礎設施提高人民主動參與意願，提供路線各項檢查和規劃系統功能，同時可提高地區發展。

表 2.1-12 英國與我國運輸部門對應之政策與措施

項目	英國	我國
政策	綠色工業革命十項計畫(第 4、5、6 點)	12 項關鍵戰略(戰略 5、7、10)
	碳預算制度(Carbon Budget, CB)	研議中
	汽車轉型基金 (Automotive Transformation Fund)	研議中
	國家公車發展策略	公路公共運輸計畫
策略	稅收制度鼓勵使用電動車，以及延長電動車補助	提供電動車補助，以及電動車貨物稅減免
	規劃汽車電氣化及其供應鏈，包括設立大規模生產電池的超級工廠(Gigafactories)	無
	投入高速公路與主要道路設置快速充電站，以及在家庭與工作場所附近設置路邊充電站	國內高速公路休息站及主要道路陸續設置中
其他	交通基礎設施研究中心(Decarbonised Adaptable and Resilient Transport Infrastructures, DARe)	可做為借鏡
	Active Travel England 執行機構	可做為借鏡

資料來源：The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution (https://www.gov.uk/government/publications/the-ten-point-plan-for-a-green-industrial-revolution)；本計畫整理。

(5) 韓國

①背景說明

在日趨嚴格之監管標準控制車輛排放，及第四次工業革命(也稱為工業 4.0)的創新技術推動下，21 世紀的全球汽車行業正在迅速綠化走向智慧服務。韓國做為世界主要的汽車製造國之一，正在努力靈活應對未來的需求並減少運輸部門的溫室氣體排放。

②淨零排放發展現況

2022 年韓國的溫室氣體排放量減少 3.5%，達到 635.5 百萬公噸，是自 2010 年以來的最低水平。這主要歸因於運輸部門的排放減少，包括柴油消耗減少和零排放運輸工具的增加。

韓國政府在 2022 年通過《碳中和基本法》，該法案要求政府制定國家碳中和綠色成長戰略，並定期檢討。政府於 2023 年 3 月 20 日公布「第一次國家碳中和綠色成長基本計畫(草案)」，包括四大國家戰略和三大任務，旨在實現淨零排放目標，涵蓋氣候調適、綠色成長、公正轉型、區域領導、人力培訓及國際合作等多個領域。

③淨零碳排政策與策略

韓國制定碳中和計畫，包括：促進公共交通、擴大公共運輸、建立智慧交通系統、推廣綠色汽車等措施，以實現 2050 年碳中和目標。此外，韓國還提高再生燃料(如：生質柴油)在運輸燃料中的比例，以減少污染和溫室氣體排放。在未來，韓國將推動使用清潔能源(如：電力和氫能)的交通工具，包括電動與氫能車，另韓國也在貨運領域推動低排放的鐵路和海運等替代方案，以減少排放。

④實行成效

韓國計畫實行碳中和，其中包括使用再生能源取代燃煤發電，改造老舊建築和公共住宅，建設綠色城市基礎設施，並推廣電動和氫能車。韓國還提出 2050 碳中和促進戰略，強調低碳經濟結構、創建低碳產業、建立公平低碳社會等措施。交通運輸部門的排放是主要問題之一，他們規劃推動清潔能源交通，如電動和氫動力車，以減少依賴石油和溫室氣體排放，此轉型將改變能源供應系統，降低污染，改善生活品質與健康。

⑤對我國運輸部門推動減量的啟示

韓國將透過增加電動車和氫能車等環保車輛，以及提高燃油車輛之燃油效率為主要部門戰略，將交通部門的溫室氣體排放量從目前的水準大幅減少。如運輸部門 2050 年願景旨在通過 4 項關鍵戰略進一步加速實現淨零目標：如擴大環保

車輛的部署、增加低碳燃料的使用、促進綠色物流和管理運輸需求。

韓國運輸業碳中和於 2050 年之目標，主要以汰換燃油車輛並提升潔淨能源車輛普及率，大部分研析後資料皆著墨於電動及氫能車普及率，並實際執行安裝交通基礎設施之相關設施(如充能樁)。**我國目前潔淨能源相關執行方案皆以關鍵戰略 2(氫能)及關鍵戰略 7(運具電動化)為主要實行策略，將依策略規劃內容滾動式調整實際走向，以符合 2050 淨零碳排之目標**。

關於韓國現有政策、策略及相關運輸基礎建設之政策，彙整如表 2.1-13 所示。

表 2.1-13 韓國與我國運輸部門對應之政策與措施

項目	韓國	我國
政策	碳中和基本法	《氣候變遷因應法》及國發會 12 項關鍵戰略
	制定 2030 年國家溫室氣體減量目標	
	制定部門和年度減量目標	
	實施溫室氣體減量政策	
策略	2007 年即公告運輸燃料(柴油)中再生燃料(生質柴油)含量須達一定比例之要求	提供補助，企業及民眾使用誘因較低
	2025 年前電動與氫能車普及增加至 11.6 萬輛，並投資 4.3 兆韓元(約新臺幣 1,100 億元)於充電站與快速充電與加氫站等基礎建設，創建綠能低碳智能工業園區	依關鍵戰略 2(氫能)及關鍵戰略 7(運具電動化)研擬中

資料來源：本計畫整理

[1]韓國 2021 碳中和執行計畫 (https://km.twenergy.org.tw/Document/reference_more?id=1233)。

[2]Republic of Korea BUR4 Fourth Biennial Update Report of the Republic of Korea (https://unfccc.int/documents/418616?gclid=CjwKCAiA1fqrBhA1EiwAMU5m_0K_kBLu5kjDcMmM6-Z4a-Y47uRSEohm5P0ySw6lSlaQDmr0Xp83nRoCpqYQAvD_BwE).。

本計畫彙整歐盟、美國、日本、英國及韓國等能源與減碳政策相關動態，可以發現各國針對自身狀況研擬諸多政策，朝向逐步淘汰傳統燃料車輛、推廣電動和低碳運輸工具，並建設相應的基礎設施，如充電站和加氫站等方向發展。而我國亦已提出關鍵戰略行動計畫，以因應國際趨勢。綜整目前蒐整結果如表2.1-14所示，航空及海運永續燃料技術、運具氫能新技術及公正轉型等面向。

表 2.1-14 國內外運輸部門政策及策略彙整情形

政策及策略 (由大至小)	我國	歐盟	美國	日本	英國	韓國
1.制定溫室氣體減量目標	V	V	V	V	V	V
2.因應氣候變遷制定法規	V	V	V	V	V	V
3.淨零運輸路徑圖	V	V	V	V	V	–
4.淨零資金支持	V	V	V	V	V	V
5.運具供應鏈及基礎建設	V	V	V	V	V	V
6.零碳運具補貼獎勵政策	V	V	V	V	V	V
7.永續燃料技術	(研議中)	V	V	V	V	–
8.運具氫能新技術	(研議中)	V	V	V	V	V
9.公正轉型	V	V	V	–	V	–
10.運輸行為模式(公民教育)	V	V	–	V	V	V

資料來源：本計畫整理。

3. 國際海空運重點議題

前述內容主要針對陸運方面淨零政策資訊，本計畫亦蒐整國際海空運於2022年重要議題內容，以呈現整體運輸系統相關資訊。

(1)海運[19]

主要探討國際發展綠色航運走廊趨勢，以及貨櫃航線變化趨勢，其中綠色航運走廊係英國格拉斯哥舉行聯合國氣候峰會(COP26)中，簽署《克萊德班克綠色航運走廊宣言(Clydebank Declaration)》，提出「綠色航運走廊(GreenShipping Corridors)」倡議，已有24個國家表示支持，且截至2022年底約有21項倡議，涵蓋許多條重要的遠洋航線。然而目前所提之倡議，尚未明確提出欲發展之燃料類別及船型項目。

報告中也引用文獻資料說明，在現有走廊中政府扮演重要的推動角色，目前主要重點工作包括擔任主導者、挹注資金執行可行性評估計畫及新技術開發計畫、促進各方對話及國際合作，此外也透過明確擬定國家能源發展政策，以引導提高投資者意願等目前亦有許多政府投入相關作為。

對於我國來說，藉由參與綠色航運走廊，可透過國際間交流獲取最新減碳技術新知，並讓航港產業可實際進行航線測試，帶動我國相關減碳科技的發展與應用。因此，對於綠色航運走廊相關議題，我國可持續關注國際發展趨勢，並進行相關整備行動，藉由國際交流機會適時交流及分享，以利做為後續推動之參考。

[19] 2022 年海運重要議題，交通部運輸研究所，112 年。

(2)空運[20,21]

國際民用航空器組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)係管制國際航空溫室氣體排放之單位。該組織早於2004年起展開航空業氣候變遷影相關之議題研究，並於2007年發展國際航空業與氣候變遷行動計畫，後於2009年通過。ICAO於2010年提出航空業溫室氣體排放的管制目標，包含國際航空之溫室氣體排放控制自2020年起不再增加、自2050年止，燃料效率每年增加2%、於2013年訂定航空器引擎的全球性效率標準等。

ICAO於2016年第39屆大會中，制定「國際航空業碳抵換及減量計畫」(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)，並做為全球國際航空業之市場措施(Market Based Measurement, MBM)。CORSIA將以分階段的方式進行，試驗期(2021-2023年)以及第一期(2024-2026)為自願性，ICAO會員可選擇是否要參加，第二階段(2027-2035)開始，符合特定條件(基本上是運量高過一定基準的國家)、且未被豁免參加的國家，均附有參加CORSIA的義務。

CORSIA於2022年第41屆大會中，進一步通過2050年淨零排放目標。國際航空業二氧化碳排放量，以2019年碳排為標準，2021至2023年需維持零成長，2024至2035年需降至2019年的85%，並於2050年達到淨零目標。

現階段我國已逐步協助國籍航空公司執行碳排放監測、申報作業，並由第三方查驗機構執行查證工作。而國籍航空公司2019至2022年碳排放報告書已完成審核，相關作業均符合CORSIA要求，達到相較於2019年零成長目標，相關執行成果、我國國際航空碳排放量等亦已透過民航局網站之CORSIA專區

[20] 施文真，溫室氣體減量市場機制之最後兩哩路?國際航空業與國際海運排放減量之市場導向措施，科技部，107 年。

[21] 交通部，「依循 ICAO 減碳機制，民航局完成國籍航空減碳法制化」，112 年。

對外公開。

4. 小結

本計畫蒐整國際重要經濟體歐洲聯盟及重要國家如美國、日本、英國、韓國等淨零政策重點內容後，提出對於我國運輸部門未來可以採取的具體策略的建議。

(1)我國政策符合國際趨勢：從政策蒐研結果，不論在歐盟、美國、日本、英國、韓國還是我國，主要推動策略包含淨零排放目標訂定、推動淨零排放行動計畫、運具低碳及無碳化發展及目標設定、強化基礎建設發展等。

(2)持續因應國際趨勢研析我國政策及策略：我國目前現正推動之政策及策略，包含碳定價機制、公正轉型、運具氫能技術等，尚在起步階段，後續可借鏡其他國家推動經驗。另外，為強化我國公路運輸相關減碳措施，建議可列為後續蒐研重點，例如國際推動公路低碳燃料作法、推動擁擠定價對小客車之管制作法等，有助於探討其對於我國溫室氣體減量之潛力。至於航空及海運永續燃料技術，未來應持續關注國際組織相關規定。

2.2 我國近期運輸相關能源與減碳政策及法規發展現況

本章節為盤點我國《氣候變遷因應法》及相關子法近期修正發布情形，並探討影響運輸部門之可能性，詳見 2.2.1 至 2.2.3。表 2.2-1 為本章節之重點摘錄。

表 2.2-1 《氣候變遷因應法》及相關子法研析情形之重點摘錄

工作項目	重點摘錄
2.2.1 淨零轉型關鍵戰略行動計畫	・ 摘述我國 12 項關鍵戰略推動歷程，並說明與本計畫有關之關鍵戰略 5、7、10、12 等內容。
2.2.2 氣候變遷因應法及相關子法	・ 完成追蹤盤點《氣候變遷因應法》正式發布子法 5 項;預告草案 1 項。 ・ 完成「《氣候變遷因應法》優先修訂子法與運輸部門相關重點簡析」。 ・ 完成《高雄市淨零城市管理自治條例草案》檢視與參考重點。 ・ 完成「國際車輛排放溫室氣體效能標準對我國運輸業者啟示」研析。 ・ 完成「碳費徵收對運輸業者推動淨零減碳之衝擊與影響」研析。。
2.2.3 溫室氣體減量行動方案	・ 協助修改「運輸部門第二期溫室氣體排放管制行動方案執行狀況、檢討分析及加強策略表」。 ・ 協助彙整各部門單位「運輸部門第二期溫室氣體排放管制行動方案執行狀況、檢討分析及加強策略表」，共計 21 件。 ・ 協助編寫「運輸部門溫室氣體減量行動方案成果報告」112 年 9 月版。

資料來源：本計畫整理。

2.2.1 淨零轉型關鍵戰略行動計畫

我國於111年3月正式公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」，提出2050年淨零排放之軌跡與行動路徑，以促進關鍵領域之技術、研究與創新，引導產業綠色轉型，並期盼在不同關鍵里程碑下，促進綠色融資與增加投資，確保公平與銜接過渡時期。我國2050淨零排放路徑主要以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型，及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，輔以「12項關鍵戰略」，就能源、產業、生活轉型政策預期增長的重要領域制定行動計畫，落實淨零轉型目標。同年12月公布「12項關鍵戰略行動計畫」，說明12項關鍵戰略的具體行動與措施，概述整理如表2.2-2所示。

表 2.2-2 2050 淨零排放 12 項關鍵戰略 (1/2)

項次	名稱	概述
1	風電與光電	以風電與光電為再生能源發展主力。
2	氫能	以氫能為淨零主要選項，運用於產業零碳製程原料、運輸與發電無碳燃料等面向。
3	前瞻能源	以基載型地熱與海洋能為發展重點，另擴大生質能使用，規劃 139 年前瞻能源設置裝置量達 8–14GW。
4	電力系統與儲能	動分散式電網並強化電網韌性，推動電網數位化與操作彈性提升電網應變能力等。
5	節能	擴大成熟技術應用以提高能源使用效率，同步發展創新能源效率科技，並逐步導入前瞻技術。
6	碳捕捉利用及封存	以碳捕捉再利用及封存技術移除產業及能源設施碳排放，並開發本土碳封存潛力場址，展開安全性驗證場域計畫。
7	運具電動化及無碳化	發展電動車上下游相關產業，並整合儲能、充電樁、建築充電安全等基礎建設之技術研發與建置。
8	資源循環零廢棄	加強產品源頭減量，促進綠色設計及綠色消費，並推動廢棄資源物質能資源化，打造零廢棄的資源永續循環世代。
9	自然碳匯	執行造林及相關經營工作，降低大氣二氧化碳濃度，並建構負碳農法及海洋棲地、動植物保育技術，保護生物多樣性。

表2.2-2 2050淨零排放12項關鍵戰略(2/2)

項次	名稱	概述
10	淨零綠生活	推動「淨零綠生活」，透過共享商業模式、永續消費模式驅動及全民對話凝聚共識，營造永續、低碳生活型態。
11	綠色金融	運用金融市場力量，導引企業重視淨零轉型及因應氣候變遷，將資金投入綠色及永續發展領域。
12	公正轉型	以「盡力不遺落任何人」為目標，在淨零轉型過程中戮力追求政策目標平衡性、社會分配公平性與利害關係包容性。

資料來源：行政院，臺灣 2050 淨零排放。

1. 關鍵戰略 5

為促進能源合理及有效使用，確保全國能源供應穩定及安全，我國自1980年公布實施「能源管理法」，並且在中央、地方政府攜手共同推動節能運動，持續推動設備效率管理及用能行為管理等基盤工作，並依據社會經濟情勢，以政府帶頭與產業、全民參與建構節電氛圍。

節能戰略計畫涵蓋工業、商業、住宅、運輸等部門，同時整合新興節能科技應用，以達成「能源效率極大化」之目標，各部門推動之計畫路徑：

(1) 工業節能：推行製程改善、產業節能輔導、設備效率接軌國際、企業節能目標倍增等相關措施。

(2) 商業節能：推動設備效率提升、場域節能輔導、強化能效管理機制、熱點分析及智慧化維運管理、推廣綠建築。

(3) 住宅節能：推動新建/既有建築能效提升、家電設備效率提升、社會宣導與溝通。

(4) 運具節能：進行擴大車輛能效管理範疇/深度、改變車隊駕駛行為、實施輪胎能效強制驗證等措施。

(5) 科技研發：研發創新製程開發、設備技術研發、能管系統

整合等節能技術。

節能戰略計畫推動分為短期(2023~2030年)與中長期(2031~2050年)以兩大期程進行規劃。

(1) 短期規劃(2023年~2030年)

此階段為「導入最佳技術與布局創新技術」時期，分為「能源有效運用」以及「能效科技創新」兩大推動方向。「能源有效運用」部分就工業節能、商業節能、住宅節能、運具節能等四大部門，進行節能技術之輔導擴散與獎勵補助，輔以法規管理引導改善，推動能源之最有效運用；「能效科技創新」部分，進行創新的節能科技研發以及新興節能技術試量產及商業化，以利後續中、長期程深化節能推動布局。

(2) 中長期規劃(2031~2050年)

此階段為「擴大創新應用時期」，承接第一階段開發之創新能效科技技術，於本階段進行擴大創新技術應用。透過示範輔導、技術及產品推廣以及法規落實等政策，逐步推廣應用最新的節能科技，強化新科技之節能效益。

2. 關鍵戰略 7

在「生活轉型」及「產業轉型」之策略面向下，藉由科技或習慣改變等多元減碳路徑，從食、衣、住、行各方面朝向淨零生活的方向推進。其中在「行」方面，運輸減碳策略規劃由「運具電動化及無碳化」、「人本運輸」及「私人運具管理」三大面向著手，「運具電動化及無碳化」著重運具技術的改變、「人本運輸」及「私人運具管理」則著重人民運具行為的轉變，希望從科技及行為兩方面促成運輸減碳的目標。在具體分工方面，交通部負責關鍵戰略7「運具電動化及無碳化」相關政策規劃，推動道路車輛低碳化或零碳化，做為達到運輸淨零排放的主要手段。

考量我國產業發展特性及社會環境，國內在運具電動化推

動路徑，以公共運輸先行策略及政府帶頭示範，優先推動2030年市區公車及公務車電動化。私人運具為主之小客車及機車，透過補貼讓價格合理化，建構完善且方便的使用環境，導引民眾汰換為電動運具，而非採禁售或禁買燃油車的強制手段，並參考電動車國產化之發展歷程，訂定2040年市售小客車及機車全面電動化目標。

在「運具電動化及無碳化」關鍵戰略政策推動上，將優先聚焦技術成熟之市區公車、電動機車及電動小客車之發展推廣，長途行駛及高載重之國道客運、遊覽車與大貨車電動化進程，目前電池技術尚欠缺符合營業需求車輛，將於中長期視技術發展進行推廣。另考量氫能電池是無碳化車輛未來發展主軸之一，在推動運具電動化過程中，亦將評估氫能車可能的示範場域，以利未來技術發展銜接。公共充電設施需求，將依據電動車目標數量擬定。推動過程中，將促進車輛製造維修相關產業發展、轉型，並兼顧地區發展平衡。

配合「運具電動化及無碳化」關鍵戰略計畫目標，交通部擬定「提高電動運具數量」、「完善使用環境配套」及「產業技術升級轉型」3 大策略目標及 10 項推動路徑，藉由各路徑下各項硬體提升及環境配套計畫之實施，打造國內友善電動運具使用環境，促進電動運具普及與無碳化車輛之發展，3 大策略目標說明如下。

(1) 提高電動運具數量

本策略目標藉由補助換購電動運具，帶電動車及相關產業市場需求，提高社會整體電動運具數量及比例；並藉由調適車輛相關管理法規與機制，提供適合電動車發展的配套環境。

(2) 完善使用環境配套

在提高電動運具數量及比例的同時，必須解決電動運具能源補充問題。除了具體的充電設施增設以外，本策略目標也藉由優化充電設施相關規定，提高充電設施設置之普及性，強化

汰換燃油車為電動車之誘因及降低轉換門檻。

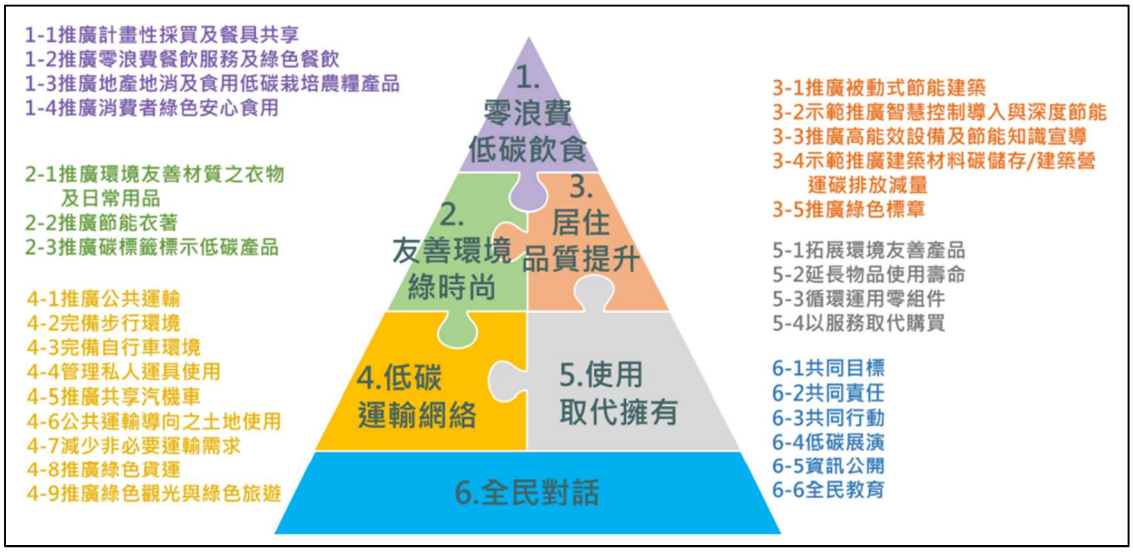
(3) 產業技術升級轉型

除了具體提高電動運具及充電設施數量，以及相關法規、稅費配套的優化調適之外，同時也藉由推動運具相關產業技術及技術人員的知識學能升級轉型，發展在地電動運具生產、製造與維修量能以及培植開創新興技術領域。

3. 關鍵戰略 10

「淨零綠生活」主要結合其他關鍵戰略之主責業務推動能源轉型、商業模式及產業轉型等基礎建設，由各界齊力合作鼓勵民眾從食、衣、住、行、育、樂等日常生活面向選擇較低碳生活方式，促使民眾行為改變並養成習慣，共同達到淨零排放目標。

民眾生活轉型，不外乎從日常生活食、衣、住、行、育、樂、購面向著手，透過推動「淨零綠生活」進行全民對話及消費者覺醒，促使各界激發創意，建構低碳商業模式及形塑生活態度。經綜合國外趨勢作法及國內政策，由6大面向開展可推動措施，歸納31項推動具體措施，如圖2.2-1所示。



資料來源：淨零綠生活關鍵戰略行動計畫(核定本)。

圖 2.2-1 淨零綠生活推動面向及具體措施

其中「4.低碳運輸網絡」由交通部主辦，提出推廣公共運輸、完備步行環境、完備自行車環境、管理私人運具使用、推廣共享汽機車、公共運輸導向發展(TOD)、減少非必要運輸需求推廣、綠色貨運、推廣綠色觀光與綠色旅遊等9項具體措施以及23項具體行動。

4. 關鍵戰略 12

我國公正轉型關鍵戰略的推動，除有賴其他11個關鍵戰略主責部會從規劃到執行均能落實公正轉型的精神外，整體而言亦需透過上位、跨部會的推動機制與策略，才能發揮資源整合與政策協調的綜效。基此，此關鍵戰略行動計畫藉由規劃完善的公正轉型推動機制，協助各關鍵戰略主責部會推動各項淨零公正轉型措施，致力提高淨零轉型政策目標的平衡性、社會分配的公正性及利害關係的包容性。

(1) 公正轉型跨部會推動小組

①說明：由 12 項關鍵戰略主責機關偕勞動部及原民會共同組成，找出淨零轉型路上受影響的對象與範疇，並規劃公正轉型對策，以達資源截長補短，策略互補搭配之綜效。另視任務需要召開小組會議，針對公正轉型須協調事項進行討論及提出對策，俾利整合各相關部會推動資源，確保資源互補及避免重置。

②分工

A. 經濟部、交通部、國科會、環境部、農委會、金管會等各項關鍵戰略主責部會，在推動淨零政策的過程中持續辦理與利害關係人溝通，並找出受影響對象及範疇、規劃個別公正轉型措施以及編列預算執行。

B. 國發會定期召開小組會議，除管考各項關鍵戰略公正轉型政策進度外，亦針對公正轉型須協調事項進行討論及提出對策，滾動式調整我國公正轉型圖像。

C. 勞動部與原民會將協助檢視各關鍵戰略與勞工和原住民族相關對策之妥適性，參與相關利害關係人之溝通與協調，並支援必要資源及有效政策工具，提升對策的效率與效能。此外，鑒於保障勞工工作權是公正轉型的核心工作，勞動部已依我國淨零排放路徑，針對性研析國際間在淨零轉型路上協助勞工就業的經驗與作法，未來更將透過與各部會的協作，積極維護勞工權益與生計。

(2) 民間參與機制

①說明

A. 成立公正轉型委員會

a. 為納入民間參與機制，確保公正轉型政策規劃過 程符合公平、公正與透明公開原則，爰規劃成立 由國發會主委擔任召集人，以及政府與民間代表共同組成的公正轉型委員會；其中，政府部門由淨零轉型12項關鍵戰略等相關部會派員參與，民間部門由各部會推薦之產、學、研、非政府組織(Non-Governmental Organizations, NGOs) 及公民團體代表組成。

b. 公正轉型委員會主要任務係針對政府公正轉型相關計畫與措施，提出改善建議，做為本行動計畫滾動式修正之參考依據。

c. 為強化委員會議討論品質，委員會討論將依各界普遍關注的勞工就業、產業輔導、區域發展、民生課題及資訊公開等五大議題個別進行，俾利討論聚焦，進行更充分廣泛的意見交換。

B. 召開座談會與公聽會

為更廣泛地聽取各界意見， 確保政府提出的公正轉型對策符合社會期待，本行動計畫亦規劃由中央部會、地方政府或與民間 團體共同辦理公正轉型座談會及公聽會，廣

泛聽 取受影響對象意見，蒐集各方建議，並與學者專家 就相關議題進行共同討論及對策研商。

②分工

由國發會擔任委員會幕僚，置委員20至30人，其中公部門由經濟部、交通部、國科會、環境部、農委會、金管會等關鍵戰略主責部會，依戰略別指派1名代表(共11位)，以及視議題內容邀請其他部會派員列席，於會中清楚回應民間代表針對各項戰略的公正轉型措施提問，並依委員會決議滾動式調整各關鍵戰略的公正轉型相關政策。

因此，目前國發會已建立跨部會推動小組及民間參與等兩大公正轉型機制，透過定期召開公正轉型委員會討論各戰略推動過程最新公正轉型議題與提供建議，再透過跨部會推動小組適時將委員會建言納入各項戰略的公正轉型措施。未來將透過公正轉型委員會的集思廣益，及學者專家的協助下，提出切合我國國情且符合社會期待的淨零公正轉型之中長期關鍵績效指標。

2.2.2 氣候變遷因應法及相關子法

1. 背景說明

我國為因應全球氣候變遷嚴峻情勢，達成永續發展目標，完備我國氣候法制基礎，立法院於112年1月10日三讀通過將104年7月1日公布之《溫室氣體減量及管理法》修正為《氣候變遷因應法》，總統於112年2月15日公布施行之。此次修法，修正全文計7章，共63條，修正重點包括明文訂定139年淨零排放目標；強化溫室氣體排放管制及誘因機制促進溫室氣體減量以及徵收碳費專款專用等等重點[22]。

針對《氣候變遷因應法》多項應訂定之子法，環境部首先

[22] 環境部，總統公布將「溫室氣體減量及管理法」名稱修正為 「氣候變遷因應法」並修正條文，112 年 1 月 10 日，https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/c7407c7d-70b6-48a0-ab2d-852f3067a556 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

於112年5月31日，依據《氣候變遷因應法》第21條第1項，修正「事業應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」，名稱並修正為「事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源」。後於112年9月14日，依據同法21條第2項，修正發布《溫室氣體排放量盤查登錄及查驗管理辦法》，落實《氣候變遷因應法》盤查與查驗分級管理精神，明定納管排放源溫室氣體排放量之盤查計算方式、登錄程序等規範，以完備我國溫室氣體盤查及查驗管理制度相關規定[23]。

於112年10月5日，環境部依據《氣候變遷因應法》第22條第2、3項，修正發布《溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法》。後於112年10月12日，依據《氣候變遷因應法》第25條第4項及第24條第2項，接續發布《溫室氣體自願減量專案管理辦法》及《溫室氣體排放量增量抵換管理辦法》，逐步完備《氣候變遷因應法》有關於事業進行溫室氣體減量機制所需之相關規範辦法。此外，於同(112)年10月27日，環境部亦依據《氣候變遷因應法》第62條，預告修正《溫室氣體減量及管理法施行細則》為《氣候變遷因應法施行細則》，該細則草案規範諸多《氣候變遷因應法》規定運輸部門主管機關應執行之義務規範，例如：「部門行動方案」、「部門行動方案成果報告」及「調適行動方案」等相關規定。

於《氣候變遷因應法》當中，與運輸部門相關之條文，以第23條第2項規定：「事業製造或輸入中央主管機關指定之車輛供國內使用者，其車輛排放溫室氣體，應符合效能標準」最為直接相關。而依據同條同項立法理由意旨，此「車輛排放溫室氣體效能標準」與現行依據《能源管理法》第15條第4項訂定之《車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法》，所規範之管制車輛燃油之能源效率(管理單位用油行駛里程)不同。然《氣候變遷因應法》第23條第2項則係規範車輛單位里程數排放溫室氣

[23] 溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法修正總說明。

體之效能規範。

依據交通部112年4月「臺灣2050淨零轉型『運具電動化及無碳化』關鍵戰略行動計畫(核定本)」之「推動措施及具體行動」之推動路徑1-2「研訂車輛進口製造規範」，訂定2025年目標係完成訂定小客車之溫室氣體效能標準。故此次《氣候變遷因應法》第23條所定之「車輛溫室氣體排放效能標準」若依前揭關鍵戰略行動計畫所設目標時程，將於近年內完成小客車排放溫室氣體之效能標準。綜上所述，本計畫就《氣候變遷因應法》優先修訂子法、「車輛排放溫室氣體效能標準」與「碳費」等議題進行研析工作。

2. 執行成果

本計畫於計畫執行期間，首先於7月上旬完成「《氣候變遷因應法》優先修訂子法與運輸部門相關重點簡析」1份，並提送給委辦單位參考。次於9月下旬完成「國際車輛排放溫室氣體效能標準對我國運輸業者啟示」研析報告1份；後於10月中旬完成「碳費徵收對於運輸業者推動淨零減碳之衝擊與影響」等研析報告各1份。關於前揭各報告內容重點說明如下。

(1) 《氣候變遷因應法》優先修訂子法與運輸部門相關重點

112年2月15日《氣候變遷因應法》公布實行，成為我國實現2050年淨零減碳目標，具重要性的氣候治理法源。依據環境部新聞發布內容，提及將優先修訂12項子法，目標於《氣候變遷因應法》公布施行後半年內提出子法草案，預估年底或明年初定案公布。

因《氣候變遷因應法》相關子法修訂進展與結論，對於各部會貢獻於2050年淨零目標與成效具重要性的影響，即時掌握最新資訊，針對《氣候變遷因應法》相關子法對運輸部門影響進行研析，提早準備予以因應。**有關《氣候變遷因應法》相關子法最新進展，請參見本報告之附錄4**。

(2) 氣候變遷因應法重要議題研析結果

本計畫就《氣候變遷因應法》優先修訂子法之「車輛排放溫室氣體效能標準」與「碳費」等兩項重要議題進行研析工作，**以下提出重點研析結果與建議，詳細研析內容請見本報告附錄5**。

①國際車輛排放溫室氣體效能標準對我國運輸業者啟示

本計畫蒐集歐盟、美國及韓國等國際車輛排放溫室氣體效能標準的資料，了解車輛平均 CO_2 排放量的規範，以提供我國運輸業者提早因應效能標準管制前之參考。表 2.2-3 至表 2.2-5 分別是歐盟、美國及韓國車輛平均 CO_2 排放量(或 CO_2 當量)之規範期程。從表 2.2-3 至表 2.2-5 可以發現，3 個國家的規範期程有所差異。

表 2.2-3 歐盟車輛平均 CO_2 排放量規範期程

車輛類別	2025 年至 2029 年	2030 年至 2034 年	2035 年
乘用車	93.6 CO_2 (g/km) (與 2021 年基準相比減少 15%)	49.5 CO_2 (g/km) (與 2021 年基準相比減少 55%)	0 CO_2 (g/km)(與 2021 年基準相比減少 100%)
輕型商用車	153.9 CO_2 (g/km)(與 2021 年基準相比減少 15%)	90.6 CO_2 (g/km) (與 2021 年基準相比減少 50%)	0 CO_2 (g/km)(與 2021 年基準相比減少 100%)

資料來源：本計畫整理。

其中，韓國制定每年的規範外，也制定較長遠的期程。若以近期 2025 年的規範來看，歐盟乘用車與輕型商用車分別為 93.6 CO_2 (g/km)及 153.9 CO_2 (g/km)、美國乘用車與輕型商用車分別為 92.38 CO_2e (g/km)及 128.34 CO_2e (g/km)、韓國乘用車與輕型商用車分別為 89 CO_2e (g/km)及 158 CO_2e (g/km)，從以上的規範數值可以得知，乘用車平均 CO_2 排放量的規範

在 89 CO_2 (g/km)至 94 CO_2 (g/km)間，輕型商用車平均 CO_2 排放量的規範在 128 CO_2 (g/km)至 158 CO_2 (g/km)間。

表 2.2-4 美國聯邦車輛平均 CO_2 排放當量規範期程

車輛類別	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
乘用車	166 CO_2e (g/mi) (約等於 102.92 CO_2e (g/km))	158 CO_2e (g/mi) (約等於 97.96 CO_2e (g/km))	149 CO_2e (g/mi) (約等於 92.38 CO_2e (g/km))	132 CO_2e (g/mi) (約等於 81.84 CO_2e (g/km))
輕型貨車	234 CO_2e (g/mi) (約等於 145.08 CO_2e (g/km))	222 CO_2e (g/mi) (約等於 137.64 CO_2e (g/km))	207 CO_2e (g/mi) (約等於 128.34 CO_2e (g/km))	187 CO_2e (g/mi) (約等於 115.94 CO_2e (g/km))

資料來源：86 FR 74434, Revised 2023 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards.。

表 2.2-5 韓國車輛平均 CO_2 排放當量標準期程

車輛類別	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
乘用車	97 CO_2e (g/km)	97 CO_2e (g/km)	95 CO_2e (g/km)	92 CO_2e (g/km)
輕型貨車	166 CO_2e (g/km)	166 CO_2e (g/km)	164 CO_2e (g/km)	161 CO_2e (g/km)
車輛類別	**2025 年**	**2026 年**	**2027 年**	**2028 年**
乘用車	89 CO_2e (g/km)	86 CO_2e (g/km)	83 CO_2e (g/km)	80 CO_2e (g/km)
輕型貨車	158 CO_2e (g/km)	158 CO_2e (g/km)	155 CO_2e (g/km)	152 CO_2e (g/km)

車輛類別	2029 年	2030 年
乘用車	75 CO_2e (g/km)	70 CO_2e (g/km)
輕型貨車	149 CO_2e (g/km)	146 CO_2e (g/km)

資料來源：Transportpolicy.net, SOUTH KOREA: LIGHT-DUTY: FUEL ECONOMY AND GHG.

針對研析的結果，提出 3 點建議提供我國運輸業參考：

A. **國內法規勢必跟進國際車輛溫室氣體排放標準制度**

- 積極關注國際車輛溫室氣體排放標準的發展，特別是歐盟、美國和韓國等地區的標準。
- 提前了解我國未來可能制定的車輛排放標準，並規劃相應的適應措施。
- 當《氣候變遷因應法》的車輛排放溫室氣體效能標準生效後，確保購置符合標準的車輛，以避免法規違規問題。

B. **提前規劃運輸業務車輛電動化**

- 看到國際趨勢和政府對電動車輛的支持，運輸業者可以提前考慮將業務車輛轉型為電動車輛。
- 逐年淘汰燃油車輛，並增加電動車充電基礎設施，以迎合未來電動車輛需求，符合淨零排放趨勢。

C. **善用運輸車輛電動化之減碳效益**

- 汰換燃油車輛為電動車輛的同時，可以充分利用減碳效益，例如參與「減量額度」和「減量效益」的相關法規。
- 根據業務情況，思考如何最大程度地獲取減碳效益，並積極參與減碳計畫，實現企業的淨零轉型。

總之，隨著國際環境法規的發展和電動車的崛起，運輸業者應積極適應這些變化，以符合未來的法規要求並獲取相關效益，同時也為減少溫室氣體排放做出積極貢獻。

②碳費徵收對運輸業者推動淨零減碳之衝擊與影響

目前國內擬推行徵收碳費之立法政策屬「碳訂價」機制作法之一，而碳定價機制主要工具有總量管制排放交易(ETS)及碳稅/費二類[24]，我國《氣候變遷因應法》第 28 條第 1 項規

[24] 參見環境部氣候變遷署，「務實減碳 碳費先行 穩健實施碳交易」，111 年 11 月 10 日，https://enews.moenv.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/2f99477e-2e3b-4804-b28d-faf0a1cd3391 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

定徵收之碳費即屬後者。

本計畫蒐集國際碳稅制度現況及我國目前碳費規劃現況，提出未來運輸業者面對碳費徵收之衝擊與影響，詳細分析內容請見本報告之附錄 5。**以下重點整理運輸業者面對即將徵收碳費的情勢，可以如何事先思考及準備。**

A. 事業淨零與碳盤查應同步進行

環境部於 112 年 2 月發布《氣候變遷因應法》後，於 112 年陸續完成溫室氣體盤查登錄、自願減量以及增量抵換等子法之預告以及正式發布。此外，針對碳費徵收之規定，亦係規劃於 112 年底前完成子法之相關法制作業。

我國對於事業溫室氣體排放之管理範疇，可預見將係愈加廣泛，雖現今各企業對於企業永續經營及淨零減碳，均已有相當程度之了解，然在未來碳費徵收制度發展之下，運輸業者除目前已著手進行之淨零減碳行動以外，亦需及早進行自我碳盤查作業，以備將來受碳費規定規範時，已有充足之碳盤查資訊，以及內部碳管理政策，來面對碳費時代的來臨。

B. 強化事業對溫室氣體相關規範之瞭解

於此溫室氣體管理與碳權交易之時代，運輸業者需培養自身事業對於溫室氣體相關管制規範之掌握度，若成為法規規範之範疇，則須依循法律規範進行相關作業，例如：屬應進行溫室氣體盤查登錄之對象，則應依法進行之；若非屬受強制管制之對象，亦應掌握事業本身之減碳能力，於現行溫室氣體相關減量機制下，適當利用此淨零轉型可能帶來的減碳效益，例如：進行溫室氣體自願減量專案，取得減量額度於未來之碳權市場進行交易。事業應即時掌握溫室氣體規範之要求，並且著手進行之，除增加本身企業淨零形象外，亦得於此潮流下，增加公司額外獲得之效益。

2.2.3 溫室氣體減量行動方案成果報告

1. 背景說明

《氣候變遷因應法》於112年2月15日公布施行，依據該法第12條第1項明定「中央目的事業主管機關應每年編寫所屬部門行動方案成果報告」，依同條第3項「前二項成果報告及改善措施，中央目的事業主管機關應送中央主管機關報請行政院核定後，並對外公開」。另因《氣候變遷因應法施行細則》修訂中，有關成果報告仍根據《溫室氣體減量及管理法施行細則》第7條規定，前開成果報告應於每年9月30日前，報請行政院核定。

2. 執行成果

依據環境部相關公文通知，本計畫協助彙辦「運輸部門第二期溫室氣體排放管制行動方案成果報告」(以下簡稱成果報告)相關作業事宜，於112年7月20日完成「運輸部門第二期溫室氣體排放管制行動方案執行狀況、檢討分析及加強策略表」(以下簡稱執行分析表)修改作業。

後於112年9月初完成彙整各單位執行狀況分析表，彙整之跨部會單位有：行政院主計總處、環境部、經濟部能源署，以及經濟部產業發展署；交通部單位有：運輸監理司、科技顧問室、公路總局、鐵道局、臺鐵局、民航局、航港局、觀光署、中華郵政股份有限公司、台灣高速鐵路股份有限公司、桃園國際機場股份有限公司，以及臺灣港務股份有限公司；地方政府單位有：臺北市交通局、新北市交通局、桃園市交通局、臺中市交通局，以及高雄市交通局，以上共計彙整21個單位回覆之資訊。

本計畫推估運輸部門111年溫室氣體排放量約為3,627.9萬公噸CO_2e，112年至114年剩餘可排放量約為1億988.3萬公噸CO_2e[25]。未來運輸部門仍需持續進行溫室氣體減量，以確保可達成階段管制目

[25] 推估方法以聯合國政府間氣候變遷專門委員會(IPCC)「第五次評估報告」(The Fifth Assessment Report, AR5)溫暖化潛勢值計算；另實際統計值需以環境部公布為主)

標。

上述推估之運輸部門111年溫室氣體排放量，與環境部公布之110年運輸部門排放量(3,546.4萬公噸CO_2e)相比為高，推測係因疫情趨緩，疫情造成民眾減少外出及使用公共運輸之衝擊已逐漸淡化，伴隨疫後經濟復甦，民眾運輸活動正常化，爰運輸部門111年溫室氣體排放量較110年增加。

2.3 聯合國氣候變化綱要公約第 28 屆締約方大會

為因應全球暖化及氣候變遷發展趨勢，「聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)」的締約國每年均召開 COP 會議，共同商討如何應對氣候變遷。COP 全名為「聯合國氣候變化綱要公約締約方大會」(UNFCCC Conference of the Parties)，UNFCCC 旨在「避免人類以危險的方式干擾氣候系統」—也就是阻止全球暖化。聯合國於 1992 年 6 月在巴西里約熱內盧地球高峰會(Rio Earth Summit)上，通過 UNFCCC 定名，於 1994 年 3 月 21 日正式生效，於 1995 年舉辦第 1 屆締約國會議，即 COP1。COP 歷年的重大進展，包括於 1997 年 COP3 通過「京都議定書」(已於 2005 年 COP11 時生效)，另以 2015 年於法國巴黎舉行 COP21 中通過《巴黎協定》(Paris Agreement)為全球溫室氣體排放與因應氣候變遷之重要規範。

於 COP 中確定納入運輸議題係來自 2013 年於波蘭華沙召開之第 19 屆締約方大會(COP19)，首度召開運輸部門周邊會議－運輸日(Transportation Day 2013)，同時發布低碳運輸和永續發展華沙宣言(Warsaw Satement on Low Carbon Transport and Sustainable Development)，自此確立各國運輸部門應促進環境友善的永續運輸、減緩溫室氣體排放，藉以達成全球永續發展目標(sustainable development goals, SDGs)，並將運輸固定於每年締約方大會的主題。

2.3.1 COP26 及 COP27 重點

1. COP26 重點

COP26為歷年COP來首次納入削減燃煤聲明的聯合國氣候峰會。《格拉斯哥氣候協議》(Glasgow Climate Pact)明確載明，並呼籲各國應透過政策支持轉型低碳能源系統，包含：擴大潔淨電力及能源效率的部署，逐步消減未使用碳捕捉技術的燃煤發電，以及淘汰無效率的化石燃料補貼。儘管措辭從原本的「逐步淘汰」(phase out)燃煤發電，改為較消極的「逐步削減」(phase down)，COP26仍被視為全球告別燃煤的重要里程碑。

COP26中涉及運輸之重要進展，概述如下。

(1) 格拉斯哥突破性進展議程(Glasgow Breakthrough Agenda)中，明確將道路運輸業列入五大革新領域之內，設定於2030年零排放車輛成為所有地區的新常態，且使零排放車輛為易使用、可負擔且具永續性。

(2) 國際合作倡議中的Climate Group提出EV100倡議及Route Zero倡議，希冀參與企業成拓於2030年達成運具100%電動化，及加速轉型至零排放車輛。

(3) 組成國際航空業氣候企圖聯盟(International Aviation Climate Ambition Coalition)，承諾將落實國際民航組織的減量目標，並採取特定措施減少航空業排碳量，以達成2050年二氧化碳零排放願景。

(4) 簽署綠色航運走廊宣言(Clydebank Declaration for Green Shipping Corridors)，承諾支持建立綠色航運走廊，設定目標在2050年前全球至少建立6條綠色航運走廊。

2. COP27 重點

第27屆聯合國氣候變遷締約方大會(COP27)的主辦國為埃及，於埃及夏姆錫克(Sharm El Sheikh)舉行，旨在督促各國政府與企業如何實踐「COP26」及「巴黎協定」所承諾的目標，被稱為是「非洲COP (African COP)」。該年度重點在於設立損失與損害(Loss and Damage)基金，開發中國家經過30多年的努力爭取，更由於本次主辦方為經濟與能力較弱之國家(Global South)與非洲聯盟(Africa Union)成員，更加強該議題的討論力度，損失與損害基金於COP27已決議由24個國家(包含10個工業國家及13個發展中國家)成立過渡委員會(Transitional Committee)，討論基金如何管理、籌措、支付等相關細節。COP27中涉及運輸之重要進展[26]，重點整理如下。

(1) COP27主席方倡議城市永續低碳運輸(Low Carbon

[26] https://unfccc.int/sites/default/files/resource/GCA_COP27_Summary_of_Global_Climate_Action_at_COP_27_1711.pdf

Transport for Urban Sustainability, LOTUS)，特別針對經濟與能力較弱之國家(Global South)的城市運輸，提供平等、可及、提升經濟力、健康的運輸系統，並針對這些國家下列五大弱項進行建議：融資缺口、政策與執行不力、欠缺政策一致性與目標、不易整合與規範未符合法規之非正式運輸服務，及對交通的思維欠缺跨域溝通與合作(Siloed thinking)等。

(2) 潔淨運輸集體融資(Collective for Clean Transport Finance)中，呼籲形成制度化與協調機制，使公共部門、企業和投資人可進行大規模之改革性融資合作項目。

(3) 綠氫和綠色航運的聯合說明(Joint Statement on Green Hydrogen and Green Shipping)，航運組織和綠氫製造商承諾於2030年前達成至少5百萬公噸綠氫生產量以供應5%零碳航運燃料。

2.3.2 COP28 簡介及運輸相關議題

1. COP28 簡介

本次第28屆聯合國氣候變化綱要公約締約方會議(簡稱COP28)於2023年11月30日至12月12日在阿拉伯聯合大公國杜拜舉辦，本次官方圖騰(如圖2.3-1)代表所有存在在同一個世界的生靈(all inhabitants of “One World”)，將人類、再生能源、野生動物至於同一球體中，且以球體宣示全球南北方(Global North：代表已開發經濟體；Global South：代表開發中經濟體)，人類圖騰也含括公私部門、科學家、民間團體、婦女及青年[27]。

[27] https://www.energyreviewmena.com/article/news-interviews/item/1466-uae-presents-official-cop28-logo-to-unfccc

資料來源：COP28 UAE, https://www.cop28.com/。

圖 2.3-1 COP28 官方圖騰

2. COP28 重點

大會的焦點為於2015年簽署之《巴黎氣候協定》，進行首次之進度盤點(Global Stocktake)。聯合國2023年9月8日先公布一份關於全球盤點的技術報告，強調到2030、2035和2050年，需將溫室氣體排放量分別較2019年的程度減少43%、60%和84%，才有望將氣溫增幅控制在1.5度以內。

COP28重點聚焦於快速向清潔能源轉型、逐步汰除化石燃料、富裕國家向貧窮國家提供氣候行動資金等。而在交通運輸方面，聚焦議題為發展替代、新興運輸能源、型塑交通運輸與能源部門淨零轉型合作關係、建立並推動淨零交通運輸所需要的公正轉型、融資。本次COP28推出1,869份結論草案(draft conclusions)、269份決議草案(draft decisions)及10份協議草案(draft agreements)[28]。

[28] https://unfccc.int/documents

3. COP28 運輸相關議題

依據COP28官網[29]之主題日摘要報告，於2023年12月6日「多層次行動、都市化和建築環境/交通運輸」與交通議題有關之內容，摘述如下。

(1) 道路交通突破(Road Transport Breakthrough)：由英國、美國、印度及突破性議程(Breakthrough Agenda)就道路交通突破(Road Transport Breakthrough)召開多層次部長級圓桌會議。

(2) 都市交通(Urban Transport)：透過諸如COP27中提出之都市永續低碳運輸(Low Carbon Transport for Urban Sustainability, LOTUS)[30]等倡議，實現主動運輸(active mobility，包含步行及自行車)、公共和共享交通以及電動車等國家交通目標的本地化，亦包括由COP28的關鍵夥伴發起號召利害關係人的行動，旨在到2030年將能源效率較高的陸路運輸方式(包含客運及貨運)占比增倍。這些夥伴包括「永續低碳運輸合作夥伴(Sustainable Low Carbon Transport Partnership, SLOCAT Partnership)」、再生能源政策網絡(Renewable Energy Policy Network, REN21)、國際智庫「永續發展研究所(Institut du Développement Durable et des Relations Internationales, IDDRI)、交通和發展政策研究所(Institute for Transportation and Development Policy, ITDP)、國際鐵路聯盟(Union Internationale des Chemins de Fer, UIC)、國際公共運輸協會(Union Internationale des Transports Publics, UITP)和世界資源研究所(World Resources Institute, WRI)。

(3) 陸運圓桌會議(Land Transport Roundtable)：陸運圓桌會議超過70名參與者，強調在減碳過程中整合交通的重要性，並強調政策、金融、基礎設施、技術以及平衡供需等關鍵推動因素的作用。哥倫比亞、鹿特丹、杜拜交通局(Roads and

[29] COP28 UAE，https://www.cop28.com/。

[30] https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2022/11/COP27_PR.pdf

Transport Authority, RTA)等在內的多個參與者分享其做法，包括哥倫比亞透過公共交通將山區和城市連接起來，而杜拜RTA以捷運為主要幹線並整合不同運具如公車、共享運具[31]。因此，讓各界瞭解其擴大公共交通網絡以及新的永續運輸策略。

(4) 交通旗艦(Transport Flagship)：在COP的歷史上，陸地、海上和航空交通的領袖首次共同努力，突顯各自部門提出的解決方案。交通旗艦的交付夥伴動員各種交通方式的關鍵利益相關者，期望能共同討論出更加一致的交通轉型路徑。這次活動有助於為這些交通方式之間進一步的合作奠定基礎，並圍繞著有意義的氣候行動，確保在下一次國家自主貢獻(NDCs)中制定更積極的交通措施和目標。

(5) 紀念首次世界永續交通日(11月26日)：由聯合國大會於2023年5月通過，第一個世界永續交通日是一個重要的時刻，旨在慶祝全球永續、低碳運輸和交通系統於未來扮演更加關鍵的作用。

(6) 永續航空燃料登錄(Sustainable Aviation Fuel Cetification, SAFc Registry)：由聯合航空、微軟、法國電力公司EDF、美國民間智庫落基山研究所(Rocky Mountain Institute)，以及永續航空採購聯盟等組成的聯盟，發布新工具，旨在促進使用更潔淨的燃料，並追蹤其影響。SAFc Registry將統計航空公司於班機航行過程中，新航空燃料混入噴射燃料的排放益處。

(7) 用於航運業的綠氫(Green hydrogen for shipping)：約30家組織，包括綠氫生產商、貨主、船運業者、港口和設備製造商，承諾在10年內推動及使用綠氫衍生的航運燃料。

[31] https://www.uitp.org/news/cop28-transport-day-puts-spotlight-on-cities-and-shows-pivotal-role-for-public-transport/

表 2.3-1 COP28 運輸相關的會議與展覽(1/2)

型式	日期	主辦組織	主題
周邊會議	2023.12.02	歐洲自行車組織(European Cyclists' Federation, ECF)	步行和自行車政策、投資與包容在 NDCs 的氣候、健康及平等面向
周邊會議	2023.12.05	再生能源政策網絡(Renewable Energy Policy Network, REN21)、Sustentar (Asociación Civil Sustentar para el Desarrollo Sostenible)、國際大眾運輸協會(International Association of Public Transport, UITP)、國際鐵道聯盟(International Union of Raiways, UIC)	運輸部門達成氣候目標:再生能源能幫忙嗎?
周邊會議	2023.12.05	荷蘭、歐洲智慧貨運中心(Stichting Smart Freight Centre, SFC)	規模化交通運輸去碳化融資
周邊會議	2023.12.05	永續航運倡議(Sustainable Shipping Initiative, SSI)、LR (Lloyd's Register)	定錨 1.5:非洲在加速航運綠色轉型的腳色
周邊會議	2023.12.05	BIMCO (Baltic and International Maritime Council)、Vanderbilt 大學	航運於減少全球溫室氣體排放及貢獻循環經濟之關鍵腳色
周邊會議	2023.12.05	英國、FIA 基金會、國際潔淨運輸協會(International Council on Clean Transportation, ICCT)	加速零碳排電動車改革：藉由全球合作邁向無碳排未來
周邊會議	2023.12.06	世界銀行(World Bank)	邁向零排放電氣化移動時代
周邊會議	2023.12.06	世界銀行(World Bank)	藉由氣候融資解鎖軌道運輸潛能
周邊會議	2023.12.06	Climate Pledge、C40 Cities	邁向淨零貨運
周邊會議	2023.12.06	ATAG (Air Transport Action Group)	全球永續航空論壇
周邊會議	2023.12.09	國際海事組織(International Maritime Organization IMO)、國際再生能源署(International Renewable Energy Agency, IRENA)、聯合國貿發議會(UN Conference on Trade and Development, UNCTAD)	2030 年 IMO 的溫室氣體策略：框定航運去碳化之全球規則
周邊會議	2023.12.09	國際永續能源網絡(International Network for Sustainable Energy, INFORSE)、Association négaWatt、FhG ISI (Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research)、SE (SustainableEnergy)	永續生活方式、充分支持公正轉型行動、更強健的 NDCs

表2.3-1 COP28運輸相關的會議與展覽(2/2)

型式	日期	主辦組織	主題
周邊會議	2023.12.10	生態研究所(Ecologic Institute)、CD Delft、WiseEuropa (WiseEuropa -The Warsaw Institute for Economic and European Studies Foundation)	為達成氣候中和途徑之創新政策
展覽	2023.12.01-03	國際能源總署(International Energy Agency, IEA)、OECD 國際運輸論壇(International Transport Forum, ITF)	如何達成、加速、實現能源和運輸部門得去碳化
展覽	2023.12.04-06	再生能源政策網絡(REN21)、國際鐵道聯盟(UIC)	連結能源供應及需求：以系統性方法進行能源使用部門(運輸、農業、建築、工業活動)去碳化
展覽	2023.12.10-11	ICAO (International Civil Aviation Organization)	航空能源轉型邁向2050淨零

註：NDCs：國家自主貢獻(Nationally Determined Contributions)
資料來源：UNFCCC 周邊會議及展覽列表[32]。

4. COP28 決議中與運輸相關之項目

COP28本次重點「第一次全球盤點成果」[33](Outcome of the first global stocktake)之第28條中將道路運輸的減碳列為全球淨零減碳的主要途徑，原文為「加速在多個途徑上減少道路運輸的排放，包括通過基礎設施的發展和零排放和低排放車輛的快速部署」，可知公路運輸淨零減碳相關措施未來推動的進程及技術增進、市場投入將更為快速。

5. COP28 與會觀察與評析

綜合實際參與COP28分官方區-綠區(Green Zone)及情資蒐尋UNFCCC於COP28議程列表與附屬會議(side event)的Youtube頻道，本計畫歸納下列3項交通運輸的重要觀察與評析。

[32] UNFCCC 周邊會議：https://seors.unfccc.int/applications/seors/reports/events_list.html；2.UNFCCC 展覽：https://seors.unfccc.int/applications/seors/reports/exhibits_list.html?session_id=COP%2028&_gl=1*1crczy7*_ga*NDkzODgwNjMuMTY5MTY0NTQ5NQ..*_ga_7ZZWT14N79*MTcwMjQzNzgwOC42NS4xLjE3MDI0MzkxNjEuMC4wLjA.

[33] https://unfccc.int/documents/636584

(1)發展替代、新興運輸能源

替代、新興運輸能源現以電氣化為主流，此外的重點為氫能，如COP28中，由美國、澳洲、日本、韓國、新加坡、英國等35國共同簽屬「再生氫、低碳氫、氫能衍生燃料之跨國相互認證意向聲明」，即將氫能納入替代、新興運輸能源選項中，本次參與COP28的法國能源公司Engie集團於2023年12月4日開設歐洲首個綠氫生產、儲存與分配站；航空方面，航空業者空中巴士(Airbus)、殼牌(Shell)與英國GKN航太公司為目前氫能飛機的領先業者，德國漢堡機場成為德國首個加入空中巴士公司氫能網絡的機場[34]。

(2)建立運輸部門與能源部門於淨零轉型期間之合作關係

本次COP28會議中，有多項會議均結合運輸及能源部門之利害關係人進行協商討論，例如由印度及澳洲政府、國際鐵道聯盟(International Union of Raiways, UIC)、國際大眾運輸組織(International Public Transport Union)、歐洲城市網絡POLIS、REN21、Sustentar、UITP、UIC聯合舉辦之「運輸部門達成氣候目標：再生能源能幫忙嗎?」其中論及運輸部門已成為能源消耗的重要部門，預計至2030年時運輸部門將占40%能源相關的碳排量，因此運輸部門去碳化刻不容緩。本議題扣合2023年12月6日由全球永續陸運社群(global sustainable land transport community)提出之倡議，於2030年時，具高能效且非化石燃料的陸路運輸(land transport)將加倍，已有智利及哥倫比亞等60個利害關係團體聯署加入此案。

(3)推動公正轉型及融資

任何轉型必要對原本的產業/價值鏈的既有定位產生衝擊，且地緣位置不同也造成經濟能力的差異，因此本次COP28針對運輸部門亦積極討論如何推動公正轉型及融資，如聯合國環境

[34] https://www.airport-technology.com/news/signal-only-5-of-cop28-hydrogen-projects-get-final-investment-expert/?cf-view

署(UNEO)、荷蘭、比利時、盧森堡、世界銀行、美國加洲非營利之空中醫療服務公司Calstart、美國、世界資源研究所(WSI)、智慧貨運中心(Smart Freight Center)、聯合國教育科學與文化組織(UNESCO)共同舉辦的「規模化交通運輸去碳化融資」，討論主動運輸(active mobility，包含步行及自行車)、重型車輛(巴士、貨車)如何擴大規模去碳化融資。主要結論認為，無論全球北方(Global North，代表已開發國家)或南方(Global South，代表開發中國家)，主動運輸均為最易推行的運輸模式，但必須要一定的融資建置安全的使用者環境，並建議編列種子經費(seed money)以供跨越推動計畫時的瓶頸與阻礙；針對重型公路運具，除加嚴現階段運具規格及空氣污染排放標準外，需要提供去碳化之可預測性(predictability)，以供法規制定者、業者、使用者、基礎設施建置者規劃建設與培訓所需時間與研擬計畫，而淨零轉型前期投資(upfront cost)可透過最適化物流(optimization)及供應鏈電氣化來彌補，且也相當需要政府的運具電氣化補助支持。

第三章 擴充運輸部門淨零評估模型與減量效益推估

3.1 運輸部門淨零評估模型功能擴充

我國法令規範中央主管機關應訂定5年為1期之階段管制目標且各期階段管制目標應於下一期開始前二年提出(2023年)。為協助運輸部門提出溫室氣體排放基線並提出第 3 期減量目標，2022年已先行規劃量化評估工具藉由多項工具整合建構淨零評估模型，並提出運輸部門能源消費基線。

惟運輸服務需求可能會受到經濟、社會或地緣政治等外部因素影響，如疫情對公共運輸需求的變化，而運輸需求改變又會影響基線趨勢。因此本計畫透過探討外部因素對運輸需求之影響，適當強化或擴充評估模型功能以精進基線之評估。爰此，本節分為4個部分進行說明，包括：3.1.1 和 3.1.2分別探討我國人口老化及疫情對運輸需求之影響；3.1.3根據前述探討議題及模型規劃進度呈現修正結果；3.1.4則說明後續工具庫擴充規劃方向。

本工作項目為「強化社經與行為改變分析建構淨零排放評估模型」，分4個部分進行說明(見3.1.1至3.1.4)。表3.1-1為本節之重點摘錄。

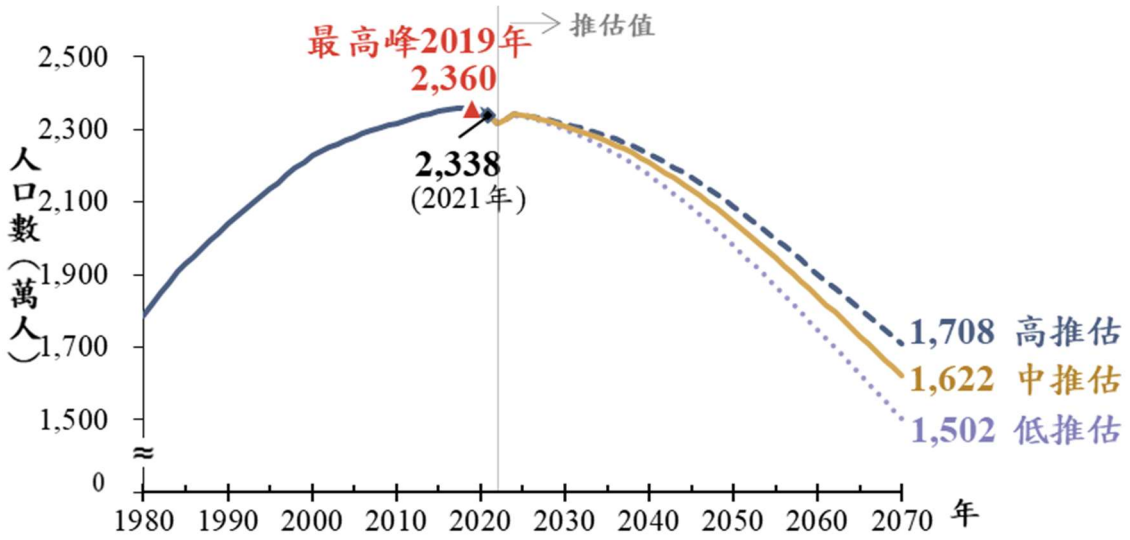
表 3.1-1 強化社經與行為改變分析建構淨零排放評估模型之重點摘錄

工作項目	重點摘錄
3.1.1 人口及年齡結構轉變等社經趨勢輪廓分析	・ 蒐集國發會人口推估及交通部統計報告等資訊，分析人口及年齡結構轉變對運輸服務需求可能產生影響。
3.1.2 疫情後新型態運輸行為探索與輪廓分析	・ 透過關鍵因子設計疫後運輸服務成長情境，用於 3.2.1 小節校估運輸部門基線。
3.1.3 依社經與行為改變分析建構淨零排放評估模組	・ 根據 3.1.1 分析結果，完善淨零排放評估模組。
3.1.4 淨零排放與減碳評估工具庫未來擴充與開發項目規劃	・ 說明因應計畫需求未來可能須開發項目及擴充方向。

資料來源：本計畫整理。

3.1.1 人口及年齡結構轉變等社經趨勢輪廓分析

2022年國家發展委員會(以下稱國發會)發佈的「中華民國人口推估(2022年至2070年)」報告載明，我國自2019年人口達到最高峰2,360萬人後，即步入逐年縮減趨勢，在不同生育水準假設情境[35]下，我國人口數在2070年將降為1,502萬人至1,708萬人，約為2022年之64.8%至73.7%，且生育率假設越低，人口負成長幅度亦將越大，如圖3.1-1所示。

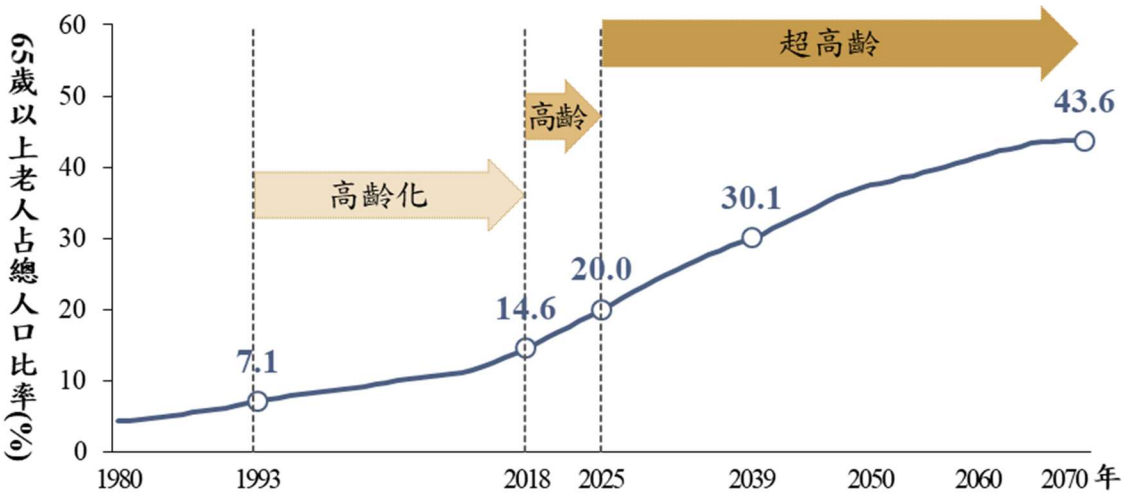


資料來源：國發會，「中華民國人口推估(2022 年至 2070 年)」，2022 年 8 月。

圖 3.1-1 總人口成長趨勢－高、中及低推估

無論在何種生育率情境假設下，幼年及青壯年人口於未來均見減少，老年人口則見增加。以「中推估」為例，如圖3.1-2所示，未來65歲以上人口占總人口比率將逐年攀升，預估由2022年17.5%，上升至2070年43.6%。亦即至2070年，約每10人中即有超過4名為65歲以上之老年人(國發會，2022)。若根據國發會定義「65歲以上人口占比將超過20%，就可稱為超高齡(super-aged)社會。」可知2025年後我國將正式邁入超高齡社會。

[35] 2022 年國發會「中華民國人口推估(2022 年至 2070 年)」設計「高推估」、「中推估」、「低推估」3 種人口成長情境。



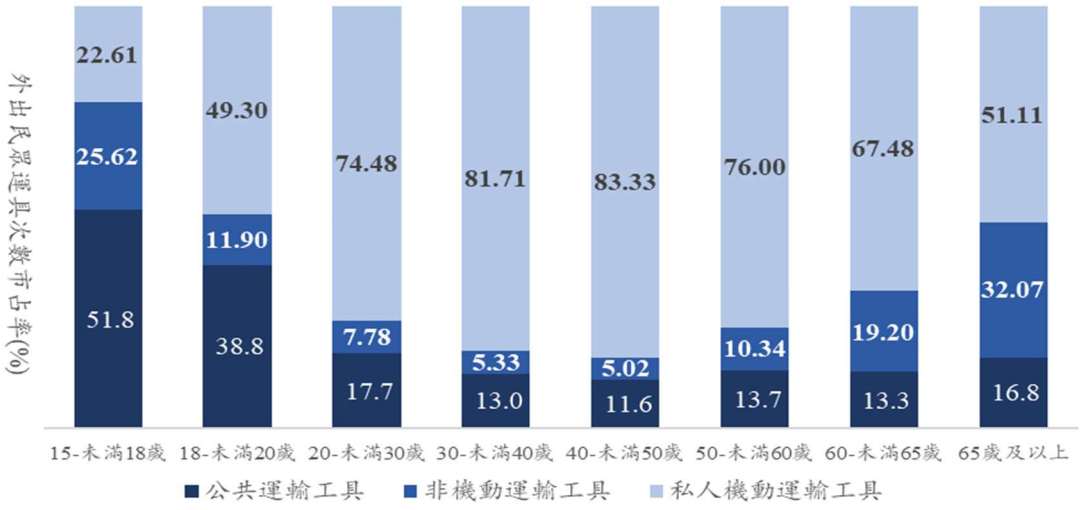
資料來源：國家發展委員會(2022)。

圖 3.1-2 高齡化時程－中推估

人口負成長且邁入超高齡社會可能致使未來運具需求結構發生改變。由「我國各年齡層民眾日常運具使用狀況(交通部，2023)」調查可知，在私人機動運具中，全國使用私人機動運具平均占比約為63.7%，主要集中在「20-未滿65歲」年齡層。相對之下，「65歲及以上」年齡層使用該運具的占比將低於平均(51.1%)，如圖3.1-3所示。又因該年齡層人口數量大於其他年齡層加總[36]，當人口持續負成長且「20-未滿65歲」年齡層老化後，推測因運輸需求改變而導致私人機動運具需求結構可能逐漸減少。

在公共運輸部份，全國使用平均占比為19.8%。其中，「20歲-未滿65歲」使用占比都呈現偏低情況(低於平均)。但如圖3.1-3所示，「65歲及以上」使用該運具占比卻接近平均值(16.8%)。因此推測當年齡結構老化，現在「20-未滿65歲」的人口逐漸轉為「65歲及以上」後，可能因運具需求改變而導致公共運輸需求結構反而增加。

[36] 以 2022 年國發會「中華民國人口推估(2022 年至 2070 年)」中推估人口成長情境為例，2030 年「20 歲-未滿 65 歲」人口數為 14,007,201 人，「15 歲-未滿 20 歲」和「65 歲及以上」人口數加總則為 6,631,137 人。



資料來源：交通部統計處(2023)。

圖 3.1-3 各年齡層運具使用次數市占率

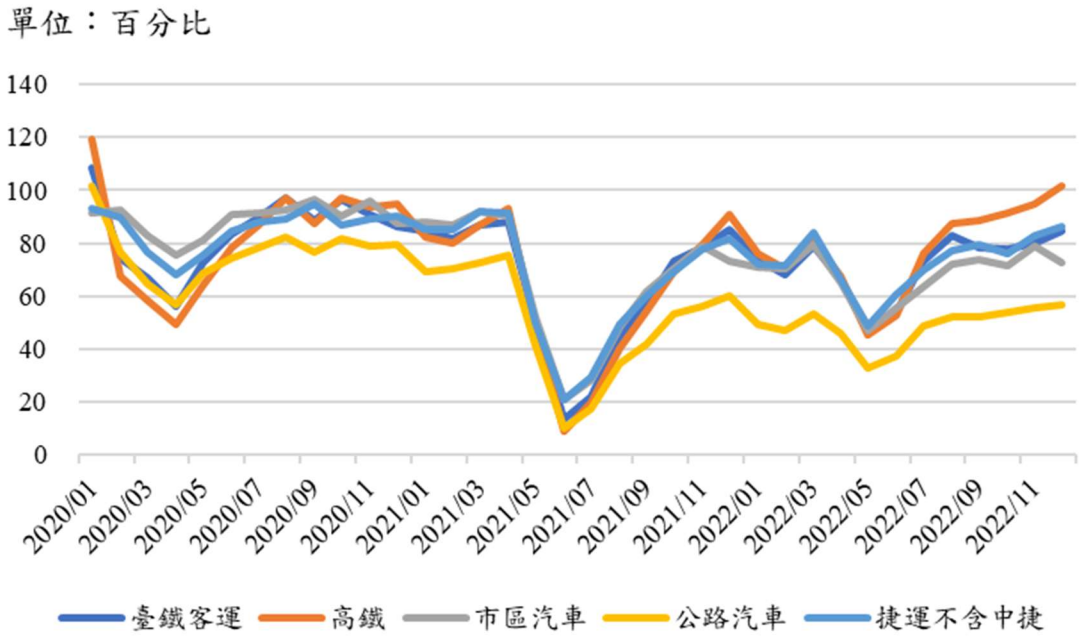
3.1.2 疫情後新型態運輸行為探索與輪廓分析

由於我國運輸需求在疫情期間發生變化，為了解疫後需求是否持續影響進而改變運輸部門溫室氣體排放基線。因此本小節觀察疫後運量變化，並據此設定情境俾利做為基線校估之參考依據。以下依據客運和貨運分別探討。

1.客運情勢

本計畫以2019年客運運量(延人公里)月資料為基期計算並觀察疫情期間我國公共客運變化情勢。如變化幅度大於100%，表示2023年月運量高於2019年同期；反之，則低於2019年同期。

如圖3.1-4所示，可發現公共運輸幾乎呈現負成長。尤其在2021年5月萬華龍山寺發生群聚感染事件，所有運量都顯示大幅衰退現象。截至2021年8月第三級警戒取消後，運量方有所恢復。整體而言，**客運運量會受疫情影響而下降，且隨疫情情勢惡化而加劇，故本計畫認為疫情對客運運量存在直接影響**。



註 1：以2019年客運運量(延人公里)月資料為基期計算。以9月為例，疫情期間我國公共客運9月變化幅度=2020年9月公共客運運量÷2019年9月運公共客運運量×100。

註 2：因臺中捷運為2021年4月起正式營運，為求比較基準一致性，2020年捷運運量未將臺中捷運運量納入計算。

註 3：資料最後更新日期2023年11月。

資料來源：交通部統計查詢網。

圖 3.1-4 疫情期間對我國公共客運影響

隨著政府逐漸鬆綁禁令如禁止群聚、室內配戴口罩或大眾運輸配戴口罩等措施後，民眾對於疫情影響感受似乎也逐漸下降。以高鐵運量而言，如表3.1-2所示，2023年1月至9月相較2019年同期除2月運量(93.1%)仍低於疫前，其他月份的運量皆已超越疫前水準。在捷運方面也是呈現逐漸恢復情形，雖然平均月運量仍(92.5%)低於疫前同期，但9月運量(100.04%)也首次高於疫前同期。相較之下，臺鐵在同期的運量月變化則平均維持在91.5%左右。

表 3.1-2 疫後我國公共客運變化幅度

日期	臺鐵客運	高鐵	捷運	市區公車	公路客運
2023/01	98.0%	113.9%	79.3%	68.4%	55.2%
2023/02	86.4%	93.1%	96.6%	83.1%	55.0%
2023/03	87.8%	102.0%	93.6%	78.6%	55.6%
2023/04	94.2%	105.6%	89.9%	73.4%	57.5%
2023/05	92.5%	104.3%	92.0%	75.7%	56.6%
2023/06	89.6%	101.0%	92.2%	75.2%	53.8%
2023/07	89.8%	103.4%	92.3%	71.1%	55.3%
2023/08	94.9%	108.4%	96.3%	76.9%	56.7%
2023/09	90.7%	100.7%	100.0%	78.0%	55.7%
平均值	91.5%	103.6%	92.5%	75.6%	55.7%

註 1：以2019年客運運量(延人公里)月資料為基期計算。以9月為例，疫後我國公共客運9月變化幅度=2023年9月公共客運運量÷2019年9月運公共客運運量×100。

註 2：因臺中捷運為2021年4月起正式營運，為求比較基準一致性，2023年捷運運量未將臺中捷運運量納入計算。

註 3：資料最後更新日期2023年11月。

註 4：-- 表示尚未公告資訊。

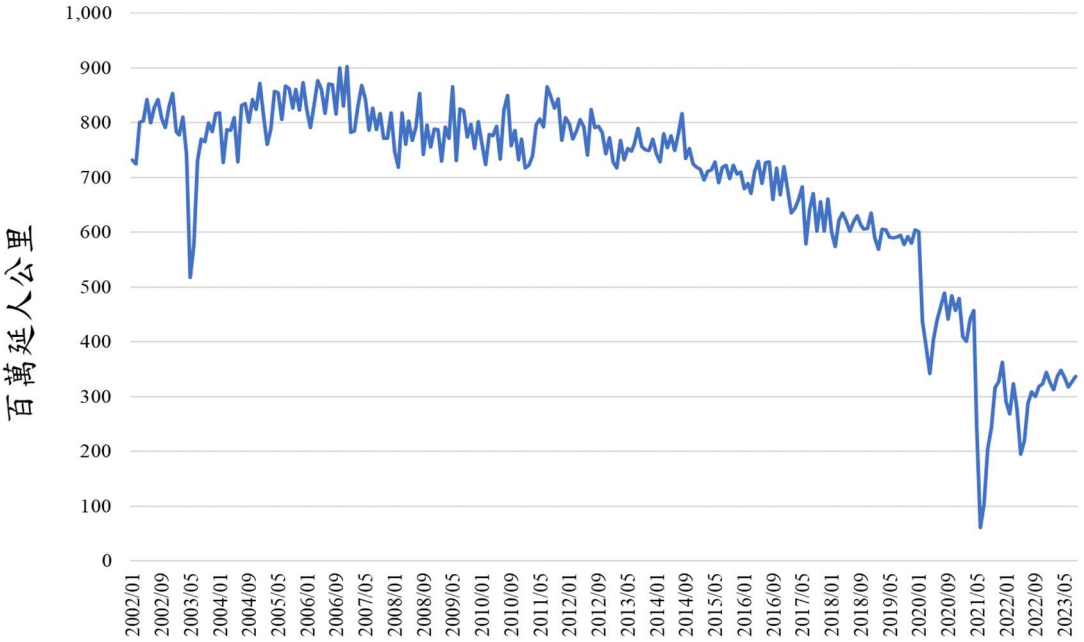
資料來源：交通部統計查詢網。

根據統計資料可知我國軌道客運在疫後的運量已與疫前相近且近期疫情致死率上升跡象已不復存在。因此本計畫假設民眾搭乘軌道運輸習慣不變，預期高鐵運量自2023年就恢復疫前水準，而捷運及臺鐵客運之運量則有望在2024年恢復至疫前水準。未來運量則不再受疫情影響，各運具成長趨勢依據疫前變化發展。

在公路客運方面，如表3.1-2所示，其運量恢復程度皆不如軌道運輸。以市區公車而言，雖然2月運量的變化幅度(83.1%)已高於1月(68.4%)將近15%；但隨後3月及之後的運量變化幅度又再度下降，平均月變化量為75.6%。

對比之下，公路客運的恢復動能乍看之下更加疲軟。2023年平均月運量僅為2019年同期水準約55.7%。然而如圖3.1-5所示，可發現我國公路汽車運量自20年前就開始呈現下降趨勢。若以2002年1月至2019年12月的進行探討，可推算在此時間區間的運量年均成長率為-0.32%。換句話說即便沒有疫情影響，我國公路汽車運量原本

就因其他非疫情因素[37]呈現下跌的趨勢，尤其是近十年更為明顯。



資料來源：交通部統計查詢網。

圖 3.1-5 公路客運運量歷史變化趨勢

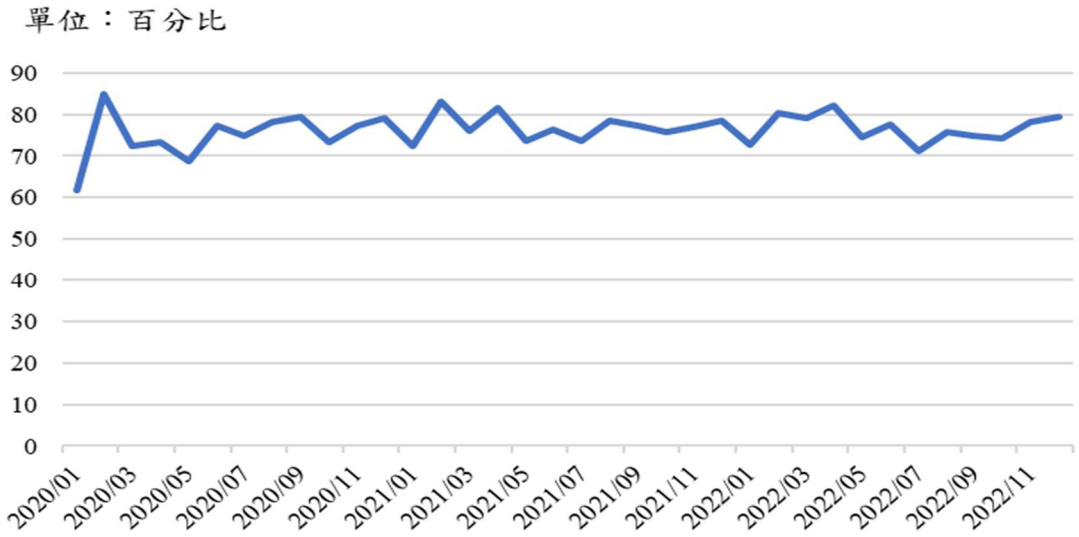
有鑑即便在「安全」的前提下，市區公車或公路客運的運量都還是低於疫前水準。隱含短期內運量要恢復至疫前水準的可能性較低。因此在市區公車部份假設將於2025年達到疫前水準；相對之下，公路客運運量減少原因，部分來自疫情，部分來自其他非疫情因素，故考量過去變化趨勢假設2025年將恢復至2020年運量水準，但未來運量不會超過疫前水準。

2.公路貨運情勢

疫情期間公路貨運運量相較疫前水準大概維持在76.3%左右，如圖3.1-6所示。乍看之下，公路貨運運量確實會受疫情影響而下降。但考慮我國疫情在2021年5月(萬華社區感染)及2022年5月(防疫措施放寬)分別出現確診案例明顯上升之趨勢，而公路貨運運量與疫前相比卻未有明顯變化幅度。由此可見，我國公路貨運運量雖然會受疫情影響，但卻不會因疫情惡化而加劇影響，故本計畫認為疫情對公路貨運僅存在間接影響。因此藉由文獻探討，了解可能影響貨

[37] 蔡欽同等人(2023)指出主是公車整體市場(市區客運+公路客運)運量衰退主因要係受到具替代性質之市區公車路線影響或受到與路線平行之臺鐵、捷運或高鐵影響。

運運量的主要因素並做為情境設定之參考依據。



註 1：以2019年貨運運量(千噸公里)月資料為基期計算。以9月為例，疫情期間我國貨運9月變化幅度=2020年9月貨運運量÷2019年9月貨運運量×100。

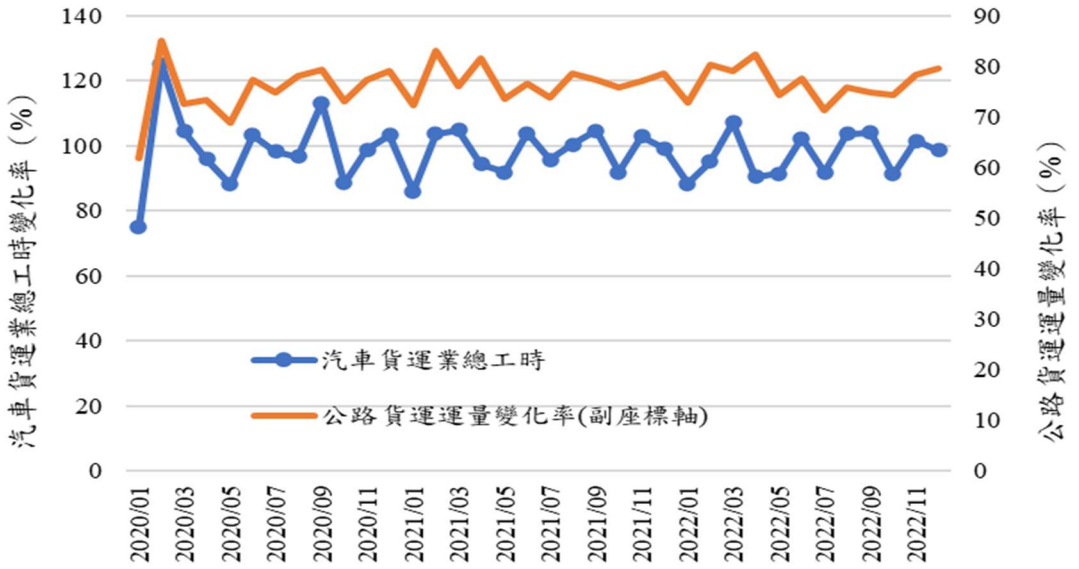
註 2：資料最後更新日期2023年11月。

資料來源：交通部統計查詢網。

圖 3.1-6 疫情期間對我國公路貨運影響

本計畫認為在諸多因素中，汽車貨運業總工時與公路貨運運量受疫情影響變化的相關性較高，如圖3.1-7所示。依據文獻指出，相關係數0.3以下為低相關，0.3~0.7為中等相關，0.7以上為高度相關(黃姵嫙，2018)。採用相關係數衡量兩變數，經四捨五入後可得0.7，屬於高度相關。因此本計畫透過觀察勞動總工時趨勢，分析汽車貨運運量未來變化。

觀察2023年月公路汽車貨運運量趨勢(如表3.1-3)，發現整體運量仍低於疫情水準，1月至8月之間平均月運量僅為疫前75.9%。但若觀察汽車貨運業總工時趨勢，雖然1月明顯低於疫前水準，僅為疫前約69.7%。但整體趨勢卻呈現恢復甚至超越疫前。換句話說，雖然2023年公路汽車貨運月運量可能受到國際貿易情勢低迷影響，仍低於疫前水準，但未來運量卻有望逐漸回升。



註 1：以2019年總工時(小時)和貨運運量(千噸公里)之月資料為基期計算。以9月總工時為例，疫後總工時9月變化=2023年9月總工時÷2019年9月總工時×100。

註 2：資料最後更新日期2023年11月。

資料來源：(1)行政院主計總處，薪情平台查詢系統；(2) 交通部統計查詢網。

圖 3.1-7 汽車貨運業工時與公路貨運運量之關聯

表 3.1-3 疫後我國公路貨運變化幅度

日期	公路汽車貨運量	汽車貨運業總工時
2023/01	67.7%	69.2%
2023/02	91.9%	125.6%
2023/03	79.6%	113.3%
2023/04	77.7%	83.8%
2023/05	74.1%	96.5%
2023/06	73.1%	103.7%
2023/07	70.2%	89.8%
2023/08	72.9%	103.6%
平均值	75.9%	98.2%

註 1：以2019年總工時(小時)和貨運運量(千噸公里)之月資料為基期計算。以9月總工時為例，疫後總工時9月變化=2023年9月總工時÷2019年9月總工時×100。

註 2：資料最後更新日期2023年11月。

資料來源：(1)行政院主計總處，薪情平台查詢系統；(2) 交通部統計查詢網。

3.疫後運輸需求情境

總結上述分析：(1)高鐵運量已超越疫前運量，故未來將不受疫情影響持續成長；(2)臺鐵客運及捷運的運量已逐漸恢復，預期2024年將回到疫前水準並依據疫前增長速度成長；(3)市區汽車運量將逐漸恢復並於2025年達到疫前水準，爾後則遵循過去成長趨勢變化；(4)公路汽車將於2025年恢復至2020年運量水準，但未來運量不會超過疫前水準；(5)2023年貨運運量維持在疫前約76%的水準，未來則視經濟發展動能提升而逐漸恢復運量。

因本計畫依工作時程規劃進行推估之時，運量統計數據僅累積至2023年9月。因此，本計畫根據前述探討結果訂定「疫後運輸服務情境」，用以做為運輸部門基線歷史校估之參考依據。有關疫後運輸服務成長設計情境整理見表3.1-4。

表 3.1-4 疫後運輸服務情境

運輸服務別	情境設定
高鐵	2023年後成長趨勢與疫前一致
臺鐵客運	2024年將回到疫前水準並依據疫前增長速度成長
捷運	2024年將回到疫前水準並依據疫前增長速度成長
市區公車	2025年達到疫前水準，爾後則遵循過去成長趨勢變化
公路客運	2025年恢復至2020年運量水準，但未來運量不會超過疫前水準
公路貨運	2023年貨運運量維持在疫前約76%的水準，未來則視經濟發展動能提升而逐漸恢復運量

資料來源：本計畫整理。

3.1.3 依社經與行為改變分析建構淨零排放評估模組

本計畫淨零排放評估模組是由計量工具、「可計算一般均衡模型(Computable general equilibrium, CGE)[38]」、個別策略工具與「低碳排分析平台(Low Emissions Analysis Platform, LEAP)」所組成。基於3.1.1小節結論，已知悉年齡結構老化對運輸需求之影響。因此，本小節說明如何精進淨零排放評估模組中的CGE模型，以模擬年齡結構老化對未來運量需求的影響。後續則依計畫工項需求說明個別策略工具和LEAP模型之成果。

1.CGE模型修改說明

在整個淨零排放評估模組中，CGE模型主要負責求解基線和模擬價格工具(如油價補貼取消或碳費執行)實施對各運具需求的影響。由於本計畫工作重點之一為基線產出，故聚焦於基線模擬機制的修正。

在既有模型中並未有年齡結構相關機制設定，僅藉由外生給定人口數量計算出勞動供給稟賦，另透過模型機制則可求解最適勞動量或稱勞動要素均衡值。然而，基於年齡結構對運輸服務需求乃至於基線之重要性，本計畫另參考文獻將其納入求解機制中。

本計畫依據國發會之人口數量推估結果，設計兩組情境，以模擬當人口分別依其「中推估」與「低推估」之人口總數及年齡結構變化時，對於運輸服務需求及能耗之影響。換句話說，該情境僅存在人口和年齡結構之差異。

在人口「中推估」情境下，隨著時間經過，整體客運運量結構將往公共運輸移動，私人運輸運量占比逐漸下降，如表3.1-5所示。此效果係綜合了經濟增長創造的運輸服務需求、人口下降縮減的運輸服務需求、人口結構變化帶來的運具結構變化等各項因素所產生的結果。另外不同人口趨勢設定下，「低推估」的私人機動運具占

[38] 計量工具產出結果係用於校估 CGE 模型基線，相關結果已於 2022 年產出。詳見本所出版品「建構運輸部門 2050 深度減碳評估模型及推動溫室氣體減量(1/2)—模型建構與減碳工作推動，2022」。

比將略高於「中推估」。

表 3.1-5 人口結構對客運運量的影響

		公共運輸運具		私人機動運具	
		運量	運量占比	運量	運量占比
		百萬延人公里	百分比	百萬延人公里	百分比
中推估	2023	68,059	20.0%	261,249	76.6%
	2030	72,867	21.0%	262,099	75.5%
	2050	77,014	23.9%	232,733	72.3%
低推估	2023	68,030	20.0%	261,101	76.6%
	2030	72,642	21.0%	261,088	75.5%
	2050	75,309	23.9%	228,041	72.4%

註：因未加入如輔助型公共運輸(營業小客車)或空中客運等運具，故運具結構加總不等於100%。

資料來源：本計畫整理。

2.個別策略工具成果說明

本計畫規劃應用個別策略工具銜接CGE產出，以推算基線趨勢下各運具別的存量數進而衡量推動措施之減量效益。依據章節規劃，於此處說明工具運作機制，相關評估結果則見3.2.2小節說明。

「個別策略工具」是結合由上而下和由下而上的特點所建置的評估工具。其評估機制如圖3.1-8所示，圖內綠框表示重要外生變數，黃框標示重要內生變數，虛框則為研究流程所採用方法。

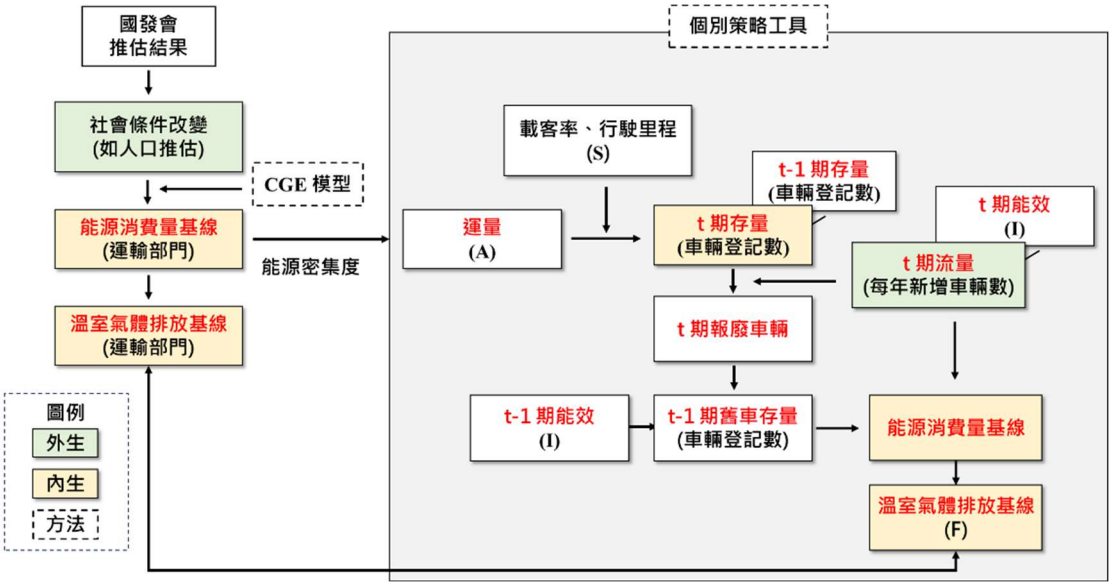


圖 3.1-8 個別策略工具運作機制示意圖

整個研究流程將先應用CGE模型模擬未來國家經濟發展趨勢。透過 CGE 模型的最適決策機制，求解每年國家經濟發展趨勢及各產業的能源需量，經彙整即可推算運輸部門各運具別的能源消費量。

緊接著依據ASIF[39]方程式概念，藉由能源消費量和能源密集度(能源消費量/延人公里)求算未來每年的運量($PKT_{t,i}$)變化。本計畫另假設未來的載客人數($P_{t,i}$)及行駛里程($KM_{t,i}$)不變。因此透過式(1)可求算運具別 i 在 t 期存量($S_{t,i}$)。式(1)中的下標 t 表示時間點，i 表示運具別。

$$S_{t,i} = \frac{PKT_{t,i}}{\overline{P_i} \times \overline{KM_i}} \qquad \text{式(1)}$$

假設模型產出 t-1 期及 t 期運具別 i 的存量，分別以 $S_{t-1,i}$ 和 $S_{t,i}$ 計數。兩者相減可能會有正數、負數與零這3種情況發生。正數代表我國在 t 期對運具別 i 的需求增加；相反地，負數則隱含經濟需求下降致使運具別 i 的需求相較前期減少；最後，零則代表需求不變。參考文獻可知 t 期運具存量又與 t-1 期運具存量、t 期新增車輛(或稱流量，$SL_{t,i}$)及 t 期報廢車輛($SP_{t,i}$)存在如式(2)之關聯(Jong et al., 2004)。因此有部分文獻採用如 logistic 函數估計車輛存活函數(Survival function)以求得未來每期報廢車輛數，所求帶入式(2)即可求得未來每期新增車輛數(Roca- Puigròs et al., 2023)。

$$S_{t,i} = S_{t-1,i} - SP_{t,i} + SL_{t,i} \qquad \text{式(2)}$$

但考量基線預測的目的之一是做為減量措施潛能評估的比較基準，而國發會公告的關鍵戰略7已明載運具電動化市售比的計算基礎是依公路總局統計2019-2021年平均新領牌照數(小客車38萬輛、機車90萬輛)所計算。換句話說，為確保比較基準一致，本計畫參考關鍵戰略7作法直接外生設定每期新增車輛數(流量)。最後透過式(2)則可算出 t 期報廢車輛數，進而推算 t-1 期出廠車輛在 t 期還存活的存量數。將各期車輛數除以相對年份的能效即可計算當

[39] ASIF：將經濟活動的碳排量區分為 4 個因子進行估算。以運輸為例，包含 Activity 代表運輸工具的運量，Structure 代表不同模組型態，Intensity 表示為能源消費量的數值，而 Fuel 代表燃料的含碳量。

期的能源消費基線。最後依據不同能源別乘上相對應的排放係數即可算出運輸部門的溫室氣體排放基線。

3.LEAP模型功能擴充成果說明

LEAP模型是「低碳排分析平台(Low Emissions Analysis Platform, LEAP)」之簡稱。該模型在建構運具別甚至次要技術等資料時，其架構相對清晰(樹狀圖呈現)且模擬結果可視覺化呈現。因此隨著需模擬的運具別或次要技術增加(如氫能)，本計畫規劃長期以該模型逐步替代個別策略工具部份功能。簡單來說，即由個別策略工具計算各情境下運具別運量占比並匯入LEAP模型，配合LEAP模型中其他外生變數如能源密集度就可模擬運輸部門之能源需求及溫室氣體排放。

根據本計畫對LEAP模型的建置規劃，需完成「電動車之次要技術項目(各類型式與性能)」評估功能。「電動車之次要技術項目」意指不同燃料別的電動車車輛。依據IEA分類又可將電動車之次要技術項目包括純電動車(Battery Electric Vehicle, BEV)、油電混合車(Hybrid Electric Vehicle, HEV)、插電式油電混合動力車(Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEV)、增程型電動車(Extended Range Electric Vehicle, EREV)與燃料電池電動車(Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV)。其中FCEV即所謂氫能車。

以下以運具電動化為例，呈現「電動車之次要技術項目評估功能」之成果。基線和情境之間所各衡量的運具次要技術如表3.1-6所示。由於LEAP模型主要模擬機制是根據ASIF之架構設定，而A和F又分別來自CGE模型產出及聯合國政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)公告數據。因此要建置該評估功能首先應先推估次要技術之運量占比。計算方式分兩層面計算(1)透過關鍵戰略7所訂定的普及率推算各運具別中，電動運具的運量占比；(2)依據交通部統計查詢網中，電動車次要技術之車輛登記數推算次要技術運量占比。

表 3.1-6 次要技術設定：依情境別分

運具別			次要技術	
			基線	運具電動化情境
客運	公路	自用小客車	汽油、柴油	純電動車 油電混合 插電式混和電動車
		營業小客車	汽油、柴油	
		機車	汽油	電力
		自用大客車	柴油	
		遊覽車	柴油	
		市區公車	柴油	電力
		城際客運	柴油	氫能
	軌道	臺鐵	電力	
		高鐵	電力	
		捷運	電力	
貨運	公路	自用小貨車	汽油、柴油	
		營業小貨車	汽油、柴油	
		自用大貨車	柴油	
		營業大貨車	柴油	
	軌道	臺鐵貨運	電力	

資料來源：本計畫整理。

另外氫能發展技術因尚未進入成熟階段，但預計在中長程運輸較具優勢，且淨零戰略中優先以公路客運做為示範推廣目標。因此假設氫能運具經過3年的試辦驗證，於2026年起於公路客運進入推廣期，並逐步汰換舊有車輛，至2040年幾乎完全取代傳統柴油引擎。能源密集度則參考各大車輛製造商(BMW、現代、豐田)能效測試數據推算，預計將比目前電動大客車效率提升3~4倍左右。考量未來氫能技術仍具進步潛力，故能源密集度以電動車能源密集度乘上0.3推算。[40]

模擬結果如表3.1-7所示，2030年運具電動化情境的溫室氣體排放相較基線約減少7.6%(約減少3,057千公噸CO_2e排放)。隨電動化普及率提高，2040年減量成效又增加約18% (約減少10,455千公噸CO_2e排放)。

[40] 本計畫假設使用之燃料電池為綠氫(製造過程為純綠電)，故排放係數以 0 設定。

表 3.1-7 運具電動化政策結果比較：LEAP 模型

情境		2025	2030	2035	2040
能源需求(千公噸油當量)	基線	13,687	13,876	13,900	13,758
	運具電動化情境	13,321	12,737	11,640	9,915
	變化量	-366	-1,139	-2,260	-3,843
	變化幅度(%)	-2.7	-8.2	-16.3	-27.9
溫室氣體排放(千公噸CO_2e)	基線	39,667	40,104	39,983	39,591
	運具電動化情境	38,692	37,047	33,746	29,136
	變化量	-975	-3,057	-6,237	-10,455
	變化幅度(%)	-2.5	-7.6	-15.6	-26.4

註：LEAP：低碳排分析平台(Low Emissions Analysis Platform)
資料來源：本計畫整理。

3.1.4 淨零排放與減碳評估工具庫未來擴充與開發項目規劃

因應《氣候變遷因應法》需求，本計畫規劃開發淨零排放與減碳評估工具庫，用以評估包括但不限於運輸部門之基線和減量措施效益評估。但就現實面而言，運輸部門具體行動的實際減量效益可能受到不同外部因素影響而提前達成或延宕。外部因素可想像為系統性風險，因無法事先透過措施規避其影響，如疫情、社會老年化或地緣政治事件，進而直接或間接影響運輸部門具體行動的預期效益，導致實際排放與政府擘劃的淨零排放路徑產生差異。因此本計畫規劃持續維持並擴充與開發淨零排放與減碳評估工具庫。

長期開發方向則將以任務導向規劃未來擴充與開發項目。舉例來說，若未來本模型持續配合因應《氣候變遷因應法》做為支援行動方案研擬，則可依據不同目的進行維護、擴充或開發，包括(1)基線推估暨更新：建議配合主計總處最新產業關聯表，更新模型資料庫並重新校估基線(每5年1次)。(2)淨零路徑修訂：淨零路徑規劃事關未來階段管制目標訂定方向及行動方案擬定內容。然而路徑規劃牽涉技術、經濟、環境或其他層面，每個層面又可設定不同準則目標如技術可行性、成本最小、污染最小或甚至多項準則目標。不同目標適用模型或工具亦不相同。若要盡可能精確計算不同準則目標之路徑，可能更需要結合ICT[41]技術和

[41] ICT：資訊及通訊技術或資訊通訊科技(Information and Communications Technology)

大數據資料庫掌握民眾確切旅運行為。惟此目的所圖甚大，所需耗費資源亦相對龐大。因此建議先釐清可能需求，方可有效率地進一步規劃方向。(3)面臨減量缺口，設算弭平缺口應達條件：根據3.2.2節可知未來運輸部門可能須承擔較高的減量目標，一旦既有措施實施仍存在減量缺口，其中1個做法就推估既有措施目標應提高多少才可弭平缺口。目前本計畫已初步完成評估機制，後續可依法修正內容擴充評估範疇，如電動車能效提升之效益評估。(4)其他措施減量效益評估：當面臨減量缺口時，另一做法是應將其他措施納入考量，例如共享汽機車。

以LEAP模型為例。若要衡量共享汽機車可能帶來的減量效益，應先釐清其效益來源為何。假設其溫室氣體減量效益來源為私人運具需求移轉所減少能耗，則應先推估共享汽機車運量占總運量之結構占比。此外，根據LEAP模擬機制尚需掌握共享汽機車的能源密集度。由於共享汽機車和自用小客車的使用情況相異，故在推算上述變數之前應蒐集包括共享車輛數、平均行駛里程、周轉率與其他重要參數，方可評估該措施的溫室氣體排放之減量效益。

3.2 運輸部門溫室氣體排放之減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線研析

本項工作旨在評估運輸部門能源需求和溫室氣體排放之基線，並評估節能措施帶來的減量潛能，以供決策者做為第三期階段管制目標訂定的參考依據。為達成此目的，規劃先於3.2.1呈現運輸部門能源需求及溫室氣體的基線推估結果。緊接著則在3.2.2著手盤點國發會在2022年12月所公告的關鍵戰略中，實際與運輸部門相關的減量措施及預期目標。最後則說明個別策略工具評估結果，包含節能措施執行後預期可節省的能源需求及相對可減少的溫室氣體排放。

本工作項目為「研析第三期運輸部門溫室氣體排放之減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線」，分2個部分進行說明(見3.2.1至3.2.2)。表3.2-1為本節之重點摘錄。

表 3.2-1 研析第三期運輸部門溫室氣體排放之減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線之重點摘錄

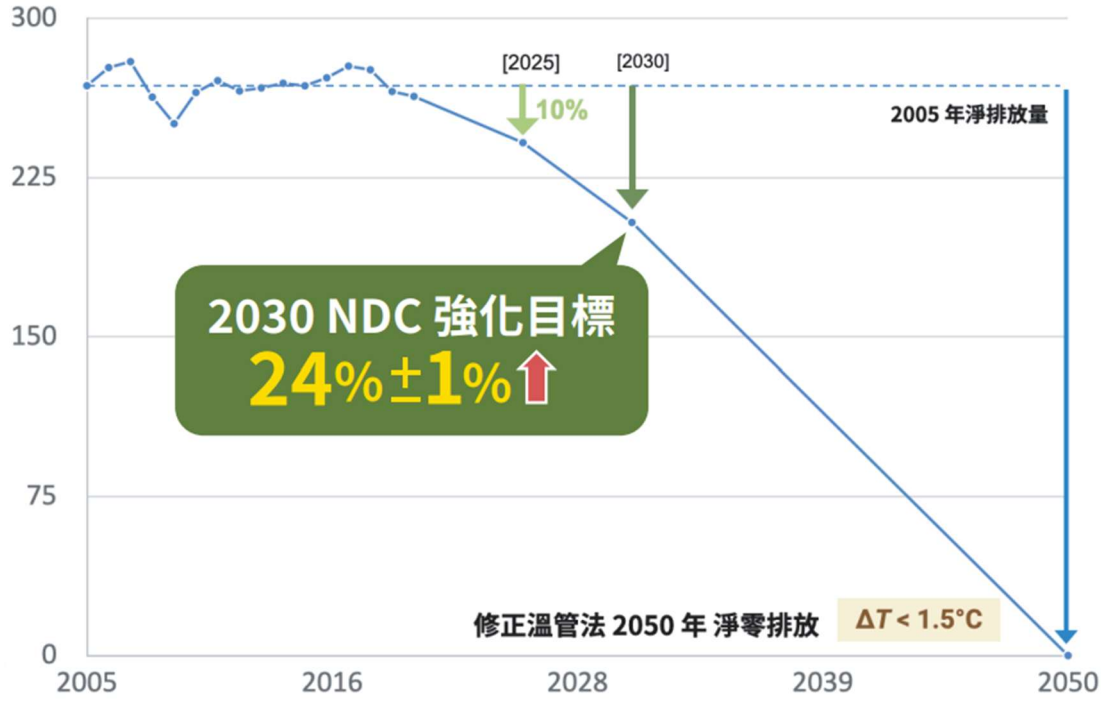
工作項目	重點摘錄
3.2.1 評估運輸部門能源需求及溫室氣體排放基線	・ 考量 3.1.2 小節疫後對運輸服務需求影響，模擬且校估運輸部門能源需求及溫室氣體排放之基線。
3.2.2 評估運輸部門淨零排放路徑與策略之減碳效益與淨零排放缺口	・ 盤點 12 項關鍵戰略與運輸部門有關之推動措施及預期效益。 ・ 評估節能措施之減量潛能。 ・ 針對第三期階段管制目標訂定提出建議。

資料來源：本計畫整理。

3.2.1 評估運輸部門能源需求及溫室氣體排放基線

為達到永續發展目標，我國早於2015年提出《溫室氣體減量及管理法》。但在2021年第26屆聯合國氣候變遷會議(COP26)中除明達成逐步減少煤炭使用的共識外，另提出藉由「淨零」(Net Zero)的氣候行動來積極應對更加嚴峻的氣候變遷問題。因此，2023年我國正式頒佈《氣候變遷因應法》取代原有《溫室氣體減量及管理法》，並於第4條中載明「國家溫室氣體長期減量目標為中華民國一百三十九年溫室氣體淨零

排放」，如圖3.2-1所示。



單位：百萬公噸二氧化碳當量

資料來源：國發會(2022.12)，淨零轉型之階段目標及行動

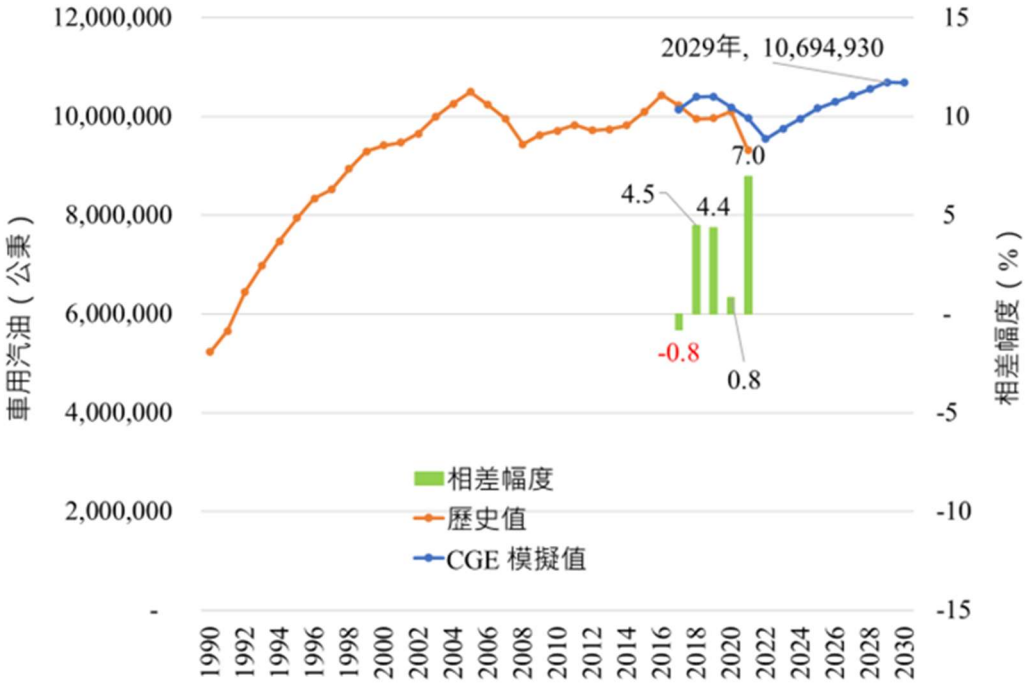
圖 3.2-1 全國溫室氣體排放路徑示意圖

在此目標下，運輸部門已於第一期(2016年-2020年)和第二期(2021年-2025年)分別訂定「相較2005年排放水準(37,989千公噸CO_2e)，再減少2%和6.79%的排放量。」又因該法第10條第1項及第4項另規範「為達成國家溫室氣體長期減量目標，...訂定五年為一期之階段管制目標...」且「各期階段管制目標，...應於下一期開始前二年提出。」爰此，本計畫規劃提出運輸部門第三期階段管制目標訂定建議。惟計算目標之前得先掌握未來部門排放趨勢，即所謂「基線」。因此，本計畫先於下方呈現基線推估結果。

1.能源消費量

為確保基線趨勢與歷史趨勢相符，本計畫依據前述校估流程校估能源消費量。由於本所CGE模型資料庫係以2016年為基準並配合最新資料更新至2021年，因此利用經濟部能源署所公告的能源平衡表數據(2017年-2021年)進行歷史校估以模擬2022年-2023年各能源類別之能源需求。

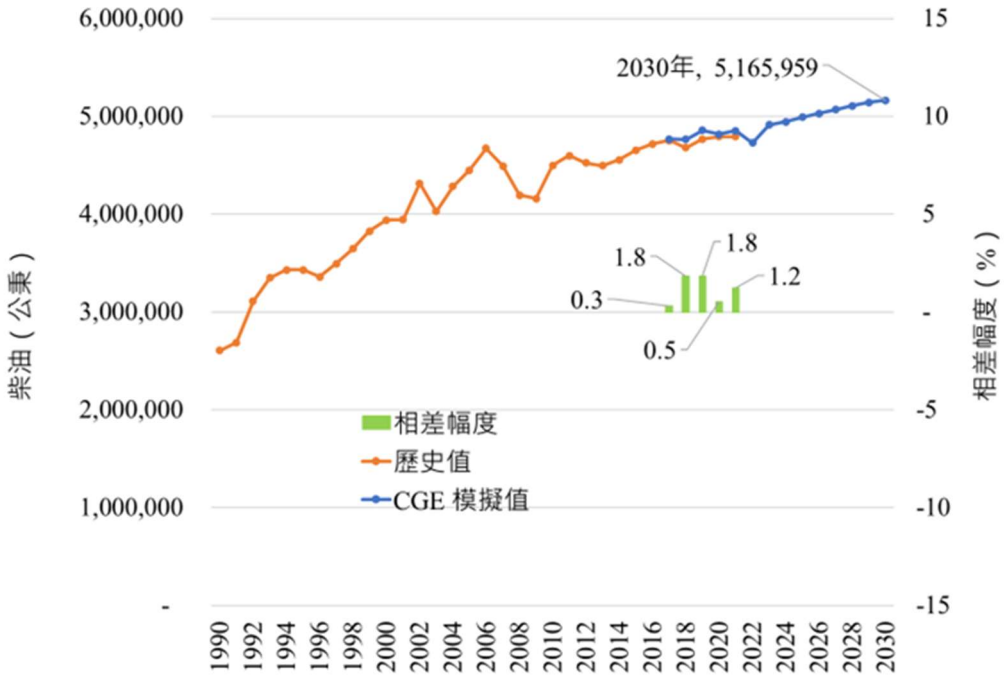
校估結果如圖3.2-2所示。其中，橘線為歷史消費量而藍線為模擬值，兩者差幅則以綠色長方圖表示。車用汽油在近5年最大差幅為2021年(7%)，但整體仍控制在10%的誤差水準之內。短期而言，車用汽油將隨GDP成長而有所提高；惟長期將因GDP成長幅度趨緩且部門生產技術逐步提升，致使能源需求逐步減少。預計2029年將達到峰值，約10.6百萬公秉。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-2 能源消費量基線校估結果：車用汽油

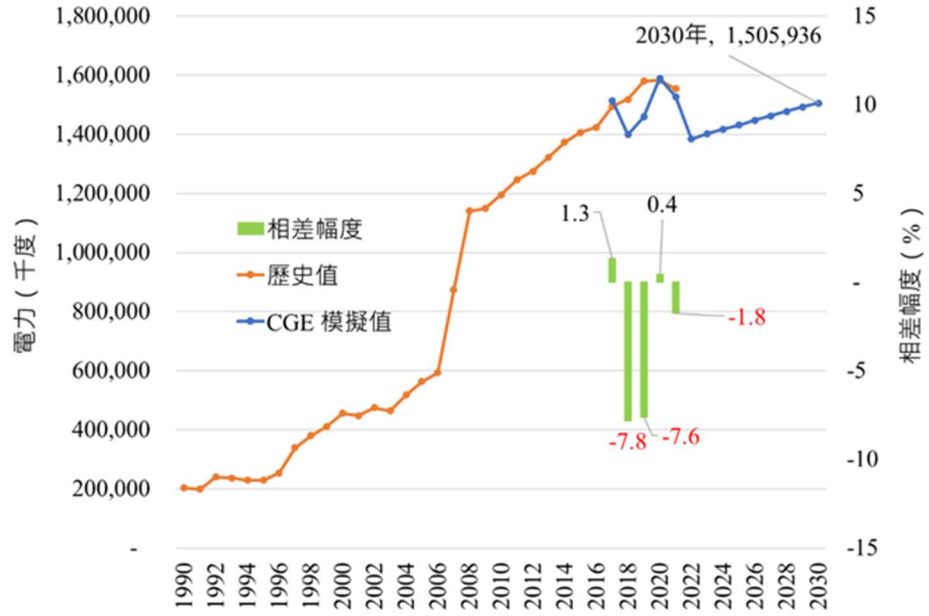
另外在柴油部分，校估結果如圖3.2-3所示。柴油在近5年最大差幅為2018年(2%)，其餘年份誤差水準亦控制在2%之內。整體而言，雖然柴油小客車及大客車(除市區公車)在近年需求呈現下降趨勢，但因公路貨運需求持續提升，故模擬結果顯示柴油需求持續增加，預計2030年約需5.2百萬公秉柴油。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-3 能源消費量基線校估結果：柴油

在電力部分，近五年誤差最大的年份為2018年(7.8%)，其餘年份誤差水準亦控制在10%之內。總結來說，因過去實施臺鐵電氣化且捷運和高鐵等軌道運輸陸續開通，故未來電力需求將持續上升。預計2030年的電力需求分別為1,505.9百萬度，如圖3.2-4所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-4 能源消費量基線校估結果：電力

除了上述車用汽油、柴油與電力等主要能源別外，運輸部門尚會消費包括航空用油-煤油型(國內航空)、燃料油與液化石油氣等能源。但因其能源消費量遠低於車用汽油、柴油與電力，為避免將其誤差控制在10%以內而放大主要能源別誤差，本計畫未針對非主要能源別進行校估。最後，為配合後續行政作業需求，遂將除電力以外的能源消費量轉為**公秉油當量**，詳如表3.2-2所示。

表 3.2-2 運輸部門能源消費量基線

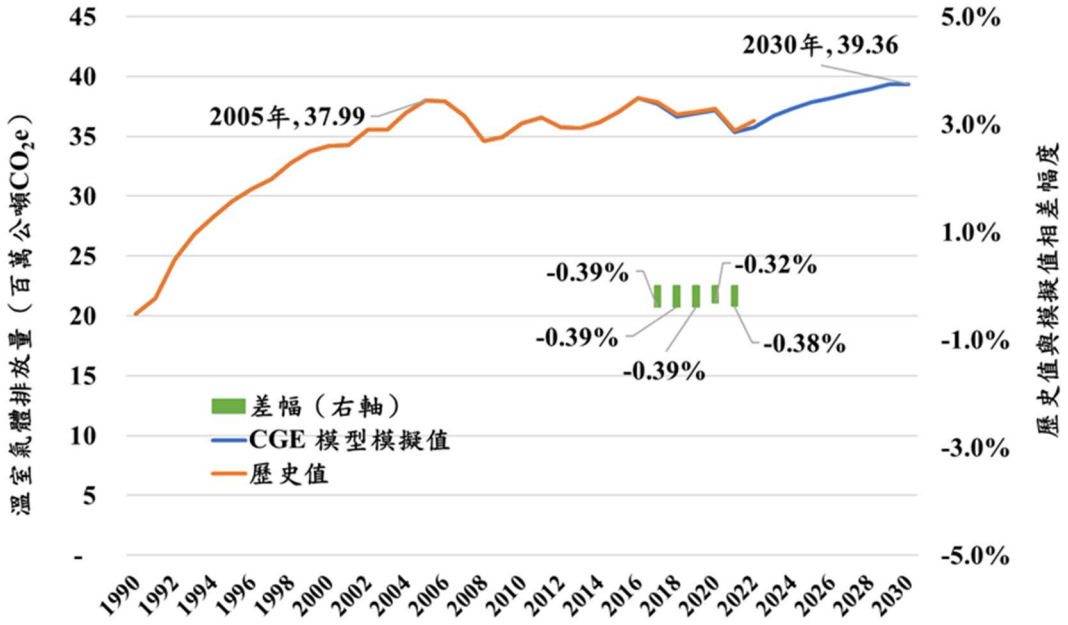
能源別	電力	燃料油	柴油	車用汽油	液化石油氣	航空用油-煤油型
單位	千度	千公秉油當量				
2022	1,678,413	54	4,510	8,315	11	76
2023	1,402,246	47	4,586	8,453	9	78
2024	1,416,874	63	4,616	8,631	8	79
2025	1,431,240	62	4,659	8,813	7	79
2026	1,447,382	62	4,696	8,924	5	79
2027	1,462,954	61	4,732	9,037	4	79
2028	1,477,988	60	4,766	9,152	3	80
2029	1,492,313	60	4,799	9,269	1	80
2030	1,505,936	59	4,821	9,264	0	80

資料來源：2022 年為能源平衡表所公告數據；2022 年後為本計畫淨零排放模組計算。

2.溫室氣體排放量

前述能源消費量配合IPCC所公告的排放係數，即可推估運輸部門溫室氣體排放基線。如圖3.2-5所示，黃線為歷史值而藍線為模擬值。若以2017年-2021年之間計算兩者差幅可發現，誤差都控制在10%以內。符合前述基線校估準則。

整體而言，我國運輸部門溫室氣體排放呈現上升趨勢，預計 2030 年達到約 39.4 百萬公噸當二氧化碳量。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-5 運輸部門溫室氣體排放基線

若以運具排放結構來看，如表3.2-3及表3.2-4所示，未來排放仍以公路運輸為主。透過本計畫推估運具溫室氣體排放量清冊(詳第4章)數據可知，2022年公路運輸排放占運輸部門約96.3%(34.8百萬公噸CO_2e)。爾後則因運具持續增加，公路運輸占比持續增加，2030年預計提升至97.5%(38.4百萬公噸CO_2e)。

在軌道運輸部分，雖然電力需求持續增加(如表3.2-2所示)，但因電力排放係數隨再生能源發電占比提高而逐漸下降，故軌道運輸整體排放不增反減。預計由2022年0.79百萬公噸CO_2e下降至2030年約0.49百萬公噸CO_2e。

表 3.2-3 運輸部門溫室氣體排放基線結構- 按運具別分

單位：百分比

	自用小客車	機車	營業小客車	大客車	公路貨運	臺鐵客運	臺鐵貨運	高鐵	捷運	國內水運	國內航空客運	總計
2022	44%	13%	3%	4%	33%	1%	0%	1%	1%	1%	1%	100%
2023	44%	13%	3%	4%	33%	1%	0%	1%	1%	1%	1%	100%
2024	44%	13%	4%	4%	32%	1%	0%	1%	0%	1%	1%	100%
2025	45%	13%	4%	4%	32%	1%	0%	1%	0%	1%	1%	100%
2026	45%	13%	4%	4%	32%	1%	0%	1%	0%	1%	1%	100%
2027	45%	13%	4%	4%	32%	0%	0%	1%	0%	1%	1%	100%
2028	45%	12%	4%	4%	32%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	100%
2029	45%	12%	4%	4%	32%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	100%
2030	45%	12%	4%	4%	32%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	100%

資料來源：本計畫推估。

表 3.2-4 運輸部門溫室氣體排放基線- 按運具別分

單位：百萬公噸二氧化碳當量

	自用小客車	機車	營業小客車	大客車	公路貨運	臺鐵客運	臺鐵貨運	高鐵	捷運	國內水運	國內航空客運	總計
2022	15.9	4.7	1.1	1.4	11.9	0.3	0.0	0.3	0.2	0.3	0.2	36.3
2023	16.2	4.7	1.2	1.5	12.0	0.2	0.0	0.3	0.2	0.3	0.2	36.7
2024	16.5	4.7	1.3	1.5	12.1	0.2	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	37.3
2025	16.9	4.8	1.4	1.5	12.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	37.8
2026	17.1	4.8	1.5	1.5	12.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.3	0.2	38.2
2027	17.3	4.8	1.5	1.5	12.3	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	38.6
2028	17.6	4.8	1.6	1.5	12.4	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	38.9
2029	17.8	4.9	1.7	1.6	12.5	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	39.3
2030	17.8	4.9	1.7	1.6	12.5	0.2	0.0	0.2	0.1	0.3	0.2	39.4

資料來源：本計畫推估。

3.2.2 評估運輸部門淨零排放路徑與策略之減碳效益與淨零排放缺口

為於2050年達到淨零排放，國發會於2022年公告2030年全國溫室氣體排放水準須相對2005年排放再減24%±1。在此目標下，運輸部門遵照《氣候變遷因應法》規範已提出第一期(2016年-2020年)和第二期(2021年-2025年)階段管制目標，分別為「相較2005年排放水準(37,989千公噸CO_2e)，再減少2%和6.79%的排放量。」

又因該法第10條第1項及第4項另規範「為達成國家溫室氣體長期減量目標，...訂定五年為一期之階段管制目標...」且「各期階段管制目標，...應於下一期開始前二年提出。」因此本小節在3.2.1小節的研究基礎上，評估既有節能減量措施可能產生的減量效益。並依此探討不同管制目標下，可能產生的減量缺口為何；若要弭平缺口，則應如何調整現有標。本小節架構如下(1)盤點既有節能減量措施；(2)既有節能減量措施效益之評估結果；(3)第三期階段管制目標訂定建議。

1.運輸部門既有節能減量措施盤點

為達淨零減量目標，國發會業於2022年12月提出12項關鍵戰略並附上相關推動措施及預期效益。其中與運輸部門相關的關鍵戰略則包括關鍵戰略5、關鍵戰略7與關鍵戰略10。

關鍵戰略5與運輸部門相關的推動措施為「提升重型運輸車輛能源使用效率」。主要透過輔導國內車隊提供節能診斷、節能駕駛訓練與推廣技術應用，落實運輸車隊自主節能管理方式；此外，亦依國際重型車輛能源效率管理進展，及國內電動公車推動時程，研議我國重車能效管理做法。

在關鍵戰略7部分則是聚焦在「運具電動化及無碳化」的推推動。其推動措施以「提高電動運具數量」、「完善使用環境配套」及「產業技術升級轉型」三大面向為推動路徑藍圖。每個路徑因推動過程可能牽涉基礎設施、法令規範或人才培育等面向，故又囊括多項推動路徑。

關鍵戰略 10 則主打淨零生活推動，故其又可分為食、衣、住、行/樂、購、育等 6 大面向。其中與運輸部門有關的推動措施除「行」外，在「住」及「育」亦有相關措施涵蓋其中。整體而言包含(1)推廣綠色標章、(2)推廣公共運輸、(3)完備步行環境、(4)完備自行車環境、(5)管理私人運具使用、(6)推動共享汽機車、(7)公共運輸導向之土地使用、(8)減少非必要運輸需求、(9)推廣綠色貨運、(10)推廣綠色觀光與綠色旅遊、(11)資訊公開等11項推動措施。

考量關鍵戰略中同時存在許多節能減量措施，所有措施又可分為能力建構和實質減量等兩種。前者大多是實質減量措施執行前應完成的前置作業或提升其品質之措施，如研提充電設施規範(關鍵戰略7)或健全公共運輸服務(關鍵戰略10)等。其它可直接被執行且已確切提出目標者，則稱為實質減量措施。由此不難理解，要針對每條措施逐一量化評估恐難於計畫期限內完成。所以本計畫假設所有能力建構措施皆可百分之百達成，進而確保實質減量措施達到預期效果。

綜整上述，依據措施類型又可將其歸納為三大策略包含(1)公共運輸運量提升(關鍵戰略10)；(2)運具電動化及無碳化(關鍵戰略7)；與(3)提升運輸系統及運具能源使用效率(關鍵戰略5)等。以下遂羅列三大策略之預期效益，如表3.2-5所示。

表 3.2-5 預期效益/績效指標-運輸部門

策略	預期效益
公共運輸運量提升	1. 公路公共運輸運量2030年達13.05億人次/年。 2. 提升臺鐵運量，2030年目標為2.44億人次/年。 3. 提升高鐵運量，2030年目標為7,000萬人次/年。 4. 提升捷運運量，2030年目標為12.00億人次/年(不得低於9.5億人次)。
運具電動化及無碳化	1.推廣電動市區公車2030年普及率100%。 2.推廣電動公務車2030年達2,800輛。 3.推廣電動機車2030年市售比35%(普及率16.7%)。 4.推廣電動小客車2030年市售比30%(普及率7.3%)。
提升運輸系統及運具能源使用效率	2030年新車效能提升:小客車(26.0km/l)、小貨車(17.8km/l)、機車(59.9km/l)能源效率提升。

資料來源：國發會，(1)節能關鍵戰略行動計畫(核定本)；(2)運具電動化及無碳化關鍵戰略行動計畫(核定本)；(3)淨零綠生活關鍵戰略行動計畫(核定本)；(4)相關單位回填資訊。

透過表3.2-5中的預期效益，分別可知(1)「公共運輸運量提升」透過提高公共運輸運量，以減少私人機動運具需求達到減量。(2)「運具電動化及無碳化」是藉由電動運具替換燃油運具，透過能源別需求改變以達到減量。(3)「提升運輸系統及運具能源使用效率」則是因新增車輛能效提升，相對舊車能效減少能耗以達到減量。

如圖3.1-8所示，可知不同策略須對應不同投入變數。在「公共運輸運量提升」策略中，須依據預期目標調整不同運具別之「運量」，公運提升的運量則由小客車及機車按1:1比例移轉(運研所，2021)。在「運具電動化及無碳化」策略中，因車輛登記數是由CGE模型推算求得，故應控制電動車新增車輛數。在「提升運輸系統及運具能源使用效率」中，則係透過式(2)透過外生給定 t 期新增車輛數後，估算 t-1 期出廠車輛在 t 期還存活的存量數，方可搭配設定的能效值推算減量效益。以下進一步呈現三大節能策略實施後，可達成的節能減量效益。

2.既有節能減量措施效益之評估結果

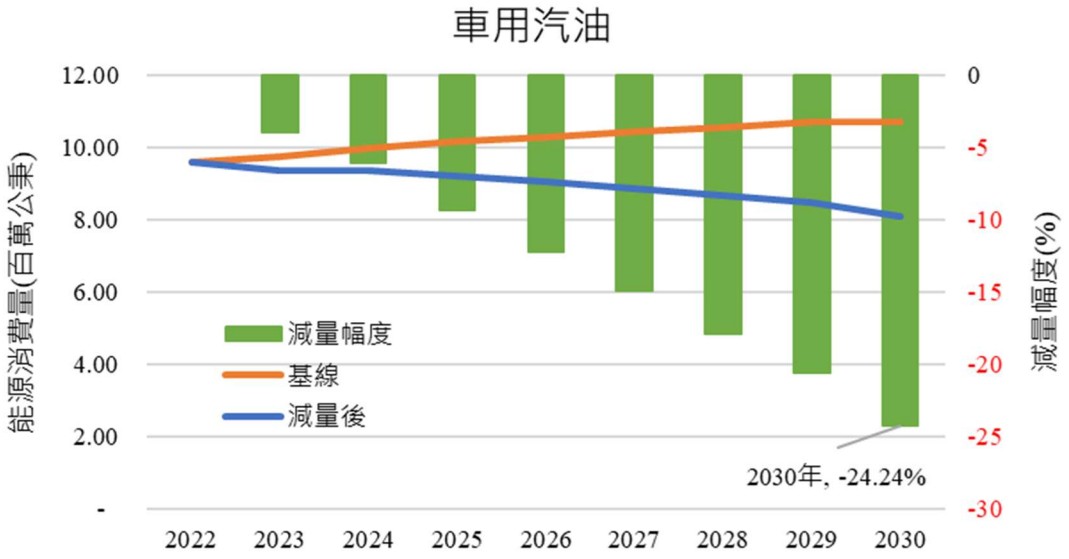
在說明評估結果之前，應先釐清運輸部門三大策略的減碳綜效效果並非1+1+1=3。舉例來說，當電動車車輛數持續增加後，既有燃油車會被淘汰。此時能效提高所產生的減碳效益就會因燃油車車輛數減少而降低。又如當電動車車輛數持續增加而燃油車車輛數持續減少時，公共運輸運量提升的減碳效益也會有所減少。由於現實狀況中三大策略係同時實施，故評估結果以綜效效果分別呈現節能及減量之效益。

(1)節能效益分析

本計畫利用個別策略工具評估三大策略同時實施後，主要能源(車用汽油、柴油與電力)的節能效益。如圖3.2-6所示，橘線表示基線中車用汽油的消費量，藍線表示三大策略同時實施後車用汽油的消費量，綠色長方圖則表示兩者相差的節能幅度。

根據評估結果可知，車用汽油消費量在2023年相對基線減少4.0%(0.4百萬公秉)。此後則因公運運量持續提升、電動化普及率提高且燃油新車能效進步，預計2030年將相對基線再減少約24.2%的車用汽油需求量(2.6百萬公秉)。

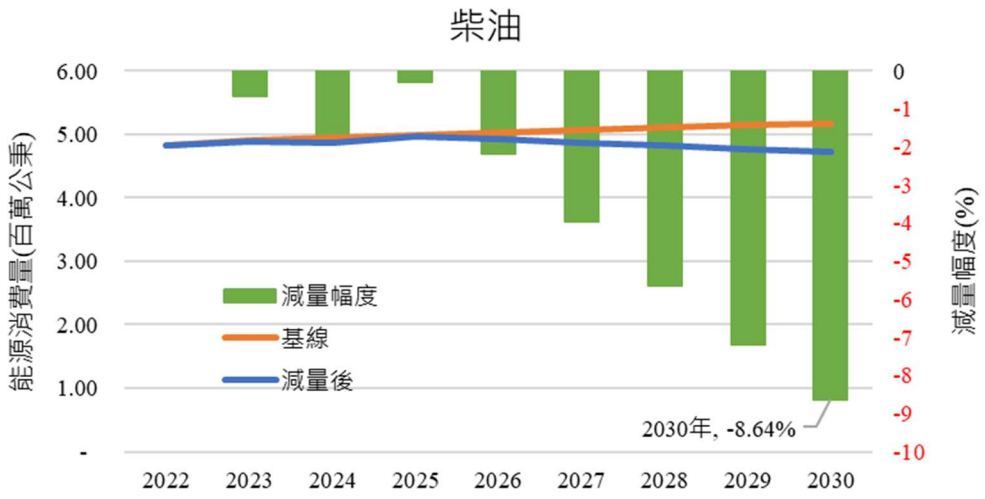
相較之下，雖然柴油也因節能減量措施實施和產業生產力進步而減少需求；但因貨運服務需求增加(2023-2050年公路營業貨運實質產值年均成長率約為 1.25%；同期自用貨運年均成長率約為 1.24%)且市區公車運量持續提升，故減量幅度低於車用汽油。以2030年為例，如圖3.2-7所示，柴油需求將相對基線減少8.64%的需求。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-6 節能效益：車用汽油

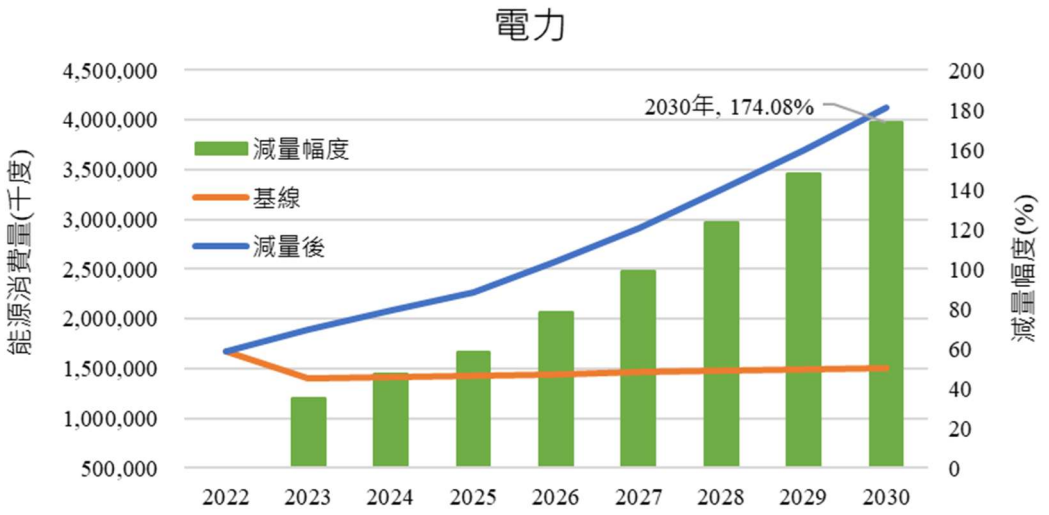
特別的是，因公路運輸運量提升促使市區公路和公路客運之人次提升，帶動柴油需求；故如圖3.2-7所示，在2025年及之前，基線及節能後的柴油需求差異不大，平均減少幅度僅約0.91%。隨著運具電動化普及率逐漸上升，柴油節能效益方逐漸提高。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-7 節能效益：柴油

在電力方面，則因公運運量提升(軌道運輸服務)和運具電動化等策略導致需求不減反增。如圖3.2-8所示，2030年電力需求將相對基線激增約174%的幅度。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-8 節能效益：電力

另外考量過往環境部宣布不再補貼推廣油氣雙燃料車之政策走向，液化石油氣消費量早已逐年萎縮，爰設定為至2030年自然淘汰。此外包括航空用油-煤油型(國內航空)和燃料油因三大策略中未提出相關節能減量措施，故本計畫不另外呈現該能源別之節能效益。為配合後續行政作業需求，遂將除電力以外的能源消費量轉為公秉油當量，詳如表3.2-6所示。

表 3.2-6 運輸部門節能後能源消費量

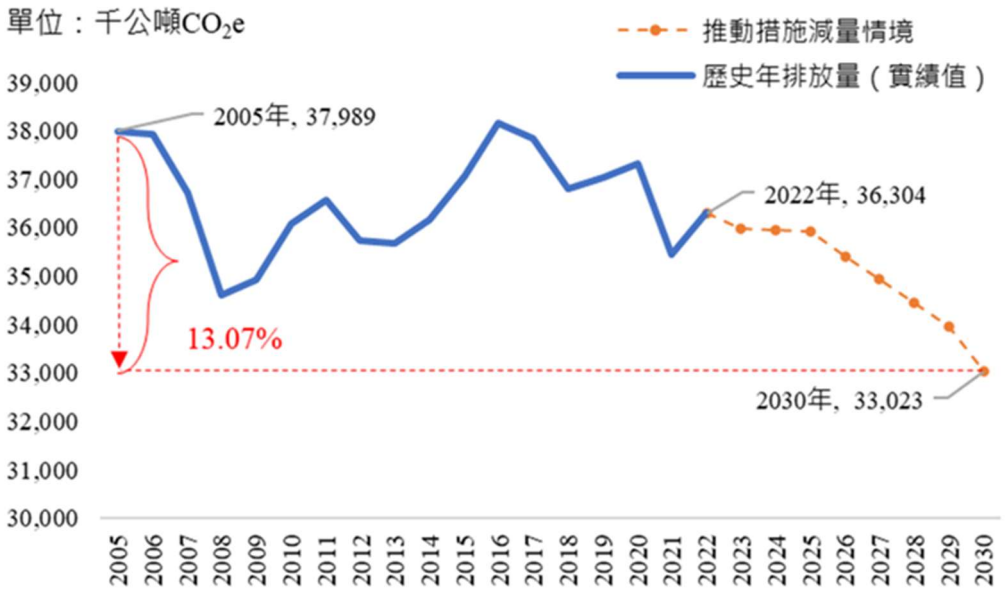
能源別	電力	柴油	車用汽油
單位	千度	千公秉油當量	千公秉油當量
2022(實績值)	1,678,413	4,510	8,315
2023	1,892,834	4,555	8,120
2024	2,092,038	4,534	8,103
2025	2,262,075	4,646	7,991
2026	2,581,706	4,594	7,835
2027	2,907,828	4,544	7,688
2028	3,304,783	4,498	7,517
2029	3,699,840	4,454	7,357
2030	4,127,529	4,405	7,019

資料來源：本計畫推估。

(2)減量效益

將節能效益配合電力排放係數[42]，可進一步推算三大策略下的減量效益。如圖3.2-9所示，若三大策略預期效益可100%達成，且屆時電力排放係數趨勢和既有設定一致，則2030年運輸部門排放量推估將達33,023千公噸CO_2e。換句話說，相較2005年排放水準(37,989千公噸CO_2e)約可再減少13.07%。

上述減量效益是建立在三大節能策略如期達成下，方可能達到的減量效果。事實上，節能措施效益可能受到包括但不限於都市人口、運具選擇多元化(如新建高鐵或捷運系統)、家庭可支配所得、運具價格、電動運具產能、停車場充電樁比例、運具製造商營運策略、實際能效值(本計畫所採能效目標為能源署所提供的實驗室數據)等因素影響。本計畫所推算的減量潛能(13.07%)，應視為既有策略下最大的減量效益。換句話說，該效益若考慮前述不確定因素，恐仍不易達成。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-9 運輸部門減量效益

[42] 電力排碳係數依據 2023 年能源署所提供「第三期階段管制目標_能源需求填報」所附數據設定。

3.第三期階段管制目標訂定建議

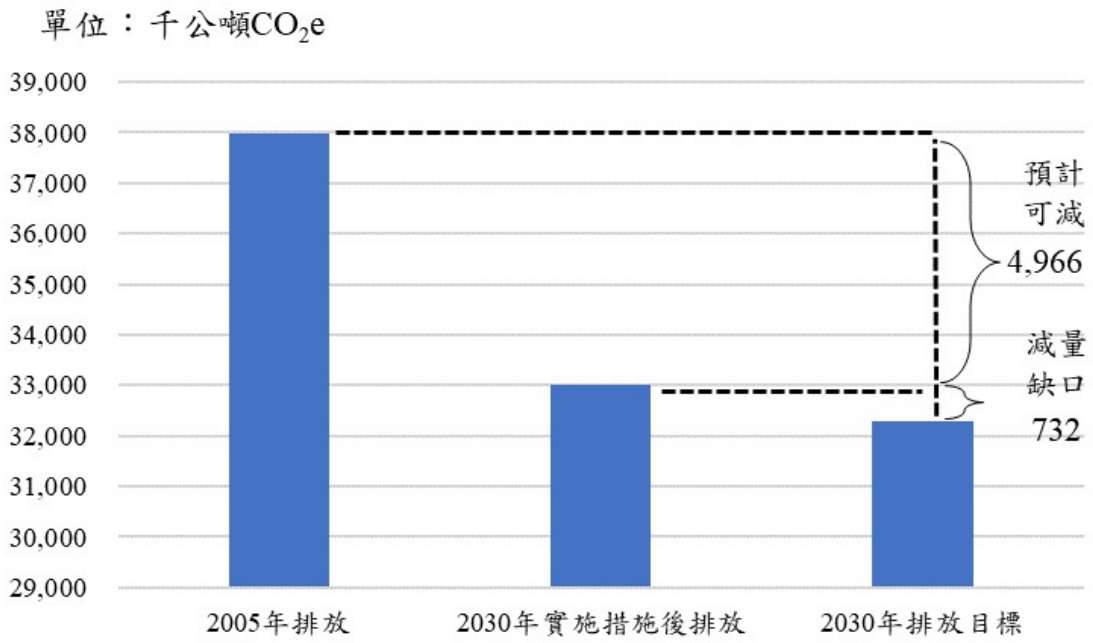
為於2050年達到淨零排放，國發會業於2022年公告2030年全國溫室氣體排放水準須相對2005年排放再減24%±1。由於各部門的減量潛能及所需支付之經濟成本相異，故可想像各部門的減量責任不會採用齊頭式分配。考量第二期階段管制目標設定比例(全國目標為相對2005年再減10%，同期運輸部門則為再減6.79%)，運輸部門在第三期被分配的階段管制目標可能會超過10%甚至接近20%。

然而根據關鍵戰略所設定的預期效益進行評估，可知既有節能減量措施可達成的減量效果為相對2005年排放再減少13.07%。換句話說，即便未來減量措施之預期效益可百分之百達成，仍會存在減量缺口。因此本計畫進一步透過情境假設，設定運輸部門第三期階段管制目標為相對2005年再減15%及20%後，另外計算既有節能減量措施應如何提升方可弭平缺口。

計算方法則採用個別策略工具中之規劃求解功能，在設定減量缺口為0目標下，求解既有節能減量措施應如何提升。需注意的是，由於所求非最大值或最小值，所以求解數值僅表示至少區域的最佳解答而非最適解。

(1)減量缺口探討：2030年相對2005年再減15%

如圖3.2-10所示，若第三期階段管制目標為相對2005年排放水準再減15%，可推算2030年排放目標應為32,291千公噸CO_2e。換句話說，2030年相對2005年排放水準應減少5,698千公噸CO_2e。但若考慮既有節能減量措施，預計可再減少4,966千公噸CO_2e排放量。也就是說2030年實際減量缺口應為732千公噸CO_2e排放量。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-10 運輸部門減量缺口示意圖：15%

考量三大策略中一系列節能減碳措施係同時實施，因此本計畫團隊將設定減量缺口為0之目標下，求算三大策略目標之變化。根據評估結果可知，若要弭平732千公噸CO_2e排放量的減量缺口，則部份節能減量措施力道都應略為提升。換句話說，即須同時滿足表3.2-7所有條件。以公共運輸運量提升為例，2030年臺鐵、高鐵與捷運之運量需分別提升至11,357百萬延人公里(2.7%)、13,209百萬延人公里(3.2%)與9,987百萬延人公里(2.3%)。

表 3.2-7 減量缺口弭平應達條件：15%

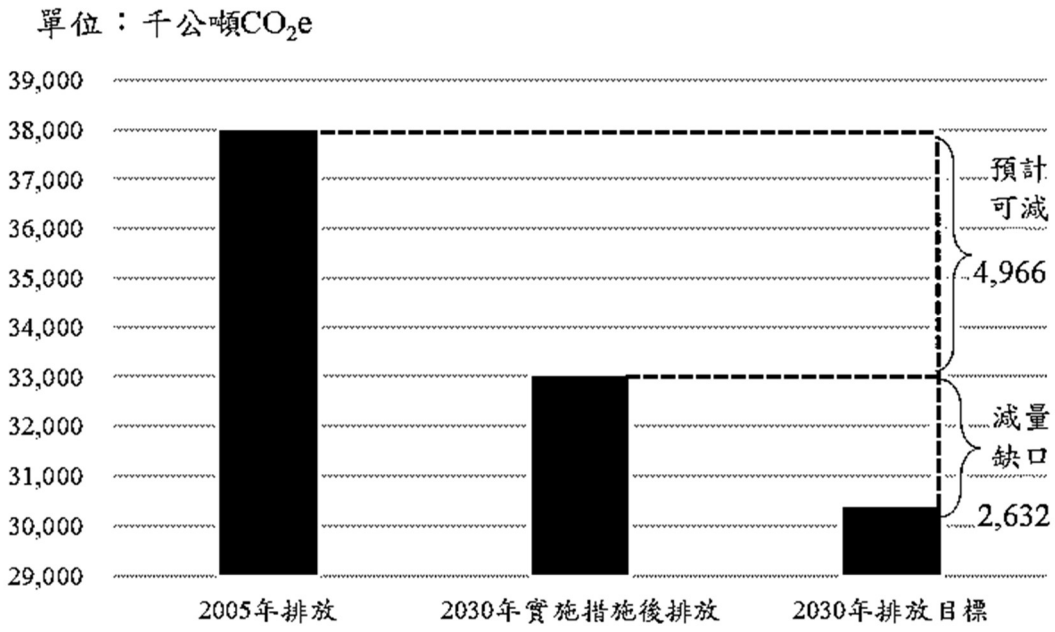
節能減量策略	措施別	2030年既有目標	2030年應提升目標	兩者相差幅度
		A	B	(B-A)/A ×100
公共運輸運量提升(百萬延人公里)	市區公車運量	10,685	10,685	0.0%
	臺鐵運量	11,457	11,357	2.7%
	高鐵運量	12,795	13,209	3.2%
	捷運運量	8,993	9,987	2.3%
運具電動化及無碳化(%)	電動市區公車普及率	100	100	0.0%
	電動公路客運車輛	2,800	2,826	0.9%
	電動小客車市售比	30	30	0.0%
提升運輸系統及運具能源使用效率(km/l)	電動機車市售比	35	35	0.0%
	小客車汽油能效	26.0	30.1	15.4%
	小客車柴油能效	26.0	26.4	1.4%
	機車能效	59.9	63.3	5.7%
	自用小貨車汽油能效	17.8	18.0	1.0%
	自用小貨車柴油能效	17.8	18.1	1.4%
	營業小貨車汽油能效	17.8	17.8	0.0%
	營業小貨車柴油能效	17.8	17.8	0.0%

資料來源：本計畫整理。

(2)減量缺口探討：2030年相對2005年再減20%

若第三期階段管制目標為相對2005年排放水準再減20%，可推算2030年排放目標應為30,391千公噸CO_2e，如圖3.2-11所示。換句話說，2030年相對2005年排放水準應減少7,598千公噸CO_2e。但若考慮既有節能減量措施，預計可再減少4,966千公噸CO_2e排放量。也就是說2030年實際減量缺口應為2,632千公噸CO_2e排放量。

本計畫一樣設定求解目標為減量缺口等於0，以求算三大策略目標之變化。評估結果顯示，若要弭平2,632千公噸CO_2e排放量的減量缺口，則各節能減量措施力道則應再度增強，如表3.2-8所示。以能效提升為例，2030年新出廠的汽油小客車能效應該提升72.5%(由公升可行駛26公里提升至44.8公里)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-11 運輸部門減量缺口示意圖：20%

表 3.2-8 減量缺口弭平應達條件：20%

節能減量策略	措施別	2030年既有目標	2030年應提升目標	兩者相差幅度
		A	B	(B-A)/A ×100
公共運輸運量提升(百萬延人公里)	市區公車運量	10,685	10,685	0.0%
	臺鐵運量	11,457	12,932	16.9%
	高鐵運量	12,795	15,421	20.5%
	捷運運量	8,993	11,195	14.7%
運具電動化及無碳化(%)	電動市區公車普及率	100	100	0.0%
	電動公路客運車輛	2,800	3,036	8.4%
	電動小客車市售比	30	30	0.0%
	電動機車市售比	35	35	0.0%
提升運輸系統及運具能源使用效率(km/l)	小客車汽油能效	26.0	44.8	72.5%
	小客車柴油能效	26.0	32.0	23.2%
	機車能效	59.9	75.4	25.8%
	自用小貨車汽油能效	17.8	19.2	7.9%
	自用小貨車柴油能效	17.8	19.4	9.1%
	營業小貨車汽油能效	17.8	17.8	0.0%
	營業小貨車柴油能效	17.8	17.8	0.0%

註：以臺鐵現行運量模式及未來人口成長狀況，預估未來難以達到2030年應提升目標。

資料來源：本計畫整理。

表3.2-7和表3.2-8可發現隨著減量缺口增加，不同節能減量措施的預期目標都有一定程度的增加。舉例來說，當第三期階段管制目標設為「相對2005年排放水準再減15%」時，可推算減量缺口為732千公噸CO_2e排放量。為弭平缺口，節能減量措施的預期目標幾乎都需要提升。其中一個條件即汽油小客車新車能效在2030年須由原本每公升汽油行駛26公里進步到30.1公里。此條件在第三期階段管制目標變為「相對2005年排放水準再減20%」時，因缺口變大致使所有目標又須再進一步強化。一樣以汽油小客車新車能效來看，每公升汽油行駛距離需要拉長至44.8公里。然而，能效提升潛能並非無限。因此上述評估數據建議僅做為部會協商之參考依據。最終仍須視相關單位商議節能減量措施預期目標之提升空間，以設定目標提升限制式，方可計算並提出較為合適之建議。

另應注意的是，本計畫所評估的減碳效益(如2030年減碳效益13.07%)可能因基線調整或節能減碳目標新增或強化而再次改變。因此研究成果僅供參考，最終第三期階段管制目標仍應以行政院最終核定數據為準。

3.3 第二期運輸部門行動方案減量效益推估方法檢討

本計畫項目之主要工作重點，是完成 111 年「第二期運輸部門溫室氣體排放管制行動方案」(以下簡稱第二期行動方案)之溫室氣體減量推估值，並從中提出參數更新方式及方程式等相關計算做法，以供未來使用。本項目分 4 個部分進行說明(見 3.3.1 至 3.3.4)，請參考表 3.3-1 為本節之重點摘錄。

表 3.3-1 第二期運輸部門溫室氣體排放管制行動方案之 111 年減量效益推估之重點摘錄

工作項目	重點摘錄
3.3.1 國內外效益評估文獻探討	・ 探討國內外效益評估文獻內容，包含減量效益計算及基線評估方法。
3.3.2 第二期行動方案介紹	・ 介紹第二期行動方案之三大策略架構。
3.3.3 效益推估處理方法及步驟	・ 說明本工項有關效益推估之流程及處理步驟。
3.3.4 效益推估運算邏輯及計算結果	・ 說明本工項執行第二期行動方案三大策略的推估邏輯內容與本次計算與過去研究的計算差異，以及處理 111 年溫室氣體於減量估算結果。

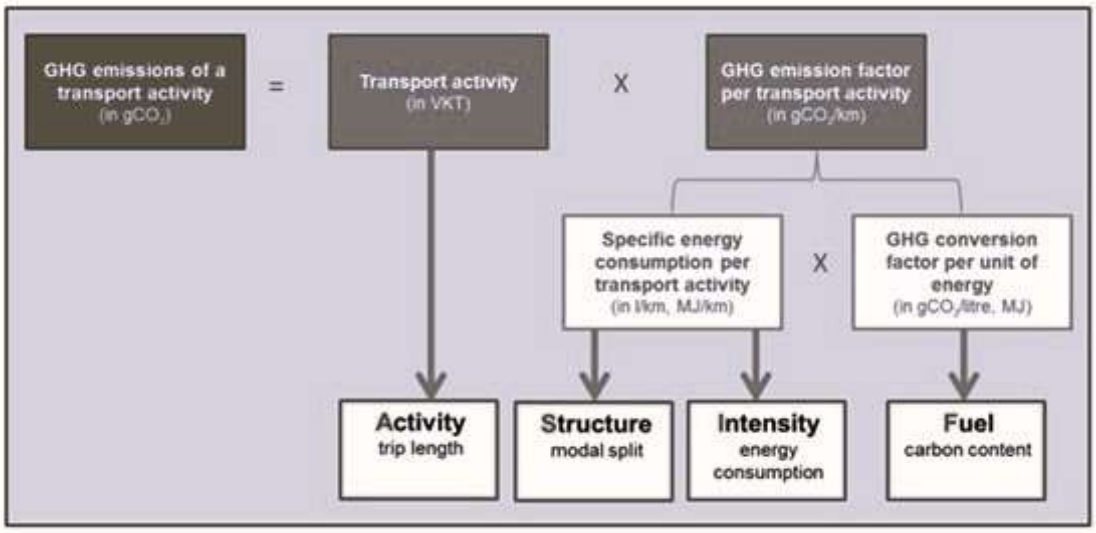
資料來源：本計畫整理。

3.3.1 國內外效益評估文獻探討

為減緩溫室效應所造成之氣候變遷問題，溫室氣體減量是國際間現今重要的環保議題，然而各國之間有著不同方式的減量效益評估工具，並牽涉複雜的估算及處理作法，同時也會因應國家策略的整體方向及配合著政策變化而有所調整。然而選擇適當評估方式，有助於找出合適的減量結果，進而對於政策研擬、資源整合等有所助益，考量與本計畫之重要性及關連程度，以下精選出國內外文獻進行說明。

1.比利時 MobiliseYourCity 組織溫室氣體推估

此篇由比利時 MobiliseYourCity 組織，提出有關運輸部門溫室氣體排放報告，其計算架構是以「ASIF」為基礎，包含 Activity 代表運輸工具的運量，Structure 代表不同模組型態，Intensity 表示為能源消費量的數值，而 Fuel 代表燃料的含碳量，藉由透過各種參數的計算及轉換，最終取得溫室氣體排放量(GHG emissions of a transport activity)的推估數值，概念如圖 3.3-1 所示。



資料來源：Monitoring & Reporting Approach for GHG Emissions (2020)

圖 3.3-1 比利時 MobiliseYourCity 組織溫室氣體推估架構

而此篇文獻有幾點處理方式，可供本計畫參考，說明如下。

(1)此篇文獻效益計算範疇包含運輸活動、能源效率所需要的相關參數資料，在運量的部分，是透過車輛資訊、平均行駛里程數推估總行駛公里。而在能源效率的部分，依照不同車種的燃料類型進行細分，同時也須考量油耗因素，即依照里程進行加權比例計算而取得能耗結果。

(2)此篇文獻透過基線BAU (Business as Usual)設定方式，比較是否執行「永續城市交通規劃(Sustainable Urban Mobility Plan, SUMP)」的溫室氣體減量效益，其BAU的情境設定為沒有實施任何措施的發展情況的溫室氣體排放推估值，經由運算後可知在基線的排放量將會逐年成長且幅度較高，而有執行交

通規畫的排放量則是微幅上升情況且明顯低於基線的排放量情況。

2.本所「運輸部門溫室氣體減量第二階段策略精進研究」研究報告

110 年本所「運輸部門溫室氣體減量第二階段策略精進研究」報告提出 108 年的溫室氣體排放量成果,並且以 94 年做為基準年,經比較差異後推估達到 2.61%的減少排放量,同時在研究過程中透過資料蒐集運量變化、能源密集度等相關參數,進而求得減量效果推估值。就以研究方法論來說,有幾項處理方式及計算結果可供本計畫借鏡參考,如以下描述。

(1)提升公共運輸之減量效益評估:設定公共運量提升目標值,並轉換為實施公共運輸策略下之延人公里數,從中設定由私人運具而轉移至公路運輸的數量,而後接著此進一步推估各運具之能源消耗量,並轉換為溫室氣體排放量。

(2)推廣電動運具之減量效益評估:設定電動公車、電動機車的未來登記數量目標值,並依此推估出電動運具消耗量,轉換為溫室氣體排放量。

(3)新車效能提升之減量效益評估:依據每年新增運具比例及推估新車效能比例,接著計算效能提升後之能源密集度,再將各運具之運量乘上效能提升後能源密集度,即為此策略之溫室氣體排放量

3. 本所「運輸部門溫室氣體減量策略成效研析」研究報告

從文獻得知,基線推估的設計上,是影響效益評估結果的關鍵之一,近年交通部使用的基線數值,是以 109 年本所「運輸部門溫室氣體減量策略成效研析」之基線結果資料,同時也包含幾項基線處理原則及處理作法,整理如以下幾點資訊。

(1)此篇文獻中所估算的基線之定義,採用BAU (Business as Usual)概念,即為無減碳策略作為情況下的自然成長趨勢,習慣上也將BAU稱之為溫室氣體排放基線,而在基線推估主要

分為以下步驟：

①設定未來各運具運量的成長趨勢設定：在基線情境下能源效率、能源結構及能源排放係數通常維持不變，因此未來運量成長趨勢通常即可反映能耗量及排放量成長趨勢。

②根據能源密集度參數將運量轉換為各類能耗量：將各運具運量依能源密集度轉換為運具能耗量後，再將同類能源用量加總，得出運輸部門各類能源使用量未來趨勢，舉例而言，目前公路貨運運量採總量成長趨勢推估，在換算成能耗量前須先拆分為大、小貨車貨運，而小貨車運量需再進一步拆分為汽、柴油小貨車後，才能透過能源密集度加以換算能耗。

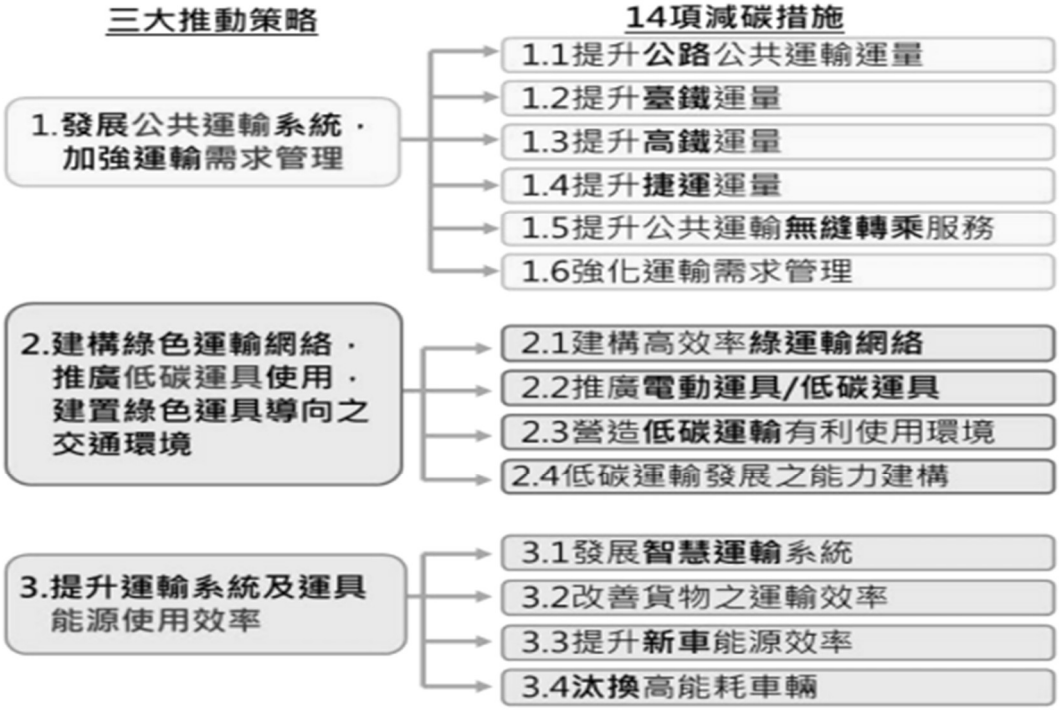
③根據溫室氣體排放係數將能耗量轉換為排放量：計算出運輸部門能耗量後，再依據各類能源之溫室氣體排放係數，轉換為排放量後加總，即為運輸部門溫室氣體排放成長基線。

(2)此篇文獻中所估算的基線(2018-2035年)有逐年成長的趨勢，其主要因素為估算客運持續成長以及貨運持續成長之原因，導致排放量持續上升。

(3)然而此文獻再經過排放基線更新後，數值有下修的情況，原因為受到大小貨車占比即大貨車能源密集度數值更新後，搭配加乘效果的影響，成為排放基線推估值下降主因之一，未來成長趨勢比起前期研究有著較為緩慢成長的變化。

3.3.2 第二期行動方案介紹

「第二期運輸部門溫室氣體排放管制行動方案」是由中央主管機關依據《溫室氣體減量及管理法》規定，擬訂出的國家因應氣候變遷行動綱領及溫室氣體減量推動方案，現階段規劃有第一期至第三期的行動方案策略。而本次研究的範圍是針對運輸部門之第二期行動方案的減量效益。此項行動方案推動期程是 110 年至 114 年，整體所推動的項目涵蓋三大策略，包含發展公共運輸、推廣低碳運具、提升能源使用效率，並可區分為 14 項減碳措施，整理如圖 3.3-2 所示。



資料來源：運輸部門溫室氣體排放管制行動方案成果報告，交通部(111年)。

圖 3.3-2 第二期行動方案推動策略及減碳措施

3.3.3 效益推估處理方法及步驟

在處理方法的部分，本計畫參考上述文獻的研究方法後，進行效益推估的流程設計。首先是確定效益推估的計算方式，接著進行參數盤點及確認方程式計算邏輯，而後處理參數更新及方程式修正調整，並透過持續討論，最後提出溫室氣體減碳推估數值，如下步驟描述。

1. 步驟(一)：溫室氣體減量推估計算方法設計

本計畫主要為計算第二期行動方案之溫室氣體減量值，為了降低基線設定過高可能有效益高估的風險，本計畫調整作法，使用排放量差異值進行估算，其方式為計算未執行策略與有執行策略之溫室氣體排放量差值，做為執行方案後的減量貢獻，方法設計如表 3.3-2 所示。

表 3.3-2 減碳效益方法設計

項目	減碳效益方法設計
策略一 發展公共運輸系統	本項效益來自於公共運輸發展，主要是計算策略一溫室氣體減量值=(未發展公運之排放量)-(已發展公運排放量)，並將公共運輸範圍包含鐵路、高鐵、捷運、客運及公車，私人運具範圍包含自用小客車及機車。
策略二 推廣低碳運具	本項效益來自運具電動化的發展，主要是計算策略二溫室氣體減量值=(未發展電動化運具之排放量)-(已發展電動化運具之排放量)，並將電動車範圍包含電動大小貨車、電動大小客車及電動機車，並依電動車與燃油車以 1:1 的計算轉換效益。
策略三 提升能源使用效率	本項效益來自燃油車能效提升的成果，主要是計算策略三溫室氣體減量值=(未提升能源使用效率之排放量)-(已提升能源使用效率之排放量) ，並將提升能效車種包含小客車、小貨車及機車。

資料來源：本計畫整理。

2. 步驟(二)：盤點參數項目及方程式

此步驟是確認本次所需參數及方程式並進行盤點，本計畫所需的參數項目包含運量、車輛數、能源密集度等眾多參數，參數之資料來源包含交通部統計資訊網以及本計畫運具別溫室氣體排放推估過程中之資料與結果，而計算方程式則依照過往文獻所整理之彙整結果，詳見表 3.3-3 及表 3.3-4。

表 3.3-3 溫室氣體減量推估參數項目(1/2)

策略	用途分類	參數
策略一：發展公共運輸系統	運量	捷運(延人公里)
	運量	高鐵(延人公里)
	運量	臺鐵(延人公里)
	運量	公車(延人公里)
	運量	小客車(延人公里)
	運量	機車(千人公里)
	能源密集度	大客車能源密集度
	能源密集度	小客車能源密集度
	能源密集度	機車能源密集度
	轉換係數	燃料類別-轉換係數
	轉換係數	油當量排放係數表
	排放係數	電力排放係數
	排放係數	溫室氣體排放係數
策略二：推廣低碳運具	車輛數	電動車車輛數
	車輛數	燃油車車輛數
	運量	電動車平均里程
	運量	燃油車平均里程
	能源效率	電動車能源效率
	能源效率	燃油車能源效率
	轉換係數	燃料類別-轉換係數
	排放係數	電力排放係數
	排放係數	溫室氣體排放係數

表 3.3-3 溫室氣體減量推估參數項目(2/2)

策略	用途分類	參數
策略三：提升能源使用效率	車輛數	新售燃油車車輛數
	車輛數	舊車燃油車車輛數
	運量	新售燃油車平均里程
	運量	舊車燃油車平均里程
	能源效率	新售燃油車能源效率
	能源效率	舊車燃油車能源效率
	轉換係數	燃料類別-轉換係數
	排放係數	電力排放係數
	排放係數	溫室氣體排放係數

資料來源：本計畫彙整。

表 3.3-4 溫室氣體減量推估使用方程式

	用途分類	運算方程式
策略一	燃油車能耗量計算	能耗量=運量(延人公里) ×能源密集度
	燃油車溫室氣體排放量計算	排放量(公噸)=能耗量×油當量轉換係數×溫室氣體排放係數
策略二	電動車能耗量計算	能耗量=電動車車輛數×電動車年行駛里程/電動車能源效率
	電動車溫室氣體排放量計算	排放量(公噸)=能耗量×油當量轉換係數×電力排放係數
策略三	燃油車能耗量計算	能耗量=燃油車車輛數×燃油車年行駛里程/電動車能源效率
	燃油車溫室氣體排放量計算	排放量(公噸)=能耗量×油當量轉換係數×溫室氣體排放係數

資料來源：本計畫彙整。

3. 步驟(三)：調整及更新參數、方程式之修改方式並滾動式修正

本階段藉由排放量差異進行估算，並配合業務需求進行修正調整及更新，同時也逐步配合本計畫推估運具別溫室氣體排放結果之資料進行滾動式修正。

4. 步驟(四)：完成 111 年溫室氣體減量值推估結果

依照前項步驟，最終完成第二期行動方案進行三大策略之下的 111 年溫室氣體減量值推估結果，整理如 3.3.4 節內容。

3.3.4 效益推估運算邏輯及計算結果

本計畫依照所蒐集的運量資料及本計畫推估運具別溫室氣體排放結果之資料，逐步完成 111 年溫室氣體排放量估算，首先說明三大策略的減量效益的運算邏輯作法，以及本次因應 111 年效益評估的調整更新計算內容，最後呈現本次研究的效益估算結果。

1. 111年溫室氣體排放之三大策略效益運算作法介紹

(1) 策略一(發展公共運輸系統)

①估算公共運輸所改變的運量差異。

②將公共運輸所改變的運量判斷為私人運具移轉的效果，並以50%移轉至小客車、50%移轉至機車。

③計算移轉後的公共運輸、小客車、機車及各類運具之總運量，並乘上能源密集度與油當量轉換係數，取得各類運具能源消耗量。

④依照各類運具之能源消耗量，分別按照溫室氣體排放係數計算溫室氣體排放量。

⑤加總各類運具之溫室氣體排放量。

(2) 策略二(推廣低碳運具)

①取得電動車的參數，包含電動車輛數、能源效率、平均行駛里程，計算電動車的能源消耗量。

②取得燃油車的參數，包含燃油車輛數、能源效率、平均行駛里程，計算燃油車的能源消耗量。

③依照燃油車、電動車之能源消耗量，分別按照溫室氣體排放係數計算溫室氣體排放量。

④計算燃油車、電動車及各類運具之溫室氣體排放量差異，最為減量效益值。

(3) 策略三(提升運具能源使用效率)

①取得新售燃油車包含車輛數、平均行駛里程、能源效率，並計算新售燃油車之能源消耗量。

②取得舊有燃油車包含車輛數、平均行駛里程、能源效率，並計算舊有燃油車之能源消耗量。

③依照新售燃油車、舊有燃油車及其他各類運具之能源消耗量，分別按照溫室氣體排放係數計算溫室氣體排放量。

④計算新售燃油車、舊燃油車及各類運具之溫室氣體排放量差異值，並加總計算溫室氣體減碳量。

2. 111年效益評估較過往研究差異

而在本次研究中，考量在111年的環境變化有所不同，有幾項處理方式較過往效益評估採用不同的做法，透過以下幾點內容提出主要進行的更新及差異說明。

(1) 策略一的公運移轉效益，由過往研究所採用的75%移轉至小客車、25%移轉至機車，經本次的修改，調整為50%移轉至小客車、50%移轉至機車。

(2) 策略二的電動化效益，除了既有的電動機車及電動小客車之外，加入更多的電動車種，包含電動貨車、電動大客車等。

(3) 策略三的能源效率中，使用估算之新車能源效率與統計報告的年度能源效率歷史值計算溫室氣體排放量差異。

3. 111年溫室氣體排放效益推估結果。

依照前述內容的步驟及作法，所推估的111年溫室氣體排放量呈現如下表，結果呈現出111年的三大策略效益上，減量效益的排序值是策略三>策略一>策略二，整理如表3.3-5所示。此外，本計畫所溫室氣體減量評估方式，是以個別策略獨立發生的減碳效果，並且考量本次使用的減碳效益，是有執行及未執行單一策略下的排碳量差異，且其他策略效果維持在BAU的狀況下的結果。綜上所述，綜合效益方面，則會是以3項策略加總計算值，即為212.1萬公噸。

表 3.3-5 第 2 期行動方案 111 年溫室氣體排放量及減量效益

項目	效益類型	減量值(萬公噸)
第二期行動方案減量效益	策略一發展公共運輸系統	35.1
	策略二推廣低碳運具	9.7
	策略三提升運具能源使用效率	167.3
	總計	212.1

資料來源：本計畫整理。

3.4 小結

本章節主要聚焦於運輸部門淨零評估模型精進探討。其中成果之一為疫後運輸行為的探討。根據分析結果訂定假設情境，以校估 CGE 模型建置運輸部門能源消費基線，從而預測運輸部門溫室氣體排放趨勢。根據評估結果可知，運輸部門溫室氣體排放將於 2030 年達到峰值約 40.8 $MtCO_2e$。2030 年後則預計將以每年平均-0.33%的幅度逐年下降，截至 2050 年運輸部門溫室氣體排放量預估將達 38.2 $MtCO_2e$。

此外，針對運輸部門第三期階段管制目標訂，本計畫評估結果可知，在既有節能減量措施實施後，推估 2030 年運輸部門排放量將達 33,023 千公噸 CO_2e。換句話說，相較 2005 年排放水準(37,989 千公噸 CO_2e)約可再減少 13.07%。倘若未來運輸部門在部會協商中承擔重責，第三期階段管制目標設在 15%下，預計會產生約 732 千公噸 CO_2e 的減量缺口。此時則需視缺口規模，強化既有措施目標。雖然本計畫已推算為弭平缺口應強化之目標。然而，實際強化內容仍需與相關單位會商，以確保新目標與現實情況連結。

而後於本章的第三小節中，透過運量的改變進一步估算 111 年第二期行動方案減量效益推估結果，計算過程包含參數、方程式更新與新增部分電動車種，而最終計算出 111 年減量效益的結果，可知執行 3 項策略排序值為策略三>策略一>策略二，顯現出策略三提升能源效率對於近年度之溫室氣體減量效果具有重要性。

最後總結本章所提出之研究內容，皆對於溫室氣體排放推估及相關預測，達到一定之成效。同時預期未來在減量效益推估方面，將持續依據交通部統計資訊網站及本計畫運具別溫室氣體排放推估過程中所蒐集之資料與推估結果，滾動式更新效益推估結果。並逐步增加國外文獻案例蒐集，以提高減碳效益推估之研究能量。

第四章 運具別碳排放推估

本章節為推估為運輸部門各運具別之能源消耗與溫室氣體排放量，故蒐整各運具之參數資料進行推估，並說明如何推估各運具溫室氣體排放量，又考量參數資料來源來自多方及數據狀況不一致之問題，本計畫亦提供未來參數精進之建議。

4.1 運具溫室氣體排放量推估架構之現況說明

本計畫推估運具溫室氣體排放量清冊(以下簡稱「運具排放清冊」)，主要針對政府公開平台提供運輸部門在各年份所產生的能源消費量及溫室氣體排放量之數據，以供民眾或學術研究者做參考或使用，亦做為後續第三期溫室氣體管制目標參數計算及效益分析之基礎。

「運具排放清冊」之結構可分為四大運輸系統，透過針對四大運輸系統透過不同參數項目、單位、能源排放係數、能源油當量轉換等，計算不同運具別所產生之能源消費量及溫室氣體排放量，其四大運具類別之運具別、能源消費量及溫室氣體排放量之計算如下說明。此外，本節工作項目為介紹各運輸系統下所屬之運具別並介紹各運具別能源消耗量及溫室氣體排放量，表 4.1-1 為本節之重點摘錄。

表 4.1-1 運具溫室氣體排放推估架構之現況各小節之摘錄

工作項目	重點摘錄
4.1.1 四大運輸系統介紹	・ 介紹四大運輸系統下所屬之運具別，不同運具別可分為用途及燃料別。
4.1.2 能源消耗量推估方式	・ 說明不同運具別的能源消耗量推估方法與、架構與使用參數說明。
4.1.3 溫室氣體排放量推估方式	・ 說明推估個運具別後的能源消耗量後，其溫室氣體排放量之推故架構與使用參數說明。
4.1.4 員工通勤運具別之碳強度推估方式	・ 說明員工通勤運具別之種類及其推估方式。

資料來源：本計畫整理。

4.1.1 四大運輸系統介紹

1.公路運輸

公路運輸之車種主要分為小客車、大客車、小貨車、大貨車及機車，其中大客車又可分為遊覽車、市區公車及公路客運。同時，各車種又因不同用途可分為營業或自用，故對應不同的車種及用途下，又可細分為不同的燃料類別，包含：汽油、柴油、液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas, LPG)及電能。

公路運輸主要針對不同車種、用途(營業或自用)、燃料使用類別等類型做為拆分能源消費及溫室氣體排放量之基礎。由於過往研究計畫之「運具排放清冊」僅統計及計算燃油之運具別，並未特別統計電動運具及特種車之相關數據，故此次研究將電動運具及特種車納入計算，其車種依使用燃料分類如表4.1-2。

表 4.1-2 公路運輸運具類別-依使用燃料分

車種	用途		汽油	柴油	LPG(註)	電能
小客車	自用		✓	✓		✓
	營業		✓	✓	✓	✓
大客車	自用			✓		✓
	營業	遊覽車		✓		
		市區公車		✓		
		公路客運		✓		
	營業					✓
小貨車	自用		✓	✓		✓
	營業		✓	✓		✓
大貨車	自用			✓		✓
	營業			✓		✓
機車	無區分		✓			✓
特種車	低碳垃圾車			✓		
	引擎動力壓縮車			✓		

註：LPG：液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas)
資料來源：本計畫整理。

2.軌道運輸

軌道運輸之種類可分為臺鐵、高鐵、捷運(臺北捷運、新北捷運、桃園捷運、臺中捷運、高雄捷運)(如表4.1-3)，除臺鐵同時有客運及貨運外，其餘軌道運輸僅有客運。

表 4.1-3 軌道運輸現有運具類別

軌道運輸類別	用途	燃料別
臺鐵	客運	電能、柴油
	貨運	電能、柴油
高鐵	客運	電能
臺北捷運		
新北捷運		
桃園捷運		
臺中捷運		
高雄捷運		

資料來源：本計畫整理。

3.國內航空

國內航空之類別主要以國內航空客運及貨運之計算，且航空之燃料別可由能源平衡表直接取得並分為下列3種，分別為航空燃油-煤油型、航空-汽油型及航空汽油，並依照上述3種不同燃料別透過不同溫室氣體排放係數進而計算國內航空溫室氣體排放量。

4.國內水運

國內水運之能源消耗量依能源平衡表中運輸部門的國內水運之柴油與燃料油使用量數據所取得，並依照各溫室氣體排放係數即可計算國內水運之溫室氣體排放量。

4.1.2 能源消耗量推估方式

本計畫係依不同運具別分別計算其能源消耗量，進而推估不同運具別之溫室氣體排放量，其能源消耗量計算方式為不同運具別之車輛數、每車年平均行駛里程及能效等參數進行推估；另外，軌道運輸之能

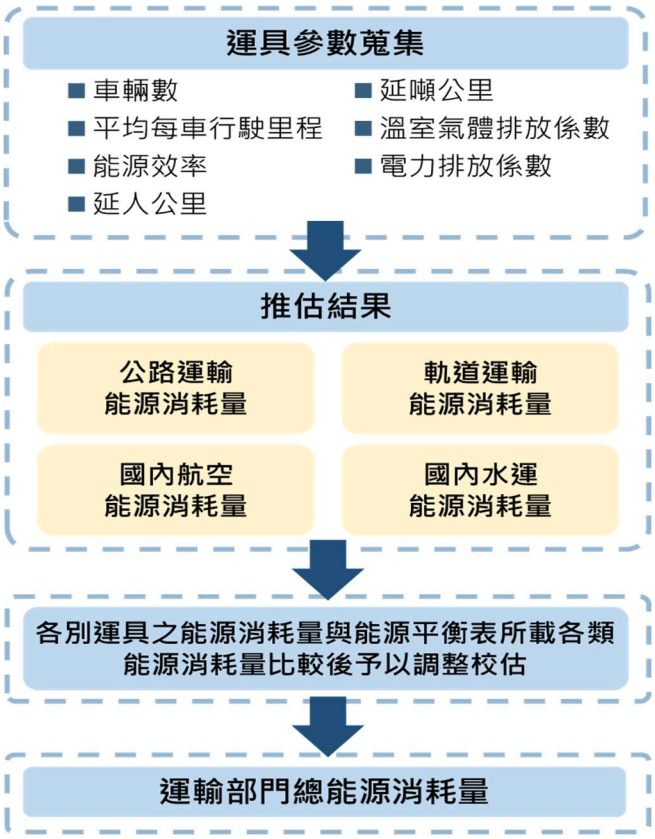
源消耗量資料來源為各相關捷運公司及公開資訊所取得。此外，除了推估 2022 年各運具能源消耗量外，本計畫亦同步回溯至 1990 年之資料，其能源消耗量之推估架構及基本參數整理如下表 4.1-4 及圖 4.1-1。

表 4.1-4 運具能源消耗量之參數項目

運輸系統	資料參數	單位	資料期間
公路運輸	登記車輛數	輛	1990 年至 2022 年
	平均年行駛里程	公里	1990 年至 2022 年
	能源效率	公里/公升	1990 年至 2022 年
		公里/度	
軌道運輸	用電量	千度	1990 年至 2022 年
	用油量	公秉	1990 年至 2022 年
	客運運量	延人公里	1990 年至 2022 年
	貨運運量	延噸公里	1990 年至 2022 年
國內航空	用油量	公秉	1990 年至 2022 年
	客運運量	延人公里	1990 年至 2022 年
	貨運運量	延噸公里	1990 年至 2022 年
國內水運	用油量	公秉	1990 年至 2022 年
	貨運運量	延噸公里	1990 年至 2022 年
通用係數	溫室氣體排放係數	gCO_2e/公升	依照 IPCC (2013)版溫室氣體排放係數
	油當量轉換係數	公升油當量/公升	1990 年至 2022 年
		公升油當量/度	1990 年至 2022 年

註：IPCC：聯合國政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change)。

資料來源：本計畫整理。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1-1 能源消耗量推估架構

獲得相關各運具別之能源消耗參數後，惟各運具別之參數不盡不同，故其能源消耗量之推估方式略有差異，其各運具別之能源消耗量推估方式如下說明。

1.公路運輸能源消耗量

考量公路運輸占運輸部門溫室氣體排放量比例極高，公路運輸下又可細分諸多運具及不同燃料別，相較其他運輸系統而言較為複雜，爰以下介紹公路運輸能源消耗量推估方法。

(1)公路運輸個別運具的能源消耗量推估方式

①個別燃油運具用油量推估公式

$$\text{個別燃油運具用油量(公秉)} = \text{車輛登記數}_{ij} \times \text{年平均行駛里程}_{ij} \div \text{能源效率}_{ij} \times \text{使用率}_{ij} \times 10^{-3}$$

其中，

i：燃料類別，包含汽油、柴油及 LPG

j：運具種類及用途，如表 4.1-3 所示(僅燃油運具)

車輛登記數單位：輛

年平均行駛里程單位：公里/輛

能源效率單位：公里/公升

使用率單位：%，除燃油機車外，其他運具使用率假設為 100%

②個別電動運具用電量推估公式

$$\text{個別電動運具用電量(千度)} = \text{車輛登記數}_{ij} \times \text{年平均行駛里程}_{ij} \div \text{能源效率}_{ij} \times 10^{-3}$$

其中，

i：燃料類別，僅包含電能

j：運具種類及用途，如表 4.1-3 所示(僅電能運具)

車輛登記數單位：輛

年平均行駛里程單位：公里/輛

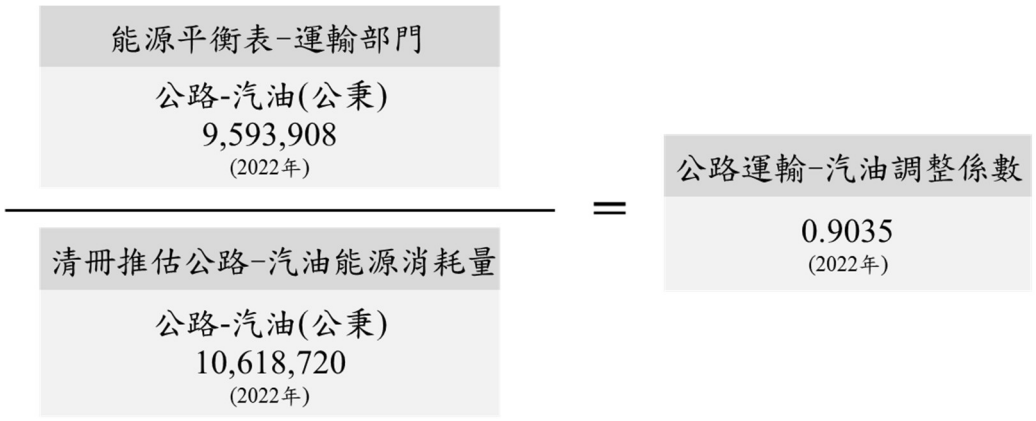
能源效率單位：公里/度

(2) 將個別運具之能源消耗量與能源平衡表所載公路各類能源消耗量比較後予以調整校估

公路運輸各運具之能源消耗量係透過間接之調查資料推估而得，而各調查資料方式及來源有所不同，以致容易產生誤

差，為使公路運具之能源消耗資料與能源平衡表資料一致，需將推估之公路運具能源消耗量數據進行調整。

目前本計畫係以等比例調整之方式，亦即以能源平衡表公路各類能源消耗量除以運具各類能源消耗量之總和做為調整係數，將各運具各類能源消耗量等比例放大或縮小，俾與能源平衡表相符。其中，燃油市區公車與燃油公路客運於交通部統計調查網已有實際用油資料，故在計算調整係數時將予以扣除且不需透過調整係數進行調整，以確保其資料之真實性，其調整係數概念及計算方式以2022年汽油、柴油及電力資料舉例說明，其說明如圖4.1-2、圖4.1-3及圖4.1-4。

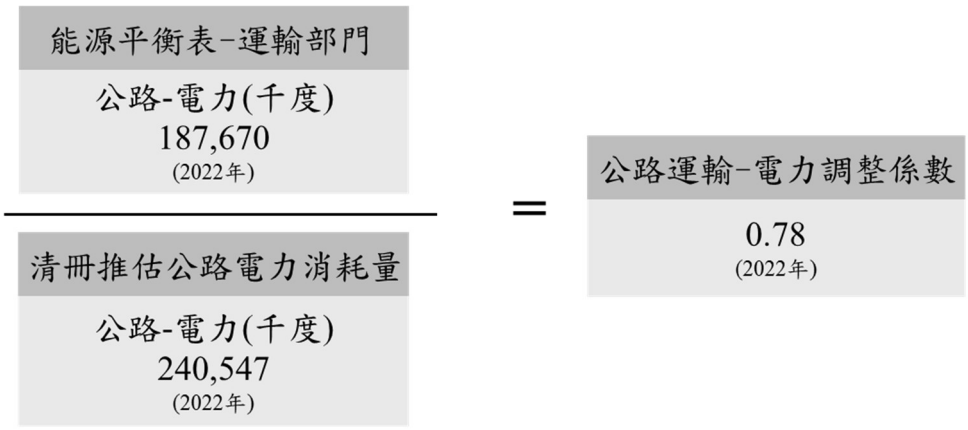


資料來源：經濟部能源署，能源平衡表(原始單位)、本計畫繪製。

圖 4.1-2 2022 年公路運輸-汽油之調整係數

資料來源：經濟部能源署，能源平衡表(原始單位)、本計畫繪製。

圖 4.1-3 2022 年公路運輸-柴油之調整係數



資料來源：經濟部能源署，能源平衡表(原始單位)、本計畫繪製。

圖 4.1-4 2022 年公路運輸-電力之調整係數

(3) 不同能源別之運具能源消耗量加總

惟不同燃料別之能源單位及熱值皆不同，如用油量的單位為公升，而用電量的單位為度，將不同燃料別之使用量加總時則需轉換為統一單位，故將不同燃料別運具之能源消耗量乘上能源署公布之「能源產品單位熱值表」之係數以轉換為「公升油當量」進行加總，即可推估公路運輸總能源消耗量，轉換係數如表4.1-5。

表 4.1-5 運輸部門常用之能源產品油當量轉換係數 (1/2)

油當量轉換(公升油當量/公升)、(公升油當量/度)								
年度	汽油	柴油	LPG(註)	航空燃油-煤油型	航空燃油-汽油型	航空汽油	燃料油	電力
1990	0.8667	0.9778	0.6667	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1991	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1992	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1993	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1994	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1995	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1996	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1997	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1998	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222	0.0956
1999	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2000	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2001	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2002	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2003	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2004	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2005	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2006	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2007	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2008	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2009	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2010	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2011	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2012	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2013	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2014	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956

表4.1-5 運輸部門常用之能源產品油當量轉換係數(2/2)

油當量轉換(公升油當量/公升)、(公升油當量/度)								
年度	汽油	柴油	LPG(註)	航空燃油-煤油型	航空燃油-汽油型	航空汽油	燃料油	電力
2015	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2016	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2017	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2018	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2019	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2020	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2021	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956
2022	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667	0.0956

註：LPG：液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas)

資料來源：經濟部能源署，能源產品單位熱值表。

2.軌道運輸能源消耗量推估

軌道運輸之能源消耗量推估，係由本計畫函詢相關單位取得捷運及輕軌等列車用電量數據，並透過高鐵永續報告書，取得高鐵列車用電量之數據；另外，臺鐵能源消耗量係透過臺鐵局公開統計資訊，取得車輛用油及用電數據。

考量各單位提供之數據可能也採用推估方式計算，故以等比例調整之方式，亦即以能源平衡表公路各類能源消耗量除以運具各類能源消耗量之總和做為調整係數，將各軌道運輸能源消耗量(電力及柴油)等比例放大或縮小。最後依不同燃料別之能源消耗量透過油當量轉換係數統一為公秉油單量之單位以利後續加總。

3.國內航空及國內水運能源消耗量推估

國內航空之能源消耗量分別為航空燃油-煤油型、航空-汽油型及航空汽油，而國內水運之能源消耗量為柴油及燃料油，以上皆由經濟部能源署每年公布之能源平衡表取得，故後續不做比例調整，維持其原數據進行計算。最後依不同燃料別之能源消耗量透過油當量轉換係數統一為公秉油單量之單位，以利加總。

4.運輸部門總能源消耗量推估

透過上述四大運輸系統所計算之個別運具能源消耗量後，最後進行加總即可得到運輸部門整體能源消耗量。其能源消耗量推估結果於4.4小節進行說明。

4.1.3 溫室氣體排放量推估方式

我國溫室氣體排放計算方式，係依 IPCC (2013)「國家溫室氣體清冊指南」部門方法中方法一(Tier 1)之規範進行統計，根據上述得出各運具能源消耗量後，乘上溫室氣體排放係數或電力排放係數後，即可得出個別運具之溫室氣體排放量。

其中，使用燃油相關之運具別之溫室氣體排放係數係採引用 IPCC 2006 年「國家溫室氣體清冊指南」及我國環境部公布之溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版，惟經與環境部氣候變遷署確認 2024 年國家溫室氣體排放清冊(計算 2022 年溫室氣體排放)之全球暖化潛勢值(Global warming potential, GWP)將採用 IPCC 氣候變遷第五次評估報告(IPCC Fifth Assessment Report, AR5)，並同步回溯過往年度之溫室氣體排放資料，爰本計畫採用 AR5 之 GWP 值計算溫室氣體排放係數推估 2022 年之溫室氣體排放量並同步回溯至 1990 年，溫室氣體排放係數如表 4.1-6。

此外，使用電能相關之運具別則採用電力排碳係數推估溫室氣體排放量，但隨再生能源比例逐年增加，若採用電力排碳係數恐高估使用電能運具別之溫室氣體排放量，爰本計畫於 2022 年之係數採用能源署內部提供之電力排放係數，而 1990 年至 2021 年則維持能源署每年公布之電力排碳係數進行推估，本計畫採用之電力排碳係數及電力排放係數如表 4.1-7。

表 4.1-6 溫室氣體排放係數表

運輸系統	燃料別	GWP 值(IPCC 2013)			溫室氣體排放係數
		CO_2 (gCO_2/L)	CH_4 (gCH_4/L)	N_2O (gN_2O/L)	GHG ($kgCO_2e/L$)
航空運輸	航空汽油	1	28	265	2.2152
	航空煤油	1	28	265	2.4131
公路運輸	液化石油氣	1	28	265	1.8026
	車用汽油	1	28	265	2.3210
	柴油	1	28	265	2.6462
鐵路運輸	柴油	1	28	265	2.8767
水路運輸	柴油	1	28	265	2.6316
	燃料油	1	28	265	3.1401

註：GWP：全球暖化潛勢值(Global warming potential)。

資料來源：環境部溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版、IPCC Fifth Assessment Report (2013)。

表 4.1-7 電力排碳/排放係數

年份	電力排碳係數 ($kgCO_2e$/度)	年份	電力排碳係數 ($kgCO_2e$/度)
1990	0.445	2007	0.558
1991	0.482	2008	0.555
1992	0.491	2009	0.543
1993	0.501	2010	0.534
1994	0.501	2011	0.534
1995	0.510	2012	0.529
1996	0.519	2013	0.519
1997	0.547	2014	0.518
1998	0.575	2015	0.525
1999	0.575	2016	0.530
2000	0.593	2017	0.554
2001	0.603	2018	0.533
2002	0.603	2019	0.509
2003	0.621	2020	0.502
2004	0.621	2021	0.509
2005	0.555	2022	0.493
2006	0.562		

註：2022 年數據係採用經濟部能源署 2023 年 7 月 14 日提供內部之電力排放係數資料。

資料來源：經濟部能源署，電力排碳係數。

4.1.4 員工通勤運具別之碳強度推估方式

有鑑於國民與企業之環保意識且節能減碳之意識提高，尤其未來企業碳盤查針對範疇三的運輸相關盤查日趨重視，且員工通勤對於企業之碳排減少有一定重要性，故本計畫此次新增員工通勤所使用運具別之碳強度之計算。

運輸部門中之碳強度係指每載運一單位的人行駛每一單位之距離所排出的溫室氣體排放量。其中，碳強度主要是隨技術進步(能源效率)、經濟成長、人口、旅運人次總重所影響，故不完全代表能源效率的高低。因此，本計畫針對員工通勤運具別之種類及其碳強度在下列做說明。

1. 員工通勤運具別之種類

員工通勤運具別包含小客車、機車、公車及軌道運輸，又依不同運具別區分用途及燃料別，其員工通勤之運具別如表 4.1-8 所示。

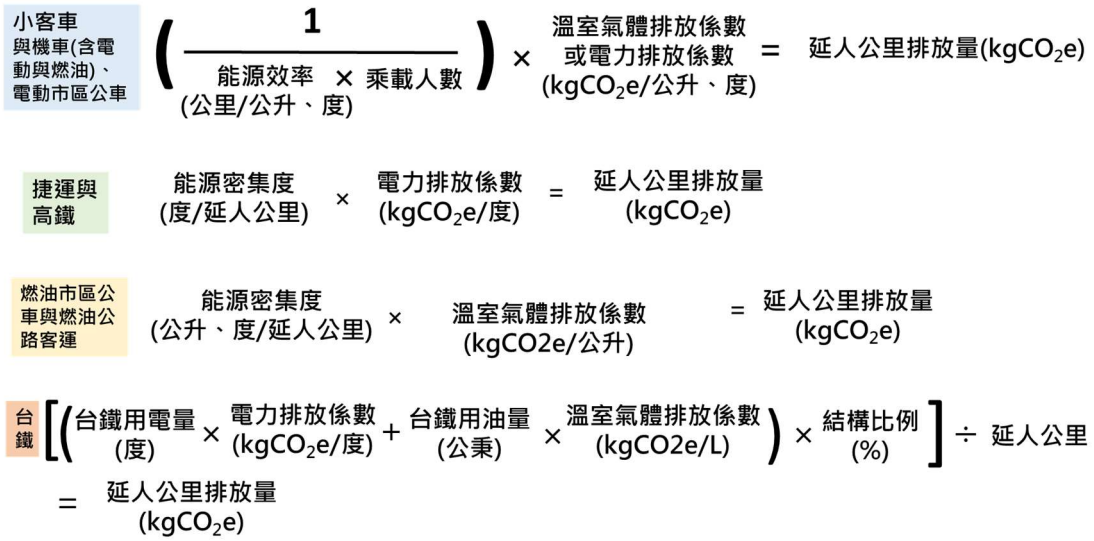
表 4.1-8 員工通勤之運具別種類

公路運輸		軌道運輸	
自用燃油小客車	燃油機車	臺鐵	高鐵
自用電動小客車	電動機車	捷運 (含輕軌)	臺北捷運
營業燃油小客車	燃油市區公車		新北捷運
營業電動小客車	燃油公路客運		桃園機場捷運
電動市區公車	-		臺中捷運
-	-		高雄捷運

資料來源：本計畫整理。

2. 員工通勤運具別碳強度之推估方式

不同運具別之推估方式不盡相同，圖 4.1-5 詳細說明不同運具別之碳強度規估方式。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1-5 各員工通勤運具別之推估方式

4.2 運具溫室氣體排放推估之參數更新與探討

本節工作項目為介紹各運具溫室氣體排放推估之參數更新以及探討其資料來源，表 4.2-1 為本節之重點摘錄。

表 4.2-1 運具溫室氣體排放推估參數更新與探討各小節之摘錄

工作項目	重點摘錄
4.2.1 參數介紹	‧ 介紹溫室氣體排放量所需之參數及其資料來源。

資料來源：本計畫整理。

依據 4.1 節之推估架構下，其參數種類眾多，除新增 2022 年資料外，亦同步回溯 1990 年至 2021 年之資料；另外，本計畫此次新增電動車及特種車資料，以下說明所有 2022 年之參數資源及其推估或回溯之方式，其參數類別如表 4.2-2、表 4.2-3 所示。

表 4.2-2 溫室氣體排放推估-公路運輸-燃油車參數綜整表

參數類別	自用小客車		營業小客車			自用小貨車		營業小貨車		大貨車		大客車				機車
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	營業	自用	遊覽車	市區公車	公路客運	
車輛登記數	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
每車每年行駛里程	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
能源效率	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
實際耗油量														✓	✓	
平均載客人數	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓
平均載貨噸數						✓	✓	✓	✓	✓	✓					
延人公里	✓	✓	✓	✓	✓							✓	✓	✓	✓	✓
延噸公里						✓	✓	✓	✓	✓	✓					

註：LPG：液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas)

資料來源：本計畫整理。

表 4.2-3 溫室氣體排放推估-公路運輸-電動車及特種車(垃圾車)參數綜整表

參數類別	小客車		小貨車		大貨車		大客車					機車	垃圾車	
	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	營業	遊覽車	市區公車	公路客運		低碳垃圾車	引擎動力壓縮車
車輛登記數	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
每車年行駛里程	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓
能源效率	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓
平均載客人數	✓	✓					✓	✓		✓	✓	✓		
平均載貨噸數			✓	✓	✓	✓							✓	✓
延人公里	✓	✓					✓	✓		✓	✓	✓		
延噸公里			✓	✓	✓	✓							✓	✓

備註：電動營業大客車僅包含電動市區公車及公路客運。

資料來源：本計畫整理。

4.2.1 參數介紹

1.車輛登記數

車輛登記數可分為公路車輛登記數(包含燃油車及本計畫此次新增之電動車)及特種車，其資料來源說明如下。

(1) 燃油車輛登記數

燃油車分類可分為小客車、大客車、小貨車、大貨車及機車，其用途細分自用及營業，又因燃料別可細分汽油、柴油及LPG，單位皆為「輛」，其車輛分類詳見表4.2-4。

2022年之燃油車輛登記數之資料來源為交通部統計查詢網中之監理資料，主要使用「機動車輛登記數按縣市別及使用燃料分」所查詢。

其中，機車之部分於交通部調查統計提要分析之機車使用狀況調查報告(2023)中統計民眾每星期使用天數，為真實呈現機車之使用狀況，故將統計查詢網中機車之登記數乘上每星期使用天數之比例(機車實際使用比率)，方能呈現機車實際之使用狀況。

另外，交通部統計查詢網之車輛登記數，其營業大客車僅區分「遊覽車」及「不含遊覽車」之兩項類別，並未細分市區公車與公路客運，由於市區公車與公路客運之營運方式及行駛里程差異甚大，故將營業大客車區分為遊覽車、市區公車及公路客運三大類別進行推估。市區公車之車輛登記數資料來源引自交通統計要覽之市區汽車營運概況報告(2023)，而公路客運之資料來源為交通統計要覽之公路汽車客運營運概況(2023)，燃油車輛登記數之資料來源整理如表4.2-4。

表 4.2-4 燃油車輛登記數之資料來源

車種	用途		使用燃料別	資料來源
小客車	自用		汽油	交通部統計查詢網
			柴油	
	營業		汽油	
			柴油	
			LPG	
大客車	自用		柴油	交通部統計查詢網
	營業	遊覽車	柴油	
		市區公車	柴油	交通部，交通統計要覽，市區汽車營運概況報告
		公路客運	柴油	交通部，交通統計要覽，公路汽車客運營運概況(2023)
小貨車	自用		汽油	交通部統計查詢網
			柴油	
	營業		汽油	
			柴油	
大貨車	自用		柴油	
	營業		柴油	
機車	無區分		汽油	交通部統計查詢網、交通部，調查統計提要分析機車使用狀況調查報告

註：LPG：液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas)
資料來源：本計畫整理。

(2) 電動車輛登記數

本計畫新增之電動車分類與燃油車相同，可分為小客車、大客車、小貨車、大貨車及機車，其用途細分自用及營業，單位皆為「輛」。其電動車輛登記數之資料自2012年開始統計，其資料來源為交通部統計查詢網中之監理資料，主要使用「機動車輛登記數按縣市別及使用燃料分」所查詢。

其中，交通部統計查詢網之車輛登記數其營業電動大客車並未細分電動市區公車與電動公路客運，經公路總局提供各年度新增之電動公路客運即可計算出每年電動客運之車輛數，再

藉由交通部統計查詢網之電動大客車營業(不含遊覽車)之資料相減，即可得出各年度之電動市區公車車輛數，電動車之車輛數資料來源如表4.2-5所示。

表 4.2-5 電動車輛登記數資料來源

<table>
<tr><th>車種</th><th colspan="2">用途</th><th>使用燃料別</th><th>資料來源</th></tr>
<tr><td rowspan="2">小客車</td><td colspan="2">自用</td><td rowspan="10">電能</td><td rowspan="2">交通部統計查詢網</td></tr>
<tr><td colspan="2">營業</td></tr>
<tr><td rowspan="4">大客車</td><td colspan="2">自用</td><td>交通部統計查詢網</td></tr>
<tr><td rowspan="3">營業</td><td>遊覽車</td><td>交通部統計查詢網</td></tr>
<tr><td>市區公車</td><td>交通部統計查詢網，扣除公路總局提供之公路客運輛數</td></tr>
<tr><td>公路客運</td><td>公路總局提供</td></tr>
<tr><td rowspan="2">小貨車</td><td colspan="2">自用</td><td rowspan="5">交通部統計查詢網</td></tr>
<tr><td colspan="2">營業</td></tr>
<tr><td rowspan="2">大貨車</td><td colspan="2">自用</td></tr>
<tr><td colspan="2">營業</td></tr>
<tr><td>機車</td><td colspan="2">無區分</td></tr>
</table>

資料來源：本計畫整理。

又因國發會於2022年3月30日公布之12項關鍵戰略，其中運具電動化及無碳化關鍵戰略行動計畫(關鍵戰略7)中提及運具電動化推動里程碑並訂定運具發展目標，包含電動市區公車、電動小客車及電動機車之市售比及普及率，故本計畫推估上述電動車2022年之市售比、普及率，並與關鍵戰略7之電動運具成長目標比較，如下表4.2-6所示。

表 4.2-6 2022 年電動車之市售比與普及率推估結果

車種	類別	現況	電動運具成長目標			
		2022 年	2025 年	2030 年	2035 年	2040 年
電動市區公車	**普及率**	**10.97%**	**35%**	**100%**	-	-
	總車數	1,181	4,600	11,700	-	-
電動小客車	**市售比**	**4.42%**	**10%**	**30%**	**60%**	**100%**
	新車數	16,106	38,000	114,000	228,000	380,000
	普及率	**0.47%**	**1.4%**	**7.3%**	**20.3%**	**43.2%**
	總車數	34,160	101,365	519,365	1,431,365	3,027,365
電動機車	**市售比**	**11.95%**	**20%**	**35%**	**70%**	**100%**
	新車數	87,690	180,000	315,000	630,000	900,000
	普及率	**4.38%**	**7.9%**	**16.7%**	**34.7%**	**63.3%**
	總車數	630,223	1,131,438	2,376,138	4,896,138	8,856138

資料來源：國發會，電動化及無碳化關鍵戰略行動計畫(核定本)、本計畫整理。

(3) 特種車輛登記數

本計畫此次納入特種車進行能源消耗量及溫室氣體排放量推估，因特種車資料取得困難，故僅將垃圾車(密封式壓縮車)納入推估。其中，垃圾車可細分為低碳垃圾車及引擎動力壓縮車，其資料來源為詢問環境部環境管理署所取得，其垃圾車之資料來源如表4.2-7所示。

表 4.2-7 垃圾車輛登記數資料來源

車種	用途	使用燃料別	資料來源
垃圾車	低碳垃圾車	柴油	環境部 環境管理署
	引擎動力壓縮車	柴油	

資料來源：本計畫整理。

2.每車年行駛里程

(1) 燃油車每車年行駛里程

燃油車分類可分為小客車、大客車、小貨車、大貨車及機車，其用途細分自用及營業，又因燃料別可細分汽油、柴油及LPG，單位皆為「公里」，其車輛分類詳見表4.2-8。

除營業大客車(遊覽車、市區公車及公路客運)及機車外，其餘車種之每車年行駛里程之資料皆來自交通部統計查詢網

交通統計要覽之「附錄4 汽車延車公里統計按使用燃料別分」；遊覽車每車年行駛里程之資料來源為交通部調查統計提要分析之「遊覽車營運狀況調查」；機車每車年行駛里程係透過交通部調查統計提要分析之「機車使用狀況調查」中每星期使用天數及平均一天行駛里程(公里)推估機車每車年行駛里程，而市區公車及公路客運之每車年行駛里程之推估如下說明。

表 4.2-8 燃油車每車年行駛里程之資料來源

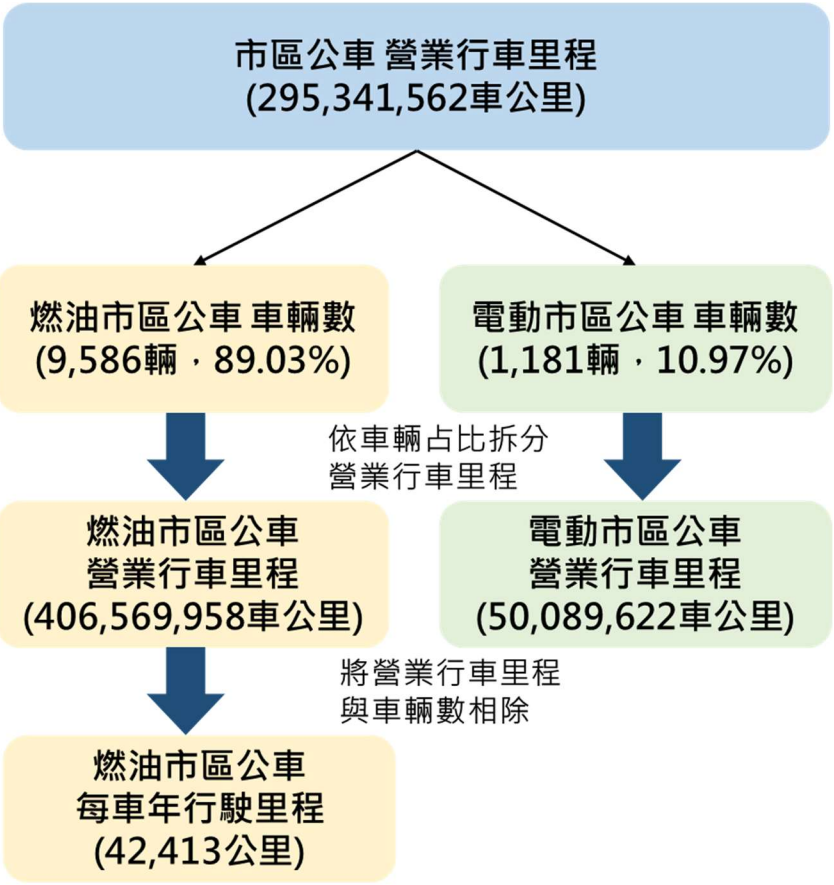
車種	用途		使用燃料別	資料來源
小客車	自用		汽油	交通部，交通統計要覽「附錄 4 汽車延車公里統計按使用燃料別分」
			柴油	
	營業		汽油	
			柴油	
			LPG	
大客車	自用		柴油	
	營業	遊覽車	柴油	交通部，交通部調查統計提要分析「遊覽車營運狀況調查」
		市區公車	柴油	交通部統計查詢網
		公路客運	柴油	交通部統計查詢網
小貨車	自用		汽油	交通部統計查詢網
			柴油	
	營業		汽油	
			柴油	
大貨車	自用		柴油	
	營業		柴油	
機車	無區分		汽油	交通部，調查統計提要分析，機車使用狀況調查報告

註：LPG：液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas)

資料來源：本計畫整理。

以往「運具排放清冊」之市區公車及公路客運之每車年行駛里程之資料皆來自交通部統計查詢網之營業行車里程，並透過營業行車里程除以燃油市區公車之車輛數即可得出燃油車之每車年行駛里程。隨電動市區公車車輛數逐年增加之趨勢，截至2022年電動市區公車車輛數已達1,181輛，故為精準計算燃

油及電動市區公車之每車行駛里程，故透過燃油及電動市區公車之車輛數占比拆分其營業行車里程再與車輛數相除，而公路客運之營業行車里程之拆分作法與市區公車向同，拆分之作法詳見圖4.2-1。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-1 燃油市區公車每車年行駛里程推估作法(以 2022 年為例)

(2) 電動車每車年行駛里程

本計畫新增之電動車分類與燃油車相同，可分為小客車、大客車、小貨車、大貨車及機車，其用途細分自用及營業，單位皆為「公里」。

電動車(小客車、大客車、小貨車、大貨車)每車年行駛里程之資料來源為交通部統計查詢網中的交通統計要覽之「附錄4 汽車延車公里統計按使用燃料別分」，因大客車之統計資料僅區分自用及營業，故後續電動營業大客車溫室氣排放推估包含市區公車及公路客運(不含遊覽車)。

此外，電動機車之每車年行車里程未有相關統計資料，故其資料以燃油機車之每車年行駛里程相同做為替代。其電動車每車年行駛里程資料來源彙整如表4.2-9。

表 4.2-9 電動車每車年行駛里程之資料來源

車種	用途	使用燃料別	資料來源
小客車	自用	電能	交通部，交通統計要覽「附錄 4 汽車延車公里統計按使用燃料別分」
	營業		
大客車	自用		
	營業		
小貨車	自用		
	營業		
大貨車	自用		
	營業		
機車	無區分		同燃油機車每車行駛里程

資料來源：本計畫整理。

(3) 特種車每車年行駛里程

本計畫之特種車僅新增垃圾車，其中垃圾車可細分為低碳垃圾車及引擎動力壓縮車，其資料來源為詢問環境部環境管理署所取得，其垃圾車每車年行駛里程之資料來源如表4.2-10所示。

表 4.2-10 垃圾車每車年行駛里程資料來源

車種	用途	使用燃料別	資料來源
垃圾車	低碳垃圾車	柴油	環境部 環境管理署
	引擎動力壓縮車	柴油	

資料來源：本計畫整理。

3.能源效率

(1) 燃油車能源效率

燃油車之能源效率資料來源皆不同，為清楚概括能源效率之資料來源，故將燃油車之能源效率彙整如表4.2-11所示。其中，本計畫將市區公車、公路客運及自用大客車因無相關統計資料，而遊覽車之能源效率因遊覽車營運狀況調查報告自民國106年並未統計其燃油效率；另外，貨車因後續統計調查報告已有統

計其能效，故針對貨車之能效進行回溯，以下將上述車種之能源效率推估及回溯方式如下說明。

表 4.2-11 燃油車能源效率資料來源

車種	用途		使用燃料別	資料來源
小客車	自用		汽油	交通部，調查統計提要分析，自用小客車使用狀況調查報告
			柴油	
	營業		汽油	交通部，調查統計提要分析，計程車營運狀況調查結果統計表(全體計程車)，表 22 計程車燃油效率(使用空調)
			柴油	
			LPG	
大客車	自用		柴油	本計畫推估
	營業	遊覽車	柴油	交通部，調查統計題要分析，遊覽車營運狀況調查、2021 年及 2022 年為本計畫推估
		市區公車	柴油	本計畫推估
		公路客運	柴油	本計畫推估
小貨車	自用		汽油	交通部，調查統計提要分析，汽車貨運調查報告
			柴油	
	營業		汽油	
			柴油	
大貨車	自用		柴油	
	營業		柴油	
機車	無區分		汽油	交通部，調查統計提要分析，機車使用狀況調查

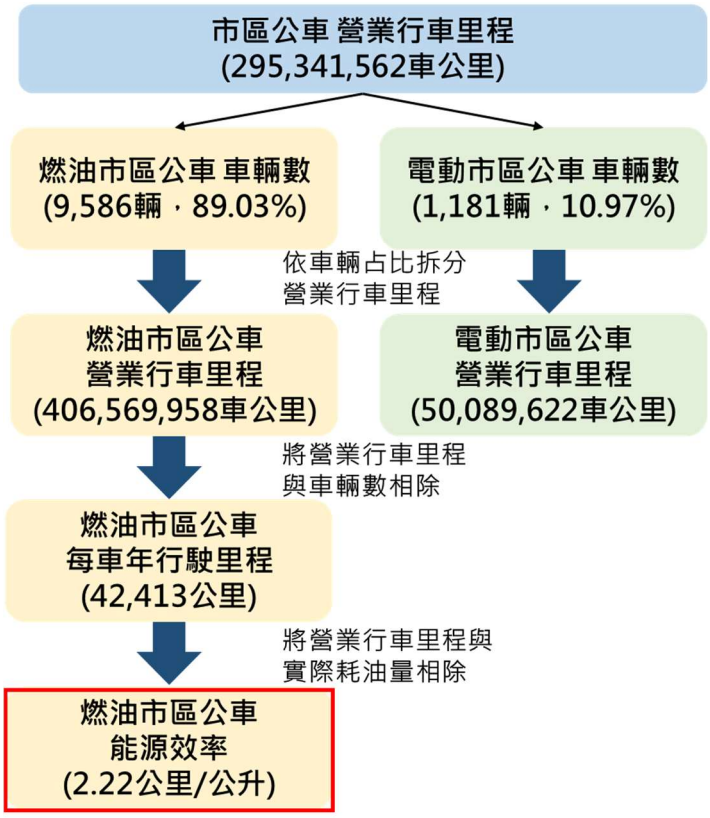
註：LPG：液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas)

資料來源：本計畫整理。

①市區公車及公路客運燃油效率

因以往「運具排放清冊」之市區公車及公路客運之能源效率之資料皆來自交通部統計查詢網之營業行車里程，並透過交通部統計查詢網之實際耗油量與營業行車里程相除即可得出燃油車之能源效率。隨電動市區公車及電動公路客運車輛數逐年增加之趨勢，截至2022年電動市區公車

與公路客運車輛數分別為1,181輛及29輛，故為精準計算燃油市區公車及燃由公路客運之能源效率，故兩者皆透過燃油及電動車輛數之占比拆分其營業行車里程後，再與實際耗油量相除，即可得出燃油市區公車與公路客運之能源效率，其推估方式如圖4.2-2所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-2 市區公車能源效率推估方式(2022 年)

②自用大客車燃油效率

由於目前無自用大客車相關統計資料，而自用大客車之運輸行為與公路客運類似，因此本計畫假設自用大客車之燃油效率與公路客運相同。

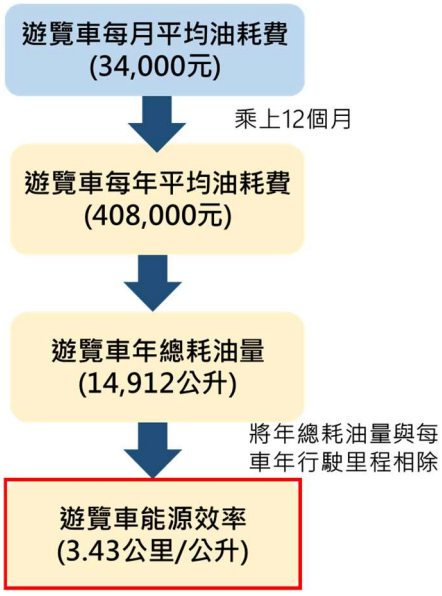
③貨車燃油效率

過往「運具排放清冊」燃油小貨車與大貨車之能效資料僅有1990年至1998年期間及2012年當年度之資料，其缺失之資料利用1998年及2012年之能源效率資料計算其年均

成長率，並透過2012年之資料乘上其年均成長率之方式可計算2013年之小貨車及大貨車能效，並依此類推至2021年。然2019年起汽車貨運調查報告已有統計大小貨車之能效資料，故本計畫將大小貨車之能效利用汽車貨運調查報告之數值回溯至2019年。

④遊覽車燃油效率

因遊覽車營運狀況調查報告自民國106年起並無統計其燃油效率資料，故2017年後延用105年版遊覽車營運狀況調查報告之燃油效率計算。然111年版遊覽車營運狀況調查報告開始統計每月平均油料費，故透過每月平均油料費換算每年平均油料費，再透過能源署網站查詢柴油111年之平均價格換算其耗油量，進而透過耗油量與每車年行駛里程相除即可得出2022年遊覽車之能效，其推估方式如圖4.2-3所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-3 遊覽車能源效率推估方式(2022 年)

(2) 電動車能源效率

因電動車能源效率目前尚無統計資料，故本計畫透過文獻或電動車市占率之資料推估電動車能效，其推估方式如下說明。

①小客車

因目前尚無自用小客車及營業小客車之統計資料，故本計畫假設營業小客車與自用小客車之能源效率相同。其能效資料係透過交通部統計查詢網之監理資料中，車輛登記數按各型汽車廠牌區分之統計資訊，發現2022年小客車市占率最高廠牌為Tesla，其市占率約為76%(如表4.2-12)，故本計畫以Tesla之歷年出廠車型進行推估，並假設其汰換年限為10年，故能效資料以當年度出廠之資料及過去9年出廠之車型能效進行平均，推估其當年度能效。因能效資料皆為實驗室之實驗結果，為符合實際道路行駛之能效，故本計畫利用工研院(2020)「小客車能效於實際道路測試與法規實驗室測試結果之差異比較研析」之結果(如表4.2-13)乘上本計畫推估之小客車能效，其推估方式如圖4.2-4所示。

表 4.2-12 2022 年我國電動小客車市占比

2022 年電動小客車市占比		
品牌	**數量**	**占比**
AUDI_電能	689	2%
BMW_電能	1,089	3%
HYUNDAI_電能	437	1%
KIA_電能	626	2%
MERCEDES-BENZ_電能	450	1%
NISSAN_電能	323	1%
PORSCHE_電能	1,428	4%
TESLA_電能	27,066	76%
VOLVO_電能	761	2%

資料來源：交通部統計查詢網。

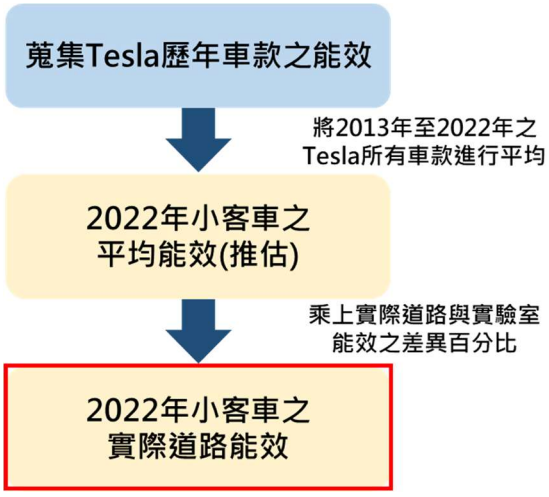
表 4.2-13 電動小客車能效與實際道路測試之差異

電動車能效與實際道路測試差異(%)					
實驗車輛	小客車				
	NEDC	WLTC	實際道路測試	實際道路測試與 NEDC 差異	實際道路測試與 WLTC 差異
A 車	14.78	15.32	14.50	-1.93%	-5.66%
B 車	13.32	13.54	13.00	-2.46%	-4.15%
C 車	11.81	12.00	11.40	-3.60%	-5.26%
D 車	13.80	13.60	12.40	-11.29%	-9.68%
E 車	16.31	15.77	14.40	-13.26%	-9.51%
平均	14.00	14.05	13.14	-6.58%	-6.89%
測試差異平均	-6.6807%				

註 1：NEDC 為歐盟過去至現行之輕型車輛油耗污染測試程序(New European Drive Cycle)

註 2：WLTC 為歐盟全球調和輕型車輛測試程序(Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures, WLTP)下之行車型態測試方法，自 2017 年 9 月起逐漸取代 NEDC。

資料來源：工研院，小客車能效於實際道路測試與法規實驗室測試結果之差異比較研析(2020)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-4 電動小客車能源效率推估方式(2022 年)

②大客車

因電動大客車無實際統計資料，故本計畫假設自用大客車及營業大客車之能效相同且電動大客車之能效資料引

自本所105年「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」之數據(如表4.2-14)，並透過不同廠牌之車輛數進行權重平均，推估出大客車之平均能效。

表 4.2-14 電動大客車各廠牌平均能源效率

大客車各廠牌平均用電效率				
車型	廠牌	車輛數	各廠牌能源效率	總平均
甲類	立德	70	0.64	0.810243902
	華德	26	0.87	
	唐榮	30	0.66	
	馨盛	3	1.02	
乙類	立德	15	0.72	
	華德	20	1.59	

資料來源：交通部運輸研究所，公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查(2016)。

③小貨車

經交通部統計查詢網查詢，我國2022年小貨車品牌僅有中華汽車且無其他廠牌，又我國經濟部為辦理「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」，自2021年起規定電動小客車、電動小貨車及電動機車之能源效率標示作業，故2021年前之小貨車能效尚無相關資料，故本計畫透過經濟部能源署「電動車能源效率標示核發月資料」查詢2021年及2022年之電動小貨車之能效資料，透過能效資料進行平均，而2021年及2021年前之能效資料以2021年平均能效進行計算，2022年則將2021年及2022年能效資料進行平均，其中華電動小貨車之能效如表4.2-15所示。

表 4.2-15 中華電動小貨車之能源效率

中華電動小貨車		
車型	能源署核發日期	用電效率
菱利 CMEV5-22	2022	5.6
菱利 CMEV2-22	2022	5.7
菱利 A180 CMEV2-19	2021	4.5
菱利 CMEV5-19	2021	4.7

資料來源：經濟部能源署，電動車能源效率標示核發月資料。

④大貨車

電動大貨車可區分自用及營業，我國於2022年僅有營業電動大貨車(僅1輛)，透過新聞查找得知我國營業電動大貨車之車型為Scania 26噸純電動大貨車，其電池容量為297kWh，滿電情況下可續航250公里，故其能效約為0.63公里/度。另外，2017年自用電動大貨車僅1輛，經查詢並無相關資訊，故其能效以Scania 26噸純電動大貨車替代。

⑤機車

能效資料係透過交通部統計查詢網之監理資料中車輛登記數按各型汽車按廠牌分之統計資訊，發現2022年機車市占率最高廠牌為睿能(Gogoro)，其市占率約為76%，故本計畫以睿能出廠車型進行推估，又因經濟部為辦理「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」，自2021年後始規定揭露其能效，由於睿能之能效僅揭露2022年，故電動機車能效以2022年出廠之車款平均能效進行推估。

4.3 運具能源消耗量及溫室氣體推估方法檢討與建議

前述章節說明各運具別之參數資料來源、參數回溯之作法及與過往推估方法之差異，為更了解本計畫「運具排放清冊」與過往研究計畫之能源消耗量與溫室氣體排放量推估方法之差異，茲整理彙整如表 4.3-1、表 4.3-2 所示。

表 4.3-1 本計畫新增之推估類別

新增類別	備註
電動車能源消耗量與溫室氣體排放量推估	蒐集並推估電動車車輛登記數、每車行駛里程、平均能源效率等參數，並計算各電動運具別能源消耗量與溫室氣體排放量。
電動車普及率及市售比計算	根據關鍵戰略 7 之未來電動車目標，計算其普及率及市售比。
特種車(垃圾車)能源消耗量與溫室氣體排放量推估	函詢環境部環境管理署蒐集垃圾車車輛登記數、每車行駛里程、平均能源效率等參數，並計算垃圾車能源消耗量與溫室氣體排放量。
各員工通勤運具別碳強度計算	透過能源效率、乘載人數等參數推估各運具別之碳強度。

資料來源：本計畫整理。

表 4.3-2 過往與本計畫「運具排放清冊」推估方式之差異(1/2)

推估類別	備註
燃油市區公車與燃油公路客運每車年行駛里程推估	利用不同能源別(燃油及電動)之車輛數占比結構拆分營業行車里程，並將燃油市區公車與燃油公路客運之營業行車里程與其燃油車輛登記數相除，以避免燃油市區公車與燃油公路客運每車年行駛里程被高估。
燃油市區公車與燃油公路客運之能源效率推估	將上述已依能源別拆分之營業行車里程與燃油市區公車及公路客運之實際耗油量相除，以避免燃油市區公車與燃油公路客運之能源效率被高估。
小貨車及大貨車能源效率回溯	2019 年後汽車貨運調查報告已有新增小貨車及大貨車能源效率，故將 2019 年之 2021 年之能源效率進行回溯。

表 4.3-2 過往與本計畫「運具排放清冊」推估方式之差異(2/2)

推估類別	備註
2021 年及 2022 年遊覽車能源效率推估	2022 年遊覽車營運狀況調查報告已有統計每月平均油料費，故利用柴油平均價格推估其用油量，在利用用油量與每車平均行駛里程相除即可得出遊覽車之能效。
柴油係數調整比例	本計畫為與能源平衡表之實際資料相符，故需計算各能源別之調整比例。因市區公車與公路客運已有實際耗油量資料，故不需透過柴油調整係數比例調整，爰將調整前之柴油用油量扣除已有實際耗油量(市區公車及公路客運)再與能源平衡表(公路)柴油部分扣除已有實際耗油量(市區公車及公路客運)相除。
電力油當量轉換	本計畫將過往「運具排放清冊」之電力油當量轉換更政為能源署公布之能源產品熱值進行推估。
電力排放係數	過往係利用電力排碳係數計算，隨再生能源比例逐年攀升，故 2022 年始採用電力排放係數進行推估(能源署內部提供之資料)。
溫室氣體排體放係數	環境部將於 113 年之國家溫室氣體排放清冊(2024 年)全面採用 AR5 版之 GWP 值，故本計畫全面回溯溫室氣體排放係數進行推估。
市區公車與公路客運延人公里拆分	因電動市區公車與電動公路客運車輛數逐年攀升，故將延人公里依不同燃料別進行拆分，以精確計算其碳強度。
貨車延頓公里拆分	過往「運具排放清冊」貨車延噸公里為推估方式，但與統計處所調查之實際延噸公里差距甚大，故本計畫透過文獻資料推估計算小貨車與大貨車之載重比例，並利用統計網之貨運延噸公里與汽車貨運調查報告中之貨車營業與自用之平均運距，並使用車輛數計算小貨車與大貨車每年之載貨噸數，進而計算不同燃料別及使用類別之大貨車及小貨車之延噸公里。

註：GWP：全球暖化潛勢值(Global warming potential)。
資料來源：本計畫整理。

根據表 4.3-1 及表 4.3-2 之綜整，可瞭解本計畫與過往推估之差異，亦可瞭解參數之取得與推估方式仍有一定困難度，因此本計畫針對後續參數之取得與統計資料發布提供建議，其建議如表 4.3-3。此外，截至 2022 年底特種車數量已達 69,909 輛，特種車除本計畫納入之垃圾車外，尚包括消防車、救護車、警備車等，後續應持續將特種車納入「運具排放清冊」，以瞭解是否能讓由下而上(Bottom-up)所推估之運輸部門排放量與能源平衡表由上而下(Top-down)的數據，較為接近，增加推估準確性。惟特種車之資料取得不易，建議後續研究可函詢相關部會以取得相關資料。

表 4.3-3 研提資料精進建議

類別	車種	精進建議
車輛登記數	市區公車	交通部統計查詢網之市區公車及公路客客運車輛登記數並未區分燃油及電動，隨電動市區公車輛數逐年攀升，且未更了解電動車之發展狀況，故需統計欄位拆分為燃油及電動。
	公路客運	
年平均行駛里程	市區公車 公路客運	交通部統計查詢網之年平均行駛里程(車公里)並未區分電動及燃油，因電動車可能應充電時間導致其班次會較燃油車少，故建議統計調查欄位應區分燃油及電動。
	機車	機車使用狀況調查報告僅統計燃油機車之年行駛里程，並未統計電動機車之行駛里程，故於問卷調查時應增加電動機車之選項進行調整或回歸定檢資料庫進行統計。
能源效率	貨車	依據汽車運輸業管理規則第 24 條，汽車運運輸業應按其繳交燃料消耗統計年報表及行駛路線年報表，建議公路局提供相關資料，或由統計處協助。

資料來源：本計畫整理。

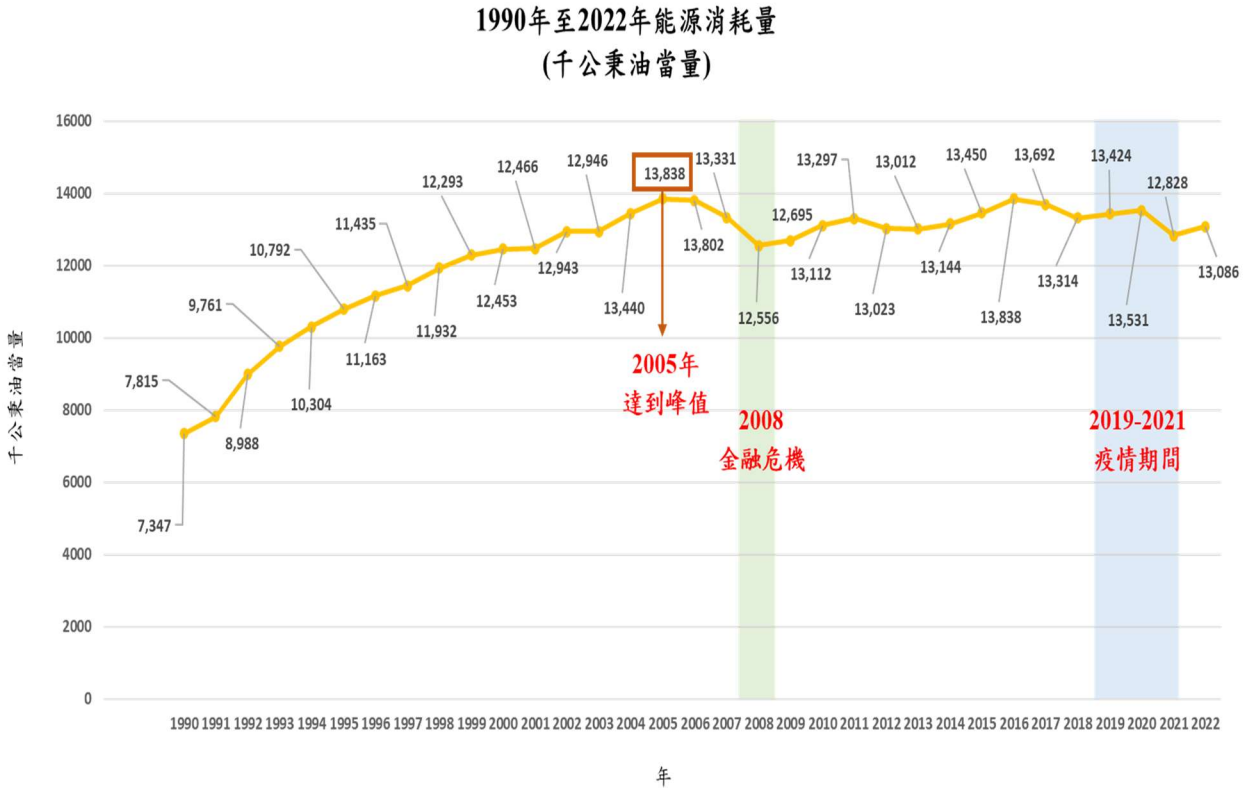
4.4 各類運具別碳排放推估計算結果與分析

根據 4.1 節之推估架構與 4.2 節參數資料來源，本節依序說明其推估結果。

1.運輸部門能源消耗量

(1) 運輸部門歷年能源消耗量

運輸部門1990年至2022年歷年能源消耗量如圖4.4-1所示，1990年至2005年期間運輸部門能源消耗量逐年攀升，並於2005年達到峰值，約為13,838千公秉油當量，而2005年後能源消耗量呈現緩降之趨勢。其中，2008年因金融危機導致能源消耗量降至低點，爾後又逐年上升；而2021年因Covid-19疫情之原因，能源消耗量由2019年13,424千公秉油當量降至2021年12,828千公秉油當量，後因Covid-19疫情趨緩，2022年能源消耗量回升至13,806千公秉油當量。

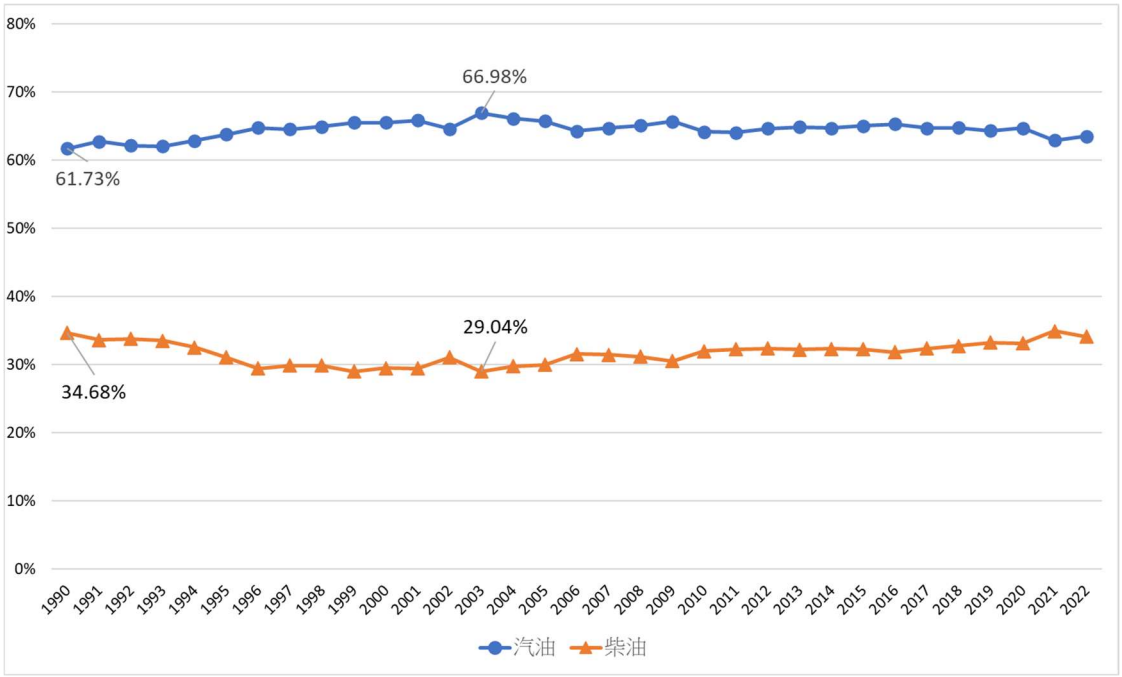


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-1 1990 年至 2022 年運輸部門總能源消耗量

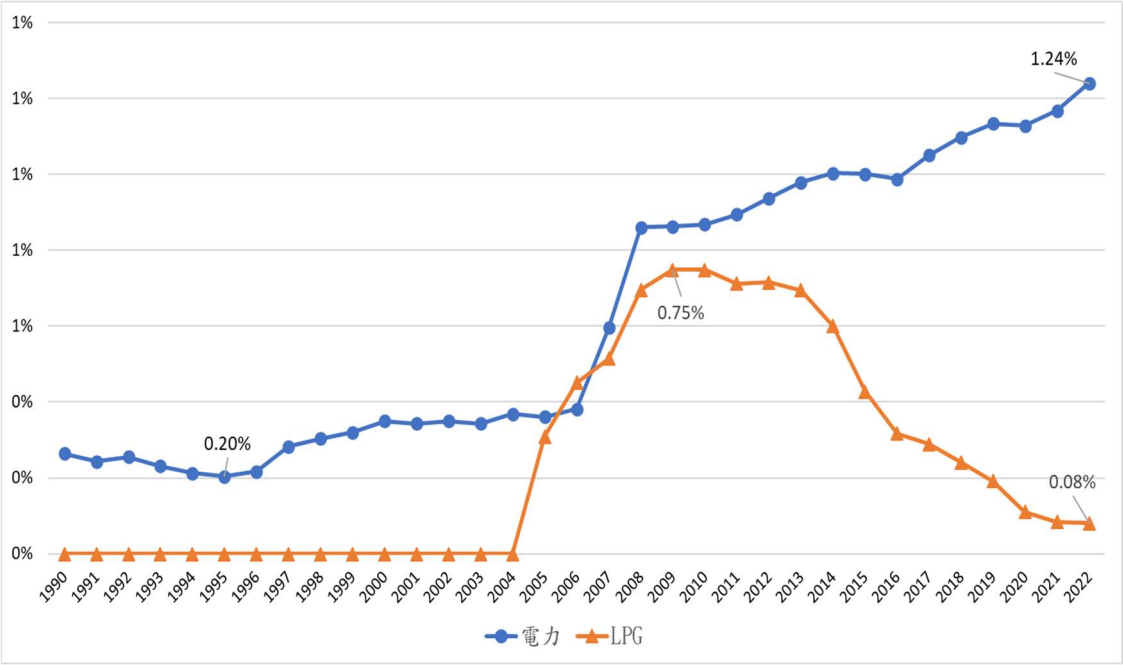
(2) 運輸部門歷年不同能源消耗結構占比

承上述，若將運輸部門歷年能源消耗量拆分燃料別，觀察各燃料別占運輸部門之歷年占比，其中汽油及柴油之占比約落在61%至67%及29%至35%之間(如圖4.4-2)；電力則於1995年0.2%攀升至2022年1.24%，呈逐年攀升之狀態，又因2007年高鐵開通後，由2006年53千公秉油當量急遽攀升至2008年108千公秉油當量，約增幅2.04倍；LPG則於2009年時達峰值，約占運輸部門能源消耗量0.75%，並於2012年使用LPG之營業小客車高達18,560輛，後因政策執行落差及加氣站數量無法突破，故LPG之車輛數截至2022年僅剩3,277輛，以致LPG占比於2022年僅占運輸部門能源消耗0.08%(如圖4.4-3)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-2 1990 年至 2022 年運輸部門汽油及柴油占比



註：LPG：液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas)
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-3 1990 年至 2022 年運輸部門電力及 LPG 占比

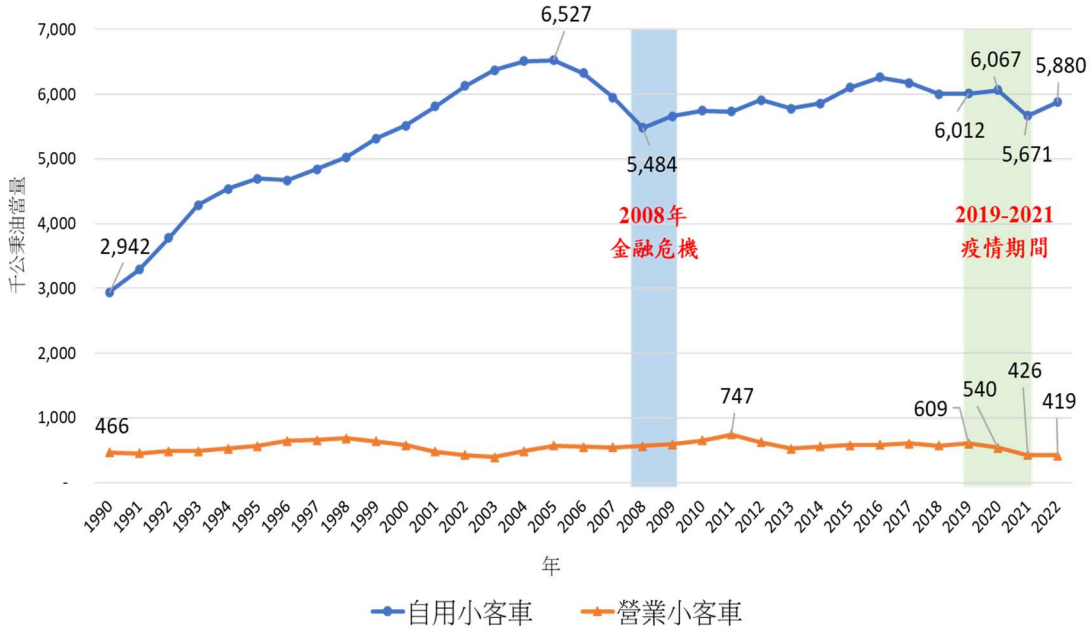
(3) 運輸部門各運具別歷年能源消耗量

①公路運輸

A.小客車

自用小客車之能源消耗量於2005年達到峰值，約為6,527千公秉油當量，後因2008年金融危機降至5,484千公秉油當量，爾後又逐年上升，直至2019年至2021年因Covid-19疫情降至5,671千公秉油當量，後因疫情趨緩2022年攀升至5,880千公秉油當量(如圖4.4-4)。

營業小客車則之能源消耗量於2011年達到峰值，約為747千公秉油當量，後因Covid-19疫情關係，截至2022年其能源消耗量為419千公秉油當量(如圖4.4-4)。



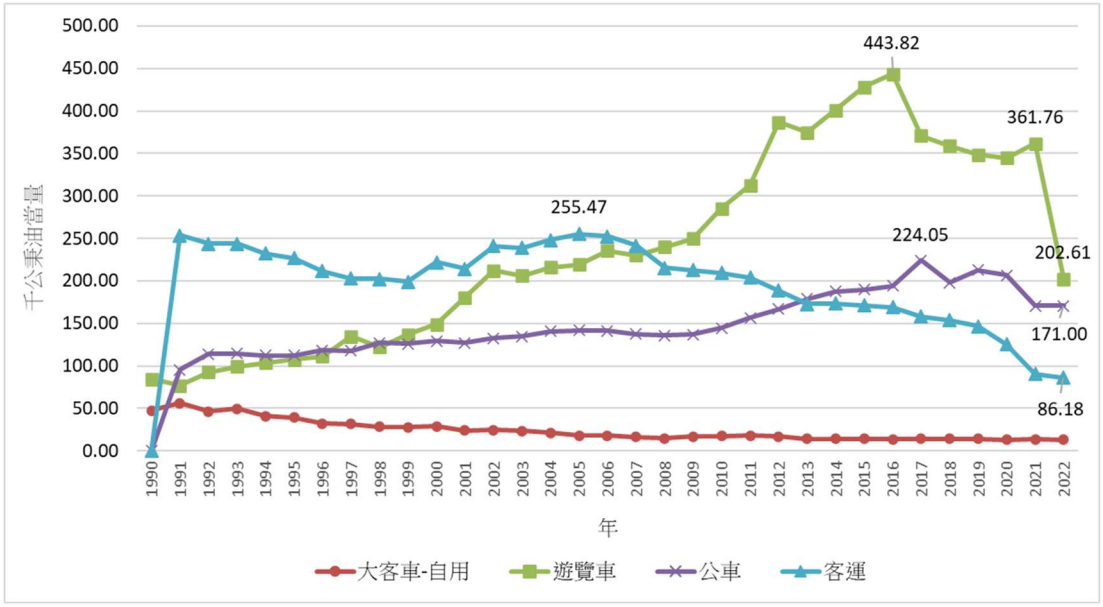
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-4 1990 年至 2022 年小客車能源消耗量

B.大客車

在大客車中，遊覽車能源消耗量為最高，因我國於2008年開放陸客來臺觀光，其能源消耗量於2016年達峰值，約443.82千公秉油當量，後因Covid-19疫情之影響，觀光客數量銳減，直至2022年大客車之能源消耗量降至202.61千公秉油當量(如圖4.4-5)。

在公路客運與市區公車，分別於2005年及2017年達到峰值，分別為為255.47及224.05千公秉油當量，後因疫情緣故，2022年之能源消耗量僅86.18及171千公秉油當量(如圖4.4-5)。

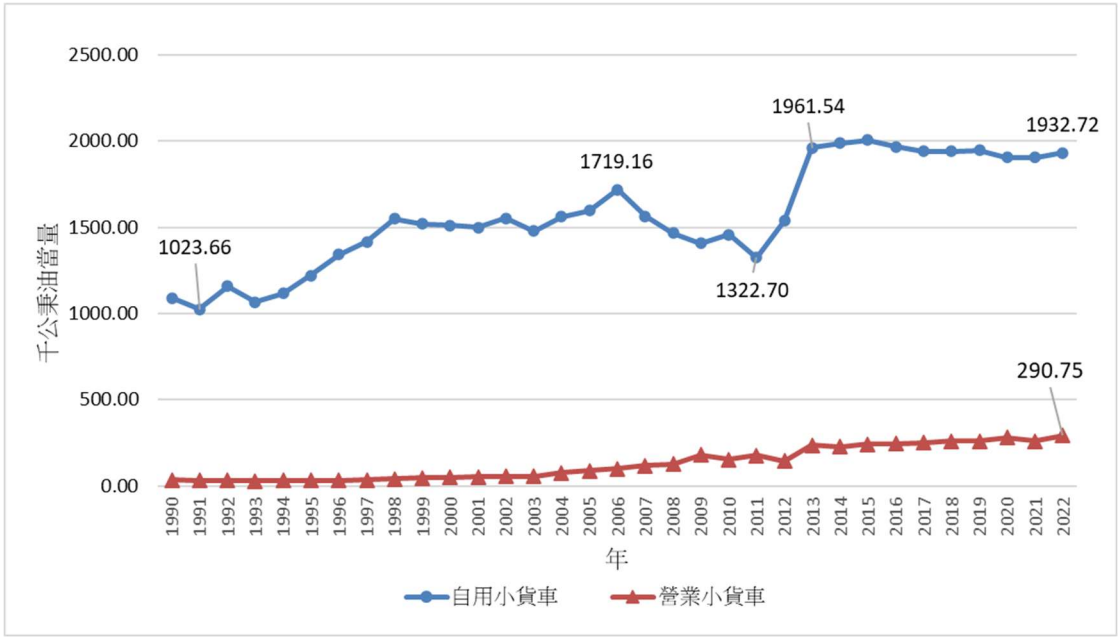


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-5 1990 年至 2022 年大客車能源消耗量

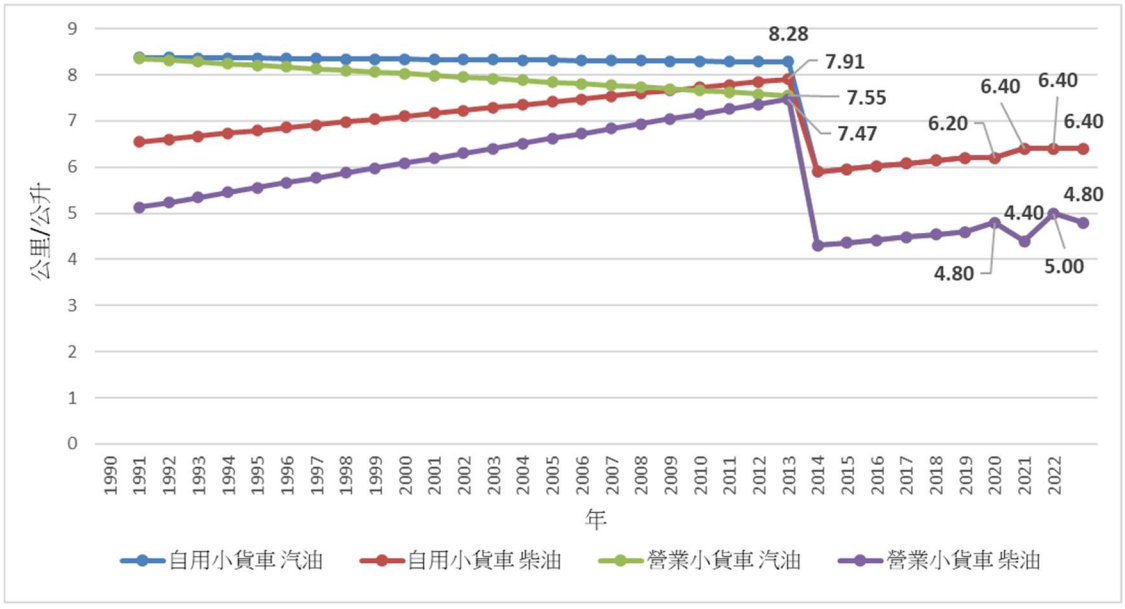
C.小貨車及大貨車

小貨車因汽車貨運業調查報自2019年始統計能源效率，故本計畫將汽車貨運業調查報告之能效資料回溯至2019年，並透過2019年至2022年之統計資料，利用迴歸之方式回溯至2013年；此外，又過往研究資料已有1998年及2012年之能效資料，並利用內插法推估1999年至2011年之缺失資料，爰造成2011年至2013年之能源消耗量急遽攀升。而大貨車與小貨車之情形相同，皆依能源效率影響之緣故，造成2012年能源消耗量攀升之原因(如圖4.4-6、圖4.4-7、圖4.4-8)。



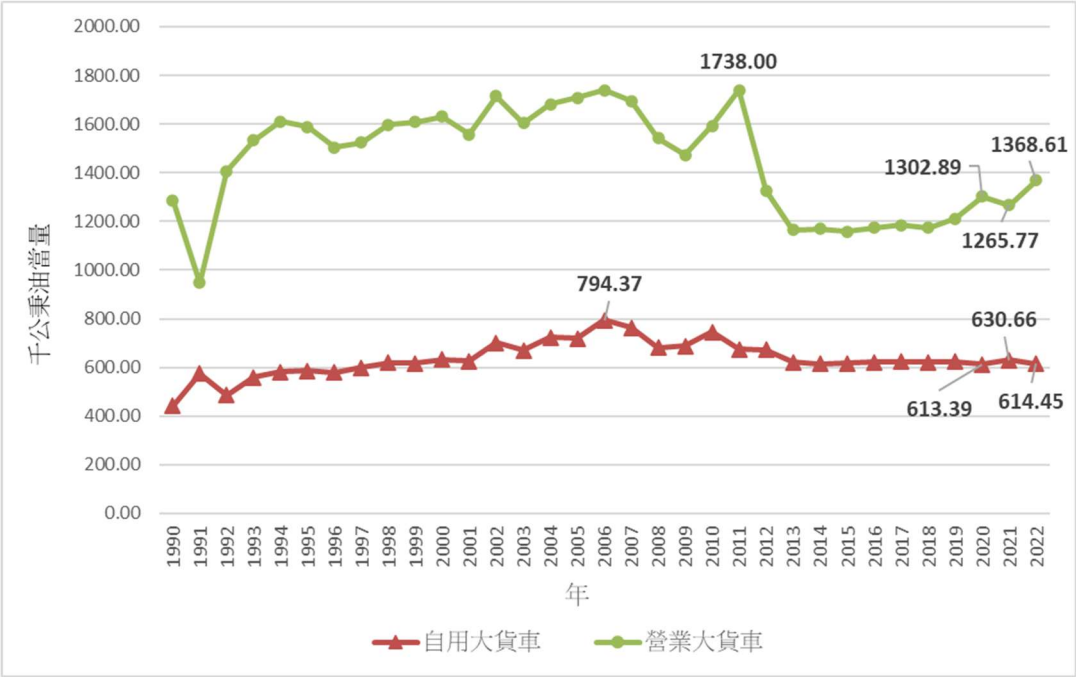
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-6 1990 年至 2022 年小貨車能源消耗量



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-7 1990 年至 2022 年小貨車能源效率



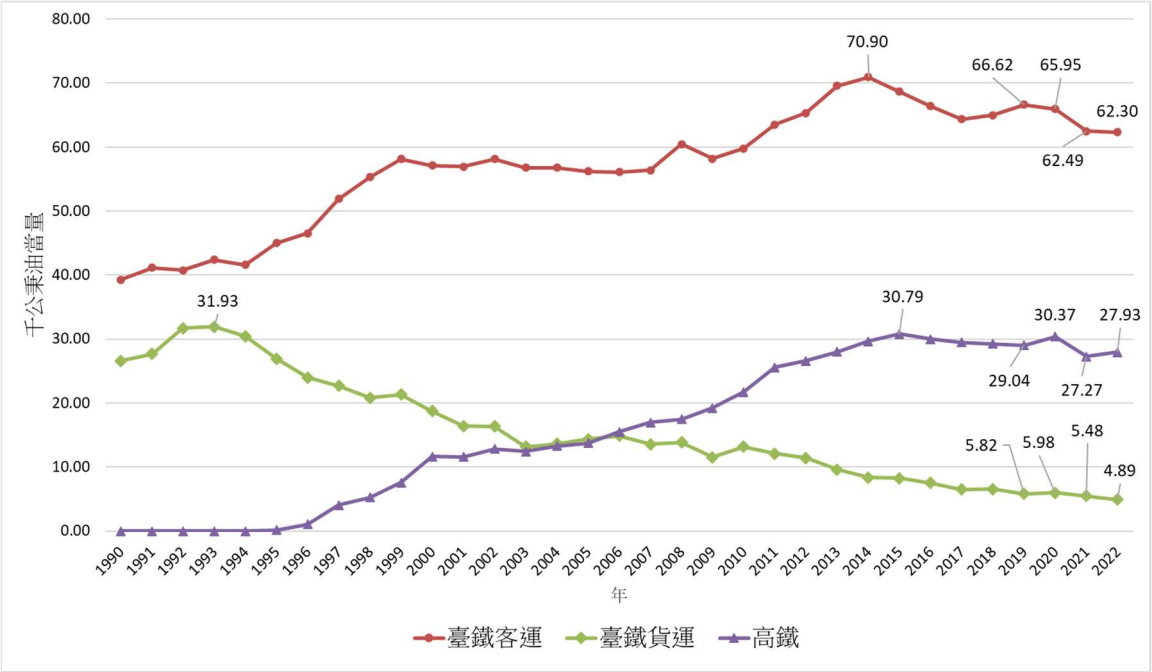
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-8 1990 年至 2022 年大貨車能源消耗量

②軌道運輸

A.臺鐵及高鐵

臺鐵客運及高鐵之能源消耗量呈逐年攀升，分別至2014年及2015年達峰值，爾後呈逐年緩降之趨勢，又因疫情之影響於2021年能源消耗量為近年最低點，直至2022年小幅回升；臺鐵貨運之能源消耗量於1993年達峰值，其峰值之能源消耗量為31.93千公秉油當量，爾後逐年緩降，降至2022年4.89千公秉油當量(如圖4.4-9)。

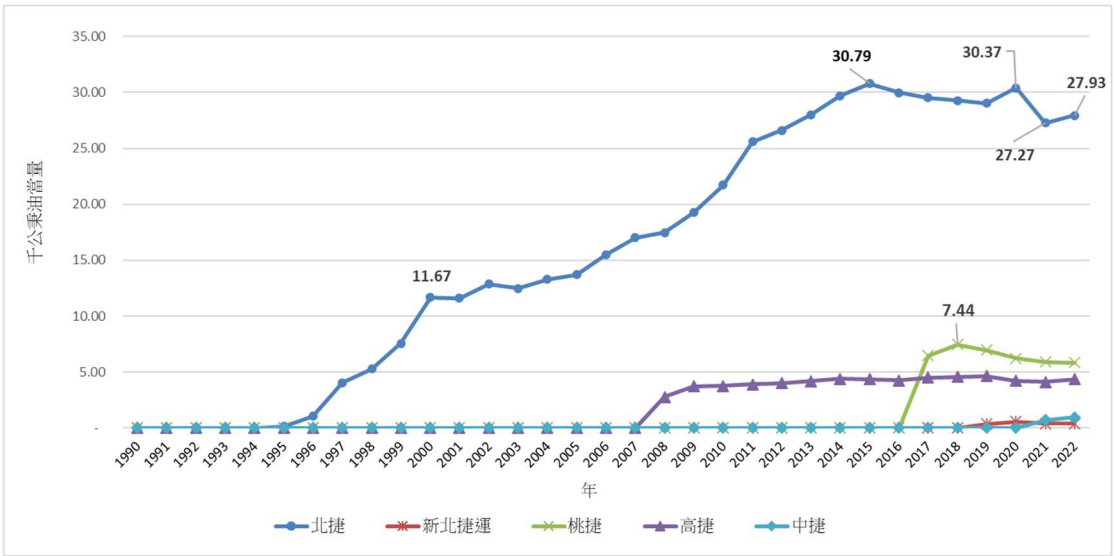


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-9 1990 年至 2022 年臺鐵及高鐵能源消耗量

B捷運

臺北捷運自1996年開通以來，其能源消耗量逐年攀升，截至2015年其能源消耗量達峰值，約為30.79千公秉油當量，後因疫情關係，於2021年其能源消耗量降至27.27千公秉油當量，直至2022年緩慢回升至27.93千公秉油當量。其餘捷運系統因開通時間較晚，且因各縣市人口數之關係，造成各捷運系統運量有所差異(如圖4.4-10)。

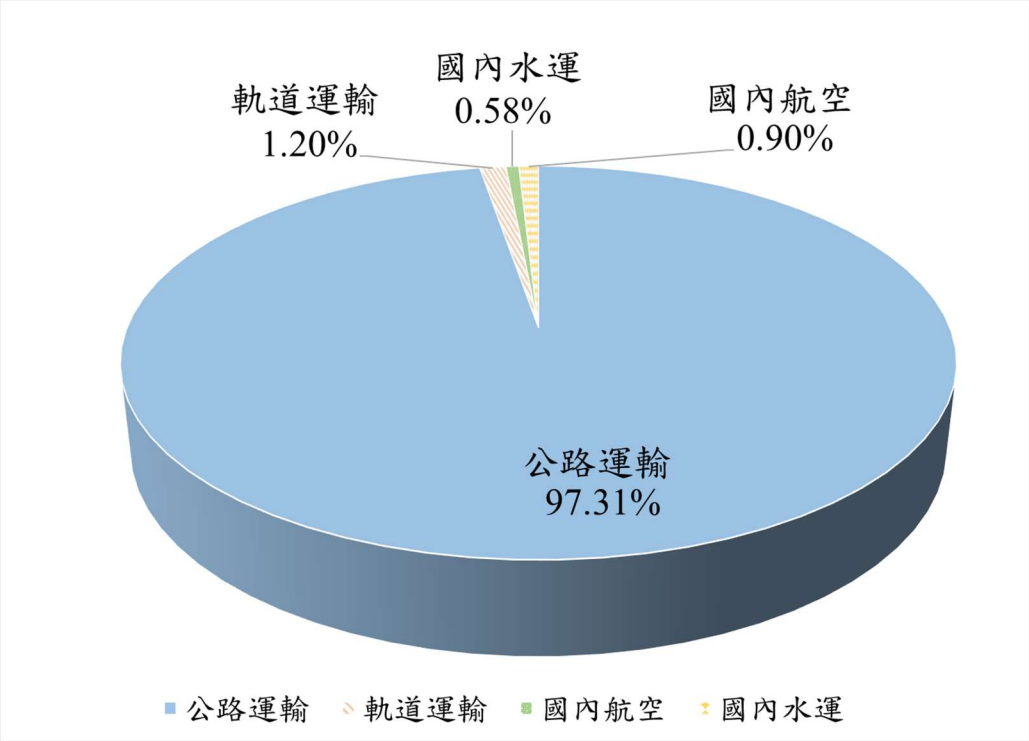


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-10 1990 年至 2022 年捷運能源消耗量

(4) 2022年四大運輸系統能源消耗量占比

本計畫推估之2022年運輸部門四大運輸系統之能源消耗量，公路運輸能源消耗量占比最高，占整體運輸部門97.31%；其次為軌道運輸，占整體運輸部門1.2%(如圖4.4-11)。

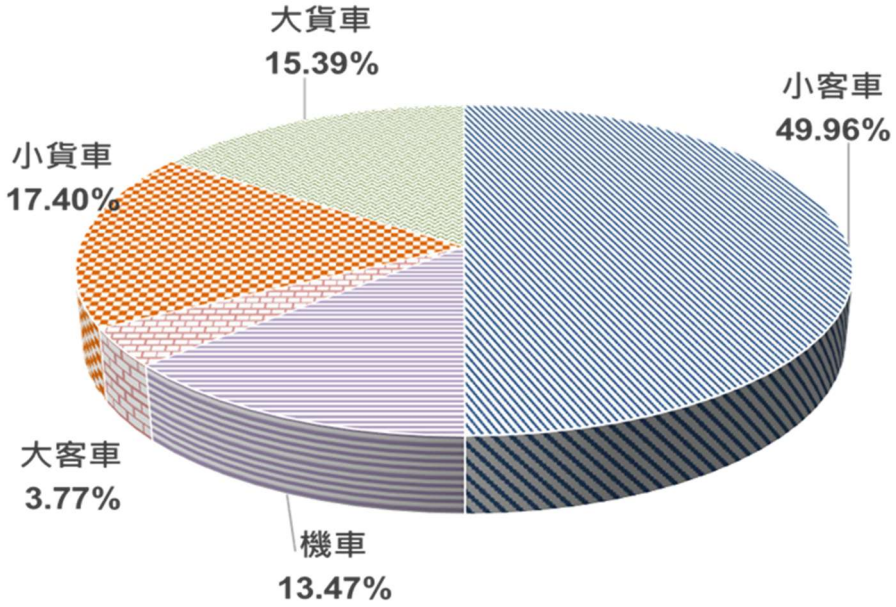


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-11 2022 年四大運輸系統能源消耗占比

(5) 2022年公路運輸個別運具別能源消耗量占比

承上述，已知2022年公路運輸能源消耗量占比為運輸部門最大宗，高達97.31%；其中，公路運輸能源效耗量占比最高之運具別為小客車，占公路系統達49.96%；小貨車次之，占公路系統17.40%；大貨車為第三，占比約為15.39%(如圖4.4-12)。

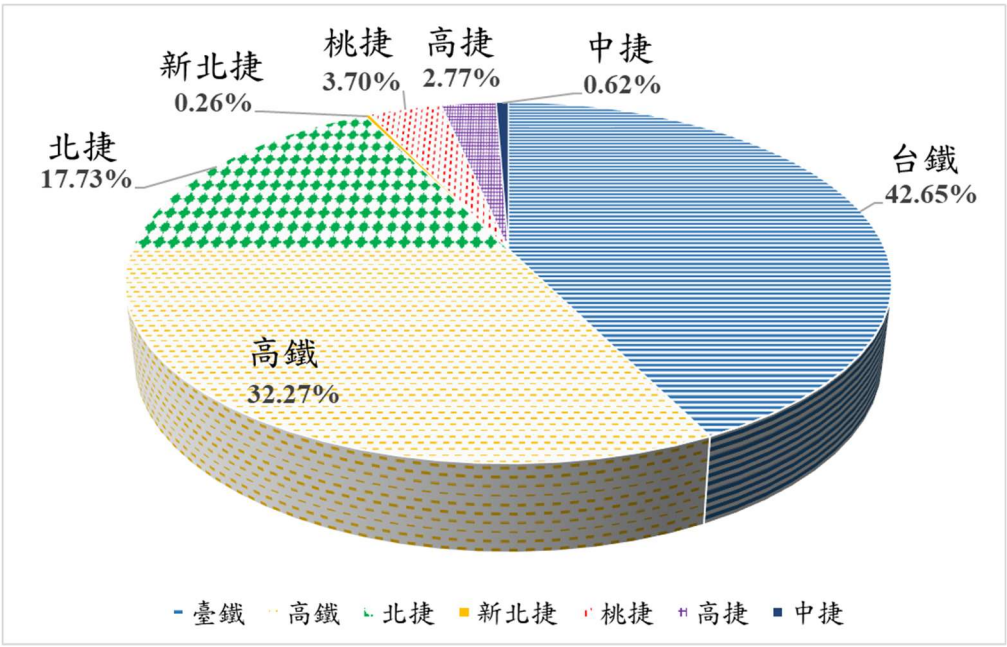


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-12 2022 年公路運輸能源消耗占比

(6) 2022年軌道運輸個別運具別能源消耗量占比

軌道運輸之能源消耗占運輸部門1.20%，其中臺鐵(客運及貨運)占軌道運輸最大宗，約42.65%，其次為高鐵占32.27%；另外，捷運部分，北捷為最大宗，占軌道運輸能源消耗約17.73%(如圖4.4-13)。



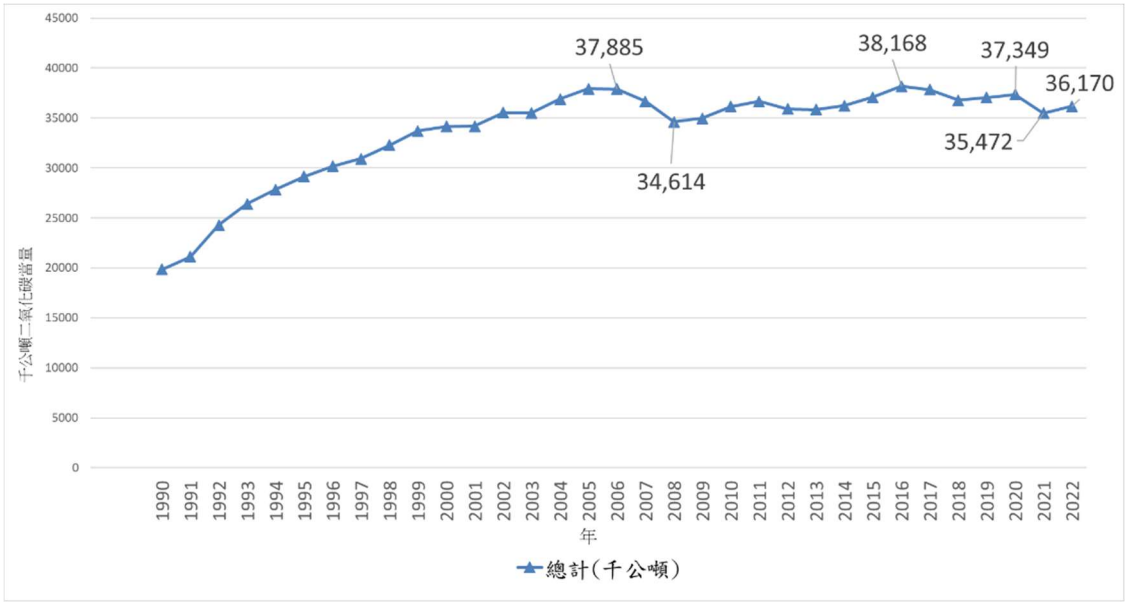
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-13 2022 年軌道運輸個別運具能源消耗量之占比

2.運輸部門溫室氣體排放量

(1) 運輸部門歷年溫室氣體排放量

運輸部門1990年至2022年歷年溫室氣體排放量如圖4.4-14所示，運輸部門溫室氣體排放量於2016年達到峰值，約為38,618千公噸CO_2e，而2016年後溫室氣體排放量呈平緩之趨勢；後因Covid-19疫情影響，於2021年溫室氣體排放量降至近年最低點，約為35,472千公噸CO_2e，而2022年因疫情趨緩，其溫室氣體排放量回升至36,170千公噸$MtCO_2e$。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-14 1990 年至 2022 年運輸部門溫室氣體排放量

(2) 2021年及2022年不同運輸系統歷年溫室氣體排放量占比

由於本計畫新增2022年之參數並透過修正參數重新計算歷年溫室氣體排放量結果，爰以下探討2022年與2021年各運輸系統溫室氣體排放占比之差異(如圖4.4-15與圖4.4-16)。

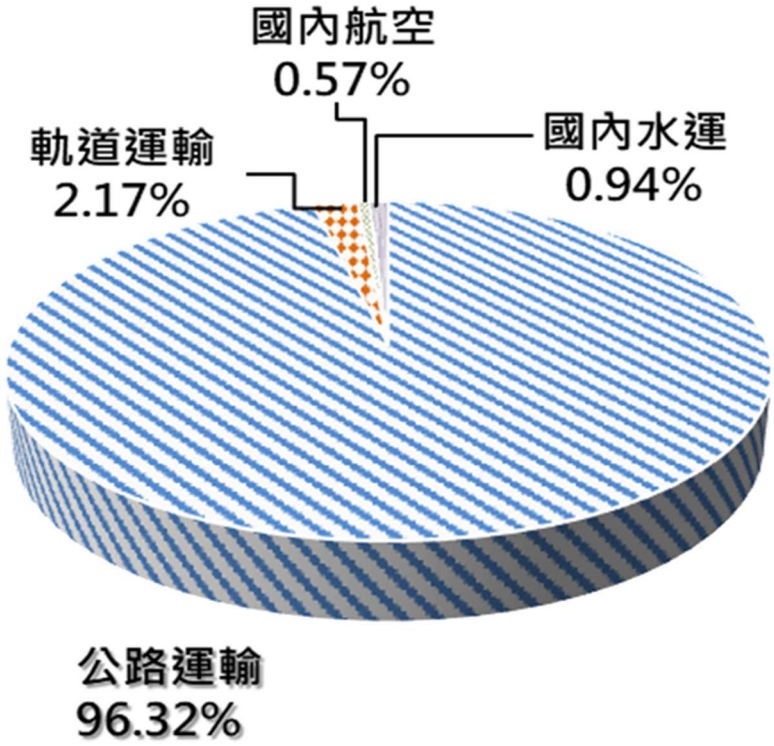
由於2021年為我國Covid-19疫情最為嚴重之一年，其本土染數疫人數高達14,544人，後於2022年因疫苗施打覆蓋率提升且疫情逐漸流感化，其軌道運輸之總運量於2021年為19,533,111延千人公里回升至2022年為22,779,924延千人公里，2022年其運量相較2021年回升約16.62%，導致軌道運輸2022年較2021年

增加，惟2022年整體運輸部門溫室氣體排放量增加，導致軌道運輸之溫室氣體排放之占比由2021年2.19%減少至2022年2.17%。

國內水運之範疇除魚釣及國際海運外，所有國內水上交通工具皆為國內水運。透過交通部航港局之資料庫及111年航港統計年報發現國內商港進出港港船舶艘次於2021年約為16,289艘，而2022年約18,615艘，2022年相較2021年出港艘次成長14.28%；另外，國內商港進出港旅客人次，由2021年415,906人次上升至2022年931,492人次，大幅成長124%之旅客人次，故國內水運之溫室氣體排放占比由2021年0.87%上升至2022年0.94%。

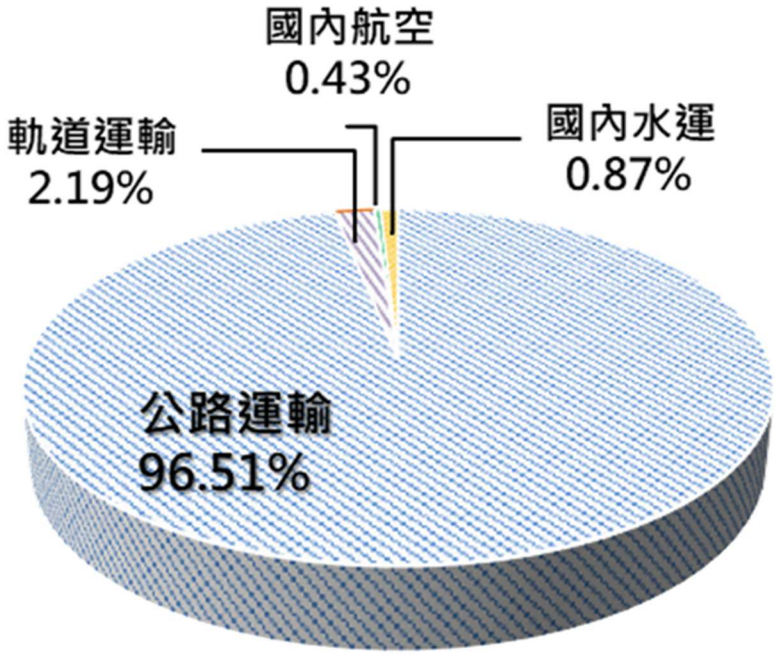
另外，透過交通部民用航空局統計各年度民航運輸各機場營運量，發現國內航線之起降架次由2021年155,802架次上升至2022年187,867架次，約成長20.58%；旅客人數之部分於2021年6,573,756人次上升至9,706,492人次，約成長47.66%；載貨噸數則由2021年23,782公噸上升至2022年30,326公噸，約成長27.52%，因此上述皆為國內航空由2021年之溫室氣體排放量占比由0.43%上升至2022年0.57%之原因。

公路運輸部分之溫室氣體排放量由2021年34,235千公噸上升至2022年34,838千公噸，但由於上述軌道運輸、國內水運及國內航空之占比增加而壓縮公路運輸於2022年之溫室氣體排放量占比。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-15 2022 年各運輸系統溫室氣體排放占比



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-16 2021 年各運輸系統溫室氣體排放占比

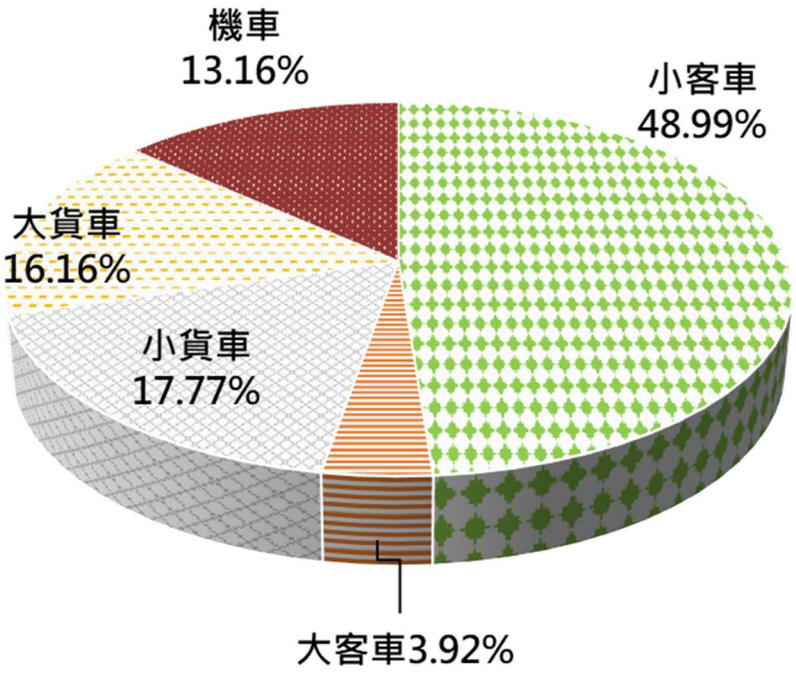
(3) 2021年及2022年公路運輸各運具別溫室氣體排放量占比

公路運輸溫室氣體排放量最大宗為小客車，2022年及2021年為占比分別為48.99%及48.07%；其次為小貨車，2022年及2021年占比分別為17.77%及17.55%；第三為大貨車，2022年及2021年占比分別為16.16%及15.68%，以下說明公路運輸各運具別於2022年及2021年占比之差異(如圖4.4-17與圖4.4-18)。

2022年因Covid-19疫情緣故，帶動物流業及汽車貨運業之業務量快速成長，透過交通部111年旅運及倉儲業產值調查報告顯示(2年調查一次)，汽車貨運業2022年之總收入為3,466億，相較2020年總收入成長約30.84%。又近年大貨車及小貨車之車輛數增幅較往年多，營業小貨車(汽油)車輛數近10年平均增幅為3.62%，惟營業小貨車(汽油)之車輛(汽油)數在2022年為17,699輛，而2021年為15,456輛，增幅為14.51%；又大貨車車輛數(含自用及營業)於2022年為173,097輛，相較2021年成長約1.33%。因此，2022年大貨車及小貨車占公路運輸之溫室氣體排放量比例增加。

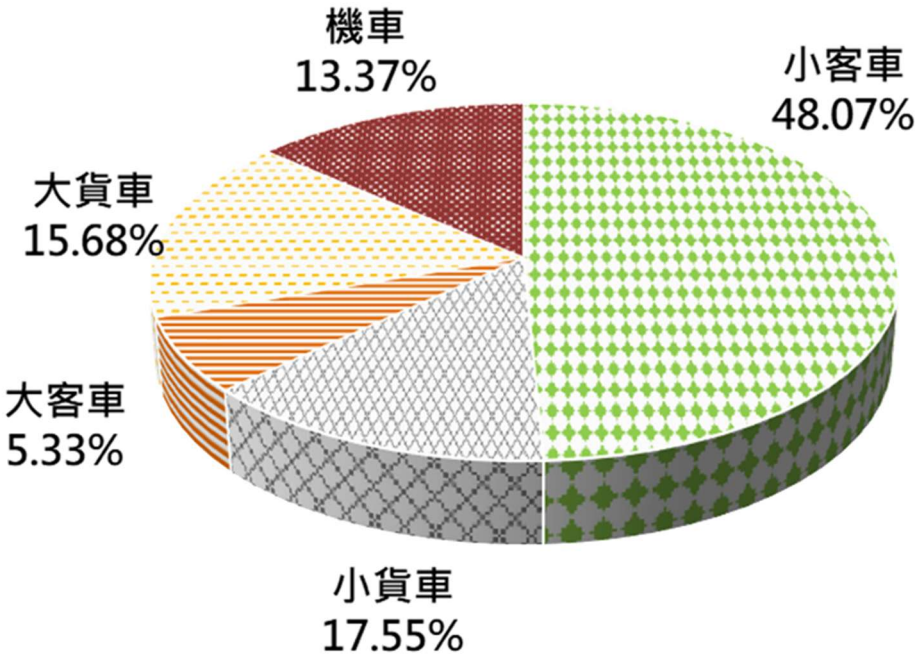
大客車占比部分，2022年及2021年分別為3.92%及5.33%，2022年溫室氣體排放量占比減少之原因為2022年市區公車及公路客運車輛數減少，市區公車與公路客運之車輛數分別為10,767輛及4,398輛，與2021年相比分別減少0.1%及5.52%；運量部分雖市區公車向較2021年成長3.77%，但公路客運卻減少3.22%，因此綜合考量車輛數及運量下，大客車之溫室氣體占比減少實屬預期。

小客車及機車部分，雖其2022年溫室氣體排放量相較2021年皆有成長，惟受限大貨車及小貨車之比例增加而有所壓縮。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-17 2022 年公路運輸個運具溫室氣體排放量占比

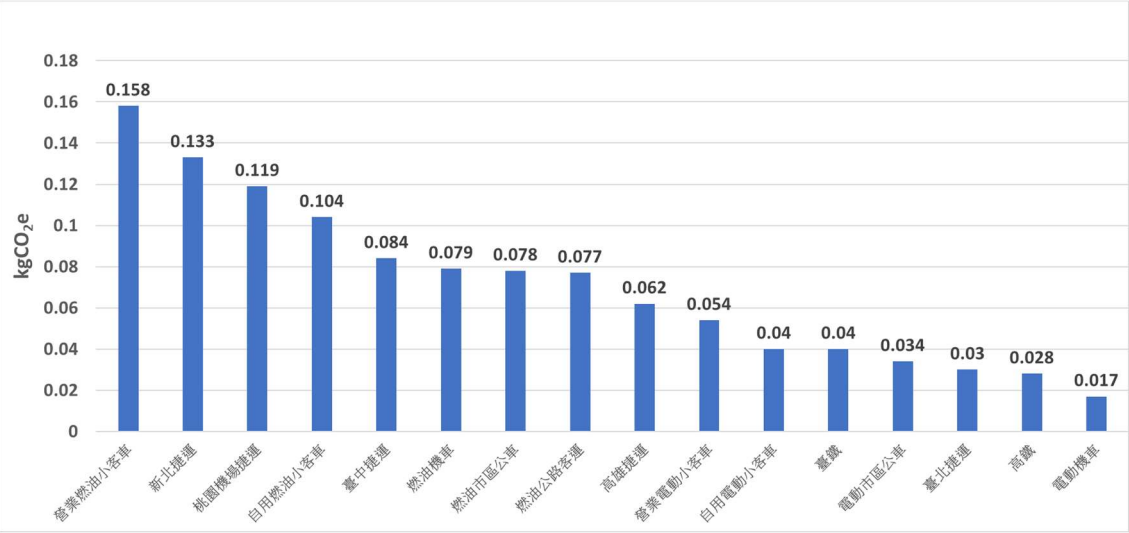


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-18 2021 年公路運輸個運具溫室氣體排放量占比

3. 員工通勤運具別碳強度結果

根據 2022 年員工通勤碳強度結果發現，排碳量最少的前三名為電動機車、高鐵及臺北捷運等，而排碳量最高前 3 名運具分別為營業燃油小客車、新北捷運及桃園機場捷運(如圖 4.4-19)。其中，新北捷運及桃園機場捷運開通年份較晚，又因疫情影響導致其運量相較其他捷運系統較少，待運量增加後，未來其碳強度則隨之減少。此外，小客車、機車、市區公車等燃油運具別會相對使用電動運具之碳強度高，其中營業燃油小客車與營業電動小客車之碳強度差距高達 2.93 倍；自用燃油小客車與自用電動小客車則差距高達 2.60 倍，由此可知運具電動化之對於減碳效果之助力甚大。



資料來源：本計畫計畫繪製。

圖 4.4-19 2022 年員工通勤運具別之碳強度結果

4.5 小結

由於運輸部門能源消耗量與溫室氣體排放量之推估涵蓋車輛登記數、每車年行駛里程、能源效率等眾多參數，為蒐集上述參數並針對缺漏、未統計或未拆分之相關參數進行推估，並針對過往之參數進行回溯。為此，本計畫已針對延人公里、延噸公里及能源效率進行參數推估及回溯，又本計畫亦新增電動車及特種車之能源消耗量及溫室氣體排放量之推估，將不同能源別之車種納入「運具排放清冊」計算，較能合理推估運輸部門各運具別能源消耗量與溫室氣體排放量。

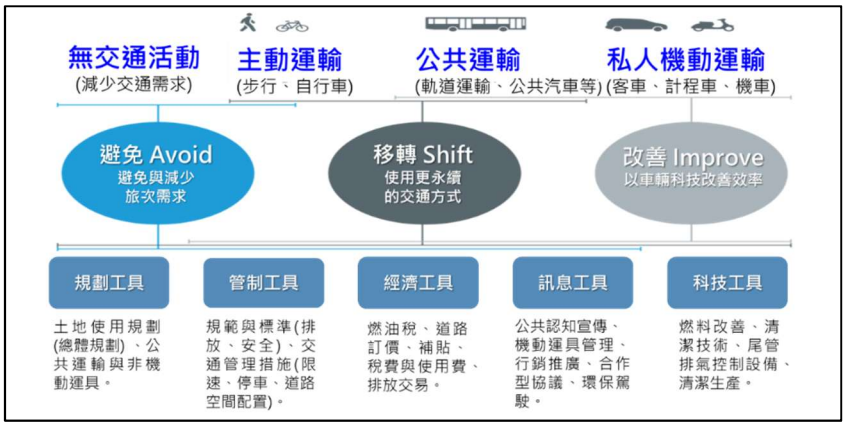
此外，本計畫亦針對參數資料提出精進建議，建議交通部統計查詢網欄位之調整，包含市區公車及公路客運之車輛登記數與營業行車里程應以不同燃料別區分、小貨車能效應區分燃料別等，或問卷調查應統計之參數，做為未來參數精進之建議。

第五章 綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

「臺灣 2050 年淨零轉型」12 項關鍵戰略中，涉及運輸部門為運具電動化及無碳化與淨零綠生活，運輸淨零轉型包含兩大面向，除了運具的轉變，運輸行為的改變亦至關重要。

我國綠運輸政策宗旨為「建構永續低碳運輸環境，減少溫室氣體排放並改善空氣污染，以提升民眾生活品質」。依據國際能源總署《2050 淨零：全球能源部門路徑圖》(Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector)指出，「行為改變」是達到 2050 淨零排放的重要關鍵策略。綠色運輸生活型態，即是透過推廣遠距生活，如視訊會議、遠距上課、遠距醫療等，利用「以網路代替馬路」的概念，同時擴大綠運輸誘因機制來降低非必要的運輸需求，減少私人運具的使用及依賴；此外，推廣綠色貨運、綠色觀光及旅遊亦屬綠運輸生活型態的推動涵蓋範疇。而推動綠運輸生活型態的另一項重點在於需透過教育宣導的方式，強化民眾對淨零排放與氣候之認知，促使民眾改變行為，選擇較低碳之生活方式，並養成習慣，方能加速淨零目標之達成。

德國聯邦經濟合作及發展部(Federal Ministry of Economic Cooperation and Development)，透為提倡永續交通概念，進而研提 A-S-I 永續交通策略與政策工具，減少運輸對環境的影響，從而提高城市生活品質(如圖 5.1-1)。



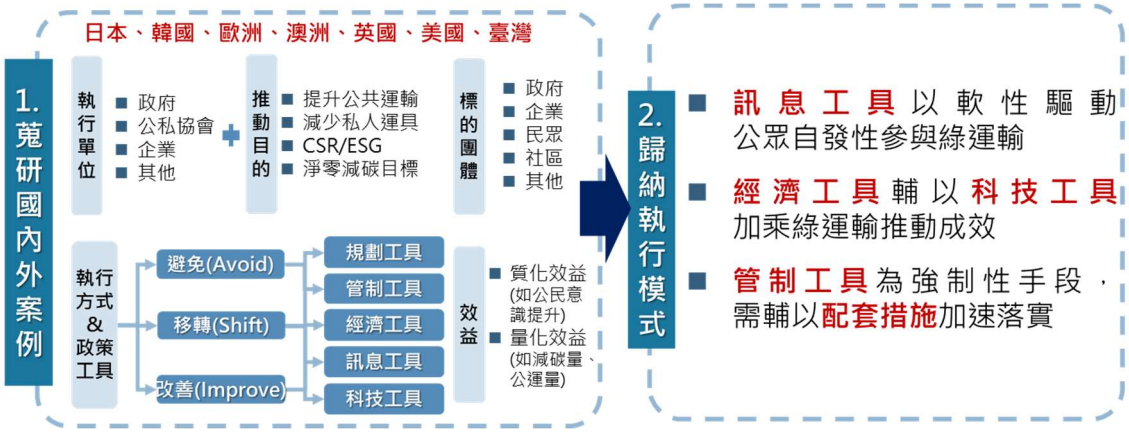
資料來源：Federal Ministry of Economic Cooperation and Development (2014). Urban Transport and Climate Change Module 5e Sustainable Transport: A Sourcebook for Policy-makers in Developing Cities.

圖 5.1-1 永續交通策略與政策工具

1. 避免(Avoid)：即減少非必要的運輸行為。透過土地利用整合性規劃以及運輸需求管理(TDM)，減少旅次需求、縮短旅次長度。住宅、工作、商業和休閒區必須更加緊密地聯繫與融合。
2. 移轉(Shift)：即使用更永續的交通方式，從高排碳運具轉移至低碳甚至無碳運具。如步行、自行車、公共運輸。
3. 改善(Improve)：關注於提高車輛效率、燃油效率，以及公共運輸營運效率，將交通基礎建設最佳化，亦即提升各種交通方式與車輛科技的能源效率；此外也重視所使用能源與替代性能源的使用。

其中執行 A-S-I 永續交通策略包含 5 種政策工具，包含「規劃工具」，如電動樁等基礎建設設施規劃及土地使用規劃等；「科技工具」，如改善運具燃料效率等；「經濟工具」，為透過補助獎勵等誘因促使民眾改變運輸行為；「管制工具」則是制定相關規範與標準及交通管理措施；另「訊息工具」為對民眾以傳達資訊或溝通方式，增強公眾使用綠運輸接受度並推廣綠運輸必要性，進而驅使公眾自發性參與綠運輸。

本計畫以永續交通策略與政策工具為架構，評析國際(含日本、歐洲、澳洲、英國、美國、韓國)與臺灣綠運輸生活型態案例(如表 5.1-1)，以及藉由訪談了解地方政府之綠運輸發展現況，經由綜整歸納綠運輸生活型態執行模式，進而研擬最適我國發展之綠運輸生活型態推廣機制構想，研究流程如圖 5.1-2。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-2 綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制研究流程

表 5.1-1 國內外綠運輸生活型態案例評析列表 (1/2)

國別	具體措施	案例
日本	A. 公共交通優惠 B. 鼓勵使用自行車 C. 電動車購買補助 D. 綠色交通教育 E. 減少交通壅塞	A. 日本減碳通勤優良事業單位認證制度 B. 日本運輸業者綠色管理認證制度 C. 易行週與無車日 D. 熊本縣「環保駕駛」活動 E. 日本小山市公共運輸推廣 F. 東京都汽車環境管理計畫制度
歐洲/澳洲	A. 公民行動參與推廣 B. 促進零排放車輛、船舶與飛機、可再生與低碳燃料以及相關基礎設施的使用 C. 創建零排放機場和港口 D. 使城際及城市交通健康且可持續 E. 綠色貨運 F. 對碳定價並為用戶提供更好的激勵 G. 實現相連及自動化的多元聯運(Multimodal Mobility) H. 促進創新以及數據和人工智慧(AI)的使用，實現更智慧的移動 I. 加強單一市場 J. 人人行動公平公正 K. 加強所有模式的運輸安全和安保，包括到 2050 年將死亡人數降低接近於零	A. 歐洲芬蘭拉赫蒂市之 CitiCAP 計畫 B. 澳洲 GoOptus App
英國	A. 加速模式轉換成公共或主動運輸(active mobility，包含步行及自行車) B. 讓道路運輸脫碳 C. 讓貨物遞送脫碳 D. 讓英國成為綠運輸和創新樞紐 E. 在地化減少排放解決方案 F. 在全球經濟上減碳	A. 倫敦交通低碳排區 B. 牛津自行車與步行基礎設施計畫 C. 擴大步行到校計畫(Walk to school Outreach) D. 蘇格蘭步行上班獎勵(Walk at Work Award)
美國	A. 公平公共運輸導向發展 B. 區位的承受能力與效率 C. 支持安全主動式交通 D. 交通規劃之協調	A. 舊金山灣區共乘汽車(Bay Area Vanpool Program)計畫 Enterprise Vanpools B. 加州潔淨車輛標籤貼紙

表 5.1-1 國內外綠運輸生活型態案例評析列表(2/2)

國別	具體措施	案例
韓國	A. 提高環保車輛的競爭力 B. 推動海運、航空和鐵路運輸 C. 實施運輸需求管理 D. 轉換貨物遞送模式 E. 運輸技術創新	A. 首爾市綠色交通區(Green Transport Zone) B. 韓國忠清南道免費公共交通政策案例，以唐津市為例 C. 全國自行車通勤挑戰賽 Bike to Work Challenge
我國	A. 推廣公共運輸 B. 完備步行環境 C. 完備自行車環境 D. 管理私人運具使用 E. 推廣共享汽機車 F. 公共運輸導向之土地使用(TOD) G. 減少非必要運輸需求 H. 推廣綠色貨運 I. 推廣綠色觀光與綠色旅遊	A. TPASS 行政院通勤月票 B. 內科交通綠運輸結合 ESG 推廣計畫

註 1：ESG：環境(Environmental)、社會(Social)和公司治理(Governance)3 個方面的價值觀，企業可以透過量化或質化的資訊呈現這 3 個方面的指標，以揭露這個企業在這 3 個面向之社會責任的推動情形。

註 2：TOD：公共運輸導向發展(Transit-oriented development)

資料來源：本計畫整理。

5.1 國內外綠運輸生活型態案例評析

5.1.1 日本

(1) 綠運輸生活推廣與獎勵機制發展現況

日本正在推動綠色運輸生活的轉型，並且積極制定相應的推廣和獎勵機制。這些措施旨在鼓勵人們採用環保的運輸方式，減少對環境的影響。具體措施可包含

A. 公共交通優惠

提供公共交通的折扣優惠，以鼓勵人們選擇乘坐公共交通工具，減少汽車使用。例如松本市實施「公車乘車方式教室」親子活動，又與店家合作推出特典集點卡，每搭乘一次集一點，蓋滿可享商店購物優惠。

B. 鼓勵使用自行車

日本鼓勵自行車已有長久歷史，日本交通協會的交通安全指南亦包含自行車之安全提醒要點。自行車租賃站通常設立在車站附近，許多旅館與商店也提供自行車租賃服務。國土交通省正推行「推廣自行車通勤企業(自転車通勤推進企業)」若企業騎自行車上下班的員工占員工總數的100人以上或20%以上，可透過申請，被認證為特別優秀企業。

C. 電動車購買補助

2021年環境省「零碳駕駛」(Zero Carbon Drive)補助消費者購買電動車，提供補助的電動車類型含純電動車(BEV)、插電式油電混合動力車(PHEV)與燃料電池電動車(FCEV)，補助依類型與款式不同，金額最高可達日幣140萬元。除了中央政府補助，東京、靜岡、栃木、德島等地方政府也有額外補助方案。其中東京不僅提供個人補助，也擴大至會社、非營利組織等；栃木縣宇都宮市同樣也將補助拓展到中小企業。

D. 綠色交通教育

為提高公眾對環保交通方式的認識和意識。如配合推廣使用自行車，製作《自行車通勤介紹指南》。

E. 減少交通壅塞

日本電子收費系統2.0 (Electronic Toll Collection System 2.0, ETS 2.0)提供廣域交通壅塞之即時準確資訊以協助駕駛人繞道。《國土交通白皮書》亦包含智慧卡全國互通、交通行動服務(Mobility as a Service, MaaS)、先進型安全車輛(Advanced Safety Vehicle, ASV)等智慧化方式提供行動便利與減少交通壅塞。

這些措施旨在改變人們的運輸習慣，促進綠色和可持續的運輸方式的使用。日本希望藉由上述推廣和獎勵機制，實現更環保的運輸生活，減少對環境的負擔。

(2) 綠運輸生活型態案例

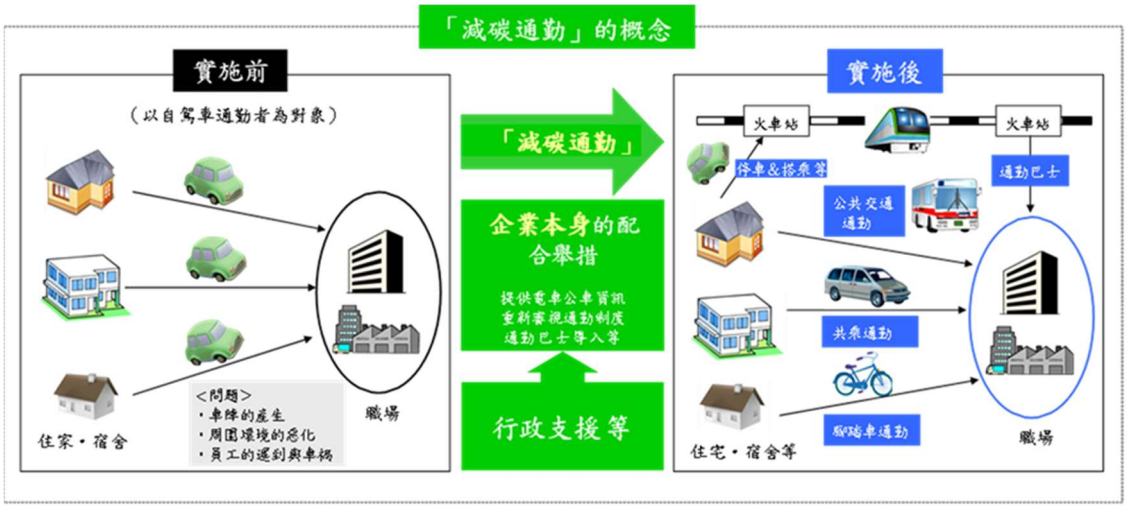
A. 日本減碳通勤優良事業單位認證制度

(A) 執行單位：由國土交通省發起，委由公益財團法人交通環境保護運輸基金會(The Foundation for Promoting Personal Mobility and Ecological Transportation, ECOMO)執行，成立公共交通利用促進管理協議會為認證單位。

(B) 標的團體：位於日本的所有機構(包含行政機關)之事業單位不論規模、性質。

(C) 推動目的：由於近年來淨零意識抬頭，再加上國際競爭需求，以及企業對於永續發展的責任 (環保行動的ISO 14001與企業社會責任)，日本減碳通勤優良事業單位認證制度目的旨在表彰具有較高減碳通勤意識，且自願、積極推動「減碳通勤」相關措施的事業單位，

讓員工能多加利用電車、自行車、步行等對環境較為友善的交通方式通勤，以減少碳排，緩解周邊地區通勤時段的交通擁堵、交通事故等，其概念如圖5.1-3。



資料來源：(社)土木学会なら、国土交通省(2008)。「エコ通勤」の手引き。

圖 5.1-3 減碳通勤之概念

(D) 執行方式

為了達成推動目的，日本減碳通勤優良事業單位認證制度所使用的政策工具主要為訊息工具，以下將其歸納如圖5.1-4，並對其執行方式做詳細說明。

資料來源： 本計畫繪製。

圖 5.1-4 日本減碳通勤優良事業單位認證制度政策工具

日本減碳通勤優良事業單位認證制度，使用的第一個訊息工具為「推廣減碳通勤」，藉由指引手冊(如圖5.1-5)、郵件、提供公共交通資訊與研習會，推廣減碳通勤。

資料來源：公益財団法人交通エコロジー•モビリティ財団、国土交通省（2021）。事業所における「エコ通勤」実施の手引き。

圖 5.1-5 減碳通勤指引手冊

另一方面提供減碳通勤之貢獻對策，如實施促進減碳通勤制度，獎勵自行車通勤、減少停車場、引進通勤車或在家工作制度。該指引將減碳通勤的步驟列出如圖5.1-6。

資料來源：(社)土木学会なら、国土交通省(2008)。「エコ通勤」の手引き。

圖 5.1-6 減碳通勤之步驟

a. 步驟 1:實施制度之檢討

為持續實施「減碳通勤」，制定實施制度或公司內制度是很重要的。公司自主帶動「減碳通勤」，選任成為中心的部署或負責人來實現持續性的運用，任命減碳通勤促進負責人：負責管理員工通勤部門、CSR 的部門，並擔任未來地區性組織窗口。

b. 步驟 2：配合方式的基本放向之檢討 PLAN(a)

「減碳通勤」的負責人最初需考慮的是「配合之基本性檢討」。一般情況下，下一個(步驟 3)之「把握實際通勤狀況」會成為最初步驟，在這個階段時，例如，考慮到「企業大客車的導入」、「呼籲汽車通勤者轉換通勤方式」等事項，基於其考量來調查與設計如何「把握實際通勤狀況」是可能的。

c. 步驟 3：把握實際通勤狀況 (情報提供) PLAN(b)

掌握員工實際通勤情況：藉由員工減碳通勤問卷與組織內部發放交通小手冊，帶動組織內成員通勤行為的反思與行為改變，便能成為使汽車通勤者將通勤手段轉為步行或自行車、大眾運輸通勤的契機。

d. 步驟 4:「具體的配合方式」之檢討 PLAN(c)

以「把握實際通勤狀況」為基準，並檢討如何對應該狀況，可以考慮下列事項。

(a) 「沒有車也能通勤」人數比想像的還多。試試更徹底的「呼籲配合通勤方式轉換」。

(b) 檢視「通勤制度」，禁止 2 公里範圍內的汽車通勤。

(c) 檢視「通勤補助」，取消 4 公里範圍內的汽車通勤補助，轉而為步行、自行車通勤者提供補助。

(d) 若附近有「通勤的需求」，可考慮與交通業者關聯機構討論。

(e) 若是有困難，可考慮導入「通勤大客車」。

(f) 共同導入「通勤大客車」。

而「減碳通勤」之具體配合方式，從向員工提供情報等「馬上」就能開始的配合，到更改通勤津貼或導入通勤大客車等「根本的」配合，有著如圖 5.1-7 的各種方式。

資料來源： (社)土木学会なら、国土交通省(2008)。「エコ通勤」の手引き。

圖 5.1-7 減碳通勤之具體的配合方式

e. 步驟 5: 「具體的配合方式」之實施

將步驟 4 提及之內容予以實踐，實踐後重新進行一次「把握實際通勤狀況」(步驟 3)，以這份資料來再度檢討更進一步的配合措施(步驟 4)。

日本減碳通勤優良事業單位認證制度，使用的第二個訊息工具為「建立與執行認證制度」，包含「減碳通勤優良事業所認證制度實施要領」，規定認證和登記之必要事項及要求，以下詳細說明。

(a) 認證/註冊要求(實施要領第 3 條)

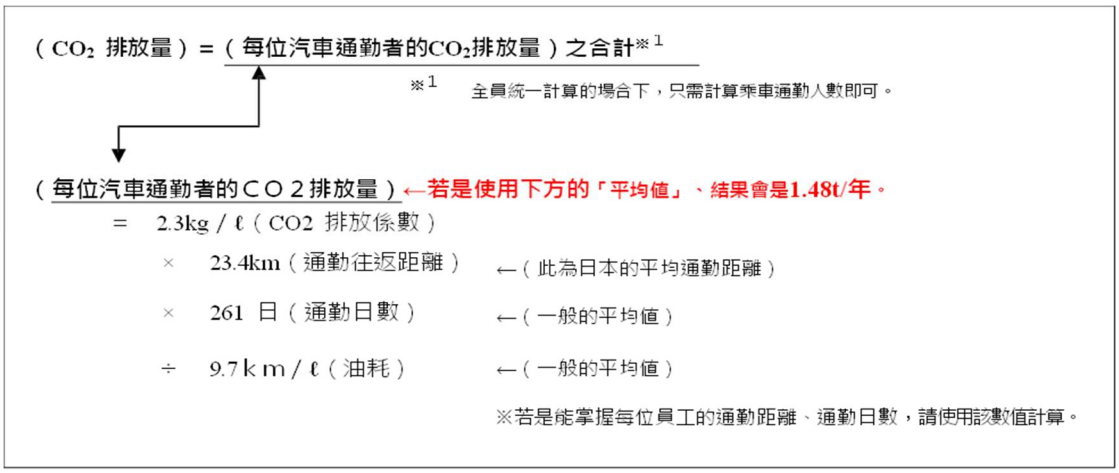
在全國範圍內的所有機構(包括行政機構)中，對符合一定標準的機構進行認證，其要件如下：申請單位須指定 1 位推進減碳通勤的負責人；了解員工實際通勤狀況；實施有助於減碳通勤的具體配合方式，例如提供減碳通勤補助、鼓勵騎自行車上下班、減少停車位、導入通勤大客車、遠距辦公等措施；申請單位須制定 2 年之減碳通勤計畫。

(b) 執行單位(實施要領第 3 條、第 4 條、第 11 條)

申請窗口為當地交通局等，審查單位為國土交通省地方交通課以及公益財團法人交通環境保護運輸基金會，認證及登記由公共交通利用促進管理協議會執行。

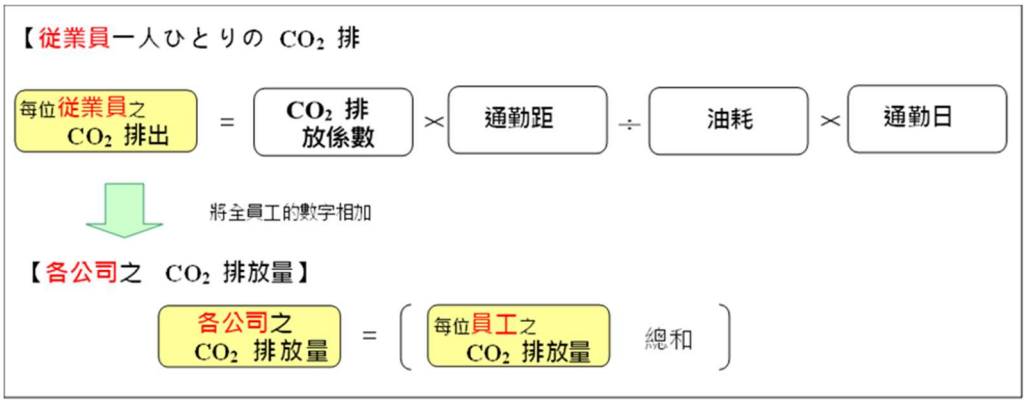
(c) 其他(實施要領第 7 條、第 8 條)

取得認證效期為 2 年，效期內每年須提交實施進度報告 1 份，內容須包含該年減碳通勤措施的執行狀況、減少的二氧化碳排放量(如圖 5.1-8 與圖 5.1-9)，且提交第二年報告時，需一併提交減碳通勤計畫，說明未來兩年的目標和計畫措施，完成上述報告與計畫繳交，效期可延長兩年。



資料來源： (社)土木学会なら、国土交通省(2008)。「エコ通勤」の手引き。

圖 5.1-8 減少二氧化碳排放量計算概念



資料來源： (社)土木学会なら、国土交通省(2008)。「エコ通勤」の手引き。

圖 5.1-9 減少二氧化碳排放量計算公式

日本減碳通勤優良事業單位認證制度，使用的第三個訊息工具為「國土交通大臣頒獎表揚」，一旦事業單位獲得認證，其單位名稱將出現在認證系統網站上，事業單位夠透過在公司網站和出版物上放置徽章(如圖5.1-10)來宣傳減碳成效。另外，努力特別突出的企業將被推薦獲得國土交通大臣獎，由國土交通部長頒發表揚證書(如圖5.1-11)。

資料來源：公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団、国土交通省 (2021) 。事業所における「エコ通勤」実施の手引き。

圖 5.1-10 減碳通勤認證徽章

資料來源： 國土交通省(2020)。令和 2 年交通関係環境保全優良事業者等大臣表彰。https://reurl.cc/4WvVQR。

圖 5.1-11 國土交通大臣獎頒獎典禮示意

(E) 效益

於2023年10月，共835家企業或公部門單位具備減碳通勤優良事業單位的認證，其中更有425家長期(滿10年以上，未滿20年)獲得減碳通勤優良事業單位認證，由此可知日本對於減碳通勤的長期履行、積極承諾。除了減少碳排，亦有助於為附近地區和企業帶來許多好處，維護公共交通、減緩交通擁堵、減少交通對環境的負面影響；此外，還能讓員工減少交通事故、促進心理健康和減輕壓力，提升身心靈健康，並能提升企業良好形象。

B. 日本運輸業者綠色管理認證制度

(A) 執行單位：依據修訂後《節約能源法》，日本政府要求貨主盡可能使用已取得ISO 14001與綠色管理認證的運輸業者，然而中小型運輸業者礙於規模、經費等因素，較難取得ISO 14001認證，對此，國土交通省委

由公益財團法人交通環境保護運輸基金會(ECOMO)執行運輸業者綠色管理認證制度，輔助中小企業經營者能更容易地執行環境改善的相關措施。

(B) 標的團體：日本貨車、公車、計程車、倉儲、港灣運輸、客船、內航海運等中小型運輸業者。(貨車：2003年10月1日起。公車、計程車：2004年4月1日起。倉儲、港灣運輸、客船、內航海運：2005年7月1日起)。

(C) 推動目的：為了符合淨零減碳倡議或標準(溫室氣體盤查、ESG[43]等)與國家淨零政策、減少「範疇三：由組織活動產生的其他間接溫室氣體排放 例如物流、員工通勤與商務旅行」溫室氣體排放量，因而制訂運輸業者綠色管理認證制度，綠色管理係指「環境友善管理」，將環境問題視為企業的社會責任，目的在於讓運輸業者將環境保護的觀念積極融於經營管理面，並實際採取相關行動，從而減少運輸業對環境的影響。

(D) 執行方式

為了達成推動目的，日本運輸業者綠色管理認證制度所使用的政策工具主要為訊息工具，以下將其歸納如圖5.1-12，並對其執行方式做詳細說明。

資料來源： 本計畫繪製。

圖 5.1-12 日本運輸業者綠色管理認證制度政策工具

日本運輸業者綠色管理認證制度旨在簡化環境方針、推動制度、員工培訓等與管理相關的項目，並針對「貨車」、「公車」、「計程車」、「倉儲、港灣運輸」、「客船、內航海

[43] ESG：環境(Environmental)、社會(Social)和公司治理(Governance)3 個方面的價值觀，企業可以透過量化或質化的資訊呈現這 3 個方面的指標，以揭露這個企業在這 3 個面向之社會責任的推動情形。

運」，分別發行5種類別之《推廣綠色管理手冊》，手冊內容包下如下表5.1-2。

表 5.1-2 《推廣綠色管理手冊》內容

章節	內容
第一章	綠色管理及其必要性
第二章	如何推廣綠色管理
第三章	「推廣綠色管理清單」概述及使用方法
第四章	「推廣綠色管理清單」檢查項目，包含環境保護機制體系建設、實施環保駕駛、引進低污染車輛、車輛檢查與保養、促進報廢車輛和廢棄物的控管、妥善處理和回收利用、加強行政機關(室)環境保護工作、可任意設定項目的範例等。針對以下五種類別，於各分冊中制定不同檢查項目之細項詳細說明。 1. 貨車 2. 公車 3. 計程車 4. 倉儲、港灣運輸 5. 客船、內航海運
第五章	綠色管理認證制度說明 1. 什麼是綠色管理認證制度？ 2. 綠色管理認證制度的目的 3. 申請認證所需的時間 4. 獲得認證所需時間
第六章	綠色管理認證申請相關文件填寫說明 1. 獲得綠色管理認證指引(包含認證及註冊程序、續展認證註冊、暫停和取消認證註冊、申訴等說明) 2. 申請表 3. 認證費 4. 定期審核實施指引 5. 更新審核實施指引
第七章	綠色管理認證標準說明及案例

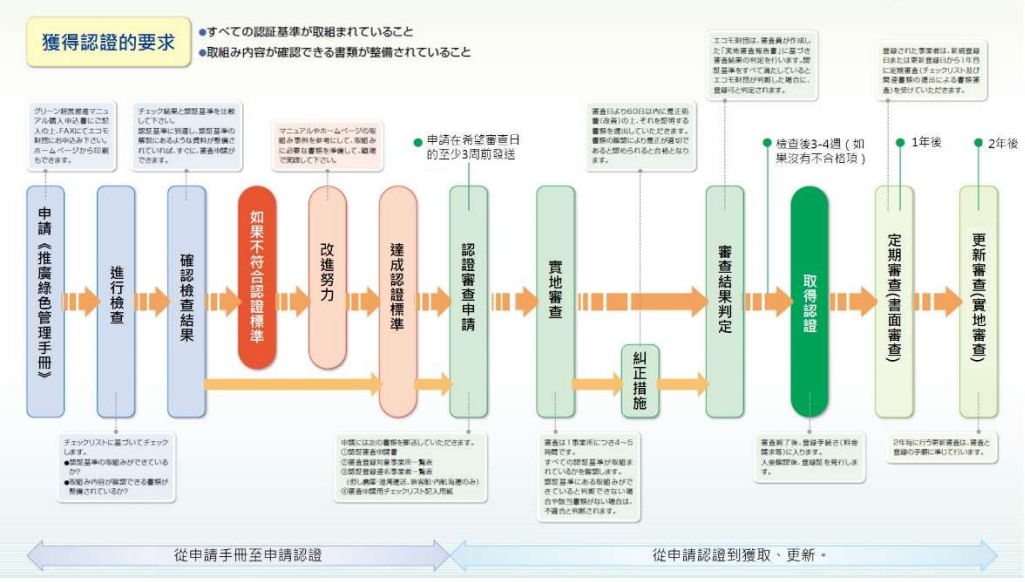
資料來源： グリーン経営(2023)。グリーン経営推進マニュアル。https://www.green-m.jp/application/manual.html。

此手冊內的「推廣綠色管理清單」，將5種不同類別之「應實行的環境保護行動」列為具體項目清單，其中具體

包含檢查項目、認證項目(欲獲得綠色管理認證，必採取之項目)，讓業者可針對清單內容落實環境保護行動。

業者達成認證標準後，需填寫「綠色管理認證審核申請書」，並於底部用印，連同「申請核對清單」郵寄至ECOMO，ECOMO在確認「申請核對清單」符合「推廣綠色管理清單」之認證標準後將受理申請，並進行實地審核，審核通過後將辦理認證和註冊等。

在取得認證後一年後，業者需提交「定期審查申請書」、「定期審查申請核對清單」，接受「定期書面審核」；而認證有效期限為兩年，兩年期滿需提交「更新審查申請書」、「更新審查申請核對清單」，接受「更新實地審核」，以續展註冊(有效期限也是兩年)，詳細申請流程如下圖5.1-13。



資料來源： 公益財団法人交通エコロジー・モビリティ財団とは(2022)。グリーン経営認証取得(取得の効果、支援、制度の概要など)。

圖 5.1-13 日本運輸業者綠色管理認證申請流程

另外，為了協助運輸業者取得認證和註冊，ECOMO透過舉辦講座，向運輸業者說明綠色管理認證制度、獲得認證益處、認證標準等申請的相關事宜，於2023年舉辦5場次講座(如圖5.1-14)，協助運輸業者了解制度內容、規定，以利後續辦理申請認證和註冊。

2023年度 グリーン経営認証取得講習会開催予定

講習会への参加申込みは、下表の参加申込書をダウンロードし、それぞれ記載の方法にて参加申込書をお送りいただきますようお願いします。

※本案内は、エコモ財団が講師を務め「グリーン経営認証制度の概要、取得の効果、認証基準など」をご説明する講習会の開催予定です。
※講習会は、これから認証を取得しようとする事業者様はもとより、すでに認証登録をされている事業者の皆様の参加も可能です。
※開催予定は記載日付時点のものであり、開催が決定する度に更新されます。
※掲載講習会の中には、トラック協会様などが主催する会員限定の講習会もありますので、表中の「対象事業者」および「主催」をご確認ください。
※講習会の開催予定については、エコモ財団グリーン経営講習会係（03-5844-6276）までお気軽にお問い合わせください。

対象業種	開催日時			対象地区	会場・所在地	主催	問合せ／申込先	参加申込〆切	開催案内	参加申込書
トラック タクシー	11月15日	水	13:30 ～ 16:30	近畿地区	AP大阪淀屋橋 J+Kルーム 3階 大阪市中央区北浜3－2－25 京阪淀屋橋ビル	近畿運輸局	エコモ財団 グリーン経営講習会係 03-5844-6276	11月2日		
旅客船 内航海運 港湾運送 倉庫	11月16日	木	9:30 ～ 12:00							
旅客船 内航海運 港湾運送 倉庫	11月21日	火	10:00 ～ 12:00	九州地区	オンライン	九州運輸局	エコモ財団 グリーン経営講習会係 03-5844-6276	11月7日		
トラック タクシー			13:30 ～ 15:30							
旅客船 内航海運 港湾運送 倉庫	11月22日	水	13:30 ～ 16:30	関東地区	AP西新宿 Aルーム 5階 東京都新宿区西新宿7-2-4 新宿喜機ビル	関東運輸局	エコモ財団 グリーン経営講習会係 03-5844-6276	11月8日		
トラック タクシー	12月5日	火	13:30 ～ 16:00	四国地区	高松サンポート合同庁舎南館 101大会議室 1F 高松市サンポート3－33	四国運輸局	四国運輸局 交通政策部 環境・物流課 087－802－6726	11月17日		

資料來源：グリーン経営(2023)。2023 年度グリーン経営認証取得講習会開催予定。https://www.green-m.jp/greenmanagement/data/kaisaiyotei.pdf。

圖 5.1-14 日本運輸業者綠色管理認證取得說明講座場次

(E)效益

截至2022年3月，經認證註冊的運輸業者數量為3,217家，擁有車輛總數約18萬輛，占全國運輸業者擁有車輛數量的11%以上。

為了量化評估透過綠色管理認證對於環境影響、企業營運的實質效益，ECOMO針對截至2021年12月底獲得認證且願意參與調查之企業進行調查，揭示以下效益。

a. 燃料使用效率提升：取得認證兩年後(平均燃料費)使用效率比較，8 噸以上貨車提升 3.1%，8 噸以下者提升 3.2%；公車提升 2.4%；計程車提升 1.6%。

b. 減少二氧化碳排放係數：在認證兩年後，於倉儲方面，一般倉儲之二氧化碳排放係數降低 3.6%，冷藏倉儲降低 3.4%，每噸裝卸量降低 5.9%，每貨櫃裝卸量則降低 11.0%。而港灣運輸降低 1.3%，客船降低 3.3%，內航海運降低 4.4%。

c. 減少交通事故、車輛故障：獲得認證後第一年每英哩行駛里程的交通事故件數，貨車比前一年降低 25.9%，公車降低 20.4%，計程車降低 7.0%；每英哩行駛里程的車輛故障件數比前一年下降了 7.0%。與前一年相比，貨車下降 20.9%，公車下降 3.9%，計程車下降 15.9%。

d. 企業主觀感受到的益處

除了上述燃油使用效率提升、減少二氧化碳排放強度之外，75.4%的貨車、73.8%的公車、78.2%的計程車、83.1%的倉儲、港灣運輸、86.7%的客船、內航海運業者認為，取得綠色管理認證能夠「提升工作場所士氣」，其他包含「提高顧客評價／交易優惠」、「領導人才培養」等益處詳如表 5.1-3。

表 5.1-3 企業主觀感受到的益處

項目	貨車	公車	計程車	倉儲、港灣運輸	客船、內航海運
提高燃油效率	83.2%	75.7%	76.2%	-	-
減少電力／燃料使用	-	-	-	67.7%	60.0%
提升工作場所士氣	75.4%	73.8%	78.2%	83.1%	86.7%
提高顧客評價／交易優惠	49.8%	29.7%	32.3%	35.4%	13.3%
領導人才培養	31.3%	33.7%	24.8%	30.8%	33.3%
交通事故數量減少	50.1%	38.6%	46.4%	-	-
貨物裝卸事故數量減少	-	-	-	19.8%	-
減少車輛故障數量	55.2%	42.1%	44.6%	-	-
設備、設備故障次數減少	-	-	-	28.0%	6.7%
減少廢棄包裝材料的數量	16.4%	-	-	-	-
減少廢棄物產生	-	-	1.8%	54.0%	60.0%

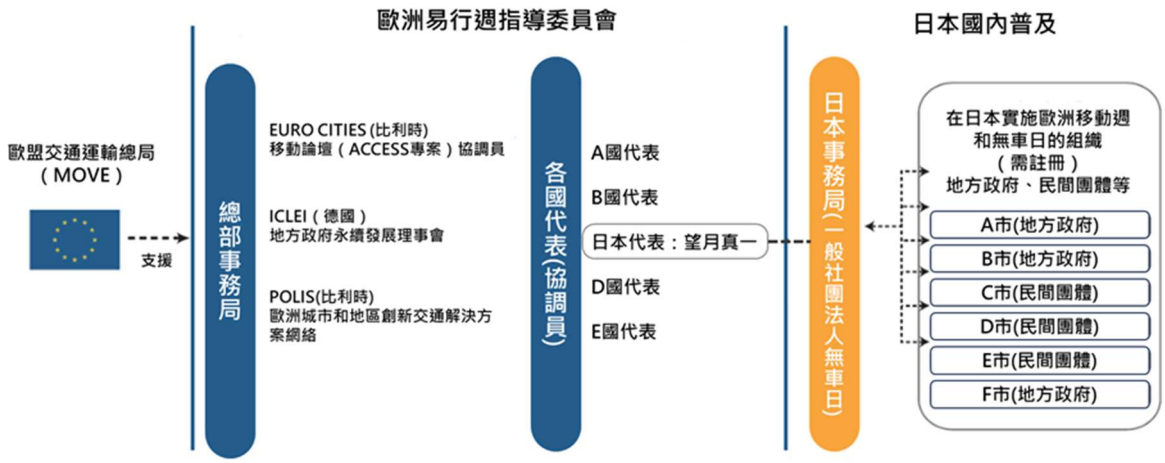
資料來源：グリーン経営(2023)。グリーン経営認証取得による効果(トラック、バス、タクシー、倉庫、港湾運送、旅客船、内航海運)－2021 版－の検討結果を公表。https://www.green-m.jp/greenmanagement/result2021.html。

C. 易行週(Mobility Week)與無車日(Car-free Day)

(A) 推動單位：「日本一般社團法人無車日」

歐洲易行週和無車日日本官網(ヨーロッパモビリティウィーク&カーフリーデー日本公式サイト)：該組織於2004年成立，名稱為日本無車日(自願組織)，做為傳播、宣傳與支持歐洲易行週及日本無車日的基礎組織。2012年5月更名為「日本一般社團法人無車日」。

(日本無車日アトリエUDI都市設計研究所)望月真一(Shinichi Mochizuki)被歐盟委員會任為日本協調員，擔任歐洲易行週和無車日指導委員會的成員。除了倡議(推廣)之外，並負責核准參與、彙整日本方面的資訊以及報告。該組織並代表日本參加亞洲無車日活動。與其他國家不同，由於日本並非歐盟成員國，不接受歐盟補貼(https://cfdjapan.org/emw/)。「日本一般社團法人無車日」的活動需要自籌資金，以承接外包工作做為資金來源(如圖5.1-15)



註：CFD：無車日 car free day。

資料來源：2023 年 8 月 4 日取自 CFD Japan。https://cfdjapan.org/emw/

圖 5.1-15 歐盟委員會與各國無車日基礎組織關係

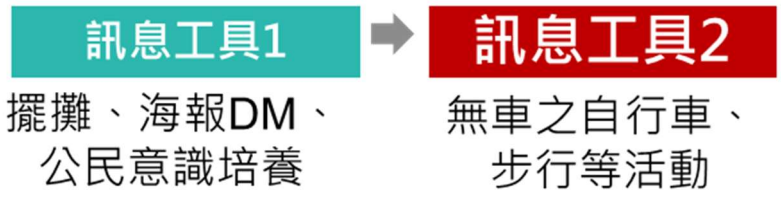
(B) 推動目的：公民啟蒙、地方政府政策制定

公民啟蒙是指交通週重點聚焦以下各點，以加深市民對永續交通城鎮規劃的理解：(1)認識空氣污染問題；(2)創造友善的行人和自行車環境，鼓勵綠色交通；(3)促進和加強公共交通；(4)重新認識本地資產。

地方政府政策制定方面，係指為了讓地方政府制定並促進永續交通城鎮發展，交通週聚焦以下各點：(1)積極推動永續城市交通；(2)使公民意識到當前城市交通對環境及生活品質的負面影響；(3)與當地居民、團體、商圈、企業等建立合作關係；(4)展開廣泛活動，與歐洲及世界各城鎮城分享共同的目標和認同；(5)強調市政參與及永續交通；(6)實施新的交通政策及永久性措施。

(C) 標的團體：所有市民。

(D) 執行方式：根據CFD Japan日本官網所列，2021年有9個城市參加：木更津市、横濱市、逗子市、金澤市、福井市、豐橋市、大阪市、奈良市、福山市。2022年6城市參加：逗子市、金澤市、福井市、豐橋市、滋賀縣日野町、大阪市，如表5.1-4所示，政策工具如圖5.1-16所示。



資料來源：本計畫整理。

圖 5.1-16 日本無車日活動政策工具

表 5.1-4 2021 年日本舉辦易行週/無車日活動內容

城市名	參加次數 /活動日	2021 主辦單位	內容
木更津市	首次 (因疫情緊急狀態取消)	無車日木更津執行委員會(應非營利組織(NPO)深度民主中心邀集而成立之自願組織) (@)秘書處設在深度民主中心)	戶外攤位、車輛展覽、公車試乘、室內研討會。
橫濱	2 次 EMW:9/17-22 CFD: -	橫濱無車日執行委員會 (@秘書處設在 Eclast 株式會社)	地鐵(JR)站入口張貼海報
逗子市	11 次 EMW:9/16-22 CFD: 9/23	城鎮行人與自行車協會 (有幾次是市政府主辦)	宣傳攤位、交通意向調查、展版展覽、在各公告牌張貼海報、FB。
金澤市	5 次 EMW: - CFD:9/11	「行政」 向市民宣導「公共交通優先的城市發展」、「網路連接的城市發展」	在府前廣場辦理大客車/計程車展覽、兒童自行車試乘、(金澤大學與金澤工業大學鐵道迷俱樂部)模型鐵道展、Covid-19 對策
福井市	15 EMW:9/15-23 CFD:9/22	福井無車日執行委員會 @福井電車及社區發展協會(BORA)	介紹課程、諮詢中心、縣府大廳展板、市圖設立公共運輸專櫃
豐橋市	9 次 CMW: 9/16-22 CFD: 9/19(取消)	豐橋市地方公共交通振興與推進協議會(「政府」)	「東三河大客車號碼票拉力賽與歷史解謎遊戲」、Smart Move、影片製播、兒童未來館活動展版、市圖公共交通展(9/8-22)
大阪市	10 次 EMW:- CFD:9/20(網上無車日)	自行車文化城鎮建設委員會	御堂筋自行車野餐會(網上)、網路照片/影片、線上講座
奈良市	4 次 EMW: 9/16-24 CFD: 9/20	奈良移動週及無車日執行委員會	地鐵(JR)/市政廳/鐵路車站展板、FM 廣播講座、線上講座
福山市	3 次 EMW: 9/18-22 CFD: -	福山市自行車計畫(民間。由自行車租借公司與車友組成之組織)	

註：CFD：無車日 car free day。

資料來源：日本一般社團法人無車日。https://cfdjapan.org/participation/japan_participation/year2021/

a. 訊息工具 1：擺攤、海報傳單、公民意識培養

日本無車日活動運用的訊息工具大體都會在舉辦城市官網、市政府或合作方，例如大學與博物館發布訊息。部分城市事先張貼將海報、活動旗幟發布活動消息。活動當日，特別是考慮疫情與復原，靜態活動較多，擺攤、傳單、大廳展板、廣播講座、線上講座、縣府大廳展板、市圖設立公共運輸專櫃等，充份利用各種不同以交流資訊為主之訊息工具。

b. 訊息工具 2：無車之自行車、步行等活動

易行週活動時間持續 1 週，無車日通常即為該週最後為一天，但各城市實際之安排各不相同，如上表。是故，可從活動前的宣傳與易行週活動該訊息傳播，進行公民意識培養，助益於無車(日)之自行車、步行等活動。

(E) 效益

每年易行週為9月16日至9月22日，且其中9月22日定為無車日，旨在鼓勵居民在市中心地區避免使用私家車，呼籲考慮交通問題及其對生活的影響，考慮環境、城市生活以及如何最妥善地使用車輛。本活動1998年由法國發起，現已傳播到全球約3,000個城市。2021年，日本共有木更津市、横濱市、逗子市、金澤市、福井市、豐橋市、大阪市、奈良市、福山市計9個城市參加。

D. 熊本縣「環保駕駛」活動

(A) 推動單位

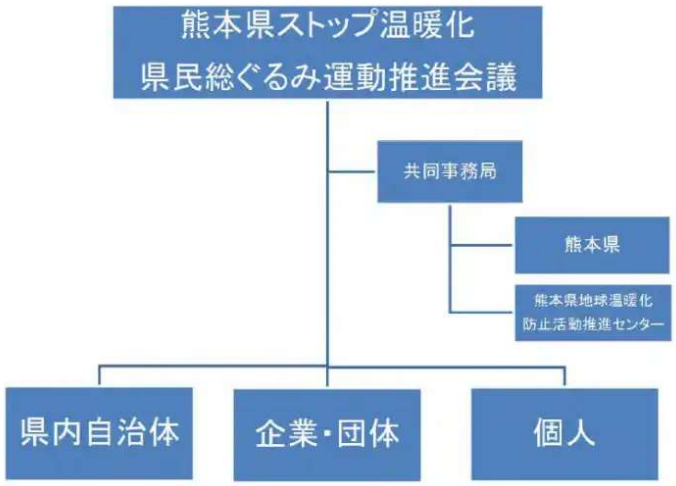
日本氣候變化行動中心(全国地球温暖化防止活動推進センタ，Japan Center for Climate Change Actions (JCCCA)是根據1999年4月8日生效的《全球變暖對策推進

法》(地球温暖化対策の推進に関する法律)於1999年7月1日成立。成立目的係提高全球變暖對策的認識，促進有助於防止全球變暖的活動。直到2010年9月底之前，由日本環境協會經營。同年10月1日起，由環境大臣指定為防止全球變暖全國網絡一般社團法人(如圖5.1-17)。

JCCCA登記於東京，所推動之活動為熊本縣「全體市民停止變暖運動會議(ストップ温暖化県民総ぐるみ運動推進会議)」，是2008年8月開始之縣民運動，目的是對生活方式及企業活動重新審視，以徹底消除能源浪費，並推進減少溫室氣體排放。熊本縣除中心區域以外，汽車是在地主要交通工具，環保駕駛的概念遂受到關注。民眾均可於網站登錄留言以示響應。每年均辦理推廣會議，2020年為第20次。

(B) 推動目的：透過在熊本縣廣泛推廣環保駕駛以減少汽車使用產生的二氧化碳排放。

(C) 標的團體：縣內所有地方政府、企業團體與個人。



資料來源：全国地球温暖化防止活動推進センタ(n.d.)。2023 年 8 月 2 日取自 https://www.jccca.org/jirei/14231

圖 5.1-17 熊本縣環保駕駛推動架構

(D) 執行方式

熊本縣環保駕駛執行之政策工具包括3種訊息工具，

如圖5.1-18。

資料來源：本計畫整理。

圖 5.1-18 熊本縣環保駕駛政策工具

a. 訊息工具 1：宣傳環保駕駛指引

活動製作環保駕駛指引以宣達環保駕駛。事實上，JCCCA經常備有許多防止地球化相關小冊子可以索取。環保駕駛包含：掌握每日油耗量、緩慢踩油門、保持安全行車距離、儘早放開油門、適度使用空調、避免不必要怠速運轉、避開塞車路段、定期檢查保養胎壓、減少車載行李、避免停車阻礙其他行駛車輛。藉由環保駕駛，可達到節能之目的。

b. 訊息工具 2：環保駕駛培訓工作坊

JCCCA舉辦環境講座、工作坊和其他活動，旨在提高對全球暖化對策的認識。環保駕駛培訓工作坊是為配合環保駕駛活動推廣之用，JCCCA工作人員也擔任部份講師的工作。工作坊目的在增加有意願者之環保駕駛體驗，或加深印象以利環保駕駛觀念之推廣。

c. 訊息工具 3：環保駕駛比賽

環保駕駛比賽是透過比賽的方式激勵行動，參加比賽者均進行環保駕駛診斷，對運用環保駕駛後之節能效果予以回饋。2018年共有120人參加比賽，比賽結果並在熊本縣防止全球暖化市民集體運動推進協議會(全国地球温暖化防止活動推進センタ)中舉行頒獎。

透過環保駕駛診斷，有助於了解環保駕駛對於降低油耗、提高安全駕駛技能是有效的，也有望減少熊本縣的

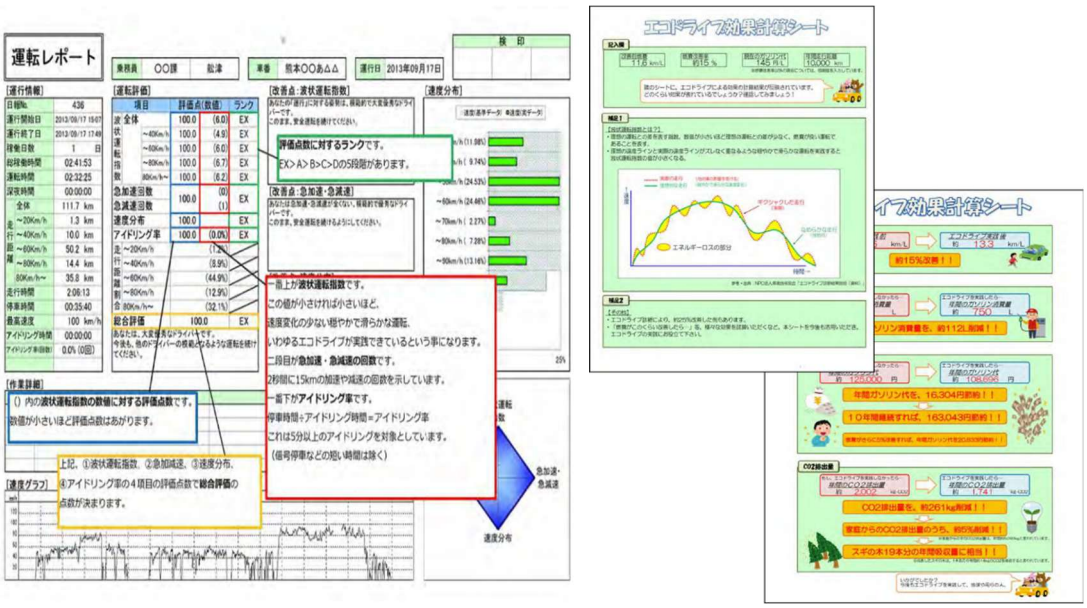
二氧化碳排放。

環保駕駛活動係透過GPS接收器(如圖5.1-19)支持系統進行環保駕駛診斷。設備不僅用於管理汽車，也用於管理駕駛員。即使駕駛的車輛不同(如公司汽車或自用車)亦可進行診斷。環保駕駛包含10個面向：掌握每日油耗量、緩慢踩油門、保持安全行車距離、盡早放開油門、適度使用空調、避免不必要怠速運轉、避開塞車路段、定期檢查保養胎壓、減少車載行李、避免停車阻礙其他行駛車輛。

資料來源：全国地球温暖化防止活動推進センタ(n.d.)。2023 年 8 月 2 日取自 https://www.jccca.org/jirei/14231

圖 5.1-19 連接點菸座之 GPS 記錄儀

根據診斷使用GPS記錄，計算理想速度線與實際速度線的偏差程度，可計算波動行駛指數，該指數的改善值可呈現燃油效率之改善，並將結果應用於汽車模型案例以計算減排量(如圖5.1-20)。



資料來源：全国地球温暖化防止活動推進センタ(n.d.)。2023 年 8 月 2 日取自 https://www.jccca.org/jirei/14231

圖 5.1-20 駕駛診斷報告與環保駕駛效果計算

(E) 效益

2018年度共有167人參加：來自14個地方政府計70人、來自17家公司與團體87人、以及個人10人。該倡議提交參加交通生態公益基金會主辦之2018年生態駕駛活動大賽，獲得首席評委特別獎。CO_2減排量達3.54噸。

E. 日本小山市公共運輸推廣

(A) 推動單位：小山市政府。

(B) 推動目的：日本小山市為吸引更多人搭乘公共運輸，讓市民降低對私人運具的依賴，2018年該市啟動「O-bus」推廣計畫，此後亦採取多種推廣措施。

(C) 標的團體：所有民眾均為潛在旅客，即標的消費者。

(D) 執行方式

「O-bus」推廣計畫特色措施有3種，包括提倡乘坐公共汽車的生活小報《Bloom!》，推出有享受折扣之功能票卡，擴大服務量能。若從政策工具來說，包括訊息工具、科技工具、經濟工具，如圖5.1-21。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-21 日本小山市公共運輸推廣之政策工具

a. 訊息工具

小山市出版提倡乘坐公共汽車的生活小報《Bloom!》(如圖5.1-22)。共發送3次，遍及全市5.3萬戶家庭。內容包括乘坐公車可到地點，以及描述各個年齡層男性與女性乘坐公車得以更舒適地生活的文章。人們對搭乘公車的憋蹙印象逐漸改變，乘坐公車機會因而增加。

資料來源：淺見知秀等 (2022)。全市民対象の MM ツール開発とその効果-ブランディング及びコストダウンのプロセスに着目して-

圖 5.1-22 小山市生活小報「Bloom!」第三期「讓我們思考一下 O-Bus 的未來」特集

b. 科技工具

科技工具面可謂整合行動多元支付功能，並有其演進過程。2020年10月推出可透過智慧手機LINE APP購買「O-Bus noroca」。2021年2月則推出LINE優惠券。此外，

亦研究可使用出租車之優惠券、提供購物中心折扣服務等。

c. 經濟工具

2009年10月推出新的通勤紙質通勤卡「O-Bus Noroca」。該通勤卡有一個用戶友善的稱呼(「noro」意味著「讓我們乘坐公共汽車」與「慢跑」雙重意思)與設計，除了折扣達原價70%(3折)以外，還不限區域搭乘，適用於所有路線。

資料來源：Foundation for Promoting Personal Mobility and Ecological Transportation (2022). 2022 Transport and Environment in Japan, p.55.

圖 5.1-23 小山市「O-Bus Noroca」通勤卡

另外尚開發新路線、採用大型公車、增加服務量能。2019年3月新開出渡良瀨線；2020年4月增設Harvest Walk線，新市民醫院線增加班次。此外，羽川線投運更大型大客車。2021年10月，增加高岳線班次。

(E) 效益：透過上述努力，搭乘人次從2008年的約36.7萬增加到2020年之73.7萬。

D. 東京都汽車環境管理計畫制度

(A) 推動單位：東京都政府平成18年(2006年)提出《東京都汽車環境管理指南》(東京都自動車環境管理指針)，該指南亦適用於2000年東京都條例第215號第28條第1款所規定有關確保健康的環境的特定經營者。

(B) 推動目的：根據《東京都汽車環境管理指南》所稱，該指南係以《確保東京都市民健康與安全的環境條例》為依據，規定為減輕環境負擔應採取之具體措施。本計畫訂定《東京都汽車環境管理指南(東京都自動車環境管理指針)》，該指南係以《確保東京都市民健康與安全的環境條例》為依據，規定為減輕環境負擔應採取之具體措施。

(C) 標的團體：該計畫以企業為標的。規定所有企業、擁有30輛以上公務車之企業、200輛以上公務車之企業，各有不同責任義務。

(D) 執行方式

東京都汽車環境管理計畫政策工具：執行該計畫所運用之政策工具可歸納包括訊息工具、管制工具、經濟工具，如圖5.1-24。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-24 東京都汽車環境管理計畫政策工具

a. 訊息工具：本計畫具有自我盤點、接受檢核、義務配合性質。亦分別有所配合之資訊工具，例如為說明讓企業如何製作/填寫「汽車環境管理計畫」(自動車環境管理計画書)，另提供《車輛環境管理計畫書明手冊》(原名《自動車環境管理計画書作成の手引き》)。對於「績效報告」(実績報告書)也編有《績效報告指南》(《実績報告書の手引き》)。也提供「特定低污染、節能車輛標準」(特定低公害・低燃費車の基準について)、「汽車新車廢氣排放規定」(自動車の排出

ガス規制(新車))、「不適用車輛清單」(非該当車自動車一覧表)等。

b. 管制工具：該計畫透過法規為工具進行管制，要求企業提交環境管理計畫與報告、引進汰換低汙染與節能車輛、達成低污染/低油耗之非汽油車比例。該條例本身訂有對未配合申報或申報不實者之罰則。對於東京都境內不同(公務車)規模企業之責任義務如下：該計畫要求(所有)企業之公務車引入特定低污染、低燃耗車輛、環保駕駛與合理使用汽車等之自願採取環保行動。要求擁有 30 輛以上公務車之企業須提交 2022 年至 2026 之汽車環境管理計畫與年度績效報告。擁有 200 輛以上公務車之企業有義務引進低污染、節能車輛和非汽油車輛。

c. 經濟工具：企業可申請購置低汙染與節能車輛之補助金44。另外，東京對一般客車運輸公司引進電動車計程車和環保通用設計(Universal Design Taxi)計程車(對一般民眾、不良於行/輪椅使用者、使用嬰兒車之父母與兒童以及孕婦均適用之計程車)予以補助。

(E) 效益

2016年至2021年二氧化碳排放量減少約24%、氮氧化物減少約56%、空氣懸浮粒子減少約65%。

5.1.2 歐洲/澳洲

(1) 綠運輸生活推廣與獎勵機制發展現況

2020年歐盟推出氣候公約(European Climate Pact)，旨在「為人們、社區及組織提供了參與整個歐洲氣候行動的機會：了解氣候變化、制定並實施解決方案、與他人聯繫並最大限度地發

[44] 東京都環境部汽車環境科環境整備部(2023 年 3 月 23 日)。申請文件清單。https://www.kankyo.metro.tokyo.lg.jp/vehicle/air_pollution/diesel/loan/entry.html

揮這些解決方案的影響」，且「不僅是在回應科學，也是在回應公民採取更強有力行動的要求」。公約的目標即為「提高對氣候問題與歐盟行動的認識」、「鼓勵氣候行動並促進參與」、「將致力於氣候行動的公民與組織聯繫起來，幫助他們相互學習」。

歐盟說明綠運輸(Green Transport)透過公共交通、自行車、步行及其他形式之清潔移動(Clean mobility)實施創新以及數位解決方案，可以使我們生活環境更加清潔，工作更加環保。

因此，顯見歐盟綠運輸是以公民認識與公民實踐為核心，其他政策實為配合綠運輸價值之配套。例如，汽車共享機制是配合公民實踐共享的配套措施。另一方面，歐盟執行委員會所提出交通轉型：綠色、智能和負擔得起的交通計畫，亦點出所相應配套之實現願景的十大關鍵行動領域，顯示體制所應發展方向。各自主要推廣內容與機制如下。

A. 公民行動參與推廣內容

(A) 移動運具選擇：騎自行車、公共交通、共乘與汽車共享服務均為不錯的移動方式。同時也強調步行是最綠色的交通方式！

(B) 聰明駕駛：駕駛方式/習慣對汽車燃油消耗量與CO_2排放量有很大影響。應避免不必要的煞車與加速，以及保持輪胎充氣充足，是提高燃油效率的簡單方法。通過最省油的路線到達每個目的地，監控燃油費用。減少車載負擔，例如車頂行李架若不使用建議拆下，可減少因空氣力阻力使燃油消耗與CO_2排放量增加達10%。

(C) 新車選擇：應選擇一款燃油經濟性好為條件。所有汽車製造商都必須在歐盟的陳列室和廣告中展示其汽車的CO_2排放量和燃料消耗量。

B. 十大關鍵行動領域

(A) 促進零排放車輛、船舶與飛機、可再生與低碳燃料以及相關基礎設施的使用，例如到2030年安裝300萬個公共充電點。

(B) 創建零排放機場和港口——例如通過促進可持續航空和海運燃料的新措施。

(C) 使城際及城市交通健康且可持續，例如在未來10年內將高鐵交通量增加一倍並開發額外的自行車基礎設施。

(D) 綠色貨運——例如到2050年將鐵路貨運量增加一倍。

(E) 對碳定價並為用戶提供更好的激勵——例如，透過採取一全面措施，為所有交通運輸提供公平、高效的定價。

(F) 實現相連及自動化的多元聯運(Multimodal Mobility)——例如，乘客可以購買多式聯運車票，而貨運則可以在運輸方式之間無縫切換。

(G) 促進創新以及數據和人工智慧(AI)的使用，實現更智慧的移動——例如，全力支持無人機及無人駕駛飛機的部署，以及建立歐洲共同行動數據空間的進一步行動。

(H) 加強單一市場—例如，透過加強努力和投資，在2030年之前完成跨歐洲運輸網絡(Trans-European Transport Network, TEN-T)，且透過增加公共及私人投資支持該產業重建更完善。

(I) 人人行動公平公正——例如，讓所有地區和所有乘客(包括行動不便的乘客)都負擔得起，並使用新的行動方式，且使該產業對工人更具吸引力。

(J) 加強所有模式的運輸安全和安保，包括到2050年將死亡人數降低接近於零。

(2) 綠運輸生活型態案例(歐洲/澳洲)

A. 歐洲芬蘭拉赫蒂市之CitiCAP計畫

(A) 推動單位：芬蘭拉赫蒂市人口數12萬人，其市政府於2018年推動CitiCAP計畫，旨在改變公民對交通旅運的態度與行為減少交通二氧化碳排放。該市的戰略目標是：2030年，超過 50% 的移動將使用永續交通方式。CitiCAP 屬於市政府永續都市行動計畫(Sustainable Urban Mobility Plan, SUMP)之一部份。資金來源為歐盟城市創新行動— EU Urban Innovative Action (UIA) 2nd Call, Urban Mobility theme (2018-2020)。

(B) 推動目的：計畫要旨為改變市民對交通旅運的態度與行為，減少交通二氧化碳排放。其中實施個人碳交易(personal carbon trade, PCT)以減少城市交通排放。CitiCAP自行車高速公路是該市2030年自行車網絡計畫的一部分，該計畫由約60公里的主要自行車路線組成。主要自行車路線提供從住宅區到市中心的順暢、快速的交通。

(C) 標的團體：所有市民。

(D) 執行方式

CitiCAP計畫使用政策工具主要為科技工具、經濟工具，如圖5.1-25。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-25 芬蘭拉赫蒂市之 CitiCAP 政策工具

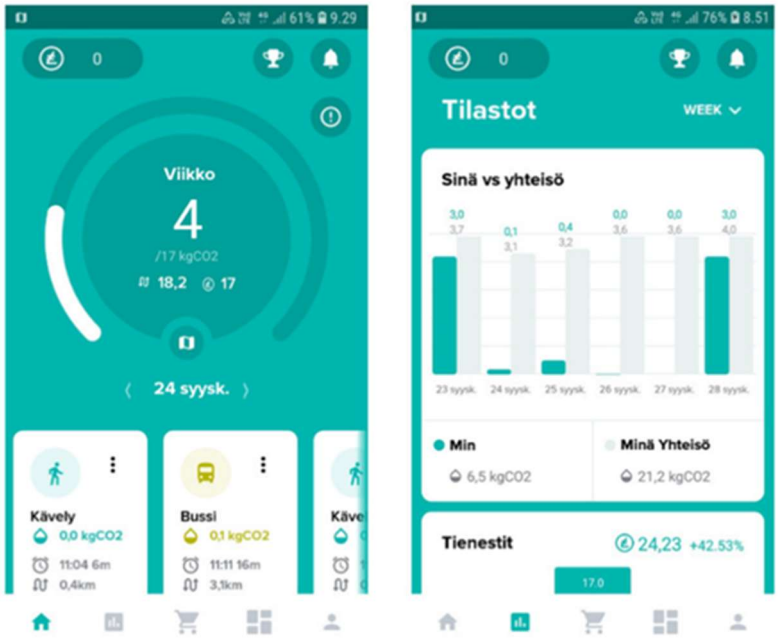
a. 訊息工具

訊息工具主要拜手機之普及而展開，包括推廣活動與官網使用教學。活動網站解說主要為碳交易概念推廣，程式內解說主要則在於解決使用步驟問題。

b. 科技工具

CitiCAP 計畫透過手機應用程式與平台，做為個人碳交易之工具。

根據CitiCAP Project 2018-2021期末報告顯示，CitiCAP建立一個平台CitiCAP (Citizens' cap-and-trade co-created)，透過CitiCAP App收集移動數據，每種移動方式依照平台定義規則，將移動數據轉換為碳排放量。在用戶帳戶上維護個人碳排放餘額，將碳排放量轉換為CitiCAP碳交易的虛擬貨幣(如圖5.1-26)。



資料來源：2023 年 8 月 2 日取自 https://www.asb.sk/wp-content/uploads/2022/01/image-1-3.png

圖 5.1-26 CitiCAP App 應用畫面

c. 經濟工具

民眾可藉由CitiCAP App計算個人交通碳足跡，以促使民眾選擇使用綠色交通，亦可進而換取優惠公車票或自行車維修服務。在計畫執行期間，計算個人碳排額度獎勵虛擬歐元追蹤用戶交通旅運方式、距離與持續時間轉換為碳排額度若個人碳足跡比碳排額度低即可兌換虛擬歐元。在此研究期間，獲得的虛擬歐元可用於App市場的各種產品和服務。

(E) 效益

個人碳交易(PCT)模式採用排污配額分配辦法，預計移動排放平均減少25%。該配額分配辦法於2018年秋季透過問卷調查的方式由居民投票表決。個人排放上限的基本水準為17公斤CO_2e，但可依使用者的生活狀況，例如由於行動不便或居住地距離服務設施較遠而增加配額。

自2020年5月至12月共有2,500位市民登錄。以此估計

最多可減量1,402噸CO_2e，這是較為理想的估計。若以平均每週活躍用戶約為100至350位，取平均225位計算，2020年5月至12月約33週，每週每人僅以基本水準17公斤CO_2e計算，約可減量126噸CO_2e。

該計畫亦在Gitex 2019智慧城市系列中獲獎。

B. 澳洲GoOptus App

(A) 推動單位：Optus電信公司。

(B) 推動目的：Optus源於員工通勤停車位不足，以及麥格里公園(Macquarie Park)周邊交通擁塞問題，以GoOptus應用程式連結公共運輸服務與經濟誘因，並結合企業社會責任(ESG)，成功引導企業員工轉入公共運具。

(C) 標的團體：Optus企業員工。

(D) 執行方式

SkedGo為澳洲電信供應商Optus公司打造GoOputus App，有助於企業履行環境與企業社會責任承諾，鼓勵員工選擇低碳交通工具。以交通行動服務(MaaS)連結經濟誘因結合企業社會責任透過永續資本投資行為影響企業投入低碳或綠色交通載具。所運用政策工具主要為訊息工具、科技工具、經濟工具，如圖5.1-27。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-27 Optus 之 GoOptus 政策工具

a. 訊息工具

該App可促進企業員工組合首選交通選擇，員工可藉由應用程式規劃行程包含獲取公司營運接駁巴士站課表、

大眾運輸規劃選項短時間選擇最佳通勤方式此外亦顯示自行開車與其他交通方式之成本與碳排放以引導員工選擇綠色運輸。此外結合追蹤員工差旅支出功能，讓企業可掌握員工所在地理位置、部門、個人、二氧化碳排放量、行駛里程、業務因素以及總體成本，協助企業更有效追蹤人力資源、財務與企業公務車(Corporate fleets)管理[45]。

b. 科技工具

GoOputus App可以將公司本身之大客車服務與公共交通整合在一起，這對於在雪梨地鐵建成之前連接其麥格理工業園(Macquarie Park)的辦公室非常有幫助。而澳洲格拉德斯通(Gladstone)的企業主很多確實有自己的大客車服務可達成此通勤服務。因此，他們不必在其辦公處所提供大量停車位，即可將把人們從各個地區運送到他們工作的所在位置。他們還鼓勵員工，如果提早下班時，他們乘坐公共汽車而非自行駕車，他們就會獲得全部補貼。格拉德斯通和羅克漢普頓(Rockhampton)的利益相關者表示，以前曾有過企業組織的旅行業務，因為許多大型雇主都實行輪班制，這進一步顯示這種形式的MaaS具有市場機會[46]。

班車接駁服務配有旅程終點/起點設施，包括候車室和乘客資訊面板(如圖5.1-28)，適用於班車服務以及從麥格理工業園站出發的火車。該休息室附近設有一個交通資訊亭，為乘客提供諸如Optus服務、麥格理工業園定期大客車路線的印刷路線圖和時刻表。甚至還關注商務旅行資訊，突出顯示「50分鐘內」到達機場的路線。完整的公共交通計畫還包括GoOptus行動應用程式，以及Optus大客

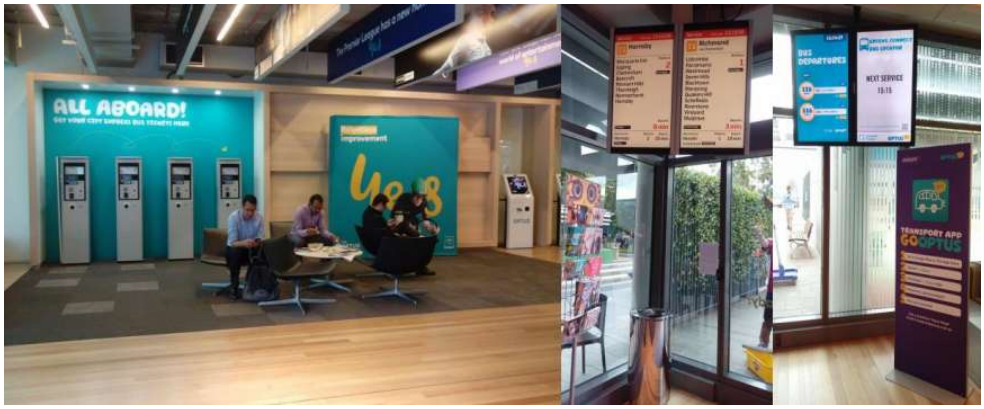
[45] 以上兩段期中報告已引用。出自 SkedGo (16 July 2020)。MaaS use cases #2: Corporate Mobility Budgets。https://skedgo.com/maas-use-cases-2-corporate-mobility-budgets/

[46] 節錄自 Griffith University Cities Research Institute (2021). Mobility As A Service Regional Research, p.47.

車警報服務，為員工提供即時乘客資訊。

c. 經濟工具

Optus員工接駁班車相關措施配有鼓勵共乘之停車折扣補貼，以及園區內廣泛的自行車設施。其中包括300個自行車儲物櫃和300個自行車架、熨燙設施、乾燥櫃、晾衣繩、80多個淋浴間，甚至還有出售內胎和其他自行車產品的自動售貨機。員工接駁班車與諸多交通措施均由園區內停車費資助，為該計畫提供了安全可靠的資助機制。透過專門的永續交通團隊的管理，他們的工作還包括定期與麥格理工業園(Macquarie Park)、雪梨北部郊區北萊德(North Ryde)合作，並遊說當地議會改善麥格理工業園站和麥格理大型購物中心的人行道和十字路口。



資料來源：Institute of Transport and Logistics Studies (2023). Corporate Mobility Review - How Business Can Shape Mobility, p34.

圖 5.1-28 GoOptus 配套之候車室與乘客資訊面板

(E) 效益

Optus之接駁車運量占員工通勤使用之41%[47]。

5.1.3 英國

(1) 綠運輸生活推廣與獎勵機制發展現況

交通是英國最主要的溫室氣體排放部門之一，2019年約占整體排放的27%，同年，英國修訂《氣候變遷法》(Climate Change

[47] Yale Z Wong (2018). CORPORATE MOBILITY REVIEW How Business can Shape Mobility. https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/handle/2123/19088/ITLS-WP-18-13.pdf

Act)，將「2050年淨零排放」設為目標，而交通部門為達到淨零，於2020年《能源白皮書：推動零碳未來》中，列出交通脫碳計畫的六大戰略重點。

A. 加速模式轉換成公共或主動運輸

主要目的在於讓公共與主動運輸(active mobility，包含步行及自行車)成為日常活動的旅運模式，此不依賴任何技術突破，並且是良好交通計畫的基礎。英國政府鼓勵民眾以主動運輸(自行車及步行等)完成短途旅次，針對長途旅次，則可透過連貫、便利且價格實惠的公共運輸完成，藉此減少汽車使用。

B. 讓道路運輸脫碳

「由污染道路車輛轉為使用淨零道路車輛」之過渡階段，英國政府輔以法律規範、車輛供應、設置加注燃料站和充電設施、完善的能源系統等，確保基礎設施不會成為零排放轉型的障礙，協助道路運輸脫碳之履行。

C. 讓貨物遞送脫碳

主要目的為建立一個零碳運輸貨物之服務模式，包括多加使用鐵路和國內海運來遞送貨物，以及持續增加大型零排放公路貨運車輛的數量。另外，由於科技發達與民眾購物習慣的改變等原因，需考慮未來需求和不斷變化的消費行為，探索創新的數位創新解決方案，成立數據共享之協作平台，藉以優化物流效率。

D. 讓英國成為綠運輸和創新樞紐

透過交通引領現代工業革命，成為國際公認的綠運輸技術和創新樞紐，推動英國生產力成長並創造新的就業機會。

E. 在地化減少排放解決方案

在2050年前，英國各地都將擁有自己的淨零運輸網絡，根據當地狀況擬定在地化之交通管理方案，由於各地所處的交通及環境特性不同，單一方案並不會適用於每個地方，因此需考慮在不同地方排放的方式和原因。另外，英國政府將改革地方交通基礎設施融資的方式，以協助在地化減少排放問題。

F. 在全球經濟上減碳

英國目標於2040年實現航空業淨零排放，海運業則於2050年實現。然而航空、海運業屬國際性的運輸服務產業，需要國際一同研擬解決方案，英國將發揮低碳創新與全球領導力，引領國際交通運輸排放減量，提振英國經濟。

(2) 英國綠運輸生活型態案例

A. 倫敦交通低碳排區

(A) 推動單位：倫敦市政府。

依據英國環境、食品暨鄉村事務部(Department for Environment Food & Rural Affair)所頒佈的《1995 年環境法》(Environment Act 1995)提出改善空氣品質的目標、計畫框架，以及交通部(Department for Transport)所頒佈的《2000 年交通法》(Transport Act 2000)第 163 條，下放權力給地方政府進行道路管制收費。其中，《環境法》因 2021 年修訂部分條文內容，故更名為《2021 年環境法》(Environment Act 2021)。

基於上述中央法規，倫敦市政府依據《大倫敦市法》(Greater London Authority Act 1999)第 295 條及第 420(1)條，制訂倫敦交通局及各倫敦自治鎮市議會做為地方道路收費之管理機關，並頒訂《2006 年大倫敦低排放區收費命令》(Greater London Low Emission Zone Charging

Order 2006)，其內容包含倫敦低排放區收費管制標準、相關配套措施，此命令最新修正時間為 2022 年 10 月。

(B) 推動目的：透過交通管制的方式減少車輛使用與污染物的排放，並促進更清潔的空氣，維護民眾健康水準。

(C) 標的團體：進入交通低碳排區之民眾。

(D) 執行方式

為了達成推動目的，倫敦市政府所使用的政策工具包含訊息工具、管制工具、經濟工具、規劃工具、科技工具，以下將其歸納如圖 5.1-29，並對其執行方式做詳細說明。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-29 倫敦交通低碳排區政策工具

a. 管制工具

倫敦的交通低碳排區主要的政策工具為「管制工具」，用以避免、減少高汙染旅次。一共包含3種管制計畫，實施先後順序為2003年實施擁擠收費(Congestion Charge, CC)、2008年實施低排放區(Low Emissions Zone, LEZ)、及2019年實施超低排放區(Ultra Low Emissions Zone, ULEZ)。前述提及3種管制計畫並不限制車輛進出，但若車輛未符合各管制計畫之最低排放標準則須收費，然因3種管制計畫中心範圍重疊，各管制計畫分別收取該管制區費用，換言之，若由最外圍LEZ區域進入至CC區域，則須支付 LEZ、ULEZ及CC等3種管制費用，詳見表5.1-5。

表 5.1-5 倫敦交通低碳排區之管制工具

管制計畫	CC (壅塞收費)	LEZ (低排放區	ULEZ (超低排放區)
管制範圍	倫敦市中心	涵蓋倫敦所有行政區和倫敦金融城 (除 M25 不在該區域內)	
收費時段	1. 週一至週五(07:00~18:00) 2. 週六、日和國定假日(12:00~18:00) 3. 不收費時段：聖誕節至元旦期間	全年每日 24 小時	全年每日 24 小時(聖誕節 12 月 25 日不收費)
管制標準(收費車種)	所有車種(含小型大客車、公車、機車、小客車)，除零排放公車或Euro 6柴油公車外皆需收費	1. Euro1~Euro5：柴油公車或貨車 2. Euro1、Euro2：小型柴油大客車	1. Euro1~Euro5：小型柴油大客車、柴汽油公車或貨車、柴油小客車 2. Euro1~Euro3：小型汽油大客車、汽油小客車 3. 摩托車：Euro1、Euro2
收費制度	每日17.5英鎊	依車輛Euro PM排放量標準，決定每日收費100英鎊或300英鎊	每日12.5英鎊
	繳費方式包含：郵政、電話語音、線上(官網)、應用程式APP、自動扣款。		

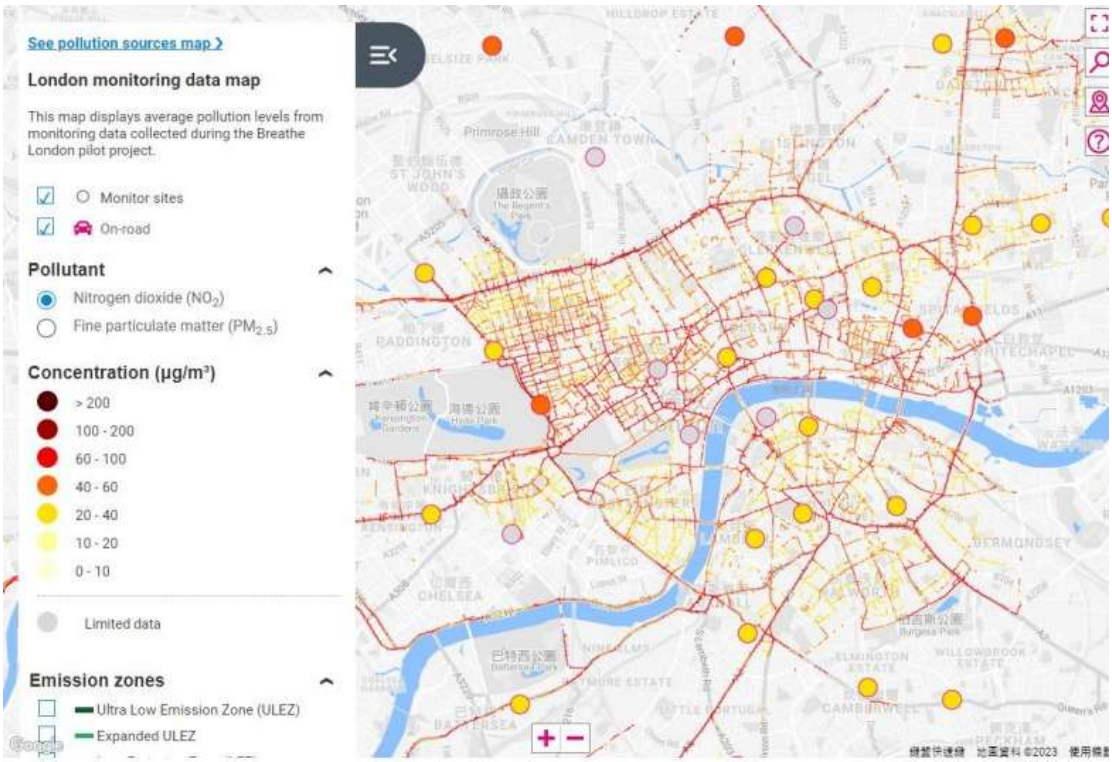
資料來源：Transport for London. (2023). Driving. Retrieved from: https://tfl.gov.uk/modes/driving/.

b. 訊息工具

在管制工具的方案研擬過程，倫敦市政府利用訊息工具，促進政策溝通、公民參與，倫敦市長、交通局、市議

會、國家政府和地方政府均參與相關利害關係人之諮詢(包含正式及非正式)，會後亦公開反饋報告，並藉由媒體宣傳該方案的運作和影響。

此外，倫敦市政府也利用訊息工具辦理推廣活動，積極與當地環保組織、私人企業與媒體結盟，並與由英國倫敦的企業領導人組成非營利組織Business LDN合作，建立一個倡導LEZ、ULEZ的聯盟，讓一般民眾透過自身信任的公眾人物或企業獲取相關政策訊息，以形塑在地支持的聲音。同時，倫敦市政府推出倫敦呼吸(Breathe London)計畫，藉由在城市內的燈柱或建物上裝設空氣品質監測器蒐集相關數據，並利用倫敦呼吸計畫網站將數據公開揭示(如圖5.1-30)，喚醒民眾對於維護空氣品質之意識，有助提高對後續政策的認同及配合度。



資料來源：Breathe London network. (2023). Current air quality. Retrieved from: https://www.breathelondon.org/.

圖 5.1-30 倫敦呼吸計畫平台空氣品質數據示意

c. 經濟工具

倫敦市政府利用經濟工具，做為實施管制工具的配套措施。主要內容為投入1,800萬英鎊於電動車補助計畫，鼓勵民眾汰換高污染車輛；並啟動1.1億英鎊的新報廢計畫(詳如表5.1-6)，幫助符合條件的倫敦居民報廢污染最嚴重的車輛，協助民眾轉為使用更永續的交通方式。

表 5.1-6 倫敦交通低碳排區新報廢計畫

車輛種類	補助內容
汽車	最高可獲得 2,000 英鎊報廢補助、1,600 英鎊外加一張公車年票(成人)和鐵路通行證或是 1,200 英鎊外加兩張公車年票(成人)和鐵路通行證。
機車	最高可獲得 1,000 英鎊報廢補助、600 英鎊外加一張年度公車票(成人)和鐵路通行證或是 200 英鎊外加兩張公車年票(成人)和鐵路通行證
無障礙車輛(汽車或貨車)	最高可獲得 5,000 英鎊報廢補助。
改裝無障礙車輛(僅限貨車)	最高可獲得5,000英鎊補助。
箱型車和小型巴士	可獲得5,000至9,500英鎊報廢補助。

資料來源：本計畫整理。

d. 規劃工具

因應倫敦地區實施CC、LEZ及ULEZ管制計畫，倫敦政府於2022年提出「市長交通戰略」，使用規劃工具推廣使用大眾運具及非機動運具，包括規劃低排放公車區以及增加人行道與自行車道、建立無車街道等，詳細推動項目與內容如表5.1-7，以利民眾轉為使用更永續的交通方式。

表 5.1-7 倫敦交通低碳排區之規劃工具(1/2)

推動項目	內容
低排放公車區	(1) 改造倫敦公車車隊，自 2018 年起逐步淘汰純柴油雙層公車。 (2) 設立低排放公車行駛區(主要設置於污染最嚴重的路線上)，此區域路線之公車均採用最環保的公車(Euro 6)。
步行與自行車	(1) 投資 21 億英鎊用於創建健康街道，增加步行、自行車和公共運輸的使用。 (2) 創建無車街道，如管制街道機動車通行。 (3) 設立 100 多個低流量社區(Low Traffic Neighbourhoods)及 500 多個學校街道(School Streets)。 (4) 至 2024 年，讓 28%的倫敦民眾居住地 400 公尺範圍內含有自行車道路網。 (5) 透過 STARS 計畫(Sustainable Travel, Active, Responsible, Safe)，提供一系列的獎勵和認證機制，鼓勵學校和學生參與永續交通行為。預計至 2024 年期間，提供 1,000 所學校相關的培訓、資源。 (6) 與 Santander Cycles (自行車公司)合作，於 2022 年引入第一批電動公共自行車(500 輛)供租賃，後續將持續擴增。 (7) 與南華克委員會(Southwark Councilto)合作，在 8 個行政區內新增 750 個公共自行車租賃站點。 (8) 與國民保健署(National Health Service, NHS)合作，鼓勵民眾選擇更健康的旅運模式，降低罹患慢性病的風險。
零排放計程車	2018 年 1 月 1 日後新申請計程車需為零排放車輛(電動車)。
電動、混合動力和氫動力公車	(1) 在倫敦市中心引入約 3,000 輛低碳排放雙層公車。 (2) 截至 2022 年 3 月，已導入 805 輛零排放公車，並承諾 2034 年前，再導入 100 輛。 (3) 提供可在一小時內無限次搭乘公車之 1.65 英鎊票卡。 (4) 設置 85 公里的公車專用道，加快公車行駛效率，減少乘客旅行時間。

表5.1-7 倫敦交通低碳排區之規劃工具(2/2)

推動項目	內容
零死亡願景 Vision Zero (提升用路安全)	(1) 至 2024 年，完成 10 個高風險路口安全設計(針對行人、自行車及電動機車)。 (2) 至 2024 年，將車輛限速 20 英里/小時之措施，其實施範圍從 100 公里總路線長度推廣至 220 公里。 (3) 至 2022 年 8 月，共有 1200 多輛公車安裝智慧限速技術，以限制司機超速駕駛。另有 680 輛公車安裝攝影鏡頭，634 輛公車安裝車輛聲響警示系統(Acoustic Vehicle Alerting System, AVAS) 。
鐵路系統	從 2025 年至 2027 年中，尖峰時段火車的班次將從每小時 24 班增加到 27 班。

資料來源：本計畫整理。

e. 科技工具

在利用管制工具時，併同科技工具之使用做為輔助。主要係於交通低碳排管制區域內架設車牌自動辨識系統(Automatic Number Plate Recognition, ANPR)，無設置障礙物或任何收費站，各區域周邊亦會設置即將進入管制區之警示牌，管制區內也會設置告示牌告知駕駛已進入管制範圍，而路面攝影機會掃描、辨識車牌並與後台資料庫進行比對，自動判定車主是否需要繳費。

(E) 效益

倫敦交通低碳排區實施後，改善空氣品質成效顯著，各管制區執行成果效益分別說明如下。

倫敦交通局根據調查估計，擁擠收費實施第一年，在收費時段乘坐公車進入擁擠收費區的乘客數增加37%，超過 50%的私人運具使用者轉換為使用大眾運輸工具；約10%的私人運具使用者轉為使用其他形式的私人運具，主要為計程車和自行車；另因倫敦的擁擠收費屬於時段性管制，故除影響道路使用者的運具選擇之外，為了避開管制時段，亦影響影響道路使用者旅次產生的時段。

ULEZ (超低排放區)，開始實施的10個月，倫敦市中心NO_2減少約44%，$PM_{2.5}$減少約27%，CO_2排放量減少約4%。每日進入市區的車輛中屬於高污染的車輛少於13,500輛，合規率約92%。

LEZ (低排放區)，於2008年至2013年實施期間，倫敦區PM_{10}減少約20%，$PM_{2.5}$減少約27%，NO_x降低約25%；大型貨車及重型貨車的合規率則高達96%。

5.1.4 美國

(1) 綠運輸生活推廣與獎勵機制發展現況

運輸部門的溫室氣體排放，包括陸地、空中與海上運輸人員與貨物的所有移動方式，占美國溫室氣體排城市放量三分之一，且交通成本是美國年度家庭開支中第二大項。能源部、交通部、住房與城市發展部以及環保署2023年1月共同提出了《美國國家交通脫碳藍圖》(the US National Blueprint for Transportation Decarbonization)，該藍圖提供解決氣候危機以及實現拜登總統建立100%清潔電網的目標下，至2035年之整體政府方法，並在2050年實現淨零排放。該藍圖代表一個具有里程碑意義的跨部門戰略和行動架構，旨在到2050年消除交通運輸部門的所有排放。

根據該藍圖主張交通運輸排放是交通系統設計與土地使用、車輛及引擎效率、高溫室氣體燃料37個因素的綜合結果，必須解決所有這些因素才能實現顯著減排、產生顯著共同效益，並促進公平。而主要改善運輸與生活之措施如下。

A. 公平公共運輸導向發展(Equitable Transit-Oriented Development, eTOD)

改良的土地利用規劃與交通系統設計，可支持以交通為導向的開發，使主動運輸(active mobility，例如步行和騎自行車)及公共交通更加可行。隨著這些移動方式更受青睞，

駕駛也會因交通堵塞減少而受惠。eTOD支持適合步行、適合混合用途開發以及利於交通的生活方式，滿足現有企業和消費者的需求，並確保住宅的經濟性與市場性。TOD的基石是納入可負擔的經濟住宅，透過新建、保存現有住宅存量和保護租戶工作來實現，以盡量減少通常伴隨著TOD的土地價值增加而造成的流離失所。聯邦政府可以與當地交通機構和私營部門合作，激勵發展，並支持小型企業和經濟發展。例如根據聯邦交通管理局(FTA) 的聯合開發指南，地方交通機構可以使用FTA資金購買的土地，透過聯合開發夥伴關係或共同開發來支持eTOD。

B. 區位的承受能力與效率

結合交通導向之發展與經濟適用之住房策略是減少溫室氣體排放、同時支持其他協同效益的有效方法。區位效率是指住房和商業開發項目靠近交通和其他便利設施的選址。過去的郊區和遠郊開發導致家庭越來越遠離市中心和城市中心來尋找經濟適用房。如此則經常會產生與住房位置相關的、更高的運輸成本。美國住房及城市發展部(U.S. Department of Housing and Urban Development, HUD) 與交通部於2015年創建位區位負擔能力指數(Location Affordability Index, 以下簡稱LAI)，以增加公眾獲取有關交通、住宅與土地使用、數據的機會。LAI提供了家庭住房和交通支出的綜合指數，考慮了交通便利性、汽車擁有量、便利設施和服務的取得以及其他因素。同樣，美國國家環境保護局(Environmental Protection Agency, EPA)開發了一個智慧位置資料庫，其中包90多種資料屬性，綜合了住房密度、土地利用多樣性、社區設計、目的地可及性、交通服務、就業和人口統計等特徵。另可透過聯邦融資鼓勵或激勵位置高效型住房，如同HUD透過多戶經濟住宅之綠色抵押保險保費。

C. 支持安全主動運輸

地區、州、地方和部落(Tribe)政府均可投資安全主動運輸，包括安全街道和道路計畫(Safe Streets and Roads for All program)及交通替代計畫(Transportation Alternatives Program)，以支持行人和自行車基礎設施、休閒步道、安全到校等路線之改善計畫。此外，路邊管理策略及完整的街道、或旨在實現所有使用者得以安全使用並支持流動性的街道，可增強社區安全性和便利性，並支持朝主動交通轉變。隨著愈來愈多人使用清潔移動方式以及個人輕型移動的減少，道路車道可以進一步適應共享以及主動的交通方式。

D. 交通規劃之協調

交通規劃者和研究人員早已意識到到在高容量交通服務附近協調交通、公共交通和土地使用規劃的重要性，以幫助增加客流量、減少擁塞並塑造社區發展。其中包括大都會規劃流程中的幾項變化，為協調交通與住房投資提供了新的機會。內容包括規定各大都會(地區)規劃組織考慮促進交通改善與州和地方住房模式之間一致性的計畫與策略；增加與住宅主管單位的協商以及經濟適用住宅組織發表達意見評論的機會；透過住房協調計畫解決住宅、交通和經濟發展策略的一體化問題。

(2) 綠運輸生活型態案例

A. 美國清潔空氣車輛標籤

(A) 推動單位：加州清潔空氣車輛(Clean Air Vehicle, CAV)標籤貼紙計畫由加州監理局(Department of Motor Vehicles, DMV)與加州空氣資源委員會(California Air Resources Board, CARB)合作運作。

(B) 推動目的：鼓勵民眾選擇環保車輛，減少車輛污染物總排放。

(C) 標的團體：加州民眾。

(D) 執行方式：美國清潔空氣車輛標籤共使用訊息工具、管制工具、並以科技工具與經濟工具做為配套(如圖5.1-31)。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-31 加州 CAV 計畫政策工具

a. 訊息工具

1999年起加州立法允許單人駕駛永久低排放車輛(包括純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)、天然氣車[48]於城市高速公路之高乘載車道(High-Occupancy Vehicle lane, HOV lane)。由監理局發行潔淨空氣車輛(Clean Air Vehicle, CAV)標籤貼紙。該計畫由加州監理局(DMV)與加州空氣資源委員會(CARB)合作運作，可在專設網站上獲取申請、使用有關標籤貼紙之一切問題。其中也包括與其他計畫，例如車主移轉、車輛回收等資訊。

合乎該計畫界定之市售車為：(1)符合加州零排放車輛標準之100%電動或氫燃料電池動力車輛；(2)符合加州過渡性零排放汽車(Transitional Zero Emission Vehicle)標準、加州超級超低排放汽車(Super Ultra Low Emissions Vehicle)標準和聯邦固有低排放車輛(Integrated Lightweight Electric Vehicle)標準的插電式混合動力車與天然氣(CNG)車。該網站也揭露合乎計畫界定之合格車輛

[48] 天然氣車：指壓縮天然氣車輛(Compressed Natural Gas Vehicle)，壓縮天然氣簡稱 CNG。

清單，該清單是由加州空氣資源委員會(CARB)提供。

b. 管制工具

該計畫在加州車輛法規(California Vehicle Code)條文5205.5和21655.9支持下，允許符合指定排放標準的車輛貼有潔淨空氣車輛(CAV)標籤貼紙(如圖5.1-32)，並得以在車內只有一名乘員時使用高乘載(HOV)車道。

c. 科技工具

潔淨空氣車輛(CAV)貼紙標籤可被道路系統收費感應器讀取，貼有合格且在效期內標籤之車輛可享有優惠折扣。CAV標籤常保持同一時間有不同顏色之標籤，各來自不同申請期間，到期日也不同。例如，2023年1月1日至2023年12月31日所申請之標籤為綠色，將於2025年9月30日到期。2021年1月1日至2021年12月31日申請者為黃色，將於2025年1月1日到期。

資料來源：California DMV. https://www.dmv.ca.gov/portal/vehicle-registration/license-plates-decals-and-placards/clean-air-vehicle-decals-for-using-carpool-lanes/

圖 5.1-32 加州 CAV 標籤貼紙

d. 經濟工具

潔淨空氣車輛(CAV)貼紙標籤可計畫也結合經濟工具，例如從2020年1月1日至2024年1月底止，中古之清潔空氣車輛的二手車主可以選擇申請一項基於收入的計畫，若合乎條件，則允許合格二手清潔車輛的新車主使用亦可CAV標籤貼紙。此亦刺激二手清潔車輛在中古車市之占

比，合乎清潔空氣之宗旨。

另外，潔淨空氣車輛(CAV)計畫也與清潔車輛回饋計畫(Clean Vehicle Rebate Program, CVRP)結合，設有收入限制，共3級距，以單一申報者為例，年總收入135,000美元以下者，方可辦理潔淨空氣車輛(CAV)與清潔車輛回饋計畫(CVRP)合併方案。且合乎CVRP的車款更少，更為節能，以嘉惠收入相對較低者購買。

(E) 效益

根據加州非營利組織獨立系統營運商(California Independent System Operator)統計，2023年上半年加州溫室氣體排放量17.89 $MtCO_2e$，是2017年以來新低，也較2021年減少21.5%。

5.1.5 韓國

(1) 綠運輸生活推廣與獎勵機制發展現況

2018年韓國運輸部門的溫室氣體排放量為98.1 $MtCO_2e$，占全國溫室氣體排放量的13.48%，其中，道路為最大的排放源，占運輸部門排放量的94.8%，而汽車更是道路中能源消耗和污染物排放的罪魁禍首。對此，韓國於2020年發布《2050 Carbon Neutral Strategy towards A Sustainable and Green Society》，當中提出2050年淨零排放願景，協調國家經濟、社會、環境和能源政策，並針對淨零排放的潛在挑戰提出解決方案。其中，關於運輸部門主要推動政策措施。

A. 提高環保車輛的競爭力

韓國低碳公路運輸仍處於早期階段發展階段，目前市面上環保車輛的價格競爭力仍然低於傳統燃汽車，需要政策支援才能與傳統汽車競爭。

2019年10月，韓國宣示「未來汽車產業發展戰略－2030

年國家藍圖」，做為國家層級的第四次工業革命對策，確保韓國汽車產業技術具世界競爭力。由權責機關貿易、工業與能源部著手推動，跨部會整合交通、財政、環境、金管會以及民間企業等，力拼2030汽車產業競爭力全球第一。目標於2030年前，其國內新車銷售每3輛中至少1輛為電動車或氫能車，搶攻10%國際市占。對此，韓國政府投入3,856億韓元(約新臺幣92億元)，提升車輛性能(研發高功率電池、充電系統及電動化零組件)、擴展車型(所有車種皆具電動或氫能款式)，以及完善基礎設施(快速充電站15,000座、加氫站660座)，如果環保車輛的使用者能夠輕鬆便捷地使用全國範圍內的電動車充電站、加氫站，將能提升市場滲透率。

另外，為了提高環保車輛的市場滲透率，韓國已經制定了各類政策激勵措施和法規，包含對提供購買環保車輛補助、公部門的最低採購要求、以及車輛製造商的最低銷售要求等；而排放監管也是讓車輛製造商提高燃油汽車效率、同時銷售更多環保車輛的重要手段，現在排放管制法規僅適用於輕型車輛(輕型為引擎的排氣量1,600c.c以下)，未來幾年，中重型車輛(中型為引擎的排氣量1,600c.c以上至2,000c.c以下；重型為2,000c.c以上)也將受到排放法規約束。

B. 推動海運、航空和鐵路運輸

鐵路運輸是韓國最重要的運輸工具之一，例如城市地鐵和城際快速鐵路。韓國的鐵路基礎設施已經配備了電力系統，它為人和貨物提供了低溫室氣體排放的運輸方式，自1990年代以來，鐵道運輸的溫室氣體排放量成長率一直低於鐵道客運量的成長率，可見鐵道運輸在運輸部門減碳扮演著重要的角色。

而推動基於清潔能源(即電力、氫氣和生物燃料)的運輸系統是航空和海運業的核心減排策略，短期減緩策略包括擴大替代海上能源(Alternate Maritime Power)、增加生物燃

料和液化天然氣動力船舶的使用；電力和氫氣動力飛機和船舶的部署將做為長期的核心減排策略，氫能載具是韓國未來交通的重要支柱之一，韓國正在進行國家級研發，以便在2030年之前商業化部署氫動力列車、船舶和無人機。這些先進的未來技術將有助於實現交通部門的碳中和。

C. 實施運輸需求管理

運輸需求管理也是一項重要的運輸淨零策略，最好的例子就是透過限制人們開車來減少能源消耗，以及優化大眾運輸運行來提高能源使用效率，包括改善現有的公共交通基礎設施，創造步行和騎乘的生活環境，以及擴大共享交通等，藉以改變人們的交通行為模式，減少使用汽車的運輸需求。

有鑑於韓國一半的人口居住在首爾首都圈，促進人們使用公共交通、主動式運輸進出首都圈的政策將解決尖峰時段的交通擁堵問題。而在沒有公共交通的偏遠地區可推廣汽車共享服務該服務有望減少汽車持有量，並抑制駕駛行為，有助於運輸需求管理。

D. 轉換貨物遞送模式

韓國擁有世界領先的物流系統，可實現全國當日送達，而不斷發展的物流系統正在動態地改變人們的消費模式，從線下購買轉向線上購物，此趨勢在未來幾年將會加速。惟韓國的物流體系是圍繞著公路運輸而發展，主要使用貨運貨車進行遞送，其能源消耗量大，導致溫室氣體排放和空氣污染增加。爰此，有必要將貨運方式從公路轉向鐵路和海運等低碳替代方案，以解決公路貨物遞送的碳排問題。

E. 運輸技術創新

即使採取部署環保車輛和改善基礎設施等行動，以實現交通部門2050年的淨零碳排願景，但要實現交通部門的

完全脫碳仍有很長的路要走。這意味著需要不斷努力，進一步減少溫室氣體排放，特別是透過推動未來運輸技術的發展，例如無人機能力的提高可以減少貨運貨車的送貨需求；電動摩托車或電動輕便摩托車等電動個人運具也能發揮重要作用；而城市空中交通、亞音速膠囊列車和水力鐵路等未來的運輸工具仍處於起步階段，因此現在預測其緩解效果和技術可行性還為時過早，韓國將繼續對這些運輸技術進行長期投資，做為減少溫室氣體排放的解方之一。

(2) 綠運輸生活型態案例

A. 首爾市綠色交通區(Green Transport Zone)

(A) 推動單位：首爾市政府依《交通與物流永續發展法》第42條及《交通與物流永續發展法施行細則》，於2016年4月制定構想劃並向國土交通部提出「綠色交通區特別綜合計畫」，於2017年3月受國土交通部批准，2019年7月開始試運行，而2019年12月啟動處罰管制。

(B) 推動目的：為減少首爾運行車輛所產生之空氣污染物排放量，以及維護空氣品質。首爾市政府對於綠色交通區計畫之願景為建立一個以人為本、安全的城市，實現便利綠生活，其目標預計到2030年，減少因車輛使用而產生的溫室氣體排放量40%，減少車輛使用30%，並且綠色交通的使用量增加一倍以上。

(C) 標的團體：進入綠色交通區之民眾。

(D) 執行方式

為了達成推動目的，首爾市政府所使用的政策工具包含管制工具、科技工具、規劃工具、經濟工具、訊息工具，以下將其歸納如圖 5.1-33，並對其執行方式做詳細說明。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-33 首爾市綠色交通區政策工具

a. 管制工具

首爾市政府將首爾城牆內部指定為綠色交通區，包含鐘路區8洞及中區7洞，其設置範圍如圖5.1-34所示，範圍共16.7平方公里，且將持續擴大範圍至江南、汝夷島等地區，目標為2035年起所有燃油車皆不得行駛於綠色交通區內。

資料來源：韓國首爾市政府(2020)。녹색교통지역 5 등급 차량 운행제한이란? https://news.seoul.go.kr/traffic/greentraffic。

圖 5.1-34 首爾市綠色交通區域之設置範圍

首爾市針對綠色交通區限制燃油車輛，其限行時段為每日早上6點到晚上9點(包括週六、週日及國定假日)，如有不符合規定之車輛進入綠色交通區，對於首次違規者發出警告簡訊，第二次違規將開始處以罰款，每日罰款為10萬韓元(約新臺幣2,322元)，而當月累計違規3日以上的車輛將被處以20萬韓元罰款(約新臺幣4,644元)。當月累計10日以上違規時(罰款以最多10日計算)，將被

處以200萬韓元(約新臺幣46,445元)。綠色交通區目前僅針對第5級車輛實施限行，其不得於管制時段內進入管制區，違法者將處以罰款。

基於環境部《空氣品質管理地區法》第30條及《空氣品質管制地區法施行令》第32條辦理實施車輛分類，並根據《清潔空氣保護法施行細則》中車輛排放量計算方法之規定，將車輛分為重型車輛及輕型車輛，並根據車輛動力來源、年份及污染排放量分為1至5級，其中為第5級車輛為排放量最嚴重車輛，如表5.1-8及表5.1-9所示。

表 5.1-8 重型車輛 1 至 5 級車輛標準表

評級	車種		
	氫/電動	汽油/液化石油氣 (含動力混合)	柴油 (含動力混合)
1	全電動、 純氫汽車	截至2016年12月標準適用車型(氮氧化物：0.35g/kWh或更少，碳氫化合物：0.10g/kWh 或更少)	不適用
2	不適用	2013年至2016年標準適用車型(氮氧化物 0.40g/kWh或更少，碳氫化合物：0.14g/kWh 或更少)	截至 2014 年標準適用車型(氮氧化物：0.35g/kWh 以下，碳氫化合物：0.12g/kWh 以下) ×柴油(混合動力)
3		2006年至2009年標準適用車型(氮氧化物：3.50g/kWh 或更少，碳氫化合物：0.55g/kWh 或更少)	截至2009年9月標準適用車型、截至2014年部分標準適用車型(氮氧化物：2.00g/kWh以下，碳氫化合物：0.55g/kWh以下)
4		截至2002年7月標準適用車型(氮氧化物：3.50g/kWh 或更少，碳氫化合物：0.90g/kWh 或更少)	2006年標準適用車型(氮氧化物：3.50g/kWh 以下，碳氫化合物：0.55g/kWh以下)
5		2000年以前標準適用車型(氮氧化物：5.5g/kWh以上，碳氫化合物：1.2g/kWh以上)	2002年7月標準適用車型(氮氧化物：5.00g/kWh以上，碳氫化合物：0.66g/kWh以上)

資料來源：

[1] 韓國環境部 mecar 官網(2023)。排放評級系統。https://www.mecar.or.kr/ceg/info/calcRule.do。

[2] 韓國環境部 mecar 官網(2023)。駕駛限制系統。https://www.mecar.or.kr/dr/info/greenTrafficArea.do。

表 5.1-9 輕型車輛 1 至 5 級車輛標準表

評級	車種		
	氫/電動	汽油/液化石油氣 (含動力混合)	柴油 (含動力混合)
1	全電動、純氫汽車	2009 至 2016 年標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物 0.019g/km 以下)	不適用
2	不適用	2006 至 2016 年標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物 0.10g/km 以下)	
3		2000 至2003年標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物：0.720g/km以下)	2009年9月以後標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物：0.353g/km以下，顆粒物：0.005g/km以下)
4		1988 至1999年標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物：1.930g/km以下)	2006年標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物0.463g/km 以下、顆粒物：0.025～0.060g/km)
5		1987年以前標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物：5.30g/km以上)	2002年7月1日前標準適用車型(氮氧化物+碳氫化合物：0.560g/km以上、顆粒物：0.050g/km以上)

資料來源：

[1] 韓國環境部 mecar 官網(2023)。排放評級系統。https://www.mecar.or.kr/ceg/info/calcRule.do。

[2] 韓國環境部 mecar 官網(2023)。駕駛限制系統。https://www.mecar.or.kr/dr/info/greenTrafficArea.do。

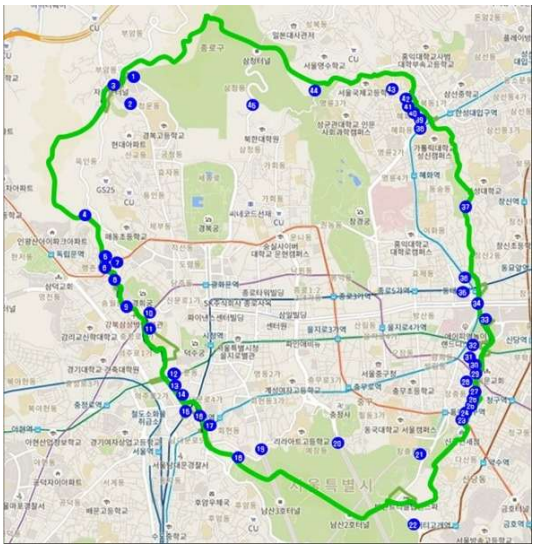
b. 科技工具

為了落實管制工具，於2019年12月1日開始，首爾市政府透過TOPIS (首爾交通營運和資訊服務)系統進行綠色交通區總體交通量的控制和即時監控區域內行進車輛。於綠色交通區域範圍邊界設置標誌(如圖5.1-34)，使車主了解是否已進入管制範圍，此外，在綠色交通區域範圍邊界亦設置45個車牌識別裝置(如圖5.1-35與圖5.1-36)，此識別裝置以人工智慧(Artificial Intelligence, AI)深

度學習技術，利用閉路電視(Closed-Circuit Television, CCTV)識別車牌，並將其與環保等級後台數據庫比對，若檢測到第5級車輛進入管制區域，系統將自動於5秒內發送手機簡訊通知車主。

資料來源：The Korea Time.(2019). What to know about new emission rules in Seoul. Retrieved from: https://reurl.cc/r63n8E.

圖 5.1-35 首爾市綠色交通區域之標誌示意圖



資料來源：韓國首爾市政府(2020)。녹색교통지역 5 등급 차량 운행제한이란? https://news.seoul.go.kr/traffic/greentraffic。

圖 5.1-36 綠色交通區之車牌識別裝置設置位置

c. 規劃工具

首爾市政府也結合了規劃工具的應用，做為執行硬性管制工具的配套措施。以綠色交通為核心的道路配置，綠色交通區內的主幹道縮減為4至6車道，其規定一般道路配置至多4車道，而公車流量大的道路配置至多6車道(含公車專用道)，確保有足夠空間可轉換為公共運輸、

自行車、步行等綠運輸使用空間。另透過設置自行車專用道或中央公車專用道，擴大人行道空間，必要時可根據每條道路特性減少車道。

擴大公共運輸基礎設施及改善用路環境，藉由建設市區公車道路中央式專用車道路網及市區環狀公車路網等方式，強化公車與其他公共運輸(如地鐵)之間的連接性，同時提高營運效率。此外，透過整合城鄉公車站點，提升轉乘便利性，優先以距離城鄉公車站點30公尺範圍內調整公車路線。預計於2030年完成市區公車道路中央式專用車道路網建設，並於每個公車站建置公車資訊系統(Bus-based Information Transceive, BIT)。

另外，為了提升通行便利性與安全性，規劃於綠色交通區實施設置行人專用道、自行車專用道、並降低車道限速、導入電動車輛等措施，以利減少車輛使用，詳如表5.1-10。

表 5.1-10 首爾市綠色交通區規劃工具

項目	內容
行人專用道	預計於 2030 年 100%完成道路路口行人道之佈設。
自行車專用道	考量道路空間重組時，應優先設置自行車道，以改善市中心的自行車道網絡，同時亦規劃增設公共自行車「Ttareungyi」營運站點。
導入電動車輛	於綠色交通區增加電動車輛「Nanumcar」之部署，提供完善的車輛共享服務，同時推廣電動公車之使用(2025 年引進電動公車 3,000 輛)及佈設充電基礎設施。
降低車道限速	設定主幹道路限速為 50 公里/小時，支線道路限速為 30 公里/小時，範圍以現有試點路段(北村、南山素月路等)擴大到整個綠色交通區，並配合設置測速設施、交通安全設施等。

資料來源：本計畫整理。

d. 經濟工具

除了規劃工具以外，首爾市政府也使用經濟工具，於2019年追加預算約900億韓元(合計2,040億韓元)，為駕駛第5級車輛並居住在綠色交通區的居民及以謀生為目的司機，提供報廢第5級車輛的鼓勵措施，如報廢車輛的補貼(165~300萬韓元)、提供校車轉換為油電混合車輛之補貼(由500萬韓元提升至800萬韓元)，以及提供電動車或氫燃料汽車的購買補助(分別為1,350萬韓元及3,500萬韓元)。另針對總重3.5噸及以上自用車輛或商業用途車輛，若欲裝設排煙過濾器，亦提供30%以上的安裝費用補貼。另對於低收入家庭而言，商業用途車輛提供100%裝置排煙過濾器的補貼，而非商業用途的其他車輛則給予90%的補貼。

e. 訊息工具

提出綠色交通區特別綜合計畫以前，首爾市政府根據2017年6月在市民論壇上所蒐集的團體、專家與市民意見及相關法律規定，擬定綠色交通區特別綜合計畫的主要內容及具體推進配套措施。而後，首爾市政府於示範階段，監測並分析第5級車輛進出綠色交通區交通狀況，亦藉由訊息工具，對綠色交通區內的居民、市場、物流、企業等亦進行走訪宣傳，及寄送綠色交通區管制措施資訊與車輛登記註冊申請表，並召開說明會詳細闡述綠色交通之願景、實施手段、如何參與等相關內容。同時，對於民眾當時提出罰款制度可能造成低收入戶家庭或中小企業財務負擔之疑慮，首爾市政府也祭出前述經濟工具的補貼政策做為配套措施。

另外，首爾市政府透過官方網頁、資訊溝通廣場網頁及首爾市新聞媒體網頁進行政策廣宣，提高民眾對綠色交通區的認知，以利民眾因應及準備。包含綠色交通

區對第5級車輛的運行限制(如圖5.1-37所示)，以及「未來孩子的天空將會是什麼顏色」(如圖5.1-38所示)喚醒民眾環保意識。

資料來源：韓國首爾市政府(2020)。녹색교통지역 5 등급 차량 운행제한이란? https://news.seoul.go.kr/traffic/greentraffic。

圖 5.1-37 首爾綠色交通區對第 5 級車輛運行限制宣傳

資料來源：韓國首爾市政府資訊溝通廣場網頁 (2018)。我對「汽車環保評級系統」感到好奇 ... 我的汽車評級是多少？ https://opengov.seoul.go.kr/mediahub/22105617。

圖 5.1-38 首爾市喚醒民眾意識之宣傳

(E) 效益

自2019年12月開始實施一年後，就第5級車輛交通量、整體交通量、、無裝設排煙過濾器違規車輛數、第5級違規車輛數、第5級登記車輛數、裝設排煙過濾器車輛數、懸浮微粒量等項目有顯著良好的變化，有助於落實運輸需求管理。其成果數據呈現於表5.1-11。

表 5.1-11 2019 年 12 月至 2020 年 12 月首爾綠色交通區執行成效

項目	執行成效
第5級車輛交通量	日均 10,222 輛下降至 7,823 輛，減少 23.5%。
整體交通量	日均 776,919 輛下降至 670,019 輛，減少 13.8%。
無裝設排煙過濾器違規車輛數	日均 1,760 輛下降至 724 輛，減少 58.9%。
第5級違規車輛數	日均 238 輛下降至 32 輛，減少 87%。
第5級登記車輛數	全國：2,170,158 輛下降至 1,676,819 輛，減少 22.8%。 首爾：201,321 輛下降至 161,864 輛，減少 19.6%。
裝設排煙過濾器車輛數	全國：270,260輛增加到330,085輛，增加22.1%。 首爾：74,309 輛增加到 83,033 輛，增加 11.8%。
PM10年平均濃度	從 42(μg/㎥)降為 35(μg/㎥) 。
PM 2.5 年平均濃度	從 25(μg/㎥)降為 21(μg/㎥) 。

資料來源：首爾市政府新聞網 (2021)。綠色交通區運營一年，首爾的天空變得更加晴朗。https://news.seoul.go.kr/traffic/archives/505058。

5.1.6 我國

(1) TPASS行政院通勤月票

A. 推動單位：「TPASS行政院通勤月票」是行政院交通部依據《疫後強化經濟與社會韌性及全民共享經濟成果特別條例》推動之全國公共運輸通勤月票措施，由中央協助地方政府盤點及規劃公共運輸通勤月票方案，並結合中央、地方資源共同推廣使用，推動年期為112~114年，經費共為200億元，支付全國地方政府補貼公共運輸費用。

B. 推動目的：TPASS中的「T」代表臺灣(Taiwan)、交通運輸(Transport)，也傳達共好(Together)、行遊(Tour)與信賴(Trust)等理念，推動目的在於移轉私人運具使用、減輕民眾交通負擔、改善道路交通事故，並均衡城鄉區域發展。

C. 標的團體：全國各縣市的通勤族(除了金門縣及連江縣暫無通勤月票規劃以外)。

D. 執行方式

第一階段通勤月票自2023年7月1日啟用，上線區域為北中南三大生活圈－基北北桃、中彰投苗、南高屏生活圈，含11縣市。新竹縣市、雲林縣、嘉義縣市、宜蘭縣、花蓮縣及臺東縣等8個縣市亦陸續實施TPASS月票，目前全國已有19個縣市推出24個月票方案，澎湖縣月票方案預計2024年底上路實施，屆時將可達成於全國20縣市推動目標。

為了達成推動目的，各縣市所使用的政策工具包含經濟工具、訊息工具、科技工具，以下將其歸納如圖5.1-39，並對其執行方式做詳細說明。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-39 TPASS 行政院通勤月票政策工具

(A) 經濟工具

此政策主要依靠經濟工具的力量，利用金錢誘因促使標的團體轉為使用大眾運輸。通勤月票的訂價以民眾通勤通學搭乘公共運輸平均支出之30%~50%為原則，在票價差額部分，中央主管運具(臺鐵與公路客運、

國道客運)由中央補助90%，地方主管運具(捷運、公車、公共自行車等)在直轄市中央補助50%，非直轄市中央補助75%；另外，電子票券的製卡費、各運具票證系統建置與修改費用均由中央全額補助。

民眾購買通勤月票後，須於30日內啟用(各公共運具均可啟用通勤月票，僅Youbike除外)，通勤月票有效期限從首次使用當日為第一日起算，可連續使用30日，以優惠票價無限次數搭乘各月票方案的適用運具(捷運、臺鐵、公車、客運及公共自行車等運具)。以下表5.1-12將彙整各地區通勤月票方案的相關票價等說明。

表 5.1-12 TPASS 行政院通勤月票方案(1/3)

地區	方案內容
基北北桃生活圈	1. 方案售價 (1) 基北北桃跨城際 1,200 元 (2) 基隆市都市內 288 元(不含臺鐵海科館、八斗子車站) 2. 適用運具 (1) 捷運：臺北捷運、新北捷運(含輕軌)、桃園機場捷運 (2) 市區公車：於各方案區間內之市區公車 (3) 臺鐵：於各方案區間內之車站(基隆市共 8 個車站、臺北市共 4 個車站、新北市含平溪線共 23 個車站、桃園市共 7 個車站) (4) 公路客運：路線起訖點位於各方案區間內 (5) 公共自行車：雙北前 30 分鐘免費，桃園前 60 分鐘免費
桃竹竹苗生活圈	1. 方案售價 (1) 桃竹竹苗跨城際：1,200 元 (2) 桃竹竹跨城際：799 元 (3) 竹竹苗跨城際：699 元 (4) 竹竹跨城際：288 元 2. 適用運具 (1) 捷運：桃園捷運機場線 A7 至 A22 站 (2) 市區公車：於各方案區間內之市區公車 (3) 臺鐵：於各方案區間內之車站(桃園市共 7 個車站、新竹縣共 14 個車站、新竹市共 6 個車站、苗栗縣共 16 個車站) (4) 公路客運：乘車起訖點需在於各方案區間內 (5) 公共自行車：新竹縣市、苗栗縣前 30 分鐘免費，桃園市前 60 分鐘免費

表5.1-12 TPASS行政院通勤月票方案(2/3)

地區	方案內容
中彰投苗生活圈	1. 方案售價 (1) 中彰投苗跨城際：臺中市民 699 元，非臺中市民 999 元 (2) 臺中市都市內：臺中市民 299 元，非臺中市民 599 元 (3) 彰化縣都市內：699 元 (4) 南投縣都市內：699 元 2. 適用運具 (1) 捷運：臺中捷運 (2) 市區公車：於各方案區間內之市區公車 (3) 臺鐵：於各方案區間內之車站(臺中市共 23 個車站、彰化縣共 9 個車站、南投縣共 5 個車站、苗栗縣共 16 個車站) (4) 公路客運：路線起訖點位於各方案區間內 (5) 公共自行車：前 30 分鐘免費
南高屏生活圈	1. 方案售價 (1) 南高屏跨城際：999 元 (2) 高雄市都市內：399 元 (3) 臺南市都市內：299 元，含臺鐵 399 元 (4) 屏東縣都市內：299 元，含臺鐵 399 元 2. 適用運具 (1) 捷運：高雄捷運(含輕軌) (2) 市區公車：於各方案區間內之市區公車 (3) 渡輪：鼓山-旗津、前鎮-中洲 (4) 臺鐵：於各方案區間內之車站(臺南市共 17 個車站、高雄市共 18 個車站、屏東縣共 17 個車站) (5) 公路客運：路線起訖點位於各方案區間內 (6) 公共自行車：前 30 分鐘免費
北宜生活圈	1. 方案售價 (1) 北宜跨城際及雙北(臺鐵、國道客運、宜蘭縣市區公車、基北北桃跨城際 1,200 元)：2,300 元 (2) 北宜跨城際(臺鐵、國道客運、宜蘭縣市區公車)：1,800 元 (3) 宜蘭縣都市內(境內臺鐵、宜蘭縣市區公車)：750 元 2. 適用運具 (1) 捷運：臺北捷運、新北捷運(含輕軌)、桃園機場捷運 (2) 市區公車：於各方案區間內之市區公車 (3) 臺鐵：於各方案區間內之車站(宜蘭縣共 21 個車站、基隆市共 8 個車站、臺北市共 4 個車站、新北市含平溪線共 23 個車站、桃園市共 7 個車站) (4) 公路客運：路線起訖點位於各方案區間內 (5) 國道客運：北宜通勤國道客運

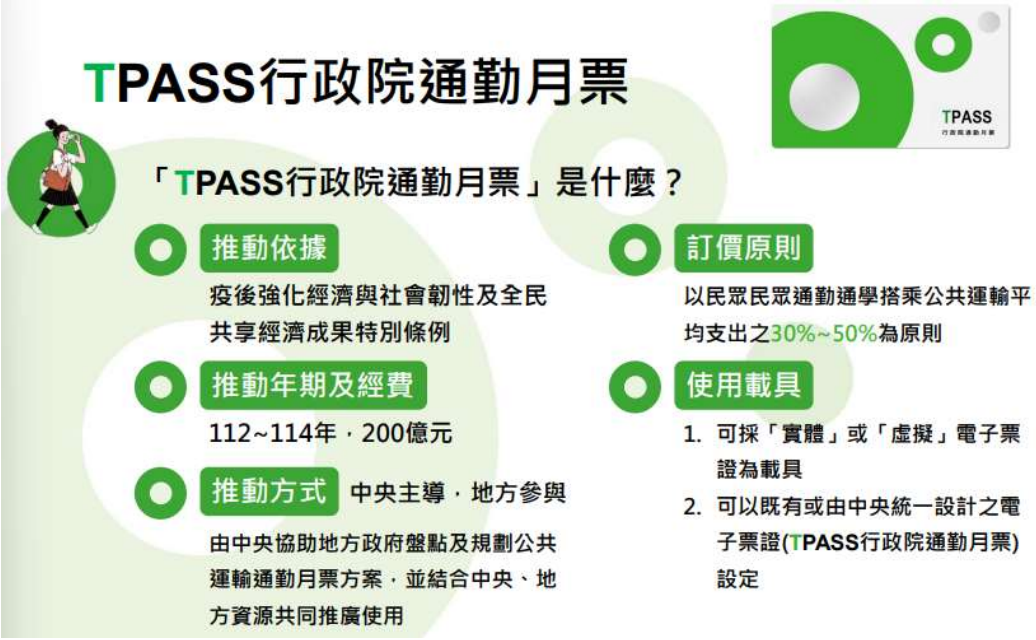
表5.1-12 TPASS行政院通勤月票方案(3/3)

地區	方案內容
花蓮縣	1. 方案售價 (1) 花蓮縣都市內(含花蓮縣市區公車) ：199 元 (2) 花蓮縣都市內(含花蓮縣市區公車+公路客運+城際公路客運)：399 元 2. 適用運具 (1) 臺鐵：和平至富里，共 25 站 (2) 市區公車：301、302、303、305、307、308 等 6 條路線 (3) 公路客運：花蓮縣境內共 25 條路線 3. 城際公路客運：花蓮至臺東共 8 條路線 (除了 1145 路線以外，亦可使用臺東 299 月票搭乘)
臺東縣	1. 方案售價：臺東縣都市內 299 元 2. 適用運具 (1) 臺鐵：池上至大武，共 14 站 (2) 市區公車：市區觀光循環線，以及陸海空線 A、B、C (3) 公路客運：臺東縣境內共 55 條路線 3. 城際公路客運：花蓮至臺東共 7 條路線 (亦可使用花蓮 399 月票搭乘)
雲林縣	1. 方案售價 (1) 199 元 (2) 399 元(含臺鐵跨區 7 站) 2. 適用運具 (1) 臺鐵：199 元為林內至石龜，共 5 站；399 元為員林至民雄，共 12 站 (2) 市區公車：雲林縣境內共 9 條路線 (3) 公路客運：雲林縣境內共 57 條路線 3. 公共自行車：30 分鐘免費
大嘉義生活圈	1. 方案售價：嘉義縣市跨城際 399 元 2. 適用運具 (1) 臺鐵：大林站至南靖站，共 6 站 (2) 公路客運：嘉義縣市境內共 57 條路線 (3) 市區客運：嘉義縣市境內共 16 條路線 (4) 幸福大客車：嘉義縣市境內共 24 條路線 (5) 臺南市市區客運：共 12 條路線 (6) 公共自行車：前 30 分鐘免費(嘉義縣規劃中)

資料來源：交通部公路局(2023)。各月票方案及查詢管道。
https://www.thb.gov.tw/cp.aspx?n=12632。

(B) 訊息工具

行政院交通部、各縣市政府，國營臺灣鐵路股份有限公司等其餘運輸業者，乃至於悠遊卡公司、一卡通公司等相關業者，均大力宣傳如何購買TPASS的、各通勤月票方案的適用運具等使用方式(如下圖5.1-40)，讓民眾接收到相關資訊，以訊息工具進行推廣與宣傳，增加通勤族(標的團體)的認同與意識。



資料來源：交通部公路局(2023)。運輸服務－行政院通勤月票專區。https://www.thb.gov.tw/cl.aspx?n=12593。

圖 5.1-40 行政院通勤月票文宣科技工具

為了是經濟工具能夠落實，行政院利用科技工具，輔助通勤月票正式上線。考量民眾使用便利性及避免票卡大量重複製作，除了新發行的「行政院通勤月票TPASS專卡」(如圖5.1-41)，亦開放民眾可以使用原有票證卡片(例如悠遊卡、一卡通等)或虛擬卡片購買通勤月票，可先在超商完成加值後至人工售票櫃台設定，或使用自動加值機設定購買通勤月票。

資料來源：悠遊卡官網(2023)。全臺定期票。https://reurl.cc/0Zm6el。

圖 5.1-41 行政院通勤月票 TPASS 專卡

另外，整合不同運輸工具到一個交通方案極其不易，尤其每種運具的原先票券可能不同、進出的閘門系統也不一致，必須對不同運具、路線、區間跨越、越區扣款(電子錢包)、交易顯示、解卡設定等作完善的整合。在各月票方案(經濟工具)正式上線前，科技工具的輔助能夠確保系統辨識、扣款等其他功能正常運作，以便民眾使用。

E. 效益

行政院預期「TPASS行政院通勤月票方案」能帶來以下效益，包含減輕民眾通勤負擔50%至70%；每年800萬至1,100萬人次使用，移轉私人運具搭乘公共運輸；提升公共運輸運量5%，以及紓解道路交通壅塞，改善道路交通事故，降低交通事故5%；促進都會區空間減壓，均衡區域發展；建構低碳環境，達成2050淨零排放目標淨零排放目標。

全國通勤月票自開放購買至2024年7月31日止，累計約832.7萬人次加值購買月票；且累計約6.2億人次使用月票搭乘各類公共運具。

(2) 112年內科交通綠運輸結合ESG推廣計畫

A. 推動單位：內湖科技園區是臺北市重要的產業發展基地，隨著產業和人口的快速增長，交通問題日益嚴重。為解決內科交通問題，臺北市交通局制定一系列短、中、

長期改善執行計畫。除了政府努力投入資源外，解決內科交通問題需要企業一起來共同合作。

B. 推動目的：「TPASS行政院通勤月票」是行政院交通部依據《疫後強化經濟與社會韌性及全民共享經濟成果特別條例》推動之全國公共運輸通勤月票措施，由中央協助地方政府盤點及規劃公共運輸通勤月票方案，並結合中央、地方資源共同推廣使用，推動年期為112~114年，經費共為200億元，支付全國地方政府補貼公共運輸費用。臺北市政府交通局委託社團法人台北內湖科技園區發展協會執行，由德明財經科技大學與騰創數析公司進行協辦。

C. 標的團體：以臺北內湖科技園區內企業為主，北至內湖路、東至瑞光路、南至環東大道、西至堤頂大道，推動園區員工優先使用綠運輸。

D. 執行方式

為了達成推動目的，112年內科交通綠運輸結合ESG推廣計畫所使用的政策工具以訊息工具為主，以下將其歸納如圖5.1-42，並對其執行方式做詳細說明。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-42 112 年內科交通綠運輸結合 ESG 推廣計畫政策工具

此計畫舉辦3場次綠運輸結合ESG推廣活動，主題「北市淨零 低碳內科　一企一企GO」，旨在推廣園區內綠色交通並結合輔導進駐企業導入ESG責任，廣邀在地內科企業主及員工與市府對談，將訊息友善地傳遞予內科企業，

鼓勵員工通勤優先使用綠運輸，提高對於「112年內科交通綠運輸結合ESG推廣計畫」的政策認知度。此計畫將提供企業合作機會，於推廣活動中宣導政府目前提出的輔導項目(包含但不限於表5.1-13)，尋找願意合作之潛在企業，輔導期間為2023年7月1日至2023年10月15日，透過活動結束時的「企業回饋暨參與合作意向問卷」，調查企業對下列輔導項目之合作意願。

表 5.1-13 內科交通綠運輸結合 ESG 推廣計畫輔導項目

項目	內容	範例	目前媒合方案與機會
1	輔導企業自提「員工通勤交通需求管理計畫」	如企業鼓勵員工騎乘自行車通勤或異地上班模式等。	-
2	輔導企業計算ESG 報告內員工通勤之排碳量	如大眾運輸通勤碳足跡。	悠遊卡 ESG 碳排放報告 (1) 降低企業揭露範疇三碳排放計算痛點 (2) 提供企業減碳儀表板，鼓勵搭乘綠運輸
3	新闢預約公車路線	如跳蛙公車、內科通勤公車。	
4	企業實施員工通勤共乘制度	如共享運具(汽機車)、計程車共乘、自有汽機車共乘。	(1) 台灣大車隊企業ESG減碳共乘方案 (2) 美創通勤共乘 App (3) 鋒票券共享運具票券整合 (1) 雄獅通運企業共乘接駁車
5	企業實施彈性或居家上班制度	如彈性上下班時間(時間區間一小時且包含非尖峰時刻)、居家/遠距上班。	-
6	其他上下班分流管制措施	如 A、B 分組上班。由企業自行提出並經機關同意。	-
7	捐贈 YouBike 站位及車輛	由企業提供場地及資金，所設立之站位與車輛將標註捐贈企業名稱。	-
8	增加綠運輸使用之合作方案	通勤月票補助、藍色水路通勤，由企業自行提出並經機關同意。	iRent 企業專屬車(汽車)

註：ESG：環境(Environmental)、社會(Social)和公司治理(Governance)3 個方面的價值觀，企業可以透過量化或質化的資訊呈現這 3 個方面的指標，以揭露這個企業在這 3 個面向之社會責任的推動情形。

資料來源：112 年內科交通綠運輸結合 ESG 推廣計畫網頁(2023)。https://green-transportation.tw/。

後續於2023年12月底舉辦表揚記者會，由時任蔣萬安市長親自為企業頒獎，公開表揚成功合作的內科企業，增加標的團體對臺北市綠運輸友善環境認同與意識。

E. 效益

112年內科交通綠運輸結合ESG推廣計畫，預計目標為網站瀏覽量達1,000次，活動簽到企業達150家，合作輔導企業達50家，ESG排碳計算達5家企業。期望能由ESG的角度，導入永續觀念，建立指標鼓勵企業，改善內湖的交通問題。

(3) 環境部環保集點制度

A. 推動單位：環境部為主要推動單位，而行政院財政部為參與制度單位。

B. 推動目的：為推動「綠色消費循環」的理念，開啟「綠色生活，環保選購」的習慣，環境部推行「環保集點制度」，讓民眾不論是搭乘大眾運輸、購買環保產品或參與環保行動，都能化為「環保綠點」獲得實質回饋，藉以減少資源浪費、減緩環境衝擊；同時，間接鼓勵企業(生產源頭)投入環保產品開發，減少溫室氣體排放。

C. 標的團體：全國民眾，向全體國民宣導綠色消費及綠色採購、綠運輸等概念，逐步培養全民綠色生活習慣。

D. 執行方式

為了達成推動目的，環境部環保集點制度所使用的政策工具包含訊息工具、科技工具、經濟工具，以下將其歸納如圖 5.1-43，並對其執行方式做詳細說明。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-43 環境部環保集點制度政策工具

(A) 經濟工具

環保集點制度以經濟工具為主，誘使民眾從事淨零綠生活(包含綠運輸)。其係指消費者購買獲得環保標章使用證書、第二類環境保護產品證明書、第二類環保標章使用證書、產品碳足跡標籤證書或產品碳足跡減量標籤證書之產品(以下簡稱環保產品)或其他經環境部認可符合環保理念之產品或服務(以下簡稱其他產品)、搭乘大眾運輸工具，或參與環保活動，而取得由環境部、其他政府機關、參與本制度營業人、或個人或民間團體所提供之「環保綠點」(以下簡稱點數)，藉由乘數效果擴大綠色消費市場，帶動綠色經濟循環。以下圖 5.1-44 為環境部環保集點運作模式，表 5.1-14 為環保搭乘大眾運輸環保來源。

資料來源：行政院全球資訊網(2017)。院會議案－環保集點制度推動展望。https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/fbc72be1-4072-4e12-ba50-4d1482b99eda。

圖 5.1-44 環境部環保集點制度運作模式

表 5.1-14 搭乘大眾運輸環保集點來源

類型	累積集點來源	集點率	上限
大眾運輸	桃園捷運／臺中捷運／高雄捷運／臺鐵／公車／客運／高鐵／輕軌	車資 2 元集 1 點	無上限
	高雄輕軌(限定 2023 年 12 月 31 日止)	除原點數外，再獲得高雄環保局加碼，以車資 1 元集 1 點。	
	臺北捷運	車資 4 元集 1 點	無上限
	公共自行車	租借服務金額 2 元集 1 點	無上限
	註：部分購票方式因屬特殊票種故無法發給點數，包括：電子回數票、電子定期票、以現金/信用卡或其他小額支付功能所購買之交通票券		

資料來源：環境部環保集點平臺(2023)。https://www.greenpoint.org.tw/GpHome/。

點數的使用多元廣泛，其價值為「100 綠點＝新臺幣 1 元」，可折抵綠色商品費用、折抵綠色服務費用、折抵綠色場所費用。意即，可利用點數兌換、折抵具有環保標章、碳足跡標籤、MIT 微笑標章、台灣優良農產品標章(CAS)、有機農產品標章、產銷履歷(TAP)認證之環保產品；前往綠色服務業(環保旅館或環保旅行社)、

生態遊憩及環境教育場所，也可享有住宿、遊憩、門票等折扣優惠。其兌換方式包含：臨櫃換取紙本抵用券、結帳即時扣點、線上兌換電子優惠券。以下表 5.1-15 為集點現行兌換標的範例。

表 5.1-15 環保集點現行兌換標的範例

兌換店家	產品	需兌點數
全家	統一麥香奶茶 300 ml	1,000 點
7-ELEVEN	統一麥香奶茶 TP300	1,000 點
7-ELEVEN	統一麥香紅茶 TP375	1,500 點
7-ELEVEN	統一肉燥麵	1,800 點
7-ELEVEN	中杯熱美式 ※限自備環保杯	3,200 點
國家森林遊樂區	大雪山/太平山/阿里山/奧萬大國家森林遊樂區入園券	20,000 點
公益捐贈	樂山教養院/宜蘭聯勤基金會(最低門檻的 2 家)	1,000 點

資料來源：環境部環保集點平臺(2023)。https://www.greenpoint.org.tw/GpHome/。

(B) 科技工具

為了落實經濟工具，環保集點制度透過科技工具來實施，其中綠色消費集點，透過與財政部電子發票勾稽，確保交易資料之正確性。另外，為了讓會員點數集中、提高使用效益，循財政部電子發票「多元載具」的精神建構環保集點之載具系統架構，其中「手機條碼」即為所有環保集點特約通路之共通性載具，會員持手機條碼即可於所有特約通路使用環保綠點。民眾只要到指定合作通路，並持已綁定在環保集點帳戶的通路指定載具，選購環保產品，即可獲得點數獎勵，詳細綠色消費環保集點參加步驟如下圖 5.1-45。

資料來源：環境部環保集點平臺(2023)。https://www.greenpoint.org.tw/GpHome/。

圖 5.1-45 綠色消費環保集點參加步驟

另外，關於大眾運輸環保集點，民眾只要持已綁定在環保集點帳戶的電子票證(包含悠遊卡、一卡通及愛金卡)搭乘指定大眾運輸工具，於進出站匣門或上／下車時感應電子票證，即可獲得點數獎勵，詳細大眾運輸環保集點參加步驟如下圖 5.1-46。

資料來源：環境部環保集點平臺(2023)。https://www.greenpoint.org.tw/GpHome/。

圖 5.1-46 大眾運輸環保集點參加步驟

(C) 訊息工具

環保集點制度亦透過訊息工具來推廣，於環境部環保集點平臺，宣傳單如下圖 5.1-47(最新合作商家、回饋活動)，讓民眾了解環保集點的運作機制、消費模式以及使用教學等內容，有助於提升環保集點之曝光度，加強民眾參與環保集點的意願。

資料來源：環境部環保集點平臺(2023)。https://www.greenpoint.org.tw/GpHome/。

圖 5.1-47 環境部環保集點平臺宣傳

E. 效益

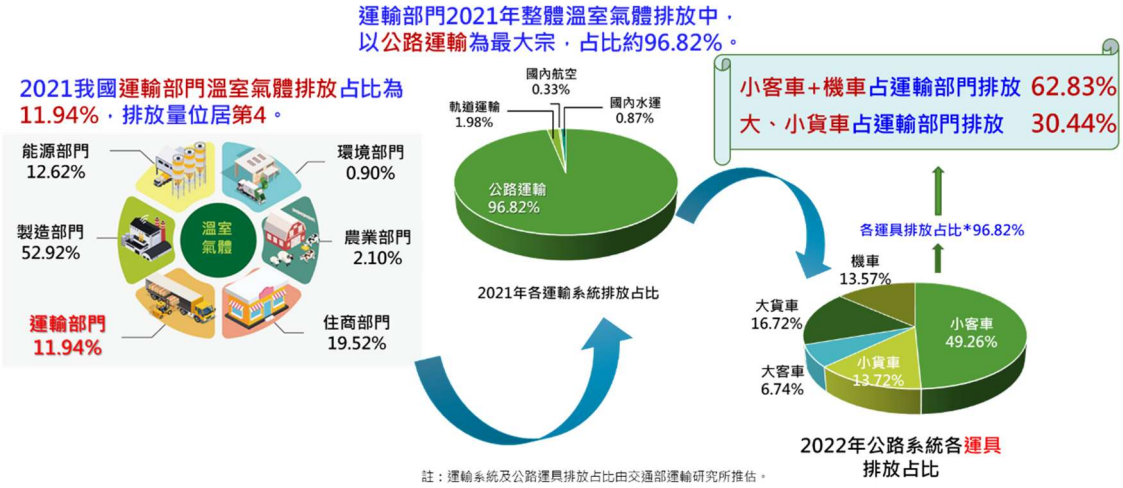
環保集點制度能夠綠化生活習慣及民生消費市場、健全環保產品行銷通路，以提升民眾配合意願，便利消費者購買綠色產品，增加綠色採購金額；另一方面，間接鼓勵企業投入環保產品開發與行為，帶動生產源頭降低碳排放，並擴展綠色產品行銷管道，進而促進資源永續利用，以達減少污染、保護環境之功效。除了綠色消費，民眾藉由搭乘公共運輸參與環保集點，落實環保行為，亦有助於減少交通碳排放，達到環境永續之效益。

5.2 綠運輸生活型態推廣與獎勵機制之研擬

本計畫發掘我國運輸淨零排放轉型課題，同時綜整日本、歐洲、英國、美國、韓國之綠運輸生活型態之推動模式，從中找尋綠運輸生活型態推廣與獎勵機制構想方向，相關說明如下。

(一)我國運輸淨零排放轉型課題

依據 2023 年 8 月環境部公布數據，我國溫室氣體排放量中，依六大部門別的排放進行分類，2021 年運輸部門的溫室氣體排放占比為 11.94%，僅次於製造部門(52.92%)、住商部門(19.52%)及能源部門(12.62%)，位居第四高。進一步細究運輸部門的排放來源，可發現「公路運輸」的排放量為最大宗，占比高達 96.82%；其中，又以小客車與機車之排放量 62.83%占比最多、大小貨車則占 30.44%(如圖 5.2-1)。



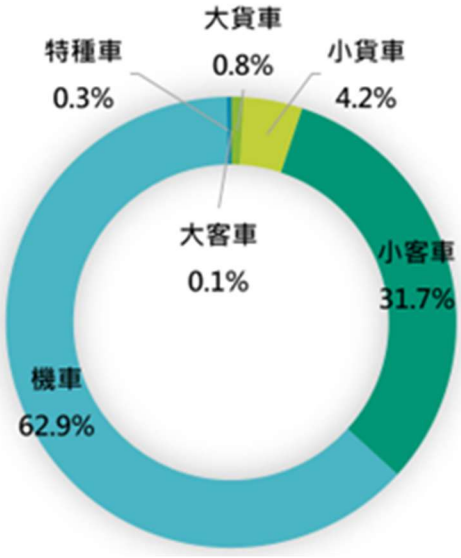
資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2-1 我國運輸部門溫室氣體排放現況

1. 小客車、機車溫室氣體排放占約 62.83%，以組織帶動個人運輸行為改變

我國運輸部門須優先關注公路運輸之溫室氣體排放，其中小客車、機車溫室氣體排放量占約 62.83%，可見私人運具管理乃運輸淨零之關鍵(如表 5.2-1)。根據交通部公路局統計資料查詢網所公告之資料，各運具車輛登記數占比，小客車、機車占總機動車輛登記數約 95%(2,178 萬輛)(如圖 5.2-2)，自用小客車、機車合計約 2,152

萬輛，若從管理個體使用私人運具措施，將會有事倍功半影響，反則以管理組織面出發，則有事半功倍效果，以組織帶動個人運輸行為改變。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2-2 各運具車輛登記數占比

2. 外出民眾旅次目的以通勤與公(商)務為大宗

根據 111 年交通部「民眾日常使用運具狀況調查統計表」顯示外出民眾旅次目的主要為通勤(44%)，其他尚包括通學、購物、家庭及個人活動、休閒等旅次，組織可以協助部分為通勤(44%)、公(商)務旅次(4%)，運輸淨零轉型需要全民共同努力。

表 5.2-1 外出民眾旅次目的占比

(單位：%)

通勤	通學	公(商)務	購物	家庭及個人活動	休閒	總計
44.0	4.5	4.0	17.1	17.3	13.0	100

資料來源：交通部(2022)。民眾日常使用運具狀況調查統計表。

3. 我國企業溫室氣體排放相關規範，未將範疇三納入盤查範疇

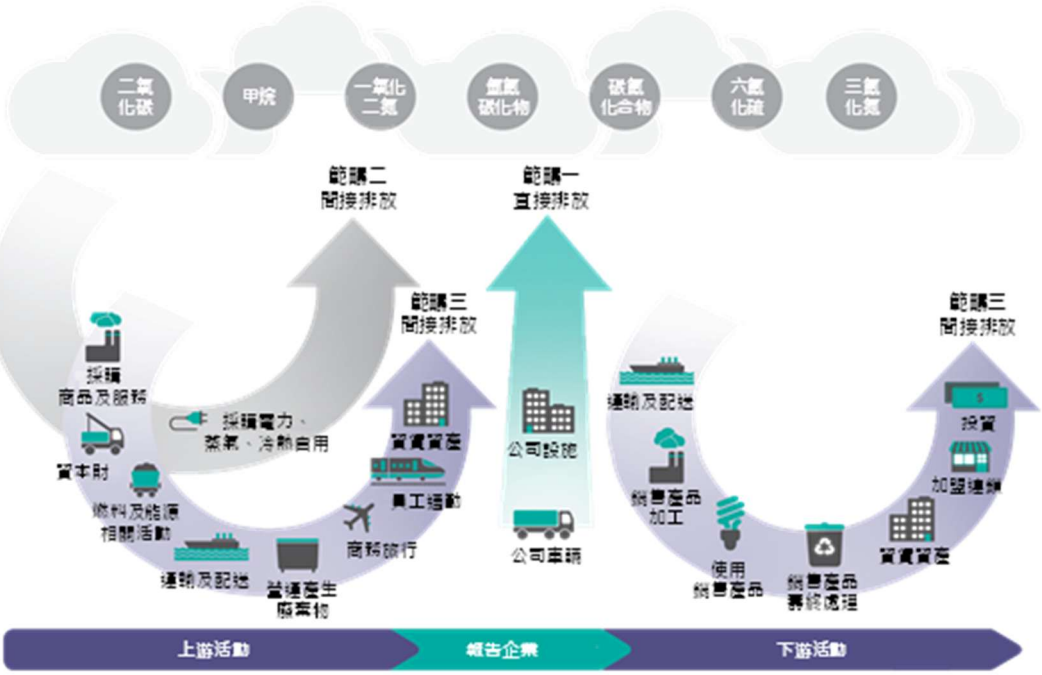
依據溫室氣體盤查議定書企業會計與報告標準(GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard) ，將企業的溫室氣體排放區分為 3 個不同的範疇(如圖 5.2-3)。若是依 ISO 14064-1：2018 標準，則是分別對應到類別 1 到類別 6。以下摘要說明直接排放與

間接排放之區別。

(1) 範疇一(直接溫室氣體排放)(類別 1)：指來自於公司所擁有或控制源的直接排放，例如固定燃燒、移動燃燒、加工製程排放及逸散排放。

(2) 範疇二(能源間接溫室氣體排放)(類別 2)：指來自於採購能源的所產生的間接排放，包括：電力、蒸氣、熱及冷卻等 4 種能源形式。

(3) 範疇三(其他間接溫室氣體排放)(類別 3~6)：指來自於發生於申報公司價值鏈的所有的間接排放(不包含於範疇二)，上游包含採購商品及服務、資本財、燃料及能源相關活動(非範疇一和範疇二)、上游運輸及配送、營運產生廢棄物、商務旅行、員工通勤、上游租賃資產；下游包含下游運輸及配送、銷售產品加工、使用銷售產品、銷售產品壽終處理、下游租賃資產、加盟連鎖、投資。



資料來源：WRI (2013). Technical Guidance for Calculating Scope 3 Emissions (version 1.0)

圖 5.2-3 不同溫室氣體排放範疇示意圖

目前國內政府對於企業溫室氣體排放之規範，主要為環境部對於納管事業排放之管理，以及金融監督管理委員會「上市櫃公司永

續發展路徑圖」之揭露對象的盤查要求，上述兩個管制單位對於企業溫室氣體排放之管理，均未及於上下游價值鏈的間接排放(範疇三員工通勤、商務旅行)(如表 5.2-2)。

企業亦可能為追求自身商譽而自願性提出淨零承諾。例如蘋果(Apple)承諾要在 2030 年對供應鏈和產品實現 100%碳中和(Carbon Neutral) ；微軟(Microsoft)承諾於 2030 年實現負碳排放 ；戴爾(Dell)承諾於 2050 年在範疇一、二及三達成溫室氣體淨零排放；Google 承諾於 2030 年將全天候使用無碳能源(24/7 carbon-free energy)；台積電(TSMC)承諾於 2050 年達成淨零排放目標；中鋼(CSC)提出 2050 年達成碳中和目標等。因此，這些品牌商或大型企業已開始計算其範疇三的碳排，進而設定減碳計畫，以達成 ESG 永續目標。因此，欲達成企業淨零排放之目標，「範疇三」排放的減量可謂是關鍵，即便現行國內法規政策尚未強制要求企業盤查、揭露及減量，但企業勢必需要開始關注範疇三的盤查與減量。

表 5.2-2 國內政府對於企業溫室氣體排放之盤查對象與範疇

盤查對象／盤查範疇	範疇一	範疇二	範疇三
環境部公告納管事業	○	○	×
金管會指定揭露對象	○	○	×
跨國際業或國內產業供應鏈中之利害關係人	○	△	△
自願性參加者	○	△	△

註：「○」表示必須執行；「△」表示視其盤查目的；「×」表示無須執行（非必要，但事業若有需求亦可納入）。

資料來源：環境部(2022)，溫室氣體盤查作業指引。

4. 整合大、小貨車車隊，帶動全價值鏈投入減碳

根據 2021 年運輸溫室氣體排放量統計，大、小貨車溫室氣體排放量占比約為 30.44%，其中自用貨車溫室氣體排放量(58.3%)大於貨運業車輛溫室氣體排放量(41.7%)，如何整合與管理企業自有車隊，以及貨運業上下游運輸及配送之車輛，帶動全價值鏈(Full value chain)投入運輸淨零行列亦是一大課題。

5. 運輸業減碳機制與輔導尚未完備

環境部公告納管事業，主要為一年溫室氣體排放達 2.5 萬公噸

CO_2e 之製造業(例如：發電業、鋼鐵業、半導體業...等)，尚未包括運輸業。運輸業規模多為中小型業者，對於碳盤查、申請碳/減碳標籤、抵換/減量專案碳權、ESG 所需之輔導、查證所需經費難以負擔。

(二)國際綠運輸生活型態之執行模式

本計畫參考 A-S-I 永續交通策略與政策工具之架構，盤點國際綠運輸生活型態推動現況，可歸納為三大類綠運輸生活型態推動模式，包含(一)訊息工具以軟性驅動公眾自發性參與綠運輸、(二)經濟工具輔以科技工具加乘綠運輸推動成效、(三)管制工具為強制性手段，需輔以配套措施加速落實，推動模式分述如下

1. 訊息工具以軟性驅動公眾自發性參與綠運輸

綜觀國際綠運輸推動現況，執行單位採用「訊息工具」，以輔助或搭配其他政策工具(如圖 5.2-4)，這些「軟性工具」提高對替代交通模式之宣傳與推廣，鼓勵標的團體減少或避免(Avoid)多碳排運輸行為、移轉(Shift)行為模式以及改善運輸方式(Improve)。從國際案例「訊息工具」之提高公眾意識活動有多種形式，旨在告知民眾有哪些可行替代交通模式或機動車交通對環境、經濟和社會的影響，以增強公眾接受程度與推廣綠色運輸必要性，據此為提升公眾對於綠運輸政策之公眾意識，務必將訊息工具納入政策規劃考量，訊息工具之類型，類型說明如下。

(1) 公眾意識活動：對民眾以傳達資訊或溝通方式，告知可行替代交通模式、增強公眾接受度與推廣綠運輸必要性，如無車日、教育、推廣活動、指引。

(2) 環保駕駛：藉由環保駕駛教育與培訓，改變駕駛員行為，提高燃油效率、節省燃料與排放量。

(3) 認證或評鑑：藉由象徵性符號，讓標的團體認知政策所提倡的行為合於永續或綠運輸價值，自發性採取綠運輸。

國家案例	推動單位	標的團體	政策工具	效益
日本 減碳通勤優良事業單位認證制度	由中央政府與公私協會成立審議會 (日本國土通省、ECOMO基金會)	政府、企業、其他團體	訊息工具1 推廣減碳通勤指引 ➡ 訊息工具2 建立與執行認證制度 ➡ 訊息工具3 國土交通大臣頒獎表揚	帶動企業與各單位促進員工通勤減碳措施
日本熊本縣環保駕駛活動	公私協會	民眾、企業、其他團體	訊息工具1 宣傳環保駕駛指引 ➡ 訊息工具2 環保駕駛培訓工作坊 ➕ 訊息工具3 環保駕駛活動大賽	減排量：3.54公噸。
日本運輸業綠色管理認證制度	公私協會	企業	訊息工具1 推廣綠色管理手冊 ➡ 訊息工具2 建立與執行綠色管理認證 ➡ 訊息工具3 向運輸業者辦理說明講座	■車輛燃料使用效率提升 ■CO_2排放係數減少
日本無車日/易行週	公私協會	民眾	訊息工具1 擺攤、海報DM、公民意識培養 ➡ 訊息工具2 無車之自行車、步行等活動	選擇非機動車輛或低碳運具

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2-4 運輸生活型態之推動模式與案例－訊息工具

2. 經濟工具輔以科技工具加乘綠運輸推動成效

主要政策工具為經濟工具，以補貼、折扣方式激勵標的團體，減少機動運具使用(Avoid)與提升公共運輸量，通常先以訊息工具進行推廣與宣傳，增加標的團體認同與意識，並結合科技工具使標的團體可以更便利使用或接觸到該工具(獎勵補貼資訊平台、票證整合App)，以提高標的團體行為移轉(Shift)選擇綠運輸意願(如圖 5.2-5)。

國家案例	推動單位	標的團體	政策工具	效益
日本小山市「O-Bus Noroca」客運通勤卡	地方政府	民眾	訊息工具 地方推廣小報 ➡ 科技工具 整合行動多元支付功能 ➕ 經濟工具 月票票價減免折扣	客運搭乘旅次從2008 年約 36.7 萬增加到 2020 年73.7萬。
澳洲GoOputus App	企業	企業員工	訊息工具 辦理推廣活動與建立ESG願景 ➡ 科技工具 行動App規劃通勤行程、差旅支碳足跡 ➕ 經濟工具 鼓勵共乘與停車折扣補貼	■ 協助溫室氣體盤查之範疇 3-員工通勤減碳 ■ 引導員工選擇綠色運輸
芬蘭CitiCAP App獎勵民眾綠色交通選擇	地方政府	民眾	訊息工具 推廣活動與官網使用教學 ➡ 科技工具 行動App計算使用者移動碳排放量(步行、自行車、公共運輸) ➕ 經濟工具 碳足跡與碳排額度差額可兌換歐元	■ 2021年使用下載量達2,500名 ■ 交通碳排量減少32%。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2-5 綠運輸生活型態之推動模式與案例－經濟工具

3. 管制工具為強制性手段，需輔以配套措施加速落實

主要政策工具為管制工具，以限制、禁止方式減少或避免(Avoid)多碳排運輸行為，促使標的團體私人機動運具移轉(Shift)為公共運輸，或選擇更有效率運輸模式(Improve)，因其對標的團體生活影響較鉅，所以會先以訊息工具與標的團體進行溝通使標的團體了解內容，提高對於政策認知度，並輔以配套措施如以經濟工具提供補貼或規劃工具建置完善設施或優化公共運輸方式，降低標的團體選擇較低碳排運輸行為門檻與落實公正性(如圖 5.2-6)。

國家案例	推動單位	標的團體	模式3：管制工具為強制性手段，需輔以配套措施加速落實	效益
日本企業車輛環境管理計畫	中央政府、地方政府	企業	訊息工具：環境管理計畫說明手冊 ➡ 管制工具：1.要求企業提交環境管理計畫與報告 2.引進引進汰換低污染與節能車輛 3.低污染/低油耗之非汽油車比例 ➡ 配套措施 經濟工具：企業可申請購置低汙染與節能車輛之補助金	2016-2021年企業車輛CO_2排放減少24%。另外，NOx減少約56%、懸浮微粒(以下簡稱PM)減少約65%。
英國倫敦低排放區	地方政府	民眾	訊息工具1：政策溝通及公民參與 ➡ 管制工具：依車輛空污排放標準執行交通管理措施 ＋ 配套措施 經濟工具：汰換高污染車補助計畫 ＋ 規劃工具：推廣使用大眾運具及非機動運具 ＋ 科技工具：以車牌辨識系統稽核合管車輛 ＋ 訊息工具2：辦理推廣活動	■ CC：公車運量增加37% ■ ULEZ：NO_2減少約44%、PM2.5減少約27%、CO_2排放量減少約4%。 ■ LEZ：PM10減少約20%、PM2.5減少約27%、NOx降低約25%。
美國清潔空氣車輛標籤	地方政府	民眾	訊息工具：官方網站宣傳與推廣公告 ➡ 管制工具：僅限具有貼紙之車輛通行高乘載車道與共享車道 ＋ 配套措施 科技工具：電動車補助誘因資源平台推廣電動車購置資訊 ＋ 經濟工具：依據民眾收入分級補貼購置電動車輛	零排放車輛之新車市售比2023年達20%。
韓國首爾市綠色交通區(Green Transport Zone, GTZ)	首爾市政府	民眾	訊息工具1：政策溝通及公民參與 ➡ 規劃工具：依車輛空污排放標準執行交通管理措施 ＋ 配套措施 科技工具：透過車牌識別裝置，稽核合管車輛 ＋ 規劃工具：推廣使用大眾運具及非機動運具 ＋ 經濟工具：汰換高污染車補助計畫 ➡ 訊息工具2：推廣公告	■整體交通量減少13.8% ■PM10年平均濃度從42(μg/㎥)降為35(μg/㎥) ■PM 2.5年平均濃度從25(μg/㎥)降為21(μg/㎥)

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2-6 綠運輸生活型態之推動模式與案例－管制工具

(三)綠運輸生活型態推廣機制構想建議

綜觀當前綠色運輸推動方向，運輸淨零解方可從源頭管理，包含運具電動化及無碳化及訂定車輛效能標準；接著可從組織面之公私部門管理，如碳盤查納入範疇三員工通勤及商務旅行，進行自願減量及 ESG 等；而運輸業者則可導入綠色管理機制，據此本文針對公私部門管理以及運輸業者，研提以下綠運輸生活型態推廣機制構想。

1. 構想 1：減碳通勤優良單位標章制度

為引導企業推動相關措施鼓勵員工採取綠運輸方式通勤，可仿效日本經驗，建立相關標章或認證機制，給予推動員工減碳通勤的優良單位標章及獎勵，企業除了可以減少企業本身的排碳外，還可

藉此提升品牌商譽，增進社會好感度，且有助於後續進行碳盤查中之範疇三資料盤點。

由交通部聯合環境部發起，公私協會或法人團體擔任審驗及標章核發單位，向標的團體公私部門機關組織，推行減碳通勤優良單位標章制度,推動目的旨在為符合淨零減碳倡議或標準(溫室氣體盤查、ESG 等)與國家淨零政策，減少「範疇三」溫室氣體排放量。

首先建立數位盤查機制，透過電子票證蒐集員工通勤足跡涉及隱私，私人運具使用者無法透過電子票證蒐集，需輔以調查(運具、距離)，結合人事差勤系統推估，透過示範輔以提供誘因，推動員工通勤足跡數位化盤查機制。

在誘因機制方面，藉由核發認證標章，由官方網站公告宣傳，並於每年擇傑出貢獻者表揚，同時鏈結公共採購機制，促使業主優先選擇獲標章之企業，最後在需求端強化提供綠色運輸，媒合企業合作(共享機車、共乘服務)。

在推動方式方面，(1)首先擬定機制草案，訂定減碳通勤優良單位標章制度，同步鏈結國內外相關溫室氣體盤查認證機制與標準；(2)再者進行推廣示範，藉由製作員工減碳通勤指引，讓標的團體從組織團體面出發由上向下至員工個人，自發性制定與執行減碳通勤措施，此外透過辦理潛在標的團體溝通活動，讓更多組織了解減碳通勤優良單位標章制度內容與方向，同時探詢潛在標的團體之合作示範意願，進而推先先導示範，從執行經驗觀察與議題，滾動調整認證制度。(3)藉由擬定機制草案與推廣示範，進而完成與公告減碳通勤優良單位標章制度，並首度完成發已標章。

2. 構想 2：運輸業者導入綠色管理

目前我國對於企業導入節能減碳或淨零碳排措施，包含溫室氣體盤查、金管會永續準則與 ESG 等要求，其中國內大型運輸業者為符合上述要求與規範，部分已推動相關永續發展規劃與因應措施。

對於中小型運輸業者而言，要採取相關永續或綠色管理之成本

相對高昂，其諸多業者客戶如私部門採購機制大部分有導入須符合綠色供應鏈等規定，公部門設立機關綠色採購績效評核之資格條件或加分條件，為能讓中小型運輸業者可投入綠色運輸行列以及提升市場競爭力，建議可由政府建立「運輸業者導入綠色管理」，未來可將機制鏈結國內溫室氣體盤查或綠色金融標準，提供中小型運輸業者導入綠色管理管道，全面打造我國綠色運輸鏈。

運輸業者導入綠色管理建議可由公私協會或法人團體執行，以中小型運輸業者為標的團體，主要推動目的即為輔導中小型運輸業者採行綠色管理之機制，進而協助運輸業者達成節能減碳與淨零政策目標。建議可訂定指引評估項目，輔以推廣活動：藉由訂定指引與評估項目要求運輸業者，如完善環境保護實施制度、實施環保駕駛、引進低碳運具、車輛檢驗與維護，並配合推廣與輔導業講座活動加速綠色管理落實。

5.3 地方政府發展現況

5.3.1 六都現況

我國 2020 年的溫室氣體排放量，運輸部門約為 37.27 $MtCO_2e$，占總體排放量約 13.07%，在《氣候變遷因應法》六大部門(能源、製造、運輸、住商、農業、環境)中排序第三，其排放量來源主要為公路運輸(例如：小客車和大貨車等私人機動運具之用油)。為了減少因交通行為產生的溫室氣體，在《2020 年運輸政策白皮書－綠運輸》當中，列出我國整體的運輸政策方向，包含「發展公共運輸系統，強化需求管理」、「建構低碳、低污染之運輸環境」、「提升運輸系統與運具能源使用效率」等，而我國 6 個直轄市分別有相關自治法規，致力於綠運輸生活推廣，簡要說明如下。

(1) 臺北市

臺北市議會於2022年三讀通過《臺北市淨零排放管理自治條例》，此自治條例率先全國將2050淨零排放目標及路徑入法的地方自治法規，目前待行政院核定後公布，並於公布後6個月施行。以「除碳」、「創綠」、「節電」、「綠運」、「減廢」、「增匯」、「調適」及「永續」做為八大核心項目，整合臺北市未來30年的淨零策略方向，其中，與綠運輸生活推廣相關的條文如下表5.3-1，待未來正式上路後，將有利於臺北市綠運輸之發展，減少交通產生的排放。

表 5.3-1 與綠運輸生活推廣相關條文-臺北市

核心項目	與綠運輸生活推廣與相關條文
除碳	消除溫室氣體排放，包括設定 2030 年減碳 40%，2040 年減碳 65%，2050 年淨零排放目標(§7)；建立碳預算制度(§8)；要求大型開發案排碳增量抵換(§10)；排碳大戶排碳減量(§13)；推廣低碳旅遊(§44)；鼓勵低碳認證(§46)
創綠	引進、推廣氫能(§42)
節電	要求公有與新建築揭露能耗及符合能耗標準(§12)；新設指示燈與廣告照明使用節能燈具，推廣減用裝飾燈(§14)；市府機關學校每年節電、節水、節油及減紙至少 1%(§47)
綠運	推廣綠運輸與電動運具，包括電動公車優先路權，2030 年市區公車全面電動化(§15)；市府示範一般公務燃油機車 2023 年前全面電動化、一般公務燃油車輛 2030 年電動化(§16)；輔導計程車及物流業運具電動化(§17)；擴增電動車充(換)電設施，營造友善電動車環境(§18)；劃設低碳交通區，管制高排碳車輛規定時間內不得進入(§19)
減廢	增加綠能零碳電力，包括課以用電大戶設置再生能源義務(§11)
調適	加強建構調適能力(§25)；研訂氣候調適執行方案(§26)；推動淨零都市計畫及 TOD (§29、31)；定期檢討維生基礎設施(§33)；推動海綿城市措施(§34)。
永續	企業公開氣候資訊、提送氣候風險報告及辦理員工教育訓練(§39)；推動氣候變遷環境教育(§45)

資料來源：臺北市政府環境保護局(2022)。北市淨零排放自治條例三讀通過 全國首部淨零立法 攜手市民共邁淨零社會。https://reurl.cc/8N9AAX。

(2) 新北市

新北市以「能源轉型」、「能效提升」、「循環經濟」、「智慧運輸」、「韌性調適」做為政策規劃指引框架，於2022年提出《新北市氣候變遷因應行動自治條例》草案，並於2023年6月經新北市議會一讀通過。該草案建構新北市的永續發展方向，分為「溫室氣體減量管理」、「建築節能及效率提升」、「循環經濟與利用」、「能源與產業創新」、「智慧綠色運輸」、「氣候變遷調適」、「零碳教育與生活促進」面向，其中與綠運輸生活推廣相關的條文如下表5.3-2。

表 5.3-2 與綠運輸生活推廣相關條文-新北市

面向	與綠運輸生活推廣與相關條文
溫室氣體減量管理	機關、學校及事業應訂定溫室氣體分年管制目標，市府輔導碳盤查與減量(§8)；環境影響評估案件溫室氣體排放增量抵換(§9)；協助爭取綠色金融措施(§11)；氣候基金設置、運用(§11)；國際交流及合作(§12) 。
循環經濟與利用	觀光旅館業及旅館業不得免費提供一次性用品(§18)。
建築節能及效率提升	新建建築物應規劃淨零措施、預留電動車輛充電設備空間(§13)；公寓大廈同意設置充電設備、市府輔導既有建築物節能改造(§15)。
能源與產業創新	定期檢討空氣品質與燃料使用情形，協助能源轉型(§28)；獎勵再生能源、氫能產業發展與碳捕存等技術(§30)；建置新北市再生能源資訊系統(§31)。
智慧綠色運輸	大眾運輸導向發展綠運輸方式(§33)；市區公車、公務車、學生交通車、計程車、物流及外送應優先使用低碳排車輛(§34~§36)；公有停車場應設置充電設備(§37)；劃設管制範圍，管制高排碳車輛通行(§38)。
氣候變遷調適	氣候變遷調適評估及衝擊改善方式(§39)；公共設施之基礎建設，應設置再生能源發電及電動車輛充(換)電之設備等其他規定(§40)。
零碳教育與生活促進	輔導環教場所設置零碳專責人員，高中以下學校融入零碳課程(§43~§45)；協助事業對員工、周邊社區居民進行零碳教育(§46)；輔導宗教民俗活動採行溫室氣體減量措施(§46)；獎勵市民團體從事零碳生活行動(§48)；機關學校節電、省水、省油及減紙(§51)。

資料來源：新北市政府(2023)。《新北市氣候變遷因應行動自治條例》草案。https://reurl.cc/0ZaWXk。

(3) 桃園市

桃園市主管法規《桃園市發展低碳綠色城市自治條例》，為了減緩溫室氣體成長，落實低碳生活，發展再生能源，建立低碳綠色城市，將自治條例內容分為「低碳環境教育及生活」、「低碳城市及建築」、「低碳產業」、「低污染交通」等面向，其中，與綠運輸生活推廣相關的條文如下表5.3-3。

表 5.3-3 與綠運輸生活推廣相關條文-桃園市

面向	與綠運輸生活推廣與相關條文
低碳環境教育及生活	低碳環境教育及其規定(§6、§7)；將節能減碳成效納入評鑑(§8)；成立節約能源推動小組(§9)；環保旅館、低碳旅遊(§15)。
低碳城市及建築	國土、區域、都市計畫應妥適規劃土地使用、公共設施及交通計畫(§17)；整體開發應納入太陽能或綠能發電、低污染車輛之充(換)電設施等概念(§18)。
低碳產業	引進低碳科技、再生能源等產業(§26)；獎助購買/租用低污染車輛、充(換)電設施建置及維修、報廢汰換高污染車輛、設置再生能源設施等(§27)。
低污染交通	自行車優先停車位(§28)；特定範圍限制供行人徒步或行駛低碳運具(§29)；採購公務機車須為低污染車輛(§30)；高中職學校及大專院校應宣導使用大眾運輸、營造低碳運具的友善環境(§31)；汽車客運業車輛超過年限須汰換為低污染車輛(§32)；針對老舊、高汙染柴油車輛，設定檢驗養護規定(§33、§34)。

資料來源：桃園市政府主管法規查詢系統(2021)。《桃園市發展低碳綠色城市自治條例》。https://reurl.cc/3ebMpl。

(4) 臺中市

臺中市主管法規《臺中市發展低碳城市自治條例》，為了因應國際淨零趨勢及氣候變遷產生的衝擊，於2023年提出修正草案，本自治條例現行條文五十三條，修正後條文共計66條，並更名為《臺中市永續淨零自治條例》，截至2023年10月尚未經臺中市議會三讀通過。該修正草案分為「零碳產業」、「零碳環境」、「零碳交通」、「零碳生活及教育」等面向，其中，與綠運輸生活推廣相關的條文如下表5.3-4。

表 5.3-4 與綠運輸生活推廣相關條文-臺中市

面向	與綠運輸生活推廣與相關條文
零碳產業	成立企業 ESG 輔導團(§7)；輔導企業推動零碳轉型課程、人才訓練與媒合(§8)；定期盤查溫室氣體排放量 (§12)；零碳旅遊、環保旅館 (§15、§16)。
零碳環境	國土、區域、都市計畫應規劃為集約型立體城市(§19)；城鄉規劃、土地開發、都市設計/更新等工程於計畫書中應列零碳城市章節及其內容規範(§20、§21)；強化人本及共享運輸服務以活化舊市區(§24)；各項號誌、指示等照明應使用節能燈具、智慧化管理(§28)。
零碳交通	無縫轉乘之大眾運輸網絡、指定區域或短程接駁區間導入低碳運具(§30)；運具電動化，公務車 2050 年全面採用低碳運具(§31)；鼓勵公車使用低碳運具，得優先取得經營路線核准(§32、§33)；計程車、物流及外送優先使用低碳運具(§34)；獎勵民眾使用低碳運具(§35)；完善低碳運具專用停車空間、充電設備，以及太陽光電車棚等儲能設施(§36~§38)；建置共享車位、低碳共享運具系統、低碳交通寧靜區、自行車道路網等(§39)。
零碳生活及教育	推動、獎勵永續淨零環境教育(§40)；制定永續淨零環境教育相關實施規定(§41~§43)；各機關(構)學校應配合推動智慧化零碳措施(§44)；推動永續低碳相關認證(§46)；結合數位平台，鼓勵個人落實零碳行動(§48)；研訂氣候變遷調適方案(§54)。

註：ESG：環境(Environmental)、社會(Social)和公司治理(Governance)3個方面的價值觀，企業可以透過量化或質化的資訊呈現這3個方面的指標，以揭露這個企業在這3個面向之社會責任的推動情形。

資料來源：臺中市政府(2023)。《臺中市永續淨零自治條例》草案。https://www.taichung.gov.tw/2477756/post。

(5) 臺南市

為了善盡地球村公民減碳義務與責任及與國際接軌，呼應2050年前達成淨零排放目標並兼顧永續發展需求，臺南市2022年著手擬訂《臺南市淨零永續城市管理自治條例》草案，以現行《臺南市低碳城市自治條例》為基礎，該草案分為「溫室氣體減量」、「氣候變遷調適」、「循環永續推動」、「淨零綠

生活推廣」等面向，截至2023年10月尚未經臺南市議會三讀通過。其中，與綠運輸生活推廣相關的條文如下表5.3-5。

表 5.3-5 與綠運輸生活推廣相關條文-臺南市

面向	與綠運輸生活推廣與相關條文
溫室氣體減量	設定 2050 年 1 月 1 日淨零碳排目標(§8)；規範事業與公私場所盤查、申報與減量(§9)；環境影響評估案件溫室氣體排放增量抵換(§10)；協助引進淨零科技、綠色能源(§12)；特定公共工程須辦理節能減碳檢核作業及訂定減碳目標(§14)；公務機車及公共汽車全面低碳化(§17)；公共停車場促進低碳車輛使用規範(§18)；計程車、物流及外送業應優先使用低碳運具(§19)；低碳交通區，限制高排碳車輛通行(§20)；交通號誌及路燈等照明應使用節能燈具，並智慧化管理(§21)。
氣候變遷調適	整體開發地區規劃設計或公共設施興建導入低衝擊開發工法、土地開發或建築物之防洪防災設施(§22)；都市計畫應以促進淨零排放為目標(§25)；因應氣候變遷監測/研究/調查(§26、§27)；建立海綿城市規範(§28)。
循環永續推動	廢棄物減量計畫(§30)。
淨零綠生活推廣	旅宿業 2026 年起不得使用一次性用品(§32)；落實綠色消費(§36)；鼓勵低碳旅遊(§37)；淨零永續環境教育規定(§38、§39)；鼓勵低碳認證(§40)；廟會活動優質化(§41)；低碳運具補助(§44)。

資料來源：2050臺南市淨零永續網 (2023)。文件下載－臺南市淨零永續城市管理自治條例草案(11207公聽會版)V1。
http://tainan.carbon.net.tw/P_download.aspx。

(6) 高雄市

高雄市議會於2023年三讀通過《高雄市淨零城市發展自治條例》，目前待行政院核定後公布，並於公布後6個月施行。此自治條例全文共計17條，其中，與綠運輸生活推廣相關的條文如下表5.3-6。

表 5.3-6 與綠運輸生活推廣相關條文-高雄市

條文	內容
§4	2050 年溫室氣體排放量應達到淨零排放。
§5	輔導事業與公私場所盤查、申報與減量。
§7	本市太陽能光電設置目標、一定用電容量以上用戶設置再生能源設備。
§8	補助獎勵引進綠色能源產業。
§9	環境影響評估案件溫室氣體排放增量抵換。
§11	公務汽機車與公共汽車全面電動化。
§12	完善電動車輛專用停車空間。
§13	捷運沿線學校與事業單位員工搭乘捷運系統。
§14	整體開發地區規劃開發或公共設施興建導入低碳工法。

資料來源：高雄市政府(2023) 。《高雄市淨零城市管理自治條例》草案。https://reurl.cc/2EaMv6。

5.4 綠運輸生活型態體驗推廣活動試辦與檢討

本計畫為能夠了解教育與體驗活動對於利害關係人日常的綠運輸之行為改變成效，試辦綠運輸生活型態體驗推廣活動，以學生為活動族群，並已於 112 年 11 月 7 日舉行並順利圓滿結束。有關本次推廣活動程序見圖 5.4-1。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4-1 綠運輸生活型態體驗推廣活動之規劃程序

本次試辦綠運輸生活型態體驗推廣活動，共計 20 位報名參加，但是，因為當週是期中考週，所以後續有 8 位學生無法參與，實際到場人數為 12 位，皆為碩士生，科系別包括運輸與物流管理學系所、環境工程與管理研究所及電子系所。

本次推廣活動為半日，首場次為綠運輸生活型態的宣導。本計畫也製作學生版宣導教材(見圖 5.4-2)，內容包括：2050 淨零轉型四大策略、生活轉型策略納入關鍵戰略 10 淨零綠生活、何謂綠生活、主要綠運輸形式、綠運輸可以帶來什麼好處、國際 6 個城市成功案例、日常生活常見的綠運輸、 TPASS 行政院通勤月票、如何實踐綠運輸生活(包括如何選擇適合的綠運輸，以及透過五大口號讓學生更能夠認識綠運輸)，期以透過課堂宣導與說明及互動(見圖 5.4-3)，讓學生進一步認識何謂綠運輸，以及在日常生活中如何實踐綠運輸生活。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.4-2 綠運輸生活型態體驗推廣活動之學生版宣導教材(示意)

資料來源：本計畫整理。

圖 5.4-3 綠運輸生活型態體驗推廣活動：課堂宣導現況

其次，宣導課程結束後，前往臺北市交通資訊中心體驗綠運輸相關設施(圖 5.4-4)。現場有講解人員帶領學生們體驗目前我國日常生活常用的綠運輸。

資料來源：本計畫整理。

圖 5.4-4 綠運輸生活型態體驗推廣活動：參訪體驗現況

為能夠瞭解學生參與綠運輸推廣活動的前後認知是否有差異，以及對於本次試辦推廣活動的滿意程度，本計畫設計前後測各 10 題及活動滿意度調查 11 題。首先，根據成對樣本 T 檢定之結果，雙尾 p 值為 0.003(α=0.05)，檢定結果為拒絕虛無假設(μ_1=μ_2)，即前後測結果具有顯著差異，表示本活動對學生提升綠運輸知識有明顯效果。

其次，學生參加本次推廣活動後的滿意度結果：(1) 全部學生對認同活動主題和報名資訊內容相符；(2) 75%認為活動流程安排非常好，25%表示好；(3) 75%認為活動時間安排非常好，16.7%表示好，8.3%表示剛好；(4) 68.7%認為宣導教材簡報非常好，33.3 表示好；(5) 75%認為臺北市交通資訊中心參訪體驗非常好，25%表示好；(6) 83.3%對整體活動感到非常滿意，16.7%對整體活動感到滿意；(7) 75%認為本次推動活動對自己非常有幫助，16.7%認為有幫助，8.3%認為還可以；(8) 75%認為本次推動活動讓自己收穫非常多，16.7%認為很多，8.3%認為還可以；(9) 全部學生期待下次再參與類似的推廣活動；(10) 66.7%會非常樂意將類似的推廣活動推薦給親朋好友，33.3%會樂意推薦給親朋好友。最後一題是對活動可以改善的地方及對未來推廣活動的建議，大多數參與的學生表示很棒，另外也有學生建議可以用更多元的方式進行推

廣，以及宣導教材可以再更深入。

綜合本次推廣活動試辦結果，參與活動的學生認為很不錯(團體合照見圖 5.4-5 及圖 5.4.6)，至於不足或需要加強的地方，本計畫會再進行調整，提升未來辦理不同類型利害關係人推廣活動的進步動力。

資料來源：本計畫整理。

圖 5.4-5 綠運輸生活型態體驗推廣活動：宣導課程合照

資料來源：本計畫整理。

圖 5.4-6 綠運輸生活型態體驗推廣活動：參訪體驗合作

5.5 小結

（一） 國內外綠運輸生活型態推廣與獎勵機制

本計畫以「A-S-I 永續交通策略」與「政策工具」為架構，於本章評析國際(含日本、歐洲、澳洲、英國、美國、韓國)與我國綠運輸生活型態案例，並可將該些案例歸納為以下三大推動模式，推動綠運輸生活，藉以朝運輸部門淨零與減量邁進。

1. **訊息工具以軟性驅動公眾自發性參與綠運輸**：國際案例(日本為主)以「訊息工具」之提高公眾意識活動有多種形式，包括減碳通勤優良事業單位認證制度、綠色管理認證制度、環保駕駛活動、無車日/易行週等形式，以軟性、非強制的方式驅動，提升公眾對於綠運輸政策之公眾意識，鼓勵標的團體減少或避免(Avoid)多碳排運輸行為、移轉(Shift)行為模式以及改善(Improve)運輸方式。

2. **經濟工具輔以科技工具加乘綠運輸推動成效**：國際案例(日本、澳洲、芬蘭)以「經濟工具」補貼、折扣為主要方式，如客運通勤卡、票證整合 App 等政策，在經濟工具推出前期，先以訊息工具進行宣傳，並輔以科技工具使標的團體可以更便利使用或接觸到該經濟工具，並持續向標的團體推廣，使其減少或避免(Avoid)機動運具使用，以利移轉(Shift)選擇綠運輸。

3. **管制工具為強制性手段，需輔以配套措施加速落實**：國際案例(日本、英國、美國、韓國) 以「管制工具」為主要方式，透過低碳交通區、車輛標籤等強制性手段，以限制、禁止等方式使標的團體減少或避免(Avoid)多碳排運輸行為，為了降低標的團體選擇較低碳排運輸行為門檻與落實公正性，在管制工具實施前先以訊息工具與標的團體進行溝通，提高對於政策認知度，並輔以配套措施(如以經濟工具提供補貼或規劃工具建置完善設施或優化公共運輸方式)，促使標的團體移轉(Shift)選擇綠運輸，或改善(Improve)運輸方式。

（二） 我國運輸淨零排放轉型課題

1. 私人運具管理乃運輸淨零排放轉型之關鍵：依據 2023 年 8 月環境部公布數據，2021 年運輸部門的溫室氣體排放占比為整體的

11.94%，於《氣候變遷因應法》六大部門中，僅次於製造部門(52.92%)、住商部門(19.52%)及能源部門(12.62%)，位居第四高。具體而言，「公路運輸」的排放量為運輸部門最大宗，占比高達 96.82%；其中，又以小客車與機車之排放量 61%占比居多、大小貨車則占 18.31%。由此觀之，私人運具管理乃運輸淨零之關鍵。另，我國民眾旅次目的以通勤與公(商)務為大宗，主要為「通勤(44%)」，而後依序為「家庭及個人活動(17.3%)」、「購物(17.1%)」、「休閒(13%)」、「通學(4.5%)」、「公(商)務旅次(4%)」，如何從組織面帶動個人運輸行為改變，是管理私人運具使用的重要切入點。

2. **運輸業減碳帶動全價值鏈(Full value chain)投入減碳**：2021 年我國大小貨車溫室氣體排放量占比約為 29%，其中自用貨車溫室氣體排放量(58.3%)大於貨運業車輛溫室氣體排放量(41.7%)。然而，國內運輸業者多為中小型規模，對於碳盤查、申請碳/減碳標籤、抵換/減量專案碳權、ESG 所需經費可能較難負擔。因此，如何協助運輸業者整合、管理自有車隊、上下游運物流車輛，藉以帶動全價值鏈投入減碳，是我國運輸淨零排放轉型的一大課題。

（三） 地方政府溝通與發展現況

本計畫亦藉由訪談我國六都交通部門，了解我國綠運輸發展現況，並整理出六都推廣綠運輸生活的相關自治條例，惟目前僅有桃園市主管法規正式生效，其餘 5 都(臺北市、新北市、臺中市、臺南市、高雄市)的自治法規仍未正式上路；然而，此類法律規範係屬於利用「外在動機 (extrinsic motivation)」誘發民眾從事綠運輸的硬式措施，除硬式措施外，透過辦理環境教育、推廣活動等軟式措施，有助於增強民眾的「內在動機 (intrinsic motivation)」，強化民眾對於綠運輸的認知、正面態度，使民眾自發從事綠運輸則著重生活面向低碳運輸之使用行為。

（四） 綠運輸生活型態體驗推廣活動試辦與檢討

承上，本計畫已於 112 年 11 月針對「學生族群」進行推廣活動試辦作業，活動過程向學生說明綠運輸觀念，並藉由現場體驗的經驗活化

方式，前往臺北市交通資訊中心體驗綠運輸相關設施，提升參與學生對於綠運輸的認同。不過，由於學生同質性較一般民眾高，且因長期接受到學校的環境教育，可能對於綠運輸相關概念較為了解、容易吸收；是故，未來辦理推廣活動時，可針對不同類型利害關係人並擴大規模，將有助於辨明對於不同群體之推廣成效，以利後續政策精進，促進不同利害關係人對於我國淨零政策之認同及配合。欲推廣綠運輸，不只是政府部會與公協會，更需要企業、公民團體、民眾等共同努力，藉此維繫綠運輸生活等永續行動的長期實踐。

（五） 綠運輸生活型態推廣與獎勵機制構想

為了實現運輸部門淨零與減量，綜合國內外綠運輸生活型態推廣與獎勵機制之研析與我國運輸淨零排放轉型課題，本計畫遂提出以下綠運輸生活型態推廣與獎勵機制構想。

1. **以管理組織面動個人運輸行為改變：**本計畫針對我國公、私管理部門等「運輸需求方」(如通勤單位)，提出「減碳通勤優良單位標章制度」機制建議，從組織面帶動個人運輸行為改變，透過示範輔以誘因、媒合企業合作(共享機車、共乘服務)，鼓勵員工多採取綠運輸通勤，達一定減碳成效之單位，給予相關標章或認證，並每年表揚傑出貢獻者。此機制除可協助公、私管理部門落實 ESG，提升形象，亦可與碳盤查中「範疇三員工通勤、商務旅行」連結。
2. **運輸業者導入綠色管理：**本計畫針對我國運輸業者，提出「運輸業者導入綠色管理」機制建議，針對「運輸供給方」(運輸業者)，導入綠色管理機制，使運輸過程更加永續，其亦可滿足未來綠色採購趨勢及供應鏈要求，可提升企業自身競爭力。是故，建議我國可從辨識優良通勤單位及綠色運輸業者做為起頭，逐步改變公眾的思維，藉此將綠運輸生活型態概念向外擴散；同時，在現行政策加持下，公共運輸需求提高，運輸供應方服務量能提升，亦可產生正向循環。

第六章 運具電動化政策與推動措施研析

本計畫透過文獻分析法蒐集與整理國外與我國運具電動化政策，研究國家如美國、歐盟、挪威、英國、日本與韓國，蒐集與整理項目涵蓋該國(區域)之「政策願景、目標與現況」、「運具電動化目標時程」與「推動策略與措施」為主，並與我國運具電動化政策與推動措施進行比較分析，再者透過社會溝通聚焦與收斂利害關係人意見，以做為未來運具電動化及無碳化推動路徑與行動措施計畫滾動調整之參酌(如圖 6-1)。

資料來源：本計畫繪製。

圖 6-1 國內外運具電動化政策與推動措施研究流程圖

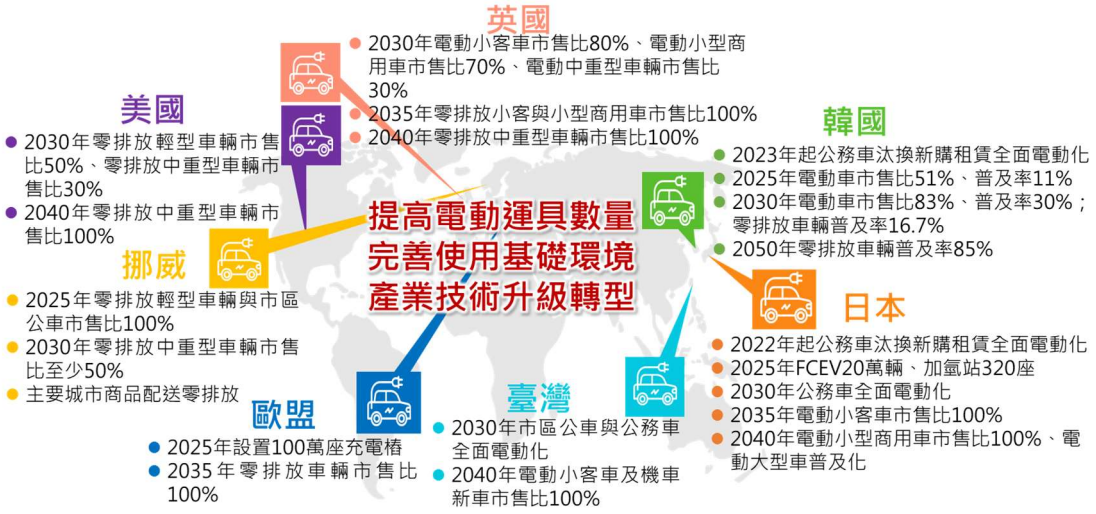
6.1 國外運具電動化政策與推動措施蒐研

面對2050年淨零碳排目標與趨勢，國際各國紛紛提出運具電動化政策與推動措施，以政策引導企業與使用者偏好與行為、駕駛模式等轉換使用較為低碳或零碳運具。國際主要電動車市場包含：美國、歐盟、韓國、日本等，各國政府期透過訂定電動車數量、普及率與市售比目標(如圖6.1-1)，並提供使用者完善充電基礎環境，以及輔導電動車產業技術升級轉型，驅動運具電動化發展進程，加速運輸部門達成淨零碳排之目標。

美國宣布於2030年零排放輕型車輛市售比50%，中重型車輛則30%，並於2040年達100%目標。

歐洲地區則由歐盟提出期望於2025年累計設置100萬座充電樁，2035年達成零排放車輛新車市售比100%目標；英國提出2030年電動小客車市售比80%、電動小型商用車市售比70%、電動中重型車輛市售比30%，2035年零排放小客與小型商用車市售比100%及2040年零排放中重型車輛市售比100%目標；同時挪威做為首先提出運具電動化之國家亦提出2025年零排放輕型車輛與市區公車市售比100%，2030年零排放中重型車輛市售比至少50%目標。

東亞地區以韓國提出於2023年起公務車新購租賃全面電動化，2025年電動車市售比51%、普及率11%，2030年電動車市售比83%、普及率30%、零排放車輛普及率16.7%，2050年零排放車輛普及率85%目標；日本則宣布於2022年起公務車汰換新購租賃全面電動化，2025年FCEV20萬輛、加氫站320座，2030年公務車全面電動化，2035年電動小客車市售比100%，2040年電動小型商用車市售比100%、電動大型車普及化目標。



資料來源：IEA (2023)，Global EV Outlook 2023。本計畫繪製。

圖 6.1-1 國內外先進國家運具電動化目標

6.1.1 美國運具電動化政策與推動措施

(1) 運具電動化目標時程

根據「美國國家運輸部門去碳藍圖」報告中指出，美國目標於2030年，全國零排放輕型車輛市售比達50%，零排放中型、重型車輛市售比達30%；並於2040年，零排放中型、重型車輛市售比達100%(如表6.1-1)。其中，零排放車輛包含純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)及插電式油電混合動力車(PHEV)。

表 6.1-1 美國運具電動化及無碳化目標時程

年度	2030	2035	2040
目標	■ 零排放輕型車輛[49]市售比達50% ■ 零排放中型、重型車輛[50]市售比達30%	無設定目標	零排放中型、重型車輛市售比達100%

資料來源：The Departments of Energy, Transportation, Housing and Urban Development, and the Environmental Protection Agency. (2023). The U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization. 本計畫整理。

(2) 推動策略與措施

因應美國2030年零排放輕型車輛市售比達50%，及2040年零排放中型、重型車輛市售比達100%目標，美國政府推動多項管制措施、獎勵機制、基礎環境配套等，如制定車輛平均燃油效率標準及溫室氣體排放標準、提供電動車新購稅賦抵免、補助建置充電設施等，藉由政策規範及誘因機制加速電動車普及。相關內容說明如下。

[49] 輕型車輛係指小客車(passenger cars)及輕型貨車(light trucks)。

[50] 中型、重型車輛係指車輛最大載重(gross vehicle weight rating) ≥ 8,500 磅(約 3.86 公噸)的車輛，包含重型皮卡車(Heavy-Duty Pickup Truck)、貨車(Van)、職業車輛(Vocational vehicle)、牽引機(combination tractors)。

A. 管制措施

(A) 制定車輛平均燃油效率標準(Corporate Average Fuel Economy standards, CAFE)

美國國家公路交通安全管理局(National Highway Traffic Safety Administration)於2022年3月公布《2024-2026年小客車與輕型貨車企業平均燃油經濟性標準》(Corporate Average Fuel Economy Standards for Model Years 2024-2026 Passenger Cars and Light Trucks)，要求目標在2026年，各車輛製造商之輕型車輛新車平均燃油效率標準需達49.1英里/加侖(約20.87公里/公升)，包含小客車：59.4英里/加侖(約25.25公里/公升)、輕型貨車：42.4英里/加侖(約18.03公里/公升)，倘不符標準者，將面臨罰款或須向其他車商購買配額。

此規範將使2024年及2025年新車平均燃油效率每年提高8%；2026年則達到10%，並促使車商提高電動車銷售占比以符合規範要求。此外，美國國家公路交通安全管理局於2023年7月再發布適用於2027至2032年輕型車輛之新車燃油效率標準，擬對車商上修燃油效率標準，要求至2032年，各車輛製造商之輕型車輛新車平均燃油效率需達58英里/加侖(約24.66公里/公升)。

(B) 制定車輛溫室氣體排放標準

除制定新車平均燃油效率標準外，美國環境保護署(Environmental Protection Agency)亦針對輕型車輛提出適用於2023年至2026年之溫室氣體排放標準，依據環境保護署於2021年公布之《修訂後2023年及以後輕型車輛溫室氣體排放標準》(Revised 2023 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards)，標準將要求各車輛製造商到2026年，小客車平均溫室氣

體排放量目標為132克/英里(約81.99克/公里)，輕型貨車則為187克/英里(約116.15克/公里)，對未能達標準之車商，將透過年度餘額結轉、企業交易或罰款等進行管制。

另有關中型、重型車輛之管制措施，依據「2018-2027年中型與重型車輛第二階段燃油效率與溫室氣體排放標準最終規則」(Greenhouse Gas Emissions and Fuel Efficiency Standards for Medium- and Heavy-Duty Engines and Vehicles-Phase 2.)，美國環境保護署與國家公路交通安全管理局針對所有車輛最大載重(Gross vehicle weight rating)大於8,500磅(約3.86公噸)之中重型車輛，包含重型皮卡車(Heavy-Duty Pickup Truck)、貨車(Van)、職業車輛(Vocational vehicle)、牽引機(Combination tractors)等，提出適用於2018年至2027年之燃料消耗與溫室氣體排放標準，標準要求與2017年的水平相比，重型皮卡車及貨車減少16%之CO_2與燃料消耗，職業車輛減少16%至19%，牽引車減少30%。

B. 獎勵機制

(A) 以稅賦減免機制提振電動車需求

美國於2022年8月通過《降低通膨法案》(Inflation Reduction Act)，該法案投入3,690億美元用於減緩氣候變遷及推動潔淨能源，有助美國2030年碳排放量比2005年水準減少40%，其中包含提供消費者購買電動車稅收抵免(Tax credit)之激勵措施，以提高大眾換購電動車之誘因。自2023年起，消費者購買全新電動車可向美國國稅局(Internal Revenue Service)提出申請，最高可獲得7,500美元(約新臺幣24.2萬元)之所得稅稅負抵免，購買車齡兩年以上之二手電動車可享有車價30%之抵稅額，上限4,000美元(約新臺幣12.9萬元)；另企業購買電動商用車輛亦可獲得營業稅稅負抵免，車輛最大載重(Gross vehicle weight

rating)低於14,000磅(約6.35公噸)者最高抵免稅額為7,500美元(約新臺幣24萬元)，高於14,000磅(約6.35公噸)者最高抵免稅額則為40,000美元(約新臺幣129萬元)。

(B) 投入資金強化電動車相關供應鏈

美國能源部(Department of Energy)2022年依據《跨黨基礎建設法》(Bipartisan Infrastructure Law)，提供20家企業總計28億美元(約新臺幣903億元)補助，擴大國內生產電動車電池及電網，例如鋰、石墨等電池材料加工、電池組件製造等，振興國內電動車電池與所需礦產業者產能，以降低美國電池製造商對外國供應鏈依賴，提升國產電動車製造能力。

C. 基礎環境配套：撥款補助建置充電設施

為完善充電基礎設施，美國目標於2030年時建置50萬座公共充電樁。依據《跨黨基礎建設法》，美國政府總計撥款75億美元(約新臺幣2,417億元)用於佈建電動車充電樁，其中「國家電動車基礎設施計畫」(National Electric Vehicle Infrastructure Formula Program)耗資50億美元(約新臺幣1,611億元)，撥款予各州政府於主要高速公路及州際公路建立全國高速電動車充電站網路，並規範以下條件，在增加充電設施數量的同時，亦提升充電之便利性。

(A) 在主要公路上每80公里須設至少1個充電樁。

(B) 每個站點至少要有4支組合充電系統(Combined Charging System, CCS)充電槍，且每支槍的充電功率在150 kW以上。

(C) 允許建置純電動車快充直流電系統(CHAdeMO)及特規接頭(如特斯拉專用充電規格TPC，現更名為北美充電標準(North American Charging Standard, NACS)充電槍並建置慢充當作備用，但同一站點須有4支CCS

充電槍。

(D) 需能接受信用卡做為付款方式，且不需額外安裝應用程式(Application, APP)即能使用。

(E) 允許接受預付卡，讓沒有銀行帳戶的車主亦能使用。

(F) 需能支援隨插即充(Plug & Charge)讓相容的車子可以直接隨插即充。

另美國政府亦撥出25億美元(約新臺幣806億元)予地方政府用於過去較缺乏充電基礎設施投資之地區(如鄉村)增設充電站。

(3) 小結

鑒於運輸部門為美國最大溫室氣體排放源，為達成2050淨零目標，美國政府正積極推動運具電動化，目標2030年時零排放輕型車輛市售比達50%，零排放中型、重型車輛市售比達30%；並於2040年零排放中型、重型車輛市售比達100%。為此，在供給面，美國政府透過制定車輛平均燃油效率標準及溫室氣體排放標準及投入資金強化電動車相關供應鏈，以提升電動車供給占比，並擴大電動車供給量能；而在需求面，美國藉由提供購買電動車稅負抵免，並撥款補助佈建充電網絡，完善電動車使用環境，以促進民眾轉換電動運具之意願。

綜上，參考美國推動運具電動化策略，我國可以此為國內推動之參考依據，從供給面及需求面雙管齊下加速電動車普及，另美國在充電樁佈建規劃上，不僅透過補助增設充電設施數量，亦致力提升充電使用之便利性，使得習慣開燃油車的民眾在轉換成電動車過程中不至於有使用特性落差，亦可做為我國推動運具電動化之借鏡。

6.1.2 歐盟運具電動化政策與推動措施

(1) 運具電動化目標時程

A. 歐盟

2021年歐盟委員會提出對新車二氧化碳排放之提議(CO_2 emission standards for new cars and vans)，亦為五五套案(Fit for 55 Package)之一部，且歐洲議會與理事會已於2023年3月通過該目標如下。

(A) 與2021年相比，2030年新小客車二氧化碳排放量減少55%，新小貨車二氧化碳排放量減少50%。

(B) 2035年新售車輛全面電動化。

配合上述目標，歐洲議會亦協定未來有關生命週期評估等配套工作如下。

(A) 2024年12月，委員會必須完成審查新車燃油經濟性及二氧化碳排放指令(即1999/94/EC指令，指令全名為有關銷售新小客車之燃油經濟性與二氧化碳排放的消費者資訊的可用性)(“Directive 1999/94/EC of the European Parliament and of the Council of 13 December 1999 relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO_2 emissions in respect of the marketing of new passenger cars”)，該指令需考量提供車輛實際燃料與能源消耗以及二氧化碳與空氣污染物排放的有關資訊，並評估是否為新貨車引入燃油經濟性與二氧化碳排放標籤。

(B) 2025年歐盟委員會必須提出一種對歐盟市場上的小客車與貨車二氧化碳排放進行生命週期評估方法，並有權通過授權法案，制定歐盟生命週期評估與數據報告通用方法。從2026年6月起，製造商應自願報告車輛生命週期二氧化碳排放量。

(C) 2025年12月，委員會必須提交一份關於確保車輛供應鏈公正轉型資金缺口報告，並酌情提出適當財務措施建議。同(2025)年12月亦須提交關於零排放道路交通兩年進度報告。

(D) 2026年，委員會必須審查該法規的有效性與影響，並評估審查排放目標的必要性以及為新型零排放車輛與貨車建立最低能源效率閾值的影響。

B. 德國

2015年德國通過電力驅動車輛優惠法(Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge, Elektromobilitätsgesetz-EmoG，以下簡稱電動車法)。其中定義電動車包括純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)及插電式油電混合動力車(PHEV)。

2019年德國通過《氣候行動法》(Federal Climate Change Act)，目標為2050年達到碳中和。2021年，德國各主要政黨簽署聯合執政協議，目標在2030年前純電動車數量增至1,500萬輛，並自2035年起禁售傳統燃油車，同時擴大充電站覆蓋範圍，從目前7萬座到2030年增加至超過100萬座。

C. 法國

2015年法國通過《能源轉型法》(或《綠色成長能源轉型法》(Energy transition for green growth)，目的在不損害經濟成長的情況下轉變法國能源模式的目標，其中與電動車相關者，電動車充電站預計從當時約1萬座增加至2030年700萬座。根據2020年通過之多年能源計畫(Programmation pluriannuelle de l'énergie.)，其中電動車包括純電動車(BEV)及燃料電池電動車(FCEV)。另法國總統於2022年宣布，2027年達到年產100萬輛電動車，2030年達到年產200萬輛電動汽車，2035年實現電動車市售比100%目標。

(2) **推動策略與措施**

配合低碳目標或各國運具電動化目標，歐盟與各成員國均有不同管制措施、歸返要求、獎勵機制、基礎環境配套等，藉由政策規範及誘因機制以加速電動車普及。以下針對歐盟、德國與法國提出推動策略與措施相關說明如下。

A. 管制措施

(A) 禁售燃油車

《歐洲環境-狀態與展望》(The European environment - state and outlook 2020, SOER 2020)所列激勵或管制是彙集各國作法與工作專家意見，並非實施指引。其中與管制較相關者如規定電動汽車製造商銷售目標或禁止銷售內燃機汽車，以加速汰換。

(B) 強制性碳足跡聲明與標籤

2022年歐盟議會達成《歐盟電池設計、製造與廢棄處理新規則協議》(Batteries: deal on new EU rules for design, production and waste treatment)：電動車電池強制性碳足跡聲明與標籤，促使電動車製造符合規範要求。該協議並非針對電動車電池，而是廣泛地規範所有歐洲電池之規則，商定的規則將涵蓋整個電池生命週期，從設計到壽命終止，並適用於在歐盟銷售的所有類型的電池：便攜式電池、SLI電池(Starting, Lighting and Ignition battery，為車輛的啟動、照明或點火供電)、輕型運輸工具(Light Means of Transport, 以下簡稱LMT)電池(為電動滑板車與自行車等輪式車輛提供牽引力)、電動車(EV)電池與工業電池。另外也規範LMT電池、容量超過2 kWh的工業電池與電動汽車電池將被要求擁有「數位電池護照」，包括電池型號資訊以及單一電池及其用途的特定資訊。

歐洲議會2022年10月提案修正《替代燃料基礎設施法

規》(Alternative Fuels Infrastructure Regulation, AFIR)，建議充電站給予純電動車(BEV)之充電功率最低為1 kW，給予插電式油電混合動力車(PHEV)之充電功率最低為0.66 kW。2026年歐盟主要道路沿線每60公里至少應有一座充電站，以加速電動車普及。

B. 獎勵機制

《歐洲環境-狀態與展望》建議可加速電動車普及之措施：包括「對電動車行業財政支持」、「補貼充電基礎設施之公共投資或補貼家用充電器」、「電動車公共採購」、「電動公共交通的國家級協助」、「間接的消費者激勵措施」(如優先使用公車專用道、免費或優先停車、可進入低排放區等)、「消費者宣傳與教育政策」等。

歐盟於2023年3月提出淨零工業法案(Net Zero Industry Act)，目標是歐盟每年電池需求近90%由歐盟電池製造商供應，2030年產能至少為550 GWh。

另各國獎勵機制以購車獎勵與稅收優惠為主，說明如下。

(A) 以購車補貼獎勵購買

各國對購買電動車之補貼略有差異，以下以德國與法國為代表。德國車價4萬歐元(約新臺幣1,35.5萬元)及以下之電動車，若是BEV或FCEV則補貼9,000歐元(約新臺幣30.5萬元)，PHEV則補貼6,750歐元(約新臺幣22.9萬元)。若車價大於4萬歐元(約新臺幣1,35.5萬元)之新電動車，則BEV與FCEV補貼7,500歐元(約新臺幣25.4萬元)，PHEV則補貼5,625歐元(約新臺幣19.1萬元)。

法國則對不同排放二氧化碳劃分，如每公里排放20公克二氧化碳或以下之小客車或貨車，若購車價4.5萬歐元(約新臺幣152.5萬元)以下，個人最高補貼27%，補貼上限7,000歐元(約新臺幣23.7萬元)；對企業補貼上限5,000歐元

(約新臺幣16.9萬元)。若車價4.5萬歐元(約新臺幣152.5萬元)至6萬歐元(約新臺幣203.3萬元)者，補貼上限3,000歐元(約新臺幣10.2萬元)。車價超過6萬歐元(約新臺幣203.3萬元)者，補貼上限亦為3,000歐元(約新臺幣10.2萬元)，但僅適用於氫能車及輕型多用途車(LUV)。而每公里排放21至50公克二氧化碳之汽車或貨車，且需為續航里程超過50公里之插電式混合動力車、車價不超過6萬歐元者，補貼2,000歐元。

(B) 電動車登記稅收減免以鼓勵持有

德國對2016年至2030年期間首次登記電動車，可享受10年擁有稅(Ownership tax)減免50%。適用於純電動車或燃料電池電動車，不包含混合動力車。另外，在德國由私人使用的公司車輛需每月按車輛標價1%固定稅率課稅。純電動車稅率則優惠採0.25%稅率，但限制車價不超過6萬歐元。

法國電動車登記稅(Registration tax)原則上減免50%，適用於電動車與插電式油電混合動力車(PHEV)；但各地區亦不同，最多可減免100%。公司車部分，二氧化碳排放量低於60克/公里的電動車完全免徵此稅。

C. 基礎環境配套

主要為補貼基礎設施構建，即鼓勵建置電動車充電站點，以配適用車環境。分別以德國與法國為例，說明如下。

(A) 德國補貼基礎設施構建以配適用車環境

德國設立一25億歐元規模之基金，用於加快充電基礎設施建設，並促進電動車與電池製造之研究。德國目標2024年底至少為50%之加油站配備快速充電基礎設施，2026年底至少為75%配備快速充電基礎設施。

補貼標的為非公共充電設施(Non-public charging

infrastructure)，實際補貼金額依是否為可控的(Controllable)，也依對像是政府單位(在地市政單位，Local authorities and municipal companies)、公司(Companies)或私人(Private persons)而異。如對可控企業(Companies)之非公共充電設施每設施補貼50%，上限為補助充電樁2,500歐元或每充電站(Charging station)4,500歐元；若是可控的私人(Private persons)非公共充電設施補貼同為50%，每個站點上限2,500歐元。

(B) 法國鼓勵建置電動車充電站點

法國電動車充電站融資計畫(ADVENIR program)由國家主導，致力於在法國各地推廣電動車充電基礎設施。企業電動車充電站購買與安裝成本可補貼達40%，公寓為購買充電點及安裝之費用，可補貼50%。另外，此計畫也支持市政府為因應居住或工作地點半徑500公尺範圍內電動車用戶之要求，資助市政府安裝每個充電點最高2,160歐元。

此外，地方政府亦有補貼建置充電點之政策。例如在巴黎，公寓建置充電點可獲得50%補貼，上限每個充電點500歐元。若停車場建置充電相關電力設備，亦可補貼50%，最高限額為4,000歐元。

(3) **小結**

歐盟係以無碳排放做為未來運具發展時程目標，為歐盟各國政策之最低標準。歐盟亦同時對車輛生命週期評估、供應鏈公正轉型、車輛效率閥值等相關配套標準訂定未來時程。

歐盟各國目標與推行上略有差異，德國訂定2035年起禁售傳統燃油車，法國2035年100%銷售電動車，可謂目標相同。但階段性目標上，法國為2027年達到每年生產100萬輛電動車，2030年達到生產200萬輛電動車，其著眼與國內車輛工業發展

有關。

電動車政策並非單純之車輛銷售或消費政策，參考歐盟政策與措施經驗，推動電動車政策時，應與國內車輛工業暨相關產業有所助益。惟電動車產業鏈中，各次行業與技術領域進程，仍需視各國技術成熟度、量能等不同條件，依其國情有所不同。另參考歐盟提醒成員國對運具轉型過程中供應鏈公正轉型之問題，我國推動電動車政策時，仍應留意安排與追蹤傳統運具既有產業鏈各方在轉型過程之公正轉型配套措施。

6.1.3 挪威運具電動化政策與推動措施

(1) **運具電動化目標時程**

在以減碳或氣候政策目標下，挪威之無碳車輛包括所有電動車(All new EVs)與氫能車在內，而各法規具體提及之電動車種類，包括純電動車(BEV)、插電式油電混合動力車(PHEV)、燃料電池電動車(FCEV)。挪威希望透過激勵措施效果促進消費者偏好轉向電動車，以實現其電動車目標，而無需正式禁止銷售化石燃料汽車。各進程目標為：2025年所有新小客車與輕型貨車銷售應實現零排放、2025年所有新市區公車都應實現零排放或使用沼氣、2030年所有新重型貨車、75%新長途大客車及50%新售貨車應實現零排放、2030年主要城市地區大部分商品配送應實現零排放(如表6.1-2)。

表 6.1-2 挪威運具電動化及無碳化目標時程

年度	2025	2030
目標	■ 零排放新小客車與輕型貨車市售比達100% ■ 零排放或使用沼氣新市區公車達100%	■ 零排放新重型貨車市售比達100% ■ 零排放新長途大客車市售比達75% ■ 零排放新售貨車市售比達50% ■ 主要城市地區大部分商品配送應實現零排放

資料來源：Norway, Ministry of Transport. (2021). National Transport Plan 2022-2023.

(2) **推動策略與措施**

挪威不僅僅為了實現2025年零排放新小客車與輕型貨車銷售100%之目標，事實上，挪威自1990年起已開始對電動車提出多項優惠。歷來挪威多以減少政府稅收、增加公共支出稅/費優惠與友善使用環境為主要推動措施。即使是開發密集充電站網路的公共投資以及電池和相關服務的低成本，亦是以補貼方式激勵。管制方面，則訂定較歐盟更為嚴格車輛溫室氣體排放標準以及強制設置電動車車位配比等法規標準，以加速電動車普及(如圖6.1-2)。相關說明如下：

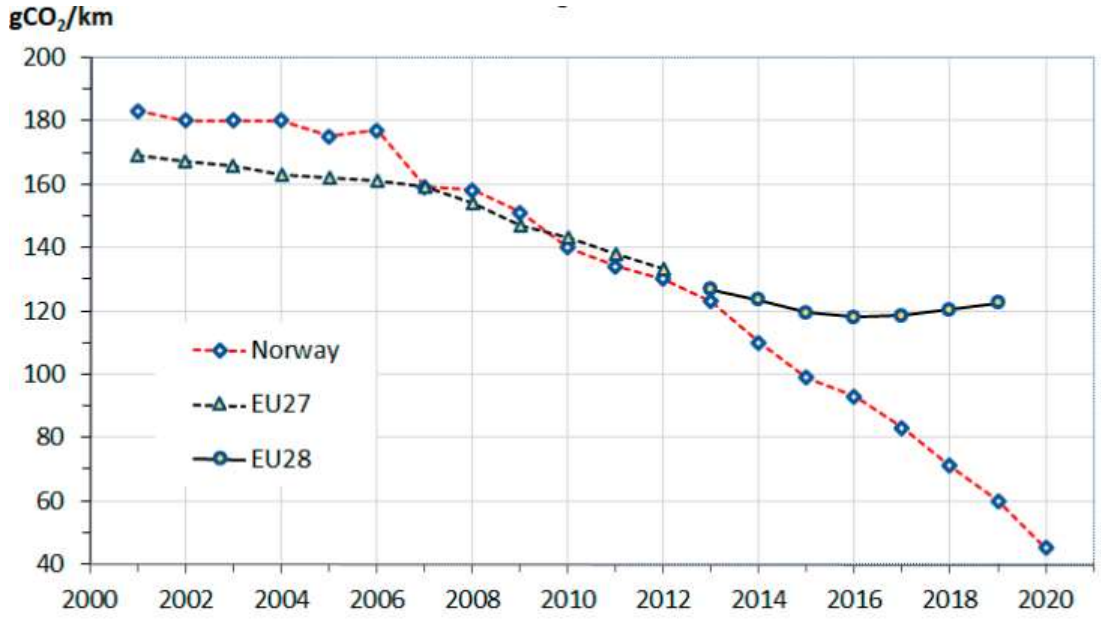
A. 管制措施

(A) 停車場電動車專屬車位最低比例

挪威交通部2016年規定停車場以及新建築停車區域應有至少不低於6%之電動車車位提供電動車供電設備(Electric Vehicle Supply Equipment, EVSE)。

(B) 制定車輛溫室氣體排放標準

挪威環境部在《2012環境政策》(Norwegian Climate Policy)白皮書即表示2020年新小客車(New passenger cars)車輛溫室氣體排放目標，經國會通過，限定為85克/公里。此目標已提早於2017年達成。2019年國會通過之新目標為60克/公里。



資料來源：Fridstrøm, L. and Østli, V. (2021). Direct and cross price elasticities of demand for gasoline, diesel, hybrid and battery electric cars: The case of Norway. Eur. Transp.

圖 6.1-2 挪威與歐盟二氧化碳排放比較

B. 獎勵機制

(A) 以稅賦減免機制提振電動車需求

2012年挪威議會通過《挪威國會推廣電動車行動》(Norwegian Parliament extends electric car initiative)，除稅務與財政部(Finansdepartementet)(包含稅務局(Norwegian Tax Administration (Norwegian: Skatteetaten)等)有關，主要均由交通部(Samferdselsdepartementet)等執行，內容包含：免購車稅、免徵增值稅25%、免通行費、市區免費停車、可行駛公車道、免費充電等，以加速電動銷售輛數。地方稅費(如通行費、停車費)刻正則由各地政府執行。原訂定2018年達成5萬輛電動車目標，已於2015年4月提前達標。挪威國會持續推出不同額度與對象之優惠措施。挪威歷年提出車主稅費優惠、公司稅費優惠與交通保險費之獎勵措施說明如下。

車主稅費優惠方面，1990年起，純電動車(BEV)免收登記稅(車籍登記費)。當時之所以僅有BEV免徵增值稅與

登記稅，主要原因是BEV比起插電式油電混合動力車(PHEV)價位較低。2017年則PHEV也納入免徵行列。

公司稅收優惠方面，為鼓勵公司購買與使用電動車，2018年起公司車輛稅減免至40%，2015年起免徵25%租賃增值稅。一般私用公司車之優惠分為新車車價31.4萬挪威克朗(約新臺幣93.3萬元)以下的部分優惠30%；31.4萬挪威克朗以上的部分優惠20%。若是電動車者，優惠則為新車標價之60%。不過，2020年起此優惠已經縮減，門檻降為24.9萬挪威克朗(約新臺幣73.9萬元)，優惠比例降為30%。

年費(Årsavgift)部分，2017年7500公斤以下車輛2,820挪威克朗(約新臺幣8,370元)，7500公斤以下且未安裝顆粒過濾器的柴油車為3,290挪威克朗(約新臺幣9,765元)，電動車則為455挪威克朗(約新臺幣1,350元)，此稅費與輕型機車相同。2018年起，年費已取消，改課交通保險費(Trafikkforsikringsavgift)課徵，最新的稅費(依照最新保險合約年月適用)，費率以日折算，7500公斤以下車輛8.38挪威克朗/日(約新臺幣24.87元/日)，7500公斤以下且未安裝顆粒過濾器的柴油車為9.84挪威克朗/日(約新臺幣29.20元/日)，電動車仍與輕型機車同為1.42挪威克朗/日(約新臺幣4.21元/日)。

(B) 停車費優惠

2012年《挪威國會推廣電動車行動》即包括各種友善使用環境之措施，如挪威奧斯陸(Oslo)市政停車場有6,500個車位，其中1,300個配備慢速充電器(3.6 kW)，並提出直到2019年，停車位及充電均免費之經濟誘因。

(C) 電動車免費使用公車專用道

電動車在挪威可以免費使用公車道。為此，政府為電動車發給特殊電子車牌，使管理部門可以配套推出免費停

車、使用公車道等當地獎勵機制。隨電動車日漸普及，優惠逐漸縮減，2017年奧斯陸市政府基於避免尖峰擁塞，改為只准許載有兩人或兩人以上之電動車仍可在高峰時段使用兩條特定廊帶之公車道。電動車亦曾無需支付區域收費公路通行費，2019年起改為需要繳納通行費，但費用較便宜。電動車亦可免費搭乘連接部分國家公路網之大多數渡輪，若非屬於國家公路網的碼頭，則費用由地方政府決定。

C. 基礎環境配套：建設充電設施完善使用環境配套

奧斯陸(Oslo)市議會為住房協會與共同業主興建或升級基礎設施時提供補貼，以促進充電站之設置。補貼最高為核准投資成本之20%，每座充電站(點)最高補貼額為5,000挪威克朗(約新臺幣1.5萬元)。每一住房協會或共同所有權的最高補助金額為100萬挪威克朗(約新臺幣297萬元)。

卑爾根(Bergen)市的住房協會以及共同業主可以申設基礎設施，補貼最高為核准投資成本之20%，每個充電點上限為5,000挪威克朗(約新臺幣1.5萬元)。每個住房協會或共同所有權的最高補助金額上限20萬挪威克朗(約新臺幣59萬元)。

貝魯姆(Bærum)市住房協會、共同業主、住房協會、房主協會與合作社都可以提出申請為電動車充電提供補助。每一住房協會機構最高受補助金額為5萬挪威克朗(約新臺幣14.8萬元)。

(3) **小結**

挪威是全球人均電動車密度最高的國家，停車位總量中電動車車位占比早已於2020年超過12%以上，也是人均公共充電站數量最多的國家之一。2022年底，挪威登記超過20%車是BEV，新車銷售79.3%為BEV。各國若欲借鑒電動車激勵政策與研究電動車發展軌跡時，必為不可忽略之參考對象。

挪威電動車推動措施，幾乎皆以減少政府稅收、增加公共支出為代價，並以增加消費端稅費優惠與完善電動車使用環境為手段。經濟合作暨發展組織(Organization for Economic Cooperation and Development, OECD)《2018年北歐電動車展望》(Nordic EV Outlook 2018)提出「鑑於當地獎勵措施的廣泛性以及電動車市場的強勁發展，挪威在這方面提供最好例子」。

惟挪威政府、OECD等機構亦發現對電動車或零碳車政策措施不只造成公共支出增加，相關稅收亦大量流失，包含以化石燃料運具為課稅來源之環保稅收，即減少對環境有害的活動反之削弱政府稅基。另國際貨幣基金(IMF)留意到高所得者通常也是排放較高階層，而挪威稅費豁免則更集中於收入前五分之一家庭，顯見氣候目標與社會公平之間，仍有待權衡空間。鑑此，挪威政府目前刻正積極建立永續車輛稅收制度，評估未來可做為各國政府政策規劃參考。

除稅收制度外，挪威非全球車輛主要生產國，且其能源多數為再生能源。若我國參考挪威推行較高或加速電動車目標或進程，應在推行之強度、受惠與影響範圍、電力調控供輸更留意與規劃適地性配套之實施。

6.1.4 英國運具電動化政策與推動措施

(1) 運具電動化目標時程

英國政府「淨零戰略：綠色重建」(Net Zero Strategy: Build Back Greener)指出，英國目標於2030年零排放小客車市售比達80%，零排放小型商用車市售比達70%，零排放中重型車輛市售比達30%；2035年禁售燃油小客車與小型商用車輛，零排放輕型車輛市售比達100%；並於2040年零排放中重型車輛市售比達100%。其中，零排放車輛包含：純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)，相關發展目標及發展時程詳見下表6.1-3。

表 6.1-3 英國運具電動化及無碳化目標時程

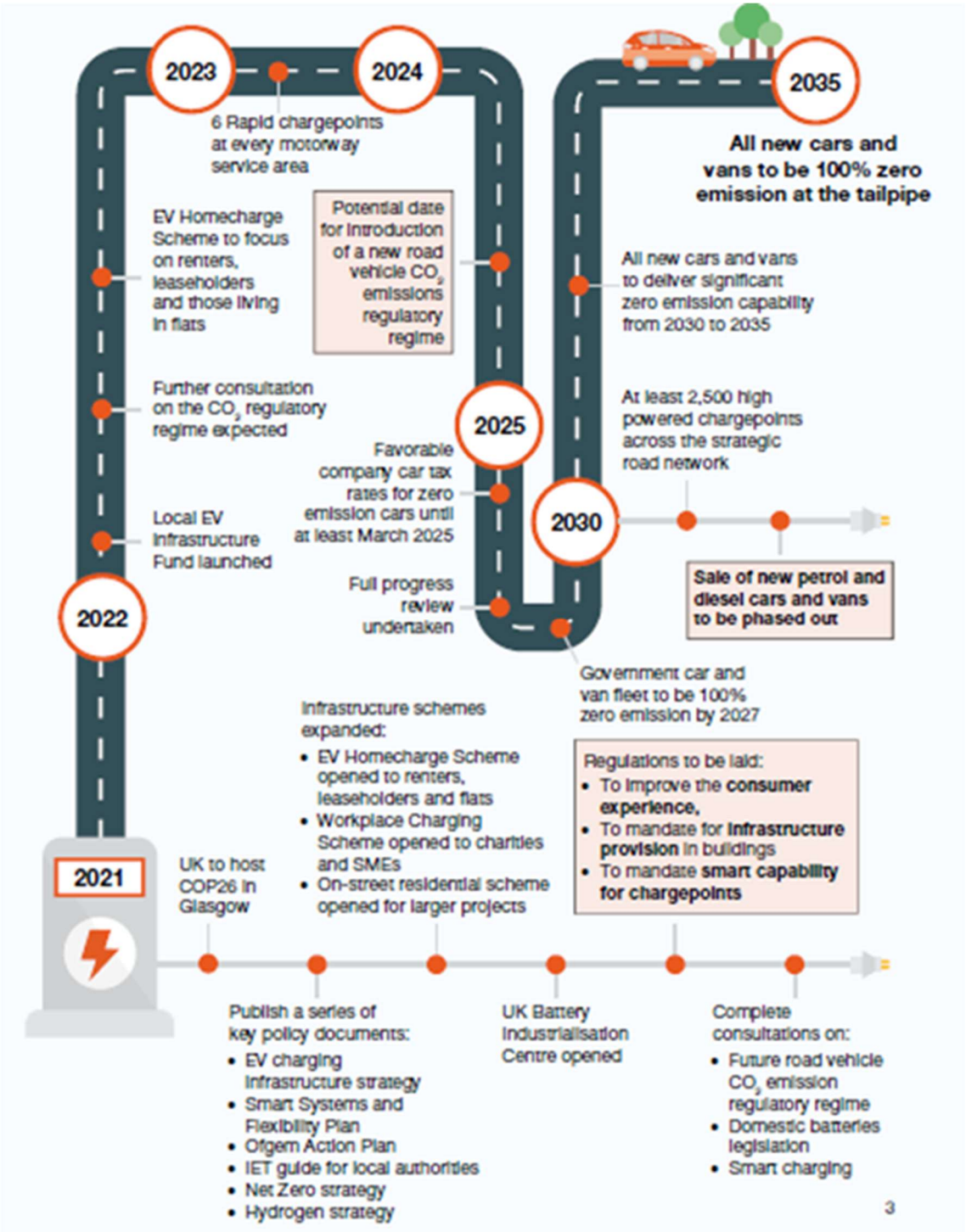
年度	2030	2035	2040
目標	■ 電動小客車(3.5公噸以下)市售比達80% ■ 電動小型商用車輛(3.5公噸以下)市售比達70% ■ 電動中重型車輛市售比達30%	■ 零排放小客車與小型商用車輛(3.5公噸以下) 市售比達100% ■ 零排放輕型[51]車輛市售比達100%	■ 零排放中重型車輛市售比達100%

資料來源：Department for Transport. (2021). Decarbonising Transport-A better, Greener Britain.

(2) 推動策略與措施

因應英國2050年實現淨零排放，及2035年零排放輕型車輛市售比達100%；並於2040年零排放中型、重型車輛市售比達100%，英國政府推動多項管制措施、獎勵機制與基礎環境配套等，包含：實施「道路車輛排放性能標準管制措施」、「限制重型車輛二氧化碳排放標準規範」與「禁售燃油車」等，加速電動車普及，相關內容說明如圖6.1-3。

[51] 輕型車輛為 3.5 公噸以下；中型車輛為超過 3.5 公噸以上，26 公噸公噸以下以下；重型車輛為超過 26 公噸以上。



資料來源：Department for Transport (2021). Decarbonising Transport-A better, Greener Britain European Environment Agency.

圖 6.1-3 英國運輸部門淨零分年推動策略與措施

A. 管制措施

(A) 道路車輛排放性能標準管制措施

依據英國法規Regulation自2020年開始實施，並依循《歐洲氣候法》目標，2030年溫室氣體排放量較1990年減

少約55%，另依據英國提出《2022道路車輛排放性能標準(修正案)條例》，以小客車或貨車為管制車種，提出2025年小客車及貨車平均CO_2排放量較2021年皆須減少15%，且車輛製造商小客車與貨車供應至少15%應為零排放或低排放基準車輛；2030年小客車及貨車平均CO_2排放量較2021年分別減少37.5%與31%，且車輛製造商小客車與貨車供應至少35%為零排放或低排放基準車輛；若車輛製造商當年平均CO_2排放量超出特定排放目標，則將對當年新註冊車輛每克/公里收取95英鎊之超額排放費用。

(B) 重型車輛二氧化碳排放標準規範限制

英國已於2019年8月14日生效，依據《歐盟重型車輛二氧化碳排放標準規範(EU2019/1242)》，針對新型貨車及牽引機等車種，提出2025年、2030年分別較歐盟參考值(2019/7/1至2020/6/30)，該2車種平均CO_2排放量分別須減少15%與30%，且車輛製造商當年平均CO_2排放量超出特定排放目標，則將同對小客車與貨車製造商相同罰則，對當年新註冊車輛收取每克/公里95英鎊之超額排放費用。

(C) 禁售燃油車入法

根據英國政府獨立氣候變遷顧問氣候變遷委員會(Climate Change Committee, CCC)在《北愛爾蘭議定書》(Northern Ireland Protocol, 以下簡稱為NIP)達成協議後，歐盟法規即生效，目標為2030年逐步停止銷售新汽柴油車輛與貨車。從2035年起，所有新車與貨車的廢氣完全零排放，製造商需要時間在其供應鏈中建立規模經濟，以幫助降低成本並使ZEV的大規模生產具有商業可行性。

B. 獎勵機制

英國政府2022年在Net Zero Ambitions提出「資金補助英格蘭充電網路之發展」、「補貼零碳排放車輛與電動車購車補助

計畫」、「電動車充電基礎設施補助計畫」，及政府透過零排放車辦公室(Office for Zero Emission Vehicles, OZEV)提供贈款，支持更廣泛地使用電動與混合動力汽車。

(A) 資金補助英國充電網絡發展，以完善充電基礎環境

英國駕駛者受益於5,600萬英鎊公共和行業資金，用於英國增加電動車(EV)充電站，資金將擴大目前的電動車基礎設施，地方電動車基礎設施(Local Electric Vehicle Infrastructure)試點，推動現有的街道住宅充電點計畫(On Street Residential Charge-point Scheme, ORCS)，此計畫有助於英格蘭各地議會獲得專用資源來發展內部專業知識和能力，以協調充電點規劃並與私人營運商，提供駕駛更全面、更可靠的充電點網路，這筆資金將幫助地方當局與私人企業和充電點營運商合作，推動當地網路的可持續發展，建立和利用他們的集體知識和專業知識。

目前政府也為現有的街道住宅充電點計畫進一步提供700萬英鎊的資金，總資金達到3,700萬英鎊。ORCS下已安裝了3000個充電點。

(B) 補貼零碳排放車輛與電動車購車補助計畫

英國運輸部(Department for Transport)於2021年12月15日宣布更新對零碳排放車輛購車補助計畫，未來將擴大對平價零碳排放車輛(Affordable zero-emission vehicles)的購車補助，以創造更多購買電動車之誘因。充電式車輛購車補助計畫(Plug-in grant scheme)在過去10年已補助超過50萬輛，並在2021年達成超過15萬輛，約每10輛新車就有1輛受該計畫補助。針對英國街道及住宅的充電站，提供6.2英鎊資金補貼零碳排放車輛與電動車基礎設施，針對英國街道及住宅的充電站。

在貨車購車補助方面，每年將提供1,000位消費者大

型貨車5,000英鎊或小型貨車2,500英鎊之購車補助，2021年充電貨車計畫購車補助規模較2020年成長超過250%。另在電動機車與電動自行車方面，英國政府將對於售價低於1萬英鎊電動機車與電動自行車分別提供500英鎊及150英鎊之購車補助。

C. 基礎環境配套

(A) 電動車充電基礎設施補助計畫

電動車充電基礎設施補助計畫包括電動車充電點補助、工作場所充電計畫與電動車家庭充電計畫等。政府透過零排放車辦公室(Office for Zero Emission Vehicles, OZEV)提供補助，以推廣使用電動車，提供電動車充電站建置補助金，補助比例達75%，上限為350英鎊，直接撥予英國國內物業安裝電動車智慧充電點之成本，於2022年4月1日代替電動車居家充電站資助計畫(Electric Vehicle Homecharge Scheme, EVHS)。

另該補助計畫亦為房東提供電動車充電站與基礎設施補助，電動車充電點補助金可讓民眾節省安裝電動車充電點插座費用，在購買及安裝插座時獲得350英鎊，或75%之折扣，以金額較低者為準。

(B) 增加零碳排放大客車及其基礎設施

為因應促進地方交通系統轉型，並新增4,000輛零碳排大客車及其基礎設施，至2050年實施淨零碳排客運網絡，英國政府於2021年宣布零碳排放大客車計畫(zero-emission-buses regional area scheme, ZEBRA)提供經費，英國交通部提供近2億英鎊資金，為12個地區提供943輛零碳電動大客車或氫能大客車，且資助充電基礎設施。12個可獲提供政府經費地方交通局包含：諾福克郡(Norfolk)、北約克夏郡(North Yorkshire)、朴次茅斯市

(Portsmouth)、黑潭鎮(Blackpool)、諾丁罕市(Nottingham)、大曼徹斯特地區(Greater Manchester)、赫特福夏郡(Hertfordshire)、南約克夏郡(South Yorkshire)、牛津郡(Oxfordshire)、西密德蘭郡(West Midlands)、約克市(York)、西約克夏郡(West Yorkshire)。

英國政府正朝為全國提供共4,000輛零碳大客車目標前進，除有助於實現淨零目標，大客車汰舊換新亦將重建英國各地區客運網絡，預計將為英國每年減少超過5.7萬公噸CO_2以及平均22噸氮氧化物(Nitrogen oxides)。英國政府總經費30億英鎊之國家大客車策略(National Bus Strategy)另一部分則旨在大幅改善國內大客車基礎環境，包含：建設優先車道、降低票價等。

(C) 公共充電站建置補助與法規強制執行

英國工商總會(Confederation of British Industrialists, CBI)年會發表演說時公布，2022年起新住宅和建築物，包含正在進行重大翻新的建築物及工作場所等)都必須安裝電動車充電站。英國政府2022年亦提出2023年起新住宅與新成建築物強制安裝電動車充電站，並提出目標在2030年至少擁有約30萬公共充電樁，2035年至少有6,000快速充電樁，並鼓勵民眾建置家用充電樁，商業運營商則擴增安裝路邊充電點，提供民眾價格較便宜且為路燈及充電用共柱，以提供電動車駕駛人友善環境。

(3) 小結

為確保能實現2050年淨零排放的目標，英國運具電動化目標為2030年零排放小客車市售比達80%，零排放小型商用車市售比達70%，零排放中重型車輛市售比達30%；2035年禁售燃油小客車與小型商用車輛，零排放輕型車輛市售比達100%；並於2040年零排放中重型車輛市售比達100%。英國實施「道路車

輛排放性能標準管制措施」、「限制重型車輛二氧化碳排放標準規範」與「禁售燃油車」等管制措施及規範限制，並藉由資助充電基礎設施、提升電動車充電基礎設施之補助計畫及補助公共充電站等策略，以優化電動車使用環境，提升民眾轉換為電動運具的意願。

綜上，參考英國推動運具電動化策略，我國可以此為國內推動之參考依據，目前我國公共充電設施尚未完全普及，充電環境也尚未布建完善，導致電動運具使用者不便。相較英國有多項提升電動車基礎設施策略，建議我國可參考英國之電動車充電基礎設施補助計畫，推動工作場所與家庭共同設置充電樁等，惟社區充電樁設置涉及用電安全、消防安全、電網韌性與饋線等議題仍待解決。

6.1.5 韓國運具電動化政策與推動措施

(1) 運具電動化目標時程

依據「第一次國家碳中和綠色成長基本計畫(2023-2042年)」報告中指出，韓國以政府公務車為優先推動對象，目標於2023年起公務車新購租賃全面電動化，2025年電動車市售比51%、普及率11%，2030年電動車市售比83%、普及率30%、零排放車輛普及率16.7%，2050年零排放車輛普及率85%目標(如表6.1-4)。其中，目前考量溫室氣體減排效果、價格競爭力等因素，目前以「環境友善車輛(包含：純電動車、氫能車、油電混合動力車(HEV、PHEV))」做為過渡階段彈性機制，即現階段電動車包含：純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)、油電混合動力車(HEV)，及插電式油電混合動力車(PHEV)等4種。為朝零排放車輛邁進，韓國預計2025年或2026年將從政府相關電動車獎勵與補助辦法、環保車法等，逐步排除HEV及PHEV。

表 6.1-4 韓國運具電動化及無碳化目標時程

年度	2023	2025	2030	2040	2050
目標	公務車汰換、新購、租賃全面電動化	■ 電動車市售比達51% ■ 電動車普及率達11% ■ 純電動客車達113萬輛 ■ 燃料電池電動客車達20萬輛	■ 電動車市售比達83% ■ 電動車普及率達30% ■ 純電動客車達300萬輛 ■ 燃料電池電動客車達85萬輛 ■ 油電混合車及插電式複合動力車共計400萬輛 ■ 零排放車輛普及率達16.7%，約450萬輛	■ 純電動客車達830萬輛 ■ 燃料電池電動客車達290萬輛	零排放車輛普及率達85%

資料來源：韓國環境部(2023)。第一次國家碳中和綠色成長基本計畫(2023-2042 年)。

(2) 推動策略與措施

因應韓國2050碳中和目標，及2040年零排放中型、重型車輛市售比達100%目標，韓國政府已推動並持續規劃管制措施、獎勵機制、基礎環境配套等，如設定電動車製造占比分年目標、制定車輛平均燃油效率標準及溫室氣體排放標準、提供電動車新購稅賦抵免、補助建置充電設施等，藉由政策規範及誘因機制加速電動車與零排放車普及。相關內容說明如下。

A. 管制措施

(A) 設定電動車製造目標，以提升電動車供給占比

依《環保汽車開發與流通促進法》修正案，韓國環境部2023年提高2022年低排放車製造目標，自20%提高至，並新設立2023年零排放車製造供應目標為12%。目前為止，韓國環境部僅建立數位系統，公開各大車廠零排放車輛年製造供應之相關資訊，無強制力。為加嚴管制力道，韓國環境部擬修訂《空氣質量保護法》子法，針對未達供應目標車輛製造業者，實

行寄予金徵收、企業交易、年度餘額結轉等機制，提高目標設定有效性，目前尚未正式公告施行。

(B) 制定車輛平均燃油效率標準與溫室氣體排放標準

韓國最早於2010年1月公布《低碳綠色成長基本法》，構築韓國綠色成長之基本框架，同時也使政府可依法全面推行低碳綠色增長計畫。其中，韓國環境部因應氣候環境變遷，期望透過減少運輸部門溫室氣體、提高內燃機效率與推動未來車輛技術發展，使車輛製造業之生產過程能更加環保與綠色，並不斷提高燃油效率以提升公共安全，提出車輛製造商(包含進口商)必須對當年銷售車輛之平均燃油效率或平均溫室氣體排放量進行管理，以符合當年設定標準。

目前韓國車輛平均燃油效率及溫室氣體管制措施針對總重3.5噸以下之中小型車輛，分為：(1)10座及以下客車與客貨兩用車(對應表6.1-5與表6.1-6之A型分類)，及(2)11座至15座客車與小型貨車(對應表6.1-5與表6.1-6之B型分類)。韓國環境部2020年公告2030年目標為新車平均燃油效率：10人以下與11至15人客車須分別達33.1公里/公升、17.3公里/公升；新車平均溫室氣體排放標準：10人以下與11至15人客車須分別達70克/公里、146克/公里。另，擬定2021-2030年車輛平均燃油效率標準(Corporate Average Fuel Economy standards, CAFE)及新車平均溫室氣體排放標準分年目標如下表6.1-5與表6.1-6。

表 6.1-5 2021 至 2030 年韓國車輛平均燃油效率標準

單位：公里/公升

年度 分類	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
A	24.3	24.3	24.4	25.2	26.0	27.0	27.9	29.0	30.9	33.1
B	15.2	15.2	15.4	15.7	16.0	16.0	16.3	16.6	16.9	17.3

註：A 型為 10 座及以下客車與客貨兩用車；B 型為 11 座至 15 座客車與小型貨車
資料來源：韓國環境部(2020)。2021 年至 2030 年車輛溫室氣體與燃油效率標準行政預告。

表 6.1-6 2021 至 2030 年韓國車輛平均溫室氣體排放標準

單位：克/公里

年度 分類	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
A	97	97	95	92	89	86	83	80	75	70
B	166	166	164	161	158	158	155	152	149	146

註：A 型為 10 座及以下客車與客貨兩用車；B 型為 11 座至 15 座客車與小型貨車
資料來源：韓國環境部(2020)。2021 年至 2030 年車輛溫室氣體與燃油效率標準行政預告。

一般與大型規模車輛製造商與進口商必須自當年銷售車輛平均溫室氣體排放量或平均燃油標準中擇一來符合，而小型規模車輛製造商與進口商則視車輛重量較一般與大型規模者每年放寬8%至14%標準。不論小型、一般或大型規模車輛製造商與進口商，倘未達標準者，皆可透過結轉過去3年之超額績效來抵銷未達標部分，亦可透過償還未來3年超額績效來解決未達標部分。然若仍有未達標準部分，企業亦可透過支付罰款或從其他製造商與進口商購買超額績效讓本身可達當年標準，到2030年預期可產生1,820萬公噸減碳效益。

儘管韓國自2012年起首次實施車輛平均燃油效率及溫室氣體管制措施，多數企業利用結轉過去超額績效來抵銷未達標而使自身通過當年標準，韓國環境部不排除視國內外技術發展，加嚴分年標準，並將中大型商用車(總重3.5噸以上中大型貨車、16人以上大客車等)亦納入車輛平均燃油效率及溫室氣體管制措

施，期望可間接促進車輛製造商與進口商加速提升電動車、氫燃料電池電動車，或其他低碳/零碳車輛之供給。

B. 獎勵機制

(A) 以購車補貼獎勵購買新購

依《環保車開發與流通促進法》修正案，韓國環境部以個人、法人、公共機構、地方政府、地方公共團體為標的，推動中央政府與地方政府補貼新/換購符合《車輛管理法》、《空氣質量保護法》、《噪音振動對策法》、《電動車供應目標評價規定》等規定認證之電動車輛，降低轉換為電動車門檻。

鑒於韓國為全球電動車第三大出口國，為提供購車補貼獎勵購買新購同時促進國內電動車市場，韓國環境部聯合其他部會自2013年已建立一官方資訊共享平臺，內容包含：電動車介紹、韓國零排放車輛製造與進口業者清單、購車補貼相關資訊、全國充電站地圖等，提供民眾查詢，建立友善使用環境。其中，在購車補貼資訊部分，該平臺已詳述獎勵標的、受補助車輛資格、申請流程與時程、各車種車型中央政府補助之最高上限額，及地方政府額外加碼補助額等，目前可補助之車種包含：電動小客車、電動二輪車、電動商用車輛(包含小中重型貨車、小中大型大客車等)、氫能小客車、氫能貨車等，中央政府補助額依各車種與車型落於80萬至25,000萬韓圜(約新臺幣1.9萬至595.9萬元)不等。

(B) 以敘獎機制，公開表揚優秀企業

韓國環境部與企業合作於2021年發起「韓國型無公害車轉換100(K-EV100)」，承諾國內50多家企業(包

含：三星電子、POSCO、KB國民銀行、樂天租車、KT&G等)至2030年止，將公司用購置或租賃車輛全面電動化或氫能化，每年針對優秀企業公開頒發「環境部長獎」之優秀企業獎，以茲鼓勵。據韓國環境部統計，2021年三星電子與浦項制鐵分別運營約1800輛與500輛法人車輛。政府已提出首先向參與K-EV100企業提供法人車輛購買補助金，並自2021起將40%補助金預算分配予法人及政府機關，期望以企業與政府帶頭示範，帶動民眾使用電動或零排放車輛。

(C) 以稅費與規費減免機制鼓勵民眾使用低排放車輛

低排放車輛享有減免消費稅、購置稅、高速公路隧道擁堵費、停車費等優惠措施。其中，韓國目前雖以低排放車輛為獎勵標的，為引導民眾加速汰換為電動與零碳運具，擬自2024年起逐步排除HEV與PHEV，使韓國能真正走向運具電動化及無碳化。

C. 基礎環境配套：建設充電設施完善使用環境配套

依據「第一次國家碳中和綠色成長基本計畫(2023-2042年)」報告中指出，韓國提出為提供快速、方便電動車與氫能車使用環境，目標在2025年新建築設置充電設施比例須達10%以上，且公共充電樁快充比例須達70%以上、2030年完成共計123萬座。另針對加氫站則優先以交通場站、物流節點為設置場所，目標在2025年建置達450座以上、2030年達660座以上。

(3) 小結

依據韓國環境部統計，2018年韓國運輸部門占全國溫室氣體排放量13.48%，其中以道路為最大排放源，占運輸部門排放量94.8%，顯見運具電動化及無碳化是韓國運輸部門轉型關鍵。據此，韓國於2023年4月10日公布「第一次國家碳中和綠色成長

基本計畫(2023-2042年)」提出運輸部門排碳量2030年須較2018年減少37.8%目標，並提出多項管制措施、獎勵機制與基礎環境配套。

韓國做為全球車輛製造大國(韓國電動車出口額2022年達81億美元(約新臺幣2,611億元)，較2018年成長7.5倍。韓國已為全球電動車第三大出口國，僅次於德國與中國)已針對車輛平均燃油效率標準與溫室氣體排放標準提出2021至2030年之分年目標，且已提出相關配套措施。建議我國相關部門可參考韓國或其他車輛製造先進國家(如美國與歐洲)，加速加嚴研議相關管制措施，從車輛製造與進口源頭管制車輛供給比例或數量，再輔以提供消費者電動車與零碳車購置補助或汰換獎勵，推動我國運具電動化及無碳化。

6.1.6 日本運具電動化政策與推動措施

(1) 運具電動化目標時程

綜觀「2050年實現碳中和目標之綠色成長戰略」，其14項重點目標領域之交通運輸與製造占7項目標，而其中與運具電動化相關之產業，則以第5項車輛・蓄電池，以及第8項物流、人流、土木基礎建設為主要相關產業，並依據《2050年實現碳中和目標之綠色成長戰略修訂版》，制定2035年小客車新車市售比達100%之電動車定義為純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)、插電式油電混合動力車(PHEV)、油電混合動力車(HEV)，相關發展目標及發展時程詳見表6.1-7。

表 6.1-7 日本運具電動化及無碳化目標時程

年度	2022	2025	2030	2035	2040
目標	公務車全面電動化	燃料電池電動車(FCEV)達20萬輛、加氫站達320個。	■電動大客車、貨車市售比達15%、55%。 ■8噸以下小型電動商用車市售比達20%至30%。 ■電動公務車普及率達100%。 ■氫燃料電池電動車、電動大客車，分別達80萬輛、1,200輛。 ■燃料電池電動車(FCEV)達80萬輛、燃料電池電動大客車(FCEV)達1,200輛、加氫站達900個。	電動小客車新車市售比100%。	■8噸以下小型電動商用車輛市售比達100%。 ■8噸以上大型電動車普及化。

資料來源：本計畫整理。

(2) 推動策略與措施

為於2030年達到電動公務車普及率100%、2035年達到電動小客車新車市售比100%、2040年8噸以下小型電動商用車輛市售比達100%，最終達成2050年碳中和目標，日本政府推動多項管制措施、獎勵機制，如制定燃油效率標準提高新車燃油效率、提供補助、稅制減免之獎勵機制、加強普及充電基礎設施等，希冀能加速電動車普及。相關內容說明如下。

(1) 管制措施

A. 制定車輛平均燃油效率標準

依據《節約能源法》(エネルギーの使用の合理化等に関する法律(昭與54年法律第49號))，由日本國土交通省及經濟產業省共同成立燃油效率法規委員會，針對車輛製造商、車輛進口商，制定新的小客車年度目標燃油效率標準及個別車輛的措施，除原本之燃油車、柴油車、液化石油氣汽車(LPG)，新加入純電動車(BEV)、插電式油電混合動力車

(PHEV)規範。2030年燃油效率標準平均為25.4公里/公升，相較2016年，燃油效率提高32.4%，其中BEV與PHEV採用Well-to-Wheel[52]的概念進行評估，以便與燃油車比較。如無法如期達成管制目標的製造商，將進行最高100萬日圓罰款。

另在重型車輛燃油效率標準部分，依據《節約能源法》(エネルギーの使用の合理化等に関する法律(昭與54年法律第49號))，由日本國土交通省制定「重型車(卡車、貨車)領跑者(Top runner)標準」，針對車輛製造商、車輛進口商制定新的年度重型車目標燃油效率標準及個別車輛的措施，車種包含貨車、牽引機、市區公車、一般大客車。另考量BEV、PHEV及燃料電池電動車(FCEV)尚未有適合之重型車產品，故目前未列入管制，未來將再評估是否納入。

2025年重型貨車燃油效率標準，依照車輛等級與重量為6.52或7.63公里/公升，相較2015年，燃油效率標準提高13.4至14.3%。如無法如期達成管制目標的製造商，最高罰款100萬日圓。

B. 對高齡車加重稅制，加速燃油車汰換為電動車

依據「令與5年度稅制修改」，日本經濟產業省自2023年5月1日至2026年4月30日實施車輛稅的審查與延長，針對車齡13年以上燃油車、液化石油車，及車齡11年以上柴油車，需要加收15%重量稅；車齡13年以上輕型車輛也需加收20%重量稅，但電動車不受此限制，此項目另有制定獎勵機制提供電動車重量稅減免。

(2) 獎勵機制

A. 以補助再生能源與電動車引進，加速地方推動淨零碳排

依據綠色轉型(Green Transformation, GX)方針，由日本

[52] Well-to-Wheel：油井到車輪生命週期評估法，亦即計算排碳時，從燃料從油井到油箱整個生命週期的碳足跡均納入計算。

環境省針對地方政府、公營企業、地方團體，引進再生能源及電動車，加速地方推動淨零排碳，達到2050年碳中和目標。

(A) 地方政府

2025年前提供1,000億日圓補助再生能源事業(如太陽能)、節能事業(如LED照明、節能改造)、引進公務用車(包含純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)、插電式油電混合動力車(PHEV))。

(B) 公營企業

針對日本總務省、地方政府財務廳合作計畫(如水力發電、沼氣發電、電動大客車(純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)、插電式油電混合動力車(PHEV))等業務，透過派遣專家顧問協助淨零排碳工作。

(C) 地方團體

針對綠色債券(ESG債券)發行需求，預計2023年下半年聯合發行，現有42個團體參與。

B. 令與5年度脫碳成長型經濟結構過渡推進費用補助

依據日本環境省「商用車電動化促進項目」、「低碳柴油貨車普及加速項目」，辦理令與5年度脫碳成長型經濟結構過渡推進費用補助，自2023年6月27日至2024年1月31日針對貨車業者、私人商用車(限超過2.5噸車輛)、商用車租賃業者、地方政府、其他經日本環境省認可之單位，提供商用車(貨車、租賃車)之電動化補助，車種包含純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)、插電式油電混合動力車(PHEV)，補助預算為135億日圓，透過向企業推廣商用車電動化、加速推廣低碳柴油貨車，加速達到2050年碳中和之目標。

C. 以稅賦減免之經濟誘因降低民眾購買電動車門檻

依據「令與5年度稅制修改」，日本經濟產業省自2023

年5月1日至2026年4月30日實施車輛稅的審查與延長，於2023年底前提供民眾購買純電動車(BEV)新車、燃料電池電動車(FCEV)新車及初次檢驗時車輛重量稅免稅，以及針對插電式油電混合動力車(PHEV)限定車款提供車輛重量稅免稅，以減少通膨造成的消費者負擔。

D. 促進地方淨零排碳之補助

依據日本經濟產業省「電動車輛導入補助金」、「促進充電站基礎設施補助金」，自2022年11月8日起，提供個人、法人、地方公共團體、租賃公司電動車補助，依車型、車種(包含純電動車(BEV)、小型[53]/輕型電動車、燃料電池電動車(FCEV)、插電式油電混合動力車(PHEV)、微型車[54]、電動機車、柴油電動車)，依照購置/租賃方式，提供不同補助經費，補助預算700億日圓，促使電動車普及，達到2050年碳中和目標。

E. 支援HV/天然氣貨車、EV/HV/天然氣大客車的引進以及充電基礎設施的整備

依據日本國土交通省與經濟產業省合作之環保型先進貨車、大客車引進加速事業，由日本環境省推動「支援HV/天然氣貨車、EV/HV/天然氣大客車的引進以及充電基礎設施的整備」，自2018年至2023年實施，提供地方政府、民間企業補助，補助經費為5億日圓，包含提供引進補助車用壓縮天然氣車(CNG車)、插電式油電混合動力車(PHEV)、油電混合動力車(HEV)的標準油耗水準車輛費用二分之一，或補助純電電動大客車費用三分之二，亦或是補助電動車用充電裝置費用二分之一。以加速普及高成本油電混合動力車(HEV)、純電電動大客車、油電混合動力大客車及充電基礎

53 依據日本一般社團法人全國輕自動車協會聯合會(簡稱全輕自協)就小型車輛規格定義為長 4.7 公尺以下、寬 1.7 公尺以下，且排氣量為 2,000cc 以下之車輛。

54 依據日本道路交通法施行規則(昭和三十五年總理府令第六十號)，總排氣量 0.050 公升以下或額定輸出 0.60 千瓦以下的車輛，即為微型汽車。

設施補助，並透過實證，支援國產商用車製造商進入市場。

F. 引進再生能源及電動車，促進電動車共享、防災據點化事業

依據日本環境省「透過同時引進再生能源及電動車，促進電動車共享、防災據點化事業」，自2023年3月24日至2024年1月，補助地方政府公務車及民間企業公司用車中，引進再生能源及電動車，並於假日時做為地區居民使用(共享)。另可以透過將電動車做為移動蓄電池使用，補助經費為10億日圓，依照補助項目提供定額補助經費，推動地方引進再生能源及電動車，達到淨零碳排，此外也將支援結合電動車、充放電設備/外部供電設備、快速充電器的引進等。

(3) 基礎環境配套

依據《綠色成長戰略》車輛與基礎設施概要，明定2030年達到安裝3萬個公共快速充電樁、12萬個普通充電樁、1,000座加氫站，希望能透過推動充電基礎設施普及，促進優化布局，提高商業效率，促進引進集合住宅，此外也積極推動公車、貨車等商用車充電設備及加氫站發展，包含商務辦公專用充電、加氣設備，此外也積極開發充電基礎設施技術與標準化工作。

(4) 小結

綜觀日本為達成2050年碳中和之目標，積極推動運具電動化，並擬定2025年、2030年、2035年、2040年之分年目標，期以改善運輸部門之碳排放量，就整體推動策略，針對車輛製造商、車輛進口商制定明確燃油效率管制標準，從車輛來源即達到管制效果，並施以罰則，促使業者積極配合。另針對公務部門、民間團體、企業、一般大眾則輔以補助措施，提高各單位汰換為電動車之意願，此外，也鼓勵電動車國產化，同時研發再生能源之車種，並推廣電動車輛可做為防災時電力來源應用。

綜上，建議我國在發展運具電動化階段，可參考日本發展

依據，盡速制訂未來車輛燃油效率標準分年標準，從車輛製造與進口源頭進行管制，並加速電動車輛國產化，以降低電動車之價格。此外，可參考日本針對13年以上之老舊車輛提高稅收，促進汰換率，另持續建置完善充電環境、提供購車補貼及稅金減免等，更可加強宣傳汰換為電動車輛優勢之力道，提升民眾汰換意願。

6.2 國內運具電動化政策與推動措施

2050淨零轉型已是國際趨勢，2021年4月22日世界地球日蔡總統宣示，「2050淨零轉型是全世界的目標，也是臺灣的目標」。2022年3月國發會公布「2050淨零排放路徑及策略總說明」，其中我國運輸部門策略，運具電動化及無碳化、人本綠運輸、私人汽機車管理等3項主要策略，以及強化都市規劃以公共運輸導向(TOD)之土地使用與推廣綠色運輸生活型態兩項輔助策略。

2050淨零轉型12項關鍵戰略中，行政院2023年4月21日核定交通部主辦關鍵戰略7「運具電動化及無碳化」規劃與推動，由經濟部、環境部、內政部、勞動部、金融監督管理委員會(以下簡稱金管會)、國家科學及技術委員會(以下簡稱國科會)、財政部，及行政院主計總處等部會協辦，從「提高電動運具數量」、「完善使用環境配套」與「產業技術升級轉型」等三大策略目標，開展10項推動路徑，57項行動措施計畫(如圖6.2-1)。

考量我國產業發展特性及社會環境，國內在運具電動化推動路徑，以公共運輸先行策略及政府帶頭示範，優先推動2030年市區公車及公務車電動化。私人運具為主之小客車及機車，透過補貼讓價格合理化，建構完善且方便的使用環境，導引民眾汰換為電動運具，而非採禁售或禁買燃油車強制手段，並參考電動車國產化之發展歷程，訂定2040年市售小客車及機車全面電動化目標。

資料來源：交通部(2023)。臺灣2050淨零轉型「運具電動化及無碳化」關鍵戰略行動計畫(核定本)。

圖 6.2-1 關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」之路徑藍圖

6.2.1 運具電動化目標時程

依據行政院2023年4月21日核定，「臺灣2050淨零轉型『運具電動化及無碳化』關鍵戰略行動計畫」明訂，以公共運輸先行策略及政府帶頭示範，優先推動2025年電動市區公車普及率達35%、2030年市區公車及公務車全面電動化、電動小客車與機車市售比分別達30%與35%、2035年電動小客車與機車市售比分別達60%與70%、2040年電動小客車與電動機車市售比達100%(如圖6.2-2與表6.2-1)。

資料來源：交通部(2023)。臺灣 2050 淨零轉型「運具電動化及無碳化」關鍵戰略行動計畫(核定本)。

圖 6.2-2 我國運具電動化推動里程碑

表 6.2-1 我國電動運具數量現況及目標

車種	類別	現況	電動運具成長目標				
		2023年1至9月	2023	2025	2030	2035	2040
電動市區公車	普及率	14.26%	21%	35%	100%	-	-
	總車數	1,533	2,300	4,600	11,700	-	-
電動小客車	市售比	5.99%	3.3%	10%	30%	60%	100%
	普及率	0.72%	0.58%	1.4%	7.3%	20.3%	43.2%
	新車數	18,245	12,540	38,000	114,000	228,000	380,000
	總車數	52,271	40,565	101,365	519,365	1,431,365	3,027,365
電動機車	市售比	9.51%	15%	20%	35%	70%	100%
	普及率	4.71%	5.70%	7.9%	16.7%	34.7%	63.3%
	新車數	57,673	135,000	180,000	315,000	630,000	900,000
	總車數	683,479	798,438	1,131,438	2,376,138	4,896,138	8,856,138

資料來源：本計畫整理。

6.2.2 推動策略與措施

根據2023年4月21日公布「臺灣2050淨零轉型『運具電動化及無碳化』關鍵戰略行動計畫(核定本)」，運具電動化及無碳化之推動重點策略，包含「提高電動運具數量」、「完善使用環境配套」、「產業技術升級轉型」等三大重點策略，期盼藉由10項推動路徑與相關各項行動措施計畫推動，達到我國淨零轉型之目標，三大重點策略說明如下。

1. 提高電動運具數量：本策略藉由補助換購電動運具，帶電動車及相關產業市場需求，提高社會整體電動運具數量及比例，主要分類包含大客車、機車、小客車、小貨車及其他運具；並藉由調適車輛相關管理法規與機制，提供適合電動車發展的配套環境。另外，在稅費方面，藉由財務優惠或協助，降低使用者汰換電動運具之門檻。就上述各方面擬定4項推動路徑，以2030年為階段性目標，交通部為主，協力經濟部等5部會。

(1) 管制措施

為達電動運具市售比目標，交通部、經濟部、環境部將從車輛製造與進口源頭端，配合 2030、2035 與 2040 年分年市售比目標，研提管制措施如下列 3 項。

A. **修正車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法** (經濟部能源署/編號 18 行動措施計畫)，於「節能」關鍵戰略推動)：1.提高新車之加權平均能效標準；2.車輛耗能總量管理中電動車輛獎勵優惠倍數調整。

B. **修正車輛型式安全審驗相關管理規定**(交通部/編號 16 行動措施計畫)

(A) 擬以車輛製造廠、車輛代理商及車輛貿易商(新車，不含國外已領照使用及進口自行使用車輛)之安審合格證明申請者為管制對象，統計前一年度各安審合格證明申請者之電動小客車車型數及電動機車車型數占個別總申請安審核證明車型數之占比。

(B) 擬自 2024 年起，每年公布上開管制對象個別電動車審驗車型占比及分年目標達成情形。後續將評估視情況，請未達分年目標者，提出改善計畫，具體說明來年目標追趕作為。

C. **訂定新車溫室氣體效能標準**(環境部/編號 17 行動措施計畫)。

(A) 立法院 2023 年 2 月 15 日已三讀通過《溫室氣體減量及管理法》修正為《氣候變遷因應法》，其中第 23 條已完成增訂車輛溫室氣體排放效能標準規定。環境部刻正盤點國內車輛溫室氣體排放檢測資料，同

步研析我國車輛有關污染排放及能效管制措施，預計 2025 年完成訂定小客車之溫室氣體效能標準。

(B) 針對事業製造或輸入指定車輛供國內使用者，訂定應符合之溫室氣體效能標準；及擬增訂「汽車製造商及進口商，其電動汽車全年國內銷售輛需達該廠商當年汽車內銷總生產量或進口量之一定比例」，前揭一定比例擬朝電動小客車市售比 2030 年 30%；2035 年 60%及 2040 年 100%之方向研議。

(2) 獎勵機制

A. 補助全臺客運汰舊換新/新購電動大客車 12,170 輛

為達成 2030 年市區公車電動化目標，交通部秉持公共運輸先行，將推動策略分為先導期(2020-2022 年)、推廣期(2023-2026 年)及普及期(2027-2030 年)3 階段，2022 年以前為先導期，即推動示範型計畫，找出適合國內推廣之車型及確立車輛產品清單，後續再加強推廣，策略是採先緩後快，爰自 2023 年開始本部大力推動示範型電動車輛。

交通部已自 2023 年起不再補助市區公車燃油車輛，且考量目前電動大客車價格仍然偏高(1 部約 900 至 1,100 萬元)，客運業者汰換仍需要政府經費補助，因為市區公車有約 1 萬輛的規模，全面汰換所需經費相當龐大，交通部及環境部研提 2030 年客運車輛電動化推動計畫，計畫總經費約 643 億元(包含環境部維運補助經費 192 億元)，補助內容詳表 6.2-2，並奉行政院於 2023 年 5 月 26 日核定在案，預計於 2024 至 2030 年分 7 年期程執行，期望在每年穩定之經費投入下，預計推動 12,170 輛電動大客車(包含市區客

運全面電動化及部分公路客運、短途國道客運車輛電動化)；同時持續扶植電動大客車關鍵產業本土化及建置基礎電網設施。

目前公車電動化政策目標係以市區公車優先，另外一般公路客運及短途國道客運路線，於車輛技術性能符合之狀況下，交通部亦鼓勵業者申請汰換；至長途國道客運部分涉及續航里程及營運充/補電課題，未來交通部將視電動大客車產品技術成熟與商業化情形，再適時鼓勵客運業者汰換導入。

表 6.2-2 「2030 年客運車輛電動化推動計畫(113-119 年)」補助內容

執行機關	經費項目	執行內容
交通部	車輛補助	每輛最高補助 720 萬元 ■ 購車補助 370 萬元 ■ 智慧駕駛輔助系統加碼補助 150 萬元 ■ 未曾參與示範計畫業者加碼補助 100~200 萬元
	建置維修保養體系	辦理電動大客車維修保養人力培訓，並協助公正轉型
環境部	營運補助	■ 依行駛里程及搭乘人數給予補助 ■ 每輛最高補助 160 萬元(每年 40 萬元，分 4 年撥付)
	路網優化補助	公車路線加密班次、路線整併等

資料來源：本計畫整理。

B. 私人運具汰舊換新/新購補助與稅費優惠

私人運具為主之小客車及機車，由經濟部與環境部透過汰舊換新/新購電動車補助機制，同時交通部、財政部、經濟部祭出電動車免徵汽車燃料使用費、使用牌照稅及貨物稅，以 2,000C.C.自用小客汽車為例，若轉換為電動車，預估每年每輛可節省 11,230 元使用牌照稅及 6,180 元汽車燃料使用費，共計 17,410 元，透過外部成本內部化，引導

民眾主動汰換為電動運具，而非採禁售或禁買燃油車強制手段。

另為推動淘汰老舊車輛政策，改善高污染車輛之排放，以提升空氣品質並朝向淨零排放之目標邁進，環境部 2022 年 12 月 15 日已公告訂定「老舊車輛汰舊換新空氣污染物減量補助辦法」草案及「老舊汽車汰舊換新溫室氣體減量獎勵辦法」草案，兩者俱已於 2023 年 1 月 11 日正式發布。各說明如下。

(A)老舊車輛汰舊換新空氣污染物減量補助辦法

該辦法乃由環境部訂定，旨在淘汰老舊車輛換購新車或電動車輛具空氣污染減量效益，持續推動淘汰老舊車輛補助政策，透過提供經濟誘因方式鼓勵民眾淘汰老舊車輛及推動運具電動化。為延續及擴大整合各車種汰換之經濟誘因，並配合環境部指定之媒合平台，將車輛汰舊換新之減量效益歸屬給環境部，獲取補助(如表 6.2-3)，加速汰除老舊車輛，並使運具電動化，改善國內空氣品質，逐步達成國家淨零碳排之目標。

本辦法所定義老舊汽車「指出廠達 10 年以上之燃油小客車、小貨車及小客貨兩用車」；車輛汰舊換新指「淘汰老舊車輛並新購新車」；新車指「未完成首次新領牌照登記之電動機車、電動小客貨車、電動大客貨車、六期柴油大客貨車或油電混合動力車」。電動車定義「指無內燃機之電動小客車、小貨車、小客貨兩用車輛」，其中若油電混合動力車於我國能源效率標示中之純電行程測試值達 80 公里以上者，可視同為電動車。

表 6.2-3 各類型汽車汰舊換新溫室氣體減量效益及獎勵

淘汰老舊汽車	購買新車	減量效益 (公噸 CO_2e/車)	獎勵金額 (新臺幣：元)
汽油小客/小貨/小客貨兩用車	電動小客/小貨/小客貨兩用車	19.3	12,000
柴油小客/小貨/小客貨兩用車	電動小客/小貨/小客貨兩用車	23.2	15,000

註：汽車若汰換為油電混合動力車，其每輛車減量效益及獎勵金額 為表內所列50%。但油電混合動力車於我國能源效率標示中之純電行程測試值 80 公里以上者，可視同為電動車。

資料來源：本計畫整理。

(B) 老舊汽車汰舊換新溫室氣體減量獎勵辦法

除老舊車輛汰舊換新空氣污染物減量補助辦法外，環境部業於 2023 年 1 月 11 日發布施行「老舊汽車汰舊換新溫室氣體減量獎勵辦法」，該辦法明訂自 2023 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日間，將車輛汰舊換新之溫室氣體減量效益歸屬於環境部，讓獲取環境部提供之獎勵金，加速汰除老舊車輛，促進運具電動化，改善國內空氣品質，逐步達成國家淨零碳排之目標。

考量各車種主要空氣污染物減量效益不同，獎勵金額依不同車種汰舊換新車種之樣態有別，汽油車主要空氣污染物為揮發性有機物，柴油車主要空氣污染物為氮氧化物。獎勵金額以機車汰換為電動機車為例，每輛可獲得新臺幣 1,000 元，最高為柴油大貨車或遊覽車汰換為排放較低污染之六期柴油大客貨車或電動大客貨車，每輛可獲得新臺幣 30,000 元。其中需留意，如各車種換購油電混合動力車，其減量效益歸屬額度及補助金額為所列金額 50%(如表 6.2-4)。

表 6.2-4 減量效益歸屬額度及獎勵金額

汰舊換新車種之樣態	排放污染物	減量效益歸屬額度(公斤/輛)	獎勵金額(新臺幣：元)
機車汰換為電動機車	揮發性有機物	22.07	1,000
汽油小客貨車汰換為電動小客貨車		45.66	2,000
柴油小客貨車汰換為電動小客貨車	氮氧化物	118.41	2,000
柴油大客貨車汰換為電動大客貨車		4,210.10	30,000
柴油大貨車或遊覽車汰換為六期柴油大客貨車		4,110.35	30,000

資料來源：本計畫整理。

(C)「審查開發行為空氣汙染物排放量增量抵換處理原則」第四點、第五點及附錄修正草案

除上述公告之兩辦法外，環境部為配合《氣候變遷因應法》與淨零戰略各項作業，另同步修訂其他辦法中，其中「審查開發行為空氣汙染物排放量增量抵換處理原則」亦針對老舊車輛相關草案之修法。修法目標在於該辦法之第四點、第五點及附錄修正草案，即將老舊車輛汰換車齡由15 年提早為 10 年，以促進汰舊換新。此亦與前述兩辦法對老舊汰換車齡定義一致。

請留意本辦法尚處研商修訂階段，實際內容需以最終公告為準。

2. 完善使用環境配套

在提高電動運具數量及比例的同時,必須解決電動運具能源補充問題。除了具體的充電設施增設以外，本重點策略也藉由優化充電設施相關規定，提高充電設施設置之普及性，強化汰換燃油車為電動車之誘因及降低轉換門檻。如透過交通運輸場域公共停車場、商業設施、科學園區及國營事業所轄場域、

電動車經銷維修體系、民營業者充電場域等面向建置公共充電設施，提升充電設施數量。主要權責部會包含交通部公路局、環境部、經濟部與國科會等。

其中，行政院已核定交通部「公共充電樁設置及區域充電需求評估計畫」，2023-2024年編列9.8億元納入前瞻計畫綠能建設特別預算，補助地方政府及提供本部所屬機關於交通運輸場域及公共停車場建置公共充電樁慢充4,000槍、快充400槍，優先設置於公共停車場及交通運輸節點，並依各縣市所屬財力級次辦理補助。慢充每槍最高補助8萬元，快充每槍最高補助200萬元。目前高公局國道服務區則以提供場地收取權利金供民間業者參與建置充電樁營運之方式，將擴大持續辦理，並預定於2024年底前於所有(16處)服務區完成設置快充站為目標。

另，交通部已於2023年9月13日交路字第1125012672號發布施行電動車充電專用停車位及其充電設施設置管理辦法，要求路外公共停車場須設置一定比例之充電專用停車位數量，以滿足電動車公共充電之需求；違規占用充電專用停車位者，依停車場法第40條之1處600元至1,200元罰鍰。

3. 產業技術升級轉型

除具體提高電動運具及充電設施數量，以及相關法規、稅費配套的優化調適之外，同時也藉由推動運具相關產業技術及技術人員的知識學能升級轉型，發展我國在地電動運具生產、製造與維修量能以及培植開創新興技術領域。

在運具產業發展及扶植面，經濟部持續輔導國內車輛業者製造國產電動車技術及產能升級之力道，期望透過輔導國內業者技術升級，尤其關鍵零組件具備國產化能力，使電動車在國內車輛市場成為平價主流商品，包含如下。

(1) 補助在地生產，以整車帶動零組件：推動並建立自主開發或母廠授權整車在地生產能量；鼓勵國產車使用一定比例

自主開發關鍵零組件；車廠需協助國內關鍵零件廠切入國際母廠或國內自主車廠供應鏈。

(2) 補助開發關鍵零組件，爭取打入母廠供應鏈：補助具潛力廠商開發符合國際廠規之關鍵零組件；推動自主開發關鍵零組件打入整車在地生產平台；透過產業創新及產品改良、輔導業者產品及體系升級、符合車廠要求。

(3) 輔導產業精進，厚植平價車能量：經濟部工業局亦持續透過產業輔導，推動業者精進電動機車整車或零組件製造技術及設計，持續推動業者推出多元平價車款，厚植我國相關產業能量。

另行政院自2019年起持續整合勞動部、經濟部、環境部共同推動機車行升級轉型輔導，由勞動部提供經費、經濟部協調油電機車廠商提供原廠訓練資源、環境部協助配合宣導，辦理機車維修技術訓練，透過勞工再造對策，協助傳統機車行從業人員技術能力升級與轉型;交通部則就電動大客車保養維修技術人力、汽車修護技工、汽車檢驗員推動深耕培訓計畫，實踐公正轉型願景。

6.3 小結

近年氣候議題引發國際高度重視，各國陸續提出「2050 淨零排放」宣示，並在運輸部門淨零轉型提出相關政策與推動措施，以中央偕同地方提高電動運具數量，建立友善使用環境，並投入產業技術發展與轉型。本計畫已彙整美國、美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國等 7 國家/區域運具電動化目標時程彙整(表 6.3-1)，藉此探究我國運具電動化目標及其電動車定義(表 6.3-2)，以及推動措施，相關成果與建議如下。

1. 以純電動車(BEV)為淨零目標，滾動檢討並適時調整電動車範疇及對應之運具轉型策略

綜觀國際間多以運具電動化來因應運具轉型，並提出運具電動化目標時程、政策與推動措施。然而，國際間對於電動車的定義不盡相同；而我國各部會(經濟部、交通部、環境部、財政部、金管會)與公協會(台灣區車輛工業同業公會、財團法人車輛安全審驗中心)針對電動車之定義，多涵蓋純電動車(BEV)；此外，交通部已與國內相關單位(經濟部、環境部、車測中心、車安中心)就階段性將插電式混合動力車納入電動車範疇一事討論，考量對於新車市售比達成助益有限，且相關部會持續輔導度過產業過渡期故，建議我國推動運具電動化及無碳化之電動車範疇以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」為目標。

歐盟截至 2023 年 10 月，未針對運具電動化目標之電動車定義，僅提出在 2035 年零排放目標下僅有「零排放車」符合運具電動化要求。其餘 6 國(美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國)皆以純電動車(BEV)及燃料電池電動車(FCEV)為主。另有將其他車型納入電動車範疇中，包含：美國納入插電式油電混合動力車(PHEV)，而日本及韓國則納入油電混合動力車(HEV)及插電式油電混合動力車(PHEV)，惟韓國考量溫室氣體減排效果、價格競爭力等因素，目前以「環境友善車輛，包含：純電動車(BEV)、氫能車、油電混合動力車(HEV)、插電式油電混合動力車(PHEV)」做為過渡階段彈性機制。

為朝零排放車輛邁進，韓國預計 2025 年或 2026 年將從政府相關電動車獎勵與補助辦法、環保車法等，逐步排除油電混合動力車(HEV、PHEV)。

爰此，除以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」做為我國現階段推動運具電動化及無碳化之電動車範疇外，另於邁向 2050 淨零排放過程中，建議持續滾動檢討並適時調整電動車範疇及對應之運具轉型策略。

表 6.3-1 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國運具電動化目標時程彙整(1/3)

國家/區域 年度	美國	歐盟	挪威	英國	日本	韓國	我國
2022	-	-	-	-	公務車全面電動化	-	-
2023	-	-	-	-	-	公務車全面低碳/零碳化	-
2025	-	小客車及貨車之排放較 2021 年上限減少 55%與 50%	■ 零排放小客/貨車、輕型商用車市售比達 100% ■ 市公車零排放或使用生質燃料 ■ 電動或氫能零排放車輛市售比 100%	-	燃料電池電動車達 20 萬輛	■ 電動車市售比達 51% ■ 電動車普及率達 11% ■ 純電動客車達 113 萬輛 ■ 燃料電池電動客車達 20 萬輛	電動市區公車普及率達 35%。

表 6.3-1 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國運具電動化目標時程彙整(2/3)

國家/區域 年度	美國	歐盟	挪威	英國	日本	韓國	我國
2030	■ 零排放車售達輕型市比50% ■ 零排放、車售達中重型市比30%	-	■ 零排放商市達小用售比100% ■ 零排放客售達長途市比75% ■ 零排放型車售達中重用市商輛比50%	■ 零排放車比達小市客售80% ■ 零排放商輛比達小用市型車售70% ■ 動中車售達重型市輛比30%	■ 電動大、市達客車比、以型商市達貨車售15%至55% ■ 8噸小動車比達下電用售20公普達30% ■ 電動車率達務及100% ■ 氫燃料電、大，達電動車別客分萬、輛80輛，1,200輛	■ 電動車比達市售83% ■ 動車率及達普30% ■ 純電動達客車萬輛300 ■ 燃料電動達池客車萬輛85 ■ 油電混及合插電式動計複力萬輛400	■ 市車動車率達區公電及公務及普達100%。 ■ 小市達動客車比售30%。 ■ 機售達動市車比35%
2035	-	車比零排放輛市售達100%	-	■ 燃小與商輛。禁售客用油車型車 ■ 零排放車售達輕型市比100%	新比電動車市售車100%	-	■ 小市達動客車比售60%。 ■ 機售達動市車比70%

表 6.3-1 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國運具電動化目標時程彙整(3/3)

國家/區域 年度	美國	歐盟	挪威	英國	日本	韓國	我國
2040	零排放中重型車輛市售比達100%	-	-	零排放中重型車輛市售比達100%	■ 8噸以下小型電動商用車輛市售比達100% ■ 8噸以上大型電動車普及化	■ 純電動客車達830萬輛 ■ 燃料電池電動客車達290萬輛	零排放中重型車輛市售比達100%
2050	-	-	-	-	-	零排放車輛普及率達85%	-

註：「-」指無訂定運具電動化當年目標。

資料來源：本計畫整理。

表 6.3-2 美國、歐盟、挪威、英國、日本與韓國電動車定義彙整

國別/區域 / 車型	美國 (註 1)	歐盟 (註 2)	挪威 (註 3)	英國 (註 4)	日本 (註 5)	韓國 (註 6)
純電動車(BEV)	V	V	V	V	V	V
燃料電池電動車(FCEV)	V	V	V	V	V	V
油電混合動力車(HEV)		V			V	V (擬自 2025 年起逐步排除)
插電式油電混合動力車(PHEV)	V	V			V	V (擬自 2025 年起逐步排除)
增程式電動車(REEV)		V				

註 1：依據美國白宮發布之《拜登總統宣示美國推動清潔汽車和貨車目標》(FACT SHEET: President Biden Announces Steps to Drive American Leadership Forward on Clean Cars and Trucks)，針對 2030 年零排放輕型車輛市售比達 50%之目標，敘明零排放車輛定義。(2030 zero-emissions vehicles, including battery electric, plug-in hybrid electric, or fuel cell electric vehicles)

註 2：截至 2023 年 10 月歐盟委員會未界定電動化目標下電動車車型，亦未針對特定車型之電動車擬定具體市售比、銷量目標。參考歐盟環境署《Electric vehicles in Europe》電動車說明包括純電動車(BEV)、燃料電池電動車(FCEV)、插電式油電混合動力車(PHEV)、混合電動車(HEV)、增程式電動汽車(REEV)，惟在 2035 年零排放目標下，僅有「零排放車」合乎運具電動化之要求。另依據歐洲議會《綠色協定修訂汽車和貨車的二氧化碳排放性能標準》(Revision of CO_2 emission performance standards for cars and vans, as part of the European Green Deal)電動車類型為 zero-emission vehicles。(By 2035, CO_2 emissions of new passenger cars and vans would have to be reduced by 100%, i.e. all new vehicles would have zero emissions.)

註 3：依據挪威交通運輸部《國家交通計畫 2018-2029》(「National Transport Plan 2018–2029」)制定之電動車定義。(1)100% of all new cars sold in 2025 are zero-emission vehicles; distance driven by conventional cars is halved from the same year. (2)100% of all new light vans sold in 2025 are zero-emission vehicles (electric/hydrogen). (3)50% of all new heavy vans sold in 2025 are zero-emission vehicles (electric/hydrogen), rising to 100% in 2030.

註 4：依據英國《零排放車輛(ZEV)命令和小客車新車及小貨車的二氧化碳排放新車排放法規》(Consultation on a zero emission vehicle (ZEV) mandate and CO_2 emissions regulation for new cars and vans in the UK)制定之電動車類型為 zero-emission vehicles。(《A zero emission vehicle would be defined as a vehicle which emits no greenhouse gases from the exhaust. Although ZEVs contribute to air pollution through tyre and brake wear (as do conventional and hybrid vehicles), those emissions are out of scope of this regulation. This could include battery electric vehicles (BEVs) and hydrogen fuel cell vehicles (FCEVs).》

註 5：依據日本《2050 年實現碳中和目標之綠色成長戰略修訂版》，制定 2035 年小客車新車市售比達 100%之電動車定義。(2035 年までに、乗用車新車販売で電動車 100%を実現できるよう。(電気自動車、燃料電池自動車、プラグインハイブリッド自動車、ハイブリッド自動車。))

註 6：依據韓國「第一次國家碳中和綠色成長基本計畫(2023-2042 年)」，運輸部門碳中和轉型針對車輛運具提出「零排放車輛：透過擴大氫能車與電動車普及、充電樁與充電站基礎設施擴充及強化使用便利性、引導內燃機車輛汰換」、「氫能車與電動車普及率：2022 年 1.7%(43 萬輛)→2030 年 16.7%(450 萬輛)→2050 年 85%至 97%」。(무공해차 : 수소·전기차 보급 확대, 충전기·충전소 인프라 확충 및이용 편의성 강화, 내연기관차 폐차유도)、(수소·전기차 보급률 :('22) 1.7%(43 만대)→('30) 16.7%(450 만대)→('50) 5%~97%)

資料來源：本計畫整理。

2. 管制措施與獎勵機制並行，持續搭配運具電動化目標推進

另外，本計畫針對國際間(美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國)以及我國運具電動化推動措施，將上述國家之管制措施、獎勵機制彙整如下表 6.3-3。考量目前社會變化快速與技術日新月異，建議我國相關部會須持續依未來環境與社會發展情勢，參酌國外推動策略與措施，我國推動措施精進建議說明如下。

(1) 加速推動高齡燃油車汰換：目前已知我國環境部針對高齡燃油車輛係以補助獎勵方式，提供汰舊換新經濟誘因，建議可再參考日本針對高齡燃油車輛加重稅收比例之管制措施，透過降低轉換使用電動車門檻，加速民眾汰換高齡燃油車輛為電動車或低(零)碳車。

(2) 從車輛能效與能耗管制燃油車輛，使更多元電動(零碳)車輛進入市場：目前已知美國、韓國、日本皆已提出2030年小客車、小貨車新車平均燃油標準，及車輛溫室氣體效能標準，甚至韓國已提出2021至2030共10年之各年標準，並刻正研擬相關配套措施如資訊公開、獎懲機制等，預計將以較為嚴格之管制手段，從車輛製造、進口源頭端，引導業者提供更多元電動(零碳)車輛。我國已於2017年公告第二期車輛能效總量標準(小客車20公里/公升；商用車13.7公里/公升；機車46.1公里/公升)，並自2022年開始施行，目前已知經濟部能源署刻正研擬第三期車輛能效總量標準及其配套措施，環境部則刻正訂定新車溫室氣體效能標準，建議可再加速研議，並須將我國運具電動化及無碳化2030、2035、2040年市售比目標納入考量。三重管制措施齊下，研訂車輛進口製造規範：經盤點，先進國家目前多以新車平均燃油標準，及車輛溫室氣體效能標準擇一做為燃油車輛過渡至電動(或零碳)車輛管制措施，或由車輛製造商與供應商自行選擇符合其一標準。惟考量我國依目前運具電動化推動與辦理情形，未來恐背離原規劃之電動車小客車與機車2030、2035

年市售比分別達30%與35%、60%與70%，及2040年100%分年管制目標，建議可評估由交通部、經濟部、環境部3部會合作，透過車輛安審機制、耗能、排污等法規配套與標準，從車輛進口與製造端進行三重管制措施齊下與相互勾稽，合力朝電動車各分年管制目標推進。

(3) 持續扶植國內產業技術升級轉型並與國際接軌：加速、加大輔導國內車輛業者製造國產電動車技術及產能升級推動措施，於2025年上半年即可更多元之國產電動車供民眾購買選擇，並達成2030年國產電動車市售比15%。電動運具發展不僅減碳效益，亦將帶動產業發展，產業鏈上中下游產值預期將大幅提升，連帶對就業市場亦可產生正面助益。如電動機車行相較燃油機車行將運用更多元數位檢修工具，電動大客車或氫燃料電池大客車則需要更多維修保固專業人才。目前已知經濟部、勞動部與交通部持續提出課程費用補助、培育訓練與轉型交流活動，建議中央部會宜因應國內電動運具產業技術發展，持續建立基礎建設，與推廣誘因及產業轉型輔導機制。

(4) 除提出推動策略與措施外，我國亦須適時辦理社會溝通，不遺落公民參與政策形成的機會，並據以檢討修正相關減碳策略及法規調適，精進我國運具電動化及無碳化未來推動方向。後續則視推動成果滾動式檢討，亦輔導相關車輛運輸產業隨市場需求及技術發展趨勢，因應運具電動化及無碳化，持續發展新技術與開發創新商業模式，期能達到2050年淨零排放目標。

表 6.3-3 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國運具電動化推動措施彙整(1/2)

國別/區域 推動策略	美國	歐盟	挪威	英國	日本	韓國	我國
管制措施	**法規管制：**制定新車油平均燃油效率標準氣溫室排放標準及體排標準	■ **法規管制**：規定電動車商目製造銷售禁售機車，加速汰換內燃標或銷標止汽 ■ **法規管制**：電動車電池性能與碳足跡明確；充電站最低設標籤；充電站功率主要沿線道路每60公里至少一座有充電站	**法規管制**：停車場/新建築停車區，至少6%為電動車停車位，以加速電動車使用普及	■ **法規管制**：禁售燃油車、新建築皆需設置充電設備入法；制定平均燃油效率標準、溫室氣體排放標準。 ■ **設定供應目標：**擬藉由車造分應放目例(35%)，並針對目標者，規劃企業結餘額交易等機制轉	■ **法規管制**：針對製造商、車輛進口商制定燃油效率標準，如無法達成管制目標的製造商，將進行最高100萬日圓(約新臺幣20萬6,200元)罰款 ■ 加重稅額：針對車齡車稅額，加速汰換為電動車高加重稅額，加民眾	■ **法規管制：**制定新車平均燃油效率標準、溫室氣體排放標準；提高電動車電池能量密度，並針對未達目標者，祭出結轉、償還或罰款等機制 ■ **設定供應目標：**車輛製造業者供排零車輛比例，並針對未達目標者，規劃實予徵收、企業交易、年度餘額結轉等配套措施金行寄	■ **法規管制：修正車輛容許耗能源及用標準檢查管理辦法** ■ **法規管制：修正型車輛式安全審驗相關管理規定** ■ **法規管制：訂定新車室氣體效能標準**溫 ■ **法規管制：「審查開發行為汙染排放量增加換抵處理原則」第四點、第五點及附錄修正草案**

表 6.3-3 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國運具電動化推動措施彙整(2/2)

國別/區域 推動策略	美國	歐盟	挪威	英國	日本	韓國	我國
獎勵機制	■ **購車稅賦優惠**：提供個人與企業購買車輛電動車之抵免 ■ **強化電相關供應鏈**：提供振興國內車與礦產資金動電池需產業能量 ■ **完善使用環境配套**：撥款補助各州建設公共電動車充電設施	■ **對電動車產業財政支持** ■ **補貼充電基礎設施之投資或公共用家充電設備** ■ **電動車採購公共交通電動車** ■ **電動車共享國家級協助消費者激勵措施**：如使用專用車道、免費或停車費先等	■ **稅額與規費優惠**：免購車稅；免徵增值稅25%；免通行費 ■ **完善使用環境配套**：市區免費停車；可公共行車駛道；免充電費	■ **降低轉換門檻**：以獎勵電動車前期價格與成本降低 ■ **購車補助**：2011年開始針對可插電電動車之優惠補助 ■ **稅額優惠**：2025年3月之前，零排放汽車免徵車輛消費稅 ■ **完善使用環境配套**：擴大政府投資入電動方車設充電基礎設施試點，推動現有住宅街道充電計畫	■ **購車補助**：提供再引進能源及購置電動車、電動公務車、電動貨車、電動貨車補助 ■ **購車稅賦優惠**：提供民眾購買電動車及首次檢驗車輛重量稅免稅	■ **購車補助**：補助法人、公共機構、地方政府、地方公體等新/換購電動車輛 ■ **公開敘獎機制**：針對每年公司電或化能優秀公發部車輛動氫之優業頒境獎企開環長秀企業獎 ■ **稅額規費優惠**：減免消費稅、購置稅、高路擁速公道隧費、停堵車費	■ **購車補助**：補助全臺運汰舊換新/新購電大客車12,170輛 ■ **購車補助**：老舊車輛汰舊換新空氣污染物減量補助辦法 ■ **獎勵金**：老舊汽車換溫室體減量獎勵辦法

資料來源：本計畫整理。

第七章 運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

本計畫藉由調查我國運輸場站與交通部所管場域能源消耗與碳排，掌握各運輸場站概況，同時蒐集國內、外運輸場站節能減碳標竿案例，提供交通部推動運輸場站節能減碳措施之參據，另安排辦理交通場站與旅館節能減碳講座，向場站說明有效之節能措施與創新作為，相關成果說明如圖 7-1。

資料來源：本計畫繪製。

圖 7-1 運輸場站能源消耗與碳排放與標竿案例之研究流程圖

7.1 我國運輸場站與交通部所管場域能源消耗與碳排放概況

1. 執行方法

本計畫試行盤點運輸場站能耗與碳排量狀況，先以了解此盤點調查之可行性，完善盤點對象範圍與資料完整度，以供未來運輸場站淨零減碳政策擘劃之參據。。

藉由調查表格發放，洽詢各類型場站主管機關填寫；追蹤並回收各機關與事業之填報資料，並檢視填報內容。資料期間為 112 年

1-9 月。研究流程如圖 7.1-1。

資料來源：本計畫繪製。

圖 7.1-1 盤點場站能源消耗與碳排放研究流程圖

2. 執行成果

(1) 確認受測對象

關於場站之定義，乃根據《發展大眾運輸條例》第 4 條，主管機關應依大眾運輸發展或重大建設需要，規劃設置大眾運輸場站或轉運站。又《發展大眾運輸條例施行細則》第 2 條：大眾運輸場站範圍，包括車站、調度站、航空站及港埠。所謂場站之定義即為：車站、調度站、航空站及港埠。各場站之邊界，視鐵道、空港、海港、公路各事業之不同而有所不同，運輸場站能源消耗量與碳排放調查範疇，綜整如下表 7.1-1。

表 7.1-1 運輸場站能源消耗量與碳排放之受測對象

類別	單位	調查範疇說明
公路	公路局、高速公路局	休息站/服務區
鐵道	國營臺灣鐵路股份有限公司(註)、台灣高速鐵路股份有限公司、臺北大眾捷運股份有限公司、新北大眾捷運股份有限公司、桃園大眾捷運股份有限公司、臺中捷運股份有限公司、高雄捷運股份有限公司	各車站、基地/機廠/調度場/維修場、運務中心、辦公建築等
空港	民用航空局、桃園國際機場股份有限公司	航廈、轉運站、空中交通管制設施、機坪、機庫、維修廠棚、地勤服務設施；辦公建築等。
海港	臺灣港務股份有限公司	碼頭、貨櫃場、倉庫、港務大樓/辦公建築等。

註：原交通部臺灣鐵路管理局，於 113 年 1 月 1 日改制為國營臺灣鐵路股份有限公司。

資料來源：本計畫整理。

(2) 問卷設計與發放

為配合運輸場站溫室氣體排放管制目標執行狀況進一步研析暨未來相關政策擘劃，以問卷方式調查請運輸場站單位就場站端之能源消耗量與碳排放，調查表如下表 7.1-2。

各單位應包含其所轄各場站：例如民用航空局應包含所轄國內 10 座航空站，即臺北、高雄、臺中、臺南、嘉義、臺東、花蓮、金門、馬祖、澎湖航空站。航港局則包含國內 7 座商港：基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港 4 座商港，以及臺北港、蘇澳港、安平港等 3 座國際商港輔助港口。高速公路局之場站則為國道之服務區與休息站(如表 7.1-3)。場站內包含共同維護、非獨立之營運、經濟活動設施在內，例如辦公室、商業、娛樂設施等。但非位於場站內之辦公建築等，自不包括在內。

表 7.1-2 運輸場站能源消耗量與碳排放調查表

單位名稱	資料期間 民國年(月)	能源消耗量						碳排量	能源消耗量與碳排量計算方式	引用參數
		煤(公噸)	汽油(公秉)	柴油(公秉)	燃料油(公秉)	天然氣(千立方公尺)	電(千度)	(萬公噸 CO_2/年)		
	2022 年 (1-12 月)									
	2023 年 (1-9 月)									

1.本調查交通場站為**貴事業/單位所轄之場站**為限。
2.調查範疇：敬請參考**【調查範疇說明】**分頁，於敘明能源消耗、碳排量之範疇，並填復至【能源消耗量與碳排量計算方式】。
3.引用參數：指耗用能源所依據推算碳排量者，例如電力排碳係數。
4.若所有場站之數據不完全、或時間上未及統計，得以部分代表性範圍為資料範圍，並應於【能源消耗量與碳排量計算方式】中註明。
5.資料期間：若填復期間尚無 112 年 9 月之數值，則 112 年請填寫 1 至 8 月之相關資料，並請於【能源消耗量與碳排量計算方式】中註明。
6.資料來源：建議以**實際計量數值**為依據，例如電表讀數等。若無直接數值者，得採估計填寫，並請於【能源消耗量與碳排量計算方式】中敘明估計方式。

資料來源：本計畫整理。

然而，部分單位與所屬單位因未曾例行地蒐集、記錄相關資料，需另啟相關調查，短期無相應資料可提供，故以部分之場站資料回覆。例如公路局以雲林縣口湖休息站為代表。故本次調查所整理回卷尚無法所有受調查單位之實際狀況，但可做為持續觀察之背景。其次，包括分別對各類型(公路、鐵道、空港、海港)之觀察，亦應留意資料之限制。

各單位填復之能源消耗量與碳排量計算方式可能單位不同、小數點以下所取位數不同，或是依據水電費單據所提供之二氧化碳排放量。本團隊回收調查表後，統一採我國環境部公布之溫室氣體排放係數管理表 6.0.4 版[55]另予比較確認。

[55] 汽油排放係數 2.36140 公斤 CO_2e /公升、柴油排放係數 2.65033 公斤 CO_2e/公升、天然氣 1.88087 $KgCO_2/m^3$；電力排放係數 0.495 公斤 CO_2e/度。

表 7.1-3 運輸場站能源消耗量資料蒐集範圍

場站類型	單位名稱	資料範圍說明
鐵道	臺鐵局	(依單位組織填報)邊界為：機務處填報維修列檢用之能源，運務處填報各車站使用之能源。使用量以費用推估。 所含全國各場站中，共用之處理情形如下： 臺北站、南港站：臺北車站不含微風廣場(臺鐵、微風各獨立電表)。臺鐵與高鐵共用一電表，以約定方式分攤度數，不會重複計算。南港車站不含環球購物中心(臺鐵、環球各獨立電表)。 松山站：臺鐵與樓下(賣場與停車場)共用一電表，以約定方式分攤度數，不會重複計算。
	台灣高鐵	1.汽油：指公務車使用量 2.柴油：指公務車、工程車及緊急發電機使用量 3.電：指車站、基地及辦公室用電，其中車站用電為專區用電(不含商業區用電)及公共區用電(含與臺鐵、北捷、桃捷分擔)
	臺北捷運	111 年資料包含環狀線； 112 年不含環狀線(環狀線 112 年歸為新北捷運)。
	新北捷運	111 年資料範圍為淡海輕軌。 112 年除淡海輕軌外，另包含環狀線。 兩年均不含安坑輕軌。
	桃園捷運	桃園捷運
	臺中捷運	臺中捷運
	高雄捷運	高雄捷運與高雄輕軌。
空港	桃園機場	桃園機場
	民用航空局	國內 10 個航空站：臺北、高雄、臺中、臺南、嘉義、臺東、花蓮、金門、馬祖、澎湖。
公路	公路局	以雲林縣口湖休息站為代表。 公路局亦提供新豐休息站(112 年 8 月 4 日試營運)、大安休息站(112 年 9 月 28 日試營運)，均為新休息站，不併入統計，特此備註。
	高速公路局	國道 1、3、5 號共 23 個服務區與休息站： **服務區(15 服務區/19 處)：**中壢、湖口(北上)、湖口(南下) 、泰安、西螺、新營(北上)、新營(南上) 、仁德(北上)、仁德(南下)、關西、西湖、清水、南投、古坑、東山、關廟(北上)、關廟(南下)、石碇、蘇澳。 **休息站(4 站)：**楊梅(高架南下)、木柵 (北上)、寶山 (南下)、新化。 服務區用電區分：路燈、廁所、加油站等。
海港	臺灣港務公司	所含分公司(港口)：基隆分公司(基隆、臺北、蘇澳)、臺中分公司(臺中)、高雄分公司(安平、高雄)、花蓮分公司(花蓮)。皆不含岸電。

資料來源：本計畫整理。

根據各單位填復上述「表 7.1-2 運輸場站能源消耗量與碳排放調查表」之統計回收結果，2022 年各運輸場站排碳量共 87.07 萬公噸，2023 年 1 至 9 月則為 72.97 萬公噸(如表 7.1-4)，約為 2022 年全年之 84%。

表 7.1-4 各類場站能源消耗之碳排放量(2023 年 1 月至 9 月)

盤點對象與統計範圍		各類能源消耗之碳排放量(112 年 1 月至 9 月) (單位：萬公噸 CO_2/年)				
場站類型	單位名稱	汽油	柴油	天然氣	電	合計
鐵道	臺鐵、台灣高鐵、臺北捷運、新北捷運、桃園捷運、臺中捷運、高雄捷運	0.03	2.22	**0.03**	**49.45**	51.74
空港[56]	桃機公司、民航局	0.01	0.03	**3.11**	**11.21**	14.36
公路	公路局、高速公路局	-[57]	-	**-**	**5.31**	5.31
海港	港務公司	0.02	0.16	**-**	**1.40**	1.57
合計		**0.05**	**2.41**	**3.14**	**67.37**	**72.97**

資料來源：本計畫調查統計。

[56] 「空港」場站類型包含機場航廈、轉運站、空中交通管制設施、機坪、機庫、維修廠棚、地勤服務設施、辦公建築等範圍。

[57] 「-」表示目前盤點單位未使用該類能源。

7.2 國內外運輸場站節能減碳標竿案例蒐研

1. 鐵道場域運輸場站

本計畫蒐集節能減碳標竿案例內容，包含如推動單位、推動目的、能源消耗現況、減碳與節能措施、效益及獲獎實績等，目前已彙整國內與國際之鐵道、海港、空港、公路之標竿案例，相關說明如下。

(1) JR東日本鐵道車站

A. 推動單位：JR東日本旅客鐵道株式會社。JR東日本已在前橋、平泉、湯本、浦和、福島等共14個JR東日本車站(駅)實施，如圖7.2-1所示。

資料來源：JR East (2019)。「エコステ」モデル駅整備。
https://www.jreast.co.jp/eco/report/pdf_2019/p22-23.pdf

圖 7.2-1 導入「Ecoste」之 JR 東日本車站

B. 推動目的：JR東日本提倡「東日本環境地球共識車站(Environment Earth Conscious Station of East Japan Railway Company, Ecoste)」承諾，其目的係為促進節能和再生能源等各種環保技術導入車站，包含四大主軸：「節能」、「能源創造」、「生態實現」、「環境和諧」。

C. 能源消耗現況：2013年二氧化碳排放量215萬公噸。

D. 減碳與節能措施

可分由能源效率提升、燃料替代、能源管理類等。

(A) 能源效率提升類：大廳與場站燈具汰換為LED燈、融雪設備效率提升、提高小型與大型空調設備效率。

(B) 燃料替代類：設置再生能源發電設備(太陽能、風能)、引進自主氫能供應系統。

(C) 能源管理類：引進能源管理系統進行照明控制。

E. 效益

2030年二氧化碳排放目標訂在108萬公噸，相較於2013年215萬公噸二氧化碳排放量，減少約50%。

期間伴隨其他目標為開發再生能源電力裝置容量71.7萬kW；照明燈具汰換為LED達41.5萬具；提高總共38台大型空調及3,300台小型空調之效率。

F. 獲獎實績

因「Ecoste」示範車站積極推展環境保護活動，2018年獲得交通相關優秀環境保護事業部長獎(日本平成30年交通関係環境保全優良事業者等大臣表彰)，以表彰。

(2) 東急電鐵車站與大樓

A. 推動單位：東京急行電鐵株式會社(Tokyu Corporation，簡稱東急電鐵)推動於各車站、大樓。

B. 推動目的：透過改善公共交通等城市發展，與在地社區共同推動城鎮發展。長期理想目標是無碳運輸、高效/無縫移動、以環保場站為基礎的資源循環。

C. 減碳與節能措施

(A) 能源效率提升類：LED照明、太陽能追蹤照明系統

(B) 燃料替代類：減少木材使用降低碳排放

(C) 能源管理類：車站空調設備效能管理

(D) 其他

- 站體與會館大樓綜合自然通風，達零能耗建築。
- 施工期間廢料回收率約70%[58]。
- 電動車快充樁與共享汽車。

D. 效益

2030年CO_2排放減少46.2%、再生能源達50%；

2050年CO_2排放歸零；再生能源達100% (RE100)。

E. 獲獎實績：南町田站Grandberry Park獲得2023年第31回「地球環境大賞」、LEED[59]認證金級。

(3) 台灣高速鐵路車站與辦公大樓

A. 推動單位：台灣高速鐵路股份有限公司。

B. 推動目的：善盡企業社會責任與強化ESG作為。

C. 減碳與節能措施

根據台灣高鐵近年永續報告書所敘，各場站所曾實施之減碳措施，約可歸為幾種類型：

(A) 能源管理類：例如將兩段式時間電價變更為三段式時間電價；板橋車站經常契約容量由850KW調降至800KW。又如配合台電推動「新尖離峰時間帶」費率方案，利用監控現場用電設備正常運作及穩定供電品質，將原尖峰用電設備移至離峰。

(B) 設備汰舊換新：例如各站換裝LED節能燈具，以及左

[58] 資料來源：東急株式會社(2023 年 3 月 1 日)。南町田グランベリーパークの官民連携による地域循環共生圏の実現に向けた取り組みが評価。
https://www.tokyu.co.jp/company/news/list/Pid=post_482.html

59 LEED：領先能源與環境設計或能源與環境設計(Leadership in Energy and Environmental Design)，係由美國綠色建築委員會(U.S. Green Building Council)推動之綠色建築認證制度。

營基地汰換分離式冷氣、板橋車站汰換東側油壓電梯。

(C) 技術更新取代：裝設小型冰水主機之獨立空調系統、更改污水處理廠鼓風機操作模式、燕巢總機廠行政大樓給水系統灌溉泵浦改為重力留給水。

(D) 節約使用類：配合政府推動冷氣適溫等節能措施，如室溫26度調控、午休關燈等。

D. 效益

2022年節電成果總計14,865.436千度、減碳量約為0.7358萬公噸CO_2e。

E. 獲獎實績

2019年參與財團法人台灣永續能源研究基金會主辦之「2019年第十二屆台灣企業永續獎」，榮獲企業永續報告獎之「金獎」，及綜合績效獎之「台灣TOP 50 永續企業獎」。

2019年起獲得納入「臺灣永續指數」成分股，得使用「臺灣永續指數專屬標章」。

(4) 臺北大眾捷運車站

A. 推動單位：臺北大眾捷運股份有限公司。

B. 推動目的：根據臺北捷運新聞稿，臺北捷運「建立永續發展ESG策略與行動機制，落實企業永續經營，響應能源政策」。

C. 能源消耗現況：根據臺北捷運填報顯示，含環狀線在內，2022年列車用電量281,484千度，場站用電量436,775千度。

D. 減碳與節能措施

臺北捷運「透過人流總量管制，即時提供行控中心列車調度及車站人潮疏導資訊，保障系統營運安全；民眾則

可透過不斷精進的『臺北捷運Go』App、月臺電視獲知捷運車廂擁擠度，達到分散車廂人潮的效果；至於即時列車資訊，可讓旅客隨時掌握列車到站時間；另為提供旅客更好的服務體驗及貼近旅客的需求，App也提供『天氣觀測』功能，滑開頁面隨手一點，就可馬上知道欲前往車站的天氣概況，提供旅客更優質貼心的服務」。此外，臺北捷運亦對空調及照明系統進行最佳化控制，調整空調排程、提升電梯及電力系統等設備能源效率。

E. 效益

臺北大眾捷運股份有限公司將6座捷運機廠屋頂轉化為太陽能光電廠，穩定提供潔淨綠色能源，設置容量高達21.5百萬瓦，每年發電量約2,200萬度，減少二氧化碳排放量11,200公噸，相當於29座大安森林公園二氧化碳吸收量。另依據商業部門交通場站溫室氣體管制目標填報結果，臺北捷運透過燈具汰換、空調及照明系統進行最佳化控制等，2022年達成節電成果總計3,304千度、減碳量約為0.1635萬公噸CO_2e。

F. 獲獎實績

2023年獲第8屆「經濟部國家產業創新獎」組織類-績優創新獎。

2. 海港場域運輸場站

(1) 鹿特丹港(Rotterdam Port)

A. 推動單位：鹿特丹港務局。

B. 推動目的：鹿特丹港是歐洲第一大港，面積105.6公里，海岸線長40公里，員工18.3萬人。其2030年減排目標已獲得SBTi 驗證。《2019年鹿特丹氣候協議》(Rotterdam Climate Agreement)係該市去碳總計畫，依港口/工業、建築/環境、交通、清潔能源與消費等主要議題，採共

識導向、漸進進程推動。

C. 能源消耗現況：鹿特丹港是鹿特丹市主要排放源，排放量約占荷蘭全國六分之一。

D. 減碳與節能措施

鹿特丹港參與鹿特丹氣候協議部分：利用工業及其他應用之餘熱來提高能源效率。加速部署清潔能源 (太陽能與風能使用占比由2016年9%增加至2020年20%)。從化石燃料過渡到零排放能源，參與Porthos 碳封存計畫，將化石工業捕捉後的二氧化碳進行海洋地層封存，達到淨零目的。

港務局本身方面，公務船隊使用更清潔的生物燃料HVO B100公務車電動化。港務局總部所在之大樓(World Port Center, WPC)採用工業餘熱供暖，並用默茲河(Meuse)水冷卻，並使用綠電。

E. 效益：公務船隊碳排量2016年至2021年間減少一半以上。

F. 獲獎實績：WPC總部大樓獲得WELL Gold建築認證，以及 BREEAM Excellent永續認證[60]。

(2) 聖地牙哥太陽港碼頭(Sun Harbor Marina)[61]

A. 推動單位：太陽港碼頭辦公室。太陽港碼頭位於聖地牙哥美洲盃港(Americas Cup Harbor)內。美洲盃港是為了迎接1995年美洲盃帆船賽所命名。

B. 推動目的：基於環保改造之目的，2003年原碼頭被拆除，此後亦進行一連串永續發展為目標之改造。

C. 能源消耗現況：每年二氧化碳排放量超過74,000磅。

[60] 資料來源：BREEAM. https://www.breeam.nl/projecten/world-port-center-6357

[61] 資料來源：California Air Resources Board (n.d.). It's Smooth Sailing for this Sustainable Business. https://coolcalifornia.arb.ca.gov/story/sun-harbor-marina

D. 減碳與節能措施

在2003年拆除過程中，一半既有材料被回收或再利用，而非丟棄。大部分能源來自太陽能和風能等再生能源。

辦公大樓的設計充分利用了自然採光，並配備能源之星(Energy Star ®)等級之設備。所有建築物均採用雙層玻璃節能窗戶，採光架有助於增強冬季的自然光。採用低揮發性有機化合物產品，如黏合劑、內牆塗料和絕緣材料，可改善室內空氣品質。碼頭和大樓內部均採用LED照明，室外，樹木提供遮蔭達70%，減少了對空調的需求。提供個別用戶量錶，以便使用者可審視自身能源使用狀況以促進節約能源。

太陽港鼓勵所有員工步行或騎自行車上班，並提供自行車架。工作場所使用環保清潔產品，以維護員工和顧客健康。太陽港碼頭每月發送電子通訊，讓大眾了解最新活動資訊並展示綠色實踐。碼頭也贊助國家海事日，向公眾和用戶推廣綠色產品。

E. 效益

透過購買55,846度之可再生能源信用額度，抵消了超過之能源達每年74,000磅二氧化碳。

F. 獲獎實績：2005年獲得LEED[62]認證。2012年獲得酷加州小型企業氣候領袖獎(CoolCalifornia Small Business Climate Leader)。

(3) 新奧文多國際港[63]

A. 推動單位：新奧文多國際港 (New Owendo International Port)。

[62] LEED：領先能源與環境設計或能源與環境設計(Leadership in Energy and Environmental Design)，係由美國綠色建築委員會(U.S. Green Building Council)推動之綠色建築認證制度。

[63] 資料來源：WPSP (2022). New Owendo International Port – Decarbonization initiatives. https://sustainableworldports.org/project/new-owendo-international-port-decarbonization-initiatives/

B. 推動目的：新奧文多國際港提出去碳倡議(Decarbonization initiatives)，規劃在2020年首先透過去碳和減少燃料消耗來解決範疇1與範疇2的排放。

C. 能源消耗現況

每個運輸週期的二氧化碳排放量約4.5公斤，預計透過該行動計畫，可降低至1.0公斤。

D. 減碳與節能措施

新奧文多國際港實施一系列措施包括投資起重機電氣化、提高能源效率以及發展貨櫃水路運輸，透過將運輸業務從公路轉向駁船來減少燃料消耗。

新奧文多國際港對碳中和營運的投入，先從將移動式港口起重機從化石燃料改為電力著手。如今所有4座起重機均已完全轉換為電力，其中3座已於2022年第三季投入營運。此一轉換預計將減少柴油消耗每月13.5至15百萬公噸，相當於每個運輸週期的二氧化碳排放量減少78%。

做為減少運輸領域碳足跡的措施，新奧文多國際港已將部分貨櫃道路交通轉移至水路運輸。為了實現這一目標，ARISE集團在貨櫃始發地投資建造了碼頭，利用駁船將貨櫃與新奧文多國際港港埠物流連接。這種連接除減少柴油消耗、碳排放之外，並減少道路交通及風險。

E. 效益

目標是每月將1,000個貨櫃從公路改道至水路運輸，這將減少44,000英里的公路總行駛距離，以及46公噸柴油消耗。初步估計顯示，這種轉換每個貨櫃每月可以淨節省34噸柴油量和17公斤二氧化碳的排放。當達到每月1,000只貨櫃之目標時，每月將減少17,000公斤二氧化碳。截至2023年5月24日，已經達到每月595只貨櫃。

3. 空港場域運輸場站

(1) 日本成田機場「生態機場總體規劃」

A. 推動單位：成田國際機場株式會社。

B. 推動目的

成田國際機場(Narita International Airport，簡稱 NRT)為緩解氣候變遷之變化，公布《Sustainable NRT 2050》，成田機場實施 4 個類別的環境措施，包括社區環境措施、資源回收措施、氣候變遷措施和環境管理。《Sustainable NRT 2050》為成田機場的所有利害關係人設定了減少二氧化碳排放的中長期目標，以追求並繼續努力進一步推動「氣候變遷舉措」。

日本成田機場致力打造生態機場(Eco-Airport)，並制定生態機場總體規劃(Eco-Airport Master Plan)，以減少機場運作對環境帶來的負面的影響，並宣布承諾在 2050 年實現機場設施能源供應和機場服務車輛的零碳排放。

C. 能源消耗現況

成田國際機場公司和東京燃氣株式會社(東京燃氣)成立 Green Energy Frontier Co. ., Ltd.為成田國際機場提供能源需求，新建 180 兆瓦太陽能發電廠，全球最大的此類機場發電廠成田國際機場約 200 公頃的新跑道和建築物頂部有安裝太陽能板的潛力到 2030 年發電量達 75 兆瓦，到 2045 年再發電量 105 兆瓦利用當地生產和消耗的能源約 70,000 個家庭提供脫碳電力。

D. 減碳與節能措施

日本成田機場使用地面電源供應系統(Ground Power Unit, GPU)，機場內使用低汙染車輛，如天然氣動力車、電動車、油電混合車、低排放瓦斯車等要求航空公司使用具

燃料效率的飛機提升節能措施，例如：因應運營時間調整乘客區內之空調、通風與照明。

措施細項包含(1)要求航空公司使用具燃料效率的飛機(2)促進地面供電系統(GPUs)的使用(3)機場內使用低污染車輛，如天然氣動力車、電動車、油電混合車、低排放瓦斯車等(4)使用太陽能發電照明(5)強化節能措施，包括企業營運教育、因應營運時間，調整乘客區內的空調、通風與照明等。

用尖端能源工廠取代現有工廠：分階段以新能源裝置取代老舊的中央配電廠和中央供熱製冷廠(預計完工時間：新中央配電廠 2027 年上半年，新中央供熱製冷廠 2034 年上半年)。另外透過引入尖端能源管理系統以及安全數位化創新等先進技術，全面減少碳排放並增強韌性。

E. 效益

相較於 2015 年成田航空共減少 30%的二氧化碳排放量，成田國際機場約 200 公頃的新跑道和建築物頂部有安裝太陽能板，到 2030 年發電量達 75 兆瓦。

(2) 新加坡樟宜國際機場

A. 推動單位：樟宜機場集團(Changi Airport Group, CAG)。

B. 推動目的

新加坡政府於 2021 年 2 月 10 日公布「2030 年新加坡綠色發展藍圖」(Singapore Green Plan 2030)，為城市綠化、永續生活和綠色經濟等方面制定明確目標，政府、企業和國人將一起朝永續發展的目標邁進。該「藍圖」由新加坡教育部、國家發展部、永續發展與環境部、貿工部和交通部 5 個政府部門聯合主導，並由 5 個部分組成，包括：自然城市(City in Nature)、永續生活(Sustainable Living)、能源重建(Energy Reset)、綠色經濟(Green Economy)和未來韌性

(Resilient Future)等。要達到這些可持續發展目標須全國通力，由公部門帶頭(Green Government)，個人、學校、社區、企業乃至於整個國家各盡其責。

C. 能源消耗現況

新加坡政府協助企業達成節能減碳目標之補助：新加坡政府在不同部會推出強化能源效率之配套措施，包括經濟發展局(Economic Development Board)和企業發展局(Enterprise Singapore)均有各自的能源效率補助計畫，協助企業提高能源效率和減少碳排放。

D. 減碳與節能措施

新加坡政府協助企業達成節能減碳目標之補助：新加坡政府在不同部會推出強化能源效率之配套措施，包括經濟發展局和企業發展局均有各自的能源效率補助計畫，協助企業提高能源效率和減少碳排放。新加坡樟宜國際機場在綠建築節能減碳方面實施調高航廈內均溫，從23℃上升到24℃，使用能源效率照明設備，並在機場內部廣設移動感應器等設備，增加設置雙層玻璃與遮陽設備，為減少人照光源與空調的使用，樟宜國際機場採用自然光線並極小化日光熱度，以能源效率為採購更新設備資產的重要評估標準之一。

E. 效益

水資源管理：樟宜國際機場採用水優化策略來減少用水量，針對飲用水和非飲用水的使用，從廁所和建築冷卻系統到灌溉及清潔。機場內廁所改裝節水配件，另外洩漏報告和維修管理系統，以確保及時報告故障。

排放管理：樟宜機場集團承諾在2030年實現零碳成長，將積極提高航站樓建築能源效率的方法，並提高再生能源在能源結構中的比例，透過支持提高永續航空燃料和實現

地面支援設備電氣化等舉措，將達成在空中和地面的脫碳工作。

整體用水量減少 5.9%：除了提高冷水機冷凝水和廢水回收能力外，CAG 表示也將繼續節約用水。

F. 獲獎實績

Winner in Aviation, Transport & Supply Chain Category in S100 Leading Graduate Employers Awards (獲航空、運輸和供應領域得獎者 S100 領先畢業生雇主獎供應鏈類別)。

(3) 美國芝加哥歐海爾機場現代化擴建

A. 推動單位：芝加哥航空部(Chicago Department of Aviation, CDA)。

B. 推動目的

為應對氣候變遷，朝清潔能源邁進，芝加哥市長萊特福特宣布，將投資 4 億 2,200 萬元，在 2025 年前完成於芝加哥歐海爾機場安裝太陽能發電設備。芝加哥歐海爾機場於 2005 年起開始現代化擴建，在設計與建築上，重視綠色原則，從選址、水資源使用效率、建材選擇與回收、室內環境品質的監控到設備配置，全部納入生態環保思考，推動屋頂全綠化的措施。

C. 能源消耗現況

聯邦參議院於 2022 年 8 月 7 日通過「2022 年降通膨法案(The Inflation Reduction Act of 2022)」，其中也包括清潔能源發展，希望藉此降低美國對石化能源依賴，轉而使用太陽能、風力等再生能源，待眾議院通過後，預計能在 10 年內降低 40%溫室氣體排放量。

在能源管理方面(Energy Management)，運用系統風量監控 (Clean Dry Air, CDA)來監控機場的電力及天然氣之使

用情形，指標：相較於 2010 年能源使用量，於 2022 年電力減少 18.0%、天然氣減少 8.6%。

D. 減碳與節能措施

有關機場能源供應，引進再生能源的使用，包括利用：太陽光電、太陽能熱水器、太陽能吸熱壁(Trombe-walls)、燃料電池等，以降低對地面電網能源的依賴，並降低能源成本；在機場能源管理機制上，亦整合照明設備與建築自動化系統，方便針對變動的乘客流量，做有效的能源控管。其他節能措施尚包括：出口指示燈改為 LED 燈、採用日光採集方案以根據一定數量的自然光來調節照明度。

芝加哥歐海爾機場已有安裝智能窗戶(Smart Windows)來優化自然光量，以最大限度減少熱量與降低耗能。智能窗戶採人工智慧技術並依據太陽光照以做出自動校正，不需百葉窗，因為每個智能窗戶皆有安裝一個雲端接收器(Cloud-Connected)並與智能建築平台(Smart Building Platform)鏈接，可以透過降低冷量以達到節能效果。

E. 效益

建置太陽能光電板及屋頂花園，以儲存太陽能及截流過濾雨水，帶來的效益為降低熱島效應(綠化屋頂可降低室溫 3~7℃)、減少約 10%的空調成本、降低室內聲音達 40 分貝等。

機場的電力及天然氣相較於 2010 年能源使用量，於 2022 年電力減少 18.0%、天然氣減少 8.6%。

芝加哥航空管理局(Chicago Department of Aviation, CDA)，美國環保署(EPA)已向其提供 64 萬美元的《柴油減排法案》(DERA) 撥款。DERA 補助將使 CDA 和聯合航空公司能夠投資總計 143 萬美元購買 26 件新的零排放地面支援設備，取代舊的柴油設備。透過這筆款項，二氧化碳

的排放量減少16,000多公噸(以及燃料排放的其他副產品)。

(4) 桃園國際機場

A. 推動單位：桃園國際機場股份有限公司。

B. 推動目的

桃園國際機場股份有限公司為淨零排放設置階段性目標，短期於2024年前除持續進行能源及溫室氣體管理，促進駐站廠商共同減量外，亦將評估申請國際機場協會(Airports Council International, ACI)之機場碳認證計畫(組織的機場碳認證計畫(Airport Carbon Accreditation, ACA)之Level 4可行性，逐步朝低碳永續機場邁進。中長期則設定2025年單位旅客溫室氣體排放量相較於2013年下降30%。

C. 能源消耗現況

桃園國際機場現行地勤作業設備(Ground Service Equipment, GSE)採用柴油引擎，若以全場域估算總量，接下來5年將汰換達800輛行李拖車，因此推動效益高。目前申請空污基金補助僅是用來克服初期推動的「最大靜摩擦」，桃園國際機場導入電動拖車具有指標性與示範性。

D. 減碳與節能措施

桃園國際機場的減碳行動目標，主要著重在智慧化管理、設備汰換及再生能源三大面向，節能措施包括精實用電節能減碳、空側作業車輛電動化、橋氣橋電汰舊換新、整體水資源管理建置、永續航空燃油、作業車輛電動化、廢棄物減量、與機場夥伴合作碳權交易、智慧化營運、機隊汰換、噪音減量等，另外桃園國際機場於2018年限制引擎車進入地下行李作業場域，透過推動電動車導入，以改善現有機場半密閉空間的作業環境。

E. 效益

桃園國際機場為達2050年淨零轉型國家目標，以「低碳永續之民航發展」、「整合協力之永續機場」為核心，桃園機場空側作業車輛，陸續汰換柴油車改採電動車，並已建置43座充電樁設備。

桃園國際機場汰換第一、二航廈油壓電梯及電動坡道，將傳統油壓式馬達的舊式電梯升級成新式電梯後，節省76%的電力；透過智慧省電模式，將無人使用的設備降速，可節省31%的電力；中央空調也在夜間旅客量少或室外涼爽的狀態下啟動省電模式，關閉部分主機，達到31.2%的節電率。

推動「空側作業車輛電動化」，全面汰換第一、二航廈空橋設備及橋氣橋電設施，年節電量191,330度與10,203公噸航空燃油，等同減少100萬公噸碳排放量，亦即82座大安森林公園年吸碳量的減碳成效。

F. 獲獎實績

桃園國際機場自2009年開始推動機場碳認證計畫(ACA)，已參加國際機場協會(ACI)之機場碳認證計畫(ACA)，以及國際機場協會(ACI)亞太區綠色機場評比。在ACA計畫中已晉升至六級中的Level 3；綠色評比也獲得不錯成果。

桃園國際機場股份有限公司獲頒「2023APSAA亞太永續行動獎」與「2023 TSAA台灣永續行動獎」SDG 9工業、創新及基礎建設項目的銀獎雙獎殊榮肯定。

(5) 松山機場

A. 推動單位：交通部民用航空局。

B. 推動目的：為打造松山機場低碳交通(Low-carbon

transportation)，推動綠色運輸，以達成淨零排放(Net Zero Emissions)為目標。

C. 能源消耗現況

松山機場落實全面性機場環境管理(包括航空噪音、廢氣、水資源、廢棄物、社區環保教育及能源消耗等)，於 101 年 9 月通過 ISO 14001 環境管理系統認證，並成為我國第一個通過環境管理系統認證的機場。102 年度訂定 9 個環境管理及操作績效指標，其中 3 項環境績效指標已達具體成效。並於 102 年 8 月 30 日完成外部驗證評鑑，確認證書有效性。

D. 減碳與節能措施

航廈之空調使用環保能源：因應節能減碳的環保趨勢，為減少航廈內空調冷氣逸散及維持適當溫度，松山機場第一航廈大門已改善調整為風除式設計，並增加旅客在航廈內之舒適度，以達空調節能之需求。

松山機場航廈之省電措施，採用光罩或裝置 LED 燈管等措施，以減少電力消耗，以具特色及「綠色內涵」之夜間照明設備整體規劃，降低能源耗損，並打造都市新亮點。

臺北國際航空站(松山機場之民用部分)增設國際線空橋「機艙空調機(PC AIR) 及 400HZ 飛機供電設備」等附屬設備工程於 102 年 7 月 20 日竣工，以往在航機到站停靠機坪時，需以電源車、氣源車提供航機各項清理及準備作業所需電力供應，同時進行航機空調換氣事宜，然電源車、氣源車以柴油引擎為動力不免製造許多噪音及空氣汙染。

目前長榮航空股份有限公司之羽田機場至松山機場航班，使用永續航空燃料(Sustainable Aviation Fuel, SAF)執飛，現行使用永續航空燃料之國內航空公司，包含中華航空股份有限公司、長榮航空股份有限公司。

E. 效益

在能源管理方面，國際線空橋「機艙空調機(PC AIR)及400HZ 飛機供電設備」等附屬設備較使用飛機燃油供應減少排碳量 85%，目前以國際線空橋附屬設備，取代電源車、氣源車之使用，除了讓登機旅客進入舒適的機艙環境外，更能達成政府倡導節能減碳政策之目標。

4. 公路場域運輸場站

(1) 中國-智慧鐵路車站大樓(Intelligent Railway Station Buildings)[64]

A. 推動單位：由亞洲開發銀行(Asian Development Bank)技術援助計畫「提高能源效率」資助，透過智慧鐵路車站大樓減少排放。

B. 推動目的：透過智慧控制措施確定節能率，智慧技術的整合應用。

C. 能源消耗現況

中國鐵路車站建築能耗現況如下：(1)目前大型鐵路車站單位面積平均能耗一年約為214 (kWh/m^2)，而一般大型公共建築物平均僅為114 (kWh/m^2)，爰此，在中國的大型公共建築中，鐵路車站有較高的節能空間。

北方寒冷區域車站的暖氣占能源使用量的56%，而南方溫暖區域車站的暖氣只占25%。高峰能源消耗總會出現在最冷和最熱的月份。照明是第二大能源消耗者，平均占大型車站總能源消耗的15%。

D. 減碳與節能措施

透過智慧控制措施確定節能效率，智慧技術的整合應用。建築自動化系統(Building Automation System, BAS)建

[64] 資料來源：Asian Development Bank, Improving Energy Efficiency and Reducing Emissions through Intelligent Railway Station Buildings, https://www.adb.org/sites/default/files/publication/173696/energy-intelligent-railway-station.pdf.

築自動化系統可以有效管理所有建築系統，防止人工操作溫度調節、照明控制及空調管理裝置所產生的問題，提高設備運行的安全性與可靠性。

E. 效益

利用國際建築先進技術管理，確保鐵路車站建築的節能、安全和舒適從能源管理的角度來看，以具成本效益的方式，以預期的能源透過實施智慧建築控制可節省20%。建築物消耗的能源占中國總能源的20.8%。

中國不到50%的建築自動化系統(Building Automation System, BAS)，其中滿足性能要求者低於30%，且不到20%能夠自動控制空調系統，因此迫切需要有效率地使用智慧化的建築自動化系統。

智慧控制可協助減少高達40%的能源使用量，對於新建建築，先進的建築自動化系統與傳統建築相比可節省高達20%手動操作的設施。對於現有建築物，能源效率可提高18%。

(2) 新加坡地鐵站[65]

A. 推動單位：新加坡建設局(Building and Construction Authority, BCA)。

新加坡建設局推動新的車站綠色標誌計畫(the new BCA Green Mark for Transit Stations Scheme)。該計畫係改編自2005年綠色標誌計畫(Green Mark Certification Scheme)，且經過與陸路交通管理局(Land Transport Authority, LTA)以及參與車站開發的業者協商所制定，以確保設計、建造以及營運都能在環境永續方面獲得加強，標準架構包括關鍵的永續性指標，例如氣候回應性城市設計、建築能源績

[65] 資料來源：Building and Construction Authority (BCA) (2 Dec. 2019). Sustainable transit stations pave the way ahead. https://www1.bca.gov.sg/buildsg-emag/articles/sustainable-transit-stations-pave-the-way-ahead

效、資源管理、智慧健康建築等。迄2019年11月，該計畫已經在4個地鐵站試行，估計尚有50座車站建設中。坎貝拉地鐵站(Canberra MRT Station)是第一個根據新計畫獲得綠色標誌白金獎的車站。

B. 推動目的：因應民眾需求及建築環境持續之變動，強化車站的永續性。

新加坡建設局執行長Hugh Lim表示：「新加坡建設局一直在不斷審查並改進綠色標誌計畫，以確保該計畫與民眾及建築環境不斷變化的需求保持相關性。隨著對交通設施的需求不斷增加，這一新的綠色標誌計畫的一系列補充將提供一個整體架構，以強化車站的永續性。」

事實上，新加坡建設局另已經發展出2021綠色標誌(BCA Green Mark 2021，或縮寫「GM：2021」)，這是一項國際公認的綠色建築認證計畫，適用於新建及現有建築物，包括商業建築、工業建築、機構建築與住宅建築。第一版的認證標準和技術指南有效期至2023年12月31日。自2024年1月1日起，所有計畫都將改用第二版的文件進行評估。2021綠色標誌旨在提高能源績效標準，並更重視其他永續發展成果，包括：為可維護性而設計、減少建築物整個生命週期中的隱含碳、利用智慧技術、增強建築物對氣候變遷的抵抗能力、為建築使用者創造更健康的環境。

C. 減碳與節能措施

坎貝拉地鐵站建造過程中廣泛使用環保材料與產品。車站採用親生物設計，透過邊緣種植、綠色屋頂和垂直綠化以及月台內的採光，以增強通勤者的體驗，有助於提供熱舒適性與視覺緩解。在設計階段，設計團隊也研究確保風雨防護措施的有效性與通勤舒適度，確保車站始終保持良好通風，同時最大限度地減少大陣雨期間雨水的滲透。

該車站還配備自動雙速自動扶梯、節能電梯系統、LED 照明、節水配件以及配備雨量感測器的灌溉系統。

D. 效益

新加坡建設局即將開通的50個車站每年減少的能源消耗量約為33GWh，相當於供給7,500戶的四房式組屋(Plates)一年所使用。

除了能源效率之外，新計畫還考慮一些標準，例如車站與周圍環境的整合程度，以提供「所有公共交通節點(例如公車停靠站與計程車站)的無縫連接與可及性」。方案也高度重視車站設計的通風性能，增強使用者的舒適度。已經獲獎的坎貝拉地鐵站充分利用自然光和通風的設計，也因廣泛使用環保材料及產品而受好評。

E. 獲獎實績

坎貝拉地鐵站是第一個根據新計畫獲得綠色標誌白金獎的車站。未來至少50個新地鐵站預計將達到新加坡建設局綠色標誌白金標準。

7.3 運輸場站節能減碳標竿案例推廣活動試辦與檢討

1. 執行方法

「擴散節能成功經驗」係關鍵戰略 5「節能」的策略之一。為將具成本效益之節能作法與成功經驗進行複製擴散，特辦理「交通場站與旅館節能減碳講座」(如圖 7.3-1)，期盼藉由交通相關單位與專家之經驗交流與分享，促進各單位更了解節能減碳之挑戰，並精進節能管理作為。活動日期為 112 年 10 月 30 日下午 1 時至 4 時，於集思台中文心會議中心舉辦，共計 19 位人員參與，與會單位 9 個。

資料來源：本計畫繪製。

圖 7.3-1 交通場站與旅館節能減碳講座議程海報

2. 執行成果

(1) 講座主要內容

當日共進行 3 場講演/案例分享，說明如下。

台灣能源技術服務產業發展協會林福安理事講述「交通場站節

能減碳之趨勢與挑戰」:背景部分由地球暖化至我國能源結構介紹。其次由設備能源效率管理制度切入適合場站之各節能設備特色介紹，包括空調系統冰水主機、氣冷直膨、冰水泵/熱泵、電熱水器、電能儲能、照明源(以 T8、LED 為主)等等。林理事並特別以捷運站等現場照片，配合設備與情境解說，使與會者容易了解現場情境。

台灣能源技術服務產業發展協會楊正光榮譽理事長講述「旅館節能減碳之發展與實務」。內容即以我國淨零轉型為背景，其次綜述節能減碳技術，包括需求端與用電端概況、用電型態，引入對各類高效率用電設備或器具之介紹。再其次為旅館節能減碳方法，包含電力系統、照明系統、空調系統、熱水及給水系統；穿插圓山飯店、內科時代廣場等節能案例解說。最後展望能源轉型、能源多元化、電力交易、系統整合各層面。

交通部民用航空局黃建元簡任技正分享「交通場站節能標竿案例分享」。第一部分介紹全球氣候變遷與航空業碳排放特性，第二部分為國際航空相關組織 ICAO[66]、IATA[67]、ACI[68]與相關綠色機場、碳認證介紹，以及日本關西機場、香港機場、荷蘭史基浦(Schiphol)機場減碳案例。第三部分為我國航空站溫室氣體減量藍圖、航空站減碳作為，以及桃園機場、高雄機場在綠色基礎建設、碳管理、空氣品質管理上獲獎事蹟。最後以高雄機場新航廈、桃園機場第三航廈設計與管理諸層面，配合《氣候變遷因應法》推動相關減量措施做為展望與結語。

[66] ICAO：國際民用航空器組織(International Civil Aviation Organization)
[67] IATA：國際航空運輸協會(International Air Transport Association)
[68] ACI：國際機場協會(Airports Council International)

資料來源：本計畫整理。

圖 7.3-2 交通場站與旅館節能減碳講座活動概況

(2) 提問分享

每場講演最後均進行至少 5 分鐘之提問分享(Q&A)。提問包括磁浮式冰水主機可維持運轉效率及維護壽命，若照明或空調設備尚未達汰換年限前，建議可實施之節能減碳措施以及相較換新設備的性價比較。

(3) 講者綜合結論

在淨零的目標下，節能減碳不只為廠商減省成本，並為企業提升形象。講者亦提到，場站範圍以及旅館之節能技術已經十分成熟，場站以及旅館的新建朝向綠建築，乃至智慧建築發展，應是未來新、修建築時不得不斟酌的減碳途徑。

(4) 參與狀況與反映

報名共 14 名，均全部出席。本次會議透過滿意度問卷蒐集參與意見。問卷分為 **3** 構面「講座方面」6 題、「講師方面」3 題、「整體活動安排」8 題；統計以 5 分表示非常滿意，4 分表示滿意，3 分為尚可，2 分為不滿意，1 為非常不滿意。回收所有參與者意見，統計結果「講座方面」平均 4.5 分、「講師方面」4.6 分、「整體活動安排」4.5 分。對活動整體滿意程度均表示滿意或非常滿意。

問卷亦詢問建議事項，分為「希望未來可增加的講座類型」、「這次活動對您最有幫助的地方」、「其他建議」三大類由受訪者自

由填答。整理本題有填答之結果，受訪者建議在「希望未來可增加的講座類型」可選題材為「旅館淨零或節能實務」、「碳盤查以公共工程(鐵路)為例的做法」。關於「這次活動對您最有幫助的地方」，僅一筆答覆最有幫助者為講題二，即「旅館節能減碳之發展與實務」。關於「其他建議」有 3 條意見各如下：「希望針對旅館的部分可以多分享」、「時間上面比較短，建議再拉長」、「時間建議於上午辦理、另包含不同交通場域案例(高鐵、臺鐵、捷運)」。

7.4 小結

本工作項目藉由國內運輸場站節能減碳標竿案例蒐研，進行標竿學習，再者盤點我國運輸場站能源消耗與碳排放概況以及辦理節能減碳講座，掌握目前場站發展現況，從中探詢我國運輸場站節能減碳議題與精進建議，相關說明如下。

1. **盤點場站能耗與碳排掌握場站能耗狀況**：本計畫業經試行盤點我國運輸場站與交通部所管場域能源消耗與碳排放概況，調查、回收、統計 11 場站單位，包含公路(公路局、高速公路所轄道路)、鐵道(臺鐵與台灣高鐵)、空港(桃園國際機場以及臺北、高雄、臺中、臺南、嘉義、臺東、花蓮、金門、馬祖、澎湖國內 10 座機場)、海港(基隆港、臺中港、高雄港、花蓮港 4 座商港，以及臺北港、蘇澳港、安平港等 3 座國際商港輔助港口)。場站所使用能源為汽油、柴油、天然氣與電力，統計 111 年各運輸場站排碳量共 87.0734 萬公噸，112 年 1 至 9 月則為 72.97 萬公噸，約為 111 年全年之 83.8%)。至於運輸場站節能減碳標竿案例推廣活動部分，辦理交通場與旅館節能減碳講座 1 場。

2. **蒐研國內外場站標竿案例提供節能減碳典範建議**：國內外運輸場站節能減碳標竿案例蒐研部分，共蒐集研析國內外 14 案例：包括鐵道場域運輸場站 4 例(JR 東日本鐵道車站實施 Ecoste、JR 東日本鐵道零能耗建築、台灣高鐵強化 ESG 作為、臺北捷運行動機制等)、海港場域運輸場站 3 例(鹿特丹港去碳計畫、聖地牙哥太陽港碼頭永續發展、新奧文多國際港去碳倡議)，空港場域運輸場站 5 例(日本成田機場生態機場規劃、新加坡樟宜國際機場執行新加坡綠色藍圖、桃園國際機場致力永續機場、松山機場低碳交通)，公路場域運輸場站 2 例(中國智慧鐵路車站大樓、新加坡地鐵站綠色標誌計畫)，彙整如表 7.2-1。

表 7.2-1 國內外場站標竿案例之節能減碳措施

場域		鐵道	空港	海港	公路
國家		日本、我國	日本、新加坡、美國、我國	荷蘭、美國、加彭共和國	中國、新加坡
節能措施	能源效率提升	1. **LED**、太陽能追蹤照明系統 2. 融雪、電梯等電力**設備汰舊換新**、效率提升 3. 變更為3段式時間電價	1. 採用光罩或裝置LED、太陽能發電照明、雙層玻璃與遮陽設備 2. 以新能源裝置取代老舊的中央配電廠和中央供熱製冷廠 3. 廣設移動感應器 4. 採用水優化策略	1. 雙層玻璃自然採光、LED照明 2. 遮陽設備、樹木提供遮蔭，減少空調需求	1. 自動雙速自動扶梯 2. 節能電梯系統、**LED 照明** 3. **節水配件以及配備**雨量感測器的灌溉
	燃料替代	1. 設置再生能源發電設備(太陽能、風能) 2. 裝設小型冰水主機空調系統 3. 引進自主**氫能**供應系統 4. 減少木材使用	1. 使用太陽能和風力等再生能源 2. 使用具燃料效率的飛機 3. 永續航空燃油 4. 作業車輛電動化(低汙染車輛)	1. 使用太陽能和風能等再生能源 2. 採用工業餘熱供暖，用河水冷卻、並使用綠電 3. 使用更清潔的生物燃料 HVO B100公務車電動化 4. 起重機從化石燃料改為電力 5. 貨櫃道路交通轉移至水路運輸 (減少柴油消耗、碳排放)	親生物設計(邊緣種植、綠色屋頂和垂直綠化，有助於提供熱舒適性)
	能源管理	1. 能源管理系統進行照明、空調控制 2. 節能措施(午休關燈、調整空調溫度等)	1. 整合照明設備與建築自動化系統，尖端能源管理系統以及安全數位化創新 2. 因應營運時間調整乘客區內空調、通風與照明 3. 與機場夥伴合作碳權交易	拆除過程中，一半既有材料被回收或再利用	建築自動化系統(空調、照明)

3. 掌握運輸場站節能減碳量，研提節能措施發展方向

根據本章上述能耗調查、標竿案例蒐研以及交通場與旅館節能減碳講座之成果，對於國內外運輸場站節能減碳標竿案例，就案例所採取或專家所建議者，分為「提高能源效率」、「燃料替代」、「能源管理」3 方面，綜整以下建議措施，做為未來節能減碳措施之參考。

(1) 「提高能源效率」方面：採用LED照明裝置、增加自然採光或使用遮陽設備、智慧窗戶。設備汰舊換新(包括製冷設備、製熱設備、電梯等)。設備節能化，例如自動雙速自動扶梯、節能電梯系統；或是採用冰水主機(包括磁浮式冰水主機)空調系統等各式空調。

(2) 「燃料替代」方面：場站建物設置再生能源發電設備(太陽能、風能)，進而增加自發電力之使用，以替代/減少來自電網與其他能源之使用。或改用永續新興燃料(氫能、電力、生物燃料等)。使用場站餘熱或場站外部餘熱(如工業餘熱等)用於供暖和其他能源循環。利用水循環用於室溫調控等。

(3) 「能源管理」方面：整合照明設備與建築自動化系統、導入智慧能源管理系統等。

第八章 交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形與研析

我國於 111 年 12 月 28 日公布我國淨零轉型之 2030 年階段目標，並說明 12 項關鍵戰略的具體行動與措施。為利於達成各項行動計畫之階段目標，本計畫協助交通部辦理關鍵戰略 5、7、10 相關管考作業，並持續滾動式檢討。

8.1 我國淨零轉型關鍵戰略管考機制

為落實推動 2050 淨零轉型之 12 項關鍵戰略行動計畫，行政院國家永續發展委員會氣候變遷與淨零轉型專案小組(環境部氣候變遷署)於 112 年 5 月 30 日召開「2050 淨零轉型關鍵戰略管考制度研商會」，邀集各項關鍵戰略主政機關共同討論後續管考辦理方式，主要依循行政院國家永續發展委員會架構施行，採 3 層次管考，如表 8.1-1 所示。

表 8.1-1 2050 淨零轉型關鍵戰略管考制度之架構

層次	內容
1.總檢討	由永續會氣候變遷與淨零轉型專案小組(環境部)主責彙總檢討，針對 12 項關鍵戰略報告，綜整陳報執行長核可後報院。
2.關鍵戰略	各主政部會主責推動及管考，並研提半年度執行報告及年度成果報告送淨零專案小組。
3.各項中長程個案計畫	依「行政院所屬各機關個案計畫管制評核要點」，循三級列管方式管考， 惟不得為自行管制計畫。

資料來源：「2050淨零轉型關鍵戰略管考制度研商會」會議資料。

本次管考方式及重點主要分為半年度執行情形報告及年度執行成果報告，其中半年度執行情形報告著重於執行檢討，做為達成進度預警；年度執行成果報告著重於成果之展現，對外公布執行成果。因此，半年度執行情形報告及年度執行成果報告之撰寫架構有所不同，如表 8.1-2 所示。

表 8.1-2 2050 淨零轉型關鍵戰略管考制度之管考方式及重點

管考方式	報告呈現重點
半年度執行情形報告	1. 政策執行內容 2. 查核點達成情形 3. 落後原因及因應對策 4. 預估年度目標達成情形 5. 盤點所屬中長程個案計畫之報核及推動情形等
年度執行成果報告	1. 年度工作成果 2. 目標達成情形 3. 未來精進規劃 4. 社會溝通 5. 盤點所屬中長程個案計畫之報核及推動情形等

資料來源：「2050淨零轉型關鍵戰略管考制度研商會」會議資料。

管考分工方面，由 12 項關鍵戰略主政部會針對所負責戰略，訂定年度工作查核點、階段性目標、彙整所屬戰略之中長程個案計畫 ，並每半年研提執行檢討報告。而永續會淨零專案小組之工作項目包含督導各關鍵戰略主政部會依《氣候變遷因應法》所定階段管制目標，設定年度工作查核點、階段性目標，並需審查該查核點及階段性目標之合理性；掌握及要求部會定期更新各關鍵戰略所屬之中長程個案計畫；掌握相關法制作業 含子法之修訂進度；適時邀請相關關鍵戰略，提供跨戰略之綜觀性精進建議；綜整檢討半年及年度報告簽陳永續會執行長核可後陳報行政院，年度報告並需於奉院核定後對外公開。

至於管考時間規劃，12 項關鍵戰略主政部會每年 4 月底前完成訂定年度目標或重要里程碑，於 7 至 9 月期間完成半年度執行情形報告及辦理檢討，後於次年 2 至 5 月完成前一年度之年度執行成果報告。另於年度執行期間，不定期於永續會委員會議、工作會議或國發會委員會議進行專案報告。

8.2 關鍵戰略 5 執行情形與研析

8.2.1 執行方法

本計畫協助交通部彙整由經濟部主責之關鍵戰略 5「節能」之資料蒐集，追蹤各運輸場站與交通事業場站設施(以下簡稱運輸場域)節能措施與效益，並協助其檢視填報內容之完整性，作業流程如圖 8.2-1。有關運輸場站與交通部所管場域之範疇，包含高速公路局、國營臺灣鐵路股份有限公司[69]、台灣高速鐵路公司、中華郵政公司、臺灣港務公司、民用航空局、航港局、桃園國際機場股份有限公司、觀光署、公路局、臺北捷運公司、新北捷運公司、桃園捷運公司、臺中捷運公司、高雄捷運公司。

資料來源：本計畫繪製。

圖 8.2-1 盤點與檢視運輸場站與交通部所管場域節能措施與效益之作業流程

本計畫配合經濟部商業司關鍵戰略 5「節能」之「擴散節能成功經驗「5-10. 商業場域節能輔導」之填報需求，協助向盤點單位說明須配合繳交資料填寫格式，如(1)半年度執行情形報告與年度執行情形報告、(2)商業部門能源需求、需求面節能措施與節能效益-「服務業節能減碳措施」，最後彙整並檢視其填報資料之完整性與準確性。

[69] 註：原交通部臺灣鐵路管理局，於 113 年 1 月 1 日改制為國營臺灣鐵路股份有限公司。

8.2.2 執行成果

(1) 關鍵戰略5、節能之交通部負責行動方案辦理情形

本計畫盤點關鍵戰略5「節能」之交通部相關行動措施計畫，辦理情形，包含觀光、郵政及交通事業辦理節能管理措施，主要管理措施，(1)郵政及交通事業：如配合政府單位用電效率改善及全面節能減碳措施，推動空調及照明系統最佳化控制、汰換燈具、提升電扶梯及電力系統等設備能源效率、航空站推動橋氣橋電等措施；(2)觀光事業：觀光旅館節能減碳宣導(輔導觀光旅館申請環保標章、持續輔導觀光旅館導入LED或高效能燈具)。截至112年底，柴油年度新增節油量11,047公秉(2023年目標3,585公秉)，其中以民航局及桃園機場公司為主要節油之運輸場站單位，係以橋氣、橋電取代柴油引擎驅動之車輛，然而減少柴油使用量可達實際減碳效益；惟節電量未符合進度，因旅宿業逐漸復甦至疫情前水準，故112年用電量較111年高。各單位節能措施說明如下。

A. 交通部觀光署：觀光旅館節能減碳宣導(輔導觀光旅館申請環保標章、持續輔導觀光旅館導入LED或高效能燈具)。

B. 民用航空局：於航空器起降停靠機坪期間，鼓勵航空器業者使用機坪空橋所提供之電源及空調，減少航空器使用自身燃油或使用燃油供電氣源車所提供之電源及空調。

C. 高速公路局：檢視並逐年汰換服務區賣場及公共廁所等各區域之空調、照明系統、規劃裝設節能需求，評估提升電扶梯及電力系統等設備能源效率之作業。

D. 國營臺灣鐵路股份有限公司：在維持車站原服務水準之前提下，改建車站並以綠建築為前提辦理規劃設計，汰換車站設備時優先採購節能標章設備，同步設置空氣門防止冷氣外洩，車站室內空調溫度不低於攝氏26度。

E. 中華郵政公司：管制空調開放時間、隨室外溫度調整冰水

主機溫度、非上下班時間減少電梯運轉台數、汰換非辦公場域照明為LED燈具、汰換使用非環保冷媒之老舊高耗能空調設備，以及設定飲水機使用時間等措施。

F. 桃園國際機場股份有限公司：推動鹵素燈具、複金屬燈具、T5燈具與T8燈具汰換成LED燈，空調設備汰舊換新(包含冰水主機、冷卻水塔、空調箱及給水泵浦等)，空調設備夜間運作策略調整。

G. 臺灣港務公司：推動空調及照明系統最佳化、汰換燈具、調整空調排程、提升電力系統等設備能源效率等措施。

H. 台灣高鐵公司：持續針對車站導入「節能自主管理」、「減少用電量」、「轉移尖峰用電量」及「合理用電」四大節能方案，執行換裝LED燈具、汰換油壓電梯、戶外照明裝設熱感紅外線自動感應器等多項既有設備節能改善措施。

I. 臺北捷運公司：推動捷運廠站空調及照明系統最佳化控制行動計畫，包括汰換燈具、調整空調排程、提升電梯及電力系統等設備能源效率，以及依旅客行為調整服務等措施。

J. 新北捷運公司：推動車站照明部分關閉、部分車站電扶梯分時關閉、部分機房排風扇及空調箱分時關閉及機廠區澆灌系統時間調整改善等措施。

K. 桃園捷運公司：分階段執行場站設備優化作業提升能源使用效率，依據使用頻率逐年汰換場站高耗能燈具(改為LED燈具)，另優化環控設備運作排程以及進行電扶梯節約能源作業，並依據新增營運路線進行滾動檢討。

L. 高雄捷運公司：調整地下車站空調箱排程及送風機運轉數量、冬季地下車站回風機停止運轉、車站照明更換為LED照明、車站電扶梯關閉及關閉軌道排風機運轉、汰換冰機提升效率等措施。

(2) 節能減碳措施、預期節能效益與預期減碳效果之交通部填報概要

交通部已於2023年7月初提供2026-2040年「能源需求量」、「節能減碳措施」(如下表8.2-1)，填報情形說明如下。

表 8.2-1 交通部關鍵戰略 5 節能減碳措施預期效果

負責部會	節能減碳措施	節能減碳貢獻評估之相關假設及計算邏輯	預期節能效果			預期減碳效果(註1)
			評估年份	柴油(公秉)	電(千度)	
交通部(高速公路局、國營臺灣鐵路股份有限公司(註2)、台灣高鐵公司、中華郵政公司、港務公司、民航局、航港局、桃園國際機場股份有限公司、公路局、臺北捷運公司、新北捷運公司、桃園捷運公司、臺中捷運公司、高雄捷運公司)	郵政及交通事業辦理節能管理措施 (配合政府單位用電效率改善及全面節能減碳措施，推動空調及照明系統最佳化控制、汰換燈具、提升電扶梯及電力系統等設備能源效率、航空站推動橋氣橋電等措施)	A.能源效率提升類 ◎預估 2026-2040 年汰換 157,597 盞燈具與相關設備，預估節電量 60,058 千度。 ◎預估 2026-2040 年汰換 241 組空調系統、冰水主機與相關設備，預估節電量 45,185.3 千度。 ◎預估 2026-2040 年汰換 18 部電梯與相關設備，預估節電量 57,014.43 千度。 B.燃料替代類 ◎推動航空器使用橋氣橋電設施，預估 2026-2040 年節省柴油用量 137,460 公秉、新增用電量 410,550 千度。 C.能源管理類 ◎透過導入能源管理系統、調整空調模式，預估 2026-2040 年節電量 11,391.07 千度。	2026	9164	-13995.91	1.750
			2027	9164	-14220.08	1.749
			2028	9164	-12518.39	1.897
			2029	9164	-13552.26	1.888
			2030	9164	-15313.56	1.821
			2031	9164	-14841.32	1.840
			2032	9164	-15455.01	1.816
			2033	9164	-16824.79	1.762
			2034	9164	-16876.66	1.760
			2035	9164	-17199.62	1.747
			2036	9164	-17255.68	1.745
			2037	9164	-17183.81	1.748
			2038	9164	-17155.03	1.749
			2039	9164	-17266.34	1.744
			2040	9164	-17242.74	1.745
交通部(觀光署)	觀光旅館節能減碳宣導 (輔導觀光旅館申請環保標章、持續輔導觀光旅館導入 LED 或高效能燈具)	以本部觀光署推估觀光旅館 109 年用電量約 6.98 億度電，復以 110 年至 114 年減碳比例 5%計算，預期減碳 1.75 萬公噸，換算其每年節電量為 698 萬度電，並以其做為至 2050 年每年節電量。預估 2026-2040 年節電量 104,700 千度。	2026		6980	0.337
			2027		6980	0.332
			2028		6980	0.295
			2029		6980	0.276
			2030		6980	0.275
			2031		6980	0.275
			2032		6980	0.275
			2033		6980	0.275
			2034		6980	0.275
			2035		6980	0.275
			2036		6980	0.275
			2037		6980	0.275
			2038		6980	0.275
			2039		6980	0.275
			2040		6980	0.275

註1：萬公噸CO_2e/年

註2：原交通部臺灣鐵路管理局，於113年1月1日改制為國營臺灣鐵路股份有限公司。

資料來源：本計畫整理。

A. 郵政及交通事業辦理節能管理措施

(A) 辦理單位:高速公路局、國營臺灣鐵路股份有限公司、台灣高鐵公司、中華郵政公司、港務公司、民航局、航港局、桃園國際機場股份有限公司、公路局、臺北捷運公司、新北捷運公司、桃園捷運公司、臺中捷運公司、高雄捷運公司。

(B) 節能措施：郵政及交通事業辦理節能管理措施(配合政府單位用電效率改善及全面節能減碳措施，推動空調及照明系統最佳化控制、汰換燈具、提升電扶梯及電力系統等設備能源效率、航空站推動橋氣橋電等措施)。

(C) 預期減碳效果:2026年至2030年預期減碳效果為9.105萬公噸CO_2e；2031年至2040年預期減碳效果為17.656萬公噸CO_2e。

B. 觀光旅館節能減碳宣導

(A) 辦理單位：觀光署。

(B) 節能減碳措施：觀光旅館節能減碳宣導(輔導觀光旅館申請環保標章、持續輔導觀光旅館導入LED或高效能燈具)。

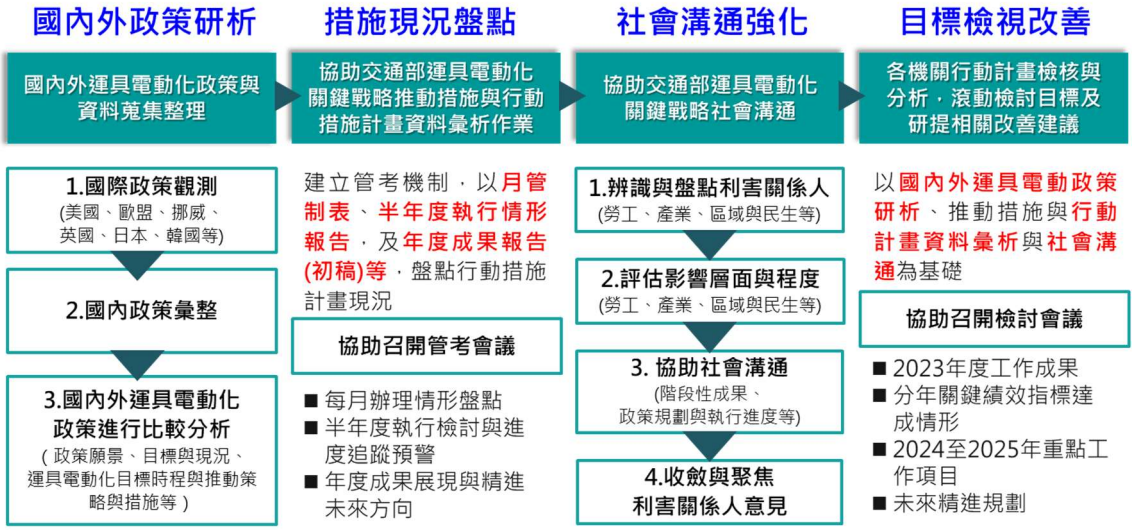
(C) 預期減碳效果:2026年至2030年預期減碳效果為1.515萬公噸CO_2e；2031年至2040年預期減碳效果為2.750萬公噸CO_2e。

8.3 關鍵戰略 7 執行情形與研析

8.3.1 執行方法

2050 淨零轉型 12 項關鍵戰略之戰略 7「運具電動化及無碳化」由交通部主責規劃與推動，期盼藉由「提高電動運具數量」、「完善使用環境配套」、「產業技術升級轉型」三大策略目標，實現 2030 年市區公車及公務車全面電動化；2040 年電動小客車及機車市售比達 100%，進一步促成我國 2050 淨零排放。

爰此，本計畫彙整蒐集國內外運具電動化政策、方案及計畫之資料，協助相關政策與推動機制研析，另一方面藉由各機關行動計畫檢核與分析，追蹤計畫辦理情形。此外，推動運具電動化過程中，將影響社會多元利害關係人權利與義務，本計畫辦理社會溝通會議，廣納利害關係人意見，以及創造公民參與機會，以完善整體規劃內容，並在年末辦理年度管考會議，盤點行動計畫 2023 年度工作成果、目標達成情形與未來精進規劃，聚焦與收斂社會溝通意見，據以研提年度管考建議，精進運具電動化及無碳化未來推動方向，共同朝向淨零轉型與運具電動化目標邁進，本工項之執行流程如圖 8.3-1。



資料來源：本計畫繪製。

圖 8.3-1 交通部「運具電動化及無碳化」相關資料蒐研及辦理相關業務工作項目與流程

8.3.2 執行成果

(1) 行動措施計畫管考機制

本計畫為協助交通部公共運輸及監理司與路政及道安司定期掌握各行動措施計畫辦理情形，並配合交通部、行政院國家永續發展委員會氣候變遷與淨零轉型專案小組等部會執行淨零轉型績效管考工作，已建立管考機制如圖8.3-2。

資料來源：本計畫繪製。

圖 8.3-2 關鍵戰略 7 之管考機制

A. 月管制表：本計畫每月26日前通知行動措施計畫各權責部會於次月6日前填復當月管制表，其中內容應包含其執行各行動措施計畫之：(A)表1：分年工作及關鍵績效指標；(B)表2：各行動計畫今(2023)年預定各項工作項目及時程；(C)表3：各行動計畫辦理情形；本計畫於彙整後提交至交通部公共運輸及監理司與路政及道安司。

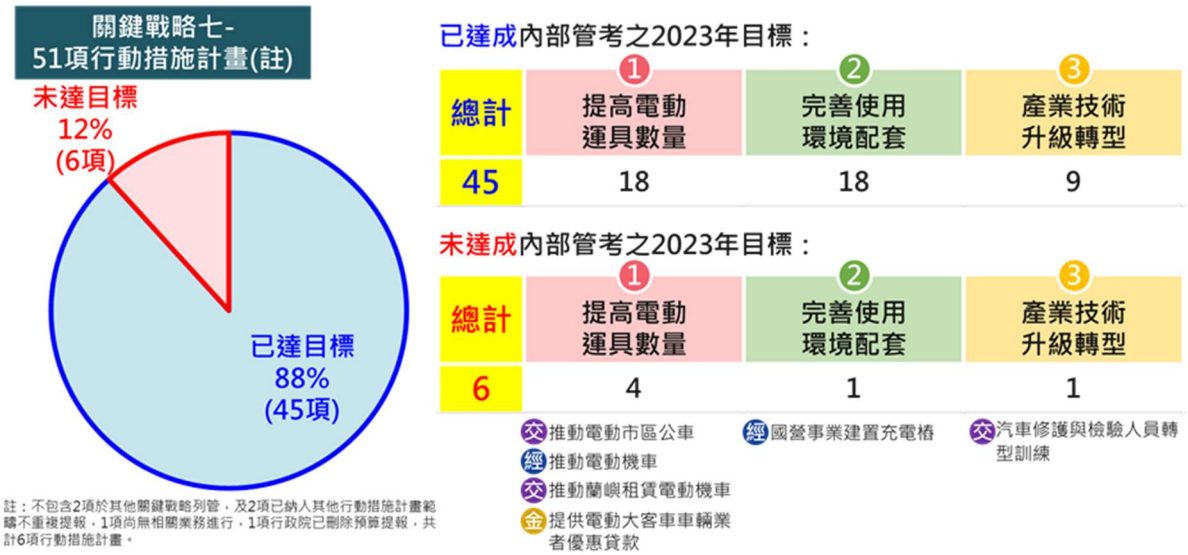
B. 半年度執行情形報告：本計畫配合行政院國家永續發展委員會氣候變遷與淨零轉型專案小組管考，著重執行檢討，做為達成進度預警，協助交通部公共運輸及監理司與路政及道安司彙整各行動措施計畫半年度執行情形，其中內容包含：(A)行動措施計畫概述(計畫概述、預算規劃、

查核點達成情形)；(B)年度主要工作項目及辦理情形；(C)預估年度目標達成情形與階段性亮點成果；(D)落後原因及因應對策；(E)社會溝通辦理情形；(F)檢討與建議，並協助於每年7至9月提交至淨零專案小組。另外，本計畫亦配合行政院112年1月31日院臺綠能字第1110033161號函核定「淨零排放路徑112-115綱要計畫」，其中與關鍵戰略7相關計畫者，併同提供半年度執行情形報告。

C. 年度成果報告：本計畫配合行政院國家永續發展委員會氣候變遷與淨零轉型專案小組管考，著重成果之展現，對外公布，協助交通部公共運輸及監理司與路政及道安司彙整各行動措施計畫年度成果，其中內容包含：(A)年度工作成果；(B)目標達成情形；(C)年度亮點成果；(D)未來精進規劃(含下年度之次目標或重要里程碑規劃)，並協助於今(112)年12月完成研擬初稿，提供交通部公共運輸及監理司於隔(113)年2至5月提交至淨零專案小組。另本計畫亦配合行政院112年1月31日院臺綠能字第1110033161號函核定「淨零排放路徑112-115綱要計畫」，其中與關鍵戰略7相關計畫者，併同提供年度成果報告。

(2) 行動措施計畫辦理情形概要

關鍵戰略7「運具電動化及無碳化」共有57項行動措施計畫，其中2項(第18與51項)係於其他關鍵戰略推動、2項(第56與57項)併同於其他行動措施計畫填報、2項屬法規調適並已於112年完成調適與公告、1項依行政院核定及交通部同意暫時解除列管，故本計畫實際管考關鍵戰略七「運具電動化及無碳化」計51項行動措施計畫。截至2023年12月，51項行動措施計畫中已達成內部管考之2023年目標計有45項計畫(目標1計18項、目標2計18項、目標3計9項)，約88%、其餘6項計畫未達成內部管考之2023年目標(如圖8.3-3)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 8.3-3 關鍵戰略 7 之 57 項行動措施計畫辦理情形

A. 目標1「提高電動運具數量」

本目標以提高電動運具數量為主，希冀透過補助換購電動運具，帶動電動車及相關產業市場需求，進而提升電動運具數量與市售比，另外配合車輛相關管理法規與機制調適，支持電動車發展相關配套措施，此外亦透過稅費優惠與貸款協助等，降低使用者汰換電動運具門檻。

依據運具電動化之目標，電動市區公車之普及率應於2030年達到100%、電動小客車及電動機車之市售比應於2040年達到100%，經彙整交通部公路局提供之電動市區公車、電動小客車、電動機車數量統計數據，2023年截至12月，電動小客車市售比已超前達標，較2023年之目標市售比3.3%高於2.63%，而電動市區公車普及率也已達2023年目標之67.9%。其相關數據資料詳見圖8.3-4。

車種	類別		現況		電動運具成長目標				
				2023年1至12月	2023	2025	2030	2035	2040
電動市區公車	普及率		●	16.76%	21%	35%	100%	-	-
	總車數			1,802	2,300	4,600	11,700	-	-
電動小客車	市售比		●	5.93%	3.3%	10%	30%	60%	100%
	普及率			0.80%	0.6%	1.4%	7.3%	20.3%	43.2%
	新車	新車數		24,706	12,540	38,000	114,000	228,000	380,000
		與月目標相差		+10,968	-	-	-	-	-
	總車數	總車數		58,646	40,565	101,365	519,365	1,431,365	3,027,365
		國產車數		1,006	-	-	-	-	-
		進口車數		57,640	-	-	-	-	-
		國產車佔比		1.72%	-	-	-	-	-
電動機車	市售比		●	9.16%	15%	20%	35%	70%	100%
	普及率			4.84%	5.6%	7.9%	16.7%	34.7%	63.3%
	新車	新車數		79,765	135,000	180,000	315,000	630,000	900,000
		與月目標相差		-50,825	-	-	-	-	-
	總車數	總車數		703,879	798,438	1,131,438	2,376,138	4,896,138	8,856,138
		國產車數		703,172	-	-	-	-	-
		進口車數		707	-	-	-	-	-
		國產車佔比		99.90%	-	-	-	-	-

資料來源：本計畫繪製。

圖 8.3-4 電動運具成長目標辦理情形

本目標以提高電動運具數量為主，希冀透過補助換購電動運具，帶動電動車及相關產業市場需求，進而提升電動運具數量與市售比，另外配合車輛相關管理法規與機制調適，支持電動車發展相關配套措施，此外亦透過稅費優惠與貸款協助等，降低使用者汰換電動運具門檻。

針對目標1「提高電動運具數量」，係擬定4項推動策略及25項行動措施計畫，由各權責部會主政辦理，截至2023年12月各項推動策略執行情形摘要如下表8.3-1。

表 8.3-1 目標 1「提高電動運具數量」各項推動策略執行情形 (1/2)

推動策略	主辦部會 (協辦部會)	執行情形摘要
1-1 電動運具數量提升及使用示範	交通部、環境、行政院主計總處、經濟部	(1) 超前部署、加速普及電動運具：停止補助市區公車汰換為柴油車， (2) **電動市區公車**：2023 年截至 12 月核定補助數 1,802 輛，普及率為 16.8%，已逾 2022 年達 1,400 輛目標。 (3) **電動小客車**：2023 年截至 12 月市售比 5.93%、累計新增 24,706 輛，已達成 2023 年市售比 3.3%目標；普及率 0.8%(58,646 輛)。 (4) **電動機車**：2023 年 1-12 月市售比 9.2%，達年度目標(15%)六成；普及率 4.84%(703,879 輛)。 (5) **電動郵務機車**：2023 年已完成汰換 500 輛為電動機車，電動機車總數為 3,234 輛，占全郵務機車比 41%。 (6) **外送員使用電動機車增加逾 1%。**

表8.3-1 目標1「提高電動運具數量」各項推動策略執行情形(2/2)

推動策略	主辦部會 (協辦部會)	執行情形摘要
1-2 研訂車輛進口製造規範	交通部、 環境部、 經濟部	(1) **修正車輛型式安全審驗相關管理規定**：刻正參考國外車輛管制措施，訂定分年管制計畫方向，後續將邀車輛業者與相關公協會等利害關係人進行討論。 (2) **修正車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法：**經濟部刻正研議修正「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」，擬參考 2030、2035 與 2040 年電動運具市售比目標，逐步調整降低電動車優惠倍數，並參考車輛型式能效管理及車廠技術開發期程，擬訂 2030 年車輛能效總量標準與管理措施。 (3) **訂定新車溫室氣體效能標準：**環境部刻正盤點國內車輛溫室氣體排放檢測資料，同步研析我國車輛有關污染排放及能效管制措施。
1-3 強化車輛碳排管理規範及機制	交通部、 環境部、	**(1) 建立淘汰老舊燃油車輛為電動車輛之溫室氣體減量獎勵及媒合機制：** A. 於 2023 年 6 月 10 日啟動開發單位購買民眾老舊汽車汰舊換新減量效益媒合作業，由竹科管理局及新竹縣環保局提出減量效益收購計畫。 B. 截至 2023 年 12 月底止，汰換電動機車申請媒合件數 4 萬 4,491 件、申請環境部獎勵金計 5,682 件；汰換購電動汽車(含油電混合車)申請媒合件數 3,475 件、申請環境部獎勵金計 845 件。 C. **完成輔導 1 家運輸業者執行溫室氣體排放量盤查資料：**2022 年排放為 75,639.812 公噸 CO_2e/年，其中範疇一占 59.84%，以車輛用油(柴油)為最大宗，範疇二全部來源皆為業者年度電量使用。
1-4 稅費優惠及貸款協助	財政部、 交通部、 經濟部、 金管會	(1) **交通部、財政部、經濟部持續推動電動車輛免徵貨物稅、使用牌照稅，並減免汽車燃料使用費：**2023 年截至 12 月，電動車輛已減免徵貨物稅 151,446 輛，使用牌照稅 57,622 輛。 (2) **交通部持續協助推動電動車輛停車費優惠計畫**：2023 年截至 12 月，新北市、臺中市、臺南市等 3 縣市已推動電動車停車優惠措施。 (3) **持續協助電動大客車車輛業者獲得優惠貸款**：金管會已將運輸客運業者納入「永續經濟活動認定參考指引」，並已函請各銀行配合辦理。

資料來源：本計畫整理。

B. 目標2「完善使用環境配套」

本目標以完善使用環境配套為主，旨在提供電動車輛使用友善措施及誘因，期望透過提升充電設施數量，並優化充電設施相關規定，以提高充電設施設置之普及性，強化汰換燃油車為電動車之誘因及降低轉換門檻。

我國公共充電樁設置成長目標係以電動小客車總車數成長目標推估，目標初期係參考歐盟建議，電動車數量相對於充電樁數量的車樁比以慢充10:1、快充80:1規劃。後續隨電動車數量增加、私人充電樁增加、充電樁功率提高、車輛續航力提升等因素；2030年車樁比將朝慢充15：1、快充130：1規劃；2040年慢充車樁比不變、快充調整為300：1；實際成長目標後續將視情況滾動調整。

截至2023年12月底止，全國公共充電樁共計8,922槍(慢充6,863槍、快充2,059槍)，以2023年12月電動小客車登記數58,646輛計算，車樁比已達慢充9:1、快充28:1，優於歐盟建議車樁比慢充10:1、快充80:1。針對目標2「完善使用環境配套」，係擬定3項推動策略及19項行動措施計畫，由各權責部會主政辦理，截至2023年12月各項推動策略執行情形摘要如表表8.3-2。

表 8.3-2 目標 2「完善使用環境配套」推動策略執行情形(1/3)

推動策略	主辦部會 (協辦部會)	執行情形摘要
2-1 充電設施數量提升	交通部、環境部、經濟部、國科會	(1) **公共充電設施執行情形：**截至 2023 年 12 月底，公共充電樁數量共 8,922 槍(慢充 6,863 槍/快充 2,059 槍)，以 2023 年 12 月電動小客車登記數 58,646 輛計算，車樁比已達慢充 9:1、快充 28:1，優於歐盟建議車樁比慢充 10:1、快充 80:1。 (2) **交通部補助地方政府及交通部部屬關設置公共充電樁：**交通部透過「公共充電樁設置及區域充電需求評估計畫」編列 9.7 億元，於 2023 年至 2024 年間補助地方政府及交通部所屬機關於交通運輸節點、公共停車場設置公共充電樁。交通部公路局自 2023 年 5 月 10 日起開始受理縣市政府提案申請，截至 2023 年 12 月底已核定 21 縣市政府，總計核定慢充 4,833 槍、快充 425 槍。 (3) **國科會輔導科學園區廠商設置充電樁：**2023 年度，國科會已輔導科學園區新進建廠廠商於自有停車場規劃設置 97 支電動車充電樁設施，占停車格比例約為 2.12%。 (4) **交通部推動電動車經銷維修體系設置充電樁：**截至 2023 年 12 月，統計 18 家電動車經銷業者之維修經銷據點總處數為 548 處，已設置充電樁處數為 399 處，設置比例達 73%。 (5) **經濟部業管單位推動設置公共充電樁：**截至 2023 年 12 月，經濟部所屬單位已於國營事業所轄公共場域、會展中心、商業設施、水利設施景點、產業園區與科技產業園區等業管場域推動設置公共充電樁共 925 槍(慢充 600 槍/快充 325 槍)。 (6) **環境部補助地方政府新增擴充電動車公共能源補充設施場域：**環境部透過「友善電動車環境–新增或擴充電動車公共能源補充設施場域計畫」，於 2023 年至 2024 年間編列 5.19 億元，補助地方政府於公有場域，辦理場域電力改善並導入電動車公共能源補充設施。環境部已核定 2024 年度補助新北市、桃園市、嘉義縣、嘉義市、臺南市、高雄市、臺東縣及金門縣政府等 8 縣市辦理公有場域新增或擴充電動車公共能源補充設施示範計畫，規劃近 500 處公有場域進行電力改善及導入電動車公共能源補充設施。

表8.3-2 目標2「完善使用環境配套」推動策略執行情形(2/3)

推動策略	主辦部會 (協辦部會)	執行情形摘要
2-2 研訂充電設施規範	內政部、交通部、經濟部	(1) **修訂公寓大廈管理條例設置充電設施規定**：內政部已完成擬具公寓大廈管理條例部分條文修正草案，協助電動車輛充電系統於既有公寓大廈內設置；行政院 2023 年 5 月 8 日已召開公寓大廈管理條例部分條文修正草案審查會議，後續將送行政院院會討論。 (2) **推動充電樁設施列為綠建築標章評估項目**：內政部已於 2022 年 12 月 12 日發布之 2023 年版「綠建築評估手冊－基本型」,將充電樁設施納入評估項目，並自 2023 年 7 月 1 日起實施。 (3) **推動充電樁設置資料標準訂定及開放共享**：交通部已於 2023 年 4 月 14 日頒布「電動車充電站(樁)資料標準」,並已完成資料驗證工具及資料自動化介接 API 服務開發；另於 2023 年 9 月 13 日發布電動汽車充電專用停車位及其充電設施設置管理辦法，辦法內容包含要求停車場經營業應將充電設施資訊傳送或介接至交通部運輸資料流通服務平臺(TDX)。 (4) **修訂用戶用電設備裝置規則之電動車輛充電系統專章**：經濟部已完成該部先行審查及各界意見檢討修正結論，更新草案條文規定及理由說明，提報辦理公告法制作業。 (5) **推動完善電動車充電設備標準、檢測、驗證環境**：截至 2023 年 12 月底，經濟部已制修訂電動車充電設備相關國家標準 12 種(含電動車電能儲存及電動車對電網之通訊界面等),並已核發充電設備 30 張自願性產品驗證證書(Voluntary Product Certification, VPC)及充電槍頭纜線 19 張 VPC 證書。

表8.3-2 目標2「完善使用環境配套」推動策略執行情形(3/3)

推動策略	主辦部會 (協辦部會)	執行情形摘要
2-3 建立用電配套	經濟部	(1) **訂定電動車專用電價方案**:台電公司 2022 年 5 月 30 日公告「電動車充換電設施時間電價」,透過「低基本電費」、「高尖離峰價差」、「離峰時間長」之電動車專用電價設計,以協助充電設施設置及鼓勵電動車離峰充電;截至 2023 年 12 月底止,已有 459 戶選用;後續將隨智慧充電及充電管理技術發展,滾動調整最適電動車充電電價。 (2) **建立配電申請單一窗口作業機制**:台電公司各區營業處受理申辦案件均以單一窗口方式提供服務,且已另成立電動車用電業務諮詢窗口,提供用戶諮詢服務,截至 2023 年 12 月底止,已受理 3,929 件設置電動車充電設備之用電申請案;後續將持續精進用電申請受理程序及提升用戶服務品質。

資料來源:本計畫整理。

C. 目標3 「產業技術升級轉型」

本目標以產業技術升級轉型為主,旨在除相關法規、稅費配套優化調適之外,藉由推動運具相關產業技術,以及推動技術人員之知識學能升級轉型,發展國內在地電動運具生產、製造與維修量能,以及培植開創新興技術領域。

針對目標3「產業技術升級轉型」,係擬定3項推動策略及13項行動措施計畫,由各權責部會主政辦理,截至2023年底各項推動策略執行情形摘要如表8.3-3。

表 8.3-3 目標 3「產業技術升級轉型」推動策略執行情形(1/2)

推動策略	主辦部會 (協辦部會)	執行情形摘要
3-1 關鍵技術研發與產業技術升級	經濟部、環境部 (交通部)	(1) **推動智慧電動巴士 DMIT (臺灣設計製造)計畫**：提供電巴整車及零組件廠商申請政府補助諮詢 23 案(整車 7 案及關鍵零組件 16 案)，並成功促成 8 家廠商提送政府補助計畫申請；另透過經濟部產創平台計畫資源挹注，推動電動巴士整車及零組件四大關鍵系統開發 5 案(整車 1 案、電能系統 1 案、智慧化系統 1 案及車控系統 2 案)。 (2) **智慧電動車輛整車自主生產能量補助**：成功推動 2 家車廠(鴻○、中○)在臺投入電動車生產開發，以及推動 9 家關鍵零組件廠商投入研發智慧電動車車輛電子相關與動力系統產品，並完成 14 案產品競爭力提升輔導計畫，成功協助業者切入國內外市場或車廠供應鏈體系。
3-2 保養維修技術人員轉型	交通部、勞動部、經濟部	(1) **推動電動大客車保養維修技術人力轉型計畫**：完成電動大客車保養維修培訓教材 1 本及 6 小時教材內容說明，以及電動車培訓實習設備購置 1 套及 12 小時設備操作教育訓練;同時業已完成購置電動大客車培訓班實習車輛、三電核心示教設備及充電樁各 1 套，並於 2024 年 9 月辦理驗收。 (2) **推動汽車修護技工、汽車檢驗員專業技術轉型訓練計畫**：完成研擬細部計畫，並經行政院於 2023 年 6 月 13 日核定；另已完成教材委外編撰上網公告招標。 (3) **辦理電動車產業人才投資方案訓練**：勞動部結合民間訓練單位及大專校院共 5 家，辦理 10 班訓練課程，並針對每家訓練單位依計畫完成訪視，共計協助 145 人在職勞工提升電車車輛維修職能。

表8.3-3 目標3「產業技術升級轉型」推動策略執行情形(2/2)

推動策略	主辦部會 (協辦部會)	執行情形摘要
		(4) **辦理機車行轉型跨界交流活動 1 場次**：經濟部2023 年 6 月 25 日完成辦理機車行轉型交流活動「人才跨界分享會-智慧嘉動力 機車我驕傲」共30 人參與，透過產業、學術及跨界交流人才培育與轉型經驗，突破機車產業既有轉型思維。 (5) 因應電動化轉型趨勢，促成傳統機車行參與機車行升級轉型輔導，轉型為油電並行之機車行轉型案例 **1 案**。
3-3 國營事業轉型	經濟部	已納入推動策略 2-3 建立用電配套，不重複提報。

資料來源：本計畫整理。

(3) 協助交通部運具電動化關鍵戰略社會溝通

本計畫為強化社會溝通與公民參與對話，針對關鍵戰略受影響對象與範疇，進行利害關係人之辨識與盤點，如勞工、產業、區域以及民生等面向，本計畫已於2023年11月28日協助辦理社會溝通會議1場次，邀集利害關係人，包含政府單位(中央政府/地方政府)、學界、研究單位、公私協會、公民團體等共計97個單位，另額外對外開放大眾與會，現場出席人員共計150位。會中針對「運具電動化及無碳化」推動現況及成果報告，並邀集4項行動計畫說明推動現況，包含「推動市區公車2030年全面電動化計畫」、「完善使用環境配套」推動策略與措施、「電動物流車補助計畫」、「持續推動機車行轉型計畫」。

此外，為加速關鍵戰略7「運具電動化及無碳化」推動，於2023年11月28日(二)在集思交通部國際會議中心3F國際會議廳召開「電動時代・淨零未來」行動論壇，邀請產業界、學界、研究單位之專家共同研商運具電動化及無碳化前瞻未來與展望，並藉由現場綜合討論，提供利害關係人了解目前政策規劃與推動現況，廣納其意見以做為後續各機關行動措施計畫檢核與分析之參酌，同時兼顧策略推動過程之公正轉型，不遺落公民參與政策形成的機會，共同邁向淨零轉型與運具電動化及無

碳化的目標，並降低運具電動化政策推動過程中對利害關係人所造成衝擊，會議議程詳如表8.3-4，活動相片如圖8.3-5。

表 8.3-4 「電動時代・淨零未來」行動論壇會議議程

時間	議程/主題	貴賓、主講人名單
13:30-14:00 (30 分鐘)	與會來賓報到	
14:00-14:10 (10 分鐘)	**開場致詞**	■ 行政院林子倫發言人 ■ 交通部陳彥伯政務次長
14:10-14:20 (10 分鐘)	**大合照**	
14:20-14:35 (15 分鐘)	**【專題報告】** 關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」推動現況及成果報告	交通部公共運輸及監理司 林福山司長
14:35-15:15 (40 分鐘)	**【行動計畫報告】** ■ 關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」-「推動市區公車 2030 年全面電動化計畫」 ■ 關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」-「完善使用環境配套」推動策略與措施 ■ 關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」-「電動物流車補助計畫」 ■ 關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」-「持續推動機車行轉型計畫」	■ 交通部公共運輸及監理司 趙晉緯專門委員 ■ 交通部路政及道安司 蔡書彬副司長 ■ 經濟部產業發展署 童建強簡任技正 ■ 經濟部產業發展署 童建強簡任技正
15:15-15:55 (40 分鐘)	**【座談交流】** **運具電動化及無碳化前瞻未來與展望** ■ 加速運具電動化之政策推動方向與發展 ■ 社區內建置充電樁之措施及方向 ■ 加速提升關鍵技術國產化能量及完善我國電動車產業人才發展之策略	**【主持人】** 交通部陳彥伯政務次長 **【與談人】** ■ 交通部公路局張舜清副局長 ■ 交通部高速公路局彭煥儒副局長 ■ 經濟部產業發展署童建強簡任技正 ■ 內政部國土管理署徐燕興副署長 ■ 內政部消防署鄭志強組長 ■ 台灣區車輛工業同業公會吳智魁副秘書長 ■ 國立陽明交通大學馮正民榮譽教授 ■ 財團法人工業技術研究院車輛電動化推動辦公室張念慈主任
15:55-16:30 (35 分鐘)	**綜合討論/開放現場與會者提問**	

112/11/28(二)「電動時代·淨零未來」行動論壇全體大合照

陳彥伯政務次長開場致詞

林子倫發言人給予勉勵與期許

林福山司長報告運具電動化成果

座談交流討論前瞻與未來方向

資料來源：本計畫整理。

圖 8.3-5 「電動時代·淨零未來」行動論壇活動照片集錦

依據我國運具電動化政策目標，會議交流結論歸納為三大重點。

A. 加速運具電動化之政策推動方向與發展

- 誘因機制(如降低購車成本、維修便利性、綠色金融貸款等)
- 充電環境完備(資訊共享、充電樁規格等)
- 產業技術創新(電動車續航能力等)

B. 社區內建置充電樁之措施及方向

- 既有公寓大廈設置充電樁配延伸議題(公共安全、住戶權利義務)
- 公寓大廈管理條例法規調和
- 停車場與建築之公共安全

C. 加速提升關鍵技術國產化能量及完善我國電動車產業人才發展之策略

- 訓練培養維修技術人力
- 車廠維修體系佈點
- 維修能量提升

(4) 各權責部會行動計畫檢核與分析，滾動檢討目標及研提相關改善建議

本計畫以國內外運具電動政策研析、推動措施與行動計畫資料彙析，以及社會溝通多元利害關係人意見為基礎，研擬管考建議，並已配合交通部需求協助交通部完成於2024年2月23日辦理1場次年度檢討會議，旨在盤點各項行動計畫2023年度工作成果、目標達成情形與未來精進規劃，同時納入11月28日社會溝通-「『電動時代·淨零未來』行動論壇」蒐集之意見，據以研提年度管考建議，精進運具電動化及無碳化未來推動方向，並強化跨部會與跨計畫管考工作及溝通整合。議程如表8.3-5。

表 8.3-5 關鍵戰略 7 年度管考會議議程

時間	議程
13:30-14:00	報到
14:00-14:05	主席致詞
14:05-14:20	**報告事項：112 年目標達成情形與具體精進作為** 1. 運具電動化及無碳化辦理情形 2. 運具電動化與公共充電樁目標達成情形 3. 行動措施計畫 112 年成果辦理情形(含燈號顯示概況)與管考建議
14:20-16:25	**討論事項：** 1. 重點項目推動規劃與各部會配合事項 2. 行動措施計畫之具體精進作為及各部會配合推動重點項目事項
16:25-16:30	主席總結
16:30	散會

資料來源：本計畫整理。

管考會議重要結論依議題列述如下：

A. 議題1：公務車電動化汰換規劃

- 2030年正副首長專用車全面電動車以及2035年公務小客車全面電動化之推動目標擴及地方政府，將各直轄市、縣(市)政府暨所屬一級機關納入標的單位。
- 本計畫預計協助交通部與主計總處修正公務車電動化推動計畫(草案)，並儘速簽報部長核可送行政院核示後，依程序函請地方政府配合中央政策推動公務車電動化。
- 為加速與簡化政府單位汰換為電動公務車作業，後續將由交通部會同經濟部擬具「電動公務車輛」共同供應契約委託書，交由臺灣銀行辦理。

B. 議題2：電動運具市售比輔導及管制措施

- 請交通部公共運輸及監理司邀集經濟部、環境部所屬法人智庫單位，共同就經濟部「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」、環境部「新車溫室氣體效能標準」以及交通部「車輛型式安全審驗相關管理規定」等管制措施召開工作會議研議訂定各分年目標時程。

- 本項議題併將推廣共享運具納入輔導評估：①請本部公路局與地方政府共同研議評估共享汽車(如iRent、格上Go Smart)可如何協助推動運具電動化；②請經濟部會同本部與地方政府召開研商會議，共同研議評估共享機車(如iRent、威摩WeMo及GoShare)如何擴大規模系統、服務範圍。

C. 議題3：充電樁布建規劃

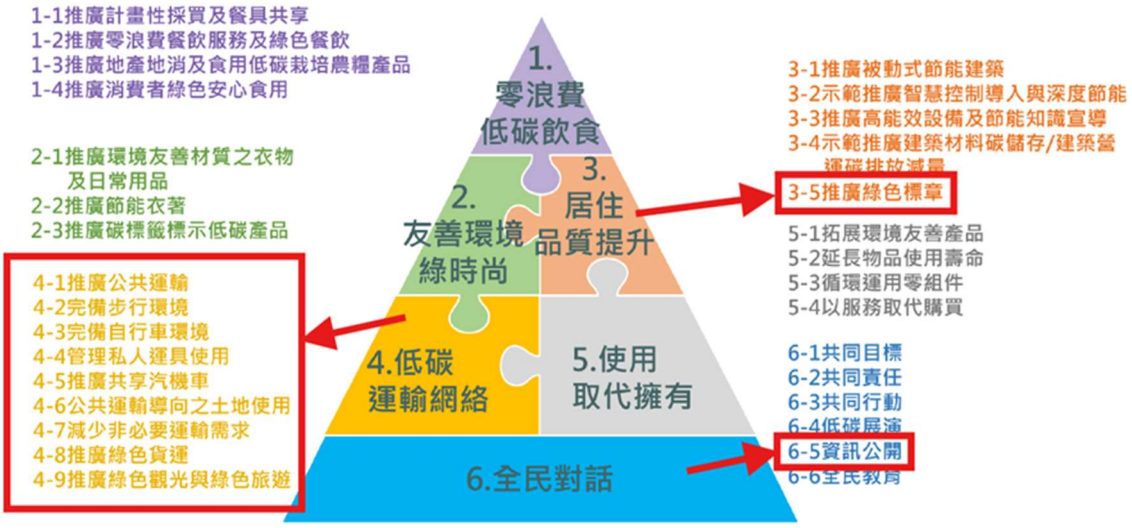
- 為加速公共充電樁布建與能源補充設施資訊整合、開放與共享：①交通部公路局之「推動交通運輸節點設置公共充電樁」行動計畫，由於今年度須將預算使用完畢，請公路局加速提報交通部補助修正計畫，並與停車場商業同業公會及台灣電力公司密切合作，並2個月召開一次管考會議，以通盤了解整體計畫進度；②交通部科技及資訊司之「充電樁設置資料標準訂定及開放共享」行動計畫，精進作為內容請提供主辦單位修正，並於2024年8月份前完成相關內容。

經濟部國營事業管理司「推動國營事業所轄場域設置公共充電樁」行動計畫，台糖公司落後於2023年目標18槍部分，請於2024年底前完成建置。

8.4 關鍵戰略 10 執行情形與研析

關鍵戰略10之主辦機關為環境部，其餘參與機關包括經濟部、農業部、內政部、交通部、教育部、衛生福利部及地方政府。

112年4月核定之「淨零轉型『淨零綠生活』關鍵戰略行動計畫」中，淨零綠生活主要為六大面向、31項具體措施(如圖8.4-1)，交通部主要負責面向4之低碳運輸網路、面向3中的3-5綠色環保標章及面向6中的6-5資訊公開等項目。



資料來源：行政院「淨零轉型『淨零綠生活』關鍵戰略行動計畫」核定本(112 年 4 月 21 日)，本計畫編製。

圖 8.4-1 關鍵戰略 10–交通部所責之推動面向及具體措施

1. 工作流程說明

配合行政院核定版本，本計畫每半年彙整與提交半年度及年度淨零綠生活關鍵戰略執行報告。配合交通部關注之重點項目，每月填報各月考資料填覆作業，若有會議論需求，則協助籌備對外之淨零綠生活關鍵戰略執行報告會議及每月例行管考重點項目之管考會議。靜態式管考工作以書面及文件為主，主要協助事項說明如下。

(1) 月管制表

本計畫每月第4週時通知各部會於次月2日前填復當月管制表，其中內容應包含其執行各行動措施計畫之：(A)表1：2022至2030年間分年工作及關鍵績效指標；(B)表2：今(2023)年預定

各項工作項目及時程(以甘特圖形式)；(C)表3：各行動計畫每月辦理情形。管制表於本(112)年度7月份進行改版，由6月份11項擴增為25項，與半年工作成果報告項目一致。

(2) 半年度工作成果報告

本計畫配合環境部氣候變遷署管考作業，著重執行檢討，做為達成進度預警，協助彙整各行動措施計畫半年度執行情形，其中內容包含：(A)行動措施計畫概述(計畫概述、預算規劃、查核點達成情形)；(B)年度主要工作項目及辦理情形；(C)預估年度目標達成情形與階段性亮點成果；(D)落後原因及因應對策；(E)社會溝通辦理情形；(F)檢討與建議，並協助於每年7-9月提交至淨零專案小組。另外，本計畫亦配合行政院112年1月31日院臺綠能字第1110033161號函核定「淨零排放路徑112-115綱要計畫」，其中與關鍵戰略10相關計畫者，併同提供半年度執行情形報告。

(3) 年度成果報告

本計畫配合環境部氣候變遷署管考，協助彙整各行動措施計畫年度成果，其中內容包含：(A)年度工作成果；(B)目標達成情形；(C)年度亮點成果；(D)未來精進規劃(含下年度之次目標或重要里程碑規劃)，並協助於今(112)年12月完成研擬初稿，於隔(113)年2-5月提交至淨零專案小組。另外，本計畫亦配合行政院112年1月31日院臺綠能字第1110033161號函核定「淨零排放路徑112-115綱要計畫」，其中與關鍵戰略7相關計畫者，併同提供年度成果報告。

針對管考填覆資料，本計畫協助交通部及運輸研究所對措施說明、預期目標、經費、執行成果等項目進行校閱檢核，並同時考量評估個填報計畫效益之合理性，包括：檢視減量效益計算方式、引用數據正確性，後續於成果說明(簡報形式)包括未達標與亮點成果說明、未達標及亮點成果圖卡欄位、各計畫達成率燈號標註，將年

度未達標及成果亮點均揭露展現；此外，依據執行成果調查表回報資料品質，檢視其填報完整性、預期目標一致性、執行成果合理性，若有不合理或不明確之處，將商請執行單位進行改善。動態式管考工作以會議討論形式為主，主要協助事項說明如下。

(1) 列管25項之不定期會議

針對交通部內部對關鍵戰略10之25項重要關注措施，協助提供會議前一月份及各月份之列管情形簡報，並對列管25項行動措施以燈號方式標示其執行情況。

(2) 配合環境部氣候變遷署管考作業

依據關鍵戰略10半年工作成果報告及/或年度工作成果報告提供簡報及相關進度說明，並蒐集歸納檢討建議以供下一年度修正參考。

2.辦理情形說明

關鍵戰略10「淨零綠生活-低碳網絡」面向之行動措施計畫辦理情形截至112年底，已完成2023年目標者計有23項計畫，分別為具實質減碳成效的6項計畫占24%，以及屬能力建構性質的17項計畫占68%，共占92%；未達成年度目標之行動措施計畫計有2項，占8%，整體統計資料詳圖8.4-2。

符號說明
★：計畫已達標，內容具實質減碳成效。
■：計畫已達標，內容屬能力建構性質。
★：計畫未達標，內容具實質減碳成效。
■：計畫未達標，內容屬能力建構性質。

9項推動措施	112年行動計畫執行概況
推廣公共運輸(4)	★：公路、高鐵 ■：國道 ★：臺鐵
完備步行環境(3)	■：修訂人行道規範、地方政府設置人行空間、省道設置人行道
完備自行車環境(5)	★：優化自行車環島路網 ■：無障礙自行車、補助縣市自行車、校園行車安全、最後一哩路
管理私人運具使用(4)	■：停車管理、低碳交通區、園區減少私人運具、高排碳驗車
推廣共享汽機車(3)	■：共享汽機車、共享結合票證整合、共享自治條例
公共運輸導向之土地使用(1)	■：TOD
減少非必要運輸需求(1)	■：線運輸誘因機制
推廣綠色貨運(1)	■：綠色貨運
推廣綠色觀光與綠色旅遊(3)	★：台灣好行、綠色旅遊、環島自行車

資料來源：本計畫繪製。

圖 8.4-2 關鍵戰略 10 行動措施計畫辦理情形

統計截至112年底，關鍵戰略10重點成果包含(1)公路、高鐵運量達成2023年目標值；(2)觀光方面如台灣好行、優化兩鐵車站與自行車友善設施、完成競爭型串聯路線已達成年度目標值，另外我國有6個國家風景區於本(112)年度獲得全球綠色目的地認證；而在促進綠運輸生活及管理私人運具方面，(3)已完成22縣市均實施路邊停車收費、3縣市刻正推動共享運具交通服務，(4)運研所主責之低碳交通區與綠運輸生活型態推廣機制也均已初步完成機制、評估指標等研擬工作，並辦理1場綠運輸生活型態體驗推廣活動，詳見圖8.4-3。

資料來源：本計畫繪製。

圖 8.4-3 關鍵戰略 10 之 112 年度重點推動成果

本計畫亦協助彙整關鍵戰略10之關鍵績效指標，包含公路公共運輸、捷運、高鐵、鐵路等運量，如表8.4-1所示。

表 8.4-1 關鍵戰略 10 之關鍵績效指標成果

面向	關鍵績效指標	現況說明		衡量標準及目標值	
		運輸系統	2023 年統計 (人次)	2025 年目標 (人次)	2030 年目標 (人次)
行	公路公共運輸載客運輸總量	公路公共運輸運量	9 億 5,961 萬	12.74 億	13.05 億
		高鐵運量	7,309 萬	6,659 萬	7,000 萬
		捷運運量	8 億 4,095 萬	8.9 億	9.5 億
		臺鐵運量	2 億 1,931 萬	2.40 億	2.44 億
合計			20 億 9,296 萬	24 億 7,059 萬	20 億 9,373 萬

資料來源：交通部統計資料查詢網。

3. 提出執行改善建議

行政院公布之「淨零轉型『淨零綠生活』關鍵戰略行動計畫」(核定本)已對關鍵戰略10初步點出推動之問題及挑戰。首先是跨部會整合機制須建立，因為政策及措施推動皆與民眾生活和行為息息相關，生活轉型並非單一部會或機關可促成，結合各部會、地方政府與民間單位之量能實屬必須，因此未來將檢核在各工作項目之溝通填報上是否符合主管機關環境部及部內考核之標準。

其次，需以生活轉型帶動產業轉型，參考國外之規劃經驗，利用市場工具使用各類經濟誘因鼓勵及替代、汰除措施，以形成新的商業模式進而有效影響民眾行為改變的決定。如：於淨零排放情景中，約有三分之二的行為改變係來自以下措施，如：針對污染排放嚴重車輛額外收費、針對低排放或電動汽車優先設置停車位等；亦結合消費面的車輛購買選項及車輛市場之產業供應轉型，才可維持經濟發展、提升民眾生活水準、兼顧擴大產業量能與能源服務，同時達成不增加排放之目標。

112年度為首年推行關鍵戰略的年份，各部門就所負責之關鍵戰略與其業務的相互關聯性可能不熟悉，而管考的內容於112年3月份推動後，再4月份、7月份又有列管計畫之變動。就本計畫協助之

管考業務，歸納下列數項責陳部門的困難，如(1)於目標訂定時通常訂定易達成之目標，也使數項行動措施計畫，於112年6月份以後便無具體推動方向，甚為可惜；(2)訂定之目標與淨零概念不甚相符，因此於推動數月後，難以評估減碳、淨零、永續效益；(3)納入之行動措施計畫並未確認經費來源，以致幾項行動措施計畫於年中後無法推動。

針對上述管考經驗，計畫建議(1)盤點於112年6月份即達成之行動措施計畫，業請相關負責部門滾動修正113年度達成目標；(2)112年度無法評估減碳、淨零、永續效益之行動措施計畫，須評估是否仍需要於113年度持續監管或解除列管，或建議相關負責部門修正其行動措施計畫內容，以符合減碳、淨零、永續效益；(3)針對無明確經費來源之行動措施計畫，需要評估113年度是否持續監管，或商請負責之部門修正其行動措施計畫里程碑內容。

8.5 小結

1. 112 年度關鍵戰略 5、7、10 執行成果綜整

以下以表 8.5-1 綜合整理關鍵戰略 5、7、10 之 112 年度辦理成果。

表 8.5-1 112 年關鍵戰略 5、7、10 辦理成果

關鍵戰略	推動目標	是否達成	說明
5	商業場域節能輔導需求	已達成	1.完成盤點 112 年交通部場站節能措施 2.完成調查 2026-2040 年預期節能效益及預期減碳效果
7	提高電動運具數量	部分達成	22 項計畫中，已達成 18 項計畫、未達成 4 項計畫
	完善使用環境配套	部分達成	19 項計畫中，已達成 18 項計畫、未達成 1 項計畫
	產業技術升級轉型	已達成	10 項計畫中，已達成 9 項計畫、未達成 1 項計畫
10	推廣公共運輸	部分達成	4 項計畫中，已達成 3 項計畫、未達成 1 項計畫
	完備步行環境	已達成	已達成 3 項計畫
	完備自行車環境	已達成	已達成 5 項計畫
	管理私人運具使用	已達成	已達成 4 項計畫
	推廣共享汽機車	已達成	已達成 3 項計畫
	公共運輸導向之土地使用	已達成	已達成 1 項計畫
	減少非必要運輸需求	已達成	已達成 1 項計畫
	推廣綠色貨運	未達成	1 項計畫中，已達成 0 項計畫、未達成 1 項計畫
	推廣綠色觀光與綠色旅遊	已達成	已達成 3 項計畫

資料來源：本計畫整理。

2. 關鍵戰略 5 之辦理情形與未來精進建議

本計畫盤點關鍵戰略 5「節能」之交通部相關行動措施計畫，辦理情形，包含觀光、郵政及交通事業辦理節能管理措施。在郵政及交通事業管理措施方面，主要包括配合政府單位用電效率改善及全面節能減碳措施，推動空調及照明系統最佳化控制、汰換燈具、提升電扶梯及電力系統等設備能源效率、航空站推動橋氣橋電等措施；在觀光事業的管理措施方面，主要包括觀光旅館節能減碳宣導(輔導觀光旅館申請環保標章、持續輔導觀光旅館導入 LED 或高效能燈具)。

關鍵戰略 5「節能」之交通部相關行動措施計畫截至 112 年底

柴油年度新增節油量 11,047 公秉(2023 年目標 3,585 公秉)，節電量則因旅宿業處於疫後復甦期間，故 112 年用電量相較 111 年增加。未來精進建議說明如下。

(1) 郵政及交通事業

配合關鍵戰略 5、商業部門跨部會第三期階段管制目標填報內容，新增節能措施填報「綠電」辦理情形，以提升減碳效益，填報注意事項，如有設置再生能源設備者，可填報做為節能減碳措施。但若產生之綠電係賣回台電，則對該單位未產生減碳效果。惟產生之綠電係自發自用者，則因透過自發自用提高綠電比例，降低購買台電之電力用量，而有減碳之效果。

(2) 觀光旅館

依據觀光署於關鍵戰略 5 所涉及之節能對象為「旅館」，因此建議可參考國際先進國家推動旅館淨零政策與措施，分階段制定淨零排放目標與措施，以新加坡為例，與新加坡觀光署共同公布旅館永續發展路徑圖，該路徑圖目標包含 2025 年 60%旅館具有國際永續認證等(如全球永續旅遊委員會(Global Sustainable Tourism Council)發放標章或證書)；自 2023 年起推動旅館碳排放追蹤機制，2030 年減少排放至 2050 年實現全面淨零排放。

3. 關鍵戰略 7 之辦理情形與未來精進建議

本計畫盤點關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」57 項行動措施計畫辦理情形重點摘要說明如下。

(1) 協助研擬氫能燃料電池大客車計畫：研析國際氫能燃料電池大客車趨勢，協助補助計畫內容之研擬(如團隊組成、法規配套、審查機制等)。

(2) 辦理公務車現況盤點：盤點各機關之公務車盤點現況，提供交通部與行政院主計總處，做為未來公務車電動化推動建議。

(3) 研擬蘭嶼計畫推動構想：研析蘭嶼電動機車發展現況，以當地

租賃業者與民眾之需求為基礎，提出電動機車補助機制，鼓勵租賃業者汰換燃油車。

(4) 辦理電動運具與充電樁進度管考：本計畫協助交通部規劃電動運具與充電樁進度管考作業並按月更新，針對各項重點量化目標制定燈號管制(紅燈、黃燈、綠燈)機制，以掌握各運具與充電樁量化目標推展進度，針對亮紅燈之目標項目訂定改善建議，並協助交通部推估規劃每年目標值。

本計畫針對關鍵戰略 7 行動措施計畫管考工作面及策略推動面研提精進建議如下。

(1) 管考工作面

A. 每月執行情形須提出具體量化目標值與累計達成值：關鍵戰略7行動措施計畫各權責部會每月填復管制表內容格式及辦理情形說明詳細程度不同，以致不同行動措施計畫執行進度的目標管理無法有一致的比較基準。爰此，本計畫建議各行動措施計畫主辦單位應提出具體量化目標值，每月填報累計達成值，以利交通部掌握各項目標達成進度，並視需要補充詳細說明文字。

B. 每月工作進度落後的項目應有更積極管理作法：本年度執行過程中，部分關鍵戰略7行動措施計畫在每月工作進度會有落後情形，或是有跡象顯示可能造成(112)年度關鍵績效指標無法達標的趨勢。本計畫建議，有上述情形之行動措施計畫，交通部須要求主辦單位提出更積極作為，並檢討修正後續重點工作項目，例如重要工作項目宜增列量化說明管考點，或重要工作項目情形若為「持續辦理」，則應進一步補充辦理情形與後續規劃。

C. 分年工作及關鍵績效指標應有量化目標且滾動檢討提出更積極目標：部分行動措施計畫並未提供2024、2025、2030年量化目標，建議要求各項行動措施計畫主辦單位儘速提

出，以利目標管理作業；另因應目前我國距淨零排放目標仍有一段差距，爰建議各項行動措施計畫主辦單位仍須持續滾動檢討未來精進策略，並評估提高目標。

(2) 策略推動面

A. 電動運具數量目標滾動檢討提升：交通部每月管考運具電動化數量目標達成情形，包括電動市區公車、電動公務車、電動小客車與電動機車等。針對潛在優先推動電動化之運具種類，須持續進行更細致的措施內容檢討強化，如政府部門公務車、垃圾車、機車、大客車、計程車與氫能大客車等，並進一步研提或修訂管制措施及獎勵補助建議。配合國內外現況與趨勢，每年滾動式檢討運具電動化數量目標。

B. 充電樁建置目標調整與措施強化：2023 年電動車充電樁數量已超越年度目標，須檢討與調高後續年度充電樁設置數量目標。例如，持續調查國內充電樁數量與分布，並配合電動運具數量成長情形訂定年度充電樁數量目標。同時在充電樁布設地點方面，需同步落實區域發展平衡，另外增設充電樁須搭配政府配套(如消弭社區布建充電樁之阻礙)與不同業者之充電樁地點與使用資訊的共享，以提升電動運具使用者易於取得完整的充電設施服務資訊。

C. 產業升級：維修技術人力轉型與技術轉型訓練等相關計畫，須訂定具體年度目標，以利配合運具電動化 2030 年之進程，例如相關部會可與業者或合作單位共同評估與訂定各年轉型訓練人數與課程樹之分年目標，俾便逐步邁向 2030 年目標，建議培訓教材與師資亦須納入管考重點工作項目與績效指標。

D. 公正轉型：除提出推動策略與措施外，我國亦須適時辦理社會溝通，不遺落公民參與政策形成的機會，並據以檢討

修正相關減碳策略及法規調適，精進我國運具電動化及無碳化未來推動方向。據此未來推動精進建議，宜明確辨識運具電動化及無碳化之受政策影響之利害關係人，並持續辦理公私協力及社會溝通，規劃具體公正轉型政策，制定階段性目標，最終從橫斷面檢視共通性課題確保不遺落特定族群。

4. 關鍵戰略 10 之辦理情形與未來精進建議

關鍵戰略 10 淨零綠生活的主辦機關為環境部，關鍵戰略 10 行動計畫中，由交通部負責之項目主要歸類在「低碳運輸網絡」面向，其下分為 9 項推動路徑，交通部均已提出對應之行動措施計畫。本所協助交通部負責交通部對「低碳運輸網絡」面向下交通部行動措施計畫的管考作業。經過 112 年整年度的推動工作後，均有具體推動成果，詳細之辦理情形說明如「8.4 關鍵戰略 10 執行情形與研析」一節說明。

就管考作業的精進建議方面，由於「低碳運輸網絡」項下之行動措施主要屬於能力建構類型之內容；爰此，各項行動措施計畫主辦單位在提報管考目標時，難以提出具體量化的目標；部分行動措施計畫的目標偏向其執行內容的說明，與淨零概念的關聯性無法一目了然；此外，許多行動措施計畫之推動內容為相關既有計畫中的部分工作項目，難以提出具體經費來源資訊。本計畫建議，應就有上述情形的行動措施計畫進行盤點，要求主辦單位提出更具體的目標，並將減碳、淨零、永續效益納入行動措施計畫的目標訂定範疇內；針對無具體經費來源之行動措施計畫，須儘可能以質化方式說明執行面所需投入的資源或作業方式。

第九章 結論與建議

9.1 結論

9.1.1 運輸相關能源與減碳之政策與法規研析

綜觀歐盟、美國、日本、英國、韓國及我國運輸部門之能源消耗及碳排放趨勢，皆以公路運輸系統占大宗，其消長趨勢亦與經濟活動、景氣循環及技術發展具有相關性。各國運輸減碳政策大多朝向逐步淘汰傳統燃料車輛、推廣電動和低碳運輸工具，並建設相應的基礎設施，如充電站和加氫站等方向發展。而我國亦已提出淨零轉型關鍵戰略，以因應國際淨零排放趨勢。

截至 112 年 12 月上旬，我國《氣候變遷因應法》相關子法之法制進展，有關溫室氣體「盤查登錄及查驗」、「自願減量專案」、「排放量增量抵換」、「認證機構及查驗機構」及「碳費費率審議委員會設置」等溫室氣體相關規範已正式發布，然眾所矚目之碳費徵收相關辦法則仍未預告。對於行政部門執行《氣候變遷因應法》相關義務規範之《氣候變遷因應法施行細則》草案亦已預告。惟與運輸部門具關聯性之「車輛排放溫室氣體效能標準」因非屬優先訂定子法，故尚待訂定之。

針對前揭多項溫室氣體相關規範，運輸業者目前雖非屬應進行盤查登錄及查驗之範疇，考量未來可能逐漸普及的事業淨零與溫室氣體盤查同步，運輸業者應儘早建構溫室氣體管理系統及相關規範知能，以儲備未來應進行溫室氣體盤查登錄及查驗時，具備充足因應能力。運輸業者亦得規劃運輸業務車輛電動化，善用車輛電動化之減碳效益，藉由汰換燃油車輛為電動車輛之減量措施，參與「自願減量專案」，取得「自願減量專案額度」。

本計畫推估運輸部門 111 年溫室氣體排放量約為 3,627.9 萬公噸二氧化碳當量(CO_2e)[70]。環境部依據氣候變遷因應法訂定各部分之溫室氣體排放階段管制目標，其中運輸部門第二期溫室氣體排

[70] 各部門 111 年溫室氣體排放量實際統計值須以環境部公布之國家溫室氣體排放清冊為準。

放量全期(110 年至 114 年)管制目標排放量為 1 億 8,162.6 萬公噸 CO_2e，扣除 110 與 111 年溫室氣體排放量後，運輸部門第二期剩餘排放量(112 年至 114 年)約為 1 億零 988.3 萬公噸 CO_2e。

9.1.2 擴充運輸部門淨零排放評估模型與減碳措施效益評估

為支援運輸部門溫室氣體減量行動方案研擬，本計畫持續精進淨零評估模型，主要就人口負成長、年齡結構老化與 COVID-19 疫後對運輸服務之需求影響進一步研析。

依據本計畫模擬推估結果，重要結論包括：(1)年齡結構老化會使全國私人機動運具需求占比逐漸下降，公共運輸需求占比則逐漸上升。(2)利用不同人口推估情境模擬可發現，「低推估」情境在私人機動運具需求占比會略低「中推估」情境。(3)疫後軌道運輸的運量已逐漸恢復甚至超越疫前水準，故假設 2023 年可恢復疫前水準。(4)疫後市區公車的月運量約為疫前 75.3%，故假設 2025 年可恢復疫前水準。(5)公路汽車月運量約為疫前 55.7%，故假設 2025 年恢復至 2020 年運量水準，但未來運量不會超過疫前水準；(6)2023 年貨運運量維持在疫前約 76%的水準，未來則視經濟發展動能提升而逐漸恢復運量。

另在既有節能減量措施實施後，推估 2030 年運輸部門排放量將達 33,023 千公噸 CO_2e。換句話說，相較 2005 年排放水準(37,989 千公噸 CO_2e)約可再減少 13.07%。

9.1.3 運具別碳排放推估

由於運輸部門能源消耗量與溫室氣體排放量之推估涵蓋車輛登記數、每車年行駛里程、能源效率等眾多參數，本計畫已針對延人公里、延噸公里及能源效率進行參數推估步更新其算法，同步回溯至 1990 年，亦新增電動車及特種車之能源消耗量及溫室氣體排放量之推估，將不同能源別之車種納入「運具排放清冊」計算，較能合理推估運輸部門個運具別能源消耗量與溫室氣體排放量。

另運輸部門溫室氣體排放量在疫情期間下降，而 111 年因疫情趨緩，運輸部門溫室氣體排放量回升。又依環境部氣候公民對話平台之數據顯示，運輸部門占國家總體排放約 12.69%，於六大部門中排放量位居第 4，低於製造、能源與住商部門。

若就各運輸系統來看，以公路運輸系統占比最高為 96.32%，依序分別為軌道運輸 2.17%、國內水運 0.94%、國內航空 0.57%。若以公路運輸系統之運具別來看，以小客車 48.99%為最高，其次為小貨車 17.77%，接著依序為大貨車 16.16%、機車 13.16%及大客車 3.92%。

9.1.4 綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

「臺灣 2050 年淨零轉型」12 項關鍵戰略中，涉及運輸部門為運具電動化及無碳化與淨零綠生活，運輸淨零轉型包含兩大面向，除了運具的轉變，運輸行為的改變亦至關重要。

德國聯邦提出 A-S-I 永續交通策略，包含避免(Avoid)，即減少非必要的運輸行為，如居家工作；移轉(Shift)，即使用更永續的交通方式，從高排碳運具轉移至低碳甚至無碳運具；改善(Improve)，以車輛科技改善效率。透過以上 3 種作法可減少運輸行為對環境的影響，使運輸更加永續。

執行 A-S-I 永續交通策略包含 5 種政策工具，包含「規劃工具」，如電動樁等基礎建設設施規劃及土地使用規劃等；「科技工具」，如改善運具燃料效率等；「經濟工具」，為透過補助獎勵等誘

因促使民眾改變運輸行為;「管制工具」則是制定相關規範與標準及交通管理措施;另「訊息工具」為對民眾以傳達資訊或溝通方式，增強公眾使用綠運輸接受度並推廣綠運輸必要性，進而驅使公眾自發性參與綠運輸，綜觀國際案例，「訊息工具」政策推動單位大多都為公協會，故公協會在綠運輸政策推動上也扮演了相當關鍵的角色，且公協會亦扮演政府部門及民間的橋樑，建議可藉由公協會發揮其影響力，推廣綠運輸生活型態。

本計畫亦透過推廣活動之前後測結果，發現具有顯著差異，表示教育訓練活動對參與群眾提升綠運輸知識有明顯效果，因此，未來如有推廣綠色運輸觀念，可持續透過辦理活動方式，讓更多群眾參與及提升意識。

9.1.5 運具電動化政策與推動措施研析

依據國家發展委員會 2022 年 3 月 30 日公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，運具電動化轉型願景在 2050 年電動車等低碳車輛成為道路上之主流運輸工具。不論載客或載貨，均須採用當代最低碳或零碳之運具，使運輸部門之能源需求由燃油轉型為電力或低碳燃料為主。路上行駛之車輛，僅極少數維修、救援或特殊用途運具可使用能源效率極佳之燃油車輛。

本計畫已彙整美國、美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國等 7 國家/區域運具電動化目標時程，並探究我國運具電動化目標、電動車定義，以及推動措施。相關研析成果如下。

1. 電動車定義

觀察國際間多以運具電動化來因應運輸淨零轉型，並提出運具電動化目標、政策與推動措施。除日本之外，各國大多將電動車稱為零排放車輛。歐盟截至 2023 年 10 月，未有電動車定義，僅提出在 2035 年零排放目標下僅有「零排放車」符合運具電動化要求。其餘 6 國(美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國)皆以純電動車(BEV)及燃料電池電動車(FCEV)為主。另

有部分國家將其他能源技術車型納入現階段電動車範疇中，包含：美國納入插電式油電混合動力車(PHEV)，而日本及韓國則納入油電混合動力車(HEV)及插電式油電混合動力車(PHEV)；惟韓國考量溫室氣體減排效果、價格競爭力等因素，目前以「環境友善車輛(包含：純電動車(BEV)、氫能車、油電混合動力車(HEV、PHEV))」做為過渡階段彈性機制。為朝零排放車輛邁進，韓國預計 2025 年或 2026 年將從政府相關電動車獎勵與補助辦法、環保車法等，逐步排除混合動力車(HEV、PHEV)。

歸納我國各部會(經濟部、交通部、環境部、財政部、金管會)與公協會(台灣區車輛工業同業公會、財團法人車輛安全審驗中心)針對電動車之定義，多涵蓋純電動車(BEV)；此外，交通部已與國內相關單位(經濟部、環境部、車測中心、車安中心)就階段性將插電式混合動力車納入電動車範疇一事討論，考量對於新車市售比達成助益有限，且相關部會持續輔導度過產業過渡期故，建議我國推動運具電動化及無碳化之電動車範疇以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」為目標。

2. 推動措施

管制措施面，透過制定車輛平均燃油效率標準及溫室氣體排放標準及投入資金強化電動車相關供應鏈，以提升電動車供給占比，並擴大電動車供給量能；藉由電動車電池強制性碳足跡聲明與標籤，促使電動車製造符合規範要求；停車場電動車專屬車位最低比例；設定電動車製造目標，以提升電動車供給占比；對高齡車加重稅制，加速燃油車汰換為電動車。

獎勵機制面，藉由提供購買電動車稅賦抵免、購車補助與停車優惠、免費專用道，並撥款補助佈建充電網絡，完善電動車使用環境，以促進民眾轉換電動運具之意願。

9.1.6 運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

根據本計畫能耗調查、標竿案例蒐研及舉辦交通場與旅館節能減碳講座之成果，對於國內外運輸場站節能減碳標竿案例，就案例所採取或專家所建議者，分為「提高能源效率」、「燃料替代」、「能源管理」**3** 方面，歸納現階段可行之節能減碳措施。

1. 「提高能源效率」方面：採用 LED 照明裝置、增加自然採光或使用遮陽設備、智慧窗戶。設備汰舊換新(包括製冷設備、製熱設備、電梯等)。設備節能化，例如自動雙速自動扶梯、節能電梯系統；或是採用冰水主機(包括磁浮式冰水主機)空調系統等各式空調。
2. 「燃料替代」方面：場站建物設置再生能源發電設備(太陽能、風能)，進而增加自發電力之使用，以替代/減少來自電網與其他能源之使用。或改用永續新興燃料(氫能、電力、生物燃料等)。使用場站餘熱或場站外部餘熱(如工業餘熱等)用於供暖和其他能源循環。利用水循環用於室溫調控等。
3. 「能源管理」方面：整合照明設備與建築自動化系統、導入智慧能源管理系統等。

9.2 建議

9.2.1 運輸相關能源與減碳之政策與法規研析

從政策蒐研結果，不論在歐盟、美國、日本、英國及韓國等，我國政策與國際發展趨勢有所接軌，主要推動策略包含淨零排放目標訂定、推動淨零排放行動計畫、運具低碳及無碳化發展及目標設定、強化基礎建設發展等。

為加速推動淨零轉型，我國目前現正研議之相關政策及策略，包含碳定價機制、公正轉型、運具氫能技術等，十分需要借鏡其他國家推動經驗。另外，為強化我國公路運輸相關減碳措施，建議後續可蒐研國際推動公路低碳燃料作法、推動擁擠定價對小客車之管制作法等，有助於探討其對於我國溫室氣體減量之潛力。至於航空及海運永續燃料技術，未來應持續關注國際組織相關規定。

有關於《氣候變遷因應法》第 23 條第 2 項之「車輛排放溫室氣體效能標準」，倘依據我國 12 項關鍵戰略之規畫，2025 年環境部將訂定車輛溫室氣體排放標準。建議環境部與交通部及經濟部會商標準時，參考歐盟、美國以及韓國 2025 年車輛平均 CO_2 排放量標準(詳「2.2.2 氣候變遷因應法及相關子法」小節)，且訂定 2025 年排放標準時，一併訂定逐年遞減排放量標準。以歐盟地區為例，2035 年與基準年 2021 年相比減少 100%。我國則可參照關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」期程目標，2030 年市區公車及公務車全面電動化、2040 年電動小客車及機車市售比 100%，進行各車輛平均 CO_2 排放量(當量)遞減比例之訂定，以使規範與政策走向一致。

另關於國內碳費制度，目前尚未能確切知悉我國首批碳費費率，然觀諸國際常見之碳稅制度，雖各國碳稅徵收價格差異甚大，惟有一共通之處則係全球各國碳稅仍在成長之中，以亞洲先進國家之新加坡而言，該國預計 2024 年開始將碳稅從 4 美元提高至 19 美元；加拿大則計畫每年增加 12 美元，至 2030 年達 136 美元為止。因此，建議我國運輸部門針對運輸業者之事業溫室氣體管理進行輔導，尤其要輔導運輸業者進行溫室氣體盤查部分，掌握自身事業之溫室

氣體排放，及早著手進行系統性之管理，以避免於未來一旦被列入碳費繳納對象之範疇時，因過多之溫室氣體排放而須繳納高額碳費。

9.2.2 擴充運輸部門 2050 淨零排放評估模型與減碳措施效益評估

本計畫推估結果顯示，人口負成長和年齡結構老化的情境下，會對運輸服務需求發生改變，包括私人機動運具需求減少、運具需求結構發生改變等現象。因此建議未來政府在訂定相關措施和預期效益之前，務必將人口負成長和年齡結構老化納入衡量。

針對運輸部門第三期階段管制目標，本計畫推估結果顯示，在既有節能減量措施實施後，推估 2030 年運輸部門排放量將達 33,023 千公噸 CO_2e。換句話說，相較 2005 年排放水準(37,989 千公噸 CO_2e)約可再減少 13.07%(詳「3.2.2 評估運輸部門淨零排放路徑與策略之減碳效益與淨零排放缺口」小節)。倘若未來運輸部門在部會協商中承擔重責，第三期階段管制目標設在 15%至 20%之間，預計會產生約 732 至 2,632 千公噸 CO_2e 的減量缺口(詳「3.2.2 評估運輸部門淨零排放路徑與策略之減碳效益與淨零排放缺口」小節)。此時則需視缺口規模，強化既有措施目標。雖然本計畫已推算為弭平缺口應強化之目標。建議，實際強化內容仍需與相關單位會商，以確保新目標與現實情況連結。

9.2.3 運具別碳排放推估

本計畫於執行期間瞭解參數之取得與推估方式，具有一定之困難度，因此針對後續參數之取得與統計資料發布，提出以下幾點建議。

1. 車輛登記數統計資料：因應未來運具電動化發展，建議市區公車及公路客運之車輛登記數，統計調查資料應區分燃油及電動車輛。
2. 年平均行駛里程統計資料：建議市區公車及公路客運之年平均行駛里程，統計調查資料應區分燃油及電動車輛；此外，建議

機車使用狀況調查報告增加調查電動機車之行駛里程或回歸定檢資料庫進行統計。

3. 能源效率統計資料：建議汽車貨運統計調查報告新增小貨車燃料別之能效資料或回歸定檢資料庫進行統計。此外，為估算市區公車及公路客運(燃油)之能源效率，建議將市區公車與公路客運之營業行車里程拆分或利用定檢資料庫將市區公車或公路客運之能源效率依不同燃料區分。

4. 汽車客運量與貨運量：為估算不同燃料別之市區公車與公路客運之碳強度，建議交通部統計查詢網將延人公里依據不同能源別進行統計；此外，交通部統計查詢網之延噸公里資料未區分大貨車及小貨車，且未依用途(自用及營業)及燃料別進行區分，為利於估算碳強度，建議將延噸公里依大貨車、小貨車、用途及燃料別進行區分。

9.2.4 綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

綜觀當前綠色運輸推動方向，運輸淨零解方可從源頭管理，包含運具電動化及無碳化及訂定車輛效能標準；接著可從組織面之公私部門管理，如碳盤查納入範疇三員工通勤及商務旅行，進行自願減量及 ESG 等；而運輸業者則可導入綠色管理機制。

為引導企業推動相關措施鼓勵員工採取綠運輸方式通勤，建議可仿效日本經驗，建立相關標章或認證機制，給予推動員工減碳通勤的優良單位標章及獎勵，企業除了可以減少企業本身的排碳外，還可藉此提升品牌商譽，增進社會好感度，且有助於後續進行碳盤查中之範疇三資料盤點；而運輸運輸業者身為企業運輸服務的提供者，應有相關政策引導運輸業者內部推動相關作業以降低運輸排碳，例如導入綠色管理機制，使運輸過程更加永續，其亦可滿足未來綠色採購趨勢及供應鏈要求，可提升企業自身競爭力。

9.2.5 運具電動化政策與推動措施研析

我國運具電動已訂定分年目標、時程與行動措施，但須考量國

際電動化趨勢車型範圍與國內市場現況，有必要交通部、經濟部與環境部等相關部會共同研商運具電動化政策之定義、目標時程、推動策略與措施，以做為未來運具電動化及無碳化推動路徑與行動措施計畫滾動調整之參酌，相關精進建議說明如下。

1.國際間多以運具電動化因應運具轉型，以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」達成運具電動化目標，為先進國家及國內各部會一致認可作法。交通部已與國內相關單位(經濟部、環境部、車測中心、車安中心)就階段性將插電式混合動力車納入電動車範疇一事討論，考量對於新車市售比達成助益有限，且相關部會持續輔導度過產業過渡期，故**建議我國推動運具電動化及無碳化之電動車範疇以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」為目標**；另於邁向 2050 淨零排放過程中，**建議持續滾動檢討並適時調整電動車範疇及對應之運具轉型策略。**

2.加速推動高齡燃油車汰換方面，除環境部以補助獎勵提升民眾汰換高齡燃油車輛意願，建議可再參考日本針對高齡燃油車輛加重稅收比例之管制措施;此外亦建議將我國運具電動化 2030、2035、2040 年市售比目標納入車輛能效總量標準及其配套措施、新車溫室氣體效能標準考量

9.2.6 運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

在淨零的目標下，節能減碳不只為場站節約成本，並為各事業單位提升形象。透過蒐研亦可知悉各種不同場域可應用之節能技術已經十分成熟，亦仍有應用突破可以借鑑。且未來綠建築，乃至智慧建築將是場站在新建或修建可以思索應用的方向。對運輸場站標竿案例方面，參考建議如下：

1. 未來可將節能減碳成果與場站能源耗用量進行勾稽與比對，且持續精進運輸場站於能耗盤點之能量，以瞭解場站實際業務量影響能源耗用之主要原因，進而研提節能減碳的精進措施。
2. 碳盤查是淨零減碳必經之步驟，是未來不可免之趨勢。本計畫

雖不對各事業進行碳盤查，但未來可對各事業已經或預擬碳盤查時程進行了解，包括同一事業體不同場站之碳盤查時程可能有所不同等。由於碳盤查數據對於佐以分析減碳成果更為可靠，未來可依各場域特性類別比較，探討運輸場站辦理碳盤查，或其他可據以精進節能減碳之作為。

3. 蒐整國內外運輸場站節能減碳標竿案例，及參採專家建議，分為「提高能源效率」、「燃料替代」、「能源管理」3 方面，綜整以下建議措施，做為未來節能減碳措施之參考：

(1) 「提高能源效率」方面：採用 LED 照明裝置、增加自然採光或使用遮陽設備、智慧窗戶。設備汰舊換新(包括製冷設備、製熱設備、電梯等)。設備節能化，例如自動雙速自動扶梯、節能電梯系統；或是採用冰水主機(包括磁浮式冰水主機)空調系統等各式空調。

(2) 「燃料替代」方面：場站建物設置再生能源發電設備(太陽能、風能)，進而增加自發電力之使用，以替代/減少來自電網與其他能源之使用。或改用永續新興燃料(氫能、電力、生物燃料等)。使用場站餘熱或場站外部餘熱(如工業餘熱等)用於供暖和其他能源循環。利用水循環用於室溫調控等。

(3) 「能源管理」方面：整合照明設備與建築自動化系統、導入智慧能源管理系統等。

參考文獻

1. Abdullah, M., Ali, N., Hussain, S. A., Aslam, A. B., & Javid, M. A. (2021). Measuring changes in travel behavior pattern due to COVID-19 in a developing country: A case study of Pakistan. Transport Policy, 108, 21-33. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.04.023
2. APTA (2022), “APTA public transportation ridership update”, April 2022, American Public Transportation Association, www.apta.com/wp-content/uploads/APTA-Transit-Ridership-Brief-April-2022.pdf.
3. APTA and Transit App (2022), “APTA ridership trends”, American Public Transportation Association, https://transitapp.com/APTA.
4. Auerbach, Alan J., Kotlikoff, Laurence J., Hagemann, Robert P., Giuseppe, Nicoletti(1989). The economic dynamics of an ageing population: the case of four OECD countries. OECD Economic Review 12, 97–130.
5. Aydin, N., Kuşakcı, A. O., & Deveci, M. (2022). The impacts of COVID-19 on travel behavior and initial perception of public transport measures in Istanbul. Decision Analytics Journal, 2, 100029. https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100029
6. Barrero, J.M., N. Bloom and S.J. Davis (2021), “Why working from home will stick”, National Bureau of Economics Working Papers, No. 28731, www.nber.org/papers/w28731.
7. Burfisher, M.E., (2011). Introduction to Computable General Equilibrium Models. Cambridge University Press, Cambridge.
8. Bermingham, R., Snape, J., Wells, T., Ballard, H., Blackbourn, H., Grassmann, N., Nicol, C., Sharmina, M., Taylor, M., & White, E. (2023). Net zero society: scenarios and pathways: How could societal changes affect the path to net zero? Government Office for Science. Available from: https://pure.manchester.ac.uk/ws/portalfiles/portal/258907499/Net_Zero_Society_Report_2023.pdf
9. C40 Cities (2016). Hammarby Sjöstad. https://www.c40.org/case-studies/c40-good-practice-guides-stockholm-hammarby-sjostad/
10. C40 Cities (2018). Electric buses: purchase of bus stock (130 low-floor, low-emission buses) with associated infrastructure. https://www.c40.org/case-studies/warsaw-electric-buses-2017/
11. Changi (2022). CAG Sustainability Report FY2122. https://www.changiairport.com/content/dam/cacorp/sustainability/sustainable-changi/sustainability-report/CAG%20Sustainability%20Report%20FY2122.pdf
12. Chia-Yu Tsai, Tsung-Heng Chang, I-Yun Lisa Hsieh(2023). Evaluating vehicle fleet electrification against net-zero targets in scooter-dominated road transport, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 114, 2023,

103542, ISSN 1361-9209, https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103542.
13. COP28 主辦方阿拉伯聯合大公國官網，https://www.cop28.com/en/。
14. Cui, Q., He, L., Liu, Y., Zheng, Y., Wei, W., Yang, B., & Zhou, M. (2021). The impacts of COVID-19 pandemic on China's transport sectors based on the CGE model coupled with a decomposition analysis approach. Transport Policy, 103(January), 103–115. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.017
15. Currie, G., Jain, T., & Aston, L. (2021). Evidence of a post-COVID change in travel behaviour–Self-reported expectations of commuting in Melbourne. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 153, 218-234. https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.09.009
16. DEA, OECD, & URC., National Greenhouse Gas Emissions Baseline Scenarios Learning from Experiences in Developing Countries Centre, 2013, https://www.thepmr.org/system/files/documents/National%20Greenhouse%20Gas%20Emissions%20Baseline%20Scenarios.pdf
17. Dixon, B. and Jorgenson, D., (2012). Handbook of Computable General Equilibrium Modelling. North Holland, Amsterdam.
18. Eisenmann, C., Nobis, C., Kolarova, V., Lenz, B., & Winkler, C. (2021). Transport mode use during the COVID-19 lockdown period in Germany: The car became more important, public transport lost ground. Transport policy, 103, 60-67. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.01.012
19. Elkanova, E., Malov, A., Dzyuban, V., Epkhiev, O., & Guseynov, F. (2022). The impact of the COVID-19 pandemic on the behavior of ground public transport users. Transportation Research Procedia, 63, 2222-2227. https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100470
20. European Commission (2023). Sustainable transport: rules to boost intelligent transport systems for safer and more efficient transport agreed. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3101
21. European Commission (n. d.). Why do we need a European Climate Pact? 2023 年 7 月 10 日擷取自 https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-green-deal/european-climate-pact_en#why-do-we-need-a-european-climate-pact
22. ECMT, C. (2003). Managing the Fundamental Drivers of Transport Demand. France: OECD Paris.
23. Faisal Islam, Hilary Hove, Jo-Ellen Parry, *Review of current and planned adaptation action: South Asia*, UNDRR. (2011)
24. Fernando, M., & Alfageme, M. S. (2023). Shaping post-Covid mobility in cities: summary and conclusions.
25. Fougere, M., Mercenier, J., & Mérette, M. (2007). A sectoral and occupational analysis of population ageing in Canada using a dynamic CGE overlapping generations model. Economic Modelling, 24(4), 690-711.
26. Foundation for Promoting Personal Mobility and Ecological Transportation (2022).

Transport and Environment in Japan.
https://www.ecomo.or.jp/english/pdf/tej2021.pdf
27. Gonzalez, J. N., Camarero-Orive, A., González-Cancelas, N., & Guzman, A. F. (2022). Impact of the COVID-19 pandemic on road freight transportation–A Colombian case study. Research in Transportation Business & Management, 43, 100802.
28. Hamermesh, D. S. (2001). Older workers in the coming labor "shortage:" implications of labor demand. Prepared for a Roundtable on the Demand for Older Workers.
29. Hamermesh, Daniel, 1993. Labour Demand. Princeton University Press, Princeton, NJ.
30. Hosoe, N., Gasawa, K. and Hashimoto, H., (2010). Textbook of Computable General Equilibrium Modeling: Programming and Simulations. Palgrave Macmillan, London.
31. Internal Revenue Service. (2022). Clean Vehicle Tax Credits. https://www.irs.gov/clean-vehicle-tax-credits
32. International Energy Agency (2023). Global EV Data Explorer: EV sales, cars, Japan, 2010-2022. https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer
33. International Energy Agency (2023). Global EV Data Explorer: EV charging points, eV, Japan, 2010-2022. International Energy Agency (IEA). https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer
34. International Energy Agency (2023). Global EV Outlook 2023, Catching up with climate ambitions.
35. IEA (2021), Net Zero by 2050, IEA, Paris https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050, License: CC BY 4.0.
36. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (2006)， https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/。
37. ITF (2021), ITF Transport Outlook 2021, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/16826a30-en.
38. ITIA (2023). Air Cargo Market Analysis： Capacity returns to pre-Covid levels as traffic decline slows.
39. Ivanov, D. (2020). Predicting the impacts of epidemic outbreaks on global supply chains: A simulation-based analysis on the coronavirus outbreak (COVID-19/SARS-CoV-2) case. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 136, 101922.
40. JR 東日本(2022)。地球温暖化防止へ向けて。 https://www.jreast.co.jp/eco/warming/。
41. Łącka, I., & Suproń, B. (2021). The impact of COVID-19 on road freight transport: eviden Magdala Arioli, Lew Fulton, Oliver Lah,

42. Lee, S., Park, S., Yang, S., Park, J., & Lee, J. (2022). Contributing factors to the change in travel mode choice after COVID-19 in Korea using bivariate probit model. International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development, 13(2), 184-197. https://doi.org/10.3390/su15065048
43. Lin, H. C., Lee, H. L., Chen, P. C., Hsu, S. M., Lin, K. J., Lee, D. H., ... & Hsu, S. S. (2013). The Potential Crisis of Population Ageing and Low Fertility: GEMTEE Dynamic Computable General Equilibrium used in Population Forecasts and Analysis.
44. Loske, D. (2020). The impact of COVID-19 on transport volume and freight capacity dynamics: An empirical analysis in German food retail logistics. Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, 6, 100165.
45. Lu, S. (2006). Vehicle survivability and travel mileage schedules (No. HS-809 952).
46. Luke, T. C., & Rodrigue, J. P. (2008). Protecting public health and global freight transportation systems during an influenza pandemic. American journal of disaster medicine, 3(2), 99-107.
47. Liu, F., Mauzerall, D. L., Zhao, F., & Hao, H. (2021). Deployment of fuel cell vehicles in China: Greenhouse gas emission reductions from converting the heavy-duty truck fleet from diesel and natural gas to hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy, 46(34), 17982-17997.
48. Magdala Arioli, Lew Fulton, Oliver Lah. (2020). Transportation strategies for a 1.5 °C world: A comparison of four countries, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 87, 102526, ISSN 1361-9209, https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102526.ce from Poland.
49. Marta Roca-Puigròs, Charles Marmy, Patrick Wäger, Daniel Beat Müller(2023). Modeling the transition toward a zero emission car fleet: Integrating electrification, shared mobility, and automation, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 115, 2023, 103576, ISSN 1361-9209, https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103576.
50. METI. (2021), *Overview of Japan's Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050*, METI.
51. METI. (2022), *Clean Energy Strategy Interim Repor*t, METI.
52. Ministry of Environment, Climate Change and Technology(2020). *Maldives First Biennial Update Report.*
53. Moschovou, T. P., & Giannopoulos, A. G. (2021). Road freight transportation in a period of economic instability: A panel data study in four EU Mediterranean countries. Research in Transportation Business and Management. https://doi.org/10.1016/j. rtbm.2021.100622. January, 100622.
54. Moschovou, T., & Tyrinopoulos, Y. (2018). Exploring the effects of economic crisis in road transport: The case of Greece. International Journal of Transportation

Science and Technology, 7(4), 264–273. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2018.10.003
55. Monitoring & Reporting Approach for GHG Emissions (2020), MobiliseYourCity, https://www.mobiliseyourcity.net/sites/default/files/2022-04/MRV%20GHG%20Guidelines_ENG_2020_final.pdf.
56. National Highway Traffic Safety Administration. (2022). Corporate Average Fuel Economy. https://www.nhtsa.gov/laws-regulations/corporate-average-fuel-economy#light-duty-vehicles
57. Port of Rotterdam (2022). The intermediate score: The top 10 projects in the energy transition. https://www.portofrotterdam.com/en/news-and-press-releases/the-intermediate-score-the-top-10-projects-in-the-energy-transition
58. Ribeiro, P. J., & Fonseca, F. (2022). Students' home-university commuting patterns: A shift towards more sustainable modes of transport. Case studies on transport policy, 10(2), 954-964.
59. Roca-Puigros, M., Marmy, C., Wäger, P., & Müller, D. B. (2023). Modeling the transition toward a zero emission car fleet: Integrating electrification, shared mobility, and automation. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 115, 103576.
60. Rotterdam, Netherlands (2023). An integrated approach to decarbonization. https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/issue-brief/rotterdam-netherlands-an-integrated-approach-to-decarbonization/
61. Schipper, L., & Marie-Lilliu, C. (1999). Transportation and CO_2 Emissions: Flexing the Link--a Path for the World Bank. Washington DC, US: World Bank, Environment Department.
62. Schipper, L., Leather, J., & Fabian, H. (2009). Transport and carbon dioxide emissions: forecasts, options analysis, and evaluation.
63. Setiawan, I. C. (2019, June). System dynamics modeling of Indonesia road transportation energy demand and scenario analysis to achieve national energy policy target. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 546, No. 5, p. 052070). IOP Publishing.
64. Sung, J., & Monschauer, Y. (2020). Changes in transport behaviour during the Covid-19 crisis. https://www.iea.org/articles/changes-in-transport-behaviour-during-the-covid-19-crisis
65. The Departments of Energy, Transportation, Housing and Urban Development, and the Environmental Protection Agency. (2023). U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization. https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-01/the-us-national-blueprint-for-transportation-decarbonization.pdf
66. The United States Department of State and the United States Executive Office of the President, Washington DC. (2021). The Long-Term Strategy of the United States: Pathways to Net-Zero Greenhouse Gas Emissions by 2050. https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2021/10/US-Long-Term-

Strategy.pdf
67. THE WHITE HOUSE. (2022). FACT SHEET: Biden-Harris Administration Driving U.S. Battery Manufacturing and Good-Paying Jobs. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/10/19/fact-sheet-biden-harris-administration-driving-u-s-battery-manufacturing-and-good-paying-jobs/
68. THE WHITE HOUSE. (2022). FACT SHEET: The Biden-Harris Electric Vehicle Charging Action Plan. https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/12/13/fact-sheet-the-biden-harris-electric-vehicle-charging-action-plan/
69. Tsai, C. Y., Chang, T. H., & Hsieh, I. Y. L. (2023). Evaluating vehicle fleet electrification against net-zero targets in scooter-dominated road transport. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 114, 103542.
70. The White House. (2021). FACT SHEET: President Biden Signs Executive Order Catalyzing America's Clean Energy Economy Through Federal Sustainability.
71. National Climate Task Force. (2021). Take Climate Action in Your Community.
72. The United States Department of State. (2022). Driving the Clean Energy Transition: A Progress Report on Implementing U.S. Efforts to Advance Clean Energy.
73. World Bank. (2021). *Maldives: Towards a Sustainable Net-Zero Future*. World Bank.
74. World Health Organization . World Health Organization; Geneva: 2018. Managing Epidemics: Key Facts About Major Deadly Diseases.
75. Wright, R. E., Kinnunen, J., Lisenkova, K., & Merette, M. (2014). Population Ageing and Technological Change (No. 6918). EcoMod.
76. Watson, R. (2021). PATHWAYS TO NET-ZERO-SBTi Technical Summary-Version 1.0 October 2021. Available from: Pathway-to-Net-Zero.pdf (sciencebasedtargets.org)
77. Wang, K., Zavaleta, V. G., Li, Y., Sarathy, S. M., & Abdul-Manan, A. F. (2022). Life-cycle CO_2 mitigation of China's class-8 heavy-duty trucks requires hybrid strategies. One Earth, 5(6), 709-723.
78. Yeow, L. W., Yan, Y., & Cheah, L. (2022). Life cycle greenhouse gas emissions of alternative fuels and powertrains for medium-duty trucks: A Singapore case study. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 105, 103258.
79. Yan, J., Jing, J., & Li, Y. (2023). Hydrogen fuel cell commercial vehicles in China: Evaluation of carbon emission reduction and its economic value. International Journal of Hydrogen Energy.
80. Zheng, J., Zhou, Y., Yu, R., Zhao, D., Lu, Z., & Zhang, P. (2019). Survival rate of China passenger vehicles: A data-driven approach. Energy Policy, 129, 587-597.

81. 一般社團法人下一代汽車推進中心(2022)。2020 年度燃料電池電動車普及的加氫站開發成本補貼的基本調查。https://www.cev-pc.or.jp/chosa/download.html
82. 中共中央国务院(2021) ，关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见，新华社，https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/24/content_5644613.htm。
83. 中华人民共和国生态环境部(2022)，中国应对气候变化的政策与行动 2022 年度报告，中华人民共和国生态环境部。
84. 中棪工程顧問股份有限公司(2020)。臺北都會區大眾捷運系統環狀線東環段暨周邊土地開發可行性研究報告書(112 年 3 月核定本)。臺北市：臺北市政府捷運工程局。資料取得：https://www.dorts.gov.taipei/News_Content.aspx?n=4027AA15756300C8&sms=4E98D53D04E37D56&s=D86BDBC7EFC40645
85. 日本國土交通省(2023)。支持卡車和出租車的電氣化！~2023 年商用車電動化推進項目(卡車、出租車)公開招募啟動~。https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha10_hh_000290.html
86. 日本國土交通省(2023)。與醫療機構合作電動汽車應急調度示範。https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000458.html
87. 日本國土交通省，2023 年版交通政策白皮書，https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/transport/sosei_transport_fr_000154.html。
88. 日本國土安全省(2023)。自転車通勤推進企業。https://www.jitensha-kyogikai.jp/project/#project-declaration
89. 日本經濟產業省(2020)。2050 年實現碳中和目標之綠色成長戰略。
90. 日本經濟產業省(2021)。2050 年實現碳中和目標之綠色成長戰略修訂版。
91. 日本經濟產業省(2021)。2050 年碳中和增長策略。日本經濟產業省。https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html
92. 日本經濟產業省(2022)。關於第二次公開發行引進先進生產技術促進發展建設國內蓄電池生產基地項目成本補貼的公告。https://www.meti.go.jp/information/publicoffer/kobo/2022/k220824003.html
93. 日本經濟產業省(2023)。日本經濟產業省編制汽車行業轉型金融技術路線圖，以實現脫碳轉型。https://www.meti.go.jp/english/press/2023/0330_003.html
94. 日本經濟產業省(2023)。汽車相關稅制(汽車重量稅、汽車稅、輕型汽車稅)。https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/tax/tax_index.html
95. 日本經濟產業省(2023)。氫能基本戰略(草案)。https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei_energy/index.html
96. 日本經濟產業省資源能源廳新能源系統科、製造業局汽車科(2022)。第一屆移動氫公私委員會：推廣氫燃料電池電動車，以實現碳中和。https://www.meti.go.jp/shingikai/mono_info_service/mobility_hydrogen/001.html

97. 日本經濟產業省製造產業局(2023)。2022 年度促進電動車引進補充預算。https://www.meti.go.jp/policy/mono_info_service/mono/automobile/cev/r4hosei_cev.html
98. 日本經濟產業省製造產業局自動車課(2022)。當今汽車脫碳(第 1 部分)—日本的戰略是什麼？賣了多少輛電動汽車?。https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/xev_2022now.html
99. 日本經濟產業省製造產業局自動車課(2023)。汽車"脫碳"來了(二)購車補貼加碼！擴大支持電動汽車普及。https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/xev_2022now_2.html
100. 日本經濟產業省製造產業局自動車課(2023)。為了實現公共汽車、卡車和出租車等交通運輸領域的碳中和，已經開始使用商用電動汽車進行示範。https://www.meti.go.jp/press/2023/06/20230630001/20230630001.html
101. 日本環境省(2021)。Zero Ccarbon Drive。https://www.env.go.jp/air/zero_carbon_drive/index.html
102. 日本環境省(2023)。2021 年度政府行動計畫實施情況(摘要)。https://www.env.go.jp/content/000040034.pdf
103. 日本環境省(2023)。商用車的電動化促進事業。https://www.env.go.jp/content/000100914.pdf
104. 日本國土交通省(2021)。環境行動計畫。
105. 王塗發、楊浩彥、林幸君、賴金端(2020)。投入產出分析：理論與實務。台北：財團法人台灣經濟研究院。
106. 台北駐日經濟文化代表處(2021)。日本臺商投資環境報告。
107. 台灣高速鐵路股份有限公司(2022)。永續報告書。
108. 交通部(2023)，臺灣 2050 淨零轉型「運具電動化及無碳化」關鍵戰略行動計畫(核定版)。
109. 交通部公路局統計查詢網，https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=defjsp。
110. 交通部運輸研究所(2019)。2020 年版運輸政策白皮書-綠運輸。https://www.iot.gov.tw/zh_tw/archive/pub/reports/-79620047。
111. 交通部統計處(2023)。111 年民眾日常使用運具狀況調查統計表(2023 年 4 月)。https://www.motc.gov.tw/ch/app/statistics101?lang=ch&folderName=ch&id=56。
112. 交通部運研所(2022)。建構運輸部門 2050 深度減碳評估模型及推動溫室氣體減量(1/2)—模型建構與減碳工作推動。
113. 交通部運研所(2021)。運具溫室氣體排放及減碳措施效益推估參數精進之探討。
114. 行政院全球資訊網(2017)。院會議案－環保集點制度推動展望。https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/fbc72be1-4072-4e12-ba50-4d1482b99eda。
115. 環境部(2023)，臺灣 2050 淨零轉型「淨零綠生活」關鍵戰略行動計畫(核定

版)。
116. 環境部(2016)。交通工具空氣污染物排放標準第三條、第五條、第九條修正總說明，https://oaout.epa.gov.tw/law/Download.ashx?FileID=133495。
117. 環境部(2019)。交通工具空氣污染物排放標準第一條、第五條修正總說明，https://oaout.epa.gov.tw/law/Download.ashx?FileID=133493。
118. 環境部(2023)。移動污染源空氣污染物排放標準修正總說明，https://oaout.epa.gov.tw/law/Download.ashx?FileID=133492。
119. 環境部環保新聞專區，小客車二氧化碳標準 104 年執行成果，https://enews.epa.gov.tw/Page/894720A1EB490390/16070d10-b3ab-471c-96ca-98d5761a7216。
120. 亞洲低碳發展策略夥伴官網，http://asialedspartnership.org/。
121. 国科发社(2022)，科技支撑碳达峰碳中和实施方案(2022—2030 年)，新华社，https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-08/18/content_5705865.htm。
122. 桃園國際機場(2022)。〈力拚 2050 淨零排放 打造綠色機場〉，桃園國際機場季刊，No.4。
123. 桃園國際機場股份有限公司(2021)。永續報告書。
124. 經濟發展處(2023)。經濟研究第 23 期。
125. 國家發展委員會，(2022 年 8 月)。中華民國人口推估(2022 年至 2070 年)報告。國家發展委員會。ISBN ：978-626-7162-20-0。
126. 梁蕴兮、梁蕴兮(2021)，中国“碳中和”政策梳理，中诚信国际信用评级研究院。
127. 曾佩如(2023)，「運輸部門 2050 淨零排放發展策略」，推動公共工程節能減碳經驗交流講習會-行政院公共工程委員會。
128. 新加玻綠色計畫 2030 官網，https://www.greenplan.gov.sg/。
129. 經濟部(2022)。中華民國廠商海外投資叢書《日本投資環境簡介》。
130. 經濟部能源署，111 年度電力排碳係數，https://www.moeaboe.gov.tw/ecw/populace/content/ContentDesc.aspx?menu_id=23142。
131. 經濟部能源署能源統計專區，能源平衡表，https://www.esist.org.tw/publication/monthly_detail?Id=34490dec067。
132. 經濟部商業司商業服務業節能減碳專區，溫室氣體階段管制目標，https://www.business-netzero.tw/Laws/detail?id=79a9a2248d6641d0918cfeee3686ce62。
133. 經濟部國際貿易局全球碳規範指引，日本淨零排放政策，https://netzeropolicy.com.tw/country/%e6%97%a5%e6%9c%ac/。
134. 經濟部國際貿易局全球碳規範指引，韓國淨零排放政策，https://netzeropolicy.com.tw/country/%e9%9f%93%e5%9c%8b/。
135. 經濟部國際貿易局全球碳規範指引，歐盟淨零排放政策，https://netzeropolicy.com.tw/country/%e6%ad%90%e7%9b%9f/。
136. 交通部運輸研究所(2021)。運輸部門溫室氣體減量第二階段策略精進研究。

137. 交通部運輸研究所(2020)。運輸部門溫室氣體減量策略成效研析。
138. 蔣德誼，(2022 年 12 月)。2022 年《50+》全台高齡友善城市大調查：你住的城市，能讓未來的你有舒適的老年嗎？Shutterstock 調查統計／遠見民意研究調查。https://www.fiftyplus.com.tw/articles/26231。
139. 環境部環保集點平臺(2023)。https://www.greenpoint.org.tw/GpHome/。
140. 環境部事業溫室氣體排放量資訊平台，https://ghgregistry.epa.gov.tw/EPA_GHG/Downloads/FileDownloads.aspx?Type_ID=1。
141. 環境部氣候公民對話平臺，第二期環境部門溫室氣體排放管制行動方案，https://www.climatetalks.tw/%E7%92%B0%E5%A2%83%E9%83%A8%E9%96%80。
142. 黃姵嫙，(2018)。「綠色招募活動對組織人才吸引力之影響：以個人組織配適知覺為中介變數與個人環保態度為干擾變數(未出版之碩士論文)。」東海大學，台中市。
143. 蔡欽同和陳其華，(2023)。「106-110 年公路公共運輸載客量變化狀況分析。」交通部運輸研究所。ISBN：9789865315122。

附　錄

附錄 1

計畫摘要

附錄 1　計畫摘要

一、研究緣起

為因應全球 2050 淨零排放之發展趨勢，我國於 111 年 3 月 30 日公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，在「能源、產業、生活、社會」等四大轉型及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎上，提出 12 項關鍵策略，並於 111 年 12 月 28 日公布「淨零轉型之階段目標及關鍵戰略」行動計畫，其中戰略 7「運具電動化及無碳化」由交通部主政辦理，其餘綠運輸相關淨零排放推動策略，納入環境部主政之戰略 10「淨零綠生活」的「低碳運輸網路」，並由交通部綜整相關之淨零排放路徑推動措施與行動計畫之規劃研議事宜。

如今，《氣候變遷因應法》已於 112 年 2 月 15 日由總統公布實施，2050 淨零排放的長期減量目標正式明文入法，宣示我國溫室氣體排放減量決心，以及代表進入氣候治理的新階段。而且氣候變遷是現代及未來世代皆會面臨的課題，落實世代正義已是基本要求。未來必須集結我國各級政府與民眾、企業及相關利害人共同推動溫室氣體減量工作，採取積極的氣候行動，亦有助於符合永續發展精神。

因此，本計畫以「建構評估模型」與「策略研析規劃」為兩大主軸，透過建構淨零排放評估模組，推估我國運輸部門於疫後新生活型態下，未來溫室氣體排放的趨勢；同時，蒐研國內外運輸部門減碳與淨零排放相關政策與策略，以及能源消耗與減碳趨勢等資料，進而協助交通部分析與探討我國運輸部門排放路徑與策略之減碳效益與排放缺口，並提出未來運輸部門減碳策略之研析結果與建議，以做為交通部及相關單位未來研擬施政方向及內容之參考。

二、重要研究成果

(一)運輸相關能源與減碳之政策與法規研析

本計畫彙整歐盟、美國、日本、英國、韓國及我國等運輸部門之統計資訊，可以發現各國運輸部門之能源消耗及碳排放趨勢，皆以公路運輸系統占大宗，亦與經濟活動、景氣循環及技術發展具有相關性。因此，各國針對自身狀況研擬諸多政策，朝向逐步淘汰傳統燃料車輛、推廣電動和低碳運輸工具，並建設相應的基礎設施，

如充電站和加氫站等方向發展。而我國亦已提出關鍵戰略行動計畫，以因應國際趨勢。

再者，本計畫協助完成彙編「111 年運輸部門第二期溫室氣體排放管制行動方案成果報告，。本計畫推估運輸部門 111 年溫室氣體排放量約為 3,627.9 萬公噸二氧化碳當量(CO_2e)。環境部依據《氣候變遷因應法》訂定各部分之溫室氣體排放階段管制目標，其中運輸部門第二期溫室氣體排放量全期(110 年至 114 年)管制目標排放量為 1 億 8,162.6 萬公噸 CO_2e，扣除 110 與 111 年溫室氣體排放量後，運輸部門第二期剩餘排放量(112 年至 114 年)約為 1 億零 988.3 萬公噸 CO_2e。

(二)擴充運輸部門淨零排放評估模型與減碳措施效益評估

為支援行動方案研擬，本計畫持續精進淨零評估模型，主要分別就人口負成長、年齡結構老化與 COVID-19 疫後對運輸服務之需求影響進行討論。

相關研究結果指出(1)年齡結構老化會使全國私人機動運具需求占比逐漸下降，公共運輸需求占比則逐漸上升。(2)利用不同人口推估情境模擬可發現，「低推估」情境在私人機動運具需求占比會略低「中推估」情境。(3)疫後軌道運輸的運量已逐漸恢復甚至超越疫前水準，故 2023 年可恢復疫前水準。(4)疫後市區公車的月運量約為疫前 75.3%，故假設 2025 年可恢復疫前水準。(5)公路汽車月運量約為疫前 55.7%，故假設 2025 年恢復至 2020 年運量水準，但未來運量不會超過疫前水準；(5)2023 年貨運運量將維持在疫前約 76%的水準，未來則視經濟發展動能提升而逐漸恢復運量。

根據前述成果，本計畫模擬且校估運輸部門基線。運輸部門溫室氣體排放將於 2030 年達到峰值約 40.8 $MtCO_2e$。2030 年後則預計將以每年-0.33%的幅度逐年下降，至 2050 年運輸部門溫室氣體排放量預估將達 38.2 $MtCO_2e$。

在既有節能減量措施實施後，推估 2030 年運輸部門排放量將

達 33,023 千公噸 CO_2e。換句話說，相較 2005 年排放水準(37,989 千公噸 CO_2e)約可再減少 13.07%。

(三)運具別碳排放推估

由於運輸部門能源消耗量與溫室氣體排放量之推估涵蓋車輛登記數、每車年行駛里程、能源效率等眾多參數，為蒐集上述參數並針對缺漏、未統計或未拆分之相關參數進行推估，並針對過往之參數進行回溯。為此，本計畫已針對延人公里、延噸公里及能源效率進行參數推估及回溯，亦新增電動車及特種車之能源消耗量及溫室氣體排放量之推估，將不同能源別之車種納入「運具排放清冊」計算，較能合理推估運輸部門個運具別能源消耗量與溫室氣體排放量。

根據推估結果，2022 年因疫情趨緩，其溫室氣體排放量回升至 36,170 千公噸。就各運輸系統來看，以公路運輸系統占比最高為 97.31%，依序分別為軌道運輸 1.20%、國內水運 0.90%、國內航空 0.58%。若以公路運輸系統之運具別來看，以小客車 49.51%為最高，其次為小貨車 17.46%，接著依序為大貨車 15.57%、機車 13.62%、大客車 3.75%、特種車(垃圾車)0.09%。

(四)綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

「臺灣 2050 年淨零轉型」12 項關鍵戰略中，涉及運輸部門為運具電動化及無碳化與淨零綠生活，運輸淨零轉型包含兩大面向，除了運具的轉變，運輸行為的改變亦至關重要。

德國聯邦提出 A-S-I 永續交通策略，包含避免(Avoid)，即減少非必要的運輸行為，如居家工作；移轉(Shift)，即使用更永續的交通方式，從高排碳運具轉移至低碳甚至無碳運具；改善(Improve)，以車輛科技改善效率。透過以上 3 種作法可減少運輸行為對環境的影響，使運輸更加永續。

執行 A-S-I 永續交通策略包含 5 種政策工具，包含「規劃工具」，如電動樁等基礎建設設施規劃及土地使用規劃等；「科技工

具」，如改善運具燃料效率等；「經濟工具」，為透過補助獎勵等誘因促使民眾改變運輸行為；「管制工具」則是制定相關規範與標準及交通管理措施；另「訊息工具」為對民眾以傳達資訊或溝通方式，增強公眾使用綠運輸接受度並推廣綠運輸必要性，進而驅使公眾自發性參與綠運輸，綜觀國際案例，「訊息工具」政策推動單位大多都為公協會，故公協會在綠運輸政策推動上也扮演了相當關鍵的角色，且公協會亦扮演政府部門及民間的橋樑，建議可藉由公協會發揮其影響力，推廣綠運輸生活型態。

本計畫發現辦理教育性質活動對參與群眾提升綠運輸知識有明顯效果，因此，未來如有推廣綠色運輸觀念，將可持續透過辦理活動方式，讓更多群眾參與及提升意識。

(五)運具電動化政策與推動措施研析

依據國家發展委員會 2022 年 3 月 30 日公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，運具電動化轉型願景在 2050 年電動車等低碳車輛成為道路上之主流運輸工具。不論載客或載貨，均須採用當代最低碳或零碳之運具，使運輸部門之能源需求由燃油轉型為電力或低碳燃料為主。路上行駛之車輛，僅極少數維修、救援或特殊用途運具可使用能源效率極佳之燃油車輛。

本計畫彙整美國、美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國等 7 國家/區域運具電動化目標時程彙整，藉此探究我國運具電動化目標及其電動車定義，以及推動措施，國內外運具電動化相關研析成果如下。

1. 電動車定義

觀察國際間多以運具電動化來因應運具轉型，並提出運具電動化目標、政策與推動措施。本計畫已綜整美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國之電動車定義，除日本之外，皆將電動車稱為零排放車輛。歐盟截至 2023 年 10 月，未針對運具電動化目標之電動車定義，僅提出在 2035 年零排放目標下僅有「零

排放車」符合運具電動化要求。其餘 6 國(美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國)皆以純電動車(BEV)及燃料電池電動車(FCEV)為主。另有將其他車型納入電動車範疇中，包含：美國納入插電式油電混合動力車(PHEV)，而日本及韓國則納入油電混合動力車(HEV)及插電式油電混合動力車(PHEV)，惟韓國考量溫室氣體減排效果、價格競爭力等因素，目前以「環境友善車輛(包含：純電動車(BEV)、氫能車、油電混合動力車(HEV、PHEV))」做為過渡階段彈性機制。為朝零排放車輛邁進，韓國預計 2025 年或 2026 年將從政府相關電動車獎勵與補助辦法、環保車法等，逐步排除混合動力車(HEV、PHEV)。

歸納我國各部會(經濟部、交通部、環境部、財政部、金管會)與公協會(台灣區車輛工業同業公會、財團法人車輛安全審驗中心)針對電動車之定義，多涵蓋純電動車(BEV)；此外，交通部已與國內相關單位(經濟部、環境部、車測中心、車安中心)就階段性將插電式混合動力車納入電動車範疇一事討論，考量對於新車市售比達成助益有限，且相關部會持續輔導度過產業過渡期故，建議我國推動運具電動化及無碳化之電動車範疇以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」為目標。

2. 推動措施

管制措施面，透過制定車輛平均燃油效率標準及溫室氣體排放標準及投入資金強化電動車相關供應鏈，以提升電動車供給占比，並擴大電動車供給量能；藉由電動車電池強制性碳足跡聲明與標籤，促使電動車製造符合規範要求；停車場電動車專屬車位最低比例；設定電動車製造目標，以提升電動車供給占比；對高齡車加重稅制，加速燃油車汰換為電動車。

獎勵機制面，藉由提供購買電動車稅賦抵免、購車補助與停車優惠、免費專用道，並撥款補助佈建充電網絡，完善電動車使用環境，以促進民眾轉換電動運具之意願。

(六)運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

根據本計畫能耗調查、標竿案例蒐研以及交通場與旅館節能減碳講座之成果，對於國內外運輸場站節能減碳標竿案例，就案例所採取或專家所建議者，分為「提高能源效率」、「燃料替代」、「能源管理」3 方面，綜整以下建議措施，做為未來節能減碳措施之參考。

1. 「提高能源效率」方面：採用 LED 照明裝置、增加自然採光或使用遮陽設備、智慧窗戶。設備汰舊換新(包括製冷設備、製熱設備、電梯等)。設備節能化，例如自動雙速自動扶梯、節能電梯系統；或是採用冰水主機(包括磁浮式冰水主機)空調系統等各式空調。
2. 「燃料替代」方面：場站建物設置再生能源發電設備(太陽能、風能)，進而增加自發電力之使用，以替代/減少來自電網與其他能源之使用。或改用永續新興燃料(氫能、電力、生物燃料等)。使用場站餘熱或場站外部餘熱(如工業餘熱等)用於供暖和其他能源循環。利用水循環用於室溫調控等。
3. 「能源管理」方面：整合照明設備與建築自動化系統、導入智慧能源管理系統等。

三、研究建議

(一)運輸相關能源與減碳之政策與法規研析

從政策蒐研結果，歐盟、美國、日本、英國及韓國等，國際發展趨勢主要推動策略包含淨零排放目標訂定、推動淨零排放行動計畫、運具低碳及無碳化發展及目標設定、強化基礎建設發展等。

國際目前現正推動之政策及策略，包含碳定價機制、公正轉型、運具氫能技術等，我國尚在起步階段，後續可借鏡其他國家推動經驗。另外，在公路運輸相關減碳措施方面，建議可重點蒐研，如國際推動公路低碳燃料作法、推動擁擠定價對小客車之管制作法等，

有助於探討其對於我國溫室氣體減量之潛力。至於航空及海運永續燃料技術，未來應持續關注國際組織相關規定。

此外，依我國《氣候變遷因應法》之相關規定，針對「車輛排放溫室氣體效能標準資料」、「碳稅制度及碳費」等議題，提出建議如下。

1. 國內法規勢必跟進國際車輛溫室氣體排放標準制度：持續關注國際車輛溫室氣體排放標準的發展，以及提前了解我國未來可能制定的車輛排放標準，並規劃相應的適應措施。
2. 提前規劃運輸業務車輛電動化：持續鼓勵推動運具電動化措施。
3. 善用運輸車輛電動化之減碳效益：汰換燃油車輛為電動車輛的同時，可以充分利用減碳效益，例如參與「減量額度」和「減量效益」相關制度。
4. 事業淨零與碳盤查應同步進行：因應未來碳費徵收制度發展，運輸業者除持續推動淨零減碳措施，亦需及早進行自我碳盤查作業。
5. 強化事業對溫室氣體相關規範之瞭解：協助業者對於溫室氣體相關管制規範之知能，有助於其建構所需之能力。

(二)擴充運輸部門 2050 淨零排放評估模型與減碳措施效益評估

根據研究結果可知人口負成長和年齡結構老化確實會對運輸服務需求發生改變，例如私人機動運具需求減少、運具需求結構發生改變等現象。因此建議未來政府在訂定相關措施和預期效益之前，可將人口負成長和年齡結構老化之影響納入衡量。

針對運輸部門第三期階段管制目標，本計畫推估結果顯示，在既有節能減量措施實施後，推估2030年運輸部門排放量將達33,023千公噸CO_2e。換句話說，相較2005年排放水準(37,989千公噸CO_2e)約可再減少 13.07%。。倘若未來運輸部門在部會協商中承擔重責，第三期階段管制目標設在 15%至 20%之間，預計會產生約 732 至

2,632 千公噸 CO_2e 的減量缺口。此時則需視缺口規模，強化既有措施目標。雖然本計畫已推算為弭平缺口應強化之目標。然而，實際強化內容仍需與相關單位會商，以確保新目標與現實情況連結。

(三)運具別碳排放推估

本計畫針對後續參數之取得與統計資料發布，提出以下 4 點建議。

1. 車輛登記數統計資料：因應未來運具電動化發展，建議市區公車及公路客運之車輛登記數，統計調查資料應區分燃油及電動車輛。
2. 年平均行駛里程統計資料：建議市區公車及公路客運之年平均行駛里程，統計調查資料應區分燃油及電動車輛；此外，建議機車使用狀況調查報告增加調查電動機車之行駛里程或於定檢資料庫進行統計。
3. 能源效率統計資料：建議汽車貨運統計調查報告新增小貨車燃料別之能效資料或於定檢資料庫進行統計。此外，為估算市區公車及公路客運(燃油)之能源效率，建議將市區公車與公路客運之營業行車里程拆分或利用定檢資料庫將市區公車或公路客運之能源效率依不同燃料區分統計。
4. 汽車客運量與貨運量：為估算不同燃料別之市區公車與公路客運之碳強度，建議交通部統計查詢網將延人公里依據不同能源別進行統計；此外，交通部統計查詢網之延噸公里資料未區分大貨車及小貨車，且未依用途(自用及營業)及燃料別進行區分，為利於估算碳強度，建議將延噸公里依大貨車、小貨車、用途及燃料別進行區分統計。

(四)綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

綜觀當前綠色運輸推動方向，運輸淨零解方可從源頭管理，包含運具電動化及無碳化及訂定車輛效能標準；接著可從組織面之公私部門管理，如碳盤查納入範疇三員工通勤及商務旅行，進行自願

減量等；而運輸業者則可導入綠色管理機制。

為引導企業推動相關措施鼓勵員工採取綠運輸方式通勤，可仿效日本經驗，建立相關標章或認證機制，給予推動員工減碳通勤的優良單位標章及獎勵，企業除了可以減少企業本身的排碳外，還可藉此提升品牌商譽，增進社會好感度，且有助於後續進行碳盤查中之範疇三資料盤點；而運輸運輸業者身為企業運輸服務的提供者，應有相關政策引導運輸業者內部推動相關作業以降低運輸排碳，例如導入綠色管理機制，使運輸過程更加永續，其亦可滿足未來綠色採購趨勢及供應鏈要求，可提升企業自身競爭力。

(五)運具電動化政策與推動措施研析

我國運具電動已訂定分年目標、時程與行動措施，但須考量國際電動化趨勢車型範圍與國內市場現況，有必要交通部、經濟部與環境部等相關部會共同研商對於運具電動化政策之定義、目標時程、推動策略與措施，以做為未來運具電動化及無碳化推動路徑與行動措施計畫滾動調整之參酌，相關精進建議說明如下。

1. 國際間多以運具電動化因應運具轉型，以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」達成運具電動化目標，為先進國家及國內各部會一致認可作法。交通部已與國內相關單位(經濟部、環境部、車測中心、車安中心)就階段性將插電式混合動力車納入電動車範疇一事討論，考量對於新車市售比達成助益有限，且相關部會持續輔導度過產業過渡期，故建議我國推動運具電動化及無碳化之電動車範疇以「純電電動車(BEV)」及「燃料電池電動車(FCEV)」為目標；另於邁向 2050 淨零排放過程中，建議持續滾動檢討並適時調整電動車範疇及對應之運具轉型策略。

2. 加速推動高齡燃油車汰換方面，除環境部以補助獎勵提升民眾汰換高齡燃油車輛意願，建議可再參考日本針對高齡燃油車輛加重稅收比例之管制措施；此外亦建議將我國運具電動化 2030、

2035、2040 年市售比目標納入車輛能效總量標準及其配套措施、新車溫室氣體效能標準考量

(六)運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

在淨零的目標下，節能減碳不只為場站節約成本，並為各事業單位提升形象。透過蒐研亦可知悉各種不同場域可應用之節能技術已經十分成熟，亦仍有應用突破可以借鑑。且未來綠建築，乃至智慧建築將是場站在新建或修建可以思索應用的方向。對運輸場站標竿案例方面，參考建議如下。

1. 未來可將節能減碳成果與場站能源耗用量進行勾稽與比對，且持續精進運輸場站於能耗盤點之能量，以瞭解場站實際業務量影響能源耗用之主要原因，進而研提節能減碳的精進措施。
2. 碳盤查是淨零減碳必經之步驟，是未來不可免之趨勢。本計畫雖不對各事業進行碳盤查，但未來可對各事業已經或預擬碳盤查時程進行了解，包括同一事業體不同場站可能碳盤查時程亦不同之時程等。碳盤查數據對於佐以分析減碳成果更為可靠。來年可依各場域特性類別比較，研究是否建議場站碳盤查，或其他可據以精進節能減碳之作為。

附錄 2

期中報告審查意見及處理情形

附錄 2　期中報告審查意見及處理情形

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
陽明交通大學運輸與物流管理學系　馮教授正民		
1. 簡報第 66 頁 CGE 模型勞動報酬方程式與報告書第 3.35 頁 3-2 式不同，建議檢視確認修正。(註：報告書的版本在虛擬變數-年齡是否超過 50 歲有 2 個下標g,t，分別表示g年齡層與t期$(AAPgt)$，然而簡報版本僅有一個下標g年齡層$(AAPg)$)。	謝謝委員指教，簡報應為誤植。虛擬變數中的方程式下標應為 g,t 用以表示不同期間該年齡層的勞動人數。	同意
2. 報告書第二章，蒐集許多國際運輸淨零發展趨勢與淨零路徑，建議歸納重點並增列小結，並研析國外方法應用於我國之適當性。	謝謝委員指教，已遵照辦理納入期末報告。	同意
3. 報告書第三章擴充運輸部門 2050 淨零排放評估模型部分，有關社經行為改變章節，如老年化、疫情等，建議列出要納入 CGE 的參變數。	謝謝委員指教，根據交通部調查報告顯示，不同年齡層對於運具的使用確實有顯著影響，而人口負成長又會對未來年齡結構產生影響。因此本計畫已完成模型資料庫及方程式之修正，將其納入模擬機制。期末報告表 3.1-5 的模擬結果係已同時反應兩因素的影響。 另外雖然統計資訊顯示，疫情期間公共運量呈現顯著下降，但在 2023 年後部分統計結果亦有逐漸回溫之現象。換句話說，疫後運量是否持續低於疫前水準則猶未可知。要衡量疫情對運量的影響，應該將許多因素納入考量，如委員所提包括人口結構及外部環境恢復狀況。惟計畫執行初期經與委託單位商議，本計畫先以參酌統計資訊設定情境進行分析。	同意
4. 報告書第 3.60 頁，建議在預期效益/績效指標方面，應依據 A (Avoiding，避免)、I (Improvement，改善)、S (Shifting，移轉)三種類別進行比較。	謝謝委員指教，經策略彙整後可知我國並未就 A 策略提出確切目標，且不同策略減量效益會視投入資金和規劃的措施量有關(例如公運提升屬於 S，運具電動化和能效提升都屬於 I)，難以逐一比較。因此本計畫僅就既有策略進行綜效評估，詳見報告 3.2.2 小節。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
5. 簡報第 9 頁，提到能源署於第三期溫室氣體階段管制目標增加綠電、廢棄物、氫/氨(混燒)與 CCUS 等填報項目增加綠電與氫能部分，建議補充說明綠電種類為何。	謝謝委員指教，針對第三期溫室氣體管制目標填報作業，綠電定義為「應以可確定綠電來源者，且為自發自用、透過台電代輸或購買綠電憑證者計算之」。	同意
臺北大學自然資源與環境管理研究所　張教授四立		
1. 本計畫預計完成之工作項目，以「建構評估模型」與「策略研析規劃」為兩大主軸，下分 19 項工作項目，截至期中報告之進度，研究團隊已完成其中 9 項之工項執行，執行進度達 60%，階段性成果及執行成效符合預期。	謝謝委員指教，本團隊會持續努力。	同意
2. 報告「2.1.2 國內外運具電動化政策與推動措施」小節，目前已蒐整分析包括美國、歐盟、日本及我國的案例，資料具即時性，有利國家/區域組織的目標設定積極性與誘因及配套措施規劃方向的比較，以及國際經驗對我國運輸部門淨零排放路徑規劃的啟發與可借鏡之處(例如美、日及歐盟策略及政策工具的規劃方向，均著重租稅減免、充電站之設置補助/補貼，及電池技術/生產量能之目標訂定)，建議於期末報告中補充，並建議補充韓國的案例，並納入國家比較。	謝謝委員指教，本計畫蒐整國際(美國、歐盟、挪威、英國、日本與韓國)運具電動化政策之啟發與可借鏡之處，綜整於第 6.3 節。	同意
3. 報告第 2.12 頁，④補貼基礎設施構建以配適用車環境之德國案例部分，『…對可控的私人的非公共充電設施每站點補貼 50%，上限 1,000 歐元；若是可控的私人非公共充電設施每站點補貼同為 50%，但上限為 2,500 歐元。』敘述可能有誤，建議查明修正。	感謝委員指教，關於德國案例「補貼基礎設施建構以配適用車環境」，已更正為「如對可控企業(Companies)之非公共充電設施每設施補貼 50%，上限為補助充電樁 2,500 歐元或每充電站(Charging station)4,500 歐元；若是可控的私人(Private persons)非公共充電設施補貼同為 50%，每個站點上限 2,500 歐元」。	同意
4. 報告「2.1.3 綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵發展現況」小節，蒐集並分析包括日本、歐洲及我國的推廣與獎	謝謝委員指教，關於綠運輸生活型態體驗獎勵機制發展案例研析，期末報告中已納入日本、美國、英國、歐盟、挪威、韓國、我	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
勵政策與作法的現況與案例，具參考價值，建議後續可持續追蹤各國實施案例的減碳成效實績或評估結果，做為我國規劃綠運輸生活推動策略的參考。	國等各國案例，並視案例型態以及案例執行階段，於各案例中揭露量化或質化的減碳效益。 經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續蒐集各國實施案例的減碳成效實績或評估結果，以提供我國綠運輸生活推廣機制之參酌。	
5. 報告「2.2.2 國際淨零路徑訂定方法探討」小節，分別檢視國際能源總署、科學基礎減量目標倡議(SBTi)及英國淨零社會情境的情境與路徑推估方法，並聚焦運輸部門，解析推估結果的意涵，建議期末報告增加一小結，說明此項分析結果對本計畫之運輸部門淨零路徑規劃的方法，及應用於效益評估的啟發及參考價值，並做為連結第三章之評估模型擴充及減碳措施效益評估的立論基礎與依據。	謝謝委員指教，委員所提相關內容，為期中報告階段性之背景資料蒐集，期末報告為聚焦於研析第三期階段管制目標之訂定作業，爰已重新調整報告架構暫不納入。 委員之建議極具參考價值，經與運研所主辦單位討論，就國際先進國家淨零社會情境與路徑推估方法及其運輸部門推估結果的意涵，將納入後續年度計畫持續辦理。	同意
6. 本計畫引述國內媒體《50+》所做的「全臺高齡友善城市大調查」，結果可做為本計畫後續城市的淨零綠運輸政策規劃的參考，頗具參考價值，建議類似的調查可以定期執行，以檢視城市綠運輸模式的發展與變動趨勢。	謝謝委員指教，本計畫主要重點之一在於研析第三期階段管制目標之訂定作業，經與運研所主辦單位討論，委員建議之調查結果將列入後續年度計畫參考。	同意
7. 報告「3.1.4 淨零排放與減碳評估工具庫未來擴充與開發項目規劃」小節，於第 3.47~3.48 頁，表 3.1-12 說明 2023 年、2024 年及中長期之計量模型、CGE、LEAP 及個別策略工具之擴充與開發規劃，內容有助於瞭解本計畫對於各模型工具 2023 年的功能性設定與分工，特別是包括人口、所得、運具、運量、能源別、溫室氣體別等社會、經濟、行為及技術參數設定對於運輸部門減碳效益估算的重要性，惟建議掌握各實證模型應用的目的，在於評估運輸部門不同淨零策略組合之	謝謝委員指教，結合 ICT 技術的大數據資料庫確實有助於模型數據品質的提升及真實的旅運行為掌握。 經運研所與計畫團隊討論，該項工作耗費需投入之資源相對龐大，需另發起其他計畫辦理，後續年度計畫將持續蒐集相關重點發展趨勢，視未來計畫資源進一步評估是否納入。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
減碳成效，協助選擇高效益、低成本之策略組合，而非效益估算結果的準確性，因此如何適當開發及應用各模型工具的決策支援功能，應是本工作項目的重點。結合 ICT 技術的大數據資料庫，應有助於模型數據品質的提升及真實的旅運行為掌握，亦是本工項可持續精進的方向。		
8. 報告「3.3 運具碳排資料蒐集與參數分析」一節，其中「表 3.3-8 油當量轉換係數」，請加註說明 1999 年燃料油的轉換係數由 1.0222 提升至 1.0667 的原因(是否為熱值提升？)。	謝謝委員指教，油當量轉換係數係引用經濟部能源署公開之能源產品單位熱值表，其燃料油差異之原因係因熱值自 9,200 千卡調整為 9,600 千卡之緣故。	同意
9. 第 3.76 頁「表 3.3-17 四大運輸類別溫室氣體排放量推估結果」，各年度之排放量均較國家清冊之運輸部門燃料燃燒排放量低，請補充說明其原因。	謝謝指教，本計畫之溫室氣體排放量係依不同運具別及不同能源別所計算，並對照能源平衡表依比例進行調整。惟尚未納入生質能、液態生質能及管線運輸等類別計算，故與國家溫室氣體排放清冊之數值略有差異。	同意
10. 報告「3.4 第二期運輸部門溫室氣體排放管制行動方案之 111 年減量效益推估」一節，考量第一期及第二期階段管制目標的訂定方式，均係以民國 94 年(2005 年)為基準年，設定各期及各年度的溫室氣體排放量目標，因此兩方法中，方法二(即設定基線年，計算目標年所達成的減量成效)較符合階段管制目標的設定與評估方向與方法。然此一評估值均係依執行的實績值估算，因此無論以 104 年(方法一)或方法二(94 年為基期)所得的效益應可互換。	謝謝委員指教，因基線設定過高會導致減碳效益高估，經與主辦單位討論後，調整估算方式為差值估算法，主要是計算未執行策略與有執行策略之溫室氣體排放量差值，做為執行方案後的減量貢獻。	同意
11. 針對綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制，簡報 22 頁所提之政策工具，包括誘因管制及基礎設施的配套，均屬關鍵政策工具，建議宜由各類工具所能達成	謝謝委員指教，關於綠運輸生活推廣與獎勵機制之政策工具研析項目，已參考委員建議永續交通系統的策略架構之「避免、移轉、改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)」，以契合綠運輸發展目標，另期末	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
的 A (Avoiding，避免)、I (Improvement，改善)、S (Shifting，移轉)效果，進行推估比較，並選擇效益相對大者提出規劃。此外，都市層級也會有透過公務預算補貼綠運輸的方法，若能有特定的基金收入來支持補貼方能永續經營，請研究團隊納入考量。	報告案例盤點已納入都市層級之公務預算補貼綠運輸案例，如日本小山市公共運輸推廣(期末報告第 5-27 頁)、東京都汽車環境管理計畫制度(期末報告第 5-29 頁)、芬蘭拉赫蒂市之 CitiCAP(期末報告第 5-33 至 5-36 頁)，以做為我國綠運輸生活型態推廣之借鏡。	
淡江大學經濟學系　廖惠珠		
1. 有關碳定價方面之瞭解，可多注意歐洲目前碳價不斷上升，部分論文分析時，已假設碳定價於 2050 年時高達每公噸 300 歐元以上，建議研究團隊在碳定價部分可參考歐洲作法。	謝謝委員指教，本計畫已蒐整國際碳訂價機制及我國碳費徵收規範，並研提對於運輸業者之衝擊與影響納入期末報告。	同意
2. 報告書 2.2 節第 2.46 頁，可多說明為何在表「2.2-4 4 種淨零社會情境關鍵參數」在淨零技術的可用性上，英國社會情境中僅有中低及中高卻無「高」的選項，是否在實務上是有困難性，建議分析時納入補充說明。	謝謝委員指教。關於委員詢問英國情境設定原因，本計畫所蒐集文獻並無相關進一步資訊，爰目前尚無法得知，有賴後續年度計畫蒐集國際發展趨勢時可進一步觀察。本計畫主要重點之一在於研析第三期階段管制目標之訂定作業，並參考國發會人口推估及交通部統計等資訊為主。	同意
3. 報告書 3.1.1 節第 3.7 頁，圖 3.1-4 所列資料，明顯是在今(112)年 7 月 1 日推出 TPASS 之前，建議後續分析可多考量 TPASS 落實後對我國之未來影響之分析(國際文獻顯示成果相當卓越)。	謝謝委員指教，因 TPASS 政策執行時間較短，尚未累積足夠資料數據，故建議俟政策施行數年後再行討論，可能較為準確。	同意
4. 報告書 3.1.2 節第 3.16 頁，宜注意目前我國出口連 11 黑的狀況係從 2022 年 9 月就開始出口負成長，這部分應顯示於圖 3.1-12 在 2022 年的數據。	謝謝委員指教，遵照辦理，因相關資訊細節較多，本計畫已另行提交檔案供運研所主辦單位參考。	同意
5. 報告書 3.1.3 節第 3.36~37 頁，「表 3.1-10 運輸服務占民間消費比重-依年齡層分」，最高比例為空中客運，但一般人搭乘空中客運並不多，目前期中報告的作法係以消費支出占比計算結果，此作法是否與碳排放呈	謝謝委員指教，若單以消費支出占比計算結果確實無法呈現年齡老化對運量的影響，自然無法顯示與碳排放的關聯性。因此本計畫在構建完各年齡階層對各種商品消費支出占比後，將透過轉換矩陣將消費支出轉換為運量。此舉即可反應較為準確的能源消費	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
正相關，宜多思量。	量及排放量。	
6. 報告書 3.3.3 節第 3.76 頁，表 3.3-17 在運輸部門碳排放之計算，請說明有無納入 CH_4、N_2O 等非 CO_2 的排放量。	謝謝委員指教，運輸部門之溫室氣體排放計算，已涵蓋 CO_2、CH_4、N_2O 排放量。	同意
交通部路政司蔡副司長書彬		
1. 運輸部門目前依能源平衡表來彙整能源消耗總量，然數據似無法反映實際狀況，建議研究團隊宜以報告書第 3.38 頁，依運量占比推估運輸部門實際耗能之比例量能，並比對外部與內部推估之差異。	謝謝委員指教，運量占比推估實際耗能之方式需有延人公里之資料，惟此部分僅適用於軌道運輸、市區公車與公路客運，然本計畫以函詢方式取得軌道運輸之實際能耗，且市區公車與公路客運已有實際耗油量資料，故不需以運量占比推估其能耗。此外，公路其他運具別因無運量相關資料，係以車輛數、里程數與能效進行推估，且為了與源頭端(加油站)之統計資料相符，故透過能源平衡表依等比例推算不同運具別之能耗。另外，本計畫加入垃圾車輛之計算，藉此減少與能源平衡表(柴油)之差距。	同意
2. 目前運輸部門尚未針對車齡多年、耗油或耗能之運具研提相對應管制措施，期待研究團隊可針對上述類型車種研提推動運具轉變之政策建議。	謝謝委員指教，本計畫期末報告已納入日本針對車齡多年加重稅收等管制措施之相關內容，後續將配合交通部需求，蒐集國外針對如車齡多年、耗油或耗能運具之汰換機制與管制內容，據此研提我國推動運具轉變之政策建議。	同意
交通部公路局　王副總工程司在莒		
1. 報告書第二章，有關 2030 全面電動化、充電樁資料，本局另將以書面提供給研究團隊參考。	謝謝委員指導，有關交通部公路局所提供之「2030 年客運車輛電動化推動計畫(113-119 年)」已納入期末報告，詳細內容請見第 6-41 至 6-42 頁；「關鍵戰略 7 運具電動化及無碳化」行動措施計畫—「推動交通運輸節點設置公共充電樁計畫」之辦理情形相關內容亦已納入期末報告並更新我國公共充電樁數據至 112 年 9 月底，詳細內容請見第 8-14 頁之表 8.3-2。	同意
2. 簡報第 10 頁，我國運輸部門溫室氣體減量推動方案之三大推動策略，係以循環的概念來推廣公共運輸、低碳運具(不限定僅電動車)及	謝謝委員指教，本計畫主要係探討第二期行動方案之 111 年減量效益，故以摘述第二期行動方案之推動期間及主要策略相關內容為主。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
能源使用效率，並非分期辦理，建議撰寫時應留意文字說明。		
3. 簡報第 13 頁，研究團隊已彙整淨零目標入法之國家，建議最後一欄相關政策、誘因、管制等事項請詳細說明，如產生效益、哪些效益相異或相同可做為借鏡。	謝謝委員指教，本計畫蒐整淨零目標入法之國家，其目的係瞭解亞洲地區國家之淨零策略推動動態，並就其綜整成表 2.1-3。而本計畫主要蒐研國家係以歐盟、美國、日本、英國及韓國等國家，並研析相關淨零政策與策略，供我國參考。經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續就各國相關政策之產生效益進行蒐研，以提供我國淨零政策發展之參酌。	同意
4. 報告書第 2.1 小節「國內外運輸部門淨零與減量發展趨勢」係針對國內運輸部門淨零與減量發展趨勢議題進行文獻回顧，惟「表 4.2-1 綜整國內外運具電動政策之比較表」、「表 4.3-3 運輸場站節能減碳標竿案例」及「表 4.4-1 國內外綠運輸生活型態案例比較表」亦係彙整國內外淨零排放相關議題並作論述，建議前揭表格暨相關內容併入 2.1 小節國內外文回顧論述較為妥適。同時建議將第二章與第四章如何組織，以利閱讀。另外在文獻的整理上，應提出並說明各個國家間的政策工具及策略，何者相同，何者相異，並以其推動效益，說明何者可以借鏡。	謝謝委員指教，本計畫已重新調整報告架構，重點呈現各項主要議題之研究成果，以利檢視。	同意
5. 有關疫情對我國影響部分，建議期中報告第 3.15 頁，「圖 3.1-11 疫情對我國公共客運影響」與第 3.16 頁「圖 3.1-12 疫情對我國公路貨運影響」2 個圖示之橫軸時間軸標示採「一致性」處理，以利閱讀；另於簡報第 18 頁，對應到國內疫情為呈現平穩趨勢；然實際上疫情期間，物流業與電商發展明顯提升，其客運需求減少，建議再做進一步分析。	謝謝委員指教，期末報告已將時間軸標示採一致性處理，詳見 p.3.5 「圖 3.1-4 疫情期間對我國公共客運影響」及 p.3.8「圖 3.1-6 疫情期間對我國公路貨運影響」。此外，本計畫亦針對客運及貨運趨勢進行探討，並提出疫後運輸需求情境，詳見 p.3-4 至 p.3-9。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
6. 建議研究團隊確認及釐清電動車之定義，並提供我國電動車未來發展之短中長期建議，例如可依電動樁設置密集度提供階段性建議；另有關電動車之電池技術，可關注日本汽車產業近期發展動態。	謝謝委員指導，本計畫已蒐研美國、美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國與我國等 7 國家/區域運具電動化目標時程及其電動車定義，提出過渡階段將插電式混合動力車納入電動車之階段性建議，並建議可參採韓國作法，將之逐步排除，以達 2040 年電動小客車新車市售比 100%目標(詳細內容請見 6.3 小結)；有關充電樁設施密集度部分，本計畫將持續配合交通部需求，參考國外作法，評估研議我國公共充電樁設置數量成長短中長期目標。另有關電動車電池技術，未來將持續透過協助交通部落實關鍵戰略 7 行動措施計畫管考工作，請相關單位觀察日本汽車產業發展動態。	同意
7. 氫能部分建議後續可針對我國適用之氫能類型進行研析。	謝謝委員指教，經與運研所主辦單位討論，該項工作需另行投入其他計畫資源辦理，本計畫後續年度計畫將持續蒐集國際運輸相關前瞻能源技術之發展進程納入參考。	同意
交通部公路局(書面意見)		
1. 期中報告第 2.14 頁目前國外案例僅有英國、日本 2 國家的作法，建議可再多找幾個與我國有相同貨運運輸環境之作法，可供研究分析後，提出我國低碳物流貨運建議作法。	謝謝指導，本計畫乃聚焦關鍵戰略 7「運具電動化及無碳化」之政策研究，旨在從「提高電動運具數量」、「完善使用環境配套」與「產業技術升級轉型」等三大面向進行研析與工作推動，將優先聚焦技術成熟之市區公車、電動機車及電動小客車之發展推廣。有關低碳貨運研析部分，貴(公路)局刻正辦理「貨運三業、公路汽車客運業、遊覽車客運業碳足跡及碳標籤綠色運輸先期規劃」計畫，經與運研所主辦單位討論，建議透過該計畫蒐集相關資訊，避免計畫資源重複投入。	同意
2. 期中報告第 2.18-2.22 頁，行政院 112 年 4 月 21 日核定「2050 淨零排放路徑 12 項關鍵策略行動計畫」，其中「關鍵戰略 7 運具電動化及無碳化」涉及本局事項更新推動現況如下： (1) 推動市區公車 2030 年全面電動化計畫：自 99 年	謝謝指導與提供資料，有關交通部公路局所提供之「2030 年客運車輛電動化推動計畫(113-119 年)」已納入期末報告，詳細內容請見第 6-41 至 6-42 頁；「關鍵戰略 7 運具電動化及無碳化」行動措施計畫－「推動交通運輸節點設置公共充電樁計畫」之辦理情形相關內容亦已納入期末報告並	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
起，截至 112 年 6 月已核定補助數 1,954 輛電動大客車；另至 112 年 5 月止，營業電動大客車領牌數(不含遊覽車)共計 1,376 輛，市區客運電動大客車占比為 12.8%。 (2) 推動電動大客車保養維修技術人力轉型計畫：本局公訓所規劃期程自 109-119 年所需經費 1 億 966.5 萬元，為協助國內業者培育後勤維修人力，進而提升車輛妥善率及後勤維修保養體系，目標 119 年市區公車全面電動化(總車輛數約 11,700 輛)，所需維修人力約 1,170 人(以現況人車比 1:10 估算)，完成傳統油車保養技術人員全面轉型。 (3) 推動交通運輸節點設置公共充電樁計畫：行政院於 111 年 9 月 26 日核定，自 112 年至 113 年計畫經費計 9.8 億元，預計建置慢充 4,000 槍、快充 400 槍。另交通部於 112 年 5 月 10 日核定補助審查執行要點並函發各地方政府，本局自 5 月 10 日起開始受理縣市政府提案申請，截至 112 年 7 月底已受理 19 縣市申請公共充電樁補助計畫，其中已核定 7 縣市，包括基隆市、臺北市、新竹縣、新竹市、南投縣、花蓮縣以及連江縣，總計核定慢充 1,653 槍、快充 199 槍、中央補助經費合計 1 億 8,142 萬 9,000 元，刻正審查剩餘縣市政府提案計畫書及追蹤尚未提案之縣市政府。	更新我國公共充電樁數據至 112 年 9 月底，詳細內容請見第 8-14 頁之表 8.3-2。	
3. 期中報告「2.1 國內外運輸部門淨零與減量發展趨勢」	謝謝委員指教，本計畫已重新調整報告架構，重點呈現各項主要	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
一節，係針對國內運輸部門淨零與減量發展趨勢議題進行文獻回顧，惟「表 4.2-1 綜整國內外運具電動政策之比較表」、「表 4.3-3 運輸場站節能減碳標竿案例」及「表 4.4-1 國內外綠運輸生活型態案例比較表」亦係彙整國內外淨零排放相關議題並作論述，建議前揭表格暨相關內容併入 2.1 小節國內外文回顧論述較為妥適。	議題之研究成果，以利檢視。	
4. 期中報告第 3.15 頁，「圖 3.1-11 疫情對我國公共客運影響」，該圖示橫軸時間軸標示僅標示月份，未有年度標示，建議於該圖示明確標示年份以利閱讀。	謝謝指教，期末報告已於 p.3.5「圖 3.1-4 疫情期間對我國公共客運影響」完成修正。	同意
5. 本案工作項目之一「建構運輸部門 2050 年淨零排放願景策略情境路徑藍圖之運作架構」，期中報告第四章內容僅列出屬文獻回顧相關內容，建議第四章除回顧相關文獻外，應就我國運輸部門 2050 年淨零排放路徑及其如何訂定質化或量化評估指標予以加強論述。	謝謝指教，本計畫配合行政院及運輸部門淨零排放路徑藍圖辦理相關事宜，並探討國內外運輸減碳與淨零排放相關政策與策略。而我國運輸部門 2050 年淨零排放路徑之訂定質化或量化評估指標，經與運研所主辦單位討論，將於後續年度計畫持續與主辦單位共同進一步研議。	同意
交通部航政司(書面意見)		
為利後續本案資料正確性及未來研析所提建議之可行性，建議貴所於研究團隊蒐集資料及研析建議後續階段，適時與部屬機關(構)溝通確認資料及建議之合宜性。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，將於本計畫後續年度每月召開工作會議時，就涉及交通部相關單位及部屬機關(構)議題，討論需進一步洽詢各單位之項目，並據以蒐集各單位意見。	同意
本所運輸能源及環境組(含書面意見)		
1. 報告書第 3.7~3.8 頁，「圖 3.1-4 各年齡層運具使用次數市占率」與「圖 3.1-5 65 歲以上高齡者運具使用概況」有關運具次數市占率呈現方式，請標註使用公共運輸工具之數據，俾利解讀。	謝謝指教，遵照辦理。為更精準呈現報告內容，期末報告改以「圖 3.1-3 各年齡層運具使用次數市占率」呈現，另以標明公共運輸之數據，詳見期末報告 p.3.3。	同意
2. 有關期中報告疫後對於運輸需求的變化部分(第 3.26 頁)： (1) 有關假設「捷運運量 2023 年第 4 季前可恢復	謝謝指教，說明如下： 1. 期末報告已就 2023 年最新月份期間(如 1-9 月)之運量與疫情期間及疫情前之運量相比，瞭解其運量變化趨勢，詳見	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
至疫前水準」、「汽車客運運量將在 2024 年第 4 季前方恢復疫前水準」等論述，應輔以文獻或數據佐證，例如可就 2023 年最新月份期間(如 1-6 月)之運量小計推算整年預估運量，再與疫情期間及疫情前之運量相比，瞭解其運量變化趨勢，再行推算運量可能恢復疫前水準之時間點，較具說服力。 (2) 另有關鐵路客運(含高鐵)之運量變化，建議分別呈現臺鐵及高鐵之數據，避免解讀偏誤。 (3) 綜上所述，請整體檢視酌修相關模擬疫情對客運運量影響之論述。	p.3.5 及 p.3.9。另已將最新更新日期 2023 年 11 月加入註腳。 2. 期末報告已依據建議分別呈現臺鐵及高鐵之數據，詳見 p.3.5。。 3. 遵照辦理，詳見 p.3.9- p.3.10。。	
3. 有關期中報告個別策略工具運作機制部分(第 3.39 頁)： (1) 有關公運運量(延人公里數)增加來自小客車及機車之占比 99.2%:0.8%係引用自國外文獻美國資料；惟考量我國機車密度極高，與美國國情大不相同，即使尚未找到更適合的研究成果，亦不應採取該數據進行模型假設，因恐高估減碳效益。 (2) 關鍵戰略 10 推動措施「4-1 推廣公共運輸」應為「公路公共運輸」2025 年較 2015 年成長 4.5%載客量，而非「公共運輸」，兩字之差意義完全不同。公共運輸另涵蓋高鐵、臺鐵及捷運/輕軌等軌道系統，請整體檢視修正相關篇幅。	謝謝指教，說明如下： 1. 期中報告引用文獻為美國大學調查數據，確實可能會產生誤差。期末報告已改應用我國調查報告研究成果為主，設定移轉比例參數，詳見期末報告 p.3-27。 2. 期末報告已依據各單位回填預期效益，另調整運輸部門節能減量目標於表 3.2-5(p.3-26~ p.3-27)。	同意
4. 第 3.47 頁「表 3.1-12 各模型未來擴充與開發規劃」，根據報告內容，CGE 模型亦可產出溫室氣體排放基線(第 3.57 頁)，建請酌修表	謝謝指教，因相關資訊細節較多，本計畫已另行提交檔案供運研所主辦單位參考。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
3.1-12 內容。		
5. 有關期中報告模型未來擴充與開發項目部分(第 3.49 頁)： (1) 有關氫能運具之減碳效益，建請補充說明氫能運具之排碳量如何估算(排碳量為 0 或其他)，以及氫能運具之能源效率值如何估算。 (2) 建請補充說明如何透過 LEAP 工具或計量工具搭配國內外資料估算共享汽機車之減碳效益。	謝謝指教，說明如下： 1. 由於氫能發展技術尚未進入成熟階段，故期末報告重點在於將該技術嵌入 LEAP 模型。因此相關參數皆為假設，詳見期末報告 p.3-14。 2. 共享汽機車減量效益牽涉共享車輛數、平均行駛里程、周轉率與其他重要參數。本計畫已於期末報告簡單說明效益估算方法，詳見 p.3.16。	同意
6. 第 3.65 頁「表 3.3-5 公路運輸預計加入參數類別」未將電動小貨車納入，請敘明理由。另考量關鍵戰略 7 已提出目標年電動公車普及率及電動小客車、機車之市售比，爰「市售比」及「普及率」應併納為「運具排放清冊」更新項目。	謝謝指教，目前電動小貨車已納入能耗與溫室氣體排放推估。此外，關鍵戰略 7 電動公車、電動小客車及電動機車之市售比及普及率已納為「運具排放清冊」更新項目。	同意
7. 有關「表 3.3-13 電力排碳係數表」(第 3.72 頁)，數值應為「電力排碳係數」而非表中欄位所標明的「電力排放係數」，兩者意義不同，請將兩者的差別補充於報告書。另經濟部能源署已提供至 2040 年之「電力排放係數」預估值，亦請補充於報告書。	謝謝指教，目前已將電力排放係數及電力排碳係數之說明納入期末報告，且電力排放係數已註明為能源署所提供，並置於期末報告。	同意
8. 有關「運具排放清冊」參數資料部分(第 3.72 頁)，特種車非僅垃圾車(如第 3.77 文字說明)，使用燃料別可能涵蓋汽油，建請儘可能臚列有哪些特種車及燃料別。	謝謝指教，本計畫已臚列本計畫納入之特種車於期末報告。	同意
9. 有關溫室氣體減量推估方法部分(第 3.84~86 頁)： (1) 所提兩種方法推估第二期行動方案之 2022 年減碳效益，建議皆可嘗試估算，再擇最適估算結果並敘明理由。 (2)「表 3.4-4 溫室氣體減量推估參數(範例)」，電動運具非僅電動公車，另	謝謝委員指教，為降低基線設定過高可能導致減碳效益高估的風險，經與主辦單位討論後，調整估算方式為差值估算法，主要是計算未執行策略與有執行策略之溫室氣體排放量差值，做為執行方案後的減量貢獻。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
減碳效益估算包含能效提升，請增補。		
10. 期中報告相關文字誤植處請修正： (1) 第 3.40 頁，「6.83%%」，百分號重複繕打。 (2) 第 3.42 頁，「不回再新增任何車輛數」應為「不會再新增任何車輛數」。 (3) 第 3.49 頁倒數第 5 行，「23」數字意義不明(似為文獻編碼)。	謝謝指教，原誤植處之章節內容已配合執行進度重新編撰，故已完成修正。	同意
11. 簡報第 5 頁，主要是要研析運輸部門第三期減量目標，附圖及相關文字係全國第一至三期減量目標，建議補充運輸部門第一至三期減量目標圖及相關文字。另本頁簡報內容請補充於報告書，以茲完整。	謝謝指教，已補充於期末報告 p.3-17~p.3-18。	同意
12. 簡報第 6 頁，報告書似無本頁內容，建請補充於期末報告中。	謝謝指教，本計畫已將運輸部門能源消費推估結果補充至期末報告 p.3-19~p.3-20。	同意
13. 簡報第 8 頁與報告書第 3.60 頁之表 3.2-4，有關 S (Shift，移轉)減碳效益估算，公共運輸載客量與公路公共運輸載客量成長率並列為指標，請留意公共運輸載客量已包含「公路」，效益推估時應避免重複。	謝謝指教，本計畫已重新釐清並將策略彙整於期末報告 p.3-25(表 3.2-5)。	同意
主席 蘇副所長振維		
1. 針對 111 年減量效益之推估，若過往年度已完成，應調整為計算或推算而非推估。	謝謝主席指教，因基線設定過高可能導致減碳效益高估，經與主辦單位討論後，調整估算方式為差值估算法，主要是計算未執行策略與有執行策略之溫室氣體排放量差值，並已完成計算結果。	同意
2. 有關國外文獻回顧，請比對國外相關運輸減碳策略或措施與我國差異之處，並進一步提出我國可參採之建議。	謝謝主席指教，期末報告已於第 2.1.2 節摘述各國淨零政策之重點，並彙整如表 2.1-14 所示及於小結研提相關建議。	同意
3. 9 月份要完成之運輸部門溫室氣體減量行動方案成果報告，請確認與第一期成果報告架構之一致性。	謝謝主席指教，第二期行動方案執行期間為 110 年至 114 年，本計畫協助完成之 111 年成果報告內容，係參酌 110 年運輸部門第二期溫室氣體排放管制行動方案	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
	成果報告，已確認與第一期成果報告架構一致。	
4. 有關六都交通局訪談部分，除了已彙整高雄市訪談摘要外，後續其他 5 都訪談完成並彙整後，請研析比較各地區之差異，並提出建議。	謝謝主席指教，期末報告已依意見彙整專家與單位訪談重點摘要，詳見如附錄 7。	同意

附錄 3

期末報告審查意見及處理情形

附錄 3　期末報告審查意見及處理情形

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
陽明交通大學運輸與物流管理學系　馮教授正民		
1. 文獻回顧部分，小結請歸納國外相關政策或措施，並說明該政策或措施於國內推動之可行性，以及我國後續若要推動所需進一步研究之相關課題；就不適合我國推動之政策與措施，亦摘要說明原因。	謝謝委員指教，依據意見檢視及修正國內外文獻內容。	同意
2. 簡報第 24 頁，CGE 模型目前針對年齡結構老化與人口負成長係分別進行分析評論，建議將年齡結構老化與人口負成長 2 項外在因素合併一起評估，探討其對運輸排碳趨勢之綜合影響。	謝謝委員指教，根據交通部調查報告顯示，不同年齡層對於運具的使用確實有顯著影響，而人口負成長又會對未來年齡結構產生影響。因此本計畫已完成模型資料庫及方程式之修正，將其納入模擬機制。報告表 3.1-5 的模擬結果係已同時反應兩因素的影響;而簡報第 24 頁則是為了解兩因素是否會產生不同影響方向，進而分別呈現說明。 另外雖然統計資訊顯示，疫情期間公共運量呈現顯著下降，但在 2023 年後部分統計結果亦有逐漸回溫之現象。換句話說，疫後運量是否持續低於疫前水準則猶未可知。要衡量疫情對運量的影響，應該將許多因素納入考量，如委員所提包括人口結構及外部環境恢復狀況。惟計畫執行初期經與委託單位商議，本計畫以參酌統計資訊設定情境即可。	同意
3. 請將各項策略投入模型的相關參數綜整呈現，並說明不同策略影響的輸入參數為何，以及所影響的產出為何，以了解透過模型可以適用哪些不同策略投入，以及可解讀之可能效果。	謝謝委員指教，本計畫已將投入模型的相關參數綜整呈現，詳見報告 p.3.26。另相關產出包含能源消費及溫室氣體之變化，詳見報告 p.3.27-3.30。	同意
4. 簡報第 26 頁，建議補充難以達成減量目標的挑戰，例如降低電動車高昂售價、提高國產電動公車產能、提高電動車充電樁車	依據委員建議已於本報告 p.3.29 補充說明。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
樁比例等。		
5. 簡報第33頁顯示小客車排碳占比約 50%左右，應較電動大客車政策更有減碳潛力，建議補充小客車減碳建議措施，例如國外推動擁擠定價對小客車之管制抑制作法。	謝謝委員指教，依據意見列入未來國際資料蒐研議題。	同意
6. 目前我國海空運及國內高鐵相關管理單位與業者對於國際ESG相關規範大多已熟知且已採取相關因應作為，建議針對國內陸路運輸之主管單位及業者，應提供相關碳盤查輔導資源及量能資訊。	謝謝委員指教，對於國內陸路運輸之主管單位及業者，提供相關碳盤查輔導資源及量能資訊，已列為我國關鍵戰略行動措施計畫之一，後續將由交通部所屬機關辦理。	同意
7. 報告內容主要著墨於陸路運輸，建議可以蒐集國內海運及空運有關淨零減碳研究成果，摘要重點納入報告，並註明資料來源，以利讀者延伸閱讀。	謝謝委員指教，依據意見已補充海空運國際資訊，未來將加強海空運國際組織相關動態進行蒐研。	同意
消基會交通委員會　李召集人克聰		
1. 期中報告審查意見回復，除說明辦理情形外，建議加註說明其對照修訂後報告之頁碼；期末報告審查意見亦請依此方式辦理。	謝謝委員指教，依據意見已調整審查意見對照表之格式，以利委員對照。	同意
2. 本年度綠運輸生活型態體驗推廣活動試辦已針對學生辦理，建議後續年度可擴及到各社區推廣，並將推廣效果盡量呈現於報告，再利用 PDCA (規劃(Plan)、執行(Do)、查核(Check)、行動(Act))4 階段目標管理流程做調整。若有參考國外案例應該要評估執行上之可行性。	謝謝委員指教，關於後續年度活動辦理，將納入建議調整作法。另外，國外案例方面，主要參考 A-S-I 永續交通策略與政策工具之架構進行盤點及評估該項作法之可行性。	同意
3. 第三章到第七章部分小結太過簡略，請進一步充實；另外，建議第六章小結之部分內容及表格應放前面內文，而非列在小結中，並請補充具體後續建	謝謝委員指教，依據意見補充第三章至第七章之小結內容。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
議。		
4. 請參考下列運輸減碳策略，例如： (1) 輔導企業提供員工共乘優惠並對單人開車員工收取較高停車費。 (2) 結合交通部刻正強化道路安全所推動之交通管理社區化作業，透過問卷調查各社區相關資訊，即可完整瞭解民眾運具使用情形(如使用電動、或混合運具)及旅運行為，做為施政參考。	謝謝委員指教，依據意見將納入未來綠運輸生活型態推廣與獎勵機制之參考方向。	同意
5. 建議針對如何達成運輸部門 2050 淨零排放之目標，以及運輸部門應推動之工作，提出強化我國運輸部門減量作為之整體架構。	根據關鍵戰略報告可知運輸部門減量作為的整體架構共有三大策略，包含公運運量提升、運具電動化與能效提升。在此框架下，各單位已將既有條件納入考量，規劃至 2040 年的節能減量措施及目標。本計畫已在此背景下，衡量既有措施之減量潛能。 未來將參酌委員建議，嘗試將「如何達成運輸部門 2050 淨零排放之目標」做為規劃研究方向，以提出減量措施及目標強化方向。	同意
6. 有關綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制，本報告已將政府與企業納入，惟民眾及社區應是相對重要的標的團體，建議應強化對民眾及社區之推廣與獎勵。	謝謝委員建議，本計畫參考日本減碳通勤優良事業單位認證制度案例，其標的團體為日本的所有機構(包含社區)，因此後於推廣示範階段，將可視情形評估社區納入減碳通勤試辦或示範對象，以管理組織面出發，從組織帶動民眾運輸行為改變。	同意
7. 交通部綠運輸相關淨零轉型措施係列於環境部主導的關鍵戰略 10「淨零綠生活」中，建議針對其跨部會整合機制補充說明。	謝謝委員指教，我國淨零轉型關鍵戰略由永續會氣候變遷與淨零轉型專案小組主責彙總檢討，各項關鍵戰略由主政部會負責推動及管考，而各項行動措施計畫由各機關辦理。	同意
8. 簡報第 61 頁，除提高公共運輸使用量外，關鍵在於交通減量，如配合行政院通勤月票 TPASS 之推動，建議請各地方政府調查其私人運具移轉量，進而調	謝謝委員指教，私人運具移轉量將列入未來研析議題之一，檢視國內研究成果及相關統計資料，以利評估。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
查及探討其他不願移轉之原因，以利持續精進。		
臺北大學自然資源與環境管理研究所　張教授四立		
1. 本計畫規劃兩大項工作項目，下分 9 小項及 23 細項工作，檢視期末報告已完整說明執行方法、內容及成果，整體成效符合預期規劃。	謝謝委員肯定。	同意
2. 期末報告第二章 2.1.1 節，主要國家運輸能源消耗和排放變化趨勢之分析內容中，有關各國運輸部門能源消耗量，如美國 2007 年為 27.5 艾焦耳(Exajoules)與英國運輸部門能源消耗之 1,846 艾焦耳為美國的 67.1 倍，顯有錯誤，建議執行團隊確認數字正確性，或統一加註說明 PJ、MJ 及 EJ 各是 10 的幾次方。	感謝委員指教。 (1) 經檢視為英國之數據單位誤植，已修正。 (2) 本小節之能源消耗單位將於內文中加註說明，溫室氣體排放量將統一使用百萬公噸二氧化碳當量($MtCO_2e$)。	同意
3. 期末報告中，韓國陸路運輸能源消耗(圖 2.1-20)及運輸部門溫室氣體排放量趨勢(圖 2.1-21)，建議補充 Y 軸應呈現之單位。	感謝委員建議，業將圖合併為同一張並補上 Y 軸單位，如圖 2.1-20 所示。	同意
4. 期末報告第 2.1.2 節，近期國際運輸相關能源與減碳政策與法規發展方向之分析內容，其中相關政策彙整表格之資料來源均為「本計畫整理」，建議提供原始之參考資料來源，以做為相關政策資訊之內容追蹤檢視的依據，並確實發揮本計畫政策資料庫建置之功能。	感謝委員建議，計畫將比照辦理。	同意
5. 期末報告就《氣候變遷因應法》及相關子法所蒐集關於歐盟、美國及南韓之車輛排放溫室氣體效能標準資料，及所分析之對我國運輸業者的啟示，建議補充說明此 3 個國際組織之國家搭配此效能標準訂	謝謝委員指教，本計畫主要盤點及歸納《氣候變遷因應法》相關子法修正情形，並初步蒐研國際溫室氣體效能標準之規範內容。未來將就相關配套措施及誘因機制等資訊，將視主辦單位需求進一步探討。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
定之陸路運輸的配套措施及誘因機制設計。		
6. 針對運具電動化做為 2050 淨零排放戰略之一，除實質減碳量外，有無其他附屬(共伴)效益(如儲能及穩定電網效益)？在何種條件下可於碳權市場中進行交易？建議進行資料蒐集與分析。	謝謝委員指教，以下補充說明： (1) 目前有關於運具電動化所產生之附屬(共伴)效益，如 Vehicle to Grid (V2G)之雙向充電，得提供電網電池電力，強化尖峰需求期間的電網，並在電力昂貴或停電時為住家供電。 (2) 目前我國碳權交易所係規劃國內自願減量專案之自願減量額度，增量抵換之減量效益(增量抵換額度)，以及國外之自願減量額度，三類標的未來可於交易所進行交易。	同意
7. 期末報告3.2.1節提及汽油之能源需求於2028年達到峰值 9.8 百萬公秉、柴油需求的峰值 5.4 百萬公秉出現於 2041 年，惟此 2 項數值對照報告表格 3.2-2 之運輸部門能源消費基線均未呈現，建議於車用汽油的基線校估結果(圖 3.2-2)及柴油之基線校估結果(圖 3.2-3)中標註呈現。	謝謝委員指教，依據委員建議已於期末報告 p.3.19- p.3.20 新增圖內數據。	同意
8. 期末報告第3.2.2節建議補充說明下列資料： (1) 淨零排放情境之經濟(如 GDP 成長率)及社會(人口、所得及就業)之參數假設。 (2) 表 3.2-5 運輸部門預期效益/績效指標，轉換為分年之運具別、燃料別之能效參數(如表 3.2-7 措施別參數)及排放係數的方法。 (3) 不同策略下，分年的運具別結構及運量結構的設定(內生或外生)。 (4) 表 3.2-5 之效益/績效指標，僅呈現 2030 年，但淨零情境之相關節能效益之分析乃模擬至 2050 年，請補充說明 2030~2050 年之相關能效及單位排放係數之設	謝謝委員指教，因相關資訊細節較多，已另行提交檔案供運研所主辦單位參考。包括補充說明淨零排放情境的經濟及社會之參數假設(p.1.18-p.1-24)，以及減量效益評估機制暨重要參數假設(p.1.25-p.1.29)。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
定方法。		
9. 期末報告第 3.30~3.34 頁之第三期階段管制目標訂定建議，乃設定運輸部門之第三期階段管制目標分別為較 2005 年減量 15%及 20%的情況下所形成的減量缺口，而本報告所提出之建議方案，乃透過表 3.2-7 及 3.2-8 之措施相關節能減碳策略參數的設定，相較於 2030 年既有目標的進一步提升達成，並未就相關參數提升的市場誘因機制及技術效率提升的可行性，進行評估與探討，換言之，並無法提供彌平缺口所需要付出的市場、技術或行政管制的成本與代價，亦無法確定期市場及技術的可行性，建議團隊宜持續研議如何強化本計畫開發之評估模型的決策支援功能。	謝謝委員指教，未來計畫執行方向將依據委員建議，嘗試將彌平缺口所需要付出的市場、技術或行政管制成本、市場技術可行性納入考量，以強化本計畫開發之評估型的決策支援功能。	同意
10. 期末報告第 3.3.4 節請說明效益推估運算邏輯及各項策略計算結果，是否在其他策略效果維持在 BAU 的狀況下的結果(表 3.3-5 之 111 年溫室氣體排放量及減碳效益)？或是 3 項策略同時執行所達成之綜合效益？	謝謝委員指教，報告 3.3.4 節所推估之策略減量效益內容，是以個別獨立計算 3 項效益的推估方式，同時考量本計畫是採用執行 3 項策略前後的排放量差異計算，並設定為個別獨立發生的情況，因此綜合效益的呈現上，則以 3 項效益加總值為同時執行的綜合減量效果。	同意
淡江大學經濟學系　廖教授惠珠		
1. 期末報告第 2.1.1 節，第一段文字未充分說明圖 2.1-1「歐盟境內運輸部門最終能源消耗量」於 2021 年回升情形，建議修正。	謝謝委員指教，已補充疫情回穩後能源消耗相關內容「…，但 2020 年至 2021 年間疫情漸緩後，最終能源消耗量又回彈成長。」，煩請參閱內文。	同意
2. 期末報告就歐盟資料指出：「比較 2020 年至 2021 年的公路運輸能源消耗量和碳排放量(圖 2.1-3 與圖 2.1-6)，可以明顯看出能源消耗和碳排放量之間出現脫鉤現象」。惟圖 2.1-6「歐	謝謝委員指教，已重新檢視第 2.1.1 節歐盟運輸部門溫室氣體排放 2021 年之相關數據，並更新圖片與文字，且就未脫鉤事實，酌刪內文。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
盟境內公路運輸與各項公路運具碳排放量」標題註明資料有到 2021，實際圖中數據只到 2020 年，未能呈現出 2021 年的脫鉤現象，請補正。		
3. 期末報告 2.21 頁第 2.1.1 節，第二段，韓國能源進口比例多年來皆超過 90%以上，故其能源結構並非「主要依賴自產自用」，請修正。	謝謝委員指教，韓國能源等文字已修正為「韓國能源消耗結構主要以進口為主」。	同意
4. 期末報告第 3.2.1 節，表 3.2-4 運輸部門溫室氣體排放基線推估，2022 年至 2025 年增加 4.3 百萬公噸，但 2025 年至 2030 年卻只增加 0.4 百萬公噸，建議補充說明緣由。	為考量疫後對於運量的影響，本計畫透過統計資料掌握 2023 年運量變化以做為校估基線依據之一。因此 2022 年至 2025 年增長速度較快原因來自疫情趨緩後，部分運量逐漸恢復至原有水準，致使排放成長速度較快，後續將隨運量恢復疫前水準而降低排放成長速度。 另依據委員建議，本計畫已將基線設定參數及流程補充，因相關資訊細節較多，本計畫已另行提交檔案供運研所主辦單位參考。	同意
5. 期末報告第 5.2 節有關範疇三之論述，仍是引用 2005 年版「溫室氣體盤查議定書企業會計與報告標準」；宜注意目前碳盤查 ISO 14064-1 在 2018 年版已將 3 個範疇增修為 6 個類別，建議修正；另建議研究團隊可將企業減碳誘因機制納入明年工作項目。	謝謝委員建議，本計畫已修正內文說明；另所研提之「企業減碳通勤優良單位標章制度構想」，未來將範疇三溫室氣體排放納入誘因機制研析與推動做法之參考。	同意
6. 簡報第 26 頁「彌平減量缺口應如何強化既有措施目標」，其中第三項條件為電力排放係數在 2030 年前降至 0.299 $kgCO_2e/kWh$。惟燃氣機組排放係數皆座落於 0.3 至 0.4 間，除非經濟不景氣導致用電需求大幅減少，否則即使加上零核能及有限之再生能源，電力排放係數極難下降至該條件。	謝謝委員建議。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
7. 由於採用模型推估溫室氣體排放量，後續假設條件不同將影響其推估結果，建議本計畫研究團隊可以與環境部委託之研究團隊彼此溝通瞭解，以利後續研擬行動方案之進展。	謝謝委員建議，經與運研所主辦單位討論，將於後續年度計畫，蒐集相關部會研究計畫資訊，並尋求管道與其研究團隊進行交流。	同意
臺北市政府交通局　陳副局長榮明		
1. 建議期末報告依簡報呈現方式，說明配合關鍵年度(2030、2050)預計修訂的法規項目，並整理相關建議。	謝謝委員指教，本計畫已就《氣候變遷因應法》修法可能與運輸業相關之議題，初步完成相關資料研析。關於關鍵年度(2030、2050)之相關法定進度，因尚需逐項檢視及盤點，故待未來進一步辦理。	同意
2. 運輸部門第三期階段管制目標之推動結果，建議應說明關鍵年度(即 2030、2040、2050 年)預期目標；另減碳目標比較基準係 2005 年還是現況，應有所說明。	謝謝委員指教，本計畫已依據委員建議將關鍵年度預期目標的設定方式及資料來源補充，因相關資訊細節較多，本計畫已另行提交檔案供運研所主辦單位參考。	同意
3. 期末報告第 3.2.2 節，提及 2030 年新出廠汽油小客車能源效率由每公升26公里提升至93.7公里，與表3.2-7所提目標不一致，且提升比例不合理，請再檢視修正。	本計畫根據三大策略目標，已計算 2030 年運輸部門相對 2005 年可再減 13.07%。 惟未來若運輸部門被賦予更重的減量責任(超過 13.07%)，勢必產生減量缺口。因此表 3.2-7 所呈現的結果係本計畫透過情境假設，研究當面臨不同減量缺口時，各減量措施需強化的方向。在報告內文中亦有提到，該目標僅做為部會協商之參考依據；換句話說，並非所有目標都是合理的數據。最終仍需視核定後的減量目標，方可與相關單位商議具「合理性」的節能減量措施強化方向。	同意
4. 期末報告第 5.1.6 節，國內許多縣市已推動過 Car-Free 活動，建議中央可持續給予地方補助。目前臺北市已結合 ESG 概念，先予內部實施減碳存摺，以鼓勵員工使用綠運輸，值得納入參考。	謝謝委員建議，經與運研所主辦單位討論，相關資訊將納入後續年度計畫參考，並將持續蒐集國內外綠運輸獎勵與推廣機制發展現況。	同意
5. 期末報告第六章，建議大	謝謝委員指教，經與運研所主辦單	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
客車電動化在執行面上應提醒區域電網容量與公車營運之充電需求之相互關係(供應足夠為前提)。	位討論，後續年度計畫將持續透過交通部電動大客車補助計畫審核作業，蒐集相關計畫執行單位之公車營運充電需求，及其區域電網容量之評估資料。	
6. 期末報告第七章，建議針對轉運站設置應納入充電設施。	謝謝委員建議，針對轉運站設置應納入充電設施，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將配合交通部與地方政府對轉運站設置應納入充電設施需求，進行相關推動內容討論。	同意
7. 期末報告第八章，建議再臚列關鍵戰略10之績效指標與相對策略行動及目標，並以交通部門之角度彙整。另釐清關鍵戰略5、7及10所負責之項目，以利瞭解交通部門戰略方向。	謝謝委員建議，關鍵戰略10之績效指標為公共運輸載客運輸總量 包括公路、捷運、高鐵、鐵路，相關成果綜整如表所示。另彙總關鍵戰略5、7、10相關內容於表8.5-1整體呈現。	同意
8. 期末報告表8.3-2，原設置充電槍(樁)之建議比例，請再對照交通部目前已推動數量適時調整比例。	謝謝委員指教，目前公共充電樁之設置建議比例係參考歐盟建議訂定，經與運研所主辦單位與交通部運輸監理司討論，後續年度計畫將持續視已設置公共充電樁數量，及電動車數量成長情形，與交通部討論並滾動調整設置目標。	同意
臺北市政府交通局(書面意見)		
請釐清修正以下內容： 1. 第五章，5.3.1節，第5.82頁，表5.3-1，本市淨零排放管理自治條例八大核心項目尚包含「增匯」項目；另「創綠」項目相關條文尚包含增加綠能零碳電力，包括課以用電大戶設置再生能源義務(§11)、規劃焚化廠轉型為綠能循環園區(§37)；「減廢」項目則涵蓋減少廢棄物產生，包括旅館業一次性用品減量(§20)、餐飲業一次性餐具減量(§21)、普及循環容器系統(§22)、網購平台包裝減量(§23)、塑膠包材循環(§24)、事業廢棄物減量(§37)、鼓勵使用再生水	謝謝指教，本報告中第五章，5.3.1節之第5.88頁之表5.3-1所羅列之條文，僅呈現與綠運輸生活型態相關之條文，若無關聯性者就無納入呈現，敬請委員見諒。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
(§43)等。		
2. 「調適」項目尚包含評估改善積淹水風險潛勢熱區(§35)、建置維護保水、減洪及防洪等滯洪、貯留措施(§32)；「永續」項目尚包含推動自然保育永續發展，包括保育自然棲地及生物多樣性(§36)、推廣綠美化、造林或可食用作物栽種(§38)、訂定低碳永續採購規範(§41)等。	謝謝指教，本計畫期末報告中第五章，5.3.1 節之第 5.82 頁之表 5.3-1 所羅列之「調適」項目，僅呈現與綠運輸生活型態相關之條文，若無關聯性者就無納入呈現，敬請委員見諒。	同意
桃園市政府交通局(書面意見)		
現政府部門及企業皆著手實行碳盤查作業，盤點減碳缺口，建議中央統一訂定淨零策略減碳成效之計算機制及評估標準，以明確各策略之減碳效果，研擬合適策略。	謝謝指教，淨零策略減碳成效之計算機制常因個案需有不同之設計，關於碳排放計算之參考係數及標準，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續進行相關研究內容之討論。	同意
高雄市政府交通局(書面意見)		
1. 報告書 P5.74，經濟工具輔以科技工具加乘綠運輸推動成效部分提及提高標的團體行為移轉選擇綠運輸意願，惟經濟工具僅以補貼、折扣方式為策略似過於籠統，建議亦深入分析針對不同私人運具移轉策略。	謝謝指教，上述提及之處係為綜整性統合說明，因相關資訊細節較多，本計畫已另行以內部文件方式提供運研所主辦單位參考。當中具有各案例的詳細說明，包含各案例所使用之政策工具，以及策工具針對不同私人運具移轉策略。	同意
2. 報告書 P6.41，獎勵機制部分，鑒於行政院已核准備查「2030 年客運車輛電動化推動計畫(113 年至 119 年)」，預計投入新臺幣 643 億元預算推動電動大客車汰舊換新，惟目前符合「交通部電動大客車推動計畫車輛業者資格審查作業要點」及「交通部公路總局補助電動大客車作業要點」補助規定之車輛業者僅有 2 家計 2 款車型，本市公車業者於汰換為電動公車時，考量路線其營運特性(例如：山區、高速公路、	謝謝指教，根據交通部電動大客車推動計畫審查進程，已於 112 年 3 月完成華德、成運 2 家業者、2 款車型審查，目前刻正審查中及對應中業者共計 5 家(創奕、總盈、順益(鴻華)、金龍、弘鉅)，經與運研所主辦單位及運輸監理司討論，後續年度計畫將持續協助交通部追蹤電動大客車計畫執行單位評估增加汰換車型或提出其他替代方案之可能性。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
路幅狹窄等)，需多元選擇其他種類車型，較難能符合業者車輛調度規劃與營運需求，減緩汰換電動公車之速度，爰建議可增加可選擇之汰換車型，或檢討其他替代方案可能，以符合業者營運之需求。		
3. 報告書 P6.41，獎勵機制部分，建議可納入副大眾運輸(計程車)汰換電動計程車或充電費用之補助，並擴大補貼地方政府設置公共充電樁設備，縮短推動運具電動化之目標期程。	謝謝指教，有關汰換電動計程車補助辦理情形，交通部刻正研議補助一般計程車汰換為電動計程車之措施；另有關補貼地方政府公共充電樁設備部分，目前交通部「公共充電樁設置及區域充電需求評估計畫」經費尚有餘裕，後續將開放地方政府第二波公共充電樁設置補助申請，持續給予地方政府補貼。	同意
4. 六都大眾運輸(公車)運量自 109 年受 Covid-19 疫情影響，民眾大眾運輸使用習慣大受影響，進而使整體運量大幅下降，雙北 111 年起才逐漸慢慢回升，其餘四都 112 年起才開始回升。112 年六都運量雖較 111 年顯著成長，但仍未回到 108 年疫情前的水準，考量大眾運輸運量培養耗時，以及目前公車司機普遍不足以致班次難以增加等相關因素，請說明報告書 P9.1 擴充運輸部門淨零排放評估模型與減碳措施效益評估之研究結果(3)、(4)是否略微樂觀。	謝謝指教。本計畫在期末報告 P9.1 擴充運輸部門淨零排放評估模型與減碳措施效益評估之研究結果第(3)及第(4)點是透過既有統計數據所設定的情境假設，詳見表 3.1-2。該結果只是未來可能發生的趨勢之一。	同意
環境部氣候變遷署(含書面意見)		
1. 期末報告第六章，建議應調查或蒐集國內使用不同車型電動車主要訴求問題為何(如補助、充電樁、電池電力等)，列出不同問題之間占比情形，再比較目前政策對應性。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將配合運具電動化及無碳化分年度目標時程與推動措施，研析國內特定車型所涉及議題(如插電式混合動力車輛相關補助及各國運具電動化過渡階段之作法等)，以利未來政策精進方向之參考。	同意
2. 期末報告第八章，依據 2050 淨零目標，運輸部門	謝謝指教，對於貨運相關減量措施，已列為我國關鍵戰略行動措施計畫	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
在貨車部分仍會有不少二氧化碳排放量，本計畫是否有規劃針對貨車提出有效減量措施，以做為未來精進目標，請補充說明。	之一，後續將由交通部所屬機關辦理。	
3. 期末報告第四章第 4.43 頁，本計畫所計算運輸部門歷年國家溫室氣體與本部公告「國家溫室氣體排放清冊報告(2023 年版)」不同，其差異來源為何，請補充說明。	謝謝指教，本計畫之溫室氣體排放量係依不同運具別及不同能源別所計算，並對照能源平衡表依比例進行調整。惟尚未納入生質能、液態生質能及管線運輸等類別計算，故與國家溫室氣體排放清冊之數值略有差異。	同意
4. 期末報告第 2.64 頁提及 112 至 114 年剩餘可排放量約「1 萬 988.3 萬公噸」是否誤植，請確認。	謝謝指教，該數值經確認後並無誤植之處，「1 萬 988.3 萬公噸」係 1 億 988 萬 3 千公噸，如以數值呈現為 10,988.3 萬公噸。	同意
5. 有關第三期階段管制目標，運具電動化驅使下，運具電動化市售比目標逐年增加，但既有燃油車輛是否有建議的退場機制，建議補充說明。	謝謝指教，由於關鍵戰略 7 現階段之策略係「私人運具為主之小客車及機車，透過補貼讓價格合理化，建構完善且方便的使用環境，導引民眾汰換為電動運具，而非採禁售或禁買燃油車的強制手段。」，且燃油車輛是否有建議的退場機制涉及跨部會權責，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續關注國際相關發展趨勢，適時將退場機制提出跨部會討論。	同意
交通部航港局		
1. 簡報第 25 頁，建議除 2025 及 2030 的目標，建議清楚列舉說明 2024 年、2025 年及 2026 年近三年之目標，並依執行情形訂定方能達到 2025 及 2030 年的目標；另建議細部目標應設置查核點。	謝謝指教，根據行動管制方案可知，我國減量目標設立有兩種形式(1)目標年(如 2025 年)相對基準年(2005 年)排放應該達到的減量幅度；(2)階段管制目標(以第二期為例，2021 年-2025 年)累計排放總額限制。因此實際上我國並未就 2024 年及 2026 年訂定強制性減量目標(另 2025 年為 6.79%)。 又因本計畫工作重點之一係研析第三期階段管制目標，管制目標年為 2030 年。因此在 2030 年目標未定前，本計畫已透過情境假設減量目標推估需做到何種程度方能達到目標。	同意
2. 目前陸路運輸主要推動方向為電動化，除上述提及	謝謝指教，除碳權制度外，有關國際上與運輸相關之碳稅，經與運研	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
三大措施外，亦可探討以碳權及碳稅等項目來達到減碳效益，以確認其作法有助於強化淨零排放目標之達成。以海運為例，係針對使用高碳排燃料者徵收碳稅，反之則給予優惠。故建議使用公共運輸者給予優惠票價(如提供 TPASS 優惠價格)，若是自駕汽柴油運具者則繳交碳稅；因碳稅屬浮動價格，需另訂碳排量加以管制，若達數值或超過失衡，即再加強控制力道。	所主辦單位討論，將納入後續年計畫研究內容。	
3. 溫室氣體階段管制目標僅靠運具電動化恐不易達成，須進一步考量使用能源之來源，並以生命週期評估其碳排放；以氫為例，可分為灰氫、綠氫及藍氫等種類。故電力若以再生能源做為來源，其碳排下降幅度即可展現其效益，建議後續可加以著墨。	謝謝指教，電力排放係數係屬經濟部能源署之權責，電力排放係數高低，將影響運具電動化及其他運具減碳成效，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續關注此議題之相關政策發展情形。	同意
4. 期末報告第 8.11 頁，提到電動小客車市售比達到 2030 年的 67.9%，請再確認數值。另段落中提及圖 8.3.2-2 與 8.3.2-3 之編號有誤，請修正。	謝謝指教，我國電動小客車 2023 年目標是市售比達 3.3%，截至 112 年 9 月，市售比為 5.99%，已達 2023 年年度目標。 關於期末報告內容 67.9%係為電動市公車年度目標達成情形，已完成內容修正，敬請參酌。	同意
交通部民用航空局(含書面意見)		
1. 期末報告 2.30 頁表 2.1-4，經檢視「航空運輸 - ReFuelEU 航空(ReFuelEU Aviation)倡議」一項之說明欄:「 歐盟理事會……達 70%，海運方面規範」，其中「海運方面規範」應為空運之誤繕，建請修正。	謝謝指教，已修正表 2.1-4 相關文字內容。	同意
2. 期末報告表 3.2-5，「運具電動化及無碳化」一項，「5.航空站(含花蓮航空站、桃機航空站)行李拖車電動化 2030 年 430 輛。」，本局尚無針對	謝謝指教，有關航空站行李托車電動化目標資料係由桃園機場維護處提供。因目前資料單位來源眾多，故僅以「相關單位回填」代表註明。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
所屬航空站地勤車輛訂定2030年汰換預期效益，建請釐清資料來源並修正。		
3. 期末報告表7.2-3-(5)，「松山機場使用永續航空燃料(Sustainable Aviation Fuel, SAF)」松山機場無使用永續航空燃料，建請刪除。	謝謝指教，本計畫已於期末報告補充說明乃為長榮航空之羽田機場至松山機場航班，使用永續航空燃油直飛，現行使用國內航空公司包含中華航空、長榮航空。	同意
交通部高速公路局(含書面意見)		
1. 期末報告第3.11頁，表3.1-5「人口結構對客運運量的影響」部分，查未來年人口結構的「低推估」情境的高齡人口比例高於「中推估」，而第3.3頁圖3.1-3顯示高齡人口使用私人運具比例偏低，故「低推估」情境下私人運具比例似應低於「中推估」，但表3.1-5的不同情境之私人運具比例幾乎相同，建議再確認。	謝謝指教，人口多寡在模型中會影響經濟變化，人口越少經濟成長動能越小。經濟成長動能減緩會造成能源需求減少，進而促使能源價格降低。此因素可能會間接刺激私人機動運具需求提高。另外少子化也會讓勞動要素價格，進而提高公共運輸服務價格(模型未將公共運輸服務價格僵固性納入考量)。此因素可能會致使民眾對公共運輸服務需求降低。綜整各項因素後，模擬結果方呈現「低推估」人口使用私人運具的比例反而略高於「中推估」。	同意
2. 建議研究團隊未來可以針對高速公路之通行費率，做為後續經濟工具之研究議題。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續就相關研究內容進行資料蒐集與評估適時納入分析。	同意
交通部鐵道局		
1. 本局未來預計要求新建工程需進行碳盤查，以利減少碳排放，如目前於南部興建微笑鐵路工程，曾發生教育訓練不足導致資訊有所落差。因此，本次研究報告內容有助於本局推動相關淨零事務。	謝謝肯定。	同意
2. 建議未來研究方向可以評估納入智慧運輸相關議題。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續就相關研究內容進行資料蒐集與評估適時納入分析	同意
交通部國營臺灣鐵路股份有限公司(原臺灣鐵路管理局)(書面意見)		
1. 期末報告第2.26頁，表2.1-2，日本2050年目標內容為淨零碳排，惟同頁下方文字及次頁表2.1-3，日本2050年目標為實現碳中	謝謝指教，經團隊確認表格中內容應為「碳中和」，並已完成修正。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
和，是否需一致，建請釐清。		
2. 期末報告第 3.25 頁，表 3.2-5，有關本局 2030 年運量目標 2.44 億人次/年，為我國永續發展核心目標 9「建構民眾可負擔安全對環境友善且具韌性及可永續發瞻的運輸」案之目標，該項目標於 104 年時訂定，近年受疫情影響致本局運量下跌無法達成原訂考核目標，然因疫情趨緩，民眾生活逐漸回復正常，將以逐步回升至原訂目標值為目標，本報告 P3.6 頁及 P.3.10 頁以臺鐵運量 2024 年回到疫前水準並依據疫前增長速度成長之情境設定，依目前目標達成率約九成左右，如此情境設定恐有稍嫌樂觀之虞，惟本局對此情境設定仍表尊重。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續蒐集統計資訊做為調整基線之參考依據。	同意
3. 期末報告第 3.33 頁，表 3.2-8，建議加註以臺鐵現行運量模式及未來人口成長狀況，應無法達到該模型條件。	謝謝指教，期末報告已依據委員建議新增註解於表 3.2-8。	同意
交通部航政司		
1. 建議國際資料蒐集納入航空(如 ICAO 組織)和海運(如 IMO 組織)相關法規資訊，屆時可供國內各大航空與海運公司參考，以利推動相關淨零排放措施時，能與國際接軌。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將進行相關研究內容之討論。	同意
2. 簡報第 14 頁，「建立新型態運輸基礎建設，支援淨零陸海空運具供應鏈」，無法明確瞭解其意涵，請研究團隊補充說明。	謝謝指教，本句重點在於未來淨零陸海空運具將使用電力及非化石燃料之其他替代燃料(如氫、氨、甲醇等)，需要建立與現階段不同的充電、燃料添加站點、管線，以利完成相關運輸系統。	同意
3. 簡報第 54 頁，請研究團隊補充說明港區能源使用情形之數據資料，其中電力的盤查範疇為何？是否包含岸電？	謝謝指教，目前簡報 P.54 所涵蓋海港之電力盤查範疇，包含基隆分公司(基隆、臺北、蘇澳)、臺中分公司(臺中)、高雄分公司(安平、高雄)、花蓮分公司(花蓮)之碼頭、貨櫃場、	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
	倉庫、港務大樓/辦公建築，其調查範圍不包含岸電。	
4. 結論與建議之內容著重陸運，建議未來可以協助研提海空運短期或中期推動建議，以做為後續執行之參考。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將進行相關研究內容之討論。	同意
交通部綜合規劃司		
建議可以由公務機關帶頭示範推動員工綠運輸通勤，以利各界參考。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將進行相關研究內容之討論。	同意
交通部公共運輸及監理司(書面意見)		
1. 關鍵戰略 7 運具電動化及無碳化之行動計畫列管，建議參考國外作法，對各行動計畫提出更細緻的精進推動作法，例如推動機制、基礎建設、推力與拉力的政策建議、相關補貼、激勵措施、法律和標準等作法。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續配合交通部需求，蒐集與研析國外運具電動化及無碳化政策與推動措施，並就關鍵戰略 7 行動措施計畫缺口、個別行動計畫分年目標、辦理情形與成果等研提相關管考建議，做為行動措施計畫檢核及未來推動策略參考。	同意
2. 關鍵戰略 7 運具電動化及無碳化之相關年度展望、各分年度KPI、相關執行成果，建議應置於網站供民眾查閱與瞭解。	謝謝指教，目前配合國家發展委員會官方網站之「臺灣 2050 淨零排放」專區，已有呈現關鍵戰略 7 運具電動化及無碳化關鍵戰略行動計畫(核定本)與政策成果，包含相關年度展望、各分年度 KPI 與相關執行成果，敬請委員參閱。	同意
3. 目前公共充電樁設置目標已超越國際建議標準，並已達 2024 年 12 月目標，應加強滾動檢討我國設置目標，建立更友善的充換電環境，以促使民眾增加換購為電動車之意願。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將持續視公共充電樁布建概況，及電動車數量成長情形，配合交通部之需求，加強滾動檢討設置目標。	同意
4. 為確保運輸部門淨零轉型過程「公正」，及落實在淨零轉型推動過程「盡力不遺落任何人」之公正轉型核心價值，在規劃推動機制過程中，明確辨識受政策影響之利害關係人，以及需優先照顧的族群。在轉型下的社會溝通部分，應加強就受影響族群進行影響評估、制定針對性的	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將進行相關研究內容之討論。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
公正轉型措施，以及設定階段性 KPI 及匡列預算，辦理相關社會溝通，廣納各界意見，完善規劃內容。		
交通部公路局(書面意見)		
研究團隊就本局期中報告審查階段提出意見已逐項回應，並據以調整報告內容，爰本局無意見。	謝謝指教。	同意
本所運輸能源及環境組(含書面意見)		
1. 期末報告第 3.15 頁，有關表 3.1-7 使用 LEAP 模型模擬未來年(2025、2030、2035 及 2040 年)之運具電動化情境之減碳成效結果，請補充情境設定細節(如各運具之不同能源別車輛數及其占比)，並可與 CGE 模型分析結果比較，以提高分析價值。	謝謝指教，在 LEAP 模型中，主要投入變數包括運量、運具別運量結構占比、能源密集度與排放係數。因此現階段 LEAP 模型未有不同能源別車輛數或其占比。為提高分析價值，本計畫將另提供主辦單位運具別運量結構占比，並換算個別策略工具運量結構比較(在淨零評估模型規劃中，將由個別策略工具衡量電動化效益而非 CGE 模型)等資訊。	同意
2. 有關研究團隊假設運輸部門被賦予之2030年減量目標可能不只8.77%，為弭平減碳缺口而設定減量 15%及 20%之情境部分(P.3.31)，仍請持續探討更多減碳情境組合(例如未來倘有明確貨車電動化目標，或導入氫能公車)，以瞭解何種情境較易達成運輸部門被賦予之2030年減碳責任。	謝謝指教，本計畫將持續探討更多減碳情境組合(例如未來倘有明確貨車電動化目標，或導入氫能公車)，以瞭解何種情境較易達成運輸部門被賦予之 2030 年減碳責任。	同意
3. 有關期末報告第 4.29 頁起，已整理今(112)年與往年之運具排放清冊推估差異，仍請補充各運具別碳強度(CO_2e/延人公里)之推估結果。其中有關新增特種車之能耗與排碳量部分，因特種車類別繁多，除垃圾車外，尚包括消防車、救護車、警備車…等，爰宜將其他特種車輛納入後續研究建議，以瞭解是否能	謝謝指教，已將各運具別之碳強度補充於期末報告 4.4 節。此外，亦於期末報告 4.3 小節納入特種車持續新增之建議。	同意

委員意見		執行單位回應內容	運研所審查意見
	讓由下而上(Bottom-up)所推估之運輸部門排放量與能源平衡表數據(Top-down，由上而下)較為接近，增加推估準確性。		
4.	有關場站能源消耗盤點之資料蒐集部分，期末報告第 7.4 頁圖 7.1-3 易讓讀者誤解為所有場站的加總資料，請修改。	謝謝指教，有關本次盤點與檢視場站之範圍已明列「表 7.1-3 運輸場站能源消耗量資料範圍」，另已將第 7.4 頁圖 7.1-3 刪除，並補充表 7.1-3 運輸場站能源消耗量資料範圍與表 7.1-4 各類能源消耗之碳排放量(112 年 1 月至 9 月)，敬請委員參閱。	同意
5.	有關盤點與檢視運輸場站與交通部所管場域能源消耗與碳排放部分，建議應就未能於研究期間回收之問卷及無相關資料可提供之運輸場站與交通部所管場域部分補充說明，並研擬促進管理單位進行溫室氣體盤查之推動作法，提供交通部參採應用。	謝謝指教，本計畫試行盤點運輸場站能耗與碳排量狀況，先以了解此盤點調查之可行性，後續將完善盤點對象範圍與資料完整度，以供未來運輸場站淨零減碳政策擘劃之參據。 本計畫於盤點與複查過程中亦瞭解若干單位業已規劃碳盤查作業。碳盤查數據對於佐以分析減碳成果更為可靠。本計畫建議應對各事業已經或預擬碳盤查時程進行了解，包括同一事業體不同場站可能碳盤查時程亦不同等等。亦可就單位類型、條件等之不同，建議各式場站導入碳盤查。	同意
6.	關鍵戰略 10 部分，在蒐整國際推動淨零相關措施後，請將「研析關鍵戰略 10 行動計畫補強措施」列為後續年度計畫建議之工作項目。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將進行相關研究內容之討論。	同意
7.	建議後續年度研究工作項目，可增列從運輸業者角度，摘整《溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法》，補充「如何進行」相關細節，如盤查範疇、方法學、應備文件、指定期限、罰則等，以利未來運輸業者遵循。	謝謝指教，經與運研所主辦單位討論，後續年度計畫將進行相關研究內容之討論。	同意
8.	對於各國運輸部門淨零政策可供我國參採的內容，請研究團隊進一步歸納彙整，納入結論與建議。	謝謝指教，本計畫已依意見修正期末報告結論與建議之內容。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
主席 林所長繼國		
1. 期末報告初稿請研究團隊進一步調整、檢視與修訂，如國際研析資料之能耗單位統一、參考文獻註明等部分。	謝謝主席指教，本計畫已依意見修正期末報告。	同意
2. 期末報告各章節小結及最後結論與建議之內容，請研究團隊依各章節主要研究成果，歸納重點摘要包括國際案例經驗作法，以利提供參考。	謝謝主席指教，本計畫依意見完成相關修正。	同意
3. 各國運輸部門淨零排放政策及作法可供我國參採之處，請研究團隊加以歸納整理，並納入相關章節小結及最後結論建議。此外，未來我國運輸部門如何強化減碳目標，請持續納入後續研究重點。	謝謝主席指教，本計畫依意見完成相關修正，未來將持續與主辦單位進行相關研究內容之討論。	同意
4. 有關淨零綠生活企業通勤減碳作為，請研究團隊就擴及公部門進行示範或社區共同推動之作法，提出後續推動建議。	謝謝主席指教，本計畫參考日本減碳通勤優良事業單位認證制度案例，其標的團體為日本的所有機構(包含行政機關)，因此後於推廣示範階段,將可視情形評估政府單位、社區納入減碳通勤試辦或示範對象。	同意
5. 運輸場域能耗盤點方面，包括運輸業場站及交通部所管場域，請研究團隊補充說明各主管單位掌握能耗及碳排放資料之情況，並研提未來加強溫室氣體盤查作法之建議。	謝謝主席指教，本計畫依據主席裁示已於期末報告補充說明公路、海港、空港、鐵道場域之能耗及碳排放資料範圍，後續將強化研析溫室氣體盤查做法,具以研提精進建議。	同意
6. 有關蒐研國際運輸部門能耗及碳排資訊，請研究團隊以整體運輸系統(陸海空運)進行綜整，亦可摘整納入相關機關之研究成果，使研究報告成果更臻完整。	謝謝主席指教，本計畫依據主席裁示已補充海空運國際資訊，未來將加強海空運國際組織相關動態進行蒐研。	同意
7. 模型使用參數和假設條件以及推估過程等，請研究團隊於期末報告相關章節補充說明以利了解。	謝謝主席指教，依據主席裁示已將模型使用參數和假設條件、推估過程納入，因相關資訊細節較多，本計畫已另行提交檔案供運研所主辦單位參考。	同意

委員意見	執行單位回應內容	運研所審查意見
8. 審查會議各委員及各單位研提之口頭及書面意見，請研究團隊整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	謝謝主席指教，本計畫依據主席裁示整理「審查意見處理情形表」，如附錄 2。	同意
9. 經徵詢審查委員意見，請研究團隊於 12 月 20 日(三)前提送期末報告修正定稿後，授權由本所主辦單位審查是否通過。	謝謝主席指教，本計畫依據主席裁示，於時限內完成報告內容修正，並提送主辦單位審查。	同意

附錄 4

計畫成果投稿

附錄 4　計畫成果投稿

本計畫彙整今(112)年度研究成果投稿「2023台灣環境與資源經濟學會年會暨學術研討會」，於112年10月31日前完成投稿事宜，亦於112年11月15日前完成論文修訂。以下檢附投稿完成回覆信件，並附上投稿文章內容。另本文章主題為「社會經濟條件變化對運輸需求及溫室氣體排放之影響」，其文章完整內容如下頁所示。

【投稿接受函】2023台灣環境與資源經濟學會年會暨學術研討會投稿接受...

台灣環境與資源經濟學會TAERE <taereservice@g
收件者　張哲維

上午 10:43

敬啟者：

您的論文「社會經濟條件變化對我國運輸部門排放基線影響及探討 」（作者：紀佳伶、楊晴雯、張哲維、蔡宛靜、古文潔），已被本會接受於「2023 台灣環境與資源經濟學會年會暨學術研討會**淨零挑戰與氣候解方**」中發表宣讀。

感謝您熱心參與本會學術活動，**如需修改全文，請在 11 月 15 日以前，將您的論文全文上傳至本會投稿系統**，並在「投稿類型」之選項選擇「投稿全文」。

http://taere.org.tw/annual-meeting-and-symposium-contributors.html

待研討會議程確定之後，我們會儘速將會議相關資訊通知您，謝謝!

社會經濟條件變化對運輸需求及溫室氣體排放之影響

楊晴雯 a 張哲維 b 蔡宛靜 c 古文潔 d

a 中華經濟研究院經濟展望中心 助研究員

b 中華經濟研究院第三所 輔佐研究員

c 台灣經濟研究院五所 助理研究員

d 台灣經濟研究院五所 助理研究員

摘要

為對全球氣候變遷減緩盡一分心力，我國政府宣示將於 2050 年達到淨零排放。欲型塑淨零路徑首先應釐清排放基線，並針對既有減量措施進行潛能評估。由於運輸部門基線變化取決於運輸需求，而運輸需求又與社會經濟變化息息相關，故基線趨勢理應與社會經濟變數勾稽。常見方法之一為應用可計算一般均衡模型模擬社會經濟變化下，未來能源需求以推算溫室氣體排放基線。

但從文獻可發現這種模型無法直接求解運具別的存量及流量，致使基線預測結果難與減量潛能評估密切連結。有鑑於此本研究將參考 ASIF 方程式概念，結合可計算一般均衡模型產出推估運具別的存量及流量。以作為未來淨零路徑規劃的先期研究。

本研究依據國發會所推估的人口推計設定可計算一般均衡模型外生變數，模擬結果顯示運輸部門溫室氣體排放將依據不同人口設定而異，2050 年將介於 37,123 千公噸CO_2e - 39,151 千公噸CO_2e。在此基線下，可分別推算運具別存量和流量。本研究以機車為例，推算2050年存量分別 13.19 百萬輛(高推計)、12.94 百萬輛(中推計)與 12.66 百萬輛(低推計)；流量依序則為 0.58 百萬輛、0.57 百萬輛與 0.56 百萬輛。

一、 前言

為對全球氣候變遷減緩盡一分心力，我國政府宣示於 2050 年達到淨零排放。在此目標下另擘劃 2030 年全國溫室氣體排放水準須相對 2005 年排放再減 24%±1。有鑑於此，各部門業提出一系列節能減碳措施並彙整於關鍵戰略報告中。在運輸部門方面，節能減碳措施又可分為能力建構和實質減量等兩種。前者大多是實質減量措施執行前應完成的前置作業或提升其品質之措施，如研提充電設施規範(關鍵戰略7)或健全公共運輸服務(關鍵戰略10)等。相較之下，其它可直接被執行且已確切提出目標者則稱為實質減量措施；該措施可歸納為三大類型包括(1)公共運輸運量提升；(2)運具電動化及無碳化；與(3)提升運輸系統及運具能源使用效率等。

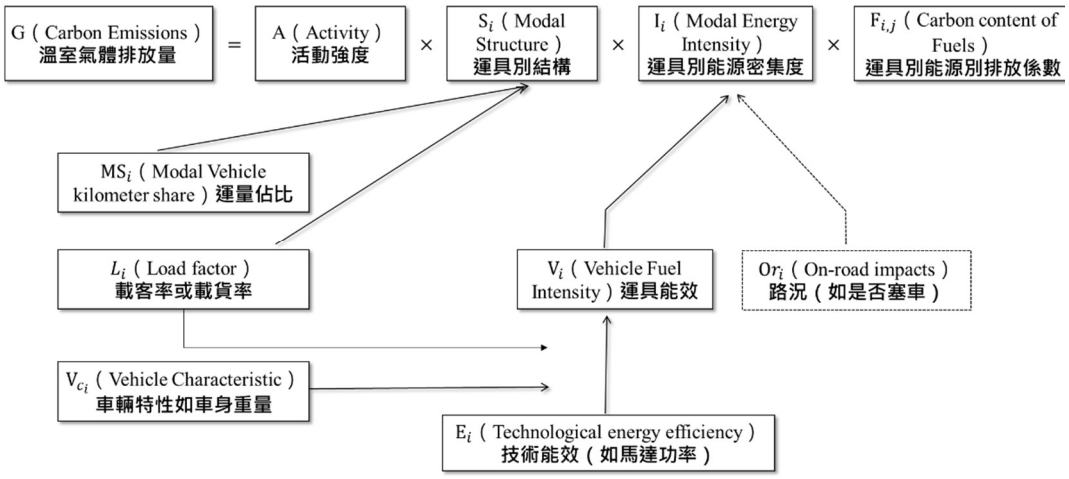
前述措施是否可協助我國在 2050 年如期達成淨零排放之目標，有賴淨零路徑擘劃。欲型塑淨零路徑首先應釐清排放基線，並針對既有減量措施進行潛能評估。文獻上運輸部門減量措施潛能評估方式會以「比對實施額外節能減量措施前後的能源消費量差值，計算溫室氣體減量效益(ECCC，2021)」方式衡量。其中所謂「未實施額外減量措施的能耗或溫室氣體排放」因做為比較基準，故通常文獻會以基線(Baseline/ Reference Scenario/ Benchmark/ Non-Intervention Scenario)稱之(DEA, 2013; EEA[71])。

基線估計的準確性相當重要。我們可想像為擘劃 2050 年淨零路徑，若基線高於實際排放量，則未來可能因減量壓力遽增導致政府預算高估進而造成財政負擔；相反地，若基線低於實際排放量，則可能導致減量路徑規劃過於樂觀致使最終無法達成淨零目標。而要估出合適的基線應先了解運輸部門溫室氣體排放構成。

根據文獻所述，運輸部門溫室氣體排放基線計算可拆成：(1)活動強

[71] 資料來源：歐盟環境部門(European Environment Agency，EEA）官網，https://www.eea.europa.eu/help/glossary/eea-glossary/baseline-scenario。

度(Activity)、(2)運具別結構(Structure)、(3)運具別能源密集度(Intensity)與(4)運具別能源別單位排放係數(Fuel)等四個面向(Arioli et al., 2020；Setiawan，2019；Schipper et al., 2000)。如圖 1 所示，「活動強度」是指為滿足經濟需求而產生運量；「運具別結構」是指如公運運量或私人運具運量佔總運量之比重，該佔比會受實際的載客率或載貨率所影響；「運具別能源密集度」是指運具別 i 的能源消費量除以運具運量數，亦可由運具別能效及載客率(或載貨率)等變數換算，而該數值可能會受不同路況而有所浮動；最後「運具別能源別單位排放係數」則係指運具別 i 每消耗一單位能源會排放的溫室氣體值。



資料來源：翻譯自 Schipper et al., 2000

圖 1 ASIF 方程式概念

在四大構面中「運具別結構(S_i)」背後隱藏的是家計單位的運輸習慣，故不易產生長期結構性轉變。另外「運具別能源別排放係數($F_{i,j}$)」因是根據 IPCC 所公告的全球暖化潛勢值(Global Warming Potential, GWP)所設定，該數據牽涉到各種氣體相對二氧化碳的輻射效率、氣體濃度和波長等影響，非為本文之研究方向。因此，本研究將不針對上述兩點進行額外探討。

一般來說「活動強度(A)」可視為滿足未來經濟發展(或社會條件

變動)下運輸需求的變化，通常以延車公里或延人公里等單位表示。以往文獻在推估運輸需求時，常見方式之一是採用計量方法估計社會經濟變數和運輸需求之間的關聯性。例如有文獻應用如 Gamma、Logistic、Log- logistic 或 Gompertz 等函數估計自變數(如所得、人均所得、人口)及因變數(如每百人持有私人機動運具比例、車輛密集度、汽車存量數)的關聯性(Peng et al., 2018；Singh et al., 2020；Tsai et al., 2023)。後續則搭配如拔靴法(Bootstrapping)或時間序列方法(Time-series)預測自變數且帶入函數以推估未來運量需求。亦有文獻採用計量模型如 ARDL 直接估計經濟成長與運輸需求的關聯性(Flores, 2019)。

此種方式雖可直接掌握社會經濟變化對運量需求的影響(只要有足夠的歷史資料)，但卻無法了解市場上運具存量(Stock)和流量(Flow)之間的關聯。導致評估者難以將減量措施和運量進行扣合。以我國「運具電動化及無碳化」措施為例，其減量效益來自「原本」燃油車車輛替換為電動車車輛後，不同能源別的能效和排放係數之差異。[72]因此要評估減量潛能之前，就需先計算「原本」每年燃油車車輛登記數(存量)和新增車輛數(流量)，以做為比較基準。後續方可耦合運具電動化市售比目標，計算同期新增電動車車輛數。由此不難理解在計算運輸部門基線或減量潛能過程中，運具別存量及流量的重要性。

因此有文獻透過汽車存量動態模型(Stock Dynamic Model)建置，在給定需求面資訊(如未來人口變化)模擬未來運量需求並掌握每期不同運具車輛的流出(Outflow)和流入(Inflow)情形，以推算同期存量及流量(Greene et al., 2022；Jong et al., 2004；Kebede, 2021；Müller 2006；Roca- Puigròs et al., 2023；Thorne et al., 2021)。該模型除可解決前述問題外，亦有助釐清每個年代出廠車輛(Cohort)在未來年仍存活的車輛數。

[72] 以自小客車為例，燃油車每延人公里約排放 0.104 $kgCO_2e$；相較之下，電動車每延人公里則為 0.046 $kgCO_2e$。

此舉可連結「運具別能源密集度(I_i)」以優化能源消費基線之推估。舉例來說，過去部分文獻會在求得運具存量後直接乘上能源密集度以計算能源消費量(Tsai et al, 2023)。其概念是將當年期的運具存量能效進行「均化」，求得的能源消費量。一般來說若其目是僅為衡量能源消費量，該作法並不會有問題產生。但是一樣地，若其目的是為了銜接減量措施，評估其潛能(如「提升運輸系統及運具能源使用效率」措施)，這種「均化」的概念就會產生誤差問題。

我們可以回想現實社會中，業者為提高競爭力每年所推出的新款車輛特性皆有差異化。部分車款追求高能效，部分車款可能追求安全性(鋼板更厚能效較低)，部分則追求價格低廉。換句話說，每年新款車量的能效並非一成不變。在此基礎上，假設 t 期出廠 x 輛新車，t+1 期出廠 y 輛新車，到了 t+n 期後則出廠 z 輛新車。若政府實施節能措施[73]規範業者須在 t 期後每期能效在既有水準下再提高一定比例能效。為衡量 t+n 期的節能效益，應先釐清 t+n 期的新增車輛數為何，並分別除以措施實施前後的能效值以求得能耗差異才可算出 t+n 期「部分」節能效益。相同計算邏輯，還要分別掌握 t+n-1、t+n-2、...到 t+1 期這些年份所出廠的車輛在 t+n 期還存活的數量，並除以相對年份的能效計算節能效益。經加總後才是 t+n 期的節能效益，後續方可透過排放係數計算減量效益。

藉由前述案例應該更容易了解運輸部門中，運具別存量和流量的重要性。而類似汽車存量動態模型或如 LEAP(Low Emission Analysis Platform)、MARKAL(Market Allocation)這種由下而上(Bottom up)模型的另一個優點在於，可隨時且容易將不同技術(以小客車為例，如燃油小客車、混和型小客車或純電動車)納入衡量，並計算出相對應的存量及流量。

然而由下而上的方法並非完美，最常受到討論的就是該方法無法

[73] 可參考經濟部能源局所提總量管理機制，https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=8754。

內生求解需求面資訊(如GDP)必須外生給定。但在現實生活中車輛需求係由經濟活動所衍伸，若不將其納入衡量會產生一定程度的偏誤(Carnevale et al., 2019)。因此本研究將採用由上而下(Top down)方法，應用可計算一般均衡模型(Computable General Equilibrium, CGE)模擬不同經濟主體(如生產者和消費者)在最適決策原則下，國家別甚至是部門別的經濟發展情況。以求得在此經濟發展趨勢下，運輸部門能源消費和溫室氣體排放之基線。緊接著結合 ASIF 方程式，採用由下而上方法計算在這樣「活動強度」下，未來每年運具的存量和流量。

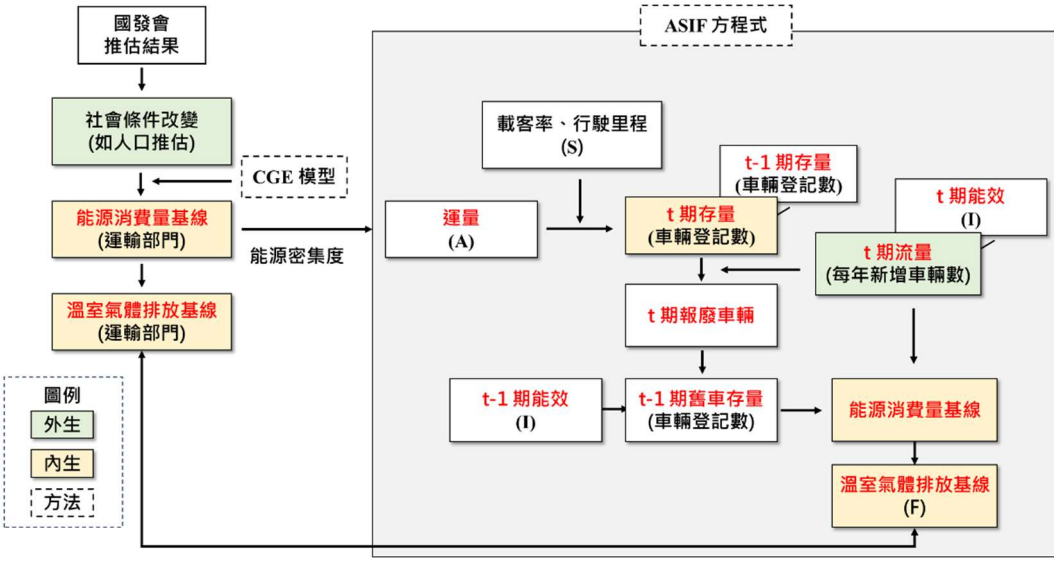
本研究主要貢獻是提供一種新穎的模擬方法，結合由上而下和由下而上的特點計算運輸部門之基線。在此基線下又可釐清重要運具別的存量和流量，以供未來研究者做為減量措施潛能評估或預期目標規畫的前置作業如目標訂定合理性探討。為具體說明，以下將以機車探討運具電動化目標設定合理性為例。整個研究架構將分為四節，其中第二節將描繪整個研究流程的架構，說明不同流程所採用的方法、重要資料來源與情境設定；第三及第四節則分別展示本研究推估成果和結論。

二、 研究方法

(一)研究流程

本研究流程如資料來源：本計畫繪製。

圖 **2**所示，圖內綠框表示重要外生變數，黃框標示重要內生變數，虛框則為研究流程所採用方法。整個研究流程將先應用 CGE 模型模擬未來國家經濟發展趨勢。考量我國人口數量並非穩定不變且與需求面互有影響，故將參考國發會人口推估結果外生設定變數。透過 CGE 模型的最適決策機制，則可求解每年國家經濟發展趨勢及各產業的能源需量。將模擬結果經過彙整即可繪製運輸部門的能源消費量基線。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2 研究流程

緊接著依據 ASIF 方程式概念，藉由能源消費量基線和能源密集度(能源消費量/ 延人公里)求算未來每年的運量($PKT_{t,i}$)變化。根據基線定義，本研究另假設未來的載客人數($P_{t,i}$)及行駛里程($KM_{t,i}$)不變。因此透過式(1)可求算運具別 i 在 t 期存量($S_{t,i}$)。式(1)中的下標 t 表示時間點，i 表示運具別。

$$S_{t,i} = \frac{PKT_{t,i}}{\overline{P_i} \times \overline{KM_i}} \qquad \text{式(1)}$$

假設模型產出 $t\text{-}1$ 期及 t 期運具別 i 的存量，分別以 $S_{t-1,i}$ 和 $S_{t,i}$ 計數。兩者相減可能會有正數、負數與零這三種情況發生。正數代表我國在 t 期對運具別 i 的需求增加；相反地，負數則隱含經濟需求下降致使運具別 i 的需求相較前期減少；最後，零則代表需求不變。參考文獻可知 t 期運具存量又與 $t\text{-}1$ 期運具存量、t 期新增車輛(或稱流量，$SL_{t,i}$)及 t 期報廢車輛($SP_{t,i}$)存在如式(2)之關聯(Jong et al., 2004)。

$$S_{t,i} = S_{t-1,i} - SP_{t,i} + SL_{t,i} \qquad \text{式(2)}$$

一般來說，要推估車輛存活函數(Survival function)求得未來每期報廢車輛數可能會採用如logistic函數估計(Zheng et al., 2019)。也有文獻會透過車輛存活函數反推新增車輛數(Roca- Puigròs et al., 2023)。但無論採用何者算法，都需要蒐集包括(1)機動車輛登記數按新售年份(非二手)和車齡分、及(2)機動車輛新增掛牌車輛數等資料。然而因我國僅揭露機動車輛登記數按車齡分之資料，因此本研究將參考文獻研究成果推算未來每期報廢車輛數。

以機車為例，文獻指出機車車輛存活平均年限為9.82年，故 t 期新售機車將於 t＋10 期後全部退場(張新立等人)。在求得未來每期報廢車輛數($SP_{t,i}$)後，因每期存量($S_{t,i}$)已由 CGE 模擬結果得知，故可直接求算每年新增車輛數($SL_{t,i}$)。

將各期車輛數除以相對年份的能效可計算當期的能源消費基線；最後，依據不同能源別乘上相對應的排放係數即可算出運輸部門的溫室氣體排放基線。一般而言，由 ASIF 計算出的基線應與 CGE 模擬求解的基線互為相等。證明藉由 ASIF方程式所推估存量及流量與 CGE 模擬的基線具有相同基礎。

(二)方法介紹暨情境設計

1. CGE 模型簡介

鑑於運輸服務需求和經濟發展具有緊密關聯性，本研究將應用 CGE 模型求解基線(Berg, 2007；Bröcker 2002；Cai et al., 2023；Robson et al., 2018)。該模型假設整個經濟體系為完全競爭市場。國內生產函數採用固定替代彈性設定(Constant Elasticity of Substitution, CES)，該設定則可將不同產業之間的原始投入及中間投入以巢式結構串聯而成。除此之外，消費函數亦以 CES 設定以模擬每個家庭在商品或服務價格變動後，因應不同彈性設定在滿足預算限制式後實現效用最大化。為扣接研究需求，模型又分為非運輸產業及運輸服務產業量部份。

在非運輸產業部份，為了生產自己的產品並銷售，除了投入勞務與資本等要素外，同時投入原物料等中間商品以及運輸服務，因此各業的生產活動增減，將連帶影響對運輸服務業的需求；另一方面，運輸業者為了提供運輸服務，也需要投入能源、中間原物料等，從而對其他產業產生需求，因此運輸業的擴張與萎縮也會產生對其他產業的帶動效果。此外，非運輸產業也可能自行運送產品及物料，組成自營車隊，此時將以非運輸產業投入自營貨運的方式，納入其生產函數中。

至於運輸服務而言，包含由運輸業者所提供之運輸服務以及由家計單位為自己提供之私人運輸服務。運輸業者提供之運輸服務區分為陸上客貨運(模型中區分台鐵、捷運、高鐵等軌道運輸；市區公車、計程車、國道及公路客運等陸上客運；以及大貨車、小貨車、自營貨運等陸上貨運)，水上客貨運以及航空客貨運。這些運輸業者投入能源、車輛、其他營運必須之物料及維修服務等，以提供其他產業及最終需求客運及貨運服務。家計單位之私人運輸服務，則是在家計生產函數的設定下，假設家計單位投入能源及車輛之特徵，以為自己提供運輸服務。因此，私人運輸將分別依汽車和機車設定家計之運輸服務生產函數。

2.資料來源

依據不同目的需求，以下將分為(1) CGE 模型資料庫、(2)存量及流量計算等兩部份依序說明資料來源：

(1) CGE 模型資料庫

依據模型機制又可分為經濟面、能源面與社會面。經濟面最重要的資料庫可稱為社會會計矩陣表(Social Accounting Matrix, SAM)。該表是用來描繪經濟體系中，各經濟主體(各產業生產者、家計單位、政府與其他國家)物流及金流互相影響的情況。其架構是根據主計總處所公告的產業關聯表(最新版本為 2016 年產業關聯表)所編製，

另搭配國民所得統計年報(110年)以釐清要素帳、機構帳、資本帳與貿易帳等資訊。考量產業別的市場競爭差異化，將參據主計總處多因素生產力報告(110年)設定產業別的總要素生產力。

在能源面，由於模型採小國假設，故對於國外部門之處理，特別是國際市場均衡價格，多以外生給定。目前模型採用的國際能源價格預測資料為 IEA 在 2022 年公告報告。由於上述經濟面資料皆係以貨幣別計價，為與溫室氣體放勾稽，另參考經濟部能源局公告的能源平衡表編制各產業別能源消耗量。最後，則依據 IPCC 所公告的排放係數設定參數即可計算非電力能源的溫室氣體排放基線；而消費電力的排放係數則參照經濟部能源局所推估 2022 年數據設定(0.493kgCO_2e/kwh)，往後則逐年遞減至 0.299kgCO_2e/kwh。

在社會面，可知影響經濟發展動能變化的重大因素之一為「人口」變化。因此模型運作機制中，會將要素的投入如勞動力與人口變化進行連結。又因長期人口變化趨勢涵蓋因素廣泛，故模型透過社會面資料庫編制，外生給定人口變化以精簡模型架構。國內目前僅有行政院經濟建設委員會持續進行長期人口數預測，並且每 2 年公佈一次預測結果。本研究採用國發會於 2022 年 8 月公佈之「2022 年至 2070 年人口推計」臺灣地區人口數數據進行設定。

(2)存量及流量計算

為將 CGE 模型產出的運輸部門能源消費基線轉換為存量及流量，本研究先利用 ASIF 方程式推算每年存量。在計算過程中會運用到的參數包含能源密集度、載客人數與行駛里程等。其中能源密集度是以能耗除以運量而得，能耗資料來自政府公開資料開放平台的「運輸部門歷年能源消耗推估」;運量則以交通部統計查詢網和調查統計提要分析(如自用小客車使用狀況調查報告)中的車輛登記數、行駛里程與載客人數計算。另外流量則應用文獻研究成果設定推算未來每期報廢車輛數。

3.情境設計

如同前述，由於現實社會中，影響經濟發展動能變化的重大因素之一為「人口」變化。為豐富研究內容，本研究另根據國發會所公告的人口高、中、低等三種不同推計結果設定模型社會面資料庫。

透過不同版本的人口推計結果，在既有模型機制下則可求得不同版本的勞動供給並與勞動需求連結。如式(3)所示，由於 t 期勞動供給(LS_t)加上超額勞動供給(LFS_t)會大於等於勞動需求加上超額勞動需求(LFD_t)，勞動需求則由各產業 i 在 t 期的勞動投入加總。因此可預期將產生不同版本的基線結果。

$$LS_t + LFS_t \geq \sum_i \left[\frac{PVA_{i,t}}{\left(PL_t / A_{i,t}^{VA}\right)}\right]^{\sigma_i^{VA}} \cdot \frac{VA_{i,t}}{A_{i,t}^{VA}} + LFD_t \qquad \text{式(3)}$$

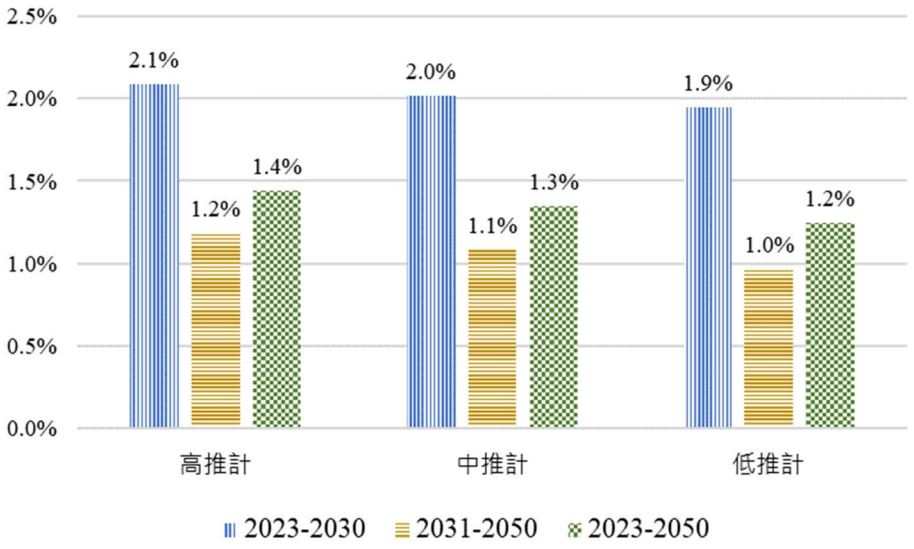
其中，$PVA_{i,t}$代表產業i在t期生產或提供服務時需投入的原始投入價格(複合式價格)；PL_t代表t期的勞動薪資；$A_{i,t}^{VA}$代表產業i在t期生產或提供服務時需投入原始投入技術進步參數；σ_i^{VA}代表產業i在t期生產或提供服務時需投入原始投入的替代彈性；$VA_{i,t}$代表產業i在t期生產或提供服務時需投入的原始投入。

三、 模擬結果

鑑於運輸服務需求和經濟發展具有緊密關聯性，本研究應用 CGE 模型求解基線。又因現實社會中，影響經濟發展動能變化的重大因素之一為「人口」變化。因此本研究另根據國發會所公告的人口高、中、低等三種不同推計結果設定外生變數，模擬不同人口成長趨勢下的經濟發展。

根據中華民國人口推估結果可知，無論是高、中、低何種版本，未來人口變化都呈現負成長趨勢，其版本差異僅反映在下降速度的不同。以 2030 年相較 2022 年底人口數為例，高、中、低推估分別約

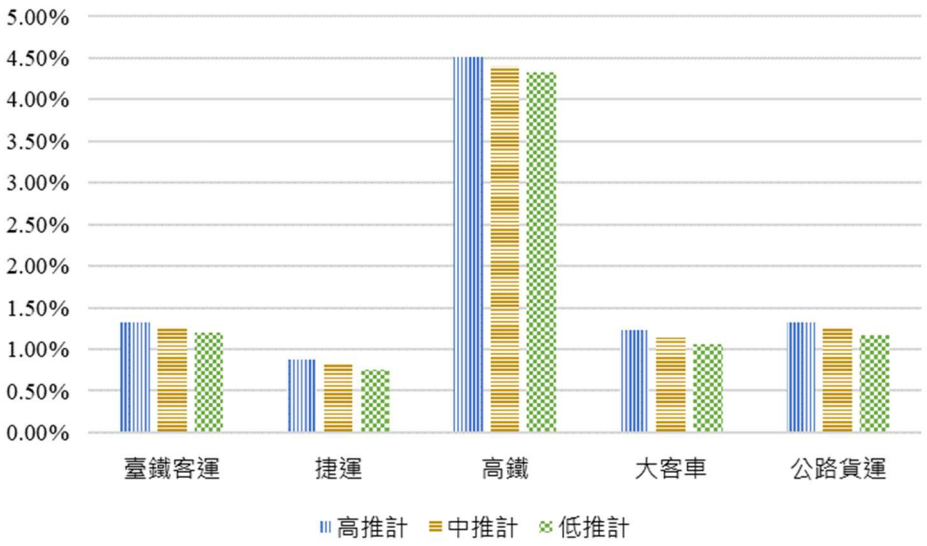
減少 2 萬人、8 萬人與 17 萬人。因此模擬結果亦顯示不同版本的實質 GDP 年均成長率差異不大。如圖 3所示，2023- 2050年年間高推計年均成長率約為 1.4%，同期中推計和低推計則各下降約 0.1 個百分點。整體變化趨勢呈現先升後降之趨勢。以中推計為例，2023-2030 年年間的年均成長率為 2.0%，但在 2031- 2050 年間的年均成長率則減少約 1 個百分點(1.1%)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3 實質 GDP 年均成長率

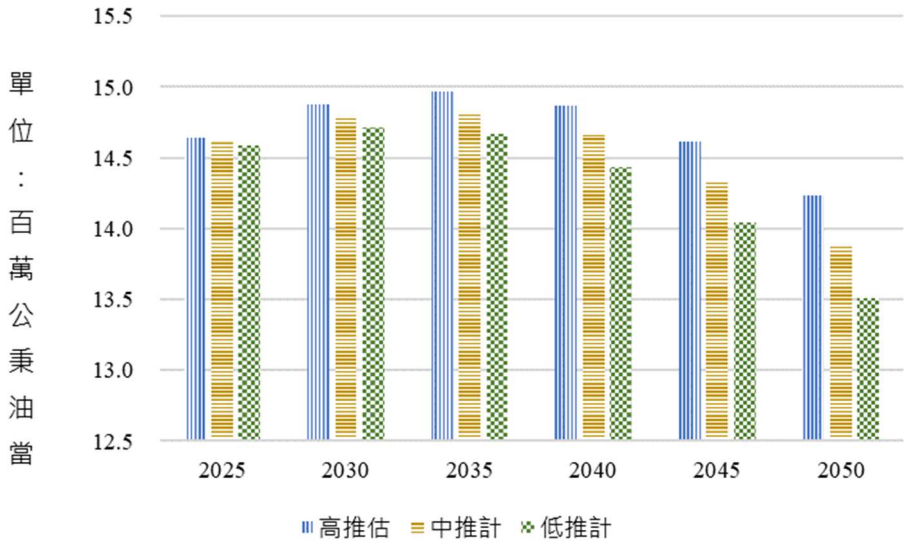
本研究以運輸服務產業產值呈現運輸服務需求之變化。如圖 4所示，在此經濟發展趨勢下運輸服務需求亦呈現持續增長趨勢。其中高鐵因具省時、相對便宜等特性，近年逐漸吸引部分原國內航空、臺鐵和大客車之客源，致使其成長趨勢高於其他運具別。模擬結果亦顯示高鐵係需求增長最快速的運具別，年均年產值依據不同人口推計情境約為4.3%- 4.5%。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4 運輸產值年均成長率

進一步將運輸服務產業和私人運具需求(自用小客車和機車)的能耗彙整如圖 5所示，發現運輸部門能源消費量變動趨勢呈現先升後降之趨勢。其中，高推計的能源需求高峰將發生在 2035 年(14.96 百萬公秉油當量)。2023-2050 年間整體年均成長率約 0.04%；但 2023-2030年間的年均成長率卻高於平均約為 0.69%，而 2031-2050 年間則由正轉負年均成長率約為 -0.22%。由此不難想像，中推計和低推計在 2023-2030 年間的年均成長率也高於整體，分別約為 0.67 及 0.70 個百分點；而 2031-2050 年間則低於整體年均成長率約為 0.27 及 0.28 個百分點。中推計和低推計對能源需求的高峰分別落在 2034 年(14.82 百萬公秉油當量)和 2031 年(14.71 百萬公秉油當量)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5 運輸部門能源消費量

若以能源別而言，我國運輸部門主要消費能源以車用汽油、柴油與電力為主。[74]若以高推計、中推計與低推計比較能源消費量變化，可發現每種能源別都以高推計消費量最多，中推計次之而低推計則最少，如表 1所示。

表 1 運輸部門能源消費量- 能源別

能源別	車用汽油			柴油			電力		
人口推計	H	M	L	H	M	L	H	M	L
單位	百萬公秉			百萬公秉			千度		
2025	9.78	9.76	9.75	5.13	5.12	5.11	1,736,698	1,731,979	1,728,265
2030	9.83	9.78	9.74	5.32	5.28	5.25	1,834,263	1,820,560	1,807,503
2035	9.77	9.69	9.61	5.46	5.39	5.32	1,910,817	1,887,172	1,863,501

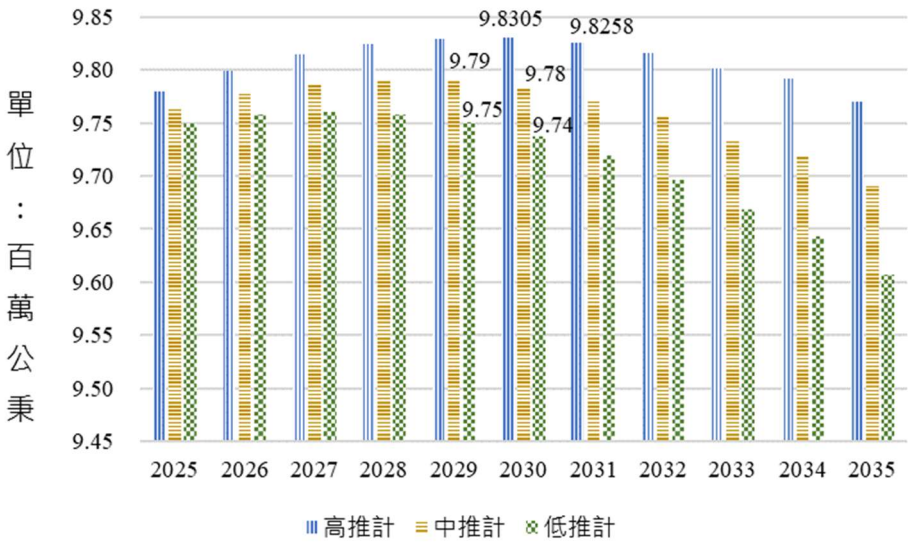
[74] 其他能源包含航空燃油-煤油型、燃料油與液化石油氣。因消費量相對較少且變化幅度不大，故不在此表列說明。

能源別	車用汽油			柴油			電力		
2040	9.59	9.48	9.35	5.53	5.43	5.33	1,963,250	1,929,543	1,895,466
2045	9.31	9.15	8.99	5.55	5.42	5.28	1,993,422	1,950,499	1,907,204
2050	8.94	8.75	8.54	5.52	5.35	5.17	2,007,907	1,956,061	1,904,295

資料來源：本計畫繪製。

註：人口推計的 H、M、L 分別表示高推計、中推計與低推計。

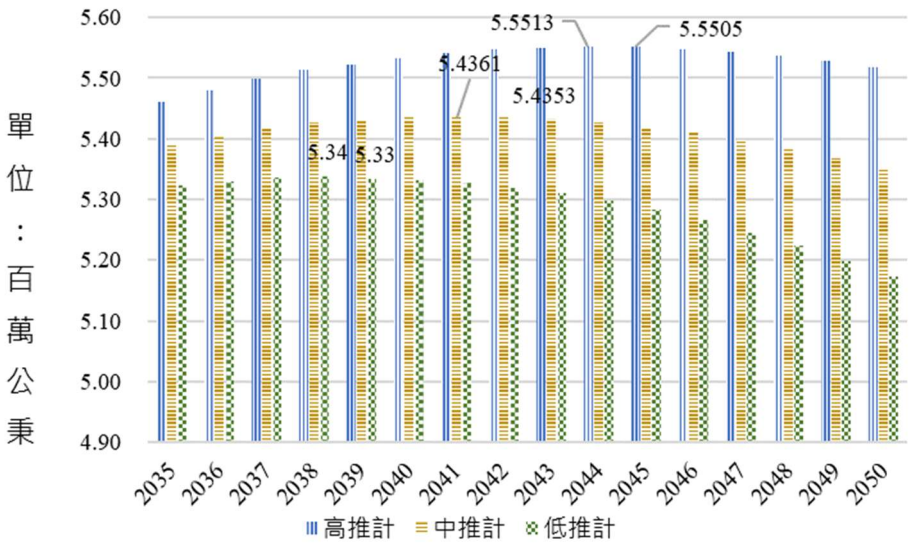
另就能源消費趨勢來看，可發現不論是高推計、中推計與低推計的車用汽油消費量都是呈現先升後降的趨勢。然而因中推計和低推計的人口下降速度較為迅速，故在 2029 年就會迎來車用汽油的需求峰值，分別為 9.79 百萬公秉和 9.75 百萬公秉。相較之下，高推計的車用汽油會在 2030 年方達到峰值約 9.83 百萬公秉，2031 年後則開始逐年減少(2031年相較2030年約 0.0047 百萬公秉)，如圖 6所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 6 運輸部門能源消費量- 車用汽油

相同的比較結果也出現在柴油的需求。如圖 7所示，不論高中低推計皆呈現先升後降之趨勢。但推測可能是受到公路貨運[75]持續成長影響(以中推計為例，2023- 2050 年公路營業貨運實質產值年均成長率約為 1.25%；同期自用貨運年均成長率約為 1.24%)，故無論高中低推計的峰值發生時間點都晚於車用汽油。其中高推計是發生在 2044 年，消費約 5.55 百萬公秉的柴油；中推計和低推計則分別發生在 2041 年(約 5.44 百萬公秉)及 2038 年(約 5.34 百萬公秉)。

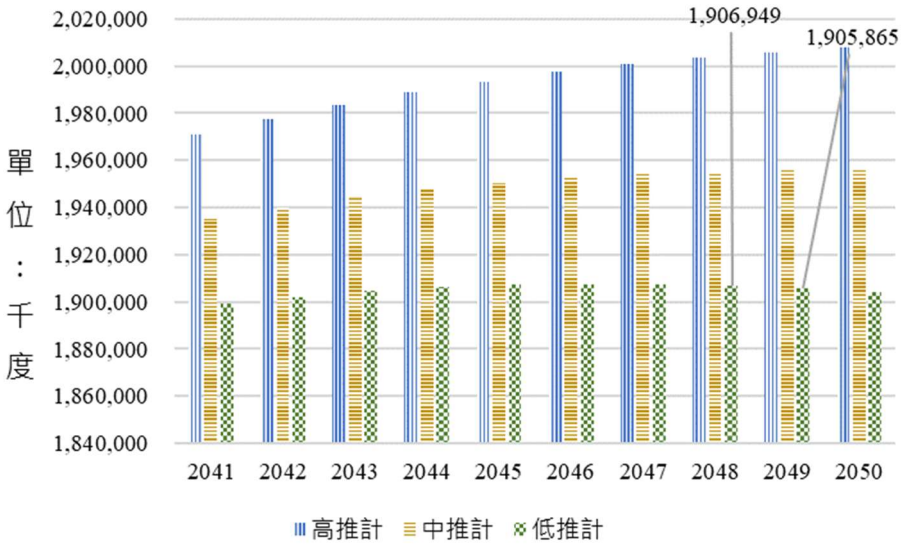


資料來源：本計畫繪製。

圖 7 運輸部門能源消費量- 柴油

相較之下，因為模擬結果顯示未來軌道運輸需求持續上升。以臺鐵客運為例，高中低推計的實質產值年均成長率皆為正值，分別為 1.32%、1.26% 與 1.20%。因此包含高推計和中推計的電力消費趨勢皆呈現正成長，預計 2050 年對電力需求將分別達到 2,007,907 千度和 1,956,061 千度。另因人口下降速度較快，模擬結果顯示低推計的電力需求將在 2048 年達到峰值(約 1,906,949 千度)，此後則呈現下降趨勢。

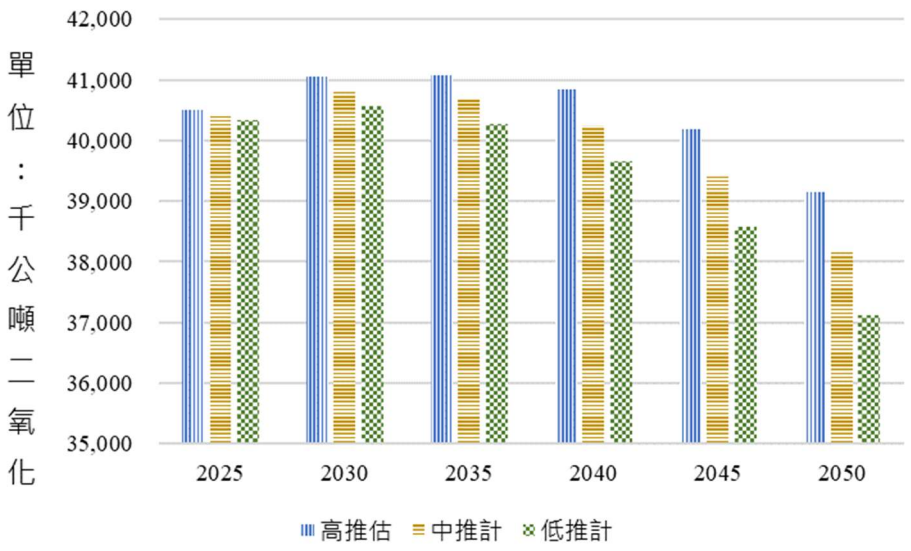
[75] 文獻指出公路貨車與經濟情勢的關聯性更高(ECMT，2003)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 8 運輸部門能源消費量- 電力

在求解出各種能源需求量後，即可透過 IPCC的排放係數計算溫室氣體排放基線，計算結果如圖 9 所示。高推計的溫室氣體排放高峰將發生在 2035 年(41,085 千公噸二氧化碳當量)。2023-2050 年間整體年均成長率約 -0.01%。但 2023-2030年間為滿足經濟成長需求，致使溫室氣體排放年均成長率高於整體(0.54%)；爾後則因經濟成長趨緩且車用汽油需求減緩，2031-2050 年間的均成長率約為 -0.24%。相較之下，中推計和低推計因人口設定的趨勢與高推計相同，故 2023-2030 年間的年均成長率也高於整體約為 0.58 及 0.60 個百分點；而 2031-2050 年間相較整體年均成長率約減少 0.23 及 0.24 個百分點。模擬結果顯示，中推計和低推計的溫室氣體排放高峰都落在 2030 年(40,806 千公噸二氧化碳當量、40,575 千公噸二氧化碳當量)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 9 運輸部門溫室氣體排放量

鑑於運輸部門節能減量措施減量效益評估前，應掌握運輸部門溫室氣體排放基線下各運具別的存量(車輛登記數)和流量(新增掛牌數)做為比較依據。本研究利用 CGE 模型模擬未來能源消費基線，參考 ASIF 方程式另外推估存量和流量如表 2所示。

乍看之下，可發現不同人口成長速度確實會影響存量變化。人口越多需求越高，以 2050 年為例高推計約為 13.19 百萬輛、中推計為 12.94 百萬輛、低推計則為 12.66 百萬輛。然而存量趨勢卻非一成不變，如高推計因具有較高的運輸服務需求，故機車存量峰值預計將於 2028 年達到(14,835,165 輛)；而中推計及低推計之峰值則同時落在 2026 年，存量分別為 14,795,994 輛和 14,770,052 輛。

表 2 存量及流量推估結果- 以機車為例

單位：百萬輛		2025	2030	2035	2040	2045	2050
存量 (S_t)	高推計	14.81	14.81	14.65	14.31	13.81	13.19
	中推計	14.79	14.75	14.54	14.15	13.61	12.94
	低推計	14.77	14.69	14.43	13.99	13.39	12.66
流量 (SL_t)	高推計	0.65	0.65	0.65	0.63	0.61	0.58
	中推計	0.65	0.65	0.64	0.62	0.60	0.57
	低推計	0.65	0.65	0.64	0.62	0.59	0.56
報廢 (SP_t)	高推計	0.69	0.64	0.60	0.56	0.50	0.45
	中推計	0.68	0.63	0.59	0.54	0.48	0.43
	低推計	0.67	0.62	0.57	0.53	0.46	0.40

資料來源：本計畫繪製。

在機車車輛平均存活期限為 9.82 年的假設下，由表 2 另可發現，高推計每年流量(新增車輛數)將高於中推計和低推計。同樣地，高推計的報廢車輛數高於中推計和低推計。

四、 研究結論及未來研究方向

本研究主要貢獻是提供一種新穎的推估方法，結合由上而下和由下而上的特點計算運輸部門之溫室氣體排放基線。模擬結果顯示運輸部門溫室氣體排放將依據不同人口及經濟發展而異。以2050 年來說，溫室氣體排放將介於 37,123 千公噸CO_2e - 39,151 千公噸CO_2e 之間。

在此基線下另藉由 ASIF 方程式可釐清運具別的存量和流量(詳見表 2)，做為減量措施潛能評估或預期目標訂定之前置作業。

為具體說明存量和流量用途，本研究另以運具電動化預期目標進行檢視。首先透過國發會公告關鍵戰略七中的運具電動化目標(普及率)乘上表 2機車存量，推估未來每年電動車存量並將 t 期和 t-1 期相減，推估每年電動車流量。以 2040 年為例，政府設定該年機車電動化普及率應達 63.3%，在已知該年存量為 14.31 百萬輛(高推計)、14.15 百萬輛(中推計)、13.99 百萬輛(低推計)下(見表 2)，可推算 2040 年預計電動車存量分別為 9.05 百萬輛(高推計)、8.95 百萬輛(中推計)、8.85 百萬輛(低推計)。進而推算預計電動車流量依序為 0.89 百萬輛(高推計)、0.88 百萬輛(中推計)、0.86 百萬輛(低推計)，如表 3所示。

表 3 運具電動化預期目標檢視- 以機車為例

單位：百萬輛		2025	2030	2035	2040
運具電動化普及率		7.9%	16.7%	34.7%	63.3%
預計電動車存量	高推計	1.17	2.48	5.08	9.05
	中推計	1.17	2.47	5.05	8.95
	低推計	1.17	2.46	5.01	8.85
預計電動車流量	高推計	0.09	0.33	0.65	0.89
	中推計	0.09	0.33	0.64	0.88
	低推計	0.08	0.32	0.63	0.86

單位：百萬輛		2025	2030	2035	2040
預計市售比	高推計	12.5%	51.5%	107.9%	159.1%
	中推計	12.6%	52.0%	109.1%	161.0%
	低推計	12.6%	52.6%	110.6%	163.3%

資料來源：本計畫繪製。

註 1：運具電動化目標是依據關鍵戰略七表 3 資訊所設定，每五年之間的目標則由本研究採等差方法推算。

註 2：預計電動車存量=運具電動化普及率(核定本)×存量；預計電動車流量=預計電動車存量/流量。

將預計電動車流量除上每年新增車輛數可推估預計市售比。如表3所示，2035 年後不論哪種人口設定的預計市售比都會高於 100%，不符合指標定義。仔細思考數據背後隱含意義，可知係為了達到運具電動化普及率目標，在 2035 年後應新增的電動機車車輛數大於經濟發展下所需的機車車輛數所致。換而言之，關鍵戰略七的電動機車目標可能有設定過高之情形。

未來建議可應用此方法，逐步釐清各運具別之存量和流量。俾利針對既有減量措施，進行減量潛能評估。評估結果亦可比對階段管制目標，掌握減量缺口為何。進一步試算節能減量措施應提升之力道及可行性，作為形塑運輸部門減量路徑之參考依據。

參考文獻

1. 國家發展委員會。(2022)。「中華民國人口推估(2022 年至 2070 年)」。國家發展委員會，ISBN：978-626-7162-20-0。
2. 張新立, & 葉祖宏. (2005). 存活分析法應用於機車持有年限之研究. 運輸計劃季刊, 34(3), 443-468.
3. Berg, C. (2007). Household transport demand in a CGE-framework. *Environmental and Resource Economics*, 37, 573-597.
4. Bröcker, Johannes. (2002). Passenger flows in CGE models for transport project evaluation, 42nd Congress of the European Regional Science Association: "From Industry to Advanced Services - Perspectives of European Metropolitan Regions", August 27th - 31st, 2002, Dortmund, Germany, European Regional Science Association (ERSA), Louvain-laNeuve
5. Cai, Y., Woollacott, J., Beach, R. H., Rafelski, L. E., Ramig, C., & Shelby, M. (2023). Insights from adding transportation sector detail into an economy-wide model: The case of the ADAGE CGE model. *Energy Economics*, 123, 106710.
6. Carnevale, P., & Sachs, J. D.. (2019). Roadmap to 2050: A Manual for Nations to Decarbonize by Mid-Century, Published by Sustainable Development Solutions Network (SDSN) and Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM)
7. DEA, OECD, & URC., (2013). National Greenhouse Gas Emissions Baseline Scenarios Learning from Experiences in Developing Countries Centre,
8. https://www.thepmr.org/system/files/documents/National%20Greenhouse%20Gas%20Emissions%20Baseline%20Scenarios.pdf
9. ECMT, C. (2003). Managing the Fundamental Drivers of Transport

10. Demand. France: OECD Paris. https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/03demand.pdf

11. Environment and Climate Change Canada. (2021). Draft technical guide related to the strategic assessment of climate change. Environment and Climate Change Canada. https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/corporate/transparency/consultations/draft-technical-guide-strategic-assessment-climate-change.html

12. Flores, A. (2019). Relationship between transport demand and economic growth: Dynamic analysis using the ARDL model. *Cuadernos de Economía*, Vol. 43 No. 122 (2020): Pages 105-242. https://cude.es/submit-a-manuscript/index.php/CUDE/article/view/13

13. Greene, D. L., & Leard, B. (2022). A Statistical Analysis of Trends in Light-duty Vehicle Scrappage and Survival: 2003-2020.

14. Jong, G. D., Fox, J., Daly, A., Pieters, M., & Smit, R. (2004). Comparison of car ownership models. *Transport Reviews*, 24(4), 379-408.

15. Kebede, Y. A. (2021). Used Vehicles Survival Rates and Their Impacts on Urban Air Quality of Addis Ababa, Ethiopia. *International Journal of Engineering Research & Technology*, Vol. 10 Issue 02, ISSN: 2278-0181.

16. Müller, D. B. (2006). Stock dynamics for forecasting material flows—Case study for housing in The Netherlands. *Ecological economics*, 59(1), 142-156.

17. Magdala Arioli, Lew Fulton, Oliver Lah. (2020). Transportation strategies for a 1.5 °C world: A comparison of four countries, Transportation Research Part D: Transport and Environment, Volume 87, 102526, ISSN 1361-9209, https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102526.ce from Poland.

18. Peng, T., Ou, X., Yuan, Z., Yan, X., Zhang, X., (2018). Development and application of China provincial road transport energy demand and GHG emissions analysis model. Applied Energy 222, 313–328. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.139.

19. Roca- Puigròs, M., Marmy, C., Wäger, P., & Müller, D. B. (2023). Modeling the transition toward a zero emission car fleet: Integrating electrification, shared mobility, and automation. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 115, 103576.

20. Robson, E. N., Wijayaratna, K. P., & Dixit, V. V. (2018). A review of computable general equilibrium models for transport and their applications in appraisal. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 116, 31-53.

21. Schipper, L., C. Marie-Lilliu, and R. Gorham. (2000). Flexing the Link between Transport and Greenhouse Gas Emissions: A Path for the World Bank. International Energy Agency, Paris.

22. Singh, N., Mishra, T., & Banerjee, R. (2020). Projection of private vehicle stock in India up to 2050. Transportation Research Procedia, 48, 3380-3389.

23. Setiawan, I. C. (2019, June). System dynamics modeling of Indonesia road transportation energy demand and scenario analysis to achieve national energy policy target. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 546, No. 5, p. 052070). IOP Publishing.

24. Thorne, R., Aguilar Lopez, F., Figenbaum, E., Fridstrøm, L., & Müller, D. B. (2021). Estimating stocks and flows of electric passenger vehicle batteries in the Norwegian fleet from 2011 to 2030. Journal of Industrial Ecology, 25(6), 1529-1542.

25. Tsai, C. Y., Chang, T. H., & Hsieh, I. Y. L. (2023). Evaluating vehicle fleet electrification against net-zero targets in scooter-dominated road

transport. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 114, 103542.

26. Zheng, J., Zhou, Y., Yu, R., Zhao, D., Lu, Z., & Zhang, P. (2019). Survival rate of China passenger vehicles: A data-driven approach. Energy Policy, 129, 587-597.

附錄 5

氣候變遷因應法優先修訂之 12 項子法最近進度

附錄 5　氣候變遷因應法優先修訂之 12 項子法最近進度

項目	法源依據	法規名稱	新增/修正 (時程)	環境部草案新聞稿說明
盤查及查驗				
盤查程序與規定	第 21 條 第 1 項	事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源	修正 (112.5.31 公告)	1. 配合 112 年 2 月 15 日修正公布之《氣候變遷因應法》第 21 條第 1 項「事業具有經中央主管機關公告之排放源，應進行排放量盤查，並於規定期限前登錄於中央主管機關指定資訊平台；其經中央主管機關公告指定應查驗者，盤查相關資料並應經查驗機構查驗」，爰修正其授權依據，並將本公告名稱修正為「事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源」。 2. 為落實《氣候變遷因應法》之盤查與查驗分級管理精神，本次將現階段列管排放源納為應依《氣候變遷因應法》盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源，後續將以排放源類型、排放溫室氣體種類及規模等進行分級規劃，分階段公告應盤查登錄者。
	第 21 條 第 2 項	溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法	修正 (112.6.21 預告；112.9.14 發布)	1. 盤查登錄與查驗分級管理：分別訂定事業之盤查登錄與查驗作業完成期程，事業盤查登錄期限為每年 3 月 31 日，查驗結果上傳期限為每年 10 月 31 日，並訂定盤查登錄文件及查驗結果審查、展延、補正期限及屆期未補正相關規定。 2. 規範排放量計算方式：為使溫室氣體排放量計算有一致遵循之規定，明定排放係數採用、排放量計算公式以及計算排放量燃料低位熱值及原(物)料碳含量之檢測方法等規定。 3. 完備管理制度： (1). 針對事業屬經本法公告應查驗者，規範其應由取得中央主管機關許可之查驗機構查驗，且查驗結果應為合理保證等級。 (2). 新增違反本辦法規定之違規樣態，未依規定期限辦理盤查或查驗、未依規定保存資

項目	法源依據	法規名稱	新增/修正 (時程)	環境部草案新聞稿說明
				料，以及事業盤查結果與主管機關查核差異達一定比例。
查驗機構管理	第 22 條第 2 項、第 3 項	溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法	修正 (112.8.9 預告；112.10.5 發布)	1. 擴大查驗參與以提升專業量能：依《氣候變遷因應法》規定，刪除查驗機構須為國際認可或其在國內開設之分支機構規定，讓更多專業機構可投入溫室氣體查驗工作；另因應更多元的查驗需求，於查驗人員之學經歷要求納增專業領域如農牧經營、森林管理等，促使查驗業務挹注多元專業領域人才。 2. 強化查驗管理以確保作業品質：明定查驗人員執行個別查驗項目之基本要求，以及查驗機構及人員取得許可項目後，應執行之查驗作業或訓練，同時強化查驗作業相關規範，包括應評估查驗作業具獨立性及公正性、應訂定實質性門檻並規劃符合合理保證等級之查驗計畫、查驗過程詳實記錄、查驗結果經內部技術審查作成總結報告等，透過強化對個別查驗項目之訓練及經驗累積要求，以及執行查驗作業之相關程序及規範，確保查驗作業之品質。 3. 精進查驗項目以強化許可管理：依據我國溫室氣體排放不同態樣、不同產業製程的排放情形，同時考量新的減排或增匯，針對現行許可查驗項目加以整併、更新及擴充，以利與組織型列管應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源以及專案型的溫室氣體減量專案計畫有更好的對應，促使查驗機構及查驗人員能就個別擅長之專業領域從事溫室氣體查驗工作。
減量額度抵換或交易				
增量抵換	第 24 條第 2 項	溫室氣體排放量增量抵換管理辦法	新增 (112.7.5 預告；112. 10.12 發布)	1. 應進行溫室氣體增量抵換之事業：事業申請工廠之設立、園區之興建或擴建、使用天然氣以外的火力發電廠、汽電共生廠興建或擴建案及高樓建築等開發行為許可，其開發行為依開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準規定應實施環境影響評估，且涉及增加溫室氣體排放量者，應進行溫室氣體增量抵換。事業於前述各項開發行為通過環境影響評估審查後，變更原申請內容或審查結論應重新辦理環境影響評估審查，且其溫室氣體排放量增量達 10%以上者，應依本辦法規定進行溫室氣體增量抵換。同時，本辦法施行前已通

項目	法源依據	法規名稱	新增/修正 (時程)	環境部草案新聞稿說明
				過環境影響評估審查之前述各項開發行為案件，亦適用之。 2. 中央地方齊力合作，強化排放源增量管理：為促進國家邁向淨零排放及強化排放源管理，並考量氣候變遷議題之跨域性，且氣候變遷事務亦有賴中央及地方合作，本辦法明定開發行為溫室氣體排放量增量大之事業應進行增量抵換，並參考環境影響評估法施行細則第 12 條規定辦理本辦法主管機關之分工，共同執行溫室氣體排放量增量抵換作業，減少溫室氣體排放量增量對環境之衝擊。 3. 提供多元化抵換來源，擴大減量效益：抵換來源可來自溫室氣體自願減量專案及溫室氣體抵換專案等取得的減量額度；也可經環境部認可之減量措施取得之抵換量，如汰換老舊機車為電動機車、汰換老舊汽車為電動車或油電混合動力車、燃煤或燃油設備改用沼氣或生物質為燃料、汰換照明設備為高效率照明設備、汰換漁船集魚燈設備為發光二極體(LED)集魚燈設備、汰換老舊農機為電動農機、汰換既有增氧設備為高效率增氧設備等。 4. 事業進行增量抵換應遵循規定：本草案明定溫室氣體排放量增量抵換比率每年至少 10%，連續執行至少 10 年。另事業應於環境影響評估審查通過後營運日前，向主管機關申請溫室氣體增量抵換，並提報溫室氣體排放量增量抵換執行報告。並應於營運日起依主管機關審查通過之抵換計畫執行增量抵換作業，並於每年抵換作業執行完成後 30 日內，向主管機關提報執行報告。
自願減量專案	第 25 條第 4 項	溫室氣體自願減量專案管理辦法	修正 (112.6.29 預告；112.10.12 預告)	1. 符合國際規範確保淨零轉型：強調自願減量專案應符合可量測、可驗證、可報告(MRV)之原則，同時應具備外加性、保守性、永久性、避免產生危害及避免重複計算等五大原則，確保實質減量以協助淨零轉型目標的達成。依據《氣候變遷因應法》規定，執行自願減量專案所產生的減量額度將可用於抵減碳費或新設變更排放源增量抵換之用，本草案特別將前述國際規範精神納入。

項目	法源依據	法規名稱	新增/修正 (時程)	環境部草案新聞稿說明
				2. 提供公版方法及提升新方法審查效率：特別明定中央主管機關就溫室氣體減量措施類型，審定減量方法及其內容，以及指定確證及查證方式，後續執行自願減量專案者可直接引用審定之減量方法申請專案，不用重新提出減量方法，降低申請者的負擔；另考量未來新的減量技術可能持續發展，本辦法草案特提出簡化新減量方法申請審核程序，期加速審定減量方法據以推動自願減量專案。 3. 調整確證機制降低申請者負擔：既有抵換專案在申請註冊時不論專案類型或規模大小皆須由查驗機構確證，本辦法明定自願減量專案註冊及核發額度之申請、審查程序及應遵循事項。其中，針對註冊申請增加簡化機制，減量措施技術成熟、減量計算簡易明確者者(如燈具、空調汰換等節能類型專案)，依減量方法得免除確證，透過額度審核階段之外加性檢視及查驗機構查證確保減量成效即可；除此之外，規模較小者還可免除環境衝擊分析等程序，期降低申請門檻，擴大參與。
	第 25 條 第 5 項	溫室氣體減量額度移轉、交易或拍賣管理辦法	新增	—
碳費徵收				
碳費	第 28 條 第 3 項	公告碳費收費對象、費率	新增	—
		碳費費率審議會設置要點		
	第 28 條 第 4 項	碳費收費辦法		—
				—

項目	法源依據	法規名稱	新增/修正 (時程)	環境部草案新聞稿說明
	第 29 條 第 3 項	碳費指定減量目標、自主減量計畫審核辦法		—
基金來源	預算法第 21 條	溫室氣體管理基金收支保管及運用辦法	修正	—
其他				
施行規定	第 62 條	《氣候變遷因應法施行細則》	修正(112.10.27 預告)	1. 明定各綱領、計畫與方案架構內容及期程，踐行公民參與：就《氣候變遷因應法》所訂各級政府應定期訂修之因應氣候變遷相關政策、計畫或方案，包含國家因應氣候變遷行動綱領、部門溫室氣體減量行動方案、地方溫室氣體減量執行方案、國家氣候變遷調適行動計畫、調適領域行動方案、地方氣候變遷調適執行方案等，於細則對應明定應包含之架構內容及期程。此外，為踐行各計畫及方案訂修過程公民參與、公開及核定程序，明定召開公聽會程序時，應將部門行動方案或調適行動方案初稿內容、開會資訊於會議舉行 10 日前公布，會議紀錄並應於會後 30 日內公開。 2. 闡明氣候變遷調適目的及原則，結合國家與地方調適行動：參照立法院審議《氣候變遷因應法》氣候變遷調適專章之關注重點，闡明氣候變遷調適之目的及基本原則，包含應依循建立以科學為基礎、因地制宜與社區為本下發展氣候調適，並強化脆弱族群因應氣候衝擊衝擊之能力，並充分考量人權潛在影響。此外，在新增國家調適計畫、領域調適行動方案及地方調適執行方案應記載項目中，納入氣候變遷衝擊、情境設定及風險評估、調適目標、策略、期程、經費、檢討、管考等要素，做為各級政府推動後續調適行動之執行依據。

項目	法源依據	法規名稱	新增/修正 (時程)	環境部草案新聞稿說明
				3. 確立氣候治理成果定期提報及檢核機制，落實資訊公開：為掌握我國氣候治理推動情形，《氣候變遷因應法》訂有國家溫室氣體排放清冊、溫室氣體國家報告、階段管制目標執行狀況以及減量行動方案、地方減量執行方案、調適行動方案、地方調適執行方案等成果報告文件，爰於細則明定其應記載項目內容、提報程序及公開期程。此外，為落實《氣候變遷因應法》所訂部門減量行動方案藉由改善措施檢討執行成效，於細則納入評量指標及管考機制，部門如未達其目標者，則應提出改善措施，滾動檢討修正。另為使氣候變遷治理資訊公開，本細則所定中央與地方主管機關應公開事項，都應公開於中央主管機關指定網站，以便於民眾查詢，確保行政資訊透明化。

資料來源：本計畫整理。

附錄 6

氣候變遷因應法重要議題研析

附錄 6　氣候變遷因應法重要議題研析

一、國際車輛排放溫室氣體效能標準對我國運輸業者啟示

①前言

我國《氣候變遷因應法》第23條第2項要求製造或進口特定車輛時，必須符合主管機關指定的溫室氣體排放效能標準。根據交通部的計畫，到2025年，我們計畫完成小客車的溫室氣體效能標準。根據交通部的研究，2019年，公路運輸業的溫室氣體排放中，小客車占大約一半，是排放最多的運具。

爰下文擬以目標2025年完成溫室氣體效能標準，亦為公路運輸溫室氣體排放占比最大宗之「小客車」之車輛溫室氣體排放標準作資料蒐集與研析，最後綜整車輛排放溫室氣體效能標準對於國內運輸產業之啟示。

② 國際車輛排放溫室氣體效能標準概述

A. 歐盟車輛排放溫室氣體效能標準概述

依據歐盟2019/631號規章第1條，為實現歐盟2018/842號規章減少歐盟溫室氣體排放目標，歐盟於2020年1月1日生效適用新乘用車(Passenger Cars)及新輕型商用車(Commercial Vehicles)之二氧化碳排放效能規定。關於上述乘用車及輕型商用車之分類定義，歐盟一般車輛類別(Category)，分為L類、M類、N類以及O類，而乘用車為M類別，商用車為N類別，依據歐盟2002/24/EC規章及2007/46/EC規章，規範了車輛之定義與分類。M類別之乘用車，其定義係至少具四輪且用於運載乘客之機動車輛；N類別之商用車，其定義係至少有四個輪子且用於貨物運輸的動力驅動車輛，而輕型商用車類型(Type)係N_1類別，其定義係指最大重量不超過3.5公噸的載貨車輛[76]。

歐盟2019/631號規章規範自2020年起，劃分出三階段期程，逐

[76] See TransportPolicy.net, EU: VEHICLE DEFINITIONS, https://www.transportpolicy.net/standard/eu-vehicle-definitions/ (Last Visited November 30, 2023).

年趨嚴至2035年達成車輛淨零排放目標[77]。該期程自2025年起，歐盟新乘用車平均CO_2排放量目標期程[78]及新輕型商用車平均排放CO_2排放量目標期程[79]，將係定義為相對2021年起的減少百分比為目標。

歐盟自2020年生效施行2019/631號規章後，其新乘用車所測得之平均CO_2排放量於2019年至2020年間下降12%，於2020年至2021年間更進一步下降12.5%[80]。其新輕型商用車所測得之平均CO_2排放量，於2021年平均CO_2排放量比2020年下降3.5%[81]。

B. 美國聯邦車輛排放溫室氣體效能標準概述

美國環境保護局(United States Environmental Protection Agency, EPA) 於2021年12月20日確定了2023年至2026年適用於乘用車(Passenger Cars)及輕型貨車(Light Trucks)之溫室氣體排放標準[82]。

EPA依據《清潔空氣法》(Clean Air Act, CAA)第202(a)條之授權，訂定2023車型年及以後車型年之輕型車輛溫室氣體排放標準修訂版[83]，其輕型車輛類別包括乘用車及輕型貨車之溫室氣體排放新標準[84]。EPA最終提出之2025年與2026年之最終標準，相較2021年8月制定規則初始階段所提出之標準，具更大的淨效益及減排量，至2050年，其將可避免超過30億噸溫室氣體之排放[85]。關於前揭標準

[77] See European Commisson, CO_2 emission performance standards for cars and vans, https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/road-transport-reducing-co2-emissions-vehicles/co2-emission-performance-standards-cars-and-vans_en/ (Last Visited November 30, 2023).

[78] See European Environment Agency, CO_2 performance of new passenger cars in Europe, https://www.eea.europa.eu/ims/co2-performance-of-new-passenger/ (Last Visited November 30, 2023).

[79] See European Environment Agency, CO_2 performance emissions of new vans in Europe, https://www.eea.europa.eu/ims/co2-performance-emissions-of-new/ (Last Visited November 30, 2023).

[80] See European Environment Agency, CO_2 performance of new passenger cars in Europe, https://www.eea.europa.eu/ims/co2-performance-of-new-passenger/ (Last Visited November 30, 2023).

[81] See European Environment Agency, CO_2 performance emissions of new vans in Europe, https://www.eea.europa.eu/ims/co2-performance-emissions-of-new/ (Last Visited November 30, 2023).

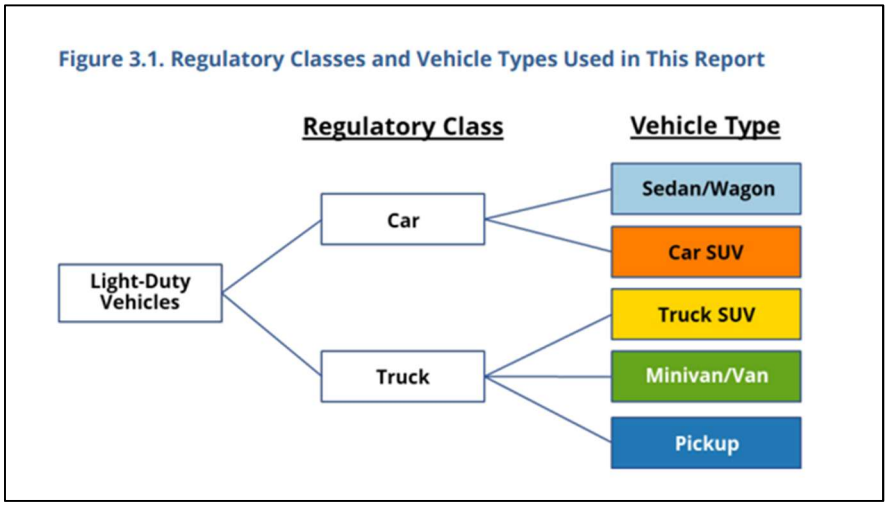
[82] See United States Environmental Protection Agency, "EPA Finalizes Greenhouse Gas Standards for Passenger Vehicles, Paving Way for a Zero-Emissions Future", https://www.epa.gov/newsreleases/epa-finalizes-greenhouse-gas-standards-passenger-vehicles-paving-way-zero-emissions/ (Last Visited November 30, 2023).

[83] See 86 FR 74434, December 30, 2021, "Revised 2023 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards".

[84] See United States Environmental Protection Agency, Final Rule to Revise Existing National GHG Emissions Standards for Passenger Cars and Light Trucks Through Model Year 2026, https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/final-rule-revise-existing-national-ghg-emissions/ (Last Visited November 30, 2023).

[85] See United States Environmental Protection Agency, "EPA Finalizes Greenhouse Gas Standards

規範之輕型車輛之客車及輕型貨車之範疇，於EPA發布之「2022年汽車趨勢報告」依據法規定義，將受溫室氣體排放標準規範之輕型車輛之分類歸納為下圖1。



資料來源：EPA, 「2022 年汽車趨勢報告」。

圖 1　2022 年汽車趨勢報告中使用的監管類別和車輛類型

監管類別中的汽車分為乘用車和貨車兩大類。乘用車又分為轎車和旅行車，以及轎車SUV。貨車類別則包括貨車SUV、小型貨車/貨車和皮卡。法規將車輛總重超過6,000磅或滿足越野要求的車輛歸類為輕型貨車。此外，根據車輛的功能，例如：能夠運載貨物的平板貨車或貨物承載量大於乘客承載量的車輛也符合輕型貨車的定義。至於車輛總重低於6,000磅的SUV，根據其驅動方式分為轎車和貨車，其中二輪驅動版本歸類為轎車，四輪驅動版本歸類為貨車[86]。

該標準自2023年至2026年各年間，輕型車產業各車種之新車排放二氧化碳當量平均標準將係逐年趨嚴。關於該輕型車產業各車種新車輛溫室氣體平均排放標準期程[87]，請見下表1。

for Passenger Vehicles, Paving Way for a Zero-Emissions Future", https://www.epa.gov/newsreleases/epa-finalizes-greenhouse-gas-standards-passenger-vehicles-paving-way-zero-emissions/ (Last Visited November 30, 2023).

[86] See United States Environmental Protection Agency, ''The 2022 EPA Automotive Trends Report'', page 14-15, December 2022.

[87] See 86 FR 74434, December 30, 2021, "Revised 2023 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards".

表 1　2023 年至 2026 年美國聯邦車輛平均 CO_2 排放當量規範期程表

車輛類別	2023 年	2024 年	2025 年	2026 年
乘用車	166 CO_2e (g/mi) (約等於 102.92 CO_2e (g/km))	158 CO_2e (g/mi) (約等於 97.96 CO_2e (g/km))	149 CO_2e (g/mi) (約等於 92.38 CO_2e (g/km))	132 CO_2e (g/mi) (約等於 81.84 CO_2e (g/km))
輕型貨車	234 CO_2e (g/mi) (約等於 145.08 CO_2e (g/km))	222 CO_2e (g/mi) (約等於 137.64 CO_2e (g/km))	207 CO_2e (g/mi) (約等於 128.34 CO_2e (g/km))	187 CO_2e (g/mi) (約等於 115.94 CO_2e (g/km))

資料來源：86 FR 74434, "Revised 2023 and Later Model Year Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emissions Standards".

美國聯邦EPA於2023年4月12日提出以既有之2023年至2026年乘用車及輕型貨車排放標準為基礎，所訂定之「2027年式輕型、中型車輛污染物排放標準」草案[88]。

而自2026年至2023年，輕型車輛之乘用車與輕型貨車均亦設定各年度之排放標準草案[89]，請見下表2。

[88] See United States Environmental Protection Agency, "Biden-Harris Administration Proposes Strongest-Ever Pollution Standards for Cars and Trucks to Accelerate Transition to a Clean-Transportation Future", https://www.epa.gov/newsreleases/biden-harris-administration-proposes-strongest-ever-pollution-standards-cars-and/ (Last Visited November 30, 2023).

[89] See 88 FR 29240, May 5, 2023 "Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later Light-Duty and Medium-Duty Vehicles".

表 2 「2027 車型年及以後車型年之輕型、中型車輛污染物排放標準」草案輕型車輛之期程表

車輛類別	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年
乘用車	152 CO_2e (g/mi) (約等於 94.24 CO_2e (g/km))	134 CO_2e (g/mi) (約等於 83.08 CO_2e (g/km))	116 CO_2e (g/mi) (約等於 71.92 CO_2e (g/km))	99 CO_2e (g/mi) (約等於 61.38 CO_2e (g/km))
輕型貨車	207 CO_2e (g/mi) (約等於 128.34 CO_2e (g/km))	163 CO_2e (g/mi) (約等於 101.06 CO_2e (g/km))	142 CO_2e (g/mi) (約等於 88.04 CO_2e (g/km))	120 CO_2e (g/mi) (約等於 74.4 CO_2e (g/km))

車輛類別	2030 年	2031 年	2032 年
乘用車	91 CO_2e (g/mi) (約等於 56.42 CO_2e (g/km))	82 CO_2e (g/mi) (約等於 50.84 CO_2e (g/km))	73 CO_2e (g/mi) (約等於 45.26 CO_2e (g/km))
輕型貨車	110 CO_2e (g/mi) (約等於 68.2 CO_2e (g/km))	100 CO_2e (g/mi) (約等於 62 CO_2e (g/km))	89 CO_2e (g/mi) (約等於 55.18 CO_2e (g/km))

資料來源：88 FR 29240, May 5, 2023 "Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later Light-Duty and Medium-Duty Vehicles".

C. 韓國車輛排放溫室氣體效能標準概述

韓國關於車輛之溫室氣體排放效能標準，係規範於其「環境部2021-37號通知」之「車輛平均燃油經濟及溫室氣體排放標準(2021-2030年)」之規定[90]。

前揭標準係依據《空氣品質保護法》所訂定，並於2021年2月16日施行之。依據該標準第2條規定，汽車生產商所需遵守之溫室氣體排放標準係指平均溫室氣體排放標準。而其所適用之車輛，依據同標準第3條，主要係規範適用於載客量15人及以下，且總重量小於3.5噸之客車與貨車。

[90] See Transportpolicy.net, SOUTH KOREA: LIGHT-DUTY: FUEL ECONOMY AND GHG, https://www.transportpolicy.net/standard/south-korea-light-duty-fuel-economy-and-ghg/ (Last Visited November 30, 2023).

依據「車輛平均燃油經濟及溫室氣體排放標準(2021-2030年)」規定，乘用車(Passenger Vehicles)及輕型貨車(Light Trucks)之溫室氣體排放標準，請見下表3。

表 3　韓國 2021 年至 2030 年輕型車輛排放溫室氣體標準期程表

車輛類別	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年
乘用車	97 CO_2e (g/km)	97 CO_2e (g/km)	95 CO_2e (g/km)	92 CO_2e (g/km)
輕型貨車	166 CO_2e (g/km)	166 CO_2e (g/km)	164 CO_2e (g/km)	161 CO_2e (g/km)
車輛類別	2025 年	2026 年	2027 年	2028 年
乘用車	89 CO_2e (g/km)	86 CO_2e (g/km)	83 CO_2e (g/km)	80 CO_2e (g/km)
輕型貨車	158 CO_2e (g/km)	158 CO_2e (g/km)	155 CO_2e (g/km)	152 CO_2e (g/km)
車輛類別	2029 年		2030 年	
乘用車	75 CO_2e (g/km)		70 CO_2e (g/km)	
輕型貨車	149 CO_2e (g/km)		146 CO_2e (g/km)	

資料來源：Transportpolicy.net, SOUTH KOREA: LIGHT-DUTY: FUEL AND GHG.

④ 對於我國運輸業者之具體建議

A. 國內法規勢必跟進國際車輛溫室氣體排放標準制度

- 積極關注國際車輛溫室氣體排放標準的發展，特別是歐盟、美國和韓國等地區的標準。
- 提前了解我國未來可能制定的車輛排放標準，並規劃相應的適應措施。
- 當《氣候變遷因應法》的車輛排放溫室氣體效能標準生效後，確保購置符合標準的車輛，以避免法規違規問題。

B. 提前規劃運輸業務車輛電動化

- 看到國際趨勢和政府對電動車輛的支持，運輸業者可以提前

考慮將業務車輛轉型為電動車輛。

- 逐年淘汰燃油車輛，並增加電動車充電基礎設施，以迎合未來電動車輛需求，符合淨零排放趨勢。

C. 善用運輸車輛電動化之減碳效益

- 汰換燃油車輛為電動車輛的同時，可以充分利用減碳效益，例如參與「減量額度」和「減量效益」的相關法規。
- 根據業務情況，思考如何最大程度地獲取減碳效益，並積極參與減碳計畫，實現企業的淨零轉型。

總之，隨著國際環境法規的發展和電動車的崛起，運輸業者應積極適應這些變化，以符合未來的法規要求並獲取相關效益，同時也為減少溫室氣體排放做出積極貢獻。

二、碳費徵收對運輸業者推動淨零減碳之衝擊與影響

① 前言

我國《氣候變遷因應法》第28條第1項規定，中央主管機關即環境部，得分階段對溫室氣體排放源徵收碳費。目前環境部即採行「碳費先行」之政策規劃[91]，且計畫於112年年底前，預告碳費相關辦子法草案，例如：「碳費收費辦法」、「指定減量目標與自主減量計畫審核辦法」等子法，並且亦計畫於113年上半年，進行設置設置「費率審議會」，決定碳費之費率[92]。

環境部計畫在113年開始收取碳費，根據113年的排放量來計算114年應繳的碳費。這個計畫的目的是鼓勵碳排放的企業提前自我檢討並實施減碳措施，以減少未來碳費可能帶來的影響。環境部的碳費徵收對象主要包括電力業和大型製造業等國內主要碳排放行

[91] 參見環境部氣候變遷署，「務實減碳 碳費先行 穩健實施碳交易」，111 年 11 月 10 日，https://enews.moenv.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/2f99477e-2e3b-4804-b28d-faf0a1cd3391 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

[92] 參見環境部氣候變遷署，「碳費規劃 113 年開徵、114 年繳交 驅動事業提早進行減量」，112 年 8 月 23 日，https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/b74f4410-0323-4841-9a11-3b5187330a41 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

業[93]。

目前國內擬推行徵收碳費之立法政策屬「碳訂價」機制作法之一，而碳定價機制主要工具有總量管制排放交易(ETS)及碳稅/費二類[94]，我國《氣候變遷因應法》第28條第1項規定徵收之碳費即屬後者。由於現今國際上有關於碳稅/費制度，較常見者為碳稅[95]，爰下文擬先概述國際碳訂價機制與碳稅制度近況，次說明我國於《氣候變遷因應法》規範之下，有關徵收碳費之相關規範，最後綜整研析國內徵收碳費將對於運輸業者推動淨零減碳之衝擊與影響。

② 國際碳稅近況發展

A. 碳訂價(Carbon Pricing)機制概述

國際碳訂價制度主要有排放交易系統(ETS)及碳稅/費(Carbon Tax/Fee)二類[96]。ETS係透過發行可交易之排放單位，以限制所涵蓋企業體之排放，企業體可以使用這些排放單位來履行其法律義務，然ETS得採用不同方式之設計，最常見者即係總量控制與交易碳排放交易體系(Cap-and-Trade ETSs)，其對所涵蓋企業個體之排放量設定總體限制，並且基於費率系統，其總排放量無上限，但為各個企業體分配績效基準，對其淨排放量進行限制，而碳稅則係指對產生之排放(或燃料量中包含之排放)徵收費用[97]。

碳稅與碳費之差異在於，碳稅係由財政機關統一徵收，視為政府財政收入，稅收用途可用於社會福利、發展基礎建設等；碳費則係依據特定目標課徵，需用於對應項目之「特別公課」，並且收取

[93] 參見環境部氣候變遷署，「加速推動碳定價　多元工具促進實質減碳」，112 年 9 月 21 日。https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/7bdc5743-219b-4f54-b17e-086d9f599b2b (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

[94] 參見環境部氣候變遷署，「務實減碳 碳費先行 穩健實施碳交易」，111 年 11 月 10 日，https://enews.moenv.gov.tw/page/3b3c62c78849f32f/2f99477e-2e3b-4804-b28d-faf0a1cd3391 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

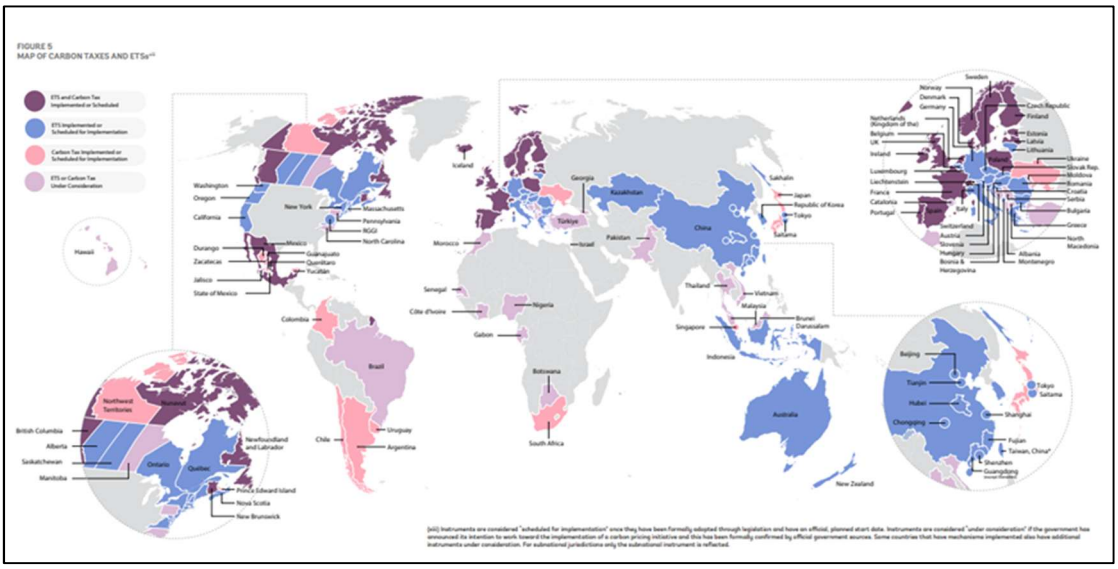
[95] 參見高銘志，氣候變遷因應法對企業之影響，當代法律，第 17 期，頁 8，112 年 5 月。

[96] 參見 ESG 遠見，碳定價時代來臨！碳稅、碳費對產業影響一次看，111 年 10 月 18 日，https://esg.gvm.com.tw/article/14384 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

[97] World Bank, May 2023, State and Trends of Carbon Pricing 2023, p11, http://hdl.handle.net/10986/39796 (Last Visited November 30, 2023).

後必須專款專用之[98]。

依據世界銀行「2022年碳定價現況與趨勢報告」，全球截至2022年4月共有36個碳稅運作及32個ETS運作[99]。次依據世界銀行「2023年碳定價現況與趨勢報告」，自2022年4月至2023年4月，全球運作中之碳稅或ETS總數從68個微幅增加至73個[100]。



資料來源：世界銀行，「2023 年碳定價現況與趨勢報告」。

圖 2　全球 ETS 及碳稅分布圖

圖2之碳定價運作現況，包括：已實施或計畫實施ETS與碳稅(ETS and Carbon Tax Implemented or Scheduled)、已實施或計畫實施ETS (ETS Implemented or Scheduled for Implementation)、已實施或計畫實施碳稅(Carbon Tax Implemented or Scheduled for Implementation)、正在考慮ETS或碳稅(ETS or Carbon Tax Under Consideration)，可知悉現今全球關於碳定價機制之選擇，ETS與碳稅可同時於一國家或一區域內並行之，惟當然亦係有單獨選擇ETS抑或係碳稅之國家區域。

B. 國際碳稅制度近況發展

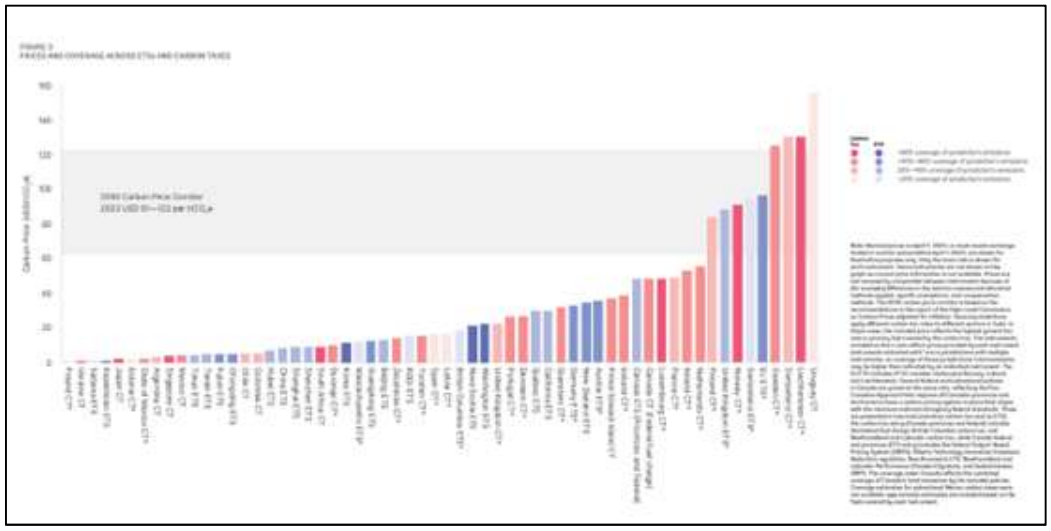
[98] 參見 ESG 遠見，碳定價時代來臨！碳稅、碳費對產業影響一次看，111 年 10 月 18 日，https://esg.gvm.com.tw/article/14384 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

[99] 天下雜誌，碳價創新高，但還是不夠？一次看懂《2022 年碳定價現況與趨勢》報告五大重點，111 年 11 月 3 日，https://www.cw.com.tw/article/5123432 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

[100] World Bank, May 2023, State and Trends of Carbon Pricing 2023, p20.

於世界銀行「2022年碳定價現況與趨勢報告」顯示於2021年，全球ETS收入已超過碳稅收入，ETS收入已占碳定價市場總收入之67%，而碳稅於2021年成長幅度雖低於ETS的價格，惟於2021年及2022年初亦係有所成長[101]。

報告指出，各國的碳稅水平有所不同。新加坡目前約為每公噸二氧化碳當量4美元，計畫在2024年和2025年提高到18美元，然後在2026年和2027年提高到33美元。瑞士計畫在2022年將碳稅提高到約130美元。南非的碳稅目前略低於10美元，但計畫在2026年提高到20美元，2030年達到30美元，並在2050年達到120美元。加拿大則計畫每年增加12美元，直到2030年達到136美元[102]。綜觀上述各國碳稅價格，可知悉儘管係由政府訂定之碳稅價格，各國政府對於碳稅徵收之價格評價亦具有相當大之差異於其中，而截至2023年初時，全球各國ETS及碳稅之價格亦仍然維持區域與區域之間大幅度明顯之價格差異，詳見下圖3。



資料來源：世界銀行，「2023 年碳定價現況與趨勢報告」。

圖 3　ETS 與碳稅之價格及涵蓋範圍

於2022年全球爆發能源危機，使世界各地出現高通膨以及生活

[101] 天下雜誌，碳價創新高，但還是不夠？一次看懂《2022 年碳定價現況與趨勢》報告五大重點，111 年 11 月 3 日，https://www.cw.com.tw/article/5123432 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

[102] 天下雜誌，碳價創新高，但還是不夠？一次看懂《2022 年碳定價現況與趨勢》報告五大重點，111 年 11 月 3 日，https://www.cw.com.tw/article/5123432 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

成本危機，該能源危機將全球通貨膨脹至30年來的最高，引發大多數國家進行貨幣緊縮政策[103]。有些固定價格工具實施了預定的價格上漲或其他緊縮措施，通常是自動的，因為它們與稅率和通膨有關，例如：愛爾蘭、盧森堡、荷蘭、挪威等國的碳稅，以及加拿大聯邦碳稅，比通膨率高。[104]。此外，一些地區還計畫在未來幾年內進一步提高現有的碳稅水平。例如，新加坡計畫從2024年開始將碳稅從4美元提高到19美元，預計在2030年達到38美元至60美元。南非也計畫在2030年之前將碳稅至少提高到30美元[105]。

③ 我國碳費徵收規範概述

A. 碳費徵收之法源

根據《氣候變遷因應法》第28條第1項規定，中央主管機關可以逐步對溫室氣體排放源徵收碳費。排放源包括直接排放源和間接排放源。對於直接排放源，碳費根據其排放量來徵收，由排放源的所有人支付，如果所有人不是使用人或管理人，則由實際使用人或管理人支付。對於間接排放源，碳費根據其使用電力產生的間接排放量來徵收，同樣由排放源的所有人支付，如果所有人不是使用人或管理人，則由實際使用人或管理人支付。

排放量是指各種溫室氣體的量，經過溫室氣體的溫暖化潛勢轉換後，以二氧化碳當量表示。針對生產電力的直接排放源，可以提供電力消費排放量的證明文件，以便扣除相應的排放量。

碳費的徵收對象、計算方式、徵收方式等細節，將由中央主管機關依法制定相關辦法。此外，碳費的費率也將由中央主管機關訂定並公布。碳費徵收制度的詳細規範內容將在中央主管機關公告後確定。

B. 碳費徵收之優惠費率

中央主管機關訂定之碳費徵收制度係基於「排放者責任」及「公

[103] World Bank, May 2023, State and Trends of Carbon Pricing 2023, p11-12.
[104] World Bank, May 2023, State and Trends of Carbon Pricing 2023, p17.
[105] World Bank, May 2023, State and Trends of Carbon Pricing 2023, p17.

平原則」，且秉持將外部成本內部化之精神向排放源徵收碳費[106]。根據《氣候變遷因應法》第29條第1項的規定，對於那些採取溫室氣體減量措施，例如轉換低碳燃料、使用負排放技術、提高能源效率、使用再生能源或改進製程等，並有效減少溫室氣體排放，以達到中央主管機關指定的目標的個人或實體，可以提出自主減量計畫，申請核定優惠費率。這是為了鼓勵溫室氣體減量而設立的措施。然而，有關優惠費率、申請核定對象、資格等細節，以及指定的目標，都需要中央主管機關依法制定相關辦法來確定。

C. 碳費徵收與減量額度

於《氣候變遷因應法》規範體系下，針對減少碳排放量之立法政策，除碳費徵收制度外，亦有於112年10月12日發布之《溫室氣體自願減量專案管理辦法》及《溫室氣體排放量增量抵換管理辦法》等規範，而溫室氣體自願減量制度亦可與碳費徵收制度相互搭配之重要配套制度[107]。

依據同法第30條立法理由二：「因應修正條文第二十八條新增碳費徵收機制，為提高自願減量誘因，於第一項增訂碳費徵收對象得申請核准以減量額度扣除排放量之規定。」爰同條第1項規定：「碳費徵收對象得向中央主管機關申請核 准以減量額度扣除第二十八條第一項各款之排放量。」而依據同法第3條第17款，所謂「減量額度」係指事業及各級政府執行「溫室氣體自願減量專案」、同法修正施行前執行「溫室氣體排放額度抵換專案」、「溫室氣體減量先期專案」所取得之額度。

因此，未來碳費徵收對象，得依據同法第30條以減量額度扣減溫室氣體排放量，以減少其因溫室氣體排放所須繳納之碳費。此外，除國內合乎規範之減量額度外，另依據同法第27條規定，事業取得國外減量額度者，應經中央主管機關認可後，亦得扣除同法第28條

106 參見《氣候變遷因應法》第 29 條立法理由二。

107 參見環境部氣候變遷署，環境部發布「溫室氣體自願減量專案管理辦法」及「溫室氣體排放量增量抵換管理辦法」，112 年 10 月 12 日，https://enews.moenv.gov.tw/Page/3B3C62C78849F32F/82daef64-3816-42ef-af0f-eb58fd46a927 (最後瀏覽日：112 年 11 月 1 日)。

第1項各款之排放量。

D. 運輸業者預計於2025年納入碳盤查規範對象

環境部首批碳費徵收對象，依目前規劃係以碳排放量達2.5萬公噸之製造業及電力業等應進行溫室氣體盤查登錄事業為主，首批徵收之事業數量估計有500家業者左右。雖目前運輸業者尚非應進行溫室氣體盤查登錄之規範對象，非屬首批受碳費繳納規定規範之業別，然依據交通部112年4月公布之「臺灣2050淨零轉型『運具電動化及無碳化』關鍵戰略行動計畫(核定本)」內容，我國運輸業將於2025年開始列為碳盤查規定所規範之業別。

④ 碳費徵收對於運輸業者推動淨零減碳之衝擊與影響

A. 事業淨零與碳盤查應同步進行之

環境部於112年2月發布《氣候變遷因應法》後，於112年陸續完成溫室氣體盤查登錄、自願減量以及增量抵換等子法之預告以及正式發布。此外，針對碳費徵收之規定，亦係規劃於112年底前完成子法之相關法制作業，足資可見，環境部欲達成113年徵收碳費，114年事業開始進行繳納碳費之決心。

則我國對於事業溫室氣體排放之管理範疇，可預見將係愈加廣泛，雖現今各企業對於企業永續經營及淨零減碳，均已有相當程度之了解，然在未來碳費徵收制度發展之下，運輸業者除目前已著手進行之淨零減碳行動以外，亦需及早進行自我碳盤查作業，以備將來受碳費規定規範時，已有充足之碳盤查資訊，以及內部碳管理政策，來面對碳費時代的來臨。

B. 建構事業溫室氣體相關規範之能力

於此溫室氣體管理與碳權交易之時代，運輸業者需培養自身事業對於溫室氣體相關管制規範之了解，若成為法規規範之範疇，則須依循法律規範進行相關作業，例如：屬應進行溫室氣體盤查登錄之對象，則應依法進行之；若非屬受強制管制之對象，亦應掌握事業本身之減碳能力，於現行溫室氣體相關減量機制下，適當利用此

淨零轉型可能帶來的減碳效益，例如：進行溫室氣體自願減量專案，取得減量額度於未來之碳權市場進行交易。事業建構溫室氣體規範之能力，並且著手進行之，除增加本身企業淨零形象外，亦得於此潮流下，增加公司額外獲得之效益。

附錄 7

專家與單位訪談重點摘要

附錄 7　專家與單位訪談重點摘要

1.高雄市交通局王志綱主任秘書(07/21)

(1) 加強公共運輸系統的推廣：整合公共運輸工具，例如公車、捷運和YouBike，並提供更多優惠措施來吸引市民使用。促進公共運輸工具的智慧化，如更新驗票機、使用 QRCODE 和 LINEPAY 等技術建立更多 YouBik 站點，特別是在人口密集或交通繁忙的地區。

(2) 提升公共運輸的效率與便利性：進行定期公共運輸需求分析，調整公車的路線和班次，以更好地滿足市民的需求推動公共運輸與智慧停車系統的整合，使市民能夠更方便地找到停車位。

(3) 鼓勵私人運具減量:在公共運輸發達的地區，尤其是重要的商業區，實施機車收費政策，以減少私人運具的使用提供公共運輸的優惠或補助，以鼓勵員工使用大眾運輸工具上下班。

(4) 推廣綠色運具：建立更多的電動運具充電站，並提供補助或優惠，以鼓勵市民使用電動運具。與大型企業及學校合作，提供補助或優惠，鼓勵他們的員工和與學生使用公共運輸或綠色運具。

(5) 持續監測與評估：定期評估淨零與綠運輸策略的效果，並根據需要調整策略。

2.行政院永續發展委員會 陳治維委員(07/26)

(1) 擴大電動車產業:建議政府透過相關配套措施，如補助、減免稅等，促進電動車的普及。借鑑其他國家成功經驗，加強與產業的合作，提高電動車的投入比例，以實現淨零碳排的目標。

(2) 產業政策連動：政府應將電動車產業發展納入產業政策框架，與相關部門協調合作，推動產業升級與技術創新。透過資源整合與政策配套，提供更多支持，促進產業的永續發展。

(3) 整合各項配套措施：政府應將節能、環保、交通等相關政策整合，形成一個完整的政策框架。透過政策的協同作用，提供更多綜效，促進綠色交通的發展，同時減少能源消耗和碳排放。

(4) 調整都市計畫：政府應根據綠色交通發展需求，調整都市計畫，提供更多電動車充電設施、自行車道等基礎設施。同時，鼓勵城市規劃中心化、多元化發展，減少交通需求，促進永續城市發展。

(5) 國際合作：政府應積極參與國際合作與學習，借鑑其他國家成功案例，吸取經驗教訓。透過國際交流，加強合作，共同推動全球綠色交通的發展，實現永續發展目標。

3.淡江大學 涂予尹助理教授(07/31)

(1) 加強公共汽車的電動化比例：制定相應政策鼓勵公共汽車公司逐步引入更多電動車輛，並提供相應的充電設施。同時，重新規劃公共汽車路線，以確保充電需求的滿足，並提高綠色運輸的比例。

(2) 明確 YouBike 的定位和收費模式：應該針對 YouBike 的用途，明確定位是通勤工具還是休閒工具，並相應調整收費模式，以鼓勵更多人使用 YouBike 做為公共運輸工具，減少對汽車的依賴。

(3) 考慮過渡正義：在推動新政策和法律時，應該提前培養相關技能，例如電動車維修技能的教育培訓，並在產業結構和政策上做出相應調整，以確保過渡期間的平穩過渡。

(4) 引入能源使用評估準則：可以考慮引入歐盟的規範，將能源使用評估準則擴大至非生產單位和公共場所，以促進更節能的使用標準，降低能源消耗，實現綠色運輸的目標。

(5) 加強公共運輸與其他交通方式的整合：推動多模式交通系統的發展，例如提供方便的轉乘設施和優惠票價，鼓勵市民結合使用不同的交通方式，從而減少對私人汽車的需求，實現綠色運輸的效果。

4.行政院永續發展委員會 賴曉芬委員(07/31)

(1) TOD 是一個很好的概念，但需要考量周邊的環境和需求，並且需要政府和民間的合作，才能有效推動。

(2) 綠色運輸需要考慮年長者的需求，例如安全性和便利性，政府需要提供相關的措施來照顧這個族群。

(3) 區域間的需求不同，政策制定者需要考慮不同區域的特點和需求，並且針對性地提供相應的方案。

(4) 節能是重要的減碳設施，政府可以透過提供節能裝置和設施等措施來鼓勵節能。

(5) 鼓勵使用大眾運輸工具需要提供更好的體驗和便利性，例如提供行動支付等方便的服務。

(6) 民眾對於綠色運輸的認知度需要提高，政府可以透過宣傳和教育活動等方式提高民眾對於綠色運輸的認知度。

5.台灣運輸業移動科技派遣平台協會 曾弘義秘書長 (07/21)

(1) **營運模式的多元化**：運輸科技產業應該以多元化的營運模式為主，發展不同的服務類型，以滿足消費者不同的需求。例如，除了傳統的計程車和外送服務外，還可以發展共享汽車、共享單車等服務，以提高運輸科技產業的競爭力。

(2) **優化服務品質**：運輸科技產業應該注重提高服務品質，透過科技手段優化客戶體驗，例如提供更方便的叫車方式、減少等待時間、提高司機和外送員的專業素質等，以增加消費者的黏性。

(3) **加強與政府的合作**：運輸科技產業應該與政府加強合作，積極參與相關政策的制定和實施，並遵守相關法規，以維護產業的健康發展。

(4) **提高安全性和保障性**：運輸科技產業應該注重提高安全性和保障性，例如加強司機和外送員的背景調查、提供保險等措施，以確保消費者和從業人員的安全。

(5) **推動永續發展**：運輸科技產業應該注重推動永續續發展，例如推廣電動車、減少碳排放、提倡綠色配送等措施，以實現綠色低碳的目標。

6.桃園市交通局 熊啟中副局長 (08/15)

(1) 建立一個基本的碳排放計算方式：用於估算碳排放量，以便顯示出減排的趨勢，並確定減排百分比。在碳排放的計算中，需要考慮交

通擁堵等因素，以確保對交通流暢性和碳排放的綜合考慮，並提供明確的指導方針。

(2) 建立碳排放量的區域推估：以更精確地了解各地區的碳排放情況，並根據不同地區的情況制定相應的減排措施。這樣可以更好地了解各地區的碳排放狀況，有針對性地進行減排措施。

(3) 加強公共運輸的電動化比例：通過政策鼓勵公共汽車公司引入更多電動車輛並提供充電設施，以減少碳排放並改善空氣品質。公共交通電動化是減少交通碳排放的重要途徑之一。

(4) 在公有停車場等地點安裝電動車充電設施：推廣電動車的使用，提供便利且永續的交通選擇，進一步減少碳排放，這樣可以促進電動車的使用，進一步減少交通碳排放。

(5) 考慮過渡正義：確保受影響行業和人員能夠適應變化，提前培養相關技能，例如電動車維修技能的教育培訓，並在產業結構和政策上做出相應調整。政府需要考慮到各方利益，確保減排措施的實施不會對社會和經濟造成負面影響。

7.臺北市交通局 黃惠如主任秘書(08/16)

(1) **淨零政策法制化**：2050 淨零排放政策是國發會在去年 3 月底推出的經營方向政策，今(112)年的《氣候變遷因應法》也正式入法。從以前的示範輔導獎勵，變成了需要法遵的、比較強制性的做法。這樣的政策有助於推動減碳措施，但需要考慮如何協調中央和地方之間的監管規定。

(2) 充電樁的建置：台北市擁有全國數量最多的電動公車，其中電動公車占比約 8%。推動電動公車需要解決多重挑戰，包括電力供應、充電設施建設等等。政府需要協助業者解決這些問題，並且中央和地方需要協調統一的監管規定。

(3) 電動車政策配套：業者需要考慮電動公車是否符合他們的營運需求。政府需要協助業者解決充電、換電等問題，並且需要制定相關法規和監管標準，以確保電動公車的安全和品質。

(4) 強化基礎設施建設：推動電動公車需要考慮全面電動化的問題，以

避免邏輯上的矛盾。例如，如果大量使用電動公車，就需要相應增加電力供應和充電設施建設，否則可能會對電力網絡造成影響。

(5) 政策宣導合作：透過政府、業者、學界等多方合作，共同解決技術、經濟、政策等問題。此外，還需要加強宣傳和教育，提高民眾對於電動交通工具的認識和接受程度。包括推廣電動公車的優勢、使用方法以及相關的綠色交通理念，以鼓勵更多人使用電動公車，從而減少碳排放。

淨零政策法制化：2050 淨零排放政策是一個重要的經營方向政策，需要法遵並具有強制性。這項政策的推動將有助於減少碳排放，但需要中央和地方協調監管規定，以確保一致性和有效執行。

8.臺南市交通局 熊萬銀副局長(08/22)

(1) 台南市在推動公共運輸和電動車普及方面有積極的政策和措施。其中包括整合公車路網、推動小公車以滿足偏鄉區域的需求。小公車的優點包括節能減碳和符合當地民眾需求，並且搭配彈性預約制。

(2) 推動充電樁建設方面，政府投資並鼓勵商業民間投資，以發展永續經營的商業模式。此外，公有停車場和民營停車場也被要求設置一定比例的充電樁，建商在核發執照時也需要設置一定比例的充電樁停車位。

(3) 鼓勵民眾搭乘大眾運輸，推出了「8 公里免費」方案和轉乘優惠，以提高大眾運輸的吸引力。同時，政府也關注偏鄉地區的運輸需求，並透過小公車解決運量少或大車無法通行的問題。

(4) 政府在推動公共運輸和充電樁建設時，需要考慮減碳效益和民眾需求的平衡。透過節能減碳和符合當地需求的措施，可以提高政策的實施效果和民眾的參與度。

(5) 台南市在推動公共運輸和電動車普及方面取得了一些成果，但仍需要持續努力。進一步提高充電樁建設的規模和密度，加強宣傳和教育，以及改善大眾運輸的品質和便利性，將有助於實現更永續的交通系統。

9.臺中市交通局 葉昭甫局長 (08/30)

(1) 面對駕駛員薪資和流失問題：因應油價上漲等挑戰，政府需要思考如何降低公共運輸成本，提高經營效益，包括改善薪資待遇、提供培訓和福利，以吸引和留住駕駛員。

(2) 推動電動化和無碳化需要加強充電站的建設：中央政府應該提供相應的資金和支持，並與地方政府合作，確保充電站的規劃和建設符合需求。

(3) 中央政府應該鼓勵並支持公共運輸：以減少對私人汽機車的依賴。這可以通過提供優惠票價、改善公車服務品質和頻率等方式實現。

(4) 加強對傳統交通業的支持和培訓：包括提供相應的補貼和資金支持，以及舉辦培訓課程和研討會，幫助業者了解和應對市場變化。

(5) 加強對公共運輸安全的監管和管理：這包括加強車輛檢驗制度、培訓駕駛員、改善交通設施等措施，以確保乘客和行人的安全。

10.台灣大車隊 陳美妙特助(09/01)

(1) 電動車的成本和維修問題：為鼓勵司機購買電動車，可考慮提供購車補助或營業次數和公里數相關的補助。這些方案可能有助於減輕司機的負擔。

(2) 充電樁使用率：擴展充電樁到社區和維修站，並與其他公司合作提供充電服務，以提高充電樁的使用率，鼓勵司機更換電動車。

(3) 車輛派遣原則：：公司的派車原則是公正公平的，不會優先派遣特定類型的車輛，除非客人有特殊要求。

(4) 碳排放計算和碳足跡：與台灣大學合作計算碳足跡，為上市上櫃公司提供參考，這有助於碳排放計算和減碳目標的實現。

(5) 推廣節能減碳叫車平台服務：提供方便叫到電動車與油電混合車的服務，鼓勵司機使用更環保的交通工具。加強宣導司機在換車時選擇純電動車，以實現節能減碳目標，同時解決電動車後續維修成本

的不確定性問題。

11.微笑單車 劉麗珠董事長(09/08)

(1) YouBike 在電動化與無碳化，為 2050 淨零碳排目標，如果想要「出行」，就能淨零，那麼民眾應該怎麼做？民眾可以使用公共自行車，例如 YouBike 或其他品牌，具便利。

(2) 交通部使用定期票的方式，納入 YouBike，使民眾一出門可以搭乘大眾運具，包括高雄渡輪，是非常好的政策。如果要以 2050 淨零為目標，TPASS 一定要持續且擴大發展。TPASS 有些縣市有納入公共自行車，有些沒有。

(3) 對花蓮、台東等大眾運輸稀少的縣市，愈是要透過有力的餌，讓民眾能夠使用公共自行車。

(4) 電池技術和智慧財產權的問題是關鍵。交通部需要關注產品製造過程中的碳排放和電池回收。我們公司在減碳方面已經付出很多努力，包括回收鋁和使用低碳材料。

(5) 建立碳權交易模式，民眾省下來的碳權賣給企業，並回饋給民眾。

12.日月光股份有限公司 顏俊明副處長 (09/11)

(1) 員工層面的「低碳綠生活」措施：鼓勵使用大眾運輸和提供電動公車接駁車服務，這將有助於減少個人碳足跡和交通排放。另與港都客運合作，所有接駁車都選擇電動公車做為運輸工具，並且在上班時間段每 10 分鐘都有一班，提供方便和環保的交通選擇。

(2) 有關綠能停車位和充電設施：本公司已有詳盡的規劃，並根據員工需求進行調整，確保員工使用電動車輛時有充足的充電設施。

(3) 低碳物流：重視貨物運輸的低碳化，包括材料進來和成品出去，並全力支持政府的低碳理念，在政府提供實質鼓勵措施時會全力配合。國際間推進的海運和空運低碳燃油政策對整個產業確實有很大的減碳幫助，我們願意參與並支持這些政策的實施。

(4) 碳盤查與減碳路徑：公司的碳排放主要集中在範疇三，因此在範疇

三的減排措施上需要特別關注，例如節能、製成替代和再生能源採購等。且已公佈淨零路徑圖並確認短期目標，雖然尚未加入 RE100，但已經在考慮內部的碳定價和影子價格等措施。

(5) 在綠建築方面：已經考慮太陽能設施在新建築上的應用，並在未來發展方向中考慮氫能和電動化等綠色能源技術的應用。

13.新北市交通局 朱建全主任秘書(09/13)

(1) 鼓勵電動樁業者自行進入投資，利用節能服務或特色，收取服務費用，這樣可以避免政府投注設備之後不曉得能否回收的問題。此方案可提供更多的選擇，並且可以避免政府浪費資源。

(2) 增加公共停車場電動樁的設置比例：讓一般民眾認為是鼓勵購買電動車的行為。然而，現階段電動車比例不高時，這項措施無法鼓勵定動車的購買。

(3) 針對電動持有率 10%以下，以及 10%-50%的民眾，鼓勵方式不太一樣。公有停車場設置充電樁，意義比較像，民眾在外活動時，補充短時間的能源，替代充電站無法到處設置的問題。此外，也可以考慮針對低收入戶和中低收入戶提供更多的補助。

(4) 政府可以在公車轉運站增加充電設施，這樣可以讓大眾選擇使用公共交通工具，並且讓公共交通工具更加環保和便利。此外，也可以考慮增加無車日等活動，鼓勵民眾使用公共交通工具和步行。

(5) TPASS 政策可以發揮更大的作用：提供優惠票價、推出環保活動等。此外，也可以考慮推出更多的綠色交通方式，例如自行車租借、共享汽車等。這些措施可以讓民眾更加便利地使用環保交通工具，進一步降低碳排放。

14.ESCO 協會 陳輝俊前理事長(09/18)

(1) 節能減碳是個人、企業和政府的共同責任，也是新興市場的巨大商機。ESCO 在節能減碳和產業轉型中扮演著重要的角色，是推動節能減碳的巨大推手。

(2) 台灣的 ESCO 成員是中小企業，而台灣缺乏循環經濟，且沒有自由化的能源技術服務業。因此，台灣 ESCO 面臨著資金支持和市場發展的挑戰。

(3) 台灣電價全球排名第二或第三低，但是 ESCO 產值只有 161 億。如果台灣能夠加強能源技術服務業的發展，產值可以達到 4500 億，對於台灣經濟發展將有重要貢獻。

(4) 推動節能減碳需要法規市場技術財務融資支持，以實現永續發展和達到零排放目標。建議修訂和加強法規，確保節能減碳和能源被有效監督和執行。

(5) 導入再生能源技術也是推動節能減碳的重要一環。再生能源技術的發展可以幫助我們實現永續發展和達到零排放目標，同時也可以促進經濟發展和創造更多就業機會。

15.一卡通票證公司 王治純副總經理 (09/21)

(1) 對於公共運輸的碳排係數高以及捷運補助政策效果不佳的問題，需要重新檢視上位政策的制定，以解決公共運輸的環境影響和效益問題。

(2) TOD 政策，需要綜合考慮都市計畫容積獎勵的調整和整體社會交通成本，以確保投資的有效性和永續性。

(3) 政府可以鼓勵私人部門提供電輔車接駁服務，但需要注意高雄炎熱氣候對於乘客的影響，並考慮女性對於騎乘電輔車的意願。電輔車適用於短程旅行，如果通勤距離在捷運 4 站內，可能票價比捷運更便宜。然而，目前月票政策主要針對長途旅行，需要考慮如何吸引更多民眾使用電輔車。

(4) TPASS 目前月票政策只涵蓋到台北捷運 TPASS 使用者的 28%，還有另外 72%的民眾未受惠。需要擴大月票政策的受益範圍，以提供更多民眾的交通優惠。

(5) 推出綠點計畫以鼓勵低碳行為，讓民眾可以用綠點換錢買物品，這可以成為激勵大眾使用公共運輸的一種方式。將碳權與國際接軌並歸屬於出綠點的企業，這有助於提升企業對於減碳行動的積極性和

責任感。企業可以考慮提供全額補助月票給員工，這不僅可以減輕員工的交通負擔，也可以提高員工使用公共運輸的意願。

16.成功大學 陳勁甫教授 (09/21)

(1) 政府早在多年前就已經訂定了公車電動化策略，並設定了公車使用年限和汰換機制，以確保目標的達成。公車電動化在目標的達成上相對其他運具容易，因此應該加速推動。

(2) 電動車國產化需要考慮到製作過程與原廠可能不同所帶來的安全問題。在整個車輛製造過程中，一些相對次要的部分也限制了整車製造的進度。

(3) 需要對公車汰換進程予以規劃，以確保在 2030 年之前完成公車電動化目標。若公車汰換進程無法在時間內完成，可能會面臨業者以使用年限到期為藉口要求政府折舊或給予緩衝時段的問題。

(4) 電動車國產化需要考慮到國內零組件供應問題，以確保生產的穩定性和品質。政府可以加強與產業界的合作，制定相應的產業政策和發展戰略，以促進產業發展和國家經濟增長。同時，政府可以提供相關補助或獎勵，以鼓勵業者投入研發。

(5) 考慮到充電基礎建設的問題。政府可以加強充電站的建設和管理，以確保充電網絡的穩定性和可靠性。此外，政府也可以提供相關補助或獎勵，以鼓勵業者投入充電基礎建設的建設。

(6) 政府可以進行相關調查和研究，以了解市場需求和消費者意願，並制定相應的政策。同時，業者也可以提供更多元化的產品選擇和服務，以滿足消費者的需求。

(7) 政府可以提供相關補助或獎勵，業者可以提供更多元化的產品選擇和服務。此外，政府和業者之間也需要加強溝通和合作，以確保推廣工作的順利進行。

17.成功大學 石豐宇教授 (09/21)

(1) 共享運具和整合平台的提升可以促進民眾轉向使用公共運輸，減少

對私人運具的需求。政府可以通過獎勵措施，如減稅和碳交易平台，鼓勵業者提供共享運具服務，並修改建築法規以促進電動車充電設施的建置。

(2) 借鑑香港和東京等城市的成功案例，台灣可以在 TOD (Transit-Oriented Development)中提供獎勵措施，鼓勵開發商採用以大眾運輸為導向的城市規劃，促進住宅與交通的整合。

(3) 在設置電動車充電設施時，可以考慮共享機制，讓共享汽機車業者共同負擔充電基礎建設的建置和管理成本。政府可以提供相關補助或獎勵，以鼓勵業者提供共享運具服務。

(4) 為了避免未來設置過多充電樁，可以評估共享運具對電動車充電需求的影響，並根據評估結果來確定基礎建設上需要設置多少充電樁。

(5) 個人運具向公共運輸的轉型需要克服一些障礙，其中包括公共運輸的便利性和舒適性的提升。政府可以加強公共運輸的服務品質和覆蓋範圍，並提供相應的獎勵措施來吸引民眾使用公共運輸。同時，透過宣傳和教育活動，提高民眾對公共運輸的認知和意識。

18.內湖科學園區發展協會 張博堯副理事長 (09/25)

(1) 內科園區交通問題是一個挑戰，包括人口與產業增加、土地取得困難等。目前正在推動一些解決方案，如預約公車、跳蛙公車和園區巴士等。

(2) 基隆河淤塞問題對水域運輸和觀光有很大影響，需要改善。政府正在推動基隆河整治計畫，希望能夠提升基隆河的水質和環境品質。

(3) 園區發展已經超乎當初設計的幾倍，住戶已經超過當時設計的幾倍，更不用說現在進駐快要 6,000 個企業。這麼小的基地，可以誕生 5,000 多億的營業額，無論中央與地方，都樂於消費此營業額。

(4) 蔣市長當選之後，非常認真想要解決園區交通問題，並邀請產發局局長、交通局局長以及轄下各處的局長一起開會，探討解決方案。希望能夠改善園區交通環境，提升園區的永續發展。除了解決交通問題外，還要關注基隆河淤塞問題和水域運輸的發展。

19.台灣大學 張學孔教授(09/25)

(1) 內科園區交通問題是一個挑戰，包括人口與產業增加、土地取得困難等。政府正在推動一些解決方案，如預約公車、跳蛙公車和園區巴士等。政府希望能夠改善園區交通環境，提升園區的永續發展。除了解決交通問題外，還要關注基隆河淤塞問題和水域運輸的發展。

(2) 交通部門面臨的挑戰，不同交通模式的研究和資料，以及對於公共自行車和摩托車使用成本的觀察。提出了公車專用道和其他交通政策的建議。

(3) 碳排以及能源消耗成長率持續增加的問題，如果在過去 20 年中碳排以及能源消耗成長率持續增加，就會把其他部門的碳排量都吃掉。

(4) 政府需要採取更多措施來解決交通問題，並提出更多創新方案。他也鼓勵大家參與相關討論和行動，一起為創建更好的城市環境而努力。

20.逢甲大學 邱景升教授 (10/03)

(1) 土地成本高，使得都市更新和新市鎮的 TOD 推動困難。TOD 在大專院校附近的規劃需要類似捷運系統的支援，但土地使用活動量不足，影響了 TOD 的推動。

(2) 公車專用道的規劃可行性受到質疑。台中市 BRT 計畫中的交通流量控制中心遇到困難，導致 BRT 運量不足以吸引人們像捷運一樣方便的生活方式。

(3) 高雄市捷運的成功度有限，都市計畫需要法規鬆綁。單純進行都市更新是不夠的，必須考慮法律的鬆綁以促進都市計畫的發展。

(4) 都市更新需要考慮土地使用和交通規劃的整合。TOD 的推動需要依靠都市計畫的變更和法規的調整。TOT (Transit-Oriented Tourism)是一個新興的概念，將交通運輸和旅遊業相結合，以促進地區的經濟發展和旅遊資源的開發。

(5) 台中捷運從甘肅路到中科路到環中路到中清交流道的規劃是有必要的，以提供更方便的交通選擇和促進區域發展。

(6) 都市計畫需要考慮到交通規劃的問題,如 BRT 和捷運系統的運量、交通流量等，以確保交通運輸能夠支持城市的 un 續發展。都市計畫中需要進行聯合開發和區段徵收等措施，以促進 TOD 和都市更新的推動。同時，法律鬆綁也是推動都市計畫發展的關鍵。

21.Go share 林姮君專案經理(10/03)

(1) 強化資訊共享：政府應該與私人企業和協會更密切合作，分享研究報告和戰略建議，確保政策目標和策略的一致性，並共同努力實現電動化目標。

(2) 多角度推廣電動化：除集中在大眾運輸上，也應該關注私人電動交通工具的發展，私人電動交通工具的發展速度較快且不需要長時間建設，相比於大規模公共交通系統建設，更具優勢。透過營造良好的政策環境、提供相應的資費優惠等方式，可以鼓勵更多人使用私人電動交通工具，從而減少對傳統交通工具的需求。

(3) 資費制度鼓勵：透過資費制度鼓勵民眾使用電動車，例如提供補貼或減免稅負，以降低使用成本。

(4) 地區差異策略：根據不同地區的交通狀況制定策略，例如在臺北地區，大眾運輸系統完善，私人交通需求較低，但其他地區可能需要更多的私人電動交通工具。這可以做為政策制定的參考，根據地區特點制定相應的措施。

(5) 時間和成本考量：大規模公共交通系統建設需要時間和成本，而私人電動交通工具的發展速度較快且不需要長時間建設。這也是私人電動交通工具推廣的一個優勢,可以快速推動電動交通工具的普及。

22.成功大學 張學聖特聘教授 (10/06)

(1) 空間規劃的重要性：要真正建造一個步行城市，不只是簡單的劃定步行街道。需要考慮到活動的特性、距離的關係，以及自然環境的營造。他認為空間規劃是關鍵。歐盟和法國的"15 分鐘城市"概念做為一個例子：在這樣的城市中，居民可以在 15 分鐘內滿足其大部分需求，從而自然地減少了機動車輛的使用。

(2) 土地利用法規的挑戰與鬆綁：現行的土地開發策略中，有多項設限，如容積限制和回饋等。如果引入 TOD 概念，應該在 TOD 範圍內鼓勵更高的發展強度。這樣的策略可以減少能耗，也是許多國外都市規劃的方向。強調國土管理署在回應淨零政策上似乎是後知後覺的，需要更前瞻性的策略和法規調整。關於 TOD，像高鐵站點周邊開發，由於多種原因，真正成功的例子並不多。這可能與當前的土地利用法規有關。

(3) 橫向合作的缺失：雖然目前有副院長層級的推動委員會，但各部會仍然是各司其職。例如，國土管理署主要負責管理國土，但真正的減碳責任在經濟部和交通部。內政部可能在土地政策上有所貢獻，但這些提議在策略討論中可能被忽略或未得到足夠的重視。

(4) 跨部會合作的重要性：淨零戰略是國家級的策略，需要各部會跨領域合作。但現實中，各部會往往各自為政，這樣的方式導致策略的綜效受限。

23.台達文教基金會張揚乾執行長(10/12)

(1) 電動車使用經驗：我自己開電動車，從 2019 年看到現在，以現在充電設置的量，我們的充電設施等等其實並不是太困難一件事情。你用手機的 APP， 然後像台達電這邊，我們是免費給員工充好，就是員工充電動車，我自己不用付費。

(2) 公正轉型：當我們在看到可能真的從油車轉到電車會損失一些傳統，從修車行業的商業模式外，其實同步的，當你換成電車之後，你會創造一些新商業模式價值，我先不說有些商業模式其實不如大家想的會馬上失去。

(3) 國外的案例：如何從企業、市政府到中央政府層級推動相關措施。在推電動車的初期，我們強調的是空氣污染度的降低。與此同時，我們也與幾所學校合作，希望鼓勵家長在接送學生時騎車，降低汽車的使用。我們試圖通過在學生的交通綴上裝置檢測器來收集空氣品質數據，期望透過這些數據讓家長了解車輛排放對空氣的影響。

(4) 有關公司內部碳定價：目前碳定價為每噸 300 美元，總公司會跟末端使用方收取。這筆款項會形成一個基金，並用於不同用途，例如

技術投資等。因此，就台灣地區而言，我們的碳定價設置目前似乎是最高的。然而，這個價格是按一個換算方式計算的。一方面，考慮到不同地區的成本因素，也有一定的影響因素需要考慮。此外，這個價格也符合全球於 2030 年實現 1.5 度溫室氣體減排目標所需的碳價水平，這是經過科學評估和辯證後的結果。

24.台北科技大學 黃國修教授(10/13)

(1) 減碳與淨零的全球標準：減碳和淨零排放已成為全球標準。儘管台灣已長時間進行交通運輸減碳，但與中鋼計畫的期程比較，仍有落差。

(2) 電動化的未來與業者的轉型挑戰：未來的交通趨勢將朝向電動化，但台灣目前仍處於從內燃機轉向電動車的階段。業者在這個轉型中需要面對許多挑戰，包括技術引進、市場規模及既有思維的調整。

(3) 電動化與內燃機的比較：內燃機的油料體積小但能量高。若將內燃機和電池進行比較，民眾需要接受的轉變還是存在一定的差距。而電池技術與內燃機在續航力和動力密度上有所差異。即便電動化成為主流，內燃機還是有其存在的價值。他預期在未來的交通系統中，純電動車和油電混合車會並存。

(4) 大眾運輸的推動與軌道運輸：大眾運輸是減碳的首要策略。台灣民眾對於軌道運輸，例如捷運，的接受度相當高。但桃園的機場捷運在快速性上尚有改進空間。綠運輸的軌道部分有加強的空間。雖然台灣民眾對軌道運輸的接受度高，但在軌道的設計和規劃上還有改善的空間。

(5) 新創事業與經濟發展：政府現在鼓勵新創，新創是目前經濟的主要推動力。新的技術、科技和智慧在推動綠運輸時不僅符合國際需求，也能助長國家經濟。考慮到減碳、淨零及節能，這些新的技術領域都應被視為新創的範疇。不只是考慮運具的轉移，也要思考如何透過新創的方式推動。透過整體的國家策略調整，可以鼓勵年輕人進行創新，建立新的職能環境。

25.中興大學 賴慶明教授(10/16)

(1) 運輸政策建議：可以透過公共運輸引導民眾減少使用私人運具，以降低運輸部門碳排量，但未來電動化趨勢下，需努力降低電力排放係數，才能達到淨零目標。除了陸路運輸外，航空及海運等亦需值得關注，即便所需考量的因素相對較廣，但可以鼓勵業者從支持低碳燃料或再生能源開始著手。

(2) 公正轉型：應留意公正轉型議題，尤其是需改變傳統產業的思維，以避免流失專業人才。

(3) 電動公車電動化期程：目前市區公車受限於國內業者產能不足、中型公車電動化技術尚在持續努力等因素，將可能影響達到 2030 年全面電動化之目標。

(4) 公共運輸政策及相關獎勵機制：應考量各縣市地理環境、公共運輸推動情形、民眾通勤狀況等因素，進而研擬適合當地之政策。

(5) 大眾對於公共運輸接受度調查：建議可以調查該地區民眾對於公共運輸接受度不高的原因，應該要整合中央部會資源，並與地方政府合作，從特定區域開始，首先調查人口遷移的狀況，做為基礎資料，進而研析交通運輸狀況，以利規劃公共運輸。，若以各鄉鎮開始分別推動後，下一階段將可串聯各個鄉鎮的公共運輸狀況，形成屬於該縣市之公共運輸生活圈。

(6) 建立運輸生活圈的熱點分析：初步可以從工業區開始推動，調查其交通方式及估算其碳排放量，並進行劃分，而分析出熱點；其次了解其問題原因，例如公車一小時才一班；最後提出解決方案，例如增加公車班次，中央補助地方經費或是地方政府自己提撥；未來將會帶動各自區域的效仿或發展，進而串聯全面性。

26.陽明交通大學 盧宗成教授(10/20)

(1) 電動化應考慮城鄉差異：大台北都會區，由於大眾運輸的能量相對充足，推動私人運具電動化可能是一個較為合適的策略。但在非大台北的地區，由於大眾運輸能量可能不足，因此在這些地區推動電動化可能面臨更多挑戰。

(2) 政策的衝突性：推動共享運具也是個值得考慮的策略。然而，在雙北地區推動共享運具可能會影響公共運輸的使用量，這可能需要政府和相關部門進一步的考量和協調，以達到最佳的交通策略布局。

(3) 行為改變：綠運輸的討論往往集中於表面解決方案，而較少觸及到人的行為改變，這實際上是解決問題的根本方法。要實現這一目標，會涉及多個面向，包括都市計畫和土地利用的改變，目的是減少民眾使用私人運具的機會。目前，國科會在綠運輸方面有一些資訊，除了前面提到的政策法規之外，將都市計畫和土地利用的改變納入考量，可以使綠運輸的推動更為完善。

(4) 有關土地利用與運輸規劃(TOD)：綠運輸的推動首先需要從土地使用的角度來考慮，並且可以從需求面進行著手，例如調整上下班的時間，模仿一些國外的做法。然而，這需要跨部門的溝通和協調

(5) 有關特定低碳排放區規劃：有兩種主要的排放區類型：零排放區和低排放區。零排放區非常嚴格，只允許電動車進入，而這在台灣可能不太實際。相對而言，低排放區的設置在台灣可能更為可行。未來，台灣可能會徵收碳費，並且與碳交易有關，這些政策可以先在工業區實施或示範，以評估其效果和可行性。

27.SCANIA 林日尉總監(10/27)

(1) 推動策略應具有時間期程之先後認序：運輸部門推動減碳措施應有短中長期的方案及執行策略，例如改變現有車輛的能源效率、替代燃料和電動化、智慧與安全運輸等。雖然電動車被視為最理想的選擇，但其整體效益卻很低，主要是因為製造過程的碳排放未被考慮。若考慮製造過程，電動車的能效只有 17%，因此並非理想解決方案。

(2) 新技術(氫能)導入應謹慎：氫能仍需視未來技術發展而定。相較於生質沼氣做為車輛燃料之作法，氫能車輛亦屬電動車的一種，因為它是通過燃料電池和氫來產生電力。相比電動車，氫能車多一個步驟。目前的技術下，我們認為氫能在未來減碳中會扮演重要角色，但目前還存在許多問題。

(3) 運具汰換建議：對於提供運輸服務之物流業者，可以從引進新式車輛來提升單位載貨率或載客率方式，有效降低運輸過程產生的碳排

放量。運具全面電動化或無碳化除汰換所需之設備成本外，亦需考量站點設置、行駛里程及電池能效等課題，隨著整廠平均油耗標準(Corporate Average Fuel Economy Standards, CAFÉ)規定加嚴，未來車廠推出新款車輛之頻率可能將隨之縮短。

(4) 優化載客載物運具：開放 15 米長的貨車是一些現實可行的解決方案。這些方法可以在不需要太多改變的情況下提高運輸效率和減少碳排放。此外，一些國外已成功例子。

(5) 政府角色在減碳交通領域的重要性：政府在減碳交通領域扮演重要角色。政府需制定相應政策，提供資源和支持，以促進永續交通方式的發展。此外，政府還可以推動相關技術研發和創新，以加速減碳目標的實現。國際合作在減碳交通領域至關重要。各國可以共享經驗、合作研究和開展技術交流，以共同應對全球氣候變化挑戰。僅靠單一國家或地區的努力是不夠的，需要全球共同努力。

28.臺灣海洋大學 蕭再安教授(10/31)

(1) 聯合國講的 ASI 的 S 是指的是運具移轉。實務上來說,執行面來說,綠色運輸與永續運輸有何差別?其實這兩者還是有所不同。永續運輸談得是經濟社會環境，綠色運輸談得就是以環境面去考量。不過談到綠色運輸還是不會只有從環境面去考量，還有評估推動方法適宜與否則是要回到永續各層面來看。

(2) 在氫能源這塊。台灣可能會跟隨其他國家的步伐來發展氫能，但我們得考慮到技術的成熟度。就像之前有團隊研究氣動車一樣，我們要問的是，現在這技術成熟到哪個階段？

(3) 交通政策台灣在這方面也取得一些成就。我們要繼續強化過去的努力，同時也要探索是否還有其他可以精進的地方。比如說，共享經濟下的共享車輛，包括共享自駕電動車(SAEV)，這樣可以將私人運具轉移到公共運具，這不僅效率高，還能帶來諸如減少停車位需求等好處。

(4) 運輸需求的減量：從都市分區來看，很多人都是從周邊城市通勤到大台北地區工作。臺北市做為核心都市，我們建議不要再增加科技園區，因為這會造成居住和就業的不平衡。新北市將工業區變更為

商業區，這個決策是否恰當？我們應該追求住業均衡，變更固然可行，但關鍵是要增加就業機會。

(5) 土地使用：引進適合的產業對於推動綠色運輸至關重要。土地管理似乎出了問題，原本應該受到都市計畫管制的地方，現在卻到處進行獎勵容積的開發，這就是土地管理失效的情況。從國土計畫和人口移動的角度來看，我是支持這種觀點的。TOD 的概念，離捷運站比較近的給予高的容積獎勵，可移轉的發展權(TDR)，通盤檢討。一個區域人口上下班，TSM (調撥車道 系統的概念)，旅次的方向性，房價等都會造成共同影響。

29.逢甲大學 林良泰教授(11/07)

(1) 運具整合的目的不僅僅是降低成本，政府其實是在用補貼的方式，來減輕人民的負擔。在推動這樣的機制時，行銷專案是必不可少的，我們需要一個響亮的口號來凝聚人心。

(2) 公眾對話的重要性不言而喻。只有透過開放的對話，我們才能達成共識，這是推動任何政策或機制成功的關鍵。通过這樣的互動，我們能夠更好地理解民眾的需求，並將這些需求轉化為我們戰略規劃的一部分。

(3) 在資源有限的情況下，BRT (快速公交系統)被視為最佳的資源配置方式。在台中市，交通運輸的發展本應由交通專業人士來主導，但政治政策的介入往往會帶來不同的結果。例如，BRT 向 MRT (大眾捷運系統)的轉變，這樣的決策在追求淨零綠色生活的路徑上，需要被謹慎考量。

(4) 旅運需求管理的轉變，從傳統的供給面調整轉向需求面管理，意味著我們不再僅僅著眼於增加交通工具或擴建基礎設施，而是要更多地理解和影響旅遊需求本身。當我們談論旅運需求管理時，延伸性需求是一個重要的概念。這指的是隨著服務和技術的發展，人們交通方式的變化以及新的運輸需求的出現。

(5) TOD 讓大家能夠願意搭乘運輸工具的一環。不只是含運輸部門的建設還有地方(土地開發)需要協力合作做這件事情，目前台中市正在努力朝這個方向來走。

(6) 共享運具的提供，是很重要的。包容運輸，包容設計，人形步行環境的改善，有效讓綠運輸被落實。綠運輸生活型態的推廣，由上而下(政策)，由下而上(方案)，所有利害相關者有利可圖，才會成功，另方案需要慎選。

30.成運公司 吳忠錫總經理(11/08)

(1) 2050 淨零排放目標，其實是為了保護地球、確保國家的持續發展，以及維護人民的福祉。這個目標和每個人都有直接的關係，這一點非常關鍵。政府在這方面做得很對，找到正確的方向。對於台灣依賴外貿的海島經濟體來說，強化貿易與開展對外經貿是非常有意義的。目前來看，台灣在 2050 淨零排放的已經有清晰的方向。

(2) 推動電動車是對的，這是我們與政府溝通和評估國內外情況後的結論，電動大巴是這個策略中的一個重要部分。成運汽車很榮幸能參與政府多年來對電動大巴產業的推動。在政府的指導下，我們得以與國際接軌，並有機會進行國際合作。目前我們已經看到一些成果，這些都是根據市政府的電動大巴產業政策，這個政策強調產業的本土化與自主性。

(3) 成運汽車對 2030 年公車全面電動化充滿信心，並且已經開始全面性的規劃與思考。在電池的選擇上，公司採取非常負責與專業的態度，因為電池的使用與處置對環境的影響是一個重要考量。公司意識到，如果電動車的電池最終變成垃圾，那麼這對地球來說就不再有益。

(4) 公司也考慮到從燃油車轉換到電動車的過程，以及民眾如何適應這種轉變。公司對於電動車可能出現的安全問題，如電池起火，也有所認識，並且正在探索使用更安全的電池技術，即便這意味著要勇敢地面對挑戰。

(5) 對於推動電動大巴並利用碳權的問題，成運建議政府制定策略，讓使用電動大巴的業者能夠獲得碳權。這涉及到如何計算購買成運電動車輛的業者所能獲得的碳權，這個計算方式需要明確且易於理解。

(6) 本公司在技術創新上的投入顯示了其對未來發展的承諾。成運汽車已經開發出自動駕駛(ART)技術的產品，這不僅顯示公司在自動駕駛技術上的進步，也意味著在運營成本上可能實現顯著降低。

附錄 8

期末簡報

「運輸部門淨零排放與溫室氣體減量推動工作暨評估模型強化(1/2)
- 建構淨零排放評估模型暨評估111年行動方案成效」

期末簡報

交通部運輸研究所、財團法人台灣經濟研究院
合作研究計畫

計畫工作期間：112年5月23日至112年12月31日

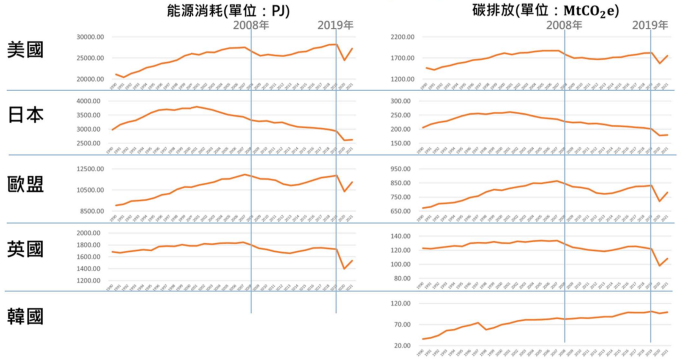
簡 報 大 綱

壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析
貳、擴充運輸部門淨零評估模型與減量效益推估
參、運具別碳排放推估
肆、綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制
伍、運具電動化政策與推動措施研析
陸、運輸場站標竿案例
柒、交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形與檢討
捌、結論與建議

壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析

一、主要國家運輸能源消耗及排放變化趨勢 (1/2)

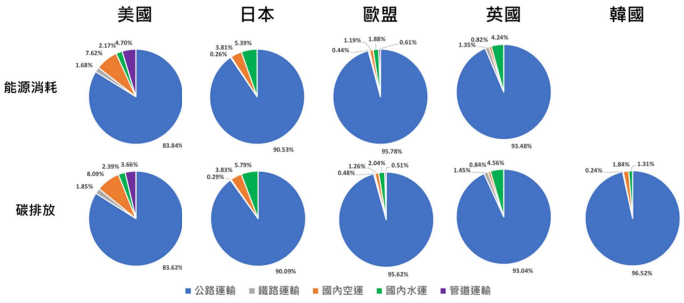
- 許多國家運輸能耗與溫排大多受到2008金融風暴與2019新冠疫情之影響有下降再升高
- 相較金融風暴，新冠疫情產生之影響較顯著，反彈回升也明顯。



壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析

一、主要國家運輸能源消耗及排放變化趨勢 (2/2)

- 公路運輸能耗與溫排普遍為運輸部門主要部分
- 美國國內空運與管道運輸占比相關其他國家高
- 英、日2國水運占比亦較高
- 小客車為歐盟、英國與日本之公路系統主要之能耗與碳排來源，其次為重型貨車/公車與輕型貨車。
- 而美國輕型貨車能耗與碳排自2004年後超越小客車後穩定成長，美國小客車能耗與碳排逐年下降，第3為重型貨車/大客車。



壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析

二、近期國際運輸相關政策與法規發展方向 (1/2)

淨零承諾

歐盟：2030年減少55%排放(相比1990年)；在2050年實現碳中和
美國：2030年較2005年減少50-52%排放；2035年實現100%無碳汙染電力；2050年實現淨零排放
英國：2030年較1990年減少68%排放；2030年停售汽油車及柴油車，國內所有車輛將於2035年實現淨零排放
日本：2030年較2020年減少50%溫室氣體排放，於2050年實現碳中和；2050年全面完成電動化，少數轉型氫能，餘者使用碳捕捉技術封存再利用
韓國：2030年較2018年減少35%排放
中國：2030年達排碳尖峰，2060年碳中和
新加坡：2050年淨零排放
馬爾地夫：2030年淨零排放

壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析

二、近期國際運輸相關政策與法規發展方向 (2/2)

- **資金與補助**：提供淨零資金支持、建立淨零融資機制(歐盟)；提供公共運輸與汽車電動化轉型基金(英國)
- **綠運輸基礎設施**：建立新型態運輸基礎建設，支援淨零陸海空運(歐盟)；提供自行車與步行路線檢查與規劃系統功能及強化大眾運輸系統建設與服務水準(英)；加強公共運輸系統，鼓勵主動運輸並改建車道(新加坡)
- **永續替代燃料**：研議引入永續燃料(歐盟)；淘汰高溫室氣體燃料(美國)；推動碳中和燃料商業化(日本)；增加低碳燃料的使用(韓國)；引進再生能源船隻(馬爾地夫)
- **低碳運具技術**：盤點各運具技術，規劃脫碳路徑(美國)；推動新能源運具研發(含汽車、船舶、飛機)(日本)；投入大量資金開發環保汽車(韓國)；推廣新能源運具(中國)
- **都市規劃降低運輸需求**：都市土地利用優化，推動民眾改變出行方式(日本)
- **綠色物流**：提升物流效率，推廣鐵路與海運運輸模式(日本)；推廣綠色物流(韓國)
- **智慧運輸**：以智慧運輸優化運具換乘，結合MaaS提升大眾運輸的便利性(日本)；修訂智慧運輸標準以推動基礎建設全面智慧化(中國)

壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析

三、我國近期運輸相關能源與減碳政策及法規發展現況(1/3)

(一)淨零轉型關鍵戰略行動計畫

✔2022年3月公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明」
✔2022年12月公布「十二項關鍵戰略行動計畫」

名稱	概述
節能	擴大成熟技術應用以提高能源使用效率同步發展創新能源效率科技，並逐步導入前瞻技術。
運具電動化及無碳化	發展電動車上下游相關產業，並整合儲能、充電樁、建築充電安全等基礎建設之技術研發與建置。
淨零綠生活	推動「淨零綠生活」，透過共享商業模式、永續消費模式驅動及全民對話凝聚共識，營造永續、低碳生活型態。

壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析

三、我國近期運輸相關能源與減碳政策及法規發展現況(2/3)

(二)氣候變遷因應法及相關子法

1 研提《氣候變遷因應法》十二項優先修訂子法與運輸部門相關重點

截至2023年10月下旬，本計畫已追蹤共計6項子法之預告草案及正式發布條文，並參加多場相關法規研商會議，提出相關法規重點整理。

氣候變遷因應法

條文	子法或公告名稱
§21 I	事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源
§21 II	溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法
§22 II	溫室氣體認證機構及查驗機構管理辦法
§24 II	溫室氣體排放量增量抵換管理辦法
§25 IV	溫室氣體自願減量專案管理辦法
§62	氣候變遷因應法施行細則(草案)

2 《氣候變遷因應法》重要議題研析結果

國際車輛排放溫室氣體效能標準對我國運輸業者啟示

我國目前尚未訂定車輛排放溫室氣體效能標準，《氣候變遷因應法》僅制定法源依據。歐盟、美國及韓國之乘用車平均CO_2排放量標準約在89CO_2(g/km)至94CO_2(g/km)之間。未來環境部與運輸部門會商訂定標準時，得參考之。

1.因開鍵戰略七規劃於2025年完成小客車溫室氣體排放效能標準，未來勢必跟進國際標準。
2.為因應燃油車未來逐漸趨嚴之排放標準，應提前規劃運輸業務車輛電動化。
3.應藉由運輸車輛電動化之減碳行為，善用減碳規範，以獲得減量效益或減量額度之利益。

碳費徵收對運輸業者推動淨零減碳之衝擊與影響

截至2023年4月已實施ETS或碳稅之區域已有73個，我國則規劃公告之事業於2025年開始繳納2024年溫室氣體排放量之碳費。雖運輸部門尚不需繳納，惟須提前建構自我能力，以應對未來之挑戰。

1.因開鍵戰略七規劃2025將運輸部門納入盤查登錄之範疇，爰事業淨零與碳盤查應同步進行。
2.為應對未來相關溫室氣體盤查登錄規範，應主動建構事業溫室氣體相關規範之能力。

壹、運輸相關能源與減碳政策與法規研析

三、我國近期運輸相關能源與減碳政策及法規發展現況(3/3)

(三)溫室氣體減量行動方案

《氣候變遷因應法》第12條規定：中央目的事業主管機關應每年編撰所屬部門溫室氣體減量行動方案成果報告。

- 協助修訂行動方案執行成果填報表，並請各單位部門填報。
- 協助彙整21件單位部門填報結果，並修訂成果報告內容。
- 協助完成「111年運輸部門溫室氣體減量行動方案成果報告」並於112年9月底前提交。

依據112年8月25日 能源平衡表 運輸部門能源消費統計 → 推估運輸部門 111年溫室氣體排放量 約為3,627.9萬公噸CO_2e → 運輸部門 112年至114年剩餘可排放量 約為1萬988.3萬公噸CO_2e

111年溫室氣體排放量較110年增加之可能性：

1. 111年公路公共運輸及軌道相關運量稍有回溫（較110年成長8.96%）。
2. 以能源消耗量來看，僅增加0.59%（約2,462公秉油當量），其中市區公車及公路客運、臺鐵係呈現下降趨勢。
3. 另檢視小客車、機車等私人運具之溫室氣體排放量來看，可以發現111年較110年係呈現成長趨勢（能耗增加3.03%、運量增加2.48%）

公運運量增加，相對而言能耗增加有限，111年運輸部門排碳量增加較有可能是私人機動運具之使用增加所致，減少私人機動運具之使用（移轉至公共運輸）為運輸部門減碳努力方向。

貳、擴充運輸部門淨零評估模型與減量效益推估

一、運輸部門淨零評估模型功能擴充

本年度藉由外部因素分析結果和計畫工項需求分別完成：
(1)淨零評估模型功能擴充、及(2)疫後運量情境設定以作為基線校估之參考依據

目的	主要工作重點說明		評估結果/ 分析結果
淨零評估模型 功能擴充	CGE模型精進	修正模型程式及資料庫，將年齡結構納入模擬機制	1. 年齡結構老化會使公共運輸運量需求提高（以中推計為例，2024年-2050年之間的年均成長率為 0.5%），但私人運輸需求將逐漸減少（同期年均成長率為-0.4%） 2. 人口負成長速度越快，私人運輸需求減少速度越快（相對中推計，低推計在2024年-2050年之間的年均成長率增加 -0.1 個百分點），但公共運輸增加的幅度會相對慢（相對減少 0.1 個百分點）
	LEAP模型功能擴充	將電動車次要技術納入評估 1. 電動小客車的電動化程度依據關鍵戰略七普及率和車輛登記數換算 2. 假設氫能大客車（公路客運）2040 年完全取代柴油大客車	透過情境假設（運具電動化+公路客運大客車氫能化）模擬未來排放變化，模擬結果顯示 2030 年和 2040 年運輸部門相較基線將分別減少 7.6% 和 26.4% 的溫室氣體排放
基線校估參考依據	疫情後新型態運輸行為分析	觀察疫後客運及貨運運量變化，以設定情境校估運輸部門能耗基線	1. 高鐵：2023年後成長趨勢與疫前一致 2. 臺鐵客運：2024年將回到疫前水準並依據疫前增長速度成長 3. 捷運：2024年將回到疫前水準並依據疫前增長速度成長 4. 市區公車：2025年達到疫前水準，爾後則遵循過去成長趨勢變化 5. 公路客運：2025年恢復至2020年運量水準，但未來運量不會超過疫前水準 6. 公路貨運：2023年維持在2019年約76%的水準，未來視經濟發展動能成長

貳、擴充運輸部門淨零評估模型與減量效益推估

二、運輸部門溫室氣體排放之減量目標、能源需求及溫室氣體排放基線研析

- 應用「淨零評估模型」評估包含(1)基線、(2)減量措施潛能、(3)彌平減量缺口應如何強化措施目標
- 因不確定性因素可能影響節能減碳措施之預期效益達成，故建議運輸部門第三期階段管制目標應低於8.77%

工作重點	評估結果	備註
基線推估	溫室氣體排放峰值在2030年（40.8MtCO_2e）	運輸部門
減量措施潛能推估 (2030年)	三大節能減碳措施同時執行且假設100%達成預期目標下，預計2030年相對2005年排放量可減少8.77% ★難	三大節能減碳措施 1.公共運輸運量提升 2.運具電動化及無碳化 3.提升運輸系統及運具能源使用效率
彌平減量缺口應如何強化既有措施目標 (以「運具電動化及無碳化」措施為例)	需同時達成下列三項條件 ★★更難 1.電動小客車2030年普及率達33.1%(原目標7.3%) 2.電動機車2030年普及率達46.1%(原目標16.7%) 3.電力排放係數在2030年前就需降至0.299kgCO_2e/kwh (原目標0.352kgCO_2e/kwh)	為配合國家於 2030 年達 24%±1 之減量目標，本研究另假設運輸部門可能於2030年需承擔相較2005年再減15%的排放目標

註：為提供委託單位作為部門減量責任協商之參考依據，本研究另提出不同情境假設評估，呈現不同缺口下，三大節能減碳措施目標應同時強化之目標。

貳、擴充運輸部門淨零評估模型與減量效益推估

三、第二期運輸部門行動方案減量效益推估方法檢討

依照本研究推算結果可知，2022年執行第二期行動方案的三大策略上，溫室氣體減量效益為212.1萬公噸，而排序上是策略三 (167.3萬公噸)>策略一 (35.1萬公噸)>策略二(9.7萬公噸)，顯現出策略三提升能源效率，對於近年度之溫室氣體減量效果具有重要性。

估算流程

推估減量效益方法設計 → 盤點排放量方程式及參數 → 更新方程式及參數調整 → 完成111年執行三項策略效益

本研究做法及調整方式

- ✔ 改變策略一的公運移轉比例：將公運提升的比例，調整為50%移轉至小客車、50%移轉至機車，並計算移轉後之減碳成效。
- ✔ 新增策略二的電動化效益項目：加入更多的電動車種，包含電動貨車、電動大客車。
- ✔ 策略三使用新車能源效率估算效益：採用實驗室數據估算新車能效，並計算提升能效的減碳成果。

效益推估成果

項目	執行策略減碳量
策略一發展公共運輸系統	35.1萬公噸
策略二推廣低碳運具	9.7萬公噸
策略三提升運具能源使用效率	167.3萬公噸
總計	212.1萬公噸

註：本工項估算未設定基線值，主要是以執行方案的溫室氣體排放量差值計算

參、運具別碳排放推估

一、運具溫室氣體排放量推估架構

➢ 能源消耗量與溫室氣體排放量推估流程

運具參數蒐集 → 推估方式

- 公路運輸能源消耗量：車輛登記數 × 平均每車行駛里程 ÷ 能源效率
- 軌道運輸能源消耗量：各捷運公司提供列車用電量、高鐵永續報告書列車用電量、臺鐵統計月報之用油量及用電量
- 國內航空能源消耗量：能源平衡表中「國內航空」所對應之能源別，含航空燃油-煤油型、航空-汽油型及航空汽油
- 國內水運能源消耗量：能源平衡表中「國內水運」所對應之能源別，包含柴油及燃料油

調整校估

個別運具之能源消耗量與能源平衡表所載各類能源消耗量比較後予以等比例調整校估(原始能源單位)，獲得個運具別之能源消耗量

- 能源消耗量加總：透過能源署之能源產品單位熱值表將所有能源之單位統一公秉油當量進行加總
- 溫室氣體排放量：透過溫室氣體排放係數或電力排放係數計算溫室氣體排放量並加總

資料來源：本計畫繪製。

註：詳細推估方式請參見期末報告P.4.3至P.4.11。

參、運具別碳排放推估

二、運具溫室氣體排放推估之參數更新與探討

(一)本研究參數更新與過往之差異

參數與過往之差異

- 新增參數
  - 新增電動車及特種車(垃圾車)之溫室氣體排放量推估，並針對既參數更新2022年之資料，後續針對上述參數持續更新
  - 計算電動車普及率及市售比
- 參數蒐集或推估方式之更新
  - 利用市區公車及公路客運不同燃料別之車輛數占比拆分每車年行駛里程、營業行車里程等參數，以推估燃油公車與客運之能源效率
  - 2019年後汽車貨運調查報告已有新增小貨車及大貨車能源效率，故將2019年之2021年之能源效率進行回溯
  - 環境部明年之國家溫室氣體排放清冊(2024年)將全面採用AR5版之GWP值，故本研究全面回溯溫室氣體排放係數進行推估

(二)本研究推估所遇之困難

原始參數未依燃料別進行拆分

- 市區公車及公路客運：車輛登記數、營業行車里程及延人公里未依燃料別拆分，未拆分之情形下可能導致其能效高估及能源密集度低估。
- 貨車：汽車貨運調查報告之能效僅區分大小貨車及用途，並未區分燃料別，可能未能精細推估其溫室氣體排放量。

無相關統計資料

- 遊覽車：2014年後之遊覽車營運調查報告無統計其能效，其溫室氣體排放量恐無法精確推估。
- 電動機車：電動機車之每車平均年行駛里程無統計資料，故其行駛里程與燃油機車相同做為計算。

參、運具別碳排放推估

三、運具能源消耗量及溫室氣體推估方法檢討更新與建議

➢ 參數取得與統計資料精進建議

運具類別	精進方向	說明
市區公車及公路客運	建議將統計查詢網之車輛登記數與營業行車里程欄位依燃料別拆分呈現	因應運具電動化，電動市區公車與電動公路客運車輛數逐年攀升，截至2022年底電動市區公車已達1,181輛、電動公路客運已達29輛，建議統計查詢網車輛登記數與營業行車里程之欄位依據不同燃料別(燃油及電動)進行拆分統計。
機車	應增加電動機車每車平均行駛里程	截至2022年底電動機車車輛數已達63萬輛，惟目前尚無電動機車每車平均行駛里程資料，建議將電動機車之行駛里程資料納入機車使用狀況調查報告之問卷調查統計。
遊覽車	應提報能源效率	• 「遊覽車營運狀況調查報告」之能效資料僅公布至2014年，後續並未提報相關資料；而「108年汽車貨運調查報告」始新增燃油效率調查，僅區分大小貨車及用途別，並未詳細區分燃料別。 • 依據汽車運輸業管理規則第24條，汽車運運輸業應按其繳交燃料消耗統計年報表及行駛路線年報表，建議公路局提供相關資料，或由統計處協助。
貨車	依大貨車及小貨車、自用及營業、不同燃料別(汽油及柴油)拆分能源效率	

資料來源：本計畫彙整。

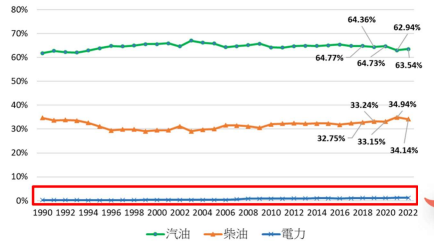
參、運具別碳排放推估

四、各類運具別碳排放推估計算結果與分析

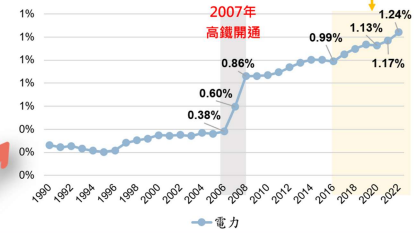
(一)能源消耗量結構之變化

運具別	2016車輛數	2022車輛數	成長倍率
電動小客車	475	34,160	71倍
電動市區公車	241	1,181	5倍
電動機車	71,846	630,223	9倍

➢ 由於今年將電動車及特種車納入推估，故觀察運輸部門整體(含括所有運具別)能源結構之變化。



電力使用趨勢



因疫情帶動物流業成長，近年貨車車輛數較往年成長率大幅增加，且營業小客車車輛數大幅減少，導致柴油比例增加及汽油比例減少之緣故。

因2007年高鐵開通之原因，2006年至2008年用電比例快速上升；而2016年至2022年因電動車車輛數快速增長，導致用電比例快速上升。

參、運具別碳排放推估

四、各類運具別碳排放推估計算結果與分析

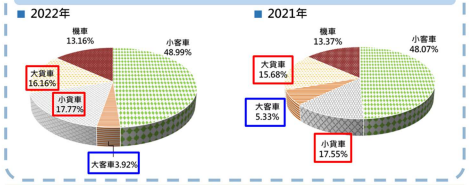
(二)2021年及2022年溫室氣體結構之變化

本研究透過參數修正並重新推估之2021年及2022年結果比較

各運輸系統占運輸部門溫室氣體排放比例

■ 2022年		■ 2021年	
公路運輸 34,838千公噸 (96.32%)	軌道運輸 785千公噸 (2.17%)	公路運輸 34,235千公噸 (96.51%)	軌道運輸 775千公噸 (2.19%)
國內航空 207千公噸 (0.57%)	國內水運 339千公噸 (0.94%)	國內航空 154千公噸 (0.43%)	國內水運 309公噸 (0.87%)

公路系統占各運具排放占比



2022年溫室氣體排放較2021年增加603千公噸，增幅約1.76%；其中，**公路運輸**占運輸部門**排放量最大宗**。

近年因疫情緣故，帶動物流業成長，近年**大貨車及小貨車**之**車輛數增幅較往年多**，例如：小貨車車輛數近10年平均增幅為4.3%，但營業小貨車-汽油於2022年相較2021年增幅14.5%，因此公路系統**大貨車及小貨車**之**溫室氣體排放量比例增加**。另大客車部分，由於疫情影響，2022年**市區公車及公路客運車輛數**較2021年分別**減少**約0.1%及5.52%，導致**大客車溫室氣體排放量輛比例減少**。

肆、綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

一、國內外綠運輸生活型態案例評析

日本、韓國、歐洲、澳洲、英國、美國、臺灣

1. 蒐研國內外案例

- 執行單位：政府(中央/地方)、公私協會、企業、其他
- 推動目的：提升公共運輸、減少私人運具、CSR/ESG、淨零減碳目標
- 標的團體：政府、企業、民眾、社區、其他
- 執行方式&政策工具：避免(Avoid)、移轉(Shift)、改善(Improve) → 規劃工具、管制工具、經濟工具、訊息工具、科技工具
- 效益：質化效益(如公民意識提升)、量化效益(如減碳量、公運量)

2. 歸納執行方式模式

- **訊息工具**以軟性驅動公眾自發性參與綠運輸
- **經濟工具**輔以**科技工具**加乘綠運輸推動成效
- **管制工具**為強制性手段，需輔以**配套措施**加速落實

肆、綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

二、綠運輸生活型態推廣與獎勵機制之研擬方向(1/2)

推廣機制1：減碳通勤優良單位標章制度

- **推動單位**：✔**跨部會**(如交通部+環境部)輔導**公私協會**或**法人團體**擔任審驗及標章核發單位
- **足跡盤查**：✔配合**科資司**推動員工通勤足跡**數位化盤查機制示範計畫**，透過電子票證蒐集員工通勤足跡；✔結合人事差勤系統蒐集非電子票證通勤之**私人運具**使用(運具、距離)
- **誘因機制**：✔核發認證**標章**，由官方網站公告**宣傳**；✔每年擇傑出貢獻者**表揚**；✔鼓勵**公共採購**優先選擇獲標章之企業；✔鼓勵縣市或園區提供**綠色運輸**，媒合企業合作(共享、共乘)
- **推動方式**：
  - **擬定機制草案**：■ 訂定減碳通勤優良單位標章制度(草案)
  - **推廣示範**：■ 製作員工減碳通勤指引；■ 辦理潛在標的團體溝通活動；■ 與潛在標的團體進行合作示範，滾動調整認證制度
  - **公告驗證**：■ 完成與公告減碳通勤優良單位標章制度；■ 完成發給標章
  - **示範擴散**：■ 持續推廣

肆、綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

二、綠運輸生活型態推廣與獎勵機制之研擬方向(2/2)

推廣機制2：運輸業者導入綠色管理

- **推動單位**：✔**公私協會**或**法人團體**
- **導入對象**：✔**中小型**運輸業者
- **推動方式**：
  - **技術支援**：訂定評鑑項目；訂定指引；輔導業者
  - **經濟支援**：補助汰換車輛或設備(跨部會)；補助相關作業成本(跨部會)；低利貸款(金管會)
  - **獎勵機制**：審核營運許可；納入服務評鑑指標；評鑑表揚

現行推動制度

- **政府協助事項**：因應國際徵收碳關稅、國際大廠要求供應鏈減碳、國內淨零排放相關法規政策，長期而言，引導業者具備盤查及減碳的能力
- **碳盤查**：•輔導、補助查證費用；•與環境部協調查證年期頻率放寬
- **碳/減碳標籤**：•輔導、補助查證費用；•政府優先採購；•納入金管會永續經濟活動項目
- **抵換/減量專案**：•訂定運輸減量方法學；•公告本土排放係數

肆、綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

三、廣蒐產官學研意見與研討會/座談會交流

- 「淨零碳排與ESG實踐：綠色運輸轉型經驗分享與交流」研討會：與會人數達126人
- 訪談產官學研意見：密集進行產官學研訪談，累計32人
- 辦理座談會交換意見：專家學者(8位)1場次、地方政府及企業(11位)1場次

辦理研討會蒐集意見

- ✔與會對象包含產官學研，與會人數達126人。
- ✔專題分享我國運輸部門淨零策略及國內外綠運輸生活型態之案例，並概述綠運輸生活型態推廣機制構想。
- ✔內科園區推動員工通勤綠運輸案例可作為參考。

密集進行產官學研訪談

- ✔4個月內密集進行產官學研訪談，累計32人。
- ✔回饋意見焦點：
  - 政策面跨部門溝通
  - 技術面完善基礎設施
  - 產業面強化公正轉型平衡

辦理座談會交換意見

- ✔專家學者場次：8位，焦點在運輸場站周邊TOD重新檢視，以及交通部與內政部跨部協商溝通。
- ✔地方政府及企業場次，11位，焦點在地方政府借助ESG趨勢協助企業碳減量，以及企業願意配合國家政策推動綠運輸及電動化。

肆、綠運輸生活型態體驗推廣與獎勵機制

四、綠運輸生活型態體驗推廣活動試辦與檢討

- 活動時間：112年11月7日(星期二)上午9:30至12:30
- 活動地點：EZSPACE (綠運輸宣導課程)、臺北市交通資訊中心(參訪)
- 活動族群：學生

綠運輸宣導效果

- ✔前導性推廣活動，鎖定學生為活動族群，完成1場次。
- ✔整體推廣活動，83.3%感到非常滿意，16.7%感到滿意。
- ✔宣導成效：前後測及活動後問卷調查結果，參與者對綠運輸認知有提升　未來相當有意願參與綠運輸相關推廣活動及工作坊課程。
- ✔未來綠運輸推廣意見：建議可以用更多元的方式進行推廣。

伍、運具電動化政策與推動措施研析

一、研究架構

運具電動已訂定分年目標、時程與行動措施，但須考量國際電動化趨勢車型範圍與國內市場現況，有必要共同研商交通部、經濟部與環境部等相關部會對於運具電動化政策之定義、目標時程、推動策略與措施，以作為未來運具電動化及無碳化推動路徑與行動措施計畫滾動調整之參酌。

1 國際政策觀測

- 美國、歐盟、挪威、英國、日本、韓國等6國
- 蒐研運具電動化政策之定義、目標時程、推動策略與措施等

2 國內政策盤點

盤點國內運具電動化政策、目標時程、推動策略與措施等

3 國內外運具電動化政策綜整

- 綜整國內外運具電動化政策願景、目標與現況、運具電動化目標時程與推動策略與措施
- 找尋國內運具電動化政策缺口

4 研提精進建議

- 參考國外運具電動化政策與推動措施
- 視國內運具使用情形及產業技術發展
- 研提我國運具電動化未來推動方向之精進建議

伍、運具電動化政策與推動措施研析

二、國際運具電動化政策與推動措施(1/6) - 美國

電動車定義　Zero Emissions Vehicle

車型				
純電電動車 (BEV)	燃料電池電動車 (FCEV)	油電混合動力車 (HEV)	插電式混合動力車 (PHEV)	增程式電動車 (REEV)
V	V		V	

運具電動化目標

2030	■ 零排放輕型車輛市售比達50% ■ 零排放中型、重型車輛市售比達30%
2040	零排放中型、重型車輛市售比達100%

註:輕型車輛係指小客車(passenger cars)及輕型卡車(light trucks)；中型、重型車輛係指車輛最大載重(gross vehicle weight rating) ≥ 8,500磅(約3.86公噸)的車輛。

獎勵與管制措施

獎勵機制	■ 以稅賦減免機制提振電動車需求：提供個人與企業購買電動車之稅負減免，以提高換購電動車之誘因。 ■ 投入資金強化電動車相關供應鏈：提供資金振興國內電動車電池與所需礦產業者產能，以提升國產電動車製造能力擴大電動車供給量能。
管制措施	■ 制定車輛平均燃油效率標準及溫室氣體排放標準
基礎環境配套	■ 目標於2030年時建置50萬座公共充電樁 ■ 撥款補助建置充電設施：撥款予各州政府於主要高速公路及州際公路建立全國高速電動車充電站網路，另亦撥款予地方政府用於過去較缺乏充電基礎設施投資之地區(如鄉村)增設充電站。

伍、運具電動化政策與推動措施研析

二、國際運具電動化政策與推動措施(2/6) - 歐盟

電動車定義 Zero Emissions Vehicle

車型				
純電電動車(BEV)	燃料電池電動車(FCEV)	油電混合動力車(HEV)	插電式混合動力車(PHEV)	增程式電動車(REEV)
V	V	V	V	V

運具電動化目標

2030	小汽車(Car)及廂型車(Van)排放較2021年上限減少55%與50%。
2035	新車排放歸零。

獎勵與管制措施

獎勵機制	■《歐洲環境 - 狀態與展望2020》建議會員國可加速普及措施：對電動車行業財政支持、補貼充電基礎設施之公共投資或補貼家用充電器、電動車公共採購、電動公共交通的國家級協助、間接的消費者激勵措施(例如優先使用公車專用道、免費或優先停車、可進入低排放區等消費者宣傳與教育政策)。
管制措施	■ **設定電動汽車目標或禁售油車**：《歐洲環境 - 狀態與展望2020》建議會員國可透過監管激勵措施，例如規定電動汽車製造商銷售目標或禁止銷售內燃機汽車，以加速汰換。 ■ **電動車電池強制性碳足跡標籤**：規定電動車電池強制性碳足跡聲明與標籤，促使電動車製造符合規範要求。
基礎環境配套	■ **建置充電設施**：《替代燃料基礎設施法規 》(AFIR)提議充電站BEV功率最低為1kW，或PHEV為0.66kW。2026年歐盟主要道路沿線每60公里至少應有一座充電站。

二、國際運具電動化政策與推動措施(3/6) - 挪威

電動車定義 Zero Emissions Vehicle

車型				
純電電動車(BEV)	燃料電池電動車(FCEV)	油電混合動力車(HEV)	插電式混合動力車(PHEV)	增程式電動車(REEV)
V	V			

運具電動化目標

2025	所有新售車均為電動或氫能之零排放汽車。

獎勵與管制措施

獎勵機制	■ 免購車稅；免徵增值稅25%；免通行費；市區免費停車。 ■ 可行駛公車道；免費充電。
管制措施	■ **車輛溫室氣體排放標準**：新小客車排放目標為60克/公里。
基礎環境配套	■ **電動車充電基礎設施**：停車場/新建築停車區，至少 6% 為電動車停車位，以加速電動車使用普及。

二、國際運具電動化政策與推動措施(4/6) - 英國

電動車定義 Zero Emissions Vehicle

車型				
純電電動車(BEV)	燃料電池電動車(FCEV)	油電混合動力車(HEV)	插電式混合動力車(PHEV)	增程式電動車(REEV)
V	V			

運具電動化目標

註:輕型車輛為3.5公噸以下；中型車輛為3.5公噸以上、26公噸以下；重型車輛為26公噸以上。

2030	■ 電動小客車(3.5公噸以下)市售比達80% ■ 電動小型商用車輛(3.5公噸以下)市售比達70% ■ 電動中重型車輛市售比達30%
2035	■ **零排放輕型車輛市售比達100%** (全面禁售燃油小客車與小型商用車輛)
2040	■ **零排放中重型車輛市售比達100%**

獎勵與管制措施

獎勵機制	■ **資金補助英國充電網絡發展，以完善充電基礎環境** ■ **補貼零碳排放車輛與電動車購車補助計畫**
管制措施	■ **道路車輛排放性能標準管制措施、重型車輛二氧化碳排放標準規範限制、將禁售燃油車入法**
基礎環境配套	■ **電動車充電基礎設施補助計畫**：包括電動車充電點補助、工作場所充電計畫與電動車家庭充電等計畫。 ■ **增加零碳排放巴士及其基礎設施**：國家巴士策略(National Bus Strategy)目標提供共4,000輛零碳巴士，建設優先車道、降低票價等。 ■ **公共充電站建置補助與法規強制執行**：目標在2030年至少擁有約30萬槍公共充電樁，2035年至少有6,000槍快速充電樁。

二、國際運具電動化政策與推動措施(5/6) - 日本

電動車定義 Electric Vehicles

車型				
純電電動車(BEV)	燃料電池電動車(FCEV)	油電混合動力車(HEV)	插電式混合動力車(PHEV)	增程式電動車(REEV)
V	V	V	V	

運具電動化目標

2022	**公務車全面電動化**
2025	燃料電池電動車(FCEV)達20萬台、加氫站達320個。
2030	■ 電動大客車、卡車市售比達15%、55%。 ■ 8噸以下小型電動商用車市售比達20%至30%。 ■ **電動公務車普及率達100%**。 ■ 氫燃料電池電動車、電動巴士，分別達80萬輛、1,200輛。 ■ 燃料電池電動車(FCEV)達80萬台、燃料電池電動巴士(FCEV)達1,200台、加氫站達900個。
2035	**電動小客車新車市售比100%**。
2040	■ **8噸以下小型電動商用車市售比達100%**、8噸以上大型電動車普及化。

獎勵與管制措施

獎勵機制	■ **以補助推動再生能源與電動車引進**：針對地方政府、公營企業、地方團體，引進再生能源及電動車，加速地方推動。 ■ **以稅賦減免降低購買電動車門檻**：提供民眾購買純電電動車(BEV)新車、燃料電池電動車(FCEV)新車及初次檢驗時車輛重量稅免稅，及針對插電式混合動力車(PHEV)限定車款提供車輛重量稅免稅，以減少通膨造成的消費者負擔。
管制措施	■ **制定車輛平均燃油效率標準**：針對車輛製造商、車輛進口商，制定新的小客車年度目標燃油效率標準及個別車輛的措施，如無法如期達成管制目標的製造商，將進行最高100萬日圓(約新臺幣20.6萬元)罰款。 ■ **對高齡車加重稅制**：針對車齡13年以上燃油車、液化石油車，及車齡11年以上柴油車，需要加收15%重量稅；車齡13年以上輕型車輛也需加收20%重量稅，但電動車不受此限制。
基礎環境配套	■ **目標於2030年達到安裝3萬個公共快速充電樁、12萬個普通充電樁、1,000座加氫站**。 ■ **推動充電基礎設施普及**：以提高商業效率，促進引進集合住宅，並積極開發充電基礎設施技術與標準化工作。

伍、運具電動化政策與推動措施研析

二、國際運具電動化政策與推動措施(6/6) - 韓國

電動車定義 Electric Vehicles

車型				
純電電動車 (BEV)	燃料電池電動車 (FCEV)	油電混合動力車 (HEV)	插電式混合動力車 (PHEV)	增程式電動車 (REEV)
V	V	V (擬自2025年起逐步排除)	V (擬自2025年起逐步排除)	

運具電動化目標

2023	公務車全面低碳/零碳化	
2025	■ 電動車市售比達51% ■ 電動車普及率達11%	■ 純電動客車達113萬輛 ■ 燃料電池電動客車達20萬輛
2030	■ 電動車市售比達83% ■ 電動車普及率達30% ■ 純電動客車達300萬輛	■ 燃料電池電動客車達85萬輛 ■ 油電混合車及插電式複合動力車計400萬輛
2040	■ 純電動客車達830萬輛	■ 燃料電池電動客車達290萬輛
2040	■ 零排放車輛普及率達85%	

獎勵與管制措施

獎勵機制	■ **購車補助優惠**：補助個人、法人、公共機構、地方政府、地方公共團體等新/換購電動車輛 ■ **公開敘獎機制**：每年針對公司車輛電動化或氫能化之優秀企業公開頒發環境部長獎優秀企業獎 ■ **稅額規費優惠**：電動車享減免消費稅、購置稅、高速公路隧道擁堵費、停車費等優惠
管制措施	■ **設定供應目標**：設定車輛製造商分年供應零排放車輛目標比例，並針對未達目標者，規劃相關配套措施 ■ **制定車輛平均燃油效率標準與溫室氣體排放標準**：要求車輛製造商與進口商管理車輛能效與能耗，加速提升電動車、氫燃料電池電動車，或其他低碳/零碳車輛之供給
基礎環境配套	■ **新建築皆須保留充電設施建置空間**：目標於2025年新建築設置充電設施比例達10%以上 ■ **目標於2025年公共充電樁快充比例達70%以上、2030年完成共計123萬座**

建議我國可參考**韓國推動作法**，以**純電電動車(BEV)**為優先推動對象及淨零目標，在過渡階段則**暫時納入插電式混合動力車(PHEV)**，逐步排除 PHEV。

伍、運具電動化政策與推動措施研析

三、國內運具電動化政策與推動措施

電動車定義 仍待交通部、經濟部與環境部等相關部會研商

車型				
純電電動車 (BEV)	燃料電池電動車 (FCEV)	油電混合動力車 (HEV)	插電式混合動力車 (PHEV)	增程式電動車 (REEV)
V	V	V	V	V

運具電動化目標

2030	電動市區公車及電動公務車普及率100%；電動小客車及電動機車市售比分別達30%、35%
2035	電動小客車及電動機車市售比分別達60%、70%
2040	電動小客車及電動機車市售比100%

獎勵與管制措施

獎勵機制	■ 提供購車補助、稅制優惠、貸款等，以提高電動運具數量 ■ 產業技術升級轉型：技術研發與產業技術升級、保養維修技術人員轉型
管制措施	■ 訂定車輛進口製造規範 ■ 強化車輛探排管理規範及機制
基礎環境配套	■ 充電設施數量提升 ■ 研提電設施規範與建立用電配套

柒、運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

一、研究架構

盤點場站能耗與碳排 掌握場站能耗狀況

確認受測對象	受測對象 空港(2)、海港(2)、鐵道(8)、公路(2)
問卷設計	問卷項目 ■ 能源消耗量：煤、汽油、柴油、燃料油、天然氣 ■ 碳排放量
問卷發放	以電子問卷公文函送 10月發放/11月回收
問卷分析	資料清理 能源消耗量與碳排放量計算

彙整場站能耗與碳排量

蒐研國內外場站標竿案例 提供節能減碳典範建議

蒐研國內外節能減碳標竿案例作為借鏡

涵蓋空港、海港、鐵道、公路標竿案例

10/30(一)交通場站與旅館節能減碳講座

3位講師向9個單位分享設備節能、能效提升等多元措施與方案

強化節能減碳能力

柒、運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

二、盤點場站能耗與碳排掌握場站能耗狀況

本計畫試行盤點運輸場站能耗與碳排量狀況，先以了解此**盤點調查之可行性**，後續將完善盤點對象範圍與資料完整度，以供未來**運輸場站淨零減碳政策**擘劃之參據。

盤點對象與統計範圍		各類能源消耗之碳排放量(112年1月至9月) (單位：萬噸CO_2/年)				
場站類型	單位名稱	汽油	柴油	天然氣	電	合計
鐵道	鐵道局、臺鐵、台灣高鐵、臺北捷運、新北捷運、桃園捷運、臺中捷運、高雄捷運	0.03	2.22	0.03	49.45	51.74
空港(註1)	桃機公司、民航局轄下10個航空站	0.01	0.03	3.11	11.21	14.36
公路	公路局轄下1個休息站、高速公路局轄下之23個服務區與休息站	-	-	-	5.31	5.31
海港	港務公司轄下之7個港口	0.02	0.16	-	1.40	1.57
合計		0.05	2.41	3.14	67.37	72.97

註1：「空港」場站類型包含機場航廈、轉運站、空中交通管制設施、機坪、機庫、維修廠棚、地勤服務設施、辦公建築等範圍。
註2：「-」表示目前盤點單位未使用該類能源。

柒、運輸場站能源消耗與標竿案例盤點及研析

三、蒐研國內外場站標竿案例提供節能減碳典範建議

場域		鐵道	空港	海港	公路
國家		日本、臺灣	日本、新加坡、美國、臺灣	荷蘭、美國、加影共和國	中國、新加坡
節能措施	能源效率提升	1. LED、太陽能追蹤照明系統 2. 融雪、電梯等電力設備汰舊換新、效率提升 3. 變更為三段式時間電價	1. 採用光罩或裝置LED、太陽能發電照明、雙層玻璃與遮陽設備 2. 以新能源裝置取代老舊的中央配電廠和中央供熱製冷廠 3. 廣設移動感應器 4. 採用水優化策略	1. 雙層玻璃自然採光、LED照明 2. 遮陽設備、樹木提供遮蔭，減少空調需求	1. 自動雙速自動扶梯 2. 節能電梯系統、LED照明 3. 節水配件以及配備雨量感測器的灌溉
	燃料替代	1. 設置再生能源發電設備(太陽能、風能) 2. 裝設小型冰水主機空調系統 3. 引進自主氫能供應系統 4. 減少木材使用	1. 使用太陽能和風力等再生能源 2. 使用具燃料效率的飛機 3. 永續航空燃油 4. 作業車輛電動化(低汙染車輛)	1. 使用太陽能和風能等再生能源 2. 採用工業餘熱供暖，用河水冷卻、並使用綠電 3. 使用更清潔的生物燃料 HVO B100公務車電動化 4. 起重機從化石燃料改為電力 5. 貨櫃道路交通轉移至水路（減少柴油消耗、碳拼放）	親生物設計(邊緣種植、綠色屋頂和垂直綠化，有助於提供熱舒適性)
	能源管理	1. 能源管理系統進行照明、空調控制 2. 節能措施(午休關燈、調整空調溫度等)	1. 整合照明設備與建築自動化系統，尖端能源管理系統以及安全數位化創新 2. 因應營運時間調整乘客區內空調、通風與照明 3. 與機場夥伴合作碳權交易	拆除過程中，一半既有材料被回收或再利用	建築自動化系統(空調、照明)

能源效率提升

1. 採用LED照明裝置、自然採光。
2. 設備汰舊換新(製冷、製熱、電梯)

燃料替代

1. 設置再生能源發電設備(太陽能、風能)
2. 改用永續新興燃料(氫能、電力、生物燃料等)

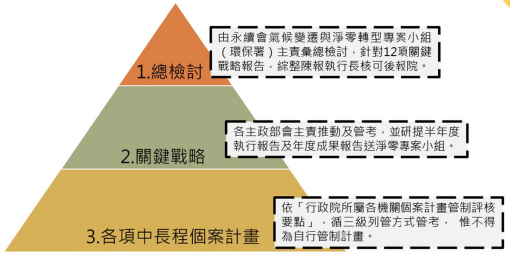
能源管理

1. 整合照明設備與建築自動化系統
2. 導入智慧能源管理系統

捌、交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形

一、我國淨零轉型關鍵戰略管考機制

- 本計畫協助交通部針對關鍵戰略5、7、10行動計劃管考機制，包含：



2050淨零轉型關鍵戰略管考制度之架構

2050淨零轉型關鍵戰略管考制度之管考方式及重點

管考方式	報告呈現重點
半年度執行情形報告	1. 政策執行內容 2. 查核點達成情形 3. 落後原因及因應對策 4. 預估年度目標達成情形 5. 盤點所屬中長程個案計畫之報核及推動情形等
年度執行成果報告	1. 年度工作成果 2. 目標達成情形 3. 未來精進規劃 4. 社會溝通 5. 盤點所屬中長程個案計畫之報核及推動情形等

捌、交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形

二、關鍵戰略5：節能

協助交通部盤點關鍵戰略5「節能」之相關行動措施計畫，辦理情形，包含觀光、郵政及交通事業辦理節能管理措施，主要管理措施：

1. 郵政及交通事業：如配合政府單位用電效率改善及全面節能減碳措施，推動空調及照明系統最佳化控制、汰換燈具、　提升電扶梯及電力系統等設備能源效率、航空站推動橋氣橋電等措施
2. 觀光事業：觀光旅館節能減碳宣導(輔導觀光旅館申請環保標章、持續輔導觀光旅館導入LED或高效能燈具)。

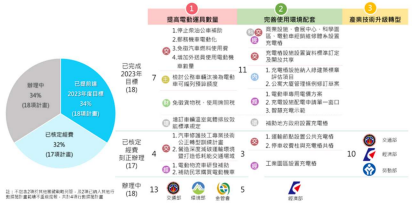
✔ 112年柴油年度新增節油量11,047公秉(2023年目標3,585公秉)

捌、交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形

三、關鍵戰略7：運具電動化及無碳化(1/2)

掌握57項行動措施計畫執行現況

配合交通部、環境部、行政院能源及減碳辦公室、行政院國家永續發展委員會等單位執行績效管考



發現議題與研提管考建議

聚焦重點計畫研析對策

- ✔ 氫能燃料電池大客車計畫：研析國際氫能燃料電池大客車趨勢，協助補助計畫內容之研擬（如團隊組成、法規配套、審查機制等）。
- ✔ 公務車現況盤點：盤點各機關之公務車盤點現況與定義，提供交通部與行政院主計總處，未來公務車盤點建議與補助機制。
- ✔ 蘭嶼計畫推動構想：研析蘭嶼電動機車發展現況，以當地租賃業者與民眾之需求為基礎，提出電動機車補助機制，鼓勵租賃業者汰換燃油車。
- ✔ 電動運具與車楷戰情表及制定燈號管制：研劃並按月更新戰情表及制定燈號管制(紅燈、黃燈、綠燈)機制，以掌握各運具與車楷推展進度，針對亮紅燈之電動運具訂定建議，並協助交通部每年目標值設定與推估。

行動措施計畫月管制表

(1) 各年度目標
→ 補充2024、2025、2030年量化目標
→ 尚未達年度目標，宜加速辦理
→ 2023年目標已完成可再滾動檢討

(2) 當年度進度
→ 重要工作項目宜增列量化說明管考點
→ 重要工作項目情形為「持續辦理」請補充辦理情形與後續規劃

(3) 每月執行情形
→ 具量化目標值行動計畫，請每月填報累計達成值，以利掌握各項目標達成進度。
→ 每月辦理情形需補充詳細質化說明。

捌、交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形

三、關鍵戰略7：運具電動化及無碳化(2/2)

11/28「電動時代·淨零未來」行動論壇

2023.11.28
「電動時代·淨零未來」行動論壇

- 辦理「電動時代·淨零未來」行動論壇傾聽及蒐集利害關係人意見，不遺落公民參與政策形成的機會，邁向淨零轉型與運具電動化及無碳化目標。
- 邀集政府單位、學界、研究單位、公私協會、公民團體，共計150人與會。

召開2023年度
檢討會議暨年度管考會議

預計於112年12月辦理檢討會議暨年度管考會議，邀集各機關代表針對如管考建議、社會溝通收斂與聚焦意見、未來精進規劃等議題進行交流與討論。

陳彥伯次長致詞

林子倫發言人給予勉勵與期許

林福山司長報告運具電動化成果

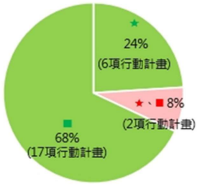
座談交流討論前瞻與未來方向

捌、交通部相關淨零轉型關鍵戰略執行情形

四、關鍵戰略10：淨零綠生活「低碳網絡」

✔協助每月管考各項行動計畫辦理進度

112年行動計畫執行概況



符號說明
★：計畫已達標，內容具實質減碳成效。
■：計畫已達標，內容屬能力建構性質。
★：計畫未達標，內容具實質減碳成效。
■：計畫未達標，內容屬能力建構性質。

9項推動措施	112年行動計畫執行概況
推廣公共運輸(4)	★：公路、高鐵 ■：國道 ★：臺鐵
完備步行環境(3)	■：修訂人行道規範、地方政府設置人行空間、省道設置人行道
完備自行車環境(5)	★：優化自行車環島路網 ■：無障礙自行車、補助縣市自行車、校園行車安全、最後一哩路
管理私人運具使用(4)	■：停車管理、低碳交通區、園區減少私人運具、高排碳駕車
推廣共享汽機車(3)	■：共享汽機車、共享結合票證整合、共享自治條例
公共運輸導向之土地使用(1)	■：TOD
減少非必要運輸需求(1)	■：綠運輸誘因機制
推廣綠色貨運(1)	■：綠色貨運
推廣綠色觀光與綠色旅遊(3)	★：台灣好行、綠色旅遊、環島自行車

註：截至112年10月之執行情形。

✔協助彙整各部屬機關行動計畫執行成果
✔協助填報半年度執行成果報告

捌、結論與建議

一、提升公路運輸能源效率，鼓勵使用公共運輸與非機動車運輸

提升公路運輸能源效率

公路運輸均為能源消耗與碳排放的主要來源，因此提高公路運輸的能源效率，如透過提升燃料效率、促進低排放與電動車的使用等，可有效降低碳排放量。

鼓勵使用公共運輸與非機動車運輸

加強公共交通的吸引力和便利性，並鼓勵民眾使用自行車或步行，可以減少對私人運具的依賴，進而減少碳排放。

持續因應國際趨勢研析我國政策及策略

如航空及海運永續燃料技術及運具氫能新技術等面向，相較於其他國家，我國尚在起步階段，後續可借鏡其他國家推動經驗。

政策及策略	臺灣	歐盟	美國	日本	英國	韓國
1.制定溫室氣體減量目標	V	V	V	V	V	V
2.因應氣候變遷制定法規	V	V	V	V	V	V
3.淨零運輸路徑圖	V	V	V	V	V	–
4.淨零資金支持	V	V	V	V	V	V
5.運具供應鏈及基礎建設	V	V	V	V	V	V
6.零碳運具補貼獎勵政策	V	V	V	V	V	V
7.永續燃料技術	(研議中)	V	V	V	V	–
8.運具氫能新技術	(研議中)	V	V	V	V	V
9.公正轉型	V	V	V	–	V	–
10.運輸行為模式(公民教育)	V	V	–	V	V	V

捌、結論與建議

二、掌握《氣候變遷因應法》之法制進度並進行相關子法影響評估研析

建議持續針對運輸部門及相關業者可能受衝擊影響之法規議題研擬因應策略

運輸部門及運輸業重點議題

法規分析

- 氣候法 第23條第2項「車輛排放溫室氣體效能標準」
- 氣候法第25條第5項 減量額度交易 氣候法第28-30條 碳費繳納
- 氣候法第62條《溫室氣體減量及管理法施行細則》

影響評估

- 運輸部門及運輸業之衝擊影響進行分析
- 制定具體因應策略
- 與交通部部屬機關、運輸業者及利害相關者等進行交流與討論。
- 與法律、環境及運輸領域的專家諮詢。

分析報告

- 完成分析報告
- 持續依據氣候法實施情況，以及政策與業者市場反應，定期更新影響評估與具體因應策略。

捌、結論與建議

三、同時實施三項節能減碳策略，預計2030年較2005年碳排減少8.77%

- 目前於三大節能減碳措施下所提之減量目標，已是不易達成之情形，例如運具能源使用效率係採用實驗室數據，與實際道路情況相比，相對較高。
- 因應我國2030年減碳目標為「24%±1%」，若未來運輸部門於部會協商中承擔更大責任，透過假設不同情境之下，研究結果顯示所需提升關鍵戰略目標或實施其他措施之條件，可說是難以達成。建議部門減量責任協商仍須考量政策推動的現實情況。

捌、結論與建議

四、隨著我國電動運具數量增長趨勢，交通部統計資料或調查報告可滾動式調整公開資訊項目，以利各界引用

建議

- 統計查詢網欄位之調整，包含市區公車及公路客運之車輛登記數與營業行車里程應以不同燃料別區分、小貨車能效應區分燃料別等，或機車問卷調查報告應統計之項目，做為未來參數精進之建議。
- 清冊資料建議未來持續新增電動車及特種車之參數，將不同能源別之車種納入清冊計算，較能合理推估運輸部門個別運具之能源消耗量與溫室氣體排放量。

捌、結論與建議

五、減碳通勤與運輸業者導入綠色管理，擴散綠運輸生活概念

運輸淨零解方

- **源頭管理**：運具電動化及無碳化及訂定車輛效能標準。
- **組織面管理**：
  - **公私部門管理**：如碳盤查納入範疇三員工通勤及商務旅行，進行自願減量及ESG等
  - **運輸業者**：導入綠色管理機制。

企業誘因建構

- **需求面(如通勤單位)**：運輸需求方(如通勤單位)，若員工多採取綠運輸通勤，給予相關**標章或認證**，除可提升其品牌商譽，增進社會好感度，且可與碳盤查中之**範疇三連結**。
- **供給面(如運輸業者)**：導入**綠色管理機制**，使運輸過程更加永續，其亦可滿足未來綠色採購趨勢及供應鏈要求，可提升企業自身競爭力。

綠色運輸擴散

- 從辨識**優良通勤單位**及**綠色運輸業者**：推廣綠色運輸以訊息工具逐步改變公眾思維：帶動政府、公協會、民眾等多元利害關係人參與，藉此將**綠運輸生活型態概念向外擴散**。
- 現行政策加持下，公共運輸需求提高，運輸供應方服務能量提升，亦可**產生正面循環**。

捌、結論與建議

六、以純電電動車(BEV) 為淨零目標，在過渡階段則暫時納入插電式混合動力車(PHEV)

國際運具電動化電動車定義

車型	美國	歐盟	挪威	英國	日本	韓國
純電電動車(BEV)	V	V	V	V	V	V
燃料電池電動車(FCEV)	V	V	V	V	V	V
油電混合動力車(HEV)		V			V	V (擬自2025年起逐步排除)
插電式混合動力車(PHEV)	V	V			V	V (擬自2025年起逐步排除)
增程式電動車(REEV)		V				

電動車定義建議

- 建議我國可參考**韓國推動作法**，以**純電電動車(BEV)** 為優先推動對象及淨零目標，在過渡階段則**暫時納入插電式混合動力車(PHEV)**，後續則視我國車輛製造商及車輛進口業者實際製造及進口情形，逐步排除 PHEV。
- 建議**交通部**、**經濟部**、**環境部**共同研商**2025年內**將**PHEV納入電動車定義**，以作為車輛製造商及車輛進口業者間之緩衝。後續可邀集經濟部產業發展署、環境部氣候變遷署、環境部大氣環境司召開電動車定義研商會議，並建請環境部盡速制定**我國車輛排放溫室氣體效能標準**，另就**PHEV制定**前述規範及建立碳足跡、產品碳盤查制度。

捌、結論與建議

七、管制措施與獎勵機制並行，持續搭配運具電動化目標推進

建議

- **加速推動高齡燃油車汰換**：除環境部以補助獎勵提升民眾汰換高齡燃油車輛意願，建議可再參考日本針對高齡燃油車輛加重稅收比例之管制措施
- **運具電動化目標入法**：建議將我國運具電動化2030、2035、2040年市售比目標納入車輛能效總量標準及其配套措施、新車溫室氣體效能標準考量

國別	美國	歐盟	挪威	英國	日本	韓國
管制措施	**法規管制**：新車平均**燃油效率標準**及**溫室氣體排放標準**	**法規管制**： ■ 規定電動汽車製造商新建築停車區至少銷售目標或禁止銷售內燃機汽車，加速汰換 ■ 電動車電池強制性碳足跡聲明與標籤等	**法規管制**：停車場/■ 新建築停車區至少6%為電動車停車位	**法規管制**：**禁售燃油車**、新建築皆需設置充電設備入法；新車平均燃油效率標準、溫室氣體排放標準。 ■ **設定供應目標**：車輛製造業者分年供應**零排放車輛目標比例(35%)**，並針對未達目標者，規劃企業餘額結轉交易等機制	■ **法規管制**：針對車輛製造商、車輛**進口商制定燃油效率標準**，未達管制目標之製造商須繳納最高100萬日圓(約新臺幣20萬6,200元)**罰款** ■ **加重稅額**：高齡車加重稅額	■ **法規管制**：新車平均**燃油效率標準**、**溫室氣體排放**標準；提高電動車電池能量密度，未達目標者結轉、償還或罰款等機制 ■ **設定供應目標**：車輛製造業者分年供應**零排放車輛目標比例**，未達目標者寄予金徵收、企業交易年度餘額結轉等配套措施
獎勵機制	■ **稅額規費優惠**：提供個人與企業購買電動車之稅賦抵免 ■ **強化電動車相關供應鏈**：提供**資金振興**國內電動車電池與所需擴展業者產能 ■ **完善使用環境配套**：撥款補助各州政府建置電動汽車公共充電設施	■ **對電動車業財政支持** ■ **補貼充電基礎設施** ■ **電動車公共採購** ■ **間接消費者激勵措施**	■ **稅額規費優惠**：免購車稅；免徵增值稅25%；免通行費 ■ **完善使用環境配套**：市區免費停車；可行駛公車道；免費充電	■ **降低轉換門檻**：補助獎勵降低電動車前期價格與成本 ■ **購車補助**：插電電動車優惠補助 ■ **稅額優惠**：零排放汽車可**免徵車輛消費稅** ■ **完善使用環境配套**：擴大投入地方電動車基礎設施，推動現有街道住宅充電點計畫	■ **購車補助**：補助引進與購再生能源及電動車、電動公務車、電動卡車電動貨車 ■ **稅額規費優惠**：提供民眾購買電動車及首次檢驗車輛重量稅免稅	■ **購車補助**：補助新換購電動車輛 ■ **公開敘獎機制**：車輛電動化或氫能化之優秀企業公開**頒發環境部長獎優秀企業獎** ■ **稅額規費優惠**：**減免**消費稅、購置稅、高速公路隧道擁堵費、停車費

簡報結束，敬請指教