108-114-6201
MOTC-IOT-107-TDB003

都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 108 年 12 月

108

都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用 (2/2)

交通部運輸研究所

ISBN 978-986-531-028-8

ISBN 條碼

GPN：1010802353

定價 600 元

108-114-6201
MOTC-IOT-107-TDB003

都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

著者：李宗益、陳柏君、曾依蘋、黃于真、黃韻潔、吳姿瑩
陳尉雯、劉俐伶、李宜珊、柯召旋、龐舜尹、廖亭瑋
蔡志賢、曾佩如、朱珮芸、傅　強、賴宜弘

交通部運輸研究所

中華民國 108 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用.(2/2) / 李宗益等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民108.12
面 ; 公分
ISBN 978-986-531-028-8(平裝)

1.運輸管理 2.決策支援系統

557 108020968

都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

著　　者：李宗益、陳柏君、曾依蘋、黃于真、黃韻潔、吳姿瑩、陳尉雯、劉俐伶、李宜珊、柯召旋、龐舜尹、廖亭瑋、蔡志賢、曾佩如、朱珮芸、傅　強、賴宜弘
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞數位典藏＞本所出版品)
電　　話：(02)23496789
出版年月：中華民國 108 年 12 月
印 刷 者： 盈濤印刷品有限公司
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： 600 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010802353 ISBN：978-986-531-028-8 (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

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
978-986-531-028-8(平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010802353</td><td>運輸研究所出版品編號
108-114-6201</td><td>計畫編號
107-TDB003</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：綜合技術組
主管：曾佩如
研究人員：朱珮芸、傅　強、賴宜弘
聯絡電話：(02)2349-6874
傳真號碼：(02)2712-0223</td><td colspan="2">合作研究單位：鼎漢國際顧問工程顧問股份有限公司
計畫主持人：李宗益
研究人員：陳柏君、曾依蘋、黃于真、黃韻潔、吳姿瑩、陳尉雯、劉俐伶、李宜珊、柯召旋、龐舜尹、廖亭瑋、蔡志賢
地址：臺北市信義區松山路 130 號 5 樓
聯絡電話：(02)2748-8822</td><td>研究期間
自 107 年 3 月
至 107 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：都會運輸、綠色運輸、節能減碳、溫室氣體減量、空污減量</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：

為達成溫室氣體減量及管理法賦予運輸部門減量目標，需掌握運輸部門能源消耗及溫室氣體排放概況，並分析運輸管理措施之減碳效益，因此本計畫建立運輸部門節能減碳策略評估模組，俾利支援前述相關推動工作。

本期計畫分2年進行都會運輸節能減碳策略模組開發及應用，第1年(2017年)已完成都會運輸節能減碳策略模組建置，本年(2018年)則結合空氣污染排放係數，擴充模組於空污減量效益評估功能，以完整評估都市交通管理措施對減碳及減污之效益。

本期案例應用分析係以首都圈(雙北市、桃園)公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大，以及雙北市區公車電動化+調整私人運具油品成本等2案進行策略評估，結果發現同時實施鼓勵大眾運輸及減少私人汽機車使用之措施最有助提升公共運輸運量，進而減少碳排與空污。此外，推動市區公車電動化亦有助空污減量，特別是氮氧化物(NOx)污染物。

本期計畫亦完成5項政策議題分析，例如：「運輸部門能源消耗量與油價趨勢」及「彙析電動公車生命週期減污成效」等。

此外，本計畫維運之「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」及「綠色運輸宣導網站」，可強化平台對節能減碳業務支援，以及促進綠運輸知識普及，相關工作包括運具別溫室氣體排放數據視覺化、優化減碳簡易計算工具、新增減污效益簡易估算工具等。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>108 年 12 月</td><td>434</td><td>600</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
☐密 ☐機密 ☐極機密 ☐絕對機密
（解密條件：☐ 年 月 日解密，☐公布後解密，☐附件抽存後解密，
☐工作完成或會議終了時解密，☐另行檢討後辦理解密）
☑普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Development and Applications of Transportation Energy Conservation and Carbon Reduction Evaluation Module for Urban Areas (2/2)

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-531-028-8(pbk.)	1010802353	108-114-6201	107-TDB003

DIVISION: Interdisciplinary Research Division
DIVISION DIRECTOR: Pei-Ru Tseng
PROJECT STAFF: Pei-Yun Chu, Chiang Fu, I-Hung Lai
PHONE: (02)2349-6874
FAX: (02)2712-0223

PROJECT PERIOD
From March 2018
TO December 2018

RESEARCH AGENCY: THI Consultants lnc.
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Tsung-Yi Lee
PROJECT STAFF: Po-Chun Chen, Yi-Ping Tseng, Yu-Chen Huang, Yun-Chieh Huang, Tzu-Ying Wu, Wei-Wen Chen, Li-Ling Liu, Yi-Shan Li, Chao-Hsuan Ko, Chih-Hsien Tsai, Shun-Yin Pang, Ting-Wei Liao
ADDRESS: 5F, No.130, Sungshan Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.11090, Taiwan (R.O.C.)
PHONE: +886 2 2748-8822

KEY WORDS: Urban Transit, Green Transportation, Energy Conservation and Carbon Reduction, Greenhouse Gas Reduction, Air Pollution Reduction

ABSTRACT:

In order to meet the goals of carbon reduction within the transportation sector as stipulated by the Greenhouse Gas (GHG) Reduction and Management Act, it is necessarily to review the historical trends of energy consumption and GHG emissions in the transportation sector as well as analyze the effects of GHG reduction measures adopted by the transportation sector. Therefore, the project has established an evaluation module for energy conservation and carbon reduction strategies in the transportation sector in order to facilitate the aforementioned efforts.

The research on The Development and Application of Transportation Energy Conservation and Carbon Reduction Evaluation Module on Urban Area was conducted over 2 years. In the 1st year (2017), the urban transport energy conservation and carbon reduction strategy module was completed. The primary objective of this year (2018) is to expand the module's function in the evaluation of air pollution reduction performance in order to assess the effectiveness of urban traffic control measures on carbon and pollution reduction.

The research applied the module to evaluate the effects of the following 2 case studies, "Public transport seasonal ticket + expanding the parking fee area across the capital areas (Taipei city, New Taipei city, and Taoyuan city)", and "Electric city bus & private vehicle fuel cost adjustments in Taipei city and New Taipei city area". The results revealed that the policies encouraging the citizens to make use of public transport and minimize the use of private vehicles are the most beneficial for increasing public transportation ridership as well as reducing carbon and pollution emissions. Besides, electric city buses also help to mitigate air pollution reduction, especially pollutants such as NOx.

The research also analyzed 5 policy issues such as "Energy consumption in the transportation sector and oil prices" and "Analysis of air pollution reduction performance over the life span of electric buses".

Additionally, the project's 2 platforms including "Integrated Information Platform for the Evaluation of Energy Conservation and Carbon Reduction Policies in the Transportation Sector" and "Green Transportation Campaign Website" are able to reinforce their support on energy conservation and carbon reduction efforts as well as foster the popularization of green transportation-related knowledge. Other efforts include the visualization of GHG emission data of different modes of transportation, simple carbon emissions calculation tools, and simple pollution reduction performance estimation tools, etc.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
December 2019	434	600	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ☑UNCLASSIFIED

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 計畫緣起與目的 1-1
1.2 計畫內容與工作項目 1-3
1.3 計畫範圍與對象 1-4
1.4 計畫流程 1-5
1.5 名詞定義 1-7

第二章 文獻回顧 2-1
2.1 節能減碳、減污科研發展趨勢 2-1
2.1.1 國內外節能減碳、減污科研發展 2-1
2.1.2 國內外碳排與污染排放量估算與盤查 2-7
2.2 運輸部門節能減碳暨減污策略 2-17
2.2.1 國外運輸節能減碳、減污策略發展 2-17
2.2.2 巴黎協定後運輸部門政策發展方向 2-34
2.2.3 我國節能減碳暨減污策略 2-45
2.3 本所相關模組與平台開發成果 2-62
2.3.1 運輸節能減碳策略評估模組 2-62
2.3.2 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台 2-68
2.3.3 運輸部門相關決策支援系統 2-72
2.4 本章小結 2-80

第三章 運輸節能減碳策略評估模組開發及應用 3-1
3.1 運輸節能減碳策略評估模組應用範疇 3-1
3.1.1 運輸節能減碳策略評估模組架構 3-1
3.1.2 策略評估類型及應用範疇 3-10
3.1.3 成效估算係數 3-16
3.2 運輸策略減碳、減污案例評估 3-34
3.2.1 跨層級(都會/城際)整合型案例成效評估 3-35

3.2.2 都會區污染防制案例成效評估 3-57
3.2.3 運輸節能減碳策略評估模組成效討論 3-70

第四章 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新與維運 4-1
4.1 平台功能檢討與本年度開發成果 4-1
4.2 運輸部門運具別排放清冊 4-13
4.2.1 運輸部門能源消耗量及溫室氣體排放量推估方法 4-13
4.2.2 運輸部門運具別能源消耗量推估 4-22
4.2.3 運輸部門溫室氣體排放推估結果 4-43
4.2.4 運輸部門能源密集度推估 4-50
4.2.5 活動數據推估方法改善建議 4-70
4.2.6 小結 4-73
4.3 平台維運及成效盤點 4-79
4.3.1 平台維運機制 4-79
4.3.2 系統使用狀況 4-85
4.3.3 網站內容更新 4-85
4.4 網站資安與壓力測試 4-88
4.4.1 平台資安檢測 4-88
4.4.2. 系統效能壓力測試 4-89

第五章 綠色運輸宣導網站維運 5-1
5.1 網站維運與更新 5-1
5.1.1 網站介紹 5-1
5.1.2 網站維運機制 5-4
5.1.3 網站內容更新 5-7
5.2 使用成效盤點 5-8
5.2.1 使用狀況 5-8
5.2.2 提升使用成效作法 5-10
5.3 網站資安與壓力測試 5-21
5.3.1 平台資安檢測 5-21
5.3.2 系統效能壓力測試 5-22

第六章 相關政策議題彙析 6-1
6.1 雙北市定期票推動成效 6-1
6.1.1 研究方法 6-1
6.1.2 成效分析 6-2
6.2 衍生性細懸浮微粒($PM_{2.5}$)形成速率 6-6
6.2.1 硫轉化率研究方法 6-6
6.2.2 港研中心硫轉化速率研究成果之釐清 6-7
6.3 彙析車輛排放 PM_1 污染物及機車污染排放特性 6-8
6.3.1 移動污染源污染物成分 6-8
6.3.2 車輛排放 PM_1 之研究 6-9
6.3.3 機車排放污染物研究 6-10
6.4 彙析電動公車生命週期減污成效 6-12
6.4.1 車輛生命週期於我國的應用 6-12
6.4.2 以 GREET 模型評估電動公車減污成效 6-15
6.5 運輸部門能源消耗量與油價趨勢 6-18

第七章 結論與建議 7-1
7.1 結論 7-1
7.2 建議 7-7

參考文獻 參-1
附錄 1 計畫執行成果摘要 附 1-1
附錄 2 審查意見處理情形 附 2-1
附錄 3 專家學者座談會會議紀錄 附 3-1
附錄 4 計畫簡報 附 4-1

表目錄

表 2.1-1 汽車製造商電動車輛生產計畫 2-2
表 2.1-2 部門及類別之範疇別排放量各部門佔比(2016 年) 2-10
表 2.2-1 國際交通工具污染管理策略趨勢彙整 2-21
表 2.2-2 巴黎車輛污染程度標籤第一階段限行規範 2-25
表 2.2-3 主要國家小客車燃油標準比較 2-28
表 2.2-4 國際禁售燃油車相關期程 2-32
表 2.2-5 MPGCA 21 項運輸倡議內容 2-40
表 2.2-6 「空氣污染防制法」空氣品質管理歷程 2-52
表 2.2-7 空氣污染防制策略移動污染源措施 2-54
表 2.2-8 空氣污染防制行動方案-運輸相關措施權責分工重點 2-56
表 2.2-9 六都推動與減碳及減污運輸部門相關措施 2-57
表 2.2-10 各空品區交通工具污染主要管制策略 2-59
表 2.3-1 系列研究開發之策略評估模組比較 2-62
表 2.3-2 我國運輸需求模式發展 2-67
表 2.3-3 整合資訊平台功能說明 2-68
表 2.3-4 運輸部門決策支援系統功能說明 2-73
表 2.3-5 鐵公路氣候變遷調適平台六大功能說明 2-76
表 2.3-6 整合資訊平台後續發展建議說明 2-78
表 3.1-1 城際與都會運輸節能減碳策略評估模組比較 3-3
表 3.1-2 各運輸系統運量資料 3-9
表 3.1-3 全年車公里轉換因子 3-10
表 3.1-4 運輸策略分類與影響界定 3-11
表 3.1-5 軌道系統能耗係數 3-20
表 3.1-6 各能源碳排係數及油當量轉換係數 3-21
表 3.1-7 TEDS 9.0 線源排放係數分類項目 3-21
表 3.1-8 排放係數推估所需因子 3-22
表 3.1-9 環保署線源排放量推估車種分類 3-27
表 3.1-10 105 年各期別大貨車排放係數(公斤/輛.年) 3-27

表 3.1-11　各車種不同車速下 CO 排放係數 3-29
表 3.1-12　各車種不同車速下 NO_X 排放係數 3-30
表 3.1-13　各車種不同車速下 $PM_{2.5}$ 排放係數 3-31
表 3.1-14　每公里時速進行插補(以自用汽油小客車 CO 排放係數為例) 3-32
表 3.2-1　臺北市各行政區汽車停車供給統計 3-36
表 3.2-2　臺北市各行政區機車停車供給統計 3-37
表 3.2-3　新北市各行政區汽車停車供給統計 3-38
表 3.2-4　新北市各行政區機車停車供給統計 3-38
表 3.2-5　臺北都會區停車型態劃分 3-41
表 3.2-6　各停車型態停車費率 3-41
表 3.2-7　各停車型態停車收費比(收費範圍) 3-42
表 3.2-8　跨層級案例各情境各運具日旅次量 3-45
表 3.2-9　跨層級案例各情境運具比 3-45
表 3.2-10　跨層級案例各情境能源消耗 3-46
表 3.2-11　跨層級案例各情境能源變化量 3-46
表 3.2-12　各情境路網效率 3-46
表 3.2-13　跨層級案例各情境碳排放量 3-47
表 3.2-14　跨層級案例各情境碳排變化量 3-48
表 3.2-15　跨層級案例各情境減碳效益 3-48
表 3.2-16　情境 1 運具移轉效果 3-50
表 3.2-17　情境 2 運具移轉效果 3-51
表 3.2-18　情境 3、4 運具移轉效果 3-54
表 3.2-19　情境 4、5 運具移轉效果 3-55
表 3.2-20　情境 5、6 運具移轉效果 3-56
表 3.2-21　情境 5 及情境 6 旅次、能耗碳排比較 3-56
表 3.2-22　近 5 年各車種新車(車齡 1 年內)占比 3-58
表 3.2-23　近 5 年各車種新車(車齡 1 年內)購車數 3-58
表 3.2-24　近 5 年各車種各能源車輛登記數 3-60
表 3.2-25　近 5 年各車種各能源新增掛牌車輛數 3-62
表 3.2-26　都會區污染防制案例各情境各運具日旅次量 3-66

表 3.2-27　都會區污染防制案例各情境運具比 3-66
表 3.2-28　都會區污染防制案例各情境 NO_X 排放 3-66
表 3.2-29　都會區污染防制案例各情境 NO_X 排放分布 3-67
表 3.2-30　都會區污染防制案例各情境 CO 排放 3-67
表 3.2-31　都會區污染防制案例各情境 CO 排放分布 3-67
表 3.2-32　都會區污染防制案例各情境 $PM_{2.5}$ 排放 3-67
表 3.2-33　都會區污染防制案例各情境 $PM_{2.5}$ 排放分布 3-67
表 3.2-34　都會區污染防制案例各情境能源消耗 3-68
表 3.2-35　都會區污染防制案例各情境能源變化量 3-68
表 3.2-36　都會區污染防制案例各情境碳排放量 3-69
表 3.2-37　都會區污染防制案例各情境碳排變化量 3-69
表 3.2-38　都會區污染防制案例各情境減碳效益 3-69
表 4.1-1　平台相關內容補充與修正彙整表 4-11
表 4.2-1　運輸部門燃料別二氧化碳(CO_2)排放係數 4-16
表 4.2-2　運輸部門燃料別甲烷(CH_4)排放係數 4-16
表 4.2-3　運輸部門燃料別氧化亞氮(N_2O)排放係數 4-17
表 4.2-4　運輸部門燃料別溫室氣體(GHG)排放係數 4-17
表 4.2-5　能源部門燃料別二氧化碳(CO_2)排放係數 4-18
表 4.2-6　能源部門燃料別甲烷(CH_4)排放係數 4-18
表 4.2-7　能源部門燃料別氧化亞氮(N_2O)排放係數 4-19
表 4.2-8　能源部門燃料別溫室氣體(GHG)排放係數 4-19
表 4.2-9　我國電力 CO_2、CH_4、N_2O、GHG 排放係數 4-20
表 4.2-10　我國油品燃料熱值與油當量轉換 4-21
表 4.2-11　我國電力油當量轉換 4-22
表 4.2-12　公路運輸之車輛登記數之彙整 4-25
表 4.2-13　公路運輸之年行駛里程之彙整 4-27
表 4.2-14　公路運輸之燃油效率之彙整 4-28
表 4.2-15　歷年各車種車輛登記數彙整表 4-30
表 4.2-16　歷年各車種年平均行駛里程彙整表 4-31
表 4.2-17　歷年各車種車輛燃油效率值 4-32

表 4.2-18　歷年各車種年總耗油公秉推估結果 4-33
表 4.2-19　歷年各車種年總耗油公秉油當量推估結果 4-34
表 4.2-20　軌道部門能源消耗量資料之彙整 4-37
表 4.2-21　軌道部門能源消耗量推估結果(不含場站) 4-39
表 4.2-22　國內航空能源消耗量資料彙整 4-40
表 4.2-23　國內航空能源消耗量推估結果 4-41
表 4.2-24　國內水運能源消耗量推估結果 4-42
表 4.2-25　我國運輸部門歷年溫室氣體排放量推估統計(含電力) 4-44
表 4.2-26　公路運輸運具別歷年溫室氣體排放量推估統計 4-46
表 4.2-27　軌道運輸、國內航空、水運歷年溫室氣體排放量推估統計 4-48
表 4.2-28　各運輸系統歷年溫室氣體排放量占比推估統計 4-49
表 4.2-29　公路運輸客運能源密集度估算資料來源彙整 4-51
表 4.2-30　公路運輸貨運能源密集度推估資料來源彙整 4-52
表 4.2-31　公路客運各運具能源密集度推估結果(調整前) 4-55
表 4.2-32　公路貨運各運具能源密集度推估結果(調整前) 4-56
表 4.2-33　公路客運各運具能源密集度推估結果(調整後) 4-59
表 4.2-34　公路貨運各運具能源密集度推估結果(調整後) 4-60
表 4.2-35　軌道各運具能源密集度資料來源彙整 4-63
表 4.2-36　軌道各運具能源密集度推估表(度/延人(噸)公里) 4-65
表 4.2-37　軌道各運具能源密集度推估表(公升油當量/延人(噸)公里) 4-66
表 4.2-38　國內航空、水運能源密集度資料來源彙整 4-68
表 4.2-39　國內航空、水運歷年能源密集度推估表 4-69
表 4.2-40　公路運輸統計及調查資料來源取得及改善建議 4-71
表 4.2-41　運輸活動量推估能源消耗量調整率(依能源平衡表調整) 4-73
表 4.3-1　資料庫結構表 4-80
表 4.3-2　資料庫更新方式 4-81
表 4.3-3　系統備援方案 4-82
表 4.3-4　整合資訊平台瀏覽人次表 4-85
表 4.3-5　資料庫來源與更新頻率 4-86
表 4.4-1　paros 測試結果 4-88

表 4.4-2　jmeter 壓力測試結果(整個平台) 4-90
表 4.4-3　jmeter 壓力測試結果(各模組) 4-90
表 4.4-4　系統效率檢測結果表 4-91
表 5.1-1　綠運輸參考網站 5-7
表 5.2-1　綠色運輸宣導網站總瀏覽人次 5-8
表 5.2-2　臉書專頁平均總按讚總數 5-10
表 5.3-1　paros 測試結果 5-21
表 5.3-2　jmeter 壓力測試結果(各模組) 5-23
表 5.3-3　jmeter 壓力測試結果(整個平台) 5-23
表 5.3-4　系統效率檢測結果表 5-24
表 6.1-1　雙北市定期票運具移轉效果 6-3
表 6.1-2　雙北市定期票節能減碳效益 6-5
表 6.4-1　GREET 臺灣本土化模型已建置之公路運具分類 6-14
表 7.1-1　本系列計畫研究成果 7-2

圖目錄

圖 1.1.1 本計畫與「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」關聯圖 1-2
圖 1.5.1 工作流程圖 1-6
圖 2.1.1 電力產業示意圖 2-3
圖 2.1.2 IEA 預估基線政策情境能源趨勢全球能源結構發展 2-5
圖 2.1.3 IEA 預估抑制升溫 2°C 情境能源趨勢全球能源結構發展 2-5
圖 2.1.4 移動污染源排放總量推估系統 2-12
圖 2.1.5 TEDS9.0 線污染源推估流程 2-12
圖 2.1.6 活動強度推估方法示意圖 2-13
圖 2.1.7 排放係數推估示意圖 2-15
圖 2.1.8 TEDS9.0 推估空氣污染物各排放來源之占比 2-16
圖 2.1.9 道路車輛污染排放量主要貢獻車種 2-16
圖 2.2.1 巴黎車輛空氣標章貼紙制度(Crit'Air) 2-24
圖 2.2.2 ZCR 區規範適用範圍 2-25
圖 2.2.3 「促進性對話機制」氣候行動部門分布情形 2-36
圖 2.2.4 未來升溫情境預測圖 2-37
圖 2.2.5 「馬拉喀什全球氣候行動夥伴(MPGCA)」之 21 項運輸倡議 .. 2-39
圖 2.2.6 促進性對話機制運輸議題分布 2-44
圖 2.2.7 促進性對話機制運輸減緩行動分布 2-45
圖 2.2.8 運輸部門節能計畫 2-47
圖 2.2.9 六大部門推動策略重點 2-48
圖 2.2.10 八大政策配套推動策略重點 2-49
圖 2.2.11 六大部門推動策略評量指標 2-49
圖 2.2.12 八大政策配套評量指標 2-50
圖 2.3.1 基線推估模式與 TDM-E 模型整合方式 2-63
圖 2.3.2 都會運輸節能減碳策略評估模組開發課題對策 2-65
圖 2.3.3 運輸節能減碳策略評估模組策略分析架構 2-66
圖 2.3.4 整合資訊平台架構 2-68
圖 2.3.5 整合資訊平台頁面 2-70

圖 2.3.6　平台整體功能架構 2-72
圖 2.3.7　運輸部門決策支援系統頁面 2-74
圖 2.3.8　調適資訊平台功能架構 2-75
圖 2.3.9　鐵公路建設氣候變遷調適資訊平台頁面 2-77
圖 3.1.1　TDME 分層作業架構 3-2
圖 3.1.2　城際模式與都會模式路網示意 3-4
圖 3.1.3　城際模式與都會模式路網與旅次範疇 3-5
圖 3.1.4　「交通部交通路網數值圖」與模型路網疊合示意圖 3-5
圖 3.1.5　模型結果整合應用路網調整釋例 3-6
圖 3.1.6　省縣道、主要幹道道路調整釋例 3-6
圖 3.1.7　巷道道路調整釋例 3-7
圖 3.1.8　TDME 各運具整併歸類作業 3-8
圖 3.1.9　TDME 策略分析作業構想 3-15
圖 3.1.10　TDME 策略分析變數應用階段 3-15
圖 3.1.11　成效推估模組輸入及輸出資料 3-16
圖 3.1.12　運輸規劃與能耗/排放整合模式 3-17
圖 3.1.13　機車各速率下油耗參數 3-18
圖 3.1.14　小客車各速率下油耗參數 3-19
圖 3.1.15　市區公車各速率下油耗參數 3-19
圖 3.1.16　國道客運各速率下油耗參數 3-20
圖 3.1.17　零里程排放率/劣化率計算排放係數示意 3-23
圖 3.1.18　各車種不同車速下 CO 排放係數 3-33
圖 3.1.19　各車種不同車速下 NO_x 排放係數 3-33
圖 3.1.20　各車種不同車速下 $PM_{2.5}$ 排放係數 3-33
圖 3.2.1　運輸策略評估流程 3-34
圖 3.2.2　首都圈公共運輸月票分析流程 3-40
圖 3.2.3　都會區停車收費範圍擴大分析流程 3-43
圖 3.2.4　都會區不同停車收費案例情境組合 3-44
圖 3.2.5　情境 1 在不同區域旅次層級下之旅次數變化 3-49
圖 3.2.6　情境 2 策略在不同區域旅次層級下之旅次數變化 3-49

圖 3.2.7　情境 1 策略運具移轉效果來源 3-50
圖 3.2.8　情境 2 策略運具移轉效果來源 3-51
圖 3.2.9　情境 3 策略在不同區域旅次層級下之旅次數變化 3-52
圖 3.2.10　情境 3 策略運具移轉效果來源 3-53
圖 3.2.11　情境 3、4 運具移轉效果來源 3-54
圖 3.2.12　情境 4、5 運具移轉效果來源 3-55
圖 3.2.13　情境 5、6 運具移轉效果來源 3-56
圖 3.2.14　2017 年各車種車輛登記數能源分布 3-59
圖 3.2.15　2017 年各車種新增掛牌車輛數能源分布 3-61
圖 3.2.16　歷年油價趨勢圖 3-63
圖 3.2.17　都會區污染防制案例分析流程 3-64
圖 3.2.18　都會區污染防制案例情境組合 3-65
圖 3.2.19　跨層級整合型案例分析結果 3-70
圖 3.2.20　都會區污染防制案例分析結果 3-72
圖 4.1.1　新增視覺化展示功能連結頁面示意圖 4-2
圖 4.1.2　排放清冊資料視覺化成果頁面示意圖 4-3
圖 4.1.3　新增相對年期與視覺化成果頁面示意圖 4-5
圖 4.1.4　「更多設定」回復預設與儲存修正功能調整成果頁面示意圖 4-6
圖 4.1.5　車輛汰舊換新分析項目功能輸入成果示意圖 4-7
圖 4.1.6　私人運具移轉公共運輸效益分析項目功能輸入成果示意圖 4-8
圖 4.1.7　電動車汰換數量分析項目功能輸入成果示意圖 4-8
圖 4.1.8　壅塞改善效益評估分析項目功能輸入成果示意圖 4-8
圖 4.1.9　車輛汰舊換新分析成果頁面示意圖 4-9
圖 4.1.10　車輛汰舊換新分析成果頁面示意圖 4-9
圖 4.1.11　新增都會模式視覺化成果頁面示意圖 4-10
圖 4.1.12　新增「油價查詢」功能成果頁面示意圖 4-12
圖 4.1.13　基線推估成果調整後功能成果頁面示意圖 4-12
圖 4.2.1　公路運輸依運具別使用燃油之分類 4-24
圖 4.2.2　公路部門各運具歷年能源消耗量趨勢圖 4-35
圖 4.2.3　軌道部門各運具歷年能源消耗量趨勢圖 4-38

圖 4.2.4 運輸部門溫室氣體排放量歷年趨勢圖 4-43
圖 4.2.5 公路部門各車種歷年溫室氣體排放量趨勢圖 4-45
圖 4.2.6 軌道運輸、國內航空、水運歷年溫室氣體排放量趨勢圖 4-47
圖 4.2.7 公路客運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整前) 4-53
圖 4.2.8 公路貨運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整前) 4-54
圖 4.2.9 公路客運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整後) 4-58
圖 4.2.10 公路貨運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整後) 4-58
圖 4.2.11 軌道各運具能源密集度趨勢圖(度/延人(噸)公里) 4-64
圖 4.2.12 軌道各運具能源密集度趨勢圖(公升油當量/延人(噸)公里) 4-64
圖 4.2.13 國內航空、水運歷年能源密集度趨勢圖 4-68
圖 4.2.14 2017 年公路各車種占公路運輸總耗油量比例 4-75
圖 4.2.15 2017 年軌道各車種占軌道運輸總耗油量比例 4-76
圖 4.2.16 2017 年各運具占運輸部門溫室氣體排放比例 4-77
圖 4.3.1 網路異常排除 4-83
圖 4.3.2 排除 IIS 網站異常 4-83
圖 4.3.3 整合資訊平台瀏覽人次圖 4-85
圖 4.4.1 paros 檢測畫面 4-88
圖 4.4.2 HttpWatch Basic Edition 檢測畫面 4-92
圖 5.1.1 綠色運輸宣導網站 5-2
圖 5.1.2 綠色運輸宣導網站臉書專頁 5-3
圖 5.1.3 綠色運輸宣導網站發佈頁面 5-3
圖 5.1.4 後台管理系統登入畫面 5-4
圖 5.1.5 後台管理系統操作畫面 5-5
圖 5.1.6 後台訊息編輯發佈畫面 5-5
圖 5.1.7 臉書專頁文章管理頁面 5-5
圖 5.1.8 Https 導入前後在 chrome 瀏覽器比較 5-6
圖 5.2.1 綠色運輸宣導網站總瀏覽人次圖 5-8
圖 5.2.2 臉書專頁按讚數圖 5-9
圖 5.2.3 臉書專頁觸及人數圖 5-9
圖 5.2.4 綠色運輸宣導網站搜尋引擎最佳化結果 5-10

圖 5.2.5 Google Analytics 報表總覽-瀏覽量 5-11
圖 5.2.6 Google Analytics 報表總覽-回訪率 5-12
圖 5.2.7 Google Analytics 報表-行為分析(來源)..... 5-12
圖 5.2.8 Google Analytics 報表-行為分析(模組)..... 5-12
圖 5.2.9 Google Analytics 報表-行為分析(關鍵字)..... 5-12
圖 5.2.10 Google Analytics 報表-客層分析 5-13
圖 5.2.11 Google Analytics 報表-客層分析(各年齡層停留時間)..... 5-13
圖 5.2.12 Google Analytics 報表-客層分析(男女比例)..... 5-13
圖 5.2.13 臉書洞察報告基本功能-總覽..... 5-14
圖 5.2.14 臉書洞察報告基本功能-匯出數據..... 5-14
圖 5.2.15 臉書洞察報告基本功能-總按讚數..... 5-15
圖 5.2.16 臉書洞察報告基本功能-淨讚分析..... 5-15
圖 5.2.17 臉書洞察報告基本功能-觸及人數..... 5-16
圖 5.2.18 臉書洞察報告基本功能-增加觸及統計..... 5-16
圖 5.2.19 臉書洞察報告基本功能-降低觸及統計..... 5-16
圖 5.2.20 臉書洞察報告基本功能-總瀏覽次數..... 5-17
圖 5.2.21 臉書洞察報告基本功能-依區塊區份..... 5-17
圖 5.2.22 臉書洞察報告基本功能-依年齡和性別區分..... 5-18
圖 5.2.23 臉書洞察報告基本功能-依國家/地區區分 5-18
圖 5.2.24 臉書洞察報告基本功能-依城市區分..... 5-18
圖 5.2.25 臉書洞察報告基本功能-依裝置區分..... 5-19
圖 5.2.26 臉書洞察報告基本功能-主要來源..... 5-19
圖 5.2.27 臉書洞察報告基本功能-粉絲上線時間..... 5-20
圖 5.2.28 臉書洞察報告基本功能-已發佈貼文總覽..... 5-20
圖 5.3.1 paros 檢測畫面 5-21
圖 5.3.2 HttpWatch Basic Edition 檢測畫面..... 5-24
圖 6.1.1 雙北市定期票分析流程示意 6-2
圖 6.1.2 雙北市定期票平均票價折減 6%之運具移轉效果 6-3
圖 6.1.3 雙北市定期票平均票價折減 6%之能耗減量效果 6-5
圖 6.1.4 雙北市定期票平均票價折減 6%之碳排減量效果 6-6

圖 6.2.1　硫氧化物轉化為 $PM_{2.5}$ 之關係示意 6-7
圖 6.3.1　車輛空氣污染物排放組成及可能影響因素 6-9
圖 6.3.2　機車族 $PM_{2.5}$ 個人採樣器通勤路程採樣結果 6-11
圖 6.4.1　車輛之完整生命週期架構圖 6-13
圖 6.4.2　市區公車 GREET 生命週期空污排放評估結果 6-17
圖 6.5.1　國內運輸部門各系統能源消耗量 6-18
圖 6.5.2　2017 年公路運輸運具別能源消耗量分布占比 6-19
圖 6.5.3　公路運輸能源消耗量與油價趨勢 6-20
圖 6.5.4　自用小客車及機車車輛逐年登記數 6-20

第一章 緒論

1.1 計畫緣起與目的

因應聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)1997 年訂定「京都議定書」，規範 2020 年以前國家減量責任，我國雖無法簽署，仍積極依據公約精神，承擔此地球村一員之共同責任，爰於 2009 年統籌各部會成立「節能減碳推動會」(於 2014 年更名為「綠能低碳推動會」，並於 2016 年整併至「行政院能源及減碳辦公室」)，制定「國家綠能低碳總計畫」與「國家綠能減碳總行動方案」，以實踐國家新能源與各部會節能減碳推動目標。此外，我國於 2015 年 7 月 1 日發布「溫室氣體減量及管理法」，其中明訂我國 2050 年之溫室氣體排放量目標為 2005 年之 50%以下，並規範各部門之中央目的事業主管機關應提出部門別溫室氣體排放管制行動方案。

為達成 2025 年達成非核國家願景，行政院於 2017 年 4 月 24 日核定「能源發展綱領」修正案，確立邁向 2025 年非核家園的臺灣能源轉型發展架構，並制訂能源轉型白皮書以落實「能源發展綱領」之重點行動方案，積極推動能源轉型，以擺脫核能並降低化石能源的依賴。

我國運輸部門為第三大溫室氣體排放部門，運輸節能減碳策略推動有其重要性。然國內缺乏運輸節能減碳策略評估工具，難以評估策略推動成效。爰此，本所自 2007 年起辦理相關計畫，並自 2014 年度起納入「第二期能源國家型科技計畫(National Energy Program-Phase II, NEP-II)」範疇，本計畫與 NEP-II 關聯如圖 1.1.1 所示，主要為建立運輸節能減碳策略評估工具，以反映運輸策略對運輸需求、能源消耗及溫室氣體排放之影響，俾利評估相關策略的減量效果。

本計畫依據 2012 -2014 年「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」與 2015 -2016 年「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」前期計畫成果，賡續擴充「運輸部門節能減碳政策決策支援系統」決策評估工具及政策選項資料庫，並進行決策支援系統之實際功能操作與展示。運輸節能減碳策略評估模組建置迄今已可以總體與城際運輸部門角度分析全國與區域層級之運輸政策節能減碳效果，賡續支援完成交通部運輸部門減碳工

作。

基於都會運輸碳排放約占總體運輸部門 70%，都會運輸節能減碳策略為相當重要的一環，爰 2017 年度至 2018 年度本所除仍持續掌握國內外運輸部門能源與減碳發展情勢。另導入都會運輸需求模型，開發都會運輸節能減碳評估模組，探討都會尺度之節能減碳運輸策略，並擴充決策支援系統之評估功能。

顧及全國各縣市之發展條件(土地面積、人口密度、道路密度與公共運輸服務路網)不同，目前國內建立之都會運輸模型均為因地制宜，爰 2017 年計畫優先導入國內建置較為完善，並且有定期維運之臺北都會運輸需求模式，俾利後續維運。本計畫為 2 年期研究計畫，第 1 年期(2017 年)已完成決策支援系統之都會運輸節能減碳策略評估模組開發，並透過實際案例探討確認其導入都會運輸需求模型分析之合理性。第 2 年期(2018 年)則整合城際與都會運輸需求模組，以及配合本所空氣污染業務推動，於評估模組結合環保署空氣污染排放清冊之運具排放係數，協助評估運輸措施之減能、減碳與減污效益。

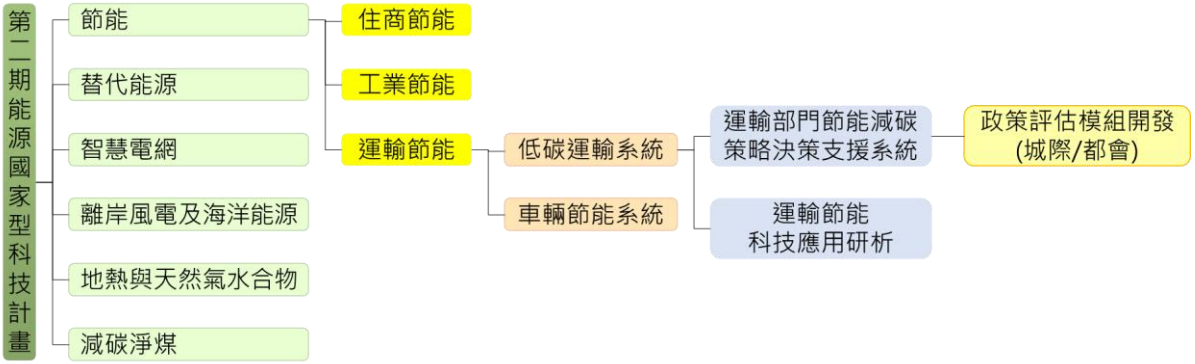


圖 1.1.1 本計畫與「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」關聯圖

綜上，為支援交通部配合環保署辦理國家溫室氣體減量工作，本計畫有以下目的：

1. 優化運輸部門節能減碳政策決策支援系統功能，以及更新相關資料庫參變數，以支援交通部配合環保署辦理國家溫室氣體減量與空氣污染防制工作。
2. 掌握國際因應氣候變遷趨勢，俾作為擘劃運輸部門因應氣候變遷相關施政藍圖之參據。

3. 維護更新「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」，定期發布運輸節能減碳政策與相關技術發展資訊，並開發運輸節能減碳簡易計算工具提供使用者試算節能減碳成效。

4. 維護更新「綠色運輸宣導網站」，透過定期發布綠運輸新聞及相關新知提高民眾對於綠色運輸之認知，進而推廣與鼓勵民眾使用綠色運輸系統。

1.2 計畫內容與工作項目

本計畫第 2 年(2018 年)完成工作項目，說明如下：

1. 文獻蒐集回顧：

   (1) 已蒐集國內外運輸節能減碳、減污科研技術發展趨勢資料、更新巴黎協定後各國運輸部門政策發展與推動情形，並回顧檢視我國運輸部門因應作為。

   (2) 已蒐集最新國內外運輸部門推動節能減碳、減污政策方案與研究，並綜合彙析作為我國運輸部門推動節能、減碳與減污效益業務之參考。

   (3) 已就本計畫系列研究歷年模組與平台開發成果進行回顧與歸納，作為本計畫平台與模組後續維運機制規劃之參考。

2. 都會運輸節能減碳模組開發及應用

   (1) 檢視城際/都會運輸需求模組可評估之策略類型、應用範疇與相關參變數異同，並以「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」整合型策略案例，討論運輸策略於城際與都會不同層級之減碳效果，以及分析不同層級運具之減碳影響。

   (2) 結合環保署空氣污染排放清冊最新交通工具排放係數，增加運輸措施空氣污染改善效益之評估功能，並以「公車電動化+私人運具油品使用成本調整」都會策略案例，進行節能、減碳與減污效益評估。

3. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」資料更新及維運

   (1) 已透過諮詢討論瞭解使用者需求，將平台簡易估算工具進行功能優化、新增空污減量估算項目(包含車輛汰舊換新、私人運具移轉公共

運輸效益、電動車汰換數量、壅塞改善效益評估等)，並以視覺化圖示展示評估結果。

(2) 資訊平台之維運與更新，包括資料庫各項資料更新(含 2017 年運輸部門各運具排放量)、知識庫內容更新(每季 1 次)。

(3) 協助資訊平台資安維護事宜，並每月定期點閱人次統計分析，進行盤點建置成效。

4. 「綠色運輸宣導網站」更新及維運：

持續每月更新「綠色運輸宣導網站」之新聞性或議題資料，以吸引民眾點閱；並協助網站資安維護事宜，定期統計點閱人次，每月進行盤點成效。

5. 完成 5 項政策議題彙析：

本期計畫執行過程，亦協助蒐集相關研究資料，完成「雙北市定期票推動成效」、「衍生性細懸浮微粒($PM_{2.5}$)形成速率」、「彙析車輛排放 PM_1 污染物及機車族空污暴露特性」、「彙析電動公車生命週期減污成效」及「運輸部門能源消耗量與油價趨勢」等 5 項政策議題之探討，以協助釐清相關時事議題。

1.3 計畫範圍與對象

本計畫包含運輸節能減碳策略評估模組、運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台、綠色運輸宣導網站等三大項實體成果，各項工作之範圍與對象說明如下。

1. 運輸節能減碳策略評估模組

(1) 空間範圍：本期「都會運輸節能減碳策略評估模組」評估範疇係以臺北都會區(包含臺北市及新北市)為主，臺北都會區以外地區則應用前期開發「城際運輸節能減碳策略評估模組」進行運輸策略之節能減碳效益評估。

(2) 運具別：機車、小客車、市區公車、公路客運、國道客運、捷運、臺鐵、高鐵、航空。(涵蓋運具依分析範圍而定)

(3) 能源別：汽油、柴油、液化石油氣、電力、燃料油、航空燃油。

(4) 溫室氣體：二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)。

(5) 空氣污染物：環保署空氣污染排放清冊交通工具排放係數中包含一氧化碳(CO)、總懸浮微粒(TSP)、懸浮微粒(PM_{10})、細懸浮微粒($PM_{2.5}$)、硫氧化物(SO_x)、氮氧化合物(NO_x)、碳氫化合物(HC)、非甲烷碳氫化合物(NMH)、鉛(Pb)等空氣污染物。其中，一氧化碳(CO)、細懸浮微粒($PM_{2.5}$)、氮氧化合物(NO_x)為評估交通污染主要物種。

2. 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台

(1) 使用對象：本所研究人員及一般民眾(惟僅能使用平台部分功能)。

(2) 平台功能：社會經濟、能源價格及溫室氣體參數資料庫、知識庫、節能減碳管考模組與節能減碳策略評估支援模組。

(3) 資料更新：最新消息每周更新，其他資訊每季更新。

3. 綠色運輸宣導網站及綠運輸臉書粉絲專頁

(1) 使用對象：一般民眾。

(2) 網站功能：綠色運輸系統相關知識、訊息、科技新知、法令解釋、專業技術、研究成果、統計資料。

(3) 資料更新：綠色運輸宣導網站最新消息每周更新，其他資訊每半年更新；綠運輸臉書粉絲專頁每日更新。

1.4 計畫流程

本計畫分為 2017、2018 兩年度，工作項目包含文獻回顧/運輸模型與平台應用探討、運輸節能減碳策略評估模組開發及應用、整合資訊平台檢討優化與維護更新，以及綠色運輸網站更新與維護、專家學者座談與運輸部門相關減碳減污研究資料蒐集等其他工作項目。多數工項以兩年期間進行工作規劃，以確保工作項目的延續性，並根據各項工作間的回饋與持續檢視，於兩年期間滾動增補與調整。

第 1 年期(2017 年)已就運輸節能減碳策略評估模組分析範疇進行探討，並導入都會運輸需求模式，完成都會運輸節能減碳策略評估模組之開發；第 2 年期(2018 年)因應運輸部門空氣污染業務之推動，進一步蒐集、回顧運輸部門相關空氣污染研究，擴充運輸需求策略評估模型之分析範疇，並透過案例分析檢視運輸策略之節能、減碳與減污成效。

同時，依據 2 年期運輸節能減碳策略評估模組之開發結果，擴充可評

估政策選項與案例分析，並進行整合資訊平台優化功能開發。2 年期計畫之整體作業流程如圖 1.5.1 所示。

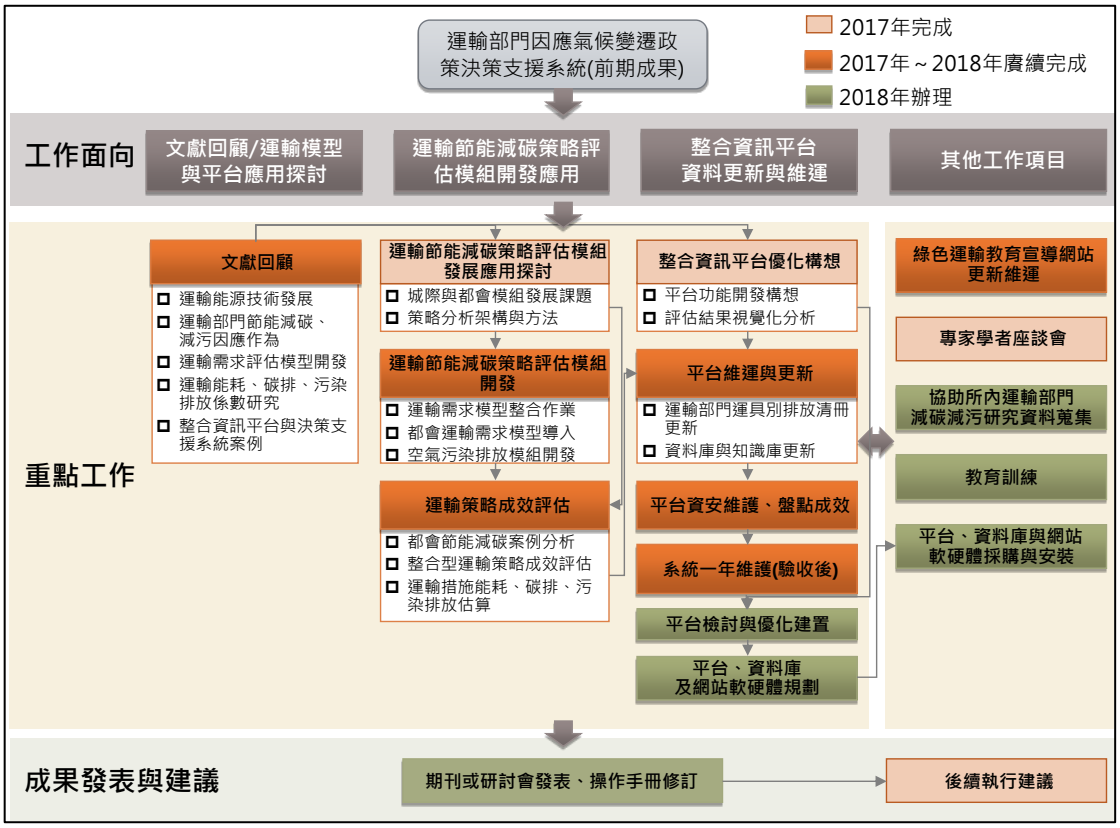


圖 1.5.1 工作流程圖

1.5 名詞定義

1. 生活圈：本計畫參考內政部營建署辦理之「生活圈道路交通系統建設計畫」，將全國劃分為 19 個生活圈(含澎湖、金門、馬祖)。所謂生活圈是以地方中心以上的都市為未來發展核心，即居民每日至每週生活、活動的區域範圍，根據通勤、購物、產業活動、地理環境及發展潛力等因素，劃設生活圈影響範圍。
2. 都會區：本計畫參考參考行政院主計處之定義，都會區係指在同一區域內，由一個或一個以上之中心都市為核心，連結與此中心都市在社會、經濟上合為一體之市、鎮、鄉(稱為衛星市鎮) 所共同組成之地區，且其區內人口總數達 30 萬人以上」。我國較常見的都會區為臺北都會區(包含北北基及桃園市部份地區)、臺中都會區(包含臺中市及彰化縣部份鄉鎮市)及高雄都會區(包含高雄市及屏東縣部份鄉鎮市)。
3. 首都圈：參考臺北都會區整體運輸需求預測模式(TRTS-IV)更新案研究範圍，考量臺北地區交通互動及桃園機場捷運線往返臺北旅次之影響，訂定臺北市、新北市及桃園市龜山區、大園區、蘆竹區為首都圈。
4. 都會區模型：即依據都會區範圍之定義構建之運輸需求模型，我國目前建構較完整的都會區模型包含臺北、臺中、高雄三大都會區運輸需求模式。
5. 生活圈模型：即依據生活圈範圍之定義構建之運輸需求模型，依據內政部營建署「生活圈道路交通系統建設計畫(市區道路)」，包含臺灣本島及離島共計有 19 個生活圈之運輸需求模型。
6. 城際旅次：依據本所辦理之整體運輸規劃研究系列，2014 年(含)以後之研究，將所有跨生活圈旅次定義為城際旅次。(2014 年以前定義之城際旅次為跨生活圈，且大於 20 公里之旅次行為。)
7. 非城際旅次：依據本所辦理之整體運輸規劃研究系列，2014 年(含)以後，將所有生活圈內的都會區旅次定義為非城際旅次。
8. 平假日：依據交通部統計處統計年報所定義之平常日(Weekday)係指「星期一至星期五之某一天，但不包括假日、特殊交通狀況日期(如地方節慶、賽會等)及其前後日」。惟週一及週五與高公局、臺鐵局、高鐵公司

及國道客運業者等不同單位定義之平常日不同，故本計畫參考應用模式之主要日型，平常日定義為週二～週四；假日則為週日，以呈現交通量尖峰行為。

9. 溫室氣體(Greenhouse Gases, GHG)：溫管法第 3 條規範專有名詞定義計 28 款，其中所規範之溫室氣體係指二氧化碳（CO_2）、甲烷（CH_4）、氧化亞氮（N_2O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF_6）、三氟化氮（NF_3）及其他經中央主管機關公告者。

10. 空氣污染物：指空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質。根據環保署空氣污染排放清冊中線源污染源包含包含 HC、CO、NO_X、NMHC、TSP、$PM_{2.5}$、PM_{10}、SO_X、Pb 等空氣污染物。

11. 公升油當量：以每公升的原油所能產生的熱量為標準能源單位。

12. 油當量轉換值：每單位能源燃燒熱量轉換為原油的比例值，依能源別而異，單位為公升油當量/公升(度)、公秉油當量/公秉(千度)。

13. 二氧化碳排放係數：每單位能源使用量所排放出二氧化碳的量，單位為公克/公升、噸/公秉、公克/度、噸/千度。

14. 運具燃油效率：運輸工具使用每單位燃油最多可以行駛的總里程數，單位為公里/公升、公里/公秉。

15. 運具耗油率：運輸工具行駛單位距離所消耗的燃油數量，會受車速、胎壓及性能等因素影響其值大小，與燃油效率互為倒數，單位為公升/公里、公秉/公里。

16. 能源密集度(延人公里)：運具平均乘載 1 人行駛 1 公里所需的能源消耗量，單位為公升油當量/延人公里。

17. 車公里能耗：車輛每行駛 1 公里所需的能源消耗量，單位為公升油當量/延車公里。

第二章 文獻回顧

本章回顧國內外節能、減碳、減污政策及科研發展趨勢，並彙整巴黎協定後各國運輸部門政策發展與推動情形，以及我國運輸部門相關政策與措施，並就本計畫系列研究歷年模組與平台開發成果進行回顧。

2.1 節能減碳、減污科研發展趨勢

我國運輸部門為第三大溫室氣體排放部門，運輸節能減碳策略推動有其必要性，然而，運輸活動能源使用衍生之排放氣體除溫室氣體外，尚包含多項污染氣體，有鑑於空氣污染已嚴重影響國家人民健康與經濟損害，尤其 $PM_{2.5}$ 議題在國內外已有諸多研究與關注討論，在研議運輸相關策略的同時，亦應將空氣污染防制與減量納為策略推動重點。

2.1.1 國內外節能減碳、減污科研發展

近年來，因應氣候變遷，全球興發環境保護熱潮，又各研究已指出交通工具排放之污染物，對於人體健康影響甚鉅，世界各國針對低碳、減污科研長期投入；然而發展減碳/減污技術為一項複雜之工程，需要企業、政府及社會各方面的綜合協調支援方可來共同發展，該技術不僅需要依靠企業自身的努力，還需要配套之政府策略、法規規範及制度保障等來支持。

為積極與國際減污/減碳技術對接，並考量各項技術運用於我國之可能性，本計畫彙整國際間可針對交通工具污染減量之相關科研發展以及規範，提供做為後續政府推動策略或發展相關技術的參考。

1. 低碳運輸

低碳運輸主要仰賴提高車輛排放標準及改善車輛及運輸系統效率達成，包含車輛能源、排放效率改善及公共運輸系統發展。

車輛排放標準的訂定促使車廠擴大對電動車的投資，而各國政府對新購電動車的補貼及優惠促成電動車市場發展，電動車相關產業及技術於近年蓬勃發展，表 2.1-1 彙整各汽車製造商亦相繼提出電動車輛生產目標。

表 2.1-1 汽車製造商電動車輛生產計畫

單位：車款

汽車製造商	2019 年	2020 年	2021 年	2023 年	2025 年	2030 年
Volkswagen Group						300
Audi		3				
BMW					25	
General Motors				20		
Toyota & Lexus		10				
Volvo	全面					
Mercedes-Benz					10	
Hyundai					38	
Ford			13			

資料來源：本計畫彙整。

汽車產業之發展另一關注議題為自動駕駛車輛，2018 年美國消費電子展(CES)中，各汽車製造商結合自駕車與 AI 應用。結合自動駕駛與共乘接駁發展技術；Toyota 車廠於 CES 展場上展示其最新研發之無人小巴，可容納 4 至 6 人，順利完成共乘接駁、送貨或與物流等任務。

而隨著全球經濟發展，全球人口、旅次需求、私人車輛數持續攀升，對環境造成極大負荷，電動車輛或自駕車無法有效解決私人車輛造成排放持續提升之議題。部分學者及研究遂提出應發展公共運輸及共乘運輸系統，以釋放道路空間，解決道路車輛密度過高之問題，達成減碳、減污之效果；此外，自駕車之發展長期亦朝向車聯網的方向精進，期許能透過車聯網的效益，解決路口延滯問題、提升道路效率，以達成減碳、減污之效果。

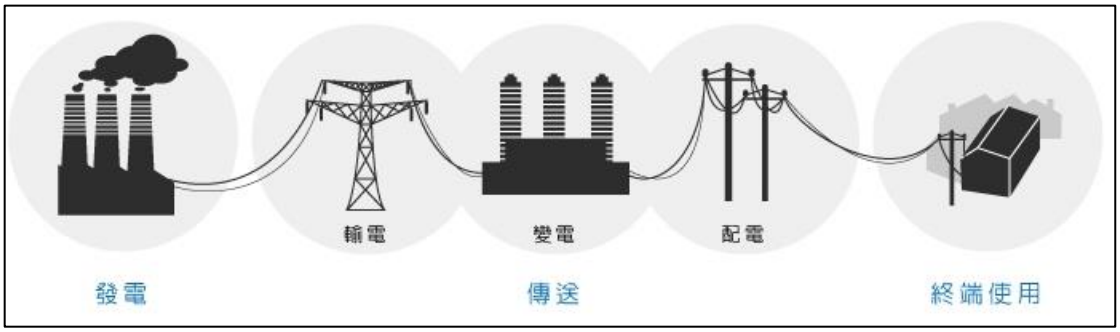
我國於今年度(2018 年)由工研院主辦，資策會、中科院共同協辦「自動駕駛感知次系統產業合作夥伴計畫」，說明會中發表 S3 環周環境感知次系統軟硬體平台，打造國內首部自動駕駛中型巴士，整合個別感測技術如光達(LiDAR)、雷達，及感測器資訊融合技術在內，透過深度學習影像辨識技術，行駛時可對週遭物件即時感知相對位置、速度、近端軌跡等，並具備事件推理能力。

2. 智能電網

電動車輛推廣為我國重要節能減排方針之一，然電力結構、電力供給容量為重要討論議題；我國車輛全面電動化將在 2050 年以後發生，台電初步評估，以良好的能源管理與價格誘因，離峰電力就足以供應電動車的充電需求。為能有效執行此管理手段，首要任務是建立智能電網，引入時間電價與能源管理系統，將充電需求引入離峰時間。

電力系統可分成發電、輸配電與終端用戶等三大部份，如圖 2.1.1 所示。智慧型電網技術是將數位技術應用電力之輸配電，偵測與收集供應端的電力供應狀況及使用端的電力使用狀況，利用這些資訊來調整電力的生產與輸配，或家電及企業用戶的耗電量，以此達到節約能源、降低損耗、增強電網可靠性的目的。

傳統電網屬集中式發電，單方向電力潮流，並以歷史經驗來運轉，未來的電網在配電網先進行區域內的電力交換，若有剩餘或不足電力則在區域間進行交換，電力潮流方向不再固定，由特高壓流向高、低壓，因此智慧型電網的分散式控制流程係由下而上的調度和控制，有別於傳統電力網的集中式控制流程。



資料來源：http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx。

圖 2.1.1 電力產業示意圖

我國行政院於 2016 年通過綠能科技產業創新推動方案，以太陽光電 2 年計畫、風力發電 4 年計畫為先趨，藉由內需帶動就業；並規劃沙崙綠能科學城作為綠能科技創新產業生態系的發展基地，以創能、節能、儲能和系統整合四大主軸，支持產業發展所需，以提升綠能產業競爭力，接軌國際。方案中並推動智慧電表計畫，吸引用戶參與需求面管理，進而舒緩尖峰負載，達到節電效果。

為達溫室氣體減量目標，除太陽光電、風力發電等綠能科技的發展，電動車亦為不可或缺的重要推動策略，可見未來將大量仰賴電力能源，因此，運用智慧電網進行電力的管理視為提升效率、輔助管理的重要手段，如日本橫濱以區域能源管理系統管理了近 4,200 套家庭能源管理系統、37 座 MW 級的太陽能板以及 2,300 台電動車，同時實現了「智慧城市」。

3. 能源轉型

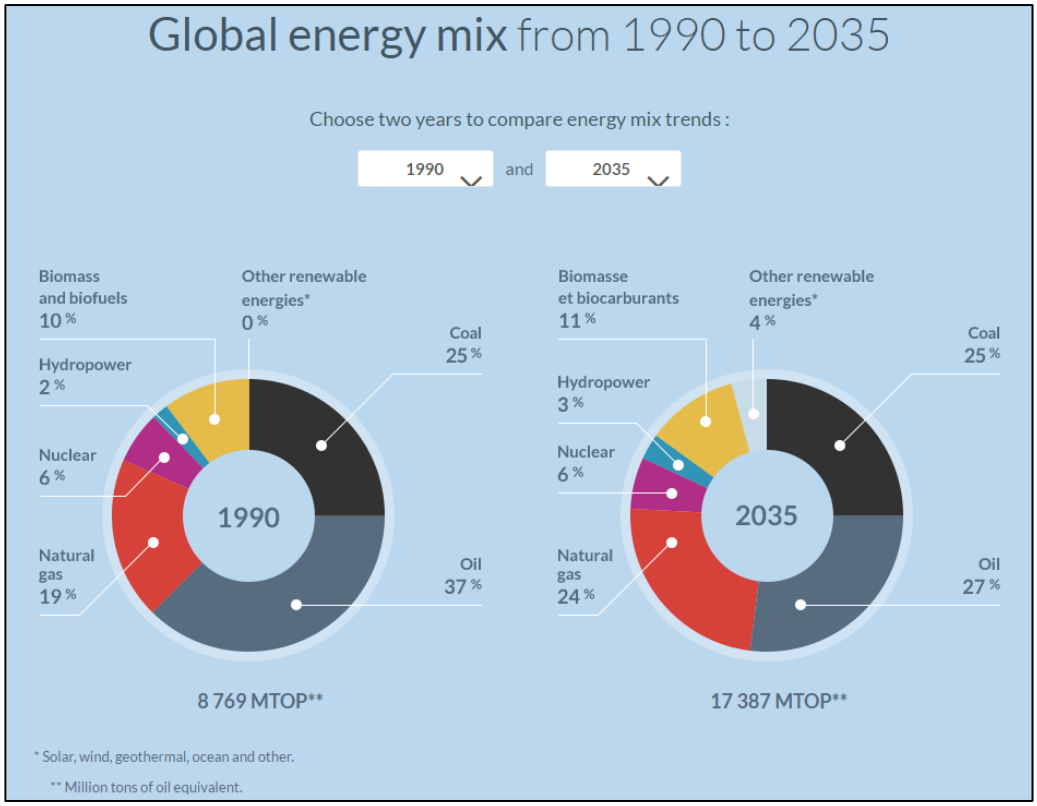
能源轉型係指將目前主要依靠石油，天然氣，煤炭等不可再生能源能源生產及消費轉向更高效、低碳的能源結構。國際能源署(International Energy Agency, IEA)提出要達成抑制升溫 2˚C 的積極目標，需優化目前的能源結構，發展可再生能源，提高能源效率。圖 2.1.2 為 IEA 預測 2035 年基線政策情境時的全球能源結構，圖 2.1.3 為達成抑制升溫 2˚C 時的全球能源結構發展。

能源轉型首重強化「能源安全」，亦即建構穩定、可負擔及低風險之區域能源供需體系，提高尖峰供電能力，達成供給面多元自主低碳之穩定創能與儲能；需求面則強化能源管理，推動工業、住商、運輸等部門有效節能；系統面整合智慧化系統，讓綠電有效入網，並促成電力結構逐步由集中型轉變為分散型。

運輸部門推動車輛電動化策略，全球電力使用需求預計將大幅成長，然電力結構影響車輛電動化節能減碳及減污效益，因應全球環境與能源惡化問題，先進國家已積極推動能源轉型，並以再生能源為主要方針。

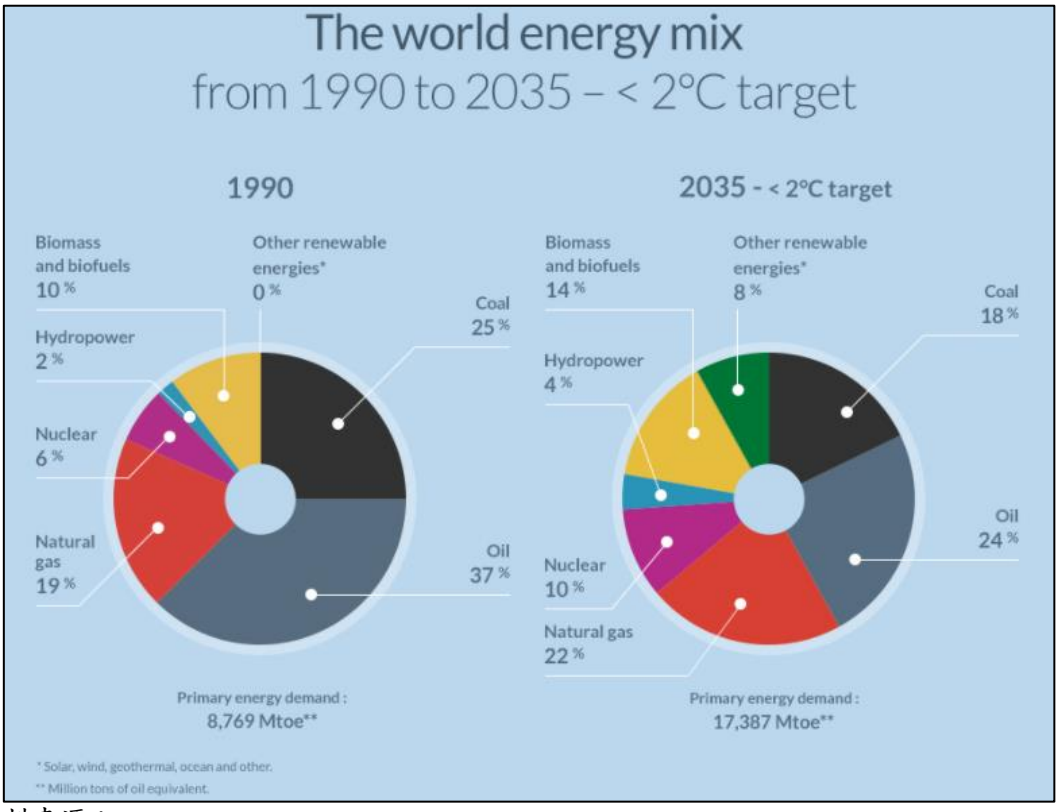
德國在 2018 年 1 月 1 日達成能源轉型的里程碑，當日全國用電全來自再生能源，其中風力發電佔 85%，其他電力則為水力和生質能發電，部分火力等傳統電廠無法完全停機，多餘電力出口至國外。德國經濟暨能源部次長仍表示德國的電力系統需要更多彈性，缺乏彈性的大型電廠是能源轉型的障礙。

我國能源 98%仰賴進口且多為高碳排化石燃料，為達成減碳目標、減少進口能源依賴及非核家園等願景，推動能源轉型與發展綠能產業。政府已明訂 2025 年再生能源占比 20%之政策目標，藉綠能前瞻基礎建設，提升國內科研能量，結合產業與國際資源，帶動產業創新升級。



資料來源：https://www.planete-energies.com/en/medias/infographics/global-energy-mix-1990-2035。

圖 2.1.2 IEA 預估基線政策情境能源趨勢全球能源結構發展



資料來源：https://www.planete-energies.com/en/medias/infographics/world-energy-mix-1990-2035-2degc-target。

圖 2.1.3 IEA 預估抑制升溫 2° C 情境能源趨勢全球能源結構發展

4. 低滾動阻力輪胎

美國加州 2008 年為因應溫室氣體管制，特別針對重型乾貨拖引貨車(53-foot 以上)及冷藏拖車，規範所有 2010 年以前出廠之車輛，都需改使用低滾動阻力輪胎(Low rolling resistance tires, LRRT)。

LRRT 定義在於透過最小化的降低輪胎滾動時所受到的阻力，來提升車輛燃油效率，該種環保輪胎於設計上，可藉由透過輪胎的胎紋、胎壁及材料，使其滾動時可受到較低阻力。

2003 年加州能源委員會針對 LRRT 進行初步評估，評估結果顯示，若車輛使用 LRRT 可節省約 1.5%-4.5%之汽油消耗，以及藉由要求拖引機及拖車需使用經認證之 LRRT，確實可減少至少 3%之車輛油耗來達到減少溫室氣體之排放。依據美國加州能源局資料估計，在電動汽車及輕型混合動力車輛會消耗 3%-11%燃油用以克服輪胎之滾動阻力，若安裝 LRRT，在輕型車輛(LDV)的燃油經濟價值可提高約 3%，在重型車輛(HDV)可提升 10%以上。

除美國加州外，歐盟執行委員會亦認為在歐洲上市之乘用車及商用車，自 2012 年起皆需裝配 LRRT，藉以有效減省燃料及廢氣排放，歐盟執行委員會表示，當輪胎胎壓不足時，可能會使燃油消耗增加 4%，同時輪胎壽命亦減少 45%，因此透過低滾動阻力輪胎，使用者不僅可以保有行車舒適性，同時亦讓使油耗節省 3%。並經由歐盟執行委員評估，LRRT 可減少二氧化碳排放 3.9g/km。

2.1.2 國內外碳排與污染排放量估算與盤查

隨著人口成長、經濟發展，土地與資源有限的情況下，環境負荷亦日益增加，而由於空氣污染物與溫室氣體對於環境與人類具有深鉅的影響，國際間均倡導循環經濟、環境友善、節能減量等永續與潔淨的環境保護政策，並相繼提出了各式範疇、期程的達成目標。為此，掌握空氣污染物與溫室氣體的「排放源與排放量」是為法規、標準制定，以及政策制定與管理的首要之務。

本節就我國空氣污染物及溫室氣體之排放源盤查與排放量估算作法進行回顧，以瞭解現行法規、政策以及相關計畫、研究應用之基礎。

1. 溫室氣體

(1) 溫室氣體範疇定義

參考聯合國氣候化綱要公約第三次締約國大會中所通過的「京都議定書」(Kyoto Protocol)，我國「溫室氣體減量及管理法」(以下簡稱溫管法)明訂二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6) 及三氟化氮（NF_3）等 7 種溫室氣體為管制範圍。其中以 HFCs、PFCs 及 SF_6 三類氣體造成溫室效應的能力最強，但對全球升溫的貢獻百分比來說，CO_2 含量較多，所佔比例約 55%。

(2) 溫室氣體排放量

因應 UNFCCC 及京都議定書相關規範，鼓勵國家進行國家溫室氣體清冊之統計並彙編年度國家清冊報告(Annual National Inventory Report)，刊載及說明詳細的溫室氣體排放量與吸收量、 計算方法、相關數據及趨勢等；我國自 2014 年起由行政院環境保護署(環保署)統籌進行「中華民國國家溫室氣體清冊報告」之彙編，主動對外揭露我國自西元1990起之國家溫室氣體排放及移除趨勢，2015年溫管法公布施行後，其中第 13 條規範中央主管機關應定期統計全國排放量，建立國家溫室氣體排放清冊，更確立了「中華民國國家溫室氣體清冊報告」彙編工作的法源依據。

「中華民國國家溫室氣體清冊報告」現已更新至 2017 年，統計方法係依照政府間氣候變化專家委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)所制定的國家溫室氣體清冊指南 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，簡稱 2006 IPCC 指南)建置，研究人員蒐集各部門的活動數據(Active Data)及排放係數(Emission Factor)後，輸入依據 2006 IPCC 指南所建置之溫室氣體統計軟體系統(IPCC GHG Software)進行計算，再將資料輸出至 UNFCCC 共同報告格式(UNFCCC Common Reporting Format, UNFCCC CRF)中，依據活動量來源可以分為能源部門、工業製程及產品使用部門、農業部門、廢棄物部門、土地利用、土地利用變化及林業部門等五大部門。

(3)溫室氣體盤查

參考國際各國作法，藉由溫室氣體的盤查作業可掌握明確的排放量、發掘減量的空間與機會，可謂推動減量管理的基礎，我國自 2004 年起開始推動溫室氣體盤查作業，並於 2007 年啟用「國家溫室氣體登錄平台」，提供相關部會以共通性制式欄位填報盤查結果，建立統一登錄表單及單一資料庫。

①產業溫室氣體盤查

2015 年溫管法發布後，接續於 2016 年 1 月公告「溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法」及公告「第一批應盤查登錄溫室氣體排放量之排放源」，溫室氣體排放量申報列管對象主要以耗能產業，如電力、水泥、鋼鐵、光電半導體等，以及化石燃料燃燒產生之年溫室氣體排放量達 2.5 萬公噸 CO2e 以上者，皆需至「國家溫室氣體登錄平台」進行溫室氣體排放量之登錄，前述對象登錄之排放量已可掌握我國能源及工業部門燃料燃燒排放量的八成五以上。

②城市溫室氣體盤查

由於全球約有 2/3 人口及商業活動聚集於城市地區，產生了大量的能源消耗與溫室氣體排放，國際間均提倡應以城市作為氣候行動的主體，我國各級縣市政府早在 2005 年起即進行其行政轄區溫室氣體排放量估算，作為推動直轄市及縣市溫室氣體減量行動之基礎。然由於前述 IPCC 指南乃為建立國家層級清冊之盤查方法，縣市層

級受限於數據的可取得性、城市盤查邊界設定等問題，較不易參考IPCC 指南建置所轄行政區域之溫室氣體排放量清冊，致使各縣市盤查結果缺乏客觀性。

有鑑於此，2011 年環保署訂定「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」(2017 年修正)，主要參酌 ICLEI 所出版的國際地方政府溫室氣體分析議定書 IEAP (International Local Government Greenhouse Gas Emissions Analysis Protocol)，後因應 ICLEI、C40 (C40 Cities Climate Change Leadership Group)及世界資源研究所(World Resources Institute)於 2014 所發布的城市溫室氣體核算國際標準 GPC (Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories)已取代IEAP及City-GHG成為國際城市行政轄區盤查之主流標準，於 2017 年更新修正「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，改以 GPC 為盤查作業之架構。

參照 GPC 架構，盤查以行政轄區為盤查邊界，並進一步將溫室氣體排放源及碳貯存量分類為直接排放(範疇一)、能源間接利用排放(範疇二)及其他間接排放(範疇三)，縣市政府應依照能源(住商及農林漁牧、工業、運輸）、工業製程、農業、林業及其他土地利用、廢棄物等 5 大部門，完整計算邊界內各部門範疇一及範疇二排放源之排放量。

環保署並於「國家溫室氣體登錄平台」公開各縣市政府室氣體排放情形(如表 2.1-2)，藉由標準化的量化方法與透明之報告呈現方式，建立地方政府盤查的能力，協助各地方政府定義及計算城市轄內之排放源及排放量，以期為地方推動減量管理之參考。

表 2.1-2 部門及類別之範疇別排放量各部門佔比(2016 年)

部門別	臺北市	新北市
能源-住宅及商業之能源使用	74.32%	43.25%
能源-工業能源使用	2.38%	33.9%
能源-運輸能源使用	21.08%	21.19%
工業製程	0%	0.23%
農業	0.03%	0.04%
林業	-	-
廢棄物	2.2%	1.39%
計算排放量(tonCO_2e)	100%	100%

資料來源：行政院環境保護署，城市層級溫室氣體碳揭露服務平台。

2. 空氣污染物

(1) 空氣污染物範疇定義

指空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質，根據我國「空氣污染防制法施行細則」，空氣污染物包含氣狀污染物、粒狀污染物、衍生性污染物、毒性污染物以及惡臭污染物等類型。

(2) 空氣污染物分類

空氣污染物為空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質，依據其污染來源與強度而產生不同污染物。本計畫主要引用環保署空氣污染排放清冊中線源範疇定義之污染物(主要為車輛污染排放量)，依產生方法與污染物類型分述如下。

①依車輛排放產生之污染物位置：機動車輛所產生的空氣污染物，可依據車輛產生之污染物位置不同區分為 3 類。

a. 由車輛靜止或行駛、油箱或曲軸機件內物質蒸發的排放：排放之空氣污染物以 VOC 為主，包含苯、甲苯、 二甲苯、乙苯、甲醛、乙醛、丁二烯、MTBE 等。

b. 由引擎尾氣排放：排放物以氣狀污染物為主，包含 HC、CO、NO_X、SO_X、PM、Pb 等。

c. 由剎車磨損、輪胎磨損及揚塵所產生的排放：污染物排放則以粒狀污染物為主，包含銅、鐵和錳等金屬微粒、塵土、碳粒。

②依據其排放來源、污染物類型及對環境與人體之影響進行彙整。

a. 氣狀污染物：

主要為 CO、NO_X、SO_X 及 VOC_S 等，而過去文獻(Dann,1992)已指出在美國全國性之致癌風險中，約有 33%～55%由 VOC_S 所致。

NOx、SOx 及 VOCs 於大氣中經太陽照射後，會引發光化學反應產生其他空氣污染源，即為衍生物污染物，對人體將造成不良之健康影響。

b. 粒狀污染物：

主要為原生性 $PM_{2.5}$、重金屬 Pb 以及 Diesel $PM_{2.5}$ (DPM)，其中又以柴油車排放之 DPM 已被 WHO 列為一級致癌物質 (Group 1)，而當粒狀污染物粒徑越小，將越容易避開身體防禦機制進入人體達致肺泡，甚至進入血管引發呼吸道疾病與心血管疾病。

(3) 臺灣地區排放量資料庫(Taiwan Emission Data System, TEDS)建置

為掌握全國空氣污染排放量作為管制參考，環保署建置臺灣地區排放量資料庫(Taiwan Emission Data System, TEDS)，持續更新建置國家空氣污染物排放清冊，目前最新公開版本為 TEDS9.0，即以 2013 年為推估基準年之新版空氣污染物排放量資料庫，可產出包含 2013 年縣市排放量、行業別統計分析結果、未來年自然成長與管制後排放量、模式模擬使用的 1km x 1km 網格排放量，以及污染源時間特性權重。依空間分佈特性包含點、線、面污染源排放之污染物，運輸部門排放之污染物歸類於線源排放量，以下就線源排放進行說明。

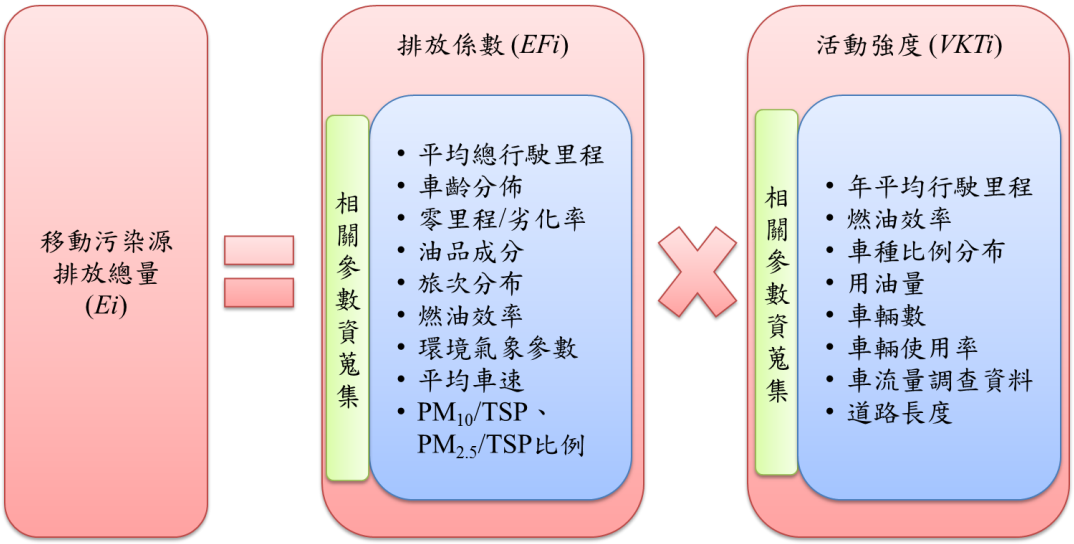
線污染源包括各式車輛行駛於各類道路時，會排放空氣污染物種者；車輛種類包含自用與營業大小客車、柴油大小貨車、LPG 車、二與四行程機車，空氣污染物包含 TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_X、NO_X 與 NMHC，與現行移動污染源排放量涵蓋範圍相同。

線源排放量的推估基本公式如下：

排放量＝排放係數x活動強度

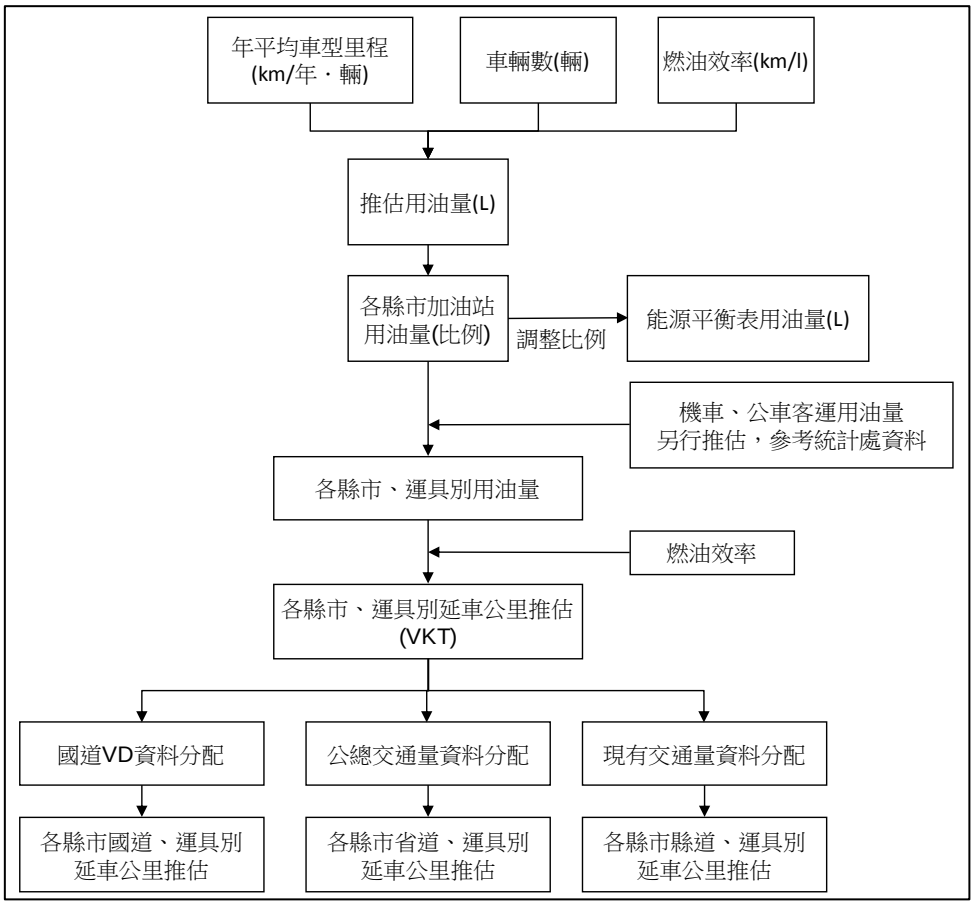
排放係數為車輛單位行駛里程數之污染物排放量，隨車種、使用燃料、污染物物種而異；活動強度為單位時間內車輛行駛里程數，係透過車輛登記數、小客車平均行駛里程調查、交通統計資料等計算。線污染

源(移動污染源)推估系統示意圖及所需參數如圖 2.1.4 所示，線污染源推估流程如圖 2.1.5 所示。



資料來源：行政院環境保護署，新版空氣污染物排放清冊建置， 2015 年。

圖 2.1.4 移動污染源排放總量推估系統



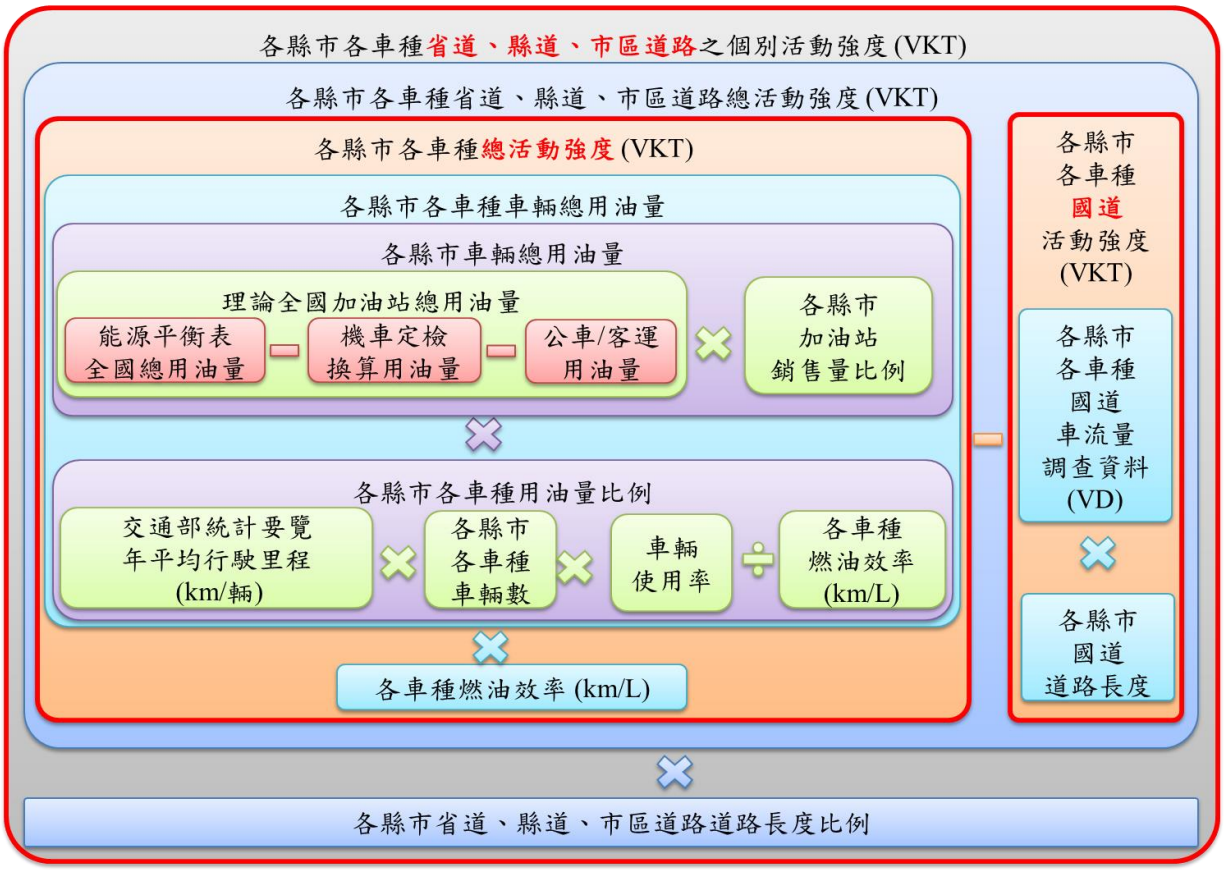
資料來源：行政院環境保護署，新版空氣污染物排放清冊建置， 2015 年。

圖 2.1.5 TEDS9.0 線污染源推估流程

①活動強度推估方式

活動強度係使用燃油法推估，推估方法如圖 2.1.6 所示，以經濟部能源局之能源平衡表中全國總用油量扣除機車定檢資料換算之用油量與公車/客運的用油量獲得全國理論全國加油站總用油量，主要是因為機車之活動強度係使用定檢資料推估，較符合實際行駛狀況，故予以排除；而公車及客運之用油量不會進到加油站，亦不將這部分納入理論全國加油站總用油量。

獲得理論全國加油站總用油量後乘以各縣市加油站銷售量之比例可得到各縣市總用油量，再乘以各縣市各車種用油量比例，得到各縣市各車種總用油量，最後乘上各車種之燃油效率，得到各縣市各車種總活動強度，供給計算排放量使用。其中各縣市各車種用油量比例系由交通部統計之年平均行駛里程乘以各縣市各車種車輛登記數及調查車種之使用率(僅機車，其他為推估值)，除以各車種燃油效率獲得。



資料來源：行政院環境保護署，新版空氣污染物排放清冊建置， 2015 年。

圖 2.1.6 活動強度推估方法示意圖

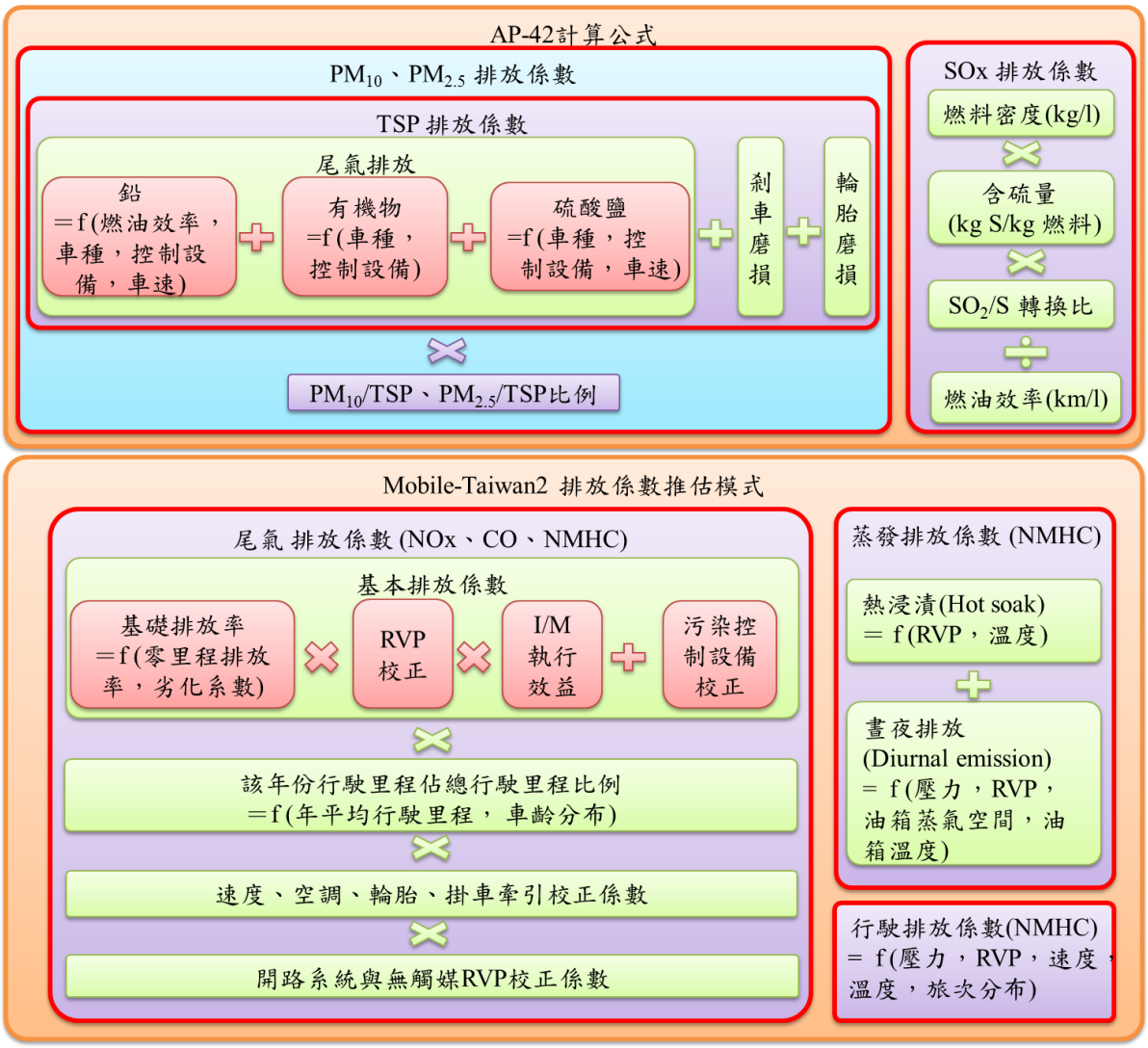
②排放係數推估方式

根據車輛各部件及污染來源排放之特性，主要分為尾氣排放、蒸發損失、行駛損失、停等損失、輪胎磨損及剎車磨損等，國內對於車輛排放係數推估之方式並無建立本土之推估模式，目前主要採用之方法係引用美國之推估方式。

各污染物排放係數可分為兩個系統進行推估，方法如圖 2.1.7 所示，"美國 AP-42, VolumeⅡ：Mobile Sourses -Appendix L "系統用於推估 PM_{10}、$PM_{2.5}$、TSP、Pb 及 SO_X 等污染物排放係數；Mobile-Taiwan 2.0 模式推估 CO、NO_X 及 NMHC 排放係數。

AP-42 系統主要以 TSP 與 SOx 為兩大計算主軸，TSP 部分則可以分為三大來源，分別為尾氣排放、剎車磨損及輪胎磨損，尾氣排放又可以分為鉛、有機物及硫酸鹽等三個來源，由 AP-42 提供之各來源計算式推估 TSP 排放係數後，再參考美國 SPECIATE 資料庫中各車種各排放源的 PM_{10}/TSP、$PM_{2.5}$/TSP 比例進行推估 PM_{10}、$PM_{2.5}$ 排放係數；SO_X 部分是以 AP-42 提供之計算式，經由燃料密度、含硫量、轉換比與燃油效率等參數推估出 SO_X 排放係數。

現行 Mobile-Taiwan 2.0 (MT-2.0)模式則需要蒐集輸入檔需要之年平均行駛里程、車齡分布、零里程與劣化率、油品成分、旅次分布及環境氣象參數等 6 個參數，經由模式計算出各車速各途徑之排放係數，再以道路之平均速度，取相對應之排放係數計算排放量。

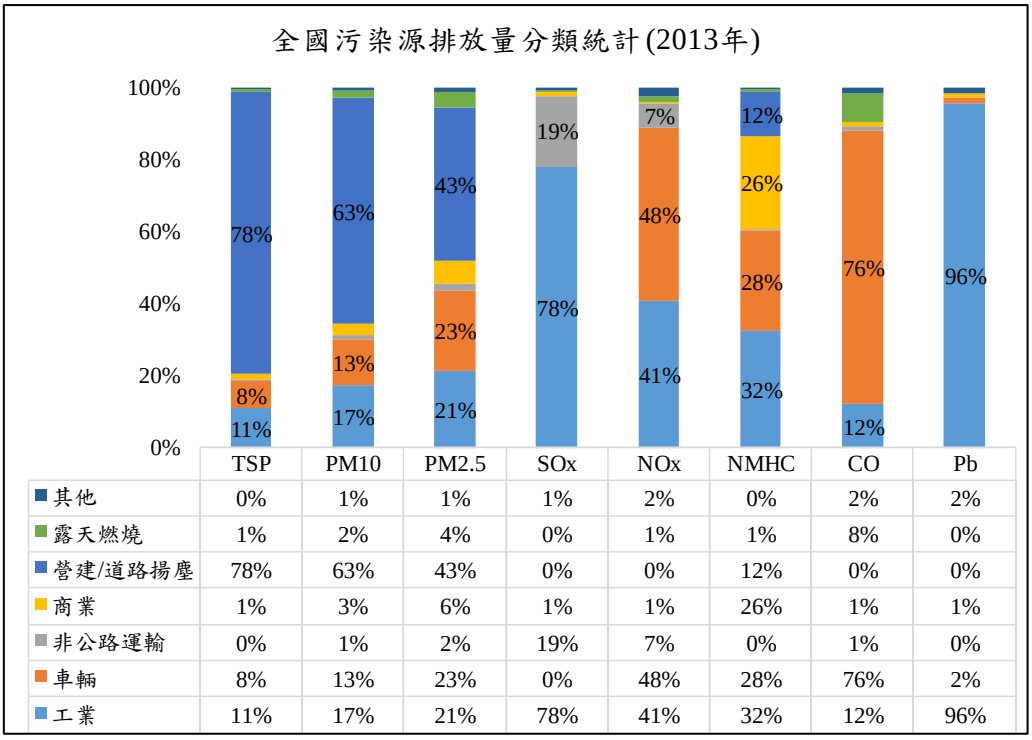


資料來源：行政院環境保護署，新版空氣污染物排放清冊建置， 2015 年。

圖 2.1.7 排放係數推估示意圖

(4) 空氣污染物排放量

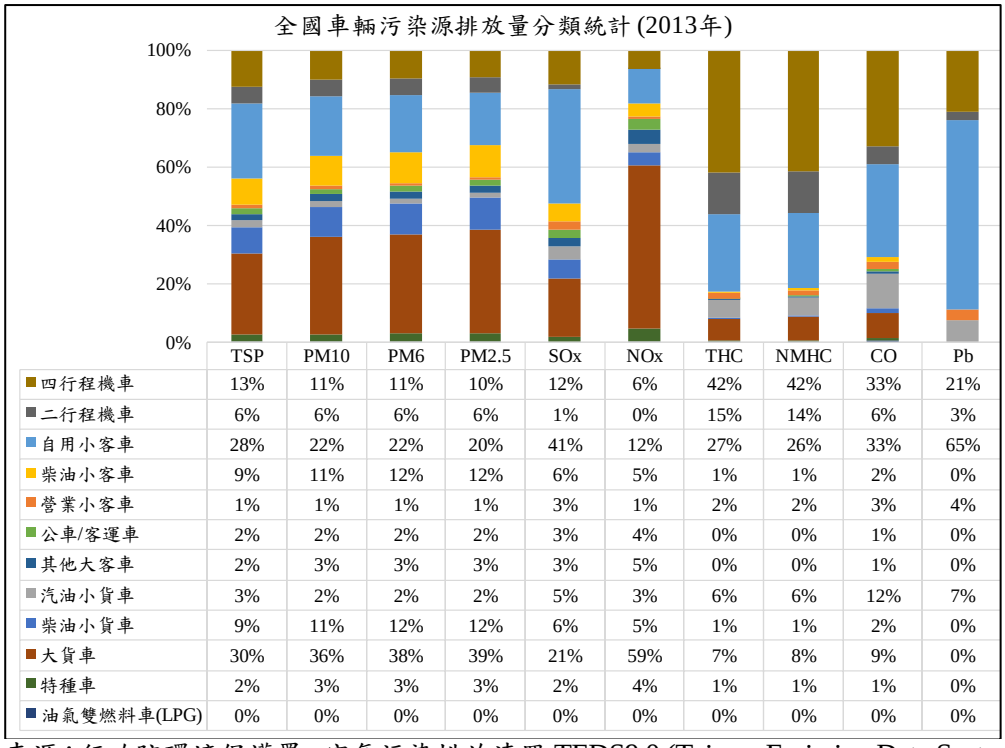
根據 TEDS9.0 排放量推估結果，針對 TSP、PM_{10}、$PM_{2.5}$、SO_X、NO_X、NMH、CO 及 Pb 之排放量進行分析，以 $PM_{2.5}$、NO_X、NMHC 及 CO 等污染物來自車輛的占比較高，分別為 23%、48%、28%及 76%，詳見圖 2.1.8；其中來自車輛之污染物主要貢獻車種又以機車、柴油大貨車及小客車占比較高，詳見圖 2.1.9。



	TSP	PM10	PM2.5	SOx	NOx	NMHC	CO	Pb
其他	0%	1%	1%	1%	2%	0%	2%	2%
露天燃燒	1%	2%	4%	0%	1%	1%	8%	0%
營建/道路揚塵	78%	63%	43%	0%	0%	12%	0%	0%
商業	1%	3%	6%	1%	1%	26%	1%	1%
非公路運輸	0%	1%	2%	19%	7%	0%	1%	0%
車輛	8%	13%	23%	0%	48%	28%	76%	2%
工業	11%	17%	21%	78%	41%	32%	12%	96%

資料來源：行政院環境保護署，空氣污染排放清冊 TEDS9.0 (Taiwan Emission Data System)。

圖 2.1.8 TEDS9.0 推估空氣污染物各排放來源之占比



	TSP	PM10	PM6	PM2.5	SOx	NOx	THC	NMHC	CO	Pb
四行程機車	13%	11%	11%	10%	12%	6%	42%	42%	33%	21%
二行程機車	6%	6%	6%	6%	1%	0%	15%	14%	6%	3%
自用小客車	28%	22%	22%	20%	41%	12%	27%	26%	33%	65%
柴油小客車	9%	11%	12%	12%	6%	5%	1%	1%	2%	0%
營業小客車	1%	1%	1%	1%	3%	1%	2%	2%	3%	4%
公車/客運車	2%	2%	2%	2%	3%	4%	0%	0%	1%	0%
其他大客車	2%	3%	3%	3%	3%	5%	0%	0%	1%	0%
汽油小貨車	3%	2%	2%	2%	5%	3%	6%	6%	12%	7%
柴油小貨車	9%	11%	12%	12%	6%	5%	1%	1%	2%	0%
大貨車	30%	36%	38%	39%	21%	59%	7%	8%	9%	0%
特種車	2%	3%	3%	3%	2%	4%	1%	1%	1%	0%
油氣雙燃料車(LPG)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

資料來源：行政院環境保護署，空氣污染排放清冊 TEDS9.0 (Taiwan Emission Data System)。

圖 2.1.9 道路車輛污染排放量主要貢獻車種

2.2 運輸部門節能減碳暨減污策略

2.2.1 國外運輸節能減碳、減污策略發展

1. 國外能源、溫室氣體排放運輸管理策略發展

隨著全球暖化日益嚴重與傳統能源快速耗竭，世界各國皆將節能減碳列為重要施政方向，進行能源戰略布局，發展再生能源；各國之能源治理，多遵循減碳減排、能源供應穩定及合理的能源價格等原則，並涵蓋了碳價(Pricing Carbon)、能源效率、再生能源、森林管理、土地使用、交通運輸及調適措施等。在現今能源選項多元發展的趨勢之下，各國已逐漸將「碳價」、「再生能源」和「能源效率」作為能源政策的規劃重點，並積極研擬強而有力的政策措施。

此外，由於全世界約有 70%的碳產生於都會區，而此比例將隨世界都會區人口持續增加而上升，都會區成為未來減碳重點，各國城市也相繼投入節能減碳作業。借鏡國際間都會運輸策略發展案例，多數城市皆主動制定城市之發展願景或達成目標，在此目標設定下，布局城市之各階段發展策略與各部門行動計畫。世界能源展望 2018 (World Energy Outlook 2018, WEO 2018)所提之都會運輸改善建議即包含大眾運輸及都市規劃，其中運輸改善包含再生能源、電動化及效率改善，顯現低碳運具推廣為運輸改善之重點項目。

而在執行的手段上，僅由政府柔性的鼓勵與補貼低碳運具的使用，成效往往相當有限，往往需要結合道路縮減、道路使用與停車收費、稅收調整、車輛限行等管制措施，讓推力與拉力同時發揮效用；除此之外，共享、人本、智慧及大眾運輸導向型發展(Transit Oriented Development, TOD)理念，已逐漸落實為實際的行動計畫。以下就全球各國能源、溫室氣體排放管理策略發展進行簡要說明。

(1) 歐盟

歐盟在 2030 年氣候及能源架構中設定了 3 個關鍵目標：

①氣候目標：溫室氣體排放較 1990 年水準削減至少 40%。

②再生能源目標：2030 年再生能源占比至少 27%。

③能源效率目標：2030 年能源效率提升至少 27%。

為達成關鍵目標，多個會員國朝向能源轉型、發展再生能源，城市間也相繼提出減碳目標及施政計畫，如英國承諾將淘汰高污染的燃煤電廠，法國設立 2022 年以前不再使用煤炭發電的目標，丹麥則係計劃至 2050 年 100%採用再生能源供應，不再使用化石能源。

此外，由於近年研究發現柴油車款在高溫高壓下會排放氮氧化物，造成較嚴重的空氣污染，歐盟於 2017 年 9 月起採用全新的柴油車款油耗測試方法，並針對柴油車進行管制。德國、荷蘭於 2030 年禁止汽柴油車上路路權；英國於 2040 年停售汽柴油車、2050 年禁止汽柴油車上路路權；法國於 2040 年停售汽柴油車，巴黎進一步於 C40 市長高峰會上簽署「空氣品質宣言」，承諾於 2025 年禁止道路上柴油車行駛。

(2) 挪威

挪威國家自定預期貢獻(Intented Natianal Determined Contribution, INDC)亦承諾於 2030 年溫室氣體排放較 1990 年水準削減至少 40%，而在對柴油車的管制上，挪威計畫於 2025 年起禁售汽柴油車輛，於 2030 年禁止汽柴油車上路路權；目前政策積極推動電動車，以減稅與免關稅及停車、充電優惠鼓勵民眾使用、購買電動車。

奧斯陸則係承諾透過16項措施，於2020年減少50%溫室氣體排放，並於 2030 年碳排減量達 95%(相較於 1990 年水準)。16 項策略措施分別從都會發展與運輸、建築、政府治理著手，主要內容包含土地使用計畫、公共運輸提升、自行車推廣、發展可再生能源等。

(3) 美國

美國雖然於 2017 年 6 月宣布退出《巴黎協定》，但同年 12 月全球 51 個城市的市長出席在芝加哥舉行的北美氣候峰會，共同簽署了「芝加哥氣候憲章」(Chicago Climate Charter)，其中包含紐約芝加哥、舊金山、華盛頓、巴黎、墨西哥、溫哥華等。

紐約並於 2017 年簽署行政命令，發布《1.5˚C：紐約市遵循「巴黎氣候協議」》(1.5˚C: Aligning New York City With the Paris Climate Agreement)計畫，要求紐約市基於經濟、公共健康、安全與世代正義，應採取與巴黎氣候協議一致的目標，將全球升溫抑制在 1.5˚C 以內，計畫目標為 2030 年前達到 1,000 萬噸二氧化碳當量的減碳量，同時減少

50 萬磅的 $PM_{2.5}$ 排放量，策略面向包括建築、能源、運輸與廢棄物四大領域，3 項主軸策略，十數項關鍵行動。

美國 11 家大型企業及美國前任國務卿、財政部長與能源部長，前紐約市長彭博、學者、企業家等輿論領袖與環保組織，共同成立氣候領導委員會 (Climate Leadership Council)，並提出碳分紅(carbon dividends)計畫，藉由碳稅遞升、碳稅收入分紅發放人民、進出口邊境稅調整，以及落實碳稅收之後的氣候監管規範簡化等 4 個層面，有效、公平的達到碳足跡減量。

(4) 新加坡

新加坡承諾於 2030 年前，將晨昏峰時段公共運輸旅次占比提升至 75%。因此提出 5 項主要政策以達成目標，包含：

①增加對捷運的資金投入

目前規劃鐵路路線於 2020 年將達 280km，2030 年預計完成 2 條路線新建，使軌道總長達 360km。持續擴充捷運路網、班次使其成為具可及性、能源效率的運具。

②提升公車系統服務

未來 5 年持續增加 800 輛公車(20%增加率)，增加公車系統路網連接性、效率，提升服務品質。

③限制私人運具持有

自 1990 年起持續限制每年新車登記數量,目前車輛長年增長率約為 0.5%。此外，新加坡政府也透過收取高額的汽車稅費，降低民眾購買車輛的意願。

④改變駕駛習慣

透過電子道路收費系統(Electronic Road Pricing, ERP)收取通行費，並依據偵測之交通量資料制定不同車型、不同日期、不同時段之費率，避免車輛行駛於擁擠區域，進而鼓勵駕駛人行駛於替代道路、於非尖峰時間行駛或改使用公共運輸系統。

⑤推廣綠色運具

透過稅費抵減，鼓勵民眾購買較低碳排的車輛。

(5) 馬來西亞

馬來西亞承諾 2030 年減少二氧化碳排放量達 45%(相較於 2005 年)，首都吉隆坡於 2016 年提出 2030 年低碳社會藍圖，整合吉隆坡現有計畫項目，納入減緩氣候變遷與提碳措施考量，期許在不損害吉隆坡城市願景及經濟發展下，城市二氧化碳排放強度將低 70%(相較於 2010 年)。

吉隆坡政府曾針對市政發展提出 2020 年計畫，在運輸部分，提出了 4 項重要議題，包含運具市佔率、運輸需求管理、交通管理、交通體制框架。

2. 國外交通工具污染管制策略發展

依據 2016 年交通部統計結果，臺灣之私人機動車輛機車已達約 1,367 萬輛，千人持有率達 583 輛；小客車總數達 667 萬輛，千人持有率為 283 輛，減少交通工具之排放以減輕空氣污染造成之危害具相當的必要性及正當性，係此，運輸部門在交通工具污染之管制措施部分，對於各項車種之管理將不容忽視。表 2.2-1 彙整近年來國際針對交通工具污染管理策略之相關作為，整體而言可發現，國際上針對交通工具污染管制已開始走向以強制性作為為手段。

表 2.2-1 國際交通工具污染管理策略趨勢彙整

管制策略項目	推行國家	管制策略作法
稅制加嚴	日本、新加坡、荷蘭	車齡達一定年限車輛，加重其稅率
車輛分級管理	法國、中國	不同污染程度車輛分級，並給予不同標籤，高污染車輛限制在特定區域與使用時段
燃油效率規範	美國、日本、中國、歐盟	以車隊管理的概念執行，規範車廠車隊之燃油效率平均消耗
車輛數總量管制	新加坡、中國(北京/上海)	逐年檢討車輛成長數或牌照發放數，以抽籤或競標方式控管牌照
製造車輛排污標準整廠總量管制	美國(TIER3 排放標準)	車廠年度所有生產車輛之排污率，需整廠加權平均後符合標準
都市設置空品區/低碳區域	英國倫敦、義大利米蘭、挪威奧斯陸、日本東京、中國北京、墨西哥、德國	限制不符合標準之車輛進入，管理方式分 (1)增加不便：許可證管制 (2)增加負擔：高污染車輛加收費用
低排放運具推廣	荷蘭、挪威、法國、英國、德國	規劃年限內停售燃油車及提高電動車佔有率策略，並提出各項配套如：空污嚴重路段課徵柴油車額外費用、低排放車輛補助、擴建公共運輸及充電站設施等
規劃燃油車退場機制	日本、英國、法國、香港、美國	利用自然淘汰、補助淘汰以及加嚴標準強制淘汰三階段，加速燃油車退場機制，包含提供車輛報廢補助、設置無車區及烏無車日、規劃零排放區域等

資料來源：本計畫彙整。

(1) 稅制加嚴

①日本

基於環保與健康考量，依據 2001 年頒行之《自動車 NO_x・PM 法》,日本國土交通省設立本項以稅收平衡考量原則下之稅收制度，稅制之基本理念在於，對於環境污染負荷較大之機動車輛採取重課稅，環境負荷較小之機動車輛採取輕課稅的全面性自動車綠色特別稅收制度。而在本項綠色特別稅中，明定不論汽油車、柴油車，皆適用其 NO_x 等有害物質排放標準之應用，並同時利用 CO_2 排放量作為實行課稅等級之劃分條件，另亦針對從新車登記起使用一定年限後之車輛實行汽車加重課稅，藉以加速老舊車輛淘汰。

綠色特別稅之實行重點在於，對於排放性能及耗油量表現較優良且對環境負荷小之汽車可減輕其汽車稅，並於當車輛抵達一定使用年限後，認為其對於環境負荷較大，因而加重其稅率以運用於維持當地環境保護,以及加速其車輛汰換,車輛加重稅率之規範如下：

a. 車齡超過 11 年之柴油車，每年將加重 15%之稅率；

b. 車齡超過 13 年之汽油車、LPG 車，每年將加重 15%之稅率；

c. 符合上述車齡規範，且車種類型為公共汽車及卡車者，則加重 10%稅率。

②新加坡

新加坡政府奉行鼓勵國民使用公共交通工具、減少私人運具使用之政策，以此為目的施行使用車輛者必須支付道路稅之策略。繳付道路稅之目的在於減少車輛使用並使民眾使用具有較低污染之各種環保運行車輛，因此，在規範中明訂各式車輛必須每半年或每年配合車輛檢驗時繳交道路稅，而車輛檢驗則會依據車種、車齡之不同決定檢驗頻率。為了鼓勵使用低碳排的車輛，提出「以碳排放為基礎的車輛計畫(Carbon Emissions-Based Vehicle Scheme,CEVS)」，具有低碳排放的汽車將有資格獲得折扣，以抵銷汽車的附加註冊費用(ARF)。

新加坡政府認為，較老舊之車輛可能更具有環境污染性，且易產生頻繁故障現象而對其他道路使用者造成不便，為了加強汰換老舊車輛,規範所有車齡超過 10 年之車輛均需額外支付道路附加稅，當該車輛之車主每次牌照更新時，將需額外支付 10%-50%間之附加稅，並每年以 10%比例增加，最高加收至 50%。且僅有持有已支付許可證之車輛的車主才可在新加坡道路上行駛該車輛，並規範其道路稅許可證標示(road tax disc)必須顯示於車輛擋風玻璃左側以作為支付證明。任何人如使用未繳付道路稅之車輛上路，除相關單位將徵收道路稅費之外，亦有權進一步因該車輛違反使用規範而徵收罰款，又當道路稅從到期日起 2.5 個月內未支付，車主將可能會收到扣押車輛通知，若通知後仍持續未支付，則新加坡道路交通管理局有權可將車輛拍賣，以收作應繳稅款和相關費用的使用。

(2) 車輛分級管理

依據車輛污染程度予以分級，以進行區域或時段的車輛使用管制。

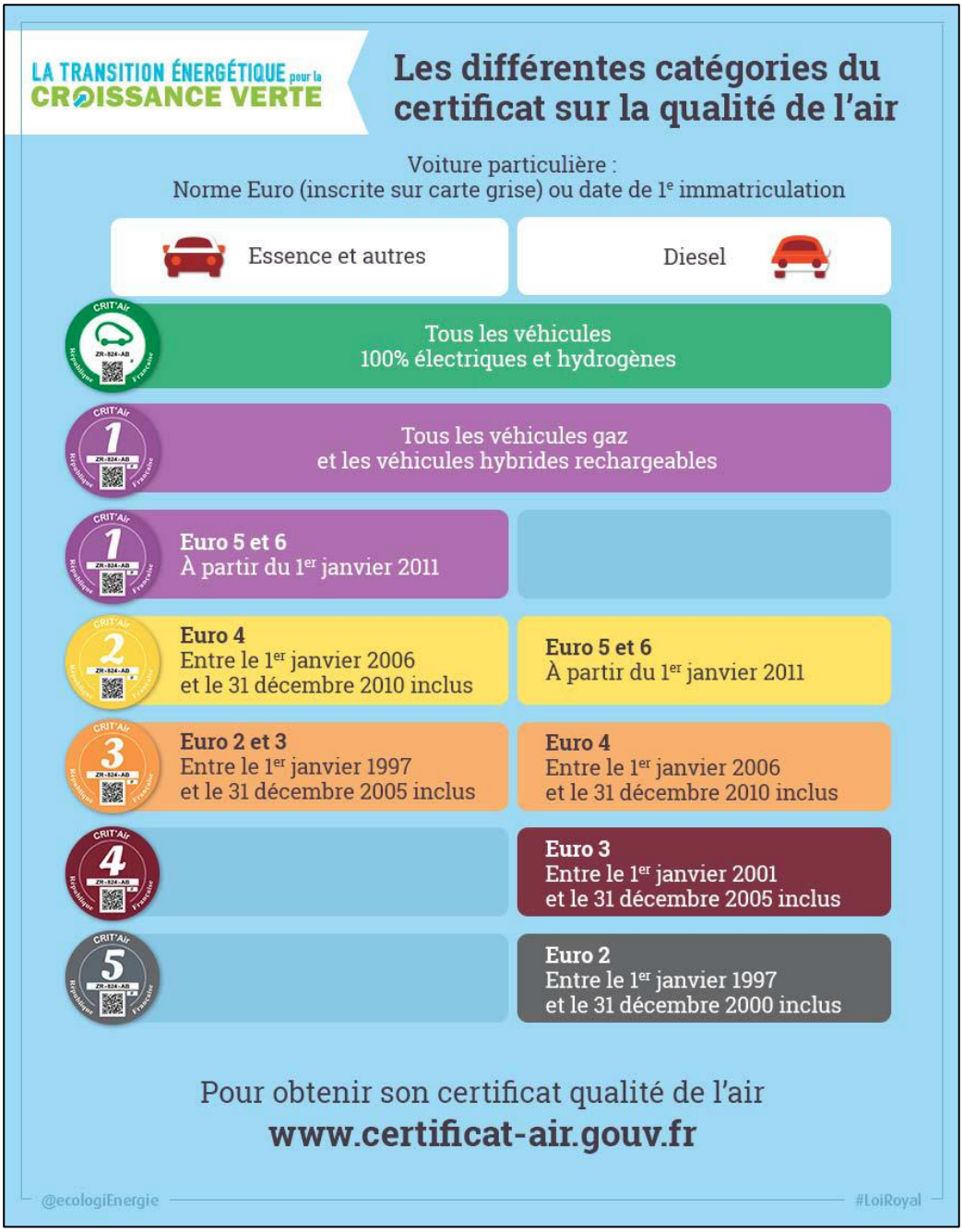
①法國巴黎

2016 年底法國巴黎偵測到近 10 年來空氣污染及二氧化碳排放量新高，遂於 2016 年 12 月啟動車輛限行措施，最初採用「車牌單雙號限行措施」，並降低巴黎市區道路的最高速限，同時市區公共運輸全部免費，希望降低市區車輛空污與碳排放量；因成效有限，法國政府於 2017 年進一步推動「空氣標章貼紙制度(Crit'Air)」，期望透過車輛分級管理方式改善巴黎地區空氣品質。

為達到 2020 年全面淘汰高污染車輛之目標,巴黎理事會會議認為，應該同時推動清潔燃料及限制高污染車輛雙管齊下，因而推動「空氣標章貼紙制度(Crit'Air)」，將車輛依不同期別(污染程度)發放給車主 6 種不同顏色標籤(綠、紫、黃、澄、褐、灰，如圖 2.2.1)，鼓勵汰換不符合 Crit'air 標章資格車輛(1997 年以前汽油車與 2001 年以前柴油車)為污染較低且燃油效率較高之新車或二手車,並公布車輛污染程度標籤限行區制度(Zone de Circulation Restreinte，ZCR，區域範圍如圖 2.2.2)，表明在 2017 年 1 月 16 日開始，除緊急救護車輛及因特殊需求得以事前申請免貼標籤者外，所有不論是否為巴黎市內的居民,凡進入巴黎市區內之所有機動車輛(包含機車或是外國車輛)，皆必須在檔風玻璃上黏貼環保標籤，未張貼該標籤進入市區者將予以攔截並進行罰款。

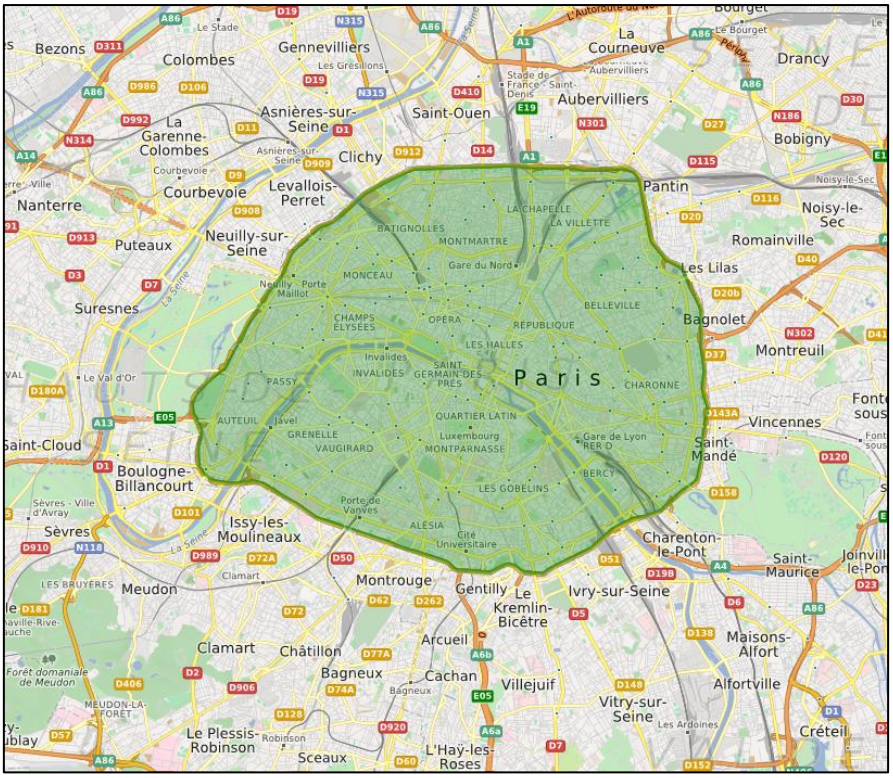
目前第一階段限行標準者(即 1997 年 1 月之前註冊的一般車輛及 2000 年 6 月之前的機車，上述車輛即為車輛老舊無法取得任一環保標籤者)如表 2.2-2 所示，其將規範周一至周五的 8 點到 20 點內禁行於巴黎市內，後續將逐步加嚴限行標準者之標籤。

同時也推出一張 3.8 歐元(約 130 元新台幣)的「抗污染交通票」，可供搭乘所有大眾運輸工具一日，根據巴黎警署表示，每次實施限行措施可以減少 32%的二氧化碳排放量。



資料來源：法國環境部(ministère de la transition écologique et solidaire)網站。

圖 2.2.1 巴黎車輛空氣標章貼紙制度(Crit'Air)



資料來源：巴黎市政府，PROJET DE CREATION D'UNE ZONE A CIRCULATION RESTREINTE A PARIS DOSSIER DE CONSULTATION

圖 2.2.2 ZCR 區規範適用範圍

表 2.2-2 巴黎車輛污染程度標籤第一階段限行規範

第一階段 (2017 年 1 月開始)					
車輛類型	機動類型	出廠日期	歐盟標準	標籤分級	限行時間
卡車/公共汽車	柴油	2001/10/1 以前	歐 2	未達分級標準	所有 8:00 至 20:00
	汽油	2001/10/1 以前	歐 2		
私家車	柴油	1997/1/1 以前	歐 1		工作日的 8:00 至 20:00
	汽油	1997/1/1 以前	歐 1		
輕型商用車	柴油	1997/10/1 以前	歐 1		
	汽油	1997/10/1 以前	歐 1		
兩輪機車	輕型	2000/6/1 以前	None		
	重型				

資料來源：巴黎市政府，PROJET DE CREATION D'UNE ZONE A CIRCULATION RESTREINTE A PARIS DOSSIER DE CONSULTATION

②中國北京

2016 年「北京市 2016 年清潔空氣行動計畫」，規範國Ⅰ國Ⅱ高污染車輛工作日市區限行、污染橙色預警日全市禁行，國Ⅲ以上車輛於污染紅色預警日單號限行。法國巴黎、義大利羅馬及米蘭、印度德里同樣曾於空氣污染嚴重時進行汽車及機車限行措施。

③越南河內

長期以來面臨嚴重的空氣污染以及交通壅塞問題，兩者皆與河內機車充斥有關，由於河內缺乏都會軌道運輸系統，僅有的公車使用率也僅有 12%使用率,機車已成為最普遍的代步工具,根據統計，河內居住人口約 750 萬人，機車數量高達 500 萬輛(汽車 50 萬輛)。河內市議會於 2017 年 7 月通過法案，宣稱在 2030 年將禁止河內 10 個市區內的機車車輛使用，並積極發展大眾運輸系統，藉此降低民眾使用機車的必要性。

(3) 車輛數總量管制

①新加坡

為確保國家經濟與人口增長同時，營造安全舒適環境，1990 年開始便執行車輛配額系統(Vehicle Quota System, VQS)，提供可申請之各類別運具車輛配額，購買新車必須透過競標取得擁車證(Certificate of Entitlement, COE)，以控制車輛年成長率。

原則上其運作方式為每個月實施擁車證競標作業，並由汽車銷售商代為競標，價格視核發數量及競標件數而定，持有擁車證者才方可購車，且持有者須於 6 個月內註冊新車，另外，其使用有效期限除計程車為七年外，其餘車種均為十年，屆滿後須重新購買或繳付延期費 (延期費為繳付過去 3 個月內之平均擁車證價後，可再使用 5-10 年)。新加坡進一步提出將於 2018 年 2 月至 2021 年，除貨車及巴士外其他車種之車輛成長率調整為 0%，並以持續擴大輕軌網路、增加巴士新路線與供應量及提升服務素質、提供汽車共享等為相關配套措施。

②中國

為有效緩解交通壅堵情形、減少能源消耗與降低環境污染，中國各大城市亦制定小客車車輛數合理及有序增長的數量限牌令調控規範。北京推動「北京市 2016 年清潔空氣行動計畫」-計畫一年內淘汰 20 萬輛高污染排放車輛，及「北京市促進高排放老舊機動車淘汰更新方案」-報廢國Ⅰ 國Ⅱ二階段限值排放標準的輕型汽油車。

上海則推動「上海市清潔空氣行動計畫」，針對每個月新增之機動車輛全面採取搖號制度，針對新增加車牌採取拍賣制度以價制量，並規範二手車亦不得帶牌轉讓，藉以控制車輛成長，逐步全面淘汰黃標車及老舊車輛。

(4) 燃油效率策略

儘管多年來，世界歷經數次金融震盪，全球石油需求卻是穩步成長，特別是國家快速增長的經濟體，如巴西、中國等，石油需求增長造成車輛持有量持續成長以及總行駛里程增加，致使交通工具污染排放已成為一大挑戰，據美國能源局預測，2020 至 2040 年，台灣對於石化能源依賴將逐漸升高，說明我國在推動交通工具污染管制策略時，也須納入能源規劃思維，務求整體策略完備。以能源戰略角度出發，各國相繼推出車輛油耗或燃油經濟之強制規範，多年來亦推動市場研發並引進節能技術，世界主要國家燃油效率標準(以小客車為例)如表 2.2-3 所示：

表 2.2-3 主要國家小客車燃油標準比較

區域	法規標準	權責單位	測試程序	計算標準	管制標準
日本	Top Runner Program	國土交通省自動車交通局	JC08	整車廠	2015 年 16.8km/L 2020 年 20.3km/L
中國	燃油消耗量限值	國家發展與改革委員會	NEDC	單一車型	依據排氣量階梯等級訂立燃油效率(km/l)限值
	乘用車燃料消耗量評價方法及指標	國家標準委員會	NEDC	整車廠	
南韓	全國平均燃油效率計畫	產業能源部(MOCIE）	FTP	整車廠	17.0km/L 或 140gCO_2/km
台灣	車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法	經濟部能源局	NEDC	整車廠	依據排氣量階梯等級訂立燃油效率(km/l)限值
美國(聯邦)	能源獨立與安全法案、整廠加權平均燃油經濟(CAFE)	國家公路安全局(NHTSA)	FTP	整車廠	2016 年 36.2MPG 或 225gCO_2/mile 2025 年 56.2MPG 或 143gCO_2/mile
美國(加州)	車輛溫室氣體排放標準(AB1493)	空氣資源局	FTP	整車廠	172gCO_2/km
歐盟	小客車新車 CO_2 排放標準	會員國車輛認證部門	NEDC/2017 納入 WLTP	整車廠	2015 年標準 130gCO_2/km， 2021 年目標達 95gCO_2/km

資料來源：International Council on Clean Transportation (ICCT)，Global passenger vehicle standards，2016。

以中國為例，2011 年底中國發佈 GB27999-2011《乘用車燃料消耗量評價方法及指標》國家標準，2012 年開始實施乘用車整車廠平均燃油消耗 (CAFC)目標值框架，並利用 CAFC 目標值評價體系，設置中央財政車輛購置補助資金、私人企業減徵或免徵車船稅等措施，適用範圍從原來的汽柴油車擴展到包含純電、插電、燃料電池、替代燃料之所有輕型車，車型標準重量從 1205-1320kg 上升到 1320-1430kg，對於更輕型的車輛有 3%-5%的寬限，預計五年內所有企業皆須達標，優惠積分依清潔程度與年份做倍率計算。

美國能源稅法(Energy Tax Act) 自 1978 年訂定乘用車整車廠平均燃油經濟（Corporate Average Fuel Economy，CAFE），以車隊管理的概念執行，該車廠車隊之燃油效率平均值必須符合標準外，不符合標準者依積分(Credits)進行繳納或是交易，此外更推出汽油過耗稅(Gas guzzler tax)，規定凡乘用車低於法定燃油經濟則須繳納 1000 至 8000 美元不等之稅金，以法拉利 F12 為例，依 2016 年公告該車款之燃油經濟為 16.9MPG，則車主需繳納 3000 美元稅金。

對歐盟而言，大型車廠多半屬跨境跨國公司，歐盟統將內部視為整體單一市場，對於燃油效率規範年產 30 萬輛以上企業之整廠平均燃料消耗需小於 6.9(L/100KM)；少於 30 萬輛之中型企業不另行規範，但應比上年度消耗削減 25%；而針對少量生產與專業市場製造商設置特殊條款，例如申請豁免或企業組合合併計算，讓中小型企業不因環保規範而損及成長空間。歐盟各國自行訂有相關環保節能車補助費，例如西班牙、捷克可補助每台車 10 萬元、德國可補助 5,000 歐元且免交五年機動車稅、荷蘭則享有購車補助、稅費減免、舊車報廢可享獎勵 15,000 歐元。

(5) 製造車輛排污標準整廠管制

美國推估之 TIER3 排放標準，以車廠年度所有生產車輛之排污率，需整廠加權平均後符合排放標準，且於 TIER3 中，除原有車輛外，新增重型車輛(HDV)排放標準，相對於之前的排放標準，TIER3 中以減少汽油的含硫量允許值來減緩空氣污染為主，並設立新車廢氣排放標準。針對小客車、輕型卡車、中型客車及部分重型車輛，減少其汽油中的含硫量達 60%，即為從 30 ppm 降至 10 ppm，並認為通過有效且嚴格的 TIER3 標準，可淨化空氣品質，保障民眾健康，為減排行動奠定基礎。

(6) 都市設置空品區/低碳區域

基於工業集中發展與都市人口聚集現象，工業區、都市空氣污染加劇，影響居住品質與居民健康，部分國家或地區遂實施區域車輛限行措施或設立低碳區域(Low Carbon Zones, LCZs)，以降低區域範圍內之車輛碳排放量。

①英國：設定倫敦地區為低排放區，只允許“歐Ⅳ”標準以上的車輛進入，並於 2017 年 5 月制訂「Clean Air Zone Framework」，規範潔淨空氣區建立原則。

②德國：設定柏林、漢諾威、科隆等大城市的某些區域為低排放區，限制“歐Ⅲ”車輛進入。

③墨西哥城：達到最嚴排放標準的車輛可以每天進入城市中心低排區，其他排放標準的車輛須每週停駛一天。

④義大利：義大利熱內亞地區，針對高污染車輛，限制其週一至周五工作日的 07:00 至 19:00 時間內，禁止 1999 年 6 月 17 日前註冊（歐盟一期以前）之「二行程機車」、2001 年 1 月 1 日前註冊(歐盟三期以前)之 8 人坐車輛以及歐盟一期以前的商用車輛通行。

(7) 低排放運具推廣

依據國外交通工具污染管制策略，普遍認為當車輛車齡超過 10-15 年後，可能更具有環境污染性，且易產生頻繁故障現象而對其他道路使用者造成不便及健康影響，在全球能源及環境保護意識越來越高漲之情形下，全球各國已宣佈各項電動車普及化之既定目標。

①燃油車管制

由於過去柴油車輛實驗油耗與碳排表現較汽油車佳，意味著使用同樣單位的能源可產生的熱能較高(行駛里程較長)，且其二氧化碳排放較低，為了達到減碳目標，歐洲各國便積極推動柴油車輛發展，然而，2013 年國際清潔運輸委員會(International Council on Clean Transportation, ICCT)的研究中發現，實驗油耗值與道路實測油耗值差距達 33%以上，且柴油車款在高溫高壓下會排放氮氧化物，造成較嚴重的空氣污染。

為解決此問題，歐盟提出於 2017 年 9 月起採用全新的柴油車款油耗測試方法，以道路實測取得與實際用車更為接近的油耗數據。而隨著全球暖化與空汙議題發酵，除巴黎、雅典、馬德里和墨西哥城的市長於 C40 市長高峰會上簽署「空氣品質宣言」，承諾於 2025 年禁止道路上柴油車行駛外，多國亦將矛頭指向汽機車等交通工具污染，並陸續訂出不同的停售汽機車時間表。初步整理國際上禁售燃油車之相關期程於表 2.2-4。

然燃油車的銷售禁止前，需預先進行前期準備、效益評估及各項配套措施加以支持，以德國及英國相關配套作為為例說明如后。

a. 德國：以達成 2030 年禁售內燃機汽車之目標

(a)提供購買純電動車車主 4,000 歐元補助，並享有十年免徵車輛稅之優惠。

(b)低排放車輛可享有免費停車及不受限高乘載及區域通行許可限制。

(c)廣設公共及私人充電站基礎設備、擴增自行車車道及輕軌交通建設。

(d)針對較新款且之 Euro5 和 6 兩款柴油車，各車廠需進行軟體更新，且相關費用需自行吸收，而針對 Euro5 前的老舊柴油車，車商需提供廢棄淨化更新或改駕電動車輛之獎勵。

b. 英國：根據「降低道路 NO_2 排放計畫」內容，達成 2040 年禁售汽、柴油車輛

(a)規劃 2020 年針對空氣污染嚴重路段，進行柴油車課徵額外費用或禁止柴油車於尖峰路段進行行駛。

(b)規劃超低排放車輛計畫(ULEV)，擴大全國電動車充電設備。

(c)為降低運輸排放，投入國家基金用以添購新型巴士、舊型巴士改造及電動出租車之計畫。

(d)協助地方政府改善道路布局以減少擁擠情形，並鼓勵民眾使用超低排放車輛及推行車輛通行禁令等。

(e)透過交通投資策略投入資金，直至 2021 年高速公路周邊空氣品質達改善物標，包含降低公路壅塞情形等。

表 2.2-4 國際禁售燃油車相關期程

國家	發布日期	生效日期	禁令內容	現況
奧地利	2016.04	2020 年	禁售燃油汽車	計畫中
挪威	2016.05	2025 年	禁售燃油汽車	待決議
德國	2016.10	2030 年	禁售傳統內燃機汽車	已決定
印度	2017.06	2030 年	禁售燃油汽車	計畫中
法國	2017.07	2040 年	禁售汽、柴油車	已決定
英國	2017.07	2040 年	禁售汽、柴油車	已決定
愛爾蘭	2017.07	2030 年	禁售燃油汽車、獎勵換構電動車	計畫中
蘇格蘭	2017.09	2032 年	禁售燃油汽車	計畫中
中國	2017.09	2040 年	停止生產及銷售燃油汽車	計畫中
荷蘭	2017.10	2030 年	禁售汽、柴油車	已提案
斯里蘭卡	2017.11	2025 年 2040 年	2025 年汰換所有公務燃汽柴油車 2040 年汰換所有私人燃汽柴油車	計畫中
以色列	2018.02	2030 年	停止進口燃油車	計畫中
哥斯大黎加	2018.04	2021 年	全面推動淘汰燃油車	計畫中

資料來源：本計畫彙整。

②電動車推行

近年印度經濟蓬勃發展，空污卻日益嚴重，有研究指出空污每年約造成印度 120 萬人喪命，此外，蓬勃發展的經濟使印度成為全球第三大石油進口國，為使石油需求大幅下降，印度政府宣布推行「全國電動車計畫」，在 2030 年以後，銷售的每輛汽車都必須完全或部份仰賴電力，達成電動車和混合動力車的年銷量 600-700 萬輛。

因應各國電動車發展策略，汽車製造商瑞典富豪汽車(VOLVO)亦宣布計畫全面停產 100%內燃式引擎的汽油車和柴油車，2019 年起所有新款車輛將由全電動車或油電混合車取代。

法國政府更宣布將於 2040 年全面停售柴油車及汽油車，並設立 2022 年以前不再使用煤炭發電的目標；挪威政府亦進行立法，計畫於 2025 年起禁售汽柴油車輛，全面改用電動車。

(8) 燃油車退場機制

隨著世界上諸多國家陸續喊出了禁售燃油車的口號，也意味著電動車全面取代傳統燃油車的趨勢指日可待，由於這項國際共識在世界上是汽車史的頭一遭，因此鮮少有較具體之國外先例能夠參採引用，反倒是

台灣，從機車四期排放標準上路迫使二行程機停產，至今為了讓剩餘的二行程機車能加速淘汰，運用了汰換補助等相關措施亦行之有年。

暫且不論國內施行成效如何，讓車輛強制退場原則上經歷三個階段，自然淘汰、補助淘汰、加嚴標準強制淘汰，而手段不外乎為前述提到包括「車輛稅賦制度」、「空品區制度」等等，增加老舊車輛使用不便性，外加補助津貼，產生一定程度的誘因促使車主汰除車輛。許多國家亦曾經為了環保目的以提升新車比例為前提，鼓勵民眾汰換一定車齡之車輛，分述如下。

①日本車輛報廢補助金制度

日本經濟產業省與國土交通省曾經於平成 21 年（2009）4 月 10 日至翌年 9 月 30 日以「促進車輛汰換，實現環境及經濟雙贏」為目標，針對車齡超過 13 年以上之車主提供報廢補助政策，小客車最多補助 25 萬日圓，重型車輛（大貨車、大客車）最多補助 180 萬日圓。

②香港老舊車輛報廢補助

香港政府以鼓勵與強制管制並行方式，推行「柴油商用車輛特惠資助計畫」，分階段性方式規畫至 2019 年年底將淘汰香港境內約 82,000 輛歐盟四期以前之柴油商業車輛 (包含貨車、小型巴士及非專利巴士等)，且規定 2014 年 2 月 1 日或以後新登記之柴油商業車輛，設定 15 年的退役期限，除非該車輛能符合猶如在申請牌照當日首次登記情況下適用於該車輛的排放標準，否則政府可將在指定日期後停止該車輛的牌照發放。

③法國巴黎市禁止燃油車上路政策

法國巴黎繼設置無車區、實施無車日之後，也公告將於 2030 年全面禁止燃油車上路，典型透過路權限制加速燃油車淘汰的做法，雖說巴黎市政廳日前已經因為建立無車區及無車日而受到攻擊，但也確實逐步加速燃油車輛的淘汰。

④英國牛津市零排放專區（Zero Emissio Zone, ZEZ）

英國牛津市規劃於 2020 年階段性達成特定車種、部分街廓零排放，2035 年全面達到零排放目標，預計將成為世界上第一個零排放城市。

⑤美國加州零排放車輛法案 (Zero Emission Vehicle, ZEV)

規範對象為具規模車廠，並結合加州年度零排放車目標作為車廠積分目標，達不到的企業可以向其他企業或政府購買積分。而生產或購買零排放車輛的積分(Credits)則是按排放和技術將節能車款分為金、銀+、銀、銅四級，純電動汽車積分根據行駛里程分不同等級積分，最高積分會隨技術與市場做調整。

2.2.2 巴黎協定後運輸部門政策發展方向

1. COP21《巴黎協定》與其影響

(1) 生效日期

2015 年 COP21 簽訂《巴黎協定》,於 2015 年 12 月 12 日正式通過，並於 2016 年 11 月 4 日正式生效(生效條件；55 個以上締約方簽署，且總溫室氣體排放量涵蓋全球之 55%以上)，該協定約束各會員國應定期提出「國家自主貢獻」(Nationally Determined Contributions, NDCs),「由下而上」制定減量目標，成為繼京都議定書之後，具有法律約束力的全球溫室氣體減量新協定，對世界各國節能減碳政策有重大影響，也將對全球產業貿易發展帶來長遠的影響。

(2) 目標檢討

由於氣候變遷對於人類的影響已非常迫切，各國的策略需要加強力道，目前仍然以抑制升溫 2℃為初步目標(簡稱 2DS)，未來將持續朝向更嚴謹的抑制升溫 1.5℃目標(簡稱 1.5DS)。

《巴黎協定》認識到各國國情不同，因此各國所擔負之責任也應有所差異，各國自行針對國家情況與條件，自訂在 2030 年以前為對抗氣候變遷的溫室氣體排放量減量目標。然現階段各國提出的 NDCs 成效依然不足，無法成功達到抑制升溫 2℃的目標，因此締約方亦將依循《巴黎協定》每 5 年更新並再提送 INDC，由專家進行審議，以確保《巴黎協定》長期減量目標的達成度。

2. COP22 馬拉喀什會議

COP22 會議針對如何制定一套國際通用的規範制度、查核程序及指引細則來確保 NDCs 執行的公開透明，以及每五年一次針對長期減量目標的

達成度的全球定期盤點機制進行談判。

並公布「馬拉喀什行動宣言」(Marrakech Action Proclamation)，強調氣候變遷的科學證據不容質疑，各國應優先將氣候行動列為國家政治承諾，積極彌補目前排放軌跡與巴黎協定長期目標的差距。

3. COP23 波昂會議

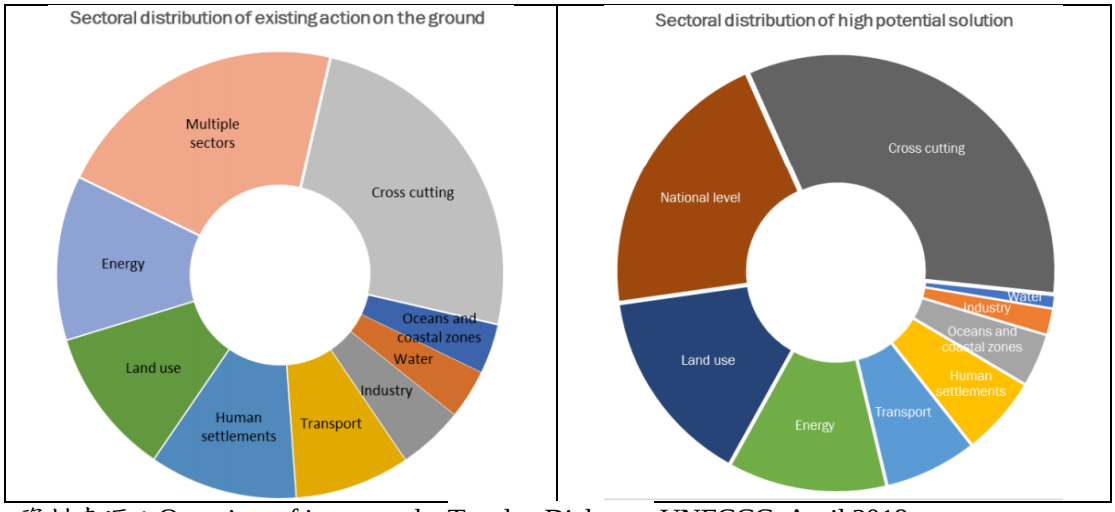
COP23 於 2017 年由斐濟主辦，於德國波昂(Bonn)揭開，會議焦點在於是為首次由面臨第一線暖化危機的島國主辦，亦是美國總統川普宣布退出《巴黎協定》以來的首次氣候大會。

島國面臨的極端氣候威脅促進了波昂會議中對於「海洋」、「調適」與「減緩」議題的關注，而美國雖然缺席國家館的參與，美國當地的民間組織與地方州長、市長仍然積極參與此次會議，大會主席斐濟總理貝尼馬拉馬還刻意任命加州州長布朗(Jerry Brown)為 COP23 的城市和區域特使；由於美國脫離《巴黎協定》，對「綠色氣候基金」(GCF)及「調適基金」(Adaptation Fund)造成資金短缺的衝擊，歐洲將取代美國扮演氣候行動龍頭，擴大對於氣候行動的投資與研究。

氣候議題已成為全球關注的焦點，「去碳化」(Decarbonization）、能源轉型也成為氣候行動的趨勢，接續「馬拉喀什行動宣言」呼籲應將氣候行動分領域進行深入的探討，COP23 從能源、產業、交通、建築、水資源、移居、到土地使用等，均設定為單一主題的周邊會議，讓與會者看到更多減量和調適行動的可能性，以及部門之間的關連性。

COP23 另一重要的產出即建立了「促進性對話機制」(Tanaloa Dialogue)，以透明化、開放式的網路平台，廣徵締約方與非締約方產官學研與社會公眾各界，對於「①我們在哪②我們想去哪③我們如何到那裡」3 核心問題的回應，並分別於 2018 年 5 月的波昂會議，以及 2018 年 12 月的 COP24 會議中進行討論。

針對上述「③我們如何到那裡」核心問題的回應可轉換為氣候行動，其中已推動行動與具潛力行動(需藉由技術發展與合作)的部份，皆以跨領域(cross-cutting)為最大宗，單純運輸領域則約佔 10%以下，如圖 2.2.3 所示。



資料來源：Overview of inputs to the Tanaloa Dialogue, UNFCCC, April 2018.

圖 2.2.3 「促進性對話機制」氣候行動部門分布情形

4. COP24 卡托維茲會議

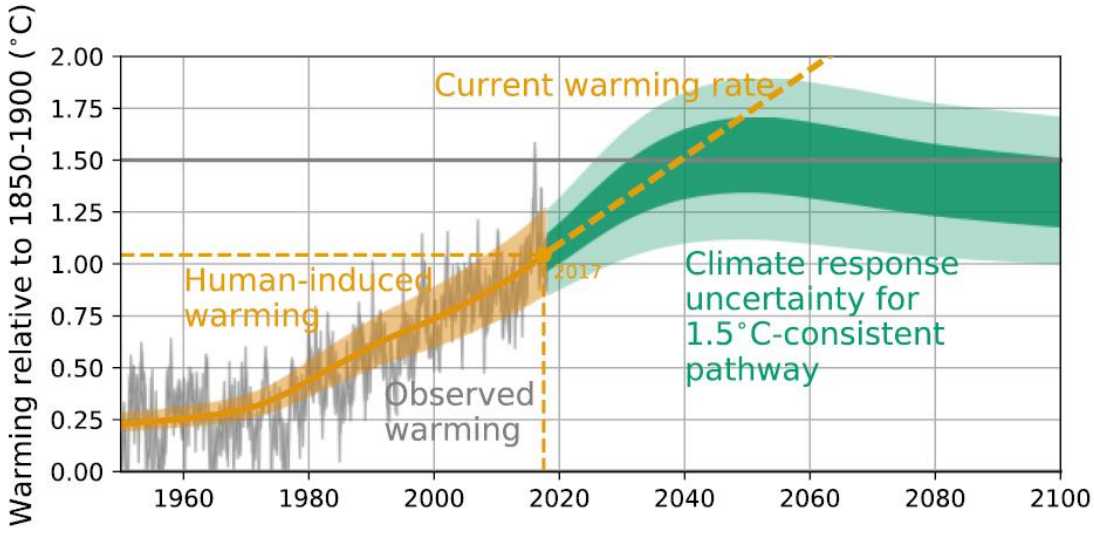
COP24 於 2018 年由波蘭主辦，本次會議各國共同協議「規則手冊」（rulebook），旨在落實 2015 年《巴黎氣候協定》的目標，其中商討各國政府如何記錄、報告其溫室氣體排放量與減少排放溫室氣體所做的努力。

會前政府間氣候變化專門委員會（IPCC）於 2018 年 10 月 8 日發布了《地球暖化 1.5˚C》決策者摘要(《Global Warming of 1.5˚C》Summary for Policymakers)的特別報告，內容指出，根據長期觀察結果，地球的暖化趨勢約以每十年增加 0.2℃ 的速度持續增加，亦即 2030 年到 2052 年之間，地球暖化即可能達到 1.5˚C (如圖 2.2.4 所示)。

地球暖化對於全球氣候帶來的影響，包含海平面上升、生態系統衝擊(物種損失與絕種)、糧食與水供應風險，以及極端氣候(乾旱)與健康疾病風險等，報告中指出升溫 1.5˚C 及 2˚C 對於上述氣候變化的程度、速度皆有相當程度的差異，為降低各項風險、減緩衝擊，給生態系統更多調適的機會，再次強調各國應以抑制升溫 1.5˚C 為目標。然此份報告未被美國、俄羅斯、沙烏地阿拉伯與科威特（Kuwait）等主要石油國家接受，控制氣溫升幅仍未達成共識。

2019 年 COP25 將於智利舉行，屆時將完成本次規則手冊為能達成共識的議題，並著手討論未來的排放目標；2020 年的氣候高峰會則為驗收各國減少碳排放成果的關鍵會議，各國必須滿足其當前排放承諾，並且必須製定 2030 年及往後的新目標，以達成 IPCC 報告的建議。

而以抑制暖化1.5˚C為目標的減量途徑，必須在2050年達到碳中和(碳排量量為零)，2030年降至 2010 年水準之 45%，達成的方式需要能源、土地、運輸、建築、工業等各系統刻不容緩的轉型(Transfer)作為，包含能源轉型、工業發展替代燃料及碳捕捉/儲存技術、綠建築等，運輸部門則應發展結合智慧科技、綠能技術及都市土地使用的運輸規劃，以及全力推動運輸工具電動化。報告中也特別強調交通運輸和土地管理兩個領域，透過減量(Avoid)與移轉(Shift)可有效在短期大幅減少碳排量。



資料來源：IPCC (2018), Global Warming of 1.5 ℃, http://www.ipcc.ch/report/sr15/

圖 2.2.4 未來升溫情境預測圖

5. 「國家自定貢獻」運輸部門推動方向

全球能源相關溫室氣體排放量中運輸部門約佔了23%，且約有40%國家以運輸部門為最高能源使用部門，其他多數國家則為第二高能源使用部門，為達到《巴黎協定》2DS甚至1.5DS之目標，運輸部門需大幅降低溫室氣體之排放量，並朝向零排放(netzero emission)方向發展。

根據國際組織 SLoCaT(Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport)統計 197 個《巴黎協定》簽署會員所提交之「國家自定貢獻」(NDCs)，將近7成5的會員國均針對運輸部門提出對應的策略或減碳目標，已可見國際上對於運輸部門氣候變遷行動的重視程度。

進一步檢視NDCs可見，運輸部門的減碳行動，多以整合不同面向的規劃與策略來推動，透過需求減量、運具移轉及技術提升(Avoid-Shift-Improve, A-S-I)三大主軸，具體策略則以推動公共運輸、發展電動車輛、提升車輛能源效率、應用替代能源、管理私人運具等為重點。

6. 運輸部門氣候行動

《巴黎協定》制定了減碳的大方向，其目標達成，需要締約會和非締約會員共同推動氣候行動來達成，除了締約會員提交的 NDCs，同時也需要城市、區域與其他非國家組織單位的投入，近年，人口都市越趨集中，氣候會議中已逐漸強化以「城市」為題的活動，能源相關的重要排放來源-「住宅」和「運輸」部門也成為關注議題。

2014 年 COP20 秘魯主席、COP21 法國主席及聯合國氣候變化綱要公約秘書處共同發起「非國家區域氣候行動者」(Non-State Actor Zone for Climate Action, NAZCA)，及「利馬巴黎行動議程」(Lima-Paris Action Agenda, LPAA)，提供了為一個全球性的參與平台，展示了包括城市、區域和投資機構等主要的非國家行動者所採取的氣候行動，以激勵其他團體提高其支持新全球性氣候協定的企圖心。

LPAA 同時提出了「全球氣候行動綱領」(Global Climate Action Agenda, GCAA)，旨在強化非國家組織共同發起氣候行動，經過了 1 年的運作，因應《巴黎協定》將邁入具體落實的階段，COP22 馬拉喀什會議成立了「馬拉喀什全球氣候行動夥伴」(Marrakech Partnership for Global Climate Action, MPGCA)，以會員與非會員利害關係人間的夥伴關係(包含公部門與私部門，中央與地方，組織與個人)，促成 2017-2020 年在減碳、調適、財務、技術，以及能力建構上的協同合作，期許以更高的企圖心來填補達到 2DS(或 1.5DS)的缺口。

其中有關運輸部門的氣候行動，最初包含了 12 項倡議，其奠定了運輸部門在氣候行動上的必要性，整體運輸部門氣候行動以「朝向零排放運具、擴大調適行動」為長期發展途徑。因應 COP22「馬拉喀什全球氣候夥伴」的呼籲，應將各領域劃分得更細，「運輸」應以陸、海、空三大範圍思考，並應涵蓋物流、自行車、都市與道路設計等多重概念，不再以單一的「綠色運輸」（Green Transport）統稱，MPGCA 擴大集結至 21 項運輸倡議(如圖 2.2.5、表 2.2-5 所示)，此 21 項運輸倡議涵蓋了各式旅客與貨物運輸系統，透過 A-S-I 三大要素達到減碳、減污，提供環境品質、交通安全的目標，呼應聯合國「2030 年永續發展目標議程」(the 2030 Agenda for Sustainable Development, Agenda 30)所提之永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）。

資料來源：MPGCA, http://www.ppmc-transport.org/transportinitiatives/

圖 2.2.5「馬拉喀什全球氣候行動夥伴(MPGCA)」之 21 項運輸倡議

根據國際組織 SLoCaT 統計，MPGCA 之 21 項運輸倡議若能透過國家政策、非國家組織的協力推動，將有望於 2025 將運輸部門的碳足跡減半，減碳的同時，由於減少了對於車輛、燃料及運輸基礎設施製造與養護，至 2050 年約可間接減省高達 70 萬億美元的資金投入(國際能源機構 IEA 估計)，反映了運輸部門氣候行動可帶來的經濟效益。

表 2.2-5 MPGCA 21 項運輸倡議內容

Airport Carbon Accreditation (ACA)		C40 Cities Clean Bus Declaration	
	主辦者：Airport Council International (ACI) 內容：以機場碳認證分級標章評估機場減排表現；透過機場管理機制降低碳排放量，以發展碳中和為目標。 目標： 2030 年 50 個碳中和機場(歐洲地區)		主辦者：C40 Cities Climate Leadership Group (C40) 內容：發展低碳/零排放公車系統，以降低運輸部門空污與碳排放。 目標： 2020 年汰換 4,200 輛低碳公車
Collaborative Climate Action Across the Air Transport World		**Global Fuel Economy Initiative (GFEI)**	
	主辦者：International Civil Aviation Organization (ICAO), Air Transport Action Group (ATAG) 內容：發布新的航空管理機制(包含營運管理、基礎設施及民航機設計標準)，以提升效率，降低碳排放。 目標： 2028 年，所有民航機應符合新的設計標準(可提升 10%燃油效率)		主辦者：UNEP、IEA、ITF、FIA 內容：與國際組織(如 G20、東盟 ASEAN)合作，支持國家與區域實施燃油經濟政策。 目標： 1. 短期：強化各國對於燃油效率的重視 2. 2030 年，新型汽車燃油效率提升 50% 3. 2050 年，全球汽車燃油效率提升 50%
Global Green Freight Action Plan		**International Zero-Emission Vehicle Alliance**	
	主辦者：United Nations Environment Programme (UNEP) 內容：發展綠色供應鏈，提升貨運效率與降低空污及碳排放 目標： 1. 2022 年，建立綠色貨運融資計劃，加速車隊更新和改造 2. 2025 年，爭取全球前百大貨運承攬用戶與業者加入 3. 2030 年，爭取全球加入計畫		主辦者：International Council on Clean Transportation (ICCT) 內容：設立具企圖心且可行的零排放發展目標 目標： 1. 加速零排放車輛(ZEV)的採用（如電動車輛、插電式車輛、混合動力和燃料電池車輛） 2. 2050 年，國家政策與行動納入 ZEVs 推廣計畫 3. ZEV 成效預測：2030 年 1.25 億噸 CO2 減量，2050 年 15 億噸 CO2 減量(每年)

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-5 MPGCA 21 項運輸倡議內容(續 1)

Low-Carbon Sustainable Rail Transport Challenge		MobiliseYourCity	
	主辦者：Union Internacional de Chemin de fer (UIC) 內容：改善軌道運輸能源使用效率，提升軌道運輸客貨運使用率 目標： 1. 2030 年，軌道運輸能耗減少 50%，CO2 減量 50%(以 1990 為基準)；客運使用率提升 50%(以 2010 為基準)，貨運使用率與公路貨運相同 2. 2050 年，軌道運輸能耗減少 60%，CO2 減量 75%(以 1990 為基準)；客運使用率提升 100%(以 2010 為基準)，貨運使用率高於公路貨運 50%		主辦者：Cooperation For Urban Mobility In the Developing World (CODATU) 內容：結合國家級都會運輸政策(National Urban Mobility Policies, NUMP)，以穩固財源發展永續都會交通計畫(Sustainable Urban Mobility Plans, SUMP)。 目標： 1. 2020 年，20 個開發中國家及 100 個開發中城市加入此計畫 2. 2050 年，都會交通運輸氣體排放減量 50%
Global Strategy for Cleaner Fuels and Vehicles		Public Transport Declaration on Climate Leadership	
	主辦者：包含加拿大、日本、義大利、瑞士、英、美等 38 個國家 內容：透過引入低硫燃料及和車輛排放標準，從實質上消除重型柴油車輛和發動機的微粒和黑碳排放。 目標： 1. 2020 年，多數國家達到 50ppm 的硫燃料標準 2. 2025 年，所有國家達到 50ppm 的硫燃料標準 3. 2030 年，多數國家達到 10ppm 的硫燃料標準 4. (預計至 2050 年可減少 1400 萬噸 PM，每年可降低 50 萬人的致死風險)		主辦者：International Association of Public Transport (UITP) 內容：發展低碳公共運輸，包含低碳公車、軌道效能提升、人本交通(步行與自行車)及共享經濟(公共自行車、汽車) 目標： 2025 年，公共運輸使用率提升 1 倍

資料來源：本計畫彙整。

表 2.2-5 MPGCA 21 項運輸倡議內容(續 2)

Taxi4SmartCities		Urban Electric Mobility Initiative	
	主辦者：ALLO TAXI SAS 內容：以環境、可及性、安全、社會效率四大原為出租車永續發展原則。 目標： 1. 2020 年，新進車輛排放量低於每公里 60g CO2 之比例須達 33-50% 2. 2030 年，所有新進車輛排放量皆須低於每公里 20g CO2		主辦者：UN-Habitat, Urban Electric Mobility Initiative (UEMI) 內容:推廣都會區 2-3 輛車和輕型車使用電力動能。 目標： 2030 年，擴充電動車市場以達都會溫室氣體減量 30%
below50		**ITS for Climate**	
	主辦者：World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) 內容：從能源研發、投資、使用端等價值鍊，發展排碳量較化石燃料減半的低碳能源。 目標： 1. 2030 年，以低碳運輸燃料替代全球運輸用化石燃料的 10% 2. 2050 年，以低碳運輸燃料替代全球運輸用化石燃料的 27% (相當於每年減量 2.1 Gt 二氧化碳)		主辦者：ATEC, ITS France, TOPOS Aquitaine 內容：推廣與提供 ITS 技術培訓，以結合 ITS 技術發展低碳城市， 目標： 應用 ITS 技術降低氣候行動之成本、提高效率
EV100		**Transformative Urban Mobility Initiative**	
	主辦者：EV100 members 內容：從企業角度探討電動車與充電設施之需求，加速電動汽車之轉型。 目標： 2030 年，電動交通為新常態		主辦者：C40, ITDP, SLoCaT, ADB, UN-Habitat 內容：通過籌集資金，建設能力和推動創新方法，加速實施永續運輸發展、減緩氣候變化。 目標： 每年籌措 10 億美元發展永續運輸

資料來源：本計畫彙整。

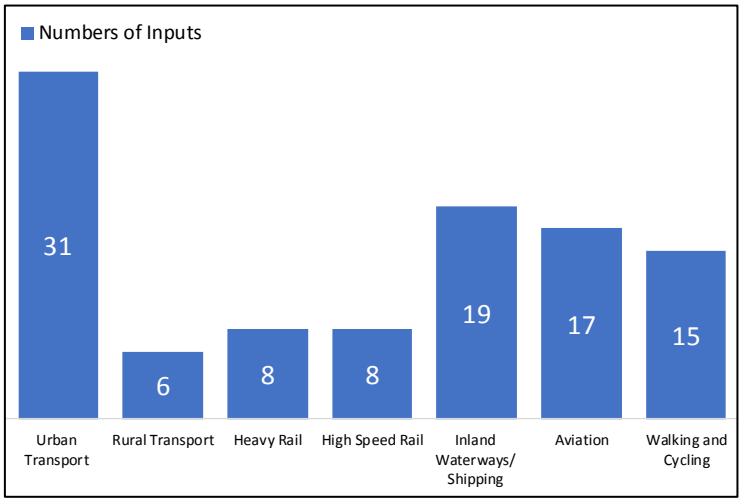
表 2.2-5 MPGCA 21 項運輸倡議內容(續 3)

Low Carbon Road and Road Transport Initiative, LC2RTI		Navigating a Changing Climate:	
	主辦者：World Road Association (PIARC) (121 個政府會員) 內容：建構永續道路與基礎設施，強化道路系統調適能力。 目標： 1. 應用 ITS 技術降低氣候行動之成本、提高效率 2. 通過技術創新(包括 ITS）減少道路建設、養護產生的碳足跡 3. 建置結合新車輛技術之道路網路(如電動車、自動駕駛汽車、車路互動技術)		主辦者：PIANC, IAPH, IHMA, IMPA, IBTA, EuDA, ESPO, IMarEST, IWI. 內容：水上運輸減量與調適技術發展、基礎設施減量行動。 目標： 1. 推動水上運輸基礎設施低碳化 2. 以「與自然共生」理念加強水上運輸基礎設施的復原力
	Cycling Delivers on the Global Goals		EcoMobility Alliance
	主辦者：ECF, WCA 內容：以實現 SDGs 為目標，提高自行車氣候行動的重要性。 目標： 2020 年歐洲自行車使用率成長 1 倍		主辦者：ICLEI 內容：建設永續交通城市網絡，確保低碳、人本和社會包容的交通選擇。 目標： 定期舉辦生態交通盛典(EcoMobility World Festival)，推廣生態城市交通
Global Sidewalk Challenge			
	主辦者：NGOs,企業及學校機構 內容：藉由重點區域(如車站、商場)步行空間友善化，提升公共運輸使用率，達到減碳目標。 目標： 2030 年，完成 10 萬公里的友善人行道建置。		

資料來源：本計畫彙整。

7. 「促進性對話機制」運輸議題

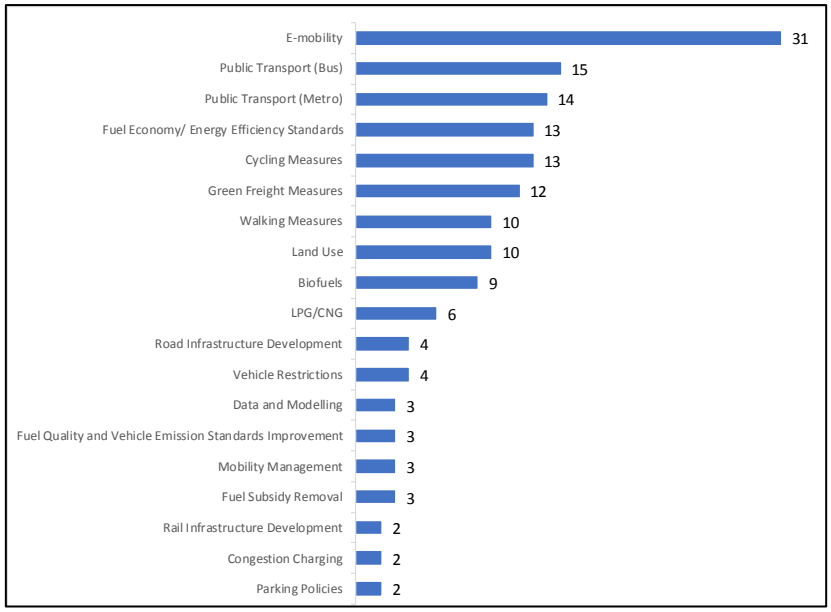
COP23 導入的「促進性對話機制」網路平台已於 2018 年啟動，截至 2018 年 4 月 2 日已收納 234 條來自締約方與非締約方之意見，根據統計，其中約 36 % (84 項)與運輸議題相關，2/3 著重於客運、1/3 與貨運相關，進一步檢視可見(圖 2.2.6)，都會運輸、海運、航空，以及人本運輸(步行與自行車)皆為熱門議題。



資料來源：2018 Talanoa Dialogue Offers Opportunities to the Contribution of Transport in Achieving the Targets of the Paris Agreement, Partnership on Sustainable, Alice Yiu, Nikola Medimorec and Karl Peet, May 2018.

圖 2.2.6 促進性對話機制運輸議題分布

而對於運輸減量的氣候行動，包含締約方與非締約方所提出的內容中，包含了節能車、大眾運輸、自行車與步行推廣、車輛與能源效率提升、綠色貨運、停車與擁擠費管理，以及土地使用、道路建設等，涵蓋基礎建設、政策管理以至技術研發等多元面向之氣候行動，如圖 2.2.7 所示。



資料來源：2018 Talanoa Dialogue Offers Opportunities to the Contribution of Transport in Achieving the Targets of the Paris Agreement, Alice Yiu, Nikola Medimorec and Karl Peet, May 2018.

圖 2.2.7 促進性對話機制運輸減緩行動分布

2.2.3 我國節能減碳暨減污策略

我國溫室氣體減量之政策發展方向，以行政院核定之「永續能源政策綱領」與「永續發展政策綱領」，以及「溫室氣體減量與管理法」等上位計畫與法規為指導方針，透過「國家綠能低碳總行動方案」提出了各項具體行動方案，並透過國家預期自定貢獻(INDC)回應對於 COP21 期許的減碳責任承諾。

我國空氣污染相關策略與防制作為，多以環保署為主要統籌單位，為防制空氣污染，維護國民健康、生活環境，我國於 1975 年即制定《空氣污染防制法》，提供各級政府機關推動污染源空氣污染管制措施，期間歷經 8 次修法，由於近年來陸續發生數起重大空氣污染議題，為因應國人對於空氣品質改善的迫切需求，除推動「空氣污染防制法」之修正，亦藉此將空氣污染防制職責擴大至各部會與地方主管單位，全面落實空氣品質改善行動。以下回顧我國能源與運輸部門溫室氣體減量、空氣污染管制之相關上位計畫。

1. 「國家自定預期貢獻(INDC)」(2015 年)

我國為支持 COP21 所提出的國家自定預期貢獻，致力承擔 UNFCCC 第三條共同但差異的減量責任，提出 2030 年溫室氣體排放量降為 BAU (business as usual)排放量 50%以下(相當於 2005 年排放量再減 20%)，作為達成溫減法 2050 年長期減量目標的階段性目標。其中與運輸部門有關之未來具體作法以發展綠色運輸系統為主軸，相關策略包含提升公共運輸運量、加強運輸需求管理、改善運輸系統能源使用效率。

2. 經濟部「永續能源政策綱領」(2008 年)

行政院於 2008 年 6 月 5 日通過經濟部所提「永續能源政策綱領」，推動能源永續發展可從效率、潔淨、穩定三個層面著手；由能源供應面的「淨源」與能源需求面的「節流」做起，其目標政策包含提高能源效率、發展潔淨能源、確保能源供應穩定等三項。淨源方面，著重於推動能源結構改造與效率提升；節流方面，則推動各部門的實質節能減碳措施，運輸部門的節能減碳措施包含：

(1) 建構便捷大眾運輸網，紓緩汽機車使用與成長。

(2) 建構「智慧型運輸系統」，提供即時交通資訊，強化交通管理功能。

(3) 建立人本導向，綠色運具為主之都市交通環境。

(4) 提升私人運具新車效率水準。

3. 經濟部「能源發展綱領」(2012 年核頒，2017 年修正)

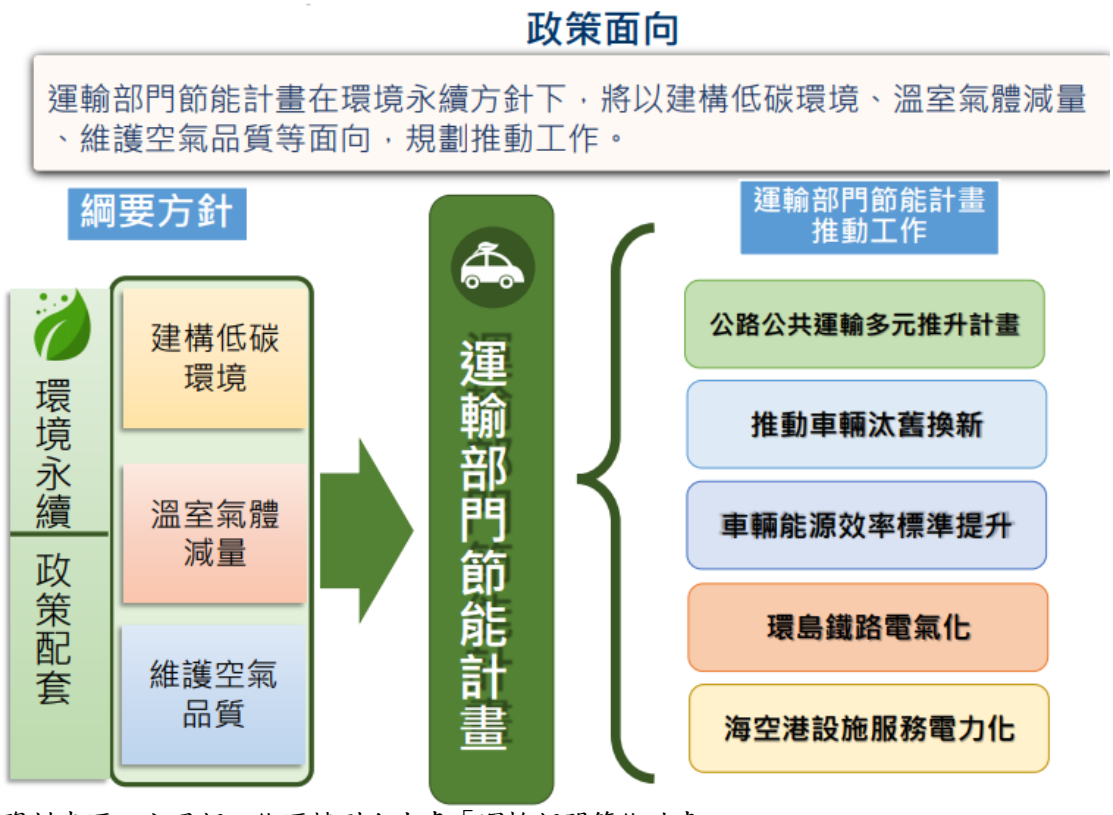
經濟部於 2012 年依「能源管理法」第 1 條第 2 項規定訂定，以國家能源發展之上位綱要原則，因應全球能源轉型、《巴黎協定》生效，綠色低碳能源已為未來發展重點，為支援政府推動能源轉型，於 2017 年修正「能源發展綱領」，作為相關部門訂定能源相關政策計畫、準則及行動方案之政策方針。

(1) 「能源發展綱領」(2017 年修正版)

以達成 2025 年非核家園目標、實現能源永續發展為目標，並以「能源安全」、「綠色經濟」、「環境永續」與「社會公平」四大面向共同治理與均衡並進，其中運輸部門以「加速綠色運輸路網建置、智慧運輸系統導入，及低碳節能運具之推廣使用，以建構人本、安全、高效率之綠能低碳交通環境」為政策方針，主要包含於「環境永續」中之「建構低碳環境」項目。

(2) 「能源轉型白皮書」

為確保「能源發展綱領」之重點行動方案之落實，訂定「能源轉型白皮書」，以達成 2025 年非核家園願景，政府盤點後已提出 5 個領域 19 項重點方案，包含能源治理、能源節約、電力、再生能源、綠能產業等五個領域。交通部並提出運輸部門節能計畫，以建構低碳環境、溫室氣體減量、維護空氣品質等面向，如圖 2.2.8 所示。



資料來源：交通部，能源轉型白皮書「運輸部門節能計畫」。

圖 2.2.8 運輸部門節能計畫

4. 「溫室氣體減量與管理法」(2015 年)

2015 年 7 月 1 日總統令公布施行「溫室氣體減量與管理法」，明定我國 2050 年長期減量目標，即 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50%以下，以及 5 年為一期的階段管理目標，其中明訂中央主管機關(行政院環境保護署)應擬訂「國家因應氣候變遷行動綱領」及「溫室氣體減量推動方案」，作為全國溫室氣體減量及施政之總方針，地方機關必須配合中央主管機關執行政策。

(1) 「國家因應氣候變遷行動綱領」(2017 年)

行動綱領秉持減緩與調適兼籌並顧的精神，明列我國因應氣候變遷的 10 大基本原則，以及氣候變遷調適與溫室氣體減緩之政策內涵。

(2) 「溫室氣體減量推動方案」(2018 年 3 月)

依據部會研商共識，我國溫室氣體減量將採先緩後加速的減碳路徑，設定 2020 年溫室氣體排放量較 2005 年減量 2%(即溫室氣體淨排放總量 260.717 百萬噸碳當量)，並以 2025 年較 2005 年減量 10%及 2030 年較 2005 年減量 20%為努力方向。

推動策略架構包含三大部分，分別為六大部門減量策略、八大政策配套及評量指標。說明如圖 2.2.9 至圖 2.2.12 所示。

資料來源：行政院環境保護署，國家溫室氣體減量法規資訊網。

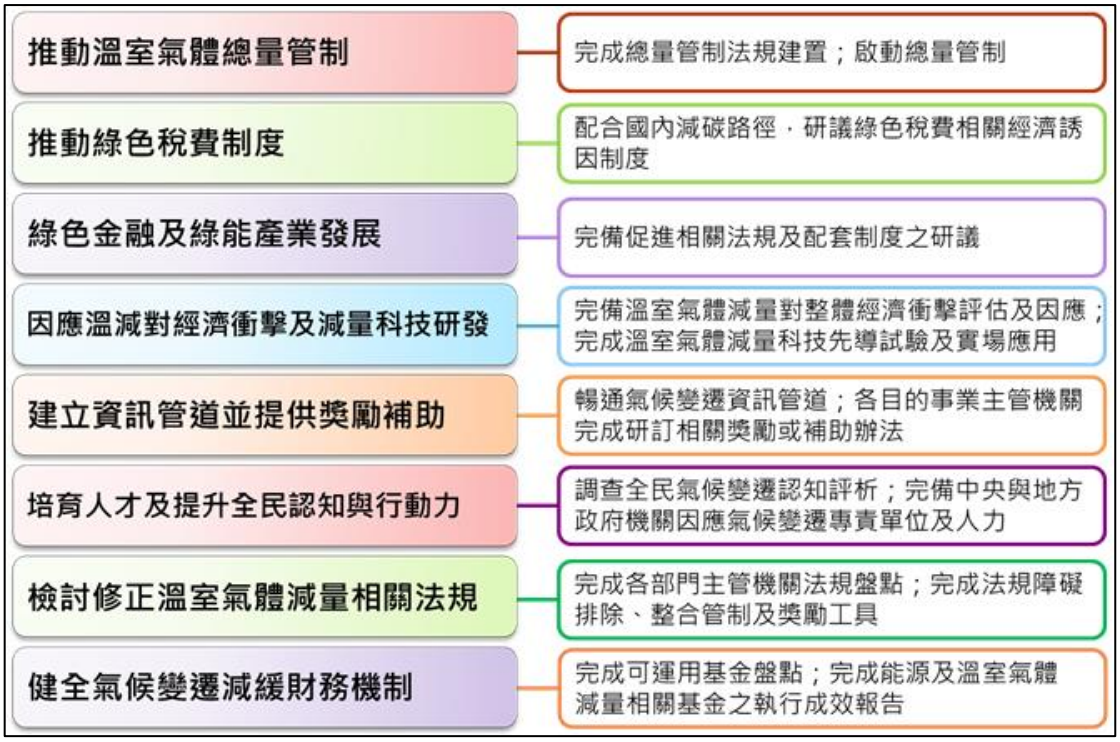
圖 2.2.9 六大部門推動策略重點

資料來源：行政院環境保護署，國家溫室氣體減量法規資訊網。

圖 2.2.10 八大政策配套推動策略重點

資料來源：行政院環境保護署，國家溫室氣體減量法規資訊網。

圖 2.2.11 六大部門推動策略評量指標



資料來源：行政院環境保護署，國家溫室氣體減量法規資訊網。

圖 2.2.12 八大政策配套評量指標

5. 交通部「運輸政策白皮書-綠運輸」(2012 年)

面對全球氣候變遷，運輸部門的施政也在必須妥為因應，交通部爰提出運輸政策白皮書-綠運輸別冊，以「打造永續運輸」為發展願景，擬訂五大運輸政策發展主軸，以達到優質(Great)、可靠(Reliable)、環保(Environmental)、公義(Equitable)且無縫網絡(Networked)的 GREEN 綠運輸環境，本所並因應情勢變化，刻正辦理計畫進行修正。依循「永續能源政策綱領」及「綠能低碳推動會」，運輸部門的總體減量與策略目標包含(以 2025 年為長期目標年)：

(1) 2020 年運輸部門 CO_2 允許排放量為 34.5 百萬公噸(年)；2025 年運輸部門 CO_2 允許排放量為 29.7 百萬公噸(年)。

(2) 公共運輸使用率提升至 30%。

(3) 小客車能源效率標準提高 25%。

(4) 小貨車能源效率標準提高 25%。

(5) 機車能源效率標準提高 25%。

(6) 大貨車能源效率提升 20%。

(7) 市區公車全面汰換為替代能源公車。

(8) 公路客運 40%汰換為替代能源公車。

(9) 機車 5%汰換為電動機車。

(10) 小客車 10%汰換為替代能源車輛。

6. 國家永續發展委員會「永續發展政策綱領」(2008 年核頒)

「永續發展政策綱領」以永續的環境、永續的社會、永續的經濟、執行的機制為「政策領域」，每個政策領域包含五至六個面向，合計二十二面向分別設定其目標與策略。交通發展歸納於「永續的經濟」領域，基於落實「永續發展」理念及因應「節能減碳」需求，永續運輸之具體發展議題與重點目標包括：

(1) 架構臺灣地區便捷交通網

重點目標：臺灣西部城市到城市之間 2 個小時內可以暢通、同一生活圈內的各個鄉鎮中心可在 1 小時內到達、西部運輸走廊一日生活圈、發展東部聯外及在地運輸服務、強化離島地區聯外運輸服務。

(2) 提供優質公共運輸服務

長期目標：2025 年公共運輸市占率至 30%。

中期目標：2020 年公共運輸市占率 20%。

(3) 構建友善的自行車使用環境

重點目標：優化環島自行車路線、都市運輸以「步行+自行車+公眾運輸」構成綠色交通網絡、環島休閒以自行車慢速特性結合「慢遊」旅遊趨勢。

(4) 建構全臺智慧型運輸系統

重點目標：整合跨單位交通資訊，建立雲端資訊系統服務平臺、提升交通資訊「質」「量」品質、開放交通相關資料供各界加值應用(Open Data 概念)、創造交通資訊多元化服務。

(5) 提供民眾安全的運輸環境

重點目標:透過執法、教育與宣導提高用路人與從業人員安全意識、加強運具系統安全監督並進行風險管理。

(6) 提升交通設施興建與營運維護效能

重點目標：交通建設融合生態系統與工程技術，兼顧環境的永續經營、導入橋梁生命週期災害風險評估概念，建置臺灣公路早期防救災決策支援系統、減輕港口營運對環境造成衝擊，朝向綠色港埠目標發展。

2018 年 12 月召開「行政院國家永續發展委員會第 31 次委員會議」，邀集永續會民間委員及相關部會首長，討論我國永續發展目標草案。該草案計有總論、18 項核心目標、138 項具體目標及 343 項對應指標，將作為我國推動永續發展各項工作的重要依據。

7. 「空氣污染防制法」(2017 年 12 月 14 日通過修正草案，2018 年 6 月 25 立法院院會完成三讀程序)

為防制空氣污染，維護國民健康、生活環境，以提高生活品質，特制定「空氣污染防制法」。空氣污染防制法管理方向，初期由燃料及移動源管制至行政管制與經濟誘因，歷經多次修法，現則著重於減少人體健康危害之管制策略表 2.2-6 彙整空氣污染防制法管理歷程。

表 2.2-6 「空氣污染防制法」空氣品質管理歷程

1975-1981 年	1982-1991 年	1992-1998 年	1999-2010 年	2010-2017 年	2018 年
以行動管制、生煤使用與販賣許可管制、及濃度標準管制為重點。	訂定移動源排放標準、管制高污染燃料、訂定部份行業加嚴標準。	推動許可證制度：移動源實施新車型審驗及新車檢驗工作；徵收空污費，落實污染者付費精神。	檢討空氣污染防制費徵收制度，同時引進更積極的空氣品質管理制度。	減少人體健康危害為主軸，推動 HAPs 及 $PM_{2.5}$ 管理策略。	1. 固定源管制：從燃料、產品等源頭管制；以健康風險為依據，加強有害空氣污染物之排放管制；加重罰則、擴大處分對象。 2. 移動源管制：環保主管機關得劃設空氣品質維護區，實施移動污染源管制；擴大列管交通工具以外之移動污染源；加嚴出廠 10 年以上交通工具排放標準。 3. 追繳不當利得及全民監督：違反本法義務而獲有利益者，除處以罰鍰外，亦追繳其所得利益；新增檢舉獎金及吹哨者制度並要求落實資訊公開，達到全民監督的目的。

資料來源： 2015 年環境保護署「好空氣 齊努力」簡報，本計畫彙整。

本次修法除參考司法改革國是會議決議，建構追繳不法所得利益、新增檢舉獎金及吹哨者制度外，更針對空氣品質改善的需求，進一步加強燃料及有害污染物管制，並且擴大污染源納管範圍，加強交通工具及其他機具排放管制等，可建構更完整的空氣品質管理制度，以有效防制空氣污染、維護國民健康。本次修法五大亮點羅列如下：

(1) 增訂好鄰居條款：地方主管機關要依據中央主管機關訂定的空氣污染防制方案，會商鄰近的縣市政府，訂定空氣污染防制計畫，以共同解決下風處民眾所受的空氣污染問題。

(2) 增訂工廠源頭與管末雙重管制機制：主管機關在訂定排放標準時，要納入有害空氣污染物的項目，也要進行健康風險評估。

(3) 增訂好社區條款：授權地方主管機關可劃設空氣品質維護區，限制或禁止高污染交通工具的進入或使用。

(4) 加重罰則，遏阻不法：為了遏阻違規行為，大幅度提高刑事與行政處罰的罰則。

(5) 增訂不法利得追繳及吹哨者條款等規定：主要是依司法改革國是會議建議，對於違反本法規定而得到利益的，除罰鍰外，也追繳不法利得；並新增檢舉獎金及吹哨者制度，鼓勵檢舉不法。

8. 「空氣污染防制策略」(2017 年)

為加速與擴大推動空氣品質改善措施，環保署於 2017 年 4 月提出「空氣污染防制策略」，以降低細懸浮微粒 $PM_{2.5}$ 濃度為目標，提出包含淘汰一、二期柴油車、汰除二行程機車、港區運輸管制等措施，如表 2.2-7 所列。

同時也以 2019 年為目標，估算空氣污染物之減量效果如下：

(1) 懸浮微粒(PM_{10})約 14,000 公噸(8.2%)

(2) 細懸浮微粒($PM_{2.5}$)約 8,500 公噸(10.9%)

(3) 硫氧化物(SO_X)約 17,000 公噸(14.6%)

(4) 氮氧化物(NO_X)約 92,000 公噸(23%)

(5) 揮發性有機物(VOC_S)約 15,000 公噸(3.4%)

表 2.2-7 空氣污染防制策略移動污染源措施

空氣污染防制策略	措施內容
淘汰一二期柴油大貨車	加強路邊攔檢管制、推廣雇用環保車隊、補助加速汰舊、修法劃定空氣品質維護區限制進出(環保署、交通部、財政部、工程會、地方政府)
三期柴油車加裝濾煙器	補助 15 縣市辦理垃圾車加裝濾煙器示範運行、訂定「大型柴油車加裝濾煙器補助辦法」推廣民間車隊使用(環保署、地方政府)
汰除二行程機車	推動報廢、修訂補助辦法與相關法規、加強稽查管制及鼓勵檢舉(環保署、地方政府)
港區運輸管制	推動高壓岸電設置(交通部、經濟部) 港區老舊柴油車管制(交通部) 船舶運輸污染減量(交通部、經濟部、環保署)
提升公共運輸使用人次	營運補貼維持公車服務、補助汰換及引進電動公車、設置資訊系統、辦理公車進校園及需求反應式運輸服務(交通部公路總局、地方政府)
提升軌道貨運運能	推動貨櫃化輸送方式、鼓勵自備貨車、提升臺鐵局輸送效益及貨場運用效率、責成貨物不落地以符合法規(交通部臺鐵局)
推動電動蔬果運輸車	訂定補助辦法及鋰電池安全審驗規範、發展小型電動蔬果運輸車、訂定柴油拖板車管理或禁止進入市場內規定(環保署、農委會、交通部、地方政府)

資料來源：行政院環境保護署，空氣污染防制策略， 2017 年。

9. 「空氣污染防制行動方案」(2017 年)

由 2017 年 10 月 LANCET 期刊的報告中已指出，全球 1 年內約有 650 萬人死因歸因於空氣污染，在臺灣部分，每 10 萬人致死率中約達 51-75 人，即為約 1.2-1.7 萬人(7-10%)死於空氣污染，而於空氣污染物中，又以 $PM_{2.5}$ 及臭氧為主要之污染物。

因應「空氣污染防制法」，繼「清淨空氣行動計畫」後，2017 年 12 月 21 日提出更具體、擴大的「空氣污染防制行動方案」，對空污防制訂定更積極的作為及改善目標，目標 2019 年空污紅害減半，以 2019 年底前將紅色警戒站日數由 997 站/日減半至 499 站/日為目標，運輸部門之空氣污染管制具體目標與策略方向彙整如下：

(1) 鼓勵電動車輛：

①2030 年新購公務車輛電動化及推動電動大客車

②鼓勵電動汽機車

(2) 淘汰二行程機車與一、二期柴油大貨車，三期柴油車加裝濾煙器

(3) 交通管制新作為

(4) 推動電動蔬果運輸車

(5) 強化港區空氣污染防制行動

(6) 加嚴移動源管制

①出廠 10 年以上交通工具排放標準

②地方政府劃定空品維護區

上述策略多需藉由交通部與環保署協力推動，表 2.2-8 彙整各項策略兩部會之分工重點，除此之外，中央需攜手地方政府，除加強推動空氣污染防制策略、執行其他持續性管制作為外，也針對秋冬空氣品質不良之應變，強化稽查管制，落實工廠污染減量，並納入交通運輸管理作為，交通部將配合執行港區管制進出港區車輛(非僅針對船舶)之作為，以及參考國外經驗提升移動污染源減排強度規劃，如不開放公共停車場降低車輛使用行為，提供免費搭乘大眾運輸提高使用人次等。

表 2.2-8 空氣污染防制行動方案-運輸相關措施權責分工重點

措施	交通部主辦	環保署協辦
港區運輸管制	提升船舶進出港減速達成率、會同地方政府劃設空氣品質維護區、船舶使用低硫油、設置高壓岸電、修訂商港港區柴油車通行證效期 (港務公司)	制定船舶油品硫含量標準、修正劃設空氣品質維護區、研擬徵收船舶移動源空污費
提升公共運輸使用人次	提供公車營運虧損補貼、補助汰換老舊柴油公車及電動公車、設置計程車招呼站及鼓勵 APP 叫車、鼓勵將汰換機車補助款，以公共運輸電子票證儲值金替代	補助機場捷運轉乘
提高車輛持有及使用成本	檢討取消老舊柴油大貨車通行費優惠、評估汽燃費隨里程徵收可行性、實施機車停車收費或訂定差別費率	—
限制高污染車輛使用	配合空氣品質維護區，提供車籍資料，限制高污染車輛進入、公務機關依公共運輸服務情形推動每月一日無車日	規劃加嚴出廠 10 年以上交通工具排放標準、研議設置微型空氣品質感測器地點及密度、科技執法之車牌辨識系統架設地點相關細節及經費來源等議題
	環保署主辦	交通部協辦
淘汰一、二期柴油大貨車	提供老舊大型柴油車輛汰舊補助、加強路邊攔檢、推廣雇用環保車隊、加嚴出廠 10 年以上交通工具排放標準	協助環保署介接柴油車籍資料 (公路總局)
三期柴油車加裝濾煙器	補助辦理垃圾車加裝濾煙器示範運行、大型柴油車加裝濾煙器補助	公共工程契約載明廠商須使用第 3 期排氣管制標準以上之柴油車輛進行載運(交通部所屬公共工程)
汰除二行程機車	提供二行程機車淘汰及新購電動二輪車補助、加強稽查管制及鼓勵檢舉	辦理二行程機車切結報廢(公路總局)

資料來源：本計畫彙整。

10. 六都推動運輸部門減碳及減污相關措施

地方政府依據自治條例或其他相關計畫，推動各項減碳、減污策略。針對六都政府彙整其與交通工具污染相關的各項推動措施，整體而言可區分為五大項目，包含：劃設低污染排放區限制不符合低污染排放之車輛進入、提高低碳車輛使用之便利性 (如劃設共乘專用停車位)、優先採購及換

購低碳排放車輛(如臺北市政府 3U-共享汽車 Ucar、共享機車 WeMo Scooter 及公共自行車 YouBike)、依車輛污染程度採累進或差別停車費率、提供搭乘大眾運輸優惠(如公共運輸轉乘優惠)。彙整如下表所示 2.2-9。

表 2.2-9 六都推動與減碳及減污運輸部門相關措施

地區	推動措施
臺北市-宜居永續城市自治條例	1.優先採用低碳運具之業者營運 2.劃設低碳運具停車格 3.劃定低污染排放區，限制高污染車輛通行
新北市-低碳社區發展中心	1.推廣大眾運輸工具 2.推動共乘制度 3.推廣自動化公共自行車系統 4.補助及推廣低污染運具 5.劃設低碳運具停車格(3%-4%)
桃園市-發展低碳綠色城市自治條例	1.優先採用低碳運具之業者營運 2.劃設低碳運具停車格(2%) 3.劃定低污染排放區，限制高污染車輛通行或規畫行人徒步區 4.採購公務機車使用低污染車輛
臺中市-發展低碳城市自治條例	1.得公告指定接駁交通工具之使用以低碳車輛為限 2.劃設低碳運具停車格(2%) 3.劃定低污染排放區，限制高污染機車通行(2021.1.1 生效) 4.公有停車場對低碳車輛得採取優惠停車費率 5.市區公共運輸業購置車輛以低碳車輛為原則
臺中市-關鍵 8 微克的綠色交通計畫	1.鼓勵易塞車路線汰換為電動公車 2.延長電動公車使用年限 3.補助計程車業者購置純電動車 4.建立智慧化管理系統規劃 5.建立 app 智慧停車系統提升找尋車位效率 6.增設電動公車充電場站 7.增設公有停車場之充電柱 8.提供共享汽、機車業者之購車補助 9.補助市區公車定期更換車輛廢氣後處理裝置 10.提供票價補助，鼓勵民眾搭乘大眾運輸 11.建立碳足跡計算公式及資料庫，並辦理相關活動
臺南市-低碳城市自治條例	1.優先採用低碳運具之業者營運 2.劃設低碳運具停車格(2%) 3.停車場得採累進或差別停車費率計算收取 4.市區公共運輸新購車輛以低碳車輛為原則
高雄市-環境維護自治條例	1.推廣使用低污染運具，及清潔能源車輛，劃定低污染運具示範運行區 2.分階段公告本市轄內禁止使用二行程機車之時程及區域，並最遲於 2020 年 12 月 31 日前禁止本市使用二行程機車

資料來源：交通部運輸研究所，降低移動污染源管理措施蒐集與彙析，2018 年。

各地方環保局亦依據空污法規定「直轄市、縣(市)主管機關規定訂定公告空氣污染防制計畫，並應每兩年檢討修正改善，報請中央主管機關核備之」，以其地方生活型態、人文及環境特性等，提出適合縣市之交通工具污染管制策略，並由環保署成立諮詢小組，針對地方環保局所提報之空氣污染防制計畫書 (以下稱污防書)，照年度各項目標及達成情形進行評分。地方環保局污染書之管制策略結果，將可能直接影響當地污染排放情形，足以顯示其重要性。

本計畫依據各縣市 2015-2020 年污防書內容，特別針對與交通工具污染管制策略相關部分進行解析，並以空品區之整合性管理概念進行策略統合，將同一空品區內之縣市污防書，將其具有相同或特有之策略項目進行彙整，於表 2.2-10 顯示其空品區策略結果。

整體而言呈現，各空品區於交通工具污染相關之各項管制策略主要工作項目大致相同，依其大分類可區分為：

(1) 機車管制：各空品區皆以加強淘汰二行程機車為主要目標，並以提升縣市機車定檢率、推動保檢合一制度，以強化老舊機車汰換。

(2) 柴油車管制：鼓勵老舊柴油車淘汰、推動柴油車自主管理與保檢合一，以及提升柴油車納管率，除此之外，在北部、中部及高屏空品區之縣市污防書中，更特別提及將進行公務單位清潔車輛加裝濾煙器示範運行，以改善車輛排污狀況。

(3) 低污染運具推廣：各空品區之縣市政府皆提供二行程機車汰舊換電動機車補助，並積極推廣電動自行車、電動公車等清潔燃料車輛使用。

(4) 交通管制：北部及高屏地區推廣以公共運輸取代私人運具，新竹市提出將推動及管理共乘網以減少自用車輛使用，台中市 SIP 計畫提及將研擬台灣大道課徵塞車稅之規劃，並結合國道電子收費系統，當車輛於上、下班時段及假日行駛於台灣大道時，需進行收費藉以降低私人車輛使用，花東及宜蘭空品區則以宣導車輛怠速熄火為主要措施。

(5) 空氣品質維護區管制：在 2018 年空污法修法之前，全台各縣市累計已劃設 61 處空品淨區 (舊名至 2017 年計)，為強化各空品區內之管

制規範，正名為「空氣品質維護區」並正式入法，而目前地方環保局已著手規劃設置 115 處空氣品質維護區，未來將持續針對進出區域之高污染柴油車或其他移動污染源，管制引擎型式、燃料、運行狀況等等，除此之外各空氣品質維護區亦將加強路邊攔檢稽查。

各地區之交通工具污染管制，為第一線對民眾有直接影響之策略，且其成效及減量結果，皆可明確反應出該策略於當地之推行結果，並成為地方及中央單位於規劃短、中、長期的各策略情境推廣之參考依據。

表 2.2-10 各空品區交通工具污染主要管制策略

空品區	管制對策	主要工作項目
北部空品區	使用中機車	淘汰二行程車輛
		利用車籍資料，提高定檢率
		推動機車保檢合一
	使用中柴油車	報廢老舊柴油車
		推動車隊自主管理及提高到檢率
		新北、台北市推行柴油車加裝濾煙器
	低污染車輛推廣	低污染車輛使用推廣
	交通管理	擴增捷運網路及搭乘人次量
		公共運輸取代私人運具
	空品區管制	空品區強化污染車輛查察，及進出柴油車輛需取得自主管理分級標章
竹苗空品區	使用中機車	淘汰二行程車輛
		利用巡查、攔檢與移動式定檢站等方式，提升機車到檢率
	使用中柴油車	老舊柴油車報廢
		提高使用中柴油車納管率
		推動柴油車自主管理
	低污染車輛推廣	低污染車輛使用推廣
	空品區管制	限制高污染車輛進入 (需取得自主管理分級標章或為油電混合車等清潔燃料車輛)
	交通管理	新竹市推動 Qcar 共乘網並減少使用自用車

資料來源：行政院環境保護署，移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫彙整，2016 年。

表 2.2-10 各空品區交通工具污染主要管制策略(續 1)

空品區	管制對策	主要工作項目
中部空品區	使用中機車	淘汰老舊機車
		提高定檢到檢率、檢測不合格車輛改善率提升 (路邊攔檢、青白煙檢驗)
	使用中柴油車	淘汰老舊柴油車 (執行高污染老舊車輛目判通知到檢及中部空品區聯合稽查作業，高污染老舊車輛加強路邊攔檢)
		公務單位三期前清潔車輛加裝濾煙器示範
	低污染車輛推廣	低污染車輛使用推廣
	空品區管制	中部空品區進出柴油車需取得自主管理通行證
	交通管理	台中市台灣大道研擬課徵塞車稅： 1. 評估車輛於上班時間(7:30-9:00)與下班時間(17:00-18:30)及假日行駛於臺灣大道時需進行收費之可行性，收費方式依行駛路程進行收費(如:1 元/km)。 2. 結合目前國道電子收費系統進行收費。
雲嘉南空品區	使用中機車	淘汰老舊機車
		推動機車保檢合一、提升使用中機車納管率
	使用中柴油車	淘汰老舊柴油車
		提高柴油車納管率與推動保檢合一、路邊稽查、自主管理
	低污染車輛推廣	低污染車輛使用推廣
	空品區管制	推動離島工業區為柴油車空氣品質淨區,5 年以上柴油車須持檢測合格證明方得入場 (進行路邊攔檢與進出車輛符合率)
高屏空品區	使用中機車	淘汰老舊機車
		提升機車納管率
	使用中柴油車	淘汰老舊柴油車
		推動柴油車自主管理、提升柴油車納管率
		清潔車輛加裝濾煙器示範
	低污染車輛使用推廣	低污染車輛推廣
		加強公共腳踏車推廣
		增設機車充電站
	空品區管制	高雄市規劃設置空品區並禁止高污染二行程機車車輛進入
	交通管理	屏東縣推動增加行人徒步區

資料來源：行政院環境保護署，移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫彙整，2016 年。

表 2.2-10 各空品區交通工具污染主要管制策略(續 2)

空品區	管制對策	主要工作項目
花東空品區	使用中機車	淘汰老舊機車
		提升機車納管率 (攔巡查、移動式定檢站)
	使用中柴油車	提高柴油車納管率
		提高柴油車自主管理數
	空品區管制	台東知本空品區柴大客車稽查
	交通管理	花蓮怠速熄火宣導
宜蘭空品區	使用中機車	淘汰老舊機車
		推廣機車保檢合一及提升納管率 (移動式機車定檢服務)
	使用中柴油車	淘汰老舊柴油車
		推廣柴油車保檢合一及提升納管率
		提高柴油車主動到檢
		柴油車排煙檢測站評鑑等級
	低污染車輛推廣	低污染車輛使用推廣
	交通管理	油品稽查
		停車怠速熄火宣導

資料來源：行政院環境保護署，移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫彙整，2016年。

2.3 本所相關模組與平台開發成果

2.3.1 運輸節能減碳策略評估模組

本計畫系列研究自 2010 年開始，包含「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」(2010-2012 年)、「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用」(2013-2014 年)、「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」(2015-2016 年)、「都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」(2017-2018 年)。

2010-2014 年之模型以 CGE 模型建立我國運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型，作為後續發展運輸政策評估工具之基礎。2015 年以後，為更準確反應運輸相關策略之節能減碳效益，以運輸需求模型發展運輸節能減碳策略評估模組，開發之運輸節能減碳策略評估模組特性差異彙整如表 2.3-1 所示，以下就近 2 期運輸節能減碳策略評估模組開發進行說明回顧。

表 2.3-1 系列研究開發之策略評估模組比較

模組特性	城際運輸節能減碳策略 評估模組	都會運輸節能減碳策略 評估模組
導入模式	城際運輸需求模式(TDM2013)	臺北都會區運輸需求預測模式 (TRTS-4S)
區域範疇	臺灣本島 16 生活圈	臺北市(12)、新北市(29)全部市區鄉鎮及桃園市(3)共 44 個行政轄區
運具範疇	臺鐵、高鐵、機場捷運、航空、小客車、大客車	臺鐵、高鐵、機場捷運、臺北捷運、大客車、小客車、機車、自行車
能源範疇	汽油、柴油、LPG	汽油、柴油、LPG
溫室氣體範疇	二氧化碳	二氧化碳
分析時間	2014 年、2020 年、2025 年(永續能源政策綱領目標年)、2030 年(國家 INDCs 目標年)、2050 年(溫管法目標年)	2015 年

資料來源：本計畫彙整。

1. 城際運輸節能減碳策略評估模組

前期「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」為 2 年期延續型計畫，計畫主要目的為建立運輸部門各項節能減碳策略之評估模型。

模式導入城際運輸需求模式(TDM2013)，整合前期建構之基線推估模式，由基線推估模式負責上層總體模型基線推估，TDM-E 分析之總量再與基線透過總體修正因子進行修正；前期計畫並配合另案辦理之基線推估模式研究案，進行兩模型之間輸出、入資料間的回饋與交換，基線推估模式回饋 GDP 等社經變數及運輸部門能耗碳排基線至 TDM-E 模型，TDM-E 模型亦提供未來各年期各運具別之延車公里、延人公里變化予基線推估模式，兩模型間的資料整合與回饋作業如圖 2.3.1 所示。

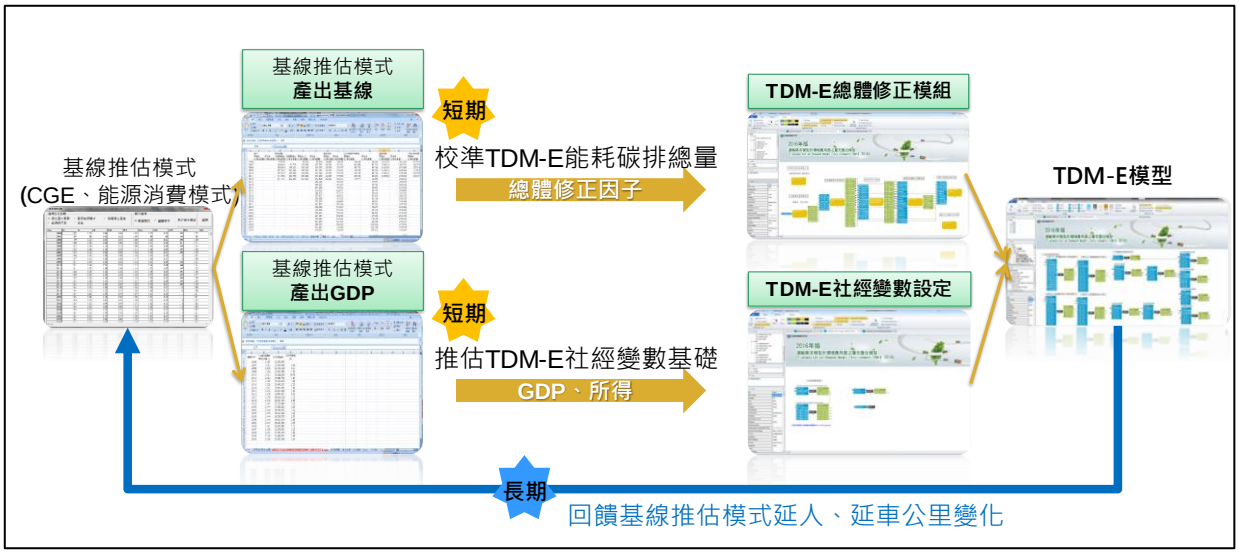


圖 2.3.1 基線推估模式與 TDM-E 模型整合方式

「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」2 年期計畫另一重點為進行運輸策略節能減碳效益之評估，第 1 年期案例分析主要目的為確認評估模組開發成果可用性，因此透過推動中政策進行分析，政策分析結果於第 2 年期進行驗證；第 2 年期持續評估我國運輸部門能源消耗與二氧化碳排放趨勢，並透過案例分析檢視運輸部門節能減碳策略妥適性，以作為相關部會制定節能減碳策略之參考。各年期分析案例列舉如下：

(1) 第 1 年期

①高鐵增站與票價調降

②蘇花公路貨車移轉鐵路

(2) 第 2 年期

①已推動城際運輸策略實例驗證分析：

a. 98-103 年公共運輸發展

b. 通行費率改變影響

②未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估分析：

a. 臺鐵服務與效能改善

b. 公共運輸發展目標

c. 車輛燃油效率提升

2. 都會運輸節能減碳策略評估模組

賡續 2012-2014 年「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」及 2015-2016 年「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」，由於前期計畫導入 TDM2016，主要評估標的為城際旅次，非城際旅次簡化反應，遂於 2017 年開發「都會運輸節能減碳策略評估模組」，擴大節能減碳策略評估範疇至都會及區內旅次，以符合國家型、區域型，以至都會型與走廊型之運輸節能減碳方案效益評估需求。

由於城際運輸需求模式生活圈內之都會區旅次僅作為交通量指派之背景值，其生活圈內之路網亦較為簡化，無法完全反應全臺都會旅次行為；然考量現有城際模式、各都會區模式以及生活圈模式，不管在模式建構方法、分區系統、旅次定義、運具分類以及路網層級等均有顯著差異。

配合後續年期其他模式導入後整體模型的整合與串接，探討各模式整合至 TDME 模型中課題及精進系列研究發展之運輸節能減碳策略評估模組，前期計畫提出評估模組開發課題及對策如圖 2.3.2 所示。

為評估為都會型運輸策略，優先導入 TRTS-4S 進行都會運輸節能減碳策略評估模組開發；為精確地反應都會公共運輸節能減碳策略成效，推估延車公里以計算各運具系統能耗總量、並評估低碳車輛發展趨勢；為利於與能源平衡表、排放清冊等以年總量為統計單位發布之資料進行比對，調整運輸需求模型分析尺度差異，發展規格化調整因子整合模式尺度差異。

此外，為提升未來評估評估模組應用性，前期計畫將 TDME 模型架構調整為分層作業方式，如圖 2.3.3 所示，模型架構包含運輸需求模組、成效推估模組。運輸需求模組由城際模式、都會區模式及其他生活圈模式組

成，用以分析運輸政策對旅次產生、運具選擇、路徑選擇等運輸行為之影響；成效推估模組透過運輸需求模組之產出結果，輔以相關能源政策，反應運輸政策、能源政策下之能耗及碳排變化。

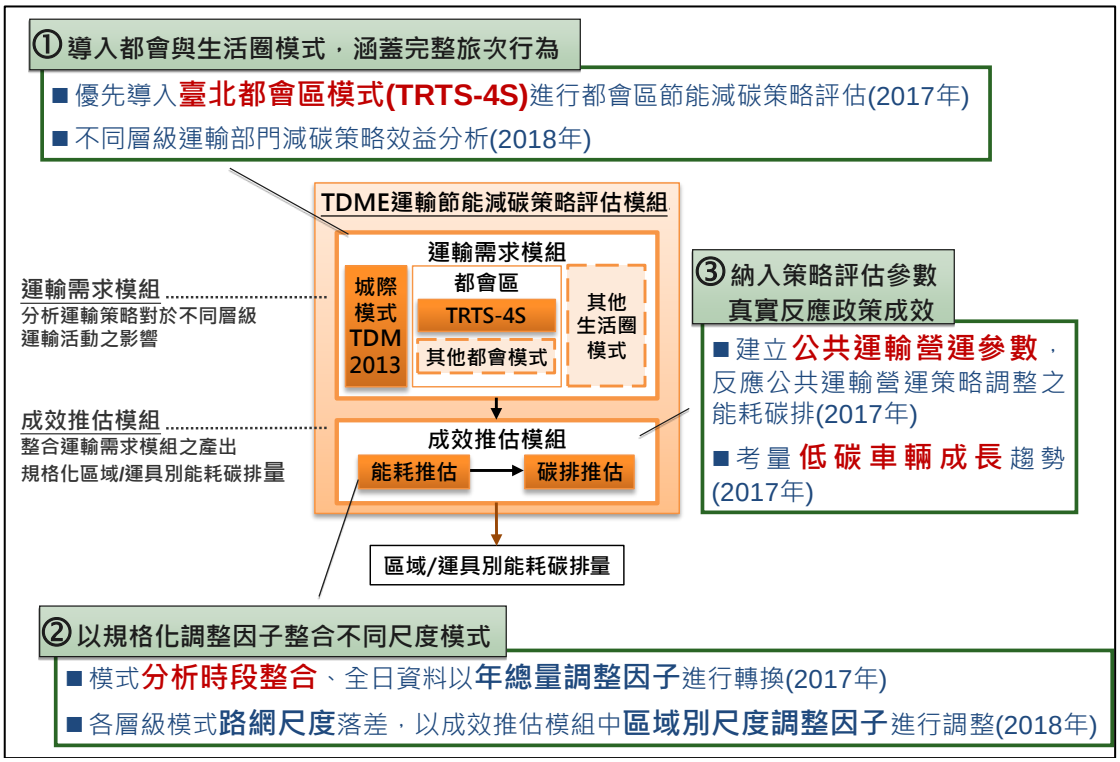


圖 2.3.2 都會運輸節能減碳策略評估模組開發課題對策

2017 年期計畫主要目的係為開發都會運輸節能減碳策略評估模組，為探討分析結果合理性，選擇以國內已推動都會運輸相關之實際案例，進行都會地區能源消耗與溫室氣體排放評估分析。

實際案例挑選「公共運輸轉乘優惠」，透過情境假設進行分析，各情境方案列舉如下：

(1) 主分析方案情境

①情境 0：現況轉乘半價優惠。

②情境 1：取消轉乘優惠情境。

(2) 補充案例情境

①情境 2：全額轉乘優惠。

②情境 3：現況轉乘半價優惠，臺北市中心汽車全面收費。

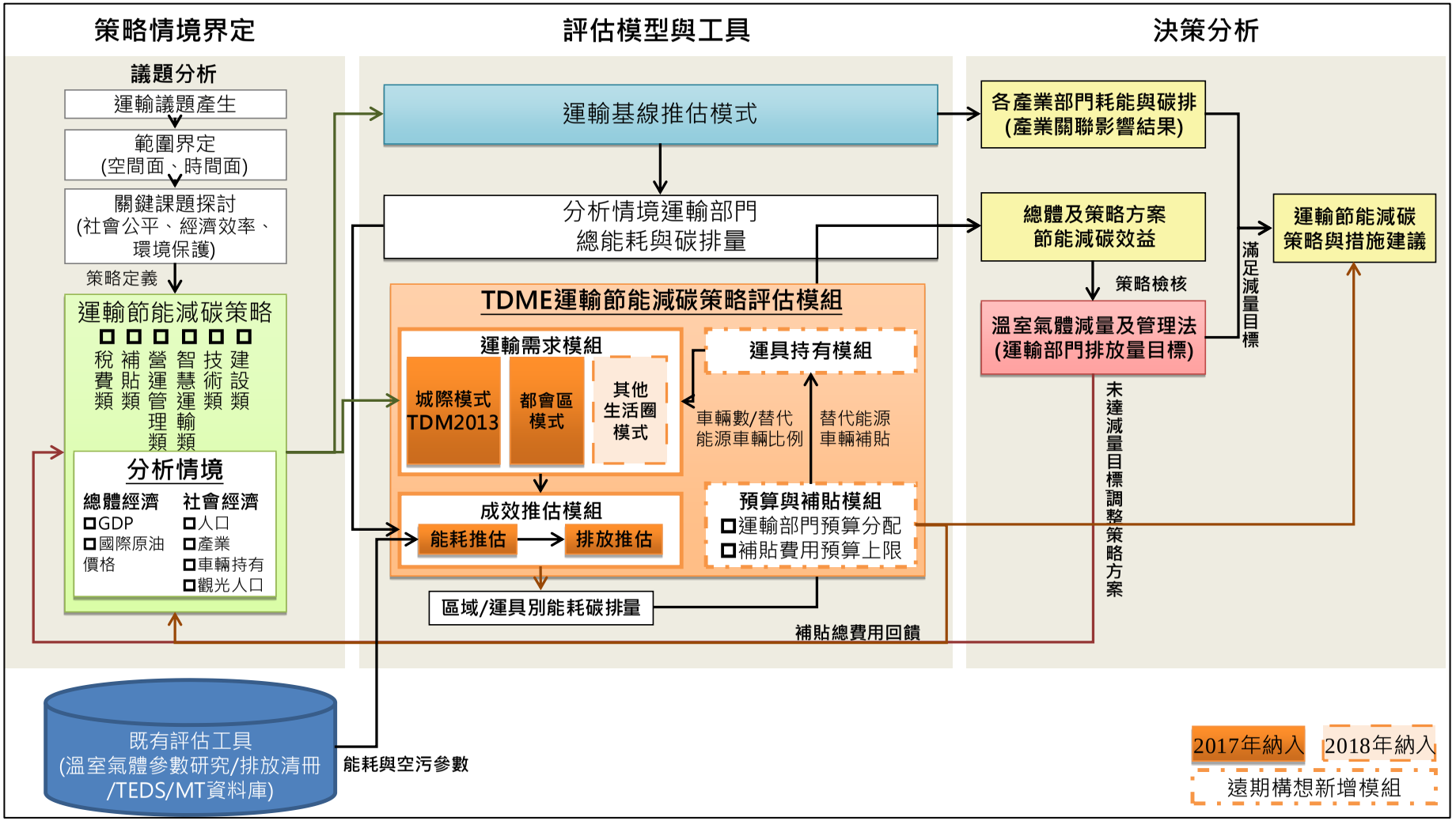


圖 2.3.3 運輸節能減碳策略評估模組策略分析架構

3. 可導入之運輸需求模式

本系列計畫於 2015-2016 年導入城際運輸需求模式，2017-2018 年導入臺北都會區運輸需求預測模式，未來透過其他運輸需求模式之分析結果應用算運輸策略之能源需求及排放量。目前國內運輸需求模式依分析空間規模可分為城際模式、都會區模式及生活圈模式 3 個層級，其可評估之政策、細緻程度及區域規模皆有差異，彙整如下表 2.3-2 所示。

由於各模型多屬於單一空間尺度分析模式，建構之空間範圍、分析對象、分析路網尺度皆不同，且因應分析目的與處理問題建構，難以同一套模式涵蓋各種尺度課題的分析，因此需透過模型分析結果整合不同尺度模式產出結果，以進行能耗碳排估算之應用。

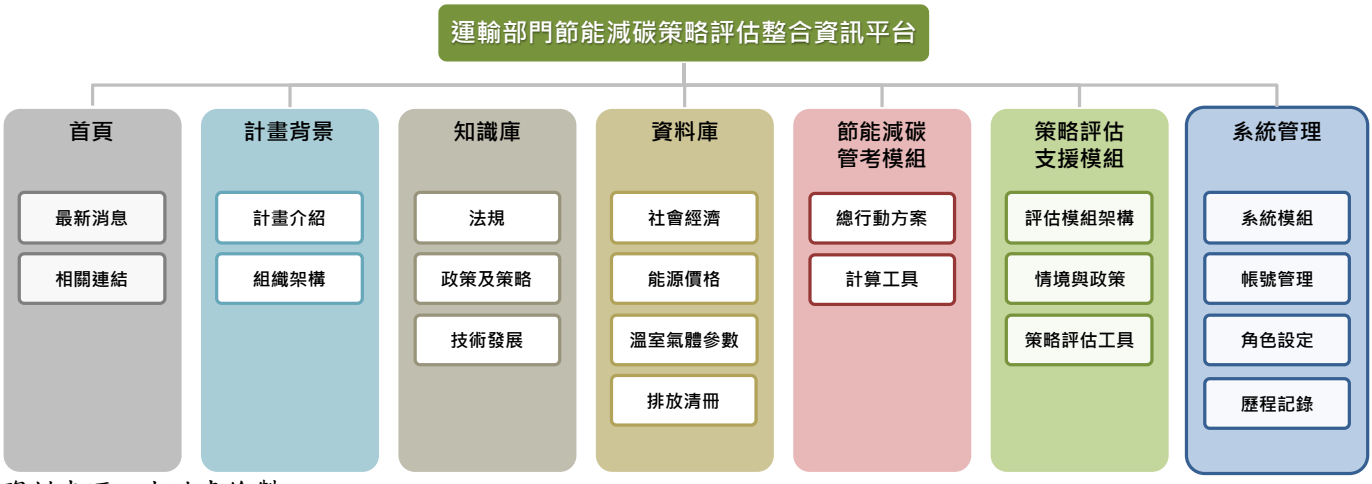
表 2.3-2 我國運輸需求模式發展

運輸需求模式	評估空間範圍	建置單位	主要分析用途	模式範例
城際模式	全臺本島	本所	未來整體運輸發展規劃與政策評估	城際運輸需求模式
都會區模式	臺北、桃園、臺中、臺南、高雄各縣市	縣市政府	捷運路線研究與區域發展分析	臺北都會區運輸需求預測模式
生活圈模式	17 個生活圈	內政部營建署/縣市政府	生活圈道路分年建設計畫擬定、整體運規	北臺區域模式

資料來源：本計畫彙整

2.3.2 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台

本計畫系列研究於 2015 年針對平台整體架構進行重整與擴充開發相關模組，以完備整體系統，平台架設於本所網域下，採用 CMS 內容管理系統(Content Management System)，可減少維運與管理之投入資源。平台功能共包括首頁、計畫背景、知識庫、資料庫、節能減碳管考模組、策略評估支援模組與系統管理等七大項目，如圖 2.3.4 所示，各模組功能如表 2.3-3、圖 2.3.5 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3.4 整合資訊平台架構

表 2.3-3 整合資訊平台功能說明

模組	子模組	項目	功能說明
首頁			提供新增快速獲取資訊的快捷功能，包含運輸部門排放清冊、聯合國氣候大會資料及連結至綠運輸網站及登入等功能。
最新消息			蒐集轉知國內外節能減碳、綠色運輸相關新聞提供使用者掌握節能減碳資訊。
計畫背景			介紹計畫緣起與相關工具開發宗旨並提供近年政府施政目標及 COP21、COP22 資訊。
知識庫	整體法規	國際法規	提供國內外相關法規、節能減碳相關國內外政策、最新新知與相關技術發展資訊
		我國法規	
	政策與策略	環保署	
		經濟部	
		其他相關政策	
	技術發展	能源管理	
		交通運輸	
		綠建築	
		經濟財稅	
		其他相關技術	

資料來源：本計畫彙整。

表 2.3-3 整合資訊平台功能說明(續)

模組	子模組	項目	功能說明
資料庫	社會經濟	人口	提供全臺、生活圈及鄉鎮等空間尺度之不同社經變數查詢
		車輛數	
		產業結構	
		從業人口	
		GDP	
		所得	
		大專院校學生	
		觀光遊憩人次	
	能源價格	汽油價格	提供查詢歷年九二、九五、九八無鉛汽油及超(高)級柴油價格查詢
		柴油價格	
	溫室氣體參數	能耗碳排	提供不同運具單位油耗與 CO_2 參數及點、線、面源排放推估資料
		空氣污染	
	排放清冊	總說明	提供運輸部門排放清冊推估方法、能耗碳排推估結果、推估之參係數資料下載。
		推估方法介紹	
		推估資料查詢	
節能減碳管考模組	節能減碳總行動方案	總說明	提供管考計畫填報與月季報彙整功能
	節能減碳計算工具	行動管考	提供四大類型計畫推動後之節能減碳效果試算及推估公式介紹，其中計算工具提供使用者可自行修改相關係數，並根據修改後係數運算產生結果
		公式說明	
		計算工具	
策略評估支援模組	評估模組架構	總說明	介紹評估模組整體架構與作業流程
	情境與策略	基礎情境設定	說明各社經變數資料趨勢及評估模組可分析策略及影響層級
		運輸節能減碳政策	
	策略評估工具	基線推估	包含基線說明、推估模式介紹及基線分析結果
		TDME 模型	介紹 TDME 模型決策流程、可分析策略，並將案例分析結果以視覺化方式呈現於平台中

資料來源：本計畫彙整。

首頁

最新消息

計畫背景

知識庫

資料庫-汽油價格頁面

資料庫-排放清冊

圖 2.3.5 整合資訊平台頁面

節能減碳管考模組-節能減碳總行動方案

節能減碳管考模組-減碳計算工具

策略評估支援模組-情境與策略

策略評估支援模組-TDME 模型視覺化分析

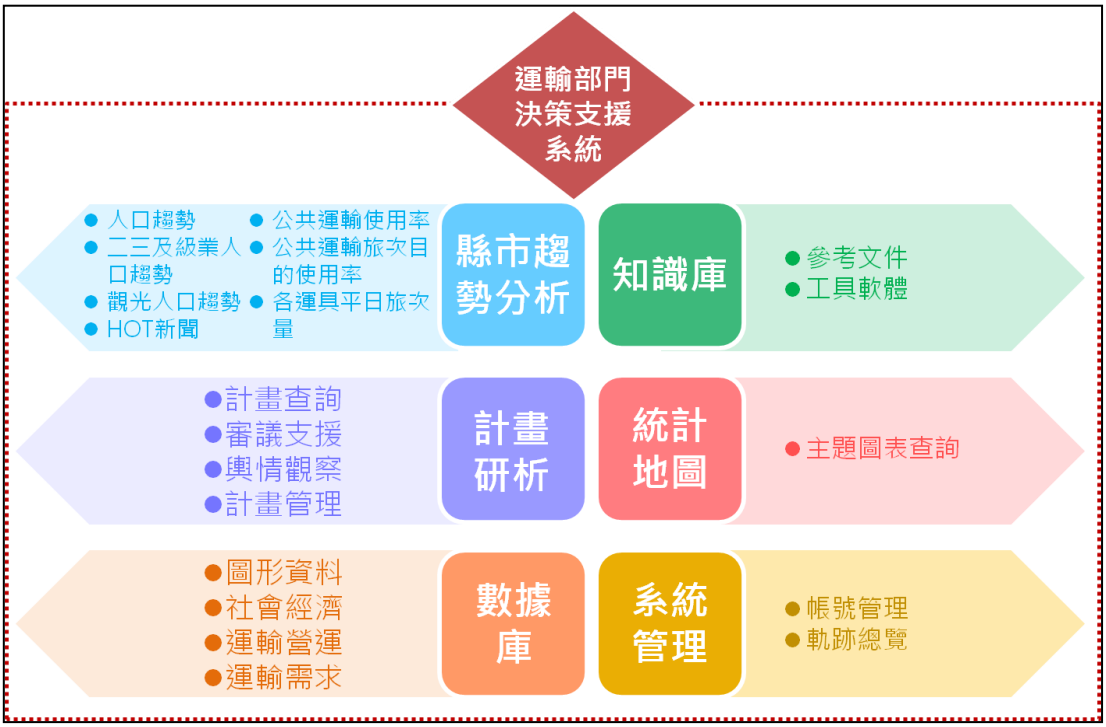
圖 2.3.5 整合資訊平台頁面(續)

2.3.3 運輸部門相關決策支援系統

除上述回顧本計畫系列平台開發成果外，有關本所相關研究計畫開發之決策支援系統說明如下：

1. 運輸部門決策支援系統

運輸部門中長程計畫審議決策支援系統於 96 至 98 年完成系統基礎建置作業，而後於 2011-2013 年針對強化系統功能、擴大資料庫範疇、提升系統運作效能和系統資安檢測機制等，進行 3 年期之提升計畫；從 2014 年至 2015 年，以資料庫應用及持續更新為主軸，進行 1 年 1 期之系統與整合資料庫維護，為進一步使此系統更能因應海量資料分析之發展趨勢，以及掌握民眾對於交通建設議題之關注，於 2016 年進行系統介面改版與導入文字探勘技術，2017 年配合政策之需求調整系統功能並強化決策支援系統之應用，其平台架構如圖 2.3.6 所示，各項功能如表 2.3-4、圖 2.3.7。



資料來源：交通部運輸研究所，海量資料分析於交通建設計畫審議決策之應用服務(105 年)，2016 年。

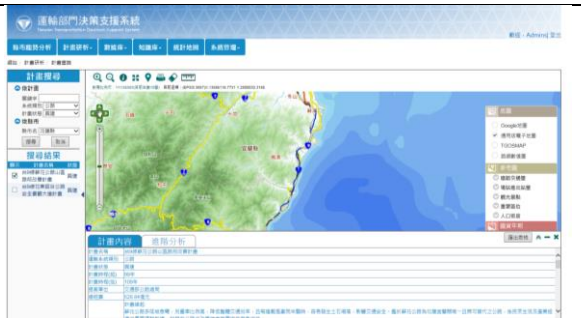
圖 2.3.6 平台整體功能架構

表 2.3-4 運輸部門決策支援系統功能說明

模組	網頁名稱		網頁說明
縣市趨勢分析(登入首頁)	簡易圖台		提供各縣市個案計畫區位套疊
	人口趨勢		提供各縣市與全臺 10 年人口變化趨勢 Chart 圖，與簡要分析說明
	二三級及業人口趨勢		提供各縣市與全臺近 20 年二三及級業人口變化趨勢 Chart 圖，與簡要分析說明
	觀光人口趨勢		提供各縣市與全臺近 5 年觀光人口變化趨勢 Chart 圖，與簡要分析說明
	公共運輸使用率		提供各縣市與全臺近 6 年公共運輸使用率變化趨勢 Chart 圖，與簡要分析說明
	公共運輸旅次目的使用率		提供全臺近 6 年公共運輸旅次目的使用率變化趨勢 Chart 圖，與簡要分析說明
	各運具平日旅次量		提供全臺近 6 年各運具平日旅次量率變化趨勢 Chart 圖，與簡要分析說明
	HOT 新聞		提供各縣市中與交通建設計畫有關之熱門新聞
計畫研析	計畫查詢	計畫搜尋	提供依計畫、縣市等條件搜尋方式
		GIS 圖臺	提供底圖、參考圖等圖層套疊功能
		計畫內容	顯示"搜尋結果"中被勾選的計畫內容，可提供複選，並提供內容匯出
		進階分析	顯示"搜尋結果"中被勾選的計畫其人口環域分析的結果，並提供內容匯出
	審議支援		提供計畫審議所需的重點參考指標數值、技術規範或政策目標
	輿情觀察		提供三個建設計畫其正負評比、熱門新聞與關鍵字-詞雲等資訊
	計畫管理	新增計畫	提供新增計畫時，所須填寫的內容項目
		計畫管理	顯示計畫編碼、提案單位、次類別與縣市區位等資訊，並可進一步進行計畫內容編修
數據庫	圖形資料		提供圖檔下載功能
	社會經濟		提供社經資料檔案下載功能
	運輸營運		提供運輸營運資料檔案下載功能
	運輸需求模式		提供運輸需求模式資料檔案下載功能
知識庫	參考文件		提供相關審議參考文件資料檔案下載功能
	工具軟體		提供相關支援工具、資料檔案下載功能
統計地圖	主題圖表查詢		提供各主題圖套疊顯示等相關功能
系統管理	帳號管理	新增帳號	提供新增帳號，所須填寫的內容項目
		帳號資訊	顯示帳號相關清單資訊，並可進一步進行帳號資料編修、刪除
	軌跡總覽		配合 Chart 圖，提供訪客類型統計、瀏覽人次前 10 名網頁、特定時間使用者使用狀況等資訊

資料來源：交通部運輸研究所，海量資料分析於交通建設計畫審議決策之應用服務(105 年)，2016 年。

首頁



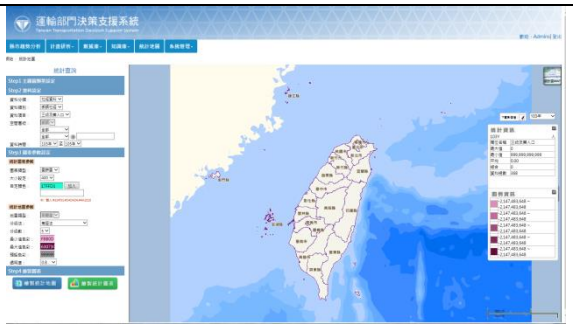
計畫研析-計畫查詢

計畫研析-審議支援

計畫研析-計畫管理

數據庫-運輸營運

知識庫-參考文件



統計地圖

系統管理-軌跡總覽

圖 2.3.7 運輸部門決策支援系統頁面

2. 鐵公路建設氣候變遷調適資訊平台

國家發展委員會「國家氣候變遷調適政策綱領」，於「落實執行」中的各項配合措施，明列「建立氣候變遷調適資訊平台」為強化整體調適成效並達成政策綱領總目標的關鍵項目，因應此政策綱領目標建置重大鐵公路建設氣候變遷調適資訊平台，作為交通部暨鐵公路主管機關未來進行氣候變遷風險評估，以及整合調適資訊之參據，其平台整體架構如圖 2.3.8 所示，平台各項功能如表 2.3-5、圖 2.3.9。

資料來源：交通部運輸研究所，鐵公路氣候變遷調適行動方案之研究，2017 年。

圖 2.3.8 調適資訊平台功能架構

表 2.3-5 鐵公路氣候變遷調適平台六大功能說明

功能	項目	說明
首頁	專家專欄	引用國發會專家專欄與氣候變遷調適案例，透過動態輪播進行展示，藉由點選圖片、文字或標題，可連結至國發會該專欄或案例內容。
	調適新聞	介接國家災害防救科技中心之 RSS，提供防災知識演講活動最新消息。
	即時事件	介接 NCDR「災害示警公開資料平台」以開放格式對外提供之示警資料，包含公路總局、臺鐵局、高鐵公司，以提供使用者可即時於平台掌握鐵公路最新即時事件。
	點我看評估方法	為首頁直接連結至查詢風險評估方法之功能。
	GIS 查詢	為首頁直接連結至 GIS 查詢之功能。
調適知識庫	政策資訊	提供下載國家氣候變遷調適政策綱領與行動計畫。
	地方資訊	提供下載地方調適指引與各縣市調適計畫。
	交通調適資訊	提供下載國內外交通調適相關資料。
風險評估專區	緣起	以文字與圖片說明辦理緣起、評估方法與風險管理機制，提供使用者容易閱讀各指標評估內容，成果查詢則是透過系統別進行條件篩選，可快速查詢各路段或車站評估指標、風險之數值，風險計算機提供使用者選擇各指標值後，計算風險結果功能，提供指標變化時，對風險評估變化影響試算功能。
	評估方法	
	風險管理機制	
	報告書下載	
	成果查詢	
	風險計算機	
GIS 查詢	指標圖資	採用 TGOS MAP API 進行建置，GIS 圖臺之基本功能，包含平移、放大、縮小、查詢、全臺畫面、定位搜尋、列印、清除，利用 GIS Server 發佈之 WMS 套疊指標圖資、成果圖資、相關計畫圖資，成果圖資可進行圖資內容查詢；統計圖資與參考圖資之國土規劃為介接 TGOSMAP API，提供不同參考底圖資套疊。
	風險地圖	
	統計圖資	
	參考圖資	
	底圖	
規範與工具	資訊發布規範	可上傳與下載相關資料，為交通部各單位資料交流平台。
	調適支援工具	提供下載調適平台與單機版之操作手冊。
相關連結	國內連結	提供使用者蒐尋其他單位資訊，透過輪播展示連結，使用者點選圖片即可另開視窗連結至該網頁。
	國外連結	

資料來源：交通部運輸研究所，鐵公路氣候變遷調適行動方案之研究，2017 年。

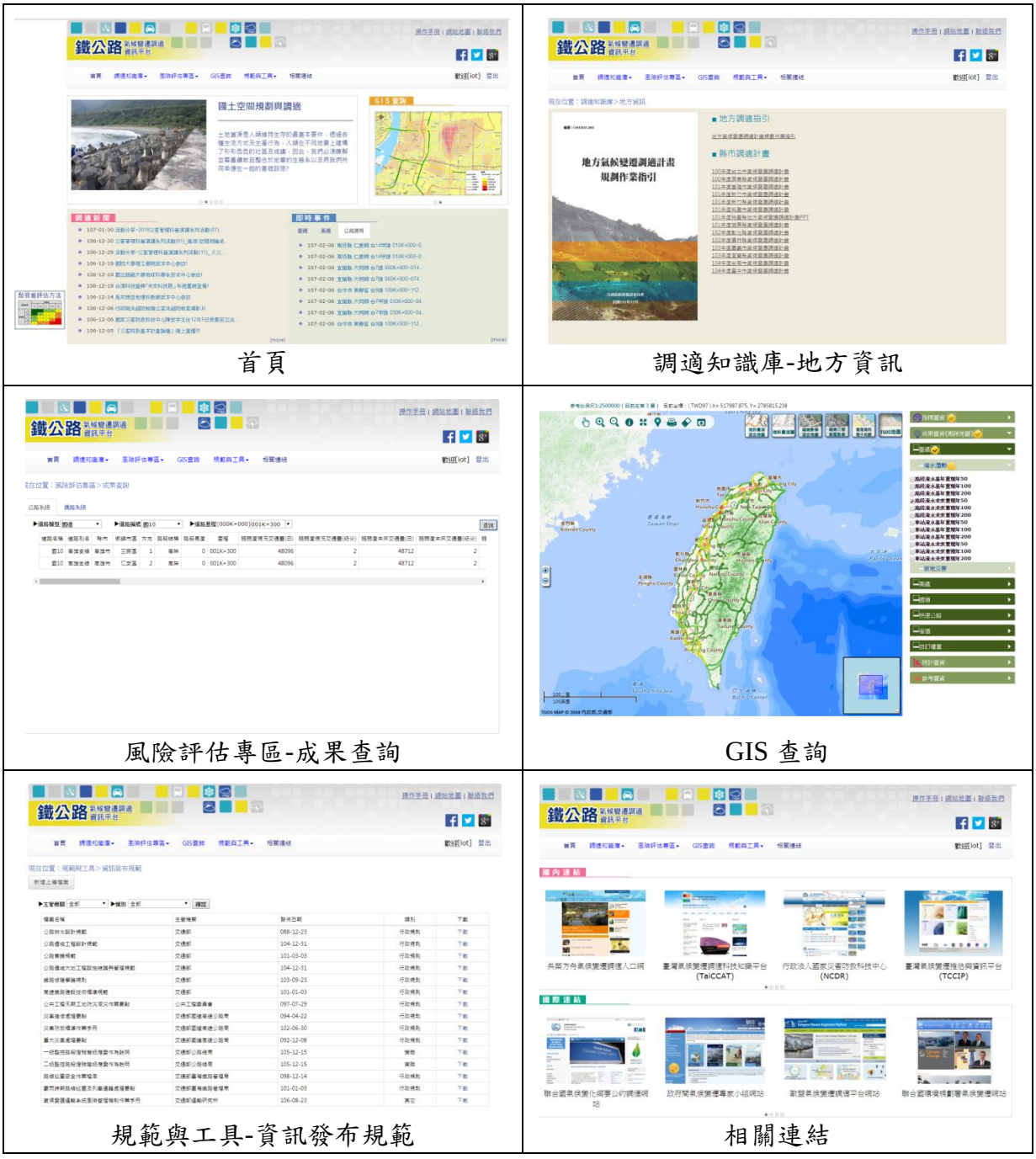


圖 2.3.9 鐵公路建設氣候變遷調適資訊平台頁面

3. 整合資訊平台發展建議

系列計畫於 2015-2016 年導入城際運輸需求模型，開發節能減碳分析工具，並透過案例分析結果驗證開發工具評估結果之合理性；2017 年導入都會運輸需求模式，透過 2 案例之車公里年總量調整、全國碳排放量、公路系統及軌道系統能源消耗分析結果進行合理性檢視。根據上述其他相關決策支援平台之回顧，彙整各功能模組後續發展之建議，如表 2.3-6 所示。

表 2.3-6 整合資訊平台後續發展建議說明

模組	子模組	項目	發展建議
最新消息			持續掌握各單位發布資訊，並可配合 open data 資料適度尋找適合介接之管道，減少人力或連結失效之問題，以利持續更新
知識庫	整體法規	國際法規	需常態性持續定期更新資料庫內容、議題資料、協助推廣交通政策，以支援節能減碳業務之推動
		我國法規	
	政策與策略	環保署	
		經濟部	
		其他相關政策	
	技術發展	能源管理	
		交通運輸	
		綠建築	
		經濟財稅	
		其他相關技術	
資料庫	社會經濟	人口	
		車輛數	
		產業結構	
		從業人口	
		GDP	
		所得	
		大專院校學生	
		觀光遊憩人次	
	能源價格	汽油價格	
		柴油價格	
	溫室氣體參數	能耗碳排	
		空氣污染	
	排放清冊	總說明	配合推估方法精進，重新調整說明內容與持續更新視覺化展示成果
		推估方法介紹	
		推估資料查詢	

表 2.3-6 整合資訊平台後續發展建議說明(續)

模組	子模組	項目	發展建議
節能減碳管考模組	節能減碳總行動方案	總說明	配合業務需求與後續管考審核之使用，可視提報需求重新進行功能調整
		行動管考	
	節能減碳計算工具	公式說明	可視各單位分析需求，開放申請帳號權限，提供使用簡易估算工具，並針對業務需求，增加計算工具分析項目
		計算工具	
策略評估支援模組	策略評估工具	基線推估	配合業務需求與案例新增持續更新
		TDME 模型	

資料來源：本計畫彙整。

2.4 本章小結

1. 國內外節能減碳、減污科研發展

因應 IPCC 於今年 10 月 8 日發表的《地球暖化 1.5℃》特別報告中，明確指出若要將升溫控制在 1.5℃以內，並闡述減量(Avoid)與移轉(Shift)策略具短期政策效益，轉型(Transfer)策略為達到全球抑制升溫 1.5℃積極目標的重要方向。全球的二氧化碳排放量必須要在 2050 年達到碳中和，各部門皆需以刻不容緩的態度積極投入減量行動。運輸部門的努力方向，則從以往推廣公共運輸、人本運輸等交通部會作為，擴大到需結合土地使用、綠能與智慧科技等需多方整合推動的跨部會行動。

此外，為達成國家溫室氣體減量及空污防制目標，我國已透過溫室氣體盤查、國家溫室氣體清冊報告與臺灣地區排放量資料庫之建置，以掌握全國與區域之排放情形，作為法規、標準制定，以及政策制定與管理的重要參考依據。

2. 巴黎協定後政策發展方向

《巴黎協定》後，全球以抑制升溫 2℃為初步目標，我國為支持 COP21 提出國家自定預期貢獻，其減量目標為 2030 年溫室氣體排放量降為 BAU (business as usual)排放量 50%以下(相當於 2005 年排放量再減 20%)；溫管法第一階段之管制目標則規範 2020 年溫室氣體排放量較 2005 年減量 2%(260.717 百萬噸碳當量)。其中，運輸部門 2016 至 2020 年間溫室氣體管制總量約 190 百萬噸碳當量，占全國管制總量的 13%。

2018 年召開之波蘭卡托維茲會議中，各國共同協議「規則手冊」（rulebook），落實 2015 年《巴黎氣候協定》的目標，商討各國政府如何記錄、報告其溫室氣體排放量與減少排放溫室氣體所做的努力。2019 年聯合國第 25 屆氣候高峰會（COP25）將於智利（Chile）舉行，屆時將對「規則手冊」達成共識，並著手討論未來的排放目標；2020 年的氣候高峰會則會成為驗收各國減少碳排放成果的關鍵會議。

為達減量目標，我國以「溫室氣體減量與管理法」、「國家因應氣候變遷行動綱領」、「溫室氣體減量推動方案」等上位計畫領航各部門擬定與落實各項策略。

3. 我國運輸節能減碳暨減污策略發展

回顧各國運輸部門之節能、減量及減污策略，已開始走向以強制性作為為手段，包含以稅費及牌照管理抑制車輛持有數量的增加、依車輛潔淨程度分級管控車輛的使用行為，以及從能源類別及效率來改善車輛的碳排與污排；我國在此驅動下，亦加強鼓勵及推動電動車輛，各縣市政府亦成立專責單位，提出並推動多項節能、減碳與減污策略，並依據空污法規定提報空氣污染防制計畫書。

彙整各縣市運輸相關的各項推動措施，整體而言可區分為五大項目，包含：劃設低污染排放區限制不符合低污染排放之車輛進入、提高低碳車輛使用之便利性 (如劃設共乘專用停車位)、優先採購及換購低碳排放車輛、依車輛污染程度採累進或差別停車費率、提供搭乘大眾運輸優惠。

4. 本所相關模組與平台開發成果

系列計畫於 2015-2016 年導入城際運輸需求模型，開發節能減碳分析工具，並透過案例分析結果驗證開發工具評估結果之合理性；2017 年導入都會運輸需求模式，透過 2 案例之車公里年總量調整、全國碳排放量、公路系統及軌道系統能源消耗分析結果進行合理性檢視。

整合資訊平台於 2015 年進行整體架構重整並擴充開發相關模組，完備整體系統，並持續於系列計畫中維運、進行功能開發。後續發展建議持續掌握各單位發布資訊，並可配合開放資料(open data)適度尋找適合介接之管道以利持續更新，節能減碳管考模組及策略評估支援模組頁面則係需視單位業務需求持續更新、進行功能調整。

第三章 運輸節能減碳策略評估模組開發及應用

延續 2015-2016 年「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」計畫，已結合城際運輸需求模型(以下簡稱 TDM2016)，建構「城際運輸節能減碳策略評估模組」，本期計畫以都會運輸為分析主體持續精進模型分析尺度與與評估因子，第 1 年度(2017 年)已導入臺北都會區整體運輸需求預測模式(以下簡稱 TRTS-4S)，開發「都會運輸節能減碳策略評估模組」。

本年期工作將檢視城際與都會運輸節能減碳策略評估模組之應用範疇差異，建構適用於運輸策略進行節能、減碳及減污效益評估之「運輸節能減碳策略評估模組」。以下將就本計畫運輸節能減碳策略評估模組架構以及案例評估結果進行說明。

3.1 運輸節能減碳策略評估模組應用範疇

3.1.1 運輸節能減碳策略評估模組架構

「運輸節能減碳策略評估模組」(Transportation Demand Management Environment, TDME)係以估算運輸策略能耗與碳排量變化、支援運輸部門相關政策與方案決策為建置目的，然而，受限於運輸需求模式分析時段、路網與運具結構等限制，尚不易以單一尺度之評估模組，完整掌握各種運輸策略之節能減碳效益，若要將所有運輸需求模型導入至同一平台，不僅工作量龐大，且對於模型運算負荷大，將難以操作，不利於整合應用分析。因此，本計畫參考歐盟 TREMOVE 模型作法，運用個別模式來反應策略對於運輸旅運行為的影響(如延人、延車公里)，適度簡化 TDME 模型分析結構，第 1 年度(2017 年)已將 TDME 採分層作業方式建構，如圖 3.1.1，以運輸需求模組將運輸需求模型之反應變數導入(如各運具路線起迄點運量等)，經由成效推估模組將模式值轉換為相同尺度規格後，再透過能耗、碳排參數進行能耗與碳排量之估算。

TDME 模型架構包含運輸需求模組、成效推估模組，如圖 3.1.1 所示。運輸需求模組由城際模式、都會區模式及其他生活圈模式組成，用以分析運輸政策對旅次產生、運具選擇、路徑選擇等運輸行為之影響；成效推估模組透過運輸需求模組之產出結果，輔以相關能源與排放係數，反應運輸政策、能源政策下之能耗、碳排與污染排放變化。

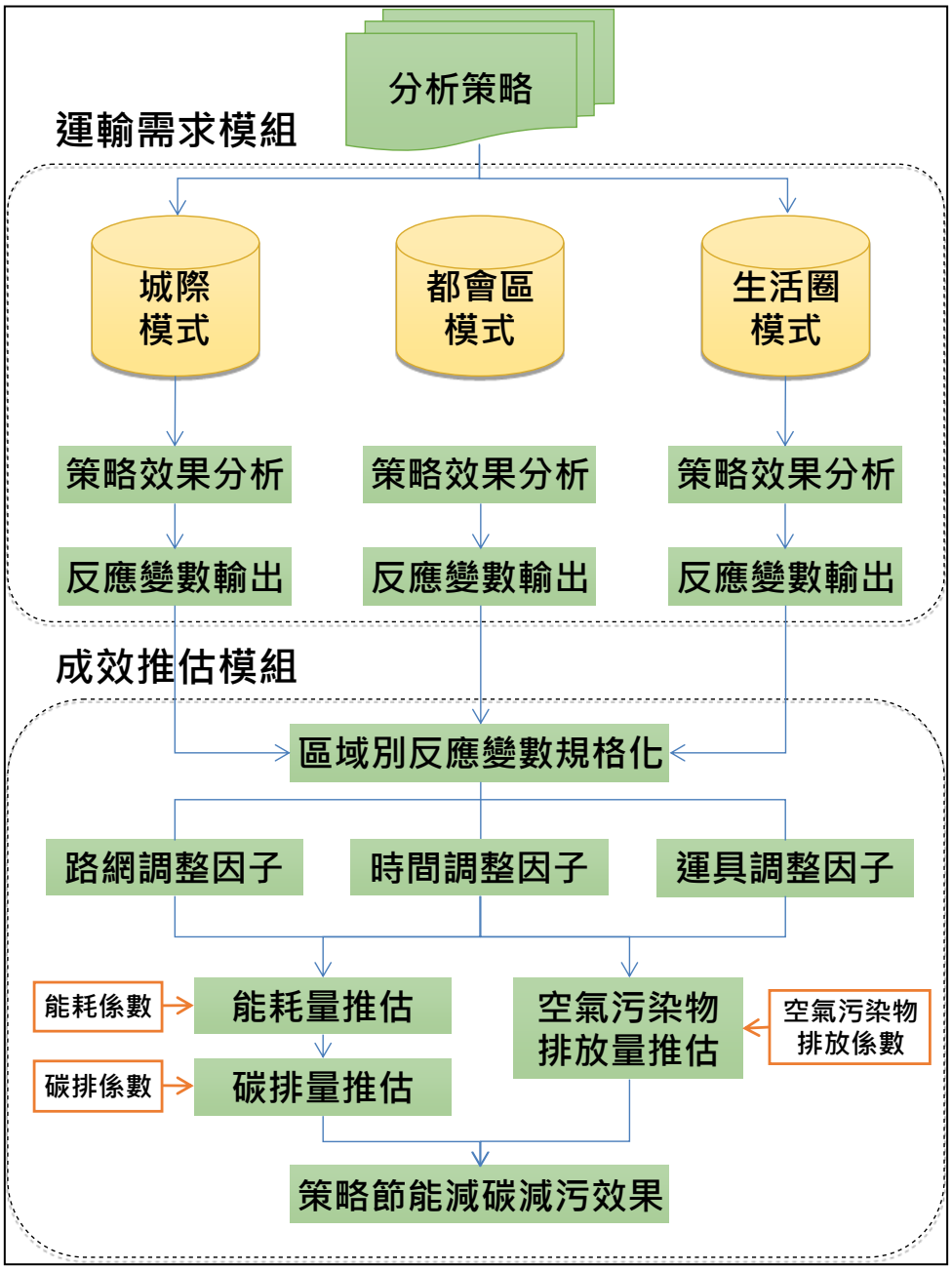


圖 3.1.1 TDME 分層作業架構

回顧本計畫系列成果，已分別於 2016 年導入 TDM2016、2017 年導入 TRTS-4S，進行城際與都會運輸策略評估模組之開發，可應用於進行全國性與臺北都會區範疇之運輸策略效益評估，然而，欲探討跨區域範疇之整合性策略成效，則需透過規格化調整，以克服不同層級運輸需求模式因分析時段、路網與運具結構等差異，造成產出結果無法直接加總比對的問題。本計畫就 TDME 已導入的「城際運輸節能減碳策略評估模組」及「都會運輸節能減碳策略評估模組」，檢視其結構與參變數之異同，並探討進行跨層級(都會/城際)策略評估時之整合與應用課題。

「城際運輸節能減碳策略評估模組」及「都會運輸節能減碳策略評估模組」所導入之運輸需求模式如表 3.1-1 所列，2 模式在運具、分析時段、區域範疇皆具差異，以下就分析整合型案例時可能產生課題之因素分別進行論述。

表 3.1-1 城際與都會運輸節能減碳策略評估模組比較

模組	城際運輸節能減碳策略評估模組	都會運輸節能減碳策略評估模組
運輸需求模式	城際運輸需求模式(TDM2016)	臺北都會區運輸需求預測模式(TRTS-4S)
地區	臺灣本島 16 生活圈	臺北市(12)、新北市(29)全部市區鄉鎮及桃園市(3)共 44 個行政轄區
基年	2014 年	2015 年
分析時段	全日(平/假日)	晨/昏/離峰時段、晨/昏峰小時(平日)
交通分區	鄉鎮市區(361)	村里(691)
旅次範疇	城際旅次、非城際旅次	界外旅次、界內旅次
運具種類	臺鐵、高鐵、機場捷運、航空、小客車、大客車	臺鐵、高鐵、機場捷運、臺北捷運、大客車、小客車(含計程車)、機車、自行車
路網結構	軌道：高鐵、臺鐵、機場捷運 公路：國省縣道、主要道路	軌道：高鐵、臺鐵、機場捷運、臺北捷運 公路：國省縣道、市區道路、郊區道路、堤外道路

資料來源：本計畫彙整。

1. 路網尺度調整

既有運輸需求模式雖已可產出不同層級之旅次資料，然由於模式建構時之分析主體差異，路網結構亦有精細程度之分，若以單一模型探討不同層級之旅次變化，可能產生偏誤。如城際運輸需求模式(TDM2016)雖透過「城際旅次」表現跨生活圈旅次，以「非城際旅次」表現都會/生活圈內之旅次活動，然由於 TDM2016 係著重於城際旅次行為之分析，其路網包含國省縣道及其他主要道路，縣道以下道路較為簡化，因此，若以 TDM2016 估算整合型策略成效，恐有低估的情形

而都會運輸需求模式，以臺北都會區運輸需求預測模式(TRTS-4S)為例，其研究範圍內路網較為細緻，除巷道外，上述國省縣道以及一般道路皆有涵蓋，雖可依旅次範疇區分「界內旅次」與「界外旅次」，然因界外旅次係以界外區心作為代表點，無法反應實際起迄位置，僅作為分析範圍交通量之背景值，難以依據運具旅次量與旅次長度變化探討策略之成效。兩模型路網結構示意如圖 3.1.2。

城際運輸需求模式 (TDM2016)	臺北都會區運輸需求預測模式 (TRTS-4S)

圖 3.1.2 城際模式與都會模式路網示意圖

(1) 路網尺度調整方法說明

另外，以前述 TDM2016 及 TRTS-4S 為例，由於在定義上 TDM2016 非城際旅次中已涵蓋了臺北生活圈內的活動量，等同於 TRTS-4S 中之界內旅次，而 TRTS-4S 中之界外旅次也涵蓋於 TDM2016 的城際旅次活動量中，因此，在跨層級(都會/城際)整合型探討策略的綜效時，應加以界定重複計算的範圍並予以扣除。其概念如圖 3.1.3 所示。

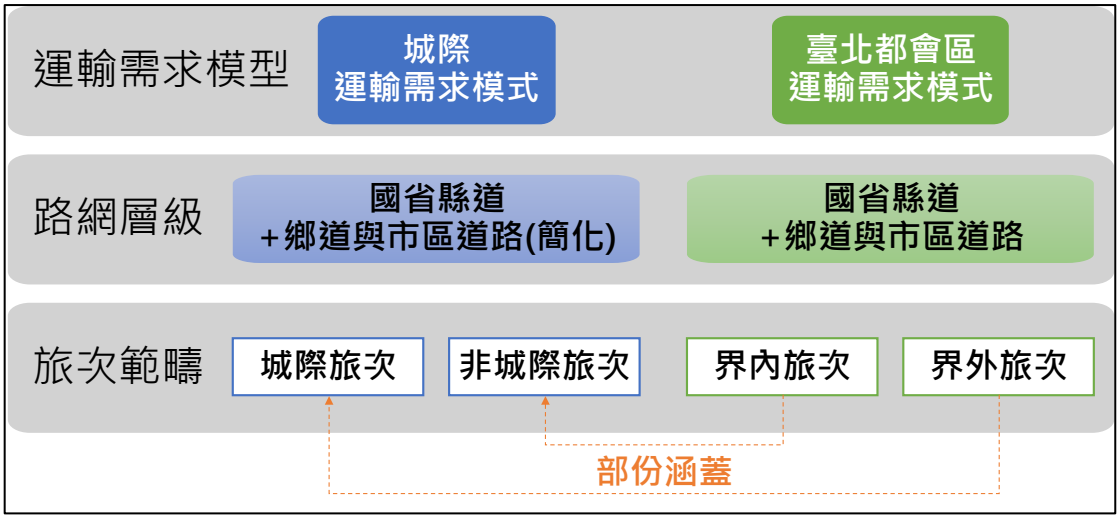


圖 3.1.3 城際模式與都會模式路網與旅次範疇

欲進行跨層級(都會/城際)整合型運輸策略之評估，需結合不同層級模型之分析結果，本計畫建議模型路網規格化調整，可透過檢視模型路網與「交通部交通路網數值圖」各道路類型之涵蓋率以進行尺度調整，疊合情形示意如圖 3.1.4，以進一步求得「都會旅次」及「城際旅次」，探討整合型策略之策略成效。

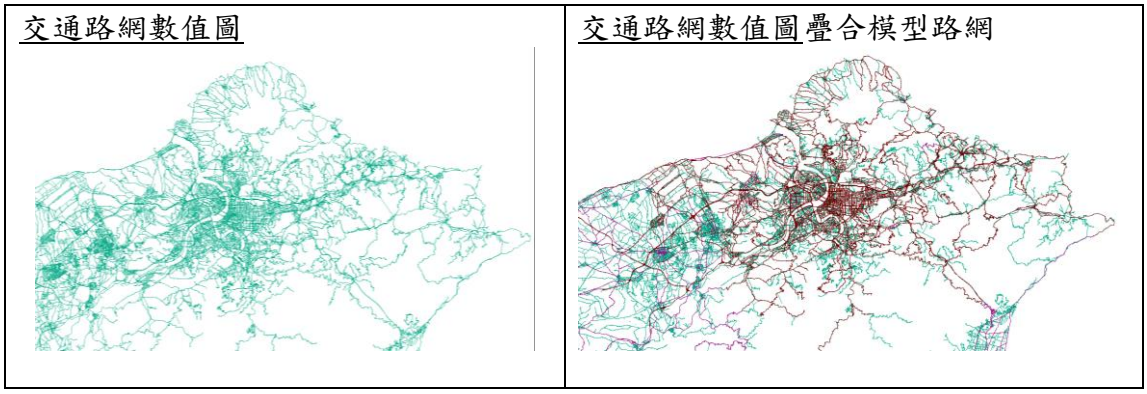


圖 3.1.4 「交通部交通路網數值圖」與模型路網疊合示意圖

(2) 調整方式釋例說明

調整方式分別就省縣道、主要幹道道路調整及巷道道路調整，以下就路網資料其中一路段釋例說明，如圖 3.1.5 所示。

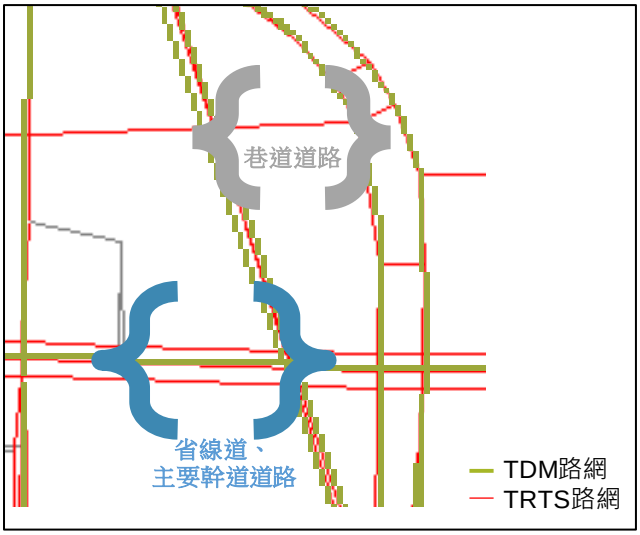


圖 3.1.5 模型結果整合應用路網調整釋例

①省縣道、主要幹道道路調整

利用省縣道及主要幹道旅次包含城際旅次及都會旅次，如前述說明 2 模型分析上旅次部分涵蓋，都會模型之界外旅次及城際模型之非城際旅次為簡化分析結果，於整合應用上不採計，且由於與都會模式比較，城際模式之交通分區較大，因此，需針對城際模型分析結果進行旅次量調整，再將分析結果加總，試算如下：

A. 旅次量調整係數 $= \frac{\text{都會模型旅次數}}{\text{都會模型界內旅次數}+\text{城際模型城際旅次數}}$

$$= \frac{12{,}303{,}607}{11{,}442{,}295+1{,}043{,}012} = 0.9854$$

B. 省縣道、主要幹道交通量調整 = 都會模型界內路段交通量 + 城際模型城際路段交通量 × 旅次量調整係數

路段交通量依各交通運具分別計算，釋例如下圖 3.1.6。

TRTS界內路段交通量	
機車	9,693
小客車	21,088
計程車	3,549

＋

TDM城際路段交通量	
小客車	3,219
小貨車	297
大貨車	216
聯結車	215

× 旅次量調整係數 =

調整後路段交通量	
機車	9,693
小客車	24,260
計程車	3,549
小貨車	297
大貨車	431

圖 3.1.6 省縣道、主要幹道道路調整釋例

②巷道道路調整

考量運輸需求模型路化簡化程度，巷道道路分析結果採用都會運輸需求模型分析結果，然如前述說明，為評估運輸需求模型在巷道之簡化程度，與數值地圖比較路網涵蓋率，進行巷道道路調整。

$$\text{路網涵蓋率} = \frac{\text{都會模式巷道總公里數}}{\text{數值地圖像到總公里數}} = 23\%$$

就路段上各交通運具分別計算，釋例如下圖 3.1.7。

TRTS巷道延車公里	
機車	3,700
小客車	4,333
計程車	1,099

÷ 路網涵蓋率 =

調整後延車公里	
機車	16,087
小客車	18,839
計程車	4,778

圖 3.1.7 巷道道路調整釋例

2. 依排放清冊整併運具

運輸需求模式中，因著重的運輸活動分析範疇不同，考量的運具系統(如臺鐵、公車系統、小客車等運具)有些許差異；城際運輸需求模式主要運具為跨生活圈運具，都會運輸需求模式主要運具為生活圈內運具，另由於各縣市捷運系統之發展情形不一，都會與生活圈模型則未必全部囊括捷運系統。本計畫建議依照排放清冊之運具類別，進行模式間運具之整併、歸類，如圖 3.1.8 所示。

為避免運具旅次重複計算，整併過程需透過個別模式旅次起迄或道路指派結果進行扣抵，再透過規格化調整、加總運具旅次量；僅單一運輸需求模型掌握之運輸系統則可直接採用該運輸需求模型產出之運具旅次量，如城際運輸模型中的航空系統、都會運輸模型的捷運系統。

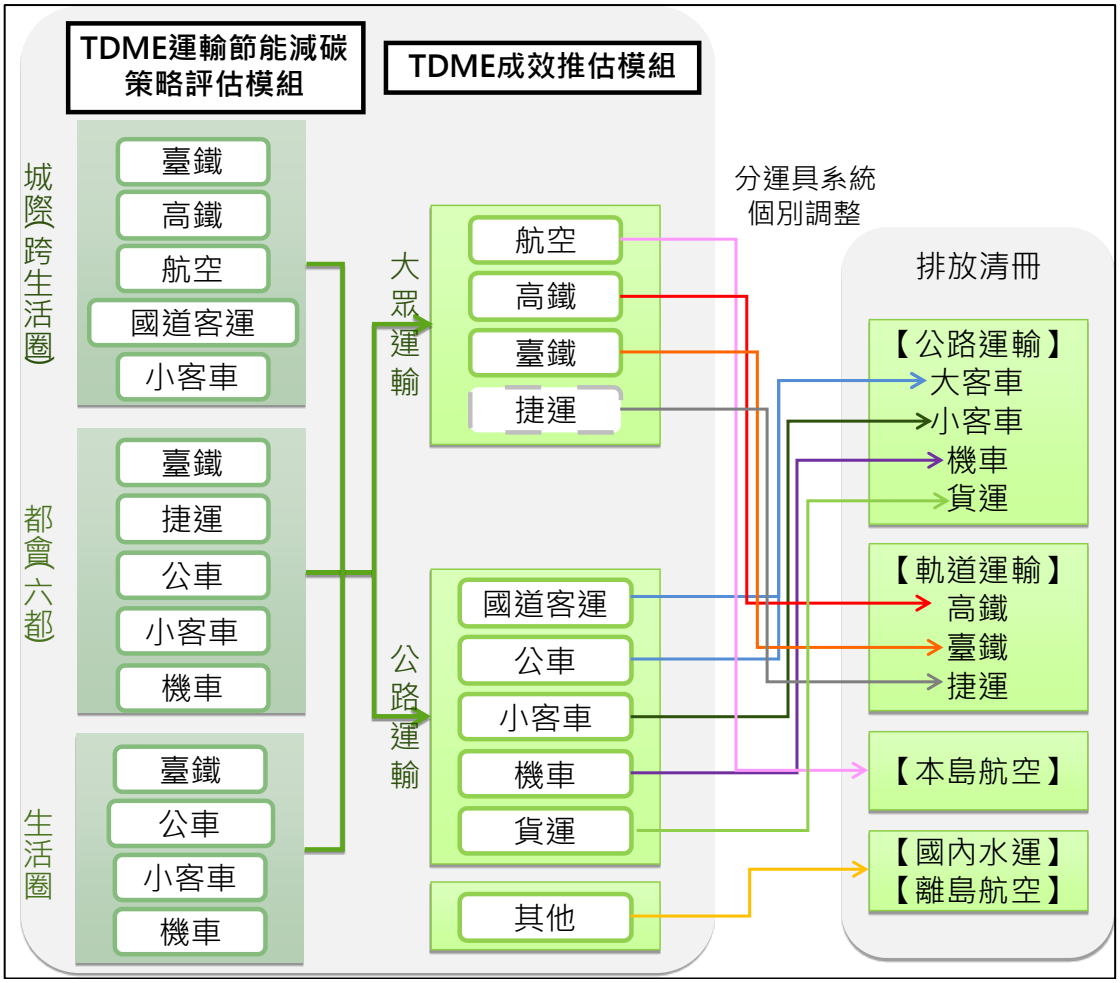


圖 3.1.8 TDME 各運具整併歸類作業

3. 分析時段加總為全日並透過年總量調整因子整合

為利於與排放清冊及其他統計資料進行比對，將模式分析結果(日資料)轉換為年總量，本計畫蒐集各運具系統之統計營運資料，作為本計畫調整車公里之目標值，進而計算各運具系統年總量調整因子。

(1) 各運具系統運量資料

本計畫彙整各運具系統之運量資料如表 3.1-2 所列，其中，小客車及機車係彙整臺北都會區內重要幹道之 VD 及 eTag 資料；臺鐵則為票證資料(包含電子票證及人工售票資料)。

表 3.1-2 各運輸系統運量資料

運具	資料現況	資料來源
小客車	2015 年臺北都會區主要幹道及臺北、新北市間重要橋樑之 VD 資料 2015 年國道 eTag 日運量資料	VD 資料：臺北市政府交通局 eTag 資料：交通部國道高速公路局
機車	2015 年臺北都會區主要幹道及臺北、新北市間重要橋樑之 VD 資料	VD 資料：臺北市政府交通局
大客車	2015 年營運資料	交通部公路總局
		交通部公路總局
		交通部統計查詢網
臺北捷運	2015 年營運資料	交通部統計查詢網
臺鐵	2015 年票證資料	交通部臺灣鐵路管理局

資料來源：本計畫彙整。

(2) 運具系統車公里年轉換

各運具系統年總量轉換因子如表 3.1-3 所列，作法說明如下：

①小客車

利用 2015 年臺北都會區內之重要幹道 VD 及國道 eTag 統計車公里，以全年車公里與模型產出之日車公里相除，得出小客車全年車公里轉換因子。

②機車

利用 2015 年臺北都會區內之重要幹道 VD 資料，以全年車公里與模型產出之日車公里相除，得出機車年轉換因子。

③大客車

利用 2015 年臺北都會區內之每月客運統計資料加總為全年車公里後與模型產出之日車公里相除，得出全年車公里轉換因子。

④臺北捷運

利用 2015 年臺北捷運每月統計資料加總為全年車公里後與模型產出之日車公里相除，得出臺北捷運全年車公里轉換因子。

⑤臺鐵

利用 2015 年臺鐵營運票證資料計算全年車公里與模型值日車公里相除，得出臺鐵全年車公里轉換因子。

表 3.1-3 全年車公里轉換因子

運具	全年車公里轉換因子
小客車	383
機車	325
大客車	235
臺北捷運	330
臺鐵	240

資料來源：本計畫彙整。

3.1.2 策略評估類型及應用範疇

本計畫彙整現行國內外相關運輸部門策略，及我國 INDC 減量策略，再依據建設、技術、智慧運輸、營運管理、補貼及稅費等 6 大類政策分類進行歸類。六大策略重點內容如下：

1. 建設類多為軌道建設計畫的延伸或增站。
2. 技術類為提升各車種能源使用效率。
3. 智慧運輸偏重路網運作效率的改善。
4. 營運管理類策略除人行道空間改善與低碳社區推動外，主要針對公共運輸服務提昇以及私人運具減量兩方面著手。
5. 補貼與稅費類則主要影響運具的購置成本與使用成本。

回顧國內外運輸政策相關經驗，並加以界定本計畫可評估策略之類型與應用範疇，各項政策推動方向及影響層級歸納如表 3.1-4 所示。

表 3.1-4 運輸策略分類與影響界定

類別	策略名稱	聯合國主軸[註1]	策略主要影響層級		TDME 模型操作性及調整作業	
			城際	都會		
建設	高速鐵路增站	S	O	-	◎	軌道路網編修
	興建機場捷運系統	S	O	O	◎	
	增設捷運化車站	S	O	O	◎	
	推動臺鐵支線計畫	S	O	O	◎	
	興建自行車通勤騎乘路線	S	-	O	△	都會可分析自行車旅次
	捷運路線擴張	S	-	O	◎	軌道路網編修
技術	車輛能源效率標準提升	I	NA[註2]		◎	可透過成效推估模組參數修正反應
	低碳能源車輛推廣	I	NA[註2]		◎	
智慧運輸	高快速公路交控系統工程建置	I	O	-	X	巨觀模型無法分析細部車流行為
	縣市號誌時制的改善與重整		-	O	X	
	發展公路智慧型運輸系統	I	O	O	X	巨觀模型無合適反應參數
	高快速公路交通管理電腦化	I	O	-	X	
	一般道路交通管理電腦化	I	-	O	X	
營運管理	建置公車動態管理系統	S	O	O	◎	大眾運輸成本參數設定
	建置公共運輸多卡通電子票證整合系統	S	O	O	◎	評估政策實質內容，透過大眾運輸成本參數設定
	建置公車捷運和公車專用道系統	S	-	O	◎	大眾運輸路網編修
	調整公車班距，縮短平均等車時間	S	O	O	◎	大眾運輸成本參數設定
	定期檢討及調整公共運輸路線	S	O	O	◎	大眾運輸路網編修
	實施低碳社區	A、S	-	O	◎	評估政策實質內容，進行公路路網編修，限制車輛於公路路網之指派結果
	改善人行道空間	S	-	O	◎	公路路網編修、走路連線參數設定
	車輛共乘	A	O	O	◎	車輛乘載率設定
	車輛共享	A、S	O	O	△	僅可透過乘載率反應，然車輛共享影響車輛持有
	停車轉乘	S	O	O	◎	轉乘連線參數設定
	公共自行車轉乘	S	-	O	△	僅能反應都會自行車旅次
	計程車納管措施(虛擬車隊)	A	O	O	X	無合適反應參數

註：1.聯合國綠色運輸三大主軸包含：需求減量(Avoid, 簡稱 A)、運具移轉(Shift, 簡稱 S)、技術改善(Improve,簡稱 I)。
2.NA 表示該策略實施後並不會影響城際和都會旅運行為之變化。
3.◎為 TDME 模型可反應，△為部份反應，X 為不可反應。
資料來源：本計畫彙整。

表 3.1-4 運輸策略分類與影響界定(續)

類別	策略名稱	聯合國主軸[註1]	策略主要影響層級		TDME 模型操作性	
補貼	公共運輸票價補貼	S	O	O	◎	大眾運輸成本參數設定
	公共運輸轉乘優惠	S	O	O	◎	大眾運輸成本參數設定及轉乘參係數設定
	補貼公共運輸車輛汰舊換新	S、I	O	O	X	無合適反應參數
	提供價格誘因策略鼓勵購買電動二輪車	I	NA[註2]		△	需帶入外部參數反應
稅費	汽燃稅隨油徵收	S	O	O	◎	私人運具成本參數設定
	電動車貨物稅	S	O	O	△	需帶入外部參數反應
	電子收費費率調整	S	O	-	◎	國道費率參數設定
	交通擁擠費	A、S	O	O	◎	路網編修設成本反應項
	收停車費	S	-	O	◎	私人運具成本參數設定
	提高取得車輛所有權費用(如：進口稅、牌照稅、碳稅等)，降低購車意願	S	O	O	△	需帶入外部參數反應

註：1.聯合國綠色運輸三大主軸包含：需求減量(Avoid, 簡稱 A)、運具移轉(Shift, 簡稱 S)、技術改善(Improve,簡稱 I)。
2.NA 表示該策略實施後並不會影響城際和都會旅運行為之變化。
3.◎為 TDME 模型可反應，△為部份反應，X 為不可反應。
資料來源：本計畫彙整。

檢視表 3.1-4 各項運輸策略,策略影響層面多取決於策略實施的範圍，主要影響都會層級之策略多為地區性交通管理或建設策略，如實施低碳社區、收取停車費、改善自行車與步行系統等；整體性的策略常涉及城際與都會層級的運輸活動影響，如推動高速鐵路增站計畫，雖主要影響城際旅次之運具選擇，然為搭乘高鐵之轉乘旅次，則涉及都會內之運具選擇與旅次分佈，需要透過城際與都會運輸需求模式估算運輸策略衍生之運輸活動變化，探討運輸策略於不同層級之減量效果。

前期彙整歸納運輸策略之特性與模型分析限制，本計畫將策略依分析方法歸納為四大類別，包含建設與改善計畫類，發展目標類、管理策略類及技術提升類，說明如下：

1. 建設改善計畫類

若納入分析的策略中針對計畫內容有明確路線、內容、營運方式等相關說明，如鐵、公路建設計畫或改善計畫等，可利用需求模型反映其旅次的變化與移轉情形，並進行節能減碳效益的分析，主要操作方法如下：

(1) 取得建設、改善計畫相關內容，利用 GIS 工具將該建設計畫進行數化或修正。

(2) 並配合計畫內容中所提及的設計規範與目標，針對計畫路段或營運路線進行時間、成本、班次、票價等相關營運參數的調整。

(3) 依據計畫竣工年期設定分析目標年，並進行目標年社經參數預測。

(4) 透過運輸需求模型預測目標年該計畫對於整體運輸市場旅次量、起迄分佈、運具使用以及路徑使用行為的影響。

(5) 進行該策略情境系統總能耗、排放量推估，與同一分析年期基礎相比，界定達策略情境下的節能減排效果。

2. 發展目標類

若納入分析的策略主要係提出發展方向與目標，如公共運輸發展目標、臺高鐵運量發展目標等，考量策略內容並未有針對需求模式的反應變數進行修正，難以利用完整需求模式反映策略的影響，因此乃利運輸需求模型部分功能模組，推估此類計畫目標達成條件下的節能減碳效果。此類別針對主管機關制定之運輸發展目標(如公共運輸成長人次)分析可能減量效果，而透過何種策略達成發展目標之各別策略效益分析則係透過另外 3 類策略類別分析方法進行。主要操作作法如下：

(1) 配合需求模式各分析模組的產出結果，界定分析策略對應的分析模組。

(2) 利用運輸需求模型分析功能，僅單向執行前述界定的分析模組以後的相關步驟。

(3) 依據策略達成目標年設定分析年期，並進行目標年社經參數預測。

(4) 利用需求模式分析步驟反映目標年達成策略目標後運輸需求變化。

(5) 進行該策略情境系統總能耗、排放量推估，與同一分析年期基礎相比，界定達策略情境下的節能減排效果。

3. 管理策略類

分析策略屬於運輸管理策略類別，包含旅行時間、費率訂定、停車管理等，將量化的變數納入模式分析中，並利用模式分析步驟進行節能減碳效果分析。其中部分無法直接進行模型變數設定的策略，如高乘載管制、轉乘優惠、無縫運輸等，則需引入其他研究成果，將策略改善效果轉化為運輸需求模型可應用的量化變數，再納入分析，主要操作方法如下：

(1) 依據策略類型與內容，界定可納入運輸需求模型中的分析變數。

(2) 參酌策略內容或相關研究，推估不同分析年期、情境下，該反應變數的相對變化。

(3) 依據策略達成目標年設定分析年期，並進行目標年社經參數預測。

(4) 利用需求模式分析步驟反映目標年達成策略目標後運輸需求變化。

(5) 進行該策略情境系統總能耗、排放量推估，與同一分析年期基礎相比，界定達策略情境下的節能減排效果。

4. 技術提升類

包含能源技術的改善或節能車輛導入等工業發展技術的提升為主的分析案例，則因其影響因子與旅次特性及運輸行為的改變較無直接相關，因此在分析上，主要參考其發展狀況，修正成效推估模組參係數，以評估節能減排效益，主要操作步驟會整如下：

(1) 依據策略達成目標年設定分析年期，並進行目標年社經參數預測。

(2) 推估各分析年期時該技術於運輸市場上的使用狀況，如節能車輛的市場占比、新能源技術載具的營運、使用狀況等。

(3) 利用需求模式進行目標年運輸需求分析。

(4) 依據前述推估之新技術市占率或能源效率改善修正成效推估模組參係數，以進行策略情境系統總能耗、排放量推估，界定達策略情境下的節能減排效果。

TDME 模型分析作業流程及反應方式如圖 3.1.9 及圖 3.1.10 所示，後續策略評估將依循前述分析作業建議，依策略類別設定運輸需求模組分析情境、調整模式變數，以執行成效推估模組，進行能耗及排放量之估算。

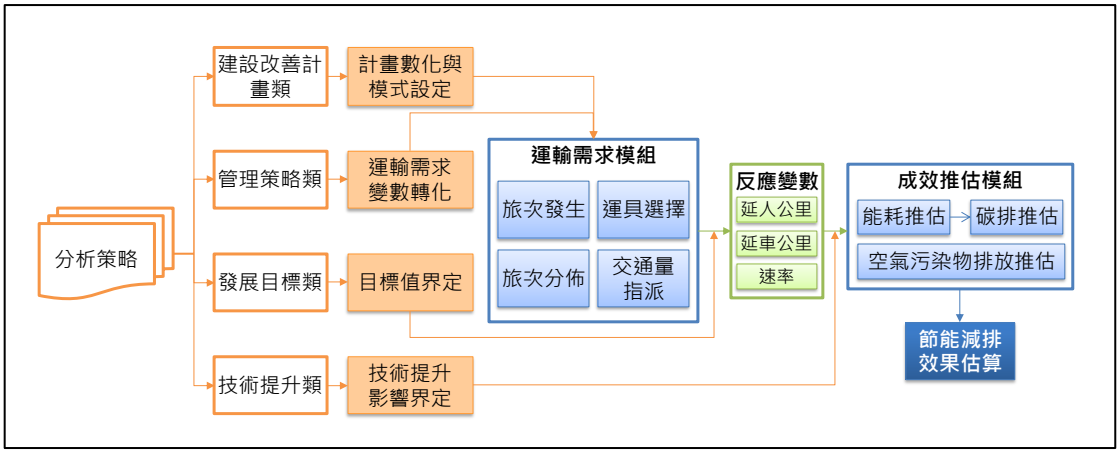


圖 3.1.9 TDME 策略分析作業構想

策略類別	模式調整變數	調整變數應用階段
建設改善計畫類	計畫路網數化、營運參數調整	**需求分析** → 反應變數 → 成效推估
管理策略類	運輸管理變數量化	**需求分析** → 反應變數 → 成效推估
發展目標類	目標年策略目標值調整	需求分析 → **反應變數** → 成效推估
技術提升類	能源密集度、能耗排放係數調整	需求分析 → 反應變數 → **成效推估**

圖 3.1.10 TDME 策略分析變數應用階段

3.1.3 成效估算係數

因應國人對於空氣污染議題逐漸重視，空氣污染防制已成為中央及地方推動氣候變遷因應行動之重點方向，運輸部門亦相繼提出相關減污策略。本計畫於今年度導入環保署空氣污染排放係數以進行減污效益之評估，擴大成效推估模組估算環境效益之功能。

本計畫成效推估模組估算能耗、排放量之輸入與輸出參、變數如圖3.1.11所示。影響排放量之重要關鍵變數包含運輸活動量(人旅次、車旅次、車公里)、車速、行駛道路、運具使用能源別、各運具能源效率、各能源碳排係數；本計畫透過運輸節能減碳策略評估模組推估交通策略造成之運輸活動變化(包含活動量、車速及行駛道路與運具系統)，並導入能源、排放估算係數，透過成效推估模組估算不同運具能源分配下之能源消耗及排放量。以下就導入之能源、排放估算係數進行說明。

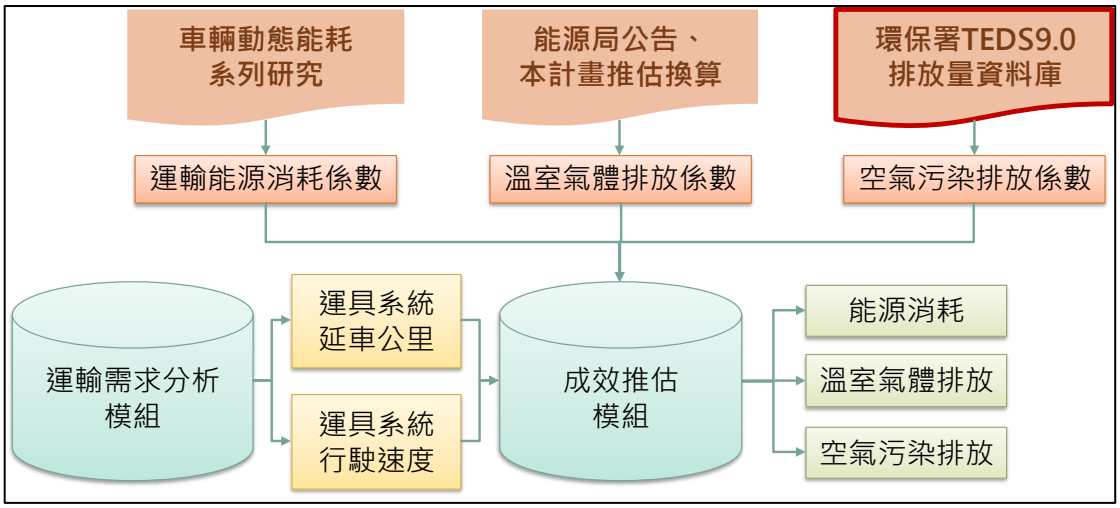


圖 3.1.11 成效推估模組輸入及輸出資料

1. 能耗係數

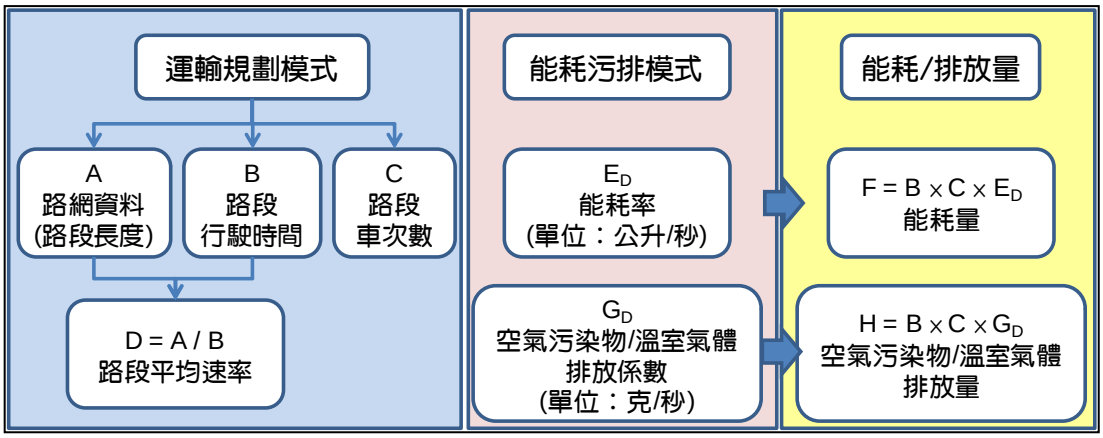
有別於前期以延人公里計算各運具能源密集度進行能耗量估算之作法，本計畫第 1 年度(2017 年)已調整為以車公里計算各運具之能耗係數。公路車輛車公里能耗係數主要引用自本所「車輛動態能耗與碳排推估模式」估算之排放係數；軌道運輸系統則採軌道用電量、車公里年總量推估以車公里為基礎的車公里能耗係數。

(1) 車輛能耗係數

為了落實交通部門節能減碳目標之達成，並且強化交通政策規劃與評估能力，本所 2007 年迄今，透過車輛動態能耗與溫室氣體排放資料實測，建構一套能夠反映車輛在實際道路上之動態能耗/排放情形之推估曲線，並與運輸規劃模式整合，藉由強化交通計畫在能源消耗、排放指標上的評估能力。

考量交通建設計畫評估目的為「道路」環境改善之績效評估，因此該模式考慮的主要變數包括車種、道路類型與速率，期能反應不同方案間，路網績效的差異性。構建的主體為油耗與溫室氣體 CO_2，但實驗過程仍蒐集 CO、THC 及 NOx，並建置資料庫。目前已完成的車種包括小汽車、大客車(國道客運、市區公車)與機車，貨車則正在研究當中。

根據該模型所建立各車種在不同道路、速率下的能耗與碳排推估曲線，再用各車種車隊平均燃油經濟性資料，套用該模式，可以得到各車種在不同道路、速率下的能耗與碳排係數，便於帶入運輸模式進行油耗與碳排指標的分析。該模式與運輸模式整合程序大致有 3 個主要步驟，如圖 3.1.12：



資料來源：交通部運輸研究所，「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」，2010 年 7 月。

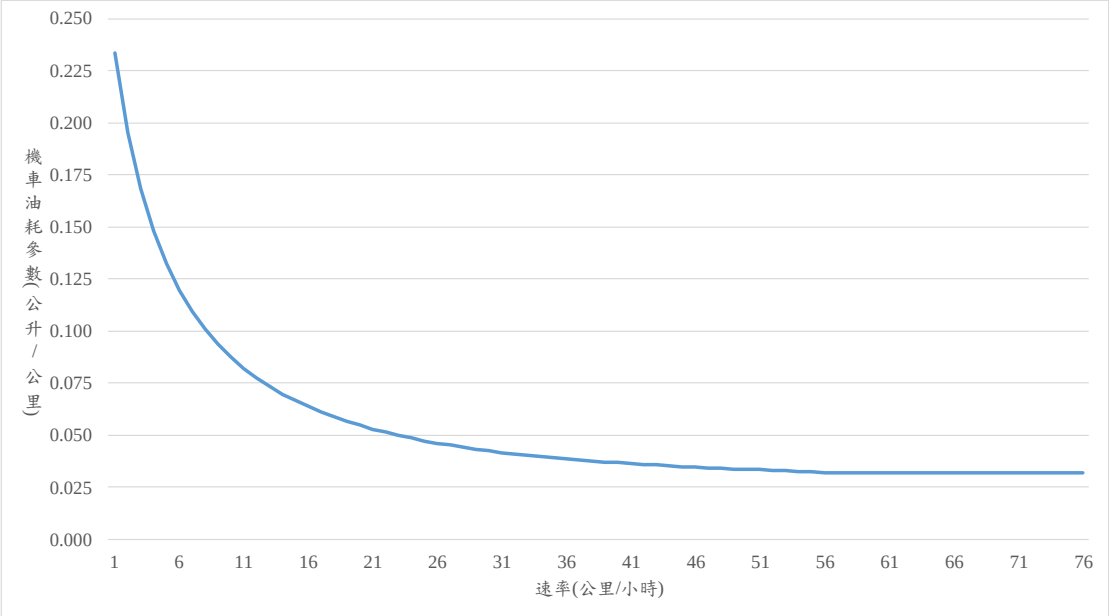
圖 3.1.12 運輸規劃與能耗/排放整合模式

①由運輸規劃模式完成交通量指派後，首先由運輸模式輸出各路段指派結果之行駛時間與車次數，並透過路網資料之路段長度屬性，計算得出該路段之平均速度；

②再者，配合能耗/污排模式所建立的 look-up table，分別得該車種於不同道路類型、各種速率下之耗油率與污排係數；

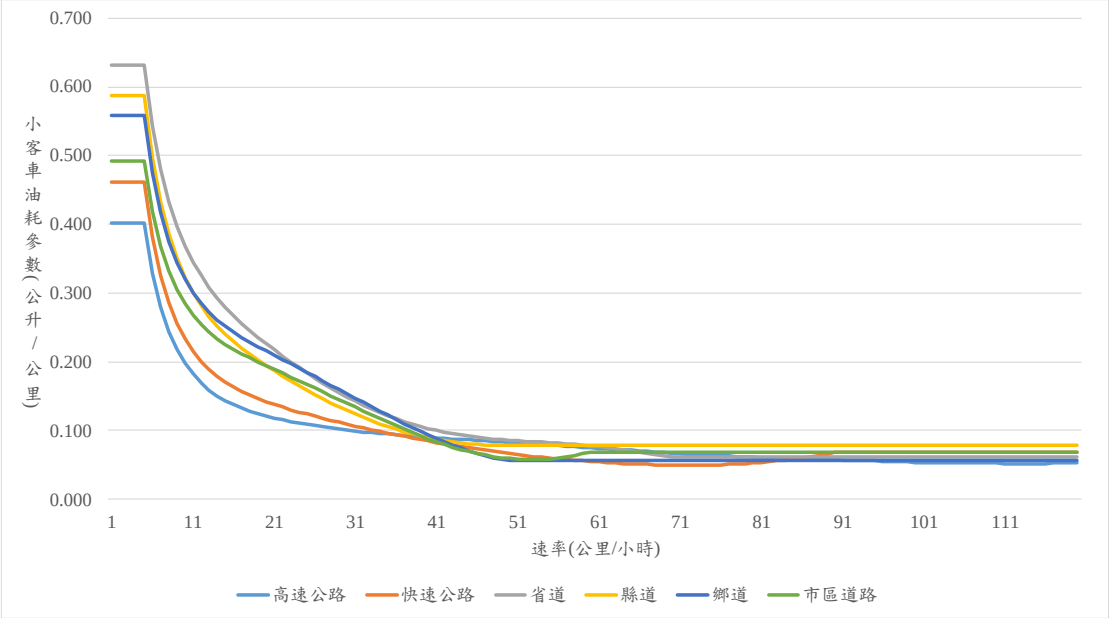
③最後，將個別路段行駛時間、車次數、能耗/排放率相結合，即可得知路段能耗/排放量，再將各路段加總，即可得到整體路網之能耗/排放量。

由於該模式係以逐秒資料建構，因此在分析上，不但可與巨觀模型結合，亦可與微觀模型結合，不受分析尺度之限制；且因採用時間單位(車秒)的資料建模，可充分掌握車輛停等(怠速)狀態的油耗與碳排情形，突破傳統以距離單位(車公里)分析方法，造成完全忽略怠速油耗與排放等缺失。因此，本計畫運輸節能減碳策略評估模組將引用上述本土化參數進行車輛能耗之估算，由於各車種、各速率之係數龐雜，示意如圖 3.1.13 至圖 3.1.16。



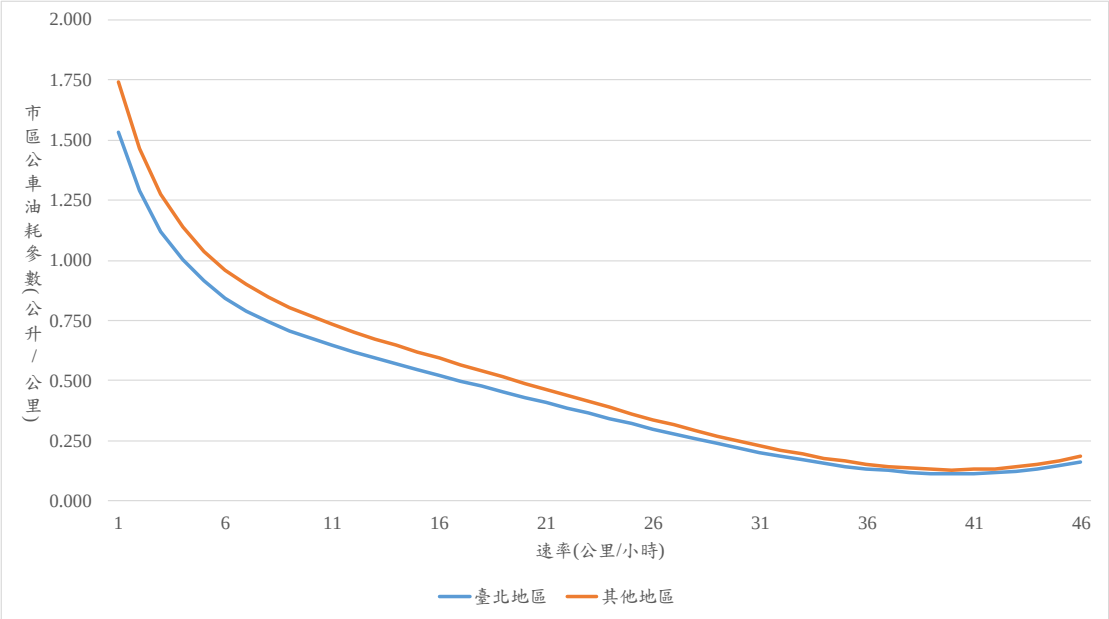
資料來源：交通部運輸研究所，車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以 150c.c. 以上機車為例， 2013；交通部運輸研究所，車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以 150c.c.以下機車為例，2011。

圖 3.1.13 機車各速率下油耗參數



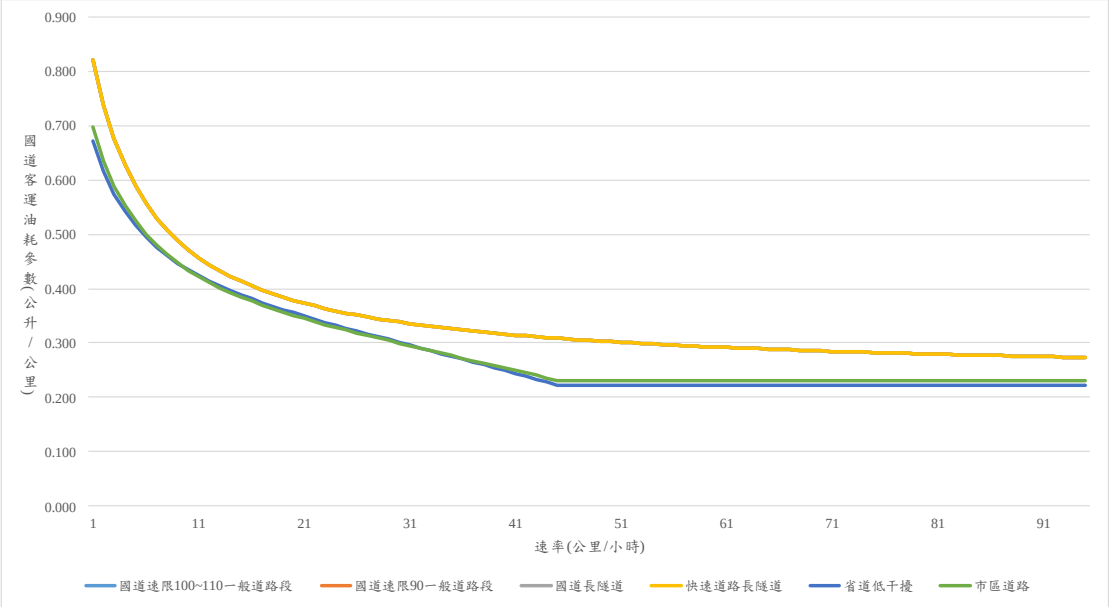
資料來源：交通部運輸研究所，能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，2010。

圖 3.1.14 小客車各速率下油耗參數



資料來源：交通部運輸研究所，車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究：以大客車為例(1/2)， 2012 年。

圖 3.1.15 市區公車各速率下油耗參數



資料來源：交通部運輸研究所，車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究：以大客車為例(1/2)， 2012 年。

圖 3.1.16 國道客運各速率下油耗參數

(2) 軌道系統車公里能耗係數

軌道運輸系統主要以電力為動力來源，本計畫分析基年為 2015 年，故蒐集 2015 年軌道系統用電量(不含場站)及營運統計資料，將電量加以轉換為油當量後除以車公里數，即可得單位車公里能耗量，如表 3.1-5 所示。後續可配合分析年期更新車公里能耗係數為參數設定。

表 3.1-5 軌道系統能耗係數

項目	臺鐵	捷運
延車公里 [a]	45,011,046	23,100,505
能耗(公秉油當量)[b]	128,085	70,103
車公里能耗(公升油當量/公里)[b/a]	2.8456	3.0347

註：捷運以臺北捷運能耗與車公里估算。
資料來源：本計畫整理。

2. 碳排係數

本計畫採用 2015 年能源局公布、本計畫排放清冊估算之各能源系統 CO_2 排放係數。彙整主要能源類別，包含汽油、柴油、LPG、電力、燃料油、航空汽油碳排係數及油當量轉換係數如表 3.1-6 所示。

表 3.1-6 各能源碳排係數及油當量轉換係數

能源系統	碳排係數 (KgCO2/L)	油當量轉換係數 (公升油當量/公升)
汽油	2.263	0.867
柴油	2.606	0.933
LPG	1.753	0.737
電力	0.526	0.225
燃料油	3.111	1.067
航空汽油	2.395	0.833

資料來源：本計畫整理。

3. 空氣污染排放係數

(1) 空氣污染排放係數資料屬性

根據 TEDS 9.0 線源排放係數可取得分年份、縣市、車種、速率及空氣污染物之排放係數，如表 3.1-7 所列，後續將依據策略分析需求擇選適宜之係數進行空污改善效益評估。

表 3.1-7 TEDS 9.0 線源排放係數分類項目

TEDS 9.0 線源排放係數	
年份	2013-2021 年
縣市	臺北地區、臺中市、高雄市、其他縣市、離島縣市
車種	營業自用大小客車、營業自用大小貨車、二與四行程機車
能源	汽油、柴油、油汽雙燃料
車速	5~100 km/hr
空氣污染物	PM_{10}、PM_6、$PM_{2.5}$、SO_X、Pb、NO_X、CO、HC、NMHC

資料來源：本計畫彙整。

(2) TEDS 9.0 線源排放係數資料來源及推估方法

公路運輸交通工具污染源(線源)排放總量推估系統係採用排放係數法，換而言之，無論排放量推估、後端減量策略之應用乃至於本研究之成效估算，無非由單位車行里程之排放量以及總車行里程所湊合而得，也就是所謂的排放係數以及活動強度。而排放係數與活動強度推估方法，就國內外文獻及臺灣目前可取得之應用資料而言，依各推估方法使用之推估因子與適用車種、物種如表 3.1-8 所示，其中排放係數推估方式區分為「車輛隨累積行駛里程劣化之排放係數」、「文獻調查之參數化數值」、「以質量平衡計算之排放係數」、「迴歸公式計算之排放係數」。

表 3.1-8 排放係數推估所需因子

推估方法		推估因子	車種	適用物種
排放係數	車輛隨累積行駛里程劣化之排放係數	1.零里程排放率/劣化率 2.平均車行里程 3.車齡分佈 4.車速	所有車種	HC(尾氣)、NOx、CO
			柴油	粒狀物(柴油車尾氣)
	文獻調查之參數化數值	1.輪胎數 2.控制設備比例	所有車種	粒狀物(剎車輪胎磨損)
			汽油	粒狀物(汽油車尾氣)
	以質量平衡計算之排放係數	1.燃油效率 2.硫含量、鉛含量	所有車種	SOx、Pb
	迴歸公式計算之排放係數	1.氣象因子 2.雷氏蒸氣壓(RVP)	汽油	HC(蒸散、停等、行駛損失)

資料運用上較為複雜且直接影響活動強度與排放係數推估結果之參數因子包含：一、車輛登記數（車齡分佈）；二、平均車行里程；三、燃油效率；四、零里程排放率/劣化率；五、氣象因子；六、車速；七、車流量，各推估方法下排放係數特性及使用現況說明如下。

①車輛隨累積行駛里程劣化之排放係數

新車出廠時，在設備元件為全新良好情況下，其污染物排放率為「零里程排放率」，而隨著車輛使用，設備元件之功能逐漸老化，造成污染排放率增加，此隨著累積行駛里程增加之污染值為「劣化率」，如圖 3.1.17 所示，其計算公式如下：

基礎排放率(克／公里)＝ZML＋(DET × CUMMIL/10,000) …式 3.1.1

其中，

ZML＝零里程排放率(克／公里)

DET＝每 10,000 公里之劣化率(克／公里／10,000 公里)

CUMMIL＝累積車行里程(公里)

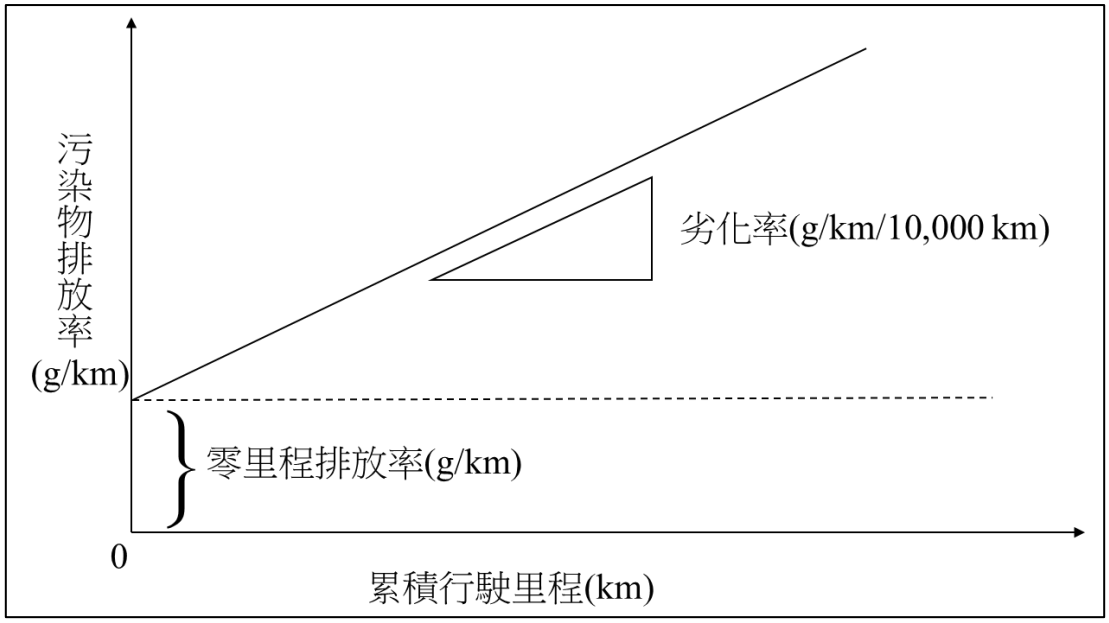


圖 3.1.17 零里程排放率/劣化率計算排放係數示意

零里程排放率/劣化率來源包含新車審驗合格清冊及使用中汽機車召回改正計畫,污染物種包含交通工具排放標準中之 HC、CO、NO_x，柴油車另外包含粒狀物，新車審驗合格清冊為新車出廠時透過耐久測試實驗、檢附相關證明或是指定法規值，證明車輛之污染值在出廠及未來行駛里程增加後仍符合國內排放標準，使用中汽機車召回改正計畫為針對目前使用中車輛抽樣進行檢測之調查值。計算不同車種之零里程與劣化率的主要數據來源來自「新車審驗清冊」（汽、柴油及替代清潔燃料引擎汽車合格證清冊），以及「召回改正資料庫」（汽油引擎汽車新車型審驗、新車抽驗及使用中車輛召回改正調查測試暨相關管制制度之研究專案）兩大類。

在現行的推估系統之中，對於該選用何種數據來源進行零里程與劣化率的計算並沒有一定的做法，但兩種數據來源各自有不同的問題，必須要仔細考慮其適用性。

國內目前有關實際使用中車輛之測試資料，僅汽油小客車及機車方面有車輛召回改正測試結果可供參考，其他車種則為新車審驗/抽驗之數值，且於民國 100 年後，汽油零里程與劣化率不再公布於專案工作計劃中，101 年後車輛之零里程與劣化率是以新車型審驗合格清冊行車型態測試值及劣化係數計算各車型數值，再以該年度

各車型新車銷售量為權重進行加權得到該年度車隊之零里程排放與劣化率，以供模式推估使用。

②文獻調查之參數化數值

針對排放特性單純或是缺乏長期檢測資料，以一次性文獻調查值，透過簡單之參數化公式決定排放係數，也因此不確定性可能較大，需透過國內外文獻或是模式之更新確認與目前使用數值之差異性。

a. 剎車/輪胎磨損

引用美國 Mobile 模式之數值，依車種輪胎數計算。參考美國(1985)數據，所有車輛之剎車磨損皆為相同。

b. 汽油車尾氣粒狀物

參考美國車輛粒狀物推估模式(PART5)之推估方法，並引用其污染物排放率，汽車尾氣可分為鉛、有機物、硫酸鹽三部分，各部分有其對應之排放係數,機車無特別細分,為粒狀物污染值，推估時依據所需車速及模擬年份車輛控制設備比例，選取對應之排放率作為其排放係數。

③以質量平衡計算之排放係數

與油品中污染物含量相關，依燃油用量決定之排放係數，故能以質量平衡方法由推估因子之燃油效率、油品污染物含量計算排放係數。由於臺灣針對油品性質已有相關之油品標準，且在煉油廠、供油中心以至加油站皆有相關油品抽查計畫，所以數據品質皆較穩定，不確定性較低。

a. 硫氧化物

假設汽柴油中之硫經過燃燒後完全轉化成 SO_2，計算公式如下：

SOx 排放係數(g/km)＝1/FE×D×S×W……式 3.1.2

FE=油耗值(km/l)

D=燃料密度(kg/l)，參考國內相關統計結果，一般車用高級柴油為 0.83kg/l，汽油為 0.75kg/l。

S=含硫量(kg S/kg 燃料)，參考各年度實際各油品含硫份，因國內有使用非法柴油狀況，故另考量非法柴油使用比例狀況修正平均含硫量做為排放量推估之依據

W=SO_2/S 轉換比＝2

b. 鉛

Pb 排放係數(g/km)＝燃料含鉛量x轉化率x1.557x粒徑係數/油耗值……式 3.1.3

燃料含鉛量＝2000 年後已全面採用無鉛汽油，無鉛汽油含鉛量參考國內油品規範，為 0.0025g/l

轉化率＝燃料燃燒後鉛排放至大氣轉化率，[TEDS 9]考量目前汽油皆已無鉛為主，採用 0.44

1.557＝鉛轉換成鉛鹽之重量增加校正係數

粒徑係數＝粒徑小於 10 μm 之鉛粒狀物比例，於計算 TSP 時採 1.0

油耗值＝各車種之平均耗油率

④迴歸公式計算之排放係數

以特定環境下測得之排放率建立迴歸公式，在其他情境下藉由帶入迴歸公式或內插方式計算排放係數，例如汽油車 HC 蒸散、停等、行駛損失。

a. 蒸散損失

分為熱浸(Hot Soak)蒸發及每日(Diurnal)蒸發。熱浸蒸發與燃料系統及燃料揮發性相關，藉由實車測試結果得出車輛熱浸蒸發排放回歸曲線；每日蒸發與燃料揮發性、車輛污染控制系統及大氣溫度有關。

b. 停等損失

與溫度與車輛控制系統有關，模式中預設在 100°F 時，open bottom canister 排放係數為 0.29g/hr，closed bottom canister 排放係數為 0.13g/hr，並以每天行駛里程(km/day)換算為 g/km。

c. 行駛損失

分別以在四個溫度(80、87、95、105°F)與四種燃料 RVP(7.0、9.0、10.4、11.7psi)狀態下測得排放率，後續以內插求得排放係數。

(3) 運用減量係數估算減量成效

依據前述章節，針對我國中央現階段交通工具污染源空氣污染管制各項行動方案，無論近期推動中淘汰二行程機車與一、二期柴油大貨車或是三期柴油車加裝濾煙器、提升軌道貨運運能、推動電動蔬果運輸車甚至長程目標之禁售燃油車輛等，以係數的角度而言皆為運具轉移的概念，因此係數解析度作為減量成效估算時將顯得更為重要。

以目前 TEDS 排放係數能夠提供的車種解析度，如表 3.1-9 所示，以第三級作為分類可區分多達 21 種車種解析，外加目前環保署排放係數逐年精進之下，已經能夠拆解整併各期別車輛排放係數，如表 3.1-10 所示，因此在運具轉移的相關減量策略上，如淘汰老舊車輛換購全新車種減量、私人運具轉移使用大眾運具等，多半能夠符合情境所對應之減量係數計算需求。

表 3.1-9 環保署線源排放量推估車種分類

TEDS 車種			
第一級	第二級		第三級
小客車	汽油小客車		自用汽油小客車
			營業汽油小客車
	柴油小客車		自用柴油小客車
			營業柴油小客車
	雙燃料小客車	油電	自用油電小客車
			營業油電小客車
		LPG	自用液化石油氣車
			營業液化石油氣車
小貨車	汽油小貨車		自用汽油小貨車
			營業汽油小貨車
	柴油小貨車		自用柴油小貨車
			營業柴油小貨車
大客車	柴油大客車		自用柴油大客車
			遊覽車
			公車客運
大貨車	柴油大貨車		自用柴油大貨車
			營業柴油大貨車
機車	二行程機車		二行程機車
	四行程機車		四行程機車
特種車	特種車	汽油	汽油特種車
		柴油	柴油特種車

資料來源：行政院環境保護署，移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫整理，2016年。

表 3.1-10 105 年各期別大貨車排放係數(公斤/輛.年)

期別	TSP	$PM_{2.5}$	SO_X	NO_X	NMHC	CO	車輛數
	排放係數：（公斤/輛.年）						（輛）
一期車	88.9	73.0	0.2	1127.4	114.5	429.5	38376
二期車	68.0	53.2	0.2	911.0	81.4	314.0	43059
三期車	38.0	24.6	0.2	630.5	42.6	186.6	32084
四期車	27.2	15.3	0.2	393.9	17.5	107.4	27158
五期車	19.5	8.2	0.2	104.9	2.0	9.5	26188
車隊平均	52.8	39.0	0.2	696.2	58.7	234.7	166865

資料來源：行政院環境保護署，移動污染源排放總量推估及管制專案工作計畫整理，2016年。

以淘汰一、二期柴油大貨車換新車輛及三期柴油大貨車加裝濾煙器兩項具有可實際評估污染減量措施成效之情境為例，按目標車輛數、車型里程、排放係數等資料，運用減量係數估算其減量成效，可依政策目

標(或理想目標)設定情境並計算各空氣污染物減量成效，減量係數應用說明如下。

①淘汰一、二期柴油大貨車換新車輛

一、二期柴油大貨車淘汰應考量民眾運輸需求，計算減量推估時將納入替代機具效應，因而其排放減量應用計算如下：

目標淘汰之車輛數 × (一、二期柴油大貨車減量係數-五期柴油大貨車減量係數) ……式 3.1.4

②三期柴油大貨車加裝濾煙器

三期柴油大貨車加裝濾煙器，以加裝濾煙器後黑煙去除率達80%為標準，其排放減量應用計算如下：

目標補助加裝濾煙器之車輛數 ×（三期柴油大貨車之減量係數 × 80%之黑煙去除率）……式 3.1.5

(4) 本計畫空污排放係數應用方法

因應政策發展趨勢，污染及溫室氣體排放政策密不可分，本計畫於成效推估模組開發運輸措施空氣污染改善效益之評估功能、擴充模組評估功能，進行節能、減碳、減污之效益評估。

空氣污染物排放係數引用環保署空氣污染排放清冊資料，依 106 年車輛車齡分布加權計算各車種各速度下平均排放係數，空氣污染物包含 HC、CO、NOx、NMHC、TSP、$PM_{2.5}$、PM_{10}、SOx、Pb。

HC、CO、NOx、NMHC、SOx、Pb 與車速相關，車速愈高其污染排放較少，TSP、$PM_{2.5}$、PM_{10} 排放量較不受車輛速度影響，主要影響因子為道路鋪面狀況。

考量 CO、NOx、$PM_{2.5}$ 對於人體具有危害性，且為運輸部門矚目之交通工具排放污染物，本計畫配合本所業務需求，以此三種空氣污染物進行策略污排之評估。所導入之空污係數彙整表 3.1-11 至表 3.1-13，其速度級距單位為 5 至 10 公里，本計畫導入後透過數據插值法進行應用，如表 3.1-14 所示為以每公里時速進行插補，下圖 3.1.18 至圖 3.1.20 為各車種不同車速下之 CO、NO_X、$PM_{2.5}$ 排放係數。

表 3.1-11 各車種不同車速下 CO 排放係數

速度 (km/hr)	CO (g/km)								
	自用汽油小客車	營業用汽油小客車	自用柴油小客車	營業用柴油小客車	液化石油氣車	二行程機車	四行程機車	公車客運	遊覽車
5	8.000505	12.445805	0.669836	0.788370	2.235210	17.223119	8.556338	7.839206	6.882030
10	5.011906	7.553551	0.523766	0.615723	2.235210	9.691135	4.932427	6.124594	5.374229
15	4.014503	5.924808	0.416421	0.489495	2.235210	6.581297	3.435899	4.867376	4.274299
20	3.514700	5.108369	0.336548	0.396197	2.235210	5.060996	2.704255	3.938492	3.459125
25	3.216008	4.619143	0.276667	0.325788	2.235210	4.207895	2.293926	3.243205	2.846866
30	3.017365	4.292544	0.232306	0.273131	2.235210	3.664445	2.033037	2.717092	2.385524
40	2.469186	3.398539	0.171607	0.202723	2.235210	2.977121	1.701585	2.011163	1.766471
50	2.103123	2.799544	0.135732	0.160371	2.235210	2.523152	1.483604	1.596706	1.400725
60	1.858026	2.399376	0.116577	0.137070	2.235210	2.214754	1.334810	1.359717	1.194415
70	1.683974	2.113647	0.106400	0.125152	2.235210	2.029718	1.245370	1.243307	1.092088
80	1.585898	1.952599	0.104560	0.123310	2.235210	1.948939	1.206043	1.220031	1.071716
90	1.635690	2.033054	0.109027	0.128789	2.235210	2.175411	1.316007	1.282684	1.125688
100	1.961921	2.569641	0.124319	0.144885	2.235210	3.702202	2.050157	1.446243	1.268349

資料來源：本計畫依行政院環境保護署空氣污染排放清冊 TEDS9.0 彙整。

表 3.1-12 各車種不同車速下 NO_X 排放係數

速度 (km/hr)	NO_X (g/km)								
	自用汽油小客車	營業用汽油小客車	自用柴油小客車	營業用柴油小客車	液化石油氣車	二行程機車	四行程機車	公車客運	遊覽車
5	0.462120	0.790621	0.583121	0.588025	0.434680	0.063409	0.221224	10.300760	9.575401
10	0.399237	0.671994	0.514455	0.518713	0.434680	0.059232	0.195903	9.057408	8.420191
15	0.377785	0.631960	0.461226	0.463396	0.434680	0.057001	0.184613	8.074556	7.508704
20	0.368780	0.613799	0.413449	0.417187	0.434680	0.057001	0.183458	7.297557	6.783881
25	0.361557	0.600761	0.379653	0.382573	0.434680	0.057660	0.190208	6.685947	6.217076
30	0.357127	0.592999	0.353245	0.355072	0.434680	0.060757	0.200376	6.210159	5.774429
40	0.364053	0.606393	0.317477	0.319574	0.434680	0.068383	0.226656	5.584937	5.192760
50	0.369422	0.617608	0.303308	0.306228	0.434680	0.075632	0.251145	5.302986	4.931981
60	0.374123	0.625638	0.303705	0.306936	0.434680	0.077964	0.268620	5.322084	4.947212
70	0.377151	0.630168	0.318623	0.321221	0.434680	0.083681	0.278677	5.640075	5.244351
80	0.393825	0.659883	0.359348	0.361445	0.434680	0.090199	0.303194	6.315002	5.869201
90	0.444490	0.757458	0.426309	0.429254	0.434680	0.107380	0.361806	7.467468	6.944982
100	0.496311	0.854178	0.528323	0.532337	0.434680	0.123420	0.421691	9.328999	8.673929

資料來源：本計畫依行政院環境保護署空氣污染排放清冊 TEDS9.0 彙整。

表 3.1-13 各車種不同車速下 $PM_{2.5}$ 排放係數

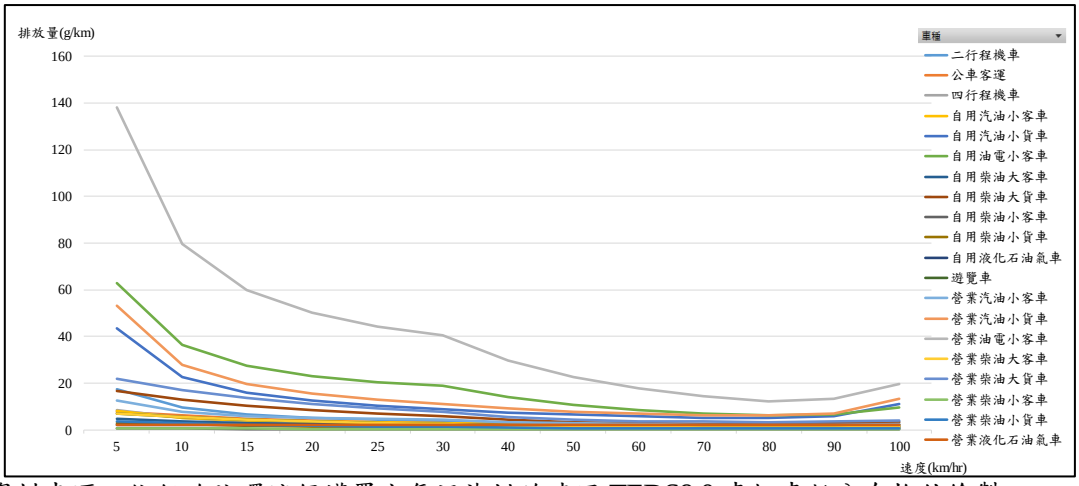
速度 (km/hr)	$PM_{2.5}$ (g/km)								
	自用汽油小客車	營業用汽油小客車	自用柴油小客車	營業用柴油小客車	液化石油氣車	二行程機車	四行程機車	公車客運	遊覽車
5	0.057265	0.057290	0.080286	0.086535	0.049920	0.152930	0.034670	0.330195	0.304308
10	0.057250	0.057280	0.080286	0.086535	0.049920	0.152860	0.034600	0.330195	0.304308
15	0.057240	0.057265	0.080286	0.086535	0.049920	0.152830	0.034570	0.330195	0.304308
20	0.057230	0.057250	0.080286	0.086535	0.049920	0.152820	0.034560	0.330195	0.304308
25	0.057220	0.057240	0.080286	0.086535	0.049920	0.152820	0.034560	0.330195	0.304308
30	0.057210	0.057230	0.080286	0.086535	0.049920	0.152810	0.034556	0.330195	0.304308
40	0.057195	0.057210	0.080286	0.086535	0.049920	0.152816	0.034556	0.330195	0.304308
50	0.057200	0.057215	0.080286	0.086535	0.049920	0.152820	0.034560	0.330195	0.304308
60	0.057195	0.057210	0.080286	0.086535	0.049920	0.152830	0.034570	0.330195	0.304308
70	0.057190	0.057205	0.080286	0.086535	0.049920	0.152850	0.034590	0.330195	0.304308
80	0.057190	0.057205	0.080286	0.086535	0.049920	0.152870	0.034610	0.330195	0.304308
90	0.057195	0.057215	0.080286	0.086535	0.049920	0.152870	0.034610	0.330195	0.304308
100	0.057205	0.057225	0.080286	0.086535	0.049920	0.152870	0.034610	0.330195	0.304308

資料來源：本計畫依行政院環境保護署空氣污染排放清冊 TEDS9.0 彙整。

表 3.1-14 每公里時速進行插補(以自用汽油小客車 CO 排放係數為例)

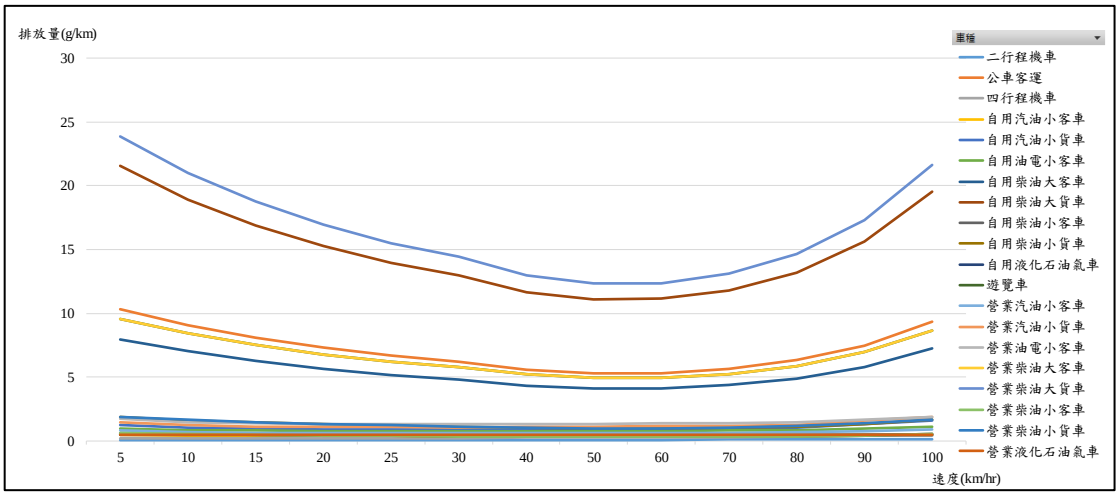
速度 (km/hr)	CO (g/km)	速度 (km/hr)	CO (g/km)	速度 (km/hr)	CO (g/km)	速度 (km/hr)	CO (g/km)
5	8.000505	35	2.743276	65	1.771000	95	1.798805
6	7.402785	36	2.688458	66	1.753594	96	1.831428
7	6.805065	37	2.633640	67	1.736189	97	1.864051
8	6.207346	38	2.578822	68	1.718784	98	1.896674
9	5.609626	39	2.524004	69	1.701379	99	1.929297
10	5.011906	40	2.469186	70	1.683974	100	1.961921
11	4.812426	41	2.432580	71	1.674166		
12	4.612945	42	2.395973	72	1.664358		
13	4.413464	43	2.359367	73	1.654551		
14	4.213984	44	2.322761	74	1.644743		
15	4.014503	45	2.286155	75	1.634936		
16	3.914542	46	2.249548	76	1.625128		
17	3.814582	47	2.212942	77	1.615321		
18	3.714621	48	2.176336	78	1.605513		
19	3.614661	49	2.139730	79	1.595705		
20	3.514700	50	2.103123	80	1.585898		
21	3.454962	51	2.078614	81	1.590877		
22	3.395224	52	2.054104	82	1.595856		
23	3.335485	53	2.029594	83	1.600835		
24	3.275747	54	2.005084	84	1.605815		
25	3.216008	55	1.980574	85	1.610794		
26	3.176280	56	1.956065	86	1.615773		
27	3.136551	57	1.931555	87	1.620752		
28	3.096822	58	1.907045	88	1.625731		
29	3.057094	59	1.882535	89	1.630710		
30	3.017365	60	1.858026	90	1.635690		
31	2.962547	61	1.840620	91	1.668313		
32	2.907729	62	1.823215	92	1.700936		
33	2.852911	63	1.805810	93	1.733559		
34	2.798093	64	1.788405	94	1.766182		

資料來源：本計畫依行政院環境保護署空氣污染排放清冊 TEDS9.0 插補彙整。



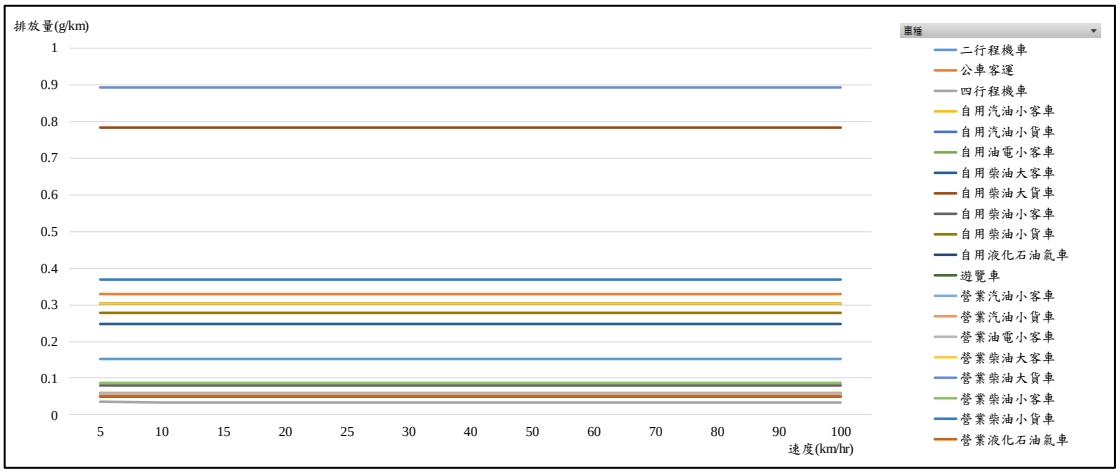
資料來源：依行政院環境保護署空氣污染排放清冊 TEDS9.0 車輛車齡分布推估繪製。

圖 3.1.18 各車種不同車速下 CO 排放係數



資料來源：依行政院環境保護署空氣污染排放清冊 TEDS9.0 車輛車齡分布推估繪製。

圖 3.1.19 各車種不同車速下 NOx 排放係數



資料來源：依行政院環境保護署空氣污染排放清冊 TEDS9.0 車輛車齡分布推估繪製。

圖 3.1.20 各車種不同車速下 $PM_{2.5}$ 排放係數

3.2 運輸策略減碳、減污案例評估

前期計畫於 2015-2016 年開發「城際運輸節能減碳策略評估模組」，導入 TDM2016 運輸需求模式，並分析相關運輸策略及案例以進行城際運輸策略之節能減碳效益評估；2017 年開發「都會運輸節能減碳評估策略模組」，導入 TRTS-4S 運輸需求模式，並將 TDME 運輸需求分析模組分為城際模組及都會模組，依旅次差異分別以 TDM2016 運輸需求模式及 TRTS-4S 運輸需求模式進行運輸需求分析，透過臺北都會區「公共運輸轉乘優惠」檢視 TDME 模型用以運輸節能減碳策略評估之適用性及分析結果合理性。

本期計畫賡續「都會運輸節能減碳評估策略模組」開發，整合運輸需求分析模式之城際模組及都會模組分析結果，以「跨層級(都會/城際)整合型案例」進行都會及城際運輸策略之節能減碳效益分析。另因應政策發展趨勢，污染及溫室氣體減量政策密不可分，於成效推估模組開發運輸措施空氣污染改善效益之評估功能，以擴充模組評估功能，有效進行運輸政策之減污、減排策略效益評估。運輸策略評估簡易流程擴充如圖 3.2.1 所示。

本章節就今年度已完成之「跨層級(都會/城際)整合型案例」及「都會區污染防制案例」評估結果進行探討。

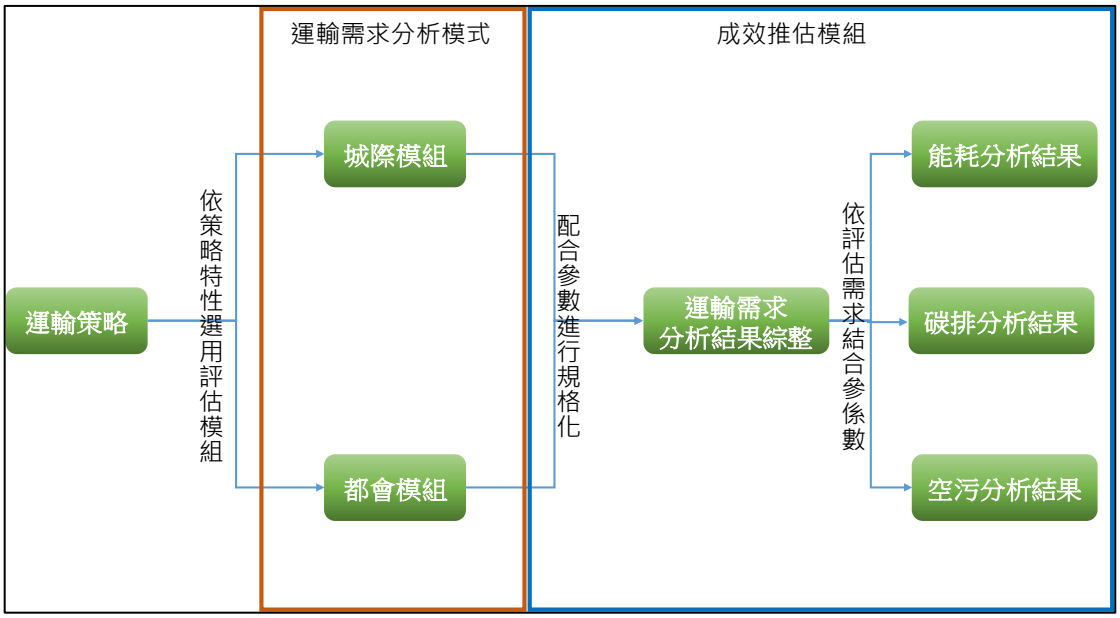


圖 3.2.1 運輸策略評估流程

3.2.1 跨層級(都會/城際)整合型案例成效評估

為推動大眾運輸發展，各縣市政府、中央單位積極推動各項公共運輸票價優惠措施，包含里程優惠、免費乘車等，為培養旅客使用公共運輸習慣、增強公共運輸使用忠誠度，近年縣市政府、運輸營運業者(臺鐵、高鐵、北捷、高捷、桃捷)推出公共運輸定期票策略，鼓勵民眾使用公共運輸、滿足通勤通學需求。以下就現行臺鐵定期票、雙北市公共運輸定期票及桃園捷運定期票舉例說明。

1. 策略現況背景說明

(1) 臺鐵定期票(分 30 天有效期限定期票及 60 天有效期限定期票)

①售價：

a. 30 天期通用定期票：復興號票價 × 21 天計費日數 × 每日往返 2 趟 × 85%折扣率。

b. 60 天期通用定期票：復興號票價 × 42 天計費日數 × 每日往返 2 趟 × 80%折扣率。

②使用期限：依票面所列有效期間內不限使用次數。

③適用範圍：單程 150 公里以內，依票面所列起迄站間及車種乘車，不得搭乘觀光列車、太魯閣列車、普悠瑪列車及特定列車(郵輪式列車、團體專開列車)。

(2) 雙北公共運輸定期票

①售價：1280 元。

②使用期限：啟用起 30 日不限次搭乘

③適用範圍：臺北捷運、臺北市聯營公車及新北市市區公車(不含里程收費公車)、臺北市內 YouBike 前 30 分鐘。

(3) 桃園捷運定期票(分 30 天、60 天、90 天及 120 天)

①售價：

a. 30 天定期票：指定站全票票價 × 21 天 ×每天使用 2 次 × 7 折。

b. 60 天定期票：指定站全票票價 × 42 天 × 每天使用 2 次 × 約 65 折。

c. 90 天定期票：指定站全票票價 × 63 天 × 每天使用 2 次 × 6 折。

d. 120 天定期票:指定站全票票價 × 84 天×每天使用 2 次 × 5 折。

②使用期限及範圍：依定期票票種使用期限，自第一次使用起算。

③適用範圍：指定站間範圍內，不限次數與車種搭乘桃園捷運。

公共運輸定期票策略之推動需仰賴政府財政補貼，除藉由獎勵性質之交通管理策略吸引旅客使用公共運輸外，應併抑制私人運具之管理策略，同時施行獎勵及管制之交通管理策略策略以加強公共運輸推動效果。

為落實使用者付費公平原則，解決臺北市免費停車格位遭車輛久停、長期占用問題，於 2015 年底起將所有道路免費汽車停車格全面納入收費管理，改善停車秩序，而停車費用納入至停管基金亦可挹注於公共運輸推廣。以下就臺北市、新北市現況停車供給說明。

(1) 臺北市現況停車供給

依據 2015 年及 2016 年臺北市停車管理工程處進行之臺北市汽機車停車供需調查結果，彙整臺北市各行政區路邊及路外汽、機車停車供給現況，如表 3.2-1、表 3.2-2 所示。

表 3.2-1 臺北市各行政區汽車停車供給統計

行政區	路邊			路外		
	有格位	無格位	合計	停車場	建物附設	合計
萬華區	2,608	637	3,245	8,834	15,952	24,786
大安區	4,321	1,510	5,831	16,669	51,790	68,459
信義區	1,909	1,515	3,424	15,497	42,249	57,746
南港區	4,141	2,324	6,465	8,443	33,537	41,980
中正區	2,971	549	3,508	11,059	34,976	46,035
文山區	5,400	4,752	10,152	5,637	37,414	43,051
大同區	1,731	226	1,957	6,468	18,974	25,442
中山區	4,380	815	5,195	23,392	69,388	92,780
松山區	4,943	1,014	5,957	14,935	34,541	49,476
內湖區	7,114	1,845	8,959	16,556	96,340	112,896
士林區	4,876	2,073	6,949	14,894	38,481	53,375
北投區	3,564	1,955	5,519	7,190	26,337	33,527

資料來源：1.臺北市停車管理工程處，106 年度臺北市汽機車停車供需調查。
2.臺北市停車管理工程處，105 年度臺北市汽機車停車供需調查。

表 3.2-2 臺北市各行政區機車停車供給統計

行政區	路邊						路外		
	路邊及巷道		人行道		機車彎格位數	合計	停車場	建物附設	合計
	有格位	無格位	有格位	無格位					
萬華區	12,240	4,093	1,396	1,537	335	19,601	5,093	16,887	21,980
大安區	25,557	6,621	5,440	1,605	3,771	42,994	8,066	36,800	44,866
信義區	12,891	8,732	2,832	443	745	25,643	14,250	29,317	43,567
南港區	7,708	6,898	1,691	1,617	265	18,179	7,392	38,046	45,438
中正區	13,768	3,350	7,306	2,034	2,484	28,942	6,953	31,970	38,923
文山區	13,339	12,745	902	2,932	226	30,144	1,823	32,641	34,464
大同區	8,194	2,271	3,469	728	900	15,562	3,578	16,740	20,318
中山區	27,808	8,167	5,717	2,356	1,912	45,960	3,885	56,506	60,391
松山區	17,838	9,280	3,587	1,868	1,493	34,066	5,169	25,335	30,504
內湖區	19,102	16,374	1,171	1,518	230	38,395	3,986	98,221	102,207
士林區	13,391	18,904	2,544	1,209	1,575	37,623	7,833	33,826	41,659
北投區	10,608	17,825	2,914	751	330	32,428	2,753	26,069	28,822

資料來源：1.臺北市停車管理工程處，106 年度臺北市汽機車停車供需調查。
2.臺北市停車管理工程處，105 年度臺北市汽機車停車供需調查。

(2) 新北市現況停車供給

新北市交通局目前僅公布 2011 年、2012 年、2013 年 12 個行政區的停車供需調查結果，本計畫依據 2011 年、2012 年及 2013 年新北市交通局進行之新北市汽機車停車供需調查結果，彙整新北市各行政區路邊及路外汽、機車停車供給現況，如表 3.2-3、表 3.2-4 所示。

目前市府以每 4 年一週期計畫，檢討路外及路邊停車的供需數據，2015 年起已完成板橋、樹林、新莊、中和、新店、三重、土城、蘆洲、永和及汐止等區，2018 年預計再完成三峽、淡水、泰山、林口及五股等區停車供需調查，以定期更新全市停車供需資料庫，並將於 2018 年底公告。

表 3.2-3 新北市各行政區汽車停車供給統計

行政區	路邊			路外			總計
	有格位	無格位	合計	停車場	建物附設	合計	
蘆洲區	1,869	1,139	3,008	8,839	5,888	14,727	17,735
永和區	2,158	859	3,017	8,365	2,534	10,899	13,916
三峽區	1,043	1,234	2,277	4,279	5,994	10,273	12,550
汐止區	1,507	3,189	4,696	4,995	7,887	12,882	17,578
淡水區	603	3,384	3,987	5,274	28,837	34,111	38,098
三重區	4,097	3,090	7,187	17,243	13,814	31,057	38,244
樹林區	3,770	3,650	7,420	10,408	14,827	25,235	32,655
土城區	2,950	1,514	4,464	14,338	5,267	19,605	24,069
新店區	3,979	3,894	7,873	11,012	7,109	18,121	25,994
板橋區	3,311	4,334	7,645	19,654	14,690	34,344	41,989
中和區	2,719	3,412	6,131	19,272	8,584	27,856	33,987
新莊區	2,940	2,940	5,880	14,962	7,661	22,623	28,503

資料來源：1.新北市政府交通局，100 年度新北市(板橋區、中和區、新莊區)汽機車停車供需調查。
2.新北市政府交通局，101 年度新北市(三重區、樹林區、土城區、新店區)汽機車停車供需調查。
3.新北市政府交通局，102 年度新北市(永和區、汐止區、蘆洲區、淡水區及三峽區)汽機車停車供需調查。

表 3.2-4 新北市各行政區機車停車供給統計

行政區	路邊						路外			總計
	路邊及巷道		人行道		機車彎格位數	合計	停車場	建物附設	合計	
	有格位	無格位	有格位	無格位						
蘆洲區	14,095	6,387	1,831	0	528	22,841	1,740	996	2,736	25,577
永和區	21,749	4,640	6,115	1,330	960	34,794	767	416	1,183	35,977
三峽區	4,013	2,313	552	1,689	179	8,746	1,170	1,469	2,639	11,385
汐止區	11,093	4,494	439	55	58	16,139	2,342	1,878	4,220	20,359
淡水區	5,544	9,701	199	2,593	195	18,232	3,160	6,911	10,071	28,303
三重區	19,631	15,031	5,425	1,183	705	41,975	9,126	0	9,126	51,101
樹林區	9,453	11,070	1,468	2,289	63	24,343	6,601	97	6,698	31,041
土城區	21,593	6,940	4,336	704	644	34,217	5,393	100	5,493	39,710
新店區	12,922	8,769	3,927	338	65	26,021	2,983	352	3,335	29,356
板橋區	22,515	30,863	3,467	364	1,048	58,257	15,130	530	15,660	73,917
中和區	16,530	20,493	511	470	117	38,121	4,481	555	5,036	43,157
新莊區	19,907	17,278	1,244	893	2,335	41,657	1,403	486	1,889	43,546

資料來源：1.新北市政府交通局，100 年度新北市(板橋區、中和區、新莊區)汽機車停車供需調查。
2.新北市政府交通局，101 年度新北市(三重區、樹林區、土城區、新店區)汽機車停車供需調查。
3.新北市政府交通局，102 年度新北市(永和區、汐止區、蘆洲區、淡水區及三峽區)汽機車停車供需調查。

本計畫以公共運輸月票及調整都會停車收費範圍作為評估案例設計構想，案例說明、假設與分析結果說明如后。

2. 跨層級(都會/城際)整合型案例情境假設說明

由於運輸系統持續發展擴充，都會區活動範圍擴大，本計畫就臺北市為中心擴展至新北市及桃園市龜山區、大園區、蘆竹區等首都圈範圍，以「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」為例，透過運輸需求分析模式進行運輸策略情境設定及分析，再以成效推估模組估算能源消耗及二氧化碳排放量，評估節能減碳效益。

本案例研究範圍囊括首都圈區域，考量桃園機場捷運線往返臺北旅次之影響，訂定臺北市、新北市及桃園市龜山區、大園區、蘆竹區為案例評估範圍。

(1) 首都圈公共運輸月票

① 運輸策略情境假設

案例情境假設針對模型基年(2015 年)首都圈通勤民眾之運輸旅次範圍進行公共運輸票價優惠,區域內運輸系統包含首都圈內公車、臺北捷運、桃園機場捷運及臺鐵運輸系統，探討此案例情境對城際運輸旅次及都會運輸旅次之影響效果。

② 模型操作設定

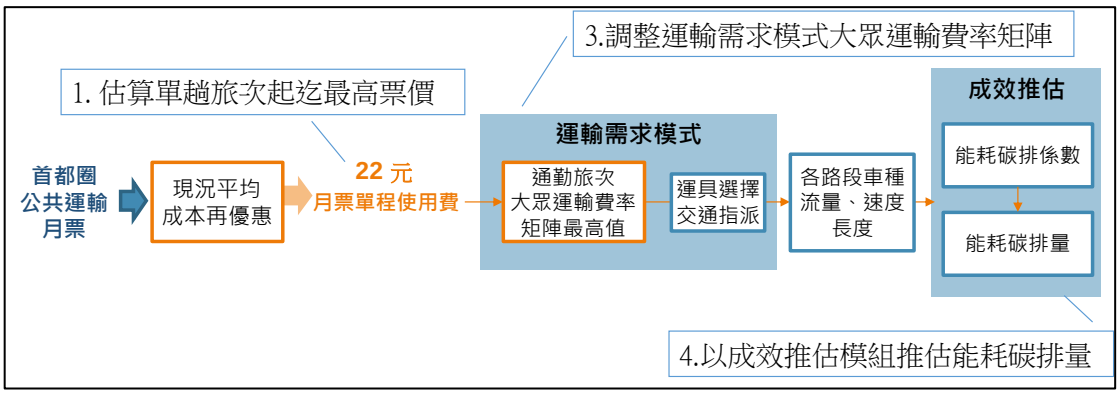
a. 調整參數估算

策略推動情境以通勤民眾為政策目標群眾，故針對通勤旅次進行票價優惠。依據臺北市政府交通局新聞發布資料，現況以公共運輸通勤族群單趟票價成本約 27 元，汽車單趟油資約 30 元，可見現況公共運輸相對小客車已具有成本優勢，但運具比仍以小客車比例較高。

因此，為提升公共運輸競爭優勢，本計畫以現況票價成本 27 元折扣 8 折作為政策情境單趟旅次最高收費票價，設定平日通勤單趟公共運輸成本最高為 22 元。(另以平日票收占全月 7 成計算，估計全月月票金額為 1,320 元。)

b. 參變數設定及分析流程

針對運輸需求模式中通勤旅次(家工作旅次)之公共運輸費率，訂定首都圈之所有公車路線及捷運、軌道系統票價矩陣最高票價為 22 元，透過運輸需求模式分析後，再以成效推估模組進行能耗、碳排估算。模式情境設定及分析流程如圖 3.2.2 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.2 首都圈公共運輸月票分析流程

(2) 都會區停車收費範圍擴大

①運輸策略情境假設

本計畫以臺北市市中心及新北市高繁忙地區為都會區停車收費擴大收費範圍之影響地區，即改變使用汽、機車民眾收取停車費之比率，藉以分析擴大汽機車停費之交通管理策略，對首都圈運輸需求之變化及移轉效果。

②模型操作設定

TRTS-4S 停車收費設定可透過設定汽機車被收取停車費之比率(收費比)或汽機車之停車費率額度，由於臺北市已有全面收費(即提高收費比)推動經驗，且實務操作以擴大付費車格數較直接提高收費費率容易操作，爰本次案例操作係以調高停車收費比(擴大收費範圍)反應策略情境。

以下就模式基礎情境之停車型態區域劃分及各級停車型態之停車費率及收費比、收費比情境假設參數、模型參變數設定及分析流程進行說明。

a. 停車型態劃分及基礎情境停車成本設定

(a)停車型態

依照現況都市開發程度與收費標準歸納行政區分類型態，將臺北都會區停車型態劃分為五種停車型態區，如表 3.2-5 所示。

表 3.2-5 臺北都會區停車型態劃分

停車型態分級	分級說明	涵蓋行政區
第一級	臺北市中心地區，包含臺北市內 9 個行政區。	大同區、大安區、中山區、中正區、內湖區、松山區、信義區、南港區、萬華區
第二級	新北市高繁忙地區，包含新北市內 13 個行政區。	板橋區、新店區、新莊區、樹林區、蘆洲區、三峽區、鶯歌區、泰山區、三重區、土城區、中和區、永和區、汐止區
第三級	臺北市外圍地區，包含臺北市內 3 個行政區。	北投區、士林區、文山區
第四級	新北市低繁忙地區，包含新北市內 5 個行政區。	五股區、林口區、八里區、深坑區、淡水區
第五級	新北市、桃園市外圍地區，包含新北市與桃園市內 14 個行政區。	坪林區、石門區、三芝區、瑞芳區、平溪區、石碇區、金山區、貢寮區、萬里區、雙溪區、烏來區、桃園市龜山區、桃園市大園區、桃園市蘆竹區

資料來源：「臺北都會區整體運輸需求預測模式(TRTS-IV)更新案」期末報告書，臺北大眾捷運股份有限公司，2017 年。

(b)停車費率

參考臺北市停車管理工程處汽機車停車供需調查、臺北市停管處公有路外公共停車場查詢作業系統、與新北市公共停車場資料查訊系統之各行政區停車格位數及費用資料，設定基礎情境停車費率如表 3.2-6 所示。

表 3.2-6 各停車型態停車費率

停車型態	車輛停車費率	
	汽車 (元/輛次/小時)	機車 (元/次)
第一級	50	30
第二級	30	25
第三級	40	25
第四級	25	20
第五級	20	20

資料來源：「臺北都會區整體運輸需求預測模式(TRTS-IV)更新案」期末報告書，臺北大眾捷運股份有限公司，2017 年。

(c)停車收費比(收費範圍)

參考臺北市停車管理工程處汽機車停車供需調查、臺北市停管處公有路外公共停車場查詢作業系統、與新北市公共停車場資料查訊系統之各行政區停車格位數及費用資料，設定停車收費比如表 3.2-7 所示。

表 3.2-7 各停車型態停車收費比(收費範圍)

停車型態	收費停車格位比率	
	汽車	機車
第一級	59.3%	9.4%
第二級	43.0%	3.9%
第三級	38.5%	5.3%
第四級	35.5%	2.2%
第五級	5.1%	1.1%

資料來源：「臺北都會區整體運輸需求預測模式(TRTS-IV)更新案」期末報告書，臺北大眾捷運股份有限公司，2017 年。

b. 停車收費比(收費範圍)參數假設

針對臺北市市中心及新北市高繁忙地區停車收費比(收費範圍)進行不同程度之假設。臺北市中心為第一級停車型態，範圍包含臺北市大同區、大安區、中山區、中正區、內湖區、松山區、信義區、南港區、萬華區；新北市高繁忙地區為第二級停車型態，範圍包含板橋區、新店區、新莊區、樹林區、蘆洲區、三峽區、鶯歌區、泰山區、三重區、土城區、中和區、永和區、汐止區。假設收費比參數調整包含以下幾類：

(a)臺北市市中心汽車停車收費比提升至 100%

(b)新北市高繁忙地區汽車停車收費比提升至 100%

(c)臺北市市中心機車停車收費比提升至 20%

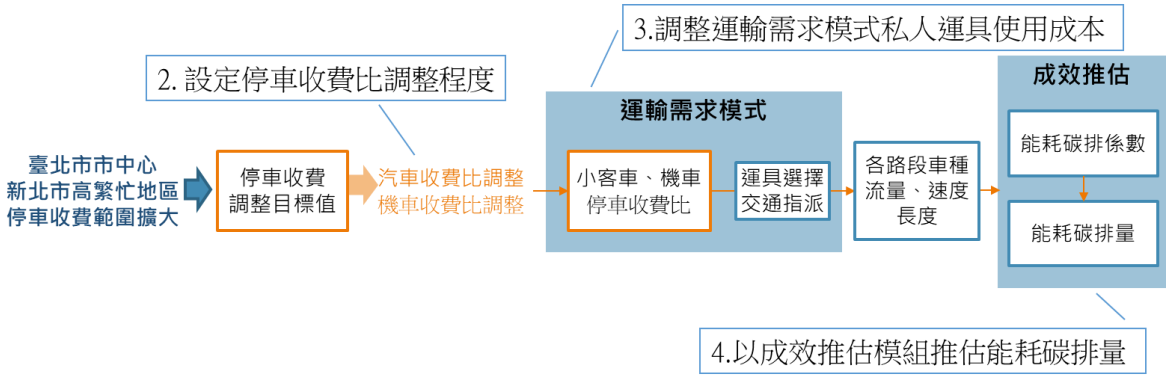
(d)新北市高繁忙地區機車停車收費比提升至 20%

(e)臺北市市中心機車停車收費比提升至 50%

(f)新北市高繁忙地區機車停車收費比提升至 50%

c. 參變數設定及分析流程

透過運輸需求模式分析私人運具成本(小客車停車費收費比)增加後對運輸需求之變化效果，再以成效推估模組進行能耗、碳排估算。模式情境設定及分析流程如下圖 3.2.3 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.3 都會區停車收費範圍擴大之分析流程

3. 情境組合及分析結果

(1) 情境組合

分析情境組合如下，評估效益說明如后。

①情境 0：無公共運輸月票、市中心維持停車收費現況

②情境 1：僅推動首都圈公共運輸月票

③情境 2：僅推動臺北市中心汽車全面停車收費

④情境 3：同步推動首都圈公共運輸月票及臺北市中心汽車全面停車收費

⑤情境 4：同步推動首都圈公共運輸月票及臺北市中心汽車全面停車收費、機車停車收費比 20%

⑥情境 5：同步推動首都圈公共運輸月票及臺北市中心與新北市高繁忙地區汽車全面停車收費、機車停車收費比 20%

⑦情境 6：同步推動首都圈公共運輸月票及臺北市中心與新北市高繁忙地區汽車全面停車收費、機車停車收費比 50%

各情境組合差異歸納如下圖 3.2.4 所示，結果探討分別針對策略對不同層級(雙北/雙北以外地區)之影響性及停車管理策略實施範圍、對象、程度之影響性。以情境 0 及情境 1、情境 2、情境 3 分析「月票/停車策略跨層級(雙北、雙北以外地區)影響分析」(如橘線標示)；以情境 1 及情境 4、情境 5、情境 6 分析「停車管理策略實施範圍、對象、程度之影響性」(如綠線標示)。

情境	首都圈	臺北市市中心	新北市繁忙區	分析情境說明
0				1. 月票/停車策略跨層級(雙北/雙北以外地區)之影響分析 2. 情境0為情境1~3之比較基準
1	月票			
2		100%		
3	月票	100%		
4	月票	100% 20%		1. 停車管理策略實施範圍、對象、程度之影響性。 2. 情境 1為情境4~6比較基準。
5	月票	100% 20%	100% 20%	
6	月票	100% 50%	100% 50%	

資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.4 都會區不同停車收費案例情境組合

(2) 各情境組合分析結果

以下就各情境分析之運輸需求、能源消耗及碳排放量分析結果進行彙整及說明。

①各情境組合之運輸需求分析

各情境組合運輸需求旅次量彙整如表 3.2-8 所示。各情境之小汽車旅次量皆低於情境 0；機車旅次量則以情境 5、情境 6 擴大收費至新北高繁忙地區旅次量最高；並且除情境 1 以外，受小客車成本增加影響，機車旅次皆較基礎情境提高；公車及軌道旅次量最高則係在停車收費影響範圍最大之情境 6。計算各情境運具比如表 3.2-9 所示。

表 3.2-8 跨層級案例各情境各運具日旅次量

單位：千人旅次/日

情境	機車	小汽車	計程車	公車	軌道	總旅次
情境 0	5,488	4,184	335	1,435	2,356	13,799
情境 1	5,467	4,176	335	1,449	2,372	13,799
情境 2	5,992	3,429	368	1,513	2,497	13,799
情境 3	5,966	3,421	368	1,529	2,514	13,799
情境 4	5,919	3,438	371	1,540	2,531	13,799
情境 5	6,336	2,860	400	1,590	2,613	13,799
情境 6	6,125	2,948	416	1,633	2,677	13,799

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-9 跨層級案例各情境運具比

情境	機車	小汽車	計程車	公車	軌道	合計
情境 0	39.8%	30.3%	2.4%	10.4%	17.1%	100%
情境 1	39.6%	30.3%	2.4%	10.5%	17.2%	100%
情境 2	43.4%	24.8%	2.7%	11.0%	18.1%	100%
情境 3	43.2%	24.8%	2.7%	11.1%	18.2%	100%
情境 4	42.9%	24.9%	2.7%	11.2%	18.3%	100%
情境 5	45.9%	20.7%	2.9%	11.5%	18.9%	100%
情境 6	44.4%	21.4%	3.0%	11.8%	19.4%	100%

資料來源：本計畫分析彙整。

②各情境組合之能源消耗分析

各情境能源消耗情形及變化量(相較情境 0)彙整如表 3.2-10 及 3.2-11 所示。能源消耗總量以情境 0 最高，以情境 5 擴大收費至新北高繁忙地區情境最低；小客車能源消耗亦以情境 5 最低，情境 6 由於加嚴機車收費，小客車旅次較情境 5 增加，使小客車能源消耗於情境 6 時較情境 5 略高；機車能源消耗則以情境 1 最低，其餘情境由於機車旅次相較情境 0 皆有提升，能源消耗量較情境 0 高。

表 3.2-10 跨層級案例各情境能源消耗

單位：公秉油當量/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	3,909	507	1,760	1,301	212	80	7,769
情境 1	3,888	506	1,742	1,299	212	80	7,728
情境 2	3,372	533	1,896	1,288	212	80	7,381
情境 3	3,354	531	1,874	1,287	212	80	7,339
情境 4	3,364	536	1,857	1,286	212	80	7,336
情境 5	2,997	566	2,011	1,284	212	80	7,150
情境 6	3,056	587	1,939	1,283	212	80	7,158

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-11 跨層級案例各情境能源變化量

單位：公秉油當量/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 1	-20	-1	-18	-2	-	-	-42
情境 2	-537	26	135	-13	-	-	-388
情境 3	-554	24	114	-14	-	-	-430
情境 4	-544	29	97	-15	-	-	-433
情境 5	-912	59	251	-17	-	-	-619
情境 6	-852	80	179	-18	-	-	-612

註：能源變化量以各情境與情境 0 比較。
資料來源：本計畫分析彙整。

如表 3.2-12 所示，大客車受小客車旅次量減少、公路路網效率提升之影響，能源效率皆較情境 0 表現優異，能源消耗較低。捷運及臺鐵雖因私人運具移轉至公共運輸旅次量有所成長，然由前期訪談經驗得知，現況軌道班次密集度已趨飽和，需求成長幅度達到評估之門檻值才增班，因此軌道尚無增班空間，能源消耗量無增長。

表 3.2-12 跨層級案例各情境路網效率

情境	小客車平均車公里能耗(公升油當量/公里)	平均速率(公里/小時)
情境 0	0.078248	42.33
情境 1	0.078058	42.36
情境 2	0.074543	43.34
情境 3	0.074328	43.40
情境 4	0.074411	43.38
情境 5	0.072067	44.07
情境 6	0.072503	43.93

資料來源：本計畫分析彙整。

③各情境組合之碳排放量分析

各情境碳排放情形及相較情境 0 之變化量彙整如表 3.2-13 及 3.2-14 所示。碳排放量分析結果與能源消耗趨勢一致。碳排放總量以情境 0 最高，以情境 5 擴大收費至新北高繁忙地區情境最低；小客車碳排放量亦以情境 5 最低，情境 6 由於加嚴機車收費，小客車旅次較情境 5 增加，使小客車碳排放量於情境 6 較情境 5 略高；機車碳排放量則係以情境 1 最低，其餘情境由於機車旅次較情境 0 皆有提升，碳排放量較情境 0 高。

大客車受小客車旅次量減少、公路路網效率提升之影響，能源消耗較低，碳排放量較少。捷運及臺鐵等公共運輸雖受私人運具移轉至公共運輸影響，旅次量皆較基礎情境成長，但由於軌道系統無增班空間、運量成長未達到增班評估門檻，因此碳排放量未見增長。

減碳效益計算如表 3.2-15 所示，並以一座大安森林年吸附量 389 公噸、運輸模型日轉年係數計算各情境減碳量轉換為大安森林年吸附量；情境 5 減碳效益約可達 9.4%，相當於 1,681 座大安森林公園年吸附量。

表 3.2-13 跨層級案例各情境碳排放量

單位：公噸/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	10,238	1,329	4,596	3,633	498	189	20,483
情境 1	10,185	1,326	4,548	3,626	498	189	20,373
情境 2	8,832	1,396	4,949	3,596	498	189	19,462
情境 3	8,786	1,392	4,894	3,592	498	189	19,353
情境 4	8,812	1,404	4,848	3,592	498	189	19,344
情境 5	7,850	1,483	5,251	3,584	498	189	18,855
情境 6	8,006	1,538	5,063	3,582	498	189	18,876

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-14 跨層級案例各情境碳排變化量

單位：公噸/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 1	-53	-3	-48	-6	-	-	-110
情境 2	-1,406	68	353	-36	-	-	-1,021
情境 3	-1,451	64	298	-40	-	-	-1,130
情境 4	-1,426	76	252	-41	-	-	-1,139
情境 5	-2,388	154	655	-49	-	-	-1,627
情境 6	-2,232	210	467	-51	-	-	-1,606

註：碳排變化量以各情境與情境 0 比較。
資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-15 跨層級案例各情境減碳效益

情境	減碳效益	
	於情境 0 比較之成長率	以大安森林年吸附量計
情境 1	-0.5%	-98 座
情境 2	-5.8%	-1,044 座
情境 3	-6.4%	-1,142 座
情境 4	-6.4%	-1,143 座
情境 5	-9.4%	-1,681 座
情境 6	-9.1%	-1,632 座

註：能源變化量以各情境與情境 0 比較，以大安森林年吸附量 389 公噸計算。
資料來源：本計畫分析彙整。

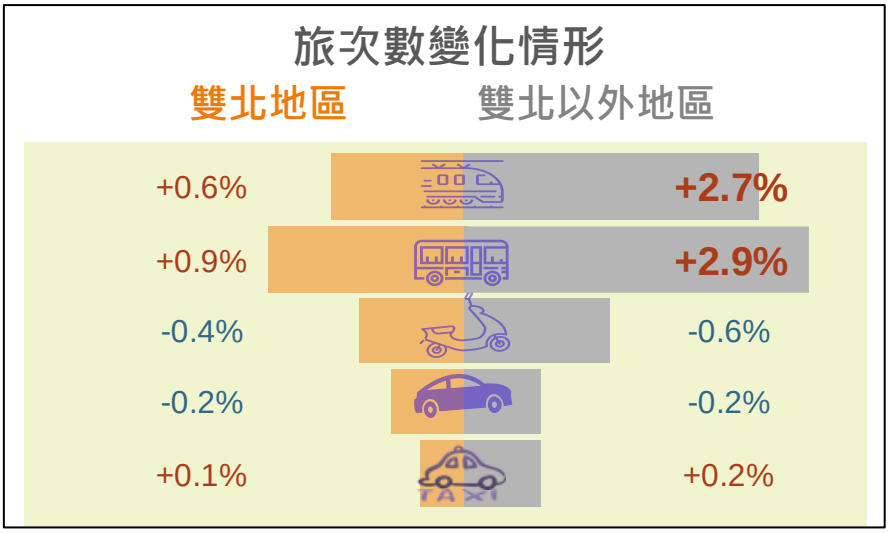
4. 不同情境組合分析結果差異探討

(1) 策略對不同層級之影響性

①不同區域層級下之策略影響效果

a. 公共運輸月票策略在雙北以外地區影響較雙北地區較明顯

由於雙北以外地區進出雙北市之通勤、通學旅次平均起迄距離較雙北地區以內之通勤、通學旅次平均距離長，公共運輸票價設定最高上限，對旅次距離較長之運輸行為優惠效果較大，雙北以外地區旅次變化較雙北地區明顯。如圖 3.2.5 所示。

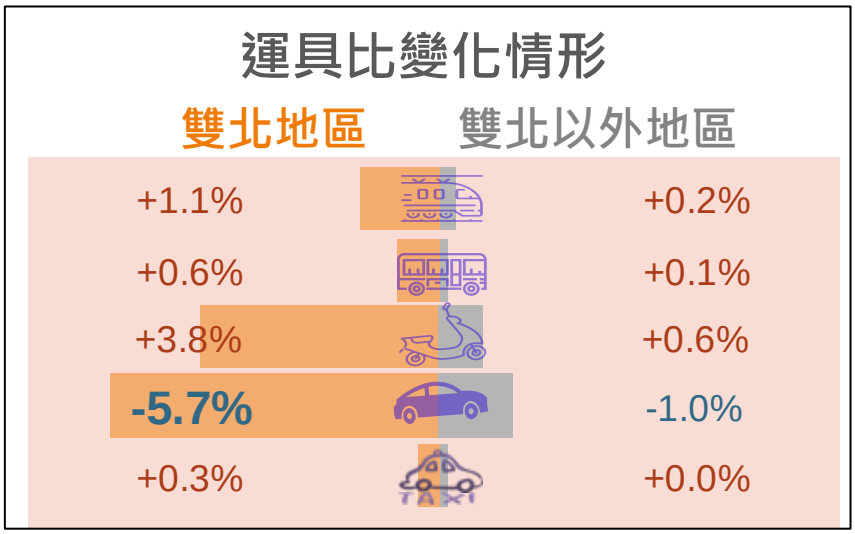


註：運具比變化為情境 1 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.5 情境 1 在不同區域旅次層級下之旅次數變化

b. 停車收費策略在雙北地區影響較在雙北以外地區較明顯

由於雙北區域境內旅次距離相對較短，小汽車停車成本變動較長距離旅次敏感，雙北區域內受停車收費策略影響較明顯。如圖 3.2.6 所示，小客車運具比在雙北地區內下降 5.7%，在雙北以外地區僅下降 1.0%；且由於移轉旅次以短途旅次為主，多轉移至改使用機車。



註：運具比變化為情境 2 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.6 情境 2 策略在不同區域旅次層級下之旅次數變化

②各運具系統間移轉效果

a. 公共運輸月票策略主要運具移轉效果來自於機車

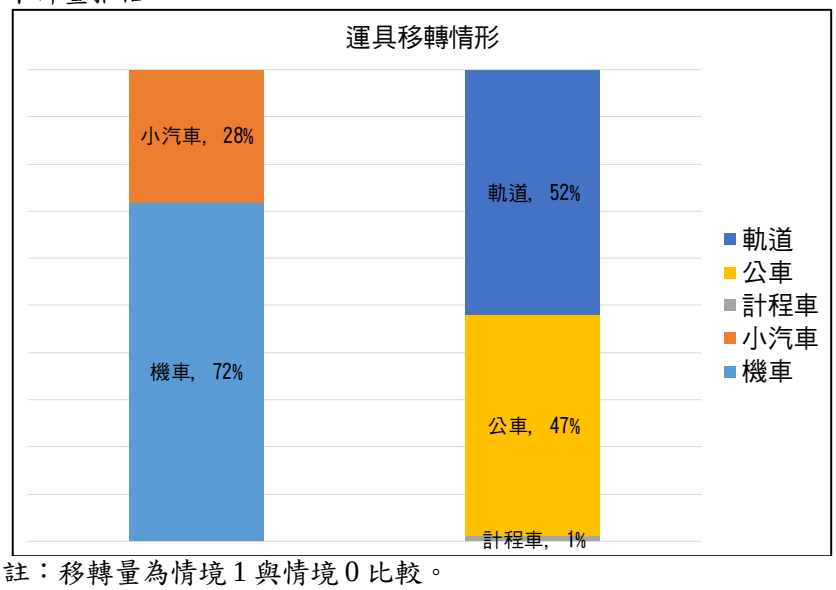
檢視公共運輸月票策略下之各運具旅次變化效果，機車旅次量減少 2.1 萬人旅次，小汽車減少 8 千人旅次；受益於公路上私人車輛減少，路網效率提高，旅行時間下降，計程車旅次增加約 400 人旅次，公車旅次增加 1.4 萬人旅次，軌道旅次增加 1.5 萬人旅次。與各運具情境 0 運量比較，機車下降 0.4%，小客車下降 0.2%，計程車、公車、軌道分別上升 0.1%、1.0%、0.6%。如表 3.2-16 所示。

總移轉旅次量 29,500 人旅次/日。在旅次量的移轉分配上，移出量機車占 72%，小汽車占 28%；移入量軌道占 52%，公車占 47%，計程車占 1%。即主要為機車旅次移轉至軌道及公車運輸系統，如圖 3.2.7 所示。

表 3.2-16 情境 1 運具移轉效果

項目	機車	小汽車	計程車	公車	軌道
旅次變化量(人旅次/日)	-21,322	-8,178	397	13,900	15,202
旅次成長率	-0.4%	-0.2%	0.1%	1.0%	0.6%

註：旅次變化量、成長率為情境 1 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫推估。



註：移轉量為情境 1 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.7 情境 1 策略運具移轉效果來源

b. 汽車停車成本增加，旅次多移轉至機車

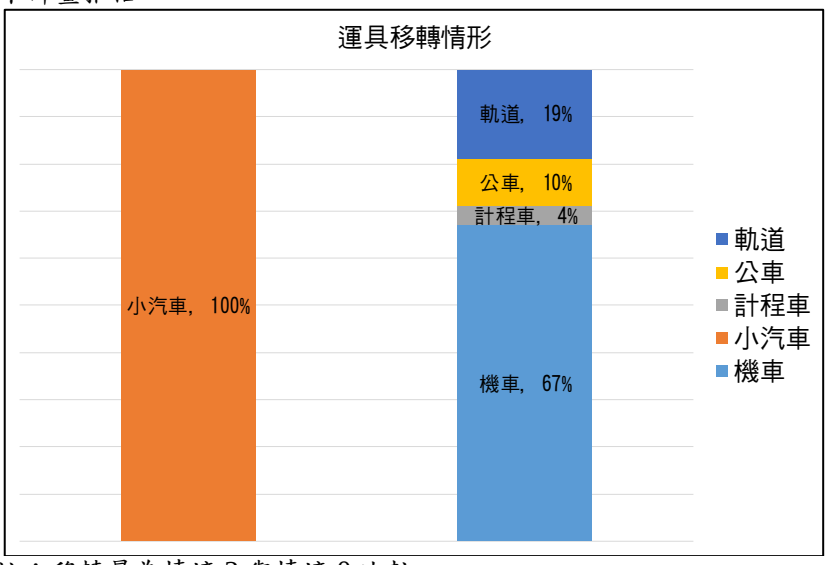
檢視臺北市中心小汽車停車擴大收費範圍策略之旅次變化效果，機車旅次量增加 50 萬人旅次，小汽車減少 76 萬人旅次，計程車旅次增加 3 萬人旅次，公車旅次增加 8 萬人旅次，軌道旅次增加 14 萬。各運具與情境 0 比較下，小汽車下降 18.1%，機車、計程車、公車、軌道分別上升 9.2%、10%、5.5%、6%。如表 3.2-17 所示。

總移轉旅次量 755,749 人旅次/日。在小汽車移轉至其他運具的移轉量中，機車占 67%，軌道占 19%，公車占 10%，計程車占 4%。表示小汽車成本增加時以移轉至機車為主，如圖 3.2.8 所示。

表 3.2-17 情境 2 運具移轉效果

項目	機車	小汽車	計程車	公車	軌道
旅次變化量(人旅次/日)	503,174	-755,749	33,610	78,206	140,758
旅次成長率	9.2%	-18.1%	10.0%	5.5%	6.0%

註：旅次變化量、成長率為情境 2 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫推估。



註：移轉量為情境 2 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.8 情境 2 策略運具移轉效果來源

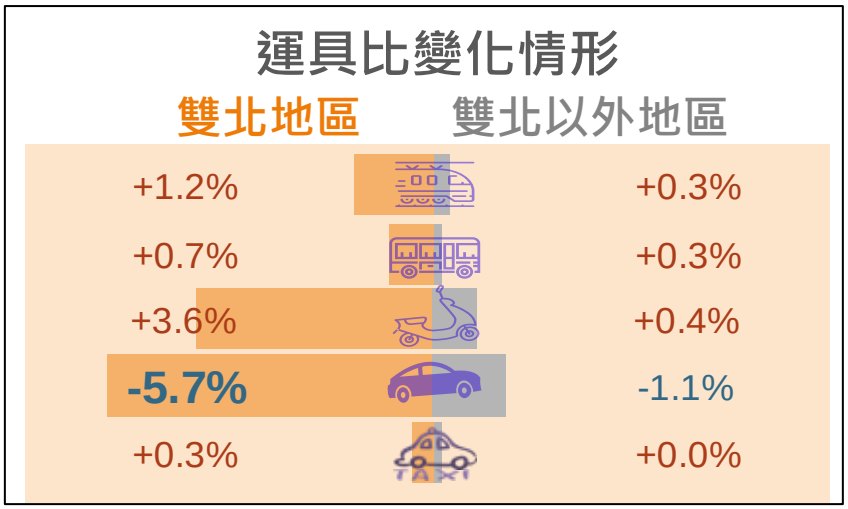
③跨層級策略綜效

a. 區域影響效果以雙北地區內較明顯

雙北區域內受汽車停車收費策略影響較顯著，雙北以外地區受公共運輸月票策略對較有影響性，然綜合評估結果受汽車停車收費範圍變化影響較明顯，以雙北地區運具變化較明顯。如圖 3.2.9 所示，小汽車在雙北地區內運具比減少 5.7%，雙北以外地區運具比僅減少 1.1%，並多以機車為替代運具，

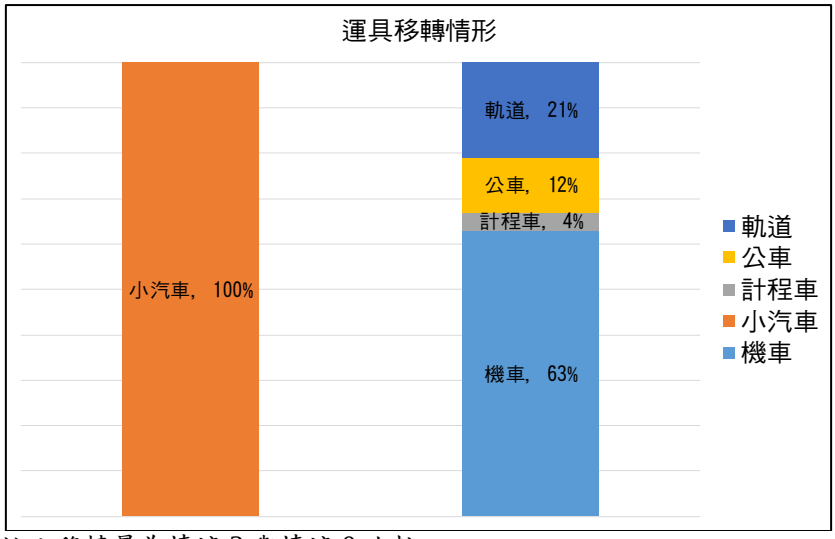
b. 運具影響效果併行私人運具及公共運輸推拉策略較有效增加公共運輸旅次、抑制私人運輸使用

合併策略之運具移轉關係如圖 3.2.10 所示。以圖 3.2.10 及圖 3.2.8 比較可發現，併行公共運輸月票情境下，移轉至機車的旅次量僅較推動汽車全面停車收費之情境低，較多旅次則改移轉至公共運輸。鑑此，實務政策推動同時鼓勵大眾運輸及減少私人汽機車使用之措施，方才最有效吸引私人運具轉移至公共運輸。



註：運具比變化為情境 3 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.9 情境 3 策略在不同區域旅次層級下之旅次數變化



註：移轉量為情境 3 與情境 0 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.10 情境 3 策略運具移轉效果來源

c. 小客車價格需求彈性大於公共運輸

另以公共運輸月票策略計算公車系統價格需求彈性值，需求彈性約為-0.2，以臺北市中心區平均汽車停車費率計算價格需求彈性，需求彈性約為-0.6；此外，計算單趟旅次平均成本變化，公共運輸月票策略下，通勤旅次公車平均成本由 19.4 元/趟次下降至 15.2 元/趟次，臺北市中心區全面收取汽車停車費策略下，小客車成本由 77 元元/趟次提高至 91 元/趟次。

(2) 停車管理策略實施範圍、對象、程度之影響性

①增加機車停車管理策略，小汽車移轉量減少

當提高機車停車收費比(擴大收費範圍)時，雖使得機車使用成本上升，應可降低機車之使用，但因小汽車推動全面收費造成機車使用增加之影響程度，大於機車成本提升之影響程度，機車旅次移轉量仍達 45 萬，較情境 3 推動擴大汽車停車收費範圍之旅次變化量 50 萬低，如表 3.2-18 所示。

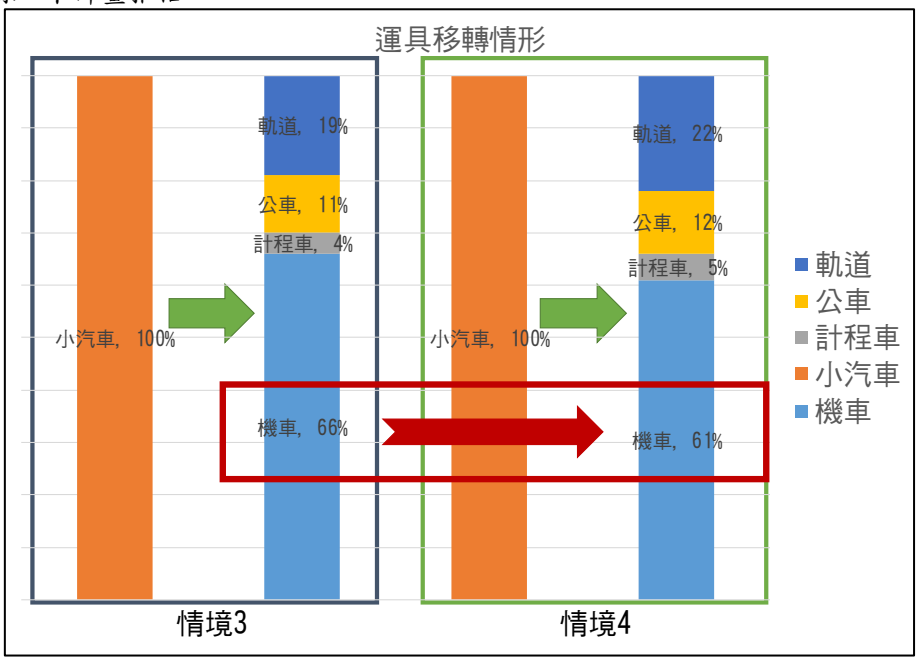
另比較情境 3 及情境 4 汽機車旅次變化量，機車旅次變化量情境 4 較情境 3 減少 26,580 人旅次，汽車旅次變化量情境 4 較情境 3 增加 16,664 人旅次；即增加機車收費造成 9,916 旅次量從私人運具轉移至公共運輸，而機車旅次變化量中有 63%移轉至使用小汽車，37%旅次移轉至使用其他運具。

由圖 3.2.11 可以發現，情境 3 及情境 4 運具移轉效果皆由小汽車轉移至機車，然在推動汽機車停車成本增加情形下，移轉至使用機車的旅次量由 66%下降至 61%。

表 3.2-18 情境 3、4 運具移轉效果

情境	項目	機車	小汽車	計程車	公車	軌道
情境 3	旅次變化量(人旅次/日)	498,760	-755,104	33,356	80,135	142,853
	旅次成長率	9.1%	-18.1%	10.0%	5.5%	6.0%
情境 4	旅次變化量(人旅次/日)	452,180	-738,440	36,393	90,800	159,068
	旅次成長率	8.3%	-17.7%	10.9%	6.3%	6.7%

註：旅次變化量、成長率為情境 3、4 與情境 1 比較。
資料來源：本計畫推估。



註：移轉量為情境 3、4 與情境 1 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.11 情境 3、4 運具移轉效果來源

②擴大施政區域範圍，小客車旅次變化大於機車

情境 5 及情境 4 以同樣的汽機車收費比率進行設定，但費率調漲之區域設定不同，情境 4 僅於臺北市市中心設定，情境 5 於臺北市市中心及新北市高繁忙地區進行費率調漲設定。

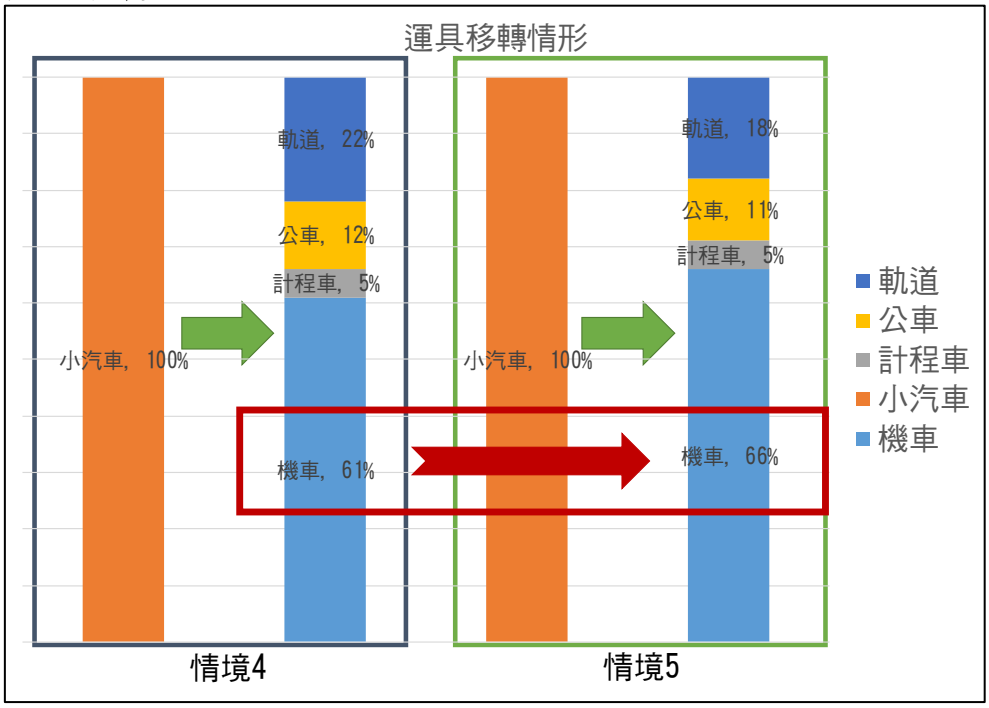
比較分析結果如表 3.2-19 所示，小汽車旅次變化效果較機車變化大，推論擴大施政區域範圍，小客車旅次變化效果較機車明顯。

此外，比較運具移轉情形如圖 3.2.12 所示，運具移轉效果主要皆為小汽車移轉至機車，然比較情境 4 及情境 5 機車移轉程度可以發現，政策範圍推展至新北區域後，汽車移轉至機車的程度擴大，即擴大施政範圍時，小汽車停車成本增加效果大於機車停車成本增加效果。

表 3.2-19 情境 4、5 運具移轉效果

情境	項目	機車	小汽車	計程車	公車	軌道
情境 4	旅次變化量(人旅次)	452,180	-738,440	36,393	90,800	159,068
	旅次成長率	8.3%	-17.7%	10.9%	6.3%	6.7%
情境 5	旅次變化量(人旅次)	868,720	-1,316,294	65,124	141,085	241,366
	旅次成長率	15.9%	-31.5%	19.4%	9.7%	10.2%

註：旅次變化量、成長率為情境 4、5 與情境 1 比較。
資料來源：本計畫推估。



註：移轉量為情境 4、5 與情境 1 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.12 情境 4、5 運具移轉效果來源

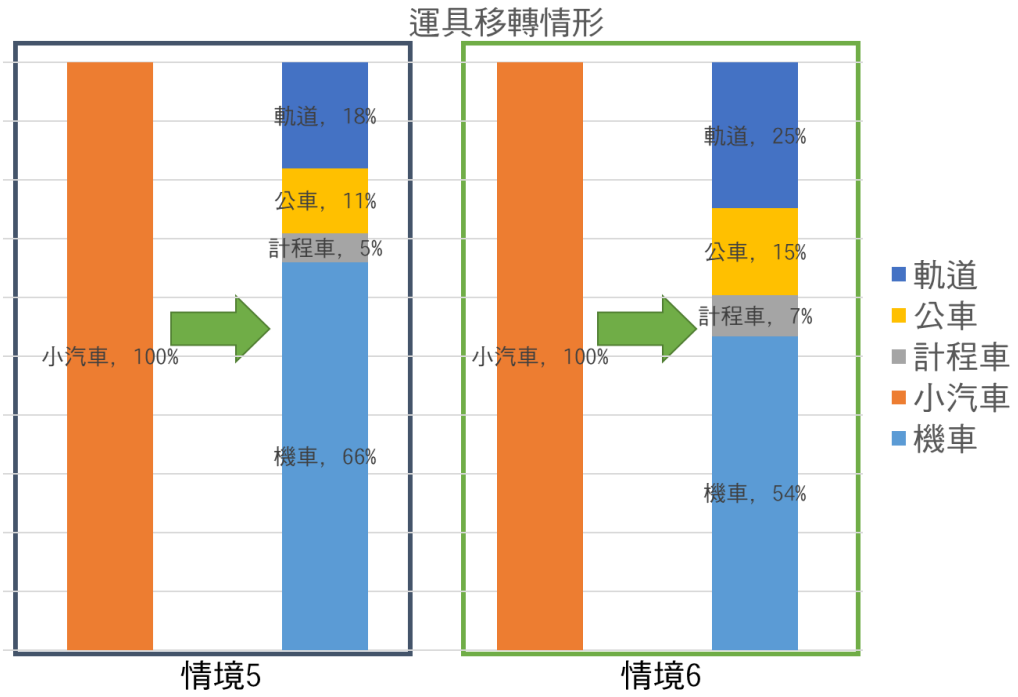
③旅次由機車移轉至小客車會造成能源、碳排增加

比較情境 5 及情境 6 分析結果可以發現，情境 6 在假設設定上將增加機車停車收費範圍，雖然成功使公共運輸旅次量提升，但由於機車成本提高，部分旅次移轉至使用小汽車，情境 6 所移轉之小汽車旅次量及占比反而要情境 5 少。如表 3.2-20 所示。

表 3.2-20 情境 5、6 運具移轉效果

情境	項目	機車	小汽車	計程車	公車	軌道
情境 5	旅次變化量(人旅次)	868,720	-1,316,294	65,124	141,085	241,366
	旅次成長率	15.9%	-31.5%	19.4%	9.7%	10.2%
情境 6	旅次變化量(人旅次)	657,803	-1,227,863	80,855	184,117	305,088
	旅次成長率	12.0%	-29.4%	24.1%	12.7%	12.9%

註：旅次變化量、成長率為情境 5、6 與情境 1 比較。
資料來源：本計畫推估。



註：移轉量為情境 5、6 與情境 1 比較。
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.13 情境 5、6 運具移轉效果來源

由於小汽車能源效率及碳排放狀況不如機車，造成情境 6 雖然公共運輸旅次較高，但總能耗及總碳排放量未見消減。如表 3.2-21 所示。

表 3.2-21 情境 5 及情境 6 旅次、能耗碳排比較

情境	公共運輸旅次量	私人運具			總能耗	總碳排
		旅次量	小汽車占比	機車占比		
情境 5	4,202,853	9,195,771	31%	69%	7,150	18,855
情境 6	4,309,607	9,073,285	32%	68%	7,158	18,876

註：旅次量單位為人旅次/日；能耗單位為公秉油當量/日；碳排單位為公噸/日。公共運輸包含公車及軌道。
資料來源：本計畫推估。

5. 分析限制

由於現況停車費率額度過於低廉，即使汽車停車收費比率增加至100%(全區收費)、機車停車收費比率增加至50%，私人運具使用成本仍不高，情境假設之停車費額度調漲不足以嚇阻機車使用效果，導致移轉誘因不大，造成雖然汽機車之停車擴大收費範圍，但是對公共運輸轉移成效相當有限。

3.2.2 都會區污染防制案例成效評估

為同時兼顧國家環保與產業發展政策，政府積極鼓勵電動車或其他替代能源車輛發展。此外，我國行政院於 2017 年宣示「空氣污染防制行動方案」，提出 2030 年市區公車全面電動化之目標，以改善民眾公車搭乘環境。惟除了前項鼓勵及推動電動公車措施外，尚可併行提升私人運具之燃油使用成本，減少私人燃油車輛使用，營造有利大眾運輸搭乘之使用環境，使政策施行達事半功倍之效果。

爰此，本計畫案例分析以「公車電動化+私人運具油品使用成本調整」為例，以下就近年車輛能源發展趨勢及油品價格趨勢進行說明。

1. 策略現況背景說明

(1) 現況車輛能源分布及汰換狀況

①每年車輛市場新車數

依交通部統計查詢網公告之機動車輛登記數，各車種近 5 年新車數占比彙整如表 3.2-22 所示。

由於主管機關限制遊覽車客運業車齡逾 12 年車輛不得行駛經公路主管機關公告管制之山區公路，行駛高速公路時速不得逾九十公里；且公路總局公路汽車客運車輛汰舊換新補助作業要點中，以服務品質因子及車齡分布因子評鑑計算大客車汰換補助優先次序，鼓勵10年以上車輛汰換。因此，大客車每年新車占比較其他車種高。另小客車及機車每年新車占比也相對較高，可能與近年新型態能源車輛發展有關。

檢視近 5 年新車購買數如表 3.2-23 所示，可以觀察到 2013 年至 2017 年大客車新車購車數明顯較高，推測原因為交通部 2013 年

開始辦理「公路公共運輸提昇計畫」，計畫措施加速車輛汰舊換新。另行政院環保署 2015 年 7 月發布「淘汰二行程機車及新購電動二輪車補助辦法」，及近年大力推動電動機車發展，可能導致機車 2016 年後新車購車量提升。

表 3.2-22 近 5 年各車種新車(車齡 1 年內)占比

年期	大客車	大貨車	小客車	小貨車	機車
2013 年	6.1%	1.6%	5.0%	2.7%	4.3%
2014 年	8.9%	2.6%	5.4%	3.1%	4.3%
2015 年	7.0%	3.1%	5.1%	3.1%	4.4%
2016 年	6.4%	2.7%	5.2%	3.6%	5.4%
2017 年	4.8%	3.3%	5.1%	3.8%	6.5%
近 5 年平均	6.6%	2.7%	5.2%	3.2%	5.0%

資料來源：交通部統計查詢網，本計畫彙整。

表 3.2-23 近 5 年各車種新車(車齡 1 年內)購車數

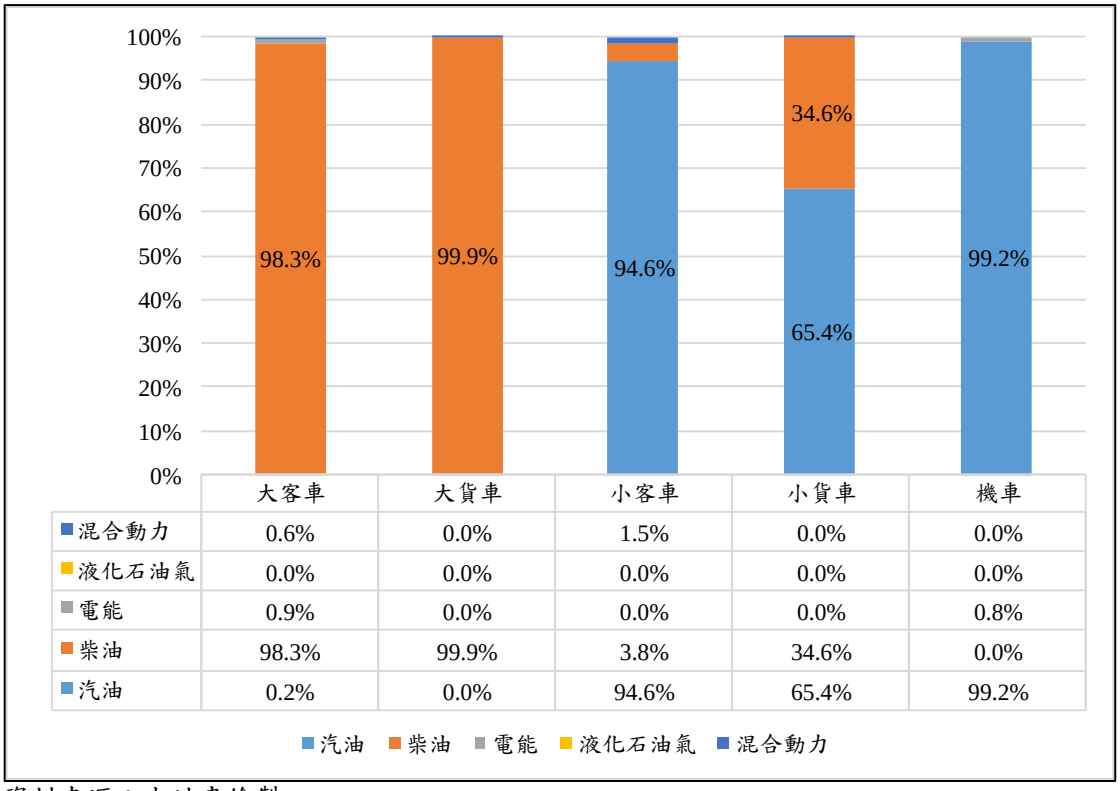
項目	年期	大客車	大貨車	小客車	小貨車	機車
購車數	2013 年	1,940	2,593	312,008	23,346	614,956
	2014 年	2,931	4,295	345,566	27,983	594,059
	2015 年	2,367	5,171	335,125	27,716	595,625
	2016 年	2,219	4,552	347,540	32,510	736,775
	2017 年	1,658	5,522	343,135	34,895	893,770
成長率	2013 年~2014 年	51%	66%	11%	20%	-3%
	2014 年~2015 年	-19%	20%	-3%	-1%	0%
	2015 年~2016 年	-6%	-12%	4%	17%	24%
	2016 年~2017 年	-25%	21%	-1%	7%	21%

資料來源：交通部統計查詢網，本計畫彙整。

②車輛能源分布狀況

a. 車輛登記數能源分布情形

2017 年各車種車輛登記數能源分布情形如圖 3.2.13 所示。大客車、大貨車主要使用能源為柴油，小客車主要使用能源為汽油，小貨車主要能源約 65%為汽油、35%為柴油，機車主要使用能源為汽油。



	大客車	大貨車	小客車	小貨車	機車
混合動力	0.6%	0.0%	1.5%	0.0%	0.0%
液化石油氣	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
電能	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%
柴油	98.3%	99.9%	3.8%	34.6%	0.0%
汽油	0.2%	0.0%	94.6%	65.4%	99.2%

資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.14 2017 年各車種車輛登記數能源分布

近 5 年(2013-2017 年)各車種各能源車輛登記數如表 3.2-24 所示。由於政府政策推動，電動大客車自 2014 年起車輛登記數明顯；電動小客車占比雖然維持近 0%，然 2017 年較 2016 年增加近 800 輛，成長率達 160%；混合動力小客車則係在近 5 年都有明顯成長，其中，2013-2014 年成長幅度達 23%，近 4 年則係維持 7%的成長幅度；電動機車成長率穩定成長，106 年雖僅占總機車車輛登記數 0.8%，但 2016-2017 年成長率已達 59%。綜論各車種能源近年分布趨勢，可發現電動車輛於近年有急速發展趨勢。

表 3.2-24 近 5 年各車種各能源車輛登記數

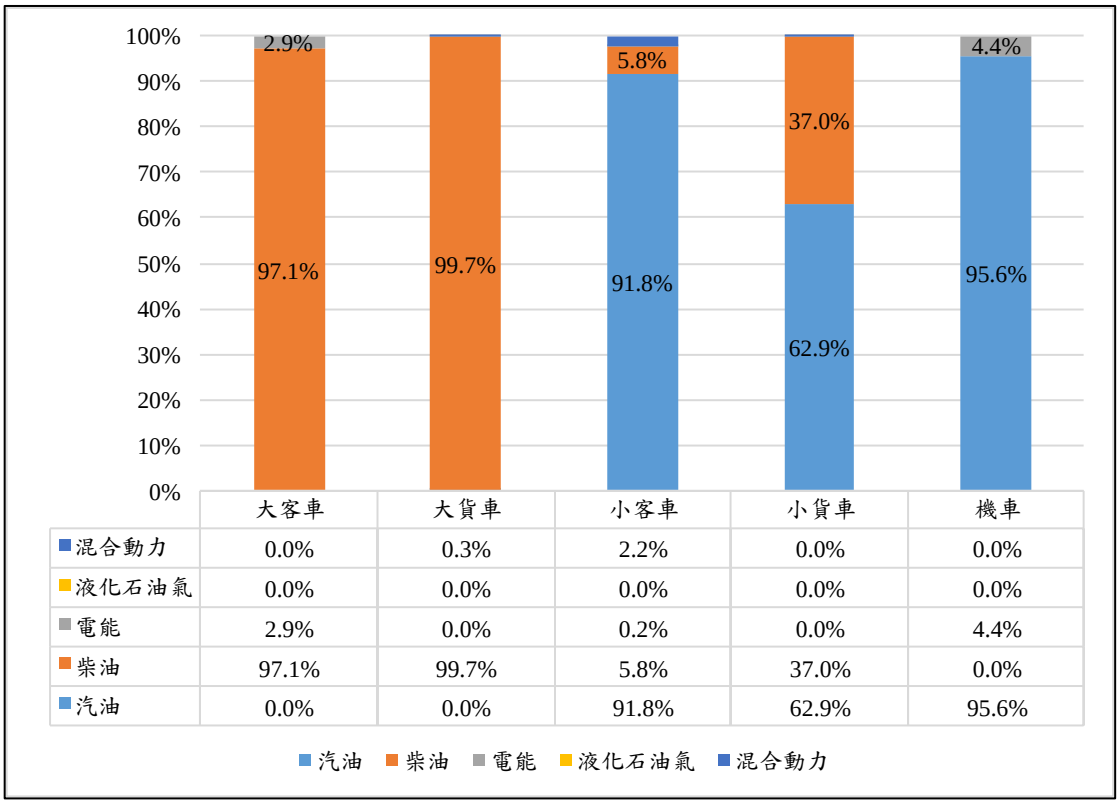
車種	年期	能源				
		汽油	柴油	電能	液化石油氣	混合動力
大客車	2013 年	117	31,569	84	0	190
	2014 年	110	32,486	134	0	198
	2015 年	101	33,423	168	0	198
	2016 年	86	33,998	249	0	198
	2017 年	76	33,601	313	0	198
大貨車	2013 年	54	162,067	0	1	0
	2014 年	52	163,384	0	0	10
	2015 年	51	165,625	0	0	19
	2016 年	45	166,865	0	0	33
	2017 年	42	166,995	1	0	50
小客車	2013 年	6,010,912	156,103	386	0	69,478
	2014 年	6,136,604	183,407	434	0	85,333
	2015 年	6,268,846	213,183	478	0	91,239
	2016 年	6,328,876	239,168	475	0	97,487
	2017 年	6,398,382	259,425	1,236	0	104,379
小貨車	2013 年	577,946	297,555	17	2	24
	2014 年	587,170	303,487	16	1	29
	2015 年	594,733	308,957	16	0	33
	2016 年	598,302	313,186	7	0	29
	2017 年	601,555	317,702	5	0	32
機車	2013 年	14,156,680	33	38,373	0	37
	2014 年	13,693,557	43	42,315	1	44
	2015 年	13,609,692	3	52,010	0	14
	2016 年	13,596,366	1	71,846	0	14
	2017 年	13,641,569	0	114,013	0	0

資料來源：交通部統計查詢網，本計畫彙整。

b. 新增掛牌車輛數能源分布情形

2017 年各車種新增掛牌車輛數能源分布情形如圖 3.2.14 所示。分布與車輛登記數相似，新掛牌大客車、大貨車仍以柴油車為主，小客車、小貨車、機車仍以汽油為主。

然與 2017 年車輛登記數能源分布比較，可發現新掛牌電動大客車較登記數占比高，顯示使用電動大客車意願提升；新掛牌小客車則係在混合動力及電能車輛之使用意願增加；機車改用電動車輛的變化也較明顯，相較於電動機車市占率僅達 0.8%，新購電動機車占比達 4.4%。



	大客車	大貨車	小客車	小貨車	機車
混合動力	0.0%	0.3%	2.2%	0.0%	0.0%
液化石油氣	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
電能	2.9%	0.0%	0.2%	0.0%	4.4%
柴油	97.1%	99.7%	5.8%	37.0%	0.0%
汽油	0.0%	0.0%	91.8%	62.9%	95.6%

資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.15 2017 年各車種新增掛牌車輛數能源分布

近 5 年(2013 年~2017 年)各車種能源新增掛牌車輛數如表 3.2-25 所示。電動小客車 2017 年新增掛牌車輛數大幅增加，自 2016 年 22 輛成長至 766 輛；混合動力小客車則係在 2015 年達近年最高值，近 3 年維持在每年新掛牌車輛數約 8,000 餘輛；電動機車則係自 2014 年起持續成長，於 2017 年達高峰值，新掛牌車輛約達 44,100 輛，較前年成長幅度達 111%。

表 3.2-25 近 5 年各車種各能源新增掛牌車輛數

車種	年期	能源				
		汽油	柴油	電能	液化石油氣	混合動力
大客車	2013 年	0	2,908	52	0	0
	2014 年	1	3,405	57	0	8
	2015 年	0	2,791	56	0	0
	2016 年	0	2,488	88	0	0
	2017 年	0	2,066	62	0	0
大貨車	2013 年	1	4,816	0	0	0
	2014 年	0	5,125	0	0	10
	2015 年	1	6,009	0	0	9
	2016 年	6	5,469	0	0	14
	2017 年	2	6,489	1	0	17
小客車	2013 年	302,940	21,356	100	0	17,211
	2014 年	334,547	30,195	54	1	18,043
	2015 年	337,886	32,639	56	0	8,445
	2016 年	356,795	28,497	22	0	8,479
	2017 年	363,740	23,110	766	0	8,574
小貨車	2013 年	17,348	8,796	5	1	4
	2014 年	17,968	11,304	0	1	2
	2015 年	17,620	11,767	0	0	6
	2016 年	22,009	12,425	0	0	0
	2017 年	22,825	13,436	2	0	3
機車	2013 年	660,752	24	7,160	0	18
	2014 年	660,539	14	5,077	2	13
	2015 年	695,156	0	11,048	0	0
	2016 年	831,498	0	20,915	0	0
	2017 年	955,554	0	44,100	0	0

資料來源：交通部統計查詢網，本計畫彙整。

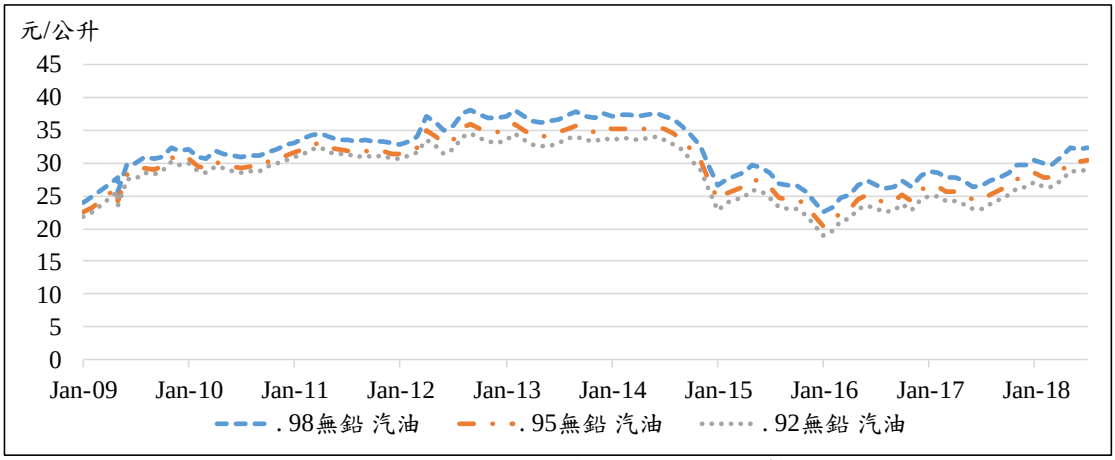
(2) 油品價格及相關稅費

臺灣目前油品零售價係以依變動幅度計算之稅前批售價加上相關稅費計算得出，汽油零售價內含土污費、空污費、石油基金、貨物稅等，再乘上 5 %的營業稅，石油基金、空污費及土污費合併為「能源與環境負擔」，汽燃費則係隨車徵收。計算公式如下：

汽油零售價=(汽油稅前價＋稅費) × 1.05 (營業稅 5%)

稅費＝貨物稅+能源及環境負擔+加油站毛利

汽機車隨油徵收的空污費自 2017 年 9 月經環保署公告調漲為每公升汽、柴油徵收 0.3 元、0.4 元，貨物稅為汽油每公升 6.83 元、柴油每公升 3.99 元。彙整歷年油價趨勢如圖 3.2.15 所示，近年油價維持在每公升 30 元上下。



資料來源：經濟部能源局油價資訊管理與分析系統，本計畫繪製。

圖 3.2.16 歷年油價趨勢圖

2. 都會區污染防制情境假設說明

本期都會區污染防制案例以「公車電動化+私人運具油品使用成本調整」為例，以運輸需求分析模式進行運輸策略情境設定及分析，於成效推估模組開發運輸措施空氣污染改善效益之評估功能評估，分析能源消耗、二氧化碳排放量及空氣污染排放量，以評估運輸策略節能、減碳及減污效益。

(1) 目標年車輛能源分布情境設定

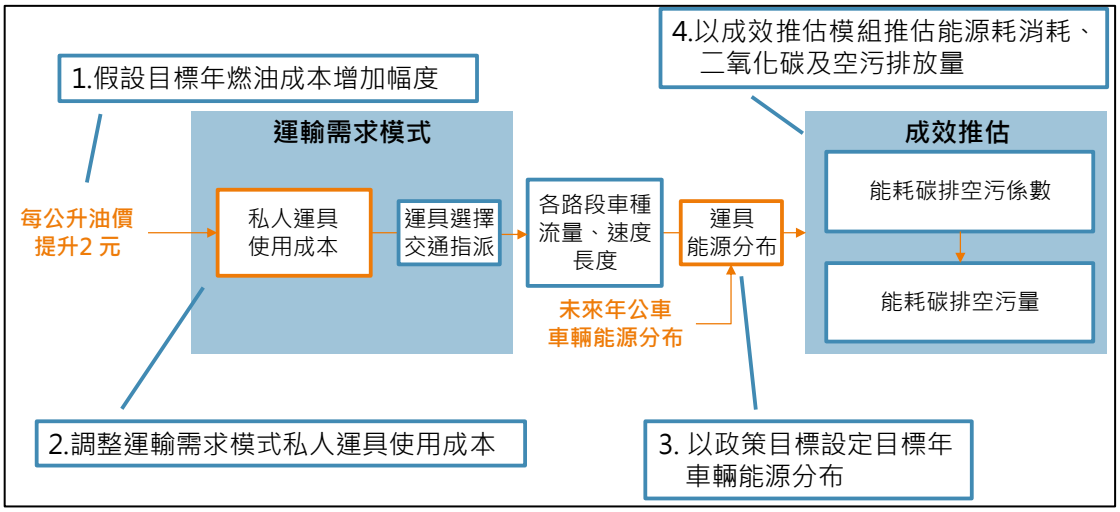
由於公車電動化政策係由交通部主政、相關單位配合推動，故本計畫優先以公車電動化為分析案例。配合政策目標內容，目標年設定為 2030 年，評估範圍為雙北市區公車，至 2018 年 10 月為止共計 5,951 輛。

(2) 目標年油價設定

本計畫針對車輛使用成本，假設目標年油價為 34.9 元/公升(參採近 10 年 2008 至 2018 年九五無鉛汽油年均價格最高值)，考量現行油品價格結構貨物稅之 1/3 約為 2 元(空污費已於 2017 年調升，貨物稅自 2008 年不再延續機動降稅措施後未再調整)，私人運具油品使用成本調整情境設定為調漲 2 元/公升。

(3) 參變數設定及分析流程

分析流程依據前述情境假設，首先調整的參變數為燃油成本，進入運輸需求模式分析後，產出之運輸需求分析結果套入目標年運具的車輛能源分布比例，再以成效推估模組進行能耗、碳排，以及污排量推估。如下圖 3.2.16 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.17 都會區污染防制案例分析流程

3. 情境組合及分析結果

(1) 情境組合

分析情境組合如下，評估效益說明如后。

①情境 0：無公車電動化+無私人運具油品使用成本調整

②情境 1：僅推動公車電動化

③情境 2：僅推動私人運具油品使用成本調整

④情境 3：同步推動公車電動化+私人運具油品使用成本調整

各情境組合差異歸納如下圖 3.2.17 所示，針對運輸策略推動造成之都會區碳排、污排改善效益進行分析結果探討。

情境	2030年推動措施	分析情境說明
0		1. 市區公車電動化暨私人運具油品使用成本調整等策略對雙北市碳排/空污改善效益 2. 情境0為情境1~3之比較基準
1	市區公車電動化	
2	私人運具油品使用成本調整	
3	市區公車電動化+私人運具油品使用成本調整	

資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.18 都會區污染防制案例情境組合

(2) 各情境組合分析結果

以下就各情境分析之運輸需求、空污排放、能源消耗及碳排放量分析結果進行彙整及說明。

①各情境組合之運輸需求分析

各情境組合運輸需求分析旅次量、運具比彙整如表 3.2-26、表 3.2-27 所示。由於運輸需求變化只受「私人運具油品使用成本調整」影響，「公車電動化」策略不影響運輸需求行為，即情境 1 與情境 0 運輸需求分析結果相同，情境 2 與情境 3 運輸需求分析結果相同。推動「私人運具油品使用成本調整」情境下，小汽車旅次有些微下降效果，機車旅次雖亦受油品價格上升影響，但由於小汽車使用者轉移使用機車之影響效果較大，機車旅次反而出現微量上升效果。

比較各情境分析結果可以發現本計畫情境設定「私人運具油品使用成本提升 2 元」效果效果不明顯，小客車運具比下降 0.1%、旅次量減少 20 千人旅次/日，可能係由於稅費金額調整幅度於本例金額有限所造成。

本計畫另有針對油價及總體運輸需求之關聯變化，此可參考報告「6.5 運輸部門能源消耗量與油價趨勢」之分析說明，該分析顯示歷年我國油價高漲時公路運輸能源消耗量較少，而油價最低峰時公路運輸能源消耗量則反之為最高峰，從總體運輸部門能源消耗及油價消長之統計來看，公路運輸使用者對於車輛的使用成本應具有相當敏感性。

表 3.2-26 都會區污染防制案例各情境各運具日旅次量

單位：千人旅次/日

情境	機車	小汽車	計程車	公車	軌道	總旅次
情境 0	5,794	4,175	488	1,456	3,301	15,214
情境 1	5,794	4,175	488	1,456	3,301	15,214
情境 2	5,801	4,155	489	1,460	3,309	15,214
情境 3	5,801	4,155	489	1,460	3,309	15,214

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-27 都會區污染防制案例各情境運具比

情境	機車	小汽車	計程車	公車	軌道	合計
情境 0	38.1%	27.4%	3.2%	9.6%	21.7%	100%
情境 1	38.1%	27.4%	3.2%	9.6%	21.7%	100%
情境 2	38.1%	27.3%	3.2%	9.6%	21.8%	100%
情境 3	38.1%	27.3%	3.2%	9.6%	21.8%	100%

資料來源：本計畫分析彙整。

②各情境組合之空污排放分析

各情境空污排放估計結果如表 3.2-28~3.2-33 所示，空污排放總量皆以情境 3 表現最好。另觀察各類污染物於運輸系統之分布，NO_X 排放分布在基礎情境以大客車為主，在大客車電動化推動後排放量大幅降低；CO、$PM_{2.5}$ 排放則係以小客車、機車為主。

本計畫空污排放推估僅針對行駛之排放進行分析，公車電動化後，行駛中將不會產生空污排放，發電造成之空污排放未列入本計畫估算範疇，公車電動化後之大客車空污排放為遊覽車、自用大客車等貢獻。

表 3.2-28 都會區污染防制案例各情境 NO_X 排放

單位：公斤/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	20,901	3,423	8,758	24,307	-	-	57,389
情境 1	20,901	3,423	8,758	11,965	-	-	45,047
情境 2	20,809	3,436	8,784	24,306	-	-	57,334
情境 3	20,809	3,436	8,784	11,968	-	-	44,996

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-29 都會區污染防制案例各情境 NO_X 排放分布

單位：公斤/日

情境	小客車	計程車	機車		大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	36%	6%	15%		42%	0%	0%	100%
情境 1	46%	8%	19%		27%	0%	0%	100%
情境 2	36%	6%	15%		42%	0%	0%	100%
情境 3	46%	8%	20%		27%	0%	0%	100%

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-30 都會區污染防制案例各情境 CO 排放

單位：公斤/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	117,810	19,926	82,909	9,082	-	-	229,727
情境 1	117,810	19,926	82,909	3,191	-	-	223,836
情境 2	117,139	19,960	83,049	9,072	-	-	229,221
情境 3	117,139	19,960	83,049	3,183	-	-	223,331

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-31 都會區污染防制案例各情境 CO 排放分布

單位：公斤/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	51%	9%	36%	4%	0%	0%	100%
情境 1	53%	9%	37%	1%	0%	0%	100%
情境 2	51%	9%	36%	4%	0%	0%	100%
情境 3	52%	9%	37%	1%	0%	0%	100%

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-32 都會區污染防制案例各情境 $PM_{2.5}$ 排放

單位：公斤/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	3,134	326	1,385	1,202	-	-	6,048
情境 1	3,134	326	1,385	630	-	-	5,476
情境 2	3,120	328	1,389	1,202	-	-	6,038
情境 3	3,120	328	1,389	630	-	-	5,466

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-33 都會區污染防制案例各情境 $PM_{2.5}$ 排放分布

單位：公斤/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	52%	5%	23%	20%	0%	0%	100%
情境 1	57%	6%	25%	12%	0%	0%	100%
情境 2	52%	5%	23%	20%	0%	0%	100%
情境 3	57%	6%	25%	12%	0%	0%	100%

資料來源：本計畫分析彙整。

③各情境組合之能源消耗分析

各情境能源消耗情形及相較情境 0 之變化量彙整如表 3.2-34 及 3.2-35 所示。

能源消耗量總計以情境 0 最高，以情境 3 同步推動公車電動化+私人運具油品使用成本調整情境最低，政策之減量效果明顯以大客車電動化效果較佳；由於燃油成本提高，小客車能源消耗以情境 2、情境 3 較低，部分旅次轉移至機車，造成機車能源消耗情境 2、情境 3 略增，大客車則係由於電動化以情境 1、情境 3 最低。

表 3.2-34 都會區污染防制案例各情境能源消耗

單位：公秉油當量/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	4,256	558	2,072	1,391	324	97	8,697
情境 1	4,256	558	2,072	769	324	97	8,075
情境 2	4,229	558	2,075	1,390	324	97	8,674
情境 3	4,229	558	2,075	768	324	97	8,051

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-35 都會區污染防制案例各情境能源變化量

單位：公秉油當量/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 1	-	-	-	-622	-	-	-622
情境 2	-26	1	3	-1	-	-	-23
情境 3	-26	1	3	-623	-	-	-645

註：能源變化量以各情境與情境 0 比較。
資料來源：本計畫分析彙整。

④各情境組合之碳排放量分析

各情境能源消耗情形及相較情境 0 之變化量彙整如表 3.2-36 及 3.2-37 所示。碳排放量分析結果與能源消耗一致。碳排放量總計以情境 0 最高，以情境 3 同步推動策略情境最低。

減碳效益計算如表 3.2-38 所示，並以一座大安森林年吸附量 389 公噸、運輸模型日轉年係數計算各情境減碳量轉換為大安森林年吸附量；情境 3 減碳效益約可達 8.2%，相當於 1,576 座大安森林公園年吸附量。

表 3.2-36 都會區污染防制案例各情境碳排放量

單位：公噸/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 0	11,147	1,461	5,410	3,883	760	230	22,890
情境 1	11,147	1,461	5,410	2,058	760	230	21,065
情境 2	11,078	1,462	5,418	3,880	760	230	22,829
情境 3	11,078	1,462	5,418	2,055	760	230	21,004

資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-37 都會區污染防制案例各情境碳排變化量

單位：公噸/日

情境	小客車	計程車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
情境 1	-	-	-	-1,825	-	-	-1,825
情境 2	-69	2	8	-2	-	-	-61
情境 3	-69	2	8	-1,827	-	-	-1,886

註：碳排變化量以各情境與情境 0 比較。
資料來源：本計畫分析彙整。

表 3.2-38 都會區污染防制案例各情境減碳效益

情境	減碳效益	
	於情境 0 比較之成長率	以大安森林年吸附量計
情境 1	-8.0%	-1,525 座
情境 2	-0.3%	-51 座
情境 3	-8.2%	-1,576 座

註：能源變化量以各情境與情境 0 比較，以大安森林年吸附量 389 公噸計算。
資料來源：本計畫分析彙整。

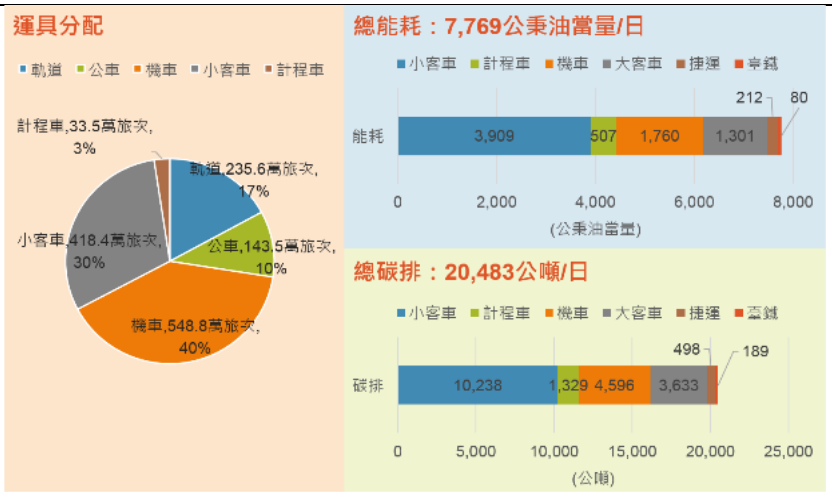
4. 分析限制

案例情境設定私人運具油品使用成本調整漲 2 元，然由於本案例僅考慮客運運輸需求變化，與現況油價上漲造成之影響意義不同，實際油品價格尚會影響貨運車輛調度並與經濟發展、景氣循環有關，案例之油品價格增額影響效果有限，分析結果效益不大；檢視歷年油價趨勢與運輸需求變化，發現油價增額需到一定程度才有顯著影響，依據報告「6.5 運輸部門能源消耗量與油價趨勢」之分析說明，歷年我國油價高漲時公路運輸能源消耗量較少，公路運輸使用需求對於車輛的使用成本仍有相當的敏感性。

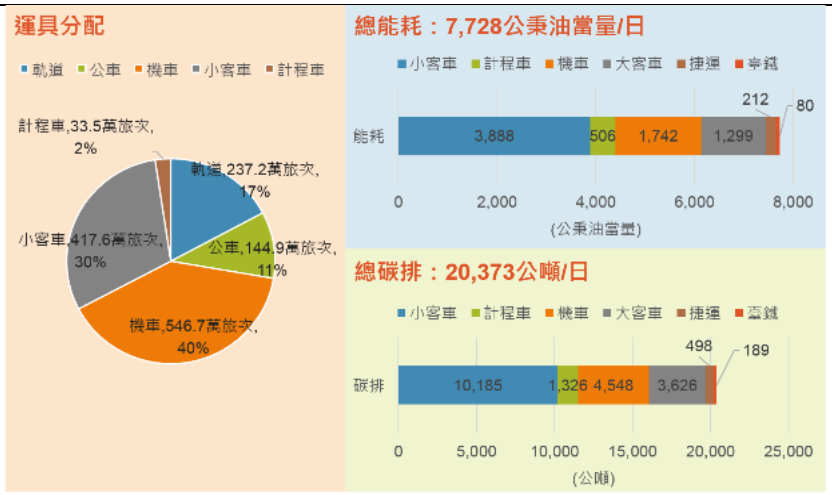
電動化策略之減污成效受限於引用之環保署 TEDS 空氣污染物排放係數估算範疇，$PM_{2.5}$ 只計算原生性排放，然 $PM_{2.5}$ 有部分為 NO_X 及 VOC_S 轉化而成，此部分減量效益未能於分析成效中顯現。

3.2.3 運輸節能減碳策略評估模組成效討論

彙整「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」及「公車電動化+私人運具油品使用成本調整」各情境之運具分配、總耗能、總碳排及空污排放量如圖 3.2.18 及圖 3.2.19 所示，策略評估成效檢討說明如后。

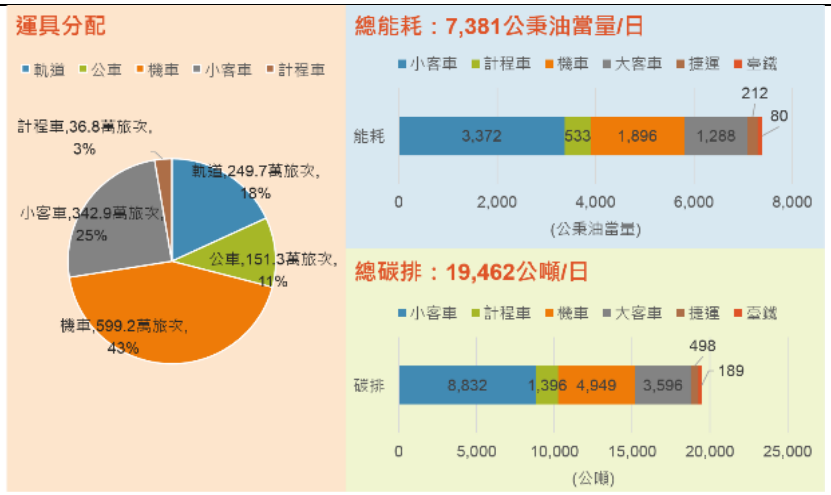


情境 0

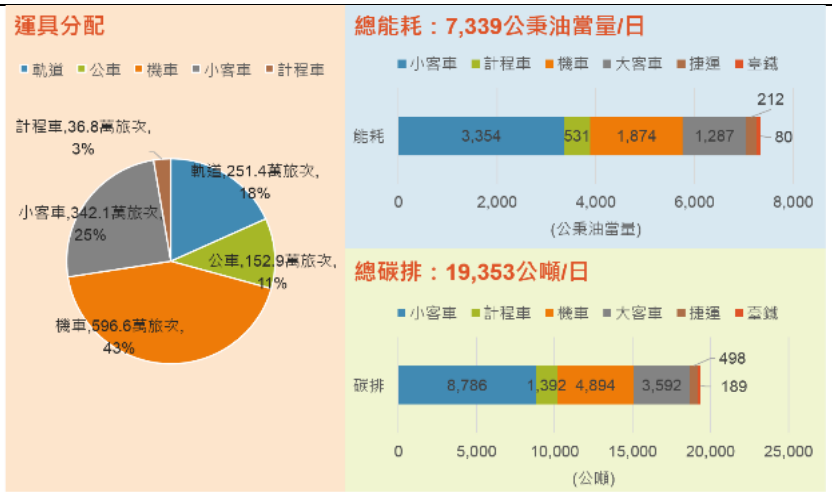


情境 1

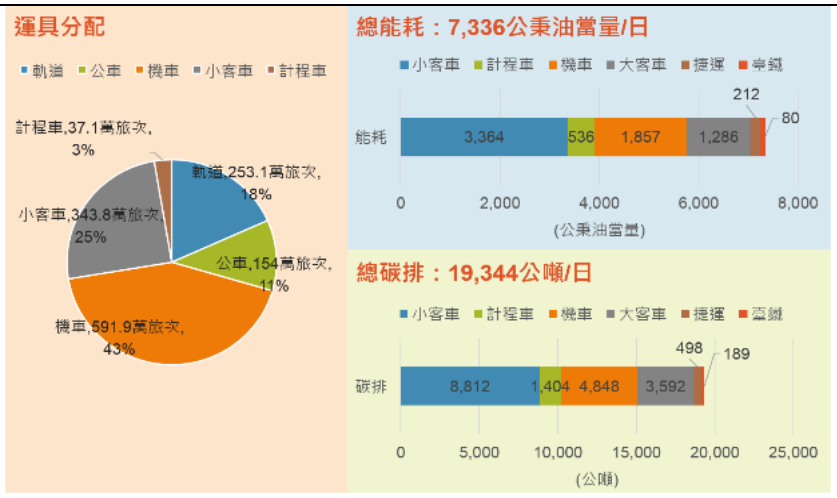
圖 3.2.19 跨層級整合型案例分析結果



情境 2

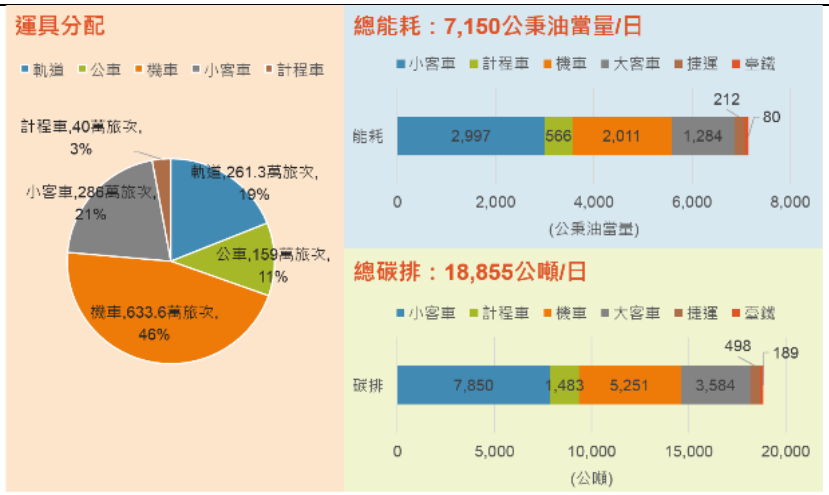


情境 3

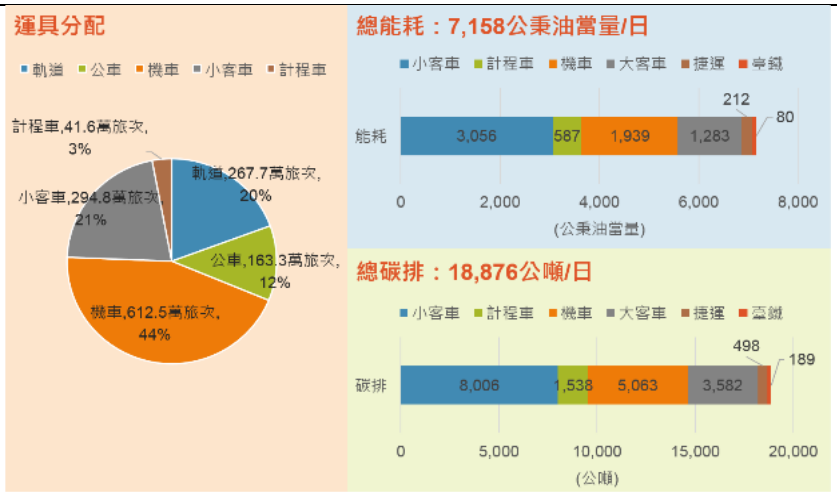


情境 4

圖 3.2.18 跨層級整合型案例分析結果(續 1)

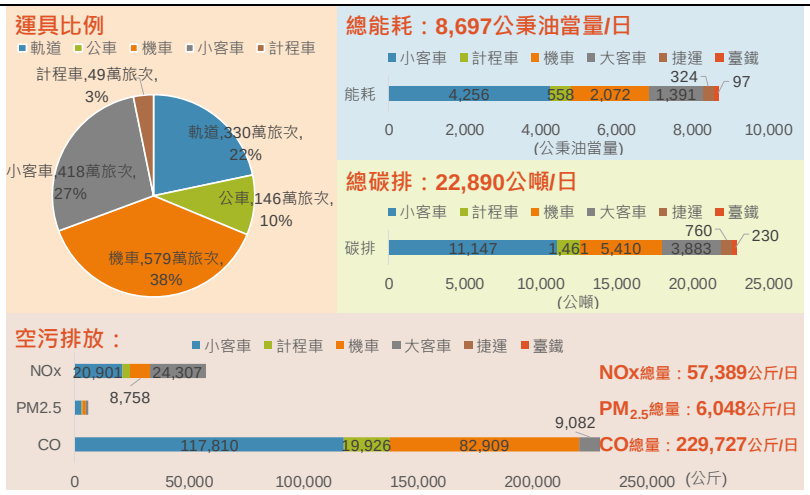


情境 5



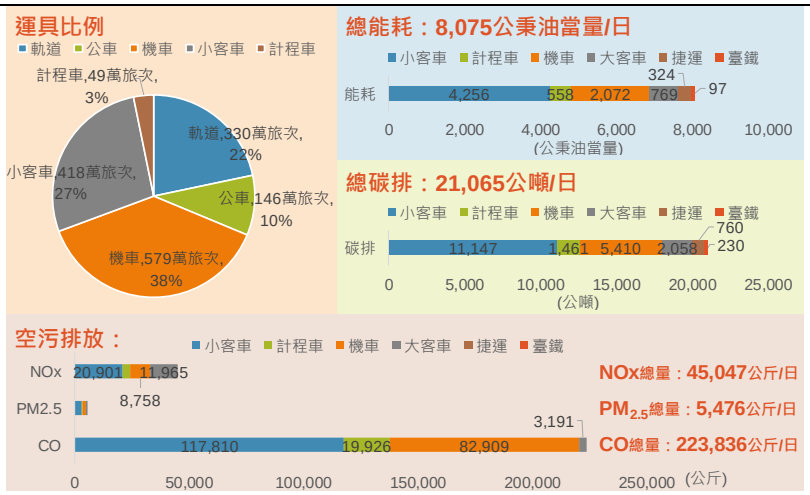
情境 6

圖 3.2.18 跨層級整合型案例分析結果(續 2)

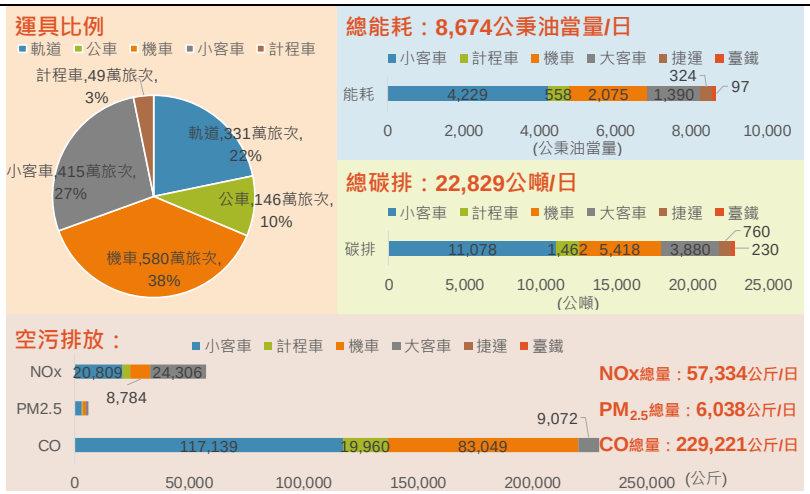


情境 0

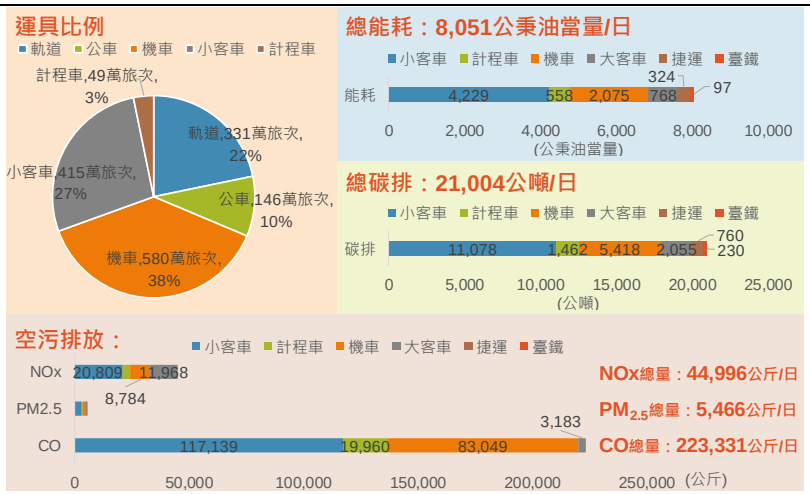
圖 3.2.20 都會區污染防制案例分析結果



情境 1



情境 2



情境 3

圖 3.2.19 都會區污染防制案例分析結果(續)

1. 運輸節能減碳策略評估模組分析

(1) 本計畫機車停車擴大收費範圍對公共運輸轉移成效有限；可能為現況停車費率過於低廉，情境假設之透過擴大停車費收費範圍不足以嚇阻機車使用效果，移轉誘因不大。本計畫透過擴大收費範圍(如機車增加至 50%)，確實有移轉公共運輸之效果，惟移轉效果有限。

(2) 案例分析私人運具油品使用成本調漲 2 元，由於油品價格增加額度影響有限，分析結果效益不大，檢視歷年油價趨勢與總體運輸能耗之變化，顯示油價增加額度，應增加至一定程度方才有顯著影響，詳情報告「6.5 運輸部門能源消耗量與油價趨勢」之分析說明。

(3) 本計畫評估模組採用之運輸需求模型為巨觀模型，主要就總體運輸行為進行預測、分析；惟在在空污分析上，車輛怠速排放情況為重要因素，但車輛怠速之研究需仰賴微觀模型操作分析，因此於本模組推估空污及碳排數據尚無法考量車輛怠速行為。

(4) 本計畫效益評估目前未探討成本效益；由於政策之成本評估包含很多層面，本計畫目的主要為運輸策略評估工具之開發，故未針對提出研析案例(如調整汽機車收費範圍)進行更全面務實之討論，亦未就政策推動成本效益進行分析，相關單位在參考本研究結果研擬交通管理策略時,建議應再廣徵相關利益人士意見,做更全面之評估。

(5) 本計畫案例分析中，推動車輛增加停車收費範圍策略影響較發展公共運輸月票大，然而政策之推動建議不應僅考慮運輸效益，在民眾溝通宣導、對民眾不便性，以及地方施政考量，皆為本研究案例未深入討論面向。

2. 政策施行成效討論

(1) 本研究在公共運具優惠套票評估結果有限,係因公共運具票價減少，但由於私人運具有及戶性優勢，大幅節省旅行時間，此為公共運具不易比擬，而使得私人運具移轉公共運輸成效有限。

(2) 地方政府最常見抑止私人運具使用之交通管理策略為停車費用調整或擴大停車收費範圍，除可減少私人小客車及機車使用、增加公共運輸使用外，亦可挹注停車管理基金，作為發展大眾運輸策略之財源，因此本計畫優先探討。

(3) 停車調整措施可透過調整停車收費比率(擴大收費範圍)或調整停車費率額度，然停車費率增加僅針對付費停車位，對用路人不公平，未能滿足使用者付費；擴大停車收費比率(擴大收費範圍)，較可能有效落實停車管理，惟在收費金額未同步調整，導致移轉效果不明顯。

(4) 停車費策略影響因旅次起迄地之公共運輸條件有所差異；停車費策略之推動，應先滿足民眾基本「行」的需求，完善公共運輸路網，提供民眾有「選擇」公共運輸的機會，方才較可能影響原使用私人運具之民眾移轉至公共運輸使用。

(5) 訂定停車費率應考慮停車市場供需平衡之有效定價；依據地方主管機關實務經驗瞭解，地方政府針對公有停車場/停車格訂定費用，並無法要求民間停車業者統一定價，當價格過高時，民眾會選擇改至一般私人停車場停車，無法有效改變運具選擇行為。

(6) 本計畫亦有併行公共運輸優惠套票及擴大汽機車停車收費範圍，該策略提升公共運輸效果，要比單就僅施行公共運輸套票，或僅調整汽機車停車費範圍要佳，特別在減少小汽車使用，爰建議較佳之交通管理策略應同時推動棒子及胡蘿蔔之措施。

(7) 車輛汰換減量效益有其極限，目前案例分析發現車輛電動化可有效達到節能減碳效益。然政策實行上需考量政府財政預算，以臺北市電動公車推動為例，市區公車電動化補貼包含營運補貼及購車補貼，以電動車補貼金額 533.8 萬/輛、雙北市市區公車共 5,951 輛計算，雙北市區公車電動化補貼金額高達 318 億元。

(8) 借鏡二行程車輛淘汰歷程，政策推動前期係政策有效高峰期，後期由於可淘汰車輛比例已經很低，並且無法汰換二行程車輛之車主常有其個人特殊因素(如所得因素)，導致後續推動政策效益疲弱，爰持續推動二行程車輛汰換效益低。

(9) 油品價格波動、稅費調整衝擊民生，影響經濟發展及其他商品價格，易引發民眾反對聲浪，相關政策制定、推動較為困難。以近日巴黎黃背心事件為例，馬克宏政府在 2018 年初通過一項「能源產品消費

稅」(TICPE),加收燃油稅,造成力推環保與經濟發展下政策、人民訴求衝突,引發民眾示威運動。

第四章 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新與維運

4.1 平台功能檢討與本年度開發成果

運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台提供運輸節能減碳政策與相關技術發展資訊，並提供使用者試算運輸策略之節能減碳成效，以輔助運輸相關決策與分析。整體平台架構請參閱第 2.3.3 節，本年期以維運更新與功能檢討為主，並持續蒐集相關案例與使用者意見，進行平台功能優化調整。

本計畫於前期計畫已針對「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」進行整體架構重整與擴充開發相關模組，以完備整體系統。為推廣其中之節能減碳簡易計算工具，於 2016 年開發後辦理教育訓練課程，邀請相關單位與會，並彙整各單位提出之建議改善需求，作為後續平台檢討與優化之基礎。2017 年執行期間則針對整合資訊平台提出改善與優化之構想，並於與委辦單位透過工作會議確認開發方向與檢討優化項目。

本年度延續 2017 年提出之構想著手進行開發建置，並於 2018 年 10 月 25 日辦理資訊平台教育訓練，針對與會單位使用後之回饋建議，完善本年度平台功能，新增功能與優化項目說明如下：

1. 新增排放清冊資訊視覺化

(1) 需求說明

資料庫層下排放清冊中之節能減碳排放清冊數據資料因逐年更新，考量資料項目眾多，包含碳排、能耗推估結果、溫室氣體排放參數、運輸部門相關參數等，各參數內亦包含細部之歷年資料，為提供使用者有更佳之查詢與瀏覽方式，配合歷年資料進行視覺化呈現。

(2) 開發與優化內容

利用歷年資料透過圖像化與操作簡易原則進行介面設計規劃，主要以表格、圓餅圖、長條圖、趨勢線等簡易圖表類型進行主題式展示，使用者可先透過表格瞭解不同年期各運具能源消耗量與不同運具之占比，進一步觀察歷年能源消耗量與溫室氣體排放整體長期趨勢，並可透過篩選不同運輸部門，瞭解各運具燃油別與不同溫室氣體排放趨勢。為提供資料查詢及增進使用者互動，可透過滑鼠移動游標圖表中，呈現其詳細數值，或進一步下載詳細數據進行資料解析，其成果頁面如圖 4.1.2 所示。

圖 4.1.1 新增視覺化展示功能連結頁面示意圖

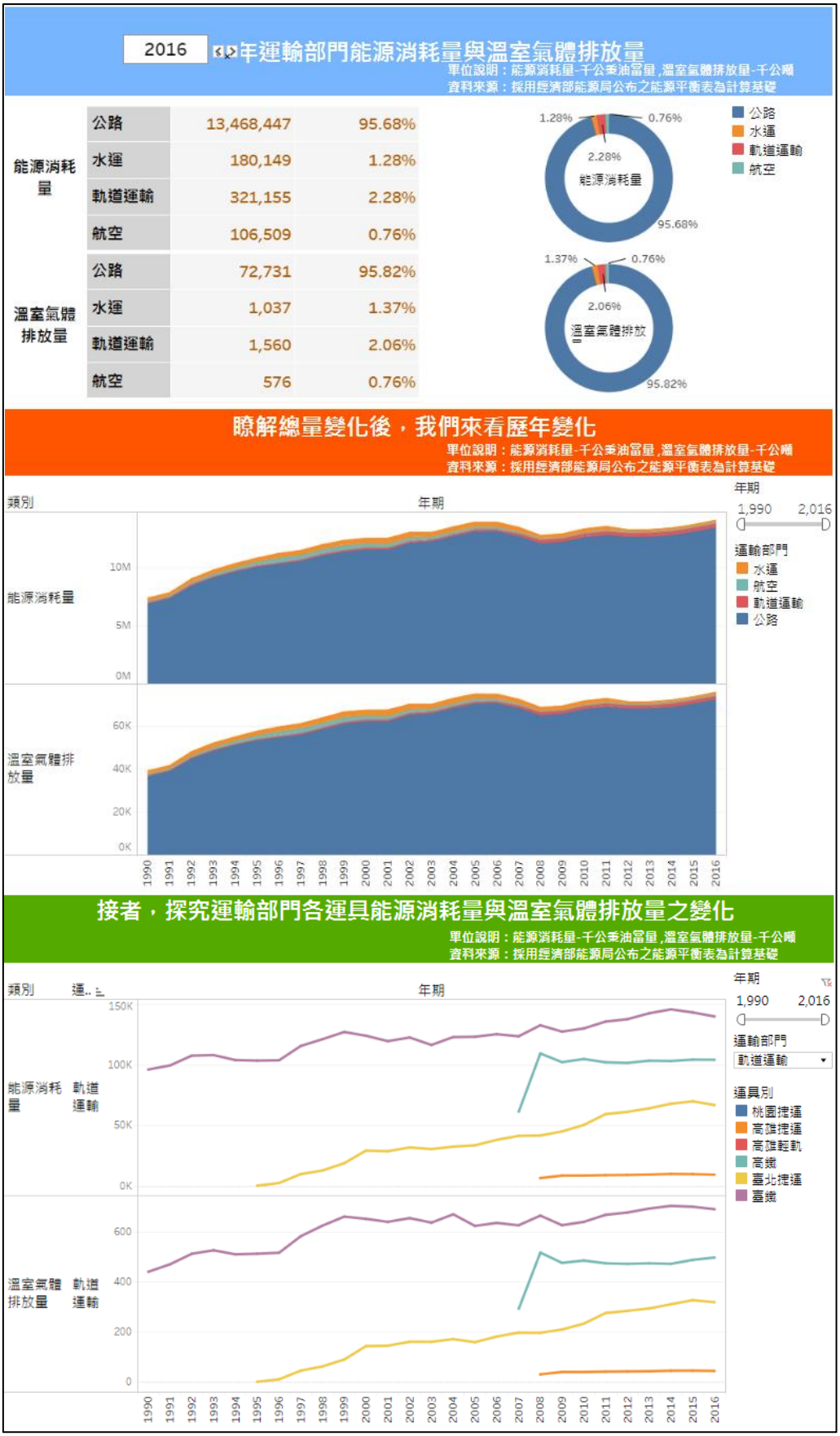


圖 4.1.2 排放清冊資料視覺化成果頁面示意圖

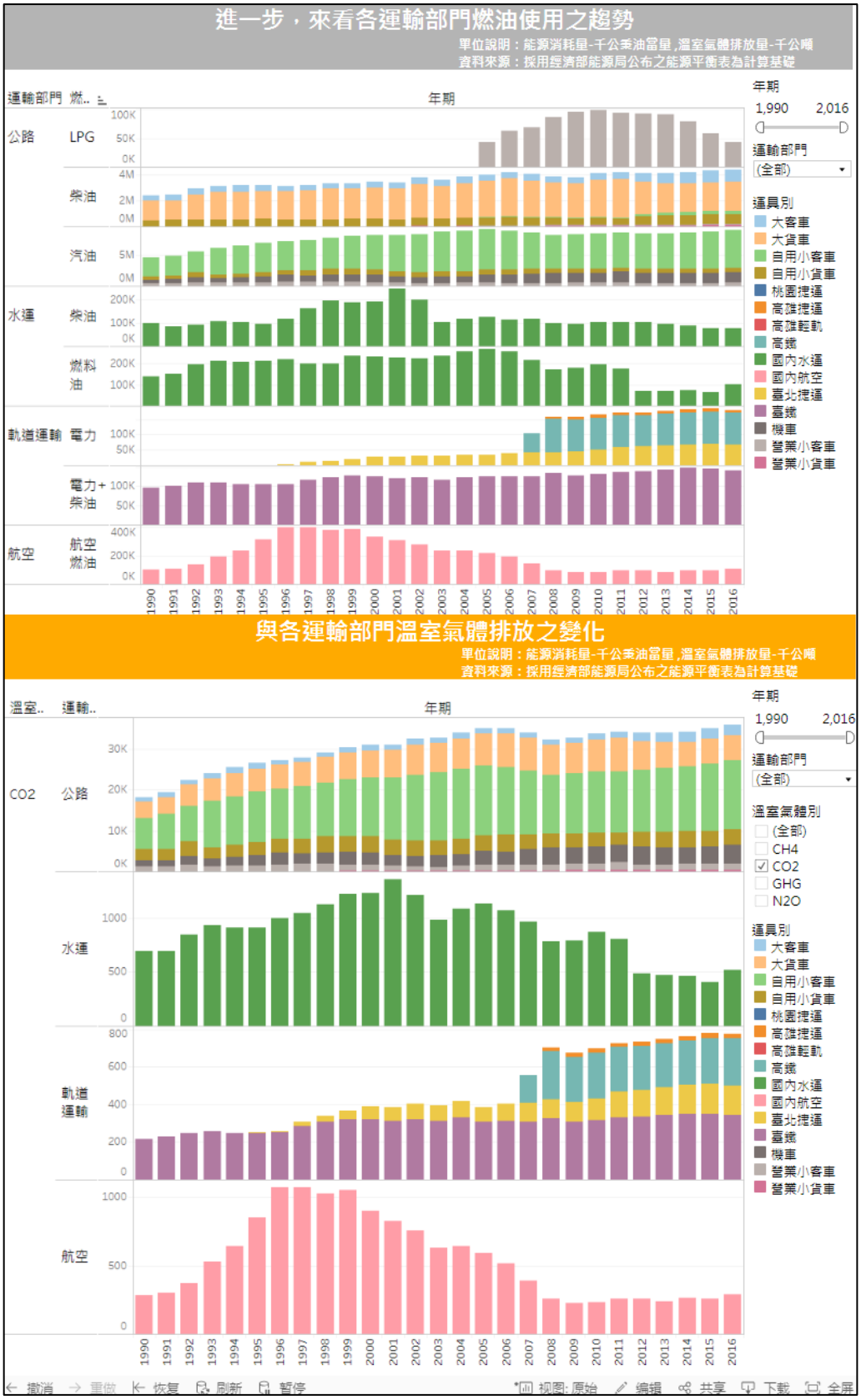


圖 4.1.2 排放清冊資料視覺化成果頁面示意圖(續)

2. 減碳簡易計算工具功能優化

(1) 需求說明

節能減碳管考模組層下簡易計算工具中，篩選分析項目與輸入運量後，點選計算僅呈現節能、減碳相對於 2005 年減量，為提高減碳簡易計算工具使用彈性，提供可由使用者自行設定計算之相對基礎年期，呈現分析成果數據。此外，更多設定中部分參數可依使用者需求調整設定參數，考量各機關單位有儲存該單位參係數之需求，於平台使用上新增加可依權限儲存使用者自行輸入之資料，以利使用方便存取。

(2) 開發與優化內容

新增功能選項提供使用者自行篩選計算之基礎年期，以利提供不同年期之比對資訊，並透過圖像化呈現分析成果數據，其成果頁面如圖 4.1.3 所示。另外考量使用者之需求，於平台介面新增「回復預設」、「儲存修正」兩大功能鈕，其中「回復預設」係考量使用者若遺忘或預想調整回原參數之設定值所設置；「儲存修正」主要提供使用者可根據單位需求，調整參數數值，並進行參數儲存，以利使用者於後續使用，，其成果頁面如圖 4.1.4 所示。

圖 4.1.3 新增相對年期與視覺化成果頁面示意圖

圖 4.1.4 「更多設定」回復預設與儲存修正功能調整成果頁面示意圖

3. 新增減污效益簡易估算工具

(1) 需求說明

2016 年計畫已配合業務之需求，新增多個案例，並完成節能減碳管考模組中的「運輸部門節能減碳措施效益簡易計算工具」，為提高使用效率，本年度配合業務之需，新增估算減污效益邏輯程式化之工具，以利協助業務之需與後續應用。

(2) 開發與優化內容

根據 107 年 9 月 4 日工作討論會議結論，為配合相關部會因應溫管法(交通部)、空氣污染防制行動方案(行政院)、ITS 壅塞改善效益評估(交通部)等推動政策業務之需求，透過邏輯程式化估算方式，於資訊平台節能減碳管考模組層下簡易計算工具中，新增開發 4 項簡易估算工具，分析項目包含車輛汰舊換新、私人運具移轉公共運輸效益、電動車汰換數量、壅塞改善效益評估等，各分析項目工能輸入頁面如圖 4.1.5~圖 4.1.8 所示。使用者依據需求可篩選欲分析項目，並輸入各項目所需之數值，點選「點我計算」後，將透過圖像化呈現分析成果數據，其成果頁面如圖 4.1.9 所示。另外考量各機關單位部分參數有所不同，因此可點選「更多設定」於操作介面中修正設定參數，其成果頁面如圖 4.1.10 所示。

圖 4.1.5 車輛汰舊換新分析項目功能輸入成果示意圖

圖 4.1.6 私人運具移轉公共運輸效益分析項目功能輸入成果示意圖

圖 4.1.7 電動車汰換數量分析項目功能輸入成果示意圖

圖 4.1.8 壅塞改善效益評估分析項目功能輸入成果示意圖

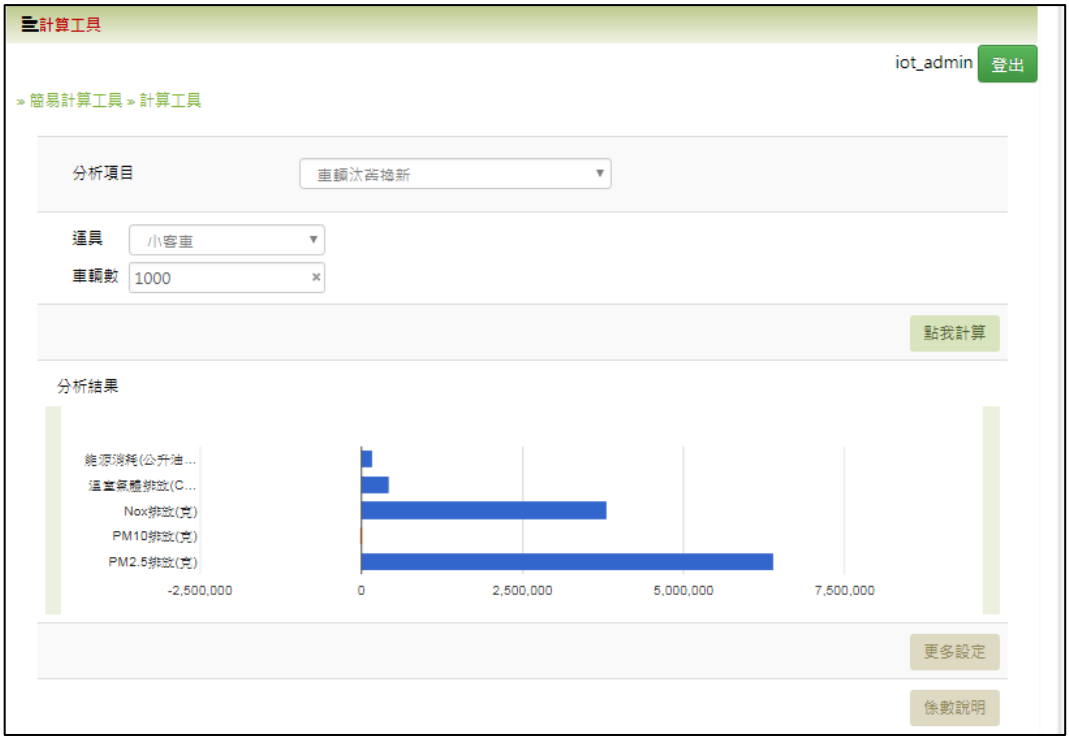


圖 4.1.9 車輛汰舊換新分析成果頁面示意圖

圖 4.1.10 車輛汰舊換新分析成果頁面示意圖

4. 新增 TDME 分析成效展示

(1) 需求說明

前期計畫已納入 TDME 策略分析結果，考量本年度 TDME 模型導入都會模式，其路網、交通分區等都將更為細緻，可增加之展示內容於平台中。

(2) 開發與優化內容

於策略評估支援模組下策略評估工具下 TDME 模型中，納入都會模式分析資料，並重新調整原分析策略為「城際模式」與「都會模式」，如圖 4.1.11 所示，使用者點選後呈現都會模式分析策略，點選「節能減碳效益」後，可提供下載都會模式之案例成果。

圖 4.1.11 新增都會模式視覺化成果頁面示意圖

5. 配合業務需求與功能重新檢視，調整與優化平台功能與相關內容

(1) 配合都會運輸需求模型導入，分析成果與相關參數將與前期計畫略有不同，故後續將配合分析之需求，擴充、調整平台相關內容。

(2) 節能減碳總行動方案下行動管考模組之功能，因工作計畫推動暫緩，故後續將配合委辦單位業務提報需求，重新進行功能調整。

(3) 依據最新社會經濟情勢滾動檢討運輸部門排放基線，並配合更新策略評估工具下基線推估之相關資料。

(4) 資料庫下能源價格之功能，過去配合模型引用資料，油品價格採用數據為來自經濟部能源局每年總平均價格，為更符合實際油價波動與使用者查詢，配合新增「油價查詢」提供相關連結至各單位查詢即時與歷史油價，其介面構想如圖 4.1.6 所示。

(5) 為提供正確資訊，重新檢視平台相關內容，並根據相關意見，將於本年度完成修正，其調整內容如表 4.1-1 所示。

(6) 配合業務需求，重新修正策略評估支援模組下策略評估工具中之基線推估說明與基線推估成果，其更新後成果如圖 4.1.7 所示。

表 4.1-1 平台相關內容補充與修正彙整表

功能模組	說明
首頁	「排放清冊」圖片連結點選後，連結到「管考模組」，由於此功能已調整資料庫，應修正後台連結，以確保提供正確資訊。
計畫背景下緣起	補充相關內容，健全本計畫推動緣起之說明。
資料庫下社會經濟	原「車輛數」係指提供模型分析之車輛持有數，主要根據交通部機動車輛登記數/人口數而來，為避免誤解，將修正名詞為機動車輛持有數」
資料庫下溫室氣體參數	能耗碳排頁面底下各車種使用說明均為機車，將依各自車種修正用詞。
策略評估支援模組下情境與策略、策略評估工具	補充「基礎情境設定」、「[運輸節能減碳政策」、「基線推估」等相關內容之資料來源。

資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.12 新增「油價查詢」功能成果頁面示意圖

圖 4.1.13 基線推估成果調整後功能成果頁面示意圖

4.2 運輸部門運具別排放清冊

運輸部門能源與溫室氣體減量工具自 2007 年開始一系列研究計畫，從盤查機制建立、評估模型、資訊整合平台，至今已完成運輸策略評估模型的開發與應用，其中評估運輸部門節能減碳策略之效益需經過量化方法估算而得，然而依據能源局能源平衡表分類，運輸部門包含國內航空、公路、鐵路、國內水運、管線運輸之能源消費量，僅推估類別難以進一步探討交通管理策略之效益，因此需將運輸部門以各運具作分類估算。

運輸部門運具別之能源消耗量推估所需相關參數，受到相關機關之資訊公開程度影響，近年各機關之調查計畫愈趨細緻、且統計資訊更公開透明，加上各部會對於相關排放參數已有共識，因此，清冊更新工作也將針對運輸部門運具別之能源消耗量及溫室氣體排放量進行因應檢討。

4.2.1 運輸部門能源消耗量及溫室氣體排放量推估方法

我國燃料燃燒二氧化碳排放統計係依據聯合國跨政府組織的政府間氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change,IPCC)於 2006 年發布「國家溫室氣體清冊指南(Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories)」計算方法及排放係數等相關規範，並依據我國能源平衡表進行修正。溫室氣體排放統計方法針對資料來源及統計數據細緻程度分為 3 種計算方法：

(1) 方法一(Tier 1)為利用國家燃料燃燒活動數據為基礎，依 IPCC 建議之排放系數，計算該國二氧化碳排放量。

(2) 方法二(Tier 2)為利用國家燃料燃燒活動數據為基礎，以各國本土排放係數，計算該國二氧化碳排放量。

(3) 方法三(Tier 3)為依排放型態或個別排放源之細部數據，估計國家之二氧化碳排放量。

我國運輸部門二氧化碳排放量推估方式採方法一(Tier 1)，如式 4.2.1 所示，依據國家清冊分類，分為公路運輸、軌道、空運、航運及其他等分類，以下就公路運輸、軌道、國內空運及國內水運分別說明能源消耗量及溫室氣體排放量計算方式及推估排放量說明如下。

$$\text{Emission} = \sum_{i}\sum_{j}\sum_{k}(\text{Fuel}_{ij} \times \text{EF}_{jk}) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4.2.1}$$

其中，

Emission：排放量

Fuel_{ij}：i 運具的 j 能源消耗量

EF_{jk}：emission factor，j 能源的 k 類溫室氣體排放係數

i：運輸工具類別

公路：小客車、小貨車、大客車、大貨車、機車等

軌道：臺鐵、高鐵、北捷、高捷

國內航空、國內水運

j：能源類別(汽油、柴油、LPG、電力、航空燃油)

k：溫室氣體類別(CO_2、CH_4、N_2O)

公式 4.2.1 說明能源使用量係指不同運具使用各燃料之使用量；溫室氣體排放係數係指不同運具使用各燃料所排放量之排放係數，溫室氣體包含CO_2、CH_4、N_2O等氣體，各運具別燃油使用之排放係數採用 IPCC2006 年「國家溫室氣體清冊指南」運輸部門燃料別之排放係數，經由我國燃料熱值轉換單位後，可得到運輸部門燃料別溫室氣體排放係數，如表 4.2-1-表 4.2-4 所示。

運輸部門電力消耗主要來自鐵路(軌道運輸)的使用，電力排放係數需視各國發電能源轉換投入燃料使用狀況及發電效率而定，且每年因發電燃料使用量權重不同，因此，每年電力排放係數會有所差異，我國每年發電之能源使用依據能源局能源平衡表公告之數據而計算電力排放係數。

目前能源局公告電力溫室氣體排放係數為二氧化碳當量係數，係指涵蓋CO_2、CH_4、N_2O多種氣體之排放係數，為方便計算電力各種溫室氣體排放量，必須將能源局公告之電力溫室氣體排放係數區分CO_2、CH_4、N_2O之排放係數，在能源局尚未公告相關數據之前，量化方法依據本所 98 年「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立(2/3)－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」，將各年度能源平衡表之發電廠及汽電共生廠使用各燃料量對應 IPCC 公布燃料的溫室氣體排放係數，如表 4.2-5-表 4.2-8 所示，可得到發電廠CO_2、CH_4、N_2O的年度排放量，再與能源平衡表之年度各發電廠總發電量相除後，可得到CO_2、CH_4、N_2O平均每度排放量，由此可換算出個別溫室氣體排放占總溫室氣體排放之比例，再將能源局公告之電力二氧化碳當量排放係數概估攤提CO_2、CH_4、N_2O之電力排放係數，推估結果如表 4.2-9 所示。

運輸部門燃料燃油使用量因使用燃料不同，為利於檢討運輸部門逐年燃油使用量，可依據燃料別之燃燒熱值轉換成油當量，將燃料使用量單位統一，以利俾方便彙整計算，我國油品燃燒油當量轉換係數如表 4.2-10 所示。

電力油當量轉換係數過去採用能源局電力消費面熱值換算表公布之數值，然由於今年度(2018 年)能源平衡表編制為與國際接軌，能源統計相關資料進行改版，電力欄位調整參照國際能源總署能源平衡表編列格式，獨立列式初級能源(不提供火力發電量)，改採物理熱值法計算燃油效率，無熱值換算資料運用需求，不再產製電力消費面熱值換算表；為利本計畫運輸部門能源消耗估算，經洽詢能源平衡表產製負責單位，改以火力發電燃料耗用量公布之「平均燃料耗用量(公升油當量／度)」，與採用各能源發電結構推估電力油當量轉換係數，更新我國發電廠用電量油當量轉換係數如表 4.2-11 所示。

表 4.2-1 運輸部門燃料別二氧化碳(CO_2)排放係數

運輸部門	燃料別	A	B	C=A×4186.8×10-9×10-3	D	E=C×D
		排放係數	燃燒率	原始係數	我國熱值	建議排放係數
		$kgCO_2/TJ$	1.0=100%	$KgCO_2/Kcal$	Kcal/L	$KgCO_2/L$
航空運輸	航空汽油	70,000	1	0.00029308	7,500	2.19807000
	航空煤油	71,500	1	0.00029936	8,000	2.39484960
公路運輸	液化石油氣(LPG)	63,100	1	0.00026419	6,635	1.75288128
	車用汽油	69,300	1	0.00029015	7,800	2.26313287
	柴油	74,100	1	0.00031024	8,400	2.60603179
鐵路運輸	柴油	74,100	1	0.00031024	8,400	2.60603179
水路運輸	柴油	74,100	1	0.00031024	8,400	2.60603179
	燃料油	77,400	1	0.00032406	9,600	3.11095987

資料來源：1. 2006, IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Intergovermental Panel on Climate Change.2. 經濟部能源局，熱值產品單位熱值表。

表 4.2-2 運輸部門燃料別甲烷(CH_4)排放係數

運輸部門	燃料別	A	B=A×4186.8×10-9×10-3	C	D=B×C
		排放係數	原始係數	我國熱值	建議排放係數
		$kgCH_4/TJ$	$KgCH_4/Kcal$	Kcal/L	$KgCH_4/L$
航空運輸	航空汽油	0.5	0.0000000021	7,500	0.00001570
	航空煤油	0.5	0.0000000021	8,000	0.00001675
公路運輸	液化石油氣(LPG)	62	0.0000002596	6,635	0.00172232
	車用汽油	33	0.0000001382	7,800	0.00107768
	柴油	3.9	0.0000000163	8,400	0.00013716
鐵路運輸	柴油	4.15	0.0000000174	8,400	0.00014595
水路運輸	柴油	7	0.0000000293	8,400	0.00024618
	燃料油	7	0.0000000293	9,600	0.00028135

資料來源：1. 2006, IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Intergovermental Panel on Climate Change.2. 經濟部能源局，熱值產品單位熱值表。

表 4.2-3 運輸部門燃料別氧化亞氮(N_2O)排放係數

運輸部門	燃料別	A	B=A×4186.8×10-9×10-3	C	D=B×C
		排放係數	原始係數	我國熱值	建議排放係數
		kgN_2O/TJ	$KgN_2O/Kcal$	Kcal/L	KgN_2O/L
航空運輸	航空汽油	2	0.0000000084	7,500	0.00006280
	航空煤油	2	0.0000000084	8,000	0.00006699
公路運輸	液化石油氣(LPG)	0.2	0.0000000008	6,635	0.00000556
	車用汽油	3.2	0.0000000134	7,800	0.00010450
	柴油	3.9	0.0000000163	8,400	0.00013716
鐵路運輸	柴油	28.6	0.0000001197	8,400	0.00100584
水路運輸	柴油	2	0.0000000084	8,400	0.00007034
	燃料油	2	0.0000000084	9,600	0.00008039

資料來源：1. 2006, IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Intergovermental Panel on Climate Change.2. 經濟部能源局，熱值產品單位熱值表。

表 4.2-4 運輸部門燃料別溫室氣體(GHG)排放係數

運輸部門	燃料別	全球暖化潛勢(GWP,Global warming potential)			GHG ($KgCO_2$-e/L)
		CO_2	CH_4	N_2O	
航空運輸	航空汽油	1	25	298	2.217177509
	航空煤油	1	25	298	2.415230942
公路運輸	液化石油氣(LPG)	1	25	298	1.797595027
	車用汽油	1	25	298	2.321216683
	柴油	1	25	298	2.650334332
鐵路運輸	柴油	1	25	298	2.909419964
水路運輸	柴油	1	25	298	2.633147184
	燃料油	1	25	298	3.141948891

註：GWP 值採用 IPCC2007 年公開支第四次評估報告用值。

資料來源：1. IPCC,Climate Change 2007 the Fourth Assessment Report(AR4) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change,2007. 2. 我國燃料燃燒二氧化碳排放統計與分析，經濟部能源局，2015 年 7 月。3.2015 年中華民國國家溫室氣體清冊報告，行政院環保署，2016 年 2 月。

表 4.2-5 能源部門燃料別二氧化碳(CO_2)排放係數

燃料別	A	B	C=A×4186.8×10-9×10-3	D		E=C×D	
	CO_2 排放係數	燃燒率	原始係數	我國熱值		建議排放係數	
	$kgCO_2/TJ$	1.0=100%	$Kg\ CO_2/Kcal$	熱值	熱值單位	數值	單位
煙煤	94,600	1	0.000396	6,080	Kcal/Kg	2.4081	$KgCO_2/Kg$
次煙煤(發電業)	96,100	1	0.000402	4,900	Kcal/Kg	1.9715	$KgCO_2/Kg$
柴油	74,100	1	0.000310	8,400	Kcal/L	2.6060	$KgCO_2/L$
蒸餘油(燃料油)	77,400	1	0.000324	9,600	Kcal/L	3.1110	$KgCO_2/L$
天然氣	56,100	1	0.000235	8,000	$Kcal/M^3$	1.8790	$KgCO_2/M^3$
液化天然氣(LNG)	56,100	1	0.000235	9,000	$Kcal/M^3$	2.1139	$KgCO_2/M^3$
廢棄物	91,700	1	0.000384	1,865	kcal/kg	0.7161	$KgCO_2/Kg$
焦爐氣	44,400	1	0.000186	4,200	$Kcal/M^3$	0.7808	$KgCO_2/M^3$
高爐氣	260,000	1	0.001089	777	$Kcal/M^3$	0.8458	$KgCO_2/M^3$
轉爐氣	182,000	1	0.000762	1,869	$Kcal/M^3$	1.4242	$KgCO_2/M^3$
煉油氣	57,600	1	0.000241	9,000	$Kcal/M^3$	2.1704	$KgCO_2/M^3$
石油焦	97,500	1	0.000408	8,200	Kcal/Kg	3.3473	$KgCO_2/Kg$

資料來源：1. IPCC,Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2：Energy,Table2.2,2006. 2. 經濟部能源局，熱值產品單位熱值表。

表 4.2-6 能源部門燃料別甲烷(CH_4)排放係數

燃料別	A	$B=A\times4186.8\times10^{-9}\times10^{-3}$	C		D=B×C	
	CH_4 排放係數	原始係數	我國熱值		建議排放係數	
	kg/TJ	$Kg\ CH_4/Kcal$	熱值	單位	數值	單位
煙煤	1	0.0000000042	6,080	Kcal/Kg	0.000025	$KgCH_4/Kg$
次煙煤(發電業)	1	0.0000000042	4,900	Kcal/Kg	0.000021	$KgCH_4/Kg$
柴油	3	0.0000000126	8,400	Kcal/L	0.000106	$KgCH_4/L$
蒸餘油(燃料油)	3	0.0000000126	9,600	Kcal/L	0.000121	$KgCH_4/L$
天然氣	1	0.0000000042	8,000	$Kcal/M^3$	0.000033	$KgCH_4/M^3$
液化天然氣(LNG)	1	0.0000000042	9,000	$Kcal/M^3$	0.000038	$KgCH_4/M^3$
廢棄物	30	0.0000001256	1,865	kcal/kg	0.000234	$KgCH_4/Kg$
焦爐氣	1	0.0000000042	4,200	$Kcal/M^3$	0.000018	$KgCH_4/M^3$
高爐氣	1	0.0000000042	777	$Kcal/M^3$	0.000003	$KgCH_4/M^3$
轉爐氣	1	0.0000000042	1,869	$Kcal/M^3$	0.000008	$KgCH_4/M^3$
煉油氣	1	0.0000000042	9,000	$Kcal/M^3$	0.000038	$KgCH_4/M^3$
石油焦	3	0.0000000126	8,200	Kcal/Kg	0.000103	$KgCH_4/Kg$

資料來源：1. IPCC,Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2：Energy,Table2.2,2006. 2. 經濟部能源局，熱值產品單位熱值表。

表 4.2-7 能源部門燃料別氧化亞氮(N_2O)排放係數

燃料別	A	$B=A\times4186.8\times10^{-9}\times10^{-3}$	C		D=B×C	
	CH_4 排放係數	原始係數	我國熱值		建議排放係數	
	kg/TJ	Kg N_2O/Kcal	熱值	熱值單位	數值	單位
煙煤	1.5	0.0000000063	6,080	Kcal/Kg	0.000038	KgN_2O/KG
次煙煤(發電業)	1.5	0.0000000063	4,900	Kcal/Kg	0.000031	Kg N_2O/KG
柴油	0.6	0.0000000025	8,400	Kcal/L	0.000021	KgN_2O/L
蒸餘油(燃料油)	0.6	0.0000000025	9,600	Kcal/L	0.000024	KgN_2O/L
天然氣	0.1	0.0000000004	8,000	$Kcal/M^3$	0.000003	KgN_2O/M^3
液化天然氣(LNG)	0.1	0.0000000004	9,000	$Kcal/M^3$	0.000004	KgN_2O/M^3
廢棄物	4.0	0.0000000167	1,865	Kcal/kg	0.000031	KgN_2O/Kg
焦爐氣	0.1	0.0000000004	4,200	$Kcal/M^3$	0.000002	KgN_2O/M^3
高爐氣	0.1	0.0000000004	777	$Kcal/M^3$	0.000000	KgN_2O/M^3
轉爐氣	0.1	0.0000000004	1,869	$Kcal/M^3$	0.000001	KgN_2O/M^3
煉油氣	0.1	0.0000000004	9,000	$Kcal/M^3$	0.000004	KgN_2O/M^3
石油焦	0.6	0.0000000025	8,200	Kcal/Kg	0.000021	KgN_2O/Kg

資料來源：1. IPCC,Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2：Energy,Table2.2,2006. 2. 經濟部能源局，熱值產品單位熱值表。

表 4.2-8 能源部門燃料別溫室氣體(GHG)排放係數

燃料別	全球暖化潛勢(GWP,Global warming potential)			GHG ($KgCO_2$-e/L)
	CO_2	CH_4	N_2O	
煙煤	1	25	298	2.420128494
次煙煤(發電業)	1	25	298	1.981205483
柴油	1	25	298	2.614957715
蒸餘油(燃料油)	1	25	298	3.121160926
天然氣	1	25	298	1.880871333
液化天然(LNG)	1	25	298	2.115980250
廢棄物	1	25	298	0.731290522
焦爐氣	1	25	298	0.781718098
高爐氣	1	25	298	0.845995608
轉爐氣	1	25	298	1.424602331
煉油氣	1	25	298	2.172502050
石油焦	1	25	298	3.356060001

註：GWP 值採用 IPCC2007 年公開支第四次評估報告用值。

資料來源：1. IPCC,Climate Change 2007 the Fourth Assessment Report(AR4) of the United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change,2007. 2. 我國燃料燃燒二氧化碳排放統計與分析，經濟部能源局，2015 年 7 月。3.2015 年中華民國國家溫室氣體清冊報告，行政院環保署，2016 年 2 月。

表 4.2-9 我國電力CO_2、CH_4、N_2O、GHG排放係數

年份	依能源局公告電力 GHG 排放係數 (公斤 CO_2e/度)	電力排放溫室氣體攤提比例(%)			電力排放溫室氣體(kg/度)		
		CO_2	CH_4	N_2O	CO_2	CH_4	N_2O
1990	0.445	99.61%	0.05%	0.33%	0.443	0.000243	0.001478
1991	0.482	99.61%	0.06%	0.33%	0.480	0.000265	0.001600
1992	0.491	99.59%	0.05%	0.36%	0.489	0.000238	0.001755
1993	0.501	99.60%	0.05%	0.36%	0.499	0.000245	0.001783
1994	0.501	99.60%	0.05%	0.36%	0.499	0.000240	0.001781
1995	0.510	99.60%	0.05%	0.35%	0.508	0.000257	0.001787
1996	0.519	99.59%	0.05%	0.37%	0.517	0.000237	0.001906
1997	0.547	99.59%	0.05%	0.36%	0.545	0.000249	0.001996
1998	0.575	99.59%	0.05%	0.36%	0.573	0.000261	0.002084
1999	0.575	99.59%	0.05%	0.37%	0.573	0.000265	0.002116
2000	0.593	99.58%	0.04%	0.38%	0.590	0.000261	0.002240
2001	0.603	99.58%	0.04%	0.38%	0.600	0.000256	0.002300
2002	0.603	99.58%	0.04%	0.38%	0.600	0.000241	0.002316
2003	0.621	99.57%	0.04%	0.39%	0.618	0.000250	0.002426
2004	0.621	99.57%	0.04%	0.39%	0.618	0.000247	0.002405
2005	0.555	99.57%	0.04%	0.39%	0.553	0.000218	0.002166
2006	0.562	99.57%	0.04%	0.39%	0.560	0.000224	0.002185
2007	0.558	99.57%	0.04%	0.39%	0.556	0.000219	0.002163
2008	0.555	99.58%	0.04%	0.38%	0.553	0.000219	0.002133
2009	0.543	99.57%	0.04%	0.39%	0.541	0.000206	0.002127
2010	0.534	99.59%	0.04%	0.37%	0.532	0.000207	0.001987
2011	0.534	99.59%	0.04%	0.37%	0.532	0.000204	0.001959
2012	0.529	99.60%	0.04%	0.36%	0.527	0.000211	0.001920
2013	0.519	99.60%	0.04%	0.36%	0.517	0.000197	0.001894
2014	0.518	99.61%	0.04%	0.35%	0.516	0.000196	0.001834
2015	0.525	99.62%	0.04%	0.34%	0.523	0.000207	0.001805
2016	0.530	99.62%	0.04%	0.34%	0.528	0.000207	0.001818
2017	0.554	99.62%	0.04%	0.34%	0.552	0.000212	0.001882

註 1：2009 年「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立(2/3)－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」根據能源平衡表之轉變投入中所有電廠及汽電共生廠，以計算溫室氣體排放比例。

資料來源：經濟部能源局，CO_2 電力排放係數，本計畫整理推估。

表 4.2-10 我國油品燃料熱值與油當量轉換

年份	油當量轉換(公升油當量/公升)						
	汽油	柴油	LPG	航空燃油-煤油型	航空燃油-汽油型	航空汽油	燃料油
1990	0.8667	0.9778	0.6667	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1991	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1992	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1993	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1994	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1995	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1996	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1997	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1998	0.8667	0.9778	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0222
1999	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2000	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2001	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2002	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2003	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2004	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2005	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2006	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2007	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2008	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2009	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2010	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2011	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2012	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2013	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2014	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2015	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2016	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667
2017	0.8667	0.9333	0.7372	0.8889	0.8333	0.8333	1.0667

註：1 公升油當量=9000 千卡/公升

資料來源：經濟部能源局，能源產品單位熱值表。

表 4.2-11 我國電力油當量轉換

單位：公秉油當量/千度

年份	電力油當量轉換值
1990	0.2457
1991	0.2508
1992	0.2430
1993	0.2389
1994	0.2354
1995	0.2359
1996	0.2345
1997	0.2354
1998	0.2357
1999	0.2402
2000	0.2415
2001	0.2385
2002	0.2394
2003	0.2368
2004	0.2364
2005	0.2363
2006	0.2370
2007	0.2348
2008	0.2361
2009	0.2340
2010	0.2318
2011	0.2311
2012	0.2292
2013	0.2283
2014	0.2283
2015	0.2260
2016	0.2219
2017	0.2184

註：本計畫依據發電結構，推估計算電力油當量轉換係數。
資料來源：1.經濟部能源局，能源平衡表、台電火力發電燃料耗用量、民營電廠發電燃料耗用量。本計畫估算。

4.2.2 運輸部門運具別能源消耗量推估

1. 公路運輸

依據本所 2009 年「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立(3/3)－建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式」，將公路車種分為自用小客車、營業小客車、自用小貨車、營業小貨車、自用大客車、遊覽車、公車與客運車、自用大貨車、營業大貨車、機車等車種，並依據各運具使用燃料別計算燃油消耗量，如圖 4.2-1 所示，由於柴油小客車車輛數逐年增加，因此本計畫將柴油小客車納入計算。

公路運輸主要彙整汽油、柴油、LPG 之運具別年總耗油量，再依據不同燃料別之油當量轉換，並與能源局每年公布之能源平衡表為基準作調整，可得全國公路運輸運具別之年總耗油量，如式 4.2.2 所示。

$$CHT = EBAF \times \sum_{i}\sum_{j}\left(\frac{VK_{ij}}{FE_{ij}} \times NRV_{ij} \times VU_{ij} \times OE_{j}\right) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 4.2.2}$$

其中，

CHT：Consumption of Highway Transportation，公路運輸燃油消耗量(單位：公升油當量)；

EBAF：Energy Balances Adjustment Factor，能源平衡表調整係數；

VK_{ij}VK：Vehicle Kilometers，***i*** 車種 ***j*** 能源延車公里(單位：公里)；

NRV_{ij}NRV：Number of Registered Vehicle；***i*** 車種 ***j*** 能源車輛登記數(單位：輛)；

FE_{ij}FE：fuel efficient，***i*** 車種 ***j*** 能源燃油效率(單位：公里/公升)；

VU_{ij}VU：Vehicle Utilization，***i*** 車種 ***j*** 能源車輛使用率(單位：%)，以車輛使用調查一周使用天數計算車輛使用率；

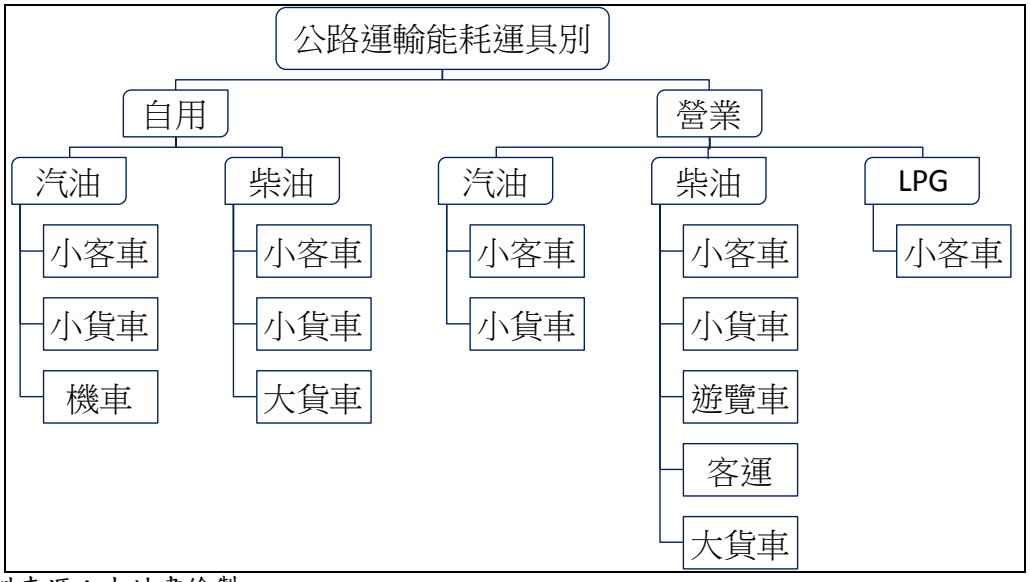
OE_{j}OE：Oil Equivalent，***j*** 能源油當量轉換值(單位：公升油當量/公車)；

i 為車種別，包括自用小客車、營業小客車、自用小貨車、營業小貨車、自用大客車、遊覽車、公車與客運車、自用大貨車、營業大貨車、機車等車種；

j 為能源別，包括汽油、柴油、LPG；

ij 關係說明如圖 4.2.1。

推估公路運輸年總耗油量需要蒐集不同運具別、燃料別之年行駛里程、燃油效率、車輛登記數、使用率等資料，其資料來源及計算方式分別說明如表 4.2-12 至 4.2-14 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.1 公路運輸依運具別使用燃油之分類

將各車種燃料消耗量推估所需之參數彙整如表 4.2-15-表 4.2-17 所示，即可估算各運具使用各燃料之總消耗量，為求該數據與能源局公布之能源平衡表內容一致，須進一步比例調整後可得到如表 4.2-18 所示，將各車種、燃料別之燃料消耗量經由油當量轉換後可得如表 4.2-19 所示，便可得知公路運輸年總耗油量。

表 4.2-12 公路運輸之車輛登記數之彙整

公路車種	資料來源	公式/備註
自用汽油小客車	(1) 交通部，交通統計月報，機動車輛登記數 (2) 交通部，交通統計月報，機動車輛登記數按燃料別分(2012 年以後) (3) 交通部，調查統計題要分析，自用小客車使用狀況調查(2 年更新 1 次，最新資料為 2016 年辦理)	(1) 柴油小客車自 2004 年開始開放進口及國內製造，因此僅計算 2005 年以後之車輛數。 (2) 2011 年以前之自用小客車汽油、柴油使用比例依據自用小客車使用狀況調查之燃料使用比例。 (3) 2011 年以前之營業小客車汽油、柴油使用比例依據 2012 年公布之機動車輛登記數按燃料別分之汽、柴油比例。
自用柴油小客車		
營業汽油小客車		
營業柴油小客車		
營業 LPG 小客車		(1) 依據「推廣使用液化石油做為車用燃料」政策 10 年總檢討提到行政院 1989 年同意開放使用 LPG 車，1996 年 3 月合法上路，配合柴油小客車 2005 年起計算，僅計算 2005 年以後之車輛數。 (2) 為較準確推估 2006-2011 年 LPG 車輛數，以環保署公告「向中華電信數據購買使用中 LPG 車車籍資料總數」與交通部公告 2012 年營業小客車 LPG 車輛登記數進行估算。 (3) 逐年觀察營業 LPG 小客車車輛比例變化，評估是否需刪除該類別。
自用汽油小貨車	(1) 交通部，交通統計月報，機動車輛登記數 (2) 交通部，交通統計月報，機動車輛登記數按燃料別分(2012 年以後)	2011 年以前之汽油、柴油使用比例依據 2012 年公布之機動車輛登記數按燃料別分之汽、柴油比例。
自用柴油小貨車		
營業汽油小貨車		
營業柴油小貨車		

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-12 公路運輸之車輛登記數之彙整(續)

公路車種	資料來源	公式/備註
自用大客車	交通部，交通統計月報，機動車輛登記數按燃料別分	
遊覽車		=營業大客車－(公車+客運)
公車與客運車	(1) 交通部，交通統計要覽，市區汽車客運業營運概況 (2) 交通部，交通統計要覽，公路汽車客運業營運概況	
自用大貨車	交通部，交通統計月報，機動車輛登記數按燃料別分	
營業大貨車	交通部，交通統計月報，機動車輛登記數按燃料別分	
機車	(1) 交通部，交通統計月報，機動車輛登記數按燃料別分(2012 年以後) (2) 機車實際使用率：交通部，調查統計題要分析，機車使用狀況調查報告 (2 年更新 1 次，最新資料為 2016 年辦理)	考量機車報廢率偏低，實際使用與登記數之落差可能影響推估之準確性，本計畫以機車使用狀況調查報告進行機車登記數量之調整。 =登記數x機車實際使用率

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-13 公路運輸之年行駛里程之彙整

公路車種	資料來源	公式/備註
自用汽油小客車 自用柴油小客車 營業汽油小客車 營業柴油小客車 營業 LPG 小客車 自用汽油小貨車 自用柴油小貨車 營業汽油小貨車 營業柴油小貨車 自用大客車	(1) 交通部，交通統計要覽(附錄)，臺灣地區汽車延車公里統計 (2) 交通部，交通統計要覽(附錄)，汽車延車公里統計按使用燃料分(2012 年以後)	2011 年以前之燃油別比例依據 2012 年公布臺灣地區汽車延車公里統計按使用燃料分之汽、柴油、LPG 比例。
遊覽車	交通部，調查統計題要分析，遊覽車營運狀況調查(2 年更新 1 次，最新年期為 2017 年辦理)	
公車與客運車	(1) 交通部，交通統計要覽，市區汽車客運業營運概況 (2) 交通部，交通統計要覽，公路汽車客運業營運概況	=(公路客運延車公里+市區客運延車公里)/(公路客運車輛+市區客運車輛)
自用大貨車 營業大貨車	(1) 交通部，交通統計要覽(附錄)，臺灣地區汽車延車公里統計 (2011 年以前) (2) 交通部，交通統計要覽(附錄)，汽車延車公里統計按使用燃料分(2012 年以後)	
機車	交通部，調查統計題要分析，機車使用狀況調查 (2 年更新 1 次，最新資料為 2016 年辦理)	=每星期行駛天數x每天行駛里程x52 週

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-14 公路運輸之燃油效率之彙整

公路車種	資料來源	公式/備註
自用汽油小客車 自用柴油小客車 營業汽油小客車 營業柴油小客車 營業 LPG 小客車	(1) 交通部，調查統計題要分析，自用小客車使用狀況調查 (2 年更新 1 次，最新資料為 2016 年辦理) (2) 交通部，交通部調查統計題要分析，計程車營運狀況調查(2 年更新 1 次，最新資料為 2017 年辦理) (3) 本所，2006 年「運輸部門節能節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃」(1990-2000 年)	(1) 參考「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」小客車(轎式、旅行式)耗能標準之測試值計算公式=1/(0.55/一般道路燃油效率+0.45/高速、快速道路燃油效率) (2) 2000-2010 年前汽油、柴油小客車燃油效率以 2010 年「自用小客車使用狀況調查」為基準估算 (3) 自用汽油小客車燃油效率選用 95 無鉛汽油(使用比例最高者) (4) 2017 年發布之「計程車營運狀況調查」中取消燃油效率之調查，故 2017 年仍沿用 2015 年調查成果之燃油效率數值。(經洽詢調查單位，預定後續將重新納入此調查項目，故建議後續更新仍可沿用此項資料。)
自用汽油小貨車 自用柴油小貨車 營業汽油小貨車 營業柴油小貨車	(1) 本所，2006 年「運輸部門節能節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃」(1998 年) (2) 本所，2012 年，「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」(2012 年)	目前國內貨車調查資料較缺乏，因此僅以 1998 年與 2012 年之數據以內插法推估其餘年份的小貨車汽油與柴油燃油效率。
自用大客車	交通部，交通統計要覽，公路汽車客運業營運概況	由於目前無自用大客車能源類別統計資料，而自用大客車運輸行為與公路客運相似，因此研究假設自用大客車燃油效率等於公路客運燃油效率=公路客運營業行車里程/公路客運消耗油量。

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-14 公路運輸之燃油效率之彙整(續)

公路車種	資料來源	公式/備註
遊覽車	交通部，調查統計題要分析，遊覽車營運狀況調查(2年更新 1 次，最新資料為2017 年辦理)	
公車與客運車	(1) 交通部，交通統計要覽，市區汽車客運業營運概況 (2) 交通部，交通統計要覽，公路汽車客運業營運概況	=(公路客運營業行車里程+市區客運營業行車里程)/(公路客運消耗油量+市區客運消耗油量)
自用大貨車 營業大貨車	(1) 交通部，交通統計要覽，臺灣地區公路汽車貨運營運概況 (2) 本所，2000 年「公路車輛行車成本調查」	參考「公路車輛行車成本調查」結果，假設自用大貨車:營業大貨車燃油效率值比例為 4.1:3.9 (公里/公升) =[公路貨運年行車里程－(營業小貨車車輛登記數×營業小貨車年行駛里程)]/(公路貨運柴油消耗油量－本研究推估之營業小貨車年耗油量)
機車	交通部，調查統計題要分析，機車使用狀況調查報告(2 年更新 1 次，最新資料為2016 年辦理)	

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-15 歷年各車種車輛登記數彙整表

單位：輛

年份	自用小客車		營業小客車			自用小貨車		營業小貨車		大客車			大貨車		機車		
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車+客運	自用	營業	登記數	使用率	調整後登記數
1990	2,160,378	-	91,446	-	-	318,353	156,207	2,119	3,510	5,694	2,964	12,178	65,971	53,062	7,145,625	100.0%	7,145,625
1991	2,440,685	-	89,350	-	-	328,296	161,085	2,178	3,608	5,381	5,722	9,017	66,184	54,977	7,409,175	100.0%	7,409,175
1992	1,977,519	-	89,211	-	-	353,716	173,558	2,237	3,707	5,155	4,673	11,466	71,996	65,539	7,649,308	100.0%	7,649,308
1993	3,139,876	-	87,752	-	-	363,882	178,546	2,200	3,644	4,601	5,064	11,545	76,964	71,333	7,867,396	100.0%	7,867,396
1994	3,469,377	-	89,741	-	-	369,470	181,288	2,249	3,726	3,971	5,710	11,571	79,802	75,454	8,034,509	100.0%	8,034,509
1995	3,771,662	-	91,002	-	-	392,695	192,684	2,264	3,751	3,760	6,392	11,446	81,081	75,675	8,517,024	99.0%	8,431,854
1996	4,039,649	-	94,805	-	-	413,214	202,752	2,326	3,852	3,487	7,076	11,209	81,964	73,776	9,283,914	96.0%	8,912,557
1997	4,302,622	-	96,991	-	-	435,182	213,531	2,521	4,176	3,269	8,785	10,689	83,702	74,298	10,051,613	87.5%	8,795,161
1998	4,433,195	-	99,657	-	-	436,442	214,150	2,734	4,529	3,088	8,395	11,388	81,953	74,286	10,529,040	87.5%	9,212,910
1999	4,401,730	-	95,581	-	-	415,211	203,732	3,046	5,045	2,878	9,338	11,582	79,434	73,444	10,958,469	82.0%	8,985,945
2000	4,608,960	-	95,188	-	-	431,883	211,913	3,451	5,716	2,748	9,719	11,456	81,003	74,620	11,423,172	82.0%	9,367,001
2001	4,720,641	-	93,131	-	-	446,590	219,128	3,695	6,120	2,580	10,221	11,252	81,813	73,327	11,733,202	80.7%	9,468,694
2002	4,888,050	-	89,889	-	-	463,382	227,368	3,850	6,378	2,326	10,775	11,978	82,649	73,156	11,983,757	80.7%	9,670,892
2003	5,071,981	-	86,752	-	-	481,605	236,310	4,031	6,678	2,196	11,150	12,282	83,912	73,244	12,366,864	80.0%	9,893,491
2004	5,262,693	-	113,734	-	-	499,063	244,876	5,598	9,272	2,042	11,663	12,748	85,662	74,798	12,793,950	80.0%	10,235,160
2005	5,479,206	16,487	123,065	9,397	8,557	516,988	253,671	6,988	11,575	1,883	12,016	13,068	88,049	76,199	13,195,265	84.0%	11,084,023
2006	5,538,840	16,667	118,925	9,397	8,813	525,924	258,055	8,135	13,476	1,812	12,686	13,024	90,142	76,069	13,557,028	84.0%	11,387,904
2007	5,550,984	16,703	120,871	10,658	8,958	528,192	259,169	9,142	15,143	1,793	12,413	13,155	91,050	72,954	13,943,473	87.0%	12,130,822
2008	5,480,541	49,773	120,003	16,356	8,893	527,804	258,978	9,658	16,000	1,723	12,649	12,967	91,215	70,016	14,365,442	87.0%	12,497,935
2009	5,509,214	50,033	120,796	17,106	8,952	531,498	260,790	13,426	22,241	1,909	12,635	13,123	91,543	67,269	14,604,330	87.8%	12,822,602
2010	5,558,324	79,002	133,603	17,625	9,901	539,014	264,479	10,906	18,067	1,856	13,274	13,900	93,304	67,780	14,844,932	87.8%	13,033,850
2011	5,700,205	81,018	144,123	17,747	10,681	548,440	269,103	11,740	19,449	1,863	13,721	14,407	95,003	69,218	15,173,602	88.0%	13,352,770
2012	5,754,990	125,425	146,378	18,560	10,848	556,051	272,838	12,537	20,768	1,770	14,536	14,792	91,468	69,788	15,139,628	88.0%	13,322,873
2013	5,860,317	143,096	150,595	17,333	13,007	565,304	276,150	12,642	21,405	1,689	15,005	15,266	92,449	69,673	14,195,123	88.0%	12,491,708
2014	5,979,971	167,374	156,633	16,253	16,033	573,794	281,366	13,376	22,121	1,661	16,027	15,240	93,563	69,883	13,735,994	97.0%	13,323,914
2015	6,104,493	194,208	164,353	14,056	18,975	580,636	285,948	14,097	23,009	1,647	16,971	15,272	94,866	70,829	13,661,753	97.0%	13,251,900
2016	6,159,375	217,927	169,501	11,927	21,241	583,804	288,874	14,498	24,312	1,651	17,975	14,905	95,772	71,171	13,668,227	97.0%	13,258,180
2017	6,220,636	236,595	177,746	10,258	22,830	586,777	292,225	14,778	25,477	1,650	16,894	15,644	96,685	70,403	13,755,582	97.2%	13,370,426

資料來源：詳見表 4.2-12。

表 4.2-16 歷年各車種年平均行駛里程彙整表

單位：公里

年份	自用小客車		營業小客車			自用小貨車		營業小貨車		大客車			大貨車		機車
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車+客運車	自用	營業	
1990	13,444	-	54,899	-	-	16,823	21,513	34,207	38,803	28,597	73,821	73,898	35,199	66,387	2,302
1991	13,678	-	55,422	-	-	16,134	20,632	32,807	37,214	28,272	72,226	76,357	33,758	63,669	2,444
1992	13,911	-	57,462	-	-	17,950	22,955	36,500	41,404	27,948	72,226	78,880	37,558	70,837	2,593
1993	14,144	-	57,462	-	-	14,744	18,855	29,982	34,010	27,624	60,644	75,683	30,852	58,187	2,752
1994	13,158	-	57,462	-	-	14,996	19,177	30,494	34,591	28,232	60,644	74,743	31,378	59,180	2,919
1995	12,172	-	57,863	-	-	15,319	19,589	31,150	35,335	28,841	57,902	73,732	32,053	60,453	3,098
1996	10,952	-	56,314	-	-	16,106	20,596	32,750	37,150	29,449	57,902	76,398	33,700	63,559	3,288
1997	11,112	-	56,701	-	-	16,621	21,255	33,799	38,339	30,057	55,877	76,206	34,778	65,593	2,660
1998	11,270	-	57,280	-	-	18,632	23,826	37,886	42,976	30,666	55,877	73,483	38,985	73,528	2,660
1999	12,088	-	57,860	-	-	18,778	24,013	38,185	43,315	31,274	52,416	74,563	39,291	74,105	2,839
2000	12,905	-	54,811	-	-	18,172	23,238	36,952	41,916	31,882	52,416	81,076	38,023	71,713	2,839
2001	14,393	-	51,759	-	-	19,011	24,311	38,657	43,850	32,490	60,910	85,432	39,778	75,022	2,808
2002	15,880	-	51,743	-	-	19,090	24,412	38,817	44,032	33,099	60,910	88,713	39,942	75,333	2,808
2003	16,895	-	51,725	-	-	18,172	23,238	36,952	41,916	33,706	55,572	87,541	38,025	71,713	3,299
2004	17,344	-	51,997	-	-	19,229	24,590	37,810	42,890	33,860	55,572	89,439	40,330	74,451	3,299
2005	17,548	20,749	50,808	68,333	55,418	19,541	24,989	35,809	40,620	30,957	57,710	90,284	39,028	74,875	3,869
2006	17,799	21,158	50,862	68,405	55,477	21,044	26,911	35,938	40,766	31,638	57,710	89,527	41,559	75,866	3,869
2007	15,879	18,876	48,386	65,076	52,776	18,258	23,348	35,546	40,322	28,097	55,635	85,719	38,018	74,760	4,068
2008	14,600	17,356	47,231	63,523	51,517	16,678	21,328	35,822	40,635	25,566	55,635	80,056	33,322	70,098	4,068
2009	13,906	16,530	43,081	57,941	46,990	14,568	18,629	33,880	38,432	23,658	56,799	78,253	30,257	63,431	3,739
2010	14,323	17,027	43,850	58,975	47,829	14,716	18,819	34,861	39,544	23,991	56,799	76,534	30,960	66,102	3,739
2011	12,917	15,355	43,552	58,574	47,503	12,015	15,365	34,212	38,808	23,304	57,975	75,428	24,879	64,246	3,607
2012	12,535	14,901	29,934	40,259	32,650	12,669	16,201	25,337	28,741	19,155	57,975	71,601	22,057	41,934	3,607
2013	12,482	15,006	29,888	42,488	33,066	12,246	16,272	18,812	28,187	19,444	59,683	69,380	23,034	42,486	3,607
2014	12,460	14,928	30,353	43,109	31,713	12,099	16,132	17,567	26,217	20,296	59,683	71,275	22,617	42,966	3,160
2015	12,424	14,946	30,323	43,379	33,202	11,901	16,166	18,018	26,707	20,265	59,598	70,585	22,346	42,298	3,160
2016	12,468	15,072	30,245	42,915	32,994	11,670	15,879	17,437	26,123	19,780	59,598	72,523	22,425	43,201	3,527
2017	12,462	15,005	30,564	42,638	33,464	11,606	15,807	17,112	26,009	20,471	51,334	68,092	22,227	44,182	3,527

資料來源：詳見表 4.2-13。

表 4.2-17 歷年各車種車輛燃油效率值

單位：公里/公升

年份	自用小客車		營業小客車			自用小貨車		營業小貨車		大客車			大貨車		機車
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車與客運車	自用	營業	
1990	8.98	-	9.70	-	-	8.37	6.54	8.35	5.13	3.44	2.59	2.60	5.26	2.74	27.3
1991	9.08	-	9.60	-	-	8.37	6.61	8.32	5.24	2.49	2.61	2.56	3.74	3.56	27.3
1992	9.18	-	9.30	-	-	8.37	6.67	8.28	5.34	3.33	3.20	2.58	4.56	2.70	27.3
1993	9.28	-	9.20	-	-	8.36	6.73	8.24	5.45	3.28	3.08	2.55	4.21	2.69	27.5
1994	9.38	-	9.10	-	-	8.36	6.79	8.21	5.55	2.69	3.28	2.45	3.61	3.43	27.4
1995	9.49	-	8.90	-	-	8.35	6.85	8.17	5.66	2.66	3.30	2.43	3.49	3.32	27.4
1996	9.59	-	8.60	-	-	8.35	6.92	8.13	5.77	2.86	3.31	2.54	2.88	2.74	26.7
1997	9.64	-	8.40	-	-	8.34	6.98	8.10	5.87	2.75	3.23	2.48	3.00	2.85	22.0
1998	9.70	-	8.30	-	-	8.34	7.04	8.06	5.98	2.80	3.23	2.49	2.76	2.62	22.0
1999	10.00	-	8.86	-	-	8.34	7.10	8.02	6.09	2.78	3.08	2.48	2.99	2.85	21.8
2000	10.30	-	8.86	-	-	8.33	7.16	7.99	6.19	2.75	3.08	2.51	3.04	2.89	21.8
2001	10.10	-	8.86	-	-	8.33	7.23	7.95	6.30	2.95	2.92	2.63	2.75	2.62	22.3
2002	10.04	-	8.86	-	-	8.32	7.29	7.91	6.41	2.94	2.92	2.65	2.79	2.65	22.3
2003	10.04	-	8.69	-	-	8.32	7.35	7.88	6.51	2.98	2.83	2.69	2.59	2.46	21.8
2004	9.80	-	8.69	-	-	8.31	7.41	7.84	6.62	3.04	2.83	2.74	2.58	2.45	21.8
2005	9.80	11.37	8.69	8.55	10.98	8.31	7.48	7.81	6.73	3.08	2.98	2.77	2.48	2.36	21.7
2006	9.94	11.53	8.69	8.55	10.98	8.31	7.54	7.77	6.83	3.07	2.98	2.76	2.39	2.28	21.7
2007	9.94	11.53	9.15	8.21	10.98	8.30	7.60	7.73	6.94	3.09	3.02	2.78	2.38	2.27	22.0
2008	10.25	11.89	9.15	8.21	10.98	8.30	7.66	7.70	7.04	3.06	3.02	2.76	2.33	2.21	22.0
2009	10.25	11.89	8.69	7.66	10.98	8.29	7.72	7.66	7.15	3.03	3.30	2.74	2.20	2.09	22.4
2010	10.31	11.97	8.69	7.66	10.98	8.29	7.79	7.62	7.26	3.10	3.30	2.81	2.29	2.18	22.4
2011	10.31	11.97	8.79	8.28	8.94	8.28	7.85	7.59	7.36	3.19	3.40	2.81	2.01	1.92	22.3
2012	10.25	12.10	8.79	8.28	8.94	8.28	7.91	7.55	7.47	3.18	3.40	2.78	2.34	2.22	22.3
2013	10.25	12.10	9.10	7.97	11.33	8.28	7.97	7.51	7.58	3.27	3.30	2.81	2.87	2.73	22.3
2014	10.69	12.61	9.10	7.97	11.33	8.27	8.03	7.48	7.68	3.31	3.30	2.81	3.13	2.98	22.1
2015	10.69	12.61	9.23	8.69	11.04	8.27	8.10	7.44	7.79	3.29	3.30	2.79	3.08	2.93	22.1
2016	10.62	12.99	9.23	8.69	11.04	8.26	8.16	7.40	7.90	3.29	3.30	2.78	3.06	2.91	22.3
2017	10.62	12.99	9.23	8.69	11.04	8.26	8.22	7.37	8.00	3.35	3.30	2.60	3.02	2.88	22.3

資料來源：詳見表 4.2-14。

表 4.2-18 歷年各車種年總耗油公秉推估結果

單位：公秉

年份	自用小客車		營業小客車			自用小貨車		營業小貨車		大客車			大貨車		機車
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車+客運	自用	營業	
1990	3,395,417	-	537,891	-	-	664,651	459,361	9,020	23,753	42,336	75,559	309,572	394,843	1,149,854	626,209
1991	3,796,791	-	527,408	-	-	647,026	493,406	8,786	25,150	59,811	155,268	264,230	585,633	964,549	678,188
1992	3,847,520	-	700,784	-	-	964,909	515,503	12,542	24,786	37,324	90,991	302,424	511,568	1,483,384	923,693
1993	4,952,376	-	561,684	-	-	657,588	512,474	8,201	23,305	39,694	102,139	351,005	577,763	1,580,612	807,728
1994	5,242,773	-	604,598	-	-	707,363	553,652	8,918	25,096	45,108	114,181	381,083	750,469	1,406,922	913,226
1995	5,420,623	-	656,668	-	-	799,330	565,103	9,583	24,023	41,766	115,078	355,978	764,337	1,414,447	1,058,123
1996	5,394,702	-	744,179	-	-	923,404	507,391	10,848	20,853	30,174	104,014	283,633	805,980	1,438,411	1,271,384
1997	5,594,527	-	757,114	-	-	968,691	551,198	11,760	23,100	30,248	128,789	277,996	822,705	1,447,962	1,188,260
1998	5,802,733	-	793,545	-	-	1,087,114	546,786	14,329	24,556	25,493	109,566	254,018	873,711	1,570,306	1,241,899
1999	6,136,033	-	737,679	-	-	1,067,886	583,576	16,548	30,418	27,425	134,630	295,160	883,581	1,619,831	1,335,884
2000	6,370,929	-	665,986	-	-	1,029,172	610,146	17,442	34,344	28,284	146,820	328,571	898,385	1,640,920	1,332,608
2001	6,712,542	-	556,615	-	-	1,007,667	572,362	17,754	33,079	22,059	165,537	284,052	918,962	1,633,067	1,178,381
2002	7,076,370	-	492,355	-	-	962,967	655,099	17,109	37,713	22,539	193,351	344,602	1,017,541	1,785,825	1,103,334
2003	7,357,481	-	455,985	-	-	897,757	603,134	16,135	34,702	20,036	176,770	323,268	995,349	1,722,548	1,277,546
2004	7,515,890	-	562,556	-	-	921,983	649,873	21,560	48,073	18,170	183,230	333,163	1,073,105	1,818,467	1,237,212
2005	7,499,164	23,533	563,345	58,088	33,795	919,843	663,274	24,257	54,685	14,786	182,003	332,724	1,083,657	1,891,457	1,495,196
2006	7,267,595	23,566	519,565	84,362	34,324	961,230	709,923	27,147	61,961	14,382	189,293	325,394	1,205,517	1,952,339	1,464,571
2007	6,837,392	21,670	502,142	93,009	34,133	881,770	630,998	31,899	69,744	12,915	181,211	321,832	1,151,078	1,906,659	1,702,802
2008	6,247,402	58,890	505,102	118,434	33,834	835,847	584,342	35,420	74,807	11,651	188,872	305,231	1,058,907	1,797,557	1,820,903
2009	6,448,875	59,614	526,394	128,854	32,845	793,059	539,056	50,445	102,438	12,761	186,368	320,845	1,081,016	1,750,721	1,818,185
2010	6,481,297	102,633	582,675	133,141	39,404	799,279	583,805	41,656	89,904	13,098	208,647	346,272	1,151,940	1,878,296	1,817,201
2011	6,463,349	104,685	665,332	128,432	57,147	716,342	530,654	47,681	103,239	13,720	235,650	389,297	1,036,144	2,049,436	1,944,916
2012	6,470,064	188,449	457,962	126,296	48,340	781,827	682,023	38,662	97,523	13,025	302,507	464,669	1,053,325	1,606,249	1,980,110
2013	6,616,716	236,162	458,571	122,604	50,540	775,269	750,349	29,335	106,011	13,367	361,265	501,913	987,754	1,443,467	1,872,453
2014	6,675,054	275,044	500,297	107,027	62,316	803,434	784,396	30,082	104,806	14,152	402,450	537,107	939,364	1,401,233	1,823,418
2015	6,895,787	316,817	524,533	78,167	78,568	812,068	786,000	33,165	108,605	13,977	421,941	532,639	946,486	1,406,223	1,840,635
2016	7,028,047	345,202	539,690	59,467	86,643	801,243	767,307	33,178	109,775	13,526	433,817	531,213	957,143	1,440,529	2,041,999
2017	6,881,150	371,214	554,710	53,827	93,972	777,221	762,959	32,350	112,437	13,703	356,835	556,322	964,706	1,467,949	1,993,240

註 1：耗油量計算方法，詳見式 4.2.2。

表 4.2-19 歷年各車種年總耗油公秉油當量推估結果

單位：公秉油當量

年份	自用小客車		營業小客車			自用小貨車		營業小貨車		大客車			大貨車		機車	公路總耗油量合計(公秉油當量)
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車+客運	自用	營業		
1990	2,942,808	-	466,190	-	-	576,053	449,163	7,818	23,225	41,396	73,881	302,700	386,077	1,124,327	542,736	6,936,374
1991	3,290,678	-	457,105	-	-	560,778	482,452	7,615	24,592	58,483	151,821	258,364	572,632	943,136	587,786	7,395,442
1992	3,334,645	-	607,369	-	-	836,287	504,059	10,870	24,236	36,496	88,971	295,710	500,211	1,450,453	800,565	8,489,872
1993	4,292,225	-	486,812	-	-	569,931	501,097	7,108	22,787	38,813	99,872	343,213	564,937	1,545,523	700,058	9,172,374
1994	4,543,911	-	524,005	-	-	613,071	541,361	7,729	24,539	44,107	111,646	372,623	733,808	1,375,688	791,493	9,683,983
1995	4,698,054	-	569,134	-	-	692,779	552,557	8,305	23,490	40,838	112,523	348,075	747,369	1,383,047	917,075	10,093,248
1996	4,675,588	-	644,980	-	-	800,314	496,127	9,402	20,390	29,504	101,705	277,336	788,088	1,406,478	1,101,909	10,351,822
1997	4,848,776	-	656,191	-	-	839,564	538,961	10,192	22,587	29,576	125,930	271,824	804,440	1,415,818	1,029,865	10,593,727
1998	5,029,228	-	687,766	-	-	942,201	534,648	12,419	24,011	24,927	107,133	248,379	854,315	1,535,446	1,076,354	11,076,825
1999	5,318,100	-	639,346	-	-	925,536	544,652	14,342	28,389	25,596	125,650	275,473	824,646	1,511,789	1,157,811	11,391,331
2000	5,521,684	-	577,210	-	-	891,984	569,449	15,117	32,054	26,397	137,027	306,655	838,463	1,531,471	1,154,972	11,602,483
2001	5,817,760	-	482,418	-	-	873,345	534,186	15,388	30,873	20,588	154,496	265,106	857,667	1,524,141	1,021,303	11,597,269
2002	6,133,090	-	426,724	-	-	834,604	611,404	14,829	35,198	21,036	180,455	321,617	949,671	1,666,711	956,259	12,151,596
2003	6,376,729	-	395,203	-	-	778,086	562,905	13,984	32,387	18,700	164,979	301,706	928,959	1,607,654	1,107,249	12,288,541
2004	6,514,022	-	487,567	-	-	799,082	606,526	18,686	44,866	16,958	171,008	310,941	1,001,528	1,697,175	1,072,292	12,740,652
2005	6,499,526	21,964	488,251	42,822	31,541	797,228	619,034	21,024	51,038	13,800	169,863	310,531	1,011,377	1,765,297	1,295,886	13,139,181
2006	6,298,824	21,994	450,307	62,192	32,035	833,098	662,572	23,528	57,828	13,422	176,667	303,690	1,125,109	1,822,118	1,269,343	13,152,728
2007	5,925,968	20,225	435,206	68,566	31,857	764,230	588,910	27,647	65,092	12,054	169,124	300,366	1,074,301	1,779,485	1,475,818	12,738,850
2008	5,414,623	54,962	437,772	87,310	31,578	724,428	545,366	30,699	69,817	10,874	176,274	284,872	988,278	1,677,660	1,578,177	12,112,690
2009	5,589,240	55,638	456,226	94,991	30,655	687,344	503,101	43,721	95,605	11,910	173,937	299,444	1,008,912	1,633,948	1,575,821	12,260,493
2010	5,617,340	95,788	505,004	98,152	36,775	692,735	544,866	36,104	83,908	12,224	194,731	323,175	1,075,105	1,753,014	1,574,968	12,643,890
2011	5,601,785	97,702	576,643	94,680	53,335	620,854	495,260	41,326	96,353	12,805	219,932	363,331	967,033	1,912,738	1,685,659	12,839,435
2012	5,607,605	175,879	396,916	93,105	45,115	677,609	636,532	33,508	91,018	12,156	282,330	433,676	983,068	1,499,112	1,716,162	12,683,792
2013	5,734,708	220,410	397,443	90,384	47,169	671,926	700,301	25,425	98,940	12,475	337,168	468,436	921,871	1,347,188	1,622,855	12,696,698
2014	5,785,269	256,699	433,607	78,900	58,160	696,337	732,077	26,072	97,816	13,208	375,606	501,282	876,708	1,307,771	1,580,356	12,819,868
2015	5,976,579	295,685	454,612	57,625	73,327	703,820	733,574	28,744	101,362	13,045	393,798	497,112	883,356	1,312,428	1,595,278	13,120,344
2016	6,091,208	322,177	467,750	43,839	80,864	694,438	716,128	28,756	102,453	12,624	404,882	495,781	893,302	1,344,446	1,769,800	13,468,447
2017	5,963,893	346,454	480,767	39,682	87,704	673,618	712,069	28,037	104,937	12,789	333,034	519,216	900,360	1,370,037	1,727,541	13,300,138

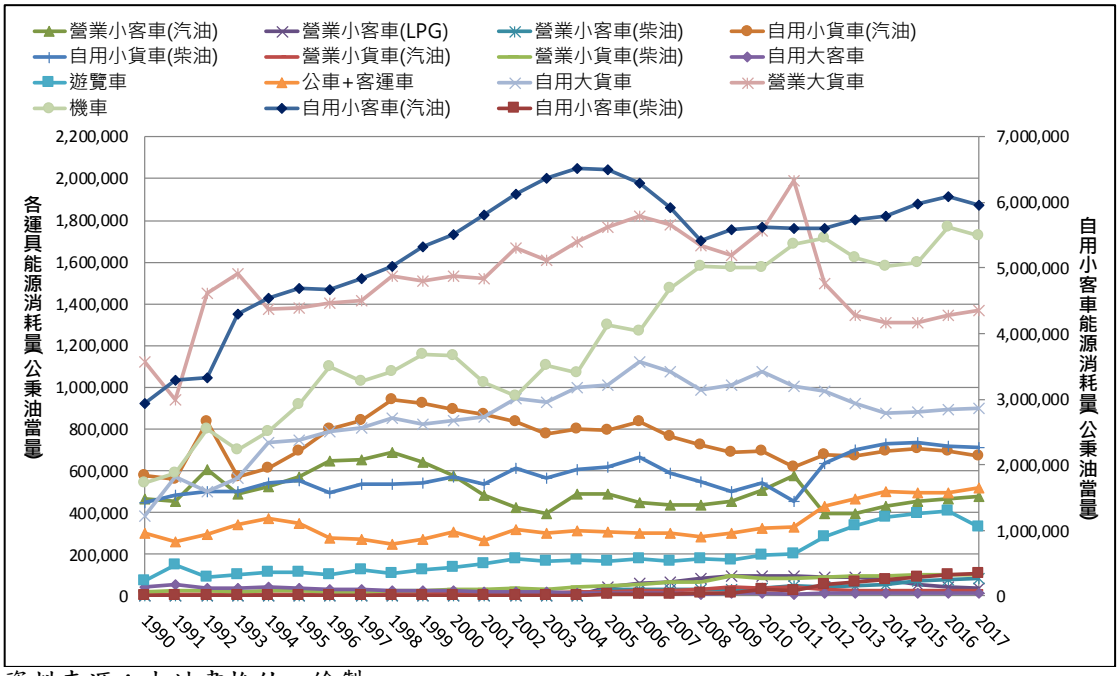
註 1：耗油量計算方法，詳見式 4.2.2。

公路運輸運具能源消耗量推估結果如表 4.2-18、4.2-19 及圖 4.2.2 所示，歷年皆以汽油自用小客車能源消耗量最多，其次為機車，第三為大貨車。

近幾年公路運輸各系統能源消耗量多呈成長趨勢，惟機車由於 2014 年車輛平均行駛里程及燃油效率調查結果較低、2013-2015 年機車車輛登記數較低之影響，於 2013 年-2015 年有較明顯的下降波動。

營業大貨車燃油效率於 2011 年-2012 年有大幅度波動則係由於營業大貨車之燃油效率係由交通部調查之公路貨運行駛里程、公路貨運柴油耗油量計算，然調查作業透過抽樣進行，遺漏值插補程序採直接剔除或平均值補值，調查作業於 2011 年前後採用不同的資料插補方法，因此，資料出現不連續情形。

由於 2017 年能源平衡表統計結果，汽油及 LPG 總消耗量皆下降，柴油消耗量增長，使得自用汽油小客車及機車能源消耗量於 2017 年呈現下降的情形。



資料來源：本計畫推估、繪製。

圖 4.2.2 公路部門各運具歷年能源消耗量趨勢圖

2. 軌道運輸

我國軌道部門運輸系統包含臺鐵、捷運、輕軌系統及高鐵，除臺鐵主要使用電力及柴油，其他系統主要行駛使用能源為電力；臺鐵系統柴油使

用量可自能源平衡表中軌道部門柴油消費量取得，軌道用電量可自臺鐵局公開資訊取得；捷運(北捷、高捷)、輕軌及高鐵之軌道用電量需經由行文取得，如表 4.2-20 所示。推估方式簡述如下：

(1) 臺鐵電力、高鐵電力、北捷電力、高捷電力與輕軌電力之能源消耗量推估，為各公司所使用電力能耗量乘上平均單位電量耗油量求得；

(2) 臺鐵系統軌道用柴油部分，主要是以臺鐵客、貨運使用為主，並以行駛里程為計算依據，推估計算臺鐵柴油耗油量。

軌道電力與柴油燃料消耗量推估之結果須進一步等比例調整與能源平衡表一致，如式 4.2.3 至式 4.2.5 所示。

$$CTRA = (EEC \times EBAF \times ECC) + (DC \times OE) \quad \text{式 4.2.3}$$

$$CTHSR、CMRT = (EEC \times EBAF \times ECC) \quad \text{式 4.2.4}$$

$$CRPT、CRFT = CTRA \times PCRT(\%) \quad \text{式 4.2.5}$$

其中，

CTRA：Consumption of Taiwan Railways Administration，臺鐵總耗油量(單位：公秉油當量)；

EEC：Electric Energy Consumption，電力消耗量(單位：千度)；

EBAF：Energy Balances Adjustment Factor，能源平衡表調整係數(=能源平衡表電力總消耗量/運具電力消耗量)；

ECC：Electricity Consumption Conversion，平均單位電量耗油量(單位：公秉油當量/千度)；

DC：Diesel Consumption，柴油消耗量量(單位：公秉)；

OE：Oil Equivalent，油當量轉換值(單位：公秉油當量／公秉)；

CTHSR：Consumption of Taiwan High Speed Rail，高鐵總耗油量(單位：公秉油當量)；

CMRT：Consumption of Mass Rapid Transit，北捷、高捷、輕軌總耗油量(單位：公秉油當量)；

CRPT：Consumption of Rail Passengers Traffic，臺鐵客運總耗油量(單位：公秉油當量)；

CRFT：Consumption of Rail Freight Traffic，臺鐵貨運總耗油量(單位：公秉油當量)；

PCRT：Percentage of Consumption by Rail Passengers/Freight Traffic，客貨運能源耗用比例；

臺鐵客運能源耗用比例=客車公里/(客車公里+貨車公里)；

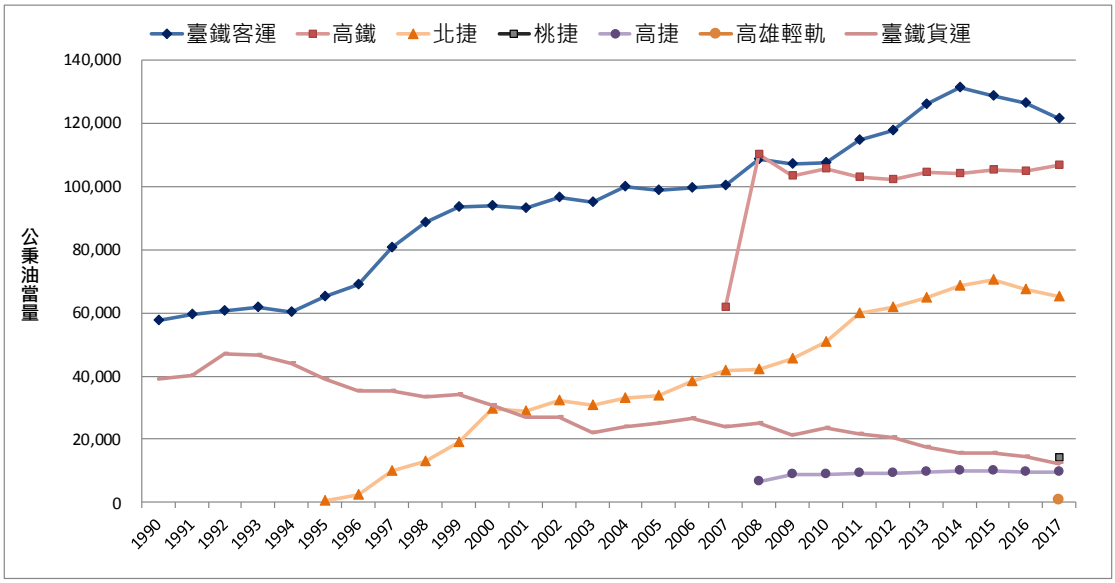
臺鐵貨運能源耗用比例=貨車公里/(客車公里+貨車公里)。

軌道部門運具能源消耗量推估結果如表 4.2-21 及圖 4.2.3 所示，臺鐵客運能源消耗量逐年成長，反而貨運能源消耗量有逐年降低趨勢，1995 年陸續有北捷、高鐵、高捷、高雄輕軌、桃捷加入營運，軌道部門能源消耗總量持續成長，尤其以 2008 年開始加入高捷及高鐵運輸後，軌道能源消耗量急遽增長。若分系統來看，臺鐵客運與臺北捷運於 2014-2015 年有微幅下降的情形，其他客運皆為持續成長，2017 年則新增了高雄輕軌及桃園捷運系統，高鐵能源消耗量則有趨近臺鐵客運之趨勢。

表 4.2-20 軌道部門能源消耗量資料之彙整

運具能源別	資料來源
臺鐵電力	臺鐵局，臺鐵統計資訊，工務機務統計，機車車輛運轉實績及電、油消耗
臺鐵柴油	經濟部能源局，能源平衡表
高鐵電力	需發文取得
北捷電力	需發文取得
高捷電力	需發文取得
高雄輕軌電力	需發文取得
電廠燃油消耗量	經濟部能源局，能源平衡表
臺鐵行駛里程-客車公里	臺鐵局，臺鐵統計資訊，運轉統計，車種別車輛公里
臺鐵行駛里程-貨車公里	
油當量轉換	經濟部能源局，能源產品單位熱值表
平均單位電量耗油量 (電力油當量)	(1)經濟部能源局，能源統計月報，台電火力發電燃料耗用量_歷年 (2)經濟部能源局，能源統計月報，民營電廠發電燃料耗用量_歷年 (2)經濟部能源局，能源平衡表，經由水力、核能、火力、地熱、太陽光電、風力之總發電量可求得。火力資料來源經濟部能源局能源統計月報

註：平均單位電量耗油量，詳見表 4.2-11 所示。
資料來源：本計畫彙整。



註：以軌道系統年用電量資料轉換為年總油耗量。
資料來源：高鐵、北捷、高捷年用電量為本計畫發文取得，臺鐵客貨運年用電量為臺鐵網站公開資料。本計畫繪製。

圖 4.2.3 軌道部門各運具歷年能源消耗量趨勢圖

表 4.2-21 軌道部門能源消耗量推估結果(不含場站)

年份	軌道用電(千度)								柴油(公秉)	臺鐵-行駛里程(千公里)		臺鐵客貨車能源消耗比		軌道總耗油量(公秉油當量)							
														客運							貨運
	電力合計(實際)	電力合計(能源平衡表)	臺鐵	高鐵	北捷	桃捷	高捷	高雄輕軌	臺鐵	客車公里	貨車公里	客車	貨車	臺鐵	高鐵	北捷	桃捷	高捷	高雄輕軌	客運合計	臺鐵
1990	222,875	203,112	203,112	-	-	-	-	-	47,503	245,788	166,460	60%	40%	57,445	-	-	-	-	-	57,445	38,905
1991	238,304	198,968	198,968	-	-	-	-	-	50,950	251,578	169,154	60%	40%	59,629	-	-	-	-	-	59,629	40,093
1992	238,043	240,063	240,063	-	-	-	-	-	50,636	250,518	194,731	56%	44%	60,674	-	-	-	-	-	60,674	47,163
1993	238,030	236,904	236,904	-	-	-	-	-	52,870	249,463	187,788	57%	43%	61,780	-	-	-	-	-	61,780	46,506
1994	230,788	229,805	229,805	-	-	-	-	-	51,229	244,363	179,060	58%	42%	60,123	-	-	-	-	-	60,123	44,056
1995	229,487	229,960	228,293	-	1,667	-	-	-	51,194	242,472	145,132	63%	37%	65,010	-	393	-	-	-	65,403	38,911
1996	264,282	253,786	242,769	-	11,017	-	-	-	48,380	247,495	127,429	66%	34%	68,804	-	2,583	-	-	-	71,388	35,426
1997	332,106	339,180	296,797	-	42,383	-	-	-	47,249	262,495	114,589	70%	30%	80,786	-	9,975	-	-	-	90,761	35,266
1998	381,174	379,883	324,816	-	55,067	-	-	-	46,096	277,291	104,318	73%	27%	88,382	-	12,979	-	-	-	101,362	33,250
1999	408,271	411,425	332,270	-	79,155	-	-	-	51,103	295,021	108,067	73%	27%	93,332	-	19,016	-	-	-	112,348	34,188
2000	452,787	455,336	333,246	-	122,090	-	-	-	47,117	286,550	93,812	75%	25%	93,767	-	29,489	-	-	-	123,256	30,698
2001	450,453	448,072	326,615	-	121,457	-	-	-	45,152	286,179	82,444	78%	22%	93,195	-	28,969	-	-	-	122,164	26,848
2002	466,449	474,578	340,056	-	134,522	-	-	-	44,948	296,703	83,360	78%	22%	96,309	-	32,208	-	-	-	128,517	27,058
2003	497,215	464,604	334,176	-	130,428	-	-	-	40,748	302,817	70,328	81%	19%	95,075	-	30,882	-	-	-	125,957	22,081
2004	517,580	518,540	379,409	-	139,131	-	-	-	36,600	302,429	72,764	81%	19%	99,822	-	32,886	-	-	-	132,708	24,017
2005	523,439	522,769	379,192	-	143,577	-	-	-	36,767	294,668	75,466	80%	20%	98,659	-	33,931	-	-	-	132,590	25,267
2006	548,101	551,470	389,175	-	162,295	-	-	-	36,207	296,298	78,671	79%	21%	99,578	-	38,460	-	-	-	138,039	26,439
2007	836,890	830,681	390,037	262,831	177,813	-	-	-	34,977	295,097	70,931	81%	19%	100,148	61,710	41,748	-	-	-	203,606	24,072
2008	1,098,139	1,100,555	427,716	466,425	177,982	-	28,432	-	34,702	309,447	71,048	81%	19%	108,456	110,108	42,016	-	6,712	-	267,293	24,901
2009	1,111,470	1,106,918	434,136	440,605	194,466	-	37,711	-	28,656	308,459	61,076	83%	17%	107,118	103,096	45,503	-	8,824	-	264,541	21,210
2010	1,155,531	1,150,423	436,555	456,099	219,528	-	38,241	-	31,870	306,544	67,551	82%	18%	107,276	105,701	50,876	-	8,862	-	272,716	23,640
2011	1,207,342	1,203,064	460,001	444,734	258,737	-	39,593	-	32,298	317,099	60,529	84%	16%	114,568	102,765	59,787	-	9,149	-	286,268	21,869
2012	1,219,248	1,228,559	472,812	446,110	268,962	-	40,675	-	32,150	320,980	56,102	85%	15%	117,801	102,264	61,655	-	9,324	-	291,044	20,590
2013	1,271,531	1,278,940	496,747	456,656	283,303	-	42,233	-	32,220	326,861	45,078	88%	12%	126,109	104,276	64,691	-	9,644	-	304,720	17,392
2014	1,295,308	1,321,352	521,360	455,535	299,971	-	44,485	-	29,697	345,390	40,879	89%	11%	131,191	103,978	68,469	-	10,154	-	313,792	15,527
2015	1,349,531	1,347,351	527,251	464,497	311,457	-	44,146	-	26,613	362,422	43,651	89%	11%	128,506	104,964	70,381	-	9,976	-	313,827	15,477
2016	1,363,554	1,361,422	542,553	472,541	303,302	-	43,026	-	21,730	368,133	41,726	90%	10%	126,353	104,858	67,303	-	9,548	-	308,061	14,322
2017	1,439,063	1,422,988	525,398	488,561	298,160	65,255	43,184	2,430	20,182	358,061	35,991	91%	9%	121,381	106,701	65,118	14,252	9,431	531	317,414	12,201

資料來源：本計畫推估。

3. 國內航空

國內航空能源消耗量可自能源局公布之能源平衡表取得，國內航空能源消耗量分為客運及貨運，客、貨運能源消耗量之比例依據民用航空局公布之資料拆分，如表 4.2-22 所示，國內航空客、貨運能源消耗量之推估方式如式 4.2.6、4.2.7 所示，國內航空燃油消耗量推估結果如表 4.2-23 所示。

$$PCDA = CDA \times PCDAPT \times OE \quad \text{式 4.2.6}$$

$$CCDA = CDA \times PCDAC \times OE \quad \text{式 4.2.7}$$

其中，

PCDA：Passenger Consumption of Domestic Air route，國內航線客運總耗油量(單位：公秉油當量)；

CCDA：Cargo Consumption of Domestic Air route，國內航線貨運總耗油量(單位：公秉油當量)；

PCDAPT：Percentage of Consumption by Domestic Air Passenger Traffic，國內航線客運能源耗用比例；

PCDAC：Percentage of Consumption by Domestic Air Cargo，國內航線貨運能源耗用比例；

OE：Oil Equivalent，油當量轉換值(單位：公秉油當量/公秉)。

表 4.2-22 國內航空能源消耗量資料彙整

運具屬性/參數	資料來源	公式/備註
國內航空總耗油量	經濟部能源局，能源平衡表	
載客公里(延人公里)	民用航空局，民航運輸統計，國籍航空公司全球航線客貨運概況	
載客噸公里(延噸公里)		=載運噸公里－載貨噸公里
載貨噸公里(延噸公里)		

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-23 國內航空能源消耗量推估結果

年份	總耗油量				載運噸公里			客貨運能源消耗比		國內航空燃油耗油量	
	航空燃油-煤油型	航空燃油-汽油型	航空汽油	航空燃油	載客噸公里(千噸公里)	載運噸公里(千噸公里)	載貨噸公里(千噸公里)	客運	貨運	客運	貨運
	公秉	公秉	公秉	公秉油當量						公秉油當量	公秉油當量
1990	115,597	-	1,562	104,056	436,178	443,344	7,166	98%	2%	102,374	1,682
1991	122,784	1,245	1,408	111,353	436,178	443,344	7,166	98%	2%	109,553	1,800
1992	152,099	708	1,147	136,747	436,178	443,344	7,166	98%	2%	134,536	2,210
1993	218,478	789	991	195,688	436,178	443,344	7,166	98%	2%	192,525	3,163
1994	265,873	944	753	237,749	436,178	443,344	7,166	98%	2%	233,906	3,843
1995	348,885	6,768	866	316,485	436,178	443,344	7,166	98%	2%	311,370	5,116
1996	437,025	10,321	675	397,634	436,178	443,344	7,166	98%	2%	391,207	6,427
1997	436,253	12,295	582	398,516	436,178	443,344	7,166	98%	2%	392,074	6,442
1998	417,196	10,568	276	379,882	436,178	443,344	7,166	98%	2%	373,741	6,141
1999	424,648	14,765	58	389,822	436,178	443,344	7,166	98%	2%	383,520	6,301
2000	370,545	6,492	66	334,842	341,715	348,923	7,208	98%	2%	327,925	6,917
2001	339,549	6,047	72	306,924	316,464	323,713	7,249	98%	2%	300,051	6,873
2002	313,719	1,670	92	280,333	289,315	298,004	8,690	97%	3%	272,159	8,174
2003	260,522	2,719	75	233,906	267,992	276,069	8,077	97%	3%	227,063	6,843
2004	265,738	3,867	48	239,477	284,573	291,996	7,422	97%	3%	233,389	6,087
2005	246,001	1,415	-	219,849	263,059	270,082	7,023	97%	3%	214,133	5,717
2006	214,371	1,288	1	191,629	240,574	247,549	6,975	97%	3%	186,229	5,400
2007	163,057	-	-	144,941	174,925	181,372	6,447	96%	4%	139,789	5,152
2008	108,181	-	-	96,162	133,668	139,983	6,314	95%	5%	91,824	4,338
2009	95,362	-	-	84,767	135,475	141,101	5,626	96%	4%	81,387	3,380
2010	96,404	-	-	85,694	111,932	117,230	5,298	95%	5%	81,820	3,873
2011	107,513	-	-	95,568	122,887	127,774	4,887	96%	4%	91,913	3,655
2012	108,111	-	-	96,100	131,912	136,829	4,917	96%	4%	92,647	3,453
2013	98,951	-	-	87,958	129,122	133,810	4,688	96%	4%	84,876	3,081
2014	111,251	-	-	98,891	133,010	137,686	4,675	97%	3%	95,533	3,358
2015	107,869	-	-	95,885	128,621	133,056	4,436	97%	3%	92,688	3,197
2016	119,821	-	-	106,509	146,069	150,191	4,121	97%	3%	103,586	2,923
2017	122,149	-	-	108,578	160,413	164,169	3,756	98%	2%	106,094	2,484

資料來源：本計畫推估。

4. 國內水運

國內水運能源消耗量來自能源局公告之能源平衡表之水運部門能源消耗量，使用燃油分為柴油及燃料油，經由油當量轉換後可得到國內水運歷年能源消耗量之推估，如表 4.2-24 所示。

表 4.2-24 國內水運能源消耗量推估結果

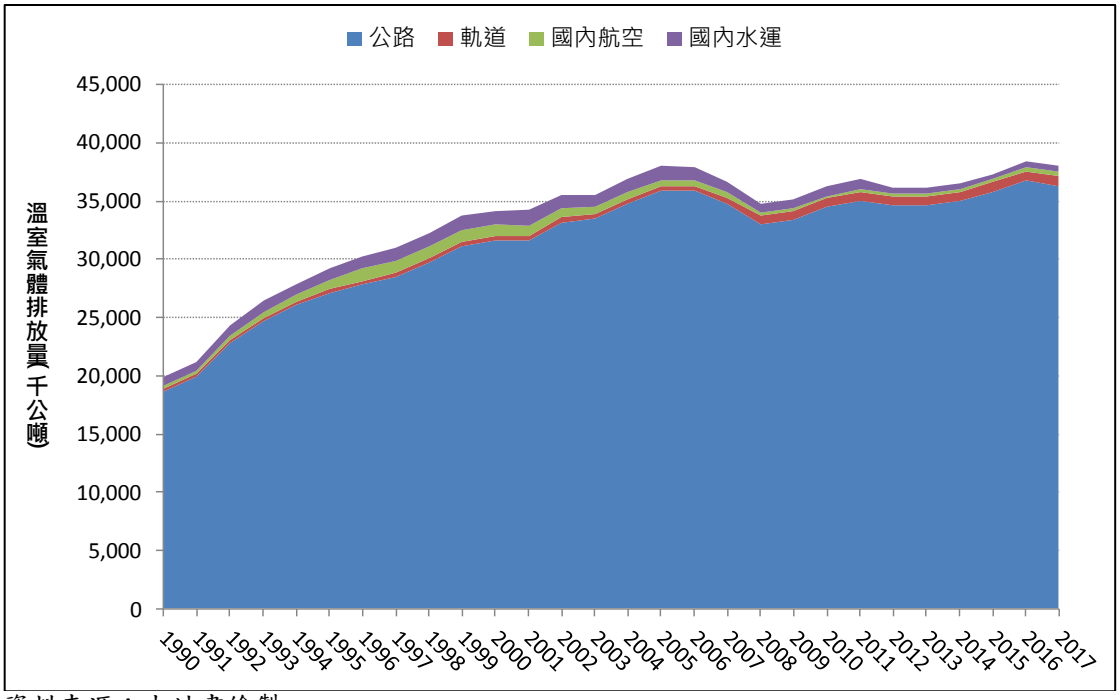
年份	水運-國內(公秉)		水運-國內(公秉油當量)		合計
	柴油	燃料油	柴油	燃料油	(公秉油當量)
1990	103,246	136,818	100,954	139,855	240,809
1991	87,840	150,071	85,890	153,403	239,293
1992	92,724	194,337	90,666	198,651	289,317
1993	108,502	208,052	106,093	212,671	318,764
1994	104,262	204,214	101,947	208,748	310,695
1995	99,364	208,405	97,158	213,032	310,190
1996	121,316	218,171	118,623	223,014	341,637
1997	166,173	197,313	162,484	201,693	364,177
1998	197,775	195,851	193,384	200,199	393,583
1999	199,904	223,585	186,570	238,498	425,069
2000	206,722	220,976	192,934	235,715	428,649
2001	262,710	216,985	245,187	231,458	476,645
2002	212,895	210,852	198,695	224,916	423,611
2003	111,740	222,120	104,287	236,935	341,222
2004	124,428	243,972	116,129	260,245	376,374
2005	133,378	253,119	124,482	270,002	394,484
2006	120,409	242,695	112,378	258,883	371,260
2007	127,114	202,566	118,635	216,077	334,713
2008	107,083	160,538	99,941	171,246	271,186
2009	102,096	168,848	95,286	180,110	275,396
2010	111,540	184,819	104,100	197,146	301,247
2011	110,184	166,915	102,835	178,048	280,883
2012	110,599	63,830	103,222	68,087	171,310
2013	103,709	64,885	96,792	69,213	166,004
2014	96,096	67,421	89,686	71,918	161,604
2015	83,060	61,088	77,520	65,163	142,682
2016	81,701	97,401	76,252	103,898	180,149
2017	99,893	93,091	93,230	99,300	192,530

資料來源：能源局，能源平衡表。

4.2.3 運輸部門溫室氣體排放推估結果

依據前述國內公路、軌道、航空及水運各運具修正後之能耗推估結果，經由 IPCC2006 年公告之燃油溫室氣體排放係數(表 4.2-1-表 4.2-4)轉換後，可進行溫室氣體排放量推估，得到運輸部門溫室氣體排放總量，結果如表 4.2-25 所示。

自 1990 年至 2017 年運輸部門溫室氣體排放量變化趨勢如圖 4.2.4 所示，以公路運輸占比最高，2017 年公路運輸溫室氣體排放量約占 95.5%，其次為軌道運輸，占比約 2.3%，整體運輸部門溫室氣體排放總量約 38,017 千公噸 CO2e，依據 2015 年國家溫室氣體排放清冊森林部門每年每公頃吸碳量為 10.1 公噸、大安森林公園面積 25.8 公頃計算，2017 年運輸部門溫室氣體排放量相當於 14.5 萬座大安森林公園吸碳量。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.4 運輸部門溫室氣體排放量歷年趨勢圖

表 4.2-25 我國運輸部門歷年溫室氣體排放量推估統計(含電力)

單位：千公噸 CO2e

年份	公路				軌道				國內航空				國內水運				溫室氣體排放總量
	CO_2	CH_4	N_2O	GHG	CO_2	CH_4	N_2O	GHG	CO_2	CH_4	N_2O	GHG	CO_2	CH_4	N_2O	GHG	千公噸
1990	18,242	5.98	0.88	18,655	213.83	0.06	0.31	228.59	280.27	0.002	0.008	282.66	694.70	0.06	0.02	701.74	19,868
1991	19,446	6.45	0.94	19,887	228.31	0.06	0.33	244.14	299.88	0.002	0.008	302.43	695.78	0.06	0.02	702.81	21,136
1992	22,325	7.36	1.08	22,831	249.35	0.06	0.43	265.19	368.33	0.003	0.010	371.47	846.22	0.08	0.02	854.75	24,323
1993	24,119	7.97	1.17	24,666	255.99	0.07	0.43	272.51	527.13	0.004	0.015	531.62	930.00	0.09	0.02	939.39	26,410
1994	25,460	8.51	1.23	26,039	248.17	0.06	0.42	264.18	640.46	0.004	0.018	645.91	907.01	0.08	0.02	916.17	27,866
1995	26,529	9.01	1.28	27,136	250.22	0.07	0.42	266.22	852.31	0.006	0.024	859.56	907.29	0.08	0.02	916.44	29,178
1996	27,199	9.43	1.31	27,825	257.25	0.07	0.49	272.47	1070.78	0.007	0.030	1079.90	994.87	0.09	0.03	1004.93	30,183
1997	27,836	9.63	1.34	28,476	307.90	0.09	0.68	323.00	1073.06	0.008	0.030	1082.20	1046.88	0.10	0.03	1057.51	30,939
1998	29,104	10.10	1.40	29,774	337.67	0.11	0.80	352.55	1022.96	0.007	0.029	1031.67	1124.69	0.10	0.03	1136.12	32,294
1999	30,349	10.51	1.46	31,047	368.77	0.12	0.88	385.25	1049.55	0.007	0.029	1058.49	1216.52	0.11	0.03	1228.87	33,720
2000	30,920	10.65	1.49	31,630	391.66	0.13	1.03	407.10	901.81	0.006	0.025	909.49	1226.17	0.11	0.03	1238.62	34,185
2001	30,896	10.71	1.49	31,607	386.71	0.12	1.04	401.55	826.62	0.006	0.023	833.66	1359.66	0.13	0.04	1373.51	34,216
2002	32,416	10.96	1.57	33,156	402.09	0.12	1.11	416.94	755.18	0.005	0.021	761.61	1210.76	0.11	0.03	1223.07	35,558
2003	32,743	11.31	1.58	33,496	393.47	0.12	1.13	407.07	630.05	0.004	0.018	635.42	982.20	0.09	0.03	992.12	35,530
2004	33,965	11.62	1.64	34,744	416.02	0.13	1.25	428.50	645.01	0.005	0.018	650.50	1083.25	0.10	0.03	1094.18	36,917
2005	35,022	12.00	1.68	35,825	384.71	0.12	1.14	397.11	592.25	0.004	0.017	597.29	1135.03	0.10	0.03	1146.49	37,965
2006	35,093	11.80	1.69	35,892	402.95	0.13	1.21	415.27	516.22	0.004	0.014	520.61	1068.80	0.10	0.03	1079.59	37,907
2007	33,980	11.48	1.63	34,754	552.69	0.19	1.80	565.28	390.50	0.003	0.011	393.82	961.44	0.09	0.03	971.16	36,684
2008	32,304	10.95	1.55	33,040	698.65	0.25	2.35	711.77	259.08	0.002	0.007	261.28	778.49	0.07	0.02	786.37	34,799
2009	32,683	11.17	1.57	33,429	673.15	0.23	2.36	684.43	228.38	0.002	0.006	230.32	791.34	0.07	0.02	799.35	35,144
2010	33,739	11.31	1.62	34,505	694.86	0.24	2.29	707.05	230.87	0.002	0.006	232.84	865.64	0.08	0.02	874.39	36,319
2011	34,268	11.44	1.65	35,046	724.00	0.25	2.36	736.40	257.48	0.002	0.007	259.67	806.41	0.07	0.02	814.57	36,856
2012	33,851	11.31	1.63	34,619	731.07	0.26	2.36	743.45	258.91	0.002	0.007	261.11	486.80	0.05	0.01	491.77	36,116
2013	33,885	11.33	1.63	34,654	745.06	0.26	2.43	757.51	236.97	0.002	0.007	238.99	472.12	0.04	0.01	476.95	36,127
2014	34,221	11.40	1.65	34,997	759.17	0.26	2.43	770.86	266.43	0.002	0.007	268.70	460.17	0.04	0.01	464.87	36,501
2015	35,026	11.66	1.69	35,821	774.00	0.28	2.44	784.79	258.33	0.002	0.007	260.53	406.50	0.04	0.01	410.64	37,276
2016	35,950	12.00	1.73	36,767	775.43	0.28	2.48	784.78	286.95	0.002	0.008	289.40	515.93	0.05	0.01	521.16	38,363
2017	35,514	11.77	1.71	36,320	837.95	0.30	2.68	847.05	292.53	0.002	0.008	295.02	549.93	0.05	0.01	555.52	38,017

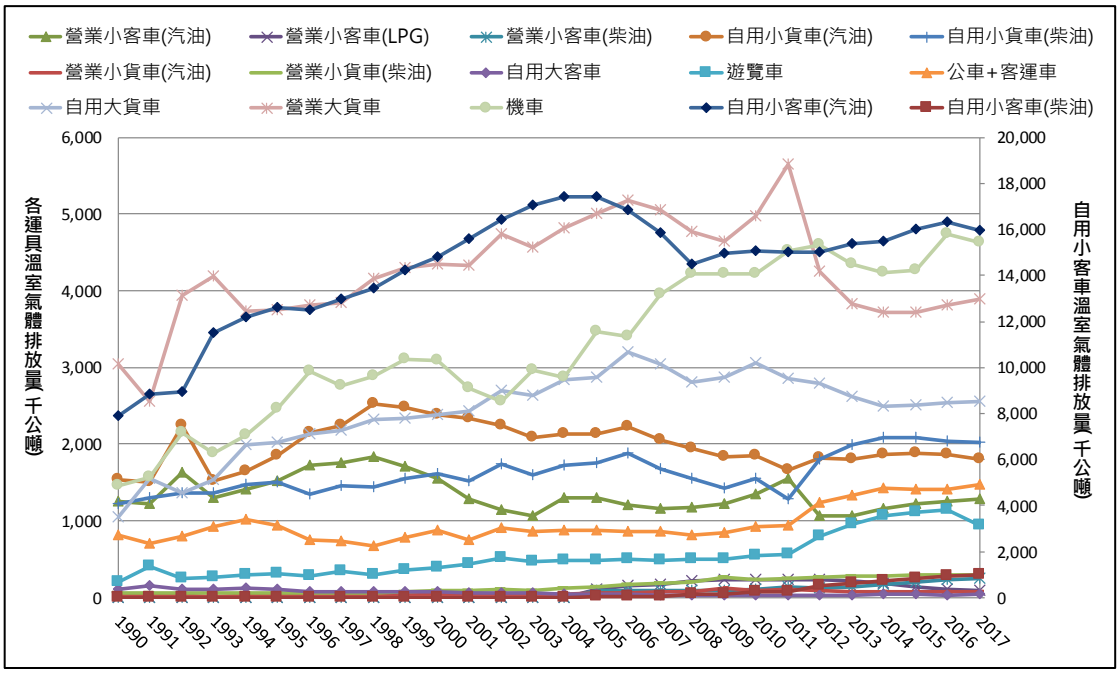
資料來源：本計畫推估。

1. 公路運輸

公路運輸歷年運具別溫室氣體排放量變化如圖 4.2.5 及表 4.2-26 所示，溫室氣體排放量計算方式係由各運具能源別之消耗量，與 IPCC2006 年公告能源別之溫室氣體排放係數，推估得到溫室氣體排放量，因此，歷年溫室氣體排放量之趨勢會與能源消耗量趨勢相符。

公路運輸溫室氣體排放量占比最高之運具為自用小客車(汽油)，占比約 44%，自 2008 年自用小客車(汽油)溫室氣體排放量逐年升高，可能原因在於車輛登記數逐年增加之故；其次為機車，自 2012 年開始，機車溫室氣體排放量高於營業大貨車， 2005 年至 2011 年則以營業大貨車之溫室氣體排放量為公路運輸次高，主要因近幾年營業大貨車年行駛里程縮短，導致能源消耗量及溫室氣體排放量降低；反觀機車車輛登記數逐年增加，行駛里程無明顯變化，以致近 4 年機車排放量呈現上升而營業大貨車反呈現下降趨勢。

此外，2014-2015 年機車排放量有較明顯下降趨勢，主要造成因素為機車平均年行駛里程較低，而 2017 年下降趨勢則因能源平衡表汽油消耗量下降，使用包含機車之汽油車輛溫室氣體排放皆減少。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.5 公路部門各車種歷年溫室氣體排放量趨勢圖

表 4.2-26 公路運輸運具別歷年溫室氣體排放量推估統計

單位：千公噸 CO2e

年份	自用小客車		營業小客車			自用小貨車		營業小貨車		大客車			大貨車		機車	合計
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車+客運	自用	營業		
1990	7,881	-	1,249	-	-	1,543	1,217	21	63	112	200	820	1,046	3,047	1,454	18,655
1991	8,813	-	1,224	-	-	1,502	1,308	20	67	159	412	700	1,552	2,556	1,574	19,887
1992	8,931	-	1,627	-	-	2,240	1,366	29	66	99	241	802	1,356	3,931	2,144	22,831
1993	11,496	-	1,304	-	-	1,526	1,358	19	62	105	271	930	1,531	4,189	1,875	24,666
1994	12,170	-	1,403	-	-	1,642	1,467	21	67	120	303	1,010	1,989	3,729	2,120	26,039
1995	12,582	-	1,524	-	-	1,855	1,498	22	64	111	305	943	2,026	3,749	2,456	27,136
1996	12,522	-	1,727	-	-	2,143	1,345	25	55	80	276	752	2,136	3,812	2,951	27,825
1997	12,986	-	1,757	-	-	2,249	1,461	27	61	80	341	737	2,180	3,838	2,758	28,476
1998	13,469	-	1,842	-	-	2,523	1,449	33	65	68	290	673	2,316	4,162	2,883	29,774
1999	14,243	-	1,712	-	-	2,479	1,547	38	81	73	357	782	2,342	4,293	3,101	31,047
2000	14,788	-	1,546	-	-	2,389	1,617	40	91	75	389	871	2,381	4,349	3,093	31,630
2001	15,581	-	1,292	-	-	2,339	1,517	41	88	58	439	753	2,436	4,328	2,735	31,607
2002	16,426	-	1,143	-	-	2,235	1,736	40	100	60	512	913	2,697	4,733	2,561	33,156
2003	17,078	-	1,058	-	-	2,084	1,599	37	92	53	468	857	2,638	4,565	2,965	33,496
2004	17,446	-	1,306	-	-	2,140	1,722	50	127	48	486	883	2,844	4,820	2,872	34,744
2005	17,407	62	1,308	104	90	2,135	1,758	56	145	39	482	882	2,872	5,013	3,471	35,825
2006	16,870	62	1,206	152	91	2,231	1,882	63	164	38	502	862	3,195	5,174	3,400	35,892
2007	15,871	57	1,166	167	90	2,047	1,672	74	185	34	480	853	3,051	5,053	3,953	34,754
2008	14,502	156	1,172	213	90	1,940	1,549	82	198	31	501	809	2,806	4,764	4,227	33,040
2009	14,969	158	1,222	232	87	1,841	1,429	117	271	34	494	850	2,865	4,640	4,220	33,429
2010	15,044	272	1,353	239	104	1,855	1,547	97	238	35	553	918	3,053	4,978	4,218	34,505
2011	15,003	253	1,544	231	138	1,663	1,283	111	250	33	570	941	2,858	5,653	4,515	35,046
2012	15,018	499	1,063	227	128	1,815	1,808	90	258	35	802	1,232	2,792	4,257	4,596	34,619
2013	15,359	626	1,064	220	134	1,800	1,989	68	281	35	957	1,330	2,618	3,826	4,346	34,654
2014	15,494	729	1,161	192	165	1,865	2,079	70	278	38	1,067	1,424	2,490	3,714	4,233	34,997
2015	16,007	840	1,218	141	208	1,885	2,083	77	288	37	1,118	1,412	2,509	3,727	4,273	35,821
2016	16,314	915	1,253	107	230	1,860	2,034	77	291	36	1,150	1,408	2,537	3,818	4,740	36,767
2017	15,973	984	1,288	97	249	1,804	2,022	75	298	36	946	1,474	2,557	3,891	4,627	36,320

資料來源：本計畫研究推估。

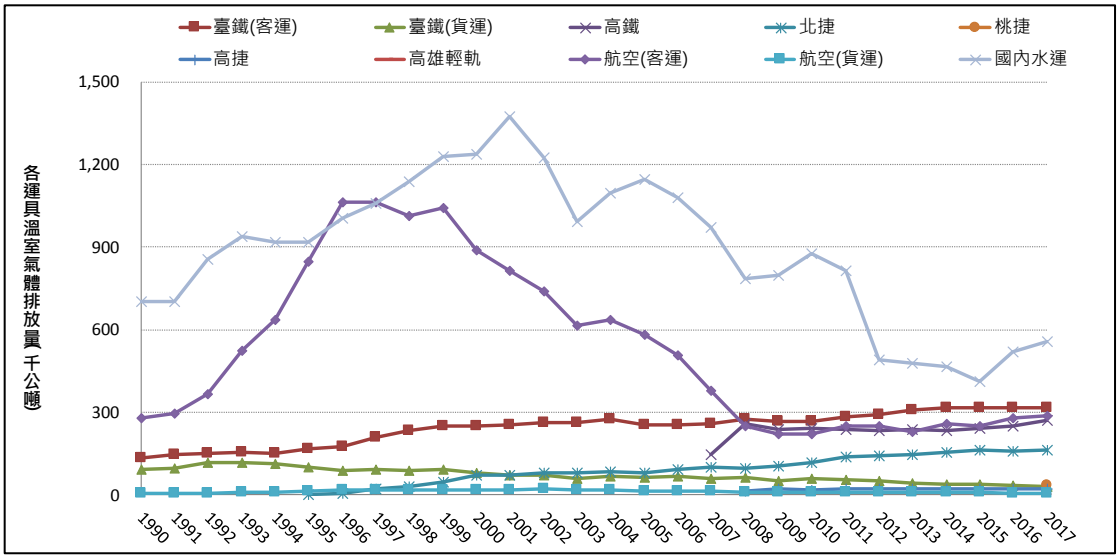
2. 軌道、國內航空、國內水運

軌道、國內航空、國內水運 1990 年至 2017 年運具別溫室氣體排放量變化趨勢如圖 4.2.6 及表 4.2-27 所示，以軌道運輸而言，溫室氣體排放量占比最高為臺鐵，自 1995 年陸續開始有北捷加入營運，2007 年、2008 年高鐵、高捷加入營運，2017 年桃捷、高雄輕軌加入營運，溫室氣體排放量皆呈穩定成長，尤以北捷因營運規模持續擴大，成長趨勢最為明顯，2017 年軌道運輸溫室氣體排放量占比最高為臺鐵客運，占比約 39%，其次為高鐵，占比約 33%，北捷占 20%，其於軌道系統占 4%以下。

國內航空自 1996 年溫室氣體排放量開始持續下降，至 2008 年溫室氣體排放量趨於穩定；國內水運溫室氣體排放量自 1996 年持續成長至 2001 年，而 2002 年溫室氣體排放量則反轉直下，並持續下降至 2015 年開始回升。

3. 各運輸系統歷年占比

運輸部門約 96%溫室氣體排放量來自於公路運輸系統；其中以小客車占比最高，占運輸部門約 49%溫室氣體排放量，其次為大貨車(含自用及營業大貨車)，約占運輸部門 17%溫室氣體排放量，其他依排放量占比高低依序為機車、小貨車及大客車。歷年各運輸系統溫室氣體排放量占比彙整如表 4.2-28 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.6 軌道運輸、國內航空、水運歷年溫室氣體排放量趨勢圖

表 4.2-27 軌道運輸、國內航空、水運歷年溫室氣體排放量推估統計

單位：千公噸 CO2e

年份	軌道運輸									國內航空			國內水運
	臺鐵			高鐵	北捷	桃捷	高捷	高雄輕軌	合計	客運	貨運	合計	
	合計	客運	貨運										
1990	229	136	92	-	-	-	-	-	229	278	5	283	702
1991	244	146	98	-	-	-	-	-	244	298	5	302	703
1992	265	149	116	-	-	-	-	-	265	365	6	371	855
1993	273	155	117	-	-	-	-	-	273	523	9	532	939
1994	264	152	112	-	-	-	-	-	264	635	10	646	916
1995	265	166	99	-	1	-	-	-	266	846	14	860	916
1996	267	176	91	-	6	-	-	-	272	1,062	17	1,080	1,005
1997	300	209	91	-	23	-	-	-	323	1,065	17	1,082	1,058
1998	321	233	88	-	32	-	-	-	353	1,015	17	1,032	1,136
1999	340	249	91	-	46	-	-	-	385	1,041	17	1,058	1,229
2000	335	252	83	-	72	-	-	-	407	891	19	909	1,239
2001	328	255	73	-	73	-	-	-	402	815	19	834	1,374
2002	336	262	74	-	81	-	-	-	417	739	22	762	1,223
2003	326	265	61	-	81	-	-	-	407	617	19	635	992
2004	342	276	66	-	86	-	-	-	428	634	17	650	1,094
2005	317	253	65	-	80	-	-	-	397	582	16	597	1,146
2006	324	256	68	-	91	-	-	-	415	506	15	521	1,080
2007	319	258	62	147	99	-	-	-	565	380	14	394	971
2008	338	275	63	259	99	-	16	-	712	249	12	261	786
2009	319	266	53	239	106	-	20	-	684	221	9	230	799
2010	326	267	59	244	117	-	20	-	707	222	11	233	874
2011	340	285	54	237	138	-	21	-	736	250	10	260	815
2012	344	293	51	236	142	-	22	-	743	252	9	261	492
2013	352	309	43	237	147	-	22	-	758	231	8	239	477
2014	356	319	38	236	155	-	23	-	771	260	9	269	465
2015	354	316	38	244	164	-	23	-	785	252	9	261	411
2016	351	315	36	250	161	-	23	-	785	281	8	289	521
2017	350	318	32	271	165	36	24	1	810	288	7	295	556

資料來源：本計畫研究推估。

表 4.2-28 各運輸系統歷年溫室氣體排放量占比推估統計

年份	公路運輸					軌道運輸						國內航空	國內水運	合計
	小客車	小貨車	大客車	大貨車	機車	臺鐵	高鐵	北捷	桃捷	高捷	高雄輕軌			
1990	46.0%	14.3%	5.7%	20.6%	7.3%	1.2%	0.0%	0.0%	-	0.0%	-	1.4%	3.5%	100.0%
1991	47.5%	13.7%	6.0%	19.4%	7.4%	1.2%	0.0%	0.0%	-	0.0%	-	1.4%	3.3%	100.0%
1992	43.4%	15.2%	4.7%	21.7%	8.8%	1.1%	0.0%	0.0%	-	0.0%	-	1.5%	3.5%	100.0%
1993	48.5%	11.2%	4.9%	21.7%	7.1%	1.0%	0.0%	0.0%	-	0.0%	-	2.0%	3.6%	100.0%
1994	48.7%	11.5%	5.1%	20.5%	7.6%	0.9%	0.0%	0.0%	-	0.0%	-	2.3%	3.3%	100.0%
1995	48.3%	11.8%	4.7%	19.8%	8.4%	0.9%	0.0%	0.0%	-	0.0%	-	2.9%	3.1%	100.0%
1996	47.2%	11.8%	3.7%	19.7%	9.8%	0.9%	0.0%	0.0%	-	0.0%	-	3.6%	3.3%	100.0%
1997	47.7%	12.3%	3.7%	19.5%	8.9%	1.0%	0.0%	0.1%	-	0.0%	-	3.5%	3.4%	100.0%
1998	47.4%	12.6%	3.2%	20.1%	8.9%	1.0%	0.0%	0.1%	-	0.0%	-	3.2%	3.5%	100.0%
1999	47.3%	12.3%	3.6%	19.7%	9.2%	1.0%	0.0%	0.1%	-	0.0%	-	3.1%	3.6%	100.0%
2000	47.8%	12.1%	3.9%	19.7%	9.0%	1.0%	0.0%	0.2%	-	0.0%	-	2.7%	3.6%	100.0%
2001	49.3%	11.6%	3.7%	19.8%	8.0%	1.0%	0.0%	0.2%	-	0.0%	-	2.4%	4.0%	100.0%
2002	49.4%	11.6%	4.2%	20.9%	7.2%	0.9%	0.0%	0.2%	-	0.0%	-	2.1%	3.4%	100.0%
2003	51.0%	10.7%	3.9%	20.3%	8.3%	0.9%	0.0%	0.2%	-	0.0%	-	1.8%	2.8%	100.0%
2004	50.8%	10.9%	3.8%	20.8%	7.8%	0.9%	0.0%	0.2%	-	0.0%	-	1.8%	3.0%	100.0%
2005	50.0%	10.8%	3.7%	20.8%	9.1%	0.8%	0.0%	0.2%	-	0.0%	-	1.6%	3.0%	100.0%
2006	48.5%	11.4%	3.7%	22.1%	9.0%	0.9%	0.0%	0.2%	-	0.0%	-	1.4%	2.8%	100.0%
2007	47.3%	10.8%	3.7%	22.1%	10.8%	0.9%	0.4%	0.3%	-	0.0%	-	1.1%	2.6%	100.0%
2008	46.4%	10.8%	3.9%	21.8%	12.1%	1.0%	0.7%	0.3%	-	0.0%	-	0.8%	2.3%	100.0%
2009	47.4%	10.4%	3.9%	21.4%	12.0%	0.9%	0.7%	0.3%	-	0.1%	-	0.7%	2.3%	100.0%
2010	46.8%	10.3%	4.1%	22.1%	11.6%	0.9%	0.7%	0.3%	-	0.1%	-	0.6%	2.4%	100.0%
2011	46.6%	9.0%	4.2%	23.1%	12.2%	0.9%	0.6%	0.4%	-	0.1%	-	0.7%	2.2%	100.0%
2012	46.9%	11.0%	5.7%	19.5%	12.7%	1.0%	0.7%	0.4%	-	0.1%	-	0.7%	1.4%	100.0%
2013	48.2%	11.5%	6.4%	17.8%	12.0%	1.0%	0.7%	0.4%	-	0.1%	-	0.7%	1.3%	100.0%
2014	48.6%	11.8%	6.9%	17.0%	11.6%	1.0%	0.6%	0.4%	-	0.1%	-	0.7%	1.3%	100.0%
2015	49.4%	11.6%	6.9%	16.7%	11.5%	1.0%	0.7%	0.4%	-	0.1%	-	0.7%	1.1%	100.0%
2016	49.1%	11.1%	6.8%	16.6%	12.4%	0.9%	0.7%	0.4%	-	0.1%	-	0.8%	1.4%	100.0%
2017	48.9%	11.0%	6.5%	17.0%	12.2%	0.9%	0.7%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.8%	1.5%	100.0%

資料來源：本計畫推估。

4.2.4 運輸部門能源密集度推估

運輸系統之能源使用效率可用運輸能源密集度來衡量，定義為輸送每人公里(或噸公里)時，運具所需消耗之能源量，單位為公升油當量/延人(噸)公里。能源密集度在應用上可作為實際能源使用效率之評估，亦即能源密集度越低代表節能效果越好，能源密集度變化會依據每年各車種能源耗油量、平均載客(貨)量、平均行駛里程變化有所不同。目前國內公路運輸、軌道、國內航空及國內水運，皆以能源消耗量與運量之關係進行估算，以下分別以運輸部門各運具能源密集度估算方法說明。

1. 公路運輸

公路運輸能源密集度分為客運及貨運，計算方式如式 4.2.8 及式 4.2.9 所示，計算所需參數資料來源如表 4.2-29 及表 4.2-30 所示，營業小客車計算能源密集度應以實際載客之能源消耗量與平均載客人數估算，因此，前述估算營業小客車之能源消耗量應扣除空車率；國內小貨車平均載貨噸數的調查文獻較少，引用的資料依據 2012 年「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」，因其他年度小貨車資料尚未更新，因此數值沿用 2015 年之數值。

由於經濟部能源局發布之能源平衡表為我國主管機關公告之能源統計資料，相關分析的推估與計算多以此資料為基準，本計畫為使溫室氣體排放推估結果與各部會具一致性，係將本計畫透過公路運輸活動量由下往上推估之能源消耗量，與能源平衡表中公路運輸總耗油量進行總量調整。因此，本計畫能源密集度之計算將以調整前公路總耗油量或調整後公路總耗油量分別進行計算。

$$EIHPT = CCHT \div NRV \div VK \div APV \quad \text{式 4.2.8}$$

$$EIHFT = CCHT \div NRV \div VK \div AFV \quad \text{式 4.2.9}$$

其中，

EIHPT：Energy Intensity of Highway Passenger Traffic，公路客運能源密集度(單位：公升油當量/延人公里，延人公里＝延車公里 x 平均載客人數)；

EIHFT：Energy Intensity of Highway Freight Traffic，公路貨運能源密集度(單位：公升油當量/延噸公里，延噸公里＝延車公里 x 平均載貨噸數)；

VK：Vehicle Kilometers，延車公里(單位：公里)；

APV：Average Passenger per Vehicle，平均載客人數(單位：人)；

AFV：Average Freight ton per Vehicle，平均載貨噸數(單位：噸)；

CCHT：Consumption of Highway Transportation，公路運輸燃油消耗量(單位：公升油當量)；

NRV：Number of Registered Vehicle；機動車輛登記數(單位：輛)。

表 4.2-29 公路運輸客運能源密集度估算資料來源彙整

運具屬性/參數		資料來源	計算公式/備註
平均載客人數	自用小客車	交通部，調查統計題要分析，自用小客車使用狀況調查 (2 年更新 1 次)	
	營業小客車	交通部，調查統計題要分析，計程車營運狀況調查 (2 年更新 1 次)	
	機車	交通部，調查統計題要分析，機車使用狀況調查報告 (2 年更新 1 次)	
	自用大客車	沿用黃運貴博士論文「運輸部門能源消費量集結能措施之研究」2003 年之數據	
	遊覽車	交通部，調查統計題要分析，遊覽車營運狀況調查報告 (2 年更新 1 次)	取「假日與平常日全年行駛車次比例」進行加權平均
	公車與客運車	(1) 交通部，交通統計要覽，臺灣地區市區汽車客運業營運概況 (2) 交通部，交通統計要覽，台灣地區公路汽車客運業營運概況	=延人公里/延車公里
公車與客運車行車里程		(1) 交通部，交通統計要覽，臺灣地區市區汽車客運業營運概況 (2) 交通部，交通統計要覽，臺灣地區公路汽車客運業營運概況	=市區公車營業行車里程+公路客運營業行車里程
公車與客運車延人里程			=市區公車延人公里+公路客運延人公里

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-30 公路運輸貨運能源密集度推估資料來源彙整

運具屬性/參數		資料來源	計算公式/備註
平均載貨噸數	自用汽油小貨車	本所，101 年，「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」	
	自用柴油小貨車		
	營業汽油小貨車		
	營業柴油小貨車		
	自用大貨車	(1) 公路貨運，交通部，交通統計要覽，臺灣地區公路汽車貨運營運概況 (2) 營業小貨車運，本所，101 年，「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」	=(公路貨運延噸公里-營業小貨車延噸公里)/(公路貨運延車公里-營業小客車延車公里)
	營業大貨車		

資料來源：本計畫彙整。

(1) 能源平衡表調整前

公路客、貨運各車種能源密集度估算結果如圖 4.2.7、圖 4.2.8、表 4.2-31，以及表 4.2-32 所示。

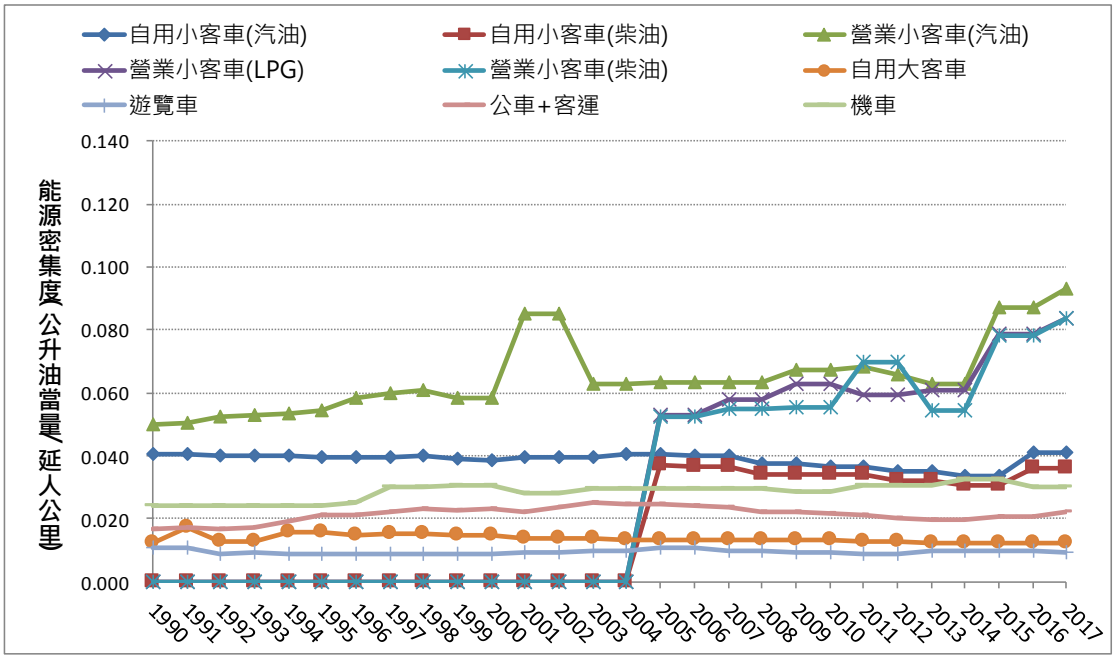
客運部分,以營業小客車能源密集度最高(營業汽油小客車高於營業柴油小客車)，並於 2015 年急遽提高，原因在於平均乘載率降低所致，以往營業小客車平均乘載率約 2.4 人，2001 年、2002 年因乘載人數劇降至 1.8 人，能源密集度明顯提高，2003 年又回到 2.4 人；2015 年再度下降至 1.6 人，2017 年為 1.5 人，營業小客車能源密集度明顯提升；自用大客車、遊覽車、公車及客運皆低於其他車種，代表節能效率最佳，原因在於乘載人數高於私人客運運具，2017 年自用小客車(汽油)能源密集度為 0.041 公升油當量/延人公里，相較於公車及客運能源密集度 0.022 公升油當量/延人公里高於 1.86 倍。

另發現 2016 年、2017 年自用小客車能源密集度較 2015 年提升；檢視相關運輸統計資料發現，影響能源密集度上升之原因主要為載客人數及車輛燃油效率下降。依據自用小客車使用狀況調查，2016 年自用小客車平均載客人數為 2.0 人，較 2015 年平均載客人數 2.4 下降；另 2016 年自用小客車燃油效率 10.82 公里/公升雖較 2015 年 10.72 公里/公升提昇，然汽油小客車 2016 年燃油效率 10.62 公里/公升較 2015 年 10.69 公里/公升下降。

貨運部分,自用小貨車(汽油)及營業小貨車(汽油)能源密集度高於其他車種，汽油小貨車能源密集度 2006 年開始呈上升趨勢，整體而言，

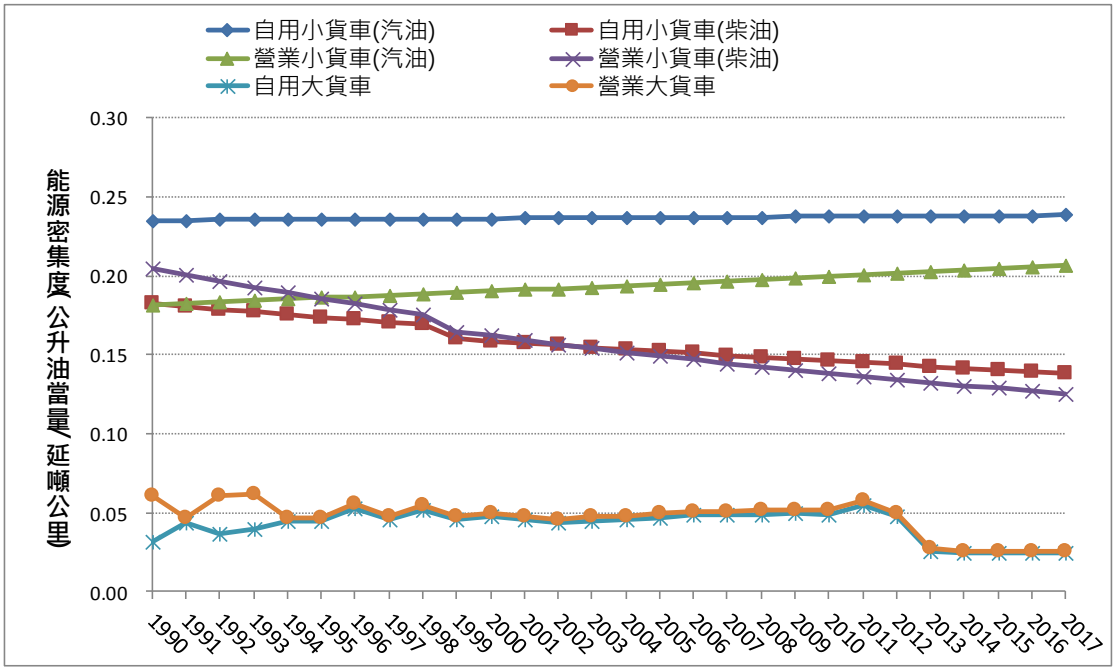
小貨車能源密集度高於大貨車，原因在於大貨車平均載貨噸數遠高於小貨車，因此大貨車載貨效益優於小貨車。

受限於國內貨運相關監理與車輛效能資料較缺乏，小貨車汽柴油燃油效率係由本計畫根據過去研究報告以內插法推估求得，故歷年變化呈現平穩變化趨勢；大貨車則因僅能取得營業大貨車燃油效率資料，本計畫引用相關調查資料定義自用大貨車與營業大貨車燃油效率之比例，回推自用大貨車燃油效率，使得兩者間逐年的能源密集度差異呈現一致，歷年變化亦為一致的趨勢。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.7 公路客運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整前)



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.8 公路貨運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整前)

表 4.2-31 公路客運各運具能源密集度推估結果(調整前)

單位：公升油當量/延人公里

年份	自用小客車		營業小客車			大客車			機車
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	自用	遊覽車	公車+客運	
1990	0.041	-	0.050	-	-	0.012	0.011	0.017	0.024
1991	0.041	-	0.051	-	-	0.017	0.011	0.017	0.024
1992	0.040	-	0.052	-	-	0.013	0.009	0.017	0.024
1993	0.040	-	0.053	-	-	0.013	0.009	0.017	0.024
1994	0.040	-	0.053	-	-	0.016	0.009	0.019	0.024
1995	0.040	-	0.055	-	-	0.016	0.009	0.021	0.024
1996	0.040	-	0.059	-	-	0.015	0.009	0.021	0.025
1997	0.040	-	0.060	-	-	0.015	0.009	0.022	0.030
1998	0.040	-	0.061	-	-	0.015	0.009	0.023	0.030
1999	0.039	-	0.059	-	-	0.015	0.009	0.023	0.031
2000	0.039	-	0.059	-	-	0.015	0.009	0.023	0.031
2001	0.039	-	0.085	-	-	0.014	0.009	0.022	0.028
2002	0.040	-	0.085	-	-	0.014	0.009	0.024	0.028
2003	0.040	-	0.063	-	-	0.014	0.010	0.025	0.030
2004	0.041	-	0.063	-	-	0.013	0.010	0.025	0.030
2005	0.041	0.037	0.064	0.053	0.052	0.013	0.011	0.025	0.030
2006	0.040	0.037	0.064	0.053	0.052	0.013	0.011	0.024	0.030
2007	0.040	0.037	0.063	0.058	0.055	0.013	0.010	0.024	0.030
2008	0.037	0.034	0.063	0.058	0.055	0.013	0.010	0.022	0.030
2009	0.037	0.034	0.068	0.063	0.056	0.013	0.009	0.022	0.028
2010	0.037	0.034	0.068	0.063	0.056	0.013	0.009	0.022	0.028
2011	0.037	0.034	0.068	0.060	0.070	0.013	0.009	0.021	0.031
2012	0.035	0.032	0.066	0.060	0.070	0.013	0.009	0.020	0.031
2013	0.035	0.032	0.063	0.061	0.054	0.012	0.010	0.020	0.031
2014	0.034	0.031	0.063	0.061	0.054	0.012	0.010	0.020	0.032
2015	0.034	0.031	0.087	0.079	0.078	0.012	0.010	0.021	0.032
2016	0.041	0.036	0.087	0.079	0.078	0.012	0.010	0.021	0.030
2017	0.041	0.036	0.093	0.084	0.084	0.012	0.010	0.022	0.030

資料來源：本計畫推估。

表 4.2-32 公路貨運各運具能源密集度推估結果(調整前)

單位：公升油當量/延噸公里

年份	自用小貨車		營業小貨車		大貨車	
	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	營業
1990	0.235	0.182	0.182	0.205	0.031	0.060
1991	0.235	0.181	0.183	0.201	0.044	0.046
1992	0.235	0.179	0.184	0.197	0.036	0.061
1993	0.236	0.177	0.184	0.193	0.039	0.061
1994	0.236	0.176	0.185	0.189	0.045	0.047
1995	0.236	0.174	0.186	0.186	0.045	0.047
1996	0.236	0.172	0.187	0.182	0.053	0.055
1997	0.236	0.171	0.188	0.179	0.046	0.048
1998	0.236	0.169	0.189	0.176	0.052	0.054
1999	0.236	0.160	0.190	0.165	0.045	0.048
2000	0.236	0.159	0.190	0.162	0.047	0.050
2001	0.237	0.158	0.191	0.159	0.045	0.048
2002	0.237	0.156	0.192	0.157	0.043	0.045
2003	0.237	0.155	0.193	0.154	0.045	0.047
2004	0.237	0.154	0.194	0.152	0.046	0.048
2005	0.237	0.152	0.195	0.149	0.047	0.049
2006	0.237	0.151	0.196	0.147	0.049	0.051
2007	0.237	0.150	0.197	0.145	0.049	0.051
2008	0.237	0.149	0.198	0.142	0.049	0.051
2009	0.238	0.147	0.199	0.140	0.050	0.052
2010	0.238	0.146	0.199	0.138	0.049	0.051
2011	0.238	0.145	0.200	0.136	0.055	0.057
2012	0.238	0.144	0.201	0.134	0.047	0.050
2013	0.238	0.143	0.202	0.132	0.026	0.027
2014	0.238	0.142	0.203	0.131	0.024	0.026
2015	0.238	0.141	0.204	0.129	0.024	0.026
2016	0.238	0.140	0.205	0.127	0.024	0.025
2017	0.239	0.138	0.206	0.125	0.024	0.025

資料來源：本計畫推估。

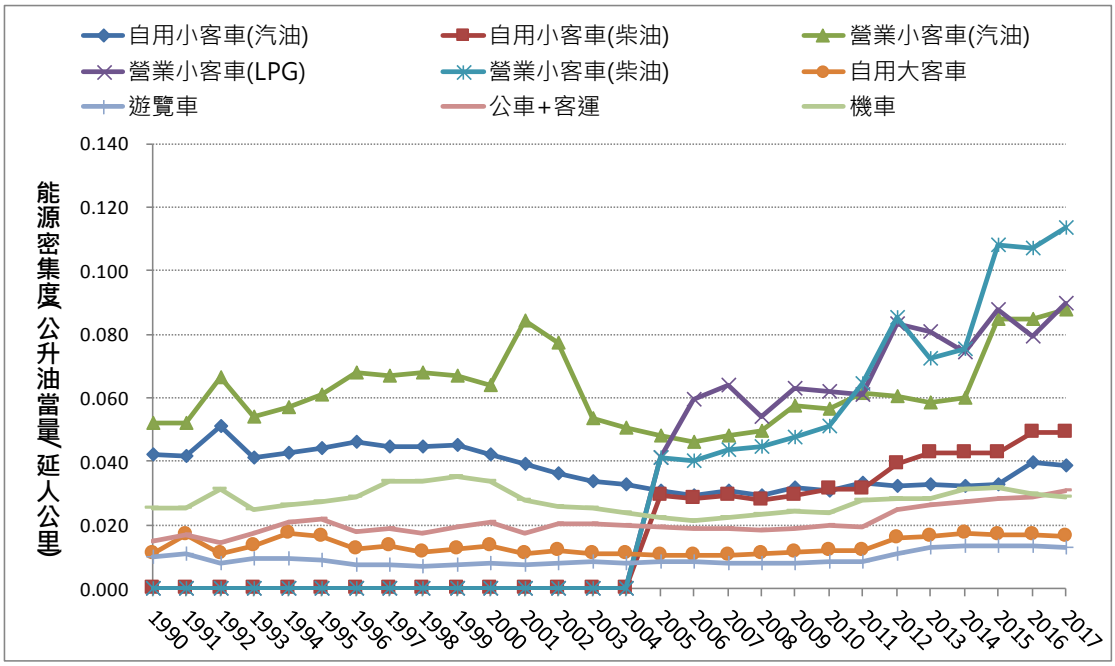
(2) 能源平衡表調整後

經與能源平衡表公路運輸能源消耗量調整後，公路客、貨運各車種能源密集度估算結果如圖 4.2.9、圖 4.2.10、表 4.2-33，以及表 4.2-34 所示。初步可見相較於未調整前之能源密集度，各運具逐年變化情況較明顯，客運部分雖同樣以營業小客車能源密集度最高，但與未調整前估算結果相反，柴油營業小客車能源密集度高於汽油營業小客車。

自用大客車、遊覽車、公車及客運由於乘載人數高於私人客運運具，能源密集度低於其他車種，代表節能效率最佳。與未調整前分析結果相似，受到載客人數及車輛燃油效率下降之影響，2016 年、2017 年自用小客車能源密集度較 2015 年提升。2017 年自用小客車(汽油)能源密集度為 0.038 公升油當量/延人公里，相較於公車及客運能源密集度 0.030 公升油當量/延人公里高於 1.26 倍。

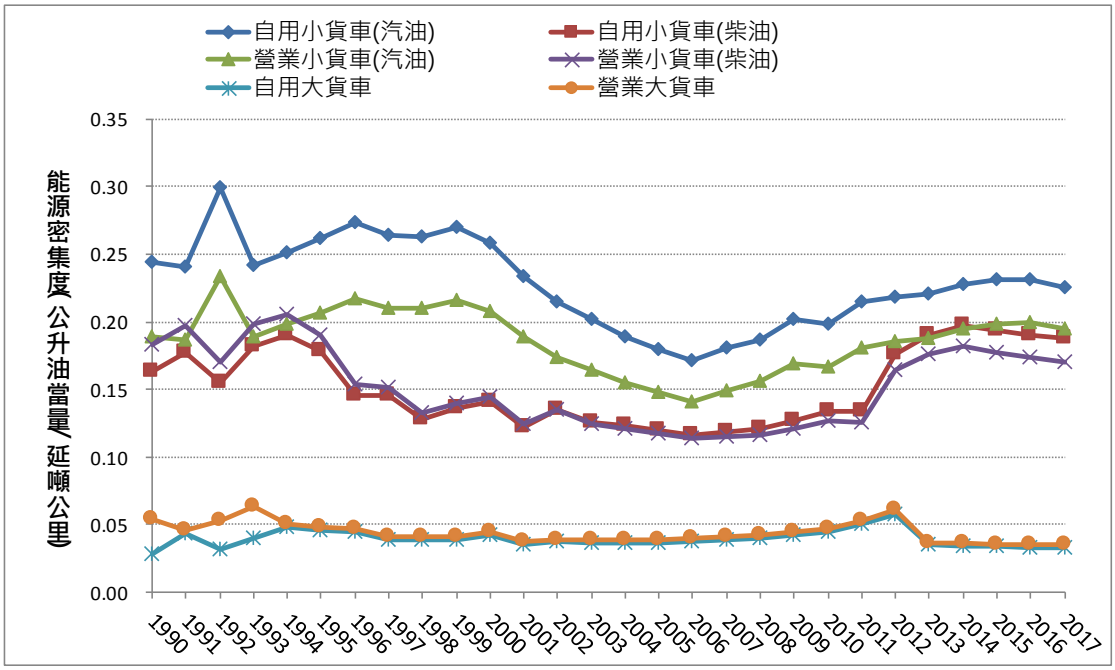
貨運整體能源密集度表現而言，小貨車能源密集度明顯高於大貨車，原因在於大貨車平均載貨噸數遠大於小貨車，因此大貨車載貨效益優於小貨車。

檢視客貨運柴油車輛之能源密集度，可見各車種皆於 2012 年急遽提升，而未調整前之推估結果則無此現象，推測應是由於與能源平衡表調整之柴油調整比例變動造成，柴油小貨車自 2011 年 0.92 遽升至 2012 年的 1.22。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.9 公路客運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整後)



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.10 公路貨運各運具歷年能源密集度趨勢圖(調整後)

表 4.2-33 公路客運各運具能源密集度推估結果(調整後)

單位：公升油當量/延人公里

年份	自用小客車		營業小客車			大客車			機車
	汽油	柴油	汽油	LPG	柴油	自用	遊覽車	公車+客運	
1990	0.042	-	0.052	-	-	0.011	0.010	0.015	0.025
1991	0.041	-	0.052	-	-	0.017	0.011	0.017	0.025
1992	0.051	-	0.067	-	-	0.011	0.008	0.015	0.031
1993	0.041	-	0.054	-	-	0.013	0.010	0.017	0.025
1994	0.043	-	0.057	-	-	0.017	0.009	0.021	0.026
1995	0.044	-	0.061	-	-	0.016	0.009	0.022	0.027
1996	0.046	-	0.068	-	-	0.012	0.007	0.018	0.029
1997	0.044	-	0.067	-	-	0.013	0.008	0.019	0.034
1998	0.045	-	0.068	-	-	0.011	0.007	0.017	0.034
1999	0.045	-	0.067	-	-	0.012	0.008	0.019	0.035
2000	0.042	-	0.064	-	-	0.013	0.008	0.021	0.033
2001	0.039	-	0.084	-	-	0.011	0.007	0.017	0.028
2002	0.036	-	0.077	-	-	0.012	0.008	0.020	0.026
2003	0.034	-	0.054	-	-	0.011	0.008	0.020	0.025
2004	0.032	-	0.050	-	-	0.011	0.008	0.020	0.024
2005	0.031	0.029	0.048	0.041	0.041	0.010	0.009	0.019	0.022
2006	0.029	0.028	0.046	0.060	0.040	0.010	0.008	0.019	0.021
2007	0.031	0.029	0.048	0.064	0.043	0.010	0.008	0.019	0.022
2008	0.029	0.028	0.050	0.054	0.044	0.011	0.008	0.018	0.023
2009	0.032	0.029	0.057	0.063	0.048	0.011	0.008	0.019	0.024
2010	0.031	0.031	0.056	0.062	0.051	0.012	0.009	0.020	0.024
2011	0.033	0.031	0.061	0.061	0.064	0.012	0.008	0.019	0.028
2012	0.032	0.039	0.061	0.083	0.085	0.016	0.011	0.025	0.028
2013	0.033	0.043	0.058	0.081	0.072	0.017	0.013	0.026	0.028
2014	0.032	0.043	0.060	0.074	0.075	0.017	0.013	0.027	0.031
2015	0.033	0.042	0.085	0.088	0.108	0.017	0.013	0.028	0.031
2016	0.040	0.049	0.085	0.079	0.107	0.017	0.013	0.029	0.030
2017	0.038	0.049	0.088	0.090	0.114	0.016	0.013	0.030	0.029

資料來源：本計畫推估。

表 4.2-34 公路貨運各運具能源密集度推估結果(調整後)

單位：公升油當量/延噸公里

年份	自用小貨車		營業小貨車		大貨車	
	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	營業
1990	0.244	0.163	0.189	0.183	0.028	0.054
1991	0.241	0.177	0.187	0.197	0.043	0.046
1992	0.299	0.154	0.234	0.170	0.031	0.053
1993	0.241	0.182	0.189	0.198	0.040	0.063
1994	0.251	0.190	0.198	0.205	0.048	0.051
1995	0.262	0.179	0.207	0.191	0.046	0.048
1996	0.273	0.145	0.217	0.153	0.044	0.047
1997	0.264	0.145	0.210	0.152	0.039	0.041
1998	0.263	0.128	0.210	0.133	0.039	0.041
1999	0.270	0.136	0.216	0.140	0.038	0.040
2000	0.258	0.141	0.208	0.144	0.042	0.044
2001	0.234	0.122	0.189	0.124	0.035	0.037
2002	0.214	0.134	0.174	0.135	0.037	0.039
2003	0.202	0.125	0.165	0.124	0.036	0.038
2004	0.189	0.123	0.155	0.121	0.037	0.039
2005	0.179	0.119	0.147	0.117	0.037	0.039
2006	0.171	0.116	0.141	0.113	0.037	0.039
2007	0.180	0.119	0.149	0.115	0.039	0.041
2008	0.187	0.120	0.156	0.115	0.040	0.042
2009	0.202	0.126	0.169	0.120	0.043	0.045
2010	0.198	0.134	0.167	0.126	0.045	0.047
2011	0.214	0.133	0.181	0.125	0.050	0.053
2012	0.219	0.176	0.185	0.164	0.058	0.061
2013	0.221	0.190	0.188	0.176	0.034	0.036
2014	0.228	0.197	0.195	0.181	0.034	0.036
2015	0.231	0.194	0.199	0.177	0.033	0.035
2016	0.232	0.190	0.200	0.173	0.033	0.035
2017	0.225	0.188	0.195	0.170	0.033	0.035

資料來源：本計畫推估。

(3) 能源平衡表調整前後差益說明與建議

彙整能源平衡表調整錢及調整後估算之能源密集度差異如下：

①「柴油車能源密集度」計算結果差異較大：

由於以運輸活動量估算之能源消耗及能源平衡表在「柴油」用油量估算差異較大，「柴油車能源密集度」計算結果差異較大。

②運具間能源密集度相對高低值比較無明顯變化。

客運以營業小客車最不節能、貨運以小貨車最不具節能效益。

③能源密集度在未更新調查的年度間不具比較效果

受限於車輛使用調查 2 年 1 次，車輛能源效率、使用狀況在 2 年間不具差異性。

④建議採用調整前資料進行能源密集度相關應用

因不受能源平衡表等外生資料影響，調整前能源密集度資料穩定性較調整後高，建議能源密集度相關應用採用調整前資料，以穩定進行趨勢分析。

調整前能源密集度變化趨勢較亦解讀，可透過車輛使用狀況調查之車輛燃油消耗及乘載人數找出能源密集度變化之可能原因。

2. 軌道運輸

軌道運輸能源密集度分為客運及貨運計算，計算方式如式 4.2.10 及式 4.2.11 說明，其計算所需參數資料來源如表 4.2-35 所示，軌道客運能源使用包含燃油及電力，因此能源密集度需計算燃油及電力單位，電力單位計算方式係為軌道客運用油量之能源密集度經由電力油當量轉換後可求得。

$$EIRPT = CRPT \div PK \quad \text{式 4.2.10}$$

$$EIRFT = CRFT \div TK \quad \text{式 4.2.11}$$

其中，

EIRPT：Energy Intensity of Railway Passenger Traffic，軌道客運能源密集度(單位：公升油當量/延人公里)；

EIRFT：Energy Intensity of Railway Freight Traffic，軌道貨運能源密集度(單位：公升油當量/延噸公里)；

CRPT：Consumption of Railway Passenger Traffic，軌道客運總耗油量(單位：公升油當量)；

CRFT：Consumption of Railway Freight Traffic，軌道貨運總耗油量(單位：公升油當量)；

PK：Passenger Kilometers，延人公里(單位：公里)；

TK：Ton Kilometers，延噸公里(單位：公里)。

表 4.2-35 軌道各運具能源密集度資料來源彙整

運具屬性/參數		資料來源
總耗油量		軌道運輸歷年年總耗油量結果
客、貨運量	臺鐵客運量	交通部，交通統計要覽，臺灣地區鐵路客運量
	臺鐵貨運量	交通部，交通統計要覽，臺灣地區鐵路貨運量
	高鐵客運量	交通部，交通統計要覽，臺灣地區鐵路客運量
	北捷運量	(1)交通部，交通統計要覽，捷運客運量 (2)交通部，統計查詢網
	高捷客運量	
	高雄輕軌客運量	

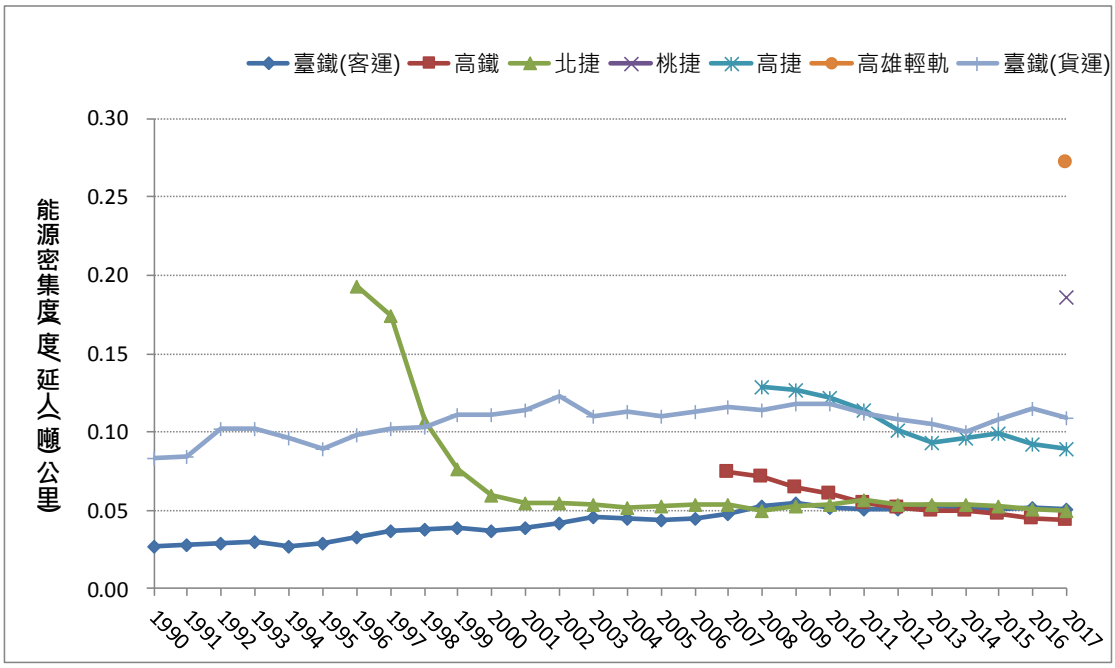
資料來源：本計畫彙整。

軌道客貨運原始單位之能源密集度估算結果如圖 4.2.11；另軌道用電量之能源密集度經由用油量及電力油當量係數轉換後，歷年趨勢如圖 4.2.12，兩者計算結果如表 4.2-36、4-2.37 所呈現。

客運部分，北捷營運初期因載客數較少，導致能源密集度偏高，隨著 2001 年後載客人數逐年提高，能源密集度亦顯著下降，近年因客運量已趨近飽和，每年大致維持在 0.012 公升油當量/延人公里；臺鐵客運載客延人公里自 2009 年逐年提高，反映在能源密集度逐年降低，顯示歷年能源密集度變化趨勢與載客延人公里有顯著相關。

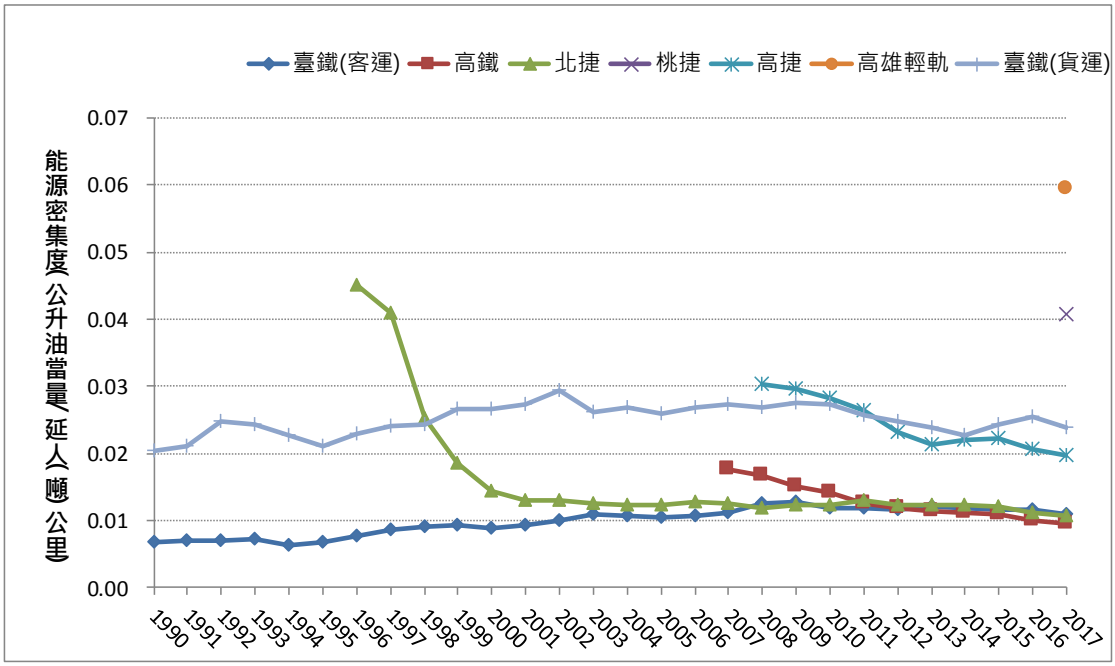
隨著軌道系統的發展，臺鐵客運、高鐵及北捷能源密集度越顯趨近，維持在 0.011-0.012 公升油當量/延人公里之間；高捷系統因載客人數成長較緩慢,能源密集度仍高於其他軌道客運車種;桃捷與高雄輕軌為新系統，營運初期使用量仍待提升。

貨運方面，臺鐵貨運能源密集度維持在 0.02-0.03 公升油當量/延噸公里，歷年變化趨勢差異不明顯。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.11 軌道各運具能源密集度趨勢圖(度/延人(噸)公里)



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.12 軌道各運具能源密集度趨勢圖(公升油當量/延人(噸)公里)

表 4.2-36 軌道各運具能源密集度推估表(度/延人(噸)公里)

年份	鐵路能源密集度 (度/延人(噸)公里)						
	客運						貨運
	臺鐵	高鐵	北捷	桃捷	高捷	高雄輕軌	臺鐵
1990	0.0272	-	-	-	-	-	0.0832
1991	0.0276	-	-	-	-	-	0.0840
1992	0.0290	-	-	-	-	-	0.1020
1993	0.0300	-	-	-	-	-	0.1023
1994	0.0269	-	-	-	-	-	0.0961
1995	0.0290	-	-	-	-	-	0.0894
1996	0.0327	-	0.1925	-	-	-	0.0981
1997	0.0371	-	0.1739	-	-	-	0.1021
1998	0.0383	-	0.1075	-	-	-	0.1032
1999	0.0389	-	0.0767	-	-	-	0.1113
2000	0.0367	-	0.0598	-	-	-	0.1105
2001	0.0389	-	0.0546	-	-	-	0.1143
2002	0.0416	-	0.0545	-	-	-	0.1230
2003	0.0460	-	0.0534	-	-	-	0.1103
2004	0.0451	-	0.0519	-	-	-	0.1131
2005	0.0439	-	0.0524	-	-	-	0.1098
2006	0.0450	-	0.0541	-	-	-	0.1130
2007	0.0477	0.0747	0.0539	-	-	-	0.1163
2008	0.0527	0.0710	0.0502	-	0.1284	-	0.1140
2009	0.0546	0.0642	0.0523	-	0.1269	-	0.1177
2010	0.0514	0.0609	0.0532	-	0.1215	-	0.1177
2011	0.0510	0.0546	0.0562	-	0.1144	-	0.1116
2012	0.0505	0.0516	0.0541	-	0.1015	-	0.1084
2013	0.0525	0.0501	0.0541	-	0.0934	-	0.1047
2014	0.0521	0.0493	0.0537	-	0.0962	-	0.0998
2015	0.0512	0.0481	0.0530	-	0.0988	-	0.1080
2016	0.0519	0.0451	0.0504	-	0.0927	-	0.1148
2017	0.0505	0.0440	0.0494	0.1863	0.0897	0.2721	0.1090

資料來源：本計畫推估

表 4.2-37 軌道各運具能源密集度推估表(公升油當量/延人(噸)公里)

年份	鐵路能源密集度 (公升油當量/延人(噸)公里)						
	客運						貨運
	臺鐵	高鐵	北捷	桃捷	高捷	高雄輕軌	臺鐵
1990	0.0067	-	-	-	-	-	0.0204
1991	0.0069	-	-	-	-	-	0.0211
1992	0.0070	-	-	-	-	-	0.0248
1993	0.0072	-	-	-	-	-	0.0244
1994	0.0063	-	-	-	-	-	0.0226
1995	0.0069	-	-	-	-	-	0.0211
1996	0.0077	-	0.0451	-	-	-	0.0230
1997	0.0087	-	0.0409	-	-	-	0.0240
1998	0.0090	-	0.0253	-	-	-	0.0243
1999	0.0094	-	0.0184	-	-	-	0.0267
2000	0.0089	-	0.0144	-	-	-	0.0267
2001	0.0093	-	0.0130	-	-	-	0.0273
2002	0.0100	-	0.0130	-	-	-	0.0294
2003	0.0109	-	0.0127	-	-	-	0.0261
2004	0.0107	-	0.0123	-	-	-	0.0267
2005	0.0104	-	0.0124	-	-	-	0.0260
2006	0.0107	-	0.0128	-	-	-	0.0268
2007	0.0112	0.0175	0.0127	-	-	-	0.0273
2008	0.0124	0.0168	0.0118	-	0.0303	-	0.0269
2009	0.0128	0.0150	0.0122	-	0.0297	-	0.0275
2010	0.0119	0.0141	0.0123	-	0.0282	-	0.0273
2011	0.0118	0.0126	0.0130	-	0.0264	-	0.0258
2012	0.0116	0.0118	0.0124	-	0.0233	-	0.0249
2013	0.0120	0.0114	0.0124	-	0.0213	-	0.0239
2014	0.0119	0.0113	0.0122	-	0.0220	-	0.0228
2015	0.0116	0.0109	0.0120	-	0.0223	-	0.0244
2016	0.0115	0.0100	0.0112	-	0.0206	-	0.0255
2017	0.0110	0.0096	0.0108	0.0407	0.0196	0.0594	0.0238

資料來源：本計畫推估

3. 國內航空、國內水運

國內航空能源密集度分為客運及貨運,計算方式如式4.2.12與式4.2.13所示。另國內水運貨運能源密集度計算方式如式4.2.14說明，國內水運主要以貨運為主，並依交通統計要覽提供之延噸海里資料屬於國籍船，運量尚無法區分國內及國際，所需參數資料來源如表4.2-38所示。

$$EIDAPT = PCDA \times OE \div PK \quad \cdots\cdots \text{式 } 4.2.12$$

$$EIDAFT = CCDA \times OE \div TK \quad \cdots\cdots \text{式 } 4.2.13$$

$$EIDWT = CDWT \times OE \div TM \quad \cdots\cdots \text{式 } 4.2.14$$

其中，

EIDAPT：Energy Intensity of Domestic Air Passenger Traffic，國內航空客運能源密集度(單位：公升油當量/延人公里)；

EIDACT：Energy Intensity of Domestic Air Cargo Traffic，國內航空貨運能源密集度(單位：公升油當量/延噸公里)；

EIDWT：Energy Intensity of Domestic Water Transportation，國內水運能源密集度(單位：公升油當量/延噸海里)；

PCDA：Passenger Consumption of Domestic Air route，國內航線客運總耗油量(單位：公秉)；

CCDA：Cargo Consumption of Domestic Air route，國內航線貨運總耗油量(單位：公秉)；

CDWT：Consumption of Domestic Water Transportation，國內水運總耗油量(單位：公秉)；

OE：Oil Equivalent，油當量轉換值；

PK：Passenger Kilometers，延人公里(單位：公里)；

TK：Ton-kilometer，延噸公里(單位：公里)；

TM：Ton-mile，延噸海浬(單位：海浬)；

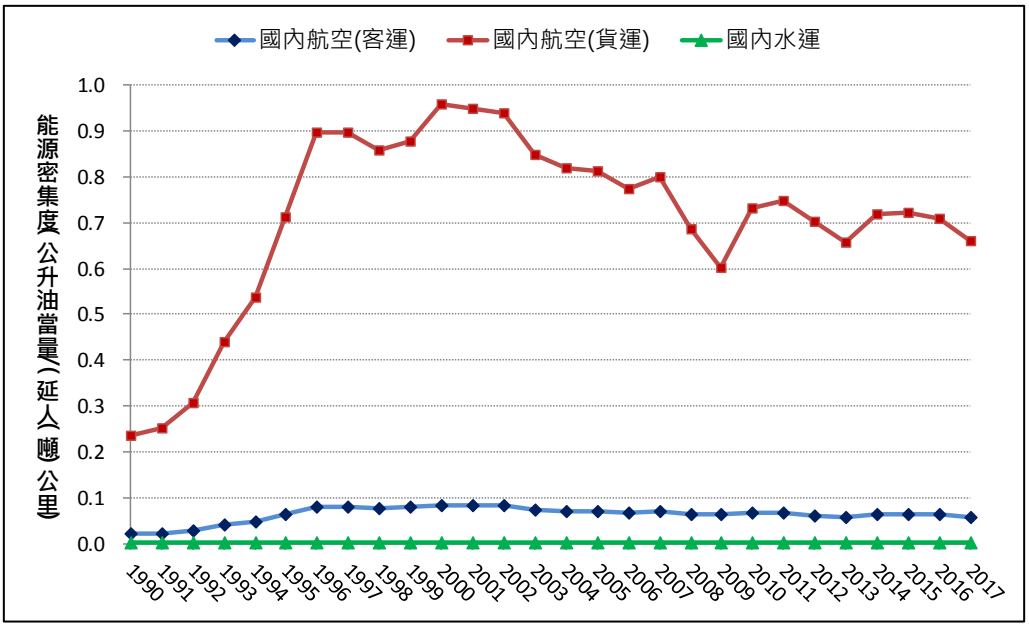
表 4.2-38 國內航空、水運能源密集度資料來源彙整

運具屬性/參數	資料來源	計算公式/備註
國內航空 客(貨)運量	民用航空局，民航運輸統計，國籍航空公司運輸概況	
水運貨運量 (國籍船)	交通部，交通統計要覽，國籍船舶貨運量	能源與運量統計量仍無法明確切割國內水運與國際水運

資料來源：本計畫彙整。

國內航空及國內水運能源密集度估算結果如圖 4.2.13 及表 4.2-39 所示，國內航空客運能源密集度歷年趨勢變化不大，自 2008 年起大致維持在 0.006 公升油當量/延人公里上下；國內航空貨運部分，自 1990 年至 1996 年呈大幅增加趨勢，1996 年之後能源密集度有下降趨勢，至 2017 年能源密集度為 0.6614 公升油當量/延噸公里，原因在於國內航空載貨公里及總耗油量持續下降。

國內水運貨運能源密集度自 1990 年至 2007 年逐年增加，平均年成長率約 12%，2010 年之後開始下降，從 0.0026 公升油當量/延噸海里下降至 2015 年最低點 0.0012 公升油當量/延噸海里，2017 年總延噸海里下降但總用油量不降反升，導致能源密集度上升至 0.0017 公升油當量/延噸海里，顯示國內水運能源效率變差，在降低油耗相關措施作為仍有改善空間。然整體而言，國內水運能源密集度較國內航空、軌道運輸及公路運輸低。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.13 國內航空、水運歷年能源密集度趨勢圖

表 4.2-39 國內航空、水運歷年能源密集度推估表

年份	國內航空		國內水運
	客運 (公升油當量/延人公里)	貨運 (公升油當量/延噸公里)	貨運 (公升油當量/延噸海浬)
1990	0.0209	0.2347	0.0005
1991	0.0224	0.2512	0.0004
1992	0.0275	0.3084	0.0005
1993	0.0394	0.4414	0.0006
1994	0.0478	0.5363	0.0006
1995	0.0636	0.7139	0.0005
1996	0.0800	0.8969	0.0006
1997	0.0801	0.8989	0.0006
1998	0.0764	0.8569	0.0008
1999	0.0784	0.8793	0.0008
2000	0.0833	0.9596	0.0008
2001	0.0822	0.9481	0.0013
2002	0.0816	0.9407	0.0014
2003	0.0736	0.8473	0.0014
2004	0.0711	0.8201	0.0019
2005	0.0709	0.8140	0.0022
2006	0.0678	0.7741	0.0024
2007	0.0709	0.7991	0.0027
2008	0.0623	0.6870	0.0021
2009	0.0642	0.6008	0.0024
2010	0.0661	0.7310	0.0026
2011	0.0675	0.7479	0.0022
2012	0.0616	0.7023	0.0018
2013	0.0576	0.6573	0.0015
2014	0.0628	0.7183	0.0014
2015	0.0631	0.7206	0.0012
2016	0.0626	0.7092	0.0015
2017	0.0578	0.6614	0.0017

資料來源：本計畫研究推估。

4.2.5 活動數據推估方法改善建議

運輸部門運具別溫室氣體排放量推估所需參數及資料繁雜，受到相關資料之公開程度、資料蒐集或調查細緻程度影響，近年各資料主管機關雖已持續檢討修正相關調查計畫，統計資訊也更加公開透明，但仍有部份資料受限於資料取得困難，僅能以抽樣方式取得，代表性較不足。

軌道運輸、國內航空及水上運輸由於營運業者較單純，主管機關多已掌握相關營運統計資料，且能源類型、能源效率等相對單純，所取得之活動數據可用性較高；然公路運輸因涉及私人運具，且能源消耗量受個人駕駛習慣影響較大，較難取得實際使用數據，僅能仰賴抽樣之使用調查蒐集相關數據，抽樣代表性及填答正確性，皆影響調查結果的可信度。因此，本章節主要就公路運輸部門活動數據推估所需資料，彙整引用資料來源，並就資料蒐集方法進行檢視，以提出後續應用之改善建議。

彙整推估所需引用相關調查、統計資料及改善建議如表 4.2-40 所示，說明如下。

1. 車輛登記數、公車客運營運資料：屬統計、營運資料，可信度較高。
2. 車輛使用狀況、年行駛公里數、能源效率：多來自於調查資料；受限於抽樣樣本及受訪者填答品質，資料準確度、穩定性較不足。
   (1) 透過擴大辦理確報樣本代表性充足，並可透過資料交叉檢核方式，確認受訪者填答是否有邏輯錯誤；
   (2) 由於調查方法多以問項搭配區間選項(如 3~5 公里)供受訪者填答，經回收後資料僅能取平均值估算，降低推估數值之準確度，建議未來可嘗試以數值填答方式供受訪者填答；
   (3) 由於車輛需進行定期檢驗，監理資料應可輔助作為車輛活動數據估算參考，提升資料可信度，惟受限於個資法、資料公開問題，現階段尚無法取得完整監理統計資料，建議後續可洽監理機關主管單位協商取得所需資料。

3. 小貨車、大貨車燃油效率

(1) 營業用小貨車、大貨車：依據輸業管理規則第 24 條，汽車運輸業應按期將運輸成績月報表、燃料消耗統計年報表等報表，送請公路主管機關查核；因此應落此管理規則，查核輸成績及燃油消耗報表，以營運車公里、燃油消耗作為貨車實際能耗數據資料來源。

(2) 自用小貨車、大貨車燃油效率未有調查計畫、管理規則囊括，僅能引用過去研究成果。然相關研究為早期研究，未必能符合現階段車輛技術發展，且柴油車輛實驗數據與實測數據差異較大，少有車廠召回數據供參此外；因此，建議可透過調查計畫或更新研究成果，以利參數、資料更新，提升資料品質。

表 4.2-40 公路運輸統計及調查資料來源取得及改善建議

資料名稱	更新頻率	取得方式	清冊應用項目	資料品質改善方法
機動車輛登記數按燃料別分	每月	監理所車籍登記資料	各車種能源別車輛數	無
汽車延車公里統計按使用燃料分	每年	監理所車輛定檢資料、國內五大車廠保養調查記錄	小客車、小貨車、大客車、大貨車自用/營業各能源別車輛之每車年平均行駛里程	協商取得完整監理統計資料
自用小客車使用狀況調查報告	每 2 年	問卷調查(2016 年小客車調查樣本 2.5 萬輛，回收率 41.5%，占小客車登記數約 0.2%)	自用小客車燃油效率、平均載客人數	問卷設計改善、擴大辦理
機車使用狀況調查	每 2 年	問卷調查(2016 年調查樣本 2.5 萬輛，回收率 46.8%，占機車登記數約 0.1%)	機車使用率、機車每星期使用天數、機車平均一天行駛里程數、機車燃油效率、平均載客人數	
計程車營運狀況調查	每 2 年	問卷調查(2017 年調查樣本 2 萬輛，回收率 34.4%，占計程車登記數約 7.9%)	營業用小客車燃油效率、平均載客人數 、每天行駛公里數、每天空繞行駛里程、每天營業時數、空車率	
遊覽車營運狀況調查	每 2 年	問卷調查(2017 年調查樣本 9,550 輛，回收率 51.4%，占遊覽車登記數約 29.5%)	遊覽車每車年平均行駛里程、平日載客人數、假日載客人數、假日行駛次數占全年總次數之比例	

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-40 公路運輸統計及調查資料來源取得及改善建議(續)

資料名稱	更新頻率	取得方式	清冊應用項目	資料品質改善方法
市區汽車客運業營運概況	每月	業者申報	市區公車車輛登記數、每車年平均行駛里程、燃油效率、延車/人公里	資料回填確認
公路汽車客運業營運概況	每月	業者申報	公路客運車輛登記數、每車年平均行駛里程、燃油效率、延車/人公里	
公路汽車貨運業營運概況	每月	每 2 個月問卷調查 350 家貨運業者	營業大貨車燃油效率、延噸公里、延車公里	落實運輸業管理規則第 24 條，查核運輸成績及燃油消耗報表
遊覽車車輛數	每年	營業大客車車輛登記數-(公車+客運車輛登記數)	遊覽車車輛數	無
小貨車燃油效率	1998 年、2012 年	運研所，1998 年「運輸部門節能節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃」，中鼎工程執行 運研所，2012 年「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」， 台綜院執行 以 1998 年與 2012 年之數據以內插法推估燃油效率	小貨車燃油效率	納入調查計畫、更新研究成果
大貨車燃油效率	2000 年基準，每年更新	運研所，2000 年「公路車輛行駛成本調查」，邱毅公司執行 引用營業大貨車資料，自用大貨車以營業大貨車 1.05 倍計算	大貨車燃油效率	

資料來源：本計畫彙整。

4.2.6 小結

1. 能源密集度

由於運輸部門運具別能源消耗量，係由下而上以各類運具運輸活動量推估能源使用量，而能源平衡表則為由上而下以能源供應業銷售量統計能源消耗量，方法與資料來源不同造成歷年能源密集度推估結果有相當差異；其中，尤以公路系統之柴油消耗差異最大，並造成能源密集度估計結果不一致，即經與能源平衡表燃油銷售量調整後，汽油小客車較柴油小客車的能源密集度表現較佳，而以運輸活動量推估的柴油小客車則較汽油小客車的能源密集度表現較佳。

進一步檢視表 4.2-41 運輸活動量推估能源消耗量與能源平衡表之調整比例，自 2012 年起機動車輛登記數可按燃料類別區分後，柴油調整比例及呈現負值，表示以運輸活動量推估柴油車種之總能耗量低於能源平衡表運輸部門柴油銷售總量，且兩者的推估結果差異高達 22%～39%；而汽油則呈現相反情形，運輸活動量推估之總能耗量微幅高於能源平衡表運輸部門之汽柴油銷售總量，差異約 3%～8%。

表 4.2-41 運輸活動量推估能源消耗量調整率(依能源平衡表調整)

年份	汽油調整比例	柴油調整比例
1990	1.04	0.89
1991	1.02	0.98
1992	1.27	0.86
1993	1.02	1.02
1994	1.07	1.08
1995	1.11	1.03
1996	1.16	0.84
1997	1.12	0.85
1998	1.11	0.75
1999	1.14	0.85
2000	1.09	0.89
2001	0.99	0.78
2002	0.91	0.86
2003	0.85	0.81
2004	0.80	0.80
2005	0.76	0.78

表 4.2-41 運輸活動量推估能源消耗量調整率(依能源平衡表調整)(續)

年份	汽油調整比例	柴油調整比例
2006	0.72	0.77
2007	0.76	0.79
2008	0.79	0.81
2009	0.85	0.86
2010	0.84	0.91
2011	0.90	0.92
2012	0.92	1.22
2013	0.93	1.33
2014	0.96	1.39
2015	0.97	1.38
2016	0.97	1.36
2017	0.94	1.36

資料來源：本計畫彙整。

由於能源密集度之計算方法係以能源消耗量除延人(噸)公里，而其延人(噸)公里為本計畫依據車輛數、乘載人數、載貨噸數、車輛燃油效率等參數由下至上推估所得，觀察調整前後的能源密集度變化趨勢可見，經與能源平衡表調整後結果，其變異性較高，不易合理解釋導致各車種能源密集度變化之因素，為維持資料的穩定性，建議後續能源密集度之探討，採用未經調整前之能源密集度。

2. 運具別溫室氣體排放清冊

運具別溫室氣體排放清冊建置為本系列計畫長期維運項目，前期計畫已會同國內碳排估算有關單位，針對各方資料差異進行討論。由於各部會能源消耗量推估需有一致基準，因此共同以經濟部發布之能源平衡表進行能源消耗總量之調整，並做為溫室氣體排放清冊的推估基礎。

運具別溫室氣體排放清冊建置尚需仰賴各方單位建全相關資料，本計畫今年度仍沿用前期之估算方式進行 2017 年資料更新，觀察結果說明如下：

(1) 能源消耗量

2017 年運輸部門總耗油量中，公路合計 1,330 萬公秉油當量(95.5%)；鐵路合計 32.5 萬公秉油當量(2.3%)；國內航空合計 10.9 萬公秉油當量(0.8%)；國內水運合計 19.3 萬公秉油當量(1.4%)，合計共 1,392.7 萬公秉油當量。

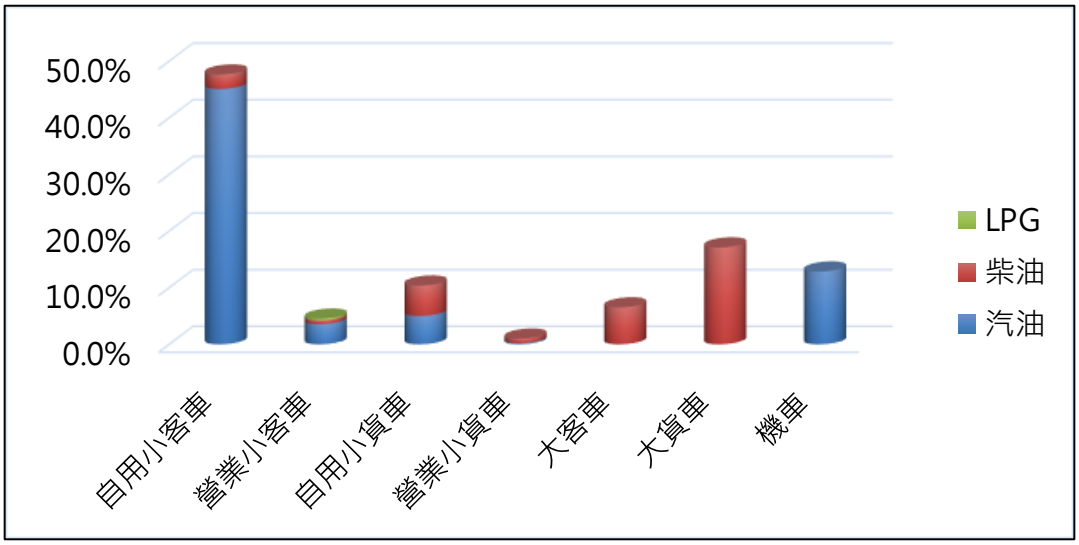
①公路系統

a.車輛總數：小客車登記數維持上升，僅 LPG 營業小客車因受能源發展趨勢影響，自 2012 年達最高值後逐年下降。

b.車輛行駛里程：2017 年自用小客車、公車及客運、大貨車車輛行駛里程雖較 2016 年增加；惟長期趨勢觀察，受都市發展集中化影響，各車種平均行駛里程呈現逐年下降的趨勢。

c.車輛燃油效率：2017 年各車種燃油效率值無明顯差異，其中自用小客車、機車、營業小客車 2017 年無更新資料，故沿用前年度資料。長期趨勢觀察，整體車輛市場燃油效率有逐年提升的情形。

d.年總耗油量：受車輛登記數增加影響，總耗油量仍呈上升趨勢，其中汽油小客車占公路運輸總耗油量之 48%；其次為大貨車，占公路運輸總耗油量之 17%；第三為機車，占公路運輸總耗油量之 13%，如圖 4.2.14 所示。



資料來源：本計畫彙整。

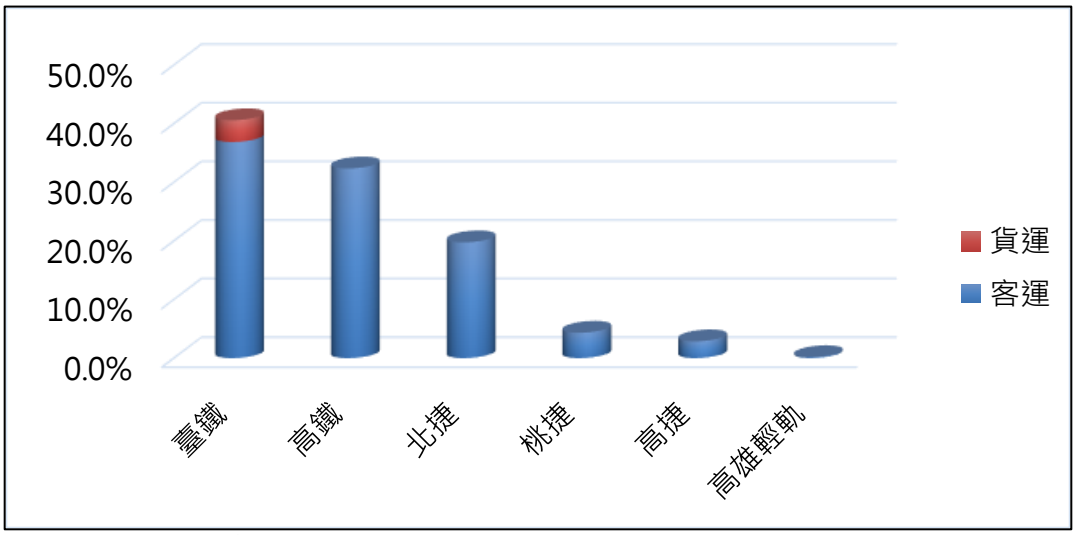
圖 4.2.14 2017 年公路各車種占公路運輸總耗油量比例

②軌道系統

a.年總耗油量：相較 2016 年水準，除高鐵總耗能增加、桃捷、高雄輕軌為新設軌道系統外，其餘軌道各系統年總耗油量皆為下

降的情形；然長期趨勢觀察下，客運受到軌道運輸系統持續發展，年總能耗仍呈上升趨勢，臺鐵貨運年總耗油量則逐年降低。

b.臺鐵客運年總耗油量占軌道運輸總耗油量之37%；其次為高鐵，占軌道運輸總耗油量之 32%；第三為北捷，占軌道運輸總耗油量之 20%，如圖 4.2.15 所示。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.2.15 2017 年軌道各車種占軌道運輸總耗油量比例

③國內航空

a.國內航空客運長期呈下降趨勢，然由於載客噸公里時有提升狀況，自 2009 年起耗油量有些微回升；貨運則皆呈下降趨勢。

b.航空運輸燃油耗油量以客運消耗為主，占比約 98%。

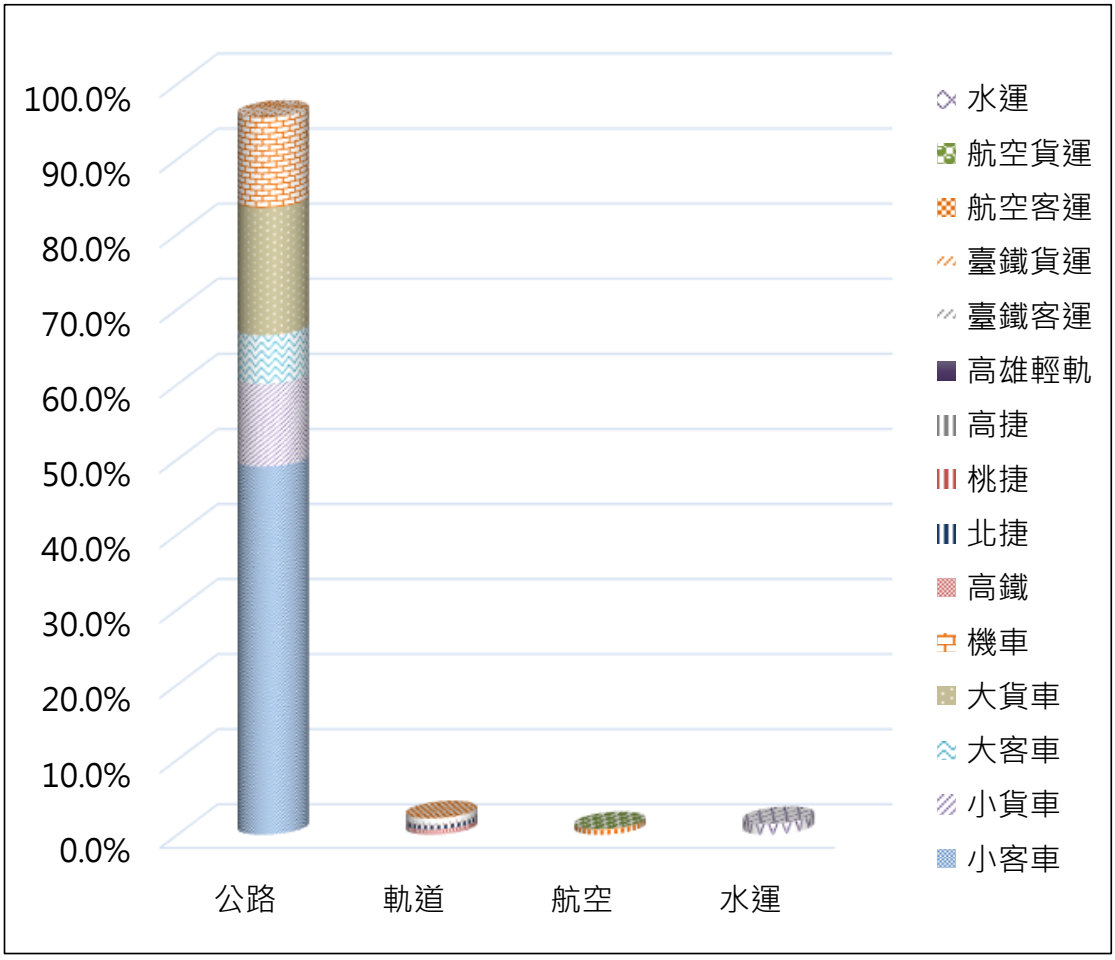
④國內水運

a.國內水運受到氣候及船班影響，較無穩定趨勢，長期趨勢觀察下呈現下降趨勢。

(2) 溫室氣體排放量

①我國運輸部門溫室氣體排放量 2017 年較 2016 年減少約 345 萬千公噸排放量。

②我國運輸部門溫室氣體排放來源以公路系統為主，約占 96%；其次為軌道系統，占 2%。公路系統部分，溫室氣體排放來源以小客車為主，約占總運輸部門 49%；其次為大貨車，約占 17%；第三為機車，占 12%；第四為小貨車，占 11%，如圖 4.2.16 所示。



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.2.16 2017 年各運具占運輸部門溫室氣體排放比例

(3) 能源密集度

①公路客運各車種能源密集度歷年趨勢大致穩定，惟營業小客車受該年度營業狀況、經濟景氣循環影響波動較不穩定。另公路客運系統中，以遊覽車能源密集度最低，其次依序為自用大客車、公車客運、機車、自用小客車、營業用小客車。

②公路貨運各車種能源密集度同樣受到經濟景氣循環影響，由於載物噸數差異造成大貨車能源密集度最低，其次依序為柴油小貨車或汽油小貨車。

③軌道系統能源密集度多在正式營運後 5 年間達到平衡穩定，歷年趨勢無明顯變化。軌道客運系統間以高鐵能源密集度最低，其次依序為北捷、臺鐵，三者能源密集度相近；高捷則由於營運狀況載客人數仍較北捷不足，能源密集度較其他軌道系統略高，新設軌道系統亦由於營運狀況仍有提升空間，能源密集度較高。

④國內航空及水運的能源密集度歷年趨勢穩定，航空貨運部分，受航空載貨公里及總耗油量逐年下降，自 1990 年至 1996 年呈大幅增加趨勢，1996 年之後能源密集度有下降趨勢。

4.3 平台維運及成效盤點

4.3.1 平台維運機制

為確保平台正常運作，維運項目包含資料庫更新與系統維護，以下針對平台系統資料庫、更新方式與備援機制說明如后。

1. 資料庫架構

系統資料庫結構表說明如表 4.3-1，類型則區分為系統管理，如權限與功能等，以及資料庫資料類型來做區別。系統管理相關的資料表，主要的功能在於控制整個平台的顯示，以及個別帳號的瀏覽權限，以達到依照各帳號權限不同，而可瀏覽的頁面與模組也不同。資料庫資料則儲存各種展示於平台上的資訊，如最新消息、相關法規、人口資訊或者是所得資訊等表格，透過這些資料庫表單能夠快速的維護資料內容。

2. 資料庫更新方式

資料庫更新共包括三大項目，即社會經濟資料庫、能源價格資料庫與溫室氣體參數。考慮更新頻率、異動程度、開發時程等面向，各介面更新方式如表 4.3-2，後台更新方式乃提供後台 Web 操作介面，以供使用者更新維護；因部分網頁為靜態說明文字，未來若需修改則需透過修改網頁程式；SQL 與實體檔案更新則需透過 SQL 操作介面與連線至伺服器電腦進行檔案更新。

表 4.3-1 資料庫結構表

資料表名稱	資料表說明	資料表類型	主要頁面
AIRSYSTEM_TABLE	航空部門清冊資料	資料庫資料	排放清冊
BaseLine_Table	能耗碳排基線推估值	資料庫資料	基線推估
ELETRIC_TABLE	電力油當量轉換	資料庫資料	排放清冊
ENERGY_TABLE	能源資料庫	資料庫資料	知識庫
FILE_LIST	下載檔案路徑設定	資料庫資料	-
FILE_READ	下載檔案資料夾設定	資料庫資料	-
GREENHOUSE_PARAMETER	溫室氣體參數	資料庫資料	知識庫
MARINE_TABLE	水運清冊資料	資料庫資料	排放清冊
MODULE	系統功能模組	系統管理	-
MONTH_TABLE	月報表	資料庫資料	行動管考
OIL_EQUIVALENT	油當量轉換係數表	資料庫資料	排放清冊
PROJECT_MANAGEMENT	計畫管考	資料庫資料	行動管考
PROJECT_MANAGEMENT_SETTING	報表設定	資料庫資料	行動管考
PUBLICTRANSIT_EMISSION_COUNT	公共運輸試算工具運量表	資料庫資料	-
RAILSYSTEM_TABLE	鐵路部門清冊資料	資料庫資料	排放清冊
ROADWAY_TABLE	公路部門清冊資料	資料庫資料	排放清冊
ROLE	系統角色	系統管理	-
ROLE_MODULE	系統角色系統功能模組	系統管理	-
SEASON_TABLE	季報表	資料庫資料	行動管考
SEGDPDATA_TABLE	社經生產額資料庫	資料庫資料	知識庫
SEINCOMEDATA_TABLE	社經所得資料庫	資料庫資料	知識庫
SEINDUSTRYDATA_TABLE	社經產業資料庫	資料庫資料	知識庫
SEPOPDATA_TABLE	社經人口資料庫	資料庫資料	知識庫
STRATEGY_CONTENT	方案說明資料庫	資料庫資料	-
STRATEGY_DISPLAY	方案展示資料庫	資料庫資料	-
STRATEGY_RESULT	權限方案資料庫 (含預跑與自訂)	資料庫資料	-
SYSTEM_CODE	系統代碼	系統管理	-
SYSTEM_CODE_DETAIL	系統代碼明細	系統管理	-
SYSTEM_ENERGYUSAGE	各運輸系統使用能源	資料庫資料	-
TRANSACTION_LOG	系統操作紀錄表	系統管理	-
TRANSPORT_GREENPARAMETER	運輸部門燃料別排放係數	資料庫資料	排放清冊
USER_MASTER	使用者主檔	系統管理	-
USER_MODULE	使用者系統功能模組	系統管理	-
NEWS_TABLE	最新消息	資料庫資料	最新消息
KNOWLEDGEBASE_TABLE	相關連結資料庫	資料庫資料	知識庫

資料來源：本計畫彙整。

表 4.3-2 資料庫更新方式

模組	分類	介面名稱	說明
首頁			後台更新
最新消息			後台更新
計畫背景			實體檔案更新
知識庫			後台更新
資料庫	社會經濟	人口	SQL 資料庫更新
		車輛數	
		產業結構	
		從業人口	
		GDP	
		所得	
		大專院校學生	
		觀光遊憩人次	
	能源價格	汽油價格	
		柴油價格	
		油價查詢	
	溫室氣體參數	能耗碳排	
		空氣污染	實體檔案更新、SQL 資料庫更新
	排放清冊	總說明	實體檔案更新、修改網頁
		推估方法介紹	
		推估資料查詢	
節能減碳管考模組	節能減碳總行動方案	總說明	修改網頁
		行動管考	
	節能減碳計算工具	公式說明	
		計算工具	
策略評估支援模組	評估模組架構	總說明	
	情境與政策	基礎情境設定	
		運輸節能減碳政策	
	策略評估工具	基線推估	
		TDM_E 模型	

資料來源：本計畫彙整。

3 備援與異常排除

為維持系統功能正常運作，對應相關機制說明如下：

(1) 系統安全性更新

提高系統安全性的方法如定期更新作業系統、不定期更換系統密碼，以防止駭客攻擊，造成資訊安全性之疑慮。

(2) 系統備份與備援

因應硬體故障或系統異常等風險情況，採定期備份網站程式與資料庫，當系統故障時，能夠快速進行系統復原與維運。另外除避免攻擊外，針對無法預期之檔案損毀狀況，將採取服務之備援方案，如表 4.3-3，根據系統使用服務與資料異常容忍度，建議依照異常類型建立標準化救援標準流程，使得系統能夠提供穩定的服務。

表 4.3-3 系統備援方案

異常類型	說明	備援方案
資料異常	資料內容錯誤或無法依預期方式呈現	維運團隊檢核資料後，更新資料庫
功能異常	系統局部或整體功能無法按照預期運作	維運團隊檢核功能後，依需求更新程式、設定參數、環境設定與參數
環境異常	因環境導致之系統異常，或作業系統與環境無法依預期運作	偕同運輸資訊組，重新設置與建置作業系統與環境，並由維護團隊復原或調教系統

資料來源：本計畫彙整。

(3) 異常排除

除備援機制外，簡易系統問題偵測與排除方式如下：

①排除系統權限登入異常

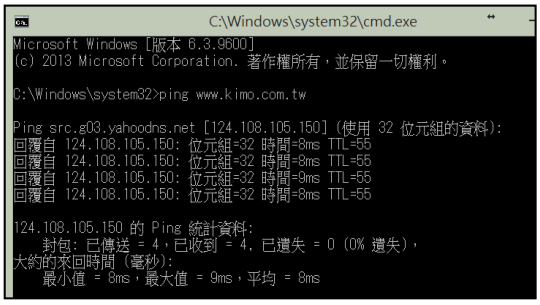
登入時若輸入帳後密碼無法通過驗證，會出現錯誤訊息並提示重新填寫，遺忘密碼需洽系統管理員重設密碼。

②排除 DNS 異常

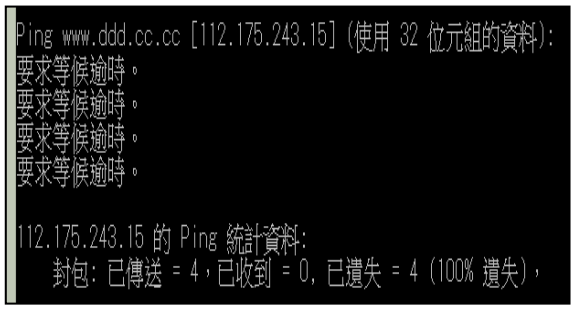
於外部客戶端，透過命令提示字元進行「ping 其他平台網站 IP 或網址」，若可連結到 IP 卻無法連結到網址名稱，則應為 DNS 設定異常，請洽外部客戶端與伺服器端兩者網管以確任 DNS 設定無誤。

③排除網路異常

於伺服器端的命令提示字元輸入「ping 其他外部網站 IP 或網址」，若無誤則會回傳相關時間如 TTL 等，若無法連線則會出現要求等候逾時，需先行確認伺服器端內部網路卡、網路線、防火牆設定、路由設定、DNS 設定、作業系統權限設定等是否無誤，相關畫面如圖 4.3.1，若有其他網路偵測軟體亦可使用並進行網路排除。



網路連線無異常



網路連線異常

圖 4.3.1 網路異常排除

④排除 IIS 網站異常

透過連覽器連線時，若發現以下錯誤訊息(HTTP 4XX 或 HTTP 5XX)則為尋找不到網頁或網站，相關畫面如圖 4.3.2，若非網路問題，請確認連線網址無誤，若未發現任何異常，可透過伺服器重啟 IIS 服務初步排除，若仍無法排除需洽系統管理員。

找不到網頁

找不到網站

圖 4.3.2 排除 IIS 網站異常

⑤排除資料庫異常

若資料未能正常顯示，如發生內容錯誤或顯示亂碼，除瀏覽器編碼方式外，可能是資料庫發生異常，則透過系統管理員與程式設計師連線至資料庫進行檢視，若少數資料異常可進行手動調整與修正，若數據大量異常或資料庫無法啟動，可將備援資料庫掛載回正式環境並重啟資料庫服務，或透過備援 VM 進行異常排除與應變。

4. 導入 HTTPS 傳輸協定

依國家發展委員會 2017 年 12 月 13 日發資字第 1061503130 號函，規定行政院各級機關對外服務網站，因此本計畫於 6 月開始調整作業，進行 CSR 伺服器建立憑證要求匯出，向 GCA 政府憑證管理中心申請 SSL 伺服器應用軟體憑證，並向所內申請防火牆開通 443PORT，以及辦理伺服器相關設定作業，調整後，平台網址變更為「https://dsstransport.iot.gov.tw/」，並可見圖 4.3.3 所示，調整後於 chrome 瀏覽器上從顯示不安全變為安全。

資料來源：本計畫繪製。

圖 4.3.3 Https 導入前後在 chrome 瀏覽器比較

4.3.2 系統使用狀況

自 2018 年 1 月起，逐月紀錄使用情形，平台每月使用人次變化如表 4.3-4 及圖 4.3.3 所示。

表 4.3-4 整合資訊平台瀏覽人次表

2018 年	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月
瀏覽人次	52	45	69	61	66	56	62	71	90	151	171
總計	958 人次(87 人次/月)										

資料來源：本計畫彙整。

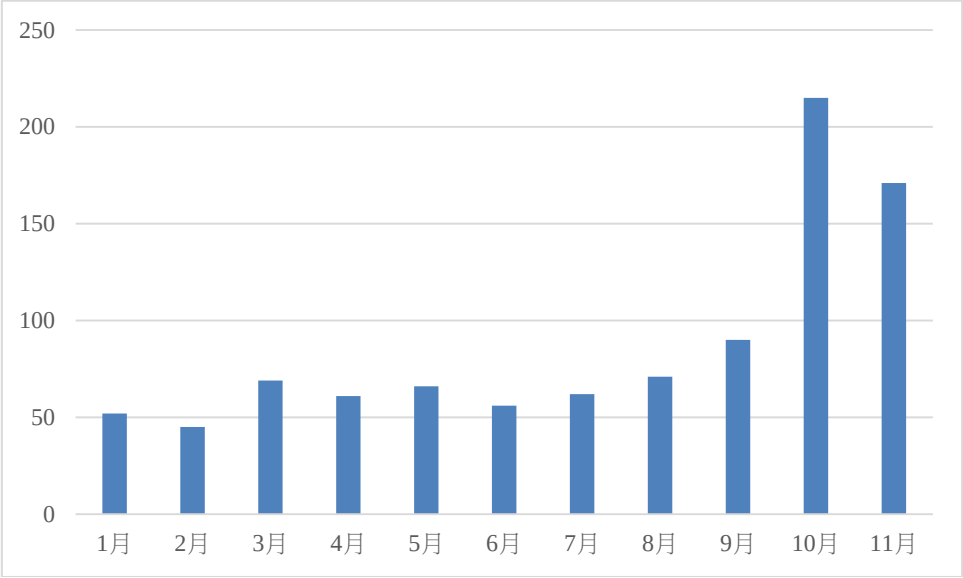


圖 4.3.3 整合資訊平台瀏覽人次圖

4.3.3 網站內容更新

1. 更新頻率

現況資料庫項目清單與來源多為相關政府機關，目前主要透過行文或網路下載以取得參考資訊，各項目資料來源、更新頻率及最後更新版本如表 4.3-5 所示，並透過搜尋比對資料庫中相關歷史資料，進行資料核實，無誤後方匯入整合資料庫中。

2. 網站內容更新

「整合資訊平台」採定期更新方式，蒐羅相關新聞與資訊，節錄自 2018 年 1 月至 11 月決策支援平台累計更新資訊如附錄 4 所示，共計 147 則。

表 4.3-5 資料庫來源與更新頻率

類型	項目	資料來源	更新頻率	更新狀況
最新消息	最新消息	google 快訊及新聞媒體如中央通訊社、聯合新聞網、路透社、環境資訊中等平台	考慮時效性需求，每周更新	已更新至 2018 年 10 月
整體法規	國際法規	廣蒐聯合國、UNFCCC 氣候大會、蒙特婁議定、華盛頓公約等相關資訊	每季 1 次	將於 2018 年度第四季進行全面資料搜尋與更新
	我國法規	蒐集行政院環境保護署、經濟部能源局、經濟部工業局、行政院原子能委員會等更新	每季 1 次	
政策及策略	環保署政策	行政院環境保護署及其相關部屬單位與節能減碳相關政策	每季 1 次	
	經濟部政策	經濟部能源局、經濟部工業局及其相關部屬單位與節能減碳相關政策	每季 1 次	
	其他相關政策	行政院原子能委員會及其相關部屬單位與節能減碳相關政策	每季 1 次	
技術發展	能源管理技術	包含世界能源理事會、國際能源再生總署、歐盟統計局等單位及國內經濟部能源局、經濟部工業局、全國能源會議、臺灣經濟研究院、本所等相關出版品及會議資料	每季 1 次	
	交通運輸技術	包含各國交通部(省)及國內交通部各部會出版品、技術交流及會議資料	每季 1 次	
	綠建築技術	LEED、BREEAM、Green Globes、Green Building Index、臺灣綠建築發展協會等相關出版品及會議資料	每季 1 次	
	經濟財稅技術	財政部、經濟部、台灣綜合研究院等相關國內外出版品及會議資料	每季 1 次	
	其他相關技術	有關節能減碳技術發展、實施準則說明或相關研究資料	每季 1 次	

資料來源：本計畫彙整。

表 4.3-5 資料庫來源與更新頻率(續)

類型	項目	資料來源	更新頻率	更新狀況
社會經濟	人口	鄉鎮市區人口及按都會區統計，內政部統計處內政統計月報，http://sowf.moi.gov.tw/stat/month/list.htm	每年 1 次	已更新至 2017 年
	車輛數	機動車輛登記數按縣市別分，交通部統計處，http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100&funid=b3301	每年 1 次	已更新至 2017 年
	產業結構	產業關聯統計，中華民國統計資訊網，http://www.stat.gov.tw/mp.asp?mp=4	每 5 年更新 1 次	配合統計資料公告時間，預計於 2019 年更新
	從業人口	工商及服務業普查，中華民國統計資訊網，http://www.stat.gov.tw/mp.asp?mp=4	每 5 年更新 1 次	已更新至 2016 年
	GDP	國民所得及經濟成長，中華民國統計資訊網，http://www.stat.gov.tw/mp.asp?mp=4	每年 1 次	已更新至 2017 年
	所得	家庭收支調查，中華民國統計資訊網，http://www.stat.gov.tw/mp.asp?mp=4	每年 1 次	已更新至 2017 年
	大專院校學生	大專院校概況表，統計處 http://depart.moe.edu.tw/ED4500/cp.aspx?n=1B58E0B736635285&	每年 1 次	已更新至 2017 年
	觀光遊憩人次	觀光統計年報，觀光局 http://admin.taiwan.net.tw/statistics/year.aspx?no=134	每年 1 次	已更新至 2017 年
能源價格	汽油油價	油價資訊管理與分析系統，經濟部能源局，http://www.moeaboe.gov.tw/oil102/	每年 1 次	已更新至 2018 年
	柴油油價	油價資訊管理與分析系統，經濟部能源局，http://www.moeaboe.gov.tw/oil102/	每年 1 次	已更新至 2018 年
溫室氣體參數	能耗碳排	車輛動態能耗碳排系列研究(小汽車、大客車、機車)、經濟部能源局能源平衡表	配合資料來源更新時點，每年 1 次	已更新至 2017 年
	空氣污染	空氣污染排放量查詢油價資訊管理與分析系統，經濟部能源局 http://teds.epa.gov.tw/new_main2-0-1.htm	配合環保署更新時程，3-5 年更新 1 次	已更新至 2017 年
排放清冊	清冊資料	配合本計畫 5.3 節推估結果納入最新資料	每年 1 次	已更新至 2017 年

資料來源：本計畫彙整

4.4 網站資安與壓力測試

4.4.1 平台資安檢測

藉由定期的系統檢測，能夠確保系統之效率、安全性和服務品質，本年度整合資訊平台的系統檢測、資安維護說明如下。

本計畫採用 paros 工具進行資安檢測，此軟體是用於掃描網頁程式漏洞的自動化工具，以代理伺服器之方式，介於瀏覽器與網站之間，攔截雙方的 HTTP 通訊協定，並從中注入相關的測試封包，來完成網站的安全性檢測並且提供解決方案，供程式人員針對報告修正網站的資安漏洞。

1. 軟硬體設備明細

(1) 檢測軟體：paros

(2) 測試瀏覽器：IE11

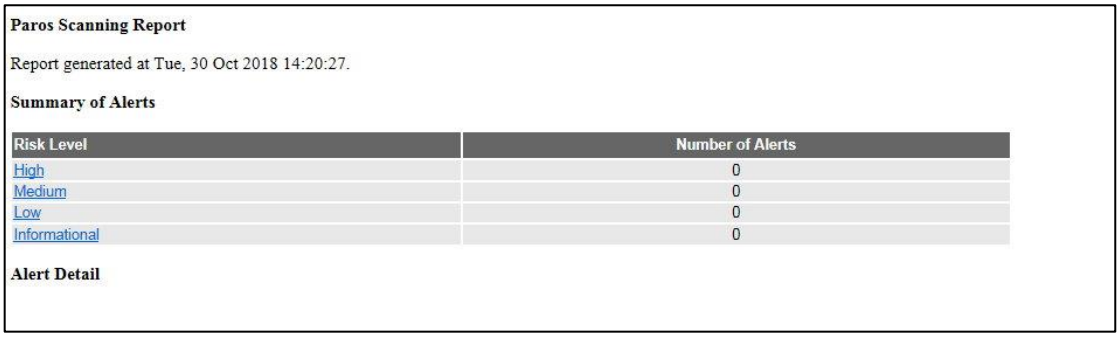
(3) 作業系統：Windows 7

(4) 處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

2. 測試結果：測試結果及檢測畫面如表 4.4-1 及圖 4.4.1 所示。

表 4.4-1 paros 測試結果

風險等級	風險數目	風險描述
高	0	-
中	0	-
低	0	-



Paros Scanning Report

Report generated at Tue, 30 Oct 2018 14:20:27.

Summary of Alerts

Risk Level	Number of Alerts
High	0
Medium	0
Low	0
Informational	0

Alert Detail

圖 4.4.1 paros 檢測畫面

3. 測試分析

本系統經由 paros 檢測出來的結果為無存在風險，代表此平台是安全並且穩定的，能夠無疑慮地提供給各個部屬機關與運研所內部使用。

4.4.2. 系統效能壓力測試

本計畫於後端校能與壓力測試採用 jmeter 作為工具，jmeter 是以 java 語言開發而成的工具，其為 Open Source，測試方式是以錄製腳本的方式來模擬出同一時間內有 N 個使用者正在操作該平台，進而產生負載的情形以及回應時間的數據，利用 jmeter 能夠模擬各種情境，包括虛擬的使用人數，不僅能夠測出系統的穩定度，並且根據結果來調整系統的性能。

於前端部分使用了 HttpWatch Basic Edition，針對網頁執行時之執行時間進行紀錄，由於網站元件特性不同，部分元件屬於持續性載入、平行運算或者是背景執行等，故即使畫面已載入完畢，仍會偵測到所有元件載入完畢才結束，但在實際操作上，並不影響使用者的體驗，故於當使用者取得該計算成果或者始可瀏覽，則停止計算時間，一般而言，測試出的結果會比使用者體驗的多出 0.5 至 1 秒間。

1. 軟硬體設備明細

(1) 壓力測試

①檢測軟體：jmeter

②測試瀏覽器：IE8

③作業系統：Windows XP

④處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

(2) 前端網頁效能測試

①檢測軟體：HttpWatch Basic Edition

②測試瀏覽器：IE11

③作業系統：Windows 8.1

④處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

2. 測試結果

測試結果如表 4.4-2~表 4.4-4，檢測畫面如圖 4.4.2 所示。

表 4.4-2 jmeter 壓力測試結果(整個平台)

測試功能	測試人數	測試時間(分)	平均響應時間(秒)	最小響應時間(秒)	最大響應時間(秒)	錯誤率(%)
平台整體	10	10	0.136	0.010	0.577	0.00%
	50	10	0.033	0.002	6.552	0.00%
	100	10	0.039	0.002	5.863	0.00%

表 4.4-3 jmeter 壓力測試結果(各模組)

測試功能	測試人數	測試時間(分)	平均響應時間(秒)	最小響應時間(秒)	最大響應時間(秒)	錯誤率(%)
首頁	10	10	0.118	0.046	0.273	0.00%
	50	10	0.430	0.165	1.015	0.00%
	100	10	0.601	0.061	1.037	0.00%
最新消息	10	10	0.023	0.014	0.041	0.00%
	50	10	0.437	0.091	1.008	0.00%
	100	10	0.676	0.267	1.308	0.00%
計畫背景	10	10	0.027	0.014	0.052	0.00%
	50	10	0.387	0.084	1.138	0.00%
	100	10	0.565	0.230	1.116	0.00%
知識庫	10	10	0.026	0.010	0.059	0.00%
	50	10	0.230	0.031	0.496	0.00%
	100	10	0.557	0.169	1.145	0.00%
資料庫	10	10	0.141	0.055	0.320	0.00%
	50	10	0.299	0.078	0.422	0.00%
	100	10	0.713	0.212	1.410	0.00%
節能減碳管考模組	10	10	0.148	0.113	0.203	0.00%
	50	10	0.342	0.118	0.451	0.00%
	100	10	0.826	0.249	1.181	0.00%
策略評估支援模組	10	10	0.150	0.104	0.195	0.00%
	50	10	0.340	0.120	0.440	0.00%
	100	10	0.821	0.224	1.229	0.00%

表 4.4-4 系統效率檢測結果表

模組名稱	子模組名稱	頁面名稱	秒數	檢測結果
首頁	首頁	首頁	0.454	低
最新消息	最新消息	最新消息	1.350	低
計畫背景	緣起	緣起	0.240	低
	聯合國氣候大會	聯合國氣候大會	0.276	低
知識庫	整體法規	國際法規	0.436	低
		我國法規	0.722	低
	政策及策略	環保署政策	0.554	低
		經濟部政策	0.557	低
		其他政策	0.550	低
	技術發展	能源管理技術	0.490	低
		交通運輸技術	0.396	低
		綠建築技術	0.391	低
		經濟財稅技術	0.438	低
		其他相關技術	0.427	低
資料庫	社會經濟	人口	0.431	低
		車輛數	0.550	低
		產業結構	0.508	低
		從業人口	0.745	低
		GDP	0.945	低
		所得	0.442	低
		大專院校學生	0.626	低
		觀光遊憩人次	0.519	低
	能源價格	汽油價格	0.498	低
		柴油價格	0.626	低
		油價查詢	0.768	低
	溫室氣體參數	能耗碳排	1.150	低
		空氣污染	0.421	低
	排放清冊	總說明	1.240	低
		推估方法介紹	0.437	低
		推估資料查詢	0.770	低
節能減碳管考模組	節能減碳總行動方案	總說明	1.070	低
		行動管考	0.671	低
	節能減碳計算工具	公式說明	0.466	低
		計算工具	0.743	低

表 4.4-4 系統效率檢測結果表(續)

模組名稱	子模組名稱	頁面名稱	秒數	檢測結果
策略評估支援模組	評估模組架構	總說明	0.502	低
	情境與策略	基礎情境設定	0.807	低
		運輸節能減碳政策	0.515	低
	策略評估工具	基線推估	1.130	低
		TDME 模型	0.813	低
基本設定	基本設定	使用者主檔	1.090	低
		模組設定	0.369	低
		角色設定	0.766	低
		系統代碼設定	1.140	低
		最新消息管理	1.390	低
		知識庫管理	0.963	低

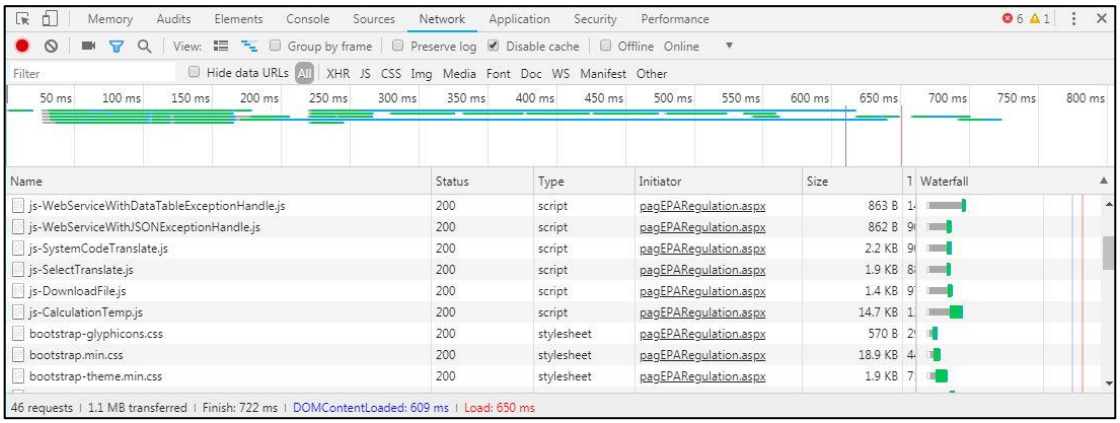


圖 4.4.2 HttpWatch Basic Edition 檢測畫面

3. 測試分析

由於每個網站的需求不同，所以模擬的測試情境與標準也不相同，在本計畫壓力測試模擬的情境以逐步增壓的方式，分別在 10 分鐘內上線 10 人、10 分鐘內上線 50 人、10 分鐘內上線 100 人。測試結果可以發現在 10 分鐘內上線 10 人與 100 人，系統的回應時間無太大差異，代表系統在 10 分鐘內乘載 100 人並無超過負荷，系統相對穩定。

而針對本系統的每個網頁所做的效能測試，網站上頁面的平均讀取時間大約在 0.7 秒的反應時間，較複雜或者是需要讀取資料庫的頁面需要時間大約為 1 秒。以現階段而言，符合一般網站效能標準，整體網頁呈現速度暫無需要調校。

第五章 綠色運輸宣導網站維運

藉由推動使用低污染、省能源、智慧化等綠色運輸工具，提供安全舒適、環保且共生共榮的永續運輸環境，達到節能減碳之目的並促進社會和經濟的聯繫。然而一般民眾對於綠色運輸的認知有限，因此透過綠色運輸理念之推廣，鼓勵民眾多使用綠色運輸系統、紓緩汽機車使用與成長，及降低運輸部門能源依賴程度及減少能源使用及溫室氣體排放等。遂成立綠色運輸宣導網，並透過定期發布綠運輸新聞及相關新知，推廣綠色運輸及提高民眾對於綠色運輸之認知。

5.1 網站維運與更新

綠色運輸宣導網站已成立多年，本計畫持續進行網頁優化及版本升級作業，網頁及維運方式說明如后。

5.1.1 網站介紹

1. 綠色運輸宣導網站

綠色運輸宣導網站掛載於本所網域下，經前期改版後已於 2016 年 9 月底正式上線(網址 http://greentransport.iot.gov.tw)，共包含 11 項功能頁面，如圖 5.1.1 所示，並說明如下。

(1) 首頁：為使用者進入後的首要頁面，以輪播最新消息為主，直覺性設計易於使用者瀏覽，另外也可由首頁連接至綠色運輸宣導臉書社群(Green Transport)。

(2) 關於：可由首頁直覺性箭頭進入，說明網站設立緣起及目標。

(3) 最新消息：定時更新最新綠色運輸新聞和節能減碳相關生活知識。

(4) 相關政策：提供最新年期政策白皮書及其他關連政策下載。

(5) 綠能知識庫：介紹大眾運輸及私人運具對於減碳的影響性。

(6) 影音專區：提供與節能減碳專業知識推廣相關之影片。

(7) 下載專區：國內、外節能減碳文獻及相關技術、能源會議資料。

(8) 好站推薦：依綠能、交通、能源、經濟和自行車分類，提供國內、外網站連結。

(9) 與我連絡：使用 Google map 提供之 API 串接地圖，呈現與本所位置相關資訊，也提供使用者回饋使用意見。

(10)隱私權政策：提供本網站及其延伸服務網應注意事項。

(11)版權所有：讓使用者可得知當前版本年期，且版權保護可替網站創造更大的價值。

首頁

關於

最新消息

相關政策

綠能知識庫

影音專區

下載專區

好站推薦

資料來源：http://greentransport.iot.gov.tw。

圖 5.1.1 綠色運輸宣導網站

2. 綠色運輸宣導網臉書專頁

2018 年臺灣地區臉書活躍用戶數高達 1,900 萬人，占全臺人口的 80%為亞太地區使用率最高的國家之一，其中使用行動裝置用戶高達 1,800 萬人。考量此使用量，2012 年於臉書平台上創立綠色運輸宣導網臉書專頁(https://www.facebook.com/greentransport.tw/)，至今已有 4,000 多名粉絲人數，臉書專業如圖 5.1.2 所示，本計畫每日固定發布與綠色運輸相關之最新動態，管理者發佈頁面如圖 5.1.3 所示。

圖 5.1.2 綠色運輸宣導網站臉書專頁

圖 5.1.3 綠色運輸宣導網站發佈頁面

5.1.2 網站維運機制

1. 更新機制

綠色運輸宣導網站使用 Joomla!系統開發，為一套具彈性的 CMS 內容管理系統(Content Management System)，配合官方版本更新，已於 2017 年度進行升級，後台版本為 3.7.5 版，升級前後管理介面並無異，系統頁面如圖 5.1.4 及圖 5.1.5 所示。

網站最新消息為每週更新 1 次，其他資訊則是每半年進行維護更新，定期搜尋相關綠色運資訊，更新畫面如圖 5.1.6 所示，程序上分為資料蒐集、資料編輯及資料上傳等 3 步驟，臉書專頁亦採取相同方式，由系統管理者透過臉書發佈資訊，並於後台管理、編輯或排程文章，如圖 5.1.7。

2. 維護機制

系統維運作業相關機制說明如下：

(1) 系統備份：因應硬體故障或系統異常等風險情況，已針對網站程式及資料庫建立備份檔案，可配合風險情況發生時，網站還原之需求。

(2) 更新歷程：針對歷次更新資訊，皆彙整於每月月報之中，可隨時掌握備份檔後所新增資訊。

(3) 檔案安全：對於上傳系統檔案，皆採用防毒軟體掃描確認後，始可上傳至伺服器中。

(4) 網站服務監控：透過網路服務監控網站(http://monitority.com/)，定時(每小時)監控網站是否提供正常服務，若檢測出無法正常服務則以電子郵件告知系統管理並提供警示，以利快速回應與處理。

圖 5.1.4 後台管理系統登入畫面

圖 5.1.5 後台管理系統操作畫面

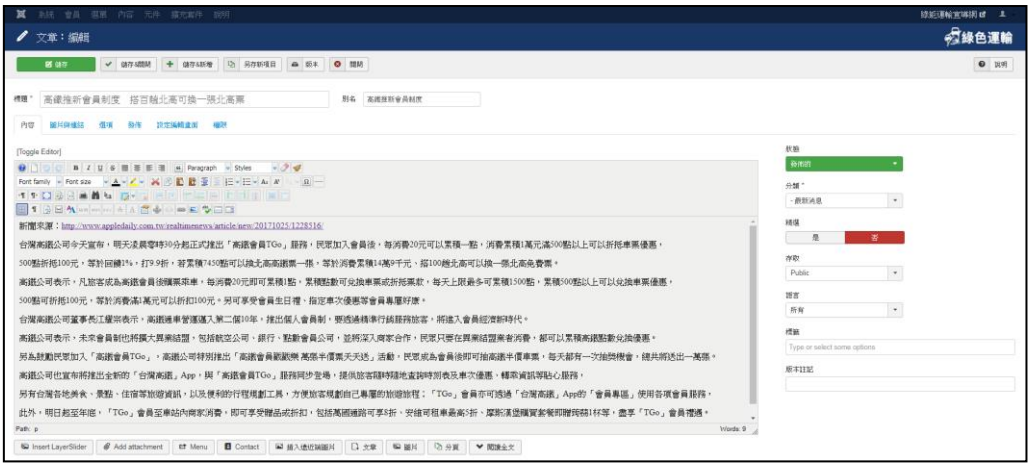


圖 5.1.6 後台訊息編輯發佈畫面

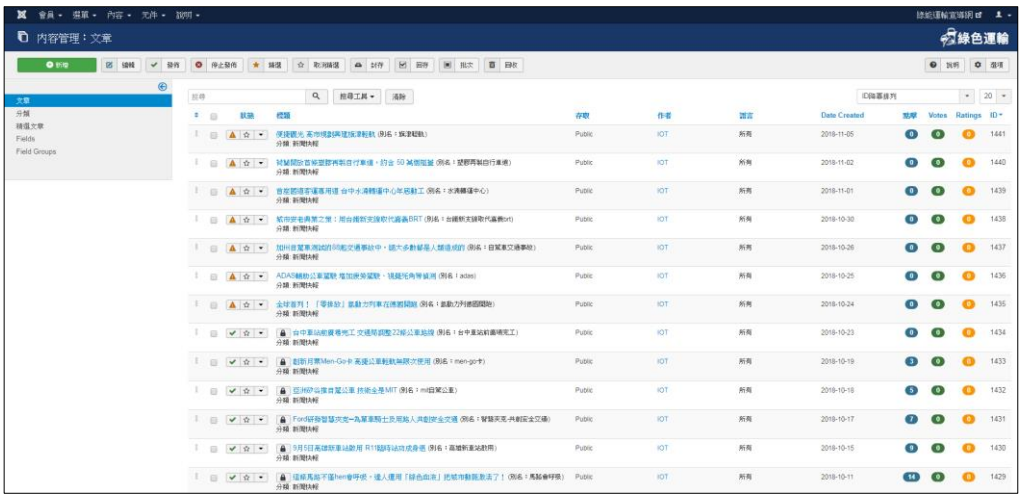


圖 5.1.7 臉書專頁文章管理頁面

3. 導入 HTTPS 傳輸協定

依國家發展委員會 2017 年 12 月 13 日發資字第 1061503130 號函，規定行政院各級機關對外服務網站，因此本計畫於 6 月開始調整作業，進行 CSR 伺服器建立憑證要求匯出，向 GCA 政府憑證管理中心申請 SSL 伺服器應用軟體憑證，並向所內申請防火牆開通 443PORT，以及辦理伺服器相關設定作業，調整後，平台網址變更為「http://greentransport.iot.gov.tw」，並可見圖 5.1.8 所示，調整後於 chrome 瀏覽器上從顯示不安全變為安全。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1.8 Https 導入前後在 chrome 瀏覽器比較

5.1.3 網站內容更新

網站內容更新速度快且穩定較易受到搜尋引擎重視，為持續穩定平台SEO(搜尋引擎優化 Search Engine Optimization, SEO)排名，並於臉書專頁增加更多人氣，更新網站內容就變成相當重要的一環。綠色運輸宣導網站採每週定期更新，臉書專頁考量時效性，採每日定時更新，資訊來源多為新聞平台及運輸相關網站，其訊息來源及更新紀錄摘要說明如后：

1. 訊息來源

(1) 關鍵字搜尋

透過google快訊、新聞媒體及其他時代媒體如中央通訊社、風傳媒、關鍵新聞網、路透社等平台，輸入「電動車、電動機車、自行車、單車、bike、捷運、公車、客運、火車、臺鐵、交通、綠色運輸、節能減碳、氣候變遷」等關鍵字辭蒐羅新聞。

(2) 網站參考

透過參考網站搜尋發布資料，網站列於表 5.1-1，從中擷取相關資訊並定期更新。

2. 更新紀錄摘要

自 2018 年 1 月至 11 月綠色運輸宣導網站共累計發布 147 筆資訊；臉書專頁發布 669 筆資訊。

表 5.1-1 綠運輸參考網站

網站名稱	相關議題	連結
物聯網	電動車、綠能產業	http://www.digitimes.com.tw/tech/
數位時代	智慧車、新能源	http://www.bnext.com.tw/articles
環境資訊中心	氣候變遷、環保議題、節能	http://e-info.org.tw/
端傳媒	減排、大眾運輸、海綿城市、減碳	https://theinitium.com/
器研所	單車、電動車	https://gearlabview.wordpress.com/
AutoWeek	電動車、綠能	http://autoweek.com/
CITYLAB	自行車、大眾運輸、城鄉發展	http://www.citylab.com/commute/
ECF	自行車	http://www.ecf.com/

資料來源：本計畫彙整。

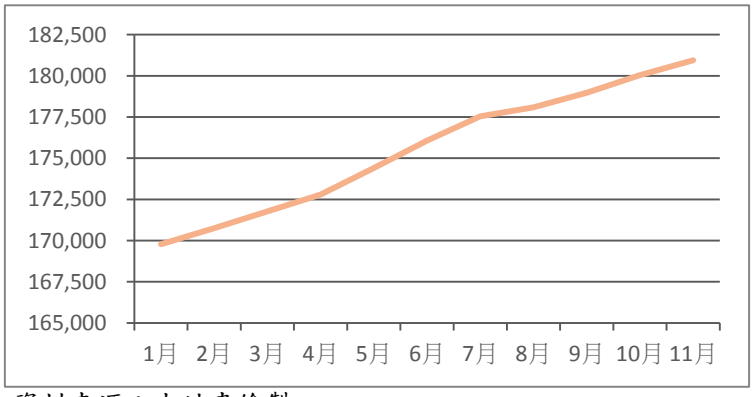
5.2 使用成效盤點

5.2.1 使用狀況

本計畫自 2018 年 1 月起逐月紀錄使用情形，彙整綠色運輸宣導網站及「Green Transport」臉書人次，說明如下。

1. 綠色運輸宣導網站：截至 2018 年 11 月，總瀏覽人次為 180,944 人次。

2018 年度設定目標為總瀏覽人次達 18 萬人，目前人次為 18 萬人，已於 11 月達成目標。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.1 綠色運輸宣導網站總瀏覽人次圖

表 5.2-1 綠色運輸宣導網站總瀏覽人次

月份	總瀏覽人次
1 月	169,778
2 月	170,755
3 月	171,771
4 月	172,794
5 月	174,408
6 月	176,064
7 月	177,547
8 月	178,091
9 月	178,973
10 月	179,812
11 月	180,944

資料來源：本計畫彙整。

2. 臉書專頁：截至 2018 年 11 月為止，總按讚人數持續成長達到 4,017 人

於表 5.2-2 可知臉書專頁按讚總人數已呈現穩定現象，後續建議每周持續關注專頁成效，並根據對應數據調整發文，也可適時舉辦相關活動或編列廣告購買預算，締造新一波粉絲人數高峰。

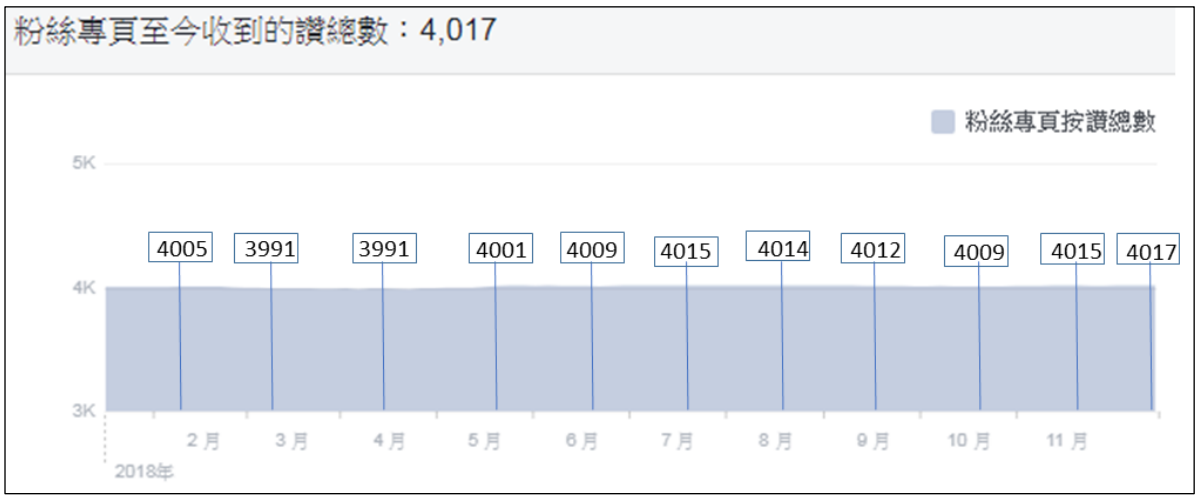


圖 5.2.2 臉書專頁按讚數圖

圖 5.2.3 臉書專頁觸及人數圖

表 5.2-2 臉書專頁平均總按讚總數

月份	平均總按讚數
1 月	4,004-4,009
2 月	4,008-3,991
3 月	3,991-3,991
4 月	3,990-4,001
5 月	4,003-4,009
6 月	4,010-4,015
7 月	4,015-4,014
8 月	4,014-4,012
9 月	4,012-4,009
10 月	4,009-4,015
11 月	4,015-4,017

資料來源：本計畫彙整。

5.2.2 提升使用成效作法

系統成效是透過使用人次進行觀察，為求瀏覽人次提升目標，除維持網站內容持續更新及搜索最佳化之外，績效盤點也為非常重要的一環。

資料來源：本計畫繪製。

圖 5.2.4 綠色運輸宣導網站搜尋引擎最佳化結果

1. 綠色運輸宣導網站

對於網站管理者來說，一是希望能產出讀者會喜歡的內容，甚至創造被分享的可能性，二是希望在每次成效盤點時可花最少時間了解網站的績效，為維護並持續提高搜尋排名。

隨著大數據的來臨，Google Analytics 是由 Google 推出的網站統計分析工具,可以協助網站管理者統計網站的流量來源、熱門內容分析等資料，並可整合 Google 產品。例如可以把 Google Analytics 和 Google Webmaster(Google 網站管理員)做連結，即可在報表中查看 Google 網站管理員的資料，另外還有網站的讀者年齡、興趣與性別，不只是給網站上較受歡迎的數據內容，也提供許多網站使用者經驗的好壞線索供管理者評估改善，例如調整發佈形式、時間、文章...等，以利於網站持續成長。使用 Google Analytics 系統盤點成效說明如后。

(1) 總瀏覽量

「瀏覽量」是網頁的總瀏覽數。重複瀏覽的同一個網頁也計算在內。可看出一段時間內網站的瀏覽人數及成長，自 2018 年 1 月至 11 月，總瀏覽量為 12,713 次，共有 4,891 個使用者，平均停留時間約 1 分半鐘，新的使用者約佔九成，回訪使用者則佔一成。

回訪率是觀察吸引到的新客群與欲留住的老客戶非常重要的指標，因宣導網站並未購買廣告或對外宣傳，故目前回訪率偏低，後續建議可再臉書專頁持續宣達網站或行文至相關單位協助推播。

圖 5.2.5 Google Analytics 報表總覽-瀏覽量

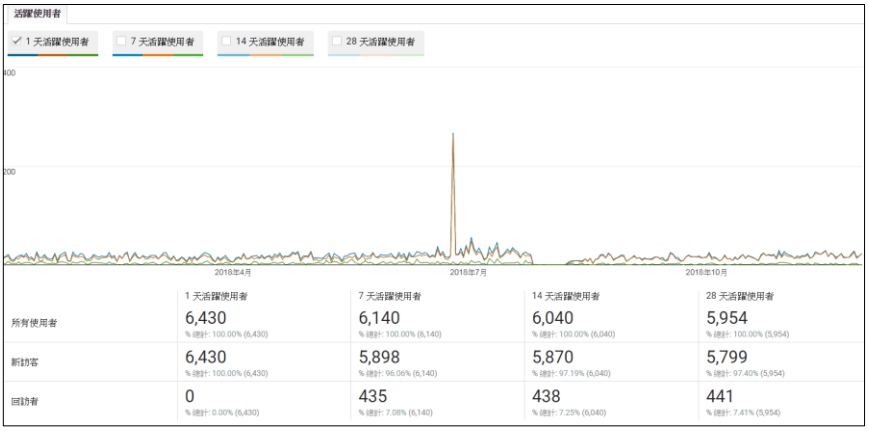


圖 5.2.6 Google Analytics 報表總覽-回訪率

(2) 行為分析

透過行為分析了解使用者透過何種介面進入本網站、最常拜訪的頁面，以及透過搜尋什麼關鍵字進入本網站，利於管理者更加了解使用者取向，由圖 5.2.7 至圖 5.2.9 可看出使用者通常透過 Google 登入，除了首頁之外，最常使用的模組為最新消息。

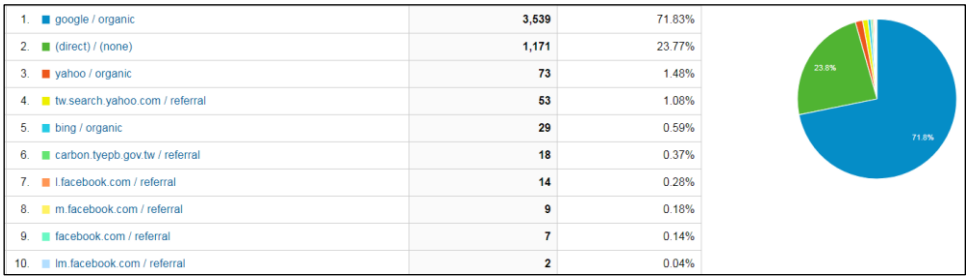


圖 5.2.7 Google Analytics 報表-行為分析(來源)

圖 5.2.8 Google Analytics 報表-行為分析(模組)

圖 5.2.9 Google Analytics 報表-行為分析(關鍵字)

(3) 使用者分析

可追蹤使用者上線國家，及使用者性別、年齡，也可由資料量看出使用者最常上線時間及使用者使用之作業系統。由圖 5.2.10 至圖 5.2.12 可看出使用者多位於臺灣並於午後瀏覽，桌機與行動裝置較多，性別又以男性多於女性，以 25-34 歲者為多。

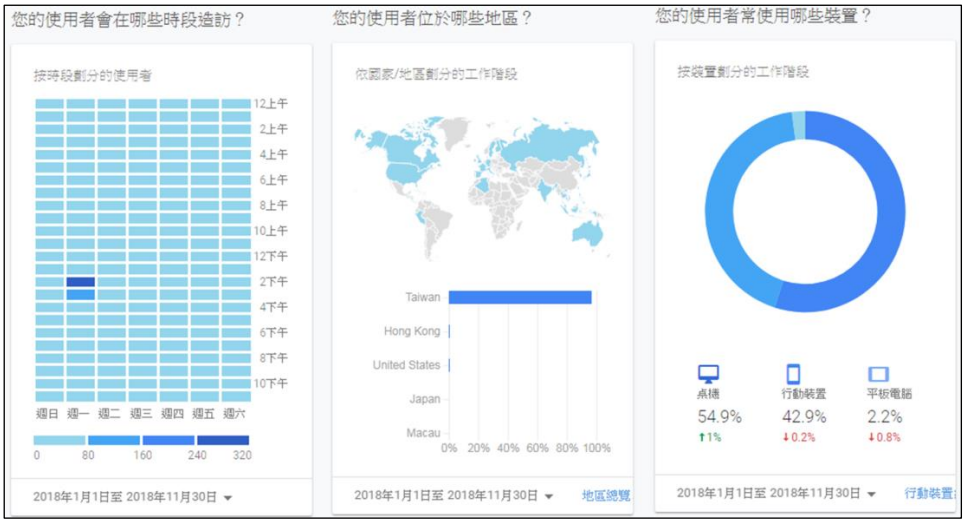


圖 5.2.10 Google Analytics 報表-客層分析

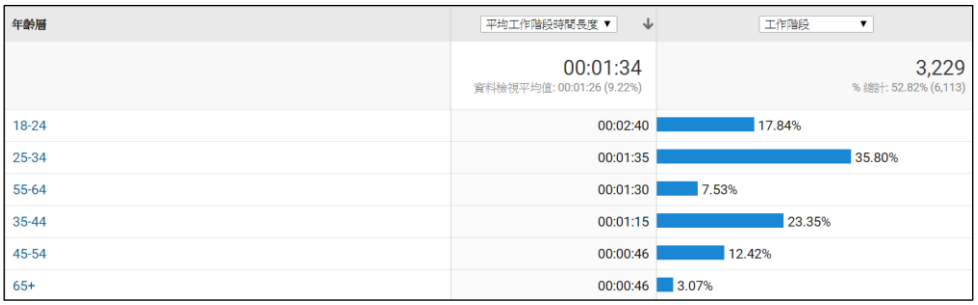


圖 5.2.11 Google Analytics 報表-客層分析(各年齡層停留時間)

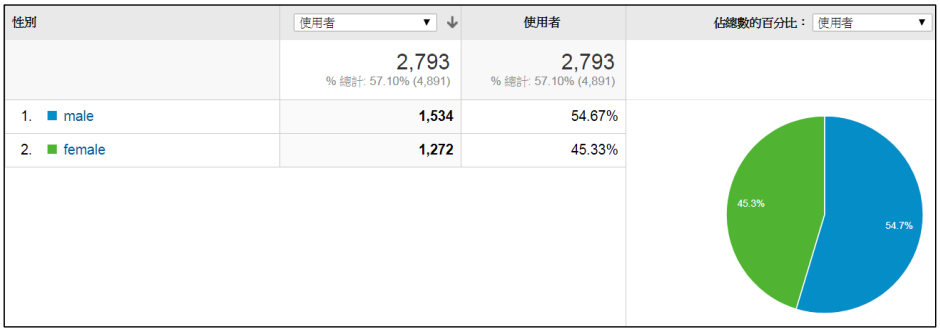


圖 5.2.12 Google Analytics 報表-客層分析(男女比例)

2. 臉書專頁

臉書專頁的核心數據包含專頁按讚數、總瀏覽數及觸及討論率，這些數據是檢視專頁成效的重點指標，管理者需藉由長期觀察核心數據的變化並從中分析趨勢，找出專頁的關鍵目標。

從專頁提供的分析工具中，管理者較常使用的功能包含績效總覽、按讚分析、觸及人數、瀏覽分析及貼文分析等項目，管理者經由分析結果調整經營策略，各功能介紹及分析說明如后：

(1) 績效總覽

於系統登入後的報告首頁，可直接看出一段時間內專頁的各項數值變化，最大單位為過去 28 天內，並提供數據匯出功能，最長時間區間為半年。

圖 5.2.13 臉書洞察報告基本功能-總覽

圖 5.2.14 臉書洞察報告基本功能-匯出數據

(2) 按讚分析

此項分析功能可自行調整時間軸來決定檢視的週期，而在此項目當中分為三個維度，分別為按讚數、按讚數的變化及按讚的來源。由圖 5.2.15 可看出由 2018 年 1 月至 11 月，按讚人數由 4,004 人上升至 4,017 人，雖有部分收回讚的紀錄，但按讚的成長數仍高於收回讚數，建議持續觀察檢討。

圖 5.2.15 臉書洞察報告基本功能-總按讚數

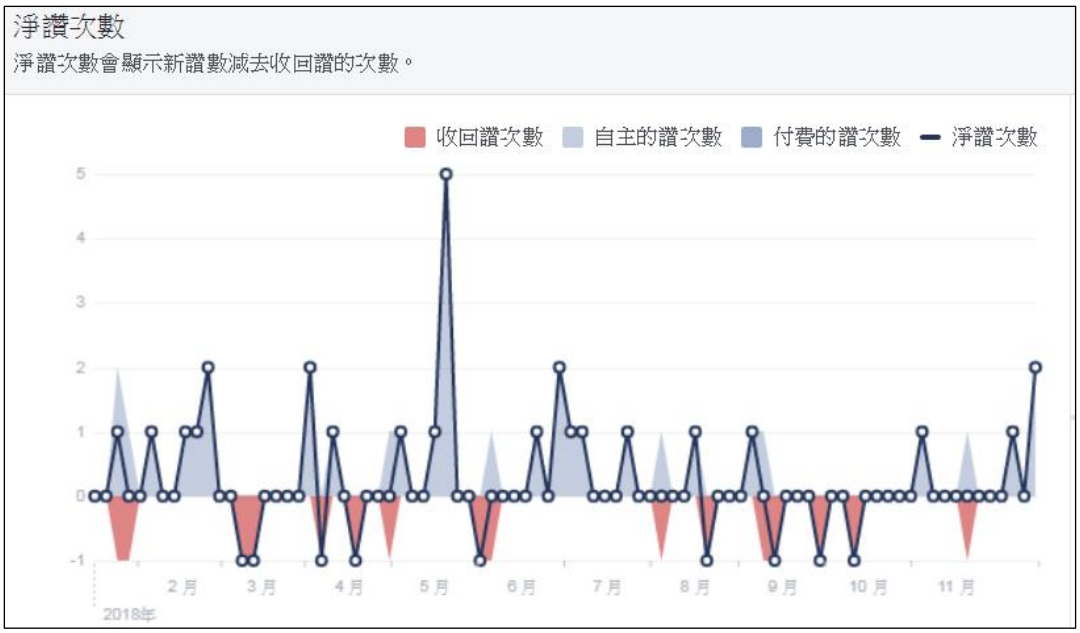


圖 5.2.16 臉書洞察報告基本功能-淨讚分析

(3) 觸及人數

此分析包含貼文觸及人數、互動和分享、隱藏檢舉為垃圾訊息、收回讚及總觸及率...等，舉凡貼文後的所有互動分析，由圖 5.2.17 至圖 5.2.19 可看出 2018 年 1 月至 11 月，觸及率最高為 1,768 次，分享次數為 6 次，檢舉或隱藏訊息平均次數為 0 次。

圖 5.2.17 臉書洞察報告基本功能-觸及人數

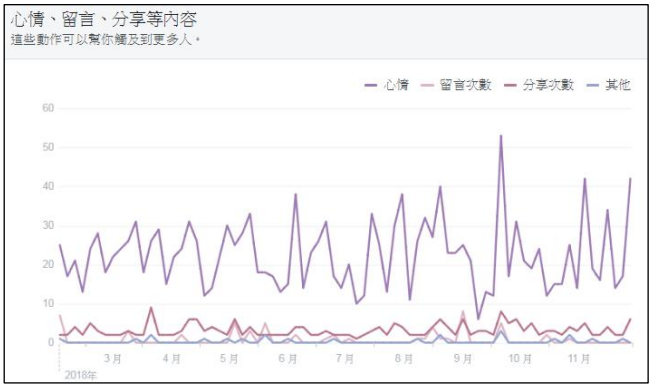


圖 5.2.18 臉書洞察報告基本功能-增加觸及統計

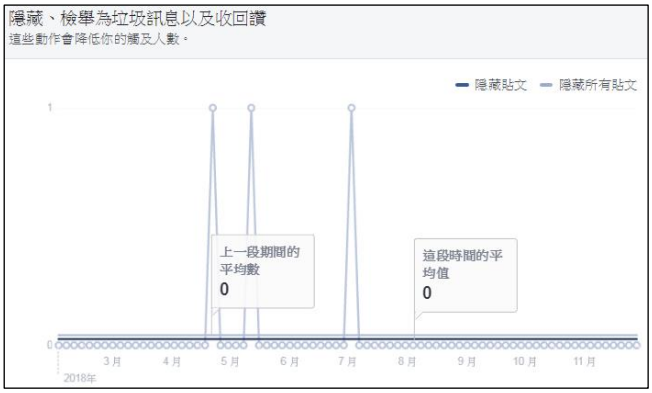


圖 5.2.19 臉書洞察報告基本功能-降低觸及統計

(4) 瀏覽分析

以一個月為最大單位，可看出此段時間專頁上瀏覽人次變化，如多數人瀏覽的頁面、使用的裝置及來源國家等訊息。由圖 5.2.20 至圖 5.2.26 可看出於 2018 年 11 月底時，單日總瀏覽人次最高為 17 人，使用者瀏覽頁面以首頁為多；年齡方面，男性以 18-24 歲為主，女性以 25-34 歲為多，登入地區主要都是臺灣，以縣市統計來說則以臺北市、新北市佔大宗，並以電腦登入較多。

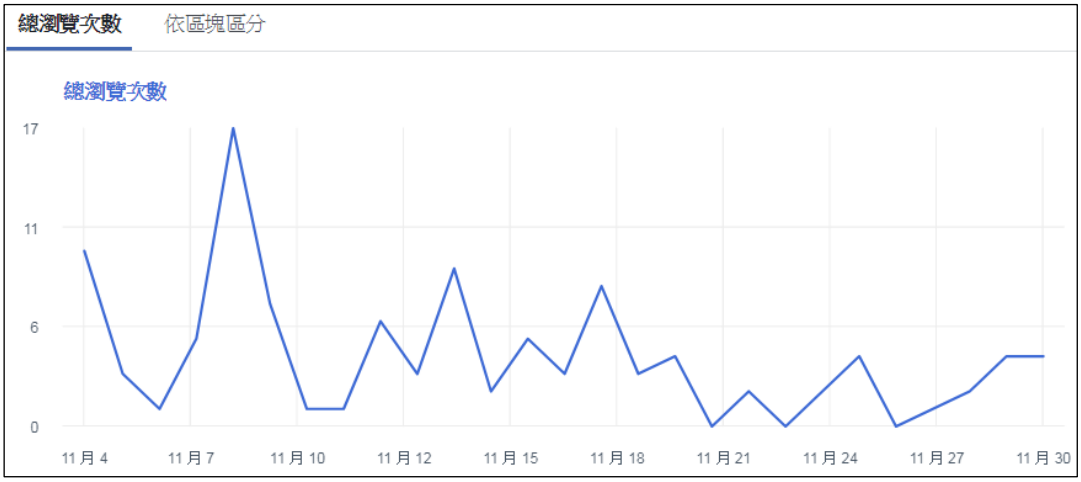


圖 5.2.20 臉書洞察報告基本功能-總瀏覽次數

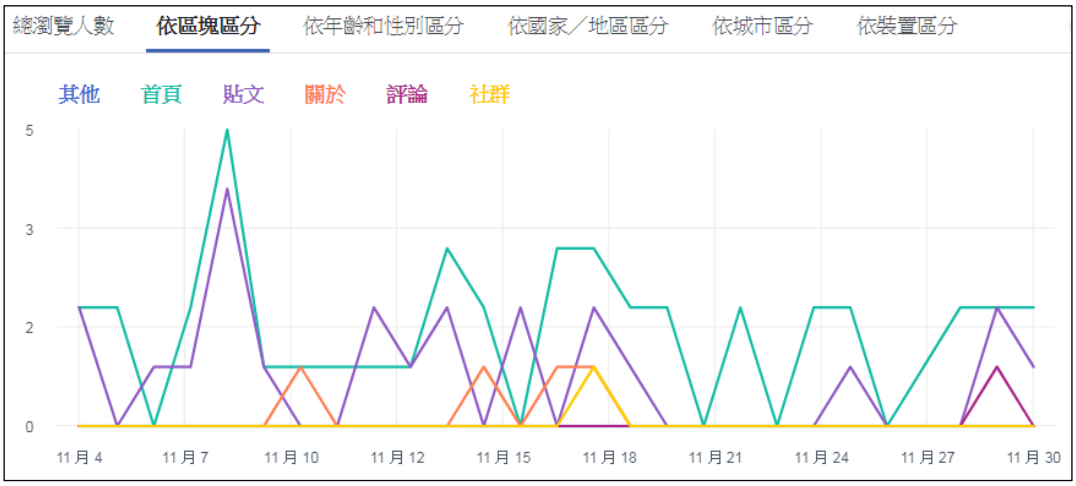


圖 5.2.21 臉書洞察報告基本功能-依區塊區份

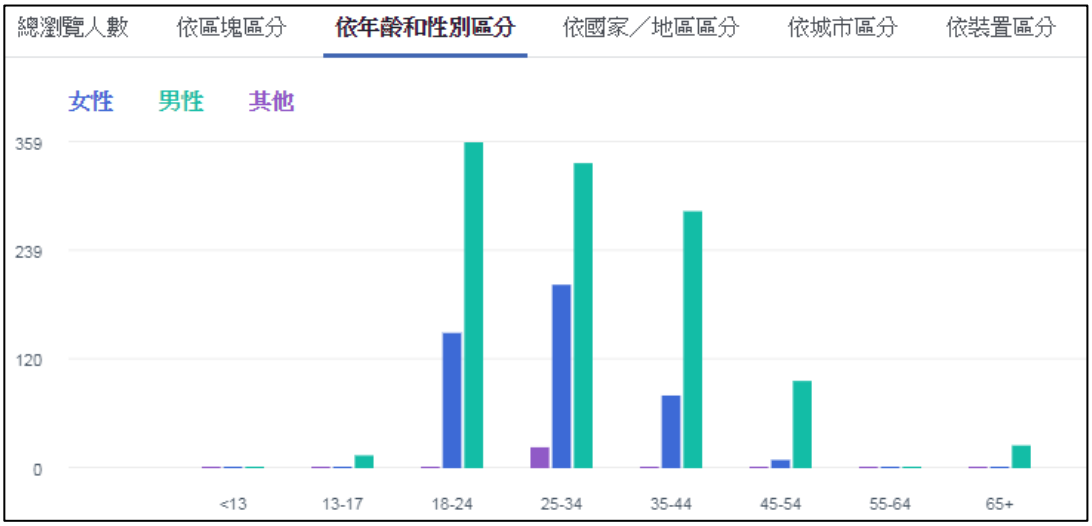


圖 5.2.22 臉書洞察報告基本功能-依年齡和性別區分

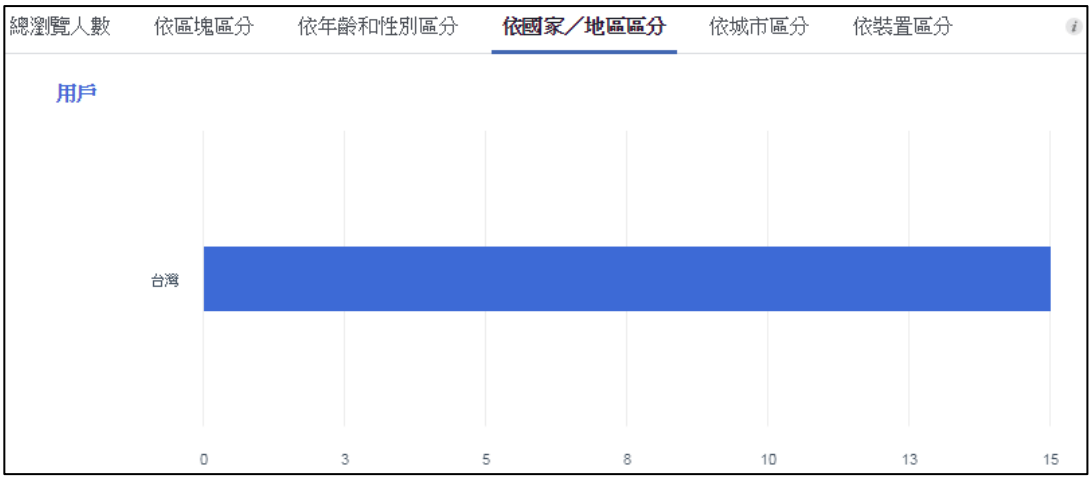


圖 5.2.23 臉書洞察報告基本功能-依國家/地區區分

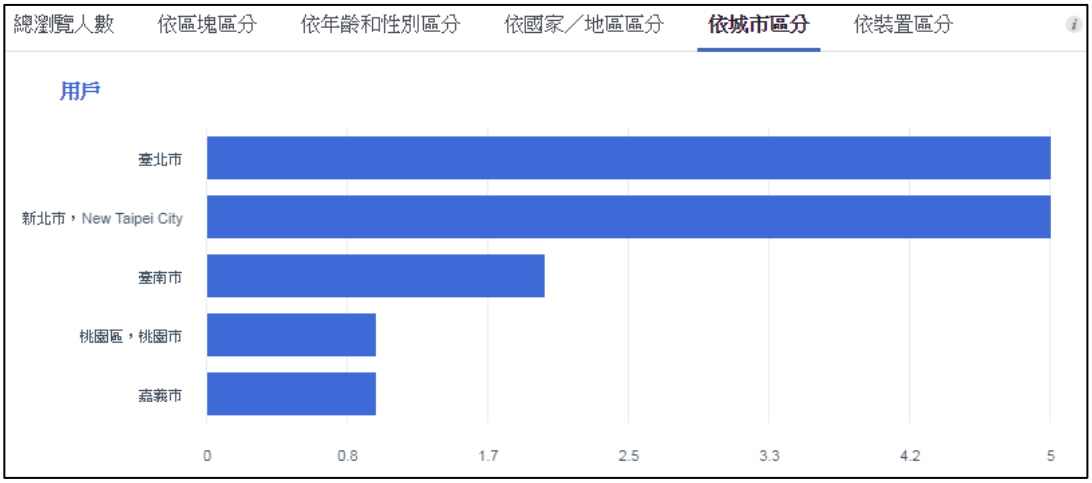


圖 5.2.24 臉書洞察報告基本功能-依城市區分

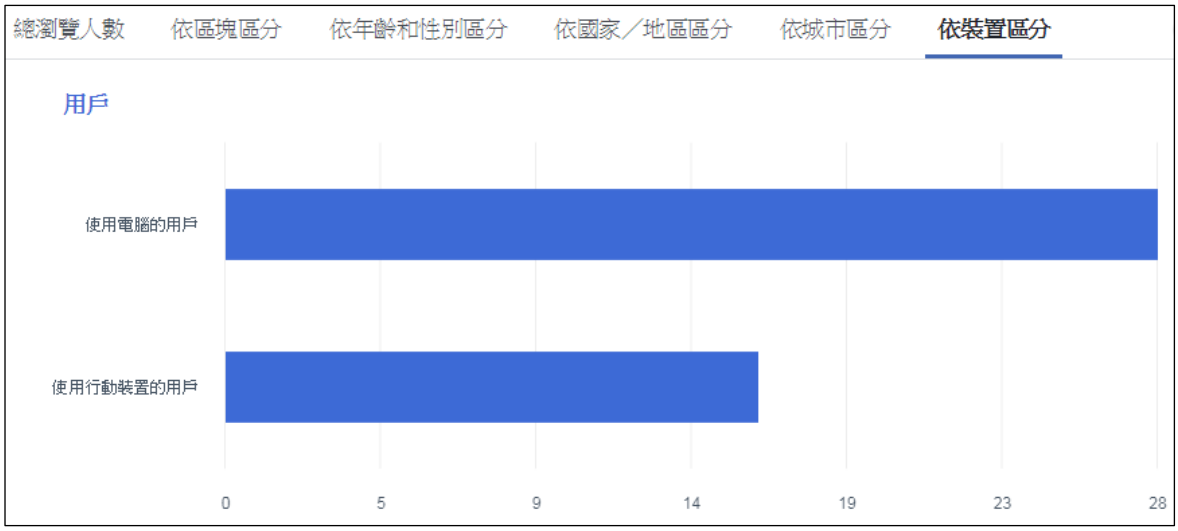


圖 5.2.25 臉書洞察報告基本功能-依裝置區分

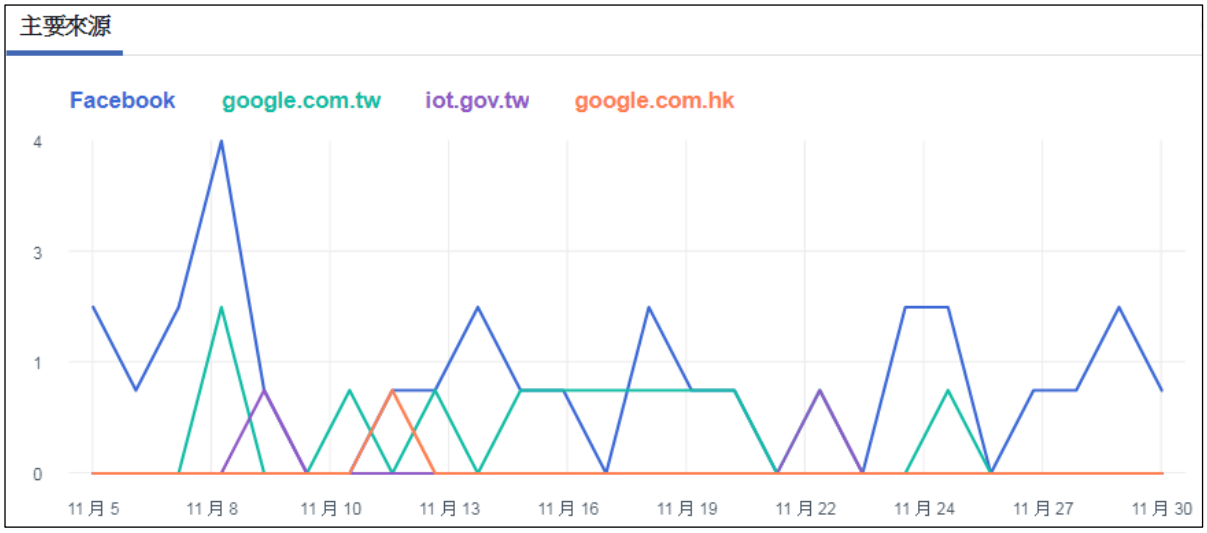


圖 5.2.26 臉書洞察報告基本功能-主要來源

(5) 貼文分析

可看出最近一周粉絲上線時間及近期已發表貼文中互動或觸及人數最高的貼文，由圖 5.2.27 可看出最近一周粉絲上線最多的時間落在周二晚上 19:00-22:00，可於此時段發表重點貼文，並持續觀察粉絲上線時間調整發文。

貼文部分若想吸引新客群及提高曝光度，除了廣告採買之外，也可採用專欄合作方式，用專業觀點剖析新聞時事或議題，因具有獨特性及原創性，故較能吸引讀者點擊與轉貼。

圖 5.2.27 臉書洞察報告基本功能-粉絲上線時間

貼文	觸及人數	點擊／動作
撒網公共交通，新加坡推按需巴士服務 ----------	661	62
淡海輕軌試乘 到站按鈕才開門 ---------- ---------- 三…	557	32
台鐵12/20砍班次 公車客運將延駛、延後收班 ----------	346	26
桃園捷運推行動支付 12月首周購票打66折 ----------	368	22
立院拍板　無人車、無人機最快明年可在台測試上路 ----------	664	53
能源轉型關鍵時刻，工研院以綠能創新技術，攜手產業航向綠金新藍海 -----	391	9
汽燃費「隨車徵收→按里程數」鎖定3技術　評估最快明年5月出爐 ----------	903	86
特斯拉勁敵! 保時捷純電動車充電20分鐘續航400公里 ----------	417	16
駕駛員的列車時刻表以15 秒為單位 日本鐵道安全運輸的精準這樣玩 -----	778	49

圖 5.2.28 臉書洞察報告基本功能-已發佈貼文總覽

綜合上述幾項分析，可看出「Green Transport」專頁用戶人數持平成長，後續管理者可持續透過觀察數據變化同步調整發文相關時間、型態。另外，對於負面趨勢也應持續觀察趨勢變化，並提出應對之道。除了使用盤點工具釐清專頁整體績效外，另可透過臉書即時性的社交工具，提升專業粉絲瀏覽與回訪率。

5.3 網站資安與壓力測試

藉由定期的系統檢測，能夠確保系統之效率、安全性和服務品質，本計畫對於綠色運輸宣導網站辦理之系統檢測與資安維護說明如下。

5.3.1 平台資安檢測

採用 paros 工具進行資安檢測，此軟體是用於掃描網頁程式漏洞的自動化工具，以代理伺服器之方式，介於瀏覽器與網站之間，攔截雙方的 HTTP 通訊協定，並從中注入相關的測試封包，來完成網站的安全性檢測並且提供解決方案，供程式人員針對報告修正網站的資安漏洞。

1. 軟硬體設備明細

   (1) 受測系統：http://greentransport.iot.gov.tw/

   (2) 檢測軟體：paros

   (3) 測試瀏覽器：IE11

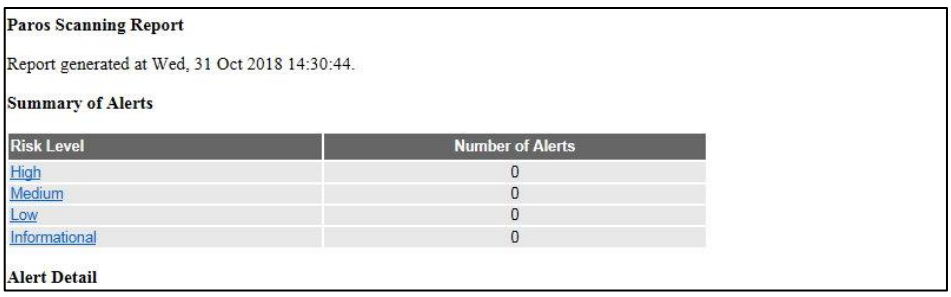
   (4) 作業系統：Windows 7

   (5) 處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

2. 測試結果：測試結果及檢測畫面如表 5.3-1 及圖 5.3.1 所示。

表 5.3-1 paros 測試結果

風險等級	風險數目	風險描述
高	0	-
中	0	-
低	0	-



Paros Scanning Report

Report generated at Wed, 31 Oct 2018 14:30:44.

Summary of Alerts

Risk Level	Number of Alerts
High	0
Medium	0
Low	0
Informational	0

Alert Detail

圖 5.3.1 paros 檢測畫面

3. 測試分析

經paros檢測出的結果為無存在風險,代表此網站是安全並且穩定的，能夠無疑慮地提供給使用者使用。

5.3.2 系統效能壓力測試

本計畫於後端校能與壓力測試採用 jmeter 作為工具，jmeter 是以 java 語言開發而成的工具，其為 Open Source，測試方式是以錄製腳本的方式來模擬出同一時間內有 N 個使用者正在操作該平台，進而產生負載的情形以及回應時間的數據,利用 jmeter 能夠模擬各種情境,包括虛擬的使用人數，不僅能夠測出系統的穩定度，並且根據結果來調整系統的性能。

於前端部分使用 HttpWatch Basic Edition，針對網頁執行時之執行時間進行紀錄，由於網站元件特性不同，部分元件屬於持續性載入、平行運算或者是背景執行等，故即使畫面已載入完畢，仍會偵測到所有元件載入完畢才結束，但在實際操作上，並不影響使用者的體驗，故於當使用者取得該計算成果或者始可瀏覽，則停止計算時間，一般而言，測試的結果會比使用者體驗的多出 0.5 至 1 秒間。

1. 軟硬體設備明細

(1)壓力測試

①受測系統：https://greentransport.iot.gov.tw/

②檢測軟體：jmeter

③測試瀏覽器：IE8

④作業系統：Windows XP

⑤處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

(2)前端網頁效能測試

①受測系統：https://greentransport.iot.gov.tw/

②檢測軟體：HttpWatch Basic Edition

③測試瀏覽器：IE11

④作業系統：Windows 8.1

⑤處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

2. 測試結果

測試結果如表 5.3-2~表 5.3-4，檢測畫面如圖 5.3.2 所示。

表 5.3-2 jmeter 壓力測試結果(各模組)

測試功能	測試人數	測試時間(分)	平均響應時間(秒)	最小響應時間(秒)	最大響應時間(秒)	錯誤率(%)
首頁	10	10	0.884	0.728	1.207	0.00%
	50	10	0.967	0.825	1.380	0.00%
	100	10	1.228	0.941	1.118	0.00%
最新消息	10	10	0.910	0.733	1.380	0.00%
	50	10	0.991	0.807	1.226	0.00%
	100	10	1.304	0.984	1.128	0.00%
相關政策	10	10	0.811	0.781	1.281	0.00%
	50	10	0.928	0.817	1.383	0.00%
	100	10	1.087	0.879	1.349	0.00%
綠能知識庫	10	10	0.718	0.523	1.138	0.00%
	50	10	0.957	0.717	1.217	0.00%
	100	10	1.080	0.732	1.358	0.00%
影音專區	10	10	1.145	0.697	1.670	0.00%
	50	10	0.786	0.711	1.717	0.00%
	100	10	1.219	0.728	1.839	0.00%
下載專區	10	10	1.151	0.727	1.648	0.00%
	50	10	1.178	0.771	1.597	0.00%
	100	10	1.217	0.797	1.641	0.00%
好站推薦	10	10	1.511	1.217	1.817	0.00%
	50	10	1.565	1.279	1.958	0.00%
	100	10	1.621	1.379	1.981	0.00%

表 5.3-3 jmeter 壓力測試結果(整個平台)

測試功能	測試人數	測試時間(分)	平均響應時間(秒)	最小響應時間(秒)	最大響應時間(秒)	錯誤率(%)
平台整體	10	10	1.498	0.810	2.172	0.00%
	50	10	1.581	0.891	2.270	0.00%
	100	10	1.975	0.984	2.967	0.00%

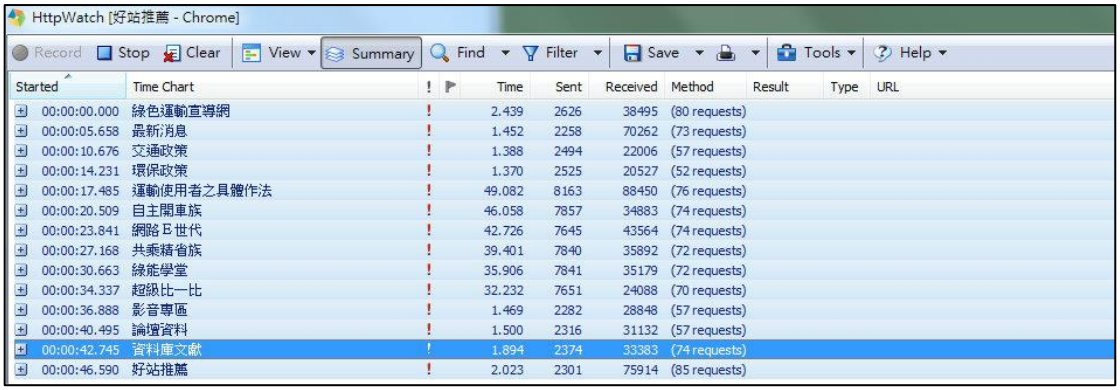


圖 5.3.2 HttpWatch Basic Edition 檢測畫面

表 5.3-4 系統效率檢測結果表

模組名稱	頁面名稱	回應秒數	檢測結果
首頁	首頁	1.460	低
關於	關於	0.238	低
最新消息	最新消息	1.115	低
相關政策	交通策政	0.250	低
	環保策政	0.590	低
綠能知識庫	運輸使用者之具體作法	1.829	低
	自主開車族	1.878	低
	網路 E 世代	1.890	低
	共乘精省族	1.681	低
	綠能學堂	1.490	低
	綠油精	1.584	低
影音專區	影音專區	0.915	低
下載專區	論壇資料	0.822	低
	資料庫文獻	1.264	低
好站推薦	好站推薦	1.657	低

3. 測試分析

一般常以使用者瀏覽網頁忍受時間為 5 秒為考量，區分檢測結果將分為低、中、高三種級別：檢測結果秒數 5 以下等級為低，5 至 10 秒之間為中，秒數超過 10 秒以上為高，頻寬或者是硬碟的讀取速度皆有可能影響到檢測結果。本平台檢測結果，除首頁因新聞輪播功能，在測試人數 100 人時會落於中等級外，其餘功能最大響應時間皆落於低級別，平台效率良好。

第六章 相關政策議題彙析

檢視交通部統計車輛數資料以及能源局全臺用油量，顯示擁車與用車均呈現逐年成長的情形，汽機車輛已成為空氣污染物的主要污染源之一，由於車輛排放成份複雜、毒性高且粒徑微小，加上其排放貼近民眾生活環境等特性，皆顯示移動污染源對於民眾之健康影響不容忽視，又改善空氣污染為一項持續性之工作，需國內各部會積極參予及協調合作，交通部亦主動積極參與空氣污染減量問題，以積極管制、降低交通工具之空氣污染排放，確保民眾健康。

爰此，本計畫為完善案例分析結果及支援解析交通空污時事，針對「雙北市定期票推動成效」、「衍生性細懸浮微粒($PM_{2.5}$)形成速率」、「彙析車輛排放 PM_1 污染物及機車族空污暴露特性」、「彙析電動公車生命週期減污成效」及「運輸部門能源消耗量與油價趨勢」等 5 項時事政策議題，蒐集相關現況統計與文獻資料，並且進行彙析，提供相關政策建議，做為政策制定上之參據。

6.1 雙北市定期票推動成效

雙北市(臺北市、新北市)自 2018 年 4 月 16 日共同啟動公共運輸定期票；使用定期票於票卡有效期間內可不限次數搭乘臺北捷運、臺北市聯營公車及新北市市區公車(僅限段次計費路線，不含里程收費公車)，並可享臺北市境 YouBike 借車前 30 分鐘免費優惠(須先註冊)，每次搭乘限一人使用。月票單次購買費用 1,280 元，初估一年需編列 9.4 億元預算補貼，由雙北市庫一同支付。

6.1.1 研究方法

以 TDME 都會模組進行分析，透過情境分析探討政策推動下之運具移轉與減量效果；利用運輸模式(TRTS-4S)進行運輸需求分析，再以成效推估模組進行節能減碳效益分析。

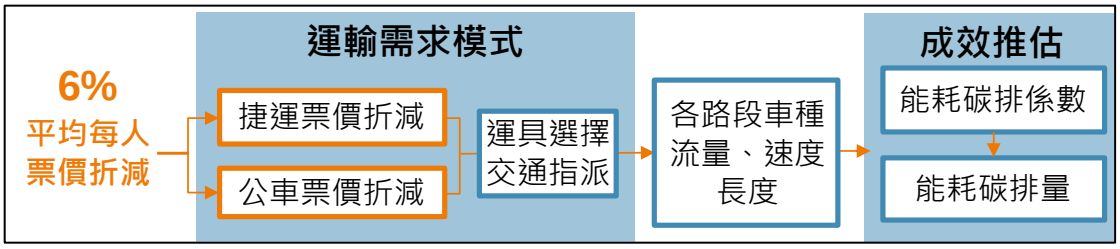
分析流程如下圖 6.1.1 所示。以下就雙北市定期票推動背景進行分析情境假設及設定說明：

1. 政策影響族群

由於月票單次購買費用 1,280 元，推測在其他條件不變下，直接影響用戶為每月搭乘公車、捷運、YouBike 花費超過 1,280 元之雙北大眾運輸電子票證使用者及潛在用戶(其他運具使用者)。

2. 政策影響之運輸成本改變

將雙北地區民眾公共運輸每月成本高於月票費用者，折減為月票費用、計算折減率，以反應運輸成本之變化，然由於臺北模式(TRTS-4S)為平日模型，根據相關數據顯示，平假日公共運輸花費分布約為平日 75%、假日 25%，可據以推算出整體平均運輸成本下降約 6%。



資料來源：本計畫繪製。.

圖 6.1.1 雙北市定期票分析流程示意

6.1.2 成效分析

1. 運具移轉效果

本計畫透過運輸需求模式設定分析情境為平均票價折減6%，以機車、小客車、公車及軌道運輸系統進行運具選擇分析，再經由交通指派程序得到模型路網上各路段車種流量、道路速度及道路長度資料。

平均票價折減 6%下，機車每日旅次量減少約 1.9 萬人次，小客車減少約 1.4 萬人次，公車增加 1.2 萬人次，軌道增加 2.1 萬人次。其中約 58%私人運具(機車+小客車)移轉人次係來自機車，而移轉至公共運輸(公車+軌道)人次在軌道運輸約占 64%。運具移轉效果如表 6.1-1 所示。

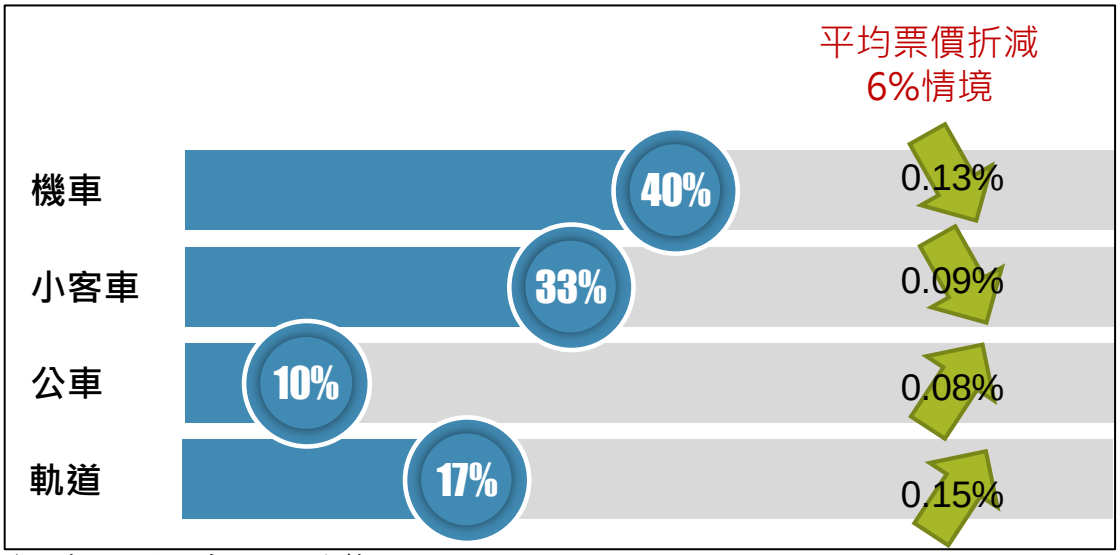
表 6.1-1 雙北市定期票運具移轉效果

情境		機車	小客車	公車	軌道
全日運量(萬旅次/日)	基礎情境(無推動定期票)	545.8	451.9	143.5	235.6
	推動定期票(平均票價折減 6%)	546.9	450.5	144.7	237.8
	旅次差異	-1.9	-1.4	1.2	2.1
運具比	基礎情境(無推動定期票)	40%	33%	10%	17%
	推動定期票(平均票價折減 6%)	40%	33%	10%	17%

資料來源：本計畫分析彙整。

由於票價折減幅度不大，運具移轉效果小，分析結果之運具移轉效果如圖 6.1.2 所示。公共運輸以軌道運輸運量提升較多，較基礎情境(無推動定期票)運量提升 0.15%；私人運具由機車移轉較多，較基礎情境(無推動定期票)運量減少 0.13%。

從運具移轉結果可發現，小客車使用者習性較高，較不易產生運具移轉之效果。原因可能與小客車運輸成本較高，使用者對公共運輸票價優惠的敏感度較低，此外，影響小客車使用者運具選擇因素的主要考量上包含便利性、車內時間、車外時間及個人偏好等，運輸成本小幅度地下降對小客車使用者較無吸引力；機車使用成本相對較低，且對運輸成本改變之敏感度較小客車使用者高，因此移轉效果較佳。



資料來源：本計畫分析、繪製。.

圖 6.1.2 雙北市定期票平均票價折減 6%之運具移轉效果

2. 節能減碳效益分析

經由運輸需求模式取得路網上各路段車種流量、道路速度及道路長度資料後，再透過前期開發之成效推估模組進行節能減碳效益分析。以不同

速率下之能耗係數、不同能源類別之碳排係數估算小客車、機車、大客車、捷運及臺鐵之能源消耗量及二氧化碳排放量。

基礎情境(無推動定期票)下，日總能耗為 7,769 公秉油當量，總碳排為 20,483 公噸；平均票價折減 6%下，日總能耗為 7,734 公秉油當量，總碳排為 20,390 公噸。節能量及減碳量分別為 35 公秉油當量、93 公噸，節能減碳效益為 0.5%。兩情境各運具之能耗、碳排推估結果詳見表 6.1-2 所示。

各運具能耗及碳排減碳效益如圖 6.1.3 及圖 6.1.4 所示，小客車能耗最高，佔總能耗 57%，其次為機車，碳排占比分布與能耗相似。與旅次占比分布比較，機車運具比較高，但小客車能耗、碳排占比最高，顯見小客車之能源效率、排碳效率最差；反之，軌道系統運具比占 17%，能耗、碳排占比僅 4%，明顯能源效率、排碳效率最高。

平均票價折減 6%之情境下，機車節能減碳效益最明顯，下降 0.7%；其次為小客車，能耗及碳排下降 0.5%；再次之為大客車，能耗及碳排分別下降 0.2%。

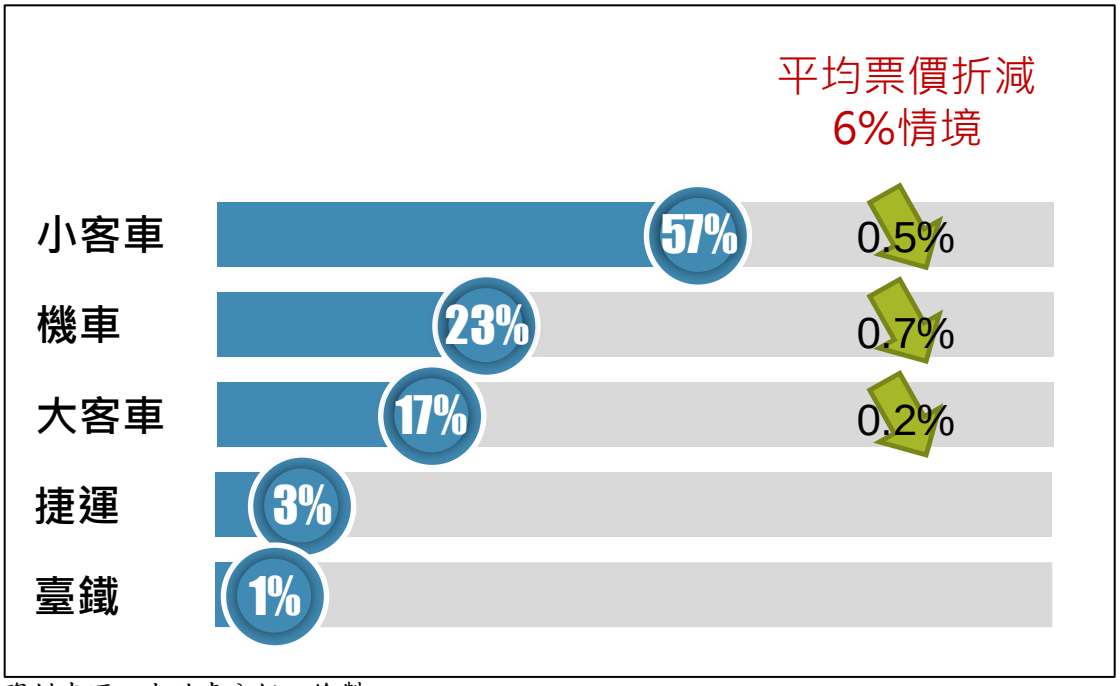
公共運輸票價折減,使私人運具移轉至公共運輸,機車及小客車能耗、碳排減量；捷運、臺鐵及大客車雖受票價折減，運量提升，然而由於營運班次未配合調整，發車數不變，能耗及碳排未見增加；此外，大客車受益於私人車輛減少，整體公路效率提升、車速提高，大客車能源效率亦進而獲得改善，使能耗及碳排下降。

總節能減碳效益約為 0.5%，每日排放量減少約 93 公噸(92.55 公噸)，以平日天數 325 天計，每年減排量約 30,080 公噸。以 2015 年國家溫室氣體排放清冊森林部門每年每公頃吸碳量 10.1 噸計算，大安森林公園占地 25.89 公頃，年吸附量 262 噸，此情境減碳量約達 115 座(114.8 座)大安森林公園碳吸附量。

表 6.1-2 雙北市定期票節能減碳效益

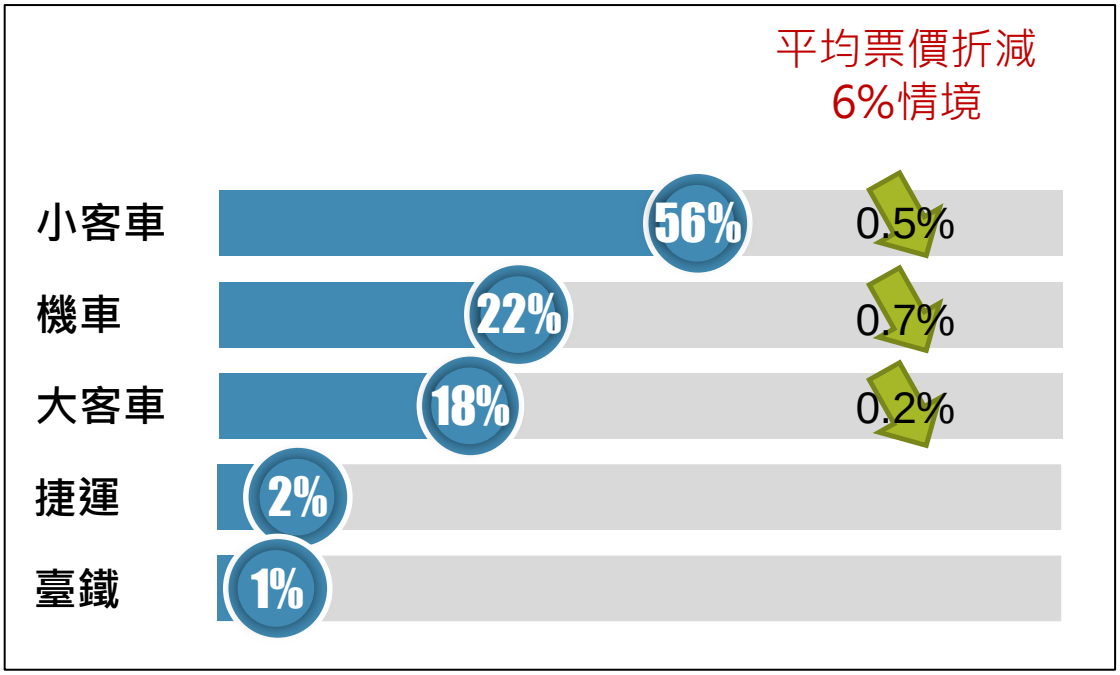
項目	情境	小客車	機車	大客車	捷運	臺鐵	總計
能耗 (公秉油當量/日)	基礎情境 (無推動定期票)	4,416	1,760	1,301	212	80	7,769
	推動定期票 (平均票價折減 6%)	4,392	1,749	1,299	212	80	7,734
	節能量	-24	-12	-2	-	-	-35
碳排 (公噸/日)	基礎情境 (無推動定期票)	11,566	4,596	3,633	498	189	20,483
	推動定期票 (平均票價折減 6%)	11,505	4,566	3,627	498	189	20,390
	減碳量	-62	-30	-6	-	-	-93
節能減碳效果		-0.5%	-0.7%	-0.2%	0.0%	0.0%	-0.5%

資料來源：本計畫分析彙整。



資料來源：本計畫分析、繪製。.

圖 6.1.3 雙北市定期票平均票價折減 6%之能耗減量效果



資料來源：本計畫分析、繪製。.

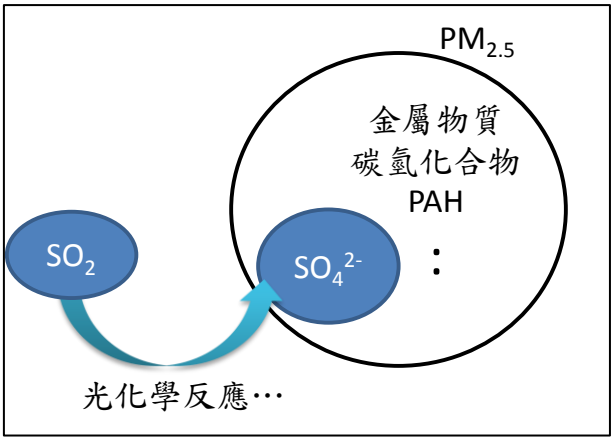
圖 6.1.4 雙北市定期票平均票價折減 6%之碳排減量效果

6.2 衍生性細懸浮微粒($PM_{2.5}$)形成速率

本所港研中心曾向交通部賀陳前部長提及 SO_x 轉換為 $PM_{2.5}$ 之比率為 5%，為釐清二氧化硫(SO_2)轉換為細懸浮微粒($PM_{2.5}$)之比率，本計畫針對港研中心宣稱數據做進一步瞭解確認，釐清 SO_x 之形成比例及相關疑義。

6.2.1 硫轉化率研究方法

硫轉化率於國內外各項研究中，多以轉化速率進行探討，其單位為「%/h」(係指每小時多少百分比)，而實際之硫氧化物(SO_x)轉化硫酸鹽(SO_4^{2-})之「總轉化率」，則尚須以轉化速率乘上時間才可得知硫轉化率結果。其轉化速率常見研究方法，多以實際採樣搭配空氣品質觀測數據及模式模擬推估而得，但由於實測數據有單位調查期間(如 4 小時、6 小時)內取得 $SO4^{2-}$代表性之限制，現行研究多以一段時間實測資料來估算「硫轉化速率(%/h)」，較不著重轉化率之探討；又硫轉化速率只在於計算衍生性細懸浮微粒($PM_{2.5}$)中硫酸鹽(SO_4^{2-})成分之形成速率，並不等於完整之 $PM_{2.5}$，完整之 $PM_{2.5}$ 尚包括金屬物質(如鉛)、碳氫化合物、多環芳香烴(PAHs)等物質於其中(如圖 6.2.1)。



資料來源：本計畫整理繪製。.

圖 6.2.1 硫氧化物轉化為 $PM_{2.5}$ 之關係示意

6.2.2 港研中心硫轉化速率研究成果之釐清

若依據港研中心提供之硫轉化速率進行初步計算，若欲估算 1 公噸之 SO_2 乘上轉化速率(5%/h)與時間(24hr)後，其所得之 SO_4^{2-}，由於尚須考量氣體轉換為固體需之分子量，且 1 公噸氣體轉化為固體之分子量應大於 1 公噸，故概念上為 SO_2(1 公噸)× 5%/hr(硫轉化速率) × 24 hr(時間) ×分子量(假定 2.5)=3 公噸硫酸鹽(SO_4^{2-})，然該計算方式為 SO_2 氣體於 24 小時內於該空間中完全不流動之理想狀態結果。

由港研中心提供，吳義林教授的研究結果中提出硫轉化速率為 5%之數據，經本計畫釐清後了解，該研究非緊鄰近高雄港區測站之採樣結果，該 5%/hr 硫轉化速率係經由臺西、朴子、嘉義、善化、台南、橋頭、小港、屏東及潮州同時進行 $PM_{2.5}$ 周界採樣等 9 個測站取得之結果，而得到不同月份之硫轉化速率平均值不超過 5%/hr(約介於 3.03%~5.72%)結論，故取 5%/hr 做採樣結果描述。

若依據上述以多個測站之採樣結果，用於解釋單一港區之轉換速率，待表性尚有疑慮，係因由多項國內外研究已經指出，實際地面濃度之硫轉化速率，會隨地區、季節、氣象不同而隨時改變，且相對溼度、臭氧濃度及溫度變化皆與轉化速率實測值間，具有高度相關性，由臺灣地區的其它研究也發現，臺中地區之研究結果則顯示其硫轉化速率則介於 2-10%/hr (王昌世, 2010)，因而建議較難以以單一地區硫轉化速率，作為其它地區或全國之代表結果。

6.3 車輛排放 PM_1 污染物及機車族空污暴露特性

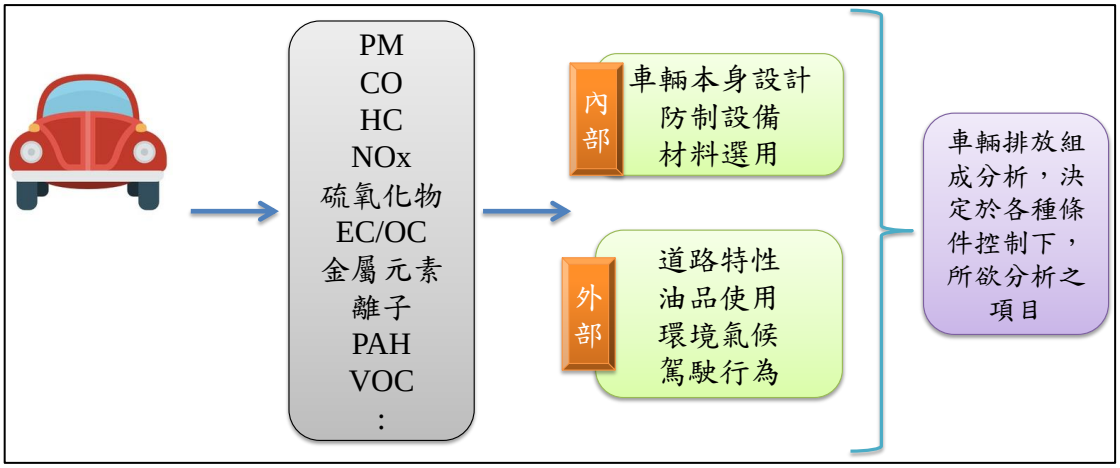
依據 2015 年主要國家環境負荷統計結果顯示，我國在每人之汽車輛數及機車輛數都大幅高於美國、日本、德國、英國、南韓等國家，其中，又以機車輛數達每平方公里 591 輛最為驚人。換言之，在地狹人稠、國民所得相對上述國家較低、人民倚賴機動車輛作為交通工具比重極大的現況下，由於國內都會區人口密集、社經活動頻繁，且運輸需求相當可觀，使得都會區交通系統需承受龐大的交通量，不僅嚴重影響都會區的空氣品質，更可能對民眾身體健康造成危害。

於 2017 年 Maurizio Manigrasso 等人羅馬研究成果已呈現，工作日(車輛正常通行狀態)下，行人行經相同路線時，暴露 PM_1 濃度為假日(禁止車輛通行)的數十倍，足以證明粒狀污染物數量與交通流量有正比之關係；相同研究也針對公車候車族於公車站等車情境下，量測其環境大氣中超細懸浮微粒(PM0.1)排放量，當重型柴油公車進出公車站時，因可能受到車輛煞停及啟動影響，環境中瞬間排放之 $PM_{0.1}$ 明顯高於候車時之排放量。係此，本計畫協助運研所彙析交通源中之 PM_1 可能排放組成、移動污染源與 PM_1 之相關性以及針對機車排放之污染物對健康危害之相關研究。

6.3.1 移動污染源污染物成分

針對移動污染源中不同之車種分類，其排放之可能包含粒狀物污染物、CO、HC、硫氧化物、金屬元素等等，又其排放主要可區分為受內部及外部性影響，內部性影響即為車輛本身設計原理、材料選用、防制設備使用等因素，而造成之污染物排放，外部因素則包含道路特性、油品使用、駕駛習慣等現象。

若想解析車輛之排放組成成分分析，將取決於各種條件的控制下，所欲分析之項目(如圖 6.3.1)，並在實驗室或部分項目可於實車測試中進行測試而得。若針對 PM_1 組成進行分析，多數研究皆提及，車輛排放之 PM_1 可能以 Cu、Zn、Pb、Sb、Mn、V 及 Ni 為主要元素，其中 Zn(鋅)主要來自車輛輪胎磨損及潤滑劑之使用，Cu(銅)之主要來源為車輛用油及金屬零件腐蝕，Mn(錳)來源則為燃煤及汽油抗爆劑之使用(Furusjo et al, 2007；李佳琦等人, 2015)。



資料來源：本計畫整理繪製。.

圖 6.3.1 車輛空氣污染物排放組成及可能影響因素

6.3.2 車輛排放 PM_1 之研究

於車輛與 PM_1 之各項相關性研究部分，由我國 2012 年利用新莊測站(屬一般測站)所得之採樣數據，進行污染來源貢獻分析，於 $PM_{2.5}$ 及 $PM_{0.1}$ 部分，發現車輛排放分別占其空氣中總量之 33.03%及 33.59%，由此可推論車輛排放之 PM_1 亦可能介於 30%左右(Gugamsetty et al, 2012)；2008 年沈等人於中國西安市針對冬天大氣中 PM_1 來源進行解析，結果顯示，燃煤與汽油車、柴油車對 PM_1 碳粒貢獻分別為 45.3%、24.2%。

而針對暴露濃度部分，於我國在臺北地區測量不同通勤方式(包含行走及搭車時段下)之 PM_1 暴露濃度研究發現，使用機車通勤的暴露濃度較高(45.4μg/m^3)，其次為公車的暴露(31.2μg/m^3)，之後依序為捷運及公車(Tsai et al, 2008)，北京研究也發現，比對老舊汽油車排放之 PM_1，發現當地之老舊車輛數僅占總車輛數之 4%，但其 PM_1 排放量占總排放量之 23%。暴露於 PM_1 微粒對人體之健康影響，可能使空氣中 PM_1 進入肺泡血液中，造成其富含之毒性物質隨血液循環，對心血管或人體器官等產生健康危害，包含肺癌、肝癌等(Mazzarella et al, 2014)。

6.3.3 機車族空污暴露特性研究

由國家境負荷統計結果呈現，我國機車輛數大幅超過其他國家之 2.5 倍-21 倍，顯示國人用車習慣主要以機車為代步工具。

然多數國內外研究已發現，除肺癌及心血管疾病外，包含乳腺癌之發生在外部環境因素部份，認為主要受到空氣污染所造成。車輛排放之 PAHs、NO_2 及 $PM_{2.5}$ 皆已被確認與乳腺癌間具有相關性(Hung et la, 2012; B. Nancy G, 2016)，其中 2017 年 Chu 等人研究更指出，機車車輛密度及污染物濃度($PM_{2.5}$ 及 NO_2)與乳腺癌發病機率具有正關性。

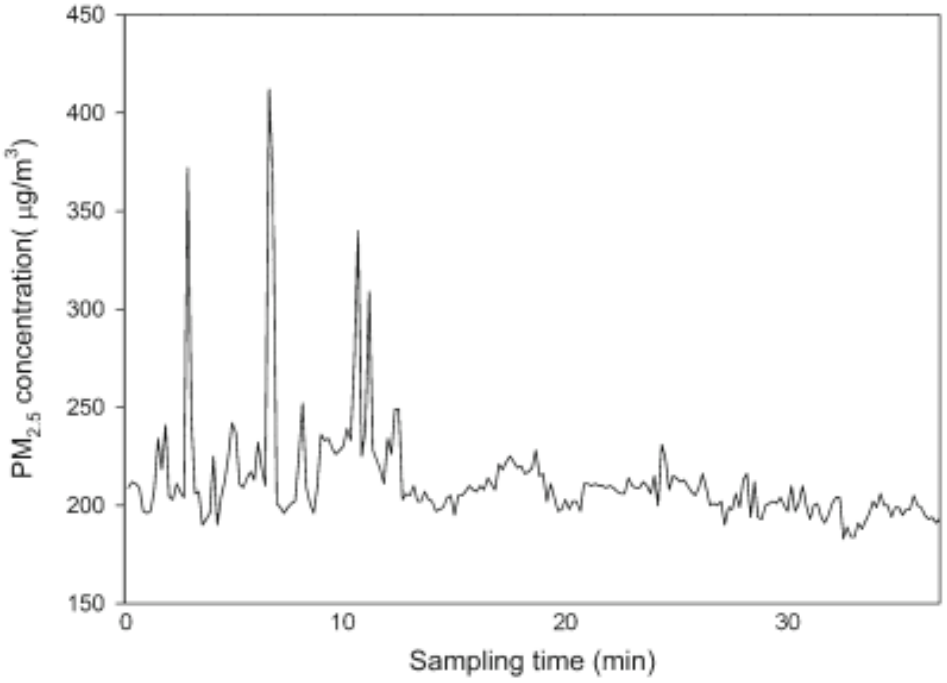
2017 年李俊毅等人針對高雄都會區揮發性有害空氣污染物研究指出，都會區排放源以移動污染源為主要，其中甲醛主要排放車種為大貨車及四行程機車，而甲醛已被美國環保署認定為可能致癌物，IARC 更將甲醛定為人類致癌物質(Group 2A)，可以造成人體鼻咽癌及血液腫瘤，而丙烯醛、1,3-丁二烯則以四行程機車排放占比最大，1,3-丁二烯為廣泛使用於汽機車的輪胎合成橡膠，且亦已被 IARC 定義為人類致癌物質，會增加罹患胃癌、血癌及淋巴癌的風險，由該研究報告結果顯示，機車之污染物排放對人體的健康危害不容忽視。

除此之外，針對二行程機車排放特性部分，Platt 等人 2003 年研究指出，二行程機車尾氣排放含有有機氣膠(organic aerosol)及芳香族排放因子，其污染程度高於其他車種，又其中苯已被確認為致癌物質，研究中亦測得二行程機車空轉下，苯最高濃度可測得 300,000μg/m^3，而歐盟規範為保護人體健康，苯之年平均濃度容許應為 5μg/m^3，美國 NIOSH 建議苯的暴露量不得超過每 15 分鐘 1ppm，皆顯示二行程機車之排放，已達可能對人體健康造成不良影響程度。

Yang 等人(2005)研究結果也說明，PAH 之排放為二行程機車的主要排放因子，且其最大之總 BaP 當量可達 10.8μg km^{-1}(生物毒性最強之苯芘(Benzo[a]pyrene, BaP)，IARC 已將其認定為第一類致癌物質)，足以說明二行程機車之排放廢氣之致癌性相當高。

在臺北地區針對 $PM_{2.5}$ 暴露劑量實測結果也呈現，機車族的個人採樣結果上，雖然其總通勤路徑下的總暴露劑量並非特別高(平均 0.42μg)，但容易發生短時間內高濃度暴露特性，其暴露濃度短時間最高可達 400μg/m^3(如圖 6.3.2)。

由上述結果都足以顯示機車車輛排放對人體健康之影響性，又於當地的微環境暴露中，通勤者之實際暴露情形可能受到其他環境因素影響，因此除實地之懸浮微粒濃度採樣外，亦需要考量道路實際之車輛加減速及交通擁堵情形等因素的影響，才能有效判定其移動污染源對人體健康之影響。



資料來源：Li et al, 2017

圖 6.3.2 機車族 $PM_{2.5}$ 個人採樣器通勤路程採樣結果

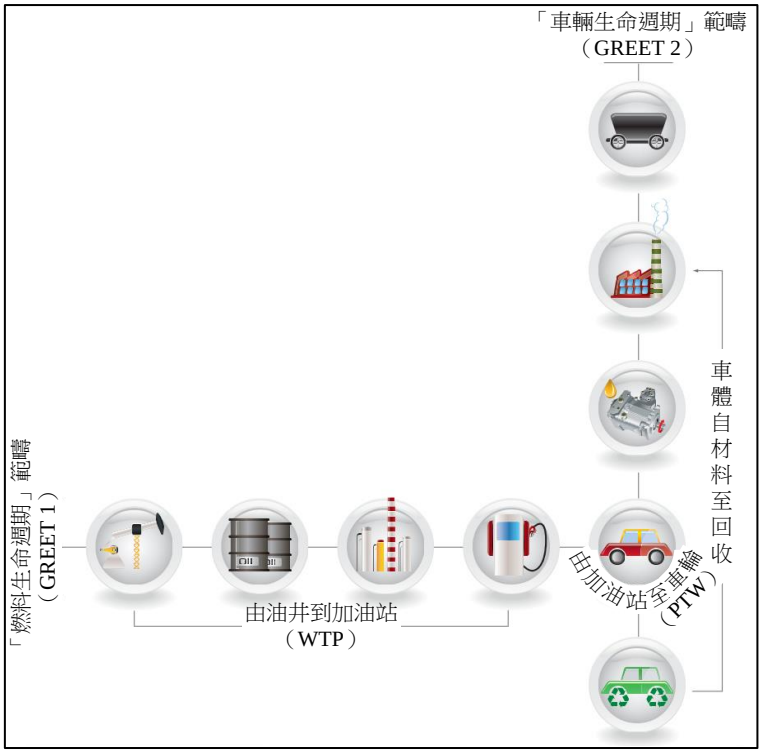
6.4 彙析電動公車生命週期減污成效

行政院核定之空氣污染防制行動方案中，鑑於空氣污染物的產生與能源使用、交通運輸、民生活動等面項皆息息相關，因此，政府已參採相關空污研究、國際電動公車產業及技術發展趨勢，訂定我國公車電動化之期程目標(2030 年)，並由交通部進行規劃，運研所已支援交通部撰擬「2030 電動大客車推動策略」進行相關工作細部規劃，以及擬定分年計畫。

然而，燃油車的全面電動化於空氣污染物排放部分，雖其確實可有效降低尾氣排放之氣狀污染物，但尚須考量電動化後造成的電力排放、電池製造及處理的污染物排放等由生產、製造、使用至報廢等全生命週期之綜合比較，以釐清推動燃油車電動化後，交通運具空氣污染物排放的全面影響差異。因此，本團隊協助彙析車輛生命週期相關研究及其實測報告結果，以釐清純燃油車與電力化後的空氣污染排放量差異情形。

6.4.1 車輛生命週期於我國的應用

我國目前針對車輛生命週期，仍屬於一項持續性的研究，以對本土運具進行完整生命週期評估，量化其耗能與空氣污染排放，作為推動相關政策之依據。車輛生命週期源依據美國阿崗國家實驗室（Argonne National Laboratory）研發之 GREET 模型的架構，可區分為「燃料生命週期（fuel-cycle）」與「車輛生命週期（vehicle-cycle）」 (如圖 6.4-1)。其中，燃料生命週期是指車用燃料從開採、生產、配送及運送乃至車輛運行時燃燒使用之階段；而車輛生命週期，則是指車體本身從原料之開採、零件及耗材之製造、車輛組裝、零件及耗材之更換及回收乃至車輛報廢及回收等過程之組合，藉此建構臺灣車輛之完整生命週期評估模型，以對不同車種進行精確且客觀的評估比較。



資料來源：Wang, 2010

圖 6.4.1 車輛之完整生命週期架構圖

本所於 2012 年（黃新薰等人，2012），以我國 3 組不同的汽油小客車及柴油小客車，運用 GREET 車輛生命週期評估模型，進行生命週期各階段能耗及溫室氣體排放研究。然，由於 GREET 架構於美國本土情境為主，主要都為美國本土的燃料途徑與參數，進口的部分亦同，為適合我國運用，需進行本土情境的各種燃料途徑及參數的本土化修正，並針對 GREET 模型的程式進行相當規模的局部改寫，由於 GREET 模型所需的參數數量相當龐大，來源眾多，除需要進行專業判斷、分析與資料整理輸入，相當耗時耗力，係此，早期國內相關研究大部分仍沿用美國的參數，只先進行部分參數的調整；且多僅針對耗能及溫室氣體排放進行討論。

環保署 105 年臺灣地區車輛生命週期評估報告中顯示，燃料生命週期，為目前一般傳統汽、柴油車輛耗能與溫室氣體排放之主要來源，常占完整生命週期耗能、溫室氣體及多種傳統空氣污染物排放之 80%以上，而燃料生命週期又可再區分為由油井至加油站（Well To Pump, WTP）階段與加油站至車輪（Pump To Wheels, PTW）階段；而車輛生命週期其耗能與排放占完整生命週期之比例經常相對較低，目前臺灣建置之本土化模型車種範疇涵蓋如表 6.4-1 所示。

表 6.4-1 GREET 臺灣本土化模型已建置之公路運具分類

車種範疇	車型功能			動力技術及燃料類別		臺灣範疇		美國範疇	
						GREET 1 (fuel-cycle)	GREET 2 (vehicle-cycle)	GREET 1 (fuel-cycle)	GREET 2 (vehicle-cycle)
機車	普通輕型			汽油	四行程	✔	✔		
					二行程	✔			
	普通重型			汽油	四行程	✔	✔		
					二行程	✔			
小客車	自用			汽油		✔	✔	✔	✔
				柴油		✔		✔	
				HEV	汽油	✔	✔	✔	✔
					柴油			✔	
				PHEV	汽油、電力	✔	✔	✔	✔
					柴油、電力			✔	
				BEV（電力）		✔	✔	✔	✔
				燃料電池（氫氣）				✔	✔
小貨車	自用			汽油				✔	✔
				柴油				✔	
				LPG				✔	
				HEV	汽油			✔	✔
					柴油			✔	
				PHEV	汽油、電力			✔	✔
					柴油、電力			✔	
				BEV（電力）				✔	✔
				燃料電池（氫氣）				✔	✔
	營業	客運（固定路線）	校車/交通車	柴油				✔	
				HEV（柴油）				✔	

註：「✔」表示已建置項目。美國 GREET 原始模型無區分自用與營業，本表將美國小客車、小貨車及大貨車之已建範疇標註於自用（大貨車部分乃彙整美國各類別重型卡車），美國大客車之已建範疇標註於營業－客運（固定路線）。
資料來源：105 年臺灣地區車輛生命週期評估。

表 6.4-1 GREET 臺灣本土化模型已建置之公路運具分類(續)

車種範疇	車型功能				動力技術及燃料類別	臺灣範疇		美國範疇	
						GREET 1 (fuel-cycle)	GREET 2 (vehicle-cycle)	GREET 1 (fuel-cycle)	GREET 2 (vehicle-cycle)
大客車	營業	客運（固定路線）	市區公車	大型(甲類)	柴油	✔	✔	✔	
					HEV（柴油）	✔	✔	✔	
					BEV（電力）	✔	✔	✔	
			長途客運		柴油			✔	
大貨車	自用				柴油			✔	
					HEV（柴油）			✔	
					汽油			✔	
					LPG			✔	
	營業				柴油	✔			

註：「✔」表示已建置項目。美國 GREET 原始模型無區分自用與營業，本表將美國小客車、小貨車及大貨車之已建範疇標註於自用（大貨車部分乃彙整美國各類別重型卡車），美國大客車之已建範疇標註於營業－客運（固定路線）。
資料來源：105 年臺灣地區車輛生命週期評估。

6.4.2 以 GREET 模型評估電動公車減污成效

為配合電動公車推動計畫，我國目前已有先行針對電動公車取代柴油公車進行各項實車測試，並運用本土化模型進行其耗能及空污減量成效評估，本計畫彙整其評估工作相關內容及成果，以對於目前臺灣電動公車概況進行了解，做為綠運輸白皮書之參考資料。

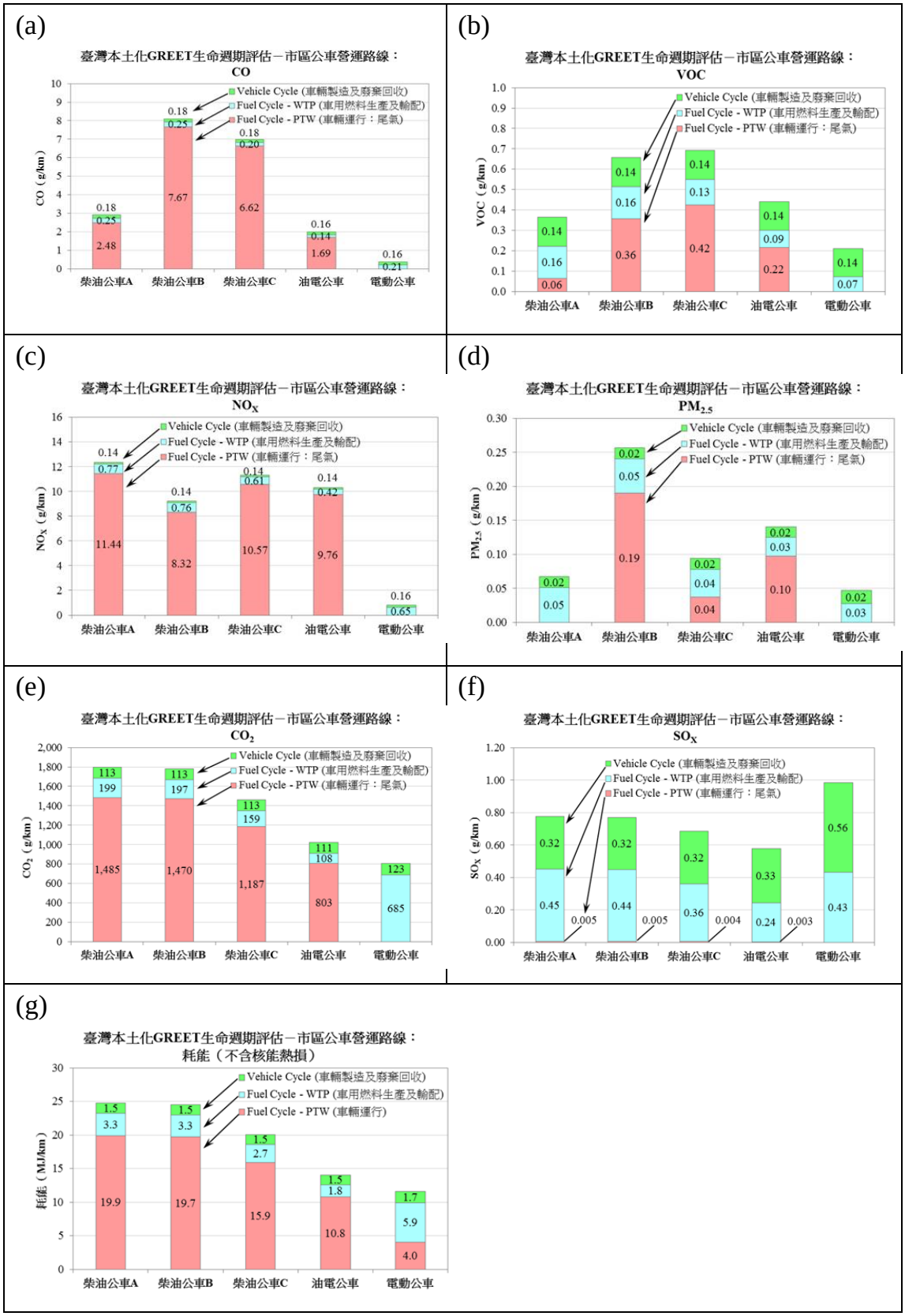
在電動大客車的推行策略部分，屬於環保署、交通部、經濟部及農委會等跨部會共同合作，各項策略包含，環保署及交通部以補助市區公車或公路客運之汰舊換新為主，從 103 年開始預計 10 年內汰換全臺約 1 萬輛柴油公車；而經濟部負責推動企業接駁用電動大客車及先導運行計畫，預計 105 年底前導入 390 輛電動巴士；農委會則主導推動森林遊樂區或風景區之接駁用或遊園用之電動大客車，並由經濟部從旁協助，藉以提高民眾對電動大客車安靜及環保舒適之體驗與認同。根據交通部統計網現況調查資料顯示，目前臺灣地區包含新北市、桃園市、新竹市、苗栗縣、臺中市、嘉義縣、臺南市、高雄市、屏東縣及花蓮縣共 10 縣市登記有電動公車，

統計至 107 年 9 月底為止總計共 338 輛。

該研究中分別針對五期加裝濾煙器的柴油公車 (柴油公車 A)、四期柴油公車 (柴油公車 B、C)、四期油電公車與電動公車，進行行車型態、油耗、耗電等參數進行實車收集與估算後取得行駛相關參數，並輸入於 GREET 本土化模型中，以進行完整生命週期評估，結果如圖 6.4-2 所示，以完整生命週期評估結果來看，除了 SOx 外，在 CO、VOC、NOx 及 PM2.5 等傳統排放空氣污染物部分，皆顯示電動公車具有最低的空污排放係數與耗能，且電動公車於完整生命週期中，主要的排放貢獻來源為燃料生命週期的上游階段 (車用燃料生產與配送)；而柴油公車則具有最高的污染物排放 (除 SOx)，主要的污染來源，貢獻自車輛行駛階段下的尾氣排放，約占 80-95%。

依據研究成果，以 2016 年的電力結構進行評估，於當前電力結構下，電動公車除在 SOx 排放部分不具有減量效益外，其餘的污染物排放相較於柴油車，皆有相當之減量結果，足以顯示以目前的電力結構，使用電動公車替代柴油車已可對於空氣污染排放減量具有一定的影響；在比較其他車種部分，油電公車之 CO2、CO 排放係數及耗能明顯低於柴油公車（四期及五期車），但油電公車之 NOX 及 VOC 排放係數並無明顯低於裝有濾煙器之五期柴油公車，顯示柴油公車排放係數會受到期別不同及有無裝設濾煙器之影響；而在比較四、五期柴油公車間之排放係數部分，於 VOC 及 CO 的表現上具有顯著的差異，可說明裝設有濾煙器之柴油公車，針對此 2 種污染物之排放係數可達顯著下降的成效。

由上述比較柴油公車、油電公車及電動公車 3 種車輛在完整生命週期下，對於我國空氣污染物之排放評估顯示，電動公車對於大眾運輸公車之減污效果確實有所助益，可作為後續相關單位策略推動電動公車之論述參據。



註 1：(a)CO、(b)VOC、(c)NO_x、(d)$PM_{2.5}$、(e)CO_2、(f)SO_x、(g)耗能
註 2：圖(d)中柴油公車 A 因道路實測結果無 $PM_{2.5}$ 數據，故於本圖無顯示 PTW 階段部分
資料來源：環保署 105 年臺灣地區車輛生命週期評估

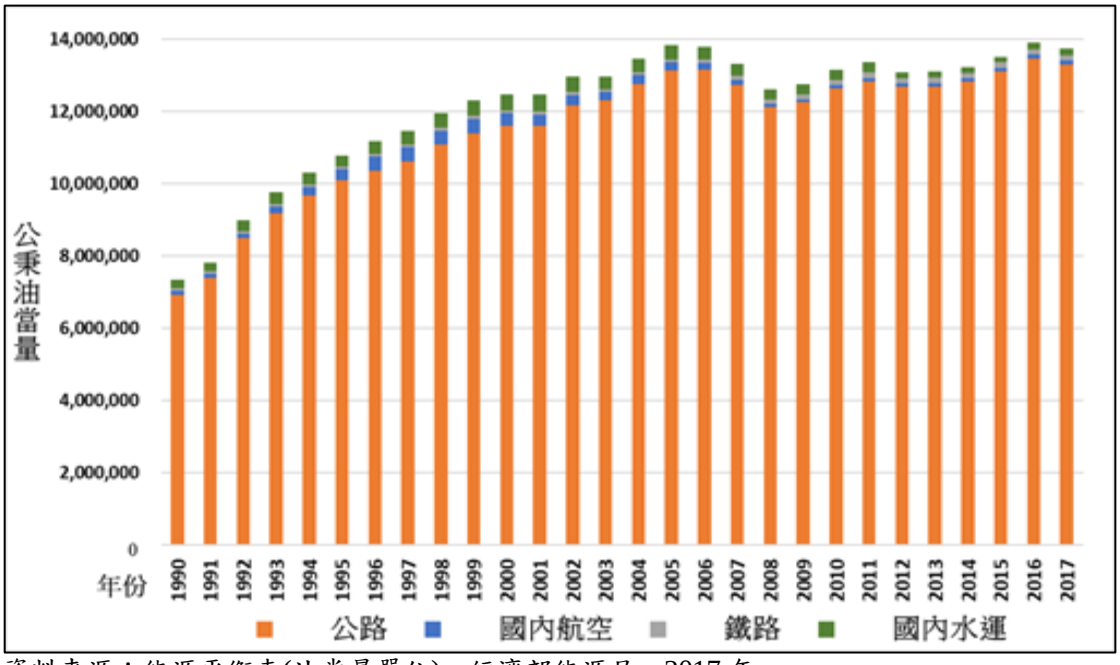
圖 6.4.2 市區公車 GREET 生命週期空污排放評估結果

6.5 運輸部門能源消耗量與油價趨勢

在全球皆為達到《巴黎協定（Paris Agreement）》全球暖化溫度上升不超過工業革命前 2℃目標，積極推動降低能源消耗、減少溫室氣體排放相關策略之下，我國亦積極檢視國內能源使用與溫室氣體排放趨勢，除透過「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contribution, INDC)目標，承諾 2030 年時，溫室氣體排放量將較基礎情境(Business-as-Usual, BAU)減量 50%，即比 2005 年排放水準低 20%；亦於同年 7 月 1 日公布施行「溫室氣體減量及管理法」(以下簡稱溫管法)，明定溫室氣體長期減量目標為 2050 年排放量要回到 2005 年排放水準 50%以下。

在國際能源減量及潔淨能源發展政策的驅使下，我國近年亦加速推動能源轉型計畫，各部門的能源消費組成與消耗量係成為達成管制目標之重要因素。

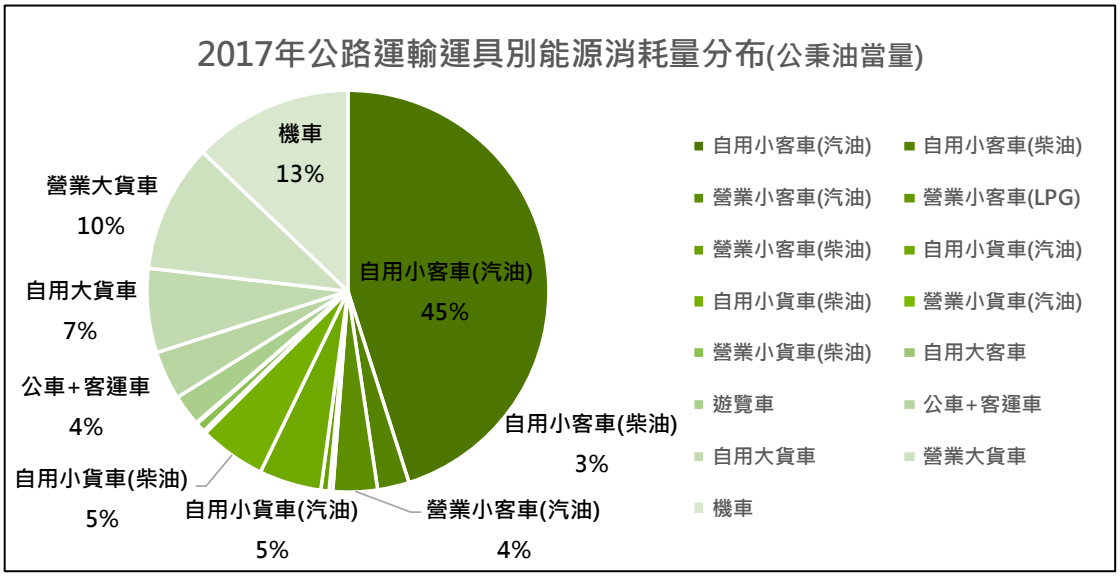
根據經濟部能源局公布資料顯示，我國運輸部門能源消耗歷年均以公路系統為大宗，均占九成以上。公路系統能源消耗排放自 1990 年至 2005 年均呈正成長趨勢，受到車輛年行駛里程以及車輛燃油效率的影響，2005 年至 2008 年雖呈現下降趨勢，但至 2009 年以後又呈上升趨勢，如圖 6.5.1 所示。



資料來源：能源平衡表(油當量單位)，經濟部能源局，2017 年。

圖 6.5.1 國內運輸部門各系統能源消耗量

公路運輸的能源消耗量受到公路車輛的行駛里程、使用能源類別及燃油效率等所影響，由於我國私人車輛使用頻繁，現階段公路運輸系統中以私人小客車與機車所消耗的能源總量占比最高，分別占了 48% (含汽、柴油自用小客車)及 13%，其次則為營業大貨車，占比約 10%，如圖 6.5.2 所示。



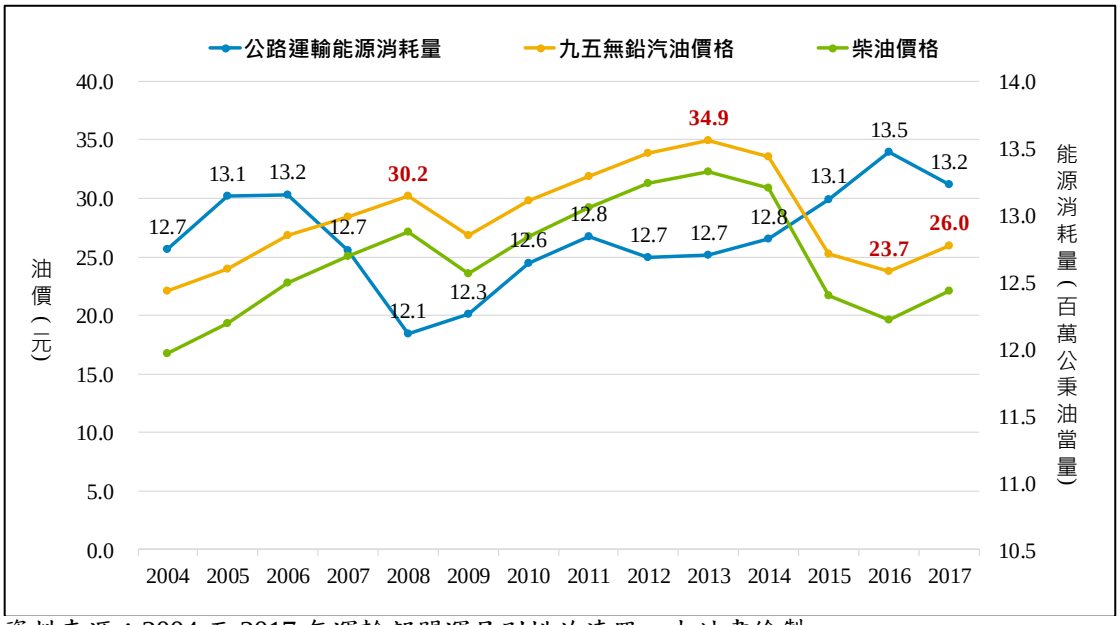
資料來源：2017 年運輸部門運具別排放清冊，本計畫繪製。

圖 6.5.2 2017 年公路運輸運具別能源消耗量分布占比

另一方面，我國油價自 2007 年起推動浮動油價機制以來，因隔日油價調漲消息造成加油站大排長龍的情況似乎已成為常見情形，顯現油價對於民眾車輛使用有相當的影響性。進一步檢視圖 6.5.3 公路運輸的能源消耗量及我國 95 無鉛汽油與柴油價格的逐年趨勢，可見油價與公路運輸能源消耗量的高低峰呈現相反的情勢，亦即油價高漲時公路運輸能源消耗量較少，而油價最低峰時公路運輸能源消耗量則反之為最高峰，可觀察我國公路運輸系統，私人汽機車使用者對於車輛的使用成本有相當的敏感性。

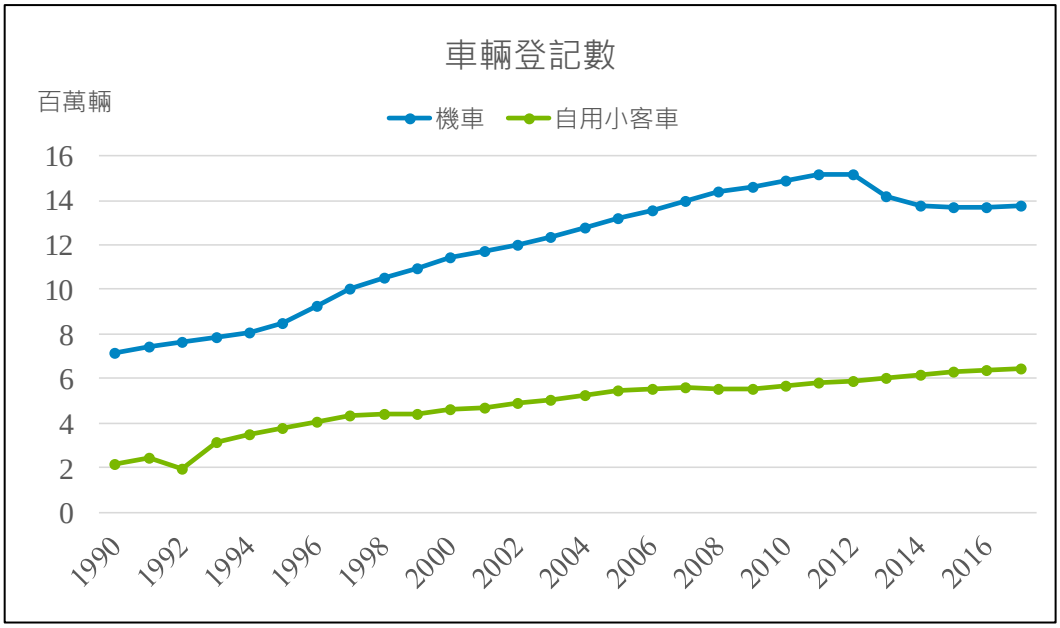
我國私人運具逐年登記數量呈現持續上升趨勢，截至 2017 年為止，機車數量達 1,376 萬輛，自用小客車數量達 646 萬輛 (如圖 6.5.4)。根據前述油價與公路運輸能源消耗量之關係，可見成本因素實為有效影響運輸行為重要因素，可作為車輛持有及使用管制的參考標的。面對逐年攀升的車輛數及衍生的交通壅塞、污染問題，各國多朝向推廣公共運輸、節制私人運具持有(如新加坡透過車輛配額、擁車證控制車輛增長)及管制私人運具使用等層面著手(如英國倫敦徵收區域擁擠費、停車收費)，目的即希望在

相關措施的搭配下，可有效抑制私人運具衍生的交通與環境問題。



資料來源：2004 至 2017 年運輸部門運具別排放清冊，本計畫繪製。

圖 6.5.3 公路運輸能源消耗量與油價趨勢



資料來源：交通部統計處，本計畫繪製。

圖 6.5.4 自用小客車及機車車輛逐年登記數

第七章 結論與建議

因應「溫室氣體減量及管理法」明訂我國 2050 年之溫室體排放量目標為 2005 年之 50%以下，以及《巴黎協定》提出抑制升溫 1.5℃-2℃目標下，各部會皆應積極推動節能減量措施。我國運輸部門為第三大溫室氣體排放部門，推動運輸節能減碳策略有其必要性，必須建立可評估策略減量效果之工具，爰辦理本計畫。

本計畫接續前期城際運輸節能減碳策略評估模組開發成果，將範疇擴展至都會與生活圈，開發「都會運輸節能減碳策略評估模組」，以利都會尺度之節能減碳運輸策略探討；同時，結合環保署空氣污染排放清冊最新交通工具排放係數，增加運輸措施空氣污染改善效益之評估功能。盤點全程研究成果(2015 年-2018 年)如表 7.1-1 所示。

茲就本計畫執行之重要結論及未來推動方向之建議歸納如后。

7.1 結論

1. 文獻回顧

(1) 升溫抑制以 1.5℃為積極目標：《巴黎協定》以抑制升溫 2℃為初步目標(簡稱 2DS)，並將抑制升溫 1.5℃目標(簡稱 1.5DS)列為更積極作為目標。然而，根據 IPCC 於今年(2018 年)10 月發表之《地球暖化 1.5˚C》報告中指出，為降低各項災害風險、減緩衝擊，給生態系統更多調適的機會，強調各國應以 1.5DS 為目標。

(2) 轉型作為係達到減量目標之途徑：以 1.5DS 目標的減量途徑，必須在 2050 年達到碳中和(碳排量為零)，2030 年降至 2010 年水準之 45%，達成的方式需要能源、土地、運輸、建築、工業等各系統刻不容緩的轉型(Transfer)作為，包含能源轉型、工業發展替代燃料及碳捕捉/儲存技術、綠建築等，運輸部門則應發展結合智慧科技、綠能技術及都市土地使用的運輸規劃，以及全力推動運輸工具電動化。

表 7.1-1 本系列計畫研究成果

計畫名稱	城際運輸節能減碳評估模組開發及應用(1/2)	城際運輸節能減碳評估模組開發及應用(2/2)	都會運輸節能減碳評估模組開發及應用(1/2)	都會運輸節能減碳評估模組開發及應用(2/2)
運輸需求模型導入	城際運輸需求模式		臺北都會區運輸需求預測模式	
案例分析	1.高鐵增站與票價調降 2.蘇花公路貨車移轉鐵路	1.已推動城際運輸策略 (1)98-103 年公共運輸發展 (2)通行費率改變影響 2.未來可推動策略 (1)臺鐵服務與效能改善 (2)公共運輸發展目標 (3)車輛燃油效率提昇	1.公車與捷運雙向轉乘優惠 2.臺北市中心汽車停車收費範圍擴大	1.首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大 2.公車電動化+私人運具油品使用成本調整
成果說明	1.開發城際運輸策略評估模型 2.與 CGE 模式進行基線整合作業 3.透過已推動策略進行分析結果合理性驗證 4.透過未來可推動策略測試評估工具之應用性		1.導入都會運輸需求模型 2.透過車公里年總量調整因子、全國碳排放量、公路系統及軌道系統能源消耗量進行分析結果合理性檢視 3.分層建構運輸節能減碳策略評估模組，整合運輸需求模型成果，進行跨層級案例效益評估。 4.導入環保署空污排放係數，擴充評估功能，進行空氣污染物排放減量效益評估。	

(3) 我國已於 2015 年公布施行「溫室氣體減量及管理法」，規定國家溫室氣體長期減量目標（於 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50%以下）。2018 年核定第一期溫室氣體階段管制目標：

① 第一期(2016-2020 年)目標：2020 年較 2005 年減少 2%。

② 第二期(2021-2025 年)目標願景：2025 年較 2005 年減少 10%。

③ 第三期(2026-2030 年)目標願景：2030 年維持減 20%為努力方向，滾動式檢討。

(4) 全國制定標準量化方法並建立地方盤查能力：掌握空氣污染物與溫室氣體的「排放源與排放量」是法規、標準及政策制定與管理的首要之務，除全國性的「中華民國國家溫室氣體清冊報告」，亦訂定「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」(2017 年修正)，藉由標準量化方法與報告透明呈現，建立地方政府盤查的能力。

(5) 移動源空污排放多來自柴油大貨車、小客車及機車：為掌握全國空氣污染排放量作為管制參考，環保署建置臺灣地區排放量資料庫(TEDS)，持續更新建置國家空氣污染物排放清冊；根據 TEDS9.0 排放量推估結果，以 CO、NO_X、NMHC 及 $PM_{2.5}$ 等污染物來自車輛的占比較高；其中來自車輛之污染物主要貢獻車種又以柴油大貨車、小客車及機車占比較高。

(6) 為提升空氣品質，運輸部門已啟動相關交通減污措施：我國於 2018 年完成「空氣污染防制法」修正，擴大空氣污染防制職責至各部會與地方。交通部所推動之交通減污措施包括港區(商港)污染減量、提升公共運輸使用、檢討計程車招呼站設置、鼓勵以電話及網路叫計程車、提供電動機車停車位及費率優惠，以及推動大客車電動化。

2. 運輸節能減碳策略評估模組開發應用

(1) 本計畫開發之運輸節能減碳策略評估模組(Transportation Demand Management Environment, TDME)係以估算運輸策略能耗與排放量變化、支援運輸部門相關政策與方案決策為建置目的：因應國人對於空氣污染議題逐漸重視，本計畫結合環保署空氣污染排放係數，擴充分析功能評估運輸策略之節能、減碳、減污效益。

(2) 運輸節能減碳策略評估模組以分層方式建構，模型架構包含運輸需求模組、成效推估模組：

①運輸需求模組:由城際模式、都會區模式及其他生活圈模式組成，用以分析運輸政策對旅次產生、運具選擇、路徑選擇等運輸行為之影響。

②成效推估模組：透過運輸需求模組之產出結果，輔以相關能源與排放係數，反應運輸政策、能源政策下之能耗、碳排與污染排放變化。

(3) 跨層級整合型案例分析探討不同層級之減量效益：延續 2015-2016 年所開發之「城際運輸策略評估模組」及 2017 年開發之「都會運輸策略評估模組」，本期計畫透過跨層級整合型案例分析，檢視城際與都會運輸策略評估模組之結合應用，並透過路網尺度及運具整併作業，探討不同層級之減量效益，以及策略間之交互影響。

(4) 本計畫估算雙北市定期票推動成效：雙北市定期票提供公共運輸票價優惠(平均票價減少 6%)，此使得私人運具移轉至公共運輸，相較無推動定期票情境，因減少機車及小客車使用，每日約減少 0.5%之減碳效益(減碳量 93 公噸 CO_2/日)。

(5) 跨層級(雙北/雙北以外地區)案例成效評估，以「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」進行案例分析：

①公共運輸月票策略在雙北以外地區影響較雙北地區較明顯：因長度較長的旅次可受惠的程度較多，移轉的程度較高。

②停車收費範圍擴大策略在雙北地區影響較在雙北以外地區較明顯：因停車費收費範圍擴大係於雙北地區內推動，區內短程旅次受影響程度較高。

③停車費措施需考慮私人運具間替代性：私人運具成本變化對運輸行為影響效果較明顯，且私人運具(小汽車、機車)之間，在都會旅次有高度替代性，針對單一私人運具(小汽車或機車)提高成本時，私人運具旅次可能會相互移轉，不見得會移轉至公共運輸。

④研究結果發現公共運輸月票策略主要運具移轉效果來自於機車：擴大汽車停車收費範圍，大部分旅次會移轉至機車；併行擴大汽

機車停車收費範圍，部分機車旅次會再轉移回小客車；擴大施政範圍至雙北市，小客車影響效果較大，旅次變化仍以小汽車轉移至機車為主。

⑤兩項策略併行對私人運具移轉公共運輸有最佳移轉效果：本研究評估同時實施公共運輸月票及擴大停車收費範圍之情境，對移轉私人運具至公共運輸，有較佳之公共運輸運量提升效果。

(6) 都會區污染防制案例成效評估，以「公車電動化+私人運具油品使用成本調整」進行案例分析：

①併行策略效益較高：同步推動公車電動化+私人運具油品使用成本調整情境空污排放最少，能源消耗及碳排放量亦最低。然推動電動車輛，亦可能導致電力部門的排放增加，總體空氣污染減量效益則受到未來電力結構組成影響。

②私人運具油品使用成本調整每公升油價提升 2 元政策影響效果不及公車全面電動化政策：由於本計畫分析案例考量油品價格稅費變動可行性，故調整油品價格增額有限，因此導致分析結果效益有侷限性，然檢視歷年油價趨勢與運輸需求變化，發現油價變化到一定程度時，對於運輸部門整體能源消耗量有顯著影響。

(7) 彙析電動公車生命週期減污成效：從環保署辦理評估柴油公車、油電公車及電動公車 3 者生命週期之空污排放結果，顯示電動公車相對柴油與油電公車，有較低的空污排放，因此具有減少空污之推動效益，可作為後續相關單位推動電動公車之論述參據。

(8) 運輸部門能源消耗量與油價趨勢：公路運輸能源消耗量與我國 95 無鉛汽柴油價格之高低峰呈現相反情勢，亦即油價高漲時公路運輸能源消耗量較少，而油價最低峰時公路運輸能源消耗量則反之為最高峰，油價對於民眾私人車輛使用有相當之影響性。

3. 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新維運

(1) 整合資訊平台進行功能新增與調整，瀏覽人次累積至 5,172 人次：

①2017 年提出之平台功能改善與優化構想：進行功能新增與調整，新增項目包含排放清冊資訊視覺化、減污效益簡易估算工具與

TDME 分析成效展示，另外配合委辦單位業務需求，調整與修正平台相關內容，並於 2018 年 10 月 25 日辦理資訊平台教育訓練。

②盤點成果：經本期計畫持續維運推廣，2018 年 1 至 11 月資訊平台瀏覽人次淨增加 958 人次，總瀏覽次數累積至 5,172 人次，2018 年度網站新聞資訊累計更新 147 筆資訊。

(2) 運輸部門運具別排放清冊更新至 2017 年，溫室氣體排放量達 38,017 千公噸：

①總耗油量更新成果：2017 年運輸部門總耗油量中，公路合計 1,330 萬公秉油當量(95.5%)；鐵路合計 32.5 萬公秉油當量(2.3%)；國內航空合計 10.9 萬公秉油當量(0.8%)；國內水運合計 19.3 萬公秉油當量(1.4%)，合計共 1,392.7 萬公秉油當量。

②溫室氣體排放量更新成果：2017 年運輸部門溫室氣體排放量中，公路合計 36,320 千公噸(95.5%)；鐵路合計 847 千公噸(2.2%)；國內航空合計 295 千公噸(0.78%)；國內水運合計 556 千公噸(1.5%)，合計共 38,017 千公噸。

③推估之能源消耗量與透過能源平衡表數據計算之能源密集度【公升油當量/延人(噸)公里】變異性大：檢視運輸活動量推估能源消耗量與能源平衡表燃油銷售量之調整比例，自 2012 年起機動車輛登記數按燃料類別區分，柴油車種之總能耗量差異達 22%至 39%，汽油車種僅 3%至 8%。

將能源消耗量及燃油銷售量調整至一致後估算能源密集度，其逐年變異性高，不易合理解釋各車種能源密集度變化之因素。為維持資料的穩定性，建議後續能源密集度之探討，採用未經調整前之能源密集度。其推估結果重點摘要如下：

(a)公路運輸：公路運輸受載運人數、噸數影響，客運以營業小客車能源密集度最高、遊覽車密集度最低；貨運大貨車能源密集度明顯較小貨車高。

(b)軌道運輸：軌道系統能源密集度多在正式營運後 5 年間達到平衡穩定，現階段高鐵、臺鐵客運及臺北捷運三者能源密集度相近，高雄捷運因運量成長有限，能源密集度較其他軌道

系統略高，桃園捷運及高雄輕軌為新設軌道系統，其營運狀況仍有提升空間，能源密集度較高。

(3) 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」運作與模組開發需持之以恆：平台應常態性持續進行模組優化與更新資料庫，以支援本所節能減碳業務之推動。

4. 綠色運輸宣導網站及粉絲專頁持續維運，網站總瀏覽人次達18萬人次、粉絲專頁總按讚人數達4,017人：

(1) 盤點成果：經本年度持續維運推廣，自2018年1至11月為止，綠色運輸宣導網站瀏覽人次淨增加11,166人次，總瀏覽人次達18萬人次，累計更新147筆綠色運輸新知；臉書粉絲專頁按讚人數因活動曝光及貼文時點調整持續增加，總按讚人數已達到4,017人，2018年度新聞新知累積更新669筆。

(2) 搜尋優化：「綠色運輸宣導網站」經2016年改版實行搜尋引擎最佳化(Search Engine Optimization, SEO)後，已可透過「綠色運輸」之關鍵字，於Google、Yahoo及Bing等三大搜尋引擎名列首頁之前2名，大幅提升網站之能見度。

7.2 建議

1. 運輸節能減碳策略評估模組精進方向：同樣的政策在不同的地區推動會受到地區民眾特性、運輸條件及其他因素影響，有不同的政策推動效果；為評估政策在不同類型地區(如都市或鄉村)實施之影響效果，建議未來可導入其他生活圈運輸需求模式以進行節能、減碳及減污效益評估。

2. 都會運輸節能減碳策略評估模組應用建議

(1) 地方政府可應用評估劃設空氣品質維護區之效益：目前地方環保局已著手規劃設置115處空氣品質維護區，未來將持續針對進出區域之高污染柴油車或其他移動污染源，管制引擎型式、燃料、運行狀況等，建議可列為後續評估案例，探討空氣品質維護區劃定區域之影響效果。

(2) 建議各主管機關可進一步評估政策投放比：政策效益評估除了減量效益外，另需考量政策推動之成本效益，然成本效益評估涵蓋面向

多元，需要就個別計畫施行狀況，細緻設定相應參數，並評估成本投入；建議未來各主管機關可應用評估模組分析成果進一步進行成本效益分析，以估算政策投放比，藉以檢視施政可行性及效益。

(3) 車輛電動化推動減量效益評估尚需考量電力部門排放量：我國車輛電動化推動策略除公車之外，尚包含機車與汽車電動化，汽機車為現階段使用率最高之運具，推動電動化政策有助於運輸部門排放量減少，但可能導致電力部門排放增加，建議全國性之評估可考量整體發電結構組成，以評估相關配套措施下節能減排效益之變化。

(4) 因應特定策略評估運輸需求模式仍需經過校估、探討：本計畫進行案例分析主要目的係為測試開發工具之節能減碳策略可評估、應用性，以建立一可預測、評估策略之能耗碳排效益分析工具。建議未來特定策略之節能減碳效益評估應用之運輸需求模式仍需經過校估，並就其分析限制評估模式可應用性。

3. 運輸部門運具別溫室氣體排放量推估精進建議

檢討運輸部門運具別溫室氣體排放量之推估方法與引用資料，公路運輸因部分資料取得困難，現階段引用之抽樣與調查資料尚有精進空間，建議改善方向說明如下：

(1) 車輛使用狀況、年行駛公里數、能源效率：多來自於調查資料；受限於抽樣樣本及受訪者填答品質，資料準確度、穩定性較不足。

①擴大辦理調查、資料交叉檢核：透過擴大樣本數，使樣本代表性更充足，並可透過資料交叉檢核方式，確認受訪者填答是否有邏輯錯誤。

②調查以數值填答取代選擇題題型：由於調查方法多以問項搭配區間選項(如 3~5 公里)供受訪者填答，經回收後資料僅能取平均值估算，降低推估數值之準確度，建議未來可嘗試以數值填答方式供受訪者填答。

③引用監理資料：由於車輛需進行定期檢驗，監理資料應可輔助作為車輛活動數據估算參考，提升資料可信度。惟受限於個資法、資料公開問題，現階段尚無法取得完整監理統計資料，建議後續可洽監理機關主管單位協商取得所需資料。

(2) 小貨車、大貨車燃油效率：未有定期之調查計畫，僅能引用過去研究成果。

由於小貨車、大貨車燃油效率相關研究為早期研究，未必能符合現階段車輛技術發展，建議可將燃油效率納入既有「公路汽車貨運業營運概況」調查項目中，以利參數、資料更新，提升資料品質。

4. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」與「綠色運輸宣導網站」

(1) 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台：

①持續維運及精進平台功能：本平台展示本所運輸部門節能減碳策略評估模組研究成果，亦提供本所研究人員估算運輸措施減碳效益之相關數據。後續應持續維運及精進平台功能，特別在運輸部門溫管行動方案減量效益部分，便於本所研究人員估算運輸措施之減碳效益，以支援運輸部門溫室氣體減量相關業務推動。

②持續充實及更新平台知識庫：透過知識庫相關法規及文獻資料，研擬策略與方案，並以策略評估工具評估減碳效益與目標達成度，提出整體建議。

③規劃擴大應用對象：規劃教育訓練專區，提供資訊與教材，供交通部與部屬機關學習與交流；同時透過申請帳號權限方式進行控管，盤點使用成效。

(2) 綠色運輸宣導網：本網站 2011 年建置目的為向民眾宣達交通部門綠運輸政策立場，以及提供民眾於生活中落實綠運輸所需知識與資訊。現今民眾大多可透過多元的媒體管道獲得綠運輸資訊，且本所維護本網站資源有限，爰建議後續可將部分資訊併入「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」，並於該平台持續提供綠運輸新知。

參考文獻

1. Alice Yiu, Nikola Medimorec and Karl Peet(2018), 2018 Talanoa Dialogue Offers Opportunities to the Contribution of Transport in Achieving the Targets of the Paris Agreement, Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport (SLoCaT).
2. Balakrishnaiah Gugamsetty, Han Wei, Chun-Nan Liu, Amit Awasthi and Shih-Chieh Hsu (2012), Source Characterization and Apportionment of PM10, PM2.5 and PM0.1 by Using Positive Matrix Factorization, Aerosol and Air Quality Research, 12: 476-491.
3. Dai-Hua Tsai, Yi-Her Wu and Chang-Chuan Chan (2008), Comparisons of commuter's exposure to particulate matters while using different transportation modes. Science of the Total Environment 405, 71-77.
4. Department for Environment Food & Rural Affairs and Department for Transport (2017), UK plan for tackling roadside nitrogen dioxide concentrations.
5. F. Mazzei, A. D'Alessandro, F. Lucarelli, S. Nava, P. Prati, G. Valli and R. Vecchi (2008), Characterization of particulate matter sources in an urban environment, Science of the Total Environment 401, 81-89.
6. IPCC (2018), Global Warming of 1.5 ℃, http://www.ipcc.ch/report/sr15/
7. Hsien-Chih Li, Pei-Te Chiueh, Shi-Ping Liu and Yu-Yang Huang (2017), Assessment of different route choice on commuters' exposure to air pollution in Taipei, Taiwan, Environ Sci Pollut Res DOI 10.1007/s11356-016-8000-7.
8. Hsi-Hsien Yang , Lien-Te Hsieh, Hsu-Chung Liu and Hsiao-Hsuan Mi (2005), Polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from motorcycles, Atmospheric Environment 39, 17-25.
9. ICCT(2016)，Global passenger vehicle standards。
10. Karagulian, F., Belis, C. A., Dora, C. F. C., Prüss-Ustün, A. M., Bonjour, S., Adair-Rohani, H. and Amann, M. (2015). Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level. Atmospheric environment, 120, 475-483.
11. Li-Ju Hung, Shang-Shyue Tsai, Pei-Shih Chen, Ya-Hui Yang, Saou-Hsing Liou, Trong-Neng Wu and Chun-Yuh Yang (2012), Traffic Air Pollution and Risk of Death from Breast Cancer in Taiwan: Fine Particulate Matter ($PM_{2.5}$) as a Proxy Marker, Aerosol and Air Quality Research, 12: 275-282.
12. Low Rolling Resistance Tire Information, California Environmental Protection Agency.

13. M. Kalaiarasan a, R. Balasubramanian, K.W.D. Cheong and K.W. Tham (2009), Traffic-generated airborne particles in naturally ventilated multi-storey residential buildings of Singapore: Vertical distribution and potential health risks. Building and Environment 44 , 1493-1500.
14. Maurizio Manigrasso, Claudio Natale, Matteo Vitali, Carmela Protano and Pasquale Avino (2017); Pedestrians in Traffic Environments: Ultrafine Particle Respiratory Doses. Environmental Research and Public Health 14, 288.
15. Philip J Landrigan, Richard Fuller, Nereus J R Acosta, Olusoji Adeyi, Robert Arnold, Niladri (Nil) Basu, Abdoulaye Bibi Baldé, Roberto Bertollini, Stephan Bose-O'Reilly, Jo Ivey Boufford, Patrick N Breysse, Thomas Chiles, Chulabhorn Mahidol, Awa M Coll-Seck, Maureen L Cropper, Julius Fobil, Valentin Fuster, Michael Greenstone, Andy Haines, David Hanrahan, David Hunter, Mukesh Khare, Alan Krupnick, Bruce Lanphear, Bindu Lohani, Keith Martin, Karen V Mathiasen, Maureen A McTeer, Christopher J L Murray, Johanita D Ndahimananjara, Frederica Perera, Janez Potočnik, Alexander S Preker, Jairam Ramesh, Johan Rockström, Carlos Salinas, Leona D Samson, Karti Sandilya, Peter D Sly, Kirk R Smith, Achim Steiner, Richard B Stewart, William A Suk, Onno C P van Schayck, Gautam N Yadama, Kandeh Yumkella and Ma Zhong (2017), The Lancet Commission on pollution and health. The Lancet Commissions Online.
16. Planète Energies: https://www.planete-energies.com/en/medias/infographics/global-energy-mix-1990-2035.
17. Planète Energies: https://www.planete-energies.com/en/medias/infographics/world-energy-mix-1990-2035-2degc-target.
18. S.M. Platt, I. El Haddad, S.M. Pieber, R.-J. Huang, A.A. Zardini, M. Clairotte, R. Suarez-Bertoa, P. Barmet, L. Pfaffenberger, R. Wolf, J.G. Slowik, S.J. Fuller, M. Kalberer, R. Chirico, J. Dommen and C. Astorga (2014), Two-stroke scooters are a dominant source of air pollution in many cities, NATURE COMMUNICATIONS | DOI: 10.1038/ncomms4749.
19. Sack, C. S. and Kaufman, J. D. (2016). Air Pollution Levels and Children's Lung Health. How Low Do We Need to Go? American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 193(8), 819-820.
20. The City of New York　Mayor Bill de Blasio (2017), 1.5℃: Aligning New York City With the Paris Climate Agreement, C40 CITIES.
21. UNFCCC (2018), OVERVIEW OF INPUTS TO THE TALANOA DIALOGUE: https://img1.wsimg.com/blobby/go/9fc76f74-a749-4eec-9a06-5907e013dbc9/downloads/1cbos7k3c_792514.pdf.

22. United States Environmental Protection Agency: https://www.epa.gov/ozone-pollution/fact-sheet-final-rule-determining-widespread-use-onboard-refueling-vapor-recovery.
23. 中國清潔空氣聯盟，空氣污染應急機制國際經驗，2013 年。
24. 巴黎市政府，PROJET DE CREATION D’UNE ZONE A CIRCULATION RESTREINTE A PARIS DOSSIER DE CONSULTATION，2016 年。
25. 日本國土交通省，グリーン化特例（自動車税・軽自動車税），2015 年。
26. 日本國土交通省，「自動車税のグリーン化特例の概要」平成 29 年税制修正内容，2017 年。
27. 王昌世, 中部空品區二氧化硫與氮氧化物的傳輸與污染成因分析，2010 年。
28. 王燕軍，柴油車減排中外實踐手冊，2016 年。
29. 北京市公安局公安交通管理局，北京市小客車數量調控暫行規定實施細則：http://www.bjjtgl.gov.cn/jgj/95332/140920/index.html。
30. 台灣智慧型電網產業結構：http://www.smart-grid.org.tw/content/smart_grid/smart_grid.aspx。
31. 交通部運輸研究所，城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)，2016 年。
32. 交通部運輸研究所，海量資料分析於交通建設計畫審議決策之應用服務(105 年)，2016 年。
33. 交通部運輸研究所，第 5 期整體運輸規劃研究系列－城際旅次特性分析及補充調查，2016 年。
34. 交通部運輸研究所，都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(1/2)，2017 年。
35. 交通部運輸研究所，綠色運輸教育宣導網站：http://greentransport.iot.gov.tw。
36. 交通部運輸研究所，綠色運輸教育宣導網站粉絲專頁：https://www.facebook.com/greentransport.tw/。
37. 交通部運輸研究所，鐵公路氣候變遷調適行動方案之研究，2017 年。
38. 行政院環保署，國家溫室氣體減量法規資訊網。
39. 行政院，空氣污染防制行動方案，2017 年。
40. 行政院，空氣污染防制策略—好空氣，齊努力。
41. 行政院，清淨空氣行動計畫，2015 年。
42. 行政院環境保護署，新版空氣污染物排放清冊建置，2015 年。
43. 李佳琦、吳燁、宋少潔、鄭軒、王悅、郝吉明，北京道路交通環境亞微米顆粒物元素組成特徵及來源分析，科學學報，35 (1):49-55，2015 年。
44. 李俊毅，高雄地區揮發性有害空氣污染物排放及大氣濃度特性分析，2017 年。

45. 美國環保署，Final Rule for Control of Air Pollution from Motor Vehicles: Tier 3 Motor Vehicle Emission and Fuel Standards：https://www.epa.gov/regulations-emissions-vehicles-and-engines/final-rule-control-air-pollution-motor-vehicles-tier-3。
46. 新加坡 One motoring，Timely Renewal Of Road Tax And Vehicle Insurance，https://www.onemotoring.com.sg/content/onemotoring/en/lta_information_guidelines/maintain_vehicle/road_tax/timely_renewal_of.html。
47. 新加坡道路交通管理局 LTA，Overview of vehicle quota system，https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/owning-a-vehicle/vehicle-quota-system/overview-of-vehicle-quota-system.html。
48. 新加坡道路交通管理局 LTA，Tax structure for goods vehicles，https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en/roads-and-motoring/owning-a-vehicle/costs-of-owning-a-vehicle/tax-structure-for-goods-vehicles.html。
49. 新北市政府交通局，102 年度新北市(永和區、汐止區、蘆洲區、淡水區及三峽區)汽機車停車供需調查，2014 年。
50. 新北市政府交通局，101 年度新北市(三重區、樹林區、土城區、新店區)汽機車停車供需調查，2013 年。
51. 新北市政府交通局，100 年度新北市(板橋區、中和區、新莊區)汽機車停車供需調查，2012 年。
52. 臺北市政府捷運工程局，臺北都會區整體運輸需求預測模式(TRTS-IV)更新案，2017 年。
53. 臺北市停車管理工程處，106 年度臺北市汽機車停車供需調查，2018 年。
54. 臺北市停車管理工程處，105 年度臺北市汽機車停車供需調查，2017 年。

附錄 1 計畫執行成果摘要

計畫執行成果摘要

一、研究背景與目的

因應聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)1997 年訂定「京都議定書」，規範 2020 年以前國家減量責任，我國雖無法簽署，仍積極依據公約精神，承擔此地球村一員之共同責任，爰於 2009 年統籌各部會成立「節能減碳推動會」(於 2014 年更名為「綠能低碳推動會」，並於 2016 年整併至「行政院能源及減碳辦公室」)，制定「國家綠能低碳總計畫」與「國家綠能減碳總行動方案」，以實踐國家新能源與各部會節能減碳推動目標。此外，我國於 2015 年 7 月 1 日發布「溫室氣體減量及管理法」，其中明訂我國 2050 年之溫室氣體排放量目標為 2005 年之 50%以下，並規範各部門之中央目的事業主管機關應提出部門別溫室氣體排放管制行動方案。

為達成 2025 年達成非核國家願景，行政院於 2017 年 4 月 24 日核定「能源發展綱領」修正案，確立邁向 2025 年非核家園的臺灣能源轉型發展架構，並制訂能源轉型白皮書以落實「能源發展綱領」之重點行動方案，積極推動能源轉型，以擺脫核能並降低化石能源的依賴。

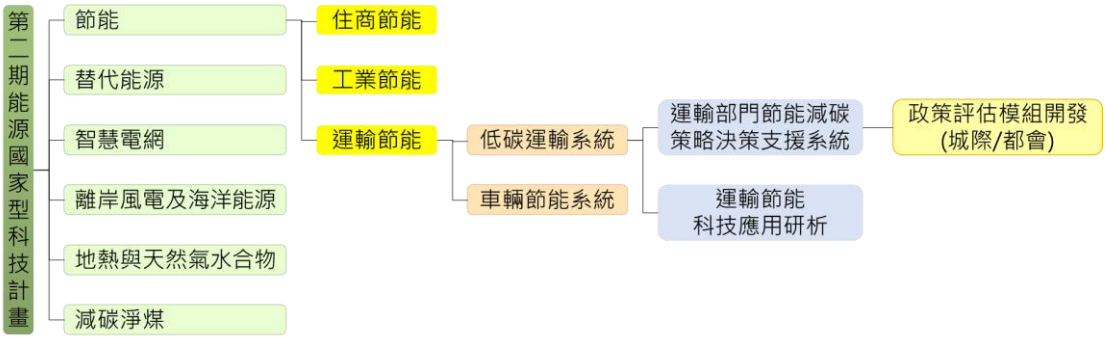
我國運輸部門為第三大溫室氣體排放部門，運輸節能減碳策略推動有其重要性。然國內缺乏運輸節能減碳策略評估工具，難以評估策略推動成效。爰此，本所自 2007 年起辦理相關計畫，並自 2014 年度起納入「第二期能源國家型科技計畫(National Energy Program-Phase II, NEP-II)」範疇，本計畫與 NEP-II 關聯如圖 1.1.1 所示，主要為建立運輸節能減碳策略評估工具，以反映運輸策略對運輸需求、能源消耗及溫室氣體排放之影響，俾利評估相關策略的減量效果。

本計畫依據 2012 -2014 年「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」與 2015 -2016 年「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」前期計畫成果，賡續擴充「運輸部門節能減碳政策決策支援系統」決策評估工具及政策選項資料庫，並進行決策支援系統之實際功能操作與展示。運輸節能

減碳策略評估模組建置迄今已可以總體與城際運輸部門角度分析全國與區域層級之運輸政策節能減碳效果，賡續支援完成交通部運輸部門減碳工作。

基於都會運輸碳排放約占總體運輸部門 70%，都會運輸節能減碳策略為相當重要的一環，爰 2017 年度至 2018 年度本所除仍持續掌握國內外運輸部門能源與減碳發展情勢。另導入都會運輸需求模型，開發都會運輸節能減碳評估模組，探討都會尺度之節能減碳運輸策略，並擴充決策支援系統之評估功能。

顧及全國各縣市之發展條件(土地面積、人口密度、道路密度與公共運輸服務路網)不同，目前國內建立之都會運輸模型均為因地制宜，爰 2017 年計畫優先導入國內建置較為完善，並且有定期維運之臺北都會運輸需求模式，俾利後續維運。本計畫為 2 年期研究計畫，第 1 年期(2017 年)已完成決策支援系統之都會運輸節能減碳策略評估模組開發，並透過實際案例探討確認其導入都會運輸需求模型分析之合理性。第 2 年期(2018 年)則整合城際與都會運輸需求模組，以及配合本所空氣污染業務推動，於評估模組結合環保署空氣污染排放清冊之運具排放係數，協助評估運輸措施之減能、減碳與減污效益。



附圖 1.1.1 本計畫與「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」關聯圖

為支援交通部配合環保署辦理國家溫室氣體減量工作，本計畫目的如下：

1. 運輸部門節能減碳政策決策支援系統與建置相關參變數資料庫，以支援交通部配合環保署辦理國家溫室氣體減量與空氣污染防制工作。

2. 掌握國際因應氣候變遷趨勢，俾作為擘劃運輸部門因應氣候變遷相關施政藍圖之參據。

3. 維護更新「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」，定期發布運輸節能減碳政策與相關技術發展資訊，並開發運輸節能減碳簡易計算工具提供使用者試算節能減碳成效。

4. 維護更新「綠色運輸宣導網站」，透過定期發布綠運輸新聞及相關新知提高民眾對於綠色運輸之認知，進而推廣與鼓勵民眾使用綠色運輸系統。

二、研究內容

本計畫研究期程為 2 年，第 2 年(2018 年)完成的工作項目如下：

1. 文獻蒐集回顧：

   (1) 已蒐集國內外運輸節能減碳、減污科研技術發展趨勢資料、更新巴黎協定後各國運輸部門政策發展與推動情形，並回顧檢視我國運輸部門因應作為。

   (2) 已蒐集最新國內外運輸部門推動節能減碳、減污政策方案與研究，並綜合彙析作為我國運輸部門推動節能、減碳與減污效益業務之參考。

   (3) 已就本計畫系列研究歷年模組與平台開發成果進行回顧與歸納，作為本計畫平台與模組後續維運機制規劃之參考。

2. 都會運輸節能減碳模組開發及應用

   (1) 檢視城際/都會運輸需求模組可評估之策略類型、應用範疇與相關參變數異同，並以「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」整合型策略案例，討論運輸策略於城際與都會不同層級之減碳效果，以及分析不同層級運具之減碳影響。

   (2) 結合環保署空氣污染排放清冊最新交通工具排放係數，增加運輸措施空氣污染改善效益之評估功能，並以「公車電動化+私人運具油品使用成本調整」都會策略案例，進行節能、減碳與減污效益評估。

3. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」資料更新及維運

(1) 已透過諮詢討論瞭解使用者需求，將平台簡易估算工具進行功能優化、新增空污減量估算項目(包含車輛汰舊換新、私人運具移轉公共運輸效益、電動車汰換數量、壅塞改善效益評估等)，並以視覺化圖示展示評估結果。

(2) 資訊平台之維運與更新，包括資料庫各項資料更新(含 2017 年運輸部門各運具排放清冊)、知識庫內容更新(每季 1 次)。

(3) 協助資訊平台資安維護事宜，並每月定期點閱人次統計分析，進行盤點建置成效。

4. 「綠色運輸宣導網站」更新及維運：

持續每月更新「綠色運輸宣導網站」之新聞性或議題資料，以吸引民眾點閱；並協助網站資安維護事宜，定期統計點閱人次，每月進行盤點成效。

5. 完成 5 項政策議題彙析：

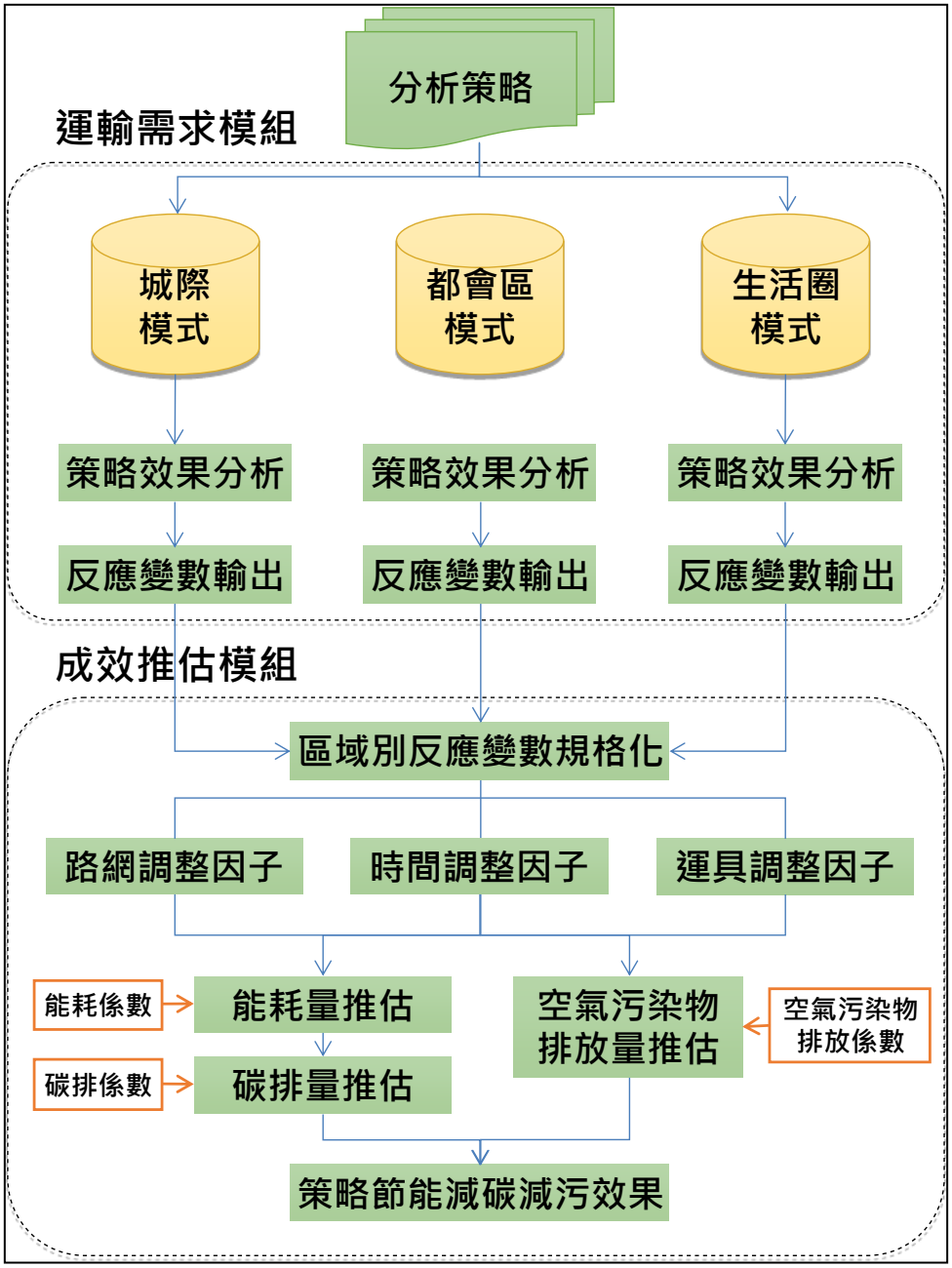
本期計畫執行過程，亦協助蒐集相關研究資料，完成「雙北市定期票推動成效」、「衍生性細懸浮微粒($PM_{2.5}$)形成速率」、「彙析車輛排放 PM_1 污染物及機車族空污暴露特性」、「彙析電動公車生命週期減污成效」及「運輸部門能源消耗量與油價趨勢」等 5 項政策議題之探討，以協助釐清相關時事議題。

三、研究成果

本期計畫擴充前期運輸需求策略評估模型，導入與開發都會運輸節減碳策略評估模組，並於模組結合環保署空氣污染排放清冊係數，以檢視暨探討相關運輸節能減碳政策對運輸需求、能源消耗、排放量之影響，俾作為規劃城際運輸減碳、減污路徑之參據，茲說明本期計畫之重要成果如下：

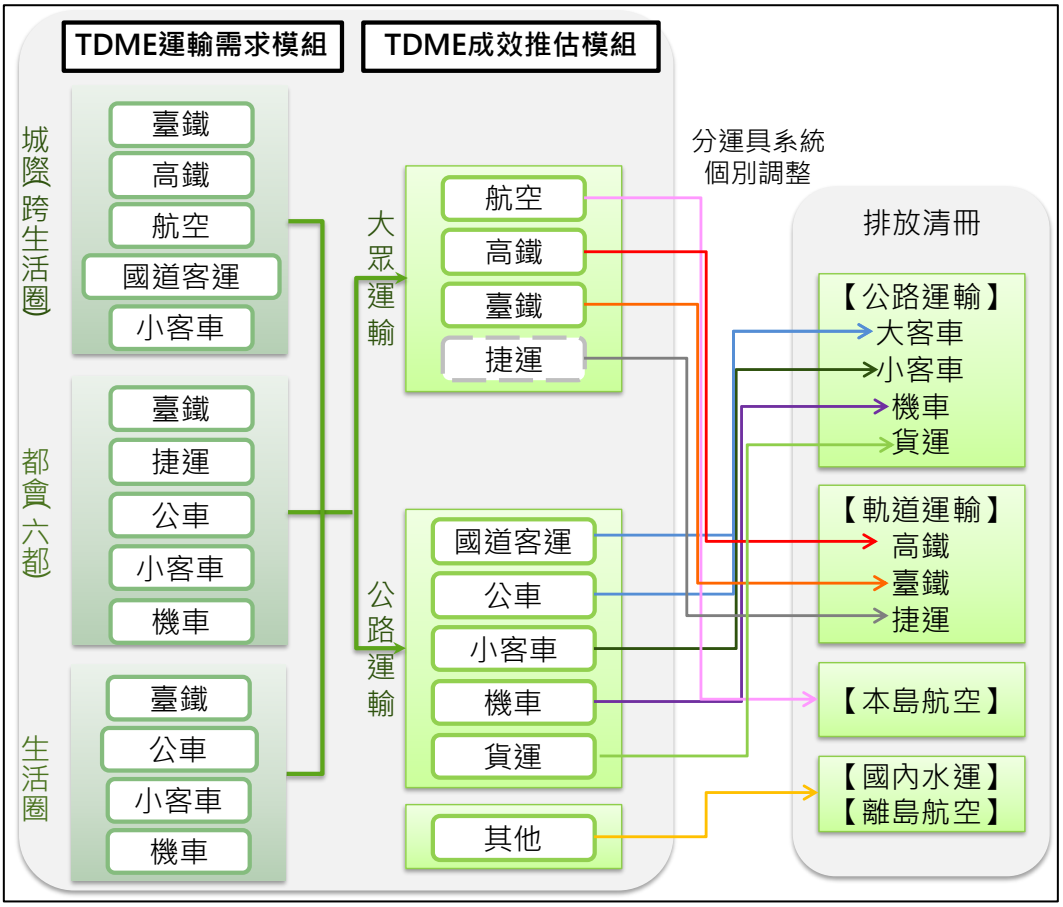
1. 分層建構都會運輸節減碳策略評估模組，整合應用城際與都會運輸需求分析模組成果

(1) 受限於運輸需求模式分析時段、路網與運具結構等限制，尚不易以單一尺度之評估模組，完整掌握各種運輸策略之節能減碳效益，然若要將所有運輸需求模型導入至同一平台，不利於整合應用分析，將 TDME 採分層作業方式建構，如附圖 1.1.2 所示。

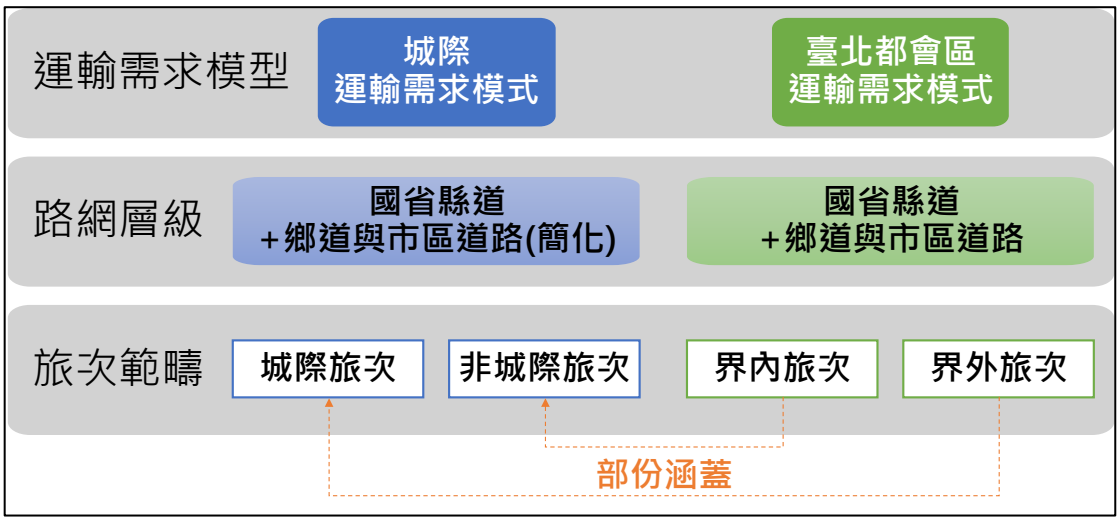


附圖 1.1.2 TDME 分層作業架構

(2) 整合不同運輸需求模式之分析時段、尺度及運具系統；將分析時段轉換為年總量、依排放清冊整併運具、依旅次整合交通量分析結果，各運具整併歸類如附圖 1.1.3 所示，路網尺度調整如附圖 1.1.4 所示。



附圖 1.1.3 TDME 各運具整併歸類作業



附圖 1.1.4 城際模式與都會模式路網與旅次範疇

2. 導入環保署空氣污染排放清冊係數，擴充策略評估模組之評估功能

依據 TEDS 9.0 線源排放係數取得各車種、速率及空氣污染物之排放係數，配合交通部運研所業務需求，以 CO、NO_X、$PM_{2.5}$ 此三種空氣污染物進行策略污排之評估。

3. 以「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」案例進行跨層級整合型案例情境分析。情境假設首都圈內公車、臺北捷運、桃園機場捷運及臺鐵運輸系統施行公共運輸票價優惠，及臺北市市中心及新北市高繁忙地區實施擴大停車收費範圍策略之節能減碳效益。

(1) 經本計畫評估，案例節能減碳效益如附表 1.1-1，因不同旅次長度政策影響性具差異，公共運輸月票策略在雙北以外地區影響較雙北地區較明顯，停車收費調漲策略在雙北地區影響較在雙北以外地區較明顯。

(2) 私人運具成本變化對運輸行為影響效果較明顯，且私人運具之間亦具有交互替代性;公共運輸月票策略主要運具移轉效果來自於機車;汽車停車成本增加，大部分旅次會移轉至機車；併行擴大汽機車停車收費範圍，部分機車旅次會再轉移回小客車；擴大施政範圍於雙北市，小客車影響效果較機車大。

附表 1.1-1 跨層級案例節能減碳效益分析結果

情境	情境說明	節能量 (公秉油當量/日)	減碳量 (公噸/日)
1	公共運輸月票	-42	-110
2	北市汽車停車調漲	-388	-1,021
3	公共運輸月票+ 北市汽車停車範圍擴大	-430	-1,130
4	公共運輸月票+ 北市汽機車停車範圍擴大	-433	-1,139
5	公共運輸月票+ 雙北汽機車停車範圍擴大	-619	-1,627
6	公共運輸月票+ 雙北汽機車停車範圍擴大,機車加嚴	-612	-1,606

4. 以「市區公車電動化+私人運具油品使用成本調整」案例進行都會區污染防制案例成效評估。情境假設目標年雙北市區公車全面電動化、私人

運具油品使用成本調整調漲 2 元/公升。

(1) 經本計畫評估，案例節能減排效果如附表 1.1-2 所示，政策之減量效果明顯以大客車電動化效果較佳。

(2) 由於燃油成本提高，小客車能源消耗以情境 2、情境 3 較低，部分旅次轉移至機車，造成機車能源消耗情境 2、情境 3 略增，大客車則係由於電動化以情境 1、情境 3 最低。

附表 1.1-2 都會區污染防制案例節能減排效益分析結果

情境	情境說明	節能量 (公秉油當量/日)	減碳量 (公噸/日)	CO 減量 (公斤/日)	$PM_{2.5}$ 減量 (公斤/日)	NO_X 減量 (公斤/日)
1	雙北市區公車電動化	-622	-1,825	-5,891	-572	-12,342
2	私人運具油品使用成本調整	-23	-61	-506	-10	-55
3	公車電動化+私人運具油品使用成本調整	-645	-1,886	-6,396	-582	-12,393

3. 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台、綠色運輸宣導網站更新維運

(1) 本期針對 2017 年提出之平台功能改善與優化構想，進行功能新增與調整，新增項目包含排放清冊資訊視覺化、減污效益簡易估算工具與 TDME 分析成效展示，另外配合委辦單位業務需求，調整與修正平台相關內容。

(2) 本計畫「綠色運輸宣導網站」與網站所屬臉書專頁主要係提供一般民眾散播綠色運輸知識理念，持續進行新聞性或議題資料之更新與刊載。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 2018 年 11 月已達 18.0 萬人次，臉書專頁粉絲人數總按讚人數已達到 4,017 人。

四、結論

1. 文獻回顧

(1) 升溫抑制以 1.5˚C 為積極目標：《巴黎協定》以抑制升溫 2˚C 為初步目標(簡稱 2DS)，並將抑制升溫 1.5˚C 目標(簡稱 1.5DS)列為更積極作為目標。然而，根據 IPCC 於今年(2018 年)10 月發表之《地球暖化 1.5˚C》報告中指出，為降低各項災害風險、減緩衝擊，給生態系統更多調適的機會，強調各國應以 1.5DS 為目標。

(2) 轉型作為係達到減量目標之途徑：以 1.5DS 目標的減量途徑，必須在 2050 年達到碳中和(碳排量為零)，2030 年降至 2010 年水準之 45%，達成的方式需要能源、土地、運輸、建築、工業等各系統刻不容緩的轉型(Transfer)作為，包含能源轉型、工業發展替代燃料及碳捕捉/儲存技術、綠建築等，運輸部門則應發展結合智慧科技、綠能技術及都市土地使用的運輸規劃，以及全力推動運輸工具電動化。

(3) 全國制定標準量化方法並建立地方盤查能力：掌握空氣污染物與溫室氣體的「排放源與排放量」是法規、標準及政策制定與管理的首要之務，除全國性的「中華民國國家溫室氣體清冊報告」，亦訂定「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」(2017 年修正)，藉由標準量化方法與報告透明呈現，建立地方政府盤查的能力。

(4) 移動源空污排放多來自柴油大貨車、小客車及機車：為掌握全國空氣污染排放量作為管制參考，環保署建置臺灣地區排放量資料庫(TEDS)，持續更新建置國家空氣污染物排放清冊；根據 TEDS9.0 排放量推估結果，以 CO、NO_X、NMHC 及 $PM_{2.5}$ 等污染物來自車輛的占比較高；其中來自車輛之污染物主要貢獻車種又以柴油大貨車、小客車及機車占比較高。

附表 1.1-3 本系列計畫研究成果

計畫名稱	城際運輸節能減碳評估模組開發及應用(1/2)	城際運輸節能減碳評估模組開發及應用(2/2)	都會運輸節能減碳評估模組開發及應用(1/2)	都會運輸節能減碳評估模組開發及應用(2/2)
運輸需求模型導入	城際運輸需求模式		臺北都會區運輸需求預測模式	
案例分析	1.高鐵增站與票價調降 2.蘇花公路貨車移轉鐵路	1.已推動城際運輸策略 (1)98-103 年公共運輸發展 (2)通行費率改變影響 2.未來可推動策略 (1)臺鐵服務與效能改善 (2)公共運輸發展目標 (3)車輛燃油效率提昇	1.公車與捷運雙向轉乘優惠 2.臺北市中心汽車停車收費範圍擴大	1.首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大 2.公車電動化+私人運具油品使用成本調整
成果說明	1.開發城際運輸策略評估模型 2.與 CGE 模式進行基線整合作業 3.透過已推動策略進行分析結果合理性驗證 4.透過未來可推動策略測試評估工具之應用性		1.導入都會運輸需求模型 2.透過車公里年總量調整因子、全國碳排放量、公路系統及軌道系統能源消耗量進行分析結果合理性檢視 3.分層建構運輸需求策略評估模型，整合運輸需求模型成果，進行跨層級案例效益評估。 4.導入環保署空污排放係數，擴充評估功能，進行空氣污染物排放減量效益評估。	

(5) 我國已於 2015 年公布施行「溫室氣體減量及管理法」，規定國家溫室氣體長期減量目標（於 2050 年溫室氣體排放量降為 2005 年溫室氣體排放量 50%以下）。2018 年核定第一期溫室氣體階段管制目標：

①第一期(2016-2020 年)目標：2020 年較 2005 年減少 2%。

②第二期(2021-2025 年)目標願景：2025 年較 2005 年減少 10%。

③第三期(2026-2030 年)目標願景：2030 年維持減 20%為努力方向，滾動式檢討。

(6) 為提升空氣品質，運輸部門已啟動相關交通減污措施：我國於 2018 年完成「空氣污染防制法」修正，擴大空氣污染防制職責至各部會與地方。交通部所推動之交通減污措施包括港區(商港)污染減量、提升公共運輸使用、檢討計程車招呼站設置、鼓勵以電話及網路叫計程車、提供電動機車停車位及費率優惠，以及推動大客車電動化。

2. 運輸需求評估模型開發應用

(1) 本計畫開發之運輸節能減碳策略評估模組(Transportation Demand Management Environment, TDME)係以估算運輸策略能耗與排放量變化、支援運輸部門相關政策與方案決策為建置目的：因應國人對於空氣污染議題逐漸重視，本計畫結合環保署空氣污染排放係數，擴充分析功能評估運輸策略之節能、減碳、減污效益。

(2) 運輸節能減碳策略評估模組以分層方式建構，模型架構包含運輸需求模組、成效推估模組：

①運輸需求模組：由城際模式、都會區模式及其他生活圈模式組成，用以分析運輸政策對旅次產生、運具選擇、路徑選擇等運輸行為之影響。

②成效推估模組：透過運輸需求模組之產出結果，輔以相關能源與排放係數，反應運輸政策、能源政策下之能耗、碳排與污染排放變化。

(3) 跨層級整合型案例分析探討不同層級之減量效益：延續 2015-2016 年所開發之「城際運輸策略評估模組」及 2017 年開發之「都會運輸策略評估模組」，本期計畫透過跨層級整合型案例分析，檢視城際與都

會運輸策略評估模組之結合應用，並透過路網尺度及運具整併作業，探討不同層級之減量效益，以及策略間之交互影響。

(4) 本計畫估算雙北市定期票推動成效：雙北市定期票提供公共運輸票價優惠(平均票價減少 6%)，此使得私人運具移轉至公共運輸，相較無推動定期票情境，因減少機車及小客車使用，每日約減少 0.5%之減碳效益(減碳量 93 公噸 CO_2/日)。

(5) 跨層級(雙北/雙北以外地區)案例成效評估，以「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」進行案例分析：

①公共運輸月票策略在雙北以外地區影響較雙北地區較明顯：因長度較長的旅次可受惠的程度較多，移轉的程度較高。

②停車收費範圍擴大策略在雙北地區影響較在雙北以外地區較明顯：因停車費收費範圍擴大係於雙北地區內推動，區內短程旅次受影響程度較高。

③停車費措施需考慮私人運具間替代性：私人運具成本變化對運輸行為影響效果較明顯，且私人運具(小汽車、機車)之間，在都會旅次有高度替代性，針對單一私人運具(小汽車或機車)提高成本時，私人運具旅次可能會相互移轉，不見得會移轉至公共運輸。

④研究結果發現公共運輸月票策略主要運具移轉效果來自於機車：擴大汽車停車收費範圍，大部分旅次會移轉至機車；併行擴大汽機車停車收費範圍，部分機車旅次會再轉移回小客車；擴大施政範圍至雙北市，小客車影響效果較大，旅次變化仍以小汽車轉移至機車為主。

⑤兩項策略併行對私人運具移轉公共運輸有最佳移轉效果：本研究評估同時實施公共運輸月票及擴大停車收費範圍之情境，對移轉私人運具至公共運輸，有較佳之公共運輸運量提升效果。

(6) 都會區污染防制案例成效評估，以「公車電動化+私人運具油品使用成本調整」進行案例分析：

①併行策略效益較高：同步推動公車電動化+私人運具油品使用成本調整情境空污排放最少，能源消耗及碳排放量亦最低。然推動電動

車輛，亦可能導致電力部門的排放增加，總體空氣污染減量效益則受到未來電力結構組成影響。

②私人運具油品使用成本調整每公升油價提升 2 元政策影響效果不及公車全面電動化政策：由於本計畫分析案例考量油品價格稅費變動可行性，故調整油品價格增額有限，因此導致分析結果效益有侷限性，然檢視歷年油價趨勢與運輸需求變化，發現油價變化到一定程度時，對於運輸部門整體能源消耗量有顯著影響。

(7) 彙析電動公車生命週期減污成效：從環保署辦理評估柴油公車、油電公車及電動公車 3 者生命週期之空污排放結果，顯示電動公車相對柴油與油電公車，有較低的空污排放，因此具有減少空污之推動效益，可作為後續相關單位推動電動公車之論述參據。

(8) 運輸部門能源消耗量與油價趨勢：公路運輸能源消耗量與我國 95 無鉛汽柴油價格之高低峰呈現相反情勢，亦即油價高漲時公路運輸能源消耗量較少，而油價最低峰時公路運輸能源消耗量則反之為最高峰，油價對於民眾私人車輛使用有相當之影響性。

3. 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新維運

(1) 整合資訊平台進行功能新增與調整，瀏覽人次累積至 5,172 人次：

①2017 年提出之平台功能改善與優化構想：進行功能新增與調整，新增項目包含排放清冊資訊視覺化、減污效益簡易估算工具與 TDME 分析成效展示，另外配合委辦單位業務需求，調整與修正平台相關內容，並於 2018 年 10 月 25 日辦理資訊平台教育訓練。

②盤點成果：經本期計畫持續維運推廣，2018 年 1 至 11 月資訊平台瀏覽人次淨增加 958 人次，總瀏覽次數累積至 5,172 人次，2018 年度網站新聞資訊累計更新 147 筆資訊。

(2) 運輸部門運具別排放清冊更新至 2017 年，溫室氣體排放量達 38,017 千公噸：

①總耗油量更新成果：2017 年運輸部門總耗油量中，公路合計 1,330 萬公秉油當量(95.5%)；鐵路合計 32.5 萬公秉油當量(2.3%)；國內航空合計 10.9 萬公秉油當量(0.8%)；國內水運合計 19.3 萬公秉油當量(1.4%)，合計共 1,392.7 萬公秉油當量。

②溫室氣體排放量更新成果：2017 年運輸部門溫室氣體排放量中，公路合計 36,320 千公噸(95.5%)；鐵路合計 847 千公噸(2.2%)；國內航空合計 295 千公噸(0.78%)；國內水運合計 556 千公噸(1.5%)，合計共 38,017 千公噸。

③推估之能源消耗量與透過能源平衡表數據計算之能源密集度【公升油當量/延人(噸)公里】變異性大：檢視運輸活動量推估能源消耗量與能源平衡表燃油銷售量之調整比例，自 2012 年起機動車輛登記數按燃料類別區分，柴油車種之總能耗量差異達 22%至 39%，汽油車種僅 3%至 8%。

將能源消耗量及燃油銷售量調整至一致後估算能源密集度，其逐年變異性高，不易合理解釋各車種能源密集度變化之因素。為維持資料的穩定性，建議後續能源密集度之探討，採用未經調整前之能源密集度。其推估結果重點摘要如下：

(a)公路運輸：公路運輸受載運人數、噸數影響，客運以營業小客車能源密集度最高、遊覽車密集度最低；貨運大貨車能源密集度明顯較小貨車高。

(b)軌道運輸：軌道系統能源密集度多在正式營運後 5 年間達到平衡穩定，現階段高鐵、臺鐵客運及臺北捷運三者能源密集度相近，高雄捷運因運量成長有限，能源密集度較其他軌道系統略高，桃園捷運及高雄輕軌為新設軌道系統，其營運狀況仍有提升空間，能源密集度較高。

(3) 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」運作與模組開發需持之以恆：平台應常態性持續進行模組優化與更新資料庫，以支援本所節能減碳業務之推動。

4. 綠色運輸宣導網站及粉絲專頁持續維運，網站總瀏覽人次達 18 萬人次、粉絲專頁總按讚人數達 4,017 人：

(1) 盤點成果：經本年度持續維運推廣，自 2018 年 1 至 11 月為止，綠色運輸宣導網站瀏覽人次淨增加 11,166 人次，總瀏覽人次達 18 萬人次，累計更新 147 筆綠色運輸新知；臉書粉絲專頁按讚人數因活動曝光及

貼文時點調整持續增加，總按讚人數已達到 4,017 人，2018 年度新聞新知累積更新 669 筆。

(2) 搜尋優化：「綠色運輸宣導網站」經 2016 年改版實行搜尋引擎最佳化(Search Engine Optimization, SEO)後，已可透過「綠色運輸」之關鍵字，於 Google、Yahoo 及 Bing 等三大搜尋引擎名列首頁之前二名，大幅提升網站之能見度。

五、建議

1. 運輸節能減碳策略評估模組精進方向：不同區域政策應以特定運輸需求模式進行評估：同樣的政策在不同的地區推動會受到地區民眾特性、運輸條件及其他因素影響，有不同的政策推動效果；為評估政策在不同類型地區(如都市或鄉村)實施之影響效果，建議未來可導入其他生活圈運輸需求模式以進行節能、減碳及減污效益評估。

2. 運輸策略評估模型分析應用建議

   (1) 地方政府可應用評估劃設空氣品質維護區之效益：目前地方環保局已著手規劃設置 115 處空氣品質維護區，未來將持續針對進出區域之高污染柴油車或其他移動污染源，管制引擎型式、燃料、運行狀況等，建議可列為後續評估案例，探討空品區劃定區域之影響效果。

   (2) 建議各主管機關可進一步評估政策投放比：政策效益評估除減量效益外，另需考量政策推動之成本效益，然成本效益評估涵蓋面向多元，需要就個別計畫施行狀況，細緻設定相應參數，並評估成本投入；建議未來各主管機關可應用評估模組分析成果進一步進行成本效益分析，以估算政策投放比，藉以檢視施政可行性及效益。

   (3) 車輛電動化推動減量效益評估尚需考量電力部門排放量：我國車輛電動化推動策略除公車之外，尚包含機車與汽車電動化，汽機車為現階段使用率最高之運具，推動電動化政策有助於運輸部門排放量減少，但可能導致電力部門排放增加，建議全國性之評估可考量整體發電結構組成，以評估相關配套措施下節能減排效益之變化。

(4) 因應特定策略評估運輸需求模式仍需經過校估、探討：本計畫進行案例分析主要目的係為測試開發工具之節能減碳策略可評估、應用性，以建立一可預測、評估策略之能耗碳排效益分析工具。建議未來特定策略之節能減碳效益評估應用之運輸需求模式仍需經過校估，並就其分析限制評估模式可應用性。

3. 運輸部門運具別溫室氣體排放量推估精進建議

檢討運輸部門運具別溫室氣體排放量之推估方法與引用資料，公路運輸因部分資料取得困難，現階段引用之抽樣與調查資料尚有精進空間，建議改善方向說明如下：

(1) 車輛使用狀況、年行駛公里數、能源效率：多來自於調查資料；受限於抽樣樣本及受訪者填答品質，資料準確度、穩定性較不足。

①擴大辦理調查、資料交叉檢核：透過擴大樣本數，使樣本代表性更充足，並可透過資料交叉檢核方式，確認受訪者填答是否有邏輯錯誤。

②調查以數值填答取代選擇題題型：由於調查方法多以問項搭配區間選項(如 3~5 公里)供受訪者填答，經回收後資料僅能取平均值估算，降低推估數值之準確度，建議未來可嘗試以數值填答方式供受訪者填答。

③引用監理資料：由於車輛需進行定期檢驗，監理資料應可輔助作為車輛活動數據估算參考，提升資料可信度。惟受限於個資法、資料公開問題，現階段尚無法取得完整監理統計資料，建議後續可洽監理機關主管單位協商取得所需資料。

(2) 小貨車、大貨車燃油效率：未有定期之調查計畫，僅能引用過去研究成果。

由於小貨車、大貨車燃油效率相關研究為早期研究，未必能符合現階段車輛技術發展，建議可將燃油效率納入既有「公路汽車貨運業營運概況」調查項目中，以利參數、資料更新，提升資料品質。

4. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」與「綠色運輸宣導網站」

(1) 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台：

①持續維運及精進平台功能：本平台展示本所運輸部門節能減碳策略評估模組研究成果，亦提供本所研究人員估算運輸措施減碳效益之相關數據。後續應持續維運及精進平台功能，特別在運輸部門溫管行動方案減量效益部分，便於本所研究人員估算運輸措施之減碳效益，以支援運輸部門溫室氣體減量相關業務推動。

②持續充實及更新平台知識庫：透過知識庫相關法規及文獻資料，研擬策略與方案，並以策略評估工具評估減碳效益與目標達成度，提出整體建議。

③規劃擴大應用對象：規劃教育訓練專區，提供資訊與教材，供交通部與部屬機關學習與交流；同時透過申請帳號權限方式進行控管，盤點使用成效。

(2) 綠色運輸宣導網：本網站 2011 年建置目的原向民眾宣達交通部門綠運輸政策立場，提供民眾於生活中落實綠運輸所需知識與資訊。顧及現今民眾大多可透過多元的媒體管道獲得綠運輸資訊，且本所維護本網站資源有限，爰建議後續於年度併入「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」，並於該平台持續提供綠運輸新知。

附錄 2 審查意見辦理情形

附錄 2 審查意見處理情形

附錄 2.1 期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

執行單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行 單位審查意見
馮委員正民			
1	簡報第 19 頁有關「政策分類」後續係以「城際與都會模組」、「城際模組」、「都會模組」等 3 類作為分類基礎，然此種表達方式在可運用「城際模組」之策略相對較少，可能易令人誤解。另在「政策分類」之稅費項下，部分屬於中央，部分屬於地方，因此建議可參考政策工具所有權在中央政府或地方政府之方式進行分類。此外，在「策略方案評估」是選擇「首都圈公共運輸月票+臺北市中心汽車停車收費調漲」作為評估方案，請說明選擇該方案之原因。	策略方案表達方式目前是以策略適用之模型為彙整方式，後續會調整呈現方式，讓表達、呈現較清晰。 感謝委員建議，將補充說明策略方案評估選擇原因，並補充國外對於政策施行效益探討之相關文獻，以作為本計畫策略方案評估之參考。此外，後續都會空污策略評估可考量以非價格策略施作。	同意辦理
2	本計畫目前導入「TRTS-4S」作為都會運輸需求模式，下一階段是否有考慮導入非臺北都會區的模擬，例如非臺北的都會模型、非六都運輸需求模型；以比較在大眾運輸發展程度不同的地區下，運輸策略施行效果是否具有差異。	本計畫建構之 TDME 模型採分層架構，不限定引用特定運輸需求模式，依資料輸入格式提供運輸需求模式分析結果，即可用以估算節能減碳效益。 現階段導入「TRTS-4S」主要考量分析策略之應用範疇為臺北都會區。因此，未來可視策略分析需求，導入非臺北都會運輸需求模型或非都會運輸需求模型，以比較不同地區各策略之施行效果。	同意辦理
3	運輸需求模式結果反應在運具選擇及交通指派，建議之後可列出價格需求彈性、交叉彈性，以觀察價格改變對運具移轉的效果及趨勢。	感謝委員建議，後續可視需求列出案例之價格需求彈性、交叉彈性，以釐清價格變化之運具移轉效果。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行 單位審查意見
4	國內能源消耗估算是否有包含 Life Cycle 的觀念，請說明。	臺灣的能源研究、電動車研究中，環保署長期發展 GREET Model，此模型即是從油井到輪胎都有進行評估，GREET Model 在歐美被應用作為法規工具。此外，由於臺灣特有二輪機車移動交通工具，因此 Life Cycle 研究有納入二輪機車研究，並且臺灣的研究團隊也持續與美國團隊合作、討論。	同意辦理
5	簡報第 22 頁，臺北市中心包含內湖區等，與過去認知較不同。	由於都會區活動範圍的擴大，近年內湖區、南港區之旅次量已大幅成長，對於都會整體交通的重要性亦提升，因而將上述兩區域歸類為市中心範圍。	同意辦理
6	月票+提高汽車停車費情境下，機車增量多，比公共運輸增加的總比例還高；公共運輸效益被機車稀釋掉，政策討論依據分析結果可能可以建議政策施行結合機車停車收費之施行效果。	後續將與主辦單位確認是否擴充分析情境，加以評估外圍停車費調漲或結合機車停車收費情境之效果，提供作為分析結果探討之立論。	同意辦理
楊委員豐碩			
1	2.1.2 節「國內外節能減碳、減污科研發展」內容稍嫌零散，難以聚焦，部分討論內容與運輸部門之關聯性不高。建議此章節內容聚焦於運輸部門，總體面的議題可再作調整。另 2-12 頁 AI、自動駕駛與節能減碳關聯性較薄弱，建議應由電動車電力使用、電池等議題進行討論。	文獻回顧科研發展部分，內容較零散，將依循委員意見，補充各議題與本計畫、運輸節能減碳議題關聯性，並刪減、調整內容及架構，以使章節內容聚焦於運輸部門節能減碳、減污科研發展。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行 單位審查意見
2	3.2.1 節案例成效評估部分，建議再確認表 3.2-6 及表 3.2-7「月票」、「停車」及「月票+停車」3 情境分析結果的關係，並釐清其連結性。無論是旅次成長率、運具比增減、節能量、減碳量、節能效益、減碳效益等結果，「月票」與「停車」之個別效益等於「月票+停車」共同實施所產生之效益,但個別方案之日能耗及日碳排卻不存在此種關係。此外，首都圈月票及市中心停車收費調漲等措施在交通壅塞及停車空間不足的實施成效會有所不同，後續倘要延伸分析，建議將相關參數一併考量。	由於停車費調漲策略係以臺北市中心、短途旅次為主要影響對象，月票策略則對長旅次有影響效果，兩策略主要影響的旅次族群相異，因此造成組合情境案例分析效果趨近於各情境分析結果加總。 策略對於停車空間、交通擁擠等對都市的環境影響，將再行檢視是否有適宜之參數可進行評估、呈現。	同意辦理
3	報告書 3-9 頁，圖 3.1.7 將策略分為四大類，但其中發展目標定義不清，此類策略應該需要透過措施及工具來達成,然發展目標類及技術提升類與運輸需求模組無關，似乎有待進一步釐清。	報告書中 3-9 頁將策略分為四大類別，其中，發展目標類主要應用於探討短中長期發展目標下之能耗與碳排情形，如公共運輸市占率達 50%之目標；技術提升類主要是指車輛能源效率提升，因此主要影響在能效估算，然若是指共享技術提升則未涵蓋在原本定義的技術提升類中。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行 單位審查意見
4	報告書 6-3 頁雙北定期票之分析結果，小客車不易產生運具移轉，與 3-34 頁之結論似乎不同，宜確認原因。另可再進行敏感度分析，探討優惠幅度高低之影響。	頁 3-34 所述之各情境方案主要節能效益來自於小客車運具移轉係指「同步推動首都圈公共運輸月票及臺北市中心汽車全面停車收費」情境下，主要移轉運具為小客車，並且，由於小客車及機車能源效率差異，在只推動月票情境下，雖然機車運輸需求移轉較明顯，但節能減碳效益仍是以小客車較高；與 6-3 頁分析結果一致，運具移轉效果以機車為主，小客車移轉彈性較小，節能減碳效益則係以小客車效益較高。 後續將與主辦單位確認是否擴充分析情境，加以探討成本、價格對運具選擇影響之敏感度。	同意辦理
蕭委員再安			
1	都會模組由臺北出發思考，未來應用在其他都會區或非都會區，有沒有因地制宜的問題?請說明。	本計畫建構之 TDME 模型採分層架構，不限定引用特定運輸需求模式，依資料輸入格式提供運輸需求模式分析結果，即可用以估算節能減碳效益。 現階段以臺北都會區為分析範圍，主要考量 TRTS-4S 發展較為成熟，以及分析策略之應用範疇為臺北都會區。未來可視策略分析需求，導入非臺北都會運輸需求模型或非都會運輸需求模型，以比較不同地區各策略之施行效果。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行 單位審查意見
2	策略模擬建議可以更大膽，面對 2025 年減量 10%的目標，若不改變過去的慣性，目標達成似乎不樂觀。以德國為例，其溫室氣體減量目標於2050 年將比2005 年降50%，更比 1990 年降 80%，其策略係藉由都市計畫的角度來思考無車城市的落實。雙北已經是公共運輸發展相對較佳的地區，策略推動必須仰賴推力及拉力併行，拉力持續進行，推力也要出來。停車費推力效果大於月票拉力效果，與預期一致；國內臺北軌道運輸發展背景與日本大阪相當，建議可參考大阪軌道發展制定目標，透過推力政策使北捷運量有所突破。考量油價調整係市場趨勢所致，故在推力政策中，油價不宜作為運輸空污減量之策略工具。	感謝委員對於未來策略推動、發展的建議。本計畫案例選用即假設併行推力及拉力策略，以私人運具成本提升及公共運輸票價優惠進行案例分析，並得到推力政策效果較拉力政策效果明顯之結論。 本計畫初步提出之油價調整，係指就油品價格中之稅費進行調漲，以探討以量制價的效果，並非指隨國際原油價格而變之油價。後續都會空污策略之分析案例仍將視與主辦單位討論結果而定。	同意辦理
3	國內禁售燃油車宣示，若無其他配套措施，未來使用中車輛舊燃油車輛占比仍高；政府應制定相關策略，包含基礎建設計畫等，應一併進行時程上的規劃，使燃油車輛退場。	感謝委員提醒，目前政府推動燃油車禁令主要係針對新車進行管制，未對現有車輛進行管控；然針對現有車輛，雖然尚未提出全面管制策略，仍可透過空品區相關政策，禁止高污染車輛移動區域範圍。本計畫將持續蒐集、補充燃油車輛退場相關內容建議於期末報告中。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行 單位審查意見
4	需求分析模組之參數包含未來年設定，不確定較高的參數建議給予說明。如人口負成長、高齡化的議題及國土計畫，皆會影響旅次需求變化。電力排放係數係影響運輸部門溫室氣體排放的重要因子，建議說明解釋。	人口、國土計畫等未來發展情境，係建構於運輸需求模式中之社經預測模組中，就各分區總人口、就及業人口、及學人口等社經資料進行預測，以反應未來年運輸需求分布之變化。由於社經預測方法內容較繁雜，且運輸需求模式之建構非本計畫主要工作，因此，未於報告中進行詳盡說明。 同時，為避免不同年期社會發展差異模糊案例評估時之策略成效，本計畫就分析結果進行探討時，多以同一年期、相同社會發展背景下探討不同情境之成效差異。 本計畫電力排放係數係引用能源局推估資料，將就係數推估方法，簡要說明於期末報告中。	同意辦理
5	發展電動車過程，將來應考慮電力使用時間管理；車輛如果能在離峰時段完成充電，對發電系統可以不造成負擔，甚至具正面助益效果。另以加州案例為例，電力目標以 2030 年降到 1990 年的 40%，其中強力推動生質燃料。	加州案例主要係由於同步推動 Zero Emission Vehicle (ZEV)，並搭配能源結構，不使用燃煤電廠，改用天然氣電廠發電或從其他州取得電力；然目前加州也遭遇到能源轉移的問題，電動車變多雖使運輸部門排碳減少，然電廠發電量增加衍生的碳排增加亦是當前困境。	同意辦理
6	文獻回顧在論述與本計畫的關聯性較弱之部分應再補強，例如碳補捉的議題可加強敘明微藻養殖可吸收二氧化碳的作用，並提煉生質柴油供給運輸部門使用。又以智能電網可作為電力使用時間管理等。	感謝委員提供補充，將納入委員提供之意見，於期末報告中加強說明回顧之科研發展與本計畫關聯。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
張委員念慈			
1	針對本計畫相關工作均如期完成相關進度，符合期中進度，值得肯定。	感謝委員肯定。	同意辦理
2	都會運輸節能減碳策略評估模組開發已有產出，並已針對案例進行分析。以首都圈公共運輸月票看出變化量並不大，反而調漲停車費之影響相對較強，後續相關影響的價值也可量化，讓施政者更清楚。	依政策分析結果，推動車輛停車收費策略影響較發展公共運輸月票大，然政策之推動不只考慮效益，其投入成本、實務推動性及營運永續性皆為重要考量因素，將補充結論建議於期末報告中。	同意辦理
3	政策中 2030~2040 年車輛全面電動化，將影響整個模型估，建議思考放入初步評估。尤其禁售前末代燃油車會大量銷售，此影響建議納入考量，提供政策參考，以使相關部會提出因應策略，如工業局停止燃油車的研發、營建署規範新建物電動車輛停車位充電柱之設計。	感謝委員建議，我國車輛電動化策略已列為期末階段都會空污防制案例之分析情境中，後續可考慮分年期檢視 2030 年及 2040 年車輛市場變化與運輸部門碳排、污染排放狀況。	同意辦理
4	該模組可以比較國內外策略的差異性，找出臺灣合適且有效之政策。	感謝委員提供建議，後續將持續蒐集國內外策略，進一步探討國內適宜之運輸減量策略。	同意辦理
交通部公路總局			
1	本計畫文獻回顧章節彙整國內外節能減碳相關政策及推動措施，以及國內各地區的管制策略，資料整理相當完整，值得肯定，可供本局推動公路公共運輸計畫之參考。	感謝委員肯定，期末報告持續蒐集國內外節能減碳相關政策及推動措施，以作為政府推動政策之參考。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
2	本計畫第三章以「首都圈公共運輸月票+臺北市中心汽車全面停車收費」為例分析，推得「同步推動首都圈公共運輸月票及臺北市中心汽車全面停車收費」的節能減碳效益最高，可作為後續推動公共運輸定期票之參考；第六章又同樣利用運輸需求分析，以情境假設探討雙北市定期票推動成效，但雙北市定期票已於今年初實施，是否能調查實際運具移轉成效相關資料予以回饋?	雙北月票推動後實際成果，需透過實際票證資料分析瞭解，將與主辦單位確認是否得以協助取得分析所需資料，以進一步探討分析結果。	同意辦理
3	本計畫第四章探討大眾運輸系統能源密集度遠低於私人運具，建議鼓勵民眾搭乘大眾運輸，此與本局推動公路公共運輸多元推升計畫方向一致，本局亦當持續推動。	大眾運輸系統能源密集度遠低於私人運具，公共運輸發展有助於節能減碳目標之達成，未來仍須仰賴當局持續推行公共運輸相關計畫。	同意辦理
本所曾組長佩如			
1	我國公路系統占運輸部門排碳量之 96%，而公路系統中再以運具別分析，機車約占 12%，小汽車約占 51%，大客車約占 7%。因此，推動小汽車電動化，將是未來運輸部門推動溫室氣體減量的重要關鍵。	感謝組長提供政策發展、目標達成疑慮。以車輛使用、二氧化碳及空氣污染物排放占比而言，小客車車輛能源發展係重要政策推動項目，然考量政策推動性及影響性，兼顧小客車減碳目標下，建議小客車能源發展可朝向 Hybrid、混合動力推動。	同意辦理
2	油價價格因素確實影響車輛使用行為及公路系統能源消耗。以 2017 年為例，油價較前一年初(20 元/公升)上漲 10 元，而使運輸部門能源消耗量下降，也因此在其他部門之溫室氣體排放量增加的同時，唯獨運輸部門溫室氣體排放量下降的原因。	感謝組長提供意見，汽、柴油目前仍為機動車輛能源使用大宗，因此其價格成本影響運具使用行為及運輸部門總能源消耗。爰此，本計畫於期中階段提出案例分析構想其一即為油價成本上升對能源消耗、二氧化碳排放及空氣污染物排放之影響。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
交通部路政司 (書面意見)			
1	環保署前推動空氣品質淨化區(簡稱空品淨區)，惟依 107 年 6 月 25 日三讀通過之空氣污染防制法第 40 條更名為「空氣品質維護區」(簡稱空品區)，請針對文內相關文字修正。	遵照修正。	同意辦理
2	案內涉及港區事宜部分，宜請本部航政司提供意見為宜。	感謝委員提供建議。	同意辦理
3	報告書 2-68 頁、2-70 頁，交通部觀光局業於 106 年 9 月 5 日觀技字第 10640010741 號令修正發布「交通部觀光局補助離島暨花東遊客租賃電動機車實施要點」，並自 106 年 10 月 1 日生效。修正重點包含:(1)提高補助金額為每輛每日新臺幣 100 元。(2)延長辦理時程至 109 年。(3)擴大補助區域範圍為「離島或花東」。(4)排除對當地就業或就學者之補助。	感謝委員提供資訊，補充修正於期末報告。	同意辦理
4	報告書 2-71 頁，推動蔬果運輸車並非「電動機車推動」項下，請予以刪除。	遵照修正。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
5	本案計畫目的為開發運輸部門節能減碳政策決策支援系統與建置相關參變數資料庫，計畫範圍與對象之運具別：機車、小客車、市區公車、公路客運、國道客運、捷運、臺鐵、高鐵、航空。依據環保署研究一、二期柴油大貨車為空污及溫室氣體主要來源一部分，又該署規劃 109 年淘汰二行程機車與一、二期柴油大貨車，爰報告書 3-11 頁所敘明之「考量交通建設計畫評估目的為『道路』環境改善之績效評估，因此該模式考慮的主要變數包括車種、道路類型與速率，期能反應不同方案間，路網績效的差異性。構建的主體為油耗與溫室氣體 CO_2，但實驗過程仍蒐集 CO、THC 及 NO_X，並建置資料庫。目前已完成的車種包括小汽車、大客車(國道客運、市區公車)與機車，貨車則正在研究當中。」，建議未來研究將大貨車及我國相關政策納入參數因子，並研議本案亦研究大貨車產生溫室氣體之可能。	感謝委員提出研究發展建議，由於貨車行駛行為較難掌握，目前模型僅就道路交通量進行校估，實際車輛繞駛行為較難反應，使得成效推估模組估算結果之準確性較難掌握。未來可再就此議題進行探討，以納入我國相關大貨車策略進行評估。	同意辦理
臺北市政府交通局 (書面意見)			
1	報告書 3-25 頁，停車費用及付費比率兩項引用資料，請更新為本市停管處 105 年度臺北市汽機車停車供需調查(北區)，以及 106 年度臺北市停車供需調查(南區)。	遵照辦理，修正於期末報告。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
2	報告書 3-26 頁，首都圈公共運輸定期票的情境假設中，納入桃園捷運及臺鐵，請釐清桃捷及臺鐵納入範圍是全線納入或僅北北基桃的站點。		首都圈公共運輸定期票情境假設，係假設公共運輸月票施行範圍包含研究範圍內所有公共運輸，然由於係針對範圍內推動，桃捷、臺鐵超出研究範圍之站點，不納入月票優惠範圍，並非全線納入。	同意辦理
3	報告書 3-27 頁，臺北市中心汽車全面停車收費之分析結果中，「短途旅次較易移轉至其它運具(機車、公共運輸)」，建議機車全面收費亦可納入情境之一，以了解汽、機車均收費後，運具使用移轉的變化情形。		感謝委員提出案例分析意見，後續於工作會議與主辦單位確認是否納入機車全面收費作為案例分析情境，以了解汽、機車皆推動停車收費後，運具使用移轉效果。	同意辦理
本所綜技組 (書面意見)				
1	「第一章 計畫認知」：			
	(1)	第一章之內文格式(文字大小)與後續章節不一致，請修正。	遵照辦理。	同意辦理
	(2)	第一章「計畫背景分析」、「計畫目的」與「計畫內容與工作項目」內容幾乎多沿用服務建議書(RFP)內容，請參考委託前期(「都會運輸節能減碳評估模組開發及應用(2/2)」)研究報告撰寫架構與章節編排方式，納入近期(2018 年)國內外節能減碳重要時事，並參照本所 107 年能源科技計畫綱要計畫書，補充說明本計畫與第二期能源國家型計畫之關聯性。	遵照辦理。	同意辦理
	(3)	有關「計畫內容與工作項目」之非實質研究之工項請刪除。	遵照辦理。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
2	「第二章 文獻回顧」：			
	(1)	「第二章 文獻回顧」之組織架構(小節與次小節之命名)編排上請儘量配合依循前期計畫(「都會運輸節能減碳評估模組開發及應用(1/2)」) 研究報告撰寫架構與章節編排方式撰擬，俾利前後期計畫對照，以及兼顧計畫延續性。	遵照辦理。	同意辦理
	(2)	另方面，各章小節(2.1~2.3)請各增加一小節(新增 2.1.4、2.2.4、2.3.3)，綜合說明回顧內容對本計畫之助益。最後，請增加 2.4 本章小結，說明綜整所有文獻回顧內容後對本研究之貢獻。	遵照辦理。	同意辦理
	(3)	頁 2-11 至頁 2-17 所提國外減碳減污科研計畫包含碳捕捉與封存、智能電網、能源轉型等計畫，建議再補充與本計畫之關聯性。	遵照辦理。	同意辦理
	(4)	頁 2-33 至頁 2-48 有關蒐集國外運輸節能減碳、減污策略發展部分，建議可彙整可供國內參採之策略，以及補充與國內相關策略之比較)比較。	遵照辦理。	同意辦理
3	「第三章 運輸需求策略評估模組開發及應用」：			
	(1)	第三章所列出公式請比照 4.2 節「運輸部門運具別排放清冊」編碼說明。	遵照辦理。	同意辦理
	(2)	第三章所討論之模式處理技術，倘有引用其它研究報告，請加註參考文獻。	遵照辦理。	同意辦理
	(3)	「3.2 運輸策略減碳、減污案例評估」部分，建議強化方向如下:		同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見			執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
		①	「3.2.1 跨層級整合型案例減碳成效評估」與「3.2.2 都會區污染防制案例成效評估」之減量情境，請加強鋪陳與情境發展之構想，建議請參考本所成果周前期計畫之簡報，繪製示意圖將新推動措施與現況作比較說明。另論述上請強化聯結近期地區重大交通政策。	遵照辦理。	同意辦理
		②	「3.2.1 跨層級整合型案例減碳成效評估」之估算結果減碳量效益多集中小客車，機車減量效益不明顯，爰市中心停車收費對象請研議納入機車。另請於期末報告一併增加空污減量之效果。	後續將與主辦單位確認是否就跨層級整合型案例增加機車停車收費之情境。 空污減量效果另於期末階段都會空污防制策略案例評估時導入參數、進行估算。	同意辦理
		③	「表 3.2-7 研究範圍能耗碳排評估結果」，節能量與減碳量「月票+停車」之總效果，等於月票與停車之個別獨立效果，邏輯上，情境之綜效應該為大於 2 策略實施之獨立效果，故此結果合理性待釐清，請補充說明。	由於停車費調漲策略係以臺北市中心、短途旅次為主要影響對象，月票策略則對長旅次有影響效果，兩策略主要影響的旅次族群相異，因此造成組合情境案例分析效果趨近於各情境分析結果加總。	同意辦理
4	「第四章 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台更新與維運」：				
	(1)		「4.1 平台功能檢討與開發構想」之減污效益計算工具，建議能將近期配合行政院及交通部之相關政策效益納入評估。	遵照辦理，後續將於工作會議與主辦單位確認減污效益計算工具評估內容。	同意辦理
	(2)		請儘速完成「4.2 運輸部門運具別排放清冊」資料表之更新，並於完成後與承辦人確認估算細節。	遵照辦理，持續依資料發布期程修正、更新中。	同意辦理

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(3)	「4.2 運輸部門運具別排放清冊」部份請增加工作會議中對臺灣空氣污染清冊活動數據方法討論之比較內容。另請提供活動數據推估方法上之改善建議。	遵照辦理，將補充修正於期末報告。	同意辦理
5	有關第六章「相關政策議題資料彙整」於結案報告時，請視資料分析納內容適度入「第二章 文獻回顧」或「第三章 運輸需求策略評估模組開發及應用」章節說明。		現階段章節安排主要考量此工作項目與本計畫策略案例分析較不具關聯性，若加以整併將影響閱讀之連結性，後續將再與主辦單位確認相關內容之呈現方法與章節安排。	同意辦理
6	本案尚有汰換節能減碳政策評估決策支援系統伺服器與周邊設備，以及召開專家學者座談會事宜，尚未有進一步規劃說明。		部份工作項目仍需與主辦單位確認後執行，將納入後續工作會議中討論。	同意辦理
7	其它配合事項			
	(1)	報告部分內容書寫有待加強，另有多處污染物縮寫、上下標($PM_{2.5}$)號未統一，會後請親洽承辦人討論報告章節內容之編排，本所承辦人將提供手寫標註修訂意見之報告，請團隊據以修訂。	遵照辦理。	同意辦理
	(2)	文內污染物或專有名詞英文縮寫初次使用時請先說明完整英文，並必要時予以翻譯，請在依此原則再次檢視內容。	遵照辦理。	同意辦理
	(3)	部分圖表未加註資料來源或是為本計畫所彙製。	遵照辦理，將補充圖表資料來源。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
主席裁示			
1	第二章文獻回顧，請依委員意見調整組織架構，無關聯者請刪除，並綜整研提對國內節能減碳政策有所助益之相關策略。	遵照辦理。	同意辦理
2	期中階段跨城際/都會運輸策略評估案例係以首都圈公共運輸月票與私人運具汽車停車收費進行情境假設，惟「公共運輸月票+汽車停車費」兩策略實施之節能量與減碳量總效果，恰等於「公共運輸月票」與「汽車停車費」之各自獨立實施效果；邏輯上，多重策略設定情境綜效，應不等於個別實施獨立效果，請針對評估模組之參變數或產出數據再行檢核。	遵照辦理。	同意辦理
3	在評估案例部分，請研究團隊依委員意見，考量實務推動之可行性以及營運的永續性，從國外案例擇一進行案例分析；原已評估之案例則保留，但不考慮財務永續性之前提應先行敘明。	遵照辦理。	同意辦理
4	本計畫運具排放清冊除了是本所溫室氣體管理業務上非常重要的評估基礎之外，也是相關單位時常援引的參考依據。因此，對於資料的更新與維運，除了清楚交待相關引述資料來源之外，對於如何提高推估資料的準確性，請提出建議。	遵照辦理。	同意辦理

附錄 2.2 期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

執行單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
張委員念慈			
1	本計畫建立運輸節能減碳評估策略模組，並針對多項策略情境進行模擬，並且可具體評估，提供交通政策事前評估之參考，值得鼓勵。全球車輛生產數量持續降低，但運輸需求仍持續成長，模型應持續精進維護，以提供交通部及所屬相關單位作為施政參考。	感謝委員肯定。	同意辦理
2	現今油價上漲 1 元/公升影響效益明顯，為何政策分析結果效果不明顯？此外，公車電動化策略之 $PM_{2.5}$ 節能減碳效益為何不明顯？	由於本案例情境係目標年 2030 年之分析結果，因油價水準差異(未來年油品價格較高)，未來年油價上漲 1 元之意義與現況油價上漲 1 元意義不同，所以政策影響效益較小，補充說明於報告 3-69 頁。 公車電動化策略係由於本計畫空污估算採用環保署 TEDS 公布之排放係數，只計算原生性 $PM_{2.5}$ 排放，然 $PM_{2.5}$ 之排放有部分為 NO_X 及 VOC_S 轉化而成，此部分減量效益未進行估算，補充說明於報告 3-69 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
3	本計畫維運整合資訊平台與綠運輸網站，可針對大眾關切議題再強化，以增加瀏覽數及點閱率，並且使得綠色運輸觀念更深入至民眾的價值。	感謝委員建議，有關提升點擊率與強化綠色運輸觀念等，本計畫配合明年度平台維運，將針對線上互動、觸及新聞類別等進一步分析，以提升民眾點擊率，發揮資訊服務之價值。說明於報告 6-9 頁。	同意辦理
4	第三章 3.1.2 節 P3-8 表 3.1-2 分類完整，惟皆為國際上之施政主軸，是否有屬於臺灣特有之政策因素可納入模組分析，以求更符合我國國情與現況。	報告 3-11 頁，表 3.1-4 包含國內與國外策略蒐集，部分來源為國內現行各縣市積極推動政策(如臺鐵捷運化、支線計畫、捷運路網擴張、公共自行車、公共運輸多卡通整合、車輛汰舊換新補貼等)。	同意辦理
5	第三章 3.2.2 節 P3-59 表 3.2-36 各情境中，相關減碳效益有差異，但仍應評估所需要的投資成本(含公、私)，才可算出成本績效，提供給交通部門政策可行之參考。	政策推動成本實為策略推動實必要考量因素，然由於成本評估需視計畫推動單位研擬之相關配套、財務計畫而定。本計畫僅能於報告中略述其可能推動成本差異，補充說明 3-74 頁 1.(4)。	同意辦理
6	第四章 4.2.5 節 P4-72 表 4.2-41，由於大貨車燃油效率缺乏車廠召回實測數據，大貨車資料燃油效率實際狀況會與評估結果差距很大，是否有跟真實值去比對?	目前貨車燃油效率透過交通部調查之公路汽車貨運營運概況及運研所 2000 年「公路車輛行車成本調查」計畫估算。仍乏相關穩定、可信數據資料來源，排放清冊估算仍有改善空間，爰此，本期計畫特別針對排放清冊估算所需引用資料提出改善建議，詳參 4.2.5 節(4-70 頁~4-72 頁)。	同意辦理
馮委員正民			
1	本報告詳實完整，且評估結果具有可供參考之政策意涵。	感謝委員肯定。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
2	建議補充各運具間之交叉彈性(特別為汽車與機車)，可以協助評估結果推論之參考。		由於交叉彈性計算要在同一個模組，然單一情境分析涉及不同運具及旅次目的模組，無法一一計算各運具之交叉彈性。	同意辦理
3	從評估結果可探討哪些是可以影響減碳量之關鍵變數。		影響減碳量主要關鍵變數包含運輸活動量(人旅次、車旅次、車公里)、車速、行駛道路、運具使用能源別、各運具能源效率、各能源碳排係數。補充說明於報告 3-16 頁。	同意辦理
4	第三章之「3.2.1 跨層級整合型案例成效評估」			
	(1)	情境 6 公共運輸旅次為何比情境 5 之節能減碳效益低？	情境 6 較情境 5 節能減碳效益佳，係由於小汽車、機車使用占比差異及汽車每公里能耗率較機車高造成；而情境 6 小汽車使用比例較高，因此能耗、碳排較多。詳參報告 3-55 頁。	同意辦理
	(2)	「公共運輸月票策略在雙北以外地區影響較雙北地區明顯，因長度較長的旅次可受惠更多」，是否有旅次長度分析之說明？	由於案例分析整合應用運輸需求模型，具技術上限制無法以旅次長度分析說明，因此本計畫以分區說明受惠族群差異。 然另以使用成本評估影響之旅次長度，約為小汽車使用成本 30 元、公共運輸 2 段票，旅次距離大於 16 公里旅次為受惠民眾。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
	(3) 併行公共運輸與汽機車停車收費後，部分旅次有移轉至小客車或機車現象，故是否有抑止移轉汽機車，而增加公車旅次之策略？	推動汽機車停車收費下，同時推動公共運輸優惠，即是增加使用公共運輸誘因策略，比較情境 2 及情境 3 可發現情境 3 之公共運輸旅次成長較高。 然由於私人運具使用之便利性、可及性高，私人運具間替代效果強；若要增加公車旅次、減弱私人運具替代性，應朝改善公共運輸服務易行性及可及性之方向發展。 補充說明於報告 3-75 頁。	同意辦理
5	第三章 3.2.2 節 P3-54 各項情境以情境 3 減碳效益較佳，其與情境 1 相差不多，本研究雖然沒有概估成本，但可略述可能成本之項目。	遵照辦理，補充估算雙北市區公車全面電動化成本預算於報告 3-75 頁。	同意辦理
6	第六章 6.2 節 P6-8，在社群軟體臉書中是否有使用者之回饋意見，可作為網站日後精進之處？	目前臉書主要為資訊、運輸政策相關新知分享，尚未有使用者提出回饋意見；倘未來組內有精進需求，會作為日後網頁改善參考。	同意辦理
楊委員豐碩			
1	整體進度及內容符合工作需求。	感謝委員肯定。	同意辦理
2	2.3 節回顧與歸納相關模組與平台成果，最後應對本計畫決策支援系統提出後續年度維運機制之規劃建議。	有關後續年度平台維運機制與規劃，已研擬於期末報告第二章 2-79、2-80 頁，及第 6 章結論與建議中 6-9 頁，敬請委員參閱。	同意辦理
3	第二章 2.3.3 節 P2-77，第一行標題與 P2-75 重複。	感謝委員提醒，配合章節架構調整，修訂於報告 2-56 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
4	第三章 3.1.2 節 P3-7 表 3.1-2 宜與 P3-9 圖 3.1.7 予以對照整合；此外，對於單一策略或整合型策略之操作方式及模式亦應建立明確程序說明(發展目標類與其他可達到目標之相關交通策略如何進行操作)。	於表 3.1-4 補充說明模式參係數調整項，圖 3.1.10 係針對模式分析方法進行歸納分類，其中，發展目標主要針對主管機關制定之運輸發展目標(如公共運輸成長人次)分析可能之減量效果，而透過何種策略達成發展目標之各別策略效益分析則係透過另外3類策略類別分析方法進行，補充說明於 3.1.2 節(表 3.1-4 及 3-13 頁)。	同意辦理
5	第三章 3.1.2 節 P3-8 表 3.1-2 建議將目前各界關切之汽燃費隨里程徵收措施納入稅費之項目做說明。	汽燃費隨里程徵收措施為運研所本所運管組專案研究，目前刻正辦理評估中，建議此議題不納入表 3.1-4 中(原述表 3.1-2)。	同意辦理
6	第三章 3.1.3 節 P3-17，說明計算不同車種之零里程與劣化率之數據來源不同，而此對於本計畫排放係數引用之影響，應進一步說明。	針對零里程與劣化率之考量相當複雜，理論而言，當車輛開的越久，劣化率應越糟，然實際處理時，因為受小樣本數影響，可能會做出負值的結果，因此在進行數據處理及 QA/QC 時必須考量相當多的要素，目前環保署已有專案在進行移動污染源排放量總量推估的作業，針對零里程與劣化率的篩選原則及處理修訂於報告 3-23 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
7	第三章 3.2.2 節 P3-55 頁，隨油徵收稅費 2 元之政策意涵為何？另外，稅費加徵不能單純視為油價之影響，並隨著油價逐漸上漲，對行為影響占比將降低，故分析結果自然影響不大，應修正邏輯。	案例情境修正為私人運具油品使用成本增加 2 元，此案例主要透過油價反應私人運具使用成本對節能減碳效益之影響。另本計畫研擬案例情境時，考量現行油品價格結構貨物稅之 1/3 約為 2 元，以此制定本計畫油品價格增漲幅度。補充說明於報告 3-63、3-65 頁。	同意辦理
葛委員復光			
1	研究成果豐碩，報告詳實。	感謝委員肯定。	同意辦理
2	第二章文獻回顧		
	(1) 建議補充國際與我國之差異說明。	補充說明於 2-62 頁，基於我國運輸特性，機車為民眾主要使用交通工具之一，因此，我國特別制定機車相關管理措施。	同意辦理
	(2) P2-13，CCS 請改為 CCSU。	由於碳補捉、封存、再利用之科研發展，目前尚未普及運用於運輸節能減碳措施上，此部分章節內容與本計畫無直接關聯，刪除相關議題回顧。	同意辦理
	(3) 提到國內製作污染排放清冊，與科研無關，建議調整。	國內清冊係國內外碳排與污染排放量估算與盤查之文獻回顧內容，與科研發展無關。科研相關文獻於 2.1.1 節回顧，排放估算與盤查於 2.1.2 節回顧。	同意辦理
	(4) P2-80，2020 年減 BAU 30% (多處)，與 P2-98 不一致，建議調整。	遵照辦理。	同意辦理
	(5) P2-98，2.3.4 節未提到模組未來擴充機制，建議補充。	遵照辦理，補充於 2.3.4 節第 1 點(報告 2-79 頁)。	同意辦理
3	第三章運輸需求策略評估模型開發及應用		

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(1)	圖 3.1.10 及表 3.1-4 缺少單位。	感謝委員提醒，配合修正於圖 3.1.13~圖 3.1.16 及表 3.1-6(報告 3-18~3-21 頁)。	同意辦理
	(2)	黑白列印之圖示不易分辨，建議更改圖示。	感謝委員提醒，會於期末修正報告印製時注意。	同意辦理
	(3)	圖 3.1.10 至圖 3.1.11 資料來源有誤。	感謝委員提醒，配合報告修正於圖 3.1.13 及圖 3.1.14(報告 3-18、3-19 頁)。	同意辦理
	(4)	P3-29 認為都會區為高繁忙地區，但是 P3-30 所界定第五級屬高繁忙地區嗎?	本計畫案例情境針對高繁忙地區進行設定，委員所述之表格包含研究範圍所有地區，新北市高繁忙地區為表格中第 2 級項目，詳參報告 3-41 頁。	同意辦理
	(5)	表 3.2-6 沒有 60 元之設定，是否順序有誤？	呈上，報告 3-41 頁，表 3.2-6 為運輸需求模式中停車費率設定標準，呈現值為平均停車費率，各級對應地區如表 3.2-5 所示，費用無高低排序關係。	同意辦理
	(6)	P3-37 公共運輸月票對小汽車都減 0.2%，但對軌道與公車影響差異大，是旅次距離或是運具結構有問題?	報告 3-49 頁，委員所述之分析結果係呈現旅次數變化結果，由於各運具之間效益受臺北、新北市軌道及公共發展發展之原有運具分配比例影響，一樣的運量移轉在小客車旅次變化效果較小，在公共運輸旅次變化效果較大，為運具分配結構問題造成：然討論雙北及雙北以外地區公共運輸旅次數變化差異，則係由於旅次距離差異影響，惟小汽車原有旅次數高，其差異效果沒有明顯差異。	同意辦理

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(7)	P3-55 稅費增加 2 元較公車全面電動化差，建議比較成本效益或是修訂論述，以免誤導。	由於成本效益比較需視計畫推動單位研擬之相關配套、財務計畫而定。本計畫僅能於報告中略述其可能推動成本差異，補充說明報告 3-74 頁。	同意辦理
4	第四章「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」與「綠色運輸宣導網站」更新及維運			
	(1)	P4-15 以火力發電油當量估計電力油當量是否會低估？	報告中係說明引用之資料來源，本計畫計算電力油當量係考慮現況發電結構估算。於報告 4-15 補充說明。	同意辦理
	(2)	P4-35 營業大貨車能耗自 2012 年起大幅減少 30%，其原因為何？是否合理？	營業大貨車燃油效率於 2011 年~2012 年有大幅度波動係由於營業大貨車之燃油效率係由交通部調查之公路貨運行駛里程、公路貨運柴油耗油量計算，然由於調查透過抽樣調查進行，有遺漏值插補作業程序採直接剔除或平均值補值的作法差異，檢討作業程序後調查作業於 2012 年起改變資料插補方法，因此，2011 年~2012 年資料數值趨勢較不連續，已補充說明於報告 4-35 頁。	同意辦理
	(3)	補充說明 2 個資訊平台維運之投入人力，以及回應用戶之頻率大約多少與多久？	3 大平台在最新新聞更新方面有 1 位小編，平均每 3-4 天蒐集網羅相關新聞，已蒐納之新聞則可先預定排程，或根據現況資訊調整，每次大約 2-3 小時。	同意辦理
5	第六章結論與建議			
	(1)	P6-6 建議車輛電動化應提醒有關電力部門排碳與排污之轉移，或是補充相關論述。	遵照辦理，補充論述於報告 6-7、6-8 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
6	研究建議事項			
	(1)	研究評估結果機車占比皆高，建議評估結果亦需呈現軌道運具與公車之使用率比較，以了解瓶頸是機車使用成本過低，或是其它因素。	分析結果之軌道運具與公車使用率皆有於報告中呈現(如報告 3-45 頁表 3.2-9 及報告 3-66 頁表 3.2-28)。	同意辦理
	(2)	建議交通部門在貨運上可推廣 hybrid truck ，目前從 P3-49 可發現現況在此部分策略幾乎未提及。	感謝委員提供政策推動相關建議，政府現行電動車輛補助主要以公車、機車、小汽車為優先推動項目，小貨車之補貼則可參採貨物稅條例車輛汰舊換新補助。然政策提案建議非本計畫目的。	同意辦理
	(3)	世界經濟展望(WEO) 2018 於都會運輸改善建議含大眾運輸及都市規劃，整體運輸改善含再生能源、電動化及效率改善，提供參考。	感謝委員提供相關資訊，補充於報告 2-17 頁。	同意辦理
	(4)	有損民眾利益之施政需要妥善溝通，巴黎黃背心事件可作為後續節能減碳政策推動之借鏡。	感謝委員提供相關資訊，補充於報告 3-75 頁。	同意辦理
王委員君惠				
1	研究團隊在經費有限之條件下，能完成此報告之成果，屬難能可貴，對於推動後續節能減碳之作法，亦提供初步建議方向。		感謝委員肯定。	同意辦理
2	對於後續之引用及相關的運量能耗比請再檢視與補充說明。另後續如依模式估算運量、旅次推算能耗結果之合理性與相關參數引用是否會隨現實環境改變而有所不同，應提出說明與建議調整方向。		感謝委員提供建議，補充於報告 6-8 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
3	第三章，TDME 模式係應用 TRTS-4S 運輸需求模式對於應用目的著重於地區間旅次推估，例如：大眾運輸旅次推估，在此大眾運具相關參數與分析有較多的校估與驗證探討，在此相關參數與分析有較多的校估與驗證探討；私人運具旅次推估，在此地區間相關參數與分析及周界線、屏柵線之交通流較多的校估與驗證探討量。因此本計畫之 TDME 模式係應用 TRTS-4S 產出各路段車種流量，對於 TRTS-4S 之私人運具旅次的探討，應該重新校估，各項參數須再深入討論，方能真實反應本計畫所探討的各項課題。	感謝委員提醒，本計畫進行案例分析主要目的係為測試開發工具之節能減碳策略可評估、應用性，不同於已往仰賴透過政策實際推動後車流平均狀況、平均能耗碳排表現計算能耗碳排，提出一個可預測、評估策略之能耗碳排效益分析工具。因此，未來特定策略之節能減碳效益評估若要透過模型進行分析，其導入之運輸需求分析結果仍須經過驗證、探討，應用之運輸需求模式需要經過校估，並就其分析限制評估案例分析之可應用性。	同意辦理
4	第三章 P3-29 圖 3.2.3，分析流程應用模式產出的各路段車種流量、速度，然報告書並未見校估或驗證程序，無法評估其偏誤程度，直接應用其數值，恐造成決策風險。運輸需求模式係應用於趨勢方向分析，所產出的數值應用需以其他數據再檢視其偏誤程度，例如，TRTS-4S 模式產出的捷運運量，便以臺北捷運公司現況運量做為偏誤評估參考，本計畫應用模式評估能耗碳排，亦須有此程序，較能掌握模式的偏誤程度，並須深入探討校估方法。以免 GIGO(Garbage in, Garbage out)。	承上，本計畫辦理目的係為開發可評估運輸政策之節能減碳效益，案例之評估引用的運輸活動量分析結果應透過多方探討、檢視，確認分析結果之合理性，再進行節能減碳效益評估。	同意辦理

<table>
<tr><th>序號</th><th colspan="2">參與審查人員
及其所提供意見</th><th>執行單位說明</th><th>本所計畫
執行單位
審查意見</th></tr>
<tr><td>5</td><td colspan="2">第三章 P3-34、3-35 表 3-2-8~表 3-2-11，綜合表 3.2-8(P3-34)、表 3.2-10(P3-35)、表 3.2-11(P3-34)等數據，分析得知各運具之碳排放量及能源消耗，例如：

表 3.2-10/表 3.2-8 可得下表：
跨層級整合型案例各情境能源消耗 單位：公秉油當量/日/千人
<table><tr><th>情境</th><th>小客車</th><th>計程車</th><th>機車</th><th>大客車</th><th>軌道</th></tr><tr><td>情境 0</td><td>0.93</td><td>1.51</td><td>0.32</td><td>0.91</td><td>0.12</td></tr><tr><td>情境 1</td><td>0.93</td><td>1.51</td><td>0.32</td><td>0.90</td><td>0.12</td></tr><tr><td>情境 2</td><td>0.98</td><td>1.45</td><td>0.32</td><td>0.85</td><td>0.12</td></tr><tr><td>情境 3</td><td>0.98</td><td>1.44</td><td>0.31</td><td>0.84</td><td>0.12</td></tr><tr><td>情境 4</td><td>0.98</td><td>1.44</td><td>0.31</td><td>0.84</td><td>0.12</td></tr><tr><td>情境 5</td><td>1.05</td><td>1.42</td><td>0.32</td><td>0.81</td><td>0.11</td></tr><tr><td>情境 6</td><td>1.04</td><td>1.41</td><td>0.32</td><td>0.79</td><td>0.11</td></tr></table>
表 3.2-12/表 3.2-8 可得下表：
跨層級整合型案例各情境碳排放量 單位：公噸/日/千人
<table><tr><th>情境</th><th>小客車</th><th>計程車</th><th>機車</th><th>大客車</th><th>軌道</th></tr><tr><td>情境 0</td><td>2.45</td><td>3.97</td><td>0.84</td><td>2.53</td><td>0.29</td></tr><tr><td>情境 1</td><td>2.44</td><td>3.96</td><td>0.83</td><td>2.50</td><td>0.29</td></tr><tr><td>情境 2</td><td>2.58</td><td>3.79</td><td>0.83</td><td>2.38</td><td>0.28</td></tr><tr><td>情境 3</td><td>2.57</td><td>3.78</td><td>0.82</td><td>2.35</td><td>0.27</td></tr><tr><td>情境 4</td><td>2.56</td><td>3.78</td><td>0.82</td><td>2.33</td><td>0.27</td></tr><tr><td>情境 5</td><td>2.74</td><td>3.71</td><td>0.83</td><td>2.25</td><td>0.26</td></tr><tr><td>情境 6</td><td>2.72</td><td>3.70</td><td>0.83</td><td>2.19</td><td>0.26</td></tr></table>
因此，有幾項問題建議釐清：</td><td></td></tr>
<tr><td></td><td>(1)</td><td>計程車(日-千人)能源消耗與碳排放量約小客車(日-千人)之 1.6 倍，計程車能耗數據遠高於小客車的原因是甚麼？</td><td>本計畫能耗以車公里估算，旅次以人旅次分析，以上述表格推算尚需考慮運具乘載率之差異。
計程車受空車行駛影響，能源效率及碳排表現較差。</td><td>同意辦理</td></tr>
<tr><td></td><td>(2)</td><td>機車(日-千人)能源消耗與碳排放量約大客車(日-千人)與小客車(日-千人)之 1/3，此數據顯示與常理似乎不合。</td><td>機車能源消耗及碳排放量較小客車低為合理情形(可參考表 4.2-17 及表 4.2-31，為以統計、調查資料計算之數據)，而單位排放量則視污染物種類不定，此外，由於國人使用機車數目龐大，機車成為國內節能減排重要影響運具。</td><td>同意辦理</td></tr>
</table>

序號	參與審查人員 及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
	(3)	小客車碳排與大客車相當，在推動大眾運輸政策下，是否合理？	表 3.2-8 欄位為公車旅次數，表 3.2-10 為大客車能源消耗，其中大客車尚包含非定期大客車，以兩張表相除並不能代表大客車的能源消耗或碳排，因此，大客車單位碳排係低於小客車碳排，為合理分析結果。	同意辦理
6	第三章模式的人旅次與車旅次轉換，係用乘載率(臺北都會區之晨峰時段之大客車 19、小客車 1.6、計程車 2.1、機車 1.2；離峰時段之大客車 10.35、小客車 1.66、計程車 1.595、機車 1.16)，乘載率對本計畫影響重大，建議再深入探討乘載率的影響，或是重新調查乘載率。		如前述說明，本計畫並未重新開發運輸需求模式，僅討論運輸需求分析成果之可應用性，應視策略分析需求討論是否重新進行相關參係數之調查。	同意辦理
7	第三章本計畫的各項情境設定，約略可分為對民眾"有益"(1280 月票)與"不益"(調高停車費、停車管制)，有益政策容易推動，不益政策推動阻力大，例如，鼓勵民眾採用電動車，可減少排碳，較易實施，又如，"不益"(調高停車費、停車管制)過於嚴格，計程車搭乘成本低於汽機車使用總成本，是否可能造成計程車比例不合理增高？長期而言，民眾會以自身最有利的考量去適應政策，模式參數設定是否已能反應這些調整，如何設定，是否需要進行運具偏好選擇問卷調查，都是需要再深入探討。		運輸需求模式使用有其限制，案例評估應考量模式參係數設定門檻，並適時考慮透過調查、交通資料進行模式更新或校估。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
8	第三章 P3-2 之圖 3.1.1，流程圖 3 種不同分析尺度模式如何整合？本圖示中提出路網、時間及運具調整因子，報告書僅提出路網尺度進行調整，及在跨層級整合型探討策略的綜效時，應加以界定重複計算的範圍，並予以扣除重，惟未提出如何相互驗證，及時間及運具調整作業方式。	本計畫都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用為 2 年度計畫，2017 年主要工作為導入都會運輸需求模式，並邀請專家學者與會討論分析結果之合理性探討。其中，亦包含時間 (3-8~3-10 頁) 、運具 (3-7~3-8 頁) 之調整作業方式；時間係將運輸需求模式整合為日總量，再進行不同模式分析結果之應用，運具則係將不同運具範疇整併為共同定義範疇之運具(較大尺度、範圍)，如圖 3.1.8 所示，再將運輸活動作應用分析，詳參報告 3-4~3-9 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
9	第三章 P3-6 之圖 3.1.5，可知 TDME 模型是相當複雜的模型，有運輸需求模組、成效推估模組、排放清冊等三大部分及相當多的資料交互串連運用，在表 3.1-2(P3-7、3-8)表列 TDME 可以操作的運輸政策策略，該表應有更詳細的說明 TDME 運用何種參數與函數據以產出政策分析成果，例如，營運管理別之建置公車動態管理系統、建置公共運輸多卡通電子票證整合系統、實施低碳社區、改善人行道空間建議、車輛共享、補貼之公共運輸車輛汰舊換新、稅費之電動車貨物稅等等政策，政策參數與函數是否與都會區運輸需求模組有關(在 TRTS-4S 很難分析上述政策)？或是在 TDME 成效推估模組估算？或是排放清冊估算？係在模型內應用哪些參數與函數以產出分析成果？應有詳細操作流程與應用的參數之詳細說明，以方便後續應用作業。	感謝委員建議，圖 3.1.8 係說明運具系統如何進行整併、對照。本計畫之運輸需求模組係用以進行各策略情境推動下之運輸活動分析，成效推估模組係以運輸活動量變化估算能耗及排放量，排放清冊則係用歷年交通統計資料，以能耗、排放參係數進行全國能耗、碳排計算。 由於評估策略涵蓋範圍較廣，案例分析具背景情境之假設條件，政策分析係透過參係數設定反應其運輸需求可能影響效果，政策分析調整之參係數補充於表 3.1-4(報告 3-11~3-12 頁)。	同意辦理
10	當都會市中心區之汽機停車收費區域擴大，市中心區之汽機車旅次將移轉至其他運具，故推估選擇使用小客車旅次之旅次長度應該增加，由第三章表 3.2-8、表 3.2-10 分析得知，小客車每 1 千人之能源消耗是逐步提高，一般而言車輛行駛於市中心區之能耗高於郊區，惟此數據與一般常理相左，建議 TDME 模型再行檢視。	經重新檢視相關數據發現，小客車之每車能源消耗在有情境方案推動下較無情境方案低，與先驗知識一致，然由於晨昏離峰乘載率差異、加上移轉效果離峰較晨昏峰好，因此，造成平均乘載率於有情境方案較低，而每車能源消耗雖有改善，但每人能源消耗變差。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
11	為利本報告書研析應用，第三章建議評估年期是基年還是目標年應敘明清楚；另各年期的大眾路網架構亦影響評估結果，建議同步亦應補充敘明。	整合型案例評估年期為基年，都會減污策略評估年期為目標年，說明於報告之模型情境假設及操作設定(報告 3-39 頁及 3-63 頁)。 由於運輸需求模式開發非本計畫發展重點，未就大眾路網、公路路網詳加說明，然所採用之運輸需求模式之路網開發情境皆以目前已核定計畫進行修訂。	同意辦理
12	第六章，報告建議事項提出，建議未來各主管機關可應用本計畫評估模組分析成果進一步進行成本效益分析，藉以檢視施政可行性及效益。利用 TDME 模型進行分析結果之建議，應考量執行機關是否可實際執行，再納入建議事項。	考量模型操作之複雜性難以應付一般機關臨時性、及時性評估需求，爰此，本計畫另有一重點工項為開發簡易估算工具(詳參報告 4-7~4-9 頁)，可供透過簡易的目標輸入、參係數設定估算業務常用之相關節能減排效益評估需求。 TDME 模式可用以探討運具間移轉效果、路網效率變化等變數，可更細緻的分析運輸政策影響之運輸行為變化，以估算無法直接得知運輸需求變化之運輸建設、管理策略之節能減碳效益。	同意辦理
常委員華珍			
1	整體報告尚稱完整。	感謝委員肯定。	同意辦理
2	第三章 P3-35 與簡報第 20 頁數據不同，請做相關數據修正。	報告為日資料(參 3-46 頁)，簡報能耗、碳排為年資料。	同意辦理
3	政府應制定電動公車推動相關策略，相關時程應搭配整體 2030 年可達公共運輸大巴士全面電動化目標。		
	(1) 充電站及電網基礎建設：目前公車站有用地無法長期持有問題。	感謝委員提供資訊，公車全面電動化推動期程規劃，目前由運研所運資組專案探討中，作	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
	(2)	配電系統及電力使用時間管理訂定差別電價。	執行面具體規劃，電動公車推動相關策略意見轉呈提供予本所同仁參考。	
	(3)	逐步檢討將柴油公車補助經費轉移至電動公車：臺北市自108 年起柴油低地板公車汰換為柴油低地板公車，將不提供低地板公車購車補助。		
	(4)	電動公車及電池補助，應導向購買服務，初期推動應加強誘因及鼓勵不設限輛數。		
4	第二章 P2-50 僅列國際禁售燃油車期程，是否有明確停止生產期程?		各國之燃油車策略多以禁售或路權進行管制，然全球主要車廠在各國政府的獎勵與環保規範下，不得不積極發展電動車，福斯即宣布 2030 年將推出最後一款燃油車，全面朝電動車邁進，Volvo 在 2017 年宣布 2019 年起，賣出的每一輛車都將配備電力驅動引擎，其他車輛大廠也相繼擴大電動車生產計畫，詳參表 2.1-1(報告 2-2 頁)。	同意辦理
5	第二章 P2-53 運輸部門建構「智慧型運輸系統」，建議納入運輸業者利用既有數位行車紀錄器數據分析駕駛行為，達到節能減碳及安全駕駛目的。並建議能推廣建立一套各業別適用標準。		感謝委員提供政策發展建議，此部份為「能源發展綱領」政策方針回顧，其中並未包含委員所提面向。 委員所述之細部推動執行措施，未來可納入施政參考。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
6	第三章 P3-11 及 P3-16，倘能考量駕駛行為，能耗係數建議增加「駕駛行為影響係數」，碳排係數增加「車輛隨駕駛行為影響之排放係數」。	此部分係說明現行發展之「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」及 TEDS 之作業程序與推估方法，尚未包含委員所提係數應用，然就未來估算方法之發展、演進，後續研究計畫可在微觀分析中導入此 2 係數。補充於報告 6-7 頁。	同意辦理
7	第三章 P3-3 表 3-1-1，都會運輸策略評估模組之「小客車」是否可將計程車單獨列出，因計程車屬獨立公共運輸系統，臺北都會區計程車空駛率偏高。	本年期導入之 TRTS-4S 模式中小客車及計程車有分開評估；然表 3.1-1(報告 3-3 頁)係就一般都會運輸需求模組說明運具種類範疇，視導入結果應用之運輸需求模式，其運具種類分類可能將計程車併入小客車運具範疇。	同意辦理
8	第三章 P3-7 對應表 3-1-2，運輸政策策略分類與影響界定，於營運管理類可增列「虛擬車隊」，將非加入車隊之計程車納管，降低空車巡迴率。	遵照辦理，將計程車納管措施增列於營運管理類別，補充於報告 3-11 頁。	同意辦理
9	第三章 P3-35 表 3.2-10，跨層級整合型案例各情境能源消耗表，於推動首都圈公共運輸月票及汽機車收費各情境顯示，機車公秉油當量/日除情境 1 略低外，餘成長；小汽車公秉油當量/日於各情境顯著降低。依臺北捷運公司 107/9/1~107/9/20 問卷調查顯示，定期票實施後，私人運具移轉捷運運量 14,989 人次/日(私人運具移轉率約 4%)，其中，機車占 2.8%、小汽車占 0.8%、計程車占 0.4%，請參考。	感謝委員提供相關資訊。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
10	第三章 P3-35 及 P6-3「首都圈公共運輸月票/都會區停車收費調漲」與 3.2.1 節「全面停車收費」定義不同，請釐清與確認分析結果。	由於本計畫情境較繁雜，可能造成委員誤解本案例情境假設。 本計畫探討之都會區停車收費調漲情境係假設雙北市中心、高繁忙區汽車全面停車收費及機車停車收費比增加，所指停車收費調漲為所有旅次平均停車成本增加之效果(可能為停車費率或收費比調整造成)。	同意辦理
胡委員明輝			
1	計畫執行符合原規劃進度與內容，並進行案例評估，驗證所建立之模型，成果優良。	感謝委員肯定。	同意辦理
2	第三章 P3-39 表 3.2-15，雙北公共運輸定期月票已在 107 年 4 月實施，應可比較與去年同期增加之公共運輸搭乘人數，以驗證所評估之運具移轉效果。	經專家學者座談會討論結果，雙北公共運輸定期月票推動同時期幹線公車正式上路，實施幹線公車轉乘優惠及 youbike 優惠等公共運輸優惠措施，與本案情境假設之公共運輸月票在費率、實施運具範疇、推動背景上不同，無法應用與去年同期比較增加之公共運輸搭乘人數作為本案分析結果驗證資料。	同意辦理
3	報告部分內容與現行政策不符，請修正。第三章 P3-45 行政院已修正車輛全面電動化之說法，建議修正為 2035 年禁售燃油機車，2040 年禁售燃油汽車。	遵照辦理，修正於報告 2-54、3-57 頁。	同意辦理
4	第三章 P3-52 有關分析油品隨油徵收項目(如空污費)稅費調漲 2 元/公升，結果效益不大，建議刪除「空污費」字樣。	遵照辦理，修正報告 3.2.3 節。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
5	第四章 P4-7 建議刪除「燃油車牌照數管制」估算工具。	本估算工具改為「國家電動車設定目標」，修正於報告 4-8 頁。 簡易估算工具係徵詢組內具應用需求人員之業務需求進行估算公式邏輯化，僅限具使用權限的組內同仁於平台使用，視業務需求增減或調整估算工具評估案例。	同意辦理
6	運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台的最新消息最新發布日期為 105-11-21，建議更新與找出錯誤。	遵照辦理，已更新至 107 年 11 月。	同意辦理
7	假設雙北公車 6,000 輛，1 輛車補助 1 千萬，則政府需投入 600 億；汽油油價 1 公升稅費多 6 元即增加 600 億稅收，請參考。	感謝委員提供相關資訊，考量營運補貼及購車補貼，以電動車補貼金額 533.8 萬/輛、雙北市市區公車共 5,951 輛計算，說明於報告 3-75 頁。	同意辦理
臺北市政府交通局			
1	請說明本次研究是否已將都會區常見之「計程車空駛攬客」現象列入碳排放量推估因素。另請說明此模組未來可否推估計程車定點攬客或改為撥召模式，碳排放量改變情形。	本次研究引用之能耗碳排參係數已考慮現況計程車營業狀況。然模組對於定點攬客改為撥召模式尚無相應可設定參係數進行推估。	同意辦理
2	請說明本模式可否推估「買車自備(汽機車)停車位」(抑制私人運具持有)政策對於減少私人運具碳排放量之影響。	由於模組現況未開發車輛持有模組，尚無法評估民眾擁車、購車行為之相關政策分析。	同意辦理
新北市政府捷運工程局			
1	電動車輛之碳排議題建議包含電池生命週期排碳量估算。	本計畫僅針對運輸部門之能耗排放進行評估，未針對電力部門排放進行估算，電力部門排放議題之建議補充於報告 6-7 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
2	公共運輸月票之策略獲益人為長途旅次旅客，未來是否可以考慮用收費區的概念進行，以提供不同旅次長度的旅客公共運輸票價優惠?	感謝委員提供相關資訊，收費制定改行收費區，為公共運輸票價重大變革，除票價水準之考量外，亦需考量縣市間車輛往來狀況、民眾習慣收費制度，及路線整合問題。	同意辦理
3	推動停車收費政策不易，新北市民眾對停車格位停車費用的相關議題較敏感，政策推動需與多方溝通，且有合適地點建闢路外停車場以歸還路權於行人及車輛。	感謝委員提供相關資訊。	同意辦理
臺北市政府捷運工程局			
1	本計畫分析結果與先驗知識一致，然分析結果之詳細數字仍建議經過合理性驗證檢討，以確保未因運輸需求模式簡化缺陷造成偏誤。	感謝委員提供建議。	同意辦理
2	由於模型龐大、操作有困難度，建議利用 TDME 模型進行節能減碳效益評估，應考量後續各執行機關是否具實際執行能力。	感謝委員提供建議。	同意辦理
臺北大眾捷運股份有限公司			
1	P3-14 表 3.1-3，臺北捷運 2015 年延車公里欄位數據為 23,100,503。	經會後確認數據來源為臺北市交通統計查詢公布之 2015 年捷運延車公里為 23,100,505 (報告 3-20 頁)。	同意辦理
2	P3-24「…，近年縣市政府、運輸營運業者(臺鐵、高鐵、桃捷)推出公共運輸定期票策略，…」應調整為「…，近年縣市政府、運輸營運業者(臺鐵、高鐵、北捷、高捷、桃捷)推出公共運輸定期票策略」。	遵照辦理修正於 3-35 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
3	P3-38 頁，「…，軌道旅次增加 1.5 人旅次。」應為「…，軌道旅次增加 1.5 萬人旅次。」	遵照修正於 3-50 頁。	同意辦理
4	在 3.2.1 跨層級整合型案例成效評估章節，基本上以 7 種情境結果進行效益比較，建議將情境 1「僅推動首都圈公共運輸月票」分析結果，與雙北市推出公共運輸定期票、桃園捷運實施定期票後之實際旅次量進行分析，並進行差異論述，以作為檢核參考。	經專家學者座談會討論結果，雙北市 1,280 元月票推動同時期幹線公車正式上路，實施幹線公車轉乘優惠及 youbike 優惠等公共運輸優惠措施。 本案情境假設之費率、實施運具範疇、推動背景上與雙北市推出公共運輸定期票、桃園捷運實施定期票後不同，無法以實際旅次量進行比較。	同意辦理
本所運輸經營與管理組			
1	本研究情境設計符合時事、政策參考需求，提高研究可應用價值，值得肯定。	感謝委員提供肯定。	同意辦理
2	報告中「隨油徵收」稅費之情境，建議改為「油價變動(上升)」作為情境描述，因為稅費徵收議題較為敏感，恐引起誤解，且稅費隨油徵收是負擔者成本項轉移，並非成本增加，不同於油價上升的意義。	案例情境修正為私人運具油品使用成本增加 2 元，詳參 3.2.2 節。	同意辦理
3	汽燃費之主要目的為道路養護使用，且隨里程徵收方式尚在討論中，行政院尚未定論，建議暫不納入表 3.1-2。	感謝提供相關建議。	同意辦理
本所運輸計畫組			
1	本研究以運輸需求模式反應節能減碳的效果，可擴大運輸需求模式應用效益，值得肯定。	感謝委員提供肯定。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
2	運輸策略評估模型結合多種運輸需求模式來處理，報告書所提雙北運具移轉情境議題係採臺北模式或整合需求模式處理？若其他都會區未發展模式者，如何評估？(城際模式是否分區較大，無法處理)	本計畫整合 TRTS-4S 及城際運輸需求模式分析結果進行評估。未來發展模式之其他縣市可視評估策略之範疇、特性考慮是否以城際模式或區域模式進行分析。	同意辦理
3	簡報第 20 頁，情境 1.2.3，可發現實施月票成效較低，而調漲停車費效益較大，但影響民眾權益之事對地方政府較難執行，所以模式情境分析有效，難以確認實際執行成效。歷年油價漲跌影響私人運具成本，較有實際資料可參考，也建議公共月票分析結果可與實際資料比對，以了解模式反應能力。	本年期計畫分析之相關案例及情境係經本案執行過程多次工作會議、期中審查委員意見及專家學者座談會決議，評估之案例、情境選擇有關聯、比較性，本年期期末修正階段較不適宜再增加額外案例分析情境(如歷年油價漲跌等)。	同意辦理
本所運輸安全組			
1	政策許多資料來源性質不同的文獻資料，惟若能強化資訊軸線及不同軸線的關聯性，亦可再提高其資訊價值與可讀性。	感謝委員意見。	同意辦理
2	相關測值均為單純、直接的計算結果，若能加強樂觀/保守或 upper/lower limits 數值，亦可再提高其未考量因子之彈性。	感謝委員意見，然由於相關分析案例、情境經過多次會議討論決定，期末修正階段較難再進行額外之情境分析。	同意辦理
3	建議補充說明對值測結果如何檢誤。	案例分析合理性之探討於 2017 年計畫進行，主要透過年總車公里、能耗、碳排放量與實際調查資料或統計數據進行差異探討，詳細執行內容請參考報告 2-65 頁。	同意辦理
本所運輸資訊組			
1	附錄 4.1 內容經查與網站內容不同，請確認之。	遵照辦理，已重新檢核並修正於附錄 4.1。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
本所運輸工程組			
1	整體尚符研究主題與重點之內容。	感謝委員肯定。	同意辦理
本所綜合技術組			
1	文獻蒐集回顧		
	(1) 協助蒐集國內外運輸節能減碳、減污科研技術發展趨勢資料		
	① 科研發展回顧內容請專注於運輸部門相關之文獻資料，如碳捕捉與封存、智能電網與能源轉型、油氣回收裝置等議題，如無直接關聯請刪除。	補充論述科研發展運輸關聯性並刪除碳捕捉與封存議題，詳參報告 2-1~2-6 頁。	同意辦理
	② 另空污部分涉及面源與點源內容請刪除，線源部分請就與本計畫相關之空污排放係數，摘要重點說明。	遵照辦理。	同意辦理
	③ 報告書「2.1.2 國內外節能減碳、減污科研發展」、「2.1.3 國內外碳排與污染排放量估算與盤查」請整併為一節說明。	由於科研發展及排放量估算與盤查之回顧內容差異較大，建議仍以獨立章節進行回顧。	同意辦理
	(2) 蒐集最新國內外運輸部門推動節能減碳、減污政策方案與研究		

序號	參與審查人員及其所提供意見			執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
		①	報告論述架構待加強： A.請區分為國際運輸部門(包括 COP 會議)與國內運輸部門(中央層級/地方層級)之架構進行說明。 B.建議將「2.1.1 巴黎協定後運輸部門政策發展方向」，併入「2.2 運輸部門節能減碳、減污政策方向」，並且調整小節名稱為「2.1 運輸部門節能減碳暨減污策略」。 C.報告書「2.2.2 我國節能減碳、減污上位計畫」與「2.2.3 我國運輸部門節能減碳、減污政策」回顧內容其關聯性，並且多有重複，請整併說明。	遵照辦理，調整如下： A.「2.2.1 國外運輸節能減碳、減污策略發展」、「2.2.2 巴黎協定後運輸部門政策發展方向」為國際策略探討，「2.2.3 我國節能減碳暨減污策略」為國內策略探討。 B.「2.1.1 巴黎協定後運輸部門政策發展方向」，併入「2.2 運輸部門節能減碳暨減污策略」 C.整併「2.2.2 我國節能減碳、減污上位計畫」與「2.2.3 我國運輸部門節能減碳、減污政策」。	同意辦理
		②	政策與策略回顧務必與後續計畫案例評估工作有所關聯，所回顧相關策略或措施的執行進度請刪除。 A.「能源發展綱領」與「溫室氣體減量與管理法」請著重涉及運輸部門之回顧內容。 B.「空氣污染防制法」、「清淨空氣行動計畫(104 年至 109 年)」、「空氣污染防制策略」與「空氣污染防制行動方案」請著重在交通污染策略內容。	遵照辦理。	同意辦理
2	都會運輸節能減碳模組開發及應用				

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(1)	城際/都會模式整合處理過程，係本計畫技術亮點之一，惟說明過於簡單，請透過舉例與試算方式詳述，或補充於附錄。	遵照辦理，補充於 3.1.1 節(報告 3-4~3-9 頁)。	同意辦理
	(2)	「大客車受小客車旅次量減少、公路路網效率提升之影響，能源消耗較低，碳排放量較少。」(P3-36)，為支持論述，請補充各案例之平均行駛速率或旅行時間。	補充計算於表 3.2-12(報告 3-46 頁)。	同意辦理
	(3)	「c. 小客車價格需求彈性大於公共運輸」請修正「c. 小客車價格需求彈性大於『公車』」。另請補充說明其它運具(軌道、計程車與機車)之價格彈性說明。	修正「c. 小客車價格需求彈性大於『公車』」。然彈性說明由於模型的每個旅次目的有不同的運具選擇效用函數，較難在報告中一一計算。	同意辦理
	(4)	本計畫機車停車收費調漲對公共運輸轉移成效有限之原因(P3-63)，應參酌停車費調漲額度，不足以嚇阻機車使用效果進行研究檢討，並建議後續研究需考慮透過提高收費額度、收費比(如機車增加至 80%)，探討未來各種策略或措施，以求取私人運具轉移之目標門檻。	政策分析仍需考慮政策之推動性，再提高收費額度、收費比，也會造成部分機車移轉至汽車(從情境 5、情境 6 分析結果得知)，不利於路網整體效益，對公共運輸移轉成效仍有限。由於私人運具使用之便利性、可及性高，私人運具間替代效果強，為減弱私人運具替代性，應改善公共運輸服務之易行性及可及性。補充說明於 3-56 頁、3-74 頁、3-75 頁。	同意辦理

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(5)	請設算情境五(月票+雙北汽機車停車調漲)與情境六(月票+雙北汽機車停車加嚴)於汽機車全面電動化情境之節能減碳效益，並加以討論納入「4.不同情境組合分析結果差異探討」。	遵照辦理，設算情境5、情境6汽機車全面電動化之節能減碳效益，補充於 3.2.1 節表3.2-21(報告3-56頁)。	同意辦理
	(6)	結合環保署 TEDS 9.0 排放係數處理過程，係本計畫技術亮點之一，惟說明偏向係數產出介紹，並無說明如何經適當方式修正(如內插與外插)套用於TDME模組，請透過舉例與試算方式詳述，或補充於附錄。	遵照辦理，補充於 3.1.3 節(3-28~3-32頁)。	同意辦理
	(7)	「1.都會區污染防制案例說明」(P3-51)敘述篇幅過少，建議與「2. 模型情境假設及操作設定」整併為「都會區污染防制情境假設說明」。	遵照辦理調整3.2.1及3.2.2架構。	同意辦理
	(8)	「…可能係由於稅費金額調整有限造成。針對油價及運輸需求之關聯變化，可參考『附錄 6 相關政策議題資料彙整』」。建議應摘錄部分附錄6有關「運輸部門能源消耗量與油價趨勢」之內容進行討論。	遵照辦理，補充說明於 3-65頁。	同意辦理
	(9)	有關減碳案例(首都圈公共運輸套票+汽機車停車收費)(P3-36)與減污案例(空污費加收+公車電動化)之基礎情境(日旅次量及運具比)(P3-55)為何會有差異，請補充說明。	2分析案例基礎情境之評估年期不同，因此運輸需求、能耗、排放量皆不同。	同意辦理
3	「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」更新及維運			

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(1)	章節與內文名稱全修改為「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」。	遵照辦理。	同意辦理
	(2)	P4-57，第 2 段針對營業小客車未調整前之敘述內容應該係依據表 4.2-31，惟該表之營業小客車能源密集度在 2001 年及 2002 年間同為 0.085，由此推測其受乘載率影響，較難以理解，請加強說明。	此部分為報告說明有誤，修正刪除。	同意辦理
	(3)	P4-68，第 2 段第 5 行，國內水運能源密集度上升，為何會顯示國內水運對於降低油耗方面有改善？	本段文字說明有誤，2017 能源密集度上升，國內水運能源效率變差，在降低油耗相關措施作為仍有改善空間，修正報告 4-68 頁。	同意辦理
	(4)	「4.2.5 活動數據推估方法改善建議」：P4-70 之最後 1 段，目前只規定小汽車要定檢，請問柴油車與機車部分如何改善？有無建議？	有車輛定檢法源依據的透過定檢資料取得；營業用柴油車依公路法要求查核填報；機車透過車輛使用狀況調查及監理資料改善；自用柴油車透過車輛使用狀況調查、貨車燃油效率相關計畫持續改善更新資料、改善數據品質。 改善建議做法說明如報告 4-72 頁，表 4.2-40。	同意辦理

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(5)	P4-74，「c.車輛燃油效率」部分，請查詢能源局「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」對新出廠車輛要求之演變，再做精確之推論(不包括大客車、大貨車)。	本處所指之「自用小客車、機車、營業小客車 2017 年無更新資料」係指自用小客車、機車 2017 年未進行調查計畫(2 年進行 1 次)，營業小客車本年度調查結果未公布能源效率，因此。提出 2017 年無更新資料。 此外，能源局「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」係針對出廠車輛要求之演變，與本處所提之使用車輛整體平均能效概念不同。	同意辦理
	(6)	P4-71，「小貨車、大貨車燃油效率：未有調查計畫囊括，僅能引用過去研究成果。」，請區分營業車與自用車分開討論，並且營業車輛請說明主管機關應「落實運輸業管理規則第 24 條」；自用車輛方才建議納入調查計畫、更新研究成果。	遵照辦理，補充說明於報告 4-71 頁。	同意辦理
	(7)	P4-76，我國運輸部門溫室氣體排放量，依據表 4.2-25，2017 年比 2016 年減少 354 千公噸，請修正結論。	依表 4.2-25 數據，更新報告 4-77 頁結論，2017 年較 2016 年減少約 345 萬千公噸排放量。	同意辦理
	(8)	有關「各運具能源密集度改善建議」之內容(P4-78、P4-79)，因對公路客運與小貨車所提出策略與本計畫實質研究成果關聯性薄弱，請刪除。	遵照辦理。	同意辦理
	(9)	盤點使用「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」之成效請更新至 11 月底。	遵照辦理，已更新至 107 年 11 月，參照報告 4-85 頁。	同意辦理
4	「綠色運輸教育宣導網站」更新及維運			

序號	參與審查人員 及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
	(1)	章節與內文名稱全修改為「綠色運輸宣導網站」。	遵照辦理。	同意辦理
	(2)	更新新聞性或議題資訊，並持續辦理網頁版面與美編，以活絡網站點閱率：相關新聞性或議題資訊請配合網站維運需要持續更新。	遵照辦理。	同意辦理
	(3)	協助「綠色運輸宣導網站」資訊平台資安維護事宜，並按期進行點閱人次統計分析，盤點建置成效：盤點使用「綠色運輸教育宣導網站」成效請更新至 11 月底。	遵照辦理，已更新至 107 年 11 月，參照報告 5-8 頁。	同意辦理
5	有關楊委員所提醒研究團隊未完成決策支援系統後續年度維運機制規劃一事，配合第二期能源國家型科技計畫推動期程(104 年~107 年)，本計畫為本所節能減碳政策決策支援系統系列研究最後 1 年。本節請計畫團隊完整盤點全程研究成果與建議平台未來功能開發與應用之擴充機制。		全程研究成果完整盤點於報告 6-2 頁，平台未來功能開發與應用之擴充機制說明於報告 6-9 頁及 2-80~2-81 頁。	同意辦理
主席				
1	簡報之整合型策略評估之情境 5 情境 6，以全國電動機車車輛數近幾月成長趨勢推估至 107 年底為止，電動機車車輛總數將超過 19 萬輛，並進行碳排放量減量估算，發現情境 6 節能減碳效益將優於情境 5，補充提供各位委員參考，並請研究團隊修正報告。		感謝主席提供相關試算結果，補充以情境 6 汽機車全面電動化估算結果於 3.2 節，如表 3.2-21 所示(報告 3-56 頁)。	同意辦理
2	部分委員意見為本所其他計畫辦理作業，說明如下：			

序號	參與審查人員及其所提供意見		執行單位說明	本所計畫執行單位審查意見
	(1)	溫管法明定我國至 2050 年為止長期溫室氣體減量目標，並規範以每 5 年為一期之階段管制目標。目前運輸部門減碳行動跨 4 個部會，由交通部統籌彙整，第一階段行動方案已於 107 年 10 月 3 日核定，制定 2%的減量目標，明年提出第二階段行動方案預計以 10%為減量目標，所有的措施應有更積極的作為。	感謝主席說明我國溫管法發展相關措施發展進程。	同意辦理
	(2)	公車全面電動化推動期程規劃，目前本所運資組刻正辦理相關專案探討中，並規劃相關執行措施，會中常委員提供之電動公車推動相關策略之寶貴意見，將提供予本所運資組參考。	感謝主席補充運研所相關計畫研究說明。	同意辦理
	(3)	汽燃費主要用於道路養護，汽燃費隨里程徵收較隨車徵收為合乎使用者付費之公平原則。此議題為本所運管組專案研究，但落實仍需從技術面問題予以克服，因此目前刻正辦理評估中。建議此議題不要納入表 3.1-2 中。	感謝主席針對汽燃費議題補充說明，遵照辦理不納入報告 3-11~3-12 頁，表 3.1-4(原 3.1-2)。	同意辦理

序號	參與審查人員 及其所提供意見	執行單位說明	本所計畫 執行單位 審查意見
3	案例假設並不是要強調透過「空污費」增加用油成本，而係觀察自 2008 年、2012 年油價漲跌經驗發現，油價顯著影響運輸部門用油量變化；案例分析主要目的係探討油價變化下之運輸需求變化情形，不論是國際油價驅使國內油品零售價格變動或政策稅費提升，皆會造成私人運具用油成本之變動，運輸需求發生變化。	感謝主席補充、重述說明本計畫案例分析目的。	同意辦理
會議結論			
1	期末報告初稿經委員審查，平均分數為 85.86，本期末報告修正後審查通過。	謝謝委員肯定。	敬悉。
2	請研究團隊依據各審查委員意見及各出席單位書面意見修訂報告書，並列表整理逐項研擬回覆說明，於 107 年 12 月 12 日(星期三)前提送修正報告至本所承辦單位，俾利辦理後續相關事宜。	遵照辦理。	乙方已於 107 年 12 月 12 日函送修正報告，續於 12 月 24 日前提送修正後定稿資料。

附錄 3 專家學者座談會會議紀錄

附錄 3 專家學者座談會會議紀錄

1.會議時間：107 年 10 月 17 日 (星期三) 上午 14:00

2.會議地點：本所 10 樓會議室

3.主持人：鼎漢工程顧問公司陳柏君經理

4.會議紀錄：陳尉雯

5.出席單位與人員：

(1) 與會專家學者

名單	服務單位	出席情形
廖惠珠教授	淡江大學經濟系	出席
張靜文教授	臺灣大學環境衛生研究所	出席
葛復光主任	行政院原子能委員會核能研究所	出席
尚錦堂副處長	臺北市政府公運處	出席
陳建緯所長	台灣綜合研究院研究二所	出席
侯仁義主任	台灣綜合研究院研究一所 節能減碳推動辦公室	請假

(2) 研究團隊

姓名	服務單位與職稱
陳柏君	鼎漢工程顧問公司 經理
黃于真	鼎漢工程顧問公司 規劃師
陳尉雯	鼎漢工程顧問公司 分析師
楊伊萍	環興科技股份有限公司 計畫主任
洪珮瑜	景丰科技股份有限公司

(3) 本所綜技組

朱副組長珮芸、賴副研究員宜弘、傅副研究員強、

林副研究忠漢

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
淡江大學經濟系廖惠珠教授	1	模型結構完整，分析內容符合實況，參考價值特高。	感謝委員肯定。
	2	簡報第 5 頁可多說明之前已建構完成之模型在後續年間運作之可靠度與預測之精準度。	前期計畫(「都會運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(1/2)」及「城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用」)皆有針對模型分析結果進行合理性探討及驗證。 本年期計畫著重策略跨層級效益整合以及空氣污染減量效益估算功能之開發應用。有關計畫合理性驗證，可參考前期計畫成果報告。
	3	簡報第 11 頁未來在社會經濟面向上，亦可多考量都會區人口老化後對運輸需求之影響。	社經預測、人口預測為預測模型重要輸入參數，運輸需求模型建置已有考量未來人口發展(老化)趨勢，並透過模型旅次產生、運具選擇反應運輸需求變化。
	4	簡報第 14 頁右下方模組最右方建議可擺入「自行車」，以反應目前的分析公共運輸月票有納入 YouBike 之事實。	簡報第 14 頁公路運輸部分主要列出機動運具，後續會將「自行車」納入，以完整呈現現有運輸策略執行範疇。
	5	簡報第 16 頁汽機車停車收費調漲，目前的作法是停車費乘上付費比，但以較極端之新北市高繁忙區機車的付費比僅 4%而言，所衝擊之機車較有限(例如有些人永遠不會去停那 4%的停車格，故永遠不受影響)，可多思量。	此處的付費比係指收費停車格占比，資料來源參考臺北市、新北市停車管理處調查資料，4%為目前新北市繁忙區現況停車付費比。誠如委員所提，若提高「收費金額」影響民眾只有停在付費格位的 4%民眾，故本計畫在案例操作上，以提高「停車付費比」進行設定，將「停車付費比」提升至 20~50%，意義為「收費停車格位比增加至 20~50%」，可擴大策略衝擊範圍。
	6	簡報第 19 頁目前公共運輸所呈現出來的成果似乎低於直覺效果，是否是因為模型本身並未納入某些轉移效果，例如運輸	月票政策對部分民眾確實有可能造成假日公共運輸使用率提升效果。 然模式分析與雙北推動公共運輸月票仍有情境假設差異；考量平日運輸模式為民眾常態性需求，且受限於本期計畫導

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
		月票每月 1280 元，超過 1280 元之公共運輸的搭乘皆屬免費，有些持有月票的人原本平時搭公共運輸，假日開車，現在因為 1280 月票政策的關係，假日就不再開車而選擇免費以月票搭乘公共運輸。	入之都會模式為平日模式，本計畫情境分析以平日通勤旅次作為公共運輸月票優惠對象。
	7	進行策略分析時，宜多替委辦機關考量，例如以第 27 頁簡報而言，情境 5 與情境 6 之機車使用率分別高達 45.9%與 44.4%，在使用率這麼高的情況下，面對多為低所得群所使用之機車成本調漲問題，將對委辦機關產生很大之壓力，宜多注意。	簡報中運具使用率為策略推動後之旅次量占比結果，並非推動前的使用族群。誠如委員所提，機車的政策推動一向是運輸部門策略推動的困境，但本計畫選用案例並非要求主管機關推動此運輸策略；係由於政策實際推動窒礙難行，為協助主管機關推動政策、於事前透過分析工具進行策略推動情境之效益評估，以降低策略推動之風險及提升策略施行成功率。
	8	簡報第 30 頁最後結論是：公共運輸月票情境<汽車停車收費調漲，但此結論與汽車停車費調漲幅度有明顯關係，建議論述宜更完整。	感謝委員提供建議，策略效益與案例的情境假設相關，不宜評斷策略本身的優劣性，期末報告中將修正分析結果之論述。

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
臺灣大學環境衛生研究所張靜文教授	1	建議未來可考慮淘汰柴油車輛、二行程/四行程機車及限制行駛區域之政策影響。	感謝委員提供後續策略分析建議。惟特定車種的使用率或使用區域等行為特性，因缺乏相關引用資料，仍需以假設方式進行分析。
	2	油品費增加未顯著影響空污排放(簡報第 37 頁)之原因可能為價格調漲幅度不夠或油品價格對運具使用影響效果有限。	感謝委員提供建議，將於期末報告針對油品費調整對策略效益之影響性補充論述。
	3	是否需考量除油品費等經濟誘因以外之其他政策對運輸行為之衝擊(如電動機車政策誘因)。	除針對油品價格調整進行分析，本計畫亦就燃油車禁售策略進行探討，由於公車電動化政策係由交通部主政、相關單位配合推動，故優先以公車電動化為分析案例。 電動機車政策依據路政司規劃，擬透過車牌牌照管理的方式，逐年將燃油車替換回電動車。
	4	「假設」之模糊空間，如路網效率、怠速、公共運輸班次等建議可於報告中補充說明。	感謝委員提供建議，相關設定將於期末報告中說明。
	5	是否評估運量提升衝擊導致路網「怠速」問題延及「尖峰期區、區域」之可能性及其影響。	本計畫應用之運輸需求模式屬巨觀模型，以 TRTS-4S 模型為例，模型由晨峰、昏峰、離峰三個峰態模組組成，可反應尖峰時間交通量提升造成之衝擊；停等或怠速衍生的排放量，則較適宜以微觀模型進行評估。 此外，能耗、碳排量估算，係採用動態車輛能耗系列研究成果，依不同速率車輛會有不同能耗表現，因此可有效反應交通量增加對路網效率、車輛效能之影響。

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	1	不同尺度模型完整，簡報清晰。	感謝委員肯定。
	2	建議考量各政策推動之成本衝擊。	感謝委員提供意見，政策推動成本實為策略推動時必要考量因素。然由於政策推動成本仍需視計畫推動單位研擬之相關配套、財務計畫等而定，本計畫主要目的為提供一策略減量推估工具，以支援相關部會研擬策略。
	3	未來建議可透過月票推動成效或問卷調查方式進一步作模型驗證。	感謝委員提供意見，本計畫已與委辦單位討論是否請求取得相關票證資料以進行驗證分析，然由於雙北推動之月票政策同時併行幹線公車、YouBike 轉乘優惠，較難以從實證資料探討單一月票政策之施行效果；且與本計畫評估案例情境假設之範圍與內容有異，不建議將兩者進行比較。
	4	簡報第 16 頁，政策施作透過「提高停車付費比」，影響費用衝擊較高，成效會比「調高停車費」的作法可能有效。	感謝委員肯定。
	5	應加強調高機車使用成本(例如透過油價、稅費，稅費得以減免所得稅降低衝擊),運具使用價格不應只是成本+利潤。	感謝委員提供建議，可作為私人運具之使用成本管制建議，將於期末報告中將委員意見列為發展政策建議。

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	6	簡報第 37 頁電動公車污染排放轉移至電力部門，建議補述。	感謝委員提醒，本計畫評估效益主要係考慮車輛行駛造成的運輸部門能耗、排放，因此未針對電力部門之污染排放作進一步論述，期末報告中將敘明相關假設與評估範圍。
	7	路網效率提昇影響大客車能耗減少，建議可在報告中呈現說明。	遵照辦理，將於期末報告中敘明路網效率對車輛能耗之影響。
	8	建議可探討達成政府節能減碳目標之政策情境設計。	本計畫辦理目的為探討個別運輸策略之節能減碳效益；過去系列研究也曾從整體策略找可達成減量目標的策略情境，但難以評估個別策略的成效，因此本計畫透過運輸需求模式評估個別策略效益。
	9	目前主要針對平日進行分析，假日的分析在本次未進行探討。	由於平、假日分析需視運輸需求模式功能而定，本年期計畫導入 TRTS-4S 模式為平日運輸需求模式，故主要針對平日進行分析。後續可視運輸需求模式進行平日或假日之探討分析。
	10	晨峰、昏峰的定義是否會隨時空情境變化。	晨、昏峰定義係經分時交通量調查結果定義，受民眾上下班時間影響，晨峰通常為早上 7 點到 9 點，昏峰為下午 5 點到 7 點。
	11	簡報第 34 頁油價情境說明調漲 2 元/公升，建議可改為油價上漲百分比幅度，以呈現調漲費用程度。	感謝委員建議，然由於油品價格為浮動調整，上漲百分比需視比較基準時的油價而定，故本計畫就分析案例上仍以調漲金額來論述策略內容。若以每公升調漲 2 元的情境假設，約為評估案例基礎情境的油品價格調漲 8％。

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
臺北市政府公運處尚錦堂副處長	1	雙北市於今年4月份推動公共運輸月票，同時並推動幹線公車、YouBike 轉乘優惠，因此較難從實證資料探討單一月票政策之施行效果。各縣市亦有推動類公共運輸月票相關政策，建議政策推動可並行其他運輸系統之配套措施。	感謝委員提供建議及對公共運輸月票及本計畫分析案例作差異說明。
	2	簡報第 19 頁情境 1 計程車運量增加 0.1%，其轉移效果來源為何。	計程車運量有微幅成長主要因素為模型中計程車運具對於旅行時間有較高敏感性，因此，當路網效率提升時，計程車旅行時間下降，導致旅次量有些微成長效果。
	3	簡報第 24 頁軌道能耗在各情境皆未見變化，運量增加耗能應該也有增加，建議說明目前分析結果耗能未見增長的原因。	為真實反應軌道運量與營運班次之關係，軌道能耗評估改以延車公里計算，並於前期透過業者訪談確認公共運輸營運增班模式，考量目前運量增加水準幅度及現況軌道班次密集程度，評估軌道班次在推動情境下不會變動營運計畫，因此軌道車公里未見增長、能耗不變。將於期末報告中補充說明。

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
臺北市政府公運處尚錦堂副處長	4	停車費率增加造成運具轉移，過去政策實作發現，由於都市計畫法令、建物法要求建物基本停車格位，近 20 年私人停車空間、供給大幅增加；政府增加公有停車位費率，無法要求私人停車場提升費率，市場機制使得民眾改停私人停車位，無法有效造成運具移轉效果。以內科為例，市區公車路線及班次不少其他區域，但其市區公車空車率卻較高，主要是由於該地通勤上班族對小客車黏著度較高，不願意移轉至其他公共運輸，且收入相對較高，停車費提昇無法有效改變運具使用行為。	感謝委員提供實務推動經驗，可作為運輸策略推動之參考。
	5	過去有發現在油價較貴的情況下，汽車旅次會減少，但公共運輸、機車旅次會相對較高，配合減少機車停車空間，或許可能有效避免機車旅次增加。	感謝委員提供建議，可作為運輸策略推動之參考

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
台灣綜合研究院研究二所陳建緯所長	1	過去系列研究也曾從整體策略找可達成減量目標的策略情境，但難以評估個別策略的成效，因此才透過運輸需求模式一一評估個別策略。	感謝委員補充說明本系列計畫發展脈絡。
	2	開發評估工具若要被各各縣市政府、單位應用，研究單位應該明確建立 input data、output data 清單。避免使用者誤解，以運作模式。 Input data 除 GDP、人口、產業、社經資料外，油價也應該是重要 input data，高油價或低油價下策略可能完全不同。模型若以內含油價作為重要變數，建議也在報告中補充說明。 另一個重要 input data 還有基礎設施容量，停車場數目、公共運輸供給等可能是模型設定基本參數，這類資訊流通、創立建議也在報告中說明。	感謝委員提供建議，本計畫尚包含操作手冊，內容將詳列分析模型之 Input data、output data 及相關假設。

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
台灣綜合研究院研究二所陳建緯所長	3	前幾日月票執行成效已經公佈，捷運運量增加1.9%，公車增加 1.8%；可能與評估機制不同，分析結果也有差異。雖然可能是情境假設差異、多項政策同時推動造成，但未來分析結果可能被拿來與政策推行效果比較，建議研究團隊再與組內進行討論。	感謝委員提點，由於本計畫分析案例假設情境與實際推動政策仍有差異，較不適宜將二者直接進行比較。為避免分析結果造成爭議，將於期末報告中修正相關論述。
	4	Input data 及運輸需求模式建構所需的基礎資料，會影響評估結果的正確性，每個地區特性不同，OD data、pattern、network、指派模式可能都不能用一套 model、方法進行評估。	因各地區特性不同，運輸需求模式之建構皆需要依分析範圍與需求進行調查，以建構符合模式之輸入資料、參數與路網。
	5	電力排放係數未來會依電力發電組成改變，電力成本會增加，但空污排放會減少。目前案例僅推動電動大客車，汽車、機車電動化的影響可以討論是否評估。	運輸系統電動化係將污染排放量移轉至電力部門，雖可讓運輸部門減量，但對電力部門成本、貢獻會增加，而其污染排放則受到電力組成結構影響。 由於公車電動化政策係由交通部主政、相關單位配合推動，故優先以公車電動化為分析案例。
	6	策略除了分人車路之外，策略評估也可考量 Avoid、Shift、Improve。	感謝委員建議，本系列研究之策略歸納除以人車路劃分外，長期以來亦有納入聯合國所提 Avoid、Shift、Improve 策略推動方向。

專家學者	項次	審查意見	意見回覆及辦理情形
台灣綜合研究院研究二所陳建緯所長	7	情境 3 效果等同情境 1+情境 2，建議說明案例評估方法，避免誤解。	本計畫案例評估皆係以個別案例分別進行參數設定來進行分析，並非將情境 1 及情境 2 加總作為情境 3 之綜效。 經檢視係因為情境 1 及情境 2 策略影響範圍與對象較獨立，造成情境 3 分析結果之效益為情境 1、情境 2 相加。
本所綜計組朱珮芸副組長	1	本計畫評估旅次基礎與雙北推動公共運輸月票範圍不同，簡報第 19 頁建議說明各運具系統涵蓋範疇。	遵照辦理。
	2	簡報第 20 頁雙北地區軌道系統及公車旅次變化效果，建議與實務政策推動效果比較並說明差異來源。	遵照辦理，後續說明分析範疇、施行策略背景條件不同。
	3	簡報第 24 頁情境 3 效果等同情境 1 及情境 2 加總，請研究單位再進行確認。	由於情境 1 及情境 2 策略影響範圍較獨立，造成情境 3 分析結果之效益為情境 1、情境 2 相加。

附錄 4 計畫簡報

簡報大綱

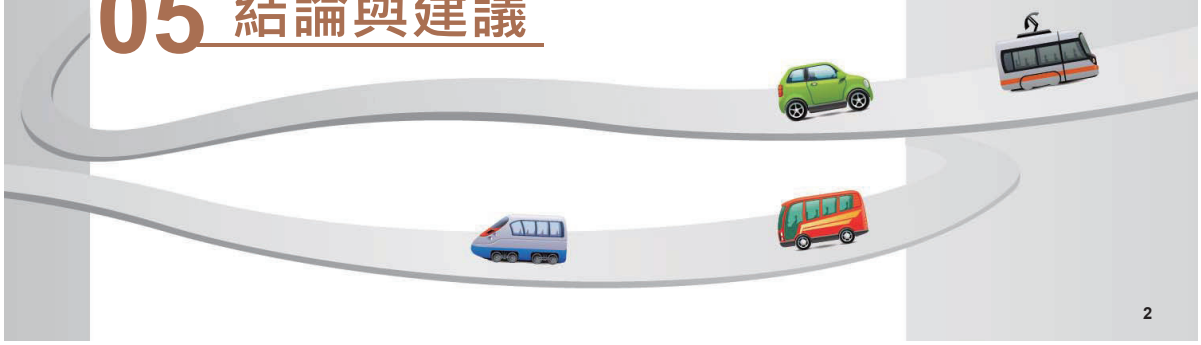
01 計畫背景與工作項目

02 文獻回顧

03 策略評估模組開發

04 整合平台與綠運輸網站

05 結論與建議



01 計畫背景與工作項目

1.1 計畫背景

1.2 計畫範圍與對象

1.3 工作項目與流程

1.1 計畫背景

全球各國節能減碳發展趨勢

我國溫室氣體減量目標：**2050年溫室氣體排放量需達到2005年之50%以下**

運輸部門為我國第三大溫室氣體排放部門

依據溫管法部門分類
第一大為製造部門，第二大為住商部門

建立運輸部門節能減碳策略評估工具
支援交通部配合辦理國家溫室氣體減量工作

2015~2018

運輸需求節能減碳策略評估模組

- 建立評估模組，導入具政策反應及預測能力之**運輸需求模型產出**，探討節能減排效益
- 結合運研所車輛能耗研究成果-**運具、道路類型、速率別能耗率**
- 維運**資訊平台與網站**，開發簡易計算工具

施政關聯性
運輸政策白皮書 - 綠運輸

自2014年系列計畫納入第二期能源國家型計畫(NEP-II)
2015年導入城際運輸需求模型，開發「城際節能減碳策略評估模組」
2017年導入都會運輸需求模型，開發「都會節能減碳策略評估模組」

1.2 計畫範圍與對象

運輸節能減碳策略評估模組
(應用城際及都會)

- 空間：全臺與臺北都會區
- 模組：2015年~2016年「城際運輸節能減碳策略評估模組」
  2017年「都會運輸節能減碳策略評估模組」
- 排放物：空氣污染物、溫室氣體
- 運具：機車、小客車、市區公車、公路客運、國道客運、捷運、臺鐵、高鐵、航空

運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台
(開發及更新)

- 對象：本所同仁/一般民眾
- 平台功能：知識庫(一般民眾)
  社會經濟、能源價格及溫室氣體參數資料庫(本所同仁)
  節能減碳管考模組與減碳策略評估支援模組(本所同仁)
- 平台開發：運輸節能減排簡易計算工具(本所同仁)
- 資料更新：最新消息每周更新，其他資訊每季更新

綠色運輸宣導網站
(更新)

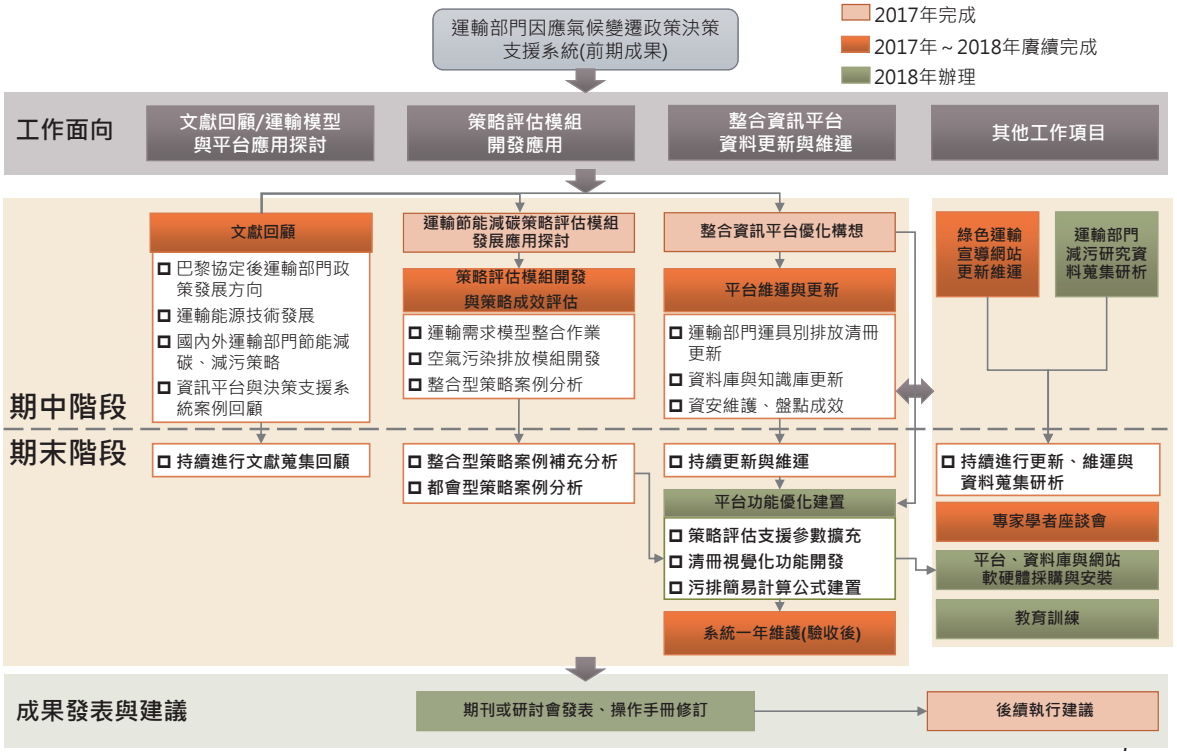
- 對象：一般民眾
- 網站功能：綠色運輸系統相關知識、訊息、科技新知、法令解釋、專業技術、研究成果、統計資料
- 資料更新：最新消息每周更新，其他資訊每半年更新
  綠運輸臉書粉絲專頁每周更新

1.3 工作項目與流程 (1/2)

✓ 工作項目已完成並納入報告

工作項目	辦理情形	期中	期末	章節
A.文獻蒐集回顧				
A-1運輸節能減碳、減污科研技術發展趨勢	蒐集國內外科研技術發展趨勢，回顧檢視我國運輸部門因應作為。	✓	✓	2.1
A-2國內外運輸部門推動方案與研究	蒐集最新國內外運輸部門推動節能減碳、減污政策方案與研究。	✓	✓	2.2
A-3本計畫系列研究歷年模組與平台開發成果	彙整系列研究及決策支援系統研究成果，以規劃後續年度維運。	✓	✓	2.3
B.都會運輸節能減碳模組開發及應用				
B-1運輸需求模組應用範疇及參變數異同	說明城際/都會運輸需求模組應用範疇與相關參變數。	✓		3.1
B-2跨城際/都會整合型案例分析	「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」案例分析。	✓		3.2.1
B-3環保署空氣污染排放清冊係數導入	引用空污排放係數資料，進行空氣污染排放效益估算。		✓	3.1.3、3.2.3
B-4都會節能、減碳與減污效益評估	「雙北市公車電動化+隨油徵收項目之稅費調整」進行效益評估。		✓	3.2.3
C.運輸部門消耗與溫室氣體排放整合資訊平台				
C-1本所估算節能減碳與減污效益邏輯程式化	配合組內需求，將4項節能減碳與減污簡易估算工具邏輯程式化。		✓	4.1
C-2檢討與優化平台開發簡易估算工具	配合組內需求，開發本年度新增簡易估算工具、優化平台介面。		✓	4.1
C-3運輸部門運具別排放清冊更新	完成2017年運輸部門運具別排放清冊更新。	✓	✓	4.2
C-4資訊平台維運與更新	進行資料庫更新、優化使用介面及視覺化圖表。	✓	✓	4.3
C-5資訊平台資安維護及盤點建置成效	定期進行系統檢測，逐月紀錄使用情形以進行網站成效盤點。	✓	✓	4.3
D.綠色運輸教育宣導網站				
D-1更新新聞性或議題資訊	每週定期更新教育宣導網站資訊。	✓	✓	5.1
D-2資安維護及盤點建置成效	定期進行系統檢測，逐月紀錄使用情形以進行網站成效盤點。	✓	✓	5.2、5.3
E.其他工作項目				
E-1協助運輸部門空氣污染減量研究5案	完成5案運輸部門空氣污染減量研究資料蒐集與研析。	✓	✓	附錄6
E-2辦理專家學者座談會及教育訓練	於10/17辦理專家學者座談會、10/25辦理教育訓練。		✓	附錄3、5
E-3完成期中、期末報告，修訂操作手冊	7/14提送期中、11/5提送期末報告；操作手冊併同期末修正提送。		○	
E-4研究成果投稿	於11/16「107年度能源經濟學術研討會」發表。		✓	
E-5驗收後隔日起，提供 1 年網站及平台維運			○	

1.3 工作項目與流程 (2/2)



02 文獻回顧

2.1 巴黎協定後發展重點

2.2 我國減碳、減污推動策略

2.3 都會運輸減碳、減污策略

2.4 運輸策略評估模型回顧

2.1 巴黎協定後發展重點

COP21~COP23 (2015~2017)

簽訂《巴黎協定》，約束各會員國提出「國家自主貢獻」(NDCs)，為繼京都議定書後，具有法律約束力的全球溫室氣體減量新協定，全球以抑制升溫2ºC為初步目標

巴黎協定後，
各國持續針對如何制定通用的減排盤查規範制度、查核程序及指引細節進行談判

IPCC於2018年10月8日發布《地球暖化1.5ºC》決策者摘要
提出地球暖化趨勢持續維持每10年增加0.2ºC；
並闡述Avoid與Shift策略具短期政策效益，Transfer策略為達到全球抑制升溫1.5ºC積極目標的重要方向

COP24 (2018)

波蘭卡托維茲會議，12/3~12/14召開
各國將完成協定的規則手冊，並展開2020年以前減排行動盤點

2.2 我國減碳、減污推動策略

* 空氣品質感測物聯網：提升環境稽查執法智慧化、提供即時空品資訊，運用大數據分析進一步加值應用
* 光化站：光化學評估監測站，針對臭氧濃度進行調查

2.3 都會運輸減碳、減污措施

- 低排放車輛優先或專用停車格
- 低排放車輛補助及推廣
- 低排放車輛停車優惠
- 二行程機車禁行管制
- 劃設低污染排放區
- 停車怠速熄火宣導
- 推動共享共乘制度

- 公共運輸業者優先採用低碳運具
- 指定路線使用低排放車輛
- 電動公車電池汰換補貼
- 公共運輸票價補貼

- 增設行人徒步區
- 建立公共自行車系統
- 增設電動車輛充電設施
- 建立碳足跡計算公式及資料庫
- 建立智慧停車系統提升找尋車位效率

都會政策推動以電動車輛、公共運輸補貼為主；尚缺乏抑制私人燃油車輛使用相關策略

2.4 運輸策略評估模型回顧

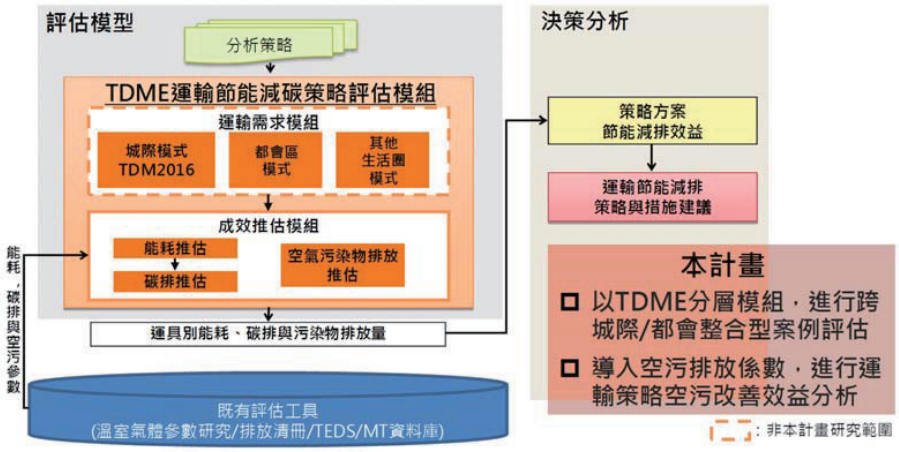
2015年 | 2016年 | 2017年 | 2018年

開發城際評估模組

- 導入既有城際模型，開發節能減碳分析工具
- 2016策略評估案例：①98-103年公共運輸發展 ②通行費率改變影響③臺鐵服務與效能改善 ④公共運輸發展目標⑤車輛燃油效率提昇

開發都會評估模組

- 導入既有都會模型，分層整合需求預測與能耗碳排成效推估模組
- 2017策略評估案例：①公車與捷運雙向轉乘優惠 ②臺北市中心全面收取汽車停車費
- 車公里年總量調整、全國碳排放量、公路系統及軌道系統能源消耗合理性檢視



03 策略評估模組開發

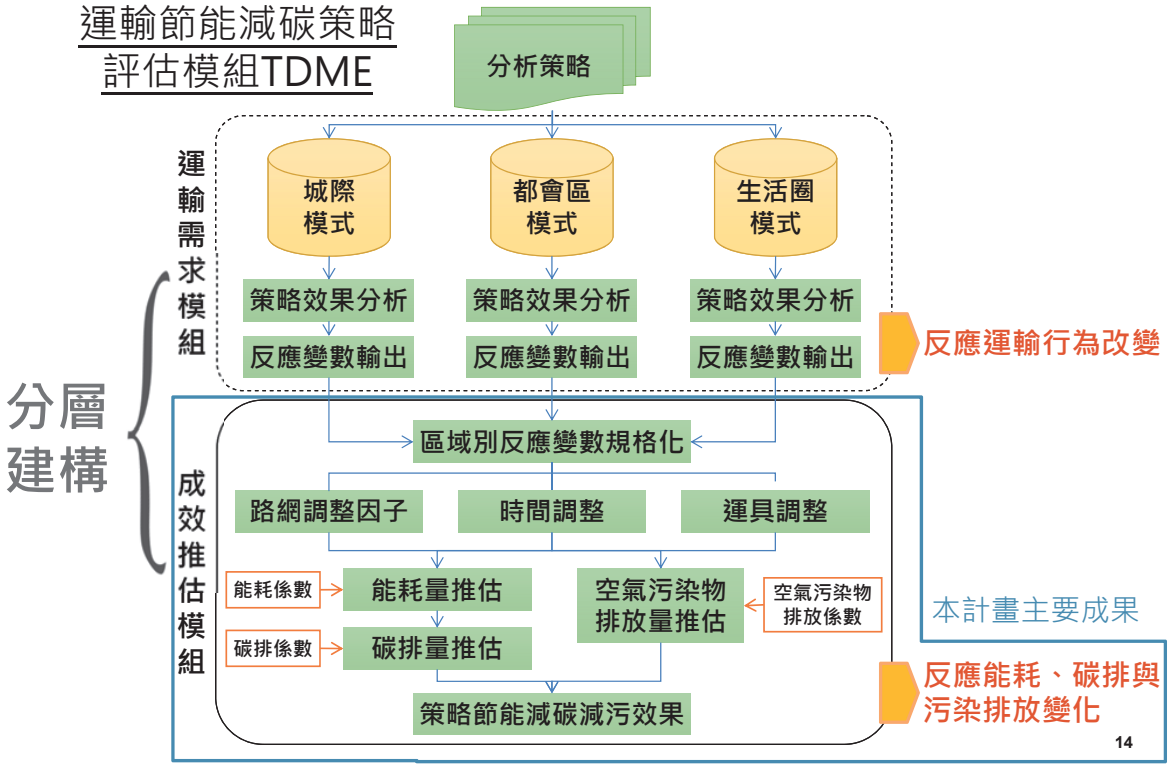
3.1 運輸節能減碳策略評估模組

3.2 整合型運輸策略評估

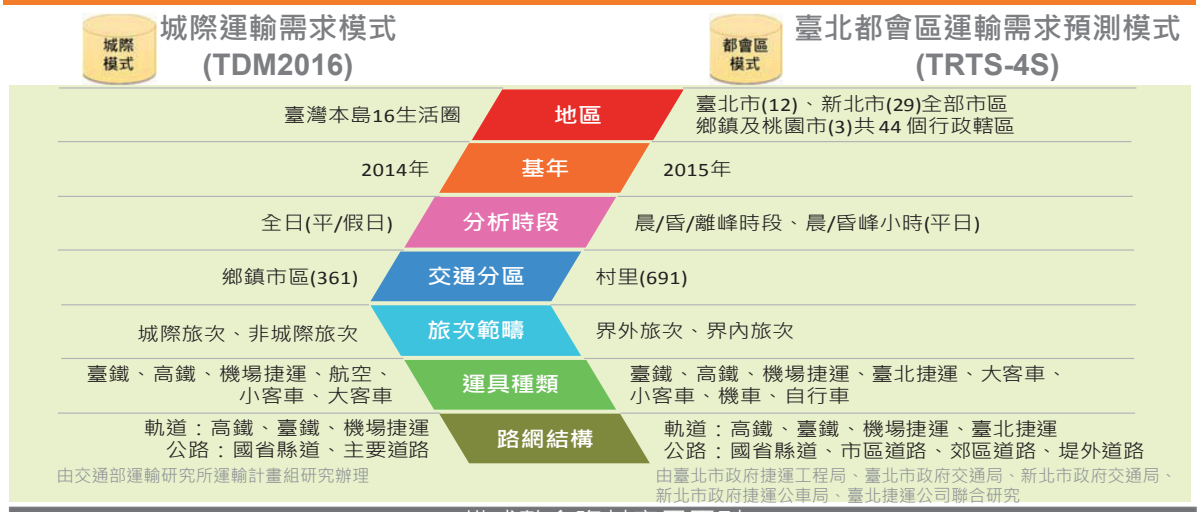
3.3 都會減污策略案例評估

3.4 案例評估總結

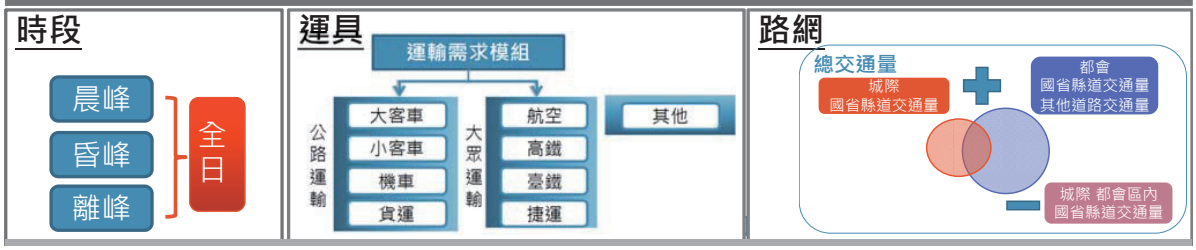
3.1 運輸節能減碳策略評估模組-架構



3.1 運輸節能減碳策略評估模組-模式整合應用



模式整合資料應用原則



3.2 整合型運輸策略評估-策略背景

跨城際運輸策略
首都圈推動
公共運輸月票

都會運輸策略
都會區內中心區
擴大汽機車停車收費範圍

- 首都圈：臺北都會區通勤範圍涵蓋雙北及桃園
- 首都圈現況公共運輸月票
  - ✓ 臺鐵定期票
  - ✓ 雙北公共運輸定期票
  - ✓ 桃園捷運定期票
- 案例假設：首都圈內推動公共運輸定期月票

拉

- 為改善道路使用狀況、停車秩序，落實使用者付費公平原則，進行停車格位收費管理
- 擴大停車收費範圍
  - ✓ **臺北市市中心9行政區**
    大同區、大安區、中山區、中正區、內湖區、松山區、信義區、南港區、萬華區
  - ✓ **新北市高繁忙地區13行政區**
    板橋區、新店區、新莊區、樹林區、蘆洲區、三峽區、鶯歌區、太山區、三重區、土城區、中和區、永和區、汐止區

推

3.2 整合型運輸策略評估-情境假設

「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」

首都圈公共運輸月票

適用範圍

首都圈內公車、臺北捷運、桃園機場捷運、臺鐵運輸系統

- 雙北地區旅次平均成本(現況)
  - **公共運輸(通勤族)單趟27元**
  - **汽車單趟油資30元**
- 定期票定價應具價格優勢
  →以現況27元再折扣8折
  (27 * 0.8 = 22)
- 將模式中通勤旅次每趟票價成本最高金額設定為22元
  (定期月票金額為1,320元)

*雙北地區旅次平均成本為臺北市政府交通局新聞發布資料。

汽機車停車收費範圍擴大

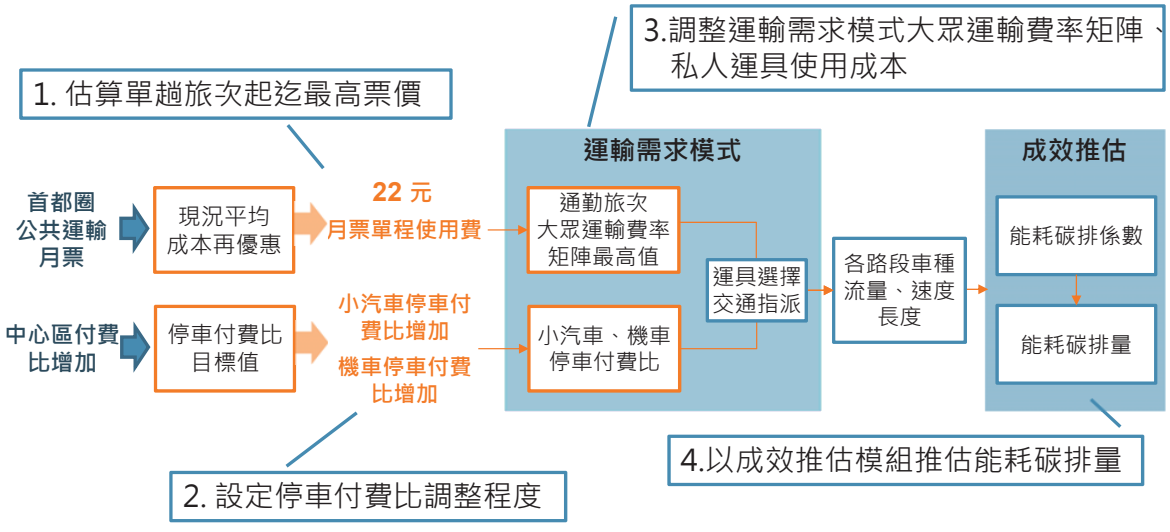
運具	現況停車費用	
	臺北市中心	新北高繁忙區
汽車	50元/時(59%)	30元/時(43%)
機車	30元/次(9%)	25元/次(4%)

- 民眾汽車停車收費比100%
  (平均每車停車費調漲17~20元/小時)
- 民眾機車停車受費比20%或50%
  (平均每車停車費調漲3~12元/次)
- 實施範圍
  臺北市市中心
  新北市高繁忙地區

*臺北市市中心汽車平均停車延時5.08小時(尖峰)
新北市高繁忙地區汽車平均停車延時5.6小時(尖峰)
*停車付費比為收費停車格位數/全部停車格位數
即停車付費比59%，全部停車格位數5萬輛，則收費停車格位數約3萬輛

3.2 整合型運輸策略評估-參變數設定及分析流程

「首都圈公共運輸月票+都會區停車收費範圍擴大」



3.2 整合型運輸策略評估-情境組合

情境	首都圈公共運輸月票	臺北市市中心停車收費範圍	新北市繁忙區停車收費範圍	結果探討
0	✖	✖	✖	
1	月票	✖	✖	A. 策略對不同區域、運具移轉之影響性
2	✖	P 100%	✖	
3	月票	P 100%	✖	
4	月票	P 100% P 20%	✖	B. 停車費實施範圍、對象、程度之影響性
5	月票	P 100% P 20%	P 100% P 20%	
6	月票	P 100% P 50%	P 100% P 50%	

VS.

3.2 整合型運輸策略評估-結果A (1/4)

評估項目		情境0 維持現狀	與情境0比較		
			情境1 公共運輸月票	情境2 擴大北市汽車停車範圍	情境3 公共運輸月票+擴大汽車停車範圍
日旅次量(運具比)	公共運輸	379.1萬人旅次 (27.5%)	+2.9 (+0.2%)	+21.9 (+1.6%)	+25.2☺ (+1.8%)
	小汽車	418.4萬人旅次 (30.3%)	-0.8 (-0.1%)	-75.6 (-5.5%)	-76.3☺ (-5.5%)
	機車	548.8萬人旅次 (39.8%)	-2.1☺ (-0.2%)	+50.3 (+3.6%)	+47.7 (+3.5%)
年能耗量		2,658.4千kloe	-14.6	-154.7	-169.2☺
大安森林碳排年吸附量座數		6,987.2千公噸	-98座	-1,044座	-1,142座☺

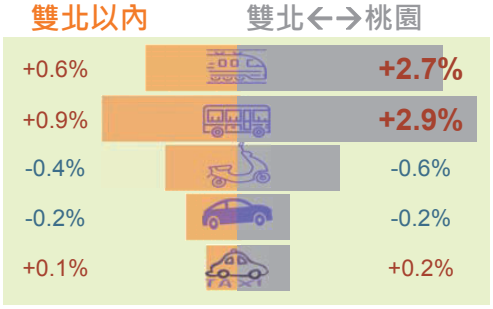
註：公共運輸包含公車及軌道系統

3.2 整合型運輸策略評估-結果A (2/4)

區域層級影響效果(比較基準為情境0)

情境1 公共運輸月票

旅次數變化情形

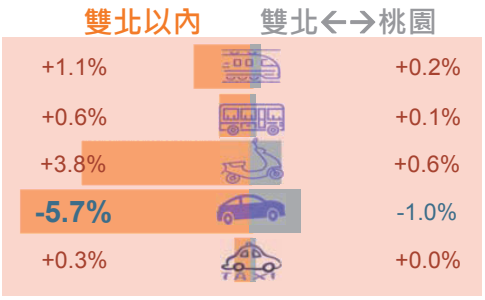


雙北←→桃園> 雙北地區

- ✓ 雙北←→桃園通勤旅次長度較長，受惠程度較多

情境2 北市汽車停車範圍擴大

運具比變化情形



雙北地區 > 雙北←→桃園

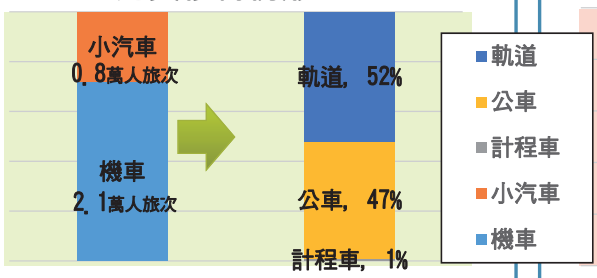
- ✓ 雙北地區擴大停車收費範圍
- ✓ 雙北地區通勤旅次較短，擴大停車收費範圍影響效果大
- ✓ 主要移轉短途旅次至使用機車

3.2 整合型運輸策略評估-結果A (3/4)

運具移轉影響效果(比較基準為情境0)

情境1 公共運輸月票

運具移轉情形

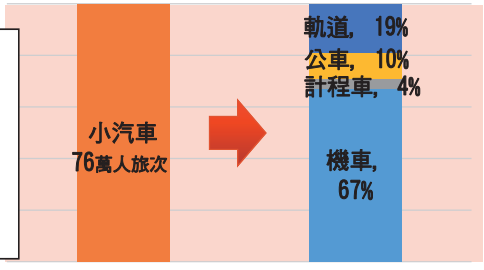


公共運輸增量主要來自機車

- ✓ 公共運輸增加2.9萬人旅次
- ✓ 機車減少2.1萬人旅次；小汽車減少8千人旅次
- ✓ 路網效率提升，計程車增加4百人旅次

情境2 北市汽車停車範圍擴大

運具移轉情形



小汽車多移轉至使用機車

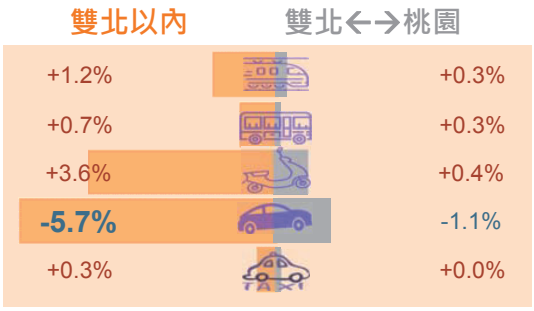
- ✓ 小汽車減少76萬人旅次
- ✓ 機車增加50萬人旅次

3.2 整合型運輸策略評估-結果A (4/4)

情境3 公共運輸月票+擴大北市汽車停車範圍 (比較基準為情境0)

區域層級影響效果

運具比變化情形

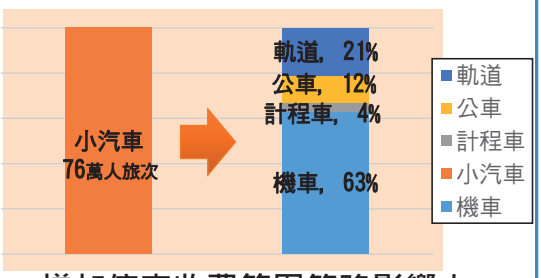


雙北地區 > 雙北←→桃園

- ✓ 皆為小汽車移轉至其他運具
- ✓ 雙北地區小汽車運具比減少5.7%，主要移轉至使用機車

運輸移轉影響效果

運具移轉情形



增加停車收費範圍策略影響大

- ✓ **需求價格彈性**
  情境1 公共運輸 -0.2
  情境2 小汽車 -0.6
- ✓ **單趟平均成本變化**
  情境1 公車19.4元/趟→15.2元/趟
  情境2 小汽車77元/趟→91元/趟

★併行推拉策略有效增加公運旅次、抑制私人運具使用

3.2 整合型運輸策略評估-情境組合

情境	首都圈公共運輸月票	臺北市市中心停車收費範圍	新北市繁忙區停車收費範圍	結果探討
0	✖	✖	✖	
1	月票	✖	✖	
2	✖	P 100%	✖	A. 策略對不同區域、運具移轉之影響性
3	月票	P 100%	✖	
4	月票	P 100% P 20%	✖	B. 停車費實施範圍、對象、程度之影響性
5	月票	P 100% P 20%	P 100% P 20%	
6	月票	P 100% P 50%	P 100% P 50%	

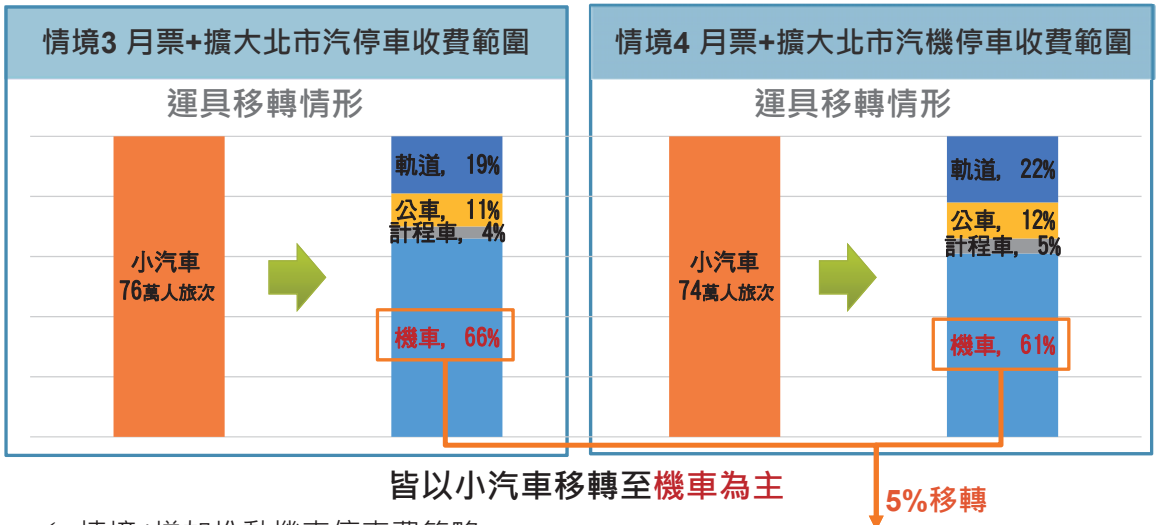
3.2 整合型運輸策略評估-結果B (1/4)

評估項目		情境1 公共運輸月票	與情境1比較		
			情境4 公共運輸月票+擴大北市汽機車停車收費範圍	情境5 公共運輸月票+擴大雙北汽機車停車收費範圍	情境6 公共運輸月票+擴大雙北汽機車停車收費範圍(機車加嚴)
日旅次量(運具比)	公共運輸	382.0萬人旅次 (27.7%)	+25.0 (+1.8%)	+38.3 (+2.8%)	+48.9☺ (+3.5%)
	小汽車	417.6萬人旅次 (30.3%)	-73.8 (-5.4%)	-131.6☺ (-9.5%)	-122.8 (-8.9%)
	機車	546.7萬人旅次 (39.6%)	+45.2☺ (+0.3%)	+86.9 (+0.5%)	+65.8 (+0.6%)
年能耗量		2,643.8千kloe	-154.8	-234.5☺	-227.3
大安森林碳排年吸附量座數		-98座	-1,143座	-1,681座☺	-1,632座

註：公共運輸包含公車及軌道系統

3.2 整合型運輸策略評估-結果B (2/4)

運具移轉影響效果(比較基準為情境1)



皆以小汽車移轉至機車為主

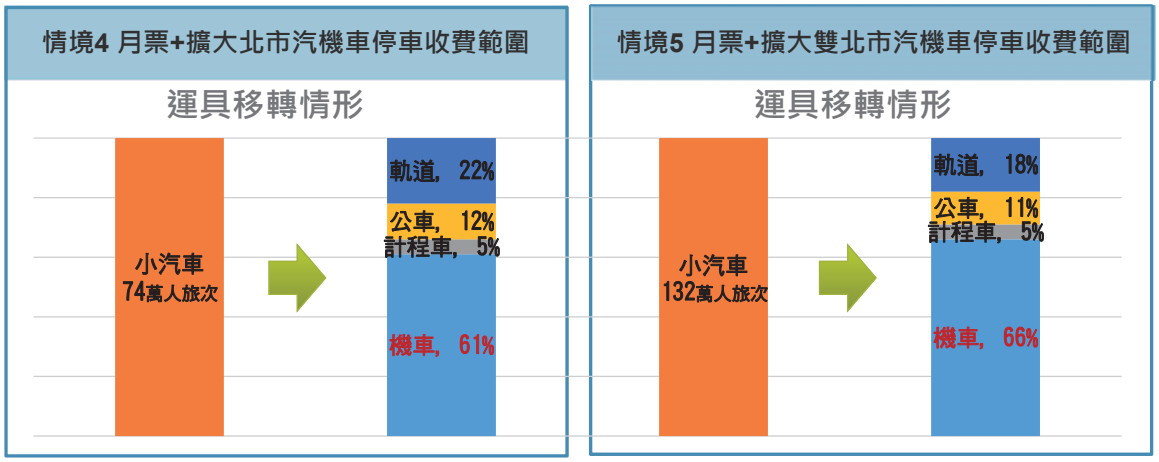
5%移轉

✓ 情境4增加推動機車停車費策略
→小汽車移轉至機車之旅次減少
→移轉至公共運輸之旅次量增加
(增加29,916旅次)

★月票併行擴大機車停車費收費範圍策略，減少機車使用，移轉的5%機車族中有64%轉為使用公共運輸

3.2 整合型運輸策略評估-結果B (3/4)

運具移轉影響效果(比較基準為情境1)



皆以小汽車移轉至機車為主

✓ 情境5 擴大實施範圍
→小汽車旅次變化大於機車
→小汽車移轉至機車的比率上升

3.2 整合型運輸策略評估-結果B (4/4)

運輸能耗碳排影響效果(比較基準為情境1)

情境5 月票+雙北汽機車停車收費範圍擴大		情境6 月票+雙北汽機車停車收費範圍擴大(機車加嚴)
420.3萬	公共運輸日旅次量	431.0萬
919.6萬	私人運具日旅次量	907.3萬
31%	小汽車占比	32%
69%	機車占比	68%
☺ 2,409.2 千kloe	年總能耗	2,416.5 千kloe
☺ 6,333.2 千公噸	年總碳排	6,352.4 千公噸

情境6 私人運具旅次量較低，但能耗碳排量較高

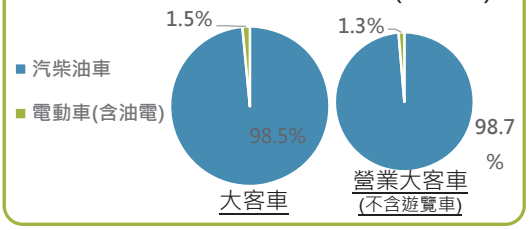
✓ 情境6 加嚴機車停車收費範圍
→機車旅次移轉至公共運輸、小汽車，私人運具總旅次下降(小汽車占比上升)
→能耗、碳排量皆較情境5高

★ **由於小汽車能源效率及碳排表現較差→情境6總能耗及碳排增加**
(106.12汽機車電動車占比約達0.02%、0.83%)
雙北市汽機車輛全面電動化(電動汽機車占比達100%)後，情境6節能減碳效益較情境5佳

3.3 都會減污策略評估-案例說明

2030年公車全面電動化

- 行政院「空氣污染防制行動方案」指標性政策目標：
  1. 2019年空污紅害減半。
  2. 2030年新購公務車輛及**公共運輸大巴士全面電動化**。
  3. 2035年新售機車全面電動化。
  4. 2040年新售汽車全面電動化。
- 現況電動大客車比例(106年)



*電動大客車政策為交通部主導， 機車與汽車電動化政策仍需配合經濟部、環保署等相關部會政策。

隨油徵收項目之稅費調整

- 環保署於106年9月調漲隨油徵收的空污費。
  1. 汽油0.3元/公升
  2. 柴油0.4元/公升
  3. 估計一年可增加空污基金19億元。
- 油品最終零售價=稅前批售價+相關稅費(土污費、空污費、石油基金、貨物稅、營業稅等)

3.3 都會減污策略評估-情境假設

「公車電動化+隨油徵收項目之稅費調整」

公車電動化

- 2030 年公車全面電動化

隨油徵收項目之稅費調整

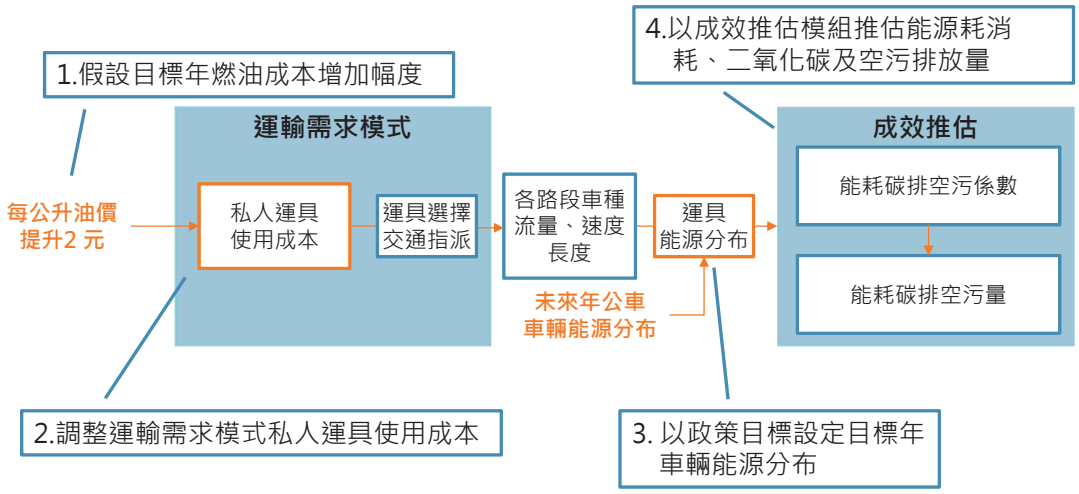
- 考慮政策推動可行性，及近年油價波動趨勢，油品隨油徵收項目(如空污費)稅費調漲2元/公升

*假設2030年油價約為53元/公升

情境	2030年推動措施	結果探討
0	無	運輸策略推動對都會區碳排污排改善效益
1	公車電動化	
2	隨油徵收項目之稅費調整	
3	公車電動化+隨油徵收項目之稅費調整	

3.3 都會減污策略評估-參變數設定與分析流程

「公車電動化+隨油徵收項目之稅費調整」



3.3 都會減污策略評估-分析結果

評估項目	情境0	與情境0比較		
		情境1 公車電動化	情境2 隨油徵收項目稅費調整	情境3 公車電動化+隨油徵收項目稅費調整
公共運輸日旅次量(運具比)	482.4萬人旅次 (31.7%)	-	+14.1 (+0.1%)	+14.1 (+0.1%)
年能耗量	2924.7千kloe	-145.9	-6.6	-152.4
CO年排放量	80.8千公噸	-1.4	-0.2	-1.6
$PM_{2.5}$年排放量	2.0千公噸	-0.1	-0.003	-0.1
NO_X年排放量	17.7千公噸	-2.9	-0.02	-2.9
大安森林碳排年吸附量座數	7675.7千公噸	1,100座	45座	1,144座

車輛電動化，運輸需求不變

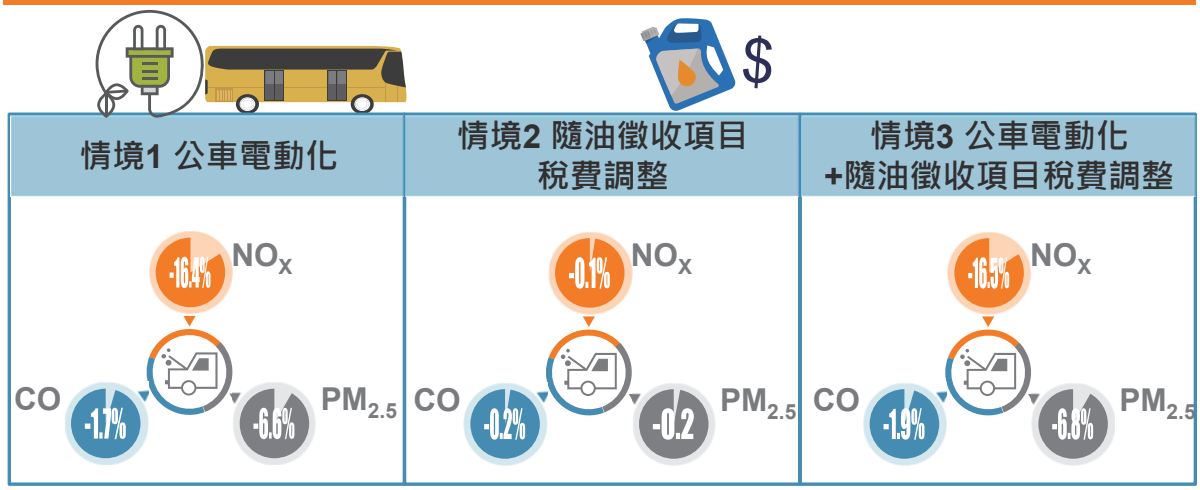
私人運具使用成本增加，公共運輸使用率上升

車輛電動化，效益明顯

油價上漲2元，增幅不夠，影響效果較弱

註：公共運輸包含公車及軌道系統

3.3 都會減污策略評估-分析結果



公車全面電動化較隨油徵收項目稅費調整2元情境效果明顯

✓ 情境1直接減量45%大客車之燃油消耗；情境2移轉0.1%總旅次量至公共運輸
→情境1之NO_X、CO、 $PM_{2.5}$減排效益皆較情境2高

空氣污染物中以NO_X減量效果較佳

✓ NO_X為柴油車主要排放空氣污染物
→情境1、情境3推動公車電動化情境下，NO_X減排效益佳

33

3.4 案例評估總結

■整合型運輸策略評估(減碳效益評估)

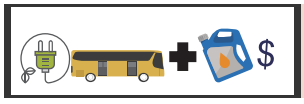
□ 公共運輸月票策略以臺北←→桃園旅次影響較顯著；
擴大汽車停車收費範圍策略以雙北以內旅次影響較顯著

□ 運具移轉效果主要皆以小汽車移轉至機車為主；
依擴大機車收費範圍策略強度移轉比率分配產生差異

□ 情境5【月票+擴大雙北汽機車停車收費範圍】(汽機車停車付費比100%、20%)，減碳效益最佳，達9.4%

■都會減污策略評估

□ 隨油徵收項目稅費上漲2元之情境設定，
價格調漲幅度不足以影響，致減排效果有明顯效益



□ 組合情境減排效益最佳，公車電動化影響明顯，NO_X減量效益最顯著

34

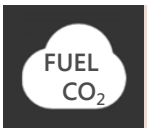
04 整合平台與綠運輸網站

4.1 運輸部門運具別排放清冊

4.2 平台與網站維運

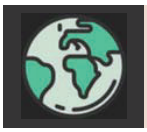
4.3 整合資訊平台功能開發

4.1 運輸部門運具別排放清冊



□計算方法引用IPCC2006年方法

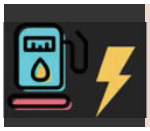
- 溫室氣體排放量=能源使用量$_{ab}$×溫室氣體排放係數$_{ac}$
  - a：燃油類別；b：運具別；c：溫室氣體別



□溫室氣體排放係數引用IPCC2006年報告

- 與能源局、環保署引用參數一致

(1) 能源局，我國燃料燃燒二氧化碳排放統計 (2) 環保署，中華民國溫室氣體清冊報告

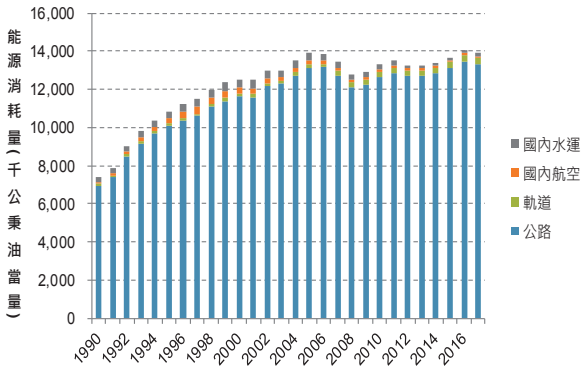


□我國油品/電力排放係數、 油當量轉換值
引用能源局公告值

□分別計算公路運輸、軌道、國內水運、國內航空
(1) 能源消耗量 (2) 溫室氣體排放量

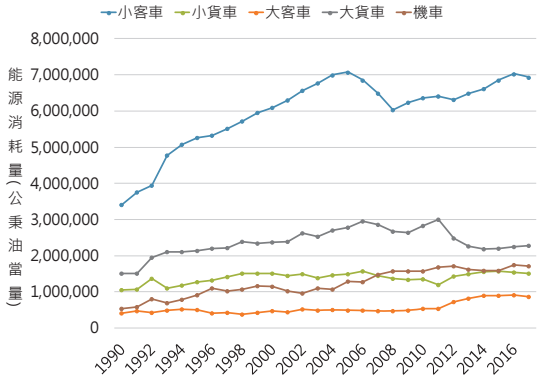
4.1 運輸部門運具別排放清冊-能源消耗

□能源消耗量



- 能源消耗量長期上升，2017年略降
  - 2017 年較 2016年減少約14 萬公秉油當量 (2017年油價較2016年低)
- 以公路系統為主
  - 占運輸部門96%消耗量
- 軌道系統次之

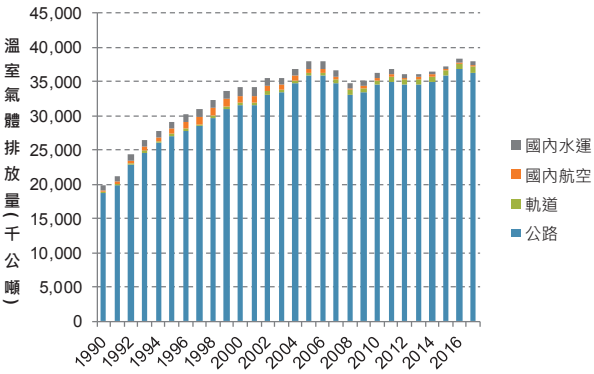
□公路系統能源消耗量



- 以小客車為主要排放來源，其次為大貨車，第三為機車，第四為小貨車

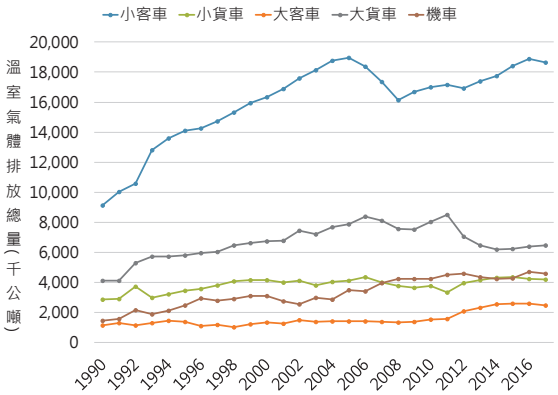
4.1 運輸部門運具別排放清冊-溫室氣體排放

□溫室氣體排放量



- 溫室氣體排放量長期仍呈上升趨勢，2017年略降
  - 2017 年較 2016年減少約34 萬公噸
- 以公路系統為主
  - 占運輸部門96%排放量
- 軌道系統次之

□公路系統溫室氣體排放量



- 以小客車為主要排放來源，其次為大貨車，第三為機車，第四為小貨車

4.1 運輸部門運具別排放清冊-改善建議

資料名稱	更新頻率	取得方式	清冊應用項目
機動車輛登記數 (按燃料別分)	每月	監理所車籍登記資料 協商取得完整監理統計資料	車輛數
汽車延車公里統計 (按使用燃料分)	每年	監理所車輛定檢資料 五大車廠保養調查記錄	車輛之每車年平均行駛里程
使用狀況調查： 自用小客車、機車 營運狀況調查： 計程車、遊覽車	每2年	問卷設計改善、擴大辦理 問卷調查 (汽機車0.1~0.2%) (計程車7.9%) (遊覽車29.5%) 資料回填確認	燃油效率 使用率、空車率 載客人數 日行駛里程
客運業營運概況： 市區公車、公路汽車	每月	業者申報 落實運輸業管理規則第24條，查核運輸成績及燃油消耗報表	車輛數、年行駛里程、燃油效率、延人(噸)公里、延車公里
公路汽車貨運業營運概況	每2月	問卷調查350家貨運業者 納入調查計畫、更新研究成果	
小貨車燃油效率	1998年 2012年	運研所研究報告	小貨車燃油效率
大貨車燃油效率	2000年	運研所研究報告	大貨車燃油效率

39

4.2 平台與網站維運-3大平台介紹

■ 本計畫進入第4年，共維運3大平台，使用量逐年增加

dsstransport.iot.gov.tw/

■ 建置目的
- 提供運輸節能減碳政策與相關技術發展資訊，並開發運輸節能減碳簡易計算工具提供使用者試算節能減碳成效

■ 工作項目
- 系統維運、盤點使用績效
- 優化簡易計算工具
- 平台功能調整精進

■ 推廣成果
- 累積瀏覽人次(104.4-107.10)：5,001
- 月平均瀏覽人次：116

greentransport.iot.gov.tw/

■ 建置目的
- 透過定期發布綠運輸新聞及相關新知提高民眾對於綠色運輸之認知，進而推廣與鼓勵民眾使用綠色運輸系統

■ 工作項目
- 更新新聞性或議題資訊
- 辦理網頁版面與美編
- 使用者績效盤點

■ 推廣成果
- 累積瀏覽人次(102.5-107.10)：180,043(已達年度目標18萬)
- 月平均瀏覽人次：2,728

www.facebook.com/greentransport.tw/

■ 建置目的
- 考量國人臉書使用率高，全台用戶達1,900萬，占總人口80%，因此創立「綠色運輸臉書粉絲專頁」

■ 工作項目
- 更新新聞資訊
- 配合業主需求更新資訊
- 使用者績效盤點

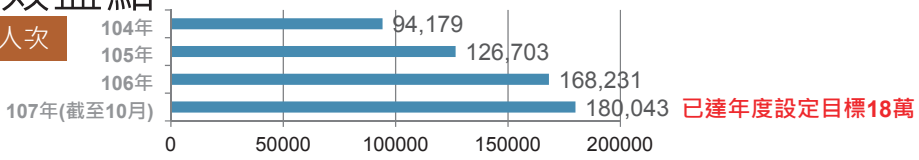
■ 推廣成果
- 粉絲人數：4,015名

40

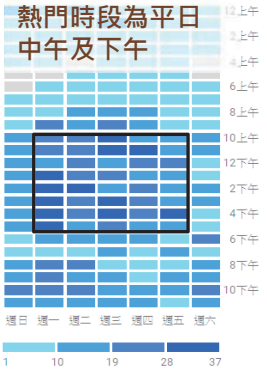
4.2 平台與網站維運-綠色運輸宣導網

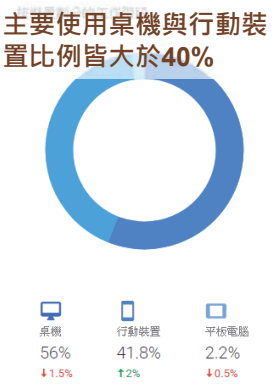
■績效盤點

瀏覽人次



用戶分析





已配合於熱門時段前發佈、更新最新消息，提升資訊更新時效與增加瀏覽人次

4.2 平台與網站維運-綠運輸臉書粉絲專頁

■績效盤點

粉絲人數
(持續增加)

綠運輸臉書104年按讚數　綠運輸臉書105年按讚數　綠運輸臉書106年按讚數　綠運輸臉書107(10月)年按讚數

用戶分析

主要搜尋來自臉書，
其次則為GOOGLE

首頁人次最多，
其次則為貼文

已配合於熱門時段前更新貼文，以利使用者接收資訊與增加瀏覽人次

4.2 平台與網站維運-新聞更新

■ 新聞發佈統計(107/1/1-107/10/31)

- 整合平台，新聞數共131則
- 綠色運輸宣導網，新聞數共133則
- 綠色運輸臉書專頁，新聞數共611則

■ 各月份貼文最高觸及人數(107/1/1-107/10/31)

日期	新聞標題	貼文觸及人數
1/27	西班牙政府與Mobileye合作 打造適合自駕車道路環境	1,524
2/17	深度學習不僅協助交通執法 更在零售競爭脫穎而出	934
3/22	人數立足點不同　高捷不跟進雙北月票	2,222
4/5	電動車停車免費損失3700萬 林佳龍：綠色交通無價	1,980
5/6	是什麼原因讓印尼塞車嚴重，就連總統都寧可下車步行	4,980
6/5	開車7分鐘 公車45分 議員轟：難怪內湖交通無解	850
7/19	全市都是綠建築 哥本哈根「2025年零碳」	776
8/10	北市公車補貼暴增　明年度恐花49億	1,428
9/15	道路「駝峰」用畫的 桃市交通局自創標線超逼真	940
10/22	別讓權益睡著！信用卡買車票 遇意外都有理賠	1,000

目前最高

43

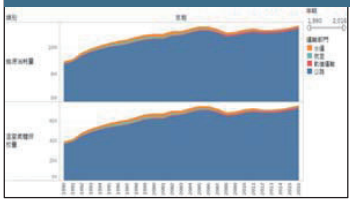
4.3 整合資訊平台功能開發 (1/3)

■ 排放清冊視覺化

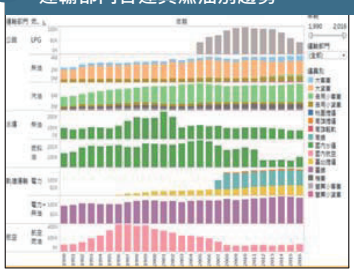
- 資料逐年累計，配合圖像化與簡易操作，視覺化進行展示

A 各年期能耗與碳排占比(各運具)

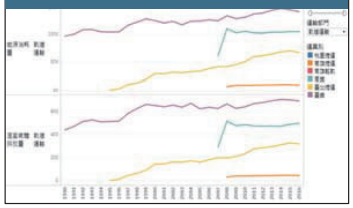
B 歷年能源消耗量與溫室氣體排放整體長期趨勢



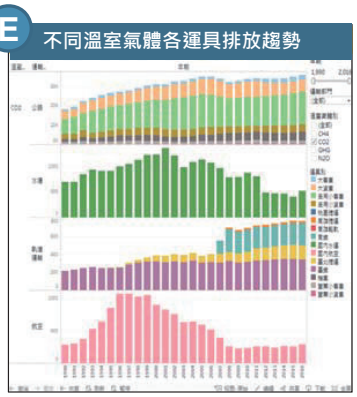
C 運輸部門各運具燃油別趨勢



D 不同運輸部門各運具能耗與溫室氣體排放趨勢



E 不同溫室氣體各運具排放趨勢



44

4.3 整合資訊平台功能開發 (2/3)

■簡易計算工具優化與減污計算工具開發

A 減污效益簡易計算工具

B 簡易計算工具相對年期與成果視覺化

C 更多設定新增儲存功能

45

4.3 整合資訊平台功能開發 (3/3)

■配合業務需求調整平台功能

A 新增都會模組開發成果

C 新增即時油價查詢連結

B 更新基線推估成果

D 平台相關內容、資料庫更新與資安修正 (http→https)

46

05 結論與建議

5.1 結論

5.2 建議

5.1 結論

模型應用	■透過時段、運具、路網進行模型成果整合應用 ■未來可導入運輸需求模式進行模型成果整合應用以分析不同地區運輸策略之節能減排效益
策略研究發現	■交通部門主導之運輸策略由於運具使用習慣已養成，多數民眾運輸行為較難改變，節能減碳減污效益較差 ■私人運具具備及戶優勢，且成本低廉，需大幅提高成本才能趨使移轉 ■較大的施政力道亦會使得政策推動阻力擴大，影響施政可行性
政策推動建議	■政策推動應先能滿足「行」的需求，民眾才具備公共運輸的選擇權 ■停車費訂定策略應多方考慮，若只迫使停車轉移至私人停車場，政策效益無法發揮 ■經濟、環保部門主導之車輛電動化、汰換策略可直接達到節能減排效益；然實務推動後期政策效益疲弱

5.2 建議

TDME模型

- 透過不同模型探討不同地區策略效益
- 進行策略之成本效益分析估算投放比
- 探討電動車輛策略推動之配套措施

排放清冊

- 精進引用資料品質、新能源能耗及排放參係數

運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台

- 持續維運及精進平台功能
- 持續充實及更新平台知識庫
- 規劃擴大應用對象

綠色運輸宣導網

- 併入運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台

》適度重新檢討3大平台網頁之功能與定位，並且予以整併《

49

50

附件

附件1 期中審查意見辦理情形

附件2 專家座談與教育訓練辦理成果

附件3 運輸節能減碳策略評估模組-需求模式

附件1 期中審查意見辦理情形

報告架構、文獻回顧	• 依據意見補充文獻回顧內容 • 調整報告架構
跨層級整合型案例評估	• 擴充分析機車停車收費管理策略效果 • 釐清與雙北市公共運輸月票之關聯性 簡報3.2
運具別溫室氣體排放清冊	• 提供清冊估算適用資料蒐集方法建議 • 交待引述資料來源 簡報4.1

附件2 專家座談與教育訓練辦理成果

專家座談會10月17日

- 議題討論：
  Ⅰ.對本期運輸策略評估內容之看法
  Ⅱ.對系列計畫評估工具發展之看法
- 邀請5位專家學者與會，包含臺灣大學教授、淡江大學教授、核能所、臺綜院、臺北市公運處
- 後續發展意見：
  Ⅰ.運輸策略評估模型發展建議：探討假日行為、支援評估推動政策(組合)對減量目標達成情形
  Ⅱ.運輸策略評估模型應用建議：可考量評估經濟誘因以外政策對運輸行為之衝擊，如電動車推廣政策誘因、老舊車淘汰、區域限行政策、減少機車停車空間等

教育訓練10月25日

- 課程內容：整合資訊平台模組介紹、排放清冊視覺化與簡易計算工具操作、運輸需求策略評估模型簡介與案例評估結果說明
- 與會單位：運研所綜計組、環興科技、台綜院、鼎漢顧問
- 後續發展意見：列明各項參係數與分析結果單位、建議開放一般民眾或其他研究單位使用權限

53

附件3 運輸節能減碳策略評估模組-需求模式

本計畫以**運輸需求預測模型**估算運輸能源需求

國內運輸需求模式發展現況

	建置情形	空間範圍	建置單位	主要用途
城際模式	已完成	全臺本島	交通部 運研所	未來整體運輸發展規劃與政策評估
都會區模式	已完成	臺北、桃園、 臺中、臺南、高雄	縣市政府	捷運路線研究與區域發展分析
生活圈/縣市模式	已完成	17個生活圈	內政部營建署/ 縣市政府	生活圈道路分年建設計畫擬定、整體運規

- 多屬於單一空間尺度分析模式，建構之空間範圍、分析對象、分析路網尺度不同
- 因應分析目的與處理問題建構，難以以一套模式涵蓋各種尺度課題的分析
- **需透過模型整合不同尺度模式產出結果**

54

附錄 模型整合應用示意

1 省線道、主要幹道道路調整 城際分區較大

旅次量調整係數 = TRTS旅次數 / (TRTS界內旅次數+TDM城際旅次數)

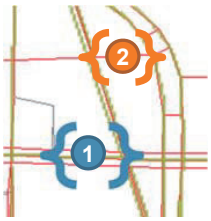
TRTS界內路段交通量	
機車	9693
小客車	21088
計程車	3549

＋

TDM城際路段交通量	
小客車	3219
小貨車	297
大貨車	216
聯結車	215

× 旅次量調整係數 =

調整後路段交通量	
機車	9693
小客車	24260
計程車	3549
小貨車	297
大貨車	431



2 巷道道路調整 都會巷道簡化

比較TRTS模式路網與**交通部路網數值圖**之涵蓋率(以路網里程計算)，巷道涵蓋率約達23%。

TRTS巷道延車公里	
機車	3700
小客車	4333
計程車	1099

÷ 路網涵蓋率 =

調整後延車公里	
機車	16,087
小客車	18,839
計程車	4,778

55