106-075-6189
MOTC-IOT-105-TDB001

城際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 106 年 8 月

106

城際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 978-986-05-3094-0

ISBN 條碼

GPN：1010601004

定價 680 元

106-075-6189
MOTC-IOT-105-TDB001

城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

著者：胡以琴、周諺鴻、李宗益、曾依蘋、鄭正元、陳尉雯、劉俐伶、黃俊培、黃韻潔、吳姿瑩、黃于真、林大鈞、張瓊文、朱珮芸、傅　強、許義宏、劉彥聖

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 8 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用.(2/2) / 胡以琴等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民106.08
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-3094-0(平裝)

1.運輸管理 2.決策支援系統

557 106012481

城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

著　　者：胡以琴、周諺鴻、李宗益、曾依蘋、鄭正元、陳尉雯、劉俐伶、黃俊培、黃韻潔、吳姿瑩、黃于真、林大鈞、張瓊文、朱珮芸、傅　強、許義宏、劉彥聖
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＞圖書服務＞本所出版品)
電　　話：(02)23496789
出版年月：中華民國 106 年 8 月
印 刷 者： 承亞興圖文印刷有限公司
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：680 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：1010601004　ISBN：978-986-05-3094-0 (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：城際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）
ISBN 978-986-05-3094-0 (平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010601004</td><td>運輸研究所出版品編號
106-075-6189</td><td>計畫編號
105-TDB001</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：綜合技術組
主管：張瓊文
計畫主持人：張瓊文
研究人員：朱珮芸、傅　強、
許義宏、劉彥聖

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：胡以琴
研究人員：周諺鴻、李宗益、曾依蘋、
鄭正元、陳尉雯、劉俐伶、
黃俊培、黃韻潔、吳姿瑩、
黃于真、林大鈞

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 105 年 3 月
至 105 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：運輸部門節能減碳、策略評估模組、城際運輸需求、決策支援系統</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：

因應「溫室氣體減量及管理法」與巴黎協定，本所持續辦理運輸部門溫室氣體之評估模型與「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」等基礎研究，以支援交通部推動運輸部門節減碳業務，並協助研提運輸部門減量目標、研擬減量策略，以及估算成長基線。前期研究成果已可針對國家型及總體型政策進行節能減碳效益評估。為強化區域交通策略評估功能，本期計畫開發城際運輸需求節能減碳策略評估模組，有關節能減碳效益分析可區分為「區域別」與「運具別」，並評估策略範疇包括私人運具使用管理、節能運具推廣、公共運輸推動等。同時，本計畫亦持續維運「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」及「綠色運輸教育宣導網站」，以及開發節能減碳簡易計算工具，支援交通部部屬機關評估策略節能減碳效益。

另方面，本計畫應用開發城際運節能減碳評估模組進行「98-103年公共運輸發展」與「通行費率改變影響」2項已推動城際案例，以及「臺鐵服務與效能改善」、「公共運輸發展目標」及「車輛燃油效率提昇」等3項未來可推動策略分析，結果顯示以「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」兩項策略節能減碳效益最為顯著，2項策略併行推動下，2030年總節能減碳效果約達1,945千公秉油當量及5,104千公噸，減量效益約為12%。</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>106 年 8 月</td><td>565</td><td>680</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>

INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Development and Applications in Intercity Transportation Energy Conservation and Carbon Reduction Evaluation Module			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-05-3094-0	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010601004	IOT SERIAL NUMBER 106-075-6189	PROJECT NUMBER 105-TDB001
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Chiung-Wen Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiung-Wen Chang PROJECT STAFF: Pei-Yun Chu, Chiang Fu, Yi-Hung Hsu, Yen-Sen Liu PHONE: (02)2349-6874 FAX: (02)2712-0223			PROJECT PERIOD March 2016 TO December 2016
RESEARCH AGENCY: THI Consultants lnc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yi-Chin Hu PROJECT STAFF: Yen-Hung Chou, Tsung-Yi Lee, Yi-Ping Tseng, Jenq-Yuan Jenq, Wei-Wen Chen, Li-Ling Liu, Chun-Pei Huang, Yun-Chieh Huang, Tzu-Ying Wu, Yu-Chen Huang, Ta-Chun Lin ADDRESS: 5F, No.130, Sungshan Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.11090, Taiwan (R.O.C.) PHONE: +886 2 2748-8822			
KEY WORDS: Energy Conservation and Carbon Reduction for Transport sector, Policy Assessment Model Set, Intercity Transport Demand, Decision Support System			

ABSTRACT:

In response to the Greenhouse Gas Reduction and Management Act and Paris Agreement, the institute launched a series of research for policy assessment model set and decision support system, in order to assist the Ministry of Transportation and Communications implementing the Energy Conservation and Carbon Reduction Policy for the Transport Sector. The previous "Integrated Information Platform for Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in the Transport Sector of Taiwan" project analyzed the national and overall level strategy.

The modified evaluation model of the study incorporating the transportation demand model aims to strengthen the function of assessing traffic strategies. The evaluated benefits cover the use of private transport management, promotion of energy-efficient vehicles, promotion of public transport, and other strategies, and evaluate the energy conservation and carbon reduction benefit subdivided into "modal" and "regional" dimensions. Meanwhile, this project also continues to maintain the Integrated Information Platform for Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in the Transport Sector of Taiwan" project and the "Green Transportation" website of the Institute of Transportation, and establishes energy conservation and carbon reduction calculation tools to support organizations affiliated to the Ministry to calculate future goals of projects.

The modified model was applied to assess two intercity cases for "Public Transport Development in 2009-2014" and "Impact of Highway Toll Rate Change", and three intercity cases which can be promoted in the near future for "Rail Service and Performance Improvement", "Improvements in Public Transport Development" and "Vehicle Fuel Efficiency". The results demonstrate that the "Vehicle Fuel Efficiency" and "Improvements in Public Transport Development" case will significantly reduce carbon emissions. If the two cases are promoted at the same time, energy conservation and carbon reduction will be about 1,945,000 KLOE and 5,104 kiloton, and the reduction effect will be about 12%.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
August, 2017	565	680	☐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 1-7
1.4 計畫流程 1-8
第二章 文獻回顧 2-1
2.1 運輸部門節能減碳政策與措施成效 2-1
2.1.1 氣候變化綱要公約第 22 次締約國大會 2-1
2.1.2 國外減碳策略與措施成效 2-23
2.1.3 國內節能減碳政策 2-63
2.1.4 小結 2-70
2.2 運輸節能減碳評估模型與應用 2-74
2.2.1 能耗與碳排推估方法 2-74
2.2.2 運輸節能減碳政策評估系統 2-80
2.2.3 運輸需求模型整合 2-89
2.2.4 小結 2-95
2.3 國內外 GIS 與視覺化決策資訊平台應用 2-97
2.3.1 結合 GIS 之視覺化呈現技術 2-97
2.3.2 國內外視覺化決策資訊平台應用案例 2-103
2.3.3 小結 2-113
第三章 運輸節能減碳策略評估模組開發 3-1
3.1 運輸節能減碳策略 3-1
3.2 節能減碳評估工具 3-7
3.2.1 節能減碳簡易計算工具 3-9
3.2.2 基線推估模式與 TDM-E 策略分析整合模型 3-14
3.3 TDM-E 模型開發應用 3-17
3.3.1 既有 TDM-E 模型建置成果 3-17
3.3.2 TDM-E 模型精進 3-19
3.4 策略評估成果視覺化分析展示 3-26

3.4.1 地域別與運具別之視覺化分析展示構想 3-27
3.4.2 整體視覺化分析展示規劃 3-34
3.5 小結 3-37
第四章 城際運輸節能減碳案例評估分析 4-1
4.1 已推動城際運輸策略實例驗證分析 4-1
4.1.1 基年能耗與碳排推估 4-1
4.1.2 98-103 年公共運輸發展 4-3
4.1.3 通行費率改變影響 4-12
4.2 未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估分析 4-24
4.2.1 自然發展情境能耗碳排推估 4-24
4.2.2 臺鐵服務與效能改善 4-28
4.2.3 公共運輸發展目標 4-39
4.2.4 車輛燃油效率提昇 4-49
4.3 小結 4-59
第五章 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新與維運 5-1
5.1 平台架構與功能開發 5-1
5.2 平台功能模組 5-4
5.3 運輸部門運具別排放清冊 5-15
5.3.1 運輸部門運具別能源消耗量推估 5-15
5.3.2 運輸部門溫室氣體排放推估結果 5-45
5.3.3 運輸部門能源密集度推估 5-51
5.4 平台測試與維運機制 5-65
5.4.1 平台資安與壓力測試 5-65
5.4.2 平台維運機制 5-70
5.5 使用成效盤點 5-77
5.5.1 系統使用狀況 5-77
5.5.2 網站內容更新 5-78
第六章 綠色運輸宣導網站維運 6-1
6.1 網站維運與更新 6-1
6.1.1 網站介紹 6-1
6.1.2 網站維運機制 6-5

6.1.3 網站內容更新 6-8
6.2 網站資安與壓力測試 6-25
6.3 使用成效盤點 6-29
6.3.1 系統使用狀況及建議 6-29
6.3.2 提升使用成效作法 6-32
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 審查會議意見辦理情形 ..... 附 2-1
附錄 3 工作會議紀錄 ..... 附 3-1
附錄 4 專家學者座談會意見辦理情形 ..... 附 4-1
附錄 5 出席 COP22/CMP12/CMA1 出國報告 ..... 附 5-1
附錄 6 計畫簡報 ..... 附 6-1

表目錄

表 2.1.1　非國家區域氣候行動者(NAZCA)運輸領域倡議 2-8
表 2.1.2　六大政策類別的國外節能減碳發展策略與計畫 2-28
表 2.1.3　國際燃油效率提升趨勢統計 2-34
表 2.1.4　國際主要國家輕型車輛燃油與溫室氣體排放標準比較 2-35
表 2.1.5　國際主要國家重型車輛燃油與溫室氣體排放標準比較 2-35
表 2.1.6　運輸部門再生能源發展案例 2-38
表 2.1.7　歐洲與北美洲車輛共享使用行為變化 2-43
表 2.1.8　北美洲車輛共享家戶車輛持有數量變化 2-43
表 2.1.9　澳洲雪梨車輛共享與私人汽車使用率變化 2-44
表 2.1.10 車輛共享策略優缺點 2-44
表 2.1.11 新加坡、英國倫敦、瑞典斯德哥爾摩交通擁擠費比較 2-48
表 2.1.12 日本橫濱 2020 年溫室氣體減量幅度 2-54
表 2.1.13 日本橫濱低碳城市執行策略措施內容 2-56
表 2.1.14 美國紐約低碳城市現況與措施內容 2-59
表 2.1.15 哥本哈根市整合性綠色行動計畫 2-61
表 2.1.16 運輸部門節能減碳總計畫標竿方案內容 2-66
表 2.1.17 運輸部門 INDC 相關政策內容 2-66
表 2.2.1　TRESIS1.4 模型系統功能說明 2-84
表 2.2.3　Triple-T 各模組整合作法彙整表 2-93
表 2.3.1　國土資訊系統 9 大分組推動內容彙整表 2-108
表 3.1.1　運輸節能減碳政策策略分類與影響界定 3-2
表 3.1.2　本計畫分析之運輸策略案例分析內容 3-8
表 3.2.1　節能減碳評估工具項目、應用時機及特性 3-8
表 3.2.2　基線調整前後能耗總量分析結果 3-15
表 3.3.1　TDM-E 模型運量與能耗碳排分析能力彙整表 3-18
表 3.3.2　TDM-E 模型 2014 年各運具能耗碳排量占清冊之比例 3-19
表 3.3.3　104 年度高鐵案例運具移轉效果 3-22
表 3.3.4　高鐵案例推估結果與實際值比較 3-23

表 3.3.5　不同年期能源密集度之能耗估算 3-24
表 3.3.6　軌道系統預估能源密集度 3-25
表 3.3.7　高鐵案例調整後分析結果 3-25
表 3.5.1　TDM-E 未來精進方向彙整表 3-38
表 4.1.1　社經參數設定 4-2
表 4.1.2　基年模型分析彙整 4-4
表 4.1.3　98 年及 103 年城際運具比 4-6
表 4.1.4　非城際運具比調整 4-6
表 4.1.5　公共運輸案例延人公里驗證 4-7
表 4.1.6　公共運輸案例運具移轉效果 4-7
表 4.1.7　公共運輸案例節能減碳效果(以運具系統分) 4-10
表 4.1.8　高速公路費率 4-12
表 4.1.9　公共運輸案例節能減碳效益分析結果 4-13
表 4.1.10 通行費率改變影響案例平假日運量移轉效果 4-15
表 4.1.11 通行費率改變影響案例平假日運量移轉效果 4-16
表 4.1.12 通行費率改變影響案例平假日運量移轉效果 4-16
表 4.1.13 國道小客車行駛成本 4-17
表 4.1.14 通行費率改變影響案例運具移轉效果 4-17
表 4.1.15 通行費率改變影響案例節能減碳效果(以運具系統分) 4-18
表 4.1.16 電子收費車輛通過收費站節省能耗及碳排值 4-20
表 4.1.17 國道每車每日行駛里程分布（平日） 4-21
表 4.1.18 通行費率改變影響案例節能減碳效益分析結果 4-23
表 4.2.1　未來年期社經參數預測 4-24
表 4.2.2　自然發展情境運量預測 4-26
表 4.2.3　自然發展情境能耗碳排預測 4-27
表 4.2.4　臺鐵服務與效能改善案例情境設定 4-29
表 4.2.5　臺鐵服務與效能改善案例運具移轉效果 4-30
表 4.2.6　臺鐵服務與效能改善案例區域能耗碳排改善效果 4-32
表 4.2.7　臺鐵服務與效能改善案例節能減碳效益分析結果(2020 年) 4-36
表 4.2.8　臺鐵服務與效能改善案例節能減碳效益分析結果(2025 年) 4-37

表 4.2.9　臺鐵服務與效能改善案例節能減碳效益分析結果(2030 年) 4-38
表 4.2.10 公共運輸市占率目標 4-39
表 4.2.11 公共運輸發展目標模型目標值設定 4-40
表 4.2.12 公共運輸發展目標案例運具移轉效果 4-41
表 4.2.13 公共運輸發展目標案例節能減碳效益分析結果(2020 年)..... 4-46
表 4.2.14 公共運輸發展目標案例節能減碳效益分析結果(2025 年)..... 4-47
表 4.2.15 公共運輸發展目標案例節能減碳效益分析結果(2030 年)..... 4-48
表 4.2.16 各車種燃油效率設定 4-49
表 4.2.17 車輛燃油效率提昇案例節能減碳效益分析結果(2020 年)..... 4-54
表 4.2.18 車輛燃油效率提昇案例節能減碳效益分析結果(2025 年)..... 4-55
表 4.2.19 車輛燃油效率提昇案例節能減碳效益分析結果(2030 年)..... 4-56
表 4.2.20 車輛燃油效率提昇積極方案情境下節能減碳效果 4-58
表 4.3.1　組合方案節能效益分析結果 4-65
表 4.3.2　組合方案減碳效益分析結果 4-66
表 5.1.1　整合資訊平台功能說明 5-2
表 5.1.2　整合資訊平台使用權限設定表 5-3
表 5.3.1　運輸部門燃料別二氧化碳(CO_2)排放係數 5-17
表 5.3.2　運輸部門燃料別甲烷(CH_4)排放係數 5-17
表 5.3.3　運輸部門燃料別氧化亞氮(N_2O)排放係數 5-18
表 5.3.4　運輸部門燃料別溫室氣體(GHG)排放係數 5-18
表 5.3.5　能源部門燃料別二氧化碳(CO_2)排放係數 5-19
表 5.3.6　能源部門燃料別甲烷(CH_4)排放係數 5-19
表 5.3.7　能源部門燃料別氧化亞氮(N_2O)排放係數 5-20
表 5.3.8　能源部門燃料別溫室氣體(GHG)排放係數 5-20
表 5.3.9　我國電力 CO_2、CH_4、N_2O、GHG 排放係數 5-21
表 5.3.10 我國油品燃料熱值與油當量轉換 5-22
表 5.3.11 我國電力油當量轉換 5-23
表 5.3.12 公路運輸各車種歷年能源消耗占公路運輸比例 5-27
表 5.3.13 公路運輸之車輛登記數之彙整 5-28
表 5.3.14 公路運輸之年行駛里程之彙整 5-30

表 5.3.15 公路運輸之燃油效率之彙整 5-31
表 5.3.16 歷年各車種車輛登記數彙整表 5-33
表 5.3.17 歷年各車種年平均行駛里程彙整表 5-34
表 5.3.18 歷年各車種車輛燃油效率值 5-35
表 5.3.19 歷年各車種年總耗油量推估結果 5-36
表 5.3.20 歷年各車種年總耗油量推估結果 5-37
表 5.3.21 軌道部門能源消耗量資料之彙整 5-39
表 5.3.22 軌道部門能源消耗量推估結果(不含場站) 5-41
表 5.3.23 國內航空能源消耗量資料彙整 5-42
表 5.3.24 國內航空能源消耗量推估結果 5-43
表 5.3.25 國內水運能源消耗量推估結果 5-44
表 5.3.26 我國運輸部門歷年溫室氣體排放量推估統計(含電力) 5-46
表 5.3.27 公路運輸運具別歷年溫室氣體排放量推估統計 5-48
表 5.3.28 軌道運輸、國內航空、水運歷年溫室氣體排放量推估統計 5-50
表 5.3.29 公路運輸客運能源密集度資料來源彙整 5-52
表 5.3.30 公路運輸貨運能源密集度資料來源彙整 5-53
表 5.3.31 公路客運各運具能源密集度推估 5-55
表 5.3.32 公路貨運各運具能源密集度推估 5-56
表 5.3.33 軌道各運具能源密集度資料來源彙整 5-57
表 5.3.34 軌道各運具歷年能源密集度推估表 5-60
表 5.3.35 國內航空、水運能源密集度資料來源彙整 5-62
表 5.3.36 國內航空、水運歷年能源密集度推估表 5-63
表 5.4.1 paros 測試結果 5-65
表 5.4.2 jmeter 壓力測試結果(整個平台) 5-67
表 5.4.3 jmeter 壓力測試結果(各模組) 5-67
表 5.4.4 系統效率檢測結果表 5-68
表 5.4.5 資料庫結構表 5-71
表 5.4.6 資料庫來源與更新頻率 5-72
表 5.4.7 資料庫更新方式 5-74
表 5.4.8 系統備援方案 5-75

表 5.5.1　104~105 年整合資訊平台網站瀏覽人次 5-78
表 5.5.2　整合資訊平台更新紀錄 5-78
表 6.1.1　綠運輸參考網站 6-8
表 6.1.2　綠色運輸網站更新紀錄 6-9
表 6.1.3　臉書專頁更新紀錄 6-11
表 6.2.1　paros 測試結果 6-26
表 6.2.2　jmeter 壓力測試結果(各模組) 6-27
表 6.2.3　jmeter 壓力測試結果(整個平台) 6-28
表 6.2.4　系統效率檢測結果表 6-29
表 6.3.1　綠色運輸宣導網站總瀏覽人次 6-30
表 6.3.2　臉書專頁平均總按讚總數 6-31

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 1.4.1　工作流程圖 1-8
圖 2.1.1　聯合國氣候變化綱要公約重要里程碑演進圖 2-2
圖 2.1.2　「馬拉喀什全球氣候行動夥伴」多方參與行動架構 2-4
圖 2.1.3　2030 年不同情境下排放量差距 2-7
圖 2.1.4　GCAA 運輸部門 15 項倡議(Transport Initiatives)..... 2-10
圖 2.1.5　NDCs 運輸相關倡議 2-11
圖 2.1.6　運輸部門全球減碳途徑(Global Roadmap) 2-11
圖 2.1.7　運輸部門關鍵行動(Quick Wins Actions)..... 2-11
圖 2.1.8　ICCT 運輸部門減量策略構面 2-13
圖 2.1.9　運輸部門短期(2017, COP23)與中期(2020, COP26)之發展目標 .. 2-13
圖 2.1.10　不同情境下運輸部門(不含國際運輸)溫室氣體排放趨勢..... 2-14
圖 2.1.11　永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)..... 2-15
圖 2.1.12　NIES 亞太整合模型(Asia-Pacific Integrated Model, AIM)架構 2-20
圖 2.1.13　ICT 應用於各領域之減碳成效 2-21
圖 2.1.14　ICT 應用案例減碳潛力分析 2-22
圖 2.1.15　運輸部門「零排放」藍圖 2-25
圖 2.1.16　綠色運輸減碳策略三大主軸 2-26
圖 2.1.17　德國 100 公里自行車高速公路圖 2-30
圖 2.1.18　英國自行車願景理念與完工示意圖 2-31
圖 2.1.19　日本自行車立體停車場 2-31
圖 2.1.20　南韓高速公路自行車道 2-32
圖 2.1.21　國際車輛銷售市場平均車體大小統計 2-34
圖 2.1.22　再生能源未來趨勢預估(2030 年)..... 2-36
圖 2.1.23　Remap 計畫合作國家分布圖 2-37
圖 2.1.24　運輸部門再生能源占比預估(2030 年)..... 2-37
圖 2.1.25　車聯網 V2V 示意圖 2-39
圖 2.1.26　韓國 SMART Highway 事故處理方法示意圖 2-40

圖 2.1.27　各國車輛共乘現況 2-41
圖 2.1.28　巴黎 autolib’ 公共電動汽車格位 2-42
圖 2.1.29　日本東京票卷整合案例 2-45
圖 2.1.30　阿姆斯特丹停車轉乘費率說明 2-46
圖 2.1.31　阿姆斯特丹外環停車轉乘地點 2-47
圖 2.1.32　碳中和都市聯盟會員減碳目標 2-51
圖 2.1.33　日本橫濱各產業碳排量占比與溫室氣體減量目標 2-53
圖 2.1.34　日本橫濱低碳城市執行策略方針 2-54
圖 2.1.35　日本橫濱低碳城市執行策略架構 2-55
圖 2.1.36　日本橫濱低碳城市執行概念 2-55
圖 2.1.37　美國紐約各產業碳排占比與溫室氣體減量目標 2-57
圖 2.1.38　美國紐約 2030 年溫室氣體減量幅度 2-58
圖 2.1.39　哥本哈根能源結構演進計畫 2-60
圖 2.1.40　2012 年運輸政策白皮書政策架構圖 2-67
圖 2.2.1　總體運輸部門能源消費趨勢 2-75
圖 2.2.2　中國鐵路投資 CGE 評估模型架構 2-76
圖 2.2.3　PIET 模擬平台架構 2-78
圖 2.2.4　TEDS9.0 線源排放量推估流程架構 2-79
圖 2.2.2　STEEDS 模型架構 2-81
圖 2.2.3　EPPA/ MARKAL 決策支援模型架構 2-81
圖 2.2.4　歐盟能耗排放評估工具體系 2-82
圖 2.2.5　TREMOVE 系統架構 2-83
圖 2.2.6　TRESIS1.4 模型架構 2-85
圖 2.2.7　運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統功能架構 2-86
圖 2.2.8　智慧型運輸節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫架構 2-87
圖 2.2.9　能源技術系統分析 2-88
圖 2.2.10　技術經濟及產業評估 2-89
圖 2.2.11　國內各運輸需求模型發展歷程 2-90
圖 2.2.12　國內運輸需求模型發展現況 2-91
圖 2.2.13　Triple-T 模型整合架構圖 2-94

圖 2.3.1　地理圖視覺化範例展示圖 2-97
圖 2.3.2　長條圖視覺化範例展示圖 2-98
圖 2.3.3　折線圖視覺化範例展示圖 2-98
圖 2.3.4　圓餅圖視覺化範例展示圖 2-99
圖 2.3.5　散佈圖視覺化範例展示圖 2-100
圖 2.3.6　泡泡圖視覺化範例展示圖 2-100
圖 2.3.7　表格視覺化範例展示圖 2-101
圖 2.3.8　矩形樹狀圖視覺化範例展示圖 2-101
圖 2.3.9　量錶圖視覺化範例展示圖 2-102
圖 2.3.10　網絡圖視覺化範例展示圖 2-102
圖 2.3.11　英國 Maptube 視覺化展示頁面 2-103
圖 2.3.12　英國 ITO World 視覺化展示頁面 2-104
圖 2.3.13　美國 BTS 主題圖查詢展示頁面 2-105
圖 2.3.14　ENERGY.GOV 展示頁面 2-106
圖 2.3.15　COP21 年會官網展示頁面 2-107
圖 2.3.16　電子發票視覺化展示畫面 2-111
圖 2.3.17　用數據看台灣展示畫面 2-112
圖 3.1.1　政策評估與減碳工具開發架構 3-1
圖 3.2.1　「國家綠能低碳總行動方案」交通部計畫項目 3-9
圖 3.2.2　基線推估模式與 TDM-E 模型整合方式 3-14
圖 3.2.3　GDP 預測回饋調整趨勢圖 3-15
圖 3.2.4　運輸節能減碳策略評估模組架構圖 3-16
圖 3.3.1　TDM-E 模型操作介面 3-17
圖 3.3.2　TDM-E 各運具能耗調整作業方式 3-21
圖 3.3.3　能源密集度預測補充作法 3-26
圖 3.4.1　視覺化分析展示架構圖 3-27
圖 3.4.2　生活圈碳排放量主題圖 3-28
圖 3.4.3　四大區域碳排放量長條圖 3-29
圖 3.4.4　Tableau 分析流程圖 3-29
圖 3.4.5　各年期區域別能耗與碳排總量關係圖 3-31

圖 3.4.6　有/無實施案例之能耗(碳排)減量效果 GIS 差異圖 3-33
圖 3.4.7　比較不同案例間之能耗(碳排)減量效果圖 3-33
圖 3.4.8　實施案例於不同地域別、運具別之能耗(碳排)減量效果圖 3-34
圖 3.4.9　不同時段、不同運具能耗(碳排)量空間分布展示構想圖 3-35
圖 3.4.10　實施案例能耗(碳排)量空間分布展示構想圖 3-36
圖 3.4.11　排放清冊資料視覺化展示構想圖 3-37
圖 3.5.1　導入都會區模型後 TDM-E 策略分析作業流程 3-40
圖 4.1.1　98-103 年公共運輸使用率變化 4-5
圖 4.1.2　油價比較趨勢圖 4-9
圖 4.1.3　小客車新車數 4-9
圖 4.1.4　98-103 年公共運輸發展運具別節能效果 4-11
圖 4.1.5　98-103 年公共運輸發展運具別減碳效果 4-11
圖 4.1.6　高速公路費率設定介面 4-14
圖 4.1.7　通行費率改變影響 4-19
圖 4.1.8　通行費率改變影響 4-19
圖 4.2.1　臺鐵近年建設計畫 4-28
圖 4.2.2　臺鐵服務與效能改善運具別節能效果 4-33
圖 4.2.3　臺鐵服務與效能改善運具別減碳效果 4-33
圖 4.2.4　臺鐵服務與效能改善區域別節能效果 4-34
圖 4.2.5　臺鐵服務與效能改善區域別減碳效果 4-34
圖 4.2.6　民眾日常使用運具調查、TDM-E 旅次定義差異 4-39
圖 4.2.7　民眾日常使用運具調查、TDM-E 旅次調整步驟 4-40
圖 4.2.8　公共運輸發展目標運具別節能效果 4-43
圖 4.2.9　公共運輸發展目標運具別減碳效果 4-43
圖 4.2.10　公共運輸發展目標區域別節能效果 4-44
圖 4.2.11　公共運輸發展目標區域別減碳效果 4-44
圖 4.2.12　近年各車種新車滲透率 4-50
圖 4.2.13　車輛燃油效率提昇設定界面 4-50
圖 4.2.14　車輛燃油效率提昇運具別節能效果 4-52
圖 4.2.15　車輛燃油效率提昇運具別減碳效果 4-52

圖 4.2.16　車輛燃油效率提昇區域別節能效果 4-53
圖 4.2.17　車輛燃油效率提昇區域別減碳效果 4-53
圖 4.3.1　已推動城際運輸策略節能效果(2014 年)..... 4-60
圖 4.3.2　已推動城際運輸策略減碳效果(2014 年)..... 4-60
圖 4.3.3　未來可推動策略節能效果(2020 年)..... 4-61
圖 4.3.4　未來可推動策略減碳效果(2020 年)..... 4-61
圖 4.3.5　未來可推動策略節能效果(2030 年)..... 4-61
圖 4.3.6　未來可推動策略減碳效果(2030 年)..... 4-61
圖 4.3.7　各方案情境能耗 4-64
圖 4.3.8　各方案情境碳排 4-64
圖 5.1.1　整合資訊平台架構 5-1
圖 5.2.1　首頁頁面 5-4
圖 5.2.2　最新消息頁面 5-5
圖 5.2.3　計畫背景頁面 5-6
圖 5.2.4　知識庫頁面 5-6
圖 5.2.5　資料庫-人口頁面 5-7
圖 5.2.6　資料庫-汽油價格頁面 5-8
圖 5.2.7　節能減碳管考模組-排放清冊頁面 5-9
圖 5.2.8　節能減碳管考模組-節能減碳總行動方案頁面 5-9
圖 5.2.9　節能減碳管考模組-減碳計算工具頁面 5-10
圖 5.2.10　節能減碳管考模組-減碳計算工具更多設定頁面 5-11
圖 5.2.11　策略評估支援模組架構圖 5-12
圖 5.2.12　策略評估支援模組-架構總說明頁面 5-13
圖 5.2.13　策略評估支援模組-情境與策略頁面 5-13
圖 5.2.14　策略評估支援模組-TDM-E 模型分析策略頁面 5-14
圖 5.2.15　策略評估支援模組-TDM-E 模型視覺化分析頁面 5-14
圖 5.3.1　公路運輸依運具別使用燃油之分類 5-25
圖 5.3.2　公路運輸各車種歷年能源消耗量趨勢圖 5-26
圖 5.3.3　軌道部門各運具歷年能源消耗量趨勢圖 5-40
圖 5.3.4　運輸部門溫室氣體排放量歷年趨勢圖 5-45

圖 5.3.5　公路部門各車種歷年溫室氣體排放量趨勢圖 5-47
圖 5.3.6　軌道運輸、國內航空、水運歷年溫室氣體排放量趨勢圖 5-49
圖 5.3.7　公路客運各運具歷年能源密集度趨勢圖 5-54
圖 5.3.8　公路貨運各運具歷年能源密集度趨勢圖 5-54
圖 5.3.9　軌道各運具歷年能源密集度趨勢圖(公升油當量/延人(噸)公里). 5-58
圖 5.3.10　軌道各運具歷年能源密集度趨勢圖(度/延人(噸)公里)..... 5-59
圖 5.3.11　國內航空、水運歷年能源密集度趨勢圖 5-62
圖 5.4.1　paros 檢測畫面 5-65
圖 5.4.2　HttpWatch Basic Edition 檢測畫面 5-69
圖 5.4.3　平台系統架構圖 5-70
圖 5.4.4　網路異常排除 5-76
圖 5.4.5　網路異常排除 5-76
圖 5.5.1　整合資訊平台總瀏覽人次圖 5-77
圖 6.1.1　綠色運輸宣導網站 6-4
圖 6.1.2　綠色運輸宣導網站臉書專頁 6-5
圖 6.1.3　綠色運輸宣導網站發佈頁面 6-5
圖 6.1.4　後臺管理系統登入畫面 6-6
圖 6.1.5　後臺管理系統操作畫面 6-6
圖 6.1.6　後臺訊息編輯發佈畫面 6-7
圖 6.1.7　臉書專頁文章管理頁面 6-7
圖 6.2.1　paros 檢測畫面 6-26
圖 6.2.2　HttpWatch Basic Edition 檢測畫面 6-28
圖 6.3.1　綠色運輸宣導網站總瀏覽人次圖 6-30
圖 6.3.2　臉書專頁按讚數圖 6-31
圖 6.3.3　臉書專頁觸及人數圖 6-31
圖 6.3.4　綠色運輸宣導網站搜尋引擎最佳化結果 6-32
圖 6.3.5　Google Analytics 系統介面 6-34
圖 6.3.6　Google Analytics 基本功能-報表總覽 6-34
圖 6.3.7　Google Analytics 基本功能-資訊主頁 6-35
圖 6.3.8　Google Analytics 基本功能-捷徑 6-35

圖 6.3.9　Google Analytics 基本功能-情報快訊活動 6-35
圖 6.3.10　Google Analytics 基本功能-即時 6-36
圖 6.3.11　Google Analytics 基本功能-目標對象 6-36
圖 6.3.12　Google Analytics 基本功能-客戶開發 6-37
圖 6.3.13　Google Analytics 基本功能-行為 6-37
圖 6.3.14　Google Analytics 基本功能-轉換 6-37
圖 6.3.15　臉書洞察報告基本功能-總覽 6-38
圖 6.3.16　臉書洞察報告基本功能-按讚分析 6-39
圖 6.3.17　臉書洞察報告基本功能-觸及人數 6-40
圖 6.3.18　臉書洞察報告基本功能-瀏覽次數 6-41
圖 6.3.19　各月份按讚人數圖 6-42

第一章 緒論

1.1 計畫緣起與目的

行政院於 2008 年 6 月 5 日第 3095 次院會中通過「永續能源政策綱領」，揭櫫我國二氧化碳排放量於 2025 年要回到 2000 年的水準；並於 2009 年 12 月成立「節能減碳推動會」(已改為「綠能低碳推動會」)，訂定國家減量目標與各部門之目標。於 2015 年召開之「全國能源會議」提出以「需求節流」作為我國能源政策之短期目標，共同提升能源使用效率。我國雖無法簽署聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)與京都議定書，仍積極依據公約精神，承擔此地球村一員之共同責任，以成本有效(cost effectiveness)及最低成本(the lowest cost)防制氣候變遷，並追求國家永續發展，爰制定「溫室氣體減量及管理法」，並於 2015 年 7 月 1 日依總統令公布施行，其中明訂 2050 年我國 CO_2 排放量目標為 2005 年之 50%以下，為利於此法之推動與執行，環保署依據此法持續訂定相關施行細則與草案。2015 年 12 月於巴黎舉辦之氣候變化綱要公約第 21 次締約國大會(COP21)提出以抑制升溫 2℃為目標，並以控溫 1.5℃為努力方向。為根據巴黎協定規定，定期檢討溫室氣體減量目標，行政院於 2016 年特設「能源及減碳辦公室」，統籌整合跨部會協調與合作，滾動檢討執行成效。為達成前述減量目標之難度極高，必須提出具體可行且有效之減量政策，而減量效果須透過科學之量化工具評估。爰此，本所自 2007 年起辦理一系列相關計畫，並自 2014 年度起納入「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」範疇，本計畫與 NEP-II 關聯如圖 1.1.1 所示，主要為建立運輸部門節能減碳策略評估工具。

由於運輸本質上是衍生性需求，運輸部門與其他經建部門互動密切而不可分割，前期計畫完成之「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」，已可針對國家型及總體型的政策進行節能減碳效益評估。交通部頒布「101 年運輸政策白皮書－綠運輸」，作為推動「綠運輸」之施政方針，以及行政院綠能低碳推動會所推動之國家綠能低碳總行動方案中，交通部列有 7 項行動

計畫，其行動計畫之成效估算，以及年度之檢討修訂等，皆是以本計畫歷年相關成果為基礎所撰擬，未來亦需配合管考機制逐年滾動檢討。

本計畫賡續「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」計畫研究基礎上，導入城際運輸需求模式及擴充決策支援系統於城際運輸政策之評估功能，期能更精確評估我國運輸部門未來能源消耗及溫室氣體排放基線，並涵蓋私人運具使用管理、節能運具推廣、促進公共運輸等策略，以及更具體評估達成我國節能減碳政策目標。同時藉由相關評估模組之功能，協助中央及地方政府研擬具體可行之節能減碳綠色運輸相關措施。本計畫為 2 年期研究計畫中之第 2 年計畫。

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

綜合上述，本計畫辦理之目的如下：

1. 掌握國內外運輸部門節能減碳推動作法與國際運輸部門最新節能減碳發展趨勢，據此作為研擬我國運輸部門減碳路徑規劃內容之參據，並支援本所節能減碳業務之推動。
2. 建立可評估運輸部門節能減碳策略對運輸需求影響之模式，以及相關節能減碳決策分析工具，俾協助本所檢視與診斷經濟活動對運輸部門能源消耗及溫室氣體排放情形之影響，以及評估相關運輸策略之減碳效益。
3. 持續優化「運輸部門節能減碳政策決策支援系統」，並因應國內外社會經濟情勢，以及國家節能減碳業務推動之需，適時檢討運輸需求、能耗及碳排發展趨勢，滾動修正運輸部門減碳策略。

4. 持續維運「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」，蒐集與開發節能減碳策略評估所需相關資料及工具，有助運輸部門減碳政策執行；並透過「綠色運輸宣導網站」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。

1.2 計畫內容與工作項目

本計畫依據前期計畫成果，擴充「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」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。同時持續評估我國運輸部門能源消耗與二氧化碳排放趨勢，以及檢視運輸部門節能減碳策略行動方案之妥適性，俾提供作為交通部或其它相關部會制定節能減碳策略之參考。

前期計畫建立之「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」，是以總體國家資源投入角度分析運輸部門節能減碳策略之減量效果，其雖具有經濟面向評估功能，惟對於運輸需求與供給掌握仍有不足，尚無法針對區域與都市尺度之節能減碳運輸策略進行評估。為強化系統相關運輸模式分析功能，爰於本計畫導入城際運輸需求模式，以擴充決策支援系統於城際運輸政策之評估功能。

本計畫為 2 年期研究計畫，第 1 年期(2015 年)已完成的工作項目如下：

1. 回顧相關文獻
   (1) 完成國內政府部門運輸節能減碳相關研究計畫、政策計畫與措施成效之蒐集，作為本計畫發展方向修訂之參據。
   (2) 完成國內外運輸能源相關決策支援系統之最新發展趨勢資料蒐集。
   (3) 完成運輸節能減碳政策評估方式及模式應用案例蒐集。
2. 完成城際運輸需求模型在本政策決策支援系統功能擴充與應用之探討
   (1) 完成城際運輸需求模型可評估之策略類型、輸入參變數格式、應用範疇之檢視。
   (2) 完成城際運輸需求模型如何應用於運輸節能減碳策略評估探討。
3. 完成決策支援系統之城際運輸節能減碳策略評估模組開發

以本所 2014 年開發之「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」為基礎，完成下列工作：

(1) 完成城際運輸需求模型導入，強化決策支援系統應用之範疇。

(2) 完成趨勢分析工具功能之提昇：根據交通部及經濟部能源局之各項統計資料，分析並推估運輸部門之「運具別」及「地域別」之能源消耗與二氧化碳排放趨勢。

4. 完成國內城際運輸相關策略之節能減碳實際案例評估

回顧「高鐵增站與票價調降」及「蘇花公路貨車移轉鐵路」兩項城際運輸客貨運之實際案例資料，進行能源消耗與溫室氣體排放評估分析。

5. 完成「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」資料更新與維運

(1) 更新系統資料庫 (含運輸部門運具排放清冊)、更新知識庫內容 (每季 1 次)。

(2) 協助平台資安維護事宜，定期進行點閱人次統計，盤點成效。

6. 辦理綠色運輸教育宣導及網站維運

(1) 每月更新「綠色運輸宣導網站」之新聞性或議題資料，並持續辦理網頁美編與資安維護事宜,以吸引民眾點閱。同時期進行點閱人次統計，盤點成效。

(2) 響應「環臺北自行車」活動，辦理綠運輸教育宣導活動 1 場次。

7. 其它相關工作

(1) 於 2015 年 6 月 25 日辦理專家學者座談會 1 場次。

(2) 派員出席 UNFCCC COP 21/CMP11 會議，蒐集國際最新趨勢資訊及完成出國報告。

(3) 修訂「節能減碳策略評估支援模組操作手冊」，並於 2015 年 11 月 30 日辦理教育訓練 1 場次。

(4) 研究成果於 2015 年 10 月 29 日在國內「能源科技產業永續發展策略」學術研討會進行口頭發表。

本年期計畫(2016 年)辦理之工作項目如下：

1. 文獻蒐集回顧

(1) 蒐集國內外運輸部門能源技術發展趨勢與節能減碳等相關資料，以及更新巴黎協定後各國運輸部門相關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) 蒐集最新國內外城際運輸節能減碳研究與政策方案，並綜合評析可行之發展案例，藉此發展本土化可行城際運輸節能減碳策略。

(3) 透過文獻資料重新檢視本決策支援系統後續年度擴充架構(導入都市運輸需求模式，與整合本所相關研究計畫之評估模組)。

(4) 蒐集國內外資料視覺化技術、呈現展示方式及相關技術於交通運輸相關決策資訊平台之應用，以此作為案例視覺化之參考基礎。

2. 城際運輸節能減碳策略評估模組之應用與展示

持續利用 2015 年開發之模型進行國內城際運輸相關策略之節能減碳實際案例評估，包括：

(1) 持續擴充可評估之政策選項：就我國未來可推動之運輸節能減碳策略與措施，包含「臺鐵服務與效能改善」、「公共運輸發展目標」及「車輛燃油效率提昇」等 3 項推動方案，並就各方案之節能減碳效益採用適當之分析工具進行評估。

(2) 選擇國內 2 項已推動並與城際運輸相關之實際案例，包含「98-103 年公共運輸發展」及「國道通行費率改變影響」，進行能源消耗與溫室氣體排放評估分析。

(3) 彙結分析結果以檢視與診斷國內城際運輸能源消耗及溫室氣體排放情形，並提供研擬城際運輸部門規劃減碳路徑之參據。

3. 能源消耗與溫室氣體排放評估結果視覺化分析

結合地理資訊系統(GIS)呈現能源消耗與溫室氣體排放之地域特性，並透過資料視覺化技術(Data visualizations)進行決策資訊後處理，俾反映不同運具別與個別推動方案之影響，優化運輸部門能源消耗與溫室氣體排放之視覺介面，並於本年度進行案例評估時呈現。

4. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」資料更新與維運

(1) 持續更新資料庫各項資料 (含運輸部門各運具排放清冊)、知識庫內容(每季 1 次)，以及於於資訊平台建立能耗/碳排簡易估算工具。

(2) 協助資訊平台資安維護事宜，定期統計點閱人次，盤點成效。

5. 辦理綠色運輸教育宣導及網站維運

(1) 進行「綠色運輸宣導網站」改版升級，提高網頁美編與閱讀性，並進行搜尋引擎最佳化(Search Engine Optimization, SEO)，提高網頁於搜尋引擎排名，增加網站能見度。

(2) 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，盤點成效。

6. 其他相關工作

(1) 於 2016 年 10 月 17 日辦理專家學者座談會 1 場次，詳參附錄 4。

(2) 派員出席 UNFCCC COP22/CMP12/CMA1 會議，蒐集國際最新趨勢資訊及完成出國報告，詳參附錄 5。

(3) 持續修訂「節能減碳策略評估支援模組」操作手冊，並於 2016 年 11 月 25 日辦理 1 場次教育訓練。

(4) 研究成果於 2016 年 11 月 25 日「能源經濟學會 105 年年會暨能源經濟學術研討會」進行口頭發表。

1.3 計畫範圍與對象

本計畫包含城際運輸節能減碳策略評估模組、運輸能源消耗與溫室氣體排整合資訊平台、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. 城際節能減碳策略評估模組

   (1) 空間範圍：包含全臺及縣市地域別。

   (2) 時間範圍：包含 2014 年(民國 103 年)、2020 年(民國 109 年)、永續能源政策綱領目標年 2025 年(民國 114 年)、國家自定預期貢獻(Intended Nationally Determined Contributions, INDCs)目標年 2030 年(民國 119 年)及溫室氣體減量及管理法目標年 2050 年(民國 139 年)。

   (3) 運具別：小客車、大客車、小貨車、大貨車、聯結車、臺鐵、高鐵、航空。

2. 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台
   (http://dsstransport.iot.gov.tw/TDMEDSS/)

   (1) 使用對象：政府機關、專家學者及系統管理員。

   (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) 更新時間：資料庫彙整 2001~2016 年之資料。

3. 綠色運輸宣導網站(http://greentransport.iot.gov.tw/)

   (1) 使用對象：一般民眾與系統管理者。

   (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。

1.4 計畫流程

本計畫分為 2015、2016 年兩期，工作項目包含導入城際運輸需求模型應用，並建立減碳評估模組，以及進行實際案例分析，另賡續優化與維運前期整合資訊平台與綠色運輸宣導網站維運等，工作程序中需考量研究內容的延續性與各項工作間的回饋與持續檢視工作，因此，部分工作於 2 年期間均需持續辦理，包含文獻回顧、開發城際模型策略評估模組、網站平台維運等。

部分工項則分列於 2015、2016 年辦理，2015 年將前期計畫成果(包含平台與基線推估模式)與本期計畫進行整合探討與處理、城際運輸需求模型加值應用與架構探討；2016 年辦理擴充可評估政策選項與案例分析、GIS 視覺化分析等工項，兩年期計畫之整體作業流程如圖 1.4.1 所示。

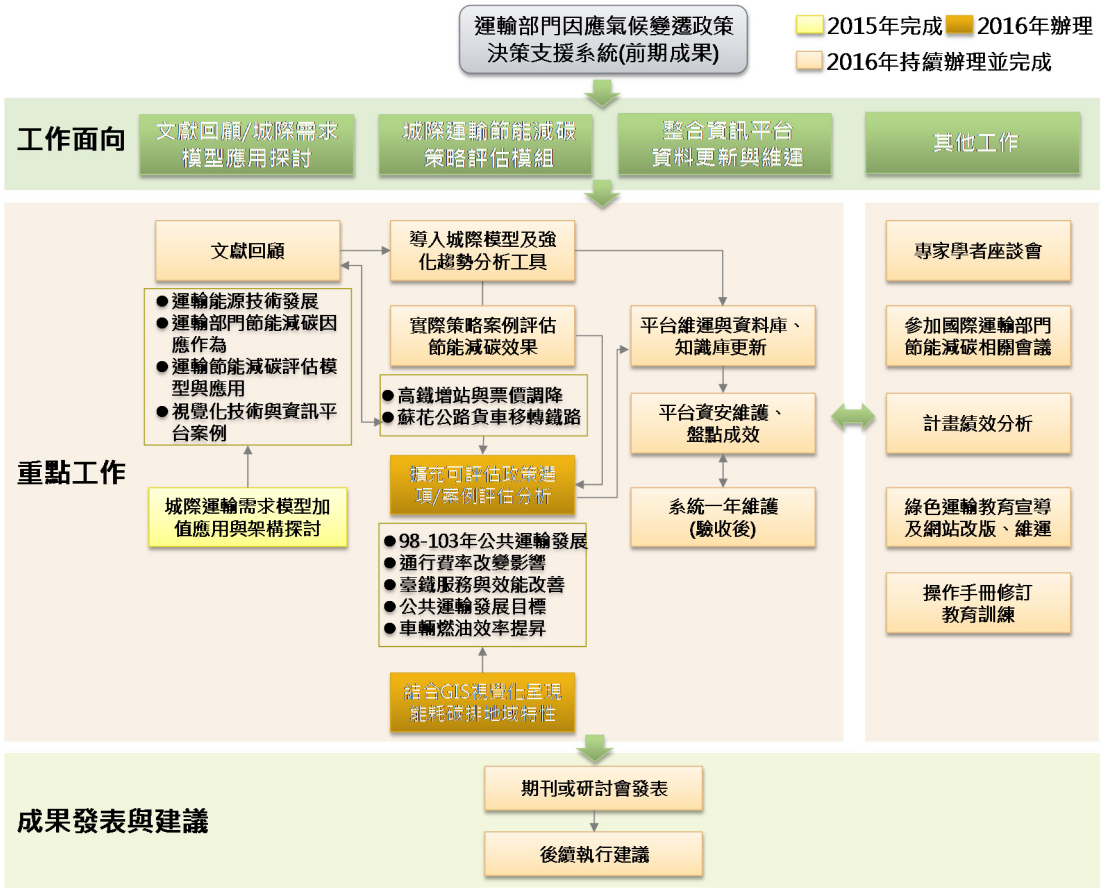


圖 1.4.1 工作流程圖

第二章 文獻回顧

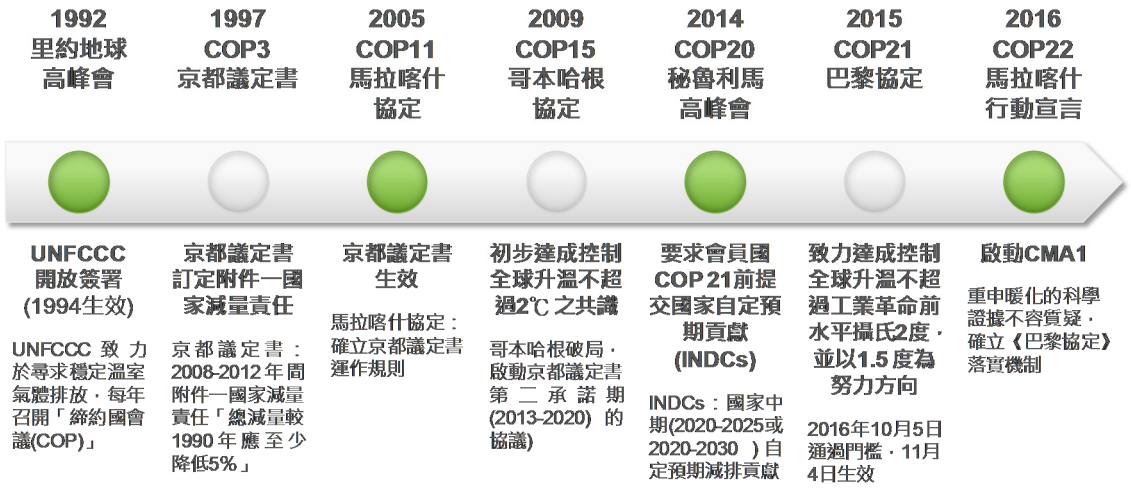
2.1 運輸部門節能減碳政策與措施成效

2.1.1 氣候變化綱要公約第 22 次締約國大會

2016 年聯合國氣候變化綱要公約(the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)第 22 次締約國會議(the 22th session of the Conference of the Parties, COP22)暨京都議定書第 12 次締約國會議(the 12th session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol, CMP12)及巴黎協定第 1 次締約國大會(the 1st session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement, CMA1))(以下簡稱 COP22)於摩洛哥馬拉喀什 Bab Ighli 會議中心舉辦。為持續跟進國際氣候變化相關議題以及運輸部門之最新發展，於 2016 年 11 月 6 日至 11 月 18 日赴摩洛哥馬拉喀什參與會議，出席運輸相關議題之周邊會議(side event)，以及 PPMC(Paris Process on Mobility and Climate)及 SLoCaT(Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport)國際組織籌辦之運輸日活動，進行蒐集資訊。

1. 會議重點與重要結論

本屆會議重點在於如何落實《巴黎協定》中各國提交的「國家自定預期貢獻」(Nationally Determined Contributions, NDCs)，並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(modalities, procedures and guidelines)來確保 NDCs 執行的公開透明(詳見《巴黎協定》第十三條第 13 款)，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(global stocktake)機制進行談判(詳見《巴黎協定》第十四條)，以面對 2 年後(2018 年 COP24)的第一次 NDCs 審核，以及 2023 年的首次全球定期盤點。



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.1.1 聯合國氣候變化綱要公約重要里程碑演進圖

(1) 馬拉喀什行動宣言

經兩週時間談判研商，COP22 於尾聲公布了一份「馬拉喀什行動宣言」(Marrakech Action Proclamation)(詳見附錄 5 附件 2)，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，以達成「Agenda 30 (2030 年永續發展目標議程)」17 項永續發展目標(Sustainable Development Goals)為目標，積極彌補目前排放軌跡與巴黎協定長期目標的差距，並重申《杜哈修正案》(Doha Amendment)和《巴黎協定》的必要性。重點內容摘述如下：

a. 呼籲《巴黎協定》迅速生效，並確保完全履行承諾。

b. 2016 年全世界對抗氣候變遷的行動活躍，這些不可逆的動能不僅源自政府，還包含科學、企業、各層級各種形式的全球行動。當前任務是以此動能為基礎，有計畫地降低溫室氣體排放及加大調適力度，支持貢獻 2030 年永續發展議程及目標。

c. 呼籲最大政治承諾，將對抗氣候變遷視作當務之急。

d. 呼籲幫助脆弱國家，支持其提升調適能力、強化恢復力及降低脆弱性。

e. 呼籲支持消除貧困、保障糧食安全、採取迫切的行動處理氣候變遷對農業帶來的挑戰。

f. 呼籲立即提升野心並強化合作關係，共同降低與巴黎協定升溫目標之差距。

g. 呼籲提高氣候計畫、能力建構及技術等資金及流動，並強調已開發國家對開發中國家的幫助。

h. 重申已開發國家每年投注 1000 億美元資金支援目標。

i. 呼籲 2020 年前更進一步的氣候行動和支持，並將發展中國家、低度發展國家及脆弱國家等的需求和處境納入考量。

j. 京都議定書締約方呼籲各國盡速批准杜哈修正案。

k. 呼籲非國家行為者(Non-State Actors, NSAs)參與於馬拉喀什全球氣候行動夥伴關係(Marrakech Partnership for Global Climate Action)或其他倡議。

(2) 馬拉喀什全球氣候行動夥伴

為加強全球在氣候行動上的行動、NDCs 的落實，本屆成立了馬拉喀什全球氣候行動夥伴(Marrakech Partnership for Global Climate Action, MPGCA) (詳見附錄 5 附件 3)，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；具體推動架構係以「非國家區域氣候行動者」 (Non-State Actor Zone for Climate Action, NAZCA)之領域為分類，策劃各領域中政策制定、財務與投資、技術創新及能力建構、行動執行與服務提供、公民社會等角色，應該付諸的行動與優先事項，如圖 2.1.2 所示。

(3) 關鍵行動領域重要結果

根據聯合國氣候變化綱要公約執行秘書 Patricia Espinosa 在開幕致詞中強調此次 COP22 的 5 個關鍵行動領域，摘錄 COP22 重要結果如下：

a. 氣候金融：資金的來源與應用長年來皆為氣候會議的難題，包含長期氣候金融(Long-term climate finance)、綠色氣候基金 GCF(Green Climate Fund)、調適基金(Adaptation Fund)等，應建立可讓發展中國家促進經濟成長及建構韌性的金融機制。除了重申已開發國家每年籌募 1,000 億美元(至 2020 年)的承諾，並

督促應擴大財政捐款項目，如規劃於 2017 年長期氣候金融工作坊(2017 workshop on long-term climate finance)中，推廣調適基金，加強在減緩與調適之間的平衡；並將檢討 GCF 認證(accreditation)的流程，將資金導向再生能源、能源效率、造林與避免森林砍伐相關專案。

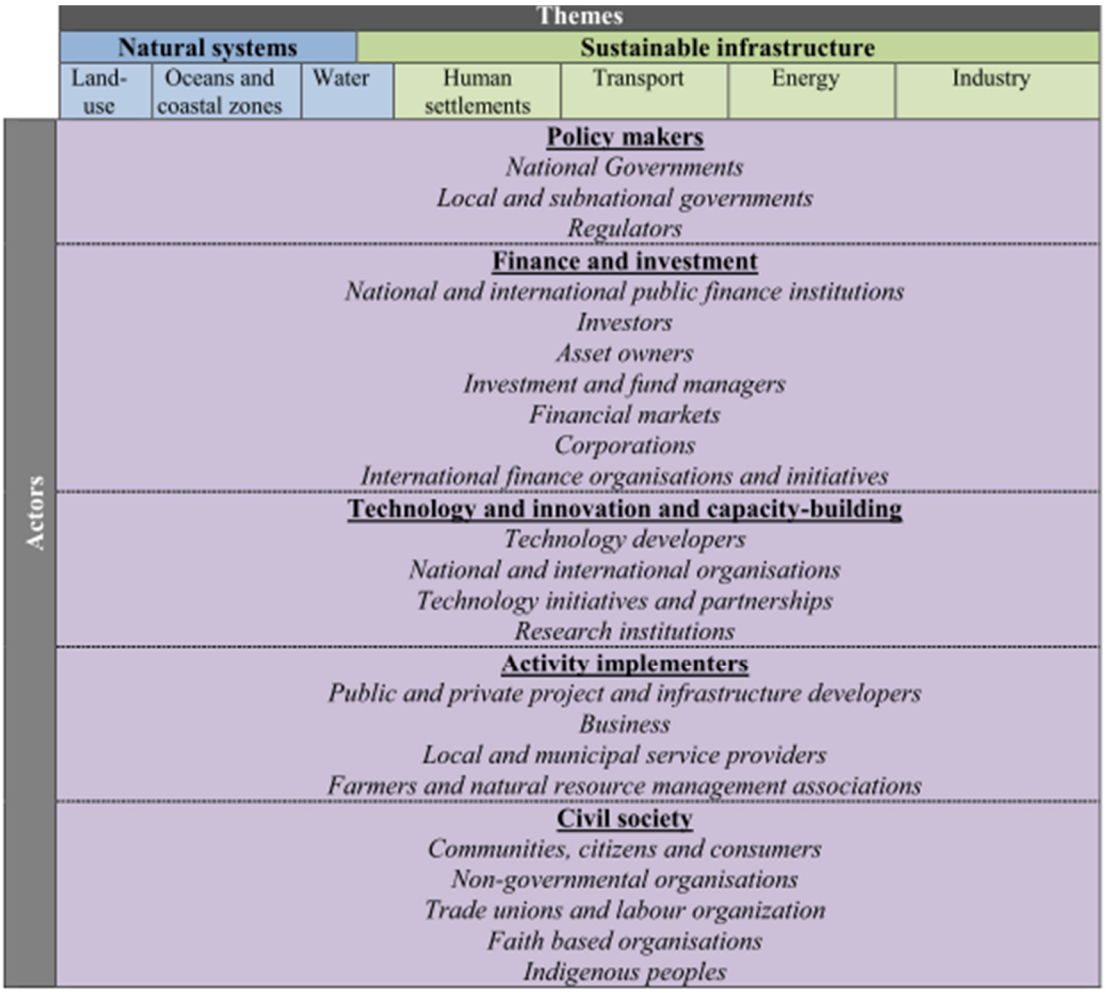


圖 2.1.2 「馬拉喀什全球氣候行動夥伴」多方參與行動架構

b. 國家自主貢獻：各國提交的 NDCs 應落實為國家氣候行動計畫，並整合於國家政策和投資計畫中。根據聯合國環境署(United Nations Environment Programme, UNEP) 11 月 3 日發表的「排放差距報告」(Emissions Gap Report 2016)，預計 21 世紀末，全球增溫幅度仍會高達攝氏 2.9～3.4℃，顯現現階段各國提出的 NDCs 成效依然不足，需要提高氣候行動的積極度，儘快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，並透過每五年一次的全球定期盤點(global stocktake)機制確保《巴黎協定》長期減量目標的達成度(詳見巴黎協定第 14 條第 1 項、第 2 項)。

c. 保障脆弱社群的發展：應支持需要優先考慮的調適(Adaptation)工作，在損失與損害(Loss and damage)機制方面取得進展，以保障最脆弱社群的發展。根據《巴黎協定》第 7 條(Adaptation)：應因應氣候變遷強化調適能力、降低脆弱度與增加氣候韌性；第 8 條(Loss and Damage)：避免、減少以及因應極端氣候事件之災害衝擊與損失。包含要求締約方酌情提交調適通訊，並將全球盤點納入調適議題，以及邀請「氣候變遷綱要公約」締約方於 2017 年 3 月 31 日以前提交對於「調適基金」(Adaptation Fund)管理、規劃、組織及運營模式等相關意見。另外，易受氣候影響脆弱國家論壇(Climate Vulnerable Forum, CVF)近 50 個國家發表宣言，在 2020 年以前持續加強國家承諾的力度，並承諾在 2030 年至 2050 年間實現百分之百可再生能源，以助全球實現 1.5°C 的溫升目標。美國、中國、德國與法國政府代表與會並發表演講，支持氣候變遷脆弱國家做出的積極承諾。

d. 能力建置：發展中國家的能力建設需要以適合其具體需求的方式進行。《巴黎協定》第 10 條：要求已開發國家，必須協助發展中國家的技術移轉；第 11 條(Capacity-Building)：由國家驅動加強國家的能力建設，尤其針對發展中國家，應透過適當的體制加強能力建設活動。巴黎能力建置委員會(Paris Committee on Capacity Building, PCCB)已同意針對 PCCB 能力建置的子項目進行起草，內容主要為擬訂 2017 年 PCCB 專注領域或主題、第一次 PCCB 會議的金融機制執行單位(operating entities)代表名單以及特定工作事項的合作邀請，之後也會針對開發中國家能力建置框架的執行狀況進行檢視。

e. 讓非締約方的利害關係人了解參與氣候行動的重要性：與來自各地的非締約方利害關係人(如企業)進行徹底的議合，因為它們是全球行動議程轉型變革的核心。包含了「全球氣候行動(Global Climate Action, GCA)」通過了「全球氣候行動馬拉喀什合作夥

伴」平台，並啟動了「生質燃料平台」、「國家自主貢獻合作夥伴」、「非洲農業適應」等多個行動倡議，五、 動員全球各界合作應對氣候變化。

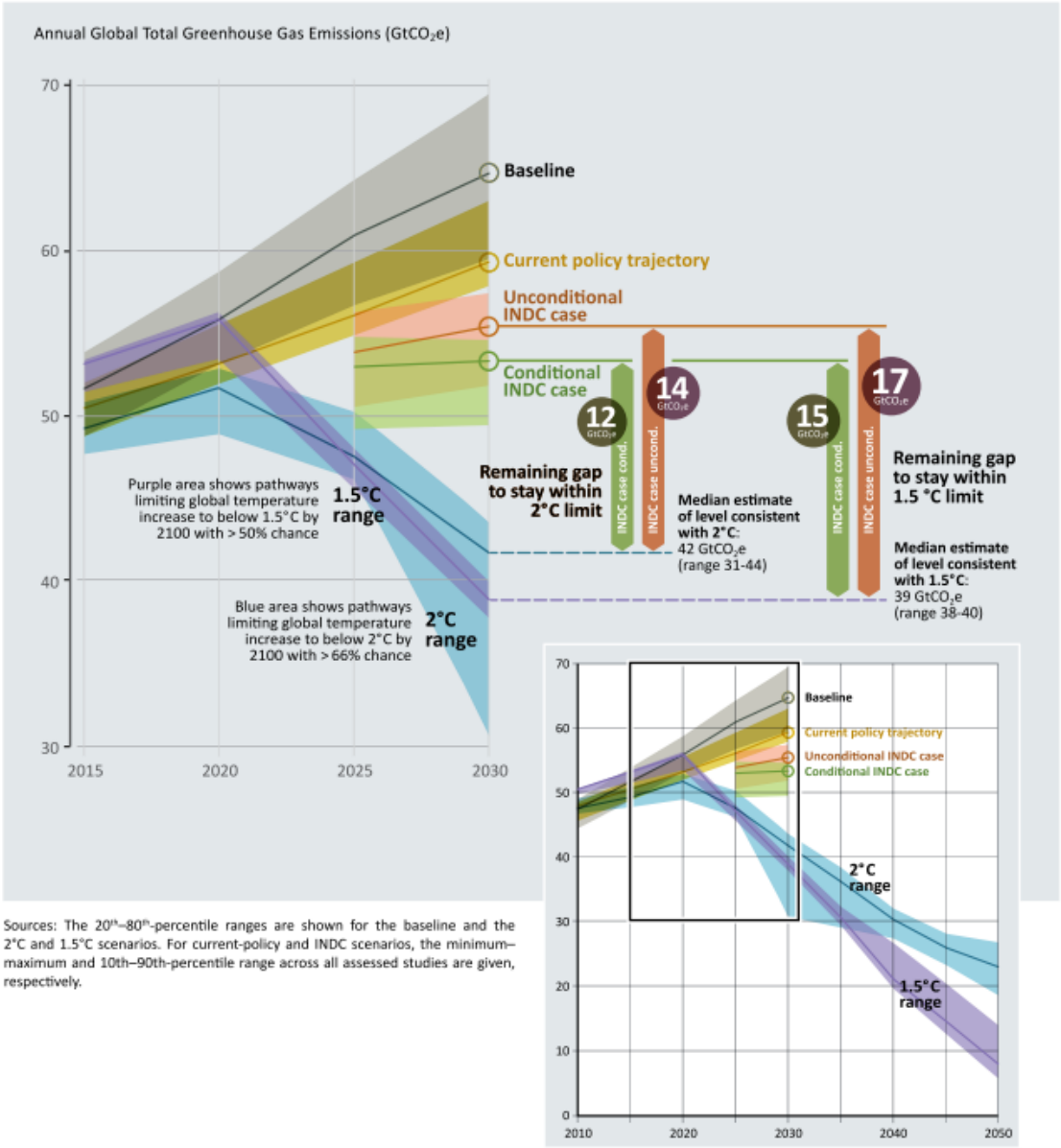
(4) 2030 年排放量差距

UNEP 在巴黎協定生效前一日(11 月 3 日)於倫敦發表了 2016 年排放量差距報告，期望在此關鍵時刻能夠鼓勵各國遵循巴黎協定並採取行動。報告指出，即使巴黎協定的承諾實現，本世紀全球溫度仍處於升高攝氏 2.9 至 3.4 度的趨勢，而 2030 年的排放量預計將比把全球溫度升幅控制在 2℃以內所需的水準高出 120 至 140 億公噸，即 2030 年預計排放將達到 540-560 億公噸二氧化碳當量，遠遠高於在本世紀把全球溫度升幅控制在 2℃以內所需的 420 億公噸，如圖 2.1.3 所示。

要達到升溫 2℃內的目標，從「源頭」控管-提升能源效率水平，係為最有效率、也最具急迫的行動，政府是否從法規面強制要求各領域的能源使用效率，可判斷是否具備企圖心、能創造實質效益的最佳觀察指標。根據分析，目前提交的 189 個 NDCs 中，已有 168 個將改善能源效率列為氣候行動的優先實施項目，其中包含建築部門將建造(construction)、使用(use)、整修(renovation)等不同建築生命週期的能耗績效(energy performance)列入法規要求範圍，並制定建築能效標準和鑑別認證；工業部門則建議從整體角度思考如何改善生產體系的運作流程和耗能狀況；運輸部門則從明訂運具的燃油效率和排放標準做起，同時為排放車輛(如電動車輛)創造市場和採購誘因，並結合城市規劃與基礎建設發展永續運輸。

除了強調能源效率提升的重要性，報告中亦探討各種減緩氣候變遷的解決方案，包括再生能源、非國家行動者(non-state actors)、土地使用管理等，目的在於協助各國盡速明確 2020 年以前的行動途徑與手段，避免投入高碳排、高能耗的基礎建設，並減少長期目標對缺乏科學基礎的「負排放」(negative emission)技術之依賴，降低減緩措施的成本，並鼓勵國家對 1.5 度升溫目標保持開放態度。報告結論建議，在預測 2030 年的全球溫室氣體排放預測基礎上，需進一步減少 25%的排放，以減少氣候變化的危險，《巴黎協定》及永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）的成功實現將取決於各國政府制定政策與實現國家目標的

能力。17 項永續發展目標及 169 項追蹤指標，同時兼顧「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」等三大方向，作為未來 15 年內(2030 年前)成員國跨國合作指導原則。



註：Baseline：已執行政策情境。
Current policy trajectory：2020 年以前政策落實情境，增溫幅度約 3.6 政策。
Conditional INDC：全面落實各國 INDC 情境(同時完成了執行 NDC 所需的法規制定，並備足資金與技術)，增溫幅度約 3.2 幅度。
Unconditional INDCs：部份落實各國 INDC 情境(不包含法律、資金與技術的支援)，增溫幅度約 3.4 幅度。
資料來源：The Emission Gap Report 2016, UNEP.

圖 2.1.3 2030 年不同情境下排放量差距

2. 運輸部門重要議題與觀察重點

運輸部門相關會議，包含 Green Zone 運輸主題日、全球氣候行動議程 GCAA 系列中的運輸主題日、運輸日(Transport Day Marrakech)以及其他周邊會議，主要透過 PPMC、SLoCaT、SDSN(The UN Sustainable Development Solutions Network)、WBCSD(The World Business Council on Sustainable Development)、ICLIE(Local Governments for Sustainability)等國際組織籌辦。綜整運輸部門之相關觀察重點分述如下：

(1) NAZCA 運輸倡議

2014 年 COP20 祕魯主席、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)；NAZCA 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，其中有關運輸領域的展示項目，包含了 12 項倡議，摘錄如表 2.1.1。

表 2.1.1 非國家區域氣候行動者(NAZCA)運輸領域倡議

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作為評估機場減排之表現，透過機場管理機制降低碳排放量，並以發展碳中和為終極目標。 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： 短期：強化各國對於燃油效率的重視 2030 年新型汽車燃油效率提升 50 % 2050 年全球汽車燃油效率提升 50 %

表 2.1.1 非國家區域氣候行動者(NAZCA)運輸領域倡議(續)

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： 2022 年建立綠色貨運融資計劃，加速車隊更新和改造 2025 年爭取全球前 100 大貨運承攬用戶與業者加入計畫。 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： 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) 2050 年國家政策與行動納入 ZEVs 推廣計畫 ZEV 成效預測：2030 年 1.25 億噸 CO2 減量，2050 年 15 億噸 CO2 減量(每年)
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： 2030 年軌道運輸能耗減少 50%，CO_2 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 2050 年，軌道運輸能耗減少 60%，CO_2 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： 2020 年 20 個開發中國家及 100 個開發中城市加入此計畫 2050 年都會交通運輸氣體排放減量 50%
Paris Declaration on Electro-Mobility on Climate Change	**Public Transport Declaration on Climate Leadership**
主辦者：Action Agenda France 內容： 推廣電動車輛以達到 2DS 途徑 目標： 2030 年，20%公路運輸由電力提供動能	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
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： 2020 年，新進車輛排放量低於每公里 60g CO_2 之比例須達 33~50% 2030 年，所有新進車輛排放量皆須低於每公里 20g CO_2	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%

資料來源：Global Climate Action (http://climateaction.unfccc.int/)，本計畫彙整。

(2) Global Climate Action events-Transport Showcase & Dialogue

因應各國提出之 NDCs 將邁入具體落實的階段，法國(21 屆)及摩洛哥(22 屆)COP 前後任主席國，以及聯合國氣候變化綱要公約秘書處以 LPAA 為基礎，提出全球氣候行動綱領(Global Climate Action Agenda, GCAA)，旨在強化各國氣候行動與 NDCs 的連結，督促各國落實短期關鍵行動(pre-2020 Quick-Win Actions)與構建長期途徑(Roadmaps to 2050+)。LPAA 奠定了運輸部門在氣候行動上的必要性，經過了一年的運作，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，並歸納了 15 項運輸相關倡議(如圖 2.1.4)。茲整理 GCA 運輸主題日重要結論如下。

資料來源：Global Climate Action Agenda (GCAA) Transport Initiatives: Stock-take on action on the Implementation of the Paris Agreement on Climate Change and contribution towards the 2030 Global Goals on Sustainable Development. November 7th 2016.

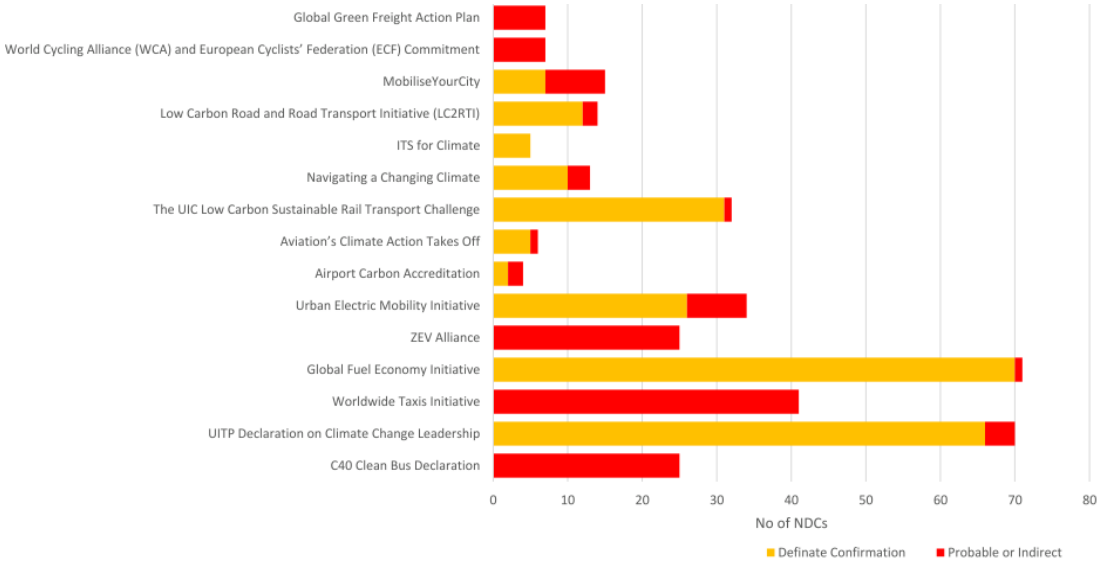
圖 2.1.4 GCAA 運輸部門 15 項倡議(Transport Initiatives)

①首先，針對各國 NDCs 的推動情形，GCA 運輸主題日指出，運輸部門在落實 NDCs 的行動上，具有以下優勢：

a. 涵蓋層級廣泛：從運輸基礎建設至國家、城市組織與機制，從上至下共同推動運輸部門氣候行動，具有領航帶動結構轉型的潛力。

b 行動框架全面：運輸部門全球減碳途徑(Global Roadmap)的與關鍵行動(Quick Wins Actions)，提供短中長期減緩與調適行動依據。

c. 聯結公私部門、中央地方利害關係人，共同落實調適與減碳行動，確保運輸氣候策略推展的連續性。



資料來源：What the transport sector is doing to deliver on the COP21 climate change agreement, PPMC, May 2016.

圖 2.1.5 NDCs 運輸相關倡議

資料來源: What the transport sector is doing to deliver on the COP21 climate change agreement, PPMC, May 2016，本計畫繪製。

圖 2.1.6 運輸部門全球減碳途徑(Global Roadmap)

車輛碳黑 排放減量	公車效能提升 (可及性、性能)	淘汰化石 燃料補貼	道路定價 停車收費	共享經濟(共享汽車、公共自行車)
Reduce Black Carbon	Efficient bus-based transit	Eliminate fossil fuel subsidies	Car-related travel pricing	Car and e-bike sharing
引入碳定價機制	知識教育 與能力培訓	推廣無車日	永續貨運 認證計畫	郊區道路養護
Introduce carbon pricing	Capacity-Building Programs	Car-free days/ciclovías	Sustainable freight recognition schemes	Rural road maintenance
資通訊(ICT) 技術應用	行駛速度限制 (偵測技術與規範)	永續都會 運輸規劃	鐵路車隊規劃	低排放示範區
Enhance ICT applications	Stricter speeding regulations	Sustainable urban mobility plans	Modernize rail fleets	Low emission zones
人本基礎設施 (步行與自行車)	零排放都會貨運	電動車發展	貨運效能提升	燃油標準收緊
Walking & cycling infrastructure	Zero emissions urban freight	Expand electric vehicles fleets	Improve freight efficiency	Tighten fuel economy standards

資料來源: Quick Win Actions, PPMC, http://www.ppmc-transport.org/quick-win-actions，本計畫繪製。

圖 2.1.7 運輸部門關鍵行動(Quick Wins Actions)

②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，並以需求減量、運具移轉及技術提升(Avoid-Shift-Improve, A-S-I)為策略主軸，推動案例包含：

a. 需求減量：結合土地使用與旅運管理，就近工作與就學，減少通勤運輸行為。

b. 運具移轉：發展共享經濟(如公共自行車、共乘)、綠色供應鍊(物流中心、聯運)，移轉客貨運輸至低排碳或低能耗運具。

c. 技術提升：車輛與燃油效率技術提升的同時，以 ITS 優化整體運輸。.

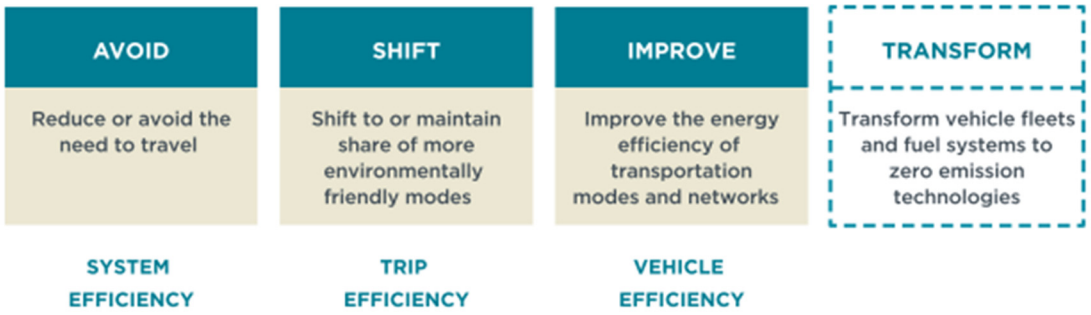
③根據國際綠能運輸理事會(International Council on Clean Transportation, ICCT)全球主要國家運輸部門節能減碳政策路徑(Global Transportation Energy and Climate Roadmap)報告，運輸部門的減碳方向除了 A-S-I 之外，轉型(Transform)對於零排放技術與氣候調適課題更是不可或缺的思考方向(詳見圖 2.1.8)，GCA 運輸主題日點出最重要的轉型面向包含以下三面向：

a. 技術變革-著重在燃油經濟及電動車輛技術發展：根據全球燃料經濟倡議(Global Fuel Economy Initiative, GFEI)，全球已有 65 個國家(2015 年僅 40 個)將提升汽車燃油效率技術列為發展重點，並逐漸擴大至重型車輛市場；聯合國潔淨能源部長會議電動車倡議 Clean Energy Ministerial's Electric Vehicles Initiative (CEM-EVI)，以 2020 年全球電動車輛達到 2 千萬輛為目標。

b. 觀念轉型-永續都會運輸以發展淨零(zero net)經濟為目標：包含 MobilizeYourCity, UITP Climate Challenge, Cycling Delivers, ITS for Climate 等多個國際組織，均以發展去碳化、具備調適能力之都會運輸為實施方向，當中也包含機場碳認證計畫(Airport Carbon Accreditation, ACA)，目前已有 170 個機場取得認證，其中包含 4 個歐洲機場已達到碳中和。

c. 系統轉型-將調適推往第一線：運輸部門的各領域均已擴大對於調適的重視程度，國際鐵路聯盟(International Union of

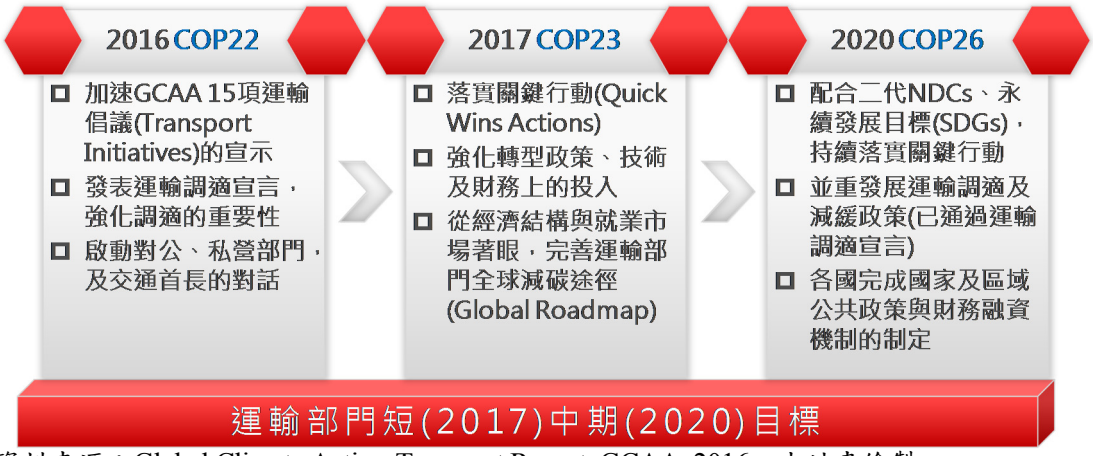
Railways, UIC)及摩洛哥公路單位均表示，運輸部門的調適作為，應系統性的全面構思，從基礎設施、管理制度，以至於標準與規範做起，同時應著重觀念的宣導與資金的應用(常與減緩策略競爭)。



資料來源：Global Transportation Energy and Climate Roadmap, ICCT, 2012.

圖 2.1.8 ICCT 運輸部門減量策略構面

④歸納運輸部門短期(2017, COP23)與中期(2020, COP26)之發展目標(詳見圖 2.1.9)，將以今年度 COP22 奠定之運輸部門全球減碳途徑與關鍵行動為發展基礎，並強化運輸調適及觀念宣導與溝通的重要性。



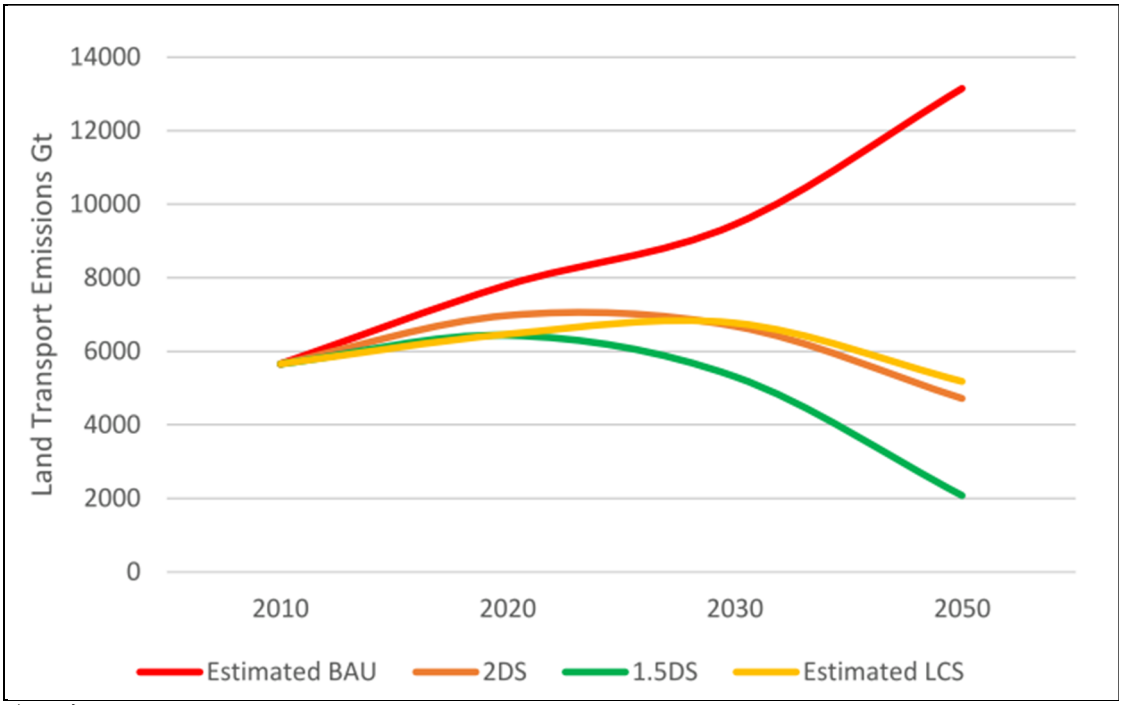
資料來源：Global Climate Action-Transport Report, GCAA, 2016，本計畫繪製。

圖 2.1.9 運輸部門短期(2017, COP23)與中期(2020, COP26)之發展目標

(3) 2016 運輸日(Transport Day Marrakech)會議

2016 年運輸日在 COP22 第一與第二週週間(11/13)展開，由於 UNEP「排放差距報告」顯示，現階段各國提出的 NDCs 架構下，預計 21 世紀末，全球增溫幅度仍會高達攝氏 2.9～3.4℃，顯現現階段各國提出的

NDCs 成效依然不足，因此，會議主席 SLoCaT 資深顧問 Mark Major 於揭幕時，以澳洲、義大利、巴基斯坦等國家於 COP22 第一週期間批准了巴黎協定、德國宣佈 2050 年完全去碳化等兩項令人振奮的消息，鼓勵運輸日與會人員以"dream big and disruptive, act big "的魄力，大力推動運輸部門氣候行動。茲摘錄運輸日重點摘要如下。

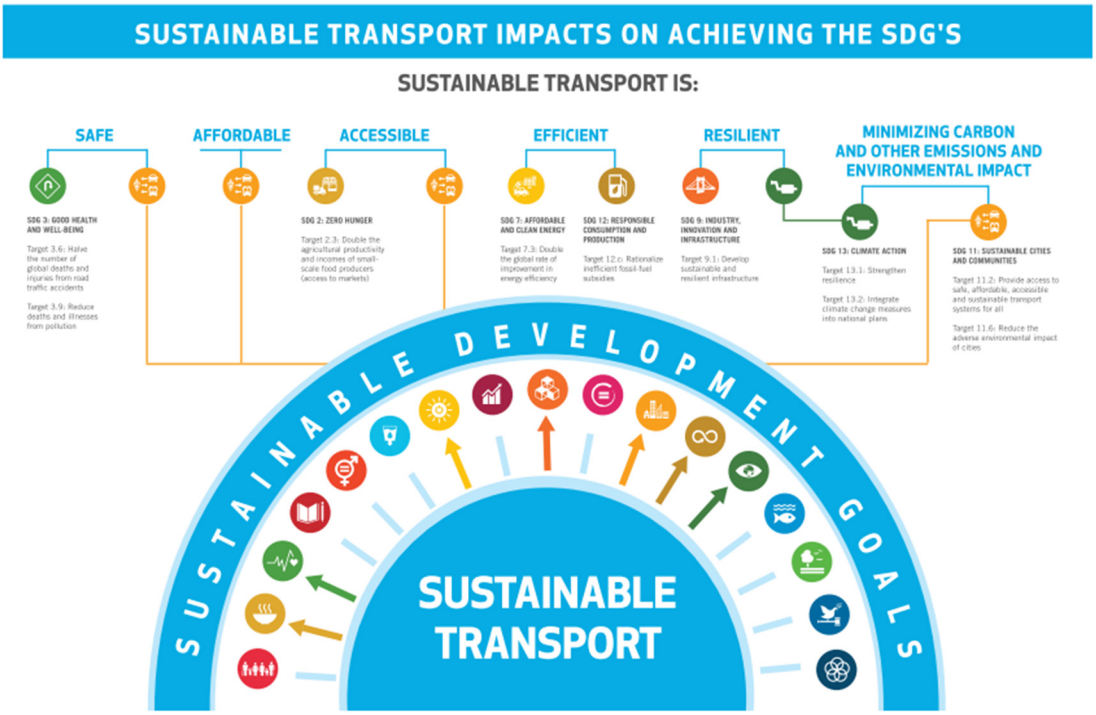


資料來源：Implications of 2DS and 1.5DS for Land Transport Carbon Emissions in 2050, SLoCaT, November 2016.

圖 2.1.10 不同情境下運輸部門(不含國際運輸)溫室氣體排放趨勢

①運輸部門永續發展目標

雖然具有關鍵性影響的碳定價(carbon pricing)機制尚未確認，卻已有部份組織呼籲各國政府與相關國際組織，發起自願行動來促成低碳或碳中和的永續目標，而運輸部門則依循永續發展目標 SDGs 中的目標 2、目標 3、目標 7、目標 9、目標 11、目標 12、目標 13 等 7 項目標(及其下共 10 項細項目標)，以安全、可靠、可及、效率、彈性、環境友善為發展原則(參見圖 2.1.11)，7 項永續發展目標及其下共 10 項細項目標綜整如下。



資料來源：The 2030 Agenda for Sustainable Development, United Nations, 2016.

圖 2.1.11 永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)

a. SDG 2 消除飢餓(ZERO HUNGER)

- 2030 年前，使農村的生產力與小規模糧食生產者的收入增加一倍，尤其是婦女、原住民、家族式農夫、牧民與漁夫，包括讓他們有安全及公平的土地、生產資源、知識、財務服務、市場、增值機會以及非農業就業機會的管道。

b. SDG 3 健康與福祉(GOOD HEALTH AND WELL-BEING)

- 2020 年前，讓全球因為交通事故而傷亡的人數減少一半。
- 2030 年以前，大幅減少死於危險化學物質、空氣污染、水污染、土壤污染以及其他污染的死亡及疾病人數。

c. SDG 7 可負擔能源(AFFORDABLE AND CLEAN ENERGY)

- 2030 年以前，將全球能源效率的改善度提高一倍。

d. SDG 9 工業、創新基礎建設(INDUSTRY, INNOVATION AND INFRASTRUCTURE)

- 發展高品質的、可靠的、永續的，以及具有災後復原能力的基礎設施，包括區域以及跨界基礎設施，以支援經濟發

展和人類福祉，並將焦點放在為所有的人提供負擔的起又公平的管道。

e. SDG 11 永續城市(SUSTAINABLE CITIES AND COMMUNITIES)

- 2030 年以前，為所有的人提供安全的、負擔的起、可使用的，以及可永續發展的交通運輸系統，改善道路安全，尤其是擴大公共運輸，特別注意弱勢族群、婦女、兒童、身心障礙者以及老年人的需求。
- 2030 年以前，減少都市對環境的有害影響，其中包括特別注意空氣品質、都市管理與廢棄物管理。

f. SDG 12 責任消費與生產(RESPONSIBLE CONSUMPTION AND PRODUCTION)

- 依據國情消除市場扭曲，改革鼓勵浪費的無效率石化燃料補助,作法包括改變課稅架構,逐步廢除這些有害的補助，以反映他們對環境的影響，全盤思考開發中國家的需求與狀況，以可以保護貧窮與受影響社區的方式減少它們對發展的可能影響。

g. SDG 13 氣候行動(CLIMATE ACTION)

- 強化所有國家對天災與氣候有關風險的災後復原能力與調適適應能力。
- 將氣候變遷措施納入國家政策、策略與規劃之中。

②運輸與能源部門合作的必要性

a. 國際能源署(The International Energy Agency, IEA)指出，儘管運輸部門已經透過 A-S-I 策略推動運輸部門氣候行動，但運輸系統的運作需要仰賴可信賴的能源系統，能源/動力的潔淨與穩定供給，需要國家政策的支持，包含運輸與能源技術發展的資源投資，才能確保國家節能減碳目標與經濟發展相輔相成。

b. ITS-Davis(Institute of Transportation Studies, UC Davis)指出，需求減量、運具移轉(A-S)策略雖可適度減少溫室氣體排放，然而，因國家與地方文化、地理特性因素，民眾生活必需仰賴特

定運輸系統，若透過潔淨能源技術推展低碳(零碳)運具，可應用在所有運具上，則可大幅度的降低來自運輸部門的污染物。針對大部分仰賴公路運輸系統的地區，ITS-Davis 則建議以劃設行人徒步區、推廣無車日活動，以及提供如公共汽車、自行車、共乘平台等共享服務，來達成低碳運輸。

③都市低碳運輸

根據 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)指出，能源所產生的溫室起體排放量中有 23%來自於運輸部門，而其中又有 50%的運輸部門排放來自於都市地區，且有逐年上升的趨勢，根據 CODATU(Cooperation for urban mobility in the developing world)分析，2050 年，全世界 70%人都將聚集於都市地區，顯現都市低碳運輸發展的重要性，而政府的投入、民眾行為的轉變，以及資訊技術的應用是推動的關鍵。

a. 開發中都市：伴隨著經濟發展，個人衍生的運輸行為也快速增加，以引入新型低碳運輸系統(如大眾運輸)來避免民眾習慣於使用私人汽車。

b. 已開發都市：減碳已成為重要訴求，以鼓勵個人轉換至低碳運輸系統為訴求(如推廣步行與自行車)。

④貨物運輸

相較於旅客運輸，運輸部門氣候行動與策略中，較少涉及貨物運輸議題，根據研究顯示，貨物運輸的溫室氣體排放量中多達 40%來自於 10-20%的公路貨物運輸，且產生了超過 50%的顆粒物排放。要提高國家與民眾對於貨物運輸氣候行動的重視，應從健康、社會與經濟面著手，包含降低運輸旅次及排放、最佳化供應鍊、移轉至低碳運具、提升運輸與燃油效率等有助於降低環境污染，並提高經濟效益的行動，同時降低貨物運輸的碳足跡。而本屆 COP22 則致力於與決策者、貨運關係企業共同探討永續貨物運輸的發展，已確立評估工具、財務來源以及未來發展走向。

⑤電動車輛與再生能源

由於運輸產生的空氣與噪音污染已受到普遍的重視，電動車輛早已成為低碳運輸的發展重點，其技術已趨成熟，正朝向結合再生能源發電以邁向零碳運輸的目標，然因市場占有率低，過高的成本、以及民眾尚未養成習慣，皆成為電動車輛無法普及的因素。本屆 COP22 將匯集能源與運輸部門，共同策劃運輸部門潔淨能源的應用與推廣，以克服行為與經濟上的推動障礙。

⑥運輸部門調適議題

儘管在《巴黎協定》中已呼籲各國應強化對調適議題的重視，相較於減量行動，調適因不確定性高、難以衡量資金投入後的成效，目前仍缺乏重視與行動。然而，災害發生後的經濟損失將遠遠超過對調適行動的投資，決策者需增加調適風險管理機制、系統與設備的投資，尤其小島國家、低窪地區等因海平面上升面臨生存危機的地區。SLoCaT 發表了 3 年期的 A3C3-T(Advancing Action on Adaptation by Countries, Cities and Companies in the Transport Sector)，主張 2020 年巴黎協定採行前，應有更多國家、城市、企業參與運輸部門調適政策與評估工具的建立與發展。A3C3-T 相關行動包含：

a. 增強運輸部門調適知識與數據的蒐集

b. 明確運輸部門調適與回復的要素

c. 發展運輸部門調適評估架構

d. 落實國家、城市和企業運輸部門調適政策或措施

e. 建立國家、城市和企業調適能力

f. 提供調適相關政策、措施和評估方法的開放資料庫。

(4) 國際運輸(航空與海運)氣候行動

①國際民航組織 ICAO(International Civil Aviation Organization)

ICAO 為解決國際航空每年超過 2020 年排放水準的 CO_2 排放量，近期(2016 年 10 月 6 日) 達成之碳補償協議-國際航空業碳補償和減量機制 (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)，截至 2016 年 10 月 12 日已有 66 個國家代表(占國際航空活動的 86.5%以上)，自願參加此項以全球

航運市場量為衡量基準而設計出的協議：根據預測，2021 年 CORSIA 啟動後，可將航空運輸的二氧化碳排放自 2020 年後趨近於穩定零成長的現象。CORSIA 將以三個階段來實施：

a. 先期階段(2021-2023)：各國自願加入

b. 第一階段(2024-2026)：各國自願加入

c. 第二階段(2027-2035)：2018 年延噸公里收入(Revenue Tonnes Kilometers, RTKs)超過總 RTKs 0.5%的國家，或者在最高到最低 RTKs 名單中，名列總 RTKs 前 90%的國家必須加入(不適用低度開發國家(LDCs)、小島嶼國家(SIDS)、內陸開發中國家(LLDCs)。

②國際海事組織 IMO(International Maritime Organization)

IMO 近期(2016 年 10 月 24 日至 28 日)召開的第 70 屆海洋環境保護委員會(Marine Environment Protection Committee, MEPC)，重要結論如下；

a. 船舶燃油消耗數據收集系統：要求超過 5,000 總噸的船舶從 2019 年強制執行，並將蒐集到的數據提交 IMO。

b. 國際海運溫室氣體減量途徑：2018 年提出整體策略，確立短、中、長期行動措施，並持續收集數據進行分析，於 2023 年完成整體策略修訂，以作為國際海運氣候行動的依據。

(5) 低碳社會發展-運輸部門計畫

日本環境省與其智庫單位國立環境研究所 NIES(National Institute for Environmental Studies)推行低碳社會 LCS (Low Carbon Society)已 20 餘年，NIES 所研發的亞太整合模型(Asia-Pacific Integrated Model, AIM)，可計算國家/城市中各部門溫室氣體排放量，做為設定減排目標的基準(如圖 2.1.12)，以擬定低碳城市規劃(LCS Planning)，值得一提的是，透過 AIM 結合 CGE 模型，可衡量與環境政策、技術創新、產業變化與總體經濟成長之相互影響。

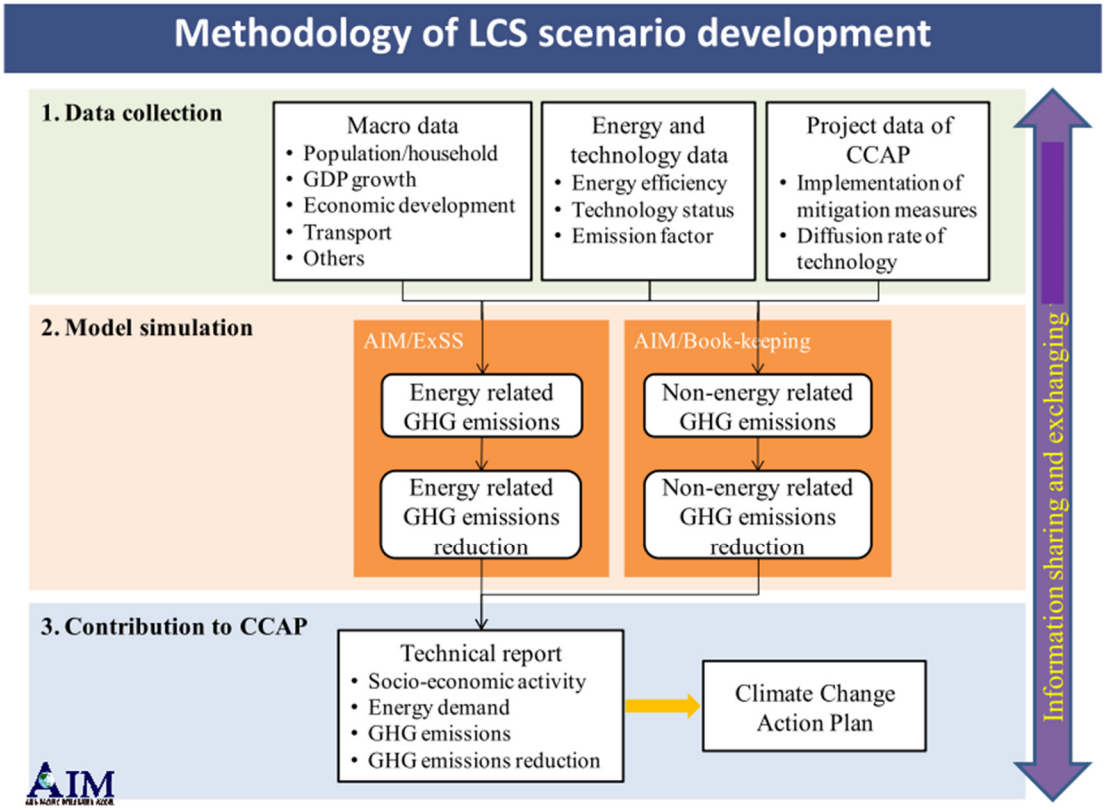


圖 2.1.12 NIES 亞太整合模型(Asia-Pacific Integrated Model, AIM)架構

透過國際合作，NIES 與馬來西亞及越南地方政府合作，致力於吉隆坡(Kuala Lumpur)、峴港市(Da Nang)、胡志明市(Ho Chi Minh City)發展低碳城市，其中運輸相關計畫綜整如下：

①馬來西亞吉隆坡(Kuala Lumpur)

制定 8 領域 24 策略與 73 項 LCS 措施，由運輸、建築、水資源、廢棄物、能源、基礎設施與數位技術、環境等七個領域執行，其中運輸部門包含鐵路系統、自行車道、公車系統、行人路網等發展措施。

②越南胡志明市(Ho Chi Minh City)

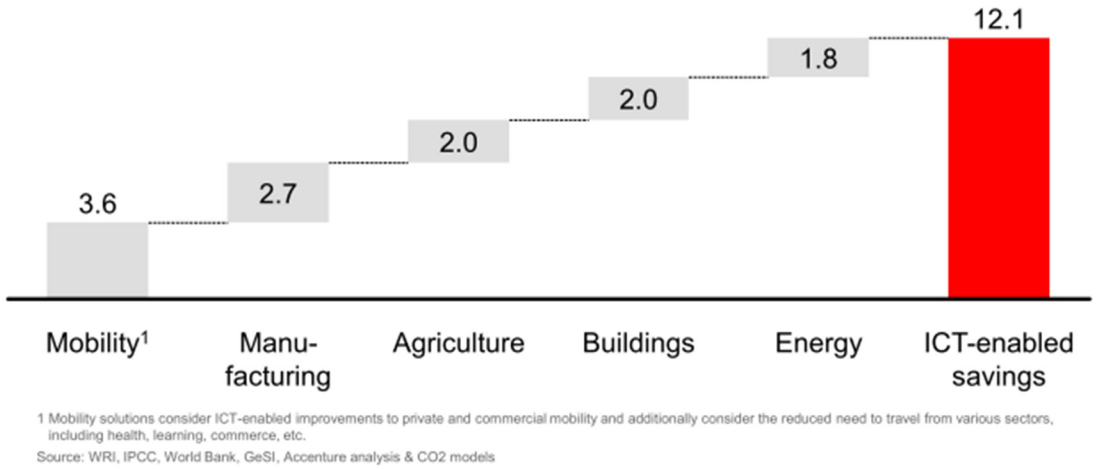
與日本大阪共同合作 HCM 計畫，以五個構面(水、再生能源、運輸、燃油與能源效能提升)進行 LCS 規劃，其中環保駕駛學習計畫(Eco-driving by Utilizing Digital Tachograph System Project)，已應用於越南 NIPPON EXPRESS 貨運公司 130 輛貨車中，係透過行駛記錄儀器記錄貨車司機駕駛行為，藉以提供司機有助於減少燃料消耗輛的駕駛行為改善建議，估計每年可減少 328 t CO_2。

③越南峴港市(Da Nang)

借鏡日本 LCS 經驗，峴港市分析溫室氣體排放量總量，並設立減排目標，以綠色港都為 LCS 發展依據，擬定 15 項計畫，其中包含推行低碳公車、並推廣使用大眾運輸。

(6) 運輸科技應用-資通訊技術(Information and Communication Technology, ICT)

根據全球永續議題 e 化倡議組織(Global e-Sustainability Initiative, GeSI)分析顯示，ICT 的發展與應用將有潛力降低 2030 年 15 %的溫室氣體排放量(約 12 Gt)，其中運輸部門即佔了 30%，其應用層面包含了減少產品生產製程、提升能源效率、減少運輸需求等製造、能源、運輸等部門(如圖 2.1.13)，同時亦可增加就業機會、便捷人與人的聯繫，兼具經濟、社會發展及減碳的成效。



資料來源：SMARTer2030 – ICT Solutions for 21st Century Challenges, GeSI, 2015.

圖 2.1.13 ICT 應用於各領域之減碳成效

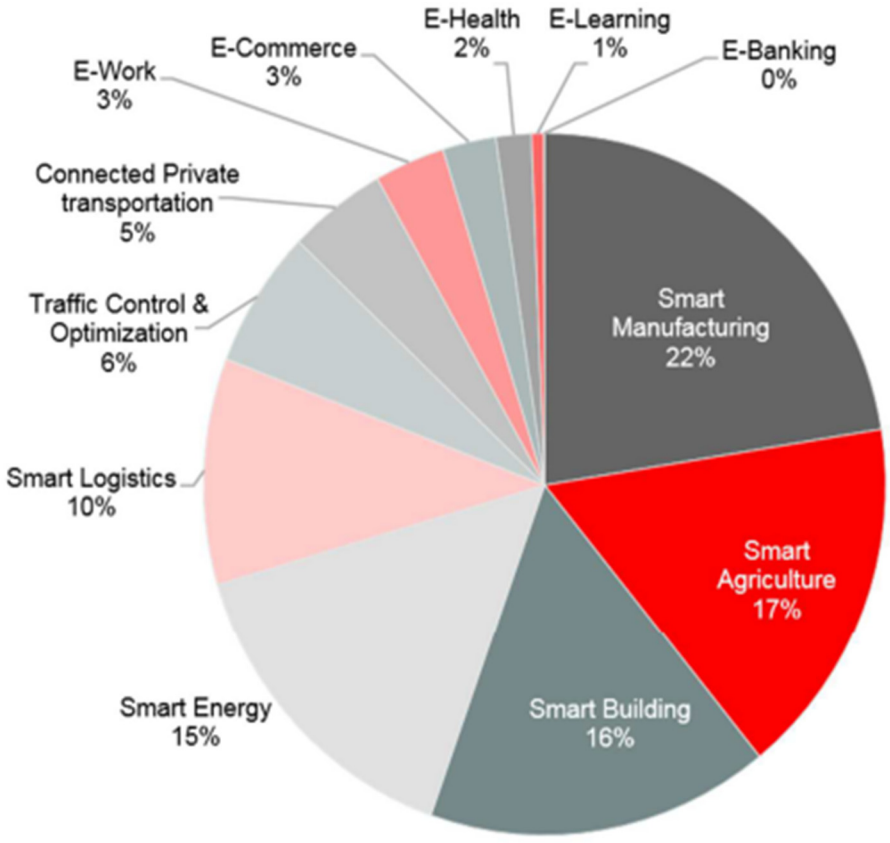
GeSI 進一步分析了既有 12 項 ICT 應用案例的減量潛力(如圖 2.1.14)，其中智慧製造、農業、建造與能源技術，各佔了 15~22 %的減量比例，而智慧交通，包含智慧物流、交通管理與最佳化、E-Work 及私部門運輸管理等，則具有最大的發展潛力(24%)。ICT 在運輸領域上的應用(Smart Mobility)包含：

①E-Work(視訊會議或在家工作)：根據研究每人每年減少 100 小可的旅程，就可以降低 67%的交通排碳。

②Traffic Control & Optimization：結合 ICT 於電動車(或其他低碳運具)，透過路側基礎建設蒐集即時旅運資訊，並提供即時交通導引，減少塞車繞路等行為，提升運輸安全與效率。

③Connected Private Transportation：藉由行動裝置的普及，擴大了資訊蒐集的層面，同時也因資訊分享容易，促成了共享經濟時代，共乘與共享平台技術，將可減少私人旅次，減少空污及排碳。

④Smart Logistic：貨品電子掃描技術，集中管理貨品，減少遞送旅次。



資料來源：SMARTer2030 – ICT Solutions for 21st Century Challenges, GeSI, 2015.

圖 2.1.14 ICT 應用案例減碳潛力分析

2.1.2 國外減碳策略與措施成效

《巴黎協定》於 2015 年 12 月 12 日正式通過，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將有長遠之影響。本節追蹤巴黎協定通過後近一年來世界各國節能減碳策略之發展趨勢。另外，由於全世界之溫室氣體，超過 70%是源自於都會區，而有許多都市體認到都會節能減碳之關鍵性與重要性，均已設定碳中和為未來發展之目標，提出跨部門整合性之都市發展策略，因此，除探討一般運輸部門節能減碳策略外，亦回顧以碳中和為願景的都市發展策略。

1. 《巴黎協定》後之國際減碳推動進展與議題

(1) 一般性議題

美國哈佛大學 Belfer Center 會同義大利 Aspen Institute 於 2016 年 7 月邀請歐洲與美國學者，共同討論歐洲在《巴黎協定》後所面臨課題(Workshop on Climate Strategies Post COP21 and Sustainable Economies in Europe)，會中專家各抒己見，並不做成會議結論。雖然是針對歐洲，但世界各國也都面臨同樣挑戰。會中主要討論下列三項課題：

①如何將現有能源結構過度至低碳經濟

目前 INDC 不足以達成巴黎協定的遠期目標，而目前並無具體計畫該如何達到深度除碳的能源系統，必須有更創新的方法方有可能突破難關。例如，以消費使用為基準的碳帳系統，取代碳交易。另外如何刪除對石化燃料的補貼，以其他燃料取代煤炭，以及研發推廣替代能源的財源規劃都加以討論。其中一項挑戰是要政治體系均能維持邁向低碳經濟的基本政策，不因執政團隊而改變，所以需要更大的投資。

②如何促進低碳能源的創新與技術開發

許多專家提醒研發經費應大幅增加，但可能會面臨應將資源投在短期有效但無法達成長期目標的能源(如生質能源)，還是開發需要長期投入方能見效的低碳能源的兩難議題。

另一議題，歐洲與中國大陸面臨的能源領域挑戰相似，如何與中國建立更密切的合作關係，並加強歐盟各國內部合作也是重要課

題。此外，如何吸引民間資金，促進政府與學界的交流合作十分關鍵。又民間投資難免利益導向，如何讓民間發揮最大管理功效，卻又要兼顧弱勢族群之所需，也是重要課題。

③財源與財務機制規劃

民間投資最忌諱政府政策改變，尤其是財務部分。因此，成立「綠色投資銀行」或發行「綠色債券」等創新的交易結構減少風險，並提供專家諮詢，來幫助民間投資低碳計畫。許多專家針對現行歐盟碳交易系統的問題提出建言，包括其未能涵蓋所有部門，也並非全球通行，而碳價的訂定機制也備受質疑。在歐洲，能源技術研發仍然掌握在政府與大型企業手中，而美國的創業與上市機制與及財務投資管道暢通，值得歐盟國家學習。

(2) 運輸議題

聯合國 UNFCCC 於 2016 年 5 月在德國波昂召開各部門專家會議，了解目前各部門在節能減碳的進度與方法。Paris Process on Mobility and Climate(PPMC)/Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport 提出達到運輸部門零排放的藍圖，如圖 2.1.15 所示。

在架構上，該藍圖除了要執行減量(Avoid)、運具移轉(Shift)、以及技術改善(Improve)三大面向之策略外，還有下列重點：

a. 高遠的願景與目標
b. 兼顧短期(Quick Win Actions, 2016-2020)、中期(Common Framework(2016-2030)與全球除碳之長期藍圖(Global Roadmap for Decarbonizing Transport Sector, 2016-2050/2080)
c. 著重創新
d. 建立平台，加強跨部會與機構間的合作
e. 在策略方面，則包括：
f. 都市生活改造
g. 低碳能源供應策略
h. 各運具運轉效率改善
i. 供應鏈縮短

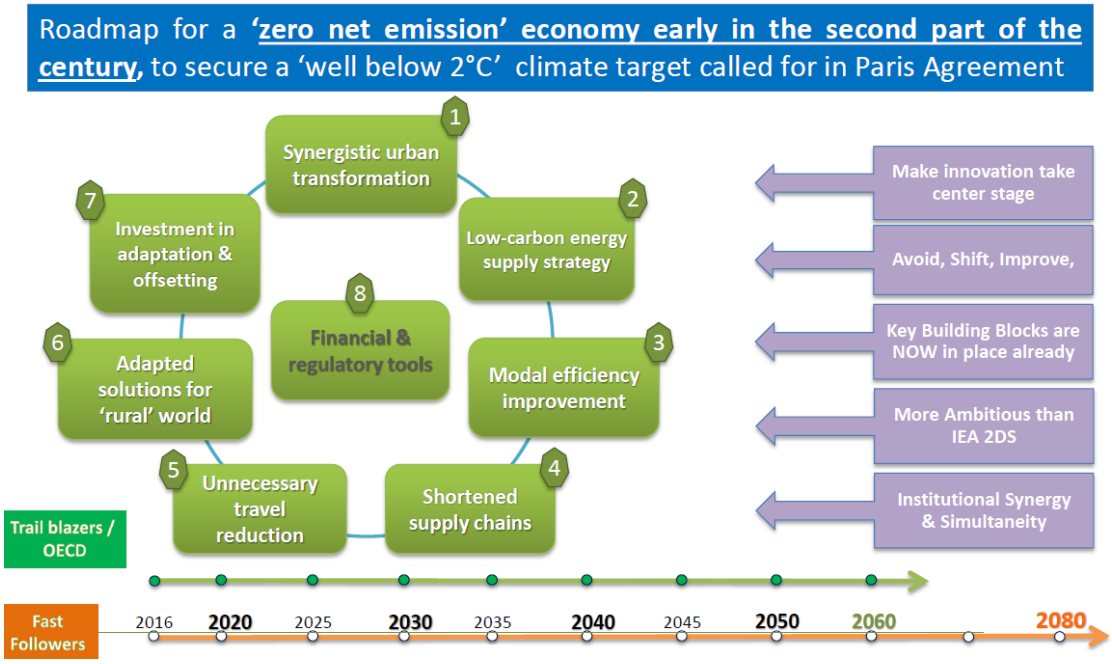
j. 非必要旅次減量

k. 城際運輸設施調適

l. 投資以降低氣候變遷風險

m. 營造適宜的法規於財務環境

由以上策略可知，仰賴單一運輸部門策略不易達到「零排放」的目標，要達成深度減碳目標，除了在推廣大眾運輸系統，改善行車環境能源效率等一般策略外，尚須在都會區土地使用、能源政策、企業經營、風險管理、法規與財務上都得到支援，方能達成深度減碳目標。



資料來源：Cornie Huizenga-Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport, What the Transport Sector is Doing to Deliver on the COP21 Climate Change Agreement, Transport Expert Meeting, Bonn, Germany, May 23, 2016.

圖 2.1.15 運輸部門「零排放」藍圖

2. 國外運輸部門減碳策略與措施成效

聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme, 以下簡稱UNEP)對於交通運輸部門的綠色減碳策略，主張三大主軸需求減量(Avoid)、運具移轉(Shift)、以及技術改善(Improve)，定義如下。

(1) 需求減量(Avoid)

降低造成排放的運具使用模式，同時藉由智慧化的運輸設施與規劃，促進客運與貨運的運輸與機動能力。例如：TOD 發展模式(Transit Oriented Development)整合土地與運輸規劃創造能促進地方群集的經濟活動以達到出行需求的減少；採用電子化作業或多面向供應鏈的方式減少不必要的運輸旅次。

(2) 運具移轉(Shift)

引導運具使用自高度消耗能源的類型，轉移至較具有能源效率的類型，例如：客運鼓勵私人車輛移轉至公共運輸、自行車，貨運盡量將公路運輸轉移至軌道或海運。

(3) 技術改善(Improve)

藉由技術的進步，改善運具的能源消耗與排放效率。例如：車輛燃油效率提升、智慧型運輸系統、設定車輛能源燃油效率標準與檢測的法律規範。

資料來源：聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme, 以下簡稱UNEP)，本計畫整理繪製。

圖 2.1.16 綠色運輸減碳策略三大主軸

茲依據本計畫六大政策類別，「建設、技術、智慧運輸、營運管理、補貼、稅費」，彙整國外先進國家包含美國、歐盟、中國、日本、南韓、新加坡各國的相關減碳策略如表 2.1.2，並從各類別分析國外實施成效。

(1) 建設

建設對節能減碳的貢獻，屬於需求減量(Avoid)、運具移轉(Shift)兩個主軸。主要包括公共交通場站、自行車道與步行設施。

a. 公共交通場站

透過 TOD 開發模式興建軌道運輸、公共運輸場站，吸引場站周邊的活動與居住人口，提升公共運輸使用便利性和佔有率，美國與歐洲分別強化州與州之間、國與國之間的鐵路網絡，例如：歐洲瑞士的聖歌達鐵路隧道(Gotthard Base Tunnel)，於 2016 年 6 月 1 日開通，計 2016 年 12 月中旬正式營運，將使瑞士蘇黎世與義大利米蘭之間的旅程縮短至 2 小時 45 分。除歐洲與美國外，國際主要城市亦重視具備高度轉運能力的公共場站，提倡公共場站提供各類運具服務，並鼓勵汽車使用者利用公共場站停車轉乘，提升公共運輸使用率。

b. 自行車道與步行設施

自行車道與步行設施的建設已經開始在先進國家受到重視，藉由完善自行車道路網的建設，成功鼓勵民眾使用自行車或步行，回歸人本交通。歐洲除了原本以自行車城聞名的荷蘭鹿特丹和丹麥哥本哈根外，德國與英國也積極加入塑造自行車城市的行列，德國於 2016 年 1 月 4 日啟用總長 100 公里的自行車高速公路前 5 公里路段，未來預計連接 10 座城市，為德國境內城際自行車道路網開啟了第一個里程碑，詳圖 2.1.17。英國倫敦的自行車願景(Vision of Cycle)積極建設城市自行車專有路權路網，以及天空自行車道 Sky Cycle 計畫，皆可看出城市發展自行車和步行的決心，如圖 2.1.18。

表 2.1.2 六大政策類別的國外節能減碳發展策略與計畫

政策類別	美國	歐盟	中國	日本	南韓	新加坡
建設	• 推動高速鐵路建設 • 擴建自行車道	• 完善跨國鐵路網 • 自行車城市(荷蘭&丹麥) • 擴建自行車道(英國 SkyCycle,德國自行車高速公路) • 公共運輸路網	• 公共運輸系統 • 城際軌道建設 • 擴建自行車道 • 自行車與步行設施 • 鐵路電氣化	• 完善公共交通運輸系統,特別著重在電氣化軌道 • 自行車與步行設施(自行車立體停車場) • 強調人車分離的人行道改善 • 鐵路電氣化	• 完善公共運輸系統(軌道、BRT) • 增加綠色運輸覆蓋率 • 智慧高速公路 Smart Highway • 擴建自行車道(高速公路自行車專用道)	• 完善公共運輸系統 • 智慧國家建設 Smart Nation • 完善行人設施
技術	• 新能源車輛推廣與配套 • 清潔柴油運動 • 燃油效率與清潔能源技術研發 • 制定燃油與排放新標準 • 新一代航空運輸系統	• 新能源車輛推廣與配套 • 燃油效率與清潔能源技術研發 • 推廣電動車輛 • 制定燃油與排放新標準	• 新能源車輛推廣與配套 • 燃油效率與清潔能源技術研發 • 推廣電動車輛 • 制定燃油與排放新標準 • 場站節能改造	• 新能源車輛推廣與配套 • 燃油效率與清潔能源技術研發 • 推廣電動車輛 • 制定燃油與排放新標準 • 場站節能改造	• 新能源車輛推廣與配套 • 燃油效率與清潔能源技術研發 • 推廣電動車輛 • 高效能電動車與電池研發 • 電動車連上電網 V2G • 制定燃油與排放新標準	• 發展綠色運具 • 燃油效率與清潔能源技術研發

表 2.1.2 六大政策類別的國外節能減碳發展策略與計畫(續)

政策類別	美國	歐盟	中國	日本	南韓	新加坡
智慧運輸	• 電子收費系統 • 車路整合系統 • 車聯網車間通訊	• 電車自動駕駛系統(法國) • 通用即時交通資訊標準 • 多模式旅遊資訊 • 跨國界車載緊急呼叫	• 積極設置各地區交通控制中心 • 整合交通指揮系統 • 手機 APP 與交通系統整合	• 即時交通控制與資訊發佈中心 • 自動駕駛 • 電子收費系統 • 手機 APP 公共交通資訊系統	• 手機通訊與交通運輸資訊整合 • 智慧高速公路 SMART Highway	• 即時交通控制與資訊發佈中心 • 交通監控系統 • 車載資通訊裝置 • 自動車輛 • 綠色 ITS 基礎建設
營運管理	• 共乘 • 車輛共享 • 票卷整合 • 停車轉乘 • 立法強制安裝車間通訊設備	• 設置低碳社區 • 交通擁擠費(英國、瑞典)	• 推廣自行車與步行 • 支持與推動綠色貨運行動 • 限制車輛使用(車牌單雙日出行)	• 發展多種優惠票卷吸引公共運輸使用 • 公共運輸無縫整合規劃 • 行人徒步區 • 客貨運整合運輸 • 停車轉乘 • 低碳物流系統	• 公車路網結構性調整(路線、路網、場站、專用道、票價、管理權責) • 設置低碳區(濟州島全島電動車計畫) • 電動車共享租賃服務	• 推廣公共運輸系統 • 合理管理計程車營運制度 • 交通管理系統整合 • 交通擁擠費 • 車輛使用年限(10 年)
補貼	• 公共運輸票價 • 先進技術汽車製造貸款方案	• 取消交通津貼(德國) • 公共運輸票價 • 節能技術與設備	• 公共運輸票價 • 新能源汽車	• 所得稅中減免公共運輸費用 (交通津貼)	• 公共運輸票價	• 公共運輸票價
稅費	• 低碳車輛減稅 • 徵收碳稅(部分地區)	• 低碳車輛減稅 • 徵收碳稅(北歐) • 提高燃油稅	• 低碳車輛減稅	• 低碳車輛減稅 • 新碳稅方案	• 低碳車輛減稅	• 提高傳統車輛牌照稅與推動車輛持有配額制度 • 低碳車輛減稅 • 提高燃油稅

資料來源：本計畫整理。

除了歐洲國家之外，亞洲的日本與南韓的自行車發展也相當成熟。日本一向注重人本交通，都市道路規劃特別著重行人和自行車的安全設計，為避免自行車與車輛在道路上行駛的風險，日本特別強調行人道上人與自行車共存的意識，且對於自行車停放的環境也設想周全，人行道上往往能看到鐵欄杆提供自行車停靠與上鎖，眾多公共場所設置自行車停放區，先進都市還有設置立體自行車停車場，如圖 2.1.19。

南韓大田廣城市與世宗市之間的高速公路開闢了自行車專用道，且於自行車道上安裝太陽能板，作為發電的同時供應自行車騎士遮蔽。路段全長約 32 公里，於高速公路內側巴士專用道內設置柵欄，提供自行車完全專用路權，成為獨特的交通景象，如圖 2.1.20。

資料來源：德國單車高速公路官網，http://www.rs1.ruhr/。

圖 2.1.17 德國 100 公里自行車高速公路圖

<table>
<tr>
<td>
自行車願景設計理念示意圖</td>
<td>
Tower Hill 完工示意圖 (CS1)</td>
</tr>
<tr>
<td>英國自行車願景的設計理念說明：

• 採用地鐵式的路網識別設計，給予具有自明性的路線號碼，例如：CS1,CS2(預計 8 條)

• 汽車讓出空間與自行車分享，且禁止自行車騎上人行道，達到行人、自行車、機動車三種系統完全分隔的道路使用環境

• 鼓勵通勤族使用自行車上下班</td>
<td>
Sky Cycle 計畫示意圖
方案仍在討論階段，若獲得批准，預計 20 年後完成，計畫 10 條線路，總長約 220 公里，設置 200 個出入口，同時一條道路每小時能夠承載 12,000 位自行車騎士</td>
</tr>
</table>

資料來源： https://tfl.gov.uk/modes/cycling/routes-and-maps/cycle-superhighways，倫敦運輸署官網 Cycle Superhighways 計畫。

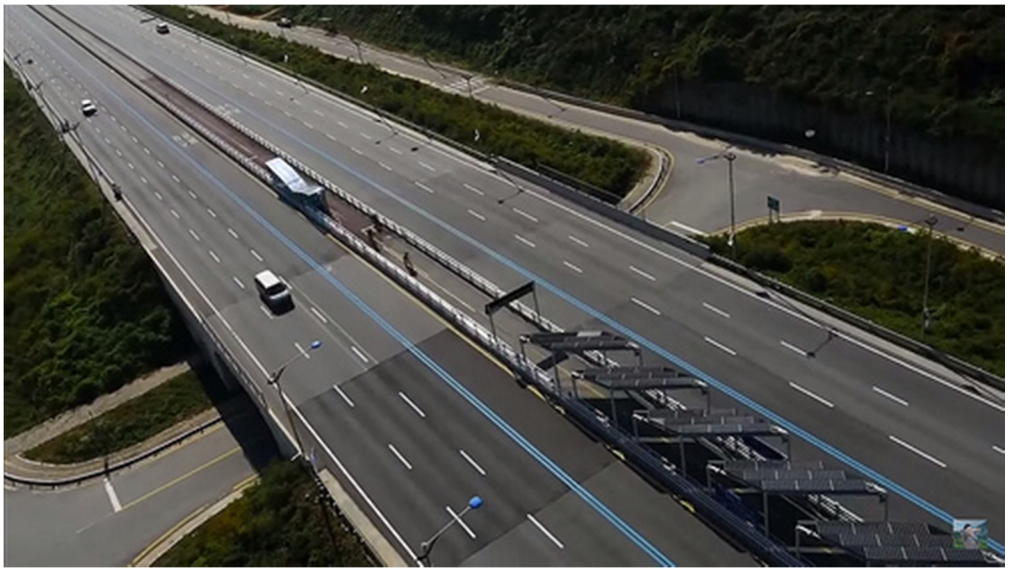
圖 2.1.18 英國自行車願景理念與完工示意圖

設計概念

東京立體停車場

資料來源：GIKEN 官方網站。

圖 2.1.19 日本自行車立體停車場



資料來源：環境資訊中心官方網站。

圖 2.1.20 南韓高速公路自行車道

(2) 技術

技術即為技術改善(Improve)，主要包括替代能源車輛推廣與配套、再生燃料與燃油效率技術研發以及制定燃油與排放新標準。

①新能源車輛推廣與配套

新能源車輛泛指以新能源取代傳統的汽油、柴油驅動引擎的車輛，包括電動車輛、油電混和車輛、天然氣和液化石油氣汽車、氫燃料汽車...等。其中，電動車輛與油電混和車輛已成為國際推動新能源車輛的主流，世界上許多先進國家已投入電動車輛的研發並引進市場，依據中國大陸科技部 2015 年 2 月 16 日發布《國家重點研發計劃新能源汽車重點專項實施方案(徵求意見稿)》的統計資料，美國仍然是最大的新能源車輛銷售國，2014 年累計銷售 12 萬輛，其中，插電式和純電動車輛約各佔一半；日本以混和動力為主要技術，是全世界最大的混和動力車輛銷售市場；歐洲插電式混和動力車輛熱潮迅速興起，各車廠已紛紛推出各自的量產插電式混和動力車款，預計歐洲的插電式混和動力車輛將進入成長期銷售；中國 2014 年各類插電式、純電動車輛銷售量則超過 5.5 萬。

儘管電動車輛有迅速發展的趨勢，其維修仍需要仰賴高水準的技術，凸顯出未開發的新興國家與許多開發中國家，要發展電動車輛的困境，即便是已開發國家，推廣電動車輛亦面臨電動車輛充電設施的配套措施不夠成熟的阻礙。如何持續研發使電動車輛更佳穩定的配套措施與技術為現況各車廠努力的項目。COP21 會議期間，雷諾汽車總裁在「運輸日」曾表示「為了鼓勵電動車輛的使用，雷諾汽車持續研發電動車輛，推廣電動車輛市場，努力提升系統穩定性，特別是充電套件，以提升續航能力、電力穩定、加快充電時間、方便充電。」；比亞迪汽車公司總裁亦表示，深圳計畫於 2016 或 2017 年，完成全市 15,000 輛公車和計程車的全面電動化，屆時將確保深圳市區內的充電設備完整性後投入。

②燃油效率與清潔能源技術研發

COP21 會議期間，歐盟代表曾於 LPAA 會議表示，歐洲未來交通運輸願景是要實現方便的旅行環境，制定的歐盟交通白皮書中，提出四大要點：a.車輛燃油效率提升；b.清潔能源的使用；c.以交通組織創造新商業環境；d.實現運具轉移的交通思維。可知，燃油效率與清潔能源已是歐盟未來的研發重點。

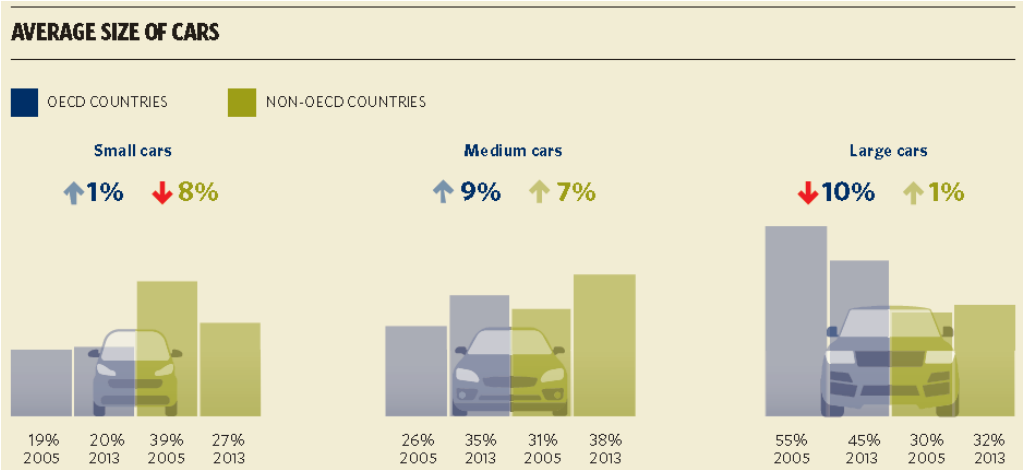
近年來燃油效率已有提升趨勢，根據全球燃油經濟倡議(Global Fuel Economy Initiative, 以下簡稱 GFEI)2016 的燃油經濟報告統計結果指出，全球的平均燃油效率自 2005 年至 2013 年已逐年提升(詳表 2.1.3)，且隸屬於經濟合作與發展組織(The Organization for Economic Co-operation and Development, 以下簡稱 OECD)的國家，具有中小型車輛銷售量成長，大型車輛減少的趨勢，但非隸屬於 OECD 的國家的大型車輛仍有微幅成長(詳圖 2.1.21)，GFEI 評估中小型車輛銷售量成長應為隸屬於 OECD 國家燃油效率提升幅度較大的主因之一。

GFEI 也指出，除了車輛市場上車體大小的影響外，車輛引擎技術的提升也促使新型車輛的燃油效率提升，還有其他外部方法可提升燃油效率，包括怠速熄火、節能駕駛、自動駕駛、節能設備。未來的車輛技術發展趨勢，將朝向研發低碳車輛如純電動車、混和動力或生質燃料、使用氫燃料電池的電動車。

表 2.1.3 國際燃油效率提升趨勢統計

			2005	2008	2011	2013	2030
OECD Average	average fuel economy (Lge/100km)		8.6	7.9	7.3	6.9	
	annual improvement rate (% per year)		-2.7%	-2.6%		-2.6%	
			-2.6%				
Non-OECD Average	average fuel economy (Lge/100km)		7.3	7.4	7.3	7.2	
	annual improvement rate (% per year)		0.5%	-0.4%		-0.9%	
			-0.2%				
Global Average	average fuel economy (Lge/100km)		8.3	7.7	7.3	7.1	
	annual improvement rate (% per year)		-2.3%	-1.9%		-1.8%	
			-2.0%				
GFEI target	average fuel economy (Lge/100km)		8.3				4.2
	required annual improvement rate (% per year)	2005 base year	-2.7%				
		2014 base year	-3.1%				

註：OECD(The Organization for Economic Co-operation and Development)，經濟合作與發展組織。
資料來源：Fuel Economy State of the World 2016, Global Fuel Economy Initiative。



資料來源：Fuel Economy State of the World 2016, Global Fuel Economy Initiative.

圖 2.1.21 國際車輛銷售市場平均車體大小統計

③制定燃油與排放新標準

國際上許多國家已開始陸續研究與實施輕型或重型車輛燃油與排放標準的法規，主要目的係透過制定車輛燃油與排放標準，督促使用中車輛注重車輛的定期保養並淘汰不符合規定的老舊車輛，並且促使新型車輛的研發應顧及燃油效率提升技術。有關於國際輕型與重型車輛燃油與排放標準的時程與數據資料，彙整於表 2.1.4 與表 2.1.5。

表 2.1.4 國際主要國家輕型車輛燃油與溫室氣體排放標準比較

國家或地區	目標年	標準類型	燃油或排放標準	測試型態 (Driving Cycle)
歐盟	2015	CO_2	130 gCO_2/km	NEDC (新式歐規)
	2021		95 gCO_2/km	
中國	2015	Fuel Consumption	6.9 L/100km	NEDC (新式歐規)
	2021		5 L/100km	
美國	2016	Fuel Economy / GHG	36.2 mpg or 225 gCO2/mi	U.S. combined(美國)
	2025		56.2 mpg or 143 gCO2/mi	
日本	2015	Fuel Economy	16.8 km/L	JC08 模式
	2020		20.3 km/L	
巴西	2017	Fuel Economy	1.82 MJ/km	U.S. combined(美國)
印度	2016	CO_2	130 g/km	對低動力車輛採用 NEDC(新式歐規)
	2021		113 g/km	
南韓	2015	Fuel Economy / GHG	17 km/L or 140 gCO_2/km	U.S. combined(美國)
臺灣	2016	Fuel Economy	6.1~16.2 km/L(FTP) or 5.3~14.1km/L(NEDC)	FTP / NEDC

資料來源：TransportPolicy.net、車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法。

表 2.1.5 國際主要國家重型車輛燃油與溫室氣體排放標準比較

類型	日本	美國	中國	歐盟
管制年期	2015 實施	2014 實施	2014 實施	2015 年完成測試程序法規草案公告，預計 2017 年法規正式公告實施
排放標準單位	km/l	CO_2 採用 g / payload ton-mile 油採用 gallon / 1000 payload ton-mile	l/100km	g CO_2/ton-km
測試型態	JE05(瞬間)和 Interurban Mode(速率 80 並含坡)	HHDDTS 瞬時型態及 55mph、65mph 巡航型態	修正後的 WTVC	Long haul(長途)及 Regional delivery(城際運輸)型態
測試型態之組合	90%JE05 和 10%interurban	5%瞬間+ 9%55mph + 86%65mph	10%鄉村+90%公路	需同時載明長途及城際運輸兩個排放值
能耗或排放標準	2015 達 2.01 km/l	2014 達 7.3 gal/1000 ton-mile	2014 達 47 l/100km (2.13km/l)	僅需提報認證值而無標準值，預計實施後之長期油耗水準目標為長途城際 3.86km/l
管制單位	經濟產業省 (METI)	能耗由公路交通安全署(NHTSA)管理；GHG 排放由環保署(EPA)管理	工業和信息化部(MIIT)	歐盟執委會氣候行動總署(European Commision-DG CLIMA)

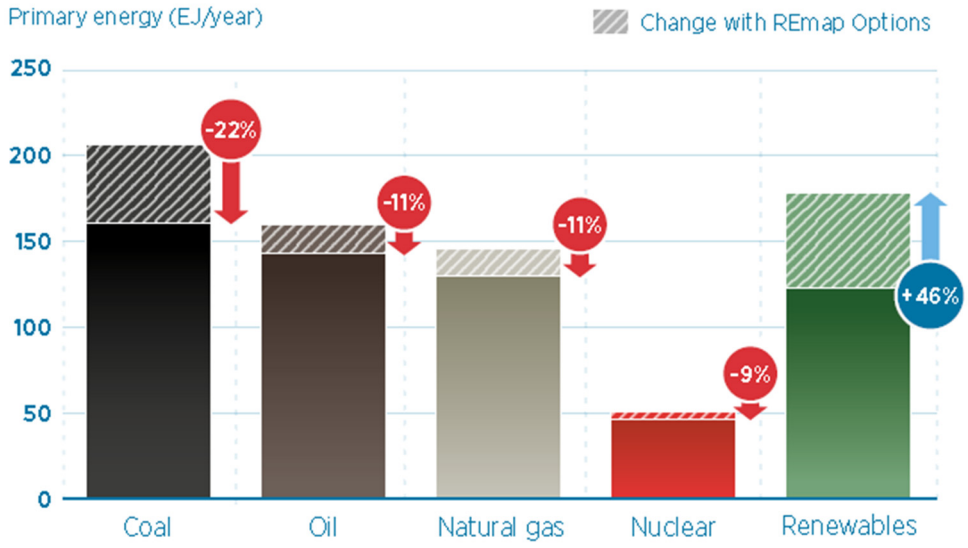
資料來源：International Alignment of Fuel Efficiency Standards for Heavy-Duty Vehicles, Therese Langer and Siddiq Khan (American Council for an Energy-Efficient Economy), 2013 April.

④航空低碳標準

商用飛機約占目前全世界運輸排碳總量的 11%，國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)於 2016 年 2 月確定第一個飛機排放減量標準，將適用於 2020 年之後推出的新機型，以及 2023 年後製造的舊機型。仍在生產中的舊型機款最晚須於 2028 年以前改善能源效率，以符合最新標準。

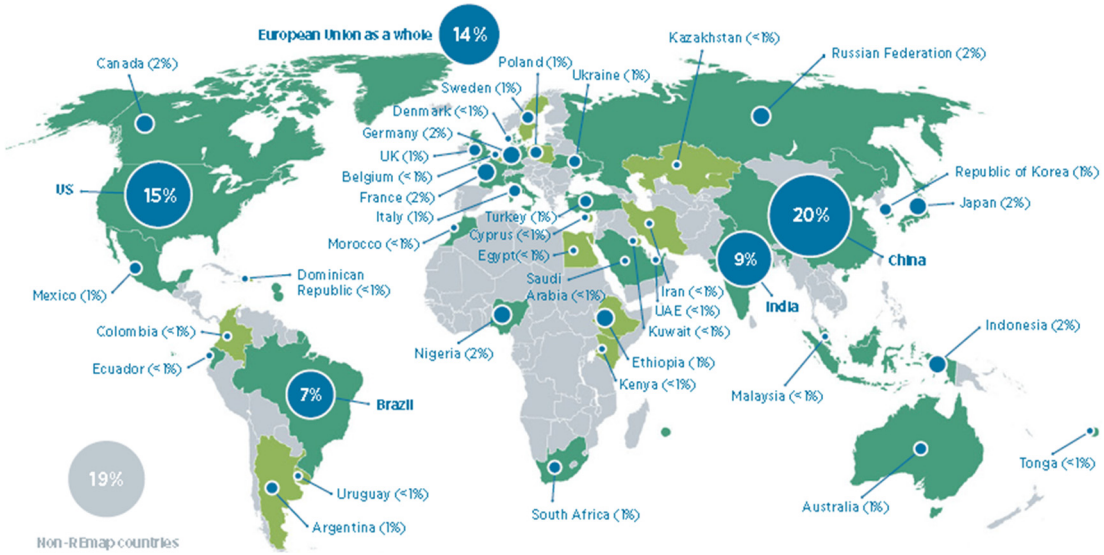
⑤再生能源

國際再生能源處(International Renewable Energy Agency, 以下簡稱 IRENA)於 2016 年度出版的報告中指出，2014 年全球已有 27.7%的能源生產和 22.8%的電力生產來自於再生能源，IRENA 刻正開展的 Remap 計畫(Renewable Energy Roadmap)，是以協助全球國家的再生能源發展為目標，希望在 2030 年再生能源為 2013 年的雙倍成長。圖 2.1.22 是 IRENA 預估若 Remap 計畫順利開展，2030 年全球主要能源供應的消長情況預測，樂觀預估再生能源將逐漸取代煤炭、石油、天然氣與核能。Remap 計畫總共有 40 個國家參與其中，分布如圖 2.1.23 所示，主要的發展國家雖然以歐洲和南美國家為主體，但是中國、美國與印度仍為再生能源貢獻較多的國家。



資料來源：Roadmap For A Renewable Energy Future 2016 Edition ,International Renewable Energy Agency.

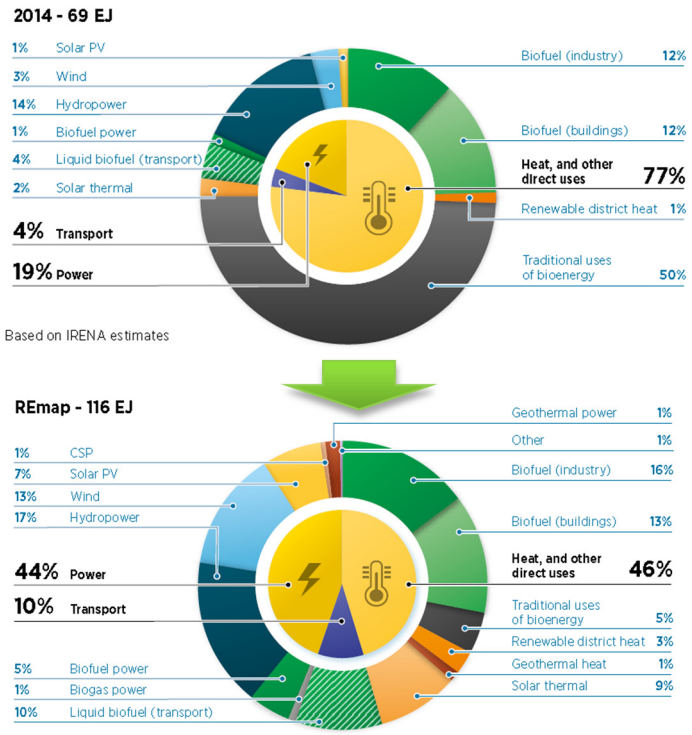
圖 2.1.22 再生能源未來趨勢預估(2030 年)



資料來源：Roadmap For A Renewable Energy Future 2016 Edition ,International Renewable Energy Agency.

圖 2.1.23 Remap 計畫合作國家分布圖

在 IRENA 的報告中指出，運輸部門再生能源的發展趨勢，雖然現況仍占比偏低(僅約 4%)，但看好在液態生質燃料與電動運具的技術發展潛力下，有機會在 2030 年成長至 10%，如圖 2.1.24。



資料來源：Roadmap For A Renewable Energy Future 2016 Edition ,International Renewable Energy Agency.

圖 2.1.24 運輸部門再生能源占比預估(2030 年)

其中，各國因應國家基礎條件與發展方向的差異，運輸部門再生能源研發的技術比重也不同，例如，拉丁美洲現階段以發展液態生質燃料為主，先進國家如美國、歐洲國家可能液態生質燃料和電動運具均有所發展，類似的發展案例彙整於表 2.1.6。

表 2.1.6 運輸部門再生能源發展案例

再生能源案例	發展國家或地區
電動車數量與充電設施兼顧(含公共運輸,2-3 輪)	中國、日本
一般燃料混和液態生質燃料、加速研發	歐洲計畫 2020 年啟用第一座先進液態生質燃料廠，預估可滿足 4%的歐洲運輸部門需求
水運與空運的電氣化與使用液態生質燃料	國際航空組織已承諾 2050 年較 2005 減排 50%
重視高產能低成本的車輛技術，如行動電源、快速充電	美國內華達州透過減稅減免和獎勵津貼，支持 Tesla 的電池發展

資料來源：Roadmap For A Renewable Energy Future 2016 Edition ,International Renewable Energy Agency.

(3) 智慧運輸

智慧運輸亦屬於技術改善(Improve)主軸，智慧運輸乃是應用先進的電子、通信、資訊與感測等技術，以整合人、車、路的管理策略，提供即時的資訊而增進運輸系統的安全，效率及舒適性，同時也減少交通對環境的衝擊。智慧運輸對節能減碳的貢獻，在於能夠促進更有效率與安全的交通，節省交通成本及過程中產生的能源消耗與溫室氣體排放。

①即時交通控制與資訊中心

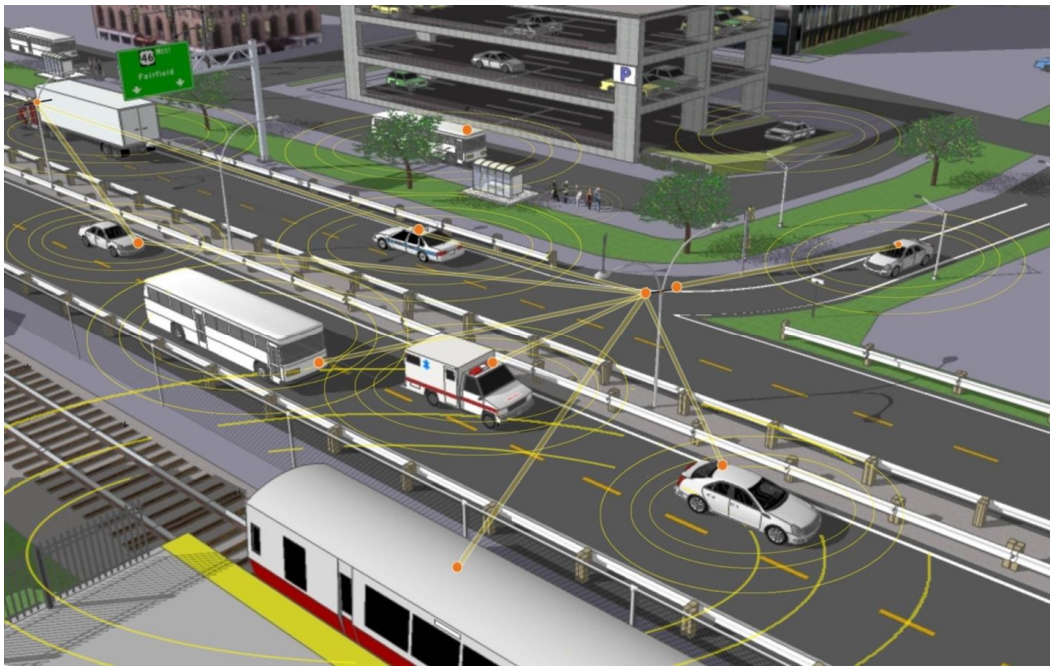
即時交通控制與資訊中心，是先進城市在車輛成長快速導致交通擁擠，為了增進交通運輸效率改善交通擁擠情況的智慧運輸措施。新加坡是國際知名的智慧城市，以交通資訊中心為主軸，連接城市的公車系統、計程車系統、城市軌道運輸系統、道路資訊管理系統、城市高速公路監控資訊系統、電子收費系統、交通號誌系統、高速公路交通通訊指揮系統、車輛 GPS 定位系統，完整整合各系統大數據資料，如車輛行車速率、行車流量、位置訊息，進行分析並制定交通預測工具、停車導引系統及動態路線導航等提升交通效率，降低城市碳排放量。

②道路電子收費系統

電子收費系統取代人工收費後，可大幅減少車輛在收費區產生的怠速停等、車輛延滯造成的能源消耗與溫室氣體排放。同時，透過電子收費系統整合電子票證資料後，更有利於透過數據分析掌握交通資訊，強化交通預測能力。

③車聯網車間通訊系統

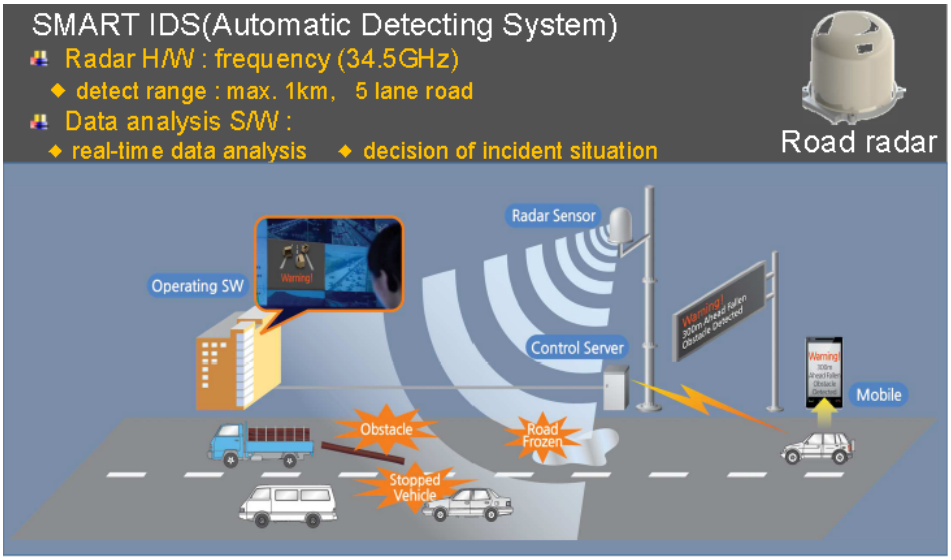
車聯網係物聯網在交通運輸領域的具體呈現，通過與車輛有關的技術、設備(如車輛電子標識、感測器、無線網路通訊、衛星定位和大數據處理等現代資訊通信技術的應用)，對所有網中車輛、行人和道路基礎設施的屬性、靜態和動態訊息進行有效辨識，並將資料彙整於後端平台進行智慧化管理和服務。應用層面包括車輛對車輛(V2V)以避免車輛碰撞的安全措施，車輛對基礎設施(V2I)如公共運輸與緊急車輛優先號誌、道路保養維護、行人衝突告警、交通號誌時制…等。美國已於 2015 年啟動立法程序，預計 2017 年將強制推行 V2V，推動車輛安裝 V2V 通訊設備。



資料來源：Vehicle-to-Vehicle Communications: Readiness of V2V Technology for Application, National Highway Traffic Safety Administration, 2014。

圖 2.1.25 車聯網 V2V 示意圖

除美國外，歐洲、中國與南韓亦投如車聯網技術的研發，南韓的智慧高速公路計畫自 2007 年至 2014 年間，投入來自多達 68 個不同機構的 400 多位專家，耗資 8 億美金完成在京釜高速公路首爾收費站至水原 IC，11 公里區間，應用先進的 V2V 與 V2I 技術，已於 2015 年 7 月 7 日試運行，並預計將技術持續擴大。圖 2.1.26 為韓國 SMART Highway 於 2015 年針對其測試結果的報告中，針對事故處理方法的示意圖，透過設置於路側的監視感應系統，感知異常情況(道路結冰或積水、障礙物料落、車禍…等)後通知控制中心，控制中心便即時將資訊發布至電子看板與道路使用者手機提醒，安裝 V2V 設備的車輛，則有可能直接在車上取得相關訊息。



資料來源：Introduction of SMART Highway Test Bed and Test Results, Korea Expressway Corporation, 2015.

圖 2.1.26 韓國 SMART Highway 事故處理方法示意圖

④自動駕駛系統

自動駕駛系統目前應用於軌道與航空運輸最為廣泛，且已驗證在妥善使用自動駕駛的情況下，透過精密設定與調整後，異動駕駛的優良駕駛行為可達到節能減碳的效用。COP21 會議期間，巴黎公共運輸公司(Régie Autonome des Transports Parisiens, RATP)總裁表示，巴黎地鐵第 1 與第 4 號線現階段已是「全線自動駕駛」，實施後已驗證能夠達到節能減碳，未來的巴黎捷運系統，將持續朝向全線自動駕駛的目標前進。

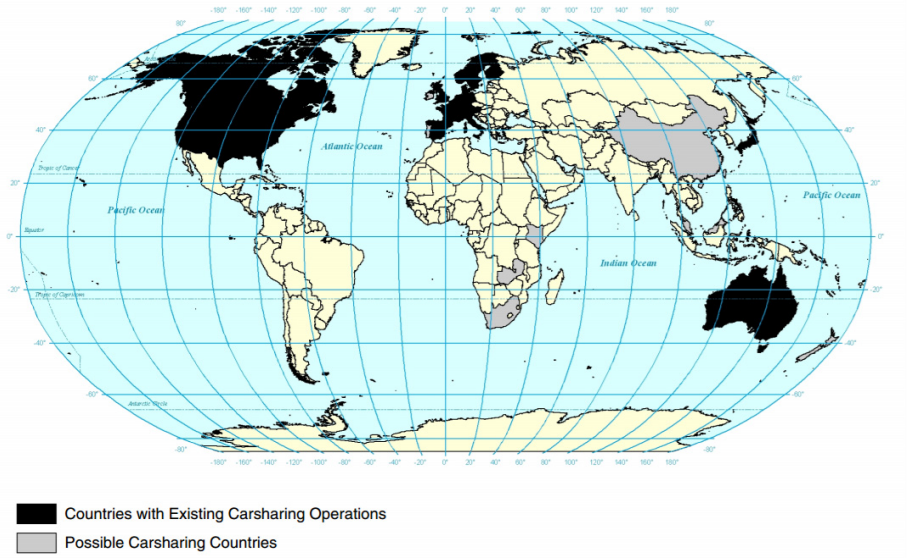
車聯網的技術發展以來，自動駕駛系統在道路車輛上已開始實現，2012 年美國內華達州允許無人駕駛車輛上路後，Google 即取得第一張合法車牌，透過車內多處 17 處以上的感應裝置，掌握半徑 200 公尺內的空間資訊，目前已測試行駛 150 萬英哩，雖有零星事故，但絕大多數非駕駛責任。其他車廠繼 Google 後亦投入無人駕駛車輛的技術研發，奧迪汽車已完成環形賽道無人駕駛和從加州矽谷行駛至內華達州總長 560 英里的半自動駕駛實驗。

(4) 營運管理

有效的營運管理方式，可達到理想的節能減碳成效，屬於需求減量(Avoid)與運具移轉(Shift)兩個主軸。主要包括車輛共享、票證整合公共運輸、停車轉乘、實施交通擁擠費…等。

①車輛共享

車輛共享是指由多數人共同使用某一部車輛或多部車輛，藉以減少車輛持有率以及停車空間需求，經過 20 年的推行，車輛共享已在全球超過 18 個國家，接近 600 個城市實現，會員人數超過已 348,000 人次，共享車輛數約 11,700 輛。各國推行車輛共享進展如圖 2.1.27。



資料來源：Susan Shaheen and Adam Cohen (2007), "Worldwide Carsharing Growth: An International Comparison", Transportation Research Record: No. 1992, pp.81-89., Washington, D.C. 2007

圖 2.1.27 各國車輛共乘現況

以巴黎 autolib’電動汽車租賃服務為例，採用與自行車租賃服務類似的租借流程，並且開放採用網路預約的方式租賃，增加了車輛取得與歸還的方便性，自 2011 年啟用至今，已建置 1,000 座租賃站，引進 3,000 多部電動汽車，平均每日租賃次數達到 10,000 次，並且已有其他城市如英國倫敦、美國印地安納波里市等城市仿效。

資料來源：本計畫拍攝。

圖 2.1.28 巴黎 autolib’公共電動汽車格位

推行車輛共享有以下益處：(a)降低私人汽車的持有成本；(b)汽車使用者可以避免受到燃油價格波動影響開銷；(c)在有限停車空間下，省去購買或租用車位的困擾，也間接改變汽車的使用習慣。據歐洲與北美洲的研究統計，推動車輛共享後，車輛共享會員的平均旅次長度(VKT)各下降 28~45%與 44%，表示車輛共享會員在衡量付出成本時，付費機制受到使用時間長度與行駛距離影響，因此對旅次行程規劃態度上更加謹慎，進而產生不同的旅次行為。歐洲與北美車輛共享使用行為變化整理於表 2.1.7。

表 2.1.7 歐洲與北美洲車輛共享使用行為變化

區域	每輛車輛共享取代私人汽車的持有數量率	車輛共享會員將私人汽車出售率	車輛共享會員購置私人汽車計畫取消率	車輛共享使用者的旅次長度縮減幅度
歐洲	1:4~1:10	15.6~34%	23~26.2%	28~45%
北美洲	1:6~1:23	11~29%	12~68%	7.6~80% (平均 44%)

資料來源：Susan Shaheen and Adam Cohen (2007), "Worldwide Carsharing Growth: An International Comparison", Transportation Research Record: No. 1992, pp.81-89., Washington, D.C. 2007.

車輛共享對節能減碳效果除了觀察旅客平均旅次長度變化外，車輛持有數變化也是其重要指標。Martin and Shaheen(2010)在美國與加拿大車輛共享用戶分析報告中，研究使用車輛共享服務前後家戶車輛持有數的變化，在 6,281 份有效問卷中，原先家戶無汽車情況下，事後仍保持家戶無汽車狀態比例最高(3,686 份)；其次為原先家戶持有 1 輛汽車，事後改變成無汽車狀態(1,250 份)；原先家戶持有 2 輛汽車，事後改變成持有 1 輛汽車(228 份)，以上數據表示提供車輛共享服務的選擇後，家戶持有車輛數量有下降趨勢。

表 2.1.8 北美洲車輛共享家戶車輛持有數量變化

加入後 / 加入前		家戶車輛持有數(輛)						合計	
		0	1	2	3	4	5+	總數	占比
家戶車輛持有數	0	3,686	182	14	3	0	0	3,885	62%
	1	1,250	646	21	0	0	0	1,917	31%
	2	68	228	112	5	0	0	413	7%
	3	7	11	8	19	1	0	46	1%
	4	3	2	3	3	2	0	13	0%
	5+	3	1	0	0	1	3	7	0%
總數		5,016	1,070	158	30	4	3	6,281	100%
占比		80%	17%	3%	0%	0%	0%	100%	-

資料來源：Elliot Martin and Susan Shaheen (2010), "Greenhouse Gas Emission Impacts of Carsharing in North America", Mineta Transportation Institute, MTI Report 09-11, June 2010.

另外，國際車輛共享協會在研究澳洲雪梨車輛共享運作現況報告中指出，透過模型瞭解改變車輛共享措施對未來社會經濟發展潛在衝擊，以 2016 年為基礎年，推估 5 年後 2021 年在四種不同情境

下之車輛共享與私人汽車使用率變化，模擬在抑制私人汽車成長的情境下，提供合適的車輛共享服務，可大幅減少停車格數的需求。

表 2.1.9 澳洲雪梨車輛共享與私人汽車使用率變化

情境模擬	基礎年車輛數		未來年車輛數		新增的私人汽車停車需求
	車輛共享	私人汽車	車輛共享	私人汽車	
完全移除車輛共享	1,000 輛	60,000 輛	0 輛	84,000 輛	等於2座雪梨機場
車輛共享零成長率			1,000 輛	74,000 輛	等於1座雪梨機場
照現況成長(BAU)			1,600 輛	66,000 輛	等於 0.5 座雪梨機場
抑制私人汽車成長			2,500 輛	60,000 輛	增加路邊停車

資料來源：Phillip Boyle & Associates (2016), "The Impact of Car Share Service in Australia, International Car Sharing Association", 7 January, 2016.

車輛共享能提供民眾另一個運具選擇，使用時才需要付費，相較於購買私人汽車，車輛共享的財務可行性較高，優點顯而易見，但仍有 75%受訪者在使用車輛共享服務後，仍偏好擁有私人汽車，主因為自由度無法取代，可能造成推行車輛共享措施上的瓶頸。

表 2.1.10 車輛共享策略優缺點

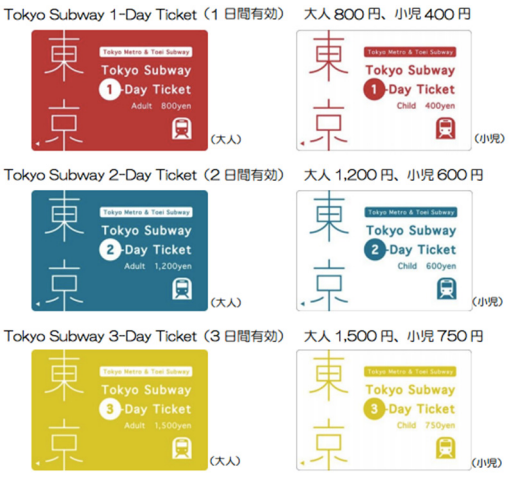
優點	缺點
• 提供無法負擔私人汽車成本的民眾另一個運具選擇 • 只在使用時才需要付費 • 減少停車空間，提供市民更多的活動空間 • 共享車輛可以更有效率的被使用，避免車輛閒置與長時間占用停車空間 • 使用者的平均旅次長度減少，同時減少 CO_2 排放量 • 與私人汽車相較，共享車輛的車齡偏低，使能源更有效的運用	車輛共享提供商： • 車輛保修時間無服務收入，造成提供商的財務損失 • 因為車輛購置成本太高，在人口居住密度低需求量低的地區，無法達到供給均衡 車輛共享使用者： • 需要事先規劃旅次 • 記得完成車輛預約 • 對需要準時歸還車輛感到焦慮 • 還車前需預留時間清理車輛 • 每趟旅次都有關於文件的處理環節與工作流程 • 還車位置離住家有段距離 • 75%受訪者偏好擁有私人汽車

資料來源：C. Agapitou, E. Deftou, C. Frantzi, M. Stamatopoulou, and D. Georgakellos (2104), "Car-Sharing as an Environmental Policy Tool: A Preliminary Analysis", International Journal of Business and Social Science, Vol. 5, No. 10(1), September 2014.

②票證整合公共運輸

票證整合公共運輸作法，已成為公共運輸發達城市成功推廣民眾和觀光客使用公共運輸的主要推手。傳統的公共運輸票卷，當運輸行為發生在不同系統運具的轉乘或不同車輛的轉乘時，須再次購買的方式，在票卷整合後，可直接使用同一張票證持續使用。

公共運輸發達的日本，在票卷整合的應用層面上相當值得仿效。以日本東京為例，為鼓勵民眾使用公共運輸通勤，提供民眾多種套票選擇搭乘東京都各式交通工具；且為便利觀光旅客使用公共運輸，提供短期滯留的各式票卷方案如一日卷、二日卷、三日卷等；東京淺草區著名的熊貓巴士則以打造特色公車方式，吸引旅客搭乘遊覽東京淺草地區，且於巴士內備有附折價卷的「熊貓巴士護照」小冊子，供乘客自由帶回，刺激當地觀光產業發展，為公共運輸和觀光整合的絕佳案例。



東京短期 1~3 日票卷

東京淺草熊貓巴士

資料來源：Tokyo Subway Ticket。

圖 2.1.29 日本東京票卷整合案例

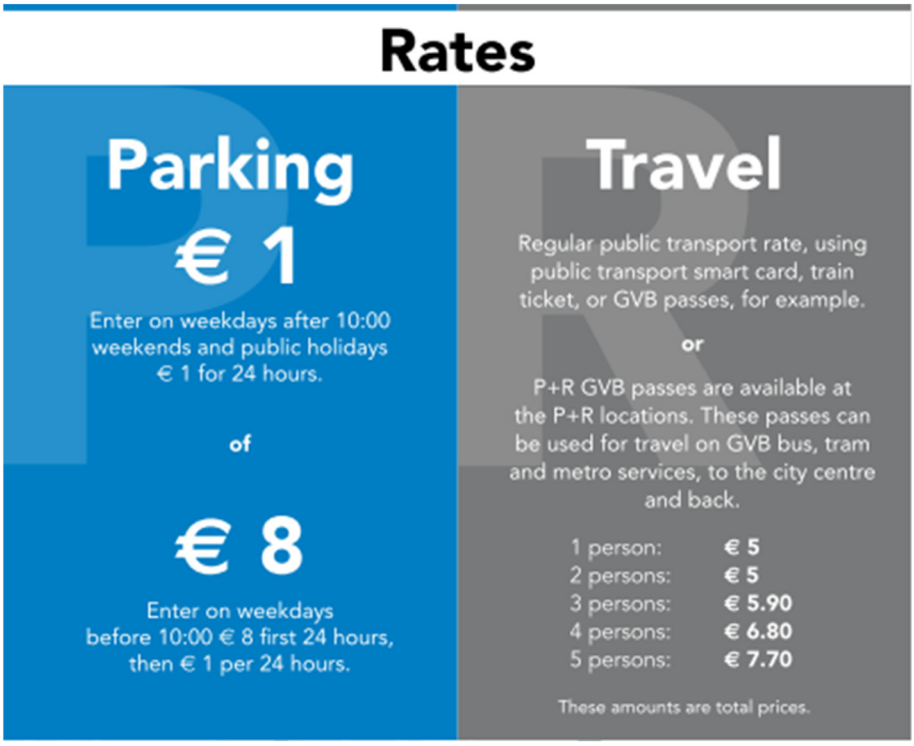
③停車轉乘

停車轉乘(Park & Ride)是為鼓勵使用汽車的人能夠在市區外圍停車後，轉搭乘公共運輸進入市區，減少市區內的交通流量。停車轉乘措施的實施，需要仰賴公共運輸發達、市區內停車費率提高、

停車轉乘可享優惠費用...等各個環節的配合，較能成功吸引私人運具持有者。

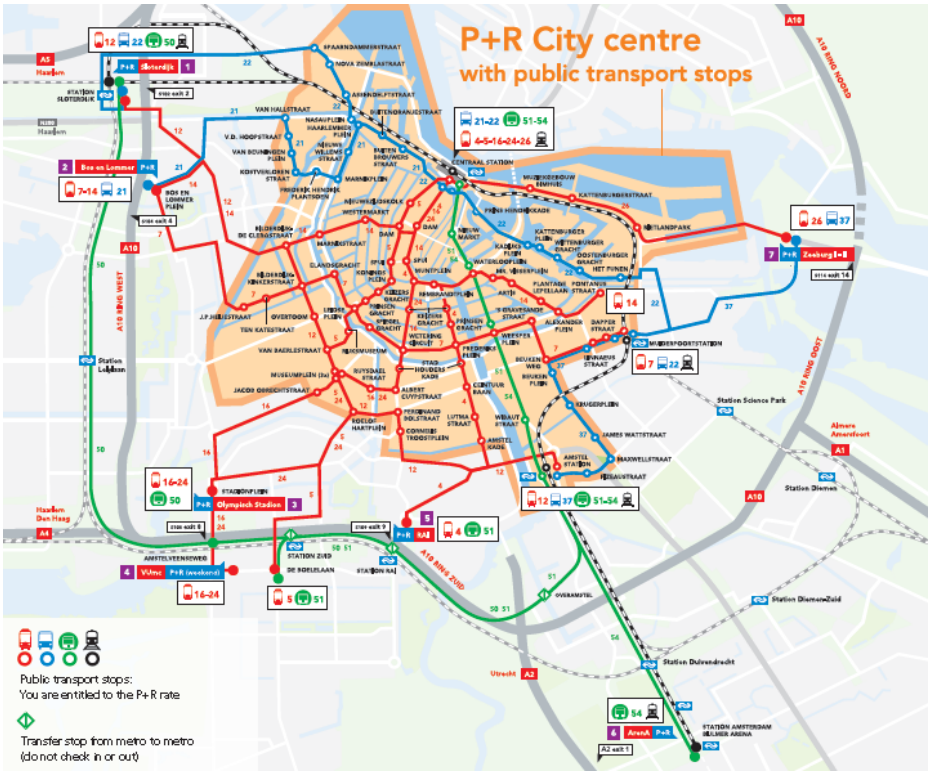
歐洲荷蘭的阿姆斯特丹實施停車轉乘已久，自 2000 年初即開始在市區外圍主要交通轉乘地點設置大型停車場，以低廉的停車費率並提供停車轉乘的人每人一張市區內公共運輸優惠票卷(最多 5 張)，鼓勵停車轉乘，圖 2.1.30 即為阿姆斯特丹停車轉乘費率，若不採用停車轉乘，每小時須負擔 1.4~3.6 歐元，若使用停車轉乘，則可選擇平日 AM10:00 以後停車起算，每 24 小時負擔 1 歐元(周末每 24 小時 1 歐元)；或者平日 AM10:00 前停車起算，首 24 個小時內 8 歐元，之後的 24 個小時 1 元。兩種方案皆比不停車轉乘節省可觀的金額。

為了提升停車轉乘的自明性，在阿姆斯特丹外圍若看到藍色招牌上標示「P+R」，即代表該停車提供停車轉乘優惠服務以及轉乘至市區的公共運輸服務，如圖 2.1.31 所示。



資料來源：Iamsterdam 官方網站。

圖 2.1.30 阿姆斯特丹停車轉乘費率說明



資料來源：Iamsterdam 官方網站。

圖 2.1.31 阿姆斯特丹外環停車轉乘地點

④實施交通擁擠費

目前全世界實施收取交通擁擠費的城市，僅有新加坡、英國倫敦和瑞典斯德哥爾摩三個城市，部分城市如紐約雖曾經研議過，但最終仍因諸多反彈聲浪而停止。交通擁擠費是指對都市內某特定交通擁擠區域，對行駛於該地區內的道路使用者收取一定額度的費用，且在不同時段的收取費用可能因應交通情況而不同。交通擁擠費收取的目的是希望透過提高使用者的交通運輸成本，減少交通運輸需求，紓解交通擁擠區域的交通壓力。表 2.1.11 彙整新加坡、英國倫敦、瑞典斯德哥爾摩三個城市的交通擁擠費實施方法與具體成效。

表 2.1.11 新加坡、英國倫敦、瑞典斯德哥爾摩交通擁擠費比較

比較項目	新加坡	英國倫敦	瑞典斯德哥爾摩
實施年	• 1975 年採區域通行證，1998 年改採 ERP 電子道路收費系統	• 2003 年	• 2006 年
實施時段	• 平日周一至五(國定假日除外) • 07:30~09:30	• 平日週一至五(國定假日除外) • 07:00~18:00	• 平日周一至五(國定假日除外) • 06:30~18:30
擁擠費率	• 計次收費，費率直接透過 ERP 系統依據地點、時間和擁擠程度動態調整 • 每月公告次月費率，每閘門之收取費用約 0.5-4.0 新加坡幣	• 計次收費 • 每日須繳納 11.5 英鎊，若註冊則每日省 1 英鎊	• 不同時段收取不同費率：瑞典幣 • 11~35SEK
實施成效	• 1998 年市區 ERP 交易量 482 萬，2003 年降低至 382 萬，降幅 20.7%	• 2003 年至 2007 年，每天進入市中心的汽車減少 20~30%，公車提速 25%	• 2013 年較 2005 年減少 22.1%交通量

資料來源：新加坡 Land Transport Authority 官方網站、倫敦 Transport For London 官方網站、瑞典 Transport Styrelsen 官方網站。

⑤補貼

補貼較偏屬於運具移轉(Shift)主軸，透過對營運單位、技術研發單位、使用者給予適當額度的補貼，吸引使用者選擇較節能的運輸方式。最常見的是公共運輸票價或購車補貼，也有對新能源車輛與節能設備等研發技術的補貼。

近年來，新能源車輛的研發，許多國家為了推廣節能減碳政策，多以補貼公共運輸企業購買新能源車輛部分經費的方式，吸引企業購買新能源車輛，預計此趨勢仍將持續；美國在 2006 年起實施的「2005 年能源政策法」即透過獎勵與補貼措施，針對消費者與企業購買節能、環境友善與高能源效率之車輛、器具及建築物等，給予聯邦租稅的減免。

⑥稅費

稅費應視較偏屬於需求減量(Avoid)或運具移轉(Shift)兩個主軸，端視稅費類型或課徵稅費的高低。傳統汽油或柴油車輛盛行的時代，

多數國家往往採用增收燃油稅、車輛稅的方式，希望能夠抑制私人運具的使用，但稅率制度的改變往往來不及反應物價指數的上漲，且運輸需求的成長難以避免；自從低碳車輛的研發技術愈發成熟，為鼓勵私人運具能轉移至低碳車輛，許多國家紛紛開始以購買低碳車輛稅費減免的誘因，鼓勵購買低碳車輛。

稅費在節能減碳這個領域裡，「碳稅」可能成為未來國際發展低碳經濟的重要項目，「碳稅」係指對一般常見能源如油品、煤碳、電力及天然氣等，以及碳含量為基準項目課徵之稅目。對於產業而言，碳稅稅率明朗的情況下可促進減少碳排放設備或技術之投資，實施碳稅制度可伴隨雙重獲利之效力：透過課徵碳稅促使產業碳排放量降低，同時考量課徵之產業成本轉嫁現象調降人民課稅，並將碳稅之稅收挹注社會福利或低碳科技研發等回饋機制。然碳稅課徵對象及稅率乃目前最大爭議焦點，若無法掌握最適宜的稅率，則難達成預測產業減碳成效，過低的稅率無有效減量誘因，稅率太高則對總體經濟影響甚鉅。

北歐國家自 1990 年代開始課徵全國性的碳稅，以挪威為例，其碳稅含括 90%的排碳活動，將稅收挹注減碳投資，全國因而減少 2%的排放總量，不過，其碳稅仍排除特定產業，如：水力發電、天然氣、國內航運、海運、漁業及造紙。

《巴黎協定》之後，美國應如何實現在 2025 年較 2005 年的基礎減排 26~28%，不少專家認為，美國推行碳稅是可行辦法。實際上，美國已經有在部分地區嘗試實施碳稅，如 2009 年在紐約州、馬薩諸塞州、馬裡蘭州等九個州開始實施的區域溫室氣體行動計畫(RGGI)和 2012 年加利福尼亞州開始實施的碳稅計畫。碳稅的數額由需要購買超標排放額度的企業相互競價確定，因而被認為是一種通過市場化手段促進企業節能減排的措施。2015 年實施 RGGI 的九個州利用煤、石油等含碳量高的能源發電比例由 2005 年的 33%降低至 8%，且同期 RGGI 實現新增地方財政收入 21 億美元，主要被用於多個旨在促進可再生能源發展、提高能效、減少溫室氣體排放的投資項目。然而，在美國全國範圍內推行碳稅仍存在許多現實障礙，包括政治層面、配套政策以及各國協作。

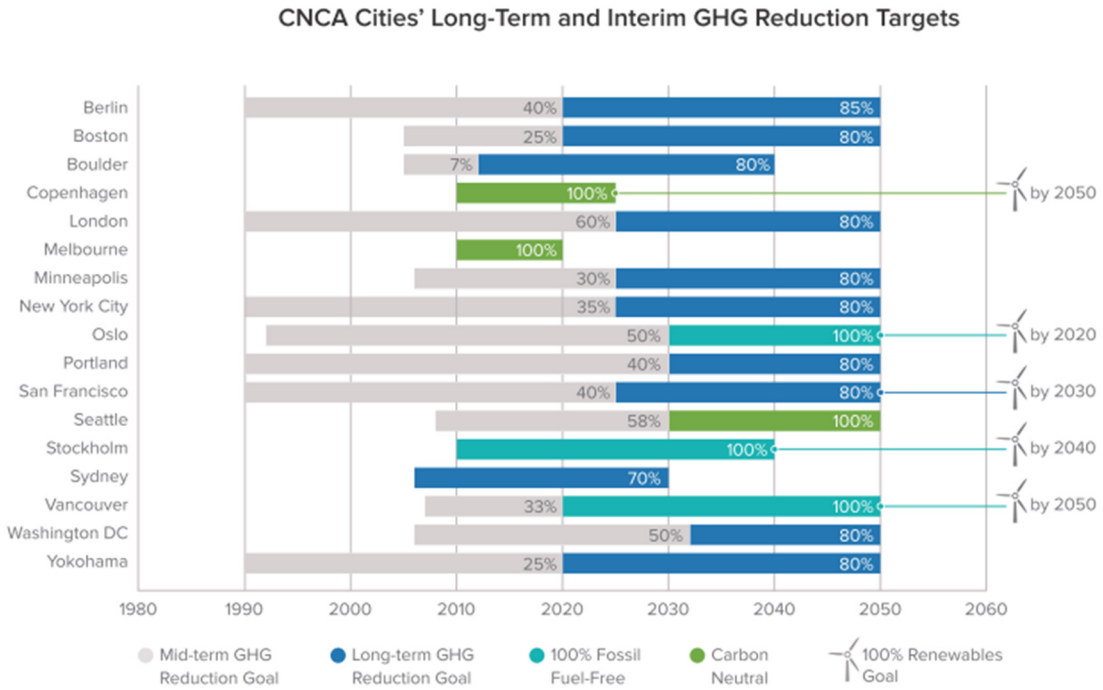
3. 國外都會區深度減碳願景與都市發展策略

《巴黎協定》的目標極具挑戰性，一般認為，按照目前的生活方式與節能減碳計畫，約僅能達到《巴黎協定》2030 年的減碳目標，至於 2050 年的長期減碳目標，則屬高難度挑戰。美國加州大學做過情境分析，即使替代能源車輛充分發展，仍然無法完全達到深度減碳的目標，而需靠減量(Avoid)，運具轉移(Shift)，效率改善(Improve)與科技發展同步實施，方能達到目的。也就是說，需要重新設計居民生活方式，重新整合土地使用與開發，並運用科技創新，全面革新(transform)居民生活方式與運輸需求，方可能有機會達到目的。

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，而且都會區的作為，將直接影響居民生活方式，因此世界各國大都市均體認都會區會是未來減碳重點，有成立世界性組織並建立平台以加強交流彼此借鏡的必要，因此陸續乃由各非營利組織發起邀約世界各大都市政府針對氣候變遷議題加強交流。

(1) 碳中和都市聯盟

碳中和都市聯盟(Carbon Neutral Cities Alliance, CNCA)於 2014 年集合了世界 20 餘個願意投入減碳的都市，包括歐洲的哥本哈根、奧斯陸、倫敦、柏林、斯德哥爾摩，北美洲的波士頓、紐約、西雅圖、波特蘭、舊金山、溫哥華、南美洲里約，亞洲日本橫濱、澳洲雪梨、墨爾本等都市，以 2050 年前至少減碳 80%為目標，期待藉此平台交流各都市深度減碳(deep carbon reduction)的具體作法。其中丹麥哥本哈根與澳洲墨爾本都計劃在 2025 年以前達到碳中和，其他都市則至少在 2050 年達到 80%減碳，簡稱 “80 x50”(讀作 80 by 50)計畫，如圖 2.1.32。以下簡介 CNCA 規劃深度減碳之要件，並將簡介數個規劃案例供參。



資料來源：Carbon Neutral Cities Alliance, "Framework for Long Term Deep Carbon Reduction Planning", December, 2015.

圖 2.1.32 碳中和都市聯盟會員減碳目標

(2) 都市深度減碳規劃架構與挑戰

①主要減碳子系統

a. 能源供應

(a)購買國外低碳能源

(b)增加本地再生能源生產

(c)節電

(d)減少石化燃料使用

(e)加速引進未來能源

(f)智慧電網

(g)整合全市能源管理

b. 建築物能耗效率

(a)現有建築改用再生能源，並提高能源效率

(b)提供誘因，並要求新建大樓以零淨能耗為標準

(c)要求建商提供建築物之能耗效率資訊

(d)加強建築物能耗管理

(e)推廣綠建築產業

c. 交通

(a)改用大不相同的運具，如自行車，步行等

(b)提供現代化，財務可負擔且可及性高的系列運具

(c)提供清潔車量與燃料之市場環境

(d)提供完整，無縫連結的運輸系統

(e)提升新都會形象

d. 廢物處理

(a)廢物再生利用－零垃圾

(b)推動永續性消費

(c)企業的回收再生責任

②組織管理與執行

a. 市政府內的權責劃分

b. 鼓勵技術提升與提供創新之誘因

c. 關係人與社區融入

d. 政府機構間垂直與水平協調整合

e. 提供氣候行動計畫之財源

f. 市府內創心誘因

g. 持續推動

要達到深度減碳的目標在實務上面臨許多挑戰，因為：

a. 規劃目標年較一般規劃更為久遠

b. 不確定性高，包含氣候因素、策略影響、資料欠缺、相關政府單位多而政策與財務來源均不確定

c. 需要跨部門垂直與橫向整合

d. 上位能源政策無法確定

e. 都會發展其他目標之排擠影響

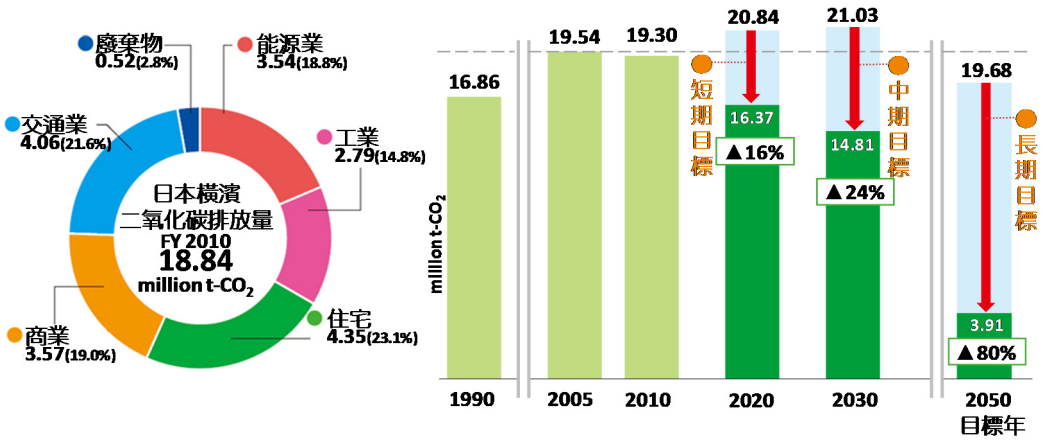
(3)案例都市

①日本橫濱

橫濱是日本大都會指標城市，擁有 3.7 百萬居民與 1.62 百萬家戶，其致力於資源循環再利用，高效利用既有資源，並積極建立低碳社會，被日本政府評選為環境示範城市。

2010 年橫濱溫室氣體排放量 19.3 百噸-CO_2，相較於 1990 年，增加 14%；二氧化碳排放量 18.84 百噸-CO_2，其占比分配以住宅最多(23.1%)，交通運輸業(21.6%)次之。橫濱以 2005 年為基年，依照年限長短設定短中長期三個階段為 2020 年、2030 年與 2050 年，訂定減碳目標分別為 16%、24%與 80%，如圖 2.1.33。其中第一階段 2020 年減碳重點是每家戶年用電量降至 3,300kWh，相較於 2010 年，住宅類的溫室氣體總排放量預計減少近 20%，如表 2.1.12。

橫濱為了在 2050 年達到 80%減碳，從居民與社區、企業機關與橫濱城市三個面向研擬執行方針：在居民與社區方面，宣導購買對環境傷害較少的商品與能源服務，並轉移至低碳生活模式；在企業機構方面，控制因商業活動排放溫室氣體量，並引導企業開發對環境影響較少的商品；在市政府方面，確認各方溝通順暢與執行成功性，做好計畫進度管理並拓展創新技術商業活動。



資料來源：City of Yokohama (2014), "Yokohama City Action Plan for Global Warning Countermeasures", March 2014

圖 2.1.33 日本橫濱各產業碳排量占比與溫室氣體減量目標

表 2.1.12 日本橫濱 2020 年溫室氣體減量幅度

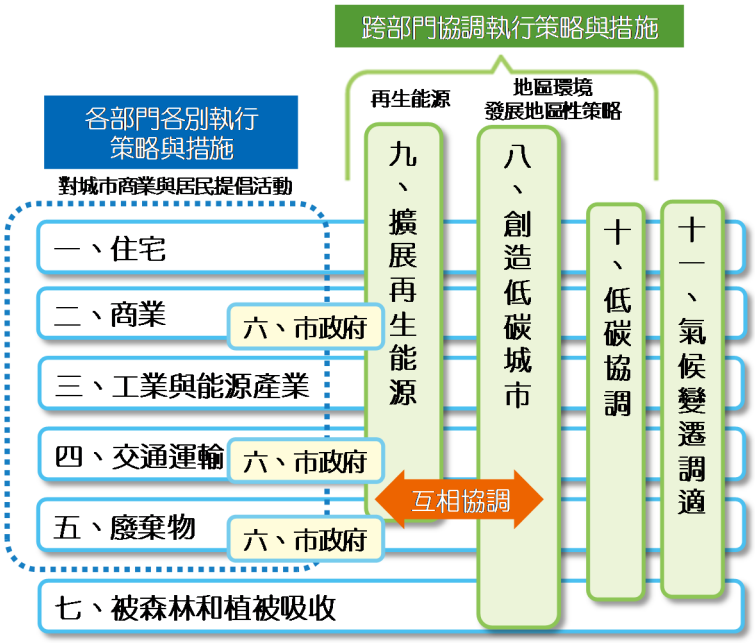
溫室氣體 million-CO2	基年 2005 年	現況 2010 年	目標年 2020 年	
			無作為	減碳措施
住宅	4.39	4.35	4.60	3.47
商業	3.35	3.57	4.56	3.57
工業	2.95	2.79	3.40	2.72
能源業	3.68	3.54	3.83	3.52
交通業	4.34	4.06	3.44	2.16
廢棄物	0.43	0.52	0.53	0.44
其他	0.41	0.46	0.50	0.49
合計	19.54	19.30	20.84	16.37

資料來源：City of Yokohama (2014), "Yokohama City Action Plan for Global Warning Countermeasures", March 2014.

資料來源：City of Yokohama (2014), "Yokohama City Action Plan for Global Warning Countermeasures", March 2014.

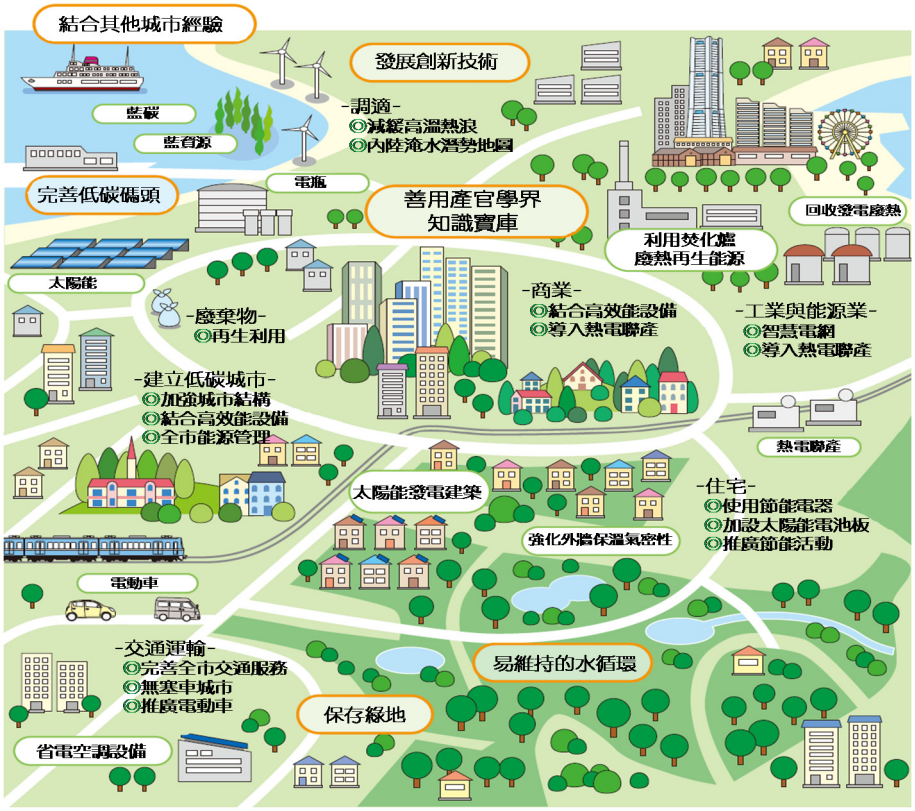
圖 2.1.34 日本橫濱低碳城市執行策略方針

全球暖化對策可分成減緩跟調適，減緩目標在減少或吸收溫室氣體，因此，橫濱在減緩議題，針對 11 個不同部門各別研擬對策與措施，其執行策略架構與執行概念，如圖 2.1.35 與圖 2.1.36。執行內容彙整於表 2.1.13。



資料來源：City of Yokohama (2014), "Yokohama City Action Plan for Global Warning Countermeasures", March 2014.

圖 2.1.35 日本橫濱低碳城市執行策略架構



資料來源：City of Yokohama (2014), "Yokohama City Action Plan for Global Warning Countermeasures", March 2014.

圖 2.1.36 日本橫濱低碳城市執行概念

表 2.1.13 日本橫濱低碳城市執行策略措施內容

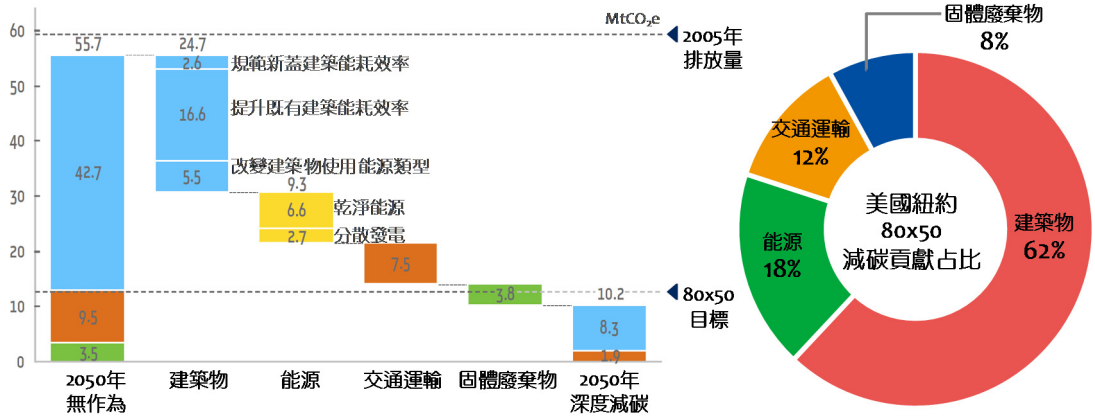
部門類別	執行策略(相關措施內容)	措施內容
住宅	1.推廣節能與低碳形式住宅(ABG) 2.使用節能的設備與家電(CDE) 3.提倡低能耗生活型態(EF)	A.新住宅升級節能與低碳功能 B.舊住宅完善節能與低碳功能 C.使用節能設備、節能家電 D.提升居家能源管理 E.促進住家與社區節能活動 F.推行太陽能再生能源與加熱設備
商業	1.商業活動中有效率使用能源(AB) 2.提倡對環境有貢獻的企業活動(CDEF)	A.研擬減排計畫 B.提高辦公室能源效率 C.研發行銷對環境友善的產品 D.促進橫濱綠色山谷 E.推行太陽能再生能源與熱能設備 F.推廣其他形式的再生能源
工業與能源產業	1.商業活動中有效率使用能源(AB) 2.提高小規模的能源供給量(C) 3.提倡對環境有貢獻的企業活動(DEFGH)	A.研擬減排計畫 B.提升工廠效能 C.遵守減排制度 D.研發行銷對環境友善的產品 E.促進橫濱綠色山谷 F.推行太陽能再生能源與熱能設備 G.推廣其他形式的再生能源 H.京濱沿岸能源彈性
交通運輸	1.推廣對環境友善的交通工具(AB) 2.改善運輸系統(BCDE) 3.創造以低碳運輸為主軸的城市(CDF)	A.提倡對環境友善的駕駛行為 B.改善汽車 C.抑制私人汽車並鼓勵複合式運具 D.完善鐵路與公路路網 E.發展橫濱綠色碼頭減少環境衝擊 F.城市與郊區間良好的聯外運輸
廢棄物	1.減少廢棄物總量(AB) 2.推廣低碳企業策略(BCD)	A 一般垃圾減量與妥善處理 B.產業垃圾減量與妥善處理 C.使用廢熱、有效利用汙泥
市政府	1.減少市政府的能源消耗(ABC) 2.新能源的試辦計畫(DE) 3.推廣低能耗經營模式(FG)	A.進化能源管理 B.使用對環境友善的產品 C.徹底執行節能減碳 D.引進再生能源與提高能源效率 E.促進區域內自給自足 F.培養職員對環境友善的行為 G.使用高效能交通工具
被森林和植被吸收	1.維持綠地總面積(ABCD) 2.提高綠化質量(ABC) 3.增加綠地的生物多樣性(ABCD)	A.為下一代栽種植物 B.改造環境更貼近自然、增加綠地 C.呼籲民眾參與改善環境
創造低碳城市	1.加強城市密度(A) 2.提高能源效率並減少環境負擔(ABCD) 3.發展對環境友善的交通工具(A) 4.藉由海洋與綠地改善城市外觀(A)	A.推廣區域低碳策略改善城市熱環境 B.京濱沿岸能源彈性 C.發展橫濱綠色碼頭減少環境衝擊 D.促進橫濱綠色山谷
推廣再生能源	1.灌輸民眾再生能源觀念(ABC) 2.研擬再生能源推廣計畫(ABC)	A.推行太陽能再生能源與熱能設備 B.宣導其他形式的再生能源 C.階段性引進再生能源設施
低碳城市聯盟	1.與聯盟城市協調策略(A) 2.為改善環境共同努力(B)	A.與國外城市共同合作 B.行銷節能減碳策略至國外其他城市
氣候變遷調適	1.氣候變遷調適(AB) 2.實施監控(C)	A.避免或減緩高溫熱浪 B.避免或減緩豪雨災害 C.城市間互相監督

資料來源：本計畫整理自「City of Yokohama (2014), "Yokohama City Action Plan for Global Warning Countermeasures", March 2014」。

②美國紐約

紐約市是美國人口最密集的城市，人口約 834 萬人，多於第二大城洛杉磯和第三大城芝加哥城市人口的總和。近年來，紐約市開始實施計畫欲減低對環境的衝擊，市內大量且集中的空氣污染導致氣喘和其他呼吸道疾病在紐約市民身上的發生率較高。市政府被要求只能採購最節能的設備，以供市政府辦公室和公共住宅使用。此外，紐約市有全國最多的使用清潔空氣柴油混合動力和壓縮天然氣的公車，至 2010 年中有 3,715 輛混合動力計程車和清潔柴油車輛，佔全市計程車輛總數的 28%，為全美最節能的城市。

紐約市承諾 2050 年達到減碳 80%，在無突破性的技術提升前提下，集結不同行動仍助於達到減排目標，預計減排量主要來自於提高建築物能源效率(62%)、使用清潔能源(18%)、提昇交通運輸運能(12%)以及加強固體廢棄物的處理(8%)。然而，紐約市已經是全美最節能城市，人均溫室氣體排放量為全國平均值的 1/4，達到 80%減碳對紐約市而言是項艱鉅的挑戰。

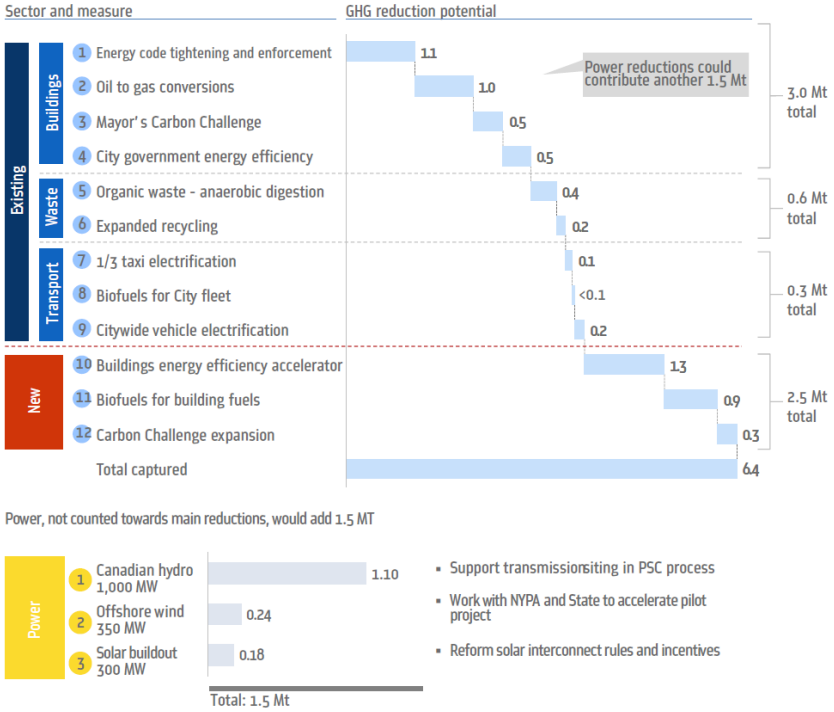


資料來源：City of New York, New York City's Pathway to Deep Carbon Reductions, Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, New York, 2013.

圖 2.1.37 美國紐約各產業碳排占比與溫室氣體減量目標

避免減碳 80%目標成為空談，在 2030 年時達到減碳 30%絕對是關鍵指標，換言之，自今年起平均每年須持續減少 2%。紐約市的減碳方針，在建築物方面，具體的減碳方法係透過立法要求建商使用零汙染建材，建築物使用其他能源來源不再使用石化燃料，以及提升建築物能源效率；在廢棄物方面，強化資源回收與避免將有

機物直接運送至垃圾掩埋場而產生大量的碳排；在交通方面，紐約市致力提倡電動計程車與生質燃油車隊；在能源方面，來源汰換成水力、風力與太陽能，並與 NYPA 及州政府實施前導計畫。詳細的減排措施內容整理於表 2.1.14 中。



資料來源：City of New York, New York City's Pathway to Deep Carbon Reductions, Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, New York, 2013.

圖 2.1.38 美國紐約 2030 年溫室氣體減量幅度

表 2.1.14 美國紐約低碳城市現況與措施內容

部門類別	紐約市現況	措施內容
一、建築物	• 將近 3/4 的碳排來在建築物內的能源使用 • 透過省電節能可減排 27.8Mt，相當於 2005 年排放量的 43%	• 減少石化燃油使用，改使用再生能源 • 持續推行 the Greener, Greater Buildings Plan • 紐約市乾淨熱能行動 • 強制建商使用零汙染建材 • 透過宣導加速住戶汰換耗能的設備與電器
二、能源	• 紐約市為全國最清潔能源城市 • 與 2005 年相較，現今能源的碳排量已經減少 30% • 紐約市的電力 2/3 來自天然氣	• 大量使用太陽能與風力發電 • 新科技的研發仍需要投入大量的資金
三、交通運輸	• 紐約市有極高的公共運輸使用率，汽車使用率低 • 人均溫室氣體排放量為全國平均值的 1/4	• 提供友善的街道環境 • 加強住商混和空間規劃，減少開車需求 • 增加 Select Bus Service 路線以提高運量(其服務類型為行駛快速幹道、使用公車專用道、各站站距長、強力執法) • 增加電動車充電站 • 提高混和動力計程車和清潔柴油車輛比例 • 改變消費者使用習慣，趨向清潔能源 • 找到創造性的方式減緩交通擁擠和資金以改善大眾運輸系統
四、固體廢棄物	• 每年產生超過 11 百萬噸的廢棄物 • 固體廢棄物分解後產生的溫室氣體排放量，與 2005 年相較，已經下降 22%	• 提高垃圾分類與資源回收比例，幅減少垃圾掩埋量 • 徹底執行所有塑膠類回收制度 • 住宅區、辦公大樓、學校機關等廚餘處理計畫 • 垃圾掩埋場聯外系統，由垃圾車改成鐵路或接駁船單次運輸大量垃圾 • 全民垃圾減量行動

資料來源：City of New York, New York City's Pathway to Deep Carbon Reductions, Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, New York, 2013.

③丹麥哥本哈根

哥本哈根是丹麥的首都、最大城市及最大港口，市中心面積 86.4 平方公里，人口約 59 萬人，而都會區人口約 200 萬人。在所有碳中和城市聯盟成員中，哥本哈根宣稱要於 2025 年成為第一個達到碳中和的城市。

哥本哈根之能源結構主要是靠石油，約占 40%，天然氣與燃煤約各占 20%，其他則包含生質能源與風力，沒有核能。由於緯度較高，能源消耗主要是供熱(43%)，而供電佔 29%、運輸 28%。為達到碳中和的目標，哥本哈根計劃逐漸淘汰煤、石油及天然氣，並積極開發風力、生質與太陽能，並大幅節約能源。

相較於 2006 年各年期節能減碳目標如下：

a. 2020 年

(a)減少 12%能耗與 40%碳排

(b)總能源中有 35%使用再生性能源

(c)50%之供電來自風能

(d)運輸部門有 10%採用生質燃油

b. 2030 年達到

(a)不使用煤炭

(b)不使用石油供熱

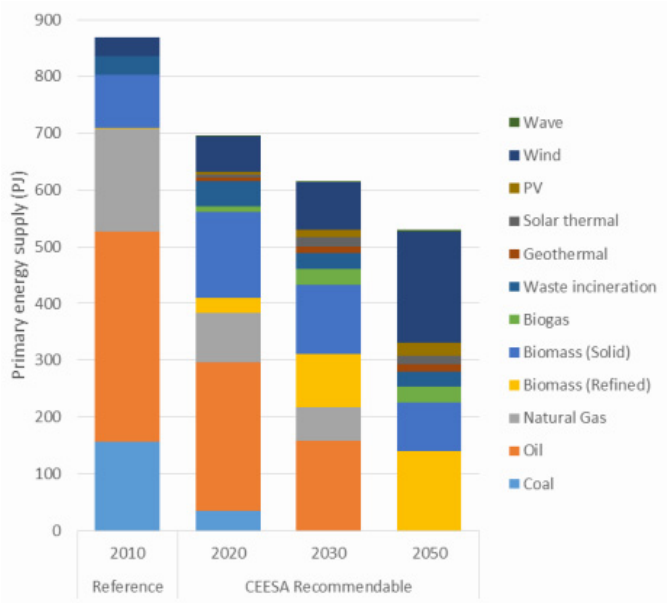
c. 2035 年達到

供熱與電力均使用再生能源。

d. 2050 年

全部使用再生能源。

由以上可知，再生能源多為分階段分部門逐次引進，先淘汰含碳量高的煤炭與石油，由供熱與供電開始，而運輸部門則需要更長的時間方能完成能源轉換。 哥本哈根各目標年能源組成結構可見圖 2.1.39。



資料來源: Aalborg University (2015), Copenhagen Energy Vision.

圖 2.1.39 哥本哈根能源結構演進計畫

哥本哈根要達到碳中和至少要解決下列能源課題：

a. 哥本哈根土地資源稀少，岸上風能發展困難，必須開發大量離岸風能

b. 生質能源有限，除風能外，必須大力推動太陽能、光電、與地熱

c. 推動智慧能源技術來整合能源供需，如熱電聯產、智慧熱網與電網等，並克服風能供電不穩定的難題

在運輸部門部分，則以下面原則推動：

a. 整合土地使用與運輸需求，運用都市計畫達到城市改造的目的

b. 發展自行車專用路網，並以道路與停車優先方式推動大眾運輸與腳踏車使用

c. 降低小客車需求

d. ITS 技術交通管理

e. 運籌路網最佳化

f. 發展電動與氫能汽車

哥本哈根市擬定運輸部門綠色行動力執行計畫之主題與策略如表 2.1.15。

表 2.1.15 哥本哈根市整合性綠色行動計畫

主題	優先領域	策略	說明
都市發展	都市計畫		• 願景：綠色行動力、綠色運具、綠色成長 • 都市設計使得綠色運具成為民眾第一選擇 • 提供優質公共運輸與優質自行車環境 • 適合大眾運輸與自行車的都市發展密度 • 住宅鄰近生活機能與大眾運輸車站
	停車位規範		• 訂定住宅與商業之自行車停車位下限 • 降低汽車停車位下限，並訂定停車位上限 • 訂定提供充電或氫氣車位比例
綠色運具	世界最佳自行車城	網路發展	• PLUS 自行車路網由綠色自行車道路，自行車高速路與最擁擠自行車道路構建而成，形成更快、更舒適、更安全、更直接的自行車路網
		自行車優先	• 自行車流量大處優先加寬自行車道寬 • 自行車路網 2015 年有 40%三車道，2020 年有 60%三車道

表 2.1.15 哥本哈根市整合性綠色行動計畫(續)

主題	優先領域	策略	說明
綠色運具	世界最佳自行車城	自行車高速公路	• 發展高速自行車道 • 道路銜接不良處，修建專用地下道或高架橋等專用自行車道捷徑
		服務	• 高品質公共自行車系統
	公共運輸	公車優先	• 公車行駛速率提高，準點率提高
		轉運站	• 提供優質轉運站，始轉乘更方便
		綠色燃料	• 2025 年大眾運輸碳中和
	行人	網路	• 2015 年型成行人優先路網
	綠色運輸系統	電動車與氫能車基礎設施	• 廣設電力與氫能充電充氣設施
		車輛共享	• 2020 年較 2012 年小汽車共享數目加倍，期中並有 10%為電動車 • 停車位優先保留，免費停車 • 停車位規範設立車輛共享停車位 • 企業會員
	無縫銜接	公共自行車	• 公共自行車為公共運輸之一環
		自行車旅行	• 車站與車廂內外部設施供自行車使用
運輸系統	道路空間管理分配	道路斷面檢討	• 重新分配各運具可以使用之道路路權 • 提出合理分配之新路網計畫
		幹道設施	• 公車與自行車優先，小汽車車道減寬，速度減緩 • 道路設計使行人願意留在路旁商業區
		智慧交通管理	• 智慧交通管理，綠色運輸，自行車優先 • 2020 年交通事故引起之死亡與受傷減少 50%
		彈性道路路權	• 道路設施可依交通需求自動分配各運具路權寬 • 利用 LED 標線劃設車道線
	最佳化	運籌最佳化	• 設計最佳化都市運籌系統
		共乘行動化	• 手機提供共乘媒合，並協助運轉
提供誘因	行動力管理	智慧資訊系統	• 開放資訊，加速交通大數據應用
		未來道路使用者	• 學童與年輕使用者訓練 • 與學校合作解決通學課題 • 將通學課題納入都市計畫
		跨界合作	• 地方民眾參與 • 企業提供或協助員工運輸，做為企業環境管理或人資策略之一部分 • 政府與醫院合作提供病患運輸服務
鼓勵創新	應用科技	綠色科技實驗室	• 綠色交通科技的試驗場與櫥窗 • 贊助研究計畫
		行動力 e-化	• 車載機擴大至電動自行車 • 發展電動送貨自行車
		空品區	• 擴大空品區管制之運具，由貨車與高污染車輛為主加入小汽車與小貨車，並加強管制 CO_2 與 NOx 排放
	創意培育	創意工作坊	• 提供創意開發之空間與資源

資料來源: City of Copenhagen, Action Plan for Green Mobility, 2015.

2.1.3 國內節能減碳政策

1. 永續能源政策綱領

(1) 政策目標-「能源、環保與經濟」三贏

①提高能源效率：未來 8 年(自 2010 年起)每年提高能源效率 2%以上，使能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20%以上；並藉由技術突破及配套措施，使能源密度於 2025 年下降 50%以上。

②發展潔淨能源：全國二氧化碳排放減量於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量；發電系統中低碳能源占比由 40%增加至 2025 年的 55%以上。

③確保能源供應穩定：建立滿足未來 4 年經濟成長 6%及 2015 年每人年均所得達三萬美元經濟發展目標的能源安全供應系統。

(2). 政策原則-「二高二低」

①「高效率」：提高能源使用與生產效率。

②「高價值」：增加能源利用的附加價值。

③「低排放」：追求低碳與低污染能源供給與消費方式。

④「低依賴」：降低對化石能源與進口能源的依存度。

(3) 政策綱領-「淨源節流」

①在「淨源」方面，推動能源結構改造與效率提升：

a. 積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發潛力，於 2025 年占發電系統的 8%以上。

b. 增加低碳天然氣使用，2025 年占發電系統 25%以上。

c. 促進能源多元化，將核能作為無碳能源的選項。

d. 加速電廠的汰舊換新，訂定電廠整體效率提升計畫，並要求新電廠達全球最佳可行發電轉換效率水準。

e. 透過國際共同研發，引進淨煤技術及發展碳捕捉與封存，降低發電系統的碳排放。

f. 促使能源價格合理化，短期能源價格反映內部成本，中長期以漸進方式合理反映外部成本。

②在「節流」方面，推動各部門的實質節能減碳措施。其中，運輸部門包括：

a. 建構便捷大眾運輸網，紓緩汽機車使用與成長。

b. 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。

c. 建立人本導向，綠色運具為主之都市交通環境。

d. 提升私人運具新車效率水準，於 2015 年提高 25%。

新政府現倡導非核家園能源政策，將大幅改變國內能源結構與電能含碳量。因此，行政院永續能源政策綱領之減碳總量與各部門之各目標年減碳量可能有必要予以調整。由於政策綱領帶領所有部門之節能減碳政策之推動，影響深遠，因此永續能源政策綱領之修訂，應是行政院重點工作項目。

2. 溫室氣體減量與管理法

環保部門對於節能減碳最具體之規劃，乃在推動溫室氣體減量及管理法，該法案將是我國因應氣候變遷調適的重要法制基礎。溫室氣體減量及管理法(簡稱溫管法)」係為因應京都議定書生效，對外宣示我國願意善盡共同保護地球環境之責任，落實環境正義，減緩全球氣候變遷，降低與管理溫室氣體排放，對內規範政府間跨部會推動溫室氣體減量機制、減量執行模式及執行工具，使國內推動溫室氣體減量具有法源依據，落實依法行政，環保署於 95 年率先提出「溫室氣體減量法(草案)」，於 2012 年 4 月 6 日完成立法院一讀程序，2015 年 6 月 15 日三讀通過，並於 2015 年 7 月 1 日 總統令公布施行，自此臺灣正式邁入減碳新時代。

「溫管法」是我國第一部明確授權政府因應氣候變遷的法律，明定我國西元 2050 年長期減量目標及以五年為一期的階段管理目標，並搭配具經濟誘因的管理措施，建立從免費核配到有價配售的總量管制與交易制度，未來將以減緩、調適及綠色成長 3 大主軸，推動臺灣因應氣候變遷的具體作為。「溫管法」是明確法律授權並協助國內大型排放源以「成本有效」及「最低成本」進行溫室氣體減量措施，建立排放交易制度，維持產業國際競爭力，對於國際環保政治談判及經貿發展，甚至在未來國際減量談判中爭取對我國有利之利基，均有正面助益。

權責單位包含環保署、直轄市政府、縣(市)政府與能源、產業與運輸等部會。上位業務由環保署所執掌，包含制定國總體減量推動方案、進行氣候變遷衝擊評估、建立國家溫室氣體排放清冊、訂溫室氣體效能標準及總量管制目標等。地方機關必須配合中央主管機關執行政策。

根據「溫管法」第二章第八條第四項，提及政府機關權責中屬於運輸部門的項目，運輸部門對於溫室氣體減量、氣候變遷調適之分工、整合、推動及成果彙整相關事宜為－「運輸管理、大眾運輸系發展及其他運輸部門溫室氣體減量。」；以及第二章第八條第五項－「低碳能源運具使用」。因此，我國運輸部門因應「溫管法」內容，往後應特別注重運輸管理、大眾運輸系統、溫室氣體減量以及低碳能源運具等新能源車輛的發展工作。

3. 運輸部門節能減碳政策

(1) 國家排放減量目標

依據行政院「永續能源政策綱領」、「行政院綠能低碳推動會」、「INDC」及「溫室氣體減量及管理法」的決議，我國全國 CO_2 排放減量目標設定如下：

a. 2020 年回到 2005 年的排放量。

b. 2025 年回到 2000 年排放量。

c. 2030 年回到 2005 年排放量再減 20%。

d. 2050 年回到 2005 年排放量 50%以下。

(2) 國家綠能低碳總行動方案-運輸部門方案

為綜整國家節能減碳總計畫，加速落實各部門節能減碳策略措施並實踐分年目標，「行政院綠能低碳推動會」藉由政策全面引導低碳經濟發展，形塑節能減碳社會。在「國家綠能低碳總行動方案」中，為突顯國家節能減碳重點項目，特規劃十大標竿方案涵蓋我國節能減碳各個面向，並以 35 項標竿型計畫強調各方案政策導向及執行主軸，其中歸屬運輸部門之方案如表 2.1.16 所示。

(3) 國家自定預期貢獻(INDC)

我國支持 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，且將努力實踐 INDC 來參與落實 UNFCCC 第二條所揭示的目標，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，相關策略彙整如表 2.1.17 所示。

表 2.1.16 運輸部門節能減碳總計畫標竿方案內容

標竿方案		內容
綠色無接縫公路運輸系統	公路公共運輸提昇計畫	建置動態管理系統、建置公共運輸票證服務、建置公車捷運系統、加速車輛汰舊換新
建構便捷大眾軌道運輸網	提升高速鐵路運輸效率	持續強化高鐵聯外接駁系統，並提升高速鐵路運量
	推動臺鐵捷運化及改善計畫	增設捷運化車站
	都會區暨機場捷運建置計畫	建置臺北、臺中及高雄 3 個都會區及機場捷運計畫
建構智慧化道路服務	高速公路電子收費系統	計程電子收費系統建置
提升私人運具新車效率水準		補助離島遊客租賃電動機車

表 2.1.17 運輸部門 INDC 相關政策內容

具體作法	內容
提升公共運輸運量	透過便捷大眾運輸路網與無接縫公路公共運輸之建置，擴大公共運輸市占率，目標設定如下： • 市區公車：臺北市 25%、新北市 25%、高雄市 20%、臺中市 15%、桃園市 15%、臺南市 15%、其他縣市 8%，2030 年運量較 2013 年提昇 2.3 倍 • 公路客運：2030 年運量較 2013 年提升 1.6 倍 • 高鐵運量：2030 年運量較 2013 年提升 1.56 倍 • 臺鐵運量：2030 年運量較 2013 年提升 1.47 倍 • 捷運系統：2030 年運量較 2013 年提升 1.85 倍
加強運輸需求管理	落實大眾運輸導向發展之策略規劃，以逐步減少機動車輛運輸需求 • 研議低碳區域(如風景區、特定區等)之規劃及示範 • 協商 5 大都會區將公共運輸市占率納入承諾，並透過自治事項抑制私人運具使用及成長 • 協助非都會區其他縣市政府建立合宜之永續運輸發展架構(如綠運輸路網) • 結合地區性土地規劃(如 TOD)，降低私人運輸需求
改善運輸系統能源使用效率	加速汰舊換新，推廣節能車輛，鼓勵使用電動公車及電動機車，提升新車能源使用效率水準

(4) 運輸政策白皮書

面對全球氣候變遷，人們對自然生態保育的積極重視，資通訊科技普遍的創新與應用，以至人口高齡化與少子化的急劇失衡等。

運輸部門的施政也在必須妥為因應，交通部爰提出 2012 年新版的運輸政策白皮書，期能綱舉而目張，讓各運輸部門依循有自，民間協同配合，大家契合無間，共策其成。2012 年運輸政策白皮書之整體架構如圖 2.1.40 所示，說明如下。

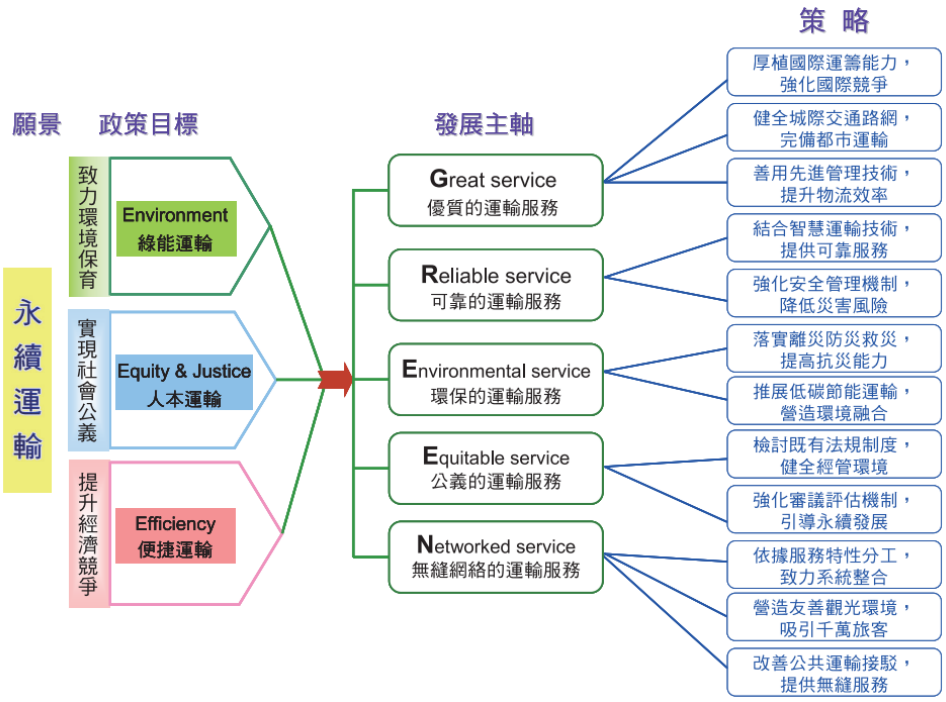
①願景：打造「永續運輸」為發展願景。

②政策 3 目標

「致力環境保育的綠能運輸」、「實現社會公義的人本運輸」以及「提升經濟發展的便捷運輸」為三大政策目標。

③發展 5 主軸

擬訂五大運輸政策發展主軸，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。



資料來源：2012 年運輸政策白皮書，交通部運輸研究所，2012 年 7 月。

圖 2.1.40 2012 年運輸政策白皮書政策架構圖

4. 巴黎協定後我國運輸部門政策檢視

巴黎協定後,我國的運輸部門政策應符合國際趨勢,做出相應的措施，根據過去的研究與推動成果，我國於巴黎協定過後大體上仍將依循過去推動公共運輸與綠色運輸之主軸繼續推動節能減碳。說明如下。

(1) 我國 INDC 與各國運輸部門措施一致，持續發展綠色及公共運輸

①我國提出的 INDC 中，運輸部門主要目標為推動電動車輛和公共運輸，與各國的策略方向一樣。

②我國運輸部門的電動車輛目前著重在電動大客車的推動發展，其他機動車輛需跨部會(環保署、經濟部)合作。

③自新政府上任推動非核家園政策，對於國內能源結構與電能含碳量將有重大影響。由於替代能源推動計畫時程尚未確定，推動電動車輛將擴大電能市場需求，亦會使含碳量大幅增加，應加以審慎評估以何種力道與速度繼續推動電動車輛政策，同時，運輸部門推動電動車輛需與能源部門充分協商溝通。

(2) 實踐我國「溫室氣體減量及管理法」運輸部會分工工作

我國已於 2015 年 7 月 1 日公布「溫室氣體減量及管理法(以下簡稱溫管法)」，當中第 8 條及第 9 條規定，分別研擬部會分工、行動綱領及推動方案等，運輸部門應實踐我國溫管法後配工作，提出階段性目標。

(3) 2020 年以前需要更積極作為，制定運輸部門氣候調適綱要計畫

國際交通運輸首長與組織均呼籲調適計畫應預先在上位計畫考量，並納入風險評估，因此，氣候調適綱要計畫應納入國家總體與運輸部門上位政策、擬定實質計畫，強化運輸與其他跨部門調適行動計畫合作。

(4) 建立中央與地方運輸部門氣候減緩與調適合作機制

氣候變遷影響層面廣泛，非中央或地方政府本身即能夠完全掌握與處理的工作，必須要透中央與地方的互助協調與合作，在適當的合作減碳責任分配機制下，解決問題。

(5) 推動都會區節能減碳

由於都會區人口密集,全市界有超過 70%之溫室氣體是由都會區排出，因此都會區已成世界各國推動節能減碳重點。我國各都會區之交通

部門多持續推動公共運輸與綠色運輸政策，然似尚未以分擔節能減碳責任為目標，並據以整合各部門資源與政策，全面性推動深度節能減碳，未來應是努力方向。

(6) 結合能源效率的車輛管理作為

包含公路與鐵路車輛管理，需要配合能源效率標準、再生能源使用目標等，管理車輛型式，並透過綠色車輛補貼獎勵、車輛燃料稅加重，以及制訂二手車輛管理辦法。

(7) 完善電動車輛整體發展環境

電動車輛已成為國際綠色運輸與能源發展的重要趨勢，在充分考量未來電能與替代能源市場需求及研擬因應策略下，我國仍應加緊完善電動車輛整體規劃，從法規面、管理面加強導入電動車輛的完善制度；並且應特別關注電動車輛充電設施如何落實，俾於替代能源充足之前提達到後便可迅速推動。在策略上可優先推動營業用車輛，包含電動巴士、油電混和巴士、電動計程車等；此外，電動機車為我國具優勢產業，不僅節能，且空氣汙染性較低，又可銷售海外，應可優先推動。

(8) 綠色貨運發展

綠色貨運逐漸在國際交通運輸節能減碳領域上嶄露頭角，我國的貨運運輸產業眾多，且運輸效率的實力有目共睹，但在綠色貨運部分尚未重視，且貨運在我國的運輸部門中，為溫室氣體排放的大宗，運輸部門必須正視如何在維持貨運運輸效益的情況下，推動綠色貨運的發展，包括電動小貨車、國際商港貨櫃車電動化、國際商港供電系統等。

2.1.4 小結

1. 巴黎協定、國外減碳議題與都會區深度減碳

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，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。

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，未來並持續朝向更嚴謹的抑制升溫 1.5℃目標。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。協定中強調減碳機制與過程，而不為各國設定減碳目標。國家自定貢獻(INDC)為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。初步提出之 INDC 並不足以達到全球減碳目標，因此在 2018 年氣候變遷專家委員會除要提交一份技術報告外，締約方每 5 年需更新並再提送 INDC，由專家審議。

巴黎協定並建立強化各國節能減碳合作機制，制定與強化透明度框架，提高各國對抗氣候變遷策略、資訊、技術與資金流通的靈活性。並加強碳交易等制度，此外，並強調各國應重視調適,以提高現有設施對氣候變遷調適能力,加強防禦能力和減少氣候變遷的脆弱度、並重視風險管理的目標，促進永續發展。

巴黎協定後各國專家開始對於其所衍生的課題加以檢討，初步歸納出下面三項最具挑戰性課題：

(1) 現有能源結構如何在各部門轉換成低碳經濟

(2) 如何促進低碳能源的創新與技術開發

(3) 財源與財務機制規劃

在運輸部門,除了持續執行各國所提出減量(Avoid)、運具移轉(Shift)、以及技術改善(Improve)三大面向之 INDC 策略外,也開始構建零排放藍圖,有下列重點：

(1) 高遠的願景與目標

(2) 兼顧短期(2016-2020)、中期(2016-2030)，與全球除碳之長期藍圖(2016-2050/2080)

(3) 著重創新

(4) 建立平台，加強跨部門與機構間的垂直與水平合作關係

(5) 都市生活重新設計與改造

(6) 加強調適風險管理,加強設施氣候變遷之應變能力

(7) 低碳能源供應策略

(8) 供應鏈縮短

(9) 營造適宜的法規於財務環境

由以上藍圖重點可知，仰賴單一運輸部門策略不易達到「零排放」的目標，要達成深度減碳目標，除了在推廣大眾運輸系統，改善行車環境能源效率等一般策略外，尚須在都會區土地使用、運具轉換、能源政策、企業經營、風險管理、法規與財務上都得到支援，方能達成深度減碳目標。

有鑒於此，國際約有二十個都市參加碳中和都市聯盟(Carbon Neutral Cities Alliance, CNCA)，開始面對都市所應擔負的減碳重任，以全面性(citywide)、低碳性、科技性來重新設計都會區新循環經濟的變革，以達成2050 年前至少達到 80%的深度減碳目標。都會區深度減碳規劃，包含低碳能源供應、建築物減碳、交通減排與廢棄物循環再生等四個主要子系統，要達到深度減碳的目標在實務上面臨許多挑戰，原因如下：

(1) 規劃目標年較一般規劃更為久遠

(2) 不確定性高，包含氣候因素、策略影響、資料欠缺、相關政府單位多而政策與財務來源均不確定

(3) 需要跨部門垂直與橫向整合

(4) 上位能源政策無法確定

(5) 都會發展其他目標之排擠影響

由於各城市強調全方位減碳，故本計畫特別節錄部分都市規劃實例，不僅針對運輸部門，而以跨部門運作方式，探討都市全方位深度節能減碳之規劃內容供參。

2. 國內節能減碳策略議題

我國溫室氣體減量，所依據之上位計畫與法規有二：「永續能源政策綱領」與「溫室氣體減量與管理法」。

行政院永續能源政策綱領訂定的目標政策有三：

(1) 提高能源效率：未來 8 年(自 2010 年起)每年提高能源效率 2%以上，使能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20%以上；並藉由技術突破及配套措施，使能源密度於 2025 年下降 50%以上。

(2) 發展潔淨能源：全國二氧化碳排放減量於 2016 年至 2020 年間回到 2008 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量；發電系統中低碳能源占比由 40%增加至 2025 年的 55%以上。

(3) 確保能源供應穩定：建立滿足未來 4 年經濟成長 6%及 2015 年每人年均所得達三萬美元經濟發展目標的能源安全供應系統。

「溫管法」是我國第一部明確授權政府因應氣候變遷的法律，明定我國西元 2050 年長期減量目標及以五年為一期的階段管理目標，並搭配具經濟誘因的管理措施，建立從免費核配到有價配售的總量管制與交易制度，未來將以減緩、調適及綠色成長 3 大主軸，推動臺灣因應氣候變遷的具體作為。「溫管法」是明確法律授權並協助國內大型排放源以「成本有效」及「最低成本」進行溫室氣體減量措施，建立排放交易制度，維持產業國際競爭力，對於國際環保政治談判及經貿發展，甚至在未來國際減量談判中爭取對我國有利之利基，均有正面助益。

在「永續能源政策綱領」之上位計畫與「溫室氣體減量管理法」之法規環境下，我國運輸部門之政策白皮書以綠能運輸、人本運輸與便捷運輸為目標，依據交通部整體節能減碳之施政範疇，綠運輸發展政策可分為「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」及「提升運輸系統能源使用效率」等三大政策方向。而現階段依據運輸部門 CO_2 排放減量目標，在前揭三大政策方向之下，則可再進一步綜整分為「提升公共運輸運量」、「改善步行與自行車使用環境」、「落實大眾運輸導向發展(TOD)之策略規劃」、「合理反映私人運具外部成本」、「減少機動車輛運輸需求」、「提升運具能源使用效率」、「提升貨運能源使用效率」，以及「強化航空、水運、場站與工程節能減碳」等 8 項主要發展策略。

3. 巴黎協定後我國的運輸部門政策

我國於巴黎協定過後大體上仍將依循過去推動公共運輸與綠色運輸之主軸繼續推動節能減碳，重點說明如下：

(1) 我國 INDC 與各國運輸部門措施方向一致，應持續發展綠色及公共運輸

(2) 實踐我國「溫室氣體減量及管理法」運輸部會分工工作

(3) 2020 年以前需要更積極作為，制定運輸部門氣候調適綱要計畫

(4) 建立中央與地方運輸部門氣候減緩與調適合作機制

(5) 推動都會區節能減碳

(6) 結合能源效率的車輛管理作為

(7) 完善電動車輛整體發展環境

(8) 綠色貨運發展

自新政府上任推動非核家園政策，對於國內能源結構與電能含碳量將有重大影響。因此，行政院永續能源政策綱領之減碳總量與各部門之各目標年減碳量可能有必要予以調整。另外由於替代能源推動計畫時程尚未確定，推動電動車輛將擴大電能市場需求，亦會使含碳量大幅增加，應加以審慎評估以何種力道與速度繼續推動電動車輛政策，同時，運輸部門推動電動車輛需與能源部門充分協商溝通。

2.2 運輸節能減碳評估模型與應用

2.2.1 能耗與碳排推估方法

本計畫回顧在能耗與碳排量的具體推估方法，主要共可分為計量模型、經濟模型、運輸需求模型以及其他模型等，模型發展概念及彙整如下。

1. 計量模型

常見的以計量模型進行能耗與碳排推估的方法，包含簡單趨勢模型、時間序列模型與一般迴歸模型。

(1) 時間序列模型

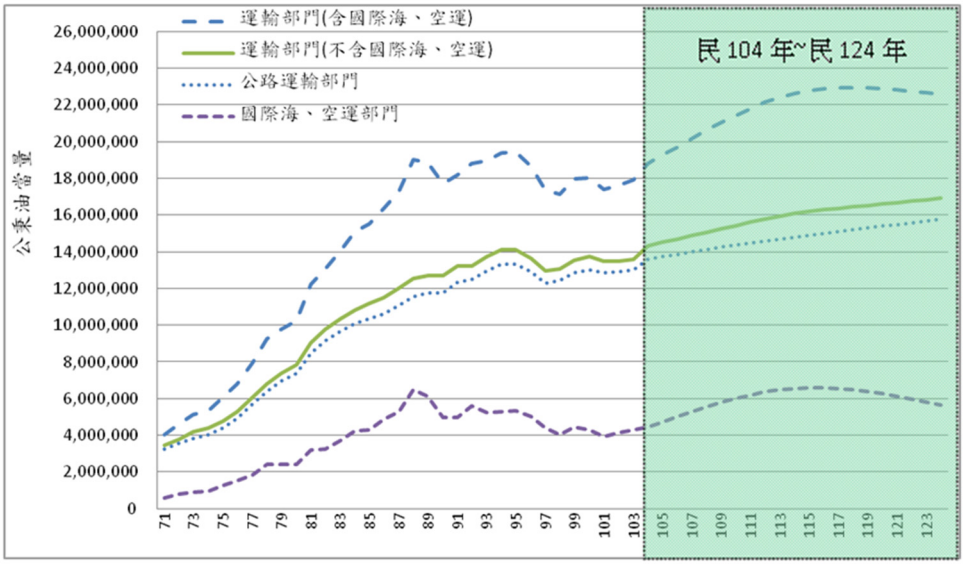
Zheng Li 等人於 2010 年建立 8 個時間序列模型，用以分析澳洲未來的汽油需求，並比較各模型間的優劣。結果顯示二次趨勢模型分析季節性數據的效果最佳，同時二次趨勢模型對於分析短期的非季節性數據以及由統合非季節趨勢之季節數據的年度數據，預測結果也最佳。此研究總結 ARIMA 等複雜模型較擅長擬合歷史趨勢，然而如二次趨勢模型等簡單理論模型，預測能力卻較複雜模型強。

2016 年張瓊文、傅強、朱珮芸、許義宏等人，利用多變量自相關移動平均模型(Multivariate Autoregressive Moving Average Models, MARMA)建立運輸部門能源消費需求模型，探討影響運輸部門各能源別消耗之因素，並捕捉各能源別時間序列關係。基於不同運輸系統的使用能源別可能有相互關聯性，運輸部門能源消費需求模型建立之 MARMA 模型，以 ARMA 模型結構將相同部門(如公路部門或軌道部門)內所有消耗能源別共同建立解釋模型，以解決各能源別前後期序列相關(serial correlation)問題，並反映相同部門內不同能源別之關聯性。

Azina et al. (2014)則利用時間序列分析，探討馬拉西亞 1975 年至 2011 年收入、能源使用及碳排之間的動態關係；實證結果發現，收入增加及運輸部門能源消費增加分別使碳排增加 2.56%及 0.44%，經濟結構的變化及再生能源使用則分別使碳排減少 0.48%及 1.08%。本研究並透過格蘭傑因果關係檢驗(Granger causality test)發現 GDP 及碳排之間的關係是單向的，經濟成長會促進能源消耗，但可在不造成經濟成長負效果的情形下施行節能政策。

(2) 迴歸模型

本所建立之運輸部門能源消費成長趨勢模式，利用多變量迴歸模式模化各能源別歷史年能耗趨勢，並據此延伸至目標年未來年運輸部門能耗消費成長趨勢，作為後續研究能耗趨勢基線。其中，能源別歸納為陸路運輸部門、國內海空運部門與國際海空運等 3 個主要部門，模式建立之反應變數為運輸部門中不同子運輸系統之能源消費量，惟一採用自變數為各能源消費量之分析年度，參考 Melikoglu (2014)研究提出之 10 種關係式進行各能源別之消長趨勢嘗試。依據本所建立之能源消費成長趨時模式推估結果，匯整我國整體運輸部門能耗趨勢如圖 2.2.1。



資料來源：「運輸部門能源消費趨勢及未來需求分析」，本所，2016 年。

圖 2.2.1 總體運輸部門能源消費趨勢

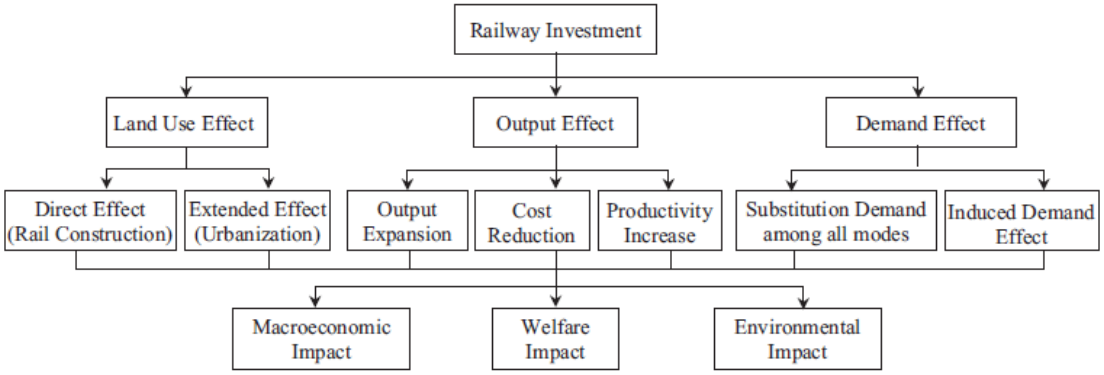
2. 經濟模型

常見的經濟模型包含一般均衡模型(Computable general equilibrium model)與 MARKAL 模型。其中一般均衡模型係一種利用真實經濟資料，模擬特定經濟體在政策、科技、以及其他外部因素下，需求、供給以及價格變化之經濟模型。

Alex Anas 與 Tomoru Hiramatsu 於 2012 年，利用 RELU-TRAN2 模型(一種 CGE，一般均衡模型)，用以分析當燃油價格增加時，燃油使用、汽車使用公里數、車輛油耗、車輛旅行軌跡、住房、勞工以及物價如何反應，並認為利用 RELU-TRAN2 CGE 模型可量化車輛在不同路徑選擇下能耗的變化。

本所前期建置之 CGE 模型亦屬於經濟模型，CGE 模型建立在個體最適化決策行為之假設上，並在市場機制運作下確保整體機制之一致性，適用於事前的政策影響量化評估。前期建置之模式庫透過運輸 CGE 模型及運輸部門能耗與溫室氣體排放預測模型兩模型，由總體層面推估各運輸模式之運量、能耗與排放基線。

Chen et al. (2016)則提出過去運輸政策之經濟、環境影響評估，多只針對單一計畫進行成本效益評估，實務及學術研究上缺乏全面性整體經濟、環境之影響評估。爰此，以 McDonald (2005)發展之單一國家 CGE 模型建立動態 CGE 模型，評估中國大陸發展高鐵對總體經濟及環境的影響；模型依循傳統 CGE 架構建置，涵蓋 48 項商品活動，分別就政府對高鐵建設之歷年投資進行土地使用、結果、需求效果評估，並分別以總體經濟、社會福利及環境三個面向探討，如圖 2.2.2 所示。研究結果發現，在二氧化碳排放方面，由於高鐵影響運輸之效果可分為從其他運具移轉之需求及誘發需求，而從其他運具移轉之需求由於多從公路運輸轉移，對碳排有正向影響效果，反之，誘發需求為高鐵建置後產生的旅運需求，對碳排負向影響效果；在此案例中，高鐵運量成長主要來自誘發需求，因此，案例在二氧化碳排放之影響為負效果。



資料來源：Chen, Z., Xue, J., Rose, A., & Haynes, K. E. (2015). The Impact of High-Speed Rail Investment on Economic and Environmental Change in China: A Dynamic CGE Analysis. Available at SSRN 2636385.

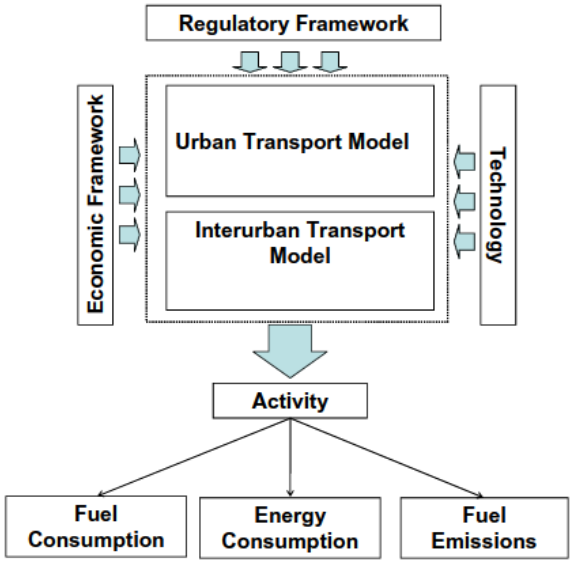
圖 2.2.2 中國鐵路投資 CGE 評估模型架構

3. 運輸需求模型

運輸需求模型主要係透過運輸需求模式預測設定情境下各運輸系統的延人與延車公里，藉以推估目標情境下整體運輸系統的能耗與碳排量，其最大特點係可區分不同運輸系統與不同區域、來源別的能耗與碳排量，可進一步觀察具體政策的成效與影響。

2009 年，林國顯等人在臺灣城際運輸需求模式(TDM2008)中納入永續性評估模組，用以就既定的永續發展目標進行永續性評估。永續性評估模組將社會公平、經濟效益以及環境保護三個面向做為評估指標。其中環境保護面，透過能源消耗推估模組、空汙推估模組，以及相關係數求得城際運輸系統之化石能源使用、空氣汙染排放以及通過環境敏感地區面積三大指標。

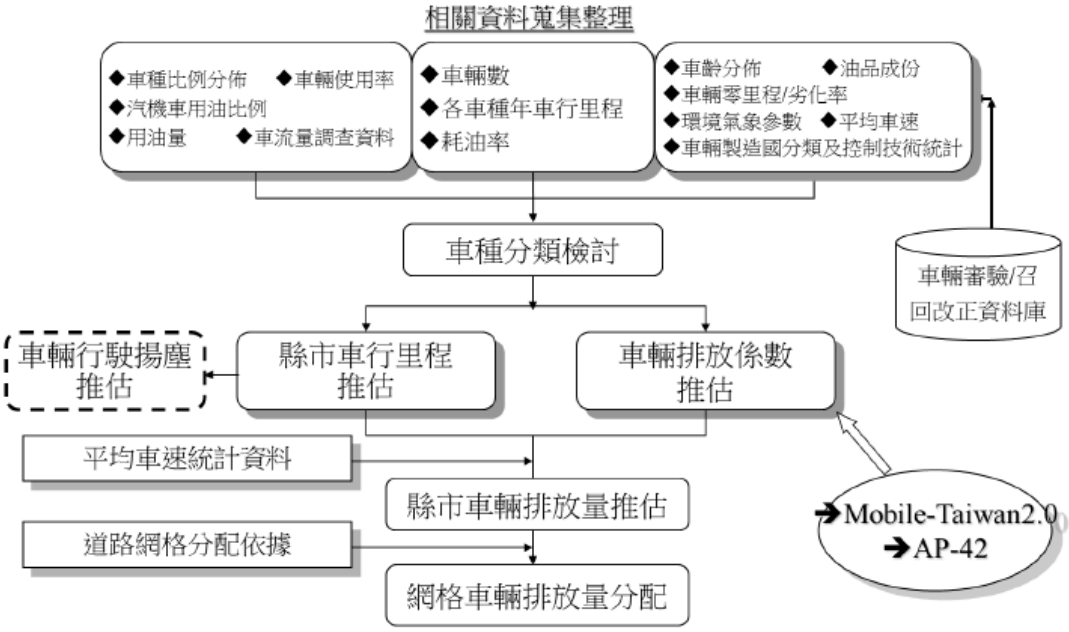
Cortés et al. (2008)則透過物件導向模型模擬都會及城際運輸活動以計算碳排與能源消費量，建立 PIET 軟體平台，用以預測國家層級下，未來技術發展及政策實現後的影響。模擬平台架構如圖 2.2.3 所示，以經濟及技術發展作為城際運輸模型、都會運輸模型之投入，產出為運輸模型分析之運輸活動，再利用運輸活動計算燃油、能源消耗，藉以評估未來環境影響。都會運輸排放模型透過排放係數、營運參數反映真實交通條件，運具分類包含公共運輸、貨車、營業用車、低汙染車輛等；城際運輸模型則以旅次產生-吸引模型、運具分配模型、成本函數等進行客貨運之運輸需求分析，分析之運具範疇包含自動車、城際巴士、列車及航空等四種運具；情境分析以不同能源技術發展，分析樂觀情境(GDP 每年成長 5.3%)及基礎情境(GDP 每年成長 4.4%)下之汙染排放結果。



資料來源：Cortés, C. E., Vargas, L. S., & Corvalán, R. M. (2008). A simulation platform for computing energy consumption and emissions in transportation networks. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 13(7), 413-427.

圖 2.2.3 PIET 模擬平台架構

環保署於 104 年另建置有新版空氣污染物排放清冊，以 102 年為基準年更新 TEDS9.0，涵蓋區域已擴展至全國各縣市，推估範疇包含點、線、面污染源排放之污染物；其中，點源納管名單為環保署固定源系統列管編號，線污染源則包含各式車輛因本身動力行駛於各類道路時，會排放空氣污染物種者，面污染源則為為未能列入點源之排放量較小而分佈範圍較廣的固定污染源。線污染源推估方法以各車種污染物排放係數乘以活動強度得到，排放係數為車輛行駛單位里程數之污染物排放量，活動強度為車輛一年行駛之總里程數，推估流程如圖 2.2.4。



資料來源：「TEDS9.0_線源技術手冊」，環境保護署，2015 年。

圖 2.2.4 TEDS9.0 線源排放量推估流程架構

4. 其他模型

除前述經濟模型、計量模型以及運輸需求模型等推估方法外，近年來人工類神經網路模型也被運用於能耗與碳排之推估方法。Zong Woo Geem 利用人工類神經網路建立模型以及 GDP、人口、油價、車輛登記數以及客運量，以預測南韓的交通能源需求，並將人工類神經網路模型之預測結果與迴歸模型進行比較，根據比較結果，人工類神經網路模型之 RMSE 及 R^2 表現均較迴歸模型佳。

2.2.2 運輸節能減碳政策評估系統

1. 國外運輸節能減碳政策評估模型

(1) 歐洲 STEEDS 模型

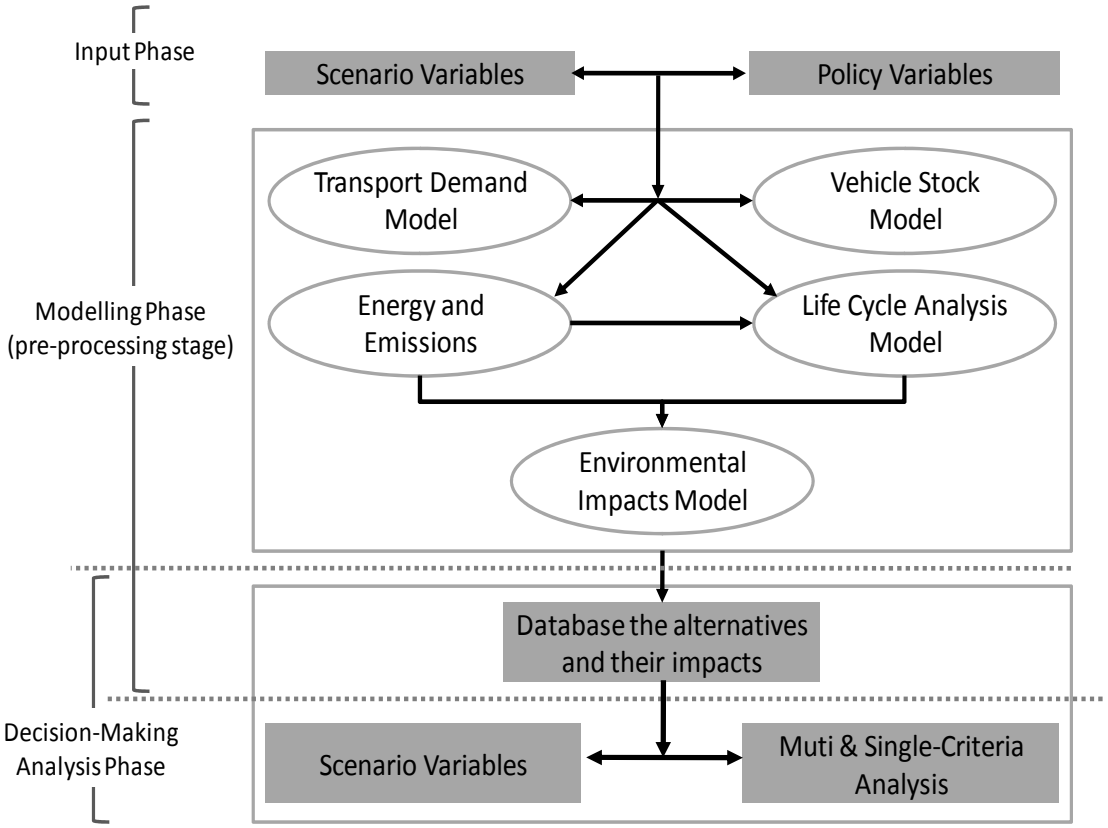
STEEDS 為一高階決策支援系統(Brand et al，2009)，用以研究各運輸技術對市場、環境與能源的衝擊。其運作先透過情境與政策變數模擬外在政治與社經環境，接著以運輸需求模式、運具持有模式、車輛能耗與噪音模式、生命週期分析模式之輸出結果做為衝擊指標。評估結果包括排放量、車輛成長狀況等，並可以表格或圖示方式呈現，作為決策者參考資訊。架構如圖 2.2.2 所示。

(2) EPPA/MARKAL 模型

此整合模型結合三個主要子模型，包括 EPPA 可計算一般均衡模型、MARKAL 能源工程模型及 Modal Split 運具分配模型，以分別處理經濟、科技技術、交通運具分配等三個面向，藉以分析跨部門、跨區域的溫室氣體排放問題。EPPA (MIT Emission Prediction and Policy Analysis) 模型屬於總體經濟分析架構，可反映經濟體中各部門間的互動效果(產業關聯)，用來模擬跨部門，跨區域之經濟成長、技術變遷與排放，其架構於圖 2.2.3 所示。

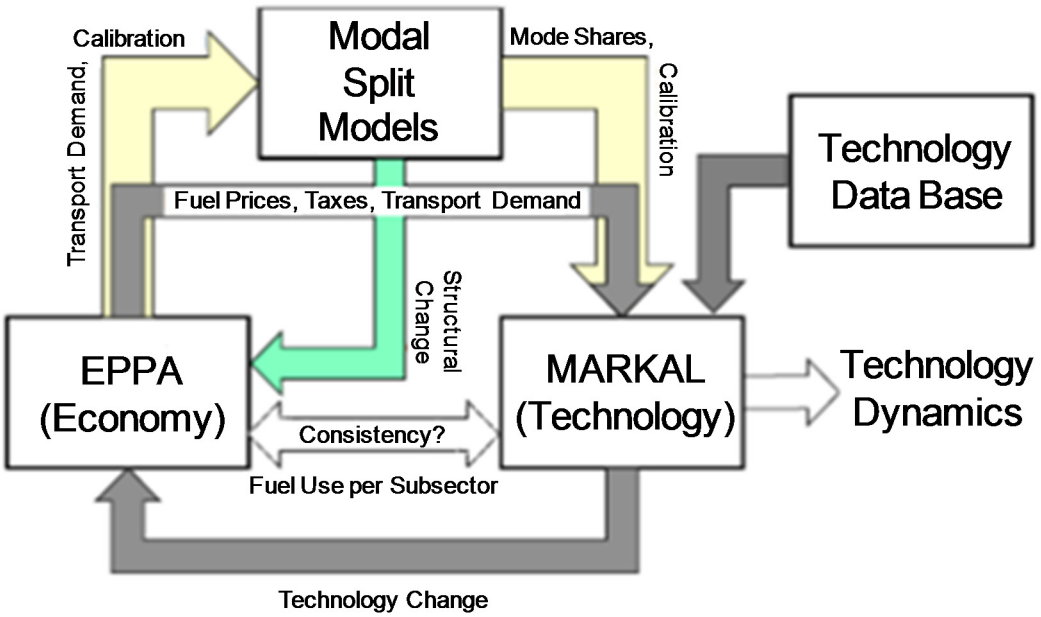
MARKAL 能源工程模型主要特點在考慮非常細緻及多元的能源技術。在運輸部門技術資料庫下，可呈現各類運輸技術之單位燃料消耗、技術可用年限、期初投資成本、固定運維成本與變動運維成本等資料。

Modal Split 模組為上述兩個模型串連的關聯模型，主要提供運具分配結果。在 Modal Split 客運分配方式，透過行為假設及各類運具結構性限制，同時估算私人運具與高速運具的平均速度，再結合時間限制，可估算出私人運具與高速運具的市占率。



資料來源：M. Mattarelli, D. Moon, R. Wolfler Calvo, "STEEDS: A Strategic Transport/Energy/Environment Decision Support" European Commission Joint Research, Brest, France, 1999.

圖 2.2.2 STEEDS 模型架構



資料來源：Andreas Schafer, Henry D. Jacoby, "Technology Detail in a Multi-Sector CGE Model: Transport Under Climate Policy", MIT joint program on the Science and Policy of Global Change Report No. 101, July, 2003.

圖 2.2.3 EPPA/ MARKAL 決策支援模型架構

(3) 歐盟 SULTAN 決策支援系統

①SULTAN 主要目的與技術工具

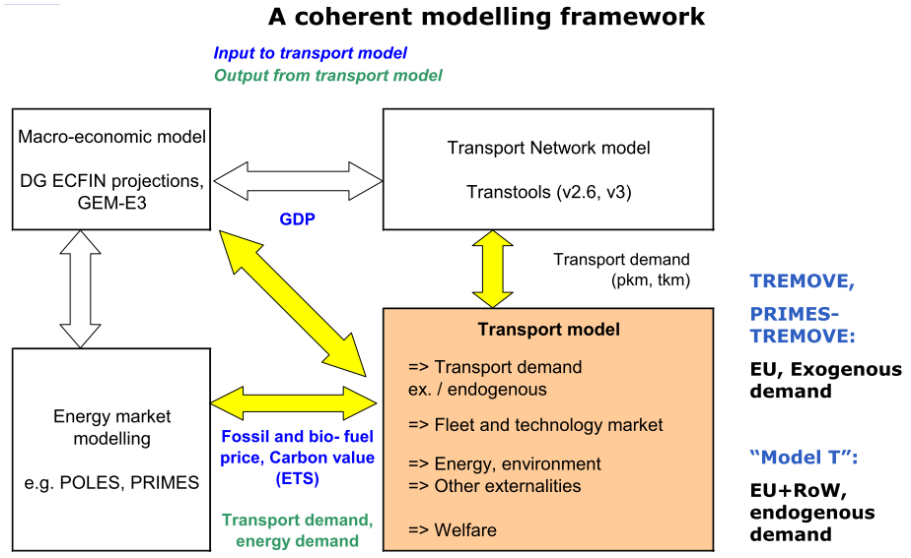
歐盟長年發展 SULTAN 決策支援系統，歐盟 SULTAN 決策支援系統提供簡單運算與圖型工具，使關係人可以迅速掌握政策之目標與影響，以探討並展示政策對運輸部門能耗碳排之效果，作為決策者與關係人施政參考、政策宣導與雙向溝通管道。然而，SULTAN 背後仍有一系列技術模組提供分析結果，如圖 2.2.4。

a. 總體經濟預測模型；

b. 能源市場預測模型 (如 PRIMES)；

c. 傳統四階運輸需求模型 (含路網指派功能) Transtools；

d. 快速反應(Quick-Response)需求模型(TREMOVE)，並與能源模型結合，合稱 PRIMES-TREMOVE 模型，是需求模型重點。

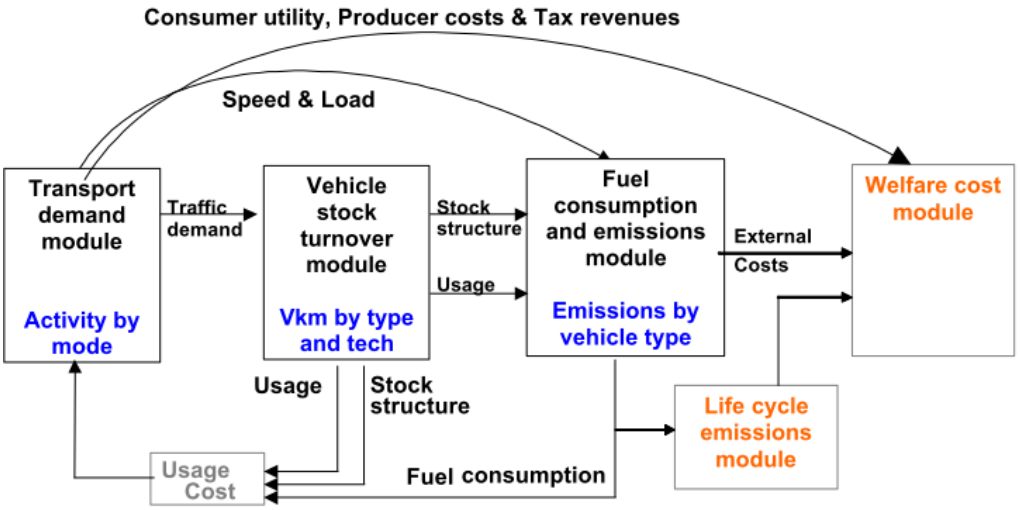


資料來源： F. Nemry, "Transport Models in Use by the European Commissions", presented at UNECE Global Conference, April 24, 2012. http://www.eutransportghg2050.eu/cms/

圖 2.2.4 歐盟能耗排放評估工具體系

②PRIMES-TREMOVE 模型架構與功能

PRIMES-TREMOVE 是評估運輸與環境政策對於運輸部門能耗與碳排影響之模式。TREMOVE 模型分成五個主要模組，如圖 2.2.5。包括運輸需求模組、車輛持有模組、能耗排放模組、成本績效模組、生命週期評估模組。



資料來源：Transport & Mobility Leuven, "TREMOVE Model Description" TREMOVE version 2.7, Dec. 14, 2007.
下載於　http://www.tmleuven.be/methode/tremove/TREMOVE_Short_Description.pdf.

圖 2.2.5 TREMOVE 系統架構

(4) TRESIS 模型

TRESIS(Transportation and Environment Strategy Impact Simulator)模型，於 1995 年由雪梨大學 Institute of Transport and Logistics Studies 建立，係一用以分析評估政策對都市旅次行為與環境影響之模型，此模型結合都市之交通、土地使用、環境策略與情境等資料進行分析評估，並且廣泛地使用績效指標來敘述各面向之評估結果。TRESIS 的模型架構共包含 7 個主要系統，如圖 2.2.6。表 2.2.1 為各系統之功能說明。

(5) SimAGENT 模型

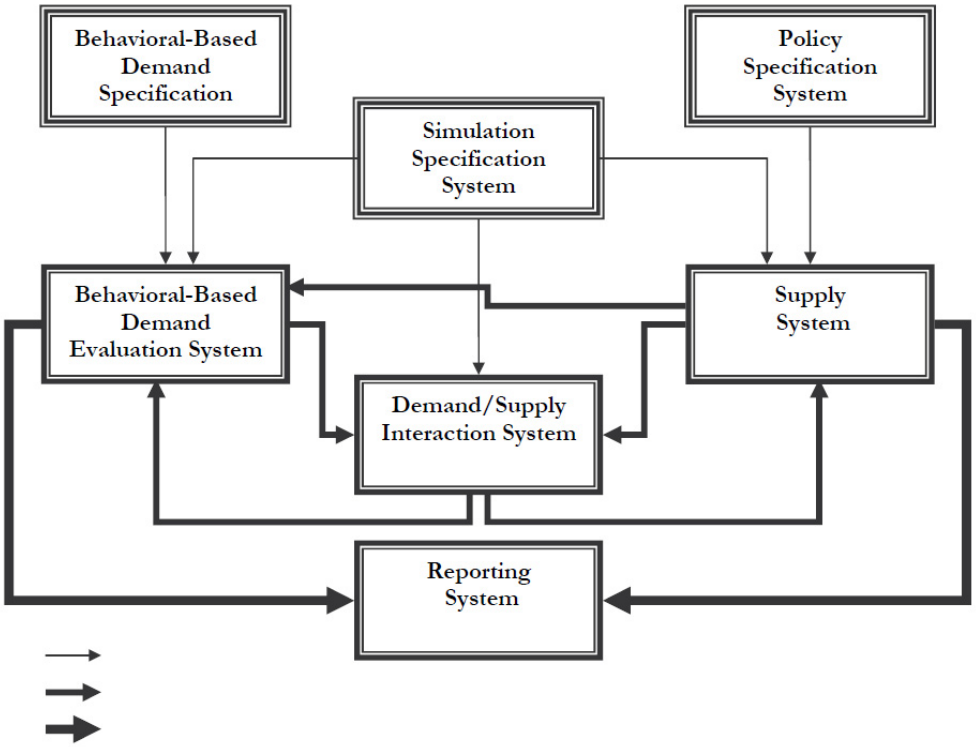
Paleti, R. et al. (2014)應用 SimAGENT 進行未來年市場車輛組成、車公里、能耗等預測。SimAGENT 為活動基礎的運輸需求模型，內含多個評估、預測模組；包含車隊模擬、人口預測模擬、車隊預測、燃油及綠能消費計算、政策評估等，透過家戶調查資料，評估運輸市場車輛數、車輛類型、車輛能源等之變化。

其中，SimAGENT 模型透過加州之家戶調查，建構以家戶為基礎單位之各家戶車輛擁有、使用之資料庫，以車輛選擇模組及車輛發展模組，模擬運輸市場車輛總數、車輛類型及能源類別並決定車輛未來處置方式(包含汰換、報銷、保留等)。再透過人口預測模擬、車隊預測、燃

油及綠能消費計算、政策評估，進行基年及未來年之人口變化、車輛市場變化、及能耗碳排等未來情境之政策模擬。

表 2.2.1 TRESIS1.4 模型系統功能說明

系統	系統功能
行為需求規範系統 (Behavioral demand specification system)	提供家戶特性數據與模型方程式給行為需求評估系統。
供給系統 (Supply system)	包含四個資料庫： • 路網 • 土地使用分區 • 運具資料 • 政策與環境參數
模擬規範系統 (Simulation specification system)	由使用者操作控制軟體規則： • 輸入與輸出資料之類型、來源與位置 • 用於適應時間調整處理的啟發式規則 • 預測未來的年期數 • 規範控制 TRESIS1.4 之校估與迭代程序
政策規範系統 (Policy specification system)	包含多種規格化之政策選擇，如新設大眾運輸、徵收擁擠稅、提升運具能耗效率等。
行為需求評估系統 (Behavioral demand evaluation system)	透過來自行為需求評估系統與供給系統的輸入值，產生各行為選擇的機率，包含旅運行為、地點、運具選擇等。
需求/供給交互系統 (Demand/supply interaction system)	負責平衡、控制市場的供給與需求，包含： • 住宅區與住宅市場 • 汽車市場 • 旅行市場
回報系統 (Reporting system)	負責計算與回報各時期的供給與需求量，並統合計算年平均數。



資料來源：Hensher, D.A. (2008), "Climate change, enhanced greenhouse gas emissions and passenger transport – what can we do to make a difference?, Transportation Research Part D, Vol. 13, NO.2, pp.95-111.

圖 2.2.6　TRESIS1.4 模型架構

2. 國內運輸節能減碳政策評估模型

(1) 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統

①主要目的與技術工具

運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統主要用以檢視經濟發展與運輸部門能耗之關聯性，並進一步評估節能減碳策略之成效。系統提供運輸部門節能減碳政策量化評估功能之操作工具，包含量化評估、指標呈現、政策配套、策略篩選等功能，以一般均衡模型(Computable General Equilibrium Model, CGE)進行基線推估及政策評估。

②模型功能與架構

三大功能分別為觀察歷史趨勢、基線推估、政策選擇與減量成效評估，系統架構如圖 2.2.7 所示。

a. 觀測歷史趨勢

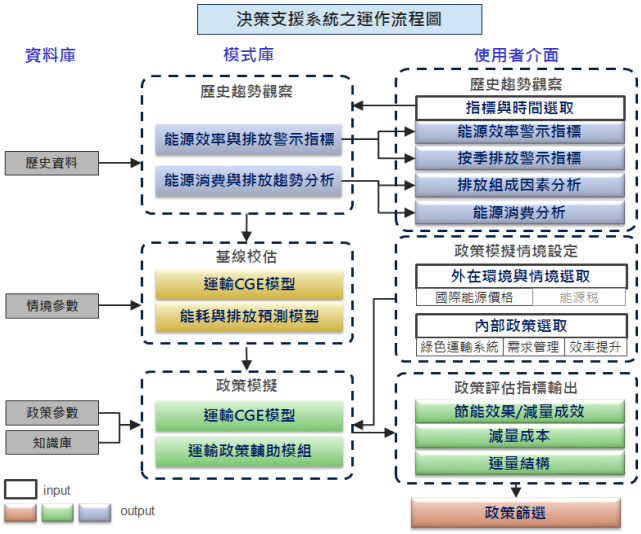
觀察運輸部門能源消費與 CO_2 排放之歷史趨勢，系統設計「能源效率警示指標」與「排放趨勢分析模組」兩類工具。前者主要觀察公路運具之燃油效率、能源密集度以及 CO_2 排放變化；後者主要目的為分析運輸部門歷年影響能源消費與 CO_2 排放之主要因素。

b. 基線推估

基線主要目的在提供政策評估一個比較基準。系統為提供基線推估之合理情境與推估結果，同時利用運輸部門可計算一般均衡模型及運輸部門能源消費預測模組兩種方法推估運輸部門之能源消費基線，強化基線推估的合理性。

c. 政策選擇與減量成效評估

由「避免或降低運輸服務需求」、「改變運具或能源結構」與「提升運輸效率」設計情境條件、政策選項與評估功能。評估結果羅列 GDP、運量、公共運輸使用率、能源消費量、CO_2 排放量、減量成本、減量目標達成率等指標做為決策判斷依據。



資料來源：http://125.227.1.223:8080/greentransport2/DSS_1_2.jsp.

圖 2.2.7 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統功能架構

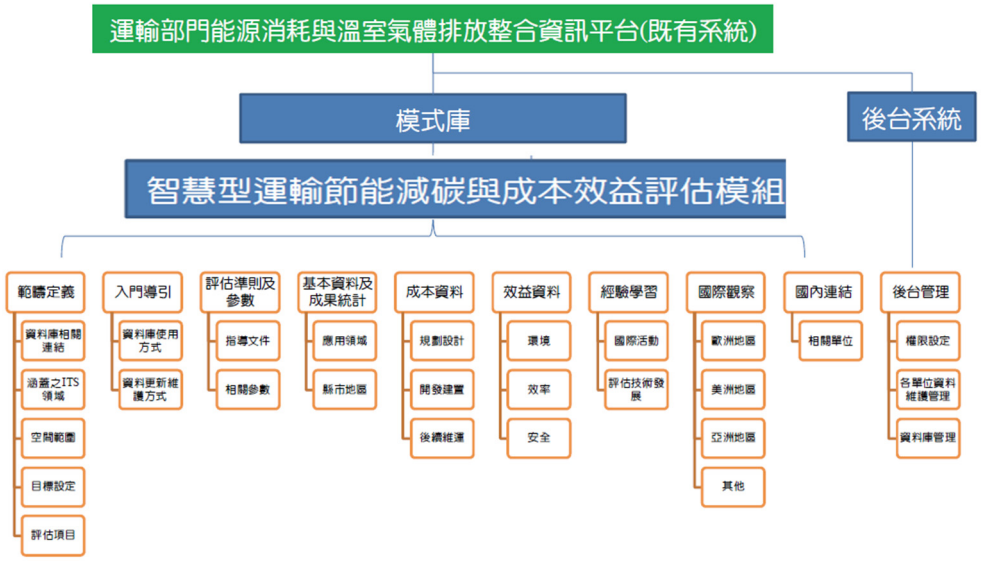
(2) 智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫

①建置目的

ITS 節能減碳效益評估工具與成本效益資料庫除可作為交通部與運研所研訂 ITS 節能減碳政策與策略之依據外，亦可作為地方政府、經濟部及環保署相關機關及單位使用。

②功能

ITS 節能減碳與成本效益資料庫及網站系統，提供範疇定義、入門導引、評估準則及參數、基本資料及成果統計、成本資料、效益資料、經驗學習、國際觀察、國內連結、後台管理等 10 項功能，主要架構如圖 2.2.8 所示，並已整合納入「運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台」之「知識庫」或「模式庫」，結合運用既有系統資源及發揮計畫綜效。



資料來源：「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之應用」，交通部運輸研究所，2015 年。

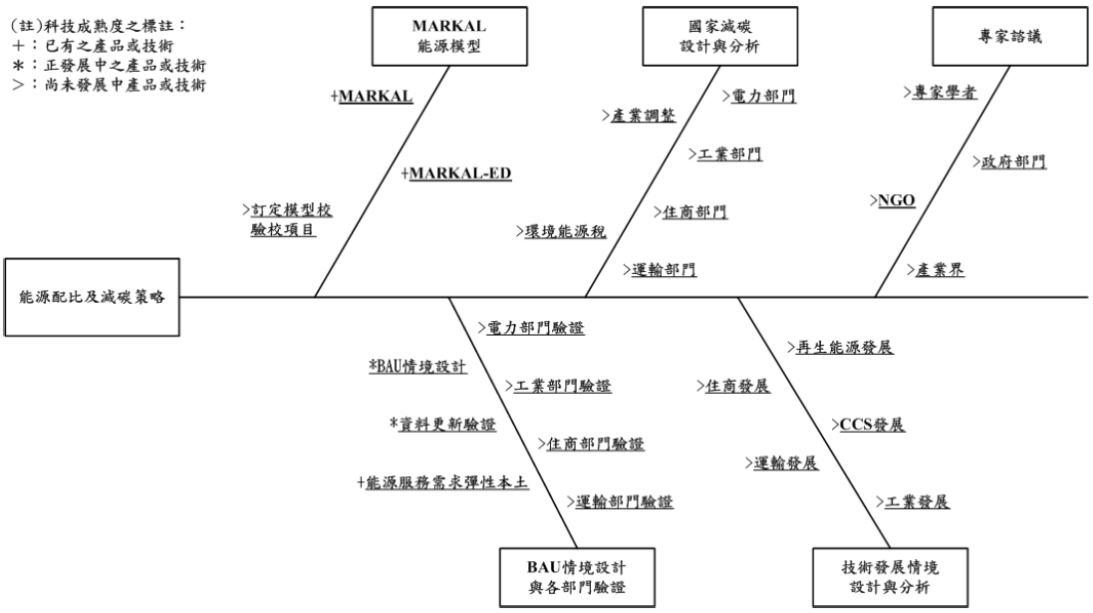
圖 2.2.8 智慧型運輸節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫架構

(3) 能源科技及產業政策評估系統

核研所於 2014 年建置能源科技及產業政策評估，在 MARKAL 模型、CGE 模型上陸續導入新的模擬軟體，以建立核研所能源規劃之產業分析能力，並持續進行本土數據資料庫更新與實際議題之研究。其主要建置目標為建立公信力及強化策略分析。

能源技術系統主要可分為能源經濟模型的發展，以及國家能源政策的評估與最適減量規劃的建議，如圖 2.2.9 所示。在能源經濟模型方面，核研所已發展 MARKAL 及 MARKAL-ED 模型，探討外在環境與內部因應方案對於各個部門的能源服務需求影響。MARKAL 為能源系統動態最適化模型；以線性規劃方式選擇最低成本能源技術組合，以滿足未來各期能源服務需求，其預測能力與外生資料的給定包括經濟成長率、人口及戶數成長率、產業結構發展趨勢、電力需求與國技能源價格等。

而由於現今國際研究趨勢逐漸轉向使用 TIMES 模型，隨著 TIMES 模型發展進程，逐漸將分析平台從 MARKAL 模型轉為 TIMES 模型。在能源政策評估方面，根據社經環境與技術發展，定期更新能源供需規劃與減量策略評估報告，並藉由 MARKAL-ED 模型的需求彈性分析結果，提出國家各部門最適減量規劃建議。

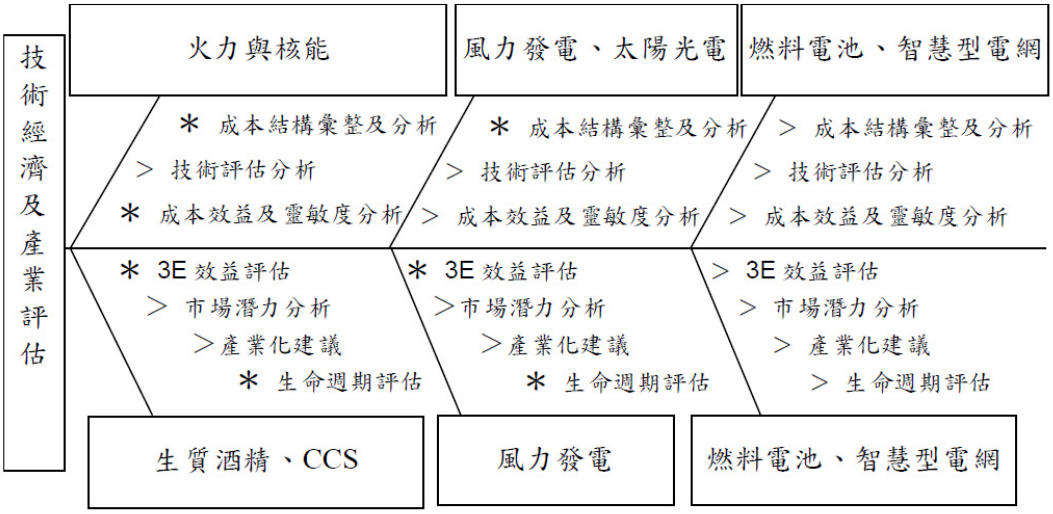


資料來源：「我國能源科技及產業政策評估能力建置(3/4)」，行政院核研所，2014 年 1 月。

圖 2.2.9 能源技術系統分析

技術經濟及產業評估主要分為兩部分，如圖 2.2.10 所示。其中，著重於技術本身之成本效益，因此包含需蒐集技術之成本結構，並進行成本結構彙整分析；完成成本結構分析後，即可進行技術評估分析，以瞭解計數的優勢及劣勢，進而可計算技術之成本效益。仍然尚有諸如經濟壽年、效率、成本之預測值等不確定性存在，因此需進行重要參數之靈

敏度分析。在產業評估方面，首先需使用 CGE 模型進行技術產業化後的 3E 效益，以瞭解技術在經濟、能源、環境之效益；之後再進行市場潛力分析，找出可能的市場及其規模，最後則進行產業化建議。



(註)科技成熟度之標註：
＋：已有之產品或技術
＊：正發展中之產品或技術
＞：尚未發展中產品或技術

資料來源：「我國能源科技及產業政策評估能力建置(3/4)」，行政院核研所，2014 年 1 月。

圖 2.2.10 技術經濟及產業評估

2.2.3 運輸需求模型整合

本計畫透過運輸需求評估模組及能耗碳排推估模組，進行運輸部門節能減碳策略評估，目前導入城際運輸需求模型，未來預計導入都會區運輸模型。然考量目前國內各都會區模型建構方法、交通分區以及路網層級差異甚大，模型整合及導入作業不易，本章節先就相關運輸需求模型整合方法進行回顧。國內運輸需求模型發展自民國 70 年代，依臺北大眾運輸規劃需求始發展第一代之臺北捷運運輸需求預測模型(簡稱 TRTS-I)後，陸續發展多套城際、都會及生活圈模型。本所自民國 65 年起開始辦理全臺整體運輸規劃作業，至民國 94~97 年四期整體運輸規劃期間起正式界定以城際旅次為分析範圍，進行城際運輸需求模式構建(TDM2013)，其後並於民國 98~103 年間進行模式參數更新作業，模型發展期程與建置單位如圖 2.2.11 所示。

模型分類	城際運輸模型	都會模型	生活圈模型
模型範圍	全臺灣	臺北都會區(含新北+臺北)、桃園都會區、臺中都會區(更新建置中)、臺南都會區、高雄都會區	17 生活圈(臺北、桃園、新竹、臺中、臺南、高雄、基隆、苗栗、彰化、南投、雲林、嘉義、屏東、臺東、宜蘭、花蓮、金門)
研究單位	交通部運輸研究所	各縣市政府/捷運局	內政部營建署/各縣市政府

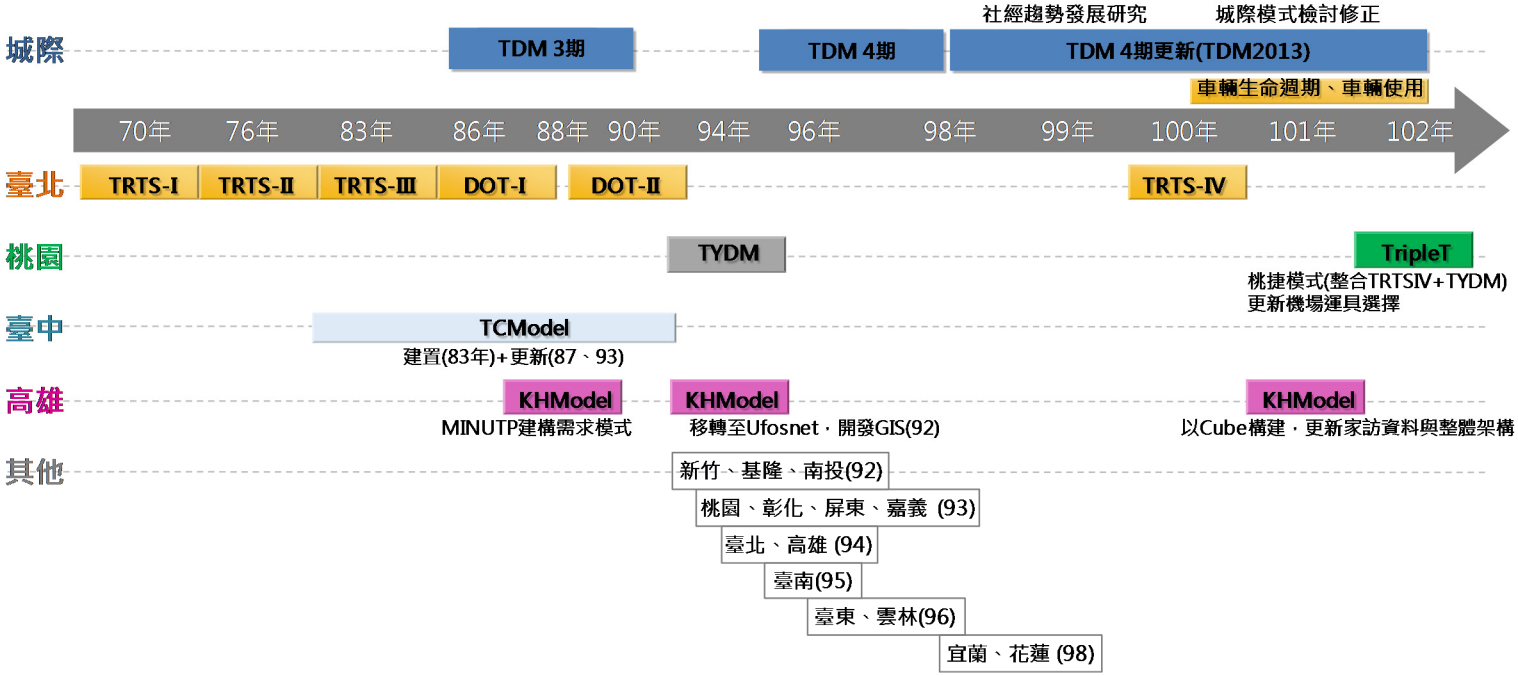


圖 2.2.11 國內各運輸需求模型發展歷程

綜觀目前國內運輸需求模型，就分析維度來看，多屬於單一空間尺度的巨觀分析模型，跨分析維度與跨空間尺度的分析模型相對缺乏，因此在分析應用上，常需配合議題整合多個模型進行分析，如圖 2.2.12，其中僅桃園捷運公司因重新檢討機場捷運運量之需求，需建置橫跨桃北北三縣市模型，故整合臺北模式、桃園模式、城際模式與機場旅次模式，建置 Triple-T 模型(桃北北運輸需求模式,Taoyuan County, New Taipei City and Taipei City Transportation Demand Model)。

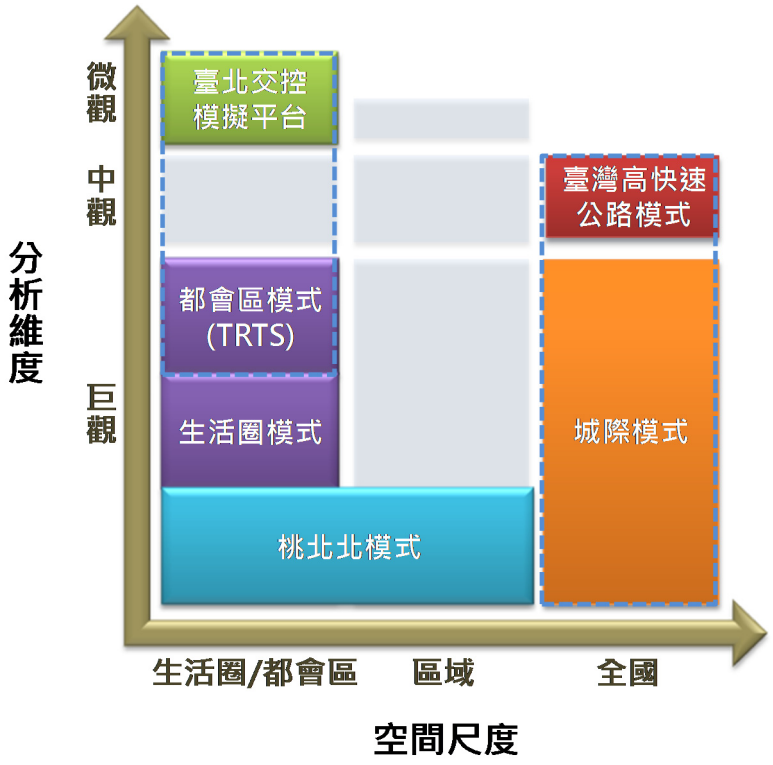


圖 2.2.12 國內運輸需求模型發展現況

Triple-T 整合架構如圖 2.2.13 所示，各模組具體整合作法彙整如表 2.2.3。彙整簡介如下：

1. 整合平台

考量 TRTS-IV 及 TDM2013 皆構建於 Cube 軟體，TYDM 構建在 TransCAD 軟體，且由於 TRTS-IV 及 TDM2013 建構年期較新且持續更新中，考量操作性、分析彈性、更新維護及情境管理功能，選擇以 Cube 軟體作為整合平台。

2. 整合原則

由於各模型原建構方法、旅次目的、運具集合數等皆不同，加以分析時段相異，為兼顧整合時間效率及模式反應能力，整合原則如下：

(1) 以建構年期最新之 TRTS-IV 為基礎，進行桃園部分擴充。

(2) 引用 TransCAD 平台上 TYDM 原模式相關資料，將運具分配模組、路網指派模組轉換至 Cube 平台。

(3) 因 TRTS-IV 及 TYDM 旅次發生、旅次分布、運具分配處理的時段不同，而時段調整需大幅度調整模式，故於路網指派模組前，維持兩模式各自獨立運作。

(4) 原 TYDM 自旅次發生、旅次分布、運具選擇皆為中交通分區系統，路網指派模組為細交通分區系統。考量整合模式架構不宜過於複雜，故將桃園部分自旅次發生模組改為細交通分區系統。

(5) TRTS-IV 及 TYDM 中皆包含桃園縣龜山鄉，前者為釐清龜山鄉與臺北都會區之關係，後者為龜山鄉與桃園都會區之關係，為避免重複計算，以建構年期較新之 TRTS-IV 資料為主，處理龜山鄉區內旅次。

表 2.2.2 Triple-T 各模組整合作法彙整表

模組	整合作法
社經發展預測	依據國發會最新人口預測值，並參照重大建設與相關上位計畫內容，修正臺北及桃園都會區社經發展變數。
基礎資料整合	以 TRTS-IV 路網為基礎，擴充增建桃園路網，納入 TYDM 交通分區，並透過未來捷運的整體路網檢討桃園交通分區；其次則檢視兩模式的公路路網、大眾路網屬性，並進行整併；對於公路路網中道路分類的不同，進行其速度－流量曲線的檢討，且透過統計檢定確認整併方式。
旅次發生模組	應用原 TRTS-IV 及 TYDM 旅次發生模組分析方法，將本計畫修正之社經預測值匯入，求得桃北北生活圈旅次產生、吸引量。
旅次分布模組	臺北都會區應用原 TRTS-IV 旅次分布模組；桃園都會區因 TYDM 建構時間較久，故使用現況交通量校估結果，重新調整旅次分布函數。
運具分配模組	應用原 TRTS-IV 及 TYDM 運具分配分析方法及羅吉特模式校估結果，求得各運具旅次起迄矩陣資料。
北桃旅次模組	因計畫研究範圍涵蓋桃北北生活圈，且桃北間往來旅次影響機場捷運路線運量，需重新檢視構建。北桃旅次模組作業方式主要利用各都會區原始家訪資料細緻處理旅次。
界外旅次模組	界外旅次模組作業方式為利用城際模式 99-100 年度調查資料更新城際旅次，且為利於未來持續與 TDM2013 資料銜接，界外分區依 TDM2013 定義，分為 20 公里以內跨生活圈及 20 公里以外跨生活圈兩類。
貨車旅次模組	貨車旅次矩陣以 TRTS-IV(臺北市、新北市界內)、TYDM(桃園縣界內)以及 TDM2013(桃園縣、臺北市、新北市之間與聯外)3 模式為基礎進行整併，並以道路交通量進行調校。
機場旅次模組	依據本次計畫調查結果重新建構桃園機場旅次模組，模式中劃分為旅客、員工兩部份，再依起迄點與運具使用特性區分為臺北/新北出境、臺北/新北入境、桃園出入境、桃園以南出入境、外籍旅次、員工等模式，且將團體旅客、空勤組員與地勤員之交通車旅次，依現況調查成果進行切分。
路網指派模組	由於桃北北都會區旅次存在影響關係，但受限於分析時段不同，故採用兩階段流程運作：第一階段進行 TRTS-IV 指派(臺北界內、北桃、界外)，並將指派結果作為 TYDM 指派之路網背景值；第二階段進行 TYDM 指派(桃園界內)，再合併為全日、晨峰兩時段指派結果。

資料來源：桃園國際機場聯外捷運系統運量提升計畫定稿本，桃園大眾捷運股份公司，民國 102 年。

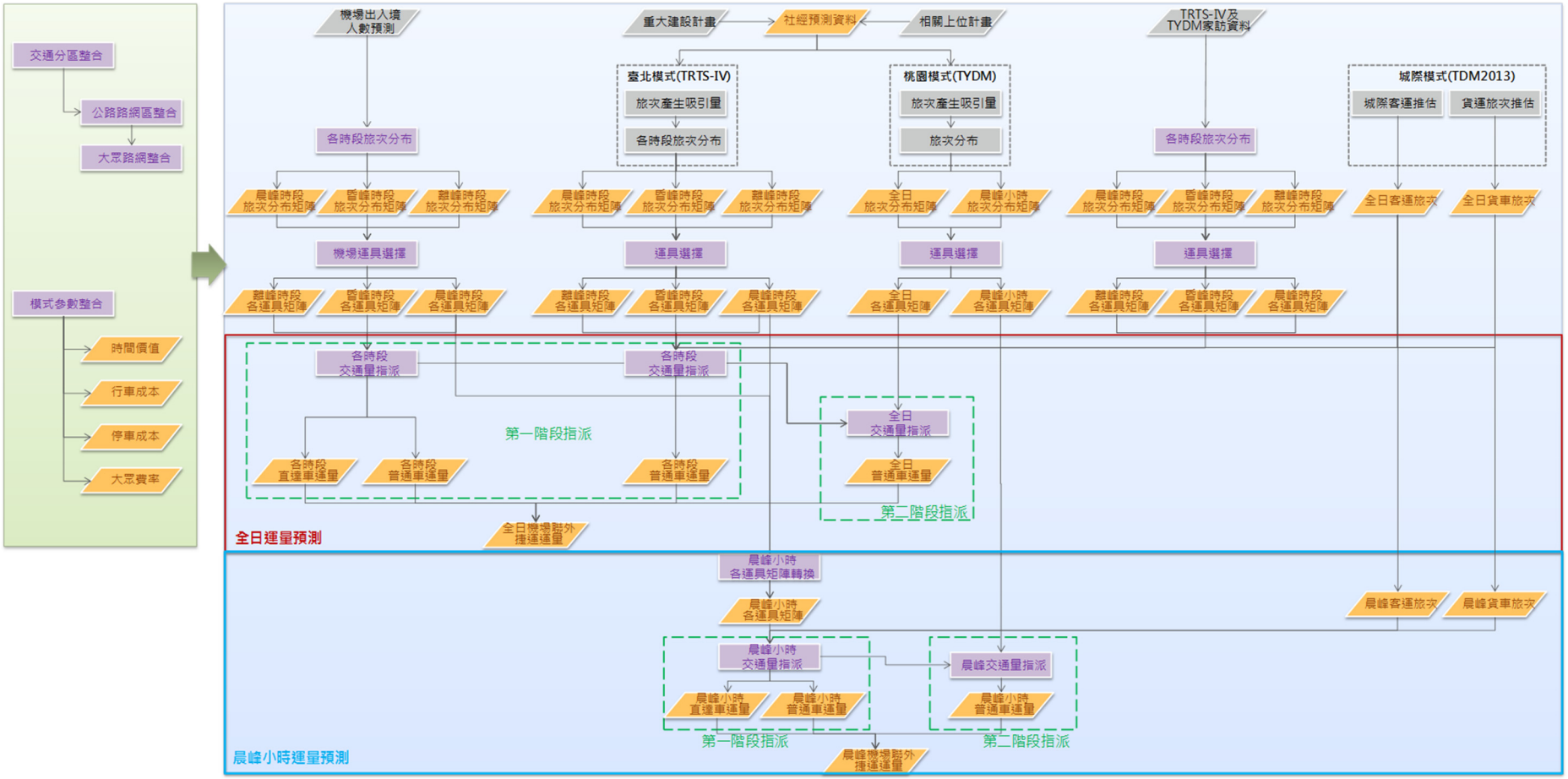


圖 2.2.13 Triple-T 模型整合架構圖

2.2.4 小結

1. 模型架構

依據本節回顧國內外運輸能源相關決策支援系統及溫室氣體評估模型，考量到本計畫主要目的在於建立一可評估運輸部門節能減碳策略對運輸需求影響之模式以及相關節能減碳決策分析工具，以利評估不同政策對於運輸部門能耗碳排的影響及效益，因此參考 PRIMES-TREMOVE 模型進行本計畫 TDM-E 模型建構的參考，導入本所城際運輸需求模型、利用本所建置之運輸能源使用與溫室氣體排放資料、參考運輸計畫評估模式與計畫審議決議機制，評估運輸部門減量策略對於運輸需求影響，以及運輸部門減量目標達成情形。主要優點如下：

(1) PRIMES-TREMOVE 模型相對較著重運輸需求分析過程，在運輸需求分類上較為詳細，精準度高，利於後續運輸部門推動策略的評估。

(2) PRIMES-TREMOVE 除了在運輸需求導入傳統四階 Transtool 需求模型產出(如延車公里、延人公里)外，更運用 Transtool 產出各運輸類別成本彈性參數，作為推估延人公里與延車公里以及能耗排放之重要依據。

(3) 運研所過去多年已累積了許多功能強大之決策模組，並建有完整評估工具。在基線推估模式(運輸 CGE、能源消費模式)之總體經濟模型與城際需求模式均已完備的條件下，可透過發展本土性 TREMOVE 模型來加強與細緻化總體模型的運輸需求與政策推動層面的分析功能，不僅在計畫時程、成本上均較為經濟，同時亦具有較高的可操作性。

2. 能耗與碳排量推估方法

就前節能耗碳排量推估方法的回顧結果，可知現行能耗與碳排的推估作業多從總體層面出發，使用計量模型、總體經濟模型或類神經網路模型等方法，透過 GDP、系統總延人、延車等總體變數，進行整體系統總量的推估；僅運輸需求模型係透過傳統運輸需求模式推估之延人、延車公里進行個別運輸系統能耗與碳排量推估，再加總為運輸部門總能耗與碳排量。

考量本計畫主要建立可評估運輸部門相關政策影響的評估工具，其主要觀察重點在於運輸政策對於個別運輸系統以及個別區域的影響與變化，因此在能耗碳排量的推估方法上，建議結合前述本土性 TREMOVE 模型的建構概念，利用既有城際運輸需求模型進行能耗與碳排量的推估，再與總體模型產出的能耗、碳排總量進行基線整合。

3. 模型整合

目前國內在不同模型整合應用時，多以運具選擇分析後所得之各運具旅次起迄矩陣進行整合應用，透過交通分區與路網定義的轉換後，統一至同一維度加總後進行公路、大眾運輸指派分析，僅 Triple-T 模型實質將臺北模式、桃園模式、城際模式與機場旅次模式中各部分操作模組整合至同一平台上進行分析。考量目前臺北模式、營建署生活圈模型之各模組建構方法、交通分區以及路網層級差異甚大，若要將所有模型操作步驟同步導入至同一平台上進行分析，不僅模型運算負荷大，個別模組囿於建構年期較久，如何整合至統一的分析年期與假設條件，均有一定難度，因此在未來都會區模型導入與整合作業上，初步建議可考慮兩種操作方式：

(1) 適度簡化模型分析結構，建立各模型操作步驟對於能耗碳排推估關鍵因子(延人、延車公里)的影響關係。

(2) 以外掛方式進行操作，配合議題分析重點，於外部利用既有模型進行分析後，輸出旅次與行為的變化，再彙整統一的分析平台上，整合至同一路網與交通分區析尺度後，再推估對能耗、碳排量的影響。

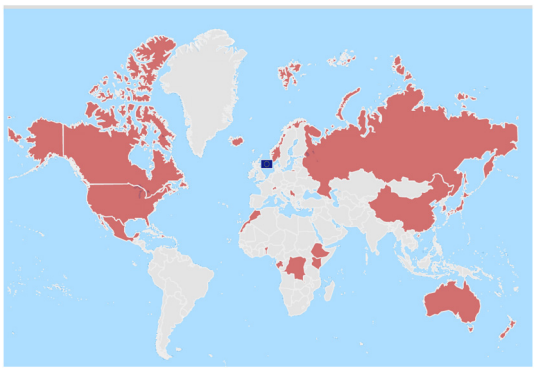
2.3 國內外 GIS 與視覺化決策資訊平台應用

2.3.1 結合 GIS 之視覺化呈現技術

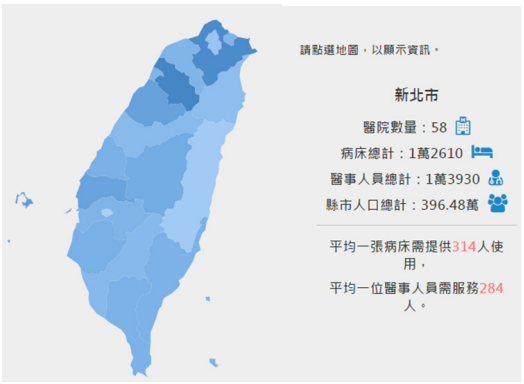
為使複雜的數據資料增加其閱讀性，以圖像化方式呈現，讓使用者快速了解數據意義並揭露更多未知資訊，本節透過回顧結合 GIS 之視覺化呈現技術，透過其富有多樣性作為本計畫政策案例分析視覺化呈現參考，以下就常用及本計畫有關之視覺化圖表進行說明如下：

1. 地理圖(Geo chart)

將統計資料結合國家、地區等空間資料進行呈現，資料可透過顏色深淺表達欲呈現主題之差異，可快速提供使用者最高屬性之區位與統計數值，並可透過年期搭配進一步瞭解不同年期地理空間之變化趨勢，以提高空間決策的正確性與完整性。



各國提交減碳承諾區位示意圖



臺灣各縣市醫院數據統計

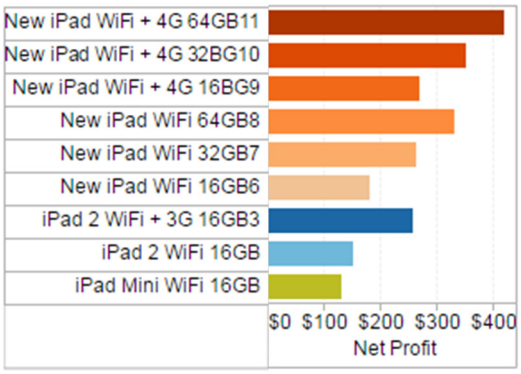
資料來源：https://www.taiwanstat.com/statistics/hospital/。

圖 2.3.1 地理圖視覺化範例展示圖

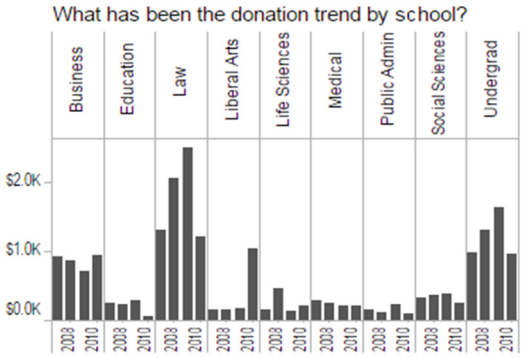
2. 長條圖(Column chart)

長條圖是一種以長方形的長度為變量的統計圖表，其主要用來比較兩個或以上的變量(不同時間或者不同條件)，可為直向或橫向排列，若為多個項目組成，亦可採用堆疊方式進行統計，較常用於比較多個項目或時間序列資料。

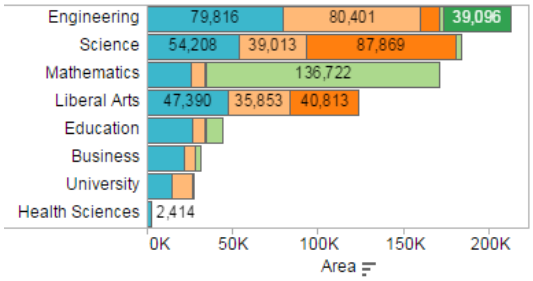
橫條圖　　直條圖



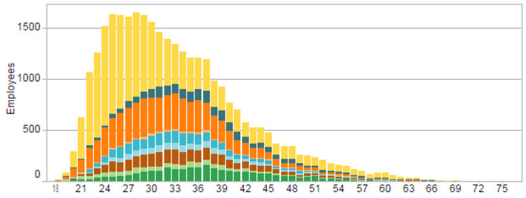
iPad & iPad Mini 銷售利潤



各學院捐款趨勢



大學各學院空間分布



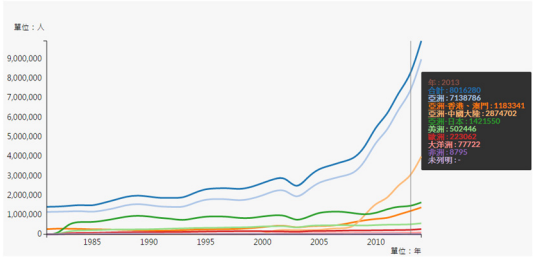
員工百分比與距離退休時間

資料來源：http://sfi-datavisualization.blogspot.tw/2014/07/higher-ed.html。

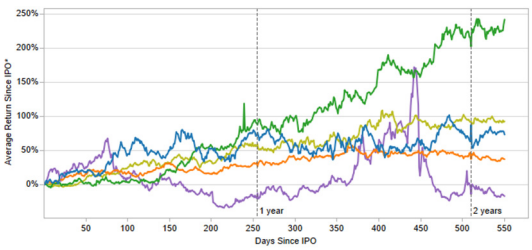
圖 2.3.2 長條圖視覺化範例展示圖

3. 折線圖(Line chart)

折線圖是用直線段將各數據點連接起來而組成的圖形，主要呈現隨時間而變化的連續數據，因此常適用於顯示在相等時間間隔下數據的趨勢，亦可分析多組數據隨時間變化的相互作用和相互影響。



歷年來臺旅客人數趨勢圖



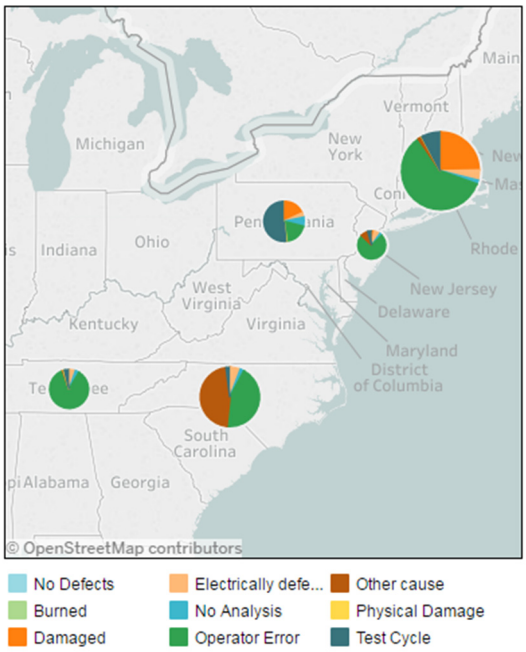
公開募股分析趨勢圖

資料來源：1. https://www.taiwanstat.com/statistics/traveler/。
2. http://sfi-datavisualization.blogspot.tw/2014/07/higher-ed.html。

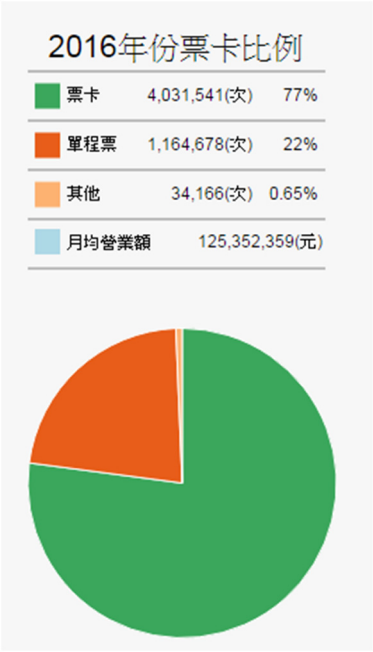
圖 2.3.3 折線圖視覺化範例展示圖

4. 圓餅圖(Pie chart)

圓餅圖是一個劃分為幾個扇區的圓形圖表，用於描述量、頻率或百分比之間的相對關係，每個扇區的弧長大小為其所表示的數量的比例，扇區合在一起剛好是一個完全的圓形。通常用來顯示資料構成比例的圖表，使用者可以很有效地對信息進行展示，並從中瞭解表示某個扇區在整體中所佔比例。



設備概況百分比



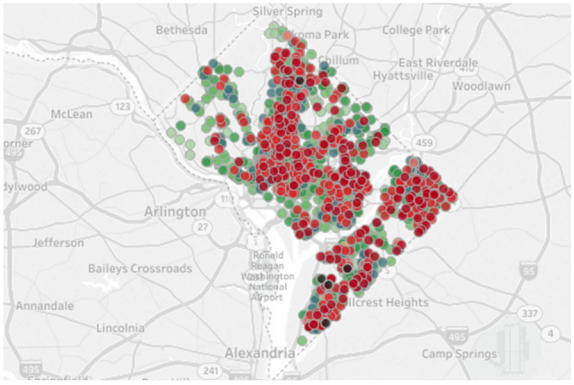
高雄捷運票卡使用比例

資料來源：1. https://www.taiwanstat.com/statistics/traveler/。
2. http://sfi-datavisualization.blogspot.tw/2014/07/higher-ed.html。

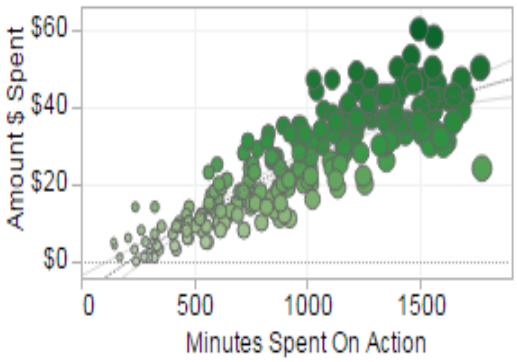
圖 2.3.4 圓餅圖視覺化範例展示圖

5. 散佈圖(Scatter chart)

利用非數學式進行兩個變數間的關係判斷，又稱為相關圖，透過其分佈概況可瞭解該變數對空間之概況，抑或兩個變數之間是否存在線性關係等，使用者可利用散佈圖對數據之相關性進行直接觀察，以得到定性的結論，也可透過觀察剔除或瞭解異常數據，進而提高用計演算法估算相關程度的準確性。



哥倫比亞特區犯罪活動分布圖



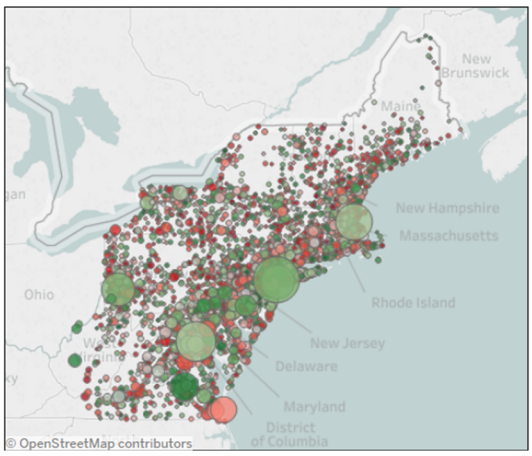
電玩玩家收入與遊戲時間

資料來源：http://sfi-datavisualization.blogspot.tw/2014/07/game-development.html。

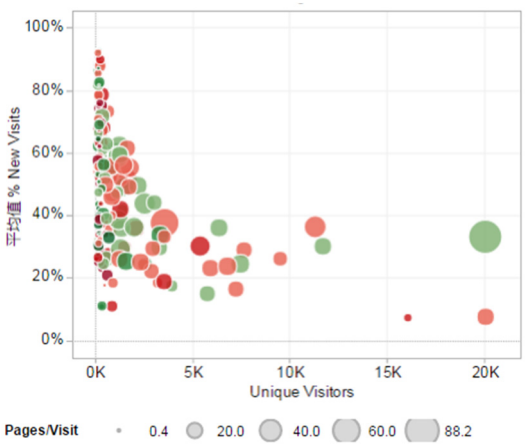
圖 2.3.5 散佈圖視覺化範例展示圖

6. 泡泡圖(Bubble chart)

泡泡圖是散布圖的變化，在圖中資料點透過泡泡呈現，而資料的其他維度，則是由泡泡大小來表示，除應用於圖表外，泡泡圖亦常被用於搭配地圖於空間上進行展示，使用者透過空間呈現，快速掌握區域大小變化。



擴店機會分析



網頁點擊率

資料來源：http://sfi-datavisualization.blogspot.tw/2014/07/higher-ed.html。

圖 2.3.6 泡泡圖視覺化範例展示圖

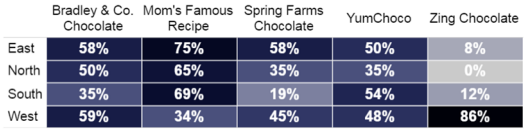
7. 表格(table)

以「行」和「列」形式組織整理數據信息的一種可視化交流模式，將單純的文字敘述透過完整表格呈現，使用者能夠更能清楚表現出資料間的相互關係。

QOH KPI

1/1/2011	Quantity Sales	↓	158
	平均值 QOH	↓	347
1/7/2011	Quantity Sales	↑	97
	平均值 QOH	↑	357
1/15/2011	Quantity Sales	↓	164
	平均值 QOH	↓	419
1/22/2011	Quantity Sales	↓	206
	平均值 QOH	↓	399
1/29/2011	Quantity Sales	↓	213
	平均值 QOH	↓	333

存貨量數量表



	Bradley & Co. Chocolate	Mom's Famous Recipe	Spring Farms Chocolate	YumChoco	Zing Chocolate
East	58%	75%	58%	50%	8%
North	50%	65%	35%	35%	0%
South	35%	69%	19%	54%	12%
West	59%	34%	45%	48%	86%

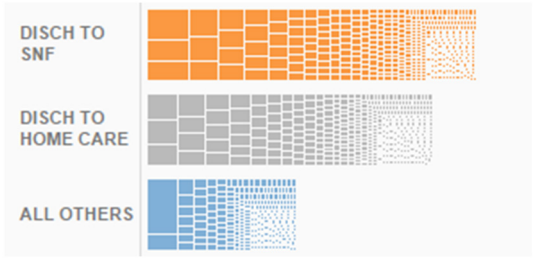
品牌知名度於美國占比

資料來源：http://sfi-datavisualization.blogspot.tw/2014/07/healthcare-analytics.html。

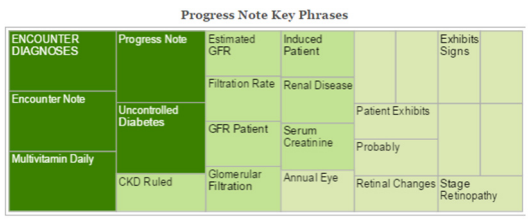
圖 2.3.7 表格視覺化範例展示圖

8. 矩形樹狀圖(Treemaps)

矩形樹狀圖示將階層式資料顯示成一組巢狀矩形，每個矩形內的空間是根據測量的量化值來配置，並且矩形會依大小從左上角(最大)排列到右下(最小)，使用者可從快速依色彩和鄰近程度顯示類別，可以輕鬆顯示多種很難用其他圖表類型表示的資料。



病患流分析



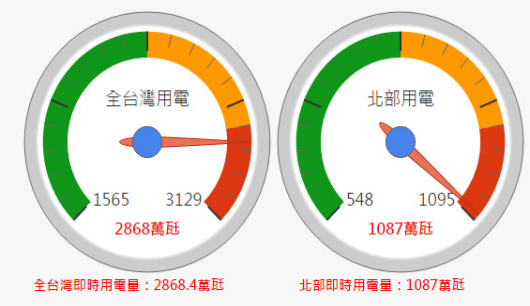
看診關鍵字

資料來源：http://sfi-datavisualization.blogspot.tw/2014/07/higher-ed.html。

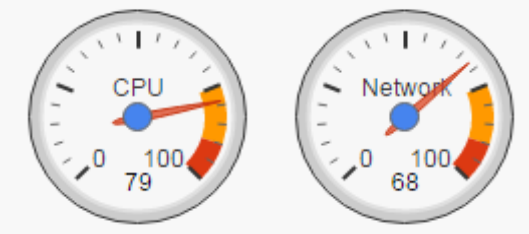
圖 2.3.8 矩形樹狀圖視覺化範例展示圖

9. 儀錶圖(Gauge)

儀錶圖也稱做速度錶圖，主要透過指針在量表上針對數據範圍或圖錶軸讀取錶盤上的值，通常用於執行顯示上，已針對關鍵指標進行展示，如用電量、效能等，使用者可透過儀錶圖快速掌握關鍵資訊。



臺灣與北部區域用電量圖



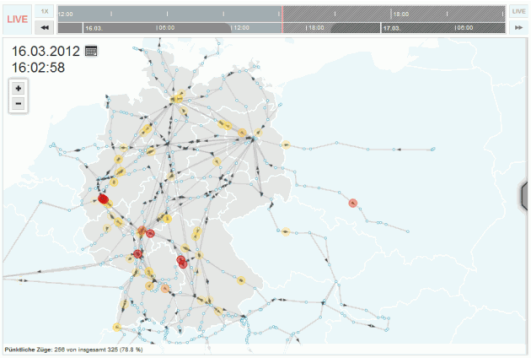
電腦資源計算圖

資料來源：1. https://www.taiwanstat.com/realtime/power/。
2. https://developers.google.com/chart/interactive/docs/gallery/gauge。

圖 2.3.9 量錶圖視覺化範例展示圖

10. 網絡圖(Network Navigator)

網路圖是由作業、事件和路線三個因素組成，從所有節點的初始概述，可透過其相關進行節點連結，並擴大其所有相關匹配之節點，使用者可透過此關聯瞭解最大節點與其他節點之關聯性，以快速解讀關鍵議題點。



德國鐵路長途火車誤點圖

維基百科數據連結

資料來源：1. http://flowingcity.com/visualization-categories/real-time-live/。
2. http://noduslabs.com/radar/wikiweb-app-network-navigator-wikipedia/。

圖 2.3.10 網絡圖視覺化範例展示圖

2.3.2 國內外視覺化決策資訊平台應用案例

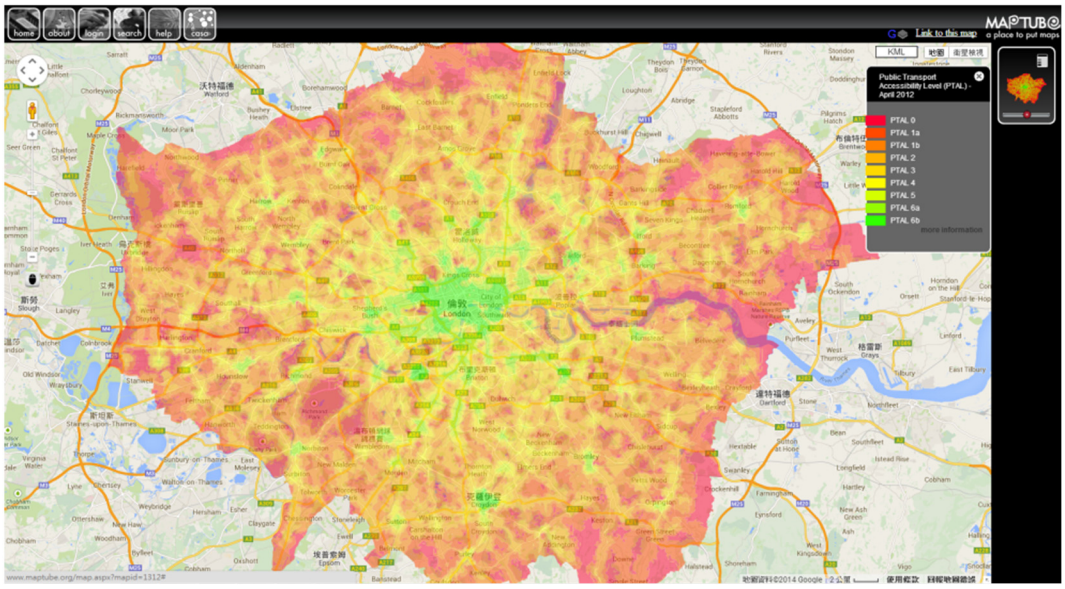
蒐集國內外 GIS 建置技術與大數據視覺化案例，以及視覺化之介面設計、統計圖表、顏色搭配等案例，作為規劃系統與 GIS 呈現之參考。

1. 國外案例

(1) 英國 Maptube

MapTube 是由英國倫敦大學空間分析中心所建立之免費平台，提供使用者選擇不同的數據資料主題套疊於地圖上，如人口、教育、健康、犯罪、交通、政治、經濟、土地等 8 大主題地圖之資料項目，使用者可直接於平台上選擇不同類別之主題圖，套疊於地圖上，也可透過會員登錄自行創立或上傳新的地圖，其主題圖主要根據數據資料分層級利用面圖層、點圖層以及線圖層加以呈現，其中圖資上傳功能，可上傳實體檔案，包含 Shapefile、Google Earth KML 及 KMZ 等。

根據圖 2.3.11 係針對倫敦大眾運輸可及性進行等時圈之展示，圖中表示倫敦市中心因可及性越高顏色越綠，越往郊區則顏色越紅可及性越低，由圖中可快速提供使用者瞭解市中心較高可及性之區位，及是否針對重要衛星城鎮進行公共運輸之改善。



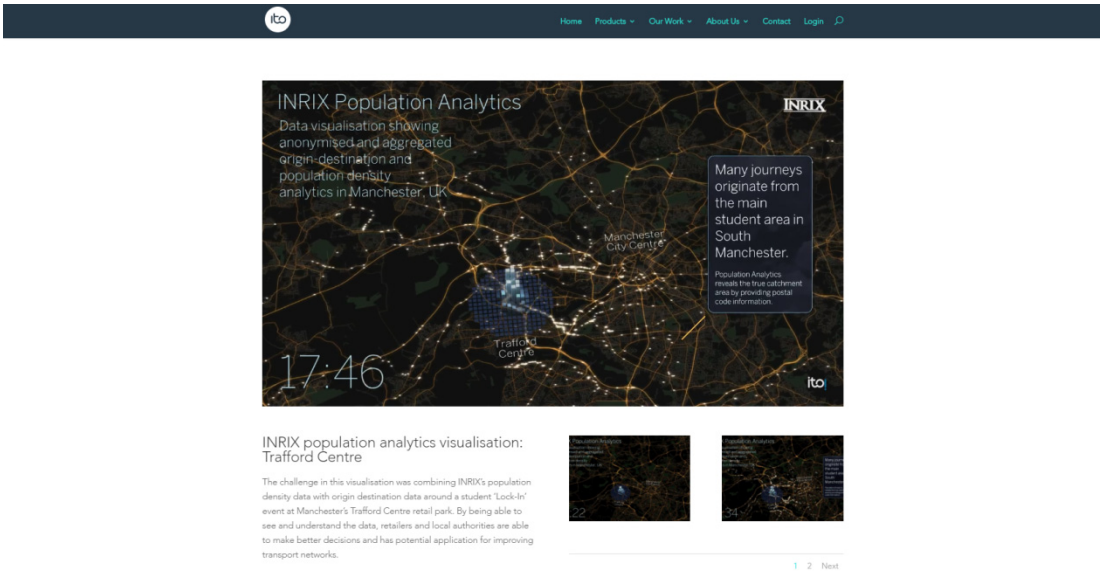
資料來源：http://www.maptube.org/。

圖 2.3.11 英國 Maptube 視覺化展示頁面

(2) 英國 ITO World

ITO World 主要蒐集、彙整、管理、分析複雜的公共交通和空間數據，透過地理分析和時間數據的動畫開發工具，應用交互式繪圖和分析層實現迅速與直接的數據分析於圖上，呈現方式可歸納為時間、3D、統計資訊等三大項，其 GIS 呈現手法如圖 2.3.12 所示。

圖 2.3.12 採用人口密度與學生活動數據，應用於英國曼徹斯特特拉福德中心零售園區(Manchester's Trafford Centre retail park)，藉由數據結合瞭解零售商與學生活動之分布，以提供零售商與地方政府改善運輸網路的潛在應用。



資料來源：http://www.itoworld.com/。

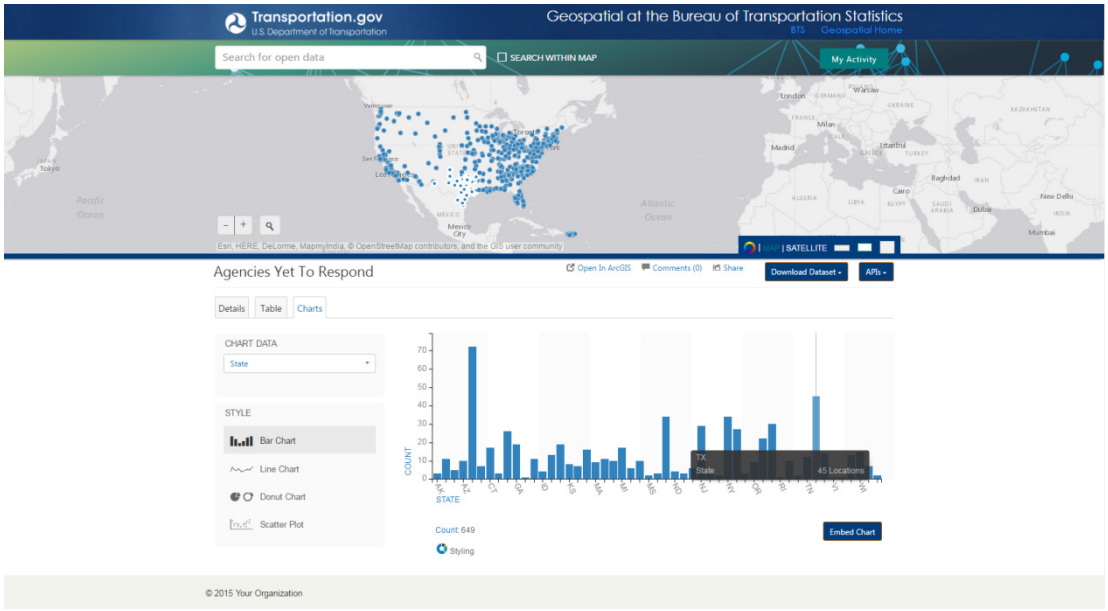
圖 2.3.12 英國 ITO World 視覺化展示頁面

(3) 美國 BTS

由交通統計局(BTS)研究與創新科技部門(RITA)的地理資訊辦公室(OGIS)所建置，透過地理資訊空間化概念，將交通統計數據與分析利用空間呈現，有助於提供規劃者了解運輸系統研究、模式相關者、國家經濟活動與環境等大量的數據統計資訊。

網頁提供多項交通統計數據，包含鐵路、公路、航空、海運等，使用者透過選擇欲查看之項目，即可觀看資料於美國地圖的分布概況，並可配合統計圖(長條圖、折線圖、圓環圖、散佈圖)進行搭配呈現，並移

動滑鼠選擇欲查看之數據，藉由空間與統計圖表之搭配，可快速掌握資料趨勢，如圖 2.3.13 所示。



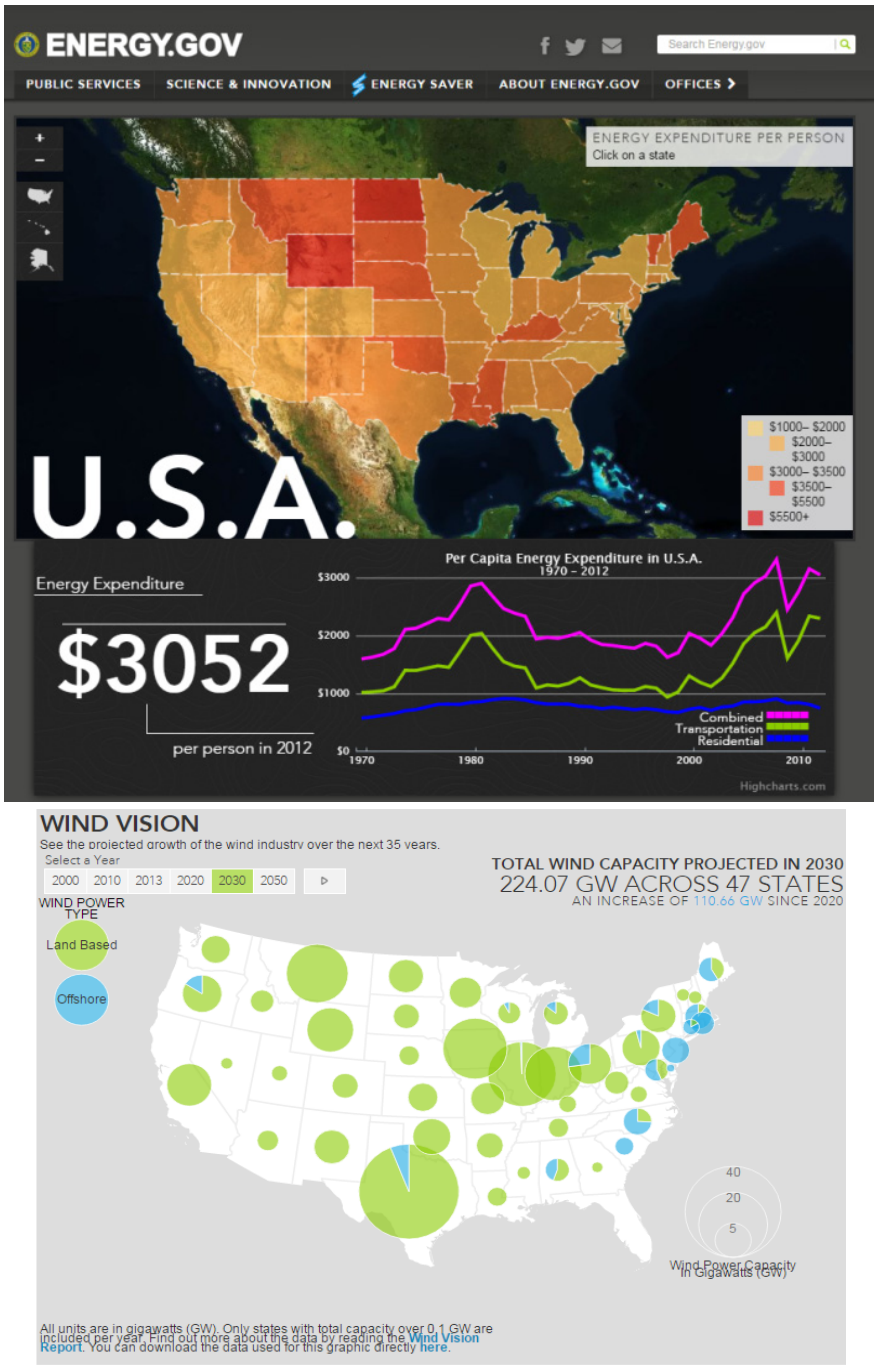
資料來源：http://maps.bts.dot.gov/。

圖 2.3.13 美國 BTS 主題圖查詢展示頁面

(4) 美國 ENERGY.GOV

使用美國政府 opendata 資料，將數據資料空間化，利用面圖層呈現各州能源消耗之深淺與歷年統計趨勢，使用者透過點擊各州亦可呈現各州每人能源消耗數量與歷年趨勢，透過圖與表之呈現，使用者可直覺觀察趨勢，於 COP21 年會後增加許多美國境內與減碳及能源相關圖表。

另外為探討美國未來幾十年風能的潛在增長，透過研究報告資料，採用戶動式時間與空間資料進行呈現，從視覺化圖表中可快速提供決策者瞭解，若 2050 年風能可提供 35%的電力美國的受益情況，如圖 2.3.14 所示。



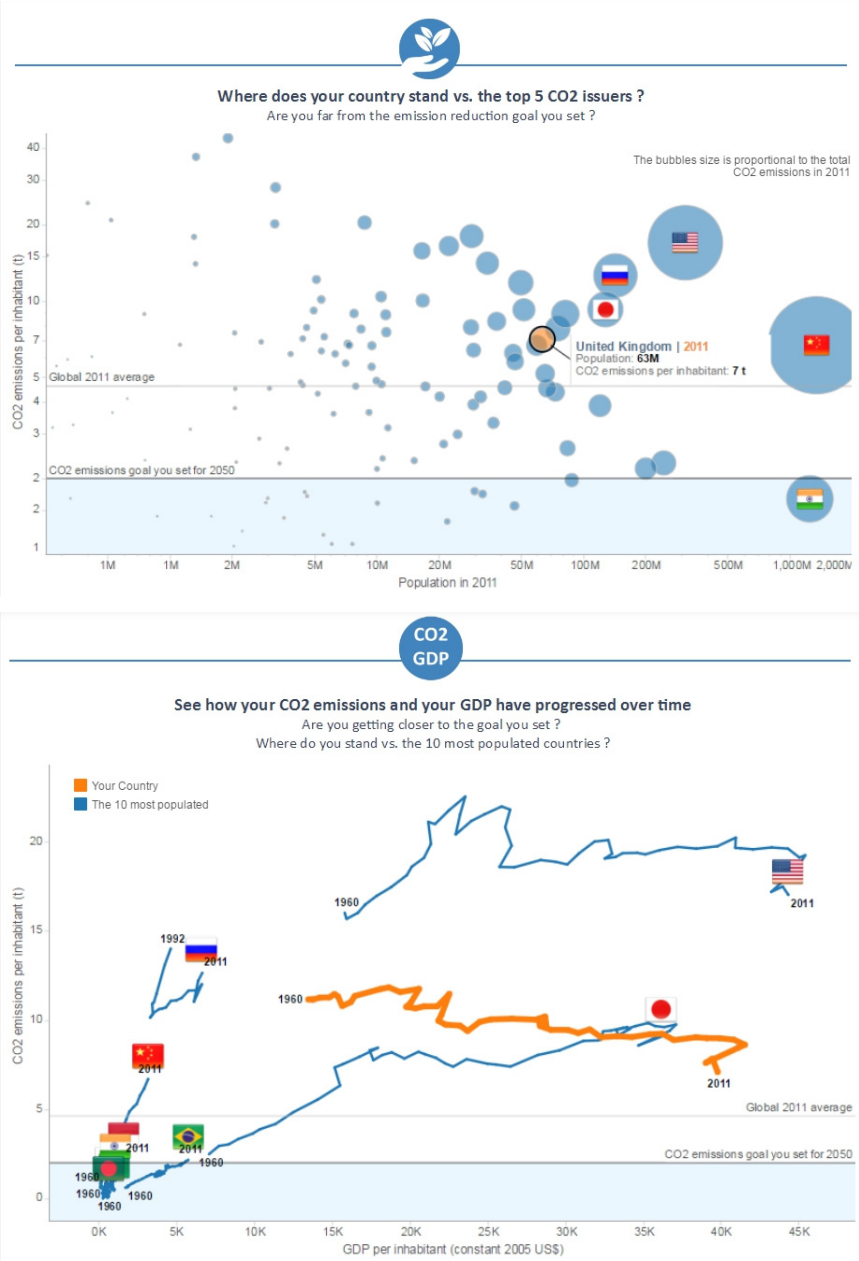
資料來源：http://energy.gov/。

圖 2.3.14 ENERGY.GOV 展示頁面

(5) 法國 COP21

COP21 年會時發表許多與碳排放相關之圖表，包含：歷年碳排量、減碳國家排名、各國碳排量與 GDP 之關係...等資料，不僅有連動功能，還能即時更新即時鍵接資料。

其中 Yvan Fornes 根據每個國家的二氧化碳排放量進行視覺化呈現，由圖 2.3.15 可快速明顯看出前五大國家，並利用 GDP 與二氧化碳排放量進行分析，以提供決策者可利用目標設定工具看到每人將減少的二氧化碳排放量，以符合 2050 年全球目標。



資料來源：https://public.tableau.com/s/gallery/your-country-good-reducing-co2-emissions。

圖 2.3.15 COP21 年會官網展示頁面

2. 國內案例

(1) NGIS 國土資訊系統

國家地理資訊系統(National Geographic Information System, NGIS)又稱國土資訊系統，是指全國性的地理資訊系統。NGIS 將土地的地上及地下的圖形(如：地形、地質、水文、地籍)及屬性(文字、符號)資料，儲存於電腦資料庫中。各單位依業務需要，將相關的主題圖加以套疊，進行空間上的資料存取、處理、分析。根據發展目標可分為 9 大資料庫與 6 大應用推廣分組，9 大分組內容如表 2.3.1 所示。

表 2.3.1 國土資訊系統 9 大分組推動內容彙整表

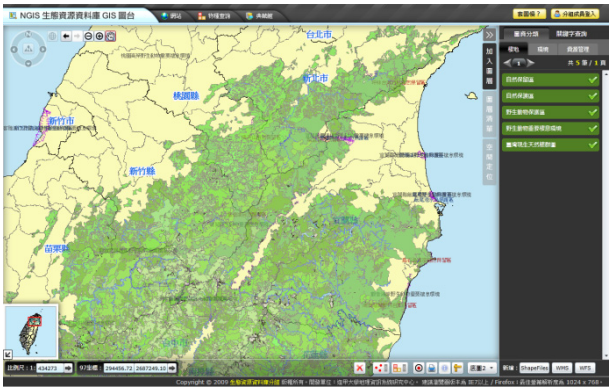
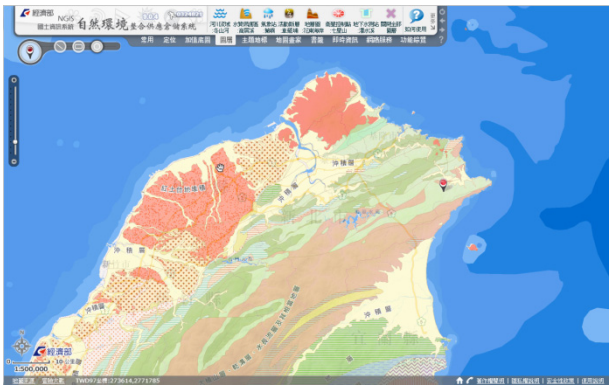
分組	召集單位	推動內容	分組 GIS 平台示意圖
生態資源資料庫分組	行政院農業委員會林務局	建立有關自然資源與自然生態二類資料，自然資源類包括航遙測資源、農業資源、林業資源、漁業資源、畜產資源、礦產資源及綠資源等；自然生態資源類別則包括陸域動物生態、陸域植物生態、海域動物生態、海域植物生態、濕地動物生態、濕地植物生態、自然保留區、自然保護區及其他保護區等空間資料。	
自然環境資料庫分組	經濟部資訊中心	建立自然環境基本資料，包括土壤、地質、地形、氣象、水文及水資源等自然環境資料。	

表 2.3.1 國土資訊系統 9 大分組推動內容彙整表(續 1)

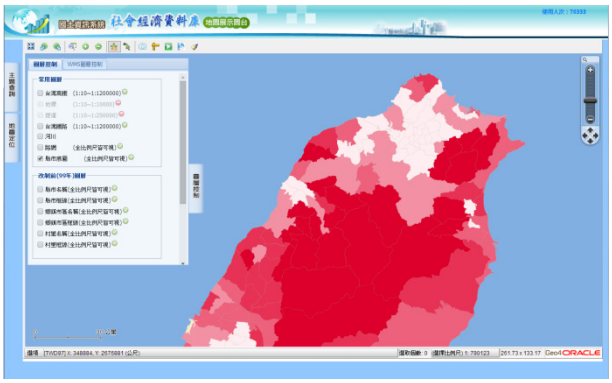
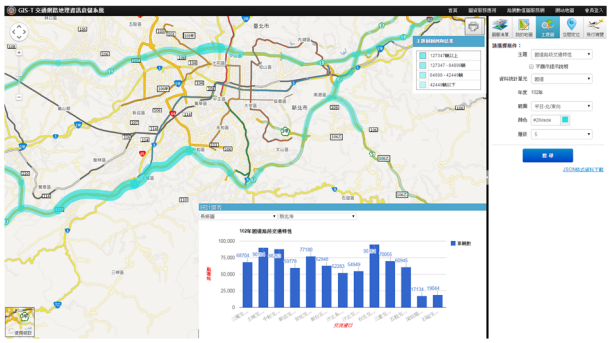
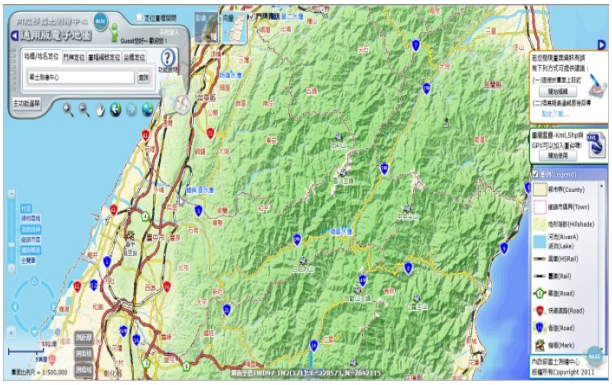
分組	召集單位	推動內容	分組 GIS 平台示意圖
環境品質資料庫分組	行政院環境保護署環境監測及資訊處	建立包括空氣品質、水質、土壤污染、噪音振動、非屬原子能游離輻射、環境衛生、毒性化學物質、廢棄物、環境災害、污染防治等資料。	
社會經濟資料庫分組	內政部統計處	建立社會經濟資料庫，包括人口、勞動就業、土地及營建、教育文化、醫療衛生、治安及公共安全、社會福利、農林漁牧、工商及服務業、運輸通訊及傳播、觀光遊憩及餐飲、財稅金融及經濟、環境及生態保護等。	
交通網路資料庫分組	交通部管理資訊中心	建立公路系統、運量系統、鐵路系統及都市運輸系統之相關交通動線資料。	
土地基本資料庫分組	內政部地政司中部辦公室	建立地政相關資料，包括測量、登記、地價、地權及地用等土地資料。	

表 2.3.1 國土資訊系統 9 大分組推動內容彙整表(續 2)

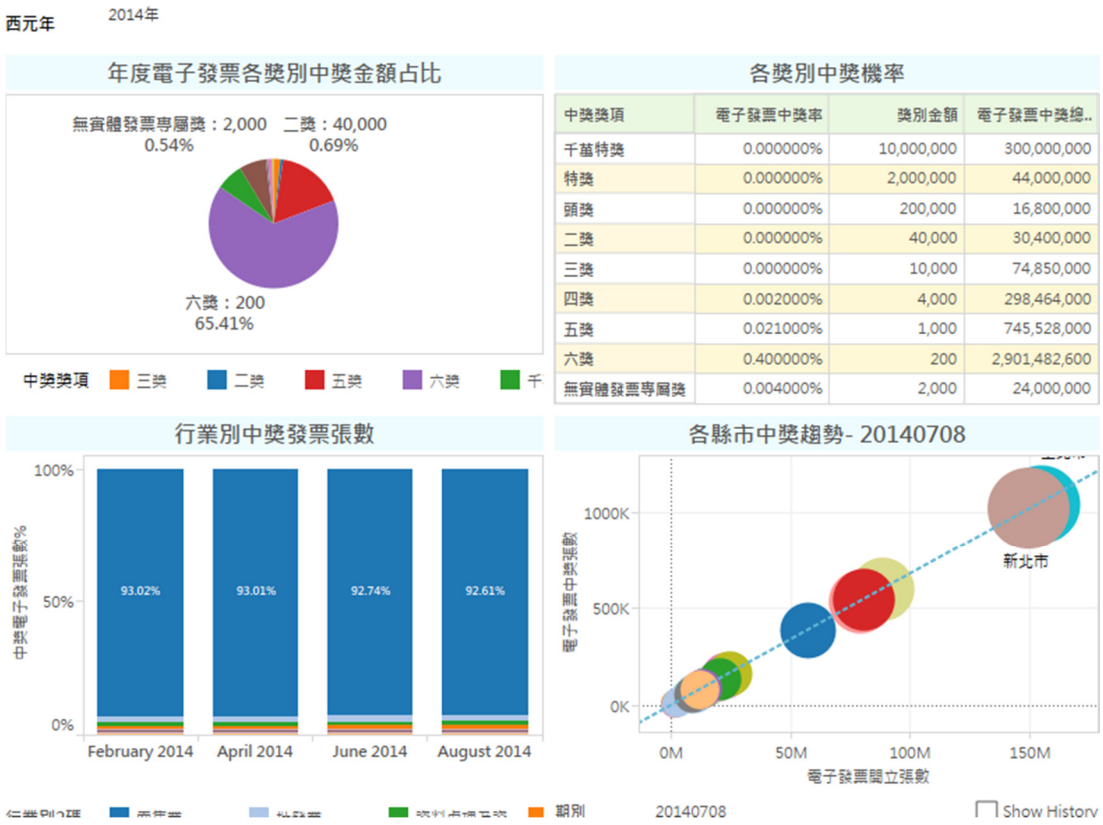
分組	召集單位	推動內容	分組 GIS 平台示意圖
國土規劃資料庫分組	內政部營建署城鄉發展分署	負責建立都市計畫與區域計畫相關資料，包括土地利用、土地調查等資料。	
公共管線資料庫分組	內政部營建署公共工程組	建立各類公共管線分布資料，包括電信管線、電力管線、自來水管線、下水道管線、瓦斯管線、水利設施管線等公共管線資料。	
基本地形圖資料庫分組	內政部地政司	建立基本地形圖資，包括數值地形模型(DTM)、一千分之一地形圖、五千分之一地形圖、二萬五千分之一地形圖、五萬分之一以下之地形圖，並負責控制、檢核測量成果。	

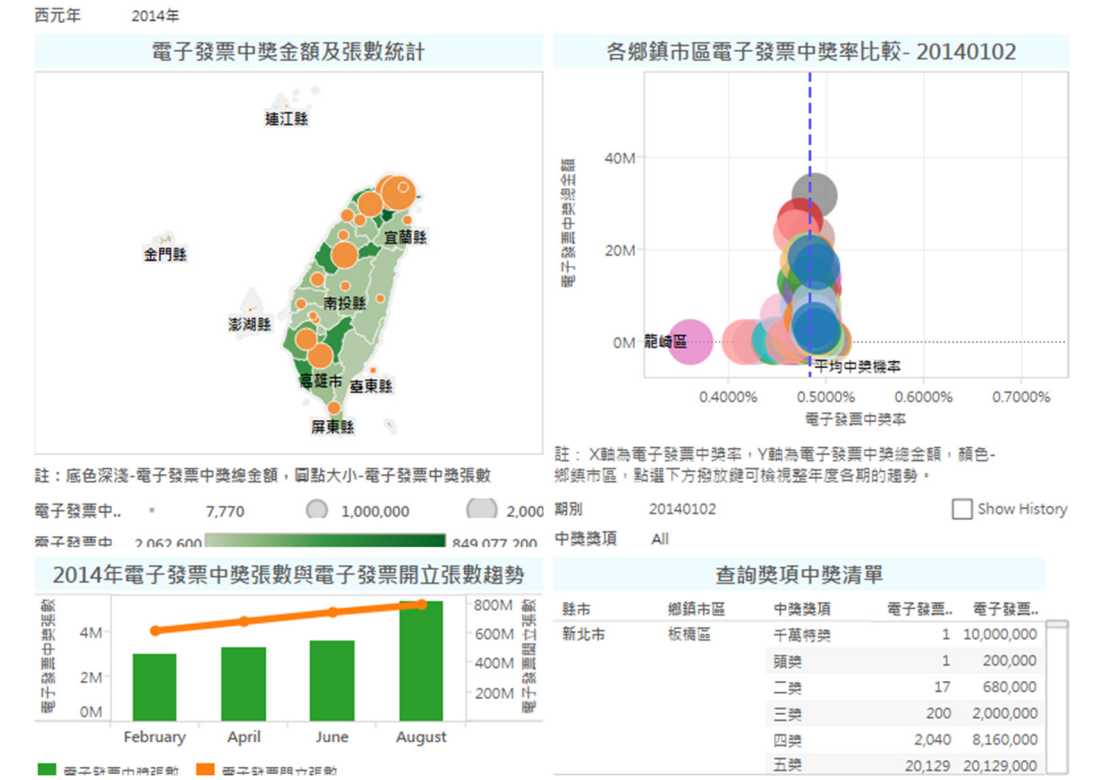
資料來源：http://ngis.nat.gov.tw/。

(2) 財政部電子發票智慧好生活

根據電子發票中獎資訊，透過統計儀錶板進行呈現中獎落點，包含縣市或鄉鎮區域的電子發票中獎率、電子發票中獎總金額較高、電子發票中獎金額占比、開立中獎電子發票營業人的行業別等。

由於全臺電子發票數量眾多，中獎金額與分布皆有不同，利用圖表簡化大量數據，並透過圓餅圖快速呈現各獎別金額之占比，表格則呈現各獎別之中獎機率，及 map 地圖呈現全台各區域中獎金額與張數之統計，各項視覺化圖表主要皆提供使用者可快速瞭解各獎別之相關資訊。





資料來源：https://sip.einvoice.nat.gov.tw/sip-main/。

圖 2.3.16 電子發票視覺化展示畫面

(3) 用數據看台灣

根據政府開放資料(即時、歷史)，透過視覺化呈現於圖表上，利用動態動畫與資訊圖表呈現出周圍環境的關鍵生活數據，資料內容包含空氣品質、即時油價、水庫情形、用電資訊、紫外線指、社會經濟資料等。

例如：利用即時用電資訊於錶盤圖呈現全臺、各區域即時用電量，並提供區域最大供電能力，以提供決策者瞭解數據狀況，並適度提出警告用電短缺或進一步探討過去缺電的原因。另外介接即時油價資料進行折線圖之呈現，使用者可選擇各項與國際原油價格，進行趨勢圖的觀察，亦可選擇歷史年期，查看過去變動，以提供決策者瞭解國際趨勢與臺灣油價之關係，如圖 2.3.17 所示。

資料來源：http://real.taiwanstat.com/。

圖 2.3.17 用數據看台灣展示畫面

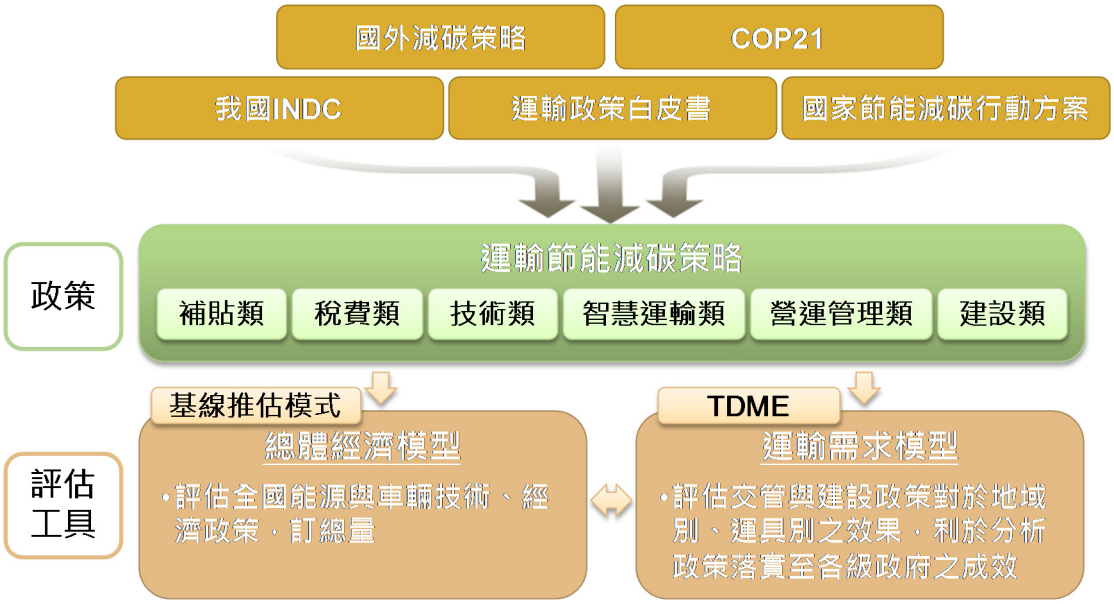
2.3.3 小結

本節針對視覺化呈現技術與國內外視覺化決策資訊平台應用案例進行蒐集，以瞭解平台視覺化呈現方式，作為後續案例分析視覺化之參考。

1. 根據視覺化呈現之技術，其主要目的皆透過圖像化簡化大量數據代表之內涵或特性，並透過圖表傳達完整的訊息，以提供使用者進行決策或發現問題之關鍵點。考量本計畫主要針對能耗與碳排進行區域別、運具別與不同年期之探討分析，加上呈現指標單純(能耗、碳排)，故短期配合實施案例建議可採用表格、地理圖、折線圖、長條圖、圓餅圖等進行資料視覺化呈現。
2. 另透過相關決策平台之文獻回顧，其視覺化呈現多數採主題性或特定議題發布於平台上，例如：英國 Maptube 根據資料特性，透過不同主題進行視覺化分類與呈現；NGIS 則依業務分為 9 大分組，各分組各司其職針對特定主題進行平台之開發；故參考各決策平台視覺化之呈現皆有其特定主題，本計畫能耗與碳排視覺化將根據推動方案與資料數據，採故事性、簡易操作等方式進行平台發開設計，以提供使用者透過簡易操作即可瞭解不同案例或不同區域、不同年期之能耗與碳排分析成果。

第三章 運輸節能減碳策略評估模組開發

延續 104 年計畫建立之城際運輸節能減碳策略評估模組，結合基線推估模式(運輸 CGE、能源消費模式)，進行城際運輸政策節能減碳效果分析，政策評估與減碳工具開發如圖 3.1.1 所示。以下先就運輸部門多項節能減碳策略進行歸納分類，再就新開發之兩項節能減碳評估工具及模型精進內容，及應用節能減碳評估工具成果進行視覺化分析展示進行說明。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1.1 政策評估與減碳工具開發架構

3.1 運輸節能減碳策略

1. 運輸節能減碳策略分類與影響界定

參考「運輸部門節能減碳總計畫標竿方案內容」、現行推動相關策略、國外減碳策略及我國 INDC 策略，蒐集相關運輸部門節能減碳策略，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，並就國內外節能減碳政策相關經驗，歸納各項政策節能實際推動的減碳效果，作為我國後續節能減碳政策擬定、推行之參考。彙整如表 3.1.1 所示。

表 3.1.1 運輸節能減碳政策策略分類與影響界定

類別	政策名稱	政策內容	聯合國主軸[註1]	影響層級	影響對象	運輸需求模型操作性		本期城際需求模型操作性		主辦單位	策略出處
建設	高速鐵路增站	增建南港、苗栗、彰化和雲林4站	S	城際	客運	O	-	◎	-	交通部高鐵局	國家綠能低碳總行動方案
	興建機場捷運系統	由臺灣桃園國際機場第二期航站往東至臺北車站特定專用區，往南經高鐵桃園車站至中壢中豐路與環北路口，全長51.03公里，共設22個車站	S	城際、都會	客運	O	-	△	僅可分析城際旅次，無法掌握都會區內旅次分布	交通部高鐵局	國家綠能低碳總行動方案
	增設捷運化車站	基隆至苗栗間增設4座捷運化通勤車站(樟樹灣、浮洲、樹調、南新竹、豐富新站)；改善基隆至苗栗間3座既有場站(香山、苗栗、談文站)	S	城際、都會	客運	O	-	△		交通部臺鐵局	國家綠能低碳總行動方案
	推動臺鐵支線計畫	內灣、沙崙支線計畫	S	城際、都會	客運	O	-	△			國家綠能低碳總行動方案
	興建自行車通勤騎乘路線	101年建置完成120公里市區自行車道	S	都會	客運	O	-	X	未納入自行車旅次	內政部營建署、縣市政府交通局處	國家綠能低碳總行動方案
	建立貨車專用道路系統	高雄港務局規劃「高雄港聯外交通整合規劃」，建立便捷的貨車專用道路系統（國7），直接連接各港區與高速公路，有效分離客、貨車流	I	城際、都會	客運、貨運	O	-	◎	-	交通部高雄港務局	高雄港聯外高架道路計畫
	增建北迴第三軌道供貨運使用	蘇澳新站至花蓮間新建第三軌道供貨運使用	S	城際、都會	貨運	O	-	◎	-	交通部臺鐵局	蘇澳新至花蓮間路線改善規劃
技術	小客車、大貨車、小貨車、機車等能源效率標準提升	小客車、小貨車和機車能源效率提高25%；大貨車能源效率提高20%	I	NA[註2]	客運、貨運	O	-	◎	-	經濟部能源局	運輸政策白皮書—綠運輸

表 3.1.1 運輸節能減碳政策策略分類與影響界定(續 1)

類別	政策名稱	政策內容	聯合國主軸[註1]	影響層級	影響對象	運輸需求模型操作性		本期城際需求模型操作性		主辦單位	策略出處
智慧運輸	高快速公路交控系統工程建置	台 62、台 64、台 68、台 72、台 74、台 82、台 84、台 86、台 88 線交控系統建置	I	城際	客運、貨運	O	需透過交通運轉模型(如：微觀及中觀模型)處理	X	城際模型無法分析細部車流行為	交通部高公局	國家綠能低碳總行動方案
	縣市號誌時制的改善與重整	進行各縣市號誌時制的改善與重整	I	都會	客運、貨運	O		X		縣市政府交通局處	國家綠能低碳總行動方案
	發展公路智慧型運輸系統	設置公路智慧運輸相關設備，如號誌控制設備、資訊發布設備與交控系統軟硬體等	I	城際、都會	客運、貨運	X	-	X	巨觀模型無合適反應參數	交通部技監室、縣市政府交通局處	-
	高快速公路交通管理電腦化	建置「高快速公路整體路網交通管理系統」及「交通資訊管理及協調指揮中心」	I	城際	客運、貨運	X	-	X		交通部高公局	國家綠能低碳總行動方案
	一般道路交通管理電腦化	建置各縣市交通號誌電腦化工程	I	都會	客運、貨運	X	-	X		縣市政府交通局處	-
營運管理	建置公車動態管理系統	各縣市政府交通局處依需求建置公車動態管理系統，提供公車即時行車資料，如：公車位置、到離站狀況、預計到站時間	S	城際、都會	客運	O	-	△	僅能反應城際客運旅次之影響	交通部公路總局、縣市政府交通局處	「公路汽車客運動態資訊管理系統」建置計畫 臺北市公車動態資訊系統建置 大臺南地區公車動態資訊系統建置計畫
	建置公共運輸多卡通電子票證整合系統	整合公路公共運輸電子票證跨區使用，建置全國公路暨市區汽車客運業者多卡通票證系統	S	城際、都會	客運	O	-	△			公路公共運輸多卡通電子票證整合補助作業

表 3.1.1 運輸節能減碳政策策略分類與影響界定(續 2)

類別	政策名稱	政策內容	聯合國主軸[註1]	影響層級	影響對象	運輸需求模型操作性		本期城際需求模型操作性		主辦單位	策略出處
營運管理	建置公車捷運和公車專用道系統	建置嘉義公車捷運系統、臺北、臺中公車專用道系統	S	都會	客運	O	-	X	無法掌握都會旅次		高鐵嘉義站聯外BRT計畫、臺北市公車專用道後續路網推動計畫BRT 快捷巴士(公車捷運計畫)
	調整公車班距,縮短平均等車時間	依各縣市需求調整公車班距,縮短平均等車時間	S	城際、都會	客運	O	-	△	僅能反應城際客運旅次之影響		-
	定期檢討及調整公共運輸路線	依各縣市需求定期檢討及調整公共運輸路線	S	城際、都會	客運	O	-	△			-
	提升軌道貨運量	未來十年運量,每年提升 2%	S	城際、都會	貨運	O	-	◎	-	交通部臺鐵局、鐵工局	運輸政策白皮書—綠運輸
	實施低碳社區	各縣市政府成立「低碳社區發展中心」推動低碳社區	A、S	都會	NA[註3]	O	-	X	無法掌握都會旅次	縣市政府城鄉局處、交通局處	新北市地區低碳推廣中心建置計畫

表 3.1.1 運輸節能減碳政策策略分類與影響界定(續 3)

類別	政策名稱	政策內容	聯合國主軸[註1]	影響層級	影響對象	運輸需求模型操作性		本期城際需求模型操作性		主辦單位	策略出處
營運管理	改善人行道空間	改善全國 44 個 10 萬以上人口之市區鄉鎮人行道適宜人行比例由 97 年 12%，101 年提高至 30%	S	都會	客運	O	-	X	無法掌握都會旅次	內政部營建署、縣市政府交通局處、城鄉局處	國家綠能低碳總行動方案
	車輛共乘	建置桃北北宜基共乘網	A	城際、都會	客運	O	-	◎	-	交通部路政司、縣市政府交通局處	-
	車輛共享	◆「日月潭國家風景區智慧電動車先導運行專案」，推動 48 輛跨級距綠能環保車輛，整合日月潭周邊旅遊等車輛共享 ◆和運租車 103 年推出臺灣第一個汽車共享服務「iRent」 ◆臺北市政府近期擬推共享電動摩托車「U Moto」政策	A、S	城際、都會	客運	O	-	△	僅可透過乘載率反應，然車輛共享會影響有無車意願		日月潭國家風景區智慧電動車先導運行專案」
	公共自行車轉乘	各縣市政府交通局處陸續建置公共自行車	S	都會	客運	O	-	X	未納入都會自行車旅次		臺北市公共自行車租賃系統建置營運及管理
補貼	公共運輸票價補貼	臺北市、新北市、臺中市等交通局處和公路總局依核定運價與民眾實際支付票價間的差額進行補貼	S	城際、都會	客運	O	-	△	僅能反應城際客運旅次影響	交通部公路總局、縣市政府交通局處	-
	補貼公共運輸車輛汰舊換新	◆2015 年市區公車汰換 15%為替代能源公車 ◆2020 年市區公車汰換 50%為替代能源公車；公路客運汰換 10%為替代源公車 ◆2025 年市區公車汰換 100%為替代能源公車；公路客運汰換 40%為替代源公車	S、I	城際、都會	客運	O		△	僅能反應城際客運旅次影響	交通部公路總局	運輸政策白皮書—綠運輸、運輸部門 INDC

表 3.1.1 運輸節能減碳政策策略分類與影響界定(續 4)

類別	政策名稱	政策內容	聯合國主軸[註1]	影響層級	影響對象	運輸需求模型操作性		本期城際需求模型操作性		主辦單位	
補貼	提供價格誘因策略鼓勵購買電動二輪車	工業局及環保署合計 10,200~13,000 元(環保署補助僅限二行程機車舊換新者)，各縣市政府則視其財源，再行加碼補助	I	NA[註2]	客運	O	需帶入外部參數以進行反應[註4]	X	需配合運具持有模組進行分析	經濟部工業局、縣市政府交通局處	淘汰二行程機車換購及新購電動二輪車補助計畫
	補助大貨車加裝導風板	2015 年完成檢視與推動	I	NA[註2]	貨運	O	-	△	僅可反應城際大貨車旅次	經濟部能源局	綠色運輸推動規劃專案工作計畫
稅費	汽燃稅隨油徵收	政策尚未實施	S	城際、都會	客運、貨運	O	-	◎	-	經濟部能源局	-
	電子收費費率調整	高公局於 102 年 12 月 30 日透過電子收費方式實施計程收費	S	城際	客運、貨運	O	-	◎	-	交通部高公局	國道高速公路通行費徵收計畫
	收停車費	各縣市政府停管處針對路邊、戶外和室內停車場收取汽機車停車費，收費標準依不同縣市政府而異，包括計時和計次方式	S	都會	客運、貨運	O	-	X	無法掌握都會旅次	縣市政府交通局處	-
	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	政策尚未實施	S	城際、都會	客運、貨運	O	需帶入外部參數以進行反應[註4]	X	需配合運具持有模組進行分析	財政部國稅局、財政部關務署	-

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.NA 表示該策略實施後並不會影響到客運和貨運。
4.需帶入「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」之參數以進行反應。
5. O 為運輸需求模型可操作，X 為運輸需求模型不可直接操作。
6.◎為本期納入城際模式可反應，△為部份反應，X 為不可反應。

2. 本計畫分析案例篩選

本計畫以 104 年度開發之分析工具進行案例分析，受限於這兩年計畫僅先導入城際旅次分析功能，非城際旅次的分析功能尚未導入，因此，現階段非城際旅次是以簡化推估方式分析。此外，透過 2 項已推動策略案例以及 3 項未來推動策略案例分析，釐清模型的分析能力與後續精進方向，同時，本計畫的分析結果可提供作為此三項政策推動與評估的參考。

歸納前述運輸部門節能減碳相關策略，五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。

考量到 TDM-E 模型主要偏重以總體策略的效益為分析訴求，用於觀察檢視過去與未來運輸部門在推動節能減碳的相關策略上，達到或預期可獲得的成效，同時作為思考未來運輸部門節能減碳發展與推動方向的參考，因此在分析案例的選擇上，不針對個別計畫逐一進行細部的分析與探討。考量 TDM-E 模型於策略分析的可操作性來看，已推動策略分析案例選擇以 98 年起迄今公共運輸推動總成效以及國道電子收費費率調整兩大策略為分析對象；在未來可推動策略分析案例上，選擇臺鐵整體服務與效能改善(包含相關鐵路建設與捷運化計畫)以及公共運輸發展目標的達成、車輛能源效率標準的提昇等 3 大策略，分析情境假設與說明彙整如表 3.1.2。

3.2 節能減碳評估工具

本計畫考量政策評估者之需求性及模型應用性，開發兩項節能減碳評估工具，提供政策評估者可就特定需求進行策略節能減碳效益評估。兩項節能減碳評估工具為「節能減碳簡易計算工具」、「TDM-E 模型」，應用時機及工具特性如表 3.2.1 所示。

表 3.1.2 本計畫分析之運輸策略案例分析內容

類別	案例名稱	情境說明	策略分類	聯合國主軸
已推動策略案例	98-103 年公共運輸發展	以 103 年總旅次量為基礎，配合 98、103 年城際、非城際運輸系統運具比進行調整，觀察有無推動公共運輸發展情境下的節能減碳效果	營運管理	S
	通行費率改變影響	以 103 年總旅次量為基礎，分別針對縱向國道設定計次、計程費率收費方式與費率，觀察不同費率方案帶來的節能減碳效果	稅費	S
未來可推動策略案例	臺鐵服務與效能改善	參考營運與規劃單位所研提臺鐵相關計畫，並假設目標年相關計畫全部推動下，觀察目標年的節能減碳效果	建設	S
	公共運輸發展目標	依據交通部設定的未來年公共運輸發展目標，設定目標達成情境下之目標年節能減碳效果	營運管理	S
	車輛燃油效率提昇	依據交通部 2012 年「運輸政策白皮書-綠運輸」中揭示之政策方向，其中明確訂定各車輛新車燃油使用效率標準提昇目標	技術、補貼	S、I

資料來源：本計畫整理。

表 3.2.1 節能減碳評估工具項目、應用時機及特性

工具名稱	應用時機	工具特性
節能減碳簡易計算工具	提供部屬機關計算主辦計畫之節能減碳目標值	1.時效性及便利性高 2.統一各單位計算參數
TDM-E 模型	協助本所評估運輸部門節能減碳策略對運輸需求及能耗碳排之影響	1.區分運具別、區域別的能耗碳排 2.用以推估未來能耗碳排變化趨勢

資料來源：本計畫整理。

3.2.1 節能減碳簡易計算工具

因應本所及交通部部屬機關業務辦理需求，需不定期協助計算及彙整運輸部門相關節能減碳策略之節能減碳效果，考慮計算時效性與便利性，過去已發展一系列相關能耗碳排簡易估算公式，應用相關營運統計資料與排放清冊之參係數資料，提供各單位計算主辦計畫之節能減碳目標值。本計畫之重點工作有二：

1. 協助檢視計算公式及引用參係數之合理性。
2. 協助將公式開發於整合資訊平台中(請參閱 5.2 節)，利用簡易計算介面，提供各單位進行試算，並將結果填報於節能減碳行動方案管考計畫中，透過開放的計算平台，確保計算結果的統一性與可驗證性。

歸納本所配合「國家綠能低碳總行動方案」中，屬於十大標竿方案之(五)建構綠色運輸網絡，且主辦機關為交通部、計畫工作項目屬於實質減量者(如圖 3.2.1 所示)，需填報各年度及中、長期節能減碳目標之需求，歸納計算公式共分為以下四大類：

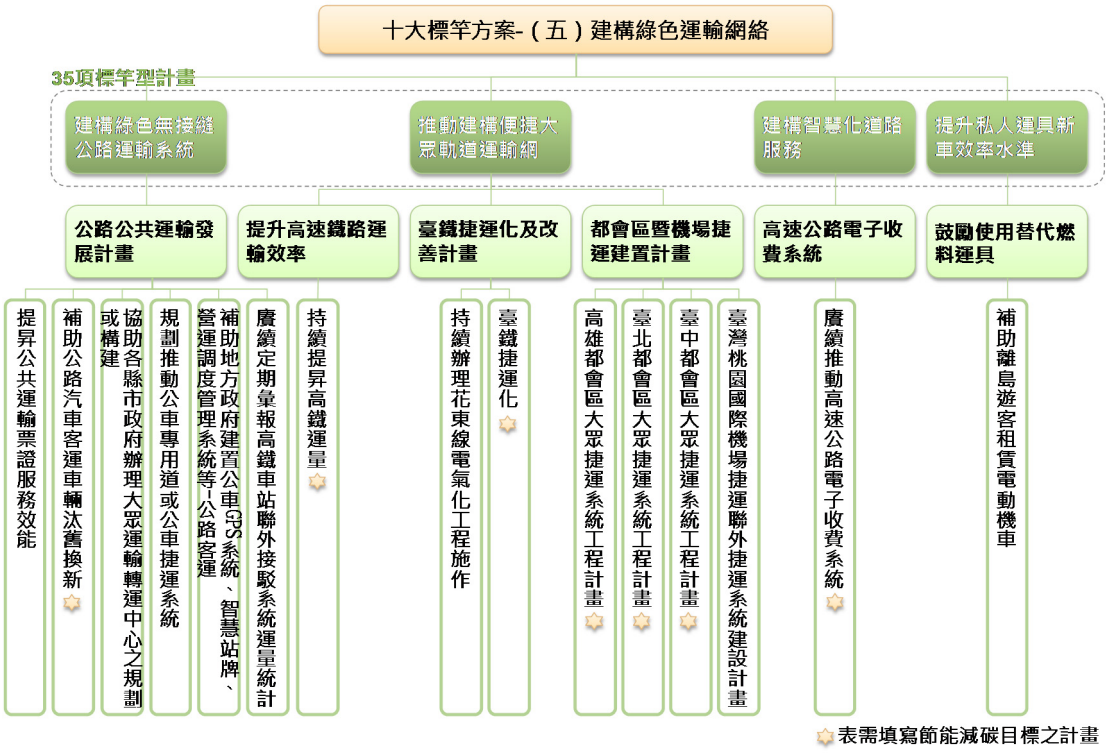


圖 3.2.1 「國家綠能低碳總行動方案」交通部計畫項目

1. 公共運輸提昇計畫

(1) 能耗節省量(公升油當量)

$$= \sum_i \sum_j (\mathrm{PTPK}_i \times \mathrm{MS}_{ij} \times \mathrm{EI}_j) - \mathrm{PTPK}_i \times \mathrm{PTEI}_i \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{式 } 3.2.1$$

(2) 碳排節省量(公斤)

$$= \sum_i \sum_j \sum_K (\mathrm{PTPK}_i \times \mathrm{MS}_{ij} \times \mathrm{EI}_j \times \mathrm{CF}_{jk})$$

$$- \sum_i \sum_k \mathrm{PTPK}_i \times \mathrm{PTEI}_i \times \mathrm{PTCF}_{ik} \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{式 } 3.2.2$$

式 3.2.1 及式 3.2.2 中：

PTPK：公共運輸運量增量

MS：各運具移轉比例

EI：各運具能源密集度

PTEI：公共運輸能源密集度

CF：各運具碳排放係數

PTCF：公共運輸碳排放係數

i：運具別，包含公車、臺鐵、高鐵、捷運

j：運具別，包含汽車、機車、公車、臺鐵、高鐵、捷運

k：燃油別，包含汽油、柴油、電力

公共運輸運量增量=預測年運量-基準年運量，單位：延人公里

各運具移轉比例單位：%

能耗各運具/公共運輸能源密集度單位：公升油當量/延人公里

碳排各運具/公共運輸能源密集度單位：公升/延人公里、度/延人公里

各運具/軌道碳排放係數單位：公斤/公升(燃料)、公斤/度(電力)

2. 軌道運輸建設計畫

(1) 能耗節省量(公升油當量)

$$= \sum_{j} (\mathrm{RTPK} \times \mathrm{MS}_j \times \mathrm{EI}_j) - \mathrm{RTPK} \times \mathrm{RTEI} \quad \text{式 3.2.3}$$

(2) 碳排節省量(公斤)

$$= \sum_{j} \sum_{k} (\mathrm{RTPK} \times \mathrm{MS}_j \times \mathrm{EI}_j \times \mathrm{CF}_{jk}) - \mathrm{RTPK} \times \mathrm{RTEI} \times \mathrm{RTCF} \quad \text{式 3.2.4}$$

式 3.2.3 及式 3.2.4 中：

RTPK：軌道運量增量

MS：各運具移轉比例

EI：各運具能源密集度

RTEI：軌道能源密集度

CF：各運具碳排放係數

RTCF：軌道碳排放係數

j：運具別，包含汽車、機車、公車、臺鐵、高鐵、捷運、航空

k：燃油別，包含汽油、柴油、電力、航空煤油

軌道運量增量=預測年運量-基準年運量，單位：延人公里

各運具移轉比例單位：%

能耗各運具/軌道能源密集度單位：公升油當量/延人公里

碳排各運具/軌道能源密集度單位：公升/延人公里、度/延人公里

各運具/軌道碳排放係數單位：公斤/公升(燃料)、公斤/度(電力)

3. 高速公路電子收費系統

(1) 能耗節省量(公升油當量)

$$= \sum_m \sum_n \sum_k \mathrm{ENV}_m \times \mathrm{RTP}_n \times \mathrm{FC}_{mn} \times \mathrm{OE}_{mk} \quad \text{式 3.2.5}$$

(2) 碳排節省量(公斤)

$$= \sum_m \sum_n \sum_k \mathrm{ENV}_m \times \mathrm{RTP}_n \times \mathrm{FC}_{mn} \times \mathrm{CF}_{mk} \quad \text{式 3.2.6}$$

式 3.2.5 及式 3.2.6 中：

ENV：ETC 通行量

RTP：時段比

FC：計次轉里程收費節省燃油量

OE：油當量轉換係數

CF：燃油碳排放係數

m：車種別，包含小型車、大型車

n：時段別，包含尖峰、離峰

k：燃油別，包含汽油、柴油

ETC 通行量單位：輛次

時段比單位：%

計次轉里程收費節能燃油量：

(計次收費碳排放係數-里程收費碳排放係數)$_m$ (公克/輛) ÷ 燃油碳排放係數 $_k$(公克/公升)，單位：公升/輛

油當量轉換係數：公升油當量/公升

燃油碳排放係數單位：公斤/公升

4. 公路汽車客運車輛汰舊換新

(1) 能耗節省量(公升油當量)

$$= \mathrm{NV}_o \times \mathrm{AAFPV}_o \times \mathrm{OE}_k - \mathrm{NV}_p \times \mathrm{AAFPV}_p \times \mathrm{OE}_k \quad \text{式 3.2.7}$$

(2) 碳排節省量(公斤)

$$= \mathrm{NV}_o \times \mathrm{AAFPV}_o \times \mathrm{CF}_k - \mathrm{NV}_p \times \mathrm{AAFPV}_p \times \mathrm{CF}_k \quad \text{式 3.2.8}$$

式 3.2.7 及式 3.2.8 中：

NV：汰舊換新車輛數

AAFPV：每車年平均用油量

OE：油當量轉換係數

CF：燃油碳排放係數

o：傳統運具別

p：節能運具別

k：燃油別，包含柴油

汰舊換新車輛數單位：輛次

每車年平均用油量單位：公升

油當量轉換係數：公升油當量/公升

燃油碳排放係數單位：公斤/公升

3.2.2 基線推估模式與 TDM-E 策略分析整合模型

既有運輸部門基線推估模式係從總體經濟觀點，探討能源與車輛技術對於產業與跨部會影響，作為訂定運輸部門節能減碳總量之基礎。有別於基線推估模式從各產業關聯效益估算運輸部門能耗碳排總量，TDM-E 模型著重於分析運輸政策對各區域別與各運具別結構之影響。在分析應用上，可視個別強項與政策分析所需之精度選取合適工具。基線推估模式為總體經濟模型，適用觀察整體外在環境變遷下，未來能耗與碳排總量變化的趨勢，運輸需求模型則較適合因應個別政策或計畫，針對計畫帶來的影響與效益，進行分析與檢討。

1. 基線推估模式與 TDM-E 整合作法

104 年度計畫已著手整合基線推估模式與 TDM-E 模型，考量本系列計畫以導入城際運輸需求模型為主，偏重於分析城際運輸旅運行為，都會區部分則配合案例分析需求，以既有城際模型的非城際旅次分析模組進行簡化的推估。然亦因城際運輸需求模型並未涵蓋全臺完整之都會旅次行為，故城際模型推估之基線值與實際總量仍有誤差。現階段作法是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，用以分析運輸策略對於基線、區域別及運具別之影響。此外，本所另案辦理之 CGE 基線推估模式研究案，進行 CGE 與 TDME 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 3.2.2 所示。

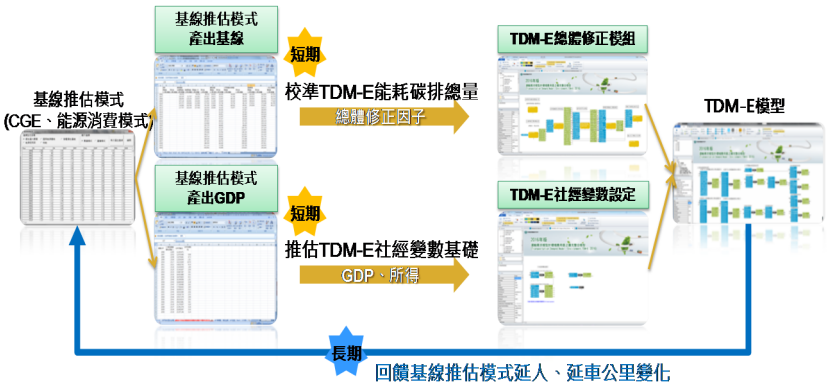


圖 3.2.2 基線推估模式與 TDM-E 模型整合方式

基線推估模式、TDM-E 模型之運輸節能減碳策略評估模組整體架構與政策分析程序如圖 3.2.4 所示，透過分析變數與使用策略、模型決策工具及決策分析完成運輸節能減碳策略評估模組整體架構。

2. 基線推估模式與 TDM-E 整合結果

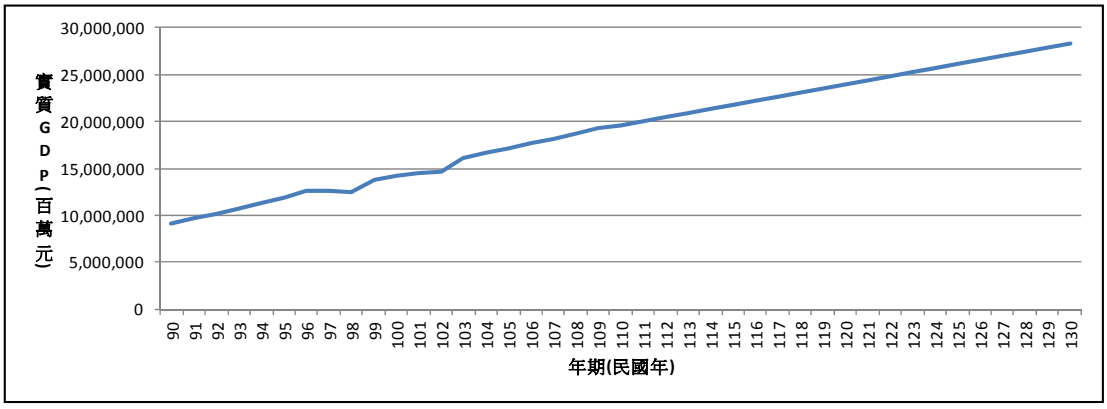
由於 TDM-E 模型涵蓋運具以臺灣本島運輸行為為主，未考量離島航線及國內水運，而基線推估模式推估整體運輸部門能耗碳排總量趨勢，因此兩模型間有未估計項目之差值，未估計項目佔總能耗比率約為 5.6%。依據基線推估模式回饋之能耗總量調整結果如表 3.2.2 所示，GDP 回饋調整結果如圖 3.2.3。

表 3.2.2 基線調整前後能耗總量分析結果

單位：千公秉油當量

年期	基線調整前	基線調整後	未估計項目比
	b	c	(c-b)/b
2014	12,652	13,409	5.64%
2020	14,007	14,845	5.64%
2025	14,570	15,442	5.64%
2030	15,108	16,012	5.65%

資料來源：本計畫整理。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2.3 GDP 預測回饋調整趨勢圖

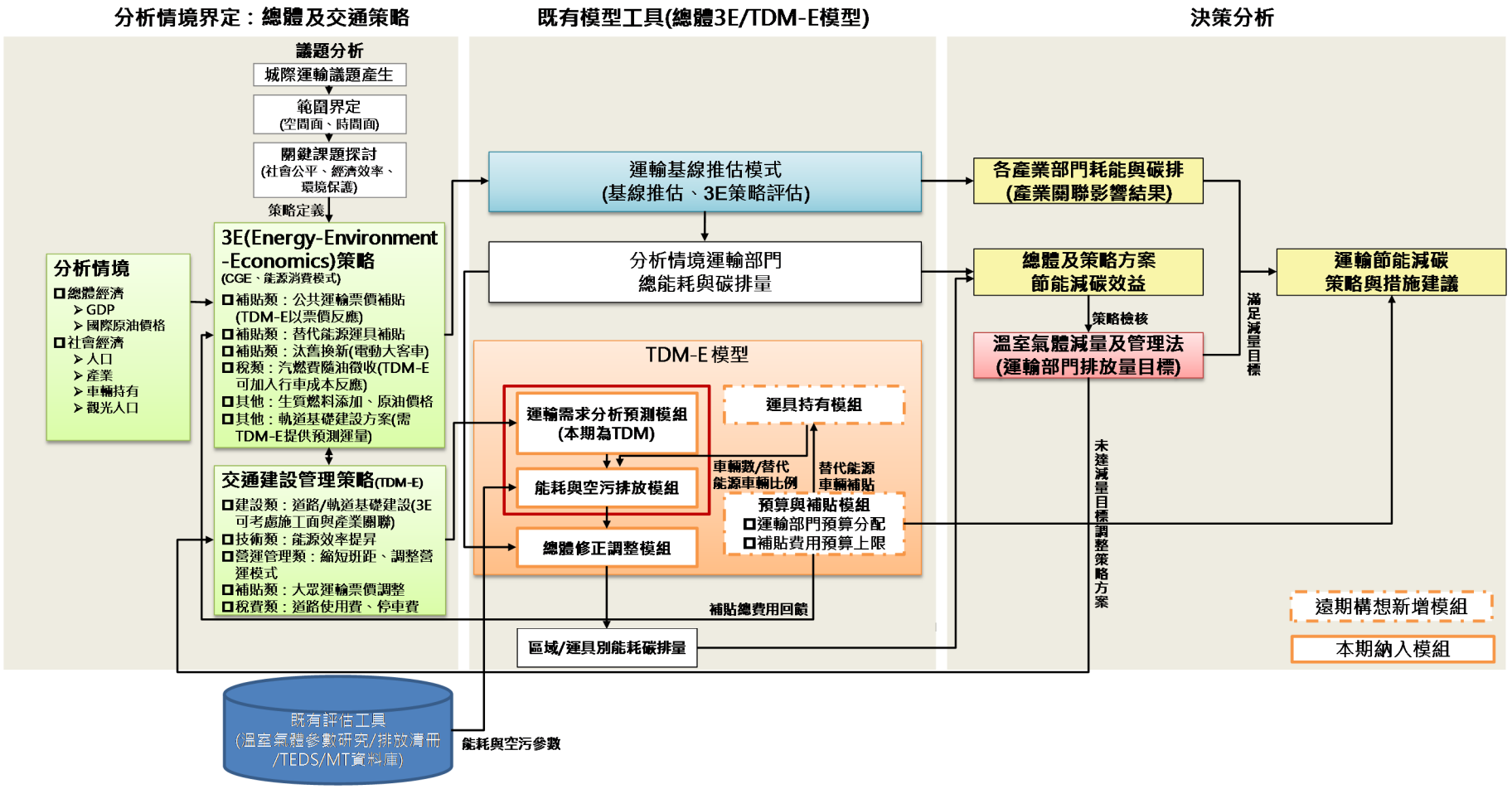


圖 3.2.4 運輸節能減碳策略評估模組架構圖

3.3 TDM-E 模型開發應用

104 年計畫完成之 TDM-E 分析對象以城際旅次為主，模型中雖有納入部分非城際旅次量的推估，但礙於尚未有都會區模型，無法完整推估非城際旅次的延人(車)公里及能耗、碳排效益。考量相關節能減碳策略於實務操作上同時對城際與非城際旅次行為造成影響，為利於分析已推動節能減碳案例與未來可推動節能減碳策略，乃利用排放清冊與 TDM-E 之城際、非城際旅次量分析，局部修正 TDM-E 模型，適度簡化後納入分析，以檢視相關政策對非城際旅次產生的行為影響，並進一步推估節能減碳效果。

3.3.1 既有 TDM-E 模型建置成果

1. TDME 模型架構

104 年度計畫以既有城際運輸需求模型(TDM2013)為基礎，結合 TREMOVE 架構進行調整與擴充，開發運輸節能減碳策略評估模型(TDM-E)。TDM-E 模型包含 7 個主要模組，分別為前期研究模組背景值分析、交通策略反應參數設定、城際運輸需求分析模組、能耗碳排分析模組、匯整與總體修正模組、策略方案節能減碳效益、輸出可行策略分析成果等。此七個主要模組處理 TDM-E 模型資料輸入-運輸需求分析-能耗碳排推估-節能減碳策略效益分析等工作。TDM-E 模型介面如圖 3.3.1 所示。

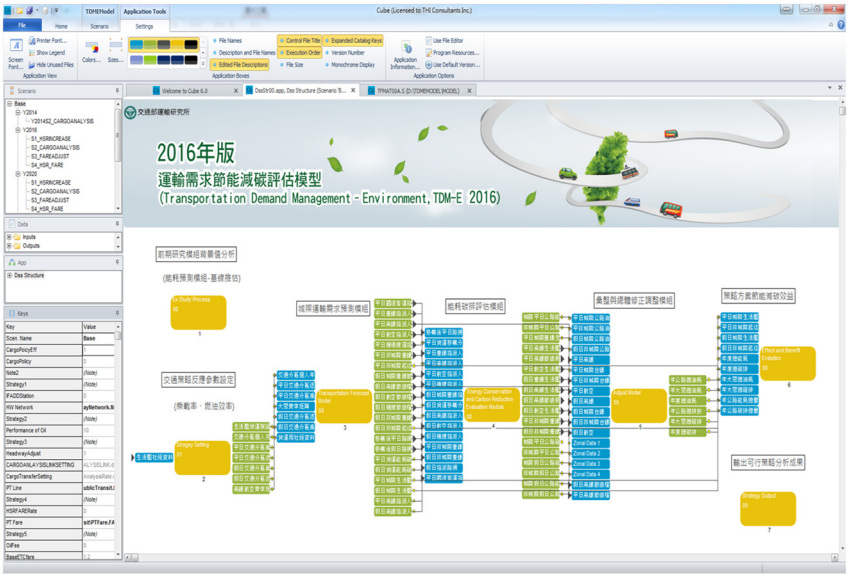


圖 3.3.1 TDM-E 模型操作介面

2. TDM-E 模型分析能力

以 2014 年排放清冊值進行模型推估差異比較，以掌握模型能耗碳排反應能力，彙整如表 3.3.1 所示，說明如下。

表 3.3.1 TDM-E 模型運量與能耗碳排分析能力彙整表

區域	運具別	本期模型是否可掌握		備註說明
		運量分析	能耗碳排	
城際	小客車	O	O	
	國道客運	O	O	已掌握城際大眾運輸客車，但遊覽車部份未能考慮，後續可以 ETC 資料協助補強
	遊覽車	X	X	
	臺鐵	O	O	能耗碳排計算方式因模型設定問題，建議以延人公里方式計算
	高鐵	O	O	
	航空	O	O	僅含本島線，未包含離島線預測，透過現況資料推兩者關係
	海運	X	X	未分析
非城際	小客車	X	X	僅納入各生活圈模型總體成果，未能細化分析與預測
	機車	X	X	
	臺鐵	O	O	現況校估時依照現況進行調校
	捷運	X	O	TDM 未分析，可用現況捷運占整體軌道碳排耗能比例關係套用
	大客車	X	X	TDM 未分析，國道客運與市區公車排放參數不同，以城際/非城際關係套用效果有限
貨車	小貨/大貨/聯結	X	X	受限貨運基礎資料缺乏，貨運分布及行為特性較無法掌握，待相關研究完成後再行更新

資料來源：本計畫整理。

(1) 城際小客車、國道客運、城際臺鐵、高鐵及航空等屬城際運具，應用城際運輸需求模型在運量分析與能耗碳排推估反應結果良好。遊覽車屬於非定期路線，過去缺乏相關旅運資料，難以掌握遊覽車分布狀況，後續建議可透過 ETC 資料協助補強。

(2) 非城際運具部分，因臺鐵可取得營運班表與售票交易等資料，在城際運輸需求模型建構時已依相關資料進行校估，故非城際臺鐵之運

量與能耗碳排掌握程度亦較高；另捷運運量雖不在城際分析空間範圍內，但可利用現況捷運占整體軌道總量比例關係進行推估。

(3) 貨車部分因受限於基礎資料缺乏，貨運分布及行為特性較無法掌握，運量與能耗碳排掌握程度較低，建議配合相關研究再予以更新。

(4) 進一步將可掌握城際運具之能耗碳排總量換算為排放清冊占比如表 3.3.2 (清冊無區分城際/非城際)，可知城際客運運具能耗碳排約占運輸部門總量之 28%，其中軌道與航空比例均占個別運具 91%以上，顯示導入城際運輸需求模型後對於該運具之能耗碳排掌握程度已相當高；而小客車與大客車之都會旅次比例高，待後續導入區域/都會模型後，提升分析完整度。

表 3.3.2 TDM-E 模型 2014 年各運具能耗碳排量占清冊之比例

項目	客運									貨運					客運旅次	總城際旅次
	公路			軌道				航空	水運	公路		軌道	航空	水運		
	小客車	機車	大客車	臺鐵	高鐵	北捷	高捷			小貨車	大貨車	臺鐵				
能耗	32%	-	14%	94%	94%	-	-	99%	-	X	X	-	-	-	18%	28%
碳排	32%	-	16%	91%	94%	-	-	93%	-	X	X	-	-	-	18%	29%

註：1.表中數值計算方式：各城際運具能耗(或碳排)模型推估值/2014 年排放清冊值，最大值為 100%。
2.排放清冊中將聯結車併入大貨車中呈現。
3.X 表示模型目前無法掌握部分，-表示未分析(非城際模型可掌握運具)。
資料來源：本計畫整理。

3.3.2 TDM-E 模型精進

既有 TDM-E 模型以分析城際行為為主，而從排放清冊比對總量，檢視城際運輸約佔總運輸部門能耗之 28%。但考量政策影響運輸行為之效果不僅對城際運輸造成影響，亦會對非城際運輸行為造成影響。為利於各政策之節能減碳效益評估，本計畫亦推估非城際運具之能耗及碳排。然考量到軌道運輸系統能源密集度並非定值，其變動效果對能耗計算將造成影響，因此模型中亦修正未來年軌道系統之能源密集度，以利相關分析。

1. 分運具修正能耗碳排總量

104 年度計畫著重於城際運輸旅運行為之導入，因尚未有全臺完整之都會旅次，故模型推估之基線值與實際總量有誤差，需將基線推估模式推估之能耗基線與 TDM-E 模型間進行 GDP 及能耗碳排基線整合。

為使節能減碳策略評估模組更完整，本計畫納入非城際旅運行為分析，惟都會區模型尚未建置完畢、路網尚無法反映出真實道路情形，致非城際部分之模型推估值仍與實際總量存在誤差；因此以排放清冊資料對模型估計之運具系統能耗進行個別調整。調整作業構想如圖 3.3.2 所示，透過此步驟以簡化方式反應非城際旅次之節能減碳效果。

模型推估值調整主要透過能耗值操作，各運具能耗總量與 2014 年排放清冊數值比對，以推估非城際運具能耗值，再經由調整後能耗反饋延人(車)公里數值，供模型估計之延人(車)公里進行調整、校正。各運具系統別調校說明如下：

(1) 城際運具

①運具範疇：航空、高鐵、國道客運。高鐵雖有臺北-板橋屬非城際範圍，但其佔比佔總量微小，故將高鐵納入純城際運具，不另行分析非城際高鐵節能減碳效益。

②能耗調整：以各運具能耗消費總量進行調校。

(2) 城際與非城際旅次共用運具

①運具範疇：臺鐵、小客車。

②能耗調整：僅調整非城際部分能耗數值。非城際部分能耗透過運輸系統能耗總量扣除模式城際運輸系統能耗，再進行模式非城際能耗值及延人公里調校。

(3) 非城際運具

①運具範疇：公車、機車。

②能耗調整：依排放清冊系統總量進行調校。由於都會區模型尚未建置完全，路網較為簡略，能耗普遍有低估之情況，因此，比對模式推估之能耗值與排放清冊運輸系統總量進行調校。

(4) 貨運

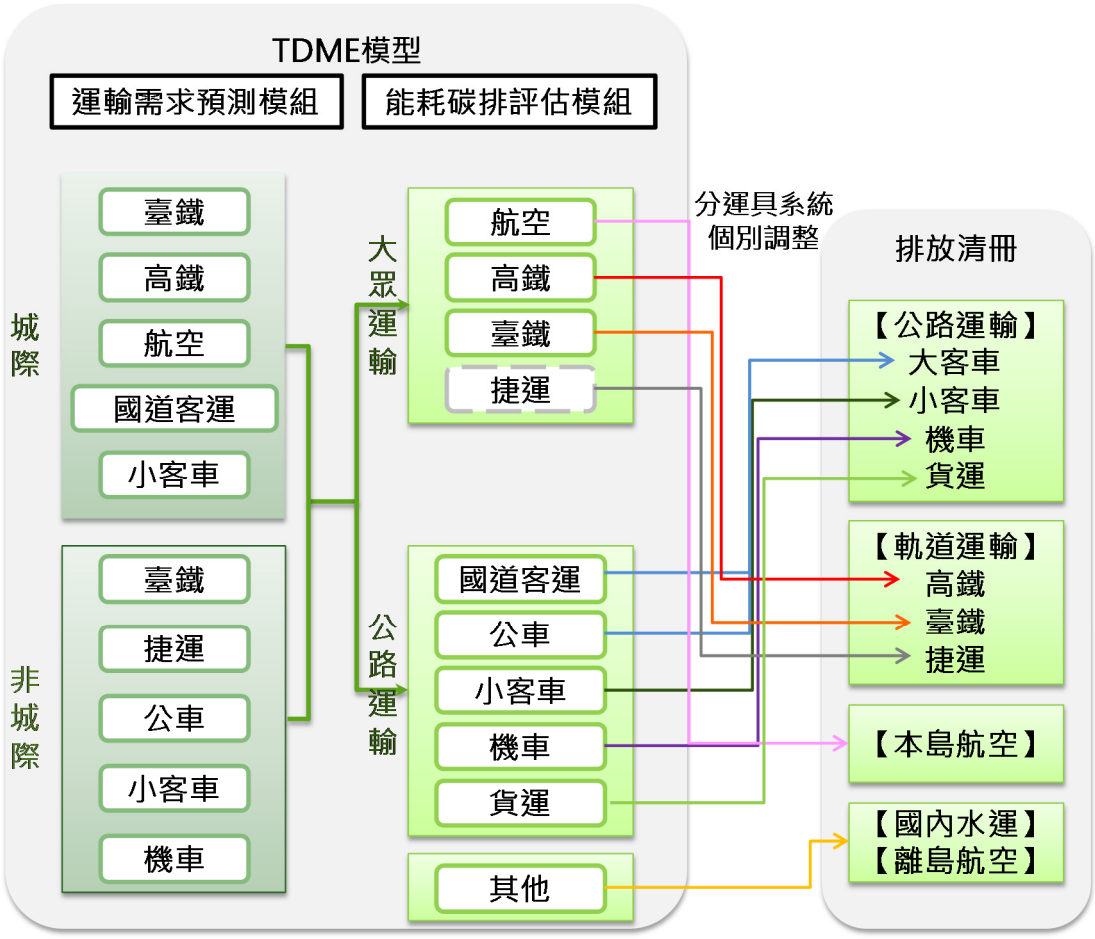
①運具範疇：小貨車、大貨車。

②能耗調整：依排放清冊系統總量進行調校。受限貨運基礎資料缺乏，貨運分布及行為特性較無法掌握，因此，比對模式推估之能耗值與排放清冊運輸系統總量進行調校。

(5) 其他

①運具範疇：離島航線、國內水運等模型未估計運具項目。

②能耗調整：依排放清冊總量及基線推估模式進行總量差調整。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.3.2 TDM-E 各運具能耗調整作業方式

2. 軌道運輸系統能源密集度參數值調校

軌道運輸能耗推估係利用基年之能源密集度進行延車公里及能耗之轉換，然而考量每一年度之能源密集度非一固定值，以固定能源密集度進

行不同年期之能耗總量估算易造成推估誤差。爰此，本計畫以 104 年度高鐵案例分析結果，進一步檢視各系統能耗與碳排量，並與今年度 1-3 月高鐵新增 3 站後之實際能耗、碳排量進行比較，釐清能源密集度的變動對策略評估之影響，作為模型修正之參考。

(1) 104 年度高鐵案例說明

考量區域均衡發展及縮短城鄉差距，擴大中部三縣市高鐵營運範圍，高鐵於 2015 年年底新增苗栗、彰化、雲林三站。前期案例於 TDM-E 模型中修正 2016 年高鐵路網及設定新增三站站點位置以進行高鐵增站案例分析。

①運量變化：高鐵年運量增加 724 萬人次。

②能耗變化：能耗增加 6,466 公秉油當量。

③能耗變化：碳排增加 14,473 公噸。

④運具移轉：移轉效果多來自臺鐵，各運具移轉效果如表 3.3.3。

表 3.3.3 104 年度高鐵案例運具移轉效果

區域別		運具移轉比				
		小客車	機車	臺鐵	公車及捷運	航空
平日	北部區域	-0.1%	-	-0.2%	-0.2%	-
	中部區域	-0.5%	-	-3.0%	-1.2%	-
	南部區域	-0.2%	-	-1.1%	-0.1%	-
	東部區域	-0.2%	-	2.0%	0.2%	-
	總計	-0.2%	-	-0.7%	-0.3%	-
假日	北部區域	-0.3%	-	-0.1%	-0.3%	-
	中部區域	-0.5%	-	-3.3%	-1.9%	-
	南部區域	-0.5%	-	-1.4%	-0.6%	-
	東部區域	-1.2%	-	2.2%	1.8%	-
	總計	-0.4%	-	-0.8%	-0.4%	-

資料來源：「城際運輸節能減碳策略評估模組之開發及應用(2/2)」，本所，民國 104 年。

(2) 104 年度分析結果驗證

①驗證構想：以 2015 年、2016 年實際高鐵運量及延人公里資料驗證模型推估結果。

a. 運量及延人公里：2015 年資料取自交通部統計查詢網；2016 年運量資料為高鐵 3 月 7 日至 3 月 20 日各站營運資料放大推估，延人公里資料為 2016 年 1-3 月正線延人公里放大推估。

b. 能耗：2015 係以 2015 年正線用電量推估計算；2016 年係以高鐵公司係以 1-3 月正線用電量推估計算。

②驗證結果(如表 3.3.4 所示)

a. 運量及延人公里：模型推估結果與實際值無明顯差異，誤差皆在 8%以內。

b. 能耗及碳排：總量無明顯差異，惟就個別系統增量觀察，情況較為高估。

表 3.3.4 高鐵案例推估結果與實際值比較

項目	模式推估			實際值			推估誤差	
	無增站	有增站	增站影響	無增站 (2015 年)	有增站 (2016 年)	增站影響	無增站	有增站
	a	b	b-a	c	d	d-c	(c-a)/c	(d-b)/d
運量 (萬人次)	4,672	5,396	724	5,056	5,623	567	-7.6%	-4.0%
延人公里 (百萬)	8,963	9,538	574	9,655	10,318	663	-7.2%	-7.6%
能耗 (公秉油當量)	100,914	107,380	6,466	102,901	103,855	954	-1.9%	3.4%
碳排 (公噸)	225,874	240,347	14,473	230,322	232,457	2,138	-1.9%	3.4%

資料來源：1.高鐵公司；2.交通部統計查詢網；3.本計畫整理。

③誤差檢討

a. 運量及延人公里誤差可能來自模型估計以平、假日分別分析，再轉換為年總量時可能產生誤差，因此，透過此案例進行平假日轉年總量係數之調校。

b. 能耗及碳排誤差來源係由情境分析以同一年期發生之假設背景進行，假設能源密集度不變，與實際能源密集度變化之情形不符，因此造成與實際年期比較之誤差。

c. 以不同能源密集度試算能耗差異

(a)以2015年及2016年實際延人公里透過不同年期之能源密集度進行能耗估算，估算結果如表3.3.5。

(b)以同一年期之能源密集度計算不同年期之能耗，能耗增量值與模型情境推估結果有相似情形，皆較實際增量情形高估。

(c)推論模型估計增量誤差來源為能源密集度變動效果。

表3.3.5 不同年期能源密集度之能耗估算

能源密集度		能耗		
參考年期	參數值	2015年	2016年	增量
2014年	0.0113	108,699	116,160	7,461
2015年	0.0107	102,901	109,964	7,063
2016年	0.0101	97,184	103,855	6,671
各以當年度能源密集度計算能耗		102,901	103,855	954

註：2015年延人公里為9,654,961；2016年延人公里為10,317,691。
資料來源：本計畫整理。

(3) 模型調整

為利於分析目標年之節能減碳效益，建議以一能源密集度調整因子為轉換工具，作為模型應用於不同年期之能耗數值修正。

①軌道能源消耗計算公式修正

能耗＝延人公里×預估能源密集度

預估能源密集度＝能源密集度×能源密集度調整因子^{t}

其中：

能源密集度調整因子採用近5年能源密集度平均變化率

t為分析年期與基期之差異年期。

②能源密集度調整因子參考值

考量到軌道系統運量的改變無法完全直接反應在延車公里的變化，因此透過需求模型推估能耗與碳排量僅能利用延人公里，透過能源密集度進行推估。因此，針對軌道系統運具，包含臺鐵、高鐵及捷運，分別提出之預估能源密集度，彙整說明如下：

a. 短期內建議以近 5 年平均能源密集度變化率進行預估能源密集度的推估，推估結果如表 3.3.6，建議相關策略於不同年期評估時，以各年份預估能源密集度進行節能減碳效益分析。

b. 長期(2020 年以後之案例分析)則假設能源密集度變化差異趨緩，採用 2020 年之調整因子進行預估能源密集度的推估。

表 3.3.6 軌道系統預估能源密集度

分析方案 年份	軌道預估能源密集度(公升油當量/延人公里)			
	臺鐵	高鐵	北捷	高捷
2015 年	0.01172	0.01065	0.01226	0.02070
2016 年	0.01156	0.01008	0.01227	0.01952
2017 年	0.01140	0.00953	0.01228	0.01840
2018 年	0.01125	0.00902	0.01229	0.01734
2019 年	0.01109	0.00853	0.01230	0.01635
2020 年以後	0.01109	0.00853	0.01230	0.01635

資料來源：本計畫整理。

③高鐵案例調校結果

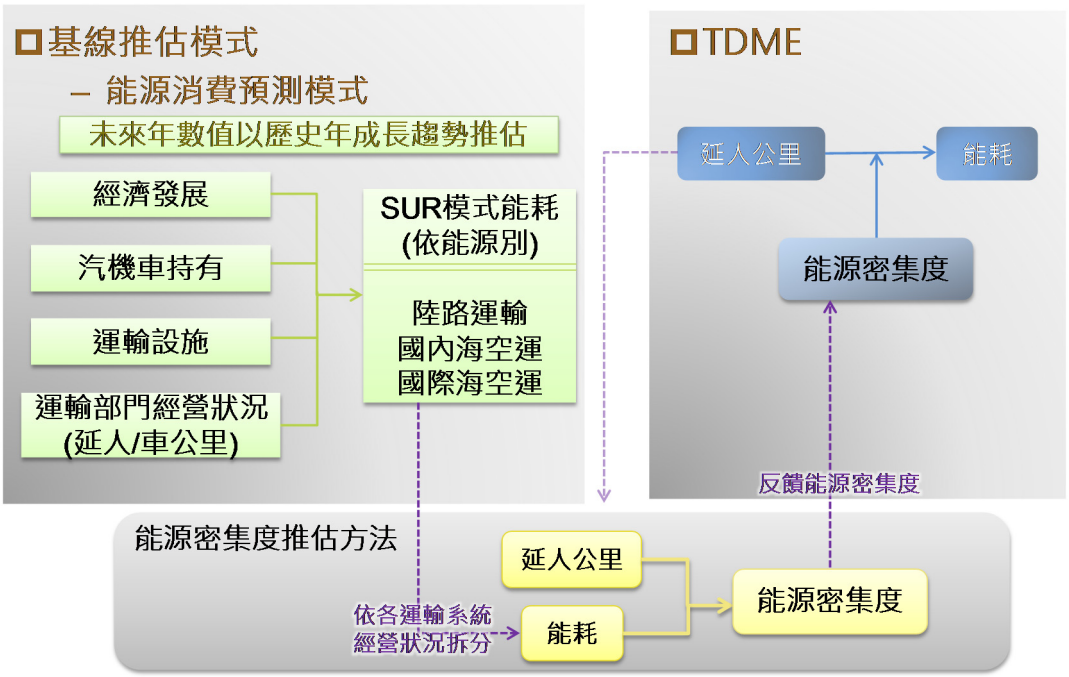
模型推估結果經年轉換係數調校、能源密集度調整因子轉換至不同年度之分析結果如表 3.3.7。

表 3.3.7 高鐵案例調整後分析結果

項目	模式推估			實際值(推估誤差)			推估誤差	
	無增站	有增站	增站影響	無增站(2015 年)	有增站(2016 年)	增站影響	無增站	有增站
	a	b	b-a	c	d	d-c	(c-a)/c	(d-b)/d
運量 (萬人次/年)	5,046	5,828	782	5,056	5,623	567	-0.2%	3.6%
延人公里 (百萬延人公里/年)	9,681	10,301	620	9,655	10,318	663	0.3%	0.2%
能源密集度 (公秉油當量/延千人公里)	0.0113	0.0106	-	0.0107	0.0101	-	-	-
能耗 (公秉油當量/年)	108,987	109,700	713	102,901	103,855	954	5.9%	5.6%
碳排 (公噸/年)	243,944	245,540	1,596	230,322	232,457	2,138	5.9%	5.6%

資料來源：1.高鐵公司；2.交通部統計查詢網；3.本計畫整理。

(4) 能源密集度預測補充作法：未來可透過基線推估模式產出目標年能耗數據與 TDM-E 產出之延人公里進行能源密集度計算，反饋能源密集度預測數值，作法如圖 3.3.3 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.3.3 能源密集度預測補充作法

3.4 策略評估成果視覺化分析展示

為反映不同運具別與個別推動方案之影響，以優化運輸部門能源消耗與溫室氣體排放之視覺介面。本節主要透過 TDME 模型產出結果，其未來可推動之 3 個案例分析，主要透過工作會議與委辦單位進行討論確認，並利用視覺化技術(Data visualizations)支援決策之處理方式研擬不同案例進行圖形化展示，本年度完成之視覺化分析主要採用表格、地圖、折線圖與長條圖等形式進行視覺化展示，後續則建議可配合未來模型發展與本研究長期蒐集建立之排放清冊之資料進一步利用資料屬性進行視覺化分析。

圖 3.4.1 視覺化分析展示架構圖

3.4.1 地域別與運具別之視覺化分析展示構想

結合地理資訊系統(GIS)呈現能耗與碳排之地域別與運具別特性，針對案例評估成果進行展示，本計畫應用建構之節能減碳策略評估模組分析成果進行視覺化展示，包含建置於 Cube 運輸需求軟體之 TDM-E 模型，及透過整合資訊平台提供案例分析結果查詢，茲就模型與平台說明 GIS 視覺化呈現內容說明如下：

1. TDM-E 模型

(1) Cube GIS 圖形展示功能

Cube 運輸需求軟體係結合美國環境系統研究所公司(ESRI)開發的 ArcGIS，提供視窗化的 GIS 操作介面，直接利用 Cube 程式撰寫之輸出檔資料(*.dbf)與 GIS 連接，提供圖形化展示與分析，展示功能主要包含以下四類：

①色彩主題圖：根據圖資屬性資料類型，透過不同顏色、粗細展示節線、分區等資料。

②點密度圖：以點的密度表示量體的多寡。

③統計圖表：以長條圖或圓餅圖表示量體的多寡，如各地域別碳排量、能耗量。

④帶寬圖：以大小和比例顯示節線屬性，如流量、車道數等。

(2) 模型成果展示

考量模型輸出之不同地域別及運具別之能源消耗量、二氧化碳排放量等成果資料，透過 Cube GIS 功能展示成果如下：

①色彩主題圖

模型中之分區圖可細分為區域、生活圈與鄉鎮，根據模型分析策略能耗碳排之輸出資料檔案，將其匯入分區屬性資料，可根據各分區碳排或能耗屬性值，透過分群方式指定漸層色彩，即可顯示分區之色彩區塊，結果展示如圖 3.4.2 所示。

②統計圖表

屬性值除了可利用色彩主題圖呈現外，亦可使用統計圖之長條圖、圓餅圖等顯示其比例、或各分區高低效果，如圖 3.4.3 所示。

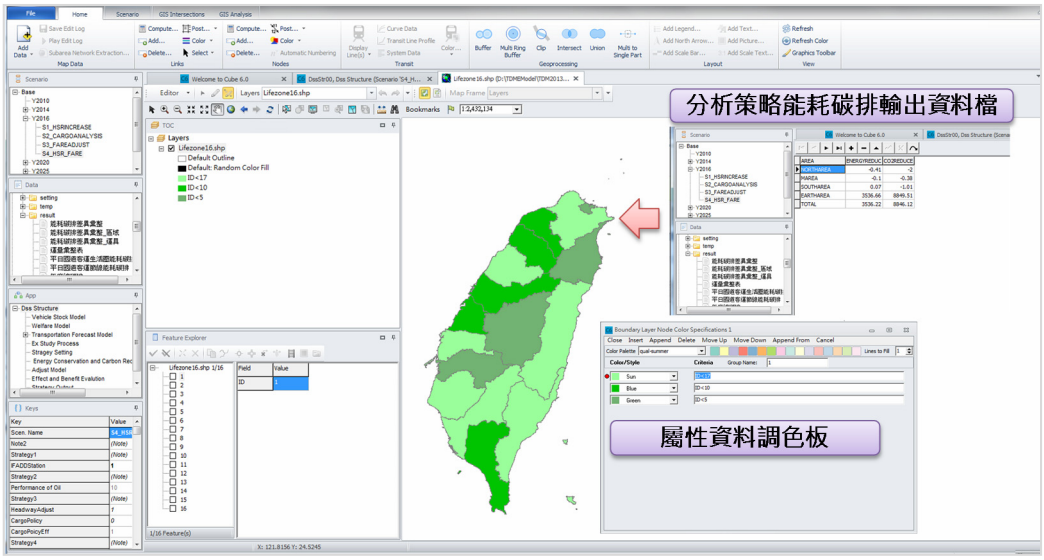


圖 3.4.2 生活圈碳排放量主題圖

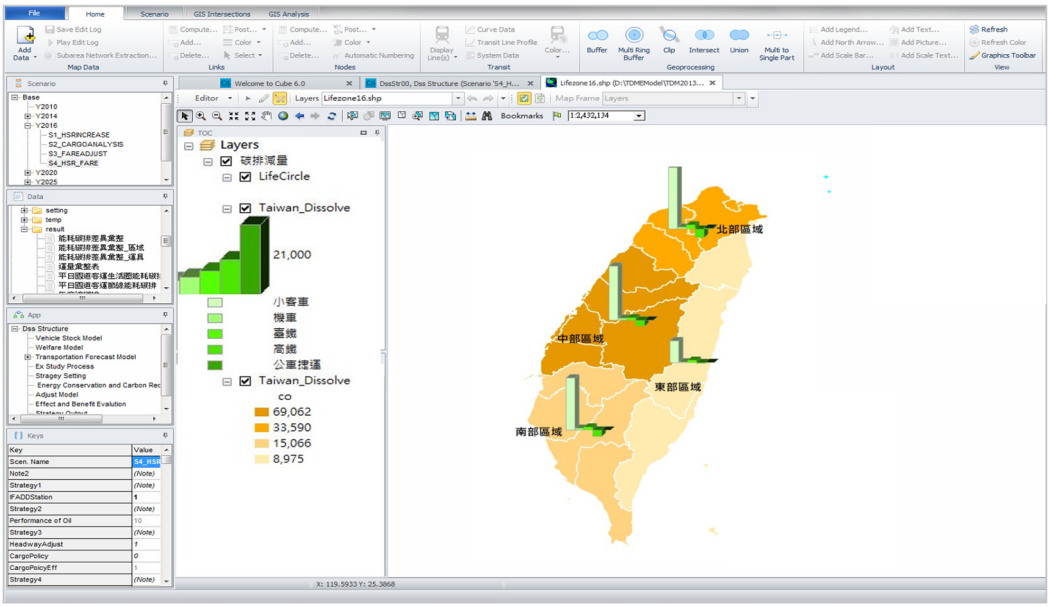


圖 3.4.3 四大區域碳排放量長條圖

2. 整合資訊平台

(1) 使用工具與目的

根據 2.4 節文獻回顧，視覺化主要係透過大量資料圖像化進行簡易分析內容之呈現，為能有效結合能耗與碳排之地域特性，透過視覺化技術進行決策資訊後處理，以反映不同運具別與個別推動方案之影響，優化運輸部門能耗與碳排之視覺介面，同時考量所內資源有效利用與分配，本計畫採用 Tableau 大數據視覺化軟體，將模型輸出之數字化為有價值資訊，並透過圖形化掌握資料特性，以找出潛藏的癥結或掌握關鍵資訊。Tableau 軟體優點係利用 Desktop 版本以直覺、拖拉點選的操作方式設計主題儀錶板，容易與 Map 結合空間化呈現，並透過 Server 版發佈於整合資訊平台中。

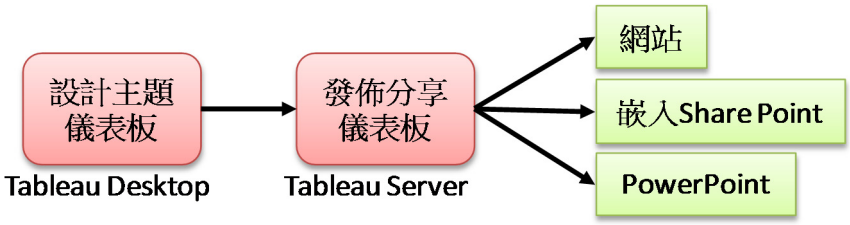


圖 3.4.4 Tableau 分析流程圖

(2) 視覺化考量因子

為有效結合 GIS、視覺化工具用以呈現能耗與碳排地域別與運具別分析結果，需優先瞭解視覺化所需之資料內容，包含分析方案、分析指標、空間尺度、分析年期、運具等，以確認資料可呈現之面向，各項考量因子說明如下：

①分析方案配合策略評估未來可推動案例，包含：車輛燃油效率提昇、臺鐵服務與效能改善、公共運輸發展目標。

②分析指標：能源消耗量、二氧化碳排放量。

③空間尺度-依據導入模型之時程與空間範圍，分析空間尺度：

a. 本年度(城際模型)：全臺、區域(4 大區域)、生活圈。

b. 後續建議(區域/都會模型)：鄉鎮、交通分區、路網。

④年期

a. 短期：包含 2020(民國 109 年)、2025(民國 114 年)、2030(民國 119 年)等模型分析目標年。

b. 長期：包含 2020(民國 109 年)、2025(民國 114 年)、2030(民國 119 年)、2050(民國 139 年)等模型分析目標年。

⑤運具

a. 短期：配合模型輸出成果，共分為小客車、機車、臺鐵、高鐵、公車(含捷運)、航空、國道客運、貨車、其他等。

b. 長期：考量運具種類多樣，建議適度合併為小客車、機車、臺鐵、高鐵、公車及捷運、航空、其他等 7 大類。

(3) 主題圖(儀錶板)設計構想

根據上述視覺化考量因子與模型目前可輸出之成果資料，展示儀錶板分為四大主題，其設計構想採用簡潔之篩選功能與易理解之畫面提供使用者瞭解，設計構想說明如下：

①主題 1：各年期全臺與四大區域能耗、碳排量

a. 使用目的

透過選擇不同年期，可於儀錶板中呈現各年期全臺與各區域之能耗與碳排總量，作為瞭解各區域與全臺之關係參考。

b. 設計構想

利用簡單表格呈現欲瞭解年期之全臺與各區域能耗與碳排總量之加總，使用者可透過時間功能列選擇調整預呈現之年期。各年期區域能耗與碳排總量關係介面如圖 3.4.5 所示。

全台灣		北區		中區		南區		東區	
能耗	碳排	能耗	碳排	能耗	碳排	能耗	碳排	能耗	碳排
16,012	42,696	5,427	14,481	4,332	11,551	5,066	13,518	1,187	3,148

圖 3.4.5 各年期區域別能耗與碳排總量關係圖

②主題 2：有/無實施案例之能耗(碳排)減量效果差異

a. 使用目的

為比較各年期有/無案例推動所產生能耗或碳排之差異變化，利用 map 於儀錶板上呈現有無推動之效果，以作為各地域別實施效果之差異參考。

b. 設計構想

利用 map 地圖進行空間呈現，首先，透過選擇欲查看之碳排或能耗選項，儀錶板則將利用 map 呈現各年期在未推動案例之基礎值，並進一步於下方篩選功能列選擇未來欲推動之案例，則可於儀錶板上呈現各區域推動案例後之能耗或碳排減量效果，使用者即可輕易比對上下呈現之地圖屬性，直接觀察各實施方案之差異變化，其顏色越深則代表減量效果越高。有/無實施案例能耗(碳排)減量效果差異介面如圖 3.4.6 所示。

③主題 3：比較不同案例間之能耗(碳排)減量效果

a. 使用目的

為比較不同案例實施於各年期之減量效果，以作為推動不同案例之成效參考。

b. 設計構想

利用折線圖簡易區分不同案例各年期推動之效果，使用者只要選擇欲查詢之指標，即可於儀錶板中呈現各案例與基礎方案之能耗或碳排之效果；另配合資料查詢，使用者亦可透過滑鼠移動游標圖表中，呈現其詳細數值內容。比較不同案例間之能耗(碳排)減量效果介面如圖 3.4.7 所示。

④主題 4：實施案例於不同地域別、運具別之能耗(碳排)減量效果

a. 使用目的

使用者透過選擇實施之推動案例與分析指標，於儀錶板中可呈現所選之推動案例，不同地域別與運具能耗或碳排效果，作為推動案例於不同地域與運具別之效果參考。

b. 設計構想

利用長條圖顯示不同區域與不同運具於各年期減碳或碳排之效果，首先，使用者選擇欲查看之案例與指標，則儀錶板將呈現各生活圈、不同運具之減量效果，由於生活圈與運具數量較多，受限於版面配置，使用者可透過右側下拉功能，查看其他生活圈與其他運具；另配合資料查詢，使用者亦可透過滑鼠移動游標圖表中，呈現其詳細數值內容。實施案例於不同地域別、運具別之能耗(碳排)減量效果介面如圖 3.4.8 所示。

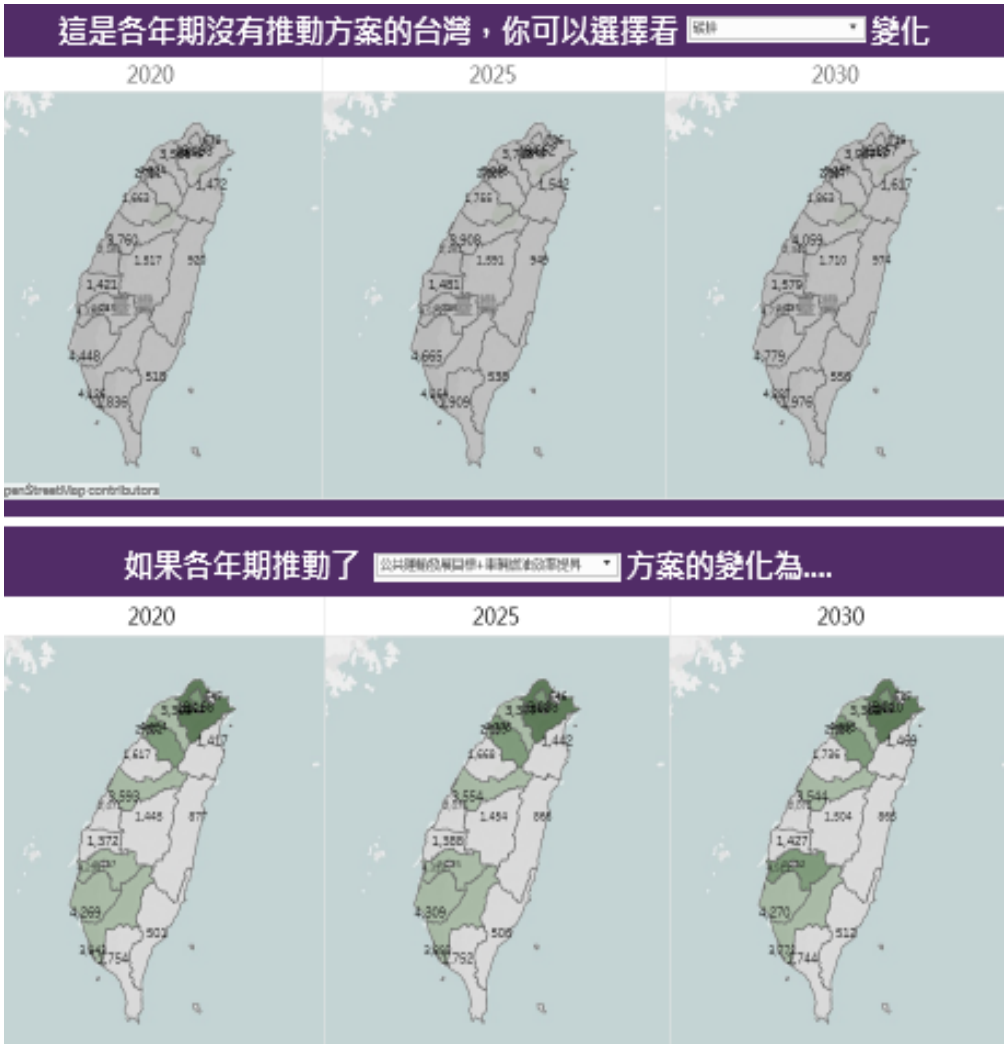


圖 3.4.6 有/無實施案例之能耗(碳排)減量效果 GIS 差異圖

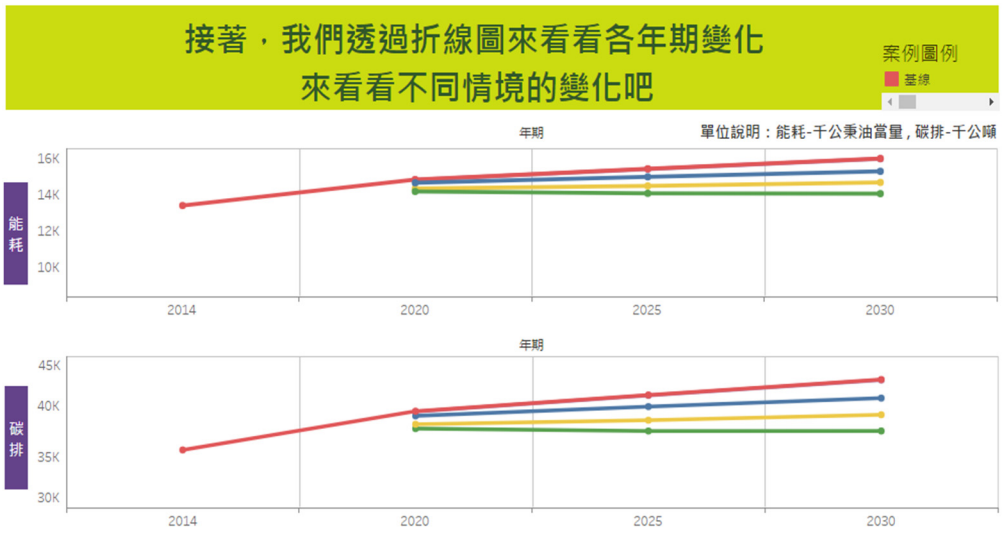


圖 3.4.7 比較不同案例間之能耗(碳排)減量效果圖

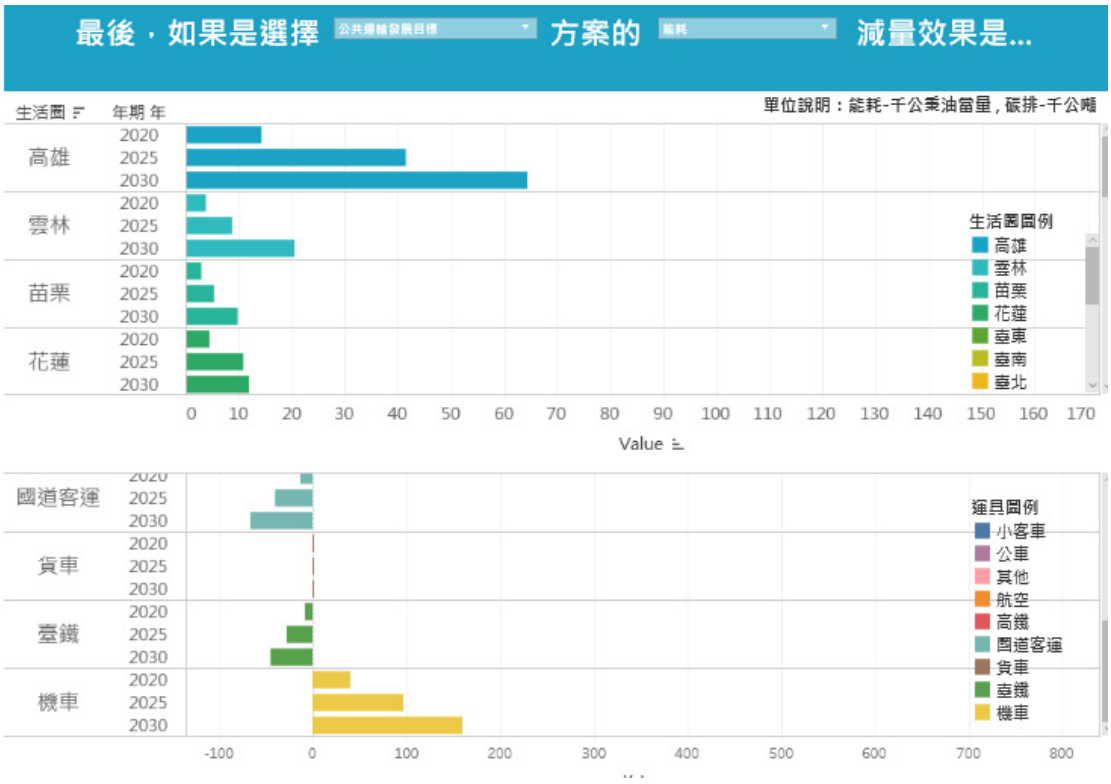


圖 3.4.8 實施案例於不同地域別、運具別之能耗(碳排)減量效果圖

3.4.2 整體視覺化分析展示規劃

考量未來 TDM-E 模型將逐步導入區域與都會模型，其路網、交通分區等都將更為細緻，故可增加之可視化內容將更為豐富；另外，有關節能減碳管考模組中之排放清冊數據資料，因資料逐年更新，為提供使用者有更佳之查詢與瀏覽方式，建議可配合歷年資料進行視覺化呈現，以下茲就未來整合模型及排放清冊推估資料，視覺化分析呈現之規劃進行說明。

1. TDM-E 模型

(1) 主題 1：不同時段、不同運具之能耗(碳排)量空間分布

①使用目的

透過選擇分析指標、運具與展示尺度，於儀錶板中可呈現所選指標在不同時段底下不同運具能耗或碳排量，作為都會區或區域能耗(碳排)空間分布之參考。

②設計構想

儀錶板中 map 地圖主要以尺度與條件進行資料呈現所選條件之能耗或碳排空間分布效果，使用者點選路段或分區之圖徵，則可呈現其詳細數值內容，或者透過年期拖拉調整呈現之年期，以比較不同年期各運具於空間之分布，不同時段、不同運具能耗(碳排)量空間分布介面構想示意圖如圖 3.4.9 所示。

(2) 主題 2：實施案例之能耗(碳排)量空間分布

①使用目的

透過選擇案例、分析指標與展示尺度，於儀錶板中可呈現所選案例在不同尺度底下能耗或碳排效果，作為不同案例於都會區或區域能耗(碳排)空間分布之參考。

②設計構想

儀錶板中 map 地圖主要以尺度條件所選定之路網或交通分區資料呈現能耗或碳排空間分布概況，使用者點選路段或分區之圖徵，則可呈現其詳細數值內容，或者透過年期拖拉調整呈現之年期，以比較不同時段各案例之空間之分布概況，實施案例能耗(碳排)量空間分布介面構想示意圖如圖 3.4.10 所示。

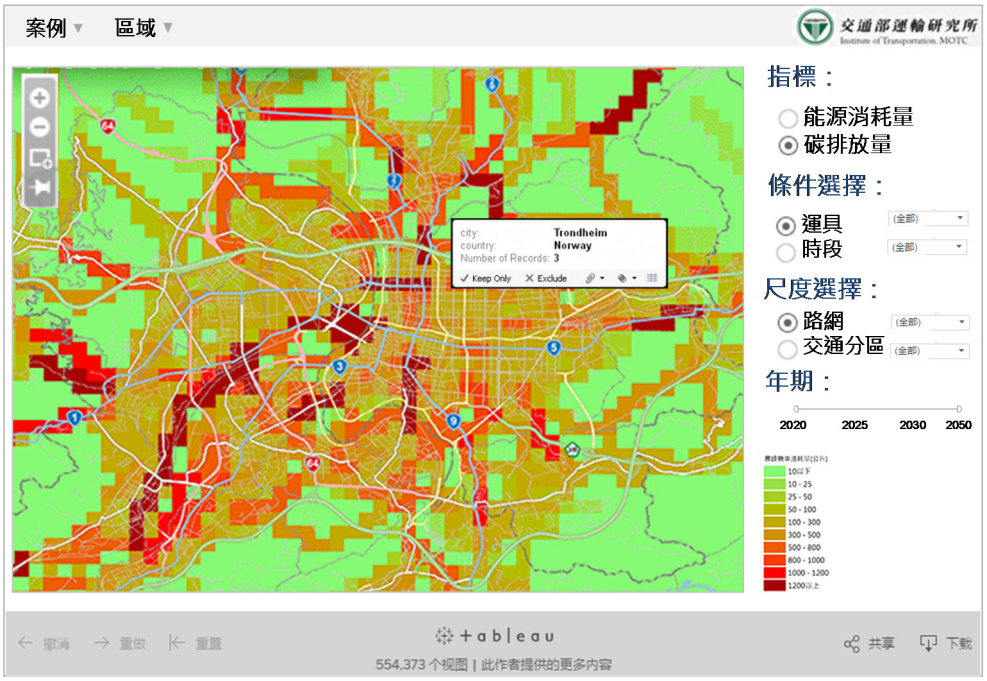


圖 3.4.9 不同時段、不同運具能耗(碳排)量空間分布展示構想圖

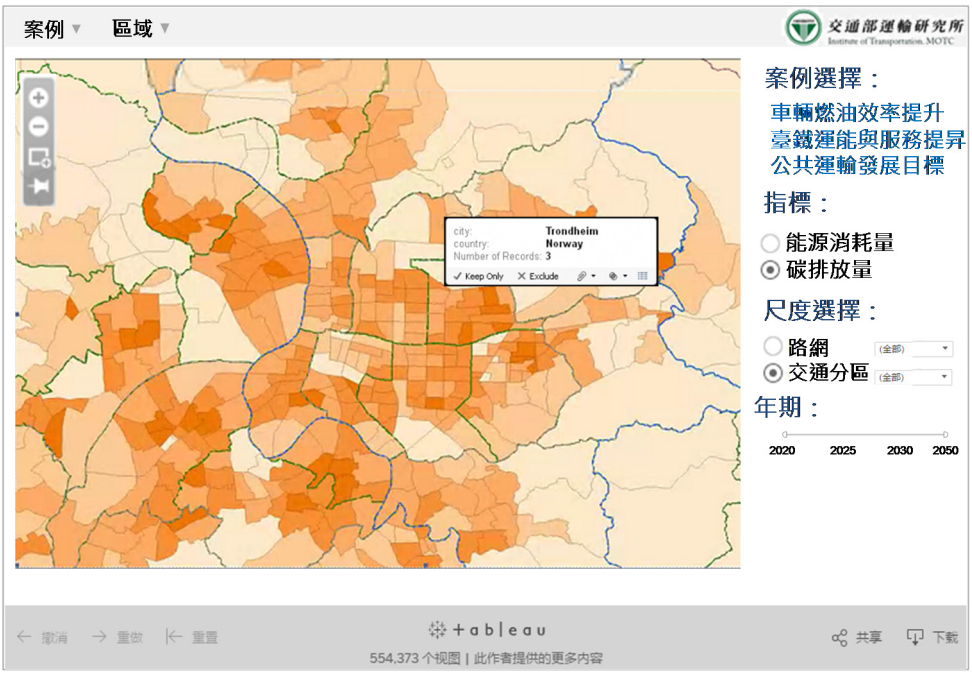


圖 3.4.10 實施案例能耗(碳排)量空間分布展示構想圖

2. 排放清冊視覺化構想

(1) 使用目的

考量排放清冊資料項目眾多，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，為利使用者解讀數據之差異與瞭解歷年趨勢，將透過視覺化於儀錶板中進行互動式呈現。

(2) 設計構想

利用百分比、趨勢線、表格等簡易圖表類型進行展示，使用者可先透過運輸部門碳排、能耗比例瞭解整體概況，並利用折線圖或泡泡圖等詳細呈現各運具歷年資料，為提供資料查詢，使用者亦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，介面構想圖如圖 3.4.11 所示。

圖 3.4.11 排放清冊資料視覺化展示構想圖

3.5 小結

TDM-E 模型修正是以 104 年計畫建構之模型為基礎，以 2014 年為分析基年，參考現有相關統計與排放清冊資料進行校正，並結合運輸部門基線推估模式的產出結果，修正各年期目標年能耗與碳排推估結果。此外，為配合本計畫案例分析需求，針對既有非城際模組部分進行強化，在都會區模型尚未導入之前，透過簡化方式概估相關政策在非城際旅次行為上的反應，以利分析各項運輸政策之總節能減碳效果。

綜整本計畫回顧國內外相關文獻以及模型建構後之應用與分析經驗，提出後續 TDM-E 模型精進的構想，作為後續計畫持續推動的參考。

1. 檢視影響能耗碳排總量的 4 大關鍵因素包含活動量、活動結構、活動強度以及燃料，針對此 4 大關鍵因素，彙整既有 TDM-E 模型具備功能以及未來精進方向如表 3.5.1，由表可知後續 TDM-E 除都會區模型的導入外，亦應思考強化貨運分析、公共運輸延車公里推估以及替代能源運具推估等功能，進一步完善模型的反應能力。

表 3.5.1 TDM-E 未來精進方向彙整表

能耗碳排影響元素	運輸部門對應元素	現有 TDM-E 功能	未來精進方向
活動量 (Activity)	運輸需求量	TDM-E 具總延人公里預測能力，惟都會區內旅次較粗略	都會區能耗量大，應整合都會區模型
活動結構 (Structure)	家戶車輛持有與使用	TDM-E 已納入車輛持有作為解釋變數	持續蒐集與車輛使用行為相關文獻，嘗試納入模型
	各運具使用占比	TDM-E 具各運具延人公里分布預測能力，惟都會區內旅次較粗略	整合都會區模型
活動強度 (Intensity)	車輛與營運或運轉環境特性	已建立小汽車、機車、大客車在各級道路上能耗模型	持續納入大貨車與小貨車之能耗模型
	乘載率	已建立小客車，機車承載率預測模型 公共運輸承載率模型尚未完備	建立公共運輸延人公里推估延車公里模型
燃料(Fuel)	燃料組成與含碳量	現行油品與含碳量	考量新能耗標準與替代能源車輛市場滲透率

資料來源：本計畫彙整。

2. 參酌 104 年度開發與本計畫模型實際應用於案例分析的作業經驗，後續在都會區模型的導入作業，應思考的方向包含：

(1) 城際模型與既有都會區模型在交通分區、路網尺度、模型分析架構與方法，以及分析日型、時段等均有所不同，若要統一彙整至同一分析模型中，如何訂定統一的資料交換標準為發展重點。

(2) 利用既有 TDM-E 模型進行個別案例分析時，至少已需 2~3 小時的運算與作業時間，後續若進一步導入都會區模型時，應思考分析工具效率的提高，以利進一步的案例測試與分析。

(3) TDM-E 模型主要係以全國整體性的策略分析為重點，未來都會區模型導入後，應強化其對政策在整體運輸系統上各項分析指標趨勢變化的反應能力，而非追求個別單一計畫分析功能的強化。

(4) TDM-E 的開發重點在於其對政策的分析能力，未來都會區模型導入時，應回歸能耗碳排推估功能的需求，適度思考於特定分析階段，透過具代表性的分析指標(如旅次起迄資料、延人、延車公里等)進行資料交換，將都會區模型個別運輸分析的功能保留在原模型中。

3. 綜上所述，本計畫針對後續年期導入都會區模型至 TDM-E 模型之構想彙整說明如下，策略分析架構如圖 3.5.1。

(1) 都會區模型的導入不應偏重於完整移植各步驟分析功能，而是以具代表性的分析指標彙整為主，策略對於運輸旅運行為的反應能力回歸於個別模型中(城際、都會區模型)進行分析，透過分析指標彙整，與排放清冊及目標年的能耗碳排基線進行比對調整。

(2) 因應個別策略的分析需求，於導入 TDM-E 中之城際與各都會區模型中，均需加入策略分析模組，將對應的分析變數修正至原城際、都會模型中進行分析。

(3) 以本計畫建構完成之 TDM-E 模型為基礎，建立統一尺度的交通分區與路網層級供未來城際與都會區彙整資料使用，以利彙整不同尺度的模型時，對應的指標(延人、延車公里)確可有其實質代表意義。

(4) TDM-E 模型已納入本所最新之車種別能耗、碳排係數相關研究，未來導入都會區模型後，建議保留目前能耗、碳排推估模組分析功能。在分析上則將個別城際、都會區模型輸出之分析指標彙整後，利用前述統一的交通分區、路網層級推估系統總延人、延車公里，再利用 TDM-E 之能耗碳排推估模組，進行分析案例的能耗碳排推估。

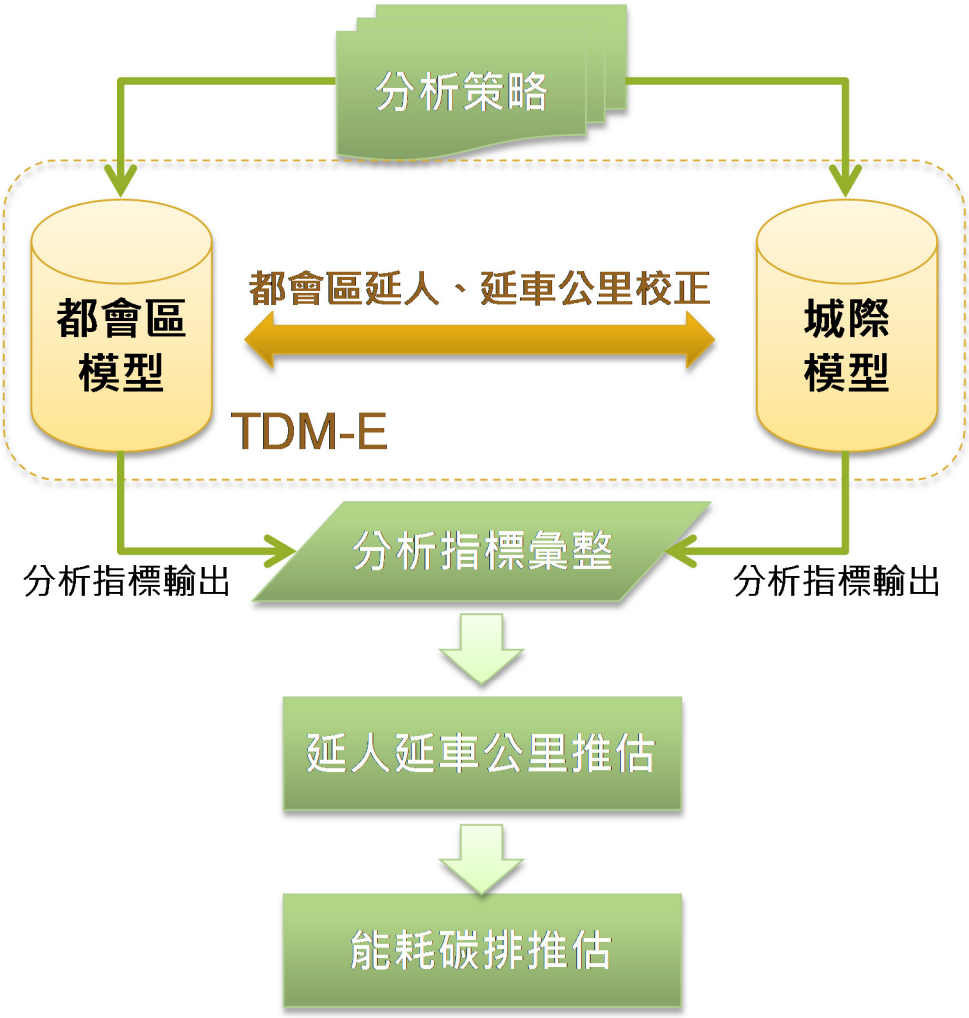


圖 3.5.1 導入都會區模型後 TDM-E 策略分析作業流程

第四章 城際運輸節能減碳案例評估分析

藉由本計畫建立之運輸部門節能減碳策略評估工具進行案例評估與分析，依據前 3.1 節篩選之案例，針對國內 2 項已推動城際運輸實際案例進行運輸需求之驗證，及節能減碳效益評估；並評估 3 項未來可推動運輸節能減碳策略與措施之節能減碳效益。

已推動案例以 2014 年為分析年期，探討基年與案例情境之節能減碳效益；未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估則以 2020 年、2025 年、2030 年為分析年期，探討未來年自然發展情境及推動運輸節能減碳策略下之節能減碳效益。

4.1 已推動城際運輸策略實例驗證分析

近年來隨節能減碳議題逐漸發酵，運輸部門在節能減碳策略上秉持先給後要的原則，先提升公共運輸的運能與效率，再進行私人運具的管理與抑制，同時結合推力與拉力逐步落實推動。

針對過去已推動之城際運輸計畫與策略，篩選運輸部門節能減碳策略進行效益評估。考量模型可操作性，以「98-103 年公共運輸發展」及「通行費率改變影響」進行節能減碳效益評估與驗證。

4.1.1 基年能耗與碳排推估

基年情境設定為同 103 年之實際情形，對應個別分析案例情境分別代表已推行之公共運輸發展及國道通行費率採計程收費，社經參數設定如表 4.1.1。模型分析之運量、能耗及碳排如表 4.1.2 所示。分析結果說明如下：

1. 運量：年總運量 13,980 百萬人旅次(參見表 4.1.2)

   (1) 城際：主要運具為小客車，旅次占比約 72%。

   (2) 非城際：主要運具為機車，旅次占比約 60%，私人運具占比約 9 成(其中包含非城際小客車 31%及非城際機車 60%)。

2. 延人、延車公里

(1) 城際：以小客車總延車公里最高，臺鐵與高鐵次之，就平均旅次長度來看則以航空最長，其次為高鐵。

(2) 非城際：以機車總延車公里最高、小客車次之，平均旅次長度則以臺鐵最長。

3. 能耗：客運年總能耗 8,906 千公秉油當量(參見表 4.1.2)

(1) 私人運具：受運具市占率、能源密集度之影響，私人運具年總能源消耗達 8,183 千公秉油當量，占總能耗約 92%。

(2) 公共運輸：公共運輸能源密集度航空最差，其次為公路公共運輸，軌道運輸能源密集度最佳。然受運具市占率差異影響，公路公共運輸總能耗最多(其中國道客運及公車能耗分別為 213 千公秉油當量及 267 千公秉油當量)，占公共運輸能耗約 66%(公共運輸總能耗 723 千公秉油當量)。

4. 碳排：客運年總碳排約 23,357 千公噸(參見表 4.1.2)

(1) 私人運具：各運具碳排分配結果與能耗分配結果相似。私人運具年總碳排約 21,406 千公噸。

(2) 公共運輸：公共運輸總碳排約 1,951 千公噸；受公路公共運輸碳排係數較差影響，公路公共運輸碳排占比提升至 69%。

表 4.1.1 社經參數設定

項目	基年(2014 年)
總人口數(百萬人)	23.2
二級及業人口(百萬人)	3.5
三級及業人口(百萬人)	5.7
家戶所得(萬元/月)	16.7
千人車輛持有(輛/千人)	291
油價(元/公升)	30.6

資料來源：本計畫整理。

4.1.2 98-103 年公共運輸發展

1. 案例說明

交通部自民國 98 年起將陸續辦理「公路公共運輸發展計畫(99-101 年度)」及「公路公共運輸提昇計畫(102-105 年度)」。公共運輸發展暨提昇計畫的目的為改善民眾搭乘公路公共運具之服務水準及便利性，其效果有助於提升公路公共運具運量，並增加城際、非城際公共運輸系統接駁轉乘之便利性，提昇民眾使用公共運具之意願，帶動公共運具使用率提升。

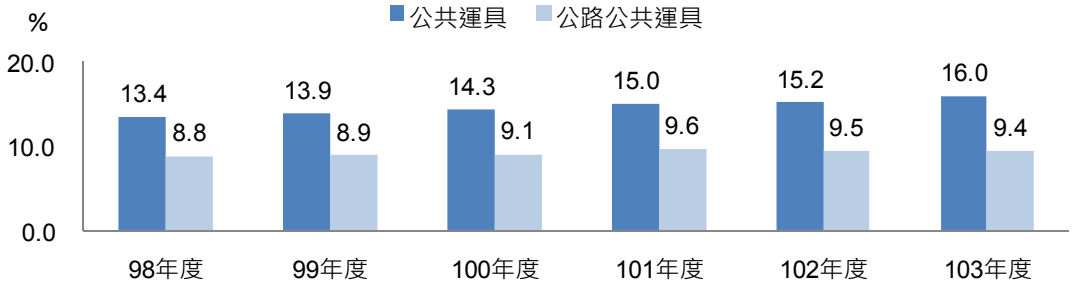
公共運輸範疇包含航空、渡輪、軌道公共運輸、公路公共運輸等；其中，公路公共運輸包含國道客運、公路客運、市區公車、免費接駁公車及交通車、計程車等副大眾運輸。本計畫分析之公路公共運輸範疇不包含交通車、計程車等副大眾運輸。

表 4.1.2 基年模型分析彙整

項目	城際					非城際				私人運具	公共運輸	總計
	小客車	國道客運	臺鐵	航空	高鐵	小客車	機車	臺鐵	公車			
旅次數(百萬/年)	674	89	123	0.5	48	4,094	7,776	109	1,067	12,746	1,233	13,980
延人公里(百萬/年)	-	7,915	9,493	137	9,235	-	-	1,544	9,324	-	37,648	-
延車公里(百萬/年)	31,141	-	-	-	-	28,767	38,689	-	-	98,597	-	-
能耗(千公秉油當量/年)	2,088	213	112	9	103	4,609	1,486	18	267	8,183	723	8,906
碳排(千公噸/年)	5,465	593	304	23	236	12,062	3,880	48	746	21,406	1,951	23,357
城際/非城際運具比	72%	9%	13%	0%	5%	31%	60%	1%	8%	-	-	-
能耗總量占比	23.4%	2.4%	1.3%	0.1%	1.2%	51.8%	16.7%	0.2%	3.0%	91.9%	8.1%	100%
碳排總量占比	23.4%	2.5%	1.3%	0.1%	1.0%	51.6%	16.6%	0.2%	3.2%	91.6%	8.4%	100%

註：非城際捷運旅次、能耗及碳排結果整併於非城際臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

根據交通部統計處最新發布之公路及軌道公共運輸載客量資料，民國103年公共運輸總運量達22.61億人次，自99年計畫執行以來，公路公共運輸使用率成長0.6%，公共運輸使用率成長2.6%。98~103年度公共運輸使用率變化如圖4.1.1所示。



資料來源：「民眾日常使用運具狀況調查」，交通部統計處，2015年。本計畫繪製。

圖4.1.1 98-103年公共運輸使用率變化

2. 模型調整

由於公共運輸發展暨提昇計畫項下有多項改善措施包括車輛汰舊換新、票價補貼、候車設施改善、「動態管理系統」建置、服務評鑑等政策，TDM運輸需求模式無法對各別措施進行評估，僅能透過透過98年及103年之實際運具分配狀況反應前述措施一併執行對運輸行為之影響，以及確認公共運輸改善下之路網分配行為，從而掌握98-103年運輸市場能耗與碳排之變化情形。

案例分析分別以98年及103年各運具市場占有率分別代表發展公共運輸前及發展公共運輸後的整體運輸市場狀況，並以103年之社經發展(包含人口數、油價、路網等)作為案例背景。

為能反應發展公共運輸前後之運輸市場差異，先透過98年及103年之模型調整以目標值設定之方式，將模型調整至與實際運具分配狀態一致。再以98年之模型參數值作為發展公共運輸前情境之分析設定。

案例以運輸市場運具分配情形作為調整之目標值，城際運具比係直接引用本所定期維運之運輸部門中長程計畫審議決策支援系統之運量資料(參見表4.1.3)，非城際運具則以民眾日常使用運具調查數據進行調整，「有方案」調整依據主要參照103年(當年度已推動公共運輸相關計畫)之運具比；另外「無方案」調整依據則參照98年(當年度尚未推動公共運輸相關計畫)之運具占比，調整結果如表4.1.4所示。

表 4.1.3 98 年及 103 年城際運具比

項目		實際值			
		平日		假日	
		98 年	103 年	98 年	103 年
萬旅次	小客車	140.0	142.7	259.9	274.7
	國道客運	14.1	17.2	24.9	27.3
	臺鐵	21.7	28.9	33.8	43.9
	航空	0.1	0.1	0.1	0.2
	高鐵	7.8	10.6	9.8	15.3
佔比	小客車	76%	72%	79%	76%
	國道客運	8%	9%	8%	8%
	臺鐵	12%	14%	10%	12%
	航空	0%	0%	0%	0%
	高鐵	4%	5%	3%	4%

資料來源：1.運輸部門中長程計畫審議決策支援系統；2.本計畫整理。

表 4.1.4 非城際運具比調整

103 年民眾日常運具使用調查	原調查運具分類	臺鐵	自用小客車	機車	市區公車	免費接駁公車	交通車	公路客運
	103 年運具比	1.4%	24.8%	46.5%	6.0%	0.2%	1.3%	0.7%
	98 年運具比	1.0%	23.3%	49.1%	5.3%	0.1%	1.5%	1.1%
	依模型調整運具分類	臺鐵	小客車	機車	公車			
	103 年運具比	1.4%	24.8%	46.5%	8.2%			
	98 年運具比	1.0%	23.3%	49.1%	8.0%			
TDM-E 模型調整	有方案情境運具比例	1.2%	25.0%	46.5%	8.2%			
	無方案情境運具比例	1.0%	23.7%	49.1%	8.0%			

資料來源：1. 98 年、103 年「民眾日常使用運具狀況調查」；2.本計畫整理。

3. 驗證分析

為確認模型真實反映無公共運輸方案情境及有公共運輸方案情境之運輸行為，以 98 年及 103 年公共運輸系統之延人公里進行驗證，與實際情況比較，推估誤差最大為 6%，模型調整結果可適度反應其運具使用偏好對應之使用行為，如表 4.1.5。

表 4.1.5 公共運輸案例延人公里驗證

項目		延人公里(百萬延人公里/年)			
		臺鐵	高鐵	國道客運	總值
實際值	98 年	8,387	6,864	7,483	22,734
	103 年	11,037	9,235	7,915	28,187
	成長比例	32%	35%	6%	24%
TDME 推估	98 年	8,668	6,478	7,315	22,461
	103 年	11,037	9,235	7,915	28,187
	成長比例	27%	43%	8%	25%
推估誤差	98 年	3%	-6%	-2%	-1%
	103 年	0%	0%	0%	0%

註：推估誤差以【(推估值-實際值)/實際值】計算、成長比例為(103 年-98 年)/98 年。
資料來源：交通部統計查詢網，本計畫整理。

4. 節能減碳效益分析

考量整體運輸市場呈成長趨勢，以實際情況或模型推估 98 年及 103 年能耗碳排情形皆未見節能減碳效益，爰以情境設定進行案例分析。發展公共運輸後情境表示公共運輸市占率達民國 103 年實際情況；發展公共運輸前情境假設 98 年後政府未推動公共運輸發展，103 年運輸市場運具分配比例未有明顯改變。兩情境方案具相同旅運需求量。

發展公共運輸後情境分析之運量及能耗、碳排彙整如表 4.1.9 所示，分析結果歸納如下：

(1) 運量變化情形

運具移轉情形由機車移轉至小客車及公共運輸，公共運輸中以公車及國道客運市占率增加最多；與政府近年推動公共運輸主要著力於公路公共運輸的政策方向一致。運具間移轉效果如下表 4.1.6。

表 4.1.6 公共運輸案例運具移轉效果

單位；百萬人旅次/年

項目	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車
發展前情境	4,554	8,192	0.4	36	177	1,019
發展後情境	4,768	7,776	0.5	48	232	1,156
運具移轉比	1.5%	-3.0%	0.0%	0.1%	0.4%	1.0%

資料來源：本計畫整理。

①公共運輸

發展公共運輸後情境公共運輸運量皆較發展公共運輸前情境高。城際運具部分高鐵運量成長幅度最大,較無方案情境成長24%，非城際運具則以臺鐵有顯著差異，較無方案情境成長 32%。(參見表 4.1.9)

a. 高鐵：為城際主要運具之一，在案例分析期間運量有最顯著之成長效果，發展公共運輸後較發展公共運輸前成長 24%。

(a)臺灣高鐵與 2007 年正式通車，案例分析期間適逢高鐵運量成長期，因此運量大幅上升。

(b)公共運輸發展暨提昇計畫有效提升各區域內的公共運輸便利性、可靠性、及服務品質，使轉乘意願提高，進而增加民眾選擇高鐵作為長途運具之意願。

b. 臺鐵：案例分析結果發現非城際臺鐵較城際臺鐵運量成長效果較大;城際臺鐵發展公共運輸後較發展公共運輸前成長 17%，非城際臺鐵發展公共運輸後較發展公共運輸前成長 32%。

(a)臺鐵近年來推動捷運化計畫,目前新闢路線包含沙崙支線、六家支線等，並且增設多個通勤車站、增加發車班次、縮短班距，並與高鐵、公車發展接駁路線，有效提升臺鐵運量。

(b)除推動捷運化外，由於高鐵開始營運，臺鐵配合高鐵接駁轉乘，調整班次及路線，亦使運輸系統發揮綜效，使運量、運具比成長。

c. 國道客運及公車：國道客運及公車在發展公共運輸後有運量成長效果，共增加 136 百萬人旅次(發展前後約 1,019 與 1,156 百萬人旅次)，為公共運具中運量成長最多之運具。公共運輸發展暨提昇計畫以公車硬體設備作為改善之主要項目，雖無法直接造成運量大幅提升,但仍有效提升公路公共運輸市占率。

②私人運具

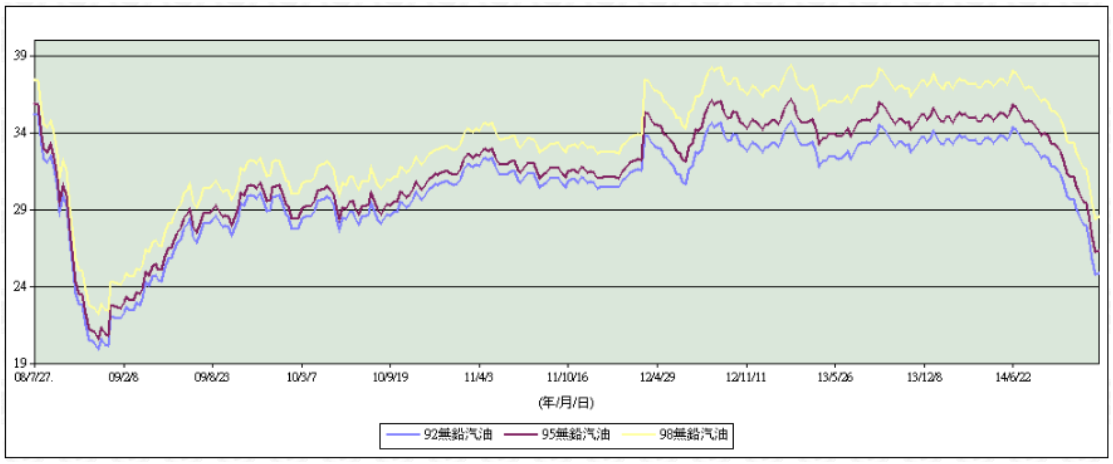
在此案例中，機車的移轉至其他運具之效果最佳，發展公共運輸後情境較發展公共運輸前情境約減少 5%的人旅次運量；城際小客車亦較無分析方案情境減少 5%的人旅次運量。(參見表 4.1.9)

a. 小客車：非城際小客車運量較無方案情境約增加 6%，城際小客車運量較無方案情境減少 5%。

(a)97 年下半年開始油價出現大幅度的下降，98 年開始小客車的購車數也明顯成長，導致總小客車旅次量增加。

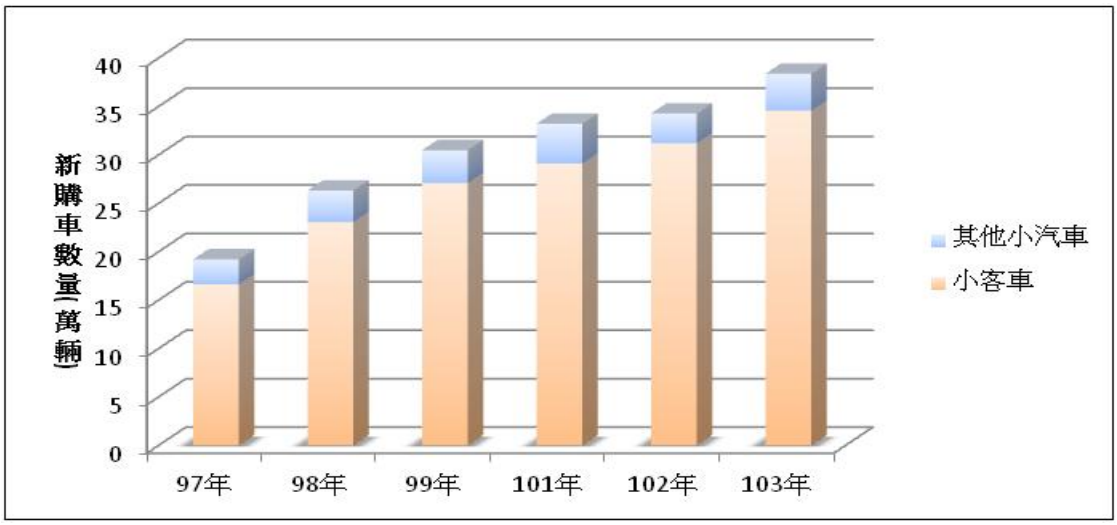
(b)101 年油價回到 97 年下半年油價水準，導致小客車燃油成本增加。且由於城際旅次較非城際旅次對價格之敏感度較高，因此，城際小客車旅次量減少。

97 年度下半年至 103 年油價如圖 4.1.2 所示；97~103 年度新購車數量如圖 4.1.3 所示。



資料來源：經濟部能源局，油價資訊管理與分析系統。

圖 4.1.2 油價比較趨勢圖



資料來源：交通部統計查詢網，本計畫整理。

圖 4.1.3 小客車新車數

(2) 能耗與碳排減量效果

①分運具系統節能減碳效果

由私人運具旅次移轉至公共運輸系統對整體能耗及碳排有顯著影響效果；發展前及發展後情境總旅次不變，私人運具旅次在發展後情境減少 1.6%，能耗及碳排即有改善效果，而公共運輸運量增加未對整體能耗及碳排產生增量效果。表 4.1.7 為私人運具及公共運輸系統旅次變化對此案例的節能減碳效果，各運具節能減碳效果如圖 4.1.4 及圖 4.1.5。

a. 公共運輸

由於整體公共運輸運量皆有成長之情形，公共運輸能耗亦呈現增量的情況，總能耗約增加 99 千公秉油當量，碳排約增加 262 千公噸。發展前後情境公共運輸總能耗分別佔整體能耗之 7%、8%。(參見表 4.1.7)

b. 私人運具

私人運具部分則因運量減少，能耗有減量之效果，總能耗約減少 235 千公秉油當量，碳排約減少 637 千公噸。發展前後情境私人運具總能耗分別佔整體能耗之 93、92%。(參見表 4.1.7)

表 4.1.7 公共運輸案例節能減碳效果(以運具系統分)

項目	旅次			能耗			碳排		
運具分類	私人運具	公共運輸	總計	私人運具	公共運輸	總計	私人運具	公共運輸	總計
發展前情境 (a)	12,746 (91%)	1,233 (9%)	13,980	8,418 (93%)	624 (7%)	9,042	22,043 (93%)	1,689 (7%)	23,732
發展後情境 (b)	12,543 (90%)	1,436 (10%)	13,980	8,183 (92%)	723 (8%)	8,906	21,406 (92%)	1,951 (8%)	23,357
發展後差異 (b-a)	-203	203	-	-235	99	-136	-637	262	-375
發展後效果 (b-a)/b	1.6%	-14.1%	-	2.9%	-13.7%	1.5%	3.0%	-13.4%	1.6%

旅次單位：百萬人旅次/年、能耗單位；千公秉油當量/年、碳排單位：千公噸/年
資料來源：本計畫整理。

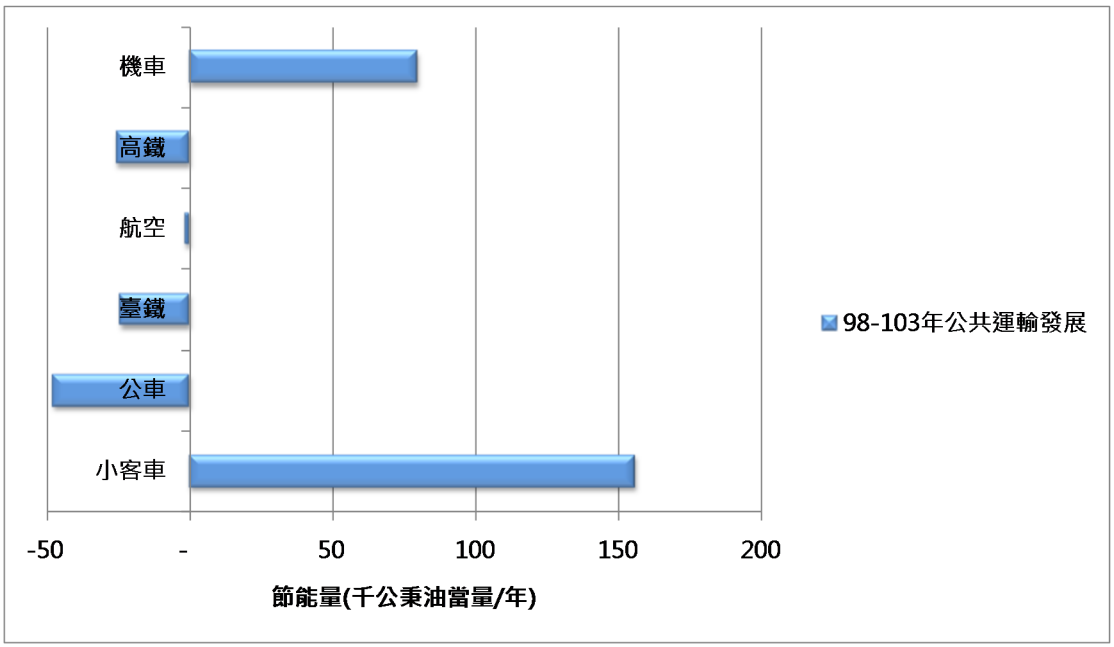


圖 4.1.4 98-103 年公共運輸發展運具別節能效果

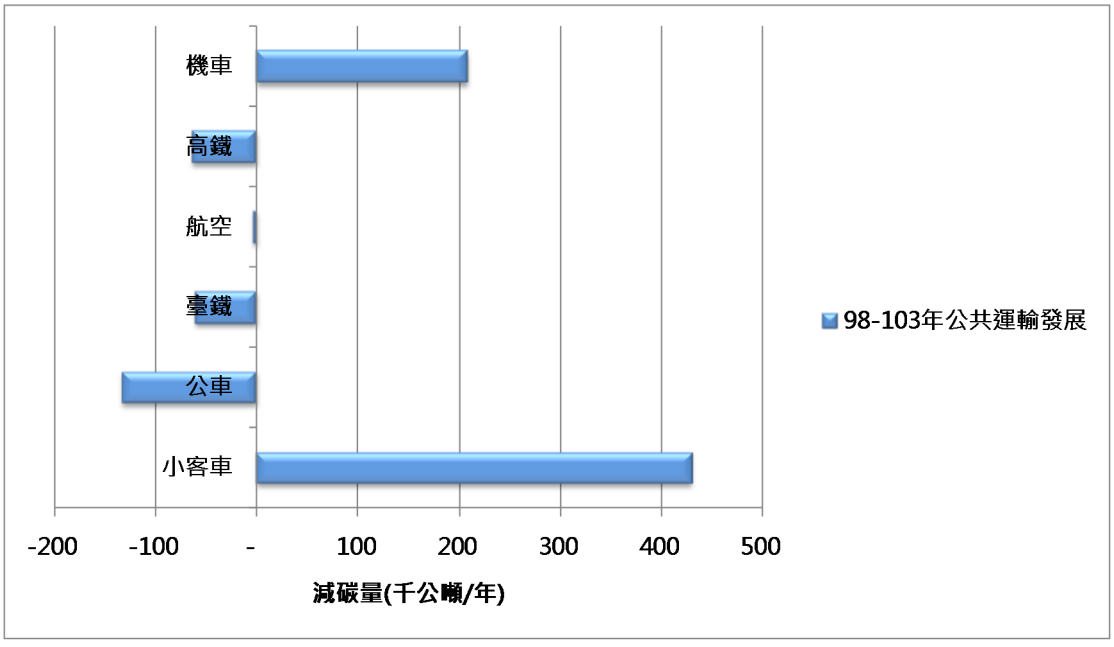


圖 4.1.5 98-103 年公共運輸發展運具別減碳效果

②分城際及非城際節能減碳效果(參見表 4.1.9)

整體而言，城際部分能耗減量達 376 千公秉油當量，碳排減量達 1,005 千公噸(發展前、發展後能耗及碳排分別為 2,526、2,902 千公秉油當量及 6,622、7,627 千公噸)，城際能耗、碳排佔總能耗、碳排比例約三成；非城際部分受小客車旅次量增加之影響，能耗增量約 240 千公秉油當量，碳排增量達 630 千公噸，非城際能耗、碳

排佔總能耗、碳排比例約七成。就總能耗來看，減量約 136 千公秉油當量，總碳排則約減量 375 千公噸，減量效果約為 1.6%。

(3) 案例分析結果探討

①在公共運輸發展政策下,民眾的運具選擇行為與 98 年以前不同，顯見近年公共運輸推動政策具有效益。

②98 至 103 年由於油價、經濟發展等外在環境影響效果，小客車使用增加，但情境分析仍具節能減碳效益，更顯現公共運輸發展政策之必要性。

③發展公共運輸推動政策除新增公共運輸服務供給外，亦須著重於提升公共運輸競爭力之策略，避免運輸市場一味膨脹造成的能耗碳排增加，節能減碳效亦應透過私人運具市占率減少實現。

4.1.3 通行費率改變影響

1. 案例說明

國道於 103 年以前採人工或電子計次收費，費率為小型車 40 元、大貨車及大客車 50 元、聯結車 65 元,然此收費方式受限於收費站設置位置，造成收費不公。

為落實公平收費制度及透過電子收費作為道路定價交通管理工具，高公局遂於 102 年 12 月 30 日正式實施計程收費，以車輛累計每日總行駛國道里程計費，採 3 段式收費制度，現有費率如表 4.1.8 所示。

本案例以通行費率改變帶來的節能減碳效果為分析對象，探討現行高速公路通行費率對整體運輸部門能耗及碳排的影響效果。

表 4.1.8 高速公路費率

費率型式	費率金額(元/公里)		
	小型車	大型車	聯結車
行駛里程≦20 公里	0	0	0
20 公里<行駛里程≦200 公里	1.20	1.50	1.80
行駛里程>200 公里	0.90	1.12	1.35

資料來源：高公局。

表 4.1.9 公共運輸案例節能減碳效益分析結果

項目		城際						非城際					總量	節能減碳效果
		小客車	國道客運	臺鐵	航空	高鐵	小計	小客車	機車	臺鐵	公車	小計		
旅次數(百萬/年)	發展前情境	712	83	103	0.4	36	934	3,842	8,192	74	936	13,045	13,980	-
	發展後情境	674	89	123	0.5	48	934	4,094	7,776	109	1,067	13,045	13,980	-
	發展後效果	-5.6%	6.0%	17.0%	16.8%	23.6%	-	6.1%	-5.4%	31.5%	12.3%	-	-	-
延人公里(百萬/年)	發展前情境	-	7,361	7,820	114	6,949	-	-	-	1,167	8,178	-	-	-
	發展後情境	-	7,915	9,493	137	9,235	-	-	-	1,544	9,324	-	-	-
延車公里(百萬/年)	發展前情境	34,822	-	-	-	-	-	27,003	40,762	-	-	-	-	-
	發展後情境	31,141	-	-	-	-	-	28,767	38,689	-	-	-	-	-
能耗(千公秉油當量/年)	發展前情境	2,527	198	93	8	78	2,902	4,327	1,565	14	234	6,140	9,042	136 (1.5%)
	發展後情境	2,088	213	112	9	103	2,526	4,609	1,486	18	267	6,380	8,906	
碳排(千公噸/年)	發展前情境	6,633	552	251	19	172	7,627	11,322	4,087	41	654	16,015	23,732	375 (1.6%)
	發展後情境	5,465	593	304	23	236	6,622	12,062	3,880	48	746	16,735	23,357	

註：非城際捷運旅次、能耗及碳排結果整併於非城際臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

2. 情境設定

TDME 模型中依據現行 3 段式里程計費收費結構提供開放式介面，可針對高收公路計程或計次收費結構作調整及設定，本計畫利用此介面進行 103 年高速公路計程、計次收費分析，模式設定介面如圖 4.1.6。

另由於運輸需求成長可能導致政策分析比較不易進行，遂透過情境假設分析同一年期(103 年)高速公路收費分別採原計次費率及現況計程費率之節能減效益。情境假設條件如下：

(1) 社經背景、油價等背景條件相同

(2) 總旅次量於兩情境假設下相同

(3) 高速公路費率不同

①原計次費率：公路路網收費站位置設判斷指標，計算旅行成本

②現況計程費率：透過現況計程收費公式計算里程費率

資料來源：TDM-E 模型。

圖 4.1.6 高速公路費率設定介面

3. 分析結果驗證

(1) 全臺旅次平假日分析結果

平假日運具間旅次移轉效果如表 4.1.10 所示，旅次量由公共運輸移轉至私人運具，但移轉效果不明顯；假日小客車旅次量約僅增加 2 萬人

次，平日小客車旅次量則僅有 1 萬旅次移轉，平假日分別為移轉效果僅占總旅次量的 0.02%、0.04%。

高公局推行計程收費時費率訂定主要考量國道基金總收入不變，及用路人影響最小兩原則。分析結果顯示，用路人在現況計程費率情境及原計次費率情境下，運輸行為無明顯變化。

表 4.1.10 通行費率改變影響案例平假日運量移轉效果

日期	項目	情境	小客車	公車	臺鐵	航空	高鐵	機車	合計
平日	原計次費率	人旅次(萬/日)	1,251	337	56	0	11	2,132	3,786
		占比(a)	33%	9%	1%	0%	0%	56%	100%
	現況計程費率	人旅次(萬/日)	1,252	337	56	0	11	2,132	3,786
		占比(b)	33%	9%	1%	0%	0%	56%	100%
	占比差異(b-a)%		0.02	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.00	
假日	原計次費率	人旅次(萬/日)	1,371	342	74	0	16	2,129	3,932
		占比(c)	35%	9%	2%	0%	0%	54%	100%
	現況計程費率	人旅次(萬/日)	1,373	342	73	0	15	2,129	3,932
		占比(d)	35%	9%	2%	0%	0%	54%	100%
	占比差異(d-c)%		0.04	-0.02	-0.02	0.00	-0.01	0.00	

資料來源：本計畫整理。

(2) 高速公路小客車平假日交通量分析結果

與原計次費率相較，現況計程費率除採里程計費外，在 103 年正式實行計程收費為使政策順利推動，提出兩項政策誘因：歸戶後 20 公里以下免收通行費及行駛里程 200 公里以上費率有優惠里程費率。此兩項政策誘因造成小客車使用者行經國道之旅行成本下降，行駛國道之小客車旅次增加。

然就整體公路路網小客車路徑移轉效果而言，一般道路及高速公路小客車旅次移轉效果仍不明顯，平假日分別約只有 1.2%及 0.3%的移轉效果。此外，由於 20 公里優惠里程優惠影響，小客車平均行駛里程有些微下降效果。原計次費率情境及現況計程費率情境下，高速公路小客車交通量分析結果如下表 4.1.11。

表 4.1.11 通行費率改變影響案例平假日運量移轉效果

項目	情境	平日高速公路 小客車	假日高速公路 小客車
車旅次 (萬/日)	原計次費率	208	225
	現況計程費率	210	226
	情境變化率	1.2%	0.3%
延車公里 (萬/日)	原計次費率	5,346	7,546
	現況計程費率	5,401	7,555
	情境變化率	1.0%	0.1%
平均行駛里程 (公里/車)	原計次費率	25.7	33.5
	現況計程費率	25.7	33.4

資料來源：本計畫整理。

(3) 高速公路現況平假日交通量(參見表 4.1.12)

①國道現況平假日總旅次量約 298 萬及 312 萬，總延車公里約 71 百萬及 96 百萬車公里；其中，小客車平假日佔國道總車輛數約 72%、78%。

②與實際現況比較，現況計程費率情境車旅次有略為低估的情形，延車公里則略有高估。然誤差比率平假日皆在 7%以下，車旅次及延車公里年總量誤差則分別為 5%及 3%，模型推估結果誤差比率在可接受範圍內。

③實際現況及現況計程費率情境下，高速公路小客車交通量差異比較如下表 4.1.12。

表 4.1.12 通行費率改變影響案例平假日運量移轉效果

項目	情境	平日國道 總量	假日國 道總量	平日國道 小客車	假日國道 小客車	年國道小 客車
車旅次 (萬)	實際現況 (佔總量比)	298 (100%)	312 (100%	215 (72%)	243 (78%)	83,066
	現況計程費 率情境	-	-	210	226	79,290
	誤差比率	-	-	-2%	-7%	5%
延車 公里 (萬)	實際現況	7,100	9,600	5,112	7,488	2,257,920
	現況計程費 率情境	-	-	5,401	7,555	2,326,775
	誤差比率	-	-	6%	1%	-3%

資料來源：本計畫整理。

4. 節能減碳效益分析

針對通行費率改變來的全臺旅次行為影響，進行節能減碳效益分析。彙整有、無分析案例情境之運量及能耗、碳排如表 4.1.18 所示，歸納分析結果如下：

(1) 運量變化情形

原計次費率情境下，約有 6 成國道用路人免負擔通行費；現況計程費率情境下，則約有 4 成國道用路人受免費里程優惠影響，免負擔通行費。在里程計費情況下有達改善整體國道用路人通行費公平付費之政策目標，而現況計程費率下之通行費也較原計次費率通行費下降，如表 4.1.13。

受小客車通行費下降之影響，運量移轉由公共運輸移轉至小客車。小客車年總次量約增加 5 百萬人旅次，主要影響效果發生在城際運輸行為，其中城際小客車旅次量約增加 4 百萬人旅次；公共運輸部分則以臺鐵移轉效果最大，約減少 2 百萬人旅次。整體而言，總旅次移轉效果不明顯，約僅有 0.03%的差異變化。各運具系統運量在原計次費率及現況計程費率下移轉效果如表 4.1.14。

表 4.1.13 國道小客車行駛成本

項目	現況計程費率		原計次費率	
	城際	非城際	城際	非城際
每車燃油成本(元)	210	39	209	39
每車平均通行費(元)	60	5	62	8
每車總成本(元)	270	44	271	47

資料來源：本計畫整理。

表 4.1.14 通行費率改變影響案例運具移轉效果

單位：百萬人旅次/年

項目	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車
原計次費率	4,763	7,776	0.5	48	234	1,158
現況計程費率	4,768	7,776	0.5	48	232	1,156
運具移轉量	5	0	0	0	-2	-2
運具移轉比	0.03%	0.00%	0.00%	0.00%	-0.02%	-0.01%

資料來源：本計畫整理。

(2) 能耗與碳排減量效果

①分運具系統節能減碳效果

由於總運量由公共運輸移轉至私人運具，公共運輸延人公里於現況計程費率情境較原計次費率情境低，私人運具延車公里則以現況計程費率較高。因此，總能耗及碳排於私人運具有增量效果，於公共運輸有減量效果。然整體能耗碳排效果變異不大，約僅有 0.1%的差異。表 4.1.15 為私人運具及公共運輸系統旅次變化對此案例的節能減碳效果，各運具節能減碳效果如圖 4.1.7 及圖 4.1.8。

a. 公共運輸

(a)受整體公共運輸之運量及延人公里較原計次費率情境方案低之影響，能耗及碳排亦呈現減量之情況。

(b)公共運輸總能耗約減少 13 千公秉油當量，碳排約減少 35 千公噸。(參見表 4.1.15)

b. 私人運具

(a)受運量、延車公里增加，使能耗及碳排皆有增量之情形。

(b)私人運具總能耗耗在現況計程費率情境下，總能耗約增加 25 千公秉油當量，總碳排則增加 67 千公噸。(參見表 4.1.15)

(c)由於高速公路通行費率對城際運輸行為較有直接影響效果，私人運具能耗增加部分主要發生在城際小客車。

表 4.1.15 通行費率改變影響案例節能減碳效果(以運具系統分)

項目	旅次			能耗			碳排		
	私人運具	公共運輸	總計	私人運具	公共運輸	總計	私人運具	公共運輸	總計
原計次費率(a)	12,539	1,440	13,980	8,158	736	8,893	21,339	1,986	23,325
現況計程費率(b)	12,543	1,436	13,980	8,183	723	8,906	21,406	1,951	23,357
費率情境差異(a-b)	-4	4	0	-25	13	-13	-67	35	-32
節能減碳效果(a-b)/b	0.0%	0.3%	0.0%	-0.3%	1.8%	-0.1%	-0.3%	1.8%	-0.1%

旅次單位：百萬人旅次/年、能耗單位；千公秉油當量/年、碳排單位：千公噸/年
資料來源：本計畫整理。

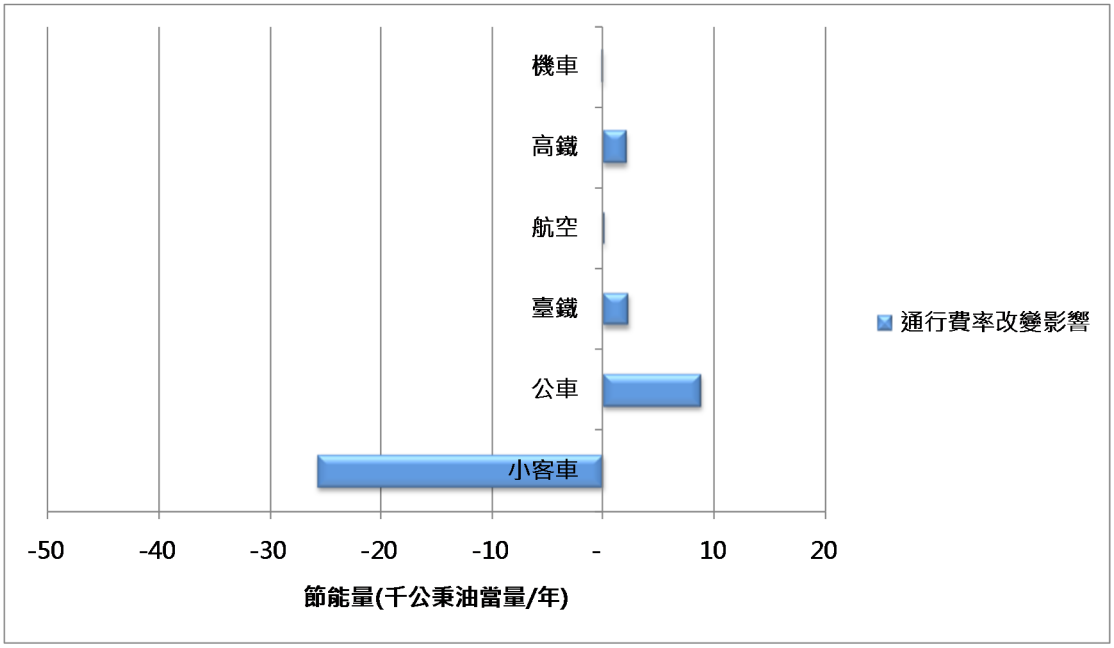


圖 4.1.7 通行費率改變影響

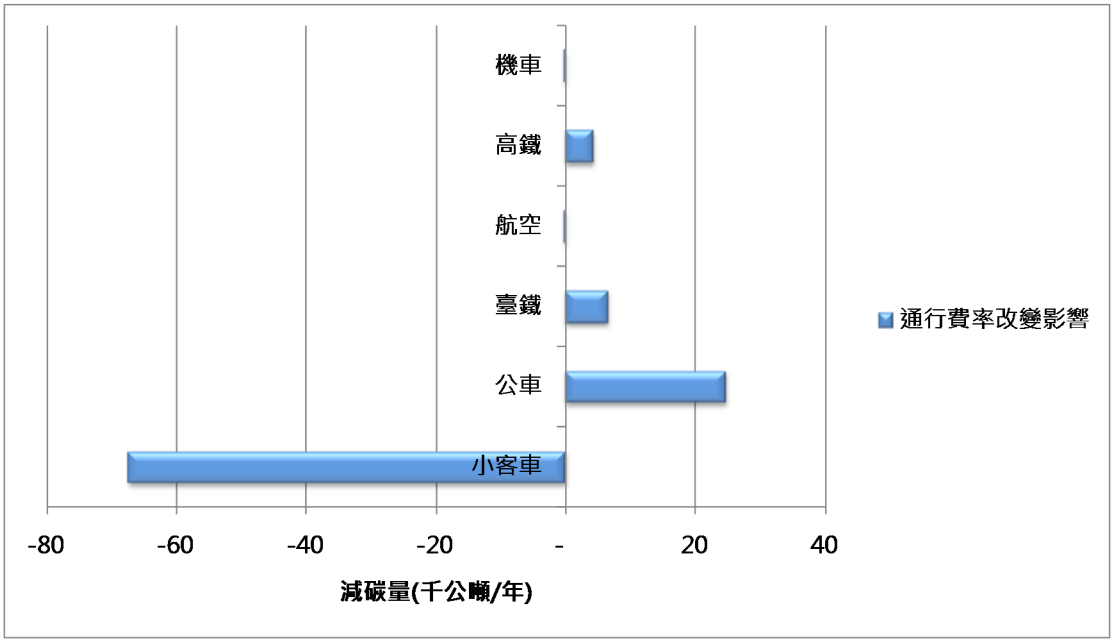


圖 4.1.8 通行費率改變影響

②城際及非城際節能減碳效果(參見 4.1.18)

a.總能耗增量 12 千公秉油當量，總碳排減量 32 千公噸。

b.能耗及碳排增量皆發生在城際運輸行為；非城際部分能耗及碳排增減效果微弱。

c.由於 72%能耗及碳排發生在非城際運輸行為，而通行費率改變主要影響效果發生在城際運輸行為，且現況計程費率與原計次費率未造成用路人運輸行為改變，節能減碳效果不明顯。

(3) 案例分析結果探討

①國道實施計程收費主要立意為實現公平付費制度，而在推行計程收費時併行收費作業全面改為電子收費。

②電子收費可作為未來道路定價以及路段、時段差別費率等交通管理措施實施的基礎，藉以均衡路網交通量，提升國道運輸效率，進而達到節能減碳之正面效益。並且，藉由收費作業電子化、推行智慧化運輸，政府可透過 ETC 大數據進行資料應用。

③除透過改善路網效率達到節能減碳效益外，電子收費亦可透過節省經過收費站停等與煞車造成的油耗、車輛損耗及碳排，並且透過電子作業減少人工收費所需的紙張浪費。計程收費對於改善整體路網路段效率的效益較不明顯，節能減碳效益以廢除收費站帶來的效益較明確。

④以 103 年高速公路現況交通量，估算推行電子收費後小型車能耗及碳排節省如表 4.1.16 所示。通過收費站減少的燃油消耗為 18 千公秉油當量，碳排則可減少 47 千公噸。

表 4.1.16 電子收費車輛通過收費站節省能耗及碳排值

項目	小型車
收費站總通過量(百萬輛/年)	583.1
節省能耗(千公秉油當量) (每車減少 35c.c.)	18
節省碳排(千公噸) (每車減少 80gCO2)	47

資料來源：本計畫整理。

未來訂定國道通行費可納入能耗、碳排影響作為考量因素。通行費率對節能減碳效益影響歸納彙整如下：

①長途行駛優惠對節能減碳效益之影響

國道之定位應為長途旅次使用，然而，從表 4.1.17 可發現我國國道仍有 40%以上的車輛係僅行駛 20 公里以下，因此，為鼓勵長途旅次車輛使用國道系統，高公局於推動計程收費政策時提出當日歸戶後行駛 200 公里里程以上里程費率以 0.9 元計。

表 4.1.17 國道每車每日行駛里程分布（平日）

單位：輛

每日里程＼車種		小型車	大型車	聯結車	合計
≦20 公里	車輛數	538,121	12,748	2,277	553,146
	占比	（40.7%）	（22.7%）	（9.2%）	（39.4%）
20~50 公里	車輛數	409,342	12,023	2,963	424,328
	占比	（31.0%）	（21.4%）	（11.9%）	（30.3%）
50~100 公里	車輛數	223,914	10,688	3,631	238,232
	占比	（16.9%）	（19.1%）	（14.6%）	（17.0%）
100~150 公里	車輛數	71,574	5,464	3,116	80,154
	占比	（5.4%）	（9.7%）	（12.5%）	（5.7%）
150~200 公里	車輛數	34,255	3,618	2,381	40,255
	占比	（2.6%）	（6.5%）	（9.6%）	（2.9%）
>200 公里	車輛數	44,408	11,525	10,519	66,453
	占比	（3.4%）	（20.6%）	（42.3%）	（4.7%）
平均行駛里程		47.0	120.5	213.6	52.8

註：1.括弧內數字為該部分車輛數占總車輛數之百分比。
2.平日平均指週一～週四之平均值。
資料來源：國道計程收費通行費率方案調整之研究，高公局，105 年。

此政策立意雖係為了有效利用全臺路網，將長短途旅次分別分配到合適之道路系統，但也造成長途旅次使用成本下降，影響計畫節能減碳效益。

②20 公里優惠里程對節能減碳效益之影響

高公局為順利推行國道計次轉計程收費政策,提出每日享有 20 公里優惠里程之配套措施。然由於 40%的小客車每日行駛里程皆未達 20 公里，造成部分小客車旅次行駛於國道皆未被收費，行駛國道之成本因而降低,吸引更多旅次從其他較節能之運具移轉至小客車，整體運輸部門未能產生節能減碳效益。

此外，目前國道費率優惠併行長途里程優惠及 20 公里優惠里程，兩項優惠手段造成使用成本下降，鼓勵用路人使用國道，並相對削弱公共運輸競爭力，因此節能減碳效益無法彰顯。未來在費率優惠考量上，建議兩項優惠政策不要併行。

另由於都會區有擴大現象，未來都市化效果會更為明顯，20 公里優惠里程與都會區大眾運輸發展及節能減碳效果相關，優惠政策亦需考量國道與地區性道路及公共運輸發展之競合關係。

③差別費率對節能減碳效益之影響

國道全面改行電子收費及計程收費後，將可對國道通行費率進行差別定價。推行國道差別費率定價可均衡尖峰、非尖峰時段國道交通量，亦可透過路段差別費率定價，均衡路網上之交通流量。

因此，推行差別費率應有助均衡國道之交通量，提高國道上車輛行駛效率，進而提升燃油效率而帶來正面節能減碳效益。然而，目前差別費率僅作為連續假期國道疏解車潮之策略使用，尚未常態實施，未來若逐步落實，可考慮不同定價方案對運輸行為及能耗、碳排之影響。

表 4.1.18 通行費率改變影響案例節能減碳效益分析結果

項目		城際						非城際					總量	節能減碳效果
		小客車	國道客運	臺鐵	航空	高鐵	小計	小客車	機車	臺鐵	公車	小計		
旅次數(百萬/年)	原計次費率	670	90	126	0.5	48	934	4,093	7,776	109	1,067	13,045	13,980	-
	現況計程費率	674	89	123	0.5	48	934	4,094	7,776	109	1,067	13,045	13,980	-
延人公里(百萬/年)	原計次費率	-	8,245	9,748	137	9,305	-	-	-	1,544	9,324	-	-	-
	現況計程費率	-	7,915	9,493	137	9,235	-	-	-	1,544	9,324	-	-	-
延車公里(百萬/年)	原計次費率	30,762	-	-	-	-	-	28,766	38,689	-	-	-	-	-
	現況計程費率	31,141	-	-	-	-	-	28,767	38,689	-	-	-	-	-
能耗(千公秉油當量/年)	原計次費率	2,063	221	115	9	106	2,513	4,609	1,486	18	267	6,380	8,893	-12 (-0.1%)
	現況計程費率	2,088	213	112	9	103	2,526	4,609	1,486	18	267	6,380	8,906	
碳排(千公噸/年)	原計次費率	5,398	618	311	23	241	6,591	12,061	3,880	48	746	16,735	23,325	-32 (-0.1%)
	現況計程費率	5,465	593	304	23	236	6,622	12,062	3,880	48	746	16,735	23,357	

註：非城際捷運旅次、能耗及碳排結果整併於非城際臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

4.2 未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估分析

交通部 2012 年「運輸政策白皮書-綠運輸」中揭示三大政策方向分別為發展綠色運輸系統、加強運輸需求管理及提升運輸系統能源使用效率，並明訂未來公共運輸發展目標及車輛燃油效率標準提昇目標。為確認三大政策方向及目標對運輸部門未來節能減碳效益之影響，本節以「公共運輸發展目標」及「車輛燃油效率提昇」作為分析案例，評估在目標達成下之節能減碳效益，藉此作為運輸部門訂定節能減碳路徑之參考依據。

此外，政府部門推動運輸政策提出以軌道為主軸，公路客運及市區公車為支幹；而近年來臺鐵持續推動多項改善計畫，以期提升整體運能及服務效率。因此，本章節亦就臺鐵近年持續推動之多項計畫，探討臺鐵多項計畫對運輸部門節能減碳之效益。

4.2.1 自然發展情境能耗碳排推估

1. 模型設定

在進行案例分析前，先就未來年期自然發展情境進行運輸需求及能耗碳排趨勢預測。配合我國 INDC 減量目標年及永續能源政策綱領目標年，分析年期為 2020 年、2025 年及 2030 年。模型目標年參數設定如下：

(1) 社經參數：透過社經預測推估目標年人口、產業及所得如表 4.2.1。

(2) 公路路網僅納入已核定計畫。

(3) 公共運輸費率與現況相同，且其餘公共運輸營運條件不變。

(4) 油價及其他能耗碳排係數與現況相同。

表 4.2.1 未來年期社經參數預測

項目	2020 年	2025 年	2030 年
總人口數(百萬人)	23.5	23.5	23.4
二級及業人口(百萬人)	3.5	3.5	3.5
三級及業人口(百萬人)	5.2	5.2	5.1
家戶所得(萬元/月)	18.6	20.2	22.0
千人車輛持有(輛/千人)	298	304	310
油價(元/公升)	30.6	30.6	30.6

資料來源：本計畫整理。

2. 自然發展情境分析結果

模型預測之運量如表 4.2.2，能耗及碳排如表 4.2.3 所示。分析結果說明如下：

(1) 運量(參見表 4.2.2)

①受人口推計於 2025 年達高峰值影響，旅次總量亦於 2025 年達高峰。

②雖總人口數於 2025 年下降，但受車輛持有率持續成長影響，小客車旅次量於 2025 年仍繼續保持成長趨勢。

③機車及其他公共運輸運具總旅次量趨勢與人口成長趨勢相同，於 2025 年達旅次高峰值。

④城際年旅次量約佔總旅次量之 7%。

(2) 延人、延車公里

①受小客車總旅次增加影響，小客車總延車公里至 2030 年仍維持上升趨勢。

②其他運具延人公里則受平均旅次長度變化影響，總延人公里變化於 2020 年至 2025 年達高峰。

(3) 能耗(參見表 4.2.3)

①受小客車影響最大，總能耗於 2030 年達高峰值，至 2030 年總能耗約為 16,012 千公秉油當量。

②其他各運具能耗變化效果大致與延人、延車公里變化一致。

③貨車總能耗受 GDP 持續成長影響，能耗至 2030 年亦持續上升。

④由於城際旅次平均旅行距離較長，城際能耗佔總能耗約 29%。

(4) 碳排(參見表 4.2.3)

①總碳排於 2030 年達高峰值，至 2030 年總碳排約 42,696 千公噸。

②各運具碳排變化趨勢與能耗變化趨勢一致。

③貨車總碳排受 GDP、能耗持續成長影響，至 2030 年亦持續上升。

④城際、非城際碳排分配與能耗分配相似，約有 29%發生在城際運輸行為，71%在非城際運輸行為。

表 4.2.2 自然發展情境運量預測

項目	年期	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	城際	非城際	總量
旅次數 (百萬/年)	2014 年	4,768	7,776	0.5	48	232	1,156	934 (7%)	13,045 (93%)	13,980
	2020 年	4,807	8,145	0.5	49	241	1,159	963 (7%)	13,438 (93%)	14,401
	2025 年	4,818	8,263	0.5	48	243	1,155	971 (7%)	13,557 (93%)	14,528
	2030 年	4,825	8,242	0.5	48	239	1,136	969 (7%)	13,521 (93%)	14,490
延人公里 (百萬/年)	2014 年	-	-	137	9,235	11,037	17,239	-	-	-
	2020 年	-	-	147	9,332	11,483	17,298	-	-	-
	2025 年	-	-	146	9,109	11,569	16,982	-	-	-
	2030 年	-	-	139	9,006	11,226	16,949	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	2014 年	59,907	38,689	-	-	-	-	-	-	-
	2020 年	60,191	40,244	-	-	-	-	-	-	-
	2025 年	60,387	40,813	-	-	-	-	-	-	-
	2030 年	60,832	40,655	-	-	-	-	-	-	-

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.2.3 自然發展情境能耗碳排預測

項目	年期	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	城際	非城際	貨車	其他	總量
能耗 (千公秉油當量/年)	2014 年	6,697	1,486	9	103	131	480	2,526 (28%)	6,380 (72%)	3,747	757	13,409
	2020 年	6,653	1,571	10	104	136	481	2,594 (29%)	6,361 (71%)	5,052	838	14,845
	2025 年	6,657	1,602	10	102	137	473	2,602 (29%)	6,378 (71%)	5,590	872	15,442
	2030 年	6,693	1,599	9	101	133	472	2,639 (29%)	6,368 (71%)	6,101	904	16,012
碳排 (千公噸/年)	2014 年	17,527	3,880	23	236	353	1.339	6,622 (28%)	16,735 (72%)	10,328	2,015	35,701
	2020 年	17,402	4,101	24	239	367	1,344	6,793 (29%)	16,685 (71%)	13,844	2,233	39,555
	2025 年	17,411	4,182	24	233	370	1,320	6,812 (29%)	16,729 (71%)	15,298	2,324	41,162
	2030 年	17,503	4,175	23	231	359	1,317	6,905 (29%)	16,701 (71%)	16,680	2,410	42,696

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

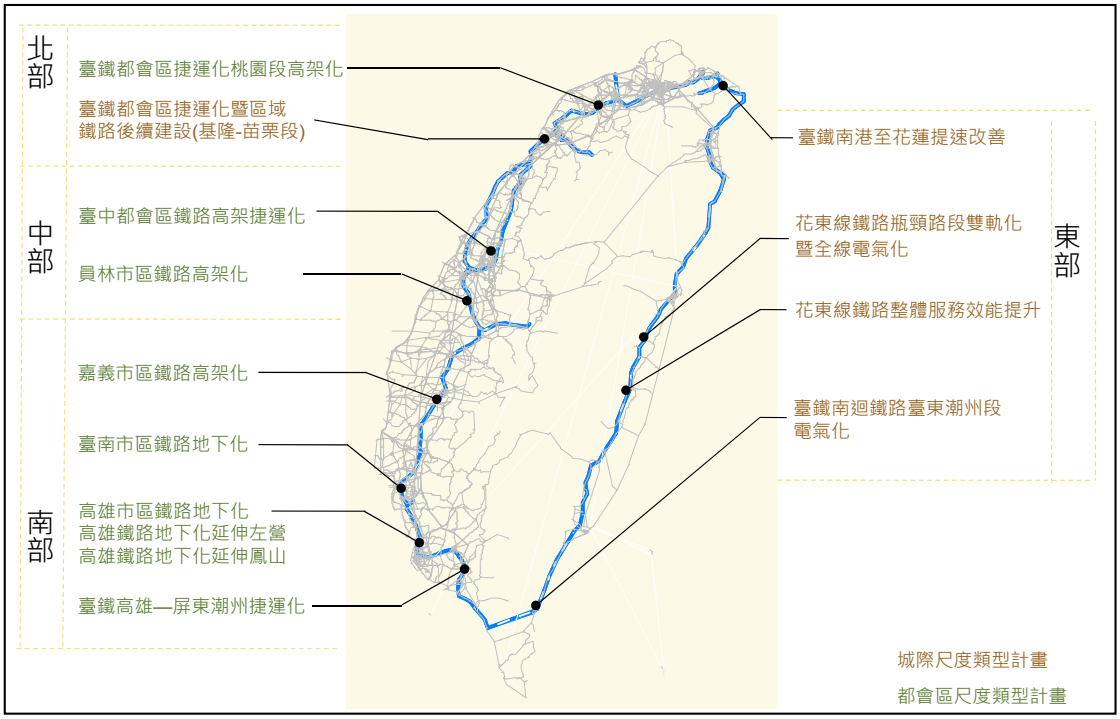
4.2.2 臺鐵服務與效能改善

1. 案例說明

臺鐵建設與營運之改善具體推動策略包含：1.都市鐵路的立體化及捷運化；2.東部鐵路提速、電氣化與雙軌化；3.臺鐵支線改善及其他整建計畫。此三項策略改善既有場站及路線、增設通勤站，改善現有臺鐵服務品質，預期能帶動臺鐵之運能成長。

此外，2014 年交通部鐵道改建工程局辦理之臺灣整體鐵道網規劃(二)提出鐵道網發展五大目標，包含節能減碳、優質服務、完善結合、緊密連結及永續經營等五項。後續推動工作包含環島鐵道營運模式之規劃、環島鐵道路網改善等，預期亦會對鐵路營運模式造成改變，並引入對軌道運輸需求之移轉效果，創造整體運輸部門之節能減碳效益。

臺鐵近年相關建設計畫彙整如圖 4.2.1。



資料來源：交通部鐵路改建工程局，本計畫繪製

圖 4.2.1 臺鐵近年建設計畫

2. 情境設定

依據鐵道網執行清單及臺鐵近年建設計畫，新闢臺鐵軌道路線、新增站點等資料，修改 TDM-E 模型之臺鐵路線及停靠站。此外，依據臺鐵捷運化計畫，修改 TDM-E 模型之發車班距及成本矩陣。本案例情境之模式處理彙整如表 4.2.4。

表 4.2.4 臺鐵服務與效能改善案例情境設定

計畫名稱	預計完工期程	模式處理
臺鐵都會區捷運化桃園段高架化建設計畫	106 年 12 月	增設 4 座車站、修正轉乘連線、加密班次
臺中都會區鐵路高架捷運化計畫	106 年 3 月	增設 5 座通勤車站、修正轉乘連線、加密班次
臺南市區鐵路地下化計畫	106 年 5 月	增設 2 座通勤車站、修正轉乘連線
高雄市區鐵路地下化計畫	106 年 12 月	增設 5 座通勤車站、修正轉乘連線
高雄鐵路地下化延伸左營計畫	106 年 12 月	增設 2 座通勤車站、修正轉乘連線
高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫	106 年 12 月	增設 1 座通勤車站、修正轉乘連線
臺鐵高雄—屏東潮州捷運化建設計畫	106 年 9 月	鐵路行駛速率提昇、加密班次
花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫	107 年 6 月	鐵路行駛速率提昇
花東線鐵路整體服務效能提升計畫	106 年 8 月	轉乘成本修正
「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程」建設計畫	111 年 3 月	鐵路行駛速率提昇
嘉義市區鐵路高架化計畫	可行性通過	增設 1 座車站、加密班次、修正轉乘連線
臺鐵南港至花蓮提速改善計畫	可行性通過	新增路廊、速率提升、加密班次
員林市區鐵路高架化計畫	105 年 1 月	加密班次
臺鐵都會區捷運化暨區域鐵路後續建設計畫(基隆-苗栗段)	105 年 12 月	增設 4 座通勤車站，加密班次

資料來源：本計畫整理。

3. 節能減碳效益分析

彙整有、無臺鐵服務與效能改善情境下之運量及能耗、碳排如表4.2.7~4.2.9所示，歸納分析結果如下：

(1) 運量變化情形

①總旅次量不變下，相較於自然發展情境，臺鐵市占率增加0.4%。

②主要運量移轉效果來自於公車，其次分別為小客車及機車。

③由於本案例計畫多屬鐵路捷運化計畫、高架化等地區性鐵路改善計畫，運輸行為改變也多發生在非城際運輸行為，航空及高鐵於此案例運量變化效果不明顯。

④延人、延車公里變化效果與旅次變化效果一致。

臺鐵服務與效能改善情境下各年期運具移轉效果如表4.2.5所示。

表4.2.5 臺鐵服務與效能改善案例運具移轉效果

年期	情境	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車
2020年	臺鐵服務與效能改善	33.3%	56.5%	0.0%	0.3%	2.0%	7.9%
	自然發展情境	33.4%	56.6%	0.0%	0.3%	1.7%	8.0%
	移轉比例	-0.1%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.4%	-0.2%
2025年	臺鐵服務與效能改善	33.1%	56.8%	0.0%	0.3%	2.0%	7.8%
	自然發展情境	33.2%	56.9%	0.0%	0.3%	1.7%	7.9%
	移轉比例	-0.1%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.4%	-0.2%
2030年	臺鐵服務與效能改善	33.2%	56.8%	0.0%	0.3%	2.0%	7.7%
	自然發展情境	33.3%	56.9%	0.0%	0.3%	1.7%	7.8%
	移轉比例	-0.1%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.4%	-0.2%

資料來源：本計畫整理。

(2) 能耗碳排減量效果

①總能耗碳排節能減碳效益

a. 2020 年節能減碳量分別達到 15 千公秉油當量、41 千公噸，效益約為 0.1%。(參見表 4.2.7)

b. 2025 年節能減碳量分別達到 18 千公秉油當量、45 千公噸，效益約為 0.1%。(參見表 4.2.8)

c. 2030 年節能減碳量分別達到 18 千公秉油當量、49 千公噸，效益約為 0.1%。(參見表 4.2.9)

d. 總節能減碳效果不明顯。

②運具別節能減碳效益(參見表 4.2.7~表 4.2.9)

a. 由於私人運具佔總體能耗碳排比率高，且私人運具旅次移轉對運輸部門節能減碳效益影響明顯；私人運具於案例情境之節能減碳效益最大，其中以小客車節能減碳效果最大。

b. 各年期小客車節能量分別為 9、10、10 千公秉油當量，減碳量約為 24、27、27 千公噸。

c. 各年期機車節能量皆為 3 千公秉油當量，減碳量分別為 6、6、7 千公噸。

d. 受公車運量移轉至臺鐵影響，公車之能耗及碳排亦有減量效果，各年期節能量分別為 7、8、10 千公秉油當量，減碳量分別為 20、23、26 千公噸，節能減碳效果僅次於小客車。

e. 臺鐵能耗及碳排受總旅次增加之影響，較自然發展情境有微幅增加；各年期能耗增量分別為 3、4、5 千公秉油當量，減碳量分別為 8、11、13 千公噸。

各運具節能效果如圖 4.2.2 示，減碳效果如圖 4.2.3 示。

③區域別節能減碳效益

a. 本案例節能減碳效果主要發生在西部都會區。

b. 受台鐵使用人次影響，臺北生活圈的節能減碳效果最明顯。

c. 區域別改善效果以北部地區最佳，中部地區次之，如表 4.2.6。

d. 由於此案例為單一運具之政策效果，各區域節能減碳效果還是受運具使用量影響最大。

e. 西部區域捷運化計畫，增加路線營運範圍、服務可及性，改變運輸選擇行為造成之節能減碳效益，較東部區域營運效率提升計畫明顯。

各區域節能減碳效果如圖4.2.4所示，減碳效果如圖4.2.5所示。顏色較深的區域(如台北、臺南、高雄、臺中等地區)表節能減碳效果較明顯，圖內數值為情境下之能源消耗量。

表 4.2.6 臺鐵服務與效能改善案例區域能耗碳排改善效果

年期 / 區域	能耗			碳排		
	2020 年	2025 年	2030 年	2020 年	2025 年	2030 年
北部	0.2%	0.2%	0.4%	0.2%	0.2%	0.4%
中部	0.1%	0.1%	0.6%	0.1%	0.1%	0.6%
南部	0.1%	0.1%	-0.7%	0.1%	0.1%	-0.6%
東部	-0.3%	-0.3%	0.1%	-0.3%	-0.3%	0.1%

資料來源：本計畫整理。

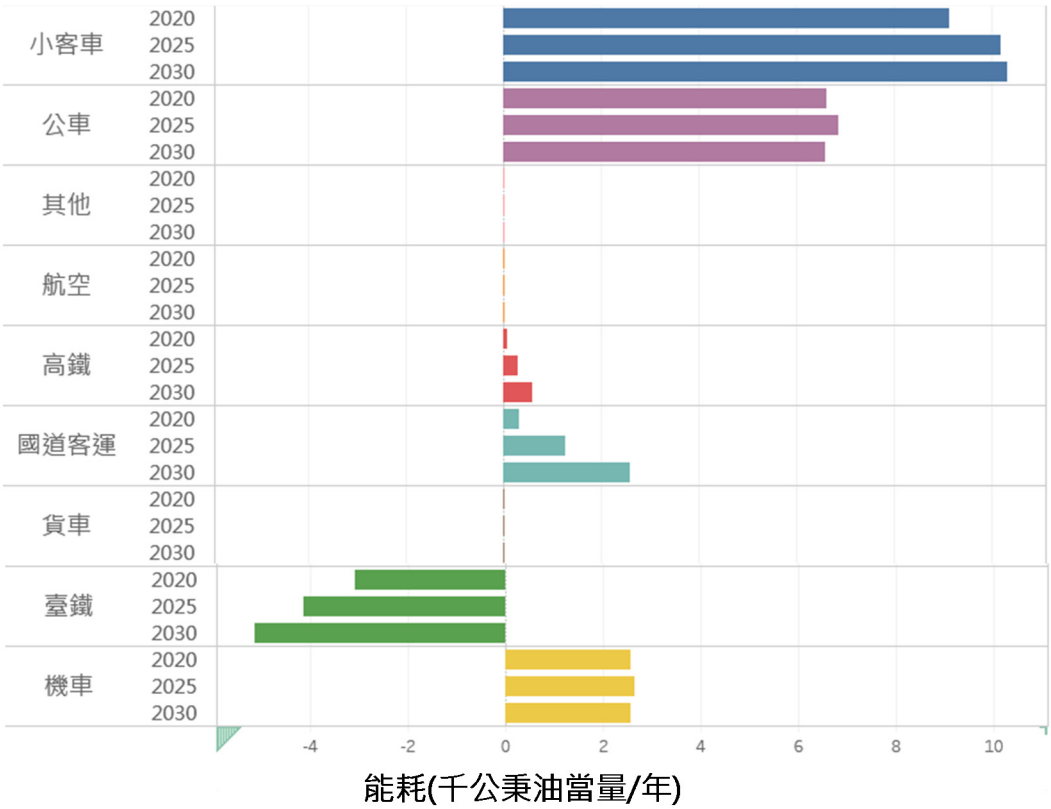


圖 4.2.2 臺鐵服務與效能改善運具別節能效果

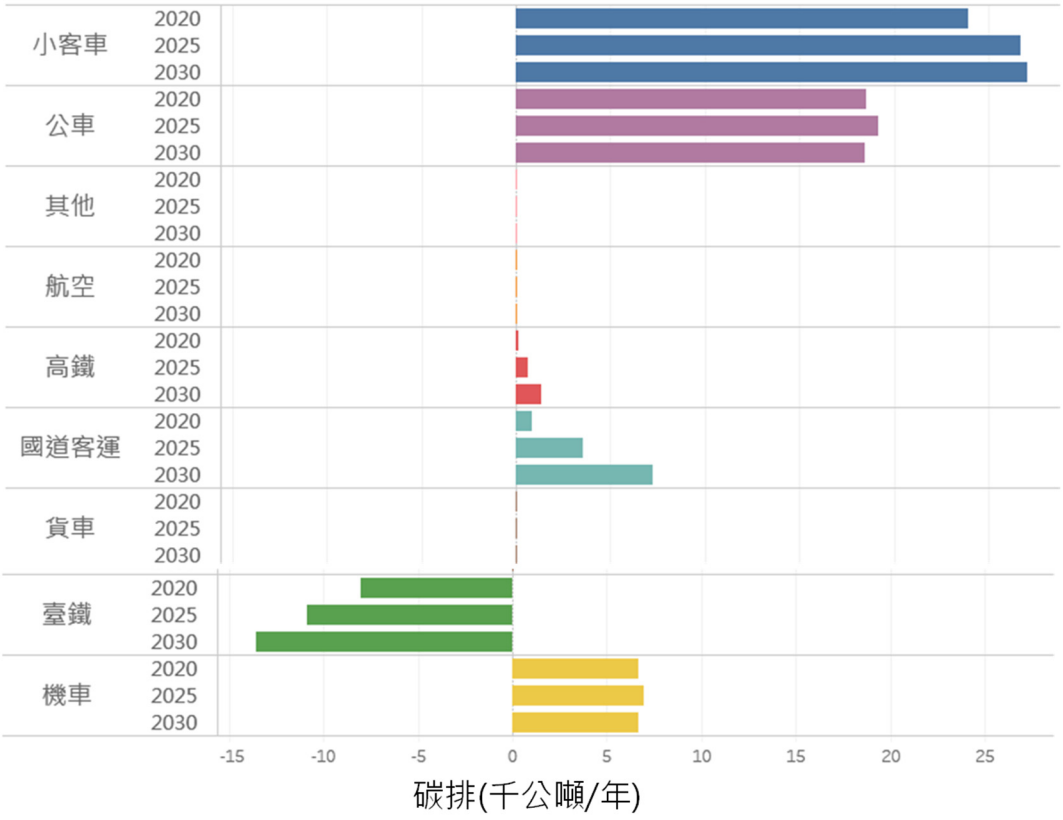


圖 4.2.3 臺鐵服務與效能改善運具別減碳效果

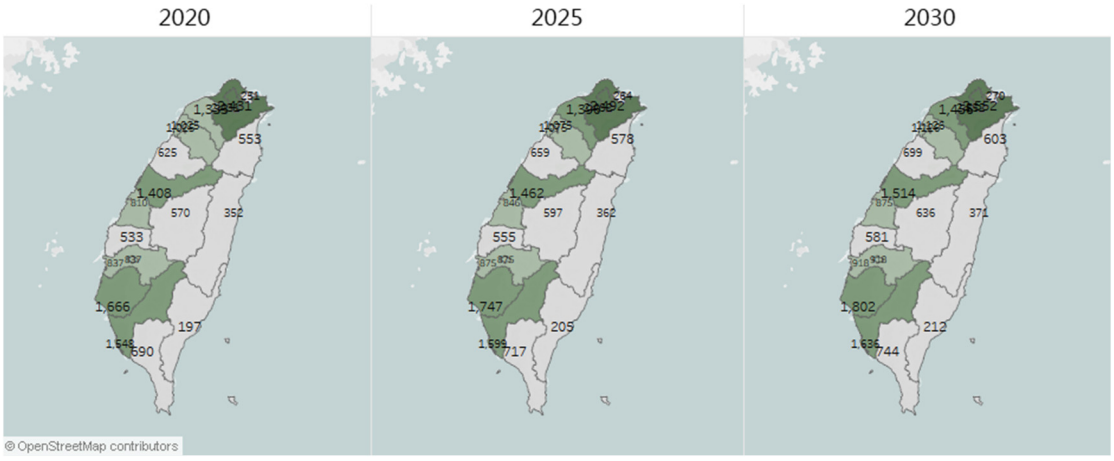


圖 4.2.4 臺鐵服務與效能改善區域別節能效果

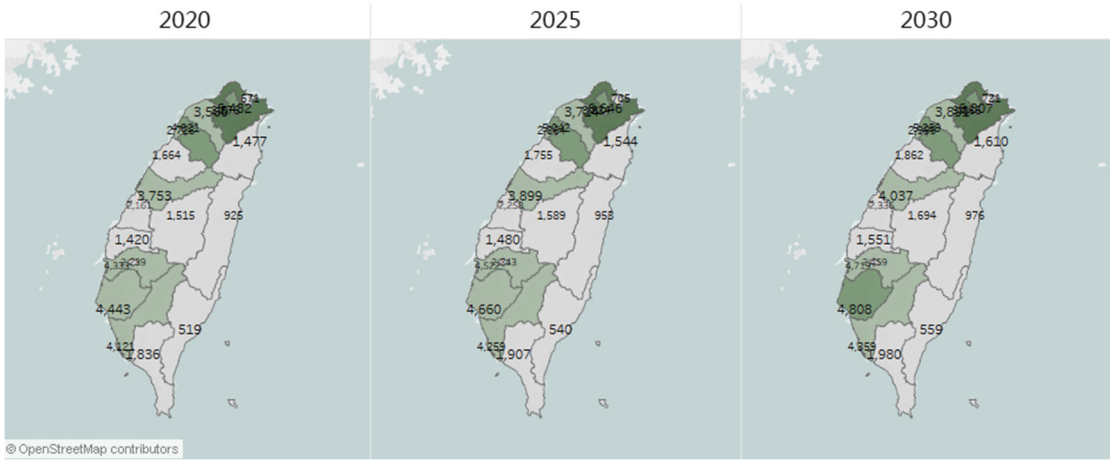


圖 4.2.5 臺鐵服務與效能改善區域別減碳效果

(3) 案例分析結果探討

①軌道運輸節能減碳效益優於公車

運具移轉效果多由公車轉移，然此案例仍具節能減碳效果，顯示相較於公車，軌道客運之節能減碳效益較佳。未來推動公共運輸節能減碳政策應以軌道為主，公路為輔。

②公共運輸間競合關係造成節能減碳效益消長

能耗碳排總量仍以私人運具為主要生產者，若軌道運輸發展有相關都會區公共運輸接駁配套措施，軌道運輸將更具競爭力，並帶動公路公共運輸需求成長，進而削弱私人運具競爭力。

此外，本案例大部份計畫屬捷運化計畫，受限於計畫範圍，節能減碳效果有限。然捷運化計畫發展之立意為提高旅客便利性、服

務涵蓋率，以滿足生活圈內公共運輸需求，鐵道路線捷運化作為臺鐵未來整體計畫重要發展方向，仍有其必要性。

③應以公共運輸競爭力提昇為政策主軸，降低私人運具競爭力為輔

公共運輸運量提昇，不一定能帶動私人運具運量下降，因此，政策推行除助長公共運輸運量成長外，應透過私人運具外部成本內部化等手段，提高私人運具使用成本，降低私人運具競爭力，使整體運輸部門運具市占率改變，以達成節能減碳目標。

④臺鐵相關計畫以服務與效率改善為主，節能減碳效果相對不顯著

本案例透過相關臺鐵建設及營運計畫評估臺鐵運能提升對節能減碳之效益貢獻，然未來臺鐵計畫多為地下化、捷運化計畫，主要以提高行車效率與服務容量，改善都會區大眾運輸服務品質為訴求，節能減碳效益非政策主要目的，造成效益不明顯。

臺鐵針對節能減碳方針，尚有提昇運輸效能等方式；透過加強列車班距之穩定與效率，減少旅客利用低或列車編組迴送之列車等手段，可有效利用較少的能源服務同樣的旅運需求。未來模型評估可透過能源密集度等參數調整、更新，反應臺鐵運輸效能提昇下之節能減碳效果。

表 4.2.7 臺鐵服務與效能改善案例節能減碳效益分析結果(2020 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	4,794	8,131	0.5	49	294	1,132	-	-	-
	自然發展情境	4,807	8,145	0.5	49	241	1,159	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	-	-	147	9,325	11,745	17,055	-	-	-
	自然發展情境	-	-	147	9,332	11,483	17,298	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	60,180	40,179	-	-	-	-	19,204	-	-
	自然發展情境	60,191	40,244	-	-	-	-	19,204	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	臺鐵服務與效能改善	6,644	1,568	10	104	139	474	5,052	838	14,830
	自然發展情境	6,653	1,571	10	104	136	481	5,052	838	14,845
	節能量	9	3	0	0	-3	7	0	0	15
	節能效果	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
碳排 (千公噸/年)	臺鐵服務與效能改善	17,378	4,095	24	239	375	1,324	13,844	2,233	39,513
	自然發展情境	17,402	4,101	24	239	367	1,344	13,844	2,233	39,555
	減碳量	24	6	0	0	-8	20	0	0	41
	減碳效果	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.2.8 臺鐵服務與效能改善案例節能減碳效益分析結果(2025 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	4,804	8,249	0.5	48	297	1,127	-	-	-
	自然發展情境	4,818	8,263	0.5	48	243	1,155	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	-	-	146	9,083	11,921	16,696	-	-	-
	自然發展情境	-	-	146	9,109	11,569	16,982	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	60,364	40,745	-	-	-	-	20,058	-	-
	自然發展情境	60,387	40,813	-	-	-	-	20,058	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	臺鐵服務與效能改善	6,647	1,599	10	102	141	465	5,590	872	15,425
	自然發展情境	6,657	1,602	10	102	137	473	5,590	872	15,442
	節能量	10	3	0	0	-4	8	0	0	18
	節能效果	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0%	0%	0.1%
碳排 (千公噸/年)	臺鐵服務與效能改善	17,384	4,176	24	233	381	1,297	15,298	2,324	41,117
	自然發展情境	17,411	4,182	24	233	370	1,320	15,298	2,324	41,162
	減碳量	27	6	0	0	-11	23	0	0	45
	減碳效果	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0%	0%	0.1%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.2.9 臺鐵服務與效能改善案例節能減碳效益分析結果(2030 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	4,811	8,229	0.5	47	293	1,109	-	-	-
	自然發展情境	4,825	8,242	0.5	48	239	1,136	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	-	-	139	8,955	11,662	16,622	-	-	-
	自然發展情境	-	-	139	9,006	11,226	16,949	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	臺鐵服務與效能改善	60,802	40,590	-	-	-	-	20,846	-	-
	自然發展情境	60,832	40,655	-	-	-	-	20,846	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	臺鐵服務與效能改善	6,683	1,596	9	100	138	462	6,101	904	15,994
	自然發展情境	6,693	1,599	9	101	133	472	6,101	904	16,012
	節能量	10	3	0	1	-5	10	0	0	18
	節能效果	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
碳排 (千公噸/年)	臺鐵服務與效能改善	17,476	4,168	23	229	372	1,291	16,680	2,410	42,649
	自然發展情境	17,503	4,175	23	231	359	1,317	16,680	2,410	42,696
	減碳量	27	7	0	2	-13	26	0	0	49
	減碳效果	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

4.2.3 公共運輸發展目標

1. 案例說明

透過公共運輸發展促進運輸部門節能減碳，必須經由提昇公共運輸使用率並同時減少私人運具使用才可以達到。為掌握公共運輸對節能減碳之具體量化成效，路政司提出 2020 年、2025 年及 2050 年公共運輸市占率之階段目標。下表 4.2.10 為路政司提報公共運輸市占率階段管制目標。

表 4.2.10 公共運輸市占率目標

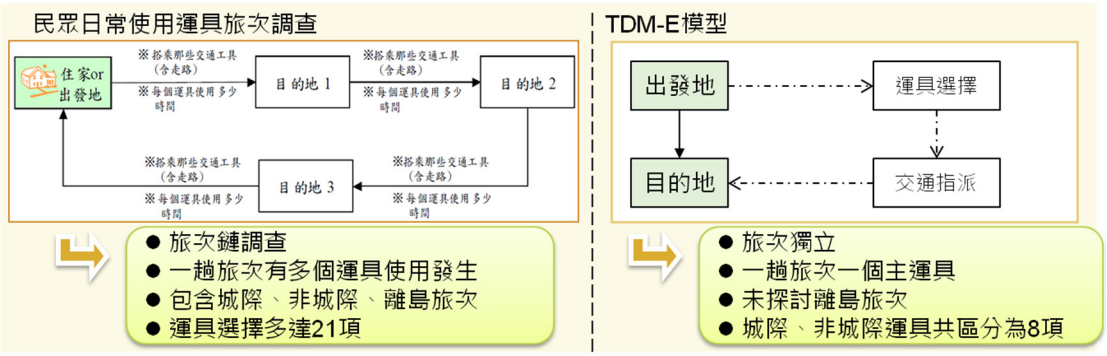
年期	2014 年	第一階段目標 (至 2020 年)	第二階段目標 (至 2025 年)	第二階段目標 (至 2030 年)
公共運輸市占率	16%	17.75%	19.5%	21.25%

資料來源：本計畫整理。

2. 情境設定

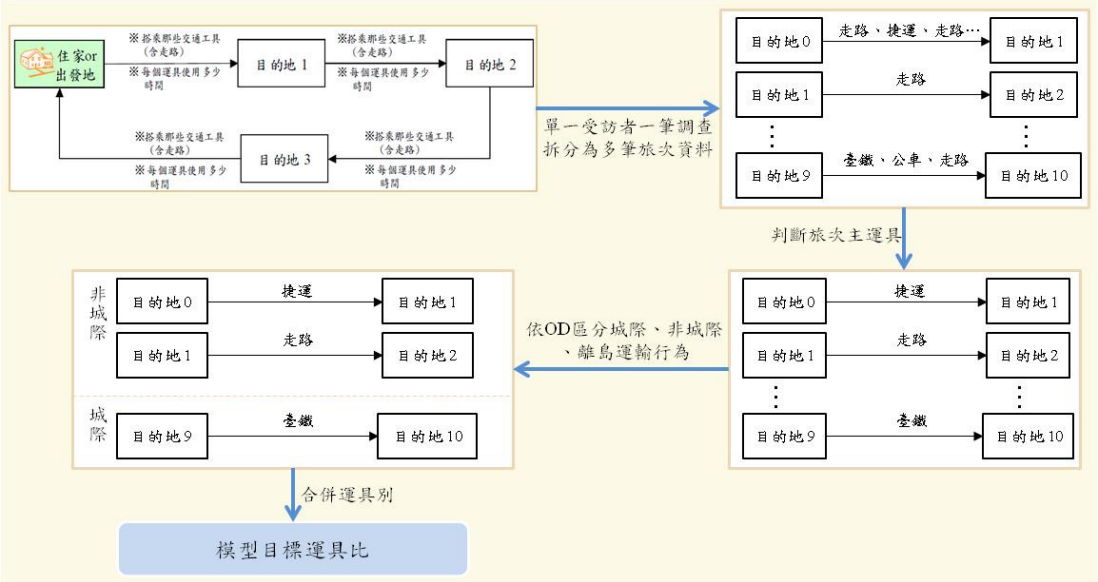
路政司公共運輸市占率運具比推估定義與統計處「民眾日常使用運具調查」相同，調查基礎為旅次鍊調查，運具市占率定義基礎以受訪者為單位，且運具含括項目多達 21 項、並包含步行等短途運輸行為，與本研究旅次定義不完全相同。

因此，再進行目標值設定前需先轉換與模型旅次定義一致之公共運輸市占率。旅次定義差異如圖 4.2.6 所示，調整步驟如圖 4.2.7。模型目標值設定如表 4.2.11 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.6 民眾日常使用運具調查、TDM-E 旅次定義差異



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.7 民眾日常使用運具調查、TDM-E 旅次調整步驟

表 4.2.11 公共運輸發展目標模型目標值設定

年期	路政司 公共運輸發展目標	城際 設定目標值	非城際 設定目標值	成長率
2014	16.00%	28%	9%	-
2020	17.75%	31%	10%	11%
2025	19.50%	34%	11%	10%
2030	21.25%	37%	12%	9%

資料來源：本計畫整理。

3. 節能減碳效益分析

彙整公共運輸發展目標情境下之運量及能耗、碳排如表 4.2.13~4.2.15 所示，歸納分析結果如下：

(1) 運量變化情形

①以此目標情境設定，相較於自然發展情境，公共運輸市占率增加 3.4% (其中包含高鐵 0.1%、臺鐵 0.6%、公車 2.7%)。

②公車市占率成長最明顯，至 2030 年為止，運具比相較自然發展情境成長 2.7%。

③延人、延車公里變化效果與旅次變化效果一致。

公共運輸發展目標情境下各年期運具移轉效果如表 4.2.12 所示。

表 4.2.12 公共運輸發展目標案例運具移轉效果

年期	情境	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車
2020 年	公共運輸發展目標	32.9%	56.0%	0.0%	0.4%	1.8%	8.9%
2020 年	自然發展情境	33.4%	56.6%	0.0%	0.3%	1.7%	8.0%
2020 年	移轉比例	-0.5%	-0.5%	0.0%	0.0%	0.1%	0.9%
2025 年	公共運輸發展目標	32.0%	55.8%	0.0%	0.4%	2.0%	9.8%
2025 年	自然發展情境	33.2%	56.9%	0.0%	0.3%	1.7%	7.9%
2025 年	移轉比例	-1.2%	-1.1%	0.0%	0.1%	0.4%	1.8%
2030 年	公共運輸發展目標	31.5%	55.3%	0.0%	0.4%	2.2%	10.6%
2030 年	自然發展情境	33.3%	56.9%	0.0%	0.3%	1.7%	7.8%
2030 年	移轉比例	-1.8%	-1.6%	0.0%	0.1%	0.6%	2.7%

資料來源：本計畫整理。

(2) 能耗碳排減量效果

①總能耗碳排節能減碳效益

a. 2020 年節能減碳量分別達到 178 千公秉油當量、461 千公噸，效益約為 1.2%。(參見表 4.2.13)

b. 2025 年節能減碳量分別達到 445 千公秉油當量、1,153 千公噸，效益約為 2.9%。(參見表 4.2.14)

c. 2030 年節能減碳量分別達到 710 千公秉油當量、1842 千公噸，效益約為 4.4%。(參見表 4.2.15)

d. 由於情境假設公共運輸市占率逐年攀升，節能減碳效益於 2030 年發揮最大成效。

②運具別節能減碳效益(參見表 4.2.13~表 4.2.15)

a. 依據公共運輸市占率發展，各運具不同目標年期節能減碳效果有明顯差異。

b. 小客車節能減碳效果最佳，節能量於 2030 年達 796 千公秉油當量，減碳量約為 2,085 千公噸。

c. 機車節能量於 2030 年達到 159 千公秉油當量，減碳量約為 416 千公噸。

d. 公共運輸能耗碳排受公共運輸市占率提升影響，能耗及碳排於目標年有些微增加效果。

各運具節能效果如圖 4.2.8 示，減碳效果如圖 4.2.9 示。

③區域別節能減碳效益

a. 本案例節能減碳效果主要發生在西部都會區。

b. 受人口及經濟活動頻繁影響，臺北生活圈節能減碳較明顯。

c. 受限於現況公共運輸路網，公共運輸服務路網涵蓋率較高的區域(如臺北生活圈)，節能減碳效益較高。

d. 未來若能提昇各生活圈公共運輸服務可及性及涵蓋率，公共運輸市占率提升之節能減碳效益，將能普及至各生活圈。

各區域節能效果如圖 4.2.10 示，減碳效果如圖 4.2.11 示。

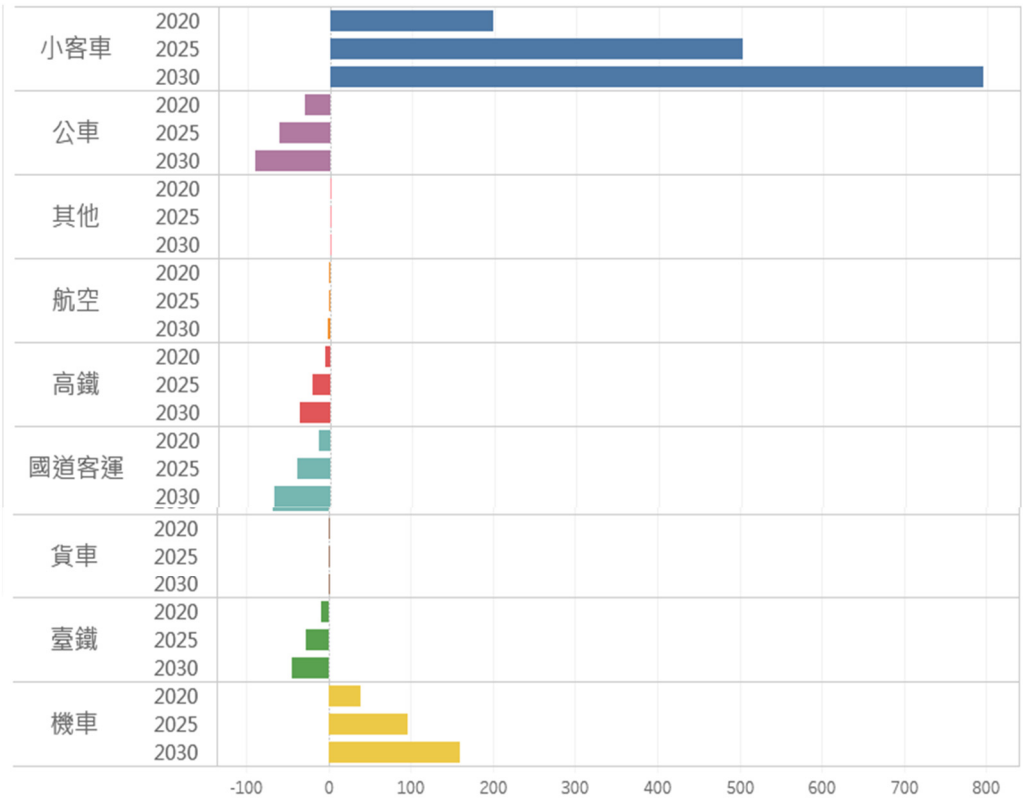


圖 4.2.8 公共運輸發展目標運具別節能效果

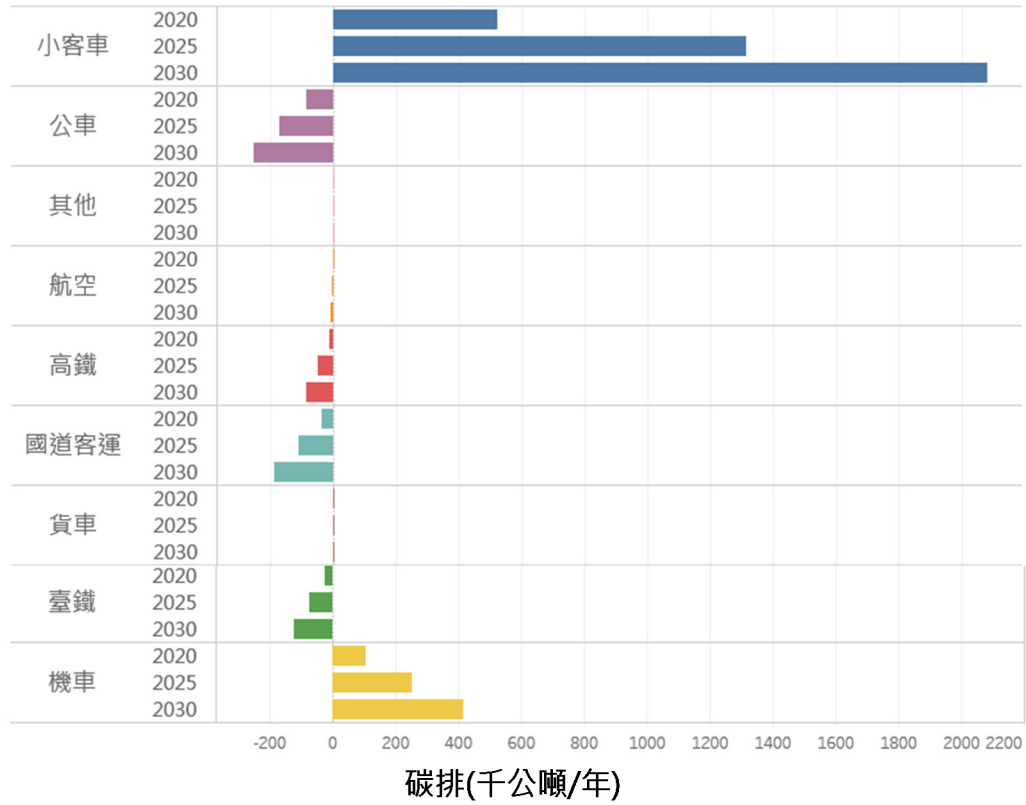


圖 4.2.9 公共運輸發展目標運具別減碳效果

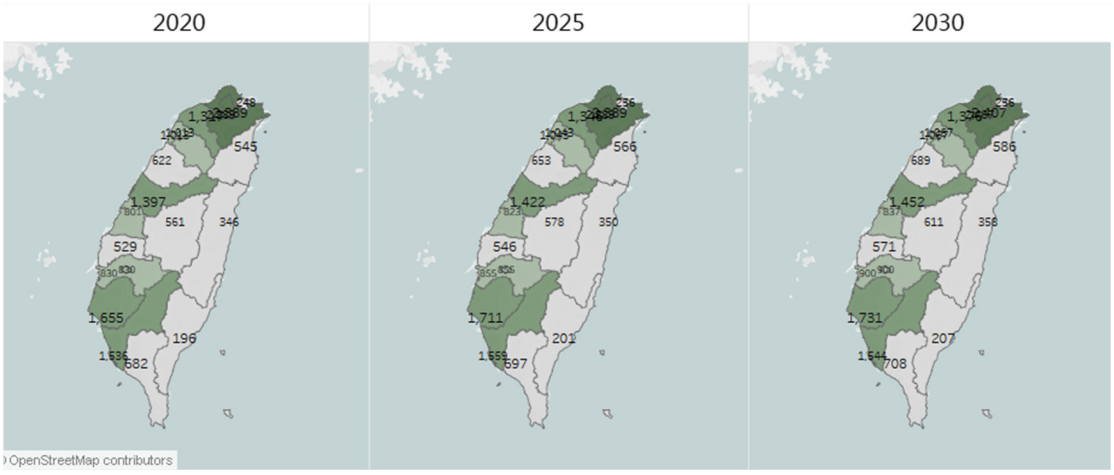


圖 4.2.10 公共運輸發展目標區域別節能效果

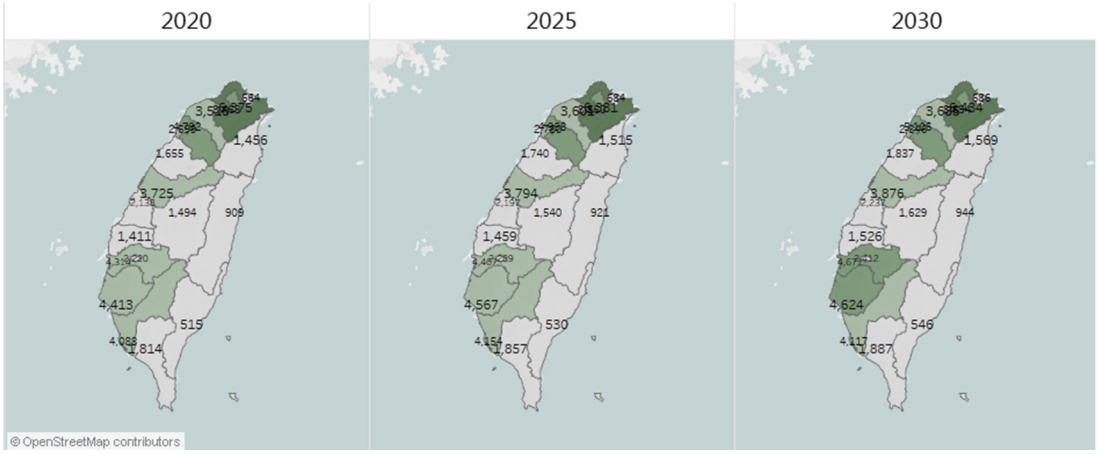


圖 4.2.11 公共運輸發展目標區域別減碳效果

(3) 案例分析結果探討

①以公共運輸市占率作為政策目標可有效規範私人運具市場

節能減碳策略目標應以運具市占率為政策目標；僅以各別運具系統運量成長目標至訂目標，會造成運輸市場膨脹，能耗、碳排總量提昇，節能減碳效益不彰。

②達成公共運輸市占提昇之管理手段仍待相關單位衡量制訂

此案例分析直接透過目標值設定進行，然而，相關部會尚未議定達成此目標值之管理手段。建議除提升公共運輸服務、效能及覆蓋率外，亦需制訂私人運具管理手段，結合拉力與推力，以達成政策目標。

此外，民眾運具選擇行為不易改變，應透過長期的公共運輸行銷作為，提升民眾對公共運輸的認知，並建立環境保護之社會共識，才能實現節能減碳效益。

③實際節能減碳效果仍須仰賴私人運具運量移轉

自然發展情境下，私人運具運量在未來年仍持續提升，稀釋公共運輸發展的節能減碳效益。運輸費率可以是重要交通管理手段，透過內部成本外部化，或增加民眾使用私人運具的相關成本、油價稅等，削弱民眾選擇私人運具的效用，以改變運具選擇行為。

表 4.2.13 公共運輸發展目標案例節能減碳效益分析結果(2020 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	公共運輸發展目標	4,734	8,066	0.5	52	262	1,288	-	-	-
	自然發展情境	4,807	8,145	0.5	49	241	1,159	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	公共運輸發展目標	-	-	157	9,924	12,266	18,861	-	-	-
	自然發展情境	-	-	147	9,332	11,483	17,298	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	公共運輸發展目標	58,590	39,050	-	-	-	-	19,143	-	-
	自然發展情境	60,191	40,244	-	-	-	-	19,204	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	公共運輸發展目標	6,454	1,531	10	111	145	525	5,052	838	14,667
	自然發展情境	6,653	1,571	10	104	136	481	5,052	838	14,845
	節能量	199	40	-1	-7	-9	-44	0	0	178
	節能效果	1.3%	0.3%	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.3%	0.0%	0.0%	1.2%
碳排 (千公噸/年)	公共運輸發展目標	16,880	3,998	26	254	392	1,466	13,844	2,233	39,094
	自然發展情境	17,402	4,101	24	239	367	1,344	13,844	2,233	39,555
	減碳量	522	103	-2	-15	-25	-123	0	0	461
	減碳效果	1.3%	0.3%	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.3%	0.0%	0.0%	1.2%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.2.14 公共運輸發展目標案例節能減碳效益分析結果(2025 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	公共運輸發展目標	4,650	8,104	0.6	59	295	1,419	-	-	-
	自然發展情境	4,818	8,263	0.5	48	243	1,155	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	公共運輸發展目標	-	-	176	11,069	13,961	20,626	-	-	-
	自然發展情境	-	-	146	9,109	11,569	16,982	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	公共運輸發展目標	56,118	38,044	-	-	-	-	19,873	-	-
	自然發展情境	60,387	40,813	-	-	-	-	20,058	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	公共運輸發展目標	6,155	1,505	12	124	165	574	5,590	872	14,997
	自然發展情境	6,657	1,602	10	102	137	473	5,590	872	15,442
	節能量	502	97	-2	-22	-28	-102	0	0	445
	節能效果	3%	1%	0%	0%	0%	-1%	0%	0%	2.9%
碳排 (千公噸/年)	公共運輸發展目標	16,095	3,930	29	283	446	1,604	15,298	2,324	40,009
	自然發展情境	17,411	4,182	24	233	370	1,320	15,298	2,324	41,162
	減碳量	1,316	253	-5	-50	-76	-284	0	0	1,153
	減碳效果	3%	1%	0%	0%	0%	-1%	0%	0%	2.8%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.2.15 公共運輸發展目標案例節能減碳效益分析結果(2030 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	公共運輸發展目標	4,566	8,007	0.6	65	321	1,531	-	-	-
	自然發展情境	4,825	8,242	0.5	48	239	1,136	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	公共運輸發展目標	-	-	186	12,320	15,025	22,659	-	-	-
	自然發展情境	-	-	139	9,006	11,226	16,949	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	公共運輸發展目標	54,005	36,183	-	-	-	-	20,582	-	-
	自然發展情境	60,832	40,655	-	-	-	-	20,846	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	公共運輸發展目標	5,898	1,439	12	138	178	631	6,101	904	15,301
	自然發展情境	6,693	1,599	9	101	133	472	6,101	904	16,012
	節能量	796	159	-3	-37	-45	-159	0	0	710
	節能效果	5.0%	1.0%	0.0%	-0.2%	-0.3%	-1.0%	0.0%	0.0%	4.4%
碳排 (千公噸/年)	公共運輸發展目標	15,418	3,759	31	315	480	1,761	16,680	2,410	40,854
	自然發展情境	17,503	4,175	23	231	359	1,317	16,680	2,410	42,696
	減碳量	2,085	416	-8	-85	-122	-444	0	0	1,842
	減碳效果	4.9%	1.0%	0.0%	-0.2%	-0.3%	-1.0%	0.0%	0.0%	4.3%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

4.2.4 車輛燃油效率提昇

1. 案例說明

提昇運輸系統能源使用效率為交通部 2012 年「運輸政策白皮書-綠運輸」中揭示之政策方向，其中明確訂定各車輛新車燃油使用效率標準提昇目標。本案例根據未來能源使用效率標準提昇及大客車車輛汰換進行案例分析。

2. 情境設定

由於車輛燃油使用效率標準係規範市場新車，因此，案例分析先透過市場車齡現況估計各車種新車滲透率，以推估各目標年運輸市場車齡分配情形及對應之車輛能源效率。

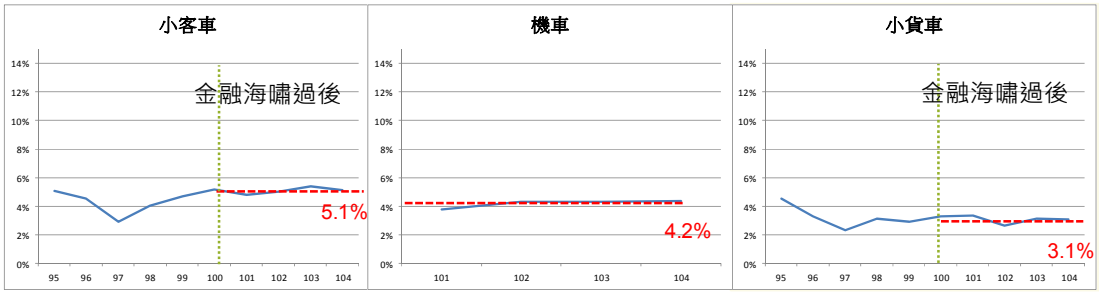
依據交通部統計查詢表監理機關統計各年期市場車齡分配，計算近年各車種新車滲透率如圖 4.2.12 所示。小客車新車滲透率約 5.1%，機車新車滲透率約 4.2%，小貨車新車滲透率則約 3.1%。模型各年期各車種燃油效率設定如表 4.2.16。

TDM-E 模型中依據未來新車滲透率級車輛能源效率提升目標提供開放式介面，可針對未來政策需求進行調整及設定，本計畫利用此介面進行車輛燃油效率提昇案例節能減碳效益分析，模式設定介面如圖 4.2.13。

表 4.2.16 各車種燃油效率設定

車輛類型	能耗係數設定	2020 年	2025 年	2030 年
小客車	不變	64%	39%	13%
	提昇 15%	36%	61%	87%
機車	不變	71%	50%	29%
	提昇 15%	29%	50%	71%
小貨車	不變	80%	66%	52%
	提昇 15%	20%	34%	48%
國道客運	不變	100%	60%	60%
	提昇 25%	0%	40%	40%
市區公車	不變	100%	0%	0%
	提昇 25%	0%	100%	100%

資料來源：本計畫整理。



資料來源：統計查詢表，本計畫繪製。

圖 4.2.12 近年各車種新車滲透率

圖 4.2.13 車輛燃油效率提昇設定界面

3. 節能減碳效益分析

彙整車輛燃油效率提昇情境下之運量及能耗、碳排如表 4.2.17~4.2.19 所示，歸納分析結果如下：

(1) 運量變化情形

此案例僅對未來年能源使用效率進行設定，因此，運量及延人、延車公里未受政策影響發生改變。

(2) 能耗碳排減量效果

①總能耗碳排節能減碳效益

a. 2020 年節能減碳量分別達到 493 千公秉油當量、1,295 千公噸，效益約為 3.3%。(參見表 4.2.17)

b. 2025 年節能減碳量分別達到 947 千公秉油當量、2,502 千公噸，效益約為 6.1%。(參見表 4.2.18)

c. 2030 年節能減碳量分別達到 1,325 千公秉油當量、3,494 千公噸，效益約為 8.3%。(參見表 4.2.19)

d. 情境假設下，2030 年車輛市場大多為符合能源效率提昇標準規範的車輛，節能減碳效益最高。

②運具別節能減碳效益(參見表 4.2.17~表 4.2.19)

a. 由於車輛燃油效率提昇，各運具不同目標年期節能減碳效果有明顯效益。

b. 小客車節能減碳效果最佳，節能量於 2030 年達 869 千公秉油當量，減碳量約為 2,273 千公噸。

c. 機車節能量於 2030 年達到 171 千公秉油當量，減碳量約為 447 千公噸。

d. 貨車節能量於 2030 年達到近 198 千公秉油當量，減碳量約為 532 千公噸。

各運具節能效果如圖 4.2.14，減碳效果如圖 4.2.15 示。

③區域別節能減碳效益

a. 由於大部分經濟活動、運輸行為發生在西部地區，能耗碳排產生亦集中於西部地區，尤以雙北市減量效果最佳。

b. 受能耗碳排產生地影響，節能效益成果亦展現在西部地區；臺北、臺中、臺南、高雄等生活圈仍為能耗碳排總量、節能減碳效果最大的區域。

c. 由此案例建議未來各縣市節能減碳效益評估，應以相對節省量及效益檢討政策節能減碳成效，並透過各地方政府決議各縣市不同之目標達成值，避免總量不同造成之責任分攤不公。

各區域節能效果如圖 4.2.16 示，減碳效果如圖 4.2.17 示。

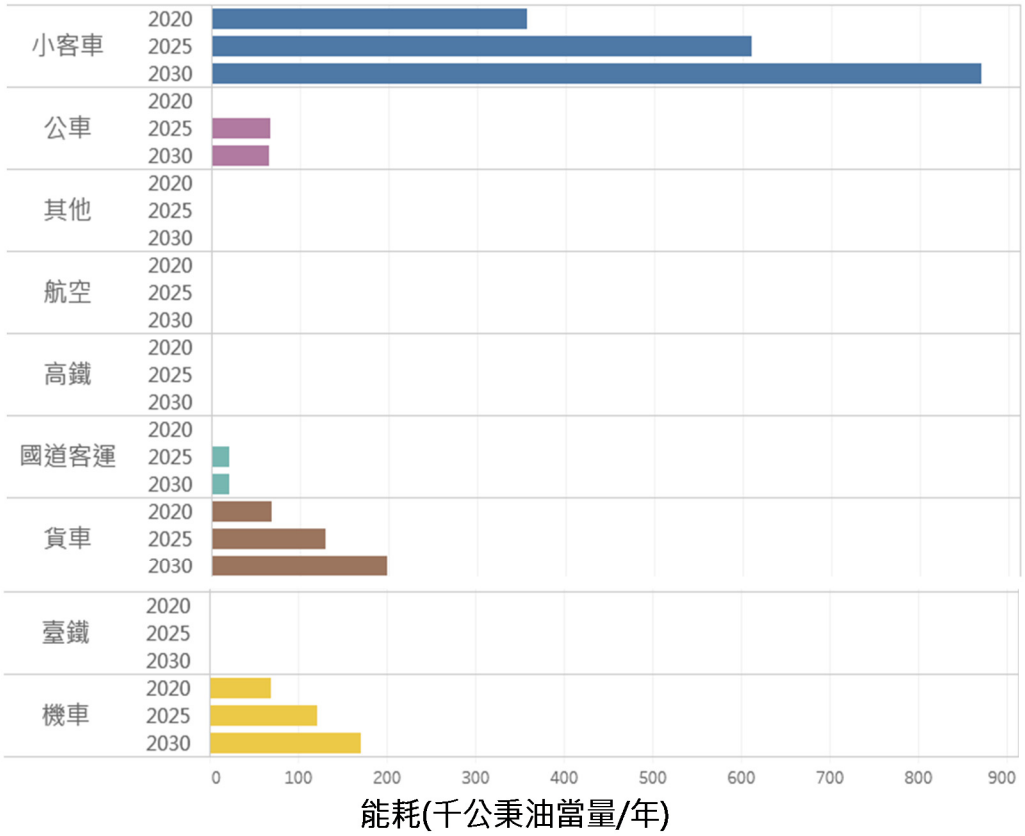


圖 4.2.14 車輛燃油效率提昇運具別節能效果

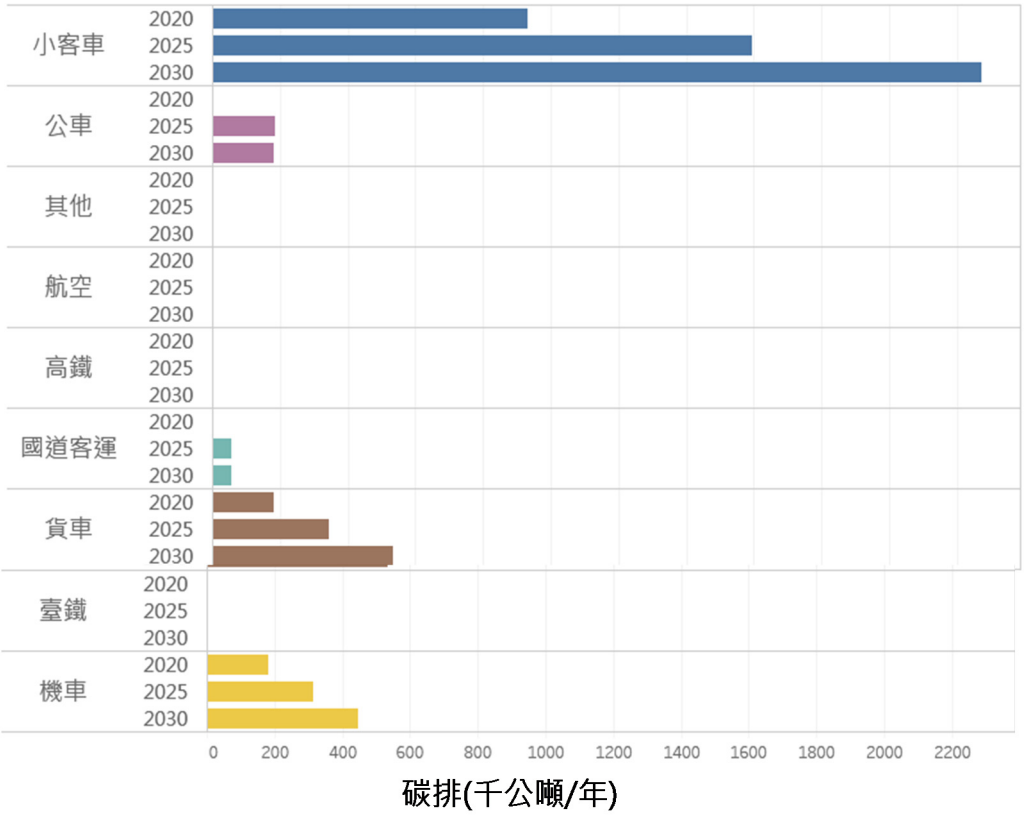


圖 4.2.15 車輛燃油效率提昇運具別減碳效果

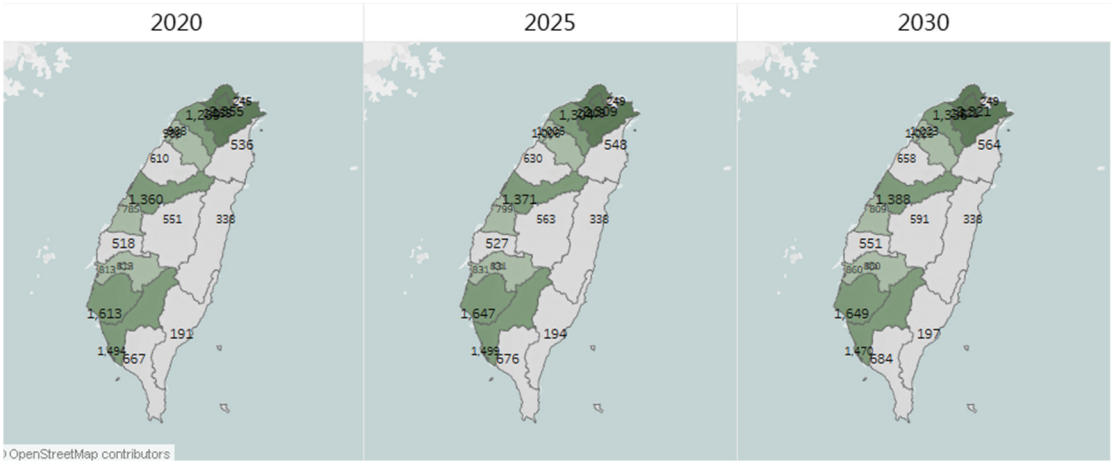


圖 4.2.16 車輛燃油效率提昇區域別節能效果

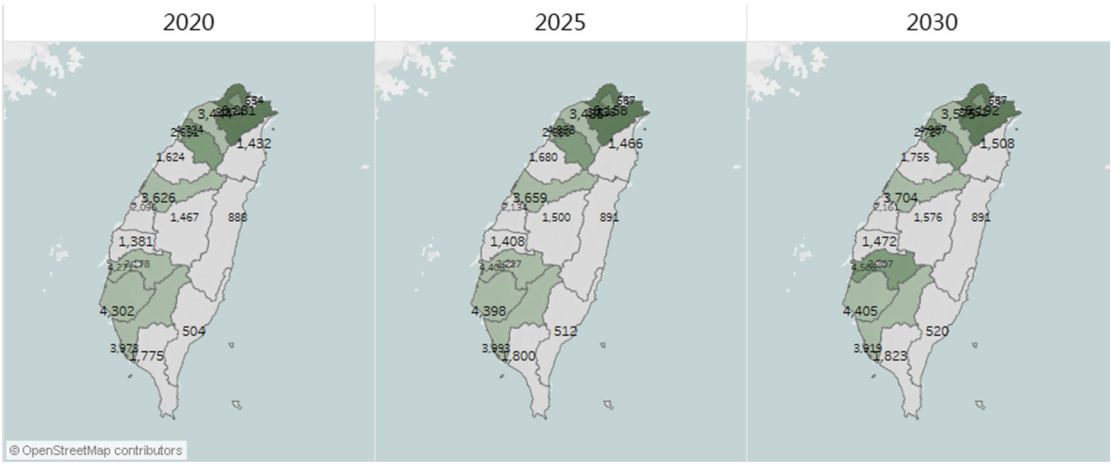


圖 4.2.17 車輛燃油效率提昇區域別減碳效果

表 4.2.17 車輛燃油效率提昇案例節能減碳效益分析結果(2020 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	4,807	8,145	0.5	49	241	1,159	-	-	-
	自然發展情境	4,807	8,145	0.5	49	241	1,159	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	-	-	147	9,332	11,483	17,298	-	-	-
	自然發展情境	-	-	147	9,332	11,483	17,298	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	60,191	40,244	-	-	-	-	19,204	-	-
	自然發展情境	60,191	40,244	-	-	-	-	19,204	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	車輛燃油效率提昇	6,297	1,501	10	104	136	481	4,984	838	14,352
	自然發展情境	6,653	1,571	10	104	136	481	5,052	838	14,845
	節能量	356	69	0	0	0	0	68	0	493
	節能效果	2.5%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	3.3%
碳排 (千公噸/年)	車輛燃油效率提昇	16,472	3,921	24	239	367	1,344	13,661	2,233	38,260
	自然發展情境	17,402	4,101	24	239	367	1,344	13,844	2,233	39,555
	減碳量	931	181	0	0	0	0	183	0	1,295
	減碳效果	2.5%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	0.0%	3.3%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.2.18 車輛燃油效率提昇案例節能減碳效益分析結果(2025 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	4,818	8,263	0.5	48	243	1,155	-	-	-
	自然發展情境	4,818	8,263	0.5	48	243	1,155	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	-	-	146	9,109	11,569	16,982	-	-	-
	自然發展情境	-	-	146	9,109	11,569	16,982	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	60,387	40,813	-	-	-	-	20,058	-	-
	自然發展情境	60,387	40,813	-	-	-	-	20,058	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	車輛燃油效率提昇	6,047	1,481	10	102	137	385	5,461	872	14,494
	自然發展情境	6,657	1,602	10	102	137	473	5,590	872	15,442
	節能量	610	121	0	0	0	87	129	0	947
	節能效果	4%	1%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	6.1%
碳排 (千公噸/年)	車輛燃油效率提昇	15,815	3,866	24	233	370	1,076	14,952	2,324	38,660
	自然發展情境	17,411	4,182	24	233	370	1,320	15,298	2,324	41,162
	減碳量	1,596	316	0	0	0	244	346	0	2,502
	減碳效果	4%	1%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	6.1%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.2.19 車輛燃油效率提昇案例節能減碳效益分析結果(2030 年)

項目		小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總量
旅次數 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	4,825	8,242	0.5	48	239	1,136	-	-	-
	自然發展情境	4,825	8,242	0.5	48	239	1,136	-	-	-
延人公里 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	-	-	139	9,006	11,226	16,949	-	-	-
	自然發展情境	-	-	139	9,006	11,226	16,949	-	-	-
延車公里 (百萬/年)	車輛燃油效率提昇	60,832	40,655	-	-	-	-	20,846	-	-
	自然發展情境	60,832	40,655	-	-	-	-	20,846	-	-
能耗 (千公秉油當量/年)	車輛燃油效率提昇	5,824	1,427	9	101	133	385	5,903	904	14,686
	自然發展情境	6,693	1,599	9	101	133	472	6,101	904	16,012
	節能量	869	171	0	0	0	87	198	0	1,325
	節能效果	5.4%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	1.2%	0.0%	8.3%
碳排 (千公噸/年)	車輛燃油效率提昇	15,230	3,727	23	231	359	1,075	16,147	2,410	39,202
	自然發展情境	17,503	4,175	23	231	359	1,317	16,680	2,410	42,696
	減碳量	2,273	447	0	0	0	242	532	0	3,494
	減碳效果	5.3%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	1.2%	0.0%	8.2%

註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

(3) 案例分析結果探討

①車輛燃油效率標準提昇較其他政策手段節能減碳效益明顯

相較其他運輸政策，車輛燃油效率直接從終端管至能耗碳排，因此政策效益明顯。且政策推動不涉及民眾運具選擇，可透過車輛販售管制，政策推行阻力較小、具直接效果。

②私人運具能源效率規範應優先執行

在各車能能源效率改善結果下，由於小客車能耗碳排總量占比最高，小客車之能源效率提昇具最大效益。目前政策推行多著墨於大客車的車輛汰換，未來政策推行可提供私人運具汰換補貼，增加新車滲透率，以使節能減探效益能在近期達成。

此外，也需透過政策宣導、定期檢驗車輛，避免車齡提昇、車輛耗損，造成車輛能源效率降低、空汙排放量增加。

③車輛能源技術問題仍需持續克服

政策法令直接雖可直接制訂未來年新車能源效率標準，然政府推行政策仍需考量現況能耗技術；因此，相關部會應持續投入能源技術發展，以使能源效率目標能落實。

4. 車輛燃油效率提昇敏感度分析

目前國內訂定之未來年車輛燃油效率標準係考量政策、技術可行性下，訂定之油耗標準；然而，觀察歐盟等國外區域之能耗標準較國內之標準訂定嚴格。爰此，本計畫針對國內若採積極方案，推動較嚴苛之能耗標準，進行節能減碳敏感度分析，分別以小客車、機車、貨車等車輛於能耗標準提昇至 30%、40%及 50%之情境，進行節能減碳效益評估。

各方案情境下節能減碳效果如表 4.2.20 所示，小客車、機車、貨車能源效率標準提昇 50%情境下，節能量可達 4,216 千公秉油當量，減碳量可達 11,083 千公噸；節能減碳效果較自然發展情境提昇 26%，較原方案(能源效率標準提昇 15%)情境約增加 3 倍節能量。

自然發展情境及各方案情境下之 2030 年能耗及碳排總量如表 4.2.21 所示。

表 4.2.20 車輛燃油效率提昇積極方案情境下節能減碳效果

單位：節能量-千公秉油當量，減碳量-千公噸

項目		總量	減量效果
節能量	能源效率標準提昇 15%	1,325	8.3%
	能源效率標準提昇 30%	2,564	16.0%
	能源效率標準提昇 40%	3,390	21.2%
	能源效率標準提昇 50%	4,216	26.3%
減碳量	能源效率標準提昇 15%	3,494	8.2%
	能源效率標準提昇 30%	6,747	15.8%
	能源效率標準提昇 40%	8,915	20.9%
	能源效率標準提昇 50%	11,083	26.0%

資料來源：本計畫

4.3 小結

綜論 2 項已推動城際運輸策略及 3 項未來可推動之運輸節能減碳策略節能減碳效益，節能減碳效益最佳之政策為車輛燃油效率提昇及公共運輸發展目標。

1. 案例分析效果比較

(1) 已推動城際運輸策略

已推動案例節能、減碳效果如圖 4.3.1 及圖 4.3.2 所示，「98-103 年公共運輸發展」策略之節能減碳效果較明顯，「通行費率改變影響」無明顯增減量效果。

「98-103 年公共運輸發展」各運節能減碳效果以小客車、機車最明顯，公共運輸之能耗碳排則有增量效果；「通行費率改變影響」在小客車能耗及碳排有些微增加效果，公共運輸能耗及碳排則有減少效果，整體節能減碳效果不明顯。

(2) 未來可推動之運輸節能減碳策略

各案例節能減碳效果如圖 4.3.1~圖 4.3.4 所示，其中，以「車輛燃油效率提昇」之節能減碳效果最佳，「臺鐵服務與效能改善」節能減碳效果最不明顯。

在政策推動下，公共運輸能耗及碳排多為增加效果，私人運具則有明顯節能減碳效果，此外，貨運部分僅在「車輛燃油效率提昇」此一案例有節能減碳效益產生。

從不同年期之效益比較下，「公共運輸發展目標」、「公共運輸發展目標」兩案例在不同年期節能減碳效果有明顯成長；其中，在「公共運輸發展」上，受未來路政司公共運輸市占率成長目標設定影響，2030 年私人運具市占率大幅下降，因此節能減碳效益較明顯。

2. 案例分析綜合評述

(1) 節能減碳效益可考慮納入作為計畫推動的上位目標

目前 INDC、永續能源政策綱領及溫管法皆制訂未來年各年期節能減碳目標，然運輸部門相關計畫的推動與否，多仍以社會福利及經濟效

益作為政策評估項目，節能減碳效果雖已適度反映於經效分析作業中，但仍非為相關計畫發展與強化的重點。

為有效達成節能減碳的目標，建議應將節能減碳的達成效益納入作為計評估的參考指標之一，有效將運輸部門節能減碳的上位目標與聯結至個別計畫，以利運輸部門在節能減碳策略的制定與目標的達成。

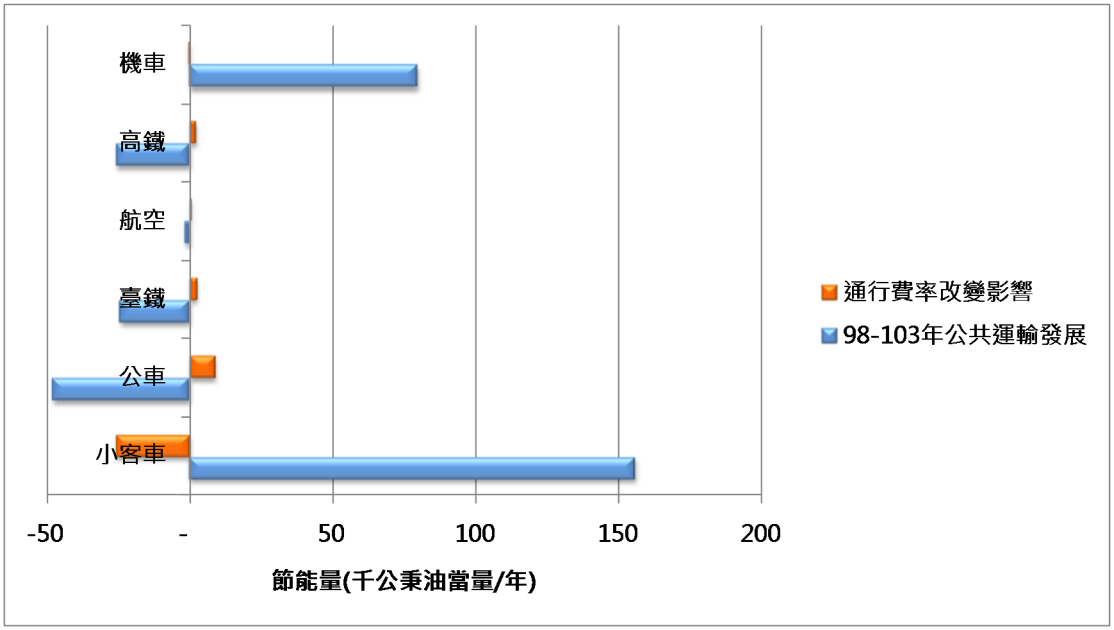


圖 4.3.1 已推動城際運輸策略節能效果(2014 年)

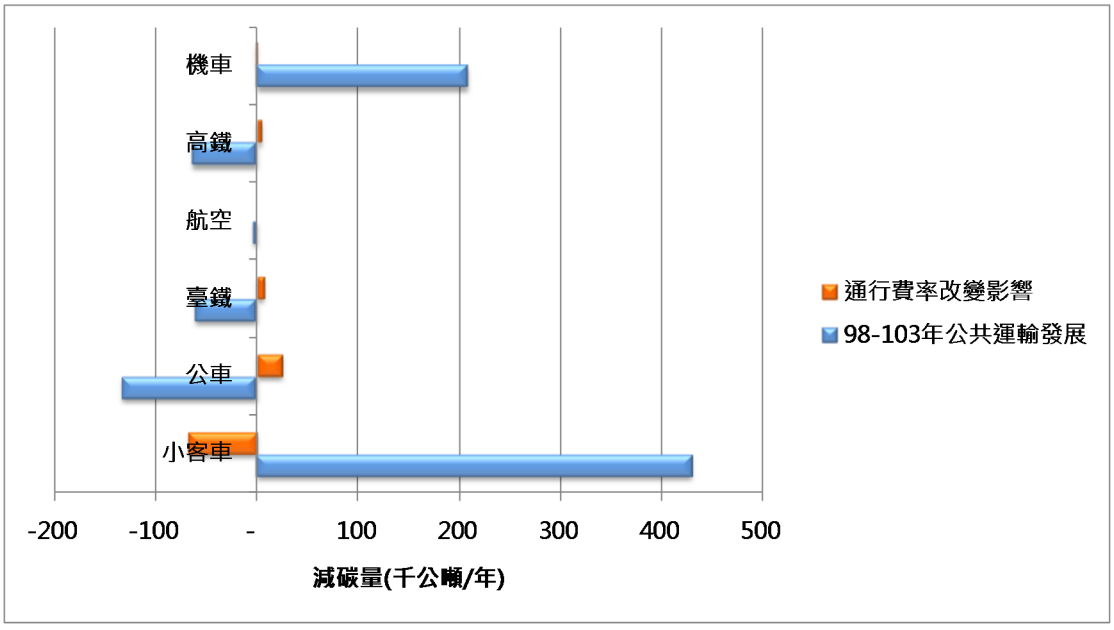


圖 4.3.2 已推動城際運輸策略減碳效果(2014 年)

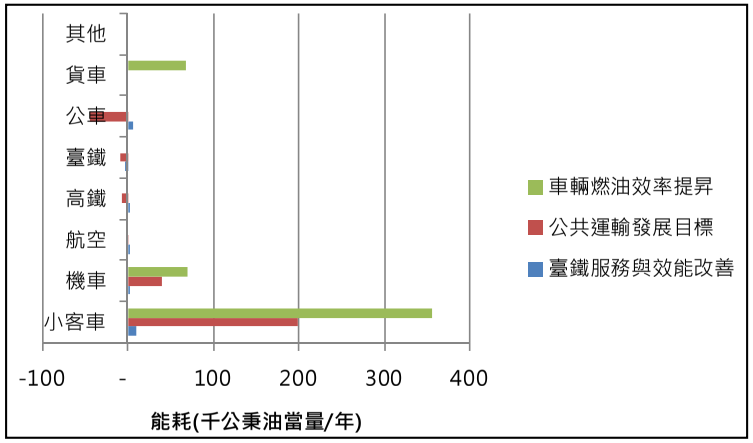


圖 4.3.3 未來可推動策略節能效果(2020 年)

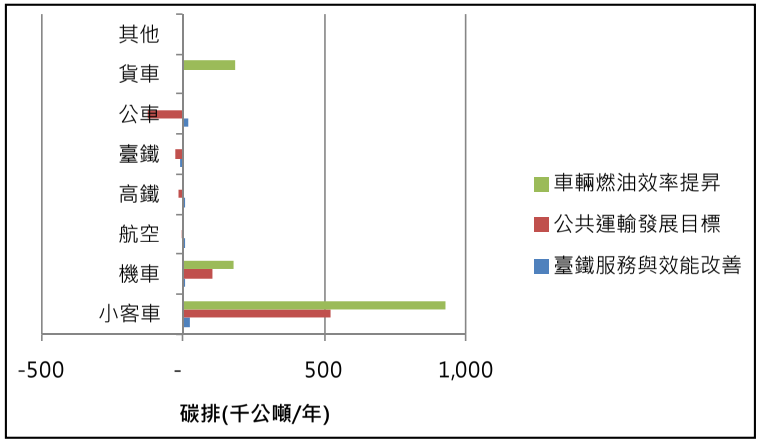


圖 4.3.4 未來可推動策略減碳效果(2020 年)

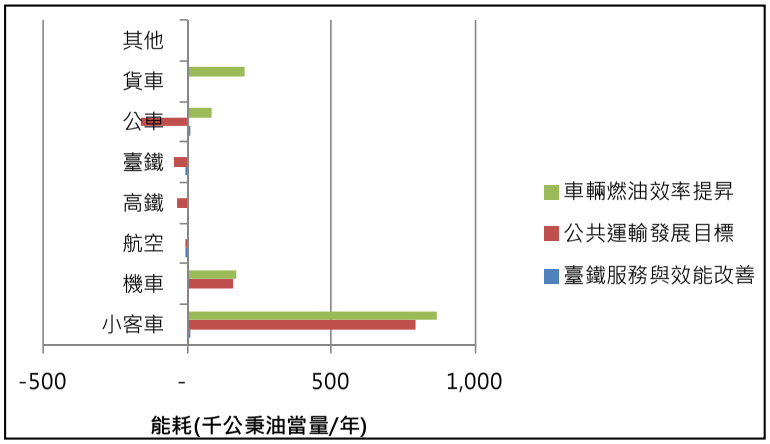


圖 4.3.5 未來可推動策略節能效果(2030 年)

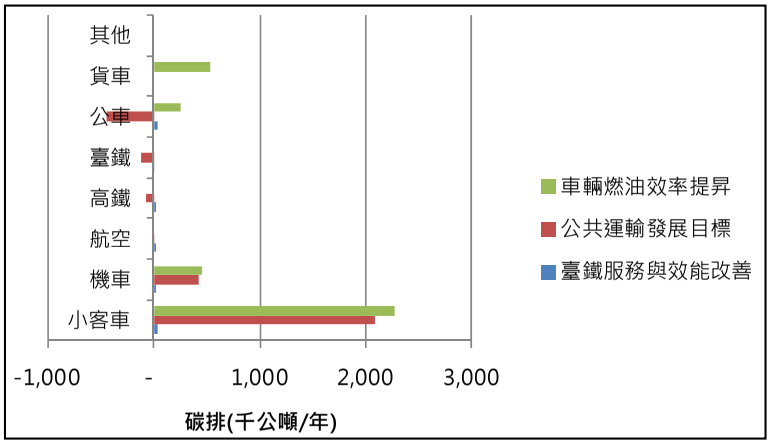


圖 4.3.6 未來可推動策略減碳效果(2030 年)

此外，政府亦應積極培養民眾對節能減碳的認知，並建立環境保護的共識，以期為來在各運輸政策推行時，綠色運輸能更受大眾重視。

(2) 公共運輸提昇結合私人運具減量方能有效落實節能減碳效益

由前節分析結果可知，公共運輸等計畫與策略主要節能減碳效果均來自於私人運具的減量，加以民眾對私人運具的使用偏好與慣性均較公共運輸為高，因此未來公共運輸的改善相關策略，應輔以私人運具抑制手段，避免公共運輸間的互相競爭，方能完全落實計畫預期達成的運輸系統效率提昇以及節能減碳效益。

因此，應建立平衡公共運輸及私人運具使用成本之機制，將車輛使用成本外部化，藉由私人運具使用成本上升，降低私人運具競爭力，以達成節能減碳目標。

(3) 國道可進一步考量節能減碳效果進行通行費率調整與規劃

現行國道計次轉計程階段的費率調整作業主要基於財務、經濟以及系統運作效率等面向的影響進行評估，就本計畫分析結果來看，現行費率對於運量以及整體節能減碳效果差異並不顯著。

考量到使用成本的管理為交通管理重要手段之一，因此，未來中央或地方政府施行道路費率以及其他交通管理政策時，可嘗試藉由費率訂定制衡私人運具使用，不僅達成系統服務效能的提升，同時也可帶來節能減碳效果。然於實際的政策推動上，仍需透過政府長期宣導、培養環境保護意識才能有效降低政策推行阻力。

(4) 跨部會整合發揮綜效有助於節能減碳目標的達成

運輸部門節能減碳效益，可透過車輛能源效率管理、道路費率管理、公共運輸發展等手段達成；然相關政策分屬不同部會管轄範圍，因此，仍須透過相關部會統籌合作，才能併行公共運輸、車輛產業發展，以發揮運輸政策綜效。

3. 運輸部門節能減碳路徑

本計畫分析之 5 項案例中，以「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」2 項策略節能減碳效益最高，因此，本計畫建議未來運輸部門節能減碳發展應朝向公共運輸的提升及車輛能源效率提昇併行作為發展方向。本節以此方案進行組合方案節能減碳效益評估，試算在未來年 2 項策

略目標達成情境下之節能減碳效益(如表 4.3.1 及 4.3.2)，作為運輸部門節能減碳路徑目標之參考。

(1) 政策之節能減碳效益有累進效果

節能減碳效益逐年增加，至 2030 年為止，相較自然發展情境，組合方案情境下節能減碳效益達 12%。

(2) 私人運具減量效益高於公共運輸增量效果

情境方案下，由於各目標年期公共運輸市占率增加，能耗及碳排有增量效果，至 2030 年能耗約增加 128 千公秉油當量；其中包含航空 3 千公秉油當量、高鐵 37 千公秉油當量、臺鐵 45 千公秉油當量、公車 43 千公秉油當量。

但由於私人運具市占率相對下降，至 2030 年私人運具能耗約減少 1,874 千公秉油當量；其中包含小客車 1,561 千公秉油當量、機車 313 千公秉油當量。私人運具移轉造成之節能減碳效益遠高於公共運輸能耗碳排增加量。

(3) 隨公車市占率提昇，未來公車能源效率提昇管理更為重要

受能源效率標準提昇影響，公車於 2025 年雖市占率上升，公車總能耗及碳排仍具節能減碳效益；然由於 2030 年公車尚未有進一步的能源效率提升計畫，公車市占率持續成長下，其能耗碳排較自然發展情境高。未來若能進一步管理 2030 年以後的大客車能源標準，或提昇大客車能源技術，2030 年節能減碳效亦將更明顯。

如圖 4.3.7、圖 4.3.8 所示，2030 年組合方案情境下結能減碳效益最佳，其次分別為車輛燃油效率提昇及公共運輸發展目標。

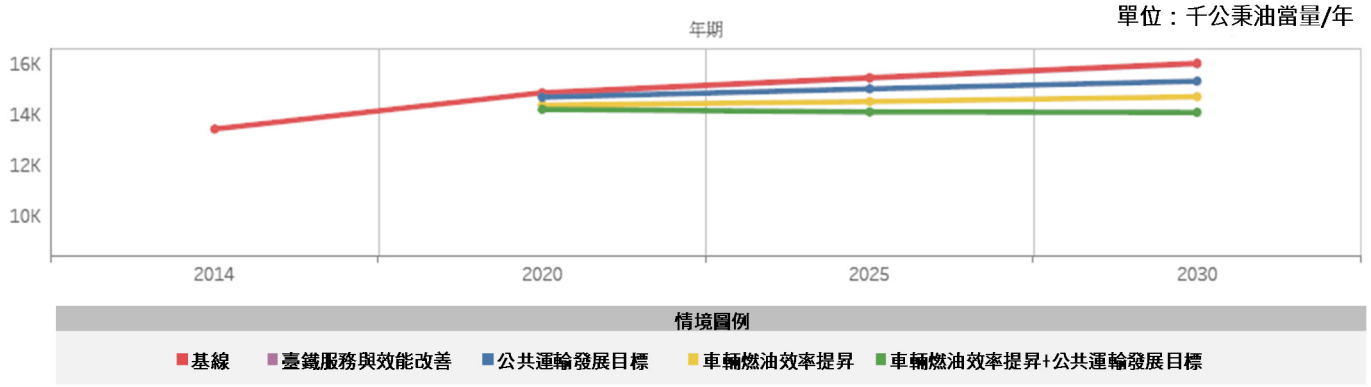


圖 4.3.7 各方案情境能耗

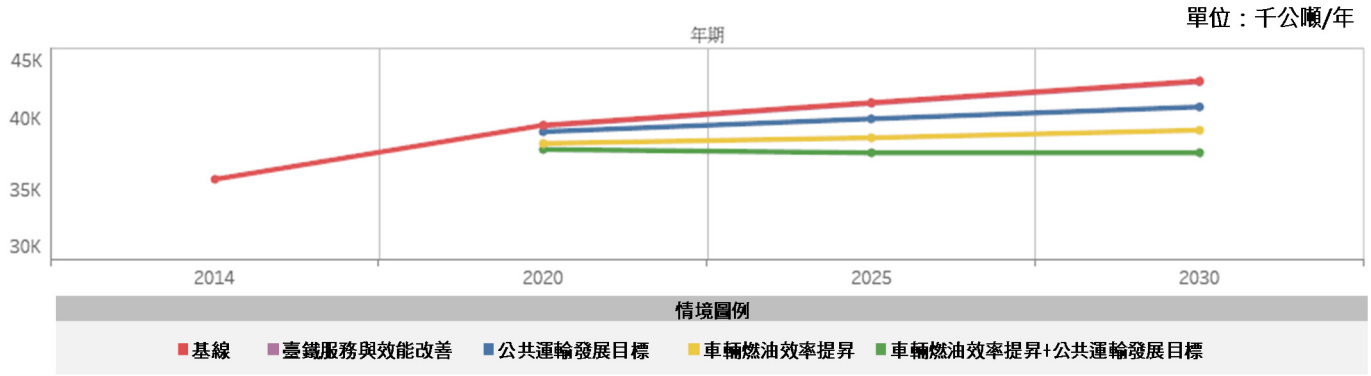


圖 4.3.8 各方案情境碳排

表 4.3.1 組合方案節能效益分析結果

單位：千公秉油當量

年期	情境	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總計
2020年	組合方案	6,109	1,464	10	111	145	525	4,984	838	14,186
	自然發展情境	6,653	1,571	10	104	136	481	5,052	838	14,845
	節能量	544	107	-1	-7	-9	-44	68	-	659
	節能效果	3.7%	0.7%	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.3%	0.5%	0.0%	4.4%
2025年	組合方案	5,591	1,391	12	124	165	468	5,461	872	14,083
	自然發展情境	6,657	1,602	10	102	137	473	5,590	872	15,442
	節能量	1,066	211	-2	-22	-28	5	129	-	1,358
	節能效果	6.9%	1.4%	0.0%	-0.1%	-0.2%	0.0%	0.8%	0.0%	8.8%
2030年	組合方案	5,132	1,285	12	138	178	514	5,903	904	14,067
	自然發展情境	6,693	1,599	9	101	133	472	6,101	904	16,012
	節能量	1,561	313	-3	-37	-45	-43	198	-	1,945
	節能效果	9.8%	2.0%	0.0%	-0.2%	-0.3%	-0.3%	1.2%	0.0%	12.1%

註：組合方案為「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」政策目標皆達成之情境。
註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

表 4.3.2 組合方案減碳效益分析結果

單位：千公噸

年期	情境	小客車	機車	航空	高鐵	臺鐵	公車	貨車	其他	總計
2020年	組合方案	15,978	3,822	26	254	392	1,466	13,661	2,233	37,831
	自然發展情境	17,402	4,101	24	239	367	1,344	13,844	2,233	39,555
	減碳量	1,425	280	-2	-15	-25	-123	183	-	1,724
	減碳效果	3.6%	0.7%	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.3%	0.5%	0.0%	4.4%
2025年	組合方案	14,620	3,633	29	283	446	1,306	14,952	2,324	37,592
	自然發展情境	17,411	4,182	24	233	370	1,320	15,298	2,324	41,162
	減碳量	2,792	550	-5	-50	-76	14	346	-	3,570
	減碳效果	6.8%	1.3%	0.0%	-0.1%	-0.2%	0.0%	0.8%	0.0%	8.7%
2030年	組合方案	13,416	3,356	31	315	480	1,437	16,147	2,410	37,593
	自然發展情境	17,503	4,175	23	231	359	1,317	16,680	2,410	42,696
	減碳量	4,087	818	-8	-85	-122	-120	532	-	5,104
	減碳效果	9.6%	1.9%	0.0%	-0.2%	-0.3%	-0.3%	1.2%	0.0%	12.0%

註：組合方案為「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」政策目標皆達成之情境。
註：捷運旅次、能耗及碳排結果整併於臺鐵。
資料來源：本計畫整理。

第五章 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新與維運

5.1 平台架構與功能開發

1. 平台架構說明

本計畫延續 104 年之規劃辦理整體平台功能重整與擴充作業，平台功能包括首頁、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 7 大項目，如圖 5.1.1 所示。重點工作為開發首頁、計畫背景、知識庫等模組，其餘模組則進行功能精進與資料更新，並新增案例分析視覺化展示功能，各模組功能介紹如表 5.1.1。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。

圖 5.1.1 整合資訊平台架構

2. 平台使用權限

依照使用需求與分析目的，分為一般民眾、減碳行動方案業務機關、政策模擬分析使用者及管理者四大類，權限設定說明詳見表 5.1.2，未來因各模組功能有其相對應的使用需求，將持續觀察使用情形盤點成效。

表 5.1.1 整合資訊平台功能說明

模組	子模組	項目	功能概述
首頁			發布最新消息、相關網站及功能捷徑連結
最新消息			蒐集國內外節能減碳、綠色運輸相關新聞與生活知識
計畫背景			計畫緣由介紹、聯合國氣候大會概述
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	
	技術發展	能源管理	
		交通運輸	
		綠建築	
		經濟財稅	
		其他	
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 92、95、98 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(國道客運、市區公車、小客車、機車…等)之單位油耗與 CO_2 參數，以及點、線、面源排放推估資料
		空氣污染	
節能減碳管考模組	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，有關排放清冊相關內容，請參閱 5.3 節
		推估方法介紹	
		推估資料查詢	
	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
		行動管考	
	節能減碳計算工具	公式說明	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，有關公式詳細說明請參閱 3.2.1 節
		計算工具	

表 5.1.1 整合資訊平台功能說明(續)

模組	子模組	項目	概述
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	說明基線意義、兩大基線推估模式介紹，以及基線分析結果
		TDM-E 模型	介紹 TDM-E 模型決策流程、可分析策略及反映方式。另將案例節能減碳分析結果回饋至平台中，以視覺化方式呈現分析結果。有關視覺化規劃內容請參閱 3.4 節

資料來源：本計畫彙整。

表 5.1.2 整合資訊平台使用權限設定表

功能	首頁	最新消息	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	系統管理
一般民眾	●	●	●	●	●	排放清冊	X	X
減碳行動方案業務負責同仁	●	●	●	●	●	●	X	X
政策模擬分析使用者	●	●	●	●	●	●	●	X
管理者	●	●	●	●	●	●	●	●

資料來源：本計畫彙整。

5.2 平台功能模組

1. 首頁

首頁是整個網站中最多人瀏覽的地方，也是傳遞訊息的大門，因此除了即時的最新消息外，更新增了易於使用者快速獲取資訊的三大快捷功能，連結內部資料的排放清冊及聯合國氣候大會資料，以及連結至綠運輸網站(http://greentransport.iot.gov.tw/)，平台頁面如圖 5.2.1 所示。

2. 最新消息

轉知與節能減碳相關的文章與國內外新聞，期望使用者可透過新知傳播掌握節能減碳資訊，平台頁面如圖 5.2.2 所示。

圖 5.2.1 首頁頁面

圖 5.2.2 最新消息頁面

3. 計畫背景

介紹本計畫緣起及相關工具開發宗旨，並結合近年政府單位相關措施與施政目標，及納入聯合國氣候大會相關資訊，讓使用者掌握國內外計畫背景，平台頁面如圖 5.2.3 所示。

4. 知識庫

內容包含法規、政策與策略及技術發展等 3 大類，所蒐集資訊包含國內外能源消耗與節能減碳相關法規、政策及對應策略、各類運具/能源技術發展趨勢、綠建築及永續發展相關論壇、網站等。

依照各分類對應各子項目，使用者點選大項目時其他子項目將對應收合，使頁面更簡潔易讀，除原有資料外，亦納入聯合國氣候變化綱要公約第 21、22 次締約國大會(COP21、COP22)訂定之巴黎協定、環保署 105 年 1 月份頒發之溫室氣體排放量盤查登錄管理辦法等，並且每季辦理更新，平台頁面如圖 5.2.4 所示。

圖 5.2.3 計畫背景頁面

圖 5.2.4 知識庫頁面

5. 資料庫

平台資料庫包含社會經濟資料、能源價格、溫室氣體參數等三項，其中，社會經濟和能源價格主要為提供基線推估模式與 TDM-E 模型所需使用的參數(包括輸入和輸出等)；溫室氣體參數資料為與運輸模型做整合用途；運輸資料的部分，考量運輸部門排放清冊和節能減碳管考模組交互支援，因此將其納入節能減碳管考模組中。

有關資料更新方面，社會經濟資料中產業結構及從業人口每 5 年更新 1 次，其他資料則包含能源價格及溫室氣體參數，更新週期為年度，今年度資料庫皆已更新至 105 年度，詳細更新說明請參見 5.4.2 節，並且平台頁面如圖 5.2.5 與 5.2.6 所示。

年期(民國)	人口
90	22,247,491
91	22,360,634
92	22,442,508
93	22,523,499
94	22,597,285
95	22,698,465
96	22,774,477
97	22,849,398
98	22,919,840
99	22,957,897
100	23,013,766
101	23,092,558

圖 5.2.5 資料庫-人口頁面

年期(民國)	九二無鉛汽油	九五無鉛汽油	九八無鉛汽油
90	19.48	19.48	20.66
91	18.8	18.8	20.05
92	20.03	20.03	21.43
93	22.09	22.09	23.51
94	23.94	23.94	25.38
95	26.76	26.76	28.21
96	28.3	28.3	29.84
97	30.07	30.07	31.68
98	26.81	26.81	28.42
99	29.71	29.71	31.32
100	31.78	31.78	33.41
101	33.75	33.75	35.79

圖 5.2.6 資料庫-汽油價格頁面

6. 節能減碳管考模組

模組包含排放清冊、節能減碳總行動方案、節能減碳計算工具等，簡介說明如下。

(1) 排放清冊

排放清冊之說明參見 5.3 節，清冊資料及相關係數已更新至本年度，配合清冊更新時程，每年更新 1 次，平台頁面如圖 5.2.7 所示。

(2) 節能減碳總行動方案

本計畫已將節能減碳總行動方案中的管考模組改版完成，使介面更加人性化，同時修正行動管考中月報及查核點的匯出樣式，平台頁面如圖 5.2.8 所示。

圖 5.2.7 節能減碳管考模組-排放清冊頁面

圖 5.2.8 節能減碳管考模組-節能減碳總行動方案頁面

(3) 節能減碳計算工具

本年度也進行節能減碳計算工具的改版，分析項目包含提升高鐵運量、臺鐵捷運化、辦理新竹內灣支線、臺南沙崙支線、臺北都會區大眾捷運系統工程、臺中都會區大眾捷運系統工程、高雄都會區大眾捷運系統工程、臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設、提升臺鐵全線運量、公共運輸提升計畫、公路汽車客運車輛汰舊換新及高速公路電子收費系統等，除了將工具說明與計算工具分開，讓使用者可相互參考，也於後方結果顯示處新增更多設定的按鈕，使用者點選後可自行修改相關係數，並根據修改後係數運算產生結果，平台頁面如圖 5.2.9 與 5.2.10 所示。

圖 5.2.9 節能減碳管考模組-減碳計算工具頁面

圖 5.2.10 節能減碳管考模組-減碳計算工具更多設定頁面

7. 策略評估支援模組

功能包含評估模組架構、情境與策略，以及策略評估工具，整體架構如圖 5.2.11，簡介說明如下。

(1) 評估模組架構

以圖文介紹建置目的及模組架構與分析程序，並說明能源消費模型、CGE 模型與 TDM-E 模型之內涵，平台頁面如圖 5.2.12 所示。

(2) 情境與策略

情境與政策是從應用參數角度，分析基年到 2050 年的社會經濟變化趨勢，另外，說明評估模組可分析之六大策略內容及主辦單位等，平台頁面如圖 5.2.13 所示。

(3) 策略評估工具

介紹基線推估模式(含能源消費預測模型及運輸 CGE 模型)及基線分析結果；TDM-E 模型部份今年則增加不同案例的介紹說明及分析之節能減碳效果視覺化展示，平台頁面如圖 5.2.14 與 5.2.15 所示。

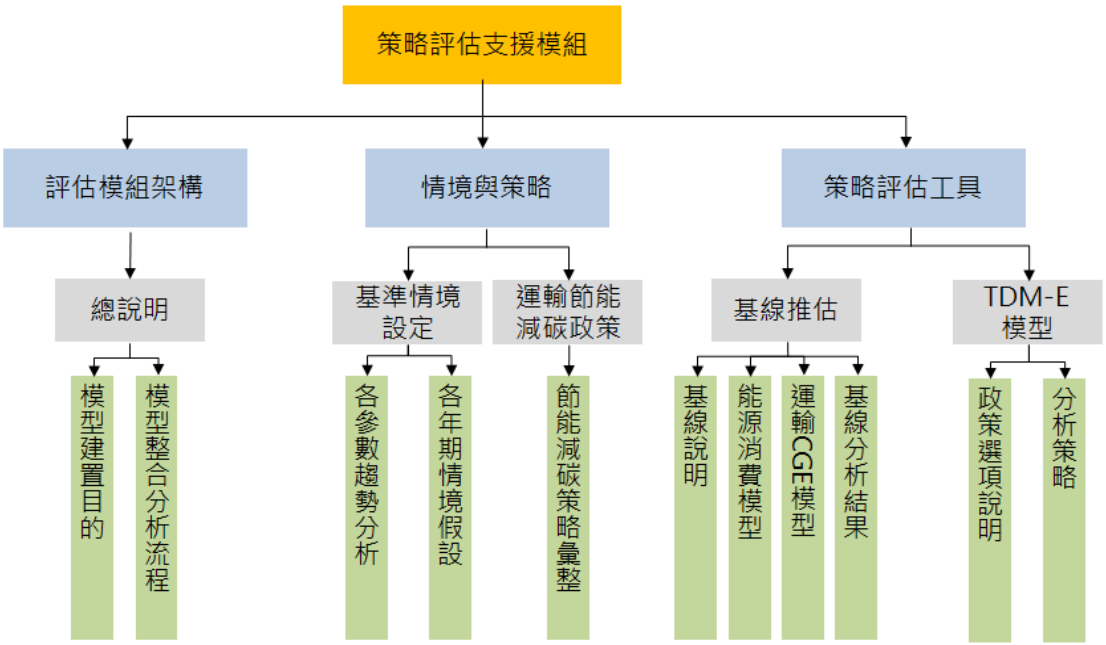


圖 5.2.11 策略評估支援模組架構圖

圖 5.2.12 策略評估支援模組-架構總說明頁面

圖 5.2.13 策略評估支援模組-情境與策略頁面

圖 5.2.14 策略評估支援模組-TDM-E 模型分析策略頁面

圖 5.2.15 策略評估支援模組-TDM-E 模型視覺化分析頁面

5.3 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，至今已進入節能減碳策略評估模組開發與應用，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，僅推估此類別難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較受相關機關之資訊公開程度所影響，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。

5.3.1 運輸部門運具別能源消耗量推估

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 建議之排放係數，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 5.3.1 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。

$$\text{Emission} = \sum(\text{Fuel}_{ab} \times \text{EF}_{ac}) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{式 5.3.1}$$

其中，

Emission：排放量

Fuel：燃油消耗量

EF：Emission factor，溫室氣體排放係數

a：燃料類別(汽油、柴油、LPG、電力、航空燃油)

b：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

c：溫室氣體類別 (CO_2、CH_4、N_2O)

式 5.3.1 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 5.3.1 至表 5.3.4 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 之排放係數，為方便計算電力各溫室氣體排放量，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，在能源局尚未相關公告數具之前，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生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 5.3.5 至表 5.3.8 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 之排放係數，推估結果如表 5.3.9 所示。

運輸部門燃料燃油使用量因使用燃料不同，為將燃料使用量單位統一，以利檢討運輸部門逐年燃油使用量，將依據燃料別燃燒熱值轉換成油當量，以方便彙整計算，我國油品燃燒油當量轉換係數如表 5.3.10 所示，我國發電廠用電量油當量轉換係數如表 5.3.11 所示。

表 5.3.1 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 5.3.2 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 5.3.3 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 5.3.4 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 5.3.5 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	
	CO2 排放係數	燃燒率	原始係數	我國熱值		建議排放係數	
	kgCO2/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	KgCO2/Kg
次煙煤(發電業)	96,100	1	0.000402	4,900	Kcal/Kg	1.9715	KgCO2/Kg
柴油	74,100	1	0.000310	8,400	Kcal/L	2.6060	KgCO2/L
蒸餘油(燃料油)	77,400	1	0.000324	9,600	Kcal/L	3.1110	KgCO2/L
天然氣	56,100	1	0.000235	8,000	Kcal/M^3	1.8790	KgCO2/M^3
液化天然氣(LNG)	56,100	1	0.000235	9,000	Kcal/M^3	2.1139	KgCO2/M^3
廢棄物	91,700	1	0.000384	1,865	kcal/kg	0.7161	KgCO2/Kg
焦爐氣	44,400	1	0.000186	4,200	Kcal/M^3	0.7808	KgCO2/M^3
高爐氣	260,000	1	0.001089	777	Kcal/M^3	0.8458	KgCO2/M^3
轉爐氣	182,000	1	0.000762	1,869	Kcal/M^3	1.4242	KgCO2/M^3
煉油氣	57,600	1	0.000241	9,000	Kcal/M^3	2.1704	KgCO2/M^3
石油焦	97,500	1	0.000408	8,200	Kcal/Kg	3.3473	KgCO2/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 5.3.6 能源部門燃料別甲烷(CH_4)排放係數

燃料別	A	B=A×4186.8×10^{-9}×10^{-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 CH4/Kcal	熱值	單位	數值	單位
煙煤	1	0.0000000042	6,080	Kcal/Kg	0.000025	KgCH4/Kg
次煙煤(發電業)	1	0.0000000042	4,900	Kcal/Kg	0.000021	KgCH4/Kg
柴油	3	0.0000000126	8,400	Kcal/L	0.000106	KgCH4/L
蒸餘油(燃料油)	3	0.0000000126	9,600	Kcal/L	0.000121	KgCH4/L
天然氣	1	0.0000000042	8,000	Kcal/M^3	0.000033	KgCH4/M^3
液化天然氣(LNG)	1	0.0000000042	9,000	Kcal/M^3	0.000038	KgCH4/M^3
廢棄物	30	0.0000001256	1,865	kcal/kg	0.000234	KgCH4/Kg
焦爐氣	1	0.0000000042	4,200	Kcal/M^3	0.000018	KgCH4/M^3
高爐氣	1	0.0000000042	777	Kcal/M^3	0.000003	KgCH4/M^3
轉爐氣	1	0.0000000042	1,869	Kcal/M^3	0.000008	KgCH4/M^3
煉油氣	1	0.0000000042	9,000	Kcal/M^3	0.000038	KgCH4/M^3
石油焦	3	0.0000000126	8,200	Kcal/Kg	0.000103	KgCH4/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 5.3.7 能源部門燃料別氧化亞氮(N_2O)排放係數

燃料別	A	B=A×4186.8×10^{-9}×10^{-3}	C		D=B×C	
	CH4 排放係數	原始係數	我國熱值		建議排放係數	
	kg/TJ	Kg N2O/Kcal	熱值	熱值單位	數值	單位
煙煤	1.5	0.0000000063	6,080	Kcal/Kg	0.000038	KgN2O/KG
次煙煤(發電業)	1.5	0.0000000063	4,900	Kcal/Kg	0.000031	KgN2O/KG
柴油	0.6	0.0000000025	8,400	Kcal/L	0.000021	KgN2O/L
蒸餘油(燃料油)	0.6	0.0000000025	9,600	Kcal/L	0.000024	KgN2O/L
天然氣	0.1	0.0000000004	8,000	Kcal/M^3	0.000003	KgN2O/M^3
液化天然氣(LNG)	0.1	0.0000000004	9,000	Kcal/M^3	0.000004	KgN2O/M^3
廢棄物	4.0	0.0000000167	1,865	kcal/kg	0.000031	KgN2O/Kg
焦爐氣	0.1	0.0000000004	4,200	Kcal/M^3	0.000002	KgN2O/M^3
高爐氣	0.1	0.0000000004	777	Kcal/M^3	0.000000	KgN2O/M^3
轉爐氣	0.1	0.0000000004	1,869	Kcal/M^3	0.000001	KgN2O/M^3
煉油氣	0.1	0.0000000004	9,000	Kcal/M^3	0.000004	KgN2O/M^3
石油焦	0.6	0.0000000025	8,200	Kcal/Kg	0.000021	KgN2O/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 5.3.8 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 5.3.9 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	0.559	99.57%	0.04%	0.39%	0.557	0.000219	0.002182
2006	0.564	99.57%	0.04%	0.39%	0.562	0.000224	0.002193
2007	0.559	99.57%	0.04%	0.39%	0.557	0.000219	0.002167
2008	0.557	99.58%	0.04%	0.38%	0.555	0.000220	0.002141
2009	0.543	99.57%	0.04%	0.39%	0.541	0.000206	0.002127
2010	0.535	99.59%	0.04%	0.37%	0.533	0.000207	0.001991
2011	0.536	99.59%	0.04%	0.37%	0.534	0.000205	0.001966
2012	0.532	99.60%	0.04%	0.36%	0.530	0.000212	0.001931
2013	0.522	99.60%	0.04%	0.36%	0.520	0.000199	0.001905
2014	0.521	99.61%	0.04%	0.35%	0.519	0.000197	0.001845
2015	0.528	99.62%	0.04%	0.34%	0.526	0.000208	0.001816

註: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 5.3.10 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

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 5.3.11 我國電力油當量轉換

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	0.2351
1996	0.2333
1997	0.2345
1998	0.2350
1999	0.2398
2000	0.2409
2001	0.2378
2002	0.2378
2003	0.2352
2004	0.2346
2005	0.2349
2006	0.2358
2007	0.2336
2008	0.2350
2009	0.2325
2010	0.2303
2011	0.2301
2012	0.2283
2013	0.2270
2014	0.2270
2015	0.2251

資料來源：經濟部能源局，電力消費面單位換算表。

1. 公路運輸

依據交通部運輸研究所 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 5.3.1 所示，近年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 5.3.2 所示。

$$CHT = \sum VK_{ij} \div FE_{ij} \times NRV_{ij} \times VU_{ij} \times OE_{j} \times 10^{-3} \times EBAF \quad \text{式 5.3.2}$$

其中，

CHT：Consumption of Highway Transportation，公路運輸燃油消耗量；

VK：Vehicle Kilometers，延車公里；

NRV：Number of Registered Vehicle，機動車輛登記數；

FE：fuel efficient，燃油效率；

VU：Vehicle Utilization，車輛使用率；

OE：Oil Equivalent，油當量轉換值；

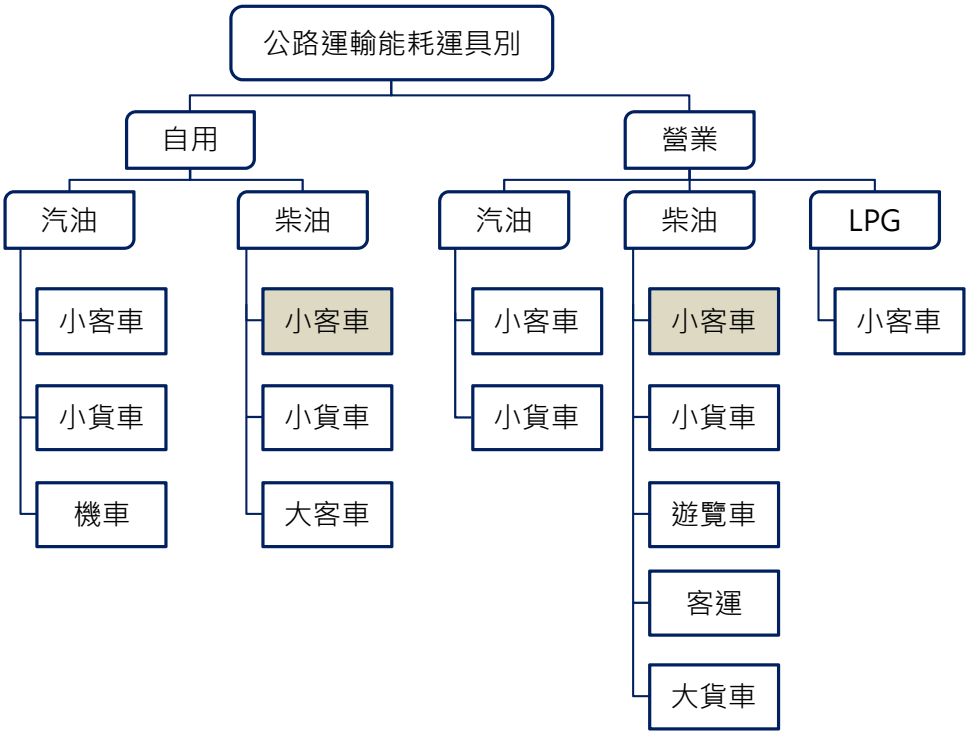
EBAF：Energy Balances Adjustment Factor，能源平衡表調整係數；

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 為燃料別，包括汽油、柴油、LPG；

ij 關係說明如圖 5.3.1。

至於以上公式所使用資料統計單位，說明如下。



註：灰色網底為本計畫新增運具。

圖 5.3.1 公路運輸依運具別使用燃油之分類

(1) 公路總耗油量單位：公秉油當量；

(2) 年行駛里程單位：公里/車；

(3) 燃油效率單位：公里/公升；

(4) 登記車輛數單位：輛；

(5) 使用率單位：%，除機車以外，其他運具使用率假設 100%；

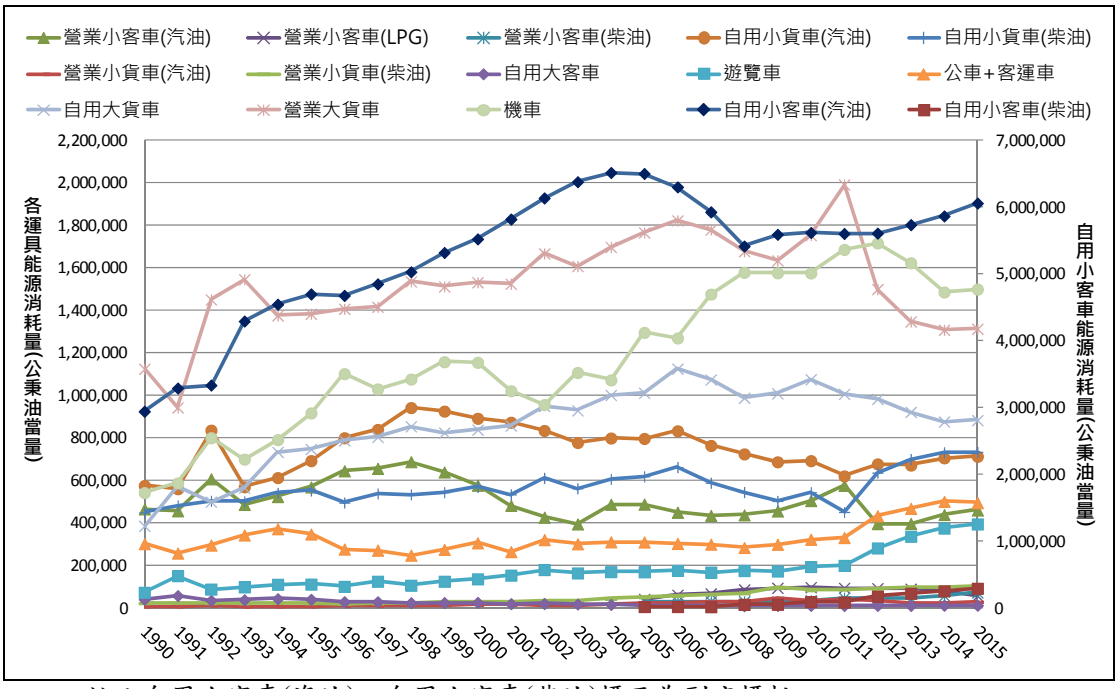
(6) 油當量轉換單位：公升油當量/公車，詳見表 5.3.10；

(7) 能源平衡表調整值：公路總耗油量/運具總耗油量推估。

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 5.3.13 至 5.3.15 所示。

將各車種燃料消耗量推估所需之參數彙整如表 5.3.16~表 5.3.18 所示，即可估算各運具使用各燃料之總能源消耗量，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 5.3.19 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 5.3.20 所示，便可得到我國公路運輸年總耗油量。

如表 5.3.12 及圖 5.3.2 所示，可得知自 1990 年至 2015 年公路運輸運具別能源消耗量之趨勢，其中以自用小客車(汽油)總消耗量占比最高，2015 年占比為 46%，占公路運輸總耗油量近半之比例，並在 2008 年開始總耗油量明顯持續成長；其次為機車，2015 年機車總耗油量占公路運輸總耗油量占比為 11%，自 2002 年開始機車總耗油量呈快速成長，占比變化從 8%提升至 11%，並列居第二位；次之為營業大貨車，2015 年營業大貨車總耗油占比為 10%，2011 年為營業大貨車能源消耗量高峰點，近年營業大貨車能源消耗量逐漸減少，原因在於年行駛里程減少之原故。自用小貨車、遊覽車、公車/客運近 5 年總耗油量明顯成長，可能原因為近年都會區物流、陸客觀光需求較高，及各縣市積極推廣大眾運輸之原故。



註：自用小客車(汽油)、自用小客車(柴油)標示為副座標軸。

圖 5.3.2 公路運輸各車種歷年能源消耗量趨勢圖

表 5.3.12 公路運輸各車種歷年能源消耗占公路運輸比例

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(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	42%	-	7%	-	-	8%	6%	0%	0%	1%	1%	4%	6%	16%	8%	100%
1991	44%	-	6%	-	-	8%	7%	0%	0%	1%	2%	3%	8%	13%	8%	100%
1992	39%	-	7%	-	-	10%	6%	0%	0%	0%	1%	3%	6%	17%	9%	100%
1993	47%	-	5%	-	-	6%	5%	0%	0%	0%	1%	4%	6%	17%	8%	100%
1994	47%	-	5%	-	-	6%	6%	0%	0%	0%	1%	4%	8%	14%	8%	100%
1995	47%	-	6%	-	-	7%	5%	0%	0%	0%	1%	3%	7%	14%	9%	100%
1996	45%	-	6%	-	-	8%	5%	0%	0%	0%	1%	3%	8%	14%	11%	100%
1997	46%	-	6%	-	-	8%	5%	0%	0%	0%	1%	3%	8%	13%	10%	100%
1998	45%	-	6%	-	-	9%	5%	0%	0%	0%	1%	2%	8%	14%	10%	100%
1999	47%	-	6%	-	-	8%	5%	0%	0%	0%	1%	2%	7%	13%	10%	100%
2000	48%	-	5%	-	-	8%	5%	0%	0%	0%	1%	3%	7%	13%	10%	100%
2001	50%	-	4%	-	-	8%	5%	0%	0%	0%	1%	2%	7%	13%	9%	100%
2002	50%	-	4%	-	-	7%	5%	0%	0%	0%	1%	3%	8%	14%	8%	100%
2003	52%	-	3%	-	-	6%	5%	0%	0%	0%	1%	2%	8%	13%	9%	100%
2004	51%	-	4%	-	-	6%	5%	0%	0%	0%	1%	2%	8%	13%	8%	100%
2005	49%	0%	4%	0%	0%	6%	5%	0%	0%	0%	1%	2%	8%	13%	10%	100%
2006	48%	0%	3%	0%	0%	6%	5%	0%	0%	0%	1%	2%	9%	14%	10%	100%
2007	47%	0%	3%	1%	0%	6%	5%	0%	1%	0%	1%	2%	8%	14%	12%	100%
2008	45%	0%	4%	1%	0%	6%	5%	0%	1%	0%	1%	2%	8%	14%	13%	100%
2009	46%	0%	4%	1%	0%	6%	4%	0%	1%	0%	1%	2%	8%	13%	13%	100%
2010	44%	1%	4%	1%	0%	5%	4%	0%	1%	0%	2%	3%	9%	14%	12%	100%
2011	44%	1%	4%	1%	0%	5%	4%	0%	1%	0%	2%	3%	8%	16%	13%	100%
2012	44%	1%	3%	1%	0%	5%	5%	0%	1%	0%	2%	3%	8%	12%	14%	100%
2013	45%	2%	3%	1%	0%	5%	6%	0%	1%	0%	3%	4%	7%	11%	13%	100%
2014	46%	2%	3%	1%	0%	6%	6%	0%	1%	0%	3%	4%	7%	10%	12%	100%
2015	46%	2%	4%	0%	1%	5%	6%	0%	1%	0%	3%	4%	7%	10%	11%	100%

資料來源：依據表 5.3.20 推估結果換算比例。

表 5.3.13 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(2011 年以前之燃料別比例依據 2012 年公布機動車輛登記數按燃料別分之汽、柴油比例為基準) (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)	(4) 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 (5) 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
自用柴油小客車		
營業汽油小客車		(1) 營業小客車汽油、柴油使用比例以 2012 年公布機動車輛登記數按燃料別分之汽、柴油比例為基準
營業柴油小客車		
營業 LPG 小客車		(1) 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。 (2) 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，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
自用汽油小貨車	(1) 交通部，交通統計月報，機動車輛登記數(2011 年以前之燃料別比例依據 2012 年公布機動車輛登記數按燃料別分之汽、柴油比例為基準) (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)統計月報，2013 年機動車輛登記數按燃料別分	
自用柴油小貨車		
營業汽油小貨車		
營業柴油小貨車		

表 5.3.13 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，台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	
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 (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)	=登記數×機車實際使用率

資料來源：本計畫彙整。

表 5.3.14 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	(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 為基準) (2) 交通部，交通統計要覽(附錄)，臺灣地區汽車延車公里統計按使用燃料分(2012 年以後)	
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		
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)	
公車與客運車	(1) 交通部，交通統計要覽，台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	=(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	(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)，臺灣地區汽車延車公里統計按使用燃料分(2012 年以後)	
營業大貨車		
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)	=每星期行駛天數×每天行駛里程×52 週

資料來源：本計畫彙整。

表 5.3.15 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	(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) (2) 1990~2000 年自用小客車燃油效率依據運研所，95 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」	(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) 2010 年前自用小客車使用狀況調查汽油、柴油燃油效率以 2010 年為基準估算 (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)
自用柴油小客車		
營業汽油小客車	(1) 交通部，交通部調查統計題要分析，計程車營運狀況調查摘要分析(2 年更新 1 次) (2) 1990~1998 年營業小客車燃油效率依據運研所，95 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」	
營業柴油小客車		
營業 LPG 小客車		
自用汽油小貨車	(1) 1998 年小貨車燃油效率依據運研所，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」 (2) 2012 年小貨車燃油效率依據運研所 2012 年，「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」	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
自用柴油小貨車		
營業汽油小貨車		
營業柴油小貨車		
自用大客車	交通部，交通統計要覽，台灣地區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
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)	
公車與客運車	(1) 交通部，交通統計要覽，台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	=(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	參考運研所 2000 年「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)	

表 5.3.15 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
營業大貨車	(1) 交通部，交通統計要覽，台灣地區公路汽車貨運營運概況 (2) 2011 年營業小貨車之營業行駛里程與油消耗量，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」	=[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)	

資料來源：本計畫彙整。

表 5.3.16 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	17,025	15,218	94,866	70,829	13,661,753	97.0%	13,251,900

資料來源：詳見表 5.3.13。

表 5.3.17 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	71,251	22,617	42,966	2,930
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	2,930

資料來源：詳見表 5.3.14。

表 5.3.18 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	27.30
1991	9.08	-	9.60	-	-	8.37	6.61	8.32	5.24	2.49	2.61	2.56	3.74	3.56	27.30
1992	9.18	-	9.30	-	-	8.37	6.67	8.28	5.34	3.33	3.20	2.58	4.56	2.70	27.30
1993	9.28	-	9.20	-	-	8.36	6.73	8.24	5.45	3.28	3.08	2.55	4.21	2.69	27.47
1994	9.38	-	9.10	-	-	8.36	6.79	8.21	5.55	2.69	3.28	2.45	3.61	3.43	27.40
1995	9.49	-	8.90	-	-	8.35	6.85	8.17	5.66	2.66	3.30	2.43	3.49	3.32	27.40
1996	9.59	-	8.60	-	-	8.35	6.92	8.13	5.77	2.86	3.31	2.54	2.88	2.74	26.70
1997	9.64	-	8.40	-	-	8.34	6.98	8.10	5.87	2.75	3.23	2.48	3.00	2.85	22.00
1998	9.70	-	8.30	-	-	8.34	7.04	8.06	5.98	2.80	3.23	2.49	2.76	2.62	22.00
1999	10.00	-	8.86	-	-	8.34	7.10	8.02	6.09	2.78	3.08	2.48	2.99	2.85	21.80
2000	10.30	-	8.86	-	-	8.33	7.16	7.99	6.19	2.75	3.08	2.51	3.04	2.89	21.80
2001	10.10	-	8.86	-	-	8.33	7.23	7.95	6.30	2.95	2.92	2.63	2.75	2.62	22.30
2002	10.04	-	8.86	-	-	8.32	7.29	7.91	6.41	2.94	2.92	2.65	2.79	2.65	22.30
2003	10.04	-	8.69	-	-	8.32	7.35	7.88	6.51	2.98	2.83	2.69	2.59	2.46	21.80
2004	9.80	-	8.69	-	-	8.31	7.41	7.84	6.62	3.04	2.83	2.74	2.58	2.45	21.80
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	21.70
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	21.70
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	22.00
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	22.00
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	22.40
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	22.40
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	22.30
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	22.30
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	22.30
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	22.10
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	22.10

資料來源：詳見表 5.3-15。

表 5.3.19 歷年各車種年總耗油量推估結果

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	95,505	665,332	128,432	52,136	716,342	484,122	47,681	94,186	12,517	214,986	355,160	1,078,381	2,132,978	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	6,766,127	275,044	507,123	107,027	62,316	814,396	784,396	30,493	104,806	14,152	402,450	537,107	939,364	1,401,233	1,714,146
2015	6,988,164	316,854	531,559	78,167	78,577	822,947	786,092	33,609	108,618	13,979	423,333	530,818	946,597	1,406,388	1,729,908

註：耗油量計算方法，詳見式 5.3.2。

表 5.3.20 歷年各車種年總耗油量推估結果

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	89,135	576,643	94,680	48,658	620,854	451,831	41,326	87,904	11,682	200,646	331,471	1,006,453	1,990,708	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	5,864,203	256,699	439,523	78,900	58,160	705,837	732,077	26,428	97,816	13,208	375,606	501,282	876,708	1,307,771	1,485,650	12,819,868
2015	6,056,642	295,720	460,703	57,625	73,336	713,248	733,660	29,129	101,373	13,046	395,097	495,413	883,459	1,312,582	1,499,311	13,120,344

註：耗油量計算方法，詳見式 5.3.2。

2. 軌道運輸

我國軌道部門包含臺鐵、捷運及高鐵，捷運及高鐵行駛使用能源主要為電力，臺鐵則使用電力及柴油為主，臺鐵之柴油使用量可在能源平衡表中軌道部門柴油消費量取得，而軌道用電量可在臺鐵局公開資訊取得；捷運(北捷、高捷)及高鐵之軌道用電量可經由行文取得，如表 5.3.21 所示。

臺鐵電力、高鐵電力、北捷電力與高捷電力之能源消耗量推估，為各公司所使用電力能耗量再乘上平均單位電量耗油量可得總耗油量。而軌道用柴油部分，主要是以臺鐵客、貨運使用為主，並以行駛里程為計算依據，以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亦須進一步等比例調整與能源平衡表一致，最終再乘以排放係數可得其溫室氣體之排放量，如式 5.3.3 至式 5.3.5 所示。

$$CTRA=\sum(EEC \times EBAF \times ECC \times 10^{-3}) + (DC \times OE) \cdots\cdots\cdots\cdots \text{ 式 5.3.3}$$

$$CTHSR、CMRT=\sum(EEC \times EBAF \times ECC) \times 10^{-3} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{ 式 5.3.4}$$

$$CRPT、CRFT= CTRA \times PCRT(\%) \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \text{ 式 5.3.5}$$

其中，

CTRA：Consumption of Taiwan Railways Administration，臺鐵總耗油量；

EEC：Electric Energy Consumption，電力消耗量；

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

ECC：Electricity Consumption Conversion，平均單位電量耗油量；

DC：Diesel Consumption，柴油消耗量；

OE：Oil Equivalent，油當量轉換值；

CTHSR：Consumption of Taiwan High Speed Rail，高鐵總耗油量；

CMRT：Consumption of Mass Rapid Transit，北捷、高捷總耗油量；

CRPT：Consumption of Rail Passengers Traffic，臺鐵客運總耗油量；

CRFT：Consumption of Rail Freight Traffic，臺鐵貨運總耗油量；

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)。至於以上公式所使用資料統計單位，說明如下：

(1) 臺鐵總耗油量單位：公秉油當量；

(2) 平均單位電量消耗量單位：公升油當量/度；

(3) 油當量轉換單位：公升油當量／公升；

(4) 高鐵、北捷、高捷總耗油量單位：公秉油當量；

(5) 能源平衡表調整值：能源平衡表電力總消耗量/運具電力消耗量。

表 5.3.21 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
電力(能源平衡表)	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)	經濟部能源局，電力消費面單位換算表。

註：平均單位電量耗油量，詳見表 5.3.11 所示。
資料來源：本計畫彙整。

軌道燃油消耗量推估結果如表 5.3.22 及圖 5.3.3 所示，臺鐵客運能源消耗量逐年成長，2015 年臺鐵客運能源消耗量略為下降，而貨運能源消耗量依然呈逐年降低趨勢，1995 年陸續有北捷、高鐵、高捷加入營運，能源消耗量皆呈穩定成長趨勢，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，近年高鐵能源消耗量有趨近臺鐵客運之趨勢。

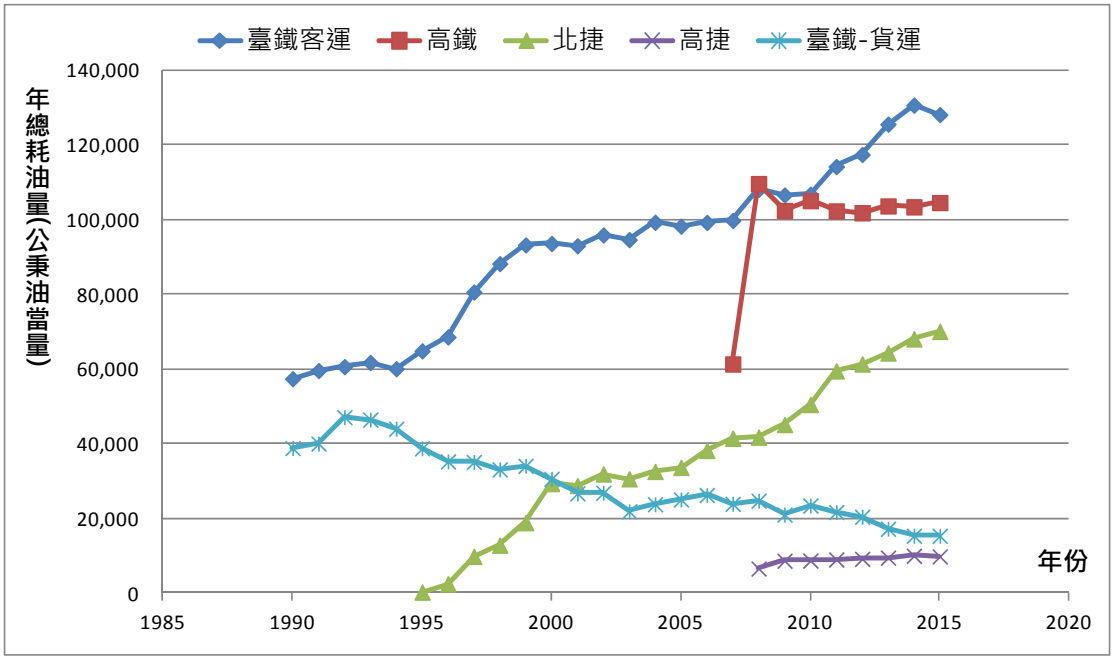


圖 5.3.3 軌道部門各運具歷年能源消耗量趨勢圖

表 5.3.22 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例		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	高捷	臺鐵	客車公里	貨車公里	客車	貨車	臺鐵	高鐵	北捷	高捷	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%	64,883	-	392	-	65,275	38,836
1996	264,282	253,786	242,769	-	11,017	-	48,380	247,495	127,429	66%	34%	68,612	-	2,570	-	71,182	35,326
1997	332,106	339,180	296,797	-	42,383	-	47,249	262,495	114,589	70%	30%	80,608	-	9,938	-	90,546	35,188
1998	381,174	379,883	324,816	-	55,067	-	46,096	277,291	104,318	73%	27%	88,221	-	12,942	-	101,163	33,189
1999	408,271	411,425	332,270	-	79,155	-	51,103	295,021	108,067	73%	27%	93,216	-	18,979	-	112,195	34,145
2000	452,787	455,336	333,246	-	122,090	-	47,117	286,550	93,812	75%	25%	93,615	-	29,415	-	123,030	30,648
2001	450,453	448,072	326,615	-	121,457	-	45,152	286,179	82,444	78%	22%	93,001	-	28,876	-	121,877	26,792
2002	466,449	474,578	340,056	-	134,522	-	44,948	296,703	83,360	78%	22%	95,873	-	31,987	-	127,860	26,936
2003	497,215	464,604	334,176	-	130,428	-	40,748	302,817	70,328	81%	19%	94,639	-	30,673	-	125,312	21,980
2004	517,580	518,540	379,409	-	139,131	-	36,600	302,429	72,764	81%	19%	99,267	-	32,634	-	131,901	23,884
2005	523,439	522,769	379,192	-	143,577	-	36,767	294,668	75,466	80%	20%	98,236	-	33,729	-	131,965	25,159
2006	548,101	551,470	389,175	-	162,295	-	36,207	296,298	78,671	79%	21%	99,225	-	38,274	-	137,498	26,345
2007	836,890	830,681	390,037	262,831	177,813	-	34,977	295,097	70,931	81%	19%	99,769	61,393	41,534	-	202,696	23,981
2008	1,098,139	1,100,555	427,716	466,425	177,982	28,432	34,702	309,447	71,048	81%	19%	108,082	109,607	41,824	6,681	266,195	24,815
2009	1,111,470	1,106,918	434,136	440,605	194,466	37,711	28,656	308,459	61,076	83%	17%	106,571	102,432	45,209	8,767	262,979	21,101
2010	1,155,531	1,150,423	436,555	456,099	219,528	38,241	31,870	306,544	67,551	82%	18%	106,769	105,054	50,564	8,808	271,196	23,528
2011	1,207,342	1,203,064	460,001	444,734	258,737	39,593	32,298	317,099	60,529	84%	16%	114,179	102,317	59,526	9,109	285,131	21,795
2012	1,219,248	1,228,559	472,812	446,110	268,962	40,675	32,150	320,980	56,102	85%	15%	117,409	101,829	61,393	9,284	289,916	20,521
2013	1,271,531	1,278,940	496,747	456,656	283,303	42,233	32,220	326,861	45,078	88%	12%	125,514	103,653	64,305	9,586	303,057	17,310
2014	1,295,308	1,321,352	521,360	455,535	299,971	44,485	29,697	345,390	40,879	89%	11%	130,601	103,401	68,090	10,098	312,189	15,457
2015	1,349,531	1,347,351	528,104	465,248	311,961	44,217	26,613	362,421	43,650	89%	11%	128,085	104,549	70,103	9,936	312,675	15,427

資料來源：軌道部門燃油消耗量推估方式，詳見式 5.3.3~5 所示。

3. 國內航空

國內航空能源消耗量須從能源局公布之能源平衡表得到，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，如表 5.3.23 所示，其國內航空客、貨運能源消耗量之推估方式如式 5.3.6、式 5.3.7 所示，國內航空燃油消耗量推估結果如表 5.3.24 所示。

$$PCDA = CDA \times PCDAPT \times OE \quad \text{式 5.3.6}$$

$$CCDA = CDA \times PCDAC \times OE \quad \text{式 5.3.7}$$

其中，

PCDA：Passenger Consumption of Domestic Air route，國內航線客運總耗油量；

CCDA：Cargo Consumption of Domestic Air route，國內航線貨運總耗油量；

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；

航空客運能源耗用比例=(載運噸公里-載貨噸公里)/載運噸公里；航空貨運能源耗用比例＝載貨噸公里/載運噸公里。至於以上公式所使用資料統計單位，說明如下：

(1) 國內航空客(貨)運總耗油量單位：公秉油當量；

(2) 油當量轉換值：公秉油當量/公秉。

表 5.3.23 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 5.3.24 國內航空能源消耗量推估結果

年份	總耗油量				載運噸公里			航空客貨運能源消耗比例		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	0	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	0	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	0	0	144,941	174,925	181,372	6,447	96%	4%	139,789	5,152
2008	108,181	0	0	96,162	133,668	139,983	6,314	95%	5%	91,824	4,338
2009	95,362	0	0	84,767	135,475	141,101	5,626	96%	4%	81,387	3,380
2010	96,404	0	0	85,694	111,932	117,230	5,298	95%	5%	81,820	3,873
2011	107,513	0	0	95,568	122,887	127,774	4,887	96%	4%	91,913	3,655
2012	108,111	0	0	96,100	131,912	136,829	4,917	96%	4%	92,647	3,453
2013	98,951	0	0	87,958	129,122	133,810	4,688	96%	4%	84,876	3,081
2014	111,251	0	0	98,891	133,010	137,686	4,675	97%	3%	95,533	3,358
2015	107,869	0	0	95,885	128,621	133,056	4,436	97%	3%	92,688	3,197

資料來源：國內航空燃油消耗量推估方式，詳見式 5.3.6 所示。

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 5.3.25 所示。

表 5.3.25 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

資料來源：能源局，能源平衡表。

5.3.2 運輸部門溫室氣體排放推估結果

依據前述軌道、國內航空及國內水運之各運具修正後之能耗推估，經由 IPCC2006 年公告之燃油溫室氣體排放係數(表 5.3.1 至表 5.3.4)轉換後，進行溫室氣體推估，可得到運輸部門溫室氣體排放總量，結果如表 5.3.26 所示。

自 1990 年至 2015 年運輸部門溫室氣體排放量變化趨勢如圖 5.3.4 所示，公路運輸占比最高，2015 年公路運輸溫室氣體排放量約占 96%，其次為軌道運輸，占比約 2.1%；公路運輸自 2008 年開始溫室氣體排放量持續成長。整體而言，運輸部門溫室氣體排放總量約 37,281 千公噸，依據 2015 年國家溫室氣體排放清冊森林部門每年每公頃吸附量為 10.1 公噸計算，2015 年運輸部門溫室氣體排放量相當於 14.2 萬座大安森林公園(每座約 25.9 公頃，吸附量為 261.53 公噸)。

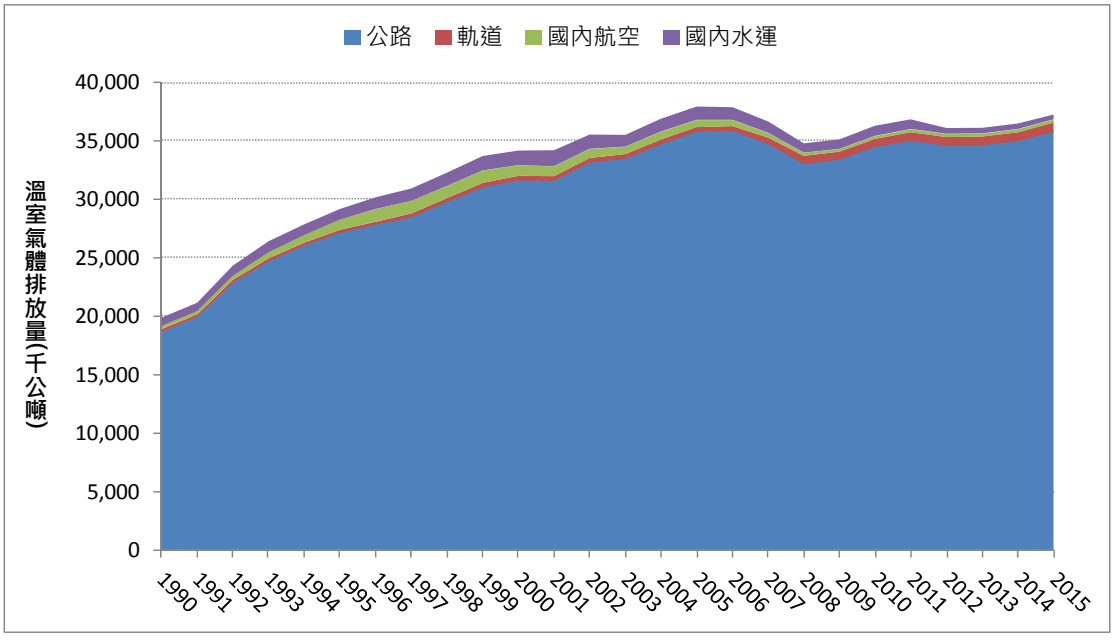


圖 5.3.4 運輸部門溫室氣體排放量歷年趨勢圖

表 5.3.26 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

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	CH4	N2O	GHG	CO2	CH4	N2O	GHG	CO2	CH4	N2O	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	386.79	0.12	1.15	399.20	592.25	0.004	0.017	597.29	1135.03	0.10	0.03	1146.49	37,968
2006	35,093	11.80	1.69	35,892	404.05	0.13	1.21	416.37	516.22	0.004	0.014	520.61	1068.80	0.10	0.03	1079.59	37,908
2007	33,980	11.48	1.63	34,754	553.52	0.19	1.81	566.11	390.50	0.003	0.011	393.82	961.44	0.09	0.03	971.16	36,685
2008	32,304	10.95	1.55	33,040	700.85	0.25	2.36	713.97	259.08	0.002	0.007	261.28	778.49	0.07	0.02	786.37	34,801
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	696.00	0.24	2.29	708.20	230.87	0.002	0.006	232.84	865.64	0.08	0.02	874.39	36,320
2011	34,268	11.44	1.65	35,046	726.40	0.25	2.37	738.81	257.48	0.002	0.007	259.67	806.41	0.07	0.02	814.57	36,859
2012	33,851	11.31	1.63	34,619	734.74	0.27	2.38	747.13	258.91	0.002	0.007	261.11	486.80	0.05	0.01	491.77	36,119
2013	33,885	11.33	1.63	34,654	748.88	0.26	2.44	761.35	236.97	0.002	0.007	238.99	472.12	0.04	0.01	476.95	36,131
2014	34,221	11.40	1.65	34,997	763.12	0.26	2.44	774.83	266.43	0.002	0.007	268.70	460.17	0.04	0.01	464.87	36,505
2015	35,026	11.66	1.69	35,821	778.03	0.28	2.45	788.83	258.33	0.002	0.007	260.53	406.50	0.04	0.01	410.64	37,281

資料來源：本計畫研究推估。

1. 公路運輸

公路運輸歷年溫室氣體排放量變化如表 5.3.27 與圖 5.3.5 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，可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 45%，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增加之原故；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，然 2005 年至 2011 年營業大貨車之溫室氣體排放量為公路運輸居二，因近幾年營業大客車年行駛里程縮短，導致能源消耗量及溫室氣體排放量縮減，反而機車車輛登記數逐年增加，行駛里程無明顯變化，導致近 4 年機車和營業大貨車趨勢呈反轉。

近幾年公路運輸變化較明顯之運具為自用小貨車、遊覽車、公車+客運，可能原因在於都會物流業需求較發達，導致自用小貨車需求提升，反而大貨車近幾年運輸需求減少，導致能源消耗量及溫室氣體排放量相對減少；遊覽車及公車、客運車需求明顯提高，可能原因在於陸客帶來觀光效益，及各縣市政府積極推動大眾運輸運具有關。

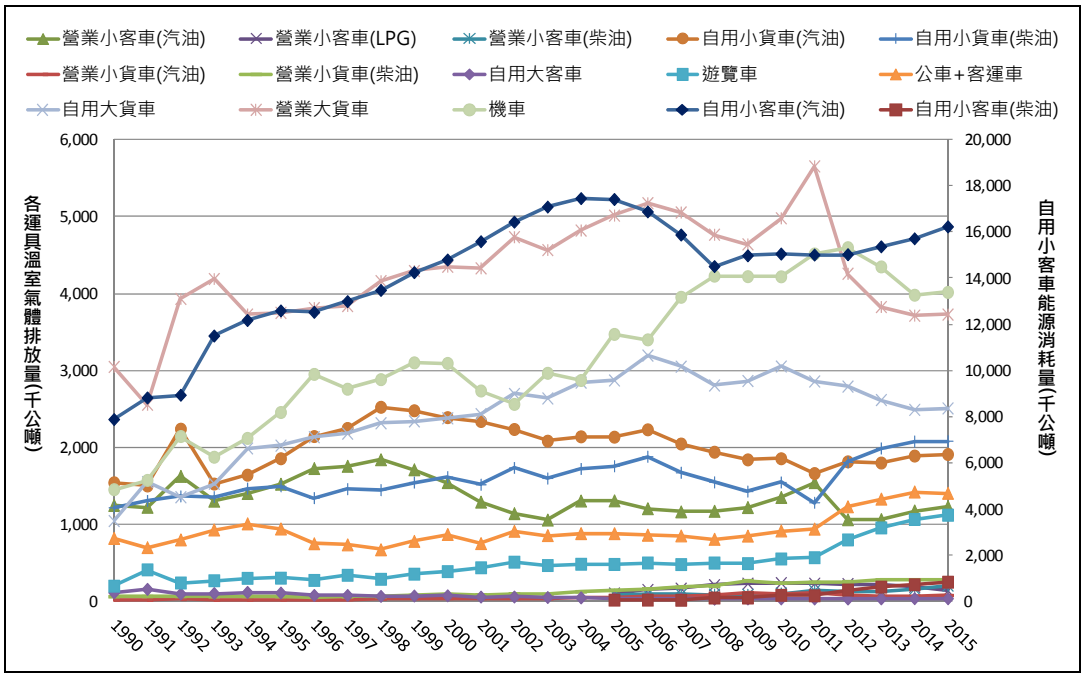


圖 5.3.5 公路部門各車種歷年溫室氣體排放量趨勢圖

表 5.3.27 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

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	15,706	729	1,177	192	165	1,890	2,079	71	278	38	1,067	1,424	2,490	3,714	3,979	34,997
2015	16,221	840	1,234	141	208	1,910	2,083	78	288	37	1,122	1,407	2,509	3,727	4,015	35,821

資料來源：本計畫研究推估。

2. 軌道、國內航空、國內水運

如表 5.3.28 及圖 5.3.6 所示，可得知軌道、國內航空、國內水運 1990 年至 2015 年溫室氣體排放量變化趨勢，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、高鐵、高捷加入營運，溫室氣體排放量皆呈穩定成長，由其以北捷成長趨勢最為明顯，2015 年軌道運輸溫室氣體排放量占比最高為臺鐵客運，占比約 40.26%，其次為高鐵，占比約 31.09%，北捷占 20.85%，高捷占 2.95%。

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 2014 年。

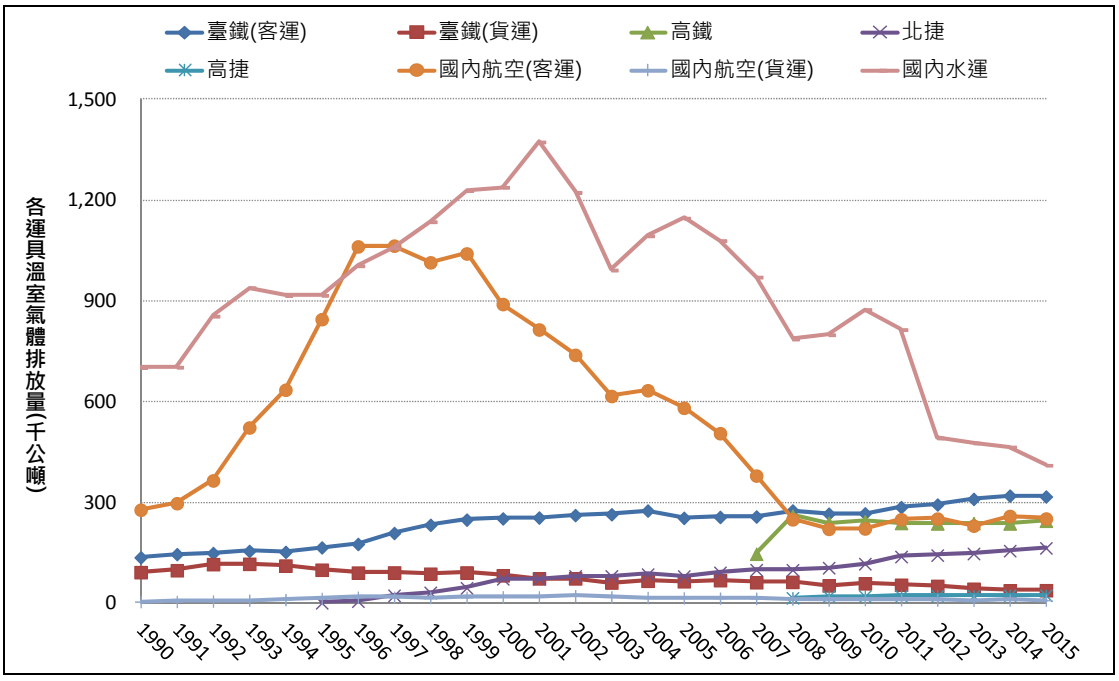


圖 5.3.6 軌道運輸、國內航空、水運歷年溫室氣體排放量趨勢圖

表 5.3.28 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

年份	軌道運輸							國內航空			國內水運
	臺鐵			高鐵	北捷	高捷	合計	客運	貨運	合計	
	合計	客運	貨運								
1990	228.59	136.29	92.30				228.59	278.09	4.57	282.66	701.74
1991	244.14	145.98	98.15				244.14	297.55	4.89	302.43	702.81
1992	265.19	149.21	115.98				265.19	365.46	6.00	371.47	854.75
1993	272.51	155.47	117.04				272.51	523.03	8.59	531.62	939.39
1994	264.18	152.46	111.72				264.18	635.47	10.44	645.91	916.17
1995	265.37	166.01	99.36		0.85		266.22	845.67	13.89	859.56	916.44
1996	266.75	176.09	90.66		5.72		272.47	1062.44	17.46	1079.90	1004.93
1997	299.82	208.71	91.11		23.18		323.00	1064.71	17.49	1082.20	1057.51
1998	320.88	233.16	87.72		31.66		352.55	1014.99	16.68	1031.67	1136.12
1999	339.74	248.65	91.08		45.51		385.25	1041.38	17.11	1058.49	1228.87
2000	334.70	252.15	82.55		72.40		407.10	890.70	18.79	909.49	1238.62
2001	328.32	254.89	73.43		73.24		401.55	814.99	18.67	833.66	1373.51
2002	335.83	262.17	73.66		81.12		416.94	739.40	22.21	761.61	1223.07
2003	326.08	264.62	61.46		81.00		407.07	616.83	18.59	635.42	992.12
2004	342.10	275.75	66.35		86.40		428.50	633.96	16.54	650.50	1094.18
2005	318.94	253.91	65.03		80.26		399.20	581.76	15.53	597.29	1146.49
2006	324.84	256.68	68.15		91.53		416.37	505.94	14.67	520.61	1079.59
2007	319.79	257.82	61.97	146.92	99.40		566.11	379.82	14.00	393.82	971.16
2008	339.20	275.86	63.34	259.80	99.14	15.84	713.97	249.50	11.79	261.28	786.37
2009	319.11	266.37	52.74	239.25	105.60	20.48	684.43	221.14	9.18	230.32	799.35
2010	326.28	267.36	58.92	244.01	117.45	20.46	708.20	222.31	10.52	232.84	874.39
2011	340.53	285.95	54.58	238.38	138.68	21.22	738.81	249.74	9.93	259.67	814.57
2012	345.07	293.73	51.34	237.33	143.09	21.64	747.13	251.73	9.38	261.11	491.77
2013	353.04	310.26	42.79	238.37	147.88	22.05	761.35	230.62	8.37	238.99	476.95
2014	358.03	320.14	37.89	237.33	156.28	23.18	774.83	259.57	9.12	268.70	464.87
2015	355.82	317.57	38.25	245.25	164.45	23.31	788.83	251.84	8.69	260.53	410.64

資料來源：本計畫研究推估。

5.3.3 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(貨噸公里)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成效越好，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 5.3.8 及式 5.3.9 所示，計算所需參數資料來源如表 5.3.29 及表 5.3.30 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 101 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 2011 年之數值。

$$EIHPT = CCHT \div NRV \div VK \div APV \quad \text{式 5.3.8}$$

$$EIHFT = CCHT \div NRV \div VK \div AFV \quad \text{式 5.3.9}$$

其中，

EIHPT：Energy Intensity of Highway Passenger Traffic，公路客運能源密集度；

EIHFT：Energy Intensity of Highway Freight Traffic，公路貨運能源密集度；

APV：Average Passenger per Vehicle，平均載客人數；

AFV：Average Freight ton per Vehicle，平均載貨噸數；

CCHT：Consumption of Highway Transportation，公路運輸燃油消耗量；

NRV：Number of Registered Vehicle；機動車輛登記數；

VK：Vehicle Kilometers，延車公里；

有關以上公式所使用資料統計單位，說明如下：

(1) 能源密集度單位：公升油當量/延人(噸)公里；

(2) 公路總耗油量單位：公升油當量；

(3) 車輛登記數單位：輛；

(4) 平均年行駛里程單位：公里/輛；

(5) 油當量轉換值：公升油當量/公升；

(5) 平均載客人數：人；

(6) 平均載貨噸數：噸。

表 5.3.29 公路運輸客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
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)	
	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，台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，台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	=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 5.3.30 公路運輸貨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
平均載貨噸數	自用汽油小貨車	運研所，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，台灣地區公路汽車貨運營運概況 (2) 營業小貨車運，運研所，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。

公路客、貨運各車種能源密集度估算結果說明如圖 5.3.7、圖 5.3.8、表 5.3.31，以及表 5.3.32 所示；客運部分，營業小客車能源密集度最高，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/次，2015 年為 1.6 人/次，因此，營業小客車能源密集度明顯提升；自用大客車、遊覽車、公車/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，2015 年自用小客車(汽油)能源密集度為 0.033 公升/延人公里，相較於公車/客運能源密集度 0.028 公升/延人公里高於 1.17 倍。自用小客車能源密集度有逐年遞減趨勢，原因在於自用小客車燃油效率逐年提升及平均乘載率提高。

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，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。

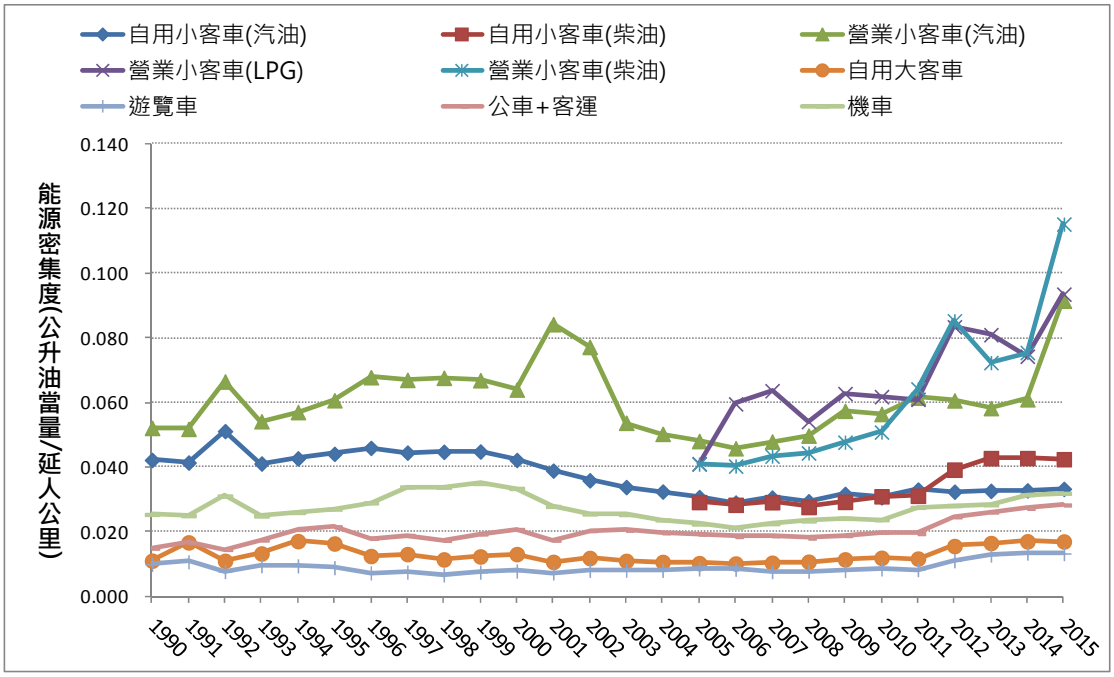


圖 5.3.7 公路客運各運具歷年能源密集度趨勢圖

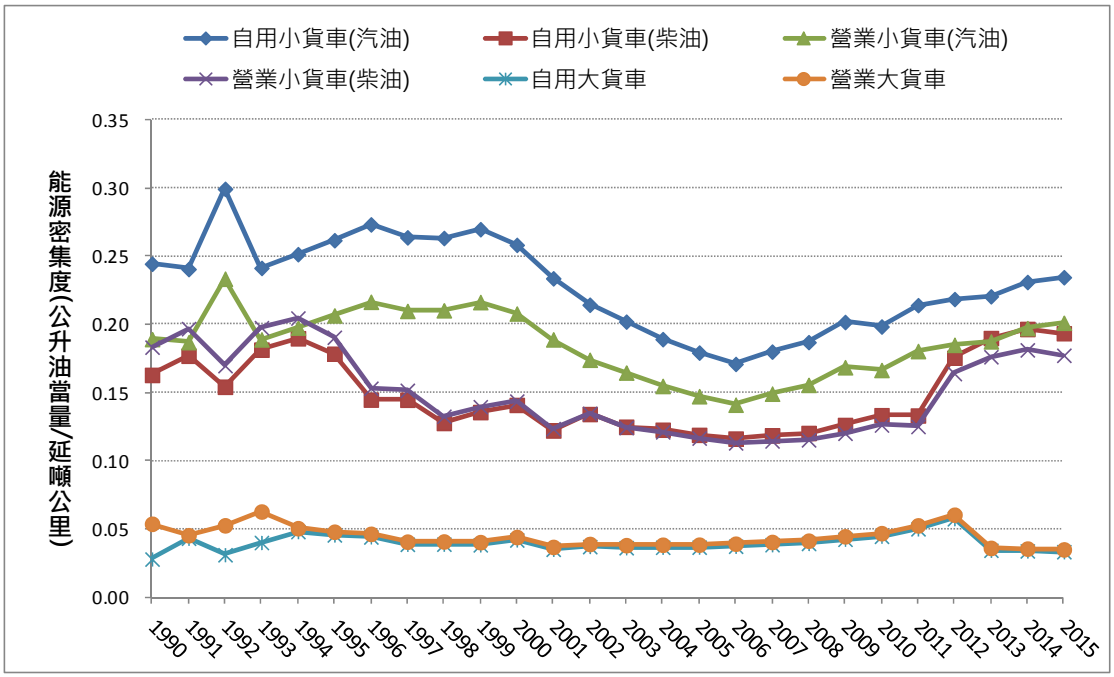


圖 5.3.8 公路貨運各運具歷年能源密集度趨勢圖

表 5.3.31 公路客運各運具能源密集度推估

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	0.033	0.043	0.061	0.074	0.075	0.017	0.013	0.027	0.031
2015	0.033	0.042	0.091	0.094	0.115	0.017	0.013	0.028	0.032

資料來源：本計畫研究推估。

表 5.3.32 公路貨運各運具能源密集度推估

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	0.231	0.197	0.197	0.181	0.034	0.036
2015	0.235	0.194	0.201	0.177	0.033	0.035

資料來源：本計畫研究推估。

2. 軌道運輸

軌道能源密集度分為客運及貨運，計算方式如式 5.3.10 及式 5.3.11 說明，其計算所需參數資料來源如表 5.3.33 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。

$$EIRPT = CRPT \div VK \quad \text{式 5.3.10}$$

$$EIRFT = CRFT \div VK \quad \text{式 5.3.11}$$

其中，

EIRPT：Energy Intensity of Railway Passenger Traffic，軌道客運能源密集度；

EIRFT：Energy Intensity of Railway Freight Traffic，軌道客運能源密集度；

CRPT：Consumption of Railway Passenger Traffic，軌道客運總耗油量；

CRFT：Consumption of Railway Freight Traffic，軌道貨運總耗油量；

VK：Vehicle Kilometers，延車公里；

有關以上公式所使用資料統計單位，說明如下：

(1) 軌道客運能源密集度單位：公升油當量/延人公里；

(2) 軌道客運能源密集度單位：度/延人公里；

(3) 軌道貨運能源密集度單位：公升油當量/延噸公里。

表 5.3.33 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，交通統計月報，臺灣地區軌道客運量
	臺鐵貨運量	交通部，交通統計月報，臺灣地區軌道貨運量
	高鐵客運量	(1) 交通部，交通統計月報，臺灣地區軌道客運量 (2) 交通部，交通統計月報，高速軌道客運量
	北捷運量	交通部，交通統計月報，臺灣地區捷運客運量
	高捷客運量	

資料來源：本計畫彙整。

軌道客貨運用油量之能源密集度估算結果如圖 5.3.9；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，歷年趨勢圖如圖 5.3.10，並將兩者計算結果同列於表 5.3.34 所呈現。

依據上述計算結果，客運部分，北捷營運初期因載客數較少的關係，導致能源密集度偏高，然而在 2001 年之後，載客人數逐年提高，能源密集度明顯降低，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。

臺鐵客運、高鐵及北捷能源密集度相近，維持在 0.011~0.012 公升油當量/延人公里之間，然高捷 2015 年載客人數無提升，因此能源密集度高於其他軌道車種。

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/延人公里，歷年變化趨勢差異不明顯。

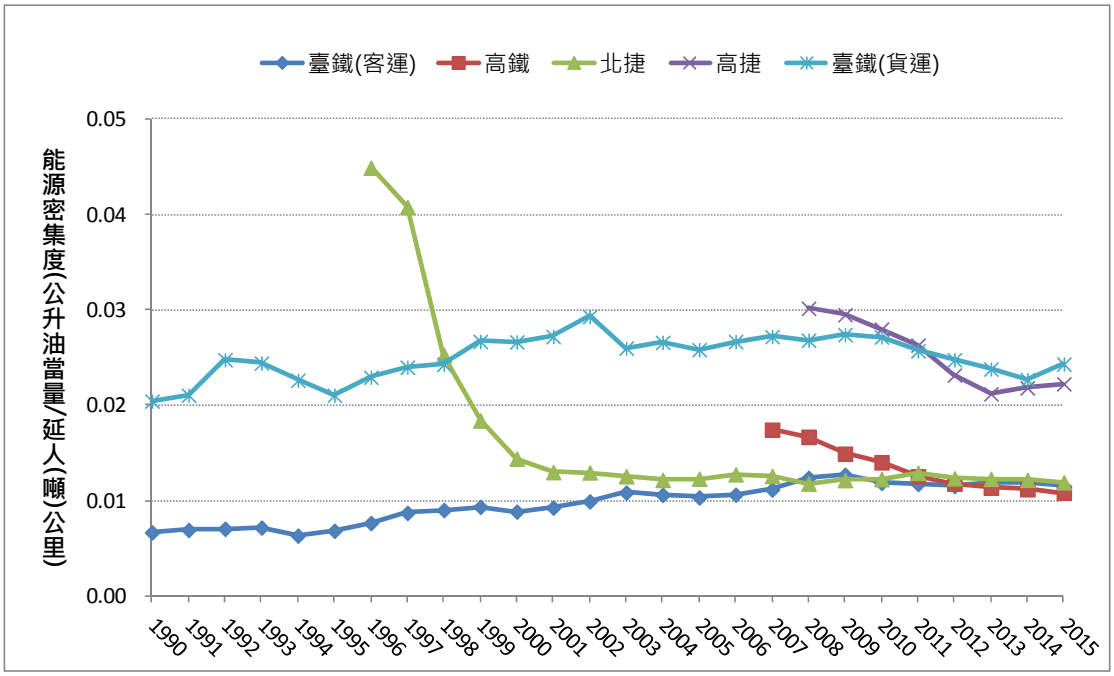


圖 5.3.9 軌道各運具歷年能源密集度趨勢圖(公升油當量/延人(噸)公里)

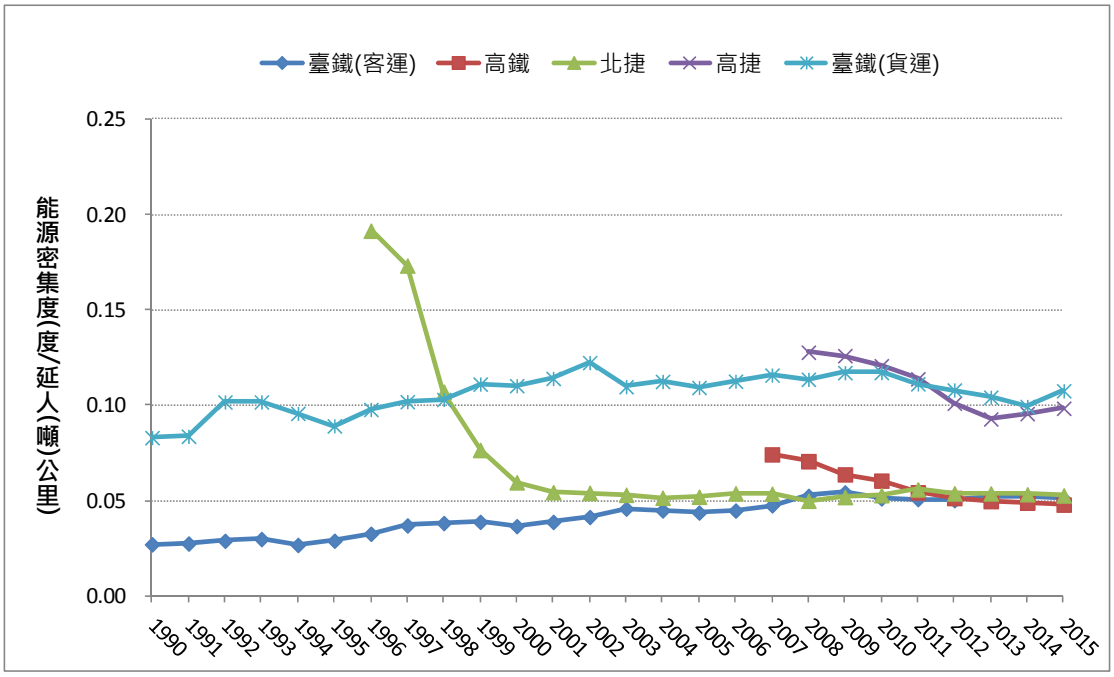


圖 5.3.10 軌道各運具歷年能源密集度趨勢圖(度/延人(噸)公里)

表 5.3.34 軌道各運具歷年能源密集度推估表

年份	軌道能源密集度 (公升油當量/延人(噸)公里)					軌道能源密集度 (度/延人公里)				
	客運				貨運	客運				貨運
	臺鐵	高鐵	北捷	臺鐵	臺鐵	臺鐵	高鐵	北捷	高捷	臺鐵
1990	0.0067	-	-	-	0.0204	0.0271	-	-	-	0.0831
1991	0.0069	-	-	-	0.0211	0.0275	-	-	-	0.0837
1992	0.0070	-	-	-	0.0248	0.0289	-	-	-	0.1017
1993	0.0072	-	-	-	0.0244	0.0299	-	-	-	0.1018
1994	0.0063	-	-	-	0.0226	0.0268	-	-	-	0.0957
1995	0.0068	-	-	-	0.0211	0.0290	-	-	-	0.0892
1996	0.0077	-	0.0449	-	0.0229	0.0326	-	0.1915	-	0.0978
1997	0.0087	-	0.0408	-	0.0240	0.0370	-	0.1733	-	0.1019
1998	0.0090	-	0.0253	-	0.0243	0.0383	-	0.1072	-	0.1030
1999	0.0093	-	0.0184	-	0.0267	0.0389	-	0.0766	-	0.1111
2000	0.0089	-	0.0144	-	0.0266	0.0366	-	0.0596	-	0.1103
2001	0.0093	-	0.0130	-	0.0272	0.0388	-	0.0544	-	0.1141
2002	0.0099	-	0.0130	-	0.0293	0.0414	-	0.0541	-	0.1224
2003	0.0108	-	0.0126	-	0.0260	0.0458	-	0.0531	-	0.1098
2004	0.0106	-	0.0122	-	0.0266	0.0449	-	0.0515	-	0.1125
2005	0.0103	-	0.0123	-	0.0258	0.0438	-	0.0520	-	0.1093
2006	0.0106	-	0.0128	-	0.0267	0.0448	-	0.0538	-	0.1126
2007	0.0112	0.0174	0.0126	-	0.0272	0.0475	0.0743	0.0536	-	0.1158
2008	0.0124	0.0167	0.0118	0.0302	0.0268	0.0525	0.0707	0.0499	0.1278	0.1136
2009	0.0127	0.0149	0.0121	0.0295	0.0274	0.0543	0.0638	0.0519	0.1261	0.1171
2010	0.0119	0.0140	0.0123	0.0280	0.0272	0.0512	0.0605	0.0529	0.1208	0.1172
2011	0.0117	0.0126	0.0129	0.0263	0.0257	0.0508	0.0543	0.0559	0.1139	0.1113
2012	0.0115	0.0118	0.0123	0.0232	0.0248	0.0503	0.0514	0.0538	0.1011	0.1081
2013	0.0119	0.0114	0.0123	0.0212	0.0238	0.0523	0.0498	0.0538	0.0929	0.1042
2014	0.0118	0.0112	0.0122	0.0218	0.0227	0.0518	0.0491	0.0534	0.0957	0.0994
2015	0.0115	0.0108	0.0119	0.0222	0.0243	0.0510	0.0479	0.0528	0.0985	0.1076

資料來源：本計畫研究推估

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5.3.12與式5.3.13所示。另國內水運貨運能源密集度計算方式如式 5.3.14 說明，國內水運主要以貨運為主，並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 5.3.35 所示。

$$EIDAPT = PCDA \times OE \div VK \quad \text{式 5.2.12}$$

$$EIDAFT = CCDA \times OE \div TK \quad \text{式 5.2.13}$$

$$EIDWT = CDWT \times OE \div TM \quad \text{式 5.3.14}$$

其中，

EIDAPT：Energy Intensity of Domestic Air Passenger Traffic，國內航空客運能源密集度；

EIDACT：Energy Intensity of Domestic Air Cargo Traffic，國內航空貨運能源密集度；

EIDWT：Energy Intensity of Domestic Water Transportation，國內水運能源密集度；

PCDA：Passenger Consumption of Domestic Air route，國內航線客運總耗油量；

CCDA：Cargo Consumption of Domestic Air route，國內航線貨運總耗油量；

CDWT：Consumption of Domestic Water Transportation，國內水運總耗油量；

OE：Oil Equivalent，油當量轉換值；

VK：Vehicle Kilometers，延車公里；

TK：Ton-kilometer，延噸公里；

TM：Ton-mile，延噸海浬；

有關以上公式所使用資料統計單位，說明如下：

(1) 國內航空客運能源密集度單位：公升油當量/延人公里；

(2) 國內航空貨運能源密集度單位：公升油當量/延噸公里；

(3) 國內水運貨運能源密集度單位：公升油當量/延噸海里；

(4) 航空燃油：公秉；

(5) 國籍船用油：公秉。

表 5.3.35 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 5.3.11 及表 5.3.36 所示，國內航空客運能源密集度歷年趨勢變化不大，大致維持在 0.006~0.007 公升油當量/延人公里之間；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，原因在於國內航空載貨公里及總耗油量逐年下降。

國內水運貨運能源密集度示，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 0.0012 公升油當量/延噸海里，顯示國內水運對於降低油耗方面有加以改善，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來的低。

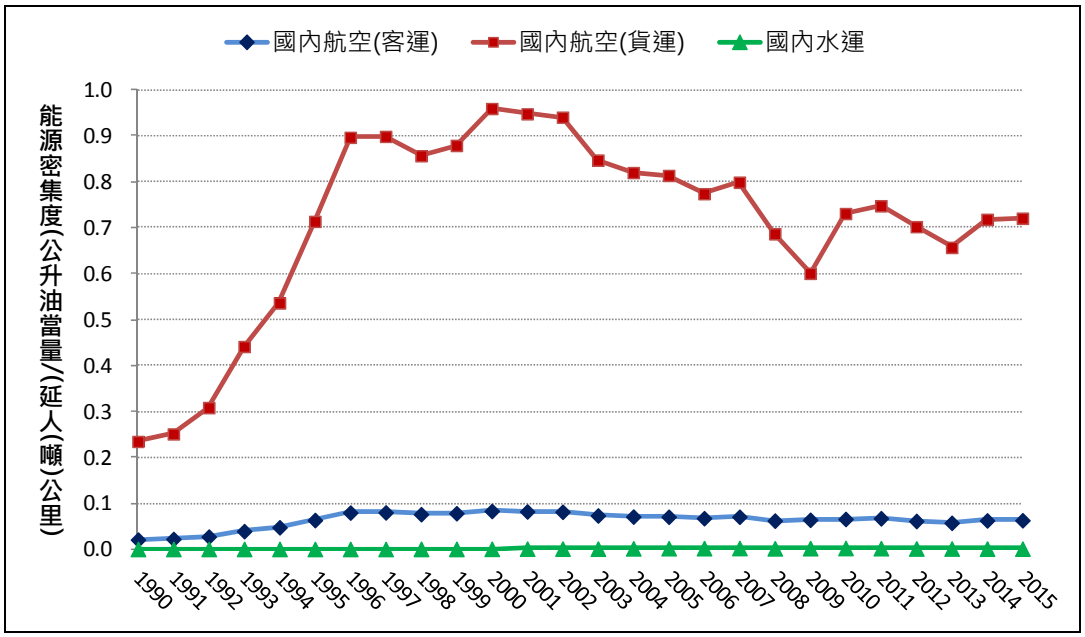


圖 5.3.11 國內航空、水運歷年能源密集度趨勢圖

表 5.3.36 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

資料來源：本計畫研究推估。

4. 小結

前述估算公路、軌道、國內水運、國內航空歷年能源密集度變化趨勢，結果可發現各類型運具能源密集度普遍惡化，尤其營業小客車、自用柴油小客車、小貨車最為明顯，針對各運具能源密集度改善方法建議如下：

(1) 公路客運能源密集度衡量指標以車輛登記數、燃油效率、年行駛公里、載客率為原則，營業小客車歷年總耗油量變化幅度無明顯成長，而能源密集度增加之原因在於平均載客率降低，在平均載客率無明顯提升之成效前提下，建議可改善車輛燃油效率，車輛研究測試中心經由測試國內銷售油電混合動力車可發現，因油電混合車起步或低速行駛是以馬達運轉(馬達電力來自電瓶)，可降低燃油消耗量，提升車輛燃油效率，因此，建議推廣車輛燃油效率高之車輛。

(2) 小貨車之能源密集度提升關鍵在於載貨噸數，若每臺貨車裝載率越高，行駛相同路線之效率會越高，現今貨運物流發展以符合快速送達、溫度要求、指定時間送達、指定地點交貨，導致貨車難提高裝載率，小貨車提升能源效率改善方法包含：

①小貨車可建立多溫配送：同一臺車設計常溫區、冷藏區及冷凍區，可同時配送不同類型之貨物。

②推廣最後一哩低碳物流配送服務：在超市、購物中心、社區等裝設儲物櫃，貨物可直接送至儲物櫃，收貨時間及地點不受限。

(3) 大眾運輸系統能源密集度遠低於私人運具，原因在於大眾運輸載客數高，載運每人公里所消耗能源量較低，因此建議鼓勵民眾搭乘大眾運輸。

5.4 平台測試與維運機制

5.4.1 平台資安與壓力測試

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，本年度整合資訊平台的系統檢測、資安維護說明如下。

1. 平台資安檢測

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

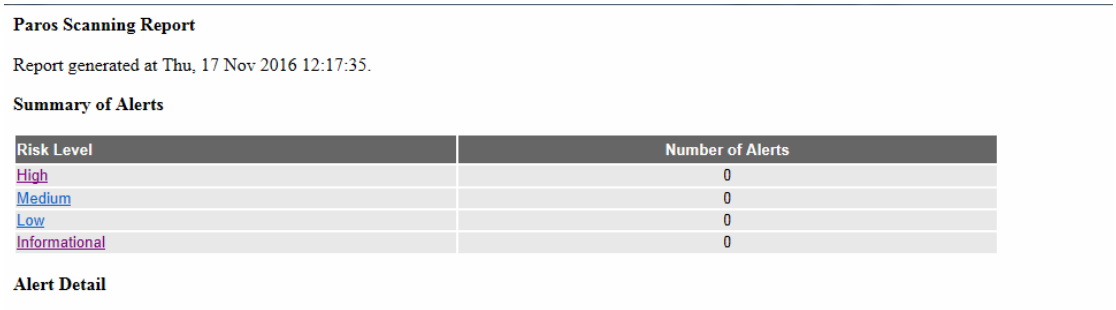
③作業系統：Windows 7

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 5.4.1 及圖 5.4.1 所示。

表 5.4.1 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 Thu, 17 Nov 2016 12:17:35.

Summary of Alerts

Risk Level	Number of Alerts
High	0
Medium	0
Low	0
Informational	0

Alert Detail

圖 5.4.1 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。

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

a. 檢測軟體：jmeter

b. 測試瀏覽器：IE8

c. 作業系統：Windows XP

d. 處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

②前端網頁效能測試

a. 檢測軟體：HttpWatch Basic Edition

b. 測試瀏覽器：IE11

c. 作業系統：Windows 8.1

d. 處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

(2) 測試結果

測試結果如表 5.4.2~表 5.4.4，檢測畫面如圖 5.4.2 所示。

表 5.4.2 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	0.031	0.003	2.064	0.00%
	50	10	0.033	0.002	6.552	0.00%
	100	10	0.039	0.002	5.863	0.00%

表 5.4.3 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	0.006	0.005	0.007	0.00%
	50	10	0.009	0.004	0.136	0.00%
	100	10	0.004	0.003	0.037	0.00%
最新消息	10	10	0.003	0.003	0.006	0.00%
	50	10	0.003	0.002	0.024	0.00%
	100	10	0.004	0.002	0.022	0.00%
計畫背景	10	10	0.003	0.003	0.007	0.00%
	50	10	0.003	0.002	0.026	0.00%
	100	10	0.003	0.002	0.019	0.00%
知識庫	10	10	0.194	0.003	2.064	0.00%
	50	10	0.218	0.002	6.552	0.00%
	100	10	0.267	0.002	5.863	0.00%
資料庫	10	10	0.009	0.003	0.026	0.00%
	50	10	0.009	0.002	1.422	0.00%
	100	10	0.1	0.002	0.089	0.00%
節能減碳管考模組	10	10	0.001	0.003	0.029	0.00%
	50	10	0.009	0.002	0.067	0.00%
	100	10	0.011	0.002	0.102	0.00%
策略評估支援模組	10	10	0.024	0.006	0.069	0.00%
	50	10	0.024	0.003	0.112	0.00%
	100	10	0.026	0.003	0.251	0.00%

表 5.4.4 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	0.375	低
最新消息	最新消息	最新消息	0.659	低
計畫背景	緣起	緣起	0.651	低
	聯合國氣候大會	聯合國氣候大會	0.574	低
知識庫	法規類	全球法規	0.774	低
		環保署相關法規	0.745	低
		其他相關法規	0.724	低
	政策及策略	環保署政策	0.731	低
		經濟部政策	0.704	低
		其他政策	0.780	低
	技術發展	政府開放平台	0.701	低
	其他報告	聯合國氣候高峰會	0.764	低
		相關會議	0.737	低
資料庫	社會經濟	人口	0.793	低
		車輛數	0.700	低
		產業結構	0.488	低
		從業人口	0.612	低
		GDP	0.718	低
		所得	0.457	低
		大專院校學生	0.709	低
		觀光遊憩人次	0.901	低
	能源價格	汽油價格	0.698	低
		柴油價格	0.739	低
	溫室氣體參數	能耗碳排	0.700	低
		空氣污染	0.630	低
節能減碳管考模組	排放清冊	總說明	0.617	低
		推估方法介紹	0.638	低
		推估資料查詢	1.070	低
	節能減碳總行動方案	總說明	0.649	低
		行動管考	1.160	低
		對外致詞重點(月報)	0.693	低
		查核點(季報)	0.653	低
		新增計畫	1.150	低
	節能減碳計算工具	公式說明	0.650	低
		計算工具	0.650	低

表 5.4.4 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	0.688	低
	情境與策略	基礎情境設定	1.100	低
		運輸節能減碳政策	0.657	低
	策略評估工具	基線推估	0.620	低
		TDM-E 模型	0.667	低
基本設定	基本設定	使用者主檔	1.160	低
		模組設定	0.846	低
		角色設定	0.768	低
		系統代碼設定	0.789	低
		最新消息管理	1.150	低
		知識庫管理	0.594	低

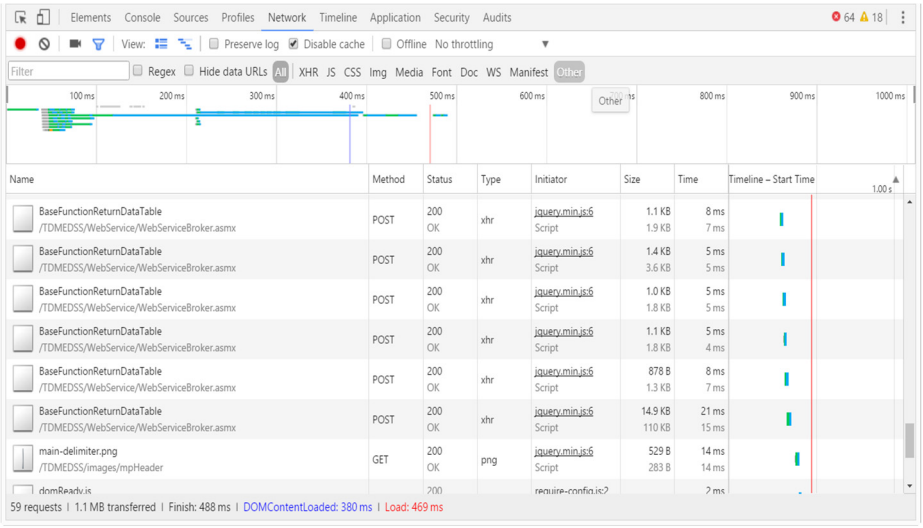


圖 5.4.2 HttpWatch Basic Edition 檢測畫面

(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。

5.4.2 平台維運機制

延續 104 年度成果，本計畫整併運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台為單一網站，讓使用者可直接切換使用。

1. 系統架構

104 年度平台分別由策略評估整合資訊平台與能耗資訊平台兩個同時運行。而本計畫將前述兩個平台進行整併，並設置權限管控提供給各帳號不同的瀏覽權限，如圖 5.4.3 所示。

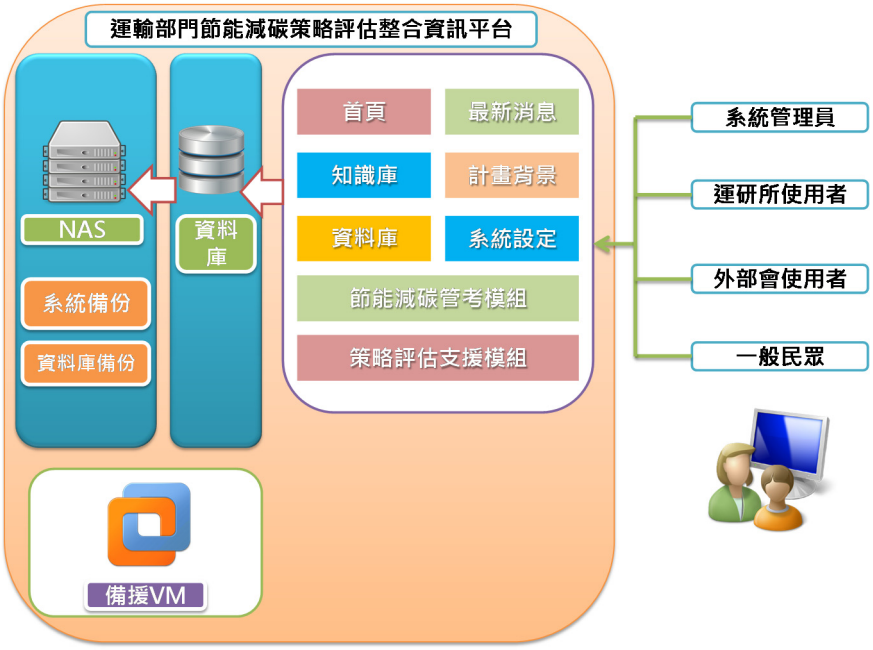


圖 5.4.3 平台系統架構圖

2. 資料庫架構

系統資料庫各資料表說明如表 5.4.5，類型則區分為系統管理以及資料庫資料類型。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，主要儲存了各種展示於平台上的資訊，像是最新消息、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，包括了新增新年度的資訊或者是修改資訊。

表 5.4.5 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	-

3. 資料來源與更新方式

(1) 資料來源與更新現況

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 5.4.6 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。

表 5.4.6 資料庫來源與更新頻率

類型	項目	資料來源	更新頻率	最後更新版本
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 105 年 12 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	已於 105 年度第三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、運研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	

表 5.4.6 資料庫來源與更新頻率(續)

類型	項目	資料來源	更新頻率	最後更新版本
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 104 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 104 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	已更新至 100 年
	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 100 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 104 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 104 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 104 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 104 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 104 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	暫無最新資料
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 104 年

(2) 更新架構

資料庫更新後的架構包括 3 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 5.4.7，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 5.4.7 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	
	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
節能減碳管考模組	排放清冊	總說明	修改網頁
		推估方法介紹	
		推估資料查詢	
	節能減碳總行動方案	總說明	
		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	

3 備援與異常排除

除平台之資料更新外，為維持系統功能正常運作，研擬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，故定期備份網站程式與資料庫，當不預期情況發生，導致系統故障時，能夠快速進行系統復原與維運。資訊安全除避免攻擊外，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 5.4.8。根據系統使用服務與資料異常容忍度，本計畫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 5.4.8 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

(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：

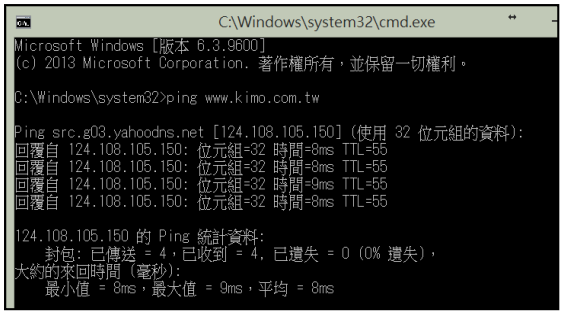
①排除系統權限登入異常

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。

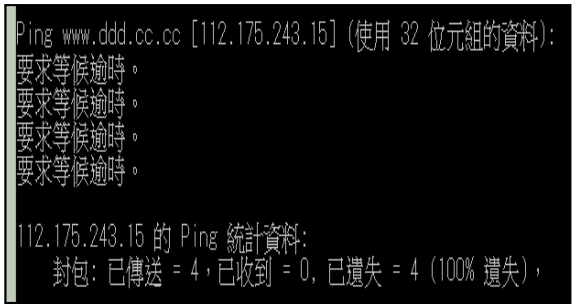
②排除網路異常

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 5.4.4，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 5.4.4 網路異常排除

③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。

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，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 5.4.5 網路異常排除

⑤排除資料庫異常

若資料未能正常顯示，例如發生內容錯誤或顯示亂碼，除了瀏覽器編碼方式外，可能是資料庫發生異常，可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。

5.5 使用成效盤點

5.5.1 系統使用狀況

自 104 年 4 月起逐月紀錄使用情形，彙整 2 個年度平台瀏覽人次分別如圖 5.5.1 及表 5.5.1 所示。整合資訊平台網站 104 年度共增加 1,394 人次，105 年總共增加 2,113 人次。考量未來將開放給一般民眾及部屬機關使用，目標為月均 200 人次；年瀏覽人次則設定為 2,000 人次。

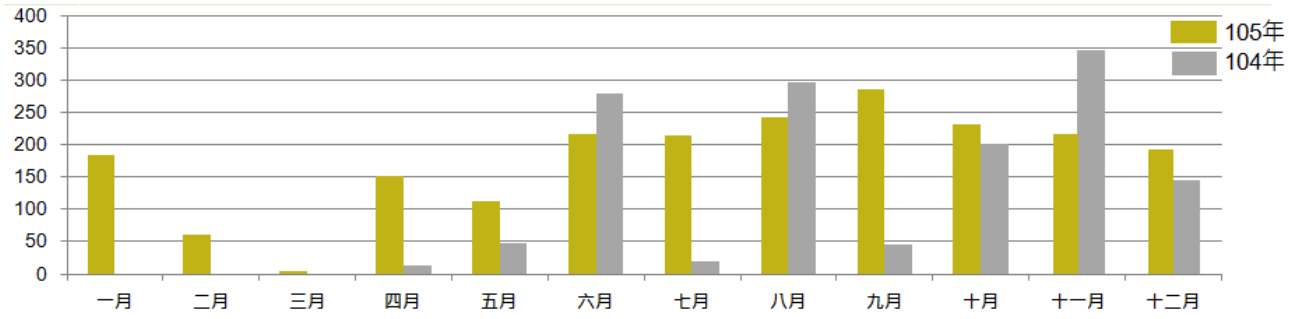


圖 5.5.1 整合資訊平台總瀏覽人次圖

表 5.5.1 104~105 年整合資訊平台網站瀏覽人次

104年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
瀏覽人次	無資料			13	49	279	19	296	45	201	347	145
小計	341 人次(113 人次/月)						1,053 人次(175 人次/月)					
總計	**104 年共 1,394 人次**											
105年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
瀏覽人次	185	61	4	151	112	217	215	243	287	233	212	193
小計	730 人次(121 人次/月)						1,383 人次(230 人次/月)					
總計	**105 年共 2,113 人次**											

5.5.2 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 105 年 4 月至 10 月決策支援平台累計更新資訊如表 5.5.2 所示，共計 78 則。

表 5.5.2 整合資訊平台更新紀錄

日期	內容摘要
4/12	減碳 陸碳排放交易條例送審
4/12	迦納手工「竹」單車：潮遍歐美的綠色產品
4/13	全台第一條「音樂道路」在金門 防打瞌睡也提醒減速
4/14	國發會審查通過「桃園捷運綠線」 預計 8 年內通車
4/15	4 月 1 日降電價確定 環團發起反調降連署
4/16	騎單車上班有錢領 米蘭這招行不行？
4/18	8 公里免費公車 10 月試辦
4/20	高鐵勞動節連假加開 81 班次
4/21	台北捷運新優惠改「回饋制」 9 月上路
4/22	拚環保！新北淘汰二行程機車　可抽 Gogoro、補助 2.7 萬
4/24	新北捷運局「統包」安坑輕軌 預估 2021 年完工
4/25	持台鐵、客運票根 宜縣公車免費搭
4/29	YouBike「汽車版」 共享汽車 U-Car 12 月上路
5/1	高運輸量的大眾公車終於也能無人駕駛
5/3	高雄雙層巴士來了！7 月上路試營運駁二、西子灣走透透
5/10	「1 台可抵 8 台私家車」 北市年底將推共享汽車「U-Car」
5/13	中市 579 幹線公車 將推廣到大屯區

表 5.5.2 整合資訊平台更新紀錄(續 1)

日期	內容摘要
5/16	175 國簽《巴黎協定》 創國際外交歷史紀錄
5/17	懶得抬頭看紅綠燈？德國奧登斯堡幫你把紅綠燈裝地上
5/19	持悠遊聯名卡搭高鐵 即日起每週一現折 2%
5/21	台中 BRT 雙節公車 高雄想租
5/23	Gogoro 攻佔台灣電動車市佔率第一
5/24	使用公共運輸 基隆排名第二
5/24	淡海輕軌「見軌了」 5 月鋪設
5/27	全球氣候劇變 道路積雪結冰機率大增 6 月起汽車筆試 要考雪地駕駛
5/30	桃園機場 7 月進入交通黑暗期　出國提前 3 小時到機場
6/1	世界最長鐵路隧道 6/1 開通 17 分鐘穿越阿爾卑斯山
6/6	雪梨試行「地面交通號誌」保護低頭族
6/9	北美－輕軌改變洛城交通
6/13	中市公車 10 公里免費政策繼續實施
6/15	北市祭新招！6 月起站牌違停
6/17	GOGORO 前進台中 早鳥優惠只到 6 月底
6/21	高鐵苗栗站 7 月起減少 23 班次 新班表月底公布
6/22	高雄車站新廣場 112 年完工
6/22	宜蘭幸福轉運站開幕 走進幾米繪本世界
6/25	國光客運台北西站下月拆除 交通更黑暗
6/27	原來臺北市公車這樣編號!!
6/28	新竹 Youbike 試營運 前 30 分鐘免費騎
6/29	減少乘車糾紛！大台北計程車 8 月 1 日起全按計費表收費
7/1	7 月起實施的交通新制　你不能不知道
7/2	中友商圈、中山醫大周邊機車位 7/1 起收費
7/4	全球暖化進行式　氣溫上升的影響沒有你想像的單純
7/7	國道客運 3 路線增停壯圍站 試營運 1 個月
7/9	從私有財到社會財──共享經濟的最大貢獻
7/11	童玩節搭公共運輸 2 人同行 1 人免費
7/12	為桃機分流 學者：廉航航班全移台中 東南亞線移高雄
7/13	+20%城市綠肺: 澳洲 202020 願景革命
7/15	高鐵延伸屏東是南臺灣發展關鍵鎖鑰
7/17	紓解內湖交通 汐止－內湖快速公車上路
7/20	北捷多卡通 e 起嗶 一卡通完成整合
7/22	歐洲已經開始「無車革命」 打造綠色交通
7/26	四大面向拆解為何「橫向國道」應該要收費？
7/28	高鐵南港站通車了！台北站不再是首發後的三大變化
8/1	內湖捷運加公車 綠運輸啟動!!
8/2	新竹轉運站明營運 新竹到台北路線先進駐
8/3	Gogoro 正式進軍德國柏林 成為城市租賃車
8/5	續航力 250 公里　電動巴士將駛向花東

表 5.5.2 整合資訊平台更新紀錄(續 2)

日期	內容摘要
8/6	看不到火車在平面行駛　台中鐵路高架化預計 9/25 通車
8/9	研究發現，共乘分享服務可改善都市交通問題
8/10	從抗拒到積極 中國減碳政策的轉變與困境
8/12	杜絕三寶 全台 26 監理站 8/15 全面試辦「場外道路駕駛考照」
8/13	假日出遊多注意！國道 6 處又新增固定測速照相
8/15	中秋連假 國道客運最低 7.5 折
8/18	北市十大易塞車路段出列！中山北南京東通通上榜
9/1	台南也將有輕軌 12 路線串 3 地區
9/2	新店客運 低底盤公車上路
9/5	中秋連假 國道客運最低 7.5 折
9/6	溫哥華推出激進節能政策，新大樓將淨零碳排
9/10	中秋連假 82 條客運優惠 77 折起
9/21	看不到火車在平面行駛　台中鐵路高架化預計 9/25 通車
9/23	以後可以搭火車玩墾丁！「恆春支線」最快 114 年營運
9/30	對抗氣候變遷《巴黎協議》將生效，東南亞國家不缺席
10/6	假日出遊多注意！國道 6 處又新增固定測速照相
10/9	續航力 250 公里　電動巴士將駛向花東
10/19	北市十大易塞車路段出列！中山北南京東通通上榜
10/20	Gogoro 正式進軍德國柏林 成為城市租賃車
10/25	從抗拒到積極治理 中國態度大轉變
10/31	研究發現，共乘分享服務可改善都市交通問題

第六章 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。一般民眾對於綠色運輸的認識有限，因此透過對於一般民眾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。

6.1 網站維運與更新

綠色運輸宣導網站已成立多年，受限於網站過去之建置架構，不易優化搜尋引擎(Search Engine Optimization, SEO)，難提升網站之能見度，另外，考量既有後台管理與維運之效率，因應民眾使用行動裝置瀏覽網頁之習慣，及響應式(Responsive Web Design, RWD)網頁盛起，故本計畫進行宣導網站之改版作業，除更改網站開發架構外，亦透過風格翻新、重整部分功能，增加閱讀性及吸引民眾使用，改版之網頁及維運方式說明如下。

6.1.1 網站介紹

1. 綠色運輸宣導網站

宣導網站掛載於本所網域下，於 105 年 9 月底正式改版上線(網址 http://greentransport.iot.gov.tw)，功能頁面包含首頁、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、與我連絡、隱私權政策及版權所有，如圖 6.1.1 所示。

(1) 首頁：為使用者進入後的首要頁面，以輪播的最新消息為主，直覺性的設計易於使用者瀏覽本網站，另外也可由首頁連接至綠色運輸宣導臉書社群(Green Transport)，參閱圖 6.1.1.a。

(2) 關於：可由首頁箭頭進入，說明網站設立緣起及目標，參閱圖 6.1.1.b。

(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，參閱圖 6.1.1.c。

(4) 相關政策:提供最新年期政策白皮書及其他關連政策,參閱圖 6.1.1.d。
(5) 綠能知識庫:介紹大眾運輸及私人運具對減碳的影響,參閱圖 6.1.1.e。
(6) 影音專區:提供與節能減碳專業知識推廣相關之影片,參閱圖 6.1.1.f。
(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，參閱圖 6.1.1.g。
(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，參閱圖 6.1.1.h。
(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。

圖 6.1.1.a 首頁

圖 6.1.1.b 關於

圖 6.1.1.c 最新消息

圖 6.1.1.d 相關政策

圖 6.1.1.e 綠能知識庫

圖 6.1.1.f 影音專區

圖 6.1.1.g 下載專區

圖 6.1.1.h 好站推薦

資料來源：http://greentransport.iot.gov.tw。

圖 6.1.1 綠色運輸宣導網站

2. 綠色運輸宣導網臉書專頁

臉書於台灣地區用戶數達 1,700 萬人，占全台人口的 74%，每日活躍用戶數高達 1,300 萬人，是亞太地區使用率最高的國家之一。考量此使用量，民國 101 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 3,900 多名粉絲人數，臉書專業如圖 6.1.2 所示，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 6.1.3 所示。

圖 6.1.2 綠色運輸宣導網站臉書專頁

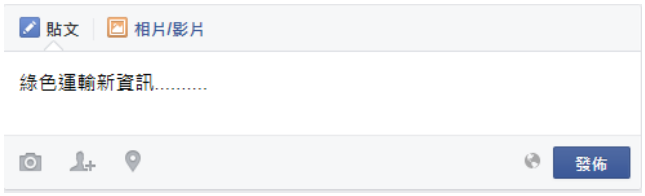


圖 6.1.3 綠色運輸宣導網站發佈頁面

6.1.2 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)，後臺版本為 3.5.1 最新版，管理系統頁面如圖 6.1.4 及 6.1.5 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輸資訊，更新畫面如圖 6.1.6 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 6.1.7。

圖 6.1.4 後臺管理系統登入畫面

圖 6.1.5 後臺管理系統操作畫面

圖 6.1.6 後臺訊息編輯發佈畫面

圖 6.1.7 臉書專頁文章管理頁面

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。

6.1.3 網站內容更新

網站內容更新速度快且穩定的網站，較受到搜尋引擎重視，為持續穩定平台 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 6.1.1，從中擷取相關資訊並定期更新。

表 6.1.1 綠運輸參考網站

網站名稱	相關議題	連結
科技新報	電動車、綠能產業	http://technews.tw/
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/

2. 更新紀錄摘要

自 105 年 4 月至 10 月綠色運輸宣導網站共累計發布 96 筆資訊；臉書專頁發布 526 筆資訊，詳表 6.1.2、表 6.1.3 所示。

表 6.1.2 綠色運輸網站更新紀錄

日期	內容摘要
4/12	減碳 陸碳排放交易條例送審
4/12	迦納手工「竹」單車：潮遍歐美的綠色產品
4/13	全台第一條「音樂道路」在金門 防打瞌睡也提醒減速
4/14	國發會審查通過「桃園捷運綠線」 預計 8 年內通車
4/15	4 月 1 日降電價確定 環團發起反調降連署
4/16	騎單車上班有錢領 米蘭這招行不行？
4/18	8 公里免費公車 10 月試辦
4/20	高鐵勞動節連假加開 81 班次
4/21	台北捷運新優惠改「回饋制」 9 月上路
4/22	拚環保！新北淘汰二行程機車　可抽 Gogoro、補助 2.7 萬
4/24	新北捷運局「統包」安坑輕軌 預估 2021 年完工
4/25	持台鐵、客運票根 宜縣公車免費搭
4/29	YouBike「汽車版」 共享汽車 U-Car 12 月上路
5/3	高雄雙層巴士來了！7 月上路試營運駁二、西子灣走透透
5/5	「腳踏車版」Uber：哥本哈根團隊 打造單車共享經濟
5/10	高運輸量的大眾公車終於也能無人駕駛
5/10	「1 台可抵 8 台私家車」 北市年底將推共享汽車「U-Car」
5/13	中市 579 幹線公車 將推廣到大屯區
5/16	175 國簽《巴黎協定》 創國際外交歷史紀錄
5/17	懶得抬頭看紅綠燈？德國奧登斯堡幫你把紅綠燈裝地上
5/19	Gogoro 前進台中 早鳥優惠只到 6 月底
5/19	持悠遊聯名卡搭高鐵 即日起每週一現折 2%
5/21	台中 BRT 雙節公車 高雄想租
5/23	Gogoro 攻佔台灣電動車市佔率第一
5/24	淡海輕軌「見軌了」 5 月鋪設
5/24	使用公共運輸 基隆排名第二
5/26	高鐵苗栗站 7 月起減少 23 班次 新班表月底公布
5/27	全球氣候劇變 道路積雪結冰機率大增 6 月起汽車筆試 要考雪地駕駛
5/30	桃園機場 7 月進入交通黑暗期　出國提前 3 小時到機場
5/30	國光客運台北西站下月拆除 交通更黑暗
6/6	雪梨試行「地面交通號誌」保護低頭族
6/9	北美－輕軌改變洛城交通
6/13	中市公車 10 公里免費政策繼續實施
6/15	北市祭新招！6 月起站牌違停
6/17	高雄車站新廣場 112 年完工
6/17	三峽至台大醫院 跳蛙公車「預約指定席」

表 6.1.2 綠色運輸網站更新紀錄(續 1)

日期	內容摘要
6/18	手機、網路退高鐵票 7/1 起要收手續費
6/19	台北廣設單車道之後，我們都騎對了嗎？
6/20	柯救內湖交通 7 月中公布 8 月試辦早鳥價 4 折
6/20	GOGORO 前進台中 早鳥優惠只到 6 月底
6/21	里約奧運輕軌系統正式啟用
6/21	原來臺北市公車這樣編號，看完這篇才恍然大悟啊
6/22	中秋花東實名制車票 估 50 萬人有資格
6/23	機車強制險差別費率 交通部研擬中
7/8	台南平實營區成交通樞紐 將設轉運站
7/13	KYTRAX 全球最佳航空阿聯酋奪冠 長榮、華航大躍進
7/19	Uber 公車版 收費就開罰
7/21	實現無線充電！美國 66 號公路實驗太陽能道路
7/22	電動車真的會讓日常交通變得更安靜嗎？
7/25	冷清路線 北台公車假日減班 5 成
7/25	丹麥城市設計師：放棄以車為本 才能建造偉大城市
7/27	高鐵新服務 7 月 27 日起可自選座位
7/29	氣候變遷對台灣海洋的影響
8/1	內湖捷運加公車 綠運輸啟動!!
8/2	國道新竹轉運站 8/2 營運 部分路線調整
8/3	Gogoro 正式進軍德國柏林 成為城市租賃車
8/5	續航力 250 公里　電動巴士將駛向花東
8/6	看不到火車在平面行駛　台中鐵路高架化預計 9/25 通車
8/9	研究發現，共乘分享服務可改善都市交通問題
8/10	從抗拒到積極 中國減碳政策的轉變與困境
8/12	杜絕三寶 全台 26 監理站 8/15 全面試辦「場外道路駕駛考照」
8/13	假日出遊多注意！國道 6 處又新增固定測速照相
8/15	中秋連假 國道客運最低 7.5 折
8/18	北市十大易塞車路段出列！中山北南京東通通上榜
9/1	台南也將有輕軌 12 路線串 3 地區
9/1	交通部宣布　中秋節國道夜間 7 小時免收費
9/2	新店客運 低底盤公車上路
9/4	這些公路客運的八掛，你知道嗎？
9/7	溫哥華推出激進節能政策，新大樓將淨零碳排
9/9	中秋連假 82 條客運優惠 77 折起
9/12	國光客運台北西站 B 棟將拆 9/28 起移進台北轉運站搭車
9/14	MYBUS PK 跳蛙公車 預約指定班班客滿
9/23	以後可以搭火車玩墾丁！「恆春支線」最快 114 年營運
9/27	配合機捷 A21 環北站、桃園巨蛋轉運站年底啟用
9/28	臺中市長赴荷蘭取經 打造 Mr. B&B 複合式交通運輸
9/29	對抗氣候變遷《巴黎協議》將生效，東南亞國家不缺席

表 6.1.2 綠色運輸網站更新紀錄(續 2)

日期	內容摘要
9/30	捷運啟動站名編號作業　板南線以後叫「BL 板南線」
10/1	鼓勵綠色運具 北市府擬定綠色運輸日
10/2	互聯網的入侵：傳統貨運行業正在被改變
10/5	雙北不同調 中正橋改建再延 4 個月
10/6	《巴黎協定》沒有規範到的 1% 主要來自台灣
10/7	汽機車未禮讓行人 中市 10 月 1 日起大執法
10/9	搶 Uber 生意? Waze 向舊金山地區開放共乘服務
10/10	大眾運輸系統首要之急是公車，任意推動捷運只是在消耗社會資源
10/12	高雄機場擴建國際航廈 預估 10 年完工
10/13	電動機車都要共享！WeMo Scooter 展開台北試營運
10/14	高市公共腳踏車 C-BIKE 明年元月起調整費率
10/16	「巴黎氣候協定」對世界情勢有哪些影響，它跟台灣有關係嗎？
10/17	全球民航業拚減碳！聯合國 ICAO 正式通過飛航減碳協議
10/18	力拚減碳 學者推「汽機車版 Ubike」
10/19	中市捷運綠線軌道鋪設順利 電聯車明年試運轉
10/21	電動車在英國享有最高路權 Uber 趁機得利?
10/23	「電動機車」、「電動自行車」和「電動輔助自行車」有什麼差別？
10/25	等了 22 年 汐止國道一號可望增南下匝道
10/26	你知道台灣是「排碳大國」嗎？人均排碳量比中國、日本還高
10/28	交通大數據解密！十大網友最討厭的危險用路行為

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄

日期	內容摘要
4/1	新北淘汰二行程機車 可抽 Gogoro、補助 2.7 萬
4/1	高鐵勞動節連假加開 81 班次
4/2	春浪音樂節 4/3 台北登場 不迷路交通攻略快看過來！
4/2	清明連假出遊、掃墓 這些地方容易塞車
4/3	免費掃墓公車 摩天輪式輸運
4/4	桃園 8 公里免費公車政策 10 月試辦
4/5	減碳 陸碳排放交易條例送審
4/5	迦納手工「竹」單車：潮遍歐美的綠色產品
4/6	機車停等區增自行車標誌　鐵馬族：危險，不敢停
4/6	台中機車族注意 火車站停車採施差別費率
4/7	加強高鐵、機場接駁 屏縣規畫跨縣市公車
4/7	北捷好擠 公車好亂 開車好難戒
4/8	信義至內湖輕軌　希望 5、6 月就能夠對外招標
4/8	北捷通車 20 年 公共運輸使用率衝不破 40%
4/9	低油價雙面刃 開啟減碳契機？
4/9	北市 350 公尺內要設 YouBike 站 機車族憂壓縮停車空間
4/10	北市推動「節能減碳週」目標減少 6.5 萬公斤 CO2 排放
4/10	酒駕電動腳踏車 等同機車

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 1)

日期	內容摘要
4/11	台灣千萬「騎機」 如何挑戰減碳任務
4/11	暫停尖峰共乘 雅加達交通大打結塞爆
4/12	機車格全面收費以改善交通？北市交通局鄭重否認
4/12	雙北公車票價共識　推油價浮動機制、每月檢討
4/13	台南「民營拖吊」15 日上路大取締 28 交通熱點要注意！
4/13	北捷宣布捷運站有編碼 捷運族：變複雜?
4/14	竹市也有 YouBike 5 月底上路
4/14	高鐵南港站拚通車　履勘完成 19 項缺失要改善
4/15	Tesla 到底搞什麼？竟然這樣玩電動車
4/15	YouBike 淡水站 假日擬採累進費率
4/16	歐洲車廠提高鋁用料比例 強調減碳、可回收
4/16	超商變身充電站 挺電動車
4/17	Navdy：進化你的駕駛艙
4/17	nuTonomy 無人自駕計程車率先於新加坡展開營運
4/18	被警察開單還霧煞煞？10 種常見道路標線要注意
4/18	萬安演習今日下午登場 高鐵 4 站聯外停駛
4/18	研擬機車收費政策 北市交通局長前東家得標
4/19	深夜回家就怕沒捷運，何不推「MRTaxi」？
4/19	高雄雙層巴士來了！7 月上路試營運駁二、西子灣走透透
4/20	道路積雪結冰機率大增 6 月起汽車筆試 要考雪地駕駛
4/20	台鐵拚高鐵！普悠瑪明天首停嘉義
4/21	花蓮東西大動脈 十六股大道通車
4/21	搶到 500 元機票結帳變 4600？一次搞懂廉航 13 種收費內容
4/22	桃園機場 7 月進入交通黑暗期　出國提前 3 小時到機場
4/22	130 多國領袖將簽巴黎協定
4/23	跳出漫畫文字！Nissan 新技術將駕駛者心情投影在路上
4/23	印度設下 2030 年達標，擬推電動車免頭期款政策
4/23	淡水老街 有室內 YouBike 站
4/24	10 大車用新科技！挑戰百年以來駕駛習慣
4/24	荷蘭工黨提案於 2025 年禁售汽柴油車
4/24	Gogoro 攻佔台灣電動車市佔率第一
4/25	「1 台可抵 8 台私家車」 北市年底將推共享汽車「U-Car」
4/25	國 5 北上高乘載管制　未來視交通狀況機動提前 1 小時結束
4/26	高雄市環保盛會 明年示範生態交通
4/26	「我們都在北車迷路過」 台鐵開發導航 App
4/27	柯 P 擁抱單車、打壓機車的政策盲點
4/27	北市 11 路段騎樓人行道 28 日起禁機車

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 2)

日期	內容摘要
4/28	基隆無捷運 大眾運輸使用率高居第二
4/28	綠色運輸，中市新增 4 條電動公車路線!!
4/29	BRT 雙節公車開向高雄？中市府：樂觀其成
4/29	三環三線到底有沒有在蓋？你不能不知道的真相
4/30	國道 3 號增設南雲交流道 5 月 2 日通車
4/30	Google、福特、Volvo、Uber、Lyft 宣布合組自駕聯盟
5/1	無人汽車應用新進展 高運輸量的大眾公車終於也能無人駕駛
5/1	Nissan 微型電動車挑戰紐約大都會
5/2	對抗氣候變遷需所有人努力
5/2	懶得抬頭看紅綠燈？德國奧登斯堡幫你把紅綠燈裝地上
5/3	YouBike 與民爭路？ 盼騎士守法
5/3	宜市區免費公車 縣府擬下月起收費
5/4	條條大路惹抗爭？ 環團：都是「生活圈道路計畫」惹的禍！
5/4	慢行社子島 荷專家提水上運輸
5/5	持悠遊聯名卡搭高鐵 即日起每週一現折 2%
5/5	台中山手線交通部複審 總經費 926.1 億
5/6	首創公園賞螢地圖　台北城坐捷運看火金姑
5/6	北市公車里程計費漲很大？
5/7	地球日新挑戰　香港須變零碳城市
5/7	Gogoro 新方案出爐 599 元月租可騎 400 公里
5/7	北京車展無人駕駛成焦點，車商搶公布量產時程
5/8	二十世紀交通革命讓我們住得更近但？！
5/8	荷蘭風電火車過半 未來著眼「風輪」建築
5/9	台中市計程車費率 5/15 起調漲
5/9	「嗶」進台鐵 多卡通遊台灣再添 2 新卡
5/10	北市公車擬「鎖卡」防逃票　民眾：難免忘刷
5/10	松江路單車道今開工　市長指示閃電完工
5/11	台中 659 公車 13 日上路 享 10 公里免費
5/11	高鐵端午連假加開班次 12 日凌晨開訂
5/12	8 公里免費公車 桃市長允延伸到楊梅
5/12	南港車站今日升等 10 月正式改點
5/13	北市停車用「面積」計價 挑點試辦
5/13	空汙太嚴重！環保署擬 108 年加嚴汽機車排放標準
5/14	電動車 gogoro 進駐小琉球
5/14	節能減碳的決心！德大手筆砸 44 億補助電動車
5/14	紐約地途》Citi Bike 三年有感
5/15	墾丁特急線！小港機場直達墾丁 2 小時 20 分

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 3)

日期	內容摘要
5/15	全市 237 站、7759 輛！YouBike 新 3 站 5/7 啟用
5/15	油電混合車比較環保？英荷專家用數據打臉！
5/16	建置 T-bike 租賃站 年底前增至 50 處
5/16	11 年未調整 台中市計程車費率 5/16 起調漲
5/17	與捷運重疊路線 北市民籲公車可取消
5/17	台南捷運路線規劃出爐 安平線、環狀線拚 2 年後啟動
5/18	宜蘭 16 條市區公車 9 月底前刷卡可享免費搭
5/18	5 張圖讓你看懂過去 166 年全球氣溫變化
5/19	機車族注意！7 月 1 日起輪胎胎紋納入檢驗項目
5/19	預計 2021 年完工 安坑輕軌捷運動土
5/20	基北第 3、4 條快捷公車路線 落點中山與中正區
5/20	共享、共乘正走紅 機車「不敗」新商機
5/21	北市府需要為此大費周章改道路設計？!
5/21	面對氣候變遷 我們需要「可調節氣候」的建築概念
5/22	智慧車來了：用臉開車門，用瞳孔踩煞車
5/22	日本電動車充電站數量超過加油站
5/22	WHO：全球每年 300 萬人死於空氣汙染
5/23	原來臺北市公車這樣編號!!
5/23	端午連假 國道免收費時段取消
5/24	「測速照相」標誌 交通部規畫全改成圖案
5/24	國光客運台北西站下月拆除 交通更黑暗
5/25	北市新版公車計費 短途客省 3 元
5/25	宜蘭幸福轉運站開幕 走進幾米繪本世界
5/26	國道 6 號將收費？ 南投縣沿線鄉鎮強烈反彈
5/26	台鐵花蓮站改建 交通動線變更
5/27	端午夜間客運 75 折難成 擬擴大優惠到白天
5/27	高鐵苗栗站 7 月起減少 23 班次 新班表月底公布
5/28	GOGORO 前進台中 早鳥優惠只到 6 月底
5/28	洛杉磯輕軌延伸段通車民眾搶搭
5/28	大陸爭取新馬高鐵 動起來
5/29	上車收費還是下車收費？借鏡日本主要城市的公車
5/29	谷歌自動駕駛工程師 自立門戶打造自動駕駛卡車
5/29	世界最長鐵路隧道 6/1 開通 17 分鐘穿越阿爾卑斯山
5/30	迎戰 Uber 費率自訂 小黃將不限黃色
5/30	慶祝台鐵 129 歲 Hello Kitty 彩繪車萌上路
5/31	好左轉、高抗滑、大空間 新北提機車安全 3 策
5/31	中市公車 10 公里免費政策繼續實施

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 4)

日期	內容摘要
6/1	安平←→東吉島航線 「福氣」首航
6/1	高鐵南港站 7/1 通車 左營站提早發車
6/1	6 月起 交部聯手 6 都抓 UBER
6/2	高市輕軌 C4-C8 完成初勘 拚 6 月營運
6/2	新竹 Youbike 試營運 前 30 分鐘免費騎
6/2	端午國道客運 夜間北屏單趟省 170 元
6/3	減少乘車糾紛！大台北計程車 8 月 1 日起全按計費表收費
6/3	國光客運 開進中原大學嘉惠學子
6/3	中市 17 處交通打結路段 7 月初可全面完成改善
6/4	從 Gogoro 談起 點評電動車產業與政策布局
6/4	雪梨試行「地面交通號誌」保護低頭族
6/4	三輪版「Gogoro」強勢來襲 Sway 主打騎車「雙腳不落地」
6/5	一張「台鐵車站所得圖」遊歷台灣西部所得差距
6/5	好街道解碼・有味道的街道生活
6/5	電動車龍頭竟不是 Tesla！而是來自日本的它
6/6	左轉先走 「綠燈早開」新號誌試辦
6/6	降低死傷 交通部祭三大限速措施
6/7	高鐵直達車班次增加 北高飆出史上最快 95 分
6/7	公車 10 公里免費 7/1 續實施
6/8	Gogoro 進軍中台灣，全家也加入換電站行列
6/8	端午節連假 高市公布：易塞車路段與時間
6/9	韌性，城市不任性: 鹿特丹・從水岸開發到韌性城市
6/9	不再是「小黃」！計程車顏色、費率鬆綁計畫延至 7 月
6/10	高雄車站新廣場 112 年完工
6/10	高雄輕軌 C4-C8 可望暑假試營運
6/11	里約奧運輕軌系統正式啟用
6/11	標線型人行道 3 年違停 2.9 萬件
6/12	比亞迪打造電動輕軌公車
6/12	北美－輕軌改變洛城交通
6/13	「腳踏車版」Uber：哥本哈根團隊 打造單車共享經濟
6/13	公共工程快馬加鞭 機場捷運趕年底通車
6/14	端午交通 3 大考驗後 仍有 3 大交通難題
6/14	北市府公務車將一律採「電動機車」
6/15	台北廣設單車道之後，我們都騎對了嗎？
6/15	清分費談不攏 悠遊卡搭公車恐生變
6/16	基隆人搭高鐵更方便了！客運直達南港站可望 7 月上路
6/16	三峽至台大醫院 跳蛙公車「預約指定席」

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 5)

日期	內容摘要
6/17	台中捷運工程進度超前 拚 2020 年底全線通車
6/17	手機、網路退高鐵票 7/1 起要收手續費
6/17	台鐵普悠瑪號「開進日本」了！6/17 起列車奔馳至 2020 年
6/18	電車與公車的混血兒，「巴鐵」可能引進台灣嗎？
6/18	氣候變遷下 綠建築的新思考
6/18	Home Office 夢想成真？從日本豐田看智慧城市
6/19	跑步機 + 自行車變什麼？全世界第一台自走車 Lopifit
6/19	氣候變遷：瀕臨消失的旅遊景點
6/19	英國電動潮機車 Raker 配件還可 3D 列印
6/20	北市 YouBike 5 月運量創收費以來新高
6/20	機車強制險差別費率 交通部研擬中
6/21	柯救內湖交通 7 月中公布 8 月試辦早鳥價 4 折
6/21	舒緩國 5 塞車 尖峰時段台 9 線擬禁砂石車
6/22	嘉市推綠能交通 6/20 起電動車免費借 3 天
6/22	清泉崗升級國際機場建雙港輕軌駛入航廈
6/22	桃園 Wi-Fi 公車站牌 暑期增設 400 處
6/23	和北市同步！基隆路邊停車費 可行動支付繳納
6/23	美國交通碳排放量自 1979 年以來首度超越發電廠
6/23	活化台北機廠 文化部先租用啟動修復
6/24	台灣熱氣球嘉年華 7 月起跑 縣府推大眾運輸
6/24	台中火車站 8 月高架化 市府台鐵攜手打造新站專區
6/25	高鐵延伸屏東是南臺灣發展關鍵鎖鑰
6/25	把公共藝術改造為城市的「發電機」
6/25	台鐵夏季郵輪式列車 北中南東一次滿足
6/26	腳踏車偵測器來了！ 維護騎士行車安全
6/26	聖嬰現象走了 地球上的二氧化碳卻巨幅增加
6/26	+20%城市綠肺: 澳洲 202020 願景革命
6/27	高雄捷運「多卡通閘門」 7 月上路
6/27	為桃機分流 學者：廉航航班全移台中 東南亞線移高雄
6/28	柯文哲視察大安區 表明將續推交通環境改善
6/28	國道客運 3 路線增停壯圍站 試營運 1 個月
6/29	高鐵雲林北上列車 7 月平日增班次
6/29	全球暖化進行式 氣溫上升的影響沒有你想像的單純
6/29	2016 貢寮海洋音樂祭 台鐵加開列車
6/30	搭公車玩宜蘭 30 個遊程票選
6/30	地球有 9 大極限 人類已破壞 4 個！
6/30	中友商圈、中山醫大周邊機車位 7/1 起收費

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 6)

日期	內容摘要
7/1	7 月起實施的交通新制　你不能不知道
7/1	紓解內湖交通 汐止－內湖快速公車今上路
7/1	北捷多卡通 e 起嗶 一卡通完成整合
7/2	童玩節搭公共運輸 2 人同行 1 人免費
7/2	IBM 人工智慧當車長，電動自駕巴士 Olli 上路!!
7/2	歐洲已經開始「無車革命」 打造綠色交通
7/3	從私有財到社會財——共享經濟的最大貢獻
7/3	新型態的交通運輸---都會交通轉捩點
7/3	河內交通規劃 2025 年擬禁行機車
7/4	四大面向拆解為何「橫向國道」應該要收費？
7/4	高雄輕軌今首發 上班族歡慶
7/5	高鐵南港站通車了！台北站不再是首發後的三大變化
7/5	打造高雄美麗島大道 擬釋出中山路人行道空間
7/6	暑假到 鹽鄉濱海線公車一日券開賣
7/6	特斯拉來了 電動車線上開賣
7/6	疏散觀光客車潮 安平假日環線公車上路
7/7	中秋台鐵實名票 8 月前設籍花東可買
7/7	大數據幫調度 新北市 YouBike 好借好還
7/7	西站變綠地 台北國光客運路線 9 月底重整
7/8	高捷多卡暢通 4 大電子票證掀優惠戰
7/8	用路人注意 雪山隧道將追加各式科技執法系統！
7/8	國道客運新竹轉運站月底啟用 祭出免費接駁車
7/9	新加坡叫車服務 GrabTaxi 拿下多數東南亞市場
7/9	電動車市場不只有美國的 Tesla
7/9	開冷氣不再實用？法專家：氣候劇變 建築調節成趨勢
7/10	格陵蘭溫度破紀錄　冰層提早 6 星期融解
7/10	電動車真的會讓日常交通變得更安靜嗎？
7/10	生態旅遊當副業 肯亞漁民著手復育紅樹林
7/11	騎單車也該打方向燈!
7/11	巴拿馬啟用新運河 中國貨輪每年運量僅次美國
7/11	走過 30 年老橋 三鶯大橋明年改建
7/12	8 月綠色運輸計畫 北市搶救內湖交通
7/12	Tainan Pass 遊台南 109 條公車無限搭
7/13	中秋連假離島航空疏運 7/18 起開放訂位
7/13	8 公里免費 桃園 1 路公車 10 月先試辦
7/14	台南平實營區成交通樞紐 將設轉運站
7/14	關於計程車的記憶：寫在 Uber 來襲之時

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 7)

日期	內容摘要
7/14	宜蘭童玩節玩水去　交通、玩樂資訊懶人包！
7/15	SKYTRAX 全球最佳航空阿聯酋奪冠 長榮、華航大躍進
7/15	電動自駕車也應先考駕照再上路
7/15	台 68 線延伸至榮濱路段工程將於月底完工
7/16	從咖啡廳到整座城市 阿姆斯特丹打造「循環城市」
7/16	實現無線充電！美國 66 號公路實驗太陽能道路
7/16	DoCoMo 將活用 5G 攜手 DeNA 研發自動駕駛技術
7/17	北京塞車收費治堵民怨恐爆發
7/17	Hertz 宣布與 Uber 和 Lyft 達成戰略合作提供租車服務
7/17	高屏澎好玩卡 推輕軌輕旅行 1 日遊
7/18	文湖線早鳥有優惠！7 點前進內科 捷運打 4 折
7/18	Uber 公車版 收費就開罰
7/19	員工依勞動新規排班 台鐵、客運 8 月擬減班
7/19	北市 4G 候車亭啟用　免註冊也可連 wifi
7/20	8/8 起進、出桃機交通動線有調整！搭機要提早 20 分
7/20	臺北橋單車牽引道拓寬 22 日起封閉 10 天
7/20	捷運信義線東延段有譜了 10 月底開工
7/21	一卡通聯名卡 農曆年後嗶進高鐵
7/21	瑞典測試把火車電氣化的電動車
7/21	新竹轉運站接駁車 7 月 20 日正式上路
7/22	學生卡好萬能！憑卡搭「台灣好行」42 路線票價打 5 折
7/22	拯救內湖交通 8 月起這 2 個捷運出站打 4 折!!
7/23	「機車島」交通空品測站竟不足 PM2.5 污染不容忽視
7/23	陸鐵路網規畫 京台高鐵 2025 年完成
7/23	賓士上路 首款在公車系統內自動駕駛的巴士
7/24	我們花超過一年，才調配出完美的「Gogoro 紅」
7/24	特斯拉新機密計畫：兩款新車 & 叫車服務
7/24	丹麥城市設計師：放棄以車為本 才能建造偉大城市
7/25	基隆客運海大至南港轉運站 9 月通車
7/25	中秋連假 國道夜間難免費
7/26	YouBike 定位：第一哩路與最後一哩路的接駁工具
7/26	日月潭遊艇汰換綠能船 政府送利多
7/27	高鐵新服務 7 月 27 日起可自選座位
7/27	自行車車燈該閃不閃?
7/27	桃捷售票系統亮相 趕年底通車!!
7/28	北北基計程車對照表 8 月起停用
7/28	廉航結盟發酵 票價年底前恐崩盤

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 8)

日期	內容摘要
7/28	冷清路線 北台公車假日減班 5 成
7/29	台灣大車隊將引入乘客與司機互評制度
7/29	氣候變遷對台灣海洋的影響（上）
7/30	計程車顏色、費率鬆綁！交通部盼年底修法
7/30	天氣愈熱冷氣開愈大 全球暖化走入惡性循環
7/30	陸高鐵八縱八橫 多地迎旅遊熱
7/31	日本富山市用輕軌造鎮
7/31	滴滴出行與中國 Uber 傳合併，給台灣的啟示是什麼？
7/31	挪威的瘋狂交通專案：讓海底隧道浮起來
8/1	斗六北港虎尾 增設公車轉運站
8/1	國道新竹轉運站 2 日營運 部分路線調整
8/2	內湖捷運加公車 綠運輸啟動!!
8/2	高市公車新增鳳山到高鐵路線 首月刷卡免費搭
8/3	繳一點錢就算為交通和空污負責了嗎？
8/3	竹市單車道完工 「怎麼騎，都行！」
8/3	高捷向北延伸 交通部拍板
8/4	開頂雙層觀巴 8 月開進高雄
8/4	台南 T-Bike 今亮相 8 月 8 日於 10 處啟用
8/5	大台中環狀鐵路 成功至追分「微笑山手線」啟動
8/5	計程車「分級多色」明年初上路 迎擊 Uber
8/5	Gogoro 正式進軍德國柏林 成為城市租賃車
8/6	雪隧通車，到底改變了什麼？
8/6	攝影鏡頭＋感應器 日本無人駕駛巴士 8 月初千葉試營運
8/7	改善重疊有效配置 台中市府啟動公車路網改革
8/7	空污數據顯示 高雄小港比六輕周遭嚴重
8/7	Uber 打造全球地圖 未來用於無人駕駛汽車
8/8	通勤便利 台中市幹線公車 200 路 11 月上路
8/9	9 月交通新制上路！下交流道插隊、變車道未打燈最高罰六千
8/9	看不到火車在平面行駛 台中鐵路高架化預計 9/25 通車
8/10	曼谷清邁高鐵採日新幹線技術 最快 2018 年動工
8/10	學者建議 秋節國道夜間收費
8/10	桃機第三航廈工程啟動 旅客出國提前 2 個半小時報到
8/11	國道殺手：未保持安全車距
8/11	西部普悠瑪也能網訂便當了！台鐵擴大試辦、超商可取票
8/11	續航力 250 公里 電動巴士將駛向花東
8/11	505 濱海觀光公車通車了 8/13 開始行駛
8/12	竹市 YouBike15 日 增設國道轉運站、清大等 5 站

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 9)

日期	內容摘要
8/12	中秋連假返鄉 離島機票 8/18 開訂
8/13	首次推行賞花專車！花蓮金針花季交通懶人包
8/13	通勤族有福了！ 高捷認同卡優惠回饋忠誠客戶
8/13	研究發現 共乘分享服務可改善都市交通問題?!
8/14	臺灣好行溪頭線妖怪專車出發了
8/14	台南 T-Bike 持市民卡五折　前 6 個月前 30 分鐘免費
8/15	中秋連假 國道客運最低 7.5 折
8/15	桃園龍潭免費公車 今日起增至 12 條
8/15	從抗拒到積極 中國減碳政策的轉變與困境
8/16	雪隧抗塞有解？交通部擬大眾運輸加自助租車 最快秋節試辦
8/16	騎 YouBike 注意！跨區借還加收調度費
8/16	新竹轉運站啟用 紓解火車站前站車流
8/17	中秋節台灣高鐵 加開 118 班次列車
8/17	假日出遊多注意！國道 6 處又新增固定測速照相
8/18	杜絕三寶 全台 26 監理站全面試辦「場外道路駕駛考照」
8/18	二行程機車汰換 新北補助加碼
8/18	台中交通局增加 152 路區間車　紓解豐原、神岡乘車需求
8/19	北市十大易塞車路段出列！中山北南京東通通上榜
8/19	9 月又有交通新制將上路　這項違規將被罰 3 倍
8/20	澳洲田園城市：花園郊區空間發展政策
8/20	冰封多年傳染病因暖化開始現身 俄國極圈爆發炭疽病
8/20	單綠燈直直行，紅燈不必停？
8/21	網友熱議十大特色河濱公園！
8/21	「立體快巴」是否會掀起城市運輸革命？
8/21	柬埔寨交通新法 125CC 以下機車免戴安全帽惹議
8/22	中市十公里免費公車 延伸至苗栗南投
8/22	彰市 17 路段 600 停車格 年底收費
8/23	中秋疏運有新招 交通部用「大數據」分流國 5
8/23	9 月「公車進校園」全數上路 少騎機車
8/24	屏東爭取高鐵延伸：不做會後悔
8/24	台鐵新豐富站飄桐花花瓣 盼中秋完工
8/25	中秋連假 82 條客運優惠 77 折起
8/25	持電子票證進出中市 5 停車場 9 月起停車費 8 折
8/25	北市雙層觀光巴士 3 路線曝光
8/26	捷運第 1 環串 4 區 景安—板橋 15 分鐘
8/26	G20 峰會前 美、中可望通過巴黎氣候協議
8/26	全球第一 星自駕計程車上路

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 10)

日期	內容摘要
8/27	設計師將紐約廢棄車站打造成「世界首座地下公園」
8/27	30 年來最大規模 農地分區調整進行中
8/27	從基隆到墾丁只要充一次電！新電池讓特斯拉續航力超過 300 英里
8/28	電動車練習場 孩子體驗考駕照
8/28	BMW 自駕概念車駛進台灣！ 攜手英特爾、Mobileye 打造新世代汽車標準
8/28	回歸自然 德國農村再生
8/29	新竹車站變裝 廣場人車分流
8/29	日本計程車服務優 Uber 搶不贏 日民眾：在國外才搭 Uber
8/30	機捷通車有望？交通部：積極度決定一切
8/30	台南活力 T-Bike　一卡租車真輕鬆
8/31	交部預告多元化計程車 最快明年上路
8/31	台鐵 9/1 起放寬誤點退費標準　天災人禍、搭區間車都賠
9/1	台南也將有輕軌 12 路線串 3 地區
9/1	交通部：中秋節國道夜間暫停收費
9/1	「HappyCash 有錢卡」嗶進台鐵　8/31 起全線車站都通
9/2	新店客運 低底盤公車上路
9/2	國道 6 號工程完畢！新路段讓南投、台中居民更便利
9/2	小黃式公車闢燕巢線 刷一卡通 1 元
9/3	越南摩托車數量龐大 交通打結頻塞車
9/3	交通大革命！未來計程車將能夠飛行
9/3	不愛騎車的德國人 迷上租 GOGORO
9/4	太空人最擔心並非回不了家 而是世人對全球暖化的迷惘
9/4	紅綠燈也要納入計算！AUDI 推出交通號誌計時系統
9/4	服務，可以「庫存」嗎？從共享經濟談起
9/5	國道客運 9/6 全面進駐新竹轉運站
9/5	環狀線預計 2 年後完工 「三環三線」不再是夢一場
9/6	台鐵中秋連假實名制車票 7 日網路開賣
9/6	宜蘭首創可搭乘的「幾米公車」9 月上路　前三個月免費
9/6	哈瑪星旅運接駁中心啟用 9 月起遊覽車停接駁中心
9/7	溫哥華推出激進節能政策 新大樓將淨零碳排
9/7	紓解塞車 宜蘭公車接駁網奏效
9/8	陸高鐵新路線 滬至西安僅 6 小時
9/8	中秋連假搭國 5 客運到宜蘭 票價 75 元起
9/9	國慶連假高鐵加開 90 列車 周六凌晨開搶！
9/9	新店客運首批低地板公車 加入新北營運
9/10	氣候變遷迫在眉睫 美、中終於點頭減碳排
9/10	動畫解釋為何自動駕駛汽車可以紓解塞車問題

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 11)

日期	內容摘要
9/10	YouBike 停機啟示錄 大眾運輸的資訊防災
9/11	把氣候變遷喝掉！荷蘭企業用雨水釀啤酒，有效運用水資源
9/11	車禍死亡率升高求解！ 美交通局公開車禍資料，邀科技公司協助分析數據
9/11	2017 年起機車強制日間開燈 已上路舊款車不開不會被罰
9/12	國光客運台北西站 B 棟將拆 9/28 起移進台北轉運站搭車
9/12	中秋連假首日最塞！小心 15 個地雷路段
9/13	前三天單程免費！國光客運延駛海洋大學通車
9/13	台鐵新豐富站啟用 2 分鐘到高鐵
9/14	MYBUS PK 跳蛙公車 預約指定班班客滿
9/14	今晚 11 點實施 中秋疏運國道夜間免收費
9/15	這些公路客運的八掛，你知道嗎？
9/15	鄭徐通車 大陸高鐵「四縱四橫」成形
9/15	騎單車載寵物的最佳方式
9/16	桃 10 條單向兩車道內側道 試辦行駛機車
9/16	面對 Uber，傳統計程車的困境與機會
9/16	充電 5 小時行駛 350 英里 電動巴士將於加州亮相
9/17	福特收購共乘接駁服務 跨足共享腳踏車服務
9/17	研究推定空氣污染與阿茲海默症有關
9/17	新北易肇事橋樑 添圖形化標誌
9/18	海洋暖化恐使侵台颱風更劇烈
9/18	台北國際技術交易展：綠色節能研發技術成長
9/18	夏天變烤箱冬天會下雪，極端氣候靠「都市五行」改善
9/19	瑞典首都 將由玩家和模擬城市遊戲景觀建造
9/19	台中計程車喊價 交通局：屬違法可檢舉
9/20	夯推共享經濟！德柏林試行小黃共乘制
9/20	可訂位跳蛙公車 10 月增 939 線
9/21	台鐵 10 月 20 日大改點！早晚班、蚊子列車減 86 班
9/21	中國即使嚴控排放 2030 年仍有百萬人因空氣污染早逝
9/21	淡海輕軌路線北移將於民國 107 年完工
9/22	國慶連假台鐵加開 149 列次 周五零時開放訂票
9/22	新北擬建汐止-內湖高乘載專用道
9/22	星光 T-Bike 安平夜未眠 臺南無車日活動開始報名
9/23	以後可以搭火車玩墾丁！「恆春支線」最快 114 年營運
9/23	歐巴馬：「自駕車有改變人類生活的潛力。」
9/23	夏秋騎電動機車跳島玩馬祖正是好時機！
9/24	只要 48 萬元，這可能是世界上最便宜的電動車
9/24	淡江大橋可以解決淡水交通夢靨？

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 12)

日期	內容摘要
9/25	Otto 由 Uber 收購後仍繼續開發高速公路自駕卡車
9/25	遊覽車司機：「新車 = 安全」是一種迷思
9/25	Lyft 宣佈將在 2025 年全部換用無人駕駛汽車
9/26	海陸空運輸變革：無人船要來了
9/26	從桃園機場捷運一窺號誌系統
9/27	第二屆巴黎“無車日”周日成功舉行
9/27	配合機捷 A21 環北站、桃園巨蛋轉運站年底啟用
9/28	全台首創「汽車版的 YouBike」高雄市將率先引進電動汽車共享
9/28	全球首款氫燃料電池列車 2017 年底在德國上路
9/28	臺中市長赴荷蘭取經 打造 Mr. B&B 複合式交通運輸
9/29	對抗氣候變遷《巴黎協議》將生效，東南亞國家不缺席
9/29	WHO：全球 92%人口居住於空污區，中國空氣最致命
9/30	松山機場遷建 交通部：機捷通車後再評估
9/30	國道三號樹林交流道 南下匝道年底開通
10/1	鼓勵綠色運具 北市府擬定綠色運輸日
10/1	福斯於巴黎車展發表電動、自駕概念車福斯 I.D.
10/1	自動駕駛最新應用場景：幫你排隊的輪椅
10/2	互聯網的入侵：傳統貨運行業正在被改變
10/2	賓士打造科技夜店風的自動駕駛未來巴士
10/2	轉乘更方便！高鐵售票機首度進駐北捷
10/3	鐵道迷注意！金色自強號首發時刻出來了
10/3	雙十連假國道夜間免收費 國道客運優惠則沒了
10/4	台鐵將買自強號 運量倍增
10/4	機車騎士常違規 保費恐增
10/5	捷運啟動站名編號作業 板南線以後叫「BL 板南線」
10/5	雙北不同調 中正橋改建再延 4 個月
10/5	台鐵成功追分段雙軌化 預計 109 年完工
10/6	《巴黎協定》沒有規範到的 1% 主要來自台灣
10/6	國慶連假來了！宜蘭必看「5 大交通措施」防塞爆
10/7	台中山手線首部曲 2020 年海線鐵路捷運化
10/7	旗津、哈瑪星標線型人行道 佔用罰 1800
10/7	汽機車未禮讓行人 中市 10 月 1 日起大執法
10/8	巴黎氣候協定 年底生效
10/8	美國研究：這 12 款新車買二手車比較划算！
10/8	加州突發奇想 塞車可以發電
10/9	汽車考照加考實際道路路考 交通部：明年 5 月上路
10/9	搶 Uber 生意？ Waze 向舊金山地區開放共乘服務

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 13)

日期	內容摘要
10/9	Grab 打進 31 個城市 腳踏車到計程車都投靠
10/10	讓你手機變鑰匙 整個大台北都是你的租車場
10/10	免兩段式！轉彎引導線較省時 搶快易釀禍
10/10	被視為清潔能源的水力發電，竟導致大量碳排放？
10/11	大眾運輸系統首要之急是公車任意推動捷運只是在消耗社會資源
10/11	台中鐵路高架化 16 日凌晨切換高架橋
10/12	中市推創新改善道安計畫 完成 51 處標線型人行道劃設
10/12	電動機車版 Youbike！威摩科技推共享電動機車服務「WeMo Scooter」
10/13	高雄機場擴建國際航廈 預估 10 年完工
10/13	抗氣候變遷 研究：關鍵在快捷交通系統
10/13	機捷可用度達 98% 拚 99%年底通車
10/14	高市公共腳踏車 C-BIKE 明年元月起調整費率
10/14	計程車駕駛可開到 70 歲 學者支持、民眾在意安全
10/15	第一條「中國製」電氣化鐵路外銷非洲成功啟動
10/15	交部減碳出招 拚大眾運輸使用率翻倍
10/15	北京等城市頒布網約車細則草案
10/16	「巴黎氣候協定」對世界情勢有哪些影響，它跟台灣有關係嗎？
10/16	英國首次進行無人車道路實測，目標 2020 年正式上路
10/16	2030 年後再無燃油車，德國人為什麼要親手廢掉自己最偉大的發明？
10/17	民航業拚減碳！聯合國 ICAO 正式通過飛航減碳協議
10/17	竹東 10/17 開始酌收停車費 盼解決交通亂象
10/18	台中火車站前廣場改建 月底調整周邊公車招呼站
10/18	山西計程車 9 成 7 採純電動車
10/18	北市雙層巴士及雙節公車即將上路!!
10/19	台鐵 10/20 大改點 截短或停駛 86 班
10/19	中市捷運綠線軌道鋪設順利 電聯車明年試運轉
10/20	宜蘭蘇澳幾米公車上路 3 天免費搭乘
10/20	興建第三航廈、跑道 桃機收費喊漲機票恐變貴
10/21	拚減碳 學者推「汽機車版 Ubike」
10/21	多元化計程車方案 - 公辦 APP 叫車平台
10/22	城市治理夢幻團隊？東京、紐約與巴黎的市政府組織架構
10/22	夜晚會發藍光！超美自行車道 天天夜騎也甘願
10/22	台中市 8 大旅運需求廊帶 規劃出爐
10/23	「電動機車」、「電動自行車」和「電動輔助自行車」有什麼差別？
10/23	比亞迪用「雲軌」列車攻入軌道運輸
10/23	單車通勤者的無奈：停車問題該如何解決？
10/24	等了 22 年 汐止國道 1 號可望增南下匝道

表 6.1.3 臉書專頁更新紀錄(續 14)

日期	內容摘要
10/24	推機車 eTag 計畫 中市徵求交通特派員
10/25	你知道台灣是「排碳大國」嗎？人均排碳量比中國、日本還高
10/25	暖化加劇森林大火 一個世代燒掉 1.2 個台灣
10/25	氣候變化威脅糧食安全 2030 年 1.22 億人極度貧窮
10/26	環島 1 號線起點揭幕 單車環台無障礙
10/26	宜蘭轉運站下一步 擴建或遷移
10/27	台中雙節巴士將重生 行經高美溼地
10/27	機場捷運年底通車 交通部：系統穩定性明顯提高
10/27	多元化計程車準備好了！即日起業者就可以申請
10/28	107 年試營運 中市編列捷運公司預算
10/28	交通大數據解密！十大網友最討厭的危險用路行為
10/29	豐田將推出氫燃料大巴士，不僅環保還能緊急供電
10/29	世界氣候變化形勢嚴峻 二氧化碳濃度突破劃時代門檻
10/29	國車國造！全台首輛國產輕軌電車現身
10/30	印度推出空氣污染舉報 app，會成為迫害窮人的工具嗎？
10/30	巴黎政府要讓所有居民來綠化花都
10/30	不讓 Uber、Lyft 專美於前 特斯拉將推共享叫車
10/31	首度入圍英國設計大獎 Gogoro 持續閃耀世界
10/31	新增綠能破紀錄 供電容量超越燃煤
10/31	倫敦希斯洛機場擴建爭議 競爭力、汙染、開發與拆遷

6.2 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。

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

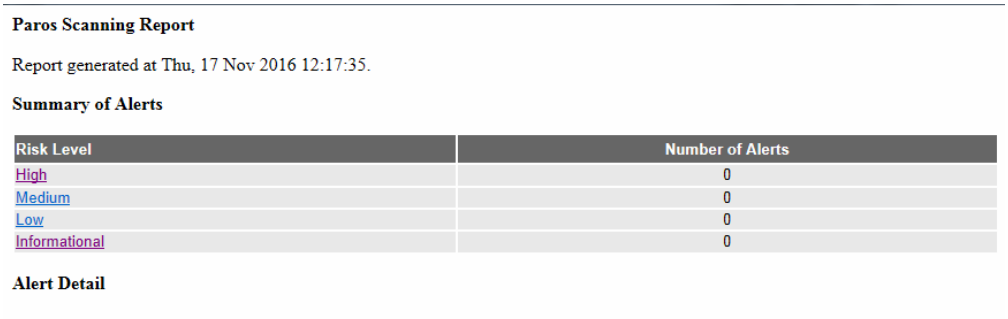
④作業系統：Windows 7

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 6.2.1 及圖 6.2.1 所示。

表 6.2.1　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 Thu, 17 Nov 2016 12:17:35.

Summary of Alerts

Risk Level	Number of Alerts
High	0
Medium	0
Low	0
Informational	0

Alert Detail

圖 6.2.1 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。

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

a. 受測系統：http://greentransport.iot.gov.tw/

b. 檢測軟體：jmeter

c. 測試瀏覽器：IE8

d. 作業系統：Windows XP

e. 處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

②前端網頁效能測試

a. 受測系統：http://greentransport.iot.gov.tw/

b. 檢測軟體：HttpWatch Basic Edition

c. 測試瀏覽器：IE11

d. 作業系統：Windows 8.1

e. 處理器：Intel(R) Core(TM) i7-4790 CPU @ 3.60GHz

(2) 測試結果

測試結果如表 6.2.2~表 6.2.4，檢測畫面如圖 6.2.2 所示。

表 6.2.2　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	0.488	0.452	0.58	0.00%
	50	10	0.781	0.451	2.275	0.00%
	100	10	1.797	0.567	2.813	0.00%
最新消息	10	10	0.487	0.058	1.006	0.00%
	50	10	0.563	0.015	3.784	0.00%
	100	10	1.971	0.015	5.961	0.00%

表 6.2.2　jmeter 壓力測試結果(各模組)(續)

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(%)
相關政策	10	10	0.529	0.399	0.905	0.00%
	50	10	0.721	0.386	2.245	0.00%
	100	10	1.637	0.477	4.607	0.00%
綠能知識庫	10	10	0.216	0.016	2.705	0.00%
	50	10	0.225	0.015	1.512	0.00%
	100	10	0.857	0.014	2.586	0.00%
影音專區	10	10	0.637	0.613	0.667	0.00%
	50	10	0.961	0.619	2.447	0.00%
	100	10	2.119	1.056	3.886	0.00%
下載專區	10	10	0.513	0.444	0.603	0.00%
	50	10	0.829	0.51	2.114	0.00%
	100	10	1.577	0.909	4.647	0.00%
好站推薦	10	10	0.522	0.501	0.563	0.00%
	50	10	0.853	0.538	1.625	0.00%
	100	10	1.768	0.661	2.988	0.00%

表 6.2.3　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	0.33	0.016	2.705	0.00%
	10	50	0.409	0.015	3.784	0.00%
	10	100	1.675	0.014	5.961	0.00%

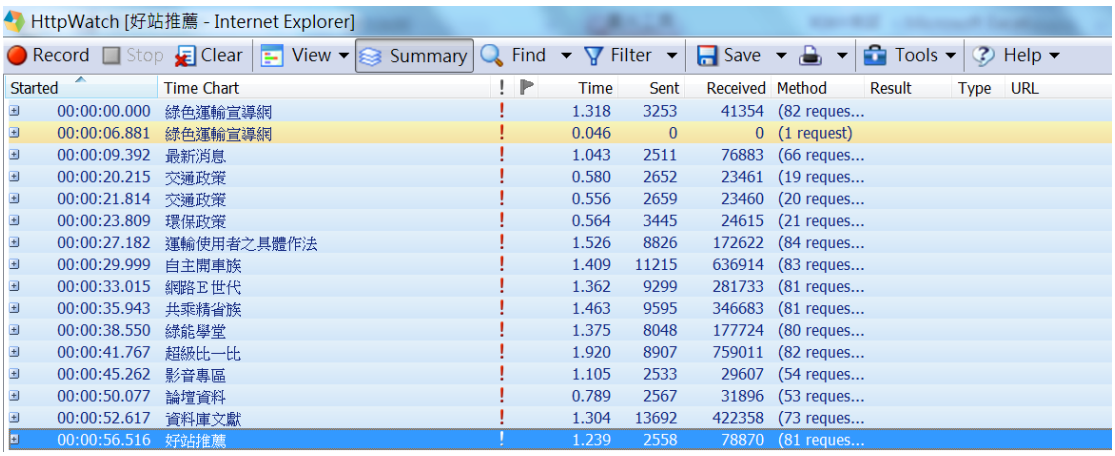


圖 6.2.2 HttpWatch Basic Edition 檢測畫面

表 6.2.4 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	1.318	低
關於	關於	0.046	低
最新消息	最新消息	1.043	低
相關政策	交通策政	0.580	低
	環保策政	0.564	低
綠能知識庫	運輸使用者之具體作法	1.526	低
	自主開車族	1.409	低
	網路 E 世代	1.362	低
	共乘精省族	1.463	低
	綠能學堂	1.375	低
	超級比一比	1.920	低
影音專區	影音專區	1.105	低
下載專區	論壇資料	0.789	低
	資料庫文獻	1.304	低
好站推薦	好站推薦	1.239	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。

6.3 使用成效盤點

6.3.1 系統使用狀況及建議

自 105 年 1 月起逐月紀錄使用情形，彙整教育宣導網站及「Green Transport」臉書人次分別如表 6.3.1、表 6.3.2 及圖 6.3.1、圖 6.3.2 所示。

1. 綠色運輸宣導網站：自 1 至 12 月為止，總瀏覽人次增加 37,870 人次

本年度設定目標為總瀏覽人次達 11 萬人，已於 105 年 6 月達標，且 9 月底改版上線後，首月未經宣傳即增加 1,594 人次，於表 6.3.1 可知平

台總瀏覽人次穩定成長中，因配合本年度網站改版，後續績效盤點建議請見節 6.3.2，未來宣導網站將持續配合臉書專頁宣傳增加曝光率，再創人次高峰。

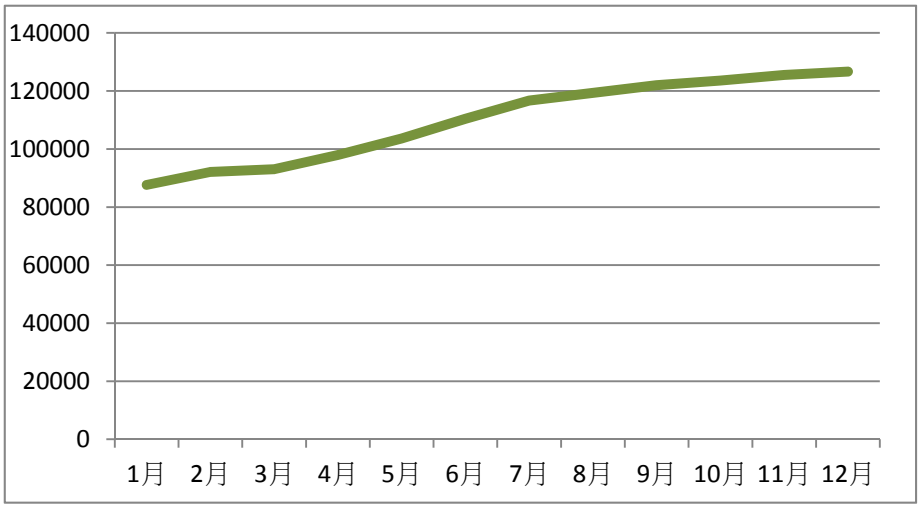


圖 6.3.1 綠色運輸宣導網站總瀏覽人次圖

表 6.3.1 綠色運輸宣導網站總瀏覽人次

月份	總瀏覽人次
1 月	93,764
2 月	96,078
3 月	97,019
4 月	97,931
5 月	103,623
6 月	110,391
7 月	116,701
8 月	119,342
9 月	122,005
10 月	123,599
11 月	125,503
12 月	126,703

2. 臉書專頁：自 1 月至 12 月為止，總按讚人數已達到 3,920 人

於表 6.3.2 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。

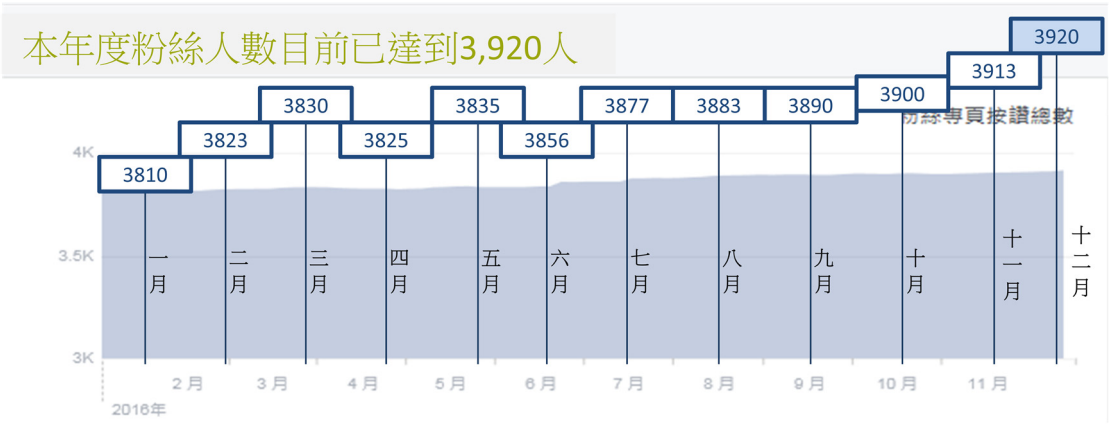


圖 6.3.2 臉書專頁按讚數圖

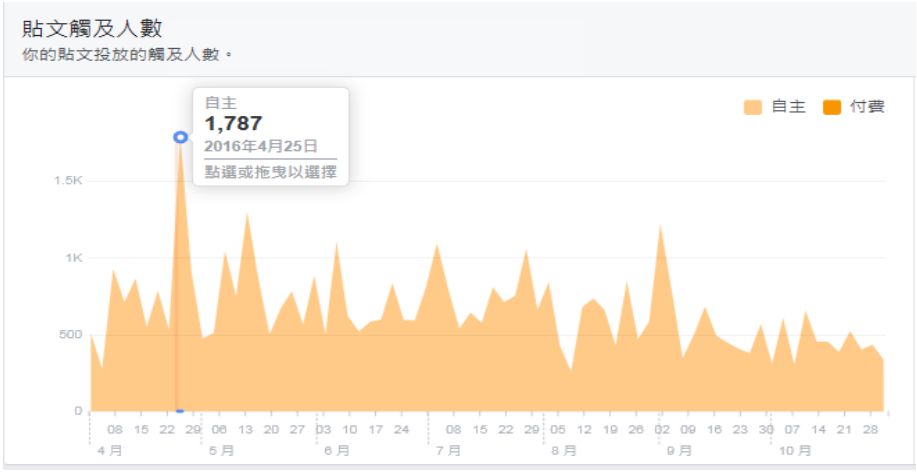


圖 6.3.3 臉書專頁觸及人數圖

表 6.3.2 臉書專頁平均總按讚總數

月份	平均總按讚數
1 月	3808~3,820
2 月	3,820~3,824
3 月	3,824~3,833
4 月	3,824~3,833
5 月	3,833~3,837
6 月	3,837~3,856
7 月	3,856~3,877
8 月	3,877~3,883
9 月	3,883~3,890
10 月	3,890~3,900
11 月	3,901~3,912
12 月	3,912~3,920

6.3.2 提升使用成效作法

1. 綠色運輸宣導網站

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外，提升網站能見度亦為重要一環，一般稱之為搜尋引擎最佳化(Search Engine Optimization, SEO)。原先需另外建立橋接網頁才能優化搜尋排名，經由本計畫改版更新後，已可透過「綠色運輸」等關鍵字於 Google 首頁搜尋到本網站，並於各搜索引擎中名列第 1 頁之前 3 名，後續可透過持續性發布資訊來提升排名。

圖 6.3.4 綠色運輸宣導網站搜尋引擎最佳化結果

為維護並持續提高搜尋排名，建議措施說明如下：

(1) 網站設定

①文章編輯

在網站上發文是很明顯可有效提升搜索排名的方法，以下提出管理者於發文時應注意的幾項基本重點：

a. 標題：限定於 20 字元內，勿加入大量符號。

b. 別名：限定 60 個字內，且字元不重覆。

a. Meta 關鍵字：至少兩組關鍵字，字元需簡潔有力且與文章密切相關，各篇關鍵字勿經常重複。

c. 摘要圖片：檔案名稱以文章相關字元命名。

d. 將發布時間與建立時間拉開。

e. 文章別名需和 Meta 關鍵字相關連。

搜尋引擎最佳化的演算法，非常重視發文內容是否優質，而定義優質的項目除了上述幾點，就是編輯內容需豐富，文章內容需以文為主、圖為輔，勿直接以轉貼連結或 3、4 行文字作為發文目標，這除了影響文章能見度外，也同時成為網站 SEO 排名的最大殺手，管理者需常態性的更新文章，也需提供豐富、有價值的內容。

②相關設定

區分為網站導航(Site Navigation)、內部連結(Internal Linking)、網址結構(URL Structure)三大項目。

b. 網站導航：網站導覽功能能幫助讀者快速找到其所需的內容，正確的網站導覽同時也是幫助搜尋引擎瞭解網站管理者認為哪些是重要內容，並讓搜尋引擎用較少的時間明確的評估網站。

c. 內部連結：遵守三次點擊原則，並增加內部相關連，如常態性更新首頁文章，合理安排網站內部文章之間的關連性，更能大大提升排名。

d. 網址結構:網址(URL)是網站連結網路世界一個必不可少的元素，在搜尋引擎中也是同樣重要。基本上靜態的網址結構優於動態的網址結構，且應為適合用戶閱讀的網址，避免站台突然性關閉或是錯誤頁面的產生。

SEO 的流量須逐步累積，網站上應多累積「關鍵字文章」，當在人氣低迷的時後，可透過新聞效應吸引讀者進來閱讀，讓網站的表現恢復平時的水準或更高。

(2) 善用盤點工具

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，為了要達成這兩個目標，於網站改版時也同時啟用新的成效盤點工具—Google Analytics。

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，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，另外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。

圖 6.3.5 Google Analytics 系統介面

Google Analytics 系統基本功能介紹如后：

a. 報表總覽：主要是從網站經營者的角度來看最重要的報表功能，而且新的通用版能讓管理者蒐集任何與網路相連的資訊(物聯網應用)，讓這些報表有不同的應用。

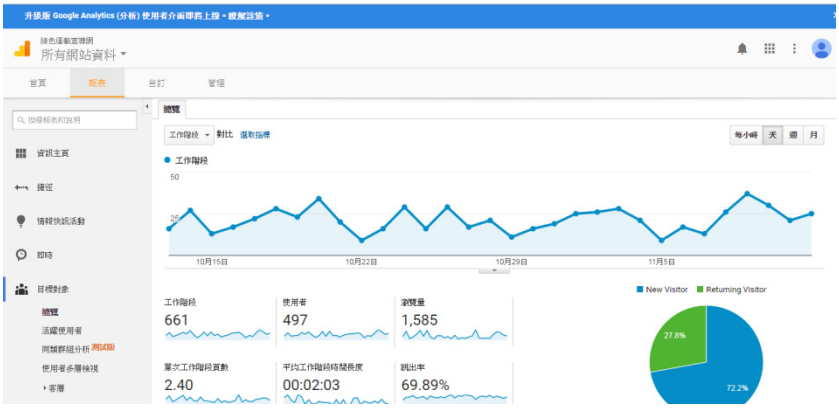


圖 6.3.6 Google Analytics 基本功能-報表總覽

b. 資訊主頁：由各種報表組成的個人化報告，讓你將各種資料並列顯示在不同的區塊中，顯示成效概況。

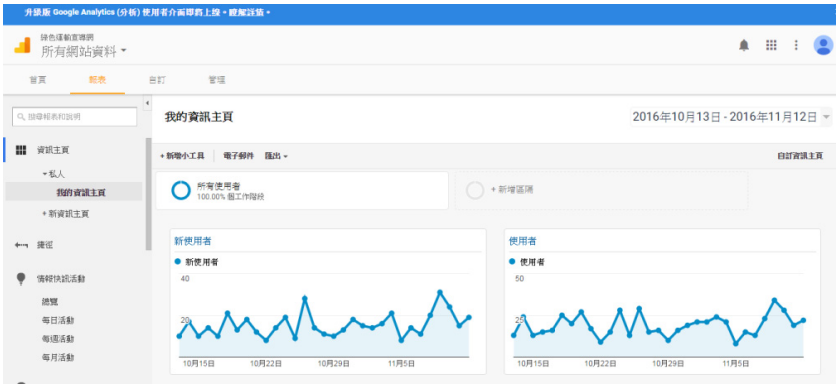


圖 6.3.7 Google Analytics 基本功能-資訊主頁

c. 捷徑：是指使用者創造的連結，能直接帶往指定的報表網頁，看看上周檢視過的報表。

圖 6.3.8 Google Analytics 基本功能-捷徑

d. 情報快訊活動：Google Analytics 能監測資料模式，提供明智的預測分析，管理者也可以自訂警示通知，可要求網站發生任何異常事件時以郵件或訊息方式通知。

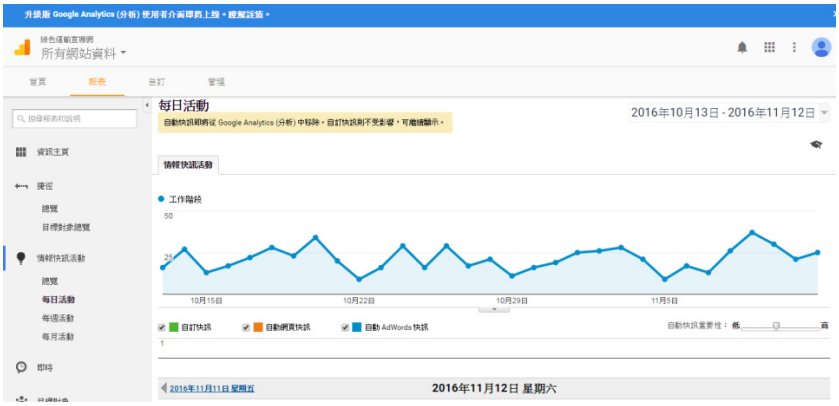


圖 6.3.9 Google Analytics 基本功能-情報快訊活動

e. 即時：報表約四秒左右會即時更新，提供管理者絕佳的管道概覽網站的動態，並測試新的廣告活動、新的網頁，或是新的網站功能。

圖 6.3.10 Google Analytics 基本功能-即時

f. 目標對象：目標對象報表能在不揭露個人資料的情況下看出訪客的一系列資料，例如訪客所在地（準確度達半徑 40 公里）、客層資料（性別、年齡層、興趣）、是新訪客或老顧客、網頁停留時間和瀏覽數、造訪的頻率和回訪率（訪客多常來、最近什麼時候來）、 訪客使用的裝置（Windows 或 Mac 系統、行動裝置、平板，或是桌機）。

圖 6.3.11 Google Analytics 基本功能-目標對象

g. 客戶開發：了解訪客從哪裡來，是因為哪個管道、或因哪種廣告活動而來，社群互動資料也同樣被記錄在這裡。

圖 6.3.12 Google Analytics 基本功能-客戶開發

h. 行為：行為報表提供目標對象在網站上的活動資訊。

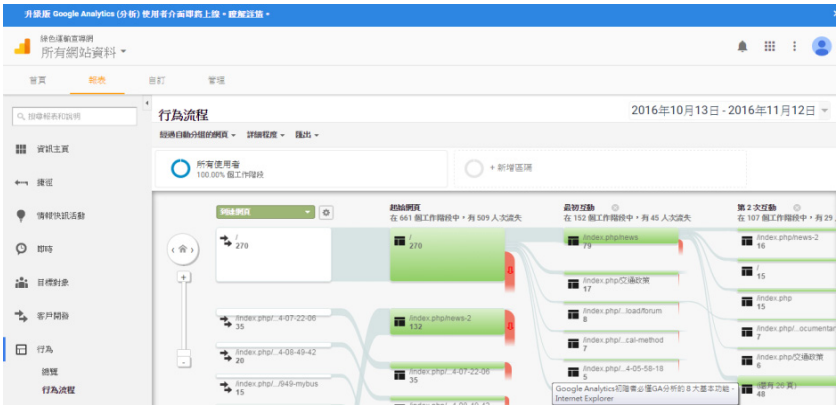


圖 6.3.13 Google Analytics 基本功能-行為

i. 轉換：轉換報表可以告訴你哪些訪客成為潛在客戶或顧客。對組織而言，這可能 是最重要的報表，它標記出你定義成功的指標，也就是超越流量數字和瀏覽量的重大成就。

圖 6.3.14 Google Analytics 基本功能-轉換

使用 Google Analytics 優勢為未來可用不同的 Google 產品將網站資料整合在一起。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，從中獲取大量的有用數據。

2. 臉書專頁

專頁的核心數據包含專頁按讚數、觸及討論數、互動率，這三大數據是最快數檢視專頁是否有成效的指標，目前有許多可供使用的工具，例如：Agorapulse、AgoraPulseBarometer、Crowdbooster、FaceBook Insights、Fanpage Karma、SocialBaker、Sendibl 等，但無論使用哪一種工具，管理者都需藉由所產出的關鍵績效指標(Key Performance Indicators，簡稱 KPI)從趨勢變化中找出專頁的關鍵目標。

因應現今主流工具為臉書免費提供的後台洞察報告(FaceBook Insights)，以下對此工具詳加說明。

臉書專頁提供之洞察分析常用功能包含績效總覽、按讚分析、觸及人數、瀏覽次數、用戶分析等大項，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。

圖 6.3.15 臉書洞察報告基本功能-總覽

(2) 按讚分析

可自行拉動時間軸來決定自己要檢視的週期，而在此項目當中共分為三個維度，分別為按讚數、按讚數的變化及按讚的來源。由圖 6.3.16 可看出由 105 年 4 月至 10 月，按讚人數由 3,825 人上升至 3,901 人，雖有部分收回讚的紀錄，但新按讚的指數仍略高於收回讚，建議持續觀察檢討。

圖 6.3.16 臉書洞察報告基本功能-按讚分析

(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 6.3.17 可看出 105 年 4 月至 10 月，觸及率最高為 1,787 次，分享次數為 28 次，檢舉或隱藏訊息平均次數為 0 次。

圖 6.3.17 臉書洞察報告基本功能-觸及人數

(4) 瀏覽次數

以 28 天為最大單位，可看出一段時間專頁上瀏覽人次變化，如多數人瀏覽頁面、使用的裝置及來源國家等訊息。由圖 6.3.18 可看出 105 年 10 月底，單日總瀏覽人次最高為 10 人，又以台北市佔多數，且使用電腦登入的人數超越行動裝置。

圖 6.3.18 臉書洞察報告基本功能-瀏覽次數

(5) 用戶分析

以目前總按讚資料為基礎，分析來源國家性別及年齡。由圖 6.3.19 可看出目前案讚人數中男女比例為四比六，年齡多介於 25-34 歲之間，其中九成來自臺灣，馬來西亞居後。

圖 6.3.19 各月份按讚人數圖

綜合上述幾項分析，可看出「Green Transport」專頁用戶人數持續穩定成長，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，對於負面趨勢也應時時觀察趨勢變化，並提出應對之道。除了適時使用盤點工具來釐清目前績效走向，更重要的是別忘了臉書為即時性的社交工具，約有半數以上的臉書使用者停留在臉書程式的時間約莫 3-5 分鐘，管理者除了要找出粉絲上線的時間之外，如何維持發文品質，創造文章價值更是管理者長遠經營專頁需認真思考的一項課題。

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 CO_2 排放量目標為 2005 年之 50%以下，以及《巴黎協定》提出以抑制升溫 2℃為目標等國內外重要減碳政策發展，為達成此減量目標難度極高，必須建立能評估策略減量效果之工具，爰辦理本計畫，作為研提運輸部門減碳策略之工具。

本計畫透過兩年期研究辦理，結合城際運輸需求模型開發運輸節能減碳策略評估模組，建立可反映策略對於運輸需求影響，以及分析對於區域別及運具別影響之分析工具，並利用開發模組進行城際運輸策略之實際案例分析，彙結分析結果之能耗碳排情形，提供研擬城際運輸部門規劃減碳路徑之參據。此外，持續維運「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」，強化平台功能及推廣綠色運輸。

茲就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) 節能減碳政策與措施成效

①巴黎協定於 2016 年 11 月 4 日正式生效，成為具法律約束力之國際公約，合作共同對抗氣候變遷。聯合國氣候綱要公約呼籲各國在 2015 年 COP21 會議前，各國自行針對國家情況與條件，以國家為範疇，提出各國為對抗氣候變遷在 2030 年以前的溫室氣體排放量減量目標，內容包括國家減碳目標與策略、推算與計量溫室氣體排放量的方法、所需要的財政支持、技術發展與轉移、能力建構等。INDC 的實踐狀況將反映最新「永續發展目標（SDGs）」的達成狀況。然而，在 2015 年 11 月 12 日以前，由 160 個國家所提出的 133 份 INDC 的分析報告結果卻指出，INDC 並無法成功達到抑制升溫 2℃的目標。

②各國提出之運輸部門INDC,所得較高的已開發國家以電動車輛、燃油標準為主；所得中等的開發中國家以提升軌道與公車服務、綠色貨運為主；所得較低的新興國家以發展公共運輸、基礎設施建設為主。先進國家中，美國是以低碳與車輛技術為主，並以 ITS 技術應用以配合其汽車為主的土地使用型態；而歐盟與日本對於節能減碳目標更為嚴謹，由於大眾運輸基礎設施相對完善，且自行車使用普遍，故四者並重。

③COP21 巴黎協定後各國專家已開始對其所衍生之課題加以檢討，初步歸納 3 項最具挑戰性之課題包含：現有能源結構如何在各部門轉換成低碳經濟、如何促進低碳能源的創新與技術開發，以及財源與財務機制規劃。

④各國已開始構建運輸部門零排放藍圖，惟仰賴目前單一運輸部門策略不易達到此目標，為達成深度減碳目標，除在推廣大眾運輸系統、改善行車環境能源效率等一般策略外著力外，各國開始規劃大幅改變目前作業方式之產業與生活型態，包括：

a. 循環與再生式經濟體系

b. 跨部門整合性行政

c. 創新性思維，以跳脫現有之行式框架

d. 財源規劃

e. 強調都會區在節能減碳之重要性，推動都會區全面性節能節能減碳目標與策略,在都會區土地使用、運具轉換、能源政策、企業經營、風險管理、法規與財務上都得到支援

⑤我國於巴黎協定後大體上仍依循過去推動公共運輸與綠色運輸之主軸持續推動節能減碳，未來重點為實踐「溫室氣體減量及管理法」運輸部門各部會分工工作，並積極建立中央與地方運輸部門氣候減緩與調適合作機制。

⑥自新政府上任推動非核家園政策，對於國內能源結構與電能含碳量將有重大影響。由於替代能源推動計畫時程尚未確定，推動電動車輛將擴大電能市場需求，亦會使含碳量大幅增加，應加以審

慎評估以何種力道與速度繼續推動電動車輛政策，同時，運輸部門推動電動車輛需與能源部門充分協商溝通。

(2) 節能減碳評估模型與應用

①在世界各國能耗碳排模型發展部分，大抵有兩種方式：由上而下(top- down)與由下而上(bottom-up)。Top-down 方式是總體模型，目的是做國家總體能耗之推估，而 Bottom-up 方式是計畫評估模型，探討計畫方案之節能減碳差異性，作為部門計畫評估工具。

②Top-down 方式是由國家能源進口輸出與生產統計來推估國家全體能耗總量，然後再利用各部門之消費統計來推估各部門細部數字，作為國家能耗趨勢推估。運輸部門則主要考量汽油、柴油與其他運具燃油消耗量推估為主。此類模型從總體層面出發，使用計量模型、總體經濟模型或類神經網路模型等方法，透過 GDP、系統總延人(車)公里等總體變數，進行整體系統總量之推估，其預測之準確性則視是否有足夠之統計或參數來協助推估而定。

③Bottom-up 方式是由各地區人民或產業使用各種運具之行為來探討政府各種交通改善計畫之節能減碳效果，其研究內容較細緻，藉由模型預測值之差異性來定義各計畫節能減碳效果，但對於全國總量則須依賴國家統計數字再予以調整。

④本研究發展之 TDM-E 模型是由運輸需求預測之「計畫型」評估模型，可透過推估之延人(車)公里進行運輸政策對於運具別及區域別之影響，作為政策推動、研擬與節能減碳責任分配之參據。

(3) GIS 與視覺化決策資訊平台

視覺化目的為透過圖像化傳達大量數據代表之內涵或特性，藉由圖表傳達訊息提供決策者發現問題之關鍵點。本計畫視覺化用於呈現案例推動對於區域或運具別之節能減碳效果，參考國內外各決策平台視覺化呈現皆有特定主題，且以淺顯易懂方式展示，設計上應朝此原則進行。

本研究藉由回顧國外節能減碳策略推動方向及成效、減碳評估模型發展與應用，作為研擬國內策略與評估工具之參據。考量國內減碳相關工具發展概況，以 TDM-E 為減碳評估分析模型，並結合數據視覺化分析工具，呈現案例推動之節能減碳效果。

2. 運輸節能減碳策略評估模組開發

(1) TDM-E 依據本所開發之城際運輸模型(TDM)，整合各運具能耗參數，完成運輸能耗碳排模型架構，在前一年度建構的基礎上，配合去年度高鐵案例分析結果檢討以及因應本年度分析需求，進一步局部調整與修正模型分析功能，使其更利於實務上之操作應用與分析。

(2) 考量分析案例不僅改變城際旅次行為，同時對於都會區旅次亦會造成不同的影響，本計畫配合案例分析需求，以原 TDM-E 模型之非城際旅次推估模組為基礎，以排放清冊資料分運具修正模型估計之能耗碳排總量，反映都會區旅次的能耗碳排量，以利評估城際運輸政策節能減碳效果。然城際運輸模型對於都會區內之運輸特性仍有改善空間，未來尚須適度整合都會區本身之運輸特性方能完整掌握全國運輸部門能耗特性。TDM-E 完整開發後，將可提供總體模型之所需參數，作為運輸部門能耗清冊推估與節能減碳責任分配之重要依據。

(3) 觀察歷年軌道運輸能源密集度非一定值，本計畫透過高鐵案例分析結果，釐清能源密集度變動對策略評估之影響，建議以能源密集度修正因子進行調整：短期以近 5 年平均能源密集度變化率預估能源密集度；長期(2020 年後)假設能源密集度變化趨緩，採用 2020 年之調整因子。

3. 城際運輸節能減碳案例評估與視覺化分析

本計畫 2 項已推動城際運輸策略以及 3 項未來可推動策略案例分析結果彙整說明如下：

(1) 98-103 年公共運輸發展

運量自私人運具移轉至公共運輸，因此公共運輸總能耗約增加 99 千公秉油當量、碳排約增加 262 千公噸；私人運具總能耗約減少 235 千公秉油當量，碳排約減少 637 千公噸。整體而言，能耗碳排減量效果約 1.5%~1.6%，具節能減碳效益。

(2) 通行費率改變影響

①受計程費率推動時以高速公路通行費總收不變、對用路人影響最小原則進行費率設計所致，分析結果顯示在運量及延車公里均未有顯著差異。

②除透過改善路網效率達到節能減碳效益外，電子收費亦可透過節省經過收費站停等與煞車造成的油耗、車輛損耗及碳排，並且透過電子作業減少人工收費所需的紙張浪費。以 103 年高速公路現況交通量估算電子收費後小型車能耗碳排，通過收費站減少的燃油消耗為 18 千公秉油當量，碳排則可減少 47 千公噸。

(3) 臺鐵服務與效能改善

臺鐵在相關計畫完整落實推動情境下，2030 年總節能減碳效果約 18 千公秉油當量、49 千公噸，減量效益約為 0.1%。主要來自於私人運具的移轉，其中小客車節能量約 10 千公秉油當量，減碳量約為 27 千公噸。各區域節能減碳效果受運具使用量影響最大，以北部地區效果最佳，中部地區次之。

(4) 公共運輸發展目標

落實公共運輸發展目標節能減碳效果顯著，2030 年約可節能 710 千公秉油當量、減碳 1,842 千公噸，減量效益約達 4.4%。主要來自於私人運具的移轉，其中以小客車節能減碳效果最佳，2030 年節能量達 796 千公秉油當量、減碳量約為 2,085 千公噸碳排量；機車次之，約節能 159 千公秉油當量、減碳 416 千公噸碳排量。

(5) 車輛燃油效率提昇

就本計畫納入分析之案例中，車輛燃油效率提昇之節能減碳效益最為顯著，2030 年總節能減碳量分別達到 1,325 千公秉油當量、3,494 千公噸，減量效益約為 8.3%。各運具中以小客車節能減碳效果最佳，2030 年約節能 869 千公秉油當量、減碳 2,273 千公噸。

由減碳策略案例分析結果可知，推動「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」兩項策略之節能減碳效益較佳，前者涉及車輛管理部門共同整合跨部會資源以發揮綜效；後者應結合私人運具減量政策推動，方能完整落實計畫預期之節能減碳效果。

4. 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新與維運

(1) 整合資訊平台更新維運

①平台功能架構區分為「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」等七大功能。

②平台依使用需求與目的，界定使用者為一般民眾、減碳行動方案業務機關、政策模擬分析使用者及管理者等 4 大類。

③本計畫在持續維運與功能精進下，105 年 1~12 月整合資訊平台使用累計增加 2,113 人次，網站新聞資訊累計更新 78 則。

(2) 運輸部門運具別排放清冊

①2015 年運輸部門總耗油量中，公路合計 1,312 萬公秉油當量(95.6%)；鐵路合計 32.8 萬公秉油當量(2.4%)；國內航空合計 9.6 萬公秉油當量(0.7%)；國內水運合計 14.3 萬公秉油當量(1.0%)，總計共 1,368.7 萬公秉油當量，相較於 2014 年變化差異不大。

②2015 年運輸部門溫室氣體排放量中，公路合計 35,821 千公噸(96.1%)；鐵路合計 788.8 千公噸(2.1%)；國內航空合計 260.5 千公噸(0.7%)；國內水運合計 410.6 千公噸(1.1%)，總計共 37,281 千公噸，相當於 14.2 萬座大安森林公園之吸碳量，相較於 2014 年變化差異不大。

(3) 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」運作與模組開發須持之以恆，應常態性持續進行模組功能開發與更新資料庫，以支援本所節能減碳業務之推動。

5. 綠色運輸教育宣導及網站維運

(1) 完成「綠色運輸教育宣導網站」升級改版，除針對網站進行風格翻新外，亦導入響應式(Responsive Web Design, RWD)網頁設計，並於 105 年 9 月底正式上線。改版後除增加網頁閱讀性外，亦提升後台管理便利性。

(2) 「綠色運輸教育宣導網站」經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 3 大搜尋引擎名列首頁之前三名，可大幅提升網站之能見度。

(3) 經本年度持續維運推廣，自 105 年 1~12 月為止，「綠色運輸教育宣導網站」瀏覽人次增加37,870人次，總瀏覽人次累計至12.6萬人次，已突破初期設定之 11 萬人次，綠色運輸新知累計更新 96 筆；「臉書粉絲專頁」總按讚人數維持約 3,900 人，新聞新知累積更新 526 筆。

(4) 持續辦理「綠色運輸教育宣導網站」與網站所屬臉書專頁之維護與推廣，提升網站之能見度，活化網站使用人次，並達到知識管理與分享之目的。

7.2 建議

1. TDM-E 後續精進方向

(1) 一般而言，模型建構規模，研究地區越大(如國家型，區域型)，則模型越簡單，以掌握國家層次的課題與方向;而研究地區越小(都會區，走廊型)，則模型可以較細緻，以正確掌握各計畫方案評估之有效性與正確性。TDM-E 之未來發展尚須適度整合都會區本身運輸特性，此類資訊存在於各都會區與生活圈模型，數量可觀;且目前各運輸需求模型之建構方法、分區系統及路網層級差異甚大，若要完整將所有需求模型導入至同一平台上，不僅工作量龐大，且對於模型運算負荷大，將難以操作，且不利於整合應用分析。後續應建立與其他模型分工之平臺，並適度簡化模型分析結構，運用各模型參數建立各地區對能耗碳排推估關鍵因子(延人、延車公里)之影響關係，以利整合。

(2) 建議都會區模型的導入應以具代表性的分析指標彙整為主，運用個別模型(城際、都會區模型)來反應策略對於運輸旅運行為的影響，並透過指標參數彙整與排放清冊或相關統計資料進行比對調整。

(3) TDM-E 對於車輛使用汰換部分功能較為欠缺，因而對於車輛技術與能耗排放標準訂定之影響較難推估。建議參考本所前期車輛使用模型，發展車輛汰換因子，適度反應電動車輛引入與能耗標準訂定對於車輛整體能耗率與排放係數之影響。

(4) TDM-E 除都會區模型的導入外，建議亦應思考強化貨運分析、公共運輸延車公里推估以及替代能源運具推估等功能; 此外，對於如何反應都會區交通改善策略成效應加探討，以進一步完善模型的反應能力。

2. 運輸節能減碳策略推動方向與減碳路徑建議

(1) 為積極落實 INDC、永續能源政策綱領及溫管法制訂之未來年各年期減碳目標，運輸部門個別計畫可思考納入節能減碳效益作為政策推動與否的評估依據之一。

(2) 公共運輸發展仰賴推力與拉力同時併行，建立平衡公共運輸及私人運具使用成本之機制，將車輛使用成本外部化，藉由私人運具使用成本上升，降低私人運具競爭力，以達成節能減碳目標。

(3) 國道通行費率訂定之考量雖以財務為主，但費率之訂定為交通管理重要手段，未來若各地方政府施行道路費率管理政策，可藉由費率訂定制衡私人運具使用。此部分仍須透過政府長期宣導、培養環境保護意識才能有效降低政策推行阻力。

(4) 本計畫分析之 5 項案例中，以「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」兩項策略節能減碳效益最高，建議未來運輸部門節能減碳發展應朝向公共運輸及車輛能源效率提昇併行作為發展方向，兩者同時推動下，2030 年總節能減碳效果約達 1,945 千公秉油當量及 5,104 千公噸，減量效益約為 12%。

(5) 世界各國均開始體認到僅依賴現有之一般性策略將難以達成巴黎協定之減碳目標，紛紛開始從事深度減碳(Deep Carbon Reduction)的規劃，而都會區更是重要起點。建議我國也應及早開始籌劃，構思全面性深度減碳之路徑與藍圖，加強部門間合作關係，考量發展循環再生經濟體系，鼓勵創新，以跳脫傳統架構，面對挑戰。

3. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」建議

(1) 「綠色運輸教育宣導網站」經本年度 SEO 優化後，已可於各大搜尋引擎查詢結果名列前 3，但後續仍須透過持續定期更新網頁內容、設立文章關鍵字及維持伺服器穩定運作等方式，維持 SEO 排名。

(2) 整合資訊平台及綠色教育宣導網站於今年度完成改版升級後，已可結合 Google Analytics 後台管理工具，建議於管理後台新增各篇新知瀏覽人次，以利細部紀錄用戶偏好及推測瀏覽歷程。另外，可鎖定登入主畫面 IP 作為登入人次依據，並加入人次分時變化，以利於平台推廣及管理。

(3) 持續維運「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」並更新擴充資料庫內容(含運輸部門各運具排放清冊)，以及網站之新聞性或議題資料，並按期進行點閱人次統計分析，盤點成效。

參考文獻

1. Aalborg University (2015), Copenhagen Energy Vision.
2. Agapitou C., Deftou E., Frantzi C., Stamatopoulou M., & Georgakellos D. (2104), "Car-Sharing as an Environmental Policy Tool: A Preliminary Analysis", International Journal of Business and Social Science, Vol. 5, No. 10(1).
3. Anas A.& Hiramatsu T.(2012), “The effect of the price of gasoline on the urban economy: From route choice to general equilibrium”, Transportation Research Part A, Vol. 46, pp. 855–873.
4. Belfer Center, Harvard Kennedy School(2016), " Workshop on Climate Strategies, Post COP-21 and Sustainable Economies in Europe".
5. Cambridge Systematics, Inc. (2010), Evaluate the Interactions between Transportation-Related Particulate Matter, Ozone, Air Toxics, Climate Change, and Other Air-Pollutant Control Strategies, NCHRP Report 25-25, Task 59 Report.
6. Carbon Neutral Cities Alliance (2015), FRAMEWORK FOR LONG TERM DEEP CARBON REDUCTION PLANNING, December.
7. City of Copenhagen, Action Plan for Green Mobility.
8. City of New York (2013), "New York City's Pathway to Deep Carbon Reductions", Mayor's Office of Long-Term Planning and Sustainability, New York.
9. City of Yokohama (2014), "Yokohama City Action Plan for Global Warning Countermeasures".
10. Climate Focus (2015), "The Paris Agreement Summary".
11. Christopher Yang, David McCollum & Wayne Leighty (2011), SUSTAINABLE TRANSPORTATION ENERGY PATHWAYS: A RESEARCH SUMMARY FOR DECISION MAKERS, Chapter 8 Scenarios for Deep Reductions in Greenhouse Gas Emissions, Institute of Transportation Studies, University of California, Davis.
12. Elliot Martin & Susan Shaheen (2010), "Greenhouse Gas Emission

Impacts of Carsharing in North America", Mineta Transportation Institute, MTI Report 09-11.
13. European Commission (2007), Further Development and Application of the Transport and Environmental TREMOVE Model, Final Report.
14. Geem Z.W. (2011), “Transport energy demand modeling of South Korea using artificial neural network”, Energy Policy, Vol.39, pp.4644-4650.
15. Global Fuel Economy Initiative (2016) "Fuel Economy State of the World 2016".
16. Hensher, D.A. (2008), “Climate change, enhanced greenhouse gas emissions and passenger transport – what can we do to make a difference?, Transportation Research Part D, Vol. 13, NO.2, pp.95-111.
17. Hill N., et. al (2012), "Developing a Better Understanding of the Secondary Impacts and Key Sensitivities for the Decarbonisation of the EU’s Transport Sector by 2050".
18. Huizenga C. (2016), "What the Transport Sector is Doing to Deliver on the COP-21 Climate Change Agreement”. Transport Expert Meeting, Bonn, Germany.
19. International Renewable Energy Agency (2015) "Roadmap For A Renewable Energy Future 2016 Edition".
20. Korea Expressway Corporation (2015) "Introduction of SMART Highway Test Bed and Test Results".
21. Langer T. & Khan S. (American Council for an Energy-Efficient Economy) (2013) "International Alignment of Fuel Efficiency Standards for Heavy-Duty Vehicles".
22. Li Z., Rose J.M., & Hensher, D. A.(2010), “Forecasting automobile petrol demand in Australia: An evaluation of empirical models”, Transportation Research Part A, Vol. 44, pp.16-38.
23. Lipscy P. & Schipper L. (2011), "Energy Efficiency in the Japanese Transport Sector", paper presented at the Princeton Conference on Environmental Politics, Princeton, NJ.
24. Madre JL., Andre M., Leonardi J., Ottomann P. & Rizet C. (2010), "Importance of the Loading Factor in Transport CO_2 Emissions", 12th

WCTR, Lisbon, Portugal.
25. Millard-Ball A. (2010), "Are We Reaching "Peak Travel"? Trends in Passenger Transport in Industrialized Countries", 12th WCTR, July, Lisbon, Portugal.
26. Mattarelli M., Moon D.& Wolfler Calvo R. (1999), "STEEDS: A Strategic Transport/Energy/Environment Decision Support" European Commission Joint Research, Brest, France.
27. National Highway Traffic Safety Administration (2014) "Vehicle-to-Vehicle Communications: Readiness of V2V Technology for Application".
28. Nemry F. (2012), "Transport Models in Use by the European Commissions", presented at UNECE Global Conference.
29. Paleti, R., Bhat, C., Pendyala, R., Goulias, K., Adler, T., & Bahreinian, A. (2014). “Assessing the Impact of Transportation Policies on Fuel Consumption and Greenhouse Gas Emissions Using a Household Vehicle Fleet Simulator”. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, Vol.2430, pp.182-190.
30. Paris Process on Mobility and Climate (2015) "INDCs offer opportunities for ambitions action on transport and climate change".
31. Paris Process on Mobility and Climate (2015) "Partnership on Sustainable Low Carbon Transport".
32. PB Americas, Inc., Cambridge Systematics, etc., (2013) "Incorporating Greenhouse Gas Emissions into the Collaborative Decision Making Process", SHRP Report 2.
33. Phillip Boyle & Associates (2016), "The Impact of Car Share Service in Australia", International Car Sharing Association.
34. Siskos P. & Capros P. (2014), "PRIMES-TREMOVE: A Long-term Transport Sector Model for Long Term Energy-Economy-Environment Planning for EU", presented at 20th conference of International Federation of Operations Research Societies, Barcelona.
35. Susan Shaheen & Adam Cohen (2007), "Worldwide Carsharing

Growth: An International Comparison", Transportation Research Record: No. 1992, pp.81-89., Washington, D.C.
36. Transport & Mobility Leuven (2007), "TREMOVE Model Description" TREMOVE version 2.7.
37. Transportation Research Board (2011) Policy Options for Reducing Energy Use and Greenhouse Gas Emissions from U.S. Transportation, Special Report 307.
38. UITP (2015), " Climate Action with Public Transport".
39. US DOT Report to Congress (2010), "Transportation's Role in Reducing U.S. Greenhouse Gas Emissions".
40. 本所，「103 年度中長程計畫審議決策支援系統與整合資料庫維護」，民國 103 年。
41. 本所，「中央與地方政府推動運輸部門節能減碳策略機制之研究」，民國 103 年。
42. 本所，「交通運輸策略規劃-成長預測及減量推估相關工作」，民國 97 年。
43. 本所，「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)」，民國 99 年。
44. 本所，「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(2/2)」，民國 100 年。
45. 本所，「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」，民國 100 年。
46. 本所，「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」，民國 102 年。
47. 本所，「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」，民國 99 年。
48. 本所，「從生命週期觀點探討國內替代能源車輛之能源消耗與溫室氣體排放之研究」，民國 102 年。
49. 本所，「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之應用」，民國 103 年。
50. 本所，「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究(4/4)」，民國 98 年。
51. 本所，「運輸部門能源消費趨勢及未來需求分析」，民國 105 年。

52.本所，「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立（1/3）－探討運輸部門政策對溫室氣體排放量之影響工作」，民國 96 年。
53.本所，「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立」，民國 102 年。
54.本所，「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台擴充與維護」，交通部運輸研所，民國 102 年。
55.本所，「運輸部門能源消費趨勢及未來需求分析」，民國 105 年。
56.交通部，「運輸政策白皮書(綠運輸)」，民國 101 年。
57.交通部，「民眾日常使用運具狀況調查」，民國 98 年。
58.交通部，「民眾日常使用運具狀況調查」，民國 103 年。
59.高公局，「102 年年報」，民國 103 年。
60.高公局，「103 年年報」，民國 104 年。
61.臺北市政府捷運工程局、臺北大眾捷運股份有限公司、臺北市政府交通局、新北市政府交通局，「臺北都會區整體運輸需求預測模型建利與應用(TRTS-IV)」，民國 101 年。
62.D3.js Website：https://d3js.org/。
63.ENERGY.GOV：http://energy.gov/。
64.High charts Website：http://www.highcharts.com/demo。
65.I amsterdam：https://www.iamsterdam.com/en/。
66.ITO World：http://www.itoworld.com/。
67.Maptube：http://www.maptube.org/。
68.Power BI Website：https://powerbi.microsoft.com/zh-tw/。
69.Qlik Website：
http://global.qlik.com/uk/explore/products/sense。
70.Spotfire Website：http://spotfire.tibco.com/。
71.SULTAN Illustrative Tools，
http://www.eutransportghg2050.eu/cms/illustrative-scenarios-tool/。
72.Tableau Website：http://www.tableau.com/products/desktop。
73.TransportPolicy.net：
http://transportpolicy.net/index.php?title=Main_Page。
74.TREMOVE，http://www.tmleuven.be/methode/tremove/home.htm。
75.經濟部能源局，

http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/home/Home.aspx?menu_id=798。
76. 交通部統計查詢網，http://stat.motc.gov.tw/mocdb/stmain.jsp?sys=100。
77. 本所，綠色運輸教育宣導網站：http://greentransport.iot.gov.tw。
78. 本所，運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台：http://dsstransport.iot.gov.tw。
79. 綠色運輸教育宣導網站粉絲專頁：https://www.facebook.com/greentransport.tw/。
80. 用數據看臺灣：http://real.taiwanstat.com/。
81. 東京 Metor 地鐵官方網站：http://www.tokyometro.jp/tcn/ticket/value/travel/。
82. 財政部，電子發票智慧好生活平台：https://sip.einvoice.nat.gov.tw/sip-main/。
83. 倫敦運輸署官網：https://tfl.gov.uk/。
84. 高公局，國道電子計程收費主題網：http://etc.freeway.gov.tw/Publish.aspx?NID=1951。
85. 經濟部能源局，油價資訊管理與分系統：http://web3.moeaboe.gov.tw/oil102/。
86. 國家發展委員會，NGIS 國土資訊網，http://ngis.nat.gov.tw/。
87. 新加坡土地運輸署官方網站：https://www.lta.gov.sg/content/ltaweb/en.html。
88. 瑞典運輸署：https://www.transportstyrelsen.se/。
89. 德國單車高速公路官網：http://www.rs1.ruhr/。
90. 環境資訊中心官方網站：http://e-info.org.tw/。
91. 聯合國環境規劃署官網：http://www.unep.org/。

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

行政院於 2008 年 6 月 5 日第 3095 次院會中通過「永續能源政策綱領」，揭櫫我國二氧化碳排放量於 2025 年要回到 2000 年的水準；並於 2009 年 12 月成立「節能減碳推動會」(已改為「綠能低碳推動會」)，訂定國家減量目標與各部門之目標。於 2015 年召開之「全國能源會議」提出以「需求節流」作為我國能源政策之短期目標，共同提升能源使用效率。我國雖無法簽署聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)與京都議定書，仍積極依據公約精神，承擔此地球村一員之共同責任，以成本有效(cost effectiveness)及最低成本(the lowest cost)防制氣候變遷，並追求國家永續發展，爰制定「溫室氣體減量及管理法」，並於 2015 年 7 月 1 日依總統令公布施行，其中明訂 2050 年我國 CO_2 排放量目標為 2005 年之 50%以下，為利於此法之推動與執行，環保署依據此法持續訂定相關施行細則與草案。2015 年 12 月於巴黎舉辦之氣候變化綱要公約第 21 次締約國大會(COP21)提出以抑制升溫 2℃為目標，並以控溫 1.5℃為努力方向。為根據巴黎協定規定，定期檢討溫室氣體減量目標，行政院於 2016 年特設「能源及減碳辦公室」，統籌整合跨部會協調與合作，滾動檢討執行成效。為達成前述減量目標之難度極高，必須提出具體可行且有效之減量政策，而減量效果須透過科學之量化工具評估。爰此，本所自 2007 年起辦理一系列相關計畫，並自 2014 年度起納入「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」範疇，本計畫與 NEP-II 關聯如圖 1.1.1 所示，主要為建立運輸部門節能減碳策略評估工具。

由於運輸本質上是衍生性需求，運輸部門與其他經建部門互動密切而不可分割，前期計畫完成之「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」，已可針對國家型及總體型的政策進行節能減碳效益評估。交通部頒布「101 年運輸政策白皮書－綠運輸」，作為推動「綠運輸」之施政方針，以及行政院綠能低碳推動會所推動之國家綠能低碳總行動方案中，交通部列有 7 項行動

計畫，其行動計畫之成效估算，以及年度之檢討修訂等，皆是以本計畫歷年相關成果為基礎所撰擬，未來亦需配合管考機制逐年滾動檢討。

本計畫賡續「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」計畫研究基礎上，導入城際運輸需求模式及擴充決策支援系統於城際運輸政策之評估功能，期能更精確評估我國運輸部門未來能源消耗及溫室氣體排放基線，並涵蓋私人運具使用管理、節能運具推廣、促進公共運輸等策略，以及更具體評估達成我國節能減碳政策目標。同時藉由相關評估模組之功能，協助中央及地方政府研擬具體可行之節能減碳綠色運輸相關措施。本計畫為 2 年期研究計畫中之第 2 年計畫。

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

綜合上述，本計畫辦理之目的如下：

1. 掌握國內外運輸部門節能減碳推動作法與國際運輸部門最新節能減碳發展趨勢，據此作為研擬我國運輸部門減碳路徑規劃內容之參據，並支援本所節能減碳業務之推動。
2. 建立可評估運輸部門節能減碳策略對運輸需求影響之模式，以及相關節能減碳決策分析工具，俾協助本所檢視與診斷經濟活動對運輸部門能源消耗及溫室氣體排放情形之影響，以及評估相關運輸策略之減碳效益。
3. 持續優化「運輸部門節能減碳政策決策支援系統」，並因應國內外社會經濟情勢，以及國家節能減碳業務推動之需，適時檢討運輸需求、能耗及碳排發展趨勢，滾動修正運輸部門減碳策略。

4. 持續維運「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」，蒐集與開發節能減碳策略評估所需相關資料及工具，有助運輸部門減碳政策執行；並透過「綠色運輸宣導網站」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。

二、研究內容

依據前期計畫成果，擴充「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」之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。同時持續評估運輸部門能源消耗與二氧化碳排放趨勢，以及運輸部門節能減碳策略方向及行動方案之妥適性，作為交通部或相關單位制定節能減碳策略之參考。有關本期(2016 年)完成之工作項目如下：

1. 文獻蒐集回顧

(1) 蒐集國內外運輸部門能源技術發展趨勢與節能減碳等相關資料，以及更新巴黎協定後各國運輸部門相關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) 蒐集最新國內外城際運輸節能減碳研究與政策方案，並綜合評析可行之發展案例，藉此發展本土化可行城際運輸節能減碳策略。

(3) 透過文獻資料重新檢視本決策支援系統後續年度擴充架構(導入都市運輸需求模式，與整合本所相關研究計畫之評估模組)。

(4) 蒐集國內外資料視覺化技術、呈現展示方式及相關技術於交通運輸相關決策資訊平台之應用，以此作為案例視覺化之參考基礎。

2. 城際運輸節能減碳策略評估模組之應用與展示

持續利用 2015 年開發之模型進行國內城際運輸相關策略之節能減碳實際案例評估，包括：

(1) 持續擴充可評估之政策選項：就我國未來可推動之運輸節能減碳策略與措施，包含「臺鐵服務與效能改善」、「公共運輸發展目標」及「車輛燃油效率提昇」等 3 項推動方案，並就各方案之節能減碳效益採用適當之分析工具進行評估。

(2) 選擇國內 2 項已推動並與城際運輸相關之實際案例，包含「98-103 年公共運輸發展」及「國道通行費率改變影響」，進行能源消耗與溫室氣體排放評估分析。

(3) 彙結分析結果以檢視與診斷國內城際運輸能源消耗及溫室氣體排放情形，並提供研擬城際運輸部門規劃減碳路徑之參據。

3. 能源消耗與溫室氣體排放評估結果視覺化分析

結合地理資訊系統(GIS)呈現能源消耗與溫室氣體排放之地域特性，並透過資料視覺化技術(Data visualizations)進行決策資訊後處理，俾反映不同運具別與個別推動方案之影響，優化運輸部門能源消耗與溫室氣體排放之視覺介面，並於本年度進行案例評估時呈現。

4. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」資料更新與維運

(1) 持續更新資料庫各項資料 (含運輸部門各運具排放清冊)、知識庫內容(每季 1 次)，以及於於資訊平台建立能耗/碳排簡易估算工具。

(2) 協助資訊平台資安維護事宜，定期統計點閱人次，盤點成效。

5. 辦理綠色運輸教育宣導及網站維運

(1) 進行「綠色運輸宣導網站」改版升級，提高網頁美編與閱讀性，並進行搜尋引擎最佳化(Search Engine Optimization, SEO)，提高網頁於搜尋引擎排名，增加網站能見度。

(2) 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，盤點成效。

6. 其他相關工作

(1) 於 2016 年 10 月 17 日辦理專家學者座談會 1 場次，詳參附錄 4。

(2) 派員出席 UNFCCC COP22/CMP12/CMA1 會議，蒐集國際最新趨勢資訊及完成出國報告，詳參附錄 5。

(3) 持續修訂「節能減碳策略評估支援模組」操作手冊，並於 2016 年 11 月 25 日辦理 1 場次教育訓練。

(4) 研究成果於 2016 年 11 月 25 日「能源經濟學會 105 年年會暨能源經濟學術研討會」進行口頭發表。

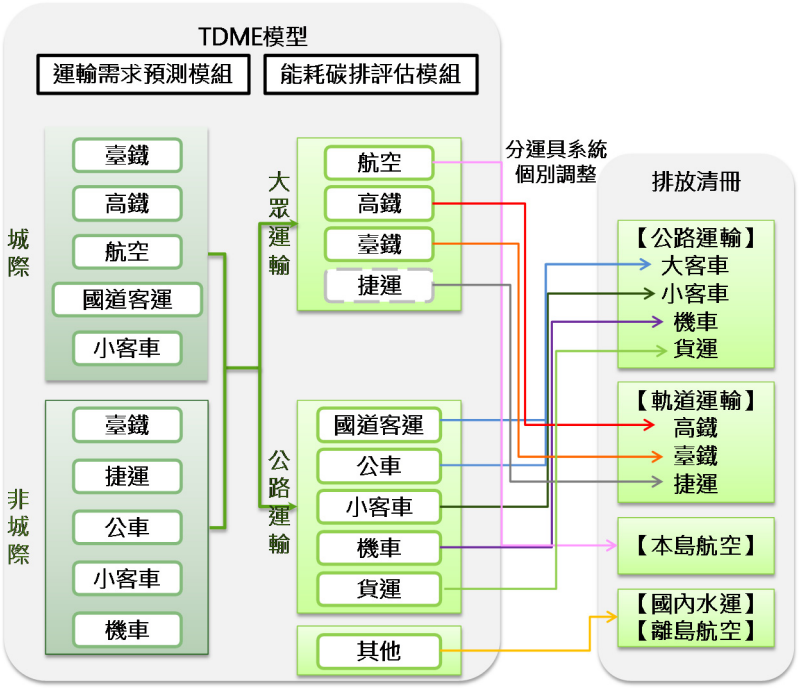
三、研究成果

本期計畫結合本所運輸需求模型研究成果，擴充前期政策決策支援系統功能，以檢視暨探討相關城際運輸節能減碳政策對城際運輸需求、能源消耗與碳排三者之關聯性，俾作為規劃城際運輸減碳路徑之參據，茲說明本期計畫之重要成果如下：

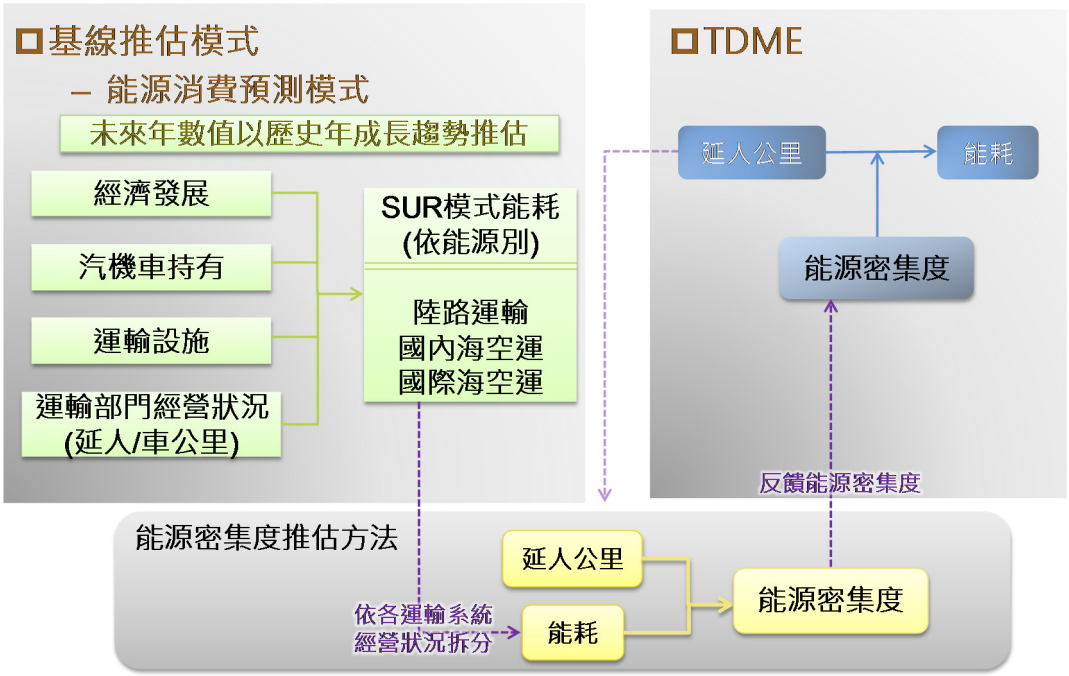
1. 強化運輸節能減碳政策評估模組

(1) 因應部會提報計畫需求，開發節能減碳簡算工具，評估範疇包含公共運輸提昇計畫、軌道運輸建設計畫、高速公路電子收費系統及公路汽車客運車輛汰舊換新等四大類型計畫。

(2) 以第一年度開發完成之城際運輸節能減碳策略評估模組為基礎，配合本年期政策評估的需求，進行部分模組分析功能強化與調整，修正範圍包含簡化反應非城際旅次運量與延車公里變化，藉以推估非城際旅次節能減碳效果如附圖 1.1-1，以及納入軌道建設能源密集度修正因子，反應軌道系統乘載率與能源使用效率的提升，如附圖 1.1-2。



附圖 1.1.1 本年期城際運輸節能減碳策略評估模組調整作業



附圖 1.1.2 軌道能源密集度修正作法

2. 透過實際案例評估，檢視綠運輸推動政策效益

(1) 完成 2 項已推動案例評估，包含「98-103 年公共運輸發展」及「國道通行費率改變影響」，以及 3 項未來可推動案例，包含「臺鐵服務與效能改善」、「公共運輸發展目標」及「車輛燃油效率提昇」

(2) 經本計畫評估，已推動城際運輸策略案例節能減碳效益如附表 1.1-1，其中公共運輸案例因小客車使用率略為成長之故，節能減碳效益略受影響；通行費率改變影響案例則因費率方案主要係以對用路人影響最小為原則進行設計，節能減碳效果並不顯著。

附 1.1-1 已推動城際運輸策略案例節能減碳效益分析結果

分析策略	節能 (千公秉油當量/年)	減碳 (千公噸/年)
公共運輸案例	136	375
通行費率改變影響	-12	-32

(3) 未來可推動運輸節能減碳策略之效果彙整如表 1.1-2，其中臺鐵服務與效能改善計畫案例分析結果顯示，臺鐵相關計畫以服務與效率改善為主，節能減碳效果相對不顯著；公共運輸發展目標案例分析結果可知，

若公共運輸的提升與發展配合私人運具管制，推力與拉力同時併行移轉私人運具使率，整體系統節能減碳效果，2030 年約可減碳 1,842 千公噸；車輛燃油效率提昇案例分析結果顯示，策略節能減碳效果相對較佳，2030 年可達到約 3,494 千公噸減碳量，可知車輛燃油技術的提升對運輸部門減碳的發展有顯著的助益。

附 1.1-2 未來可推動運輸節能減碳策略節能減碳效益分析結果

分析策略	分析年期	節能 (千公秉油當量/年)	減碳 (千公噸/年)
臺鐵服務與效能改善	2020 年	15	41
	2025 年	18	45
	2030 年	18	49
公共運輸發展目標	2020 年	178	461
	2025 年	445	1,153
	2030 年	710	1,842
車輛燃油效率提昇	2020 年	493	1,295
	2025 年	947	2,502
	2030 年	1,325	3,494

(4) 就本計畫策略案例分析結果來看，以「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」兩項策略最具節能減碳效益，建議未來運輸部門在節能減碳的推動作法上，應加強落實私人運具減量與公共運輸的提昇，同時配合跨部會加速推動能車輛燃油技術提昇，以期達成運輸部門減碳目標。未來同時推動兩項策略之節能減碳效益如附表 1.1-3，可作為運輸部門節能減碳發展之參考。

附表 1.1-3 組合方案節能減碳效益分析結果

分析策略	分析年期	節能 (千公秉油當量/年)	減碳 (千公噸/年)
輛燃油效率提昇與公共運輸發展目標組合方案	2020 年	659	1,724
	2025 年	1,358	3,570
	2030 年	1,945	5,104

3. 協助滾動檢視我國運輸部門減量目標

(1) 依據我國最新社會經濟發展情勢，滾動檢視我國運輸部門能源消耗與二氧化碳排放趨勢；同時根據氣候變化綱要公約之《巴黎協定》精神及全國能源會議結論，參採與我經濟規模相似國家後《巴黎協定》時期最新發展情勢，研析我國運輸部門可行的溫室氣體目標。

(2) 本計畫成果已支援行政院「綠能低碳推動會」與環保署「國家自定預期貢獻」(Intended Nationally Determined Contributions, INDCs)專案，研提運輸部門減量目標、研擬減量策略，以及估算成長基線，並據以研擬節能減碳策略及規劃減碳路徑。

4. 建立資訊溝通平台

(1) 為宣導國內外運輸部門節能減碳政策趨勢，以及瞭解我國運輸部門能源使用溫室氣體排放情形，本所針對不同使用對象分別建立「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」；本期賡續進行「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」知識庫與資料庫更新與維運，並盤點使用成效。

(2) 本計畫「綠色運輸教育宣導網站」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，2016 年度網站之首頁與最新消息持續進行新聞性或議題資料之更新與刊載，並於綠動心生活、資料庫與下載專區部分，展示本計畫相關研究成果。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 2016 年 12 月共計 126,703 人次瀏覽，臉書專頁平均每月有 3,100 人次瀏覽。

四、結論

1. 文獻回顧

(1) 節能減碳政策與措施成效

①巴黎協定於 2016 年 11 月 4 日正式生效，成為具法律約束力之國際公約，合作共同對抗氣候變遷。聯合國氣候綱要公約呼籲各國在 2015 年 COP21 會議前，各國自行針對國家情況與條件，以國家為範疇，提出各國為對抗氣候變遷在 2030 年以前的溫室氣體排放量減量目標，內容包括國家減碳目標與策略、推算與計量溫室氣體排放量的方法、所需要的財政支持、技術發展與轉移、能力建構等。INDC 的實踐狀況將反映最新「永續發展目標（SDGs）」的達成狀況。然而，在 2015 年 11 月 12 日以前，由 160 個國家所提出的 133 份 INDC 的分析報告結果卻指出，INDC 並無法成功達到抑制升溫 2℃的目標。

②各國提出之運輸部門 INDC，所得較高的已開發國家以電動車輛、燃油標準為主；所得中等的開發中國家以提升軌道與公車服務、綠色貨運為主；所得較低的新興國家以發展公共運輸、基礎設施建設為主。先進國家中，美國是以低碳與車輛技術為主，並以 ITS 技術應用以配合其汽車為主的土地使用型態；而歐盟與日本對於節能減碳目標更為嚴謹，由於大眾運輸基礎設施相對完善，且自行車使用普遍，故四者並重。

③COP21 巴黎協定後各國專家已開始對其所衍生之課題加以檢討，初步歸納 3 項最具挑戰性之課題包含：現有能源結構如何在各部門轉換成低碳經濟、如何促進低碳能源的創新與技術開發，以及財源與財務機制規劃。

④各國已開始構建運輸部門零排放藍圖，惟仰賴目前單一運輸部門策略不易達到此目標，為達成深度減碳目標，除在推廣大眾運輸系統、改善行車環境能源效率等一般策略外著力外，各國開始規劃大幅改變目前作業方式之產業與生活型態，包括：

a. 循環與再生式經濟體系

b. 跨部門整合性行政

c. 創新性思維，以跳脫現有之行式框架

d. 財源規劃

e. 強調都會區在節能減碳之重要性，推動都會區全面性節能節能減碳目標與策略，在都會區土地使用、運具轉換、能源政策、企業經營、風險管理、法規與財務上都得到支援

⑤我國於巴黎協定後大體上仍依循過去推動公共運輸與綠色運輸之主軸持續推動節能減碳，未來重點為實踐「溫室氣體減量及管理法」運輸部門各部會分工工作，並積極建立中央與地方運輸部門氣候減緩與調適合作機制。

⑥自新政府上任推動非核家園政策，對於國內能源結構與電能含碳量將有重大影響。由於替代能源推動計畫時程尚未確定，推動電動車輛將擴大電能市場需求，亦會使含碳量大幅增加，應加以審慎評估以何種力道與速度繼續推動電動車輛政策，同時，運輸部門推動電動車輛需與能源部門充分協商溝通。

(2) 節能減碳評估模型與應用

①在世界各國能耗碳排模型發展部分，大抵有兩種方式：由上而下(top- down)與由下而上(bottom-up)。 Top-down 方式是總體模型，目的是做國家總體能耗推估，而 Bottom-up 方式是計畫評估模型，探討計畫方案之節能減碳差異性，作為部門計畫評估工具。

②Top-down 方式是由國家能源進口輸出與生產統計來推估國家全體能耗總量，然後再利用各部門之消費統計來推估各部門細部數字，作為國家能耗趨勢推估。運輸部門則主要考量汽油、柴油與其他運具之燃油消耗量之推估為主。此類模型從總體層面出發，使用計量模型、總體經濟模型或類神經網路模型等方法，透過 GDP、系統總延人(車)公里等總體變數，進行整體系統總量之推估，其預測之準確性則視是否有足夠之統計或參數來協助推估而定。

③Bottom-up 方式是由各地區人民或產業使用各種運具之行為來探討政府各種交通改善計畫之節能減碳效果，其研究內容較細緻，藉由

模型預測值之差異性來定義各計畫節能減碳效果，但對於全國總量則須依賴國家統計數字再予以調整。

④本研究發展之 TDM-E 模型是由運輸需求預測之「計畫型」評估模型，可透過推估之延人(車)公里進行運輸政策對於運具別及區域別之影響，作為政策推動、研擬與節能減碳責任分配之參據。

(3) GIS 與視覺化決策資訊平台

視覺化目的為透過圖像化傳達大量數據代表之內涵或特性，藉由圖表傳達訊息提供決策者發現問題之關鍵點。本計畫視覺化用於呈現案例推動對於區域或運具別之節能減碳效果，參考國內外各決策平台視覺化呈現皆有特定主題，且以淺顯易懂方式展示，設計上應朝此原則進行。

本研究藉由回顧國外節能減碳策略推動方向及成效、減碳評估模型發展與應用，作為研擬國內策略與評估工具之參據。考量國內減碳相關工具發展概況，以 TDM-E 為減碳評估分析模型，並結合數據視覺化分析工具，呈現案例推動之節能減碳效果。

2. 運輸節能減碳策略評估模組開發

(1) TDM-E 依據本所開發之城際運輸模型(TDM)，整合各運具能耗參數，完成運輸能耗碳排模型架構，在前一年度建構的基礎上，配合去年度高鐵案例分析結果檢討以及因應本年度分析需求，進一步局部調整與修正模型分析功能，使其更利於實務上之操作應用與分析。

(2) 考量分析案例不僅改變城際旅次行為，同時對於都會區旅次亦會造成不同的影響，本計畫配合案例分析需求，以原 TDM-E 模型之非城際旅次推估模組為基礎，以排放清冊資料分運具修正模型估計之能耗碳排總量，反映都會區旅次的能耗碳排量，以利評估城際運輸政策節能減碳效果。然城際運輸模型對於都會區內之運輸特性仍有改善空間，未來尚須適度整合都會區本身之運輸特性方能完整掌握全國運輸部門能耗特性。TDM-E 完整開發後，將可提供總體模型之所需參數，作為運輸部門能耗清冊推估與節能減碳責任分配之重要依據。

(3) 觀察歷年軌道運輸能源密集度非一定值，本計畫透過高鐵案例分析結果，釐清能源密集度變動對策略評估之影響，建議以能源密集度修正

因子進行調整:短期以近5年平均能源密集度變化率預估能源密集度;長期(2020年後)假設能源密集度變化趨緩,採用2020年之調整因子。

3. 城際運輸節能減碳案例評估與視覺化分析

本計畫2項已推動城際運輸策略以及3項未來可推動策略案例分析結果彙整說明如下：

(1) 98-103年公共運輸發展

運量自私人運具移轉至公共運輸，因此公共運輸總能耗約增加99千公秉油當量、碳排約增加262千公噸;私人運具總能耗約減少235千公秉油當量，碳排約減少 637 千公噸。整體而言，能耗碳排減量效果約1.5%~1.6%，具節能減碳效益。

(2) 通行費率改變影響

①受計程費率推動時以高速公路通行費總收不變、對用路人影響最小原則進行費率設計所致,分析結果顯示在運量及延車公里均未有顯著差異。

②除透過改善路網效率達到節能減碳效益外,電子收費亦可透過節省經過收費站停等與煞車造成的油耗、車輛損耗及碳排,並且透過電子作業減少人工收費所需的紙張浪費。以103年高速公路現況交通量估算電子收費後小型車能耗碳排,通過收費站減少的燃油消耗為18千公秉油當量，碳排則可減少47千公噸。

(3) 臺鐵服務與效能改善

臺鐵在相關計畫完整落實推動情境下，2030年總節能減碳效果約18千公秉油當量、49千公噸，減量效益約為0.1%。主要來自於私人運具的移轉,其中小客車節能量約10千公秉油當量，減碳量約為27千公噸。各區域節能減碳效果受運具使用量影響最大,以北部地區效果最佳,中部地區次之。

(4) 公共運輸發展目標

落實公共運輸發展目標節能減碳效果顯著，2030年約可節能710千公秉油當量、減碳 1,842 千公噸，減量效益約達 4.4%。主要來自於私人運具的移轉，其中以小客車節能減碳效果最佳，2030年節能量達796千

公秉油當量、減碳量約為 2,085 千公噸碳排量；機車次之，約節能 159 千公秉油當量、減碳 416 千公噸碳排量。

(5) 車輛燃油效率提昇

就本計畫納入分析之案例中，車輛燃油效率提昇之節能減碳效益最為顯著，2030 年總節能減碳量分別達到 1,325 千公秉油當量、3,494 千公噸，減量效益約為 8.3%。各運具中以小客車節能減碳效果最佳，2030 年約節能 869 千公秉油當量、減碳 2,273 千公噸。

由減碳策略案例分析結果可知，推動「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」兩項策略之節能減碳效益較佳，前者涉及車輛管理部門共同整合跨部會資源以發揮綜效；後者應結合私人運具減量政策推動，方能完整落實計畫預期之節能減碳效果。

4. 運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新與維運

(1) 整合資訊平台更新維運

①平台功能架構區分為「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 7 大功能。

②平台依使用需求與目的，界定使用者為一般民眾、減碳行動方案業務機關、政策模擬分析使用者及管理者等 4 大類。

③本計畫在持續維運與功能精進下，105 年 1~12 月整合資訊平台使用累計增加 2,113 人次，網站新聞資訊累計更新 78 則。

(2) 運輸部門運具別排放清冊

①2015 年運輸部門總耗油量中，公路合計 1,312 萬公秉油當量(95.6%)；鐵路合計 32.8 萬公秉油當量(2.4%)；國內航空合計 9.6 萬公秉油當量(0.7%)；國內水運合計 14.3 萬公秉油當量(1.0%)，總計共 1,368.7 萬公秉油當量，相較於 2014 年變化差異不大。

②2015 年運輸部門溫室氣體排放量中，公路合計 35,821 千公噸(96.1%)；鐵路合計 788.8 千公噸(2.1%)；國內航空合計 260.5 千公噸(0.7%)；國內水運合計 410.6 千公噸(1.1%)，總計共 37,281 千公噸，相當於 14.2 萬座大安森林公園之吸碳量，相較於 2014 年變化差異不大。

(3) 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」運作與模組開發須持之以恆，應常態性持續進行模組功能開發與更新資料庫，以支援本所節能減碳業務之推動。

5. 綠色運輸教育宣導及網站維運

(1) 完成「綠色運輸教育宣導網站」升級改版，除針對網站進行風格翻新外，亦導入響應式(Responsive Web Design, RWD)網頁設計，並於 105 年 9 月底正式上線。改版後除增加網頁閱讀性外，亦提升後台管理便利性。

(2) 「綠色運輸教育宣導網站」經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 3 大搜尋引擎名列首頁之前三名，可大幅提升網站之能見度。

(3) 經本年度持續維運推廣，自 105 年 1~12 月為止，「綠色運輸教育宣導網站」瀏覽人次增加 37,870 人次，總瀏覽人次累計至 12.6 萬人次，已突破初期設定之 11 萬人次，綠色運輸新知累計更新 96 筆；「臉書粉絲專頁」總按讚人數維持約 3,900 人，新聞新知累積更新 526 筆。

(4) 持續辦理「綠色運輸教育宣導網站」與網站所屬臉書專頁之維護與推廣，提升網站之能見度，活化網站使用人次，並達到知識管理與分享之目的。

五、建議

1. TDM-E 後續精進方向

(1) 大凡模型建構，研究地區越大(如國家型，區域型)，則模型越簡單，以掌握國家層次的課題與方向;而研究地區越小(都會區，走廊型)，則模型可以較細緻，以正確掌握各計畫方案評估之有效性與正確性。TDM-E 之未來發展尚須適度整合都會區本身運輸特性，此類資訊存在於各都會區與生活圈模型，數量可觀;且目前各運輸需求模型之建構方法、分區系統及路網層級差異甚大，若要完整將所有模型導入至同一平台上，不僅工作量龐大，且對於模型運算負荷大，將難以操作，

且不利於整合應用分析。建議參考歐盟 TREMOVE 模型作法，適度簡化模型分析結構，運用各模型參數建立各地區對能耗碳排推估關鍵因子(延人、延車公里)之影響關係，以利整合。

(2) 都會區模型的導入應以具代表性的分析指標彙整為主，運用個別模型(城際、都會區模型)來反應策略對於運輸旅運行為的影響，並透過指標參數彙整與排放清冊或相關統計資料進行比對調整。

(3) TDM-E 對於車輛使用汰換部分功能較為欠缺，因而對於車輛技術與能耗排放標準訂定之影響較難推估。建議參考本所前期車輛使用模型，發展車輛汰換因子，適度反應電動車輛引入與能耗標準訂定對於車輛整體能耗率與排放係數之影響。

(4) TDM-E 除都會區模型的導入外，亦應思考強化貨運分析、公共運輸延車公里推估以及替代能源運具推估等功能; 此外，對於如何反應都會區交通改善策略成效應加探討，以進一步完善模型的反應能力。

2. 運輸節能減碳策略推動方向與減碳路徑建議

(1) 為積極落實 INDC、永續能源政策綱領及溫管法制訂之未來年各年期減碳目標，運輸部門個別計畫可思考納入節能減碳效益作為政策推動與否的評估依據之一。

(2) 公共運輸發展仰賴推力與拉力同時併行，建立平衡公共運輸及私人運具使用成本之機制，將車輛使用成本外部化，藉由私人運具使用成本上升，降低私人運具競爭力，以達成節能減碳目標。

(3) 國道通行費率訂定之考量雖以財務為主，但費率之訂定為交通管理重要手段，未來若各地方政府施行道路費率管理政策，可藉由費率訂定制衡私人運具使用。此部分仍須透過政府長期宣導、培養環境保護意識才能有效降低政策推行阻力。

(4) 本計畫分析之 5 項案例中，以「車輛燃油效率提昇」及「公共運輸發展目標」兩項策略節能減碳效益最高，建議未來運輸部門節能減碳發展應朝向公共運輸及車輛能源效率提昇併行作為發展方向，兩者同時推動下，2030 年總節能減碳效果約達 1,945 千公秉油當量及 5,104 千公噸，減量效益約為 12%。

(5) 世界各國均開始體認到僅依賴現有之一般性策略將難以達成巴黎協定之減碳目標,紛紛開始從事深度減碳(Deep Carbon Reduction)的規畫，而都會區更是重要起點。建議我國也應及早開始籌劃，構思全面性深度減碳之路徑與藍圖，加強部門間合作關係，考量發展循環再生經濟體系，鼓勵創新，以跳脫傳統架構，面對挑戰。

3. 「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」

(1) 「綠色運輸教育宣導網站」經本年度 SEO 優化後，已可於各大搜尋引擎查詢結果名列前三，但後續仍須透過持續定期更新網頁內容、設立文章關鍵字及維持伺服器穩定運作等方式，維持 SEO 排名。

(2) 整合資訊平台及綠色教育宣導網站於今年度完成改版升級後，已可結合 Google Analytics 後台管理工具，建議於管理後台新增各篇新知瀏覽人次，以利細部紀錄用戶偏好及推測瀏覽歷程。另外，可鎖定登入主畫面 IP 作為登入人次依據，並加入人次分時變化，以利於平台推廣及管理。

(3) 持續維運「運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」並更新擴充資料庫內容(含運輸部門各運具排放清冊)，以及網站之新聞性或議題資料，並按期進行點閱人次統計分析，盤點成效。

附錄 2

審查會議意見辦理情形

審查會議意見辦理情形

附錄 2.1 服務建議書審查意見辦理情形

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
交通大學運輸與物流管理學系馮正民教授	1. 研究方法及進行步驟可行。	感謝委員指教。	同意辦理
	2. 屆時「案例」之分析驗證，宜慎選。	感謝委員提醒，已透過工作會議與主辦單位就本年度分析案例及相關設定、驗證方式進行細部討論，選擇以「98-103 年公共運輸發展」、「通行費率改變影響」作為 2 項已推動之分析案例，詳細內容請委員參見報告書 3.1 節，具體分析甲社與作業方法詳見 4.1 節。	同意辦理
交通大學運輸與物流管理學系邱裕鈞教授	1. 本計畫無論在模式開發與系統擴增，乃至於 2 項案例驗證及 3 項推動方案均有完整及適當之規劃，故應足以繼續承辦本案。	感謝委員肯定。	同意辦理
	2. 資料視覺化部分將以哪些資料為主?呈現方式為何?可以補充。	視覺化資料主要呈現3項未來可推動案例各年期之能源消費與碳排放量，分析尺度劃分為地域別與運具別等。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
海洋大學河海工程學系蕭再安教授	1. 節能減碳策略的分類(A.S.I)請再斟酌；例如「縣市號誌時制的改善與重整」如何達到 Avoid 的效果?	感謝委員之建議，依據聯合國 A.S.I. 策略說明，Avoid 為限制或減少旅次數，包含透過交通需求管理、土地使用規劃、在地化生產或縮短供應鏈等方式減少車公里；Shift 為轉向更環保的交通方式，客運面包含促進公共運輸及人本運輸發展、貨運面包含轉為鐵路運輸或水運等；Improve 為改善為更環保的車輛與燃料技術，包含提高既有車輛效率、提高電動車輛及清潔燃料之市占率等。 透過「縣市號誌時制的改善與重整」，可改善車流運作效率，減少車輛旅行時間、停等與油耗等，對照聯合國 A.S.I. 策略，較合適分類為 Improve。本年度除持續蒐集運輸減碳政策外，亦同步檢討 A.S.I. 策略分類，請委員參見報告書第三章表 3.1-1。	同意辦理
	2. 聯合國針對 Avoid、Shift 與 Improve 的策略，已考量其未來性，建議納入參考後，再檢討今年打算模擬的案例分析。	感謝委員之建議，本年度工作已持續蒐集運輸節能減碳策略，除納入聯合國 A.S.I. 策略外，同時彙整 COP21 國外減碳政策及我國 INDC 策略內容，完善六大政策清單，並透過工作會議與主辦單位討論，從中選擇合適的模擬案例。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
海洋大學河海工程學系蕭再安教授	3.「燃油效率提升之效益評估」應納入「與車齡相依之燃油效率」。	感謝委員之建議，本計畫車輛燃油效率提昇案例之效益評估主要確如委員提醒，以每年出廠車輛在市場上的平均滲透率，推估各分析目標年，市場上不同車齡的車輛組成比例，並考量其對應的燃油效率進行該年度能耗與碳排量的推估，在車輛燃油效率標準的設定上，則係參考交通部 2012 年「運輸政策白皮書-綠運輸」中揭示之政策方向(2013 年以後的小客車、機車、小貨車燃油效率較現況提升 15%)以及大客車車輛汰換目標進行設定，詳如報告書 4.2.4 節。	同意辦理
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	1. p.1-5 結合 GIS 呈現地域特性但未說明如何區分地域，將難以驗收。	第一期計畫地域別劃分北中南東四大區域，本年度將依據原城際運輸模型尺度細化為 16 個生活圈。	同意辦理
	2. p.3-7 至 3-9 只提到 104、106-109 年，對 105 年工作交代不清，將難以驗收。	105 年工作為應用 104 年開發之城際減碳模組進行案例分析應用，以及提出後續年度導入都會運輸需求模型及整合運研所相關研究計畫之決策系統架構，並於 106~109 年進行實際操作，因此，於 p.3-7~3-9 著重說明後續年度導入都市模型後之構想作法。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	3. 3.3.1 兩案例分析包含內容均較多，是否有可能將結果作適度拆解，以確切了解節能減碳效益之主要來源，並作為後續施政規劃參考。	感謝委員之建議，針對本年度分析案例部分，經工作會議與主辦單位討論後，選擇以「98-103 年公共運輸發展」、「通行費率改變影響」等 2 項已推動計畫以及「臺鐵服務與效能改善」、「公共運輸發展目標」、「車輛燃油效率提昇」等 3 項預期推動計畫進行分析與驗證，詳見報告書第四章，於各項案例分析結果中，已針對其節能減碳效果及與其他運具間的交互影響進行論述。	同意辦理
	4. p.5-8 2-3 項建議再細分工作。應呈現各季查核點，以利掌握進度及品質。	遵照委員之建議，2-3 項工作已細化，詳見報告書 1.5 節。	同意辦理
	5. p.3-2 以 CGE 計算總量為準，建議要求需先確認 CGE 結果之合理性。	主辦單位本年度已另案委託原團隊進行 CGE 模式參變數更新與估算，本年度將參考該案產出之能耗碳排總量校準 TDM-E 之總量。	同意辦理
	6. p.1-7 重點放在 2025 年之舊目標而無 2030 年之 INDC 對外承諾(p.3-20)，因即將成立新政府，建議再行考量。	感謝及贊同委員之建議，配合我國 INDC 減量目標年，修正分析年期為 2014 年(民國 103 年)、2020 年(民國 109 年)、永續能源政策綱領目標年 2025 年(民國 114 年)、國家自定預期貢獻(INDC)目標年 2030 年(民國 119 年)及溫室氣體減量及管理法目標年 2050 年(民國 139 年)。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
本所綜合技術組張瓊文組長	1. 請說明 3.3.1 已推動城際運輸策略案例分析驗證是如何「驗證」。	已推動案例驗證因相關政策缺乏能耗與減碳效果的推估結果，因此利用各單位統計及公告之運量、延車公里等統計資料來驗證模型推估結果的準確性，再配合現有模型推估該 2 項策略之節能減碳效果。 2 項已推動案例分析為「98-103 年公共運輸發展」、「通行費率改變影響」等，驗證構想包含： (1)前者主要利用 98、103 年交通部統計處高鐵、臺鐵、國道客運等公共運輸之延人公里進行驗證。 (2)後者則利用高公局 102、103 年高速公路車流量與延車公里變化來驗證模型分析之車流移轉效果是否符合預期。	同意辦理
	2.「公共運輸使用率」包含公路、軌道之各類公共運具，僅以推動「公路公共運輸」發展及提升計畫，來評估落實「公共運輸使用率達 30%」似乎不完全對等，因此，不論在相關論述與實質評估上，請考量此問題。	感謝組長之建議，參酌我國運輸部門國家自定預期貢獻(INDC)相關成果，修改以「98-103 年公共運輸發展」、「通行費率改變影響」等 2 項已推動計畫以及及「臺鐵服務與效能改善」、「公共運輸發展目標」、「車輛燃油效率提昇」等 3 項預期推動計畫進行分析與驗證。 其中公共運輸發展目標主要依據路政司所提出的 2020 年、2025 年及 2050 年公共運輸市占率之階段目標為參考，推估未來年軌道、公車等公共運輸系統的運具比與運量成長目標後作為目標值，再透過模式反映當整體運輸市場運具比例符合目標比例情境下，呈現的節能減碳效益為何，詳見報告書第 4.2.3 節。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
本所綜合技術組張瓊文組長	3. 不論公路或軌道系統的案例分析中，都可能包含「非城際」需求的影響，本案模式中如何處理，後續應予說明。	城際運輸需求模型中針對非城際旅次推估是將都會模型及營建署生活圈模型之區內運具使用比例納入非城際旅次之推估步驟中，利用不同距離別運具使用比例推估都會區內公共、私人運具旅次量。針對分析案例中影響非城際旅次需求部分，主要透過目標值設定方式，調整非城際旅次推估模組中之公共運輸比例，再配合交通量指派結果，進行個別案例的能耗與碳排量推估，詳見報告書第四章。	同意辦理
	4. 有關整合資訊平台中的管考模組，建議要進行測試填報後，沒問題再上線。	管考模組之「節能減碳總行動方案」功能，期中階段已提供相關計畫內容進行測試使用，並已完成測試及調整，期末階段透過教育訓練邀請部屬機關試用，並提供權限帳號。	同意辦理
	5. 有關配合綜技組需要開發之能耗/碳排簡易評估工具，請與主辦單位研商，綜合歸納主辦單位歷來對於能耗/碳排估算方式，建立一綜整後之通式，以利後續相關評估分析。	遵照辦理，此部分已與承辦同仁研商確認，針對歷來能耗碳排估算方式並建立計算通式，並透過歷次工作會議討論確認，進行整合資訊平台功能調整設計與開發，詳見報告書 3.2.1 節及 5.2 節。	同意辦理
	6. 5.5 請求協助事項之六、協助相關會議與研討之參與中提及「尤其在計畫資料庫更新機制調整，預計與國發會協商對於先期計畫填報機制之整合…」乙節，請說明其與本計畫之關聯，以利了解需協助重點。	此為筆誤，已修正相關內容，請參見合約之工作計畫書 5.5 之六修正內容。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
本所綜合技術組	1. 本服務建議書中 2 項已推動案例與 3 項未來可推動案例之效益評估，請強化與我國運輸部門國家自定預期貢獻(INDCs)之關聯性說明；另請評估前項 5 方案共同推動之減碳效益與研擬城際運輸發展情境。	本計畫分析案例的選擇部分主要依循 INDCs 的相關資料與交通部未來的發展方向，並配合 TDM-E 模型的分析功能選取適合的分析案例，詳見報告書第 3.1 節。	同意辦理
	2. 請釐清高鐵聯外運輸改善方案效益是否應計入公共運輸發展與提昇計畫中。	經五月、六月份工作會議與主辦單位討論，「高鐵聯外接駁強化」案例已刪除，更改以「98-103 年公共運輸發展」、「通行費率改變影響」作為 2 項已推動之案例，詳見報告書第四章。	同意辦理
	3. 有關本年度地理資訊系統與資料視覺化技術(Data visualizations)導入與開發部分，應於文獻蒐集回顧設立小節探討，相關技術於交通運輸相關決策資訊平台之應用。	遵照辦理，報告文獻回顧章節已補充視覺化技術於交通運輸相關決策資訊平台之應用內容，詳見報告書 2.3 節內容。	同意辦理
	4. 針對尚需與承辦單位於工作會議確定之工作項目，請於服務建議書列出說明。	遵照辦理，已於三月份起始工作會議中確認並補充至合約中之工作計畫書。	同意辦理

附錄 2.2 期中審查意見辦理情形

一、會議時間：105 年 8 月 4 日(星期四) 下午 2 時 00 分至 4 時 30 分

二、會議地點：本所 10 樓會議室

三、主持人：陳副所長天賜　　紀錄整理：傅強

四、出席單位與人員：

(一)審查委員

委員	服務單位與職稱	出席情形
馮委員正民	交通大學運輸與物流管理學系教授	出席
蕭委員再安	海洋大學河海工程學系教授	出席
黃委員國修	國立臺北科技大學車輛工程系教授	出席
葛委員復光	行政院原子能委員會核能研究所主任	出席

(二)合作研究團隊：

類別	姓名	服務單位與職稱
計畫主持人	胡以琴	鼎漢國際工程顧問公司技術長
協同主持人	周諺鴻	鼎漢國際工程顧問公司資訊長
協同主持人	李宗益	鼎漢國際工程顧問公司協理
研究人員	黃于真	鼎漢國際工程顧問公司規劃師
研究人員	陳尉雯	鼎漢國際工程顧問公司分析師
研究人員	劉俐伶	鼎漢國際工程顧問公司助理分析師

(三)本所綜技組：

張組長瓊文、許副研究員義宏、傅助理研究員強、游約聘規劃師思遠

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
交通大學運輸與物流管理學系馮正民教授	(一) 肯定本團隊的規劃和成果。	感謝委員肯定。	同意辦理
	(二) 在策略集合之產生，建議可根據本案文獻回顧與國內交通政策進行推演與歸納。另方面，研究團隊也可考慮納入交通部及運研所先前推動之相關計畫。	感謝委員寶貴建議，將朝此方向努力，有關新政策中需增列至六大分析項目者將於下次工作會議中與組裡討論。	同意辦理
	(三) 評估模組方面 1. 因應期末使用手冊編撰需要，評估模組開發重點之一為將策略轉化為投入變數 (Input Variable)，為了讓使用者友善使用 (user friendly)，最好是非常簡易之模式，使用者只需要懂得輸入變數及輸出變數分析即可。	1. 本計畫評估模組的開發主要分為兩部分： (1) 減量通式：發展一系列簡化的能耗碳排計算公式，配合現有總體統計、排放清冊資料，協助部屬機關快速分析政策實施成效。相關通式已於期中前與主辦單位討論完成，公式詳見報告書 3.2.1 節，開發於平台之功能詳見 5.2 節。 (2) TDM-E：主要配合策略評估以及分區節能減碳量計算的需求，因此結合運輸需求模式進行細化的分析，模式在操作介面上已考量使用者需求簡化相關設定與操作流程，並透過教育訓練及使用手冊編撰，俾使後續使用者得以掌握相關分析作業流程。此外，本期工作重點之一為透過視覺化分析以友善的介面呈現分析結果，未來將標註關鍵結果，使分析結果更容易瞭解。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	2. 簡報頁 14 中有關巨觀可計算一般均衡模式(簡稱 CGE)及運輸需求節能減碳評估模組(TDM-E)之整合回饋關係建議需進一步確認。TDM-E 評估功能主要係針對交通運輸領域，倘有其它層面政策評估作業仍可繼續使用 CGE 模式，但需進一步說明。	2. 本計畫目前開發之 TDM-E 模型雖已配合引入部分非城際節能減碳效益推估的作法，但受限於模式主要仍以城際旅次為分析對象，因此總量仍需仰賴清冊及 CGE、能源消費模式之推估結果作為參考。因此乃配合本年度所內另辦理之「運輸基線推估模式參變數更新計畫」成果，以其 GDP、能耗碳排基線推估結果作為整體系統節能減碳總量控制。此外，CGE 模型中的車公里、人公里為外生變數，不確定性較大，因此本計畫也回饋相關分析結果至 CGE 模型，模型回饋機制詳見報告書 3.2.2 節。	
交通大學運輸與物流管理學系馮正民教授	(四) 期中報告頁 5-36 中能耗節省量(公升油當量)中，式 5.3.1 各運具能源密集度下標 i 與公共運輸與其他運具能源密集度下標 i 有定義上衝突，請修正。	感謝委員之建議，已配合修正相關公式，詳見報告書 3.2.1 節。	同意辦理
	(五) 建議現階段先將都會運輸策略刪除，先將重點放在城際運輸策略，因為都會運輸策略需涉及很多目前城際運輸需求模型無法評估之問題。	本期 TDM-E 模型分析仍以城際運輸需求分析為主，後續案例分析仍會著重於城際運輸節能減碳策略。惟政策影響層級可能同時包含城際及非城際運輸旅次，為完整呈現政策的效果，因此本期先以簡化方式概估非城際部分節能減碳效益。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(六) 圖型表達建議包含能源節省、減碳多寡、空間分佈上表達與時間序列上表達等方式，並結合視覺地圖方式呈現，便於快速解讀圖面之意義。	遵照辦理，本計畫規劃之視覺化展示已考量節能減碳多寡、時間與空間之呈現，相關內容詳見報告書 3.4 節。	同意辦理
海洋大學河海工程學系蕭再安教授	(一) 研究過程嚴謹，研究內容紮實值得肯定。	感謝委員肯定。	同意辦理
	(二) 期中報告書 1. 審查意見中附 1-3 提到燃油效率提升的效益評估應納入與車齡相依之燃油效率，此點主要係在車輛管理法下能源效率之能耗標準隨時在精進，模式預測時應考量不同時期之標準，建議修正附 1-3 回應表處理情形之說明內容。 2. 共享經濟與車輛共享概念在國際上已廣受重視，建議在文獻回顧部分可再多蒐集國內、外車輛共享之案例，並加以彙析，同時於需求模式操作時，可以更細膩方式反映小汽車持有率與使用率之變化。	1. 感謝委員指導，已配合辦理修正相關內容，詳見附 1-3。 2. 已更深入補充車輛共享案例於報告書 2.1.1 節中。目前模型車輛持有率係以歷年監理單位車輛登記數及人口數為基礎進行預測，考量車輛共享在臺灣尚未普及，缺乏相關統計資料觀察對於本土車輛持有率與使用率之影響，現階段暫不納入車輛共享對持有率之預測，後續俟相關資料更為完備後再予納入。	同意辦理
	(三) 溫室氣體減量及管理法已於去年公布施行，因應總量管制目標，期許本計畫成果能與溫管法緊密之結	透過本計畫三個未來可推動策略之案例分析結果，已可概算各年期對應策略之節能減碳效果，可提供運輸部門作為節能減碳目標達成率之參考。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	合，意即透過本計畫預估階段性需達成之減量目標。		
	(四) 運輸能源密集度之推估建議回歸為因素分解之概念，應著重分解後估計參變數與密集度指標間之關聯性，方能更切合本計畫節能減碳策略之目的。	現況能源密集度主要均以實際能耗與延車、延人公里統計結果進行推估，然於實際營運上，影響牽引電力與車站電力的影響因子眾多，加以近年來臺鐵持續進行電氣化、雙軌化工程，高鐵又自 96 年底方正式營運，相關數據統計較為缺乏，恐不易進行完整的因素分析，仍建議先以近 5 年統計資料為基礎，推估能源密集度的變化趨勢，納入模式分析中。	同意辦理
國立台北科技大學車輛工程系黃國修教授	(一) 本計畫執行情形良好。	感謝委員肯定。	同意辦理
	(二) 建議於後續期末報告中明顯標示本計畫於第二期能源國家型(NEP-II)科技計畫中交通部計畫之架構與定位。	感謝委員之建議，已補充說明於報告第一章中。	同意辦理
	(三) 本計畫對將來之交通政策有重要影響，建議明確列出因本計畫模型之應用，促成交通運輸之新政策的研擬，以及其貢獻之節能減碳效益。	本計畫以開發分析工具及應用進行運輸部門既有政策或規劃中建設計畫之案例分析為主，透過分析結果可提供運輸部門作為節能減碳目標達成率之參考，相關案例分析結果詳見報告書第四章。	同意辦理
	(四) 本計畫產生之簡易模型可否有可能開放給青年創業者或莘莘學子做車聯網或相關計畫之創意應用加值。	減易計算公式主要因應「國家綠能低碳行動方案」填報政策減量目標之需，發展一系列相關的能耗碳排計算公式，協助部屬機關快速分析政策推動成效，現階段以開放給填報計畫相關單位為主。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(五) 高速公路計次轉計程之節能減碳效益之整體增減是由何處移轉?整體影響為何?建議增列說明文字。	本計畫「通行費率改變影響」主要係探討計次收費費率與計程收費費率，就費率結構改變造成高速公路用路人成本的差異，所帶來的運輸市場市占率的變化，以及對應的能耗、碳排量的變化。然受限於原費率訂定時係以對高速公路使用者影響最小為原則之故，就分析結果來看，兩者間的運量、延車公里以及能耗、碳排量推估結果並無顯著差異，詳見報告書 4.1.3。	同意辦理
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	(一) 整體報告完整，且超乎預期執行進度，宣導網站使用率值得讚賞。	感謝委員肯定。	同意辦理
	(二) 國道計次轉計程案例，模型分析結果有相當大之亮點，請於報告內容加以凸顯。	謝謝委員，已於報告書 4.1.3 節中針對此案例分析過程、節能減碳效果以及案例分析結論進行補充。	同意辦理
	(三) 本計畫 2 項案例節能減碳效益分析之政策建議於期中報告說明較少，後續建議可考量對於政策之實際投入成本與產生效益之投入價值進行比較與論述。	本計畫主要工作在於評估案例推動之節能減碳效果，交通部在進行投資前會針對政策整體的成本效益進行綜合評估。節能減碳效益僅為政策之成本效益其中一環，但透過本計畫可產出具體的節能減碳效益數值，計畫完程之成果可提供交通部審議計畫投資評估使用。	同意辦理
	(四) 案例分析應有亮點建議(更深入與更細膩說明)，並扣除運量成長之成本效益分析，以及如何達成公共運輸30%之政策建議。	本計畫主要以各策略的節能減碳效果評估為主，因此現階段策略的假設多以交通部既定的方向與目標為參考基礎，假定未來可達到預期目標的情境下，推估整體運輸部門能耗與碳排量，並進一步檢視該計畫達成的節能減碳效果。 以公共運輸發展目標案例為例，目標值主要來自於路政司提出的未來公共運輸市占率發展目標，本計	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
		畫假定未來年若能完全落實路政司發展目標下,該計畫在各分年達成的節能減碳效果為何。	
	(五) 期中報告內容 1. 表 2.1.4 與表 2.1.5 加入我國發展概況，且未看到 GDP 概估結果與碳排校準內容。另外，請比較分析校準前後之結果。	1. 已補充我國輕型車輛燃油與溫室氣體排放標準如表 2.1-3 所示，另因我國尚未實施重型車輛排放油耗法規,故表 2.1-4 不納入比較。GDP 概估及碳排校準資料已加註於報告書 3.2.2 節中。	同意辦理
	2. 肯定視覺化分析之方向，但報告書中之分析模板不易閱讀，建議完成後提供非專業人士試用，方較能符合予一般使用者期待。	2. 感謝委員之建議，考量閱讀性與分析重點，期末階段已重新調整視覺化模板，以陳述說明方式建置版面、精簡資訊，並提供非專業人員測試。	
	3. 頁 3-35 汽車燃油效率提升之假設與各運具汰換幅度之設定是否過於理想化?請進一步說明。	3. 汽車燃油效率提升與各運具汰換幅度目標設定來自於「運輸政策白皮書-綠運輸」提出之長期目標值，然在未來年的推估上，仍考慮各車種別每年的新車市場滲透率進行設定，如報告書 4.2.4 節。因此若政府針對車輛能耗與碳排量的相關規範能符合既有政策的宣示，本計畫未來年假設的節能車輛市場占有率應屬合理推估範圍。	
	4. 城市運輸耗能排放多，後續建議可多與地方協力合作。	4. 都會能耗約佔整體能耗之 2/3,後續年期待結合都會模型及 TDM-E 模型後，預期能藉以釐清中央與地方的協力合作、權責關係。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
本所綜合技術組張瓊文組長	(一) 期中報告內容 1. 期中報告部分目前對於數據的詮釋仍不足，並且本計畫挑選案例較為敏感，研究團隊分析結果的詮釋仍有必要再審慎檢視，避免外界誤解。 2. 報告內表格的各項數字應有相呼應之論述加以說明。 3. 各案例應補充相對應之背景說明(含費率結構等參數)，分析結果應列出所有運具之運量以利確認數據合理性。	1. 遵照辦理，已於報告書第四章中針對案例分析之數據詮釋多方探討。 2. 遵照辦理，相關案例分析結果已進一步補充相關說明與論述，詳見報告書第四章。 3. 遵照辦理補充各案例分析假設以及相關參數，詳見報告書第四章。	同意辦理
	(二) 本所 NEP-II 計畫未來 106~107 年度計畫將結合都會需求模式，並優先以臺北、高雄兩區域進行探討，除該兩都會模式於國內建置較為完善，有定期維運與擴充外，該兩區之排放占比較高，較能掌握都會地區執行策略及管理成效。	感謝委員之建議，後續配合辦理。	同意辦理
	(三) 本計畫範疇為評估政策施行能耗及碳排。有關整體計畫效益評估尚需考量經濟、財務、安全與運輸等等因素，是否可行及其分析節能減碳效益只為交通部考量計畫效益之一部分。	敬悉，本計畫主要係以既有計畫與政策發展目標作為分析案例進行節能與減碳效果的分析與評估，分析結果確如組長所提，可作為交通建設計畫決策與評估的參考之一，實際計畫的推動與否，仍須多方仰賴上位政策的指導以及經濟、財務、安全與效率等綜合面向的考量。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
本所綜合技術組(書面意見)	(一)「第一章 緒論」 1.「1.1 計畫緣起與目的」多沿用前期(104 年度)報告內容請後續將近期(2016 年)國內外節能減碳重要時事納入調整，並參照本所 105 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。另外，請於本計畫目的補充「綠色運輸教育宣導網」之辦理目的。	1. 已補充時事資訊、本計畫與 NEP-II 關聯性、辦理綠色運輸教育網目的，詳見報告書第一章。	同意辦理
	2. 另「1.2 計畫內容與工作項目」請參照(104 年度)報告內容再作調整，特別在 2016 年之工作項目應配合本年度研究進度酌修，切勿直接援引沿用本所之研究主題與重點。	2. 感謝組裡之建議，已參考前期報告內容修正相關內容，詳見報告書第一章。	
	3. 有關「1.3 計畫流程」之文字說明請參照「1.2 計畫內容與工作項目」直接將本期研究成果納入說明，且摘錄部分重點納入工作流程圖說明。	3. 已修正相關內容，詳見報告書第一章。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(二)「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)編排上請儘量依循前期計畫撰擬，俾利前後期計畫對照，以及兼顧計畫延續性。 2. 另方面，各章小節(2.1~2.4)請各增加一次小節(如 2.1.3、2.2.5、2.3.3 與 2.4.3)，綜合說明回顧內容對本計畫之參考價值。最後，請增加 2.5 本章小結，說明綜整所有文獻回顧內容後對本計畫在篩選評估案例與開發視覺化展示模組之啟發。 3.「2.1.1 巴黎協定後政策發展」應於期末報告增加「聯合國氣候變化綱要公約第 22 次締約國大會暨京都議定書第 12 次締約國會議(COP22/CMP12)」在運輸部門觀察重點。 4.「2.2. 我國節能減碳上位計畫、法規與相關運輸政策」請向承辦單位索取相關業務推動資料，配合更新相關執行成果。此外，所回顧內容盡量與「3.1 運輸節能減碳策略」之彙整表內策略出處能有所呼	1. 已參考前期計畫調整第二章組織架構為：「2.1 運輸部門節能減碳政策與措施成效」、「2.2 運輸節能減碳評估模型與應用」以及「2.3 國內外 GIS 與視覺化決策資訊平台應用」。 2. 已於各章小節(2.1~2.3)各增加一次小結，綜合說明回顧內容對本計畫之參考價值。有關新增本章小結說明所有文獻回顧內容後對本計畫在篩選評估案例與開發視覺化展示模組之啟發，因配合運輸政策彙整、分析案例選定以及視覺化分析構想，另納入第三章中說明，詳見報告書 3.1 節中。 3.「聯合國氣候變化綱要公約第 22 次締約國大會暨京都議定書第 12 次締約國會議(COP22/CMP12)」於 11/6~11/19 舉辦，正值期末報告提送時程，有關重點將補充於期末修正報告中。 4. 已配合修正相關內容，詳見報告書 2.1.2 節內容。另「3.1 運輸節能減碳策略」之彙整表內策略出處已修正盡量與 2.1.2 結呼應。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	應。 5.「2.3 運輸節能減碳評估模型與應用」之小節編寫方式請按承辦單位建議重新編寫與按現有報告內容歸併，茲說明如下： (1)「2.3.1 計量模型」：內容包括簡單趨勢模型、時間序列模型與一般迴歸模型，細節請查閱 Li Z., Rose J.M., and Hensher, D. A.(2010), "Forecasting automobile petrol demand in Australia: An evaluation of empirical models", Transportation Research Part A, Vol. 44, pp.16-38. (2)「2.3.2 經濟模型」：內容包括可計算一般均衡模型(CGE)與 MARKAL 模型，細節請查閱 Anas A.and Hiramatsu T.(2012), "The effect of the price of gasoline on the urban economy: From route choice to general	5. 感謝組裡提供之建議，本計畫 2.2 節「運輸節能減碳評估模型與應用」的文獻回顧部分，區分為「運輸節能減碳政策評估系統」、「能耗與碳排推估方法」以及「運輸需求模型整合」3 部分進行回顧，並將所提參考文獻依據方法別統整於 2.2.2 節中進行回顧。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	equilibrium ”, Transportation Research Part A, Vol. 46, pp. 855–873. (3)「2.3.3 其它模型」：內容包括類神經模型與灰色預測模型，細節請查閱，細節請查閱 Geem Z.W. (2011), “Transport energy demand modeling of South Korea using artificial neural network”, Energy Policy, Vol.39, pp.4644-4650. (4)「2.3.4 運輸需求模型」，內容包括城際運輸與都市運輸需求模型，細節請查閱 Hensher, D.A. (2008), “Climate change, enhanced greenhouse gas emissions and passenger transport – what can we do to make a difference?, Transportation Research Part D, Vol. 13, NO.2, pp.95-111.		

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(5)「2.3.5 小結」比較前述模型之功能與局限性，並說明本節回顧內容對本計畫之回饋與貢獻。 6.「2.4 國內外 GIS 與視覺化決策資訊平台應用」之小節編寫方式，請按承辦單位建議重新編寫與按現有報告內容歸併，茲說明如下： (1)「2.4.1 結合 GIS 之視覺化呈現技術」：內容請按分析方式分類編寫，且說明圖表製作之展示目的，舉例而言如樹狀圖（含圓狀或上至下階層狀）、網絡圖、矩形樹狀圖（treemapping）、時間序列曲線圖、散佈圖與折線圖等等，非套裝軟體介紹說明。 (2)「2.4.2 國內外視覺化決策資訊平台應用案例」：內容請補充強化產出圖表對決策形成之效益。	6. 遵照辦理，已調整相關內容，詳見報告書 2.3 節)。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(三)「第三章 城際運輸節能減碳評估模組應用」		同意辦理
	1.「3.1 運輸節能減碳策略」請補充與後續「已推動」與「未推動」之城際運輸策略案例選取說明之關聯性。	1. 遵照辦理，已於報告書 3.1 節補充「已推動」與「未推動」之城際運輸策略案例選取的主要考量。	
	2. 本期計畫執行期間，已同步更新運輸 CGE 模式參變數，並重新估算基線，同時透過 TDM-E 回饋之延車公里、延人公里變化至 CGE 模型中，請掌握相關進度，並且納入「3.2 運輸 CGE 與 TDM-E 策略分析整合模型」乙節說明。	2. 敬悉，目前已配合提供 TDM-E 延車公里、延人公里回饋至 CGE、能源消費模式中，並取得最新推估之 GDP 與能耗、碳排基線，回饋至 TDM-E 中。	
	3.「3.3 TDM-E 模型開發應用」有以下 2 項意見：	3. 辦理方式如下：	
	(1)「3.3.2 TDM-E 模型精進」中提及有關未來年能源密集度調整因子乙節，請依本案 6 月份工作會議紀錄決議所述將運輸 CGE 及運輸能源消費模式等外部模式產出未來年能耗數據機制回饋於之替代做法做補充說明。	(1) 遵照辦理，於 3.3.2 節補充說明前期模型能耗/碳排基線之產出數據對 TDM-E 模型之能耗及能源密集度回饋機制。	
	(2) 請於參照「表 3.3-4 高鐵案例推估結果與實際值比較」列	(2) 遵照辦理補充高鐵驗證案例其他城際運具(臺鐵、大客、小客與航空)之影響效	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	出高鐵驗證案例其他城際運具(臺鐵、大客、小客與航空)之影響效果。	果。影響效果以中部臺鐵移轉效果最明顯；中部臺鐵受高鐵增站平假日約減少 3%運量，詳見表 3.3-3。	
	4.「3.4 已推動城際運輸策略實例驗證分析」之小節編寫方式，請按承辦單位建議重新編寫與按現有報告內容歸併，茲說明如下： (1) 增加一小節「3.4.1 基礎情境」詳明 103 年城際運輸市場概況(公共運輸已改善/已實施國道計程)、能耗與碳排推估概況。 (2)「3.4.2 公共運輸的改善及提昇」將部分說明內容納入「3.4.1 基礎情境」說明，此節僅針對 103 年「未實施公共運輸改善及提升方案」與「3.4.1 基礎情境」進行比較。	4. 敬悉，依據所提建議修正案例分析部分內容編排與撰寫方式，將基礎情境與案例情境分開進行說明，詳見報告書 4.1~4.2 節	
	5.「3.4.3 國道計次轉計程收費」將部分說明內容納入「3.4.1 基礎情境」說明，此節僅針對 103 年「仍實施國道計次方案」與「3.4.1 基礎情境」進行比較。	5. 遵照辦理，已將相關內容分別調整至 4.1.1 基年能耗與碳排推估與 4.1.3 通行費率改變影響兩小節中。	
	6. 國道計次轉計程收費之案例說明，請額外試算定在相同費率結構下	6. 謝謝委員意見，報告內容中已以 103 年基礎旅次量為基礎，分別利用計次、計程費率分析	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	103 年計次收費之能耗/減排比較結果是否仍較計程情況佳。	103 年在通行費率改變情境下的影響與節能減碳效益，後續將再配合補充以 102 年基礎旅次下，兩費率情境的分析結果，提供主辦單位作為額外參考資料。	
	7.「3.5 未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估」請設法與前述章節「2.2. 我國節能減碳上位計畫、法規與相關運輸政策」之彙析結論做一論述聯結。另外，請參考近期交通部提報「公路公共運輸多元推升計畫(106-109 年)草案」與「智慧運輸系統發展建設計畫(106-109年)草案」所作推動情境發展可行推動案例。	7. 遵照辦理將 3.5 節、2.2 節做論述聯結，並配合近期交通部提報草案所作推動情境發展可行推動案例。	
	8. 請增加 3.6 本章小結，綜整所有案例評估結果，提出對實務研擬城際運輸部門規劃減碳路徑之建議。	8. 遵照辦理，已於報告書第四章增加案例分析小結，綜整所有案例評估結果，提出對實務研擬城際運輸部門規劃減碳路徑之建議。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(四)「第四章 策略評估成果視覺化分析展示」與「第五章運輸部門節能減碳策略評估整合資訊平台更新與維運」 1.「4.1 地域別與運具別之視覺化分析展示構想」之內容應請設法與前述章節「2.4. 國內外 GIS 與視覺化決策資訊平台應用」之彙析結論做一論述聯結。 2.「5.2 運輸部門運具別排放清冊」與「5.3 節能減碳試算工具開發」之估算結果請一併納入視覺化分析功能之應用規劃。	1. 遵照辦理，已於報告書 3.4 節中將兩者間進行論述聯結。 2. 本年度 GIS 視覺化分析，主要優先針對 TDM-E 模型策略分析成果，進行不同年期之區域別、運具別節能減碳效果呈現，有關排放清冊與減碳試算之成果建議納入後續計畫中展示，相關構想詳見報告書 3.4.2 節。	同意辦理
	(五) 有關上述書面意見請洽承辦單位再做深入討論與溝通。	遵照辦理。	同意辦理
主席結論	(一) 簡易評估工具主要目的為何?做了哪些簡化請於期末報告加以說明。	減易計算公式主要因應「國家綠能低碳總行動方案」填報政策減量目標之需，發展一系列相關的能耗碳排減量計算公式，本計畫主要協助檢視公式及引用參係數之合理性，並建置於整合資訊平台中，提供部屬機關進行試算。因簡化過程涉及許多參數轉換，相關內容已補充於報告中 3.2.1 中。	同意辦理
	(二) 共享經濟中有關車輛共享對未來交通運輸恐造成結構性的改變，是否真能達成節能	感謝主席之建議，車輛共享相關文獻已補充於報告書 2.1.1 節中，然考慮到案例特性、模式分析能力，以及本計畫研究重點，乃於工作會	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	減碳效果?建議研究團隊可於報告內容進一步彙析。	議確認以「98-103 年公共運輸發展」、「通行費率改變影響」2 項已推動策略以及「臺鐵服務與效能改善」、「公共運輸發展目標」、「車輛燃油效率提昇」等 3 項未來可推動策略進行案例分析。	
	(三) 簡報頁 30 中有關選擇未來推動案例構想與驗證部分確實需請研究團隊再評估其妥適性。另外，簡報頁 49 平台新聞部分建議持續追蹤近期時事，並且適時更新，以免與近況有所出入。	感謝主席之建議，工作會議已確認本年度2項已推動策略以及3項未來可推動策略的分析內容與相關假設，詳見報告書 3.1、4.1、4.2 節。另本計畫亦已配合將近期新聞資訊詳細追蹤列整於期末報告中。	同意辦理
	(四) 期中報告經與會審查委員評分後，平均分數為 85.8 分，原則審查通過。	遵照主席裁示辦理。	同意辦理
	(五) 本計畫建立之簡易評估模型、CGE 模型，以及 TDM-E 之關聯性、轉換過程、假設上差異，以及各模型與完整模型之應用時機，請在後續報告書中詳細交代。	敬悉，已於報告書中補充說明本計畫建構之簡易減碳效益評估模型及 TDM-E 模型間的功能界定，以及其與 CGE、能源消費模式間的相互關係，詳見報告書3.2節內容。	同意辦理
	(六) 肯定規劃單位之成果，本期中報告原則審查通過，請研究團隊針對與會委員及各單位代表所提意見，於會議紀錄文到 1 週內研提回覆辦理情形說明表，以作為後續撰提期末報告之依據。	遵照主席裁示辦理。	同意辦理

附錄 2.3 期末審查意見辦理情形

一、會議時間：105 年 12 月 14 日(星期三)

上午 10 時 00 分至 12 時 00 分

二、會議地點：本所 10 樓會議室

三、主持人：本所黃新薰副所長(朱珮芸副組長代)　紀錄整理：傅強

四、出席單位與人員：

(一)審查委員

委員	服務單位與職稱	出席情形
張委員念慈	工業技術研究院組長	出席
馮委員正民	交通大學運輸與物流管理學系教授	出席
蕭委員再安	海洋大學河海工程學系教授	出席
葛委員復光	行政院原子能委員會核能研究所主任	出席
	能源國家型科技計畫辦公室	出席
	臺灣區國道高速公路局	出席
	公路總局	出席

(二)合作研究團隊：

類別	姓名	服務單位與職稱
計畫主持人	胡以琴	鼎漢國際工程顧問公司技術長
協同主持人	周諺鴻	鼎漢國際工程顧問公司資訊長
計畫經理	曾依蘋	鼎漢國際工程顧問公司副理
計畫經理	鄭正元	鼎漢國際工程顧問公司副理
研究人員	陳尉雯	鼎漢國際工程顧問公司分析師

(三)本所綜技組：

朱副組長珮芸、許副研究員義宏、傅助理研究員強

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
工業技術研究院張念慈組長	(一) 計畫所建立之運輸部門能耗與溫室氣體排放整合資訊平台，後續應持續強化平台運作與推廣，俾提供相關學研單位使用。	敬悉，本計畫已完成整合資訊平台建構、資料蒐集及工具開發，後續亦建議應持續維運，更新節能減碳相關新知、技術文件、資料庫等。目前亦已開放部分內容供相關學研單位使用。	同意辦理
	(二) 減碳政策案例中有關私人車輛耗能之假設，建議請參考歐盟及大陸油耗加嚴方案之標準進行規劃，較具有前瞻性。	感謝委員之指教，本計畫車輛能源效率提昇部分係參考 2012 年「運輸政策白皮書-綠運輸」中所揭示各車輛新車燃油使用效率標準提昇目標，並以 2014 年為基年，進行未來年的燃油效率提昇比例的設定，已參酌委員建議參考國外案例，補充目標年(2030 年)燃油效率提昇為 30%、40%、50%情境下之節能減碳效果敏感度分析，詳見定稿報告書書 4.2.4 節。	同意辦理
	(三) 在臺鐵效能評估改善案例中，研究團隊之評估內容包括如臺鐵地下化與高架化等區域建設，其所創造之節能減碳效益似乎難以令人信服，故疑有射箭畫靶之嫌。	臺鐵相關計畫原規劃確設定以服務效能、營運班次的提昇為主要目的，就本計畫案例分析結果來看，因計畫主要吸引公共運輸運量，計畫的節能減碳效益確實相對較不顯著，已於案例分析結果中補充相關論述，詳見定稿報告書 4.2.2 節。	同意辦理
	(四) 環島鐵路可能有政策效果，建議應補述說明計畫效益來源，另其產生之節能減碳效益應源自於私人運具的移轉。	臺鐵相關計畫多為立體化、捷運化計畫，主要以提高行車效率與服務容量，改善都會區大眾運輸服務品質為訴求，經分析結果可知運量的移轉主要來自其他公共運輸，對私人運具影響相對較小，因此整體節能減碳效益相對較不顯著。	同意辦理
	(五) 人口老化、車輛共享等議題可能會對未來使用情形造成影響，模型是否已考量相關之車	本計畫主要係以所內運計組 TDM2013 運輸需求分析模型為基礎進行節能減碳評估模組構建，原模型中於人口、車輛持有率等社經	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	輛持有趨勢?	變數，已配合國發會及其他外部社經資料的變化趨勢，進行未來年預測，適度反應人口結構老化以及車輛持有率的變化情形，以利分析未來可推動案例之節能減碳效果。然不同年齡人口、車輛使用比例差異以及車輛共享議題，尚未納入需求模式分析中，建議於後續 TDM-E 更新與精進作業中，配合城際模型更新進度，評估強化個別議題分析功能的可能性。	
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	(一) 網站之宣導效果佳。臉書是否有請專人負責管理、編寫文章?另建議可專門經營使用者迴響較高之主題。	感謝委員之肯定，本計畫臉書派有專人每日維運，定期自各大新聞網站、論壇搜尋相關資訊，並定時發布。亦有統計觸及、分享人數最多之文章，瞭解民眾感興趣題材，然目前臉書定位以即時分享新聞為主，專營主題建議後續納入綠色運輸宣導網站，由臉書回饋民眾感興趣議題，網站規劃並設立專區。	同意辦理
	(二) 網站平台已可使用 Google Analytics 進行管理，建議可分析新、舊客群之使用比例。	感謝委員之建議，本計畫經由兩年期持續改版、擴充及維運，兩網站平台已可利用 Google Analytics 進行管理，初步分析網站以舊客群比例較高，後續建議持續追蹤統計。	同意辦理
	(三) 附件「主要成就及成果之價值與貢獻度」中學術成就可補述能源經濟學會發表論文作為計畫之學術貢獻。	感謝委員之建議，已補充能源經濟學會發表論文為學術貢獻之其中之一內容。	同意辦理
	(四) 研究團隊回顧國外減碳政策內容豐富，可補述回顧後對於國內政策之啟發與建議。	謝謝委員，本計畫工作之一為透過文獻回顧廣納蒐集國內外減碳政策、巴黎協定後各國之因應策略，並以其為基礎，經與主辦單位討論後，就運輸部門較為可行部分回饋納入本計畫分類之六大策略中。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	(五) 本計畫係以城際運輸為主、並簡化非城際部分，建議將城際、非城際節能減碳效益區隔陳述，以瞭解各政策對於城際、非城際之影響。	敬悉，已於各分析案例成果中，分別敘明城際、非城際之節能減碳效果，詳見定稿報告書 4.2、4.3 節。	同意辦理
	(六) 公共運輸推動評估結果中小客車能耗持續上升，無法凸顯轉移至公共運輸的減碳效果，建議將油價基準固定後再進行研究，並提供具體建議。	本計畫於已推動案例分析中，分別以 98 年、103 年整體運輸市場運具比例作為公共運輸推動前、後運具比例調整參考，就 98-103 年實際運具比來看，公共運輸整體比例雖明顯成長，然小客車亦有微幅增加，因此整體節能減碳效益相對受到影響。未來可推動策略案例分析中，則係採如委員之建議方式，以固定外部環境影響條件下，假定公共運輸比例的增長主要來自小客車、機車等私人運具移轉，其分析結果顯示公共運輸改善計畫節能減碳效益顯著，詳見定稿報告書 4.3.3 節。	同意辦理
	(七) 「臺鐵服務與效能改善」案例於 2030 年效益最佳，然而計畫完工期程多完成於 2020 年，此評估結果是否合理?	本計畫各年期分析均係以自然發展情境為基礎，相關計畫完全落實推動為方案情境，進行有、無方案的效果比較，各年期節能減碳效果係看當年度所有已推動計畫的整體效果，而非前一中間年與分析年間的新增計畫效果。就本案例分析結果，2030 年臺鐵計畫整體運量移轉效果確較 2020 年略高，整體節能減碳效益亦相對較高，詳見報告書 4.3.2 節。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	(八) 建議說明「車輛燃油效率提昇」案例推估之旅運人次，以及交代相關參數之背景。	車輛燃油效率提昇案例分析之各年期社經背景假設係與自然發展情境方案相同，請參見定稿報告書 4.3.1 節，而報告書 4.3.4 節中亦有該案例分析所設定之車種別每年新車滲透率及效率提升效果等假設參數。	同意辦理
	(九) 案例分析結果建議一併呈現基年 105 年之能耗碳排量，以便瞭解各案例各年期之減量效果。	遵照辦理，本計畫係以 2014 年為分析基年，於報告書相關案例中已補充基年能耗碳排量以利觀察與分析，詳見定稿報告書 4.3 節。	同意辦理
	(十) 在案例評估中建議可納入反彈效果(rebound off effect)對模式評估結果之影響，例如將民眾小車換大車，或是機車換汽車等更不節能之現象適當處理。	感謝委員之提醒，然就本計畫蒐集資料來看，受限於針對油價下降反致民眾換購較耗能車輛的相關研究資料較為缺乏；此外本計畫能耗與碳排推估參數主要參考本所相關研究成果，以一標準車型實驗結果作為該類型車種能耗碳排推估參數，亦缺乏不同馬力、車型別的能耗碳排參數。因此建議後續俟相關研究更為完備後，再配合 TDM-E 精進與更新作業，評估納入反彈效果影響的可能性。	同意辦理
	(十一) 各類運具能源密集度普遍惡化，應提出建議如何改善。	感謝委員之建議，已補充改善各類能源密集度之建議，詳參定稿報告書 5.3.3 節之小結。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
海洋大學河海工程學系蕭再安教授	(一) 軌道運輸改善計畫創造之節能減碳效果，應同時考量發電能源配比之改變造成的影響。	感謝委員之建議，本計畫主要針對相關計畫帶來的運輸行為改變產生之節能減碳效果進行推估，針對軌道發電方式與能源配比之節能減碳效果部分，因缺乏公開的相關統計數據，暫無法納入評估，後續將視資料取得的可能性，再評估是否可於 TDM-E 精進與更新案中納入。	同意辦理
	(二) 公路運輸可考量電動汽、機車市占率之變化，其提升燃油效率之參變數可參考能源局之研究。	本計畫燃油效率提昇部分主要依循綠運輸政策白皮書的政策目標，針對燃油車輛未來年的能耗碳排係數進行調整與設定，電動汽、機車等節能車輛部分，將視其推動與發展進程，評估是否納入 TDM-E 模式分析功能之一。	同意辦理
	(三) 高速公路計程收費之節能減碳評估，請考慮納入(1)取消 20 公里免費里程；(2) 差別定價；(3)橫向收費等情境。	高速公路費率的制定以滿足國道基金永續營運與交通管理的需求為主要目標，加以 20 公里優惠里程主要影響非城際旅次，非屬 TDM-E 主要分析對象，建議後續俟費率方案有明確修正方向後，再視方案的內容評估是否適合納入分析案例。	同意辦理
	(四) 貨物運輸需求模式可納入後續研究。	贊同委員之建議，然貨運模式部分受限於目前國內基礎研究資料較為缺乏之故，目前本所城際模式中為透過道路交通量的校估作業，確保貨運交通量確能反映真實路網行為，建議俟貨運模式發展更為完備，可完整反映真實貨運行為後再評估納入分析。	同意辦理
	(五) 政策模擬之進程應結合溫管法訂定之溫室氣體減量目標。	贊同委員之建議，運輸部門溫管法減量目標目前尚在研議中，後續待目標確定後，可檢視本計畫未來可推動案例分析結果作為後續政策	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
		推動方向的參考。	
	(六) 分析結果具不確定性，因此需隨時留意社會經濟大環境的變化，以及現況調查等內外部資料(如 OD、大眾運輸的服務水準)，作為回饋至模式參考依據。	贊同委員之建議，應配合外在環境的變遷滾動式檢討並調整模式相關參係數，俾使模型分析結果更能貼近真實狀況。	同意辦理
交通大學運輸與物流管理學系馮正民教授	(一) 請補充說明 TDM-E 模型及 CGE 模型之使用條件，何條件使用哪個工具、何時機兩者併用、何時僅用 TDM-E 模式。	謝謝委員，已於報告書中針對 CGE 與 TDM-E 模型特點與應用時機進行補充說明，請參閱定稿報告書 3.2.2 節。	同意辦理
	(二) 期末報告 P.3-11 公式表述之需更完整、正確，以利後續引用或參考。	遵照辦理，已修正公式表述方式，詳參定稿報告書書 3.2.1 節。	同意辦理
	(三) 建議在政策模擬時，將「政策變數」如何轉換為模型「輸入變數」加以補充說明，以利後續使用者參考。如：「臺鐵服務與效能改善」之政策如何轉換為模式之輸入變數。「參數調整」方式亦建議列表說明。	已於操作手冊中針對各案例政策變數如何設定或透過路網調整反映至分析模型中的作法進行說明，詳參定稿報告書附錄 6。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
能源國家型科技計畫辦公室	NEP-II 國家型計畫亦積極向民眾推廣政策橋接，建構與民眾的溝通平台，在政策推行前獲得民眾反應度，以供研究團隊進行分析作政策判斷依據。	謝謝委員，未來在政策推動上，可透過民眾溝通平台瞭解民眾對政策的反應，同時結合本計畫推估之政策效益，綜整提供政策發展與推動的參考。	同意辦理
臺灣區國道高速公路局(含書面意見)	(一) 認同通行費率改變影響之政策分析結果，高速公路旅運行為改變不大。	感謝委員之肯定。	同意辦理
	(二) 報告書 P.4-13「由於 20 公里免費里『乘』優惠影響」、P.4-14「模型推估結果誤差比率在可接受『範』。」、P.4-17「能耗及碳排增量『街』發生在城際運輸行為」、P.4-18「為鼓勵『廠』途旅次車輛使用國道系統」；另 4.1.3 節通行費率改變影響乙節，有關 20 公里『免費』里程，應改為 20 公里『優惠』里程之正式文字說明方為正確，以上文字請一併重新再確認。	感謝委員之提醒，已配合委員建議檢視相關內容並進行修正。	同意辦理
	(三) 報告書 P.4-14，若以表 4.1-11 計算「實際現況」之平均行駛里程，較表 4.1-10「現況計程費率情境」之平均行駛里程高估 8~9%，即模	謝謝委員，受限於本年期 TDM-E 仍以城際旅次為主要分析對象，都會區旅次的行為反應較不敏感，後續都會模型導入後將配合檢視其對高速公路費率改變之反應能力。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	式對於計程費率政策吸引短途旅次使用國道之反應並不敏感，建議可再評估微調模式。		
臺灣區國道高速公路局(含書面意見)	(四) 報告書 P.4-15，表 4.1-12 計程費率之城際每車燃油成本略高於計次費率是否合理?原計次階段 6 成用路人免負擔通行費，計程後減少為 4 成用路人免負擔，故約有 2 成用路人為增加通行費之族群，表中行駛成本是否已一併分析該族群之使用成本。另實施計程費率後短途車輛改駛高速公路可能較行駛地方道路增加行駛里程，但考量停等減少後油耗未必較高，建議再考量。	謝謝委員，本計畫係以 103 年高速公路的車流樣態進行不同費率影響分析，就分析結果來看，如定稿報告書表 4.1-11，計次與計程階段平、假日高速公路平均每車行駛里程差異並不顯著，平均每車每天行駛 1.9 次高速公路，計程後平均單位里程費率約 0.7~0.8 元/公里，較計次階段 1 元/公里略低，因此計程階段整體高速公路通行車輛的平均使用成本略較計次階段低，如表 4.1-13。另本計畫目前係以路段平均速率對應燃油成本進行推估，車輛的停等、瞬間加減速等行為因偏屬於微觀行為，並未納入分析範疇。	
	(五) 報告書 P.4-17，「除透過改善路段效率達到節能減碳效益外、電子收費亦可透過節省經過收費站停等與煞車造成的油耗、車輛損耗及碳排…」，有關計程收費對於改善路段效率的效益似不明顯，而計程收費後拆除收費站帶來的效益較為明確，建議效益的部分以收費站為主。表 4.1-15 中所述節省能耗及碳	敬悉，已於報告書中強化拆除收費站帶來的效益等相關論述。另定稿報告書表 4.1-16 原係以實際統計通過收費站小型車數量推估小客車節能減碳效果，已修正表格與該段論述針對所有通過收費站之小型車輛。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	排值，分析項目以小型車與小客車之比較用意為何?		
臺灣區國道高速公路局(含書面意見)	(六) 報告書 P.4-18 有關「200 公里里程以上 9 折優惠…造成長途旅次使用成本下降，導致運具選擇行為造成改變…減少公共運輸之長途觀光遊憩旅次量」部分，200 公里里程以上之折扣應為 75 折，非 9 折；另高速公路長途旅次比例甚低，且相較於燃油成本而言，通行費長途折扣對於降低行車成本的效果並不明顯，是否會減少公共運輸之長途觀光遊憩旅次量?建議再審慎評估。	已配合修正相關文字論述。	同意辦理
	(七) 報告書 P.4-19「然由於高達 40%的小客車每日行駛里程皆未達 20 公里，造成『多數』小客車…」，40%是否已達多數之標準?另長途優惠及 20 公里優惠里程實施用意係避免因收費制度轉變致用路人負擔增加過大之政策配套措施，且除報告所設定之社經及油價背景條件相同外，車輛數成長因素是否亦已納入考量，故針對小型	已修正該段文字論述說明，另本計畫在背景社經資料中已將車輛持有率的增加納入分析，然車輛持有的增加雖亦會使小客車使用率略為增加，但就本計畫分析案例而言，仍以行車成本變化的影響較為顯著。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	車行駛國道之成本降低而吸引更多旅次致未能產生節能減碳效益之分析，建議再審慎考量。		
臺灣區國道高速公路局(含書面意見)	(八) 報告書 P.4-19「推行國道差別費率定價…應可具有顯著之節能減碳效果」，依據本局試辦國 5 尖離峰差別費率及連假路段差別費率經驗，差別費率對於用路人行為影響有限，且尖峰時段用路人時間價值甚高，是否可利用差別費率達到顯著之節能減碳效果，建議再審慎考量。	謝謝委員，就交通管理的角度而言，時段別、運具別的差別費率對於中間族群等彈性高的使用者，確可影響部分的影響行為。然採用單一手段管理，常因考量民眾觀感調整管理力度，致使效益不彰，未來建議可跨局處整合推動，採推拉手段並行的方式，降低民眾反彈，長此以往方能有效落實私人運具的管理達成節能減碳的效果。	同意辦理
公路總局(書面意見)	根據報告書 P.3-12，除公路汽車客運車輛汰舊換新外，另有跨縣市市區汽車客運車輛汰舊換新及新闢路線增加供給，建議可將此部分納入計算參考。	「公路汽車客運車輛汰舊換新」之工具可同步應用至跨縣市市區汽車客運，蒐集汰舊換新車輛數、平均用油量、能源效率提升比例等資料後，即可透過平台修改相關參數進行計算。新闢路線增加供給因提供之大眾運輸服務改善，吸引更多搭乘人次、增加延人公里數，此部分可透過「公共運輸提昇計畫」工具，輸入延人公里變化來反應節能減碳效果。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
臺灣鐵路管理局(書面意見)	(一) 有關臺鐵部分，報告書中提到「臺鐵客運歷年能源密集度有上升趨勢，雖然臺鐵客運載客人數逐年提高，但用電量歷年成長，因此臺鐵客運能源效率有降低現象」(P.5-54)。報告書中表5.3-34(P.5-56)，臺鐵能源密集度有逐年上升趨勢，但以同年度與其他大眾運輸相比，並無較高之趨勢，建議進一步比較臺鐵、高鐵、北捷、高捷之載客量與用電量分析，釐清是否為用電量上升之影響。	臺鐵、高鐵、北捷、高捷能源密集度與載客延人公里有顯著相關性，臺鐵自2009年載客延人公里逐年提升，明顯反映能源密集度逐年下降，已修正報告書相關內容，詳參定稿報告書5.3.3節。	同意辦理
	(二) 臺鐵針對節能減碳政策，除透過改善基礎與營運設施提昇運能外，亦可透過加強列車班距之穩定與效率，減少旅客利用率低或列車編組迴送之列車，提昇運輸效能。	敬悉，臺鐵相關計畫確實主要以提高行車效率與服務容量，改善都會區大眾運輸服務品質為訴求，節能減碳效益非政策主要目的，已於定稿報告書補充說明，詳見4.2.2節。	同意辦理
本所綜合技術組(書面意見)	(一) 第一章 緒論： 1. 請於研究目的補充「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」之辦理目的。 2. 請在「1.3 計畫範圍與對象」列出兩網站網址，另在「1.4 計畫流程」中列出近2年所評估7項案例。	1. 已補充於定稿報告書書 1.1節。 2. 已列出兩網站網址，並加入近2年所評估7項案例，詳參定稿報告書書1.3、1.4節。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(二) 第二章 文獻回顧： 1.「2.1.1 國外減碳策略與措施成效」部分請增加「聯合國氣候變化綱要公約第 22 次締約國大會暨京都議定書第 12 次締約國會議(COP22/CMP12)」在運輸部門觀察重點說明，以及納入相關資料。	1. 遵照辦理，已於定稿報告書書增加 2.1.1 節及附錄 5 中納入 COP22/CMP12/CMA1 出國摘要及報告內容。	同意辦理
	2.「2.1.2 國內節能減碳政策」中有關「4.巴黎協定後我國運輸部門政策檢視」針對我國 INDC 運輸部門因應做為中提及自行車部分，請再查證。至有關推動電動車輛對非核家園之敘述請採正面表述，說明能源部門在運輸部門推動電動車輛之相應配套措施。	2. 自行車部分為運輸政策白皮書相關內容，已修正報告書內容。另已修正有關推動電動車輛對非核家園之敘述內容，詳見定稿報告書書第二章。	
	3.「2.2 運輸節能減碳評估模型與應用」之內容，有以下修正意見： (1)「2.2.1 運輸節能減碳政策評估系統」與「2.2.2 能耗與碳排推估方法」之篇幅次序請對調，先說明推估方法，再討論評估系統。	3. 遵照辦理。 (1) 已調整章節順序，詳參定稿報告書 2.2.1~2.2.2 節。	
	(2) 請於「2.2.1 運輸節能減碳政策評估系統」一節中比較歸	(2) 已補充於定稿報告書 2.2.2 節中。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	納各評估系統產出主要 Output(例如：車輛持有與使用、旅次、延人公里、延車公里、能耗、碳排)之互動關係。		
	(3) 章節內容與篇幅調整：	(3) 辦理情形如下：	
	a.「2.2.1 運輸節能減碳政策評估系統」中針對「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」之回顧內容請按「歐盟 SULTAN 決策支援系統」篇幅交代該系統內所使用推估模型，以及彼此間應用之關聯性。	a.已補充於定稿報告書 2.2.2 節中。	
	b.運輸需求模型中回顧之 TRESIS 模型為決策系統，請納入「2.2.1 運輸節能減碳政策評估系統」回顧，並增加一回顧文獻(Paleti R. et al., Assessing the Impact of Transportation Policies on Fuel Consumption and Greenhouse Gas Emissions Using a Household Vehicle Fleet Simulator)。	b.已補充於定稿報告書 2.2.2 節中。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	c.「2.2.2 能耗與碳排推估方法」之篇幅討論過少，各方法至少請回顧 3 篇以上之文獻。	c.已補充於定稿報告書 2.2.1 節中。	
	d.「2.2.1 運輸節能減碳政策評估系統」回顧「運輸部門能源消費成長趨勢模式與能源消費需求模式」之內容，請移至「2.2.2 能耗與碳排推估方法」中「1.計量模型」說明。	d.已調整章節順序，詳參定稿報告書 2.2.1 節。	
	e.本所前期建置 CGE 模型請納入「2.經濟模型」回顧。	e.已補充於定稿報告書 2.2.1 節中。	
	(4) 有關「2.2.3 運輸需求模型整合」之回顧意旨，請開宗明義予以說明，或者考慮納入「2.2.1 運輸節能減碳政策評估系統」討論。	(4) 已於定稿報告書2.2.3 節前言開宗明義補充說明。	
	(5) 有關「2.2.4 小結」提及本所有建置 EPPA/MARKAL 之總體模型，請再查證，並與本組討論修正結論。	(5) 已於定稿報告書2.2.4 節調整相關用語。	
	(三) 第三章 城際運輸節能減碳評估模組開發： 1.「3.4 策略評估成果視覺化分析展示」部分，請參照圖 1.4.1 將本期	1. 已於前言補充圖 3.4.1，說明視覺化分析展示之整體規劃構想及本期建置內容，詳見定稿	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	已開發內容與規劃開發內容做一整體性輪廓說明，其後再依序分述。	報告書書 3.4 節。	
	2.「3.5TDM-E 未來精進方向彙整表」部分，運輸部門影響元素請納入家戶車輛持有與使用。	2. 已補充相關內容，詳參定稿報告書 3.5 節。	
	(四) 第四章 城際運輸節能減碳案例評估分析： 1.「4.1. 已推動城際運輸策略實例驗證分析」之 2 項推動案例，請比照「4.2. 未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估分析」之 3 項分析結果，繪製運具別與區域別之節能減碳效果圖。	1. 已於定稿報告書 4.1 節補充已推動策略運具別之節能減碳效果圖。	同意辦理
	2.「4.1.1 基年能耗與碳排推估」之內容參照表 4.2.1 歸納基年之社經參數供參閱。	2. 已於定稿報告書 4.1.1 節中補充。	
	3.「4.1.2 98-103 年公共運輸發展」針對各項公共運輸各運具分析內容，是否可概估自然成長與受政策影響移轉之旅次量，亦或區分占比。另私人運具小客車部分是否可概估自然成長與受油價影響移轉之旅次量。	3. 為避免情境過多造成相關論述混淆，定稿報告書中仍以現有分析結果檢討有、無推動情境下的影響，另補充以 99 年為基年，預測 102 年自然發展情境結果，供主辦單位參考。	
	4.「4.1.3 通行費率改變影響」請依專家座談會意見納入於 102 年運輸情境下實施計程費率之分析結果，各分析表中	4. 為避免情境過多造成相關論述混淆，定稿報告書仍以維持以現有 103 年高速公路車流樣態為基礎，進行不同費率下的影響探討，另補充以 102 年高	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	之「原計次費率」與「現況計程費率」一同比較說明。 5. 觀察「4.2 未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估分析」之 3 項分析結果，在空間上具有顯著效果，集中 6 都或周遭縣市，尤其雙北市減量效果最佳，其次為新竹與臺南。臺中與高雄效果較不明顯，對其餘縣市影響則不顯著，是否可對此結果做進一步說明。 6. 另外建議節能減碳效益視覺化部分可透過將人口、公共運輸系統與道路系統進行疊圖，據此分析碳排效益於空間分佈之影響效果。 7. 「4.3 小結」請綜整各評估案例在不同運具與區域之結果，做一綜合歸納論述，並納入運輸部門減碳路徑之討論。	速公路車流樣態為基礎，不同費率結構下的影響分析供主辦單位參考。 5. 敬悉，已於定稿報告書中補充說明，詳見報告書 4.2 節。 6. 本年度視覺化分析係以面圖層呈現區域別之節能減碳量，與人口密度圖層套疊不易閱讀；此外，各案例之節能減碳效果主要來自都會區，建議後續配合都會模型導入，可更精準評估路網上之節能減碳量，再補充視覺化呈現內容。 7. 已於定稿報告書 4.3 節中補充各評估案例於不同運具與區域之結果。	
	(五)「 第六章 綠色運輸教育宣導及網站維運」：有關「6.3 使用成效盤點」中針對本所「綠色運輸教育宣導網站」之成效統計，請持續統計至 12 月。	遵照辦理，有關成效盤點部分皆已持續統計至 12 月，並更新相關內容，詳見定稿報告書書 5.5.1 節及 6.3.1 節。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
	(六) 其它配合事項		同意辦理
	1. 報告部分內容組織待加強，另有多處表名、標號誤植，會後請親洽承辦人討論報告章節內容之編排，本所將提供手寫標註修訂意見之報告，請團隊據以修訂。	1. 感謝組裡之提醒，已根據手寫標註修訂意見修改相關內容。	
	2. 部分從其它研究報告摘錄圖表內容模糊不清，難以辨讀，請配合重製與修訂。	2. 遵照辦理，已重製相關圖片。	
	3. 報告中(如「3.2.1 節能減碳簡易計算工具」與「5.3. 運輸部門運具別排放清冊」)之計算公式請按期中審查時馮正民教授意見，將公式內文字以英文或羅馬字母方式取代。	3. 遵照辦理，已修正 3.2.1 節及 5.3 節公式內容，改以英文取代文字。	
	4. 報告中首次使用英文縮寫，請完整交代英文全名(如 2-6 頁的 UITP)，請研究團隊再逐一檢視。	4. 遵照辦理，已逐一檢視相關內容。	
	5. 會後提供本所出版品格式相關規定，後續請研究團隊依據規定格式撰提期末定稿報告。	5. 遵照辦理。	
	6. 請研究團隊於會後依規定至「GRB 政府研究資訊系統」填報有關本案相關研究成果並上傳報告。	6. 遵照辦理，已至 GRB 系統填報相關資料。	

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
主席意見	(一)「臺鐵服務與效能改善」（p4-27）分析結果說明運量移轉主要來自公車，其次為小客車及機車，請列出移轉量(延人公里)，俾利確認該結論正確性。	該案例各運具延車公里資料計算結果誤植，已針對分析結果與案例觀察結論進行補正，詳見定稿報告書 4.2.2 節。	同意辦理
	(二)「圖 4.2.3 臺鐵服務與效能改善運具別減碳效果」中有其他運具的減碳效果，但「圖 4.2.2 臺鐵服務與效能改善運具別節能效果」中卻無其他運具的節能效果，請再確認資料正確性。	臺鐵服務與效能改善案例分析結果主要效益來自私人運具與公車、高鐵等公共運輸減量，已配合前述分析結果修正分析圖表，詳見定稿報告書 4.2.2 節。	同意辦理
	(三) 簡報 32 頁說明「臺鐵服務與效能改善」整體節能減碳效果不明顯，惟報告中 2020、2025 及 2030 各年期減碳效果均在 160 萬公噸/年以上，與簡報數據差異甚大，相關數據請檢核。	謝謝主席之提醒，臺鐵案例修正後減碳效果約 4.1~4.9 萬公噸/年，原數字係因延車公里誤植造成節能減碳效果計算結果產生差異，已於定稿報告書 4.2.2 節中進行全面補正。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
主席結論	(一) 本年期計畫針對去年建立之城際運輸節能減碳策略評估模組進行精進調整，並以 5 項案例進行節能減碳效益評估，請補強各案例的背景資料、情境設定，以及政策變數轉換為輸入變數說明；另委員所建議之其他情境分析案例，請研究團隊斟酌以敏感度分析或輔以其他相關研究，補強案例分析結果。最後請針對 5 項案例綜合歸納評估結果，提供政策建議。	遵照辦理，已於定稿報告書第 3、4 章中相關內容針對案例分析背景資料進行說明，並於附錄 6「節能減碳策略評估支援模組」操作手冊中針對政策變數如何反應至模型中進行說明。	同意辦理
	(二) 本計畫對於城際運輸節能減碳策略評估模組的開發已大致完備，請研究團隊修訂「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」操作手冊，並納入案例分析操作流程。	遵照辦理，已於定稿報告書書附錄 6 納入「節能減碳策略評估支援模組」操作手冊，內容包含 TDM-E 架構、案例分析操作流程與整合資訊平台等內容，俾利後續使用。	同意辦理
	(三) 有關出席「聯合國氣候變化綱要公約第 22 次締約國大會暨京都議定書第 12 次締約國會議(COP22/CMP12)」出國報告請一併納入報告附錄。	遵照辦理，已於定稿報告書書 2.1.1 節及附錄 5 中納入 COP22/CMP12/CMA1 出國摘要及報告內容。	同意辦理

委員	審查意見	承辦單位意見回覆 及處理情形	主辦單位意見
主席結論	(四) 本期末報告經與會審查委員評分後，平均分數為 85.25 分，原則審查通過，請研究團隊針對與會委員及各單位代表意見修訂報告書，並研擬回覆辦理情形，於 1 週內送本所承辦單位。	遵照主席裁示辦理。	同意辦理
	(五) 修正後之定稿報告書於 105 年 12 月 27 日前送達本所，俾利辦理後續驗收作業。	遵照主席裁示辦理。	同意辦理

附錄 3

工作會議記錄

工作會議紀錄

附錄 3.1 第 1 次工作會議紀錄

時間：105 年 3 月 15 日

地點：運研所 7 樓運輸科技與永續發展研究室

出席人員：

綜合技術組：張瓊文組長、朱珮芸副組長、許義宏副研究員、傅強助理研究員

計畫團隊：周諺鴻資訊長、曾依蘋、鄭正元、陳尉雯

記錄：陳尉雯

****

討論議題	重要結論與決議
文獻回顧	1. 國內外減碳相關計畫及更新巴黎協定後發展推動情形 ● 聯合國 A.S.I.策略分類參考蕭老師研究報告提出之 A.S.I 原則，並安排與蕭老師會面訪談，以確認本計畫 A.S.I.策略分類。 ● 前期研究中與專家學者討論，考量國內尚未有研究足以證實車齡對燃油效率之必然影響，建議暫不納入車齡因素。併同前項議題與蕭老師再做討論。 2. 重新檢視本決策支援系統後續年度擴充架構 ● CGE 與 TDM-E 整合應用架構納入能源消費模組，作為基線推估輔助模型。 ● 都會模型規劃於 106~109 年導入，考量國內模型發展概況，106~107 年優先導入臺北、桃園及高雄模型。
城際減碳策略評估	1. 2 項已推動案例驗證及減碳分析 ● 增加驗證前期分析之高鐵增站案例。 ● 高速公路計程收費納入推動案例驗證。 ● 考量到減碳策略的效果及案例的一貫性，建議公共運輸提升計畫也可納為已推動案例的驗證案例之一，以 99~104 年的推動成效(如城際運量的成長、都會區公共運輸使用率的增加狀況等)，透過模式推估該計畫推行迄今的節能減碳效果，再利用排放清冊中各系統的能耗碳排量變化加以驗證。 ● 高鐵聯外接駁方案(沙崙、內灣支線)因減碳效果較為有限，不納入推動案例驗證。 2. 3 項未來可推動案例減碳分析 ● 延續公共運輸提升計畫的成果，進一步將公共運輸的提升目

討論議題	重要結論與決議
城際減碳策略評估	標納入未來可推動計畫案例，以目標導向方式設定，評估達成目標情境下的各系統總能耗及碳排量。 ● 車輛能源使用效率計畫建議納入未來可推動評估案例，分析過程中所需的相關參數與假設條件，應結合現有資料進行合理的假設與說明。 ● 先行測試城際模式對臺鐵營運模式與管理面策略的反應能力，確認若可有效反應班表、營運計畫、行駛速率提升、路線延伸等策略的影響後，建議可考慮將臺鐵十年計畫納入未來可推動計畫分析案例。 ● 國道橫向收費或費率調整案例不納入。可試分析調整為何費率後才有較為顯著之減碳效果。另建議此案例歸納於「強化運輸需求管理之措施與減碳力道」分類中。 ● 花東鐵路改善計畫、替代能源車輛等計畫考量到節能減碳效益相對不明顯，初步建議不納入未來可推動計畫分析案例。
GIS 視覺化分析	1. 地域別依城際模型空間尺度劃分為 16 生活圈，未來導入都會模型後再拆分為縣市別。 2. 與運計組協商使用 Tableau Server，並應用於本計畫視覺化分析。
整合資訊平台維運	1. 與運計組協商平台設備資源共享，並將伺服器移至所外。 2. 能耗/碳排簡易評估工具之通式需先確認參數引用之合理性，請組裡先確認原計算公式與模型評估方式之落差，另安排時間與組裡討論通用公式。
綠色宣導網站維運	1. 宣導網站改版請一併評估於手持設備之相容性。 2. 建議本年度網站可於交通部網頁中連結，增加網站曝光度。
其他	1. 請依第二期能源國家型科技計畫規定，於期中報告審查說明時凸顯評估指標之相關內容。 2. 本計畫延續總體經濟 CGE 案，未來亦規劃持續導入都會模型，應於報告或審查中進行計畫前後連貫及整體應用說明。

附錄 3.2 第 2 次工作會議紀錄

時間：105 年 4 月 21 日

地點：運研所 7 樓運輸科技與永續發展研究室

出席人員：

綜合技術組：張瓊文組長、朱珮芸副組長、許義宏副研究員、傅強助理研究員、游思遠規劃師、劉彥聖助理研究員

計畫團隊：胡以琴技術長、曾依蘋、鄭正元、劉俐伶、陳尉雯

記錄：陳尉雯

****

討論議題	重要結論與決議
文獻回顧	1. 國內外減碳相關計畫及更新巴黎協定後發展推動情形 ● A.S.I.分類先與蕭老師確認分類中「改善」的定義，是否包含改善計畫或是單指車輛技術改善。 ● 六大策略清單多加一欄位說明該政策所屬之出處計畫。 ● 確認巴黎協定國際訂定之目標年節能減碳成果。 2. 更新巴黎協定後發展推動情形 ● 因目前距巴黎協定通過僅約 5 個月時間，國際新發展資訊較少，賡續追蹤下半年發展近況。
城際減碳策略評估	1. 高鐵增站與票價調降案例 ● 運量驗證部分，誤差來源可能為現況與情境設定不完全相同；即南港站尚未通車造成北部區域運量高估。報告陳述時說明此點。 ● 能耗及碳排部分，模式以延人公里估算節能減碳量，排放清冊以實際用電量計算能耗及碳排量；將嘗試釐清實際運量與高鐵增班的關係，再反應至用電量的增加上，以反應策略的節能減碳效果。 ● 另重新檢視高鐵 104 年及 105 年推估之延人公里、能耗、排碳量總量，比較推估與實際延人公里差異，確認節能減碳量誤差來源。 ● 驗證部分以運量為主，能耗及排碳量的推估部分待調整構想測試後，再與組裡溝通修正作法。 2. 已推動案例分析－公共運輸發展計畫 ● 驗證資料補運輸量及總量，以比較模式推估誤差。
節能減碳計算通式	1. 電子收費計算方式待釐清，擬改以車輛行駛速度調整相關係數，減量效果計算維持與計次收費進行比較。 2. 車輛汰舊換新及電子收費通式調整後，請組裡協助與公路總局、高公局確認實際應用於業務計算之可行性。

討論議題	重要結論與決議
GIS 視覺化分析	目前擬定期中前完成介面呈現設計，請顧問公司評估是否可於期中前將 2 個已推動案例加入呈現。
整合資訊平台維運	決策平台資料庫功能開放權限給一般民眾使用，不另外納入綠運輸網站中；決策評估模組權限保留僅開放所內使用。
綠色宣導網站維運	1. 同意新版版型及風格設計，可往下進行細部設計，開發前再提供定稿版予組裡確認。 2. 手機瀏覽介面請評估可否交換統計數據及下方 icon 位置；網頁版設計上需考量讓使用者了解網頁為長版型設計，可往下拖曳查看更多資訊，並確認技術上是否可於不同電腦上皆呈現滿版效果。
其他	1. 與組裡索取「公路貨運服務碳足跡公用係數建置計畫」之貨運營運資料，以進行排放清冊小貨車資料驗證。 2. 綠色運輸網站與交通部官網連結事宜，請組裡協助確認辦理方式，預計於新版上架後連結。

附錄 3.3 第 3 次工作會議紀錄

時間：105 年 5 月 19 日

地點：運研所 7 樓運輸科技與永續發展研究室

出席人員：

綜合技術組：張瓊文組長、朱珮芸副組長、許義宏副研究員、傅強助理研究員、游思遠規劃師、劉彥聖助理研究員

計畫團隊：胡以琴技術長、周諺鴻資訊長、曾依蘋、鄭正元、劉俐伶、陳尉雯

記錄：劉俐伶

****

討論議題	重要結論與決議
城際減碳策略評估	1. 高鐵增站與票價調降案例 ● 調整模型日運量轉年總量修正因子，以更符合實際運量。 ● 能耗推估公式中納入時間因素，並提出預測短、中長期時建議之能源密集度調整因子。 2. 已推動案例分析－公共運輸發展計畫 ● 補充說明國道客運延人公里推估之誤差原因。 ● 由於公共運輸提升計畫大多補助於都會區，建議呈現有、無方案時，同時列出城際與非城際之各運具節能減碳效果，並說明本期模型推估非城際部分之限制或作法。 ● 請於期中報告撰寫時詳細說明本案例分析內容。
節能減碳計算通式	因既有統計或路側設施資料難以反映計次收費與電子收費政策之減量效果，同意電子收費計算通式以既有算法為主。
排放清冊相關係數	將於 5/26(四)至台綜院進行技術交流，討論能源局推估運輸部門二氧化碳排放量之方法及相關細節，作為本計畫更新排放清冊之參考。
整合資訊平台維運	決策平台計畫管考資料庫已完成計畫資料更新及程式修正，近期將持續填寫工作月報，業務相關同仁可進行試用並回饋建議。
綠色宣導網站維運	已完成改版設計並進行開發中，組裡若有相關意見可再回饋。

附錄 3.4 第 4 次工作會議紀錄

時間：105 年 6 月 23 日

地點：運研所 7 樓運輸科技與永續發展研究室

出席人員：

綜合技術組：張瓊文組長、朱珮芸副組長、傅強助理研究員、游思遠規劃師

計畫團隊：胡以琴技術長、曾依蘋、鄭正元、劉俐伶、陳尉雯

記錄：劉俐伶

****

討論議題	重要結論與決議
城際減碳策略評估	1. 運輸節能減碳六大策略及評估工具關係圖，請再依 CGE 與 TDME 分析強項調整圖面位置(如車輛技術類、補貼類、稅費類使用總體經濟模型分析效果較佳)，以更清楚突顯各工具之分析優勢。 2. 本期 TDME 模型能源密集度修正方式以方案一為主，後續每年再持續觀察各運具能源密集度變化情形；CGE 及運輸能源消費模式每年由建構單位持續調整更新，建議觀察其能耗碳排趨勢作為總量修正之參考。 3. 已推動案例分析－公共運輸提昇計畫 ● 公共運輸提昇計畫雖以補助地方政府為主，但仍可透過簡化處理方式反映非城際旅次部分，建議保留此案例，並於報告書中清楚說明分析過程，同時可作為論述持續引入都會區模型更新節能減碳模型的基礎。 ● 請補充本案例分析中，修正後的城際與非城際之市占率、延人公里及油耗率等資料。 ● 因捷運未含在 98-103 年公共運輸提昇計畫中，建議可先扣除捷運成長之影響。 ● 請再確認小客車之能耗及碳排數值。 4. 已推動案例分析－國道計次轉計程 ● 國道小客車需扣除平面道路里程，請再更新數值。 ● 計程收費 103 年因與公共運輸計畫 103 年同一年期，建議相關基礎假設、分析結果與呈現資料應與公共運輸提昇計畫的分析結果一致，避免解讀數值上產生誤會。 ● 報告中此案例以 103 年有、無計程收費呈現相關分析結果。 5. 兩案例數值資料更新確認後再提送給綜技組確認。
GIS 視覺化分析	同意所提方案構想，將進行資料蒐集及初步開發，組裡若有相關意見可再回饋。

討論議題	重要結論與決議

討論議題	重要結論與決議
節能減碳計算通式	汽車客運部分計算上先以未經能源平衡表調整過之能源密集度為主，並於平台上加註說明，未來若有更好方法再行更新。
綠色宣導網站維運	協助調整首頁計次文字的字體至最適。
期中報告章節	建議於第二章可放入 COP22 相關準備資料。

附錄 3.5 第 5 次工作會議紀錄

時間：105 年 8 月 24 日

地點：運研所 7 樓運輸科技與永續發展研究室

出席人員：

綜合技術組：張瓊文組長、朱珮芸副組長、傅強助理研究員、許義宏規劃師

計畫團隊：胡以琴技術長、周諺鴻資訊長、鄭正元、劉俐伶、陳尉雯、黃于真

記錄：劉俐伶

****

討論議題	重要結論與決議
期中審查意見回覆	1. 文獻回顧 ● 補充車輛共享之國、內外相關文獻於期末報告中。 ● 閱讀因素分解與能源密集度相關文獻並探討是否有預測能源密集度之相關方法。 ● 部內陸續推動之相關策略將歸類至六大政策類別，並以文獻蒐集回顧為主，另策略集合產生則以節能減碳相關策略為主。 2. 城際減碳策略評估 ● CGE 模型及 TDM-E 模型整合，需再檢核 CGE 模型產出之 GDP 及 TDM-E 模型引入之 GDP 數值是否一致。 ● 國道計次轉計程收費案例相關分析結果，訂於專家學者座談會前與組內檢視模型輸出過程及結果。 ● 有關公共運輸 30%之政策建議目標值，將參考 INDC 提出之管理措施進行補充。 ● 車輛能耗標準提升 25%為交通部提出之政策目標，後續以 2013 年至 2017 年提升 15%作為案例背景，並考慮新車滲透率來進行案例分析。 3. 視覺化分析展示 ● 9 月完成初步成果(包含案例及排放清冊)，並請組裡使用後提供建議。 4. 決策支援平台與綠運輸網站 ● 決策支援平台開放給相關單位使用，綠運輸網站則供一般民眾使用。 ● 簡易計算公式未來可開放給相關計畫產業評估使用。 5. 其他事項 ● COP22 觀察重點報告將增列於結案報告中。 ● 期末報告對於數據蒐集過程及資料來源需有更完整的交待。
整合平台與綠	1. 決策平台資料需更新至最新年度，另外需確認各工具連結狀態良好。

討論議題	重要結論與決議
運輸網站維運	2. 決策平台將於十月初開發完成，經測試後上線，將放置改版中及預計改版完成時間頁面，讓使用者更清楚網頁狀況。 3. 綠運輸改版網站九月初正式上線，目前已達年度目標人次。
專家學者座談會	1. 專家座談會議由胡以琴技術長擔任主持人，並確認邀請交大馮教授、海大蕭教授、核能所葛主任、高公局、高鐵公司、公路總局出席。 2. 目前初步核定辦理時間為 9 月下旬，詳細時間請計畫團隊盡速確認作業時程後提供。 3. 討論議題已確認為 TDM-E 案例分析及運輸減碳簡易計算公式探討。

附錄 3.6 第 6 次工作會議紀錄

時間：105 年 9 月 22 日

地點：運研所 7 樓運輸科技與永續發展研究室

出席人員：

綜合技術組：張瓊文組長、朱珮芸副組長、傅強助理研究員、劉彥聖助理研究員

計畫團隊：胡以琴技術長、周諺鴻資訊長、鄭正元、劉俐伶、陳尉雯、黃于真

記錄：劉俐伶

****

討論議題	重要結論與決議
前次工作會議辦理情形	1. 文獻回顧 ● 下次工作會議將分享車輛共享文獻資料，並與組裡確認後增列於期末報告中。 2. 城際減碳策略評估 ● 車輛燃油效率提升案例中，除能源使用效率的提升外，環保能源車輛的占有率亦應考慮進去。蒐集市場上最新節能車輛的比例做為預設值，後續建議提供開放式介面供使用者自填不同年期效益評估之車輛能源配比。能源效率提升的部分，則可依據目前市場上車齡分布狀況來進行未來年期車齡分布進行推估，並進行模式分析。 ● 公共運輸發展目標案例之目標值將與組內溝通，確認最新版本公共運輸運量的發展目標。 ● 臺鐵近年建設及改善計畫將以所有計畫總投入進行節能減碳效益評估。 ● 高速公路案例以城際分析為主，非城際部分將假設無明顯移轉效果進行案例分析。 ● 高速公路案例節能減碳效益不彰主要原因為高速公路目前的費率結構會造成計程收費後運量成長，以致能耗、碳排增加，建議整理相關分析資料後，洽高公局相關單位先進行初步溝通，以釐清相關說法是否適切。 ● 公共運輸案例改稱 98-103 年公共運輸發展案例，並補充若無公共運輸發展目標設定條件下，98 與 103 年自然成長情境的分析結果，綜合比較確認運具移轉之原因。 3. 視覺化分析展示 ● 於專家學者座談會中與案例分析一同呈現，並根據建議再行調整。

討論議題	重要結論與決議
整合平台與綠運輸網站維運	1. 決策平台中排放清冊資料請確認更新至最新年度。 2. 需確認綠運輸網站 SEO 優化於正式上線後確實達成。 3. 後台成效盤點需可看出每年、每月、每日人次統計。
專家學者座談會	1. 專家座談會議由胡以琴技術長擔任主持人，並確認邀請交大邱教授、海大蕭教授、核能所葛主任、高公局、台鐵公司、公路總局出席。 2. 辦理時間將移至 10 月中旬，請計畫團隊盡速調查受邀單位出席時間。 3. 討論議題主要為 TDM-E 二既有案例及一未來案例分析，並簡易介紹運輸部門節能減碳計算工具，請於 10/3 前提供本次座談會相關資料。

附錄 3.7 第 7 次工作會議紀錄

時間：105 年 11 月 10 日

地點：運研所 7 樓運輸科技與永續發展研究室

出席人員：

綜合技術組：張瓊文組長、朱珮芸副組長、傅強助理研究員、劉彥聖助理研究員

計畫團隊：胡以琴技術長、李宗益協理、曾依蘋、鄭正元、劉俐伶、陳尉雯

記錄：陳尉雯

****

討論議題	重要結論與決議
TDM-E 案例分析	1. 基礎情境 ● 報告案例分析年期以 2020、2025、2030 年為主，2050 年分析結果另於報告附錄中討論。 ● 貨運與 GDP 有關，未來年能耗碳排應為上升趨勢；小客車隨未來車輛技術發展，其能源密集度應呈現下降趨勢，請再確認模型調整基線前、後之分析結果。 ● 倘若檢核各運具未來年能耗碳排、能源密集度等趨勢皆屬合理，可回饋至基線推估模式，作為調整基線總量之參據。 ● 前述數據分析之更新結果再提供予組內確認、檢核。 2. 公共運輸發展目標、車輛燃油效率提昇 ● 案例分析結果應配合基線調整同步修正。 ● 增加一案例分析：公共運輸發展目標+車輛燃油效率提昇。
整合平台與綠運輸網站維運	1. 權限設定維持減碳計算工具、策略評估模組需登入帳號密碼，其他功能開放給一般民眾使用。 2. 節能減碳計算工具參數預設值主要來自於排放清冊，請再確認各運具能源密集度數字。 3. 綠運輸網站張貼新聞時建議於後台設定關鍵字，以維持網站於各大搜尋引擎之關鍵字搜尋排名結果。
未來推動建議	未來都會區模型導入方式可考慮以外掛方式，於不同模型完成政策影響分析後，彙整延人、延車公里的變化，於既有 TDM-E 中整合能耗、碳排推估結果。

附錄 4

專家學者座談會意見辦理情形

專家學者座談會辦理情形

1. 會議時間：105 年 10 月 17 日 (星期一) 上午 9 時 30 分至 11 時 30 分

2. 會議地點：本所 5 樓會議室

3. 主 持 人：本所張組長瓊文、鼎漢工程顧問公司胡技術長以琴

4. 會議紀錄：傅強

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
邱裕鈞教授	交通大學運輸與物流管理學系	出席
朱致遠副教授	臺灣大學土木工程學系	出席
葛復光主任	行政院原子能委員會核能研究所	出席
楊凱評組長	交通部臺灣鐵路管理局運務處綜合調度所	出席
楊淑娟副組長	交通部國道高速公路局業務組	出席
邱素珍專門委員	交通部公路總局	出席
蔡欽同研究員	本所運輸經營管理組	出席

(2) 合作研究團隊

類別	姓名	服務單位與職稱
協同主持人	李宗益	鼎漢國際工程顧問公司協理
計畫經理	曾依蘋	鼎漢國際工程顧問公司副理
研究人員	鄭正元	鼎漢國際工程顧問公司副理
研究人員	黃于真	鼎漢國際工程顧問公司規劃師
研究人員	陳尉雯	鼎漢國際工程顧問公司分析師

(3) 本所綜技組

傅強、許義宏、劉彥聖、游思遠

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
交通大學運輸與物流管理學系邱裕鈞教授	1. CGE 模型、MARKAL 模型可用以進行趨勢分析，後續年期可考慮將前兩模式預測的趨勢納入考量，以利未來運輸部門進行減碳責任工作分配。	謝謝委員，本年期計畫確已納入本所基線推估模式(包含 CGE、能源消費模式)回饋的基線作為總量控制，再配合本計畫 TDM-E 模組，推估分析案例之區域別、運具別分配結果，詳如報告書 3.2 節。
	2. 本期政策分析案例有些以 TDM-E 模型進行運輸需求分析，有些以目標值設定進行分析，可再說明當統計值與模型值有差異時之處理方式，如是否每個步驟有修正因子，以及該如何讓模式處理更有彈性。	敬悉，已於報告書 4.1~4.2 節中針對各案例分析設定方法進行補充說明，且對於名詞定義或目標值與模式值有所差異部分(如 4.2.2 節公共運輸比例與發展目標)亦說明兩者間的差異與調整方式。
	3. TDM-E 目前已加入動態能耗分析成果以反映不同速率、道路類別下的能耗及空汙參數，未來可再思考是否加入分析動態行為變化的能耗碳排，以加強政策分析能力。	謝謝委員，本計畫確已結合最新調查成果納入不同速率、道路類別下的能耗及空汙參數，然在未來的發展方向上，建議應回歸計畫的需求，先由宏觀角度檢討政策方向帶來或可能的效果，結合未來模式建構與發展方向，個別計畫效果或是動態行為的部分，建議可透過外部運算程式反映後回饋至 TDME-E 模組中。
	4. 案例分析結果若可進一步釐清關鍵因子發生在模型哪一個步驟，如運具分配、路徑選擇或出發時間等，將可作為研擬政策配套措施之參考。	敬悉，除目標導向的分析案例外，已於報告書 4.1~2 節中補充說明個別案例的變動因子以及所帶來的延人、延車公里變化。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
交通大學運輸與物流管理學系邱裕鈞教授	5. 公路公共運輸推動的相關計畫分別為發展及提昇兩計畫，時期分別為 99 至 101 年、102 至 105 年，然 98 年為政策開始前的比較年期，於報告論述補充說明。	謝謝委員，已針對案例名稱與背景假設進行補充說明，詳見報告書 4.1~4.2 節。
	6. 計程費率方案目標為推動電子收費、公平計費，目的應不是為抑制交通量或節能減碳。就運輸行為的分析結果來看是合乎邏輯，但建議思考如何收斂分析的結論，或可考慮模擬分析取消 20 公里免費優惠里程後可移轉的交通量及節能減碳效果，提出後續的發展建議。	謝謝委員，已於報告書 4.1.2 節中針對通行費率改變影響案例的分析結果進一步補充觀察結果說明。
	7. 臺鐵高架、地下化計畫之目的在於都市縫合、消弭平交道阻礙，建議可考量納入取消平交道後之節能減碳效果。	謝謝委員指教，然考慮到本計畫係以宏觀的政策為分析對象，個別計畫的深入分析透過外部結合個別地區模式或微觀模擬分析後回饋影響變化。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
臺灣大學土木工程學系朱致遠副教授	1. 在案例的分析上，建議可以嘗試更大膽的情境假設與測試，以利後續提供政府思考整體政策的發展方向以及設定如何達成發展策略。	謝謝委員，本期計畫仍以工具開發與分析能力測試為主，因此針對不同策略的思考或測試，建議後續待完整評估工具開發完備後，再與主辦單位溝通並擬定測試方向。
	2. 傳統運輸模式較難反映替代能源車輛之運具選擇行為，如電動車，目前 TDM-E 透過指派後交通量及車輛類型占比推估不同能源車輛之能耗與碳排，未來可進一步思考如何將替代能源車輛之運具選擇行為納入模式。	謝謝委員指教，考量到目前替代能源車輛市占率相對較低，初步乃以未來年路網上的延車公里進行比例切分，俟後續替代能源車輛市場進一步擴大後，確可考慮補充使用者運具使用行為與偏好，並嘗試納入分析模式中。
	3. 節能減碳通式公式之下標項目未定義，正式報告數學式應再行調整。	謝謝委員指正，已全面檢視修正公式中相關變數與定義，詳見報告書 3.2.1 節。
	4. 模型及公式能耗計算透過延人公里進行，使用公共運輸與能耗成正比，然公共運輸使用與車輛增加及能耗並非絕對相關，還是需要考量實際的營運狀況，建議報告中可再行補述。	謝謝委員指正，確如委員所提，公共運輸能耗與碳排確應以實際營運的車公里進行推估，然考量到公共運輸營運計畫的改變不易直接與政策的推動建立關連性，亦無法直接透過需求模式預測，故現階段仍以延人公里進行能耗與碳排推估，僅以能源密集度修正因子輔助進行部分調整，未來確可如委員建議，再進一步思考如何將公共運輸營運計畫的變動納入，透過延車公里較真實的反應能耗與碳排量的變化。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
臺灣大學土木工程學系朱致遠副教授	5. ETC 收費政策目標包含發展智慧運輸及運行計程收費，以模型分析作法得到此分析效果係屬合理結果，與政策目標亦無矛盾。	敬悉。
行政院原子能委員會核能研究所葛復光主任	1. 會議通知內容 COP21 提出全球溫度以控溫 1.5℃為目標，一般認知為以 2℃為目標，應再調整用語。	謝謝委員指正，該部分為誤植，已全面檢視報告與簡報相關內容進行修正。
	2. 運輸部門之政策工具與其他部門不同，對於運輸系統中不同運具之運量成長情形，以及能源消耗亦不相同，建議交通部門應主動爭取節能減碳分攤之目標配比。	謝謝委員，將彙整相關意見提供主辦單位參酌。

專家學者	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	3. 案例分析年期應包含多個分析年期及現況基礎年，以釐清節能減碳效益係來自運輸需求變化或政策推行，並建議於期末報告中提出油價、GDP 與其他案例相關假設之說明，避免未來引用引起相關誤解。	敬悉，本計畫未來年可推動策略的分析部分，係以 2020、2025、2030 等年期進行推估，以利觀察未來年期間的趨勢變化與政策效果。另本計畫已針對個別案例相關假設條件與變數進行補充說明，詳見報告書 4.1~4.2 節。
	4. 公共運輸案例中小客車之運量增加可能為油價下跌效果造成，可考量油價對此案例分析節能減碳效益之影響。	謝謝委員，如委員所提 98-103 小客車運具比的增加確實可能係因油價造成所致，然本案例係以目標值設定方式，控制個別案例運具比符合目標設定值後進行分析，若欲進一步探討油價對運輸市場的影響分析，建議應透過個別單獨案例額外進行探討。
	5. 臺鐵案例可否進一步探討 14 個計畫中哪些計畫成效較顯著，作為政府部門資源配置之參考依據，並適時納入遠期臺鐵相關計畫。	本計畫主要係提供觀察哪一類別計畫具備較佳的節能減碳效果，針對個別子計畫的具體成效，建議應進一步配合個別分析尺度，回歸對應的分析模型作更細緻的校估與探討方能做更準確的評估。
	6. ETC 案例可再補充除節能減碳以外的相關效益，如智慧化、大數據應用、節省時間、通行費下降等，並於報告中加強結論之論述及相關建議。	謝謝委員，將於 4.1.2 節通行費率改變影響分析部分，補充 ETC 推動帶來的其他面向效益。
	7. 公共運輸案例中，非城際運具應納入捷運。	本計畫非城際捷運旅次與能耗、碳排部分整併於非城際臺鐵中，已於相關表格中補充備註說明。
	8. 建議於報告中說明計畫範疇，補充說明都會區非本期計畫範疇，以及應用城際模式推估之能耗碳排占比。	敬悉，已於報告書 3.3TDM-E 模型開發應用章節中，針對目前模型分析範疇以及推估結果占總能耗、碳排比例進行綜整說明。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
	9. 請確認簡報 P6 中，替代能源車型的推估模組部分是否為本期工作。	謝謝委員指正，本年期模型開發進度尚未納入替代能源車型的推估模組。僅在「車輛燃油效率提昇」案例分析中，透過市場滲透率的假設，設定各分析未來年市場上的節能車輛占比，概估本案例的節能減碳效果。
交通部臺灣鐵路管理局運務處綜合調度所楊凱評組長	1. 公共運輸運量增加不一定係由私人運具移轉，可能為公共運輸便利性增加造成之新增旅次，此部分的節能減碳效益計算建議可考慮納入。	謝謝委員，確如委員所提，因應交通運輸系統便利性的提高，可能帶來其他衍生的旅次行為，然本計畫為在同一標準下評估各策略的節能減碳效益，不將衍生旅次納入分析，而是假設在同一旅次量的條件下進行分析與探討，詳見 4.1~4.2 節各案例分析假設條件說明。
	2. 臺鐵案例中 14 個計畫多與臺鐵捷運化相關，若以運輸需求角度來看，捷運化可能因增設車站增加行車時間或因車站可及性提高等，改變 OD 分布型態或微幅影響運量變化，對節能減碳效果看似有限，但捷運化計畫立意主要是為提高旅客便利性，建議補充相關說明。	敬悉，臺鐵捷運化計畫的推動確係以提高運輸效率以及旅客的便利性為主要目的，計畫原意確非以節能減碳為訴求，已於 4.2.2 節案例分析結果中補充說明。
	3. 東部運能提昇近幾年重點為購車計畫，預期新購車輛後運能將可在不增班情形下提升 1 倍以上運能，其運能提升效益可能高於目前已提選計畫之效益。	敬悉。
	4. 鐵路路線容量限制為臺鐵營運最大瓶頸，建議案例分析可考慮納入瓶頸路段改善計畫。	謝謝委員，本計畫臺鐵案例分析係以無容量限制的假設條件下進行分析，僅以增站、營運班次提高以及速率提高等運輸系統相關參數進行設定，以觀察運輸系統市占率的影響與變化，未來確可思考是否配合個別瓶頸路段計畫分析結果，適度轉為運輸模型輸入變數，納入分析中。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
	5. 臺鐵案例部分計畫年期已有推遲，建議更新至最新年期。	敬悉，已進一步蒐集相關計畫最新推動進度進行更新補充。
交通部國道高速公路局業務組楊淑娟副組長	1. 案例分析是討論費率結構改變帶來的減碳效益，而非討論人工收費改電子收費，結論之用語建議再調整。	敬悉，已於報告書4.1.3節中進行補充。
	2. 推動ETC之節能減碳效益係以所內通式進行試算，以相同的交通量計算計次收費及計程收費，在收費方式改變狀況下的節能減碳效益，與案例分析著重於費率結構改變之效果不同。建議報告中之論述應再清楚交代本案例為探討費率結構之節能減碳效果。	謝謝委員，已於報告書中針對不同推估方式以及個別效果代表意義進行補充說明。
	3. 現行費率結構在設計時，本不是以節能減碳觀點出發，而是以財務觀點考量，兼顧國道基金自營及公平收費，並由立法單位及相關單位折衷訂定。費率屬財務計畫，建議仍需考量以此案例作為高速公路節能減碳評估策略之妥適性。	敬悉，已將原高速公路費率方案研擬的原則與考量補充於報告書中進行說明。
	4. 就分析結果來看，高速公路案例在運具移轉與車流行為變化的分析結果來看差異較小，可能屬於需求模型分析過程的系統性誤差所導致。	謝謝委員，確如委員所提，就分析結果來看，兩費率方案帶來的車流行為變化差異並不顯著，其結果確符合原ETC推動時「費率方案設計以對民眾影響最小」的原則。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
	5. 高公局刻正進行費率檢討案，20 公里免費里程是否取消亦為探討議題，建議可針對此部分進行節能減碳之效益分析。	謝謝委員，本年度仍以既有計次、計程費率方案進行分析，將於後續年期計畫中，思考並討論是否將 20 公里免費里程或後續高公局提出的修正費率作為分析案例。
交通部公路總局邱素珍專門委員	1. 計算通式之參數、係數等，建議於報告中補述說明資料蒐集、產出方法。	敬悉，已於報告書 3.2.1 節針對節能減碳簡易計算工具的來源與方法進行補充說明。
	2. 公共運輸案例運具市場分配簡報中，城際及非城際公路公共運輸只有區分國道客運及市區公車，建議納入一般公路客運。	本計畫公路客運部分的運量、延車公里以及能耗、碳排量係彙整於非城際公車中，已於相關分析表格中補充備註說明。
	3. 小結部分提及公共運輸節能減碳效果可透過增進公共運輸營運效率及減少私人運具達成，建議可增加車輛燃油效率改變及車輛汰舊換新等節能減碳方向。	謝謝委員，已於報告書 4.3 節中補充案例分析成果與觀察結論。
	4. 目前案例分析公路公共運輸的節能減碳效益係透過延人公里進行分析，建議後續納入考量燃油效率改善及車輛汰舊換新。	謝謝委員，本計畫已於 4.2.4 節中針對未來車輛燃油效率提昇的情境進行分析與節能減碳效果推估，其中已將大客車燃油效率改善及車輛汰舊換新納入分析。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
本所運輸經營管理組	1. 建議通式之參數下標說明再檢視確認，並於報告中清楚說明。	敬悉，已於報告書 3.2.1 節中補充修正通式中之參數、下標與相關定義說明。
	2. 公共運輸案例建議清楚說明係以目標設定進行案例分析，而非考量投入政策對運具市場之影響效果。	敬悉已於 4.1~2 節中補充說明各案例假設與模型操作分析構想。
	3. 建議其他運具之市占比率可考慮納入模型，以探討其他節能運具(如自行車)之節能減碳效益及變化，另公路公共運輸範疇是否包含副大眾運輸(如交通車、計程車)也需於報告說明。	謝謝委員，就 103 年交通部民眾日常運具使用調查結果來看，步行與自行車多仍作為轉乘運具使用，作為個別旅次的主要運具比例仍低，加以步行、自行車旅次長度相對較短，多未納入相關運輸需求模式分析範疇，建議非機動運具的分析可結合本計畫後續非城際模式導入構想，回歸個別生活圈模式，評估其帶來的影響變化後，再回饋至 TDM-E 中進行節能減碳效果評估。另已將公共運輸包含範疇與定義補充於報告書 4.1~4.2 節中。
	4. 公共運輸案例分析建議可直接探討 98 年及 103 年的節能減碳效益分析。	就運輸部門運具別排放清冊結果來看，98-103 年間雖公共運輸市占率有部分提升，但總能耗與碳排確仍呈現成長的狀況，可能係因全臺總旅次量成長所致，因此為更正確評估計畫帶來的效益，乃設定在同一旅次總量的假設條件下，配合當年度的運具比來進行節能減碳效果評估，詳見報告書 4.1.2 節說明。
	5. 乘載率與增班無絕對相關，既有成果之分析建議可考慮直接以統計數據之延車公里進行能耗碳排估算。	謝謝委員，本計畫現況基礎情境部分確依據 103 年度相關運量、延車公里、能耗與碳排總量分別進行修正與調整，校正後再據以作為其他假設情境與未來年的分析基礎。

專家學者	審查意見	意見回覆及辦理情形
本所綜合技術組張瓊文組長	1. 目前模型分析之數據仍屬合理，惟數據之詮釋及背景論述應再補充與強化。	敬悉，已於報告書 4.1~4.2 節中補充案例新的假設說明，並強化分析結果的觀察與論述。
	2. 節能減碳策略評估模組過去從 CGE、MARKAL 發展，目前以運輸需求模型進行分析，未來加入都會模型後可考慮是否結合路口模擬。	考量到工具分析與運算效率，建議後續年期 TDM-E 導入都會區模型部份，應做適度減化處理，採用外部分析的方式，利用各都會區模型進行個別案例分析後，再將其影響與效果回饋至 TDM-E 中，統一至同一層級與尺度進行節能減碳效果評估。因此結合路口模擬部分建議可配合案例分析的需求，於個別生活圈模型中進行分析處理。
	3. 案例分析成果可透過排放清冊數值比對，既有案例也可透過排放清冊進行能耗碳排效益比較，然而僅透過數值比較難以釐清運輸行為與能耗碳排之關係，因此透過案例分析固定其他外在影響變數，以評估政策推動效益。	敬悉。
	4. 油價為影響運輸系統之重要變數，未來油價變動會持續更新於模型參數值，以持續維運節能減碳策略評估模組。	敬悉，本計畫建構之 TDM-E 模型已將油價等關鍵影響因子設置為開放性的輸入變數，未來可配合外在因子的變化持續進行 TDM-E 模型的校估與維運。
主席結論	感謝各位專家學者寶貴意見，相關建議將由研究團隊帶回研議，並將部分具體可執行建議納入期末報告，俾使得本案研究成果更佳合理、符合各界之期待。	將綜合考量委員所提相關建議，適度納入作為本年度計畫研究與分析參考。

附錄 5

出席 COP22/CMP12/CMA1 出國報告

出席「聯合國氣候變化綱要公約第 22 次締約方會議暨京都議定書第 12 次締約方會議及巴黎協定第 1 次締約方會議（COP22/CMP12/CMA1）」出國報告

服務機關：交通部運輸研究所

派赴國家：摩洛哥

出國期間：105 年 11 月 7 日至 11 月 18 日

目錄

壹、前言 ..... 附 5-1

1.1 會議簡介 ..... 附 5-1

1.2 出席代表與分工 ..... 附 5-4

貳、會議重點摘要 ..... 附 5-6

2.1 COP22 重點摘要 ..... 附 5-6

2.2 COP22 會場綠色服務 ..... 附 5-14

參、運輸部門相關議題觀察 ..... 附 5-18

3.1 會議議程 ..... 附 5-18

3.2 會議觀察重點 ..... 附 5-20

參考文獻 ..... 附 5-39

附件 1 行政院組團參加會議代表名單

附件 2 COP22 馬拉喀什行動宣言

附件 3 馬拉喀什全球氣候行動夥伴

表目錄

表 1.1-1 COP22/CMP12/CMA1 會議議程 ..... 附 5-4
表 1.2-1 團員任務分工架構 ..... 附 5-5
表 2.1-1 永續發展高階政策論壇 ..... 附 5-9
表 2.2-1 Medina Bikes 費率 ..... 附 5-15
表 3.1-1 運輸部門會議場次 ..... 附 5-19
表 3.2-1 非國家區域氣候行動者運輸領域倡議 ..... 附 5-21

圖目錄

圖 1.1.1 本次會場外觀 ..... 附 5-1
圖 1.1.2 聯合國氣候變化綱要公約重要里程碑演進圖 ..... 附 5-2
圖 1.1.3 會場區位圖 ..... 附 5-2
圖 1.1.4 大會各式組織設攤展覽情形 ..... 附 5-3
圖 1.2.1 行政院代表團團務工作會議召開情形 ..... 附 5-5
圖 2.1.1 COP22 開幕式與會館布設 ..... 附 5-6
圖 2.1.2 永續發展目標 ..... 附 5-9
圖 2.1.3 G20 國家減碳行動評比 ..... 附 5-11
圖 2.1.4 2030 年不同情境下排放量差距 ..... 附 5-13
圖 2.2.1 會場接駁車 ..... 附 5-14
圖 2.2.2 會場接駁巴士服務路線 ..... 附 5-15
圖 2.2.3 Medina Bikes 公共自行車及其租用 App ..... 附 5-16
圖 2.2.4 太陽能發電技術區與木屑屋建築 ..... 附 5-16
圖 2.2.5 NFC 技術裝置 Poken ..... 附 5-17
圖 3.1.1 場內與會人員參與情形 ..... 附 5-20
圖 3.2.1 COP21 LPAA 12 行動領域主題日與籌辦組織一覽表 ..... 附 5-22
圖 3.2.2 COP22 GCAA 專題研討日一覽表 ..... 附 5-23
圖 3.2.3 摩納哥親王親臨 GCAA 專題研討運輸主題日 ..... 附 5-23
圖 3.2.4 GCAA 運輸部門 15 項倡議 ..... 附 5-23
圖 3.2.5 NDCs 運輸相關倡議 ..... 附 5-24
圖 3.2.6 運輸部門全球減碳途徑 ..... 附 5-24
圖 3.2.7 運輸部門關鍵行動 ..... 附 5-25
圖 3.2.8 ICCT 運輸部門減量策略構面 ..... 附 5-26
圖 3.2.9 運輸部門短期(2017, COP23)與中期(2020, COP26)之發展目標 ..... 附 5-27
圖 3.2.10 「馬拉喀什全球氣候行動夥伴」多方參與行動架構 ..... 附 5-28
圖 3.2.11 不同情境下運輸部門(不含國際運輸)溫室氣體排放趨勢 ..... 附 5-29
圖 3.2.12 永續發展目標 ..... 附 5-30
圖 3.2.13 Planning for NDC implementation: A Quick-Start guide ..... 附 5-33
圖 3.2.14 NDCs 中運輸部門相關減緩與調適占比 ..... 附 5-35
圖 3.2.15 NIES 亞太整合模型架構 ..... 附 5-36
圖 3.2.16 ICT 應用於各領域之減碳成效 ..... 附 5-37
圖 3.2.17 ICT 應用案例減碳潛力分析 ..... 附 5-38

壹、前言

1.1 會議簡介

2016 年聯合國氣候變化綱要公約(the United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)第 22 次締約國會議（the 22th session of the Conference of the Parties, COP22）暨京都議定書第 12 次締約國會議（the 12th session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol, CMP12）及巴黎協定第 1 次締約國大會(the 1st session of the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement, CMA1))(以下簡稱 COP22)於 11 月 7 日至 11 月 18 日在摩洛哥馬拉喀什 Bab Ighli 會議中心舉辦(圖 1.1.1)。

圖 1.1.1 本次會場外觀

2015 年，由 195 國的國家元首或是代表齊聚巴黎舉行 COP21/CMP11 共同發表了《巴黎協定 Paris Agreement》，以延續京都議定書在 2020 年到期後全球減排溫室氣體的行動框架，依照協定內容，當達成「超過 55 個國家簽署、溫室氣體排放比例達到全球排放量 55%」的條件後 30 日即生效。自 2016 年 10 月 4 日歐盟宣布法國、斯洛伐克、匈牙利、德國、奧地利和葡萄牙等六國完成國內批准程序後，計有 72 國加入，佔溫室氣體總排放量 57%，聯合國氣候首長埃斯皮諾薩（Patricia Espinosa）遂於 10 月 5 日宣布《巴黎協定》已達通過門檻，並於 11 月 4 日正式生效，COP22 同時為巴黎協定第一次締約方會議(CMA1)。

本屆會議重點在於如何落實《巴黎協定》中各國提交的「國家自主貢獻」(Nationally Determined Contributions, NDCs)，並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(modalities, procedures and guidelines)來確保 NDCs 執行的公開透明(詳見

《巴黎協定》第十三條第 13 款)，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(global stocktake)機制進行談判(詳見《巴黎協定》第十四條)，以面對 2 年後(2018 年 COP24)的第一次 NDCs 審核，以及 2023 年的首次全球定期盤點。

資料來源：本報告彙整。

圖 1.1.2 聯合國氣候變化綱要公約重要里程碑演進圖

大會主要可分為兩個會館，分別為主會館藍區(blue zone)及綠區(green zone)，藍區由公約秘書處統籌，除官方會議外，設有周邊會議及展覽會館(side events & exhibits)、國家展館(pavilion)，提供世界各國、協會機構設攤展覽、舉辦周邊會議，需具備入場資格才可參加；綠區則由摩洛哥政府統籌，提供展覽與會議場域，供企業單位、NGO、協會組織設攤展覽、舉辦會議，作為經驗分享與知識交流的場域，開放一般民眾入場參觀。

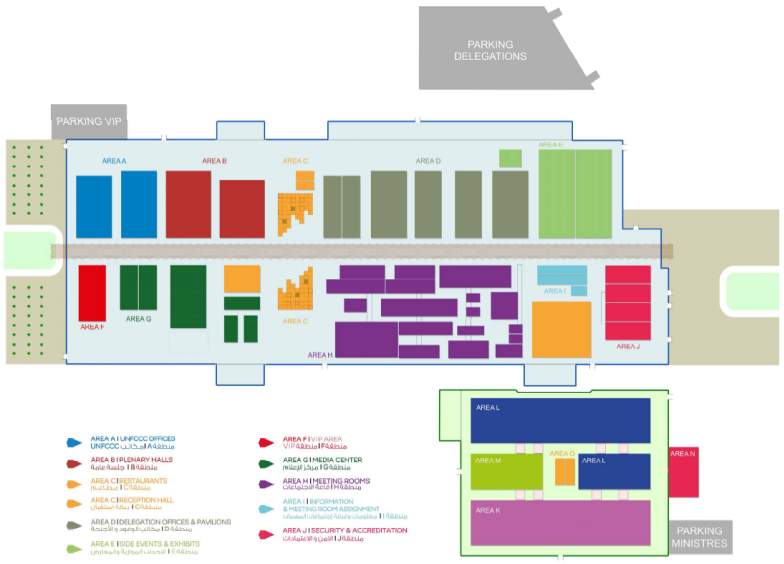


圖 1.1.3 會場區位圖

圖 1.1.4 大會各式組織設攤展覽情形

本次會議重要議程除 COP22、CMP12 及 CMA1 之相關會議外，尚包含第 45 次附屬履行機構會議(Subsidiary Body for Implementation, SBI)、第 45 次附屬科技諮詢機構會議(Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, SBSTA)、巴黎協定特設工作小組會議(Ad Hoc working Group on the Paris Agreement, APA)，以及全球氣候行動議程(Global Climate Action Agenda, GCAA)等重要會議與論壇。茲將本次大會重要議程如表 1.1-1。

表 1.1-1 COP22/CMP12/CMA1 會議議程

11/7(一)	11/8(二)	11/9(三)	11/10(四)	11/11(五)	11/12(六)	11/13(日)
COP22、CMP12、SBSTA 45、 SBI 45、APA 1-2 開幕 主題日 (青年、能力建構)	GCA 開幕 (森林) 主題日 (土地退化、水資源)	GCA (水資源、企業)主題日 (恢復力)	GCA (城市、住區)主題日 (能源)	GCA (能源)主題日 (能源、海洋、運輸)	GCA (海洋、運輸)主題日 (城市、區域)	休會 運輸日
11/14(一)	11/15(二)	11/16(三)	11/17(四)	11/18(五)	11/19(六)	
APA 1-2 閉幕 GCA(地區、區域) 主題日 (性別、教育)	SBSTA 45、SBI 45 閉幕 HLS 高階會議主題日 (財政)	CMA 1 開幕式 GCA (農業、糧食)主題日 (創新)	GCA 閉幕 主題日 (農業)	COP22、CMP12、CMA1 閉幕	閉幕式完成決議 (Decision) 發布	

註：COP, Conference of the Parties of the UNFCCC.
CMP, Conference of the Parties Serving as the Meeting of Parties of the Kyoto Protocol.
CMA, Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement.
SBSTA, Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice.
SBI, Subsidiary Body for Implementation.
APA, Ad Hoc working Group on the Paris Agreement.
GCA ,Global Climate Action events.
主題日(Green Zone Thematic Day).
資料來源：The United Nations Framework Convention on Climate Change，本報告彙整。

本所為持續掌握國際氣候變化相關議題之最新發展，於 2016 年 11 月 7 日至 18 日由本所智庫鼎漢顧問公司人員前往摩洛哥馬拉喀什參與運輸相關議題周邊會議(side event)與 11 月 13 日所舉行的運輸日活動，蒐集最新國際運輸部門因應氣候變遷之因應作為，以及提出本出國報告。

1.2 出席代表與分工

我國行政院代表團由行政院環境保護署組團，並由駐法國臺北代表處張銘忠大使，及行政院環境保護署參事兼執行秘書簡慧貞擔任團長。其中政府部門包括行政院環保署、能源及減碳辦公室、農業委員會(林務局、林業試驗所)、國家安全會議、外交部、衛生福利部、經濟部(工業局)、科技部、國家災害防救科技中心、中華民國氣象學會，本部則有中央氣象局，各部會之隨行智囊團與工作人員包括工業技術研究院、臺灣綜合研究院、臺灣綠色生產力基金會、中國石油公司、台灣電力公司、鼎漢顧問公司、永智顧問公司、環科顧問公司等，代表團詳細名單茲整理如附件 1 所示。

本次會議會前環保署已依據各部會出席任務安排分組(如表 1.2-1)，本所由智庫單位鼎漢顧問公司支援產業因應策略組，小組組長為經濟部工業局永續發展組凌韻生組長；會議期間配合團長指示出席行政院代表團團務工作會議，並蒐集運輸部門相關會議資料，以及編撰與會日誌。

表 1.2-1 團員任務分工架構

組別	部會	任務/議題
雙邊會談組	外交部、行政院環境保護署	洽邀友好國家與友邦雙邊會談安排及會議記錄、參與氣候公約推案之對外宣揚活動安排
協商進展庶務支援組	行政院環境保護署、工業技術研究院	會議諮商談判進展觀察、關鍵國家立場掌握、周邊會議展覽攤位及團務之行政支援
科研調適策略組	國家發展委員會、衛生福利部、交通部中央氣象局、科技部、國家災害防救科技中心、行政院農業委員會	公約調適政策及因應措施、國際區域調適因應作法、綠色金融與誘因機制、氣候風險指標；極端天氣事件對人類健康影響、公共衛生及病媒蚊疾病傳播與防制、氣候觀測、氣候技術中心及網路(CTCN)、森林碳匯等
產業因應策略組	經濟部(工業局)	能源產業/製造工業/運輸業溫室氣體減量、節能與能效、替代能源等、產業因應全球氣候變遷行動、邊境貿易障礙可能發展等

圖 1.2.1 行政院代表團團務工作會議召開情形

貳、會議重點摘要

2.1 COP22 重點摘要

經兩週時間談判研商，COP22 於尾聲公布了一份「馬拉喀什行動宣言」(Marrakech Action Proclamation)(詳見附件 2)，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，以達成「Agenda 30 (2030 年永續發展目標議程)」17 項永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）為目標，積極彌補目前排放軌跡與巴黎協定長期目標的差距，並重申《杜哈修正案》(Doha Amendment)和《巴黎協定》的必要性。

圖 2.1.1 COP22 開幕式與會館布設

《巴黎協定》的落實，需要一套具體的行動藍圖、完善的監督與援助機制，其制定需要經過長遠與審慎的過程，COP22 被視為繪製《巴黎協定》行動藍圖的重要啟程，並決議 2018 年以前，必須確立上述藍圖與機制。茲摘錄會議重點如下：

(一) 馬拉喀什行動宣言 (Marrakech Action Proclamation)重要內容

1. 呼籲《巴黎協定》迅速生效，並確保完全履行承諾。

2. 2016 年全世界對抗氣候變遷的行動活躍，這些不可逆的動能不僅源自政府，還

包含科學、企業、各層級各種形式的全球行動。當前任務是以此動能為基礎，有計畫地降低溫室氣體排放及加大調適力度，支持貢獻 2030 年永續發展議程及目標。

3. 呼籲最大政治承諾，將對抗氣候變遷視作當務之急。

4. 呼籲幫助脆弱國家，支持其提升調適能力、強化恢復力及降低脆弱性。

5. 呼籲支持消除貧困、保障糧食安全、採取迫切的行動處理氣候變遷對農業帶來的挑戰。

6. 呼籲立即提升野心並強化合作關係，共同降低與巴黎協定升溫目標之差距。

7. 呼籲提高氣候計畫、能力建構及技術等資金及流動，並強調已開發國家對開發中國家的幫助。

8. 重申已開發國家每年投注 1000 億美元資金支援目標。

9. 呼籲 2020 年前更進一步的氣候行動和支持，並將發展中國家、低度發展國家及脆弱國家等的需求和處境納入考量。

10 京都議定書締約方呼籲各國盡速批准杜哈修正案。

11. 呼籲非國家行為者(Non-State Actors, NSAs)參與於馬拉喀什全球氣候行動夥伴關係(Marrakech Partnership for Global Climate Action)或其他倡議。

(二) 根據聯合國氣候變化綱要公約執行秘書 Patricia Espinosa 在開幕致詞中強調此次 COP22 的 5 個關鍵行動領域，摘錄 COP22 重要結果如下：

1. 氣候金融：資金的來源與應用長年來皆為氣候會議的難題，包含長期氣候金融(long-term climate finance)、綠色氣候基金(green climate fund, GCF)、調適基金(adaptation fund)等，應建立可讓發展中國家促進經濟成長及建構韌性的金融機制。除了重申已開發國家每年籌募 1,000 億美元(至 2020 年)的承諾，並督促應擴大財政捐款項目，如規劃於 2017 年長期氣候金融工作坊(2017 workshop on long-term climate finance)中，推廣調適基金，加強在減緩與調適之間的平衡；並將檢討 GCF 認證（accreditation）的流程，將資金導向再生能源、能源效率、造林與避免森林砍伐相關專案。

2. 國家自願貢獻(NDCs)：各國提交的 NDCs 應落實為國家氣候行動計畫，並整合於國家政策和投資計畫中。根據聯合國環境署(UNEP) 11 月 3 日發表的「排放差距報告」（Emissions Gap Report 2016），預計 21 世紀末，全球增溫幅度仍會

高達攝氏 2.9～3.4℃，顯現現階段各國提出的 NDCs 成效依然不足，需要提高氣候行動的積極度，儘快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，並透過每五年一次的全球定期盤點(global stocktake)機制確保《巴黎協定》長期減量目標的達成度(詳見巴黎協定第 14 條第 1 項、第 2 項)。

3. 保障脆弱社群的發展：應支持需要優先考慮的調適(adaptation)工作，在損失與損害(loss and damage)機制方面取得進展，以保障最脆弱社群的發展。根據《巴黎協定》第 7 條(adaptation)：應因應氣候變遷強化調適能力、降低脆弱度與增加氣候韌性；第 8 條(loss and damage)：避免、減少以及因應極端氣候事件之災害衝擊與損失。包含要求締約方酌情提交調適通訊，並將全球盤點納入調適議題，以及邀請「氣候變遷綱要公約」締約方於 2017 年 3 月 31 日以前提交對於「調適基金」管理、規劃、組織及運營模式等相關意見。另外，氣候變遷脆弱國家論壇(CVF)的近 50 個國家發表宣言，在 2020 年以前持續加強國家承諾的力度，並承諾在 2030 年至 2050 年間實現百分之百可再生能源，以助全球實現 1.5°C 的溫升目標。美國、中國、德國與法國政府代表與會並發表演講，支持氣候變遷脆弱國家做出的積極承諾。

4. 能力建置：發展中國家的能力建設需要以適合其具體需求的方式進行。《巴黎協定》第 10 條：要求已開發國家，必須協助發展中國家的技術移轉；第 11 條(capacity-building)：由國家驅動加強國家的能力建設，尤其針對發展中國家，應透過適當的體制加強能力建設活動。巴黎能力建置委員會（Paris Committee on Capacity Building, PCCB）已同意針對 PCCB 能力建置的子項目進行起草，內容主要為擬訂 2017 年 PCCB 專注領域或主題、第一次 PCCB 會議的金融機制執行單位（operating entities）代表名單以及特定工作事項的合作邀請，之後也會針對開發中國家能力建置框架的執行狀況進行檢視。

5. 讓非締約方的利害關係人了解參與氣候行動的重要性：與來自各地的非締約方利害關係人(如企業)進行徹底的議合，因為它們是全球行動議程轉型變革的核心。包含了「全球氣候行動(Global Climate Action, GCA)」通過了「全球氣候行動馬拉喀什合作夥伴」平台，並啟動了「生質燃料平台」、「國家自主貢獻合作夥伴」、「非洲農業適應」等多個行動倡議，五、 動員全球各界合作應對氣候變化。

(三) 永續發展目標（Sustainable Development Goals, SDGs）

2015 年 9 月，聯合國大會通過「2030 年永續發展目標議程」(the 2030 Agenda for Sustainable Development, Agenda 30)，其中包含 17 項永續發展目標(goals)及 169 項細項目標(targets)[以下簡稱 SDGs](如圖 2.1.2)，同時籌劃了永續發展高階政策論壇(High-level Political Forum, HLPF)，以聯合國會員自願提交的國家自提評論(Voluntary National Reviews, VNRS)為基礎，定期追蹤與檢視各國永續發展的推展情形。茲彙整 HLPF 2016 成果及 HLPF 2017 重點如表 2.1-1 所示。

資料來源：The 2030 Agenda for Sustainable Development, United Nations, 2016.

圖 2.1.2 永續發展目標

表 2.1-1 永續發展高階政策論壇

HLPF 2016 成果	HLPF 2017 重點
● 22 個國家提交「國家自提評論 VNRS」包含中國、法國、德國、菲律賓、大韓民國、土耳其等國家 ● 50 個社會經濟 (Economic and Social Council, ECOSOC) 與其他跨國組織，提供全面性永續發展理念構想(Synthesis of Voluntary Submissions) ● 20 個國際聯盟對於永續發展行動面實質支援與貢獻(Voluntary Common) ● 82 個多方利益相關夥伴提交「自願承諾」(Voluntary Commitments)	● 新增 40 個國家提交「國家自提評論 VNRS」，包含義大利、丹麥、印度、日本、馬來西亞、印度尼西亞、泰國等國家 ● 以「消除貧困、促進繁榮」為主要目標，強化全球永續發展行動，研討重點： ● SDG 1.消除貧窮 ● SDG 2.消除飢餓 ● SDG 3.健康與福祉 ● SDG 5.性別平等 ● SDG 9.工業、創新基礎建設 ● SDG 14.海洋生態 ● SDG 17.全球夥伴

資料來源：本報告彙整自永續發展知識平台(SUSTAINABLE DEVELOPMENTKNOWLEDGE PLATFORM, https://sustainabledevelopment.un.org/hlpf)。

(四) 各國 NDCs 履行情形

根據英國 Grantham 研究所與經濟暨社會科學研究委員會的氣候變遷經濟與政策中心(ESRC Centre for Climate Change Economics and Policy, CCCEP)研究分析，以 4 個構面來評估主要國家(Group of Twenty, G20)在推動 NDCs 相關立法與行動上表現(如圖 2.1.3)，包含 1)設定的程度與範疇是否符合 NDC 目標(Target: level and scope)、2)設定的時間框架是否符合 NDC 目標進程(Target: timeframe)、3)是否符合 2020 年減排目標(2020 progress)、4)過往在減排方面的表現(Ratcheting)。評比結果與重點摘錄如下：

1. 歐盟全體(法國、德國和英國)過去和目前在氣候減緩上的行動完全可達到巴黎協定的主要要求。而巴西、中國和義大利雖然仍需修正國內立法和行政行動之某些部分，但仍然能達成多數其在 NDC 上所設的目標。

2. 日本、印度、墨西哥、俄國、南非和南韓。這些國家仍需要進行一些改進以達到巴黎協定之目標。其中，俄國、南韓和墨西哥需要更新其國內氣候變遷的時間表以使其與 NDC 一致。印度、南韓和墨西哥需要提升其國內目標以達成其 NDC。尤其印度需要調整國家目標的水準、並考量將目標範圍從部門別擴大到經濟範圍，以便與 NDC 保持一致。印尼、墨西哥、南非和韓國需要增加國內行動以實現其 2020 年目標。印度沒有提到關於其目標基準的足夠資訊，以便隨著時間的進展評估其表現。不過，日本、俄國和南非在氣候變遷具企圖心的目標上仍有許多不同的進展。

3. 阿根廷、澳洲、加拿大、沙烏地阿拉伯、土耳其和美國在這方面的表現稍嫌落後，其需要就國內減緩行動上進行顯著的改善以達到巴黎協定的主要要求。這些國家全部在氣候變遷上缺乏整體的法規範框架，並需要將目標從部門別轉向經濟方面，同時擴張其氣候變遷之時間表到 2030 年。這些國家全部在其 2020 年之目標實行上仍有所差距或沒有設置 2020 年目標。澳洲、加拿大和美國在行動上與其目標相當不一致。澳洲和加拿大有穩定的框架得以發展法律和準則(principle)，但仍然在實踐的進展上有所不足。

Table 2. Summary of country ratings

Legend:
Red: inconsistent
Yellow: needs upgrade or insufficient information to judge
Green: consistent

Country	Target: level and scope	Target: timeframe	2020 progress	Ratcheting
Argentina	1	2	0	2
Australia	1	2	1	1
Brazil	2	2	3	3
Canada	1	2	1	1
China	2	2	3	3
EU	3	3	3	3
France	3	3	3	3
Germany	3	3	3	3
Italy	2	2	3	3
India	1	2	3	3
Indonesia	2	2	2	3
Japan	3	3	3	1
Mexico	3	3	1	3
Russia	3	2	3	3
Saudi Arabia	1	2	0	2
South Africa	3	3	2	2
South Korea	2	2	1	3
Turkey	1	2	0	2
United Kingdom	3	3	3	3
USA	1	3	1	1

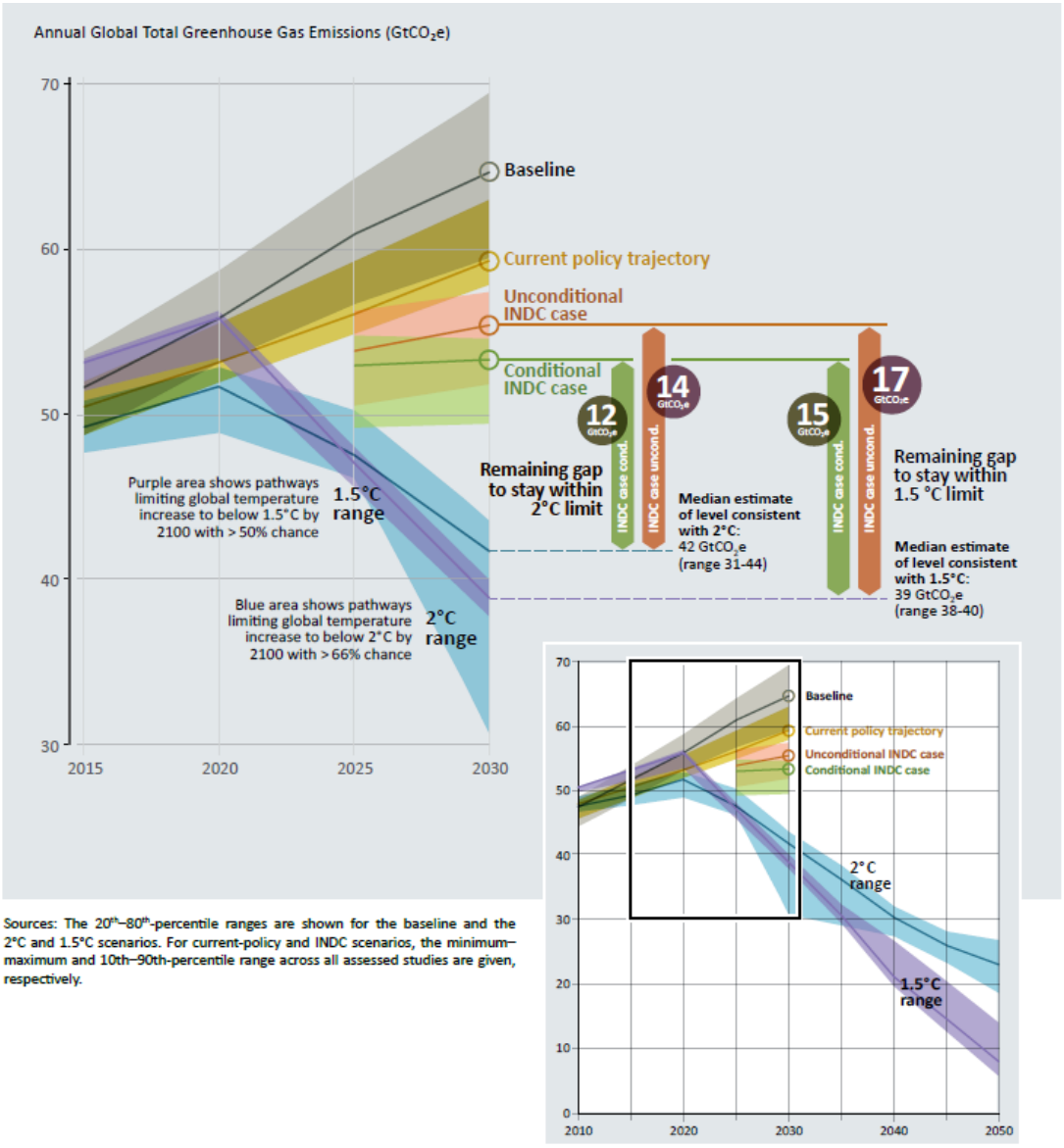
資料來源：Assessing the consistency of national mitigation actions in the G20 with the Paris Agreement, ESRC CCCEP and the Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, November 2016.

圖 2.1.3 G20 國家減碳行動評比

(五) 2030 年排放量差距

聯合國環境規劃署(UNEP)在巴黎協定生效前一日(11 月 3 日)於倫敦發表了 2016 年排放量差距報告(2016 Emission Gap Report)，期望在此關鍵時刻能夠鼓勵各國遵循巴黎協定並採取行動。報告指出，即使巴黎協定的承諾實現，本世紀全球溫度仍處於升高攝氏 2.9 至 3.4 度的趨勢，而 2030 年的排放量預計將比把全球溫度升幅控制在 2℃以內所需的水準高出 120 至 140 億公噸，即 2030 年，預計排放將達到 540-560 億公噸二氧化碳當量，遠遠高於在本世紀把全球溫度升幅控制在 2℃以內所需的 420 億公噸。

要達到升溫 2℃內的目標，從「源頭」控管-提升能源效率水平，係為最有效率、也最具急迫的行動，政府是否從法規面強制要求各領域的能源使用效率，可謂判斷是否具備企圖心、能創造實質效益的最佳觀察指標，根據分析，目前提交的 189 個 NDCs 中，已有 168 個將改善能源效率列為氣候行動的優先實施項目，其中包含建築部門將建造 (construction)、使用 (use)、整修 (renovation) 等不同建築生命週期的能耗績效 (energy performance)，列入法規要求範圍，並制定建築能效標準和鑑別認證；工業部門則建議從整體角度思考如何改善生產體系的運作流程和耗能狀況；運輸部門則從明訂運具的燃油效率和排放標準做起，同時為排放車輛(如電動車輛)創造市場和採購誘因，並結合城市規劃與基礎建設發展永續運輸。



註：Baseline：已執行政策情境

Current policy trajectory：2020 年以前政策落實情境，增溫幅度約 3.6°C

Conditional INDC：全面落實各國 INDC 情境(同時完成了執行 NDC 所需的法規制定，並備足資金與技術)，增溫幅度約 3.2°C

Unconditional INDCs：部份落實各國 INDC 情境(不包含法律、資金與技術的支援)，增溫幅度約 3.4°C

資料來源：The Emission Gap Report 2016, UNEP, 2016.

圖 2.1.4 2030 年不同情境下排放量差距

除了強調能源效率提升的重要性，報告中亦探討各種減緩氣候變遷的解決方案，包括再生能源、非國家行動者(non-state actors)、土地使用管理等，目的在於協助各國盡速明確化 2020 年以前的行動途徑與手段，避免投入高碳排、高能耗的基礎建設並減少長期目標對缺乏科學基礎的「負排放」(negative emission)技術之依賴，降低減緩措施的成本，並鼓勵國家對 1.5 度升溫目標保持開放態度。報告結論建議，在預測 2030 年的全球溫室氣體排放預測基礎上，需進一步減少 25%的排放，以減少氣候變化的危險，巴黎協定(ParisAgreement)及永續

發展目標（Sustainable development goals, SDGs）的成功實現將取決於各國政府制定服務於這兩個目標並利用共同機遇的國家目標的能力。 17 項永續發展目標(Sustainable Development Goals，SDGs)及 169 項追蹤指標，同時兼顧「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」等三大方向，作為未來 15 年內（2030 年前），成員國跨國合作指導原則。

2.2 COP22 會場綠色服務

氣候變遷大會旨在透過談判與交流，為全球共同面對的氣候變遷問題提出具體且可行的政策與行動，然而，將近 200 個國家的人士聚集在此進行為期兩週的研討，所產生的碳足跡亦相當可觀。為此，本屆大會透過提供綠色運輸接駁，推動無紙化，並搭建綠色建築等措施來降低碳足跡。

(一) 會場綠色運輸接駁系統

1. 接駁公車：本屆會議於摩洛哥馬拉喀什 Bab Ighli 會議中心舉行，為提供與會人員每日往返會場、馬拉喀什市中心，以及其他觀光聚點之交通，規劃 12 條接駁車運行路線，並以尖峰(上午 8-10 點；下午 6-8 點)15 分鐘、離峰 1 小時的班距提供接駁服務，其中包含 6 輛全電力大巴士。同時，配置有電動車輛(小型車)及其充電站，提供彈性接駁服務，以滿足離峰時段往返需求。

圖 2.2.1 會場接駁車

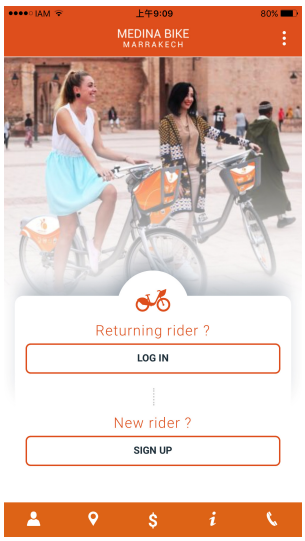
圖 2.2.2 會場接駁巴士服務路線

2. 公共自行車：為推廣永續運輸，摩洛哥政府於馬拉喀什引進非洲第一個全自動公共自行車服務"Medina Bikes"，Medina Bikes 係由法國自行車公司"Smoove"推出，於 COP22 期間正式啟用，提供 300 部自行車、10 個租還地點的服務，自行車租借需事先於線上註冊選擇租用方案，並登入信用卡資料，現場則以信用卡及預設密碼登入取車，還車後根據使用時間自動扣款。除租用費(包含日租、週租、年租三種方案)之外，每次使用若超過 30 分鐘，尚需要收取每 30 分鐘 10 MAD 的費用。

表 2.2-1 Medina Bikes 費率

費率方案	註冊費	超用費
day pass	50 MAD	前 30 分鐘：免費 超過 30 分鐘：10 MAD /30 min
7 day pass	150 MAD	
annual pass	500 MAD	

註：摩洛哥迪拉姆(MAD)與歐元匯率約 1：10.6。
資料來源：本報告彙整自 Medina Bikes 網站(https://medinabike.ma/en)。



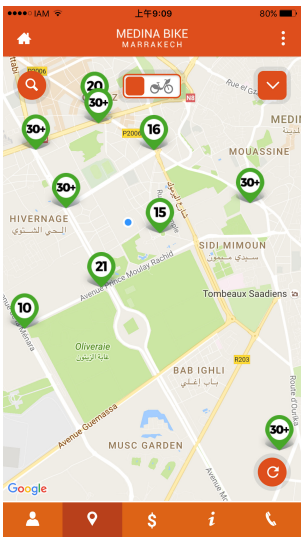


圖 2.2.3 Medina Bikes 公共自行車及其租用 App

(二) 綠色建築與科技應用

1. 太陽能發電技術：會場廣場以特殊布幕搭建遮雨棚，有效降低太陽輻射同時保留自然採光，夜晚則透過太陽能發電提供照明，其太陽能面板所集電能，可同時提供充電服務。

2. 綠色建築：採用廢棄木材組成的定向纖維板(oriented strand board, OSB)搭建成會場餐飲、休憩區的建築與桌椅家具，以再生木頭減少對於林木的壓力。

圖 2.2.4 太陽能發電技術區與木屑屋建築

3. 近場通訊技術(近距離無線通訊技術)：為宣導無紙化，除了透過網站提供簡報與相關分析報告、開發 APP 提供每日議程與最新消息，本屆首次透過近場通訊(Near field communication, NFC)技術裝置"Poken"，作為資訊分享與交流的工具。使用者僅需將個人的 Poken 裝置與展場上的接收器進行感應，即可取得會

議與展覽單位提供的資料連結，除此之外，兩個 Poken 裝置相互感應，則可交流個人資料，發揮其電子名片的功能。資料下載與管理，則需透過電腦、APP 等裝置進行操作。

資料來源：Poken 網站(https://www.poken.com/)。

圖 2.2.5 NFC 技術裝置 Poken

參、運輸部門相關議題觀察

3.1 會議議程

本次會議期間與運輸部門有關的活動，包含了 Green Zone 運輸主題日 (11/11)、全球氣候行動議程 GCAA 系列中的運輸主題日(11/12)、Transport Day Marrakech(11/13)、為期 3 天的 LESC 研討會(11/14-11/16 Low-Emissions Solutions Conference)，以及其他周邊會議，主要透過 PPMC(Paris Process on Mobility and Climate)、SLoCaT(Partnership on Sustainable, Low Carbon Transport)、SDSN(The UN Sustainable Development Solutions Network)、WBCSD(The World Business Council on Sustainable Development)、ICLIE(Local Governments for Sustainability)等國際組織籌辦，茲將與運輸部門議題相關場次綜整於表 3.1-1。

表 3.1-1 運輸部門會議場次

日期	時間	會議名稱
11/7	17:00-18:30	Driving NDC implementation through sectoral action: lessons learned so far
11/8	18:30-20:00	SDG9: Sustainable industrialization and International transport
11/9	15:00-17:00	Sustainable Transportation Solutions, Achieving India's NDCs
	11:00-12:30	Climate Adaptation in the global transport sector
11/11	09:00-10:30	From national ambition to action financing rail and public transport for alow carbon future.
	09:00-10:30	Cycle Logistics: a solution to congestion pollution and noise in urban areas UK France Netherlands
	11:30-13:00	Transforming Ambition into Local Action: NDC Implementation towards sustainable, low carbon mobility
	13:15-14:45	Charting Pathways to Decarbonise Transport
	13.30-15.30	Transport CEO Roundtable
	15:00-16:30	Strengthening the focus on Freight Transport in the Climate Agenda
	15:00-16:30	Achieving NDCs: Success Stories from a Sectoral View-Practical Examples and an Outlook
	15:00-16:30	Morocco's Motorways pivot of sustainable mobility
	16:00-18:30	Ministerial Roundtable
	19:00-21:00	Clean Mobility Reception
11/12	09:00-09:45	Press Conference
	GCAA Transport Thematic Event-Showcase	
	10:00-10:30	The Need for Transformative Action to Tackle Climate Change in the Transport Sector
	10:30-10:45	GCAA Transport Initiatives: An Overview
	10:45-1:15	Examples of Scaled-Up Implementation Since COP21
	11.15-11.45	Electric and Ultra Low Emission Mobility
	11:45-12:15	Adaptation
	12:15-12:30	Outlook for Action By Transport Sector to 2017 and Beyond
	GCAA Transport Thematic Event-Dialogue Segment	
	16:30-17:10	Addressing Climate Change In A Growing Transport Sector
	17:10-17:40	Linking Global Action On Emissions From International Transport To National And Local Action
	17:40-18:30	Policy Support For Low- Carbon Transport and Energy, Vehicle, and Fuel Efficiency
	14:30-16:00	Boosting sustainable mobility in Europe, Asia and Latin America with city-to-city cooperation
	16:30-18:00	Transport Models as Climate Policy Evaluation Tools
11/13	08:30-18.00	Transport Day Marrakech
11/15	Low-Emissions Solutions Conference (Day 2)	
	11:00-12:00	Smart Low-Carbon & Sustainable Cities
	14:00-13:30	Introduction To Mobility Challenges And Innovation In The Transport Sector
	14:30-15:30	Electric and Hydrogen Mobility
	16:00-17:00	Low-Carbon Fuels
	17:00-18:00	Low-Carbon Freight & Shipping
	09:00-10:30	Climate change & mobility, main issues and financing of the energy transition in the road transportation sector
11/16	11:00-11:45	Contribution of the road transport sector to the reduction of the CO2 emissions-Which policies to further reduce its impact ?
	11:30-13:00	Aviation and Shipping after Paris: has anything changed?
	13:00-16:00	E-Mobility Zero Emission Vehicle Event

資料來源：本報告彙整。

圖 3.1.1 場內與會人員參與情形

3.2 會議觀察重點

茲就本次出席 COP22 相關週邊會議蒐集資料，綜整運輸部門之相關觀察重點分述如下：

(一) LPAA 與 NAZCA 運輸倡議

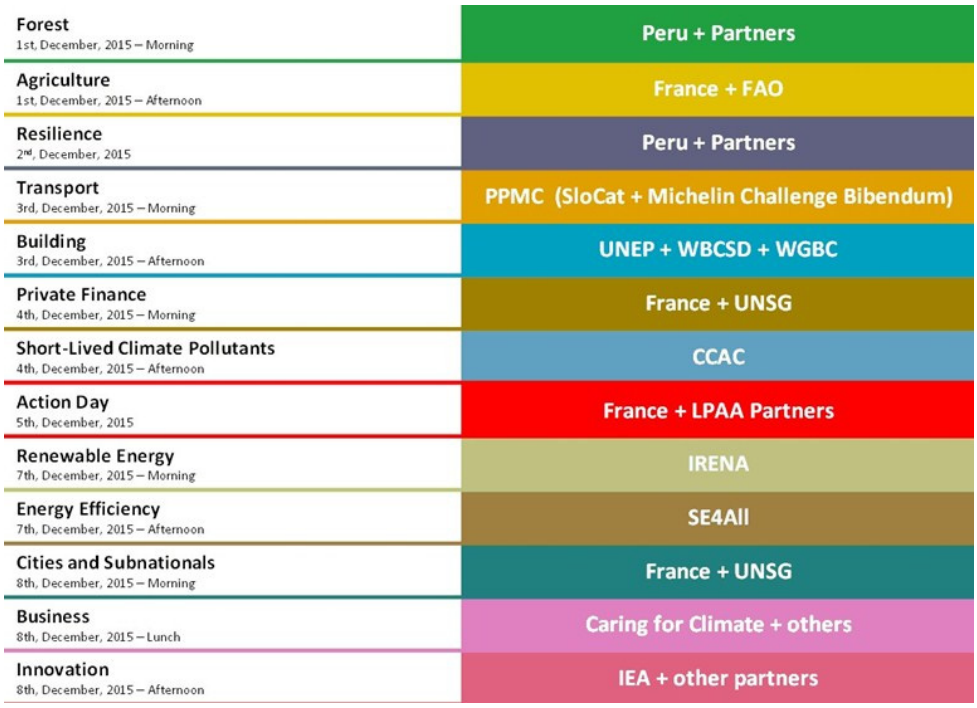
2014 年 COP20 祕魯主席、COP21 法國主席及聯合國氣候變化綱要公約秘書處共同發起「非國家區域氣候行動者」(Non-State Actor Zone for Climate Action, NAZCA)，及「利馬巴黎行動議程」(Lima-Paris Action Agenda, LPAA)；NAZCA 為一個全球性的參與平台，展示了包括城市、區域和投資機構等主要的非國家行動者所採取的氣候行動，以激勵其他團體提高其支持新全球性氣候協定的企圖心，其中有關運輸領域的展示項目，包含了 12 項倡議，摘錄如表 3.2-1。

表 3.2-1 非國家區域氣候行動者運輸領域倡議

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作為評估機場減排之表現，透過機場管理機制降低碳排放量，並以發展碳中和為終極目標。 **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：** ● **短期：強化各國對於燃油效率的重視** ● **2030 年，新型汽車燃油效率提升 50 %** ● **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：** ● **2022 年，建立綠色貨運融資計劃，加速車隊更新和改造** ● **2025 年，爭取全球前 100 大貨運承攬用戶與業者加入計畫。** ● **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：** ● **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）** ● **2050 年，國家政策與行動納入 ZEVs 推廣計畫-** ● **ZEV 成效預測：2030 年 1.25 億噸 CO2 減量，2050 年 15 億噸 CO2 減量(每年)**
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：** ● **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** ● **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：** ● **2020 年，20 個開發中國家及 100 個開發中城市加入此計畫** ● **2050 年，都會交通運輸氣體排放減量 50%**
Paris Declaration on Electro-Mobility on Climate Change	**Public Transport Declaration on Climate Leadership**
主辦者：Action Agenda France 內容：推廣電動車輛以達到 2DS 途徑 **目標：** ● **2030 年，20%公路運輸由電力提供動能**	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**
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：** ● **2020 年，新進車輛排放量低於每公里 60g CO2 之比例須達 33~50%** ● **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%**

資料來源：Global Climate Action (http://climateaction.unfccc.int/)，本報告彙整。

COP21 會議中，LPAA 將氣候行動分為 12 行動領域分別舉辦了專題研討(如圖 3.2.1)，其中 2015/12/3 運輸議題(transport focus)所得結論中指出，運輸部門中最需要積極行動的四個領域分別為都會交通、公路運具、貨物運輸及航空運輸。



資料來源： LPAA Focus Thematic Events and Action Day at COP21.

圖 3.2.1 COP21 LPAA 12 行動領域主題日與籌辦組織一覽表

(二) GCAA 專題研討運輸主題日

因應各國提出之 NDCs 將邁入具體落實的階段，法國(21 屆)及摩洛哥(22 屆)COP 前後任主席國，以及聯合國氣候變化綱要公約秘書處以 LPAA 為基礎，提出全球氣候行動綱領(Global Climate Action Agenda, GCAA)，旨在強化各國氣候行動與 NDCs 的連結，督促各國落實短期關鍵行動(pre-2020 quick-win actions)與構建長期途徑(roadmaps to 2050+)。此次會議中，GCAA 亦籌畫一系列主題進行專題研討(如圖 3.2.2)，運輸主題安排在 11/12，詳細議程詳參表 3.1-1。

8 November	9 November	10 Novembe	11 November	12 November	16 November
• Global action towards achievements of NDCs Press conference • Forests	• Water • Industry/ Business	• Cities • Human settlements (Building)	• Energy	• Oceans • Transport	• Agriculture • Food security

資料來源：Global Climate Action (http://climateaction.unfccc.int/)，本報告繪製。

圖 3.2.2 COP22 GCAA 專題研討日一覽表

今年的 GCAA 專題研討運輸主題日，從摩納哥親王阿爾貝二世(Prince Albert of Monaco)親臨並發表摩納哥在運輸氣候行動上的行動與企圖心，可見運輸部門氣候行動的重要性。

圖 3.2.3 摩納哥親王親臨 GCAA 專題研討運輸主題日

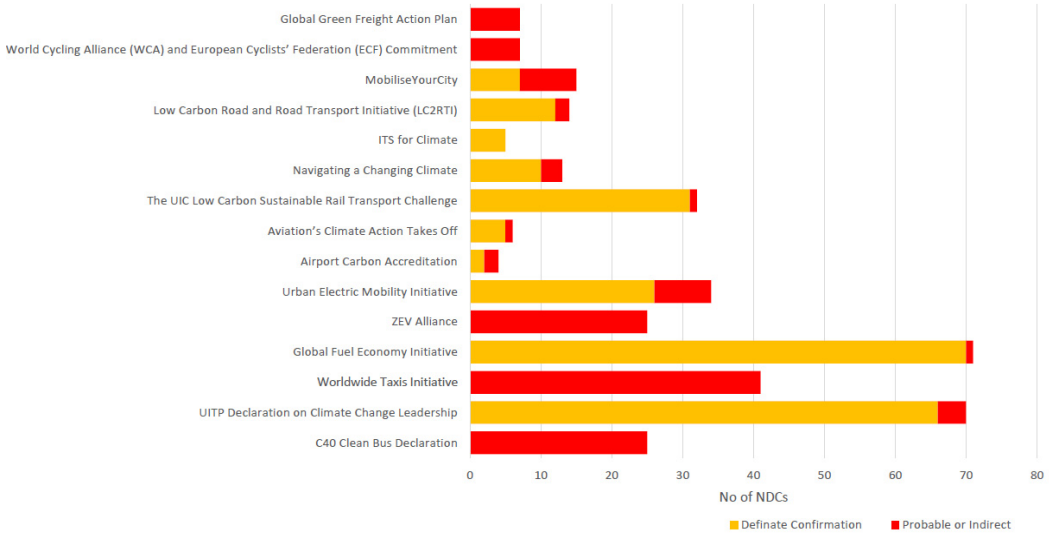
LPAA 奠定了運輸部門在氣候行動上的必要性，經過了一年的運作，整體運輸部門氣候行動以「朝向零排放運具、擴大調適行動」為長期發展途徑，並歸納了 15 項運輸相關倡議(如圖 3.2.4)。茲整理 GCA 運輸主題日重要結論如下。

資料來源：Global Climate Action Agenda (GCAA) Transport Initiatives: Stock-take on action on the Implementation of the Paris Agreement on Climate Change and contribution towards the 2030 Global Goals on Sustainable Development. November 7th 2016.

圖 3.2.4 GCAA 運輸部門 15 項倡議

1. 首先，針對各國 NDCs 的推動情形，GCA 運輸主題日指出，運輸部門在落實 NDCs 的行動上，具有以下優勢：

(1) 涵蓋層級廣泛：從運輸基礎建設至國家、城市組織與機制，從上至下共同推動運輸部門氣候行動，具有領航帶動結構轉型的潛力。



資料來源：What the transport sector is doing to deliver on the COP21 climate change agreement, PPMC, May 2016.

圖 3.2.5 NDCs 運輸相關倡議

(2) 行動框架全面：運輸部門全球減碳途徑(global roadmap)的與關鍵行動(quick wins actions)，提供短中長期減緩與調適行動依據。

資料來源: What the transport sector is doing to deliver on the COP21 climate change agreement, PPMC, May 2016，本報告繪製。

圖 3.2.6 運輸部門全球減碳途徑

車輛碳黑排放減量	公車效能提升 (可及性、性能)	淘汰化石燃料補貼	道路定價 停車收費	共享經濟(共享汽車、公共自行車)
Reduce black carbon	Efficient bus-based transit	Eliminate fossil fuel subsidies	Car-related travel pricing	Car and e-bike sharing
引入碳定價機制	知識教育與 能力培訓	推廣無車日	永續貨運認證計畫	郊區道路養護
Introduce carbon pricing	Capacity-building programs	Car-free days/ciclovías	Sustainable freight recognition schemes	Rural road maintenance
資通訊(ICT) 技術應用	行駛速度限制 (偵測技術與規範)	永續都會 運輸規劃	鐵路車隊規劃	低排放示範區
Enhance ICT applications	Stricter speeding regulations	Sustainable urban mobility plans	Modernize rail fleets	Low emission zones
人本基礎設施 (步行與自行車)	零排放都會貨運	電動車發展	貨運效能提升	燃油標準收緊
Walking & cycling infrastructure	Zero emissions urban freight	Expand electric vehicles fleets	Improve freight efficiency	Tighten fuel economy standards

資料來源: Quick Win Actions, PPMC, http://www.ppmc-transport.org/quick-win-actions，本報告繪製。

圖 3.2.7 運輸部門關鍵行動

(3) 聯結公私部門、中央地方利害關係人，共同落實調適與減碳行動，確保運輸氣候策略推展的連續性

2. 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，並以需求減量、運具移轉及技術提升(Avoid-Shift-Improve, A-S-I)為策略主軸，推動案例包含：

(1) 需求減量：結合土地使用與旅運管理，就近工作與就學，減少通勤運輸行為。

(2) 運具移轉：發展共享經濟(如公共自行車、共乘)、綠色供應鍊(物流中心、聯運)，移轉客貨運輸至低排碳或低能耗運具。

(3) 技術提升：車輛與燃油效率技術提升的同時，以 ITS 優化整體運輸。.

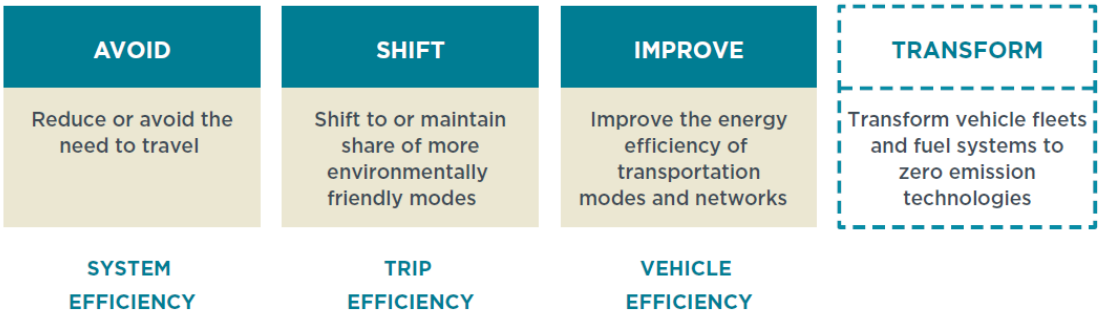
3. 根據國際綠能運輸理事會(International Council on Clean Transportation, ICCT)全球主要國家運輸部門節能減碳政策路徑(Global Transportation Energy and Climate Roadmap)報告，運輸部門的減碳方向除了 A-S-I 之外，轉型(transform)對於零排放技術與氣候調適課題更是不可或缺的思考方向(詳見圖 3.9)，GCA 運輸主題日點出最重要的轉型面向包含以下三面向：

(1) 技術變革-著重在燃油經濟及電動車輛技術發展：根據全球燃料經濟倡議(Global Fuel Economy Initiative, GFEI)，全球已有 65 個國家(2015 年僅 40 個)將提升汽車燃油效率技術列為發展重點，並逐漸擴大至重型車輛市場；聯合國潔淨能源部長會議電動車倡議（Clean Energy Ministerial's Electric

Vehicles Initiative, CEM-EVI)，以 2020 年全球電動車輛達到 2 千萬輛為目標。

(2) 觀念轉型-永續都會運輸以發展淨零(zero net)經濟為目標：包含 MobilizeYourCity, UITP Climate Challenge, Cycling Delivers, ITS for Climate 等多個國際組織，均以發展去碳化、具備調適能力之都會運輸為實施方向，當中也包含機場碳認證計畫(Airport Carbon Accreditation, ACA)，目前已有 170 個機場取得認證，其中包含 4 個歐洲機場已達到碳中和。

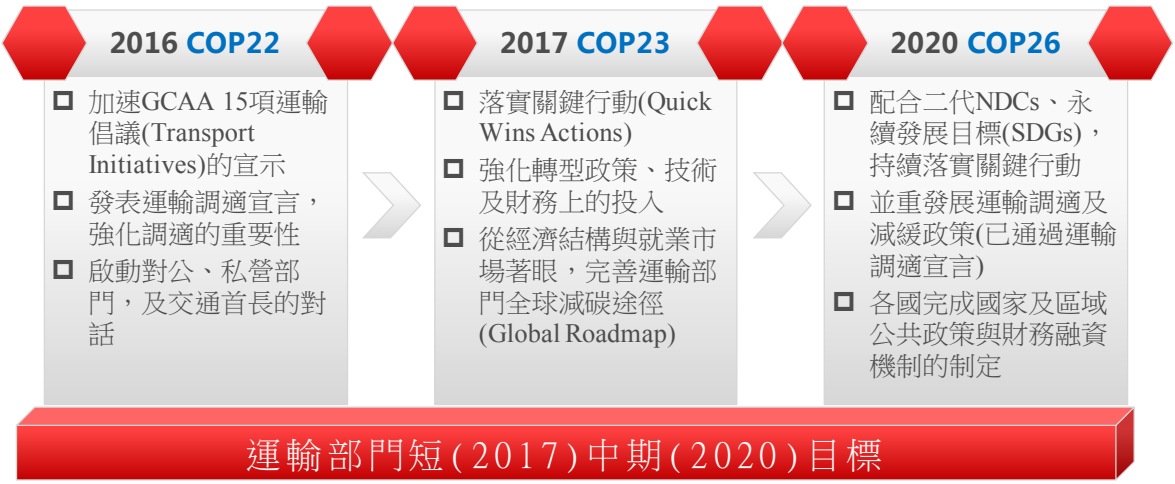
(3) 系統轉型-將調適推往第一線：運輸部門的各領域均已擴大對於調適的重視程度，國際鐵路聯盟 International Union of Railways (UIC)及摩洛哥公路單位均表示，運輸部門的調適作為，應系統性的全面構思，從基礎設施、管理制度，以至於標準與規範做起，同時應著重觀念的宣導與資金的應用(常與減緩策略競爭)。



資料來源：Global Transportation Energy and Climate Roadmap, ICCT, 2012.

圖 3.2.8 ICCT 運輸部門減量策略構面

4. 歸納運輸部門短期(2017, COP23)與中期(2020, COP26)之發展目標(詳見圖 3.10)，將以今年度 COP22 奠定之運輸部門全球減碳途徑與關鍵行動為發展基礎，並強化運輸調適及觀念宣導與溝通的重要性。



資料來源：Global Climate Action-Transport Report, GCAA, 2016，本報告繪製。

圖 3.2.9 運輸部門短期(2017, COP23)與中期(2020, COP26)之發展目標

5. 馬拉喀什全球氣候行動夥伴(Marrakech Partnership for Global Climate Action, MPGCA)：為加強全球在氣候行動上的行動、NDCs 的落實，本屆成立了馬拉喀什全球氣候行動夥伴(詳見附件 3)，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；具體推動架構係以「非國家區域氣候行動者」(NAZCA)之領域為分類，策劃各領域中政策制定、財務與投資、技術創新及能力建構、行動執行與服務提供、公民社會等角色，應該付諸的行動與優先事項，如圖 3.2.10 所示。

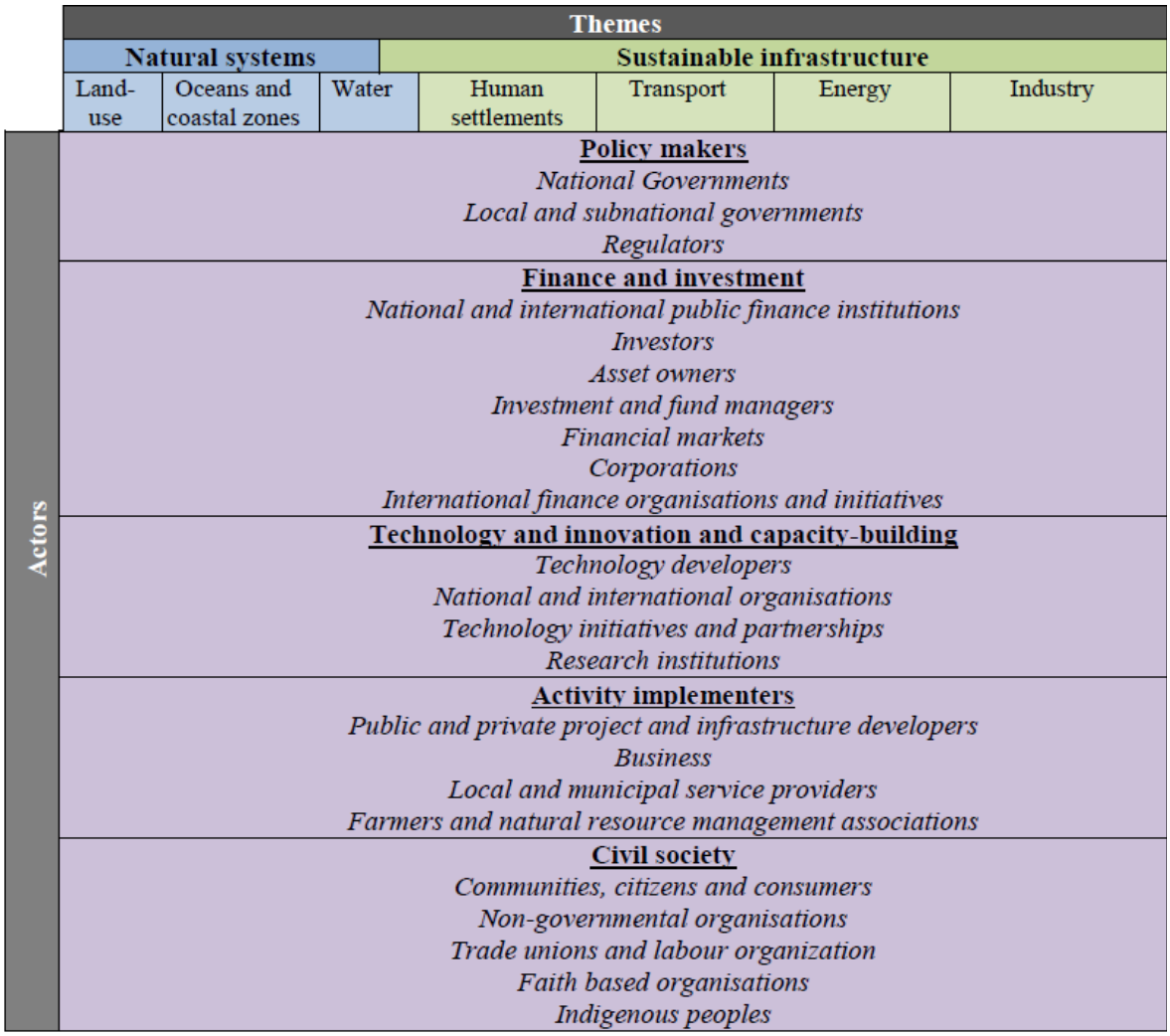
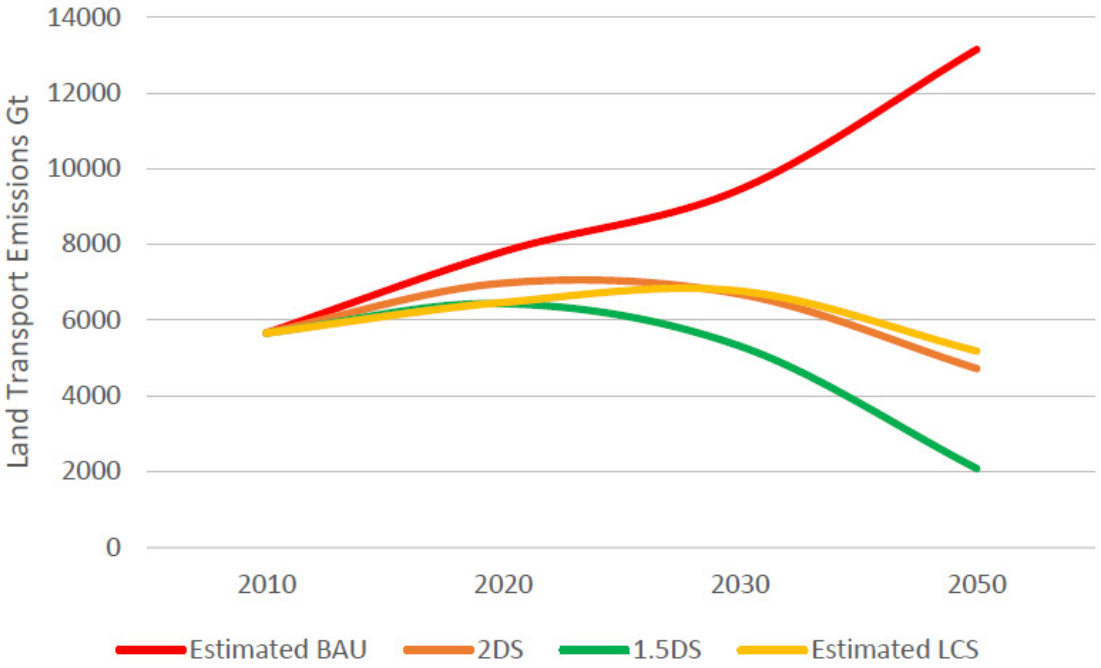


圖 3.2.10 「馬拉喀什全球氣候行動夥伴」多方參與行動架構

(三) 2016 運輸日會議重點

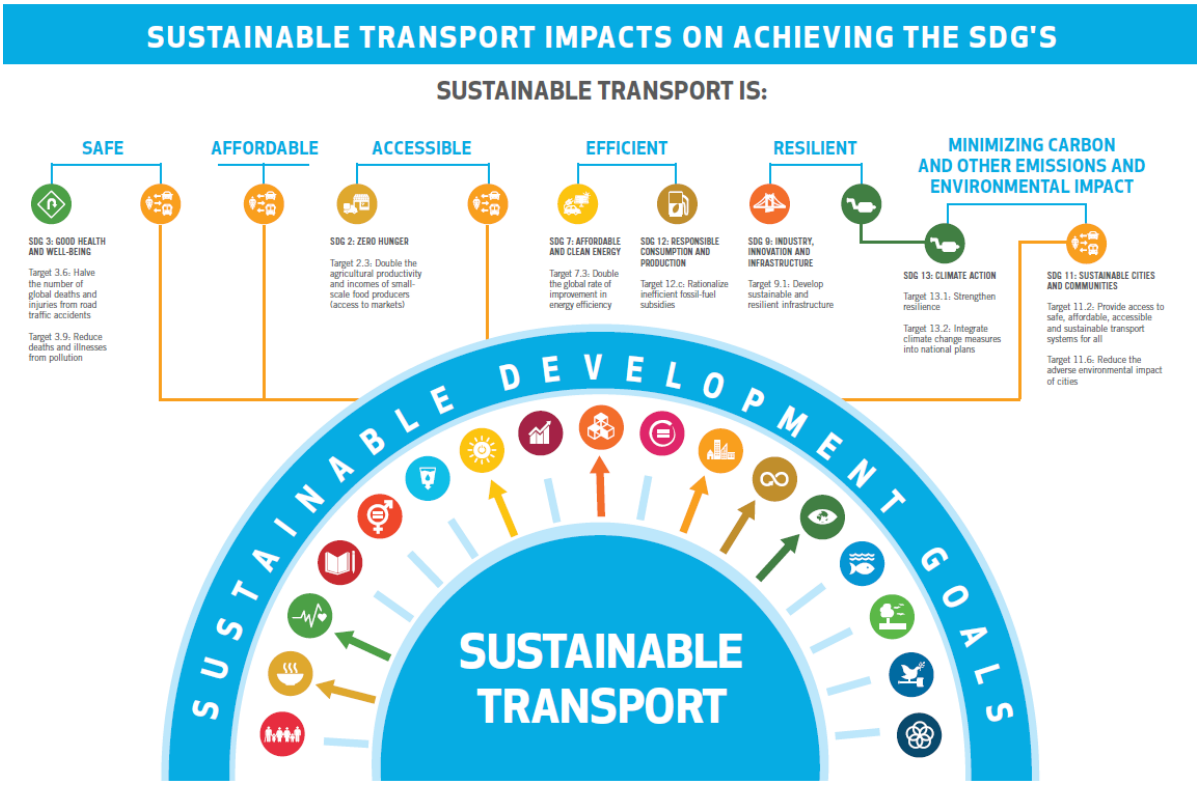
2016 年運輸日在 COP22 第一與第二週週間(11/13)展開，由於 UNEP「排放差距報告」顯示，現階段各國提出的 NDCs 架構下，預計 21 世紀末，全球增溫幅度仍會高達攝氏 2.9～3.4℃，顯現現階段各國提出的 NDCs 成效依然不足，因此，會議主席 SLoCaT 資深顧問 Mark Major 於揭幕時，以澳洲、義大利、巴基斯坦等國家於 COP22 第一週期間批准了巴黎協定、德國宣佈 2050 年完全去碳化等兩項令人振奮的消息，鼓勵運輸日與會人員以"dream big and disruptive, act big "的魄力，大力推動運輸部門氣候行動。茲摘錄運輸日重點摘要如下。



資料來源：Implications of 2DS and 1.5DS for Land Transport Carbon Emissions in 2050, SLoCaT, November 2016.

圖 3.2.11 不同情境下運輸部門(不含國際運輸)溫室氣體排放趨勢

1. 運輸部門永續發展目標：雖然具有關鍵性影響的碳定價(carbon pricing)機制尚未確認，卻已有部份組織呼籲各國政府與相關國際組織，發起自願行動來促成低碳或碳中和的永續目標，而運輸部門則依循永續發展目標 SDGs 中的目標 2、目標 3、目標 7、目標 9、目標 11、目標 12、目標 13 等 6 項目標(及其下共 10 項細項目標)，以安全、可靠、可及、效率、彈性、環境友善為發展原則(參見圖 3.2.12)，6 項永續發展目標及其下共 10 項細項目標綜整如下。



資料來源：The 2030 Agenda for Sustainable Development, United Nations, 2016.

圖 3.2.12 永續發展目標

(1) SDG 2 消除飢餓(Zero hunger)

- 2030 年前，使農村的生產力與小規模糧食生產者的收入增加一倍，尤其是婦女、原住民、家族式農夫、牧民與漁夫，包括讓他們有安全及公平的土地、生產資源、知識、財務服務、市場、增值機會以及非農業就業機會的管道。

(2) SDG 3 健康與福祉(Good health and well-being)

- 2020 年前，讓全球因為交通事故而傷亡的人數減少一半。
- 2030 年以前，大幅減少死於危險化學物質、空氣污染、水污染、土壤污染以及其他污染的死亡及疾病人數。

(3) SDG 7 可負擔能源(Affordable and clean energy)

- 2030 年以前，將全球能源效率的改善度提高一倍。

(4)SDG 9 工業、創新基礎建設(Industry, innovation and infrastructure)

- 發展高品質的、可靠的、永續的，以及具有災後復原能力的基礎設施，包括區域以及跨界基礎設施，以支援經濟發展和人類福祉，並將焦點放在為所有的人提供負擔的起又公平的管道。

(5) SDG 11 永續城市(Sustainable cities and communities)

- 2030 年以前，為所有的人提供安全的、負擔的起、可使用的，以及可永續發展的交通運輸系統，改善道路安全，尤其是擴大公共運輸，特別注意弱勢族群、婦女、兒童、身心障礙者以及老年人的需求。
- 2030 年以前，減少都市對環境的有害影響，其中包括特別注意空氣品質、都市管理與廢棄物管理。

(6) SDG 12 責任消費與生產(Responsible consumption and production)

- 依據國情消除市場扭曲，改革鼓勵浪費的無效率石化燃料補助，作法包括改變課稅架構，逐步廢除這些有害的補助，以反映他們對環境的影響，全盤思考開發中國家的需求與狀況，以可以保護貧窮與受影響社區的方式減少它們對發展的可能影響。

(7) SDG 13 氣候行動(Climate action)

- 強化所有國家對天災與氣候有關風險的災後復原能力與調適適應能力。
- 將氣候變遷措施納入國家政策、策略與規劃之中。

2. 運輸與能源部門合作的必要性

(1) 國際能源署(The International Energy Agency, IEA)指出，儘管運輸部門已經透過 A-S-I 策略推動運輸部門氣候行動，但運輸系統的運作需要仰賴可信賴的能源系統，能源/動力的潔淨與穩定供給，需要國家政策的支持，包含運輸與能源技術發展的資源投資，才能確保國家節能減碳目標與經濟發展相輔相成。

(2) ITS-Davis(Institute of Transportation Studies, UC Davis)指出，需求減量、運具移轉(A-S)策略雖可適度減少溫室氣體排放，然而，因國家與地方文化、地理特性因素，民眾生活必需仰賴特定運輸系統，若透過潔淨能源技術推展低碳(零碳)運具，可應用在所有運具上，則可大幅度的降低來自運輸部門的污染物。針對大部分仰賴公路運輸系統的地區，ITS-Davis 則建議以劃設行人徒步區、推廣無車日活動，以及提供如公共汽車、自行車、共乘平台等共享服務，來達成低碳運輸。

3. 都市低碳運輸：根據 IPCC 能源所產生的溫室起體排放量中有 23%來自於運輸部門，而其中又有 50% 的運輸部門排放來自於都市地區，且有逐年上升的趨勢，根據 CODATU (Cooperation for urban mobility in the developing world)分

析，2050 年，全世界 70%人都將聚集於都市地區，顯現都市低碳運輸發展的重要性，而政府的投入、民眾行為的轉變，以及資訊技術的應用是推動的關鍵。

(1) 開發中都市：伴隨著經濟發展，個人衍生的運輸行為也快速增加，以引入新型低碳運輸系統(如大眾運輸)來避免民眾習慣於使用私人汽車。

(2) 已開發都市：減碳已成為重要訴求，以鼓勵個人轉換至低碳運輸系統為訴求(如推廣步行與自行車)。

4. 貨物運輸：相較於旅客運輸，運輸部門氣候行動與策略中，較少涉及貨物運輸議題，根據研究顯示，貨物運輸的溫室氣體排放量中多達 40%來自於 10-20%的公路貨物運輸，且產生了超過 50%的顆粒物排放。要提高國家與民眾對於貨物運輸氣候行動的重視，應從健康、社會與經濟面著手，包含降低運輸旅次及排放、最佳化供應鍊、移轉至低碳運具、提升運輸與燃油效率等有助於降低環境污染，並提高經濟效益的行動，同時降低貨物運輸的碳足跡。而本屆 COP22 則致力於與決策者、貨運關係企業共同探討永續貨物運輸的發展，已確立評估工具、財務來源以及未來發展走向。

5. 電動車輛與再生能源：由於運輸產生的空氣與噪音污染已受到普遍的重視，電動車輛早已成為低碳運輸的發展重點，其技術已趨成熟，正朝向結合再生能源發電以邁向零碳運輸的目標，然因市場占有率低，過高的成本、以及民眾尚未養成習慣，皆成為電動車輛無法普及的因素。本屆 COP22 將匯集能源與運輸部門，共同策劃運輸部門潔淨能源的應用與推廣，以克服行為與經濟上的推動障礙。

6. 運輸部門調適議題：儘管在 COP21《巴黎協定》中已呼籲各國應強化對調適議題的重視，相較於減量行動，調適因不確定性高、難以衡量資金投入後的成效，目前仍缺乏重視與行動。然而，災害發生後的經濟損失將遠遠超過對調適行動的投資，決策者需增加調適風險管理機制、系統與設備的投資，尤其小島國家、低窪地區等因海平面上升面臨生存危機的地區。SLoCaT 發表了 3 年期的 A3C3-T(Advancing Action on Adaptation by Countries, Cities and Companies in the Transport Sector)，主張 2020 年巴黎協定採行前，應有更多國家、城市、企業參與運輸部門調適政策與評估工具的建立與發展。A3C3-T 相關行動包含：

(1) 增強運輸部門調適知識與數據的蒐集

(2) 明確運輸部門調適與回復的要素

(3) 發展運輸部門調適評估架構

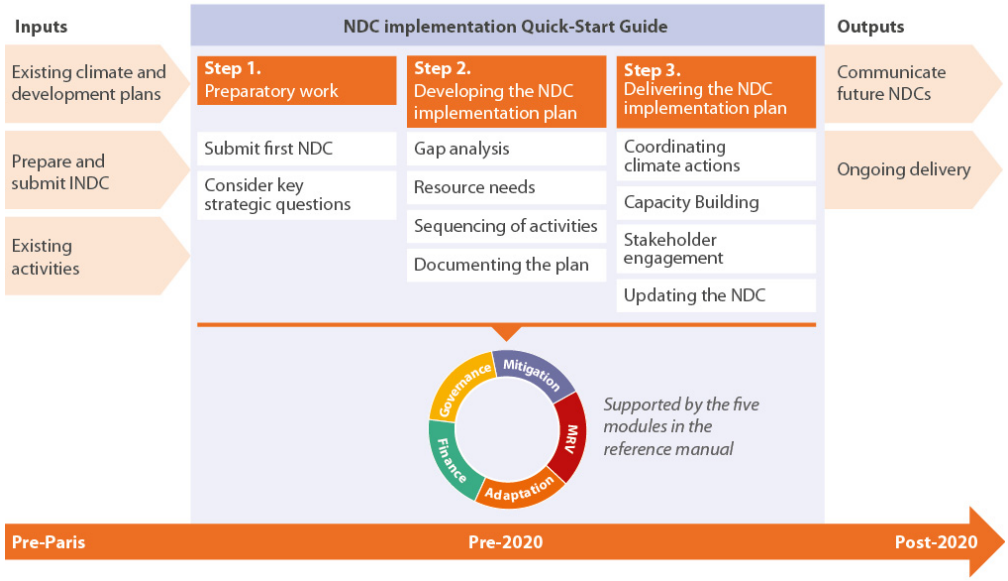
(4) 落實國家、城市和企業運輸部門調適政策或措施

(5) 建立國家、城市和企業調適能力

(6) 提供調適相關政策、措施和評估方法的開放資料庫。

(四)其它周邊會議重要討論議題

1. NDCs 的落實-運輸部門行動：因應巴黎協定要求各國應履行其「國家自定貢獻」(NDCs)，Ricardo Energy & Environment 及 Climate Knowledge Development Network 制定了“Planning for NDC implementation: A Quick-Start guide”提供發展中國家作為制定 NDC 的指南，內容提到 NDCs 並不需要額外設立專門的組織或計畫來實施，將 NDC 落實於各部門的發展與行動計畫，可促成地方與其他利害關係人(企業、NGO 等)共同採行氣候行動，更能有效推動並達成 NDC。根據該指南國家 NDC 制定流程包含 3 步驟，並透過 Governance、Mitigation、Adaptation、Finance、MRV(Measuring, reporting and verification 等 5 個領域相互協調行動(圖 3.2.13)。應用該指南孟加拉(Bangladesh)與奈及利亞(Nigeria)運輸部門行動計畫摘錄如下：



資料來源: Planning for NDC implementation: A Quick-Start guide, Claire Monkhouse and Kiran Sura (CDKN), 2016

圖 3.2.13 Planning for NDC implementation: A Quick-Start guide

(1) 奈及利亞運輸部門行動計畫

(2) 航空客運移轉至高速鐵路

(3) 發展鐵路貨運

(4) 道路改善提高公路運輸效能

(5) 發展都會大眾運輸

(6) 實施道路擁擠收費

(7) 增加運輸部門 CNG(壓縮天然氣)能源使用比例

(8) 汽油/柴油補貼制度改革

(9) 孟加拉運輸部門行動計畫

(10) 公路運輸移轉至鐵路與海運

(11) 降低道路擁塞以提高運輸效能

(12) 提高貨物運輸效率，如發展逆向物流（reverse logistics）

2. 國際運輸(航空與海運)氣候行動

(1) 國際民航組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)：ICAO 為解決國際航空每年超過 2020 年排放水準的 CO2 排放量，近期(2016 年 10 月 6 日) 達成之碳補償協議-國際航空業碳補償和減量機制(Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)，截至 2016 年 10 月 12 日已有 66 個國家代表(占國際航空活動的 86.5%以上)，自願參加此項以全球航運市場量為衡量基準而設計出的協議：根據預測，2021 年 CORSIA 啟動後，可將航空運輸的二氧化碳排放自 2020 年後趨近於穩定零成長的現象。CORSIA 將以三個階段來實施 CORSIA：

- 先期階段(2021-2023)：各國自願加入
- 第一階段(2024-2026)：各國自願加入
- 第二階段(2027-2035)：2018 年延噸公里收入(RTKs)超過總 RTKs 0.5%的國家，或者在最高到最低 RTKs 名單中，名列總 RTKs 前 90%的國家必須加入。

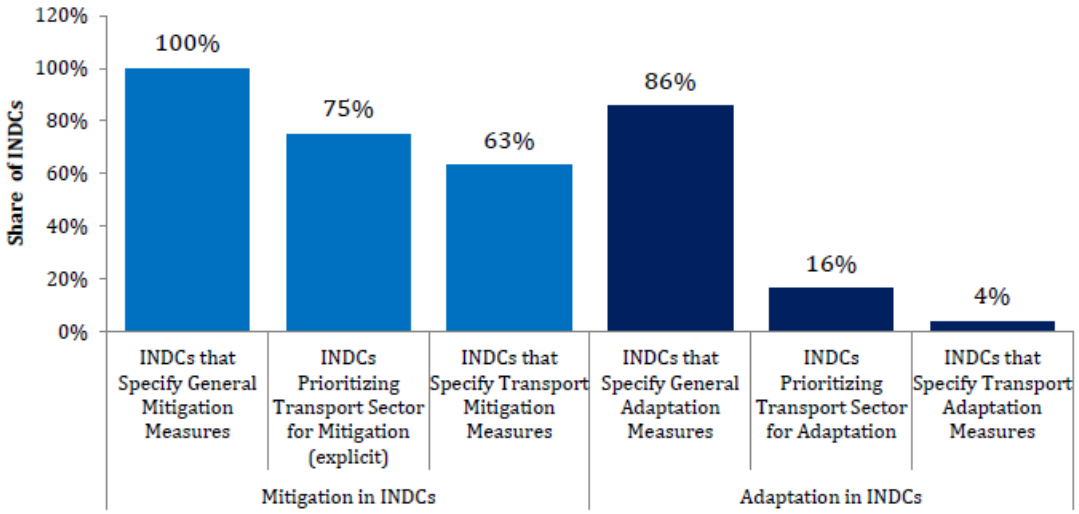
  (不適用低度開發國家(LDCs)、小島嶼國家(SIDS)、內陸開發中國家(LLDCs))

(2) 國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO)：IMO 近期(2016 年 10 月 24 日至 28 日)召開的第 70 屆海洋環境保護委員會（Marine Environment Protection Committee, MEPC），重要結論如下；

- 船舶燃油消耗數據收集系統：要求超過 5,000 總噸的船舶從 2019 年強制執行，並將蒐集到的數據提交 IMO。

- 國際海運溫室氣體減量途徑：2018 年提出整體策略，確立短、中、長期行動措施，並持續收集數據進行分析，於 2023 年完成整體策略修訂，以作為國際海運氣候行動的依據。

3. 運輸部門調適議題：相較於減緩(mitigation)議題，調適(adaptation)議題在運輸領域中較少受到重視，根據 SLoCaT (Sustainable, Low Carbon Transport)蒐集分析 160 個 NDC 中與運輸部門相關的議題政策與行動，僅 16%的調適政策中提到運輸部門(減緩政策中有 83%與運輸部門相關)，而僅有 4%提出具體的運輸部門調適政策(如圖 3.2.14)，主要側重在脆弱性評估和基礎設施恢復的相關計畫。



資料來源: Nationally-Determined Contributions (NDCSs) Offer Opportunities for Ambitious Action on Transport and Climate Change, Partnership on Sustainable Low Carbon Transport, 2016.

圖 3.2.14 NDCs 中運輸部門相關減緩與調適占比

長遠的來說，將運輸部門國家及區域層級的調適、回復力(resilience) 策略與措施納入 NDCs 中， 更有助於確保減緩策略的成功，有鑑於此，包含 PIARC(world road Association)、UIC(international union of railways)、PIANC(world association for waterborne transport infrastructure)等分屬於公路、鐵路與海路的三個國際運輸組織，已開始注重調適資料的蒐集、評估工具的開發，政策指南的建立，亦有部分組織已提出調適能力建構與氣候風險評估的試點計畫。

4. 低碳社會發展-運輸部門計畫：日本環境省與其智庫單位國立環境研究所(National Institute for Environmental Studies, NIES)推行低碳社會(Low Carbon Society, LCS) 已 20 餘年，NIES 所研發的亞太整合模型(Asia-Pacific Integrated Model, AIM)，可計算國家/城市中各部門溫室氣體排放量，做為設定減排目標

的基準(如圖 3.2.15)，以擬定低碳城市規劃(LCS Planning)，值得一提的是，透過 AIM 結合 CGE 模型(Computable General Equilibrium Model,)，可衡量與環境政策、技術創新、產業變化與總體經濟成長之相互影響。

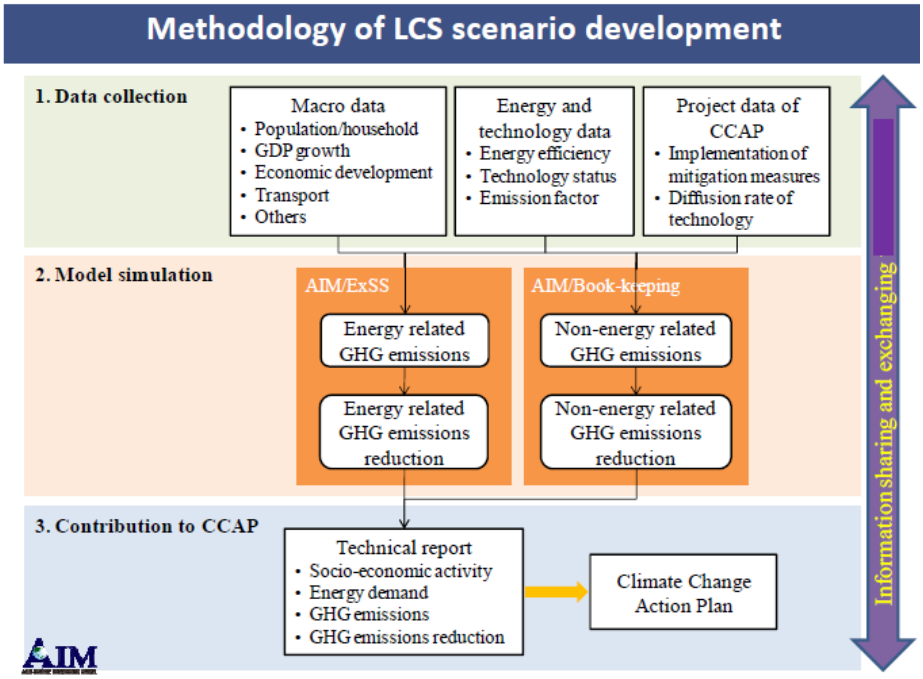


圖 3.2.15 NIES 亞太整合模型架構

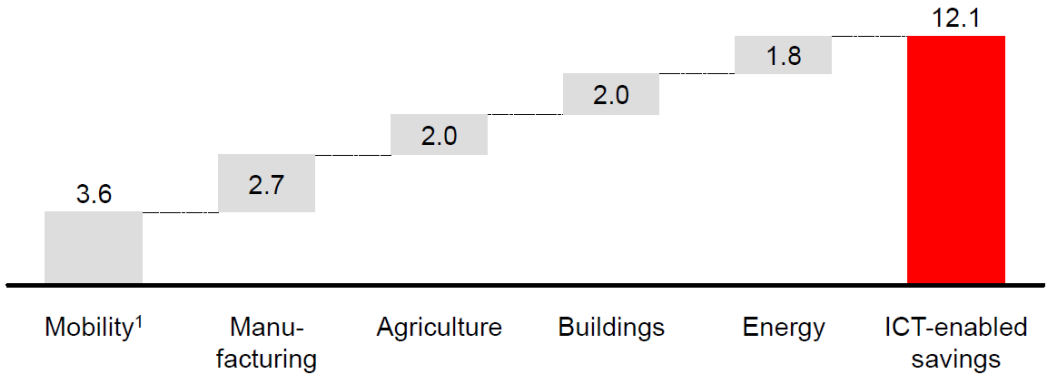
透過國際合作，NIES 與馬來西亞及越南地方政府合作，致力於吉隆坡(Kuala Lumpur)、峴港市(Da Nang)、胡志明市(Ho Chi Minh City)發展低碳城市，其中運輸相關計畫綜整如下：

(1) 馬來西亞吉隆坡(Kuala Lumpur)：制定 8 領域 24 策略與 73 項 LCS 措施，由運輸、建築、水資源、廢棄物、能源、基礎設施與數位技術、環境等七個領域執行，其中運輸部門包含鐵路系統、自行車道、公車系統、行人路網等發展措施。

(2) 越南胡志明市(Ho Chi Minh City)：與日本大阪共同合作 HCM 計畫，以五個構面(水、再生能源、運輸、燃油與能源效能提升)進行 LCS 規劃，其中環保駕駛學習計畫(Eco-driving by Utilizing Digital Tachograph System Project)，已應用於越南 NIPPON EXPRESS 貨運公司 130 輛貨車中，係透過行駛記錄儀器記錄貨車司機駕駛行為，藉以提供司機有助於減少燃料消耗輛的駕駛行為改善建議，估計每年可減少 328 t CO2。

(3) 越南峴港市(Da Nang)：借鏡日本 LCS 經驗，峴港市分析溫室氣體排放量總量，並設立減排目標，以綠色港都為 LCS 發展依據，擬定 15 項計畫，其中包含推行低碳公車、並推廣使用大眾運輸。

5. 運輸科技應用-資通訊技術(information and communication technology, ICT): 根據全球永續議題 e 化倡議組織(Global e-Sustainability Initiative, GeSI)分析顯示，ICT 的發展與應用將有潛力降低 2030 年 15 %的溫室氣體排放量(約 12 Gt)，其中運輸部門即佔了 30%，其應用層面包含了減少產品生產製程、提升能源效率、減少運輸需求等製造、能源、運輸等部門(如圖 3.2.16)，同時亦可增加就業機會、便捷人與人的聯繫，兼具經濟、社會發展及減碳的成效。



資料來源：SMARTer2030 – ICT Solutions for 21st Century Challenges, GeSI, 2015.

圖 3.2.16 ICT 應用於各領域之減碳成效

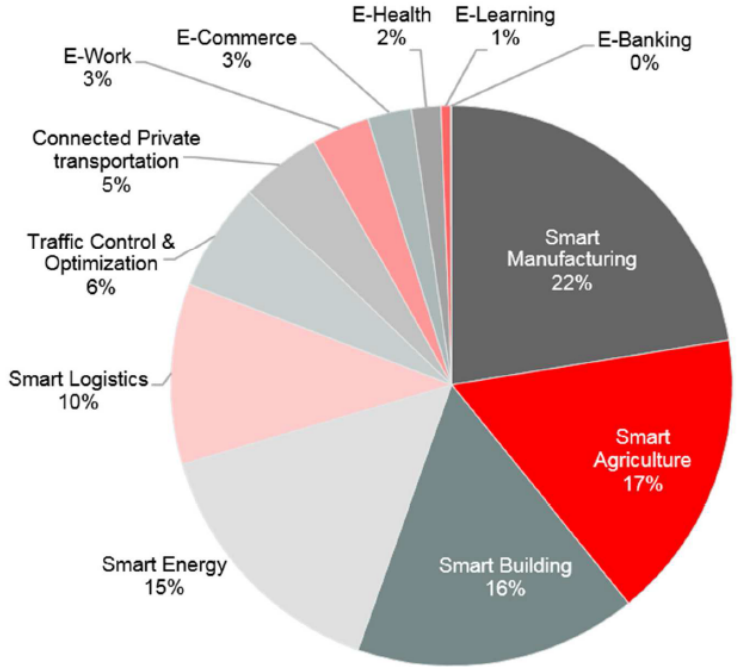
GeSI 進一步分析了既有 12 項 ICT 應用案例的減量潛力(如圖 3.2.17)，其中智慧製造、農業、建造與能源技術，各佔了 15~22 %的減量比例，而智慧交通，包含智慧物流、交通管理與最佳化、E-work 及私部門運輸管理等，則具有最大的發展潛力(24%)。ICT 在運輸領域上的應用(smart mobility)包含：

(1) E-work(視訊會議或在家工作)：根據研究每人每年減少 100 小可的旅程，就可以降低 67%的交通排碳。

(2) Traffic control & optimization：結合 ICT 於電動車(或其他低碳運具)，透過路側基礎建設蒐集即時旅運資訊，並提供即時交通導引，減少塞車繞路等行為，提升運輸安全與效率。

(3) Connected private transportation：藉由行動裝置的普及，擴大了資訊蒐集的層面，同時也因資訊分享容易，促成了共享經濟時代，共乘與共享平台技術，將可減少私人旅次，減少空污及排碳。

(4) Smart logistic：貨品電子掃描技術，集中管理貨品，減少遞送旅次。



資料來源：SMARTer2030 – ICT Solutions for 21st Century Challenges, GeSI, 2015.

圖 3.2.17 ICT 應用案例減碳潛力分析

參考文獻

1. Assessing the consistency of national mitigation actions in the G20 with the Paris Agreement, ESRC CCCEP and the Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, November 2016.
2. The Emission Gap Report 2016, The United Nations Environment Programme (UNEP), 2016.
3. Global Climate Action Agenda (GCAA) Transport Initiatives: Stock-take on action on the Implementation of the Paris Agreement on Climate Change and contribution towards the 2030 Global Goals on Sustainable Development. November 7th 2016.
4. Global Transportation Energy and Climate Roadmap, International Council on Clean Transportation(ICCT), 2012.
5. Implications of 2DS and 1.5DS for Land Transport Carbon Emissions in 2050, SLoCaT, November 2016.
6. Nationally-Determined Contributions (NDCSs) Offer Opportunities for Ambitious Action on Transport and Climate Change, Partnership on Sustainable Low Carbon Transport, 2016.
7. SMARTer2030 – ICT Solutions for 21st Century Challenges, GeSI, 2015.
8. The 2030 Agenda for Sustainable Development, United Nations, 2016.
9. Planning for NDC implementation: A Quick-Start guide, Claire Monkhouse and Kiran Sura (CDKN), 2016
10. What the transport sector is doing to deliver on the COP21 climate change agreement, PPMC, May 2016

附件 1

行政院組團參加會議代表名單

	單位	職稱	姓名
1	行政院環境保護署	參事兼執行秘書	簡慧貞
2		副執行秘書	張宣武
3		組長	吳奕霖
4		組長	葉耕誠
5		高級環境技術師	王俊勝
6		環境技術師	林丞庭
7	外交部	副司長	連建辰
8		專門委員	陳首翰
9		科長	江月琇
10		科員	方肇頤
11		秘書回部辦事	詹修明
12		技正	林文正
13	駐法國台北代表處	代表	張銘忠
14		組長	曾水龍
15		組長	徐翠敏
16		副組長	黃上益
17		秘書	程瑞安
18	駐紐約台北經濟文化辦事處	副領事	方崇宇
19	駐德國台北代表處	三等秘書	姜予歆
20	行政院能源及減碳辦公室	執行長	楊鏡堂
21		副執行長	林子倫
22		副主任	蔡倩傑
22	國家安全會議	研究助理	陳冠廷
23	科技部	助理研究員	張美瑜
24	經濟部工業局	組長	凌韻生
25	交通部中央氣象局	主任	陳嘉榮
26		副主任	馮欽賜
27	行政院農業委員會林務局	研究員兼組長	呂俊奇
28	農委會林業試驗所	研究員兼組長	林俊成
29	國家災害防救科技中心	研究員	林李耀
30		副研究員	陳永明
31	中華民國氣象學會	處長	趙恭岳
32	臺灣中油公司	副總經理	吳清陽
33		處長	林暘
34	中鋼公司	副總經理	張西龍
35		專案工程師	吳一民
36	台灣電力公司	副處長	溫桓正
37	台灣綜合研究院	副院長	黃宗煌
38		所長	蘇漢邦
39		高助研究員	許椀婷
40	永智顧問公司	總經理	石信智
41		國際事務專員	王瑱嬪

	單位	職稱	姓名
42	國立清華大學 科技法律研究所	教授	范建得
43		研究助理	廖沿臻
44	臺灣綠色生產力基金會	工程師	陳瀚宇
45	環科工程顧問公司	專案經理	劉睿婕
46	鼎漢工程顧問公司	專案經理	黃于真
47	工業技術研究院	副所長	王人謙
48		組長	蔡振球
49		經理	胡文正
50		研究員	鍾詩明
51		副研究員	李莉鈴
52		工程師	連振安

附件 2

COP22 馬拉喀什行動宣言

MARRAKECH ACTION PROCLAMATION
FOR OUR CLIMATE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

We, Heads of State, Government, and Delegations, gathered in Marrakech, on African soil, for the High-Level Segment of the 22nd Session of the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change, the 12th Session of the Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol, and the 1st Session of the Conference of the Parties serving as the Meeting of the Parties to the Paris Agreement, at the gracious invitation of His Majesty the King of Morocco, Mohammed VI, issue this proclamation to signal a shift towards a new era of implementation and action on climate and sustainable development.

Our climate is warming at an alarming and unprecedented rate and we have an urgent duty to respond.

We welcome the Paris Agreement, adopted under the Convention, its rapid entry into force, with its ambitious goals, its inclusive nature and its reflection of equity and common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in the light of different national circumstances, and we affirm our commitment to its full implementation.

Indeed, this year, we have seen extraordinary momentum on climate change worldwide, and in many multilateral fora. This momentum is irreversible – it is being driven not only by governments, but by science, business and global action of all types at all levels.

Our task now is to rapidly build on that momentum, together, moving forward purposefully to reduce greenhouse gas emissions and to foster adaptation efforts, thereby benefiting and supporting the 2030 Agenda for Sustainable Development and its Sustainable Development Goals.

We call for the highest political commitment to combat climate change, as a matter of urgent priority.

We call for strong solidarity with those countries most vulnerable to the impacts of climate change, and underscore the need to support efforts aimed to enhance their adaptive capacity, strengthen resilience and reduce vulnerability.

We call for all Parties to strengthen and support efforts to eradicate poverty, ensure food security and to take stringent action to deal with climate change challenges in agriculture.

We call for urgently raising ambition and strengthening cooperation amongst ourselves to close the gap between current emissions trajectories and the pathway needed to meet the long-term temperature goals of the Paris Agreement.

We call for an increase in the volume, flow and access to finance for climate projects, alongside improved capacity and technology, including from developed to developing countries.

We the Developed Country Parties reaffirm our USD $100 billion mobilization goal.

We, unanimously, call for further climate action and support, well in advance of 2020, taking into account the specific needs and special circumstances of developing countries, the least developed countries and those particularly vulnerable to the adverse impacts of climate change.

We who are Parties to the Kyoto Protocol encourage the ratification of the Doha Amendment.

We, collectively, call on all non-state actors to join us for immediate and ambitious action and mobilization, building on their important achievements, noting the many initiatives and the Marrakech Partnership for Global Climate Action itself, launched in Marrakech.

The transition in our economies required to meet the objectives of the Paris Agreement provides a substantial positive opportunity for increased prosperity and sustainable development.

The Marrakech Conference marks an important inflection point in our commitment to bring together the whole international community to tackle one of the greatest challenges of our time.

As we now turn towards implementation and action, we reiterate our resolve to inspire solidarity, hope and opportunity for current and future generations.

附件 3

馬拉喀什全球氣候行動夥伴

MARRAKECH PARTNERSHIP FOR GLOBAL CLIMATE ACTION

The Marrakech call is loud and clear: ***nothing can stop global climate action.*** *The momentum for the adoption of the Paris Agreement was enabled by Parties and non-Parties stakeholders taking action to address climate change and undertaking to progressively enhance the ambition of this action. Almost all Parties communicated INDCs, and coalitions of thousands of cities, regions, companies and investors from across the world announced voluntary commitments to support the implementation of the ambitious climate action.*

At the same time, there is universal recognition that if we are to realise the goals of the Paris Agreement, ***we must all go further and faster in delivering climate action before 2020****, enabled by adequate flows of finance, technology and capacity building. We are currently lagging behind, but together with all hands on deck we can* ***bridge the 14-17 Gt emissions gap and ensure adequate adaptation*** *to the current and expected impacts of climate change. Such pre-2020 action must be delivered in a manner that supports the long term global transformation required by the Paris Agreement. We can reach the turning point in global emissions and strengthen resilience* ***through scaling up support and investment in climate solutions****. With this investment we can reap the benefits of climate action in the decades to come, and keep the sustainable development goals within reach.*

There is also growing momentum among voluntary efforts, initiatives and coalitions for climate action to increase the support provided to governments in implementing their NDCs and in helping to deliver on SDGs. ***Information on the progress made in 2016 has been made available in an updated version of the UNFCCC's NAZCA platform***[1] *and is reflected in the Summary for Policymakers*[2] *arising from the technical examination processes.*

The momentum created in the lead up to Paris among public and private entities in mobilizing financial resources for climate action continues to grow. These entities have a key role to play in assisting governments to ***translate NDCs into investment-ready vehicles*** *as well as to* ***scale up investment in infrastructure*** *that delivers a range of benefits, including ones for addressing climate change in cities and communities. Such a large scale mobilization is necessary: global investments in infrastructure needs to increase from USD 3.4 trillion per year today to USD 6 trillion per year on average during the next 15 years. The incremental up-front investment cost of zero-GHG and climate-resilient infrastructure adds 5% of the total investment needed, but is necessary to ensure inclusive and sustainable growth*[3]*.*

In our term as High-Level Champions we have seen the determination of all to accelerate the pace of implementation and have been humbled by the opportunity ***to give a voice to those driving forward with ambitious action****. Those stakeholders, both Party and non-Party, have called for greater coherence and clarity so that all those involved in the implementation of climate action can collaborate effectively.*

As the first High-Level Champions we are responding to this call by launching, the Marrakech Partnership for Global Climate Action. It is designed to provide a strong foundation for how the UNFCCC process will catalyse and support climate action by Parties and non-Party stakeholders in the period from 2017-2020, giving effect to the existing arrangements as agreed by Parties at COP 21 in Paris. The Marrakech Partnership for Global Climate Action does not and cannot belong to us as High-Level Champions, rather it belongs to all of those across the globe who are passionately engaged in efforts to fight climate change and ensure a better, more resilient and more equitable lifestyle for our fellow citizens of the world.

H.E. HAKIMA EL HAITE, MINISTER DELEGATE TO THE MINISTER OF ENERGY, MINES, WATER AND ENVIRONMENT

H.E. LAURENCE TUBIANA, AMBASSADOR FOR CLIMATE CHANGE NEGOTIATIONS AND THE SPECIAL REPRESENTATIVE FOR COP21

[1] Available at <http://climateaction.unfccc.int>
[2] Available at <http://climateaction2020.unfccc.int/spm/introduction/>
[3] Available at <http://newclimateeconomy.report>

A COMMON VISION FOR ACCELERATING CLIMATE ACTION

There is universal recognition of the urgent need to deliver climate action at an accelerated pace and at an enhanced scale across all sectors of the economy and society in the pre-2020 period. Only then can we achieve the purpose and goals of the Paris Agreement, through the implementation of NDCs and the scaling up of finance, technology and capacity building support and investment. It is for this reason that decision 1/CP.21 recognized the commitments from all actors, including those launched through the Lima–Paris Action Agenda, as well as the urgent need to scale up the global response to climate change and support greater ambition from governments, including in the period 2016–2020.

Closing the 14-17 Gt emissions gap between current levels of ambition and those that will enable the goals of the Paris Agreement to be achieved before 2020 requires an inclusive, 'all-hands-on-deck' approach. The same is required to bridge the adaptation gap between current levels of adaptation action and the levels of resilience required to meet the global goal on adaptation as reflected in the Paris Agreement. There is also a crucial need for governments to work in partnership with other financial actors, development banks as well as private finance institutions to mobilize finance at the scale required to transition to a low-carbon, climate-resilient global economy.

In combination the aims of the Paris Agreement and the SDGs provide targets for guiding national plans, which will guide decision of actors across all sectors of the economy and society. Finally, our collective success in pursuing climate action (SDG 13) will significantly determine whether the other sustainable development goals (SDGs)[4] can be achieved.

The Marrakech Partnership for Global Climate Action is complementary and in no way a substitute for negotiations among Parties, which must now be accelerated to bring the provisions of the Paris Agreement into effect. Cooperative climate action among Parties and non-Party stakeholders through the Marrakech Partnership for Global Climate Action aims to support implementation of more climate action now, consistent with the achievement of the NDCs, and to foster greater ambition over time on mitigation, adaptation, and the delivery of finance, technology and capacity building to developing countries. The tracking of progress in the delivery of commitments by non-Party stakeholders and voluntary initiatives can build the confidence required to increase ambition over time, and will help identify gaps and where there is a need for improvement.

ACCELERATING CLIMATE ACTION TOGETHER

The Marrakech Partnership for Global Climate Action gives effect to the agreed outcomes in Paris by providing a structured and coherent framework that can help accelerate the scale and pace of climate action among Parties and non-Party stakeholders in all parts of the world. The Marrakech Partnership for Global Climate Action will enable and facilitate the:

- Convening of Party and non-Party stakeholders on an ongoing basis to enhance collaboration and catalyze the scaling up of efforts to collectively identify and address barriers to enhanced implementation, including through the technical examination processes on pre-2020 climate action and multi stakeholder high-level dialogues;
- Showcasing of successes and providing a platform for new initiatives and greater ambition through events, including those held in conjunction with sessions of UNFCCC bodies as well as other relevant forums, culminating in the annual High-level Event on Climate Action to be held in conjunction with each session of the COP;

[4] Available at <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>

- Tracking of progress, through NAZCA, achieved by those actors and initiatives, aligned towards the achievement of the purpose and goals of the Paris Agreement, and supporting the delivery of NDCs and the SDGs;
- Reporting of achievements and options to enhance action to the COP.

Delivering these functions requires the active collaboration of all stakeholders, UNFCCC institutions and the United Nations system. To this end the appointed High-Level Champions will work closely with the COP President, the Secretary-General of the United Nations and the UNFCCC Executive Secretary.

In order to provide a consistent and structured approach to facilitating climate action from 2017-2020 and for tracking actions registered in NAZCA, work will be organised in a thematic approach as illustrated in Figure 1. Mobilizing further action within each of these themes will require the identification of specific priorities to be addressed by the community of actors. Should future High-Level Champions identify the need for additional themes these can be added to this framework.

Figure 1: Multi-stakeholder engagement: proposed thematic approach

	Themes						
	Natural systems			**Sustainable infrastructure**			
	Land-use	Oceans and coastal zones	Water	Human settlements	Transport	Energy	Industry
Actors	**Policy makers** *National Governments* *Local and subnational governments* *Regulators*						
	Finance and investment *National and international public finance institutions* *Investors* *Asset owners* *Investment and fund managers* *Financial markets* *Corporations* *International finance organisations and initiatives*						
	Technology and innovation and capacity-building *Technology developers* *National and international organisations* *Technology initiatives and partnerships* *Research institutions*						
	Activity implementers *Public and private project and infrastructure developers* *Business* *Local and municipal service providers* *Farmers and natural resource management associations*						
	Civil society *Communities, citizens and consumers* *Non-governmental organisations* *Trade unions and labour organization* *Faith based organisations* *Indigenous peoples*						

In progressing action in all of the above thematic areas consideration will be given to gender, education, health and decent work.

Participation in the Marrakech Partnership for Global Climate Action

The Marrakech Partnership for Global Climate Action supports voluntary collaboration between Parties and non-Party stakeholders, including civil society, the private sector, financial institutions, cities and other subnational authorities, local communities and indigenous peoples, as well as coalitions and voluntary initiatives, as set out in the Paris decision. The High-Level Champions will work with interested Parties to actively facilitate greater participation from non-Party stakeholders, including voluntary initiatives, in developing countries. In order to participate, non-Party stakeholders agree to have their commitments to the Marrakech Partnership for Global Climate Action recorded on NAZCA and to provide information regularly on the status of implementation of those actions and progress towards the goals they have set.

NAZCA will maintain an inclusive approach to showcasing climate action around the world, guided by criteria which non-Party stakeholders and initiatives are encouraged to demonstrate:

- *Relevance*: advance the goals of the Paris Agreement;
- *Scale*: should be or projected to be of sufficient size to have an impact on mitigation and/or adaptation;
- *Specific*: have clear, quantifiable outcomes with defined targets and milestones that allow one to assess progress over time;
- *Transparency in progress*: report progress and results on a periodic basis (e.g. annually);
- *Impact/results-oriented*: need to be focused on concrete, real-world action delivering mitigation outcomes, increased resilience, reduced vulnerability and/or mobilizing finance. Initiatives solely focused on calls to action, information sharing would not meet the criteria to be included in the Marrakech Partnership for Global Climate Action;
- *Ownership/capacity*: the action/initiative is controlled/driven by entity/entities with the overall responsibility to deliver results, including mobilizing the necessary capacity and resources.

Catalysing action and showcasing success

The High-Level Champions have the responsibility of convening and facilitating an active dialogue between Parties and non-Party stakeholders. Greater coherence in the overall delivery of climate action can be achieved by creating a more focused rhythm of events before, during as well as after the COP and by better utilizing the existing processes that have been established within the UNFCCC.

A phrased approach will be taken throughout each year, culminating in a high level engagement among decision makers during the sessions of the COP. Starting from COP 22, the outcomes of all climate action events will identify specific priorities, proposals and actions that need to be addressed to scale up climate action. These would be advanced in the technical examination processes on mitigation and adaptation (TEPs) in the year ahead. The High-Level Champions can catalyse climate action by setting out challenges that require solutions for non-Party stakeholders and voluntary initiatives to address, providing a platform during the COP for the most successful solutions to be announced.

The TEPs should draw not only on the in-session Technical Experts Meetings (TEMs) but also on the outcomes of relevant regional and thematic meetings outside of the formal sessions of the UNFCCC. Such events, with connections to the Marrakech Partnership for Global Climate Action, can enable greater participation from experts, practitioners and implementers. These

meetings would be held in conjunction with existing events wherever possible. Furthermore, in light of paragraph 121 c) of the Paris decision, the High-Level Champions consider that the in-session TEMs must be significantly more narrow in their focus to address highly specific policy options. The Marrakech Partnership for Global Climate Action should enable a greater connection and coherence between individual TEMs and ongoing regional activities to support and accelerate implementation.

The UNFCCC Executive Secretary may wish to align the events of the existing UNFCCC bodies and institutions, such as the Technology Executive Committee, Climate Technology Centre and Network, the Green Climate Fund, the Adaptation Committee and Least Developed Country Expert Group with the relevant regional and thematic meetings above. The TEMs held during the formal sessions of the UNFCCC bodies will be focused on international collaboration and dialogue among Parties and non-Party stakeholders. The UNFCCC secretariat's Regional Collaboration Centres can be used to facilitate both participation of relevant stakeholders and management of follow-up actions.

The High-Level Champions, supported by the secretariat and relevant international and regional organisations, will work throughout the year following each session of the COP with interested Parties and key stakeholders to remove barriers, scale up support and strengthen collaboration on implementation.

The outcomes of thematic and regional meetings will be reported by the High-Level Champions to the COP through a Yearbook of Global Climate Action. The High-Level Champions may make further recommendations as appropriate, through the Summary for Policymakers, which should provide clear policy options for consideration by ministers.

Thematic priorities identified in Marrakech

The thematic dialogues[5] held in Marrakech have highlighted to the High-Level Champions the indicative priority focus areas for action that will be advanced in 2017. These will be summarised in a draft Priority Areas Action Tracker to be published on the UNFCCC website at the end of COP 22. This draft Priority Areas Action Tracker will form the basis of a planning session with the constituted bodies and relevant expert organizations in early 2017. Each year, the action plan will continue to evolve as progress is made, and as new challenges and opportunities arise. Parties and non-Party stakeholders are invited to identify additional thematic priorities at any time, as well as to propose ways forward and solutions to address these priorities.

Tracking and reporting progress

NAZCA provides the official platform for tracking climate action by non-Party stakeholders and voluntary initiatives; many of which are supported by Parties. It also provides the entry point for information on the Marrakech Partnership for Global Climate Action.

In order to provide greater transparency and tracking of progress, NAZCA will continue to be updated in collaboration with relevant data custodians and analysts so that the collective progress and impact of climate actions and initiatives can be reported and showcased in a user-friendly fashion. Tracking progress will support Parties and non-Party stakeholders in identifying gaps and areas where greater effort is required, consistent with the objective of promoting more geographically and thematically diverse initiatives. The High-Level

[5] Available at <http://unfccc.int/paris_agreement/items/9954.php>

Champions will draw upon this information when undertaking their roles and in making recommendations for high level engagement.

The role of the High-Level Champions

The High-Level Champions engage with Parties and non-Party stakeholders to strengthening pre-2020 action, recognizing what has been achieved and what needs to be done by the UNFCCC and the wider United Nations system in order to facilitate the continued delivery and strengthening of climate action. The High-Level Champions will support the implementation of the Marrakech Partnership for Global Climate Action by advocating for action within the multilateral process to unlock further ambition. The High-Level Champions will actively encourage participation from cities, regions, companies and investors that have not yet made commitments to take ambitious climate action, as well as facilitate greater participation from non-Party stakeholders in developing countries. The High-Level Champions will engage with all stakeholders and voluntary initiatives to increase their ambition, transparency and alignment with the objective of the Convention, aims of the Paris Agreement and SDGs, and will promote best practices and voluntary initiatives that have the greatest impact. Ensuring enhanced implementation will also require the High-Level Champions to facilitate access to support for climate action undertaken by Parties and non-Party stakeholders from relevant institutions such as bilateral or multilateral agencies.

As noted previously, the High-Level Champions will also provide guidance to the UNFCCC on the TEMs to assist in aligning them with the specific policy options and barriers being identified through the operation of the Marrakech Partnership for Global Climate Action.

Supporting the Marrakech Partnership for Global Climate Action

Ensuring collaboration among Parties, the United Nations system, the UNFCCC institutions and the full array of non-Party stakeholders will be conducted through the UNFCCC Executive Secretary, who retains the responsibility and authority for mobilizing coherent support for the operation of the Marrakech Partnership for Global Climate Action, including the support for the High-Level Champions.

As agreed in Paris, adequate support is required for the High-Level Champions in the delivery and organization of their work. The UNFCCC secretariat has responded, and will continue to do so, subject to the availability of financial resources, by providing a small operational support unit to assist the efforts of the High-Level Champions throughout the year. This small unit will need to:

- Facilitate the coherent engagement of the all thematic and actor networks within the Marrakech Partnership for Global Climate Action;
- Collaborate with relevant organization of the thematic dialogues and the High-level Event on Climate Action;
- Coordinate a wide range of data providers, initiatives and coalitions in maintaining and updating NAZCA.

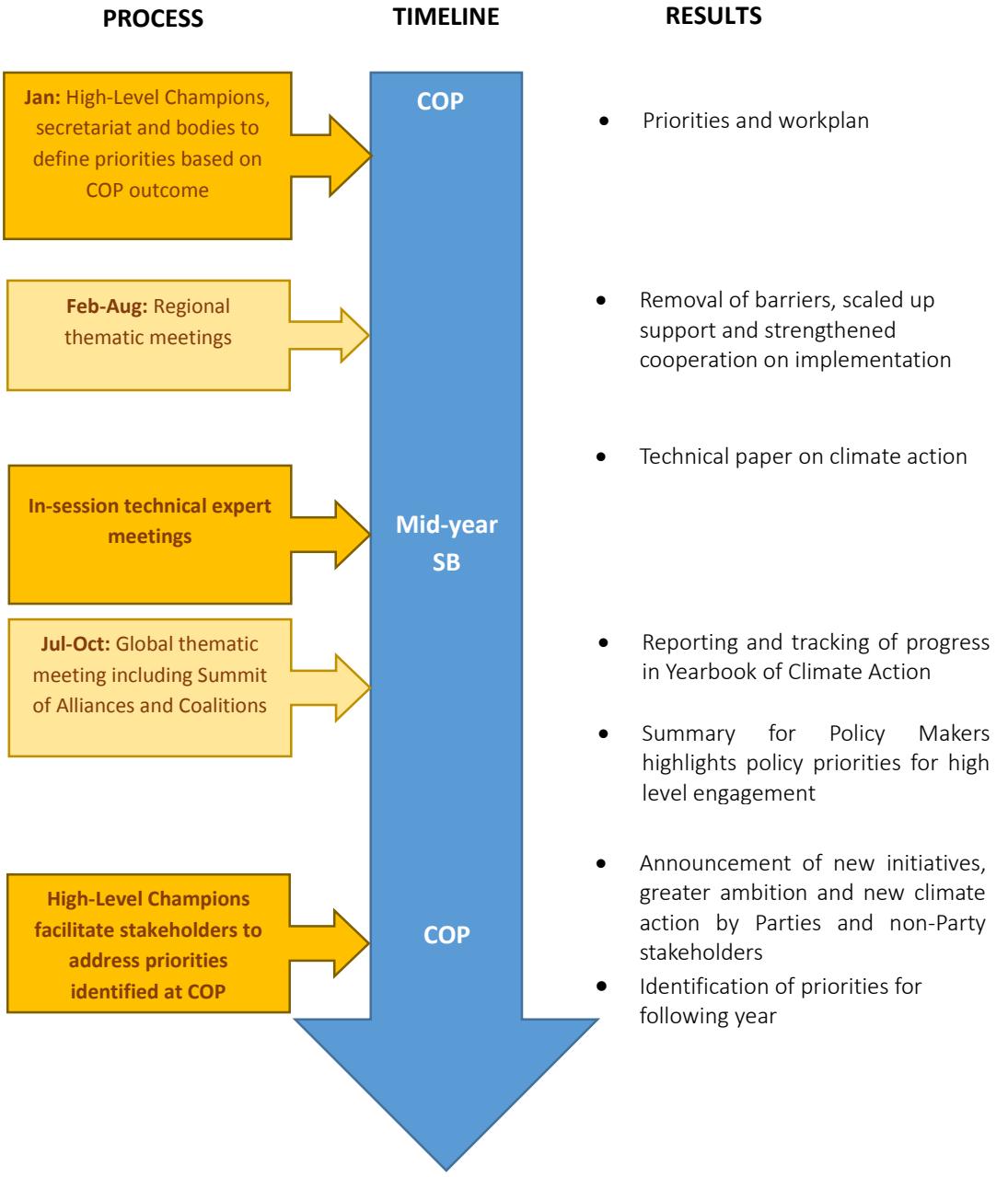
To support the full implementation of the mandates of the High-Level Champions and the Marrakech Partnership for Global Climate Action, the UNFCCC secretariat would need to further enhance its support through supplementary and non-traditional funding sources and will strengthen partnerships with a range of existing organisations. Longer term support arrangements would be subject to consideration among Parties in the context of the UNFCCC budget for the 2018-2019 biennium.

Given the interlinkages between the implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development and the Paris Agreement, as well as the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction and the Addis Ababa Action Agenda on Financing for Development, the role of the Secretary-General of the United Nations, as a global convener of all sectors of society, will be critical. This role is primarily to engage key stakeholders to increase the pace and scale of climate action, to ensure linkages with and contribution to the 2030 Agenda for Sustainable Development, and to further mobilizing the United Nations system to maximize its contribution. The UNFCCC secretariat, with guidance by the High-Level Champions, will continue to collaborate with the Executive Office of the Secretary-General in mobilising the United Nations system to accelerate climate action.

OUTLOOK TO 2020

Party and non-Party stakeholders have emphasized the need for a coherent process to support greater ambition in the period from 2017-2020 in accordance with the Paris decision. In the lead up to COP 24 a step wise approach will be facilitated with a focus on the delivery of results. Figure 2 provides a non-exhaustive list of some of the key milestones within the annual cycle of the work of the High-Level Champions.

Figure 2: Annual engagement cycle



附錄 6

計畫簡報

交通部運輸研究所
計畫編號MOTC-IOT-105-TDB001

城際運輸節能減碳策略評估模組開發及應用(2/2)

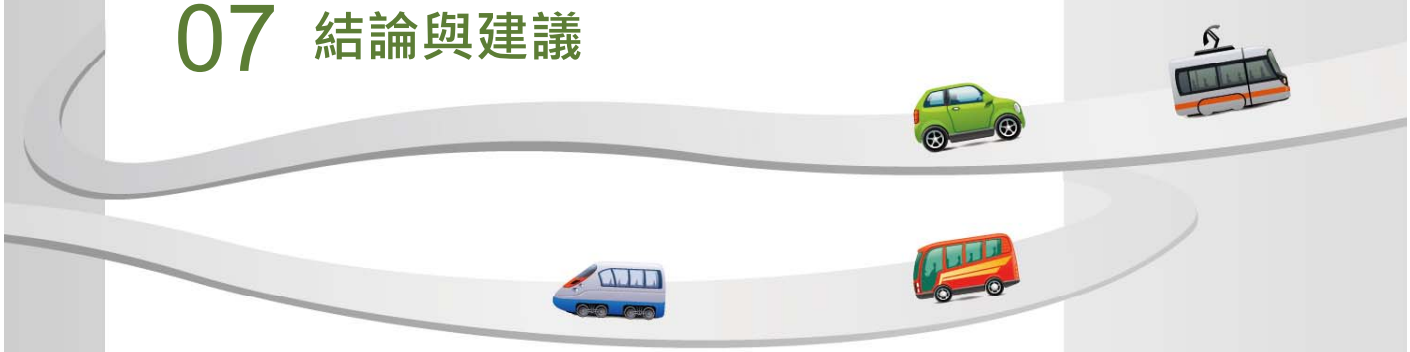
【期末成果審查】

鼎漢國際工程顧問股份有限公司

民國105年12月14日

Contents

01 計畫辦理情形
02 期中審查意見辦理
03 運輸節能減碳評估模組開發
04 城際運輸節能減碳案例分析
05 策略評估整合資訊平台維運
06 綠運輸宣導及網站維運
07 結論與建議



01

計畫辦理情形

1.1 計畫背景

■ 緣起

- 因應行政院於「永續能源政策綱領」揭櫫我國二氧化碳排放量2025年回到2000年的目標水準
- 賡續「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」，開發運輸節能減碳策略應用評估模組
- 擴大評估範疇，涵蓋私人運具使用管理、節能運具推廣、促進公共運輸等策略，評估達成城際節能減碳目標水準

1.2 計畫目的

■ 目的

因應「溫室氣體減量及管理法」CO_2減量目標、巴黎協定後我國INDC目標

1. 掌握國內外最新節能減碳趨勢，作為我國減碳路徑規劃之參據
2. 建立可評估節能減碳策略對運輸需求影響之模型、減碳決策分析工具
3. 持續優化決策支援系統，因應情勢檢討運輸需求、能耗碳排發展趨勢
4. 持續維運綠色運輸宣導網站，定期發布新聞與新知推廣綠色運輸

1.3 工作項目與執行成果對照

項次	項目	次項目	章節	內容概述
1	文獻回顧	國內外減碳相關計畫及巴黎協定後發展推動情形	2.1	運輸部門節能減碳政策與措施成效
		國內外城際運輸減碳研究與最新方案	2.1	運輸部門節能減碳政策與措施成效
		決策支援系統後續年度擴充架構	2.2	運輸節能減碳評估模型與應用
		國內外GIS與視覺化決策資訊平台應用	2.3	國內外GIS與視覺化決策資訊平台應用
2	城際運輸節能減碳策略評估模組之應用與展示	2項已推動案例驗證及減碳分析	4.1	已推動城際運輸策略實例驗證分析
		3項未來可推動案例減碳分析	4.2	未來可推動之運輸節能減碳策略效益評估
		城際運輸部門規劃減碳路徑之參據	4.3	小結
3	結合GIS呈現能源消耗與溫室氣體排放之地域特性	呈現方式設計	3.4	策略評估成果視覺化分析展示
		視覺化案例分析圖表	4	案例評估與視覺化分析
		資訊平台視覺化功能開發	5.2	平台功能模組介紹
4	整合資訊平台資料更新與維運	平台維運與更新，包含運輸部門排放清冊	5.3、5.4.1	運輸部門運具別排放清冊、平台維運機制
		於資訊平台開發能耗/碳排簡易估算工具	3.2.1、5.2	計算工具介紹、平台功能模組介紹
		協助平台資安維護，定期點閱人次統計	5.4.1、5.5	資安與壓力檢測、使用成效盤點
5	綠色運輸教育宣導及網站維運	更新網站新聞，辦理網頁改版與SEO優化	6.1	網站維運與更新
		協助網站資安維護，定期點閱人次統計	6.2、6.3	資安與壓力測試、使用成效盤點
6	其他	辦理專家學者座談會1場次	附錄3	訪談會議紀錄與意見辦理
		派員出席UNFCCC COP22/CMP12年會	11/6~11/18派員出席，定稿報告補充相關資訊	
		修訂決策支援系統操作手冊、辦理教育訓練1場次	11/25舉辦，訓練內容與手冊於定稿報告補充	
		研究成果於能源經濟學會研討會發表	附錄4	研究成果發表內容

02

期中審查意見辦理

2 期中審查意見辦理1/3

■ 基線模式與TDM-E整合

■CGE與TDM-E整合回饋關係需進一步確認
■未看到GDP概估結果與碳排校準內容

- 本期TDM-E以城際旅次為分析對象，非城際以簡化方式推估，故總量仍需仰賴排放清冊及CGE、能源消費模式之推估結果作為參考
- 計畫執行期間所內同時辦理CGE參變數更新，已取得最新GDP、能耗碳排基線作為總量控制；同時回饋TDM-E之延車/人公里至CGE
- CDP概估及碳排校準資料已補充於報告書中

■ TDM-E精進

■能源密集度推估建議回歸為因素分解之概念

- 近年臺鐵持續進行電氣/雙軌化工程、高鐵營運至今班次持續調整，不易進行完整的因素分
- 建議先以近5年統計資料為基礎，推估能源密集度的變化趨勢，納入模式分析中

2 期中審查意見辦理2/3

■ 節能減碳策略與案例分析

■期許本案能與溫管法緊密結合，預估階段性減量目標
■建議列出因本計畫模型應用，促成新政策研擬及減碳效益

- 本計畫以開發分析工具及應用進行既有政策案例分析為主
- 已分析三個未來可推動策略，推估不同年期各策略之節能減碳效果，可提供運輸部門作為節能減碳目標達成率之參考

■燃油效率提升之假設與汰換幅度之設定是否過於理想化

- 相關目標設定來自於「運輸政策白皮書-綠運輸」之長期目標值
- 推估上考慮各車種別每年新車市場滲透率進行設定

■是否有達成公共運輸30%之政策建議

- 本計畫以各策略的節能減碳效果評估為主，假設多以交通部既定方向與目標為基礎
- 公共運輸發展目標值來自於路政司提出之目標，本計畫推估未來若能完全落實下之各分年節能減碳效果

2 期中審查意見辦理3/3

■ 節能減碳策略與案例分析

■案例分析應有亮點、加強對數據的詮釋及背景補充說明

- 於各案例第一小節說明分析背景
  - 已推動案例：2014年之運量、延人/車公里、能耗碳排量
  - 未來可推動案例：2020、2025、2030年之模型設定、自然發展情境之運量、延人/車公里、能耗碳排量分析結果
- 已於報告書補充更詳細之分析結果與結論

■ 視覺化分析

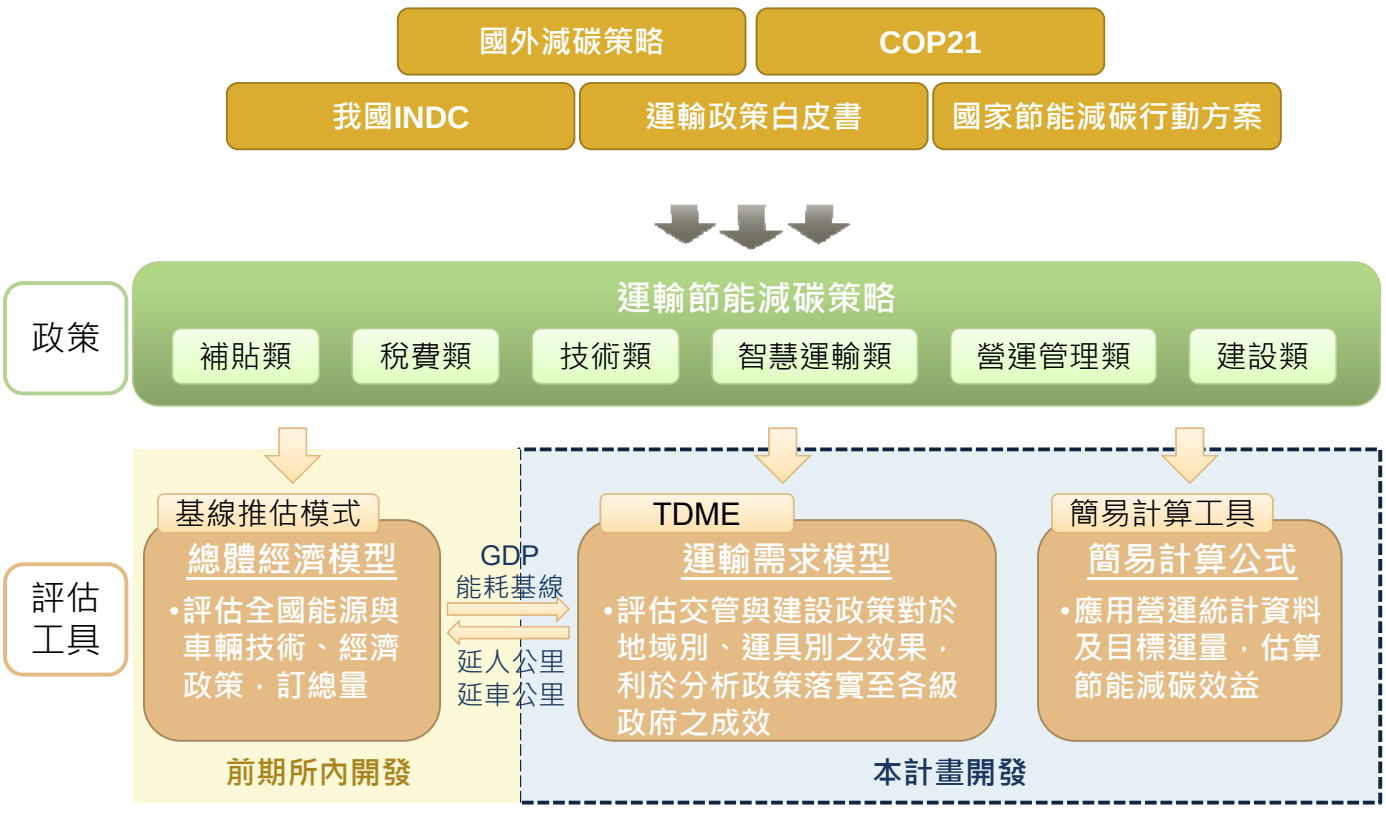
■圖型表達建議包含節能減碳多寡、空間分佈、時間序列
■分析模板不易閱讀，建議提供非專業人士試用

- 視覺化設計考量因子包含各案例之節能減碳效果、 2020-2030年、全台-生活圈尺度、各運具別
- 考量閱讀性與分析重點，已重新調整視覺化模板、精簡資訊，並提供非專業人員測試

03

運輸節能減碳評估模組開發

3.1 政策節能減碳評估工具架構



3.2 本期節能減碳評估工具開發

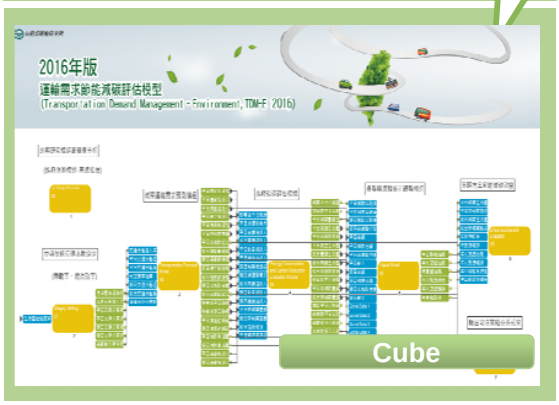
運輸節能減碳策略評估模組

節能減碳簡易計算工具

時效、便利、統一

- 提供**部屬機關**快速分析計畫推動之能耗碳排成效
- **已開發於整合資訊平台**

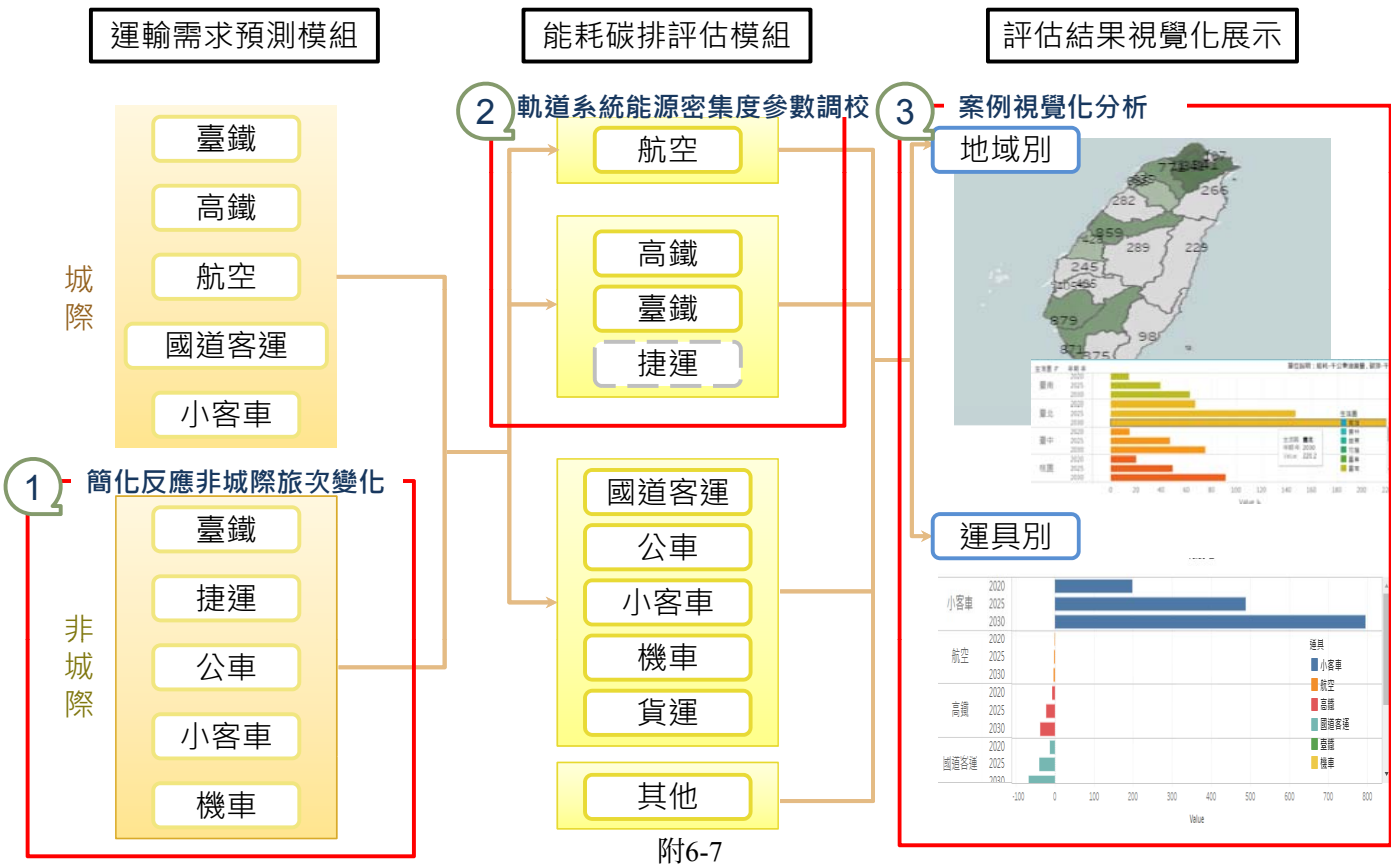
運輸需求節能減碳評估模型 (Travel Demand Model–Environment, TDME)



細緻、旅運行為、預測趨勢

- 評估策略對**運輸需求(區域、運具)**及能耗碳排之影響
- 期中完成兩項已推動策略評估
- 期末執行**三項未來可推動策略**評估

3.3 本期TDM-E模型更新項目1/4



3.3 本期TDM-E模型更新項目2/4

■ 簡化反應非城際旅次變化

- 城際運具
  - 透過TDM-E模型推估，以排放清冊總量校正
- 非城際運具
  - 都會區模式簡化處理，以排放清冊資料進行運具系統能耗調整

項目	城際運具	城際與非城際旅次共用運具	非城際運具
運具範疇	航空、高鐵、國道客運	臺鐵、小客車	公車、機車
本期能耗調整作法	以各運具能耗消費總量進行調校	總量扣除城際運輸系統能耗，進行非城際部分能耗及延人公里調校	依排放清冊系統總量進行能耗及延人公里調校

3.3 本期TDM-E模型更新項目3/4

■ 軌道系統能源密集度參數調校

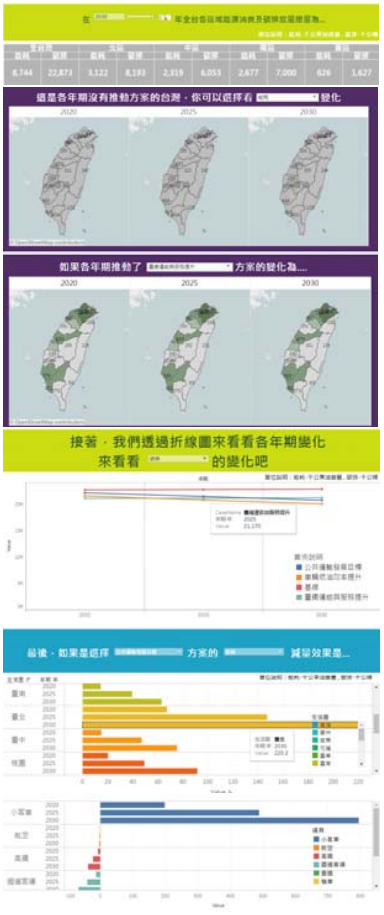
- 調校後能源密集度 = 能源密集度 X 能源密集度調整因子^{t}
  - 能源密集度值採原模型預設值
  - t為分析年期與基期之差異年期
- 能源密集度調整因子參考值

分析方案年份	軌道預估能源密集度(公升油當量/延人公里)			
	臺鐵	高鐵	北捷	高捷
2015年	0.01172	0.01065	0.01226	0.02070
2016年	0.01156	0.01008	0.01227	0.01952
2017年	0.01140	0.00953	0.01228	0.01840
2018年	0.01125	0.00902	0.01229	0.01734
2019年	0.01109	0.00853	0.01230	0.01635
2020年以後	0.01109	0.00853	0.01230	0.01635

3.3 本期TDM-E模型更新項目4/4

■ 案例視覺化分析

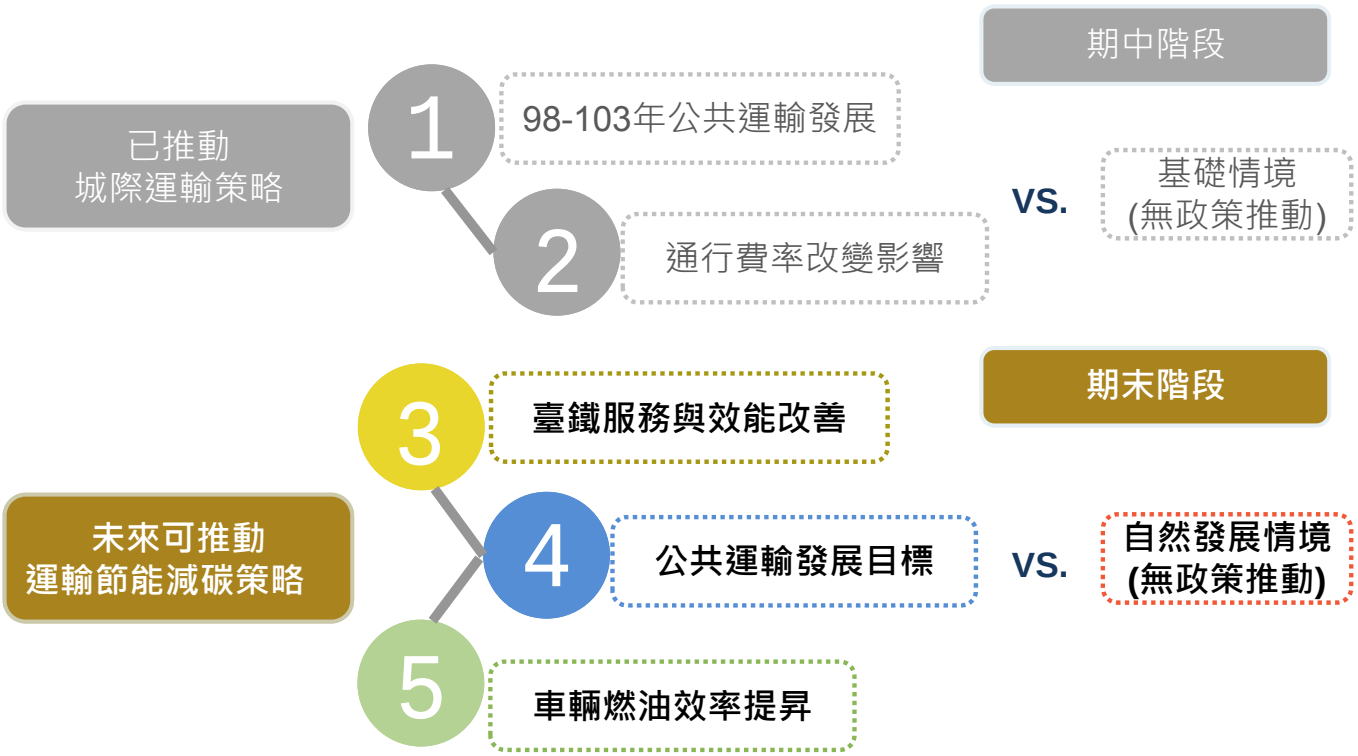
1. 自然情境各年期全臺與四大區域之能耗(碳排)量
   - 透過簡單表格呈現全臺與各區域能耗與碳排總量
2. 有/無實施案例之能耗(碳排)減量效果
   - 利用map地圖呈現有無案例效果在不同年期之差異
3. 比較不同案例間之能耗(碳排)減量效果
   - 利用折線圖簡易區分不同案例推動效果
4. 實施案例於不同地域別、運具別之能耗(碳排)減量效果
   - 使用長條圖顯示不同區域與不同運具於各年期減碳或碳排之效果



04

城際運輸節能減碳案例分析

4.1 本年度分析案例

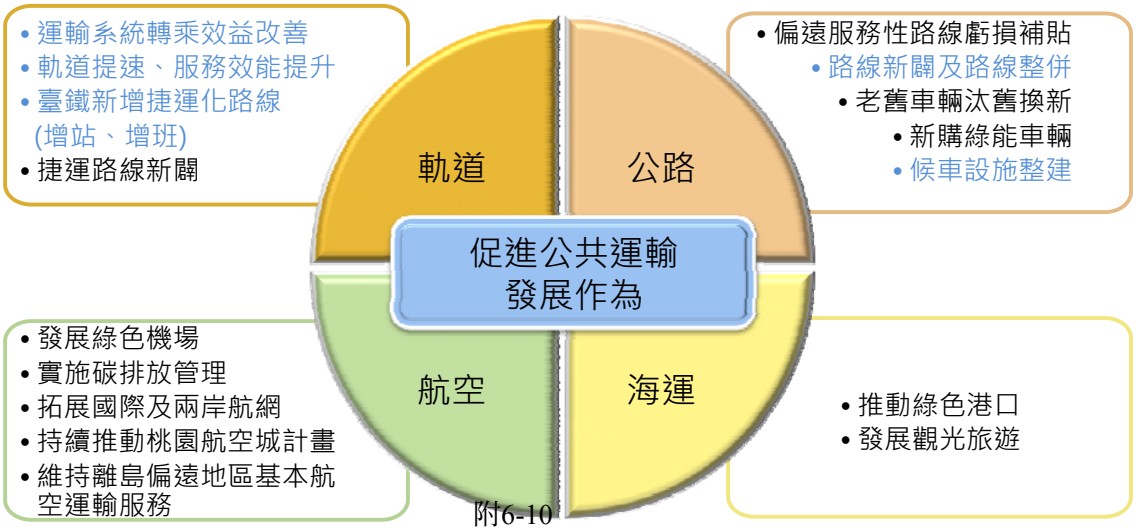


4.2 已推動案例(98-103年公共運輸發展)1/4

■ 案例說明

● 分析重點

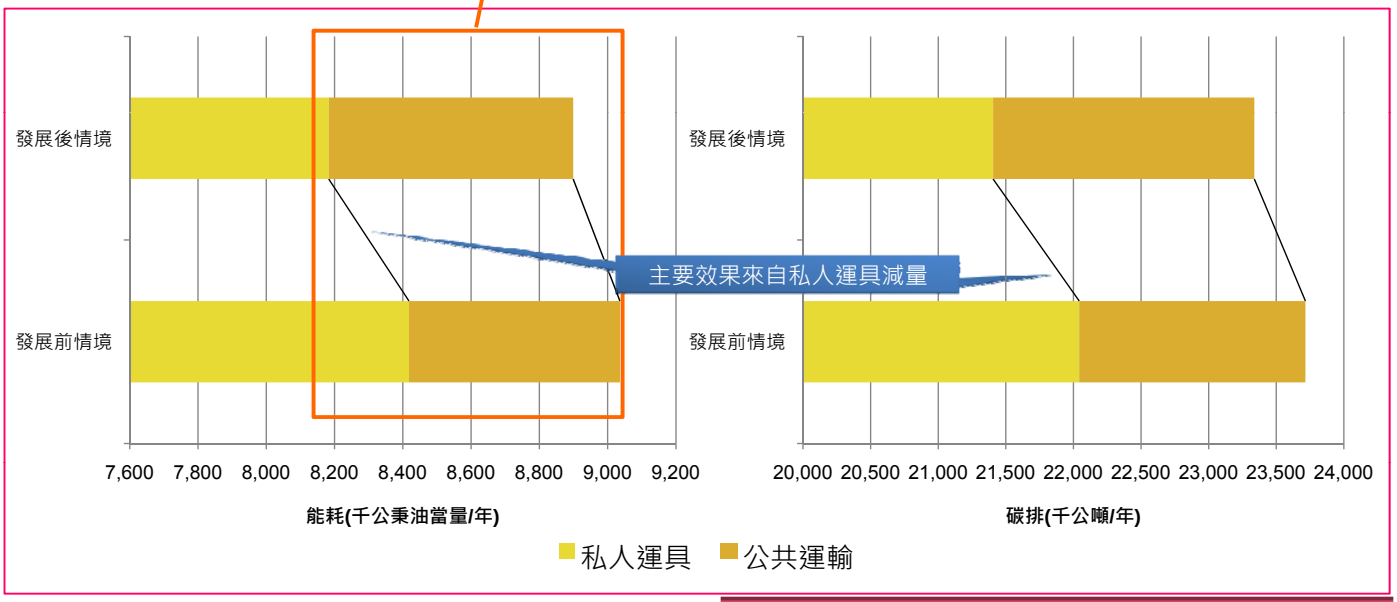
- ◘98年起交通部持續推動公共運輸，包含軌道、公路等主要陸路運輸系統與航空、海運
- ◘檢討自98年到103年為止，整體推動公共運輸發展後的現況成果，所帶來的節能減碳效益



4.2 已推動案例(98-103年公共運輸發展)2/4

■ 節能減碳效果

總節能減碳效果約1.5%
不計公共運輸部分，總節能減碳效果約達3%
※目前公共運輸係以延人公里進行能耗碳排推估
※考量少量運輸需求增加不影響營運計畫,應不致增加能耗
※未來可考慮納入路廊需供與乘載率的變化進行修正



※公共運輸使用率確有上升，主要來自機車
※小客車受油價下降影響，使用率反略有增加

4.2 已推動案例(通行費率改變影響)3/4

■ 案例說明

● 分析重點

□通行費率改變帶來的節能減碳效果為分析對象

通過特定路段增加過路費成本

原計次費率

國1	國3	國5
汐止	七堵	頭城
泰山	樹林龍	
楊梅	潭後龍	
造橋	大甲名	
月眉	間古坑	
后里	白河善	
員林	化田寮	
斗南	竹田	
新營		
新市		
岡山		

依據車輛在高速公路行駛里程計算費率

現行計程費率

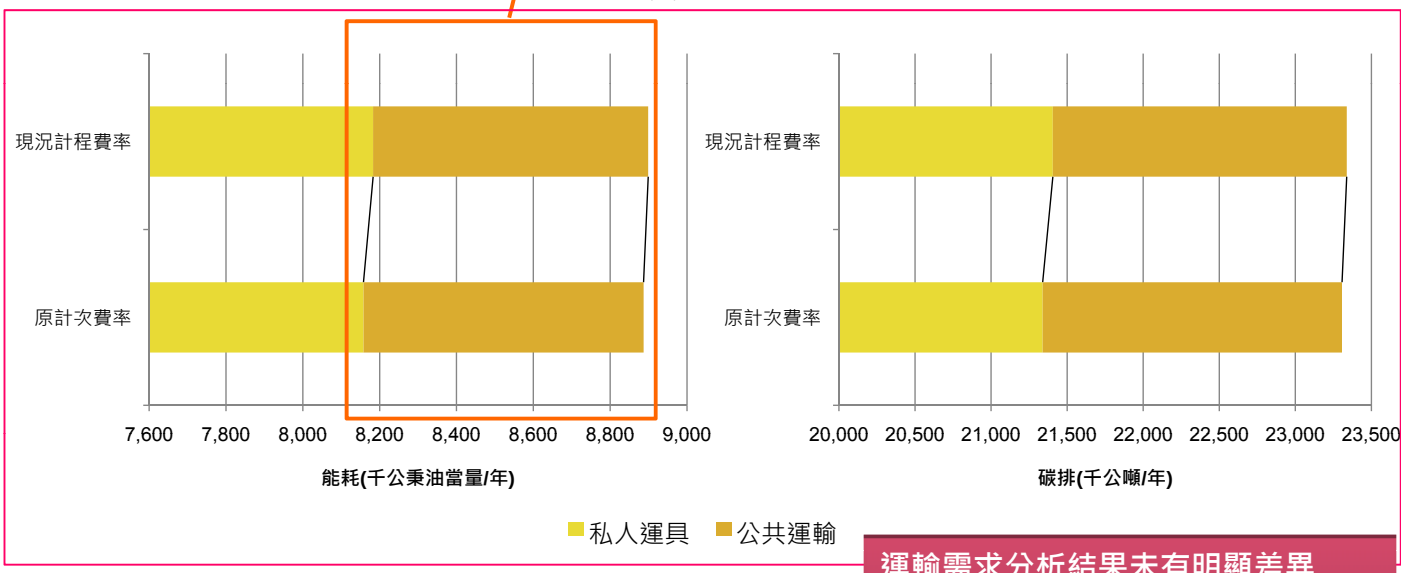
費率型式	費率金額(元/公里)		
	小型車	大型車	聯結車
行駛里程≦20公里	0	0	0
20公里<行駛里程≦200公里	1.20	1.50	1.80
行駛里程>200公里	0.90	1.12	1.35

- 因模式分析以單趟旅次為主，須將歸戶產生總費用平均分給各段旅次
- 依據高速公路統計資料，每車每日平均行駛1.9次高速公路，概估每車行駛兩次均攤行駛里程
  - 每趟旅次免費里程10公里、行駛100公里以上有長途優惠

4.2 已推動案例(通行費率改變影響)4/4

■ 節能減碳效果

總節能減碳效果不明顯
※私人運具能耗碳排增加0.3%
※公共運輸能耗碳排減少1.8%
※總能耗及碳排增加0.1%

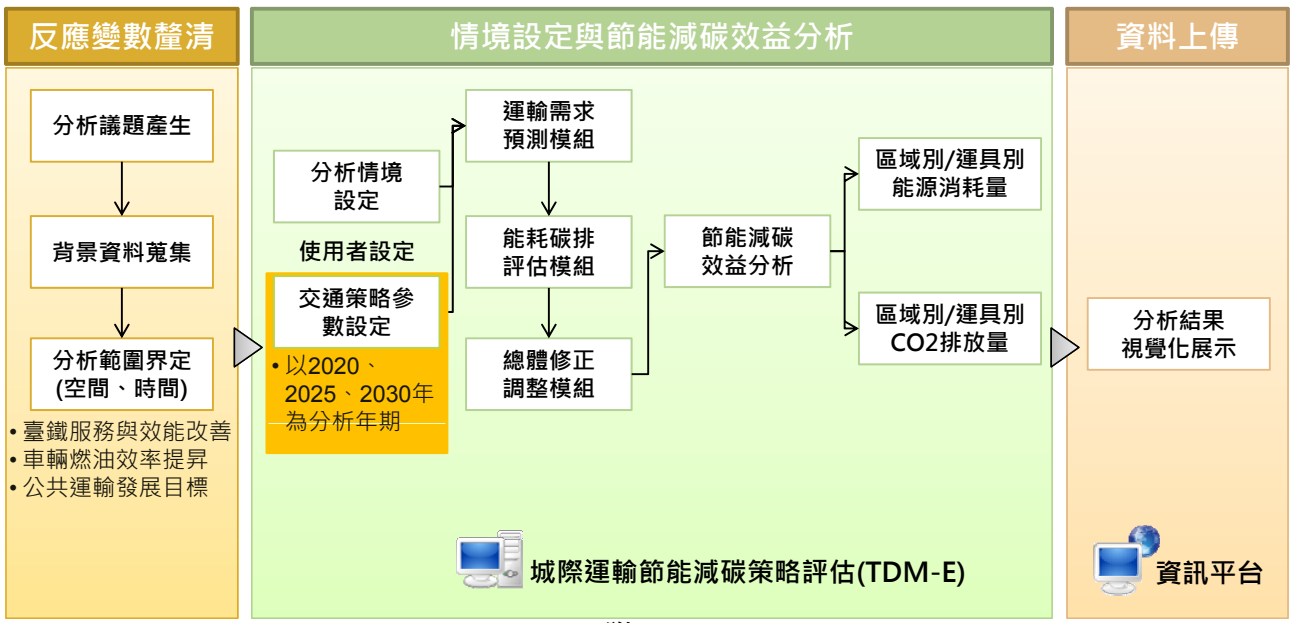


運輸需求分析結果未有明顯差異
※費率設計時以總收入不變
※對用路人影響最小為原則

4.3 未來可推動案例分析架構

■ 案例分析作業流程

目標年**自然發展情境** 運輸需求趨勢預測 → 目標年**自然發展情境** 能耗碳排趨勢推估 → 目標年**案例情境** 節能減碳效果分析



4.3 自然發展情境1/3

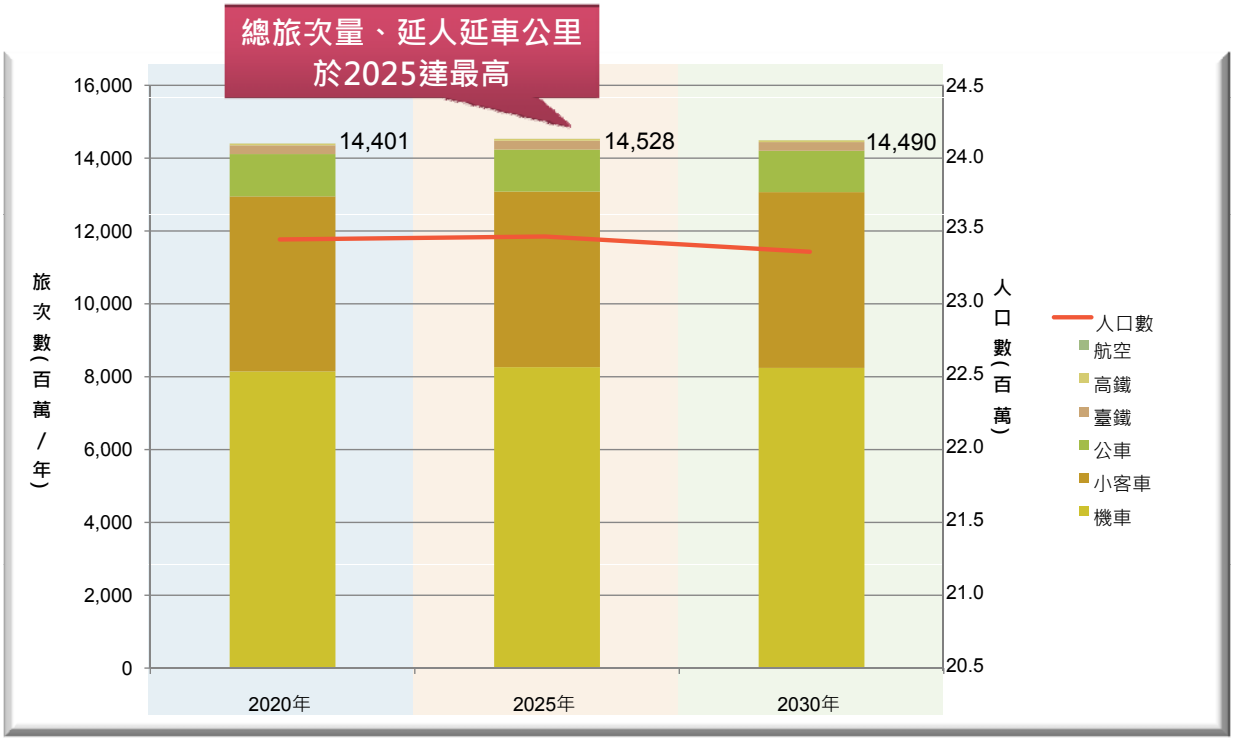
■ 參數設定

- ● 社經參數設定
  - ◘以2020、2025、2030年為分析目標年，透過社經預測推估目標年人口、產業、所得等參數變化
- ● 假設目標年其他運輸條件不變
  - ◘公路路網僅納入已核定計畫
  - ◘公共運輸費率與現況相同、其餘公共運輸營運條件不變
  - ◘油價、能源使用效率、單位能耗碳排係數與現況相同

項目	2020年	2025年	2030年
總人口數(百萬人)	23.5	23.5	23.4
二級及業人口(百萬人)	3.5	3.5	3.5
三級及業人口(百萬人)	5.2	5.2	5.1
家戶所得(萬元/月)	18.6	20.2	22.0
千人車輛持有(輛/千人)	298	304	310
油價(元/公升)	30.6	30.6	30.6

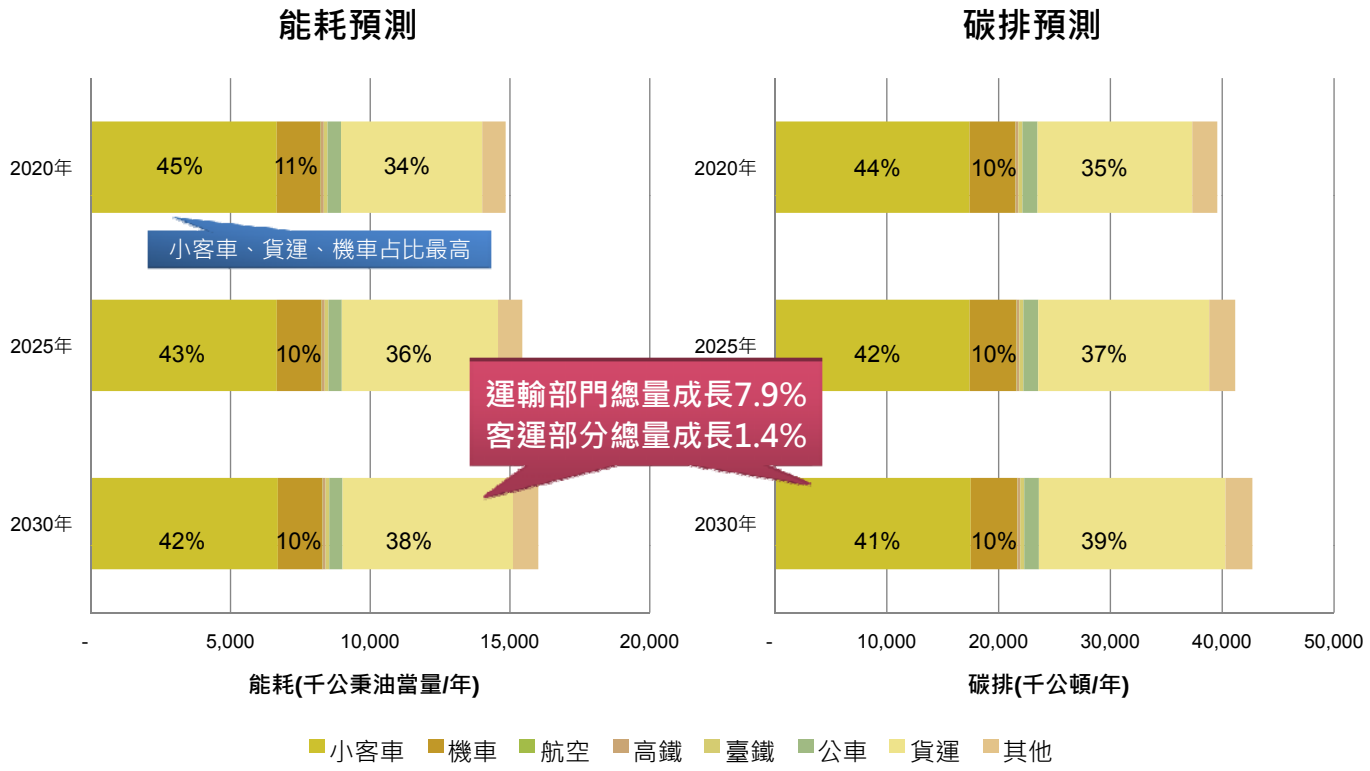
4.3 自然發展情境2/3

■ 各年期運量預測



4.3 自然發展情境3/3

■ 各年期能耗及碳排推估

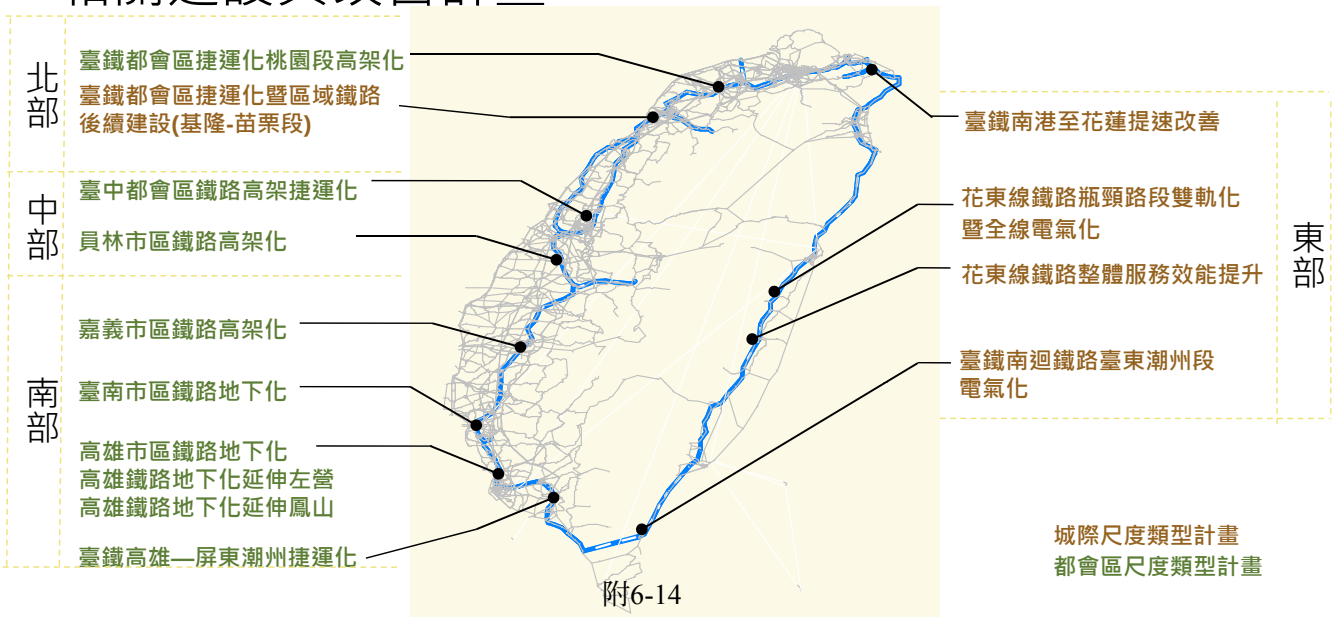


4.4 臺鐵服務與效能改善1/5

■ 分析重點

- 假設未來年臺鐵相關重大建設與改善計畫完全推動情境下，整體運輸系統能耗碳排的變化

■ 相關建設與改善計畫



4.4 臺鐵服務與效能改善2/5

■ 相關建設及改善計畫模型處理方式

計畫名稱	預計完工期程	模式處理
臺鐵都會區捷運化桃園段高架化建設計畫	106年12月	增設4座車站、修正轉乘連線、加密班次
臺中都會區鐵路高架捷運化計畫	106年3月	增設5座通勤車站、修正轉乘連線、加密班次
臺南市區鐵路地下化計畫	106年5月	增設2座通勤車站、修正轉乘連線
高雄市區鐵路地下化計畫	106年12月	增設5座通勤車站、修正轉乘連線
高雄鐵路地下化延伸左營計畫	106年12月	增設2座通勤車站、修正轉乘連線
高雄鐵路地下化延伸鳳山計畫	106年12月	增設1座通勤車站、修正轉乘連線
臺鐵高雄—屏東潮州捷運化建設計畫	106年9月	鐵路行駛速率提昇、加密班次
花東線鐵路瓶頸路段雙軌化暨全線電氣化計畫	107年	鐵路行駛速率提昇
花東線鐵路整體服務效能提升計畫	106年8月	轉乘成本修正
「臺鐵南迴鐵路臺東潮州段電氣化工程」建設計畫	111年3月	鐵路行駛速率提昇
嘉義市區鐵路高架化計畫	可行性通過	增設1座車站、加密班次、修正轉乘連線
臺鐵南港至花蓮提速改善計畫	可行性通過	新增路廊、速率提升、加密班次
員林市區鐵路高架化計畫	105年1月	加密班次
臺鐵都會區捷運化暨區域鐵路後續建設計畫(基隆-苗栗段)	105年12月	增設4座通勤車站，加密班次

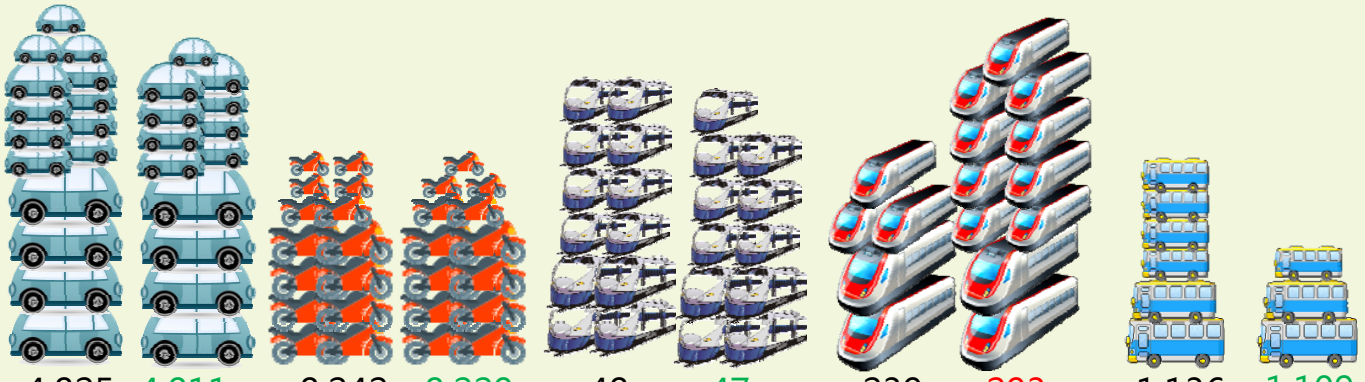
4.4 臺鐵服務與效能改善3/5

■ 運量移轉效果

- 各年期運量移轉效果主要由公車移轉至臺鐵

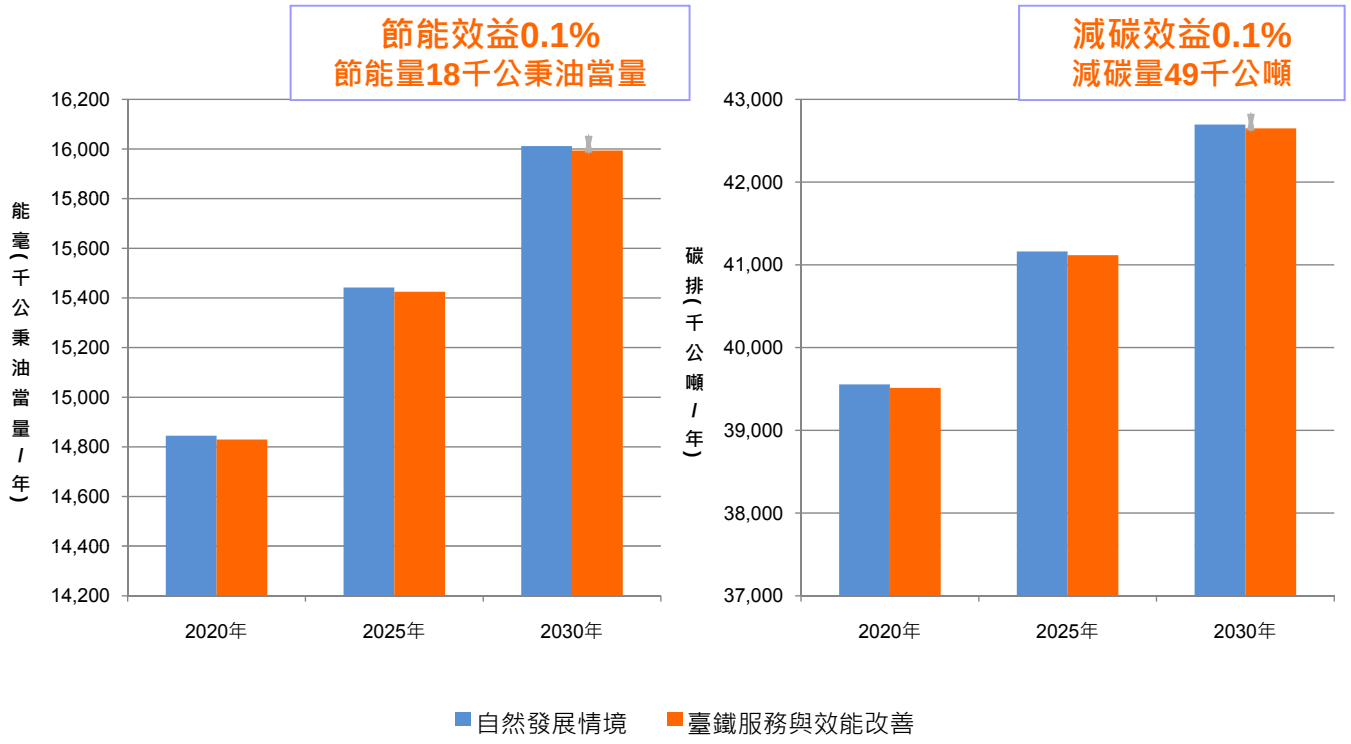
單位：百萬/年

臺鐵服務與效能改善對旅次量影響
(以2030年為例)



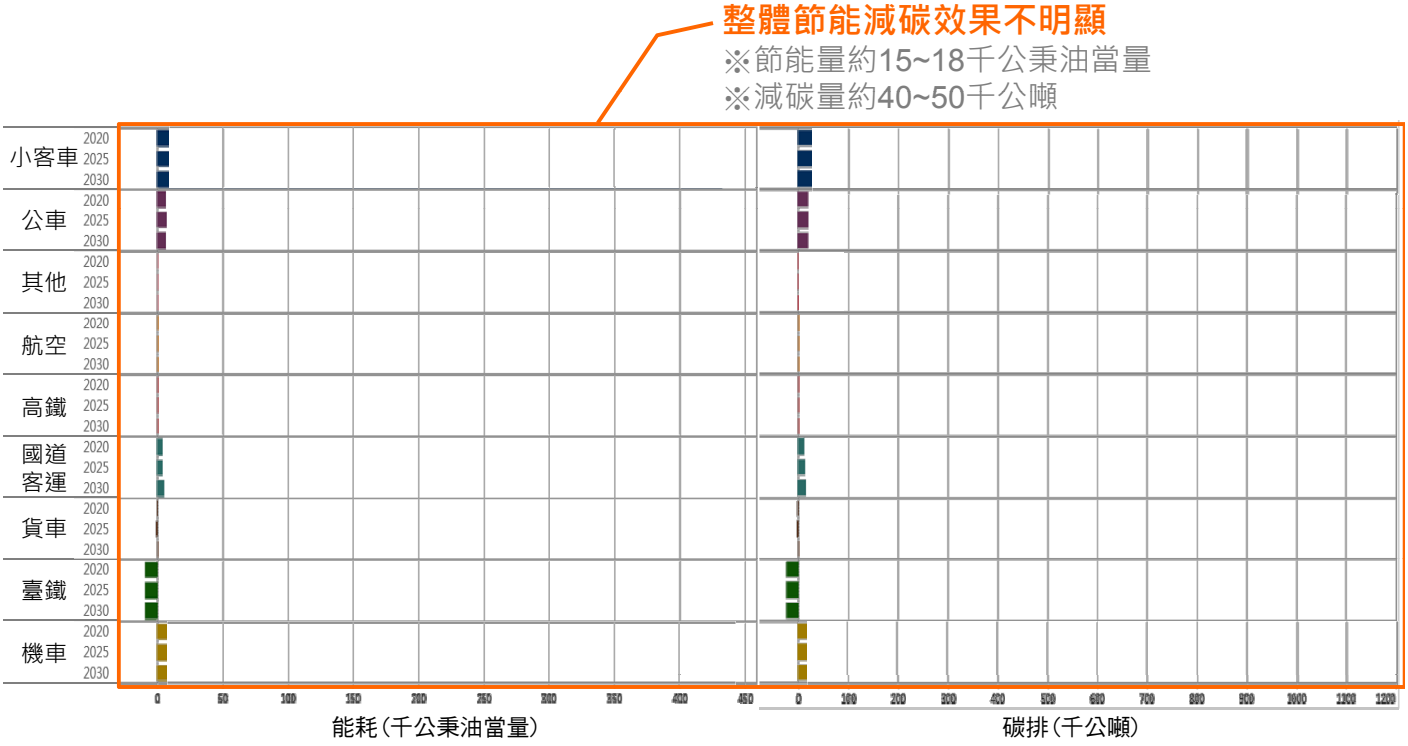
4.4 臺鐵服務與效能改善4/5

■ 節能減碳效果



4.4 臺鐵服務與效能改善5/5

■ 運具別節能減碳效果



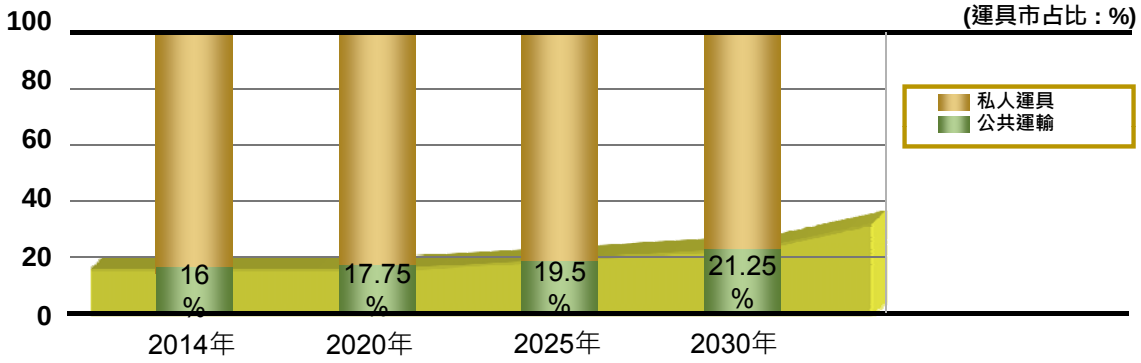
4.5 公共運輸發展目標1/4

■ 分析重點

- 路政司提出公共運輸市占率之階段目標
- 透過公共運輸目標值設定，推估達此情境目標之能耗、碳排總量

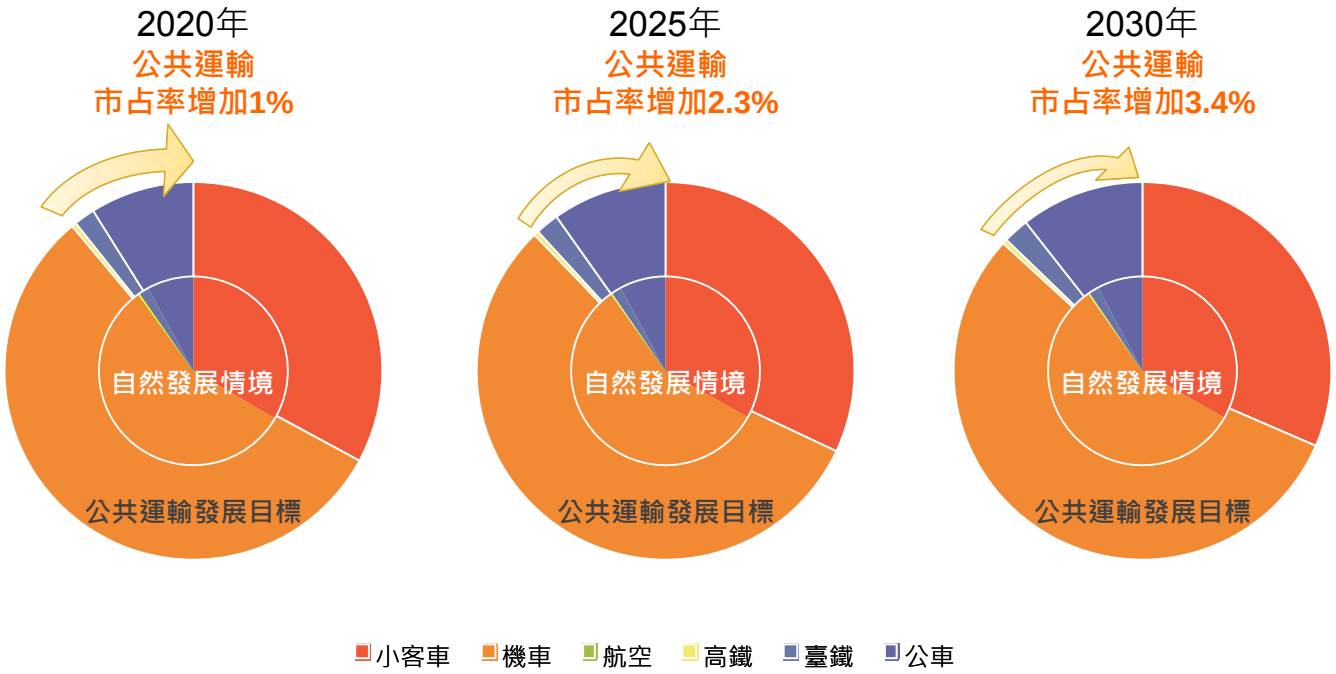
年期	2014年	第一階段目標(至2020年)	第二階段目標(至2025年)	第二階段目標(至2030年)
公共運輸市占率	16%	17.75%	19.5%	21.25%

■ 模型設定



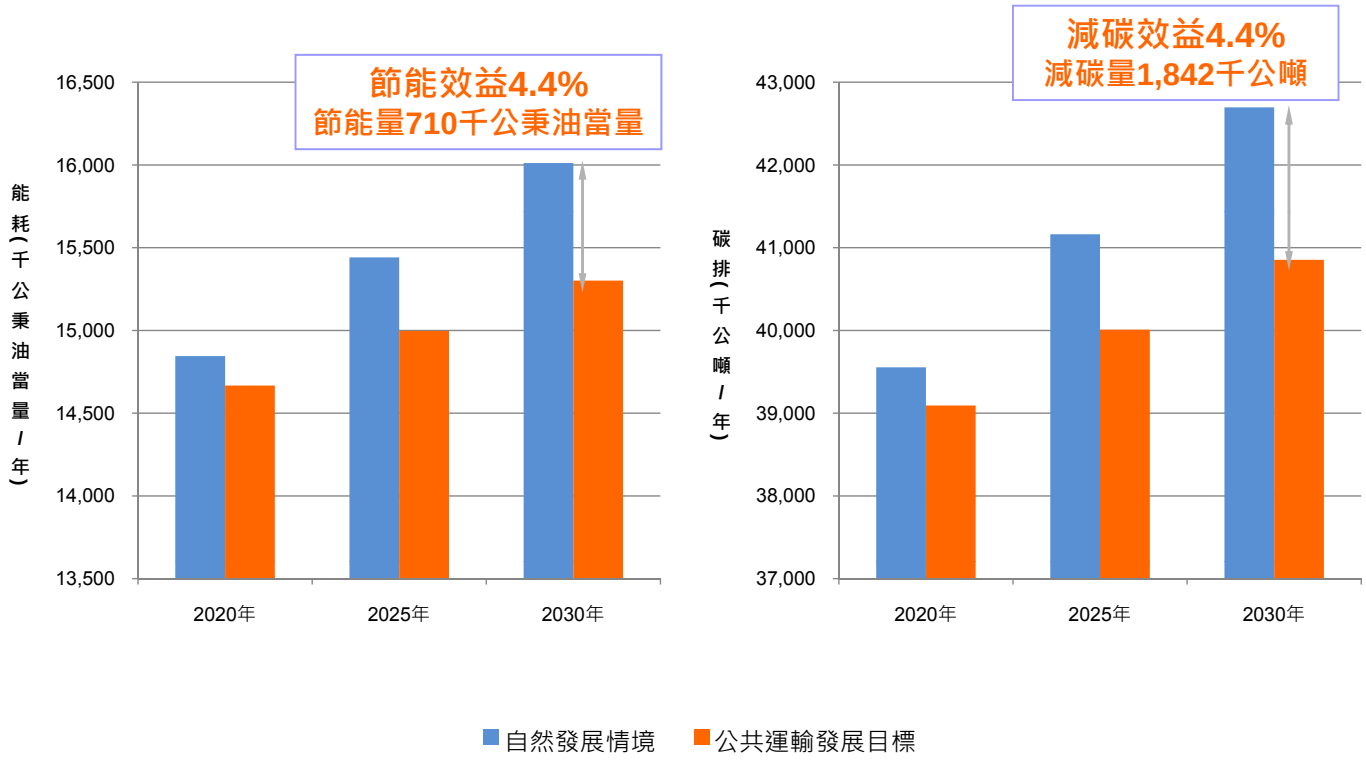
4.5 公共運輸發展目標2/4

■ 運量移轉效果



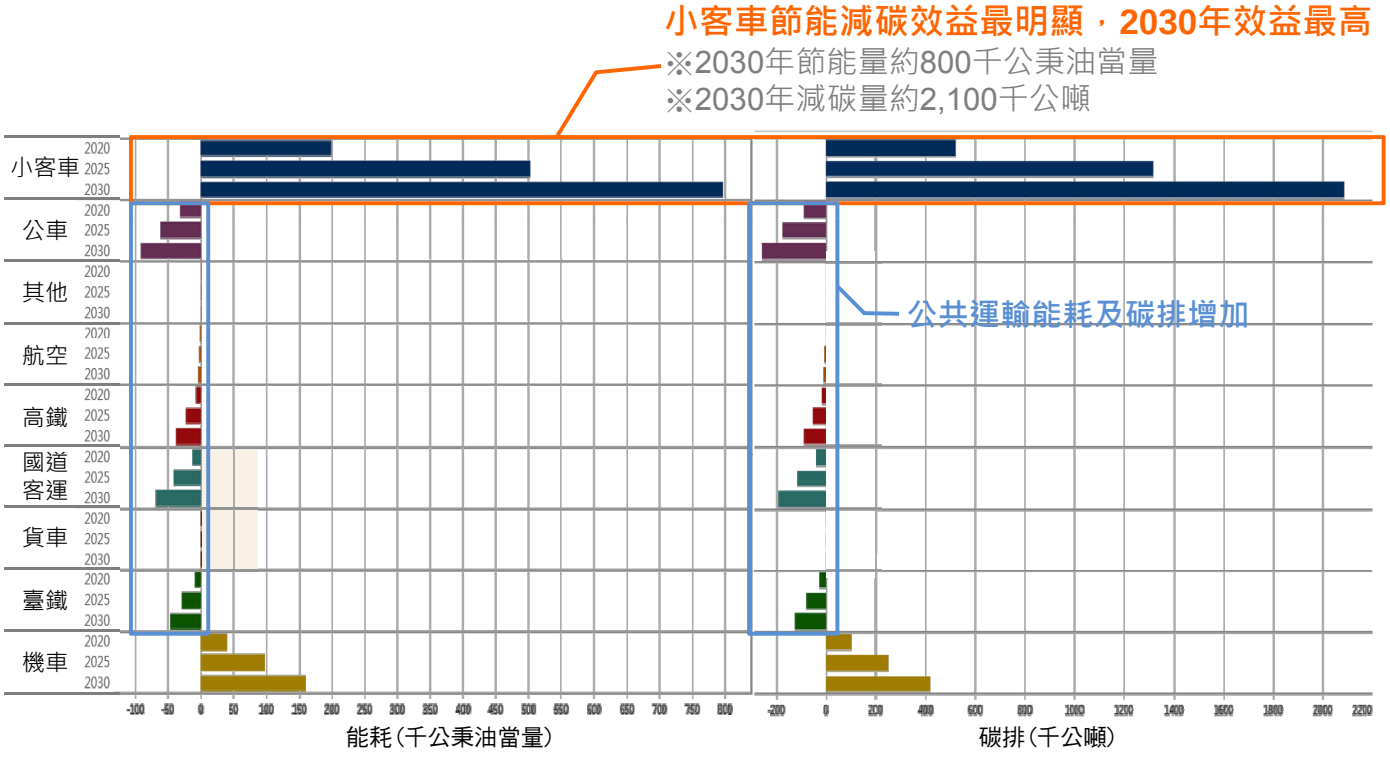
4.5 公共運輸發展目標3/4

■ 節能減碳效果



4.5 公共運輸發展目標4/4

■ 運具別節能減碳效果



4.6 車輛燃油效率提昇1/3

■ 分析重點

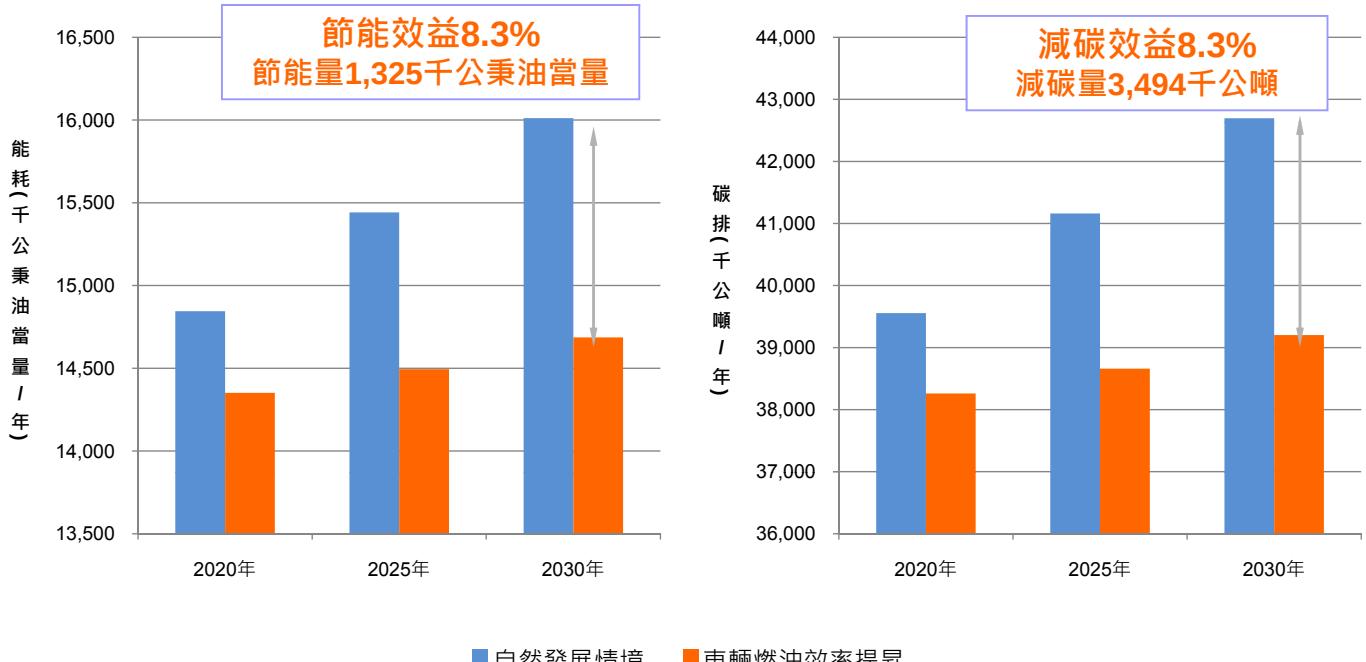
- 2012年「運輸政策白皮書-綠運輸」中揭示各車輛新車燃油使用效率標準提昇目標
- 推估新車滲透率，各年期車輛市場燃油使用效率分配：

車輛類型	年均新車滲透率	能耗係數設定(與2014年比較)	各能源效率車輛占比		
			2020年	2025年	2030年
小客車	5.1%	不變	64%	39%	13%
		提昇15%	36%	61%	87%
機車	4.2%	不變	71%	50%	29%
		提昇15%	29%	50%	71%
小貨車	3.1%	不變	80%	66%	52%
		提昇15%	20%	34%	48%
國道客運	-	不變	100%	60%	60%
		提昇25%	0%	40%	40%
市區公車	-	不變	100%	0%	0%
		提昇25%	0%	100%	100%

- 除車輛能源效率以外，其餘運輸行為與自然發展情境相同

4.6 車輛燃油效率提昇2/3

■ 節能減碳效果



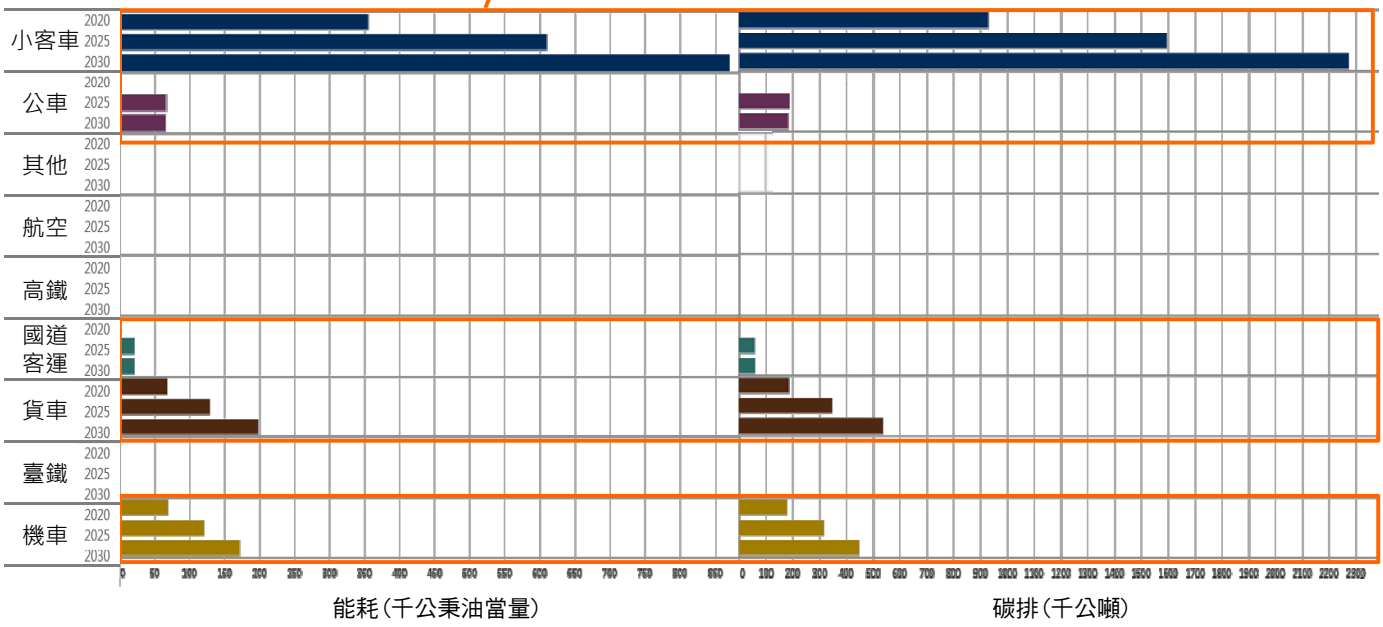
4.6 車輛燃油效率提昇3/3

■ 運具別節能減碳效果

小客車節能減碳效果最顯著，2030年效益最高

※2030年節能量約870千公秉油當量

※2030年減碳量約2,300千公噸



4.7 案例分析綜合評述1/3

上位目標與部會整合

■ 節能減碳效益納入上位目標

- 將運輸部門節能減碳上位目標聯結至個別計畫

■ 跨部會整合發揮綜效

- 相關政策分屬不同部會管轄範圍，透過統籌合作併行各公共運輸系統、車輛產業發展政策

運輸系統管理

可透過管理手段、非建設性政策施行

■ 公共運輸提昇結合私人運具減量

- 公共運輸提昇政策應以市占率作為政策目標
- 輔以私人運具抑制手段，降低私人運具競爭力

■ 國道費率調整考量節能減碳效果

- 使用成本為交通管理重要手段之一，可透過費率訂定制衡

節能減碳效益最佳

■ 持續發展車輛能源技術

- 能耗、碳排產生仍以公路系統為主，車輛能源效率直接影響節能減碳效益

※具政策施行著力點

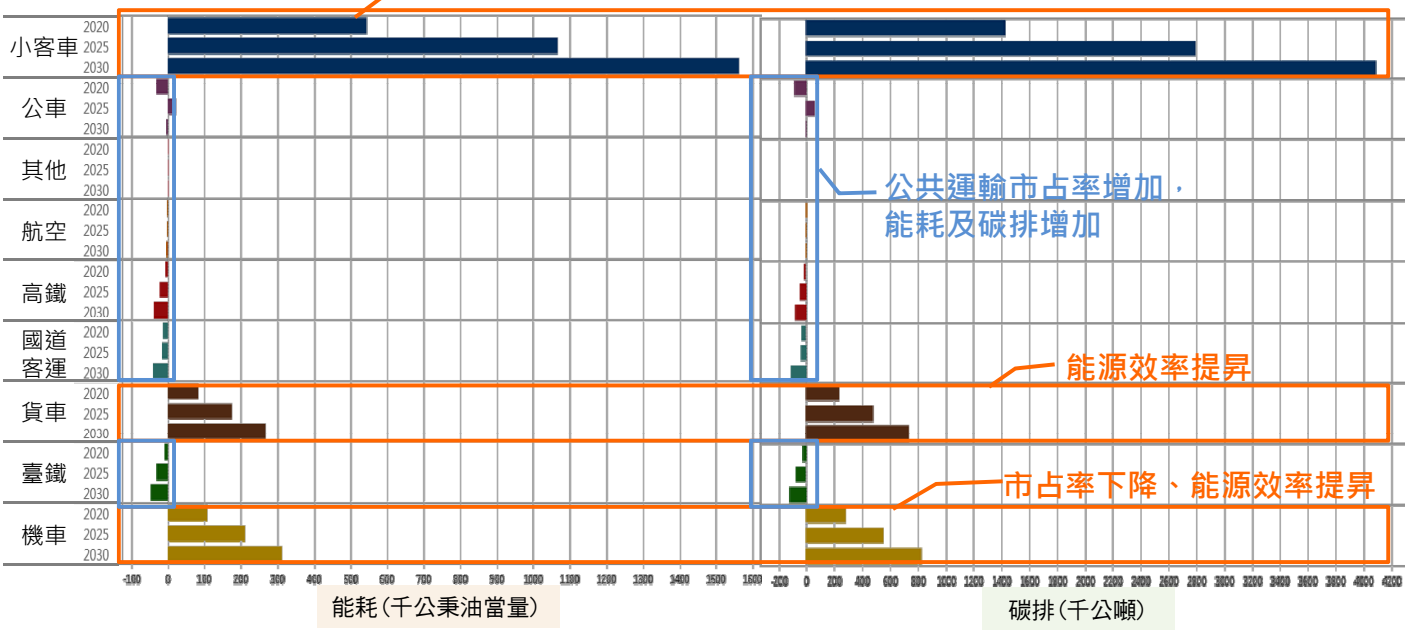
※成本效益比高

公共運輸發展目標 + 車輛燃油效率提昇 進行組合方案評估

4.7 案例分析綜合評述2/3

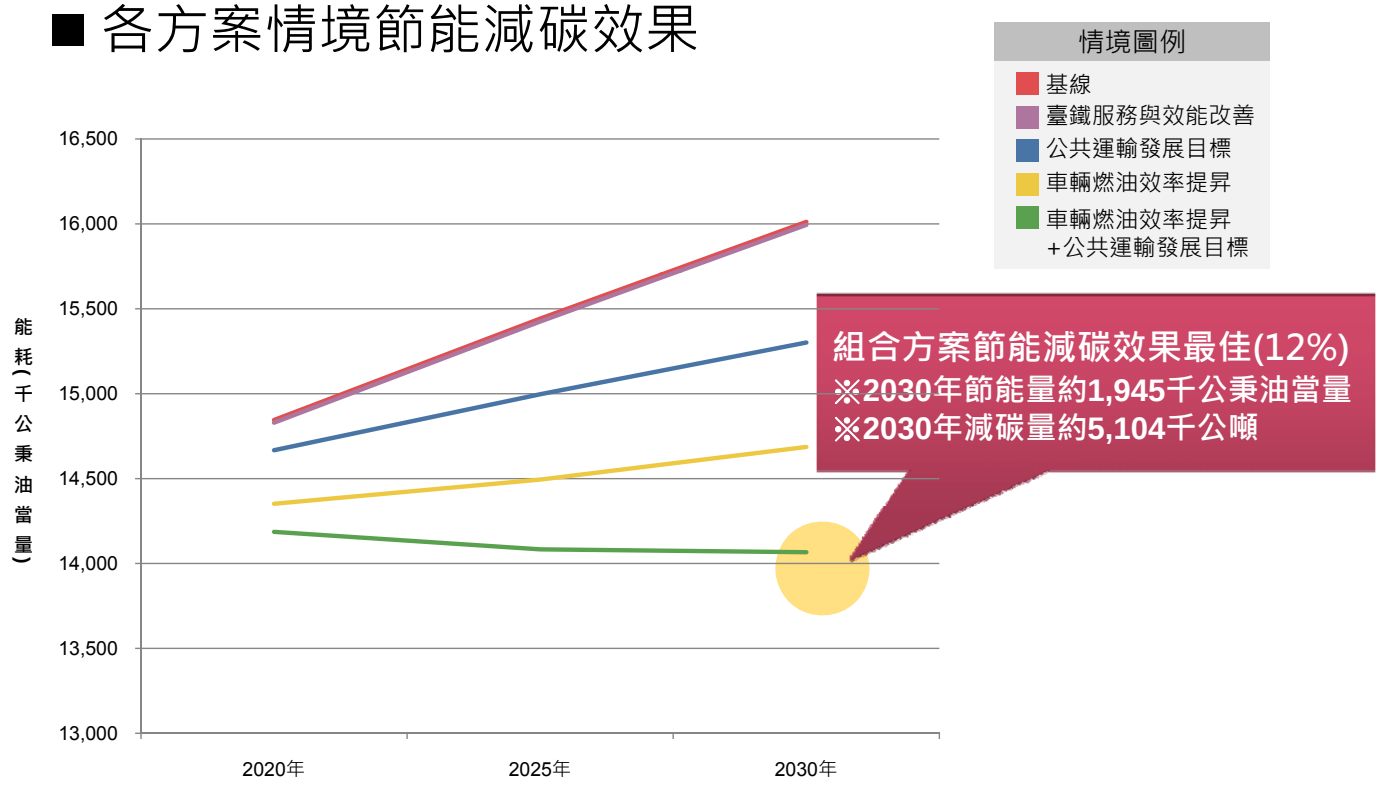
■ 組合方案節能減碳效果

小客車市占率下降、能源效率提昇節能減碳效果顯著
※2030年節能量約1,560千公秉油當量
※2030年減碳量約4,090千公噸



4.7 案例分析綜合評述3/3

■ 各方案情境節能減碳效果



05

策略評估資訊平台維運

5.1 平台開發與維運1/2

■ 延續104年規劃辦理功能重整與擴充作業

功能重整

首頁、最新消息、知識庫、資料庫資源重整及年度更新

功能擴充

節能減碳計算工具案例擴充、新增案例視覺化分析展示功能

5.1 平台開發與維運2/2

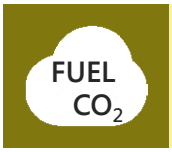
■ 節能減碳計算工具

- 規劃四大類策略分析工具
  - 公共運輸提昇計畫、軌道運輸建設
  - 高速公路電子收費系統、公路汽車客運車輛汰舊換新
- 簡易輸入介面即可計算
- 彈性開放修改參係數設定

▲ 點選後需登入才可使用工具

▲ 各計算工具項目展示

5.2 運輸部門運具別排放清冊1/3



•計算方法引用IPCC2006年方法一(Tier 1)

- 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

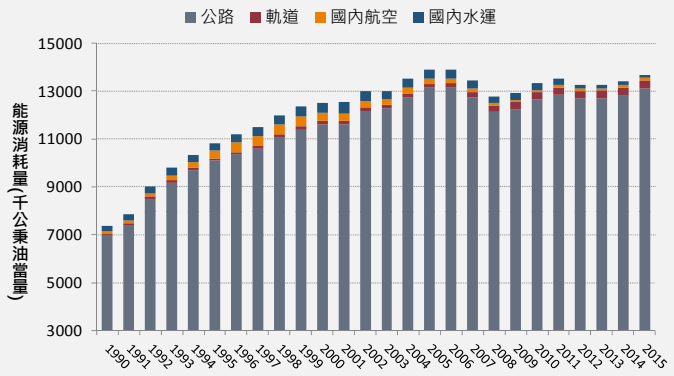
(1) 能源局，我國燃料燃燒二氧化碳排放統計 (2) 環保署，中華民國溫室氣體清冊報告

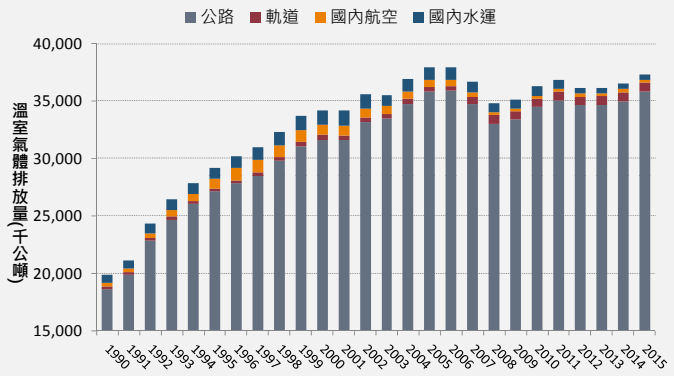
•我國油品/電力排放係數、油當量轉換值引用能源局公告值

•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

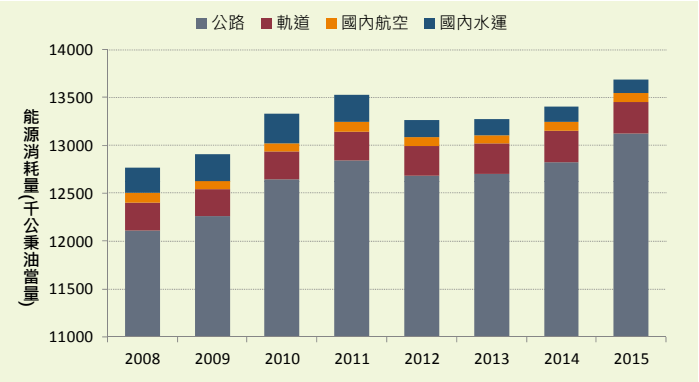
5.2 運輸部門運具別排放清冊2/3

•能源消耗量、溫室氣體排放量



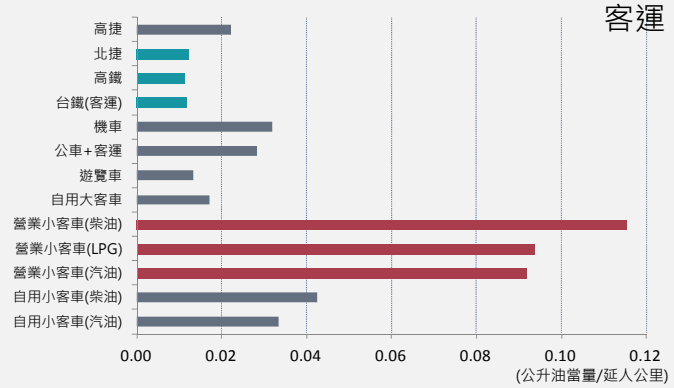


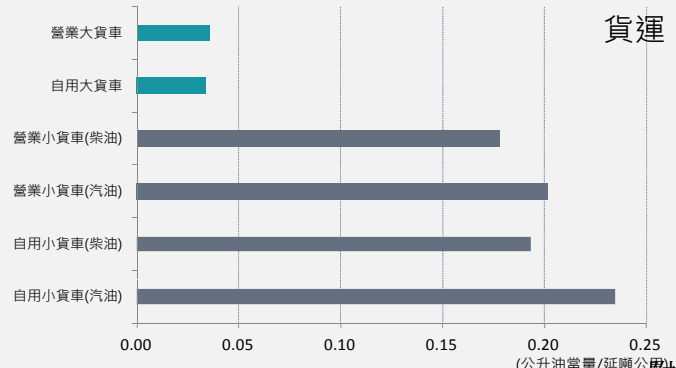
- 運輸部門能耗/溫室氣體排放量自2008年持續成長，成長率約1%
- 公路運輸能源消耗量占比最高
  - 1990~2015年約占92~96%
  - 占比逐年提高(2015年占96%)
- 公路(1.1)、軌道(1.7%)能耗需求正成長



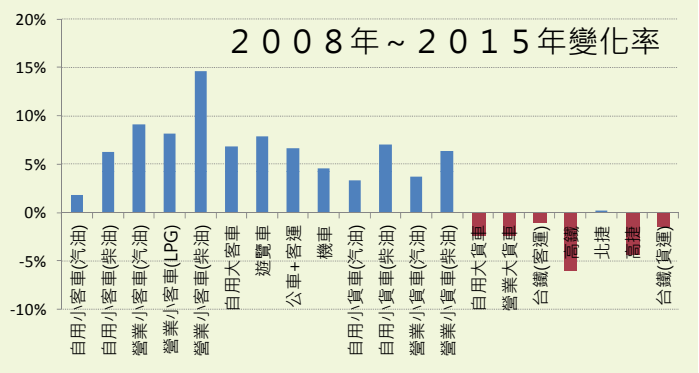
5.2 運輸部門運具別排放清冊3/3

•能源密集度

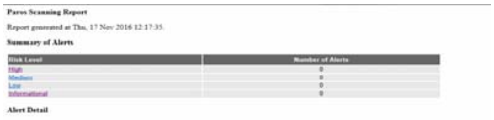
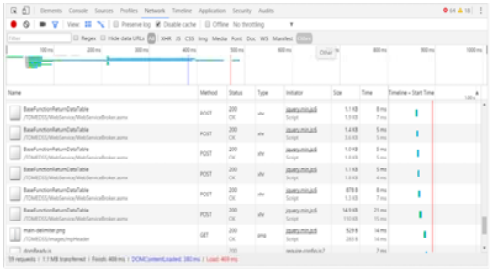




- 能源密集度-客運
  - 營業小客車能源密集度最高
    - 乘載率變低所致2.4 →1.6人/車
  - 公車、捷運較私人運具節能
- 能源密集度-貨運
  - 大貨車、臺鐵較小貨車節能
    - 載貨噸數、距離遠高於小貨車
- 大貨車、臺鐵、高鐵、高捷節能效益變佳
  - 乘載率提高、載貨噸數增加、燃油效率提高



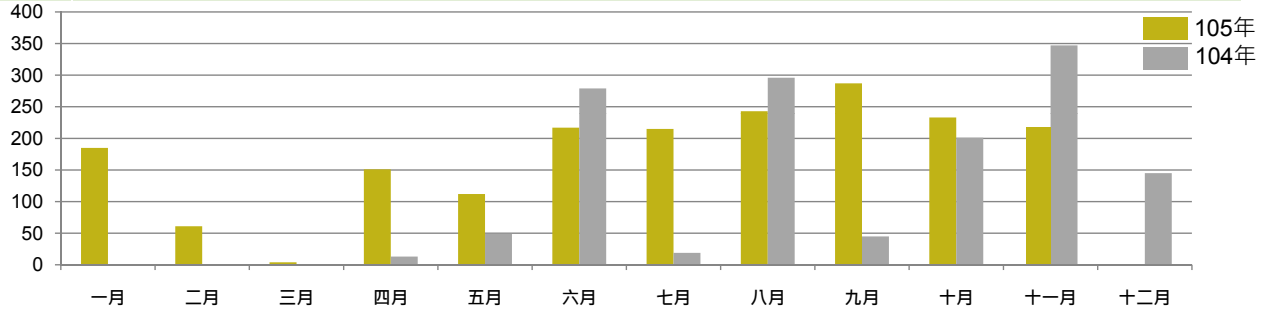
5.3 平台測試與維運

	測試說明	測試結果
資安檢測	採用paros作為資安檢測工具，修正網站的資安漏洞 	◆ 經paros檢測無存在風險，此平台是安全且穩定的
系統效能壓力測試	◆ 採用jmeter作為後端效能與壓力測試的工具 ◆ 前端網頁效能測試工具為HttpWatch Basic Edition 	◆ 壓力測試模擬的情境以逐步增壓的方式 ◆ 測試結果顯示系統的回應時間無太大差異，符合一般網站效能標準

5.4 使用成效盤點

■ 成效盤點-整合資訊平台

104年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
瀏覽人次	-			13	49	279	19	296	45	201	347	145
小計	341人次(113人次/月)						1,053人次(175人次/月)					
總計	104年共1,394人次											
105年	**一月**	**二月**	**三月**	**四月**	**五月**	**六月**	**七月**	**八月**	**九月**	**十月**	**十一月**	**十二月**
瀏覽人次	185	61	4	151	112	217	215	243	287	233	212	尚未盤點
小計	730人次(121人次/月)						1,190人次(238人次/月)					
總計	105年共1,920人次											



▲104年至105年各月份成效盤點圖

06

綠運輸宣導及網站維運

6.1 綠色運輸宣導網及臉書維運1/3

■ 綠色運輸宣導網(http://greentransport.iot.gov.tw)

- 本期完成改版，已於9/29正式上線
- 上線兩個月增加3,400人次
- 最新消息更新頻率設定為每週更新
- 其他資料更新頻率設定為每年更新

▲綠色運輸網-首頁

▼綠色運輸瀏覽量

▲ 綠色運輸網-最新消息

▲ 綠色運輸網-下載專區

6.1 綠色運輸宣導網及臉書維運2/3

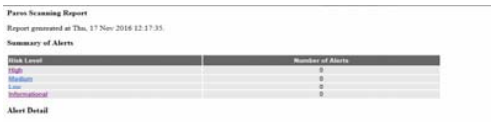
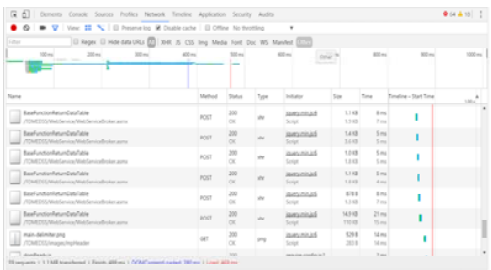
■ 臉書專頁(https://www.facebook.com/greentransport.tw/)

- 民國101年於臉書平台上創立
- 截至本年度11月底已有3,900多名粉絲人數
- 每日至少更新一篇新聞
- 資訊來源多為新聞平台及運輸相關網站

▲ 綠色運輸宣導網首頁畫面

▲ 綠色運輸宣導網資訊畫面

6.1 綠色運輸宣導網及臉書維運3/3

	測試說明	測試結果
資安檢測	採用paros作為資安檢測工具，修正網站的資安漏洞 	◆ 經paros檢測無存在風險，此平台是安全且穩定的
系統效能壓力測試	◆ 採用jmeter作為後端效能與壓力測試的工具 ◆ 前端網頁效能測試工具為HttpWatch Basic Edition 	◆ 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

6.2 使用成效盤點1/3

■ 綠色運輸宣導網

104年	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
瀏覽人次	-			571	727	784	775	707	482	1150	2689	4224
小計	2,082人次(694人/月)						10,027人次(1,671/月)					
總計	104年共12,109人次											
105年	**一月**	**二月**	**三月**	**四月**	**五月**	**六月**	**七月**	**八月**	**九月**	**十月**	**十一月**	**十二月**
瀏覽人次	2314	941	4912	4931	5692	6768	6310	2641	2663	1594	1904	尚未盤點
小計	25,558人次(4,260/月)						15,112人次(3,322/月)					
總計	105年共40,670人次											
人次目標	105年瀏覽人次需增加10,000人次，目前已達成目標 106年瀏覽人次設定為增加15,000人次											

目前已使用Google Analytics 來盤點綠色運輸網成效
可追朔並產出更準確的分析，利於管理者了解網站發展

6.2 使用成效盤點2/3

■ 綠色運輸宣導網SEO優化成效(輸入關鍵字綠色運輸)

Google搜尋排名第一頁第三名

Yahoo搜尋排名第一頁第三名

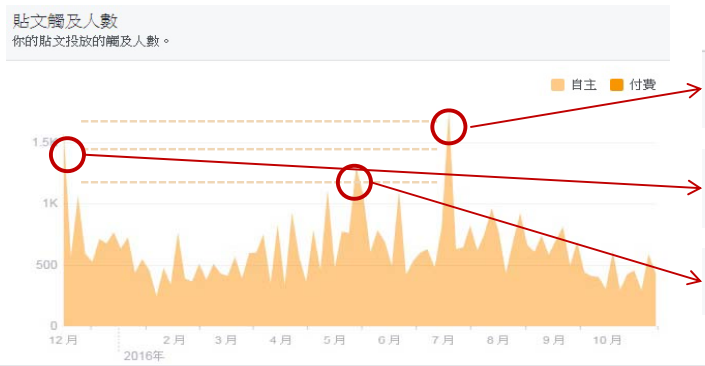
Bing搜尋系統排名第一頁第二名

■排名維持與提高建議

後續發表文章時可先在文章內關鍵字空格內輸入關鍵字，利於文章能見度
站台定時發布相關貼文及更新資料，伺服器穩定運作無臨時關站或錯誤頁面產生

6.2 使用成效盤點3/3

■ 臉書專頁(105/1/1-105/11/30)



年度貼文觸及人數最高達到2,046人

2016-7-4 8:15	四大面向拆解為何「橫向國道」應該要收費？ 目前南	1
2016-2-13 10:00	GreenTransport 初六返家備開工 台北市府轉運站到基隆廟口 公車3月上路	2
2016-6-6 8:15	左轉先走 「綠燈早開」新號誌試辦 高雄市區最近出現	3

本年度粉絲人數目前已達到3,913人

年	2015	2016	較去年
六月	3080	3856	+776
七月	3060	3877	+817
八月	3060	3883	+823
九月	3184	3890	+706
十月	3857	3900	+43
十一月	3864	3913	+49
平均	3351	3887	---

因每一帳號只可對粉絲專頁按讚乙次
故無法依加總總合比較粉絲增加數

07

結論與建議

7.1 本期重要結論1/2

- TDM-E經兩年期建置調整，已可適度反應空間及運具別之能耗碳排
  - 惟非城際旅次以簡化方式處理，分析都會尺度應更細緻，未來應整合都會旅次特性
  - 大眾運輸受限班次難以預測，以延人公里推估節能減碳，未來可引入乘載率概念，用延車再推估能耗碳排
    - 以能源密集度修正因子調整：短期以近5年平均變化率預估；長期(2020年後)假設能源密集度變化趨緩，採用2020年之調整因子
- 本期已完成整合資訊平台、綠色運輸網站改版升級
  - 整合資訊平台：結合案例結果開發視覺化展示、系統化節能減碳簡易計算工具，協助所內及部屬機關相關業務推動
  - 綠色運輸網站：SEO成效良好、推廣至今總流覽人次累計至13.7萬人次

7.1 本期重要結論2/2

- 案例分析
  - 計程費率因費率設計時以總收入不變、對用路人影響最小為原則，分析結果未有顯著差異
  - 98-103年推動公共運輸使用率雖有提升，但受油價下降影響，機車移轉至汽車，節能減碳效果不顯著(1.5%)，未來推動公共運輸仰賴推力、拉力併行，落實節能減碳目標
  - 車輛燃油效率提昇為分析案例中節能減碳效益最顯著，未來應加強跨部門整合，朝私人運具汰換補貼、能源技術發展等著手
  - 公共運輸發展及車輛燃油效率提昇同時推動下，2030年節能1,945千公秉油當量、減碳5,104千公噸

7.2 後續執行建議1/3

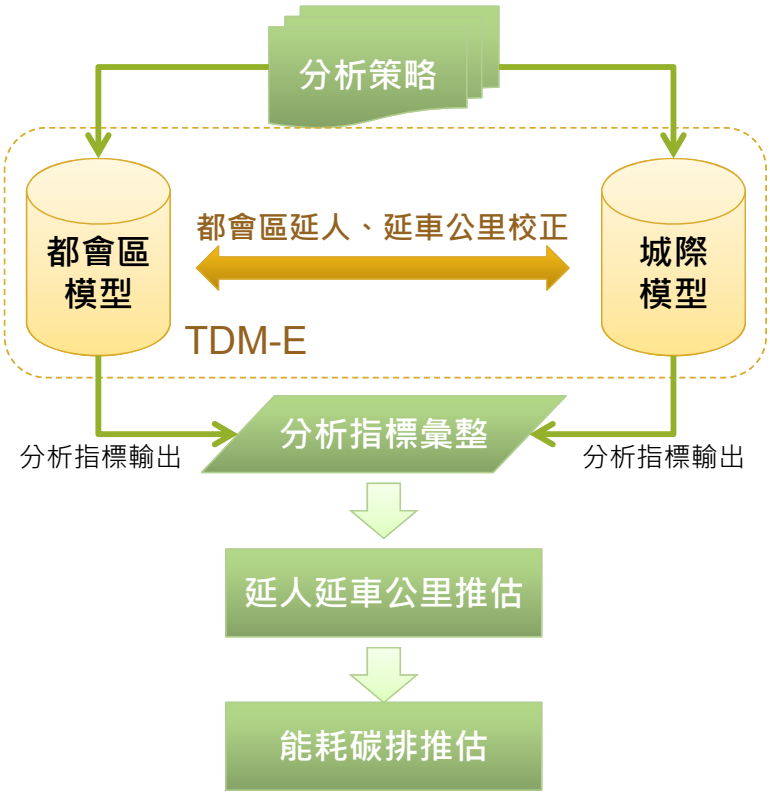
■ TDM-E精進方向

能耗碳排影響元素	運輸部門對應元素	現有TDM-E功能	未來精進方向
活動量 (Activity)	運輸需求量	TDM具總延人公里預測能力惟都會區內旅次較粗略	都會區能耗量大，應整合都會區模型
活動結構 (Structure)	各運具使用占比	TDM具各運具延人公里分布預測能力，惟都會區內旅次較粗略	整合都會區模型
活動強度 (Intensity)	車輛與營運或運轉環境特性	已建立小汽車、機車、大客車、在各級道路上能耗模型	持續納入大貨車與小貨車之能耗模型
	乘載率	已建立小客車、機車承載率預測模型，公共運輸乘載率模型尚未完備	建立公共運輸延人公里推估延車公里模型
燃料 (Fuel)	燃料組成與含碳量	現行油品與含碳量	考量新能耗標準與替代能源車輛市場滲透率

7.2 後續執行建議2/3

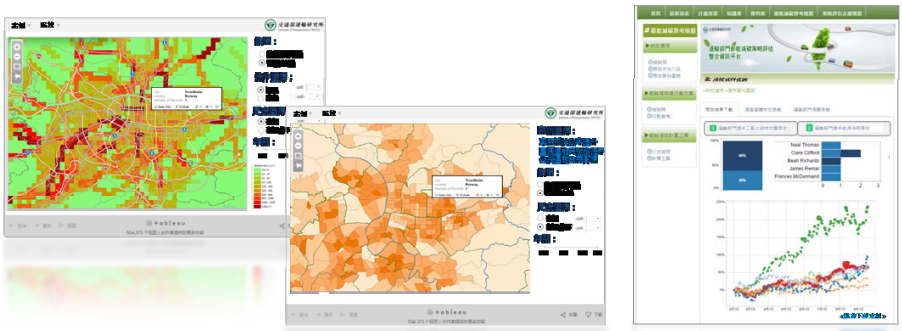
■ TDM-E精進方向

- 地區越大，模型應越簡單，掌握國家層次的課題與方向；反之，模型應越細緻，掌握各方案評估之有效性
- TDM-E尚須適度整合都會特性，所有模型導入同一平台不易，建議適度簡化模型分析結構



7.2 後續執行建議3/3

- 擴充視覺化分析項目
  - 配合都會區模型整合，增加可視化內容與細度
  - 納入排放清冊資訊，提供使用者解讀數據與瞭解歷年趨勢



- 整合資訊平台與綠色運輸網站維運
  - 綠色運輸網站經本年度SEO優化成效顯著，後續仍須持續定期更新維運，維持SEO排名
  - 兩平台經改版升級後，皆已可結合Google Analytics後台管理工具，可更細部紀錄用戶偏好，以利平台推廣、管理

創造優質環境
連結美好生活

簡報結束・敬請指教

附件

主要成就及成果之價值與貢獻度

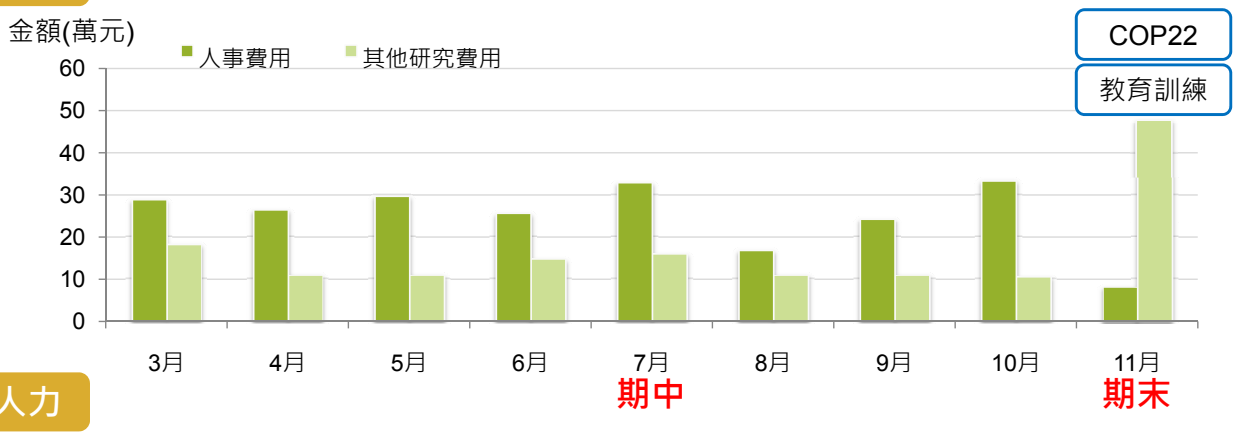
- 學術成就
  - 應用建置之「城際運輸節能減碳策略評估模組」進行案例評估，分析各政策之節能減碳效果，作為運輸部門減量目標設定與因應策略規劃之參考，並使得節能減碳的減量量化績效具有可驗證性
- 社會影響
  - 維護與推廣「綠色運輸教育宣導網站」，活化網站使用人次，並達成增加綠色運輸知識之宣導目的
  - 建置「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」對外公開揭露本計畫成果，有助運輸部門減碳政策執行
- 能源/環境效益

分析案例		2020	2030
案例一： 鐵路立體化及捷運化、東部鐵路提速、電氣化與雙軌化	節能量 (千公秉油當量/年)	15	18
	減碳量 (千公噸/年)	41	49
案例二： 公共運輸市占率由現況16%提升至21.25%	節能量 (千公秉油當量/年)	178	710
	減碳量 (千公噸/年)	461	1,842
案例三： 小客車、機車及小貨車燃油效率提昇15%、大客車提昇25%	節能量 (千公秉油當量/年)	493	1,325
	減碳量 (千公噸/年)	1,295	3,494
案例二+案例三	節能量 (千公秉油當量/年)	659	1,945
	減碳量 (千公噸/年)	1,724	5,104

計畫經費與人力運用

經費

總經費(375萬元)=人事費用(225.475萬元)+其他研究費149.525萬元



人力