

104-94-6179
MOTC-IOT-103-TDB001

運輸部門因應氣候變遷 政策決策支援系統之應用



交通部運輸研究所

中華民國 104 年 9 月

104-94-6179
MOTC-IOT-103-TDB001

運輸部門因應氣候變遷 政策決策支援系統之應用

著者：黃宗煌、楊晴雯、陳建緯、尹相隆、廖蕙琴、王德欽、
陳冠堯、江玉娟、張瓊文、朱珮芸、傅 強、楊智凱、
林忠欽、許義宏

交通部運輸研究所

中華民國 104 年 9 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用 /
黃宗煌等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運研
所，民 104. 9

面；公分

ISBN 978-986-04-6025-4(平裝)

1. 交通管理 2. 決策支援系統

557

104003088

運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用

著者：黃宗煌、楊晴雯、陳建緯、尹相隆、廖蕙琴、王德欽、陳冠堯、江玉娟、張瓊文、朱珮芸、傅強、楊智凱、林忠欽、許義宏

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)23496874

出版年月：中華民國 104 年 9 月

印刷者：良機事務機器有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 95 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：270 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：1010401800 ISBN：978-986-04-6025-4 (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/共同研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-04-6025-4 (平裝)	政府出版品統一編號 1010401800	運輸研究所出版品編號 104-94-6179	計畫編號 103-TDB001
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、 楊智凱、林忠欽、 許義宏 聯絡電話：(02)2349-6874 傳真號碼：(02)2712-0223	合作研究/共同研究單位：台灣綜合研究院 計畫主持人：楊晴雯 延究人員：黃宗煌、陳建緯、尹相隆、廖蕙琴 、王德欽、陳冠堯、江玉娟 地址：新北市淡水區中正東路 27 號 29 樓 聯絡電話：(02)8809-5688		研究期間 自 103 年 3 月 至 103 年 12 月
關鍵詞：氣候變遷、運輸部門溫室氣體減量評估模型、政策決策支援系統、綠色運輸			
<p>摘要：</p> <p>為實踐交通部「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」之施政方針，建立運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型，為評估節能減碳政策決策推動成效之重要工作，本所自99年開始進行相關整合評估模型及政策決策支援系統之開發與應用，並納入「能源國家型科技計畫」架構下執行。本計畫延續99年至102年度之相關研究成果，陸續完成政策決策支援系統架構修訂與功能建置，以及運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充，俾使本計畫提供運輸部門節能減碳評估工具更為完善。</p> <p>本計畫延續前期(102年)研究成果，持續進行決策支援系統架構調整，以及強化決策系統操作說明，並完成「軌道運輸基礎建設」與「推動低碳車輛」2項減碳評估策略，結果顯示軌道運輸建設於營運階段方有明顯減碳效益，而低碳車輛之減碳效果與國際原油價格漲跌息息相關，相關評估結果已納入政策決策支援系統。</p> <p>另一方面，本計畫也持續進行「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」之擴充、維護與整合，以及「綠色運輸教育宣導網站」之改版、更新與維運，以強化本計畫之應用性與促進綠運輸知識的普及。本計畫決策支援系統建置之系列研究成果，於103年度已協助交通部執行行政院綠能低碳推動會之「國家綠能低碳總行動方案」，以及推動運輸部門能源相關業務(如提供全國能源會議議題背景資訊有關運輸部門電力需求之評估)。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
104 年 9 月	336	270	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。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: The Application of Climate Change Policy Decision Support System for the Transportation Sector			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-04-6025-4	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010401800	IOT SERIAL NUMBER 104-94-6179	PROJECT NUMBER 103-TDB001
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Chiung-Wen Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiung-Wen Chang PROJECT STAFF: Pei-Yun Chu, Chiang Fu, Chih-Kai Yang, Chung-Chin Lin, Yi-Hung Hsu PHONE: (02)2349-6874 FAX: (02)2712-0223			PROJECT PERIOD March 2014 TO December 2014
RESEARCH AGENCY: Taiwan Research Institute PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chin-Wen Yang PROJECT STAFF: Chung-Huang Huang, Chien-Wei Chen, Shiang Lung, Yin, Der-Chin Wang, Hui Chin Liao ADDRESS: 29/F., 27 Jungjeng E. Rd., Sec. 2, Danshuei District, New Taipei City, 251, Taiwan (R.O.C.) PHONE: +886 2 8809-5688			
KEY WORDS: Climate Change, GHG emission reduction evaluation model for the Transportation sector, Policy Decision Support Systems (DSS), Green Transport			
ABSTRACT: <p>To help Ministry of Transportation and Communications (MOTC) implement policies for achieving sustainable green transportation, and carbon emission reduction/energy conservation measures, there is a need to establish GHG emission reduction evaluation model for the transportation sector to determine the effects of relevant policy initiatives. The institute has been devoted to the launch of a series of studies regarding carbon/energy evaluation and policy decision support systems since 2010. Meanwhile, the program has been incorporated into the research framework set up for the “National Science and Technology Program”. The research project is mainly based on previous related research achievements from 2010 to 2013. The research has accomplished the revision and adjustment of research framework for the Policy Decision Support System (DSS). Those research contributions provided various analysis tools that helped decision maker assess GHG emission effects in the transport sector more precisely.</p> <p>The current research continues to adjust organizations and DSS platform framework in more user-friendly way, which is based on the feedback of previous research. Also, the current research has assessed two carbon reduction cases for “Construction of Metro Rail System” and “Promoting Low Carbon vehicles,” respectively. The results demonstrated that “Construction of Metro Rail System” case will significantly reduce carbon emissions during the operational phase. Additionally, the carbon reduction effect of low-carbon vehicle promotion is closely related to changes in international crude oil prices. Relevant findings have been adopted in the current policy decision support system.</p> <p>To raise public awareness for green transportation, this research also continues to maintain the operation of green transportation websites, update the latest related news, and supplement activities associated with green transportation. This research has provided MOTC with valuable references for making decisions and to cope with the mission of national energy conservation and carbon reduction (e.g., attending the meeting of Energy Conservation and Carbon Reduction Committee, established by Taiwan’s Executive Yuan, and providing the electricity demand prediction for use by the National Energy Conference).</p>			
DATE OF PUBLICATION September 2015	NUMBER OF PAGES 336	PRICE 270	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

摘要	i
目錄	iii
表目錄	vi
圖目錄	viii
第一章 前言	1-1
1.1 計畫背景與目的	1-1
1.2 前期研究成果	1-5
1.3 本期主要研究工作項目	1-9
1.4 研究流程與步驟	1-11
1.5 計畫年度成果	1-13
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 運輸部門節能減碳政策與措施	2-1
2.1.1 氣候變化綱要公約第 19 次、第 20 次締約國會議	2-1
2.1.2 國外運輸部門節能減碳策略	2-5
2.1.3 我國運輸部門節能減碳策略	2-17
2.1.4 我國運輸部門節能減碳政策計畫	2-18
2.2 運輸能源決策支援系統發展	2-22
2.2.1 臺灣 2050 能源供需情境模擬器	2-22
2.2.2 運具選擇行為變動之分析及決策支援系統建置	2-26
2.2.3 運輸排放預測評價模型	2-26
2.3 我國運輸節能減碳案例研究	2-30
2.3.1 電動汽車之發展與展望	2-30
2.3.2 低碳運具發展機會與挑戰	2-33
2.3.3 捷運建設計畫	2-36
2.4 基礎建設對總體經濟與排放之影響評估	2-46
2.4.1 建設高速公路對總體經濟之影響	2-46
2.4.2 我國新十大建設計畫對總體經濟之影響	2-47
2.4.3 能源、經濟與運輸整合分析	2-49
2.5 小結	2-50
第三章 決策支援系統之擴充建置與應用	3-1

3.1	決策支援系統架構說明	3-1
3.1.1	決策支援系統建置目的與功能	3-3
3.1.2	決策支援系統運作方式與評估流程	3-4
3.1.3	決策支援系統之政策評估工具	3-12
3.1.4	運輸部門 CGE 模型	3-16
3.2	溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂	3-24
3.2.1	分析範疇	3-24
3.2.2	能源消耗歷史趨勢分析	3-24
3.2.3	變數選擇	3-26
3.2.4	模型建構	3-28
3.2.5	模型參數推估	3-29
3.2.6	基線推估結果	3-31
3.3	政策決策支援系統操作流程	3-36
3.4	小結	3-41
第四章	運輸部門節能減碳政策評估	4-1
4.1	運輸部門節能減碳政策評估	4-1
4.1.1	運輸部門節能減碳政策類別	4-1
4.1.2	決策支援系統節能減碳政策選項	4-3
4.1.3	運輸部門節能減碳政策情境假設	4-4
4.2	軌道運輸基礎建設總體經濟影響評估	4-6
4.2.1	運輸基礎建設評估流程	4-6
4.2.2	運輸基礎建設投資規劃與情境設計	4-8
4.2.3	運輸基礎建設影響	4-10
4.3	推動低碳車輛之影響評估	4-13
4.3.1	國際低碳車輛發展現況與趨勢	4-13
4.3.2	低碳車輛推動政策	4-15
4.3.3	我國電動車與油電混合車發展現況	4-15
4.3.4	低碳車輛購車補助評估流程	4-17
4.3.5	低碳車輛購車補助評估結果	4-19
4.4	政策組合下之運輸部門排放路徑	4-22
4.5	小結	4-25

第五章 「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」更新與維運.....	5-1
5.1 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台	5-1
5.1.1 知識庫	5-8
5.1.2 資料庫	5-9
5.1.3 工具庫	5-14
5.1.4 因應氣候變遷政策決策支援系統	5-16
5.2 綠色運輸教育宣導網站	5-18
5.3 網站資安維護	5-20
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 建議	6-5
參考文獻	參-1
附錄 1 計畫摘要	附 1-1
附錄 2 專家學者座談會議紀錄暨回復表	附 2-1
附錄 3 期中審查意見回覆與處理情形	附 3-1
附錄 4 期末審查意見回覆與處理情形	附 4-1
附錄 5 運輸部門 CGE 模型相關文獻	附 5-1
附錄 6 出席 COP20/CMP10 報告	附 6-1
附錄 7 發表論文議程暨摘要	附 7-1
附錄 8 教育訓練情形	附 8-1
附錄 9 計畫簡報	附 9-1

表目錄

表 1.5-1	報告對應章節進度說明.....	1-13
表 2.1-1	IEA 車輛技術市場滲透率假設.....	2-6
表 2.1-2	有限彈性減量承諾方案內容.....	2-15
表 2.1-3	事前必須釐清的減量承諾方案相關議題.....	2-16
表 2.1-4	運輸部門國家綠能低碳總行動方案各方案細部內容.....	2-19
表 2.2-1	運輸部門低碳運具與燃料替代項目情境.....	2-25
表 2.2-2	運輸部門運具移轉項目情境.....	2-25
表 2.2-3	決策支援系統比較表.....	2-28
表 2.3-1	我國電動車發展面臨問題及解決對策.....	2-34
表 2.3-2	時間價值校估表.....	2-38
表 2.3-3	各車種在不同車速下的燃料成本與非燃料成本設定.....	2-40
表 2.3-4	運輸需求預測模式分析方法.....	2-42
表 2.3-5	臺北都會區基年與目標年晨峰時段旅次產生量比較表.....	2-43
表 2.3-6	臺北都會區基年與目標年全日旅次產生量比較表.....	2-43
表 2.3-7	晨峰小時捷運系統上車旅次預測情境比較表.....	2-44
表 2.3-8	全日捷運系統上車旅次預測情境比較表.....	2-45
表 2.4-1	新十大建設暨各產業別投資金額分類彙總效果.....	2-48
表 2.4-2	執行新十大建設方案對我國總體經濟的影響效果.....	2-48
表 3.1-1	運輸部門溫室氣體減量評估模型比較表.....	3-14
表 3.1-2	運輸部門 CGE 模型之外生參數清單.....	3-19
表 3.1-3	運輸部門 CGE 模型之內生變數清單.....	3-20
表 3.1-4	運輸部門節能減碳政策組合影響評估.....	3-23
表 3.2-1	模型變數彙整表.....	3-28
表 3.2-2	各能源「聯立方程式同時校估模型」校估結果.....	3-32
表 3.2-3	各能源「聯立方程式同時校估模型」預測結果.....	3-35
表 4.1-1	運輸部門節能減碳政策選項類別.....	4-5
表 4.1-2	運輸部門節能減碳政策情境設定說明.....	4-5
表 4.2-1	基礎建設之總體經濟成本效益範疇.....	4-7
表 4.2-2	分年建設規劃經費.....	4-8

表 4.2-3	經費用途之部門對映.....	4-10
表 4.2-4	運輸基礎建設對產業之影響	4-11
表 4.3-1	各國低碳車輛政策發展動態	4-15
表 4.4-1	運輸部門節能減碳政策組合	4-22
表 5.1-1	本年度資訊平台新增功能說明	5-5
表 5.1-2	資料庫項目內容、來源與執行情形	5-11
表 5.1-3	能源排放資料庫-運輸部門能源消耗量	5-12
表 5.1-4	能源排放資料庫-運輸部門 CO ₂ 排放量.....	5-13

圖目錄

圖 1.1-1	本計畫歷年研究成果.....	1-3
圖 1.4-1	研究流程與內容.....	1-12
圖 2.1-1	2DS-ET 情境下電力使用占比推估與運輸能源消耗	2-7
圖 2.1-2	各情境減量措施效益推估	2-7
圖 2.1-3	我國綠色運輸發展策略架構.....	2-21
圖 2.2-1	TEEMP 工具運算圖表.....	2-27
圖 2.3-1	電動汽車總體效益 Well-to-Wheel 能源效益比較圖	2-32
圖 2.3-2	3 種電動車型和內燃機汽車 CO ₂ 排放效益	2-33
圖 2.4-1	各市鄉鎮的工業發展分布	2-46
圖 3.1-1	運輸部門節能減碳決策支援系統架構.....	3-2
圖 3.1-2	系統資料庫、模式庫與使用者介面之運作方式.....	3-5
圖 3.1-3	運輸部門節能減碳決策支援系統運作流程.....	3-7
圖 3.1-4	公路公共運輸之溫室氣體排放量與相較前季變化率.....	3-9
圖 3.1-5	公路公共運輸之溫室氣體排放量與相較去年同期變化率.....	3-9
圖 3.1-6	運輸部門氣候變遷與溫室氣體減量評估方法的類別.....	3-13
圖 3.1-7	運輸 CGE 模型經濟周流圖	3-16
圖 3.2-1	各能源 1991-2013 消費量趨勢	3-25
圖 3.2-2	鐵路柴油 1991-2030 歷史消費量趨勢	3-25
圖 3.2-3	國內航空燃油 1991-2013 歷史消費量趨勢	3-26
圖 3.2-4	國內水運燃油 1991-2013 歷史消費量趨勢	3-27
圖 3.2-5	國內水運柴油 1991-2013 歷史消費量趨勢	3-27
圖 3.2-6	參數推估流程.....	3-30
圖 3.2-7	1991-2030 公路運輸能耗與基線推估結果	3-33
圖 3.2-8	1991-2030 鐵路運輸能耗與基線推估結果	3-33
圖 3.2-9	1991-2030 國內航空能耗與基線推估結果	3-34
圖 3.2-10	1991-2030 國內水運能耗與基線推估結果	3-34
圖 3.3-1	政策決策支援系統介面-登錄畫面	3-36
圖 3.3-2	政策決策支援系統介面-簡介畫面	3-37

圖 3.3-3	政策決策支援系統介面-運作流程說明畫面	3-37
圖 3.3-4	政策決策支援系統介面-運作方法說明畫面	3-38
圖 3.3-5	政策決策支援系統介面-能源效率功能畫面	3-39
圖 3.3-6	政策決策支援系統介面-排放趨勢分析功能畫面	3-39
圖 3.3-7	政策決策支援系統介面-政策評估功能畫面	3-40
圖 4.1-1	Avoid-Shift-Improve-Transform (A-S-I-T) 架構圖	4-2
圖 4.1-2	ICCT 之減量策略類別	4-2
圖 4.1-3	減量策略的效果與範疇	4-3
圖 4.2-1	運輸基礎建設之評估流程	4-7
圖 4.2-2	運輸基礎建設對 GDP 之影響	4-11
圖 4.2-3	運輸基礎建設對客運運量之影響	4-12
圖 4.2-4	運輸基礎建設對運輸部門能耗及排放之影響	4-13
圖 4.3-1	BLUE 情境下全球 LDV 車輛銷售數量	4-13
圖 4.3-2	BLUE 情境下全球 LDV 車輛之 CO ₂ 減量	4-14
圖 4.3-3	我國機動車輛中電動車與油電混合車發展現況	4-16
圖 4.3-4	我國小客車中電動車與油電混合車發展現況	4-16
圖 4.3-5	電動車購車補助之評估流程	4-17
圖 4.3-6	電動車及油電混合車之巢式結構	4-18
圖 4.3-7	國際能源價格設定	4-18
圖 4.3-8	電動車購車補貼對新車購置之影響	4-19
圖 4.3-9	不同補貼率下內燃機汽車數與低碳車輛基線變化率	4-20
圖 4.3-10	不同補貼率下運輸部門 CO ₂ 排放相對基線變化率	4-21
圖 4.4-1	基準情境國際油價下政策組合之運輸部門 CO ₂ 排放路徑 ..	4-23
圖 4.4-2	國際油價上漲下政策組合之運輸部門 CO ₂ 排放路徑	4-24
圖 5-1-1	網站首頁展示界面	5-2
圖 5-1-2	最新消息列表	5-3
圖 5-1-3	最新消息內容	5-3
圖 5-1-4	計畫背景資訊	5-4
圖 5.1-5	運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台架構	5-5
圖 5.1-6	知識庫列表界面	5-8
圖 5.1-7	社經、能源排放資料庫界面	5-10

圖 5.1-8	工具庫燃油效率警示指標界面	5-14
圖 5.1-9	工具庫能源密集度警示指標界面	5-15
圖 5.1-10	工具庫排放因素分解模組界面	5-15
圖 5.1-11	DSS 操作步驟一：方案設定	5-16
圖 5.1-12	DSS 操作步驟二：方案新增	5-17
圖 5.1-13	DSS 操作步驟三：方案比較	5-17
圖 5.2-1	綠色運輸教育宣導網站	5-18
圖 5.2-2	綠色運輸教育宣導網站管理系統登入	5-19
圖 5.2-3	綠色運輸教育宣導網站人數統計	5-19
圖 5.3-1	修正前網站弱點掃描結果	5-20
圖 5.3-2	修正後網站弱點掃描結果	5-21

第一章 前言

1.1 計畫背景與目的

行政院於 97 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 年回到 2000 年的水準。98 年 12 月成立「節能減碳推動會」(103 年已更名為「綠能低碳推動會」)，督導落實「國家節能減碳總行動方案」(已更名為「國家綠能低碳總行動方案」)，並將「推動『能源國家型科技計畫』」列為行動計畫項目，而本計畫則納入前述「能源國家型科技計畫」。另方面為落實運輸部門節能減碳政策，尋求更有效的方式推動相關減量策略，「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」為交通部重要施政方針，運輸部門各項節能減碳策略評估模型與運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立實為重要。交通部運輸研究所(以下簡稱本所)自 96 年起已著手辦理「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立」3 年期計畫，對於各種相關之節能減碳模型架構進行初步探討。

考量運輸行為與其他經建部門互動密切且不可分割，評估時需同時將運輸、能源、與經濟三者納入考慮。因此，本所分別於 99 年度辦理「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立」、100 年度辦理「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立」、101 年度辦理「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」，以及 102 年度辦理「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」等研究計畫，藉此整合本所能源科技系列研究計畫資料，且作為模型之輸入資料庫及輸出平台；另於 99 年度辦理「建置運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，以及 100 年度辦理「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」。自 99 年度起本計畫各年度主要研究成果說明如圖 1.1-1 所示。

前期 102 年度「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」計畫已針對運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型所需要之參數進行資料蒐集與校估及模型之修訂，同時修訂決策支援系統架構與雛型，展示決策支援系統之實際功能操作。

本期 103 年度計畫旨在延續前期 102 年度計畫成果，賡續完成國內外文獻與國內政府部門研究成果之蒐集與回顧、政策評估分析、資訊平台內容更新與維護、運輸部門因應氣候變遷決策支援系統擴充建置與應用、綠色運輸教育宣導網頁維護，以及參加國際會議、舉辦專家學者座談會、舉辦教育訓練、成果發表會等工作項目。最後，本年度工作成果可提供交通部門更準確的政策評估資訊，以及即時專業的諮詢服務。

99年度

運輸部門能源消耗與溫室氣體減量模型評估架構之建立
建構運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台

文獻蒐集回顧

1. 完成國內外氣候變遷相關整合模型特點與架構比較；
2. 回顧國內外運輸、能源、經濟相關之溫室氣體減量整合評估模型。

政策決策支援系統與整合評估模型

1. 提出適合運輸部門且與現有運輸需求分析模式結合難度較低之評估模型，即運輸CGE模型；
2. 依據運輸部門需求，提出運輸-能源-經濟整合模型基本架構；
3. 規劃本計畫模型與運研所96-98年計畫之關聯性，並定位本模型將朝運輸部門溫室氣體減量決策支援角色發展。

政策評估應用

1. 探討運輸部門合理減量目標計算方法
2. 計算運輸部門成本有效之減量目標。

資訊平台

1. 25個運輸場站能源使用效率調查分析；
2. 建立整體資訊平台架構；
3. 四項資料庫與排放清單推估模式庫；
4. 研提運輸場站節能減碳行動計畫。

100年度

運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立
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

1. 蒐集研析國內外運輸部門節能減碳推動政策；
2. 彙整國內外運輸-能源-經濟實證模型；
3. 探討以CGE為基礎之國際重要運輸部門模型。

1. 修正前期模型架構；
2. 建立運輸CGE數學模型；
3. 完成運輸CGE模型參數校估；
4. 建立運輸部門能源消費預測模式，推估並預測運輸部門能源消費趨勢；
5. 規劃政策決策支援系統架構。

1. 「2025年提升公共運輸使用率至30%」案例分析；
2. 推估運輸部門減量成本，提出運輸部門減量責任分擔之合理方式；
3. 估算運輸部門節能減碳行動方案成效；
4. 依據減量目標與行動方案成效推估結果，計算運輸部門減量缺口，並研提強化減量策略。

1. 資料庫與知識庫檢討擴充；
2. 模式庫擴增4個分析模組；
3. 提供使用手冊與教育訓練；
4. 完成運輸場站能消耗資料之外部資料庫整合；
5. 完成資訊平台與政策決策支援系統之功能性關聯與資料庫關聯分析。

101年度

運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用

1. 持續追蹤國內外運輸部門節能減碳政策；
2. 研析國內外運輸能源決策支援系統範例；
3. 彙整國內外政府部門運輸節能減碳相關研究。

1. 建立模型整合評估機制與流程；
2. 研析CGE模型納入旅行時間之國內外經驗；
3. 完成運輸部門能源消費預測模型修訂與推估；
4. 完成各運具運量及能源消費之基線推估；
5. 建立政策決策支援系統架構與功能規劃。

1. 修正國際原油價格、汽燃費隨油徵收、補貼公共運輸票價之模擬分析；
2. 完成小貨車能源使用狀況調查。

1. 修正資訊平台架構；
2. 新增決策支援系統介面；
3. 模式庫新增地方政府運輸部門節能減碳估算作業模組；
4. 調整使用者身分與權限設定；
5. 完成整合交通部運研所能源國家型計畫成果。

圖 1.1-1 本計畫歷年研究成果

資料來源：本計畫繪製。

文獻蒐集回顧

政策決策支援系統與 整合評估模型

政策評估應用

資訊平台

資料來源：本計畫繪製。

102年度

運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立

1. 完成國內外氣候變遷整合模型特點與架構比較；
2. 回顧國內外運輸、能源、經濟相關之溫室氣體減量整合評估模型。

1. 檢討並修訂政策決策支援系統架構與運作流程；
2. 擴充運輸CGE模型理論架構；
3. 開發模型操作介面；
4. 建立輔助模組；
5. 建立運輸部門排放成長趨勢分析工具；
6. 建立能源效率警示指標；
7. 建立節能減碳政策成效指標；
8. 建立政策成效排序功能；
9. 完成政策決策支援系統介面改版與功能建置。

1. 配合政策決策支援系統，擴增國際原油價格、汽燃費隨油徵收、補貼公共運輸票價之模擬情境；
2. 新增電動車補貼、生質燃料、車輛汰舊換新等政策評估；
3. 提供能源稅課徵與電價變化之評估結果。

1. 檢討並修正資訊平台模式庫內容；
2. 更新節能減碳行動方案項目與內容；
3. 更新年度排放清冊；
4. 調整社經資料庫內容。

1. 完成綠色運輸教育宣導網站改版；
2. 進行三次推廣宣導活動；
3. 資安問題處理。

103年度

運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用

1. 持續追蹤國內外運輸部門節能減碳政策，並依「降低需求」、「提升效率」、「運量移轉」等構面彙整；
2. 追蹤國內外運輸能源決策支援系統範例；
3. 彙整國內政府部門運輸節能減碳相關研究。

1. 檢討並修訂政策決策支援系統架構與流程；
2. 擴充兩項運輸部門策略；
3. 完成模型操作介面；
4. 新增運輸部門能源消費趨勢分析；
5. 新增CO₂排放按季警示指標；
6. 改善政策評估選單與操作介面；
7. 完成政策決策支援系統介面改版與功能建置。

1. 配合政策決策支援系統，擴增替代燃料運具以及軌道基礎建設評估之模擬情境；
2. 更新能源消費預測模組；
3. 完成單機版運輸CGE模型操作介面。

1. 檢討並更新資訊平台模式庫內容；
2. 更新網頁版面與美編。

圖 1.1-1 本計畫歷年研究成果(續)

1.2 前期研究成果

回顧前期(102 年度)完成「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」研究，主要研究成果包括：

一、文獻蒐集回顧

102 年度已完成「國內外運輸部門節能減碳政策與措施」、「國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢」、「國內外運輸能源決策支援系統發展」，以及「國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果」之文獻蒐集。依據相關文獻彙整結果，針對政策評估與決策支援發展提出 5 點結論：(1) 政策決策支援系統為掌握節能減碳政策成效之重要工具；(2) 政策決策支援系統之核心評估工具可以周延而龐大，但使用者介面必須簡易而流暢；(3) 我國運輸部門節能減碳政策架構完整，有待系統性評估；(4) 政策評估模式須視需求整合多元方法與面向以滿足評估需求；(5) 指標選擇與指標系統建立為進行政策篩選前之必要工作。

二、運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之擴充與修訂

由於政策評估與模型建置並非一蹴可及，隨著評估議題的觸角越趨廣泛，關注層面亦多有不同，因此評估工具的擴充與修正仍須與時俱進，運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型將持續擴充模型評估功能。102 年度首先就區分家計部門所得層級、建立家計部門生產函數、建立與間斷選擇模式之整合架構三部分，擴充模型理論架構，並依模型所需蒐集相關參數資料，以備後續研究進行實證分析。

另外配合決策支援系統建置，將政策選項區分為非運輸部門可改變的外部政策，以及針對運輸部門設計的節能減碳政策。前者包括國際原油價格變動、核能政策、能源稅等；後者包括公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助等策略。102 年度以國際油價上漲、公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助、生質燃料添加、車輛汰舊換新為案例進行政策組合評估分析。依據模型評估結果，102 年度之研究獲得以下重要結論：

- (一) 本例情境以國際油價上漲 50% 為例，國內汽油價格相對基線上漲幅度約在 39% 至 41% 之間，柴油在 27% 至 29% 之間，幅度相對較

高，故對運輸部門之 GDP 及 CO₂ 排放量之衝擊較大，在 2025 年可使運輸部門排放量較基線下降 13.18%。

- (二) 汽燃費隨油徵收費率在假設汽油每公升 2.5 元，柴油每公升 1.5 元條件下，國內汽、柴油價格相對基線上漲約 7% 與 4%，為運輸部門帶來之減量效果約 1,914 千公噸（較基線下降 4.85%）；由於取消固定支出之隨車徵收汽燃費，家計部門可支配所得增加，隨油徵收策略對 GDP 具正面影響。
- (三) 在油價較高之情境下採取汽燃費隨油徵收策略可獲得較佳之減量成效，例如在相同的汽燃費隨油徵收費率下，高油價情境的汽燃費隨油徵收策略約可減量 4,150 千公噸（較基線下降 10.52%）。
- (四) 公共運輸票價補貼將吸引更多客運需求，約較基線增加 21.58%，但由於目前情境對捷運補貼費率較高（每延人公里 1 元），故運輸部門用電量將明顯增加，約較基線增加 57.51%，整體能源消費量擴增 1.56%，排放量增加 3.28%。另在不考慮增闢財源情境下，補貼措施將對其他財政支出產生排擠，公共運輸補貼策略將造成 GDP 下降 0.28%。
- (五) 在不增加總運量之前提下，汽燃費隨油徵收相對公共運輸票價補貼具有更好的運具移轉效果。
- (六) 直接對電動車購車補助對電動車導入市場成效優於增加燃料使用成本之間接策略。

三、政策決策支援系統架構修訂與功能建置

前期(102 年度)政策決策支援系統已修改系統架構與運作流程，並依據政策評估實際需求，設計決策支援系統介面，並依 5 項政策評估結果，完成實際操作介面測試。102 年度政策決策支援系統之重要突破如下：

- (一) 重新定位政策決策支援系統，並確立建置系統為提供運輸部門節能減碳政策量化評估工具。
- (二) 彙整運輸部門節能減碳政策工具選項，並進一步區分內外部功能環境。
- (三) 依據政策評估需求、評估工具特性、觀察指標設定擬具系統運作流程。

(四) 增加「能源效率警示系統」及「運輸部門排放趨勢分析模組」等功能。

(五) 完成「公共運輸票價補貼」、「汽燃費隨油徵收」、「生質燃料添加」、「電動車補助」、「汽車汰舊換新」等 5 項政策評估系統介面，並配合政策評估流程所需，設定評估模組。

(六) 依據前 5 項成果，完成政策決策支援系統介面設計與測試。

(七) 建置節能減碳評估模組。

在避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)之思考主軸下，102 年度分別在減少私人運輸使用之交通管理策略評估、提升公共運輸使用率之評估、替代能源車輛推廣策略評估等面向，設計一項外部政策，並搭配 5 項運輸政策做為案例，建立整合評估流程及建置決策支援輔助模組。

由於不同政策組合所必須考量之情境與計算流程不同，因此較難以統一操作流程說明模組間之關聯性，但原則上運輸 CGE 模型負責需要考量部門間交互影響、商品市場價格、非運輸之外部條件與政策之各種情境，並提供運量、能源消費量、車輛數、以及 GDP 或財政支出等總體資料，其餘評估模組則針對評估過程，無法由 CGE 模型產生之細部資訊進行估算。102 年度共建置兩項評估模組，用以分析替代燃料政策及汽車汰舊換新之減量成效。

四、能源效率警示系統建置

102 年度透過定期之公務統計資料建立運輸部門系統別之能源效率警示指標，提供決策支援系統狀況監測與事件警示之功能，分別以各運具別之燃油效率與能源密集度來做為能源效率指標。在決策支援系統介面中，同時以圖、表及顏色來呈現各年度能源效率變化。

五、運輸部門排放趨勢分析模組建置

為達成節能減碳政策目標，經由相關運輸能源統計指標分析檢視目前所推動各項運輸政策執行效果，以探討能源消費趨勢變動之影響因素，並此些因素皆為未來政策規劃之參考依據。為探討此些關鍵因素變動對關鍵變數(如:產出、就業、能源消費、污染物排放等)影響，研究使用因素分解法(decomposition approach)分析，其原理乃將探討的主體拆解成數個相關因子之乘積，再經過運算將每個組成因子對主體變動之貢獻加以量化，藉

此探討影響主體變動之關鍵因素。102 年度已於政策決策支援系統中，利用因素分解法建置運輸部門排放趨勢分析模組。

六、未來 5 年運輸部門能源科技研究方向

我國雖已明確的訂定減量目標，並於國家節能減碳總計畫與綠色運輸白皮書提出短、中、長期的政策規劃與相關行動方案，但較缺乏具體確切之執行細節且尚無考量整體面之減量評估工具與針對各方案之執行優先性評估方法。為了有效達成未來運輸部門的減量目標，建議可以朝向下列方向來規劃，並可作為未來 5 年運輸部門能源科技研究方向之參考，包括：(1)節能減碳政策路線規劃、(2)基礎資料調查、(3)整合評估工具之開發與納入成本效益及指標系統、(4)國際節能減碳作為及其影響。

七、綠色運輸教育宣導網站維護與推廣活動

綠色運輸教育宣導網站的成立宗旨，主要係提供一般民眾及中小學生推廣綠色運輸系統理念，以達成鼓勵民眾使用綠色運輸系統、紓緩汽機車使用與成長、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目標。

為提昇視覺介面、強化功能性與增加使用便利性，已針對舊有綠色運輸教育宣導網站進行改版，主要檢討更新的部分包含：(1)選單分類優化，將相似的議題分類進行整併，使分類更為清楚確實；(2)設置關鍵字搜尋，透過關鍵字搜尋，方便使用者快速查詢相關主題；(3)操作畫面的優化，畫面排版及顏色更豐富，加入更多吸引因子。

另為增進綠色運輸教育宣導網站之曝光率與使用人數，透過相關活動的舉辦來增進網站活絡，引導民眾透過活動來認識本網頁，俾提昇民眾對本網站的使用意願。基於綠色運輸教育宣導網站以一般民眾及中小學生為推廣對象，分別針對不同對象設計舉辦 3 次推廣活動，包括：(1)中小學綠色運輸教案競賽徵選以中小學教師及教學為主；(2)綠色心生活照片徵選活動以一般民眾為對象；(3)從行愛地球繪畫比賽則以幼稚園及國小學童為主體。教案競賽徵選活動共計有 38 件教案參賽，從行愛地球繪畫比賽共計有 1,200 件作品參加徵選。

1.3 本期主要研究工作項目

一、文獻蒐集回顧

- (一) 蒐集國內政府部門運輸節能減碳相關研究計畫資料，釐清計畫彼此之間關聯性，以作為本計畫發展方向修訂之參據。
- (二) 蒐集國內外運輸能源相關決策支援系統之最新發展趨勢。
- (三) 蒐集國內外運輸節能減碳策略與措施之成效及評估方式。

二、決策支援系統之擴充建置與應用

以本所去(102)年度所開發之「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」為基礎，辦理下列工作：

- (一) 強化趨勢分析工具：修訂及增加每季運輸部門能源消耗與溫室氣體排放變化趨勢分析之量化工具。
- (二) 擴充可評估之政策選項：就我國可推動之運輸節能減碳策略與措施，至少研擬 2 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；其策略面向必須涵蓋「避免(avoid)」、「移轉(shift)」與「改善(Improve)」等面向。
- (三) 檢討、修訂並強化相關政策評估準則與參變數內容。
- (四) 依上述工作成果，修訂並擴充「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」。

三、運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台資料更新與維運

- (一) 持續維運與更新運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台，以及更新資料庫與知識庫各項資料。
- (二) 協助資訊平台資安維護事宜。

四、辦理綠色運輸教育宣導網站維運

- (一) 每月更新「綠色運輸教育宣導網站」之新聞性或議題資料。
- (二) 網站之生活具體作法、政府具體作為、綠色運輸研究室等內容每季至少更新一次。
- (三) 協助網站資安維護事宜。

五、其它專業資訊及專家意見蒐集

(一) 依本所與計畫執行過程中之指示，派員出席國際運輸部門節能減碳相關會議，蒐集國際最新趨勢資訊，並提出報告。

(二) 辦理國內運輸能源決策支援系統專家學者座談會 1 場次。

六、其它工作項目

(一) 修訂「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」操作手冊，並針對本所同仁辦理 2 次教育訓練，俾使本所同仁瞭解本期政策決策支援系統所建置運輸 CGE 模型參變數更新情形。

(二) 辦理「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」成果發表推廣與公開展示 1 場次，俾推廣本計畫研究成果。

1.4 研究流程與步驟

本計畫之研究流程與內容，以及步驟如圖 1.4-1 所示：

一、檢討前(102 年)期研究成果

首先檢討前期研究成果，以說明本年度研究改進方向與重點。

二、掌握現況、問題與趨勢

經由文獻回顧與政策動態分析，掌握當前運輸部門面臨的溫室氣體減量問題與國內外溫室氣體減量之可行策略，包括(1)國內外運輸節能減碳策略成效與評估方式；(2)國內外運輸能源決策支援系統最新趨勢；(3)國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果；(4)基礎建設對總體經濟與排放之影響評估等。

三、建立研究方法

根據彙整之文獻資料，回饋修正本計畫之研究方法，並依據計畫工作項目劃定研究架構，並區分為決策支援系統、整合資訊平台、以及綠色運輸教育宣導網站等三大部分。決策支援系統部分包括擴充可評估之政策選項、檢討政策評估準則、強化能源消耗與溫室氣體排放趨勢量化分析工具等。另外，整合資訊平台亦持續更新資料庫與知識庫，並協助維護資訊平台之資安與網站穩定性。最後，調整決策支援系統與整合資訊平台彼此間架構，俾取得一致性。

四、政策評估與成果展示

針對各項運輸部門溫室氣體減量可行策略，設計適當情境進行政策模擬評估，依據評估結果研擬政策建議。舉辦 1 場次專家學者座談會，以彙集專家建議並參酌與會意見進行回饋修正，俾使得研究內容更豐富而嚴謹。政策分析成果透過決策支援系統呈現，方便使用者決策參考所需，故決策支援系統之操作與展示依使用者需求修正，以滿足操作便利、資訊豐富以及易於判斷之基本要求，並針對「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」舉辦 1 場成果發表推廣與公開展示。另賡續執行運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台與綠色運輸教育宣導網頁之維運，以及 2 次教育訓練，俾使本所同仁瞭解本期政策決策支援系統所建置運輸 CGE 模型參變數更新情形。

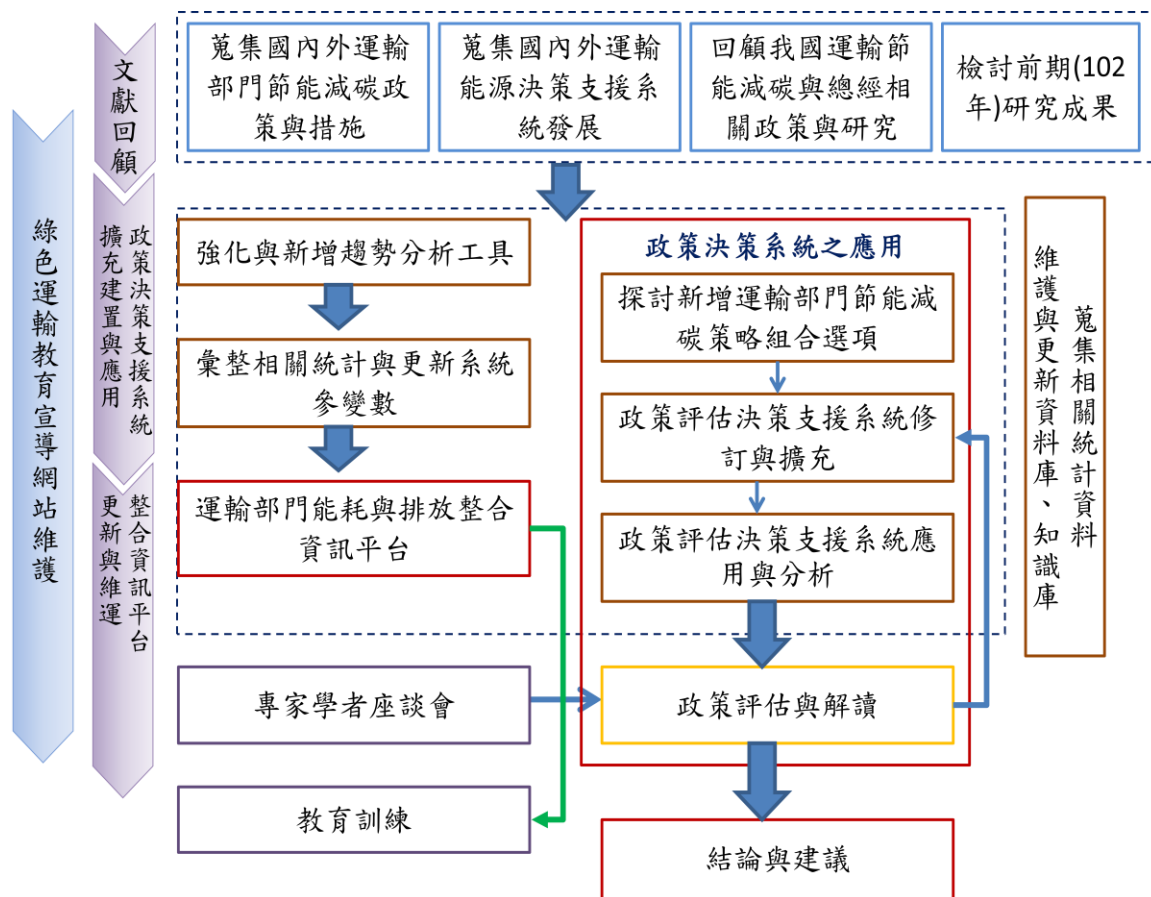


圖 1.4-1 研究流程與內容

1.5 計畫年度成果

本計畫報告完成工作項目與對應章節說明請參見表 1.5-1。

表 1.5-1 報告對應章節進度說明

工作項目	進度成果	對應章節
1. 重要文獻回顧 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 國內外運輸節能減碳策略與措施 ➢ 國內政府部門運輸節能減碳相關研究 ➢ 國內外運輸能源決策支援系統最新發展趨勢 ➢ 總體經濟影響評估操作方式 	1. COP 政策發展 2. 完成國內外運輸部門相關節能減碳政策與報告研析。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 國際能源總署、美國與歐盟等國節能減碳政策分析。 ➢ 國內相關政策回顧：國家型節能減碳計畫、綠運輸政策、各區域綠運輸推廣成果。 3. 國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 探討決策支援系統架構與種類，並彙整 2050Calculator、TEEMP 等範例。 4. 彙整國內科技部、環保署、經濟部、台經院相關研究與政策計畫。 5. 高速公路興建與通車後對區域經濟效果分析。 6. 重大建設對總體經濟之研究。 7. 能源、經濟與運輸整合分析。	1. 2.1. 2. 2.1. 3. 2.2 4. 2.3 5. 2.4 6. 2.4 7. 2.4
2. 決策支援系統之擴充建置與應用 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 決策支援系統架構調整 ➢ 溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂 ➢ 決策支援系統操作方法 	1. 決策支援系統架構與說明 2. 完成溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂工作。 3. 強化決策支援系統操作說明	1. 3.1 2. 3.2 3. 3.3
3. 運輸部門節能減碳政策評估 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 軌道運輸基礎建設之總體經濟影響評估 ➢ 推動低碳車輛之影響評估 	完成兩項政策評估： <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成軌道運輸基礎建設之總體經濟影響評估。 2. 完成推動低碳車輛之影響評估 	1. 4.2 2. 4.3

表 1.5-1 報告對應章節進度說明(續)

工作項目	進度成果	對應章節
4. 「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」更新與維運 ➤ 架構調整 ➤ 知識庫更新調整 ➤ 資料庫更新 ➤ 工具庫 ➤ 綠色運輸教育宣導網站維運	1. 完成知識庫內之資料與網頁連結之檢視、確認與更新，並新增國外運輸與能源發展趨勢或法規、政策、技術發展等相關知識內容。 2. 完成資料庫更新。 3. 完成工具庫彙整。 4. 綠色運輸教育宣導網站維運。 5. 資訊平台資安問題弱點修正。	1. 5.1 2. 5.1 3. 5.1 4. 5.2 5. 5.3
5. 其它相關工作項目 ➤ 國內學者專家座談會 ➤ 教育訓練 ➤ 參加 COP 20 並提出報告 ➤ 研究成果投稿與發表	1. 國內學者專家座談會已於 10 月 30 日召開完成。 2. 104 年 4 月 17 日與 5 月 22 日分別完成 2 次教育訓練課程，俾使本所同仁瞭解本期政策決策支援系統所建置運輸 CGE 模型參變數更新情形。 3. 12 月 11 月 30 日至 12 月 9 日由台綜院陳建緯主任代表出席 COP20 會議。出國報告列於附錄 6。 4. 投稿論文至義大利羅馬「IAEE 研討會」發表，議程與摘要列於附錄 7。	1. 附錄 2 2. 附錄 8 3. 附錄 6 4. 附錄 7

第二章 文獻回顧

2.1 運輸部門節能減碳政策與措施

全球氣候變遷所造成之衝擊，如極端氣候事件，不斷威脅人類生命與財產；而依據聯合國氣候變遷小組(IPCC)於 2014 年 11 月發布之氣候變遷第五次評估報告之綜合報告，說明在 1950 年~2010 年在地球上所觀察到大部分的暖化現象，主要因人類活動所造成；以及大幅和持續減少溫室氣體排放是限制氣候風險的核心，透過減緩措施可減低升溫的速率和幅度。為了減緩氣候變遷所造成之衝擊與能源耗竭所衍生的問題，各國均針對如何減少溫室氣體排放與確保能源永續發展採取各項行動。

我國雖然非聯合國會員國，但為善盡身為地球村一分子的責任與義務，政府仍積極推動各項節能減碳措施，分別於 1998、2005、2009 及 2015 年辦理 4 次全國能源會議、2006 年召開國家永續發展會議、2008 年頒布永續能源政策綱領與擬定節能減碳行動方案、2010 年則頒布國家節能減碳總計畫，訂定十大標竿方案與 35 標竿型計畫，希望藉由政策全面引導低碳經濟發展，並朝向節能減碳社會邁進。以下將針對氣候變遷國際組織會議與國內外運輸部門節能減碳政策與措施進行回顧。

2.1.1 氣候變化綱要公約第 19 次、第 20 次締約國會議

一、第 19 次締約國會議(COP19)

2013 年聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第 19 次締約國會議(COP19)暨京都議定書第 9 次締約國會議(CMP9)於 11 月 11 日至 11 月 22 日於波蘭首都華沙(Warsaw)舉辦。COP19/CMP9 會議為京都議定書於 2012 到期並延至 2020 年後的第一次大會。而在 2020 年京都議定書到期時，為對抗氣候變遷締約國將需要一項新的國際協議，此協議預計將於 2015 年簽署。因此，本次會議主要期望能於 2014 年 COP20(確立新氣候協議談判基礎)及 2015 年巴黎氣候大會(完成新氣候協議簽署)前提出進一步的減碳承諾與達成實質進展。

華沙會議共計通過 28 項 COP19 決議與 10 項 CMP9 決議。主要成果包含：

(一) 協議時間表

COP19 勾勒出全球共識的氣候協議藍圖，可成為下一屆祕魯會議之主要議題。各國應共同合作，從國內開始啟動或強化自我之貢獻以達成 2020 年新協議的目標。完成準備的國家同意於 2015 年第一季前，提交清晰且透明的計劃。此外，與會各國將藉由強化技術合作與更積極的各國協商來縮短至 2020 年之前的目標差距。

(二) 損失與傷害

建立「華沙國際機制」(Warsaw International Mechanism)提供專業和可能之保護援助措施，協助脆弱地區因應氣候變遷(海平面上升等)與相關極端事件造成的損失及傷害，此機制將在做細部討論。

(三) 資金

呼籲各國提供更具體的財務實質行動，來支持開發中國家減少碳排放以及進行氣候變遷之調適。已開發國家必須於 2020 年前每兩年提出一次財務支持的策略與方法。另在華沙會議中，包括挪威、英國、歐盟、美國、南韓、日本、瑞典、德國、芬蘭等已開發國家，也發佈具體的財務援助宣言，承諾將貢獻公共氣候資金(public climate finance)來支持發中國家的氣候行動。此外，綠色氣候基金(Green Climate Fund Board)將儘速啟動；而為確保基金能有效地運作，已開發國家必須 2014 年 12 月 COP20 前做出更具魄力與即時的貢獻。

(四) 協助開發中國家之進展

各國政府間已成立氣候科技中心及網路(Climate Technology Centre and Network, CTCN)來快速提供開發中國家於技術轉移之建議與協助。CTCN 已開始運作，並鼓勵開發中國家設定重點方向來加速技術的轉移。

二、COP19 運輸日活動

除 COP19 主會場外，永續低碳交通聯盟(Partnership on Sustainable Low Carbon Transport)於 11 月 17 日舉辦運輸日(Transportation Day)活動，邀集各國運輸專業人員參與，匯集想法與意見並進行討論，最後並呼籲公約與世界各國採取一種綜合性方法來達成交通運輸在環境面的永續發展，主要項目包含：(1)減少道路事故的傷亡程度；(2)強化服務可及性，並消除貧窮

狀況；(3)減少交通壅塞的經濟損失；(4)減少道路基礎設施、車輛及燃料的能源消耗。會後並提出「華沙低碳運輸與永續發展聲明」(Warsaw Statement on Low Carbon Transport and Sustainable Development)並由主席交付予UNFCCC，其訴求包括：

- (一)鞏固發展中國家 2020 年前陸運交通領域溫室氣體減緩之投入；
- (二)鼓勵及扶持發展中國家永續交通策略與規劃上的努力；
- (三)強化財政獎勵方法，包含 NAMA 與其他可能減緩排放的潛在措施，並矯正傳統未充分運用於交通領域的氣候金融機制；
- (四)支持各種多邊會議所採取的減量措施，特別是提高車輛效率、淘汰 HFCs、減少國際航空與海運之排放，以促進 2015 年後永續低碳交通政策之發展目標；
- (五)為 CTCN 提供長期資金，並協助道路與圖資準備工作等。

三、第 20 次締約國會議 COP20

為掌握國際氣候變遷相關議題之最新發展，本所委託台綜院團隊於 2014 年 11 月 30 日至 12 月 9 日赴祕魯利馬參與會議。除持續參與運輸相關議題之周邊會議(side event)蒐集資訊外，亦全程參與 12 月 7 日所舉行的運輸日活動。

(一)重要共識及結論

1. 聯合國氣候變化綱要公約第 20 屆締約國大會(COP20)主要目標是為 2015 年巴黎 COP21 會議時將簽署新協議做準備，重點任務是進一步討論 2015 年協議的要素，明確闡述各國「自主決定的預期貢獻(Intended Nationally Determined Contributions, INDCs)」的相關資訊，以加速實施 2020 年前的政策行動。
2. 2015 協議將遵循「共同但有差異的責任」原則的基本共識，各國應對新氣候協議提交具體貢獻。依國情不同，內容包含自身的減碳目標、調適策略、需要的財務支持、技術發展與移轉、能力建構等。
3. 將調適的重要性提升到與減緩相同地位之努力上，以取得顯著進展，並且共同體認到國家調適計畫(National Adaptation Plan, NAPs)對於強化復原能力具有關鍵性角色。

4. 氣候行動的透明度(transparency)和信心建置(confidence-building)達到新高水準。一方面以「多邊評估」(Multilateral Assessment)的新方式來推動工業化國家減排的 MRV，另一方面透過減排與經濟成長脫鉤的成功經驗，以及最佳政策與技術創新的分享來促進全球減排。
5. 關於「教育與認知提升」的部長宣言呼籲各國政府將氣候變遷納入學校課程，並將氣候變遷的認知融入國家發展計畫。
6. 「氣候金融(climate financing)」部分，挪威、澳大利亞、比利時、秘魯、哥倫比亞、奧地利等國均已承諾挹注「綠色氣候基金(Green Climate Fund, GCF)」，金額超過 100 億美元；德國承諾挹注「調適基金(Adaptation Fund)」5 千 5 百萬歐元；中國提供 1 千萬美元加強南南合作(South-South cooperation)，並在明年加倍。

(二) 運輸部門之重要決議

1. 運輸部門政策不只著重於 CO₂ 減量，其他外部性同等重要，包括健康、噪音、空氣品質、能源/運輸安全、可及性及公平性等。
2. 全球環境基金(Global Environment Facility, GEF)於會議提及協助利馬發展並改善交通，透過 BRT 系統、腳踏車道來減少交通擁擠。

(三) 對我國之啟示

1. 確立減碳目的與原則，並建立策略性政策工具體系，以及優化減緩與減碳資源配置。
2. 電力化運具為達到 CO₂ 減排的全球趨勢，但仍需考量電力組成之碳密集度，重新思考本土化因應措施。
3. 運輸為衍生需求，而減碳非主要目的。在推動節能減碳上除了提升運輸工具能源效率外，仍須回歸行為面之轉變，例如改變運具選擇。
4. 由於運輸建設為基礎建設一環，與其他領域互為關聯，於推動減碳或調適措施，應強化橫向及縱向合作關係，以達資源有效性利用及維持政策發展一貫性。
5. 為因應 INDCs 後續相關作為，運輸統計資料之可獲得性與品質

實為重要，除盤查減緩與調適所需相關資料外，並應建立整合性資料/知識平台，以及透過適當的公開/分享機制進行國內外交流。

6. 運輸需求主要受城市規模、土地使用型態等影響，本次會議墨西哥政府大力鼓吹重新設計城市來減少或縮短旅次長度。我國在都市通盤檢討時，應納入城市的願景與未來城市樣貌進行規劃發展。而中央與地方的合作模式，並非僅透過經費補助，而應將區域整體規劃發展納入考量。
7. 參與 COP 期間對利馬市區的觀察，上下班尖峰時段，整體運輸系統服務水準極差，雖然會議提供接駁車服務，但路線規劃與營運效率仍有很大的改善空間。此外，利馬公車捷運系統(Bus Rapid Transit, BRT)使用率高，政府亦著手規畫延伸路網以改善擁擠。
8. 利馬市區單車道種類設計多元，雖然交通狀況不佳，但道路設計未朝向增加道路空間發展，故仍保持綠園帶與單車道。

2.1.2 國外運輸部門節能減碳策略

本節針對運輸部門相關節能減碳趨勢與政策進行重點整理，主要包含國際能源總署(International Energy Agency, IEA)運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境模擬、國際綠能運輸理事會(International Council on Clean Transportation, ICCT)節能減碳政策路徑(Roadmap)報告、歐盟運輸部門節能減碳政策規劃、美國與國內運輸部門節能減碳政策。

一、IEA 運輸部門能源使用與溫室氣體排放情境

IEA 於「能源技術展望」(Energy Technology Perspectives 2014, ETP 2014)之運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境模擬研究中，設定 4 種情境針對至 2050 之全球運輸部門發展進行推估，4 種情境分別為：

- 6°C (6DS): 無進一步能源或環境政策情境(business-as-usual scenario, no further uptake of energy/climate policy)；
- 4°C (4DS): 依正常發展並配合部分能源政策情境(expected 'normal' scenario, incorporating announced policies)；
- 2°C (2DS): 發展潔淨能源系統情境(pathways to a clean energy

system)；

- 2°C (2DS-Electrifying Transport, 2DS-ET):運輸大規模電氣化情境 (massive electrification of transport)。

相較 2012 年之情境假設，2014 年增加了 2DS-ET 情境，透過假設各不同運具市場滲透率(penetration rate)進行比較，並強化 2DS 與 2DS-ET 之比較分析。該研究中推估運輸能源使用及減量情境，指出 2050 要達成 2DS 的情境需要透過同時施行避免(Avoid)、轉移(Shift)、及改善(Improve)等措施，且輕型客用車約一半需使用插電式(plug-in)技術，並且軌道與公車系統扮演重要角色。

表 2.1-1 IEA 車輛技術市場滲透率假設

運具別	主要供電模式	市場滲透率(%)					
		2030 年			2050 年		
		2DS-ET	2DS	4DS	2DS-ET	2DS	4DS
客運車輛							
2 輪車輛	電池	50	40	28	70	50	27
汽車	電池	4	4	<1	17	17	2
市區小型公車	電池	8	<1	<1	30	<1	<1
市區公車	無軌電力	7	<1	<1	27	<1	<1
跨市區公車	柴油與電動混合	1	0	0	8	0	0
貨運車輛							
輕型商用貨車	電池	5	1	<1	26	1	<1
中型貨車	電池	5	1	<1	27	1	<1
重型貨車	柴油與電動混合	2	0	0	15	0	0
軌道運輸	電弓集電系統	55	51	45	71	61	50

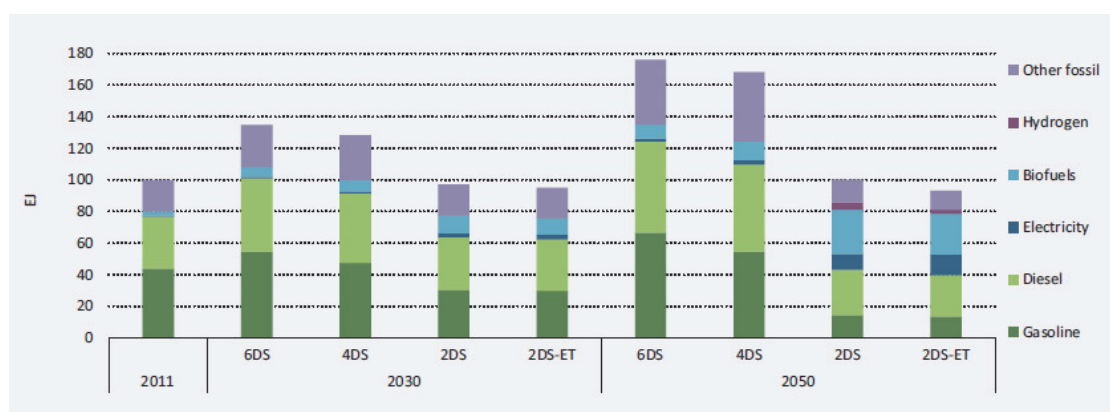
資料來源：IEA (2014), Energy technology perspective 2014.

此外，情境分析結果顯示減量潛力最有之措施主要來自於執行車輛效率(efficient vehicles)與低碳燃料(low-carbon fuels)兩方面。其主要原因在於運具轉移轉移(Shift)之措施減碳貢獻到最後仍須取決於運具本身效率，導致此部分貢獻有限。值得注意的是，國家在推動各項減量措施，會影響整體經濟並造成車輛價格的提升，甚至對運具的使用型態產生極大的變化，因此國家必須進行整體考量。

依據運輸部門至 2050 年之能源使用量的推估，2DS 與 2DS-ET 兩者皆透過高效率電動車輛達到顯著的節能成效；而在相同的運輸需求活動下，2DS-ET 情境下全球運輸部門能源之消耗，還比 2DS 情境少約 5%。在 2035

年後充電基礎設施完備與電動車可長行駛距離之假設下，電力除了取代化石燃料外，亦使其他低碳燃料(如氫氣與生質燃料)之使用降低。

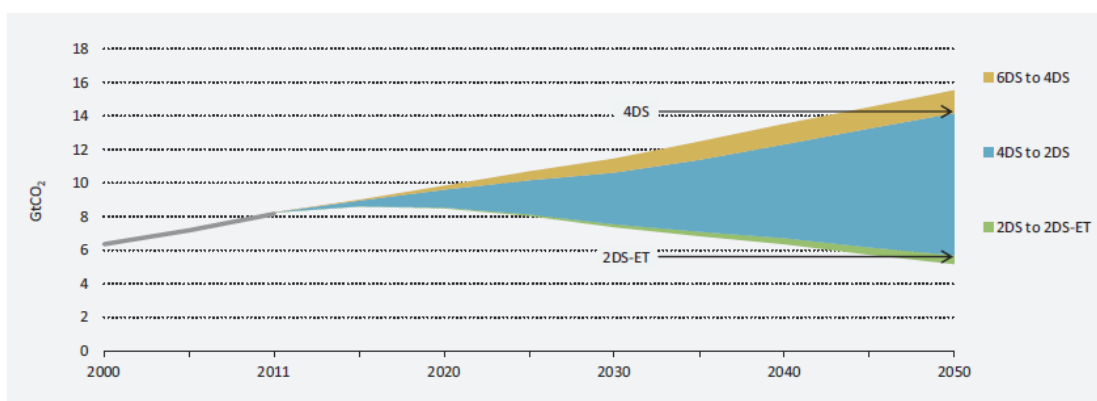
在 2DS-ET 情境下，比較電力之使用與運輸能源消耗，四項產業部門(運輸、農業、住商與工業部門)中以運輸部門所需要的電力最少，且相差甚大。另外，在 2050 年時運輸部門所使用的電力僅占 13%。依據 IEA 推估四種情境間減量之差異結果，由可發現從 4DS 往 2DS 發展，減量成效較明顯，而 2DS-ET 之減量約較 2DS 多 10%。



註：Electricity:電力、Diesel:柴油、Gasoline:汽油、other fossil:其他化石燃料、Hydrogen:氫氣、Biofuel:生質燃油。

資料來源：IEA(2014), Energy technology perspective 2014, page 232.

圖 2.1-1 2DS-ET 情境下電力使用占比推估與運輸能源消耗



資料來源：IEA(2014), Energy technology perspective 2014, page 233.

圖 2.1-2 各情境減量措施效益推估

整體而言，ETP 2014 提到現今運輸部門使用能源型態仍以化石燃料為主，期望未來透過運用電力的方式改善運輸部門二氧化碳排放量，達到減緩碳排放、提高能源效率、與運輸部門永續發展之目標。其主要發現與政策建議如下：

(一) 主要發現

1. 超過 27%的國家表示可利用電動運具達到降低二氧化碳排放量的目的。其節能效果主要受到電力組成碳密集度影響，且比較所有運輸工具中兩輪電動車輛能提供最多減碳機會。
2. 在電氣化推廣過程中面臨主要挑戰，為電動車輛佈設電力供應基礎設施與製造電力儲存設備，應如何更符合成本效益。解決方法包括結合電池與內燃機，如插電式混合電動車(plug-in hybrid vehicle)。未來將針對充電基礎設施進行最佳化規劃，並設法降低電池成本以有效推廣純電池之電動車輛(battery electric vehicle, BEV)。
3. 為提高能源系統效率，可將電動車輛(electric vehicles, EVs) 與智慧電網結合，藉此電動車輛可提高電網靈活性與電力儲存。相關研究顯示，即使在非常高電動車滲透率之狀況(2DS 情境)，電動車所耗用電力在總電量仍低於總電力需求的 15%。
4. 在 2DS 電力化運輸情境下 (2DS Electrified Transport, 2DS-ET)長途電動運輸工具能有效降低二氧化碳排放。由於現今先進國家的公路貨運網路相當密集，可以利用此特性架設供電線路。
5. 統計全球都市鐵路電氣化約達到 40%，但在非都市區仍有很高的發展潛力。在最佳成本效益考量下，建議應針對使用頻率較高的客運或貨運鐵路區段加速電氣化。此外，在交通量與使用頻率較高的路線上，運用電力相關設施與其維修成本比起傳統柴油車輛之成本更低。
6. 另情境分析發現公車為一項可廣泛電力化的運具。目前已成熟技術為電池交換(battery swapping)、架高電線 (overhead lines)、電磁感應與固定式電池充電 (induction and stationary battery charging)。

(二) 情境分析結論

1. 分析結果建議加速運輸部門電力化，以減少對石油之依賴，並有效提升能源安全。目前政策主要以推動輕型車輛電氣化為主，若提早投資長途電氣化運具，可減少未來運輸燃料結構中柴油之使用量。
2. 若將化石燃料所產生的社會成本轉而投資短期電力化運具，除了可降低空氣汙染、噪音、改善政府稅收(例如降低燃油稅)，還能提高電動車使用效率，並降低營運成本。
3. 政府若要發展與提高運輸部門電氣化之占比，應著重在以最適成本為前提下運用預先存在電力基礎設施。
4. 政府應與業界併同合作與投資發展電力供應與充電基礎設施，始能有效克服雞和蛋(chicken-and-egg)之矛盾問題。
5. 各國政府應支持研究，使電動車電池能滿足有效朝減量化、再利用、再循環(reduce, reuse, recycle)等方式有效運用資源。
6. 都市區域發展電動車可達到不同部門節能減碳政策目標。都市運輸系統電氣化，應與土地使用、步行與自行車網路，以及低碳電力等規劃併同考量。

二、ICCT 全球主要國家運輸部門節能減碳政策路徑

2012 年發表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，研析世界主要國家運輸政策對於燃油消耗與溫室氣體排放之影響。主要提供政府單位與相關決策者下列資訊：不同區域與運具之運輸部門能源及溫室氣體排放情形、過去與現今運輸政策對能源與排放之影響、運輸部門減少能源與排放可能作為、及世界主要國家車輛能源效率與運具組成比較。

ICCT 報告將各政策分類，並依不同領域將各國推動之政策予以彙整，表中亦標註相關政策之規劃時程，政策分類如下：

- (一) 已採納政策(Adopted)：自從 2000 年至今已實施的政策。
- (二) 已宣布政策(Pipeline)：已正式宣布之法規政策，並且足以評估潛在效果，此類政策包含了小客車、大貨車、飛行器及客貨船引擎效能及氣體排放標準，以及增加大眾運輸基礎建設政策計畫。
- (三) 潛在政策(Potential)：此類的政策屬較長期性計畫，如運具效能最

佳化、運具轉移、降低運輸需求等，而前述策略至 2030 年前在技術上與營運上係具可行性。

根據 ICCT 為各類政策實行之排放路徑推估結果，可觀察已採納(Adopted)類型政策路徑，2030 年全球每天石油的使用量將可減少 9.7 百萬桶油當量(Mboe/day)，而溫室氣體的排放則減少 19 億公噸二氧化碳當量(Gt CO₂e)之排放。在已採納(Adopted)類型政策持續實施下，再執行已宣布類形政策(Pipeline)及潛在政策(Potential)類型等政策才會擴大減碳效益。2030 年全球石油的使用量每日可減少 28.6 百萬桶油當量，而溫室氣體之排放則減少 58 億公噸二氧化碳當量。

三、歐盟運輸部門節能減碳政策路徑

歐盟委員會(European Commission, 2011)已提出運輸部門在 2050 年前相較 2011 年至少需要降低溫室氣體排放達到減量 60%，並訂定 10 項目標。此外，歐盟環境委員會於 2013 年 7 月初提案，並於 9 月投票通過限制以糧食為原料的生物燃料(food-based biofuel)使用，並設定 2020 年目標為：

- (一) 運輸燃料中所占比例不得超過 6.0%。
- (二) 至少 10% 運輸燃料是來自於可再生來源(renewable energy resources)。
- (三) 至少 2.5% 公路與鐵路運輸燃料來自於非以糧食原料(non-food based)之燃料。

期望透過相關限制減緩食物/土地之競爭、減少間接土地利用改變(Indirect land use change, ILUC)之影響、限制第一代(first-generation)生質燃料使用、刺激第二代(second-generation)或其他生質燃料技術發展，以及推廣電動車。

四、美國運輸部門節能減碳政策路徑與氣候變遷議題

(一) 運輸部門節能減碳政策路徑

美國能源部(DOE)、再生能源實驗室(NREL)和 Argonne 國家實驗室(ANL)於 2013 年針對運輸部門達成石油使用的削減和溫室氣體排放路徑進行分析評估，提出運輸部門未來展望報告(Transportation Energy Futures: Study Points to Deep Cuts in Petroleum and Emissions, TEF)。報

告指出美國交通運輸佔總石油消耗的 71%及貢獻了 33%溫室氣體排放，TEF 嘗試藉由整合運輸能源相關知識，以及衡量各項可行措施來探尋各種節能減碳之機會。此研究包含提出運輸能源策略、優先性、以及投資之關鍵問題，分析研究與研擬各項可支援達成長期能源目標之短期行動。研究範圍除科技之外，同時包含市場機制、使用者行為、企業能力及運輸基礎設施。

報告建議三大策略方向：(1)提高效率減少能源使用和需求管理、(2)增加使用可再生能源電力和氫氣、以及(3)擴大使用生質燃料，並針對 4 類議題提出 9 份細部報告。重點摘述如下：

1. 輕型車輛(個人汽車和輕型卡車)

- (1) 有關車輛發展之探討，包括現況發展、轉型及先進的技術的挑戰等問題。
- (2) 有關非成本之障礙，如燃料可行性、技術的可靠性及缺乏消費者認同。

2. 非輕型車輛(卡車，鐵路，飛機)

- (1) 提高非輕型車輛之使用效率，如卡車、飛機、船舶、鐵路等。
- (2) 複合貨運模式，如將貨物從卡車到鐵路和船舶。

3. 燃料

- (1) 擴建低溫室氣體基礎設施，包括電力、生物燃料、氫和天然氣。
- (2) 平衡生物質資源之需求和供給，包括各種運輸燃料、發電及其它應用。

4. 運輸需求

- (1) 通過社區發展和城市規劃之機會，節省能源和減少溫室氣體的排放量。
- (2) 減少旅次，盡可能透過共乘、軌道運輸、遠端辦公、遠端購物並強調效率駕駛。
- (3) 貨運需求模式，包括預測未來貨物使用量之趨勢。

此外，美國運輸研究委員會(Transportation Research Board, TRB)於 2013 年發布納入溫室氣體排放決策機制(Incorporating Greenhouse Gas Emissions into the Collaborative Decision-Making Process)研究報告，

主要內容包含：美國運輸部門溫室氣體排放與背景分析、影響排放之因子、溫室氣體減量策略、減量策略之成本效益及可行性、溫室氣體排放之分析架構(五大步驟，13 項問題)，以及案例分析。

此篇報告提出一項技術性之研究架構，透過此技術架構可幫助使用者執行不同降低溫室氣體排放的運輸規劃，並且可幫助決策者進行決策分析。針對溫室氣體的減量，研究報告中檢視了下列政府運輸相關單位最常使用的方法：

1. 基礎設施提供，包含公路路網及大眾運輸系統設計、建設及維持。
2. 運輸系統的管理與營運，包含運輸系統的價格政策與實際的管理，以促進交通順暢。
3. 提供運輸服務與運輸需求之管理，鼓勵大眾使用低碳運具，提升大眾運輸系統之服務品質，推廣小汽車共乘。
4. 土地使用規劃，政府部門可透過土地使用規劃降低旅次。
5. 價格策略，利用稅賦與保險政策或實施里程計費降低車輛使用。
6. 提供替代能源基礎設施，政府部門可優先採購低碳或電動汽車。

文中提及單一運輸系統策略對於減低溫室氣體排放效果並不高，需透過策略之綜合實施來提升效果，並且透過成本效益進行相關策略討論，重點包含：

1. 儘管鐵路與海運有更大的能源使用效率，但公路貨運轉移至鐵路與海運仍有障礙，此主要係因貨物屬性不同。
2. 降低車輛擁擠及促進車流之交通系統管理策略較道路容量或系統的擴建更有效益。
3. 在大眾運輸之改善與減碳效果上，大眾運輸使用率為重要因素，使用率低落對減碳會造成負面影響。
4. 卡車營運策略上，減少車輛閒置不僅可節省業者支出，亦可達到降低溫室氣體排放。
5. 長期而言，配合土地使用管理可有效降低溫室氣體排放。
6. 里程或擁擠費等價格策略，可以顯著降低溫室氣體排放，但仍需考量民眾接受度與公平性問題。

(二)運輸部門氣候變遷重要議題

美國經濟依賴運輸系統提供人與貨運的流動，必要的產品與服務

如能源、食品、製造業和貿易都依賴相互連接的方式進行運輸。如果中斷運輸系統可能造成巨大的經濟傷害或是個人的損失。全國交通系統是由 4 項越來越容易受到氣候變遷影響的部分組成(Schwartz et. al, 2014)：

1. 固定節點的基礎設施，如港口、機場和鐵路。
2. 固定路線的基礎設施，如道路、橋梁、行人/自行車道和車道、水閘、運河/海峽、輕軌、地鐵、貨運和客運鐵路、天然氣管線、管理混和公共及私人的運具。
3. 車輛，如汽車，公車和貨車、公車和軌道車輛和機車、船舶和貨船、私人飛機。
4. 在轉換基礎設施中進入運輸網絡的人、機構、法律、政策和資訊系統。

除了受到氣候變化的影響，交通運輸系統的廢氣排放，也會轉而影響氣候變化。這意味著，減少溫室氣體排放的政策和行為改變將會對運輸部門的各個組成部分有顯著影響。由於氣候條件的轉移，這種基礎設施的部分受到氣候壓力越來越大，並將降低運輸系統的可靠性及乘載量。

運輸系統容易受到燃料和電力供應之影響，氣候變遷將直接影響運輸系統，並經由基礎設施破壞，間接改變貿易流量、農業、能源使用，以及居住模式。若為了減少溫室氣體排放，政策和技術變化影響了燃料使用種類，則可能會對能源供應的運輸(如天然氣管線和運煤火車)、貨運運輸及客運公司的成本造成顯著影響。在人口趨勢方面，未來的土地利用模式在運輸技術進步之變化有深遠的影響。另外，在日後的運輸系統與需求規劃過程，氣候條件應被視為規劃及決策過程之一部分。

五、後 2020 年國際氣候減量協議

2013 年全球溫室氣體排放已達到 400 萬分之一(ppm)，已達過去 80 萬年之新高點，為了避免全球暖化與氣候變遷造成不可復原(irreversible)之改變，應加強穩定全球溫室氣體排放，並加速進行減量(IPCC, 2013)。爰此，全球期待 2015 年能夠達到後 2020 年之減量責任(commitment) 或貢獻

(contribution)。然而，基於各國都有其不同之國情與獨立主權，而形成由各國自行決定減量責任或減碳貢獻方案。為規範各國減量責任，建立具全球共識的減量方案指引，將可提高各國方案之公平性，同時兼顧全球溫升控制目標之達成¹。

綜合上述，2015 年全球協議方案必須朝向更有彈性方式調整，否則很難吸引全球多數國家參與，以下為後 2020 年減量承諾方案提交具體內容。

(一) 有限彈性的減量承諾方案

為達到 2100 年控制溫升 2°C 目標，聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC) 已確認需要制定全球溫室氣體 (GHG) 預算，儘管前項預算不易訂定，但已成為後 2020 年減量承諾協議的核心課題。從上而下 (Top-down) 核配方式，雖然可確保溫升 2°C 之控制，但將面臨嚴峻的政治挑戰。依據各國國情，自行提交有貢獻減量承諾方案，雖然可行性高，但最大挑戰即是無法確保溫升 2°C 目標的達成。因此，「有限彈性」(bounded flexibility) 減量承諾方案，可能會是折衷方案。

所謂有限彈性係指締約國可以自行決定其減量承諾方案，但仍部分接受公約之強制要求。簡言之，即是調合「政治上」與「技術上」爭論。所謂技術上爭論係指制定國際統一的目標年：容易比較減量的進展及與國際碳市場連結；所謂政治爭論係指那些國家應制定較積極減量承諾目標。綜合言之，有限彈性未必可以獲得較積極的減量承諾方案，但確可促進減量承諾的可比較性與評估。

表 2.1-2 是後 2020 年國際減量承諾可能方案內容，包括承諾型態 (commitment type)、目標年 (time frame)、涵蓋部門 (coverage of sectors)、是否包括土地使用與改變及造林 (land use, land-use change and forestry, LULUCF)、涵蓋溫室氣體種類 (coverage of gases)、是否以溫室氣體減量作為計算單位 (metric)、基準年 (based year or BAU emissions)、範圍 (range)、條件 (condition) 及碳市場機制使用的單位 (use of units from market mechanism to meet commitment) 選定等項目。

¹ 2100 年控制溫升低於 2°C。

表 2.1-2 有限彈性減量承諾方案內容

議題	有限彈性內容
承諾型態	<ol style="list-style-type: none"> 1. 承諾是清楚與透明 2. 承諾量需要量化 3. 已開發國家需要制定全國性的減量目標 4. 任何承諾方案均需要積極性 (put forward)
目標年	<ol style="list-style-type: none"> 1. 單一目標年 (如 2030 年) 2. 複數目標年 (如 2050-2030) 3. 需要制定短期與長期目標年 4. 任一目標年均可設定
基準年	<ol style="list-style-type: none"> 1. 制定一個有共識的基準年 (如 1990, 2000, 2005, 2010, 2015 等) 2. 制定基準年期間 (time period) (如 1990-1995 或 2000-2005 等), 會員國選定其基準期間, 必須說明其合理性 (justification) 3. 會員國的基準年方案可能被拒絕
全球升溫潛能值 (GWP)或其他全球溫室氣體(GHG)當量	<ol style="list-style-type: none"> 1. 依據 IPCC 已公告的 GWP 值 2. 依據 IPCC 未來公告的 GWP 值 3. 制定不同 GHG 減量承諾, 且不必依據 IPCC 已公告的 GWP 值 4. 會員國自行制定的 GWP 值, 可能被拒絕
涵蓋氣體與部門	<ol style="list-style-type: none"> 1. 至少應包括 CO₂ 2. 至少應包括 CO₂, CH₄, 及 N₂O 3. GHG 排放占比超過一定比例的部門必須納管 4. 雖然會員國提出其涵蓋氣體或部門, 但仍可能被要求增加其他氣體與部門
土地使用與改變及造林(LULUCF)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不包括 LULUCF 的碳匯與排放 2. 國際統一 LULUCF 計算方法 3. 雖然會員國自行提交一個計算方法, 但國際上仍可採行一套統一的計算標準
範圍 (range)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 以單一數量呈現承諾量 2. 承諾量可以某一範圍表示
條件 (condition)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 減量承諾不應該附加任何條件 2. 減量承諾可附加任何條件
碳市場機制單位	<ol style="list-style-type: none"> 1. 限制碳市場額度之抵減率 2. 沒有任何比例或數量限制

資料來源：OECD (2013), Post 2020 Climate Change Mitigation Commitments.

(二) 有限彈性的減量承諾方案待釐清議題

由於有限彈性的減量承諾方案涉及諸多議題，為獲得可行及具共識之後 2020 減量承諾方案，須於事前釐清。表 2.1-3 列舉事前必須釐清之議題。

表 2.1-3 事前必須釐清的減量承諾方案相關議題

項 目	GHG 絕對量 目標	GHG 密集度 目標	BAU 減量	其他方案 (如碳中和)
期程(目標年) time frame	○	○	○	○
基期年 base year	○	○	x	x
減量計算單位 GWP values or other GHG-equivalence metric	○	○	○	○
涵蓋 GHG coverage of gases	○	○	○	○
涵蓋部門 coverage sectors	○	○	○	○
是否包括 LULUCF LULUCF accounting	○	○	○	○
BAU 假設條件 BAU emissions and Baseline assumptions	x	x	○	x
減量行動 expected range of future emissions	○	○	○	○
GDP 預測 GDP projections	x	○	x	○
碳中和定義 definition of carbon neutral	x	x	x	○
相當財務配合及未來(此承諾期之後)更 積極目標 conditions attached (including any relating to finance and increasing ambition over time)	○	○	○	○
以科學觀解釋未來更積極目標 explanation of ambition in light of science and equity	○	○	○	○
財務來源 source of finance	○/x	○	○	○
國內相關減量立法與執行狀態 domestic legal status and police planned /implemented	○	○	○	○
抵換單位與數量(從碳機制) use of units from market mechanism	○	○	○	○

資料來源：OECD (2013), Post 2020 Climate Change Mitigation Commitments.

(三) 未來留待協商關鍵課題

減量承諾方案雖然朝向「更有彈性」與「有貢獻」方向，但整體方案仍存在諸多協商空間，未來需要再進一步確認的重要議題包含：

1. 在眾多減量承諾方案中，應選擇那一種方案作為 2015 年減量承諾協議版本？
2. 有限彈性之作法與觀念，是否有助於 2015 年減量承諾協商？
3. 針對不同減量承諾方案版本，是否還需要增加那些資訊？以及下一步應如何進行？

2.1.3 我國運輸部門節能減碳策略

「走向低碳運輸」(台經院, 2013)分析了我國運輸部門能源需求與二氧化碳排放現況, 並針對各類綠運輸之推廣、技術與應用作介紹, 並針對國內外低碳運輸系統之發展, 做出以下結論。

- (一) 運輸載具電氣化是美國、歐盟、日本、中國、韓國、台灣等國之重要推動工作, 而再生能源擴大利用將有助於電動載具之節能減碳成效, 為避免供電事故之衝擊, 智慧電網導入可讓電動載具成為電網上的儲能設備, 更有機會參與維持電力系統之穩定運作。
- (二) 必須建立私人交通運輸之新概念, 為了提升居住品質、降低噪音與廢氣排放, 利用可再生之分散式能源與電動車輛可作為潔淨個人運輸工具之解決方案, 並達到碳中性旅行之境界。因此建立區域能源與電力運輸工具技術中心, 串聯區域的附加價值以產生地方優勢。
- (三) 未來發智慧城市(Smart City)及自然環境永續發展的概念就顯得重要, 主要目的是應用智慧電網等最新基礎技術建設低碳與高效率的次世代都市, 所對應的社會基礎建設針對電力與水資源開始向交通、物流、公共服務等範圍擴大。

其次, 該研究比較了綠色運輸節能減碳效果及效益, 評估不同的節能減碳方案下之成本、可行性與效率, 提出我國智慧化低碳城市與未來運輸系統發展願景與藍圖。該研究經由綠色運輸系統發展、加強運輸需求管理、提升運輸系統運作效率等層面, 彙整比較我國與各國運輸部門採行節能減碳措施, 並由可行且容易執行之措施、可行但有門檻條件之措施、難度高需政策決定之措施、以及不可行措施等層面, 歸納分析我國低碳綠色運輸政策之可行性。

依據其相關彙析結果, 實施車輛配額制、額外登記費等需求管理措施較不可行; 而需要政策決定之革命性措施則包括實施市區通行證、限制高污染車輛進入、徵收市區擁擠費、地區通行費、都會區上班場所徵收停車稅等需求管理措施, 以及降低快速道路速限、汽油燃料稅以二氧化碳排放為基準、提高老舊高污染車輛稅率、降低節能車輛牌照稅依二氧化碳排放分級徵收、以及節能車輛高速公路通行費停車費折扣等提升運具能效措施

為主。

最後，綜合分析國際間智慧低碳城市、載具與能源系統推動，涵蓋以下六點策略方向：1.智慧電網技術為資訊整合與傳遞基礎建設；2.充分考慮地方特色與環境和諧共生；3.發展低碳能源系統整合電動車輛作為城市交通工具；4.地方政府主導與企業攜手共同推動實踐；5.導入成熟技術，進營商業模式示範與推動；6.以市民參與及體驗認知為核心。

2.1.4 我國運輸部門節能減碳政策計畫

一、國家型節能減碳計畫

國家型節能減碳計畫(103 年 9 月 17 日更名為「國家綠能低碳總行動方案」)各項方案與運輸部門相關之項目之標竿計畫包含：(1)綠色無接縫公路運輸、(2)便捷大眾軌道運輸、及(3)智慧化道路服務等提出對應之方案，詳列如表 2.1-4。2011 年經濟部規劃各部門階段性減量目標，首先根據各部門過去排放比重，再考量部門未來發展趨勢，從上而下(Top-down)分配排放額度。運輸部門 2020 年與 2025 年 CO₂ 減量目標分別為 34.5 與 29.7 百萬公噸。

表 2.1-4 運輸部門國家綠能低碳總行動方案各方案細部內容

標竿計畫	重點推動項目	年度工作計畫	主辦機關
綠色無接縫公路運輸	公路公共運輸發展計畫	提昇公共運輸票證服務效能、補助公路汽車客運車輛汰舊換新、協助各縣市政府辦理大眾運輸轉運中心之規劃或構建、規劃推動公車專用道或公車捷運系統、補助地方政府建置公車 GPS 系統、智慧站牌、營運調度管理系統等-公路客運、賡續定期彙報高鐵車站聯外接駁系統運量統計	交通部
便捷大眾軌道運輸	提升高速鐵路運輸效率	持續提升高鐵運量	交通部
	臺鐵捷運化及改善計畫	持續辦理花東線電氣化工程施作、臺鐵捷運化	交通部
	都會區暨機場捷運建置計畫	臺北、臺中、高雄都會區大眾捷運系統工程計畫、台灣桃園國際機場捷運聯外捷運系統建設計畫	交通部
智慧化道路服務	高速公路電子收費系統	賡續推動高速公路電子收費系統	交通部
建設低碳島	建設綠島及小琉球為低碳觀光島	推動低碳觀光島-綠島、小琉球生態觀光島示範計畫中程個案計畫	交通部
建立人本導向綠色運具為主之都市交通環境	推動地方政府辦理市區道路人行及自行車環境建置與改善	市區道路人本環境建設計畫	內政部
提升私人運具新車效率水準	分期提高汽、機車能源效率標準	執行車輛耗能標準及能源效率分級標示管理作業	經濟部
	鼓勵使用替代燃料運具	補助購買電動(輔助)自行車、推動使用電動公車、推動建置電動車相關相關基礎建設及配套推動(如充電站、電池交換營運等)、補助計程車汰舊換新為油電混合車輛	環保署
	提升重型車輛能源使用效率	車輛節能應用技術研究	經濟部

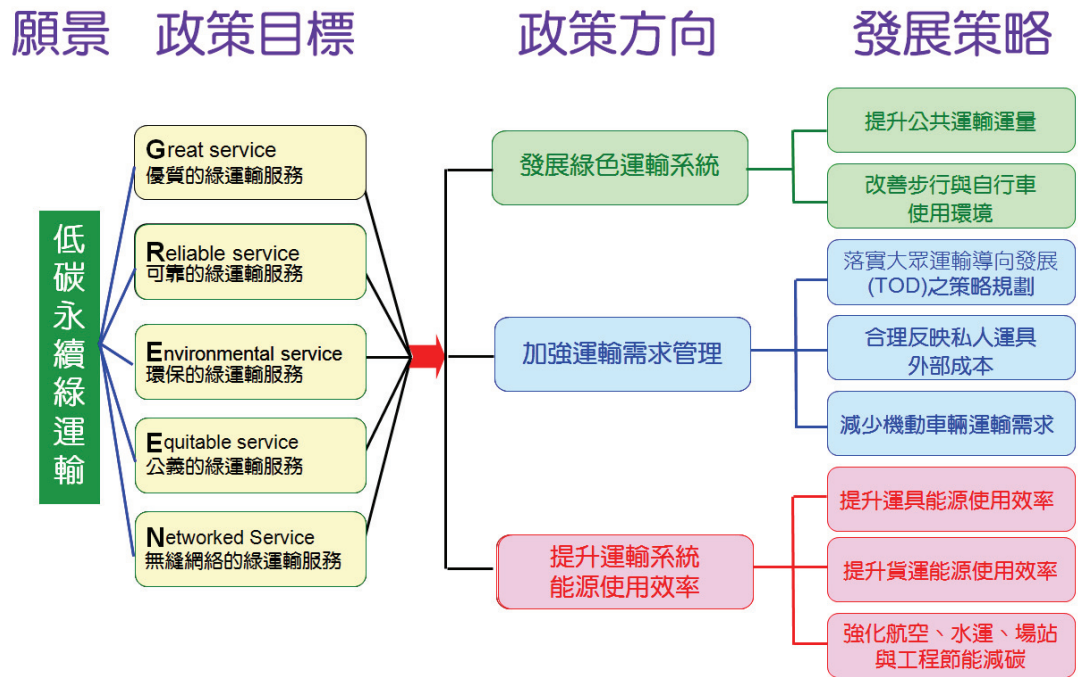
資料來源：國家綠能低碳總行動方案。

二、交通部綠運輸政策

依據行政院「永續能源政策綱領」與行政院「綠能低碳推動會」的決議，我國全國 CO₂ 排放減量目標為於 2020 年回到 2005 年排放量，於 2025 年回到 2000 年排放量。為了加速並擴大運輸部門節能減碳之推動綜效，本所參考國外綠色新政與運輸部門節能減碳之精神，透過國內運輸部門能源消耗與 CO₂ 排放資料分析，同時參酌國內運輸部門自有特性，提出我國綠運輸發展政策白皮書。

綠色運輸主要是以環境保護為基礎；相對而言，低碳運輸(low-carbon transport)一詞則常被引用說明運輸使用減少排碳的各項策略或計畫(Australian government, 2011; Bongardt et al.,2010; building britain's future,2009)。若以涉及範圍定義，則需要將「永續運輸」(sustainable transport)納進來，其係在環境保護、經濟發展和社會公平的基礎上進行全面性的運輸系統規劃與發展(IEA,2009);「綠色運輸」則為永續運輸之一環，並針對環境保護為主要考量，主張對環境友善、低污染的運輸方式；「低碳運輸」比較偏向行動方案，運具選擇與能源效率等實際數據的討論，進而衍伸至溫室氣體排放減緩的分析。

我國綠運輸發展主要以三大政策方向與八大發展策略為主如圖 2.1-3 所示，在三大主要政策方向，包括「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，在各政策方向下的八大發展策略，包括「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」、「強化航空、水運、場站與工程節能減碳」等，八大策略中各項行動計畫分短、中、長期三期程逐步推動，分別為短期(2011~2015 年)、中期(2016~2020 年)與長期(2021~2025 年)。



資料來源：本所(2012)，運輸政策白皮書-綠運輸。

圖 2.1-3 我國綠色運輸發展策略架構

三、地方政府公共自行車計畫

為了將臺北打造成永續、環保又健康的綠色都市，並定位為大眾運輸系統的子系統，希望提供民眾於公車之外，另一種「第一哩」及「最後一哩」的轉乘服務，臺北市政府在 2009 年 3 月 11 日以「臺北市公共自行車租賃系統示範計劃營運」為名，在信義計畫區內設置了 11 個站點，並提供 500 台公共自行車。示範計劃結束與進行檢討後，YouBike 微笑單車於 2012 年 11 月 30 日正式啟用並有顯著成效。

各地方政府也紛紛投入提供自行車租賃，如高雄市結合單車(City Bike)與捷運系統，打造以環保概念為底的綠色城市；彰化縣政府(YouBike)與台中合作，實施甲地借車乙地還車的便民服務；台中市結合 BRT 系統及單車(iBike)，期望打造更完善的大台中地區交通路網；台南在景點處周圍設置單車(Tainan Tour Bike, T-bike)；屏東打造低碳樂活城市亦規劃有屏東公共自行車(Pbike)。

2.2 運輸能源決策支援系統發展

2.2.1 臺灣 2050 能源供需情境模擬器

我國能源發展當前面臨極大的不確定性，全國人民對於未來能源發展有相當多元的意見，但缺乏一個整合各項能源技術之資料庫且具公信力溝通平台。整體能源供需系統複雜，節能減碳措施眾多，若欲分析未來整體能源系統之衝擊，需要有一個涵蓋整體能源系統之工具，並能同時整合分析對環境及經濟衝擊，才能在眾多能源供需情境項目中找出可行方案。

英國能源與氣候變遷部(DECC)於 2009 年開始透過各界專家的協助共同建立能源與減碳情境計算工具「2050 Calculator」，目前已成為英國長期溫室氣體減量與能源發展規劃的重要工具。工研院在能源局支持下，引進英國低碳發展計算技術，建置「臺灣 2050 能源供需情境模擬器」(Taiwan 2050 Calculator) 有助於幫助國人瞭解自己的土地，提供公開溝通平台，進行良性的對話，作為決定我國未來節能減碳政策研擬的考量依據。

該模擬器主要的特色為：1.架構包括一個能源資料庫、兩個使用者介面以及民眾提交建言的溝通平台；2.能源資料庫匯集全我國現有能源供給部門、住商部門、工業部門、運輸部門各技術(約達 130 項)之節能減碳發展情境，將我國能源供給與需求特性資料完整結合；3.研擬出在地節能減碳發展的情境，包括保守、積極、前瞻及極限等四種情境；4.使用者介面包括以數據圖表呈現的進階版「臺灣 2050 能源供需情境模擬器」，和以圖像情境呈現的互動版「My 2050」系統。

在系統運算架構方面，Taiwan 2050 Calculator 核心模型為 Excel 試算表檔案。其主要運算架構，最底層為供應端與需求端各技術或部門別情境模組，例如燃煤發電、住宅照明及鋼鐵業節能等。一個模組可包含多個選項。例如住宅空調包含了溫度設定、建築隔熱及設備效率等項目。這些情境模組在 Excel 模型裡會以單獨工作表(worksheet)呈現，與選項控制表連結。各模組的主要運算邏輯會實作在這些工作表裡，模組彼此互相獨立。這些模組工作表會隨著選項控制表裡的設定去變更情境設定，經過這些工作表的運算後，以統一的形式存放資料輸出。

Excel 模型再將這些資料產出統整到年分總表裡。年份表為模型裡面所定義的所有時間區段，在此模型裡為 2010、2015 至 2025、2030、2035、

2040、2045、及 2050 年。年份表本身也是一個完整的能源平衡表，會對應到所有模組工作表的資料輸入與產出項目。並且所有模組的能源供需總和必須要和 2010 年基礎年實績值校整。最後則是將所有年份表裡的資料彙整到最終輸出總表，此表整合整體模型輸出所欲呈現的數值，包含逐年的整體能源供需數據、電力供需數據、能源安全數據、土地使用及二氧化碳排放等。

單一技術或部門別模組的主要運算邏輯會實作在個別的模組工作表裡。其目的是讓每個模組保持獨立，減少彼此間相依性，例如在陸域風力的模組裡，其運算就不應該受到離岸風力、太陽光電甚至是燃煤模組裡的運算有關聯。這樣做的好處是增加系統的彈性，可以很容易的增加或整併模組，並且單一模組主要的運算邏輯完全由設計者決定，可簡單可複雜。

整體系統參考我國能源平衡表概念可以能源流架構表示。最左側為初級能源供給項目，包含各項能源的進出口及自產能源，並扣除國際路海運。中間第二欄為能源轉換項目，包含發電廠、煉油廠及汽電共生廠等。中間第三欄為次級能源項目，主要分為電、煤、油、氣等項目。最右側為最終能源消費項目，包含各部門及非能源使用與能源自用等。有關運輸部門方面主要有兩個情境方案假設：

一、低碳車輛與替代燃料

電動車利用充電並以電池儲存電能，供應車輛行進所需動力，因此行駛中不會排放溫室氣體與廢氣。我國目前仍然以火力發電為主，在電力供應端還是會排放溫室氣體，未來若再生能源供電比例增加，電動車會是更潔淨的車輛。氫可以儲存能源於燃料電池中，並透過氫與氧的反應產生電能，供應車輛使用，亦為一種潔淨能源。然而氫的製造過程亦造成電力耗用，亦須臺灣電力供應系統持續改善，才能使新型低碳車輛發揮實際減碳效果。

假設到 2050 年，市售汽柴油將添加生質燃料以降低化石燃料的使用。而生質燃料主要由能源作物與廢食用油作為原料製造，作物生長與油料回收所降低的溫室氣體排放，使生質燃料使用具減碳效益，是化石燃料的重要替代能源。愈積極的情境選項代表低碳車輛的比例越高。最積極的選項中，至 2050 年，市場上的小客車與小貨車已經全部是電動車與氫能電池

車，且生質燃料替代的比例達到國內生產與進口量的上限，如表 2.2-1 所示。

二、運具選擇行為變動之分析

除了利用交通管制措施降低小客車使用量之外，臺灣各地方政府正積極推動大眾運輸，如快捷巴士系統與捷運系統，這些建設若經過謹慎考量與規劃，達到更高的便利性與舒適性，吸引更多民眾捨棄私人運具改用大眾運輸，能幫助我們進一步降低溫室氣體排放。

因此，為了能夠衡量在私人運具移轉到大眾運輸的比例，特別在運具移轉情境中，假設臺灣未來民眾願意以大眾運輸或自行車取代小客車。在積極情境中，2050 年時，小客車占總運輸需求比例將較 2010 年減少 27%，民眾改以臺鐵、高鐵、捷運與公車等大眾運輸作為交通工具，機車與自行車亦將取代部分小客車使用，如表 2.2-2 所示。

表 2.2-1 運輸部門低碳運具與燃料替代項目情境

Calculator 操作項目	層級	文字說明
低碳運具	L1	至 2050 年，小客車與小貨車市場有 33%與 21%銷售比例為混合動力或電動車，市區公車 50%為混合動力，機車有 10%電動化。傳統小各貨車能效較 2010 年提升約 50%，長程大客貨車相較 2010 年省油率約 17%。
	L2	至 2050 年，小客車與小貨車市場有 60%與 45%銷售比例為混合動力或電動車，市區公車已無傳統燃油車，並且 10%純電動化，機車有 30%電動化，長程大客貨車相較 2010 年省油率約 20%。
	L3	至 2050 年，小客車與小貨車市場有 38%與 40%銷售比例為氢能電池車，其於幾乎全為混合動力或電動車，市區公車 30%純電動化，機車 60%電動化，長程大客貨車相較 2010 年省油率約 23%。
	L4	至 2050 年，小客車與小貨車市場幾乎全為電動車或氢能電池車，期於幾乎全為混合動力或電動車，市區公車 70%純電動化，機車 95%電動化，長程大客貨車相較 2010 年省油率約 29%。
燃料替代	L1	至 2050 年生質柴油添加比例維持 2%。
	L2	至 2050 年生質柴油添加比例提升至 5%。
	L3	至 2050 年柴油之替代燃料以綠色柴油為主，生質柴油降為 2%，生質酒精替代比例達 10%。
	L4	至 2050 年綠色柴油添加比率達 25%，生質柴油維持 2%，生質酒精替代汽油比例達 27%。

資料來源：工研院(2013)，Taiwan 2050 Calculator。

表 2.2-2 運輸部門運具移轉項目情境

操作項目名稱	情境	文字說明
運具移轉	A	至 2050 年，小客車與機車站總客運需求之 82%，公車占 5%，軌道運輸占 12%，國內航空占 0.4%，自行車占 1%。
	B	至 2050 年，小客車與機車站總客運需求之 66%，公車占 10%，軌道運輸占 21%，國內航空占 0.4%，自行車占 2%。

資料來源：工研院(2013)，Taiwan 2050 Calculator。

2.2.2 運具選擇行為變動之分析及決策支援系統建置

此研究主要目的為：1.建立國人的運具選擇模式，以衡量公共運輸發展策略實施效益，且儘可能包括更豐富的運具選擇行為(轉運與接駁)，據以提供決策者評估與研擬公路；2.研究所建構之運具選擇模式應能反映空間、時間、資訊及服務等無縫公共運輸準則之影響，包括可衡量公路公共運輸政策變數(例如，運具使用成本、服務覆蓋度、等候時間)或難以衡量的潛在政策變數(例如，服務品質、安全性及資訊充分性)，以了解不同公路公共運輸政策變數對民眾運具選擇行為之影響。

本計畫首先透過大規模全國性之問卷調查及資料蒐集，研究之問卷調查分為2 年度進行。其中，第1 年度進行大規模家戶(個體)問卷抽樣調查，以依受訪者不同居住區位加以區隔，利用個體選擇理論模式，建構可反映不同居住區域、不同旅次特性之全國型及區域型旅運者運具選擇模式。第2 年度則再進行追蹤調查，以利驗證運具選擇行為模式及觀察公共運輸發展策略與私人運具使用紓緩策略對運具選擇行為之變動情形，

同時以總體角度(以鄉鎮市區為單位)建立公共運輸使用率之迴歸計量模式，俾利個體及總體之交互印證與支援。其次，以追蹤問卷訪問方式，探究受訪者在各項公共運輸服務現況改善或增加後，是否改變各種旅次目的之運具選擇行為，並以2 年度問卷回收資料構建模式，並據此模式推估及資料蒐集之結果與比較，建構一套決策支援系統，俾用以評估交通部公路公共運輸政策之具體成效，並作為後續相關經費編列與分配之決策參據。

2.2.3 運輸排放預測評價模型

交通運輸工具會導致溫室氣體和空氣污染物排放增加，然而，傳統的工具和方法來評估這些運輸項目對排放量的影響可能需要大量的時間、數據及財政資源。所以非常需要一個工具能夠迅速地運用數據來評估交通運輸工具的排放的影響。運輸排放預測評價模型(Transport Emissions Evaluation Models for Projects, TEEMP)是一套以於 Excel 基礎免費模型，它所運用的評估範圍包括溫室氣體(GHG)、空氣污染及各種不同交通運具對於其他之影響。該工具最初被亞洲城市提倡潔淨空氣機構(CAI-Asia)及交通政策發展機構(ITDP)用來評估亞洲開發銀行的運輸規劃對排放的影響。TEEMP 模型經過不斷的修改後已成為評估全球環境工具(GEF)之一。

最近發表的 TEEMP 版本則是包括最新 BRT 標準，這可以幫助用戶在設計規劃 BRT 時能夠更有效的辨別如如何創造客流量、如何提高行駛速度及減少排量等關鍵因素，它也可以協助使用者更容易的辨識出數據中的關鍵變數，並有效的提升使用在對於政策的預測。TEEMP 可以很容易地應用於評價各種交通措施影響層面。TEEMP 規劃模型裡有包括 BRT、自行車、行人、MRT、公路等交通方式，以及相關交通需求管理措施。2011 年新的 TEEMP-City 模組已被 CAI-Asia 用來支持針對交通政策發展機構 (ITDP) 提出城市交通運輸規劃政策之影響評估。TEEMP 模型工具已經被 ITDP、CAI-Asia、ADB、劍橋體系以及全球科學環境基金技術諮詢小組開發近兩年，TEEMP 模型也已被 ADB、ITDP 及六個世界銀行等機構廣泛應用。

TEEMP 工具是一個概略模型能夠估算 project 和 no-project 兩種排放情境來衡量短期到長期的影響，TEEMP 主要也是在評估運輸交通項目的二氧化碳排放，並可在實際推行運輸交通政策規劃時，透過數據的收集來評估空氣汙染排放的影響，目前 TEEMP 工具也已經被發展成方便使用者只需輸入的所需數據就能夠評估運輸政策的一個簡單工具。如圖 2.2-1 所示。

Electricity Grid Emission Factor Calculator

Use the calculator to estimate the emission factor of the electricity grid. Copy and paste (paste values) the results into the next section.

Summary		Emission Factor	
			kg/kwh
CO2			0.58
NOx			0.001613
PM10			0.000049

CO2		Electricity Generation	Heat Rate	Fuel Consumption Impact	Carbon Emission Factor	Unadjusted Annual Carbon Emission Impact	% Efficiency of Oxidation	Actual Carbon Emission Impact	Annual Carbon Dioxide Emission Impact	CO2 Emission Factor
Item	Unit	MWh/yr	BTU/kwh	BTU/yr	T/yr	t/yr	%	t/yr	kt/yr	kt/22MWh
Oil-based	Diesel	2,000.00	8,900	17,800,000,000	19	20	99%	376	1,378	0.69
	Oil Thermal	3,000.00	8,600	25,800,000,000	27	21	99%	569	2,086	0.70
	Coal	4,000.00	8,900	35,600,000,000	38	27	1,007	987	3,619	0.90
	Natural Gas	10,000.00	6,550	65,500,000,000	69	15	1,058	1,053	3,859	0.39
	OTHER (renewables)						100%			
	Total								10,942	0.58

NOx		Fuel Consumption	EF	Total Emissions
Unit		T/yr	kg/TJ	tons NOx
Oil-based	Diesel	18.78	200.00	3.76
	Oil Thermal	27.22	200.00	5.44
	Coal	37.56	300.00	11.27
	Natural Gas	69.10	150.00	10.37

PM10		Fuel Consumption	Calorific Value	tons of fuel	PM10	Total Emissions
Unit		T/yr	TJ/kt	kg/ton fuel	kg/ton fuel	ton
Oil-based	Diesel	18.78	43.00	436.72	0.33	0.15
	Oil Thermal	27.22	43.00	633.00	0.90	0.57
	Coal	37.56	25.80	1,455.74	0.02	0.03
	Natural Gas	69.10	44.20	1,563.40	0.12	0.19

Notes:

資料來源: TEEMP(2014)。

圖 2.2-1 TEEMP 工具運算圖表

表 2.2-3 決策支援系統比較表

系統名稱	2050 Calculator	運具選擇行為之分析及 決策支援系統	TEEMP	運輸部門因應氣候變遷 政策決策支援系統
支援目的	分析整體能源系統之衝擊，涵蓋 整體能源系統之工具，並能同時 整合分析對環境及經濟衝擊。	透過民眾運具選擇行為衡量 公路公共運輸發展策略實施 效益，以利研擬公共運輸改 善方案。	評估範圍溫室氣體(GHG)、空氣污 染及各種不同運具對於環境之影 響。	決策系統同時納入經濟、能 源策略以及運輸需求等相 關變數，綜合評估運輸部門 節能減碳策略與措施之成 效，以作為我國運輸部門溫 室氣體減量目標與因應策 略之政策評估工具。
輸入界面	假設模組輸入	未公開	數據輸入	下拉與點選式選單
適用決策	減碳情境模擬計算	運具選擇行為評估	特定運輸工具排放評估	評估國家運輸部門之節能 減碳策略
主要應用工 具	主要運算架構最底層為情境模 組，核心模型為 Excel 試算表檔 案	問卷調查	概略模型	運輸部門 CGE 模型、運輸 部門能源消費與排放預測 模型，及其他配合細部策略 計算模組與資料庫。

資料來源：本計畫綜整。

表 2.2-3 決策支援系統比較表(續)

系統名稱	2050 Calculator	運具選擇行為之分析及 決策支援系統	TEEMP	運輸部門因應氣候變遷 政策決策支援系統
功能特色	<p>(1)架構包括一個能源資料庫、兩個使用者介面以及民眾提交建言溝通平台。</p> <p>(2)能源資料庫匯集全臺灣現有能源供給部門、住商部門、工業部門、運輸部門各技術(約達 130 項)之節能減碳發展情境，將臺灣能源供給與需求特性資料完整結合。</p> <p>(3)研擬出在地節能減碳發展的情境，包括保守、積極、前瞻及極限等四種情境。</p> <p>(4)使用者介面包括以數據圖表呈現的進階版「臺灣 2050 能源供需情境模擬器」，和以圖像情境呈現的互動版「My 2050」系統。</p>	<p>依受訪者不同所在區位加以區隔，俾利區分不同區域運具選擇模式之描述，藉此驗證運具選擇行為模式及觀察公共運輸發展策略與私人運具使用舒緩策略對運具選擇行為之變動情形。</p>	<p>(1)TEEMP 工具是一個概略模型能夠估算 project 和 no-project 兩種排放情境來衡量短期到長期的影響。</p> <p>(2)TEEMP 主要也是在評估運輸交通項目的二氧化碳排放；</p> <p>(3)TEEMP 工具為方便迅速評估運輸政策的簡單工具。</p>	<p>以網頁為介面之線上決策支援系統，協助使用者判讀運輸部門溫室氣體排放趨勢與原因，並藉由減量目標達成程度之計算，檢視並權衡調整策略措施之強度與執行進度。</p>

資料來源：本計畫綜整。

2.3 我國運輸節能減碳案例研究

聯合國永續發展委員會於 2012 年 3 月提出「綠色經濟」議題「緊急與發展中經濟體系永續與低碳運輸」(sustainable, low carbon transport in emergencing and developing economies.UNCSD,2012)提出：避免、移轉、改善(Adovid-Shift-Improve,ASI)之運輸部門減碳政策新思維，包括整合土地使用與交通運輸之規劃、移轉至大眾運輸，以提高運具使用效率，以及改善碳排放依賴度高之運具，以提升能源效率。鑒於相關如國際油價上漲、公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、生質燃料添加、車輛汰舊換新等政策已於前期相關計畫作探討。因此，本期研究回顧低碳車輛(電動汽車)與捷運建設相關政策計畫與研究，做為後續決策支援系統應用之參據。

2.3.1 電動汽車之發展與展望

一、我國智慧電動車發展政策

行政院通過的「智慧電動車發展策略與行動方案」，預計於 7 年內投入新台幣 138.77 億元，從先導運行、技術研發及推廣三大方向，全力發展智慧電動車。138.77 億元中，先導運行投入 22.77 億元、技術研發投入 69.45 億元、推廣部分投入 46.55 億元。「智慧電動車發展策略與行動方案」自 2010~2016 年分為兩階段推動，第一階段自 2010~2013 年，第二階段為 2014~2016 年。第一階段預計推動十案 3,000 輛，於 2011 年 1 月起免徵貨物稅 3 年，並於 2012 年 1 月起免徵使用牌照稅 3 年，也為電動車提出了四大平台的規劃，包括技術平台、驗證平台、先導運行平台及產業聚落。

(一)技術平台

在經濟部技術處主導下，車輛中心、工研院、金屬中心、中科院等法人機構共同成立台灣車輛研發聯盟(Taiwan Automotive Research Consortium, TARC)，為台灣電動車技術深耕。TARC 與台達電、能元、致茂、東元、富田及鎰福等 24 家廠商，啟動自主電動商用車技術平台，共同發展關鍵模組如電動車用底盤、電能系統、電動動力系統以及電動附件系統等關鍵技術，落實 1.建立關鍵技術與專利自主與深化；2.推動產業聚落；3.支援產業進行電動車運行之技術開發、運行服務與環境建置。

(二) 驗證平台

車輛測試研究中心(ARTC)積極與國際機構進行驗證技術交流，包含：SAE 電動車標準制定委員會、中國大陸汽車技術研究中心、美國產品安全標準制定與認證機構 UL、德國檢測認證機構 TÜV SÜD、法國汽機車技術聯盟(UTAC)及俄羅斯車輛中心(NAMI)等就整車電氣安全、電磁波相容、動力電池、馬達、驅動器、充電系統及充電等標準發展與驗證技術的合作，簽署備忘錄或意向書。

(三) 先導運行

將結合縣市與企業共同先導運行的計畫，經費約為新台幣 22.77 億元，先前由裕隆汽車提供電動車於花卉博覽會進行電動車示範運行，目前運作中的計畫有：1.大台北地區格上租車提供民眾電動車租賃服務，已有板橋車站、南港展覽館站、格上新莊站、捷運淡水站、格上內湖站及捷運木柵站等 6 處電動車租賃據點展開營運，租賃體驗旅次累計已達 2.8 萬次以上，累計里程超過 53 萬公里。2.臺中市案及台南市案均為市府公務車及企業租車模式並行，其中台中市案運行里程截至 102 年 9 月底累積已超過 75 萬公里。3.南投縣日月潭國家風景區提供遊客電動車租賃服務區，目前為經濟部、交通部與環保署跨部會合作成果，該案透過日月潭電子旅遊套票，串聯自行車、電動機車、電動車、電動巴士、電動船、電動纜車，並整合 i3 Travel 觀光雲端服務平台及交通資訊監控平台，提供先進導航服務(ANS)，至 102 年 9 月底，服務租賃人次超過 9,200 次。公部門方面，包括各縣市政府大眾運輸、旅遊接駁與公務及企業車隊等，也將先淘汰換成電動車。

(四) 產業聚落

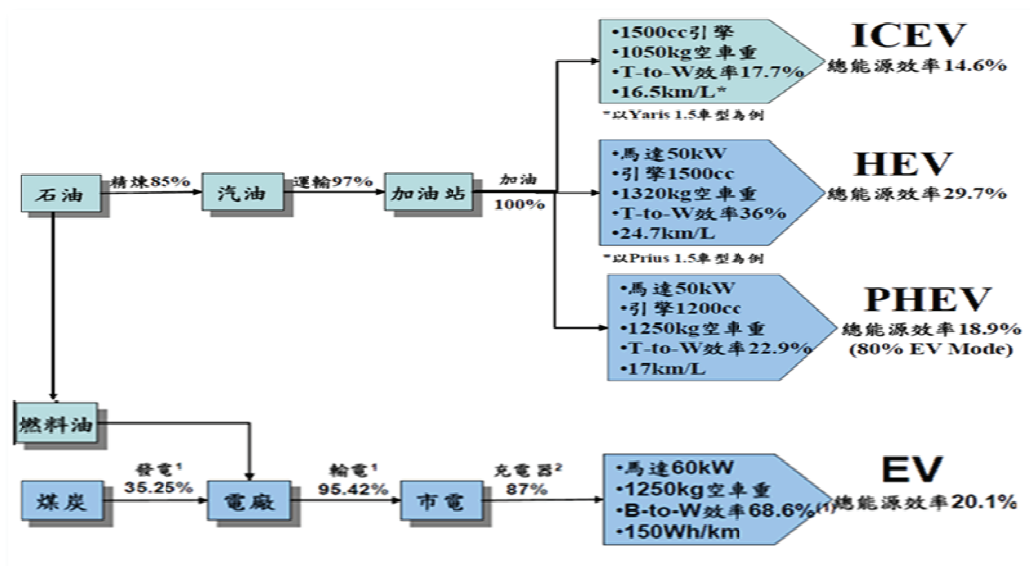
台達電與裕隆電能投入充電系統設備的研發製造，取得 Nissan 認證，更通過日本 CHAdeMO 充電系統認證，陸續供貨國內外市場。另外，在基礎的車載資通訊及駕駛輔助的關鍵組件供應鏈，也在台灣發展「智慧」電動車中逐漸發揮加值作用，將整合成具備「電動、電控、電子」的智慧電動車，呈現台灣完整的智慧電動車研發製造能量。

綜合分析國際間智慧低碳城市、載具與能源系統推動，涵蓋以下六點策略方向：1.智慧電網技術為資訊整合與傳遞基礎建設；2.充分考

慮地方特色與環境和諧共生；3.發展低碳能源系統整合電動車輛作為城市交通工具；4.地方政府主導與企業攜手共同推動實踐；5.導入成熟技術，進營商業模式示範與推動；6.以市民參與及體驗認知為核心。

二、電動汽車之市場潛力

石油季刊(2012)提出發展電動車的主要因素是低碳環保和零排量，然而作為二次能源的電能，其環保性完全取決於其獲得方式，純電動車本身沒有 CO₂ 氣體排放，但電力的來源不管是煤炭、石油燃料，在發電的過程中，仍免不了有 CO₂ 氣體排放。針對傳統內燃機車輛(ICEV)和油電混合電動車(HEV)、插電式油電混合電動車(PHEV)、純電動車(EV)3 種主要型式的電動車，進行其總能源效率評估及 CO₂ 氣體排放量比較。首先以 1,050 kg、1,500c.c.傳統引擎車輛與其他不同動力輸出性能相當之 HEV、PHEV、EV 電動車，如圖 2.3-1 所示，探討內燃機汽車之能量流經路徑，從石油煉製成汽油，再由加油站販售到車輛中，一直到內燃機動力系統效率做總體效能比較，以傳統內燃機車輛 1,050 kg、1500 c.c.引擎動力之內燃機車輛 Tank-to-wheel 為 17.7%，Well-to-wheel 總體能源效率為 14.6%。

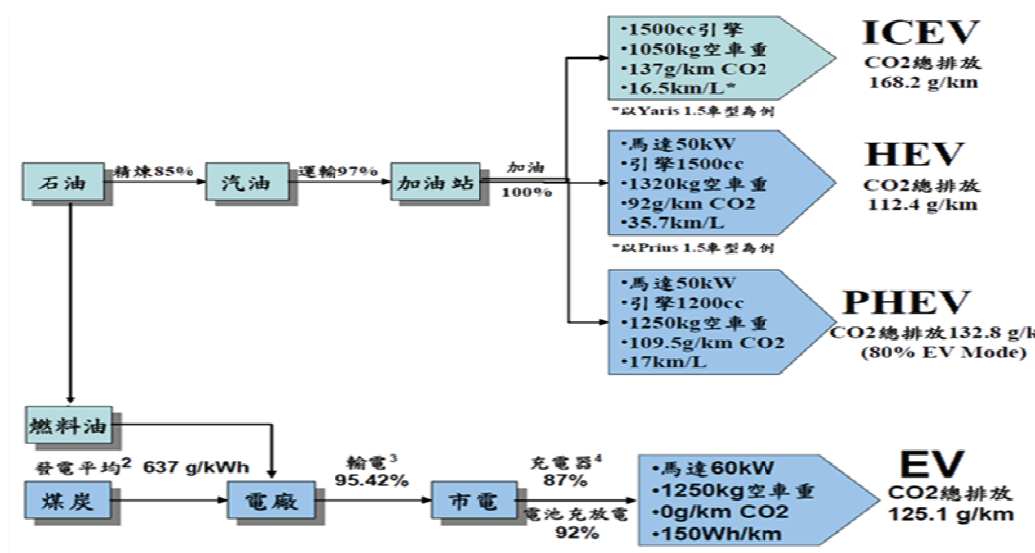


資料來源：工研院能環所與機械所。

圖 2.3-1 電動汽車總體效益 Well-to-Wheel 能源效益比較圖

從 CO₂ 氣體排放量觀點，分析比較 ICEV、HEV、PHEV、EV 等車輛系統，從化石燃料石油端及發電煤炭端，經石油精煉、汽油運送、引擎燃燒、電廠發電、電力輸送、充電、電動系統等各級傳輸，計算 CO₂ 排放量

並做分析，1,050 公斤重、1,500 c.c.內燃機汽車 Well-to-wheel CO₂ 總體排放量為 168.2 g/km，而 1,320 公斤重、1,500 c.c. Prius 油電混合動力車為 112.4 g/km。於 80 %電動行駛里程情境，1,250 公斤重、50 kW PHEV 排放量為 132.8 g/km，而電動車則為 125.1 g/km，各車種 CO₂ 排放量比較如圖 2.3-2 所示。



資料來源：工研院能環所與機械所。

圖 2.3-2 3 種電動車型和內燃機汽車 CO₂ 排放效益

結果顯示，從 Well-to-Wheel 總體能源效益來看，3 種型式 HEV、PHEV、EV 的電動車表現都比汽油內燃機汽車(ICEV)總能源效率要好，尤其油電混合電動車(HEV)的 Well-to-Wheel 總體能源效益更高達 29.7 %，另外在 CO₂ 總體排放量上的表現，三種型式 HEV、PHEV、EV 的電動車表現都比傳統內燃機車輛(ICEV)更具減碳效益，油電混合電動車(HEV)在 CO₂ 總體排放量最低為 112.4 g/km。

2.3.2 低碳運具發展機會與挑戰

台經院(2013)『走向低碳運輸』分析電動汽車，以及其它低碳運具(電動船舶、氫能燃料電池電動機車與液態生質燃料車輛)於國內外重要示範計畫及市場發展概況，茲摘錄說明如次。

(一) 電動汽車

除有政府政策支持，汽車大廠亦投入大量資金進行研發，一般消費者更樂於期待電動車新發展；我國應就高技術密集、高資金需求、可進入國際電動車供應鏈之方向邁進。行政院通過的「智慧電動車發展策略與行動方案」也提出我國目前電動車的推行所面臨的問題及解決對策，彙整如表 2.3-1 所示，並分述如后。

表 2.3-1 我國電動車發展面臨問題及解決對策

面臨問題	解決對策
台灣智慧電動車產品缺乏多元性，再加上消費者信心不足	持續透過先導運行降低消費者疑慮，應快速建構充電基礎設備，
慧電動車購置成本過高及充電使用不便	需透過稅賦減免及補助，提高消費者使用意願，補強基礎設施。
智慧電動車上路及使用方便牽涉多部會協商	友善智慧電動車之使用環境及法規推動與需跨部會整合
電池、馬達及電能控制模組等關鍵組件技術尚未純熟。	結合我國 ICT 產業鏈之優勢，整合智慧電動車關鍵零組件研發平台，開發與國際接軌之整車及零組件產品

資料來源：本計畫彙整。

1. 持續透過先導計畫降低消費者疑慮

歐洲、美國、日本等先進國家，已針對民眾車輛行駛之安全需求及降低油耗、節能環保的趨勢，訂定階段強制性法規，對於無碳污染的智慧電動車推廣，也陸續提供研發、購車補助及稅賦減免，有鑒於智慧電動車產業的機會浮現，相對於歐洲、美國、日本等先進國家，台灣屬狹長型地形的地理環境，主要城市集中在西半部，彼此之間距離短，台灣的幅員狹小，電力網絡綿密，可快速建構充電基礎設備，惟國內相對的研發資源較為缺乏，使用環境仍未臻完善，在此情形下，政府亦須將資源投入至使用環境的建構，補強基礎設施，不僅方便消費者使用，創造市場，更可促進週邊設施及零組件產業發展，進而吸引廠商資源及人才投入。

2. 稅賦減免及補助

國內智慧電動車產業之發展，由於民眾對於智慧電動車之性能及安全性上仍存有諸多疑慮，例如：購買成本過高、使用環境便利性、法規健全性及相關配套措施作法等，因此智慧電動車產業發展初期亟

需各級政府透過包括貨物稅、牌照稅等稅賦減免及補助方式，以消弭產品發展初期成本過高之不利因素，並透過各級政府及國營企業投入資源，建構充電設施以增加充電便利性及消費者使用意願，以達成低碳島的示範建置目標，更有助於降低 CO₂ 排放量及污染。

3. 跨部會整合

為了促進綠色能源新興產業，因此推動智慧電動車上路，除了可以降低 CO₂ 排放並改善環境污染，而且進一步促進產業升級，因此首先要推動友善智慧電動車之使用環境及法規，而推動智慧電動車發展因涉及跨部會職權，需各部會共同推動，因此強化跨部會智慧電動車發展推動小組之功能，加強整合各部會資源，推動後續相關政策，方能收到事半功倍之效。

4. 加強關鍵技術開發

我國在電子電機競爭力強，產業鏈佈局完整，擁有製造技術及基礎，適合發展智慧電動車，有鑒於國際汽車電子產品需求，未來將集中於車輛安全、舒適便利及環保節能產品，而我國智慧電動車等關鍵零組件廠商近年來已陸續開花結果，技術開發能力亦受到國際大廠之肯定。因此，若能結合我國 ICT 產業鏈之優勢，整合智慧電動車關鍵零組件研發平台，開發與國際接軌之整車及零組件產品，將有助於智慧電動車產業整體升級，拓展綠能新興市場。

(二) 其他低碳運具

1. 電動船舶：由於電動船舶主要在固定的航道或區域航行，較易進行充電設施等基礎建設之建置，故相對於電動車較易推行，我國可結合遊艇製造經驗及已成形之上下游遊艇聚落，推動遊艇與智慧電動載具產業在國際綠色船舶產業鏈之一席之地。
2. 燃料電池機車：燃料電池電動機車為新興產業，各項標準仍有待建置，現有燃料電池電動機車售價已與鋰電池電動機車相當，故應具備市場競爭力，應可納入電動機車推廣方案。
3. 生質燃料：我國第一代生質燃料生產技術已可商業化生產，第二代生質燃料生產成本仍過高，無法與化石燃料競爭，需要新技術的創新及政府明確的政策推動。

2.3.3 捷運建設計畫

一、捷運建設效益評估

在本所(2010)「研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」指出為了達成永續發展(Sustainable Development)的願景，配合大眾運輸導向發展(Transit-Oriented Development, TOD)政策理念、使用大眾運輸系統解決交通與都市發展的問題已經成為全世界的趨勢。都市大眾運輸系統的運具種類繁多，過去規劃過程所考量的系統主要以軌道技術、具有專有路權之大眾捷運(Mass Rapid Transit, MRT)與輕軌捷運(Light Rail Transit, LRT)系統為主，對於另一種新型的公車捷運系統(Bus Rapid Transit, BRT)則較少納入考量。此3種運輸工具之功能特性、服務涵蓋範圍以及興建與維運成本均有其多樣性與顯著差異，若再考量大眾運輸形成網路之效益，各類系統發展時程就成為系統評估選擇過程不可忽略之關鍵因素。

綜整捷運建設建置效益，進一步把關鍵因素轉化為「城市財政與永續經營」、「經濟效益」、「財務效益」等三種評估捷運系統是否得永續營運之評估指標。

(一) 城市財政與永續經營

城市財政與環境永續性指標的目的是讓決策者在進行捷運系統規劃前，先透過城市的相關社經與環境條件來判斷與選擇適合的大眾捷運系統，指標項目包括城市GDP、地區人口數、地區人口密度、大眾運輸使用比例、使用於大眾運輸的預算比例等五項，這五個項目分別代表城市的經濟規模、人口規模、人口分佈情形、交通特性以及對於支持大眾運輸所付出的努力程度等內涵。藉由這五個項目的評估，可以概略規範出城市所適用的大眾捷運系統是屬於「重型」的MRT系統或是「輕型」的LRT與BRT系統。

(二) 經濟效益

經濟效益評估的目的是在捷運系統的相關規劃報告提出後，評估捷運系統的建設是否對於整體社會產生正效益，藉以判斷捷運系統是否有建設的必要。「淨現值」、「益本比」與「內生報酬率」作為捷運系統永續發展的經濟效益評估指標，其計算項目包括捷運系統的生命周期成本、時間成本節省、行車成本節省、肇事成本節省、減少空氣汙

染、減少二氧化碳排放等做為計算項目，其中於前期 102 年建立之決策支援系統最重要評估項目為時間成本節省、行車成本節省與 CO₂ 排放減少效益，茲說明如下：

1. 旅行時間節省效益

旅行時間節省為捷運系統建設計畫中最直接且最明顯的外部效益。根據經建會(2008)之公共建設計畫經濟效益評估及財務計畫手冊中指出捷運系統建設後旅行時間節省部分可分為以下 3 類：

- (1) 原來之公車或其他大眾運具使用者移轉使用捷運系統所節省之旅行時間，此部份之效益所佔比例最大。原來使用私人運具者，因捷運系統營運後而移轉使用之旅行時間節省。
- (2) 公車使用者由於捷運系統的完成，使部份道路交通旅次轉移至捷運系統，而減少道路交通擁擠程度，使得公車在道路上之行駛速度提高，縮短旅行時間所得之效益。惟根據臺北模式預測結果及國外經驗顯示，此種效益並不顯著。時間節省的效益係根據各類使用者因捷運建設的興建與營運所節省的時間，再乘以時間價值而求得，如下列公式所示：

$$\text{旅行時間節省效益} = \text{大眾運輸旅客節省時間} * \text{大眾運輸旅客時間價值} + \text{私人運具旅客節省時間} * \text{私人運具旅客時間價值}$$

- (3) 台經院(2008)以個體選擇(行為)模式理論為基礎，進行臺灣城際旅次與都會區旅次(包含臺北都會區、桃園新竹都會區、臺中彰化都會區、嘉義臺南都會區及高雄都會區等)之時間價值參數校估，透過顯示性偏好調查，言就受訪者之旅次特徵與運具選擇行為，並以個體選擇模式中之羅吉特模式，估計各地區之時間價值。其中捷運系統以服務都會區旅次為主，故將該研究中都會區旅次時間價值研究結果列於表 2.3-2。

表 2.3-2 時間價值校估表

旅次目的	台北都會區	高雄屏東都會區	桃園新竹都會區	台中彰化都會區	台南嘉義都會區
單位：元/小時					
洽公商務、上班	178	171	175	164	115
上學	105	71	76	61	51
其他	76	53	51	48	63
單位：元/分					
洽公商務、上班	2.97	2.85	2.92	2.73	1.92
上學	1.75	1.18	1.27	1.02	0.85
其他	1.27	0.88	0.85	0.80	1.05

資料來源：台灣經濟研究院(2008)。

2. 行車成本減少效益

捷運系統建設後，亦會導致其他運具的使用需求降低，相對地其他運具行車成本也會降低，此部份的效益大致可分為 2 部分，分別為公車營運成本節省之效益及其他私人運具行車成本節省之效益，計算方式如下：

公車行車成本減少效益=全年公車行車公里節省*公車每行車公里成本

私人運具行車成本減少效益=全日私人運具行車公里節省*私人運具每行車公里成本

有關國內對於公路行車成本參數的估計主要以本所從 1972 年至 1999 年每隔 5 年進行一次的公路車輛行車成本調查為參考基準，因此國內相關的交通運輸建設計畫可行性評估報告，均以此調查結果作為計算的依據。行車成本項目主要可分為變動成本及固定成本，依車種及縣市別做分類調查，但之前國內所調查的行車成本項目除了燃油消耗、保養費、輪胎維修費、折舊費用外，尚包含保險費、停車費、清潔費、過路費等，但就日本總合研究所的評估手冊及美國的 STEAM 手冊來看，這些項目並沒有出現在其中，因此臺經院(2008)歸納並建議對於行車成本參數(元/每公里)較適當的處理方式是將行車成本項目劃分為燃料成本與非燃料成本(含折舊) 2 部分，非燃料成本項目只擷取相關的行車成本項目以及折舊做參數研擬，燃料成本主要決定於不同車

輛種類在不同車速下的燃料消耗率(fuel consumption rate)以及油價，依各國研擬之評估手冊及相關論文研究設定不同車速下的燃料消耗率，以及未來油價的波動推估設定調整因子，國內平均燃料效率則參考交通部本所的公路車輛行車成本調查，再依各車種按不同車速制定燃料成本對照標準。

3. CO₂ 排放減少效益

近年來由於無鉛汽油的普遍使用以及觸媒轉化器的安裝，使得汽機車污染廢氣排放大幅降低，且由於觸媒轉化器會將碳氫化合物、一氧化碳氮氧化合物轉化為無害的二氧化碳氣體。但二氧化碳氣體雖然對地區性空氣品質無害，卻會造成全球性的溫室效應，因此目前國際上的環保團體也開始注意各國二氧化碳的排放量，因此捷運建設後若能夠有效減低二氧化碳，也將是政府部門不可忽視的外部效益。由於國內目前並未針對二氧化碳的排放進行費用徵收，因此可藉國外所制定的碳稅，及國內相關研究所制定出之各運具二氧化碳排放係數來量化捷運建設後此部份所帶來之效益，公式如下：

二氧化碳排放減少效益=(各運具每年延車(人)公里減少量*各運具二氧化碳排放係數-結運系統每年延人公里*捷運系統二氧化碳排放係數)*碳稅

(三) 財務評估指標：

捷運系統的財務評估指標是用來衡量捷運系統在建設與經營過程的財務狀況，藉以評估主管機關與中央政府是否需要投入資源協助捷運系統的興建與營運，「經營比」作為捷運系統的財務評估指標，並配合「自償率」與「償債比率」等兩項一般性財務評估指標來進行捷運系統的財務分析。

表 2.3-3 各車種在不同車速下的燃料成本與非燃料成本設定

車種	車速(km)	燃油經濟性比(%)	每公升汽油可行駛里程數(km/l)	燃料成本 (依油價變動)	平均每公里非燃料成本與折舊(96年幣值)
機車	20	86.9	19.86	油價/19.86	1.68
	30	100	22.85	油價/22.85	
	40	98.8	22.58	油價/22.58	
	50	87.8	20.06	油價/20.06	
	60 以上	71.5	16.34	油價/16.34	
小客車	30 以下	85.7	7.15	油價/7.15	8.84
	40	96.2	8.02	油價/8.02	
	50	100	8.34	油價/8.34	
	60	98.7	8.23	油價/8.23	
	70	93.8	7.82	油價/7.82	
	80	86.8	7.24	油價/7.24	
	90 以上	79.1	6.60	油價/6.6	
小貨車	30 以下	88.8	9.47	油價/9.47	4.29
	40	98.1	10.46	油價/10.46	
	50	100	10.66	油價/10.66	
	60	96.3	10.27	油價/10.27	
	70	88.7	9.46	油價/9.46	
	80	78.9	8.41	油價/8.41	
	90 以上	68.6	7.31	油價/7.31	
大貨車	30 以下	77.7	2.47	油價/2.47	5.85
	40	92.18	2.93	油價/2.93	
	50	100	3.18	油價/3.18	
	60	99.83	3.18	油價/3.18	
	70	94.41	3.00	油價/3.00	
	80	87.58	2.79	油價/2.79	
	90 以上	82.01	2.61	油價/2.61	

資料來源：台灣經濟研究院(2008)。

二、本期研究案例

本節評估案例系以台北環狀線捷運為例，簡介該計畫相關內容，以做為本期政策決策支援系統應用案例之相關情境假設。

(一) 計畫內容：

行政院於 93 年 12 月 20 日核定環狀線第一階段路網興建計畫(自新店大坪林站交會站至新莊五股工業區段)採 BOT 方式辦理。其後，已先後辦理「民間參與臺北捷運系統環狀線之可行性計畫」與「民間參與臺北捷運系統環狀線先期規劃」，並且進行第一階段「先期規劃報告(即可行性研究)」，俟核定後再進行第二階段綜合規劃報告(即建設計畫)。臺北都會區捷運路網在臺北市中心區以格狀路網連接重要幹道，再往外沿重要廊帶以幅射狀路線向外擴展，而環狀線之規劃構想係規劃以環型路線串連臺北都會區幅射捷運路線，構成臺北都會區整體捷運路網，透過交互轉乘達到便捷運輸的目的，有效縮短捷運旅次時間。因此環狀線為兼具服務環狀運輸走廊及轉運幅射捷運旅次之捷運路線。可提供大臺北都會區更便捷之旅運服務，充分發揮捷運路網之效益，並可有效提高捷運系統之可及性與機動性。其主要分析架構與方法上是採用傳統性「程序性總體運輸需求模式」(Sequential Aggregated Travel Demand Model)，包括旅次發生、旅次分布、運具分配與路網指派等步驟，各模組採用之方法整理如表 2.3-4 所示。

表 2.3-4 運輸需求預測模式分析方法

模組	項目	分析方法	引入變數
旅次發生	界內旅次產生	類目分析法 依家戶結構、家戶所得、及車輛持有畫分 家戶所得採分配檢定	交通分區人口數 交通分區家戶數 家戶平均所得 旅次目的別之旅次產生率 交通分區學生人口數 交通分區學校學生人數
	界內旅次吸引	迴歸分析法	家工作採一、二、三及人口數 家其他採一、二、三級人口數 非家採一、二、三級人口數 家就學採級學生人口數
	界外旅次	成長率法	車輛持有成長倍數 人口就業成長倍數 基年旅次產生吸引矩陣
旅次分佈	界內旅次	重力模式 抗阻係數採 Gamma 函數	旅次產生量 旅次吸引量 旅行成本 阻抗係數函數參數
	界外旅次	成長率法之 Furrness 法	旅次產生量 旅次吸引量 基年旅次產生基年舉陣
運具分配	初步運具分配	比例分配法	年無機車使用比例 機年無汽車使用汽車比例 旅次產生吸引矩陣
	主要運具分配	個體羅吉特模式	旅次產生吸引矩陣 大眾運輸旅行成本 私人運輸旅行成本 效用函數參數
路網指派	私人運具	容量限制均衡指派法 More 演算法求取最短路徑 公車預置於路網	公路路網 速率流量曲線關係 私人運具旅次起迄旅次
	大眾運具	全有活全無法 由指派後公路路網調整公車速率	大眾運輸路網 大眾運輸起迄矩陣

資料來源：台北捷運(2014)。

(二) 運輸需求預測分析

臺北環狀線捷運運輸需求預測分析乃在分析目標年(民國 130 年)時，有無捷運環狀線北環段及南環段路線之狀況下，對沿線與臺北都會區之運輸衝擊，也就是分析各運具間運量之消長情形，針對兩個時段四種路網情境進行預測分析。

1. 旅次產生

依據臺北都會區社經發展現況與預測分析結果推估規劃基年(民國 100 年)及目標年(民國 130 年)未興建環狀線北環段及南環段時，都會區整體旅次產生量變化之情況，比較預測目標年較基年旅次需求量成長情形，作為提供瞭解都會區大環境對引進環狀線北環段及南環段路線之衝擊影響與需求，晨峰時段推估比較結果詳表 2.3-5，全日推估比較結果詳表 2.3-6。

表 2.3-5 臺北都會區基年與目標年晨峰時段旅次產生量比較表

單位：萬人旅次			
運具別	私人運具	大眾運具	小計
基年	151.01	79.82	230.83
目標年	155.54	90.20	245.74
成長量	4.53	10.38	14.91
成長倍數	1.03	1.13	1.06

資料來源：台北捷運(2014)。

表 2.3-6 臺北都會區基年與目標年全日旅次產生量比較表

單位：萬人旅次			
運具別	私人運具	大眾運具	小計
基年	886.55	408.45	1,295.00
目標年	930.88	456.05	1,416.93
成長量	44.33	77.6	121.93
成長倍數	1.05	1.19	1.09

資料來源：台北捷運(2014)。

研究推估結果顯示目標年目前捷運路網第二階段與建設中各路線及萬大線與民生汐止線已完成之狀況下，大眾運具成長比例高於私人運具，但臺北都會區目前主要廊帶道路交通量極大，道路服務水準擁塞的情況下，推估目標年私人運具尖峰時段有 1.03 倍之成長、全日亦有 1.05 倍之成長，實是加重道路容量之負荷，同時環狀線第一階段已

完工營運之前提下，環狀線北環段及南環段更有其興建之必要性。

2. 晨峰小時運量

關環狀線北環段及南環段路線在運量方面之表現，捷運路網架構在有、無環狀線北環段及南環段路線之情況下進行比較，如表 2.3-7 所示，環狀線在第一階段與新店線、中和線、板橋線、萬大線、新莊線及機場線相互銜接轉乘之基礎下，晨峰小時全線上車旅次量有 45,222 人旅次。

表 2.3-7 晨峰小時捷運系統上車旅次預測情境比較表

單位：人旅次

情境別	站數	晨峰小時		
		環狀線		整體路網
		服務旅次 (含轉乘)	站間最大運量	服務旅次 (不含轉乘)
情境 0	14	45,222	9,291	454,789
情境 1 (南北環)	32	87,783	12,346	480,365
情境 2 (南北環、安坑線)	32	96,937	16,564	486,110
情境 3 (南北環、安坑線) (南北線、社子線)	32	98,988	15,181	511,764

資料來源：台北捷運(2014)。

3. 全日運量

表 2.3-8 針對全日有、無興建環狀線北環段及南環段之運量分析進行說明，全日之運量預測結果趨勢與前一小節尖峰小時相同，環狀線第一階段預測全日全線上車旅次量有 36 萬 5 千 9 百人旅次，加入環狀線北環段及南環段後路網情境 1 整體環狀線運量提昇接近 2.01 倍，整體環狀線全日上車旅次量達 73 萬 6 千 4 百人旅次。環狀線路網提昇臺北都會區捷運運輸便利性，只要透過捷運路線轉乘就能很方便又快速地到達臺北市中心區，因此環狀線與其他捷運路線之交會轉乘站均在既有環境限制條件下，儘可能以便利性佳之站內轉乘方式進行規劃。

表 2.3-8 全日捷運系統上車旅次預測情境比較表

單位：人旅次

情境別	站數	全日		
		環狀線		整體路網
		服務旅次 (含轉乘)	站間最大運量	服務旅次 (不含轉乘)
情境 0	14	365,974	84,009	3,739,152
情境 1 (南北環)	32	736,437	118,175	3,842,510
情境 2 (南北環、安坑線)	32	785,449	128,566	3,920,817
情境 3 (南北環、安坑線) (南北線、社子線)	32	813,114	123,288	4,118,522

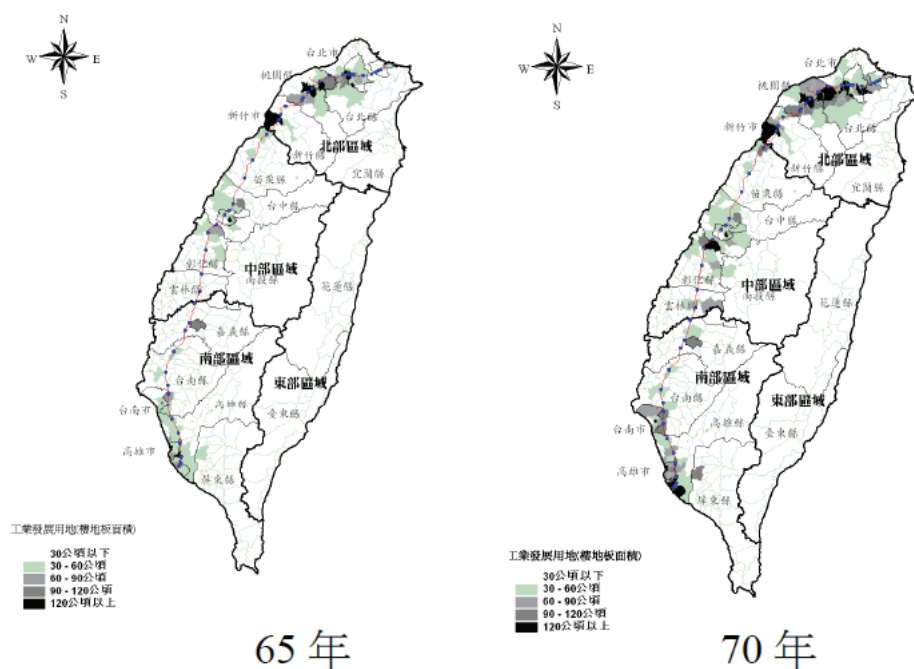
資料來源：台北捷運(2014)。

2.4 基礎建設對總體經濟與排放之影響評估

鑒於交通運輸基礎建設(如捷運計畫)對國內經濟及產業活動影響顯著，且衝擊運具選擇、能源耗用以及溫室氣體排放，因此，本節彙整國內相關重大建設投資案例，掌握基礎建設對社經之影響。

2.4.1 建設高速公路對總體經濟之影響

依據林建元(1998)對中山高速公路所做之分析結果顯示，除民國 70 年之土地使用面積、員工數與產值與民國 75 年之土地使用面積外，各項指標都說明其他各年相對 65 年的工業發展強度都有顯著性的差異；雖然此一變動影響不見得完全源自於中山高速公路建設所產生之影響，但無可否定的高速公路的開發提供沿線，地區較佳的產業發展機會。民國 70-80 年之交流道服務圈內外之工業發展強度都呈顯著性差異；且隨著時間的增加，其差異更加擴大。



資料來源：林建元(1998)。

圖 2.4-1 各市鄉鎮的工業發展分布

林幸君、高慈敏(2008)以蘇花高速公路為例，透過區域投入產出模型

探討興建蘇花國道對於區域發展可能產生的影響。建蘇花國道新增投資與支出時,對總體經濟變數發生之主要影響為2002年至2008年生產總額將增加1,843億元,產出效果約為2005年之0.71%。花蓮縣生產總額增加1,205億元,北部地區增加504億元。總所得效果約為2005年之0.59%。總就業將增加9.3萬人,約為2005年之0.94%。花蓮縣就業增加6.6萬人,北部地區就業增加2萬人,將使臺灣失業率下降0.1至0.47個百分點。

2.4.2 我國新十大建設計畫對總體經濟之影響

為「新十大建設計畫」係依據「擴大公共建設投資特別條例」(93.06.11立法院三讀通過),並在兼顧「創新性」、「關鍵性」、「指標性」、「迫切性」與「均衡性」等五大原則下,規劃成「投資人才」、「投資創新研發」、「投資全球運籌通路」及「投資生活環境改善」等四大主軸的十個建設項目。

表 2.4-1 為新十大建設經費按計畫項目暨產業別所分類彙整總表,各計畫項目的特別預算編列金額以北中南捷運的1,419.70億元最高,占總投資的28.4%;其次是水庫整治及水患治理的695.81億元,占總投資的13.9%,以及頂尖大學及研究中心的650億元,占總投資的13.0%;投資金額較少的是平地水庫與海淡廠,共投資106億元,占總投資的2.1%,以及高雄港洲際貨櫃中心的232.2億,占總投資的4.6%;其餘計畫項目支出金額則介於331至439億元之間,約占總投資的6.6%至8.8%(行政院經建會,2004)。

表 2.4-2 列出政策模擬對我國總體經濟的影響效果,分為運用凱因斯封閉法封閉模型的短期衝擊,與採用新古典封閉法封閉模型的長期影響。執行新十大建設方案在短期內將帶動我國生產擴張,若假設此短期效果在計畫執行的5年期間出現,則這段期間共使得我國的實質GDP增加3.12%,平均一年增加0.62%,若以民國96年實質GDP(以民國90年為基期)11兆3,533億元計算,則該年因新十大建設計畫的執行,將創造704億元($=113,533 \text{ 億元} \times 0.62\%$)的經濟產值。這段期間我國總投資增加了27.78%,1年的平均增幅為5.56%,在民國96年時我國的總投資為2兆4,449億元,增加5.56%相當於當年總投資增加了1,359億元,這當中包括執行新十大建設期間政府1年平均直接投資的1,000億元,其餘的359億元是建設計畫間接帶動民間投資增加的部分。在計畫執行的短期內將會產生創造就業

機會的顯著效果，模擬結果顯示我國勞動就業總共將增加 5.22%，5 年間平均 1 年增加 1.04%，若乘上民國 96 年就業人口數 1,029 萬 4,000 人，則相當於該年創造出 10 萬 7,058 人的就業機會。物價水準在短期內有上揚的現象，GDP 平減指數總共上升 2.11%，若假設物價是在計畫執行的 5 年內穩定地上升，則平均每年上升幅度為 0.418%；消費者物價指數則累計上升 2.08%，平均 1 年上升 0.42%。由於國內物價上升不利於出口而有利於進口，模擬的結果顯示在短期內出口略微下降 0.08%；反之，進口則出現較大幅的增加，短期內共增加了 7.69%。

表 2.4-1 新十大建設暨各產業別投資金額分類彙總效果

單位：億元(%)

計畫項目	經濟分配款(百分比)	產業別及編號
頂尖大學及研究中心	650.00 億元(13.0%)	(44)教育醫療服務
國家歷史及文化中心	358.67 億元(7.2%)	(26)資訊產品
		(33)公共及其他工程
M 台灣計畫	370.00 億元(7.4%)	(27)通信器材
台鐵捷運化	397.70 億元(8.0%)	(33)公共及其他工程
第三波高速路	438.60 億元(8.8%)	(33)公共及其他工程
高雄港洲際貨櫃中心	232.20 億元(4.6%)	(33)公共及其他工程
北中南捷運	1,419.70 億元(7.4%)	(33)公共及其他工程
污水下水道	331.26 億元(8.0%)	(33)公共及其他工程
平地水庫海淡廠	106.06 億元(8.8%)	(33)公共及其他工程
水庫整治及水患治理	695.81 億元(4.6%)	(33)公共及其他工程
總計	5000.00 億元(100%)	-

資料來源：張其祿、李秉正與李慧琳 (2010)。

表 2.4-2 執行新十大建設方案對我國總體經濟的影響效果

單位：%

總體變數	模擬情境		
	凱因斯封閉法下的短期衝擊		新古典封閉法下的長其影響
	計畫總效果	平均每年效果	
實質 GDP	3.12	0.62	1.92
總投資	27.78	5.56	35.65
總勞動就業	5.22	1.04	1.20
GDP 平減指數	2.11	0.42	6.08
消費者物價指數	2.08	0.42	5.03
貿易條件	0.04	0.01	2.26
總出口	-0.08	-0.02	-4.38
總進口	7.69	1.54	10.20

資料來源：張其祿、李秉正與李慧琳 (2010)。

2.4.3 能源、經濟與運輸整合分析

交通建設的巨額投資所能創造的經濟效益，為衡量交通建設政策的重要參考資訊。過去大多由兩種層面進行評估：其一為微觀的成本效益分析(cost-benefit analysis, CBA)，其二為巨觀的國家或區域經濟計量分析。前者雖能透過巨細靡遺的成本與效益項目估算提供詳細的資訊參考，但終究屬於部分均衡範疇，無法掌握全面性的經濟效益，後者雖可全面考量卻無法說明其中緣由或影響途徑。於是 Wing, et al. (2007)提到運用 CGE 模型可提供巨觀經濟效益，同時可說明以產業或區域為範疇的細部資訊。

部分研究即由生產力觀點切入交通擁擠現象的改善可能創造的價值(如 Meyers and Proost, 1997；Conrad, 1997)；亦有部分 CGE 模型由家計時間限制觀點，來衡量交通擁擠改善的價值(如 Parry and Bento, 2001, 2002)。Wing, et al. (2007)認為擁擠是因為交通基礎建設所能容納的運能無法滿足運輸服務需求所致，旅行時間的增加降低運輸服務的能力，進而影響產業生產力、勞動供給、商品價格與家計所得。

為了考慮交通設施容量、交通流量與旅行時間對產業與家計的影響，Wing, et al. (2007)建立旅行時間函數，將不同路網不同運輸模式的旅行時間與運量及設計容量串連。在一般均衡架構下，Wing, et al. (2007)利用交通建設投資與設施設計容量之關係、設計容量與運輸服務需求之相對關係計算旅行時間，在時間限制式的控制下，便可推算旅行時間的價值，藉由這一連串的設計，交通基礎建設將透過投資、旅行時間等不同管道，對經濟體系產生影響。

在節能減碳評估涵蓋層面愈來愈廣泛的情況下，跨領域的合作與多元化評估方法的運用，為解決運輸部門節能減碳成效評估的重要趨勢，因此搭配一般均衡模式支應用，以及決策支援系統之開發，本計畫整合模型的發展方向亦將以目的導向，先盤點運輸部門面臨的可能問題以及可能採行的策略，再依策略屬性與評估目的，選擇適當評估工具進行整合分析。

2.5 小結

本章分別就「國內外運輸部門節能減碳政策與措施」、「國內外運輸能源決策支援系統最新發展趨勢」、「我國運輸節能減碳案例研究：低碳車輛與捷運系統建設」，以及「基礎建設對總體經濟與排放之影響評估」等 4 部分蒐集文獻，並進行探討，將其回顧重點摘述如后。

彙整各國運輸部門推動節能減碳發展之趨勢，在政策的推動建議提高運輸電力化占比，應著眼於發展完善的電力供應基礎設備與最適成本控制的方法，並以輕型車輛電力化為主，除了提早投資長途電力化運具，可減少未來運輸燃料結構中的柴油的使用量，還可以利用電動車可達到不同部門節能減碳的政策目標，同時電動車應結合各都市規劃的目標，因地制宜，符合當地土地用途。

為了能夠進一步的提升運輸部門減量之成效，包括 COP19、IEA 運輸部門、美國運輸部門、美國運輸研究委員會(TRB)等單位皆建議以提升運具使用的效率、增加替代能源使用及擴大生質燃料使用等政策措施為優先考量。而我國交通部於 101 年提出之運輸政策白皮書中，為達成運輸部門之節能減碳推動目標，白皮書中共擬具三大政策方向與八大發展策略，各策略項下更以 2025 年為長期目標，以 5 年為期，分別擬具短、中、長期減量推動措施與執行目標外，再減量方案的推動有二其一是依據「永續能源政策綱領」的減量目標；其二是回應哥本哈根協定的減量承諾目標，前者屬於京都模式，為大多數已開發國家的減量承諾模式；後者則是大多數開發中國家的減量承諾模式。為與國際接軌，我國也應開始思考在我國兩個減量承諾方案中，選擇其一，作為我國「後 2020 年減量承諾方案」，抑或思考另一個全新的減量承諾方案。

另外，於「國內外運輸能源決策支援系統最新發展趨勢」一節中，比較了國內外決策支援系統與其建置功能，但由於每個決策支援系統係因應各國國情不同，在其設計上有所差異，且所需蒐集之基礎資料大不相同。考慮我國政策執行方式及現有基礎資料之限制，較無法將他國的決策支援系統直接利用，但仍可參考其他決策支援系統的操作介面與思考邏輯應用於本計畫。雖然運輸部門節能減碳政策評估最終目的在衡量減量成效達成

率，但做為政策決策支援之角色，減量成本、社會成本、與運輸行為變化等因素，亦是無法忽略之變數，因此在進行政策篩選前，選擇適當的指標以反映上述變數在對映政策下的變化情形，並且給予周延的定義與計算方法以建立指標系統，為決策支援系統進行政策篩選前之重要任務。

回顧「我國運輸節能減碳案例研究」，本期研究針對我國電動車發展潛力、低碳運具推動、以及減碳成效進行評估，另也針對臺北環狀線捷運計畫內容與捷運計畫效益進行瞭解。彙析結果發現我國低碳運具政策推動中最為積極電動車輛，各國則在電動汽車發展皆有相當大努力，且我國經濟與工業部門也有相關推動計畫。捷運建設計畫方面，須綜合考量城市財政與環境永續、運輸需求，以及與經濟效益等三大面向，才可使建設方案具評估可行性，而在決策支援系統中捷運計畫對環境、運輸與經濟效益皆有貢獻應綜合予以評估。

最後，在節能減碳評估涵蓋層面愈來愈廣泛的情況下，且運輸基礎建設對國內產業經濟、國民運輸行為與能源消耗趨勢均有影響，跨領域的合作與多元化評估方法的運用，為解決運輸部門節能減碳成效評估的重要趨勢。因此，本計畫亦完成彙整分析「高速公路建設」與「新十大建設計畫」，對總體經濟、區域發展與產業活動之影響，以說明相關重大建設計畫如捷運建設計畫創造之產業經濟效益，俾瞭解能源、經濟與運輸三者整合分析之必要性。

第三章 決策支援系統之擴充建置與應用

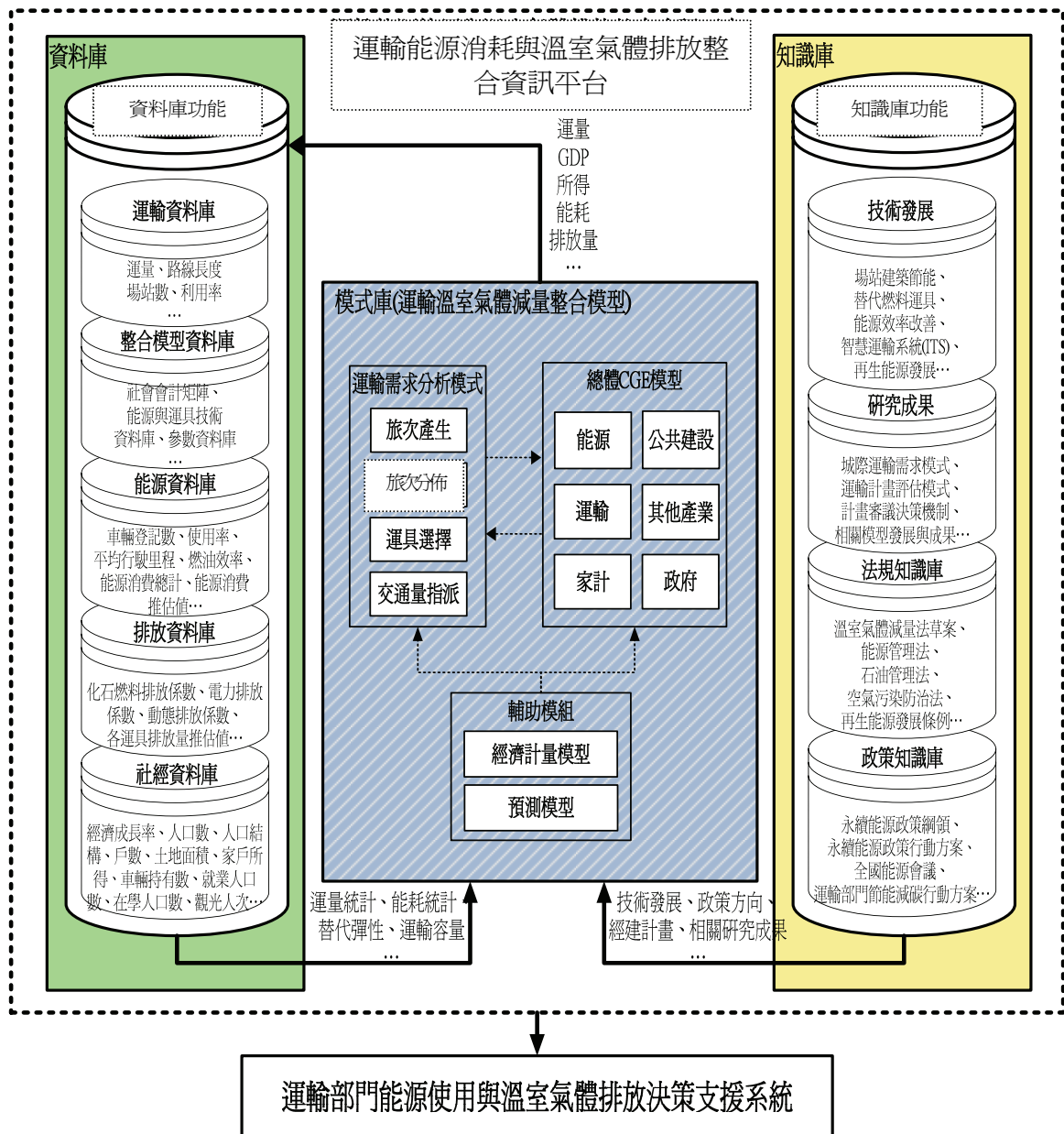
3.1 決策支援系統架構說明

面對環境保護及京都議定書之溫室氣體減量等議題，運輸部門在尋求資源有效配置的同時，如何滿足具有多重特性之使用者需求，並兼顧運輸設施之社會外部性問題，在考量經濟財務、環境生態、社會公平等層面下，規劃完整、舒適、便捷、安全，以及永續發展之運輸系統，將是運輸部門未來發展之重要課題。

鑒於運輸部門與社會、經貿、及環境之緊密互動，欲在氣候變化綱要公約精神及我國節能減碳政策目標下，研訂我國運輸部門可行的溫室氣體減量目標與因應策略，勢必需要持續進行量化政策評估，除掌握我國運輸部門能源消耗與二氧化碳排放趨勢外，更應針對運輸部門節能減碳策略方向及行動方案之社會、經貿、環境影響，以及策略減量成效與減量成本進行分析，作為制定節能減碳策略具體參考。

運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統(以下簡稱決策支援系統)之建置目的主要為提供交通部幕僚針對所制定節能減碳政策進行分析與評估。而此系統主要功能為產生決策支援資訊，協助使用者判讀運輸部門溫室氣體排放趨勢與原因，並藉由未來減量成效、減量成本以及減量目標達成程度之計算，檢視並權衡調整策略措施之強度與執行進度。

因此決策支援系統以整合資訊平台之架構，同時囊括運輸、社經、能源、溫室氣體排放等資料庫，以及技術發展、相關研究、相關法規、國內外政策情勢等訊息知識庫。最後，透過囊括多元研究方法之模式庫，針對不同範疇、目的與政策目標，採用適當模型與資料進行分析，並據以形成決策。基於運輸行為受到生活型態、社經活動之影響，而為衍生性之需求，且考慮到決策支援系統規模與操作上的流暢性，本計畫建置之決策支援系統以需求面為優先發展考量，至於運輸部門能源使用技術、國土與交通建設規劃等供給面議題，則透過整合本所其他研究資源方式運行。整體決策支援系統架構設計如圖 3.1-1 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1-1 運輸部門節能減碳決策支援系統架構

本計畫為整合多年來彙整之資料以及研究成果，並以方便操作與判讀的方式運用這些成果以達成決策支援之功能。多年來決策支援系統自整合資訊平台建置、評估模型建置、政策評估應用、乃至決策支援系統建立，其過程與各年研究重點彙整於圖 1.1-1。相較於 99 至 102 年度，本年度政策決策支援系統發展重點在於政策評估應用，因此除彙整前期已建置之政策選項外，將新增兩項政策選項，分別為「替代燃料運具-油電混合車」及「軌道基礎建設」兩項政策方案評估，並將與前期政策進行策略組合。

以下分別就決策支援系統建置目的與功能、溫室氣體排放趨勢量化分

析工具、運輸部門節能減碳政策評估、軌道基礎建設之總體經濟影響評估以及後續工作重點進行說明。

3.1.1 決策支援系統建置目的與功能

決策支援系統之建置目的主要為提供交通部幕僚針對所制定之節能減碳政策進行分析與評估，因此設定對象主要為部屬機關與本所同仁。此系統主要功能為產生決策支援資訊，協助使用者判讀運輸部門溫室氣體排放趨勢與原因，並藉由未來減量成效、減量成本以及減量目標達成程度之計算，檢視並權衡調整策略措施之強度與執行進度。

為達成本決策支援系統所設定之目的，系統在設計上所提供之功能將包括以下幾項：

一、提供以網頁為介面之線上決策支援系統

本決策支援系統建置於「運輸能耗與溫室氣體排放整合資訊平台」(以下簡稱資訊平台)之架構中，名為「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」。系統無論在應用或操作上，皆以網頁介面為工具，提供直覺而簡便的操作與呈現方式，以便快速掌握運輸部門排放與減量資訊。

二、產生決策支援資訊

藉由本系統中分析模組之運作，使用者可在非結構化的資訊中，取得具有解釋能力之數值等重要資訊，以協助判斷個別及整合型決策之減量成效與可能影響。此一功能為決策支援系統之核心功能。為利使用者以古鑑今，並針對各項運輸減量政策特性提供適當分析工具，最後以便於檢視並比較的方式呈現分析結果，本系統之整體架構與使用之評估工具將進一步說明於 3.1.2 節及 3.1.3 節。

三、整合多重屬性資料

為提供決策所需，系統中囊括了運輸部門歷史年之能源消費、溫室氣體排放等數據，為了計算與政策分析所需，系統更需要整合資訊平台資訊，將其中的社經資料、運量資料、乃至能源價格等歷史資訊納入計算過程；於結果產出時，則需呈現經濟、產業、減量以及與運量等資訊。因此本系統整合多重屬性及多重來源之資料，並針對決策所需進行整併計算。

四、系統使用者依權限設定

由於系統設置之初即將使用對象設定為本所及相關幕僚，因此系統雖建置於資訊平台中，但仍設定有使用者權限功能，以便於進行系統及使用者資訊管理。

3.1.2 決策支援系統運作方式與評估流程

一、政策決策支援系統運作方式

運輸部門節能減碳政策決策支援系統資料庫、模式庫與使用者介面間之運作方式如圖 3.1-2 所示。整個系統包含支撐量化評估之核心工具，以及呈現評估成果與提供策略篩選功能之使用者介面兩部分。核心量化工具包含資料庫與模式庫，為本計畫多年來建構之成果，可與「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」之資料庫內容整合運用，模式庫目前已建有運輸部門 CGE 模型、運輸部門能源消費與排放預測模型，及其他配合細部策略計算所建置之個別模組。使用者介面則將核心工具中必須由操作者決定之關鍵參變數、策略組合、估算結果、策略篩選、以及最終之排放路徑繪製等功能，透過簡便之視覺化設計以及順暢之操作流程呈現出來。

(一) 使用者介面之資訊投入

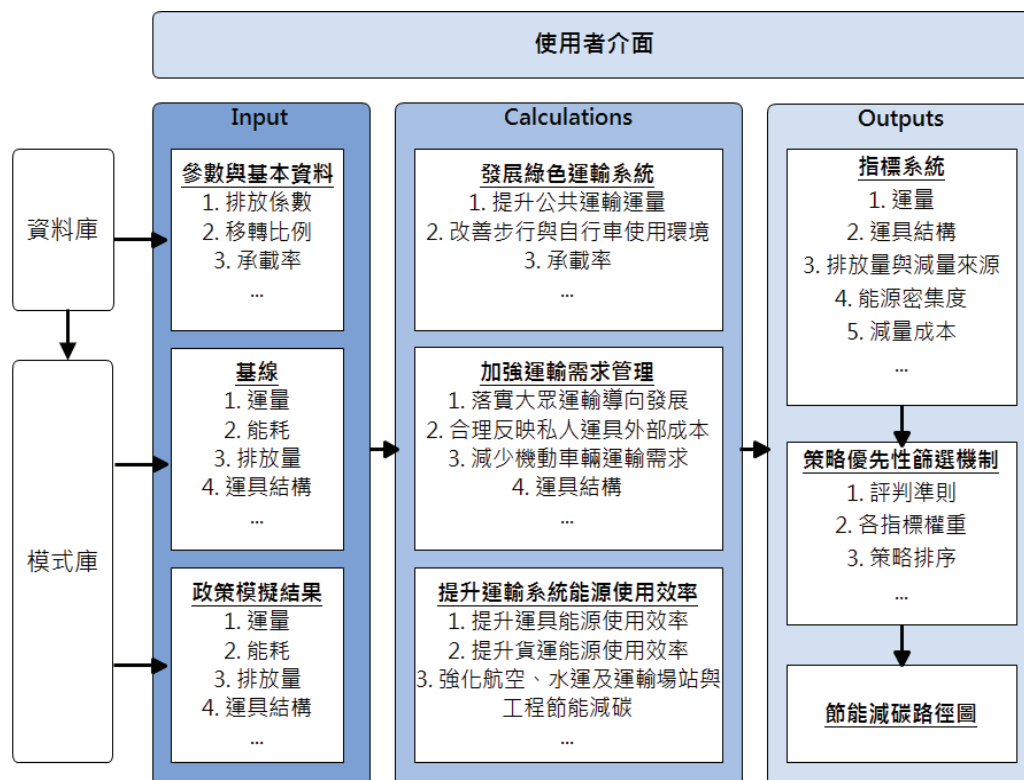
使用者介面架構依三項流程設計，即資訊投入、資訊演算與分析、結果產出。資訊投入部分，係匯入資料庫與模式庫中相關資訊，包括三類：

1. 參數與基本資料

- (1) 歷史年運量、能耗、排放、經濟成長等基本資訊；
- (2) 排放係數、移轉比例、承載率等相關參數。

2. 基線

- (1) 經由模式庫運算之基線，包括經濟成長基線、運量、能耗與排放基線；
- (2) 基線導入，係做為政策減量成效之比較基準，故基準情境必須先於模式庫中納入並運算。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1-2 系統資料庫、模式庫與使用者介面之運作方式

3. 政策模擬結果

- (1) 經由模式庫運算之結果，包括經濟成長、運量、能耗與排放；
- (2) 部分非運輸部門之減量策略，可先行於模式庫中設計模擬情境並進行運算；
- (3) 將上述外部政策模擬結果導入系統，旨在比較運輸部門減量政策在不同的外部條件下，其減量成效與減量成本之差異。

(二) 使用者介面之政策組合選擇與運算

當系統各項基本資料與政策模擬結果皆已備妥後，使用者介面依據已備妥之政策項目，提供使用者不同政策組合之選擇機制，並依據使用者選擇項目，呼叫儲存於系統之資料或模擬結果，再依各項指標定義進行指標運算。政策選項部分，首先依「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」、「提升運輸系統能源使用效率」等三構面，歸納我國綠運輸政策措施，其次針對各項措施設定運算公式或模擬評估，所有公式皆須事先經過討論與驗證，方可建入系統，最後依據指標系統

定義，攫取模擬計算結果設定使用資料來源、運算公式連結與產出結果存放格式。

(三) 使用者介面之指標系統

結果產出部分，首先須挑選適當的觀測指標，再由模式運算結果中彙整相關指標，必要時再加以計算整併。目前架構的指標系統分為五類：(i)社經指標；(ii)運量與運具結構(含公共運輸使用率)；(iii)能源消費量與能源消費結構；(iv)溫室氣體排放量；(v)減量成本等。

(四) 使用者介面之政策篩選機制

經由相關指標計算結果，可據以建立政策評判準則。政策篩選機制可有多種形式，包括依各項指標進行排序，亦可進一步給予使用者設定政策選項權重，並計算綜合指標之功能，進行政策執行之優先性篩選。鑒於本系統選擇的評判準則(包括減量成效、減量成本、公共運輸使用率等)屬性及其觀察面向差異較大，因此以保留原指標特性，依所選關注指標排序為系統設計原則。

(五) 運輸部門節能減碳策略路徑圖繪製

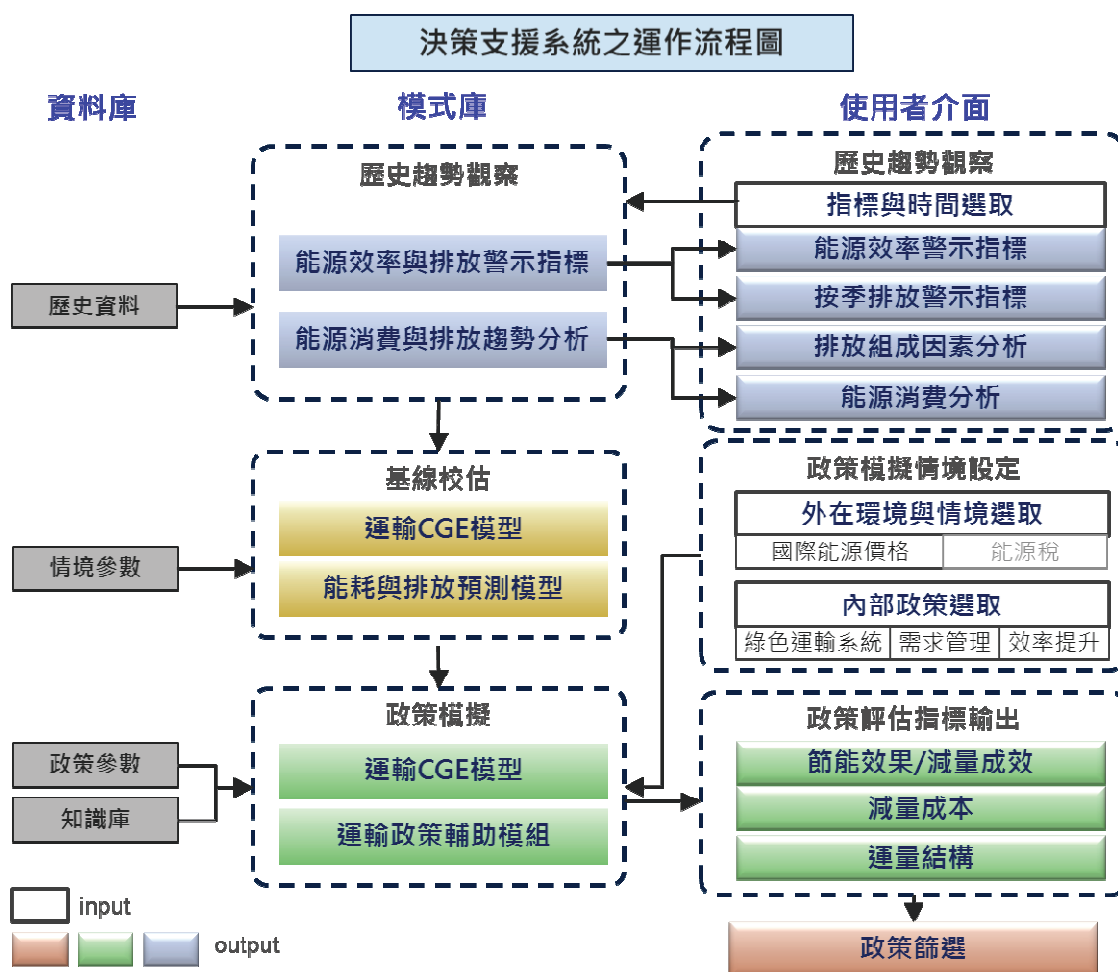
根據政策執行優先順序、減量政策可導入時點，再將政策對映之減量成效繪製於路徑圖上，即完成決策評估程序。

二、政策決策支援系統評估流程

就決策支援系統架構而言，模式庫為支撐整體決策支援系統運作之靈魂，因此整個決策支援系統之運作流程將以模式庫運作為軸心，圖 3.1-3 說明政策評估流程，以及模式庫運作過程中，各步驟與資料庫及使用者介面之關聯。

(一) 歷史趨勢觀察

為了運用資料庫中之歷史數據，觀察運輸部門能源消費與溫室氣體排放之歷史趨勢，以做為後續模式評估與情境設定之參考，決策支援系統已於上年度建置兩組歷史趨勢觀測之分析工具，其一為運具別之能源效率警示系統，其二為運輸部門排放趨勢分析模組。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1-3 運輸部門節能減碳決策支援系統運作流程

1. 能源效率警示系統

能源效率警示系統主要目的在透過定期之公務統計資料，提示使用者每期運輸部門能源消費及能源效率較上期之變化狀況，因此共設計有運具別的「能源效率」、「能源密集度」以及「CO₂ 季排放」三項指標，資料來源均取自於能源局能源平衡表。

(1) 燃油效率指標

利用資料庫中各車種運量資料除以能源消費，以計算各車種燃油效率，單位為延車公里／公升，再分別由客運和貨運、營業用及自用等分類，建立運具別警示指標。警示符號分辨原則，以各主指標在 1990 至 2012 年間，相對前期(在此以年為一期)的變動率作為判別依據，變動率為“+”則為改善狀態；變動率為“-”則屬於惡化狀態。

(2) 能源密集度指標

利用資料庫中各車種能源消費除以運量資料，以計算各車種能源密集度，單位為仟卡／延人（噸）公里，運具則區分為鐵路、公路、空運及水運，並分營業用及自用，指標符號分辨原則，以各指標在 1990 至 2012 年間，相對前期(在此以年為一期)的變動率作為判別依據，變動率為“+”則屬於惡化狀態；變動率為“-”則屬於改善狀態。

(3) CO₂ 季排放指標

CO₂ 季排放指標係透過每季各運具 CO₂ 排放的變化量，掌握運輸部門排放量以及主要排放來源是否存在季節性變化，以便作為運輸部門減量策略設計的參考。各運具二氧化碳及其他溫室氣體排放量的計算方式為：

$$\begin{aligned}CO_2 &= \sum VK_j \times EF_j \times e_{CO_2}, \\CH_4 &= \sum VK_j \times EF_j \times e_{CH_4}, \\N_2O &= \sum VK_j \times EF_j \times e_{N_2O},\end{aligned}$$

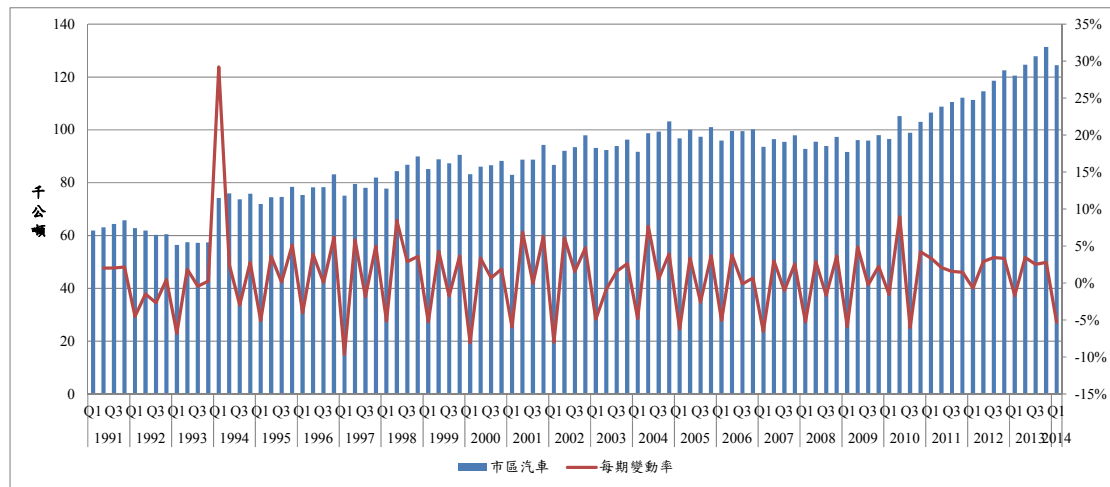
其中， VK_j 代表運具 j 之車公里， EF_j 代表運具 j 之燃油效率， $e_{CO_2}, e_{CH_4}, e_{N_2O}$ 分別為 CO₂、CH₄ 與 N₂O 之排放係數。

運具型態包括公路公共運輸(公路客運與市區公車)、台鐵客運、臺北捷運、高雄捷運、高鐵等，能源型態則區分為汽油、軌道運具之用電及柴油等。指標計算方式則分為兩類，其一為相對前季之變化率，其二為相對上年度同季之變化率。

以公路公共運輸為例，首先將每季資料與前一季資料比較，並繪製相較前季變化率圖(圖 3.1-4)，檢視其升降情況可發現多數年度第一季之變化率均為負值，第二、四季變化率為正值，第三季成長幅度則較二、四兩季微小，顯示一年當中市區汽車第二季與第四季之排放增長幅度高於其他兩季。

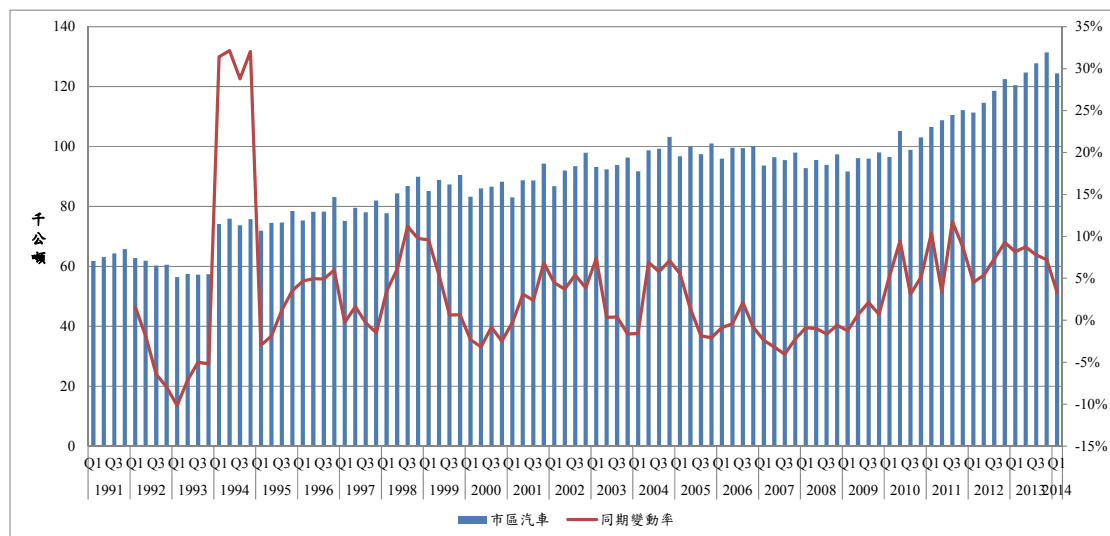
至於各季相較去年同期變化率則隨全年成長趨勢而變化(如圖 3.1-5)，當該年度處於排放成長停滯期時(如 1992、1997、1999、2003、2005、2007)，變化率將逐季下降，而此現象存續期間鮮少超過一年；當處於排放成長擴張期時(如 1995、

1998、2001、2004、2010 至 2013)，變化率將逐季上升，但此現象之存續期間並無一定規則可循。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1-4 公路公共運輸之溫室氣體排放量與相較前季變化率



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1-5 公路公共運輸之溫室氣體排放量與相較去年同期變化率

2. 排放趨勢分析模組

排放趨勢分析模組主要提供使用者觀測過去運輸部門 CO₂ 排放增減趨勢，及造成運輸部門排放變化之主要來源。因此在此模組中共建立兩種分析工具，即「CO₂ 排放因素分解」及「能源消費分析模組」。

(1) CO₂ 排放因素分解

因素分解法(decomposition approach)可透過定義式的建立，離析影響經濟變數的驅動力，故此方法具有易於操作、資料需求少、適於跨國比較等特色，且其涵義明確，故廣為應用於分析能源消費量與二氧化碳排放量的變動分析。但因素分解法主要適用於解析歷史排放量的主要來源，卻不適於評估未來的政策影響，而且分解式無法建立變數間關聯，故決策支援系統僅用以分析歷史數據之關鍵因子，並不會用來進行政策評估。

因素分解的原理將欲探討的主體拆解成數個相關因子的乘積，再經過運算將每個組成因子對主體變動之貢獻加以量化，藉以探討影響主體變動的關鍵因子，在決定拆解方式時，必須先決定組成因素的項目。就文獻觀察結果，推動能源消費成長的因素主要來自於活動強度，如 GDP、人均 GDP、人均所得、人口數、車輛數、運量、運距、承載率等；運量結構，如各運具之運量占比、特定運具之能源消費結構、運輸部門之能源消費結構、車輛特徵結構(如不同排汽量之車輛數佔總車輛數之比重)等；能源密集度，如運具之燃油效率、運輸部門整體能源密集度(單位運量之能源消費)、排放係數(單位能源之排放量)等。

參酌上述因子後，本計畫將運輸部門之因素分解公式設定為：

$$CO_2 = \sum_j \frac{CO_{2,j}}{E_j} \times \frac{E_j}{VK_j} \times \frac{VK_j}{PK_j} \times \frac{PK_j}{PK} \times \frac{PK}{GDP} \times \frac{GDP}{N} \times N$$

式中 $CO_{2,j}$ 代表運具 j 之 CO_2 排放量， E_j 代表運具 j 之能源消費量， VK_j 代表運具 j 之車公里， PK_j 代表運具 j 之人(噸)公里， PK 代表總運量， N 代表人口數。該式說明運輸部門 CO_2 排放量之變化，可解離為(1)排放係數、(2)能源密集度、(3)承載率(倒數)、(4)運量結構、(5)GDP 變化所帶動之運輸服務需求、(6)人均 GDP 與(7)人口數等因子。

(2) 能源消費分析模組

鑒於因素分解法較難解釋變數之間關聯以及因果關係，為

進一步掌握 CO₂ 排放與關鍵變數之間的關係，決策支援系統另行運用能源消費預測模組分析歷史年度中，關鍵變數變動對能源消費變化之貢獻。能源消費預測模組係透過經濟計量方法，建立各運具能源消費與關鍵變數之關係式，詳細的模型推估過程請參閱 3.2 節。

(二) 基線校估與驗證

首先模式庫必須先建立基準情境，並據以校估基線。目前模式推估之時間軸為 2006 年至 2030 年，其中 2006 年至 2013 年為模型根據歷史實際資料進行模擬校估之期間。目前模式庫中存在一組運輸 CGE 模型、一組運輸部門能耗與溫室氣體排放預測模型，兩模型係由總體層面，推估各運具之運量、能耗與排放基線，推估所需之資料與參數由資料庫提供。

(三) 政策模擬

由於運輸部門能源消費型態同時受到外在環境與內部政策之影響，因此進行政策評估時，亦將政策類型區分為外在條件與內部政策兩類。外在條件一方面考慮無法主控改變的大環境變化，例如國際能源價格的波動，或者國際經濟情勢的變化等；另一方面，非運輸部門的政策作為亦歸類為外在條件的評估之中，由於運輸部門節能減碳策略影響層面以運輸部門為主，其節能與減碳成效，常受到外在環境的改變而出現逆轉，因此本計畫特地將非針對運輸部門設計之政策（如能源稅、核能政策、電價政策等）納入評估中，以說明運輸部門在節能減碳過程中面臨的挑戰。

至於針對運輸部門所設計的節能減碳策略，則歸類為內部政策，依據運輸部門減量政策工具之類別，上年度建置之決策支援系統政策選項包括公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助、替代燃料添加、汽車汰舊換新等，本年度則新增油電混合車與電動車、軌道基礎建設兩項政策選項。

政策模擬階段，模擬情境之設定可由使用者自行選擇，由於面對不同策略，所應採取之模式，或整合分析之流程並非固定不變，其次政策間因可能存在彼此競合之交互影響，評估結果亦無法由線性內插

或外插取得，因此模式庫與使用者介面介接時，係採取情境選擇並回傳對映評估結果的方式處理。

(四) 評估準則選擇與排序

根據評估準則定義，將政策模擬結果匯算為相關指標，並以清楚易懂方式呈現，使用者可根據呈現之結果，選擇關心的指標並加以排序，以便掌握各種政策組合選項之影響程度差異。

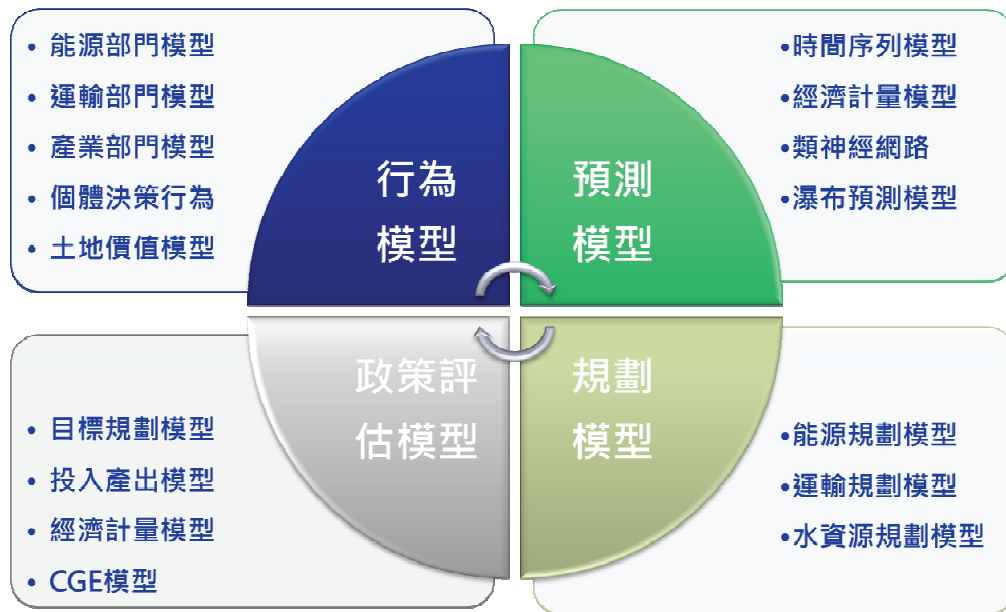
3.1.3 決策支援系統之政策評估工具

本計畫經過國內外文獻與研究成果之探討，並檢視國內運輸部門減量政策評估需求後，將決策支援系統研究重點聚焦於面對未來經濟與產業發展，運輸服務與運輸能源需求如何在節能減碳政策下運用運輸需求管理策略達至減量目標。

一、運輸部門氣候變遷與溫室氣體減量評估方法之類別

基於上述目的本計畫自 99 年度起，即持續彙整運輸部門氣候變遷與溫室氣體減量評估方法，歸納國內外評估方法，包括行為模型、預測模型、規劃模型以及政策評估模型等多種類別。

如圖 3.1-6 所示，各類模型依目的與實證方法而有其適用之研究方向與議題，例如行為模型以個體為基礎，研究特定對象(如產業、能源、土體、或決策個體)之行為模式，基於研究對象範圍與資料特性，有以計量方法進行者(如運具選擇模式、能源需求推估、土地特徵價格模型等)，亦有以成本效益計算者(如土地投資之淨現值法、實質選擇權等)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.1-6 運輸部門氣候變遷與溫室氣體減量評估方法的類別

預測模型則仰賴長期而豐富的統計資料，以尋求現有結構下的未來發展趨勢，同時掌握關鍵影響因子。規劃模型則以目標導向，反求滿足目標與限制下之適當決策，因此目標選擇與情境假設為操作此類模型之關鍵流程；政策評估模型則以政策影響為評估標的，目前廣為運用的方法包括目標規劃、投入產出、經濟計量以及 CGE 模型等，由於以政策評估為主，因此對於政策工具的訂定、政策對映變數的選擇、模型理論架構建立等皆須具備對映的理論基礎與統計數據。

二、國內氣候變遷與溫室氣體減量評估模型

國內目前運用於運輸部門溫室氣體減量分析之方法包括 CGE 模型、運輸需求預測模型、能源工程模型(MARKAL 模型)、系統動態模型等，各模型之方法論、模型特性與產出資訊分別列於表 3.1-1。

表 3.1-1 運輸部門溫室氣體減量評估模型比較表

模型	CGE	運輸需求預測模型	能源工程模型	系統動態模型
方法論	一般均衡理論	運具持有與選擇模型 計量預測模型	成本極小之最 適化方法	回饋控制理論 與模擬方法
行為理論架構	廠商理論 消費者行為理論	消費者行為理論	須整合其他經濟模型	僅建立觀測變數之因果關係
市場交互影響	考慮經濟體系所有市場均衡與經濟個體彼此關聯	市場及經濟因素為給定條件	市場及經濟因素為給定條件	透過因果關係呈現
運輸服務需求	模型可內生求解並產出結果	模型可內生求解並產出結果	為給定外生條件，須整合其他模型	模型可內生求解
燃料價格變化	模型可內生求解並產出結果	為給定外生條件	為給定外生條件，須整合其他模型	模型可內生求解
經濟與產業成長	模型可內生求解並產出結果	為給定外生條件	為給定外生條件，須整合其他模型	模型可內生求解
技術變化	可由需求面建立誘發技術變動機制	為給定外生條件	模型可內生求解並產出結果	須視模型設計而定
空間與時間分布	有單國與區域模型，單國模型僅能考慮旅行時間節省對效用之影響	可依範圍之界定考慮時空分布問題	未能考慮	須視模型設計而定

資料來源：本計畫彙整。

三、本決策支援系統之政策評估工具

除上述針對不同研究目的而建置之模型類別外，鑒於氣候變遷與溫室氣體減量議題囊括多重專業領域，因此整合不同領域或研究方法遂成為近年來評估模型的發展趨勢。國內外重要能源-環境-經濟模型，以由上而下方法建立者，大多適用於整體性政策分析與擬定，探討對象大多較為廣泛且類別較粗簡，以由下而上方法建立者，則強調微觀世界中技術選擇與策略設計，因此探討對象大多較集中且分類較細緻。

在考慮整合模型必須發揮同時評估來自運輸部門外部的減量政策，與運輸部門本身的減量策略影響之功能下，本計畫認為運輸部門溫室氣體減量模型應包含一套能充分表現運輸部門行為及運輸部門與經濟體系其他部門彼此關聯之 CGE 模型，再輔以基線推估所需之能源消費預測模型，以及針對特定議題分析與參數推估需求所建立的個別模組，以滿足減量政策評估需求。

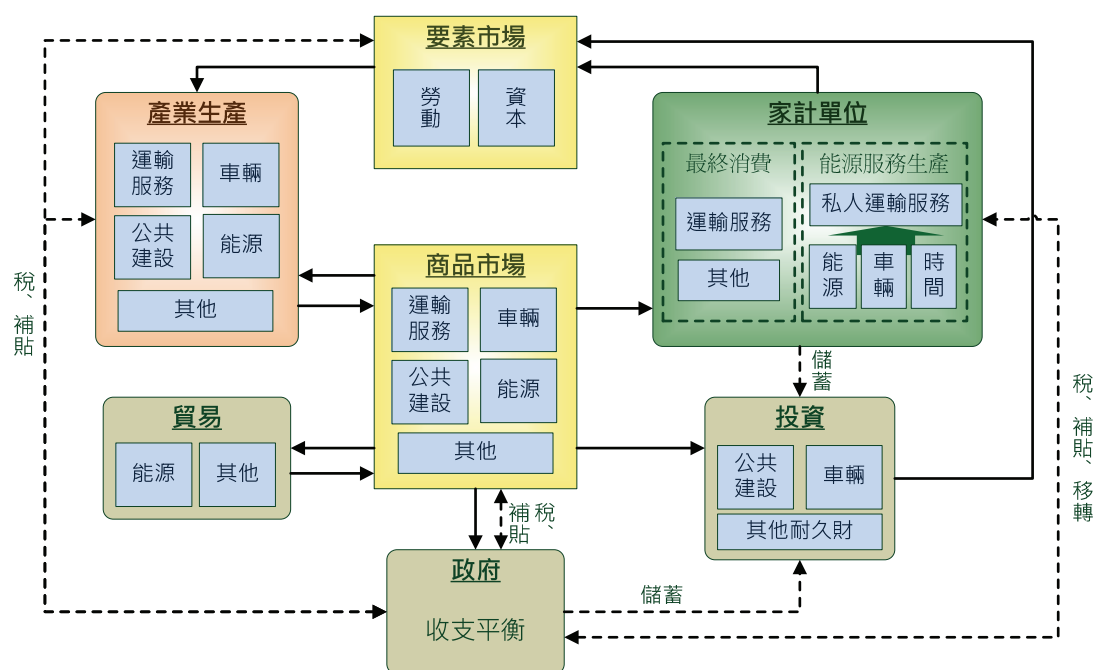
3.1.4 運輸部門 CGE 模型

一、運輸部門 CGE 模型簡介

本計畫建構之運輸 CGE 模型，屬單國動態模型，在整體架構上本模型具備一般 CGE 模型應有的基本架構。目前本計畫建置之運輸 CGE 模型以完成運輸部門節能減碳評估為主要目的，因此尚未完全囊括前述國內外研究之發展面向，建議未來研究可以本計畫為基礎，進一步擴充理論架構與評估功能，以深化模型對運輸部門分析之精細度。

在目前的模型架構中，經濟個體包括產業部門、家計部門、政府部門；描述的經濟活動包括產業生產活動與投資活動、家計部門的消費決策、政府財政收支、商品進出口貿易等；觀察的市場包括國內各類商品市場以及勞動、資本等要素市場。

為了突顯運輸部門與其他部門連動關係，並用以評估運輸節能減碳相關政策，在模型中運輸服務部門、交通基礎建設、家計運輸與能源服務需求皆會加以強化與細緻化。整個經濟體系之周流圖如圖 3.1-7 所示。以下分別就產業部門、家計部門、市場均衡以及投資行為簡要說明。



資料來源：本計畫彙製。

圖 3.1-7 運輸 CGE 模型經濟周流圖

(一) 產業部門

產業部門負責生產，在生產過程中必須由要素市場雇用勞工、購置廠房設備(即原始投入)，再由商品市場購買原物料、水、電、能源、以及運輸服務(含客、貨運)等(即中間投入)，用以生產商品並銷售至商品市場，對商品市場而言，產業部門由市場購入各項商品用以再生產其他商品，其間所產生的需求稱之為中間需求。

能源部門、客、貨運業者、公共建設等，皆為產業部門之一，各產業以及家計部門所使用的能源，即由能源部門所提供，各產業以及家計部門所使用的客、貨運服務，則由客、貨運業者所提供。

產業部門對於商品生產數量之供給，以及對原物料投入與原始投入需求，係以如何在生產技術限制下追求利潤最大為前提，所求得之最適組合，而影響此組合之重要因素，即為銷售商品之相對價格以及投入要素之相對價格。當投入要素彼此間可相互替代，則只要要素間相對價格發生改變，廠商便會以相對便宜的要素取代相對較貴的要素。而決策此替代程度的參數，即為替代彈性。

生產技術由生產函數來表示，所謂生產技術即代表各項生產投入與產出之關係，因此生產函數形式的設定，將影響各項生產投入彼此間之替代關係，也會影響投入與產出之比例，替代關係不同，將在能源相對價格發生變化時，改變能源使用結構，投入產出比例不同，代表能源生產力與技術的變化，因此在計算能源密集度或 CO₂ 密集度時，能源結構與生產力都將影響求算結果。

目前各產業部門之生產函數以固定替代彈性(Constant Elasticity of Substitution, CES)函數設定之，為區隔兩兩投入要素間替代彈性之差異，同時適度減少模型彈性參數數量，故以巢式結構設定生產函數，將性質相近的要素歸為同一層，以設定其 CES 彈性。

(二) 家計與政府部門

家計與政府部門被稱為最終消費部門，家計部門由商品市場購買各類最終商品以追求其效用最大，購買各項商品的所得來源，則為家計部門提供勞務與資本至要素市場所賺取的報酬。

因此家計部門消費的商品中，當然包含各類能源以及運輸服務，

所謂運輸服務為消費者搭乘客運以及大眾運輸工具所產生的支出，也包括貨物託運所產生的支出，在引入家計生產函數之後，家計部門利用自有運具、燃料及使用自有運具所衍生之所有成本，皆可為自己生產運輸服務，因此私人運輸服務也成為家計部門消費的商品。

效用函數的設定，利用 CES 函數及巢式結構，同樣決定了不同商品間的替代關係，也決定了家計部門對商品的偏好。雖然模型中對於彈性參數在功能上保留了隨時間而改變的特性，但因缺乏實證資料的支持，本計畫尚難以將政策對偏好及彈性的影響，反映到彈性參數的改變上，此亦有賴未來相關基礎研究的推估，以適切地修正參數設定。

政府部門雖同為商品的最終消費者，但與家計不同的是，政府部門僅視其收入之多寡，決定對各類商品與勞務之需求，而政府所得來源則為稅收與移轉性收入。

(三) 投資行為

投資亦被歸類為最終消費，凡是產業部門在生產過程中所購置的耐久財貨，皆視為產業部門的投資，而這些耐久財貨亦由商品市場購入。因此一旦政府或產業部門從事大型投資開發計畫，將透過耐久財的購置，帶動生產耐久財產業以及上下游產業的發展。

投資的決策則建立在新古典理論的基礎上，以追求各期利潤現值總和最大為目標，在資本累積與生產技術限制下，決定各期投資金額。在本模型中，假設投資者為短視(myopic)的。

(四) 市場均衡

一般均衡模型要求體系內所有市場必須達到均衡，所謂均衡指系統在沒有外力干擾下，達到穩定不再波動的狀態，因此在商品市場達到均衡時，生產者的供給，必須滿足所有消費者的需求(包括中間需求與最終需求)，此時均衡的市場價格及成交數量同時被決定。透過此一條件，使得價格機制成為影響 CGE 模型的關鍵，經由眾多價格關係的串連，使得政策得以在部門交互作用下傳遞開來。

然而考慮到公共運輸票價，可能因為公共政策而無法在短期內充分反映市場供需，例如市區公車票價調整頻率及幅度都受到限制、偏遠地區公路運輸長期受到補貼等，因此模型中一方面透過補貼率反映

運輸業者因票價與營運成本之差異，另一方面透過運具間差異化的彈性設定，降低票價對市場供需的反應程度。

二、運輸部門 CGE 模型之參變數清單

在運輸部門 CGE 模型中，必須經由外部資訊進行設定，或經由歷史模擬進行校估之參數，彙整如表 3.1-2 所示。主要包括各類中間投入之替代彈性、技術進步率、各項商品或運輸服務之稅率(補貼率)、未來年人口數、進口能源價格以及基期年之能源消費量與 CO₂ 排放量等。

表 3.1-2 運輸部門 CGE 模型之外生參數清單

參數名稱	說明
基期就業人數	基期就業人數
潛在發電產能	利用歷年規劃之可能裝置容量計算
基期能源別CO2排放量	基期能源別CO2排放量(2006年為252,068千公噸)
基期部門與能源別CO2排放量	基期部門與能源別CO2排放量(2006年為252,068千公噸)
人口數	採用國發會中推計值
化石能源/電力之替代彈性	各部門之化石能源/電力之替代彈性
資本/化石能源之替代彈性	各部門之資本/化石能源之替代彈性
主要勞動/次要勞動之替代彈性	各部門之主要勞動/次要勞動之替代彈性
複合勞動/KE之替代彈性	各部門之複合勞動/KE之替代彈性
其他中間投入/LKE之替代彈性	各部門之其他中間投入/LKE之替代彈性
非運具用油之替代彈性	各部門之非運具用油之替代彈性
天然氣/燃氣之替代彈性	各部門之天然氣/燃氣之替代彈性
燃油(COL)/燃氣(CGS)之替代彈性	各部門之COL/CGS之替代彈性
公共客運(TS11)/私人客運(TS12)之替代彈性	各部門之TS11/TS12之替代彈性
短程陸上客運(TS111)/長程陸上客運(TS112)/其他客運(TS113)之替代彈性	各部門之TS111/TS112/TS113之替代彈性
捷運/市區公車/計程車/其他客運之替代彈性	各部門之捷運/市區公車/計程車/其他客運之替代彈性
軌道客運/國道客運/一般公路客運之替代彈性	各部門之軌道客運/國道客運/一般公路客運之替代彈性
內燃機汽車(TS121)/替代燃料車(TS122)/機車(TS123)/自行車(TS124)之替代彈性	各部門之TS121/TS122/TS123/TS124之替代彈性
車用汽油/車用柴油/汽車修配/自用汽車之替代彈性	各部門車用汽油/車用柴油/汽車修配/自用汽車之替代彈性
電動車/電動車用電之替代彈性	各部門之電動車/電動車用電之替代彈性
油電混合車/車用電/車用油之替代彈性	各部門油電混合車/車用電/車用油之替代彈性
機車用汽油/機車修配/機車之替代彈性	各部門之機車用汽油/機車修配/機車之替代彈性
自行車之替代彈性	各部門之自行車之替代彈性
購入貨運(TS21)/自營貨運(TS22)之替代彈性	各部門之TS21/TS22之替代彈性
軌道貨運/公路貨運/自營貨運之替代彈性	各部門之軌道貨運/公路貨運/自營貨運之替代彈性
客運(TS11)/貨運(TS21)之替代彈性	家計部門之客運(TS11)/貨運(TS21)之替代彈性
國產品/進口品之替代彈性	各商品國產品/進口品之替代彈性
內銷/出口之轉換彈性	各商品內銷/出口之轉換彈性
資本配置彈性	資金在部門間分配之彈性
從價稅率	各部門之中間投入之從價稅稅率
從量稅率	各部門之中間投入之從量稅稅率
產出稅率	各部門單位產出之稅率
CO2稅率	各部門單位產出之CO2排放之稅率
家計部門汽燃費率	家計部門負擔之汽燃費率
出口商品國際市場價格	出口商品國際市場價格
進口商品國際市場價格	進口商品國際市場價格
總要素生產力	總要素生產力
技術進步率	技術進步率
家計部門偏好參數	家計部門偏好參數

資料來源：本計畫彙整。

三、運輸部門 CGE 模型之主要產出資訊

運輸 CGE 模型可以提供總體經濟層面的資訊，如 GDP、國民所得、就業等，也可以提供產業資訊，如產業成長、產業結構，更能夠提供每一個產業部門與家計部門之能源消耗量、運輸需求量、能源價格、運輸服務價格等相關資訊，模型可產出之各項內生變數如表 3.1-3 所示。

表 3.1-3 運輸部門 CGE 模型之內生變數清單

內生變數名稱	說明
複合能源	巢式結構中經加總電力、生質能源、化石能源後之總合能源數量
KE	巢式結構中將資本與能源加總後之數量
總勞動雇用量	總勞動雇用量
LKE	巢式結構中勞動/資本/能源總合數量
化石能源	巢式結構中經加總煤、油、氣後之總合能源數量
複合油品	複合油品數量
複合燃氣	天然氣/燃氣總合數量
客運量	客運總量
公共運輸客運量	公共運輸總量
短程公共運輸客運量	短程公共運輸客運量，巢式結構中經加總市區公車、捷運及計程車而得
長程公共運輸客運量	長程公共運輸客運量，巢式結構中經加總公路客運、國道客運及非捷運之軌道運輸而得
私人運輸客運量	私人運輸客運量
自小客車客運量	自小客車客運量
電動車客運量	電動車客運量
機車客運量	機車客運量
自行車客運量	自行車客運量
貨運量	總貨運量
公路貨運量	公路貨運量
國內水運/國內空運貨運量	國內水運/國內空運貨運量
產量	產量
發電量	發電量
要素雇用量	要素雇用量
進口量	進口量
進口/國產複合商品數量	進口/國產複合商品數量
出口量	出口量
民間消費量	民間消費量
要素價格	要素價格
平均複合能源價格	平均複合能源價格
平均資本/能源價格	平均資本/能源價格
平均工資	平均工資
平均勞動/資本/能源價格	平均勞動/資本/能源價格
平均化石能源價格	平均化石能源價格
平均複合油品價格	平均複合油品價格
平均複合燃氣價格	平均複合燃氣價格
平均客運價格	平均客運價格
平均公共運輸價格	平均公共運輸價格
平均都會公共運輸價格	平均短程公共運輸價格
平均城際公共運輸價格	平均長程公共運輸價格
平均私人運輸價格(使用成本)	平均私人運輸價格(使用成本)
平均自小客車運輸價格(使用成本)	平均自小客車運輸價格(使用成本)
平均電動車運輸價格(使用成本)	平均電動車運輸價格(使用成本)
平均機車運輸價格(使用成本)	平均機車運輸價格(使用成本)
平均自行車運輸價格(使用成本)	平均自行車運輸價格(使用成本)
平均貨運價格	平均貨運價格
平均公路貨運價格	平均公路貨運價格
平均國內水運/國內空運貨運價格	平均國內水運/國內空運貨運價格
各商品生產者價格	各商品生產者價格
配電價格	配電價格
進口/國產複合商品平均價格	進口/國產複合商品平均價格
國產內銷商品價格	國產內銷商品價格
匯率	匯率
消費者物價	消費者物價
投資	投資
利率	利率
報酬率	報酬率
總稅收	總稅收
國內生產毛額	國內生產毛額
裝置容量/產能	裝置容量/產能

資料來源：本計畫彙整。

四、歷年運輸部門 CGE 模型之應用成果

為滿足決策支援系統對運輸部門節能減碳政策評估與決策支援之功能，本計畫多年來運用運輸部門 CGE 模型，逐步考慮各類減量策略對運輸部門之影響，最後在考慮政策配套執行情況下，完成多組減量策略組合成效評估工作，評估結果摘錄於表 3.1-4。

由於運輸部門能源消費型態同時受到外在環境與內部政策之影響，因此進行政策評估時，亦將政策類型區分為外在條件與內部政策兩類。外在條件一方面考慮無法主控改變的大環境變化，例如國際能源價格的波動，或者國際經濟情勢的變化等；另一方面，非運輸部門的政策作為亦歸類為外在條件的評估之中，由於運輸部門節能減碳策略影響層面較為侷限，其節能與減碳成效，常受到外在環境的改變而出現逆轉，因此本計畫特地將非針對運輸部門設計之政策（如能源稅、核能政策、電價政策等）納入評估中，以說明運輸部門在節能減碳過程中面臨的挑戰。至於針對運輸部門所設計的節能減碳策略，則歸類為內部政策，本年度考慮的政策工具包括公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助、替代燃料添加、汽車汰舊換新等。

根據評估結果，獲得主要結論為：

1. 由於本次案例以國際油價上漲 50% 為例，國內汽油價格相對基線上漲幅度約在 39% 至 41% 之間，柴油在 27% 至 29% 之間，幅度相對較高，影響層面廣泛，且直接提高燃料使用成本，因此對運輸部門減量之效果顯著，無論對客運或貨運需求，皆有明顯的抑低效果，但相對的，其所付出之代價(GDP 損失)亦相對較高。使運輸部門 2025 年 CO₂ 排放量較基線下降 13.18%，減量成本約為每公噸新台幣 4,653 元。
2. 汽燃費隨油徵收費率在假設汽油每公升 2.5 元，柴油每公升 1.5 元情況下，國內汽、柴油價格相對基線上漲約 7% 與 4%，為運輸部門帶來之減量效果約 1,914 千公噸（較基線下降 4.85%）；由於取消固定支出之隨車徵收汽燃費，家計部門可支配所得增加，故隨油徵收策略對 GDP 具正面影響。
3. 在油價較高的情況下採取汽燃費隨油徵收策略可獲得較好的減量成效，例如在相同的汽燃費隨油徵收費率下，高油價情境的汽燃

費隨油徵收策略約可減量 4,150 千公噸 (較基線下降 10.52%)。

4. 公共運輸票價補貼將吸引更多客運需求，約較基線增加 21.58%，但由於目前情境對捷運補貼費率較高(每延人公里 1 元)，故運輸部門用電量將明顯增加，約較基線增加 57.51%，整體能源消費量擴增 1.56%，排放量增加 3.28%；而在不考慮增闢財源情況下，補貼措施將對其他財政支出產生排擠，故公共運輸補貼策略將造成 GDP 下降 0.28%。
5. 在不增加總運量的情況下，汽燃費隨油徵收相對公共運輸票價補貼具有更好的運具移轉效果，但因具有抑制運量的效果，故使整體運輸部門能源消費量減少，在能源消費結構上則轉移至電力，且對經濟之衝擊亦較小。
6. 直接對電動車購車補貼對電動車導入市場成效優於增加燃料使用成本之間接策略，但因目前電動車市場占有率仍舊過小，致無法觀察可能造成 GDP 之變化。

鑒於節能減排策略的多元發展，不同政策的減量效果（能源消耗和排放量降低）與衝擊影響（總成本和效益）範疇不盡相同，因此歷年來在避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)之思考主軸下，分別在三層面設計了不同政策進行評估。然而 ICCT 將「技術」層面獨立於外，為行為面減量措施提供了另一個有效的減量途徑。為了掌握技術與替代能源對運輸部門減量可能存在的貢獻，本年度針對低碳運具補貼措施，搭配前述各項運輸政策進行整合策略評估。此外，由於基礎建設為採用上述各項減量措施前，需要先行開發之必要工作，為建立基礎建設之評估機制，本年度亦同時以軌道基礎建設為例，說明基礎建設對運輸部門排放之影響。新增之策略評估細節請參閱第四章。

表 3.1-4 運輸部門節能減碳政策組合影響評估

政策項目 基線	基線 ●	2025 年相對基線變化				2025 年相對基線變化				
		case 1	case 2	case 3	case 4	case 5	case 6	case 7	case 8	case 9
		●	●	●	●	●	●	●	●	●
國際原油價格上漲 (50%)										
公共運輸票價補貼 (台鐵 0.3，捷運 1.0，國道客運 0.5， 公路客運 0.5，市區公車 0.5)	●	●	●	●		●		●	●	
汽燃費隨油徵收 (汽油 2.5，柴油 1.5)		●	●	●			●	●	●	
電動車購車補貼 (每輛 10 萬元)			●	●				●	●	
電動車免徵貨物稅				●					●	

GDP	百萬元	-60,295	-4,118	-4,117	-4,117	-24,193	-123,477	-28,637	-28,636	-28,636
	(%)	-0.28	-0.02	-0.02	-0.02	-0.11	-0.58	-0.14	-0.14	-0.14
客運總運量	千人公里	81,611,440	-2,831,934	-2,831,757	-2,831,757	-22,102,194	91,982,422	-24,620,178	-24,620,006	-24,620,006
	(%)	21.58	-0.75	-0.75	-0.75	-5.84	24.32	-6.51	-6.51	-6.51
貨運總運量	千噸公里	-182,254	-93,112	-93,104	-93,104	-1,885,629	-1,973,312	-1,871,222	-1,871,215	-1,871,215
	(%)	-0.29	-0.15	-0.15	-0.15	-3.01	-3.15	-2.98	-2.98	-2.98
運輸部門能源消費總量	公秉油當量	308,195	-27,319	32,034	32,034	-1,391,479	-775,591	-1,485,640	-1,426,471	-1,426,471
	(%)	1.56	-0.14	0.16	0.16	-7.03	-3.92	-7.51	-7.21	-7.21
運輸部門用電量	公秉油當量	212,637	12,298	12,464	12,464	18,672	266,498	18,507	18,672	18,672
	(%)	57.51	3.33	3.37	3.37	5.05	72.07	5.01	5.05	5.05
運輸部門 CO2 排放量	千公噸	1,294	-620	-623	-623	-5,199	-1,527	-5,677	-5,680	-5,680
	(%)	3.28	-1.57	-1.58	-1.58	-13.18	-3.87	-14.40	-14.40	-14.40
公共運輸比例	(百分點)	17.60	0.13	0.13	0.13	1.26	24.78	1.40	1.40	1.40
電動車產值	百萬元	-3	-3	17	17	-3	-4	-3	16	16
	(%)	-0.45	-0.35	2.33	2.33	-0.41	-0.59	-0.42	2.26	2.26
電動車車輛數	輛	28	32	130	130	22	16	21	119	119
	(%)	0.72	0.82	3.37	3.37	0.57	0.42	0.56	3.09	3.09

資料來源：本計畫推估。

3.2 溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

本計畫對於運輸部門之能源總計消費量模型之建構，主要是以多元迴歸模型為其建模方法，且運用「聯立方程式同時校估模型(Simultaneous-equation model)」進行模型參數之校估並加以預測各能源之消費量。

3.2.1 分析範疇

- 一、運具類別：由於運輸部門能源消費量資料來自經濟部能源局公布之能源平衡表，故本模型將依循該資料所定義之運輸部門能源消耗量範圍，其範圍涵概公路、鐵路、國內航空與國內水運之能源消費量，而國際航空與國際水運則採另列方式不計入本國運輸部門能源消費量中；此外，運輸部門內之各類「場站用電」計入服務業部門，故模型中將不計算場站用電。
- 二、能源類別：依據能源平衡表中國內運輸部門之能源消費類別，共分為 7 種能源：(1)公路汽油；(2)公路柴油；(3)鐵路電力；(4)鐵路柴油；(5)國內水運燃油；(6)國內水運柴油；(7)國內航空燃油。
- 三、資料型態：因此本模型即以上述分類方式蒐集經濟部能源局提供之新版能源平衡表內之各能源消耗量，並取 1991 年至 2013 年間之時間序列數據，總計 23 年，並以油當量單位及電力單位-千度之前提下，作為模型資料來源。

3.2.2 能源消耗歷史趨勢分析

將 1991 年至 2013 年歷史數據繪製如圖 3.2-1，可觀察到幾個現象：

- 一、在長期趨勢上，公路汽油、公路柴油以及鐵路電力皆呈現成長趨勢；
- 二、鐵路電力成長速度高於其他運具之能源消費；
- 三、鐵路電力在 1996 年台北捷運通車後，與 2008 年台灣高速鐵路通車後皆呈現跳躍式成長；
- 四、公路汽、柴油使用量在 2004 年之後明顯減少，之後則維持在平緩的零成長趨勢。

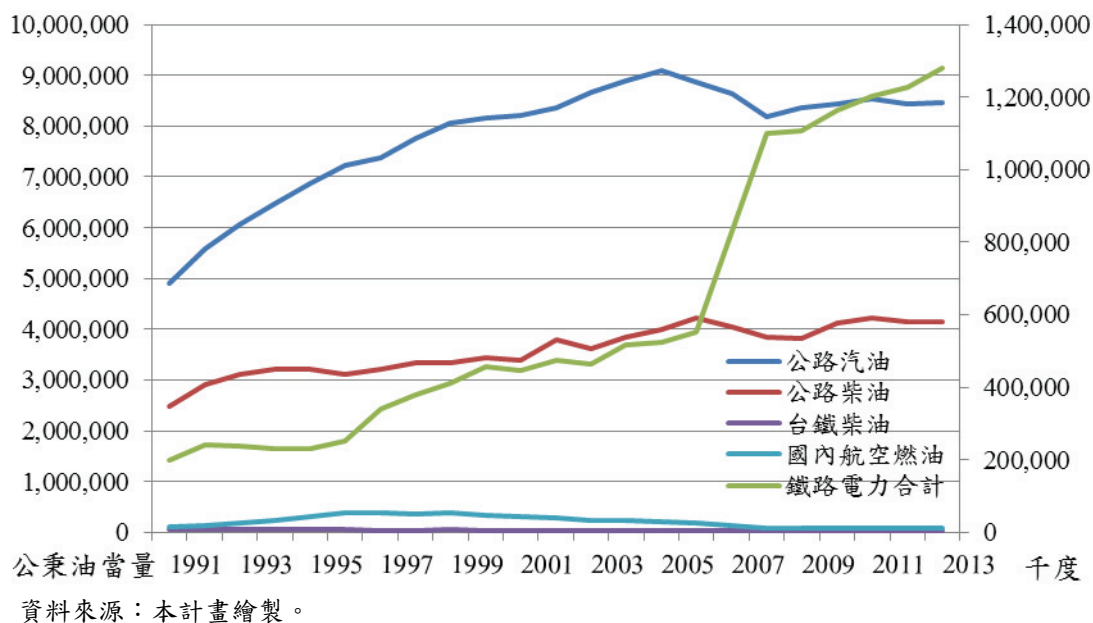


圖 3.2-1 各能源 1991-2013 消費量趨勢

至於能源消費量相對較小的鐵路柴油、國內航空燃油、國內水運燃油、國內水運柴油等，則分別繪製於圖 3.2-2 至圖 3.2-5。圖 3.2-2 說明鐵路柴油之歷史消費量趨勢，於 1999 年後逐年遞減之趨勢明顯，推測係因台鐵逐年推動鐵路電氣化緣故，於 2009 年後則趨於平穩。

單位：公秉油當量。

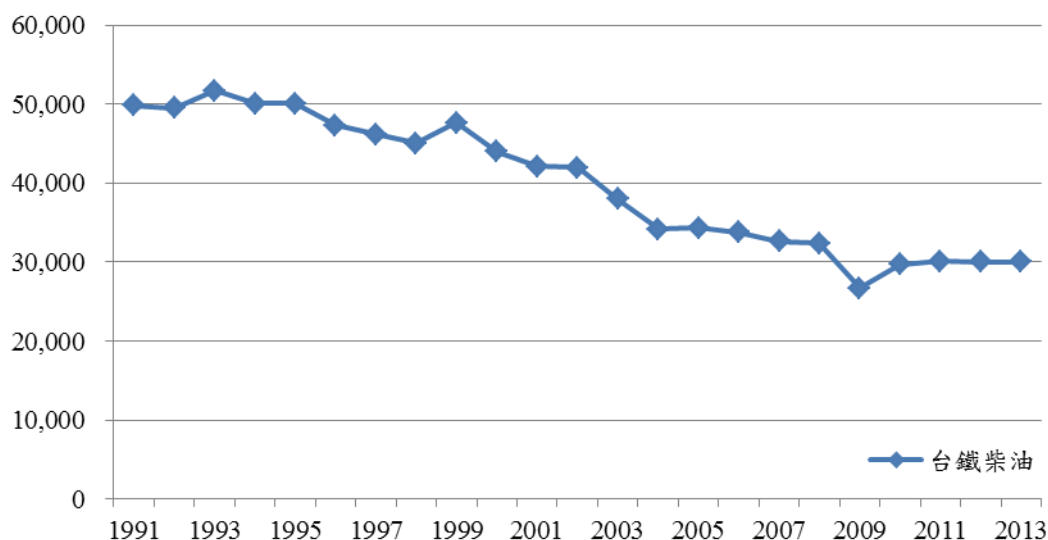
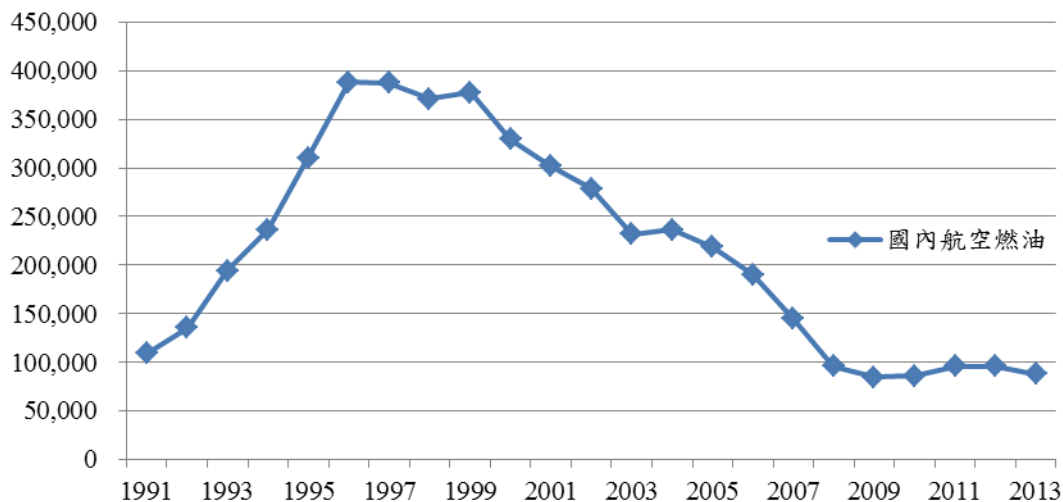


圖 3.2-2 鐵路柴油 1991-2030 歷史消費量趨勢

由圖 3.2-3 可知國內航空燃油隨著油價節節攀升、高鐵興建工作啟動、國內航空業務量萎縮，消費量自 1996 年開始呈現逐年遞減，並於 2007 年之後

趨於平穩。

單位：公秉油當量



資料來源：本計畫繪製。

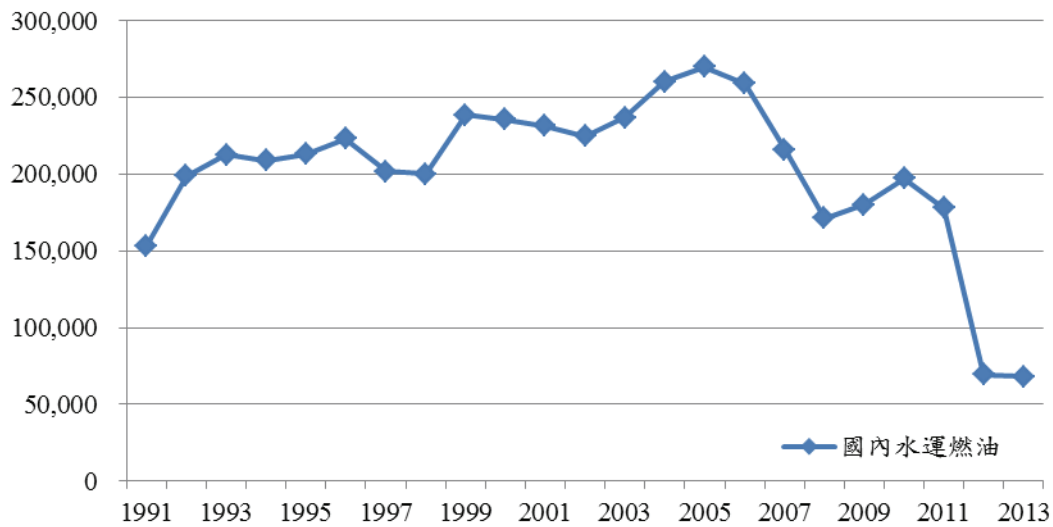
圖 3.2-3 國內航空燃油 1991-2013 歷史消費量趨勢

水運能源消耗量可分水運燃油與水運柴油兩部分，由圖 3.2-4 與圖 3.2-5 可看出其能源消耗量缺乏明確長期趨勢，國內水運燃油部份，自從 2006 年開始即明顯減少；國內水運柴油部份，於 1996 年起劇烈增長，至 2001 年達最高，於 2003 年銳減至接近 1996 年水準，其後於 10 萬公秉油當量附近穩定小幅波動。

3.2.3 變數選擇

在自變數之選取上，基於理論上之因果關係，本計畫選擇「國內生產毛額(GDP)」作為具代表經濟活動強度之自變數；此外，因能源價格亦為影響能源消耗量之重要元素之一，故「進口原油價格」亦應納入模型中，為增加模型精確性，本年度另加入「高速公路車次」與「國內航班每週飛行次數」作為考量能源消耗量之重要因素；另外，亦納入「公路長度」、「高鐵運量(延人公里)」、「捷運運量(延人公里)」、「高鐵軌道長度」4 種政策變數。其中 GDP 可由行政院主計總處取得資料，而能源價格之部分則可由經濟部能源局及中油公司得之，道路、軌道長、與高鐵、捷運運量等則可由交通部取得。相關模型變數彙整請見表 3.2-1。

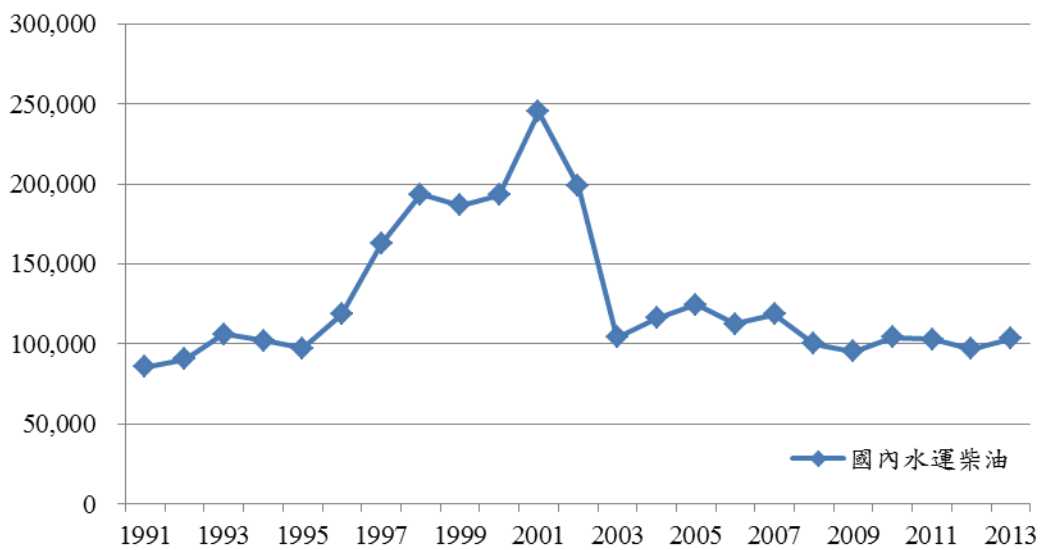
單位：公秉油當量。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-4 國內水運燃油 1991-2013 歷史消費量趨勢

單位：公秉油當量。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-5 國內水運柴油 1991-2013 歷史消費量趨勢

表 3.2-1 模型變數彙整表

	變數名稱	單位
因變數	公路汽油	公秉
	公路柴油	
	鐵路電力	千度
	鐵路柴油	公秉
	國內水運燃油	
	國內水運柴油	
	國內航空燃油	
自變數	國內生產毛額(GDP)	新台幣：百萬元
	進口原油價格	元/公升
	高速公路車次	元/公升
	國內航班每週飛行次數	元/公升
	公路政策變數	無
	公路長度	公里
	高鐵政策變數	無
	高鐵運量	延人公里
	捷運政策變數	無
	捷運運量	延人公里
	軌道長度政策變數	無
	高鐵軌道長度	公尺

資料來源：本計畫彙整。

國內水運部分，考量其特殊資料特性，依據工作會議結論，將其設定為第二組聯立方程式，其能耗量以前期能耗、GDP、與進口原油價格等解釋變數進行推估，並且在國內水運柴油部分，由於其能耗趨勢於 2001 年有大幅之變動(詳參圖 3.2- 5)，於模型中設定一虛擬變數以分析之。

3.2.4 模型建構

基於能源消耗量的歷史趨勢呈現波動現象，比較不適合以線性函數模型來描述其消費量的歷史趨勢，本計畫係以 Cobb-Douglas 函數為基礎，同時將政策變數放入該函數中，其一般式可表示如方程式(3-1)：

$$E_t = \alpha_0 x_{1t}^{\beta_1} x_{2t}^{\beta_2} x_{3t}^{\beta_3} x_{4t}^{\beta_4} x_{5t}^{Z_1\beta_5} x_{6t}^{Z_2\beta_6} x_{7t}^{Z_3\beta_7} x_{nt}^{Z_m\beta_n} \quad (3-1)$$

其中， E_t ：能源 E 在 t 年的消費量

x_{it} ：自變數 x_i 在 t 年的值，假設有 n 個自變數 ($i=1,2,\dots,n$)

Z_{jt} ：政策變數，其值為 0 或 1。1 表示 t 年已實施政策 Z_j ，0 表示否，

假設政策變數有 m 個($j=1,2,\dots,m$)

α_0 、 β_i 、 α_j ：為模型參數。

此外，由於 Cobb-Douglas 函數的特性， β_i 之意義即為能源 E 對自變數 x_i 的彈性(elasticity)，當 x_i 為能源 E 的價格時，則 β_i 即為能源 E 的價格彈性； α_j 則稱其為政策 z_j 的乘數效應參數。

在進行模型參數校估時，可將方程式(3-1)作適當轉換以便於進行參數校估，故本計畫即將其等號兩邊同時取自然對數以轉換為一線性方程式(3-2)，再進行參數校估。

$$\ln E_t = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_{it} + \sum_{j=i+1}^m z_{jt} \beta_{jt} \ln x_{jt} \quad (3-2)$$

其次，考慮到運具彼此間可能存在交互影響，例如運具間存在替代或互補關係、使用相同能源的運具同時受到能源價格之牽動等，而造成聯立方程式具有「殘差項相關」的問題，故使用「近似無相關迴歸模型(Seemingly unrelated regression, SUR)」進行推估。國內水運部分，考量其特殊資料特性，則與其他運具之能耗分開推估。

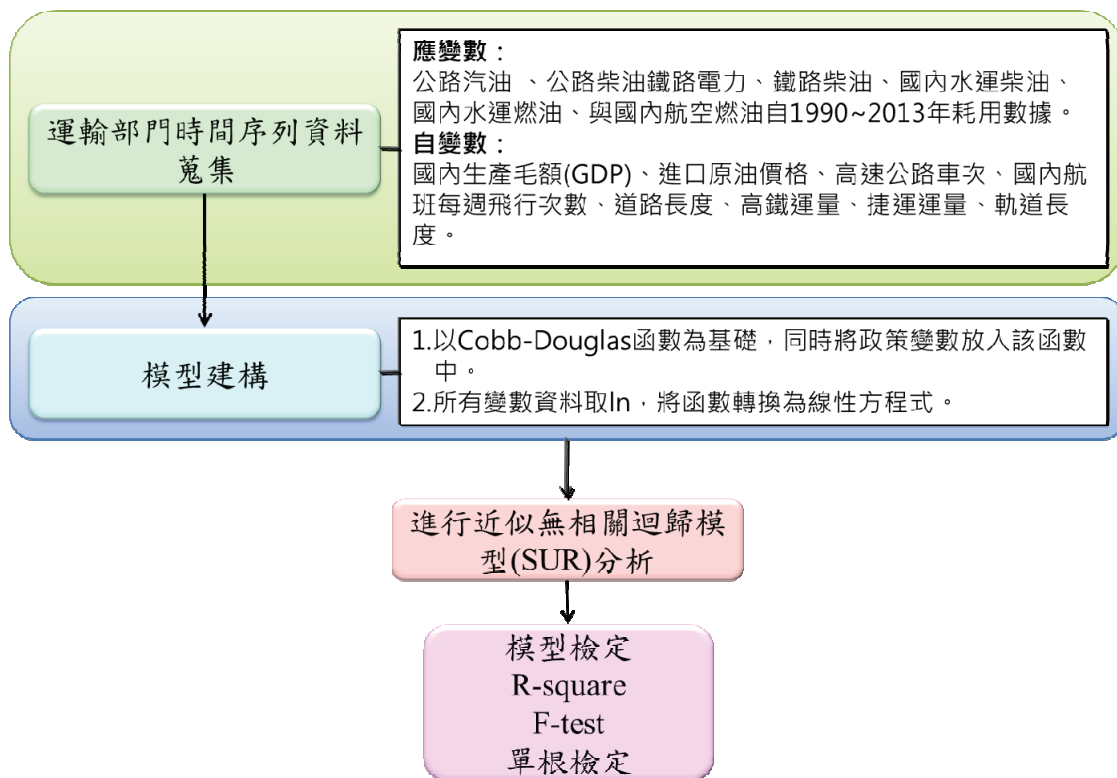
3.2.5 模型參數推估

本計畫係利用 Eviews 統計軟體為模型參數推估工具，對於自變數及因變數於 1990 至 2013 年間之數據資料，皆取其 \ln 值後，以 SUR 取得各參數校估結果，此外，亦同時檢視其 R-square、p-value 以及 Durbin-Watson stat，前者係評估是否接受該模型，而 p-value 係評估模型中之各自變數與因變數間之顯著性，而模型中通常僅會保留 p-value 小於 0.05 之自變數；Durbin-Watson 統計量旨在確保相鄰殘差間不具備續列相關，以 1 至 3 之間為合理結果，模型參數推估流程請參考圖 3.2-6。

各能源消耗量之「聯立方程式同時校估模型」參數推估結果請參考表 3.2-2。同時為提供各運輸能源消耗之基線予 CGE 模型進行基線校估，因此，以上述各模型結構為基礎進行未來年(2014 至 2030 年)之預測。推估結果顯示，各方程式兩種模型皆存在良好的 R^2 ，此外，Durbin-Watson 統計量檢定值亦皆於 1 至 3 之間，表示相鄰殘差間亦不具備序列相關。

為避免假性回歸問題，本計畫另外針對 15 個屬量變數(航空燃油、鐵路電力、飛行次數、高鐵運量、捷運運量、高速公路車次、進口原油價格、公路

柴油、公路汽油、道路長度、鐵路柴油、水運柴油、水運汽油、GDP、高鐵軌道長度)進行單根檢定，檢定結果發現，除高鐵運量、進口原油價格、鐵路柴油、水運柴油、與水運燃油等，無法拒絕虛無假設外，其他變數皆具定態現象。為確保以上五種變數具共整合現象，進一步透過差分，並再次執行單根檢定，檢定結果顯示出各變數在經一階差分後，均具定態現象。最後藉 Engle Granger 共整合方法，檢視在顯著水準 10%下，其結果拒絕虛無假設，表示變數間具共整合現象。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-6 參數推估流程

3.2.6 基線推估結果

利用表 3.2-2 中各能源別之聯立方程式同時校估模型，計算 2013 至 2030 年之各運輸能源消費之基線，並將其與 CGE 模型之基線進行比較。至於各項自變數未來年之預測值則以時間變數之簡單迴歸推估之。

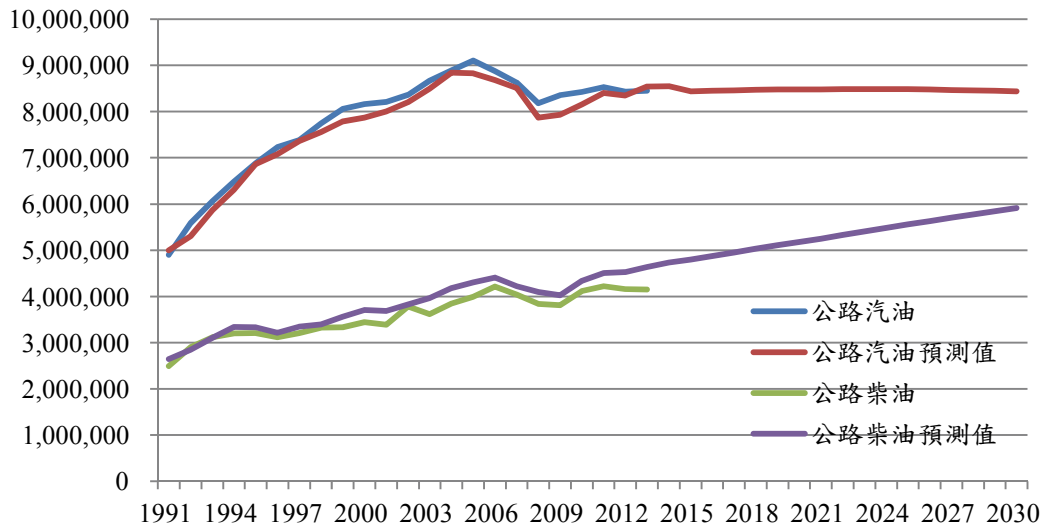
公路汽油能耗部分，通過檢定之解釋變數為 GDP、高速公路車次、國內每週航班次數與國際原油價格等 4 項，依據模型推估結果，2015 年之後公路汽油耗用量呈現持平趨勢；而公路柴油部分，解釋變數為 GDP，而解釋政策變數部分，分別為道路長度、高鐵及捷運運量，依據模型推估結果，2014 年後其耗用量呈現緩步成長趨勢(圖 3.2-7)。

表 3.2-2 各能源「聯立方程式同時校估模型」校估結果

函數	解釋變數	代號	單位	係數	P-value	R^2	Durbin-Watson Stat
公路汽油	截距	C(1)		2.759	0.000	0.988	1.542
	LnGDP	C(2)	新台幣:百萬元	0.192	0.001		
	高速公路車次	C(3)	車次	0.707	0.000		
	國際原油價格	C(4)	美元/桶	-0.039	0.021		
	國內航班飛行次數	C(5)	次/每週	0.135	0.000		
公路柴油	LnGDP	C(10)	新台幣:百萬元	0.951	0.000	0.961	1.552
	政策變數						
	道路長度(z1)	c(12)	公里	-0.004	0.143		
	高鐵運量(z2)	c(15)	延人公里	-0.008	0.000		
	捷運運量(z3)	c(16)	延人公里	-0.006	0.000		
鐵路電力合計	LnGDP(x1)	C(18)	新台幣:百萬元	4.999	0.000	0.987	1.709
	高速公路車次	C(19)	車次	-2.202	0.030		
	國內航班飛行次數	C(21)	次/每週	-5.576	0.000		
	政策變數						
	高鐵運量(z2)	C(23)	延人公里	0.011	0.005		
	捷運運量(z3)	C(24)	延人公里	0.016	0.000		
鐵路柴油(台鐵)	截距	C(25)		-2.363	0.857	0.829	1.020
	高速公路車次	C(27)	車次	-0.759	0.000		
	政策變數						
	台鐵軌道長度(z4)	C(28)	次/每週	1.545	0.070		
國內航空燃油	截距	C(33)		-12.872	0.000	0.981	1.537
	高速公路車次	C(35)	新台幣:百萬元	1.276	0.000		
	國際原油價格	C(36)	美元/桶	-0.221	0.003		
	國內航班飛行次數	C(37)	次/每週	1.145	0.000		
函數	解釋變數	代號	單位	係數	P-value	R^2	Durbin-Watson Stat
國內水運燃油	前期能耗	c(2)	公秉	1.038	0.000	0.675	2.178
	Ln 國際原油價格	c(4)	美元/桶	-0.142	0.022		
國內水運柴油	前期能耗	c(7)	公秉	0.501	0.001	0.762	1.744
	LnGDP	c(8)	新台幣:百萬元	0.417	0.001		
	Ln 國際原油價格	c(9)	美元/桶	-0.254	0.001		
	虛擬變數	c(10)		0.409	0.012		

資料來源：本計畫彙整。

單位：公秉油當量。

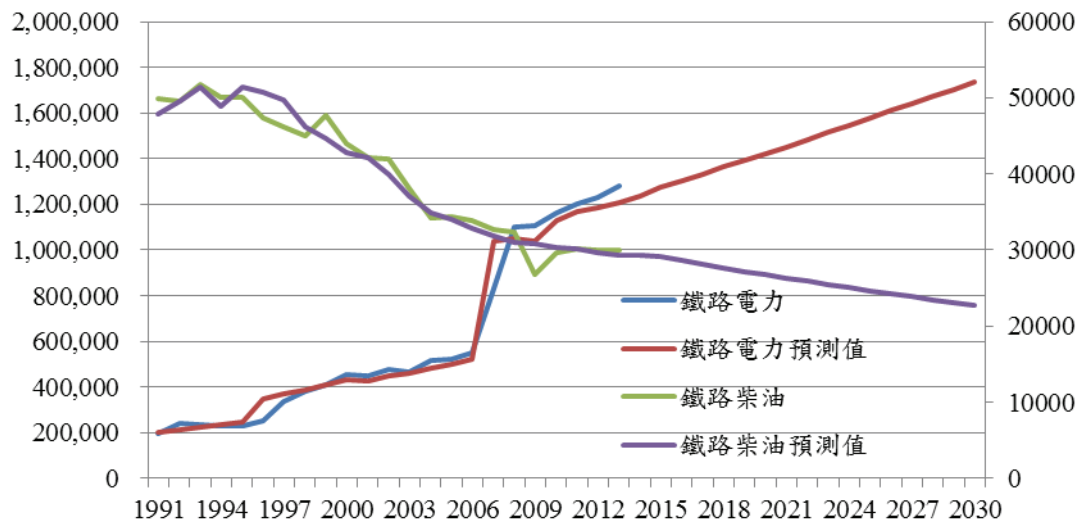


資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-7 1991-2030 公路運輸能耗與基線推估結果

鐵路運輸部分，本模型以鐵路柴油及鐵路電力能耗(電力皆轉換為公秉油當量)為推估項目，受鐵路電氣化影響，鐵路電力耗用歷史數據逐年提升，而鐵路柴油用量則逐年下降，模型推估結果亦呈現相同趨勢，鐵路電力耗用自2014年維持緩步上升，柴油能耗則逐步減緩(圖 3.2-8)。

單位：公秉油當量。



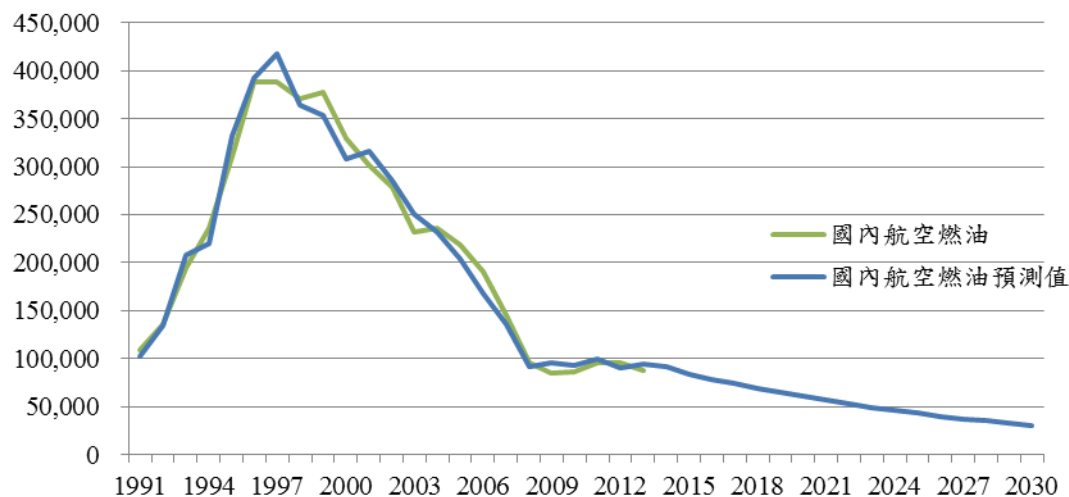
資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-8 1991-2030 鐵路運輸能耗與基線推估結果

國內航空部分，受高鐵建設，北高航線逐步萎縮的影響，國內航空能耗

歷史值至 1998 年始即呈現劇烈下降，自 2009 年始維持穩定減緩趨勢，推估結果亦充分反應國內航空之發展現況，期能耗量至 2030 年呈現平緩減少趨勢(圖 3.2-9)。

單位：公秉油當量。

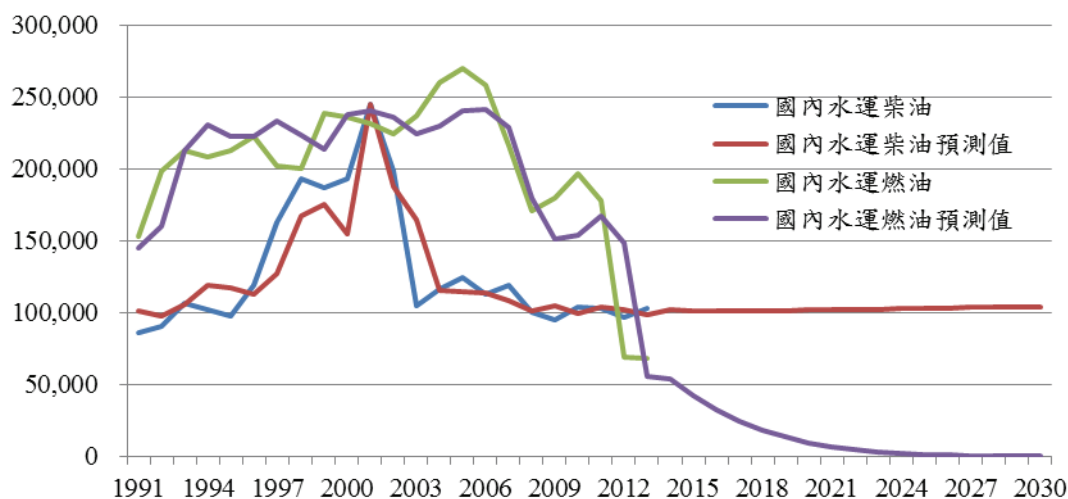


資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-9 1991-2030 國內航空能耗與基線推估結果

國內水運部分推估結果顯示，水運柴油自 2014 年之後，大致維持從 2008 以來的穩定趨勢；而國內水運燃油部分，由於船用燃料油含硫量標準有逐年提升趨勢，水運燃料油耗用量歷史資料自 2005 年以來即明顯減少，依據模型至 2030 推估結果，其能耗量亦將反應此一趨勢，呈現逐年萎縮情況(圖 3.2-10)。

單位：公秉油當量。



資料來源：本計畫繪製。

圖 3.2-10 1991-2030 國內水運能耗與基線推估結果

表 3.2-3 各能源「聯立方程式同時校估模型」預測結果

能源別	以 2013 年為基準(公秉油當量)	2025 年	年平均成長率(%)	2030 年 (公秉油當量)	年平均成長率(%)
公路汽油	8,431,800	10,015,706	0.03	9,959,462	-0.01
公路柴油	4,153,959	6,497,381	2.27	7,267,632	1.98
鐵路電力合計 (千度)	1,278,940	2,565,445	1.63	3,314,599	1.71
鐵路柴油 (臺鐵)	30,070	22,195	-1.52	18,897	-1.53
國內航空燃油	87,958	43,775	-5.37	31,264	-5.73
國內水運柴油	103,222	103,160	0.00	103,726	0.03
國內水運燃油	68,088	1,366	-25.97	115	-29.87

資料來源：本計畫彙製。

3.3 政策決策支援系統操作流程

政策決策支援系統(以下簡稱為 DSS)建置於「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」中，係針對會員專屬設計的功能，因此必須使用會員帳號及密碼方可操作該系統。進入該網頁後，點選右上方之「因應氣候變遷政策決策支援系統」即可進入登錄畫面。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 3.3-1 政策決策支援系統介面-登錄畫面

如 3.1 節所述，DSS 系統提供能源效率與排放之警示指標、排放趨勢分析模組、基線推估、政策選擇與評估等功能。點選系統簡介即可透過其中說明瞭解本系統整體架構與運作邏輯。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 3.3-2 政策決策支援系統介面-簡介畫面



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 3.3-3 政策決策支援系統介面-運作流程說明畫面



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 3.3-4 政策決策支援系統介面-運作方法說明畫面

延續上年度能源警示指標之功能設計，本年度將警示系統更名為「能源效率與排放警示指標」，以呈現指標系統同時囊括能源消費與溫室氣體排放之內涵。在指標選取畫面部分，則延續上年度操作方式，提供時間區段、運具別，以及能源別之數據選單，以便設定查詢範圍。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 3.3-5 政策決策支援系統介面-能源效率功能畫面

排放趨勢分析模組則增設「歷史大事紀」與「能源消費分析模組」兩項，以提供多元歷史數據分析功能。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 3.3-6 政策決策支援系統介面-排放趨勢分析功能畫面

政策評估部分，則將原來以表列選單方式呈現之畫面，改為以拉霸式選單提供政策強度選擇，並且延續多重方案比較之功能，但為維持畫面簡潔，故設計「新增方案」按鈕，以避免不必要的方案留置畫面上。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 3.3-7 政策決策支援系統介面-政策評估功能畫面

3.4 小結

經過多年的資料累積與工具建置後，「因應氣候變遷政策決策支援系統」能夠提供歷史數據觀察、分析以及政策評估等工具，已具備政策決策支援之必要功能。在政策評估部分，更囊括國際能源價格波動、公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車購車補貼以及軌道基礎建設等政策之經濟、能耗與排放評估項目。本章透過逐項呈現系統之整體架構、評估流程、政策評估工具以及系統操作方式，說明本計畫之具體成果。

基於評估工具之特性及運輸政策與行為之多元面向議題，政策評估多半無法仰賴單一工具進行。本計畫經過多年努力，整合 2 至 3 種計算方法與工具，方能提供上述政策評估所需，惟限於基礎研究之不足，以及氣候變遷跨領域研究議題之瞬息萬變，本計畫提出未來研究可進一步強化之方向，包括：

- 一、觀察國際運輸領域之 CGE 模型發展，舉凡外部性分析、道路訂價模型、社會議題、基礎建設、國際貿易、乃至氣候變遷，皆有方興未艾的發展趨勢，本計畫之運輸 CGE 模型以完成運輸部門節能減碳評估為主要目的，因此尚未完全囊括前述國內外研究之發展面向，建議未來研究可以本計畫為基礎，進一步擴充理論架構與評估功能，以強化模型對運輸部門分析之廣度與精細度。
- 二、由於 CGE 模型大多以 top-down 觀點進行評估，故對於微觀的經濟行為與設定難免無法周全，在方法上，本計畫亦說明整合不同屬性但可互補的模型或方法，可充分發揮個別模型之特色，以解決政策評估的缺憾。
- 三、對於以政策評估為主的 CGE 模型，大量的參數設定造成實證分析時相當程度的困擾，雖然可透過文獻蒐集與歷史校估修正，但仍舊缺乏具體實證證據的支持。特別是模型中對於彈性參數在功能上保留了隨時間而改變的特性，但因缺乏實證資料的支持，本計畫尚難以將政策對偏好及彈性的影響，反映到彈性參數的改變上，此亦有賴未來相關基礎研究的推估，以適切地修正參數設定。

第四章 運輸部門節能減碳政策評估

4.1 運輸部門節能減碳政策評估

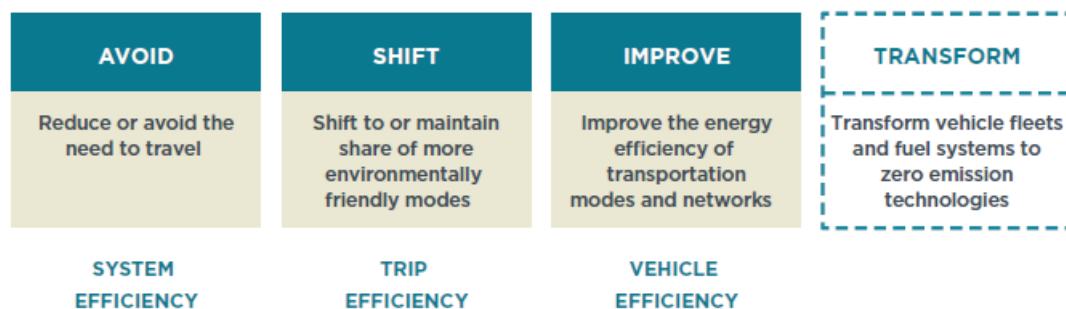
4.1.1 運輸部門節能減碳政策類別

為紓緩全球暖化與能源耗竭的問題，世界各國針對如何減少溫室氣體排放與確保能源永續發展採取各項行動。聯合國於 1997 年召開的聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第三次締約國大會(COP3)通過「京都議定書」，到 2009 年哥本哈根會議(COP15)提出哥本哈根協議(Copenhagen Accord)，甚至到 2012 年的締約國會議(COP18)暨京都議定書生效第八屆締約國大會(CMP8)，各國均針對減少溫室氣體排放及節省能源消耗進行努力。

我國雖然非聯合國會員國，但為善盡身為地球村一分子的责任與義務，政府仍積極推動各項節能減碳措施，並辦理 3 次全國能源會議(1998、2005、2009 年)、國家永續發展會議(2006)、頒布永續能源政策綱領(2008)並根據其擬定節能減碳行動方案、2010 年則頒布國家節能減碳總計畫，訂定十大標竿方案與 35 標竿型計畫等，希望藉由政策全面引導低碳經濟發展，並朝向節能減碳社會邁進。

國際綠能運輸理事會(International Council on Clean Transportation, ICCT)於 2012 發表“Global Transportation Energy and Climate Roadmap”報告，報告中研析世界主要國家相關運輸政策對於燃油消耗與溫室氣體排放之影響。此份報告嘗試提供政府單位與相關決策者下列資訊：不同區域與運具之運輸部門能源及溫室氣體排放情形、過去與現今運輸政策對能源與排放之影響、減少運輸部門能源與排放之可能作為，以及世界主要國家車輛能源效率與運具組成之比較。

ICCT 將運輸部門減量策略依避免(Avoid)、轉變(Shift)、改善(Improve)、轉換(Transform)四個構面進行設計，定義如圖 4.1-1 所示。



資料來源：ICCT(2012).

圖 4.1-1 Avoid-Shift-Improve-Transform (A-S-I-T) 架構圖

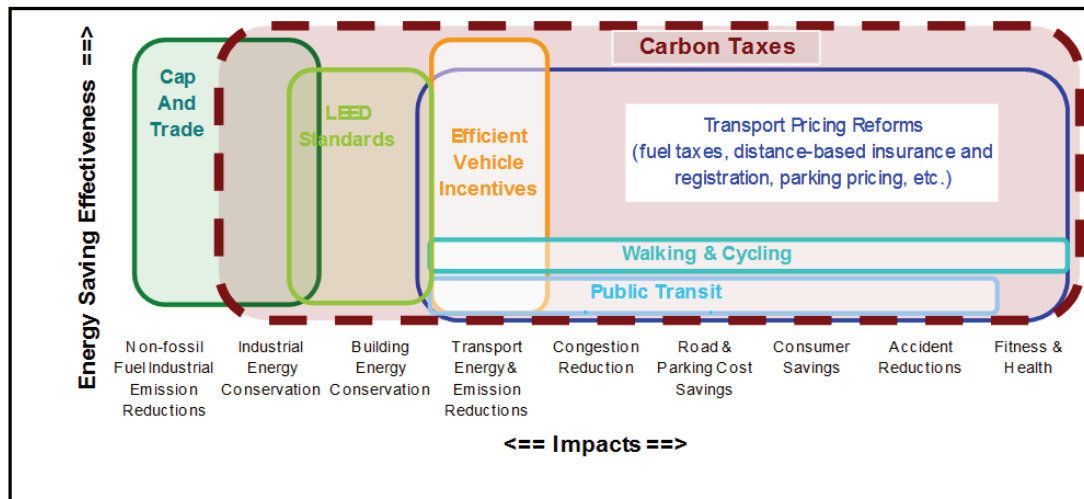
其次，研提可行策略清單，並依四大構面加以歸類，其歸類方式如圖 4.1-2 所示。

Strategies	Avoid	Shift	Improve	Transform
On-road vehicle efficiency Improvements ^d			●	●
Marine and aviation sector Improvements	●	●	●	
Low-carbon fuels			●	●
Land-use planning	●	●		
Travel demand management	●	●		
Sustainable transportation Infrastructure	●	●		
Logistics Improvements	●			
Fiscal measures	●	●	●	

資料來源：ICCT(2012).

圖 4.1-2 ICCT 之減量策略類別

近年來，節能減排相關策略的發展十分多元，但不同政策的減量效果（能源消耗和排放量降低）與衝擊影響（總成本和效益）範疇不盡相同，Litman(2011)將各類策略(如排放交易、能效標準、車輛持有誘因、碳稅、各類運輸稅費、公共運輸推廣等)依其節能成效與衝擊層面彙整如圖 4.1-3。



資料来源：Litman(2011).

圖 4.1-3 減量策略的效果與範疇

4.1.2 決策支援系統節能減碳政策選項

在避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)之思考主軸下，歷年來決策支援系統分別在三層面設計了不同政策進行評估。在「避免」層面，以減少運輸需求之策略運用為主，由於國內運輸需求約半數來自私人運輸，因此系統中以提高私人運輸使用成本為策略設計方向，除了因為外在環境如油價上漲造成的使用縮減外，納入汽燃費隨油徵收策略，以評估私人運輸使用成本增加所獲得之減量成效。

在「轉變」層面，主要目的為改變運具結構，提升公共運輸使用率，以促進整體運輸效率。因此系統以公共運輸票價補貼為主要政策工具，希望藉由公共運輸使用成本降低，搭配前項私人運輸使用成本增加，達到運輸模式間運量移轉之功效。因此增加私人運輸使用成本相關策略同時具備轉變運具結構的功能。

在「改善」層面，主要目的為改善運具之能源使用效率，因此系統設計了老舊汽車汰舊換新策略，以分析運具能效提升所發揮的減量能力。

除上述策略外，ICCT 另外提出了一個分析層面「技術」，為行為面減量措施提供了另一個有效的減量途徑。為了掌握技術與低碳能源對運輸部門減量可能存在的貢獻，系統將低碳車輛推廣視為另一種政策項項，並設計一項直接管制措施，即生質燃料添加之評估，以及一項低碳運具補貼措

施，即電動車購車補貼政策，搭配前述各項運輸政策進行整合策略評估。本年度則更進一步納入油電混合車，做為低碳能源運具選項之一，以比較在技術發展過程中，如何透過技術組合，達到減量目的。

此外，由於基礎建設為採用上述各項減量措施前，需要先行開發之必要工作，因此本年度另新增軌道運輸基礎建設之政策評估選項，一方面由成本效益角度說明基礎建設所帶來之總體經濟效果，另一方面說明為達成公共運輸運量提升目標，所必須搭配之基礎建設在建設階段可能帶來的額外溫室氣體排放以及營運後的減量成效。

4.1.3 運輸部門節能減碳政策情境假設

為考慮多元面向之減量策略與重要交通建設對溫室氣體排放之影響，本計畫歷年來共設計 6 種節能減碳與交通政策組合如表 4.1-1 所示，期望涵蓋 ASI 不同面向之策略，而每項策略可能同時產生多重影響，難以單純歸屬於單一類別。

在進入量化評估前，針對每項策略所做之假設彙整於表 4.1-2。在基線情境部分，除原有採用國家發展委員會推估之「中華民國 2012 年至 2060 年人口推計」之中推計人口數外，同時依 WEO 之預測假設國際能源價格未來趨勢，其中國際原油價格逐年成長至 2030 年約為 2012 年之 1.38 倍，其次為考慮電動車及油電混合車未來發展的可能性，參考 IEA(2014)之預估，設定電動車電池成本於 2030 年較 2012 年降 32%。至於公共運輸補貼率與汽燃費隨車徵收費率則利用現行實徵金額計算有效稅(補貼)率。

在進行政策評估時，為釐清策略之影響，結果呈現時多以策略有無施行之相對變化做為觀察對象，因此本計畫在設計情境時，亦將策略情境與基本情境做一區隔，之後本報告呈現的各項結果，皆指相對基線之變化幅度。以下茲就本年度新增的兩項政策評估 - 「軌道運輸基礎建設」與「推動低碳車輛」進一步說明評估流程與結果。

表 4.1-1 運輸部門節能減碳政策選項類別

策略項目	Avoid	Shift	Improve	Transform
公共運輸票價補貼		※		
汽燃費隨油徵收	※	※		
電動車購車補貼			※	※
生質燃料添加				※
車輛汰舊換新			※	
軌道運輸基礎建設		※	※	※

資料來源：本計畫彙整。

表 4.1-2 運輸部門節能減碳政策情境設定說明

情境		設定說明
基本情境設定	基線	1. 電動車技術 2030 年電池成本較 2012 年降 32%； 2. 國際原油價格逐年成長，至 2030 年約為 2012 年之 1.38 倍
	國際原油價格上漲	1. 自 2014 年起較基線上漲 50%，至 2030 年約為 2012 年之 2.06 倍。
政策項目	公共運輸票價補貼	1. 補貼對象為消費者； 2. 補貼運具包括臺鐵客運、捷運、國道客運、一般公路客運、市區公車； 3. 補貼率分別為臺鐵客運(每延人公里 0.3 元)、捷運(每延人公里 1.0 元)、國道客運(每延人公里 0.5 元)、一般公路客運(每延人公里 0.5 元)、市區公車(每延人公里 0.5 元)； 4. 自 2014 年起。
	汽燃費隨油徵收	1. 施行對象為產業及私人運具使用之燃料； 2. 汽燃費徵收費率為汽油每公升 2.5 元，柴油每公升 1.5 元； 3. 自 2014 年起。
	電動車購車補貼	1. 施行對象為產業及私人購置之電動車； 2. 假設電動車技術假設 2030 年電池成本較 2012 年降 32%； 3. 購車補貼僅指對車輛購置成本補貼，未包含充電站等硬體設施之投資支出； 4. 假設電動車使用年限為 15 年； 5. 補貼率為每輛 10 萬元； 6. 自 2014 年起。
	軌道基礎建設	1. 考量臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段與南環段興建期之資本成本、營運期之運維成本、折舊與利息成本；考量興建期及營運期之總體經濟效益； 2. 建設期間為 2012 至 2022 年； 3. 建設總經費為 1,372 億元，經物價平減後為 1,127 億元； 4. 假設營運後全日旅次量可由 365,974 旅次增為 736,437 旅次，成長 101%。
	生質燃料添加	1. 酒精汽油添加比例增為 0.002%，生質柴油添加比例增為 2%； 2. 自 2014 年起。
	車輛汰舊換新	1. 汰換 15 年以上車輛 20%； 2. 自 2014 年起逐年汰換。

資料來源：本計畫彙整。

4.2 軌道運輸基礎建設總體經濟影響評估

國內在進行重大公共工程建設之可行性評估時，大多由建設成本、旅行時間節省、行車成本、溫室氣體及空氣污染物排放、以及財源籌措等層面計算成本與效益，並據以分析經濟與財務面之可行性。

然而這些公共工程建設可行性分析中，並未考慮工程建設可能透過產業關聯帶動國內各業與就業的發展，Bröcker et al.(2009)、Haddad et al.(2007)、Chen et al.(2014)與 Wing et al.(2007)等文即提到總體經濟層面的影響為衡量國家成本效益不可或缺的一環；Gilbert et al.(2010)、Wing et al.(2007)更提及基礎建設帶來的運能提升及運輸成本減少對民眾之所得、福利之影響，乃至分析所得分配、貧窮改善之效果，為交通運輸建設的重要貢獻。

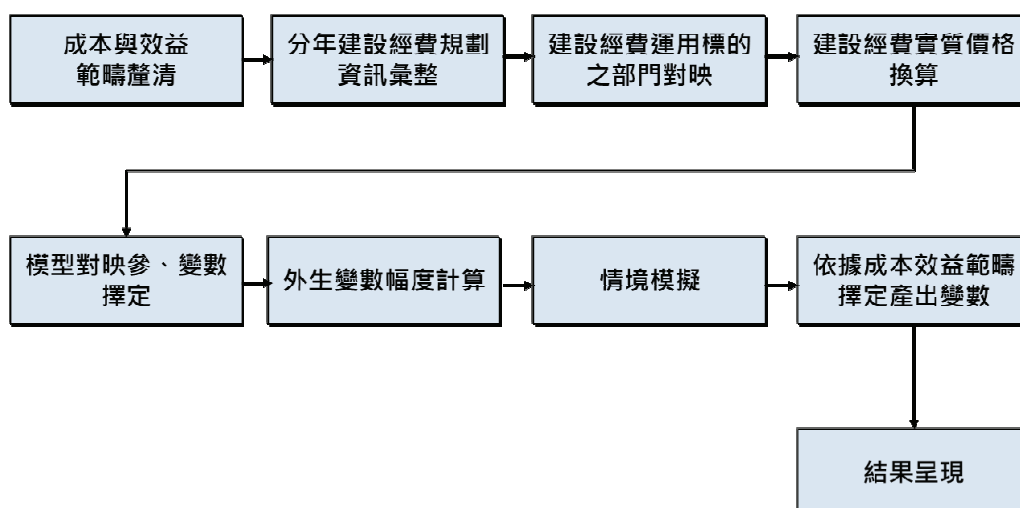
在文獻應用上，基礎建設通常因投資金額龐大，多數對經濟具有帶動效果。對基礎建設對經濟之影響層面包括興建期的投資帶動(Ahmed et al., 2013)；完工後的經濟效益，來自運輸成本降低、運輸時間減少(Conrad, 2000; Bröcker et al., 2009; Haddad et al., 2007; Chen et al., 2014; Wing et al., 2007)；部分研究進一步討論投資財源結構之影響(Ahmed et al., 2013)。

本計畫為建立決策支援系統針對運輸基礎建設之評估流程，以「臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段」之建設案為例，參考「臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段暨周邊土地開發計畫可行性研究」所規劃之分年建設經費以及運量預測，進行總體經濟效益評估。

4.2.1 運輸基礎建設評估流程

由於運輸基礎建設涉及之產業部門較為繁複，因此在評估時，必須經過如圖 4.2-1 之流程，將可得資訊依據評估工具(在系統中即為運輸 CGE 模型)之參變數定義，計算為模型可用參數或外生變數衝擊幅度。

基本上，由範疇界定、資料蒐集、數據計算、乃至模擬評估，約須經過八步驟，以下茲以「臺北都會區大眾捷運系統環狀線」為例分項說明於後：



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-1 運輸基礎建設之評估流程

一、成本與效益範疇釐清

在總體經濟評估中，成本與效益項目彙整如表 4.2-1 所示，成本項以規劃階段與建造接段之財務成本為主，效益項則篩選五項觀察指標，包括 GDP、產業實值產值、所得、就業、與福利。

表 4.2-1 基礎建設之總體經濟成本效益範疇

成本範疇	效益範疇
1. 以工程建設期間之各項費用計之： (1) 規劃階段費用 (2) 交通設施用地取得費用 (3) 工程建造費 (4) 間接成本 (含工程期間各項行政費用、預備費等) 2. 營運期之後的營運及維護成本、設備折舊攤提及利息	以工程建設期間及營運期間之總體經濟效益計之： (1) 對 GDP 之貢獻 (2) 對產業之貢獻 (3) 對所得之貢獻 (4) 對就業之貢獻 (5) 對福利之貢獻

資料來源：本計畫彙整。

二、分年建設規劃經費

「臺北都會區大眾捷運系統環狀線」之興建期間為 2012 年至 2022 年，主要經費支用年度分布於 2016 年至 2022 年間。表 4.2-2 為各年度建設費用金額與用途。

表 4.2-2 分年建設規劃經費

單位：百萬元

	壹、規劃階段費用	貳、設計費用	參、交通設施用地徵收補償費
2012	4.20		
2013	16.80		
2014		830.02	6,745.76
2015		1,936.72	15,740.12

資料來源：本計畫彙整。

三、經費用途之部門對映

為後續將各用途經費投入模型之對映部門進行衝擊，必須將表 4.2-2 中各用途對映至模型之部門中，表 4.2-3 說明對映結果。其中因規劃階段費用、設計費用、間接成本、行政費、預備費等非屬跨年期之投資項目，故歸併於政府部門經常性支出，再依政府部門消費支出之結構，分配至各品項。交通設施用地徵收補償費則因模型中未考慮土地資源及其價值¹，故將該項歸併至政府對家計移轉中。

4.2.2 運輸基礎建設投資規劃與情境設計

依據表 4.2-2 之建設投資經費規劃，按各年度經費投入模型中所屬各部門之當年新增投資。由於模型基準情境假設各部門為因應既有資本折耗及基本成長所需，各部門之投資基線即以一定幅度成長，表 4.2-2 之建設投資則外加於基線投資之上。在 2023 年之後，雖然興建期投資經費投入規劃已停止，但為維持公共建設於一定服務水準，弭平硬體設備折損，仍需要持續投入資金，故模擬時假設 2023 年之後新增投資水準至少與 2022 年相同。

¹ 受限於模型資料庫中缺乏完整土地資源數量、各產業與家計部門土地利用狀態、以及土地價值之數據，故尚無法針對交通建設創造的土地價值進行評估。土地價值之衡量需要完整的資料方能進行評估，文獻上可參考的推估方法如特徵價格模型、實質選擇權等，皆可加以運用比較。

表 4.2-2 分年建設規劃經費(續)

	肆、工程建造費													
	一、直接工程成本													
	(四)機電系統及維修設備工程安裝、測試													(五)車輛購置與試運轉
	(一)路線土木結構工程	(二)場站土建工程	(三)軌道工程	小計	1. 供電系統	2. 電氣及控制系統	3. 通訊系統	4. 路控系統及水電設備工程	5. 車站環控系統及水電設備工程	6. 收費系統及水電設備	7. 自動電站(設施)	8. 主變(機廠)設備	9. 機梯及電梯	
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.72
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79.54
2016	3,471.97	1,321.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	292.43
2017	6,778.60	2,643.85	-	807.56	195.26	136.62	83.17	31.54	103.97	44.36	56.14	73.32	83.17	1,227.60
2018	7,109.26	3,304.81	-	1,586.86	383.69	268.46	163.44	61.99	204.30	87.17	110.32	144.07	163.44	1,200.10
2019	6,943.94	3,378.25	-	1,739.84	420.68	294.33	179.19	67.96	223.99	95.57	120.96	157.96	179.19	1,206.20
2020	7,109.26	3,525.13	-	1,808.73	437.34	305.99	186.29	70.65	232.86	99.35	125.75	164.21	186.29	1,382.30
2021	1,653.32	514.08	748.41	2,067.13	499.82	349.70	212.90	80.75	266.13	113.55	143.71	187.67	212.90	946.77
2022	-	-	914.72	602.91	145.78	102.00	62.10	23.55	77.62	33.12	41.92	54.74	62.10	255.26

資料來源：本計畫彙整。

表 4.2-3 經費用途之部門對映

經費規劃項目			模型對映部門
壹、規劃階段費用			政府部門經常支出
貳、設計費用			建築、工程技術服務及相關技術檢測
參、交通設施用地徵收補償費			政府對家計移轉
肆、工程建造費	一、直接工程成本	(一)路線土木結構工程	道路工程(54RoadWorks)
		(二)場站土建工程	其他營造工程(60MisCons)
		(三)軌道工程	軌道工程(53RailWorks)
		小計	
		1.供電系統	電力設備(36PowerMach)
		2.號誌及控制系統	通訊電子設備(34Communication)
		3.通訊系統	通訊電子設備(34Communication)
		4.路線環控系統及水電設備工程	電力輸送、電線、電纜設備(57OutEleDistri)
		5.車站環控系統及水電設備工程	電力輸送、電線、電纜設備(57OutEleDistri)
		6.自動收費系統	機械設備(38Machinery)
		7.主變電站(機電設施)	電力設備(36PowerMach)
		8.主機廠維修設備	機械設備(38Machinery)
		9.電梯及電扶梯	機械設備(38Machinery)
		(五)車輛購置與試運轉	其他運輸工具(45MisTrnEquip)
	二、間接工程成本		政府部門經常支出
	三、工程預備費		政府部門經常支出
	四、工務行政費		政府部門經常支出
	五、物價調整費		-

資料來源：本計畫彙整。

在 2023 年後之營運期間，依據「臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段暨周邊土地開發計畫可行性研究」預測，環狀線於無北環段及南環段路線時全日上車旅次量為 365,974 旅次，環狀線有北環段及南環段路線時全日上車旅次量為 736,437 旅次，約成長 101%。若以 2012 年臺北捷運平均每日旅客量 1,739,619 人次計算，整體臺北捷運之旅次量將因北環段與南環段成長 52%。

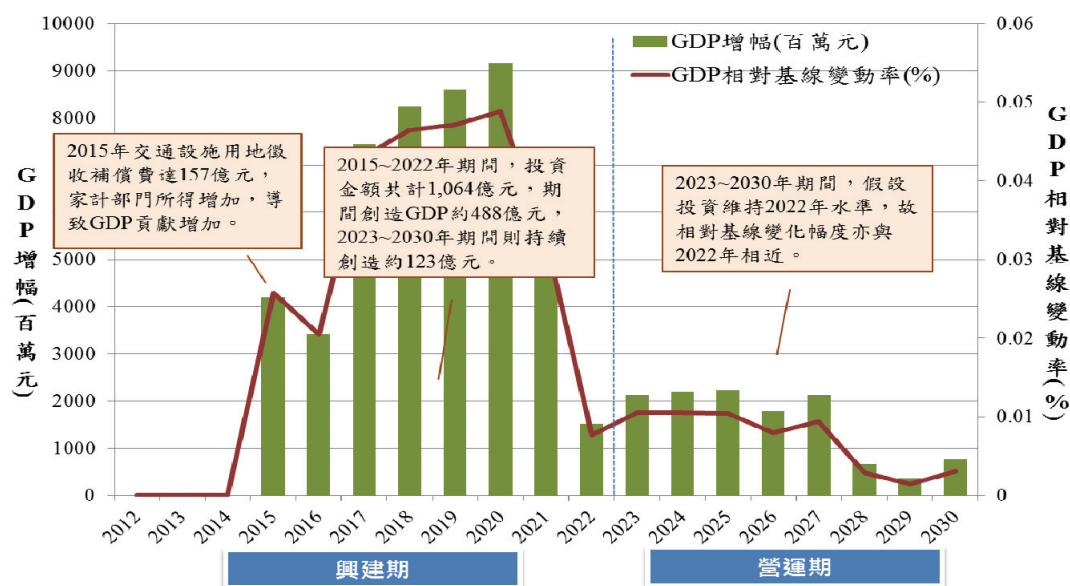
4.2.3 運輸基礎建設影響

一、運輸基礎建設之總體經濟影響

評估結果顯示，經物價調整後的 2012 至 2022 年總建設經費約 1,127 億元，在此期間因帶動各業成長而直接、間接對 GDP 產生的貢獻約為 488 億元。各年 GDP 變化如圖 4.2-2 所示。

比較有無基礎建設投資之結果，歷年 GDP 變化幅度在投資帶動下，

將隨著投資金額之增減而變動，故 2017 年至 2020 年為投資金額與 GDP 變化幅度相對較高年度。而受到投資帶動之產業關聯效果影響，多數產業實質產值隨之增加，表 4.2-4 彙整 2020 當年，實質產值增長幅度最高的前 30 個產業，其中道路工程、戶外輸配電路、鐵路工程、電訊線路工程為基礎建設直接帶動之產業，水泥、軌道車輛、機械、電腦系統設計、鋼鐵、金屬、及其他各業則是受到前述產業帶動之間接效果。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-2 運輸基礎建設對 GDP 之影響

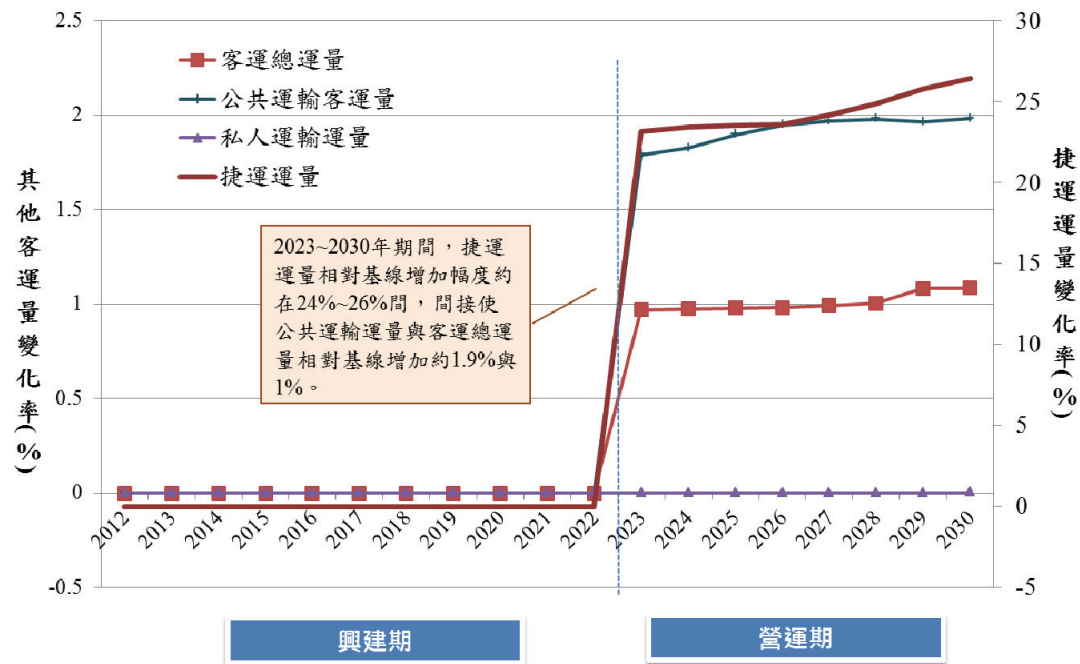
表 4.2-4 運輸基礎建設對產業之影響

產業	實質產值變化率 (%)	產業	實質產值變化率 (%)
道路工程	2.7024	汽車	0.6059
戶外輸配電路工程	2.6546	軌道車輛修配	0.4759
鐵路工程	2.6350	汽車	0.6059
電訊線路工程	2.4563	軌道車輛修配	0.4759
水泥	2.2876	貨運	0.3568
其他公共工程	2.2149	其他運輸工具	0.3165
電腦系統設計與資料處理	1.9344	租賃服務	0.2691
非金屬礦物	1.7278	通訊傳播設備	0.2239
機械	1.6483	通訊服務	0.2158
卡車	1.7206	電信服務	0.1563
自營貨運	0.8295	家用電器及電機器材	0.1381
鋼鐵	0.7401	批發零售	0.1315
金屬	0.7208	其他製品	0.1313
環境污染防治	0.6115	倉儲郵政服務	0.1289
發電、輸電及配電設備	0.5311	其他服務	0.1098

資料來源：本計畫繪製。

二、運輸基礎建設之運量影響

軌道基礎建設對客運運量之影響效果如圖 4.2-3 所示，在營運期間將帶動捷運運量提升約 24%至 26%之間，整體公共運輸客運量可望成長 1.8%至 2%之間，客運總運量則因為基礎建設提升整體運輸服務效率，使總需求成長約 1%。

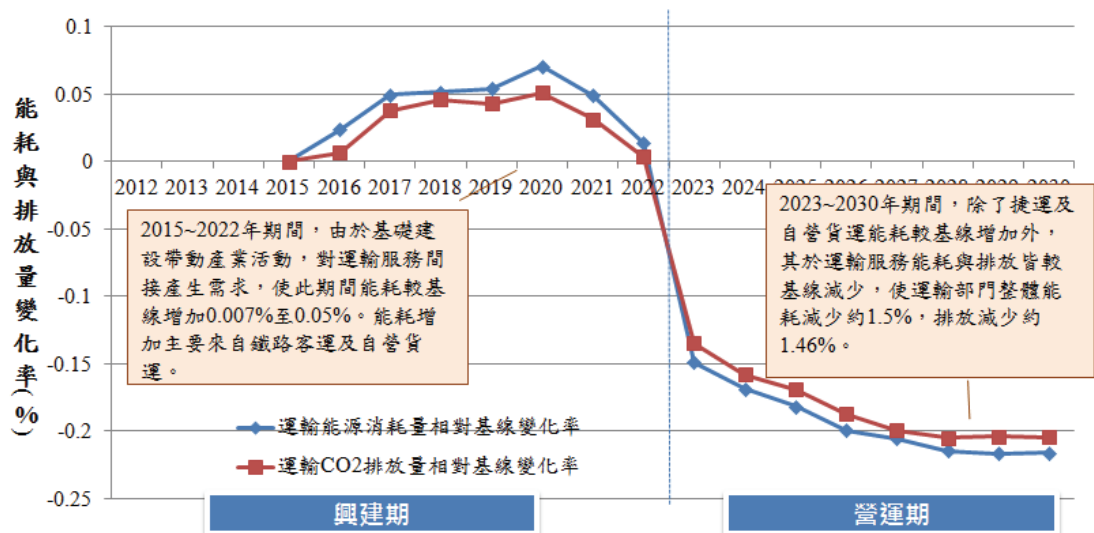


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-3 運輸基礎建設對客運運量之影響

三、運輸基礎建設之減量效果

軌道基礎建設對運輸部門之能源消耗與 CO₂ 排放之影響如圖 4.2-4 所示。在 2015 至 2022 年期間，由於基礎建設帶動產業活動，間接創造運輸服務需求，使得此期間能源消耗較基線增加約 0.007%至 0.05%。能源消耗增加的主要來源為鐵路客運及自營貨運。在 2023 年至 2030 年期間，除了捷運因運量成長使能源消耗增加外，自營貨運因延續 2022 年投資與產業增產趨勢而受到帶動，其於運具之能源消耗與排放量皆較基線減少，整體運輸部門的能源消耗量約較基線減少 1.5%，CO₂ 排放量減少約 1.46%。



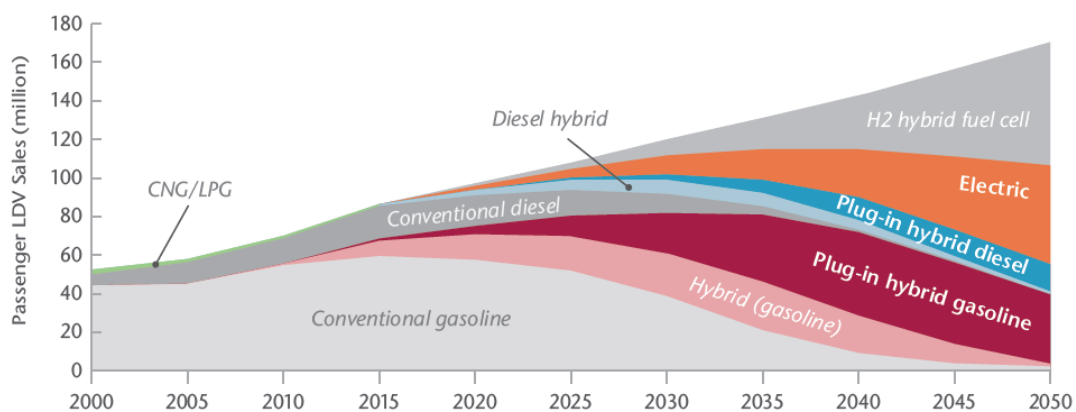
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2-4 運輸基礎建設對運輸部門能耗及排放之影響

4.3 推動低碳車輛之影響評估

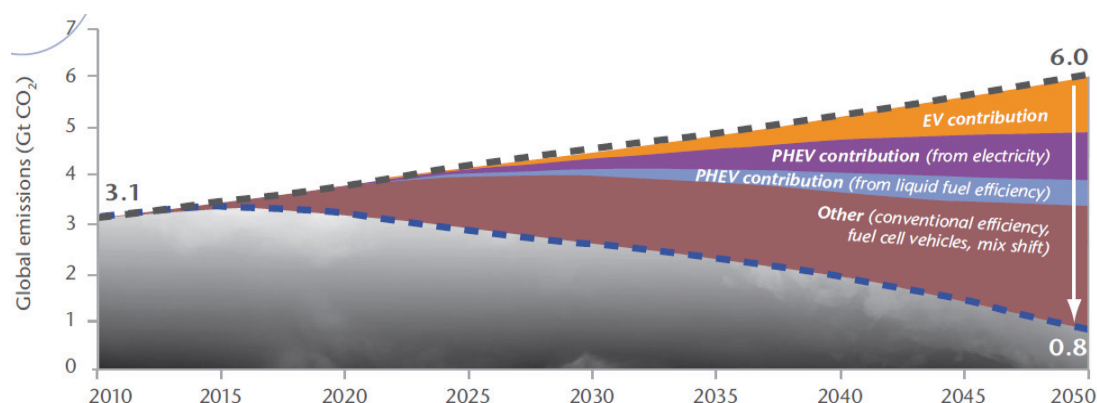
4.3.1 國際低碳車輛發展現況與趨勢

依據 IEA(2010)推估，為達成 2050 年全球 CO₂ 排放較 2005 年減半目標 (BLUE 情境)，運輸部門排放量到 2050 年必須較 2005 年降 30%，在此目標為前提，除了搭配其他部門策略外，全球 EV 與 PHEV 銷售量至少須占 LDV 新車市場的 50% (圖 4.3-1)，才能為此目標貢獻 2.6Gt 的 CO₂ 當量，約為 LDV 減量之一半(圖 4.3-2)，而這需要極高的市場滲透率方能達成。



資料來源：IEA(2010), Electric and Plug-in Hybrid Vehicle Roadmap, blue map scenario, 2000-2050.

圖 4.3-1 BLUE 情境下全球 LDV 車輛銷售數量



資料來源：IEA(2010), Electric and Plug-in Hybrid Vehicle Roadmap, blue map scenario, 2000-2050.

圖 4.3-2 BLUE 情境下全球 LDV 車輛之 CO₂ 減量

為達到 BLUE 減量目標，IEA 預估 2020 年電池成本至少必須由 2012 年的 485USD/kWh 快速降至 2020 年的 300USD/kWh，8 年降幅須達 38%，才能讓電動車具備市場競爭力。隨著成本的下降，EV/HEV 模組研發與推出量可望在 2015 年之後快速增加，明確的商業化時程則落在 2020 年。

IEA 於 2014 年公布的 ETP 中提到，至 2013 年底，初估電池成本約 400USD/kWh，較 2012 年已下降 18%，因此對於 2020 年達成 300USD/kWh 之目標表示樂觀。

根據 IEA 於 2014 公布的 ETP 統計，全球 EV 銷售量自 2012 至 2013 成長近 50%，2013 年底存量達 35 萬輛；兩年間，HEV 銷售成長則維持穩定，2013 年底存量達 1,700 萬輛；一般與快速充電站數量亦成長 27%與 67%。要達到 2050 年全球 CO₂ 排放較 2009 年減少超過 50%的目標(維持溫升低於 2 °C，2DS 情境)，仍需 EV/HEV 銷售每年成長 80%與 50%。

政策的支持是關鍵，特別是必須確保 EV/PHEV 能夠具備成本競爭力，同時提供充足的充電基礎設施。而這些基礎設施需要長期而大規模的資源挹注，因此需要穩健的政策及財政支持。

消費者對於低碳運具的認知、疑慮以及潛在的需求，必須精確的加以掌握，對於購車與換車的意願及條件亦須加以分析，方能採取有效政策強化使用意願。因此公部門可由廣宣與教育的推展著手，私部門則須強化技術研發，及早降低購車門檻並提升車輛性能與電持續航力，再輔以完整的市場行銷策略。

鑒於研發為技術發展前期最重要的投入，但在資源有限情況下，研發

策略應優先針對降低電池成本進行，並確保維修服務與零配件供應無虞，其次則可考慮智慧電動車之發展。國際合作可促進技術快速擴散，例如共同研發、建立規格與標準、車輛與基礎設施整合等。

4.3.2 低碳車輛推動政策

購車補貼、稅費減免或優惠、排放標準規範等措施是普遍採用的方法。策略規劃仍需要更長遠的目標與願景，必須創造更高的誘因確保需求能持續成長，以強化產業信心。

表 4.3-1 各國低碳車輛政策發展動態

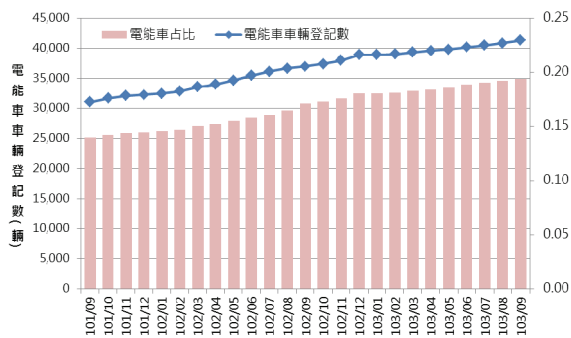
國家	政策類型	政策工具
美國	財政與非財政工具	依各州法律不同
日本	財政工具	稅賦減免
中國	管制工具	訂定目標：2013 至 2017 年間，新增 600,000 輛新車，其中 170,000 為 EVs 或 PHEVs
CEM (Clean Energy Ministerial)	財政工具	購車補貼、牌照稅減免
臺灣	財政工具	2011 年至 2017 年免徵貨物稅；2012 至 2015 年授權地方政府免徵使用牌照稅

資料來源：本計畫彙整。

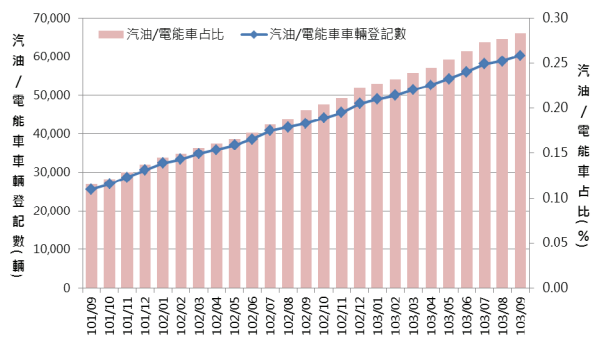
4.3.3 我國電動車與油電混合車發展現況

我國近兩年來車輛總數不斷增加其中傳統汽油車車輛數占比不斷下降，取而代之的是傳統柴油車與汽/電混合動力車。在所有機動車輛中，電能車輛與汽油/電能車數量與占比持續攀升中，柴油/電能車則因小客車數量而自 102 年 9 月之後明顯增加(圖 4.3-3)。

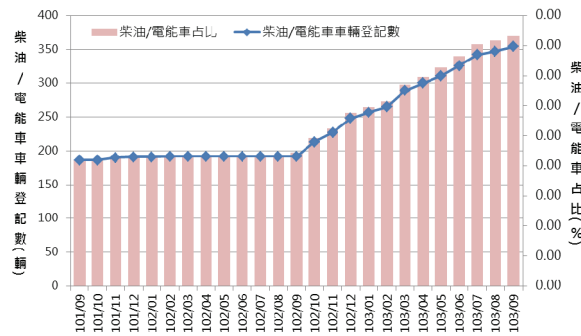
在小客車數量中，電能車數量與占比自 102 年 12 月之後已不見成長；相對地，柴油/電能車則快速增加。汽油/電能車則穩定且持續增長中，至 103 年 9 月車輛數已增長超過一倍，占小客車數比例已由 101 年 0.4%增為近 0.9% (圖 4.3-4)。



(a) 電動車車輛數與占比



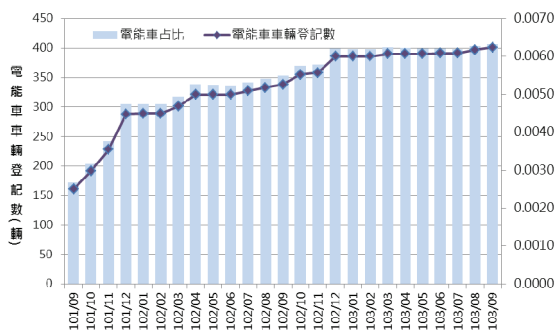
(b) 汽油/電動車車輛數與占比



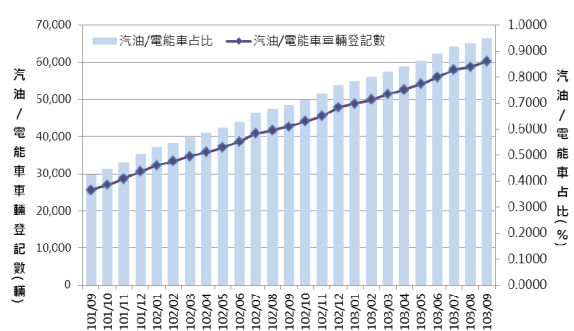
(c) 柴油/電動車車輛數與占比

資料來源：交通統計查詢網。

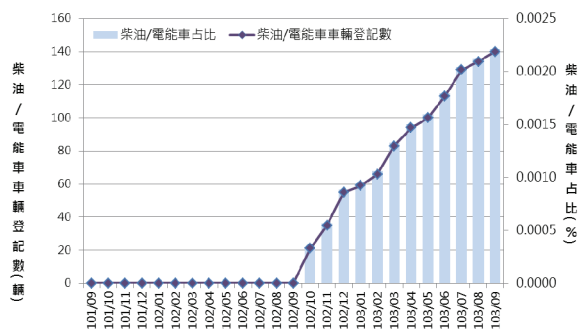
圖 4.3-3 我國機動車輛中電動車與油電混合車發展現況



(a) 電動車車輛數與占比



(b) 汽油/電動車車輛數與占比



(c) 柴油/電動車車輛數與占比

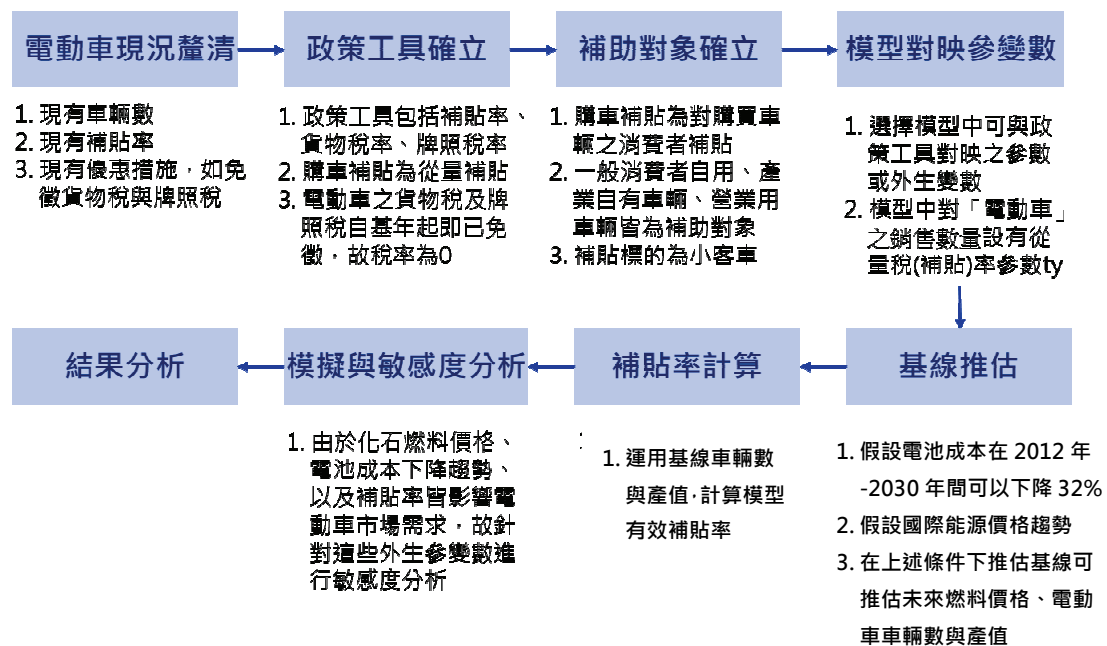
資料來源：交通統計查詢網。

圖 4.3-4 我國小客車中電動車與油電混合車發展現況

4.3.4 低碳車輛購車補助評估流程

一、評估流程

在考慮低碳車輛推動策略時，雖然同時存在電動車與油電混合車兩種選項，但設計推動策略時，僅針對電動車進行購車補助。其評估流程如圖 4.3-5 所示，共包含八大步驟，分別為電動車現況釐清、政策工具確立、補助對象確立、模型對映參變數選擇、基線推估、補貼率計算、模擬與敏感度分析以及結果分析等。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.3-5 電動車購車補助之評估流程

二、模型設定

運輸服務係由運具、能源及其他成本組成，三者彼此間為固定比例關係，其關係如圖 4.3-6 所示。考慮到充電設施對電動車造成的發展限制，故將為提供充電需要所必須付擔的成本視為電動車運輸服務生產過程中必要之投入。車輛製造包含國內自行生產與直接整車進口兩種來源，機制上可設定不同補貼率，但目前情境中並未區分。

三、國際能源價格設定

就目前資料觀察，煉焦煤及天然氣價格成長趨勢較原料煤及原油快速。2030 年國際原油價格約為 2010 年之 2.7 倍，如圖 4.3-7 所示。

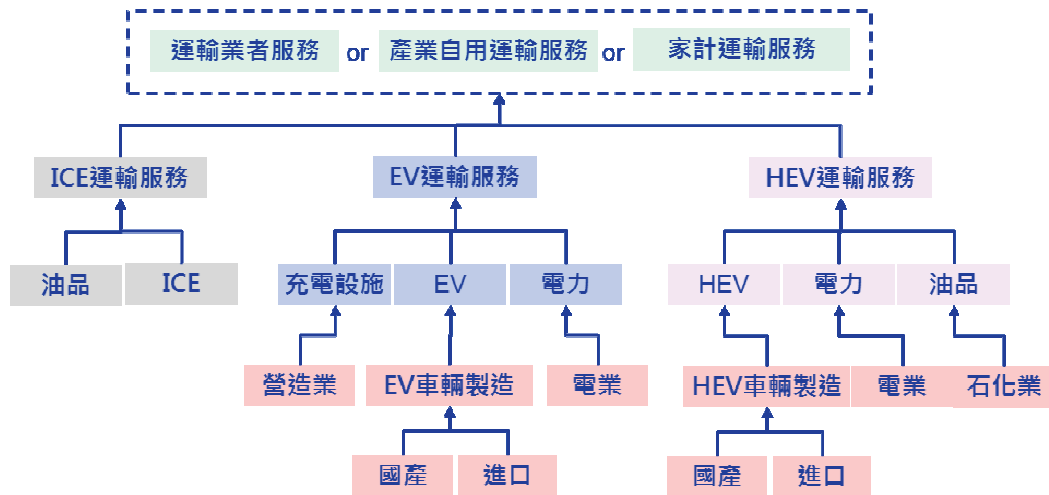
四、補貼率計算

由於模型以貨幣為衡量單位，而訂定補貼率時多以名目補貼率定之，故將名目補貼率帶入模型前需要經過換算，換算方式為：

補貼總額 = 車輛銷售數 × 實質補貼率

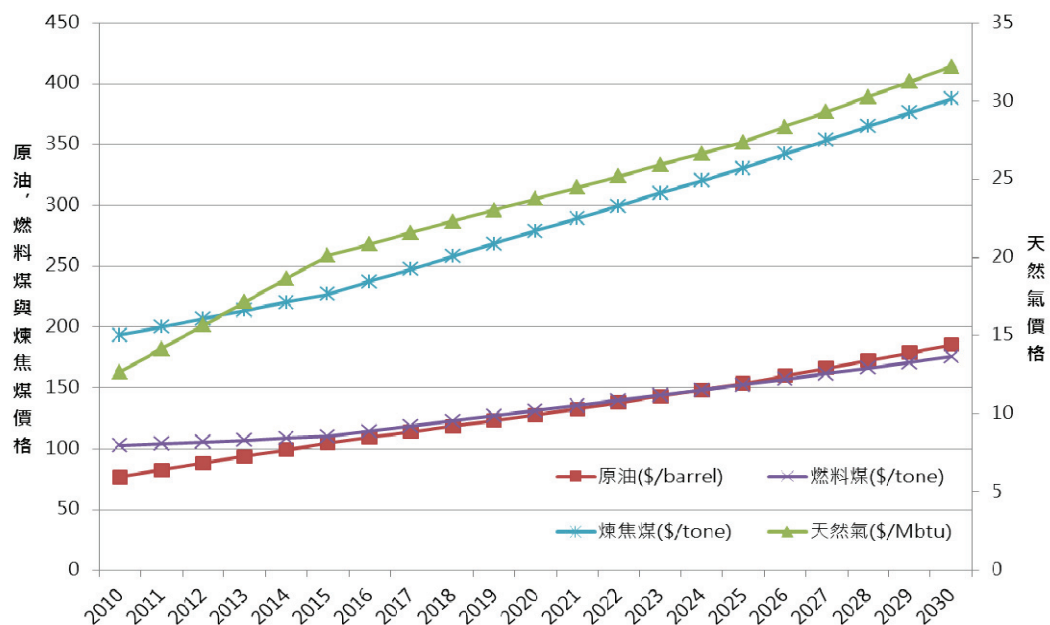
有效補貼率 = 補貼總額 ÷ 實質產值

以名目補貼率為每輛補貼 10 萬元為例，在經過物價調整及上述公式計算後，有效補貼率逐年遞減，由 2012 年之 1.5% 降為 2030 年之 1.0%。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.3-6 電動車及油電混合車之巢式結構



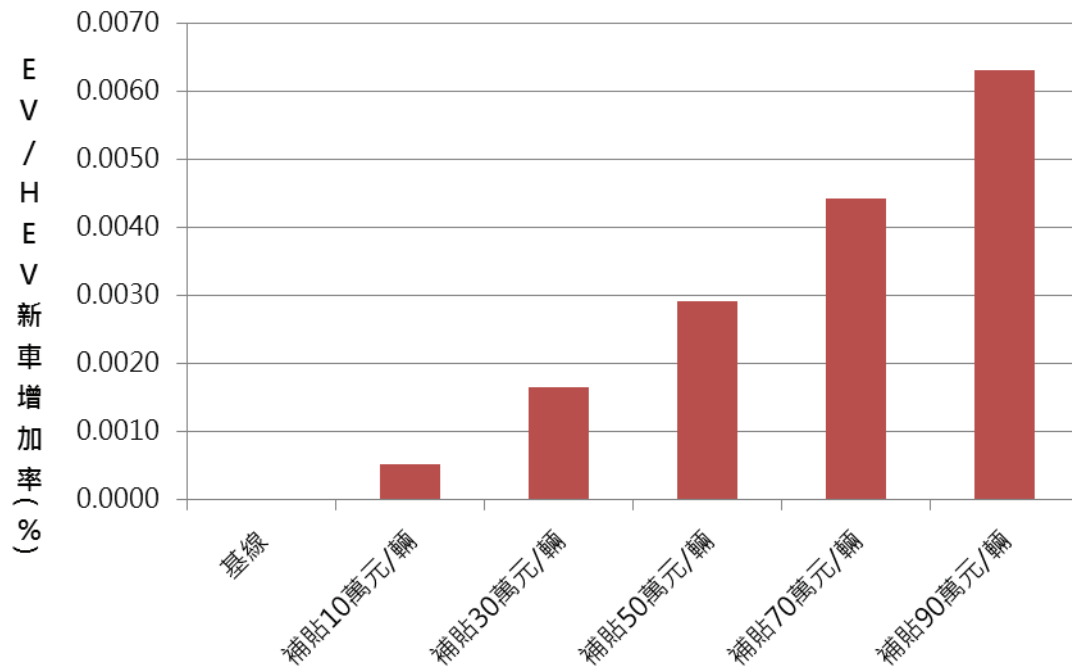
資料來源：每五年資料為核能所推估結果，中間年度利用內插法計算。

圖 4.3-7 國際能源價格設定

4.3.5 低碳車輛購車補助評估結果

一、補貼率之敏感度分析

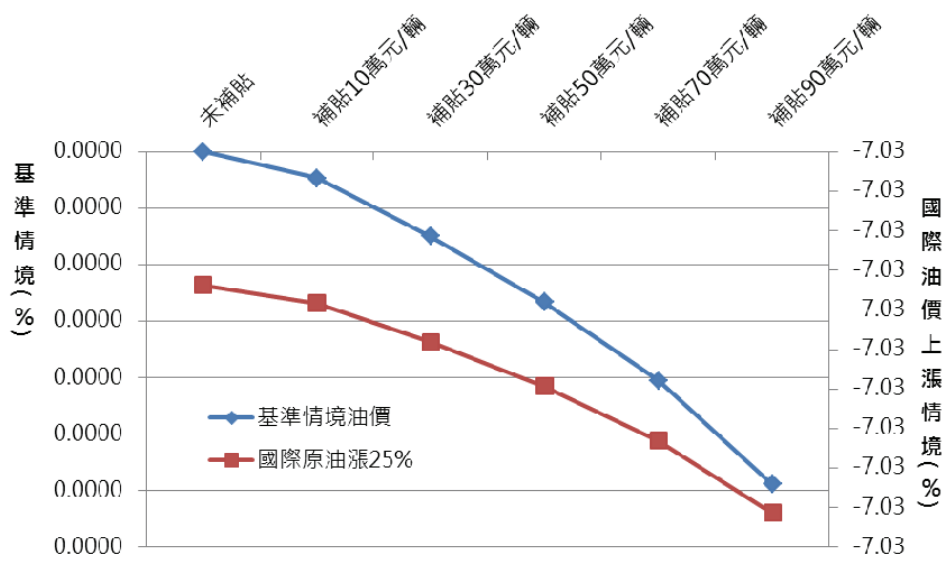
本計畫嘗試在基線國際原油價格以及國際原油價格較基準情境上漲25%兩種情況下，進行電動車購車補助之敏感度分析。在基準情境下模擬結果如圖 4.3-8 所示。在補貼率為每輛車 10 萬元至 90 萬元的區間內，僅依靠購車補貼，尚不足以帶動電動車銷售成長，其影響約在 0.001%至 0.006%之間。



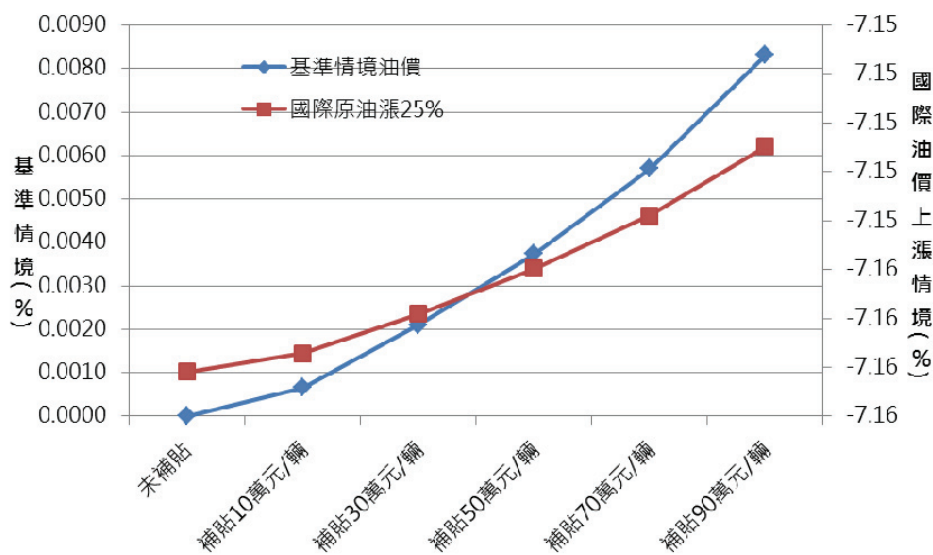
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.3-8 電動車購車補貼對新車購置之影響

圖 4.3-9 說明電動車購車補貼將刺激額外的電動車輛數產生，同時取代部分原有的傳統內燃機車輛之使用，但整體而言，總的運輸部門排放量如圖 4.3-10 所示，將呈現微幅成長的狀態。但原油價格的變化，直接影響燃料消費及車輛使用，當上漲幅度達 50%，可抑制運輸部門能源消耗。



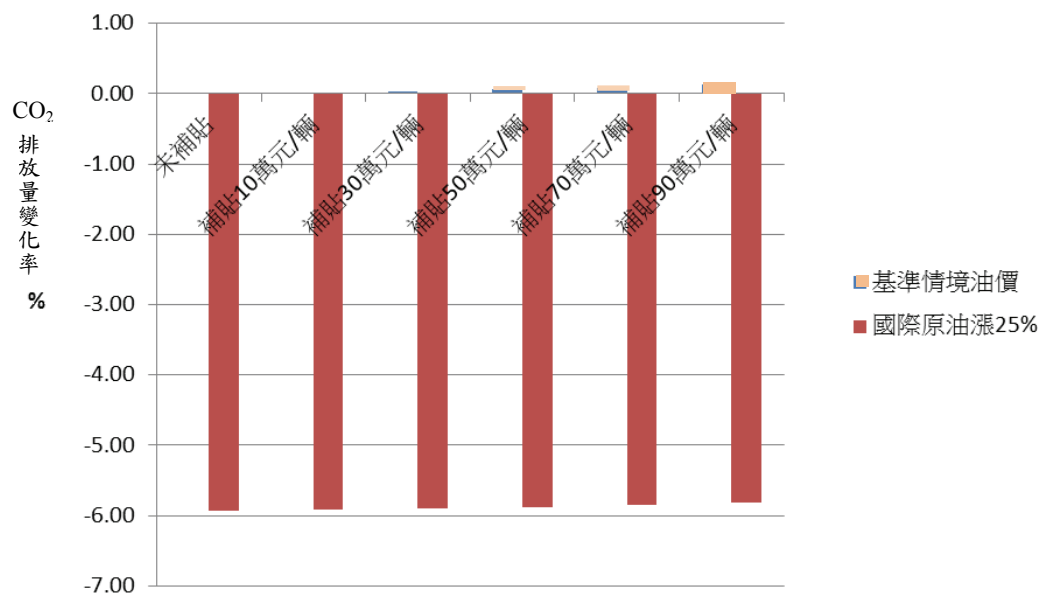
(a) 傳統內燃機車輛數相對基線變化率



(b) 低碳車輛數相對基線變化率

資料來源：本計畫繪製。

圖 4.3-9 不同補貼率下內燃機汽車數與低碳車輛基線變化率



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.3-10 不同補貼率下運輸部門 CO₂ 排放相對基線變化率

4.4 政策組合下之運輸部門排放路徑

最後，整合本計畫歷年來運輸部門外部環境與內部策略，彙整政策組合配套進行運輸部門排放路徑推估。考量的減量策略包括(1)國際原油價格上漲、(2)公共運輸票價補貼、(3)汽燃費隨油徵收、(4)電動車購車補貼、(5)軌道基礎建設、(6)生質燃料添加、(7)車輛汰舊換新，各項措施之費率與期限的相關假設請參閱本章表 4.1-2。

依據政策組合含納之策略不同，共設計了 13 組配套情境，如表 4.4-1 所示，隨著考量策略項目的增加，整個體系之減量效果來源就越複雜，也存在新增政策可能抵減原有政策減量效果的可能性，因此政策配套之減量成效並不必然存在線性累加的情況。

表 4.4-1 運輸部門節能減碳政策組合

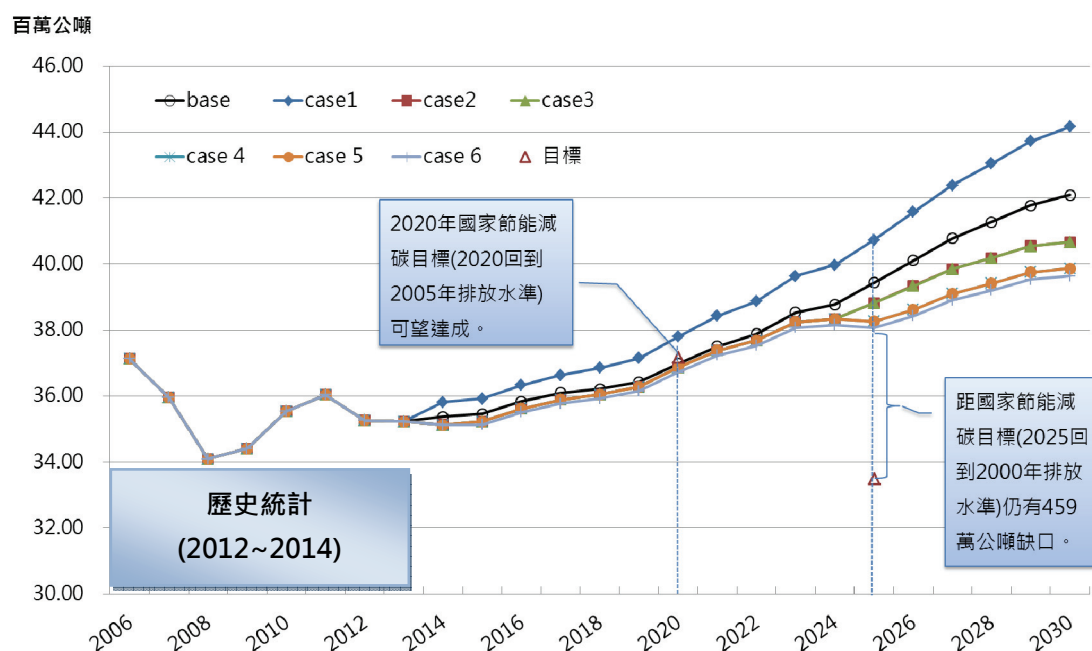
	基線	國際原油價格上漲	公共運輸票價補貼	汽燃費隨油徵收	電動車購車補貼	軌道基礎建設	生質燃料添加	車輛汰舊換新
base	✓							
case 1	✓		✓					
case 2	✓		✓	✓				
case 3	✓		✓	✓	✓			
case 4	✓		✓	✓	✓	✓		
case 5	✓		✓	✓	✓	✓	✓	
case 6	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
case 7	✓	✓						
case 8	✓	✓	✓					
case 9	✓	✓	✓	✓				
case 10	✓	✓	✓	✓	✓			
case 11	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
case 12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
case 13	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

資料來源：本計畫彙整。

在逐步完成表 4.4-1 的 13 組情境模擬後，各情境的運輸部門 2014 至 2030 年排放路徑彙整於圖 4.4-1 及圖 4.4-2。根據評估結果，由於近年來國內經濟發展趨緩，且由歷史資料亦可觀察到運輸部門近年排放量也同時存在較平緩的低成長趨勢，因此在考慮上述趨勢下，2020 年運輸部門基線排

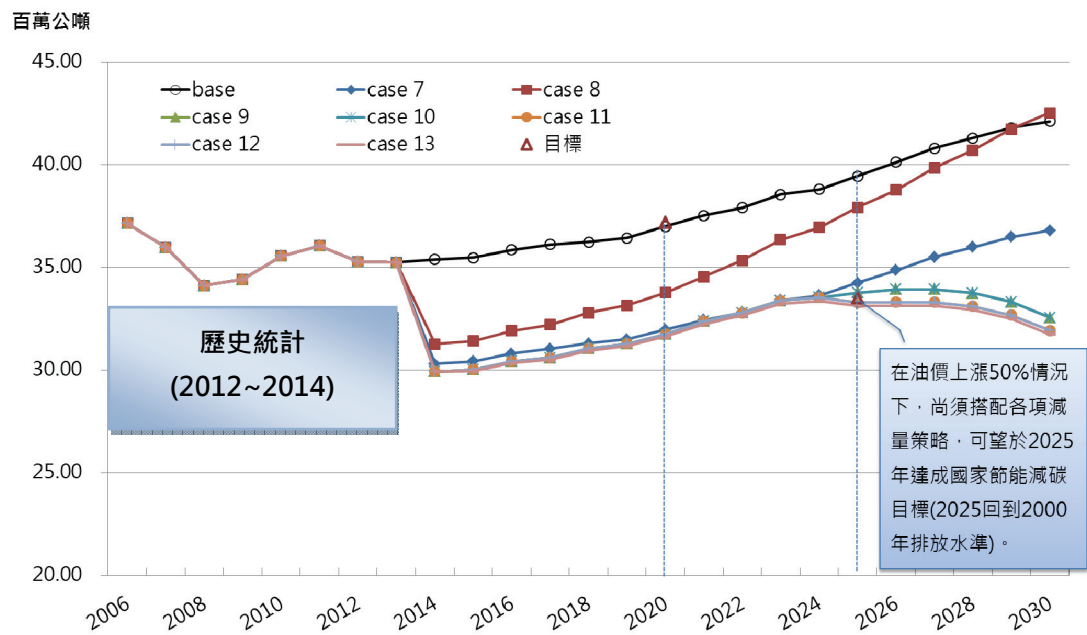
放量可望達到 2020 年國家節能減碳目標(2020 回到 2005 排放水準)，但若採取公共運輸補貼措施，則可能因為刺激新增的總運輸需求，而導致排放增加。

至於 2025 年排放量，在國際油價維持基準情境之下(case 1 至 case 6)，即使綜合考慮所有減量策略(case 6)，2025 年距離國家節能減碳目標(2025 回到 2000 排放水準)仍有 459 萬公噸的缺口(圖 4.4-1)。在國際油價上漲 50% 的情況下，對排放的抑制效果幅度明顯，再搭配其他減量策略，可望於 2025 年達成國家節能減碳目標(圖 4.4-2)。由於上述模擬情境皆假設自 2014 年啟動，且之後維持相同政策強度(相同費率與補貼率)，因此產生上述結論，只要其中任一假設(強度與年期)改變，皆可能改變運輸部門排放路徑。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-1 基準情境國際油價下政策組合之運輸部門 CO₂ 排放路徑



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.4-2 國際油價上漲下政策組合之運輸部門 CO₂ 排放路徑

4.5 小結

為考慮多元面向之減量策略與重要交通建設對溫室氣體排放之影響，本計畫歷年來共設計 6 種節能減碳與交通政策組合，期望涵蓋 ASI 不同面向之策略。

藉由本計畫歷來評估結果，大致上可獲得全面性之經濟與財政工具為減量成效較佳策略的結論；而補貼策略雖然可改變公共運輸結構，但因對經濟體系扭曲較嚴重，因此由經濟效率觀點，並非最佳策略，然該項政策所擔負的社會照護與公平性角色，則非減量目標與減量成本所優先考量的目標。

對於以政策評估為主的 CGE 模型，大量的參數設定造成實證分析時相當程度的困擾，雖然可透過文獻蒐集與歷史校估修正，但仍舊缺乏具體實證證據的支持。特別是模型中對於彈性參數在功能上保留了隨時間而改變的特性，但因缺乏實證資料的支持，本計畫尚難以將政策對偏好及彈性的影響，反映到彈性參數的改變上，此亦有賴未來相關基礎研究的推估，以適切地修正參數設定。

部分研究課題仍需要其他適當方法進行評估，例如公共交通建設帶動周邊房地產與土地增值的衡量，在運輸 CGE 模型未能取得完整土地資源與價格資料下，例用其他方法，如特徵價格模型或實質選擇權模型，或者補足此部分之缺憾，並進一步與運輸 CGE 模型整合，以收整合評估與考量交互影響之效。

第五章 「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」更新與維運

本計畫針對運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台(以下簡稱「資訊平台」)除進行運輸部門政策決策支援系統之擴充外，尚包含資料之更新與網站維運。此外，綠色運輸教育宣導網站則以網站的基本維運為主。決策支援系統之開發與相關細節已於第三章有所闡述，因此本章首先再針對資訊平台架構微調結果與知識庫、資料庫、與工具庫內容進行說明，並介紹綠色運輸教育宣導網站與網站資安處理情形。

5.1 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台

本計畫建置之「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，可將有關運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之相關研究成果公開上網展示，並開放部分分析功能俾供外界使用操作。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 104 年 2 月底共計 32,231 人次瀏覽，登記會員人數共計 36 人。有關本網路平台基本資訊(首頁、最新消息與計畫背景)，茲說明如下

一、首頁資訊

(一)適用對象：一般可瀏覽運輸部門氣候變遷政策相關網頁與決策支援系統公開發佈的資訊使用者。

(二)功能說明：首頁資訊共分成六大區塊，分述如下：

1. 主功能選單：為固定顯示區域，可隨時連結至各主要功能。
2. 關於我們：資訊平台背景介紹。
3. 最新消息：發佈與本網站相關之最新消息。
4. 會員登入：「知識庫」之回應功能與「因應氣候變遷政策決策支援系統」僅提供會員使用。
5. 生活新知：若有生活新知新資訊時，可於首頁顯示推廣資訊。
6. 活動花絮：若有舉辦活動新資訊時，可於首頁顯示推廣資訊。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5-1-1 網站首頁展示界面

二、最新消息

- (一)適用對象：一般可瀏覽運輸部門氣候變遷政策相關網頁與決策支援系統公開發佈的資訊使用者。
- (二)功能說明：最新消息以列表模式顯示，點擊後可看到詳細內容，系統管理者可透過管理後台系統編輯與管理內容。
- (三)展示說明：請參閱圖 5-1-2 與圖 5-1-3 說明。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5-1-2 最新消息列表



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5-1-3 最新消息內容

三、計畫背景說明

(一)適用對象：所有角色。

(二)功能說明：計畫背景為說明文字，系統管理者可透過管理後台系統編輯與管理內容。

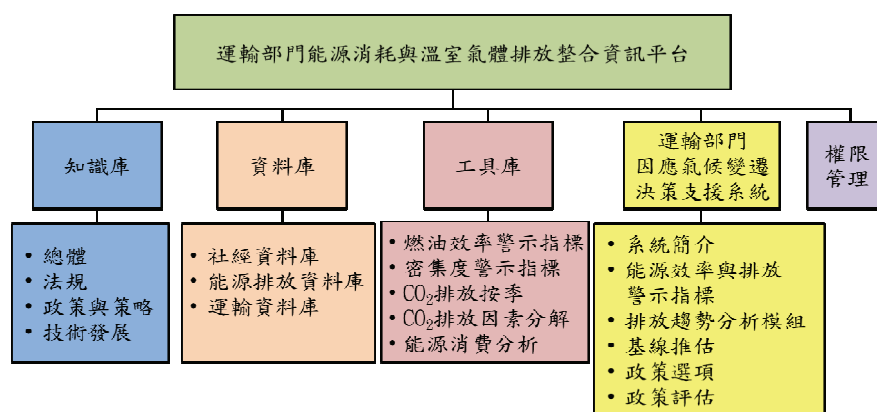
(三)展示說明：請參閱圖 5-1-4 說明。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5-1-4 計畫背景資訊

103 年度資訊平台主要工作為資料之更新與網站維運，而配合因應氣候變遷決策支援系統之開發與考量使用者操作流程，因此本年度再針對平台之架構進行微調。調整後之資訊平台架構如圖 5.1-5，可區分為「知識庫」、「資料庫」、「工具庫」、「運輸部門因應氣候變遷決策支援系統」與「權限管理」等。本年度調整部分包含：資料庫之分類項目整合、模式庫改名為工具庫、及決策支援系統分類項目新增等。模式庫改名原因在於原名稱易造成使用者混淆，此項目係提供使用者一可線上操作簡單分析工具，而非提供模式(Model)。至於有關本年度計畫資訊平台相關細節與更新之項目統一彙整如表 5.1-1 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.1-5 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台架構

表 5.1-1 本年度資訊平台新增功能說明

項目名稱	2013 年度	2014 年度
首頁區塊部分		
關於我們	有	與去年相同
最新消息	有	與去年相同
會員專區登錄	有	與去年相同
生活新知	無資料時變成空白區塊	無資料時會顯示預設圖片
活動花絮	無資料時變成空白區塊	無資料時會顯示預設圖片
回首頁功能	無	今年新增
工具庫部分		
燃油效率警示指標	有	更新為今年資料
密集度警示指標	有	更新為今年資料
CO ₂ 排放按季警示指標	無	新增(尚待提供資料)
CO ₂ 排放因素分解模組	有	更新為今年資料
客運	有	更新為今年資料
貨運	有	更新為今年資料
能源消費分析模組	無	新增
公路汽油	無	新增
公路柴油	無	新增
鐵路電力	無	新增
鐵路柴油	無	新增
國內航空燃油	無	新增
國內水運柴油	無	新增
國內水運燃油	無	新增

資料來源：本計畫彙整。

表 5.1-1 本年度資訊平台新增功能說明(續 1)

項目名稱	2013 年度	2014 年度
計畫背景部分		
後台管理	有	與去年相同
知識庫部分		
會員登錄	有	與去年相同
關鍵字查詢	有	與去年相同
回應主題	有	與去年相同
知識庫列表	有	與去年相同
內文管理	有	與去年相同
連結問題	連結到 xcom.tw	修正為連結同網站
討論區部分		
討論區	有	此功能今年度起刪除
資料庫部分		
社經資料庫	有	更新為今年資料
能源排放資料庫	有	更新為今年資料
總體能源簡介	無	更新為今年資料
總體排放	有	更新為今年資料
相關係數	有	更新為今年資料
CO2 排放係數表	有	更新為今年資料
CH4 排放係數表	有	更新為今年資料
N2O 排放係數表	有	更新為今年資料
油當量表	有	更新為今年資料
研究文件下載	有	更新為今年資料
運輸資料庫	有	更新為今年資料
最新消息部份		
最新消息列表	有	與去年相同
最新消息加 New	有	與去年相同
後台管理	有	與去年相同

資料來源：本計畫彙整。

表 5.1-1 本年度資訊平台新增功能說明(續 2)

因應氣候變遷政策決策支援系統		
系統簡介	有	更新為今年資料
系統簡介	有	更新為今年資料
運作流程	有	更新為今年資料
方法說明	無	新增
能源效率與排放警示指標	有	更新為今年資料
燃油效率指標	有	更新為今年資料
能源密集度指標	有	更新為今年資料
CO ₂ 按季警示指標	無	新增(尚待提供資料)
能源消費與排放趨勢分析	有	新增
歷史大事記	無	新增
CO ₂ 排放因素分解	無	新增
能源消費分析模組	無	新增
基線推估	無	新增
基線意義	無	新增
基準情境說明	無	新增
能源消費預測模組	無	新增
政策選項	無	新增
決策流程	無	新增
政策選項說明	無	新增
政策評估	有	全新改版

資料來源：本計畫彙整。

5.1.1 知識庫

知識庫已建置內容包括國外運輸與能源發展趨勢、法規知識、政策知識、技術發展、國內運輸與能源發展研究成果、及網路資源連結等。知識類型可區分為總體、法規、政策與策略及技術發展等四項主分類。

一、適用對象與功能：

(一)適用對象：一般使用者均可瀏覽，會員可以針對主題回應討論。

(二)功能說明：知識庫以列表模式顯示，點擊後可看到詳細內容，會員登錄後可以發表與回覆主題。

(三)展示說明：請參閱圖 5-1-6 說明。

二、本年度完成更新與調整部分包含：

(一)完成知識庫內之資料與網頁連結之檢視、確認與更新；

(二)針對國外運輸與能源發展趨勢或法規、政策、技術發展等相關知識內容進行新增；

(三)已將本所官方網站 102 年度公佈之計畫成果出版品，依能源使用、溫室氣體排放、永續運輸等關鍵字篩選後將報告名稱、摘要與網頁連結納入知識庫中。

○ 知識庫

主分類： 不拘 次分類： 不拘 子分類： 不拘

請輸入關鍵字： 查詢

日期	主旨
◆ 2014-06-05	運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用 發表主題
◆ 2014-06-05	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建置 發表主題
◆ 2014-06-05	台灣智慧電動車產業推展與瞻望 發表主題

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5.1-6 知識庫列表界面

5.1.2 資料庫

經整合後資料庫分類項目，其設置主要功能為提供相關社經、能源排放及運輸資料庫之資料或文獻予一般使用者下載，相關資料內容謹說如下：

- 一、社經資料庫，提供下載計算能源密集度指標相關社經資料文獻資料。
- 二、運輸資料庫，提供下載計算能源密集度指標相關運輸資料。
- 三、能源排於資料庫

(一)總體能源簡介

提供 1990 年~最新年度各交通部門能源消耗量統計，並製成圖表顯示。

(二)總體排放

提供 1990 年~最新年度各交通部門能 CO₂ 排放量統計，並製成圖表顯示。

(三)相關係數

1. 提供 1990 年~最新年度各項統計項目 CO₂ 排放係數統計。
2. 提供 1990 年~最新年度各項統計項目 CH₄ 排放係數統計。
3. 提供 1990 年~最新年度各項統計項目 N₂O 排放係數統計。
4. 提供 1990 年~最新年度各項統計項目油當量統計。
5. 提供 CO₂ 排放係數研究文件下載。

至於有關本年社經、能源排放及運輸資料庫之資料項目名稱與更新細節彙整如表 5.1-2。另表 5.1-3 與表 5.1-4 則分別列出運輸部門能源消耗量與運輸部門 CO₂ 排放量之更新內容。

回首頁 | 最新消息 | 計畫背景 | 知識庫 | 資料庫 | 工具庫 | 因應氣候變遷政策決策支援系統

資料庫

- 社經資料庫
- 能源排放資料庫
- 運輸資料庫

運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台
Energy consumption and greenhouse gas emissions of the transport sector integrated information platform

社經資料庫

首頁 » 資料庫

- 國民所得統計常用資料(2013.12.10)
- 就業者按行業分(2013.12.10)
- 歷年各季國民生產毛額依支出分(按當期價格及按95年價格)(2013.12.10)
- 歷年國內各業生產與平減指數(按當期價格及按95年價格)(2013.12.10)
- 歷年國際原油價格(能源統計手冊2013.12.10)
- 歷年電價(能源統計手冊2013.12.10)

(A)社經資料庫

能源排放資料庫

首頁 » 資料庫

系統體能源簡介 | 總體排放 | 相關係數

年份	公路	鐵路	航空	國內水運	運輸部門合計	國際航空	國際水運
1990	5.806	89	93	241	6.228.36	561	1.700
1991	6.364	92	99	239	6.794.55	636	1.608
1992	7.306	100	122	289	7.816.68	784	2.209
1993	7.894	100	174	319	8.486.38	907	2.108
1994	8.334	96	211	311	8.952.10	1.113	2.316
1995	8.686	96	282	310	9.373.92	1.280	2.645
1996	8.916	98	354	342	9.709.72	1.368	2.576
1997	9.134	116	355	364	9.968.73	1.415	3.058
1998	9.548	124	338	394	10.404.02	1.504	3.383
1999	9.642	132	347	425	10.545.80	1.661	4.396
2000	9.825	139	298	429	10.690.56	1.681	3.995
2001	9.824	134	273	477	10.708.23	1.644	2.886
2002	10.292	140	249	424	11.104.88	1.732	2.790
2003	10.409	133	208	341	11.091.74	1.708	3.430
2004	10.800	141	213	376	11.530.32	1.950	2.772
2005	11.112	142	195	394	11.844.03	2.019	2.720
2006	11.124	148	170	371	11.813.13	2.102	2.683
2007	10.774	205	129	335	11.441.89	2.077	2.401
2008	10.344	263	86	271	10.963.66	1.833	2.068
2009	10.369	257	75	275	10.976.72	1.732	1.831
2010	10.693	269	76	301	11.339.94	1.955	1.978
2011	10.859	277	85	281	11.501.87	1.950	1.809
2012	10.727	280	85	171	11.264.10	2.049	1.313

(B)能源排放資料庫

回首頁 | 最新消息 | 計畫背景 | 知識庫 | 資料庫 | 工具庫 | 因應氣候變遷政策決策支援系統

資料庫

- 社經資料庫
- 能源排放資料庫
- 運輸資料庫

運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台
Energy consumption and greenhouse gas emissions of the transport sector integrated information platform

運輸資料庫

首頁 » 資料庫

- 客運運量
- 貨運運量
- 汽油小客車-國道客運-市區公車-道路類型-能耗-CO2
- 港埠節能減碳清冊建置

交通部運輸研究所 版權所有 Copyright © 2014 | All Rights Reserved

(C)能源排放資料庫

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5.1-7 社經、能源排放資料庫界面

表 5.1-2 資料庫項目內容、來源與執行情形

	資料項目名稱	更新來源	執行情形
社 經	國民所得統計常用資料	依 2014 行政院主計處公布之 2013 年度資料進行更新	2014-10 月版本
	就業者按行業分		2014-9 月版本
	歷年各季國民生產毛額 依支出分		2014-8 月版本
	歷年國內各業生產與平 減指數		2013-12 月版本
	歷年國際原油價格	依 2014 年能源局發布之能源 統計手冊進行更新	2014-7 月版本
	歷年電價		
能 源 排 放	運輸部門能源消耗	依 2014 所公布之能源平衡表 進行更新	2014-5 月版本
	運輸部門 CO ₂ 排放量	依 2014 所公布之我國燃料燃 燒之二氧化碳排放統計與分 析進行更新	2014-7 月版本
	溫室氣體排放係數	依 2014 所公布之我國燃料燃 燒之二氧化碳排放統計與分 析及能源平衡表進行更新	2014-7 月版本
運 輸	客運運量、貨運運量	透過交通部統計查詢網查詢 後持續更新	持續更新
	全國汽油小客車、國道 客運、市區公車各道路 類型之能耗與 CO ₂ 排放	依據本所提供資料進行更新	-
	港埠節能減碳清冊建置	依據本所提供資料進行更新	-

資料來源：本計畫彙整。

表 5.1-3 能源排放資料庫-運輸部門能源消耗量

單位：千公秉油當量

年度 (西元年)	公路	鐵路	國內航空	國內水運	運輸部門 合計
1990	6936.4	96.4	104.1	240.8	7377.6
1991	7395.4	99.8	111.4	239.3	7846.0
1992	8489.9	107.9	136.8	289.3	9023.9
1993	9172.4	108.5	195.7	318.8	9795.4
1994	9684.0	104.4	237.8	310.7	10336.9
1995	10093.2	104.3	316.9	310.2	10824.6
1996	10360.2	106.8	398.2	341.6	11206.8
1997	10613.5	126.0	399.2	364.2	11502.9
1998	11095.2	134.5	380.5	393.6	12003.8
1999	11400.2	146.6	390.6	425.1	12362.5
2000	11617.6	154.1	335.2	428.6	12535.5
2001	11616.4	149.0	307.3	476.6	12549.3
2002	12169.6	155.4	280.4	423.6	13029.0
2003	12308.2	147.8	234.1	341.2	13031.4
2004	12770.0	156.4	239.7	376.4	13542.5
2005	13139.2	157.7	219.9	394.5	13911.3
2006	13152.7	164.3	191.7	371.3	13880.0
2007	12738.9	227.4	144.9	334.7	13445.9
2008	12112.7	292.0	96.2	271.2	12772.0
2009	12260.5	285.5	84.8	275.4	12906.1
2010	12643.9	299.2	85.7	301.2	13330.0
2011	12839.4	308.1	95.6	280.9	13524.0
2012	12683.8	311.5	96.1	171.3	13262.7
2013	12696.7	321.4	88.0	166.0	13272.1

資料來源：經濟部能源局年能源平衡表(2014)。

表 5.1-4 能源排放資料庫-運輸部門 CO₂ 排放量

單位：千公噸

年度 (西元年)	公路	鐵路	國內航空	國內水運	運輸部門 合計
1990	18,550.70	220.06	280.07	690.17	19,741.00
1991	19,764.77	235.04	300.06	687.13	20,987.00
1992	22,695.76	256.04	368.06	832.14	24,153.00
1993	24,518.61	263.06	527.12	916.21	26,226.00
1994	25,869.68	255.05	640.12	893.16	27,659.00
1995	26,940.52	257.06	852.21	893.22	28,943.00
1996	27,619.46	264.06	1,071.25	982.23	29,936.00
1997	28,295.45	315.07	1,073.24	1,042.24	30,725.00
1998	29,569.84	344.02	1,023.06	1,124.07	32,061.00
1999	30,378.20	370.11	1,049.32	1,217.37	33,014.00
2000	30,966.02	393.15	902.35	1,226.48	33,488.00
2001	30,952.92	388.16	826.35	1,360.57	33,528.00
2002	32,467.25	403.13	755.24	1,211.38	34,837.00
2003	32,798.37	395.12	630.20	982.31	34,806.00
2004	34,042.47	417.10	645.16	1,083.27	36,188.00
2005	35,061.55	388.45	592.69	1,136.31	37,179.00
2006	35,134.59	405.49	516.63	1,070.30	37,127.00
2007	34,040.49	557.02	390.72	962.77	35,952.00
2008	32,351.34	704.07	259.40	779.19	34,095.00
2009	32,706.72	676.51	228.17	791.60	34,403.00
2010	33,741.75	699.10	231.03	866.12	35,537.00
2011	34,247.04	728.58	256.85	805.53	36,039.00
2012	33,775.27	735.37	258.43	485.92	35,255.00
2013	33,684.96	846.69	236.43	470.92	35,239.00

資料來源：經濟部能源局年能源平衡表(2014)。

5.1.3 工具庫

工具庫共彙整 5 項工具，分別為燃油效率警示指標、密集度警示指標、CO₂ 按季排放警示指標、CO₂ 排放因素分解及能源消費分析等，可提供使用者觀察運用，詳細功能茲說明如下

- 一、燃油效率警示指標，提供燃油效率警示指標查詢，選擇統計區間及車種後，可查詢燃油效率警示數據，並製成圖表。
- 二、密集度警示指標，提供密集度警示指標查詢，選擇統計年度及運輸類別後，可查詢密集度警示指標數據，並製成圖表。
- 三、CO₂ 排放按季排放指標，提供 CO₂ 按季排放指標查詢，選擇統計年度及運輸類別後，可查詢 CO₂ 按季排放指標數據，並製成圖表。
- 四、CO₂ 排放因素分解模組，提供 CO₂ 排放因素分解模組查詢，選擇統計年度及運輸類別後，查詢 CO₂ 排放因素分解模組數據，並製成圖表。
- 五、能源消費分析模組，展示本期能源消費分析模式估計結果，以及各運輸系統別消費趨勢。

回首頁 | 最新消息 | 計畫背景 | 知識庫 | 資料庫 | 工具庫 | 因應氣候變遷政策決策支援系統

工具庫

- ▶ 燃油效率警示指標
- ▶ 密集度警示指標
- ▶ CO₂排放按季警示指標
- ▶ CO₂排放因素分解模組
- ▶ 能源消費分析模組

運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台
Energy consumption and greenhouse gas emissions of the transport sector integrated information platform

燃油效率警示指標

首頁 » 工具庫

開始時間： 1990 ▼ - 結束時間： 1990 ▼ 查詢

車種

- 小客車 ☐ 自用(汽油) ☐ 營業(汽油) ☐ 營業(LPG)
- 小貨車 ☐ 自用(汽油) ☐ 自用(柴油) ☐ 營業(汽油) ☐ 營業(柴油)
- 大客車 ☐ (自用) ☐ (遊覽車)
- 公車與客運車 ☐ (公車+客運車) ☐ (市區公車) ☐ (公路客運)
- 大貨車 ☐ (自用) ☐ (營業)
- 機車 ☐ (自用)

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5.1-8 工具庫燃油效率警示指標界面

回首頁 最新消息 計畫背景 知識庫 資料庫 工具庫 因應氣候變遷政策決策支援系統

工具庫

- ▶ 燃油效率警示指標
- ▶ 密集度警示指標
- ▶ CO2排放按季警示指標
- ▶ CO2排放因素分解模組
- ▶ 能源消費分析模組

運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台
Energy consumption and greenhouse gas emissions of the transport sector integrated information platform

密集度警示指標

首頁 » 工具庫

開始時間：1990 - 結束時間：1990

車種

鐵路(公升)-客運 ☐ (台鐵) ☐ (高鐵) ☐ (北捷) ☐ (高捷)
 鐵路(公升)-貨運 ☐ (台鐵)
 鐵路(度)-客運 ☐ (台鐵) ☐ (高鐵) ☐ (北捷) ☐ (高捷)
 鐵路(度)-貨運 ☐ (台鐵)
 國內航空 ☐ (客運)
 國內水運 ☐ (水運)
 小客車 ☐ 自用(汽油) ☐ 營業(汽油) ☐ 營業(LPG)
 大客車 ☐ (自用) ☐ (遊覽車) ☐ (公車+客運)
 機車 ☐ (自用)
 小貨車 ☐ 自用(汽油) ☐ 自用(柴油) ☐ 營業(汽油) ☐ 營業(柴油)
 大貨車 ☐ (自用) ☐ (營業)

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5.1-9 工具庫能源密集度警示指標界面



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5.1-10 工具庫排放因素分解模組界面

5.1.4 因應氣候變遷政策決策支援系統

「因應氣候變遷政策決策支援系統簡稱為(DSS)」功能為針對會員專屬設計的政策評估功能，會員登錄後才能使用，其中 DSS 專區中最重要之功能，主要做為各政策方案評估使用，說明如下：

- 一、步驟一：輸入方案名稱，並選擇方案內容，利用拉 Bar 選擇方式呈現，各項政策內容有可能為 2 項或 3 項或多項，但均為選擇值，不可自行輸入數值。

The screenshot shows the 'Policy Evaluation' (政策評估) interface. On the left is a sidebar with navigation links: 系統簡介, 能源效率標示指標, 排放趨勢分析模組, 基礎評估, 政策選項, and 政策評估. The main area has a form for 'Policy Evaluation' with fields for 'Policy Name' (方案名稱) and several checkboxes for policy content: '國產柴油價格上漲' (0 %), '公共運輸票價補貼' (0 元), '汽機車路邊罰款' (0 元), '電動車輛補貼' (否), and '電動車輛免徵貨物稅' (否). Below the form are buttons for '新增方案', '更新比較表', and '切換變化量/百分比'. A table shows the results of the evaluation with columns for 'Policy Name', 'GDP (百萬元)', '客運總運量 (千人公里)', '貨運總運量 (千噸公里)', '運輸部門能源消費總量 (公噸油當量)', '運輸部門用電量 (公噸油當量)', and '運輸CO2排 (千公噸)'. The table has one row with values: 基礎, 21208968, 378227815, 62719425, 19781594, 369761, and 394. A search bar and 'Show 10 entries' are also visible.

方案名稱	GDP (百萬元)	客運總運量 (千人公里)	貨運總運量 (千噸公里)	運輸部門 能源消費總量 (公噸油當量)	運輸部門用電量 (公噸油當量)	運輸CO2排 (千公噸)
基礎	21208968	378227815	62719425	19781594	369761	394

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5.1-11 DSS 操作步驟一：方案設定

- 二、步驟二：按新增方案按鈕，可以新增方案，並選擇方案內容，利用拉 Bar 選擇方式呈現，各項政策內容有可能為 2 項或 3 項或多項，但均為選擇值，不可自行輸入數值，執行細節請參閱圖 5.1-12。

回首頁 最新消息 計畫背景 知識庫 資料庫 工具庫 因產氣候變遷政策決策支援系統

因產氣候變遷政策決策支援系統

系統簡介

能源效率警示指標

排放趨勢分析模組

基線推估

政策選項

政策評估

Member Login 會員登入

歡迎，前管理員

會員登出

政策評估

方案名稱 方案名稱 方案名稱

國際原油價格上漲 0 % 國際原油價格上漲 0 % 國際原油價格上漲 0 %

公共運輸票價補貼 0 元 公共運輸票價補貼 0 元 公共運輸票價補貼 0 元

汽機車隨油徵收 0 元 汽機車隨油徵收 0 元 汽機車隨油徵收 0 元

電動車購車補貼 否 電動車購車補貼 否 電動車購車補貼 否

電動車免徵貨物稅 否 電動車免徵貨物稅 否 電動車免徵貨物稅 否

新增方案 更新比較表 切換變化量/百分比

Show 10 entries Search:

方案名稱	GDP (百萬元)	客運總運量 (千人公里)	貨運總運量 (千噸公里)	運輸部門 能源消費總量 (公秉油當量)	運輸部門用電量 (公秉油當量)	運輸部門 CO2排 (千公噸)
基線	21208988	378227815	62719425	19781594	369761	394

No data available in table

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5-1-12 DSS 操作步驟二：方案新增

三、步驟三：按更新比較表按鈕，可依選定之方案內容，更新在不同結果上模擬的數據，執行細節請參閱圖 5.1-13。

回首頁 最新消息 計畫背景 知識庫 資料庫 工具庫 因產氣候變遷政策決策支援系統

因產氣候變遷政策決策支援系統

系統簡介

能源效率警示指標

排放趨勢分析模組

基線推估

政策選項

政策評估

Member Login 會員登入

歡迎，前管理員

會員登出

政策評估

方案名稱 方案名稱 方案名稱

國際原油價格上漲 50 % 國際原油價格上漲 50 % 國際原油價格上漲 50 %

公共運輸票價補貼 0.3 元 公共運輸票價補貼 0 元 公共運輸票價補貼 1 元

汽機車隨油徵收 1.5 元 汽機車隨油徵收 1.5 元 汽機車隨油徵收 1.5 元

電動車購車補貼 是 電動車購車補貼 否 電動車購車補貼 否

電動車免徵貨物稅 是 電動車免徵貨物稅 否 電動車免徵貨物稅 是

新增方案 更新比較表 切換變化量/百分比

Show 10 entries Search:

方案名稱	GDP (百萬元)	客運總運量 (千人公里)	貨運總運量 (千噸公里)	運輸部門 能源消費總量 (公秉油當量)	運輸部門用電量 (公秉油當量)	運輸部門 CO2排 (千公噸)
基線	21208988	378227815	62719425	19781594	369761	394
方案一	-28636	-24620006	-1871215	-1426471	18672	-568
方案三	-21208988	-378227815	-62719425	-19781594	-369761	-394
方案二	-21208988	-378227815	-62719425	-19781594	-369761	-394

資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

圖 5-1-13 DSS 操作步驟三：方案比較

5.2 綠色運輸教育宣導網站

綠色運輸教育宣導網站的成立宗旨，主要係提供一般民眾及中小學生推廣綠色運輸系統理念，以達成鼓勵民眾使用綠色運輸系統、紓緩汽機車使用與成長、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目標。

本計畫持續維運之「綠色運輸教育宣導網站」主要係提供一般民眾及中小學童推廣綠色運輸系統理念，103 年度以網站的基本維運為主，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，進行內容之更新。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 104 年 2 月底共計 75,784 人次瀏覽，其登入系統與人次統計頁面如圖 5.2-2 與 5.2-3 所示。



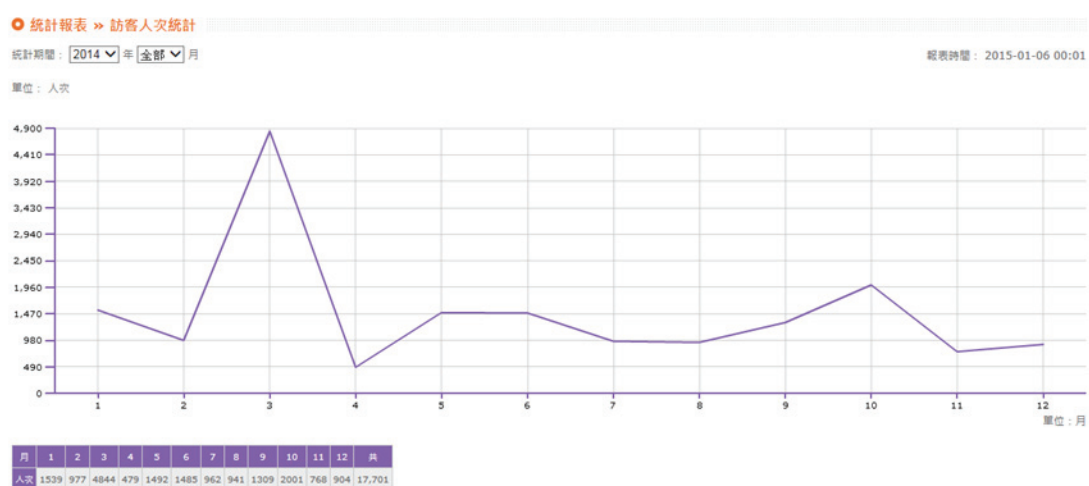
資料來源：綠色運輸教育宣導網站。

圖 5.2-1 綠色運輸教育宣導網站



資料來源：綠色運輸教育宣導網站。

圖 5.2-2 綠色運輸教育宣導網站管理系統登入



資料來源：綠色運輸教育宣導網站。

圖 5.2-3 綠色運輸教育宣導網站人數統計

5.3 網站資安維護

本節將說明本所網頁弱點掃描之結果與處理情形。本所 102 年度利用 HP WebInspect 檢測軟體針對網頁進行弱點掃描，結果顯示綠色運輸教育宣導網站顯示出共 4 項 Critical 弱點，包含 3 項 Database Server Error Message 及 1 項 SQL Injection 弱點。

Database Server Error Message 之弱點主要係當程式發生邏輯或資料錯誤而將錯誤訊息暴露於網頁上。駭客透過錯誤訊息可得知資料庫之指令敘述，並利用來對目標進行攻擊。

而 SQL Injection 弱點則是一種未做好輸入查驗（Input Validation）的問題，若使用者輸入之資料中含有某些對資料庫系統有特殊意義的符號或命令時，便可能讓使用者有機會對資料庫系統下達指令，而造成入侵。

本計畫收到檢測報告後即進行處理，針對弱點進行修正。最後透過 Acunetix Web Vulnerability Scanner 7 軟體針對修正後之網站進行弱點掃描，結果顯示已無任何 Critical 弱點存在。圖 5.3-1 及 5.3-2 分別為修正前、後之弱點掃描結果，由圖中可以發現經修正後並無高風險弱點存在。

Scan details

Scan information

Starttime	2014/3/24 04:38:49
Finish time	2014/3/24 08:38:39
Scan time	3 hours, 59 minutes
Profile	Default

Server information

Responsive	True
Server banner	Apache/2.2.3 (CentOS)
Server OS	Unix
Server technologies	PHP

Threat level



Acunetix Threat Level 3

One or more high-severity type vulnerabilities have been discovered by the scanner. A malicious user can exploit these vulnerabilities and compromise the backend database and/or deface your website.

Alerts distribution


Total alerts found	1172
High	2
Medium	14
Low	449
Informational	707

圖 5.3-1 修正前網站弱點掃描結果

Scan details

Scan information	
Starttime	2014/5/27 ㄇUㄇÉ 11:19:14
Finish time	2014/5/28 ㄇWㄇÉ 12:54:03
Scan time	1 hours, 34 minutes
Profile	Default
Server information	
Responsive	True
Server banner	Apache/2.2.3 (CentOS)
Server OS	Unix
Server technologies	PHP

Threat level



Acunetix Threat Level 2
One or more medium-severity type vulnerabilities have been by the scanner. You should investigate each of these vulnerabilities to ensure they will not escalate to more severe problems.

Alerts distribution

Total alerts found	1157
High	0
Medium	16
Low	439
Informational	702

圖 5.3-2 修正後網站弱點掃描結果

第六章 結論與建議

「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」為交通部重要施政方針，為落實運輸部門節能減碳政策，尋求更有效的方式推動相關減量策略，運輸部門各項節能減碳策略評估模型與運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立實為重要。此外，由於運輸與其他經建部門互動密切不可分割，評估時需同時將運輸、能源、與經濟三方面同時納入考慮。因此本所多年來持續進行運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估相關之研究。

由於資源之限制，本研究將多項工作整合於單一計畫執行，因此在研究成果的呈現上較為多樣，包括針對「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型」參變數更新與檢討、持續完善「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」，並逐步開放「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」與「綠色運輸教育宣導網站」，並在本計畫持續新增功能與更新資料俾使其完備。

本計畫決策支援系統建置之系列研究成果提供相關重要參考資料，於103年度已協助交通部執行行政院綠能低碳推動會之「國家綠能低碳總行動方案」，以及推動運輸部門能源相關業務(如協助辦理全國能源會議)。茲綜整本計畫相關成果，歸納說明結論與相關建議如下。

6.1 結論

本計畫旨在延續102年度計畫成果，完成國內外文獻與國內政府部門研究成果之蒐集與回顧、政策評估分析、資訊平台內容更新與維護、運輸部門因應氣候變遷決策支援系統擴充建置與應用、綠色運輸教育宣導網頁維護，以及參加國際會議、舉辦專家學者座談會、舉辦教育訓練、成果發表會等工作，最後提供交通部門更準確的政策評估資訊，以及即時專業的諮詢服務。

依據本計畫研究成果，可獲得數項結論：

一、 國內外運輸節能減碳與相關研究之發展方向

- (一)COP19、IEA 運輸部門、美國運輸部門、美國運輸研究委員會(TRB)等單位皆建議以提升運具使用的效率、增加替代能源使用及擴大

生質燃料使用等政策措施為優先考量。

- (二) 為與國際接軌，應思考在我國兩個減量承諾方案中，選擇其一，作為我國「後 2020 年減量承諾方案」，抑或思考另一個全新的減量承諾方案。
- (三) 因應未來新市場機制、雙邊（包括兩岸與友邦國家）與國際碳交易發展趨勢，須掌握與追蹤碳會計制度的最新發展，並在適當時機引入我國，一方面提高我國碳管理能力，有效落實減量目標；另一方面，可與國際接軌，開創我國參與國際碳市場的機會。
- (四) 參酌各國運輸部門推動節能減碳發展之趨勢，在政策的推動上可提高運輸電力化占比，其做法應著眼於發展完善的電力供應基礎設備與最適成本控制的方法，並以輕型車輛電力化為主。電動車應結合各都市規劃的目標，因地制宜，以符合當地實際都市發展條件與使用需求。

二、運輸部門因應氣候變遷決策支援系統

- (一) 綜觀國內外決策支援系統因應各國國情、建置目的、使用對象不同，在設計上各有差異，且所需蒐集之基礎資料亦隨系統複雜程度而大不相同。評估工具之特性及運輸政策與行為之多元面向議題，政策評估多半無法仰賴單一工具進行。本計畫經過多年努力，整合運輸部門 GCE 模型、能源消費模型與能源密集度等數種計算方法與工具以因應評估運輸部門能源與減碳政策所需。
- (二) 為能考慮多元面向之減量策略與重要交通建設對溫室氣體排放之影響，本年度新增「軌道運輸基礎建設影響評估」與「低碳運具影響評估」2 項評估模組，本計畫歷年共設計如國際油價上漲、公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助、生質燃料添加、車輛汰舊換新、補助低碳運具與軌道基礎建設等 6 種節能減碳政策評估模組，期望涵蓋避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)不同面向之策略。
- (三) 資料庫需要長期且持續的累積，資料庫囊括的項目或指標亦必須視評估所需逐步擴充，本年度計畫已強化決策支援系統操作流程說明、完成社經、能源排放、運輸等資料庫資料更新，且優化能源消費模式參變數。

- (四) 本計畫建置之「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，可將有關運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之相關研究成果公開上網展示，並開放部分分析功能提供外界使用操作。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 104 年 2 月底共計 32,231 人次瀏覽，登記會員人數共計 36 人。

三、 有關運輸部門減量策略評估部分

- (一) 本計畫建置之運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統，已完成階段性運輸-經濟-能源整合模型，能以總體國家資源投入角度分析運輸部門減碳效果。藉由本系列研究持續執行，103 年本所已協助交通部研提行政院綠能低碳推動會針對運輸部門之減碳目標，並研擬全國能源會議議題背景資訊中有關運輸部門電力需求預測資料。
- (二) 藉由本計畫歷來評估結果，大致上可獲得全面性之經濟與財政工具為減量成效較佳策略的結論；而補貼策略雖然可改變公共運輸結構，但因對經濟體系扭曲較嚴重，因此由經濟效率觀點，並非最佳策略，然該項政策所擔負的社會照護與公平性角色，則非減量目標與減量成本所優先考量的目標。
- (三) 對於以政策評估為主的 CGE 模型，大量的參數設定造成實證分析時相當程度的困擾，雖然可透過文獻蒐集與歷史校估修正，但仍舊缺乏具體實證證據的支持。特別是模型中對於彈性參數在功能上保留了隨時間而改變的特性，但因缺乏實證資料的支持，本計畫尚難以將政策對偏好及彈性的影響，反映到彈性參數的改變上，此亦有賴未來相關基礎研究的推估，以適切地修正參數設定。
- (四) 另由於 CGE 模型大多以 top-down 觀點進行評估，故對於微觀的經濟行為與設定難免無法周全，在方法上，本計畫亦說明整合不同屬性但可互補的模型或方法，可充分發揮個別模型之特色，以解決政策評估的缺憾。
- (五) 本年度計畫為補充原有建設可行性分析中總體經濟效益部分，同時瞭解基礎建設對運輸部門排放量之影響，故選擇軌道建設為分析標的。根據本年度軌道運輸基礎建設評估結果顯示，經物價調整後的 2012 至 2022 年總建設經費約 1,127 億元，在此期間因帶動

各業成長而直接、間接對 GDP 產生的貢獻約為 488 億元。而受到投資帶動之產業關聯效果影響，將直接帶動道路工程、戶外輸配電路、鐵路工程、電訊線路工程等產業發展。產業活動增加的結果，使興建期間能源消費較基線增加約 0.007%至 0.05%，但營運後，隨著公共運輸(軌道)需求的提升，運輸部門的能源消耗量約較基線減少 1.5%，CO₂ 排放量減少約 1.46%。因此，軌道運輸建設將於營運階段才有明顯減碳效益。

- (六) 當消費者被提供電動車與油電混合車兩種運具選項，電動車補貼策略並未提供良好的電動車市場發展條件。若僅依靠購車補貼，在補貼率為每輛車 10 萬元至 90 萬元的區間內，僅能帶動電動車數量增加約 0.001%至 0.006%。運輸部門總排放量，將因新增的車輛使用需求，而呈現微幅成長的狀態。然而，原油價格變化，直接影響燃料消費及車輛使用，當上漲幅度達 50%以上，除了抑制運輸部門能源消耗，同時帶動低碳車輛數目成長。

四、綠色運輸教育宣導網頁改版與推廣

- (一) 綠色運輸教育宣導網站的成立宗旨，主要係提供一般民眾及中小學生推廣綠色運輸系統理念，以達成鼓勵民眾使用綠色運輸系統、紓緩汽機車使用與成長、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目標。
- (二) 本計畫「綠色運輸教育宣導網站」主要係提供一般民眾及中小學童推廣綠色運輸系統理念，103 年度以網站的基本維運為主，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，進行內容之更新。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 104 年 2 月底共計 75,784 人次瀏覽。

6.2 建議

運輸部門因應氣候變遷所要考慮的面向，將由過去的節能減碳逐漸轉向氣候變遷調適以及新市場機制等層面，因此建議可持續關注國內外相關機制發展，並探討運輸部門將面臨的挑戰及因應策略。

一、本年度經由綜整相關研究與計畫資料，研提未來本所政策決策節能減碳評估模組計畫系列研究建議如次：

- (一) 隨著國際經貿情勢快速變遷，國內在逐步邁向經貿自由化、投資全球化的發展下，對於未來運輸服務的需求將產生結構性變化，例如國際航空服務需求將隨之擴增，在此情況下，面對未來國際減量的新市場機制該如何因應，可進一步分析。
- (二) 多數研究認為技術發展對替代運具的發展具有決定性影響，但面對技術發展的不確定性才是替代運具商業化時程的關鍵因素，本計畫已建構替代運具分析架構與基礎資料庫，未來建議可將技術及政策發展的風險納入考量。
- (三) 觀察國際運輸領域之 CGE 模型發展，舉凡外部性分析、道路訂價模型、社會議題、基礎建設、國際貿易，乃至氣候變遷，皆有方興未艾的發展趨勢，本計畫之運輸 CGE 模型以完成運輸部門節能減碳評估為主要目的，因此尚未完全囊括前述國內外研究之發展面向，建議未來研究可以本計畫為基礎，進一步擴充理論架構與評估功能，以強化模型對運輸部門分析之廣度與精細度。

二、有關運輸部門減量策略，建議如次：

- (一) 針對運輸部門減碳與能源政策案例評估，應持續回顧國內外最新社經發展情勢(例如油價之漲跌)與更新資料庫，藉此調整修訂既有案例假設參變數，另挑選適當可行減碳政策情境進行評估，俾強化決策支援系統之功能。
- (二) 研究顯示交通部門負責且可執行之減碳措施有限，減量範圍與成效皆不如影響層面廣泛的政策(如能源稅、能源價格)，未來建議可以與其他主管機關研提具整合性質之節能減碳策略。後續計畫可透過召開相關專家學者座談會議，以及成果發表會，邀

請其他部門減碳政策評估學研單位，交換意見，並進行相關交流，俾對評估結果有更完善解讀。

三、「綠色運輸教育宣導網站」與「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」資訊平台功能擴充及更新，建議如次：

- (一) 後續計畫應持續辦理「綠色運輸教育宣導網站」之維護與推廣，持續蒐集與擴充節能減碳相關資訊以充實知識庫內容與新鮮度，持續更新網頁版面與美編，並配合實體行銷活動以刺激網站點閱率，提升網站在網際網路上之能見度，活化網站使用人次，俾達到知識管理與分享之目的。
- (二) 「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」之運作與發展必須持之以恆，並透過相關專家學者座談會與計畫成果發表會予以推廣，其使用人數將更顯倍數成長，因此在模組開發與資料庫建立，應以可常態性持續運作之模組與資料來源為優先建置對象，並且須有持續的資源挹注，以利後續模型修正與參數調校。

四、運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型與決策支援系統

- (一) 資料庫部分建議針對社經資料蒐集、能源需求與溫室氣體排放估算、減量與調適策略彙整等方向逐步擴充其內涵；
- (二) 評估方法部分，後續研究可持續整合不同屬性但可互補的模型或方法，以解決 CGE 模型大多以 top-down 觀點進行評估，對於微觀的經濟行為難以周全政策評估的缺憾，並可針對各項評估指標，如能源效率警示指標、排放警示指標、運量結構等清單建置的強化，以更加完善運輸部門決策支援系統之政策評估功能。
- (三) 系統內容維護部分，由於資料庫與評估方法的持續更新與擴充，評估流程與系統之複雜度勢必也隨之上升，建議後續應定期重新檢視，俾以維持系統之順暢運作，充份支援相關政策之評估。
- (四) 「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型」除既定經濟面評估功能，目前可用於國家總體經濟政策之評估，對於運輸需

求與供給之掌握仍有不足，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，但在邁向更成熟發展的階段而言，仍有持續投入空間，爰將持續納入可評估相關運輸管理政策之城際與都會需求模組，以臻完備。

參考文獻

1. Debowicz, D. (2013), “The impact of oportunidades on human capital and income distribution – a top-down/bottom-up approach,” IFPRI Discussion Paper 01257, Mach 2013
2. ICCT (2012). Global Transportation Energy and Climate Roadmap.
3. International Energy Agency (2014), Energy Technology Perspectives 2014
4. IPCC (2014), CLIMATE CHANGE 2014 Synthesis Report,
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_LONGERREPORT.pdf
5. ITDP (2014), Transport Emissions Evaluation Models for Projects (TEEMP),
<http://cleanairinitiative.org/portal/projects/TEEMP>
6. OECD (2013), Post 2020 Climate Change Mitigation Commitments.
7. Schwartz, H. G., M. Meyer, C. J. Burbank, M. Kuby, C. Oster, J. Posey, E. J. Russo, and A. Rypinski (2014), Ch. 5: Transportation. Climate Change Impacts in the United States: The Third National Climate Assessment, J. M. Melillo, Terese (T.C.) Richmond, and G. W. Yohe, Eds., U.S. Global Change Research Program, 130-149. doi:10.7930/J06Q1V53.
8. The European Commission (2011), White Paper 2011: Roadmap to a Single European Transport Area-Towards a competitive and resource efficient transport system
9. UN Climate Change Conference in Warsaw keeps governments on a track towards 2015 climate agreement,
http://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/131123_pr_closing_cop19.pdf
10. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Projected Biomass Utilization for Fuels and Power in a Mature Market
11. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Alternative Fuel Infrastructure Expansion: Costs, Resources, Production Capacity, and Retail Availability for Low-Carbon Scenarios
12. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy

- (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Vehicle Technology Deployment Pathways:An Examination of Timing and Investment Constraints.
13. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Non-Cost Barriers to Consumer Adoption of New Light-Duty Vehicle Technologies
 14. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Potential for Energy Efficiency Improvement Beyond the Light-Duty-Vehicle Sector
 15. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Effects of the Built Environment on Transportation: Energy Use, Greenhouse Gas Emissions, and Other Factors
 16. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Effects of Travel Reduction and Efficient Driving on Transportation: Energy Use and Greenhouse Gas Emissions
 17. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Freight Transportation Modal Shares: Scenarios for a Low-Carbon Future
 18. U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (2013). TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Freight Transportation Demand: Energy-Efficient Scenarios for a Low-Carbon Future
 19. 工業技術研究院 (2013),「Taiwan 2050 Calculator」,系統操作手冊, <http://my2050.twenergy.org.tw/>。
 20. 王正健、高銘汶、劉芳欣 (2013),「台灣智慧電動車產業推展與瞻望」,財團法人車輛研究測試中心。
 21. 交通部運輸研究所(2007),「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」,計畫報告。
 22. 交通部運輸研究所 (2010),「研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究」。

23. 交通部運輸研究所 (2012),「綠運輸政策白皮書」。
24. 交通部運輸研究所(2012),「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」,計畫報告。
25. 交通部運輸研究所 (2013),「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」。
26. 交通部運輸研究所 (2014),公共運輸發展政策推動效益之評估與回饋-運具選擇行為變動之分析及決策支援系統建置 (2/2)。
27. 行政院 (2014),「國家綠能低碳總行動方案」103 年度工作計畫(附表),
<http://www.ey.gov.tw/Upload/RelFile/27/714654/bbeb096e-e726-426a-9a51-2fa2866e5fad.pdf>
28. 行政院 (2014),智慧電動車輛發展策略與行動方案,
<http://www.ey.gov.tw/Upload/RelFile/27/714672/a61dabc0-b29b-4ab8-98de-3fef5128abb9.pdf>
29. 財團法人台灣經濟研究院 (2013),『走向低碳運輸』。
30. 黃耀忠、黃財旺、董靜宇(2012),「探討電動車產業未來的發展機會」,石油季刊。
31. 臺北大眾捷運股份有限公司(2014),「臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段暨周邊土地開發計畫可行性研究」。

附錄 1

計畫摘要

計畫摘要

一、研究背景與目的

行政院於 97 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 年回到 2000 年的水準。98 年 12 月成立「節能減碳推動會」(103 年已更名為「綠能低碳推動會」)，督導落實「國家節能減碳總行動方案」(已更名為「國家綠能低碳總行動方案」)，並將「推動『能源國家型科技計畫』」列為行動計畫項目，而本計畫則納入前述「能源國家型科技計畫」。另方面為落實運輸部門節能減碳政策，尋求更有效的方式推動相關減量策略，「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」為交通部重要施政方針，運輸部門各項節能減碳策略評估模型與運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立實為重要。交通部運輸研究所(以下簡稱本所)自 96 年起已著手辦理「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立」3 年期計畫，對於各種相關之節能減碳模型架構進行初步探討。

考量運輸行為與其他經建部門互動密切且不可分割，評估時需同時將運輸、能源、與經濟三者納入考慮。因此，本所分別於 99 年度(2010 年)辦理「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立」、100 年度(2011 年)辦理「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立」、101 年度(2012 年)辦理「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」，以及 102 年度(2013 年)辦理「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」等研究計畫，藉此整合本所能源科技系列研究計畫資料，且作為模型之輸入資料庫及輸出平台；另於 99 年度(2010 年)辦理「建置運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，以及 100 年度(2011 年)辦理「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」。

有關前期 102 年度(2013 年)「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」計畫已針對運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型所需要之參數進行資料蒐集與校估及模型之修訂，同時修訂決策支援系統架構與雛型，展示決策支援系統之實際功能操作。本期 103 年度計畫旨在延續前期 102 年度計畫成果，廣續完成國內外文獻與國內政府部門研究成果之蒐集與回顧、政策評估分析、資訊平台內容更新與維護、運輸部門因應氣候變遷決策支援系統擴充建置與應用、綠色運輸教育宣導網頁維護，以及參加國際會議、舉

辦專家學者座談會、舉辦教育訓練、成果發表會等工作項目。最後，本年度工作成果可提供交通部門更準確的政策評估資訊，以及即時專業的諮詢服務。

二、研究內容

鑒於前期(102 年度)計畫已完成「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」之研究，已完成節能減碳政策評估模型開發，並在納入經濟、能源策略及運輸需求等相關變數下，綜合評估運輸部門節能減碳策略與措施之成效。故本年度計畫主要工作在其基礎上，繼續修訂決策支援系統架構，並將政策評估、指標計算、政策篩選等功能建置於系統中，並於使用者介面中設計對映選項，俾給予使用者易於操作並解讀之環境，以達決策支援之目的。本年度主要研究內容包括：

(一) 文獻蒐集回顧

1. 蒐集國內政府部門運輸節能減碳相關研究計畫資料，釐清計畫彼此之間關聯性，以作為本計畫發展方向修訂之參據。
2. 蒐集國內外運輸能源相關決策支援系統之最新發展趨勢。
3. 蒐集國內外運輸節能減碳策略與措施之成效及評估方式。

(二) 決策支援系統之擴充建置與應用

1. 強化趨勢分析工具：修訂及增加每季運輸部門能源消耗與溫室氣體排放變化趨勢分析之量化工具。
2. 擴充可評估之政策選項：就我國可推動之運輸節能減碳策略與措施，至少研擬 2 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；其策略面向必須涵蓋「避免(avoid)」、「移轉(shift)」與「改善(Improve)」等面向。
3. 檢討、修訂並強化政策評估準則。
4. 依上述工作成果，修訂並擴充「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」。

(三) 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台資料更新與維運

1. 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台之持續維運與更新，包括資料庫各項資料更新；知識庫內容更新(至少每季 1 次)。

2. 協助資訊平台資安維護事宜。

(四)辦理綠色運輸教育宣導網站維運

1. 每月更新「綠色運輸教育宣導網站」之新聞性或議題資料。

2. 網站之生活具體作法、政府具體作為、綠色運輸研究室等內容每季至少更新一次。

3. 協助網站資安維護事宜。

(五)專業資訊及專家意見蒐集：依本所與計畫執行過程中之指示，派員出席國際運輸部門節能減碳相關會議，蒐集國際最新趨勢資訊，並提出報告。

三、研究成果

為實踐交通部「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」之施政方針，以及建立運輸部門各項節能減碳策略之評估模型，自 96 年起，本計畫協助運研所執行「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立」3 年期計畫之第 3 期，對於各種相關之模型架構進行初步探討。

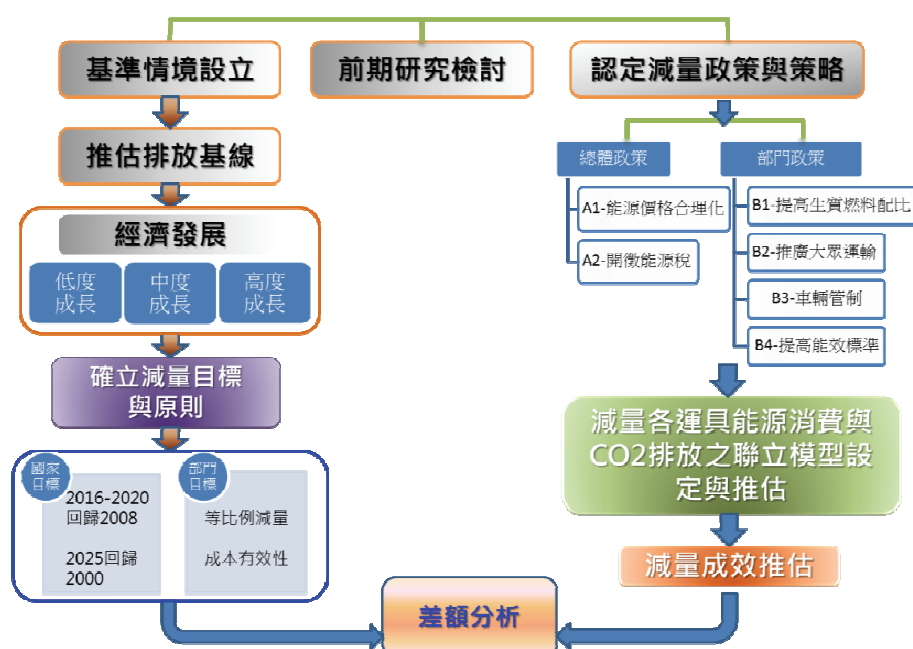
由於運輸本質上是衍生性需求，運輸部門與其他經建部門互動密切而不可分割，過去相關評估工作多從運輸需求分析模式探討節能減碳的成效，較少從運輸—能源—經濟三個構面整合評估，因此自 99 年度執行「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型架構之建立」計畫、100 年度執行「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立」計畫、101 年度執行「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用」計畫、以及 102 年度執行「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」等計畫。從運輸規劃、能源技術與總體經濟面，開發節能減碳政策評估模型，同時納入經濟、能源策略以及運輸需求等相關變數，綜合評估運輸部門節能減碳策略與措施之成效，以作為我國運輸部門溫室氣體減量目標與因應策略之政策評估工具，同時亦針對「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」架構提出建議。

於此同時，為充分達到決策支援目的，國內外相關資訊整合有其必要，故分別於 99 年度及 100 年度執行「建置運輸部門能源消耗與溫室氣體排放

整合資訊平台」與「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」，同步整合本所能源科技主要計畫之資料，並作為模型之輸入資料庫及輸出平台。經過多年努力，本計畫達成多項目標：

(一) 建立節能減碳政策評估機制

為實踐交通部「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」之施政方針，建立運輸部門各項節能減碳策略之評估工具與機制。機制架構重點包括：(1) 需建立基準情境與基線，做為比較基準；(2) 需考慮政經條件發展，為影響運輸服務需求重要因素；(3) 需要多元工具分析減量策略；(4) 減量策略可概分為總體與個別策略；(5) 減量目標與成效需滾動檢討，說明如附圖 1.1。



資料來源：本計畫繪製。

附圖 1.1 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統機制架構

(二) 建置整合評估工具

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，過去相關評估工作多從運輸需求分析模式探討節能減碳的成效，無法掌握對於運輸部門節能減碳政策所造成之經濟衝擊與成本效益，爰需要有運輸—能源—經濟三個構面整合評估之工具，以提供政府部門完整之節能減碳政策決策資訊，促進國家資源之有效運用。

為因應評估需求，自第1年起便著手探討多元工具整合的方法與流程，並視本計畫需求，建立自己的評估流程。多年來，更針對評估工具，經過參

數諮詢、歷史校估、以及與多元工具整合運用，逐步修正基線推估。為使評估工具易於使用與瞭解，建立決策支援系統，提供資料查詢、分析，策略選擇與評估等功能，說明如附圖 1.2。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台網站。

附圖 1.2 政策決策支援系統介面-運作流程說明畫面

(三) 協助滾動檢視我國運輸部門減量目標

依據我國最新經建展望條件，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精神及全國能源會議結論，參採與我經濟規模相似國家後京都時期最新發展情勢，進而研析我國運輸部門可行的溫室氣體目標。

(四) 滾動檢討綠運輸政策方向

101 年 7 月交通部頒布「101 年運輸政策白皮書－綠運輸」，作為推動「綠運輸」之施政方針，其中相關內容，即係以本計畫歷年成果為基礎所撰擬。除依上述白皮書內容外，本計畫成果亦做為交通部節能減碳政策逐年滾動檢

討之參考依據。自第二年起，逐年擴充政策評估項目，至目前為止共完成一項外部情境與六項內部政策評估，說明如附表 1.1。

附表 1.1 本計畫歷年政策情境設定說明

情境		設定說明
基本 定 情 境 設	基線	1.電動車技術 2030 年電池成本較 2012 年降 32%； 2.國際原油價格逐年成長，至 2030 年約為 2012 年之 1.38 倍
	國際原油 價格上漲	1.自 2014 年起較基線上漲 50%，至 2030 年約為 2012 年之 2.06 倍。
政策 項 目	公共運輸 票價補貼	1.補貼對象為消費者； 2.補貼運具包括台鐵客運、捷運、國道客運、一般公路客運、市區公車； 3.補貼率分別為台鐵客運(每延人公里 0.3 元)、捷運(每延人公里 1.0 元)、國道客運(每延人公里 0.5 元)、一般公路客運(每延人公里 0.5 元)、市區公車(每延人公里 0.5 元)； 4.自 2014 年起。
	汽燃費 隨油徵收	1.施行對象為產業及私人運具使用之燃料； 2.汽燃費徵收費率為汽油每公升 2.5 元，柴油每公升 1.5 元； 3.自 2014 年起。
	電動車 購車補貼	1.施行對象為產業及私人購置之電動車； 2.假設電動車技術假設 2030 年電池成本較 2012 年降 32%； 3.購車補貼僅指對車輛購置成本補貼，未包含充電站等硬體設施之投資支出； 4.假設電動車使用年限為 15 年； 5.補貼率為每輛 10 萬元； 6.自 2014 年起。
	軌道基礎 建設	1.考量臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段與南環段興建期之資本成本、營運期之運維成本、折舊與利息成本；考量興建期及營運期之總體經濟效益； 2.建設期間為 2012 至 2022 年； 3.建設總經費為 1,372 億元，經物價平減後為 1,127 億元； 4.假設營運後全日旅次量可由 365,974 旅次增為 736,437 旅次，成長 101%。
	生質燃料 添加	1.酒精汽油添加比例增為 0.002%，生質柴油添加比例增為 2%； 2.自 2014 年起。
	車輛汰舊 換新	1.汰換 15 年以上車輛 20%； 2.自 2014 年起逐年汰換。

資料來源：本研究彙整。

(五) 配合跨部會施政需求

行政院節能減碳推動會所推動之國家節能減碳總行動方案中，交通部共有 7 項行動計畫，配合行政院節能減碳推動會之國家節能減碳總行動方案管

考機制，本計畫歷年成果做為該行動計畫成效估算及年度檢討修訂之基礎。

(六) 建立資訊溝通平台

為有效掌握國內外節能減碳政策趨勢，以及我國運輸部門能源使用溫室氣體排放狀況，彙整相關資訊並建置便利親善的運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台。透過「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」針對不同使用對象建立綠色運輸資訊溝通平台。102 年度計畫更舉辦 3 場次綠運輸教育宣導活動，讓綠色運輸教育能產生更廣更深的社會影響。

四、結論

本計畫旨在延續 102 年度計畫成果，完成國內外文獻與國內政府部門研究成果之蒐集與回顧、政策評估分析、資訊平台內容更新與維護、運輸部門因應氣候變遷決策支援系統擴充建置與應用、綠色運輸教育宣導網頁維護，以及參加國際會議、舉辦專家學者座談會、舉辦教育訓練、成果發表會等工作，最後提供交通部門更準確的政策評估資訊，以及即時專業的諮詢服務。

依據本計畫研究成果，可獲得數項結論：

(一) 國內外運輸節能減碳與相關研究之發展方向

1. COP19、IEA 運輸部門、美國運輸部門、美國運輸研究委員會(TRB)等單位皆建議以提升運具使用的效率、增加替代能源使用及擴大生質燃料使用等政策措施為優先考量。
2. 為與國際接軌，應思考在我國兩個減量承諾方案中，選擇其一，作為我國「後 2020 年減量承諾方案」，抑或思考另一個全新的減量承諾方案。
3. 因應未來新市場機制、雙邊（包括兩岸與友邦國家）與國際碳交易發展趨勢，須掌握與追蹤碳會計制度的最新發展，並在適當時機引入我國，一方面提高我國碳管理能力，有效落實減量目標；另一方面，可與國際接軌，開創我國參與國際碳市場的機會。
4. 參酌各國運輸部門推動節能減碳發展之趨勢，在政策的推動上可提高運輸電力化占比，其做法應著眼於發展完善的電力供應基礎設備與最適成本控制的方法，並以輕型車輛電力化為主。電動車

應結合各都市規劃的目標，因地制宜，以符合當地實際都市發展條件與使用需求。

(二) 運輸部門因應氣候變遷決策支援系統

1. 綜觀國內外決策支援系統因應各國國情、建置目的、使用對象不同，在設計上各有差異，且所需蒐集之基礎資料亦隨系統複雜程度而大不相同。評估工具之特性及運輸政策與行為之多元面向議題，政策評估多半無法仰賴單一工具進行。本計畫經過多年努力，整合運輸部門 GCE 模型、能源消費模型與能源密集度等數種計算方法與工具以因應評估運輸部門能源與減碳政策所需。
2. 為能考慮多元面向之減量策略與重要交通建設對溫室氣體排放之影響，本年度新增「軌道運輸基礎建設影響評估」與「低碳運具影響評估」2 項評估模組，本計畫歷年共設計如國際油價上漲、公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助、生質燃料添加、車輛汰舊換新、補助低碳運具與軌道基礎建設等 6 種節能減碳政策評估模組，期望涵蓋避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)不同面向之策略。
3. 資料庫需要長期且持續的累積，資料庫囊括的項目或指標亦必須視評估所需逐步擴充，本年度計畫已強化決策支援系統操作流程說明、完成社經、能源排放、運輸等資料庫資料更新，且優化能源消費模式參變數。
4. 本計畫建置之「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」，可將有關運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之相關研究成果公開上網展示，並開放部分分析功能提供外界使用操作。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 104 年 2 月底共計 32,231 人次瀏覽，登記會員人數共計 36 人。

(三) 有關運輸部門減量策略評估部分

1. 本計畫建置之運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統，已完成階段性運輸-經濟-能源整合模型，能以總體國家資源投入角度分析運輸部門減碳效果。藉由本系列研究持續執行，103 年本所已協助交通部研提行政院綠能低碳推動會針對運輸部門之減碳目標，並研擬全國能源會議議題背景資訊中有關運輸部門電力需求

預測資料。

2. 藉由本計畫歷來評估結果，大致上可獲得全面性之經濟與財政工具為減量成效較佳策略的結論；而補貼策略雖然可改變公共運輸結構，但因對經濟體系扭曲較嚴重，因此由經濟效率觀點，並非最佳策略，然該項政策所擔負的社會照護與公平性角色，則非減量目標與減量成本所優先考量的目標。
3. 對於以政策評估為主的 CGE 模型，大量的參數設定造成實證分析時相當程度的困擾，雖然可透過文獻蒐集與歷史校估修正，但仍舊缺乏具體實證證據的支持。特別是模型中對於彈性參數在功能上保留了隨時間而改變的特性，但因缺乏實證資料的支持，本計畫尚難以將政策對偏好及彈性的影響，反映到彈性參數的改變上，此亦有賴未來相關基礎研究的推估，以適切地修正參數設定。
4. 另由於 CGE 模型大多以 top-down 觀點進行評估，故對於微觀的經濟行為與設定難免無法周全，在方法上，本計畫亦說明整合不同屬性但可互補的模型或方法，可充分發揮個別模型之特色，以解決政策評估的缺憾。
5. 本年度計畫為補充原有建設可行性分析中總體經濟效益部分，同時瞭解基礎建設對運輸部門排放量之影響，故選擇軌道建設為分析標的。根據本年度軌道運輸基礎建設評估結果顯示，經物價調整後的 2012 至 2022 年總建設經費約 1,127 億元，在此期間因帶動各業成長而直接、間接對 GDP 產生的貢獻約為 488 億元。而受到投資帶動之產業關聯效果影響，將直接帶動道路工程、戶外輸配電路、鐵路工程、電訊線路工程等產業發展。產業活動增加的結果，使興建期間能源消費較基線增加約 0.007%至 0.05%，但營運後，隨著公共運輸(軌道)需求的提升，運輸部門的能源消耗量約較基線減少 1.5%，CO₂ 排放量減少約 1.46%。因此，軌道運輸建設將於營運階段才有明顯減碳效益。
6. 當消費者被提供電動車與油電混合車兩種運具選項，電動車補貼策略並未提供良好的電動車市場發展條件。若僅依靠購車補貼，在補貼率為每輛車 10 萬元至 90 萬元的區間內，僅能帶動電動車數量增加約 0.001%至 0.006%。運輸部門總排放量，將因新增的

車輛使用需求，而呈現微幅成長的狀態。然而，原油價格變化，直接影響燃料消費及車輛使用，當上漲幅度達 50% 以上，除了抑制運輸部門能源消耗，同時帶動低碳車輛數目成長。

(四) 綠色運輸教育宣導網頁改版與推廣

1. 綠色運輸教育宣導網站的成立宗旨，主要係提供一般民眾及中小學生推廣綠色運輸系統理念，以達成鼓勵民眾使用綠色運輸系統、紓緩汽機車使用與成長、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目標。
2. 本計畫「綠色運輸教育宣導網站」主要係提供一般民眾及中小學童推廣綠色運輸系統理念，103 年度以網站的基本維運為主，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，進行內容之更新。網站瀏覽人次自 102 年 5 月統計起，截至 104 年 2 月底共計 75,784 人次瀏覽。

五、建議

運輸部門因應氣候變遷所要考慮的面向，將由過去的節能減碳逐漸轉向氣候變遷調適以及新市場機制等層面，因此建議可持續關注國內外相關機制發展，並探討運輸部門將面臨的挑戰及因應策略。

(一) 本年度經由綜整相關研究與計畫資料，研提未來本所政策決策節能減碳評估模組計畫系列研究建議如次：

1. 隨著國際經貿情勢快速變遷，國內在逐步邁向經貿自由化、投資全球化的發展下，對於未來運輸服務的需求將產生結構性變化，例如國際航空服務需求將隨之擴增，在此情況下，面對未來國際減量的新市場機制該如何因應，可進一步分析。
2. 多數研究認為技術發展對替代運具的發展具有決定性影響，但面對技術發展的不確定性才是替代運具商業化時程的關鍵因素，本計畫已建構替代運具分析架構與基礎資料庫，未來建議可將技術及政策發展的風險納入考量。
3. 觀察國際運輸領域之 CGE 模型發展，舉凡外部性分析、道路訂價模型、社會議題、基礎建設、國際貿易，乃至氣候變遷，皆有

方興未艾的發展趨勢，本計畫之運輸 CGE 模型以完成運輸部門節能減碳評估為主要目的，因此尚未完全囊括前述國內外研究之發展面向，建議未來研究可以本計畫為基礎，進一步擴充理論架構與評估功能，以強化模型對運輸部門分析之廣度與精細度。

(二)有關運輸部門減量策略，建議如次：

1. 針對運輸部門減碳與能源政策案例評估，應持續回顧國內外最新社經發展情勢(例如油價之漲跌)與更新資料庫，藉此調整修訂既有案例假設參變數，另挑選適當可行減碳政策情境進行評估，俾強化決策支援系統之功能。
2. 研究顯示交通部門負責且可執行之減碳措施有限，減量範圍與成效皆不如影響層面廣泛的政策(如能源稅、能源價格)，未來建議可以與其他主管機關研提具整合性質之節能減碳策略。後續計畫可透過召開相關專家學者座談會議，以及成果發表會，邀請其他部門減碳政策評估學研單位，交換意見，並進行相關交流，俾對評估結果有更完善解讀。

(三)「綠色運輸教育宣導網站」與「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」資訊平台功能擴充及更新，建議如次：

1. 後續計畫應持續辦理「綠色運輸教育宣導網站」之維護與推廣，持續蒐集與擴充節能減碳相關資訊以充實知識庫內容與新鮮度，持續更新網頁版面與美編，並配合實體行銷活動以刺激網站點閱率，提升網站在網際網路上之能見度，活化網站使用人次，俾達到知識管理與分享之目的。
2. 「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」之運作與發展必須持之以恆，並透過相關專家學者座談會與計畫成果發表會予以推廣，其使用人數將更顯倍數成長，因此在模組開發與資料庫建立，應以可常態性持續運作之模組與資料來源為優先建置對象，並且須有持續的資源挹注，以利後續模型修正與參數調校。

(四)運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型與決策支援系統

1. 資料庫部分建議針對社經資料蒐集、能源需求與溫室氣體排放估算、減量與調適策略彙整等方向逐步擴充其內涵；

2. 評估方法部分，後續研究可持續整合不同屬性但可互補的模型或方法，以解決 CGE 模型大多以 top-down 觀點進行評估，對於微觀的經濟行為難以周全政策評估的缺憾，並可針對各項評估指標，如能源效率警示指標、排放警示指標、運量結構等清單建置的強化，以更加完善運輸部門決策支援系統之政策評估功能。
3. 系統內容維護部分，由於資料庫與評估方法的持續更新與擴充，評估流程與系統之複雜度勢必也隨之上升，建議後續應定期重新檢視，俾以維持系統之順暢運作，充份支援相關政策之評估。
4. 「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型」除既定經濟面評估功能，目前可用於國家總體經濟政策之評估，對於運輸需求與供給之掌握仍有不足，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，但在邁向更成熟發展的階段而言，仍有持續投入空間，爰將持續納入可評估相關運輸管理政策之城際與都會需求模組，以臻完備。

附錄 2

專家學者座談會議紀錄暨回復表

「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用」 專家學者座談會會議紀錄

壹、時間：103 年 10 月 30 日（星期四）上午 10:00

貳、地點：本所 5 樓會議室

參、主席：本所張瓊文組長、台灣綜合研究院楊晴雯博士

肆、出(列)席單位及人員：詳會議簽到單

伍、主席致詞：(略)。

陸、簡報：(略)。

柒、發表意見摘要：

一、成功大學交通管理學系黃國平副教授：

- (一) 有關模擬近年油價趨勢方面，最近受國際政經因素影響，成長結構已逐漸轉變，趨勢呈現逐漸趨緩之態勢，爰情境部分應考量油價下跌之情形。
- (二) 考量電動小客車購買價格相對一般汽油小客車高，若單純考慮購買價格，確實油價漲跌對購買意願影響有所限制，建議電動車使用年限假設，應酌以延長。
- (三) 顧及整體模型範疇尚有部分無法涵蓋之經濟現象(例如：公共建設投資對 GDP 貢獻是否不足、交通建設對民眾旅行時間減少，以及其對相關產業之影響，抑或是軌道基礎建設是否影響旅運行為改變，而產生旅運行為的量變、質變等效果)，爰建議應加強模型限制，以及情境假設之說明。
- (四) 請再考慮更多樣與豐富之公共運輸建設情境，俾供政府政策參考。

二、國立海洋大學河海工程學系蕭再安教授

- (一) 簡報第 34 頁，徵收費用對於 GDP 影響極高，建議是否按政府預算逐年投入的模式進行政策模擬，以及其逐年對產

業關聯影響，並且回饋至模型。

- (二) 簡報第 36 頁公共運輸(客運)定義應再清楚說明。施工期間公共運輸客運量均有減少效果似乎並不合理，建議應重新檢視捷運交通減量之估算效果。
- (三) 簡報第 37 頁，由於環狀捷運線建設多在新北市，若係考量對於全國整體 CO₂ 減量影響相當微小，可考慮侷限於對新北市或都會區的影響(例如，以新北市為範圍，即是縮小分母)，才較為顯著，若需探究對全國整體運輸部門之影響，建議呈現上可將小數點位數增加，方才能看出變化。
- (四) 簡報第 19 頁，電動車成長預測變化有其國際大環境趨勢，非貴研究團隊可精確掌握。因此，建議對電動車預測結果應有假設情境詳述完整的交代，亦或是說明參考依據來源。
- (五) 簡報第 27 頁成本效益分析內成本項，應考慮營運期間的成本。
- (六) 簡報第 17 頁國際能源價格可能為早期推估，是否與現狀有明顯差異，建議歷史資料應反映在推估模型上。

三、台灣綜合研究院楊晴雯組長：

- (一) 消費者能源需求增加，不全然係價格改變，除考量價格效果外亦須考量其它影響需求之影響。針對國際油品市場變化，本院有其它研究團隊進行預估，但本模型目的係進行情境分析，爰不宜以預測值進行模擬，而需採用與各部會盡可能一致的結果做情境假設，無論採用何種假設基礎，均會加以說明，並希望可於後續考量油價下降 20% 之情境。
- (二) 針對基礎建設投資，目前模型有其侷限性，最初重點即著眼於對總體經濟之影響，對交通建設所產生之旅行時間、態度、方式等改變，在模型內直接無法反映，需由設定外生彈性參數調整。然而，目前文獻上尚無清楚路徑將其整合進入模型中，值得後續研究持續探討之。
- (三) 在投資部分，確實會將每一筆政府投入歸併至對應部門，

蕭教授所提的土地徵收補償費即歸入家計部門移轉，目前模型無法推估土地價值。因此，無法將土地資源價格代入模型。

- (四) 針對簡報第 38 頁客運量定義，會於後續報告中補充說明。
- (五) 環狀線評估部分可考慮將分析規模擴大，惟需要更多數據支持。
- (六) 營運成本部分會於後續補上，然而評估重點還是會著重於對於總體經濟之影響。
- (七) 簡報背景資料說明部分，將會於後續報告再予補充。
- (八) 簡報第 36 頁部分，興建期客運運量皆下降，為模型運算結果，非外生給定條件。

四、國立交通大學運輸與物流管理學系邱裕鈞教授

- (一) CGE 模型內部運作流程外界難以掌握，請加強補充說明。
- (二) 案例定位應為 CGE 模型可用性的分析，節能減碳效果非主要考量，應透過評估過程及分析結果的合理性回饋檢視模式是否有修正之必要性。
- (三) 簡報第 36 頁中所有客運運量與私人運量均會下降必定有誤，應予以檢視其原因。
- (四) 油電混合車成長數量為何至某 1 年就停滯，應予以釐清交代。另外由於缺乏運輸模型，因此對 EV 與 HEV 補助效果無特別討論。另方面，換車比例係如何估計等，應於後續報告內容補強。
- (五) 捷運建設投資，使得收入增加造成產業所得增加，也增加能源使用，亦或是導致 CO₂ 排放增加。另方面是否應考慮預算排擠效果，以及後續考量其應用之可行性。
- (六) 參考世界各國案例，電動車受歡迎之國家，皆係以推廣電動車作為面臨高油價之解決方案。因此，難以想像油價與購買意願無關。
- (七) 日後可否進行能源使用 Life Cycle Assessment，包括使用能源過程的 Life Cycle，由電動車生產至報廢的全生命週期分析，並可於研究範疇界定中清楚說明。

- (八) 土地徵收部分支付，經濟學中係屬移轉性支付於 GDP 並無效果，僅能計算家計部門消費支出增加之效果。另外捷運投入建設對 GDP 影響很小，不知道是否因進口所造成。
- (九) 捷運運量增加來源有無分析之可能，其來源是否為私人運具減少，亦或是由公車而來，對減碳效果有很大影響，可否參考捷運局報告運量來源。
- (十) 簡報第 45 頁模型架構清楚，建議把規劃模型放在政策評估模型之前，政策評估模型結果則可回溯至行為模型裡，建立一個完整的周流圖(Cycle)。

五、國立台灣大學土木工程系張學孔教授

- (一) IEA、世界銀行、能源基金會早已提出「車輛技術」提升對於能源效率與污染排放整體效果並不顯著，從 AVOID 和 SHIFT 所發展之政策才是減碳關鍵，因此，選擇電動車做為案例分析對減碳效果較不顯著，分析結果應屬合理。後續延續計畫考量案例選擇應偏向 AVOID 和 SHIFT 兩方面之策略。
- (二) 另外，依據研究結果顯示捷運建設之減碳效果並不顯著，模型模擬結果可能係忠實反映實況。
- (三) 後續若有延續型計畫，是否應考慮補助電動摩托車，目前這一塊較缺乏政策分析工具，本模型相當適宜進行類似之分析。另方面，電動車分析宜再加入運用相同資源補助，如電動摩托車所產生影響的分析評估。
- (四) 本計畫對政策分析非常重要，樂見計畫持續推動。因此，建議團隊模型之後續維運及更新，宜有具體建議，並提出相關機制，讓已發展之決策分析模組可持續運作與推廣。
- (五) 在政策分析上，捷運建設所花費時間較長，完工通車後所帶來運具移轉效果較為有限，因此，假設上應充分考量，且作更清楚的說明。另方面，捷運建設期間工程能耗與建設本身能耗也應合併分析。

六、台灣經濟研究院楊豐碩所長

- (一) 電動車評估部分，對於模型中政策情境設定及外生變數推估部分，宜敘明所作的假設基礎及推估方法，並因應歷年與現況資料調整，以符合近期趨勢。
- (二) 電動車需求來自對現有燃油車之替代，以及購車後的汰舊換新，因此應分別予以估算；另外，隨著電動車逐年成本下降，民眾的換車比率應逐年有所不同。
- (三) 簡報第 19 頁車輛數與產值變化的兩圖比較似有矛盾，應再給予釐清說明。
- (四) 簡報第 27 頁成本效益範疇宜再重新釐清。另外，簡報第 29 頁投資經費運用之對應部門，應宜再檢討其合理性。
- (五) 簡報第 33 頁政策影響途徑應給予釐清，此部分係一次性或短期之效果，另一部分則是長期且每年持續產生的效果，因此，兩種效果在效益評估上皆有所不同。
- (六) 本計畫所建置之運輸部門決策支援系統，在應用上最大問題，係在於運輸規劃或運輸行為與 CGE 模型整合，由於運輸部門參數為外生推估，所以再推估過程應更清楚交代避免誤解。

七、台灣綜合研究院楊晴雯組長：

- (一) 運輸行為部分車輛或設備皆屬耐久財，以產業為例，係為其提供運輸服務之目的，會考量對未來創造收益限制，以之決定其購賣數量，並且耐久材本身亦會逐年折舊，無法提早汰換，後續相關之說明，會於期末報告中補述。
- (二) 模型本身建置功能，例如所得效果等，亦將於後續期末報告中補述。
- (三) 排擠效果可於模型設定時加以納入，一般而言會讓政府部門總投入總額為固定，投資於其中某一產業則會排擠掉其他部分，目前乃以此種方式來處理排擠效果。
- (四) 全生命週期與間接排放部分，目前已納入模型計算，如發電與排放部分可歸到運輸部門，而施工過程排放，於模型中亦可能納入計算，然由於過去並無相關經驗，需進一步驗證。

(五)委員對於部分計算結果有疑義處，會於期末報告書釐清修正。另外，簡報中未能明確交代說明部分，會於期末報告中一併說明，再請委員給予指教。

(六)有關投資費用歸屬問題，目前尚未有明確分類，留待後續釐清說明。

(七)過去幾年曾嘗試整合其他單位運輸模型於 CGE 模型中，然而，其相容性依舊存在整合問題，可能需與承辦單位作溝通、理解與進一步合作研究才可能逐步達成。

捌、主席結論：

(一)請參考與會專家學者意見於期末報告時調整精進。

(二)另外，其它如結合運輸規劃模式等，將由本所與團隊持續溝通合作解決。再次感謝各位委員撥冗參與，並提供寶貴意見。

玖、散會：103 年 10 月 30 日（星期四）上午 12:00

交通部運輸研究所
「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用」案
專家學者座談會

開會時間：103 年 10 月 30 日（星期四）上午 10 時

開會地點：本所 5 會議室

主持人：本所張瓊文組長：

張瓊文

台灣綜合研究院楊晴雯博士：

楊晴雯

出席(列)席者：

單位/人員	簽名
台灣經濟研究院研究五所/ 楊豐碩教授	楊豐碩
國立台灣大學土木工程學系/ 張學孔教	張學孔
國立交通大學運輸與物流管理學系/ 邱裕鈞教授	邱裕鈞
國立成功大學交通管理科學系/ 黃國平副教授	黃國平
國立海洋大學河海工程學系/ 蕭再安教授	蕭再安
本所綜合技術組	林佩芸 楊智光 許義宏 傅強
財團法人台灣綜合研究院	李宜雲 張哲維 莊建鋒 陳建達 陳秉克 林培高 黃程弘 吳安雅 陳子雲 賴俊賢 楊明弘 戴其珊

**「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用」
專家學者座談會意見回覆**

主要結論	研究團隊回覆情況
一、成功大學交通管理學系 黃國平 副教授：	
(一)有關模擬近年油價趨勢方面，最近受國際政經因素影響，成長結構已逐漸轉變，趨勢呈現逐漸趨緩之態勢，爰情境部分應考量油價下跌之情形。	已考量油價下降 25%之情境於期末審查說明。
(二)考量電動小客車購買價格相對一般汽油小客車高，若單純考慮購買價格，確實油價漲跌對購買意願影響有所限制，建議電動車使用年限假設，應酌以延長。	修正假設為 15 年。
(三)顧及整體模型範疇尚有部分無法涵蓋之經濟現象(例如：公共建設投資對 GDP 貢獻是否不足、交通建設對民眾旅行時間減少，以及其對相關產業之影響，抑或是軌道基礎建設是否影響旅運行為改變，而產生旅運行為的量變、質變等效果)，爰建議應加強模型限制，以及情境假設之說明。	目前模型係透過彈性參數反映價格或成本與使用量間之關係，該參數隱含著土地價值、使用者意願與偏好等因素，然而，在尚未有土地價值或偏好等基礎研究成果前，本研究採取校估的方式設定該參數，未來若能進一步進行消費者對公共運輸之偏好因為基礎建設而變化，或者土地價值因基礎建設而變化等之實證研究，則可將這些變因納入模型。

<p>(四)請再考慮更多樣與豐富之公共運輸建設情境，俾供政府政策參考。</p>	<p>為逐步建全決策支援系統功能，本研究盡可能選擇不同類型的減量政策評估選項，基礎建設亦是其中一環，因此本年度以單一個別案例，建立評估流程，未來即可依此流程進一步考量其他公共運輸建設。</p>
<p>主要結論</p>	<p>研究團隊回覆情況</p>
<p>二、國立海洋大學海工程學系 蕭再安教授</p>	
<p>(一)簡報第 34 頁，徵收費用對於 GDP 影響極高，建議是否按政府預算逐年投入的模式進行政策模擬，以及其逐年對產業關聯影響，並且回饋至模型。</p>	<p>在投資部份，確實會將每一筆政府投入歸併至對應部門，蕭教授所提的土地徵收補償費即歸入政府對家計部門移轉。</p>
<p>(二)簡報第 36 頁公共運輸(客運)定義應再清楚說明。施工期間公共運輸客運量均有減少效果似乎並不合理，建議應重新檢視捷運交通減量之估算效果。</p>	<p>公共運輸包含軌道客運(台鐵、高鐵、捷運)、公路客運(國道客運、一般公路客運、市區公車、計程車)等。興建期客運運量下降為模型運算結果，主要原因為各業因投資帶動生產，間接擴增對運輸服務之需求，造成運輸服務價格上揚，最終反使總客運需求量減少。前述效果係建立在「運輸服務票價可變動」的長期前提下。相關修正及說明詳見報告第 4 章。</p>

<p>(三)簡報第 37 頁，由於環狀捷運線建設多在新北市，若係考量對於全國整體 CO2 減量影響相當微小，可考慮侷限於對新北市或都會區的影響(例如，以新北市為範圍，即是縮小分母)，才較為顯著，若需探究對全國整體運輸部門之影響，建議呈現上可將小數點位數增加，方才能看出變化。</p>	<p>遵照修正。</p>
<p>(四)簡報第 19 頁，電動車成長預測變化有其國際大環境趨勢，非貴研究團隊可精確掌握。因此，建議對電動車預測結果應有假設情境詳述完整的交代，亦或是說明參考依據來源。</p>	<p>補充於報告中第 4 章。</p>
<p>主要結論</p>	<p>研究團隊回覆情況</p>
<p>(五)簡報第 27 頁成本效益分析內成本項，應含括考慮營運期間的成本。</p>	<p>補充於報告中第 4 章，然而評估重點還是會著重於對於總體經濟之影響。</p>
<p>(六)簡報第 17 頁國際能源價格可能為早期推估，是否與現狀有明顯差異，建議歷史資料應反映在推估模型上。</p>	<p>針對國際油品市場變化，本院有其它研究團隊進行預估，但本模型目的係進行情境分析，爰不宜以預測值進行模擬，而需採用與各部會盡可能一致的結果做情境假設。</p>
<p>(七)環狀線部份可考慮將分析分母變小，或僅針對減量前後之差異部份。</p>	<p>將置換結果呈現方式，以排放變化量呈現，詳請參報告第 4 章。</p>
<p>三、國立交通大學交通研究所 邱裕鈞教授</p>	
<p>(一)CGE 模型內部運作流程外界難以掌握，請加強補充說明。</p>	<p>提供模型操作手冊以供後續參考。</p>
<p>(二)簡報第 36 頁中所有客運運量與私人運量均會下降必定有誤，應予以檢視其原因。</p>	<p>興建期客運運量下降為模型運算結果，主要因為各業因投資帶動生產，間接擴增對運輸服務之需求，造成運輸服務價格上揚，最終反使總客</p>

	<p>運需求量減少。前述效果係建立在「運輸服務票價可變動」的長期前提下。</p>
主要結論	研究團隊回覆情況
<p>(三)油電混合車成長數量為何至某 1 年就停滯，應予以釐清交代。另外由於缺乏運輸模型，因此對 EV 與 HEV 補助效果無特別討論。另一方面，換車比例係如何估計等，應於後續報告內容補強。</p>	<p>主要原因在專家座談會簡報第 19 頁為基線推估結果，意即在不考慮任何進一步的推動措施下所產生的情況。因此，在基線中，每一年電動車之新車購買量大致維持在相近的水準，才會出現 2012-2021 年間電動車車輛數逐年攀升的情況，當 2010 年購買的新車經過 10 年(後續會修正為 15 年)後開始淘汰，則自 2021 年開始，每年淘汰的車輛數會與新增車輛數相近，故而出現停止成長的現象。模型中，由於車輛或設備皆屬耐久財，以產業為例，耐久財之購置屬投資行為，投資決策係依據車輛購置之投資報酬淨現值為決策依據，而投資報酬之來源則為購置車輛後為其生產過程提供運輸服務，間接創造生產</p>

	及收益，故在考慮車輛購置之收益扣除折舊、使用成本及購車成本淨現值後，決定其購賣數量，此為模型中購車之機制設計，已於期末報告第4章中補述。
(四)參考世界各國案例，電動車受歡迎之國家，皆係以推廣電動車作為面臨高油價之解決方案。因此，難以想像油價與購買意願無關。	油價確實會影響電動車購買意願，已補充電動車數量在油價上漲後之變化於報告中。
(五)捷運建設投資，使得收入增加造成產業所得增加，也增加能源使用，亦或是導致CO ₂ 排放增加。另一方面是否應考慮預算排擠效果，以及後續考量其應用之可行性。	模型本身建置功能，例如所得效果等，已期末報告中補述。排擠效果已於模型設定時加以納入，計算方式係讓政府部門投入總額為固定，投資於其中某一產業則會排擠掉其他部份。
主要結論	研究團隊回覆情況
(六)日後可否進行能源使用 Life Cycle Assessment，包括使用能源過程的 Life Cycle，由電動車生產至報廢的全生命週期分析，並可於研究範疇界定中清楚說明。	因電力消費造成之間接排放部份，目前已透過運輸部門使用之電量，換算為間接排放量並歸併於運輸部門，而電動車製造過程產生的排放，亦可由模型中電動車產業在生產過程中使用的能源進行計算，惟相對於整個運輸部門之排放量，規模仍相當有限，故並未加以呈現。
(七)土地徵收部分支付，經濟學中係屬移轉性支付於GDP並無效果，僅能計算家計部門消費支出增加之效果。另外捷運投入建設對GDP影響很小，不知道是否因進口所造成。	近年來，台灣整體投資(固定資本形成)約占GDP之16%至18%；環狀線2015至2022年投資金額在65億至195億元不等，若以2012年實質投資2.43兆計算，約占投資之0.25%至0.80%，換算約占GDP之0.04%至0.14%之間；而環狀線投資的項目約有6成以上為進口，如通訊電子設備(64%)、電力及電線電纜(41%)、機械

	設備(90%)、軌道車輛(92%)。環狀線投資興建期間，環狀線投資相對基線增幅約在 0.1%至 0.3%之間，因此帶動的 GDP 增幅在 0.003%至 0.025%之間應屬合理。
(八)捷運運量增加來源有無分析之可能，其來源是否為私人運具減少，亦或是由公車而來，對減碳效果有很大影響，可否參考捷運局報告運量來源。	已參考捷運局報告推估之運量檢視模型結果，但仍將維持模型內生求解各運具運量之特性。
(九)簡報第 45 頁模型架構清楚，建議把規劃模型放在政策評估模型之前，政策評估模型結果則可回溯至行為模型裡，建立一個完整的周流圖(Cycle)。	已修正。
主要結論	研究團隊回覆情況
四、國立台灣大學土木工程系 張學孔教授	
(一) IEA、世界銀行、能源基金會早已提出「車輛技術」提升對於能源效率與污染排放整體效果並不顯著，從 AVOID 和 SHIFT 所發展之政策才是減碳關鍵，因此，選擇電動車做為案例分析對減碳效果較不顯著，分析結果應屬合理。後續延續計畫考量案例選擇應偏向 AVOID 和 SHIFT 兩方面之策略。另外，依據研究結果顯示捷運建設之減碳效果並不顯著，模型模擬結果可能係忠實反映實況。	感謝教授肯定。
(二) 建議團隊模型之後續維運及更新，宜有具體建議，並提出相關機制，讓所發展之決策分析模組可持續運作。	感謝教授肯定，後續計畫延續可行性與內容，恭請運研所建議研究。

(三) 選擇電動車做為案例分析對減碳效果較不顯著，分析結果應屬合理，後續延續計畫應考量案例選擇應偏向 AVOID 和 SHIFT 兩方面之策略。	感謝教授肯定，本研究基於建立決策系統功能之前提，以盡可能囊括不同面向策略，以建立評估流程為主。後續若有機會，定當擴充 AVOID 和 SHIFT 兩方面之策略選項。
(四) 後續若有延續型計畫，是否應考慮補助電動摩托車，目前這一塊較缺乏政策分析工具，本模型相當適宜進行類似之分析。另方面，電動車分析宜再加入運用相同資源補助，如電動摩托車所產生影響的分析評估。	感謝教授肯定，後續計畫延續可行性與內容，恭請運研所建議研究。
(五) 捷運建設期間工程能耗建設本身能耗應加以分析，可於後續延續計畫持續探究。	簡報第 39 頁已初步將興建期間增加的 CO2 計算出來，後續可進一步分析排放來源。
主要結論	研究團隊回覆情況
(六) 本計畫對政策分析非常重要，樂見計畫持續推動。因此，建議團隊模型之後續維運及更新，宜有具體建議，並提出相關機制，讓已發展之決策分析模組可持續運作與推廣。	感謝教授肯定，後續計畫延續可行性與內容，恭請運研所建議研究。
(七) 在政策分析上，捷運建設所花費時間較長，完工通車後所帶來運具移轉效果較為有限，因此，假設上應充分考量，且作更清楚的說明。另方面，捷運建設期間工程能耗與建設本身能耗也應合併分析。	營運後的移轉效果，仍有賴進一步的實證支持，包括消費者意願與生活習慣的轉變等。
五、台灣經濟研究院 楊豐碩所長	
(一) 電動車評估部分，對於模型中政策情境設定及外生變數推估部分，宜敘明所作的假設基礎及推估方法，並因應歷年與現況資料調整，以符合近期趨勢。	已補充電動車現況與假設情境說明於報告第 4 章。

<p>(二) 電動車需求來自對現有燃油車之替代，以及購車後的汰舊換新，因此應分別予以估算；另外，隨著電動車逐年成本下降，民眾的換車比率應逐年有所不同。</p>	<p>主要原因在，專家學者座談會簡報第 19 頁為基線推估結果，意即在不考慮任何進一步的推動措施下所產生的情況。因此，在基線中，每一年電動車之新車購買量大致維持在相近的水準，才會出現 2012-2021 年間電動車車輛數逐年攀升的情況，當 2010 年購買的新車經過 10 年(後續會修正為 15 年)後開始淘汰，則自 2021 年開始，每年淘汰的車輛數會與新增車輛數相近，故而出現停止成長的現象。</p>
主要結論	研究團隊回覆情況
<p>(三) 簡報第 19 頁車輛數與產值變化的兩圖比較似有矛盾，應再給予釐清說明。</p>	<p>主要原因在專家學者座談會簡報第 19 頁為基線推估結果，意即在不考慮任何進一步的推動措施下所產生的情況。因此，在基線中，每一年電動車之新車購買量大致維持在相近的水準，才會出現 2012-2021 年間電動車車輛數逐年攀升的情況，當 2010 年購買的新車經過 10 年(後續會修正為 15 年)後開始淘汰，則自 2021 年開始，每年淘汰的車輛數會與新增車輛數相近，故而出現停止成長的現象。</p>
<p>(四) 簡報第 27 頁成本效益範疇宜再重新釐清。另外，簡報第 29 頁投資經費運用之對應部門，應宜再檢討其合理性。</p>	<p>政府投資費用歸屬問題，因規劃階段費用與設計費用較難對映到特定部門，且該兩項費用並非屬於投資支出，因此假設以歷史年政府經常性支出各品項之比例，攤提該項費用。</p>

<p>(五) 簡報第 33 頁政策影響途徑應給予釐清，此部分係一次性或短期之效果，另一部分則是長期且每年持續產生的效果，因此，兩種效果在效益評估上皆有所不同。</p>	<p>確實在政策上有一次性與長期效果之區別，惟專家學者座談會簡報第 33 頁主要目的在說明變數傳導的途徑，故並不適宜同時呈現兩種效果。</p>
<p>(六) 本計畫所建置之運輸部門決策支援系統，在應用上最大問題，係在於運輸規劃或運輸行為與 CGE 模型整合，由於運輸部門參數為外生推估，所以再推估過程應更清楚交代避免誤解。</p>	<p>過去幾年曾嘗試整合其他單位運輸模型於 CGE 模型中，然而，其相容性依舊存在整合問題，可能需要更多時間的溝通、理解與研析才可能逐步達成。至於 CGE 模型中使用的內、外生變數與參數，已彙整出清單，於模型操作手冊說明，後續由運研所整體規劃處裡。</p>

附錄 3

期中審查意見回覆與處理情形

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質） 期中審查會議審查意見處理情形表

計畫名稱：「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用」

執行單位：財團法人台灣綜合研究院

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
交通大學交通運輸研究所邱委員裕鈞		
(一) 在計畫執行過程中，有關評估的政策在模式中如何反映，以及模式怎麼構建，於報告書中未並呈現，亦無法稽核，建議政策評估在模式中反映的流程應於期末報告中補充說明。	已於期末報告中增加評估流程，以利使用者了解評估模式流程(如圖 3.1-6)，並增加內文解說。	同意合作研究處理情形
(二) 政策與策略的評估部分，有關政策的選定並未有背景說明，亦非既有的政策，也未說明為何要做這樣的政策(如補貼)評估。請補充今年所選擇的兩項評估政策政策之理由。	背景說明已於期末報告補充，選擇軌道運輸為評估案例為，期望利用此案例檢視投資後得到的經濟效益，並加強評估流程的透明性並增加可信度。	同意合作研究處理情形
(三) 新增的政策評估方案，如環狀線已在施工，評估的結果係做為何用？要用在哪裡？依據目前評估結果的產業關聯效果與本計畫節能減碳的關聯性較低；即使是具有 GDP 的貢獻，然評估結果僅 80 餘億，遠低於投入的經費，並沒有發揮乘數效果，評估結果的合理性請再檢視。	因僅計算出總體經濟效果，但此案不只包括此效果，在大眾捷運環狀線北環及南環暨周邊土地開發計畫可行性研究中，包含旅行時間節省分析、成本估算...等，本團對僅只是將總體經濟效益所產生的 80 億補上。	同意合作研究處理情形
(四) 另一政策評估有關油電車部分，國內目前政策上並未大力鼓勵推動，油電車表面上看來是具有節能減碳效益，但它的評估內涵並未將完整生命週期概念納入，所以是否節能減碳仍待商榷。油電公車實際路上運行用到電力部分更少，節能效益並不明顯，目前已在進行政策檢討。若真要做，建議現在推動的 EBUS 及氫能機車，未來也有可行	本團隊並非推動油電混和車政策，是為了長期推動電動車時，僅檢視油電成長對電動車的占比影響。另外，針對 EBUS 跟氫能機車，恐將受限於資料有限，推動初期可觀察的車輛數或是規模都太小，目前較不適合推動。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
機會，是否可以納入計畫評估選項。政策評估選擇時建議與目前政策施政方向一致。		
(五) 期中報告中文字錯誤部分，會後提供原報告書供研究團隊修正，另有些內容引用去年計畫成果應精簡並敘明。	因今年為本計畫最後一年度報告，已彙整過去報告以求連貫性，並避免重複的資料。	同意合作研究處理情形
交通大學交通運輸研究所馮委員正民		
(一) 報告書 2-45 頁，有關文獻回顧小結內容最後一段提及電動車推動政策與前面的文獻回顧的關聯性要加強。	已針對文獻回顧最後一小節內容調整，並修正於報告 2.3 節。	同意合作研究處理情形
(二) 簡報第 22 頁，有關政策評估選項之政策構面歸類矩陣，建議再進一步思考各項評估政策歸類是否完整而嚴謹。	由於各項政策具有多重效果，難以歸併在單一類別中，基於決策支援系統多面向機制設計，希望提出的策略盡可能涵蓋不同面向之考量，因此參考 ICCT 分類。	同意合作研究處理情形
(三) 簡報第 25 頁，有關基礎建設的影響層面，CGE 是總體經濟模式，最終希望可對總體經濟、產業帶動、所得與福利創造、運量與 CO2 減量等項目評估等，但對於運具移轉部分，如何在此一總體模式表達？此部分可以簡報第 32 頁有關評估架構來說明，模式的 Input/Output 架構，究竟哪些 Input 參數要進來？能否把 Input/Output 分層拆解，把一層一層 Input/Output 的流程及相關參數明列清楚比較容易了解其操作流程。	原計畫為使用案例並加強分析其真實數據，因其沒有固定參數與變數，未來在分析時可能遇到瓶頸，因此，未來將先整理出每個案例的外生與內生變數，使可以利用的數據先釐清後，進一步分析是否可應用在強化與收斂結果。	同意合作研究處理情形
(四) 完整的決策支援系統應包含資料庫、模式庫及知識庫，目前此一決策支援系統的資料庫及模式庫的內容與架構為何？另知識庫(決策邏輯)現在可能尚未明確，應將三者整合在一起才是政策決策支援系統。	此部分將待未來分析出每個案例的外生與內生變數後，最後在建立變數資料庫，以增加決策支援系統的內容。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
(五) 有關模式的產出福利評估部分，對運輸而言其定義為何?如何透過模式說明其關聯。	為產出量化結果，模式的福利評估係以經濟福利為計算依據，已於期末報告補充計算方式。	同意合作研究處理情形
(六) 模式如何驗證或校正?可以高鐵為例，進行案例評估後，再與本模式評估的「大眾捷運系統環狀線北環段及南環段」案例進行驗證。	以高鐵為例進行事後評估，團隊初部評估應可行的，但評估結果難以透過歷史數據說明運量改變來自高鐵通車或是還是來自其他影響因素；目前模式作法係透過歷史模擬確保模式可以掌握經濟運量能耗之變化趨勢。	同意合作研究處理情形
(七) 本次用環狀捷運為評估案例，但其屬於地區性的評估案例，產業關表資料有沒有到都會性的資料？CGE 模式能否做一些區域性的經濟變化評估？	本計畫之模式仍為整體層級的評估模式，因此如環狀線之地區性評估案例在國家模式中期影響效果會被均化，但就決策支援系統角度，本研究計畫透過此案例可建立系統評估流程，若未來研究上需要區域經濟變化評估，可與計畫執行單位商討後，視情況建立區域 CGE 模型，目前台灣並無編制區域/縣市的產業關聯表。	同意合作研究處理情形
交通部運輸研究所綜合計畫組張組長瓊文		
(一) 報告書表 1.5-2 所列期中報告對應章節進度說明之進度成果中 2.決策支援系統之擴充建置與應用提及，「完成溫室氣體排放趨勢分析量化工具」及「完成軌道基礎建設總體經濟影響評估」2 項工作，但後面文章內容並未具體說明本年度成果為何?如何應用?須請團隊補充。	已於期末報告 3.2 與 4.2 節補充其內容。	同意合作研究處理情形
(二) 請說明本次報告中新增之文獻為何，並具體說明文獻回顧結果對於本年度工作進行之建議。	本年度新增了 COP19 最近政策發展、ETP 2014、美國運輸部門節能減碳氣候變遷重要議題、後 2020 年國際氣候減量協議…等，希望藉由上述文獻回顧了解	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
	國際趨勢，以及國內外最新運具發展狀況，已利本研究政策評估之參考。	
(三) 報告書 3.1.3 節有關政策評估工具的說明比較像是文獻回顧，請移至第二章，並歸納結論以支持本案後續工作。	已修正論述於期末報告，然為確保第 3 章完整性一致性，相關內容保留於 3.1 節以供參。	同意合作研究處理情形
(四) 報告書第三章討論決策支援系統之擴充建置與應用中之圖 3.1-1 比較像是操作介面的架構，似非決策系統整體架構，請團隊補充 102 年研究成果最後的系統架構，並進一步配合詳細敘明本決策支援系統之政策評估邏輯與方法，及核心模式 CGE 之應用限制，以利後續應用。	已補充於期末報告 3.1.2 節中 (3-3 頁)，增加文字敘述說明，分析範疇已彙整於報告 3.2.1 節中。	同意合作研究處理情形
(五) 報告書 3-5 頁中(五)「運輸部門節能減碳策略路徑圖繪製」為運輸部門與其他部門研商部門減量責任之重要參考依據，要請團隊配合本組產出情境成果，以利於期末報告中有具體的成果顯現。	此已補充於報告第 3 章。	同意合作研究處理情形
(六) 為提高本決策支援系統的應用價值，本年度工作要求新增政策評估選項，報告先討論「軌道基礎建設」乙項，尚未看到減碳效果，且所提出之數據合理性仍須進一步確認，此部分後續如何處理，請團隊儘速提出與本所討論，以利後續工作進行。另有關「替代燃料運具-油電混合車」項亦請儘速提出評估成果供討論。	將先彙整軌道基礎建設乙項之減量效果並說明本計畫僅利用此案之金額的影響，但由於減碳效果僅透過運量檢視，但在此部分之資料收集有所限制，因而影響結果。	同意合作研究處理情形
(七) 有關圖、表模糊不清楚，資料來源有誤及文章內容敘述與圖表不一致等，請檢視確認修正。	已重製於 2-31 頁並修正錯誤於 2-4 至 2-46 頁。	同意合作研究處理情形
(八) 未來政策評估要評估的因素，哪些問題用什麼模式，有何限制，都要	以彙整於期末報告第 3 章、與第 4 章。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
納入報告才會完整。		
交通部運輸研究所林副所長信得		
(一) 本計畫已進行到第 5 年，是全程計畫最後一年，應有一具體成果展示。依據本計畫研究主題與重點內容，CGE 最後對運輸部門節能減政策評估，哪些是可以評估的，哪些是無法透 CGE 評估的應在期末報告時提供建議。另後續有何建議研究方向可提供本所未來研究之參考？一併於期末報告時納入。	已綜合彙整於報告第 1 章、第 3 章、第 4 章、第 7 章及附錄中。	同意合作研究處理情形
本所綜合技術組書面審查意見		
(一) 前言部分		
1. 請增加專章說明前期年度研究之貢獻，強化本研究與前期年度研究之聯節性，且有利初次參考本研究之讀者追溯。	已彙整第一章並強化本研究年度貢獻之說明。	同意合作研究處理情形
1. 應再增加文獻回顧內容的廣度，並深入瞭解其內涵，以供本決策支援系統擴充之參考。	已增加文獻回顧如 dss 運輸系統之文章，並說明文獻回顧與本決策支援系統之關聯與貢獻於報告中。	同意合作研究處理情形
2. 相關文獻回顧內容僅著重在彙整及回顧，應強化說明其與本計畫之聯結與差異性。例如 2-3 頁介紹 IEA 運輸部門能源使用與溫室氣體排放之 4 個情境，其中電動車情境與本計畫去年度模擬之「電動車購車補貼」政策之差異性。	已增加此部分其情境前年度與本年度之差異並說明與本計畫連結。	同意合作研究處理情形
3. 請比較國內外決策支援系統與本研究建置之功能差異，有無本計畫可資借鏡之處。	已補充於報告第 2 章與第 3 章中。	同意合作研究處理情形
4. 可強化並嘗試蒐集國外實施運輸需求管理策略項目之節能減碳效果，例如尖離峰收費或差別費率。	已強化此部分之論述，並蒐集國外針對運輸管利策略實施後之減碳效果。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
(二) 決策支援系統之擴充建置與應用部分		
1. 從文獻回顧觀察得知，電動車之推動似已成為未來運輸部門節能減碳之重要策略，本計畫所進行之策略模擬僅著重於單純購車補貼，建議蒐集我國電動車之產業政策及發展趨勢，以納入模式情境及參數設定之中，並進行評估分析，提供決策之參考。	已收集國內外措施進行分析，並適度納入模式評估中(第4章)。	同意合作研究處理情形
2. 第3.1.4節有關運輸領域之CGE模型應用介紹，似應置於第二章文獻回顧，而本章應著重在前揭介紹內容有無可供本計畫模式修正參考之處。	已強化說明其與本計畫之關聯性。	同意合作研究處理情形
3. 有關第3.2節趨勢分析量化部分，採用按季比較分析方式，惟從相關結果展示圖中似無法明確得到相關指標意涵，建議應予以修正及強化分析工具功能	已強化此部分之論述。	同意合作研究處理情形
4. 就3.4節軌道運輸基礎建設之總體經濟影響評估驗證案例操作方式，是否有相關國內外研究可供參照驗證，此應於第二章文獻回顧中專章探討，俾說明本案例操作方法之合理性。	已補充說明於第2章2.4節。	同意合作研究處理情形
5. 3.4節之評估結果應如何應用於本決策支援系統，請補充說明。	已於第3章補充說明其評估結果與系統之間的關聯。	同意合作研究處理情形
五、其它		
1. 報告中有多處文字誤植及排版錯誤之處，會後本所將提供手寫標註修訂意見之報告書，請研究團隊據以修訂。	已修正錯誤於報告中。	同意合作研究處理情形
2. 各章報告內容宜精簡，直接敘明研究成果，相關較為細節之參考資料、理論說明及圖說等，建議整併後列為附錄。	已將文獻回顧、模式說明、驗證將會提列在附錄裡。	同意合作研究處理情形

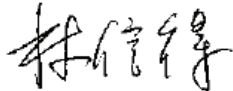
參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
3. 部分圖片模糊不清，難以辨讀，請修訂。	已重製於報告 2-31 頁並修正錯誤於報告 2-4 至 2-46 頁。	同意合作研究處理情形

「運輸部門應氣候變遷政策決策支援系統之應用」

期中審查會議

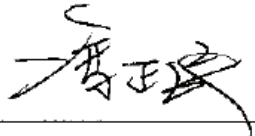
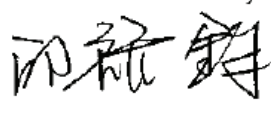
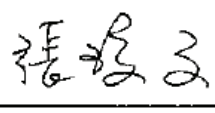

一、開會時間：103 年 7 月 31 日(星期四)下午 2 時

二、開會地點：交通部運輸研究大樓 10 樓會議室

三、主持人：林副所長信得 

四、出席者

記錄：林忠欽

出席單位／人員	職稱	簽到處
交通大學運輸與物流管理學系	馮正民教授	
交通大學運輸與物流管理學系	邱裕鈞教授	
臺北大學自然資源與環境管理研究所	李堅明教授	請假
本所	黃新薰主任秘書	請假
本所	張瓊文組長	
經濟部能源局		

<p>本所綜合技術組</p>		<p>朱桐雲 林思欽 楊晉欽 許義亮</p>
<p>財團法人台灣綜合研究院</p>	<p>高助</p>	<p>施淑芬 陳建達 王德欽 宋家如 徐代民 楊青雲</p>

附錄 4

期末審查意見回覆與處理情形

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）
期末審查會議審查意見處理情形表

計畫名稱：「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用」

執行單位：財團法人台灣綜合研究院

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
一、國立台北大學自然資源與環境管理研究所李堅明教授		
(一)本研究建置資訊平台與教育宣導網站，為重要研究成果及亮點，惟目前對外揭露不足，建議團隊應設法強化推廣及宣傳，以提供民眾瞭解相關研究成果，並建議將最新國際能源與節能減碳新知更新至平台。	為強化兩網站推廣成效，本計畫於 12 月 19 日舉辦成果發表會，以便將成果推廣周知。此外，亦強化在 Google 等搜尋引擎之能見度。平台定期會更新相關知識，更新機制與後台管理亦已建立，方便後續委辦單位更新與維護。	同意合作研究處理情形
(二)溫室氣體排放估計部分，因採用多年期資料，有時間序列疑慮，研究團隊應先確立資料是否為長期定態(steady state)，與自變數及應變數是否為共整合(co-integration)。	已補做單根檢定，並做適當處理。	同意合作研究處理情形
(三)本研究對軌道運輸基礎建設之總體經濟影響評估，對 GDP 之影響有低估疑慮(建設投入 1,127 億元，直接與間接帶動 GDP 僅 99 億元)，應清楚說明總經費投入如何對 GDP 造成支出及分配影響。	對 GDP 影響有限來自幾項因素：(1)模擬時假設整個經濟體系資金並未因軌道基礎建設新增的投資而增加，故其資金來源係排擠掉其他原有投資而來；(2)軌道基礎建設投資的項目約有 6 成以上為進口，如通訊電子設備(64%)、電力及電線電纜(41%)、機械設備(90%)、軌道車輛(92%)。為考慮整體經濟資金可能擴充，故已於期末報告中修正(1)之假設重新評	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
	估，修正後 GDP 帶動效果為 488 億元，請見報告第四章。	
(四)本研究替代燃料運具，係指電動車與油電混合車，建議改為低碳運具以免造成誤解。	已修正 4.3 節。	同意合作研究處理情形
(五)本研究應將 3 年成果清楚具體與系統化呈現，並在本年度期末報告結論作一說明。	已修正 7.1 節。	同意合作研究處理情形
(六)運輸部門因應減碳新市場機制，將為日後運輸部門實質減量目標，建議可列入未來研究課題探討。	已納入結論與建議中。	同意合作研究處理情形
二、台灣經濟研究院研究五所 楊豐碩所長		
<p>(一)決策支援系統</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 決策支援系統雖有具體成果，惟結構性問題在於 top-down 之 CGE 模型如何與 bottom-up 運輸行為模型調和，故建置之系統應有彈性與寬容性，以符合運輸政策模擬之需要。 2. 運輸部門政策變數外生設定導入 CGE 模型前，可考慮與運輸行為模型，以及相關計量經濟模型推估結果之核校，相互搭配，亦或思考建置專家意見支援系統，以解決前述問題。 3. 本系統之政策模擬，需大量仰賴事前設計及假設情境，校調相關參數與彈性值。因此，相關情境參數設定背後政策意涵基礎需清楚交代，並應考慮與實務狀況之相容性，否則結果是否可信仍會持續遭受挑戰。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 在整合不同模型時，仍須視個別模型特性，進行溝通與建立整合程序。因此本計畫以建立整合機制為主要目的。 2. 本計畫建立有至少兩組計量經濟模型，其一為經濟預測模型、其二為運輸部門能源消費預測模型。運輸行為模型大多由個體資料進行推估，因此本計畫係透過既有文獻探討，取得相關評估所需資訊。專家意見是近來相當重要的決策資訊蒐集方法，惟如何整合眾多分歧的意見，仍需要一套系統性分析架構，建議運研所未來研究可考量納入。 	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
	3. 本計畫政策評估工作皆經過多次專家審查與諮詢，並參酌修正，以盡可能提升其實用性。	
<p>(二)軌道運輸影響評估</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫所採案例計算結果對 GDP 之創造與投資額明顯不成比例，幾乎不具經濟效益，對此必須有合理的解釋，否則該問題對原建設計畫提案單位之投入決策有所矛盾。 2. 在評估計畫之可行性及其效益，不宜導入所謂預算排擠之概念。基本上，此係資源分配的決策或機會成本概念，應不會對特定投資計畫之成本效益造成影響。 3. 對於報告書表 4.2-3(頁 4-10)經費用途之部門對映，應再檢討其合理性，以符合實務案例操作。 4. 假設土地徵收補償對家計單位會創造 GDP，此與一般認知有所落差，應釐清其合理性。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本計畫無意挑戰原有計畫可行性評估內容，亦未曾就原有評估結果重新進行分析，而僅是針對可行性評估中未進行之總體經濟影響做補充分析，換言之是外加於原有可行性評估。因此原有的建設效益並不會因此而產生矛盾。 2. 既然本計畫將評估定位於總體經濟效益，則考慮整體經濟體系之資金來源乃無可避免的假設。惟資金來源乃另一面向議題，因此本計畫修正評估情境，假設投資資金為額外增加，不排除其他原有資金運用需求。 3. 已修正表 4.2-3。 4. 土地徵收補償假設為政府對家計部門移轉，係家計部門可支配所得增加，因此創造消費，進一步創造 GDP。 	同意合作研究處理情形
三、成功大學交通管理科學系 黃國平副教授		
(一)類似 Top-Down 研究於工研院、經濟部能源局、與國科會(科技部)均有投入，運研所	本計畫多年來朝委員期待方向努力。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
扮演交通部智庫角色，在有限預算下，加強與台綜院合作，利用既有平台，以創新、合作方式，整合國內相關運輸研究，規劃策略路徑圖(roadmap)讓學術界、實務界分頭努力，彙整有用之成果。		
(二)請將修正後之期末簡報納入附錄，提供後續研究者下載參閱，瞭解研究過程。	簡報檔案併送運研所參酌。	同意合作研究處理情形
(三)有關 CGE 方法，以輸入(投資)為初始依據，尚無法納入相關運輸管理策略績效。因此，建議可輔以其它非經濟投入方式或相關輔助模型。倘團隊已有規劃，建議再加入方案投資評估與等相關操作模型。	本計畫以建置決策支援系統評估功能為目標，因此選擇多樣不同面向與評估程序之策略，建立評估機制。未來隨著決策支援系統功能逐步擴充，融合多元方法與工具乃必然發展方向。	同意合作研究處理情形
(四)簡報第 49 頁，有關軌道建設與 GDP 關聯性，需有完整充足交代，無論效益是否反映至 GDP，也要真實反映運輸建設之投入價值。	軌道建設一方面經由投資需求擴張，帶動相關產業，創造就業與所得，進而帶動 GDP 成長。惟部分假設影響 GDP 創造成效之大小，本計畫亦本著多元情境考量，提供不同情境之評估結果，如考慮排擠效果與否。	同意合作研究處理情形
(五)建議再針對五楊、臺北港、北宜直鐵與澎湖電動車等投入對 GDP 的貢獻加以分析，並說明示範其操作程序。	基礎建設投資評估機制業已建立，未來決策支援系統應可因應此類議題進行評估。	同意合作研究處理情形
(六)3.2.6 節中表 3.2-2 有關各能源聯立方程式校估結果，部分解釋變數與因變數關係相當不合理，應請團隊再給予檢視。	已補充單根檢定，並重新篩選變數。	同意合作研究處理情形
(七)請再查核報告 2-39 頁、表 2.3-6 高雄屏東都會區時間價值，包括洽公商務、上班等，	基於尊重原著，本計畫在進行文獻回顧時直接引用文獻資料，惟已於該表	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
是否會達 171 元/小時，此與先驗知識似乎不符。	文字論述中補充檢討說明。	
(八)有關報告第三章應加強說明政府投入之排擠與分配效果。	補充於 4.2 節。	同意合作研究處理情形
四、海洋大學河海工程學系 蕭再安教授		
(一)研擬政策之分類應加以檢討，例如簡報第 44 頁，ICCT 分類為 4 類，而聯合國分類為 3 類，係將 Transform 併入 Improve，各策略分類建議研究團隊進一步檢視，如 Avoid 並非減少私人運輸使用，汽燃費隨油徵收很可能亦非 Avoid 策略，可能只是運具轉移，爰建議納入 Shift 策略。	已修正表 4.1-1。	同意合作研究處理情形
(二)政策模擬分析結果應在檢視合理性，例如捷運環狀線政策模擬部分，捷運購車只占不到 100 億，大部分還是土建，但是還是產生產業關聯效果，請研究團隊應重新檢視 IO 表。	軌道基礎建設投資的項目涵蓋多個產業，其中約有 6 成以上為進口，如通訊電子設備(64%)、電力及電線電纜(41%)、機械設備(90%)、軌道車輛(92%)。因此產業關聯效果將經由這些產業帶動。	同意合作研究處理情形
(三)簡報第 50 頁捷運運量變化率，於簡報圖中顯示卻只有 25~30%，而非簡報所提 30~40%，建議研究團隊檢視。	已修正於期末報告 p.4-12。	同意合作研究處理情形
五、本所張瓊文組長		
(一)文獻回顧部分 1. 關於運輸部門節能減碳決策支援系統係以運輸部門整體思考為基礎，CGE 模型僅為評估工具之一，請根據本所與團隊之討論，更新系統架構圖，並進一步配合詳細敘明本決策支	1. 系統架構圖補充於 3.2 節。政策評估方法補充於 3.2.3 節。研究限制補充於 3.5 節。 2. 第二章文獻回顧已修改撰寫架構，並補充結論論述。參考文獻配合補遺。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
<p>援系統之政策評估邏輯與方法，及核心模型 CGE 之應用限制，以利後續應用。</p> <p>2. 請說明本次報告中新增之文獻為何，並具體歸納文獻回顧結論，及其與年度工作之關聯。文中所提及之各文獻均須列入參考文獻，請檢視補充。</p> <p>3. 報告中似乎缺少「運輸部門節能減碳策略路徑圖」，由於其為運輸部門與其他部門研商部門減量責任之重要參考依據，應請團隊補充。</p>	<p>3. 「運輸部門節能減碳策略路徑圖」補充於 4.4 節。</p>	
<p>(二) 研究成果部分</p> <p>1. 本年度新增之政策評估選項，「軌道基礎建設」與「替代燃料運具-油電混合車」之評估結果多呈現增量比例，請補充絕對量值以利與實際狀況比對，確認趨勢是否合理，及進一步討論。</p> <p>2. 報告 3.2.6 節有關各能源聯立方程式校估結果，有必要就變數間之因果關係再加檢核修正，否則很難充分詮釋預測結果。</p> <p>3. 第 7 章應補充具體的評估成果數據，及其意義詮釋，以彰顯本研究成果。</p> <p>4. 第三章部分，本案於 99 年~102 年已有相關建置及應用成果，因此本章請針對前年度成果作有系統的彙整，尤其在系統應用結果方面，以符於本年度</p>	<p>1. 補充於 4.2 節與 4.3 節。</p> <p>2. 補充單根檢定，並重新進行變數篩選。</p> <p>3. 已於 7.2 補充數據結果。</p> <p>4. 新增 3.1 節過去成果。</p> <p>5. 將歷年成果彙整，並透過「運輸部門節能減碳策略路徑圖」呈現於 4.4 節。</p> <p>6. 決策支援系統成本補充於 7.2 節。</p>	<p>同意合作研究處理情形</p>

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
<p>計畫目的。</p> <p>5. 第四章部分本計畫為 99 年~102 年相關計畫延續成果，目前所提出兩案例應就與前揭計畫展示差異作強化，以凸顯本年度貢獻。</p> <p>6. 本案結論未見對本年度決策支援系統強化亮點之說明，對應用案例結果說明也應予補充。</p>		
(三) 關於操作手冊，請強化補充有關 CGE 應用之參、變數及相關模型操作說明，以利本所同仁應用。	以另冊方式提供模型操作手冊。	同意合作研究處理情形
(四) 有關圖、表模糊不清楚，資料來源有誤及文章內容敘述與圖表不一致等，請檢視確認修正。	已重新檢視修正。	同意合作研究處理情形
六、本所綜合技術組【書面意見】		
<p>(一) 第一章 前言：</p> <p>1. 第一章說明內容部分以「服務建議書」立場撰寫，如「最後預期本年度工作成果...【頁 1-3】」、「將本期研究成果...【頁 1-9】」及「『將持續協助維護...』」、「將透過 1 次...」與「...亦將派員參加...」【頁 1-10】等措辭，建議依實際研究成果全面檢視整體報告內容(第一章~第五章)後予以修正。</p> <p>2. 文字誤繕或語意不清之處如「完成期末及期末報告」【頁 1-9】，建議重新檢視報告內容(第一章~第五章)後予以修正。</p> <p>3. 圖 1.1-1 請配合圖表文字</p>	已修正第一章內容。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
解析度改以 A3 折頁方式呈現。		
<p>(二) 第二章 文獻回顧：</p> <p>1. 目錄與實際報告章節內容不符(例如「2.4 總體經濟影響評估操作方式 驗證案例」【頁 1】與「2.4 基礎建設對總體經濟與排放之影響評估」【頁 2-46】)</p>	<p>1. 已重新彙整撰寫於 2.3、2.4 節。</p>	<p>同意合作研究處理情形</p>
<p>2. 本報告書原則以中文撰寫，報告文句應避免有中英文夾雜情形，使得閱讀困難，標註原文只是為補充說明翻譯之內容。因此，需注意第二章內原文資料援引及使用問題。</p>	<p>已修正並重新彙整於 2.1、2.1 節，併重新彙整撰寫內容於 2.3、2.4 節。</p>	<p>同意合作研究處理情形</p>
<p>(1) 部分說明文字(例如「Warsaw Statement...Development」、「business-as-usual scenario, no further uptake of energy/climate policy」【頁 2-3】、「Adopted Pipeline 與 Potential」、「tank-to-well; well-to-wheel」【頁 2-30】與多項圖表(圖 2.1-1、圖 2.1-2、圖 2.1-3、圖 2.1-4、圖 2.1-5、圖 2.1-6 與表 2.1-1)係直接援引原文，未作翻譯或適當處理，應請修正。</p> <p>(2) 部分常見專有名詞縮寫 如 「Energy Technology</p>	<p>已修正於【頁 2-3】、【頁 2-4】、【頁 2-5】、【頁 2-30】。</p> <p>重製表格於【頁 2-5】、【頁 2-6】、【頁 2-14】、【頁 2-22】、【頁 2-23】</p>	<p>同意合作研究處理情形</p>

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
<p>Perspectives 2014 (ETP2014)】【頁 2-3】、「2050 Calculator」【頁 2-20】、「Transport Emissions ... (TEEMP)」報告內容先應給予翻譯並定義後，再予使用，不宜直接引述，否則難已理解其意涵。</p> <p>(3) 另前文已作中文翻譯之名詞「如避免 (Avoid)、移轉 (Shift)、改善 (Improve)」【頁 1-8】於後續報告說明，應優先使用中文【頁 2-4】，並注意檢視整體報告內容(第一章~第五章)一致性。</p>		
<p>3. 第二章所提相關政策計畫內容多已完成、改名與翻修部分執行內容 (如表 2.1-4 中交通部「公路公共運輸發展計畫」、「花東線電氣化工程施作」與經濟部「智慧電動車發展策略與行動方案」等)，應請更新。</p>	<p>已修正於表 2.1-4、2-27 頁。</p>	<p>同意合作研究處理情形</p>
<p>4. 第二章圖表的資料來源，請應標示援引原文報告書之頁碼，俾利讀者追溯。另直接由其它報告摘錄之圖表(如圖 2.2-1、圖 2.2-2、圖 2.3-1、圖 2.3-2、圖 2.4-1；表 2.2-1、表 2.2-2、表 2.3-1~表 2.3-6、表 2.4-3)，應注意其解析度，避免模糊不清，難以閱</p>	<p>圖表已修正於【頁 2-3】、【頁 2-4】、【頁 2-5】、【頁 2-30】。</p> <p>重製表格於【頁 2-5】、【頁 2-6】、【頁 2-14】、【頁 2-22】、【頁 2-23】</p>	<p>同意合作研究處理情形</p>

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
讀，必要時應予以重製。		
5. 相關公式(【頁 2-42】)請重新繕打，請勿直接剪貼圖片方式摘錄。	公式已刪除圖表重新繕打於【頁 2-42】	同意合作研究處理情形
<p>6. 建議文獻回顧各小節之回顧重點：</p> <p>(1) 「2.1 國內外運輸節能減碳趨勢」：本小節應彙結綜整最新趨勢，非僅將相關報告摘錄，應請參考配合 2014 全國能源會議議題背景資訊「核心議題一、子議題 1. 運輸部門分項」編撰架構與內容。</p> <p>(2) 「2.2 國內外運輸決策支援系統最新發展趨勢」：請說明各摘錄系統主要支援政策項目，另請將本所運安組 99 年建立「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模型研究」與本計畫前期相關計畫內容 102 年「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」納入探討，並列表比較。</p> <p>(3) 「2.3 國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果」：</p> <p>A. 援引案例內容適切性：「一、智慧電動車發展策略與行動方案」應不屬研究成果，應置於「2.1 國內外運輸節能減碳趨</p>	2.3、2.4 節架構已經重新彙整撰寫。	同意合作研究處理情形

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫執行 單位審查意見
<p>勢」之政策方案回顧內容；另外「三、臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段暨周邊土地開發計畫可行性研究」為何同時納入討論，如需要是否應再考慮近期其重大捷運系統案例。</p> <p>B. 建議請重新思考本小節之說明重點，亦或考慮綜整將回顧研究成果並摘錄成表，俾利說明及閱讀。</p> <p>(4) 「2.4 基礎建設對總體經濟與排放之影響評估」：回顧之經濟效益建議與後續 GCE 模型與計算案例應有強烈關聯性。</p>		

「MOTC-IOT-103-TDB001 運輸部門應氣候變遷政策決策支援系統之應用」期末報告審查會議

一、開會時間：103 年 12 月 2 日(星期二)上午 9 時 30 分

二、開會地點：交通部運輸研究大樓 10 樓會議室

三、主持人：林志明 所長

黃新薰

四、審查委員

記錄：傅 強

審查委員	簽到處
臺北大學自然資源與環境管理研究所 李堅明教授	<i>李堅明</i>
台灣經濟研究院研究五所 楊豐碩所長	<i>楊豐碩</i>
成功大學交通管理科學系 黃國平副教授	<i>黃國平</i>
海洋大學河海工程學系 蕭再安教授	<i>蕭再安</i>
本所 黃新薰主任秘書	<i>黃新薰</i>
本所 張瓊文組長	<i>張瓊文</i>

五、出席單位

出席單位	職稱	簽到處
本所綜合技術組		<p>朱佩芸 楊智凱</p> <p>許義宏 傅強</p>
財團法人台灣綜合研究院		<p>楊青雲 徐代昕</p> <p>陳品宏</p>

附錄 5

運輸部門 CGE 模型相關文獻

附表 5-1 運輸部門 CGE 模型相關文獻

文獻	主題	模型	結論
Kim et al., 2004	結合運輸網絡模型(transport model)與動態多區域 CGE 模型 (multiregional CGE model)，分析高速公路興建計畫對經濟成長與區域發展的影響，並提出較佳的興建規劃策略。	結合運輸模型 (transport model) 與多區域 CGE 模型 (multiregional CGE model) 運輸模型計算區域間最短距離與高速公路興建計畫下之最高承載量 多區域 CGE 模型則評估高速公路興建對整體 GDP、價格、出口、及工資與人口在區域間配置的影響	結果發現所有的高速公路興建計畫皆可對 GDP 與出口成長產生正面的效果，就工資與人口而言，對於區域間的公平性亦有所助益。
Kim and Hewings, 2005	利用多區域 CGE 模型推估比較高速公路計畫之網絡效果，特別是該計畫在興建與營運時期對區域與產業產生之附加價值。	結合運輸網絡模型 (transport network model) 與多區域 CGE 模型 (multiregional CGE model) 運輸網絡模型預測 132 個地區間旅運需求並計算區域間高速公路所能承載的最大量 多區域 CGE 模型則估計高速公路發展對 5 區域之經濟衝擊	高速公路計畫在 30 期期間，總計增加 GDP 約 0.3%；GDP 中約有 0.016%來自網絡效果。所謂「網絡效果」，指各高速公路子系統之間連結道路存在與否情況下之 GDP 差異。就產業影響而言，KM 區的製造業之網絡效果受益最大。 就區域而言，低度開發地區之網絡效果受益高於高度開發地區，故高速公路計畫有助於縮短城鄉差距。
Bröcker, 2002	修正多數空間 CGE 模型只考慮運輸成本的缺點，加入評估客運因時間與節省成本所帶來的福利效果。	細分商務與私人旅運 利用均等變量 (equivalent variation) 衡量福利變化 運用 Dixit-Stiglitz 方法考慮獨占性競爭情況	
Steininger et al.	利用 CGE 模分析澳洲公路收費制度對自有車輛使用之影響。	單國靜態 CGE 模型 依所得高低將家計部門區分為四類	結果，收費制度並不像一般所認為的使低所得者承受不成比例的負擔，相反的對高所得與用車密度較高的族群有較大的衝擊。

附表 5-1 運輸部門 CGE 模型相關文獻(續 1)

文獻	主題	模型	結論
Mayeres and Proost, 2004	利用 CGE 模型比較兩種運輸服務訂價模式（平均成本訂價與社會邊際成本訂價）的效果，並分析在訂價策略改變下，以運輸部門做為衡量福利的指標是否恰當。	靜態單國 CGE 模型考慮因擁塞、空氣污染與交通事故對消費者福利造成的外部性運輸部門依服務對象（客運與貨運）、運輸型態（私人旅運與商務運輸）、運輸工具（小型汽車、大型客車、卡車、鐵路、電車、水運等）、以及離尖峰運輸（陸運部分）詳細區分	結果發現，平均成本訂價與社會邊際成本訂價皆會降低福利，但前者之衝擊尤甚。
Conrad, 1997	擴增基礎建設雖可改善運輸系統操作效率，避免交通擁塞造成的外部成本，但卻形成另一種外部成本，即空氣污染。本文欲在某排放標準限制下，尋求可使生產與外部成本最小的運輸政策。	理論 CGE 模型道路基礎建設的效益為運輸系統效率並降低交通擁塞程度（congestion index）基礎建設的成本包括資金成本、車次成長所衍生的各項變動成本、及空氣污染外部成本，由於資金來源為稅收，故因課稅所造成的市場扭曲也會形成另一種成本	
Schäfer and Jacoby, 2005	結合 CGE 模型與 MARKAL 模型分析溫室氣體排放限制下汽車市場發展與新興汽車技術的市場滲透力。	遞歸動態多國 CGE 模型（EPPA），模型中單一運輸部門、五類能源商品、兩類新興能源、家計部門區分自有運輸工具與非自有運輸工具 MARKAL 為動態線性最適化模型，詳細刻畫運輸技術特性，包括汽車、卡車、大客車、鐵道、空運、水運等由 CGE 提供運輸服務需求預測予 MARKAL，再由 MARKAL 根據技術發展進程，規劃成本最天下最適之汽車技術發展，再將技術發展規劃投入 CGE 做為技術變化限制	結果，在京都議定書限制下，短期消費者對運輸及運具用能源之需求將持續增加，但擠壓對其他商品之消費。但長期而言，CO ₂ 排放量會下降 21%，其中由非自有汽車運輸貢獻 16%。在 21% 的減排中，約 1/3 來自需求的縮減，2/3 來自採用燃料效率較高的運輸技術。

附表 5-1 運輸部門 CGE 模型相關文獻(續 2)

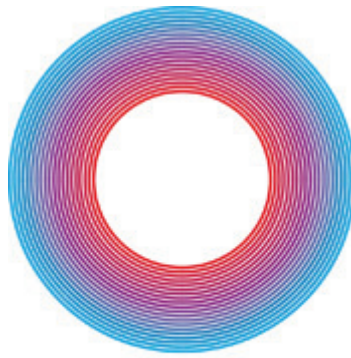
文獻	主題	模型	結論
Madsen and Butler, 2007	說明建構一個足以分析地區性經濟活動的空間 CGE 經濟模型 (LINE) 所應有的理論架構。	靜態模型 發展完整而龐大的模型，擁有完整的資料庫部門分類與區域分隔可彈性加總	
Berg, 2007	本文主要目的在改善 CGE 模型中對於家計部門之運輸服務需求之設定，並評估在碳排放目標限制下，碳稅稅收運用於抵減勞工社會福利費用及抵減家計直接稅對福利的影響。	單國靜態模型，能源部門細分（五類），家計部門依所得高低、人口密度細分（九類），家計部門旅運目的將決定勞動供給，而家計部門選擇的運輸型態除了考慮價格、稅賦或補貼等價格因素外，還包括運輸花費的時間。因此效用函數除納入商品消費所帶來的效用，還要考慮休閒旅運的效用以及工作旅運的效用。	結果發現，碳稅稅收運用於抵減勞動雇用之社會福利費用，其所產生的福利成本將低於抵減家計直接稅。但較低的福利成本並不能保證達到社會公平，因為無論抵減何者，都會使低所得者承受較高的負擔。
Peterson and Lee, 2009	利用多國 CGE 模型 (GTAP-E)，擴增各國境內運銷差距（運輸、批發、零售），以探討在碳稅下 CO ₂ 排放與運銷差距的變化。	多國靜態模型 能源細分 境內運銷差距細分	結果發現，在不考慮境內運銷差距的情況下，課徵某固定碳稅所產生的減量效果會有高估的情況。
Abrell, 2007	利用多國 CGE 模型分析歐盟 15 國在排放交易中納入運輸部門的福利影響。	靜態多區域 CGE 模型 五類能源、四類非能源、三類運輸服務	評估結果發現，若路運納入排放交易體系，可創造較高的福利，納入航空則福利效果較小，對國際貿易船運直接進行排放管制才是比較重要的減量工具。

資料來源：本研究整理。

附錄 6

出席 COP20/CMP10 報告

出席「聯合國氣候變化綱要公約第20次締約國大會
暨京都議定書第10次締約國大會（COP20/CMP10）」



LIMA COP20|CMP10
UN CLIMATE CHANGE CONFERENCE 2014

會議報告

計畫案：運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之應用

委託單位：財團法人台灣綜合研究院

姓名職稱：陳建緯 副研究員

派赴國家：秘魯利馬

出國期間：101年11月30日至12月10日

目錄

一、前言	附 6-1
二、會議結論摘要	附 6-4
三、運輸部門相關議題內容	附 6-7
四、會議觀察心得與建議	附 6-17
五、參考文獻	附 6-19
附件 1. 我國代表團成員名單	附 6-20
附件 2. 秘魯會議總結	附 6-23

表目錄

表 1. COP20/CMP10 會議議程.....	附 6-3
----------------------------	-------

圖目錄

圖 1.	2014 氣候談判相關會議	附 6-2
圖 2.	COP20/CMP10 會議架構	附 6-3
圖 3.	團員任務分工架構	附 6-4
圖 4.	INDCs 可能包含內容	附 6-5
圖 5.	A-S-I (Avoid-Shift-Improve) 策略	附 6-8
圖 6.	IEA 2050 運輸能源消費情境推估	附 6-8
圖 7.	IEA 2050 WTW(well-to-wheel)減量情境推估	附 6-8
圖 8.	2050 部門別減碳情境與技術組合推估	附 6-9
圖 9.	Transportation Day	附 6-10
圖 10.	調適資金使用	附 6-11
圖 11.	High Shift 情境下都市旅客延人公里	附 6-12
圖 12.	High Shift 情境下都市平均每人旅行距離	附 6-13
圖 13.	Lima、La Paz 與 Quito 行業別碳足跡	附 6-15
圖 14.	Lima、La Paz 與 Quito 運輸部門排放來源	附 6-15
圖 15.	Lima 腳踏車道與 BRT	附 6-16
圖 16.	考量都市密度與私人運輸之城市風貌	附 6-18

一、前言

2014年聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC¹)第20次締約國會議(COP20²)暨京都議定書第10次締約國會議(CMP10³)於12月1日至12月14日於秘魯首都利馬(Lima)舉辦。

本次COP20/CMP10會議為2015年新協議簽屬前的最後一次大會。2020年京都議定書到期時，為對抗氣候變遷締約國將需要一項新的國際協議，本次會議主要期望能於2015年巴黎氣候大會(完成新氣候協議簽署)之前獲取進一步的共識與達成實質的進展。

本次會議延續本年度9月23日聯合國於紐約總部所舉行氣候高峰會(UN Climate Summit 2014)凝聚的共識：將低碳經濟成長的全球願景具體化，並針對減少排放、動員資金與市場、碳定價、強化回復能力(resilience)與動員新合作聯盟等五大方向推進氣候行動。除紐約氣候峰會外，COP19後至COP20會議前，各國已針對不同課題進行初步討論，相關氣候談判會議整理如圖1。

¹ UNFCCC，the United Nations Framework Convention on Climate Change

² COP，the Conference of the Parties

³ CMP，the COP serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol



資料來源：COP20組團第一次籌備會議簡報，行政院環境保護署、工業技術研究院，103.0730

圖1. 2014氣候談判相關會議

會議議程除COP20與CMP10外，尚包含第41次附屬履行機構會議 (Subsidiary Body for Implementation, SBI)、第41次附屬科技諮詢機構會議 (Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice, SBSTA)、以及德班平台特設工作小組會議 (Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action, ADP)。在此同時，大會針對氣候變遷與調適等相關議題規劃有180場周邊會議 (side event)-調適53場、減緩58場、跨領域綜合66場、及其他3場；亦提供場地供世界各國單位設攤。此外，歐盟、日本、韓國、印尼、美國、中國、秘魯與海灣阿拉伯國家合作委員會 (Gulf Cooperation Council, GCC) 成員國，以及相關組織如聯合國 (UN) 與國際能源總署 (IEA)，也各於獨立場地規劃有相關議題之周邊會議。會議架構與議程如圖2.及表1.所示。



圖2. COP20/CMP10 會議架構

表1. COP20/CMP10會議議程

12/1(一)	12/2(二)	12/3(三)	12/4(四)	12/5(五)	12/6(六)	12/7(日)
開幕典禮 -COP -CMP -SBI -SBSTA	開幕典禮 -ADP -非正式協商	-CMP9 會議 -COP19 會議	非正式協商	非正式協商	-SBSTA 閉幕	休會
12/8(一)	12/9(二)	12/10(三)	12/11(四)	12/12(五)	12/13(六)	12/14(日)
非正式協商 -SBI 閉幕	-COP20 會議 -CMP10 會議 部長及高階官員會議 開幕典禮	-COP20 會議 -CMP10 會議 部長及高階官員會議	-COP20 會議 -CMP10 會議 部長及高階官員會議 -ADP 閉幕	-COP20 閉幕 -CMP10 閉幕	-COP20/ CMP10 決議文公布	

◎ 我國代表團介紹

代表團由行政院環保署組團，由駐秘魯代表處 吳大使進木擔任團長。其中政府部門包括環保署、外交部、衛生福利部、經濟部、科技部、農委會、交通部運輸研究所、中央氣象局、國家災害防救科技中心等；非政府部門包括台灣綜合研究院、中國鋼鐵公司、工研院、綠基會、環科顧問公司等。代表團按並按所屬單位之專長進行任務分組(圖3)，會議期間並召開相關會議，指派工作任務並聽取團員與會心得報告；代表團名單如附件1所示。

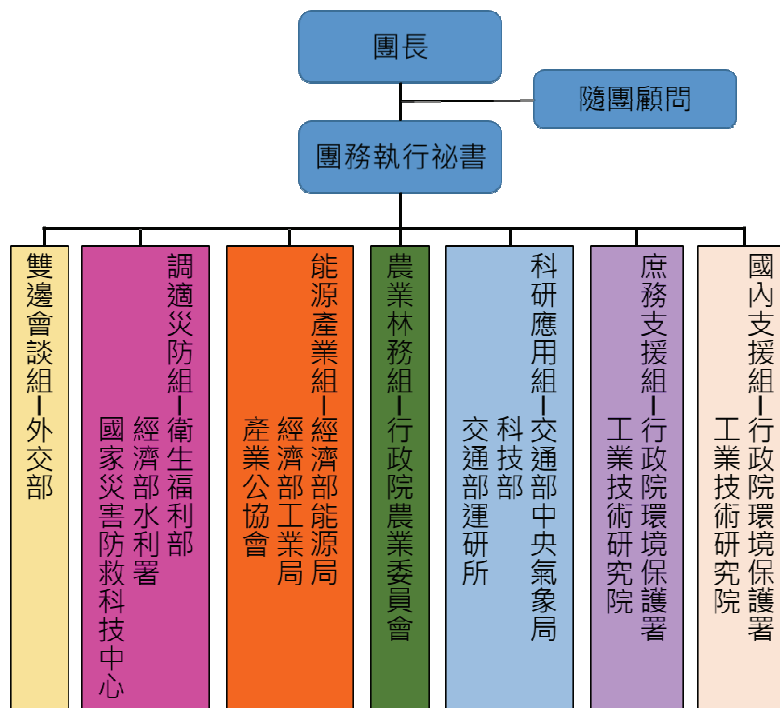


圖3. 團員任務分工架構

二、會議結論摘要

本次會議經兩個星期正規會議協商討論後仍無法取得共識，再經展延後終於2014年12月14日達成決議通過「利馬氣候行動呼籲」(Lima Call for Climate Action) (附件2.)，本次利馬會議共計通過24項COP20決議與8項CMP10決議。主要成果與觀察整理如下：

(一) 國家自主決定的預期貢獻 (Intended Nationally Determined Contributions, INDCs)

COP20決議各國必須提出國家自主決定的預期貢獻INDCs，依國情不同，內容可以包含本身的減碳目標與調適策略、推算與計量溫室氣體排放量的方法學、所需要的財務支持、技術發展與轉移，能力建構等。

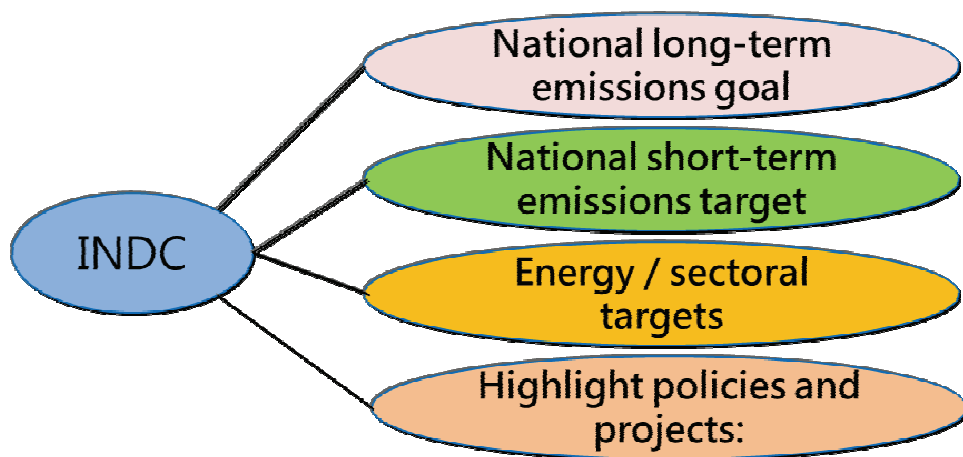


圖4. INDCs可能包含之內容

(二) 調適、損失與傷害 (Loss and damage)

本次會議更重視氣候變遷調適，最後大會定調將調適包含於 INDCs內，但調適訊息揭露之相關指引有限，相關貢獻如何進行評估仍有待觀察。但會中確認(1)同意改善國家調適計畫報告之程序及(2)重申損失與傷害的重要性。並呼籲於巴黎會議召開前，各國應加快調適、損失與傷害方面的工作以確保(1)於巴黎協議中訂定全球調適目標、(2)依據國家調適計畫與貢獻，建立持續性的調適體系、(3)強化基礎設施，以因應調適與減緩措施涵蓋之氣候變遷造成之損失與危害、及(4)發展中國家擁有足夠之資源強化氣候韌性(resilience)。

(三) 關於資金

COP20會議第二周時綠色氣候基金(Green Climate Fund, GCF)已成功募集100億美元。共有27個國家作出捐款承諾，除開發中國家外，尚有五個發展中國家進行捐款，包含秘魯、哥倫比亞、墨西哥、韓國及蒙古。成功募集資金，除了展示捐贈國對GCF的信任，亦讓發展中

國家增加獲得資金的信心。雖然目前資金募集狀況離2020年達到1000億美元的目標還很遙遠，如何有效運用資金的方式亦不清晰，但仍帶來正面的訊息。

(四) 減少砍伐森林之排放(Cutting emissions from deforestation)

由於去年REDD+在融資、監管與核查方面取得有效進展，今年主要係進一步確立相關措施。本年度，巴西、印尼、哥倫比亞、馬來西亞與墨西哥陸續提交作為森林砍伐排放之衡量數據。此外，大會亦發布衛星森林監測與碳測繪地圖等新技術。

而相關創新計畫也於公約會場外之全球景觀論壇(global landscape forum)進行發表，如20x20倡議，目的在降低砍伐森林與土地使用改變產生的溫室氣體排放；私人投資者承諾資助3億6千5百萬美元用於恢復熱帶森林、避免森林砍伐與發展具氣候韌性的永續農業。

(五) 有關第21屆(COP21/CMP11)將於法國巴黎舉行。

三、運輸部門相關議題內容

本次參與行政院團之第一週梯次，參與大會期間發現本年度參與展示之攤位較往年更少，且由於大會無紙化之呼籲，所擺放之紙本資料並不多，增加資料蒐集之困難。所幸與運輸相關之運輸日(Transportation Day)活動本年仍持續舉辦(12/7)，以下僅就本次蒐集之資料與參與運輸領域之周邊會議內容進行摘述：

(一) IEA運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境模擬

IEA研究設定三種情境針對至2050之全球運輸部門發展進行推估(IEA, 2014)，三種情境分別為：

- 6°C (6DS): business-as-usual scenario, no further uptake of energy/climate policy ;
- 4°C (4DS): expected ‘normal’ scenario, incorporating announced policies ;
- 2°C (2DS): pathways to a clean energy system 。

IEA分析指出2050要達成2DS的情境需要透過同時施行Avoid、Shift、及Improve等措施(圖5、圖6)。推估結果顯示，要達成2DS情境，輕型客用車(LDV)約一半需使用plug-in等技術，且軌道與公車系統扮演重要角色。

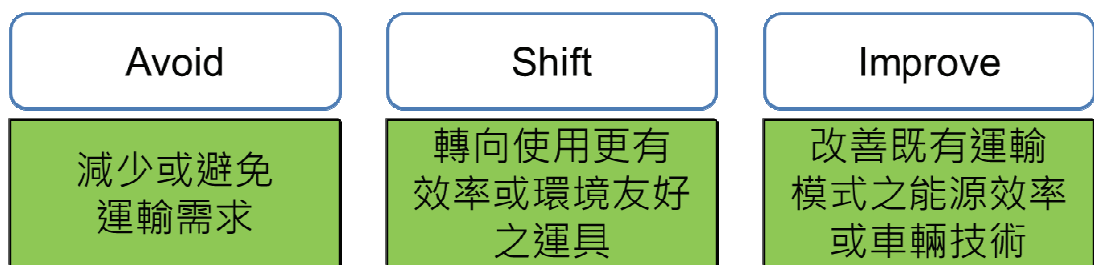
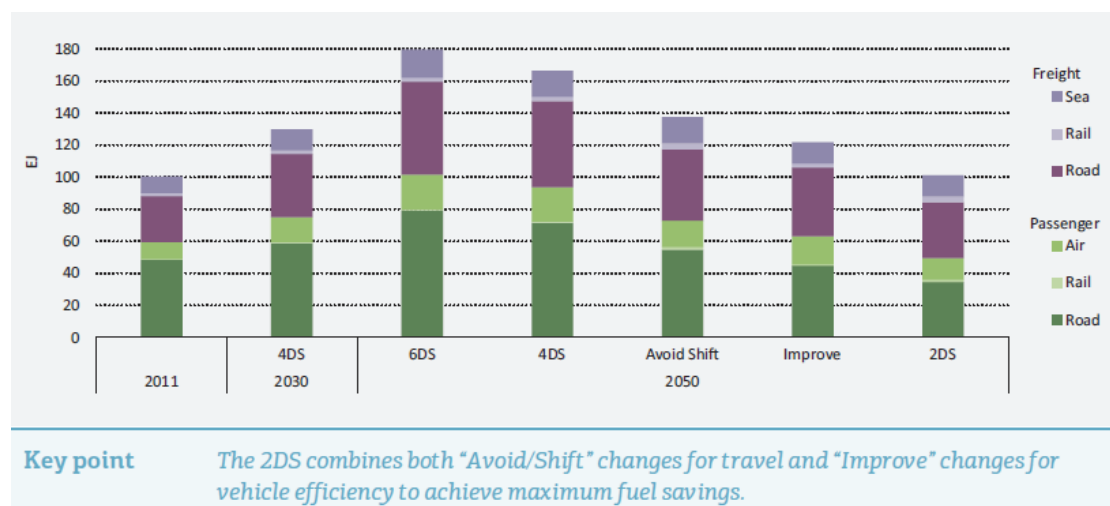


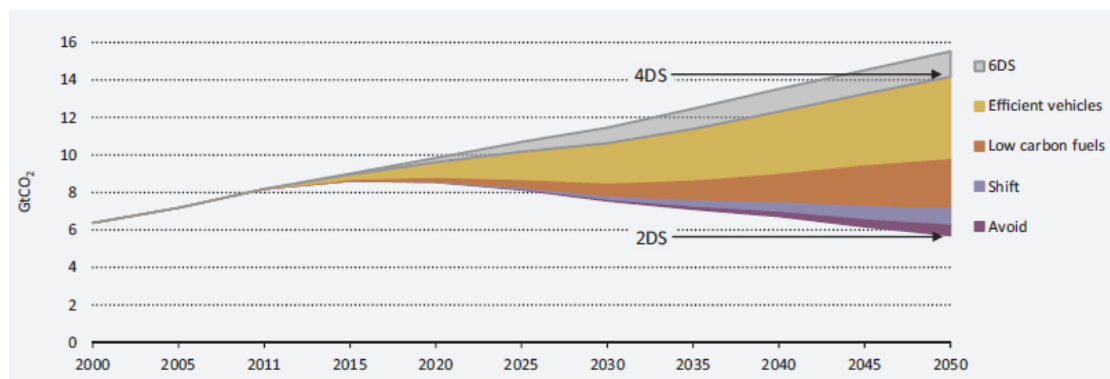
圖5 A-S-I (Avoid-Shift-Improve) 策略



資料來源：IEA 2014, Energy technology perspective 2014

圖6 IEA 2050運輸能源消費情境推估

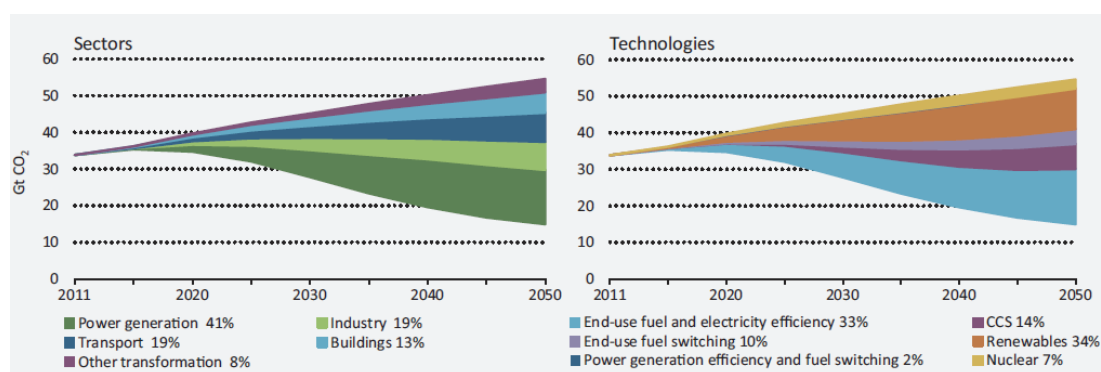
分析亦顯示減量潛力最大的方向主要來自於執行車輛效率 (efficient vehicles)與低碳燃料(low-carbon fuels)兩方面之措施；但最終仍需A-S策略以達成2DS目標(圖7.)。此外，運具電力化扮演重要角色，目前系統中兩輪的車輛能提供最多的減碳機會



資料來源：IEA 2014, Energy technology perspective 2014

圖7. IEA 2050 WTW(well-to-wheel)減量情境推估

整體而言，IEA提到現今運輸部門為使用的能源型態仍以化石燃料為主，期望未來透過運用電力的方式改善運輸部門二氧化碳排放量，達到減緩碳排放、提高能源效率、與交通部門永續發展的目標。而IEA亦指出欲達成2DS目標需依賴所有部門之努力並整合不同之科技，包含再生能源、核能、碳捕捉與封存CCS、電力發電效率與燃油效率之提升等(圖8.)。



資料來源：IEA 2014, Energy technology perspective 2014

圖8. 2050 部門別減碳情境與技術組合推估

(二) Transportation Day

Transportation Day為一於公約會場外舉行之周邊會議，本次會議係採用分組座談與共同討論進行。

全體會議主要討論交通運輸如何透過全球性機構如氣候變化框架公約的談判、IPCC的報告及結合永續發展的目標著手處理氣候變遷相關議題。全體會議後，進行四個分組會議：

1. 交通的減碳潛力：討論現正進行中的國家自主決定的預期貢獻

(Intended Nationally Determined Contributions, INDCs)；

2. NAMAs以及MRV：如何確定運輸持續於發展與執行NAMAs上扮演重要角色；
3. 融資：討論綠色氣候基金和其它氣候融資方式；
4. 調適：討論加速氣候變遷調適行動；



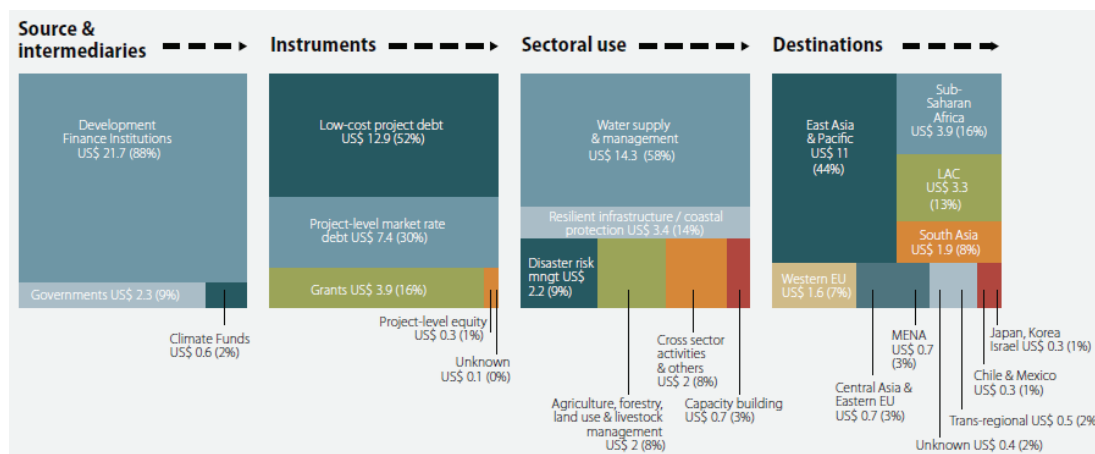
圖9. Transportation Day

(三) 調適落差報告(Adaptation Gap Report)

聯合國發表調適落差報告(Adaptation Gap Report)，估算發展中國家在減少氣候衝擊所需要的投資，與全球真正用於它們的氣候投資，是否相符。落差可分為三種：

1. 資金落差 (The Funding Gap): 針對國際間的公共資金進行分析(圖10)。依照用途，約有58%使用於水資源供應與管理上，14%用於防災設施與海岸復育；而分配上，則以東亞與太平洋獲得最多資金44%。運輸所分配之佔比相對較少。

2. 技術落差 (The Technology Gap): 技術之推廣與落實，政府應提出誘因、法規等機制，加速技術應用，並加強國際合作與在地化
3. 知識落差 (The Knowledge Gap): 知識產製、知識整合、知識轉移與落實的落差



資料來源: The Adaptation Gap, 2014, p28

圖10. 調適資金使用

(四) 全球快速轉移情境報告(A Global High Shift Scenario)

交通與發展政策機構(The Institute for Transportation and Development Policy, ITDP)與加州大學戴維斯分校交通研究 (UC Davis, Institute of Transportation Studies) 於2014年9月發布研究報告，探討至2050年如何有效利用大眾運輸、步行、腳踏車以及降低私人運具來節省超過100兆美元並節省都市乘客約250億噸的CO₂排放。

報告透過分析討論若改變對交通運輸的投資方向，對都市旅客的排碳量和不同收入族群的交通方式造成之影響。High Shift快速轉移

情境假設政府增加對鐵路、乾淨巴士運輸系統和基礎建設的投資，來確保步行和騎腳踏車的安全，提供旅運者低碳環境之選擇。

研究數據顯示2010年時OECD國家之每人平均旅行距離幾乎比非OECD國家多了兩倍；但若於High Shift情境下，兩者間僅有些許差異，顯示政策推廣運具選擇將帶來更平等之易行性 (mobility)(圖11、圖12.)。對較貧窮的人而言，這些選擇將使都市中交通更便利，並可減少空氣污染。此外，報告呼籲OECD國家應致力將都市light-duty vehicle(LDV)之旅行距離減半。

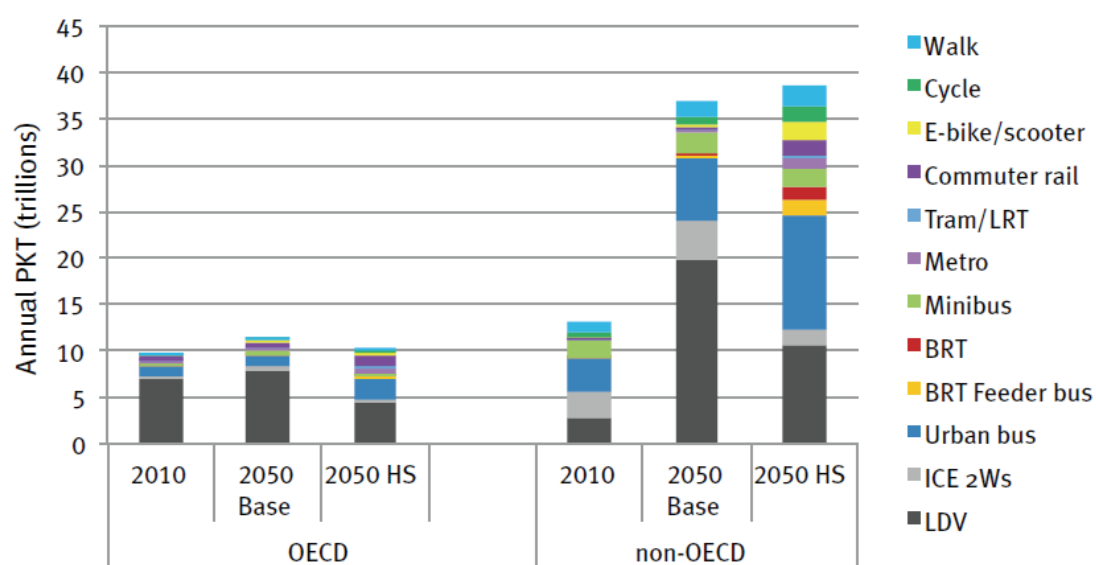


圖11. 2010, 2050以及2050 High Shift情境下都市旅客延人公里

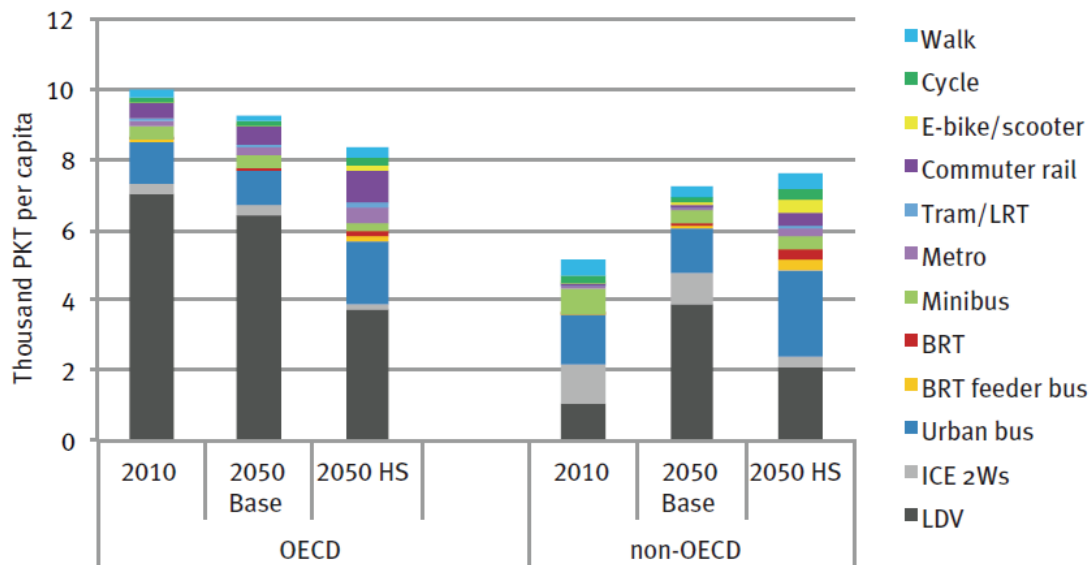


圖12. 2010, 2050以及2050 High Shift情境下都市平均每人旅行距離 (OECD vs non-OECD)

(五) 運輸部門投資與挑戰

運輸部門需要耗費較長的前置時間 (lead time) 規劃相應策略與投資，並具有鎖定效果 (lock-in effect)。因此，增加運輸部門於永續發展的投資是必須且急迫的。2015-2030 估計有 3 兆美元淨投資，轉往低碳載具之開發與建設，包括鐵路與捷運系統。

目前每年投資於運輸部門的金額，約 60% 於 OECD 國家，其餘 40%則至非 OECD國家，未來應將資金投入正在快速成長的非 OECD國家。

永續的運輸系統需要公部門投資，由於運輸系統將對整體社會帶來巨大社會福祉 (welfare) 及正面外部性 (positive externality)，由於投資規模過大，尤其在發展中或新興國家，公部門應與私部門合作，

並由私部門提供相關設計知識、有效率的經營、風險管理等。然目前在投資創新面與私部門合作仍較缺乏。

建構有效的低碳永續交通系統政策，需要中央政府與地方政府共同合作。中央政府之職責在於制定整體低碳交通策略，以及欲達成之目標與架構 (umbrella framework)。中央政府應賦權 (empowerment) 給地方政府，以建構區域性可持續的融資管道。建議包含：

1. 移動性(mobility) 應屬於一種公共服務：移動性為重要公共服務，確保人民在國家內之移動性，為規劃低碳永續交通之先決條件；
2. 建構正確的組織架構：可進行政府組織再造，以建立具一致性組織架構；
3. 採取 transport-finance-transport 原則：交通運輸部門過於龐大，較難從其他部門尋求融資與補貼。但由於運輸部門具社會經濟正面外部性，適時的採用財政工具可確保提供高品質的交通運輸系統，如：補貼使用交通運輸系統、燃料費隨油徵收等。
4. 以價制量，控制交通運輸之中高需求者：透過價格機制，控制交通運輸過度消費者 (如：私人小汽車)。
5. 明確制定交通部門投資優先順序：中央政府應制定明確政策綱領，協助引導資金由傳統運輸流向永續低碳交通系統發展，並確保地方政府擬定之運輸相關策略與中央部會一致。

(六) 利馬交通運輸

12/5周邊會議「Green and Smart Innovations and Effective Climate Finance for Low Carbon Transport and Society」中，全球環境基金(Global Environment Facility, GEF)於會議提及協助利馬發展並改善交通，透過BRT系統、腳踏車道來減少交通擁擠。

除周邊會議外，利馬政府於交通日中亦針對相關交通排碳數據進行說明，比較三個中南美洲城市之行業別碳足跡與運輸部門之排放來源。整體而言，顯示運輸業排碳量較開發中國家為高。而利馬運輸部門主要排放來源為汽油、柴油、LPG與天然氣(圖13.、圖14.)。

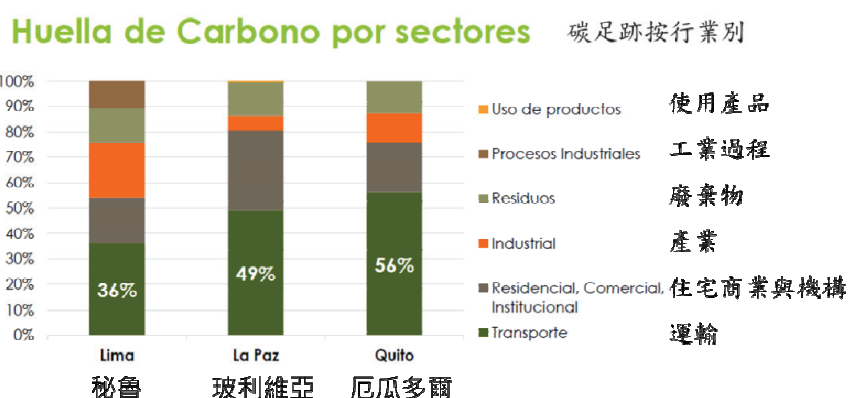


圖13. Lima、La Paz與Quito行業別碳足跡

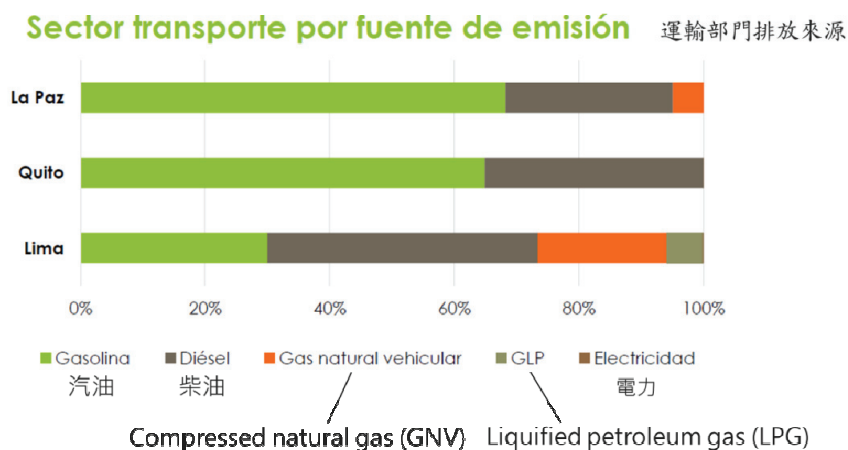


圖14. Lima、La Paz與Quito運輸部門排放來源

參與COP期間對市區的觀察，上下班尖峰時段，整體運輸系統服務水準極差，雖然會議提供接駁車服務，但路線規畫與營運效率仍有很大的改善空間。

利馬BRT運輸系統使用率高，政府亦著手規畫第二條捷運來改善交通擁擠。此外，市區單車道種類設計多元，雖然交通狀況不佳，但道路設計並未朝增加道路空間發展，仍保持綠園帶與單車道。



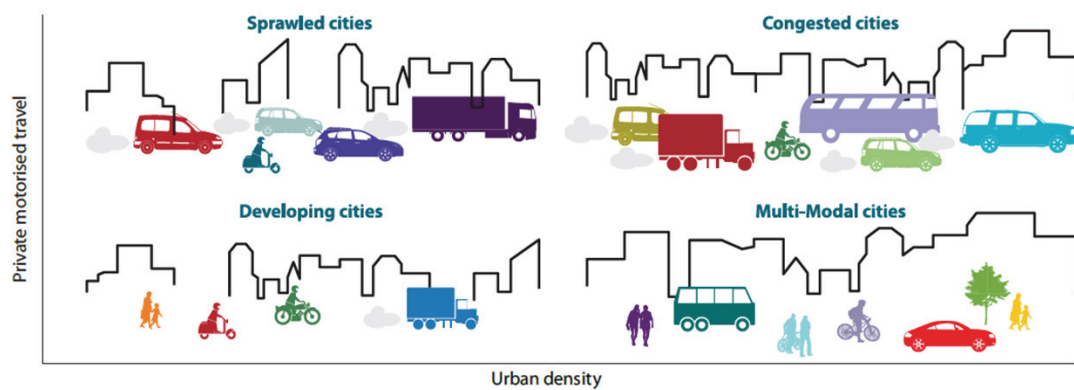
圖15. Lima腳踏車道與BRT

四、會議觀察心得與建議

本次赴利馬參與聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第20次締約國大會(COP20)暨京都議定書第10屆締約國會議(CMP10)會議，將所觀察與蒐集之資料綜整提出以下心得與建議：

- (一)全球趨勢上，係透過電動交通工具達到降低二氧化碳排放量的目的，雖可供我國參考；但仍需考量電力組成之碳密集度，重新思考本土化因應措施。
- (二)運輸主要是將人或者是貨物通過運輸工具，由甲地移動至乙地，完成某個經濟目的的行為，可視為一種衍生需求，其主要目的並非減碳；在推動節能減碳上除了提升運輸工具或系統效率外，仍須回歸行為面的轉變。
- (三)由於運輸為基礎建設之一環，且與其他領域互相關聯，於推動節能減碳或調適措施時，應強化橫向及縱向層級合作關係，以達資源有效性及政策發展整體性。
- (四)為因應INDCs後續相關作為，運輸統計資料之可獲得性與品質實為重要，除重新盤查減緩與調適所需相關資料外，並應建立整合性資料/知識平台，並透過適當的公開/分享機制進行國內外交流。

(五)交通需求主要受城市規模、土地使用等型態影響，本次會議墨西哥政府大力鼓吹重新設計城市來減少或縮短旅次長度。我國在都市通盤檢討時，應納入城市的願景與未來城市樣貌進行規劃發展，並重新考量不同都市密度與私人運輸之城市態樣(圖16)。而中央與地方的合作模式，並非僅透過經費補助，而應將區域整體規劃發展納入考量。



資料來源: IEA (2011), A Tale of Renewed Cities

圖16. 考量都市密度與私人運輸之城市態樣

五、參考文獻

- Cornie Huizenga, Philip Sayeg, and Laura Wuertenburger (2014),
Climate Finance as the Engine for More Low-Carbon Transport,
http://slocat.net/sites/default/files/u10/policy_brief_executive_summary.pdf
- International Energy Agency (2014), Energy Technology Perspectives
2014
- International Energy Agency (2011), A Tale of Renewed Cities,
http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/renewed_cities_web.pdf
- Lima call for climate action,
http://unfccc.int/files/meetings/lima_dec_2014/application/pdf/auv_cop20_lima_call_for_climate_action.pdf
- Michael A. Replogle & Lewis M. Fulton (2014), A Global High Shift
Scenario: Impacts And Potential For More Public Transport,
Walking, And Cycling With Lower Car Use,
https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2014/09/A-Global-High-Shift-Scenario_V2_WEB.pdf
- UNEP (2014), The Adaptation Gap Report 2014, United Nations
Environment Programme (UNEP), Nairobi,
<http://www.unep.org/climatechange/adaptation/gapreport2014/>

附件 1. 我國代表團成員名單

	單位	職稱	姓名（中英文）
1	行政院環境保護署	參事兼執行秘書	簡慧貞 Ms. Hui-Chen Chien
2		高級環境技術師 兼組長	吳奕霖 Mr. Yi-Lin Wu
3	外交部	副司長	連建辰 Mr. Chien-Chen Lien
4		科長	劉漢清 Mr. Han-Ching Liu
5		薦任科員	程瑞安 Mr. Jui-An Cheng
6		薦任科員	姜予歆 Ms. Yu-Hsin Chiang
7		一等秘書	洪中明 Mr. Chung-Ming Hung
8	駐秘魯代表處	大使	吳進木 Mr. Kuo-Chiang Chiang
9		一等秘書	林彥君 Ms. Julieta Lin
10		二等秘書	王瑞達 Mr. Jose Wang
11		三等秘書	蘇秋燕 Ms. Chiu-Yen Su
12	駐紐約台北經濟文化 辦事處	一等秘書	李冠德 Mr. Guann-Der Lee
13	駐巴西台北經濟文化 辦事處	二等秘書	尤思涵 Ms. Szu-Han Yu
14	駐歐盟駐比利時代表處	三等秘書	張恂華 Ms. Hsun-Hua Chang
15	衛生福利部	主任	商東福 Mr. Tung-Fu Shang
16	經濟部能源局	執行秘書	姚瑞祥 Mr. Jui-Hsiang Yao
17	經濟部水利署	組長	張廣智 Mr. Kuang-Chih Chang
18	交通部中央氣象局	主任	程家平 Mr. Chia-Ping Cheng
19	行政院農業委員會林務局	技正	董蓁 Ms. Chen Tung
20	科技部	助理研究員	張美瑜 Ms. Mei-Yu Chang

	單位	職稱	姓名（中英文）
21	國家災害防救科技中心	副研究員	陳永明 Mr. Yung-Ming Chen

附件 1. 我國代表團成員名單(續)

	單位	職稱	姓名（中英文）
22	國立台灣大學	副教授	邱祈榮 Mr. Chyi-Rong Chiou
23	國立清華大學	教授	范建得 Mr. Chien-Te Fan
24		研究助理	蔡維真 Ms. Wei-Chen Tsai
25	台灣綜合研究院	副院長	黃宗煌 Mr. Chung-Huang Huang
26		所長	蘇漢邦 Mr. Han-Pang Su
27		主任	陳建緯 Mr. Chien-Wei Chen
28	中華民國氣象學會	處長	趙恭岳 Mr. Kung-Yueh Chao
29	中國鋼鐵公司	助理執行副總經理	張西龍 Mr. Shi-Long Chang
30		專案工程師	吳一民 Mr. I-Min Wu
31	台灣中油股份有限公司	處長	林暘 Mr. Yang Lin
32	中華民國台灣薄膜電晶體 液晶顯示器產業協會	處長	楊媛菁 Ms. Yuan-Ching Yang
33	環科工程顧問 股份有限公司	資深經理	許惠敏 Ms. Hui-Min Hsu
34		組長	黃靖涵 Ms. Ching-Han Hwang
35	環興科技公司	計畫主管	李昱博 Mr. Yu-Bo Li
36	台灣綠色生產力基金會	工程師	廖逸凡 Ms. Yi Fan Laio
37	永智顧問有限公司	總經理	石信智 Mr. Shin-Chih Shih
38		國際事務專員	李鳳凌 Ms. Fung-Ling Lee
39	台灣產業服務基金會	經理	葉珍羽 Mr. Chen-Yu Yeh

	單位	職稱	姓名（中英文）
40	工業技術研究院	所長	胡耀祖 Mr. Yie-Zu Hu
41		組長	蔡振球 Mr. Chen-Chiu Tsai
42		經理	胡文正 Mr. Wen-Cheng Hu
43		資深工程師	盧裕倉 Mr. Yu-Tsang Lu
44		資深研究員	呂慶慧 Mr. Ching-Hui Lu
45		研究員	鍾詩明 Mr. Shih-Ming Chung
46		研究員	朱証達 Mr. Cheng-Ta Chu
47		副研究員	連振安 Ms. Wang-Ping Ting

Decision -/CP.20

Lima call for climate action

The Conference of the Parties,

Reiterating that the work of the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action shall be under the Convention and guided by its principles,

Recalling the objective of the Convention as set out in its Article 2,

Also recalling all the relevant decisions of the Conference of the Parties, particularly decisions 1/CP.17, 2/CP.18 and 1/CP.19,

Affirming its determination to strengthen adaptation action through the protocol, another legal instrument or agreed outcome with legal force under the Convention to be adopted at the twenty-first session of the Conference of the Parties (November-December 2015),

Recalling decisions 2/CP.19 and X/CP.20 (Warsaw International Mechanism for Loss and Damage associated with Climate Change Impacts) and welcoming the progress made in Lima, Peru, towards the implementation of the Warsaw International Mechanism for Loss and Damage associated with Climate Change Impacts,

Noting with grave concern the significant gap between the aggregate effect of Parties' mitigation pledges in terms of global annual emissions of greenhouse gases by 2020 and aggregate emission pathways consistent with having a likely chance of holding the increase in global average temperature below 2 °C or 1.5 °C above pre-industrial levels,

1. *Confirms* that the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action shall complete the work referred to in decision 1/CP.17, paragraph 2, as early as possible in order for the Conference of the Parties at its twenty-first session to adopt a protocol, another legal instrument or an agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties;
2. *Decides* that the protocol, another legal instrument or agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties shall address in a balanced manner, inter alia, mitigation, adaptation, finance, technology development and transfer, and capacity-building, and transparency of action and support;
3. *Underscores* its commitment to reaching an ambitious agreement in 2015 that reflects the principle of common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in light of different national circumstances;
4. *Urges* developed country Parties to provide and mobilize enhanced financial support to developing country Parties for ambitious mitigation and adaptation actions, especially to Parties that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change; and recognizes complementary support by other Parties;
5. *Acknowledges* the progress made in Lima in elaborating the elements for a draft negotiating text as contained in the annex;
6. *Decides* that the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action will intensify its work, with a view to making available a negotiating text for a

protocol, another legal instrument or an agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties before May 2015;

7. *Requests* the secretariat to communicate the negotiating text referred to in paragraph 6 above to Parties in accordance with provisions of the Convention and the applied rules of procedure, while noting that such communication will not prejudice whether the outcome will be a protocol, another legal instrument or an agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties;

8. *Notes* that the arrangements specified in this decision in relation to intended nationally determined contributions are without prejudice to the legal nature and content of the intended nationally determined contributions of Parties or to the content of the protocol, another legal instrument or agreed outcome with legal force under the Convention applicable to all Parties;

9. *Reiterates* its invitation to each Party to communicate to the secretariat its intended nationally determined contribution towards achieving the objective of the Convention as set out in its Article 2;

10. *Agrees* that each Party's intended nationally determined contribution towards achieving the objective of the Convention as set out in its Article 2 will represent a progression beyond the current undertaking of that Party;

11. *Also agrees* that the least developed countries and small island developing States may communicate information on strategies, plans and actions for low greenhouse gas emission development reflecting their special circumstances in the context of intended nationally determined contributions;

12. *Invites* all Parties to consider communicating their undertakings in adaptation planning or consider including an adaptation component in their intended nationally determined contributions;

13. *Reiterates* its invitation to all Parties to communicate their intended nationally determined contributions well in advance of the twenty-first session of the Conference of the Parties (by the first quarter of 2015 by those Parties ready to do so) in a manner that facilitates the clarity, transparency and understanding of the intended nationally determined contributions;

14. *Agrees* that the information to be provided by Parties communicating their intended nationally determined contributions, in order to facilitate clarity, transparency and understanding, may include, as appropriate, inter alia, quantifiable information on the reference point (including, as appropriate, a base year), time frames and/or periods for implementation, scope and coverage, planning processes, assumptions and methodological approaches including those for estimating and accounting for anthropogenic greenhouse gas emissions and, as appropriate, removals, and how the Party considers that its intended nationally determined contribution is fair and ambitious, in light of its national circumstances, and how it contributes towards achieving the objective of the Convention as set out in its Article 2;

15. *Reiterates* its call to developed country Parties, the operating entities of the Financial Mechanism and any other organizations in a position to do so to provide support for the preparation and communication of the intended nationally determined contributions of Parties that may need such support;

16. *Requests* the secretariat to:

(a) Publish on the UNFCCC website the intended nationally determined contributions as communicated;

(b) Prepare by 1 November 2015 a synthesis report on the aggregate effect of the intended nationally determined contributions communicated by Parties by 1 October 2015;

17. *Encourages* all Parties to the Kyoto Protocol to ratify and implement the Doha Amendment to the Kyoto Protocol;

18. *Reiterates* its resolve as set out in decision 1/CP.19, paragraphs 3 and 4, to accelerate the full implementation of the decisions constituting the agreed outcome pursuant to decision 1/CP.13 and enhance ambition in the pre-2020 period in order to ensure the highest possible mitigation efforts under the Convention by all Parties;

19. *Decides* to continue the technical examination of opportunities with high mitigation potential, including those with adaptation, health and sustainable development co-benefits, in the period 2015–2020, by requesting the secretariat to:

(a) Organize a series of in-session technical expert meetings which:

(i) Facilitate Parties in the identification of policy options, practices and technologies and in planning for their implementation in accordance with nationally defined development priorities;

(ii) Build on and utilize the related activities of, and further enhance collaboration and synergies among, the Technology Executive Committee, the Climate Technology Centre and Network, the Durban Forum on capacity-building, the Executive Board of the clean development mechanism and the operating entities of the Financial Mechanism;

(iii) Build on previous technical expert meetings¹ in order to hone and focus on actionable policy options;

(iv) Provide meaningful and regular opportunities for the effective engagement of experts from Parties, relevant international organizations, civil society, indigenous peoples, women, youth, academic institutions, the private sector, and subnational authorities nominated by their respective countries;

(v) Support the accelerated implementation of policy options and enhanced mitigation action, including through international cooperation;

(vi) Facilitate the enhanced engagement of all Parties through the announcement of topics to be addressed, agendas and related materials at least two months in advance of technical expert meetings;

(b) Update, following the technical expert meetings referred to in paragraph 19(a) above, the technical paper on the mitigation benefits of actions, and on initiatives and options to enhance mitigation ambition, compiling information provided in submissions from Parties and observer organizations and the discussions held at the technical expert meetings and drawing on other relevant information on the implementation of policy options at all levels, including through multilateral cooperation;

(c) Disseminate the information referred to in paragraph 19(b) above, including by publishing a summary for policymakers;

20. *Requests* the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action to make recommendations in relation to further advancing the technical examination

¹ In 2014 the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action undertook technical expert meetings on renewable energy, energy efficiency, land-use change and forestry (including REDD-plus), urban environments, carbon dioxide capture use and storage and non-CO₂ greenhouse gases.

process, including the periodic assessment of the technical expert meetings, to the Conference of the Parties at its twenty-first session;

21. *Welcomes* the Lima Climate Action High Level Meeting convened by the President of the Conference of the Parties on 11 December 2014 and encourages the Executive Secretary and the President of the Conference of the Parties to convene an annual high-level event on enhancing implementation of climate action;

22. *Notes* the estimated budgetary implications of the activities to be undertaken by the secretariat referred to in this decision and requests that the actions of the secretariat called for in this decision be undertaken subject to the availability of financial resources.

附錄 7

發表論文議程暨摘要

一、論文議程



Associazione Italiana
Economisti dell'Energia
www.aiee.it

In cooperation with



INTERNATIONAL
ASSOCIATION for
ENERGY ECONOMICS
WWW.IAEE.ORG

SUSTAINABLE ENERGY POLICY AND STRATEGIES FOR EUROPE

14th IAEE European Energy Conference
October 28-31, 2014 in Rome, Italy

Conference Programme

Tuesday 28/10

- 10.00 – 17.00 IAEE Council Meeting
- 14.00 – 18.00 **Registration** (LUISS University - Viale Pola 12)
- 12.15 – 17.00 IAEE/YEES PhD-students Day (LUISS University, Room 118)
- 17.00 – 18.00 IAEE European Affiliate Leaders Meeting (LUISS University, Room 101)
- 18.00 – 20.00 *Welcome Reception (LUISS University courtyard - Viale Pola 12)*
- 20.30 – 22.00 *Student Happy Hour ("Negresco" Bar – Piazza Istria)*
- 20.30 – 22.00 *IAEE Affiliate Leaders and Council Dinner (by invitation)*

Wednesday 29/10

- 08.00 – 18.00 **Registration**
- 08.00 – 09.00 **Breakfast Meetings:**
 - Students breakfast meeting (Room 101)
 - Antalya Conference planning breakfast meeting (Room 118)
- 09.30 – 10.30 **Opening Plenary Sessions**
 - Omowumi Iledare, IAEE President**
 - Carlo Andrea Bollino, AIEE President**
 - Massimo Egidi, President LUISS University**
 - Gurkan Kumbaroglu, IAEE Vice President for Conferences**
- 10.30 – 11.00 *Coffee Break*
- 11.00 – 12.30 **Dual Plenary Sessions**
 - Energy challenge in the industrial sectors**
 - Linda Ducharme, Director, Europe/Russia/Caspian, Gas & Power Marketing ExxonMobil, UK**
 - Roberto Potì, Executive Vice President Edison, Italy**
 - Jean-François Cirelli, Vice-Chairman and President GDF Suez, France**
 - Chicco Testa, President Assoelettrica, Italy**
 - Environmental challenges in Europe**
 - Carlo Carraro, President Ca' Foscari University of Venice, Italy**
 - David Newbery, Director of Energy Policy Research Group, Emeritus Professor at University of Cambridge, UK**
- 12.30 – 14.00 *Lunch and Poster Session*
- 14.00 – 15.30 **Concurrent Sessions**

二、論文摘要

THE EFFECTS OF THE COMBINED TRANSPORTATION GHG REDUCTION STRATEGIES

Chin-Wen Yang, Associate Research Fellow, Taiwan Research Institute.
29F., No. 27, Sec. 2, ZhongZheng E. Rd., Danshui Dist., New Taipei City 251, Taiwan.
Tel: 886-2-8809-5688 ext. 562, Fax: 886-2-8809-5066, E-mail: jp62001@tri.org.tw

Chiung-Wen Chang, Division Director, Institute of Transportation, MOTC.
No. 240, Dunhua N. Rd., Songshan Dist., Taipei City 10548, Taiwan.
Tel: 886-2-2349-6876, Fax: 886-2-2712-0223, E-mail: changcwn@iot.gov.tw

Pei-Yun Chu, Division Depute Director, Institute of Transportation, MOTC.
No. 240, Dunhua N. Rd., Songshan Dist., Taipei City 10548, Taiwan.
Tel: 886-2-2349-6876, Fax: 886-2-2712-0223, E-mail: phyllis@iot.gov.tw

Chih-Kai Yang, Researcher, Institute of Transportation, MOTC.
No. 240, Dunhua N. Rd., Songshan Dist., Taipei City 10548, Taiwan.
Tel: 886-2-2349-6876, Fax: 886-2-2712-0223, E-mail: arrow@iot.gov.tw

Te-Chin Wang, Senior Assistant Research Fellow, Taiwan Research Institute.
29F., No. 27, Sec. 2, ZhongZheng E. Rd., Danshui Dist., New Taipei City 251, Taiwan.
Tel: 886-2-8809-5688 ext. 576, Fax: 886-2-8809-5066, E-mail: g9992018@tri.org.tw

Overview

As Rio+20 mentioned the application of Avoid- Shift-Improve (ASI) approach fits in well with the theme of green economy, the policies to improve technological change, efficiency enhancements, demand reduction and changes in consumer behavior are discussed widespread. Most decision makers expect these reduction strategies will abate GHG emission of transportation sector effectively, but there is no quantification evidence to support such anticipation, especially under the alternative combinations of various strategies or scenarios.

A few of transport strategies perform with multi-function. Sometimes the non-environmental benefits of green transport policies will be superior to abatement effects, such as compensation on low income groups or rural public transportation, which may induce the additional emissions. How to design the policy packages to realize the national reduction target and transport sector burden in 2025 is the most imperative mission.

In Taiwan, transport sector is the second emission source only to industry, whose emission grew 70% from 1990 to 2000, and declined to 5.28% from 2000 to 2012. Based on the BAU scenario, emission of transport sector will be 39.46 million tons in 2025 and need to reduce to 33.49 million tons to reach the reduction target. Transport sector moves with economic, society and environment so compact, that the appropriate GHG abatement strategies need a comprehensive tool to assess the reduction effects and abatement cost.

Methods

A dynamic CGE model developed for Taiwan transportation sector is used to analyze these policies effects. This model includes 8 public passenger travel modes, such as railway, metro, expressway bus, intercity bus, city bus, taxi, waterway, and airway passengers, and 5 freight travel modes, like railway, private road freight, business road freight, waterway, and airway freight. The relationships between these public transportation services are established in a multi-stages nested structure. The private passenger transportation service comprises alternative choices which are built in nested structure either. The integrated service is composed of automobile and motorcycle services, and the automobile comprises internal-combustion engine vehicles and electric vehicles. Each type of service is supplied with energy, vehicle, maintenance and all the other cost to travel by own-vehicle, which implies the household production functions are employed to describe the private transportation services.

Results

This paper compares the effects of alternative combinations of 3 transportation GHG reduction strategies under 2 crude oil import price scenarios. The transportation strategies are compensations on prices of public transport services, reform of automobile fuel use fee, and subsidies for electric cars. According to the simulation, we got some results:

- (1) If the crude oil import price increases 50% relative to the baseline, the domestic gasoline retail price will extent 41% and diesel 29%, which induces 13% CO₂ reduction of transportation sector in 2025.
- (2) If the tax rates keep the same after reform which are 0.08 US dollar per liter gasoline and 0.05 US dollar per liter diesel, the domestic prices of gasoline and diesel will raise 7% and 4% above the baseline, and the CO₂ will reduce 4.85% in 2025.
- (3) If the compensation rates are 0.03 US dollar per p-km for each mode of public transport services, the total p-km will be 22% above the baseline, energy consumption will expend 1.56%, CO₂ increase 3.28%, and GDP declines 0.28%.

Conclusions

According to the simulation results, we got some conclusion:

- (1) The reduction effect of the fluctuation of import crude oil price is much more effectiveness, even though such an influence is uncertain and short-term.
- (2) The tax reform such as the taxed object of automobile fuel use fee transformed from vehicles to fuels with the same tax rate will induce positive benefit to GDP and household income.
- (3) The compensations on prices of public transport services will attract more passenger services demand and diminish GDP.
- (4) Under the same total passenger transport volume, the tax reform of automobile fuel use fee will bring the more significant outcomes on modes transfer than public transport services compensations.
- (5) The direct strategy of electric car subsidy will lead more electric car market share than the indirect

strategy of fuel cost extension.

References

- Institute of Transportation, Ministry Of Transportation And Communications (2013)
“The Applications of Transportation Assessment Model of Energy Consumption and GHG Emission Reduction”
- U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy(2013).
“TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES:Projected Biomass Utilization for Fuels and Power in a Mature Market”
- U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy(2013).
“TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES:Alternative Fuel Infrastructure Expansion:Costs, Resources, Production Capacity, and Retail Availability for Low-Carbon Scenarios”
- U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy(2013).
“TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES:Vehicle Technology Deployment Pathways:An Examination of Timing and Investment Constraints.”
- U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy(2013).
“TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Non-Cost Barriers to Consumer Adoption of New Light-Duty Vehicle Technologies”
- U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy(2013).
“TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES:Potential for Energy Efficiency Improvement Beyond the Light-Duty-Vehicle Sector”
- Debowicz, D. (2013), “The impact of oportunitades on human capital and income distribution – a top-down/bottom-up approach,” IFPRI Discussion Paper 01257, Mach 2013

附錄 8

教育訓練情形

教育訓練情形

為了能讓本所同仁深入瞭解本期政策決策支援系統所建置運輸 CGE 模型之應用及操作，本計畫共規劃了 2 場教育訓練課程。第 1 次與第 2 次的教育訓練課程分別於 4 月 25 日與 5 月 22 日完成，圖 1 顯示兩次課程之內容大綱，包含 CGE 模型的起源與發展歷程及概述該模型於各領域之應用，並特別針對運輸政策領域之應用，給予實際操作模擬及演練，兩次課程活動照片如圖 2 與圖 3。

時間：103 年 4 月 25 日 (五)

地點：交通部運輸研究所 9 樓

14:00-16:00	GAM 單機版介面與應用
	<ul style="list-style-type: none">● 介面功能之介紹● 評估流程之架構● 政策背景、參數及模擬情境之設定 政策實際應用

時間：103 年 5 月 22 日 (四)

地點：交通部運輸研究所 9 樓

14:00-16:00	「運輸 CGE 模型」之功能與特性
	<ul style="list-style-type: none">● CGE 模型簡介● IO 模型與 CGE 模型的差異● CGE 模型在運輸領域的應用● 簡單的靜態 CGE 模型● SAM 表架構與用途● 運輸 CGE 模型理論架構● 模型建構與評估流程

圖 1 第 1 次暨第 2 次教育訓練課程內容大綱



資料來源：本計畫拍攝。

圖 2 本所教育訓練討論情形(I)



資料來源：本計畫拍攝。

圖 3 本所教育訓練討論情形(II)

附錄 9

計畫簡報



簡報大綱	
壹、	全程計畫目標與歷年成果
貳、	本年度重點工作與成果
參、	文獻回顧
肆、	決策支援系統之擴充建置與應用
伍、	運輸部門節能減碳政策評估
陸、	「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」更新與維運
柒、	其他工作成果
捌、	結論與建議

2



壹、全程計畫目標與歷年成果

- ① 全程計畫目標
- ② 歷年研究成果



全程計畫目標

✓ 建立節能減碳政策評估機制

- 為實踐交通部「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」之施政方針，以及建立運輸部門各項節能減碳策略之評估模型。

✓ 建置整合評估工具

- 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，過去相關評估工作多從運輸需求分析模式探討節能減碳的成效，無法掌握對於運輸部門節能減碳政策所造成之經濟衝擊與成本效益，爰需要有一能源—經濟三個構面整合評估之工具，以提供政府部門完整之節能減碳政策決策資訊，促進國家資源之有效運用。

✓ 滾動檢視我國運輸部門減量目標

- 依據我國最新經建展望條件，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精神及全國能源會議結論，參採與我經濟規模相似國家後京都時期最新發展情勢，進而研析我國運輸部門可行的溫室氣體目標。

全程計畫目標

✓ 滾動檢討綠運輸政策方向

- 101年7月交通部頒布「101年運輸政策白皮書 - 綠運輸」，作為推動「綠運輸」之施政方針，其中相關內容，即係以本計畫歷年成果為基礎所撰擬。除依上述白皮書內容外，本計畫成果亦做為交通部節能減碳政策逐年滾動檢討之參考依據。

✓ 配合跨部會施政需求

- 行政院節能減碳推動會所推動之國家節能減碳總行動方案中，交通部列有7項行動計畫，配合行政院節能減碳推動會之國家節能減碳總行動方案管考機制，本計畫歷年成果做為該行動計畫成效估算及年度檢討修訂之基礎。

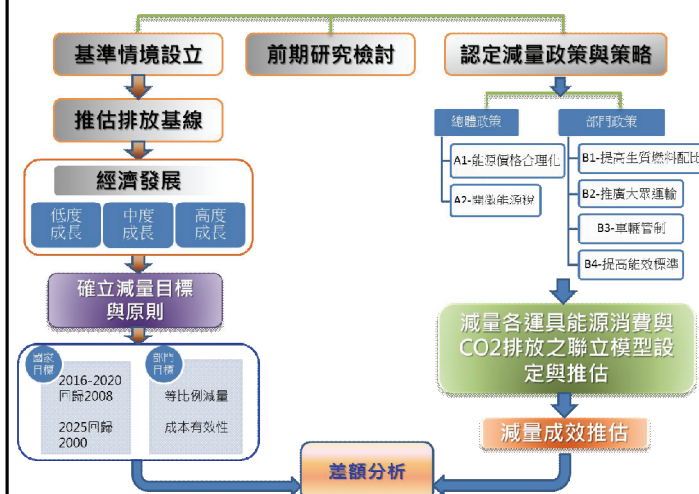
✓ 建立資訊溝通平台

- 為有效掌握國內外節能減碳政策趨勢，以及我國運輸部門能源使用溫室氣體排放狀況，彙整相關資訊並建置便利親善的運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台。

5

歷年研究成果

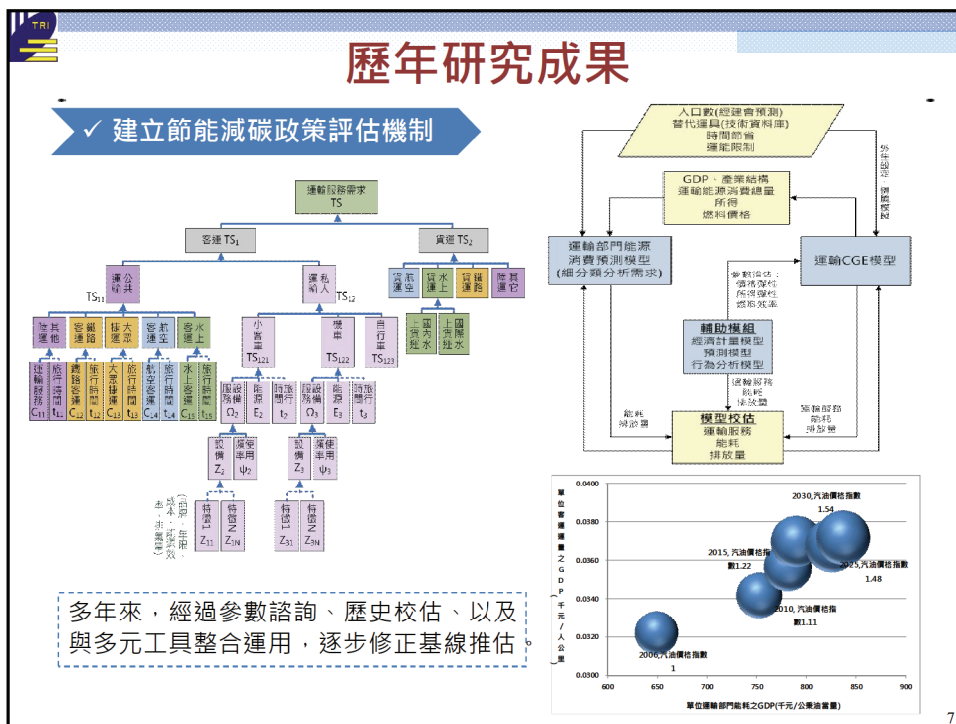
✓ 建立節能減碳政策評估機制



第一年即建立節能減碳評估機制架構。重點包括：

1. 需建立基準情境與基線，做為比較基準；
2. 需考慮政經條件發展，為影響運輸服務需求重要因素；
3. 需要多元工具分析減量策略；
4. 減量策略可概分為總體與個別策略；
5. 減量目標與成效需滾動檢討。

6



歷年研究成果

✓ 建立節能減碳政策評估機制

自第二年起，逐年擴充政策評估項目，至目前為止共完成一項外部情境與六項內部政策評估

情境	設定說明
基本情境	<p>基線</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 電動車技術2030年電池成本較2012年降32%； 2. 國際原油價格逐年成長，至2030年約為2012年之1.38倍
國際原油價格上漲	<ol style="list-style-type: none"> 1. 自2014年起較基線上漲50%，至2030年約為2012年之2.06倍。
公共運輸票價補貼	<ol style="list-style-type: none"> 1. 補貼對象為消費者； 2. 補貼運具包括台鐵客運、捷運、國道客運、一般公路客運、市區公車； 3. 補貼率分別為台鐵客運(每延人公里0.3元)、捷運(每延人公里1.0元)、國道客運(每延人公里0.5元)、一般公路客運(每延人公里0.5元)、市區公車(每延人公里0.5元)； 4. 自2014年起。
汽燃費隨油徵收	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施行對象為產業及私人運具使用之燃料； 2. 汽燃費徵收費率為汽油每公升2.5元，柴油每公升1.5元； 3. 自2014年起。
電動車輛補貼	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施行對象為產業及私人購置之電動車輛； 2. 假設電動車技術假設2030年電池成本較2012年降32%； 3. 購車補貼僅指對車輛購置成本補貼，未包含充電站等硬體設施之投資支出； 4. 假設電動車使用年限為15年； 5. 補貼率為每輛10萬元； 6. 自2014年起。
軌道基礎建設	<ol style="list-style-type: none"> 1. 考量臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段與南環段興建期之資本成本、營運期之運維成本、折舊與利息成本； 2. 考量興建期及營運期之總體經濟效益； 3. 建設期間為2012至2022年； 4. 建設總經費為1,372億元，經物價平減後為1,127億元； 5. 假設營運後全日旅次量可由365,974旅次增為736,437旅次，成長101%。
生質燃料添加	<ol style="list-style-type: none"> 1. 酒精汽油添加比例增為0.007%，生質柴油添加比例增為2%； 2. 自2014年起。
車輛汰舊換新	<ol style="list-style-type: none"> 1. 汰換15年以上車輛20%； 2. 自2014年起逐年汰換。

8

歷年研究成果

✓ 建立資訊溝通平台




透過「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」針對不同使用對象建立綠色運輸資訊溝通平台。

11

貳、本年度重點工作與成果

- ① 文獻回顧
- ② 決策支援系統之擴充建置與應用
- ③ 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」更新與維運
- ④ 其他工作項目
- ⑤ 研究架構與流程





文獻回顧

✓ 國內外運輸節能減碳策略與措施
第二章

- COP政策發展
- 完成英、美、歐盟等國節能減碳政策與相關報告研析。

✓ 國內政府部門運輸節能減碳相關研究
第二章


➤ 國內相關政策回顧：

- □ 國家節能減碳計畫
- □ 綠運輸政策白皮書
- □ 各區域綠運輸推廣成果

✓ 政府部門運輸節能減碳相關研究
第二章

- 探討決策支援系統應有架構與種類，並彙整工研院2050Calculator、TEEMP、ICCT等範例。

13



文獻回顧


✓ 國內外運輸能源決策支援系統最新發展趨勢
第二章

- 探討決策支援系統應有架構與種類，並彙整工研院2050Calculator、TEEMP、ICCT等範例。

✓ 總體經濟影響評估操作方式
第二章

- 重大交通建設對城鄉發展及區域均衡影響之研究。
- 擴大政府公共投資支出之經濟成長方案效益分析。
- 蘇花國道興建期及通車後之區域經濟效果分析。

14



決策支援系統之擴充建置與應用

✓ 決策支援系統架構調整

第三章

➤ 決策支援系統架構與說明

✓ 溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

第三章

➤ 已完成溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂工作。

✓ 決策支援系統操作方法

第三章

➤ 決策支援系統操作流程說明

運輸部門節能減碳政策評估

✓ 運輸部門節能減碳政策評估

第四章

➤ 運輸部門節能減碳政策類別
 ➤ 決策支援系統節能減碳政策選項
 ➤ 運輸部門節能減碳政策組合之影響評估

15



節能減碳政策評估

✓ 軌道運輸基礎建設之總體經濟影響評估

第四章

➤ 運輸基礎建設之評估流程
 ➤ 運輸基礎建設投資規劃與情境設計
 ➤ 運輸基礎建設之總體經濟影響

✓ 替代燃料運具之總體經濟影響評估

第四章

➤ 國際替代燃料運具發展現況與趨勢
 ➤ 替代燃料運具推動政策
 ➤ 我國電動車與油電混合車發展現況
 ➤ 電動車購車補助之評估流程
 ➤ 電動車購車補助之評估結果

16

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」更新與維運

✓ 知識庫與資料庫更新調整

第五章

- 完成知識庫內之資料與網頁連結之檢視、確認與更新，並針對國外運輸與能源發展趨勢或法規、政策、技術發展等相關知識內容進行新增，已將交通部運輸研究所官方網站之計畫成果出版品，依能源使用、溫室氣體排放、永續運輸等關鍵字篩選後將報告名稱、摘要與網頁連結納入知識庫中。
- 已依據能源局103年6月公布之能源平衡表更新排放清冊參數，後續持續計算車種別排放量。

✓ 綠色運輸教育宣導網站維運

第五章

- 綠色運輸教育宣導網站維運工作。
- 資訊平台資安問題弱點修正。

17

其他工作項目

✓ 教育訓練

第六章

- 4/17 已完成第一次教育訓練課程。
- 5/22 已完成第二次教育訓練課程。
- 第三次教育訓練預計於12月召開。

✓ 國內學者專家座談會

第六章

- 國內學者專家座談會已於10/30日召開完成。

✓ 成果發表與展示

第六章

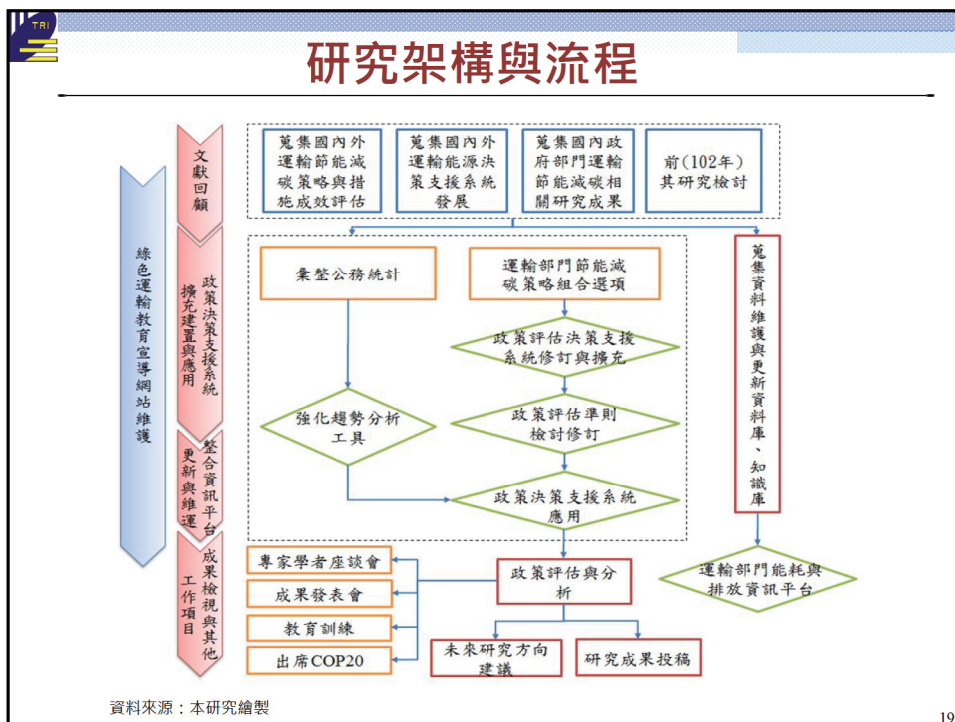
- 成果發表會預計於12月下旬完成召開。

✓ 參加COP 20並提出報告

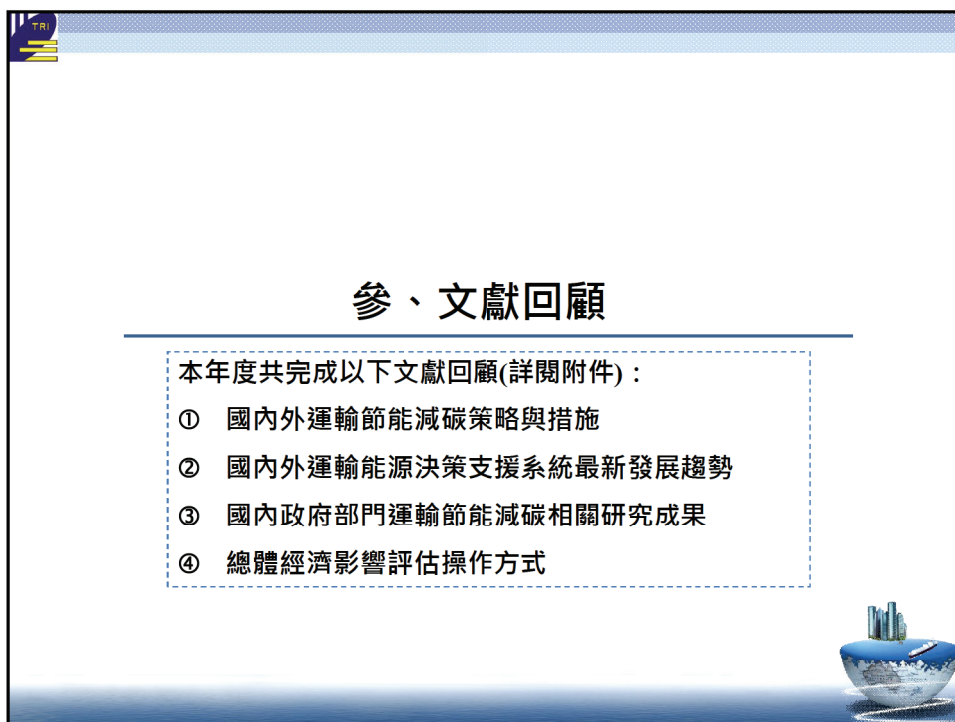
第六章

- 由台綜院陳建緯主任代表出席12月於祕魯召開之COP20會議。

18



19





重要啟示(1/2)

✓ 運輸部門節能減碳策略的優先選項

包括COP19、IEA運輸部門、美國運輸部門、美國運輸研究委員會(TRB)等單位皆建議以提升運具使用的效率、增加替代能源使用及擴大生質燃料使用等政策措施為優先考量。

✓ 運輸部門「後2020年減量承諾方案」

我國減量方案的推動有二，其一是依據「永續能源政策綱領」的減量目標；其二是回應哥本哈根協定的減量承諾目標，前者屬於京都模式，為大多數已開發國家的減量承諾模式；後者則是大多數開發中國家的減量承諾模式。為與國際接軌，我國也應開始思考在我國兩個減量承諾方案中，選擇其一，作為我國「後2020年減量承諾方案」，抑或思考另一個全新的減量承諾方案。

✓ 追蹤國際減量機制與碳交易市場

因應未來新市場機制、雙邊（包括兩岸與友邦國家）與國際碳交易發展趨勢，須掌握與追蹤碳會計制度的發展趨勢，並提高我國碳管理能力，有效落實減量目標；另一方面，可與國際接軌，開創我國參與國際碳市場的機會。

21



重要啟示(2/2)

✓ 運輸電力化首重基礎建設

提高運輸電力化占比，應著眼於發展完善的電力供應基礎設備與最適成本控制的方法，並以輕型車輛電力化為主，電動車應結合各都市規劃的目標，因地治宜，符合當地土地用途。

✓ 決策支援系統須因人因地因目的而設計

綜觀各類決策支援系統，須視系統目的、使用對象、操作工具與流程而設計，難有一體適用之通則。惟政策決策參考之功能必須滿足。

✓ 運輸部門政策評估考慮面向多元

運輸部門政策通常並非單純以節能減碳為出發點，其次運輸部門與其他部門密切的互動關係，使非交通部門政策亦對運輸部門影響顯著。因此須多元考量運輸部門節能減碳政策，包括外部性、社會公平性、國際貿易、能源政策、能源安全等議題。

22

肆、政策決策支援系統 架構修訂與功能建置

- ① 決策支援系統架構說明
- ② 溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂
- ③ 決策支援系統操作流程



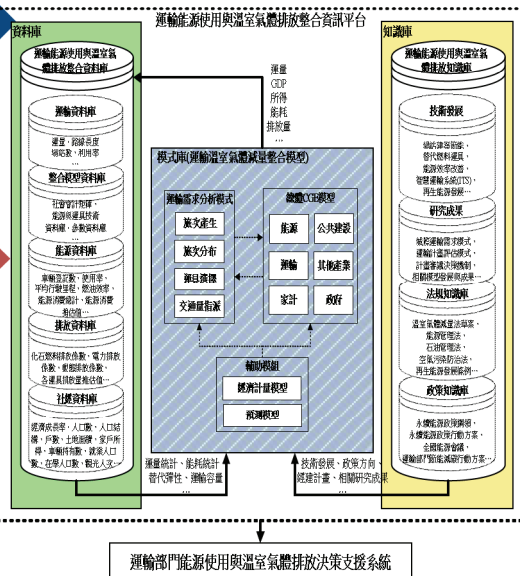
政策決策支援系統架構

一、政策決策支援系統目的、功能

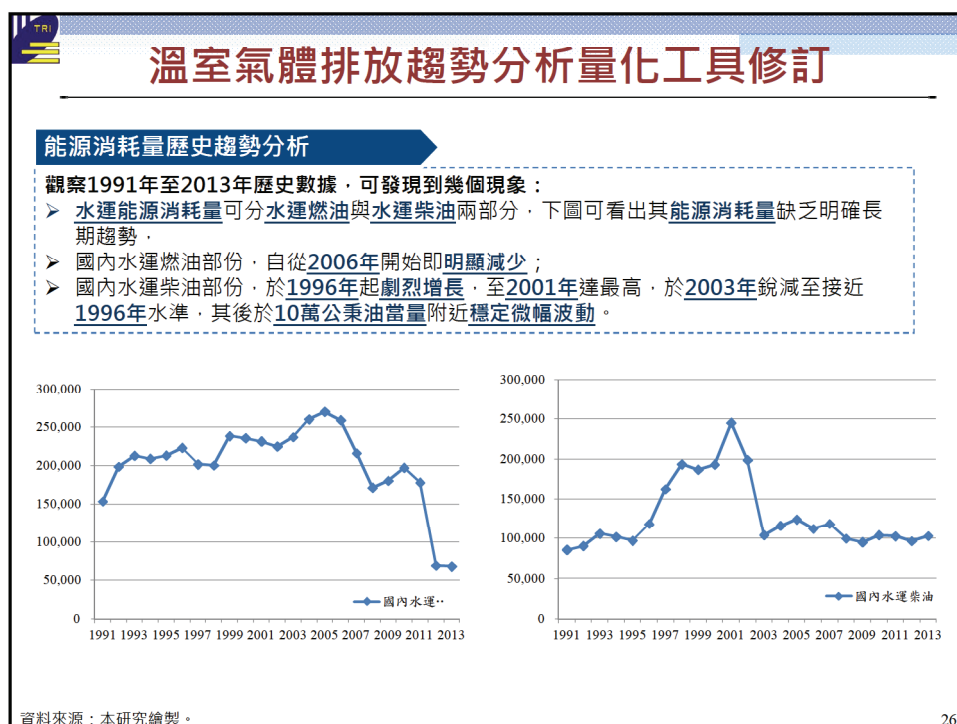
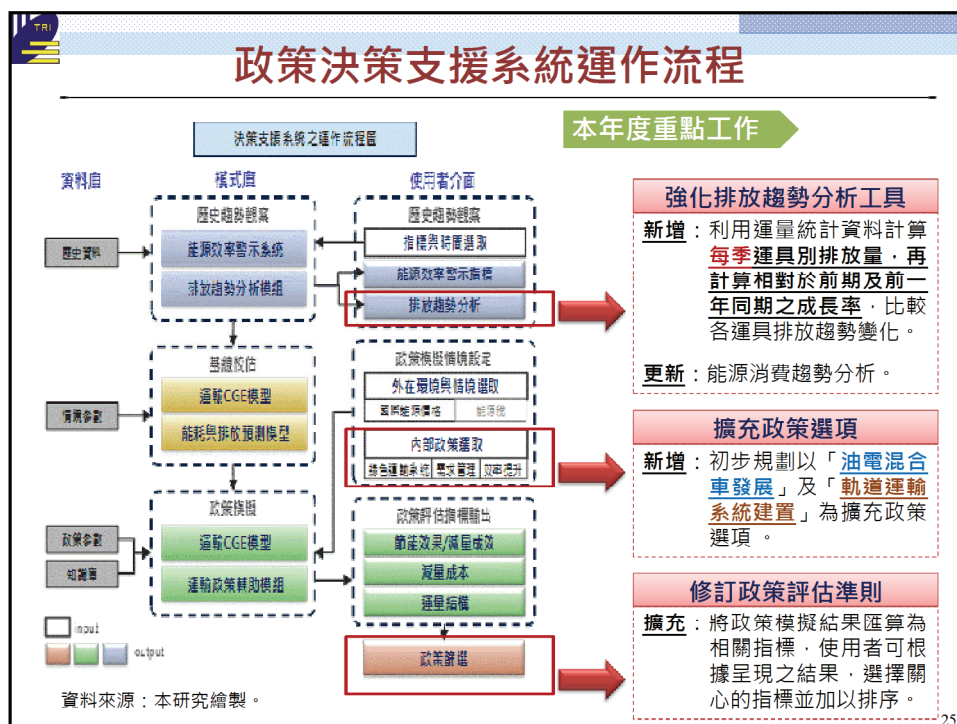
- 政策決策支援系統主要功能為產生決策支援資訊，協助使用者判讀運輸部門溫室氣體排放趨勢與原因，並藉由未來減量成效、減量成本以及減量目標達成程度之計算，檢視並權衡調整策略措施之強度與執行進度。

二、政策決策支援系統架構

- 整個系統包含支撐量化評估之核心工具，以及呈現評估成果與提供策略篩選功能之使用者介面兩部分
- 整個系統區分為資料庫、模式庫與使用者介面三部分，其中資料庫與模式庫為本計畫多年來建構之成果，可與「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」之資料庫內容整合運用，模式庫目前已建有運輸部門CGE模型、運輸部門能源消費與排放預測模型、及本年度建構中之輔助模組。



資料來源：本研究繪製。



溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

變數選擇

- 在自變數之選取上，基於理論上之因果關係，本研究選擇「國內生產毛額(GDP)」作為代表經濟活動強度之自變數；
- 因能源價格亦為影響能源消耗量之重要元素之一，故「進口原油價格」亦納入模型中；
- 為增加模型精確性，本年度另加入「高速公路車次」與「國內航班每週飛行次數」作為考量能源消耗量之重要因素；另外，亦納入「公路長度」、「高鐵運量(延人公里)」、「捷運運量(延人公里)」三種政策變數。

	變數名稱	單位
因變數	公路汽油	公秉
	公路柴油	公秉
	鐵路電力	千度
	鐵路柴油	公秉
	國內水運燃油	公秉
	國內水運柴油	公秉
	國內航空燃油	公秉
自變數	國內生產毛額(GDP)	新台幣：百萬元
	進口原油價格	元/公升
	高速公路車次	元/公升
	國內航班每週飛行次數	元/公升
	公路政策變數	無
	公路長度	公里
	高鐵政策變數	無
	高鐵運量	延人公里
	捷運政策變數	無
	捷運運量	延人公里
	捷運運量	延人公里

資料來源：本研究繪製。

27

溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型建構

- 本研究以Cobb-Douglas函數為基礎，同時將政策變數放入該函數中。
- 本次能源消費模型修訂除放入代表政策變數之虛擬函數Z，亦考量政策之實際效果如捷運運量、高鐵運量對能耗之影響，修正原消費模型。
- 為以利參數校估，將等號兩邊同取ln轉換為一線性方程式。
- 「聯立方程式」即為選取可能具有殘差項相關的運輸能源組合而成。

$$E_t = \alpha_0 x_{1t}^{\beta_1} x_{2t}^{\beta_2} x_{3t}^{\beta_3} x_{4t}^{\beta_4} x_{5t}^{Z_1\beta_5} x_{6t}^{Z_2\beta_6} x_{7t}^{Z_3\beta_7} x_{nt}^{Z_m\beta_n}$$

$$\ln E_t = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_{it} + \sum_{j=i+1}^m z_{jt} \beta_{jt} \ln x_{jt}$$

其中，

E_t ：能源E在t年的消費

x_{it} ：自變數x在t年的值，假設有n個自變數($i=1, 2, \dots, n$)

z_{jt} ：政策變數z在t年的值，其值為0或1。1表示t年已實施政策z，0表示否，假設有m個政策變數($j=1, 2, \dots, m$)

α_0 ：為模型參數

β_i ：能源E對自變數的彈性

α_j ：政策z的乘數效應參數

28

溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

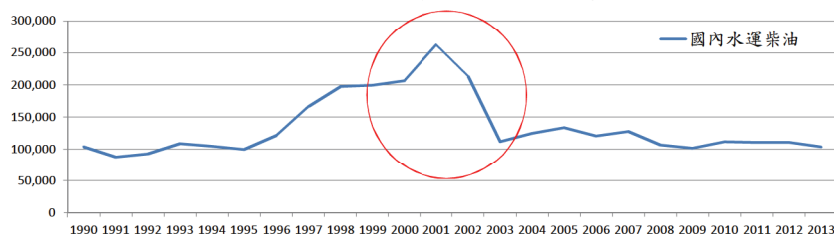
模型建構

國內水運部分，考量其特殊資料特性，依據工作會議結論，則與其他運具之能耗分開推估。

- 國內水運部份，自變數設定為前期能耗、GDP、進口原油價格。
- 令由於水運柴油能耗變動趨勢，於2001年有大幅之變動，於模型中設定一DUMMY。

$$\ln E_t = \ln \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i \ln x_{it} + \sum_{j=i+1}^m z_{jt} \beta_{jt} \ln x_{jt} + \beta_D Dummy$$

1990-2013國內水運柴油能耗變動趨勢

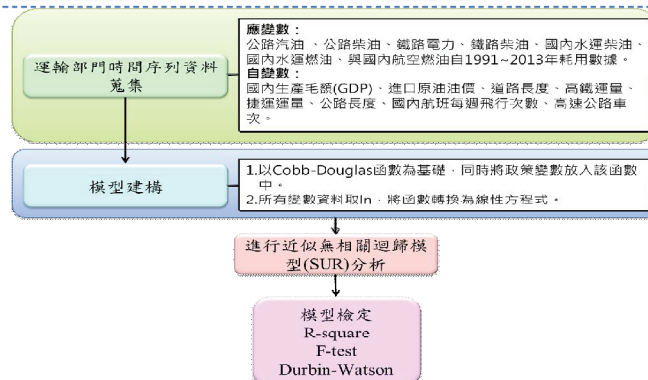


29

溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型參數校估

- 本研究係以統計軟體為模型參數校估工具，對於自變數及因變數於1990至2013年間之數據資料，皆取其ln值後，以SUR取得各參數校估結果
- 檢視其R-square評估是否接受該模型
- 而p-value係評估模型中之各自變數與因變數間之顯著性，而模型中通常僅會保留p-value小於0.05之自變數
- Durbin-Watson統計量旨在確保相鄰殘差間不具備續列相關，以1至3之間為合理結果



資料來源：本研究繪製。

30



溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型參數校估

► 為提供各運輸能源消耗之基線予CGE模型進行基線校估，因此，以上述各模型結構為基礎進行未來年(2014至2030年)之預測。

函數	解釋變數	代號	單位	係數	P-value	R ²	Durbin-Watson Stat
公路汽油	截距	C(1)		2.700	0.000	0.988	1.545
	LnGDP	C(2)	新台幣:百萬元	0.191	0.003		
	高速公路車次	C(3)	車次	0.702	0.000		
	國際原油價格	C(4)	美元/桶	-0.041	0.013		
	國內航班飛行次數	C(5)	延人公里	0.132	0.000		
公路柴油	LnGDP	C(10)	新台幣:百萬元	0.631	0.000	0.976	1.926
	高速公路車次	C(11)	車次	0.344	0.014		
	國內航班飛行次數	C(13)	次/每週	0.081	0.000		
	政策變數						
	道路長度(z1)	C(14)	公里	-0.008	0.001		
	高鐵運量(z2)	C(15)	延人公里	-0.003	0.048		
	捷運運量(z3)	C(16)	延人公里	-0.005	0.000		
鐵路電力合計	LnGDP(x1)	C(18)	新台幣:百萬元	1.570	0.000	0.987	1.656
	高速公路車次	C(19)	車次	-0.779	0.045		
	國內航班飛行次數	C(21)	次/每週	-0.296	0.000		
	政策變數						
	高鐵運量(z2)	C(23)	延人公里	0.011	0.004		
	捷運運量(z3)	C(24)	延人公里	0.015	0.000		
	截距	C(25)		15.843	0.000		
鐵路柴油(台鐵)	高速公路車次	C(27)	車次	-0.541	0.000	0.954	1.639
	國內航班飛行次數	C(29)	次/每週	0.223	0.000		
	截距	C(30)		15.843	0.000		

31



溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型參數校估

► 為提供各運輸能源消耗之基線予CGE模型進行基線校估，因此，以上述各模型結構為基礎進行未來年(2014至2030年)之預測。

函數	解釋變數	代號	單位	係數	P-value	R ²	Durbin-Watson Stat
國內航空燃油	截距	C(33)		-9.139	0.000	0.984	1.537
	高速公路車次	C(35)	新台幣:百萬元	0.954	0.000		
	國際原油價格	C(36)	美元/桶	-0.182	0.001		
	國內航班飛行次數	C(37)	次/每週	1.170	0.000		
	政策變數						
國內水運燃油	捷運運量(z3)	C(40)	延人公里	0.008	0.005	0.675	2.178
	前期能耗	C(2)	公秉	1.038	0.000		
	Ln國際原油價格	C(4)	美元/桶	-0.142	0.022		
國內水運柴油	前期能耗	C(7)	公秉	0.501	0.001	0.762	1.744
	LnGDP	C(8)	新台幣:百萬元	0.417	0.001		
	Ln國際原油價格	C(9)	美元/桶	-0.254	0.001		
	虛擬變數	c(10)		0.409	0.012		

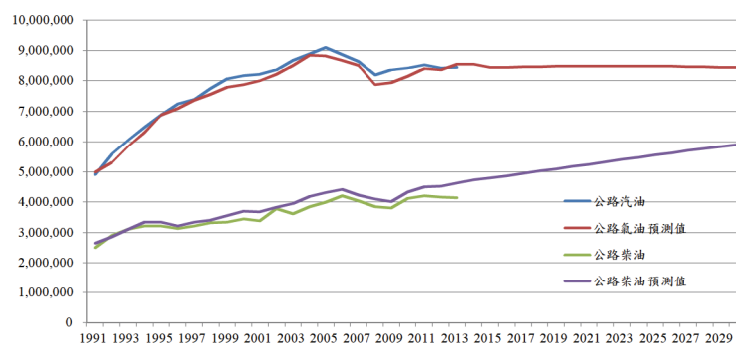
資料來源：本研究編製。

32

溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型參數校估

- 公路汽油能耗部分，通過檢定之解釋變數為GDP、高速公路車次、國內每週航班次數、與國際原油價格等4項
- 依據模型推估結果，2015年之後公路汽油耗用量呈現持平趨勢
- 而公路柴油部分，解釋變數為GDP、高速公路車次、與國內每週航班次數
- 而解釋政策變數部分，分別為道路長度、高鐵及捷運運量
- 依據模型推估結果，2014年後其耗用量呈現緩步成長趨勢



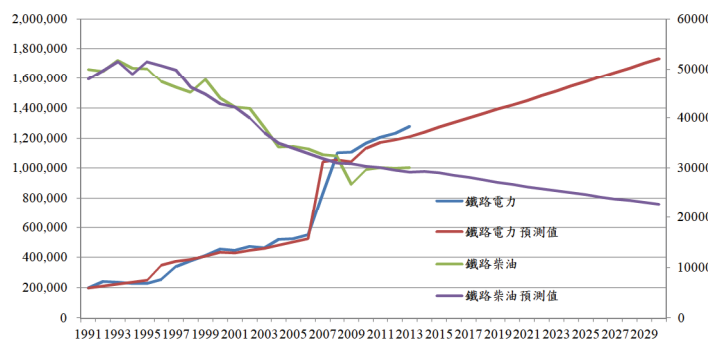
資料來源：本研究繪製。

33

溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型參數校估

- 鐵路運輸部分，本模型以鐵路柴油及鐵路電力能耗為推估項目
- 受鐵路電氣化影響，鐵路電力耗用歷史數據逐年提升
- 而鐵路柴油用量則逐年下降，模型推估結果亦呈現相同趨勢，鐵路電力耗用自2014年維持緩步上升，柴油能耗則逐步減緩



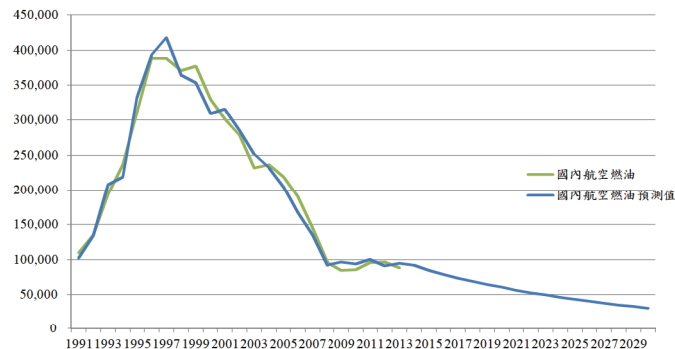
資料來源：本研究繪製。

34

溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型參數校估

- 國內航空部分，受高鐵路建設，北高航線逐步萎縮的影響，國內航空能耗歷史值至1998年始即呈現劇烈下降，自2009年始維持穩定減緩趨勢，推估結果亦充分反應國內航空之發展現況，期能耗量至2030年呈現平緩減少趨勢。



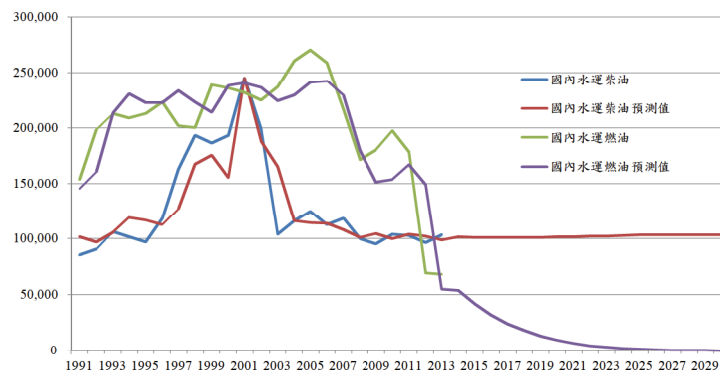
資料來源：本研究繪製。

35

溫室氣體排放趨勢分析量化工具修訂

模型參數校估

- 國內水運部分推估結果顯示，水運柴油自2014年之後，大致維持從2008以來的穩定趨勢；而國內水運燃油部分，由於船用燃料油含硫量標準有逐年提升趨勢，水運燃料油耗用量歷史資料自2005年以來即明顯減少，依據模型至2030推估結果，其能耗量亦將反應此一趨勢，呈現逐年萎縮情況。



資料來源：本研究繪製。

36

決策支援系統操作流程

DSS須登入

➤ 決策支援系統(以下簡稱為DSS)建置於「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」中，係針對會員專屬設計的功能，因此必須使用會員帳號及密碼方可操作該系統。進入該網頁後，點選右上方之「因應氣候變遷政策決策支援系統」即可進入登錄畫面。



運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台
Energy consumption and greenhouse gas emissions of the transport sector integrated information platform

○ 因應氣候變遷政策決策支援系統

本區網頁必須登入後才能進行瀏覽，請先於左方區塊登入。

資料來源：本研究繪製。

37

決策支援系統操作流程

功能選項

➤ DSS系統提供能源效率與排放之**警示指標**、**排放趨勢分析模組**、**基線推估**、**政策選擇與評估**等功能。





資料來源：本研究繪製。

38

決策支援系統操作流程

模型參數校估

➢ 本年度將警示系統更名為「**能源效率與排放警示指標**」，以呈現指標系統同時囊括**能源消費**與**溫室氣體排放**之內涵。在**指標選取畫面**部分，則延續上年度操作方式，提供**時間區段**、**運具別**以及**能源別**之數據選單，以便設定查詢範圍。

➢ 排放趨勢分析模組則增設「**歷史大事紀**」與「**能源消費分析模組**」兩項，以提供多元歷史數據分析功能。

39

決策支援系統操作流程

政策評估

➢ 政策評估部分，則將原來以**表列選單**方式呈現之畫面，改為以**拉霸式選單**提供**政策強度選擇**，並且延續**多重方案比較之功能**，但為維持畫面簡潔，故設計「**新增方案**」按鈕，以避免不必要的方案留置畫面上。

資料來源：本研究繪製。

40

伍、運輸部門節能減碳政策評估

- ① 運輸部門節能減碳政策評估
- ② 軌道運輸基礎建設之總體經濟影響評估
- ③ 替代燃料運具之影響評估



運輸部門節能減碳政策類別

➤ ICCT將運輸部門減量策略依A-S-I-T四個構面進行設計，歷年來決策支援系統分別在四層面設計了不同政策進行評估

- 避免(Avoid)
 - 減少私人運輸使用之策略運用為主
- 轉變(Shift)
 - 主要目的為提升公共運輸使用率
- 改善(Improve)
 - 主要目的為改善運具之能源使用效率
- 轉換(Transform)
 - 主要為了掌握技術與替代能源對運輸部門減量的貢獻

AVOID	SHIFT	IMPROVE	TRANSFORM	
Reduce or avoid the need to travel	Shift to or maintain share of more environmentally friendly modes	Improve the energy efficiency of transportation modes and networks	Transform vehicle fleets and fuel systems to zero emission technologies	
SYSTEM EFFICIENCY	TRIP EFFICIENCY	VEHICLE EFFICIENCY		
Strategies	Avoid	Shift	Improve	Transform
公共運輸票價補貼		※		
汽燃費隨油徵收	※	※		
電動車購車補貼			※	※
電動車免徵貨物稅				※
生質燃料添加				※
車輛汰舊換新			※	
油電混合車發展			※	※
軌道運輸基礎建設		※	※	※

政策情境假設

為考慮多元面向之減量策略與重要交通建設對溫室氣體排放之影響，本計畫歷年來共設計六種節能減碳與交通政策組合如表所示，期望涵蓋ASI不同面向之策略

情境	設定說明
基本情境	基線
國際原油價格上漲	1.自2014年起較基線上漲50%，至2030年約為2012年之2.06倍。
公共運輸票價補貼	1.補貼對象為消費者； 2.補貼運具包括台鐵客運、捷運、國道客運、一般公路客運、市區公車； 3.補貼率分別為台鐵客運(每延人公里0.3元)、捷運(每延人公里1.0元)、國道客運(每延人公里0.5元)、一般公路客運(每延人公里0.5元)、市區公車(每延人公里0.5元)； 4.自2014年起。
汽燃費隨油徵收	1.施行對象為產業及私人運具使用之燃料； 2.汽燃費徵收費率為汽油每公升2.5元，柴油每公升1.5元； 3.自2014年起。
電動車購車補貼	1.施行對象為產業及私人購置之電動車； 2.假設電動車技術假設2030年電池成本較2012年降32%； 3.購車補貼僅指對車輛購置成本補貼，未包含充電站等硬體設施之投資支出； 4.假設電動車使用年限為15年； 5.補貼率為每輛10萬元； 6.自2014年起。
軌道基礎建設	1.考量臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段與南環段興建期之資本成本、營運期之運維成本、折舊與利息成本；考量興建期及營運期之總體經濟效益； 2.建設期間為2012至2022年； 3.建設總經費為1,372億元，經物價平減後為1,127億元； 4.假設營運後全日旅次量可由365,974旅次增為736,437旅次，成長101%。
生質燃料添加	1.酒精汽油添加比例增為0.002%，生質柴油添加比例增為2%； 2.自2014年起。
車輛汰舊換新	1.汰換15年以上車輛20%； 2.自2014年起逐年汰換。

43

軌道基礎建設之影響評估

成本與效益範疇釐清

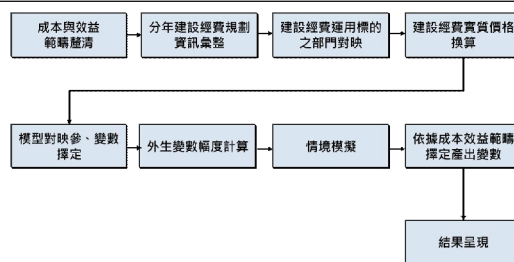
在總體經濟評估中，成本與效益項目彙整如表所示

● 成本

成本項以規劃階段與建造階段之財務成本為主

● 效益

效益項則篩選五項觀察指標，包括GDP、產業實值產值、所得、就業、與福利。



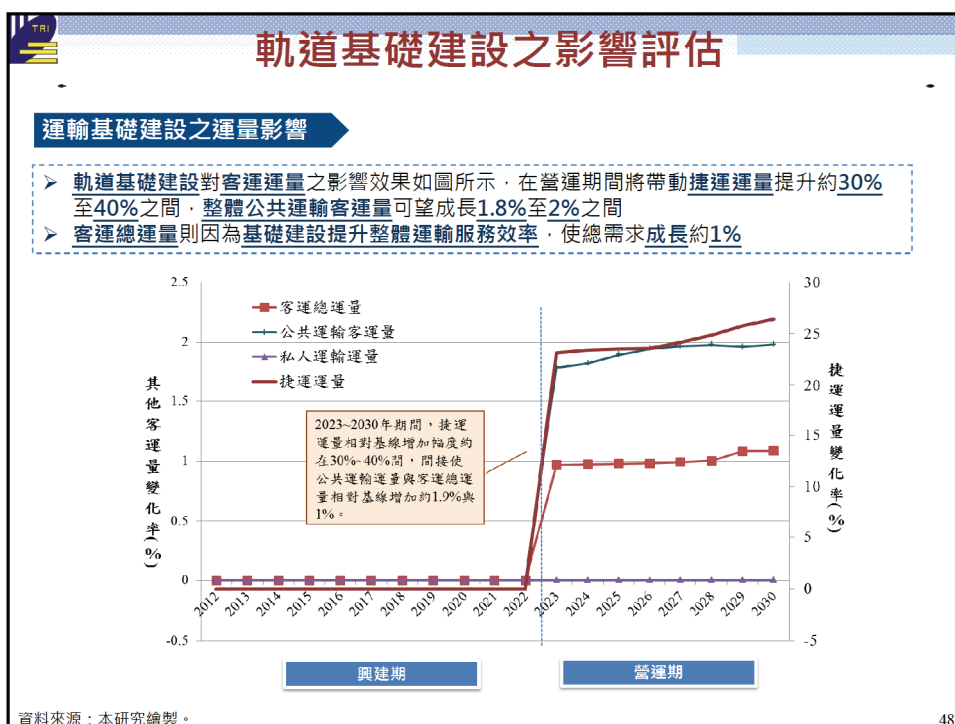
成本範疇	效益範疇
以工程建設期間之各項費用計之 (1) 規劃階段費用 (2) 交通設施用地取得費用 (3) 工程建造費 (4) 間接成本 (含工程期間各項行政費用、預備費等) 營運期之後的營運及維護成本、設備折舊攤提及利息	以工程建設期間及營運期間之總體經濟效益計之： (1) 對GDP之貢獻 (2) 對產業之貢獻 (3) 對所得之貢獻 (4) 對就業之貢獻 (5) 對福利之貢獻

44

軌道基礎建設之影響評估			
分年建設規劃經費			
➤ 「臺北都會區大眾捷運系統環狀線」之興建期間為2012年至2022年，主要經費支出年度分布於2016年至2022年間。			
經費用途之部門對映			
➤ 為後續將各用途經費投入模型之對映部門進行衝擊，必須將各用途對映至模型之部門中，下表說明對映結果。			
年份	壹、規劃階段費用	貳、設計費用	參、交通設施用地徵收補償費
2012	4.20		
2013	16.80		
2014		830.02	6,745.76
2015		1,936.72	15,740.12
經費規劃項目	模型對映部門		
壹、規劃階段費用	政府部門經常支出		
貳、設計費用	建築、工程技術服務及相關技術檢測		
參、交通設施用地徵收補償費	政府對家計移轉		
肆、工程建造費	(一)路線土木結構工程	道路工程(54RoadWorks)	
	(二)場站土建工程	其他營造工程(60MisCons)	
	(三)軌道工程	軌道工程(53RailWorks)	
	小計		
	1.供電系統	電力設備(36PowerMach)	
	2.號誌及控制系統	通訊電子設備(34Communication)	
	3.通訊系統	通訊電子設備(34Communication)	
	4.路線環控系統及水電設備工程	電力輸送、電線、電纜設備(57OutEleDistri)	
	5.車站環控系統及水電設備工程	電力輸送、電線、電纜設備(57OutEleDistri)	
	6.自動收費系統	機械設備(38Machinery)	
	7.主變電站(機電設施)	電力設備(36PowerMach)	
	8.主機廠維修設備	機械設備(38Machinery)	
	9.電梯及電扶梯	機械設備(38Machinery)	
	(五)車輛購置與試運轉	其他運輸工具(45MisTrnEquip)	
	二、間接工程成本	政府部門經常支出	
	三、工程預備費	政府部門經常支出	
	四、工務行政費	政府部門經常支出	
	五、物價調整費		

45

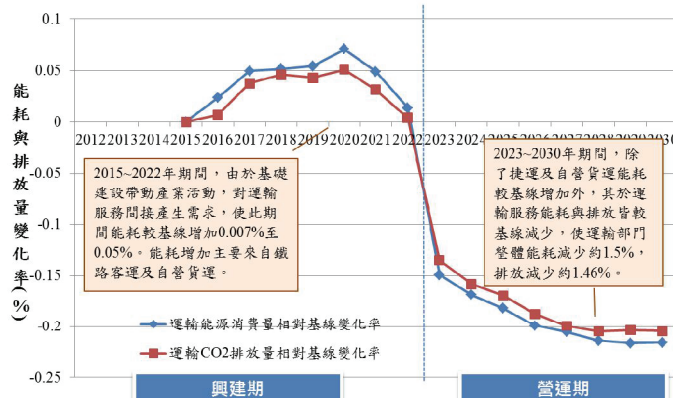
軌道基礎建設之影響評估																	
分年建設規劃經費(續)																	
肆、工程建造費																	
一、直接工程成本																	
(一)路線 土木 結構 工程	(二)場站 土建 工程	(三)軌 道工 程	(四)機電系統及維修設備工程安裝、測試									(五)車 輛購 置與 試運	二、間 接工 程成 本	三、工 程預 備費	四、工 務行 政費	五、物 價調 整費	
			小計	1.供 電系 統	2.號 誌及 控制 系統	3.通 訊系 統	4.路 線環 控系 統及 水電 設備 工程	5.車 站環 控系 統及 水電 設備 工程	6.自 動收 費系 統	7.主 變電 站(機 電設 施)	8.主 機廠 維修 設備						9.電 梯及 電扶 梯
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33.72	
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79.54	
2016	3,471.97	1,321.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	479.39	575.26	292.43	
2017	6,778.60	2,643.85	-	807.56	195.26	136.62	83.17	31.54	103.97	44.36	56.14	73.32	83.17	-	1,023.00	1,227.60	624.03
2018	7,109.26	3,304.81	-	1,586.86	383.69	268.46	163.44	61.99	204.30	87.17	110.32	144.07	163.44	-	1,200.10	1,440.11	732.06
2019	6,943.94	3,378.25	-	1,739.84	420.68	294.33	179.19	67.96	223.99	95.57	120.96	157.96	179.19	-	1,206.20	1,447.44	735.79
2020	7,109.26	3,525.13	-	1,808.73	437.34	305.99	186.29	70.65	232.86	99.35	125.75	164.21	186.29	1,379.92	1,382.30	1,658.77	843.21
2021	1,653.32	514.08	748.41	2,067.13	499.82	349.70	212.90	80.75	266.13	113.55	143.71	187.67	212.90	4,484.75	946.77	1,136.12	577.53
2022	-	-	-914.72	602.91	145.78	102.00	62.10	23.55	77.62	33.12	41.92	54.74	62.10	1,034.94	255.26	306.31	155.71



軌道基礎建設之影響評估

運輸基礎建設之減量效果

- 在2015至2022年期間，由於基礎建設帶動產業活動，間接創造運輸服務需求，使得此期間能源消費較基線增加約0.007%至0.05%。
- 在2023年至2030年期間，除了捷運因運量成長使能源消費增加外，自營貨運因延續2022年投資與產業增產趨勢而受到帶動，其於運具之能源消費與排放量皆較基線減少，整體運輸部門的能源消費量約較基線減少1.5%，CO2排放量減少約1.46%。



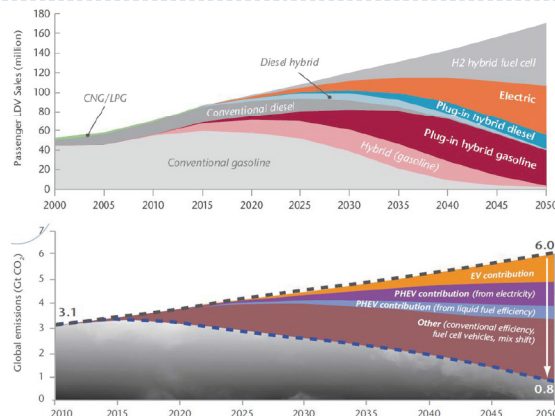
資料來源：本研究繪製。

49

替代燃料運具發展之影響評估

國際替代燃料運具發展現況與趨勢

- 依據IEA(2010)推估，為了達成2050年全球CO2排放較2005年減半的目標 (BLUE情境)，運輸部門排放量到2050年必須較2005年降30%。
- 為了達到這個目標，除了搭配其他部門策略外，全球EV與PHEV銷售量至少須占LDV新車市場的50%，才能為此目標貢獻2.6Gt的CO2當量，約為LDV減量之一半，而這需要極高的市場滲透率方能達成。



資料來源：IEA(2010), Electric and Plug-in Hybrid Vehicle Roadmap, blue map scenario, 2000-2050

50

替代燃料運具發展之影響評估

替代燃料運具推動政策

- 購車補貼、稅費減免或優惠、排放標準規範等措施是普遍採用的方法。策略規劃仍需要更長遠的目標與願景，必須創造更高的誘因確保需求能持續成長，以強化產業信心

國家	政策類型	政策工具
美國	財政與非財政工具	依各州法律不同
日本	財政工具	稅賦減免
中國	管制工具	訂定目標：2013至2017年間，新增600,000輛新車，其中170,000為EVs或PHEVs
CEM(Clean Energy Ministerial)	財政工具	購車補貼、牌照稅減免
台灣	財政工具	2011年至2017年免徵貨物稅；2012至2015年授權地方政府免徵使用牌照稅

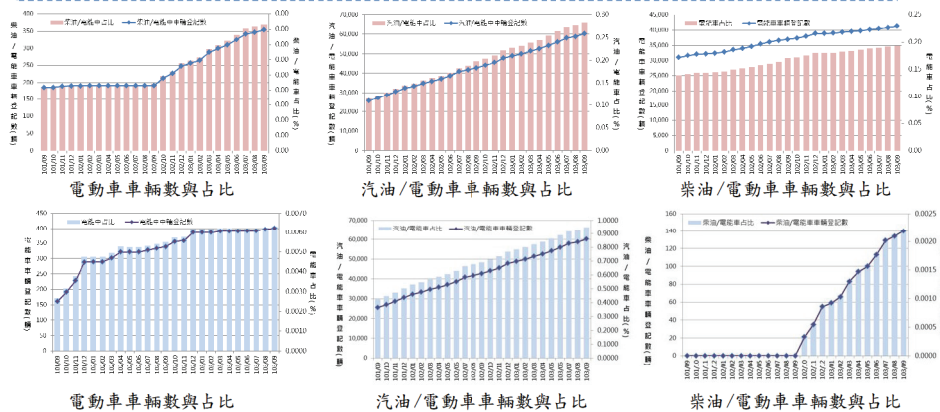
資料來源：本研究編製。

51

替代燃料運具發展之影響評估

我國電動車與油電混合車發展現況

- 我國近兩年來車輛總數不斷增加其中傳統汽油車車輛數占比不斷下降，取而代之的是傳統柴油車與汽/電混合動力車。在所有機動車輛中，電能車輛與汽油/電能車數量與占比持續攀升中，柴油/電能車則因小客車數量而自102年9月之後明顯增加。
- 在小客車數量中，電能車數量與占比自102年12月之後已不見成長；相對地，柴油/電能車則快速增加。汽油/電能車則穩定且持續增長中，至103年9月車輛數已增長超過一倍，占小客車數比例已由101年0.4%增為近0.9%。

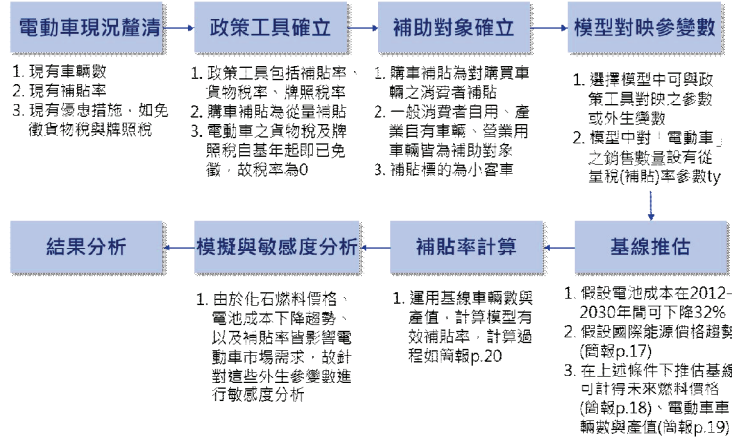


52

替代燃料運具發展之影響評估

電動車購車補助之評估流程

- 電動車購車補助之評估流程如圖所示，共包含八大步驟，分別為電動車現況釐清、政策工具確立、補助對象確立、模型對映參變數選擇、基線推估、補貼率計算、模擬與敏感度分析以及結果分析等。



資料來源：本研究編製。

53

替代燃料運具發展之影響評估

模型設定

- 運輸服務係由運具、能源及其他成本組成，三者彼此間為固定比例關係
- 考慮到充電設施對電動車造成的發展限制，故將為提供充電需要所必須負擔的成本視為電動車運輸服務生產過程中必要之投入。
- 車輛製造包含國內自行生產與直接整車進口兩種來源，機制上可設定不同補貼率，但目前情境中並未區分。

國際能源價格設定

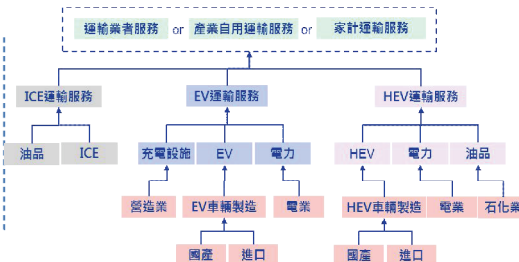
- 就目前資料觀察，煉焦煤及天然氣價格成長趨勢較原料煤及原油快速。
2030年國際原油價格約為2010年之2.7倍

補貼率計算

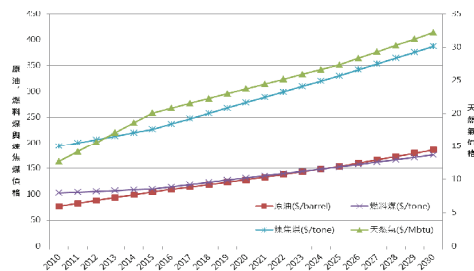
- 由於模型以貨幣為衡量單位，而訂定補貼率時多以名目補貼率定之，故將名目補貼率帶入模型前需要經過換算，換算方式為：

$$\text{補貼總額} = \text{車輛銷售數} \times \text{實質補貼率}$$

$$\text{有效補貼率} = \text{補貼總額} \div \text{實質產值}$$



電動車及油電混合車之巢式結構



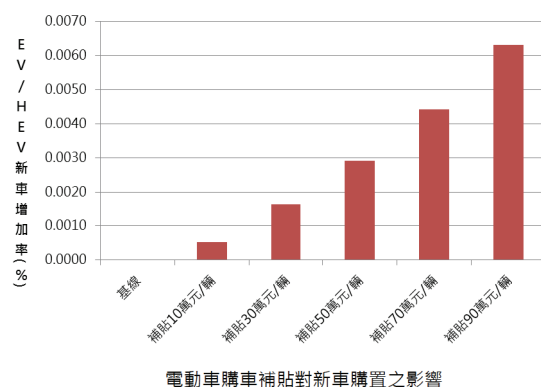
資料來源：本研究編製。

54

替代燃料運具發展之影響評估

補貼率之敏感度分析

- ▶ 本計畫嘗試在基線國際原油價格以及國際原油價格較基準情境上漲25%兩種情況下，進行電動車購車補助之敏感度分析。
- ▶ 在補貼率為每輛車10萬元至90萬元的區間內，僅依靠購車補貼，尚不足以帶動電動車銷售成長，其影響約在0.001%至0.006%之間。



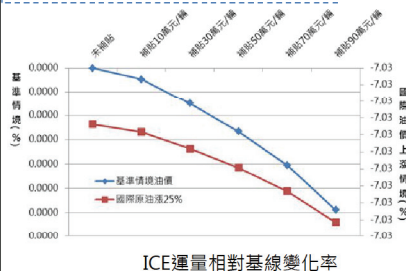
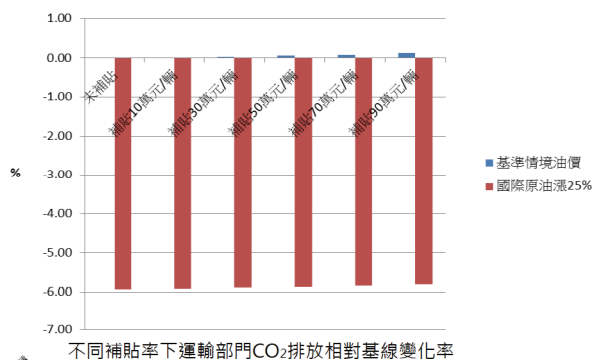
資料來源：本研究繪製。

55

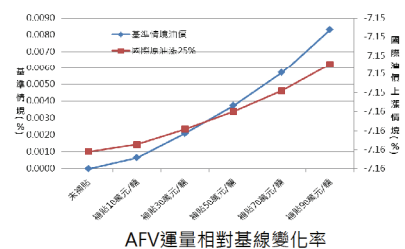
替代燃料運具發展之影響評估

補貼率之敏感度分析

- ▶ 電動車購車補貼將刺激額外的電動車運量產生，同時取代部分原有的傳統內燃機車輛之使用，但整體而言，總的運輸部門排放量如將呈現微幅成長的狀態。
- ▶ 但原油價格的變化，直接影響燃料消費及車輛使用，當上漲幅度達50%，可抑制運輸部門能源消費。



資料來源：本研究繪製。



AFV運量相對基線變化率

56

陸、「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」更新與維運

- ① 「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」更新與維運
- ② 綠色運輸教育宣導網站
- ③ 網站資安維護

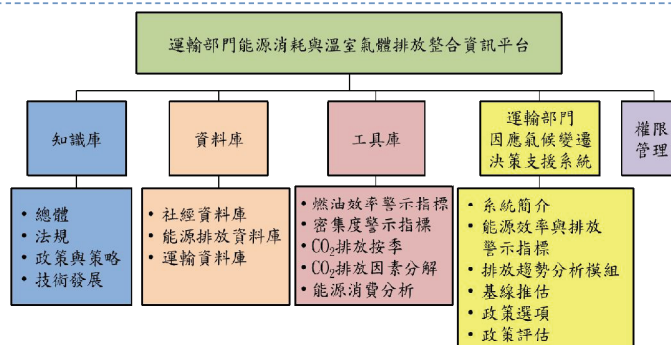


「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」更新與維運

① 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台

資訊平台架構調整

- 資訊平台本年度主要工作為資料之更新與網站維運，而配合因應氣候變遷決策支援系統之開發與考量使用者操作流程，因此本年度再針對平台之架構進行微調。
- 調整後之資訊平台架構如圖5-1，可區分為「知識庫」、「資料庫」、「工具庫」、「運輸部門因應氣候變遷決策支援系統」與「權限管理」等。
- 資料庫之分類項目整合、模式庫改名為工具庫、及決策支援系統分類項目新增等。



資料來源：本研究繪製。

58



「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」更新與維護

知識庫

1. 知識庫已建置內容包括國外運輸與能源發展趨勢、法規知識、政策知識、技術發展、國內運輸與能源發展研究成果、及網路資源連結等。
2. 知識類型可區分為總體、法規、政策與策略及技術發展等四項主分類。報告已更新與調整之部份包含：
 - 完成知識庫內之資料與網頁連結之檢視、確認與更新；
 - 針對國外運輸與能源發展趨勢或法規、政策、技術發展等相關知識內容進行新增；
 - 已將交通部運輸研究所官方網站102年度公佈之計畫成果出版品，依能源使用、溫室氣體排放、永續運輸等關鍵字篩選後將報告名稱、摘要與網頁連結納入知識庫中；

資料來源：本研究繪製。

59



「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」更新與維護

資料庫

- 資料庫分類項目經整合後，目前包括社經、能源排放、及運輸資料庫

	資料項目名稱	更新來源	執行情形
社經	國民所得統計常用資料	依2014行政院主計處公布之2013年度資料進行更新	2014-10月版本
	就業者按行業分		2014-9月版本
	歷年各季國民生產毛額依支出		2014-8月版本
	歷年國內各業生產與平減指數		2013-12月版本
	歷年國際原油價格	依2014年能源局發布之能源統計手冊進行更新	2014-7月版本
	歷年電價		
能源排放	運輸部門能源消耗	依2014所公布之能源平衡表進行更新	2014-5月版本
	運輸部門CO ₂ 排放量	依2014所公布之我國燃料燃燒之二氧化碳排放統計與分析進行更新	2014-7月版本
	溫室氣體排放係數	依2014所公布之我國燃料燃燒之二氧化碳排放統計與分析及能源平衡表進行更新	2014-7月版本
運輸	客運運量、貨運運量	透過交通部統計查詢網查詢後持續更新	持續更新
	全國汽油小客車、國道客運、市區公車各道路類型之能耗與CO ₂ 排放	依據交通部運輸研究所提供所提供資料進行更新	-
	港埠節能減碳清單建置	依據交通部運輸研究所提供所提供資料進行更新	-

資料來源：本研究編製。

60

② 綠色運輸教育宣導網站

- 綠色運輸教育宣導網站的成立宗旨，主要係提供一般民眾及中小學生推廣綠色運輸系統理念
- 本年度以網站的基本維護為主，已持續進行新聞性或議題資料之刊載，並於綠動心生活、資料庫與下載專區部分，進行內容之更新。網站瀏覽人次由4月至10月底止共計8669人次

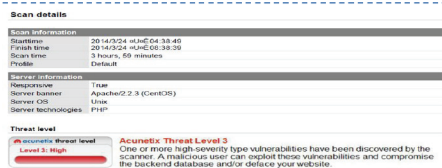


資料來源：本研究繪製。

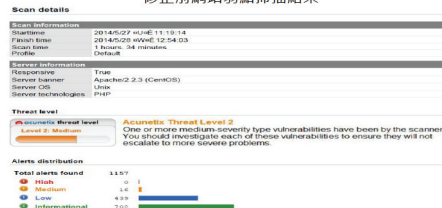
61

利用HP WebInspect檢測軟體針對網頁進行弱點掃描，結果顯示綠色運輸教育宣導網站顯示出共4項Critical弱點，包含3項Database Server Error Message及1項SQL Injection弱點。

- Database Server Error Message之弱點主要係當程式發生邏輯或資料錯誤而將錯誤訊息暴露於網頁上。駭客透過錯誤訊息可得知資料庫之指令敘述，並利用來對目標進行攻擊。
- 而SQL Injection弱點則是一種未做好輸入查驗 (Input Validation) 的問題，若使用者輸入之資料中含有某些對資料庫系統有特殊意義的符號或命令時，便可能讓使用者有機會對資料庫系統下達指令，而造成入侵
- 計畫團隊收到檢測報告後即進行處理，針對弱點進行修正。最後透過Acunetix Web Vulnerability Scanner 7軟體針對修正後之網站進行弱點掃描，結果顯示已無任何Critical弱點存在



修正前網站弱點掃描結果



修正後網站弱點掃描結果

資料來源：本研究繪製。

62

柒、其他工作成果

- ① 教育訓練
- ② 專家學者座談會
- ③ 論文發表
- ④ 期他成果



其他工作成果

① 教育訓練

- 針對CGE模型之應用及操作，為了能讓所上同仁更深入瞭解，共規劃了三場教育訓練課程。第一、二次的教育訓練課程已於4/25(五)及5/22(四)已完成
- 兩次課程之內容大綱，包含CGE模型的起源與發展歷程及概述該模型於各領域之應用，並特別針對運輸政策領域之應用，給予實際操作模擬及演練
- 第三次課程則待單機版開發完成後，預計將研討單機版之操作細節與應用

時間：103 年 4 月 25 日 (五)。

地點：交通部運輸研究所 9 樓。

GAM 單機版介面與應用。	
14:00-16:00:	<ul style="list-style-type: none"> ● 介面功能之介紹。 ● 評估流程之架構。 ● 政策背景、參數及模擬情境之設定。 <p>政策實際應用。</p>



時間：103 年 5 月 22 日 (四)。

地點：交通部運輸研究所 9 樓。

「運輸 CGE 模型」之功能與特性。	
14:00-16:00:	<ul style="list-style-type: none"> ● CGE 模型簡介。 ● IO 模型與 CGE 模型的差異。 ● CGE 模型在運輸領域的應用。 ● 簡單的靜態 CGE 模型。 ● SAM 表架構與用途。 ● 運輸 CGE 模型理論架構。 ● 模型建構與評估流程。



資料來源：本研究編製。

其他工作成果

② 專家學者座談會

- 本年度為使政策評估面向更臻周全，新增「運輸基礎建設」以及「電動車與油電混合車補貼策略」兩項評估。而為強化新增之兩項政策評估在模型設定、情境假設、評估結果等面向之合理性，故於10/30(四)召開專家學者座談會，透過獲取專業建議，使運輸部門政策評估更趨精進，完備決策支援系統功能。

時間	內容
9:50-10:00	報到
10:00-10:10	主席致詞
10:10-10:40	「運輸部門因應氣候變遷政策之影響評估」簡報
	討論題綱：
	主題一
	鑒於政策評估必須考量模型對政策變數假設之合理性，以及反映實務上政策工具運用可行性，故擬就政策變數的選擇、變數變化幅度的設定、變數操作的時間點等細節進行討論。
	主題二
10:40-12:00	在政策工具、變數以及情境確定後，將政策工具導入模型過程中，每個步驟皆需要將蒐集而得之外部資訊，依模型變數定義進行對映與初步計算，為確保導入模型過程中所做的假設與計算方式合理，擬就政策評估流程中採用的資料、計算的方式、以及根據這些資料所假設的情境進行討論。
	主題三
	最後，針對模型評估結果，擬透過政策變數在模型中的影響途徑，一方面說明模型中各項變數之間的關聯，一方面檢視變數與變數間的數量關係是否合理，以強化政策論述的適宜性。
	散會

資料來源：本研究編製。

65

其他工作成果

③ 論文發表

- 本計畫將整合多年來研究成果，發表於10月28與29，義大利羅馬舉行的「IAEE研討會」。

題目	THE EFFECTS OF THE COMBINED TRANSPORTATION GHG REDUCTION STRATEGIES
作者	Chin-Yen Chang, Wen-Chang, Pei-Yun Chen, Chih-Kai Yang, Te-Chen Wang
摘要	<p>Overview</p> <p>As Rio+20 mentioned the application of Avoid-Shift-Improve (ASI) approach fits in well with the theme of green economy, the policies to improve technological change, efficiency enhancement, demand reduction and changes in consumer behavior are discussed widespread. Most decision makers expect these reduction strategies will abate GHG emission of transportation sector effectively, but there is no quantitative evidence to support such anticipation, especially under the alternative combinations of various strategies or scenarios.</p> <p>A few of transport strategies perform with multi-function. Sometimes the non-environmental benefits of green transport policies will be superior to abatement effect, such as compensation on low income groups or rural/public transportation, which may reduce the additional emission. How to design the policy packages to realize the national reduction target and transport sector's carbon in 2025 is the most imperative mission.</p> <p>In Taiwan, transport sector is the second emission source only to industry, whose emission grew 70% from 1990 to 2000, and declined to 3.28% from 2000 to 2012. Based on the BAU scenario, emission of transport sector will be 39.46 million tons in 2025 and need to reduce to 33.6 million tons to reach the reduction target. Transport sector moves with economic, society and environmental development, that the transportation strategies made a comprehensive analysis to assess the reduction effects, and abatement cost.</p> <p>Methods</p> <p>A dynamic CGE model developed for Taiwan transportation sector is used to analyze these policies effects. This model includes 8 public passenger travel modes, such as railway, metro, expressway bus, intercity bus, city bus, taxi, waterway, and airway freight, and 3 freight travel modes, like railway, private road freight, business road freight, waterway, and airway freight. The relationships between these public transportation services are established as a multi-stage nested structure. The private passenger transportation service comprises alternative choices which are built in a nested structure either. The integrated services composed of automobile and motorcycle services, and the automobile comprises internal combustion engine vehicles and electric vehicles. Each type of service is supplied with energy, which, maintenance and the other costs to travel by own-vehicle, which implies the household production functions are employed to describe the private transportation services.</p> <p>Results</p> <p>This paper compares the effects of alternative combinations of 3 transportation GHG reduction strategies under 2 crude oil import price scenarios. The transportation strategies are compensations on prices of public transport services, reform of automobile fuel-use fee, and subsidies for electric cars. It investigates the simulation, we got some results:</p> <p>(1) If the crude oil import price increases 30% relative to the baseline, the domestic gasoline retail price will extent 41% and diesel 39%, which induces 13% CO₂ reduction of transportation sector in 2025.</p> <p>(2) If the tax rates keep the same after reform which are 0.08 US dollar per liter for gasoline and 0.05 US dollar per liter for diesel, the domestic prices of gasoline and diesel will raise 7% and 4% above the baseline, and the CO₂ will reduce 4.83% in 2025.</p> <p>(3) If the compensation rate are 0.03 US dollar per passenger-km for each mode of public transport service, the total km will be 22% above the baseline, energy consumption will respond 1.56%, CO₂ increase 3.38%, and GDP declines 0.26%.</p> <p>Conclusions</p> <p>According to the simulation results, we got some conclusion:</p> <p>(1) The reduction effect of the fluctuation of import crude oil price is much more effectiveness, even though such an influence is uncertain and short-term.</p> <p>(2) The tax reform such as the tax of automobile fuel-use fee transformed from vehicles to fuels with the same tax rate will induce positive benefit to GDP and household income.</p> <p>(3) The compensations on prices of public transport services will attract more passenger service demand and diminish GDP.</p> <p>(4) Under the same total passenger transport volume, the reform of automobile fuel-use fee will bring the more significant outcomes to reduce the public transport service compensations.</p> <p>(5) The direct strategy of electric car subsidy will lead more electric car market share than the indirect strategy of fuel-cost extension.</p>

資料來源：本研究編製。

日期	Thursday 28/10
時間	10:00 - 17:00
內容	<p>Registration (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>14:00 - 16:00 Registration (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>16:00 - 17:00 IAEE President's Reception (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>17:00 - 18:00 IAEE President's Reception (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>18:00 - 20:00 IAEE President's Reception (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>20:00 - 22:00 IAEE President's Reception (IAEE University, Viale Pola 12)</p>
日期	Friday 29/10
時間	08:00 - 18:00
內容	<p>Registration (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>08:00 - 18:00 Registration (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>18:00 - 20:00 IAEE President's Reception (IAEE University, Viale Pola 12)</p> <p>20:00 - 22:00 IAEE President's Reception (IAEE University, Viale Pola 12)</p>

66



其他工作成果

④ 其他成果

- 已於5/1購置一套GAMS軟體，軟體所有人為交通部運研所。
- 駐所人員已完成報到及投保勞健保，將於所上六個月協助計畫相關資料整理及研析工作。
- 參加「聯合國氣候變化綱要公約」(UNFCCC)第20次締約國大會(COP20)
- 成果發表會預計於12月19擇日召開。
- 為掌握國際氣候變遷相關議題之最新發展，本年度研究團隊委由陳副研究員建緯代表，自11月30日至12月9日赴祕魯利馬參與會議。
- 本年度除持續參與運輸相關議題之周邊會議(side event)蒐集資訊外，將全程參與12/7(日)所舉行的Transportation Day，並於返國後提出出國報告

資料來源：本研究編製。

67



捌、結論與建議

- ① 結論與建議
- ② 未來研究方向



結論與建議

國內外運輸節能減碳與相關研究之發展方向

- COP19、IEA運輸部門、美國運輸部門、美國運輸研究委員會(TRB)等單位皆建議以提升運具使用的效率、增加替代能源使用及擴大生質燃料使用等政策措施為優先考量。
- 為與國際接軌，應思考在我國兩個減量承諾方案中，選擇其一，作為我國「後2020年減量承諾方案」，抑或思考另一個全新的減量承諾方案。智慧電動車上路及使用方便牽涉多部會協商，亟需跨部會整合
- 因應未來新市場機制、雙邊 (包括兩岸與友邦國家) 與國際碳交易發展趨勢，須掌握與追蹤碳會計制度的最新發展，並在適當時機引入我國，一方面提高我國碳管理能力，有效落實減量目標；另一方面，可與國際接軌，開創我國參與國際碳市場的機會。
- 參酌各國運輸部門推動節能減碳發展之趨勢，在政策的推動上可提高運輸電力化占比，其做法應著眼於發展完善的電力供應基礎設備與最適成本控制的方法，並以輕型車輛電力化為主。電動車應結合各都市規劃的目標，因地治宜，符合當地土地用途。

結論與建議

運輸部門因應氣候變遷決策支援系統

- 綜觀國內外決策支援系統因應各國國情、建置目的、使用對象不同，在設計上各有差異，且所需蒐集之基礎資料亦隨系統複雜程度而大不相同。
- 評估工具之特性及運輸政策與行為之多元面向議題，政策評估多半無法仰賴單一工具進行。本計畫經過多年努力，整合2至3種計算方法與工具以因應評估所需。因此目前本計畫建置之決策支援系統可視為國內運輸政策評估決策之基礎，隨著議題評估需求的廣度與細緻度持續擴增，系統亦應持續地逐步納入其他適當工具。
- 資料庫需要長期且持續的累積，資料庫囊括的項目或指標亦必須視評估所需逐步擴充。本計畫已建立資料建置之操作流程及資料來源。為因應運輸部門在氣候變遷領域後續之評估需求，建議針對社經資料蒐集、能源需求與溫室氣體排放估算、減量與調適策略彙整、評估方法清單建置、評估方法間關聯等面向持續擴充並維護系統內容。

結論與建議

運輸部門因應氣候變遷政策評估

- 為考慮多元面向之減量策略與重要交通建設對溫室氣體排放之影響，本計畫歷年來共設計六種節能減碳與交通政策組合，期望涵蓋ASI不同面向之策略。
- 藉由本計畫歷來評估結果，大致上可獲得全面性之經濟與財政工具為減量成效較佳策略的結論；而補貼策略雖然可改變公共運輸結構，但因對經濟體系扭曲較嚴重，因此由經濟效率觀點，並非最佳策略，然該項政策所擔負的社會照護與公平性角色，則非減量目標與減量成本所優先考量的目標。
- 由於CGE模型大多以top-down觀點進行評估，故對於微觀的經濟行為與設定難免無法周全，在方法上，本計畫亦說明整合不同屬性但可互補的模型或方法，可充分發揮個別模型之特色，以解決政策評估的缺憾。
- 對於以政策評估為主的CGE模型，大量的參數設定造成實證分析時相當程度的困擾，雖然可透過文獻蒐集與歷史校估修正，但仍舊缺乏具體實證證據的支持。特別是模型中對於彈性參數在功能上保留了隨時間而改變的特性，但因缺乏實證資料的支持，本計畫尚難以將政策對偏好及彈性的影響，反映到彈性參數的改變上，此亦有賴未來相關基礎研究的推估，以適切地修正參數設定。

71

未來研究方向

- 運輸部門因應氣候變遷所要考慮的面向，將由過去的節能減碳逐漸轉向氣候變遷調適以及新市場機制等層面，因此建議可持續關注國內外相關機制發展，並探討運輸部門將面臨的挑戰及因應策略
- 隨著國際經貿情勢快速變遷，國內在逐步邁向經貿自由化、投資全球化的發展下，對於未來運輸服務的需求將產生結構性變化，例如國際航空服務需求將隨之擴增，在此情況下，面對未來國際減量的新市場機制該如何因應，可進一步分析
- 多數研究認為技術發展對替代運具的發展具有決定性影響，但面對技術發展的不確定性才是替代運具商業化時程的關鍵因素，本計畫已建構替代運具分析架構與基礎資料庫，未來建議可將技術及政策發展的風險納入考量
- 觀察國際運輸領域之CGE模型發展，舉凡外部性分析、道路訂價模型、社會議題、基礎建設、國際貿易、乃至氣候變遷，皆有方興未艾的發展趨勢，本計畫之運輸CGE模型以完成運輸部門節能減碳評估為主要目的，因此尚未完全囊括前述國內外研究之發展面向，建議未來研究可以本計畫為基礎，進一步擴充理論架構與評估功能，以強化模型對運輸部門分析之廣度與精細度

72



簡報完畢 敬請指教



附件一、文獻回顧

- ① 國內外運輸節能減碳策略與措施
- ② 國內外運輸能源決策支援系統最新發展趨勢
- ③ 國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果
- ④ 總體經濟影響評估操作方式





國內外運輸節能減碳策略與措施

■ COP政策發展

一. 協議時間表

- 各國應共同合作，從國內開始啟動或強化自我之貢獻以達成2020年新協議的目標。
- 完成準備的國家同意於2015年第一季前，提交清晰且透明的計劃。
- 此外，與會各國將藉由強化技術合作與更積極的各國協商來縮短至2020年之前的目標差距。

二. 關於損失與傷害 (Loss and damage)

- 建立「華沙國際機制」(Warsaw International Mechanism)提供專業和可能之保護援助措施，協助脆弱地區因應氣候變遷(海平面上升等)與相關極端事件造成的損失及傷害。

三. 關於損失與傷害 (Loss and damage)

- 已開發國家必須於2014到2020年間每兩年提出一次財務支持的策略與方法。
- 包括挪威、英國、歐盟、美國、南韓、日本、瑞典、德國、芬蘭等已開發國家，也發佈具體的財務援助宣言，承諾將貢獻公共氣候資金(public climate finance)來支持發展中國家的氣候行動。

四. 協助開發中國家之進展

- 各國政府間已成立氣候科技中心及網路(Climate Technology Centre and Network, CTCN)來快速提供開發中國家於技術轉移之建議與協助。
- CTCN已開始運作，並鼓勵開發中國家設定重點方向來加速技術的轉移。

75



國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 運輸日(Transportation Day)

一. 公開呼籲

SLoCaT(Partnership on Sustainable Low Carbon Transport)於11月17日舉辦運輸日(Transportation Day)活動，邀集各國運輸專業人員參與，匯集想法與意見並進行討論，最後並呼籲公約與世界各國採取一種綜合性方法來達成交通運輸在環境面的永續發展，主要項目包含：

- (1)減少道路事故的傷亡程度
- (2)強化服務可及性，並消除貧窮狀況
- (3)減少交通壅塞的經濟損失
- (4)減少道路基礎設施、車輛及燃料的能源消耗。

二. 華沙聲明

運輸日會後提出Warsaw Statement on Low Carbon Transport and Sustainable Development並由主席交與UNFCCC，其訴求包括：

- 鞏固發展中國家2020年前陸運交通領域溫室氣體減緩之投入；
- 鼓勵及扶持發展中國家永續交通策略與規劃上的努力；
- 強化財政獎勵方法，包含NAMA與其他可能減緩排放的潛在措施，並矯正傳統未充分運用於交通領域的氣候金融機制；
- 支持各種多邊會議所採取的減量措施，特別是提高車輛效率、淘汰HFCs、減少國際航空與海運之排放，以促進2015年後永續低碳交通政策的發展目標；
- 為CTCN提供長期資金，並協助道路與圖資準備工作等。

76

國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 國外運輸部門節能減碳政策

IEA運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境

IEA於Energy Technology Perspectives 2014 (ETP 2014)之運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境模擬研究中，設定四種情境針對至2050之全球運輸部門發展進行推估，四種情境分別為：於2050年航空產業至少使用40%的低碳燃料，於2050年海運部門二氧化碳排放量減低40%

- 6°C (6DS): business-as-usual scenario, no further uptake of energy/climate policy;
- 4°C (4DS): expected 'normal' scenario, incorporating announced policies;
- 2°C (2DS): pathways to a clean energy system。
- 2°C (2DS-Electrifying Transport, 2DS-ET): massive electrification of transport, first in regions with high LETMIX scores, to maximize CO2 savings

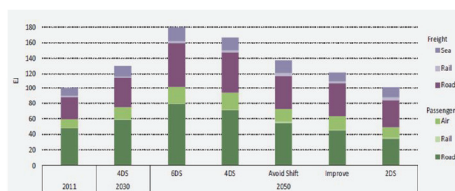
77

國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 國外運輸部門節能減碳政策

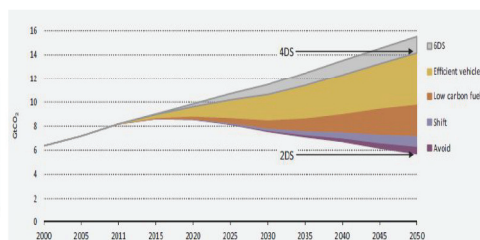
IEA運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境

ETP研究中推估運輸能源使用及減量情境推估，指出2050要達成2DS的情境需要透過同時施行Avoid、Shift、及Improve等措施，且輕型客用車約一半需使用plug-in等技術，以及軌道與公車系統扮演重要角色。



Key point: The 2DS combines both "Avoid/Shift" changes for travel and "Improve" changes for vehicle efficiency to achieve maximum fuel savings.

IEA運輸能源使用推估



IEA WTW (well-to-wheel) 減量情境推估

資料來源：IEA 2014, Energy technology perspective 2014

78

國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 國外運輸部門節能減碳政策

IEA運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境

相較於2012年之設定，**2014年**增加了**情境2DS-ET**，透過設定各項運具技術市場滲透率(**penetration rate**)進行操作，並於報告中加強2DS與2DS-ET之比較。

Mode	Dominant electric powertrain type	Stock share in the fleet (%)					
		2DS-ET	2030 2DS	4DS	2DS-ET	2050 2DS	4DS
Passenger							
2-wheelers	BEV	50	40	28	70	50	27
Cars	BEV	4	4	< 1	17	17	2
Urban minibus	BEV	8	< 1	< 1	30	< 1	< 1
Urban bus	Trolley electric	7	< 1	< 1	27	< 1	< 1
Intercity bus	Diesel hybrid with pantograph	1	0	0	8	0	0
Freight							
LCVs	BEV	5	1	< 1	26	1	< 1
MFTs	BEV	5	1	< 1	27	1	< 1
HFTs	Diesel hybrid with pantograph	2	0	0	15	0	0
Rail	Electric with pantograph	55	51	45	71	61	50

車輛技術市場滲透率假設

資料來源：IEA 2014, Energy technology perspective 2014

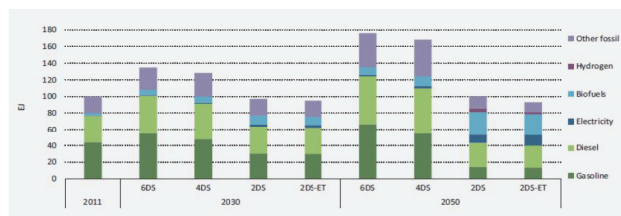
79

國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 國外運輸部門節能減碳政策

IEA運輸部門能源使用與溫室氣體排放之情境

- 運輸部門至2050年之能源使用量的推估如下圖所示，
- 2DS與2DS-ET兩者皆透過高效率電動車輛達到顯著的節能成效；
- 2DS-ET情境下全球運輸部門能源之使用，還比2DS情境少約5%。
- 在2035年後充電基礎設施完備以及電動車長行駛距離的設定下，電力除了取代化石燃料外，亦使其他低碳燃料(如氫氣與生質燃料)的使用降低。



車輛技術市場滲透率假設

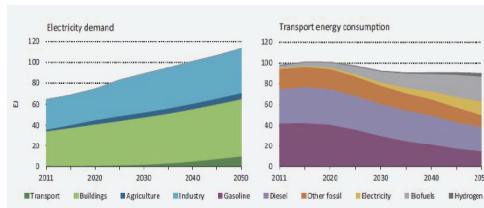
資料來源：IEA 2014, Energy technology perspective 2014

80

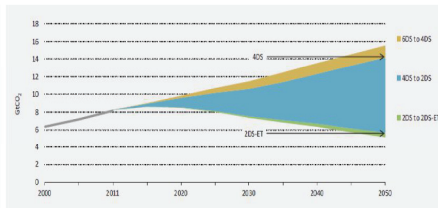
國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 國外運輸部門節能減碳政策

- 在2DS-ET情境下，電力之使用與運輸能源消耗狀況。四項產業部門（運輸、農業、住商與工業部門）中運輸部門所需要的電力最少，且相差甚大，另外可發現在2050年時，運輸部門所使用的電力僅占13%。
- 顯示了四種情境間減量之差異，由圖可發現由4DS往2DS發展，減量成效較明顯，而2DS-ET之減量約較2DS多10%。



2DS-ET情境下電力使用占比推估與運輸能源消耗



各情境減量措施效益推估

資料來源：IEA 2014, Energy technology perspective 2014

81

國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 國外運輸部門節能減碳政策

整體而言ETP 2014提到現今運輸部門為使用的能源型態仍以化石燃料為主，期望未來透過運用電力的方式改善運輸部門二氧化碳排放量，達到減緩碳排放、提高能源效率、與交通部門永續發展的目標。其主要的發現如下：

- 超過27%的國家表示可利用電動交通工具達到降低二氧化碳排放量的目的。
- 如何符合成本效益針對電動車輛佈設電力供應基礎設施與製造電力儲存設備，為推廣過程中所面臨的主要挑戰。未來應針對充電基礎設施進行最佳化規劃，並設法降低電池成本以有效推廣純電池之電動車輛(battery electric vehicle, BEV)。
- 可將電動車輛(electric vehicles, EVs)與智慧電網結合，藉此提高能源系統整合。研究顯示，即使在非常高電動車滲透率的狀況，在2DS情境下，電動車所耗用電力在總電量仍低於總電力需求的15%。
- 在2DS電力化運輸情境下 (2DS Electrified Transport, 2DS-ET)長途電動交通工具能有效降低二氧化碳排放。
- 目前城市鐵路電氣化約達到40%，且在非都市區仍有很高的發展潛力。
- 根據顯示，公車為一項可廣泛電力化的運具。目前已成熟的技術為電池交換(battery swapping)、架空電線 (overhead lines)、電磁感應與固定式電池充電 (induction and stationary battery charging)。

82

國內外運輸節能減碳策略與措施

■ 國外運輸部門節能減碳政策

整體而言ETP 2014主要的政策建議如下：

- 加速運輸部門電力化減少對石油的依賴，並有效提升能源安全。而目前的政策主要以推動輕型車輛電力化為主，若提早投資長途電力化運具，可減少未來運輸燃料結構中的柴油的使用量。
- 若將化石燃料所產生的社會成本轉而投資短期電力化運具，可以降低空氣汙染、噪音、改善政府稅收，還可以提高電動車的使用效率並降低其營運成本。
- 政府若要發展與提高運輸電力化占比，應著重最適成本下運用事先存在的電力基礎設施。政府與業界應一同合作與投資發展電力供應與充電基礎設施。
- 各國政府應支持研究，使電動車電池能滿足有效運用資源 (reduce, reuse, recycle)。
- 於都市區域發展電動車可達到不同部門節能減碳的政策目標。都市運輸系統電力化，應與土地使用、步行與腳踏車網路、以及低碳電力等規劃進行整合。

83

■ 後2020年國際氣候減量協議

有限彈性的減量承諾方案：所謂有限彈性係指締約國可以自行決定其減量承諾方案。

承諾型態	1. 承諾是清楚與透明 2. 承諾量需要量化 3. 已開發國家需要制定全國性的減量目標 4. 任何承諾方案均需要積極性 (put forward)
目標年	1. 單一目標年 (如2030年) 2. 複數目標年 (如2050-2030) 3. 需要制定短期與長期目標年 4. 任一目標年均可設定
基準年	1. 制定一個被同意的基準年 (如1990, 2000, 2005, 2010, 2015等) 2. 制定基準年期間 (time period) (如 1990-1995或2000-2005等)，會員國選定其基準期間，必須說明其合理性 (justification) 3. 會員國的基準年方案可能被拒絕
GWP或其他GHG當量	1. 依據IPCC已公告的GWP值 2. 依據IPCC未來公告的GWP值 3. 制定不同GHG減量承諾，且不必依據IPCC已公告的GWP值 4. 會員國自行制定的GWP或GTP值，可能被拒絕
涵蓋氣體與部門	1. 至少應包括CO ₂ 2. 至少應包括CO ₂ , CH ₄ , 及N ₂ O 3. GHG排放占比超過一定比例的部門必須納管 4. 雖然會員國提出其涵蓋地體或部門，然而，可能被要求增加其他氣體與部門。
LULUCF	1. 不包括LULUCF的碳匯與排放 2. 國際統一LULUCF計算方法 3. 雖然會員國自行提交一個計算方法，然而，國際上仍可以採行一套統一的計算標準。
範圍 (range)	1. 以單一數量呈現承諾量 2. 承諾量可以某一範圍表示
條件 (condition)	1. 減量承諾不應該附加任何條件 2. 減量承諾可附加任何條件
碳市場機制單位	1. 限制碳市場額度的抵減率 2. 沒有任何比例或數量限制

資料來源：OECD (2013), Post 2020 Climate Change Mitigation Commitments.

84

■ 後2020年國際氣候減量協議				
由於有限彈性的減量承諾方案涉及諸多議題，為獲得可行及具共識的後2020減量承諾方案須於事前釐清。				
項 目	GHG 絕對量 目標	GHG 密集度 目標	BAU 減量	其他方案 (如碳中和)
期程(目標年)time frame	○	○	○	○
基期年base year	○	○	x	x
減量計算單位GWP values or other GHG-equivalence metric	○	○	○	○
涵蓋GHG coverage of gases	○	○	○	○
涵蓋部門 coverage sectors	○	○	○	○
是否包括 LULUCF LULUCF accounting	○	○	○	○
BAU假設條件BAU emissions and Baseline assumptions	x	x	○	x
減量行動 expected range of future emissions	○	○	○	○
GDP預測 GDP projections	x	○	x	○
碳中和定義 definition of carbon neutral	x	x	x	○
相當財務配合及未來(此承諾期之後)更積極目標 conditions attached (including any relating to finance and increasing ambition over time)	○	○	○	○
以科學觀解釋未來更積極目標 explanation in light of science and equity	○	○	○	○
財務來源 source of finance	○/x	○	○	○
國內相關減量立法與執行狀態 domestic legal status and police planned /implemented	○	○	○	○
抵換單位與數量(從碳機制) use of units from market mechanism	○	○	○	○

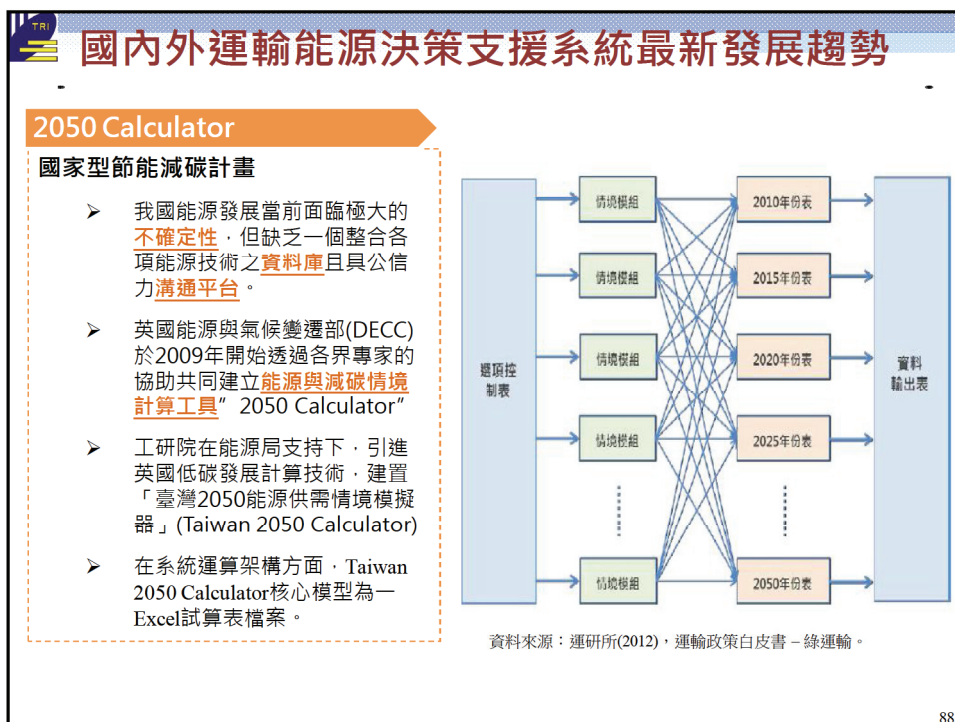
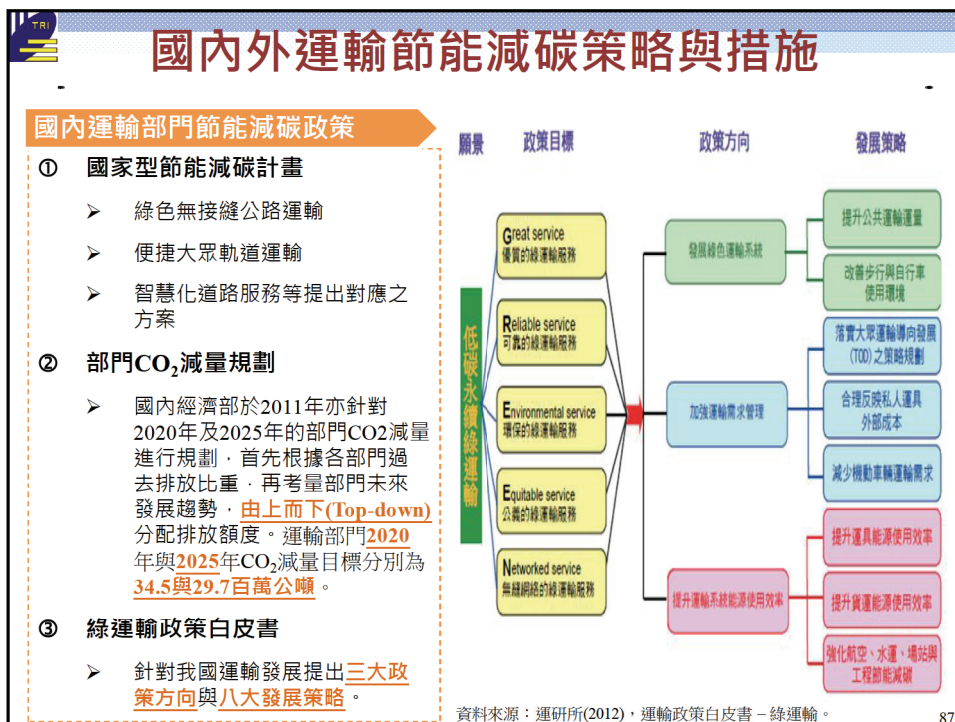
資料來源：OECD (2013)，Post 2020 Climate Change Mitigation Commitments.

85

國內外運輸節能減碳策略與措施	
■ 未來協商的關鍵課題	
<p>減量承諾方案雖然朝向「更有彈性」與「有貢獻」方向，但整體方案仍存在諸多協商空間，未來兩年的需要再進一步確認的重要議題包含：</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ 在眾多減量承諾方案中，應選擇那一種方案作為2015年減量承諾協議版本？ ➢ 有限彈性之作法與觀念，是否有助於2015年減量承諾協商？ ➢ 針對不同減量承諾方案版本，是否還需要增加那些資訊？以及下一步應如何進行？ 	

資料來源：OECD (2013)，Post 2020 Climate Change Mitigation Commitments.

86

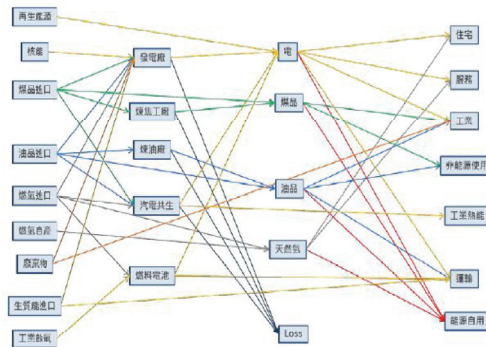


國內外運輸能源決策支援系統最新發展趨勢

2050 Calculator

國家型節能減碳計畫

- 整體系統參考我國**能源平衡表**概念以**能源流架構**表示最左側為**初級能源供給項目**，包含各項能源的進出口及自產能源，並扣除國際路海運。
- 中間第二欄為能源轉換項目，包含發電廠、煉油廠及汽電共生廠等。
- 中間第三欄為次級能源項目，主要分為**電、煤、油、氣**等項目。
- 在系統運算架構方面，Taiwan 2050 Calculator核心模型為一**Excel試算表**檔案。



資料來源：運研所(2012)，運輸政策白皮書－綠運輸。

89

國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

智慧電動車發展策略與行動方案

行政院通過的「**智慧電動車發展策略與行動方案**」，預計於七年內投入新台幣138.77億元，從**先導運行**、**技術研發**及**推廣**三大方向，全力發展**智慧電動車**。

- **技術平台**：在經濟部技術處主導下，車輛中心、工研院、金屬中心、中科院等法人機構共同成立台灣車輛研發聯盟(Taiwan Automotive Research Consortium，TARC)，為台灣電動車技術深耕
- **驗證平台**：車輛中心(ARTC)積極與國際機構進行驗證技術交流
- **先導運行**：將結合縣市與企業共同先導運行的計畫，經費約為新台幣22.77億元
- **產業聚落**：台達電與裕隆，陸續供貨國內外市場。基礎的車載資通訊及駕駛輔助的關鍵組件供應鏈，也在台灣發展「智慧」電動車中逐漸發揮加值作用

	格上 大台北		台中市		台南市		日月潭			合計
	納智捷	酷比	納智捷	Leaf	納智捷	Leaf	iQEV	RAV4 EV	電動大巴士	
100~102/4已導入車輛	38	62	27	49	26	0	19	0	0	221
102/5~102/12預定導入車輛數	-	-	24	-	164	10	0	10	3	211
合計	100		100		200		29		3	432

90

智慧電動車發展策略與行動方案

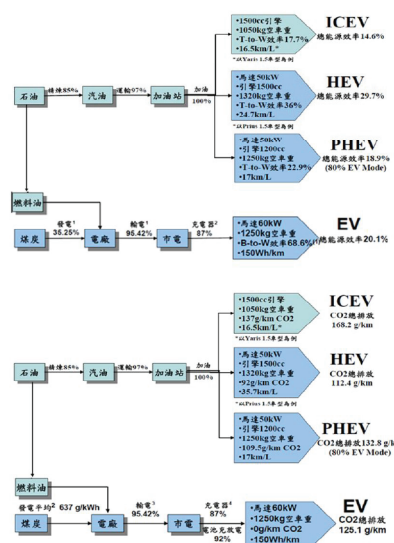
問題及解決對策

- 台灣智慧電動車產品缺乏多元性，再加上消費者信心不足，需持續透過先導運行降低消費者疑慮驗證平台
- 智慧電動車購置成本過高及充電使用不便，需透過稅賦減免及補助，提高消費者使用意願
- 智慧電動車上路及使用方便牽涉多部會協商，亟需跨部會整合
- 電池、馬達及電能控制模組等關鍵組件剛萌芽，需加強關鍵技術開發

探討電動車產業未來的發展機會

國家型節能減碳計畫

- 石油季刊(2012)提出發展電動車的主要因素是低碳環保和零排量
- 從總體耗能方面來看，電動車的能源效益是否具有發展的價值，這才是電動車產業發展的基本價值所在
- 以傳統內燃機車輛 (ICEV) 和 油電混合電動車 (HEV)、混插電式電動車 (PHEV)、純電動車 (EV) 三種主要型式的電動車，進行其總能源效率評估及CO₂氣體排放量比較



資料來源：工研院能環所與機械所測試資料



國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段暨周邊土地開發計畫可行性研究

運研所(2014)根據捷運環狀線採兩階段興建計畫，行政院並於93年12月20日核定環狀線第一階段路網興建計畫。

➢ 此計畫提出十項可行性之研究項目：

- 社經現況與發展預測
- 路線方案研擬
- 運量需求預測分析
- 工程及營運可行性
- 環境影響評估
- 經濟及財務評估
- 民眾意見與綜合評析
- 財務專章
- 風險分析專章
- 地方政府承諾事項

- 運量需求預測分析的部分，則沿用臺北都會區運量模式 (TRTSIII)之架構與方法，並將其轉移至TRANSCAD套裝軟體，利用開發之相關界面模式進行分析預測。
- 主要分析架構與方法上是採用傳統性「程序性總體運輸需求模式」(Sequential Aggregated Travel Demand Model)，包括旅次發生、旅次分布、運具分配與路網指派等步驟

階段	項目	分析程序	引入變數
旅次發生	界內旅次產生	■ 親自分析法 ■ 依家戶結構、家戶所得及車輛持有數分配 ■ 家戶所得分配確定	■ 交通分區人口數 ■ 交通分區家戶數 ■ 交通分區所得 ■ 旅次目的別之旅次產生率 ■ 交通分區學生人口數(分15歲以下及15歲以上) ■ 交通分區學校學生人數(分15歲以下及15歲以上)
	界內旅次吸引	■ 親自分析法	■ 家工作第一、二、三級產業人口數 ■ 家其他第一、二、三級產業人口數 ■ 家第一、二、三級產業人口數 ■ 家就學及學人口數
	界外旅次	■ 成長率法	■ 車輛持有成長指數 ■ 人口成長指數 ■ 區域旅次產生率
旅次分布	界內旅次	■ 重力模型 ■ 阻抗係數法(Gamma函數)	■ 旅次產生量 ■ 旅次吸引量 ■ 旅行成本 ■ 阻抗係數(Gamma函數)
	界外旅次	■ 成長率法之Furness法	■ 旅次產生量 ■ 旅次吸引量 ■ 旅次產生吸引距離
運具分配	初步運具分配	■ 比例分配法	■ 旅次產生吸引距離 ■ 旅次產生吸引距離 ■ 旅次產生吸引距離
	主要運具分配	■ 運具選擇占特模式	■ 旅次產生吸引距離 ■ 旅次產生吸引距離 ■ 旅次產生吸引距離
路網指派	私人運具	■ 容量限制指派法 ■ 以More演算法求取最短期 ■ 以More演算法求取最短期	■ 道路路網 ■ 運具流量由線關係 ■ 私人運具旅次吸引距離
	大眾運具	■ 全有或全無法 ■ 由指派後的路網調整公車運率	■ 大眾運輸路網 ■ 大眾運輸旅次吸引距離

資料來源：台北捷運(2014)

93



國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段暨周邊土地開發計畫可行性研究

旅次產生預測分析

- 依據臺北都會區社經發展現況與預測分析結果推估規劃基年(民國100年)及目標年(民國130年)未興建環狀線北環段及南環段時，都會區整體旅次產生量變化之情況，比較預測目標年較基年旅次需求量成長情形，作為提供瞭解都會區大環境對引進環狀線北環段及南環段路線之衝擊影響與需求、工程及營運可行性

單位：萬人旅次

運具別	私人運具	大眾運具	小計
基年	151.01	79.82	230.83
目標年	155.54	90.20	245.74
成長量	4.53	10.38	14.91
成長倍數	1.03	1.13	1.05

臺北都會區基年與目標年晨峰時段旅次產生量比較表

單位：萬人旅次

運具別	私人運具	大眾運具	小計
基年	886.55	408.45	1,295.00
目標年	930.88	486.05	1,416.93
成長量	44.33	77.6	121.93
成長倍數	1.05	1.19	1.09

臺北都會區基年與目標年全日旅次產生量比較表

資料來源：台北捷運(2014)

94

臺北都會區大眾捷運系統環狀線北環段及南環段 暨周邊土地開發計畫可行性研究

晨峰小時運量預測分析

- 關環狀線北環段及南環段路線在運量方面之表現，本研究將捷運路網架構在有、無環狀線北環段及南環段路線之情況下進行比較

全日運量預測分析

- 就全日有、無興建環狀線北環段及南環段之運量分析進行說明
- 環狀線路網提昇了臺北都會區捷運運輸之便利性，只要透過捷運路線轉乘就能很方便又快速地到達臺北市中心區，因此環狀線與其他捷運路線之交會轉乘站均在既有環境限制條件下，儘可能以便利性佳之站內轉乘方式進行規劃。

資料來源：台北捷運(2014)

單位：上車旅次

情境別	站數	晨峰小時	
		環狀線	整體路網
		服務旅次(含轉乘)	服務旅次(不含轉乘)
情境0	14	45,222	9,291
情境1 南北線	32	87,783	12,346
情境2 南北線+安南線	32	96,937	16,564
情境3 南北線+安南線 南北線+莊子線	32	98,988	15,181
			511,764

民國130年有、無環狀線北環段及南環段之環狀線 晨峰小時捷運系統上車旅次預測比較表

單位：上車旅次

情境別	站數	全日	
		環狀線	整體路網
		服務旅次(含轉乘)	服務旅次(不含轉乘)
情境0	14	365,974	84,009
情境1 南北線	32	736,437	118,175
情境2 南北線+安南線	32	785,449	128,566
情境3 南北線+安南線 南北線+莊子線	32	813,114	123,288
			4,118,522

民國130年臺北都會區有、無環狀線北環段及南環段 全日捷運系統上車旅次預測比較表

95

研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究

晨峰小時運量預測分析

- 為了達成永續發展 (Sustainable Development) 的願景，使用大眾運輸系統解決交通與都市發展的問題已經成為全世界的趨勢。此計畫蒐集並研析世界各國營運中之大眾捷運MRT、輕軌捷運LRT及公車捷運BRT等相關案例計畫

研究重點

- 蒐集亞洲、美洲及歐洲等國家較具代表性之大眾捷運系統發展案例進行分析，其中MRT、LRT及BRT至少各包含10個案例。除了相關案例的蒐集之外，本團隊實地訪談臺北市政府捷運工程局、臺北捷運公司、高雄捷運公司其他相關督導或規劃單位
- 透過國內外案例蒐集，該研究歸納出捷運系統營運不佳、需長期補貼虧損之原因，以及營運成功、系統可永續自給自足的關鍵因素。
- 透過國內外案例的關鍵因素分析，進一步把關鍵因素轉化為「城市財政與永續經營」、「經濟效益」、「捷運系統財務」等三種捷運系統永續營運的評估指標

捷運系統永續營運的評估指標

- 城市財政與環境永續性指標
 - ✓ 城市GDP、地區人口數、地區人口密度、大眾運輸使用比例、使用於大眾運輸的預算比例等
- 捷運系統財務評估指標
 - ✓ 「經營比」
 - ✓ 「自償率」
 - ✓ 「償債比率」
- 經濟效益評估指標

96



國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究

經濟效益評估指標

- 本研究採用「淨現值」、「益本比」與「內生報酬率」作為捷運系統永續發展的經濟效益評估指標，其計算項目包括捷運系統的生命週期成本、時間成本節省、行車成本節省、肇事成本節省、減少空氣汙染、減少二氧化碳排放等做為計算項目。

旅行時間節省效益

- 原來之公車或其他大眾運具使用者移轉使用捷運系統所節省之旅行時間，此部份之效益所佔比例最大。
- 原來使用私人運具者，因捷運系統營運後而移轉使用之旅行時間節省。
- 公車使用者由於捷運系統的完成，使部份道路交通旅次轉移至捷運系統，而減少道路交通擁擠程度，使得公車在道路之上行駛速度提高，縮短旅行時間所得之效益。
- 臺經院（2008）以個體選擇（行為）模式理論為基礎，進行臺灣城際旅次與都會區旅次（包含臺北市都會區、桃園新竹都會區、臺中彰化都會區、嘉義臺南都會區及高雄都會區等）之時間價值參數校估

旅次目的	臺北都會區	高雄屏東都會區	桃園新竹都會區	臺中彰化都會區	臺南嘉義都會區
單位：元/小時					
洽公商務、上班	178	171	175	164	115
上學	105	71	76	61	51
其他	76	53	51	48	63
單位：元/分					
洽公商務、上班	2.97	2.85	2.92	2.73	1.92
上學	1.75	1.18	1.27	1.02	0.85
其他	1.27	0.88	0.85	0.80	1.05

資料來源：臺灣經濟研究院（2008）

97



國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究

經濟效益評估指標

- 本研究採用「淨現值」、「益本比」與「內生報酬率」作為捷運系統永續發展的經濟效益評估指標，其計算項目包括捷運系統的生命週期成本、時間成本節省、行車成本節省、肇事成本節省、減少空氣汙染、減少二氧化碳排放等做為計算項目。

行車成本減少效益

- 計算方式如下：

公車行車成本減少效益=

全年公車行車公里節省*公車每行車公里成本

私人運具行車成本減少效益=

全日私人運具行車公里節省*私人運具每行車公里成本

行車成本參數估計

國內對於公路行車成本參數的估計主要以交通部運輸研究所從1972年至1999年每隔5年進行一次的公路車輛行車成本調查為參考基準

臺經院（2008）歸納並建議對於行車成本參數（元/每公里）較適當的處理方式是將行車成本項目劃分為燃料成本與非燃料成本（含折舊）2部份

車種	車速(km/h)	燃油經濟性(%)	每公升汽油可行駛里程數(km/l)	燃料成本(依油價變動)	平均每公里非燃料成本與折舊(96年幣值)
機車	20	86.9	19.86	油價/19.86	1.68
	30	100	22.85	油價/22.85	
	40	98.8	22.58	油價/22.58	
	50	87.8	20.06	油價/20.06	
	60以上	71.5	16.34	油價/16.34	
小客車	30以下	85.7	7.15	油價/7.15	8.84
	40	96.2	8.02	油價/8.02	
	50	100	8.34	油價/8.34	
	60	98.7	8.23	油價/8.23	
	70	93.8	7.82	油價/7.82	
小貨車	80	86.8	7.24	油價/7.24	4.29
	90以上	79.1	6.60	油價/6.60	
	30以下	88.8	9.47	油價/9.47	
	40	98.1	10.46	油價/10.46	
	50	100	10.66	油價/10.66	
大貨車	60	96.3	10.27	油價/10.27	5.85
	70	88.7	9.46	油價/9.46	
	80	78.9	8.41	油價/8.41	
	90以上	68.6	7.31	油價/7.31	
	30以下	77.7	2.47	油價/2.47	
大貨車	40	92.18	2.93	油價/2.93	98
	50	100	3.18	油價/3.18	
	60	99.83	3.18	油價/3.18	
	70	94.41	3.00	油價/3.00	
	80	87.58	2.79	油價/2.79	
大貨車	90以上	82.01	2.61	油價/2.61	



國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究

二氧化碳排放減少效益

- 由於國內目前並未針對二氧化碳的排放進行費用徵收，因此可藉國外所制定的碳稅，及國內相關研究所制定出之各運具二氧化碳排放係數來量化捷運建設後此部份所帶來之效益，公式如下：

$$\text{二氧化碳排放減少效益} = \left(\text{各運具每年延車(人)公里減少量} \times \text{各運具二氧化碳排放係數} - \text{捷運系統每年延人公里量} \times \text{捷運系統二氧化碳排放係數} \right) \times \text{碳稅}$$

捷運系統財務評估指標

- 本研究採用「經營比」作為捷運系統的財務評估指標，並配合「自償率」與「償債比率」等兩項一般性財務評估指標來進行捷運系統的財務分析。
- 在捷運系統永續審查機制的部分，本研究回顧國內捷運系統建設、營運與管理的相關法規，並結合永續性評估指標研擬捷運系統的計畫審查機制。

國內主要都市與案例分析

- 在提出捷運永續性指標與審查機制之後，此研究使用所建構之評估指標，進行我國各主要都市新建路線及既有路網新增路線之永續營運績效及邊際效益分析

99



國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

走向低碳運輸

- 台經院(2013)『走向低碳運輸』一書分析了台灣運輸部門能源需求與二氧化碳排放現況，並針對各類綠運輸之推廣、技術與應用作介紹。

◆ 各國對電動汽車市場抱持樂見其成態度，除有政府政策支持，汽車大廠亦投入大量資金進行研發，一般消費者更樂於期待電動車新發展；我國應就高技術密集、高資金需求、可進入國際電動車供應鏈之方向邁進。

◆ 由於電動船舶主要在固定的航道或區域航行，較易進行充電設施等基礎建設之建置，故相對於電動車較易推行，我國可結合遊艇製造經驗及已成形之上下游遊艇聚落，推動遊艇與智慧電動載具產業在國際綠色船舶產業鏈之一席之地。

◆ 燃料電池電動機車為新興產業，各項標準仍有待建置，現有燃料電池電動機車售價已與鋰電池電動機車相當，故應具備市場競爭力，應可納入電動機車推廣方案。

◆ 我國第一代生質燃料生產技術已可商業化生產，第二代生質燃料生產成本仍過高，無法與化石燃料競爭，需要新技術的創新及政府明確的政策推動。

100

國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

走向低碳運輸

➢ 本研究針對未來智慧化低碳運輸系統之發展，提出幾點觀察：

- 運輸載具電氣化是美國、歐盟、日本、中國、韓國、台灣等國之重要推動工作，而再生能源擴大利用將有助於電動載具之節能減碳成效，為避免供電事故之衝擊，智慧電網導入可讓電動載具成為電網上的儲能設備，更有機會參與維持電力系統之穩定運作。
- 必須建立私人交通運輸之新概念，為了提升居住品質、降低噪音與廢氣排放，利用可再生之分散式能源與電動車輛可作為潔淨個人運輸工具之解決方案，並達到碳中和旅行之境界。因此建立區域能源與電力運輸工具技術中心，串聯區域的附加價值以產生地方優勢。
- 未來發智慧城市(Smart City)及自然環境永續發展的概念就顯得重要，主要目的是應用智慧電網等最新基礎技術建設低碳與高效率的次世代都市，所對應的社會基礎建設針對電力與水資源開始向交通、物流、公共服務等範圍擴大。

➢ 綜合分析國際間智慧低碳城市、載具與能源系統推動，涵蓋以下六點策略方向：

- ◆ 智慧電網技術為資訊整合與傳遞基礎建設；
- ◆ 充分考慮地方特色與環境和諧共生；
- ◆ 發展低碳能源系統整合電動車輛作為城市交通工具；
- ◆ 地方政府主導與企業攜手共同推動實踐；
- ◆ 導入成熟技術，進營商業模式示範與推動；
- ◆ 以市民參與及體驗認知為核心。

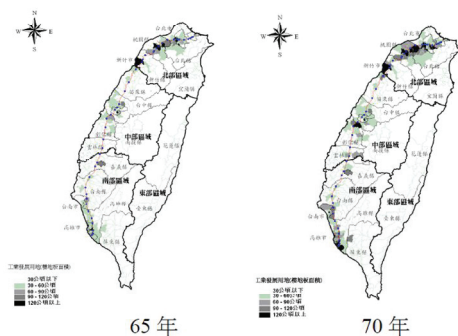
101

基礎建設對總體經濟與排放之影響評估

重大交通建設對城鄉發展及區域均衡影響之研究

➢ 本研究針對未來智慧化低碳運輸系統之發展，提出幾點觀察：

- 分析結果顯示，除民國70年之土地使用面積、員工數與產值與民國75年之土地使用面積外，各項指標都說明其他各年相對於65年的工業發展強度都有顯著性的差異；
- 雖然此一變動影響不見得完全源自於中山高速公路建設所產生之影響，但無可否定的高速公路的開發提供沿線、地區較佳的產業發展機會。
- 民國70-80年之交流道服務圈內外之工業發展強度都呈顯著性差異；且隨著時間的增加，其差異更加擴大。



資料來源：林建元(1998)

102



