

104-024-6175

MOTC-IOT-102-TDB001

運輸部門因應氣候變遷 政策決策支援系統之建立

著者：黃宗煌、楊晴雯、陳建緯、蔡秉錡、葉文健、

蘇漢邦、江炳南、王德欽

黃新薰、張瓊文、朱珮芸、楊智凱、林忠欽

交通部運輸研究所

中華民國 104 年 2 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建立 /
黃宗煌等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸
研究所，民 104. 02

面；公分

ISBN 978-986-04-4393-6(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建立

著者：黃宗煌、楊晴雯、陳建緯、蔡秉錡、葉文健、蘇漢邦、王德欽、
黃新薰、張瓊文、朱珮芸、楊智凱、林忠欽

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 104 年 2 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 100 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：320 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：1010400258 ISBN：978-986-04-4393-6 (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建立			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-04-4393-6(平裝)	政府出版品統一編號 1010400258	運輸研究所出版品編號 104-024-6175	計畫編號 102-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、黃新薰(前任主管) 研究人員：楊智凱、林忠欽、朱珮芸 聯絡電話：(02)2349-6868 傳真號碼：(02)2712-0223		合作研究/共同研究單位：臺灣綜合研究院 計畫主持人：楊晴雯 研究人員：黃宗煌、蘇漢邦、陳建緯、蔡秉錡、葉文健、江炳南、王德欽、蘇殷甲 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 102 年 3 月至 102 年 12 月			
關鍵詞：運輸 CGE 模型、資訊平台、溫室氣體減量、決策支援系統			
摘要： 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，尋求成本有效的方式推動節能減碳政策，本所自99年開始進行相關整合評估模型及整合資訊平台之開發與應用，並自99年起納入「能源國家型科技計畫」架構下執行。本計畫累積99至101年度計畫之成果，完成決策支援系統架構修訂與功能建置，以及完成運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充。此外，並持續進行「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台(簡稱「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。 本計畫決策支援系統相關研究成果已陸續於行政院綠能低碳推動會及能源相關業務(如能源局辦理之電力零成長評估案)提供相關重要參考資料，做為交通部相關政策之參考，並開發出決策支援系統之雛型介面與結合資訊平台進行應用，可據以做為後續年度發展更完整相關能源政策選項之基礎。計畫進行過程中亦針對「綠色運輸教育宣導網站」辦理3次推廣活動，促進綠運輸知識的普及。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
104 年 2 月	404	320	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。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （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） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
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 Development of a Transportation Decision Support System for Climate Change			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-04-4393-6 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010400258	IOT SERIAL NUMBER 104-024-6175	PROJECT NUMBER 102-TDB001
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Chiung-Wen Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiung-Wen Chang , Hsin-Hsun Huang(former division director) PROJECT STAFF: Chih-Kai Yang, Chung-Chin Lin, Pei-Yun Chu PHONE: +886 2 23496868 FAX: +886 2 27120223			PROJECT PERIOD March 2013 TO December 2013
RESEARCH AGENCY: Taiwan Research Institute PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chin-Wen Yang PROJECT STAFF: Chung-Huang Huang, Han-Pang Su, Chien-Wei Chen, Benjamin Tsai, Wen-Chien Yeh, Ping-Nan Chiang, Der-Chin Wang , Yin-Chia Su 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: transportation CGE model, information platform, GHG emission reduction, decision support systems (DSS)			
ABSTRACT: <p>In order to implement the MOTC's strategies to promote sustainable green transportation and to practice the policies of reducing carbon emission and conserving energy, the Institute of Transportation has been continuing to promote various plans regarding the transportation CGE model and information platform since 2010. In particular, the program has been incorporated into the structure set up for the "National Science and Technology Program" from 2010. Based on the results of projects of previous years, there are 4 main tasks in this project:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reviewing the structure and building the prototype of the "decision support system"; 2. Reviewing the structure and the assessment findings of the "transportation CGE model"; 3. Enhancing, maintaining and integrating the "information platform"; and 4. Updating and maintaining the educational website for green transportation. <p>Related results on the DSS of this project have been applied by the MOTC as valuable references in some importation situations, e.g.: attending the meeting of the Committee for the Promotion of Energy Conservation and Carbon Reduction (established by Taiwan's Executive Yuan) and discussing Zero Growth in Electricity Demand with the Bureau of Energy. In addition, this project has developed a human-computer interface prototype of DSS. Advanced policy options can be developed based on the results of this study. This project also holds three promotional events to supplement the website of green transportation in order to raise public awareness of the concept of green transportation.</p>			
DATE OF PUBLICATION February 2015	NUMBER OF PAGES 404	PRICE 320	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 緒論.....	1-1
1.1 計畫背景	1-1
1.2 主要研究工作項目	1-3
1.3 前期計畫成果摘要	1-5
1.3.1 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型	1-5
1.3.2 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台	1-6
1.3.3 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統	1-7
1.3.4 綠色運輸教育宣導網站改版	1-9
1.4 本年度研究架構與流程	1-10
1.5 本年度計畫成果摘要	1-11
1.5.1 相關文獻蒐集回顧	1-11
1.5.2 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型	1-12
1.5.3 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台	1-14
1.5.4 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統	1-14
1.5.5 綠色運輸教育宣導網站改版	1-15
1.5.6 其他工作項目	1-16
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 國內外運輸部門節能減碳政策與措施	2-1
2.1.1 COP18 最新政策發展	2-1
2.1.2 RIO 2012 焦點議題	2-3
2.1.3 國外運輸部門節能減碳政策	2-5
2.1.4 國內運輸部門節能減碳政策	2-18
2.2 國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢	2-22
2.2.1 間斷選擇模型與 CGE 模型整合	2-22
2.2.2 家計部門生產函數的應用	2-23
2.2.3 交通建設的經濟效益評估	2-24

2.2.4	所得分配與社會福利分析	2-25
2.2.5	小結	2-26
2.3	國內外運輸能源決策支援系統發展	2-27
2.4	國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果	2-31
2.4.1	科技部臺灣溫室氣體減量成本曲線	2-31
2.4.2	環保署低碳排放發展策略研析規劃	2-32
2.4.3	能源局運輸部門能源消費調查	2-33
2.5	本章小結	2-33
第三章	政策決策支援系統架構修訂與功能建置	3-1
3.1	政策決策支援系統之功能與定位	3-1
3.2	政策決策支援系統之架構與運作流程	3-5
3.2.1	政策決策支援系統架構	3-5
3.2.2	政策決策支援系統運作流程	3-8
3.2.3	運輸部門能源消耗與溫室氣體排放變化趨勢分析工具	3-11
3.2.4	能源效率警示指標	3-17
3.3	政策決策支援系統之政策評估模組	3-24
3.3.1	運輸部門溫室氣體減量政策選項	3-24
3.3.2	決策支援輔助模組	3-25
3.3.3	政策評估準則	3-35
3.4	運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統介面	3-40
3.5	本章小結	3-46
第四章	運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充	4-1
4.1	運輸 CGE 模型功能之擴充與建置	4-1
4.1.1	依所得區分家計部門類別	4-2
4.1.2	依家計生產函數理論建立私人運輸服務	4-9
4.1.3	建立間斷選擇模型與運輸 CGE 模型之整合機制	4-12
4.2	相關參數資料蒐集	4-15
4.3	溫室氣體減量政策評估	4-18
4.3.1	外部政策評估	4-19
4.3.2	內部政策評估	4-28
4.3.3	策略組合評估	4-29

4.4 本章小結	4-32
第五章 運輸部門能源科技研究方向建議.....	5-1
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-2
6.2 建議	6-5
參考文獻.....	參-1
附錄 1 計畫執行成果摘要.....	附 1-1
附錄 2 第一次專家學者座談會	附 2-1
附錄 3 第二次專家學者座談會	附 3-1
附錄 4 期中審查意見處理情形.....	附 4-1
附錄 5 期末審查意見處理情形.....	附 5-1
附錄 6 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台擴充與更新.....	附 6-1
附錄 7 綠色運輸教育宣導網站維護、改版與推廣	附 7-1
附錄 8 COP19 出國報告	附 8-1
附錄 9 ICCT 運算模式介紹.....	附 9-1
附錄 10 美國與我國節能減碳政策比較.....	附 10-1
附錄 11 國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢	附 11-1
附錄 12 單機版運算模式介面軟體.....	附 12-1
附錄 13 簡報資料.....	附 13-1

表目錄

表 1.5-1	課徵能源稅之情境設定.....	1-17
表 2.1-1	ASI 成功案例彙整	2-4
表 2.1-2	ICCT 各國運輸節能減碳政策彙整	2-6
表 2.1-3	TRB GHG 分析架構	2-17
表 2.1-4	運輸部門節能減碳總計畫各方案細部內容	2-19
表 2.3-1	CCAP 運輸排放手冊運算表	2-29
表 3.2-1	決策支援系統使用者介面.....	3-6
表 3.2-2	運輸部門溫室氣體排放之因素分解方法(1/2).....	3-12
表 3.2-3	公路客運燃油效率指標.....	3-20
表 3.2-4	公路貨運燃油效率指標.....	3-21
表 3.2-5	鐵路運輸、空運及水運能源密集度指標	3-22
表 3.2-6	公路客運及貨運能源密集度指標	3-23
表 3.3-1	運輸部門溫室氣體減量政策選項	3-24
表 3.3-2	我國規劃生質能源推動目標.....	3-27
表 3.3-3	「生質酒精添加」之敏感度分析結果	3-33
表 3.3-4	「生質柴油添加」之敏感度分析結果	3-34
表 3.3-5	「生質柴油添加」之敏感度分析結果	3-34
表 3.3-6	綜合指標設定權重與加總方法比較	3-39
表 4.1-1	戶數 5 等分位組之所得分配比與所得差距(2011 年)	4-3
表 4.1-2	運輸 CGE 模型社會會計矩陣架構	4-5
表 4.1-3	運輸 CGE 模型前(101)期社會會計矩陣編製結果示意表.....	4-6
表 4.1-4	運輸 CGE 模型擴充後社會會計矩陣編製結果示意表	4-7
表 4.1-5	通勤/通學時間	4-12
表 4.1-6	主要活動時間分配(總平均)	4-13
表 4.1-7	納入時間之運輸 CGE 模型社會會計矩陣架構	4-14
表 4.2-1	Nganou (2005)之價格彈性與所得彈性	4-17
表 4.3-1	運輸部門節能減碳政策情境設定說明	4-30
表 4.3-2	運輸部門節能減碳政策組合影響評估	4-31
表 5-1	本所近年 A-S-I 政策與決策支援系統相關之計畫	5-3
表 5-2	本所歷年能耗與排放量及運輸行為調查相關文獻	5-5

表 5-3	未來 5 年運輸部門能源科技研究方向建議	5-8
-------	----------------------------	-----

圖目錄

圖 1.1-1	本計畫歷年研究成果	1-2
圖 1.3-1	101 年運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台架構圖	1-7
圖 1.3-2	101 年計畫決策支援系統之初始介面	1-8
圖 1.3-3	101 年計畫決策支援系統政策評估選項頁面	1-8
圖 1.3-4	101 年計畫決策支援系統政策評估結果頁面	1-9
圖 1.4-1	研究架構圖	1-10
圖 2.1-1	各種類型政策路徑排放推估	2-7
圖 2.1-2	各國家實施減量政策之減排成效	2-8
圖 2.1-3	綠色運輸法展政策核心架構圖	2-21
圖 2.2-1	REFIT (2006)之運輸永續衝擊評估架構	2-26
圖 2.3-1	WadBOS 輸出結果-政策選擇	2-28
圖 3.1-1	Avoid-Shift-Improve-Transform (A-S-I-T) 架構圖	3-1
圖 3.1-2	ICCT 之減量策略類別	3-1
圖 3.1-3	Keesom, et al. (2012)之各種類型政策排放路徑圖	3-3
圖 3.1-4	ICCT 之各種類型政策排放路徑圖	3-4
圖 3.2-1	運輸部門節能減碳決策支援系統架構規劃	3-5
圖 3.2-2	運輸部門節能減碳決策支援系統運作流程	3-8
圖 3.2-3	CO ₂ 排放趨勢分析結果(客運)	3-15
圖 3.2-4	CO ₂ 排放趨勢分析結果(貨運)	3-15
圖 3.2-5	能源效率警示指標介面	3-19
圖 3.2-6	歷年客運燃油效率變動狀況	3-20
圖 3.2-7	歷年貨運燃油效率變動狀況	3-21
圖 3.2-8	歷年鐵路運輸、空運及水運燃油效率變動狀況	3-22
圖 3.2-9	歷年公路客運及貨運燃油效率變動狀況	3-23
圖 3.3-1	政策評估流程與模組之關聯性	3-25
圖 3.3-2	替代燃料政策流程圖	3-28
圖 3.3-3	自用小客車登記車輛數	3-29
圖 3.3-4	營業小客車登記車輛數	3-30
圖 3.3-5	自用小客車登記車輛車齡分佈	3-31
圖 3.3-6	營業小客車登記車輛車齡分佈	3-31

圖 3.3-7 車輛汰舊換新政策評估流程圖	3-32
圖 3.3-8 「生質燃料添加」與「汽車汰舊換新」敏感度分析結果比較 ..	3-35
圖 3.4-1 政策決策支援系統介面-登入後畫面	3-40
圖 3.4-2 政策決策支援系統介面-能源效率警示系統操作畫面	3-41
圖 3.4-3 政策決策支援系統介面-能源密集度結果呈現變化率畫面	3-41
圖 3.4-4 政策決策支援系統介面-能源密集度變化圖呈現畫面	3-42
圖 3.4-4 政策決策支援系統介面-排放趨勢分析畫面	3-42
圖 3.4-6 政策決策支援系統介面-情境假設操作畫面	3-43
圖 3.4-7 政策決策支援系統介面-節能減碳政策選項操作畫面	3-44
圖 3.4-8 政策決策支援系統介面-節能減碳政策策略比較結果畫面	3-45
圖 3.4-9 政策決策支援系統介面-查詢方案組成操作畫面	3-45
圖 4.1-1 戶數五等分位組之所得分配比與所得差距	4-2
圖 4.2-1 我國所得分配變化趨勢	4-16
圖 4.3-1 國際原油價格變化趨勢	4-19
圖 4.3-2 國際原油價格指數與國內油品價格指數變化趨勢	4-20
圖 4.3-3 國際原油價格上漲對國內經濟與運輸部門之影響途徑	4-23
圖 4.3-4 課徵能源稅對國內經濟與運輸部門之影響途徑	4-25
圖 4.3-5 國內發電量結構	4-26
圖 4.3-6 核能政策對國內經濟與運輸部門之影響途徑	4-27
圖 5-1 運輸部門節能減碳政策路線規劃流程	5-1

第一章 緒論

1.1 計畫背景

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 年要回到 2000 年的水準。98 年 12 月成立「節能減碳推動會¹」，督導落實「國家節能減碳總行動方案」，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」。

而在計畫辦理需求方面，交通部運輸研究所(以下簡稱本所)已於 101 年 1 月 9 日召開「102 年度能源國家型科技計畫需求研商會議」，確認辦理此計畫之必要性。

「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。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，對於各種相關之模型架構進行初步探討。

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 3 方面同時納入考慮。因此本所又分別於 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」，以及 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」等計畫。且為整合本所能源科技主要計畫之資料，並做為模型之輸入資料庫及輸出平台，亦於 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如圖 1.1-1 所示。

¹「行政院節能減碳推動會」與「行政院新能源發展推動會」經行政院於 103 年 5 月 20 日核定合併更名為「行政院綠能低碳推動會」

計畫名稱

1. 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量模型評估架構之建立 (MOTC-IOT-99-TDB003)
2. 建構運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台 (MOTC-IOT-99-TDB004)

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；能源、經濟相關之溫室氣體減量整合評估模型。

政策決策系統整合評估模型

1. 提出適合運輸部門與現有運輸需求分析模型結合難度較低之評估模型，即運輸 CGE 模型；提出運輸-經濟整合模型基本架構，規劃整合流程，並定義所需參變數及資料來源；
2. 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. 完成 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. 建置四項資料庫與排放清冊推估模型庫；
4. 研提運輸場站節能減碳行動計畫。

綠色運輸教育宣導網站

1. 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立 (MOTC-IOT-100-TDB001)
2. 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 (MOTC-IOT-100-TDB002)

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 教學模型；
3. 完成運輸 CGE 模型參數校估；
4. 建立運輸部門能源消費趨勢；
5. 規劃政策決策支援系統架構。

1. 完成「2025 年提升公共運輸使用率至 30%」案例分析，納入分析之政策工具包括油品價格、汽機費隨油徵收、補貼公共運輸票價；
2. 推估運輸部門減量成本，配合前期推算之減量目標，提出運輸部門減量責任分擔之合理方式；
3. 估算運輸目標與行動方案成效；
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；
5. 計算運輸部門成本有效之減量目標。

1. 資料庫與知識庫檢核擴充；
2. 模式庫新增 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。

1. 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之應用 (MOTC-IOT-101-TDB001)

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. 研析國內外模型整合評估流程；
3. 探討國內外運輸部門節能減碳決策支援系統。

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並再次進行推估；
4. 完成各運具運量及能源消費之基礎推估；
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、汽機費隨油徵收、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. 修正資料庫架構；
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. 完成整合本所能源國家型計畫成果。

1. 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立 (MOTC-IOT-102-TDB001)

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. 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部門節能減碳相關研究。

1. 檢討並修訂政策決策支援系統架構與運作流程；
2. 擴充運輸 CGE 模型理論架構，包括客戶依所得分類、家計生產函數與時間投入、與間斷選擇模型整合；
3. 開發模型操作介面；
4. 建立輔助模型組；
5. 建立運輸部門排放成長趨勢分析工具；
6. 建立節能源政策警成指標；
7. 建立節能源政策警成指標；
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，擴增際原油價格、汽機費隨油徵收、補貼公共運輸票價之模擬情境；
2. 新增電單車、補貼、生質燃料、車輛汰舊換新等政策評估；
3. 提供能源稅課微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. 更新節能源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，以滿足決策支援系統需求為目標。

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

2010

2011

2012

2013

資料來源：本計畫繪製。

圖 1.1-1 本計畫歷年研究成果

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」計畫已開發節能減碳政策評估模型，藉由同時納入經濟、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，建立我國總體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。

本計畫旨在依據前揭 101 年度計畫成果，除持續檢討修正評估模型與資訊平台使運輸部門節能減碳評估工具更為完善外，本年度以建置「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」為主要工作，並運用該系統進行案例分析。因此本年度已陸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、模型與資料庫擴充與修訂、政策評估分析、模型運算軟體與介面開發、資訊平台內容擴充與修訂、運輸部門因應氣候變遷決策支援系統檢討與建置、綠色運輸教育宣導網頁維護與推廣、參與 COP19²，以及舉辦專家學者座談會等工作。

1.2 主要研究工作項目

本計畫於主要工作項目如下：

1. 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，釐清計畫間彼此之關聯性，以做為本計畫發展方向修訂之參據。
- (2) 蒐集國外能源、經濟與運輸整合模型相關之最新發展趨勢。
- (3) 蒐集國內外運輸能源相關決策支援系統之最新發展趨勢。
- (4) 蒐集國內外運輸部門推動節能減碳相關政策與措施資料，以做為我國研訂運輸部門節能減碳政策之參考。

2. 辦理運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之修訂與擴充

- (1) 以前(101)年度所發展之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架構為基礎，依決策支援系統之功能需求，進行模型功能之擴充與建置，並蒐集相關參數資料。
- (2) 依決策支援系統之需求，針對各種節能減碳策略以及策略組合，應用模型進行相關溫室氣體減量政策評估分析。

² COP19：「聯合國氣候變化綱要公約第 19 次締約國大會暨京都議定書第 8 次締約國大會。」

- (3) 開發可用於個人電腦之模型運算軟體，將主要之情境設定參數及可由使用者自行設定之相關參、變數設為可操作之選項，並提供視窗化之輸入介面與輸出畫面。
3. 持續進行前(101年)期運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台內容擴充
 - (1) 基本資料庫擴充，包含社經、運輸、能源及溫室氣體排放等，以及本所能源相關研究計畫所構建之模型資料。
 - (2) 知識庫功能及資料擴充，包含國外運輸與能源發展趨勢內容，至少每月更新1次，並建置評(討)論功能；另法規、政策、技術發展等相關知識內容至少每季更新1次。
 - (3) 模式庫之檢討與更新，包括現有評估模組功能檢討與更新，以及評估納入本所能源相關研究計畫所構建模型之必要性。
4. 進行政策決策支援系統之建置
 - (1) 以前一(101)年期政策決策支援系統規劃成果為基礎，進行整體功能架構之檢討修訂。
 - (2) 透過定期之公務統計資料，建立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，並建立運輸部門系統別之能源效率警示指標，以提供決策支援系統狀況監測與事件警示之功能。
 - (3) 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，完成輔助模組設定。
 - (4) 配合運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之修訂及輔助評估模組開發，更新與擴充決策支援系統之溫室氣體減量政策選項。
 - (5) 政策評估準則之檢討與修訂。
 - (6) 進行實際操作與展示。
 - (7) 研提未來發展方向。
5. 綠色運輸教育宣導網頁之維護、改版與推廣
 - (1) 介面與使用便利性之檢討與修訂。
 - (2) 舉辦3次有獎推廣活動。
 - (3) 每週更新網站及社群專頁之新聞性或議題資料。

- (4) 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至少更新 1 次。
 - (5) 研訂國中及國小之綠運輸教案各 1 份。
 - (6) 網站臨時性資安問題處理。
6. 其它相關工作項目
- (1) 參加 COP 19 或其它國際相關會議，以掌握國際最新趨勢資訊，並提出報告。
 - (2) 辦理國內專家學者座談會 2 場，針對相關課題徵詢意見凝聚共識。
 - (3) 研訂未來 5 年本所能源科技計畫研究項目與內容。
 - (4) 配合國內相關政策發展及本所需要，適時提供相關議題之諮詢與評估分析，並協助本所處理相關資料整理及研析工作，以及歷年相關研究成果整理與持續維護。

1.3 前期計畫成果摘要

本年度重點工作包括「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充」、「運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台擴充與更新」、「政策評估決策支援系統架構修訂與功能建置」、「綠色運輸教育宣導網頁維護、改版與推廣」等項，皆為延續前年度(101)研究成果進行修訂與功能擴充。茲將前年度(101)研究成果摘要說明於下。

1.3.1 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型

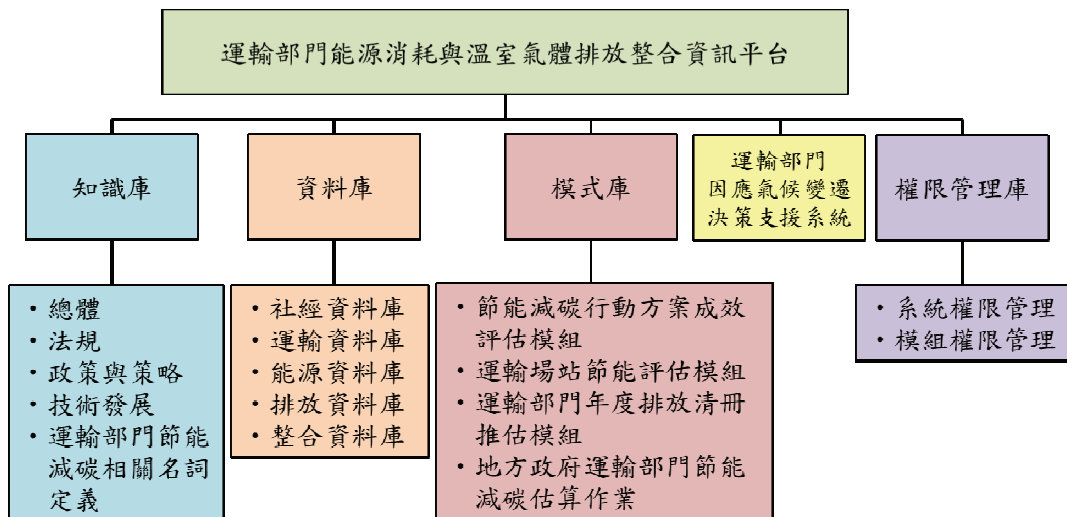
前年度(101)運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型主要工作包括檢視模型設定、修正基線校估流程、更新資料庫並重新校估基線，最後檢討提升公共運輸使用率策略之模擬評估，提出修正後評估結果。主要成果包括：

- (1) 完成旅行時間文獻回顧，並完成模型設定；雖然時間分配理論由來已久，但在「可計算一般均衡(Computable General Equilibrium, CGE)模型」之應用尚屬起步階段，故應持續修改模型完成實證評估功能；

- (2) 能源消耗資料庫更新，並完成基線校估，惟能源平衡表公布時間較晚，未及完成運具別能源消耗資料更新，應持續完成；
- (3) 建立模型驗證程序，使運輸 CGE 模型與輔助模組間之溝通方式逐步完善；
- (4) 利用修訂後模型進行提升公共運輸使用率之情境模擬分析，並得到以下結論：
 - A. 油價波動對 GDP 之影響顯著，GDP 隨著油價的增加而減少；
 - B. 油價上漲、隨油徵收、電動車補助、票價補貼等 4 項情境皆具減量效果，其中以油價上漲之減量效果最顯著，隨油徵收次之，票價補貼效果較微小；
 - C. 油價上漲帶來的經濟衝擊，超越其帶來的減量效果，使得總體減量成本為 4 種情境中最高；隨油徵收則具正面效果，可在減量同時改善 GDP；
 - D. 燃料成本的增加可有效的使私人運輸轉移至公共運輸，但票價補貼卻有可能創造更多的運輸服務需求；客運運輸服務總量的成長，使票價補貼情境下之提升公共使用率效果最大。

1.3.2 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台

本所於民國 99 年、民國 100 年接續執行「建構運輸部門能源使用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」2 項計畫。101 年度除持續針對平台功能進行擴充與維護，包括整體及各細項功能之檢討、更新與擴充工作外，首度將本所「能源國家型計畫成果」整合並納入平台中。目前對於運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台之建置與功能擴充已漸趨完備，本節綜合回顧此 3 年計畫成果，做為本計畫後續平台功能維護與擴充之基礎。資訊平台架構區如圖 1.3-1，可分為「知識庫」、「資料庫」、「模式庫」、「運輸部門因應氣候變遷決策支援系統」與「權限管理庫」。



資料來源：本所

圖 1.3-1 101 年運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台架構圖

1.3.3 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統

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之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，而對資訊的解讀及對達成目標程度之權衡端視使用者而定。

101 年度之決策支援系統主要以總體型運輸 CGE 經濟模型為分析工具，主要完成之項目包含兩項：

1. 提供以網頁為介面之線上決策支援系統：將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」之架構中，與最新消息、計畫背景、知識庫、資料庫與模式庫併列主要選單。名為「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」(圖 1.3-2)。
2. 產生決策支援資訊：藉由決策支援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。

101 年度之決策支援系統針對 8 種情境與政策之組合透過 CGE 經濟模型進行評估，選項分別為「國際能源價格上漲」、「燃料費隨油徵收」及「大眾運輸票價補貼」。模擬結果可同時以圖形與數字方式呈現，使用者可分別檢視該政策施行後對 CO₂ 排放量、GDP、能源消耗量及運量之影響；並可針對不同政策所造成之影響選擇評估準則進行比較並將結果以表格之方式呈現(圖 1.3-3、圖 1.3-4)。



圖 1.3-2 101 年計畫決策支援系統之初始介面



圖 1.3-3 101 年計畫決策支援系統政策評估選項頁面

方案	預測年	排碳量 (千公噸)	減量經濟成本 (百萬元)	成本有效性 (千公噸/百萬元)
自由化(基年)	2025	36,040	21,712,220	0.0017
	2030	38,516	24,449,283	0.0016

方案	預測年	減碳潛力 (千公噸)	減量變動經濟成本 (百萬元)	成本有效性 (千公噸/百萬元)
油價上漲	2025	26,614	-247,982	-0.1073
	2030	28,189	-314,247	-0.0897
隨油徵收	2025	33,229	58,273	0.5702
	2030	35,532	54,833	0.648
補貼票價	2025	36,058	-1,790	-20.1441
	2030	38,545	-1,279	-30.1368
油價上漲+隨油徵收	2025	25,275	-200,972	-0.1258
	2030	26,970	-231,842	-0.1163
油價上漲+補貼票價	2025	26,636	-249,844	-0.1066
	2030	28,221	-286,152	-0.0986
隨油徵收+補貼票價	2025	33,249	59,338	0.5603
	2030	35,548	70,094	0.5071
油價上漲+隨油徵收 +補貼票價	2025	25,296	-202,831	-0.1247
	2030	26,998	-234,518	-0.1151

圖 1.3-4 101 年計畫決策支援系統政策評估結果頁面

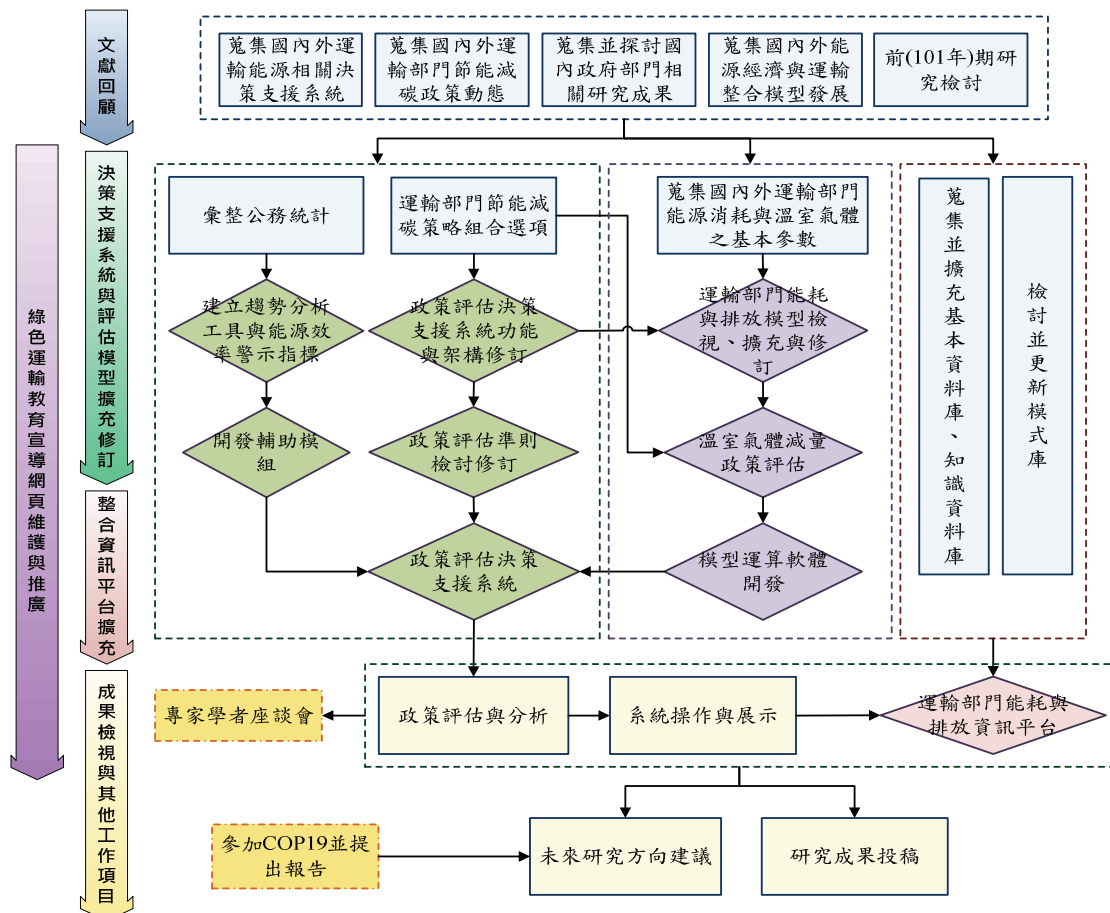
1.3.4 綠色運輸教育宣導網站改版

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查詢綠色運輸系統的相關知識、綠色運輸系統相關訊息、科技新知、法令解釋、專業技術、研究成果、統計資料等相關訊息，及設置討論論壇之溝通管道，並提供線上教學、檔案下載、Q&A 等服務，達到教育推廣、快速查詢相關資料並交換相關議題之功能，以促進社會大眾對綠色運輸系統的共識，有利於未來綠色運輸系統相關專案的推動，進而減少能源消耗及溫室氣體排放。

本網站於 99 年完成第 1 版建置，本計畫據以進行網站改版並提升其相關功能。101 年成果在版面修改部分，重新設計與繪製網站圖示，以增加版面之生動性與操作性，增加民眾使用意願；在使用便利性部分，結合「社群網站」功能以因應最新資訊科技使用行為趨勢，同時依據行政院研考會無障礙網頁設計規範進行設計修改，達成本網站使用無障礙化以提供各類使用者相同的綠運輸資訊；在宣導與推廣部分，透過成立「GreenTransport 綠色運輸 facebook 粉絲團」，舉辦了 3 波粉絲團活動及 3 波發燒網活動，藉此提高推廣綠色運輸教育宣導網站之人氣，截至 2012 年 12 月底，網站瀏覽人次共 7,550 人，而粉絲團人數共 3,841 人。

1.4 本年度研究架構與流程

依據本年度計畫工作項目，茲將整體研究架構與流程規劃如圖 1.4-1，將分別由文獻回顧、決策支援系統、模型擴充、資訊平台擴充、綠色運輸網頁維護等項逐步完成。並於執行過程中，針對決策支援系統政策評估功能與成果規劃 2 次專家學者座談會；此外為掌握國際最新趨勢資訊，規劃參加 COP 19 會議，並提出報告。



資料來源：本研究繪製。

圖 1.4-1 研究架構圖

1.5 本年度計畫成果摘要

1.5.1 相關文獻蒐集回顧

1. 節能減碳政策與措施

本年度計畫針對運輸部門相關節能減碳作為進行資料更新，主要包含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，相關內容請參閱報告 2.1 節。

2. 政府部門運輸節能減碳相關研究

本年度計畫針對 101 年度能源國家型科技計畫《臺灣溫室氣體減量成本曲線》、行政院環境保護署 101 年度施政委辦專案計畫針對《我國低碳排放發展策略研析規劃》及能源局運輸部門能源消費調查進一步的探討，相關內容請參閱報告 2.4 節。

3. 能源、經濟與運輸整合模型

延續前(101)年度建構之運輸部門整合模型，係由較總體層面分析不同運具間運輸服務需求替代的可能性及策略影響，為進一步掌握運具持有與使用選擇之細部差異，參酌國際研究整合方法，本計畫擬引用本所「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」之研究成果，在模型中納入我國運具選擇特性；在家計部門生產函數概念，本計畫已於前(101)年度納入模型，本計畫擬持續將該模型架構進一步實證化，相關內容請參閱報告 2.2 節。

4. 運輸能源決策支援系統

前期計畫中已針對決策支援系統內涵進行說明並介紹部分案例，考量本計畫可能包含數項策略之減碳量計算模組，需針對單一或數個策略進行評估與組合，且內容涉及氣候變遷領域及運輸能源，本年度計畫更進一步探討 ICCT 的全球運輸路徑圖模型及美國潔淨空氣政策中心(Center for Clean Air Policy, CCAP)運輸排放手冊，相關內容請參閱報告 2.3 節。

1.5.2 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型

延續前(101)期成果，本年度運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型除了由理論架構、資料更新、功能擴充等面向持續修正外，主要工作為配合政策決策支援系統建置，進行政策評估與系統建立作業。因此本年度主要成果包括：

1. 擴充模型理論架構

隨著評估政策與議題趨於多元，關注層面更為廣泛，運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型必須針對運輸部門，從理論架構到議題應用進一步擴充分析功能。相較於前期計畫，本年度由理論架構著手，新增模型功能包括依所得區分家計部門類別並建立所得分配與福利等社會面指標、建立家計生產函數並納入時間成本、建立間斷選擇模型與運輸 CGE 模型整合機制等。模型功能擴充之相關內容請參閱報告 4.1 節。

2. 相關參數資料蒐集

配合模型理論架構擴充，並為後續之實證分析做準備，本年度由文獻及相關研究中，蒐集模型所需參數與統計資料，除完成運輸 CGE 模型擴充所得階層後之社會會計矩陣資料編製工作(詳如第四章表 4.1-3)外，並彙整國民主要活動之時間分配現況(詳如第 4 章表 4.1-4 與表 4.1-5)、所得分配現況(詳如第 4 章表 4.1-6)以及相關參數資料(詳如第 4 章表 4.2-2)。

3. 溫室氣體減量政策評估

為滿足政策決策支援系對運輸部門節能減碳政策評估與決策支援之功能，本年運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型設計多組政策工具，在考慮政策配套情況下，進行減量成效評估。由於運輸部門能源消費型態同時受到非運輸之外在環境與運輸部門內部政策之影響，因此本研究將政策工具依屬性區分為兩類。外在條件部分，本年度選擇國際原油價格上漲、核能政策與能源稅政策為評估案例；內部政策工具則以公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助為分析案例。相關評估過程與細節請參閱 4.3 節。依據評估結果，本研究得到重要結論如下，：

- (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，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%；

- (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；
- (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。

4. 模型運算軟體開發

運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之求解工具為 GAMS，由於模型較為複雜，使用之資料亦十分多元，為改善模型可操作性，本年度針對運輸 CGE 模型開發單機版運算操作介面，提供使用者 (設定對象為本所) 修改模型參數、選擇模擬變數、設定衝擊幅度、求解以及結果比較等功能，讓使用者即使在不瞭解 GAMS 程式語言情況下，仍能進行政策模擬評估工作。介面之開發成果呈現於附錄 12。

1.5.3 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台

資訊平台之目標功能包括彙整國內外運輸能源消耗及溫室氣體排放基礎與推估資料、整合本所節能減碳相關研究成果、做為節能減碳知識交流平台、提供相關單位節能減碳決策支援功能。資訊平台設定之目標使用者為交通運輸專業人員，包含交通部部屬機關人員、本所人員、其他政府機關人員、學術研究人員等。因此運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台與所內綠色運輸教育宣導網站之使用者(一般民眾)有所區隔。

為使資訊平台得以永續運行，良好之維護機制有其必要性，本年度計畫除進行各項資料之更新維護外，強化網站視覺、建置評(討)論區功能、開發後台管理機制為本年度重點工作。討論區功能新增於知識庫，期望能提昇平台與使用者的互動關係，使用者可針對知識庫相關文章進行意見討論；此外，知識庫亦每月更新 1 次國外運輸與能源發展趨勢內容與每季更新 1 次法規、政策、技術發展等相關知識內容。後台管理介面部分，管理者可透過輸入帳號密碼進入後台管理平台，主要功能包含管理者、使用者/會員管理、資料編輯與上架異動管理、意見回覆功能、及統計記錄功能等，未來具有權責之人員將可於後台進行資料新增或編修工作而無須資訊開發人員之介入。資訊平台相關工作內容與成果請參閱附錄 6。

1.5.4 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統

基於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之節能減碳政策進行分析與評估，因此系統之功能、資料、評估工具、評估流程，以及篩選機制皆須視使用者及需要評估之政策選項而量身訂製。

綜觀國內外決策支援系統運作方式，大多以累積個別策略效果，經線性加總呈現政策成效，但對於運輸部門氣候變遷政策而言，因策略彼此間存在競合關係，而策略與策略相互牽動，使得個別策略成效並不適宜直接累計成為策略配套後之總效果。

因此有別於前(101)期成果，本研究首先盤點非運輸及運輸部門之節能減碳相關策略，再依策略屬性規劃政策評估流程與適用工具，接著按規劃流程進行評估並據以檢討修正決策支援系統介面功能，最後提供使用者政

策評估結果比較與篩選功能，以呈現在不同政策目標下之可行策略組合。

本年度已完成節能減碳策略盤點工作，並提出國際原油價格上漲、核能政策、能源稅政策、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、汽車汰舊換新等策略之評估成果，重新檢視決策判斷指標，並為決策支援系統新增策略比較與篩選之功能。而整個決策支援系統已開發完成之功能包括：(1)系統簡介；(2)能源效率警示指標；(3)排放趨勢分析模組；(4)策略選擇；(5)策略比較等 5 項，詳細系統開發成果說明請參閱第三章。

1.5.5 綠色運輸教育宣導網站改版

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、及減少能源消耗及溫室氣體排放等目標。

因此為提昇視覺介面、強化功能性與增加使用便利性，本年度規劃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。

為增進綠色運輸教育宣導網站之曝光率與使用人數，本年度亦規劃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，並增進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，因此本年度舉辦之 3 次推廣活動係分別針對不同對象設計；其中，第 1 次之中小學綠色運輸教案競賽徵選活動係以中小學教師及教學為主；第 2 次之綠色心生活照片徵選活動則以一般民眾為對象；至於第 3 次的從行愛地球繪畫比賽則以幼稚園及國小學童為主體。

截至 2013 年 11 月為止，網站瀏覽人次共 63,162 人。教案競賽徵選活動共計有 38 件教案參賽，評選出第 1 名 1 件作品、第 2 名 1 件作品、第 3 名 2 件作品以及佳作 4 件作品，並於 10 月 22 日假開南大學舉行頒獎典禮。從行愛地球繪畫比賽共計有 1,200 件作品參加徵選，並於 11 月 19 日於網站公布得獎名單。至於綠色心生活照片徵選活動預計於 2013 年 12 月 2 日

活動截止，於 2013 年 12 月 13 日於網站公布得獎作品。

此外本研究亦於改版後之綠色運輸教育宣導網站每週更新網站及社群專頁新聞議題資料，並更新生活具體作法、政府具體作為、綠色運輸研究室等內容。網站資安問題處理部分，主要以 OWASP ZAP³資安偵測軟體進行偵測，以確保網站安全運作無虞。以上綠色運輸教育宣導網站相關內容請參閱附錄 7。

1.5.6 其他工作項目

1. 參加「聯合國氣候變化綱要公約」(UNFCCC)第 19 次締約國大會 (COP19)

COP19 為國際因應氣候變遷與擬定節能減碳策略之重要會議，因此本計畫由本所許義宏助理研究員與研究團隊陳建緯研究員參加環保署所組成之團隊，自 11 月 15 日至 11 月 25 日赴波蘭華沙參與盛會，並於返國後提出出國報告書，彙併於附錄 8。

2. 辦理國內專家學者座談會 2 場

本計畫已分別於 7 月 1 日及 11 月 6 日舉辦兩場次專家座談會，分別針對政策決策支援系統架構以及政策評估流程就教於國內專家，專家學者所提建議對本研究助益良多，並參酌修正本研究發展方向。座談會會議紀錄請參閱附錄 2 與附錄 3。

3. 研訂未來 5 年本所能源科技計畫研究項目

鑒於我國雖已明確的訂定減量目標，並於國家節能減碳總行動方案與運輸白皮書-綠運輸篇提出短、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，本研究研提數項研究方向建議，做為未來 5 年運輸部門能源科技研究之參考，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)國際節能減碳作為與其影響。相關內容請參閱第五章。

³ ZAP 是由 OWASP 計畫所推出的網頁弱點掃描工具，使用在針對網站滲透測試過程中的檢測網站步驟中，可搭配其它檢測工具進行交叉比對掃描出來的結果，降低誤判的機率。

4. 提供相關議題諮詢與評估分析

經濟部於 101 年 7 月 30 日召開「電力零成長評估機制」跨部會協商會議，並提出電力零成長評估機制規劃；本所依交通部指示配合進行評估。爰此，本計畫本(102)年度於 3 月 29 日提出至 2030 年運輸部門在面對有無課徵能源稅情況下之用電需求變化(考慮情境如表 1.5-1 所示)，以檢視運輸部門達成用電零成長目標之可能性。評估結果在情境 1 下將造成 GDP 較基準情境損失 0.17%至 0.22%之間，情境 2 將造成 GDP 損失在 0.09%至 0.14%之間；由於燃料使用成本增加，情境 1 將使客運運量減少 0.08%至 0.40%，貨運減少 0.03%至 0.05%，情境 2 則使客運運量減少 0.07%至 0.38%，貨運運量減少 0.03%至 0.06%；隨著運量的萎縮，運輸部門整體用電量在情境 1 將較基準情境下降 0.15%至 1.19%，在情境 2 下降 0.16%至 1.21%。分析結果顯示能源稅的課徵有助於抑低運輸部門用電量。

表 1.5-1 課徵能源稅之情境設定

政策工具	情境與節電量推估說明	導入年(N)
能源稅 (財政部)	情境 1 ：以油氣類貨物稅稅額加計每公噸二氧化碳減量成本 500 元 計算碳稅稅額之合計數為能源稅稅額	2015 年
	情境 2 ：消費用能源按減碳成本 400 元 計算碳稅稅額，生產用能源按減碳成本 140 元 計算碳稅稅額，加計油氣類貨物稅稅額之合計數為能源稅稅額	2015 年

資料來源：經濟部能源局，電力零成長情境對各部門衝擊影響與因應對策研商會議(102.03.21)。

5. 研究成果投稿

本研究已彙整相關研究成果投稿於 2013 年 5 月在湖南長沙舉辦之「APEC Conference on Low Carbon Town and Physical Energy Storage」，投稿文章題名為「A Framework to Evaluate Green Transportation Policy: Integration of Discrete Choice and CGE Model」。

第二章 文獻回顧

2.1 國內外運輸部門節能減碳政策與措施

為了紓緩全球暖化與能源耗竭的問題，世界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。從聯合國於 1997 年召開的聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第 3 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 8 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 10 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。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 COP18 最新政策發展

2012 年聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第 18 次締約國會議(COP18)暨京都議定書第 8 次締約國會議(CMP8)於 11 月 26 日至 12 月 8 日於卡達首都多哈市(Doha City, Qatar)舉辦。

COP18/CMP8 會議因京都議定書於 2012 年底到期而具有其特殊性，重要議題包括：(1)京都議定書的第二承諾期是否順利展延、展延期限、減量目標制定、第一承諾期剩餘配額之處置等；(2) 清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)與新市場機制(New Market Mechanism, NMMs)扮演的角色；(3)綠色氣候基金(Green Climate Fund)的資金來源與運作方式；以及(4)針對共同願景(Common Vision)、減緩(Mitigation)、調適(Adaptation)、技術移轉(Technology Transference)、財務(Finance)、能力建置(Capacity Building)等方向，討論綜合性之行動方案。

本次 COP18/CMP8 會議經兩個星期正規會議協商討論後，仍無法取得共識，經由展延 1 天緊密協商後，總算於 2012 年 12 月 8 日晚間達成最終決議，並將成果統稱為「杜哈氣候途徑」(Doha Climate Gateway)，重要的成果可摘錄如下：

1. 京都議定書修正 (Amendment of the Kyoto Protocol)

目前全球唯一約束溫室氣體排放的條約京都議定書，在 2012 年 12 月 31 日到期後，將進入「第二承諾期」。新效期自 2013 年 1 月 1 日生效，至 2020 年底結束；目前只約束歐盟 27 個會員國及澳洲、瑞士等 10 個工業國。

2. 全球協議時間表與決心

各國希望於 2015 年前草擬新氣候變遷方案，2020 年起取代京都議定書；新協議將以約束全球所有國家為目標邁進。此外，提高減碳企圖心(ambition)與各項減碳加強行動也必須一併討論。會議並指出，協議草擬條文須在 2015 年 5 月前定案。

3. 關於長期氣候資金 (Long-term climate finance)

已開發國家再度承諾將於 2020 年之前撥款 1,000 億美元，用於協助發展中國家的氣候調適與減碳。協議中同時鼓勵已開發國家於 2013-15 年持續提供至少等同於 2010-2012 提供之金額以協助發展中國家之接軌。德國、英國、法國、丹麥、瑞典、及歐盟執行委員會於杜哈宣布了約 60 億美元之資金保證。

4. 關於損失與傷害 (Loss and damage)

對於發展中國家因氣候變遷(如海平面上升、極端氣候等)所遭受損失的評估與計算，將於明年開會時再進行細部討論。

2.1.2 RIO 2012 焦點議題

2012 年 6 月 22 日聯合國永續發展會議（United Nations Conference on Sustainable Development, UNCSD）於巴西里約(RIO)辦理「地球高峰會」，會議名稱亦簡稱 RIO 2012 或 Rio+20。該會議相關焦點議題摘述如下。

運輸部門因快速發展的經濟發展而呈現迅速而大幅的成長，且趨勢正在持續中。依據國際運輸論壇(International Transport Forum, ITF)的預測，到 2050 年非 OECD 國家運輸總量將較 2000 年增加 4 至 5 倍，其中客運將成長 5 至 6 倍。

都市化程度的快速演變為運輸結構大幅轉變的重要因素，中國與印度的都市人口將在未來 20 年間合計增加 5 億人(UNCSD, 2012)，這表示都會區運輸服務必須快步跟上，以免都會區擴展帶來的交通擁擠，並確保商品與服務的良好流通。

有鑑於此，電動車產業的發展及傳統汽車工業轉型均有其必要性和急迫性，而未來的基礎建設、再生能源相關稅制的設計、及運輸政策，亦須有創新性的思維及結構性的轉變。自 WSSD 以來，私人運具的無限制發展為永續發展的願景埋下陰影，當交通基礎建設為了滿足快速的經濟與社會發展，創造更多的就業機會、市場、學校、與健康，隨之而來的空氣污染、交通事故、交通擁擠將造成 5%至 10%之 GDP 損失(UNCSD, 2012)。因此，基於永續運輸觀點，充分考量運輸部門潛在的碳足跡已為必然趨勢。雖然發展中國家之運輸部門的人均排放量仍低於 OECD 國家，但全球運輸部門 GHG 排放增量有 90%來自發展中國家，且大多來自私人運輸與貨運。

在上述發展趨勢下，過去以提供人、物傳送的運輸服務使命，將重新由避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)為思考主軸，說明如下：

1. 避免(Avoid)

透過改善商品與服務供應之可親近性，避免不必要的運輸需求，例如整合土地利用與運輸政策以達成此目的。

2. 轉變(Shift)

將運輸模式轉往更有效率的運具，利如鼓勵乘客搭乘非機動或公共運具，促使貨運改以軌道或水上運輸傳遞。

3. 改善(Improve)

透過更有效率之新型技術引進或創新，改善既有運輸模式的碳密集度(或能源密集度)。

運輸在多數國家被視為 1 個經濟部門，其對 GDP 之直接貢獻約在 5% 至 10%之間，而其間接貢獻(創造的就業、市場、貿易)則相當難以量化，這種特性使得 2012 年聯合國永續發展會議(Rio+20)特別重視。Rio+20 針對如何運用 ASI 原則達成綠色經濟成長及永續發展目標，彙整出多項策略(表 2.1-1)，包括技術進步、效率改善、需求限制、消費行為改變等。消費行為改變可包括私人運輸移轉至公共運輸或非機動運具，需求限制包括車輛數管制、車輛配額拍賣等，均為各國發展綠色運輸所不可忽視的課題。

表 2.1-1 ASI 成功案例彙整

主軸	策略	應用國家或地區
避免不必要的運輸	車輛數配額拍賣	新加坡、上海、北京
	擁擠費	倫敦、斯德哥爾摩、米蘭
	貨運稅(費)	德國
	大規模整合土地利用計畫	
轉變為有效率運輸模式	公車捷運化	超過 100 個城市採用，多數為發展中國家
	公共自行車	超過 200 個城市採用，多數為發展中國家
	軌道運輸	許多城市採用
	人行步道化	許多城市採用
改善密集度	減少地區性污染計畫	
	燃料品質標準	
	電動機車	數百萬
	電動車、電動公車及其他 4 輪運具	目標於 2020 年達到 700 萬輛
	燃油效率規範	多數已開發國家採用

資料來源：UNCSD (2012)。

2.1.3 國外運輸部門節能減碳政策

本節僅針對運輸部門相關節能減碳作為進行資料整理，主要包含國際綠能運輸理事會(International Council on Clean Transportation, ICCT)之節能減碳政策路徑(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、ICCT 全球主要國家運輸部門節能減碳政策路徑

路徑圖(Roadmap)主要可協助決策者進行決策及相關執行單位具體了解不同時期需進行之方向。ICCT 於 2012 發表「全球運輸能源與氣候路徑圖(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。

為探討不同時期政策的實施對碳排放的影響，ICCT 報告將各政策分類並依不同領域將各國推動之政策進行彙整如表 2.1-2，表中亦標註相關政策之規劃時程，政策分類說明如下：

- (1) 已採行(Adopted)：包含自從 2000 年至今已實施的政策；
- (2) 規劃中(Pipeline)：包含已經正式宣布之法規政策並可評估潛在的效果，此類的政策包含了小客車、大貨車、飛行器及客貨船的引擎效能及氣體排放標準，也包含增加大眾運輸基礎建設的政策計畫；
- (3) 有潛力(Potential)：此類的政策屬較長期的計畫，如提升運具效能、運具的轉移、降低運輸需求等策略，而這些策略至 2030 年前在技術上及操作營運上是可行的。

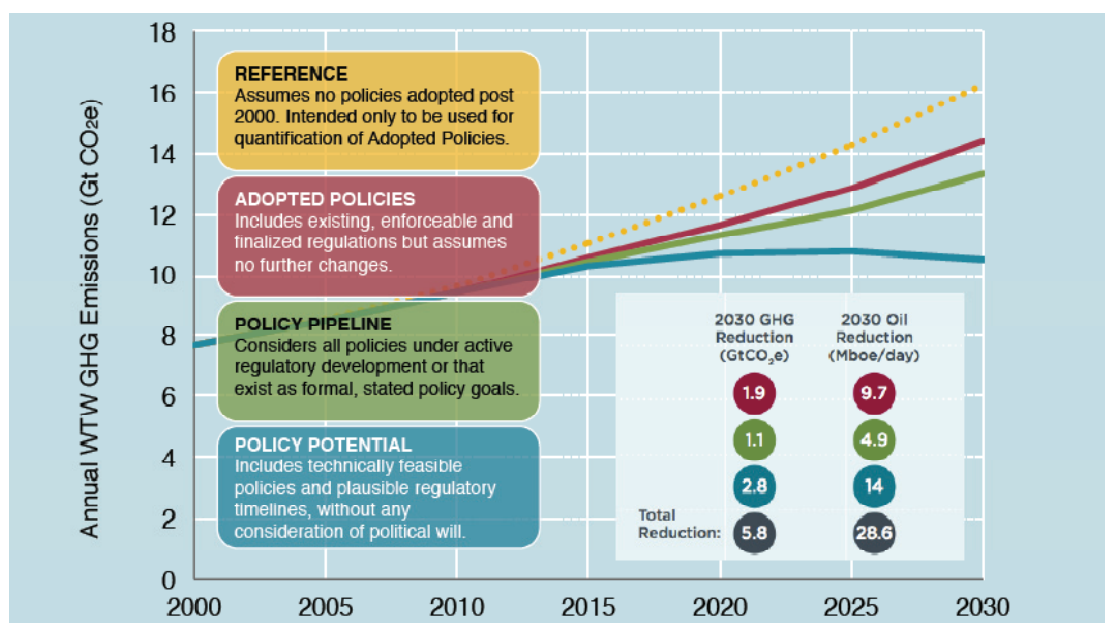
表 2.1-2 ICCT 各國運輸節能減碳政策彙整

Policy Area	Adopted	Pipeline	Potential
LDV Efficiency	U.S. – Model Year (MY) 2000–2011 NHTSA; 2012–16 / 2017–25 EPA/ NHTSA EU-27 – PV 140 gCO ₂ /km by 2008; PV 130 gCO ₂ /km by 2015; LCV 175 gCO ₂ /km by 2017 China – LDV Phases I,II,III; LCV Phase I Japan – Top Runner approach MY 2010, 2015, and 2020 Brazil – LDV 2017 fiscal incentives Canada – CAFC LDV standards; GHG MY 2011–16 South Korea – Average Fuel Economy (AFE) program	EU-27 – PV 95 gCO ₂ /km by 2020; LCV 147 gCO ₂ /km by 2020 China – LDV Phase IV India – LDV 20km/L by 2020 proposal Brazil – LDV 2017 fiscal incentives Canada – eq. U.S. 2017–25 Mexico – eq. U.S. 2012–16 Australia – LDV proposal	Main regions: MY 2015–30 (beginning at the close of the regulated time frame): PV and LCV improvements of 4% per year; motorcycle improvements of 1% per year. Other regions: MY 2020–30: PV and LCV improvements of 4% per year; motorcycle improvements of 1% per year
HDV Efficiency	U.S. – 2014–18 EPA/NHTSA California – Long-haul Truck GHG Regulation Japan – Top Runner approach MY 2015	China – Phase I Canada – eq. U.S. 2014–18 Mexico – eq. U.S. 2014–18	Main regions: MY 2020–30 (beginning at the close of the regulated time frame): 3.5% annual improvements for all classes of trucks and buses. Other regions: improvements start in 2025.
EVs	U.S. – ZEV mandate in California to 2025	-	Increasing growth in ZEV LDV sales market share of electric-drive technologies: 8–9% (U.S., Japan, Canada, all of Europe, China, South Korea, and Australia) to 1–2% for all other regions. PHEV sales market share from 1% to 5%.
Fuels	Globally no change in carbon intensity of liquid fuels. Brazil – Brazilian sugarcane is the exception, and GHG benefits are estimated for this pathway, historical increase in ethanol use.	Globally no change in carbon intensity of liquid fuels. Brazil – Increased share of ethanol consistent with national emissions inventory.	-
Aviation	EU – ETS Global – Annual improvements in new aircraft efficiency equal to natural improvements in reference trajectory.	Global – Market-based mechanisms (MBMs) (moderate) Global – ICAO CO ₂ standard (moderate) – 1.6% annual improvements (2010–30).	Global – MBMs (aggressive) Global – ICAO CO ₂ standard (aggressive) – 2.2% annual improvements (2010–30).
Marine	Global – EEDI	Global – MBMs	Global – SEEMP
Mode Shift	Adopted transit investments are included as part of the Pipeline trajectory.	Based on project-by-project analysis of fully and partially funded transit projects.	Potential transit, freight rail, and nonmotorized infrastructure improvements offset an increasing share of growth in LDV/HDT activity.
Activity Reduction	EU – ETS (aviation)	Global – MBMs (marine/aviation)	Potential logistics improvements and reduction in urban passenger trip distances. Global – SEEMP (marine) Global – MBMs (aviation)

資料來源：ICCT(2012)

此報告評估 2000 年至 2030 年期間，世界主要國家運輸政策對於降低溫室氣體排放的影響；結果顯示 2000 年後相關減碳措施的執行確實有效降低各國石油使用及溫室氣體的排放。文中也提及儘管相關運輸節能減碳政策的實施能夠有效減低溫室氣體排放，然而這樣的方式仍無法達到 2050 年維持全球溫度上升 2°C 所訂定碳排放降低 50%~85% 的目標。

圖 2.1-1 為各類政策實行之排放路徑推估，可以觀察出採取 Adopted 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可減少 19 億公噸二氧化碳當量 (Gt CO₂e) 的排放。而在 Adopted 政策持續實施下，再執行 Pipeline 及 Potential 政策將會擴大效益，2030 年全球石油的使用量每日可減少 28.6 百萬桶油當量，而溫室氣體的排放則可減少 58 億公噸二氧化碳當量。



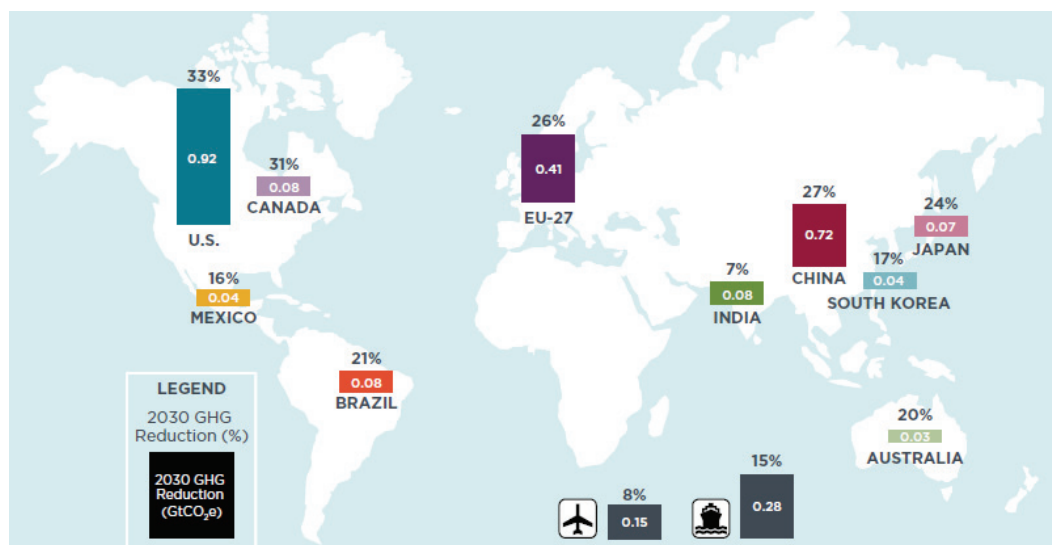
資料來源：ICCT (2012)

圖 2.1-1 各種類型政策路徑排放推估

圖 2.1-2 顯示各國實施 Adopted 及 Pipeline 政策對溫室氣體減量的貢獻，預期實施相關策略後將可減少 7%~33% 溫室氣體排放；各國之減量效果之差異來自於各政策落實之程度與整體運具活動。而由於美國、中國及歐盟等國家之運具數量龐大且政策影響性也較大，因此對減量有較高的貢獻或責任。

除各類型政策推估結果呈現外，ICCT 亦將運算使用之模式工具於網站上提供下載，使用者可透過此 EXCEL 轉體介面之計算工具進行數項與車輛

有關之運輸部門政策之油井到車輪(well-to-wheel)排放計算，相關模式之介紹請參閱附錄 9。



資料來源：ICCT (2012)

圖 2.1-2 各國家實施減量政策之減排成效

二、歐盟運輸部門節能減碳政策路徑

為因應氣候的變遷，並控制全球溫度上升在 2°C 以內，歐盟政府希望在 2050 年前有效降低廢氣排放達到減量 80% 的目標。為了達到此目標，歐盟執行委員會(European Commission) 在 2011 年 3 月於”Roadmap to A Single European Transport Area- Towards A Competitive and Resource-Efficient Transport System” 報告書中指出，在 2050 年前運輸部門至少需要降低溫室氣體排放達到減量 60%，並且訂定下列 10 個目標：

1. 於 2030 年達到城市內燃油車輛使用減半，2050 年達到城市內燃油車輛零使用；2030 年歐盟主要城市達到零二氧化碳的物流系統。
2. 於 2050 年航空產業至少使用 40% 的低碳燃料，此外於 2050 年海運部門二氧化碳排放量減低 40%。
3. 至少三分之一超過 3 百公里以上的貨物運輸於 2030 年轉移至如鐵路或水運等其他運具，於 2050 年至少可以轉移一半(50%)以上。投資並建設更有效能且節省能源的綠色貨物運輸走廊。
4. 於 2050 年完成歐洲高速鐵路路網構建，與現今高速鐵路路網相比，在 2030 年高速鐵路總距離可以達到 3 倍，所有的歐盟會員國家都

應維持較高的鐵路密度，並在 2050 年所有中等距離以上的交通運輸應轉移至鐵路。

5. 2030 年提供完整功能的泛歐盟地區核心大眾運輸路網(Trans-European Transport Network, TEN-T)，並於 2050 年達到高品質與高容量且可提供完整資訊的大眾運輸路網。
6. 在 2050 年所有歐盟國家主要機場皆有鐵路運輸可以連結，在海運部分，鐵路貨物運輸可以聯絡至各主要貨運港口。
7. 於 2020 年導入現代化空中交通管理系統，完成部署先進陸地與水道運輸管理系統，並完成歐洲全球衛星導航系統。
8. 在 2020 年前建立歐盟複合運輸資訊管理以及付費系統。
9. 於 2050 年盡可能達成道路運輸零碳排放的標準，此外歐盟也希望在 2020 年可使交通事故傷亡人數減半，確認歐盟在所有運具的交通運輸安全方面為全球的領導者。
10. 全面實施使用者付費或污染製造者付費的政策，確保未來大眾運輸交通系統的投資有充分的資金來源。

歐盟執行委員會將會在未來致力於立法以達到以上 10 個目標，任何一個目標底下所提出的方案歐盟將會提出影響評估以及附加價值的計算。透過上述 10 個目標，歐盟執行委員會將會確保在達成 2050 年前運輸部門降低 60%溫室氣體排放的目標之下，仍可以增加大眾運輸系統的競爭力，並達成一個歐洲地區運輸系統(single European transport area)的目標。

此外，歐盟環境委員會於 2013 年 7 月初提案並於 9 月投票通過限制以食物為基礎產製之生質燃料(food-based biofuel)的使用，例如穀物與其它高澱粉作物、糖、油及其它生長於土地上的能源作物。其目標說明如下：

1. 2020 年時 food-based biofuel 於運輸燃料中所占比例不得超過 6.0%；
2. 2020 年目標：至少 10%運輸燃料是來自於可再生能源資源(renewable energy resources)；
3. 2020 年目標：至少 2.5%公路與鐵路運輸燃料來自於非食物為基站(non-food-based)產製的生質燃料。

主要考量與目的為：(1)食物/土地之競爭、(2)間接土地利用改變(Indirect

land use change, ILUC)之影響、(3)限制第 1 代 first-generation 生質燃料與鼓勵創新、(4)刺激第 2 代 second-generation 或其他生質燃料技術、(5)推廣電動車。

三、美國運輸部門節能減碳政策

美國運輸部(Department of Transportation, DOT)於 2013 年提出「運輸部門未來展望報告(Transportation Energy Futures: Study Points to Deep Cuts in Petroleum and Emissions, TEF)」。有鑑於交通運輸佔美國石油消耗的 71%及貢獻了 33%溫室氣體排放，TEF 藉由整合運輸能源相關知識與衡量各項可行措施來探尋各節能減碳的機會。此研究包含提出運輸能源策略、優先性及投資的關鍵問題，分析研究與研擬各項可支援達成長期能源目標的短期行動。研究範圍除科技之外並包含市場機制、使用者行為、企業能力及運輸基礎設施。報告書中就運輸需求(Transportation Demand)、非小型車輛(Non-Light-Duty Vehicles)、小型車輛(Light-Duty Vehicles)、燃油(Fuels)等 4 大類別，共訂定 9 大議題，闡述美國運輸部門節能減碳措施與政策路徑，部分議題說明如下，相關詳細說明請參考附錄 10：

1. 貨物運輸需求

根據美國能源部(Department of Energy, DOE)在「運輸能源未來系列研究-需求篇(Demand –TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES)」中的「貨物運輸需求-低碳未來的能源效率情境(Freight Transportation Demand: Energy-Efficient Scenarios for a Low-Carbon Future)」報告書之預測，貨物運輸需求於將於 2040 年達到 275 億噸，且在 2050 達到 302 億噸，因此需要更有效率的能源方案。此篇文獻描述了目前及未來卡車、鐵路、水道、管道及航空日用品貨物運輸之需求預測，與影響貨物運輸需求的因素如：經濟、物流、運輸、政策及管理等因素，並檢視預測這些因素如何影響能源的使用。

此文獻之主要發現有：

- A. 不同的貨物運輸方式有其獨特性，運輸方式從發生運具轉移的機會並不高。
- B. 沒有較大的成本改變或是較強勢的管理規則，不太可能產生不同運輸方式之間的轉移。

- C. 不同政策會對貨物的運具選擇產生影響，可能的政策如下：
對油價採取行動(汽車燃油稅的附加)及道路的可及性、管制貨車的營運時間及貨車的尺寸與重量、增加或減少政府投資與營運改善。
- D. 由公路運輸轉換至鐵路運輸將之節能效果最好，因大部分的貨物運輸仍以公路為主，且鐵路與公路有許多相同的路徑但鐵路所需要的運輸能源卻遠較公路少。

2. 貨物運輸運具轉移

運輸經濟文獻、歷史資料及案例分析及產業市場評估都確認了政府政策的實施可有效影響運具選擇。此篇報告評估了下列政府可能實施的政策方案，並探討預測這些政策方案如何改變貨物運輸在不同運具間的轉移。相關策略包含：(1) 增加車輛燃油稅(Increasing Motor Fuel Taxes)、(2) 徵收使用費(Charging User Fee)、(3) 增加溫室氣體排放費用或管理(Imposing Greenhouse Gas Pricing/Regulations)、(4) 縮短貨車駕駛及服務時間(Reducing Truck Drive Hours of Service)、(5) 改變貨車的尺寸及重量限制(Changing Truck Size and Weight Limits)、(6) 重新管理鐵路貨物運送費率及服務(Re-regulating Freight Rail Rates and Services)、(7) 投資貨物的鐵路走廊及改善鐵路貨運服務(Investing In Freight Rail Corridor and Service Improvements)。

報告結論顯示有很大的機會可以改善貨物運輸的能源效率，特別是在都市區域裡，但是若缺乏對業者或消費者成本增加的措施，在長距離的貨物運輸裡，要大量轉移運輸方式至高效率運具的可能性並不高。透過政府政策的實施來改變不同運輸方式所佔比例，可以部分地減少全國能源使用及溫室氣體的排放。

3. 運輸環境的影響

根據美國能源部(DOE)在「運輸能源未來系列研究」中的「既有環境對運輸之影響-能源使用、溫室氣體排放以及其它因素(Effects of the Built Environment on Transportation: Energy Use, Greenhouse Gas Emissions, and Other Factors)」報告，針對運輸環境建置與相關能源的使用及 GHG 排放間的關係，及對經濟成長與生活品質等因素的影響進行探討。此外，內容也討論改變土地使用與環境的建造是如何減少運

輸能源的使用，以及政府政策對環境建造可能的影響。

綜合而言，文獻研究顯示土地使用改變可以減少約 0.6%運輸部門 GHG 排放，並於 2050 年可以達到 10%。此外，美國政府相關單位持續整合並刺激土地使用、運輸規劃與智慧成長(smart growth)。政府政策對土地使用之改變，可透過資金投入的刺激以達到上述減少能源使用的顯著效果。擴大現有的政策如稅費補貼、設計及技術上協助有較高的可行性，但效果回報較低；房屋貸款利息減免或訂定房屋規劃要求等方案對於社區的行成會有較大的影響，但實施難度高。

4. 旅次減少與節能駕駛的影響

根據美國能源部(DOE)在「運輸能源未來系列研究」中的「運輸減量與效率駕駛在運輸能源使用及溫室氣體排放上之效果(Effects of Travel Reduction and Efficient Driving on Transportation: Energy Use and Greenhouse Gas Emissions)」報告指出，大部分的運輸策略都是直接藉由汽車駕駛者或旅行者的行為改變而減少能源的使用及溫室氣體的排放。個人行為改變包含減少旅次的產生、使用更有效率的運具或是改善現有交通運具的效率。這篇報告主要的目標是檢視旅行行為的改變是如何有效降低運輸能源的使用以及討論政府相關措施如何影響人們的旅運行為。

此篇報告估計每一項策略對於交通能源使用及溫室氣體排放可以減少 1%以上，而結合不同策略並同時實施時預估可以在 2030 年減少 7%至 15%。短期而言，價格策略最被廣泛應用也最具效用。以長期的觀點而言則需要土地使用、大眾運輸、非汽車環境的改善等方法並結合道路費用徵收策略才會有顯著的效果。許多策略如汽車共乘，員工遠距上班(在家上班)及教育人民，政府在其中仍扮演了非常重要的角色，許多方案需要政府資金的挹注進行推廣與投資，才能得到明顯的效果。改變人們對運輸能源的使用以及溫室氣體的排放可以顯著影響減少對能源的使用及減低交通擁擠程度。然而，改變大眾的旅運行為及大眾對強制的收費法令管制的接受程度仍有很大的挑戰。

5. 提升非小型車輛運輸的能源效率

根據美國能源部(DOE)在「運輸能源未來系列研究」中的「輕型車以外車輛能源效率改善之潛力(Potential for Energy Efficiency Improvement Beyond the Light-Duty-Vehicle Sector)」報告中提出多項的方法，如新科技、替代能源及運輸政策的實施等，可以有效減低運輸相關能源的使用並降低溫室氣體排放及汽油的使用。

6. 小型車輛的技術發展趨勢

根據「運輸能源未來系列研究-車輛科技發展路徑：時機與投資條件的檢視(TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Vehicle Technology Deployment Pathways: An Examination of Timing and Investment Constraints)」報告，針對兩方面進行實務的評估(1)不同情境車輛發展的時間點是否符合技術上及市場情勢發展的限制及(2)對於未來技術投資的評估。

7. 小型車輛購買的非成本障礙

根據美國能源部(DOE)在「運輸能源未來系列研究」中的「對消費者選用新科技輕型車的非成本障礙(Non-Cost Barriers to Consumer Adoption of New Light-Duty Vehicle Technologies)」報告，汽車使用者對於新的汽車科技的購買及使用適應程度將直接影響對汽油的使用及溫室氣體的排放。新的汽車科技直接影響並增加汽車價格，如此將會形成消費者的購買障礙，但除了價格外還有許多障礙阻礙了汽車新科技的購買，例如需插電的汽車、使用替代燃油的汽車以及消費者對新科技的使用障礙或者消費者需要調整習慣來使用新的汽車科技等種種因素都會產生所謂的非成本障礙(non-cost barriers)。此篇研究報告回顧了許多近期的研究協助分類這些非成本障礙以及探討克服這些非成本障礙時政府所需提供的資源。

8. 燃油(Fuels)

在針對燃油(Fuels)方面，研究認為生質燃料在市場是具有潛力和競爭力的，特別在汽油燃料市場及航空燃料市場，而電力燃料市場的使用更具有成本效率，但各個市場的滲透率都受限於資源的大小，因此提出了市場均衡模型來衡量，該模型的生質資源供給方面分為4類，包括森林殘留數、農業殘留數、草地作物及短期農作物；在模型需求方面將能

源市場分為 5 類，包括電力，汽油，柴油，航空燃料和船用燃料市場，來分別探討供需均衡狀態。

四、TRB GHG 排放分析架構

美國運輸研究委員會(Transportation Research Board, TRB)於 2013 年發布「溫室氣體納入協同決策程序(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，以及案例分析。

此篇報告提出一個技術性之研究架構，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。此篇文獻提出不同的分析步驟，並在各個分析步驟中提出關鍵問題幫助計畫執行者執行計畫，透過這些分析步驟及關鍵問題的思考可確保運輸部門節能減碳計畫更周延更有效率。

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：

- A. 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；
- B. 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；
- C. 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；
- D. 土地使用規劃，政府部門可透過土地使用規劃降低旅次；
- E. 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；
- F. 提供替代能源之基礎設施，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的策略對於減低溫室氣體排放的效果並不高，大部分策略的影響均低於 1%；少數幾個策略的影響可以超過 1%，包括降低車輛速限、不同的價格策略，以及環保駕駛等。然而要能夠非常有效及積極地實施這些策略是非常不容易的，常常會有政府機關及政策的障礙；儘管如此，所有運輸系統策略的綜合實施可幫助運輸部門降低 5%-20% 的溫室氣體排放。

文中也透過文獻回顧用成本效益方法探討不同策略的經濟效益，在運輸系統公共設施的投資方面(Transportation infrastructure investment)，公路及大眾運輸系統的投資一般而言都有相當高的投資成本，以成本效益的角度估計每降低 1 公噸的碳排放需要之成本為\$500-\$1,000。就自行車及行人環境改善投資而言，每降低 1 公噸碳排放的成本效益僅約為\$200。然而許多交通基礎建設之投資並不能單用成本效益考量，很多策略的實施，必須而量其不同的目的，例如促進交通安全等。

在公共設施維持(Infrastructure maintenance)方面，此篇報告針對下列不同策略進行成本效益討論：

- A. 儘管鐵路與海運擁有比公路卡車貨運更高的能源使用效率，但是要將大部分的公路貨運轉移至鐵路與海運有非常大的困難，因為貨物的屬性不一樣，只有少數需要長距離運送且對時效較不敏感的貨物才比較可能轉移至鐵路與海運，文中提及了增進鐵路貨運公共設施的投資，其每減少 1 公噸碳成本為\$200(美元)。
- B. 以成本效益的角度而言，與道路容量或系統的擴建相比，降低車輛擁擠及促進車流的交通系統管理策略擁有比較高的效益。
- C. 大眾運輸的改善，都市以及城際間大眾運輸服務品質的改善會有較高的成本，一般而言每減少 1 公噸碳成本超過\$1,000(美元)。儘管如此，這些策略也帶來其他非金錢衡量的好處。大眾運輸服務品質的改善預期可以幫助減少溫室氣體的排放，然而大眾運輸使用率是一個非常重要的因素，偏低的使用率對減少溫室氣體的排放反而會造成負面的影響。
- D. 就卡車營運策略而言，減少引擎發動的車輛閒置不僅可以節省業者的支出，也可以使政府在較低的成本之下達到降低溫室氣體排放的效果。
- E. 降低公路車輛限速可以也可以在較低的成本之下達到降低溫室氣體排放的效果，然而這項策略可能會有造成擁擠的反效果，且民眾的反彈也可能比較高。
- F. 就長期而言，土地使用是一個成本較低的策略，且可潛在性地有效降低溫室氣體排放。

- G. 價格策略，如每車英里收費或擁擠費用的收取，可以顯著降低溫室氣體排放，但是大眾接受度非常低；每英里 2-5 分錢的費用相當於提高汽油稅每加侖 0.4-1 美元。但是要達到汽車每英里收費的目標，政府需要花費相當的成本來建設收費的機制，每減少 1 公噸碳排放成本大約在 \$100 至 \$300(美元)。每車英里收費的策略也會產生公平性的爭議，除非政府將收益回饋或在投資於低收入的使用者。汽油使用稅的提高或課徵排碳稅的策略會有較低的機制建設成本，但是這些策略目前非常難以實施。
- H. 儘管運輸需求管理的策略在較低的投資成本下(每減少 1 公噸碳排放成本 \$100-\$300(美元))，有降低溫室氣體排放的效果，但是政府部門有一定的執行困難，政府部門無法有效干預企業使用電話上班或在家上班或壓縮上班時間等等。
- I. 文獻中提及環保駕駛 (eco-driving) 可以顯著地降低溫室氣體的排放，然而這樣的研究結果僅是基於歐洲地區的經驗，這樣的經驗結果也不一定可以轉移至其他地區。

此篇研究報告除了討論不同運輸部門降低溫室氣體排放的策略外，亦提出針對實施溫室氣體排放分析的研究架構，此研究分析架構將 13 個關鍵問題分類於 5 個分析步驟 (表 2.1-3)。

表 2.1-3 TRB GHG 分析架構

分析步驟	關鍵問題
1. 決定資訊需求 Determine information needs	1. 在策略發展與評估階段要納入哪些利益關係人？ What stakeholders should be included in GHG strategy development and evaluation?)
	2. 溫室氣體排放分析範疇為何？ What is the scope of GHG emissions analysis?
2. 定義目的、方法及資源 Define goals, measures, and resources	3. 哪些目的、目標與政策與溫室氣體減量相關？ What goals, objectives, and policies related to GHG reduction?
	4. 要用到哪些溫室氣體相關的評估準則與方法 What GHG-related evaluation criteria and metrics will be used?
	5. 該地區或研究區域的排放基線為何？ What are the baseline emissions for the region or study area?
	6. 溫室氣體減量的目的或標的為何？ What is the goal or target for GHG reduction?
	7. 溫室氣體如何影響資金的取得性與需求 How will GHG considerations affect funding availability and needs?
3. 就溫室氣體的影響定義策略範圍 Define range of strategies for consideration	8. 要考量哪些溫室氣體減量策略？ What GHG reduction strategies should be considered?
	9. 策略與方案是否符合長期計畫或其它相關可達成溫室氣體減量目標的計畫？ Are strategies and alternatives consist with a long-range plan and/or other relevant plans that meets GHG reduction objectives?
4. 評估候選策略對溫室氣體效益及影響 Evaluate GHG benefits and impacts of candidate strategies	10. 要用何種計算方法與資料來源評估計畫與策略對溫室氣體的影響？ What calculation methods and data resources will be used to evaluate the GHG impacts of projects and strategies?
	11. 特定計畫、策略或設計理念的排放及其它影響為何？ What are the emissions and other impacts of a particular project, strategy or design feature?
5. 選擇策略及說明方案的整體溫室氣體效益與影響 Select strategies and document overall GHG benefits and impacts of alternatives	12. 溫室氣體減量策略應屬於哪個計畫或方案？ What GHG-reducing strategies should be part of the plan, program, or project?
	13. 整體計規、方案、廊道或納入考量的計畫選項與已選擇的計畫選項的淨排放影響為何？ What are the net emissions impacts for the overall plan, program, corridor, or project alternatives considered and the selected alternative?

資料來源：Transportation Research Board，2013

這些分析步驟及關鍵的問題主要可用於長期規劃(long-range planning)，如運輸走廊的規劃以及環境影響的檢視等，然而在不同的背景之下，這些步驟及問題可能涉及到不同的決策點，在這種情況之下某些架構中的問題通常需要不同的分析工具。針對不同決策問題點，此篇研究報告也探討了許多不同的研究方法及模型並進行案例分析。

2.1.4 國內運輸部門節能減碳政策

1. 國家型節能減碳計畫

在運輸部門方面，2012 年交通運輸總耗能 13,263 千公秉油當量，佔全國 6 大部門最終能源消耗比到約為 12.80%。國家型節能減碳計畫中各項方案中，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。

2. 部門 CO₂ 減量規劃

我國經濟部於 2011 年亦針對 2020 年及 2025 年的部門 CO₂ 減量進行規劃，首先根據各部門過去排放比重，再考量部門未來發展趨勢，由上而下 (Top-down) 分配排放額度。此外，各部門乃據以提出推動減量之措施及部門排放量管理方法，藉以逐年掌握及管理排放量趨勢，逐步調整減量措施內容，以達成最終減量目標。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 運輸部門節能減碳總計畫各方案細部內容

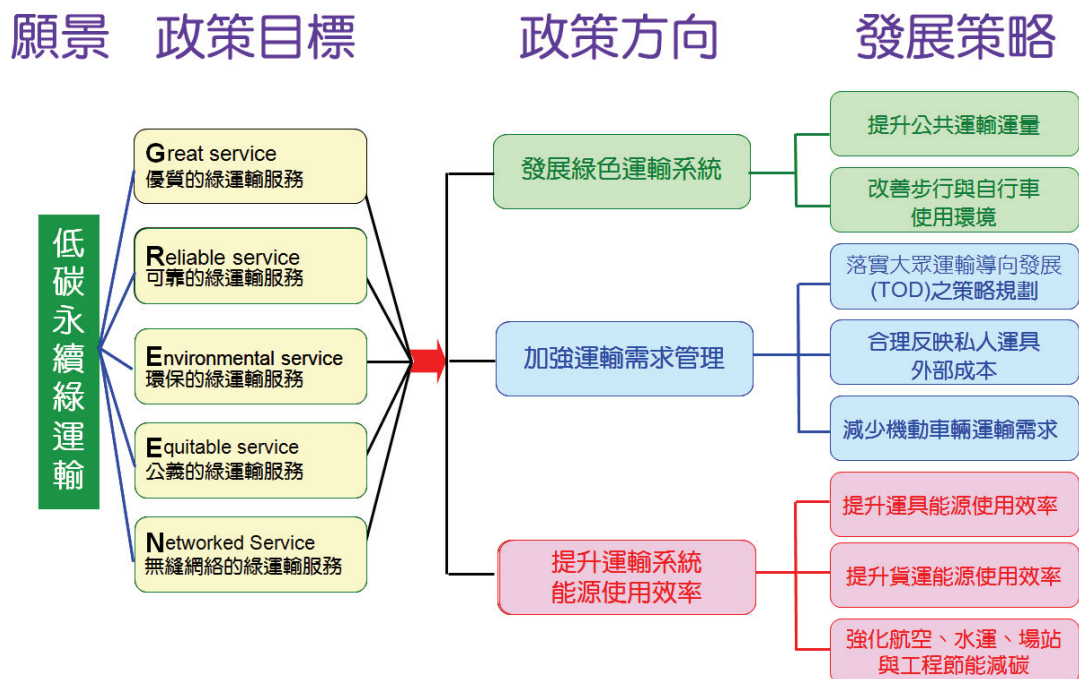
標竿計畫	重點推動項目	年度工作計畫	主辦機關
綠色無接縫公路運輸	公路公共運輸發展計畫	補助地方政府建置公車 GPS 系統、智慧站牌、營運調度管理系統等-公路客運、補助公路汽車客運車輛汰舊換新、賡續定期彙報高鐵車站聯外接駁系統運量統計、提昇公共運輸票證服務效能、協助各縣市政府辦理大眾運輸轉運中心之規劃或構建、規劃推動公車專用道或公車捷運系統	交通部
便捷大眾軌道運輸	提升高速鐵路運輸效率	持續提升高鐵運量	交通部
	台鐵捷運化及改善計畫	臺鐵捷運化、持續辦理花東線電氣化工程施作	交通部
	都會區暨機場捷運建置計畫	台北、台中、高雄都會區大眾捷運系統工程計畫、台中、臺灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫	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」-電動機車觀光旅遊試營運	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	補助地方政府辦理市區道路人行及自行車環境建置與改善	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(補助)自行車、推動使用電動公車、推動建置電動車相關基礎建設及配套推動(如充電站、電池交換營運等)	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：國家節能減碳總計畫

3. 綠運輸政策白皮書

依據行政院「永續能源政策綱領」及「節能減碳推動會」的決議下，我國為了達成 CO₂ 排放減量目標，於 2020 年回到 2005 年排放量及於 2025 年回到 2000 年排放量，各部門均協力負起分擔 CO₂ 排放減量的責任，然而，運輸部門也為我國第 2 大能源消耗部門，以 2010 年為例，運輸部門能源消耗(含國際航空)約佔我國總能源消耗之 12.9%，僅次於工業部門，這也顯示出運輸部門在我國節能減碳施政上將扮演重要的角色。為了因應全球氣候變遷與節能減碳之趨勢，綠運輸發展成為現階段我國重要之運輸政策方向，為了加速並擴大運輸部門節能減碳之推動綜效，本部乃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。

我國綠運輸發展主要以 3 大政策方向與 8 大發展策略為主如圖 2.1-3 所示，在 3 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 8 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，8 大策略中各項行動計畫分短、中、長期 3 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 綠色運輸法展政策核心架構圖

4. 節能減碳政策比較

依據 A-S-I 政策類別，本研究針對美國運輸部門節能減碳政策與我國國家節能減碳總行動方案中運輸部門相關政策進行比較(詳如附錄 10)。我國運輸部門為因應氣候變遷並達成降低溫室氣體排放的作法，雖然在「國家節能減碳總行動方案」101 年度工作計畫中已提出 10 大標竿方案所產生減碳的具體成效，可進一步學習歐美國家具體提出研究報告針對各潛在可行的政策進行 Roadmap 的分析，探討各不同政策在短、中、長期如何推動並且分析推動政策時可能遇到的困難以及未來的成效。如此的政策執行路徑分析可幫助我國在推動節能減碳時，檢討政府已經實施、以及未來潛在可實行政策在不同時期所能產生的效益。

2.2 國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢

本節彙整近來能源、經濟與運輸評估模型之最新發展，並依觀察結果區分為(1)間斷選擇模型與 CGE¹模型整合；(2)家計部門生產函數的應用；(3)交通建設的經濟效益評估；(4)所得分配與社會福利分析等 4 項主題說明相關研究發展重點。

2.2.1 間斷選擇模型與 CGE 模型整合

CGE 模型建立在個體最適化決策行為之假設上，並在市場機制運作下確保整體機制之一致性。基於這些理論基礎，使 CGE 模型特別適用於事前的政策影響量化評估。雖然個體最適化決策為 CGE 模型基本假設，但整體概念乃以「代表性個體」做為描述對象，其間如何由經濟個體決策加總為代表性個體行為，則從未被討論。因此 Magnani and Mercenier (2009)嘗試整合兩種方法論，首先運用間斷選擇 (discrete choice) 模型推估異質個體的選擇行為，再將推估結果透過固定替代彈性(constant elasticity of substitution, CES)函數加總為代表性個體²，藉此連結部分均衡之個體模型與可計算一般均衡模型，如此做法的用處在於可將不同屬性的群體，如所得分配與公平問題，凸顯各群體之選擇行為特性。

另一個運用相同模式者為 Truong and Hensher (2012)，該文運用空間 CGE 模型的架構，在一致性的理論基礎下，針對運輸部門建構間斷選擇模型，同時以連續型需求模型描繪部門間互動。

Anderson et al. (1989)提到，間斷選擇模型與連續型需求模型存在根本上的差異，前者假設個別消費者只購買 1 單位商品，後者假設消費者會花費部分所得購買眾多商品(消費可能經過一段時間或經由多次購買行為達成)，只有當分析對象為代表性個體行為或資料屬性經過某些加總時，間斷性選擇模型才等同於連續型需求模型。

¹ 可計算一般均衡(Computable General Equilibrium, CGE)模型

² 該文之所以可透過 CES 函數加總個體行為，主要依據 Anderson, et al. (1992)之研究結果。

2.2.2 家計部門生產函數的應用

自 Becker(1965)、Lancaster(1966)、Muth(1966)等人一系列與家計生產函數相關的文獻發表後，1960-1970 年代探討資源與時間投入的新消費理論已成為經濟理論的一部分。新消費理論強調的是，由市場上購買的商品或服務，其本身並非效用的直接來源，這些商品與時間同時被視為 1 組「投入」，用來為消費者自己生產具備某種「特徵」的商品，而這個特徵商品才是產生效用的來源。因此在新消費理論中，消費者同時面對時間與所得的限制，在這些限制下求取福利的最大，而帶來效用與福利的，則是由自己生產後的特徵商品。

生產性家計模型的概念顛覆傳統上將家計行為認定為單純消費者的模式，使得家事服務、旅行時間、非勞動所得等機會成本得以進一步計入所得範疇。

在運輸領域，家計生產函數主要用於闡述個人或家庭為了提供自身運輸服務，除了直接購買公共運輸服務外，亦可透過投入車輛、燃料、時間以及其他必須的運輸成本，為自己生產運輸服務。多年來亦有部分文獻運用此概念進行研究，例如 Binswanger(2004)說明在考量時間最適配置的情況下，花費旅行時間越少的運輸技術越進步，並不一定能減少能源耗用，當時間的機會成本很高而能源價格很低時，反彈效果很可能使人們寧願選擇高耗能但省時的運輸方式；Hayashiyama(2009)則運用家計生產理論衡量環境品質改善對娛樂效益的影響，以改變傳統上運用運輸成本法衡量顯示性偏好的做法並避免其設定上容易產生的問題；Steenbergen(2011)同樣利用家計生產函數說明如何在給定私人運輸總運量需求情況下，尋得運輸成本最小的運輸模式組合。

2.2.3 交通建設的經濟效益評估

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。惟在該文之模型設定中尚未見到旅行時間如何影響產業生產力或家計效用。

2.2.4 所得分配與社會福利分析

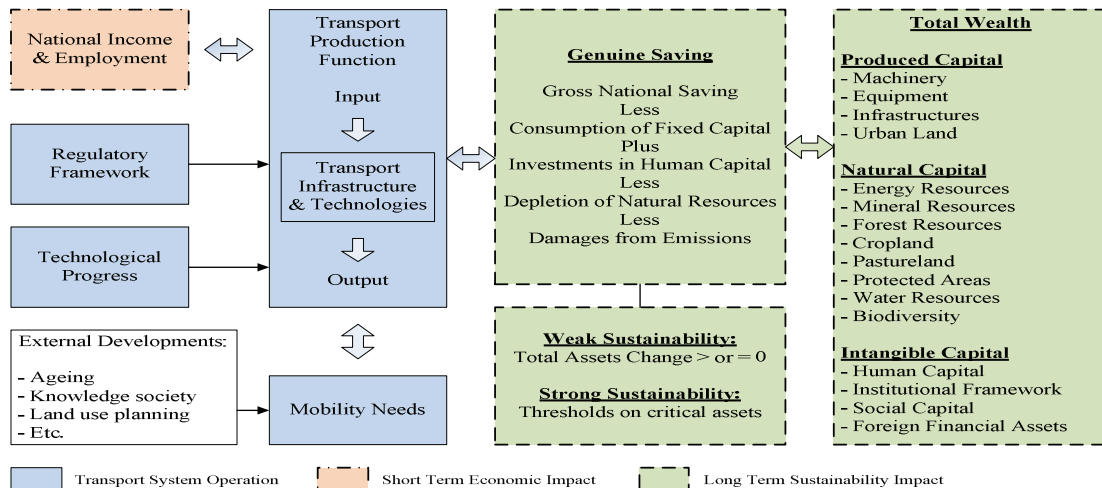
許多學者透過不同的研究方法，來探討單一國家的所得分配相關議題，或是藉以觀察數個國家間，其所得分配和經濟發展的關係是否相似。

為評估能源政策實施前後，能源與經濟體系之間因生產、所得、物價、進出口及投資之變化，而產生之交互影響與回饋效果，以 GDP 或其它總體數據做為政策效果之衡量指標，難免忽略社會面之影響。於是所得分配與福利理論的運用，並選擇合理衡量指標，成為政策評估與量化模型的重要功能之一。

在分析福利影響之相關文獻中，福利衡量與評析的方法包括國民收入衡量法(Hicks, 1940; Pigou, 1962)、多元迴歸方式 (Dunifon et al., 2006; Yamane et al., 2011; Dave et al., 2011)、函數指標評估方式 (Tamiz et al., 1999; Grierson, 2008; Carrera and Mack, 2010; Araghi and Barkhordari, 2012; smith et al., 2012; schlör et al., 2012)、與模型分析方式 (Bruno et al., 2005; Birkelund, 2006; Bjertnæs and Fæhn, 2008; Nam et al., 2010; Zhang et al., 2010; Orlov and Grethe, 2012; Maisonnave et al., 2012; Lapan and Moschini, 2012;) 等 4 種主要類型。

在 CGE 模型中，最常使用的衡量指標首推均等變量(equivalent variation, EV)及補償變量 (Compensating variation, CV)。此類衡量指標因具備完整理論基礎，以及容易量化的特性，而廣為實證研究所使用。但 Schlör 等人 (2012) 所使用的 Atkinson 指標，著重於所得分配的移轉效果，而且在衡量所得分配不均時，加重低所得階層分配不均度，較於其他相關指標能反映社會公平層面之意義(Robinson et al., 1985; Hills, 1995; Champernowne & Cowell, 1998; Hsieh, 2006)。

在運輸領域，社會面指標主要用以衡量交通政策、減量政策與交通相關稅費之公平性影響，在歐盟的 REFIT 計畫(REFIT, 2006)中，即建立一個名為 EDIP (European Model for the Assessment of Income Distribution and Inequality Effects of Economic Policies)之社會經濟模型，用以協助整個運輸永續衝擊評估計畫(計畫架構如圖 2.2-1 所示)衡量社經面之影響。



資料來源：REFIT (2006)。

圖 2.2-1 REFIT (2006)之運輸永續衝擊評估架構

2.2.5 小結

綜合國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢，歸納出本計畫可進一步參酌擴充之方向，包括：

1. 單純由節能減碳成效與經濟影響層面觀察運輸部門減量策略，無法反映政策執行之社會面影響，此外所得之差異確實影響運輸服務需求之選擇與結構，基於此，本計畫擬擴充模型中家計部門分類，依所得加以區分；
2. 由於前(101)年度建構之運輸部門整合模型，係由較總體層面分析不同運具間運輸服務需求替代的可能性及策略影響，為進一步掌握運具持有與使用選擇之細部差異，參酌國際研究整合方法，本計畫擬引用本所「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」之研究成果，在模型中納入我國運具選擇特性；
3. 家計部門生產函數概念，本計畫已於前(101)年度納入模型，本計畫擬持續將該模型架構進一步實證化；
4. 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，因此搭配決策支援系統的開發，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。

2.3 國內外運輸能源決策支援系統發展

前期(101 年)計畫中已針對決策支援系統內涵進行說明並介紹部分案例，包括本所與交通大學邱裕鈞教授合作開發之「汽機車管理策略決策支援系統」、2002 年發展的 STEEDS³、2009 年發展的 UREM-IDSS(Cai et al, 2009) 等。

考量本計畫可能包含數項策略之減碳量計算模組，需針對單一或數個策略進行評估與組合，且內容涉及氣候變遷領域及運輸能源，本團隊再於此節回顧相關類型之決策支援系統。

1. WadBOS

為針對瓦登海(Wadden Sea)地區建置之整合模式決策支援系統，其所整合之模型包含以動態的、空間的方式去模擬瓦登海地區生態、經濟要素的主模式，與 3 種主要的副模式：經濟、生態與領土。整合的模式依時間(依潮汐、月、年)、3 種區域大小分別模擬運作程序。WadBOS 主要大量使用地理資訊系統(GIS)資訊外，也使用許多經濟、人口及生態資訊，包含層面廣，可幫助獨立作業或團體的決策者做決策。

WadBOS 的組成要素有模式庫、使用者介面、資料庫和工具庫，其中工具庫中包含分析方法、決策模式、統計和運作研究方法和軟體需求等。使用者介面有系統流程圖、情境模擬圖、政策模擬圖、衝擊模擬圖，如圖 2.3-1 所示。

³ STEEDS: Scenario-based framework to modeling Transport technology deployment: Energy-Environment Decision Support

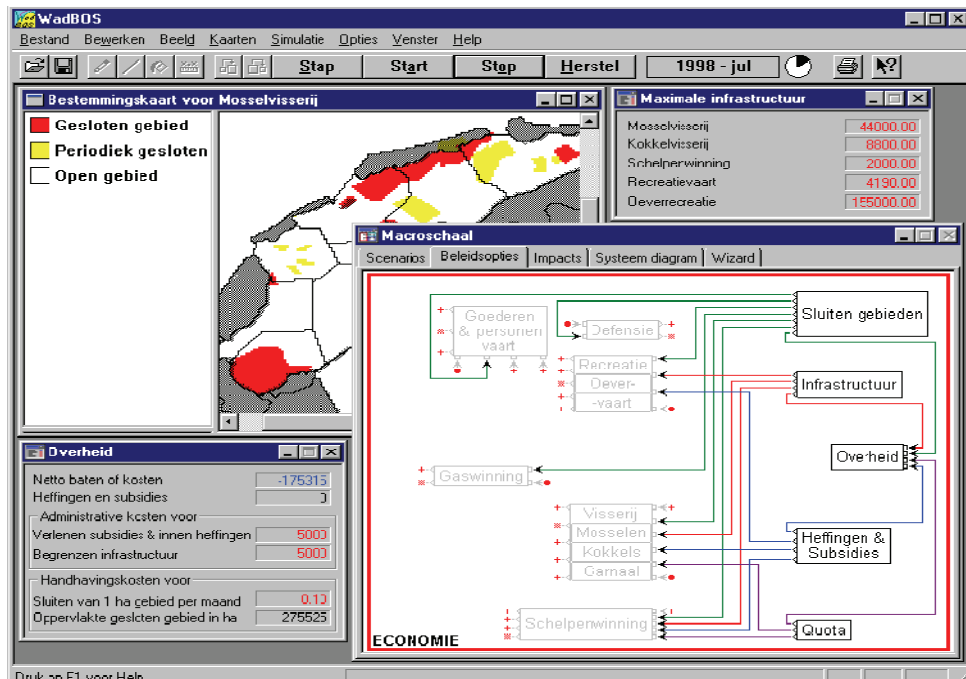


圖 2.3-1 WadBOS 輸出結果-政策選擇

2. ICCT 全球運輸路徑圖模型

國際潔淨運輸委員會(The International Council on Clean Transportation, ICCT)的「全球運輸路徑圖模型(Global Transportation Roadmap Model)」是一個協助全世界的決策者辨別和理解運輸部門發展趨勢的工具，評估不同排放政策選項的影響，以及有效地計畫減少溫室氣體的排放量(GHGs)和當地的空氣污染物。在估計路徑圖模型都會受到國家和地區人口的變動、國內生產總值(GDP)及燃料相對價格等運輸活動所改變。估計國家未來運輸活動是在假設計算溫室氣體和本地的空氣污染物排放量，使用動態模式來分析。路線圖模型的範圍、結構和功能都是在 Excel 電子表格工具所開發的。設計整個模型的範圍和結構，它的目的是可以讓使用者修改政策參數、制定輸出模型，並適當的解釋結果，相關細節請參閱附錄 9。

3. CAPP 運輸排放手冊

潔淨空氣政策中心(Center for Clean Air Policy, CCAP)係 1985 年於美國成立的一個非營利的智庫，(是由一群來自各州的州長開發及推廣新政策來解決能源和環境的問題，最初的工作主要是以幫忙從事控制酸雨計畫並開發二氧化硫交易系統的人員，這個計畫主要是針對臭氧、氣候變化及空氣中的有毒物質的問題，並推廣一些有關能源和環境解決政策的想法，這

個中心對於有效的處理氣候變遷、氣體排放及能源政策已有超過 20 年以上的經驗了。該中心也嘗試著使用多種工具來支持政策的發展，包括一些經濟和政策方面的分析。待修訂)手冊的目的是要讓參與的國家及地方官員了解哪些政策決定影響到空氣污染、能源使用和溫室氣體 (GHG) 排放量。在 CCAP 的排放手冊裡是由兩部分組成：

(1) 土地使用、交通和旅次需求的管理：

內容著重於旅次需求的相關政策，並探討影響土地利用及決定運輸排放投資的影響。在政策的分析包括：公共運輸的發展，提倡自行車，輕軌等等政策。

(2) 車輛技術和燃料：

內容著重於混合動力車，生物燃料，低滾動阻力輪胎等措施。

CCAP 運輸排放手冊的主要目的是要提供一個基本的規則來計算排放減量，在針對使用特定運輸工具和土地的利用。它也是一個獨特的工具，內容包括方便使用者的試算表工具或手冊排放計算表，能夠讓使用者清楚的了解在執行不同政策的量化效果，如表 2.3-1 所示。

表 2.3-1 CCAP 運輸排放手冊運算表

CCAP Guidebook Emissions Calculator														
www.ccap.org/guidebook														
guidebook@ccap.org														
Policy Comparison Matrix: Default Data														
Estimated Emission Reductions from Default Calculations			VMT Savings (Calculated)		GHG Savings (annual metric tons)			Air Pollutant Savings (tons per day)						Annual Fuel Savings to Drivers
Policy	Scale	VMT Rule of Thumb (%)	%	daily	CO ₂	N ₂ O	CH ₄	NO _x	PM-10	PM-2.5	O ₃	CO	VOC	gallons cost
Land Use														
1.1 Transit Oriented Development	Site	20-30%	21%	5,000	717	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	73,000 \$146,000
1.2 Infill/Brownfield Development	Site	15-50%	39%	9,894	1,375	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	140,075 \$280,151
1.3 Pedestrian Oriented Design	Area	1-10%	1%	5,000	717	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	73,000 \$146,000
1.4 Smart School Siting	Site	15-50%	67%	9,240	1,324	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	134,904 \$269,808
1.5 Permitting/Zoning Reform	Area	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ
Transportation Alternatives														
2.1 Improved Transit Service	Regional	0.5% per 1% improvement in transit frequency	1%	125,000	17,914	1.3	3.8	0.2	0.0	0.0	0.0	2.9	0.4	1,825,000 \$3,650,000
2.2 Light Rail Transit Corridor	Corridor	1-2%	2%	47,500	3,833	0.5	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	1.1	0.1	693,500 \$1,387,000
2.3 Bus Rapid Transit Corridor	Corridor	1-2%	2%	47,500	2,286	0.5	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.1	693,500 \$1,387,000
2.4 Bicycle Initiatives	Area	1-5%	2%	10,000	1,433	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	146,000 \$292,000
Fiscal Tools & Incentives														
3.1 Targeted Infrastructure Spending	Regional	part of 4.1	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ
3.2 Road Pricing	Corridor	1-3%	3%	80,250	13,814	0.6	1.9	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	0.2	1,407,379 \$2,814,758
3.3 Commuter Incentives (with parking pricing)	Site	5-25%	19%	9,900	1,419	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	144,540 \$289,080
3.4 Pay-As-You-Drive Insurance (3% penetration rate)	State	up to 10% per driver	0.5%	657,534	94,231	8.7	20.2	1.0	0.0	0.0	0.1	15.4	2.0	9,600,000 \$19,200,000
3.5 Green Mortgages	100 Households	15-50% per HH	39%	1,488	210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21,439 \$42,877
State & Local Programs														
4.1a Limited Smart Growth	Regional	3-20%	5%	1,250,000	179,136	12.8	38.3	1.9	0.1	0.1	0.1	29.2	3.8	18,250,000 \$36,500,000
4.1b Comprehensive Smart Growth	Regional		10%	2,500,000	358,273	25.6	76.7	3.9	0.2	0.1	0.2	58.5	7.7	36,500,000 \$73,000,000
4.1c Aggressive Smart Growth	Regional		15%	3,750,000	537,409	38.3	115.0	5.8	0.3	0.2	0.3	87.7	11.5	54,750,000 \$109,500,000
4.2 Public Participation	Regional	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ
4.3 Open Space Preservation	Site	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ	NQ
4.4 Municipal Parking Programs (with parking pricing)	Area	15-30%	19%	92,500	13,256	0.9	2.8	0.1	0.0	0.0	0.0	2.2	0.3	1,350,500 \$2,701,000
4.5 Safe Routes to School	Site	0-5%	2%	286	38	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,884 \$7,767

資料來源: www.ccap.org/guidebook

4. 小結

決策支援系統自 1970 年左右開始發展，目前仍處於發展中階段。回顧國內外之文獻，可得知「模式庫的建置」與「使用者介面」為發展決策支援系統之重點，說明如下：

- (1) 建立在電腦基礎上之輔助工具，主要是以具組織、運算非結構化資料能力之模式及決策模式協助使用者做出較正確的決定。因模式在決策支援系統中屬核心功能，故模式的使用是否適合應用於領域、使用者之需求更顯重要。
- (2) 決策支援系統的另一發展趨勢為「友善的使用者介面」，針對不同的使用者設計容易使用，提供適量資訊的介面為決策支援系統建置之重點。可由營造一個互動式、輔助性高的操作系統方面著手，而決策支援系統的複雜度部分取決於使用者對於該領域了解之程度，如為專家設計介面可採用格式導向界面(form filling)或命令導向式界面(command language)，而對較不熟悉領域之使用者，則可採用表單選擇式界面(menu selection)。並且，使用圖示的方式讓使用者可以清楚看出結果，如圓餅圖、點陣。
- (3) 圖或具空間概念(GIS-based)之結果顯示圖皆為近年常被採用之作法。
- (4) 決策支援系統元素、架構具彈性，可在預算、使用者需求的考量下決定其規模與功能。

2.4 國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

2.4.1 科技部臺灣溫室氣體減量成本曲線

在 101 年度能源國家型科技計畫中針對「臺灣溫室氣體減量成本曲線」進行維護更新，主要內容探討的是減量成本曲線模型把臺灣溫室氣體的排放來源分成 12 個部門，特別針對其中 8 個部門來做為探討，部門包括：電力部門、能源轉換部門、鋼鐵部門、化學部門、資訊科技部門、服務業部門住宅部門及公路運輸部門，並以地毯式的搜尋各部門的減量技術，來評估減量潛力及減量成本，之中的潛在減量措施共達 91 項，主要可分為兩大類：

1. 能源效率提升：意指可降低能源密集度的建措施。
2. 潔淨能源結構：意指從石化燃料轉換為低碳替代能源的減量措施。

在研究方法方面，減量成本曲線中的減量潛力，是指在經濟活動量、能源密集度、碳排放係數的「自然變化」之外，採取額外減碳行動的最大技術潛力。在本研究中的額外減量潛力的主要來源是：(1) 能源密集度降低；(2) 碳排放係數變小；(3) 節能技術或減量技術的應用滲透率額外增加(相對於基礎情境)。之中計算減量潛力和減量成本的方法是「由下而上的」(bottom-up)「專家評估法」(expert-based cost curve models)。也考量了折現率與燃料價格的改變會對各減量措施的減量潛力和減量成本的影響程度來進行「敏感度分析」。

由於考量到公路運輸部門與石化燃料消費量有直接相關，因此，是排碳減量的重點目標，隨著氣候變遷所帶來的影響，汽車產業也將過去所採用的汽柴油內燃機，轉變為數種不同的油電混合或電力為主的系統，也創造了不少的綠色技術如電動車電池、充電設施等。該研究評估公路運輸部門可實行之具體減量技術共分為內燃機效率提升、其他傳動系統選擇與燃料替換。在估算減量技術潛力的過程中，先僅考量技術潛力而不考量減量成本，但在最後在建立減量成本曲線時，未考量社會對減量成本的容忍程度而設立一個單位成本上限，公共路運輸部門 2030 年減量成本曲線的結果顯示，在減量技術中成本負值最大的是「小型電動車」、「生質柴油-廢食用油」、「小型插電式混合動力汽油車」3 種減量技術，但其他 3 者減量潛力不大。

2.4.2 環保署低碳排放發展策略研析規劃

行政院環境保護署 101 年度施政委辦專案計畫「我國低碳排放發展策略研析規劃」，主要內容探討的是有關我國低碳發展策略方案減碳潛力與空氣污染減量等環境共同效益、規劃我國熱冷電區域整合節能減碳關鍵策略技術、經濟誘因措施與法規命令、建立國際低碳路徑研究團隊合作管道，並協助推動節能減碳行動方案考核作業與建構運作低碳排放發展路徑登錄平台，而蒐集國際各部門節能減碳技術資料，並更新工業、住宅與服務業、運輸部門能源服務需求。在運輸部門方面，發現為了降低運輸部門的排碳量，國際作法包含提高運具效率、使用新能源、土地使用與運輸規劃、運輸模式轉換至公共運輸系統。

另外，參考國際作法架構我國能源與環境共同效益評估方法。該計畫依最新社經資料，推估我國能源 CO₂ 排放基線，再依聯合國「跨政府間氣候變遷專家小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)與政府 CO₂ 減量目標設定之 3 個低碳排放發展策略(Low-Emission Development Strategies, LEDS)情境，完成減碳策略組合、節能效果、以及能源與環境共同效益評估。該計畫採用 MARKet ALlocation (MARKAL)模型評估，運輸部門能源服務需求採用本所運輸 CGE 模型推估之延人與延噸運輸需求，之後再依據 IPCC 建議與能源發展綱領減量目標，模擬下列情境中電力、工業、住宅與服務業、運輸部門至 2050 年低碳發展能源效率提昇措施方案、減碳效果與成本：

- 基準情境(依我國能源政策變動因應調整)：至 2050 年核四不納入考量，核一~核三正常除役。
- 低碳發展情境：
 - ✓ 減量情境 1(case2000)：CO₂ 排放量 2050 年回歸 2000 年(2025~2050 年總量維持不變)
 - ✓ 減量情境 2(case2000_70%)：CO₂ 排放量 2050 年回歸 2000 年的 70% (IPCC 建議值，技術發展較緩)
 - ✓ 減量情境 3(case2000_50%)：CO₂ 排放量 2050 年回歸 2000 年的一半(政策目標，技術發展較快)

2.4.3 能源局運輸部門能源消費調查

此計畫為了建立臺灣地區運輸部門能源消費基本資料，分析運輸部門陸運、海運、空運及管線運輸能源使用情形、消費特性與型態以及能源效率，並藉由此次調查資料之結果，與我國現行經由公務統計蒐集之運輸部門消費資料相互勾稽與校準，以提升我國能源統計品質。

針對臺灣地區運輸系統區分為 5 大運輸模式，包括公路運輸、鐵路運輸、空運、水運及管線運輸等，並且按客貨運別、運具別及燃料別等分類，就各項運具之能源使用進行整合性分析。在能源指標方面，主要以能源與活動指標及能源效率指標為兩大群，因此，為了能更了解能源發展趨勢、提升節能效果及促進能源發展政策，能源指標發展的方向從國家的總合資料統計趨向更細部的最終使用能源資料統計，目的在藉各分項能源指標能夠掌握各部門更密切的資訊。

2.5 本章小結

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」4 部分蒐集文獻並進行探討。根據彙整結果摘述重點如下：

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

為了掌握節能減碳政策之減量成效，包括 ICCT、美國能源部、以及 Keesom, et al. (2010)等單位皆發展了決策支援系統作為工具，並根據選擇策略繪製溫室氣體排放之路徑圖。

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

模式在決策支援系統中屬核心功能，故模式的使用是否適合應用於領域、使用者之需求更顯重要。無論是 ICCT 或 CCAP，邏輯清晰、操作簡便的介面是決策支援系統能否滿足使用者需求的關鍵。針對不同的使用者設計容易使用，提供適量資訊的介面為決策支援系統建置之重點。可由營造一個互動式、輔助性高的操作系統方面著手，而決策支援系統的複雜度部

分取決於使用者對於該領域了解之程度，如為專家設計介面可採用格式導向界面(form filling)或命令導向式界面(command language)，而對較不熟悉領域之使用者，則可採用表單選擇式界面(menu selection)，必要時使用圖示的方式讓使用者可以清楚看出結果，如圓餅圖、點陣圖或具空間概念(GIS-based)之結果顯示圖。

3. 我國運輸部門節能減碳政策架構完整，有待系統性評估

運輸部門節能減碳政策繁多，為達成綠色運輸發展政策方向，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3大政策方向與8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。在此基礎上，決策支援系統應進一步在考量不確定性下，進行策略減量成效量化評估，並建立運輸部門減量策略路徑(roadmap)，以做為後續滾動檢視策略成效及目標達成情形之參考工具。為達成此任務，政策決策支援系統必須同時具備量化評估、指標呈現、政策配套、策略優先性選擇等功能。

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

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，因此搭配決策支援系統的開發，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。

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

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。

第三章 政策決策支援系統架構修訂與功能建置

3.1 政策決策支援系統之功能與定位

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。

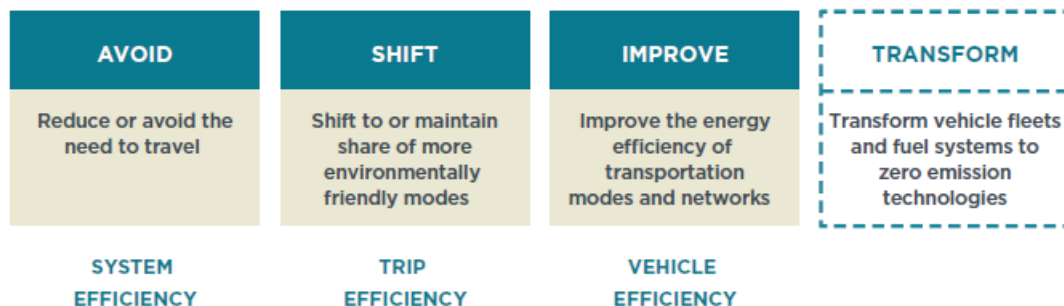
鑒於運輸部門與社會、經貿及環境之緊密互動，欲在氣候變化綱要公約精神及我國節能減碳政策目標下，研訂我國運輸部門可行的溫室氣體減量目標與因應策略，勢必需要持續進行量化政策評估，除掌握我國運輸部門能源消耗與二氧化碳排放趨勢外，更應針隊運輸部門節能減碳策略方向及行動方案之社會、經貿、環境影響，以及策略減量成效與減量成本進行分析，做為制定節能減碳策略之具體參考。

基於上述原因，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之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。

為了掌握節能減碳政策之減量成效，包括 ICCT、美國能源部，以及 Keesom, et al. (2010)等單位皆發展了決策支援系統作為工具，並根據選擇策略繪製溫室氣體排放之路徑圖。綜合上述研究之發展經驗，建置決策支援系統應考量重點包括：

1. 由 A-S-I-T 等 4 層面設計減量策略

ICCT 將運輸部門減量策略依避免(Avoid)、轉變(Shift)、改善(Improve)、轉換(Transform)4 個構面進行設計，定義如圖 3.1-1 所示。



資料來源：ICCT(2012)

圖 3.1-1 Avoid-Shift-Improve-Transform (A-S-I-T) 架構圖

其次，研提可行策略清單，並依 4 大構面加以歸類，其歸類方式如圖 3.1-2 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 3.1-2 ICCT 之減量策略類別

2. 依據策略在時間上之可行性規劃採用時機

接著，將政策清單依策略可行時程，規劃可能的採用時機。例如在 Keesom, et al. (2010)的路徑圖(圖 3.1-3)中，短期因減量要求較小，故以效率提升為主；中期透過新型技術與替代燃料持續改善能源效率；中長期為了加速減量進展，同時考慮技術成熟度，故採用 CCS¹；長期則須徹底促進低碳燃料使用習慣。

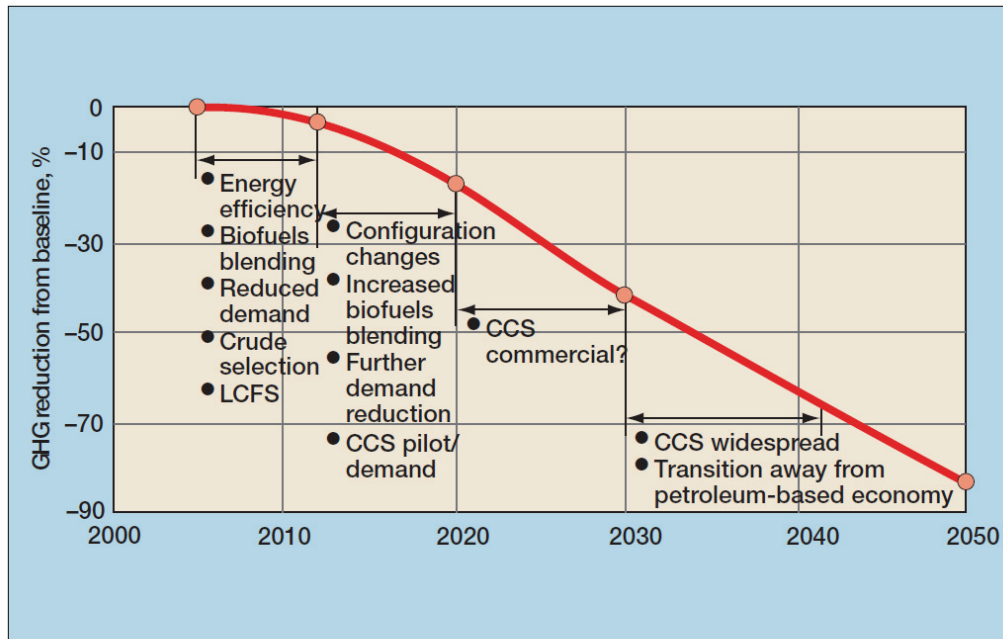


Figure 8 Match solution to required reduction

Source: Keesom, et al. (2012), Strategic Options for Reducing Greenhouse Gas Emissions.

圖 3.1-3 Keesom, et al. (2012)之各種類型政策排放路徑圖

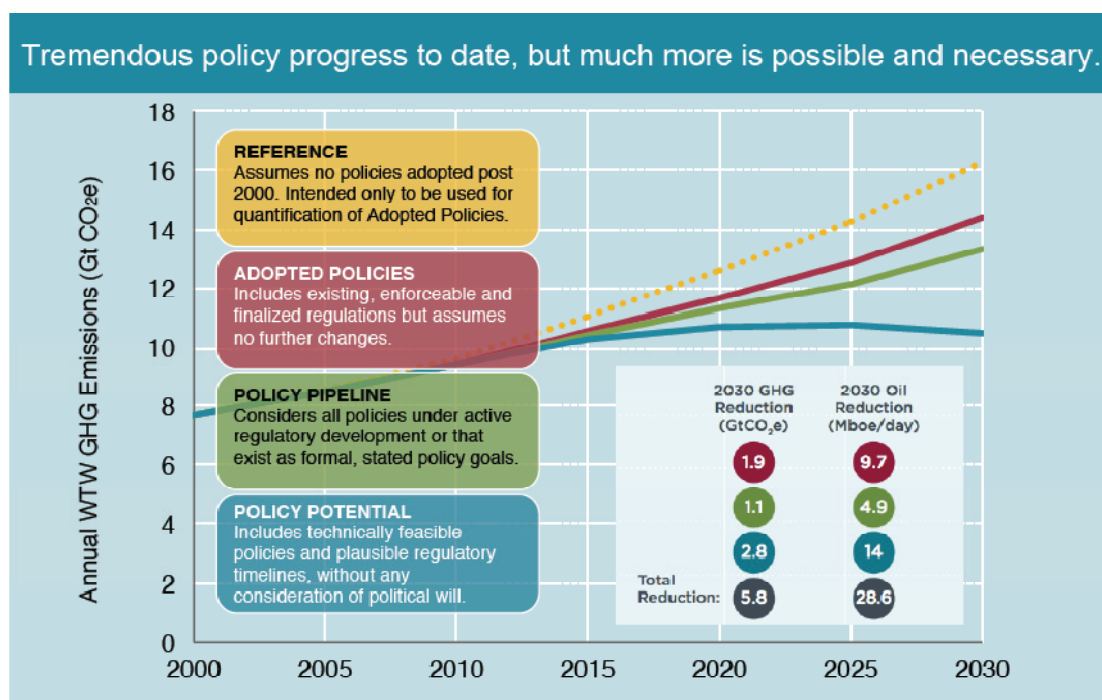
¹ CCS: carbon capture and storage，碳捕捉與封存。

3. 建置 roadmap model 計算減量成效

建立路徑圖評估模式與決策支援系統，依政策清單設計政策配套，並進行模擬評估。

4. 建立個別策略及整體策略之排放路徑

根據評估結果，繪製排放路徑圖，如圖 3.1-4 所示。



資料來源：ICCT(2012)

圖 3.1-4 ICCT 之各種類型政策排放路徑圖

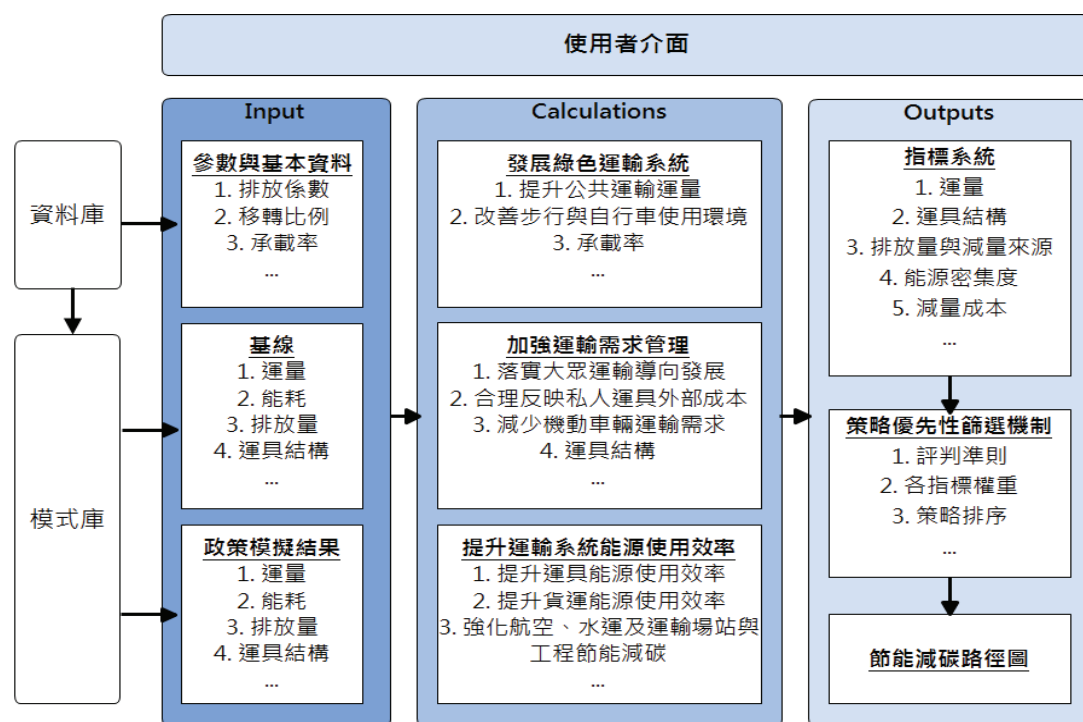
5. 考慮不確定性造成的影響

基於評估規模、範圍與重點的不同，不同研究所繪製之路徑圖或有些許差異，如 Keesom, et al. (2010)較關注不確定性問題，包括減量成效、市場價格、技術、成本之不確定性，不確定性的存在使得決策困難度大幅提升，因此在該研究中，減量成本扮演相當重要的角色，不僅是各項策略之減量成本，該研究更關心減量貢獻的來源及造成減量成本之關鍵因素。因此風險管理與情境量化分析為長期規劃必要工作，而支撐這些分析的重要因子即為碳的價值衡量。

3.2 政策決策支援系統之架構與運作流程

3.2.1 政策決策支援系統架構

為了整合本計畫多年來彙整之資料，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，本計畫將運輸部門節能減碳政策之決策支援系統架構設計如圖 3.2-1。



資料來源：本研究繪製。

圖 3.2-1 運輸部門節能減碳決策支援系統架構規劃

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、運輸部門能源消耗與排放預測模型，及本年度建構中之輔助模組。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，說明如下。

1. 使用者介面之資訊投入

依本所使用之需求，使用者介面架構依 3 項流程設計，即資訊投入、資訊演算與分析、結果產出，如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 決策支援系統使用者介面

項目	說明
資訊投入	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。
資訊演算與分析	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。
結果產出	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，目的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。

2. 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 3 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，攫取模擬計算結果並說明使用資料來源、運算公式連結與產出結果存放格式。

3. 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 5 類：(1) 社經指標；(2) 運量與運具結構(含公共運輸使用率)；(3) 能源消耗量與能源消耗結構；(4) 溫室氣體排放量；(5) 減量成本等。

4. 使用者介面之政策篩選機制

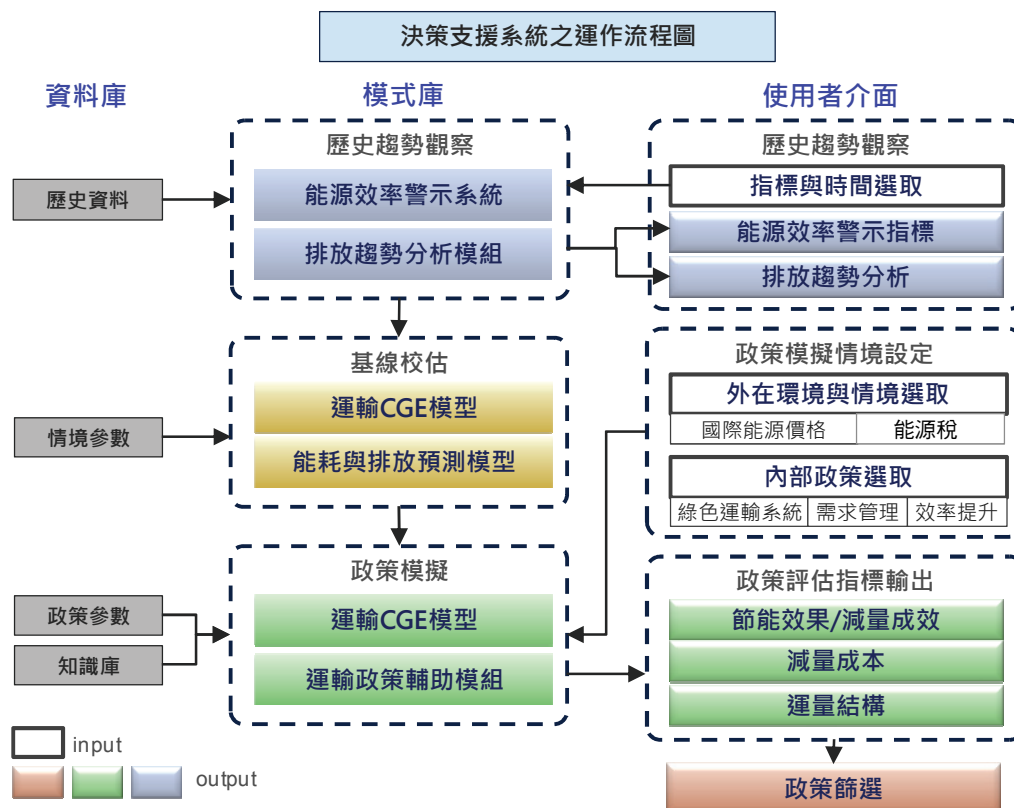
經由相關指標計算結果，可據以建立政策評判準則。政策篩選機制可有多種形式，本年度首先建置指標排序功能，後續研究可就政策篩選機制進一步研擬設計。未來亦可進一步給予使用者設定政策選項權重，並計算綜合指標之功能，甚至利用層級分析法(Analytic Hierarchy process, AHP)，進行政策執行之優先性篩選。

5. 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、減量技術可行性設定政策可導入時點，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。

3.2.2 政策決策支援系統運作流程

依據上述決策支援系統之架構，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 3.2-2 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連。



資料來源：本研究繪製。

圖 3.2-2 運輸部門節能減碳決策支援系統運作流程

1. 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耗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，本年度於決策支援系統中建置兩組歷史趨勢觀測之分析工具，其 1 為運具別之能源效率警示系統，其 2 為運輸部門排放趨勢分析模組。能源效率警示系統主要在提示使用者每期運輸部門能源消耗及能源效率較上期之變化狀況，因此共設計有能源效率及能源密集度兩項指標，至於指標的計算與歷年結果茲說明於 3.2.4 節。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，因此本年度利用因素分解方法，分別就客運及貨運之 CO₂ 排放，依能源密集度、承載率、運量結構、GDP 對運量之帶動效果，以及人口數等因子進行解析，計算過程與結果茲說明於 3.2.3 節。警示指標與因素分解相關資料與公式皆建置於系統之 EXCEL 檔案中，使用者介面在使用者點選完成欲分析時段與運具後，便可自系統檔案中攫取對映資料，並於介面上以圖及表方式呈現。

2. 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 2012 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 1 組運輸 CGE 模型、1 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，推估各運輸模式之運量、能耗與排放基線。

完整的決策支援系統在基線校估階段，推估所需之資料與參數由資料庫提供，至於基準情境之設定，可由模式內建與使用者設定兩種方式建置，本年度初步仍以模式內建方式建構基準情境，俾有效控管基線校估結果，待整體系統建置成熟，再開放使用者自行設定。

3. 政策模擬

由於運輸部門能源消耗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。

由於策略設計對象、影響層級，以及規模皆有不同，因此仰賴單一模式並無法完成所有評估工作，因此本年度設計的各項政策工具中，替代燃料添加與汽車汰舊換新兩項政策，將單純由第三章輔助模組分析，電動車補助則由運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型，以及輔助模組共同完成，其餘政策則由運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型進行。

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。

4. 評估準則選擇與排序

根據政策模擬結果，匯算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，選擇關心的指標並給予權重，以便對眾多政策選項進行排序。因此指標系統的建立，為完整決策支援系統不可或缺部分，指標的選擇與定義為建立指標系統之優先工作。

5. 減量成效與達成率計算

依據評估結果與決策選擇結果，建立溫室氣體排放路徑圖，並計算減量成效與目標達成率，若無法達成運輸部門減量目標，則須回頭至政策模擬或政策選擇重啟程序。

3.2.3 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放變化趨勢分析工具

為了達成節能減碳政策目標須進一步檢視目前所推動之各項運輸政策之執行效果，對於各項運輸能源統計指標的基礎分析，及能源消耗趨勢變動背後之關鍵因素，這些能源指標都是做為規劃未來政策的參考依據。

為了更明確的探討這些關鍵因素變動對經濟變數(如:產出、就業、能源消耗、污染物排放等)之影響，一般常使用因素分解法(decomposition approach)來分析，因素分解的原理乃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，但在決定拆解方式時，必先決定組成因素的項目。

近年來隨著國際間能源效率指標之發展與能源統計資料日趨完備及，國際能源總署(IEA)在因素分解法之應用上更從一般的產業部門擴展到服務業、住宅與運輸部門。國內對運輸部門之相關研究包括曾禹傑(2012)、李正豐(2009)、黃運貴(2005)等。這些研究大多使用對數平均數迪式指標法(logarithm mean Divisia index, LMDI)，將能源消耗量變動分解為「活動(Activity)」、「結構(Structure)」與「能源密集度(Energy intensity)」等層面之影響效果。就文獻觀察結果，推動能源消耗成長的因素主要來自於活動效果，如經濟成長、車輛數、承載率、運具結構等，該效果乃社經發展過程中必然現象。

將國內外相關研究所建構之因素分解公式彙整於表 3.2-2，則可大致歸納出運輸部門 CO₂ 排放因素分解時可量化考慮的因子包括：

1. 活動強度

相關因子包括 GDP、人均 GDP、人均所得、人口數、車輛數、運量、運距、承載率等。

2. 運量結構

相關因子包括各運具之運量占比、特定運具之能源消耗結構、運輸部門之能源消耗結構、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。

表 3.2-2 運輸部門溫室氣體排放之因素分解方法(1/2)

文獻	拆解方法	主要結論
(1) Eom and Lee (2010), “Trends in passenger transport energy use in South Korea”, Energy Policy: 38.	<p>對數平均數迪氏指標(LMDI)：</p> $E = \sum_i A \cdot S_i \cdot I_i$ <p>= 運量×運具結構×能源密集度</p>	<p>✓ 亞洲金融風暴前(1997 年前)，運量效果、結構效果、密集度效果皆造成二氧化碳增加。金融風暴後，運量效果仍持續增加，但結構效果開始減少二氧化碳排放，密集度效果則持平。</p> <p>✓ 金融風暴前，由汽車取代公共運輸，金融風暴後，而由大眾運輸取代個人運具。</p>
(2) Timilsina and Shrestha(2009), “Transport sector CO ₂ emissions growth in Asia: underlying factors and policy options”, Energy Policy, 37.	<p>對數平均數迪氏指標法(LMDI)：</p> $CO_{2t} = \sum_{ij} \frac{CO_{2ijt}}{FC_{ijt}} \times \frac{FC_{ijt}}{FC_{jt}} \times \frac{FC_{jt}}{GDP_t} \times \frac{GDP_t}{POP_t} \times POP_t$ <p>= 排放係數×運具 J 之能源消耗結構 ×運輸部門之能源結構×能源密集度×人均 GDP</p>	<p>✓ 經濟活動、人口成長、能源密集度是影響亞洲國家最主要的因素。</p> <p>✓ 能源密集度(ED)只在部分國家具重要影響，對中國與印度卻反之，這與兩國軌道運輸的發展有關。</p> <p>✓ 能源結構雖然直接造成排放增加，但其效果相對其他因素較小。</p>
3. 盧怡靜(2008)-臺灣公路運輸部門能源耗用與CO ₂ 排放趨勢變動因素探討，成功大學博士論文。	<p>迪氏指標法：</p> $CO_{2t} = \frac{CO_{2t}}{E_t} \times \frac{E_t}{N_t} \times \frac{N_t}{EAP_t} \times \frac{EAP_t}{G_t} \times G_t$ <p>= 排放係數×單位車輛之能耗×人均車輛數 ×人均 GDP 之倒數×GDP</p>	<p>✓ 經濟成長及單位車輛之行駛里程為促使小客車及機車能源需求成長的主要因素。</p> <p>✓ 車輛結構為促使小客車能耗增加之次要因素。</p> <p>✓ 單位車行里程之能耗與經濟活動人口密集度為促進能源需求減量的關鍵因素。</p>

表 3.2-1 運輸部門溫室氣體排放之因素分解方法(2/2)

文獻	拆解方法	主要結論
4. 李正豐 (2009),我國公路運輸部門二氧化碳排放減量潛力與最適策略評估,國科會專題研究計畫(2008.8~2009.7)。	<p>對數平均數迪氏指標(LMDI)：</p> $Q = \sum_{i=1}^2 Q_i = \sum_{i=1}^2 \frac{Q_i}{E_i} \times \frac{E_i}{E_{tot}} \times \frac{E_{tot}}{V} \times \frac{V}{P} \times P = \sum_{i=1}^2 (c_i s_i evP)$ <p>= 排放係數×燃料配比×車均能耗 ×人均車輛數×人口數</p>	<p>✓ 人均車輛數為 1986-2006 年間造成公路運輸 CO₂ 排放增加的關鍵因子；</p> <p>✓ 減量效應均主要來自車輛結構改變，亦即機車的增加數量高於汽車所導致，而非燃料效率有顯著提升；</p> <p>✓ 人口、燃料效率、燃料配比的影響並不明顯，顯示效率提升與替代燃料仍有待加強。</p>
5. 曾禹傑 (2012),我國運輸部門能源消耗變動因素分析暨節能減碳策略探討,台綜院。	<p>對數平均數迪氏指標法(LMDI)：</p> <p>-能源消耗量-</p> $E_{it} = A_t \times S_{it} \times I_{it}$ <p>= 活動效果(運輸需求)×結構效果(運具移轉)) ×能源密集度效果</p> <p>-私人運具人均能源消耗量-</p> $e_t = \frac{E_t}{P_t} = \frac{E_t}{VK_t} \times \frac{VK_t}{N_t} \times \frac{N_t}{P_t}$ <p>= 延車公里密集度效果×使用率效果(年均行駛里程) ×持有率效果(人均車輛數)</p> <p>-貨運能源密集度-</p> $I_t = \frac{E_t}{VK_t} \times \frac{VK_t}{TK_t}$ <p>= 延車公里密集度效果×承載重量效果(承載率之倒數)</p>	<p>✓ 無論客運或者貨運，推動能源消耗成長的因素主要來自於活動效果；</p> <p>✓ 提高承載率與降低空車率皆能促使能源密集度降低；</p> <p>✓ 推動公共運輸，可以替代高能源密集度私有運具，同時提高公共運輸承載率，間接降低能源密集度；</p> <p>✓ 有效的貨物運輸管理(如:提高每公里承載重量)降低能源密集度，搭配小貨車移轉至大貨車與軌道貨運，有助於降低整體貨運之能源消耗量。</p>

資料來源：本研究彙整。

3. 能源密集度

相關因子包括特定運具之燃油效率、運輸部門整體能源密集度(單位運量之能源消耗)、排放係數(單位能源之排放量)等。

因素分解法雖然可透過定義式的方式，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耗量與二氧化碳排放量的變動分析，主要適用於解析歷史排放量的主要來源，但因素分解亦存在部分限制，例如此方法不適用於評估未來的政策影響，而且分解式無法建立變數間的關聯等。無法解釋因果關係及常因過於主觀的公式認定而難以獲得實證支持。

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 之能源消耗量， 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。因此，該式將說明運輸部門 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)人口數等因子之變化所致。

利用上述公式及運輸部門排放清冊、能源平衡表、主計處國民所得統計常用資料、交通部統計查詢等資料，計算 2000 年至 2011 年運輸部門 CO_2 排放之趨動因子，並將客運排放之拆解結果彙製於圖 3.2-3，貨運排放之拆解結果繪製於圖 3.2-4。

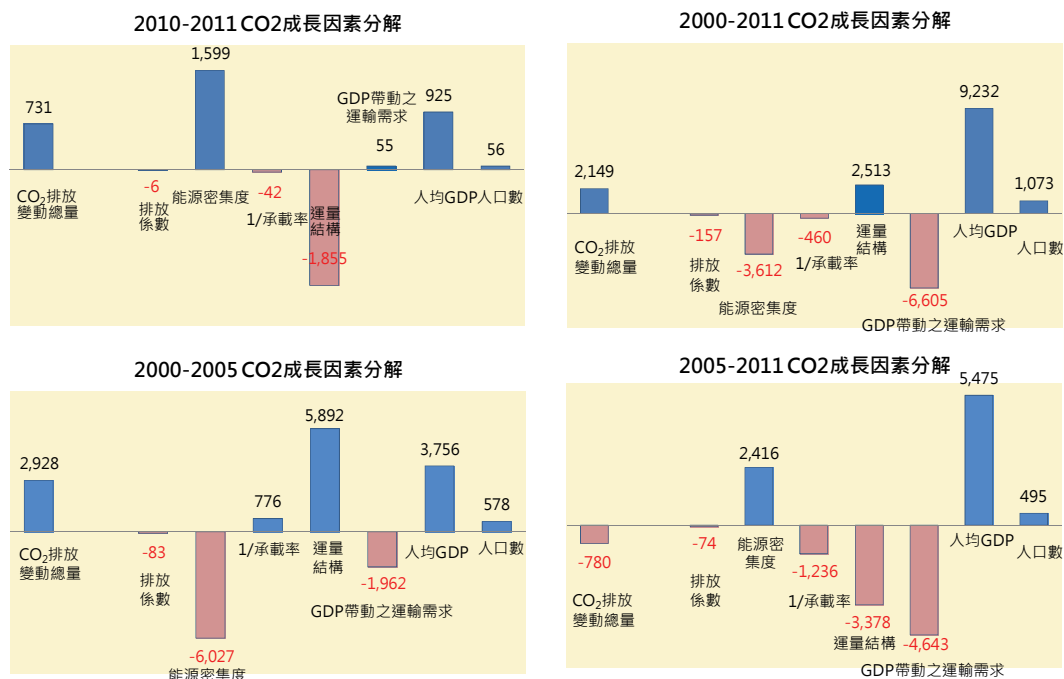


圖 3.2-3 CO₂ 排放趨勢分析結果(客運)

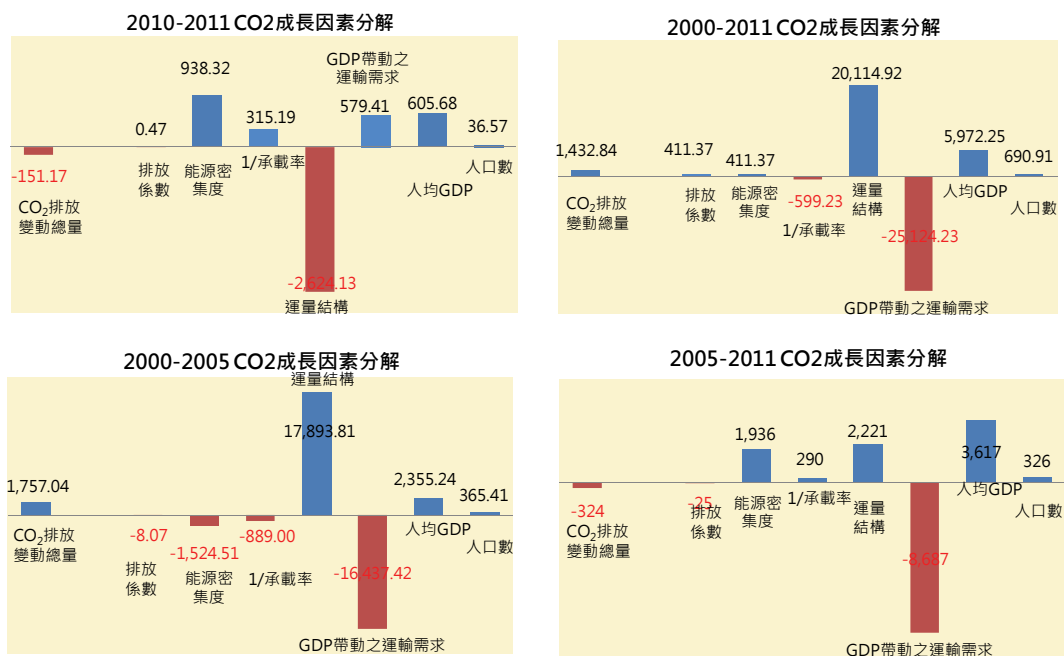


圖 3.2-4 CO₂ 排放趨勢分析結果(貨運)

由計算結果發現，由於歷年資料變化幅度差異大，使得各趨動因子對CO₂排放的貢獻在不同年度呈現正負變化的情況，以2010年至2011年為例，運輸部門客運部分於2011年CO₂排放較2010年增加731千公噸，其中因能源密集度上升所增加的排放量達1,599千公噸，主要因該年自用小客車能耗雖然較前年下降0.24%，但運量卻較前年下降7.52%，導致能源密集度對排放之貢獻大幅增加；其次，該年最主要的減量來源為運量結構的改善，由於自用小客車、自用大客車與機車占總運量之比重皆下降，取而代之為台鐵、北捷、高鐵、遊覽車運量的成長，使得運量結構改善之減排效果達到1,855千公噸。

目前在決策支援系統中設計的排放趨勢變化分析工具，可供使用者選擇觀察單一年度變化(如2011年相較2010年)，亦可選擇觀察累積年度資料，惟鑒於因素分解方法僅能概括呈現最終排放結果，而無法凸顯背後細部因素所造成結果判讀的謬誤(如上段文字描述之個別運具結構變化，或兩變動因素之相對大小)，故建議後續應補充其他分析工具以補足此缺失。

3.2.4 能源效率警示指標

曾國雄（1987）於「運輸能源之研究」中將有關運輸能源效率指標分為運行能源（operation energy）、載運能源（line-haul energy）、運式能源（model energy）與計畫能源（program energy）4 個層次：

■ 運行能源

運行能源，依據車輛運行時所需耗用之能源，如汽油、柴油等燃料，其指標可分為延車公里密集度與延人（噸）公里密集度，分別表示每單位車公里之能源消耗量，其計量指標則為公升、千卡、BTU 或元等貨幣價值，單位則為公升／延車公里等，依此類推。

■ 載運能源

載運能源，定義為運行能源加上車輛生產、車輛維修與運輸設施及其附屬設施興建與維修營運管理所需之能源消耗。

■ 運式能源

運式能源，亦稱及戶能源，指某一旅次（trip）由出發地開始至目的地，全趟行程所使用之主要運具與其連接輔助、接駁運具所需之能源消耗，亦即全部旅程所使用各種運具所耗用之能源。

■ 計畫能源

計畫能源，指計畫中新的運輸模式相對於其他運輸模式，其能源消耗差異之情況，通常是由使用者使用新的運輸模式與原來運輸模式之運式能源效率差來決定。

經濟部能源委員會（1999）於「運輸部門能源消費調查研究」累積以往相關之技術報告，對上述之運輸能源效率指標（包括運行能源、載運能源、運式能源及計畫能源）提出指標的建構方式，其中內容指出運行能源是運輸工具提供運輸服務時所必需消耗之能源。估算方式有兩種，一種是燃料效率，單位是延車公里／公升；另一種是能源密集度，單位為千卡／延人（噸）公里等。針對各式運具所使用之用途不同，包括服務對象可分為客運與貨運；服務距離可分為短、中、長程旅次；運具屬性可分為私人或大眾運具。劃分為公路、鐵路、水運與航空等部門，發展出其運行能源指標，包括各部門之運具別、燃料或能源別、燃油效率、能源密集度，另外亦對 CO₂ 排放密集度，分別訂定其指標參數值。

1. 指標選擇與警示方式

本計畫為了可以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，以提供決策支援系統狀況監測與事件警示之功能，分別以各運具別的燃油效率及能源密集度來當作能源效率指標的依據，資料來源均取自於能源局能源平衡表中。

(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耗，以計算各車種燃油效率，再分別由客運和貨運、營業用及自用等分類，建立風險預警指標。預警符號分辨原則，以各主指標在 1990 至 2012 年間，相對前期(在此以年為 1 期)的變動率做為判別依據，變動率為“+”則顯示“綠色”，屬於改善狀態；變動率為“-”則顯示“紅色”，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耗除以運量資料，以計算各車種能源密集度，各運具區分為鐵路、公路、空運及水運，並分營業用及自用，風險預警符號分辨原則，以各主指標在 1990 至 2012 年間，相對前期(在此以年為 1 期)的變動率做為判別依據，變動率為“-”則顯示“紅色”，屬於惡化狀態；變動率為“+”則顯示“綠色”，屬於改善狀態。

2. 計算結果與變動分析

圖 3.2-5 為能源效率警示指標介面，分別依據各運具的燃油效率指標及能源密集度指標來判別能源效率使用的好或壞。



圖 3.2-5 能源效率警示指標介面

由表 3.2-3 及圖 3.2-6 可知近 3 年來，除市區公車外，多數運具燃油效率皆有改善，自用大客車燃油效率則相對較為穩定。

表 3.2-3 公路客運燃油效率指標

單位：公里/公升，%

年份	自用小客車 汽油		大客車 自用		公車與客運車 市區公車	
1990	8.890	-	3.440	-	-	-
1991	8.990	1.1%	2.494	-27.5%	2.717	-
1992	9.090	1.1%	3.330	33.5%	-	-
1993	9.190	1.1%	3.280	-1.5%	-	-
1994	9.290	1.1%	2.688	-18.0%	1.972	-
1995	9.400	1.2%	2.664	-0.9%	1.965	-0.4%
1996	9.500	1.1%	2.860	7.3%	1.959	-0.3%
1997	9.550	0.5%	2.753	-3.7%	2.020	3.1%
1998	9.600	0.5%	2.802	1.8%	1.981	-1.9%
1999	9.900	3.1%	2.780	-0.8%	2.002	1.1%
2000	10.200	3.0%	2.750	-1.1%	2.076	3.7%
2001	10.004	-1.9%	2.950	7.3%	2.083	0.3%
2002	9.939	-0.7%	2.938	-0.4%	2.132	2.4%
2003	9.939	0.0%	2.983	1.5%	2.157	1.1%
2004	9.701	-2.4%	3.044	2.1%	2.198	1.9%
2005	9.701	0.0%	3.084	1.3%	2.214	0.7%
2006	9.838	1.4%	3.071	-0.4%	2.207	-0.3%
2007	9.838	0.0%	3.091	0.6%	2.223	0.7%
2008	10.144	3.1%	3.065	-0.9%	2.268	2.0%
2009	10.144	0.0%	3.033	-1.0%	2.291	1.0%
2010	10.213	0.7%	3.105	2.4%	2.373	3.6%
2011	10.213	0.0%	3.187	2.7%	2.321	-2.2%
2012	10.213	0.0%	3.225	1.2%	2.328	0.3%

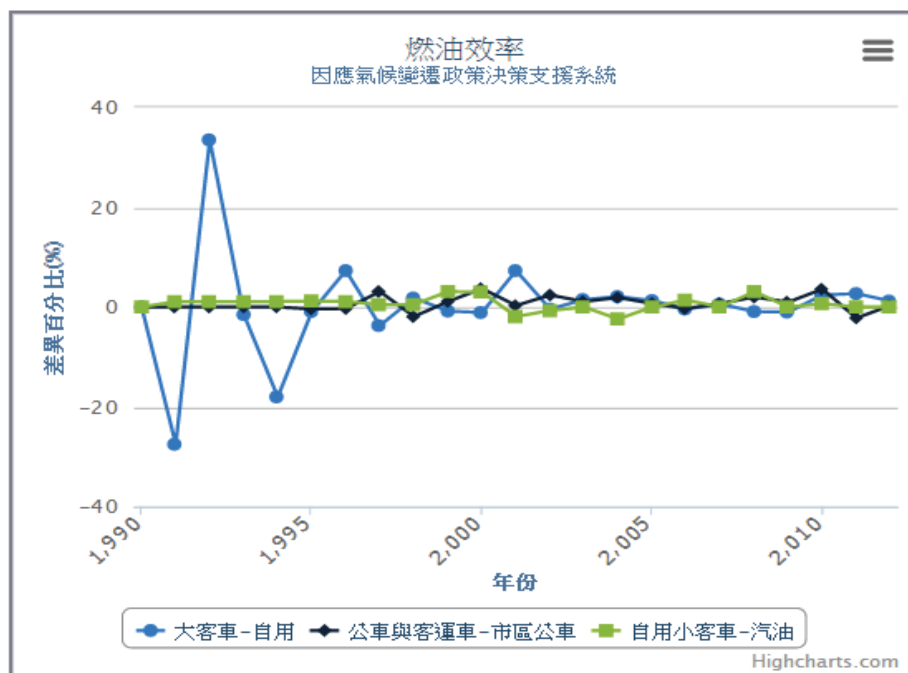


圖 3.2-6 歷年客運燃油效率變動狀況

由表 3.2-4 及圖 3.2-7 可知，柴油小貨車燃油效率不斷提升，汽油小貨車卻不斷下降。

表 3.2-4 公路貨運燃油效率指標

單位：公里/公升，%

年份	營業小貨車 汽油		營業小貨車 柴油		大貨車 營業	
1990	8.351	-	5.129	-	2.740	-
1991	8.315	-0.4%	5.235	2.1%	3.558	29.9%
1992	8.279	-0.4%	5.341	2.0%	2.700	-24.1%
1993	8.242	-0.4%	5.448	2.0%	2.690	-0.4%
1994	8.206	-0.4%	5.554	2.0%	3.433	27.6%
1995	8.169	-0.4%	5.661	1.9%	3.319	-3.3%
1996	8.133	-0.4%	5.767	1.9%	2.882	-13.2%
1997	8.096	-0.4%	5.874	1.8%	2.852	-1.0%
1998	8.060	-0.4%	5.980	1.8%	2.624	-8.0%
1999	8.024	-0.5%	6.086	1.8%	2.846	8.5%
2000	7.987	-0.5%	6.193	1.7%	2.895	1.7%
2001	7.951	-0.5%	6.299	1.7%	2.631	-9.1%
2002	7.914	-0.5%	6.406	1.7%	2.507	-4.7%
2003	7.878	-0.5%	6.512	1.7%	2.473	-1.4%
2004	7.841	-0.5%	6.619	1.6%	2.462	-0.4%
2005	7.805	-0.5%	6.725	1.6%	2.372	-3.7%
2006	7.769	-0.5%	6.831	1.6%	2.292	-3.4%
2007	7.732	-0.5%	6.938	1.6%	2.284	-0.3%
2008	7.696	-0.5%	7.044	1.5%	2.227	-2.5%
2009	7.659	-0.5%	7.151	1.5%	2.102	-5.6%
2010	7.623	-0.5%	7.257	1.5%	2.204	4.9%
2011	7.586	-0.5%	7.364	1.5%	2.201	-0.2%
2012	7.550	-0.5%	7.470	1.4%	2.261	2.7%

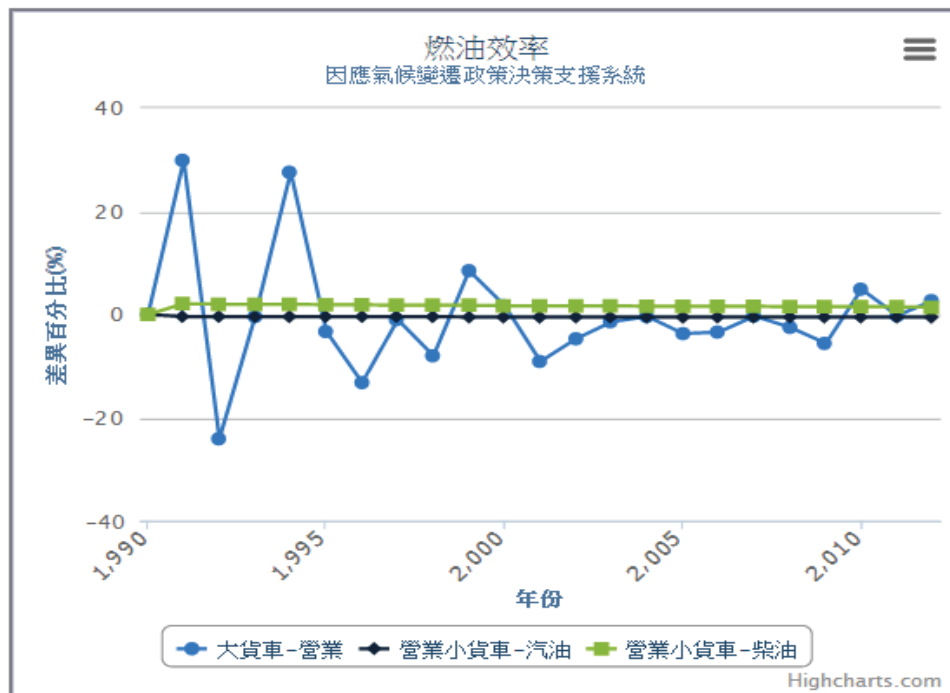


圖 3.2-7 歷年貨運燃油效率變動狀況

表 3.2-5 及圖 3.2-8 分別為歷年鐵路運輸、空運及水運能源密集度相對前期變動狀況。而表 3.2-6 及圖 3.2-9 則為歷年公路客運及貨運能源密集度相對前期變動狀況。

表 3.2-5 鐵路運輸、空運及水運能源密集度指標

單位：公里/公升，%

年份	鐵路(公升) 客運 台鐵	鐵路(公升) 客運 北捷	國內航空 客運	國內水運 水運
1990	0.007	-	-	-
1991	0.007	3.90%	-	-
1992	0.007	1.70%	-	0.001
1993	0.007	2.00%	-	0.001
1994	0.006	-11.90%	-	0.001
1995	0.007	8.10%	-	0.001
1996	0.008	12.00%	0.045	0.001
1997	0.009	13.80%	0.041	-9.30%
1998	0.009	3.50%	0.025	-38.10%
1999	0.009	3.60%	0.018	-27.20%
2000	0.009	-5.20%	0.014	-21.70%
2001	0.009	4.70%	0.013	-9.80%
2002	0.010	7.30%	0.013	0.10%
2003	0.011	9.30%	0.013	-3.00%
2004	0.011	-2.10%	0.012	-3.00%
2005	0.010	-2.60%	0.012	0.80%
2006	0.011	2.70%	0.013	3.60%
2007	0.011	5.10%	0.013	-1.30%
2008	0.012	11.00%	0.012	-6.40%
2009	0.013	2.70%	0.012	3.30%
2010	0.012	-6.70%	0.012	0.90%
2011	0.012	-1.10%	0.013	5.20%
2012	0.012	-1.90%	0.012	-4.50%

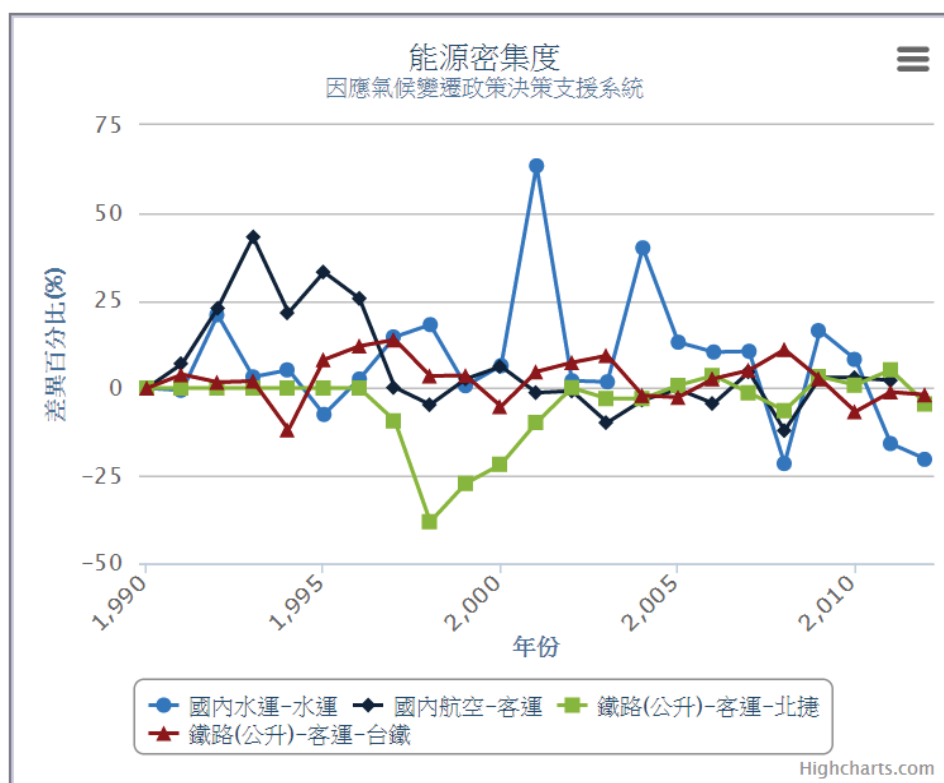


圖 3.2-8 歷年鐵路運輸、空運及水運能源密集度變動狀況

表 3.2-6 公路客運及貨運能源密集度指標

單位：公里/公升，%

年份	自用小客車 汽油		大客車 遊覽車		營業小貨車 柴油		大貨車 營業	
1990	0.042	-	0.010	-	0.205	-	0.060	-
1991	0.042	-1.70%	0.011	8.70%	0.201	-2.00%	0.046	-23.00%
1992	0.051	22.90%	0.008	-28.10%	0.197	-2.00%	0.061	31.80%
1993	0.041	-19.00%	0.009	23.50%	0.193	-2.00%	0.061	0.40%
1994	0.043	3.90%	0.009	-0.90%	0.189	-1.90%	0.047	-23.70%
1995	0.044	3.20%	0.009	-5.70%	0.186	-1.90%	0.047	0.00%
1996	0.046	4.00%	0.007	-15.40%	0.182	-1.80%	0.053	12.40%
1997	0.045	-3.20%	0.007	-0.30%	0.179	-1.80%	0.048	-8.50%
1998	0.045	0.50%	0.007	-10.90%	0.176	-1.80%	0.054	12.70%
1999	0.045	0.30%	0.007	12.40%	0.165	-6.20%	0.048	-12.00%
2000	0.042	-5.80%	0.008	4.80%	0.162	-1.70%	0.050	4.30%
2001	0.039	-7.70%	0.007	-7.30%	0.159	-1.70%	0.047	-5.00%
2002	0.036	-7.60%	0.008	6.10%	0.157	-1.70%	0.048	1.80%
2003	0.034	-5.70%	0.008	5.40%	0.154	-1.60%	0.047	-2.10%
2004	0.033	-4.10%	0.008	-0.90%	0.152	-1.60%	0.048	1.70%
2005	0.031	-5.50%	0.009	7.20%	0.149	-1.60%	0.049	2.40%
2006	0.029	-6.40%	0.008	-1.50%	0.147	-1.60%	0.051	3.30%
2007	0.030	5.20%	0.008	-8.60%	0.145	-1.50%	0.051	0.20%
2008	0.029	-4.20%	0.008	3.20%	0.142	-1.50%	0.051	0.10%
2009	0.031	7.90%	0.008	2.30%	0.140	-1.50%	0.052	1.90%
2010	0.030	-3.40%	0.009	8.00%	0.138	-1.50%	0.051	-1.90%
2011	0.033	7.90%	0.009	7.20%	0.136	-1.40%	0.050	-1.80%
2012	0.032	-1.90%	0.012	25.00%	0.134	-1.40%	0.049	-2.30%

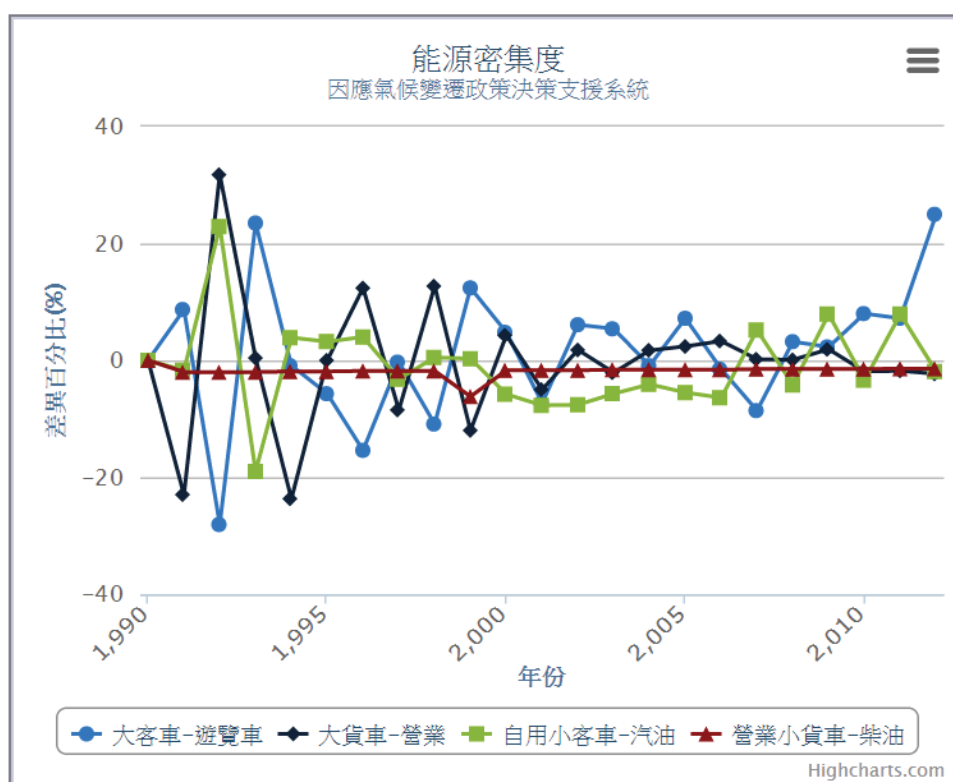


圖 3.2-9 歷年公路客運及貨運能源密集度變動狀況

我們可以發現近 3 年來不論是鐵路運輸、公路客運、水運或空運的燃油效率都有明顯改善的趨勢。

3.3 政策決策支援系統之政策評估模組

3.3.1 運輸部門溫室氣體減量政策選項

如 2.1.2 節及 2.1.3 節彙整之各國運輸部門節能減碳政策，在避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)之思考主軸下，本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 1 項外部政策搭配 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。

在發展綠色運輸系統部分，為提升公共運輸運量，本計畫以公共運輸票價補貼為政策工具，為促進綠色運輸工具購置，另以電動車購車補助為政策工具；在加強運輸需求管理部分，為減少機動車輛運輸需求，並將運輸需求導向大眾運輸，本計畫搭配公共運輸票價補貼及汽燃費隨油徵收為政策工具；在提升運輸系統能源使用效率部分，為加速改善車齡結構，本計畫另考慮老舊車輛汰舊換新政策。

綜合上述政策選項，本年度政策評估選項與不同情境之策略組合彙整於表 3.3-1。

表 3.3-1 運輸部門溫室氣體減量政策選項

	基本情境設定		政策項目					
	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	電動車免徵貨物稅	生質燃料添加	車輛汰舊換新
Case 1-1	●		●					
Case 1-2	●		●	●				
Case 1-3	●		●	●	●			
Case 1-4	●		●	●	●	●		
Case 1-5	●		●	●	●	●	●	
Case 1-6	●		●	●	●	●	●	●
Case 2-0	●	●						
Case 2-1	●	●	●					
Case 2-2	●	●	●	●				
Case 2-3	●	●	●	●	●			
Case 2-4	●	●	●	●	●	●		
Case 2-5	●	●	●	●	●	●	●	
Case 2-6	●	●	●	●	●	●	●	●

在評估過程中，由於運輸部門能源消耗往往受到外部環境(如國際原油價格)與政策(如能源稅、核能政策、電價政策等)之影響甚鉅，在探討運輸部門節能減碳成效時，不免將外在條件的影響納入評估，因此本計畫特別將評估情境區分為基本情境與政策情境兩類，以凸顯運輸部門政策與外部政策間之競合關係。在基本情境中，本年度優先考量國際原油價格上漲與否之影響，每1組基本情境皆搭配6組運輸節能減碳策略，並逐項套疊各項策略。

3.3.2 決策支援輔助模組

1. 模組關聯性

由於不同政策組合所必須考量之情境與計算流程不同，因此較難以統一的操作流程說明模組間的關聯性，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、能源消耗量、車輛數，以及 GDP 或財政支出等總體資料，輔助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。整體操作流程可表示如圖 3.3-1 所示。

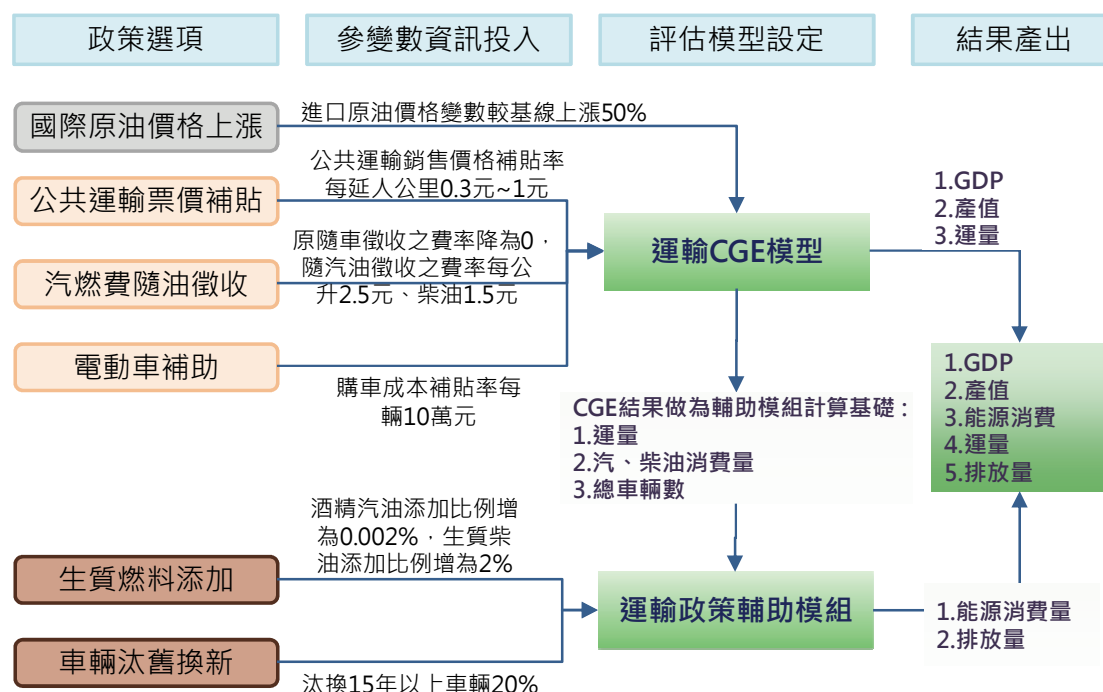


圖 3.3-1 政策評估流程與模組之關聯性

本計畫外部政策情境以國際原油價格上漲為例，減量政策選項則包括公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車購車補貼、生質燃料添加、車輛汰舊換新等項。

由於國際原油價格上漲、公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助等策略影響範圍較廣泛，故先由運輸 CGE 模型進行評估，評估結果中之各運具運量、汽、柴油消費量、總車輛數等數據可傳遞給輔助模組，做為計算生質燃料添加及車輛汰舊換新策略減量成效之基礎，最後由 CGE 模型模擬而得之 GDP、各業(含公共運輸業及電動車產業)產值、運量等變數之變化，以及由輔助模組計算而得之能源消耗量與排放量變化，便可輸出至指標系統，做為政策排序與篩選依據。

2. 「生質燃料添加」估算說明

由於全球石油蘊藏量日漸枯竭及氣候異常影響，世界各國都著手推廣具再生性質的生質燃料，以減少化石燃料用量並降低二氧化碳排放，我國也積極面對此趨勢並擬妥為因應全球暖化氣候變遷的重要策略之一。

經濟部能源局繼 97 年 7 月 15 日石油煉製業及輸入業銷售國內之全面實施國內銷售車用柴油全面均添加 1% 生質柴油(即簡稱 B1)措施，於 99 年 6 月 15 日起將生質柴油添加比率提高至 2%(簡稱 B2)，以提高生質柴油國內需市場需求量，減低二氧化碳排放量，國內生質燃料政策推動目標變革如表 3.3-2 所示。

表 3.3-2 我國規劃生質能源推動目標

我國生質柴油推動目標				
項目/年度	2006	2007~2008	2009	2011
推廣量	650 公秉	6,500 公秉	45,000 公秉	100,000 公秉
推廣模式	環保車試行 綠色公務車	Green Country	全面 B1	全面 B2
料源供應方式	指定國內料源		開放自由市場	
料源種植目標	2,000 公頃	8,000 公頃	20,000 公頃	80,000 公頃
我國生質酒精推動目標				
項目/年度	2006	2007~2008	2009	2011
推廣量	---	770 公秉	12,000 公秉	100,000 公秉
推廣模式	---	綠色公務車	都會區 E3	全面 E3
料源供應方式	國內料源優先，不足由進口供應		開放自由市場	
料源種植目標	試種 30 公頃	30 公頃	3,000 公頃	20,000 公頃

資料來源：行政院能源局。

本計畫為了能夠提供運輸部門在替代能源車輛推廣策略中評估節能減碳效益，並協助完成政策決策支援系統之建置，特別針對生質柴油及生質酒精的添加比率之節能減碳效益進行評估，並據以建置輔助模組。

政策評估流程，如圖 3.3-2 所示，首先，蒐集歷史年生質燃料使用情形相關數據，包括添加比例、實際消費量、價格等資訊；其次分析在我國生質燃料推動目標下，目前實際添加比率，藉由這些資訊設定合理模擬情境；接著設定基線情境及政策情境的添加比例；最後以 CGE 模型推估之 2006 年至 2030 年公路貨運及客運的汽、柴油消費量，分別乘上基線情境及政策情境所假設之添加比例，可求得公路貨運及客運在生質柴油及生質酒精的消費量，再分別乘上汽油及酒精的 CO₂ 排放係數，就可以比較出基線情境及政策情境的生質柴油及酒精汽油添加比例的改變所造成 CO₂ 排放量的差異。

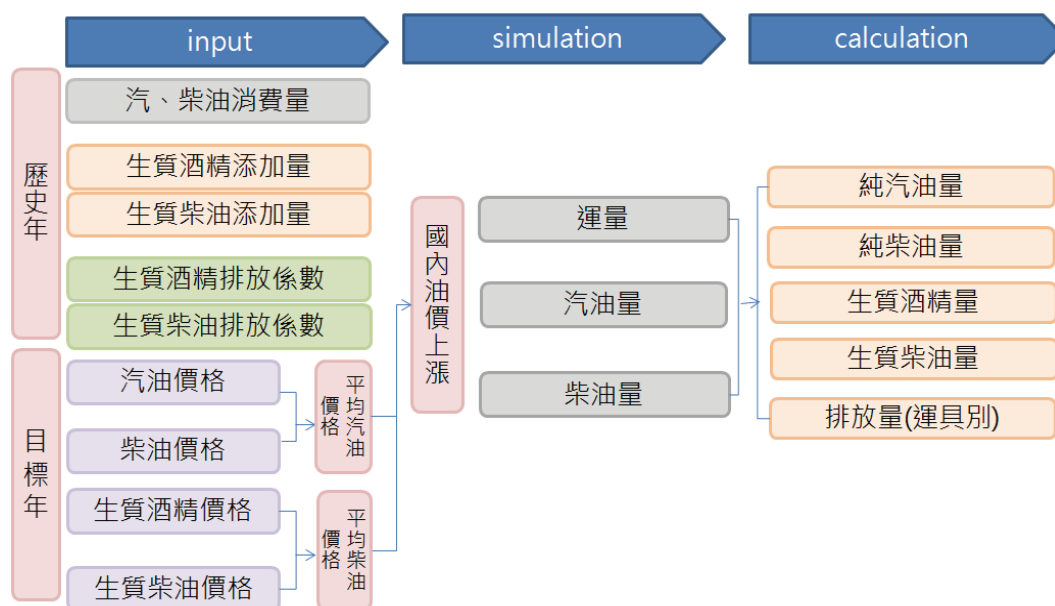


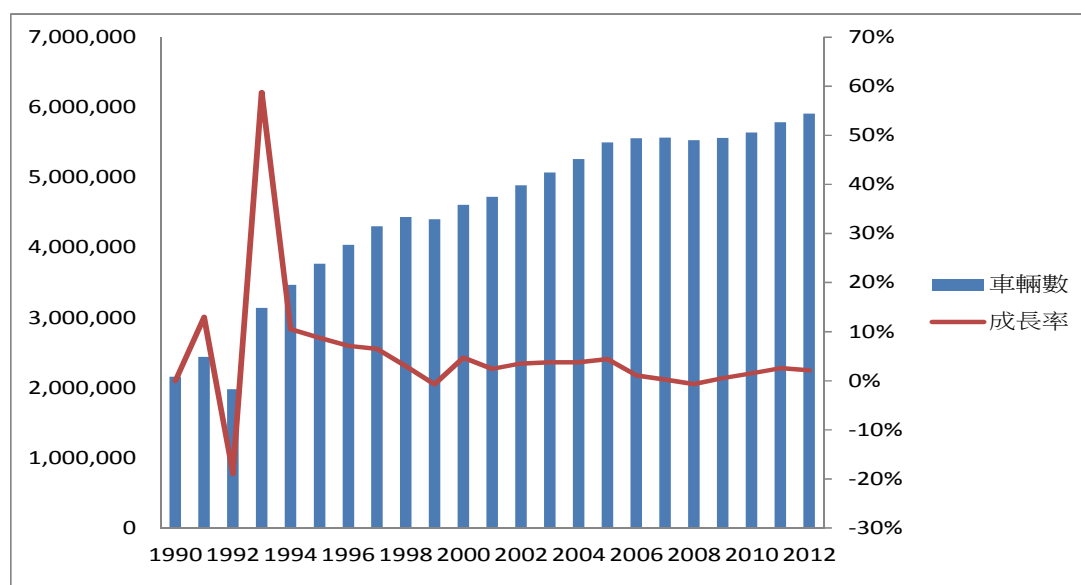
圖 3.3-2 替代燃料政策評估流程圖

資料來源係蒐集自能源平衡表 1993 年至 2011 年各運具別的汽油、柴油、生質柴油及生質酒精消費量，並換算成添加生質柴油及生質酒精的比例；2006 年至 2030 年各運具別的能耗資料則取自於 CGE 推估結果；CO₂ 排放係數資料取自資訊平台之排放清冊資料庫。根據能源平衡表資料，目前酒精汽油添加比例為 0.0012%，生質柴油為 1.26%，故基線情境假設未來維持目前比例不變下進行推估；而政策情境則在參考政策推動目標(B2 及 E3)下，假設自 2014 年起酒精汽油添加比例增為 0.002%，生質柴油增為 2%；在此情境下，依據計算結果顯示 2025 年可較基線減量 8.3 萬公噸。

3. 「汽車汰舊換新」估算說明

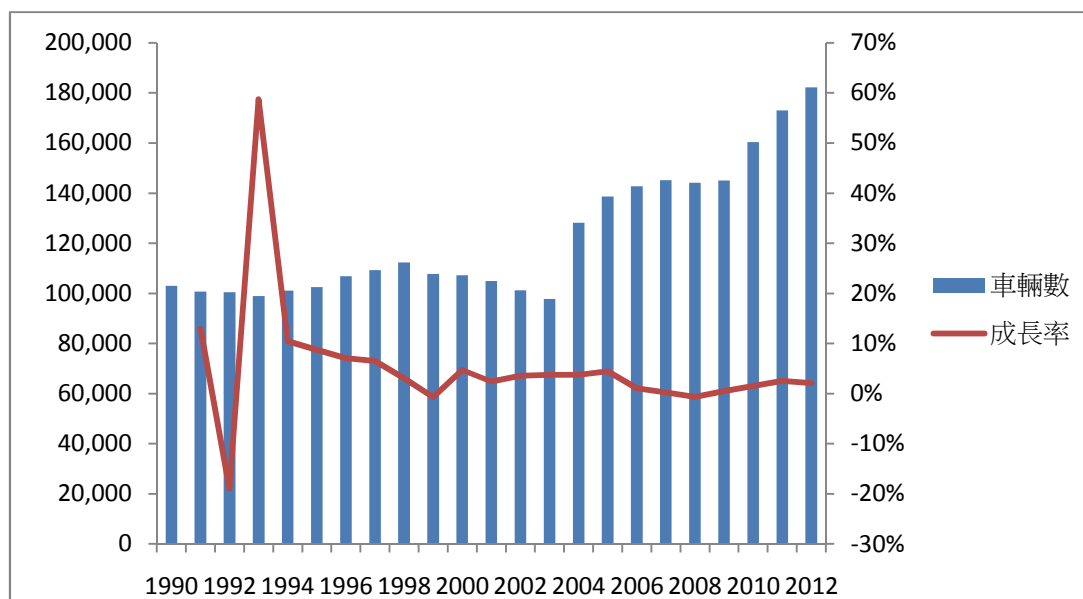
陳宜佳(2000)蒐集歷年來臺灣地區及各國政府採行移動源排放空氣污染物控制對策及經驗，研擬高屏地區汽車排放空氣污染物控制對策，研究結果顯示，以排放減量評估民國 90 年控制對策，最具減量成效者為「機車排氣定檢制度」(配合調修原屬合格邊緣車輛)；此外，淘汰老舊車輛亦屬較具積效之減量對策。綜合評估各項控制對策結果顯示，成本有效性最佳之控制對策為「機車排氣定檢制度」，等效減量值最大者為「加速淘汰老舊汽車」。

由於臺灣地區地小人稠，多數地區之大眾運輸系統尚未能滿足民眾需求，因此，機、汽車等私人運具乃為陸上交通運輸之主要工具。根據交通部統計處資料(交通統計月報及交通部統計資訊服務網)，從 1992 年至 2012 年以來，每年的自用小客和營業小客車均逐年的成長，至 2012 年底為止，自用小客車登記車輛數已高達 5,909 千輛，相較於 1990 年成長了 2 倍多，而營業小客車登記車輛數已高達 1,802 千輛，相較於 1990 年成長了 1.8 倍多，如圖 3.3-3 與圖 3.3-4 所示。



資料來源：交通統計月報及交通部統計資訊服務網。

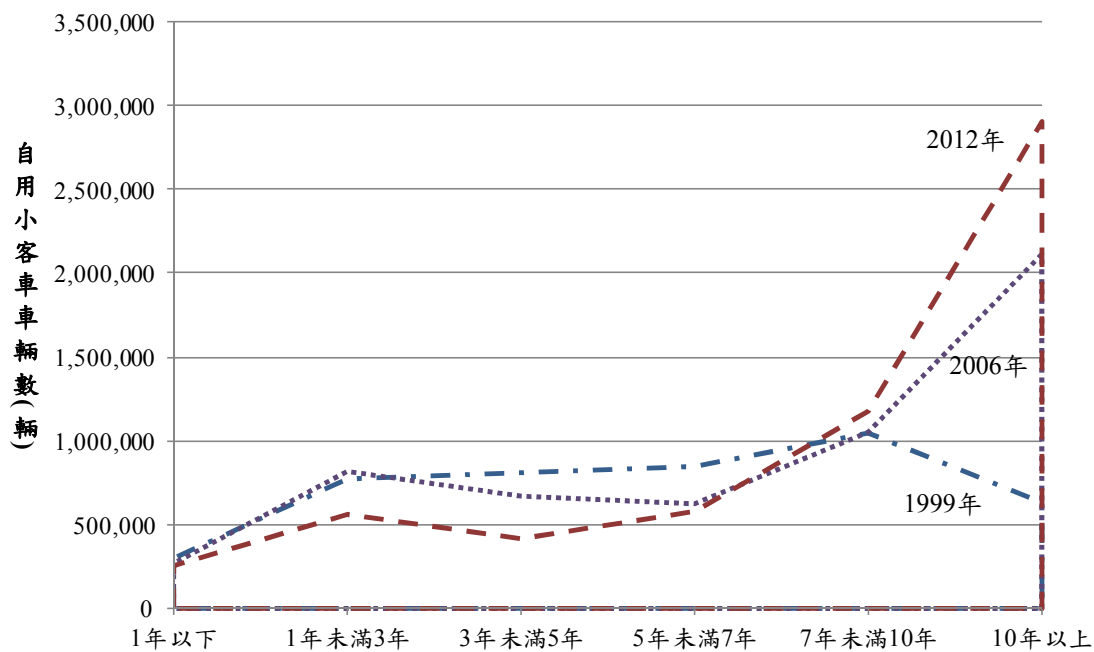
圖 3.3-3 自用小客車登記車輛數



資料來源：交通統計月報及交通部統計資訊服務網。

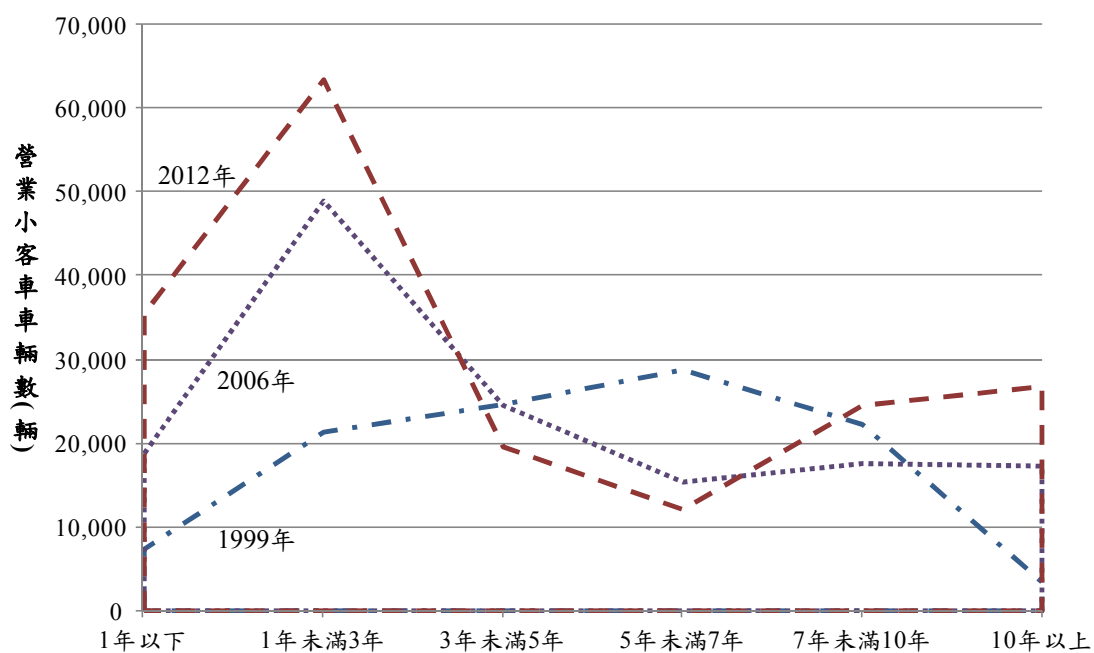
圖 3.3-4 營業小客車登記車輛數

而觀察小客車車齡分佈，圖 3.3-5 說明自用小客車之車齡分佈近十多年來已明顯朝向高齡化發展，至 2012 年為止，車齡 10 年以上車輛已超過 290 萬輛，約占總登記車輛數之 49%；圖 3.3-6 則顯示營業小客車車齡分佈與自用小客車相反，隨著時間經過，車齡 3 年內之車輛明顯多於高齡車輛，至 2012 年為止，未滿 3 年車輛約 9.9 萬輛，占營業小客車登記總車輛數約 54%。



資料來源：交通統計月報及交通部統計資訊服務網。

圖 3.3-5 自用小客車登記車輛車齡分佈



資料來源：交通統計月報及交通部統計資訊服務網。

圖 3.3-6 營業小客車登記車輛車齡分佈

鑒於自用小客車車齡分佈已明顯高齡化，為評估汽車汰舊換新政策之減量效果，本計畫選擇自用小客車為推動對象；其次，由於未能取得各車齡車輛之排氣量分佈數據，故僅能假設各車齡之排氣量分布情況皆相同；此外，假設自用小客車每年的行駛里程數與 2012 年相同。在前述前提下，基線情境假設至 2030 年皆維持現有車齡分佈狀態，政策情境則假設為 2014 年起逐年汰換 15 年以上 20% 的車輛。

政策評估流程，如圖 3.3-7 所示，首先，假設 2014 年起逐年汰換 15 年以上 20% 的車輛情境下，會得到 2014 年至 2030 年逐年汰換的總車輛數，再依據不同排氣量及參考 2012 年的車齡分配比例來劃分車輛數，再者，運用 2012 年自用小客車每年的行駛里程數算出 2014 年至 2030 年各年不同排氣量及車齡分配的總行駛里程數，再分別將 2014 年至 2030 年不同排氣量及不同車齡分配的總行駛里程數分別除(新車)以燃油效率及(舊車)燃油效率，可以得到分別在 2014 年至 2030 年不同排氣量及不同車齡分配的新車及舊車的總油耗，最後，分別將新車及舊車的總油耗相減可以得到 2014 年起逐年汰換 15 年以上 20% 的車輛所節省的油耗量，並將 2014 年至 2030 年節省的油耗量加總乘以 CO₂ 排放係數可得到預估至 2025 年可較基線減量 201 千公噸的 CO₂。

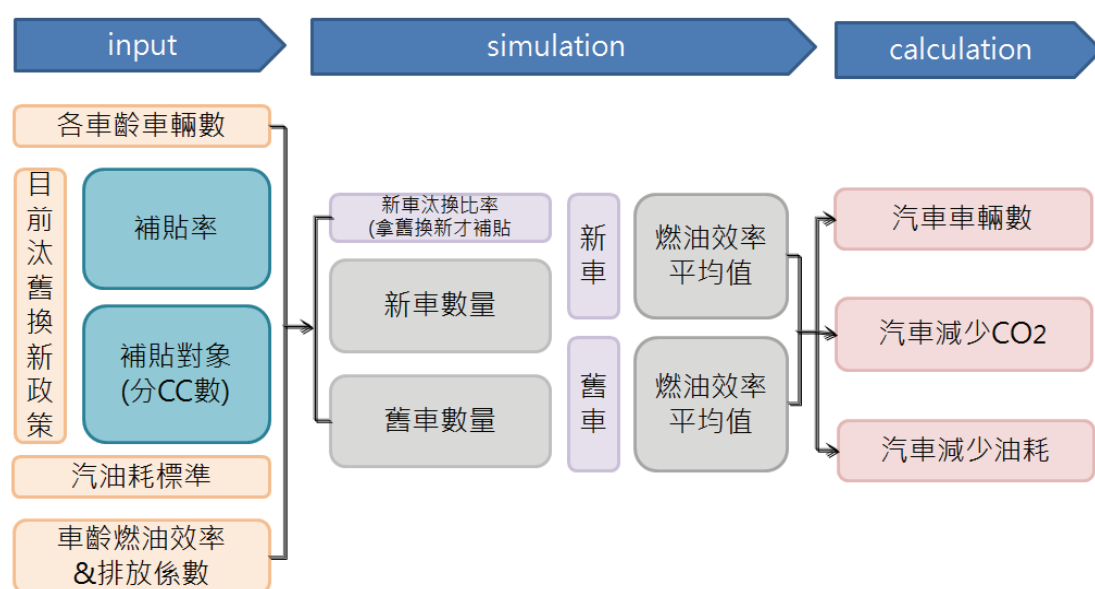


圖 3.3-7 車輛汰舊換新政策評估流程圖

計算過程所需資料包括依車齡及排氣量區分之車輛數、燃油效率、年均行駛里程等。車輛數資料來自交通部統計資訊服務網，可依車齡與排氣

量加以區分，但缺乏同時對映車齡與排氣量之車輛數矩陣資料，本計畫運用迴歸分析推估至 2030 年之總車輛數；新車之燃油效率來自 2011 年能源局新車油耗指南，可依排氣量區分為 5 類，舊車燃油效率資料則參考自本所「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」，可依排氣量區分為 5 類，依車齡區分為 7 類；由於交通部統查詢網所公布的 2011 年車齡分配與本所「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」的年份區分有所不同，為了能夠新車和舊車燃油效率的資料整併，依據本所「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」的車齡年份做切割；車輛每年行駛里程的資料取自於通部統計查詢網。

4. 「生質燃料添加」與「汽車汰舊換新」之敏感度分析

鑒於前述「生質燃料添加」與「汽車汰舊換新」政策情境設計相對保守，為衡量此兩項政策在可能範圍內所能帶來之減量成效，故進一步進行敏感度分析。

(1) 「生質酒精添加」之敏感度分析

在生質柴油添加比例固定於 2% 情況下，計算生質酒精添加比例由 1% 逐減增加至 6% 之減量效果。計算結果如表 3.3-3，當生質酒精添加比例增至 6% 時，將可較基線減量 139 萬公噸。

表 3.3-3 「生質酒精添加」之敏感度分析結果

Group1		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
添加比例	酒精	1%	2%	3%	4%	5%	6%
	柴油	2%	2%	2%	2%	2%	2%
減量成效 (單位:千公噸)		298.94	514.90	730.86	946.82	1,162.78	1,378.74

資料來源：本計畫計算。

(2) 「生質柴油添加」之敏感度分析

在生質酒精添加比例固定於 2% 情況下，計算生質柴油添加比例由 1% 逐減增加至 6% 之減量效果。計算結果如表 3.3-4，當生質柴油添加比例增至 6% 時，將可較基線減量 96 萬公噸。

表 3.3-4 「生質柴油添加」之敏感度分析結果

Group2		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
添加比例	酒精	2%	2%	2%	2%	2%	2%
	柴油	1%	2%	3%	4%	5%	6%
減量成效 (單位:千公噸)		402.47	514.90	627.34	739.77	852.21	964.64

資料來源：本計畫計算。

(3) 「生質酒精添加」與「生質柴油添加」之敏感度分析

當生質酒精與生質酒精添加比例同時由 1% 逐減增加至 6%，減量效果如表 3.3-5 所示，當兩者添加比例皆增至 6% 時，將可較基線減量 183 萬公噸。綜合表 3.3-3、表 3.3-4 與表 3.3-5 結果，由於汽油使用量遠大於柴油使用量，因此在添加比例以相同幅度增加之情況下，生質酒精添加之減量效果擴增程度將較生質柴油為高，如圖 3.3-8 所示，惟此處並未考慮產製生質酒精所須負擔之成本與限制。

表 3.3-5 「生質柴油添加」之敏感度分析結果

Group3		Case1	Case2	Case3	Case4	Case5	Case6
添加比例	酒精	1%	2%	3%	4%	5%	6%
	柴油	1%	2%	3%	4%	5%	6%
減量成效 (單位:千公噸)		186.51	514.90	843.30	1,171.69	1,500.09	1,828.48

資料來源：本計畫計算。

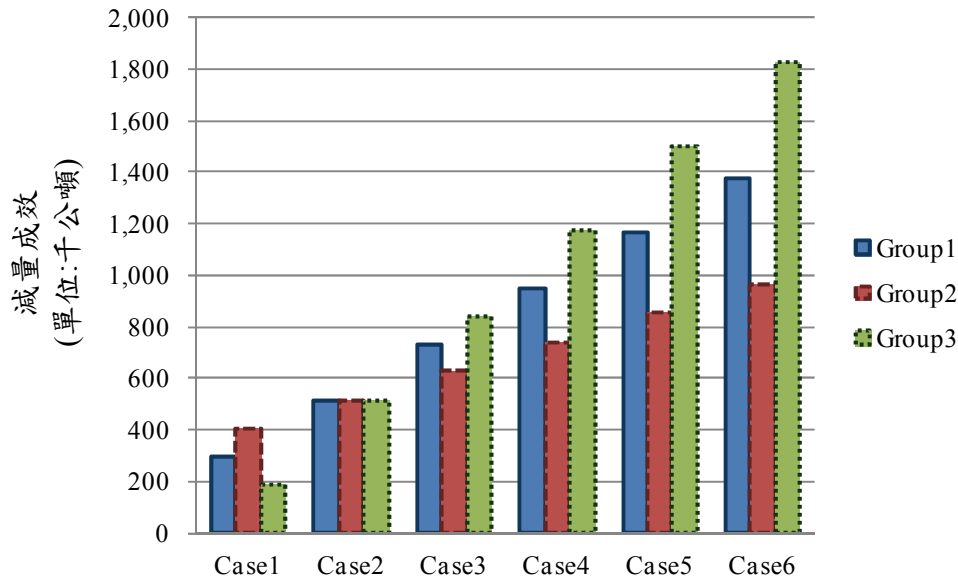


圖 3.3-8 「生質燃料添加」與「汽車汰舊換新」敏感度分析結果比較

3.3.3 政策評估準則

在選定多項策略並運用適當工具加以評估後，如何判斷政策效果並據以決定政策執行之優先性，需要適當的政策評估準則來界定。建立準則需要量化指標來加以描述，在運輸部門節能減碳範疇，可供評判的指標種類眾多，包括經濟面(如 GDP、產業結構、運輸業產值、所得、就業、…等)，社會面(如所得分配、福利、效用、…等)，環境面(如能源消耗量、污染物排放量、噪音、…等)，運輸面(如公共運輸使用率、肇事率、車流量、承載率、…等)，以及其他層面的指標。

由永續發展的角度，Todd (2001) 依據影響可及性(Accessibility)的成本與限制條件，以及外部成本與公平等相關議題，將永續運輸的評估指標大致分為 16 個項目，最後透過整合作業，將這些指標整合成一個永續運輸指數 (Sustainable Transportation Index)，惟指數的內容狀況未見明確的研究結論，僅提及未來可根據不同的規劃目標 (Goal) 與標的 (Objective) 需求，組合不同的指標項目對單一的目標或標的的預期成果進行評估與追蹤。該研究羅列的 16 項指標為：

1. 運具分派特性 (各種運具服務旅次比例)，假設越多樣性越佳。
2. 對沒有車的人提供的運輸服務品質，特別針對前往教育、就業與商業活動地點的運輸需求而言。

3. 大眾運輸服務品質，包括服務時間、班次頻率、平均行駛速率、安全、舒適（包括尖峰時間站位數量、車輛清潔等）、資訊提供及與其他運具的整合等。
4. 對大眾運輸的負擔能力（特別針對低收入者）。
5. 土地使用混合程度（住宅、商業與就業中心鄰近程度），越高越好。
6. 行人與腳踏車使用者的環境。
7. 貨物運送服務品質。
8. 家庭收入用於運輸之比例，依照收入等級、車輛持有等考量購車、停車成本及稅負等費用，越低越好，特別是針對弱勢者。
9. 自使用者身上直接取回之汽車成本比例，比例越高越好。
10. 平均通勤時間。依收入等級、車輛持有或其他物理限制條件區分，越低越好，特別是針對弱勢族群。
11. 平均每人汽車事故與傷亡率。
12. 平均每人運輸能源消耗。
13. 平均每人運輸污染量。
14. 運輸規劃可採用之解答範圍（例如運輸需求管理／定價／土地使用等）。
15. 居民參與運輸及土地使用決策，特別是針對弱勢團體。
16. 平均每人用於運輸設施之土地使用比率。

綜合指標常為比較國家間績效的重要工具，簡單的說，綜合指標即是將 1 群指標或變數所內含的訊息，透過某種簡化方式整合起來。在經濟層面，綜合指標運用的層面相當廣泛，某種程度上乃因經濟類指標可透過貨幣化，在相同的單位下可相當便利地進行計算。但對於其他社會科學領域，便顯得相對困難。

綜合指標的優點在於它們可提供政策分析相當有用的資訊，特別是在複雜而難以理解的議題上，例如環境、經濟、社會或技術發展。綜合指標通常會因為部分既有指標本身在方法與資料上缺乏透明度而遭到質疑，而過度整合的結果，將因囊括過多資訊而誘使決策者驟下過於簡化的結論。因此建立 1 個綜合指標必須在諸多面向間取得平衡，每個面向都同等重要，如此才能獲取有用的綜合資訊。

OECD 在其發表之綜合指標建構手冊 (OECD/JRC Handbook on constructing composite indicators, 2008) 中提到，建構綜合指標的理想程序包含 8 大步驟：

1. 建立理論架構
2. 選擇適當變數
3. 處理缺損的資料
4. 進行多變量分析
5. 標準化
6. 權重
7. 加總
8. 驗證與敏感度分析

指標係用來反映實際狀態，因此常用利用模型來表現真實狀態的因果關係。系統形成的過程通常就已觀察到的資訊來建立模型輪廓，即理論架構的產生，於是，模型不僅反映實際現象的特徵，也表現出建構者如何觀察現象。當著手建立模型，形式與定義的統一及一致性要求是必要的，但這卻不容易達到，由於模型必須滿足使用者目標與目的，它必須是傳達該目標最適當的工具。

個別指標的選擇、如何將眾多指標加以分類、是否進一步運用標準化方法、權重的設定方式、資料如合加總整合等問題，皆會因分析目的與預期而改變，換言之，指標建構的結果某種程度反射的是建構者自身的經驗。無論綜合指標背後所隱含的行為多麼複雜，如果我們接受理論架構中對於這組指標的定義，則問題就簡化許多，系統亦可產生 1 組可量化的程序。部分無法量化的議題，如永續性，則需要一些可觀測的替代工具，如達成率。由於無論如何周嚴，我們所能觀察到的現象永遠是冰山一角，如 Box (1979) 所說所有的模型都是錯的，但卻是有用的，綜合指標只能針對目標及特定功能進行設定，只要能清楚定義欲觀察的現象，以及個別構成指標與權重，便可反映綜合指標的相對重要性。

有時候，個別指標因為片面而主觀的選擇，容易忽略指標間的交互關係，從而混淆決策者的認知，因此真正納入綜合指標前，事先評估個別指標的資料是否適當，是相當重要的工作，這也為後續給予權重及加總過程

提供完整的資訊掌握。在面對龐雜的資料時，可透過集群資料分析來進行檢視，包括檢驗綜合指標的巢狀架構是否被良好的定義。

面對不同面向的資訊時，綜合指標最常遇到的問題在於加總時，資料單位不一致的問題，例如 GDP 以貨幣單位計、失業以人數計、健康以生病次數計等，為了解決這類問題，標準化為必要的準備工作。標準化的方法相當多，須視目的與資料特性而定。由於不同的標準化方法所計算出來的綜合指標可能出現相反結果，因此應嘗試多種方法反覆測試指標是否穩健。

欲將眾多指標加總為單一綜合性指標，權重的設定可謂整個計算流程的核心，通常權重多是具有目的性的給予評價，它反映的是個別指標對整體指標的貢獻程度，最常用來決定權重的因子包括經濟的重要性、統計上的頻率、循環的相似性，以及資料統計或產出的速度等。產生權重的方法有許多，例如主成分分析法 (principal components analysis)、多元迴歸模型、無法觀察成分分析 (unobserved components)、參與式方法 (participatory methods)、預算分配方法 (budget allocation approach)、層級程序分析法 (analytic hierarchy process, AHP)、聯合分析法 (conjoint analysis) 等，

有了權重之後，如何將眾多個別指標加總成為下一個難題。線性加總是最常使用的方式，在個別指標皆擁有相同的衡量單位，且所有因規模差異導致的模稜兩可現象皆已消除的情況下，線性加總是相當方便的工具。但由於線性加總隱含指標間可完全替代的事實，換言之，當其中一個個別指標呈現績效不良的結果，其效果可能完全被另一個績效良好的指標補償，而抹煞前項指標傳遞出來的訊息。此時，幾何加總一方面可避免極端值造成的干擾，一方面指標間的抵換程度較小(在個別指標值皆小的情況下)。對政策決策者或者國家性綜合指標而言，幾何加總下出現低分指標，將需要更多更高分的指標來弭平績效不佳的結果，但另一方面，當分數較低時，邊際效果增加的幅度亦將大於高分數時，於是在經過權衡之下，多數決策者更偏好線性加總。

隨著政經環境的改變，政策目標愈發趨於複雜，不同領域與層次的目標被整合在同一個綜合指標中，例如經濟、社會、環境、健康等。這些個別指標都同樣重要，如果分析者認為經濟表現的改善，並不能彌補社會條件或環境的惡化，則無論線性或幾何加總，都不再適用。此時，多準則方

法 (multi-criteria approach) 成為廣泛使用的方法。表 3.3-6 為 OECD 彙整之權重設定方式與適用之綜合指標加總方法比較。

表 3.3-6 綜合指標設定權重與加總方法比較

<i>Weighting methods</i>	<i>Aggregation methods</i>		
	Linear ³	Geometric ³	Multi-criteria
Equal weighting	Yes	Yes	Yes
Principal Component/Factor analysis	Yes	Yes	Yes
Benefit of the doubt	Yes	No ¹	No ¹
Unobserved component models	Yes	No ¹	No ¹
Budget allocation	Yes	Yes	Yes
Analytic hierarchy process	Yes	Yes	No ²
Conjoint analysis	Yes	Yes	No ²

¹ Benefit of the doubt requires additive aggregation; similar arguments apply to unobserved components
² At least with the multi-criteria methods requiring weights as importance coefficients.
³ With both linear and geometric aggregations weights need to be treated as trade-offs and not “importance” coefficients

資料來源：OECD(2008)。

由於本計畫政策決策支援系統之主要角色，在提供運輸部門節能減碳政策量化評估工具，對節能減碳與運輸部門而言，政策影響及政策成效可供觀察之指標十分眾多，尤其運輸部門政策往往並非單純以節能減碳為單一目標，因此長遠而言，應針對運輸部門因應氣候變遷政策建立完整的指標體系，以免失之向隅。本年度，首先選擇建立的指標包括 CO₂ 排放量、能源消耗、GDP、減量成本(GDP/CO₂)、公共運輸使用率、客運及貨運運量等，以呈現運量結構改善、能源使用效率、運輸需求及政策成本的變化，並於系統介面中，設計依個別指標進行排序的功能，以便讓使用者快速掌握各項政策不同面向之成效。未來政策篩選機制可進一步在指標選擇與體系建立、權重設定、加總方法比較等方面進行完整的建置與分析。

3.4 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統介面

政策決策支援系統介面建置在資訊平台下，使用者在登入後在最上方的功能選項中即出現「因應氣候變遷政策決策支援系統」的選項，點選後畫面左側即會出現決策支援相關功能選項的畫面，如圖 3.4-1 所示。畫面左側決策支援相關功能選項包括「系統簡介」、「能源效率警示指標」、「排放趨勢分析模組」、「策略選擇」及「策略比較」等選項。

在系統簡介中，除說明本系統開發目的與緣由外，亦呈現系統運作流程，以方便使用者快速掌握系統內容。



圖 3.4-1 政策決策支援系統介面-登入後畫面

如 3.2.2 節所述，為了運用資料庫歷史數據觀察運輸部門能源消耗與溫室氣體排放歷史趨勢，決策支援系統設計兩組分析工具，分別為「能源效率警示系統」及「運輸部門排放趨勢分析模組」。因此點選畫面左側之「能源效率警示系統」選項，便出現下方畫面，其中包含「燃油效率」及「能源密集度」兩類指標，每項指標下可提供使用者選擇計算期間與車種，如圖 3.4-2 所示。

排放趨勢分析模組

政策選項

策略比較

Member Login 會員登入

歡迎， 前台管理員

[登出會員]

修改個人資料

能源效率

能源密集度

開始時間：1990 - 結束時間：2003 查詢

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) ☐ (貨運)

圖 3.4-2 政策決策支援系統介面-能源效率警示系統操作畫面

以查詢 1990 年至 2003 年能源密集度為例，其結果呈現如圖 3.4-3 所示。為了凸顯相對前期能源密集度之惡化或改善狀態，圖 3.4-3 除表示能源密集度計算結果外，亦計算相對前期之能源密集度變化率，變化率大於 0 為惡化，故圖 3.4-3 中以紅字表示，反之則以綠字表示，同時將變化率繪製成圖，便可輕易透過正負判別能源密集度是否較前期改善，如圖 3.4-4 所示。相同的邏輯亦運用在燃油效率的表示方式，惟燃油效率變化率若大於 0 表示改善，此與能源密集度恰好相反。

年份	鐵路(公升)		鐵路(公升)		鐵路(公升)	
	客運	台鐵	客運	高鐵	客運	北捷
1990	0.007	-	-	-	-	-
1991	0.007	3.90%	-	-	-	-
1992	0.007	1.70%	-	-	-	-
1993	0.007	2.00%	-	-	-	-
1994	0.006	-11.90%	-	-	-	-
1995	0.007	8.10%	-	-	-	-
1996	0.008	12.00%	-	-	0.045	-
1997	0.009	13.80%	-	-	0.041	-9.30%
1998	0.009	3.50%	-	-	0.025	-38.10%
1999	0.009	3.60%	-	-	0.018	-27.20%
2000	0.009	-5.20%	-	-	0.014	-21.70%
2001	0.009	4.70%	-	-	0.013	-9.80%
2002	0.010	7.30%	-	-	0.013	0.10%
2003	0.011	9.30%	-	-	0.013	-3.00%

註：單位為公升油當量/延人公里

圖 3.4-3 政策決策支援系統介面-能源密集度變化率結果呈現畫面

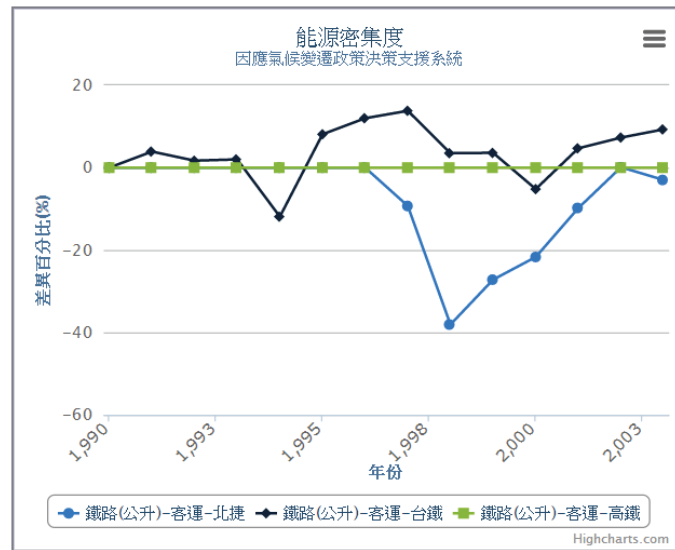


圖 3.4-4 政策決策支援系統介面-能源密集度變化圖呈現畫面

在「運輸部門排放趨勢分析模組」部分，可提供使用者選擇計算期間及客貨運，點選查詢後便於畫面下方呈現計算結果之圖，其操作與結果呈現畫面如圖 3.4-5 所示。



圖 3.4-5 政策決策支援系統介面-排放趨勢分析畫面

「政策選項」可針對目前系統所設定的政策選項進行評估。如 3.2.2 節所述，由於運輸部門能源消耗型態同時受到外在環境與內部政策之影響，故政策評估時將政策區分為外在情境與內部節能減碳政策兩部分。

在操作時需先點選「情境假設」，情境假設之操作畫面如圖 3.4-6 所示，用以設定情境假設用以設定外在條件；目前以國際原油價格上漲為例，設計上漲幅度自 0%至 100%，其中上漲 0%即代表使用基線之國際原油價格。

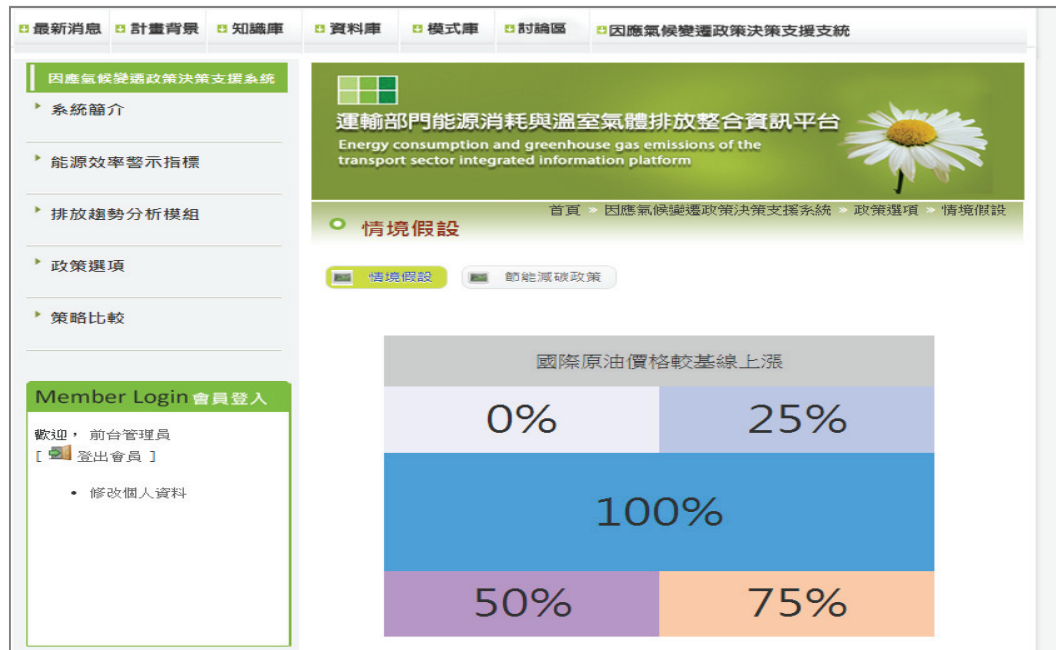


圖 3.4-6 政策決策支援系統介面-情境假設操作畫面

其次點選「節能減碳政策」則出現各項政策及其強度之選項，如圖 3.4-7 所示，以提供使用者比較不同政策配套與強度設計之影響，系統亦設計 5 組評估選項，使用者可一次點選 5 種不同政策組合，便可在計算後，快速進行比較與篩選。目前設計的政策工具包括「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」等項。

排放趨勢分析模組

政策選項

策略比較

Member Login 會員登入

歡迎， 前台管理員

[登出會員]

- 修改個人資料

首頁

因應氣候變遷政策決策支援系統

政策選項

節能減碳政策

情境假設

節能減碳政策

目前油價基線上漲率：

清空選項

政策	通具項目	補貼費率 (單位:元/延人公里)	方案組合				
			A	B	C	D	E
公共運輸票價補貼	各公共通具(A)	0.1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		0.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		0.7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

政策	油品項目	徵收費率 (單位:元公升)	方案組合				
			A	B	C	D	E
汽燃費	柴油(B)	0.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		1.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	汽油(C)	0.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		1.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

政策	油品項目	添加比例 (單位:%)	方案組合				
			A	B	C	D	E
生質燃料	酒精(D)	0.25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	柴油(E)	0.25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

圖 3.4-7 政策決策支援系統介面-節能減碳政策選項操作畫面

經過計算後，結果呈現如圖 3.4-8 所示。由於計算結果資訊眾多，本計畫依據運輸部門觀察能源消耗及溫室氣體減量之需求，選擇CO₂排放量、GDP、減量成本(GDP/CO₂)、客運量(延人公里)、貨運量(延噸公里)、公共運輸使用率等指標做為政策比較基礎。後續可陸續擴充指標項目，如財政支出、社會福利、能源價格等。其次，系統中亦設計將計算結果「排序」之功能，使用者可針對關注指標進行政策組合排序，便可清楚掌握在面對不同考量時，最適當的政策組合。使用者亦可透過「匯出資料」功能，將評估結果輸出至 EXCEL 等檔案格式，以便於運用於報告撰寫或其他用途。



圖 3.4-8 政策決策支援系統介面-節能減碳政策策略比較結果畫面

最後顧及使用者在選擇多組政策組合，並經過一段時間的評估與比較後，可能遺忘原來選擇的政策項目與強度，故圖 3.4-9 另外提供「查詢方案組成」功能，便可將原來政策點選項目再次呈現。



圖 3.4-9 政策決策支援系統介面-查詢方案組成操作畫面

3.5 本章小結

延續前(101)期成果，本年度政策決策支援系統已進一步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。

1. 本年度重要突破

本年度政策決策支援系統相較前期的重要突破包括：

- (1) 重新定位政策決策支援系統，確立系統角色為提供運輸部門節能減碳政策量化評估功能之工具；
- (2) 彙整運輸部門節能減碳政策工具選項，並進一步區分外部環境與內部政策；
- (3) 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；
- (4) 完成「能源效率警示系統」及「運輸部門排放趨勢分析模組」設定；
- (5) 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，完成輔助模組設定；
- (6) 依據前 5 項成果，完成政策決策支援系統介面設計與測試。

2. 本計畫遭遇困難

- (1) 政策間存在競合效果，政策組合之影響無法將個別策略之效果直接相加，不同政策強度之影響，亦無法線性內插或外插計算；
- (2) 面對不同政策，須搭配使用不同評估工具並調整整合評估流程，因此輔助模組與運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型須視評估需求不斷增修，增加系統標準化流程設計之困難度。

3. 未來擴充方向

- (1) 隨著節能減碳政策工具與評估結果的擴充，支援系統政策選項亦須逐步擴增；
- (2) 再次檢視節能減碳評估指標項目，針對政策發展方向及關注重點修正指標內容；

- (3) 將本年度探討之政策篩選機制納入系統介面，以使政策篩選功能更完備；
- (4) 評估政策導入時點之影響，繪製運輸部門節能減碳路徑圖。

第四章 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充

4.1 運輸 CGE 模型功能之擴充與建置

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延續前(101)年基礎，持續擴充模型評估功能。本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 3 部分，擴充模型理論架構（說明於 4.1 節），並依模型所需蒐集相關參數資料（說明於 4.2 節），以備後續研究進行實證分析。

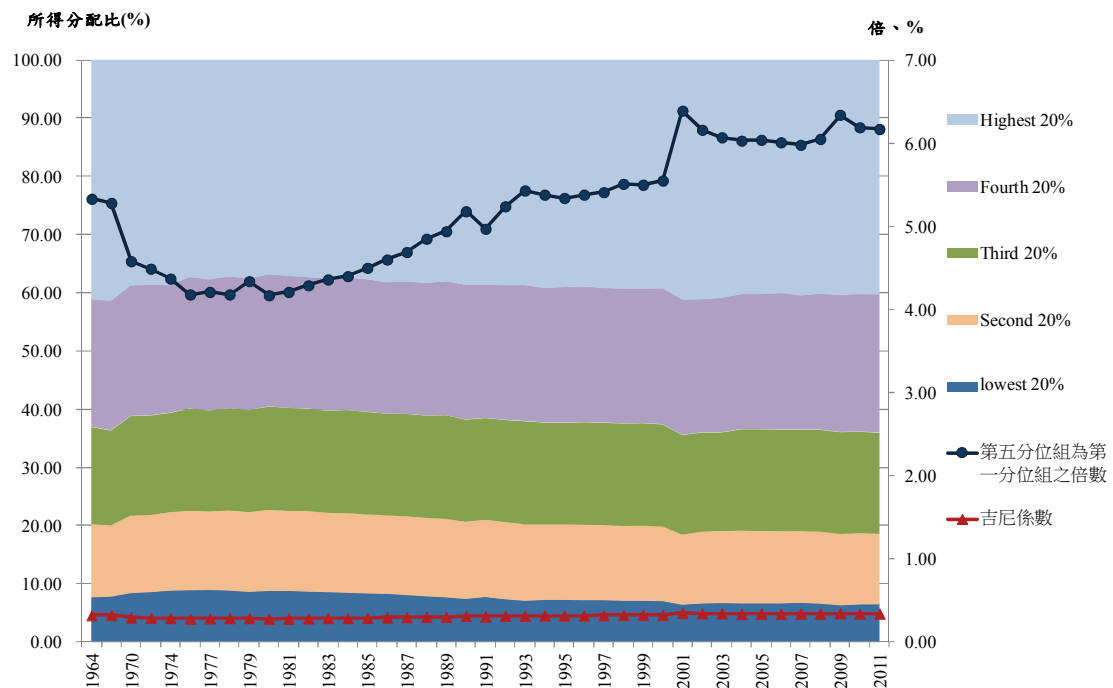
另外配合決策支援系統建置，本年度以國際油價上漲、公共運輸票價補貼、汽燃費隨油徵收、電動車補助、生質燃料添加、車輛汰舊換新為案例說明決策支援系統架構與操作流程，因此 4.3 節說明各項策略在運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型中之影響途徑，藉以說明形成策略評估結果所考量之面向與因素。

最後於 4.4 節說明本年度為提供使用者，所設計的模型操作介面。政策決策支援系統介面設定之使用者為運輸相關研究人員及運輸政策決策者，故以完整呈現歷史數據、政策選項及政策評估結果為主要目的；模型操作介面設定之使用者為本所研究人員，使用者必須具備基本模型理論架構與運作邏輯之知識，故模型操作介面提供使用者更為彈性的情境設定功能。

4.1.1 依所得區分家計部門類別

1. 區分家計部門所得類別之目的

社會面指標主要用以衡量交通政策、減量政策與交通相關稅費之公平性影響，為建立所得分配與福利指標，本計畫擬將原有之代表性家計單位，依所得高低區分為多組。由圖 4.1-1 可知目前主計總處已將家戶按所得高低區分為 5 群組，至 2011 年為止，最低群組戶均可支配所得約 30 萬元，最高群組戶均可支配所得約 183 萬元，約為最低群組之 6.17 倍，約占全國可支配所得之 40%。最高所得與最低所得之差距及吉尼係數皆於 1980 年之後逐年增加。



資料來源：本研究繪製。

圖 4.1-1 戶數 5 等分位組之所得分配比與所得差距

各群組對於能源之消費支出及交通相關支出概況彙整如表 4.1-1。該表顯示，平均而言 2011 年家戶住宅及燃料支出約占可支配所得之 20%，交通相關支出則合計約占 8%。不同群組間，住宅及燃料支出比重隨著所得之增加而明顯減少，交通支出中，個人交通工具購置及交通設備使用管理及保養費支出占比隨所得增加而增加，乘坐交通設備及其他交通服務之支出占比隨所得增加而下降。

表 4.1-1 戶數 5 等分位組之所得分配比與所得差距(2011 年)

	總平均	依可支配所得按戶數 5 等分位分				
	General average	1	2	3	4	5
消費支出占可支配所得比例(%)	80.29	109.89	95.46	88.41	80.84	67.12
住宅服務、水電瓦斯及其他燃料	19.58	35.88	26.17	21.76	18.88	14.44
交通	7.78	7.11	7.85	8.25	7.85	7.61
(1)個人交通工具之購置	1.21	0.69	0.80	0.86	0.83	1.79
(2)個人交通設備使用管理及保養費	5.00	4.72	5.31	5.69	5.42	4.41
(3)乘交通設備及其他交通服務	1.09	1.23	1.25	1.18	1.10	0.96
(4)汽、機車保險費	0.48	0.47	0.49	0.52	0.49	0.45
儲蓄占可支配所得比例(%)	19.71	-9.89	4.54	11.59	19.16	32.88
可支配所得(元)	907,988	296,352	546,903	786,324	1,083,008	1,827,354
所得總額	1,157,895	390,673	705,711	1,009,082	1,382,400	2,301,612

資料來源：行政院主計總處，家庭收支調查。

經由上述資訊可知，因所得而造成的家計單位異質性，已對能源與運輸使用行為形成影響，實有必要加以考量。運用上述資訊，本計畫之運輸 CGE 模型將進一步依所得區分家計部門為 5 類，本年度完成之修定內容包括模型修正、SAM 表擴充、資料蒐集等 3 部分。

2. 模型修正

前(101)期模型之家計部門設定為單一類別，原家計部門在滿足所得限制與時間限制下，選擇使效用最大的最適商品消費量、運輸服務需求、休閒與工作時間分配。因此消費決策模型將如(4-1)式至(4-3)式所示。

式中 X 為由 j 種商品組成的消費組合向量， TS_1 與 TS_2 分別代表家計部門對客運及貨運運輸服務之需求， T_l 代表休閒時間， T_w 為工作時間， \bar{T} 代表時間稟賦限制總和， T_1 與 T_2 代表用於客運及貨運運輸服務之時間。

$$\underset{X, TS, T_l}{Max} \quad U = CD(Leontief(X, TS_2), TS_1, T_l) \quad (4-1)$$

$$s.t. \quad \sum_j P_{X,j} \cdot X_j + C_1 \cdot TS_1 + C_2 \cdot TS_2 = w \cdot T_w + r \cdot K \quad (4-2)$$

$$T_w + T_l + T_1 + T_2 = \bar{T} \quad (4-3)$$

本年度則進一步將家計部門依其所得高低區分為 5 類，因此將上述最適化問題修正如(4-4)式至(4-6)式所示，其中 h 代表家計部門之所得分類，當 h 為 1 時代表所得最低之類別， h 為 5 時代表所得最高之類別，每一類家計單位皆須在滿足此最適化問題下進行決策。惟不同類別之家計單位，其效用函數內之參數及所得來源(勞動報酬與資本報酬)之比例、商品與運輸服務需求之支出結構、時間分配之結構皆不相同，產生各類家計部門在決策上的差異。

$$\underset{X, TS, T_l}{Max} \quad U_h = CD_h(Leontief(X_h, TS_{2,h}), TS_{1,h}, T_{l,h}), \quad h = 1, 2, \dots, 5 \quad (4-4)$$

$$s.t. \quad \sum_j P_{X,j} \cdot X_{j,h} + C_{1,h} \cdot TS_{1,h} + C_{2,h} \cdot TS_{2,h} = w \cdot T_{w,h} + r \cdot K_h \quad (4-5)$$

$$T_{w,h} + T_{l,h} + T_{1,h} + T_{2,h} = \bar{T}_h \quad (4-6)$$

3. SAM 表擴充

SAM 表為模型之基礎資料庫，其基本架構如表 4.1-2 所示，其中的家計消費支出可用來計算家計部門對各類商品需求函數中的支出份額參數，因此隨模型所得階層的擴充，SAM 表中的家計消費亦須加以擴充。

前(101)期 SAM 表編製如表 4.1-3 所示，擴充後資料庫如表 4.1-4 所示。兩者最主要差異在於家計部門由原來的 1 類(標示為 HH)擴充為 5 類(HH1,...,HH5)，每一類家計單位皆須編製對各種商品之消費支出、繳納之稅金(TR)與汽燃費(TR1)、直接稅(GOV)、對其他家庭之移轉(HH1,...,HH5)，儲蓄(SAV)，以及購買進口商品之支出等資料，並維持整個會計矩陣之平衡。

表 4.1-2 運輸 CGE 模型社會會計矩陣架構

	活動帳 C1	要素帳		機構帳			資本帳		國外帳 C8	總收入 C9
		勞動 C2	資本 C3	企業 C4	家計 C5	政府 C6	合計 C7			
活動帳 R1	中間投入				家計消費	政府消費	固定資本形成 毛額總和		出口	(1)
要素帳	勞動報酬								國外受僱人員 報酬收入	(2)
	資本盈餘								國外財產企業 所得收入	(3)
企業C4			企業財產及 所得收入		家計對國內企 業移轉	政府對國內 企業移轉				(4)
家計 R5		家計單位勞 動報酬		家計財產與企 業所得淨額	家計對國內家 計移轉	政府對國內 家計移轉			國外對家計經 常移轉	(5)
政府 R6	間接稅			直接稅與間接 稅	直接稅與間接 稅		加值型營業稅		加值型營業稅	(6)
	汽燃費			汽燃費	汽燃費					
				企業對國內政 府移轉	家計對國內政 府經常移轉			國外對政府經 常移轉		
合計 R7	折舊			企業儲蓄	家計儲蓄	政府儲蓄			資本移轉收入 淨額	(7)
國外帳 R8	進口	國外受僱人 員報酬支付	國外財產企 業所得支付		家計對國外移 轉	政府對國外 經常移轉	國外無形資產 購入淨額與貸 出淨額總和			(8)
總支出 R9	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		(8)	

表 4.1-3 運輸 CGE 模型前(101)期社會會計矩陣編製結果示意表

	A	CE	CF	CG	CH	CI	CJ	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ		CR	C\$
													HH	INV	EXP		TOT
1		82ComDsn	83Financial	84Research	85TechTest	86Renting	87Travel	88BuildGre	89PubSev	90VehiMaint	90MotoMa	90MisSEV					
82	81Telecomm	10106	8172	3916	1955	371	797	232	23311	613.9331	118.7683	23857.29824	162327.0028			10564.99993	370362
83	82ComDsnData	1485	7225	529	554	207	463	9.999999	6726	275.5084	53.29844	10706.19309	5401.000135	144081.0003		5886.000005	214716
84	83Financial	2120	185213	8915	1152	1409	719	509	40275	4238.91	820.0377	164723.0509	517356.0102			28831.99987	1272037
85	84Research	5848	1233		1630	399	36	6	3092	126.8562	24.54095	4929.602824	25428.00066				274783.9
86	85TechTestSev	235	4730	3716	1269	24		66	8680	345.2157	66.78365	13415.00068	624.0000182			4788.000024	114958.1
87	86Renting	1529	4340	3133	969	1874	1242	6	5052	254.5114	49.23646	9890.25218	9103.000261			17883.00008	215774.2
88	87Travel	209	395	232		35	10	7.999999	691	17.07728	3.303682	663.6190261	20436.00017			65.9999894	27434.01
89	88BuildGreen	248	1778	504	312		84	185	3610	182.8317	35.36969	7104.798534	12973.00029			50.99999991	41267.01
90	89PubSev	424	12202		512	551	254	149	6	348.1368	67.34875	13528.5141	1112897.003	81.99999835		10130.99978	1207684
91	90VehiMaint	238	694	161	334	233	46	133	656	90.82915	17.57134	3529.599515	42228	0		107	98302.11
92	90MotoMaint	0	0	0	0	0	1	85	8	26.33995	5.095592	1023.564455	17271	0		31	19017
93	90MisSEV	6405	72132	14778	8611	4057	1601	607.9999	34097	3736.753	722.893	145209.3509	2749188.025	101033.9986		80608.99877	3819994
94	L	60674	384907	116644	43392	15017	14946	26365	655381	33476.16	6476.125	1300875.72				6324745	
95	L1	30433.6	96250.04	45868.14	12696.57	1539.166	963.9994	3472.151	83234.47	10342.89	2000.882	401922.2999				1966950	
96	L2	30240.4	288657	70775.86	30695.43	13477.83	13982	22892.85	572146.5	23133.27	4475.243	898953.42				4357795	
97	K	62962.57	459850.6	49585.1	26666.46	37217.3	1071.902	1927.979	253046.3	32962.7	6376.774	1280919.374				5231736	
98	TR	1181	38989	838.8543	1029	1716.448	194.6302	372	10585.92	1425.854	275.8384	55408.35402				-718838.0714	-202462
99	TR1	0	0	12.14568	0	1.552455	1.369813	0	3.287552	16.8514	3.259985	654.8413861	37419				43103.99
100	SAV							0	0	0	0	0	2733703.082				2733703
101	IMP	25440	40315	1.01E-05	10493	128811	2926	93	3280	4049.387	783.3736	157358.2399					7580964
102	TOT	214716	1272037	274783.9	114958.1	215774.2	27434.01	41267.01	1207684	98302.11	19017	3819993.624	11397123.19	2733703.082		7580963.646	

表 4.1-4 運輸 CGE 模型擴充後社會會計矩陣編製結果示意表

	A	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CH5	CX	CY	CZ	DA	DB
		89PubSev	90VehiMe	90MotoM	90MisSEV		L1	L2	K	ENT	HH1	HH2	HH3	HH4	HH5		GOV	INV	EXP	TOT
1																				
83	83Financial	40275	4238.91	820.038	164723						34057.51809	64452.67247	94733.31591	125184.5837	198927.9201		6444		28831.99987	1278480.045
84	84Research	3092	126.856	24.5409	4929.6						2912.86125	4281.919138	5015.790323	5873.669555	7343.760394		25428			300211.0131
85	85TechTestSev	8680	345.216	66.7836	13415						7148125791	105.0777706	123.0868795	144.1391306	180.2149798		86		4788.000024	115044.049
86	86Renting	5052	254.511	49.2365	9890.25						545.0573649	1069.698345	1625.091824	2231.83052	3631.322208				17883.00008	215774.0004
87	87Travel	691	17.0773	3.30368	663.619						1041.673054	2060.409583	3093.697487	4774.276207	9465.943835				65.99999894	27434.00019
88	88BuildGreen	3610	182.832	35.3697	7104.8						971.9942674	1683.490021	2249.242573	3059.641591	5058.631838		1070804	81.99999835	50.99999991	41267.00638
89	89PubSev	6	348.137	67.3487	13528.5						71754.71102	154847.3791	221639.9129	281123.581	383531.4187				10130.99978	2278488.032
90	90VehiMaint	656	90.8291	17.5713	3529.6						2440.52389	5931.318819	8654.22066	10904.63865	14297.29798			0	107	98302.00247
91	90MotoMaint	8	26.34	5.09559	1023.56						998.1597069	2425.874001	3539.524605	4459.932132	5847.509555		359995	101033.9986	31	19017
92	90MisSEV	34097	3736.75	722.893	145209						258288.0458	420531.2055	547413.4866	658797.6266	864157.6608					4179988.021
93	L	655381	33476.2	6476.13	1300876														9597	6334335.509
94	L1	83234.5	10342.9	2000.88	401922														2428.263276	1969373.852
95	L2	572147	23133.3	4475.24	898953														7168.736724	4364961.657
96	K	253123	32971.4	6378.47	1281259														619526	5844258.234
97	ENT					5540042											138607			5678649.234
98	TR	10585.9	1425.85	275.838	55408.4					347894	28038.12093	59997.24476	93872.74764	138525.588	285512.2987			68925	8591	1547672.831
99	TR1	3.28755	16.8514	3.25998	654.841						2071.691604	5433.144033	7885.176968	9762.448284	12266.53911					43103.98593
100	GOV									367566	2478.477272	5716.521465	9332.961783	14351.30598	31548.7335				23322.18291	454316.1829
101	HH1						516107.1	0	516107.1	52830.26		2834.755311	3708.40119	5092.599361	9636.959351		60994.96439		114364.2949	765569.3397
102	HH2						992350.802	0	992350.8	129100.9		1406.391274					64675.96756		228191.7081	1429489.941
103	HH3						1384209.44	0	1384209	201314.5		1144.614353	1722.292138				73105.06353		323034.3421	1993479.407
104	HH4						1575818.68	109259	1466560	531244		1141.082012	1716.977053	2246.133809			77773.50463		395965.8417	2591743.172
105	HH5						1852641.48	1852641	0	1695143		1750.694723	2634.256464	3446.110416	4732.405909		101584.4999		531642.1381	4193574.974
106	SAV		0	0	0					2353556	241.7307176	52879.58517	122542.9435	281447.2065	864270.534		56811		-930031.5833	2801717.651
107	IMP	3280	4049.39	783.374	157358		13208	7473.343	5734.657	304216		10542.04158	33332.35112	45199.76498	38420.56195	123107.2804	2245			8153135.745
108	TOT	1207684	98302	19017	3819993	6334335.51	1969374	4364962	5844258	5678648	765569.3397	1429489.941	1993479.407	2591743.172	4193574.974		2045093	2801717.651	9622432	

4. 資料蒐集與 SAM 表編製

編製 SAM 表主要資料來源為主計總處國民所得統計、產業關聯表、家庭收支調查、全國稅賦實徵淨額等。編製過程則包括：(1)依表 4.1-2 之定義，自國民所得統計尋得資料填表，並確認帳表之平衡，以完成 SAM 總表；(2)將前述已平衡之總表，按產業關聯表中各業及家計部門(此時為單一類別)之消費結構，攤提為矩陣，並再次確認帳表之平衡；(3)將前述矩陣表中之家計部門對各類商品之消費支出，按家庭收支調查資料攤提為 5 類家計部門對各類商品之消費支出，於是家計部門消費便擴增為一矩陣，儲蓄之編列方式亦同；(4)利用全國稅賦資料及家庭收支調查之 5 類家計部門稅費支出比例，編製 5 類家計部門之稅費支出；(5)最後再度確認帳表之平衡，便完成編製工作。

4.1.2 依家計生產函數理論建立私人運輸服務

1. 建立家計生產函數的目的

運輸 CGE 模型納入時間配置理論主要原因為：

- A. 影響運輸部門決策的關鍵因素，包括溫室氣體排放與交通擁擠等不同層面的外部性考量；
- B. 若時間的外部性未被納入，減量成本可能被高估；
- C. 就經濟行為而言，時間的分配同時具有勞動供給、家戶生產、時間價值等經濟意涵，可改善 CGE 模型普遍忽略家戶生產行為的現象；
- D. 運輸模式的旅行時間，影響個體對運具的選擇，配合效用及福利分析，可同時觀察運輸部門減量策略的另一種效益；
- E. 交通基礎建設及諸多交通措施，皆以提供便捷交通網絡為目標，同時產生節能減碳效益，因此為適切評估運輸部門政策，除了各項建設帶動的經濟直接與間接效益外，亦應反映時間價值創造的外部效益。

2. 模型修正

(1) 前(101)期所設定之家計生產函數

前(101)期首先依(4-1)式至(4-3)式建立理論模型，亦即將家計部門之私人運輸視為家計單位為了達到某個目的(如工作、休閒、消費)而必須付出的努力，此項付出可視為家計單位投入車輛、燃料、勞力與時間，以換取運輸服務的過程，因此利用家計生產函數概念便可表達此現象，此生產函數的產出即為私人運輸服務。因此前(101)期所設定之家計生產函數係假設家計單位為提供自身 1 單位總運輸服務，如何在不同運輸服務之間進行選擇，因此當時之最適化決策設定為：

$$\underset{TS_{11}, TS_{12}}{\text{Min}} \quad C_1 = \pi_{11}C_{11}TS_{11} + \pi_{12}C_{12} \cdot TS_{12} \quad (4-7)$$

$$s.t. \quad CES(TS_{11}, TS_{12}) = 1 \quad (4-8)$$

式中 TS_{11} 代表第一類客運運輸服務， C_{11} 為每單位 TS_{11} 之價格(使用成本)， π_{11} 代表選擇第一類客運之機率； TS_{12} 代表第二類客運運輸服務， C_{12} 為每單位 TS_{12} 之價格(使用成本)， π_{12} 代表選擇第二類客運之機率。

在巢式架構設計下，每單位運輸服務 TS_{11} 之使用成本 C_{11} 係由攤提之車輛購置成本、燃料成本與時間成本所組成((4-9)式)，家計部門私人運輸服務則為車輛使用頻率、特徵、燃料與時間的函數((4-10)式)。

$$\underset{Z_{in}, \varphi_i, t_i}{\text{Min}} \quad C_i = \rho_i \cdot P_{ES,i}(Z_i) + P_E \cdot E_i + P_t \cdot t_i \quad (4-9)$$

$$s.t. \quad TS_i = f_i(E_i, \Omega_i, t_i) \quad (4-10)$$

$$\Omega_i = \varphi_i \cdot Z_i \quad (4-11)$$

$$Z_i = Z_{in} \quad (4-12)$$

$$t_i \geq \hat{t}_i, \quad \hat{t}_i \text{ is given} \quad (4-13)$$

式中 $P_{ES,i}(Z_i)$ 代表第 i 種運輸工具，其設備特徵 Z_i 為特徵價格函數， ρ_i 為設備成本分攤比率， t_i 為旅行時間， P_t 為單位時間價值； TS_i 為能源服務供給量，為能源 E_i 、車輛提供的服務流量 Ω_i 與旅行時間 t_i 之函數，即能源服務生產函數；而車輛提供的服務流量 Ω_i 則為車輛使用頻率 φ_i 與特徵 Z_i 之乘積； Z_{in} 為設備特徵向量，代表第 i 種車輛之第 n 種特徵， $Z_i = Z_{in}$ 則表示在諸多車輛特徵中選擇其中一類購買後，能源服務的生產便僅能由該類車輛提供。

(2) 本年度所設定之家計生產函數

本年度配合前項所得分類擴充，再次檢視家計生產函數之設定，修正部分共兩處，其一為擴增家計部門類別，其二為修正時間的分配方式。擴增家計部門類別部分，(4-7)式與(4-8)式修正為：

$$\underset{TS_{11,h}, TS_{12,h}}{Min} \quad C_{1,h} = \pi_{11,h} C_{11,h} TS_{11,h} + \pi_{12,h} C_{12,h} TS_{12,h} \quad (4-14)$$

$$s.t. \quad CES(TS_{11,h}, TS_{12,h}) = 1 \quad (4-15)$$

(4-9)式至(4-13)式則修正為：

$$\underset{Z_{in}, \varphi_{i,h}, t_{i,h}}{Min} \quad C_{i,h} = \rho_i \cdot P_{ES,i}(Z_i) + P_E \cdot E_{i,h} + P_{t,h} \cdot t_{i,h} \quad (4-16)$$

$$s.t. \quad TS_{1i,h} = f_{i,h}(E_{i,h}, \Omega_{i,h}, t_{i,h}) \quad (4-17)$$

$$\Omega_{i,h} = \varphi_{i,h} \cdot Z_i \quad (4-18)$$

$$Z_i = Z_{in} \quad (4-19)$$

$$t_{i,h} \geq \hat{t}_{i,h}, \quad \hat{t}_{i,h} \text{ is given} \quad (4-20)$$

經過此次修改，模型可反映一些新的特性，如(4-16)式中即使是使用同一種運具 i ，生產運輸服務過程中耗用的燃料與時間，亦會因家計部門特性不同而異，造成該差異之來源包括(1)運具使用頻率 $\varphi_{i,h}$ ；(2)因家計單位所得特性，而造成運輸時間 $t_{i,h}$ 的差異；(3)因家計單位車輛使用習慣的不同，造成即使提供相同數量的運輸服務 $TS_{1i,h}$ ，卻可能使用不同燃料、時間與車輛服務流量的組合(以函數 $f_{i,h}(\cdot)$ 來反映)；(4)時間對不同家計部門而言，將存在不同的價值 $P_{t,h}$ ，而此價值絕非直接由工資率來決定。

3. 資料蒐集與 SAM 表架構擴充

根據主計總處之社會發展趨勢調查報告，時間的分配在不同所得者身上亦出現差異，平日裡全年收入在 30 萬至 80 萬之間者約束時間較高所得與低所得者為高，週末時則以 30 萬至 40 萬收入者之約束時間最高。在平日通勤/通學時間平均約占全日之 2%，全年收入越高者，通勤/通學時間所占比率也越高(表 4.1-5)。國人主要活動之時間運用則如表 4.1-6 所示，整體而言，平日與週末之約束時間因工作而差異較大，以時間比例計算，平日約束時間約占全天之 34%，週六占 3%，週日占 16%，相較之下自由時間則在週末較平日明顯增加。

依據上述資料，SAM 表架構再度修改如表 4.1-7 所示。表中將時間視為資源之一種，所有個體(家計單位)為時間稟賦之擁有者，因此表中擴增 C9 一欄，為(4-6)式中 \bar{T} 之資料來源，家計單位在其最適化決策中，將決定時間的分配，包括分配於工作、休閒、旅行，其中旅行時間又因運具不同而再進一步細分，故在表 4.1-7 中將時間分配簡化表現於 R9 一列。以上為本年度因應家計生產函數與旅行時間設置所修改之 SAM 表架構，後續研究便可依據此資料庫架構進行資料編製工作。

表 4.1-5 通勤/通學時間

單位：小時、%

	平日	
	通勤/通學時間	占全日比率
總 計	0.58	2.41
按個人全年收入分		
未滿 20 萬元	0.37	1.53
20—未滿 30 萬元	0.65	2.71
30—未滿 40 萬元	0.78	3.24
40—未滿 60 萬元	0.81	3.39
60—未滿 80 萬元	0.77	3.23
80—未滿 100 萬元	0.81	3.38
100 萬元及以上	1.06	4.42

資料來源：行政院主計總處，94 年社會發展趨勢調查。

4.1.3 建立間斷選擇模型與運輸 CGE 模型之整合機制

為能進一步改善運輸 CGE 模型對於運具選擇決策之設定，本計畫擬整合以個體資料為基礎之間斷選擇模型，以同時考量個體間之異質性與部門間之互動影響。在 101 年計畫中，運輸 CGE 模型已預先以家計生產函數概念，將間斷型運具選擇模式理論融入模型理論架構。隨著(4-14)式至(4-20)式之修改，間斷型運具選擇模式推估結果，將直接納入式中之運具選擇機率 $\pi_{1,h}$ 與 $\pi_{12,h}$ 中。

表 4.1-6 主要活動時間分配(總平均)

單位：小時

	平日				週六				週日				平均每日	
	必要時間	約束時間	自由時間	必要時間	約束時間	自由時間	必要時間	約束時間	必要時間	約束時間	自由時間	必要時間	約束時間	自由時間
總計	10.77	8.10	5.14	11.32	5.50	7.18	11.65	3.93	11.65	3.93	8.42	11.65	3.93	8.42
按個人全年收入分														
未滿 20 萬元	11.18	6.36	6.46	11.55	4.32	8.12	11.79	3.45	11.79	3.45	8.76	11.79	3.45	8.76
20—未滿 30 萬元	10.57	9.34	4.09	11.08	7.14	5.78	11.60	4.66	11.60	4.66	7.74	11.60	4.66	7.74
30—未滿 40 萬元	10.44	9.73	3.83	11.05	7.21	5.74	11.41	4.85	11.41	4.85	7.73	11.41	4.85	7.73
40—未滿 60 萬元	10.35	9.68	3.98	11.20	6.08	6.73	11.53	4.06	11.53	4.06	8.41	11.53	4.06	8.41
60—未滿 80 萬元	10.24	9.73	4.03	11.07	6.03	6.90	11.45	4.37	11.45	4.37	8.18	11.45	4.37	8.18
80—未滿 100 萬元	10.28	9.41	4.31	11.19	5.32	7.49	11.78	3.34	11.78	3.34	8.89	11.78	3.34	8.89
100 萬元及以上	10.00	9.66	4.34	11.13	4.98	7.89	11.52	2.95	11.52	2.95	9.53	11.52	2.95	9.53

註：1. 「必要時間」指人類生理必需有的時間，包括(1)睡覺、(2)盥洗、沐浴、如廁、刮鬍子、著裝或化粧、理髮、美容保養等、(3)用餐；

2. 「約束時間」指經營社會生活時所必需有的工作時間、學生之上課時間及家庭主婦之料理家務時間，包括(1)通勤或通學、(2)工作、(3)上學、(4)做家事、照顧家人及教養子女、(5)購物或至機關、行號洽辦事務等；

3. 「自由時間」指 24 小時中扣除「必要時間」與「約束時間」外之活動時間，包括(1)進修、研究、補習、(2)做功課、(3)收看有線、無線及衛星電視、(4)收聽廣播、聽音樂、(5)閱讀雜誌、(6)閱讀報紙、(7)閱讀休閒書籍、(8)使用網際網路、(9)看電影(影帶、影碟)、唱 KTV、(10)逛街、(11)看展覽、表演、(12)運動、(13)郊遊、渡假、戶外休閒活動、(14)彈奏樂器、下棋、玩牌、書畫、手工藝、園藝或其他休閒娛樂、(15)宗教活動、(16)休息、放鬆、(17)看病或療養、(18)應酬或婚喪喜慶、(19)親友相聚、會面及聊天等、(20)社會公益活動、(21)其他。

資料來源：行政院主計總處，94 年社會發展趨勢調查。

表 4.1-7 納入時間之運輸 CGE 模型社會會計矩陣架構

	活動帳 C1	要素帳		機構帳			資本帳		國外帳 C8	時間 C9	總收入 C10
		勞動 C2	資本 C3	企業 C4	家計 C5	政府 C6	合計 C7				
活動帳 R1	中間投入				家計消費	政府消費	固定資本形成 毛額總和		出口		(1)
要素帳	勞動報酬								國外受僱人員 報酬收入		(2)
	資本盈餘								國外財產企業 所得收入		(3)
	企業		企業財產及 所得收入		家計對國內企 業移轉	政府對國內 企業移轉					(4)
機構帳	家計	家計單位勞 動報酬		家計財產與企 業所得淨額	家計對國內家 計移轉	政府對國內 家計移轉			國外對家計經 常移轉	時間乘 賦	(5)
	政府			直接稅與間接 稅	直接稅與間接 稅		加值型營業稅		加值型營業稅		(6)
				汽燃費	汽燃費				國外對政府經 常移轉		
資本帳	折舊			企業儲蓄	家計儲蓄	政府儲蓄			資本移轉收入 淨額		(7)
國外帳 R8	進口	國外受僱人 員報酬支付	國外財產企 業所得支付		家計對國外移 轉	政府對國外 經常移轉	國外無形資產 購入淨額與貸 出淨額總和				(8)
時間 R9	工作時間 投入				家計私人時間 投入						(9)
總支出 R9	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)		(8)	(9)	

4.2 相關參數資料蒐集

配合 4.1 節模型擴充所需，本年度除擴充 SAM 表架構外，同時蒐集相關參數資料以備模型使用，包括各所得階層消費支出型態、所得分配指標選擇與歷史趨勢、時間分配現況、不同所得層級之所得與價格彈性等。

1. 各所得階層消費支出型態

各所得階層消費支出型態資料主要用於 SAM 表編製，所需資料型態如表 4.1-1 所示，利用這些資訊可編製如表 4.1-4 之 SAM 表，亦可藉由這些資料計算歷史年所得分配概況，做為未來政策評估所得分配影響之參考基準。

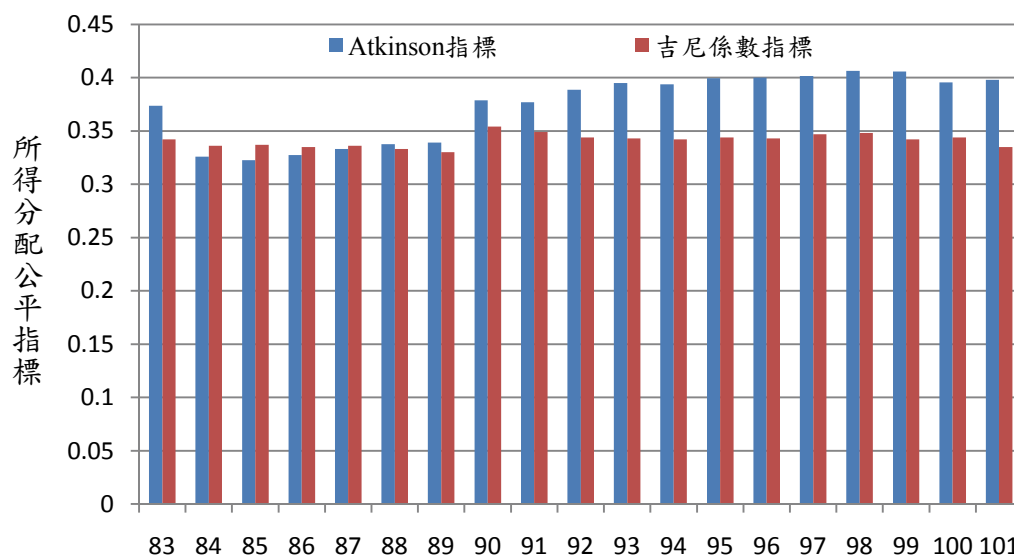
2. 所得分配指標

欲衡量政策對所得分配之影響，必須選擇適當的指標加以呈現。可用以分析所得分配之指標眾多，常用的包括 5 等分為差距倍數、吉尼係數及 Atkinson 指標等¹。

雖然 5 等分差距倍數概念較簡單易懂，然而，該方法容易忽略中間家庭的所得分配狀況，若該國所得階層呈常態分配，則此評估方法恐無法反應社會實際現況。吉尼係數主要衡量每個百分點家庭所得變化狀況，係數愈大表示所得分配不均等的程度愈高，反之則表示愈低；Atkinson 指標著重於所得分配的移轉效果，而且在衡量所得分配不均時，加重低所得階層分配不均度，較於其他相關指標能反映社會公平層面之意義 (Robinson et al., 1985; Hills, 1995; Champernowne & Cowell, 1998; Hsieh, 2006)。

¹ 吉尼係數及 Atkinson 指標相關說明詳附錄 14。

利用主計總處家庭收支調查資料，本計畫計算基尼係數及 Atkinson 指標如圖 4.2-1，兩指標皆顯示近 20 年來我國所得分配不均趨勢逐漸擴大。而所得分配不均的狀況在 2001 年出現結構性轉變，特別當 Atkinson 指標加重計算低所得階層後，此結構性轉變便明顯地呈現出來。



資料來源：主計總處家庭收支調查資料，經本研究計算並繪製。

圖 4.2-1 我國所得分配變化趨勢

3. 不同所得者之價格與所得彈性

探討不同所得者之消費行為與彈性差異之相關文獻，通常具有特定目的，例如 Wang, et al. (2010) 為分析都會與鄉村之消費型態差異，使用擴充型線性支出系統 (Expend Linear Expenditure System, ELES) 設定家計單位效用函數，其中都會之 Frisch 參數為-2，鄉村為-2.5²；而 Nganou (2005) 為建構都會與鄉村之家計部門之線性支出系統 (Linear Expenditure System, LES) 需求函數，利用近似無相關迴歸 (Seemingly Unrelated Regressions, SUR) 模型推估非洲國家家計部門之價格彈性與所得彈性，推估結果如表 4.2-1。

² 在線性支出系統中，Frisch 參數被定義為超額所得 (Supernumerary Income) 與可支配所得 (Disposable Income) 比之倒數，所謂超額所得指可支配所得扣除生活基本消費支出後之餘額，故 Frisch 參數之絕對值越大，表示基本消費支出占可支配所得比重越高。

表 4.2-1 Nganou (2005)之價格彈性與所得彈性

	Urban Households		Rural Households		All Households	
	ε_c	η_c	ε_c	η_c	ε_c	η_c
Agriculture	0.376 ^a (0.033)	0.198 ^a (0.015)	-1.00 ^a (0.000)	0.480 ^a (0.016)	0.267 ^a (0.026)	0.271 ^a (0.012)
Food & Bev. & Tobacco	0.313 ^a (0.043)	0.364 ^a (0.019)	-0.212 ^a (0.030)	0.490 ^a (0.016)	0.206 ^a (0.031)	0.444 ^a (0.013)
Textiles	0.05 ^a (0.066)	0.497 ^a (0.03)	-1.00 ^a (0.000)	0.539 ^a (0.023)	-0.074 ^b (0.034)	0.325 ^a (0.013)
Utilities	-0.160 ^b (0.065)	0.871 ^a (0.032)	-0.198 ^a (0.049)	0.500 ^a (0.029)	-0.279 ^a (0.054)	1.066 ^a (0.025)
Private Services	-0.608 ^b (0.197)	1.836 ^a (0.091)	-0.508 ^a (0.120)	1.688 ^a (0.051)	-0.736 ^a (0.101)	1.282 ^a (0.040)
Government Services	-0.288 ^a (0.106)	0.930 ^a (0.048)	0.559 ^a (0.079)	0.428 ^a (0.035)	-0.485 ^a (0.07)	0.787 ^a (0.027)
Transport	-0.977 ^a (0.254)	3.21 ^a (0.118)	-1.00 ^a (0.000)	0.852 ^a (0.063)	-1.00 ^a (0.00)	2.092 ^a (0.052)
Other Manufacturing	-0.004 (0.074)	0.687 ^a (0.034)	-0.654 ^a (0.079)	1.534 ^a (0.042)	-0.165 ^a (0.062)	0.807 ^a (0.028)
Financial Services	-1.00 ^a (0.00)	2.867 ^a (0.069)	0.069 (0.235)	2.537 ^a (0.085)	-1.00 ^a (0.00)	1.998 ^a (0.033)
Frisch Parameter	-2.188 ^a (0.224)		-1.634 ^a (0.092)		-2.415 ^a (0.132)	

Source: Author's Calculations.

Note. a = significant at 1 percent level, b= significant at 5 percent level; standard errors are in the parenthesis; ε represents own-price elasticity; η is the income elasticity.

在國內，則有彭素玲等(2009)利用 OLS 及分量迴歸預測模型推估台灣近期消費成長動能趨緩主要因素，結果發現家戶所得水準越高，總消費支出越高，燃料與燈光支出、運輸交通及通訊支出亦隨家戶所得水準增加而增加。該文同時利用上述推估結果，模擬所得分配朝 M 型社會發展，將減少最終需求 3,170 百萬元，使運輸倉儲通信業產值減少 3.8 億元。雖然文獻數據因個別目的而在定義、數值、解釋方式上皆產生差異，但本計畫後續進行政策評估時，參考上述資料，便可用以判斷結果之合理性。

4.3 溫室氣體減量政策評估

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，運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型本年度設計多組政策工具，並考慮政策配套執行之減量成效進行評估。

如第三章所述，由於運輸部門能源消耗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，因此本研究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。

由於策略設計對象、影響層級及規模皆有不同，因此仰賴單一模式並無法完成所有評估工作，因此本年度設計的各項政策工具中，替代燃料添加與汽車汰舊換新兩項政策，將單純由第三章輔助模組分析，電動車補助則由運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型及輔助模組共同完成，其餘政策則由運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型進行。

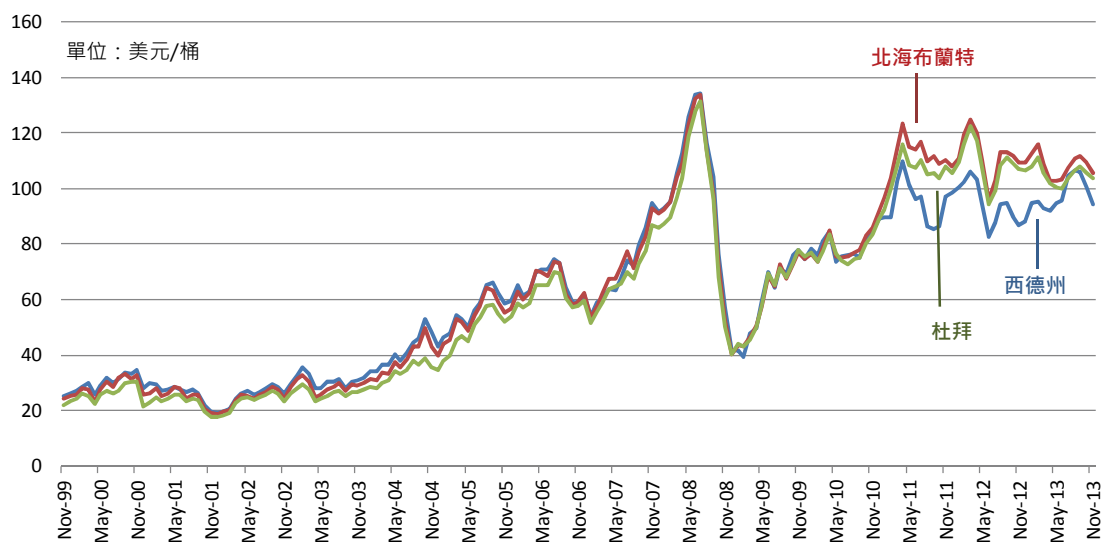
以下茲就各項政策評估流程、考量因素、相關假設與影響路徑進行說明，4.3.1 節首先說明外部政策評估流程，4.3.2 節說明內部政策評估流程，4.3.3 節說明策略組合與配套下之評估流程與結果。

4.3.1 外部政策評估

1. 國際油價上漲

(1) 國內外油價變化趨勢

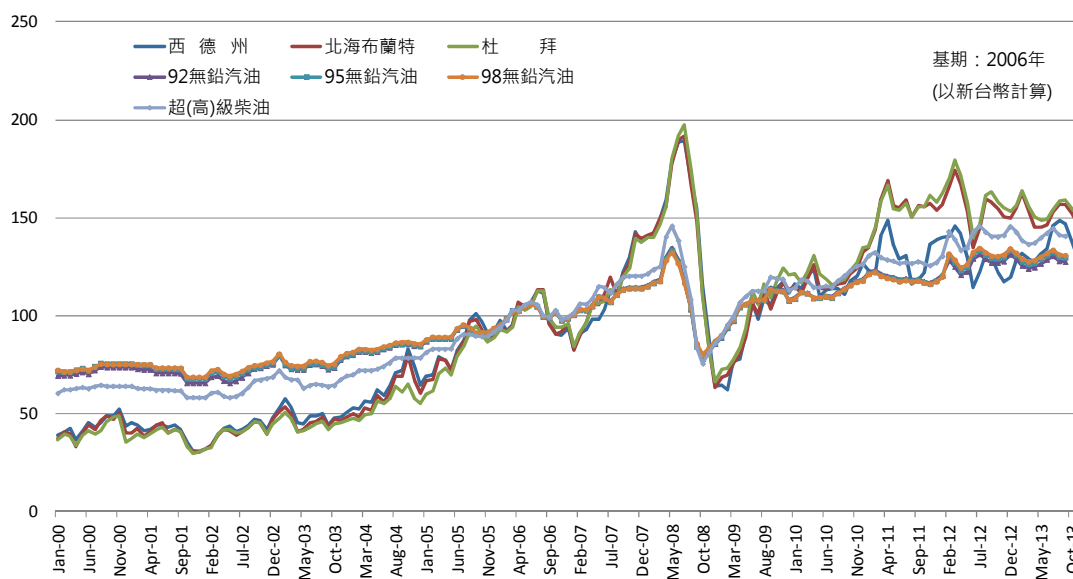
國際原油價格波動通常與國際經濟情勢變化及區域性政治局勢存在高度關聯，對無力影響國際能源市場與價格的臺灣而言，原油供應與價格的高度不確定性，使得國內無論在經濟成長、能源消耗與溫室氣體排放之估算更顯困難，對節能減碳策略研擬工作更具挑戰性。圖 4.3-1 即說明自 2004 年之後，國際原油價格(名目價格)即急速攀升，至 2008 年 7 月達到每桶近 140 美元高峰，隨後即受到歐債危機及國際金融與經濟環境持續惡化之衝擊，瞬間下挫至每桶 40 美元，近兩年則維持在每桶 110 美元水準。



資料來源：經濟部能源局油價資訊管理與分析系統。

圖 4.3-1 國際原油價格變化趨勢

隨著國際原油價格的漲跌，國內油品價格雖亦呈成長趨勢，但無論成長與波動幅度皆相對緩和。圖 4.3-2 將國際原油價格及國內各油品價格換算為指數(以 2006 年為基期)進行比較，結果發現兩組價格線在 2005 年出現交叉，在 1999 年至 2005 年間，當國際原油價格不斷攀升近一倍，國內價格則一路維持平穩的小幅成長，即使在 2008 至 2009 年歐債危機期間，國內油品價格波動幅度仍保有相對穩定的態勢，近兩年，國際原油價格趨於穩定，國內油品價格呈現穩定的微幅成長，並逐漸向國際油價靠攏。



資料來源：經濟部能源局油價資訊管理與分析系統。

註：圖中數據為未經物價平減之名目價格。

圖 4.3-2 國際原油價格指數與國內油品價格指數變化趨勢

(2) 油價影響之相關研究

原油價格波動過大必然會對經濟增長帶來明顯影響，在理論上，存在多種研究角度以剖析原油價格與經濟衰退之間的關係。例如調整成本理論³認為廠商受限於固定資本與設備，面對油價的波動，無法在短期內調整生產投入結構以達到最優化的生產技術，導致生產萎縮最終造成資源浪費與經濟衰退。相對於調整成本理論，由資源轉移和結構變動角度分析之理論，則認為原油價格衝擊雖然在短期內不會導致資源在生產部門之間轉移，但在長期最終必然會引起資源在不同部門之間的轉移和結構調整，因此長期下原油價格對經濟之衝擊將較短期和緩。另有部分研究由需求面說明油價對經濟影響的途徑，例如消費結構調整理論與勞動力市場理論⁴認為原材料的投入數量必須與一定的人力資源相配比。由於石油價格上升，廠商會減少石油化工生產投入，同時也相應減少對人力的需求，在減少產出時還降低了均衡工資，從而減少對消費品的需求，兩種效果加總使經濟衰退。

國內分析原油價格對我國經濟影響之研究亦不少，近期文獻如吳秉叡(2010)利用 I-O 輸入價格模型探討進口農產品及原油價格上漲對臺灣經濟之影響，研究結果顯示造成之物價上漲效果甚大，除增加企業生產成本導致產業產值萎縮外，物價上漲與失業率增加的同步效應，將對低所得家庭產生較大衝擊。李見發等(2012)同樣利用產業關聯價格模型，探討國際原油價格上漲對臺灣產業生產成本與物價水準的影響，研究結果顯示，因產業間存在技術與資本差異，對原油依存度不同，因此原油價格變動對個別產業之影響將有所差別，其次隨著時間經過，生產技術提升與產業結構不斷調整的結果，使得現在的油價上漲衝擊較 1980 年代有顯著改善。張萃貞與鄭雅綺(2008)同樣透過產業關聯方法，推估國際原油價格對國內消費者物價指數、各產品分類物價及不同階層人民生活負擔的可能影響，結果發現，以交通類的消費者物價指數上漲率最大。

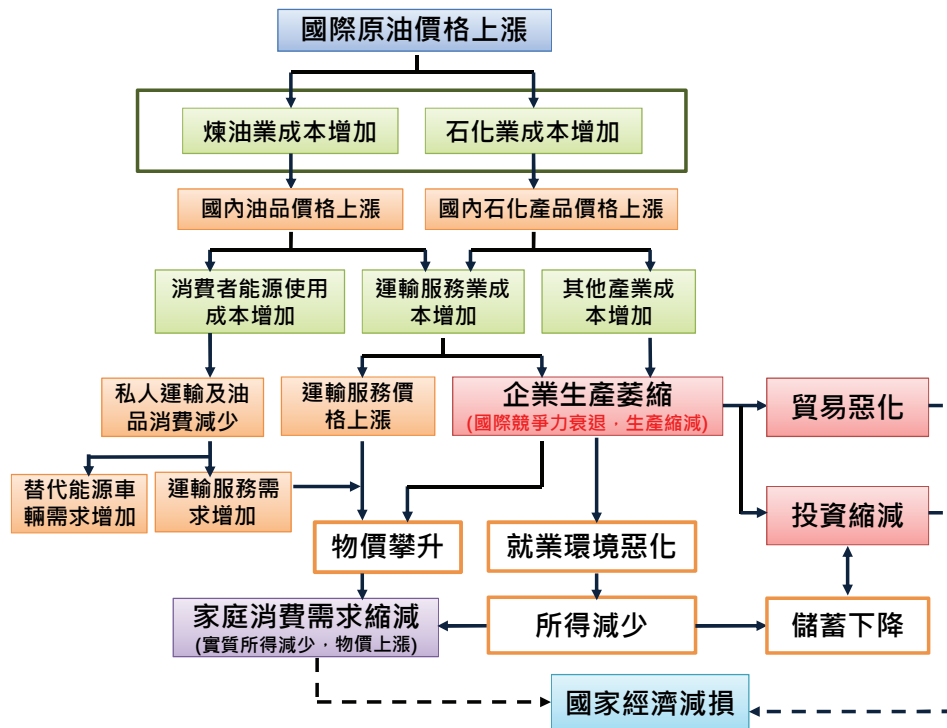
³ 調整成本理論的代表如 J.D.Hamilton(1988)、Atkeson and Kehoe(1999)與 Huntington(2001)。

⁴ 如 Loungani(1986)、Kim and Loungani(1992)、Carruth、Hooker and Oswald(1998)與 Kiseok Lee and Shawn Ni(2002)。

過去有許多研究利用可計算一般均衡模型進行評估，如黃宗煌(2008)、Huang et al. (2005)、王天賜(2005)、周濟等(2005)、呂雨龍(2005)、徐世勳、林國榮(2005)、徐世勳、李篤華、周磊(2005)、林幸君等(2005)、王欣怡(2005)、梁啟源(2005)、黃宗煌等(2006)等。原則上可計算一般均衡模型在同一體系中考量所有產業、家戶、價格體系及資源分配的問題，因此更適於探討能源價格波動所牽引的國內經濟變動。

(3) 本計畫運輸 CGE 模型之油價影響途徑

既然國際原油價格對國內油品價格的形成具有決定性的影響力，其價格波動必然會通過該傳導機制對國內總體經濟造成影響。本研究在運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之機制下，國際石油價格對國內價格體系的影響主要通過兩條導途徑傳導，一條途徑是國際原油價格→國內油氣產品價格→原材料購進價格→運輸服務業價格→消費者私人運輸及油品使用成本→消費者物價，這一途徑主要是通過油氣產品來進行傳導，對消費品價格指數(CPI)的影響是直接的；另一條途徑是國際原油價格→國內石化產品價格→以塑料、橡膠、化纖、等為原料的各業產品價格→企業生產萎縮→消費者物價，這一途徑主要是通過有機化工產品來傳導，對CPI的影響是間接的。在實質面，企業成本在增加下，將採取調整投入結構、減產與縮減投資等手段因應，導致對勞動需求的降低，就業環境惡化間接造成所得減少，消費者同時面臨所得縮減與物價上揚，勢必減少消費與儲蓄，因此整體經濟在民間消費萎縮、投資縮減及貿易惡化的情況下，最終造成GDP衝擊。國際原油價格上漲對國內經濟影響之途徑如圖4.3-3所示。



資料來源：本研究繪製。

圖 4.3-3 國際原油價格上漲對國內經濟與運輸部門之影響途徑

2. 能源稅課徵

(1) 國內能源稅發展

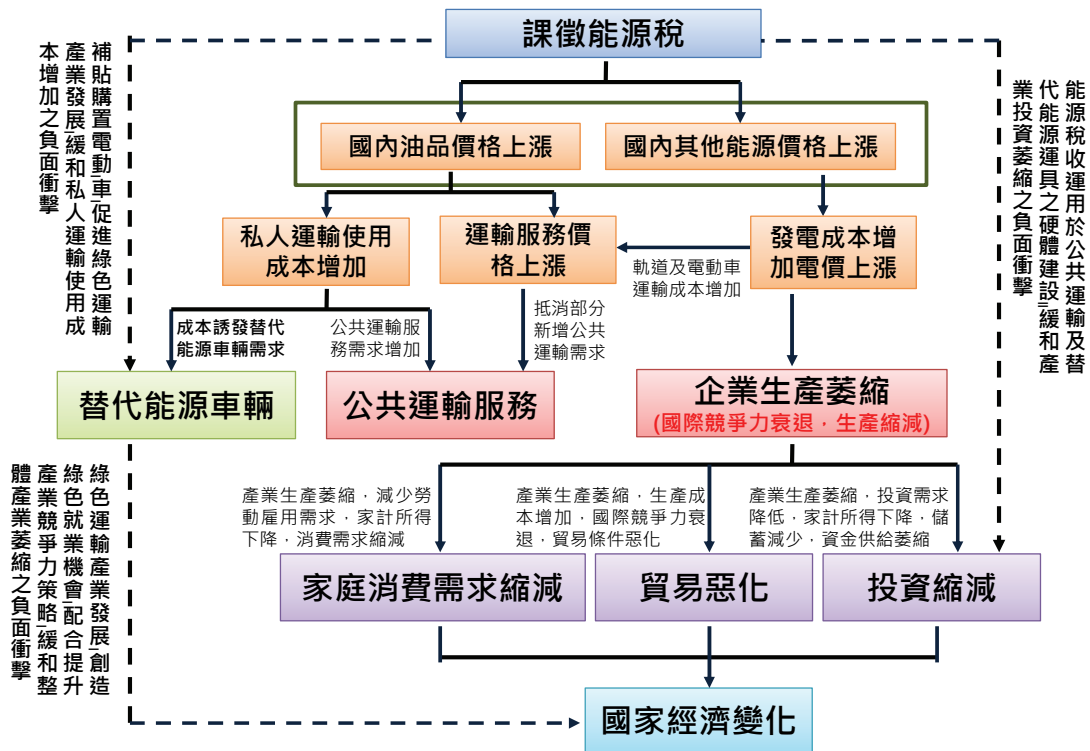
為因應全球氣候變遷與降低溫室氣體排放，許多先進國家積極推出兼顧節能減碳、永續環境經營、符合經濟效益的整合性政策工具，其中能源稅、碳稅與排放交易是目前國際上諸多先進國家廣泛使用的溫室氣體減量機制，且仍持續根據實施經驗而設法改革。國內關於節能減碳之經濟誘因工具至為多元，其中「能源稅條例（草案）」及「溫室氣體減量法（草案）」分別有能源稅的機制及總量管制與排放交易（cap and trade, CAT）；環保署將溫室氣體公告為空氣污染物之後，亦得依「空氣污染防制法」開徵空氣污染防制費。

(2) 能源稅影響之相關文獻

現今能源稅和碳稅已經廣泛的被認為具有成本有效性，因此探討的文獻已越來越多。鑒於能源稅影響層面廣泛，且為過往未曾施行過之政策工具，因此評估能源稅之相關研究大多以模擬分析工具進行，其中以可計算一般均衡模型最廣為使用，國內不乏相關研究，例如游靜惠(1995)建立了一個長期與靜態的可計算一般均衡分析模型，分析課徵碳稅之影響，結果發現對於總體經濟造成巨大的負面影響，實質 GDP 及總產出會減少且物價上漲，對能源部門及能源密集產業產生嚴苛的衝擊。張素馨(1997)與徐世勳等(1998)則利用 GTAP 多國模型探討附件一國家開徵碳稅對我國與其他國家的經濟影響，其指出台灣的 GDP、家計部門所得及每人效用均有不利的影響，但對新加坡與馬來西亞國家卻有正面的影響。台灣綜合研究院(2011)利用 TAIGEM-III 模型模擬在相同減量目標下，比較能源稅與碳稅之影響。研究發現，能源稅與碳稅對於總體經濟均造成負面的衝擊，由 GDP 損失與減量成本來看，能源稅的衝擊均大於碳稅模擬，約為碳稅模擬的 4 倍之餘。

(3) 本計畫運輸 CGE 模型之能源稅影響途徑

然而綜觀上述文獻，皆將研究焦點集中於課稅對經濟之影響，未曾探討能源稅稅收若專款專用於發展綠色運輸可能間接帶動之正面效益。思及此，能源稅評估面向可進一步擴充，例如圖 4.3-4 所示，課徵能源稅因造成能源使用成本增加，其直接影響即造成生產及消費的萎縮，同時使運輸服務需求總量下降並使運具結構產生移轉，但若將課得之稅收運用於綠色運輸之基礎建設與綠運輸產業發展，則可透過投資與替代運具之消費擴張，緩和上述負面衝擊，最終再次改變國家經濟。



資料來源：本研究繪製。

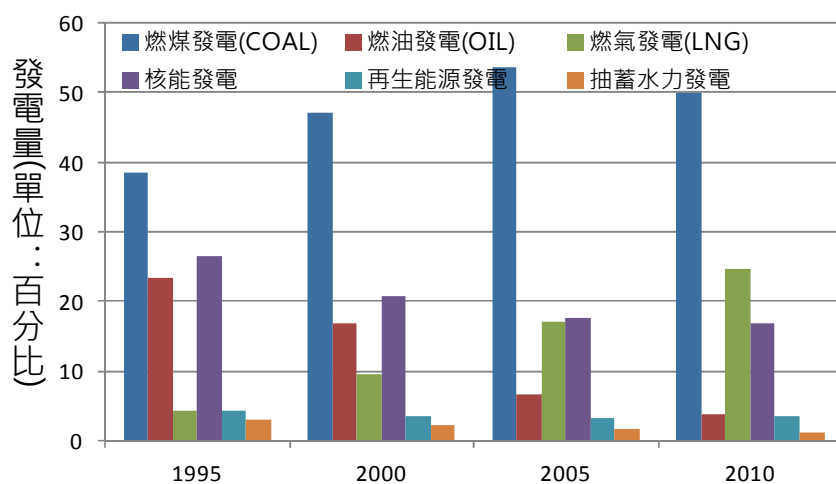
圖 4.3-4 課徵能源稅對國內經濟與運輸部門之影響途徑

3. 核能政策

(1) 國內核能發電現況

目前核能發電約占我國總發電量約 18.4%，在核四停建、核一、核二與核三廠陸續除役後，如何以再生能源或其他發電形式彌補發電缺口，為影響未來社會與經濟發展之重要因素。核能政策在社經層面所應考慮範疇相當多元，包括溫室氣體排放、經濟與產業影響、能源安全問題、環境健康與生活習慣等，對運輸部門而言，核能政策造成的直接影響來自於用電成本及電力排放係數之變化，若電價可合理反映發電成本，則對於完全仰賴電源供應的軌道運輸及未來的電動車發展，核能政策猶如整個減量賽局中不可預知的震撼彈。

長期以來以燃煤為主的發電結構，隨著天然氣及再生能源之發展而逐減改變中，圖 4.3-5 說明在燃氣發電占比逐漸擴張的同時，核能與燃油發電占比也逐漸下降，至 2011 年核能發電占比約為 18.4%；若核四停建，核一、核二、核三陸續除役，必須以其它發電形式取代發電缺口，我國發電結構將加速改變；在我國初級能源進口依存度高達 98% 情況下，如此的發電結構改變，將加深能源進口價格對我國經濟之影響力道。

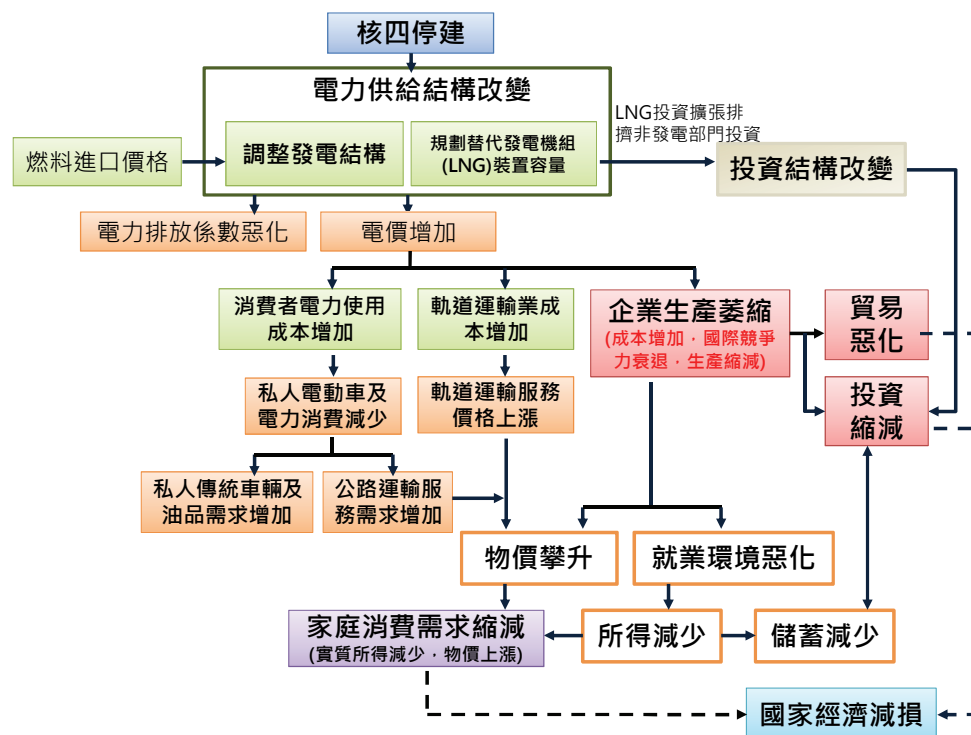


資料來源：中華民國100年，能源統計手冊。

圖 4.3-5 國內發電量結構

(2) 本計畫運輸 CGE 模型之核能政策影響途徑

核能政策對國內經濟與運輸部門之影響，將透過電價與排放係數傳導。圖 4.3-6 說明核能政策一方面因發電結構改變，致使發電成本產生變化，目前政策規劃方向以天然氣發電取代核能停止商轉或除役缺口為主，因此在電價合理反映發電成本前提下，電價勢必隨之上漲，同時亦促使電力排放係數惡化，另一方面為了滿足天然氣供電對天然氣存量之需求，必須擴增天然氣接收站及燃氣機組設置之投資成本，在國內有限資金下，將產生對其他產業及公部門投資之排擠效果。電價的增加對運輸部門的直接影響，即為軌道用電成本的擴增及電動車用電成本的上漲，因此除不利於未來電動車發展外，亦將產生軌道與公路運輸之間的移轉，進而降低運輸部門減量的可行性。電價的增加使其他產業部門在生產成本增加的情況下，必須以投入結構調整、減產及縮減投資方式因應，將間接導致勞動需求萎縮、所得下降、民間消費及儲蓄縮減，最終衝擊國家經濟。



資料來源：本研究繪製。

圖 4.3-6 核能政策對國內經濟與運輸部門之影響途徑

4.3.2 內部政策評估

1. 公共運輸票價補貼

公共運輸票價補貼政策為運輸部門針對需求面所經常使用的政策工具，其目的在提供使用者正面誘因，期待提升公共運輸使用率。但補貼措施所帶動的運輸需求總量的擴增效果，通常較運具間移轉效果來的顯著，這使得公共運輸票價補貼政策在節能減碳成效上的貢獻，遠不及對提升公共運輸使用率之成效。

本研究設計公共運輸票價補貼，係針對鐵路客運、捷運、國道客運、一般公路客運及市區公車等五大公共運具進行，補貼對象為搭乘公共運具之消費者，補貼費率係對單位運量進行從量補貼，計算單位為每延人公里。在經過多種費率結構的模擬後，目前選定費率分別為台鐵客運(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)。

2. 汽燃費隨油徵收

目前隨車徵收之汽車燃料使用費並無法達成對燃料課稅之目的，造成使用者無論如何皆須支付一筆固定費用的情況下，缺少節省燃料使用之動機。因此汽燃費隨油徵收政策，係為改變上述現在以達成使用者付費精神而考量。

在現行的汽車燃料使用費徵收及分配辦法中，汽燃費費率的訂定原則係以汽油每公升 2.5 元，柴油每公升 1.5 元為計算基礎，因此本研究依循此費率，設定隨油徵收後之燃料費費率。

3. 電動車補助

在我國未來替代運具的規劃藍圖中，電動車已成為未來推展重點。鑒於此，本研究僅優先以純電動車為探討對象，在考慮電動車未來技術與成本變化的給定條件下，分析給予電動車新車購置補助及減免新車貨物稅的情況下，至 2030 年我國電動車之發展及運輸部門排放減量幅度。依據 Energy Technology Perspective 2012 數據，2030 年電動車主要成本來源之電池成本，將較 2012 年下降近 32%，根據此資訊，本研究設定評估模式中之技術進步率，並假設電動車使用年限為 10 年，以計算未來年度之電動車車輛數。

4.3.3 策略組合評估

本研究考慮的各項政策之假設，茲彙整於表 4.3-1，並依據政策組合之不同，共設計 9 組評估情境，並將評估結果彙整於表 4.3-2。茲將評估結果摘述說明於下：

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%，整體能源消耗量擴增 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耗量減少，在能源消耗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。

表 4.3-1 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 10 年； 5. 補貼率為每輛 10 萬元； 6. 自 2014 年起。
	電動車免徵貨物稅	1. 電動車貨物稅降為 0； 2. 自 2014 年起。
	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。

表 4.3-2 運輸部門節能減碳政策組合影響評估

政策項目		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
基線		●	●	●	●	●	●	●	●	●
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
運輸部門能源消耗總量	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 CO ₂ 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：本研究。

4.4 本章小結

本章一方面說明本年度運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之修訂與擴充內容，另一方面說明如何運用該模型，在決策支援系統架構下，考量各種節能減碳策略，並設計不同政策組合方式進行評估分析，最後更針對該模型設計便利操作之視窗化介面，提供使用者進行設定模擬。

本年度考慮的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。依據評估結果，本研究得到重要結論如下：

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%，整體能源消耗量擴增 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

門能源消耗量減少，在能源消耗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。

第五章 運輸部門能源科技研究方向建議

由文獻回顧中發現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，本研究初步建議可以朝向下列方向來規劃，並可作為未來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) 國際節能減碳作為與其影響。

1. 節能減碳政策路線規劃

在具體運輸部門減量目標已確定之前提下，要有效達成未來運輸部門的減量目標，考量國家整體發展下的節能減碳政策路線規劃就更為重要。本研究參考國外節能減碳減量路線規劃並考量國內狀況，針對節能減碳政策路線之規畫歸納整理出 7 個主要步驟，分別為(1)範疇界定、(2)減量目標設定、(3)政策分類、(4)執行措施規劃、(5)評估工具建置與政策評估、(6)政策優先性評估機制、與(7)結果呈現等，並將流程與細節繪製如圖 5-1。

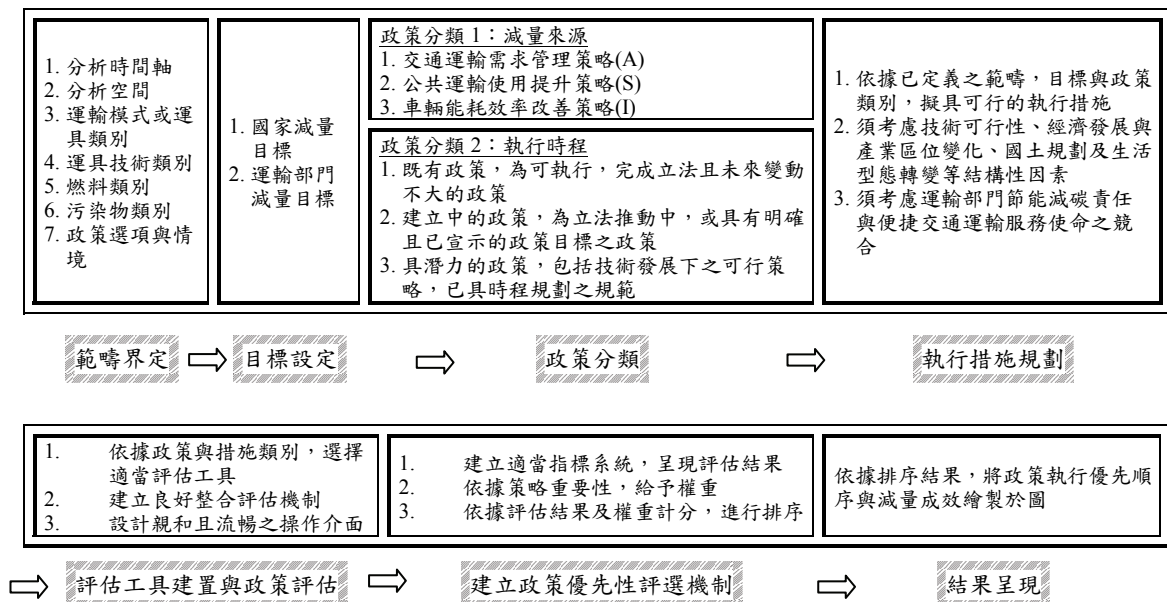


圖 5-1 運輸部門節能減碳政策路線規劃流程

除範疇界定與目標設定外，為了後續各項措施規劃、評估工具建置與政策評估、或政策優先性評估機制的順利發展，政策分類則為相當重要的步驟之一。

本研究初步建議可透過(1)減量來源與(2)執行時程兩項來進行分類。其中，減量來源部分可區分為三種層面：Avoid(A)、Shift(S)、及 Improve(I)，分別說明如下：

- Avoid：目的在避免不必要之運輸需求(avoid unnecessary transport demand)，希望能藉由相關交通運輸管理策略來達成此目標。
- Shift：目的在促進轉移至低碳運輸系統或低碳行為等(shift to low carbon means of transport)，如公共運輸使用提升之策略、都市內軌道運輸發展相關策略。
- Improve：旨在提昇能源使用之效率(improve transport energy consumption efficiency)，如替代能源與車輛之使用、車輛能耗效率改善策略、或徵收碳稅等策略。

政策分類後即為執行措施之規劃與評估等步驟，此部分目前本所已開始嘗試透過運輸部門政策決策系統進行初步評估與分析。表 5-1 初步針對本所近年來執行與 A-S-I 政策或政策決策支援系統之相關計畫進行整理。觀察發現，在策略規劃部分陸續皆有計畫進行當中，整體決策並結合經濟方法則由 100 年度即已開始進行嘗試。

綜整目前團隊計畫進行分析上較缺乏，但可成為後續研究之參考項目包含有各項策略導致運具轉移或旅運行為改變之調查、運輸花費與家庭收支之調查、運輸設施興建前後之影響(包含各運具運量變化等分析)、各項已實行措施與策略之成效探討分析等。

表 5-1 本所近年 A-S-I 政策與決策支援系統相關之計畫(1/2)

研究重點	系列研究名稱	辦理年期	摘要
強化運輸設施安全、通用、節能、永續之服務	道路交通設施安全、節能與永續功能之分析與應用系列研究	100~104	交通工程為3E 方法中改善交通安全之重要措施之一，除透過傳統之標誌標線設施外，新型與智慧型設施之應用日漸普遍，而新型與智慧型設施對交通安全、環境及能源之影響須持續研究、評估與驗證。
強化公共運輸整合服務	先進公共運輸系統經營管理面之檢討	100~104	面對全球氣候變遷，節能減碳與永續發展日益受到重視，發展公共運輸系統(包括大眾運輸及副大眾運輸)之重要性深受全球重視，交通部現階段已將「推動永續綠色運輸，落實節能減碳政策」列為施政方向，後續將配合落實全面推動交通建設之節能減碳、強化公共運輸系統及服務、推動運輸系統及服務智慧化、推廣人本的綠色運具，以建構兼具競爭力、人本及永續的運輸服務環境。為落實智慧臺灣運輸服務政策，達成「流暢交通路網服務」與「無縫公共運輸服務」之目標，並達成「永續運輸」所稱之「社會公平」、「環境保護」以及「經濟效率」，藉由運用先進科技來改變運輸需求形態以及提升公共運輸系統之運能、安全與品質，增進公共運輸系統之使用率。
構建運輸能源發展政策之決策支援系統	構建運輸能源經濟整合模型系列研究	100~104	從能源技術與總體經濟面，開發與應用運輸系統節能減碳政策評估工具，以進一步評估我國運輸部門溫室氣體減量目標與因應策略、以及規劃我國運輸部門因應氣候變遷之減量方案。
持續進行節能減碳發展政策與行動方案規劃	運輸部門替代能源車輛推廣策略之規劃	100~101	運輸部門在整體能源使用上約佔15%，僅次於工業部門，因此在發展、推廣使用替代能源車輛上扮演不可或缺的功能與角色。本計畫將以運輸部門之角度，研提推廣替代能源車輛使用之相關作法，並提供交通部門作為研擬建置替代能源車輛質優、價廉、安全使用環境相關政策之參考。
持續進行整體運輸發展策略規劃	交通部交辦之東部自行車路網 98-101 年示範計畫	98~101	因應地球暖化與世界性之能源危機，重新思考自行車在「快速的交通運輸」與「慢活的觀光旅遊」所扮演之角色，進而提倡節能減碳與永續發展議題，並積極發展自行車觀光,期帶動鄉村旅遊發展，使得以自行車從事觀光旅遊與休閒運動與通勤運輸，蔚為流行風潮。

表 5-1 本所近年 A-S-I 政策與決策支援系統相關之計畫(2/2)

研究重點	系列研究名稱	辦理年期	摘要
	綠色運輸系統與土地使用規劃整合之推廣與應用	99 年	<p>因此本研究之主要目的係為在都市發展過程中導入「綠色運輸導向發展」之規劃理念，並進行綠色運輸系統與土地使用規劃整合之推廣與應用。</p> <p>本研究計畫重點在於檢討前期計畫所建立之綠色運輸系統與土地使用規劃整合模式，將檢討結果據以修訂操作手冊，並辦理講習會議，以提供相關主管機關與實務操作者規劃時參考。主要研究成果包含：1.檢討修正綠色運輸導向發展規劃模式、準則及衡量指標；2.完成 4 個案例分析，並透過實證研究證明規劃模式之可操作性；3.修訂綠色運輸導向規劃操作手冊；4.研擬推動機制，推廣整合模式之應用。</p>
	因應後京都時期運輸部門發展策略規劃之研究	99 年	<p>本研究藉由後京都時期國際間運輸部門因應策略之案例與文獻彙整，蒐集國外最新發展與環保生態結合的運輸改善方案，分析與比較其與國內現行具體行動方案的差異，最後進一步評估納入國外運輸部門因應策略的可行性，以提出國內運輸部門因應後京都時期之策略規劃。</p>
	綠色運輸系統發展政策之探討	98 年	<p>本研究已完成綠色運輸的內涵與定義、歸納出 1.以人為本、2. 以科技應用為導向，及 3.追求替代燃料/車輛最適效益等 3 項綠色運輸指導原則，分析出民眾比較偏好且較能接受的綠色運輸政策、進一步探討受測者綠色運輸政策偏好傾向的原因，最後提出包括 1.推動大眾運輸及清潔車輛、2.限制私人運具使用，及 3.人行、自行車與能源科技等 3 個綠色運輸政策規劃方向。</p>
	綠色運輸系統與土地使用規劃整合之研究(1/2)	97 年	<p>因此本研究之主要目的係為在都市發展過程中導入「綠色運輸導向發展」之規劃理念，並提供未來綠色運輸整合土地使用規劃之參考依據。</p> <p>本研究為 2 年期計畫，第 1 年期之研究主要內容為建立本土化綠色運輸規劃之操作型定義、綠色運輸評估指標系統及建構臺灣綠色運輸導向之都市規劃模式，其主要研究成果包括：1.綠色運輸導向發展規劃操作型定義為：「在一都市計畫區中進行土地使用規劃，以實踐綠色運輸理念」；2.提出設施面及使用面等面向之綠色運輸衡量指標；3.建構綠色運輸導向發展都市規劃模式及其所需達成的 3 項目標之規劃準則。</p>

2. 基礎資料調查

基礎資料調查主要有兩大方向，分別為(1)能耗與排放量的調查與(2)運輸行為的調查。而在能耗與排放量的調查方面，包括(A)能耗調查、(B)運量調查、(C)運具能源效率與碳密集度調查；而在運輸行為的調查方面，包括(A)低碳運輸政策之使用者意願調查、(B)運具選擇行為轉移比例調查。

藉由彙整本所歷年相關文獻(表 5-2)，發現其實歷年來在基礎資料調查方面已有著墨，但可能由於經費與期程之關係，調查範圍較針對特定區域或對象且並無持續追蹤，要運用至整體國家運輸部門減量策略評估時，仍有不足之處。惟上述各項基礎資料的調查，大部分都有其前提之研究課題；因此，針對後續未來年度本所運輸能源科技計畫之相關基礎調查，仍需以研究課題為導向，方能在有限的資源條件下，取得必要的研究成果。

此外，另一個基本資料蒐集的重要來源為既有的政部門統計資料，這些既有的資源應充分發揮其效用。因此，針對運輸能源相關之既有政部門統計資料的取得與進階分析或統計資料蒐集項目的改善，為未來年度運輸能源科技計畫取得基礎資料的重點方向之一。

表 5-2 本所歷年能耗與排放量及運輸行為調查相關文獻(1/3)

研究重點	系列研究名稱	研究機構	辦理年期	摘要
強化運輸規劃基礎能力之構建與推廣	車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究	運輸計畫組	100~103	藉由實車動態測試，逐步修正國內各類主流車型之本土能耗排放特性資料，建立運輸行為與能耗排放之關聯。
構建運輸能源發展政策之決策支援系統	建置與擴充運輸能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台	綜合技術組	100-103	彙集本所歷年辦理運輸部門能源及溫室氣體相關之研究案所累積關於運輸能耗與污染排放之研究成果，並建置資訊平台整合相關資訊，並作為後續持續蒐集並擴充相關基本資料之作業平台，並供後續相關研究之參考。

表 5-2 本所歷年能耗與排放量及運輸行為調查相關文獻(2/3)

研究重點	系列研究名稱	研究機構	辦理年期	摘要
持續進行節能減碳發展政策與行動方案規劃(續)	城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究	運輸安全組	101年	本研究以先進國家已推動有績效的節能減碳策略，以教育及訓練駕駛人駕駛行為為重點，以落實交通部推動運輸部門節能減碳政策。以城際客運大型車輛職業駕駛人為研究對象，與桃園汽車客運股份有限公司合作，透過駕駛行為偵測技術，以找出耗能及危險行為因子；藉由行為回饋課程機制，建立駕駛人其節能及安全駕駛行為。150 人次之駕駛行為資料，包括 30 人城際客運駕駛者其第 1 次駕駛行為前測資料以及接受教育訓練後之兩次駕駛行為後測資料，共 90 人次資料樣本；並包含 99 年 30 人次都會區駕駛者接受教育訓練後之兩次駕駛行為後測資料收集，共 60 人次資料樣本。本計畫除能幫助交通部及客運車隊改善耗能現況，更重要的可以減少大客車肇事的機率，增進乘客舒適及安全性。研究成果可以回饋公路監理部門精進駕訓內容，並協助車隊公司做好駕駛人行為管理及事故預防工作。
	都會區安全駕駛行為與節能策略之研究	運輸安全組	100年	<p>本項研究先以都會區大型車輛職業駕駛人為研究對象，配合記錄資料設備的可設置性，收集駕駛行為資料，據以分析能源消耗及不當駕駛行為，以作為宣導及矯正駕駛行為的依據，並研擬我國發展大型車輛職業駕駛人訓練制度可能對策。</p> <p>本研究自澳洲引進 VigilVanguard 行車偵測系統，並且配合 OBDII 車輛診斷設備針對 100 位不同的大客車職業駕駛者，以都會區的路線進行實車測試。收集駕駛行為資料，包含行車影像、車速、加速度和瞬間耗油量等，據以分析能源消耗及不當駕駛行為，以作為宣導及矯正駕駛行為的依據。</p>

表 5-2 本所歷年能耗與排放量及運輸行為調查相關文獻(3/3)

研究重點	系列研究名稱	研究機構	辦理年期	摘要
持續進行節能減碳發展政策與行動方案規劃(續)	能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之研究	運輸計畫組	97年~	<p>本計畫係由運輸規劃角度出發，建構公路運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯性，發展一套整合性評估架構。藉由採用新式車載量測設備（On-Board Emission Measurement, OEM），本計畫調查分析車輛於道路實際運行動態之能耗、排放特性參數，建構出車輛能耗、污染排放與公路運輸系統和旅運行為之關聯性。</p> <p>本計畫為多年期計畫之先導型研究，第 1~2 年期先以公路系統為研究對象。整體研究內容包括：國內外文獻回顧、相關特性參數調查蒐集與分析、案例分析等作業，分析旅運行為與能源消耗與污染排放之關聯性，並建構國內公路運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯資料庫架構，逐年依序蒐集累積相關資料，以建立具備綜合評估能力之關聯模式。</p>

3. 整合評估工具之開發

彙整本所過去有關政策評估之相關計畫，觀察發現工具之利用上大致分為 CGE、能耗預測模型、運輸需求規劃模式、運具選擇模式、車流模擬等。各項研究成果均可滿足個體或總體評估的需求，但若涉及總體與個體整合評估的目的，相關工具仍嫌不足。

而涉及成本評估的部分，過去相關研究大部分都著重在工程面的會計成本、地區型就業的效益。較缺乏強調整體經濟的產業關聯的效果或交通運輸能源使用所帶動的效益評估。

在節能減碳相關指標系統部分，過去之研究相對較為缺乏，近期有「我國永續運輸發展指標系統系列研究」及「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立」等計畫。

依歷年累積之研究經驗顯示，單一的評估工具無法滿足複雜的運輸能源課題與政策分析所需，因此，必須以目前現有的架構，針對不同類型與規模的政策，發展或匯入適用的評估模組，而相關評估結果之一致性與合理性並需透過長時間的評估分析，方能提供足夠的政策評估。

而運輸能源使用與運輸行為息息相關，許多運輸能源政策之本質亦以一般的運輸政策無異，而本所發展多年的運輸需求規劃模式針對城際運輸

有完整的研究基礎，可作為本所運輸能源科技整合評估工具相模組未來發展之優先選擇。

4. 國際節能減碳作為與其影響

關於國際運輸的部分，包含航空與海運，此部分在過去探討節能減碳由於範疇之關係，往往不納入國家減碳規劃內。未來因國際間碳排放交易機制之運作，可能將航空(如 EU aviation allowances, EUAs)與海運(Maritime Emissions Trading System)納入規範。

未來此部分是否納入國家的排放體系且相關影響為何，我國在國際運輸部分，容易受到整體國際經貿情勢影響，建議未來針對國際情勢的分析需有詳細的架構提出。研究上歷年來雖有「港埠節能減碳措施之研究」及「規劃運輸場站節能減碳管理系統」等計畫，但仍未深入探討國際間碳排放交易機制之運作與對國內之影響，建議針對(1)臺灣在國際經貿定位與國際運輸需求、(2)國際航運之減量政策趨勢、(3)臺灣國際航運之排放趨勢與減量策略、(4)國際經貿發展對國內運輸排放之影響進行探討。

表 5-3 彙整運輸部門能源科技研究方向建議。

表 5-3 未來 5 年運輸部門能源科技研究方向建議

規劃方向	研究建議
節能減碳政策路線規劃	<p>針對已實行措施與策略之成效探討分析，以及針對各種可以導致運具轉移或旅運行為改變之策略進行分析，並據以進行相關調查，包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 探討運具使用成本之管理與運具使用管制相關策略，包含能源相關稅費，並就這些策略對不同運具使用者及不同特性群體之運具選擇行為的影響 ● 針對家戶運輸支出與所得之調查與關係分析 ● 持續就運輸軟硬體建設或系統改善計畫推動前後(包含公共運輸系統、自行車與步道系統)對各運具運量及使用者行為之影響，進行更進階的資料蒐集、調查與分析
基礎資料調查	<ul style="list-style-type: none"> ● 各項基礎資料的調查，大部分都有其前提之研究課題；因此，針對後續未來年度本所運輸能源科技計畫之相關基礎調查，仍需以研究課題為導向，方能在有限的資源條件下，取得必要的研究成果 ● 針對運輸能源相關之既有政部門統計資料的取得與進階分析或統計資料蒐集項目的改善，為未來年度運輸能源科技計畫取得基礎資料的重點方向之一

表 5-3 未來 5 年運輸部門能源科技研究方向建議(續)

規劃方向	研究建議
整合評估工具之開發與納入成本效益及指標系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 以目前現有的架構，針對不同類型與規模的政策，發展或匯入適用的評估模組，而相關評估結果之一致性與合理性並需透過長時間的評估分析，方能提供足夠的政策評估 ● 善用本所發展多年的運輸需求規劃模式針對城際運輸有完整研究基礎之優勢，作為本所運輸能源科技整合評估工具相模組未來發展之優先選擇
國際節能減碳作為與其影響	<ul style="list-style-type: none"> ● 探討臺灣在國際經貿定位與國際運輸需求對國內運輸排放之影響 ● 探討國際航運之減量政策趨勢對國內運輸排放之影響 ● 分析臺灣國際航運之排放趨勢與減量策略對國內運輸排放之影響 ● 分析國際經貿發展對國內運輸排放之影響

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 3 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「運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型」與「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」的持續發展，而已建立雛型之「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」與已開放營運之「綠色運輸教育宣導網站」，亦在本計畫中持續更新使其完備。

此外，計畫相關研究成果陸續於行政院綠能低碳推動會及能源相關之日常業務(如能源局辦理之電力零成長評估案)中，提供重要參考資料作為交通部及相關部會之重要參考，相關成果應用細節因涉及機密或與議題並未完全一致，無法一一列舉於報告書中。

以上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

1. 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂

本年度考慮的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。依據評估結果，本研究發現：

- (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。

2. 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統建置

- (1) 開發輔助模組，並結合溫室氣體減量評估模型進行政策評估，評估項目包含：汽燃費隨油徵收、大眾運輸票價補貼、電動車補助、替代燃料使用及車輛汰舊換新；
- (2) DSS 網頁建置，使用者可透過網頁以互動式介面進行相關政策評估，並以圖形化介面顯示結果，結果亦可進行下載；
- (3) 能源效率警示指標建置，透過歷史資料(1990~2012)針對燃油效率與能源密集度進行分析，可提供決策者政策可能之影響；
- (4) 排放趨勢分析模組建置，利用因素分解方法對 CO₂ 成長因素進行分解，變化來源包括：排放係數、燃油效率、承載率、運量結構、GDP、人口數等，可提供決策者運輸部門 CO₂ 組成來源，進而嘗試研提相關解決策略；惟因素分解方法僅適用於歷史資料變化分析，不適於進行政策評估與決策判斷之用；
- (5) 政策間存在競合效果，政策組合之影響無法將個別策略之效果直接相加，不同政策強度之影響，亦無法線性內插或外插計算；
- (6) 面對不同政策，須搭配使用不同評估工具並調整整合評估流程，因此輔助模組與運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型須視評估需求不斷增修，增加系統標準化流程設計之困難度；

3. 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台更新

資訊平台之目標功能包括彙整國內外運輸能源消耗及溫室氣體排放基礎與推估資料、整合本所節能減碳相關研究成果、作為節能減碳知識交流平台、提供相關單位節能減碳決策支援功能。資訊平台設定之目標使用者為交通運輸專業人員，包含交通部部屬機關人員、本所人員、其他政府機關人員、學術研究人員等。因此運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台與所內綠色運輸教育宣導網站之使用者(一般民眾)有所區隔。本年度持續針對平台進行更新，包括網站改版與整體功能之檢討，主要成果包括資訊平台定位說明與整體架構調整、知識庫內容更新與討論區建置、資料庫內容更新(包括能源使用量、排放係數、排放清冊計算)、網頁改版與後台管理機制建置等。

4. 綠色運輸教育宣導網頁改版與推廣

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。本年度針對綠色運輸教育宣導網頁，已完成網頁改版與後台管理機制建置，並舉辦3次有獎活動(包括綠色運輸教案競賽徵選、綠色心生活照片徵選活動及從行愛地球繪畫比賽)，對綠色運輸推廣、基礎教育及網頁推廣之成果卓著。截至2013年11月為止，網站瀏覽人次共63,162人。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。

6.2 建議

1. 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) 本年度初始情境僅考量國際油價上漲，後續應擴充其他影響因素，如能源稅、核能政策、電價政策、經貿政策等，以強化決策支援系統的分析能力；
- (2) 政策選項因基礎資料缺乏而受限，輔助模組需針對個別策略進行開發並搭配溫室氣體減量評估模型，本年度僅評估汽燃費隨油徵收、大眾運輸票價補貼、電動車補助、替代燃料使用及車輛汰舊換新，後續建置應逐步納入其他政策選項以及政策彼此間的影響效應，避免重複計算的可能性；
- (3) 政策評估準則目前採用減碳量、GDP、減碳經濟成本、延人公里、延噸公里及公共運輸使用率，應再次檢視節能減碳評估指標項目，針對政策發展方向及關注重點修正指標內容，進而建立指標體系；
- (4) 本年度決策支援系統介面利用排序方式，讓使用者得以依各項指標排序結果，掌握政策效果並據以進行決策，後續應進一步將本年度探討之政策篩選機制納入系統介面，以提供決策者更多政策評估資訊；
- (5) 排放趨勢分析採因素分解方法，由於因素彼此間仍可能存在關聯，易導致結果與先驗知識不符，未來可再參考國際作法進行分析；
- (6) 基礎資料調查可朝向未來交通條件、旅運特性、使用者行為及選擇之變化；
- (7) 必須再次檢視節能減碳評估指標項目，針對政策發展方向及關注重點修正指標內容；
- (8) 系統介面應進一步納入政策篩選機制，以使政策篩選功能更完備；
- (9) 評估政策導入時點之影響，繪製運輸部門節能減碳路徑圖。

2. 資訊平台擴充與更新

- (1) 資訊平台推廣使用：為使本資訊平台確能發揮所規劃之目標，須持續就本平台所提供資訊進行維護，並採取適當管道推廣，進而透過本年度所規畫之討論功能獲得回饋與改進方向。
- (2) 持續蒐集與擴充節能減碳相關資訊以充實知識庫內容。

3. 運輸部門減量策略

- (1) 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；
- (2) 公共運輸票價補貼對提升公共運輸使用率成效卓著，但將吸引更多客運需求，且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，造成 GDP 下降，因此雖然公共運輸票價補貼在照顧弱勢上具有重要角色，但對運輸部門減量之貢獻將付出相當代價；相較之下，汽燃費隨油徵收策略具有較佳之運具移轉效果，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，故隨油徵收策略減少排放同時，對 GDP 亦具正面影響，此效果在油價較高的情況下將更好；故建議可搭配兩項策略，將汽燃費運用於公共運輸票價補貼，可提升公共運輸使用比率，有效改善能源稅賦造成的減量成本，以同時達到減量、照顧弱勢、與維持經濟發展之目的；
- (3) 電動車購車補貼有助於電動車導入市場成效，同時促進電動車產業發展，惟可能造成能源消費結構轉移至電力消費，若無法同時配合潔淨發電策略，降低電力排放係數，則電動車發展策略帶來的減量成效將十分有限；
- (4) 自用小客車車齡老化為我國目前現象，鼓勵汰舊換新為改善車齡結構降低排放之策略，但本年度計算汰舊換新減量成效時，並未考慮減量成本，故後續應持續修正評估內容；
- (5) 目前減量策略評估機制與流程皆已建立，但仍缺乏細緻化的策略設計，例如策略施行強度與執行時點的各種組合，故有賴進一步溝通討論、凝聚政策共識、設計情境、再度進行評估。

參考文獻

1. Akanda, Md. A. S. (2012), „Demand for Institutional Delivery in Bangladesh:
2. An Application of Household Production Function,” January 1, 2012. Dhaka Univ. J. Sci., 60(1): 53-59. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=2146530>.
3. Anderson S., A. de Palma and J-F. Thisse (1992), Discrete Choice Theory of Product Differentiation. Cambridge: MIT Press.
4. Brand, C., Mattarelli, M. Moon, D. and Calvo, R.W. 2002. *STEEDS: A strategic transport-energy-environment decision support*. European Journal of Operational Research 139, pp416-435.
5. Becker, G. S. (1965), “A Theory of the Allocation of Time,” The Economic Journal, Vol. 75, No. 299, pp.493-517.
6. Binswanger, M. (2004), “Time-Saving Innovations and Their Impact on Energy Use: Some Lessons from A Household-Production-Function Approach,” Int. J. Energy Technology and Policy, Vol. 2, No. 3.
7. Cai, Y.P., Huang, G.H., Lin, Q.G., Nie, X.H. and Tan, Q. 2009. *An optimization-model0based interactive decision support system for regional energy management systems planning under uncertainty*. Expert systems with Applications. 36, pp3470-3482.
8. DaVanzo, J. and P. Gertler (1990), “Household Production of Health: A Microeconomic Perspective on Health Transitions,” A RAND Note, N-3014-RC.
9. Kutty, N. K. (2008), “A Household Production Function Model of the Production of Child Health and Education - The Role of Housing-Related Inputs,” August 1, 2008. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1232602> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1232602>.
10. Lancaster, K. J. (1966), “A New Approach to Consumer Theory,” The Journal of Political Economy, Vol. 74, No. 2, pp.132-157.
11. Magnani, R. and J. Mercenier (2009), “On Linking Microsimulation and Computable General Equilibrium Models Using Exact Aggregation of Heterogeneous Discrete-Choice Making Agents,” Economic Modelling, Vol. 26, Issue 3, pp.560-570.

12. McFadden, D.L. and Reid, F. (1975) Aggregate travel demand forecasting from disaggregate behavioural models, *Transportation Research Record: Travel Behaviour and Values*, No. 534, 24-37.
13. Muth, R. F. (1966). "Household Production and Consumer Demand Functions", *Econometrica*, Vol. 34, No. 3 (Jul., 1966) (pp. 699-708).
14. Pollak, R. A. (2011), "Allocation Time: Individuals' Technologies, Household Technology, Perfect Substitutes, and Specialization," NBER working paper 17529, <http://www.nber.org/papers/w17529>.
15. The European Commission presented the White Paper(2011). Roadmap to a Single European Transport Area: Towards a competitive and resource efficient transport system
16. Todd Litman, *Issues In Sustainable Transportation*, Victoria Transport Policy Institute, 18 May. 2001
17. ICCT(2012). *Global Transportation Energy and Climate Roadmap*.
18. Sanglimsuwan, K. (2012), "Using Household Production Models to Understand Environmental Health Outcomes in Developing Countries," *International Journal of Behavioral Science*, Vol. 7, No. 1, pp.99-108.
19. Schlör, H., Fischer, W., & Hake, J. F. (2012). Measuring social welfare, energy and inequality in Germany. *Applied Energy*,
20. Staudigel, M. (2012), "On the Application of Household Production Theory to Health and Nutrition," working paper, from https://gewisola2012.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/gewisola2012/Beitraege/Staudigel_GEWISOLA_2012.pdf
21. Turban, E. 1990. *Decision Support and Expert Systems*. New York: Macmillan.
22. Truong, T. P. and D. A. Hensher (2012), "Linking Discrete Choice to Continuous Demand within the Framework of A Computable General Equilibrium Model for the Analysis of Wider Economic Impacts of Transport Investment Projects," working paper, ITLS-WP-12-01, Institute of Transport and Logistics Studies, The Australian Key Centre in Transport and Logistics Management, The University of Sydney.

23. 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
24. 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
25. 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.
26. 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
27. 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
28. 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
29. 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
30. 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
31. 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

32. Wang, X., K. Chen, Z. Huanf and S. Robinson (2010), "Demographic transition and income distribution in China: CGE modeling with top-down/micro-simulation," working paper.
33. Nganou, J. P. (2005), "Estimation of the parameter of a linear expenditure system (LES) demand function for a small African economy," MPRA Paper No. 31450, posted 12. June 2011 01:02 UTC, <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/31450/>.
34. 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
35. 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。
36. 交通部運輸研究所(2012),「綠運輸政策白皮書」。
37. 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。
38. 經濟部能源局(2011),「運輸部門能源消費調查」
39. 經濟部能源委員會 (1999),「運輸部門能源消費調查研究」
40. 行政院環保署(1998y),國家環境保護計畫,台北(87/10 下載)
41. 江莉莉 (2002),「兩稅合一與動態均衡下的所得分配」,《經濟論文叢刊》,30(2), 205-227。
42. 陳宜佳(2000),「汽車排放空氣污染物控制對策減量評估研究」。
43. 楊子菡、蘇漢邦、徐世勳與馬惠娟 (2007),「台灣實施兩稅合一對經濟發展與所得分配之事後影響評估」,《人文及社會科學集刊》
44. 林鳳寧,決策支援系統,第二版,博碩出版,民國 96 年。
45. 劉文良,決策支援系統,基峰資訊,民國 97 年。
46. 曾國雄等,「運輸能源之研究」,交通部運輸研究所,民國 76 年 12 月。

附錄 1

計畫執行成果摘要

計畫執行成果摘要

一、研究背景與目的

行政院於 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 年要回到 2000 年的水準。98 年 12 月成立「節能減碳推動會」，督導落實「國家節能減碳總行動方案」，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」。此外，交通部運輸研究所（以下簡稱本所）已於 101 年 1 月 9 日召開「102 年度能源國家型科技計畫需求研商會議」，確認辦理此計畫之必要性。

「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。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，對於各種相關之模型架構進行初步探討。

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。因此本所又分別於 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」，以及 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」等計畫。且為整合本所能源科技主要計畫之資料，並做為模型之輸入資料庫及輸出平台，亦於 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」。

其中，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」計畫已從運輸規劃、能源技術與總體經濟面，開發節能減碳政策評估模型。藉由同時納入經濟、能源策略及運輸需求等相關變數，來綜合評估運輸部門節能減碳策略與措施之成效，建立我國總體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。

本計畫旨在依據前揭 101 年度計畫成果，除持續檢討修正評估模型與資訊平台使運輸部門節能減碳評估工具更為完善外，本年度以建置「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」為主要工作，並運用該系統進行案例分析。因此本年度已陸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、模型與資料庫擴充與修訂、政策評估分析、模型運算軟體與介面開發、資訊平台內容擴充與修訂、運輸部門因應氣候變遷決策支援系統檢討與建置、綠色運輸教育宣導網頁維護與推廣、參與 COP19 及舉辦專家學者座談會等工作。

二、研究範圍與內容

鑒於 101 年度計畫已勾勒「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」之基本架構，並完成節能減碳政策評估模型開發，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 101 年度成果之基礎上，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。本年度主要研究範圍包括：

1. 持續蒐集國內外決策支援系統、能源-經濟-運輸整合模型、運輸部門節能減碳策略與措施、國內政府部門相關研究之資料；
2. 修訂與擴充運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型；
3. 維護更新運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台；
4. 修訂政策決策支援系統架構與功能；
5. 於政策決策支援系統中，建立運輸部門能源消耗與溫室氣體排放趨勢分析量化工具；
6. 於政策決策支援系統中，建立運輸部門能源效率警示指標；
7. 於政策決策支援系統中，針對政策評估需求建置輔助評估模組；
8. 於政策決策支援系統中，建立政策篩選機制；
9. 更新與擴充整合資訊平台及綠色運輸教育宣導網頁，並提供操作手冊；
10. 透過綠色運輸教育宣導網頁辦理綠運輸推廣活動；
11. 策略研擬與政策建議。

三、研究成果

為完成「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統」之建置，本年度主要工作項目與執行成果包括：

1. 文獻蒐集回顧

本年度共完成「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」及「國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果」四部分之文獻蒐集。本計畫依據文獻彙整結果，針對政策評估與決策支援發展提出五點結論：(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。

2. 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延續前(101)年基礎，持續擴充模型評估功能。本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。本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。依據評估結果，本研究得到重要結論如下：

- (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，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%；

- (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；
- (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。

3. 政策決策支援系統架構修訂與功能建置

延續前(101)期成果，本年度政策決策支援系統已進一步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，並依五項政策評估結果，完成實際操作介面測試。

本年度政策決策支援系統相較前期的重要突破包括：

- (1) 重新定位政策決策支援系統，確立系統角色為提供運輸部門節能減碳政策量化評估功能之工具；
- (2) 彙整運輸部門節能減碳政策工具選項，並進一步區分外部環境與內部政策；
- (3) 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；
- (4) 完成「能源效率警示系統」及「運輸部門排放趨勢分析模組」設定；

(5) 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」等五項政策評估系統介面，並配合政策評估流程所需，完成輔助模組設定；

(6) 依據前五項成果，完成政策決策支援系統介面設計與測試。

4. 節能減碳輔助模組建置

在避免-轉變-改善(Avoid-Shift-Improve, ASI)之思考主軸下，本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，設計一項外部政策搭配五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，因此較難以統一的操作流程說明模組間的關聯性，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，輔助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。本年度共建置兩組輔助模組，用以分析替代燃料政策及汽車汰舊換新之減量成效。

5. 能源效率警示系統建置

本計畫為了可以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，以提供決策支援系統狀況監測與事件警示之功能，分別以各運具別的燃油效率及能源密集度來當作能源效率指標的依據。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。

6. 運輸部門排放趨勢分析模組建置

為了達成節能減碳政策目標須進一步檢視目前所推動之各項運輸政策之執行效果，各項運輸能源統計指標的基礎分析，以及能源消費趨勢變動背後之驅動因素，這些能源指標都是做為規劃未來政策的參考依據。為了更明確的探討這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)之影響，一般常使用因素分解法(decomposition approach)來分析，因素分解的原理乃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。本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區勢分析模組。

7. 未來五年運輸部門能源科技研究方向

由文獻回顧中發現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，本研究初步建議可以朝向下列方向來規劃，並可做為未來五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)國際節能減碳作為與其影響。

8. 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消耗及溫室氣體排放等目標。

因此為提昇視覺介面、強化功能性與增加使用便利性，本年度規劃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。

為增進綠色運輸教育宣導網站之曝光率與使用人數，本年度亦規劃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，並增進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，因此本年度舉辦之三次推廣活動係分別針對不同對象設計，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。截至 2013 年 11 月為止，網站瀏覽人次共 63,162 人。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。

四、結論

1. 經過相關文獻回顧，運輸部門節能減碳政策可概分為四類：

- (1) 傳統汽柴油車輛燃油效率改善；
 - (2) 潔淨替代燃料車輛發展應用；
 - (3) 交通運輸管理相關措施；
 - (4) 經濟工具與財政手段運用。
2. 在探討相關模型應運與發展之文獻後，本研究將模型定位在發揮同時評估運輸部門內、外部政策功能下，應包含能表現運輸部門行為及運輸部門與其他部門關聯之 CGE 模型，同時視評估所需，運用其他方法輔助評估。
 3. 本年度已建置運輸部門能源消費與溫室氣體排放評估模型，其中包含運輸 CGE 模型、能源消費預測模型與輔助模組。為充分考量運輸部門特性，及其他部門對運輸部門衍生性需求所產生之能耗與排放趨勢，建議後續模型研發方向為：
 - (1) 持續擴充運具選擇行為設定，如車輛購買、使用頻率、行駛里程等因素之決定機制；
 - (2) 納入旅行時間成本，以考量交通管理策略產生之外部效益；
 - (3) 進一步納入替代燃料運具選項，並考慮技術學習效果；
 - (4) 提升基線校估結果之合理性；
 - (5) 建立能源消費預測模型系統化推估流程，並與輔助模組加以整併。
 4. 在模式資料庫部分，建議後續應配合模型擴充，增建資料庫內容，包括：
 - (1) 不同所得階層之運輸相關支出、運具別旅次、平均行駛里程、運輸相關之財政收支資料等；
 - (2) 蒐集統計資料，推估運具間替代彈性；
 - (3) 彙整替代燃料運具相關研究之技術發展路徑，建立學習曲線。
 5. 本年度完成油價上漲、汽燃費隨油徵收與公共運輸票價補貼之政策評估，得到重要結論包括：
 - (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。
6. 本年度完成政策決策支援系統建置，獲得結論如下：
- (1) 排放趨勢分析模組建置，利用因素分解方法對 CO₂ 成長因素進行分解，變化來源包括：排放係數、燃油效率、承載率、運量結構、GDP、人口數等，可提供決策者運輸部門 CO₂ 組成來源，進而嘗試研提相關解決策略；惟因素分解方法僅適用於歷史資料變化分析，不適於進行政策評估與決策判斷之用；
 - (2) 政策間存在競合效果，政策組合之影響無法將個別策略之效果直接相加，不同政策強度之影響，亦無法線性內插或外插計算；

- (3) 必須再次檢視節能減碳評估指標項目，針對政策發展方向及關注重點修正指標內容；
 - (4) 系統介面應進一步納入政策篩選機制，以使政策篩選功能更完備；
 - (5) 評估政策導入時點之影響，繪製運輸部門節能減碳路徑圖。
7. 本年度完成綠色運輸教育宣導網頁改版，並舉辦三次推廣活動：

本年度針對綠色運輸教育宣導網頁，已完成網頁改版與後台管理機制建置，並舉辦三次有獎活動（包括綠色運輸教案競賽徵選、綠色心生活照片徵選活動及從行愛地球繪畫比賽），對綠色運輸推廣、基礎教育及網頁推廣之成果卓著。截至 2013 年 11 月為止，網站瀏覽人次共 63,162 人。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。

五、建議

1. 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) 本年度初始情境僅考量國際油價上漲，後續應擴充其他影響因素，如能源稅、核能政策、電價政策、經貿政策等，以強化決策支援系統的分析能力；
 - (2) 政策選項因基礎資料缺乏而受限，輔助模組需針對個別策略進行開發並搭配溫室氣體減量評估模型，本年度僅評估汽燃費隨油徵收、大眾運輸票價補貼、電動車補助、替代燃料使用及車輛汰舊換新，後續建置應逐步納入其他政策選項及政策彼此間的影響效應，避免重複計算的可能性。
 - (3) 政策評估準則目前採用減碳量、GDP、減碳經濟成本、延人公里、延噸公里及公共運輸使用率，應再次檢視節能減碳評估指標項目，針對政策發展方向及關注重點修正指標內容，進而建立指標體系；
 - (4) 本年度決策支援系統介面利用排序方式，讓使用者得以依各項指標排序結果，掌握政策效果並據以進行決策，後續應進一步將本年度探討之政策篩選機制納入系統介面，以提供決策者更多政策評估資訊；

- (5) 排放趨勢分析採因素分解方法，由於因素彼此間仍可能存在關聯，易導致結果與先驗知識不符，未來可再參考國際作法進行分析；
- (6) 基礎資料調查可朝向未來交通條件、旅運特性及使用者行為及選擇之變化；
- (7) 評估政策導入時點之影響，繪製運輸部門節能減碳路徑圖。

2. 資訊平台擴充與更新

- (1) 資訊平台推廣使用：為使本資訊平台確能發揮所規劃之目標，須持續就本平台所提供資訊進行維護，並採取適當管道推廣，進而透過本年度所規畫之討論功能獲得回饋與改進方向。
- (2) 持續蒐集與擴充節能減碳相關資訊以充實知識庫內容。

3. 運輸部門減量策略

- (1) 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；
- (2) 公共運輸票價補貼對提升公共運輸使用率成效卓著，但將吸引更多客運需求，且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，造成 GDP 下降，因此雖然公共運輸票價補貼在照顧弱勢上具有重要角色，但對運輸部門減量之貢獻將付出相當代價；相較之下，汽燃費隨油徵收策略具有較佳之運具移轉效果，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，故隨油徵收策略減少排放同時，對 GDP 亦具正面影響，此效果在油價較高的情況下將更好；故建議可搭配兩項策略，將汽燃費運用於公共運輸票價補貼，可提升公共運輸使用比率，有效改善能源稅賦造成的減量成本，以同時達到減量、照顧弱勢、與維持經濟發展之目的；
- (3) 電動車購車補貼有助於電動車導入市場成效，同時促進電動車產業發展，惟可能造成能源消費結構轉移至電力消費，若無法同時配合潔淨發電策略，降低電力排放係數，則電動車發展策略帶來的減量成效將十分有限；
- (4) 自用小客車車齡老化為我國目前現象，鼓勵汰舊換新為改善車齡結構降低排放之策略，但本年度計算汰舊換新減量成效時，並未考慮

減量成本，故後續應持續修正評估內容；

- (5) 目前減量策略評估機制與流程皆已建立，但仍缺乏細緻化的策略設計，例如策略施行強度與執行時點的各種組合，故有賴進一步溝通討論、凝聚政策共識、設計情境、再度進行評估。

附錄 2

第一次專家學者座談會

「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」 第一次專家學者座談會

壹、時間：101 年 7 月 1 日（星期一）下午 14:00

貳、地點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

（台北市松山區敦化北路 240 號）

參、主席：台灣綜合研究院研三所 蘇漢邦 所長

肆、出(列)席單位及人員：詳會議簽到單

伍、主席致辭：略。

陸、簡報：略。

柒、綜合討論：

一、交通大學管理學院 張新立 院長：

(一)在模組彼此之間是否存在互斥或互補的關係。

(二)模組的關鍵績效指標(Key Performance Index, KPI)是什麼？

是否有機制可以來驗證目前設定的環境與將來發生的結果？

(三)模組求解是一次同時求解多年還是逐年調整？隨著政策的進入，模組應在不同時點反映新增的政策，換言之，模組的 database 經過一年後，又陸續有新的 continuous data 進來，模組要能隨政策進入的時機，反映新增資料與新的 variable ？最後再回頭檢視過程中是否存在考量不充分的部分，並應建立一個機制來 validate 模組評估程序。

(四)過去運輸規劃是談 mode split，先找到總量，再按比例分攤，到後來運輸規劃討論的是 mode choice，要將運輸的 behavior 納入考量，因此政策之間或個體之間已經存在交互關係，這是 mode split 無法表現的。

(五)請所裡能夠提供重要優先執行的運輸相關政策，供團隊做評估和分析。

(六)計畫政策評估的議題，應針對個別政策的影響做更深入及詳盡的探討。

二、本計畫團隊回應：

- (一)政策主軸和架構方面，團隊內部已有在工作會議時，依據國外的文獻架構來探討，並同時檢視國內政策和架構的適合性。
- (二)團隊已有提供所上未來五年規劃的相關內容，內容包括決策支援系統、評估工具，調適成本效益評估、基礎資料、國際情勢與基礎建設及指標系統等六大考量方向，供所上重新檢測和評估政策之間的相關性。
- (三)為了盡可能將個體之間的交互影響在同一個體系中考慮，團隊將模式分析區分為動態 CGE 模型與輔助模組兩部分。運用動態 CGE 模型考慮個體間之交互影響，並呈現集合所有個體行為結果後之總體表現，在策略評估時，可運用策略配套組合，考慮策略彼此間的交互影響，亦可執行單一策略，呈現單一策略之影響。此模組為能考量個體間的交互影響，通常並不適於過於細分個體數量或探討單一地區之變化，為此，本研究建立輔助模組，針對較無全面性影響、或區域性策略進行評估。故在評估地區性較細部的策略時，是以輔助模組為主。
- (四)團隊已把時間的因素放入動態模型中，且模型之動態過程係以逐年求解方式進行。政策進入後，首先影響進入當年度模型系統結果，此結果將為後續年度模型求解基礎，因此政策進入之時點與先後，將影響各年度求解結果。
- (五)個體選擇行為係本年度研究重點，由於本研究已建置之模式亦由最適行為之個體經濟理論出發，因此欲將個體選擇行為納入模式，在理論一致性部分已無疑慮。

三、台灣大學土木工程學系 張學孔 教授：

- (一)肯定研究團隊之努力，整體節能減碳決策支援系統架構與模組已近乎完整。
- (二)整理架構能應思考將「城際」與「都市」予以區分；另外，運輸建設與活動之公共健康、安全等外部性，宜有分析模組。
- (三)研究內容與短中長期策略宜再依據交通部綠運輸政策內容予以修正，例如

1. TOD 政策推動宜更大膽，尤其涉及內政部、營建署法規修訂亦宜提前完成
2. 計程車政策宜將「數量減少」及「ICT 派遣技術」納入
3. 對於小汽車、摩托車強勢管理策略宜大膽予以納入
4. 行為改變方面之內容及相關之必要分析研究亦宜予以納入考量。

(四)建議收集在 COP21 有關運輸部門之策略與行動方案，可以參酌 CAI(Clean Air Initiation)與亞洲開發銀行結合全世界 32 銀行所提節能減碳基礎建設計畫內容。

四、本計畫團隊回應：

- (一)團隊在和所上探討評估運輸政策時，往往都只考慮政策執行所帶能夠帶來的減碳效果，並未完整的考慮到限制性的政策措施，在後續的研究會納入更多不同層面的考量。
- (二)團隊曾嘗試去區分評估「城際」與「都市」的架構，但由於基礎研究和資料的不足，在目前現階段還無法詳細的區分之間的關係。
- (三)在對於交通外部性的問題，雖然目前尚未規劃在整個計畫當中，但針對這類的議題，如健康的影響，團隊已初步進行研究，而在能源使用和汙染排放的部分，也試圖去建立一個關係模式，待有較具體成果，可納入本計畫探討。
- (四)選擇行為的部分，今年計畫預定要預訂一個工作項目之一於期末將運具選擇的行為一併納入考量。

五、交通部運輸研究所綜合技術組黃瓊文 組長：

- (一)今年主要以評估有效的三個政策措施為主，而在做政策的評估時，都應考量政策之間的交互關係。
- (二)有關行為分析的策略，請團隊去評估資料數據蒐集是否齊全。
- (三)針對政策的評估架構，應增加較強制性的策略去考量。

捌、散會：101 年 7 月 1 日 (星期一) 下午 16:00

**「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」
第一次專家學者座談會名單**

專家學者

交通大學管理學院

張新立 院長

台灣大學土木工程學系

張學孔 教授

交通部運輸研究所

綜合技術組

張瓊文 組長

綜合技術組

楊智凱 研究員

綜合技術組

林忠欽 副研究員

綜合技術組

許義宏 助理研究員

台灣綜合研究院

研三所

蘇漢邦 所長

研三所

楊晴雯 組長

研三所

王德欽 助理研究員

研三所

蘇殷甲 助理研究員

公共政策研究中心

陳建緯 主任

開南大學空運系

葉文健 主任

交通部運輸研究所 102 年度合作計畫

「MOTC-IOT-102-TDB001

運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」

研究計畫期中專家學者座談會簽到單

壹、時間：民國 102 年 7 月 1 日星期一 下午 2 時

貳、地點：本所 10 樓會議室

參、會議主持人：台灣綜合研究院蘇所長漢邦

記錄：王德欽

肆、出席人員：

單位	姓名	簽到
交通大學管理學院	張新立院長	張新立
台灣師範大學管理學院	陳敦基院長	
台灣大學土木工程學系	張學孔教授	張學孔
台北大學自然資源與 環境管理所	李堅明副教授	
能源局綜企組	翁素真組長	
本所綜合技術組	張瓊文組長	張瓊文
台灣綜合研究院	楊晴雯組長	

單位	職稱	簽到
本所綜合技術組	研究員	楊智凱
	副研究員	林忠欽
	助理研究員	許義宏
	研究助理	蘇毅甲
台灣綜合研究院		
	許浩印	所長
	葉子健	副教授
	主任	陳建達
		楊清芳
	研究助理	王德欽

附錄 3

第二次專家學者座談會

「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」 第二次專家學者座談會

壹、時間：101 年 11 月 11 日（星期一）下午 14:00

貳、地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室

（台北市松山區敦化北路 240 號）

參、主席：台灣綜合研究院副院長 黃宗煌 副院長

肆、出(列)席單位及人員：詳會議簽到單

伍、主席致辭：略。

陸、簡報：略。

柒、綜合討論：

一、 成功大學交通管理學系 黃國平 教授：

- （一）簡報 P17 的替代燃料政策預估在 2025 年能夠減量 83 千公噸，減量的結果相對於運輸部門所要達到減量的目標似乎貢獻很小，應可考慮運用較有效的政策來提升減量的成效(例如:電、油價的上漲對私人運具使用者成本的增加)，並評估政策帶來的減量效益佔運輸部門總減量目標的比重。

二、 交通大學管理學院 張新立 院長：

- （一）當決策支援系統建構在不同的模型及政策的假設下，資料來源取得的正確性及模式運用的合理性，所得到的評估結果是否都足以說服他人？
- （二）決策支援系統所提供的資訊是給哪些使用者來使用？可以給使用者帶來什麼資訊？
- （三）決策支援系統須詳細說明能夠協助使用者做哪些的政策評估？政策的前提假設有哪些？所使用的資料有哪些？所能夠得到哪些預期結果？

三、 本計畫團隊回應：

- （一）過去團隊曾經透過電價上漲及能源稅的情境來做評估，所評估的結果確實對運輸部門的減量有顯著的影響，本年度則將焦點著重於交通部門本身的策略評估，將於報告中納入過去評估

結果進行比較說明。

- (二) 依據團隊針對核四停建議題的評估經驗，核四停建所導致之電價變化幅度，取決於使用替代發電機組的燃料結構，電價變化對運輸部門的影響雖非本年度工作項目，也將盡可能於告報書裡補充說明。
- (三) 對於實施補貼政策政府須投入多少資金成本，而造成部門之間的排擠效果，本團隊在做政策評估時都有納入考量，亦將於報告中呈現。
- (四) 針對模式之驗證，本團隊在前期研究中，已投入相當努力進行模式校估的工作，針對模型中之係數與參數設定，透過計量等不同方法相互驗證並校估。

四、 台灣經濟研究院楊豐碩 所長

(一)決策支援系統

- 1. 模式庫以 CGE 為基礎模型，但皆需經實質產值(價值)換算，但有些運輸政策效果呈現只有數量，故應考量此類政策之模擬應用。
- 2. 系統中有關策略選擇之策略模組似乎以固定為五項，是否有彈性設計可以導入新的政策選項目；另外，模組中之比例幅度選項亦已固定，但看不出目前選項數字之意義，一應考量是開放讓使用者自行輸入。
- 3. 在系統架構中(P.9)，提及策略優先性篩選機制，但在簡報中並未提及此部分之進度及結果；此外，應考量此一機制 OUTPUT 之自動化呈現。

(二)政策評估案例

- 1. 目前政策案例選項(五項)與總體綠運輸策略之對映應有較明確之說明；此外，目前所選擇之策略案例似乎集中在需求面，是否應考量供給面策略。
- 2. 策略設定目前評估採不同策略組合合作為不同方案，設計並進行選擇，但事實上個別策略不必然會在同一時間出現，並考量其效果為一次性或長期性。
- 3. 基本情境假設，其中最關鍵假設為原油價格上漲，是否也

有考慮隨著油價上漲對需求之抑制，替代品技術進步等效果之回饋。

4. 策略情境在主策略設定下，亦應有相關替代策略或輔助措施之併同考量之彈性設計，以利對照比較。

五、 本計畫團隊回應：

- (一) 由於節能減碳政策並非可線性推算，在考慮到政策彼此間可能存在的競合問題，亦不適於將政策效果直接相加，因此在介面設計時，考量到運輸策略之間的彼此牽動及複雜關係，而無法完全開放讓使用者自行設計。因此採取選項的方式，給予使用者在不同的策略選項及設定的數值裡勾選，以呈現策略評估結果。

六、 交通部運輸研究所綜合技術組朱珮芸 副組長：

- (一) 實施政策對於政府投入的成本所衍生的效益，是值得作為後續研究的考量。
- (二) 由於本年度計畫對於政策選項評估的選擇主要較著重於需求面考量，對於供給面的政策選項將會於後續研究列入考量。
- (三) 關於簡報 p11 的策略之間存在彼此的交互效果，因此，在模式上的處理也須做較謹慎的考量及評估。
- (四) 關於簡報 p14 公共運輸票價補貼的評估流程，在實行敏感度分析進行到確立情境設定時，這個過程是依據什麼來判定？
- (五) 應可透過 CO₂ 排放趨勢分析工具(因素分解)來解釋不同因子對 CO₂ 排放變動總量所造成的影響，達到資料的可信度及正確性。

七、 交通大學交通管理學系邱裕鈞 副教授

- (一) 針對各項節能減碳政策，用路人的用路行為（旅次產生行為、車輛持有及使用行為、運具選擇行為）如何因應，應加以說明。
- (二) 本決策支援系統可評估的政策類型及範圍，宜加以補充說明。
- (三) 公共運輸補貼率之設定，宜加以補充。尤其是補貼率不宜超過某一數值之原因，似難於簡報中加以判斷（頁 16）。
- (四) 各項政策之執行成本（例如，補貼總金額）應逐年加以計算及分析，以了解其可行性。尤其，現行公共運輸票價低廉，係因

- 政府已提供相當金額之各類型補貼（票差補貼、虧損補貼、油價補貼、購車補助…）。因此，在分析時亦應加以考慮。
- (五)各項政策之主管機關不同，減碳配額是否會應依部會及中央及地方加以訂定？
- (六)現有車輛（inventory）之燃油效率如何計算？倘僅以平均值計算，可能在車輛汰舊換新中，導致低估（因置換車輛通常車齡較高，燃油效率較低）。
- (七)建議本系統可朝專家系統功能之方向規劃，可在減碳目標下，建議各階段最佳的減碳策略。
- (八)報告中有關各運具系統的能源密集度逐年變化率之比較圖，建議鎖定縱軸的刻度（例如，0.5~-0.5），以利判讀。

八、 環保署簡慧貞 執行秘書

- (九)我國 CO2 國家排放減量，已揭示運輸部門的目標量，遂依據計畫三大政策方向之規劃，執行單位應搭配 CO2 排放趨勢試算工具估算減量成效，確認是否能達成，亦或確認與減量目標之落差，以提供主管機關政策參考，並可加強執行策略的推動。
- (十)於「發展綠色運輸系統」部分，僅提及「提升公共運輸運量」、「改善步行與自行車使用環境」，應有更積極之推動方案，如提高生質柴油車、油電混和車、電動汽機車之普及率等等，請執行單位再加強三大政策方向之研析。
- (十一) 於國家政策推動綠色運輸之同時，若能由企業主動參與，將大幅提升減碳成效，故應研擬相關誘因讓企業主動推行。或是可考量要大企業主於環評要求時，提出改善交通效能的方案。
- (十二) 以高雄捷運為例，目前僅有紅線及橘線兩條營運路線，民眾普遍認為便利性不足，導致運量未達損益兩平之旅客人數，因而嚴重虧損，故建議執行單位應優先研擬大眾運輸路線之便利性，提高民眾搭乘意願，以落實發展大眾運輸。
- (十三) 簡報中有列出相關變動率，惟變動率的變化情形有時過高或過低，此一現象是否會影響後續數據分析的結果，是否需要

就些極端極作出探討，或給予調和因子加以調整，以得到最佳的數據。

捌、散會：101 年 11 月 11 日（星期一）下午 16:00

「運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」
第二次專家學者座談會名單

專家學者

交通大學管理學院

張新立 院長

成功大學交通管理學系

黃國平 教授

台灣經濟研究院

楊豐碩 所長

交通部運輸研究所

綜合技術組

朱珮芸 副組長

綜合技術組

楊智凱 研究員

綜合技術組

許義宏 助理研究員

台灣綜合研究院

研三所

楊晴雯 組長

研三所

王德欽 助理研究員

研三所

林芝瑋 助理研究員

研三所

蘇殷甲 助理研究員

公共政策研究中心

陳建緯 主任

開南大學空運系

葉文健 主任

景翊科技

蔡秉錡 經理

交通部運輸研究所 102 年度合作計畫
「MOTC-IOT-102-TDB001
運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統之建立」
專家學者座談會議簽到單

壹、時間：民國 102 年 11 月 11 日(星期一) 下午 14:00

貳、地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室

參、會議主持人：黃副院長宗煌

肆、出(列)席單位及人員：

單位	姓名	簽到
交通大學	張新立教授	張新立
交通大學	邱裕鈞教授	
成功大學	黃國平教授	黃國平
行政院環境保護署	簡慧貞執行秘書	
台灣經濟研究院	楊豐碩所長	楊豐碩

單位	簽到
本所綜合技術組	<p>朱佩芸</p> <p>楊智凱</p> <p>許義宏</p>
台灣綜合研究院	<p>楊晴雯</p> <p>陳建達 葉健 王德欽</p> <p>許殷甲 林瑞瑋 李翰鈞</p>

附錄 4

期中審查意見處理情形

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

期中報告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建立」

執行單位：財團法人臺灣綜合研究院

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
臺灣經濟研究院楊所長豐碩		
(一) 本研究預定建立家計部門所得分配與福利指標，但其與氣候變遷(CO2 排放)之關係與邏輯連結如何並未交待，亦即總體運輸政策及個別執行方案到底如何受所得分配之影響，或影響家計部門所得分配，建議強化彼此之間關聯性說明。	透過統計資料可知，住宅及燃料支出比重隨著所得之增加而明顯減少，個人交通工具購置及交通設備使用管理及保養費支出占比隨所得增加而增加，乘坐交通設備及其他交通服務之支出占比隨所得增加而下降。顯示不同所得者，其燃料與交通支出占其總消費或所得之比重各有不同。本研究建立家計部門所得分配與福利指標之目的，在於分析運輸部門節能減碳政策對於不同所得者之所得、燃料消費及福利之影響，並藉由所得分配指標觀察運輸節能減碳策略在社會面之影響。	同意合作研究單位處理情形
(二) 本研究決策支援系統中，在政策運算部分，依綠運輸政策三大政策構面下，如何將個別執行方案措施，整合設定為共同運算公式？若整合後如何觀察及區分共同與個別效果？特別是後者亦涉及特定方案對部門之效果或影響。	鑒於各項方案之特性、政策工具與目的各有不同，較難以一共同運算公式涵蓋，因此目前將政策概分為兩大類，影響範圍較廣且與其他部門存在交互影響者，整合在CGE 模型中進行評估，其他方案則獨立運算。欲觀察政策配套整合運算下之個別效果，則以政策累加方式，逐次加入新政策，透過比較加入新政策前後之差異，說明新加入的個別政策效果。	同意合作研究單位處理情形
(三) 本研究報告圖 5.1-1 之呈現請釐清並說明本決策支援系統與資訊平台既有之知識庫、資料庫及模式庫之連結為何，如果有互通則建議本圖宜重畫，並加入兩者間投入及產出之方向路徑。	決策支援系統與知識庫及模式庫間之關聯可參閱期末報告圖 3.2-1，原則上資料庫提供決策支援系統基本統計數據與參數資料，模式庫則提供運具別運量、能耗與排放估算資料，以做為決策支援系統推估基線與設定政策情境之參考。	同意合作研究單位處理情形
(四) 本研究報告第七章論及未來研究方向，但其中部分是本研究前幾	已重新修正於本報告第五章。其中雖有部分內容為本研究過去提及，但部分基礎研	同意合作研究單位處理情形

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
年度計畫已提及，應已逐步執行推動，故請研究團隊重行檢視未來五年推動內容，再重新研提新的構想。	究仍須持續補充，因此本報告第五章已進一步說明需要進一步強化研究的內容。	
(五) 期中報告並未清楚呈現本年度至今的工作成果，而表 1.3-1 應放在合約而非期中報告之中，請團隊予以修正。	已於本報告圖 1.1-1 中分項說明歷年研究成果。	同意合作研究單位處理情形
(六) 部分文字錯漏，如第 2-11 頁美國運輸部名稱誤植，第 2-33 頁表 2.1-17 資料來源有誤，第 2-35 及 2-36 頁表 2.1-18 美國能源局應該美國能源部。	已修正。	同意合作研究單位處理情形
交通大學邱教授裕鈞		
(一) 關於資訊平台的使用者，其設定對象為何？是一般民眾、學者專家抑或政府單位？希望團隊在這方面有清楚之界定。另外關於綠運輸教案的設計與評選，若能與教育單位交換意見，並且實際在學校中推行，將會是本計畫的重要成果之一。	資訊平台使用者設定為一般民眾、相關領域專家學者以及政府單位，其中決策支援系統使用者則設定為運研所研究人員。綠運輸教案的徵選活動，在舉辦前已有事先與學校有經驗之教師交換意見，活動舉辦後所徵得之教案亦為學校教師在課程中運用之教材。建議未來可持續交流教案設計以擴展綠色運輸教育之廣度。	同意合作研究單位處理情形
(二) CGE 為總體均衡的連續模型，如何與個體離散的間斷模型整合？兩者 I/O 如何達到收斂將會是成功與否的重點，團隊必須更進一步說明處理方式和兩模型互動的準則。	整合間斷選擇模型與連續型需求模型有兩種方式，其一由個人資料建立間斷選擇模型，並預測個人的選擇機率，再將個人的選擇依其機率加總為整體的連續性需求；其二則由代表性個體資料推估連續型需求模型，再預測假設性個人之選擇機率，藉此推算市場份額。接著透過 CGE 模型的連續型函數加總為總需求。	同意合作研究單位處理情形
(三) 部分文字錯漏，如第 2-11 頁美國運輸部名稱誤植，第 2-33 頁表 2.1-17 資料來源有誤，第 2-35 及 2-36 頁表 2.1-18 美國能源局應該美國能源部。	已修正	同意合作研究單位處理情形
(四) 第 2-44 頁提及 Wing(2007)建立之時間旅行函數為 BPR 函數，並非	已修正。	同意合作研究單位處理情形

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
Wing 首創，請更正；此外，報告中對該函數之定義有誤，請修正。		
(五) 贊成楊所長的看法，所得分配與氣候變遷之相關性值得深入探討及說明，倘若連結性不足，應考慮調整研究重心。	由於不同所得者，其燃料與交通支出占其總消費或所得之比重各有不同。本研究原擬建立家計部門所得分配與福利指標之目的，在於分析運輸部門節能減碳政策對於不同所得者之所得、燃料消費及福利之影響，並藉由所得分配指標觀察運輸節能減碳策略在社會面之影響。但鑒於本研究尚有運輸節能減碳政策評估之重點工作，經與運研所討論後，研究重點調整為政策評估。	同意合作研究單位處理情形
(六) 報告中許多圖表請中文化，必要時建議重新打字編排。	已修正。	同意合作研究單位處理情形
交通大學馮教授正民		
(一) 「多一點運輸，少一點 CGE。」，大部分交通建設所造成的影響屬於區域性，較適合透過因式分解呈現，例如第 3-9 頁的公式，如果可以釐清各變數與參數來自於內生或外生，對於交通界而言便是一個簡單、易懂可操作的評估算式。	因式分解有其便利性，適於觀察歷史資料變化趨勢，因此本研究於決策支援系統建立此一分析工具。惟因式分解有其侷限，例如缺乏理論基礎、較難獲得實證支持、拆解方式主觀等，特別是較難囊括代表政策工具之變數，對政策評估能力有限。因此決策支援系統係針對不同分析或評估目的，採取不同方法進行分析。	同意合作研究單位處理情形
(二) ETC 的設置應屬於 Improve 策略，其影響範圍擴及全國，試問團隊是否可以 CGE 估算其溫室氣體減量效果？輸入的數值有哪些？來自於內生或外生？	ETC 的設置，或可改善高速公路車流順暢，亦可能改變用路人城際運具的選擇，甚至可能增加整體運量需求。惟欲使用 CGE 評估其減量效果，仍需要部分統計數據方能進行評估，例如可節省的行車時間、ETC 設置的成本、ETC 通行費率等資訊。	同意合作研究單位處理情形
(三) 簡報檔案第 36 頁的評估項目列表，建議可加入「建設性計畫」與「管理計畫」，例如北宜直線鐵路、ETC 等；至於票價補貼的效果，應回到全國性而非區域性的層級來探討。	建議可將建設性計畫納入明年評估項目。至於票價補貼，在評估模型未區域化前，目前設計的補貼方式乃採全國性補貼。	同意合作研究單位處理情形
(四) 由簡報第 41 頁可知目前所設計之	本報告已採用運輸 CGE 模型評估多數減量	同意合作研究單位

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
DSS 在進行行動方案模擬過程，運量移轉是自行輸入，建議相關節能減碳政策與運量變化之關聯性應予強化。	策略，在該模型中，透過運具使用成本的相對高低，決定運量在運具間移轉的數量，因此運量不再是自行輸入的外生參數，而節能減碳政策則透過政策變數影響運具使用成本。	處理情形
交通部運輸研究所綜合計畫組黃組長新薰		
(一) 有關進行 CGE 模型的擴充及深化工作是可接受的，然而家計部門的所得資料取得不易且後續工作繁複等問題待處理，建議應擺在第二順位。	已參酌委員意見修正研究重點。	同意合作研究單位 處理情形
(二) 有關因素分解方法雖可掌握能源消費之關鍵因素，惟其應用於輔助模組之目的為何及對於減碳策略之選擇有何幫助，應補充說明。	因素分解主要用來掌握並分析歷史年 CO2 排放變化的來源，以做為修正政策設計方向的參考。	同意合作研究單位 處理情形
(三) 在期初的工作會議中曾提及本年度必須完成公共運輸市佔率提升至 30%、油價上漲 50%、隨油徵收、ETC 計程收費，以及 1,700 公噸 CO2 減量目標的評估結果，請團隊遵照歷次工作會議決議事項，完成前揭策略之評析。	本年度依循合約規範，完成包括一項以交通管理策略減少私人運輸使用之節能減碳效益評估工具、一項改善公共運輸以提升公共運輸使用率之節能減碳效益評估工具，以及一項替代能源車輛推廣策略之節能減碳效益評估工具。完成之評估項目為汽燃費隨油徵收、補貼公共運輸票價、以及電動車補助。	同意合作研究單位 處理情形
(四) 運具移轉比率之表格，應儘速處理，以利後續進行相關計畫減量成效之評估。	本報告已修正該研究方法，利用運輸 CGE 模型評估多數減量策略，因此運量不再是自行輸入的外生參數，而節能減碳政策則透過政策變數影響運具使用成本。	同意合作研究單位 處理情形
(五) 綠色運輸網站是推廣綠運輸對外的重要窗口，應致力於點閱率的提升。	為增進綠色運輸教育宣導網站之曝光率與使用人數，本年度透過中小學綠色運輸教案競賽徵選、從行愛地球繪畫比賽、綠色心生活照片徵選等活動，提升綠色運輸網站點閱率與參與程度。	同意合作研究單位 處理情形
環保署簡副處長慧貞（書面意見）		
(一) 本計畫已將過去辦理之相關計畫進行關聯說明及比較，計畫目的與執行目標定位明確，並彙整分析國內運輸部門相關節能減碳政	謝謝委員肯定。	同意合作研究單位 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
策及行動方案內容，基礎背景蒐研資料詳實完整，對於本計畫確實推動執行極有助益，值得肯定。		
(二) 行政院環保署業已預告修正交通工具空氣污染物排放標準草案，將規範車輛二氧化碳排放標準，該草案管制目標係以 98 年為基準年，於 104 年起達到小客車二氧化碳排放減量百分之十五的目標值，本計畫內容是否予以納入考量？建請補充說明。	在計畫評估中，可將交通工具空氣污染物排放標準草案中規範之車輛二氧化碳排放標準視為減量策略，進行評估。惟本年度係優先進行運輸部門策略之評估，建議未來可納入評估內容。	同意合作研究單位處理情形
(三) 計畫期中報告 p.2-7 引用 ICCT 資料，述及二氧化碳排放量，其數據表達方式為「2.9 十億公噸」、「5.8 十億公噸」，建議調整為 29 億公噸及 58 億公噸，較易理解也有助於文字論述之流暢性。	已修正。	同意合作研究單位處理情形
(四) 決策支援系統之模擬結果以圖形與數字方式呈現時，如出現計畫期中報告 p.5-8 之圖 5.1-8 之類似結果，即某些年度發生劇烈變化，建議反覆予以檢核確認模型內容，避免產生模擬趨勢不連續難以合理解釋之情形。	該圖為系統設計過程中之模擬示意圖，期末報告中因系統介面已經過修改，故不再出現類似圖表。惟本研究利用模型進行推估時亦會多加檢核，若出現特殊的結果經檢核無誤，亦會提出說明。	同意合作研究單位處理情形
(五) 本計畫政策決策支援系統定位為可提供運輸部門節能減碳政策量化評估工具之操作工具，請問與能源局刻正規劃建置「Taiwan 2050 Calculator」之運輸部門部分，未來在使用用途及功能上有何異同？建請補充說明。	能源局建置之「Taiwan 2050 Calculator」係以蒐集公眾意見，進行廣泛溝通為目的，因此在工具設計上，以親民、簡易、便於理解與操作為目的；本系統設計使用對象為運研所及部屬相關單位人員，目的以政策評估與決策參考為主，因此要呈現的資訊與考慮的情境，皆必須經過合理的設計並說明背後假設。	同意合作研究單位處理情形
(六) 本計畫彙整國外運輸部門節能政策為主要內容之一，另提供美國國家研究委員會(NRC)的報告供團隊參考，該報告指出至 2050 年經由結合高效率車輛、使用替代	感謝委員提供的資訊，本年度已初步將電動車納入模型與政策評估內容，建議明年可進一步擴增替代燃料運具項目，以分析替代燃料運具推廣政策之影響。	同意合作研究單位處理情形

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>性燃料、和政府克服高成本及影響消費者選擇的強力政策，美國有辦法減少 80% 輕型車的石油耗量和溫室氣體排放量。該報告指出，提高傳統汽車效率是最經濟且最易行的節省燃料和降低排放方法，但是有其限度，仍需考慮車輛和燃料的其他替代品，包括：混合動力電動車、插電式混合動力電動車、電池電動車、氫燃料電池電動車、壓縮天然氣車輛、還有改善內燃引擎動力系統的效率。但是新科技仍有不確定性因素存在，最好辦法是提倡一個由政府和產業界支持的車輛和燃料研究及發展的組合方案，並以解決各主要候選科技關鍵挑戰為目標，且不應在新燃料及科技接近市場成熟前即帶入向公眾推廣某特定科技的政策。</p>		
張副組長瓊文（書面意見）		
(一) 請補充相關文獻回顧結果對於本案工作進行之建議，例如歸納現階段運輸部門節能減碳目標下，較具效益之策略，並利用本案模式進行分析，以做為案例。	已補充於 2.5 節。	同意合作研究單位處理情形
(二) 本案模式政策變數分析之具體操作應用，為年度之重點工作，後續對於輔助評估模組如何反映運輸部門主要政策變數，請團隊儘速提出階段性成果與本所討論，以利後續工作進行。	遵照辦理。	同意合作研究單位處理情形
(三) 另簡報 32 頁所提運輸服務需求函數聯立推估模式中之變數，似未包含政策變數，不知此種處理方式對於輔助評估模組之效益為何？	本研究已於期末修正研究方向，為充分反映政策變數與燃料及運具使用、運輸服務需求、乃至 CO2 排放、經濟活動之間的關係，已修正為利用 CGE 模型進行評估，將上述關係內化至模型中。	同意合作研究單位處理情形

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
(四) 本案所提及的各相關評估模組/模式是否已確認推估方式？其中，減量政策評估模組、成效評估部分，考量對後續行動計畫之規劃影響甚鉅，建議加強說明。	本計畫在決策支援系統中建立的各項分析工具與評估方法，以及彼此間之關係可由期末報告圖 3.2-2 表示，各項工具使用的方法亦說明於 3.2.2 節。	同意合作研究單位處理情形
(五) 第 7 章未來研究方向建議中，應補充全國性及地區性的運輸需求模式(運輸行為分析)之相關文獻分析，有利於了解輔助評估模組精進的重點。	已補充於表 5-2。	同意合作研究單位處理情形
(六) 圖 5.1-1 及圖 3.4-2 之結構請再檢討修正。	圖 5.1-1 已利用期末報告圖 3.2-1 說明。圖 3.4-2 已修正為期末報告圖 3.2-2。	同意合作研究單位處理情形
(七) 本案所建立之模組為本所後續評估節能減碳政策之量化分析工具，為利於相關同仁之操作使用，模式操作的導引與介紹，及所有資料項目、定義、提供者、提供方式…等，都要有具體的說明，並集結成使用手冊，以利全面了解應用，亦有利於後續資料提供、管理與維護。	遵照辦理。	同意合作研究單位處理情形
綜合技術組（書面意見）		
(一) 有關文獻回顧		
1. 第 2-7 頁內容得知，在各國運輸減量政策中，第三期類型 Potential Policies 將產生加倍的減量效果，建議具體蒐集相關政策推動內容，以提供國內運輸部門參採。	各國實施之 Adopted、Pipeline 乃至 Potential 政策可規納如表 2.1-2，隨著政策強度不同，其減量成效亦將擴大。	同意合作研究單位處理情形
2. 第 2-16 頁，「(3)利用政府政策使貨物運輸在不同運具間轉移」與第 2-18 頁「(5)運輸環境的影響」等小節中，列有量化的轉移量或運輸減量之推估結果，建議進行更進一步的資料蒐集與分析，以作為發展輔助模組之參考應用資料。	補充於附錄 11。	同意合作研究單位處理情形
3. 第 2-35 頁，「表 2.1-18 A-S-I	補充於附錄 12。	同意合作研究單位

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
策略」中，僅將美國與我國之相關策略條列，建議進行較為細緻的比較，部分項目甚至可以作量化的比較，以利分析我國相關推動策略項目及目標設定是否有改善空間。		處理情形
(二) 有關決策支援系統		
1. 第 3-3 頁 3.2 節蒐集了國內外運輸部門節能減碳政策選項，經系統化彙整後，建議應另增一小節，提出哪些政策及參數可作為本計畫模式後續修正之參考建議。	該節以提出策略類別及導入時點之原則為目的，並做為與我國綠色運輸政策比較之用。原則上短期因減量要求較小，故以效率提升為主；中期透過新型技術與替代燃料持續改善能源效率；中長期為了加速減量進展，同時考慮技術成熟度，故採用 CCS；長期則須徹底促進低碳燃料使用習慣。	同意合作研究單位 處理情形
2. 第 3-16 頁圖 3.4-2 運輸部門節能減碳決策支援系統運作流程中，有關輔助評估模組是否包含本節政策模擬所提及之個體型模式？而政策模擬之結果，是否會再回饋至減量評估模組（CGE 模型）之中，應釐清說明。	該圖已修正為期末報告之圖 3.2-2。原則上影響範圍較大，且須考慮部門交互影響之策略由運輸 CGE 模型評估，影響範圍小者，因對其他部門反饋效果有限，故由輔助模組評估後，不再回饋至 CGE 模型。	同意合作研究單位 處理情形
3. 有關第 3-18 頁，「3.5 決策支援輔助模組」乙節，目前架構僅能考量到以情境方式設定運量、能源效率等參變數，後續請進一步思考，如何與行政部門可推動之措施連結，亦即行政部門針對特定措施或計畫，投入多少資源、做何管制強度，可以達到多少的運量與能源效率變化，再據以推估其減量效果。	該部分研究方法已修正為期末報告之 3.3.2 節。並利用車輛汰舊換新及生質燃料添加比率為例，說明輔助模組計算流程及所需資訊。	同意合作研究單位 處理情形
4. 第 3-20 頁，本計畫之輔助模組係針對政策影響的運量轉移進行構建，但是運量轉移亦受到該運具容量限制、服務水準、可及性等因素影響，建議後續於輔助模組	運量移轉評估所需考慮之因素眾多，改變因素之情境也相當複雜，較難以簡單的模型涵蓋。因此建議未來可擴充此部分之相關研究，以補不足。	同意合作研究單位 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
建置時，將上述因素納入考量，以避免產生不合理的結果。		
(三) 有關 CGE 模型		
1. 第 4-3、4-4 頁表 4.1-2 及表 4.1-3，有關模型資料庫架構擴充與資料編製，建議應將擴充前後之差異部分標示出來，並說明其修正之原因。	已說明於表 4.1-3 與表 4.1-4 中。	同意合作研究單位處理情形
2. 第 4-10 頁中說明家計部門必須選擇成本最小的方式，提供自身運輸服務。但是運輸服務屬於衍生需求，其來自於經濟活動與非經濟活動，目前 CGE 中所有運具運量的變化主要來自於與其它經濟活動之互動，惟一般運輸需求中，部分運量的產生並非屬經濟活動(如開車兜風)，這些非經濟活動在 CGE 模型中是否可納入考量?若有納入考量，此一非經濟活動在 CGE 中如何被處理?請補充說明。	開車兜風等非經濟性活動，皆來自非產業之家計部門，因此家計部門行為中，即包含因不同旅行目的所產生之所有運輸服務需求。惟目前模型並未依旅行目的拆解運輸服務，故僅能以總的運輸服務需求分析家計部門。	同意合作研究單位處理情形
3. 第 4-11 頁中提及將參採本所「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」成果作為整合間斷選擇模型與 CGE 模型之範例，前該研究成果對於不同所得階層之運具選擇行為是否有不同之調查結果?可否應用於 CGE 模型中?請補充說明。	經查該研究雖將所得做為運具選擇之解釋變數，但並未區隔所得階層進行模型建置工作，因此建議未來可考慮進一步區分。	同意合作研究單位處理情形
(四) 有關資訊平台		
1. 建議第五章補充資訊平台改版後軟體系統內容介紹及系統架構圖。並請於改版完成後編製操作手冊。	已補充於附錄 6。	同意合作研究單位處理情形

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
2. 有關第五章資訊平台相關更新內容，建議重點摘述即可，較不重要之相關圖說建議列為附錄。	已補充於附錄 6。	同意合作研究單位處理情形
(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	同意合作研究單位處理情形
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。	參酌修正。	同意合作研究單位處理情形
3. 部分圖片模糊不清，難以辨讀，請修訂。	已修正。	同意合作研究單位處理情形
4. 相關英文縮寫名詞應補充完整全名說明。	已修正。	同意合作研究單位處理情形

附錄 5

期末審查意見處理情形

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建立」

執行單位：財團法人臺灣綜合研究院

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
行政院原子能委員會核能研究所葛復光簡任副研究員		
(一) 第七章結論部分，請以量化呈現其分析之結果，並改善文字說明，以免造成結論過於武斷之批評。	已修改於報告 6-1 頁。	同意合作研究單位處理情形
(二) 有關能源效率警示系統部分，視覺介面呈現之字體建議放大；在能源效率資料之估算部分，建議說明來源是否是從能源平衡表拆解出來，並請進一步檢視各運具能源效率資料之合理性。此外，研究團隊除了在決策支援系統之資訊介面設計開發外，建議針對決策支援系統各項政策之評估結果，提出更具體的結論與建議以供參考。	能源效率警示系統介面美化工作將進一步改善；該系統資料來源為資訊平台資料庫中建置之排放清冊資料，在建置排放清冊資料時，皆以能源平衡表資料為基礎計算；針對各項政策評估結果，已修正結論建議內容。	同意合作研究單位處理情形
(三) 目前國內對於生質酒精尚無具體之政策，請說明本計畫在決策支援系統中就生質酒精進行政策之模擬與評估是否有特別之用意。此外，請針對決策支援系統之各項政策提出更上位的建議，其成果才有意義。	生質酒精政策為降低單位能源使用排碳之措施之一，故本計畫將之視為減量策略之一項；惟目前國內生質酒精策略並未出現大幅成長目標，故本計畫並未規劃更積極的目標情境。已補充結論建議內容。	同意合作研究單位處理情形
(四) 簡報 55 頁之政策評估結果中，case 3、4 與 case2 之情境差異在於電動車之相關優惠策略，惟其各項結果指標之數據均十分接近，似乎顯示透過購車補貼與貨物稅來推廣電動車之效果較為有限；相較之下，在高油價情境下，電動車之優惠策略則有較顯著效	電動車購車補貼與貨物稅減免措施效果看似有限，主要原因在目前電動車使用相對傳統燃料車輛仍為少數，在目前技術發展態勢下，至 2030 年使用電動車提供之運輸服務亦僅佔私人運輸之 0.005%，在此基礎下提供之補貼與稅費減免，仍難以帶動大幅成長。上述背景說明亦補充於結論中。	同意合作研究單位處理情形

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
果；惟上述情境若不進一步說明其投入政策內容，容易造成決策者之誤判。建議在政策評估成果方面，呈現基礎情境與政策情境之各類能源服務需求，並在結論與建議中明確分析其因素，以利評估研究成果之正確性。		
(五) 有關用電零成長部分，建議說明運輸部門之電力需求如何規劃與評估；若本研究有利用 CGE 進行全國用電需求評估，建議提供相關評估結果。此外，以節能減碳觀點，運輸部門推動電動運具為其趨勢，因此電動車與軌道運輸之推廣使用，雖會增加運輸部門用電需求，但對國家之整體效益有益，建議強化凸顯運輸部門用電需求增加之正面效益。在政府政策評估方面，CGE 是很強大的模型，建議在第七章結論與建議提出更細緻之分析結論與建議。	關於用電零成長部分，是根據環保團體所提出的議題，針對目前可實行的節能減碳相關政策，來規劃與評估如何能夠達成用電零成長的目標。	同意合作研究單位處理情形
(六) 在第七章之建議部分，應以研究的結果來研提未來可做的內容，而不是後續工作的建議，請研究團隊將四年來的成果綜整，歸納運輸部門節能減碳之具體政策，對交通部與運研所在研擬政策時將更有幫助。	修正建議之內容。	同意合作研究單位處理情形
(七) 簡報第 33 頁之決策支援系統架構與流程部分，提及策略優先性選擇之概念，建議進一步說明。	決策支援系統裡包括總體及個體各種不同的指標，並會依據各指標的評估結果作政策優先順序來決定政策的選擇。	同意合作研究單位處理情形
(八) 因素分解法中，如何拆解到自小客車及機車等運具，請進一步說明；此外，很多運輸服務沒有 GDP 之產生，建議說明如何攤到相關指標來呈現。	由於本研究在運輸 CGE 模型裡涵蓋了個體行為的決策，並能夠將這些個體行為所衍生的運輸服務加以量化來評估各運具間結構的變化。	同意合作研究單位處理情形
(九) 在政策評估方面，對於國際油價	國際油價之基線設定曾於前期報告提出，	同意合作研究單位

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
未來成長基線以及上漲情境宜有進一步說明，以利評估者可以掌握情境的背景，避免評估者做出偏誤的決策建議。	本年度報告已增補於 4.3 節。	處理情形
交通大學運輸與物流管理學系邱裕鈞教授		
(一) 由於政策評估時，除非能落實政策之實施，否則無法驗證評估結果之正確性，因此必須在過程中確認各個環節的合理性。本研究針對多項政策進行評估，惟在報告中看不出旅客與業者對這些政策投入後的反映效果，在報告中至少要說明相關彈性，例如有多少旅次會因油價上漲而作運具轉移，若有相關假設也應具體說明。此外，在與行為面的模式結合部分，建議說明總體與個體結合的輸出入關係為何。	1. 於 4.3 節補充運量與油價之評估結果，以反映彈性變化。惟模型中運量變化係以延人(噸)公里呈現，而非旅次。 2. 利用模擬結果所計算的彈性，乃是綜合諸項政策，以及產業關聯效果後之結果，其與利用計量模型直接推估需求函數所求得之彈性值，在意義上存在差異，針對此現象亦說明於 4.3 節。	同意合作研究單位 處理情形
(二) 在進行政策情境分析評估時，所設定之情境必須考量其可行性。本計畫於票價補貼政策部分，有設定捷運每公里 1 元之政策，政策面之實施可能性較低，宜進一步考量。此外，建議於各項政策設定時，要呈現該政策之總預算，讓政府部門去掌握各項政策之代價，以分析其可行性。	本研究所進行政策情境的選擇，都是依據近期較熱門的議題來做探討，在政策情境補貼金額參數的設定，也是為了能夠較突顯評估結果，讓政府部門有辦法評估實施各項政策所須付出的代價。	同意合作研究單位 處理情形
(三) 報告 3-23 頁能源密集度與效率分析乙節，部分運具相隔一年其能源效率有很大的變化，建議檢視資料之合理性與可靠度。	已再次檢視原始資料及計算公式，初步排除公式計算的錯誤，至於原始資料的變化，本計畫已將可追溯部分說明於 3.2.3 節與 3.2.4 節。	同意合作研究單位 處理情形
(四) 在網站開發與教育宣導部分，其影響範選的都是小眾，建議後續要從生活型態改變，從國小國中著手，透過不同制度，要求教育單位將相關課程納入學校教育，透過改變學生生活習慣，進而影	參酌委員建議，於第六章建議中提出。	同意合作研究單位 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
響成年人之運輸行為。		
(五) 先進國家發展綠色交通往往有其發展綠色經濟之政策目的，例如部分國家發展電動車技術以促進出口成果。惟我國電動小客車整車產業發展，居於世界領先地位機會不大，至於電動機車與電動公車則有其可能性，建議在政策分析要提供相關具體資訊以供參考。	補充於 4.3 節。	同意合作研究單位處理情形
(六) 第二章文獻回顧第 2-37 頁提及 Wing 等人在 2007 年首先建立旅行時間函數，惟該函數應為很早即發展之 BPR 模式，建議進一步查明更正。此外，計畫過程中發表之 PAPER 文章不用將全文放在附錄中。	該段文字原意在說明 Wing 等人如何將時間函數納入模型，「首先」二字乃指其評估步驟之第一步，為避免閱讀上的謬誤，已修正該段文字。	同意合作研究單位處理情形
交通大學運輸與物流管理學系馮正民教授		
(一) 依報告第三章內容，本計畫之決策支援系統只能做能源與 CO2 的決策，但無法做成本效益評估。建議在前面的計畫範疇要說明清楚。	成本效益評估範疇十分巨大，本計畫目前計算的僅是以經濟層面表現的減量成本，未來隨著評估項目擴充，決策支援系統之評估範疇亦將隨之擴張。	同意合作研究單位處理情形
(二) 本計畫明年將算是一個階段的結尾，而明年之政策評估時是要用案例示範，還是真正提出交通部可用之多項政策評估並排序，宜有明確之定位與說明。	下年度計畫將納入多項政策並建立篩選機制。	同意合作研究單位處理情形
(三) 報告第 4-20、4-21、4-23 頁的影響途徑圖，較屬於非操作性之概念圖。建議在報告中繪製操作式的模式概念圖，呈現 CGE 各分類之輸入變數，並透過 CGE 估算後，呈現出可評估之各種輸出變數；此外，並透過繪圖呈現，總體模式和個體模式間兩個模式變數的互動關係，以呈現兩者間的	1. 報告 4-20~4-23 頁之途徑，係指政策進入模型後各層次之影響變數，透過這些變數的變動，最終形成報告中所呈現的結果。至於 CGE 模型操作之變數輸入產出圖，則另外補充於操作手冊中。 2. 至於總體與個體模式之互動，本年度僅提出兩者整合之架構，將於下年度提出實際整合流程。 3. 任何模型皆有一定假設條件，報告已對	同意合作研究單位處理情形

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
介面。報告中應詳細說明模型的參數、假設條件、參數變化設定等內容。針對外界對於 CGE 假設條件太多的批評，建議報告中予以說明。在概念圖中，應列入決策支援資料庫之輸入資料與參數，至模式庫不必全列出，只要說明關鍵變數的關聯性。而在知識庫部分，現階段很難呈現完整 IF THEN ELSE 之內容，可暫不列出。上述補充資料建議應納入附錄。	模型外生設定的變數與參數資料，補充於 4.3 節。	
(四) 建議本決策支援系統未來要做教育訓練。第一步所內同仁要會操作，要知道如何輸入並會解釋評估變數之結果。第二為對外的教育訓練，可參考運計組對外推廣其所開發之決策支援系統的做法。	初步規劃於 1 月對所內同仁進行模型操作說明。	同意合作研究單位處理情形
(五) 結論與建議請再仔細檢視，例如報告 7-1 頁第(5)點提及補助電動車優於燃料使用成本，在未說明情境下，恐造成誤導。若有相關政策建議，要具體說明數據，以避免受到質疑。	已修正結論與建議。	同意合作研究單位處理情形
張瓊文組長		
(一) 決策支援系統的 CGE 與輔助模組做了很多政策分析，這些分析的結果請研究團隊進行敏感度之檢視，此外於報告結論時之推論需要更為精準正確的文字內容。	本年度工作會議中已針對報告中的各項政策提出敏感度分析，將彙整分析結果進行檢視。	同意合作研究單位處理情形
(二) 本計畫之決策支援系統主要用於評估政策之節能減碳效果，尚無法針對政策進行成本效益分析。至於邱教授提及政策可行性部分，本組會與團隊再進一步檢視。後續本組同仁也都會學習如	1. 目前決策支援系統提供減量成效與減量成本評估功能，但無法進行全面的成本效益分析。 2. 遵照委員意見，提供使用手冊。	同意合作研究單位處理情形

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
何應用此一工具，明年會朝向決策支援系統之應用與修正。請團隊於定稿時提供模型的使用手冊以利本所參考。		
(三) 請研究團隊補充 CGE 與輔助模組之互動關係，未來輔助模組要補強的方向也要說明，並請研究團隊將參變數提出檢視修訂的期程表，以利本所後續維運。	於 3.3 節補充參變數投入產出關係圖，以及參變數更新維護期程表。	同意合作研究單位處理情形
黃新薰主任秘書		
(一) 本計畫之 CGE 模型已大致完備，交通輔助模組部分為未來發展的重點。建議請團隊將決策支援系統各評估工具的操作流程、方法與公式呈現在報告中，並結合張組長的意見，納入手冊以供本所參考。	遵照辦理。	同意合作研究單位處理情形
(二) 有關 CGE 模型中，所得家計相關項目之架構部分，建議在報告中具體提出其架構及未來發展方向。	已修正 4.1 結模型設定差異以及資料庫擴增架構。	同意合作研究單位處理情形
(三) 有關未來五年節能減碳研究發展方向部分，目前附錄中所列之項目與本所未來可辦理的工作內容尚有些落差，請研究團隊於定稿前跟本所綜技組討論修訂完善。	遵照辦理。	同意合作研究單位處理情形
(四) 贊成決策支援系統需進行教育訓練，第一階段對象應包括所內相關同仁，未來並推廣至路政司決策之用。至於資訊平台部分，請綜技組審慎檢核各項資訊，並於確認無誤後，正式對外開放運作。	初步規劃於 1 月對所內同仁進行模型操作說明。	同意合作研究單位處理情形
(五) 有關 CGE 模型之輸入與輸出，於去年的定稿已有所釐清，仍請研究團隊依馮教授意見妥處。	遵照辦理。	同意合作研究單位處理情形
綜技組書面意見		
(一) 有關第二章文獻回顧部分		

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
1. 「2.1.3 國外運輸部門節能減碳政策」小節之「一、ICCT 全球主要國家運輸部門節能減碳政策路徑」文中提及「模式架構與計算流程簡介」如附件 A，但未見於報告，請補充；另「二、歐盟運輸部門節能減碳政策路徑」請於報告本文中適當處註明相關資料年期；「三、美國運輸部門節能減碳政策」請精簡至 5 頁以內，其餘放到附錄。	已修正於內文。	同意合作研究單位處理情形
2. 「2.2 國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢」中各個小節之最後請簡短說明這些文獻於本計畫今年或未來年度是否將參採。	已修正於內文。	同意合作研究單位處理情形
(二) 有關第三章決策支援系統部分		
1. 引用過多文獻內容，建議著重在輔證資料，其餘引用文獻之細部計畫內容可酌予刪除。	已修正。	同意合作研究單位處理情形
2. 建議應再強化決策支援系統之架構功能論述及模式運作方式(包括採用之參數、計算方法流程等)。	已修改論述。	同意合作研究單位處理情形
3. 輔助模組的計算，單以文字說明，不易瞭解計算過程，建議輔以簡單的計算流程圖或公式。	遵照辦理。	同意合作研究單位處理情形
4. 輔助模組計算時，因假設參數及變數較多，針對重要參變數提出不同強度設定後之估算結果(類似敏感度分析)。	補充於操作手冊。	同意合作研究單位處理情形
5. 在「3.1 政策決策支援系統之功能與定位」部分，需進一步從正面角度撰擬相關說明文字。	已修正 3.1 節論述。	同意合作研究單位處理情形
6. 「3.2.3 運輸部門能源消費與溫室氣體排放變化趨勢分析工具」中既已陳述因素分解有其缺陷，建議把此部分精簡，說明曾試著	因素分解適用於歷史資料分析，但不宜做為決策參考，已精簡內文。	同意合作研究單位處理情形

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
用因素分解但尚不足用，至於其餘細節置於附錄供參考。		
7. 「3.3.3 政策評估準則」建議補充圖說呈現本計畫本年度成果。	遵照辦理。	同意合作研究單位處理情形
(三) 有關第四章 CGE 模型部分		
1. 內容過於著重文獻資料之回顧，應補充說明 CGE 模型導入前述各項調整後之差異情形：報告書 4.1 節乃 CGE 模型功能之擴充與建置，並說明模型導入所得區分、依家計生產函數理論建立私人運輸服務及建立間斷選擇模型整合機制等項目，惟內容多著重文獻資料之回顧，應補充說明 CGE 模型導入前述各項調整後之差異情形。	已修正 4.1 節內容，並作前、後期比較。	同意合作研究單位處理情形
2. 建議強化產出結果的評析內容。對於各策略之評估內容，請進一步依據各數據強化說明。例如，「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」反映在哪些數據上？其它摘要結論也一併列出相關的數據。	已修正結論論述。	同意合作研究單位處理情形
3. 本案針對各種情境模擬，建議補充原方案(基線情境)之現況資料(例如現況公共運輸費率、隨車徵收費率、...)，以便比較差異。	補充於 4.3 節。	同意合作研究單位處理情形
4. 情境 1 公共運輸補貼策略結果顯示，將大幅增加總客運量 21.58%，意即該策略將有更多衍生運輸需求產生，從運量增加與公共運輸比例來看，似乎對私人運具完全無效果(幾乎沒有轉移運量到公共運輸)，另外該策略為何對貨運亦有影響，請補充說明。	由於本次補貼率設定較高，使得總運量擴增效果遠大於運量移轉效果，導致幾乎看不到移轉效果，此有待細部討論策略情境設計後，可改善之。該策略對貨運之影響，係透過家計及產業因所得及產出效果而衍生。	同意合作研究單位處理情形

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
5. 「4.2 相關參數資料蒐集」內容仍偏重於文獻回顧，應補充說明相關資料哪些已被或將被本計畫蒐集?如何應用。	已修正該節內容。	同意合作研究單位處理情形
6. 「4.3.1 外部政策評估」小節，其內容均為文獻回顧，惟章節名稱讓人期待本計畫針對各項政策會提出本計畫自己之溫室氣體相關評估流程，請進一步補充說明。	該節內容並非全數為文獻回顧，已分項陳述避免混淆。	同意合作研究單位處理情形
(四) 有關第五章資訊平台部分		
1. 移至附錄：建議將第五章資訊平台相關內容移至附錄。	已依委員建議將資訊平台相關內容移至附錄 7。	同意合作研究單位處理情形
2. 建立資料盤點表：有關資料庫中各項資料應建立資料盤點表，揭示各項資料期間、資料來源、更新周期、資料格式等。	資料庫各項資料盤點與相關資訊已整理於附表 7-1。	同意合作研究單位處理情形
3. 整理資料庫資料項目：請檢視資料庫內各項資料項目存在之必要性，與決策支援系統無關聯性之資料建議移除，另將各模式所需使用之參數資料納入。	感謝委員建議，已進行資料庫項目調整，並進行相關說明於附錄 7 之資料庫更新與擴充部分。	同意合作研究單位處理情形
4. 補充其它科技計畫成果：請補充說明有關本所各能源國家型科技計畫之成果係呈現於資訊平台哪個功能項下，並將各計畫成果更新至最新年度資料。	科技計畫成果已將運研所提供之最新資料進行上傳，置於資料庫之整合資料庫下。	同意合作研究單位處理情形
5. 補充說明模式庫更新內容：請補充說明模式庫中各模組現況及本年度更新之內容。	已於附錄 7 之模式庫檢討與更新部分進行說明。	同意合作研究單位處理情形
6. 請補充改版後資訊平台操作手冊內容，並置於附錄。	資訊平台操作手冊已進行補充，請參閱附錄 10。	同意合作研究單位處理情形
7. P.5-10 節能減碳行動方案填報機制規劃部分，建議將相關機制與規劃內容納入報告書。	填報機制規劃已進行簡要說明，惟本年度系統開發上主要重點在於氣候變遷政策決策支援系統之建置，此部分僅能提供未來建議方向。	同意合作研究單位處理情形
(五) 有關第六章綠色運輸教育宣導網站部分		
1. 建議本章列為附錄。	已修正於內文。	同意合作研究單位

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
		處理情形
(六) 有關第七章結論與建議部分		
1. 建議補充說明本計畫定位與價值。	已補充於第六章。	同意合作研究單位 處理情形
2. 建議補充說明本計畫相關工具未來之發展願景與期許。	補充於第六章建議中。	同意合作研究單位 處理情形
3. 依前面相關意見修訂結論與建議，尤其需強化對於第四章之結論之說明。	已修正結果論述。	同意合作研究單位 處理情形
(七) 有關附錄之未來 5 年計畫部分		
1. 僅從國外發展及國內相關計畫提出未來可執行的方向，建議可進一步提出具體深入之研究內容，另外附表 1-1、1-2，建議補充研究機關。建議納入本文，並列為第六章。相關重要研究方向具體建議並需納入第七章之結論與建議。	已將原附錄 1 內容移至第五章，並增列第六章結論與建議。	同意合作研究單位 處理情形
(八) 其它		
1. 「『台』灣」請修正為「『臺』灣」；「部『份』」請修正為「部『分』」；「CO2」請修正為「CO ₂ 」。「運研所」一律改為「本所」。數量用字原則上使用阿拉伯數字。括號原則用半型字體。年期以民國為原則，並以阿拉伯數字撰寫。附錄編號用流水號，不要分小節。附錄打上名稱。	已修正於內文。	同意合作研究單位 處理情形
2. 請依本所格式製作封面、封底、書名頁、中英文摘要。	遵照辦理。	同意合作研究單位 處理情形
3. 請編擬 5~10 之摘要報告，置於附錄 1，其餘附錄編號順延。	遵照辦理。	同意合作研究單位 處理情形

附錄 6

運輸能源消耗與溫室氣體排放

整合資訊平台

運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台

本年度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」)除建構運輸部門政策決策支援系統外，尚包含各項資料之更新與檢討。決策支援系統之開發與建置成果已於第三章闡述，本附錄首先針對資訊平台定位與架構進行說明，再介紹網站改版與後台管理界面，最後則說明知識庫、資料庫、與模式庫於本年度更新及擴充之成果。

一、 資訊平台定位與架構

本資訊平台經數年之研究與實際建置工作後，各項功能已趨完備，為利後續正式開放網站供使用者運用，有必要再針對平台之功能定位與平台使用對象進行說明與架構調整。

彙整歷年資訊平台之計畫背景與成果，資訊平台最初規劃目標為彙整國內外運輸能源消耗及溫室氣體排放基礎與推估資料，再嘗試整合本所節能減碳相關研究成果，最終目標則是提供相關單位之節能減碳決策支援功能。本資訊平台之功能定位整理如下：

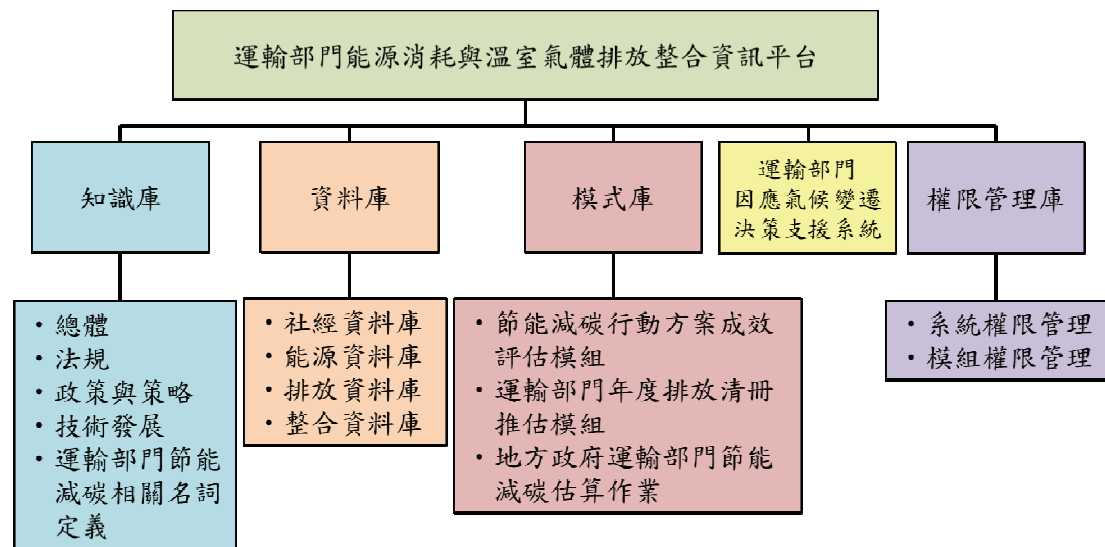
1. 整合運輸部門之能源使用及溫室氣體排放之基礎與推估資料；
2. 整合本所節能減碳相關研究成果；
3. 作為節能減碳知識交流平台，開放使用者瀏覽查詢與討論功能；
4. 提供相關單位進行節能減碳決策之參考。

而資訊平台之目標使用者為交通運輸專業人員，包含交通部部屬機關人員、本所人員、其他政府機關人員、學術研究人員等；與本所綠色運輸教育宣導網站之使用者(一般民眾)有所區隔。

資訊平台架構如附圖 6-1，可區分為「知識庫」、「資料庫」、「模式庫」、「運輸部門因應氣候變遷決策支援系統」與「權限管理庫」等。本年度整體架構僅進行微幅調整，包含調整資料庫中項目與將模式庫中運輸場站節能減碳評估模組納入知識庫內容；主要原因在於相關資訊後續並無計畫支持更新各項內容，避免使用者混淆或誤用。

此外，為使資訊平台得以永續運行，良好之維護機制有其必要性，本年度計畫除進行各項資料之更新維護外；並開發後台管理機制，未來具有權責之人員將可於後台進行資料新增或編修工作而無須資訊開發人員之

介入。



附圖 6-1 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台架構圖

二、 網站改版與後台管理界面開發

為強化網站視覺、建置評(討)論區功能及更新資訊內容之各項機制，本年度針對舊有網站進行改版。除進行頁面功能調整外，為利本所後續維護網頁內容，本年度亦針對網頁後台管理功能進行更新與強化。改版後，本所管理者可直接透過後台管理介面進行各項資料內容的更新與修正。

改版前後之運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台畫面分別如附圖 6-2 及附圖 6-3 所示。本年度網頁畫面上方為主選單，項目包括最新消息、計畫背景、知識庫、模式庫、討論區及決策支援系統(僅供特定使用者)；中間部分為關於我們與最新消息的預覽；下方包括會員登入區、生活新知與相關活動的預覽。

除維持原有功能選單外，本年度於知識庫新增討論功能，期望能提昇平台與使用者的互動關係，使用者可針對知識庫相關文章進行意見討論。而為了後續網站開放後提供使用者更好的服務並了解其意見與需求，本年度亦增加意見信箱功能，當使用者寄出意見信後，管理者可於後台管理介面進行處理與回覆。



附圖 6-2 101 年度資訊平台網頁畫面



附圖 6-3 102 年度改版後資訊平台網頁畫面

後台管理介面部分，管理者可透過輸入帳號密碼進入後台管理平台，主要功能包含：管理者、使用者/會員管理、資料編輯與上架異動管理、意見回覆功能、及統計記錄功能等。相關功能說明如下：

1. 管理者、使用者/會員管理：管理者帳號部分可進行新增、修改或刪除、啟用與停用等；與管理者的相關資料修改，包括帳號、密碼與各項功能修改的權限設定。此外，資訊平台的會員資料也可於此一併管理，並可依不同權限目的設定群組。
2. 內容編輯與上架異動：進入平台後可由左方選單點擊欲進行調整之分類。以知識庫編輯功能為例，點選進入編輯該功能後，即可新增、刪除或修改內文(附圖 6-4)，並可選擇狀態啟用或停用來決定是否顯示於前台網站中(附圖 6-5)。
3. 統計記錄功能：此功能主要供管理者查閱各項統計資料，如訪客人次統計或訪客瀏覽國別統計等。

附圖 6-4 102 年度資訊平台後台管理內容編輯頁面 1

● 知識庫 / 修改

標題 ●	(美國)Transportation Energy Futures Study
網頁標題 ●	(美國)Transportation Energy Futures Study
SEO 設定	<input checked="" type="radio"/> 訪客與機器人皆可瀏覽 <input type="radio"/> 僅供搜尋機器人瀏覽 <input type="radio"/> 僅供搜尋機器人在首頁瀏覽
分類索引	主分類: 總體 次分類: 不拘 子分類: 不拘
上層位置	知識庫
呈現方式 ●	<input checked="" type="radio"/> 三欄式 <input type="radio"/> 二欄式 <input type="radio"/> 一欄式
屬性 ●	<input type="radio"/> 超連結 <input checked="" type="radio"/> 自訂內容
內容	<div> <p>US DOE進行了未來運輸能源展望之研究(Transportation Energy Futures + TEF)</p> <p>有鑑於交通運輸佔美國石油消耗的71%及貢獻了33%溫室氣體排放，</p> <p>TEF研究嘗試藉由整合運輸能源相關知識與衡量各項可行措施來探尋各節能減碳的機會。</p> <p>此研究包含提出運輸能源策略、優先性、及投資的關鍵問題，分析研究與研擬各項可支援達成長期能源目標的短期行動。</p> <p>研究範圍除科技之外並包含市場機制、使用者行為、企業能力及運輸基礎設施。</p> <p>四個主要研究領域與報告有：</p> <p>(1)小型車輛(Light-Duty Vehicles)</p> <p>-Non-Cost Barriers to Consumer Adoption of New Light-Duty Vehicle Technologies</p> </div>
代表圖	<div> 上傳 <small>(最多1張)</small> </div> <div>取消全部勾選檔案</div>
動作	<input type="checkbox"/> 點選後開新視窗
狀態	<input checked="" type="radio"/> 啟用 <input type="radio"/> 停用

附圖 6-5 102 年度資訊平台後台管理內容編輯頁面 2

三、 知識庫更新與擴充

目前「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；再依據各分類細分次分類與下一層之子分類。以分類而言初步評估無需再增加類別，本年度除配合網站改版調整視覺畫面與強化後台功能便於新增、刪除與編輯知識庫內之文件與連結外，本年度擴充與更新尚包含：

1. 資料之確認與更新

- (1) 進行前期知識庫內之資料與網頁連結之檢視與確認，若網站連結出現錯誤訊息，則先嘗試重新搜尋網際網路該資料之可能新連結並更新；若無法有效查詢出該資料(如網站關閉)，則將資料刪除，避免使用者點擊無效連結。
- (2) 每月更新一次國外運輸與能源發展趨勢內容與每季更新一次法規、政策、技術發展等相關知識內容。
- (3) 本所運輸場站節能減碳評估及港埠節能減碳清冊建置等研究報告納入知識庫內容

目前舊版網頁相關內容已轉移至新版網頁中，本所官方網站近期發佈之相關研究計畫成果亦已依能源使用、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。此外，前年度位於模式庫中運輸場站節能減碳評估模組之相關內容，由於相關資訊後續並無計畫支持更新，避免使用者混淆或誤用，已於本年度納入知識庫提供查詢。

而在國內外運輸與能源發展趨勢及法規、政策、技術發展之更新部分，除更新網路連結外，亦針對部分資料進行重點摘要整理，期望能將資訊快速提供使用者(附圖 6-6)。目前已新增之內容除本所相關研究計畫連結；國外部分則有歐盟邁向 2050 之 roadmap、歐盟生質燃料發展趨勢、美國運輸部門石油與溫室氣體減量路徑評估、美國溫室氣體排放分析架構、美國國內短期減碳八大倡議、美國能源部 2013 提出之運輸部門未來展望 9 份報告，及日本地下腳踏車停放系統等。



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

首頁 > 知識庫 > 知識庫 > Global Transportation Energy and Climate Roadmap
● **Global Transportation Energy and Climate Roadmap**

國際綠能運輸理事會 (International Council for Clean Transportation, ICCT)
於2012/11完成

Global Transportation Energy and Climate Roadmap報告

報告中研析了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
- 世界主要國家車輛能源效率與運具組成之比較

報告全文可至 ICCT網站下載 (3.1Mb)

此外，ICCT並提供EXCEL介面之運輸部門政策與well-to-wheel排放計算器供下載

使用者可透過不同政策情境計算well-to-wheel之排放結果

下載 計算器 (需填寫資料下載 約29Mb)

下載 計算器使用說明 (約11Mb)

參考來源：ICCT網站

附圖 6-6 102 年度資訊平台知識庫更新資訊內容範例

2. 評(討)論功能開發

評(討)論之功能係為提供平台使用者一個互動的機制，使用者可留言針對知識庫內容與功能部分提出看法與建議，管理者可採納相關建議或進行意見交流，據以有效提昇知識庫內容與相關功能。本年度知識庫已完成討論區功能之結合。使用者除閱讀之知識庫文章外，可透過此功能來發表回應或讀取相關之回應內容，討論功能呈現畫面如附圖 6-7。

使用者針對某主題點選發表回應按鈕後，系統即自動以該知識庫主題作為該討論文章之標題(附圖 6-8)，使用者可於內容欄位中進行撰寫；使用者也可透過讀取回應按鈕，讀取相關討論串。

日期	主旨
2013-11-10	智慧型運輸系統與節能減碳關聯性之研究 回應本主題 共2筆
2013-11-10	車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以150c.c.以下機車為例 回應本主題
2013-11-10	交通部門推廣替代能源車輛具體作法、配套措施及推廣宣導之研究 發表主題
2013-11-10	i3 Travel 愛上旅遊 - 低碳智慧觀光運輸服務示範計畫 發表主題
2013-11-10	從生命週期觀點探討國內替代能源車輛之能源消耗與溫室氣體排放之研究 發表主題
2013-11-10	大客車安全與節能駕駛行為特性研究 發表主題
2013-11-09	(美國)Transportation Energy Futures Study 發表主題

附圖 6-7 知識庫討論區之頁面

最新消息	計畫背景	知識庫	資料庫	模式庫	討論區	因應氣候變遷政策決策支援系統
------	------	-----	-----	-----	-----	----------------

討論區

- 知識庫討論區
- 一般討論區

Member Login 會員登入

歡迎，前台管理員
[登出會員]

- 修改個人資料

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

討論區 / 發表新主題 首頁 > 討論區

我要回應

* 標題

* 您的大名

電子郵件

* 內容

* 驗證碼 請填入本驗證碼：5i8c

附圖 6-8 知識庫討論區發表頁面

四、 資料庫更新與擴充

資料庫部分延續 101 年度資料庫建置成果並進行項目調整，調整後之資料庫內容包括社經、能源、排放、及整合資料庫。各項資料庫內容說明如下：

1. 社經資料庫：配合政策決策支援系統之資料需求及鑑於原有臺灣總計、生活圈、縣市、鄉鎮等資料後續並無延續性計畫進行資料更新，本年度將原有項目改由國民所得統計常用資料、就業者按行業分、歷年各季國民生產毛額依支出分歷年國內各業生產與平減指數、歷年國際原油價格、歷年電價等項目取代；
2. 運輸資料庫：原有之運輸系統基本資料及運輸系統營運資料各項目，已可於交通部統計查詢網獲得。該網站內容已包含國內最完整之交通統計資料且定期更新維護，為避免資料重複建置因此本年度已將此部分移除；

3. 能源資料庫：經濟部能源平衡表運輸部門能源消耗量及能耗參數；
4. 排放資料庫：運輸部門溫室氣體排放量及溫室氣體排放係數；
5. 整合資料庫：此資料庫在於整合運輸部門資訊，提供完整、可使用之核心資料庫。使用對象初步以本所內各組為目標，長期將開放至運輸部門產官學各界應用。目前包含實質 GDP、消費者物價指數、總人口數、能源價格、客運運量，及貨運運量等六項資料。本年度亦將本所能源科技計畫成果納入，目前包含港埠節能減碳清冊建置及全國汽油小客車、國道客運、市區公車各道路類型之能耗與 CO₂ 排放研究成果。

本年度資料庫項目內容與更新說明整理如附表 6-1；附表 6-2 至 6-7 則詳列能源及排放資料庫更新內容。

附表 6-1 102 年度資料庫項目內容與更新說明

資料庫	資料項目名稱	資料來源	資料類型與輸入 資料庫方式	更新備註
社經	國民所得統計常用資料	行政院主計處，總體統計資料庫	EXCEL 下載鍵入	每年一次，已更新至 2012 年底
	就業者按行業分			
	歷年各季國民生產毛額依支出分			
	歷年國內各業生產與平減指數			
	歷年國際原油價格			
	歷年電價			
能源	能源消耗量	能源統計手冊，經濟部能源局網站	PDF 下載鍵入	每年一次，已更新至 2012 年底
	運輸部門 CO ₂ 排放量	能源平衡表，經濟部能源局網站	EXCEL 下載鍵入	每年一次，已依 2013.06 版本更新
排放	溫室氣體排放係數	我國燃料燃燒之二氧化碳排放統計與分析，經濟部能源局網站	PDF 下載鍵入	每年一次，已依 2013.07 版本更新
	實質 GDP、消費者物價指數、總人口數	(1) 我國燃料燃燒之二氧化碳排放統計與分析，經濟部能源局網站 (2) 能源平衡表(熱值)，能源局網站	下載後，自行計算	每年一次：CO ₂ 排放量；N ₂ O、CH ₄ 、CO ₂ 排放係數；油當量表，2012 年已更新
整合	客運運量、貨運運量	行政院主計處，總體統計資料庫	EXCEL 下載鍵入	每年一次，已更新至 2012 年底
	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、港埠節能減碳清冊建置	能源統計手冊，經濟部能源局網站	PDF 下載鍵入	每年一次，已更新至 2012 年底
		交通部統計查詢網	查詢後自行鍵入	透過交通部統計查詢網查詢
		本所計畫成果	檔案上傳	

附表 6-2 能源資料庫-能源消耗量(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	國際航空	國際水運
1990	6936.4	96.4	104.1	240.8	7377.60	631.2	1700.4
1991	7395.4	99.8	111.4	239.3	7846.01	715.1	1608.5
1992	8489.9	107.9	136.8	289.3	9023.92	881.9	2208.6
1993	9172.4	108.5	195.7	318.8	9795.41	1020.4	2107.7
1994	9684.0	104.4	237.8	310.7	10336.89	1252.6	2316.5
1995	10093.2	104.3	316.9	310.2	10824.58	1439.7	2644.9
1996	10360.2	106.8	398.2	341.6	11206.78	1538.7	2576.0
1997	10613.5	126.0	399.2	364.2	11502.87	1592.1	3058.2
1998	11095.2	134.5	380.5	393.6	12003.75	1691.7	3383.1
1999	11400.2	146.6	390.6	425.1	12362.46	1868.9	4395.6
2000	11617.6	154.1	335.2	428.6	12535.48	1890.9	3995.2
2001	11616.4	149.0	307.3	476.6	12549.34	1849.2	2886.3
2002	12169.6	155.4	280.4	423.6	13029.03	1948.3	2789.6
2003	12308.2	147.8	234.1	341.2	13031.36	1921.5	3429.8
2004	12770.0	156.4	239.7	376.4	13542.52	2193.4	2771.5
2005	13139.2	157.6	219.9	394.5	13911.22	2271.7	2720.3
2006	13152.7	164.3	191.7	371.3	13879.95	2364.9	2682.6
2007	12738.9	227.4	144.9	334.7	13445.91	2336.5	2401.1
2008	12112.7	292.0	96.2	271.2	12771.99	2062.4	2068.2
2009	12260.5	285.5	84.8	275.4	12906.16	1949.0	1830.9
2010	12643.9	295.9	85.7	301.2	13326.74	2199.1	1978.2
2011	12839.4	308.1	95.6	280.9	13523.99	2193.5	1809.5
2012	12683.8	311.5	96.1	171.3	13262.7	2305.6	1313.3

附表 6-3 排放資料庫-運輸部門 CO₂ 排放量(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	國際航空	國際水運
1990	18,546	220	280	690	19,736	1,701	4,943
1991	19,761	235	300	687	20,983	1,926	4,677
1992	22,692	256	368	832	24,149	2,376	6,425
1993	24,513	263	527	916	26,220	2,749	6,127
1994	25,865	255	640	893	27,654	3,374	6,738
1995	26,934	257	852	893	28,936	3,879	7,694
1996	27,613	264	1,071	982	29,929	4,145	7,473
1997	28,289	315	1,073	1,042	30,718	4,289	8,889
1998	29,568	344	1,023	1,124	32,059	4,558	9,833
1999	30,369	370	1,049	1,217	33,004	5,035	12,784
2000	30,954	393	902	1,226	33,475	5,094	11,615
2001	30,940	388	826	1,360	33,514	4,982	8,372
2002	32,457	403	755	1,211	34,826	5,249	8,112
2003	32,788	395	630	982	34,795	5,177	9,978
2004	34,034	417	645	1,083	36,179	5,909	8,056
2005	35,021	388	592	1,135	37,136	6,120	7,906
2006	35,092	405	516	1,069	37,082	6,371	7,798
2007	33,978	556	390	961	35,886	6,295	6,977
2008	32,302	703	259	778	34,043	5,556	6,009
2009	32,682	676	228	791	34,377	5,251	5,314
2010	33,737	699	231	866	35,532	5,925	5,744
2011	34,267	729	257	806	36,060	5,910	5,258
2012	33,850	737	259	487	35,333	6,212	3,813

附表 6-4 排放資料庫-CO₂ 排放係數

年度 (西元年)	電力 (公斤 CO ₂ e/ 度)	車用汽油 (公斤/公升)	柴油 (公斤/公升)	航空燃油 (公斤/公升)	航空汽油 (公斤/公升)	燃料油 (公斤/公升)	液化石油 氣(LPG) (公斤/公升)
1990	0.445	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.585
1991	0.482	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1992	0.491	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1993	0.501	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1994	0.501	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1995	0.51	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1996	0.519	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1997	0.547	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1998	0.575	2.263	2.73	2.395	2.176	2.981	1.753
1999	0.575	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2000	0.593	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2001	0.603	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2002	0.603	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2003	0.621	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2004	0.621	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2005	0.559	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2006	0.564	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2007	0.559	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2008	0.557	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2009	0.543	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2010	0.535	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2011	0.536	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753
2012	0.532	2.263	2.606	2.395	2.176	3.111	1.753

附表 6-5 排放資料庫-N₂O 排放係數

年度 (西元年)	車用汽油 (公斤/公升)	柴油 (公斤/公 升)	航空燃油 (公斤/公升)	燃料油 (公斤/公升)	液化石油 氣(LPG) (公斤/公升)
1990	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1991	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1992	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1993	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1994	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1995	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1996	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1997	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1998	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
1999	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2000	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2001	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2002	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2003	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2004	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2005	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2006	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2007	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2008	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2009	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2010	0.00026	0.00014	0.00002	0.00008	0.00001
2011	0.0001	0.00014	0.00007	0.00008	0.00001
2012	0.0001	0.00014	0.00007	0.00008	0.00001

附表 6-6 排放資料庫-CH₄ 排放係數

年度 (西元年)	車用汽油 (公斤/公升)	柴油 (公斤/公升)	航空燃油 (公斤/公升)	燃料油 (公斤/公升)	液化石油 氣(LPG) (公斤/公升)
1990	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00156
1991	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1992	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1993	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1994	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1995	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1996	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1997	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1998	0.00082	0.00014	0.00010	0.00027	0.00172
1999	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2000	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2001	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2002	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2003	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2004	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2005	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2006	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2007	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2008	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2009	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2010	0.00082	0.00014	0.00010	0.00028	0.00172
2011	0.00108	0.00014	0.00017	0.00028	0.00172
2012	0.00108	0.00014	0.00017	0.00028	0.00172

附表 6-7 排放資料庫-油當量

年度 (西元年)	電力	車用汽油	柴油	航空燃油	燃料油	液化石油 氣(LPG))
1990	0.245971	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.6667
1991	0.251478	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1992	0.243461	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1993	0.240005	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1994	0.236315	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1995	0.23594	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1996	0.234479	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1997	0.235352	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1998	0.235701	0.8667	0.9778	0.8889	1.0222	0.7372
1999	0.24024	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2000	0.241535	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2001	0.238515	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2002	0.239424	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2003	0.236777	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2004	0.236368	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2005	0.236323	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2006	0.236977	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2007	0.234788	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2008	0.236069	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2009	0.233988	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2010	0.231751	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2011	0.231423	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372
2012	0.229235	0.8667	0.9333	0.8889	1.0667	0.7372

五、 模式庫檢討與更新

資訊平台模式庫部分，除持續維持各項功能外，本年度主要完成下列四項工作：

1. 模式庫內容項目之調整

由於運輸場站節能減碳評估模組之成果自 98、99 年度完成後，後續並無計畫支持成果更新，為避免使用者混淆，故本年度將該計畫成果納入知識庫內容。

2. 納入智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估模組

本模組為本年度新增，係將所內「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之應用」計畫成果與本資訊平台進行整合，該計畫進行智慧型運輸系統(ITS)與節能減碳之關聯性分析，並建構節能減碳與成本效益資料庫及查詢網站系統，並開發 ITS 節能減碳效益評估工具，評估 ITS 各項策略所能產生之節能減碳效益。

3. 節能減碳行動方案執行成效評估模組

- (1) 更新 102 年度行動方案之項目與內容：102 年度各項行動方案項目目前仍於行政院進行審議中，待公佈後將進行更新。
- (2) 填報機制規劃：目前行動方案執行成效由各單位每月將進度回報，並每季提報行政院經濟建設委員會。但現行之填報方式有審核與覆核複雜且品質較難以控管之困擾，為使本平台功能與運用性提升，未來建議可透過本模組直接進行資料填報、審核與覆核。此外，開發功能上建議可將各運輸單位依類別進行分類，以利後續合併彙整各項填報資料與進行簡單分析。

4. 運輸部門年度排放清冊推估模組更新

目前已配合能源局於 102 年 6 月底所發佈之 101 年能源平衡表進行參數與推估之更新。本年度排放推估時已採能源平衡表更新後之電力排放係數，各項更新成果如排放係數、各類運具每年 CO₂ 排放量之估算已同步更新於資料庫中(如附表 6-2、6-3、6-4、6-5、6-6、6-7)。

附錄 7

綠色運輸教育宣導網站維護、改版與推廣

綠色運輸教育宣導網站維護、改版與推廣

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。

整體而言，綠色運輸教育宣導網站期望能：(1)建立中央與地方政府推廣綠色運輸經驗分享系統與資訊交流平台、(2)加強一般民眾與中小學生對綠色運輸系統的認識、及(3)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並進一步減少能源使用及溫室氣體排放。

一、 網站介面、功能與使用便利性之檢討與修訂

本年度規劃針對舊有綠色運輸教育宣導網站進行改版，提昇視覺介面、強化功能性與增加使用便利性。改版前後之網站頁面如附圖 7-1 與 7-2 所示。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。



附 7-1

附圖 7-1 101 年度綠色運輸教育宣導網頁



附圖 7-2 102 年度改版綠色運輸教育宣導網頁

101 與 102 年度網站選單項目對照整理如附表 7-1 所示，顯示出本年度網站的選單分類名稱更加精簡扼要，分類也更加確實。

附表 7-1 101 與 102 年度網站選單項目對照表

101 年度版本			102 年度版本	
綠色運輸新聞快訊			最新消息	
綠色運輸不能不知			認識綠色運輸	
政府具體作為	全國能源會議		資料庫	全國能源會議
	運輸政策		交通政策	
	環保政策		環保政策	
生活具體做法			綠動心生活	
綠色運輸實驗室	成果專區	研究報告下載區	下載專區	
		相關文獻連結區	資料庫	研究文獻連結

	技術論壇	資料庫	技術論壇
	統計資料		統計資料
	節能減碳專業知能 訓練課程影片	影音專區	
綠色運輸小講堂		綠能小學堂	
綠色運輸遊戲區		綠遊精	
綠色運輸相關聯結		相關聯結	
關於綠色運輸網站		關於我們	

選單共有 11 項主要分類，分別為關於我們、認識綠色運輸、交通政策、最新消息、綠動心生活、綠能小學堂、綠遊精、資料庫、影音專區、下載專區、下載專區及相關聯結等。內容介紹如下：

1. 關於我們：為主選單之首項目，主要可分為 2 部分：緣起及期許，陳述設置綠色運輸教育網站的由來，並明確列出該網站欲達成之目標。
2. 認識綠色運輸：此項目分為 3 部分介紹綠色運輸，首先為何要使用綠色運輸，接著定義綠色運輸並界定範疇，最後是綠色運輸的背景介紹。
3. 交通政策：內容是「101 年版運輸政策白皮書」分成總論、綠運輸、公路公共運輸及智慧型運輸。
4. 環保政策：內容包含行政院環保署之環境白皮書連結與推廣油氣雙燃料車之相關說明。
5. 最新消息：101 年度網站將消息分成新聞性、生活性和未分類，本年度改版建議分類成新聞快報、生活新知及訊息公告。目前此部分已每週進行新資訊之補充並上傳網頁。
6. 綠動心生活：即原有之生活具體做法，介紹節能減碳之運輸具體方法如視訊會議、共乘等，並提供開車之節能技巧。
7. 綠能小學堂：即 101 年度網站的綠色運輸小講堂，提供小學低、中、高年級之綠色運輸教案範例。
8. 綠遊精：即原網站之綠色運輸遊戲區，提供 3 個線上小遊戲。
9. 資料庫：此項主選單項目下可分成 4 個部分，包括研究文獻連結、統計資料、技術論壇和全國能源會議。

10. 影音專區：即原網站綠色運輸實驗室之節能減碳專業知能訓練課程影片，共 12 段影片。
11. 下載專區：即 101 年度網站綠色運輸實驗室中成果專區的研究報告下載區，提供各份報告之下載。

二、 網站推廣活動與綠運輸教案

為增進綠色運輸教育宣導網站之曝光率與使用人數，本年度亦規劃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，並增進民眾對本網站的使用意願。

本年度有關推廣宣導活動之規劃，主要期待與教育推廣宣導網頁結合，讓一般民眾可以更加了解綠色運輸及其相關主題，因此，在活動設計上係期待透過各推廣宣導活動增進民眾對綠色運輸的認知及增進本推廣宣導網頁之知名度，因此，推廣宣導活動舉辦之方向為：

- 與教育宣導網站結合，增進本網頁之知名度；
- 增進民眾對綠色運輸之基本認識；
- 引導民眾建立透過綠色運輸工具通勤、上班上學之概念。

準此，本年度規劃推廣活動計有三次，分別介紹如下：

1. 中小學綠色運輸教案競賽徵選：

配合本計畫國中及國小綠色運輸教案的需求，因此將教案徵求設計納入有獎推廣活動之一，藉由教育界的力量將綠色思想向下紮根，訂定「2013綠色運輸教案競賽」提供多元之教案來達成綠色運輸系統概念之推廣，並配合開南大學研討會一同舉辦，在研討會中進行複賽評選。相關活動訊息與辦法除書面宣傳外，並將公佈於綠色運輸教育宣導網頁，來增加網站點擊與瀏覽人數。而綠色運輸教育宣導網頁原有之教案範例亦可作為參加者之參考。活動辦法簡介如下：

(1) 競賽組別

- A. 小學組
- B. 中學組

(2) 主題說明：

- A. 主題自訂，但須結合目前之九年一貫課程綱要。
- B. 交通節能減碳的「綠色運輸」生活型態是指使用低污染或零污染能源的運輸系統，因此主題須與綠色運輸系統之議題相關，其主要類別如下：
 - 步行或自行車之相關議題
 - 公共運輸如公車、捷運、火車或高鐵等相關議題
 - 使用再生能源之運具如太陽能車輛、風力車輛或電動車輛等相關議題
 - 能節能減碳的運輸生活方式，如通訊上班或汽車共乘等相關議題

(3) 獎勵方式

- A. 第一名：一件、5000 元、獎狀一紙
- B. 第二名：一件、3000 元、獎狀一紙
- C. 第三名：二件、1000 元、獎狀一紙
- D. 佳作：四件、獎狀一紙

(4) 賽程說明

- A. 初賽
 - 由評審團隊表決出國小組與國中組各四件作品入圍，及佳作

四件。

- 以電話及電子郵件通知入選者，並公告於綠色運輸系統教育宣導網站 <http://greentransport.iot.gov.tw>。

B. 複賽

- 於開南大學舉辦的研討會進行評選。
- 入圍之參賽者於研討會進行試教半小時，以現場發表形式評選，並由評審團表決出小學組與中學組第一名、第二名各一件及第三名各二件。

(5) 評選辦法

A. 評審方式：由主辦單位邀請專家學者進行評選。

B. 評選標準：

- 初賽評選標準（書面評選）

評選項目	比例
融入式概念	25%
綠色運輸概念	25%
教材教具等之應用性與創新性	20%
教學設計概念	15%
學習單之創意	15%

- 複賽評選標準

決選（實地評選）	比例
整體設計之創意與完整性	50%
實際教學實施情形	50%

(6) 活動成果

總共評選出第一名一件作品、第二名一件作品、第三名二件作品以及佳作四件作品，共計八件作品，並於開南大學舉辦頒獎典禮。下圖為頒獎典禮時的拍攝照片，附圖 7-3 為進行頒獎典禮的照片，另外，附圖 7-4 為得獎者與頒獎者(右一，本所黃主任秘書)合照。



附圖 7-3 於開南大學舉辦頒獎典禮



附圖 7-4 得獎者合照

2. 從行愛地球繪畫比賽：

為將綠色運輸觀念向下紮根，期望藉由本繪畫比賽讓學童在繪畫過程中學習何謂綠色運輸，認知自己平常的行為是否符合綠色運輸，並由學童間接帶動全民一起從「行」愛地球。活動辦法簡介如下：

(1) 競賽組別：

- A. 幼童組
- B. 低年級
- C. 中年級
- D. 高年級

(2) 主題說明：

請小朋友畫出平常上學的交通方式，檢視平常上學的交通是否符合綠色運輸，或是有任何有趣新穎又不傷害地球的上學交通方式，提示有 1.捷運 2.公車 3.腳踏車 4.雙腳。

(3) 獎勵方式

分成幼童、低年級、中年級及高年級四組別，各組分別頒出獎項如後：

- A. 金獎：一名、郵政禮券 2000 元及獎狀一紙
- B. 銀獎：一名、郵政禮券 1000 元及獎狀一紙
- C. 銅獎：一名、郵政禮券 600 元及獎狀一紙
- D. 優選：五名、獎狀一紙

(4) 時程說明

A. 收件

即日起至 2013 年 11 月 11 日(星期一)23:59 止，以郵戳日期為憑。

B. 得獎名單公布

將在在 2013 年 11 月 18 日(星期一)於綠色運輸網站公布，並於 11 月 20 日(星期三)起統一寄發獎金、獎狀。

C. 網路展覽

11 月 25 日(星期一)起於綠色運輸網站與臉書粉絲專頁展覽得獎作品

(5) 評選辦法

A. 評審方式：由主辦單位邀請專家學者進行評選。

B. 評選標準：

➤ 評選標準

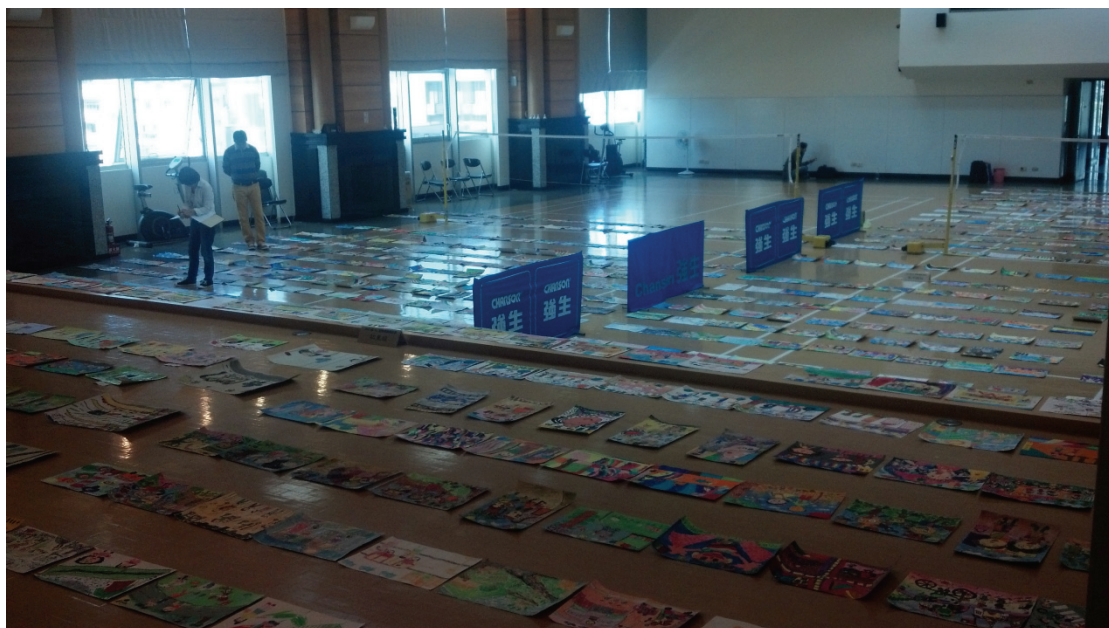
評選項目	比例
創意表現	25%
圖畫內容	25%
綠色運輸概念傳達	35%
作品說明之內容	15%

(6) 活動成果

本次活動參加件數逾 1,200 件，幼年組、低年級組、中年級組、高年級組均有 200~300 件作品參賽。所有作品於 11 月 14 日假本所 12 樓多功能會議室進行評選，將所有作品編號完成後依序置放於地板，評審委員再依序進行評選，由於來函踴躍，件數相當多，本評選工作自 09:00 起進行至 19:00 完畢。並於次日完成統計確認得獎名單，於 11 月 18 日下午公布於網站上供得獎者查詢。



附圖 7-5 評選作品依序置放於地板接受評選



附圖 7-6 評審——進行給分



附圖 7-7 評審檢視其創作理念

<p>幼兒組，</p> <p>第一名，</p> <p>馮子堯 高雄市 咖啡幼稚園 大班，</p> <p>第二名，</p> <p>陳昱秀 新北市 光榮國中附設幼兒園 企鵝班，</p> <p>第三名，</p> <p>吳峻維 金門縣 金湖國小附設幼稚園 大紅班，</p> <p>候選，</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 李睿庫 台中市 甲南國小附設幼兒園 ？， 2. 黃映晴 高雄市 佳寶幼稚園 大班， 3. 謝謙慶 彰化縣 大成國小附幼 大班， 4. 余寧詒 高雄市 藝文國小附設幼稚園 大班， 5. 徐舒騰 新竹縣 蘭高幼兒園 大班， 	<p>低年級組，</p> <p>第一名，</p> <p>林芊喬 彰化縣 民生國小 2 年級，</p> <p>第二名，</p> <p>賴昇臻 雲林縣 溪口國小 2 年級，</p> <p>第三名，</p> <p>蔡喬羽 嘉義縣 大同國小 1 年級，</p> <p>候選，</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 楊承聰 台中市 大同國小 1 年級， 2. 陳奕騰 彰化縣 和美國小 1 年級， 3. 鄭豪 南投縣 僑光國小 2 年級， 4. 陳彥廷 台中市 育仁國小 1 年級， 5. 洪品豪 嘉義市 育仁國小 2 年級，
--	--

附圖 7-8 得獎名單公布

3. 綠色心生活照片徵選活動：

近年來綠色議題廣受重視，除了概念認同與口號之外，更需要的是如何實踐。據本所(交通部運輸研究所)估算，若汽機車通勤族每週選擇 1 天改使用綠色運輸系統上下班，全國每年最多可節省約 11 億公升汽油，減少約 250 萬公噸二氧化碳排放，相當於造林 5,600 萬棵樹；只要每個人的一點改變，便能減少整體運輸的能源耗用量。因此為減緩運輸耗用的能源數量，本所特地舉辦「綠動心生活」體驗照片徵選活動，從「行」的角度將綠色具象化，提供綠色運輸的具體作法，鼓勵社會大眾將綠色運輸融入生活。

本活動目前仍在進行收件過程當中，預計於 12 月進行決選，活動辦法簡介如下：

(1) 競賽組別：

此項競賽無分組別，只要關懷環境之我國人民，皆可以以個人名義參加。

(2) 主題說明：

運用創意，將「綠色運輸」以及「生活」兩者結合於照片中，關於綠色運輸相關內容，說明如下：

A. 使用綠色運輸系統通勤或旅遊。

- 步行或自行車
- 大眾運輸如公車、捷運、火車或高鐵
- 替代能源車輛如 LPG 液化石油氣雙燃料混和動力車，油電混合動力車、電動車等等，以及使用生質柴油、生質酒精作為車輛燃料等。

B. 自主開車族：

- 開車好習慣：車輛定期維修、保持合適胎壓、駕駛時等速行駛、不急踩剎車或猛踩油門或避免怠速空轉。
- 省油秘訣：進行動態暖車(慢速行進約 3-5 分鐘後再全速行駛)、事先規劃路線或使用隔熱紙以減少冷氣負荷等。

C. 網路 E 世代：通訊上班、視訊會議、網路行銷與通訊購物、遠距醫療或電子化政府

D. 共乘精省族：尋找相同路線的共乘夥伴一同分享使用汽車。

(3) 獎勵方式

於小學組及中學組各選出以下名次，件數及獎勵如下：

- A. 特優：一名、郵政禮券 5000 元
- B. 優等：一名、郵政禮券 3000 元
- C. 甲等：一名、郵政禮券 2000 元
- D. 佳作：五名、郵政禮券 600 元
- E. 幸運參加獎：二十名、高雄捷運一日卡(平假日版)一張以及可愛版黃色小鴨一隻，如下圖：



附圖 7-9 參加獎獎品

(4) 時程說明

A. 收件

即日起至 2013 年 12 月 02 日(星期一)23:59 止，以電子郵件寄件時間為準。

B. 參加獎

參加獎於 2013 年 12 月 06 日(星期五)前抽出並寄送獎品。

D. 評選結果

評選結果：2013 年 12 月 13 日(星期五)前以電話及電子郵件通知得獎者，並公告於綠色運輸系統教育宣導網站

<http://greentransport.iot.gov.tw>

(5) 評選辦法

- A. 評審方式：由主辦單位邀請專家學者進行評選。

B. 評選標準：

➤ 評選標準

評選項目	比例
主題內容	40%
意境表達	30%
攝影技巧	20%
體驗心得(圖說)	10%

三、新聞與議題資料更新機制

102 年度改版綠色運輸宣導教育網頁的新聞性與議題資料是以所見即所得 HTML 編輯器(What You See Is What You Get, WYSIWYG)來更新資料，本節將以最新消息與環保政策為例，介紹後台管理系統之操作流程。

1. 最新消息：介紹分類設定和內容管理二大功能

(1) 分類設定

A. 選擇左邊《最新消息》欄位的《分類管理》



B. 點選《新增》功能鍵



- C. 進入新增編輯頁面：填寫標題、內容等，點選《啟用》，完成後按《確定/新增》即可新增最新消息之分類。

● 最新消息 / 新增

標題 ●

網頁標題 ●

上層位置

呈現方式 ● ☒ ☐ ☐ ☐

屬性 ● ☒ 超連結 ☐ RSS ☐ 自訂內容

內容

代表圖 (最多1張)

動作 ☐ 點選後開新視窗

狀態 ☒ 啟用 ☐ 停用

(2) 內容管理

A. 點選《訊息管理》進入消息管理介面

網站管理系統
今天：2013-07-09，目前連線數：1

● 最新消息 » 所有分類

分類 1. 新聞快報 (164) 2. 生活新知 (41) 3. 訊息公告 (7) 4. 歷史新聞 (0)

新增 刪除 複製 啟用 停用

關鍵字查詢

No.	分類	標題	動作	屬性	刊登起始日	刊登狀態	修改	刪除	狀態
<input type="checkbox"/> 1	新聞快報	別騎上山！U Bike將採累進費率 騎愈久花愈多			2013-07-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 2	新聞快報	單車城市／良好的自行車系統 成為上癮關鍵			2013-07-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 3	新聞快報	愛爾蘭廣推電動車 普設充電站			2013-07-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 4	新聞快報	悠遊卡租電動車 很划算			2013-07-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 5	生活新知	自行車傷害／腿部肌群強化 告別腰痠背痛			2013-07-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 6	生活新知	【MR JAMIE專欄】品味：腳踏車輪也加入城市的霓虹閃爍			2013-06-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 7	新聞快報	微笑單車／自行車旁 不同城市不同感受			2013-06-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 8	新聞快報	騎乘YouBike 上路須知			2013-06-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 9	新聞快報	北市人行道設計 民眾：路平坦好走最重要			2013-06-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 10	新聞快報	國內自製 電動巴士鮮體驗 外籍生按讚			2013-06-03	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 11	訊息公告	澳洲推出第一座結合智慧電網的電動車充電站			2013-05-31	停止刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 12	訊息公告	高雄公共運輸量 月底破1億人次			2013-05-31	停止刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 13	新聞快報	台北市綠色運輸占58% 中南部私運具占8成			2013-05-27	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 14	新聞快報	北市自行車 1600車位免費停			2013-05-27	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 15	訊息公告	沒車牌也是酒駕！醉騎電動自行車法辦			2013-05-27	停止刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 16	新聞快報	零油耗電巴 適合綠島短程運輸			2013-05-27	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>
<input type="checkbox"/> 17	生活新知	〈甩肉聖經〉胖了嗎？騎單車去吧			2013-05-20	永久刊登	<input type="button" value="修改"/>	<input type="button" value="刪除"/>	<input type="button" value="啟用"/>

訊息中心
● 訊息管理
● 訊息中心設定
● 重送 E-mail 記錄

B. 點選最新消息的分類進入管理該分類之內容

◎ 最新消息 » 所有分類

分類 1. 新聞快報 (164) 2. 生活新知 (41) 3. 訊息公告 (7)

新增 刪除 複製 啟用 停用 關鍵字查詢

No.	分類	標題	動作	屬性	刊登起始日	刊登狀態	修改	刪除	狀態
1	新聞快報	別騎上山！U Bike將採累進費率 騎愈久花愈多			2013-07-03	永久刊登			ON
2	新聞快報	單車城市／良好的自行車系統 成為上揚關鍵			2013-07-03	永久刊登			ON
3	新聞快報	愛爾蘭廣推電動車 普設充電站			2013-07-03	永久刊登			ON

D.

C. 可於下方編輯該分類之內容

◎ 最新消息 » 所有分類

分類 1. 新聞快報 (164) 2. 生活新知 (41) 3. 訊息公告 (7) 4. 歷史新聞 (0)

新增 刪除 複製 啟用 停用 關鍵字查詢

可點選進入修改內頁

勾選該項目，點選啟用可顯示於網頁上，停用則否

新增內容

No.	分類	標題	動作	屬性	刊登起始日	刊登狀態	修改	刪除	狀態
1	新聞快報	別騎上山！U Bike將採累進費率 騎愈久花愈多			2013-07-03	永久刊登			ON
2	新聞快報	單車城市／良好的自行車系統 成為上揚關鍵			2013-07-03	永久刊登			ON
3	新聞快報	愛爾蘭廣推電動車 普設充電站			2013-07-03	永久刊登			ON
4	新聞快報	悠遊卡租電動自行車							
5	生活新知	自行車傷害／腿部							
6	專欄	品味：腳踏車輪也加入城市的霓虹閃爍			2013-06-03	永久刊登			ON
7		行車旁 不同城市不同感受			2013-06-03	永久刊登			ON

2. 環保政策：說明頁面編輯和內頁修改的流程

(1) 頁面編輯

A. 點選《環保政策》的《內容管理》進入編輯

網站管理系統 Website Management System

使用者：管理者 退出

關於我們 自訂內容 相關連結 認識綠色運輸 交通政策 環保政策 綠動生活 綠能小學堂

綠色運輸

今天：2013-07-09，目前連線數：1

◎ 環保政策

新增 刪除 複製 啟用 停用 移動前 移動後 搜尋標題與內容 關鍵字查詢

No.	代表圖	標題	下層數	方式	動作	屬性	修改	刪除	狀態
1	無	推廣油氣雙燃料車	0	三					ON
2	無	環境白皮書	0	三					ON

共 2 筆，每頁 20 筆，頁數：1

內容管理 會員設定 功能設定

B. 進入頁面編輯後可進行各項功能調整

◎ 環保政策

新增 刪除 複製 啟用 停用 移動前 移動後 搜尋標題與內容 關鍵字查詢

勾選該項目，點選啟用可顯示於網頁上，停用則否

新增內容

可調動文件上下排列位置

No.	代表圖	標題	下層數	方式	動作	屬性	修改	刪除	狀態
1	無	推廣油氣雙燃料車	0	三					ON
2	無	環境白皮書	0	三					ON

共 2 筆，每頁

(2) 內頁修改

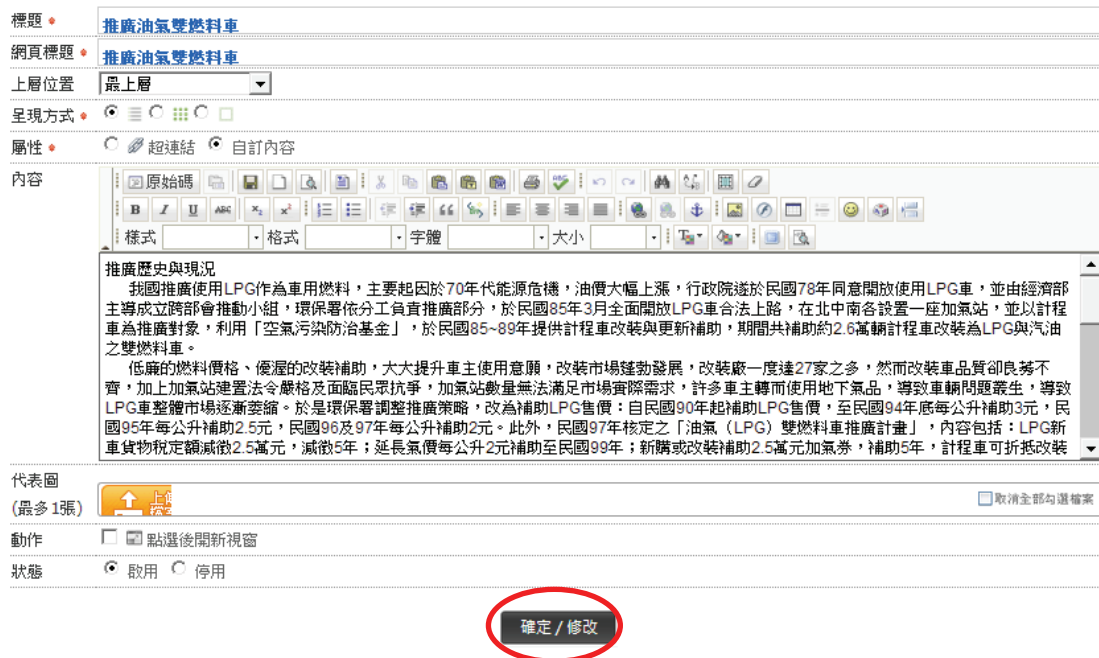
A. 點選《修改》進入編輯內頁

● 環保政策



B. 修改完畢後點選《確定/新增》即可更新。

● 環保政策 / 修改



網站資安問題處理

針對資安偵測，本節首先：(1)針對資安漏洞進行說明，接著(2)針對本團隊所使用的資安偵測軟體進行介紹，最後將(3)本系統之資安檢測作法進行說明，茲分別說明如下：

1. 資安漏洞說明

以下說明 OWASP 於 2010 年所提出的 Web 安全漏洞。下列安全漏洞的嚴重性將依順序排名。

(1) 注入攻擊

Injection（注入攻擊）是一種古老的漏洞，此安全漏洞肇因於程式設計師出於疏失或經驗不足而未對於使用者輸入的參數值進行驗證（包含驗證資料型態及驗證內容），以致於惡意使用者可利用惡意的輸入值（如惡意 SQL 指令串或惡意的 Script 碼），即可能讓系統自動執行惡意的指令而對系統造成危害。此類攻擊以 SQL Injection、Command Injection 為代表，其中以 SQL Injection 最具代表也最具危害性，其危害程度取決於攻擊者對於 SQL 的了解程度以及資料庫提供的功能而定。有些資料庫軟體甚至提供執行系統指令的功能，所以情況可能更糟。

(2) 跨網站腳本攻擊

跨網站腳本攻擊（Cross Site Scripting, XSS）的原因與 SQL Injection 相同，都是因為程式沒有檢驗使用者輸入的參數內容（惡意攻擊者可輸入惡意的 Script 碼）所造成。

不過，XSS 與 SQL Injection 最大的不同在於，SQL Injection 會對資料庫所在的主機造成重大危害，例如取得資料庫內的重要資訊或損壞資料庫，甚至造成系統無法正常的運作。但 XSS 攻擊主要是造成瀏覽該網站使用者安全上的危害（通常是瀏覽者的認證 Cookies 資訊外洩，或者不知情的使用者下載了惡意程式），往往不會對於網站主機造成危害。因此常被網站管理者所忽略，而使得此種攻擊有越來越普遍且不容易被發現的趨勢。

(3) 鑑別與連線管理漏洞

鑑別與連線管理漏洞（Broken Authentication and Session Management）是指網站自行開發的身分證驗證與連線（Session）管理機制具有安全性的缺失。

通常一個網站身分驗證流程在使用者登入成功後，網站會將一個含有帳號及密碼甚至權限等相關資訊的 Cookies 送到使用者的電腦端上，以作為身分的識別用。緊接著，網站再存取該使用者的授權 Cookies 來判別使用者的身分。若在上述流程中，Cookies 並未加密，而且網站的程式存在 XSS 的漏洞，一旦使用者瀏覽該網站，即可能將認證 Cookies

的內容外洩給惡意使用者。惡意的使用者只要取得這個 Cookies，就能夠得知相關的機敏資訊，並冒充該使用者或提升至管理者的權限。

(4) 不安全的物件參考

不安全的物件參考（Insecure Direct Object References）漏洞也是肇因於程式設計師的疏失或是經驗不足而未對於使用者輸入的參數值（此參數值為外部的物件，例如檔案）進行驗證所造成，而使得惡意使用者可以用來輸入其他的外部物件名稱，如此就可能取得預期外的外部物件內容，如使用者密碼等。

(5) 跨網站冒名請求

從某種角度來看，跨網站冒名請求（Cross Site Request Forgery，CSRF）可視為廣義的跨網站攻擊（XSS），但 CSRF 通常是在使用者已登入系統服務的情況下發動攻擊。例如在討論區中的某段留言塞進一段可直接登出（Logout）的惡意程式碼。當使用者登入後瀏覽相關留言的時候，只要瀏覽到這段留言，即會觸發這一段惡意程式碼，而直接將使用者登出，此即為 CSRF 攻擊。

(6) 不安全的組態設定

不安全的組態設定（Security Misconfiguration）漏洞是較偏向於管理方面的問題，例如在安裝網站資料庫的時候，通常資料庫都會有一個預設的帳號及密碼，如果資料庫正式上線後沒有將預設的帳號和密碼改掉，那麼其他人便可以輕易地入侵此台資料庫。

(7) 未適當限制的 URL 存取

所謂未適當限制的 URL 存取（Failure to Restrict URL Access）指的是，一般網站通常會分成前端程式和後端管理程式，前端程式為一般網際網路上使用者所看到的網頁，而後端程式即為管理程式，如會員管理系統等等。基於安全的考量，後端管理程式不應該讓網際網路上的使用者能夠直接查詢，而必須限制僅有某些管理者可查詢及存取，例如限制只有某些 IP 或主機可以查詢，並以帳號及密碼的認證機制控管。

如果網站未限制，而讓網際網路上的其他的使用者也能正常使用後端的管理程式，就可能造成潛在的安全漏洞。

(8) 未驗證的網頁重新導向

未驗證的網頁重新導向（Unvalidated Redirects and Forwards）漏洞又稱為轉址漏洞。在網站中常見許多超連結，或者利用事件觸發的方式幫忙重新導向至其他網站，或是前往其他頁面的功能。

如果程式未對此參數進行驗證，可能會導致惡意攻擊者將惡意的網址置入到重新導向的參數內，而讓不知情的使用者連結到惡意的網站上，甚至直接下載惡意的攻擊 Script 碼。

(9) 不安全的加密儲存

不安全的加密儲存（Insecure Cryptographic Storage）網站並未對機敏的資料做加密處理或是使用不嚴謹的加密演算法，而導致攻擊者在取得相關的機敏資料後，可以輕易地取得相關的資訊。

(10) 不安全的傳輸防護

不安全的傳輸防護（Insufficient Transport Layer Protection）指的是，網頁程式在傳輸機敏資料時，未採用適當的加密方法傳送，而依舊使用正常的 HTTP 通訊協定來傳送。

由於 HTTP 通訊協定均是採用未加密（明碼）的方式來連線，在此情況下，惡意的攻擊者在資料傳輸的任何一個節點中，均可利用 Sniffer（竊聽）的方式來取得傳輸資料，如果網站採用 HTTP 通訊協定來傳遞資訊，來往的封包均以明碼方式傳輸，攻擊者即可輕易取得相關的機敏資訊。

2. 資安軟體介紹

OWASP ZAP 是一套以 Java 開發而成的網站應用程式資訊安全掃描工具(web application security assessment tool)，以開放原始碼的方式釋出，軟體功能：1.具有攔截掛 Proxy 的功能、2.自動化掃描功能、3.被動掃描、4.暴力破解掃描、5.網路蜘蛛(爬網站用)、6.Fuzzer、7.支援晶片卡及使用者端的數位憑證、8.Port 掃描、9.Dynamic SSL certificates、10.API、11.Beanshell 整合，該軟體提供介面(各國語系，包含簡體中文)供使用者操作，使用上並不複雜，依序點選後即可產出報告。

OWASP 同時也推薦使用者可利用本軟體進行資安測試 (https://www.owasp.org/index.php/OWASP_Zed_Attack_Proxy_Project)，OWASP ZAP 官網：<http://code.google.com/p/zaproxy/>)。

3. 本系統資安檢測作法

在本系統開發完畢後，即可進行資安檢測工作，並依照資安檢測結果進行修改，如有中階風險或甚至高階風險時，將進行修改後再執行一次資安檢測工作，附圖 7-1 為資安檢測示意圖，由此圖可以發現資安風險為低、中或高級，基本上中高級之資安風險均需進行修正，低等級之資安風險則需視情況而定。例如本圖示之系統有一處中階風險，風險內容為 Secure page browser cache，此時即須要針對發現此問題之網頁進行修正。

Paros Scanning Report	
Report generated at Wed, 16 Oct 2013 17:24:15.	
Summary of Alerts	
Risk Level	Number of Alerts
High	0
Medium	1
Low	0
Informational	0
Alert Detail	
Medium (Warning)	Secure page browser cache
Description	Secure page can be cached in browser. Cache control is not set in HTTP header nor HTML header. Sensitive content can be recovered from browser storage.
URL	https://mobilead.nat.gov.tw/MobileMessageForRdec/jsTool/jquery-1.7.2.min.js
URL	https://mobilead.nat.gov.tw/MobileMessageForRdec/css/content.css
URL	https://mobilead.nat.gov.tw/MobileMessageForRdec/css/accordionmenu.css
URL	https://mobilead.nat.gov.tw/MobileMessageForRdec/signin.aspx
URL	https://mobilead.nat.gov.tw/MobileMessageForRdec/signin.aspx
Solution	The best way is to set HTTP header with: 'Pragma: No-cache' and 'Cache-control: No-cache'. Alternatively, this can be set in the HTML header by: <META HTTP-EQUIV='Pragma' CONTENT='no-cache'> <META HTTP-EQUIV='Cache-Control' CONTENT='no-cache'>

附圖 7-10 資安報告示意圖

附錄 8

COP19 出國報告

出席「聯合國氣候變化綱要公約第19次締約國大會
暨京都議定書第9次締約國大會（COP19/CMP9）」



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建立

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：波蘭華沙

出國期間：101年11月14日至11月24日

目錄

一、	前言.....	附8-1
二、	會議結論摘要.....	附8-4
三、	運輸部門相關議題內容.....	附8-7
四、	會議觀察心得與建議.....	附8-18
五、	參考文獻.....	附8-21
附錄1	我國代表團成員名單.....	附8-22
附錄2	華沙會議總結新聞稿.....	附8-25

圖目錄

附圖1.1 2013氣候談判相關會議·····	附8-2
附圖1.2 COP19/CMP9 會議架構·····	附8-3
附圖1.3 團員任務分工架構·····	附8-4
附圖3.1 車輛成長趨勢·····	附8-8
附圖3.2 CO ₂ 減量設定目標·····	附8-8
附圖3.3 CDM與NAMAs申請流程·····	附8-9
附圖3.4 迦納竹製腳踏車·····	附8-11
附圖3.5 運輸能源使用推估·····	附8-12
附圖3.6 運具組成推估·····	附8-12
附圖3.7 減量措施效益推估·····	附8-12
附圖3.8 車輛廢氣排放危害示意·····	附8-13
附圖3.9 車輛廢氣過濾裝設之排放差異·····	附8-14
附圖3.10 政策與科技影響之差異·····	附8-14
附圖3.11 波蘭鐵路所遭受之氣候變遷衝擊事件·····	附8-16

表目錄

附表1.1 COP19/CMP9會議議程	附8-3
附表3.1 推廣使用自行車所衍生之經濟效益.....	附8-15

一、前言

2013年聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC¹)第19次締約國會議(COP19²)暨京都議定書第9次締約國會議(CMP9³)於11月11日至11月22日於波蘭首都華沙(Warsaw)舉辦。

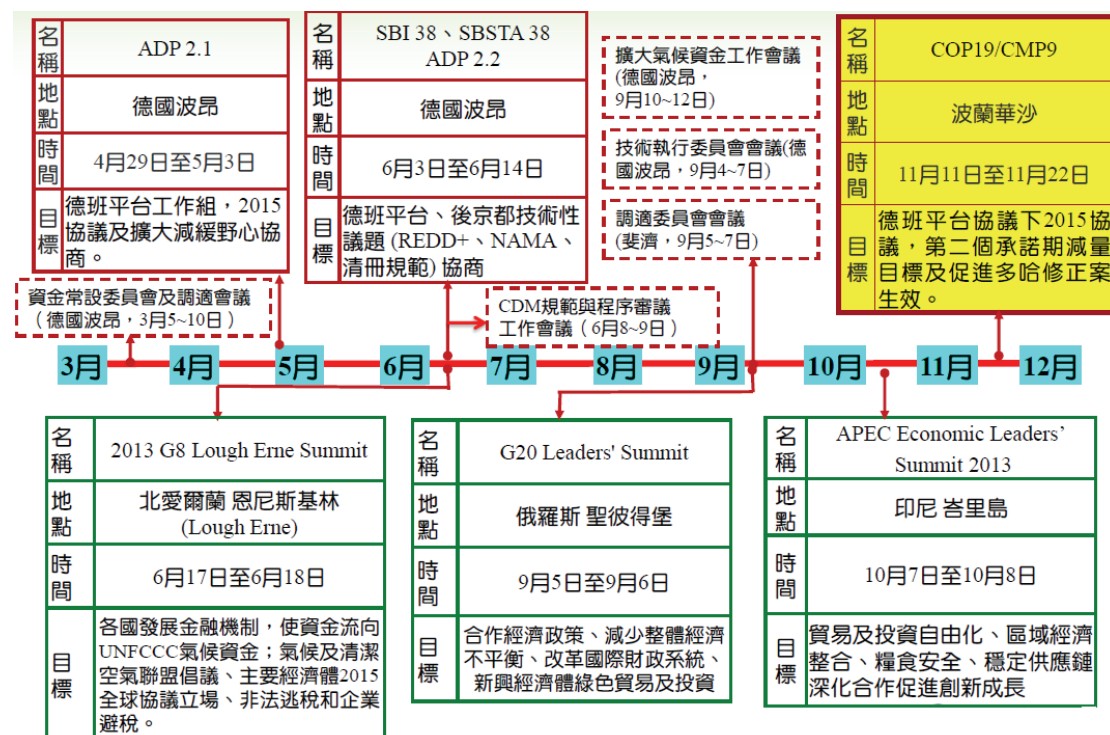
本次COP19/CMP9會議為京都議定書於2012到期並延至2020年後的第一次大會。而在2020年京都議定書到期之時，為對抗氣候變遷締約國將需要一項新的國際協議，此協議預計將於2015年簽署。因此，本次會議主要期望能於2014年COP20(確立新氣候協議談判基礎)及2015年巴黎氣候大會(完成新氣候協議簽署)之前提出進一步的減碳承諾與達成實質的進展。

本次會議的重要議題包括全球氣候變遷對策的企業參與、氣候融資、2015年新減排協議以及風險管理機制損失和損害(loss and damage)等議題。其實於COP18後至COP19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附圖1.1。相關會議多聚焦於氣候融資與架構部分，包含綠色氣候基金(Green Climate Fund)之資金投入、營運方式及使用等，並期望能產出簡單的規範架構、來降低風險。

¹ UNFCCC，the United Nations Framework Convention on Climate Change

² COP，the Conference of the Parties

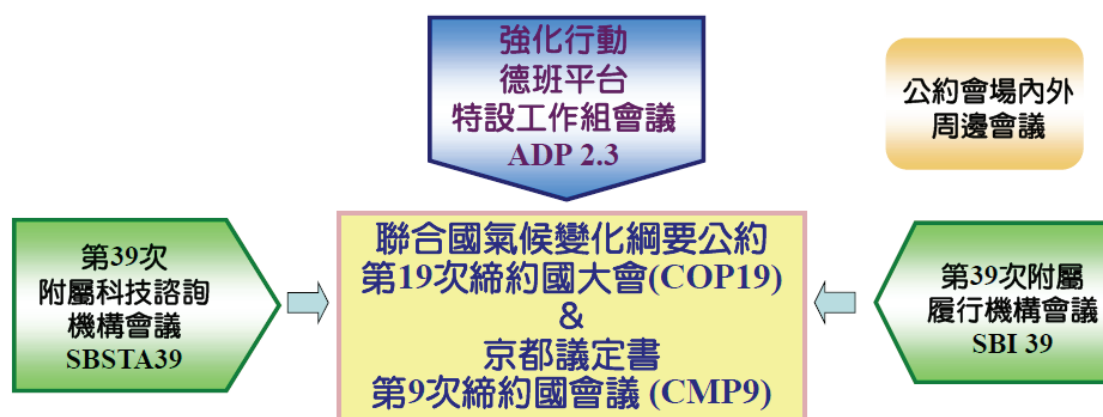
³ CMP，the COP serving as the Meeting of the Parties to the Kyoto Protocol



資料來源：COP19組團工作進度與團員任務分工規劃簡報，行政院環境保護署、工業技術研究院，20130826

附圖1.1 2013氣候談判相關會議

會議議程除COP19與CMP9外，尚包含第39次附屬履行機構會議 (Subsidiary Body for Implementation, SBI)、第39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175場周邊會議(side event)-調適50場、減緩57場、跨領域綜合63場、及其他5場；亦提供場地供世界各國單位設攤。此外，歐盟、日本、美國、中國與海灣阿拉伯國家合作委員會 (Gulf Cooperation Council, GCC) 成員國，也各於獨立場地規劃有相關議題之周邊會議。會議架構與議程如附圖1.2及附表1.1所示。



附圖1.2 COP19/CMP9 會議架構

附表1.1 COP19/CMP9會議議程

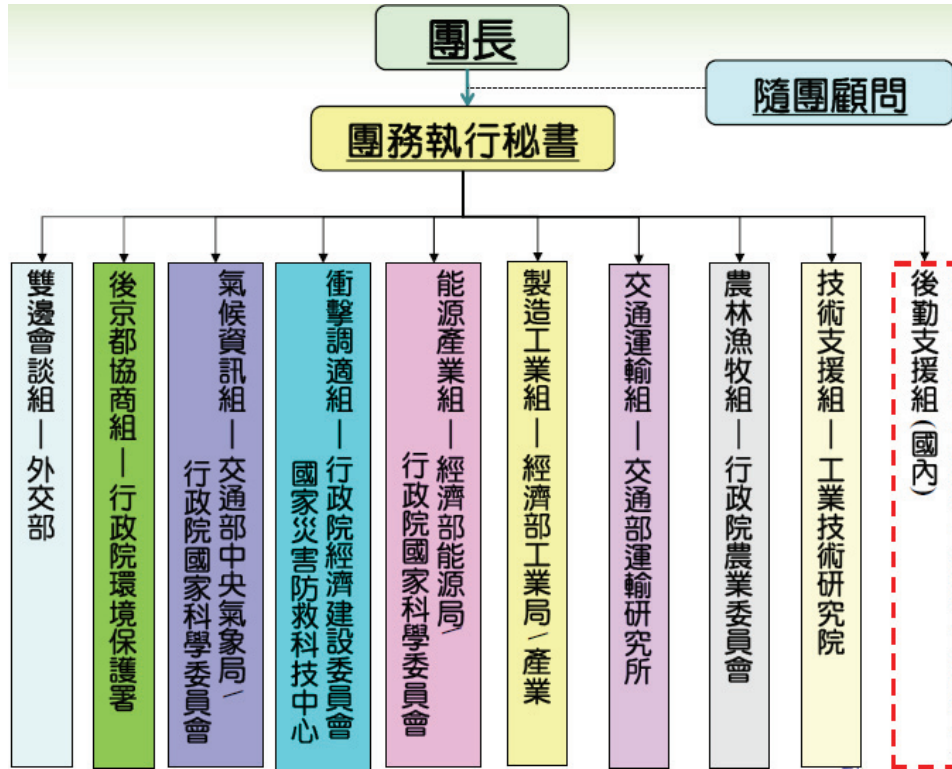
11/11(一)	11/12(二)	11/13(三)	11/14(四)	11/15(五)	11/16(六)	11/17(日)
開幕典禮 -COP -CMP -SBI -SBSTA	開幕典禮 -SBI -ADP -SBSTA	-CMP9 會議 -COP19 會議	非正式協商	非正式協商	-SBI 閉幕 -SBSTA 閉幕	休會
11/18(一)	11/19(二)	11/20(三)	11/21(四)	11/22(五)	11/23(六)	11/24(日)
非正式協商	-COP19 會議 -CMP9 會議 部長及高階官員會議 開幕典禮	-COP19 會議 -CMP9 會議 部長及高階官員會議	-COP19 會議 -CMP9 會議 部長及高階官員會議 -ADP 閉幕	-COP19 閉幕 -CMP9 閉幕	-COP19/CMP9 決議文公布	

◎ 我國代表團介紹

此次仍由行政院環保署組團，並由環保署副署長葉欣誠擔任團長。

其中政府部門包括環保署、外交部、經建會、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(附圖1.3)，

會議期間由團長召開相關會議，指派工作任務並聽取團員與會心得報告；代表團名單如附錄1所示。值得注意的是，由於本次公約給與入場名額有所限制，導致部分團員無法全程進入會場。



附圖1.3 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2013年11月23日達成決議(附錄2)，本次華沙會議共計通過28項COP19決議與10項CMP9決議。主要成果包含：

1. 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。

2. 關於損失與傷害 (Loss and damage)

建立一套「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，此機制將於明年進行細部討論。

3. 關於資金

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2014到2020年間每兩年提出一次財務支持的策略與方法。而於華沙會議中，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。

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

因伐林與森林退化而產生之溫室氣體約佔整體人類所排放溫室氣體的1/5，會議中同意協助開發中國家減少伐林與森林退化的排放；美國、挪威與英國三國承諾將投入2.8億美元來支持華沙架構(Warsaw Framework)中的REDD+內容。

4. 更多協助開發中國家之進展(Further progress in help for developing nations)

本此會議上達成一個重要的里程碑，世界上48個極度貧窮國家(poorest countries)終於完成一套綜合的計畫來對抗無法避免的氣候變遷衝擊。有了這個計畫，相關國家能更有效的評估氣候變遷的立即性衝擊以及所需的支援，來藉此提高國家面對氣候變遷的韌性。已開發國家包含澳洲、比利時、芬蘭、法國、德國、挪威、瑞典、瑞士等已付出或承諾支付超過1億美元於調適基金中(Adaptation Fund)，而此基金已開始資助各項國家型調適計畫。

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。

下一屆(COP20/CMP10)將於2014年12月1至12日於祕魯利馬(Lima, Peru)舉行。

三、運輸部門相關議題內容

本次仍配合行政院團，並與交通部運輸研究所成員共同參與第二週會議議程；但由於公約所分配之入場員額不足，因此分配上先以政府單位優先，非政府部門則視狀況分配。而此次會議本人實際所能入場時間甚短，且介於第一週與第二週之間，所能參與會場內部周邊會議較少；且展示攤位亦處於撤收與新佈置之際，資料蒐集實屬不易。所幸本次會議仍有少數周邊會議於會場外舉辦，如11月17日之運輸日(Transportation Day)活動，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：

1. WCTRS於COP19提出之建議

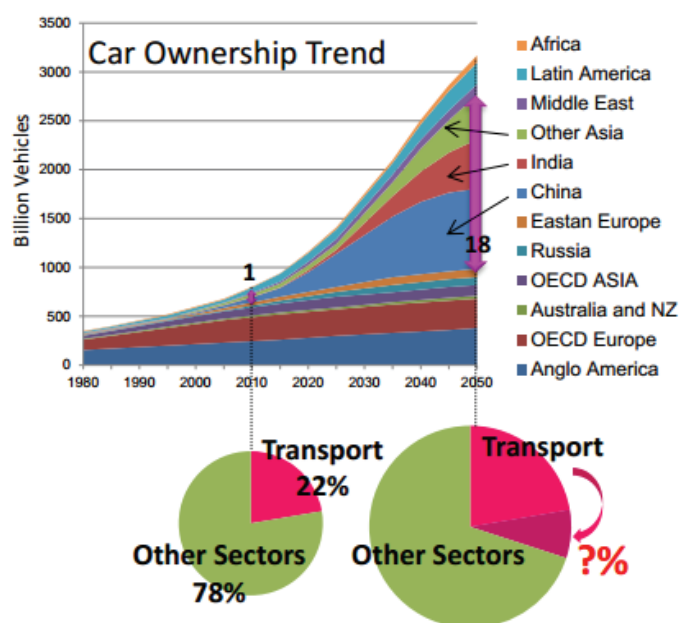
WCTRS (World Conference on Transport Research Society，WCTRS)於COP會議時提出運輸部門相關建議，本年度重點包含：

(1)重視運輸部門及開發中國家發展趨勢

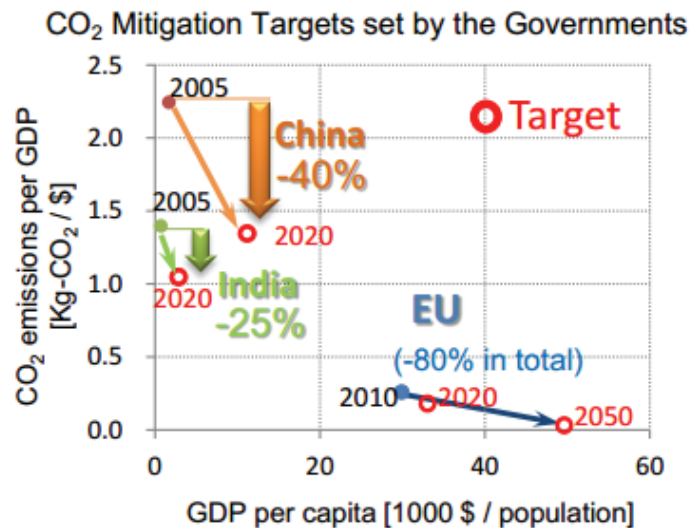
WCTRS呼籲各國必須更重視運輸部門發展趨勢，根據IEA的預測中國、印度及其他亞洲開發中國家在車輛的數量上將有大幅度的成長(附圖3.1)。以全球而言運輸部門能源消耗所排放的CO₂約佔22%，而由於開發中國家車輛的大幅成長，未來運輸部門排放佔比可能更為提高，各國應及早因應。相關建議與去年類似，包含已開發國家應提出更嚴

苛的減量(sharp reduction)措施；開發中國家應思考蛙跳(leap-frog)策略，透過科技與資金的挹注避免遵循正常的能源消耗發展途徑。

而WCTRS亦提出開發中國家未來較具有減量潛力之看法，並舉例說明中國與印度等開發中國家的減量目標設定百分比雖小於歐盟，但整體減碳量卻相當可觀(附圖3.2)，應及早減少運輸需求並進行綠色運輸發展等相關策略。



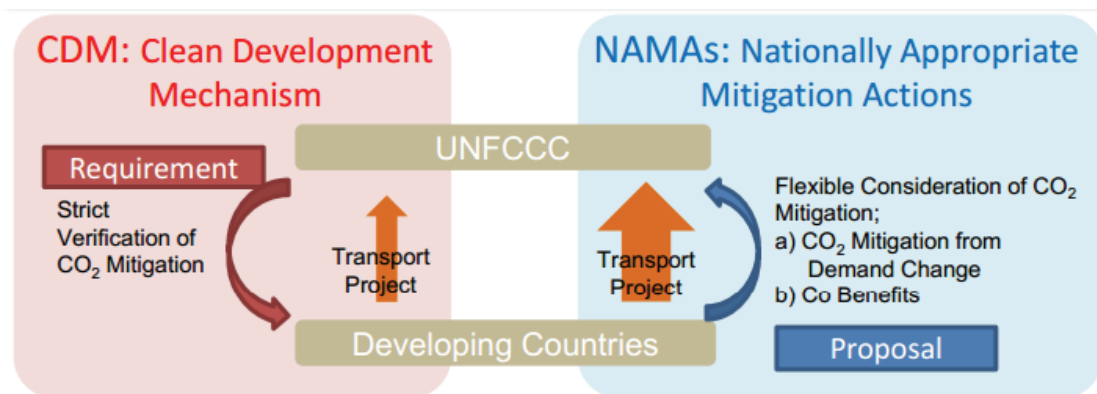
附圖3.1 車輛成長趨勢



附圖3.2 CO₂減量設定目標

(2)發展低碳運輸之財務支持分析

WCTRS觀察發現運輸計畫(Transport project)較多採用由下而上(Bottom-up)的發展機制，於運輸計畫的申請數量中NAMAs(Nationally Appropriate Mitigation Actions)的較CDM(Clean Development Mechanism)的為多。CDM主要的障礙在於每個計畫需要精確的預測CO₂的減量；而NAMAs則於CO₂減量策略上較具彈性，除可考慮需求的改變外，並可包含共效益(co-benefit)。此外，開發中國家NAMAs主要採取的措施多為大眾運輸系統改善(Shift)以及提升科技(Improve)。而WTCRS建議為有效強化運輸計畫的效率，應進行大眾運輸系統改善與長期土地使用規劃(Avoid)之整合。



附圖3.3 CDM與NAMAs申請流程

WCTRS亦針對推廣NAMAs的計畫提出建議與實質幫助，包含發展運輸計畫的MRV(Measure/Report/Verification)方法、共同效益的評估(Co-benefits Assessment)機制與自主財源機制(Self-financing Mechanisms)等。

2. Momentum for Change : Lighthouse Activities-

Ghana Bamboo Bikes Initiative

(1) UNFCCC針對2013年因應氣候變遷lighthouse activities得獎項目進

行介紹並頒獎，本年度與運輸相關的有「迦納竹製腳踏車計畫」；

(2)此計畫透過推廣與製造高品質之竹製腳踏車來協助氣候變遷、貧

窮、城市與鄉村之移動及女性青年失業等問題；

(3)與傳統金屬材質腳踏車比較，製造過程中竹製腳踏車耗費較少的

電力且不含致命的化學物質。竹製腳踏車不但重量輕與穩固，且

能適應崎嶇的地形並運載大型農貨及乘客；

(4)透過增加竹子種植與使用來取代木材，可協助保護及復育迦納岌

岌可危的森林。竹子並且可改善該區域空氣與水的品質，此外竹

子之根系可減少許多迦納農夫關心的土壤侵蝕問題；

(5)相關影響仍持續擴展當中，不停的創造就業機會與改善貧窮，並增加運輸的移動性。



附圖3.4 迦納竹製腳踏車

4. 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, 2012)，三種情境分別為：

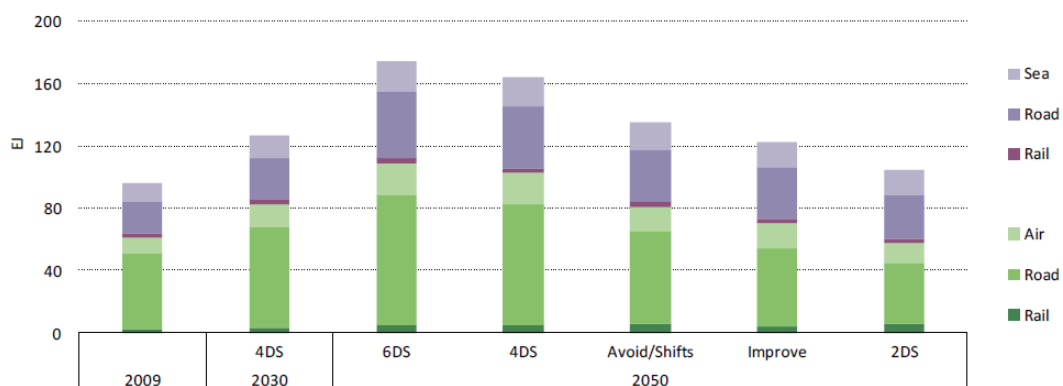
- 6°C (6DS): business-as-usual scenario, no further uptake of

energy/climate policy ;

- 4°C (4DS): expected ‘normal’ scenario, incorporating announced policies ;
- 2°C (2DS): pathways to a clean energy system 。

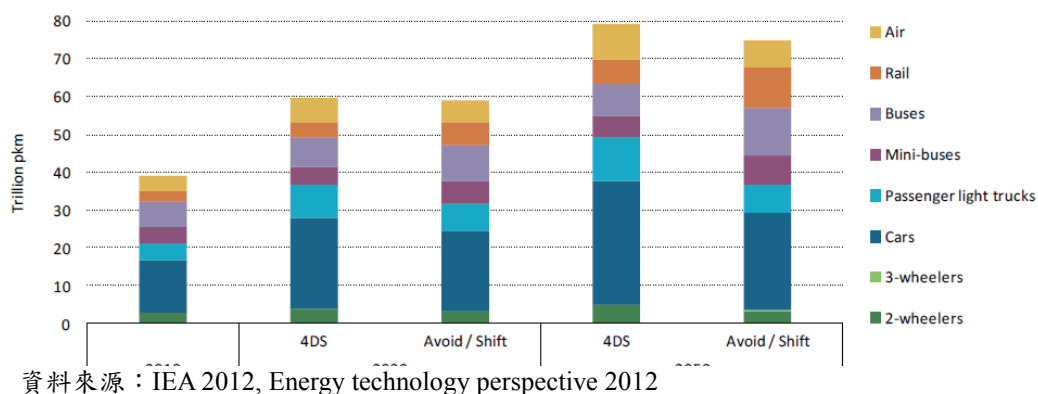
研究中並推估運輸能源使用、運具組成、及ASI措施之減量潛力(附圖3.5-3.7),指出要達成2DS的情境需要透過同時施行Avoid、Shift、及Improve等措施,且軌道與公車系統扮演未來重要之角色。

此外,我們可以觀察到減量潛力最大的方向主要在執行車輛效率(efficient vehicles)與低碳燃料(low-carbon fuels)兩方面之措施。據會場報告人員的解釋,由於運具轉移Shift等措施其減碳貢獻到最後仍須回歸至運具本身之效率,導致此部份貢獻有限。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。

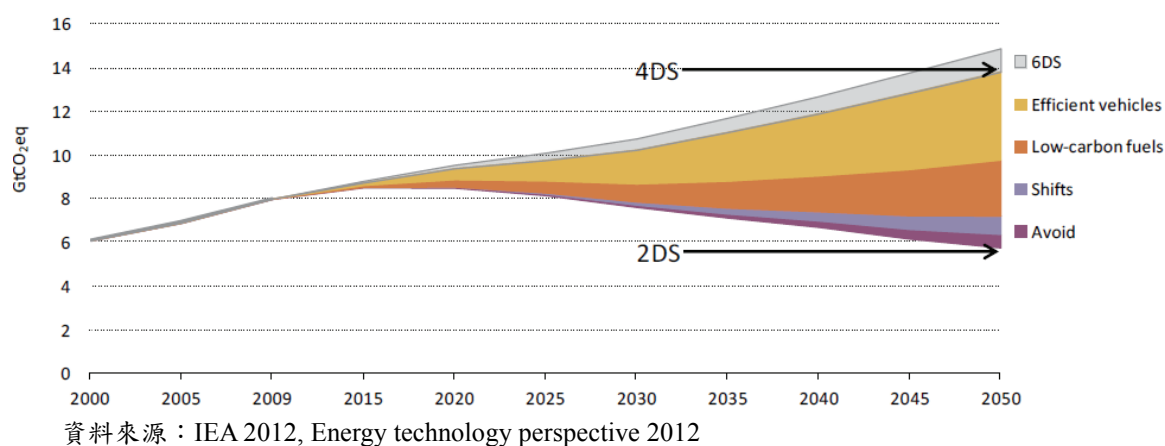


資料來源：IEA 2012, Energy technology perspective 2012

附圖3.5 運輸能源使用推估



附圖3.6 運具組成推估



附圖3.7 減量措施效益推估

5. 健康風險議題

面對氣候變遷議題，人類在健康風險的議題逐步受到重視(附圖3.8)，改善車輛廢氣排放所創造之貢獻可能遠大於提升交通安全的部份，因此傳統以溫室氣體計算的模式需要進一步去檢討。

ICCT(The International Council on Clean Transportation)於會中呼籲運輸部門在評估相關措施效益，應納入健康風險的因素，並指出告每年約有20萬人因空氣汙染而早逝，其中又以道路運輸排放之氣體最為致命，但此問題可透過科技與政策(車輛與燃油標準)之有效搭配來

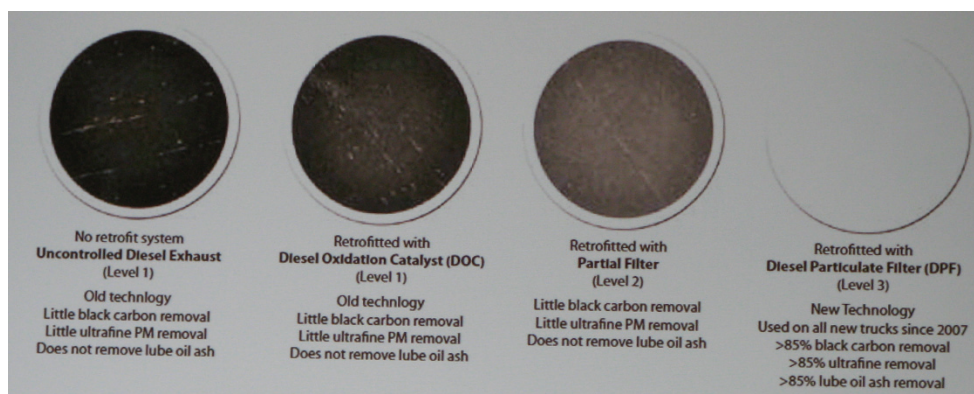
有效降低black carbon、PM(Particulate Matters)、或NO₂等。



資料來源：ICCT, side event slides, Nov. 16, 2013; UNEP, Cleaning up Urban Bus Fleets, 2009.

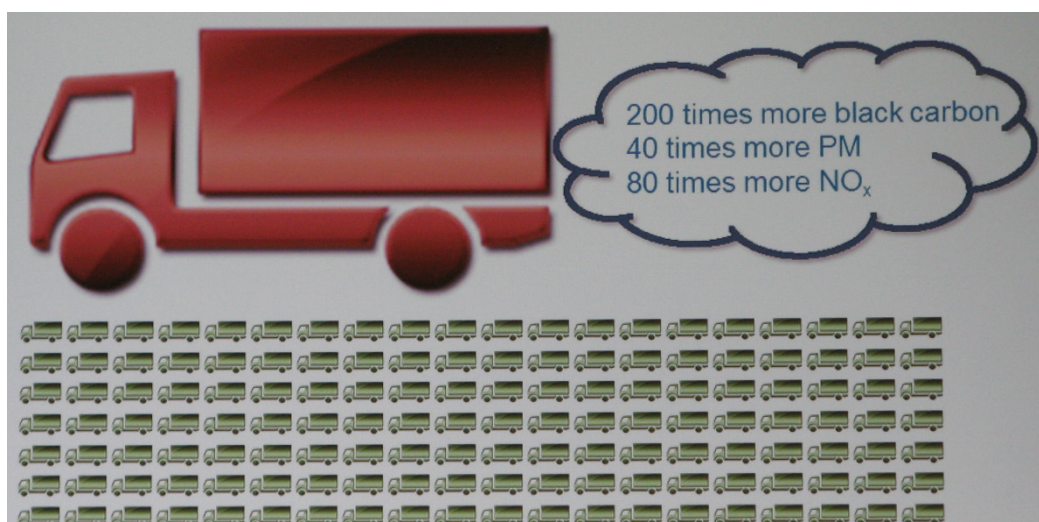
附圖3.8 車輛廢氣排放危害示意

會中並舉實例說明，針對柴油車輛之排放污染，科技可提供有效之解決方案，附圖3.9顯示進行相關車輛廢氣過濾(filter)系統之裝設可有效減少black carbon及其他污染物。此外，科技尚需搭配政策才能有效發揮效果，一輛墨西哥新貨車所排放之black carbon等於美國200輛新貨車之排放量(附圖3.10)，顯示出政策與科技結合之重要性。



資料來源：ICCT, side event slides, Nov. 16, 2013

附圖3.9 車輛廢氣過濾裝設之排放差異



資料來源：ICCT, side event slides, Nov. 16, 2013

附圖3.10 政策與科技影響之差異

然而EU-27在針對自行車策略的相關研究，亦顯示健康價值所能產生的經濟效益最為顯著(附表3.1)，遠大於減緩CO₂、能耗減少或擁擠減少所帶來的效益。

附表3.1 推廣使用自行車所衍生之經濟效益

項目	經濟效益(billion €)
Health	121
Congestion-easing	24
Fuel saving	6
Reduced CO ₂ emission	3
Reduced air pollution	1
Reduced noise pollution	0.3
Industry	62
Combined total	217

資料來源：Bike Europe

6. 波蘭政府減緩與調適措施

華沙公共運輸使用率約為48%，其主要策略有：(1)整合各種交通管理系統；(2)強化都市交通管理系統；(3)發展替代能源車輛；(4)增加公共交通站點；(5)發展Park & Ride系統；(6)建構第二條捷運線；(7)擴展自行車道系統；(8)訓練駕駛者eco-driving；(9)獎勵公共運輸搭乘等。

在氣候變遷方面，波蘭面臨低溫、強風、暴雨之衝擊(附圖3.11)，尤其低溫對鐵路系統有極大的影響，統計指出2008至2012年平均冬季鐵路的損失約15.5百萬歐元。近年波蘭鐵路公司已採取如進行降雪強風等脆弱度分析、強化維修應變機制、使用鐵軌與轉轍器加熱系統等措施。但會中代表亦提及加熱設施等策略卻可能造成更多的能源消耗，後續仍須進行研究。





資料來源：Polskie Koleje Państwowe slides

附圖3.11 波蘭鐵路所遭受之氣候變遷衝擊事件

7. Transportation Day

Transportation Day為一於公約會場外舉行之周邊會議，本次會議除各國相關成果發表外，主要藉由此活動匯集各運輸專業人員之想法與意見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，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Warsaw Statement on Low Carbon Transport and Sustainable Development並由主席交與UNFCCC，其訴求包括：

- (1)鞏固發展中國家2020年前於陸運交通領域溫室氣體減緩之投入；
- (2)鼓勵及扶持發展中國家永續交通策略與規劃上的努力；
- (3)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；

- (4)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；
- (5)為技術機制和氣候技術中心與網路(CTCN)提供長期資金，並協助
道路與圖資準備工作等。

四、會議觀察心得與建議

本次赴華沙參與聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第19次締約國大會(COP19)暨京都議定書第9屆締約國會議(CMP9)會議，將所觀察與蒐集之資料綜整提出以下心得與建議：

1. 運輸部門於因應氣候變遷上扮演重要角色，但COP會議主要進行各國談判與相關機制的協調，多著重於各國間財務與補助相關機制的討論，及開發中國家與已開發國家間對於減緩與調適與資金流向的爭論。
2. 本次氣候會議期間，日本宣佈調降二氧化碳排放目標，引來各國的譴責，雖其聲稱係由於311福島核災後，不使用核電而改以進口天然氣和煤炭發電，因而導致溫室氣體排放量增加。反觀我國核四議題仍未解決且核一、二、三可能退役之情況下，未來電力供給上可能仍有疑慮，運輸部門推廣電動車之政策該如何思考配套進行，或國家整體減量目標是否有調整之空間都需再進行思考。
3. 健康相關議題受重視程度提升且相關措施較易讓人民「有感」，運輸部門可未來嘗試透過此點進行突破推廣綠色運輸。此外，腳踏車或行人策略之傳統評估項目包含CO₂排放減少、擁擠情形改善、燃油節省、空氣汙染減少、噪音減少、道路安全性等；未來

可嘗試思考如健康、可及性提高、老人小孩女性、移動性之權利、創造就業、城市競爭力、觀光、及土地使用改變等項目。

相關新聞如台北市2013年10月入圍「Velo-city Global 2016全球自行車城市大會」候選城市、交通型態改變Ubike宅正夯等，均顯示推廣自行車或行人等綠色運輸方式可獲得其他非傳統計算中之效益。

4. 交通運輸推動環境面的減緩措施，仍須在交通安全、健康風險、經濟發展與社會公義中取得平衡點。因此運輸部門在氣候變遷政策應考量多面向的效益，透過政府跨部門及民間共同參與、分工及協調，充分應用現有資金、資源，彙集研發成果並分享。..
5. 我國需進行全方位的氣候行動，觀察發現COP19成為企業、城市、區域組織及公民團體等進行氣候行動的展示場，UNFCCC每年亦舉辦Momentum for Change lighthouse activity活動並頒發給正面展示有效面對氣候變遷的相關行為，包含創新財務、婦女與都市貧窮等方向。雖然就本人觀察，許多獲獎的項目僅有簡單改造或是微小的貢獻，但其創新與其搭配之商業模式機制仍值得我們學習。未來國內亦可嘗試進行相關示範，對社區、小規模團體或個人的節能減碳或調適等行為進行鼓勵或推廣。

6. 參與COP會議的目前定位於蒐集運輸部門相關資訊，但經由本次會議的經驗，由於公約提供名額的限制，導致本人進入會場的時間甚短，相對影響資訊蒐集工作。雖透過參與非會場外之周邊會議與蒐集網路上相關資料完成任務，但此不確定性因子可能未來仍需進一步評估。

而在未來會議的展望上，由於2015年需簽署新的國際協議，明年度能有多大進展值得關注，資金與財務問題仍會是重點。運輸部門雖重要性高但多屬配合的角色，但永續低碳運輸的財務機制亦值得未來繼續探討。

五、參考文獻

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

Putting Transport into Climate Policy Agenda (Recommendations from WCTRS to COP19),

<http://www.urban.env.nagoya-u.ac.jp/sustain/hayashi/pdf/cop19leaflets2013.pdf>

Ghana Bamboo Bikes Initiative,

http://unfccc.int/secretariat/momentum_for_change/items/7842.php

Energy Technology Perspectives 2012, International Energy Agency

UNEP, Cleaning up Urban Bus Fleets, 2009,

<http://www.unep.org/transport/pcf/PDF/Retrofit.pdf>

附錄 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	副署長	葉欣誠 Mr. Shin-Cheng Yeh
2		參事兼執行秘書	簡慧貞 Ms. Hui-Chen Chien
3		高級環境技術師 兼組長	吳奕霖 Mr. Yi-Lin Wu
4		高級環境技術師	王俊勝 Mr. Chun-Sheng Wang
5	外交部條約法律司	副司長	連建辰 Mr. Chien-Chen Lien
6		科長	劉漢清 Mr. Han-Ching Liu
7		薦任科員	程瑞安 Mr. Jui-An Cheng
8	外交部國際傳播司	薦任科員	張知萱 Ms. Chih-Shuan Chang
9	駐波蘭代表處	大使	江國強 Mr. Kuo-Chiang Chiang
10		組長	楊崇智 Mr. Chung-Chih Yang
11		組長	高國亮 Mr. Colin Kao
12		一等秘書	朱業信 Mr. Yeh-Shin Chu
13	駐紐約台北經濟文化 辦事處	組長	林映佐 Mr. Yin-Tso Lin
14	日內瓦辦事處	組長	黃正佳 Mr. Cheng-Chia Huang
15	國家安全會議	研究助理	石長興 Mr. Chang-Shing Shih
16	行政院經濟建設委員會	稽核	楊達鑫 Mr. Ta-Hsin Yang
17	行政院國家科學委員會	研究員兼組長	席時昶 Mr. Shyr-Chang Hsi
18		助理研究員	張美瑜 Ms. Mei-Yu Chang
19	行政院農業委員會林務局	技士	呂志怡 Ms. Chih-Yi Lu
20	經濟部能源局	科長	吳志偉 Mr. Chih-Wei Wu
21	經濟部工業局	科長	王義基 Mr. Yi Chi Wang

	單位	職稱	姓名（中英文）
22	交通部中央氣象局	主任	滕春慈 Ms. Chuen-Teyr Terng
23		技正	陳雲蘭 Ms. Yun-Lan Chen
24	交通部運輸研究所	副研究員	許義宏 Mr. Yi-Hung Hsu
25	國家災害防救科技中心	研究員	林李耀 Mr. Lee-Yaw Lin
26		副研究員	陳永明 Mr. Yung-Ming Chen
27		助研究員	陳韻如 Ms. Yun-Ju Chen
28	國立台灣大學	教授	陳誠亮 Mr. Cheng-Liang Chen
29		副教授	邱祈榮 Mr. Chyi-Rong Chiou
30	台北大學	副教授兼所長	李堅明 Mr. Chien-Ming Lee
31	清華大學	教授	范建得 Mr. Chien-Te Fan
32	台灣綜合研究院	副院長	黃宗煌 Mr. Chung-Huang Huang
33		所長	蘇漢邦 Mr. Han-Pang Su
34		副研究員	陳建緯 Mr. Chien-Wei Chen
35	台灣綠色生產力基金會	工程師	廖逸凡 Ms. Yi Fan Laio
36	中華民國氣象學會	處長	趙恭岳 Mr. Kung-Yueh Chao
37	中國鋼鐵公司	助理執行副總經理	張西龍 Mr. Shi-Long Chang
38		專案工程師	吳一民 Mr. I-Min Wu
39	天氣風險管理開發股份有限公司	總經理	彭啟明 Mr. Chi Ming Peng
40		專案副理	陳昱龍 Mr. Yu-Lung Chen
41	永智顧問有限公司	總經理	石信智 Mr. Shin-Chih Shih
42	中華民國臺灣薄膜電晶體 液晶顯示器產業協會	專案經理	魏憶琳 Ms. Yi-Lin Wei

	單位	職稱	姓名（中英文）
43	環科工程顧問股份有限公司	協理	余志達 Mr. Chih-Ta Yu
44		組長	劉家介 Mr. Chia-Chieh Liu
45		組長	黃靖涵 Ms. Ching-Han Hwang
46	工業技術研究院	特聘專家	楊日昌 Mr. Robert Jih-Chang Yang
47		組長	蔡振球 Mr. Chen-Chiu Tsai
48		經理	胡文正 Mr. Wen-Cheng Hu
49		資深工程師	盧裕倉 Mr. Yu-Tsang Lu
50		資深研究員	呂慶慧 Mr. Ching-Hui Lu
51		副研究員	連振安 Ms. Wang-Ping Ting
52		研究助理	蔡維真 Ms. Wei-Chen Tsai

附錄 2



United Nations
Climate Change Secretariat

Nations Unies
Secrétariat sur les changements climatiques

For use of the media only

PRESS RELEASE

UN Climate Change Conference in Warsaw keeps governments on a track towards 2015 climate agreement

(Warsaw, 23 November 2013) The UN Climate Change Conference in Warsaw ended on Saturday, keeping governments on a track towards a universal climate agreement in 2015 and including significant new decisions that will cut emissions from deforestation and on loss and damage.

“Warsaw has set a pathway for governments to work on a draft text of a new universal climate agreement so it appears on the table at the next UN Climate change conference in Peru. This is an essential step to reach a final agreement in Paris, in 2015,” said Marcin Korolec, President of the COP19 conference.

In the context of 2015, countries decided to initiate or intensify domestic preparation for their intended national contributions towards that agreement, which will come into force from 2020. Parties ready to do this will submit clear and transparent plans well in advance of COP 21, in Paris, and by the first quarter of 2015.

Countries also resolved to close the pre-2020 ambition gap by intensifying technical work and more frequent engagement of Ministers.

The conference also decided to establish an international mechanism to provide most vulnerable populations with better protection against loss and damage caused by extreme weather events and slow onset events such as rising sea levels. Detailed work on the so-called “Warsaw international mechanism for loss and damage” will begin next year.

“We have seen essential progress. But let us again be clear that we are witnessing ever more frequent, extreme weather events, and the poor and vulnerable are already paying the price,” said Christiana Figueres, Executive Secretary of the UN Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

“Now governments, and especially developed nations, must go back to do their homework so they can put their plans on the table ahead of the Paris conference,” she said.

Martin-Luther-King-Strasse 8 • 53175 Bonn • Germany
Telephone +49 228 815 1000 • Fax +49 228 815 1999
secretariat@unfccc.int • unfccc.int



Page 2

In addition, governments provided more clarity on mobilizing finance to support developing country actions to curb emissions and adapt to climate change. This includes requesting developed countries to prepare biennial submissions on their updated strategies and approaches for scaling up finance between 2014 and 2020.

The Warsaw meeting also resulted in concrete announcements of forthcoming contributions of public climate finance to support developing nation action, including from Norway, the UK, EU, US, Republic of Korea, Japan, Sweden, Germany and Finland.

Meanwhile, the Green Climate Fund Board is to commence its initial resource mobilization process as soon as possible and developed countries were asked for ambitious, timely contributions by COP 20, in December, next year, to enable an effective operationalization.

Cutting emissions from deforestation

Today’s agreements included a significant set of decisions on ways to help developing countries reduce greenhouse gas emissions from deforestation and the degradation of forests, which account for around one fifth of all human-generated emissions. The Warsaw Framework for REDD+ is backed by pledges of 280 million dollars financing from the US, Norway and the UK.

President Korolec said: “I am proud of this concrete accomplishment. We are all aware of the central role that forests play as carbon sinks, climate stabilizers and biodiversity havens. Through our negotiations we have made a significant contribution to forest preservation and sustainable use which will benefit the people who live in and around them and humanity and the planet as a whole. And I am proud that this instrument was named the Warsaw Framework for REDD+.”

Further progress in help for developing nations

In Warsaw, a milestone was passed after 48 of the poorest countries of the world finalized a comprehensive set of plans to deal with the inevitable impacts of climate change. With these plans, the countries can better assess the immediate impacts of climate change and what they need in the way of support to become more resilient. Developed countries, including Austria, Belgium, Finland, France, Germany, Norway, Sweden, Switzerland have also paid or pledged over 100 million dollars to add to the Adaptation Fund, which has now started to fund national projects.

Governments completed work on the Climate Technology Centre and Network (CTCN) so that it can immediately respond to requests from developing countries for advice and assistance on the transfer of technology. The CTCN is open for business and is encouraging developing countries to set up focal points to accelerate the transfer of technology.



Climate action at all levels

COP19 has been a showcase for climate action by business, cities, regions and civil society.

The UNFCCC secretariat also celebrated its annual Momentum for Change lighthouse activity awards for climate actions that demonstrate positive results through innovative finance, by women and the urban poor. In addition, Momentum for Change launched a new initiative focusing on contributions by information and technology sector to curb emissions and increase adaption capacity.

“A groundswell of action is happening at all levels of society. All major players came to COP19 to show not only what they have done but to think what more they can do. Next year is also the time for them to turn ideas into further concrete action,” Ms. Figueres said.

2014 New York Summit/ next UNFCCC meeting

In Warsaw, UN Secretary General Ban Ki-moon reiterated his invitation to all governments, and leaders from finance, business, local government and civil society, to a climate summit in New York on 23 September 2014. This will be a solutions summit, complementing the UNFCCC negotiations. “I ask all who come to bring bold and new announcements and action. By early 2015, we need those promises to add up to enough real action to keep us below the internationally agreed two degree temperature rise,” he said.

The next UNFCCC meeting of the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform is to take place in Bonn from 10 to 14, March, 2014.

About the UNFCCC

With 195 Parties, the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) has near universal membership and is the parent treaty of the 1997 Kyoto Protocol. The Kyoto Protocol has been ratified by 192 of the UNFCCC Parties. For the first commitment period of the Kyoto Protocol, 37 States, consisting of highly industrialized countries and countries undergoing the process of transition to a market economy, have legally binding emission limitation and reduction commitments. In Doha in 2012, the Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol adopted an amendment to the Kyoto Protocol, which establishes the second commitment period under the Protocol. The ultimate objective of both treaties is to stabilize greenhouse gas concentrations in the atmosphere at a level that will prevent dangerous human interference with the climate system.

See also: unfccc.int

Follow UNFCCC on Twitter: [@UN_ClimateTalks](https://twitter.com/UN_ClimateTalks)

附錄 9

ICCT 運算模式介紹

ICCT Global Transportation Roadmap Model 簡介

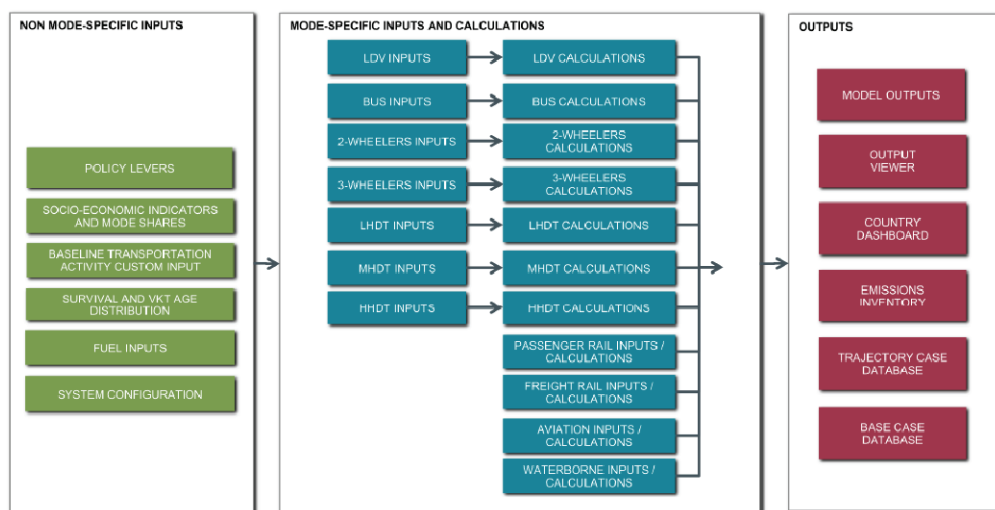
ICCT¹ Global Transportation Roadmap Model 主要利用微軟的試算表軟體(Microsoft Excel)來進行模式的建構，並計算在不同政策情境之下由2000-2050 每五年之 WTW(Well-to-Wheel)的溫室氣體排放，運具種類包含車輛、火車、飛行器及船舶。

模式之主體架構如附圖 9-1 所示，架構中包含：

(1)非運具相關輸入(Non mode-specific inputs)

在「非運具相關輸入」的部分，使用者即可在 POLICY LEVERS 試算表裡針對各國不同的政策進行相關參數設定(附圖 9-2)，ICCT 已透過蒐集資料並將美國、加拿大、歐盟、中國、澳洲、印度、日本、南韓等國家之基礎資料納入系統。使用者自行更改相關係數(附圖 9-3)。

模式中利用總體社會經濟(SOCIO-ECONOMIC)模型，包括人口、GDP 以及資源價格等，進行運輸活動(transportation activity)推估(附圖 9-4)。此外，模式也利用「存活理論」(Survival Input)推估車輛汰舊(附圖 9-5)、銷售成長以及不同車齡的延車公里(VKT)等。



附圖 9-1 ICCT 計算模型架構

PASSENGER VEHICLE FUEL ECONOMY	LOW SULFUR FUELS	TRAVEL DEMAND MANAGEMENT
FREIGHT TRUCK FUEL ECONOMY	ELECTRIC DRIVE VEHICLES	AVIATION MBMs
RAIL, AVIATION, & MARINE EFFICIENCY	GRID DECARBONIZATION	LOAD FACTORS
LOW CARBON FUELS	MODE SHIFT	IN-USE FUEL EFFICIENCY

附圖 9-2 計算模型政策選項

¹ 國際潔淨運輸委員會(The International Council on Clean Transportation , ICCT)

NEW ICE VEHICLE EFFICIENCY - LDVs (includes gasoline, diesel, CNG, LPG, non-plug-in hybrids)							Type: ICE			Mode: LDV			
Region	Input Unit	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	
U.S.	L/100km	9.7	9.5	8.3	7.2	6.1	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	
Canada	L/100km	9.3	8.8	7.6	6.6	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	
Mexico	L/100km	7.5	7.7	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	
Brazil	CO2/km	168.0	168.0	168.0	148.0	137.0	137.0	137.0	137.0	137.0	137.0	137.0	
Latin America-31	L/100km	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	
EU-27	L/100km	7.4	7.1	6.2	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	
Russia	L/100km	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	
Non-EU Europe	L/100km	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	7.9	
China	L/100km	9.1	8.1	7.7	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	
Japan	L/100km	8.2	7.4	6.1	6.0	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	
India	L/100km	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	
South Korea	L/100km	9.9	9.1	7.4	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	
Australia	L/100km	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	
Asia-Pacific-40	L/100km	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	
Middle East	L/100km	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	
Africa	L/100km	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	
Global	MJ/km	Global	3.16	3.06	2.76	2.55	2.41	2.29	2.31	2.33	2.35	2.38	

附圖 9-3 車輛能源效率設定輸入範例

PASSENGER ACTIVITY PROJECTIONS

PREDICTED TOTAL PASSENGER TRANSPORTATION ACTIVITY (billion passenger-km), EXCLUDING AVIATION AND MARINE											
Region	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
U.S.	6,738	6,272	5,511	6,232	6,947	7,641	8,348	9,052	9,736	10,386	10,992
Canada	572	496	428	514	595	668	747	830	915	1,000	1,081
Mexico	448	476	473	588	707	823	960	1,122	1,312	1,532	1,782
Brazil	418	459	556	729	924	1,127	1,372	1,667	2,018	2,428	2,897
Latin America-31	446	522	660	851	1,051	1,239	1,466	1,741	2,072	2,471	2,948
EU-27	5,108	4,832	4,403	4,925	5,427	5,896	6,411	6,974	7,578	8,218	8,883
Russia	451	638	750	1,029	1,340	1,656	2,008	2,372	2,722	3,028	3,262
Non-EU Europe	250	333	393	547	716	881	1,071	1,283	1,510	1,746	1,979
China	965	1,429	2,503	4,830	7,959	10,511	13,710	17,525	21,780	26,097	29,904
Japan	1,408	1,298	1,129	1,125	1,114	1,096	1,073	1,047	1,021	994	969
India	565	693	910	1,285	1,818	2,500	3,544	5,155	7,640	11,408	16,890
South Korea	380	473	531	673	778	833	893	954	1,014	1,069	1,115
Australia	317	268	243	307	357	384	414	448	486	526	568
Asia-Pacific-40	798	956	1,142	1,569	2,078	2,602	3,296	4,221	5,456	7,097	9,265
Middle East	737	908	1,070	1,374	1,739	2,169	2,714	3,402	4,269	5,354	6,692
Africa	419	507	606	758	911	1,040	1,187	1,355	1,548	1,770	2,027

附圖 9-4 運輸活動推估範例

SHARE OF VEHICLES RETIRING AT AGE X												
Function	Average R	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
China LDV	12.9	-	0.0000	0.0001	0.0005	0.0017	0.0047	0.0102	0.0196	0.0337	0.0529	0.0765
China HDT	14.5	-	0.0000	0.0000	0.0002	0.0007	0.0019	0.0045	0.0091	0.0165	0.0275	0.0427
U.S. LDV	18.5	-	-	-	-	-	0.0051	0.0139	0.0217	0.0286	0.0346	0.0398
U.S. HDT	19.1	-	-	-	0.0045	0.0112	0.0166	0.0213	0.0255	0.0290	0.0321	0.0346
Brazil LDV	18.4	-	0.0001	0.0009	0.0024	0.0046	0.0075	0.0111	0.0153	0.0200	0.0251	0.0304
Brazil HDT	24.4	-	-	-	-	0.0000	0.0002	0.0006	0.0013	0.0024	0.0040	0.0060
India LDV	15.0	-	0.0001	0.0013	0.0039	0.0080	0.0133	0.0199	0.0274	0.0355	0.0439	0.0520
India HDT	14.8	-	0.0002	0.0017	0.0046	0.0089	0.0146	0.0213	0.0290	0.0372	0.0455	0.0536
Canada LDV	14.3	-	0.0011	0.0049	0.0104	0.0169	0.0241	0.0316	0.0391	0.0461	0.0524	0.0576
Mexico LDV	14.8	-	-	0.0020	0.0077	0.0147	0.0223	0.0301	0.0376	0.0446	0.0508	0.0558
Rail	23.8	-	0.0002	0.0010	0.0022	0.0036	0.0052	0.0070	0.0089	0.0110	0.0131	0.0152
Aviation	30.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0000	0.0000	0.0001
India MCs	12.0	-	0.0013	0.0064	0.0142	0.0238	0.0344	0.0454	0.0559	0.0652	0.0727	0.0777
MCs	8.4	-	0.0000	0.0002	0.0018	0.0089	0.0298	0.0758	0.1516	0.2330	0.2547	0.1738

附圖 9-5 車輛汰舊推估範例

(2)特定運具輸入與運算(Mode-specific inputs and calculations)

此部分廢氣排放的計算是由運輸活動以及排放因子(emission factors)相乘而得(計算流程如附圖 9-6)。一般而言，針對不同污染物、國家以及不同年度，WTW 的排放等於油箱至輪胎(tank-to-wheel, TTW)與油井至油箱(well-to-tank, WTT)相加。

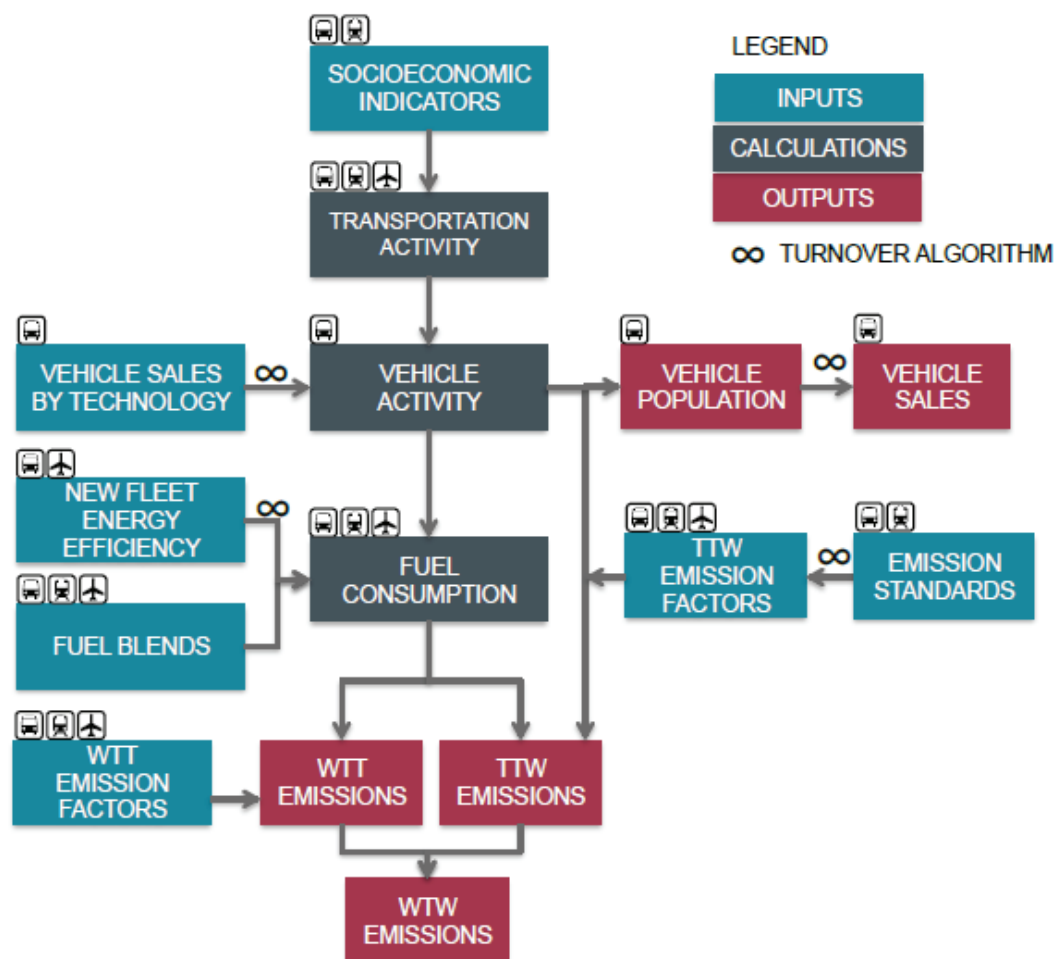
油箱至輪胎(TTW)係指車輛使用階段所產生之廢氣，而油井至油箱(WTT)係指能源(例如石油及天然氣)透過地底挖掘，並運送到煉油廠或製造平台(Fuel Manufacturer)提煉成為汽車的燃料，最終將這些提煉好之燃料分佈存放(Fuel Distribution)於車輛油箱過程中產生之能源消耗。算式如下：

$$\text{WTW Emissions} = \text{TTW Emissions} + \text{WTT Emissions}$$

其中，

$$\text{TTW Emissions} = \text{Transportation Activity} \times \text{Emission Factors}$$

$$\text{WTT Emissions} = \text{Energy Consumption} \times \text{Emission Factors}$$



附圖 9-6 模式計算流程

在計算模式流程中利用社會經濟指標推估運輸活動，並透過運輸活動以及乘載因子(Load factors)來決定車輛活動(VEHICLE ACTIVITY)。利用不同技術的汽車銷售量(VEHICLE SALES BY TECHNOLOGY)以及車輛活動，模式即可推估出汽車總量(VEHICLE POPULATION)以及汽車銷售(VEHICLE SALES)，而模式則可利用汽車總量以及汽車銷售等的產出來進行模式的驗證(validate the model)。

此外，模式中的油料消耗(FUEL CONSUMPTION)可由車輛活動以及平均汽車能量效率(NEW FLEET ENERGY EFFICIENCY)相乘而得，求得油料消耗之後，透過 WTT 排放因子(WTT EMISSION FACTORS)即可求得 WTT。TTW 的計算則是由油料消耗(依不同類型油料)以及油料中的含碳比例相乘

而得，而其他污染物之 TTW 的計算則是由 TTW 排放因子與汽車活動(路上)或運輸活動(鐵路與航空)相乘而得。最後將 WTT 與 TTW 相加即可得到 WTW。然而航空與海運的運輸活動資料則是參考 International Civil Aviation Organization(ICAO)與 International Maritime Organization(IMO)的預測資料而得。

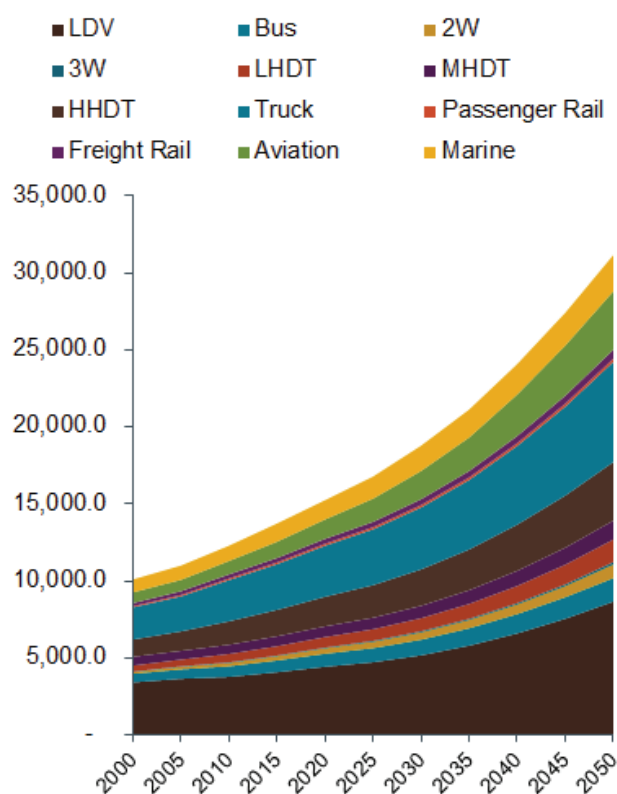
(3)產出(Outputs)

模式的產出主要包含下列項目：

1. Trajectory and base case emissions
2. Country emissions by mode
3. Passenger activity by mode
4. Freight activity by mode
5. Vehicle stock and sales
6. Share of vehicle sales by engine technology
7. New fleet fuel efficiency
8. Fuel consumption and savings
9. Fuel consumption by mode in 2010
10. Fuel consumption by mode
11. Emissions standards timeline
12. Performance metrics
13. Emissions relative to the year 2000

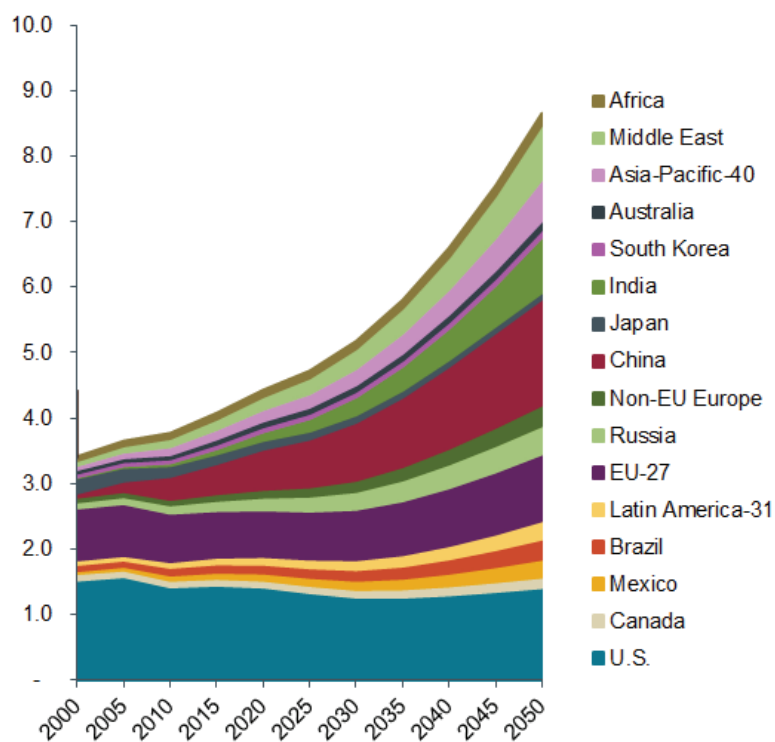
完整之模式說明與計算器原始檔可至 ICCT 網站下載
(<http://www.theicct.org/global-transportation-roadmap-model>)。

Global Trajectory WTW CO₂e (Mt) by Mode

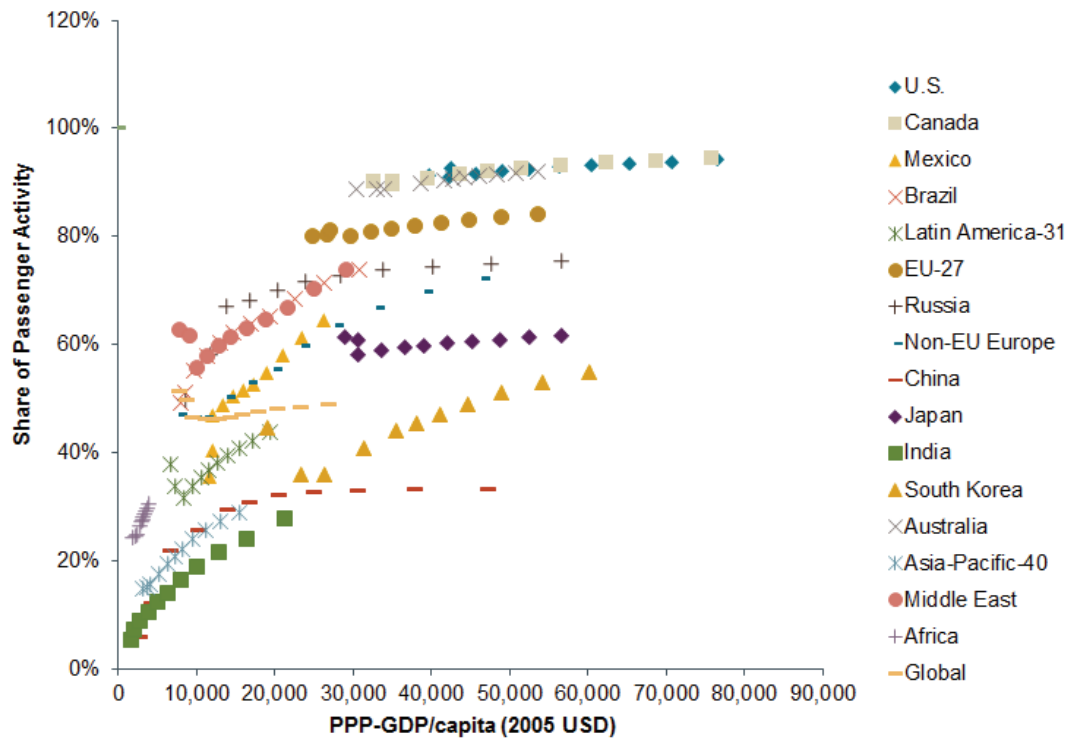


附圖 9-7 模式輸出範例 1

LDV Trajectory WTW CO₂e (Gt) by Region



附圖 9-8 模式輸出範例 2



附圖 9-9 模式輸出範例 3

附錄 10

美國與我國節能減碳政策比較

一、美國運輸部門節能減碳政策

美國運輸部(United States Department of Transportation, DOT)於 2013 年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)。報告書中就運輸需求(Transportation Demand)、非小型車輛(Non-Light-Duty Vehicles)、小型車輛(Light-Duty Vehicles)、燃油(Fuels)等四大類別，共訂定九大議題，闡述美國運輸部門節能減碳措施與政策路徑，部分議題說明如下：

1. 貨物運輸需求

依美國 DOT 及美國聯邦公路總署(FHWA)估算美國境內貨物運輸 2007 年有 183 億噸，其中公路運輸佔 72%，鐵路佔了 11%。運輸過程產生 540 萬兆延噸英里，其中卡車運輸佔 42%，鐵路佔 28%。相較於公路及鐵路，水道及航空貨物運輸所佔之比例相對較小。

附表 10-1 顯示提升大型卡車引擎效率及廢氣排放標準與加強低碳燃油標準兩種方案被認為最可能實施且最能有效減低能源的使用與溫室氣體(GHG)的排放。

附表 10-1 溫室氣體(GHG)排放措施矩陣

		公路運輸能源使用及溫室氣體排放潛在減量的能力		
		低	中	高
執行的可能性	高			針對引擎效率及排放標準加重稅率。
	中		增加在公路運輸基礎建設的投資。增加汽車燃料稅。實施道路使用費。	增加低碳燃料標準。
	低	提供運輸場站業者稅務的補貼。解除美國沿海運送管制。	重整美國的交易政策並提倡鄰近採購。	

Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov..

此文獻也列舉了針對降低能源使用最具影響力的因素及政策，其中，在 2050 年之前，對於貨物運輸需求最有直接影響的因素有：

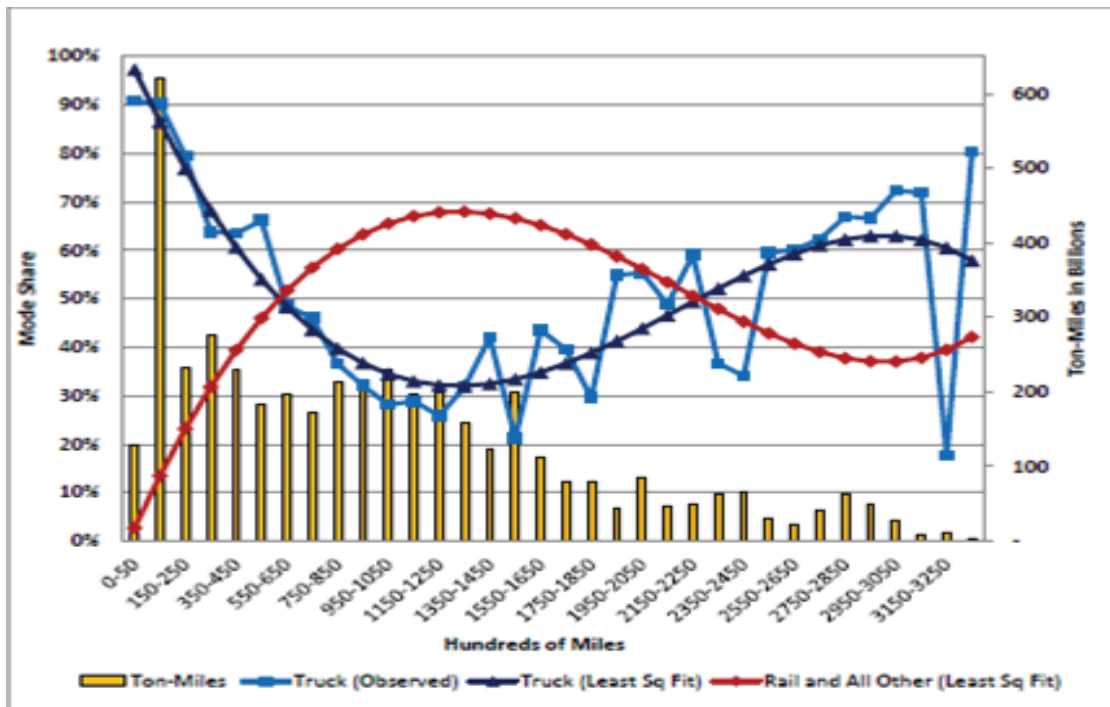
- A. 經濟因素(Economic Factors)：人口及所得、經濟成長率、貿易數量及伙伴、都市化及大型地區的集中；
- B. 物流因素(Logistics Factors)：供應鍊的重建；

- C. 運輸因素(Transportation Factors)：石油可使用量及成本；
- D. 政策及管理因素 (Policy and Regulatory Factors)：卡車引擎的使用效率及溫室氣體(GHG)的排放標準、政府對於貨物運輸基礎設施的公共投資；
- E. 下列美國的公共政策也直接影響了貨物運輸需求：增加重型卡車引擎效率及廢氣排放標準、加強低碳燃油標準、增加貨物運輸基礎設施的公共投資、增加汽車燃料稅、實施道路使用收費(依每英里收道路使用費)、重新檢討美國國際貿易政策、鼓勵美國境內或鄰近地區的物料採買、鼓勵貨物於同一鄰近地區間運送並提供租稅優惠、解除美國沿海運送管制。

此文獻之主要發現有：

- A. 不同的貨物運輸方式有其獨特性，運輸方式從發生運具轉移的機會並不高。
- B. 沒有較大的成本改變或是較強勢的管理規則，不太可能產生不同運輸方式之間的轉移。
- C. 不同政策會對貨物的運具選擇產生影響，可能的政策如下：對油價採取行動(汽車燃油稅的附加)及道路的可及性、管制貨車的營運時間及貨車的尺寸與重量、增加或減少政府投資與營運改善。
- D. 由公路運輸轉換至鐵路運輸將之節能效果最好，因大部分的貨物運輸仍以公路為主，且鐵路與公路有許多相同的路徑但鐵路所需要的運輸能源卻遠較公路少。(每運送一單位貨物所需消耗的能源會依不同的運輸方式而有所不同，以 Btu 來表示運送貨物中每一延噸英里所需消耗的能源，空運為 30 Btu、公路運輸為 4 Btu、水道運輸為 0.5 Btu、鐵路運輸為 0.4 Btu)

附圖 10-1 顯示依運輸距離與延噸英里數各種運輸方式所佔的比例，運送距離在 250~1500 英里間多為公路及鐵路。因此藉由改善貨車、鐵路及水道運輸的燃油效率或可減少能源的使用。距離在 250~750 英里間，也建議多將公路運輸轉移到鐵路運輸。



Source: Cambridge Systematics, Inc., National Renewable Energy Laboratory Freight Energy Analysis Tool, Freight Analysis Framework (FAF) 3.2

附圖 10-1 貨運運輸模式運量占比

2. 貨物運輸運具轉移

相關策略包含：

- A. 增加車輛燃油稅(Increasing Motor Fuel Taxes)：增加柴油稅賦可以增加貨車的使用成本，如此貨物托運者會因為公路運輸的成本增加而將貨物改為鐵路運輸。然根據其他文獻的評估，柴油價格至少需上漲至兩倍才能有效地達到此方案的效果。
- B. 徵收使用費(Charging User Fee)：利用道路收費來增加貨車使用成本，鼓勵托運者將貨物轉移至其他運輸方式。在短距離的貨物運輸中，與公路運輸相比較，鐵路在價格或服務的競爭力都小於公路運輸。因為鐵路運輸在短距離的運送無法達到經濟規模而無法降低其運費。
- C. 增加溫室氣體排放費用或管理(Imposing Greenhouse Gas Pricing/Regulations)：排碳稅的徵收及管理可以有效限制溫室氣體的排放且增加公路運輸及航空運輸的成本，如此可刺激托運者將貨物運輸方式由公路改為鐵路。根據報告中的文

獻顯示，這樣的轉移效果預估在 5% 左右。

- D. 縮短貨車駕駛及服務時間(Reducing Truck Drive Hours of Service)：利用法規限制貨車司機的駕駛時數會增加貨車運送的成本，尤其是長距離的運輸。因此將會導致 2%~3% 的貨物由貨車轉移至火車。
- E. 改變貨車的尺寸及重量限制(Changing Truck Size and Weight Limits)：先前的研究及運輸業者的經驗顯示增加貨車的尺寸及重量將會使貨車的載重增加並提高貨運量，如此一來，將會有一定比例的貨物運輸由鐵路轉移至公路。此篇報告預估開放增加 100,000 磅的貨車重量限制將會導致 5% 的貨物運輸由鐵路轉移至公路。
- F. 重新管理鐵路貨物運送費率及服務(Re-regulating Freight Rail Rates and Services)：重新檢視洲際貨物運輸費率的法規對某些托運人而言可能會降低價格，但也可能增加整體鐵路成本，此報告預估此政策實施將有 10% 的貨物由鐵路轉移至公路。
- G. 投資貨物的鐵路走廊及改善鐵路貨運服務(Investing In Freight Rail Corridor and Service Improvements)：增加鐵路建設的公共投資不僅可以降低運費亦可以改善鐵路運輸服務，預估此政策的實施將可以增加 10% 至 20% 的鐵路運輸。

此報告由機會矩陣表(附表 10-2) 來表示不同的政策方案的實施可能性與運具轉移效果的高低。報告結論顯示有很大的機會可以改善貨物運輸的能源效率，特別是在都市區域裡，但是若缺乏對業者或消費者成本增加的措施，在長距離的貨物運輸裡，要大量轉移運輸方式至高效率運具的可能性並不高。透過政府政策的實施來改變不同運輸方式所佔比例，可以部分地減少全國能源使用及溫室氣體的排放。

附表 10-2 不同的政策方案的實施可能性與運具轉移效果

		貨物運輸轉移到鐵路運輸的潛在模式	
		低	中
實施可能性	高	規定貨物運輸的大小及重量規定 貨物運輸的配送時間 貨運重新制定	使用者付費
	低	燃料稅 溫室氣體的規定	擴大改善鐵道貨運及水路運輸的基礎建設

Source: Cambridge Systematics, Inc.

3. 運輸環境的影響

根據 ” TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES: Effects of the Built Environment on Transportation:Energy Use, Greenhouse Gas Emissions, and Other Factors” 報告內容針對運輸環境建置與相關能源的使用及 GHG 排放間的關係，及對經濟成長與生活品質等因素的影響進行探討。此外，內容也也討論改變土地使用與環境的建造是如何減少運輸能源的使用，以及政府政策對環境建造可能的影響。

幾項重要發現，如下：

- A. 較高的密度、土地混和使用與步行可及範圍等特性能可有效降低汽車使用與能源使用。
- B. 環境建造的改變可以減少美國運輸能源的使用與溫室氣體排放，幅度會由目前的 1%增加到 2050 年的 10%；相當於需要減少都市地區小汽車 16%至 18%的使用。
- C. 透過資金投入的刺激與民眾自願參與土地使用的規劃能有效減少運輸能源的使用。
- D. 環境建構與運輸系統及旅遊間的關係是非線性且互相影響。網路基礎模式(network-based model)為最適合評估這些關係的方法。

這篇報告的發現也影響美國 National Renewable Energy Laboratory (NREL) 與 DOE 開始發展一個國家層級的評估工具，進行不同都市形成的方案對運輸能源與溫室氣體排放影響評估。報

告歸納出環境建構與運輸的關係的四項關鍵因素：

- A. 密度(Density)：每平方英里的人口數或工作數；
- B. 多樣性 (Diversity)： 固定地區不同土地使用方式種類；
- C. 設計 (Design)：地區環境對非汽車使用的友善程度；
- D. 目的地的可及性 (Destination Accessibility)。

報告亦針對關鍵因素進行運具使用與能源消耗減量效益範圍之評估：

- A. 密度：較高的密度可貢獻較多短程的旅次，進而使大眾運輸及非汽車化環境更可行。社區人口密度在每平方英里 4000 至 10000 人為最可減少汽車使用的社區密度。密度高之社區約可減少 20%至 40%之延車英哩(VMT)。
- B. 多樣性、設計、及目的地的可及性：多樣性與設計兩個因素對於交通運輸的影響並不顯著，這兩個因素一般而言共可減少 5%至 10%的延車英哩(VMT)。儘管許多文獻探討環境建造對交通運輸的影響，專家仍認為環境建造對交通使用行為的影響程度仍遠不及收入、人口數及個人偏好等因素。

綜合而言，文獻研究顯示土地使用改變可以減少約 0.6%運輸部門 GHG 排放，並於 2050 年可以達到 10%(附表 10-3)。此外，美國政府相關單位持續整合並刺激土地使用、運輸規劃與聰明成長 (smart growth)。政府政策改變土地的使用透過資金投入的刺激可以顯著達到上述減少能源使用的效果。機會矩陣表(附表 10-4) 表示出不同策略的環境建造對減少運輸能源使用的影響，顯示擴大現有的政策如稅費補貼、設計及技術上協助有較高的可行性，但效果回報較低；房屋貸款利息減免或訂定房屋規劃要求等方案對於社區的行成會有較大的影響，但實施難度高。

儘管有專家不同意藉改變土地使用能改變不同社區或地區對交通行為；但仍有證據顯示改變環境的建構如較高居住密度、混合使用及建設可步行距離範圍的社區，長期而言對於減少運輸能源使用及溫室氣體排放有顯著的效果。

附表 10-3 土地使用的改變對美國溫室氣體排放影響

	Transportation Research Board (TRB 2010)	Rodier (Rodier 2009)	Cambridge Systematics, Inc. (EPA 2003)	Ewing (Ewing et al. 2007)
2050 年市區小客車所減少的延車英里	1%-11%	Median 16% (range 3%-28%)	1.7%-12.6%	12%-18%
2050 年佔美國運輸部門溫室氣體排放程度	0.6%-6.5%	N/A	2.0%-3.4%	7%-10%

Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov..

附表 10-4 不同策略的環境建造對減少運輸能源使用影響

聯邦政府的權限	潛在效益		
	低	中	高
高	針對大眾運輸的發展給予資金的支持及稅率上抵免	對大眾運輸基礎設施資金技術的援助	消除大眾運輸基礎設施資金抵押貸款利息
中	對當地有效的抵押	規定區域	
低			規定當地的計畫及區域的劃分

Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov..

4. 旅次減少與節能駕駛的影響

附表 10-5 整理了政府相關鼓勵旅運的減少及更有效率的駕車行為的措施以減少能源使用的機會。

附表 10-5 旅運的減少及更有效率的駕車行為之相關措施

聯邦政府權限	潛在效益 ^a		
	低(<0.5%)	中 (0.5%-1.0%)	高 (>1.0%)
高	減少空間	運輸的改善 非機動車的改善	定價(延車英里或碳費 carbon fee)
中	舉辦教育及宣導活動傳達即時交通資訊	定價 (擁擠程度) 通勤者的選擇	定價 (保險使用者付費) 環保駕駛強制限速度
低	停車控管	規劃遠距工作	

^a Percentage shown for each column is an estimated range of energy or GHG reductions expressed as a percentage of total on-road energy and GHG. Strategies shown in italics are those in which a federal agency is currently taking an active role in working to implement.

Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov..

報告中建議以下策略：

- 道路使用費，包括徵收每延車英里(VMT)的道路使用費、徵收燃油及排碳稅、徵收道路擁擠稅、過路費、使用者付費(pay-as-you-drive PAYD)；
- 改善大眾運輸，包括擴大投資、促銷與服務改善；
- 非汽車使用基礎設施的改進；
- 增加停車費與停車管理；
- 減少工作旅次的距離；
- 遠距或在家上班；
- 汽車共乘/共享；
- 從事教育與市場活動；
- 即時大眾運輸與複合運輸(轉乘)資訊；
- 即時交通與停車資訊；
- 節能開車與車輛保養資訊；
- 減少車輛空轉/怠速；
- 降低行車速限。

此篇報告估計每一項策略對於交通能源使用及溫室氣體排放可以減少 1%以上，而結合不同策略並同時實施時預估可以在 2030 年減少 7%至 15%。短期而言，價格策略最被廣泛應用也最具效用。以長期的觀點而言則需要土地使用、大眾運輸、非汽車環境的改善等方法並結合道路費用徵收策略才會有顯著的效果。各項措施之減量效益如附表 10-6 所示。

附表 10-6 不同策略整合產生的減量影響彙整

來源	影響	準則	涵蓋策略
This study, based on information in U.S. DOT (2010c)	7-15%	在 2030 年 On-road energy or GHG emissions in 2030	All strategies discussed in this report (see Table ES.1)
Cambridge Systematics (Urban Land Institute 2009)	3-11%	Surface transportation GHG emissions in 2030	Various bundles at “aggressive” levels of implementation
Greene, Baker, and Plotkin (2011)	1-8%	Light-duty VMT in 2035	Road user tax, carbon tax, PAYD, trip planning/route efficiency, ridesharing
ICF International (EPA 2011b)	3%	Light-duty vehicle GHG emissions in 2030	Transportation-demand management, transit, parking fees, mileage fees, land use
International Energy Agency (2005)	19%	On-road fuel savings in 2030	Transit, carpooling, telecommuting, compressed work week, eco-driving at very aggressive levels of implementation

a Rounded to the nearest percent

Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov.

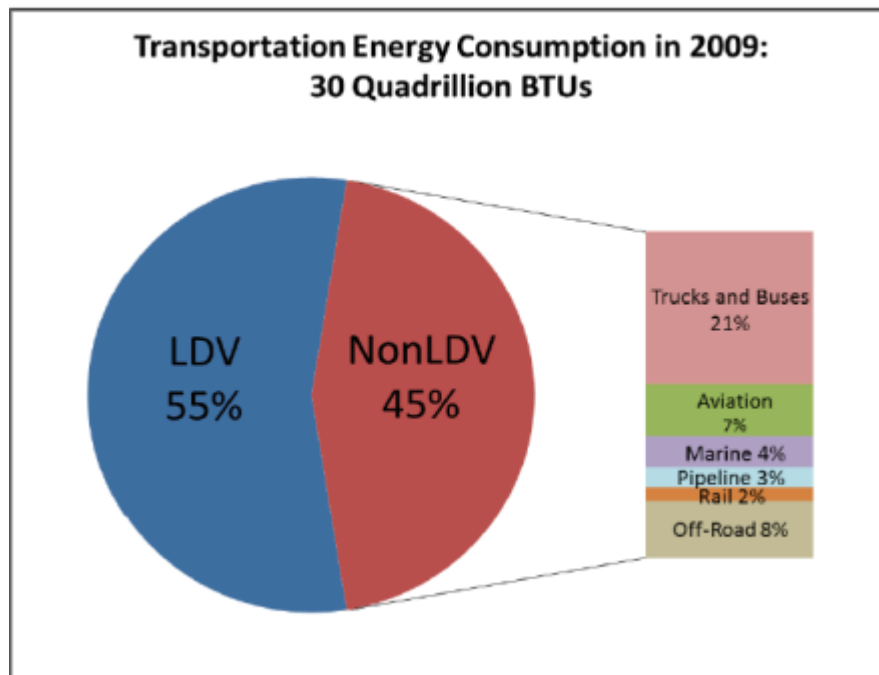
報告中也闡述許多策略如汽車共乘，員工遠距上班(在家上班)及教育人民如何更有效率的開車方法與觀念都已進行中。政府在其中仍扮演了非常重要的角色，許多方案需要政府資金的挹注進行推廣與投資，才能得到明顯的效果。改變人們對運輸能源的使用以及溫室氣體的排放可以顯著影響減少對能源的使用及減低交通擁擠程度。然而，改變大眾的旅運行為及大眾對強制的收費方法法令的管制的接受程度仍有很大的挑戰。這些都是政府當局需要努力去克服的議題。

5. 提升非小型車輛運輸的能源效率

根據 ” TRANSPORTATION ENERGY FUTURES SERIES:

Potential for Energy Efficiency Improvement Beyond the Light-Duty-Vehicle Sector” 報告指出多項的方法如新科技、替代能源及運輸政策的實施可以有效減低運輸相關能源的使用並降低溫室氣體排放及汽油的使用。2009 年美國運輸能耗報告顯示(附圖 10-2)，小汽車及小貨車 (Light-duty vehicles LDVs) 佔能源使用的 55%，而中、大型車輛、巴士、飛機、海運、大眾運輸、及管道運輸等非小型車輛

(non-light-duty vehicle, non-LDV)則佔了其他的 45%。



Source: Davis et al. 2011

附圖 10-2 運具能源的消耗

非小型車輛探討的文獻較少，且該報告中發現非小型車輛在能源效率的技術上及操作上仍有很大的改善空間。此報告將非小型車輛分為三部分：公路、非公路及路外設施。在公路部分包含中、大型貨車及巴士，非公路部分包含航空、海運、管道及鐵路。路外設施包含建造、農業、森林、工業及維護草坪設施。

A. 貨車方面

貨車佔了近一半所有非小型車輛的能源使用量，2007 美國境內有 70%的貨物是經由貨車所運送。經由新的科技應用，於 2050 年時可使中、大型貨車的能源使用降低 25%~50%，而目前成本效益比最高的方法是將中、大型貨車使用低滾動摩擦的輪胎。

此外，熱能回收技術也使貨車引擎效率有效提升，根據空氣力學重新設計的貨車車頭已可使貨車在長途高速行駛時節省許多燃油的消耗。其他科技如油電混和引擎及貨車車身輕量化，也都提供更好的燃油效率，然而這些科技的成本卻相對偏高。

附表 10-7 列出了各項方法的成本效益分析。舉例而言，以每

降低 1% 能源使用所需的成本而言，重型貨車變速箱系統與車身套件的更新是更換低阻力輪胎的 2.5 倍。因此整體而言重型貨車在所有新的節能技術上總花費的成本效益比為每加侖 1.09 美金。

附表 10-7 貨車各項改善方法的成本分析

改善 (成本效益排序)	成本 (relative to tire replacement)
低阻力寬型輪胎	1.0
變速箱和傳動系統的改善	2.5
牽引機和拖車空氣動力的改進	3.2
引擎的改善，包括低速檔位循環	3.5
混合動力減少閒置	7.7
透過替代材料來減少重量	33.0
總收支燃料價格 (based on 7% discount rate and 10-year life)	\$1.09/gallon

Source: NAS 2010

就中型貨車而言，中型貨車與重型貨車在使用上會有些許的不同，如中型貨車的運送距離會比較短，較有機會在城市中穿梭，因此會有更多的停止與啟動 (stop-and-go driving)。油電混和引擎會更適合中型貨車使用。整體而言中型貨車在所有新的節能技術上總花費的成本效益比為每加侖 4.17 美金，如下附表 10-8 所示。

附表 10-8 中型貨車在所有新的節能技術上總花費的成本效益

改善 (成本效益排序)	成本 (relative to tire replacement)
低阻力輪胎	1.0
變速箱和傳動系統的改善	4.5
空氣動力的改善	5.4
併列式混合動力	6.7
引擎的改善	9.3
透過替代材料來減少重量	11.9
總收支燃料價格	\$4.17/gallon

Source: NAS 2010

B. 空運方面

在 2009 年，航空運輸佔了所有非小型車輛燃油使用的 16%。以美國境內而言航空用油國內線佔 80%，而國際線佔 20%，長期

而言透過飛機新的科技應用航空運輸能源使用有潛力可以降 50% 至 65%。然而整體而言飛行器在所有新的節能技術上總花費的成本約為每桶(barrel) 73 美金。

C. 海運方面

海運有 80%是使用於國際貨物運輸，透過更好的船身設計、引擎改進、熱能回收、風及太陽能利用等，許多報告評估海運希望能在 2050 年達到至少可以降低 25%的能源使用。

D. 鐵路方面

鐵路為最具能源經濟的運輸模式，但仍然還是有需要改進的部分如柴油引擎的改進與油電混和動力的引進。另外以可已透過電子控制系統的改善如電子控制煞車系統(electronically controlled pneumatic, ECP)與正向列車控制系統(positive train control)以降低能源的使用。報告評估鐵路運輸預期能在 2050 年至少降低 35%的能源使用。

E. 路外設施

在 2009 年，路外設施的能源使用佔了所有非小型車輛燃油使用的 17%。此報告也預估可在 2050 年降低 15%至 18%的能源使用。

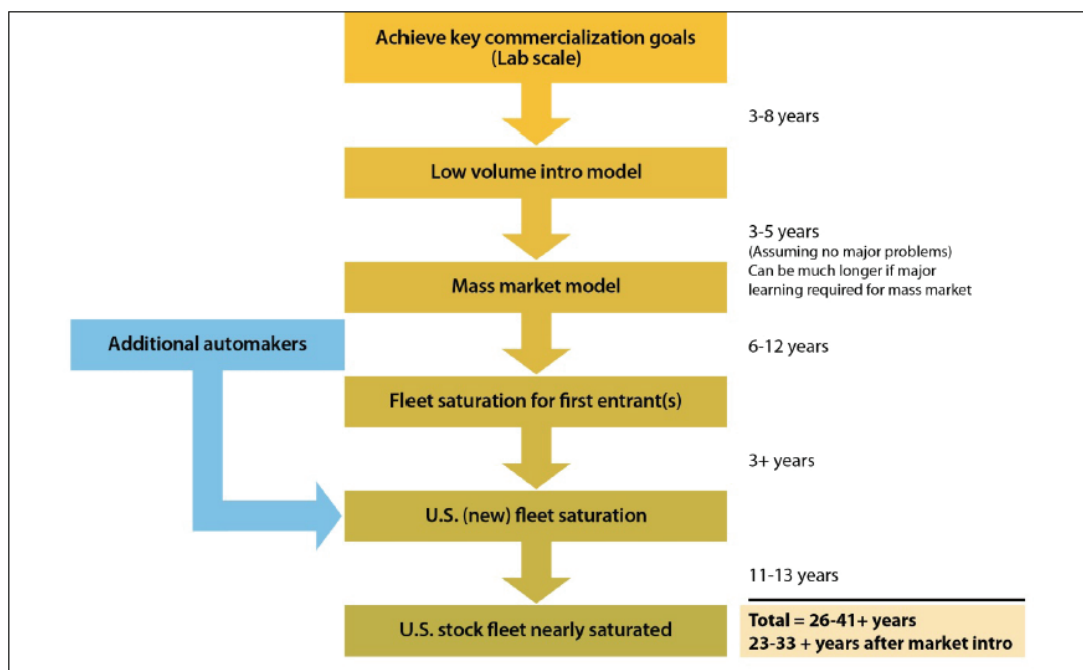
6. 小型車輛的技術發展趨勢

新汽車科技引進所需要時間如附表 10-9，所需時間代表小型汽車新的科技引進至市場飽和的時間。而小汽車新技術的推出至市場飽和的過程則如附圖 10-3 所示。

附表 10-9 新汽車科技引進所需要時間

發展階段	階段所需時間
在實驗達成商業化的階段	
低產量引進階段	3–8 years
市場規模階段	3–5 years
初次滲透車隊市場	6–12 years
新的車隊生產業者進入	3+ years
車隊接近飽和	11–13 years
Total	26–41+ years, 23–33+ years after market intro

Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov.



Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov.

附圖 10-3 小汽車新技術的推出至市場飽和的過程

在資金投入評估方面，此研究建議使用決策樹的分析方法，分析者須估計總資本的投入、變動成本、主要投資的潛在回收效益以及投資的時間點。此外，分析者亦須評估各可行方案所可能產生各個結果的機率，且預測對新科技需求投資失敗的機率為何。在「最好或是最有可能方案」及「歷史經驗產業回報率」中從商業的角度判斷某一方案是否值得投入大量資金。主要是希望利用此機制評估各種投資方案，並專注於最重要的決策，評估不同方案真正的目標、目標風險的管理及降低投資風險。

7. 小型車輛購買的非成本障礙

不同類型的非成本障礙彙整如附表 10-10，表中由嚴重程度來排序，並且列出政府可能採行的對策，每一個非成本障礙此研究都有計算出一效益成本 (Effective Cost)，如果益本比超過 10000，則表示不鼓勵消費者購買。同時，此篇研究報告也考慮了下列政策：

- A. 提供潛在消費者體驗新車試乘
- B. 提供大眾更擴大範圍的服務及資訊宣導
- C. 擴充汽車充電或加油的基礎設施
- D. 建立一套科技的標準

附表 10-10 不同類型的非成本障礙

非成本障礙	成本效益	政府因素	可能的政策	潛在有效的政策	有挑戰性的政策
限制駕駛、限制燃料、充電站及充電時間	\$1,000 到 \$10,000	車輛的範圍，包括駕駛流動性的需求、家用充電和加油，駕駛的時間價值，可用的替代品	鼓勵建置更多的充電站 體驗計畫（試乘、租賃）	假設建置更多充電站，可能的有效性有效可能性	高成本駕駛
不熟悉、利益的不去定性及資訊缺乏	\$100 到 \$10,000	新技術的普遍、使用者的偏好	商標、訊息及擴大方案	有效性	符合使用者政策、長期政策
支持者與反對者對新汽車科技所帶來的不同認知	-\$1,000 到 \$10,000	社交和行為因素	訊息及擴大方案	有效可能性	符合使用者政策、長期政策
缺乏足夠的技術標準	可能性 >\$1,000	新技術的成熟度、潛在的不兼容問題或安全問題	測試及開發標準	有效性	技術和未來的商業模式、測試和標準化的工作
限制汽車品牌	\$100 到 \$1,000	消費者偏好、製造及設計模式	研發模式	限制	公共政策的作用
規定	較少的	要求或限制先進技術的車輛	*	*	*

Source: U.S. Department of Energy (2012), Transportation Energy Futures, eere.energy.gov.

報告中有下列重要的發現：

- A. 非成本障礙會因素很顯著地使消費者不願意購買先進技術的車輛；
- B. 針對每項非成本障礙所計算的效益成本都是基於調查的結果、銷售及經濟資料，因此此模式有高度的不確定性；

- C. 某些政策或方案似乎有降低非成本障礙的可能，然而使用現有可行的資訊仍有相當困難去量化不同政策或方案所產生的影響；
- D. 為了改善現有的評估，當新汽車科技進入市場時，實有需要針對消費者行為及大眾的態度進行研究。

二、美國與我國節能減碳政策比較

依據 A-S-I 政策類別，本研究針對美國運輸部門節能減碳政策與我國國家節能減碳總行動方案中運輸部門相關政策進行比較，如附表 10-11 所示。

附表 10-11 A-S-I 策略比較

A-S-I Strategy	Strategy	Estimating Payoff
Avoid	美國能源部計畫案 Transportation Energy Futures Series	
	PAYD Insurance (Mandatory)	2.5% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	VMT Fee – \$0.02-\$0.05/Mile	1.0%–2.5% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Congestion Pricing	0.5%–1.1% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Non-motorized Improvements	0.3%–0.8% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Parking Management	0.3% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction
	Work Site Trip Reduction/Employee Commute Options	0.2%–1.1% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Telework and Alternative Work Schedules	0.9%–1.1% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Ridesharing and Vanpooling	0.1%–2.0% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Carsharing	0.1%–0.2% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Educational and Marketing Campaigns	0.3%–0.5%+ Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Real-Time Transit and Multimodal Information	Unknown
	Real-Time Traffic and Parking Information	0.1%+ Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Eco-Driving and Maintenance	1.1%–5.0% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Idle Reduction	0.1%–0.4% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Speed Limit Reduction/Enforcement	1.7%–2.7% Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction by 2030
	Change in Land Use <i>The Growing Cooler</i> study (Ewing et al. 2007)	reduce total U.S. GHG from transportation sources by 7% to 10% from forecast levels by 2050, or urban VMT by 12% to 18%. (註 1)
	Change in Land Use <i>The Moving Cooler</i> study (Urban Land Institute 2009)	2%–3.4% Percentage of Transportation Energy/GHG Reduction by 2050 (註 2)
	Change in Land Use TRB Special Report 298 (TRB 2009)	0.6%–6.5% Percentage of Transportation Energy/GHG Reduction by 2050 1%–11% reductions in urban light-duty VMT(註 3)
Avoid	「國家節能減碳總行動方案」101 年度工作計畫	
	健全溫室氣體管理法規體制	無資料
	低碳能源系統改造	當年度減量貢獻 176.92 萬公噸 CO ₂ 基準年度減量貢獻 1587.4 萬公噸 CO ₂ 2020 年目標減量貢獻 3518.07 萬公噸 CO ₂ 2025 年目標減量貢獻 4696.21 萬公噸 CO ₂ (註 10)
	打造低碳社區與社會	當當年度減量貢獻 46.63 萬公噸 CO ₂ 基準年度減量貢獻 274.91 萬公噸 CO ₂ 2020 年目標減量貢獻 749.94 萬公噸 CO ₂ 2025 年目標減量貢獻 965.98 萬公噸 CO ₂
	營建綠色新景觀與普及綠建築	當當年度減量貢獻 42.87 萬公噸 CO ₂ 基準年度減量貢獻 269.89 萬公噸 CO ₂

		2020 年目標減量貢獻 905.59 萬公噸 CO ₂ 2025 年目標減量貢獻 1443.69 萬公噸 CO ₂
	擴張節能減碳科技能量	無資料
	節能減碳公共工程	無資料
	深化節能減碳教育	當當年度減量貢獻 5.71 萬公噸 CO ₂ 基準年度減量貢獻 40 萬公噸 CO ₂ 2020 年目標減量貢獻 100 萬公噸 CO ₂ 2025 年目標減量貢獻 150 萬公噸 CO ₂
	強化節能減碳宣導與溝通	當當年度減量貢獻 1.99 萬公噸 CO ₂ 基準年度減量貢獻 15.22 萬公噸 CO ₂ 2020 年目標減量貢獻 31.18 萬公噸 CO ₂ 2025 年目標減量貢獻 41.15 萬公噸 CO ₂
Shift	美國能源局計畫案 Transportation Energy Futures Series	
	Transit Improvements	0.4%–1.1% (2030) and 0.6%–2.0% (2050) Percentage of On-Road Energy/GHG Reduction
	For freight: Increasing Motor Fuel Taxes or Adding GHG Pricing	Diesel prices would have to nearly double to increase rail tonnage by the equivalent of about 1% in the current total freight rail tonnage.
	For freight: Charging User Fees	Truck-to-rail mode shifting potential associated with such charges is low, because only a small fraction of truck trips would be long enough with high enough tolls to encourage diversion would shift trucks to non-tolled roads.
	For freight: Reducing Truck Driver Hours of Service	Without a strong safety justification, reducing hours of service further will be difficult politically, and the effect on truck-to-rail diversion is judged to be similar to a motor fuel tax increase.
	For freight: Changing Truck Size and Weight Limits	Increasing allowable truck sizes and weights on Interstates and major state roads would divert freight from rail to truck. This report estimates that allowing a nationwide increase truck size and weight, permitting 100,000-pound trucks on all Interstate routes might result in 5% of tonnage shift in rail to truck shipments. Decreasing truck size and weight would have the reverse effect. There are no readily available estimates of the effects of a decrease on modal share.
	For freight: Re-regulating Freight Rail Rates and Services	Regulation would reduce prices for some shippers, but also reduce railroad profitability and access to capital for rail-line refurbishment and expansion.
Shift	For freight: Investing in Freight Rail Corridor and Service Improvements	This report estimates that a major program to expand capacity and improve service to levels to make freight rail more competitive with trucking could increase rail tonnage by 10-20%.
	「國家節能減碳總行動方案」101 年度工作計畫	
Shift	建構綠色運輸網路	當年度減量貢獻 33.3 萬公噸 CO ₂ 基準年度減量貢獻 191.63 萬公噸 CO ₂ 2020 年目標減量貢獻 426.26 萬公噸 CO ₂ 2025 年目標減量貢獻 603.86 萬公噸 CO ₂
Improve	美國能源局計畫案 Transportation Energy Futures Series	
	Trucks improving(註 4)	The maximum improvement potential for trucks is estimated as 50% by 2050.
	Aviation(註 5)	The maximum improvement potential for aviation is estimated as 65% by 2050.
	Marine(註 6)	The maximum improvement potential for international marine is estimated as 75% by 2050. Options for decreasing inland marine energy intensity include improved engines; better barge, tug, and vessel designs; and operational improvements. Better engine designs and operational improvements would contribute the most. The maximum improvement potential for inland marine is estimated to be

		30% by 2050.
	Pipelines(註 7)	The maximum improvement potential is estimated to be 20% by 2050.
	Rail(註 8)	The maximum improvement potential is estimated to be 35% by 2050.
	Off-road(註 9)	The maximum improvement potential is estimated as 18% by 2050.
Improve	「國家節能減碳總行動方案」101 年度工作計畫	
	營造低碳產業結構	當當年度減量貢獻 123.86 萬公噸 CO ₂ 基準年度減量貢獻 954.28 萬公噸 CO ₂ 2020 年目標減量貢獻 1750.22 萬公噸 CO ₂ 2025 年目標減量貢獻 2069.56 萬公噸 CO ₂

註 1：The *Growing Cooler* estimates were based on very aggressive land-use changes, with a range of 60% to 90% of new development between the time of the study and 2050 located in compact neighborhoods where vehicle travel is reduced by 20% to 40% (with an average of 30%) compared to conventional development.

註 2：Moving cooler study assumes 90% of new development would occur in compact, walkable neighborhoods with gross densities of at least 4,000 ppsm (2009).

註 3：This is based on 25% to 75% of new residential development taking place at double the average density of new acres developed between 1987 and 1997.

註 4: Low- rolling-resistance tires; better aerodynamics; turbo compounding and other waste heat recovery technologies; engine improvements; high-efficiency transmissions and drivelines; hybrid power trains; increased use of lightweight materials; and plug-in electric power trains for short range delivery operations.

註 5: Options for future energy efficiency improvements in this mode include better engine and propulsion designs, more aerodynamic body designs, and weight reduction. These include near-term improvements to turbofan engines and advanced open rotor engines, and improved airframe designs such as winglets and riblets, as well as longer-term options, such as the blended wing body and increased wingspan

註 6: Potential energy efficiency improvements to the international marine mode include improved engines, improved driveline, better vessel designs, use of accessories that tap wind and solar energy, and operational improvements. Engine and driveline options include higher efficiency engines, diesel-electric power trains, better thermal management, and improved propellers. Vessel design options include larger vessels; better hull and super structure designs; improved bows and bow thrusters; and weight reduction measures. The operational improvements include reduced speed, voyage planning, fleet management, increased load factor, reduced port time, and cold ironing.

註 7: This includes improved power plant, high-efficiency compressors, better compressor bank designs, and optimization of the batch sizes.

註 8: This includes more efficient diesel engines; better configuration of locomotive power trains; improved rail car aerodynamics; more efficient truck (wheel assembly) design; ECP brakes; rail and wheel lubrication; reduced idling times; and positive train controls. Two locomotive options, Genset and hybrid, would also improve energy intensity. Genset locomotives improve energy intensity in selected operations. The hybrid option most likely would be limited to yard operations.

註 9: Most equipment is powered by internal combustion engines fueled by diesel and gasoline. The equipment sub-sector would benefit from ongoing research in internal combustion engines.

註 10: 當年度係指 2012 年(民國 101 年); 基準年係指 2005 年(民國 94 年)

附錄 11

國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢

國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢

本附錄彙整近來能源、經濟與運輸評估模型之最新發展，並依觀察結果區分為(1)間斷選擇模型與 CGE¹模型整合；(2)家計部門生產函數的應用；(3)交通建設的經濟效益評估；(4)所得分配與社會福利分析等 4 項主題說明相關研究發展重點。

一、間斷選擇模型與 CGE 模型整合

CGE 模型建立在個體最適化決策行為之假設上，並在市場機制運作下確保整體機制之一致性。基於這些理論基礎，使 CGE 模型特別適用於事前的政策影響量化評估。雖然個體最適化決策為 CGE 模型基本假設，但整體概念乃以「代表性個體」做為描述對象，其間如何由經濟個體決策加總為代表性個體行為，則從未被討論。另一方面，完全由模擬個體行為角度出發的研究方法，在 1970 至 1980 年代相當受到歡迎，這類方法重視行為個體之異質性，因此實證研究通常極度仰賴豐富的個體資料，但無論資料如何豐富，因研究對象與重點不同，此種研究方法僅能侷限於討論部分均衡現象。因此 Magnani and Mercenier (2009)嘗試整合兩種方法論，首先運用間斷選擇 (discrete choice) 模型推估異質個體的選擇行為，再將推估結果透過固定替代彈性(constant elasticity of substitution, CES)函數加總為代表性個體²，藉此連結部分均衡之個體模型與可計算一般均衡模型，如此做法的用處在於可將不同屬性的群體，如所得分配與公平問題，凸顯各群體之選擇行為特性。該文主要探討勞動市場供給問題，間斷選擇問題分為兩階段，第一階段決定工作或不工作，若選擇工作，第 2 階段必須決定工作領域，這是一個多項式羅吉特巢狀架構，藉由豐富的個體資料，可證明所有個體決策的總和將與代表性個體由連續的巢狀 CES 效用函數求得之最適時間配置相同，後者正是 CGE 模型的標準設定。

另一個運用相同模式者為 Truong and Hensher (2012)，該文認為間斷選擇模型分析重點並不在於需求總量，而在於不同選項間之相對比重或替代的特性，相反地連續型的需求模型則聚焦於不同「群」商品間的替代特性並

¹ 「可計算一般均衡(Computable General Equilibrium, CGE)模型」

² 該文之所以可透過 CES 函數加總個體行為，主要依據 Anderson, et al. (1992)之研究結果。

可反映所得效果。基於兩種研究方法本質上互補的差異與特性，該文運用空間 CGE 模型的架構，在一致性的理論基礎下，針對運輸部門建構間斷選擇模型，同時以連續型需求模型描繪部門間互動。雖然間斷選擇模型使用「個人」資料進行估計，但只要能估得顯著的估計量，便可利用估計結果推算總體或「代表性消費者」的需求，早自 McFadden and Reid (1975)便如此運用。

整合間斷選擇模型與連續型需求模型有兩種方式，其一由個人資料建立間斷選擇模型，並預測個人的選擇機率，再將個人的選擇依其機率加總為整體的連續性需求；其二則由代表性個體資料推估連續型需求模型，再預測假設性個人之選擇機率，藉此推算市場份額。無論由何種方式切入，欲整合兩種方法亦存在限制。

「需求」指多重選擇後的結果，它可能由許多個人的選擇結果所組成，個人的選擇結果是確定的，即使這樣的選擇一開始可能會因為不同場合不同時點而有不同偏好，但一旦決定了，選擇的結果便只有一個；需求也可能是由代表性的個體在面對不同場合與時機時，帶有或然率的一種偏好。因此「需求」是一組連續的數字，而「間斷選擇」則是單一時點的單一決策，與其說間斷選擇是需求，不如將之視為偏好水準來得更妥切。

為了達到最適的需求決策，通常須在滿足預算限制下在不同「商品」間做取捨，這樣的邊際條件範圍是廣泛的，而非針對特定商品的「特徵」在極細微的差異間做取捨。因此間斷性選擇模型更適用於在商品總需求給定的情況下，針對不同商品特徵進行選擇，至於商品總需求如何在預算限制考量下做決定，則由間斷選擇模型外部先行決定。

Anderson et al. (1989)提到，間斷選擇模型與連續型需求模型存在根本上的差異，前者假設個別消費者只購買一單位商品，後者假設消費者會花費部分所得購買眾多商品(消費可能經過一段時間或經由多次購買行為達成)，只有當分析對象為代表性個體行為或資料屬性經過某些加總時，間斷性選擇模型才等同於連續型需求模型。

雖然間斷選擇模型與連續型需求模型存在根本上的差異，但「需求」仍是眾多選擇中「最適」的那一組，但「選擇」只有在滿足以下條件時，才能成為最適：(i)限制條件必須適切予以設定，並與需求模型一致；(ii)偏好為已知並可加以衡量，不僅要考慮價格與所得等市場因素，還須將個人的人文

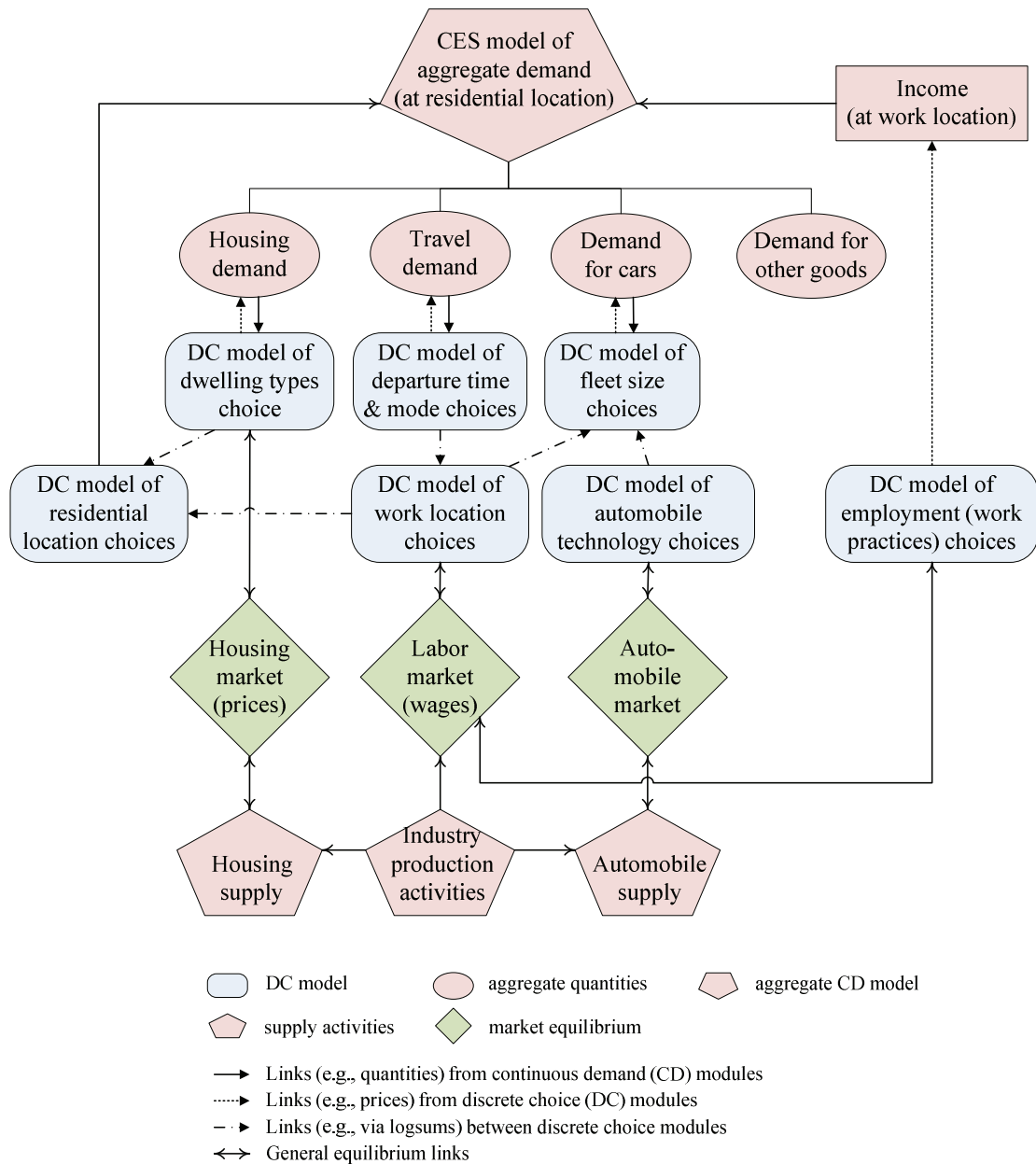
社會特質、商品品質與特徵等納入考量。

Truong and Hensher (2012)在一般均衡架構下連結間斷選擇模型與連續型需求模型之關聯如附圖 11-1 所示，在傳統一般均衡模型中，可藉由連續型最適化決策決定對住宅、運輸、車輛、與其他商品之總需求，以及相關產業之總供給，在給定總需求下由間斷選擇模型決定住宅型態、住宅與工作區位、運輸時間與模式、車輛技術、工作時間等細節，再經過價格指數的計算，與商品市場總供給決定均衡之價格與數量。

二、家計部門生產函數的應用

在 19 世紀工業革命對世界經濟產生的巨大影響後，家計自給自足的生產與消費模式逐漸隨著經濟發展而消失。時至今日，即使已高度發展的經濟體，未支薪的家庭勞動者與生產單位在經濟體系總勞動力中仍占有舉足輕重的比重。有鑒於此，部分研究人員重新思考家計單位為提供自身消費所產生的商品與服務，其價值是否應計入所得帳中。

自 Becker(1965)、Lancaster(1966)、Muth(1966)等人一系列與家計生產函數相關的文獻發表後，1960-1970 年代探討資源與時間投入的新消費理論已成為經濟理論的一部分。新消費理論強調的是，由市場上購買的商品或服務，其本身並非效用的直接來源，這些商品與時間同時被視為一組「投入」，用來為消費者自己生產具備某種「特徵」的商品，而這個特徵商品才是產生效用的來源。因此在新消費理論中，消費者同時面對時間與所得的限制，在這些限制下求取福利的最大，而帶來效用與福利的，則是由自己生產後的特徵商品。



資料來源：Truong and Hensher (2012)。

附圖 11-1 Truong and Hensher (2012)一般均衡架構下之間斷選擇模型連結

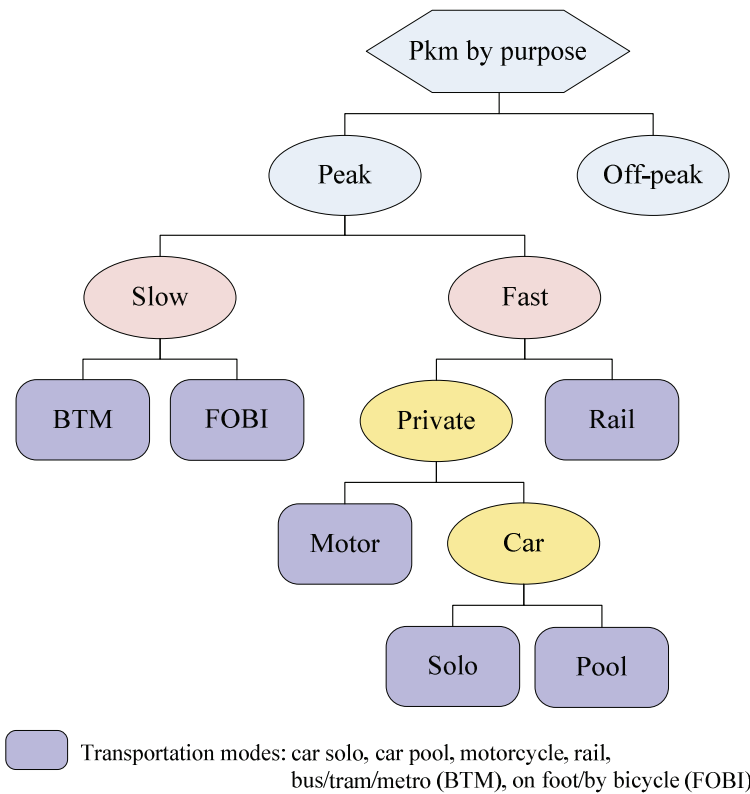
生產性家計模型的概念顛覆傳統上將家計行為認定為單純消費者的模式，使得家事服務、旅行時間、非勞動所得等機會成本得以進一步計入所得範疇。新消費理論自 1970 年代之後，被廣泛的運用在健康、消費、勞動供給、家事服務、以及運輸需求等領域。發展至今，在健康與家庭照護領域，家計生產概念為非勞動所得與價值衡量提供良好立論基礎，相關研究包括 DaVanzo(1990)、Staudigel(2012)、Sanglimsuwan(2012)、Kutty(2008)、

Akanda(2012)等。另外如 Huffman(2010)探討外食消費習慣，Pollak(2011)分析個人與家庭對於時間配置之差異與交互影響，Frazis(2006)則說明傳統以貨幣衡量所得將忽略家庭生產的角色，而家庭生產所創造的價值與所得可能改善所得分配不均的現象。

在運輸領域，家計生產函數主要用於闡述個人或家庭為了提供自身運輸服務，除了直接購買公共運輸服務外，亦可透過投入車輛、燃料、時間以及其他必須的運輸成本，為自己生產運輸服務。多年來亦有部分文獻運用此概念進行研究，例如 Binswanger(2004)說明在考量時間最適配置的情況下，花費旅行時間越少的運輸技術越進步，並不一定能減少能源耗用，當時間的機會成本很高而能源價格很低時，反彈效果很可能使人們寧願選擇高耗能但省時的運輸方式；Hayashiyama(2009)則運用家計生產理論衡量環境品質改善對娛樂效益的影響，以改變傳統上運用運輸成本法衡量顯示性偏好的做法並避免其設定上容易產生的問題；Steenbergen(2011)同樣利用家計生產函數說明如何在給定私人運輸總運量需求情況下，尋得運輸成本最小的運輸模式組合，該文之家計生產巢狀結構如附圖 11-2 所示。

家計生產函數在氣候變遷與環境議題的運用上，更顯現其重要性。由於帶有外部特性之環境財，通常無法藉由市場衡量其數量與價格，但環境品質等非市場財貨卻直接影響家計效用進而改變其決策(包括居住區域、運輸方式、能源使用等)。Smith(1991)即提到取得非市場環境商品的難易度將影響家計生產服務的價格，亦即在家計為自身生產服務過程中，可能為了取得環境商品而捨棄部分其他市場商品，進而導致其他市場商品需求的變化。

Maddison, et al. (2011)即利用日本 51 個城市的重覆橫斷面資料(repeated cross sectional data)與近似理想需求體系(almost ideal demand system, AIDS) 模型，針對氣候因素是否為家計生產函數中的重要投入進行實證分析，並藉此衡量氣候對家計生活成本的衝擊。由於環境或氣候因子的價值通常不容易衡量或觀察，在該文的家計生產函數與商品需求函數中，透過比例調整方式將氣候因子帶入，其設定方式如下：



資料來源：Steenbergen(2011)。

附圖 11-2 Steenbergen(2011)家計運輸生產函數之巢狀結構

$$q = mq(p_1 m_1, p_2 m_2, \dots, y)$$

$$u = u(q_1/m_1, q_2/m_2, \dots)$$

$$m = m(z) + \sum \eta z$$

其中 q 為商品需求向量， $q(\cdot)$ 為需求函數， p_i 為商品 i 之價格， u 為效用， m 為調整比例向量， z 為氣候因子向量。該文中考慮的氣候因子包括年均氣溫與降雨量。

三、交通建設的經濟效益評估

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。

交通建設除了期初投資帶動的經濟活絡，就長遠角度其對於經濟的貢獻仍在於所能提供的運能及交通流量順暢的服務特性，良好的交通狀態除了節省產業生產與家計消費的成本，更能因運輸時間的節省，間接提升產業生產力。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：

$$\tau_{l,m} = \tau_{l,m}^0 (1 + 0.15(g_{l,m}/CAP_{l,m}))$$

其中 $\tau_{l,m}^0$ 代表在暢行無阻情況下在路網 l 以運輸模式 m 行進的旅行時間， $CAP_{l,m}$ 為路網 l 運輸模式 m 之設計容量，容量的變化來自交通建設投資， $g_{l,m}$ 為路網 l 運輸模式 m 之交通流量，而交通流量即包括所有產業因投入原物料 i 所衍生之運輸服務需求 $q_{i,l,m}^{TF}$ 、家計單位因消費商品 i 所衍生之運輸服務需求 $q_{i,l,m}^{TC}$ 、以及家計部門因通勤或休閒目的所衍生之運輸服務需求 $q_{l,m}^{TH}$ ：

$$g_{l,m} = \sum_i (q_{i,l,m}^{TC} + q_{i,l,m}^{TF}) + q_{l,m}^{TH}$$

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。惟在該文之模型設定中尚未見到旅行時間如何影響產業生產力或家計效用。

四、所得分配與社會福利分析

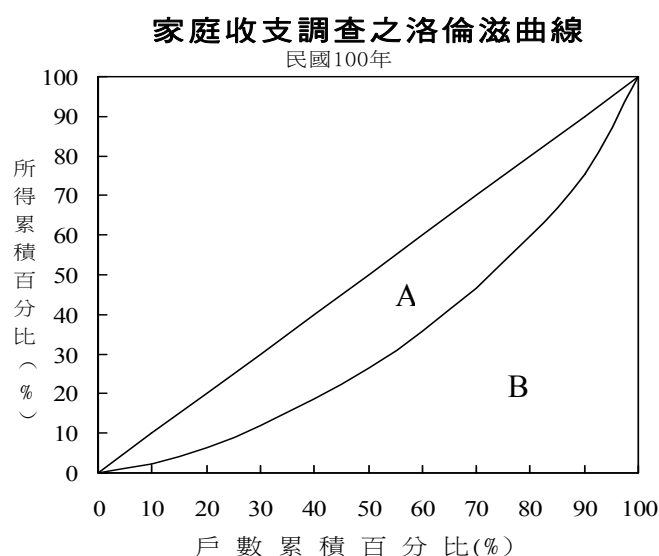
許多學者透過不同的研究方法，來探討單一國家的所得分配相關議題，或是藉以觀察數個國家間，其所得分配和經濟發展的關係是否相似，進一步驗證 Kuznets 假說；例如 Deininger and Squire(1996)共搜集了 108 個國家的相關資料，以觀察各國的所得分配與經濟成長的關係，研究發現所得不均度和經濟成長並沒有系統性的關聯；而彭思遠 (2007)則建立一總體計量模型，並使用基尼係數來觀察臺灣的所得分配情形，研究發現基尼係數與臺灣經濟成長間呈負向關係，意即所得分配愈平均，愈有利於臺灣經濟成長；劉瑞文 (2001)則利用產業關聯表及其雇用表，並建構社會會計矩陣，探討 1991 年至 1996 年臺灣產業結構變遷對所得分配的影響，作者亦提及投入產出模型之應用較為簡便，惟須留意固定技術係數及限制要素投入間的替代性等假設，而可計算一般均衡模型可放寬要素投入間不可替代的假設，值得加以運用及比較。

國內學者常採用 CGE 模型來探討所得分配相關議題，如江莉莉 (2002)、楊子菡等(2007)，江莉莉(2002)用一般均衡動態模型來探討當兩稅合一引發要素價格變動後，當經濟個體的儲蓄行為調整後，其新舊 2 個所得分配型態的差異，研究發現兩稅合一降低了分配不均程度，且當營利事業所得稅與綜合所得稅整合的程度愈高，分配均等化的效果愈大。楊子菡等(2007)則利用澳洲的 ORANI - G 模型，以及所得收支方程式，建構出涵蓋投入產出關係、產業結構、所得收支及資本融通的可計算一般均衡模型，研究發現兩稅合一之所得分配效果，整體所得分配呈現微幅惡化的現象，當中以高所得階層成長幅度最大，低所得階層之成長較少。

一般在所得分配理論中，關注的焦點大多為所得分配的平均程度，隨著全球化專業分工及知識經濟發展，主要國家所得差距皆呈擴大的趨勢，常用來觀察所得分配的指標包括基尼係數(Gini coefficient)、一般化的 Entropy 指數(generalized entropy family of indices)與貧窮指數(poverty indices)，其中以基尼係數為最常使用的衡量指標。

洛倫斯曲線(Lorenz curve)為將實際所得資料，以戶數累積百分比為橫軸、所得累積百分比為縱軸所描繪出之所得分配曲線，洛倫斯曲線的彎曲程度反映了收入分配的不平等程度，當彎曲程度越大，收入分配越不平等，

以附圖 11-3 為例，吉尼係數即為區域 A 的面積除以區域 A 和 B 的面積。吉尼係數是測量洛倫斯曲線與完全均等直線間所包含之面積對完全均等直線以下整個三角形面積之比率，此項係數愈大，表示所得分配不均等的程度愈高，反之係數愈小，表示不均等的程度愈低，吉尼係數的範圍在 0 和 1 之間，當洛倫斯曲線對角線的距離愈遠時吉尼係數就愈大，表示所得分配愈不平均。



資料來源：行政院主計處，2011 年家庭收支調查報告。

附圖 11-3 洛倫滋曲線

為評估能源政策實施前後，能源與經濟體系之間因生產、所得、物價、進出口及投資之變化，而產生之交互影響與回饋效果，以 GDP 或其它總體數據做為政策效果之衡量指標，難免忽略社會面之影響。於是所得分配與福利理論的運用，並選擇合理衡量指標，成為政策評估與量化模型的重要功能之一。

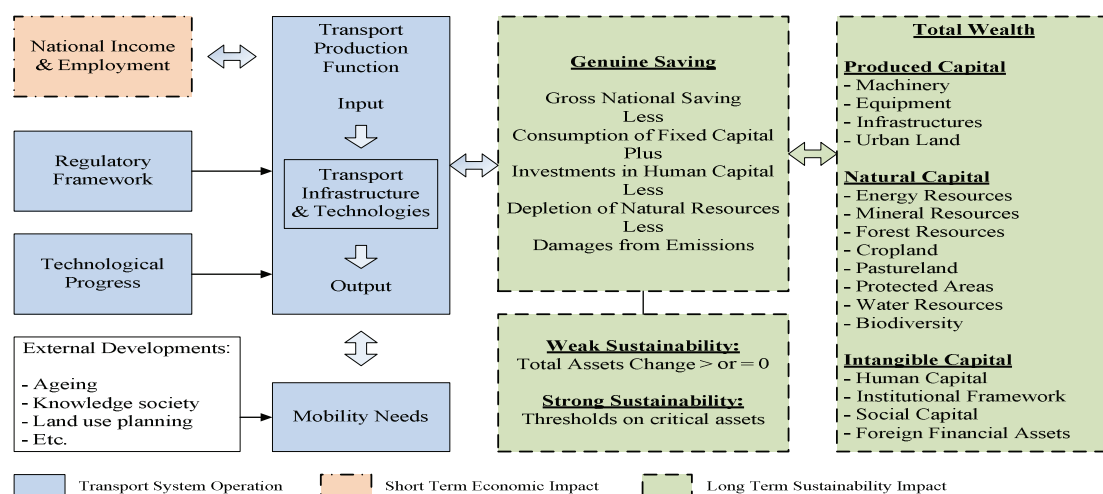
在分析福利影響之相關文獻中，福利衡量與評析的方法包括國民收入衡量法(Hicks, 1940; Pigou, 1962)、多元迴歸方式 (Dunifon et al., 2006; Yamane et al., 2011; Dave et al., 2011)、函數指標評估方式 (Tamiz et al., 1999; Grierson, 2008; Carrera and Mack, 2010; Araghi and Barkhordari, 2012; smith et al., 2012; schlör et al., 2012)、與模型分析方式 (Bruno et al., 2005; Birkelund, 2006; Bjertnæs and Fæhn, 2008; Nam et al., 2010; Zhang et al., 2010; Orlov and Grethe, 2012; Maisonnave et al., 2012; Lapan and Moschini,

2012;) 等 4 種主要類型。

在 CGE 模型中，最常使用的衡量指標首推均等變量(equivalent variation, EV)及補償變量 (Compensating variation, CV)。此類衡量指標因具備完整理論基礎，以及容易量化的特性，而廣為實證研究所使用。但 Schlör 等人 (2012) 所使用的 Atkinson 指標，著重於所得分配的移轉效果，而且在衡量所得分配不均時，加重低所得階層分配不均度，較於其他相關指標能反映社會公平層面之意義 (Robinson et al., 1985; Hills, 1995; Champernowne & Cowell, 1998; Hsieh, 2006)。

在運輸領域，社會面指標主要用以衡量交通政策、減量政策與交通相關稅費之公平性影響，在歐盟的 REFIT 計畫(REFIT, 2006)中，即建立一個名為 EDIP (European Model for the Assessment of Income Distribution and Inequality Effects of Economic Policies)之社會經濟模型，用以協助整個運輸永續衝擊評估計畫(計畫架構如附圖 11-4 所示)衡量社經面之影響。

EDIP 模型亦為一多國遞歸動態 CGE 模型，為能表現所得分配效果，其家計部門依所得高低區分為 5 群組，每一群組內再依教育程度區分 3 類，按專業技能區分為十類。不同類型的家計部門，對於商品與運輸服務組合之需求及替代彈性皆有不同設定，藉由替代彈性的差異化，便可呈現不同所得、教育與職業特徵的群體在面對運輸與能源政策時可能採取不同的消費決策，同時藉由家計特徵的區隔，便可將各項稅費措施針對不同群體對象做更細緻的設計。



資料來源：REFIT (2006)。

附圖 11-4 REFIT (2006)之運輸永續衝擊評估架構

附錄 12

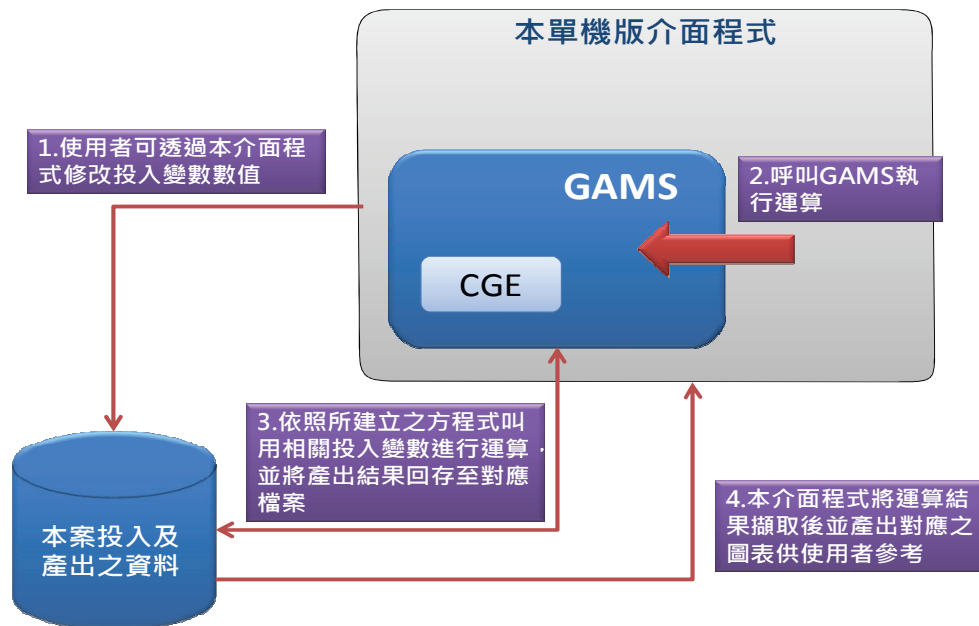
單機版運算模式介面軟體

單機版運算模式介面軟體

CGE 之運算主要係透過 GAMS 軟體來執行，但對於本計畫之應用情境而言，使用者並不需要通盤了解 GAMES 的程式語法。由於本計畫所使用之模型只有一種，僅是針對調整不同的投入變數，來觀察其對於結果的影響。由於使用者主要之使用形式為更新投入變數，並執行 CGE 模型，在模型結果運算完成後將產出之各數值擷取進行各項應用或進行對應之統計圖表繪製。因此，一個因應此需求而規劃之單機版介面，以利使用者不需要以 GAMS 下語法執行方式即可獲得運算成果，便成為本計畫之系統開發工作項目之一，本節主要係針對此單機版運算軟體之規劃、開發及成果進行呈現。

一、 單機版介面軟體之規劃

本單機版程式與 CGE 及 GAMS 的關係如下附圖 12-1 所示，使用者原本係透過 GAMS，以撰寫 GAMS 程式方式呼叫 CGE 進行對應之運算，所有之投入變數，所運算之方程式及運算結果產出之格式，均按照程式內容當中所提供之路徑來決定。本單機版程式主要係提供一執行介面，讓使用者可以透過本介面修改所欲投入之變數數值，並且幫助使用者將所產出之運算結果以圖表方式進行呈現。因此，透過本單機版軟體使用者叫無法修改所運算之方程式，但可以較輕易的(不須撰寫 GAMS 程式)修改投入變數的數值，並可以圖表方式較輕易的獲得所產出的結果。



附圖 12-1 本介面程式運作流程規劃

因此，為滿足使用者之使用需求，遂規劃單機版軟體之各項功能如下：

1. 選擇對應運算模式功能

不同的.GMS 檔案均對應不同的運算模式及相關之投入變數，本項功能供使用者選擇不同的算式，原則上由於本案主要提供 1 種算式，因此本項功能將預設為該項.GMS 檔案。

2. 投入變數修改功能

本項功能係供使用者修改所投入之各參數數值，使用者無法進行參數之新增或修改，但可以進行參數數值內容之調整，以增進使用者之操作彈性。

3. 呼叫 GAMS 執行對應程式功能

此項功能即是本介面程式將會呼叫 GAMS 執行所對應之模式檔案，事實上本介面程式僅為一個操作介面，實際執行運算仍為 GAMS 主程式。

4. 產生基線及政策選取功能

不同的政策選項均對應不同的投入變數，因此本介面程式即是在使用者選擇不同的政策情境條件時，帶入不同的投入變數進行運算。

5. 運算結果呈現功能

當運算結束後，運算結果將以 excel 的檔案格式儲存，本介面程式在獲得運算結果後會讀取該項成果，進行圖表方式的呈現。

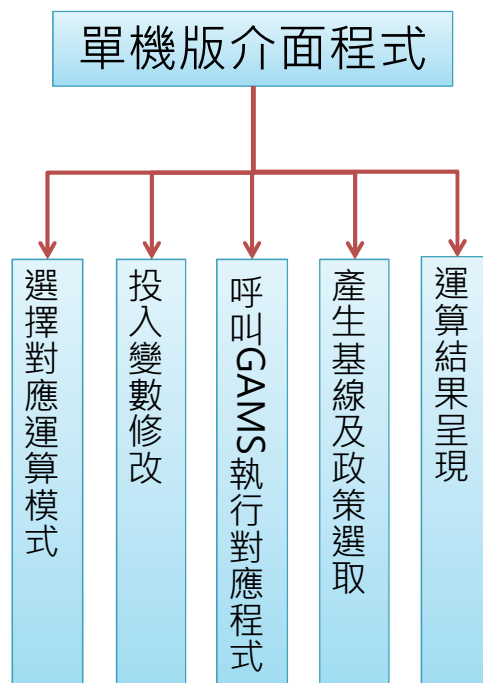


圖 12-2 本介面程式功能架構圖

二、 單機版介面軟體開發成果

本單機版介面程式開啟後可供使用者選擇所欲運算之模型，如附圖 12-3~12-4 所示。使用者選擇完成對應之模式後，即可執行該.gms 檔案以運算基線之結果，或進行政策模擬，不同的政策即帶入不同的投入變數。有關程式運算之畫面如附圖 12-5 所示，運算完成後，可透過本介面程式查詢運算結果如附圖 12-6，使用者更可透過本介面程式將運算結果另外存檔，如附圖 12-7 所示。

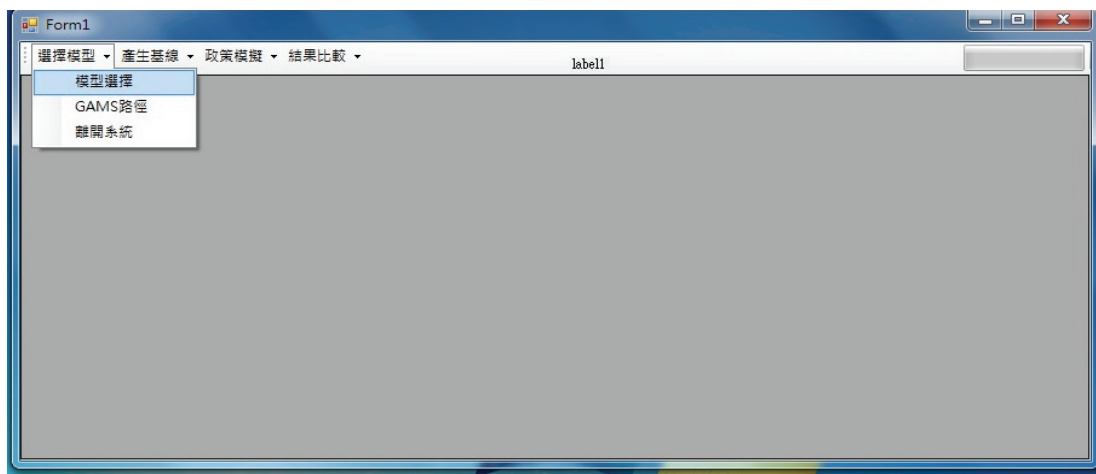


圖 12-3 選擇模型(1)

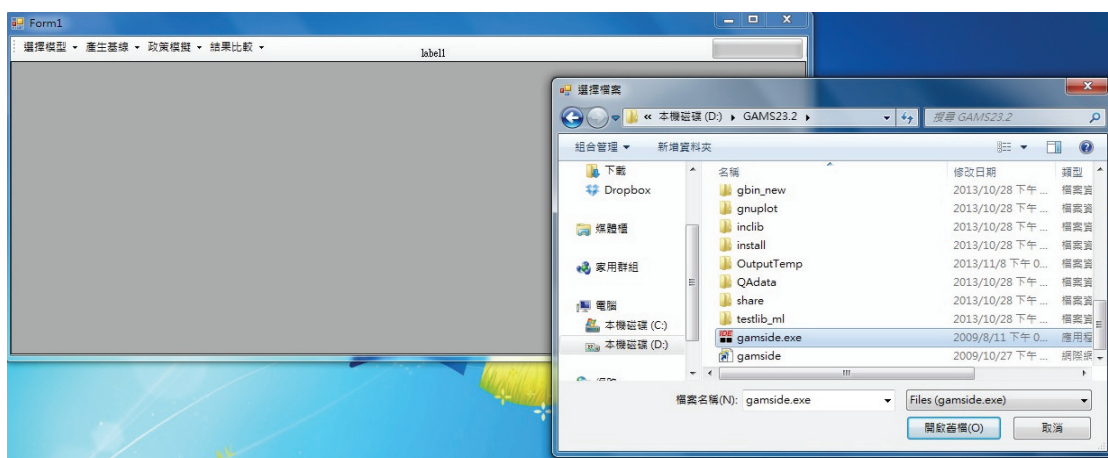


圖 12-4 選擇模型(2)

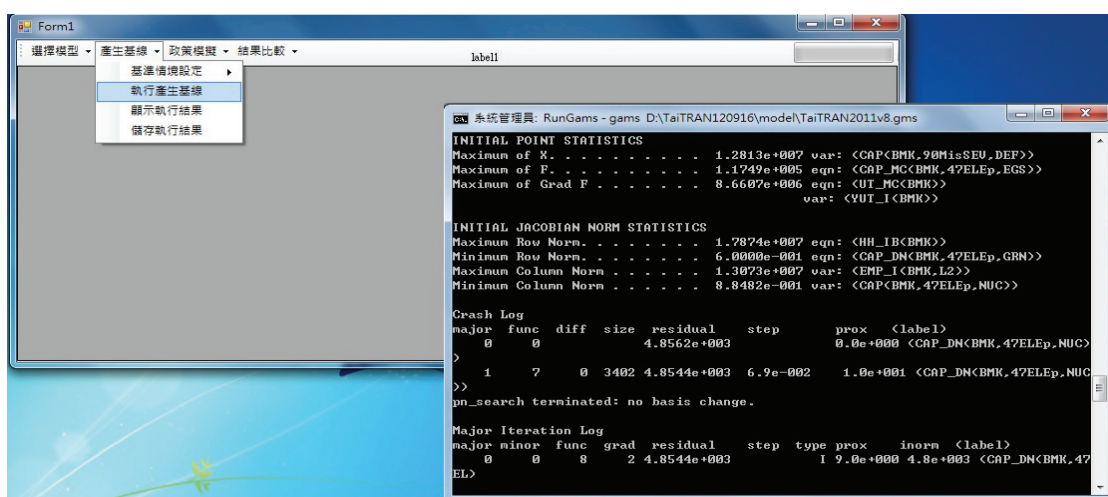


圖 12-5 執行 GAMS 進行運算

FI	3Naturalgas	5Coal	7NonMetMin	12GasolineV	12GasolineM	14DieselFuel	16AviatFuel	17FuelOils	18MiscOil
BMK	6189.6658441092695	152758.58761461073	12557.715431859617	13561.597846858949	1899.5271525442086	11910.514592501262	1078.4995807039354	36292.441281959655	12411.335328475081
2007	6007.2225007048728	160540.87262052842	12758.411018990977	13581.40543559292	1882.0828857763158	12026.770636504754	829.73203787986893	34755.78554000883	12022.628278758864
2008	4541.0956132698493	141005.66392600298	13040.062399208913	11732.49620292356	1657.428554840679	11493.162426139412	680.01775775517285	26580.741465427625	8836.82408872573
2009	10562.487492553888	162385.60551681803	12188.974814538222	13749.202195951631	1899.82798668207	12095.769636667868	14050.443688207837	33453.622557427356	14091.485765576941
2010	7065.2407154785915	211339.92982406131	14407.481741129606	13138.764194171979	1833.1149354582567	11647.900352389643	882.32406564912526	38482.326092709627	14964.830181543493
2011	6840.7265171752815	220396.09409793429	14569.067923648396	13037.989104679229	1821.533771761229	11843.145205792009	812.48359934786655	36684.408205244959	14895.791771082064
2012	7647.519773589841	236577.27145969251	15161.781492422824	19306.815691951102	2709.2183794987109	16387.616295928652	967.11479665810691	41952.441480250411	17087.018200726205
2013	7811.90262390203	241192.34988977294	15383.548198411943	19060.866031507652	2680.7509082345659	16234.090083019777	929.02476578973744	42871.773446127962	17112.068966416926
2014	7765.3074309015274	238542.96626821411	15776.527639398866	18408.46781521201	2472.55300276559	15975.405874593573	876.04232580395092	42060.429458448933	16822.731615573368
2015	7906.9077652098185	245214.99915900332	16575.740032739792	18249.985980255133	2452.5562378665345	15810.758873592087	861.12008173092988	42557.12626685715	16756.404424227905
2016	7867.8649711615817	252896.90569863236	17467.856006673821	18073.099977448128	2429.7850574971562	15657.147067976706	858.81286180423376	41643.689146312441	17187.852020061389
2017	7935.6438268545853	260601.1825214384	18489.131242526717	17861.44040485506	2403.0481915490304	15778.720352153503	861.251234374	42599.381032683254	17369.3247255595
2018	8014.8364547656456	283583.15911235882	19670.994967325976	17676.025193651909	2380.760333003157	15653.593157399839	873.64358666969417	42696.35076273	18124.003241995728
2019	8135.8088547322787	302336.29626655439	20914.932416000564	17504.620078794655	2358.9623540158141	15732.553928967134	892.37367546357109	43761.274005654996	18846.379111923437
2020	8363.2785612409316	310115.83854657708	21734.058323443143	17347.54505304719	2337.9469972812117	15700.490824355025	912.35402338093218	45614.734801427796	19291.910742309086
2021	8569.26744252582	330923.02110406116	23095.355340366976	17206.208602234634	2319.4891717234654	15606.876034062665	945.02985023637655	47279.52973963914	20026.006030921108
2022	8576.02235233335	354620.99472088035	24281.816596225934	17099.665028181062	2304.6053147608744	15535.5287080216	979.37302998506038	46985.972530383784	21166.951732713358
2023	9078.1616336061343	396846.923789352	25193.674789871115	16889.332247663791	2288.9621407209465	13284.789041101911	1016.2108660579684	45138.925794608789	21866.739171844056
2024	9084.01528808365	415803.80407192523	26126.652689683175	16895.440964475914	2275.8113575185275	13297.386869037633	1050.5293396821194	45111.766819343662	22801.754112027047

圖 12-6 執行成果顯示

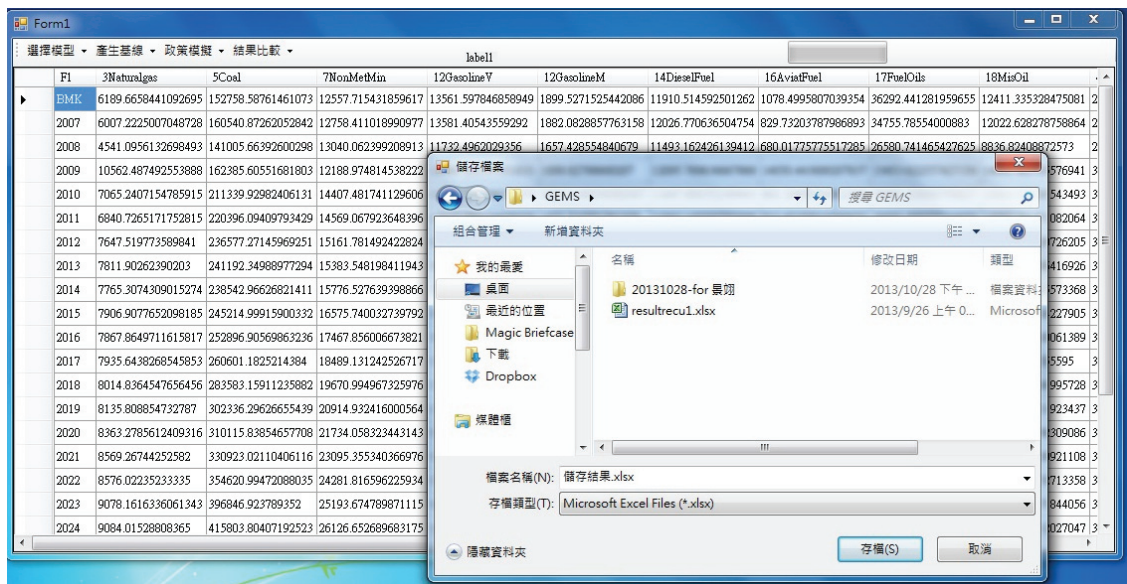


圖 12-7 另存執行成果

附錄 13

簡報資料

交通部運輸研究所合作研究計畫 (MOTC-IOT-102-TDB001)

運輸部門因應氣候變遷政策 決策支援系統之建立

中華民國 103 年 12 月

簡報大綱

壹、緒論

貳、文獻回顧

參、政策決策支援系統架構修訂與功能建置

肆、運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充

伍、運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台

陸、綠色運輸教育宣導網站維護、改版與推廣

捌、結論與建議

2

壹、緒論



本年度完成項目

1. 重要文獻回顧

- 節能減碳政策與措施
- 政府部門運輸節能減碳相關研究
- 能源、經濟與運輸整合模型
- 運輸能源決策支援系統

2. 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充

- 模型功能之擴充與建置
- 蒐集相關參數資料
- 溫室氣體減量政策評估

3. 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台擴充與更新

- 基本資料庫擴充
- 知識庫功能及資料擴充
- 評(討)論功能建置
- 模式庫之檢討與更新

4. 政策評估決策支援系統架構修訂與功能建置

- 整體功能架構之檢討修訂
- 溫室氣體排放變化趨勢分析量化工具建置
- 運輸部門系統別之能源效率警示指標建立
- 輔助評估模組開發
- 決策支援系統減量政策選項更新與擴充
- 政策評估準則之檢討與修訂
- 未來發展方向研提

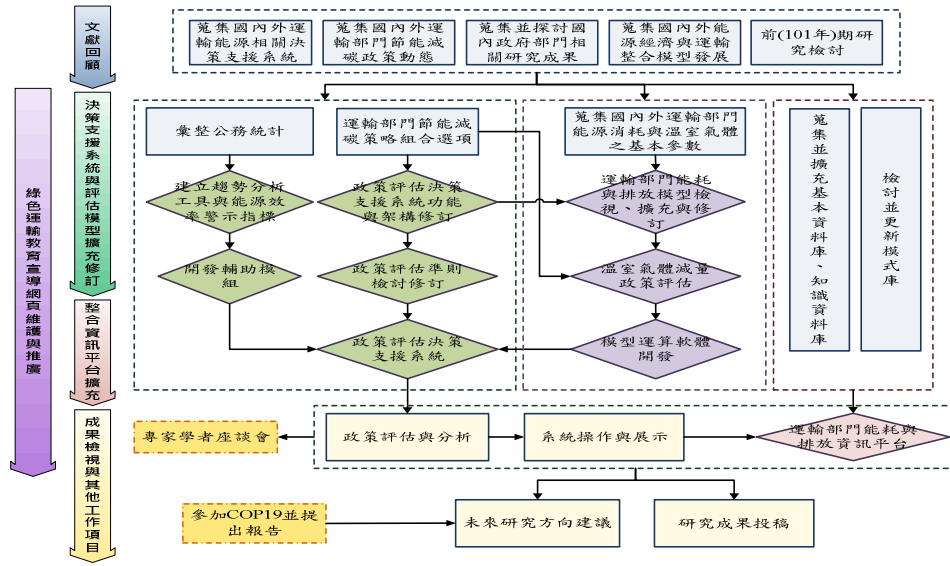
5. 「綠色運輸教育宣導網頁」維護、改版與推廣

- 介面與使用便利性之檢討與修訂
- 有獎推廣活動
- 新聞性與議題資料更新
- 網站內容更新
- 網站資安問題處理

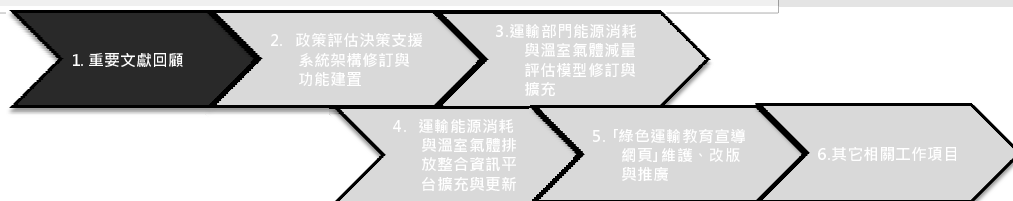
6. 其它相關工作項目

- 國內專家學者座談會
- 未來五年能源科技計畫研究項目與內容研提
- 議題諮詢與評估
- 研究成果投稿

研究架構與流程



5



貳、文獻回顧

- ① 國內外運輸部門節能減碳政策與措施
- ② 國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢
- ③ 國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢
- ④ 國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果



國內外運輸部門節能減碳政策與措施

一. COP18最新政策發展

- 京都議定書修正 (Amendment of the Kyoto Protocol)
- 全球協議時間表與決心
- 長期氣候資金 (Long-term climate finance)
- 損失與傷害 (Loss and damage)

二. RIO 2012焦點議題

- **避免(Avoid)**
透過改善商品與服務供應之便利與可及性，避免不必要的運輸需求，例如整合土地利用與運輸政策。
- **轉變(Shifting)**
將運輸模式轉向更有效率的運具，如鼓勵乘客搭乘非機動或大眾運輸，促使貨運改以軌道或水上運輸傳遞。
- **改善(Improving)**
透過更有效率之新型技術引進或創新，改善既有運輸模式的碳密集度(或能源密集度)。

7

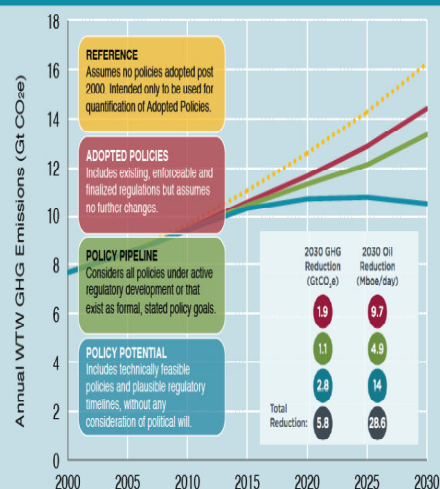
國內外運輸部門節能減碳政策與措施

三. 國外運輸部門節能減碳政策

① ICCT(2012)全球主要國家運輸部門節能減碳政策路徑圖

- **Adopted:** 自從2000年至今已實施的政策。
- **Pipeline:** 已經正式宣布的法規政策且足以評估潛在的效果，此類的政策包含了小客車、大貨車、飛行器及客貨船的引擎效率及氣體排放標準，也包括增加大眾運輸基礎建設的政策計畫。
- **Potential:** 此類的政策屬於較長期的計畫，如運具效能最佳化、運具的轉移、降低運輸需求等，而這些策略至2030年前在技術上及操作營運上是可行的。

Tremendous policy progress to date, but much more is possible and necessary.



資料來源：ICCT(2012)

8

國內外運輸部門節能減碳政策與措施

② 歐盟運輸部門節能減碳政策路徑圖

- 於2030年城市內燃油車輛減半，於2050年城市內燃油車輛零使用
- 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%
- 至少1/3超過300公里以上的貨物運輸於2030年轉移至鐵路或水運等其他運具，於2050年至少可以轉移一半(50%)以上。
- 於2050年完成歐洲高速鐵路路網構建
- 於2030年提供完整功能的泛歐盟地區核心大眾運輸路網(Trans-European Transport Network, TEN-T)
- 在2050年所有歐盟國家主要機場及港口皆有鐵路運輸可以連結
- 於2020年導入現代化空中交通管理系統
- 在2020年前建立歐盟複合運輸資訊管理以及付費系統
- 於2050年盡可能達成道路運輸零碳排放的標準，在2020年可使交通事故傷亡人數減半
- 全面實施使用者付費或污染製造者付費的政策

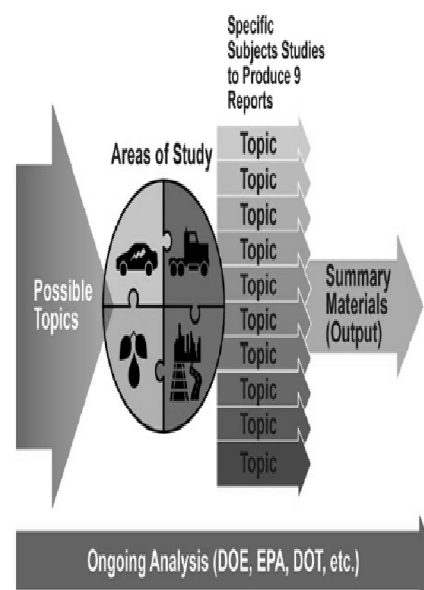
9

國內外運輸部門節能減碳政策與措施

③ 美國運輸部門節能減碳政策

美國能源部 (United States Department of Transportation) 於2013年針對運輸部門未來展望報告 (Transportation Energy Futures: Study Points to Deep Cuts in Petroleum and Emissions)，提出四大類別：

- 運輸需求(Transportation Demand)
- 非小型車輛(Non-Light-Duty Vehicles)
- 小型車輛(Light-Duty Vehicles)
- 燃油(Fuels)



Source: U.S. Department of Energy (2012),
Transportation Energy Futures, eere.energy.gov.

10

國內外運輸部門節能減碳政策與措施

三. 國內運輸部門節能減碳政策

① 國家型節能減碳計畫

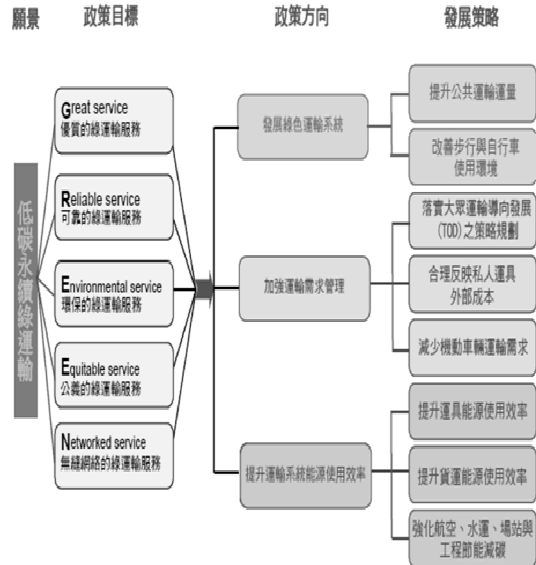
- 綠色無縫公路運輸
- 便捷大眾軌道運輸
- 智慧化道路服務等提出對應之方案

② 部門CO₂減量規劃

- 國內經濟部於2011年亦針對2020年及2025年的部門CO₂減量進行規劃，首先根據各部門過去排放比重，再考量部門未來發展趨勢，由上而下(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。

③ 綠運輸政策白皮書

- 針對我國運輸發展提出三大政策方向與八大發展策略。



資料來源：運研所(2012)，運輸政策白皮書－綠運輸。

11

國內外運輸部門節能減碳政策與措施

國內外運輸部門節能減碳政策比較

主軸	國外		國內
	ICCT	UNCSO	綠運輸
Avoid(A)	Activity Reduction	1.車輛數配額拍賣 2.擁擠費 3.貨運稅(費) 4.大規模整合土地利用計畫	1.落實大眾運輸導向發展(TOD)之策略規劃 2.合理反映私人運具外部成本 3.減少機動車輛運輸需求
Shift(S)	Mode Shift	1.公車捷運化 2.公共自行車 3.軌道運輸 4.人行步道化	1.提升公共運輸運量 2.改善步行與自行車使用環境
Improve(I)	LDV Efficiency HDV Efficiency Fuels Aviation Marine	1.減燃料品質標準 2.電動機車 3.少地區性污染計畫 4.電動車、電動公車及其他四輪運具	1.提升運具能源使用效率 2.提升貨運能源使用效率 3.強化航空、水運、場站與工程節能減碳
Transform(T)	EVs		

➢ 小結

- ICCT以提升效率為主軸，在Aoid(A)和Shift(S)策略上所推動的政策相對比較少。
- Transform(T)策略在新的運輸系統尚未達到大規模實施，在未來國內運輸部門可著重於推動相關政策。
- 策略的選擇需要量化分析支持，ICCT業已建構可操作之決策支援系統。

12

國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢

一. 間斷選擇模型與 CGE 模型整合

■ 整合目的：

- ① 同時考慮運輸部門與產業及家計間之交互影響，以及運輸部門內各項運具選擇之變化；
- ② 由總體與微觀等不同角度，評估政策影響；
- ③ 藉由不同方法與資料來源，對評估結果相互佐證。

■ 整合方式：

- ① 由個人資料建立間斷選擇模型，並預測個人的選擇機率，再將個人的選擇依其機率加總為整體的連續性需求；
- ② 由代表性個體資料推估連續型需求模型，再預測假設性個人之選擇機率，藉此推算市場份額。

■ 相關文獻：Anderson et al. (1989) 與 Truong and Hensher (2012)。

■ 可能的困難：

- ① 方法與資料的一致性問題；
- ② 整合或加總的方式不洽當，可能遺漏部分資料可提供的訊息；
- ③ 時間與經費限制，無法同時完成兩種模型。

兩模型特性

	CGE模型	DC模型
基本理論	個體最適化決策	同左
分析對象	代表性個體	個別經濟個體
研究重點	市場機制下代表性個體之交互影響	強調個體之異質性
市場均衡	一般均衡	部分均衡
適用之政策評估	事前政策影響評估	在商品總需求給定的情況下，對不同商品特徵進行選擇
資料需求	範圍廣且須滿足會計平衡	需大量個體資料

■ 解決方式：

- ① 釐清兩模型理論架構，修正模型設定以取得方法的一致性；
- ② 明確定義兩模型運輸服務分類與資料來源；
- ③ 藉由文獻經驗，檢視整合方法的問題，提出合宜的修正方式；
- ④ 引用所內研究成果，完成初步整合工作。

國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢

二. 家計部門生產函數的應用

■ 建立家計生產函數之目的：

- ① 區隔消費性商品與非消費性商品(如能源與時間)創造效用的方式，說明帶來效用的並非能源本身，而是藉由能源與設備為人帶來的服務；
- ② 將不易貨幣化的投入(如時間、家事服務)進一步量化並納入最適化決策。

■ 運用領域：

- ① 自1970年代之後，被廣泛的運用在健康、消費、勞動供給、家事服務、以及運輸需求等領域；
- ② 在運輸領域，家計生產函數主要用於闡述個人或家庭為了提供自身運輸服務，除了直接購買公共運輸服務外，亦可透過投入車輛、燃料、時間以及其他必須的運輸成本，為自己生產運輸服務。
- ③ 在氣候變遷與環境領域，由於帶有外部特性之環境財，通常無法藉由市場衡量其數量與價格，但環境品質等非市場財貨卻直接影響家計效用進而改變其決策(包括居住區域、運輸方式、能源使用等)。

■ 相關文獻：Binswanger(2004)、Smith(1991)、Hayashiyama(2009) 與 Steenbergen(2011)。

三. 交通建設的經濟效益評估

■ 微觀的成本效益分析(cost-benefit analysis, CBA)

- 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。

■ 巨觀的國家或區域經濟計量分析

- 雖可全面考量卻無法說明其中緣由或影響途徑。

國內外能源、經濟與運輸整合模型發展趨勢

四. 依所得水準區分家計部門

■依所得區分家計部門之目的：

- ①掌握所得差距對家計部門運輸服務需求特性之影響，進而針對此特性探討適當的節能減碳策略與施行對象；
- ②可藉由所得分配與福利指標，衡量節能減碳政策對社會公平性之影響。

■運用方向：

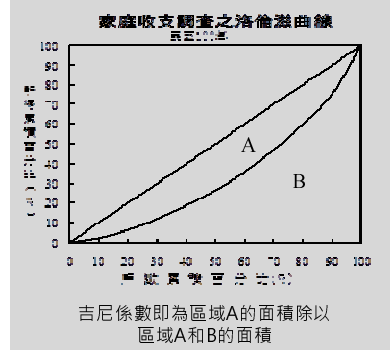
- ①分析綠色稅制的設計對於環境改善與社會福利之影響；
- ②評估不同所得家計部門之時間配置決策，探討勞動供給與運輸模式選擇差異；
- ③衡量交通政策、減量政策與交通相關稅費之公平性影響。

■相關文獻：Deininger and Squire(1996)、彭思遠(2007)與劉瑞文(2001)。

■可能的困難：

- ①資料取得，包括各所得類別之消費結構與時間配置；
- ②各所得類別家戶主要的所得來源(勞動報酬、資本報酬、或經常移轉)；
- ③各類參數在不同所得類別之差異。

洛倫茲曲線與基尼係數



■解決方式：

- ①依據可得資料進行類別劃分；
- ②或參採相關研究，進行適度假設；
- ③藉由文獻設定、歷史校估、專家諮詢、輔助模組等多元方式，估計相關參數。

15

國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢

一. 汽機車管理策略決策支援系統

➤ 目的

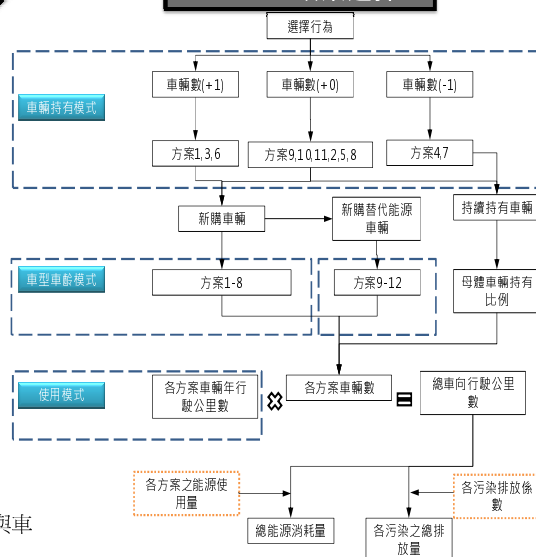
此決策支援系統用於分析國內各項管理策略或環境變化對汽車持有數量、行駛里程、能源消耗與汙染排放等因素之影響關係，為一全國及各縣市汙染排放與能源消耗之減量效果評估工具。

➤ 功能

可分析的政策為提高車輛持有成本、提高車輛使用成本、促進大眾運輸發展、鼓勵代能源車輛及環保教育及宣導。

資料來源：修改自運研所, 能源消耗、汙染排放與車輛使用之整合關聯模式研究(3/3)，98年11月。

輸出結果-政策選擇



16

國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢

二. UREM-IDSS

目的

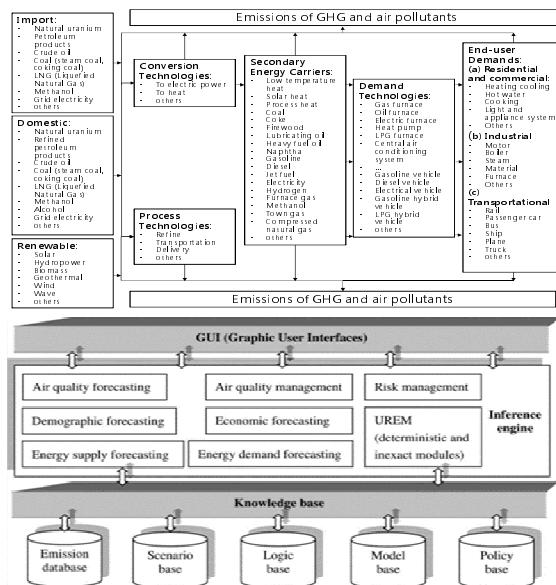
UREM-IDSS為一建立(Cai et al., 2009)於最佳化模式基礎之決策支援系統，幫助決策者/使用者有效的管理能源，可做為評估能源/環境政策、地區永續發展政策、減少排放氣體方案等對能源帶來的影響程度。

功能

UREM為一線性規劃模式，首先排除氣候、技術、環境排氣標準等外在因素的影響，計算能源從生產者經轉換、運送至消費者端之成本、能源消耗與氣體排放。

IDSS為一互動式決策支援系統，決策者/使用者可納入於UREM中未考慮之外部變數，如油價政策、技術等，透過情境設定、模擬多組環境，藉由模式輸出之結果與基線比較

資料來源：Cai et al., 2009



17

國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢

三. WadBOS

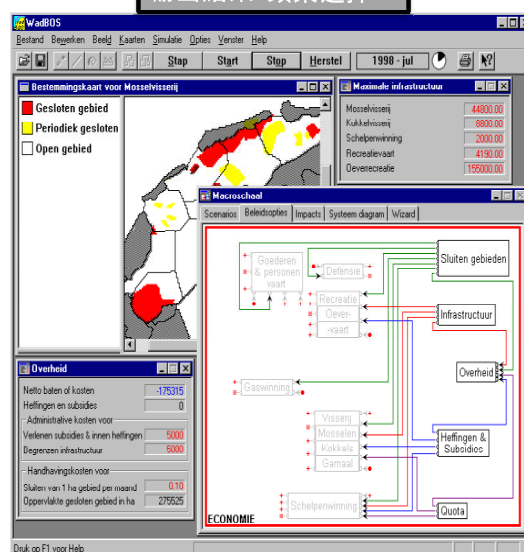
目的

為針對瓦登海(Wadden Sea)地區建置之整合模式決策支援系統，其所整合之模型包含以動態的、空間的方式去模擬瓦登海地區生態、經濟要素的主模式，與3種主要的副模式：經濟、生態與領土。

功能

WadBOS主要大量使用地理資訊系統(GIS)資訊外，也使用許多經濟、人口及生態資訊，包含層面廣，可幫助獨立作業或團體的決策者做決策。

輸出結果-政策選擇



18

國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢

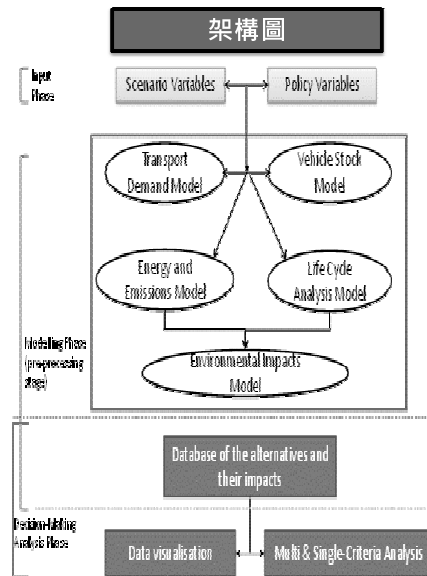
四. STEEDS

目的

為一高階決策支援系統(Brand et al, 2002) · 其結合DSS與新模糊評估與決策環境方法(NAIAD, Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments) · 用以研究各運輸技術對市場、環境與能源的衝擊。

說明

STEEDS之運作可分為使用者輸入資料、模組運作及決策分析決策模組3個部份。模組運作為(1)運輸需求模式(2)運具持有模式(3)車輛能耗與噪音模式(4)生命週期分析模式(5)環境衝擊模式等 · 5個互相連結之模式預測運輸系統需求與其所產生之衝擊。



19

國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢

五. ICCT transportation roadmap model

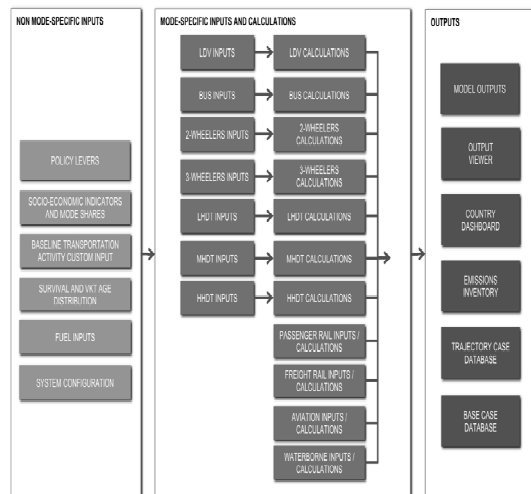
目的

ICCT的全球運輸路徑圖模型是一個協助全世界的決策者辨別和理解運輸部門發展趨勢的工具 · 評估不同排放政策選項的影響 · 以及有效地規劃減少溫室氣體的排放量 (GHGs) 和當地的空氣污染物。

功能

估計國家未來運輸活動是在假設計算溫室氣體和本地的空氣污染物排放量使用動態模式來分析。

基本架構圖



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

20

國內外運輸能源決策支援系統發展趨勢

六. CAPP 運輸排放手冊

目的

手冊的主要目的是要讓參與的國家及地方官員了解**哪些政策決定影響到空氣污染、能源使用和溫室氣體 (GHG) 排放量。**

功能

提供一個基本的規則來計算排放減量，主要功能係針對**特定運輸工具和土地的利用。**

資料來源: www.ccap.org/guidebook

CCAP運輸排放手冊運算表

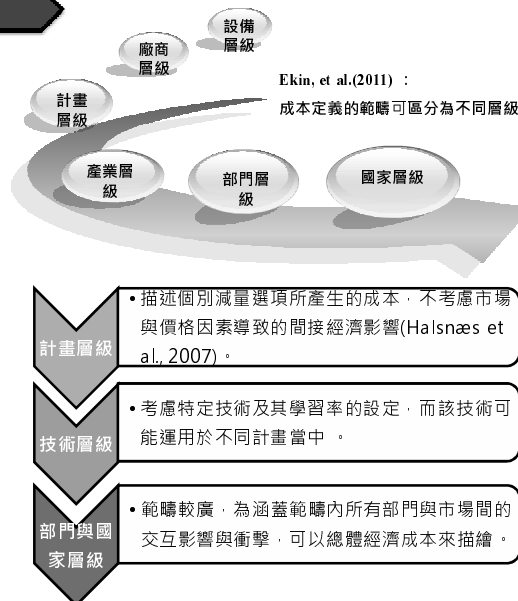
CCAP Guidebook Emissions Calculator													
www.ccap.org/guidebook													
guidebook@ccap.org													
Policy Comparison Matrix: Default Data													
Estimated Emission Reductions from Default Calculations													
Policy	Scale	1	GHG Reduction %	%	GHG	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	PM _{2.5}	SO ₂	CO	NO _x	Annual Fuel Savings to Drivers
Land Use													
1.1 Transit Oriented Development	State	25.0%	27%	5,000	171	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	70,000
1.2 Unfilled Overfield Development	State	15.0%	39%	5,000	1,375	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1,460,000
1.3 Pedestrian Oriented Design	Area	1.0%	1%	5,000	717	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	70,000
1.4 Smart School Buses	State	15.0%	57%	5,000	1,324	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1,344,934
1.5 Permitting/Design Reform	Area	1%	1%	10,000	1,453	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1,453,000
Transportation Alternatives													
2. Increased Transit Service	Regional	0.5% per 1% improvement in transit frequency	1%	120,000	17,914	1.5	0.0	0.2	0.0	0.0	2.5	2.5	1,627,000
2.2 Light Rail Transit Corridor	Corridor	1.5%	2%	47,500	8,660	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	865,000
2.3 High Speed Transit Corridor	Corridor	1.5%	2%	47,500	22,880	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	865,000
2.4 Bicycle Initiatives	Area	1.0%	2%	10,000	1,453	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1,453,000
Fiscal Tools & Incentives													
3. Targeted Infrastructure Spending	Regional	part of 4.1	1%	10,000	1,453	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1,453,000
3.2 Road Pricing	State	1.5%	2%	47,500	8,660	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	1.1	865,000
3.3 Corporate Incentives (with parking program)	State	0.5%	1%	5,000	717	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	70,000
3.4 Pay-As-You-Drive Insurance (5% penetration rate)	State	up to 10% per driver	0.5%	877,504	94,201	8.7	0.0	0.0	0.0	0.0	10.4	10.4	2,600,000
3.5 Green Mortgages	100 households	15.0% per year	39%	1,408	210	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21,408
State & Local Programs													
4.10 Limited Bus Transit	Regional	1.5%	2%	1,200,000	179,140	15.0	0.0	0.1	0.1	0.0	25.0	25.0	1,627,000
4.15 Comprehensive Bus Transit	Regional	0.20%	1%	2,000,000	298,270	25.0	0.0	0.1	0.1	0.0	50.0	50.0	3,154,000
4.20 Executive Bus Transit	Regional	1.5%	2%	1,200,000	179,140	15.0	0.0	0.1	0.1	0.0	25.0	25.0	1,627,000
4.25 Public Parking	Regional	1%	1%	10,000	1,453	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1,453,000
4.30 Open Space Preservation	State	1%	1%	10,000	1,453	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	1,453,000
4.35 Municipal Parking Programs (with parking program)	Area	15.0%	19%	82,500	13,288	0.9	0.0	0.1	0.0	0.0	2.2	2.2	1,344,934
4.50 Safe Routes to School	State	0.5%	2%	200	30	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,000

21

國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

一. 國科會台灣溫室氣體減量成本曲線

- 主要內容探討的是減量成本曲線模型把台灣溫室起體的排放來源分成12個部門，特別針對其中8個部門來做為探討，部門包括：電力部門、能源轉換部門、鋼鐵部門、化學部門、資訊科技部門、服務業部門住宅部門及公路運輸部門，並以地毯式的搜尋各部門的減量技術，來評估減量潛力及減量成本。
- 考量的潛在減量措施共達91項，主要可分為兩大類：
 - ✓ 能源效率提升：意指可降低能源密集度的建措施。
 - ✓ 潔淨能源結構：意指從石化燃料轉換為低碳替代能源的減量措施。

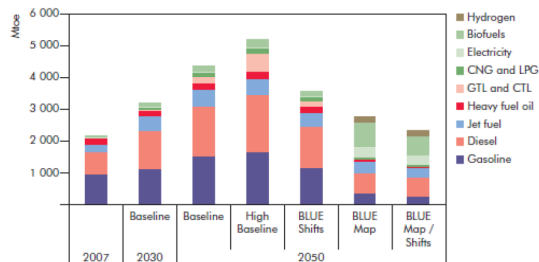


22

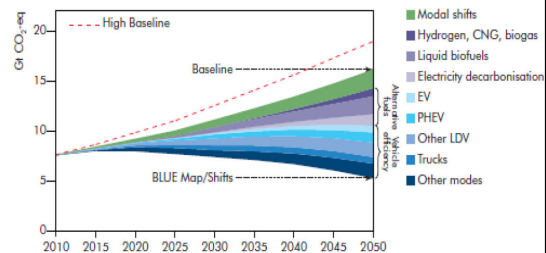
國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

二. 環保署我國低碳排放發展策略研析規劃

- 主要內容探討的是有關我國低碳發展策略方案減碳潛力與空氣污染減量等環境共同效益、規劃我國熱冷電區域整合節能減碳關鍵策略技術、經濟誘因措施與法規命令、建立國際低碳路徑研究團隊合作管道，並協助推動節能減碳行動方案考核作業與建構運作低碳排放發展路徑登錄平台，而蒐集國際各部門節能減碳技術資料，並更新工業、住宅與服務業、運輸部門能源服務需求。
- 在運輸部門方面，發現為了降低運輸部門的排碳量，國際作法包含提高運具效率、使用新能源、土地使用與運輸規劃、運輸模式轉換至公共運輸系統。



資料來源：ETP(2010)



23

國內政府部門運輸節能減碳相關研究成果

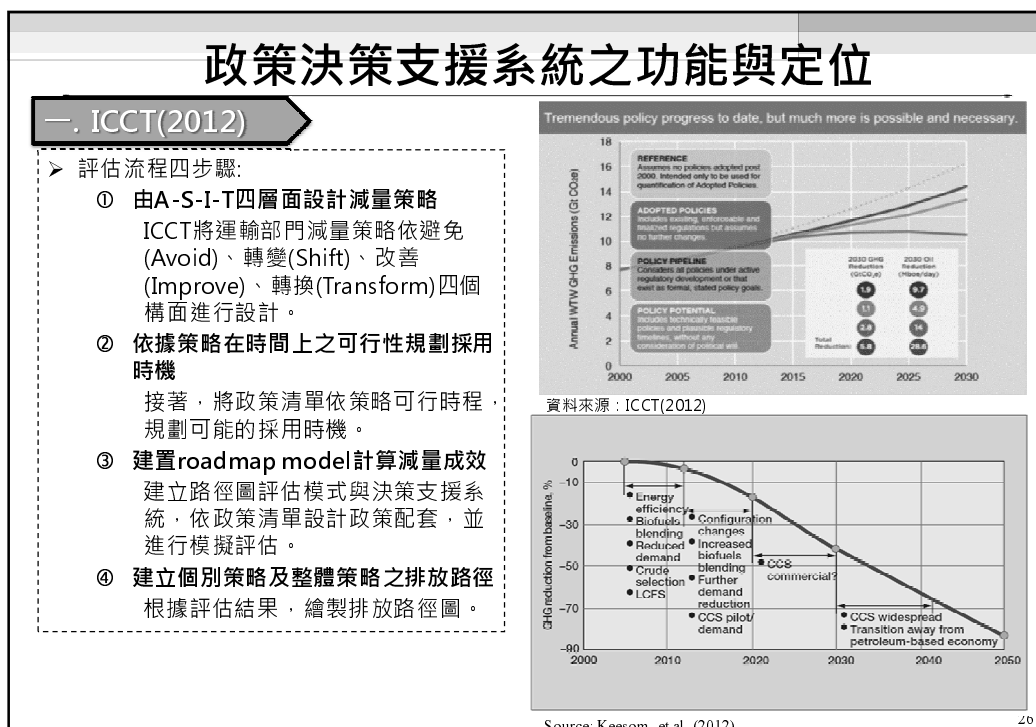
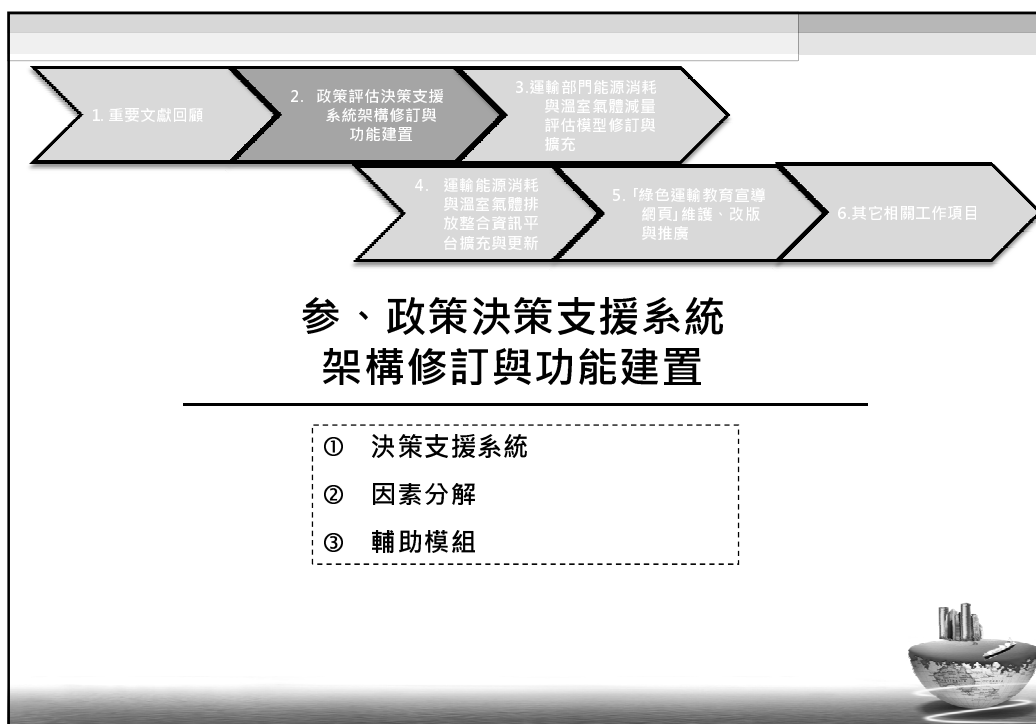
三. 能源局運輸部門能源消費調查

- 依據99年能源統計資料顯示，全國能源最終消費合計約107,322,222公秉油當量（不含能源部門自用及非能源消費），運輸部門能源最終消費15,546,290公秉油當量，占全國能源最終消費之14.49%，僅次於工業部門的60.32%。
- 目的

本計畫之目的即在建立台灣地區運輸部門能源消費基本資料，分析運輸部門陸運、海運、空運及管線運輸能源使用情形、消費特性與型態以及能源效率，並藉由此調查資料之結果，與我國現行經由公務統計蒐集之運輸部門消費資料相互勾稽與校準，以提升我國能源統計品質。
- 發現
 - ✓ 公路運具

從運量的角度來觀察，自用小客車及機車為公路運輸中的主要運具，顯見我國公路運輸是以私人運具使用為主，人均車輛數（或每千人持有車輛數）為造成二氧化碳排放量（本研究為能源消費量）增加之重要影響因子，持續促進公共運輸系統建設與使用並減少私人運具使用乃是促進運輸部門節能減碳的重要機制。
 - ✓ 運具能源效率
 - A. 自用小客車提供單位運輸服務之能源效率最低。
 - B. 軌道運輸之公共運輸之能源效率優於公路運輸公共運輸工具。

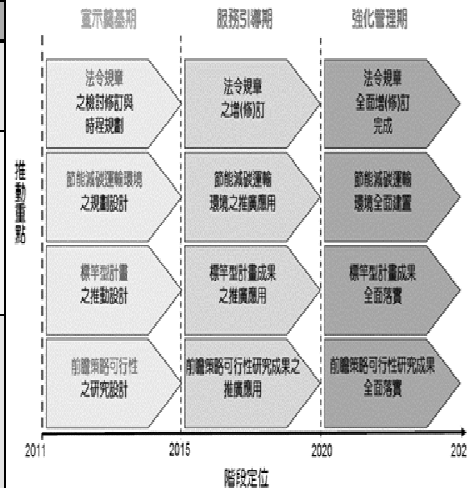
24



政策決策支援系統之功能與定位

二. 綠運輸發展

三大政策方向	八大發展策略
1. 發展綠色運輸系統	1-1. 提升公共運輸運量 1-2. 改善步行與自行車使用環境
2. 加強運輸需求管理	2-1. 落實大眾運輸導向發展之策略規劃 2-2. 合理反映私人運具外部成本 2-3. 減少機動車輛運輸需求
3. 提升運輸系統能源使用效率	3-1. 提升運具能源使用效率 3-2. 提升貨運能源使用效率 3-3. 強化航空、水運、場站與工程節能減碳



資料來源：交通部，101年運輸政策白皮書-綠運輸。

27

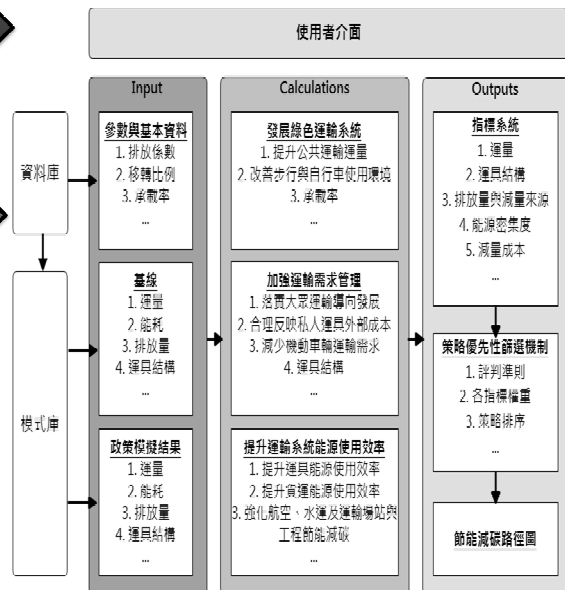
政策決策支援系統之架構與運作流程

一. 政策決策支援系統目的、功能

- 本計畫將政策決策支援系統定位為可提供運輸部門節能減碳政策量化評估功能之操作工具，此系統必須同時具備量化評估、指標呈現、政策配套、策略優先性選擇等功能。

二. 政策決策支援系統架構

- 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。
- 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。



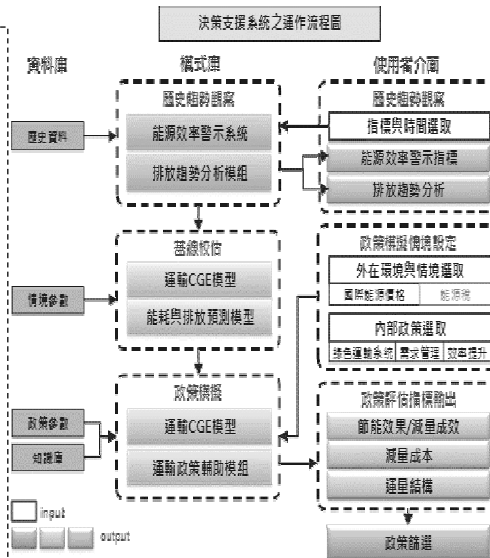
資料來源：本研究繪製。

28

政策決策支援系統之架構與運作流程

三. 政策決策支援系統運作流程

1. 歷史趨勢觀察
 - 本年度於決策支援系統中建置運具別之能源效率警示系統及運輸部門排放趨勢分析模組兩組歷史趨勢觀察之分析工具。
2. 基線校估與驗證
 - 目前模式推估之時間軸為2006年至2030年，其中2006年至2012年為模型根據歷史實際資料進行模擬校估之期間。
3. 政策模擬
 - 外在條件
能源稅、核能政策、電價政策、國際能源價格的波動、以及國際經濟情勢的變化。
 - 內部政策
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。
4. 評估準則選擇與排序
 - 根據政策模擬結果，使用者可根據呈現之結果，選擇關心的指標並給予權重，以便對眾多政策選項進行排序。
5. 減量成效與達成率計算
 - 依據評估結果與決策選擇結果，建立溫室氣體排放路徑圖，並計算減量成效與目標達成率。



29

部門能源消費與排放成長之趨勢分析工具

-因素分解法

因素分解法

- 目的
 - 因素分解法主要目的為拆解影響運輸部門能源消費主要因素(如：運輸需求、運具運量結構、運具能源效率)變動對於運輸部門能源消費變化之個別貢獻，有利於掌握影響能源消費變化之關鍵因素。
- 特色
 - 因式分解法係透過定義式的方式，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。
 - 適用於解析歷史排放量的主要來源。
- 限制
 - 適用於解釋歷史趨勢，但不適於評估未來的政策影響。
 - 分解式無法建立變數間的關聯，無法解釋因果關係。
 - 為因素分解法常因過於主觀的公式認定而難以獲得實證支持。

本研究設定

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

= 排放係數 x 能源密集度 x (1/承載人數) x 運量結構 x (1/運輸服務之GDP貢獻) x 人均GDP x 人口數

30

運輸部門能源消費與排放成長之趨勢分析工具

-因素分解法

1 國內研究		
文獻	拆解方法	主要結論
1. 李正豐 (2009) · 我國公路運輸部門二氧化碳排放減量潛力與最適策略評估，國科會專題研究計畫 (2008.8~2009.7)。	<p>對數平均數迪氏指標(LMDI)：</p> $Q = \sum_{i=1}^2 Q_i = \sum_{i=1}^2 \frac{Q_i}{E_i} \times \frac{E_i}{E_{tot}} \times \frac{E_{tot}}{V} \times \frac{V}{P} \times P = \sum_{i=1}^2 (c_i s_i cvP)$ <p>排放係數 燃料配比 車均能耗 人均車輛數</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 人均車輛數為1986-2006年間造成公路運輸CO2排放增加的關鍵因子； ✓ 減量效應均主要來自車輛結構改變，亦即機車的增加數量高於汽車所導致，而非燃料效率有顯著提升； ✓ 人口、燃料效率、燃料配比的影響並不明顯，顯示效率提升與替代燃料仍有待加強。
2. 曾禹傑 (2012) · 我國運輸部門能源消費變動因素分析暨節能減碳策略探討，台綜院。	<p>對數平均數迪氏指標法(LMDI)：</p> <p>-能源消費量- $E_{it} = A_i \times S_{it} \times I_{it}$ 活動效果(運輸需求) 結構效果(運具移轉) 能源密集度效果</p> <p>-私人運具人均能源消費量- $e_i = \frac{E_{it}}{P_i} = \frac{E_{it}}{VK_i} \times \frac{VK_i}{N_i} \times \frac{N_i}{P_i}$ 延車公里密集度效果 使用率效果(年均行駛里程) 持有率效果(人均車輛數)</p> <p>-能源密集度- $I_i = \frac{E_{it}}{VK_i} \times \frac{VK_i}{TK_i}$ 延車公里密集度效果 承載重量效果(承載率之倒數)</p>	<p>能源消費量</p> <p>私人運具能源消費量</p>

運輸部門能源消費與排放成長之趨勢分析工具

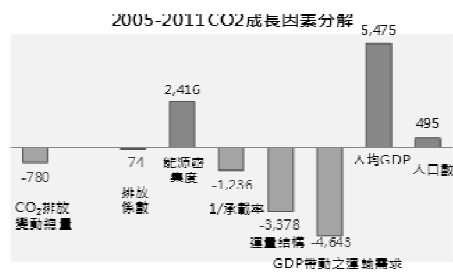
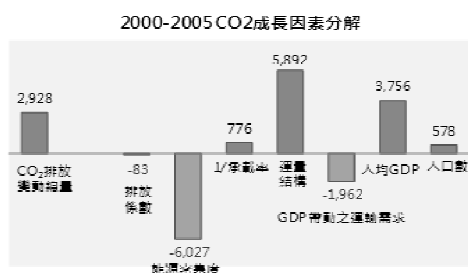
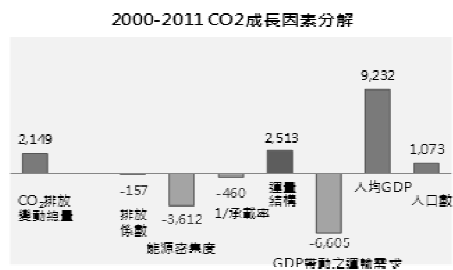
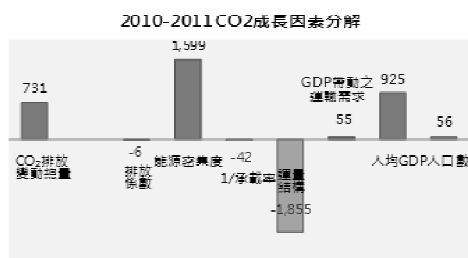
-因素分解法

2 國內外研究		
文獻	拆解方法	主要結論
1. Eom and Lee (2010) · "Trends in passenger transport energy use in South Korea", Energy Policy, 38.	<p>對數平均數迪氏指標(LMDI)：</p> $E = \sum_i A_i \cdot S_i \cdot I_i$ <p>運量 運具結構 能源密集度</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 亞洲金融風暴前(1997年前)，運量效果、結構效果、密集度效果皆造成二氧化碳增加。金融風暴後，運量效果仍持續增加，但結構效果開始減少二氧化碳排放，密集度效果則持平。 ✓ 金融風暴前，由汽車取代公共運輸，金融風暴後，而由大眾運輸取代個人運具。
2. Timilsina and Shrestha(2009), "Transport sector CO2 emissions growth in Asia: underlying factors and policy options", Energy Policy, 37.	<p>對數平均數迪氏指標法(LMDI)：</p> $CO_2 = \sum_i \frac{CO_{2i}}{FC_{gi}} \times \frac{FC_{gi}}{FC_{pi}} \times \frac{FC_{pi}}{FC_{ti}} \times \frac{FC_{ti}}{GDP_i} \times \frac{GDP_i}{POP_i} \times POP_i$ <p>排放係數 運具J之能源消費結構 運具部門之能源結構 能源密集度 人均GDP</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 經濟活動、人口成長、能源密集度是影響亞洲國家最主要的因素。 ✓ 能源密集度(EI)只在部分國家具重要影響，對中國與印度卻反之，這與兩國軌道運輸的發展有關。 ✓ 能源結構雖然直接造成排放增加，但其效果相對其他因素較小。
3. 盧怡靜(2008)-台灣公路運輸部門能源耗用與CO2排放趨勢變動因素探討，成功大學博士論文。	<p>迪氏指標法：</p> $CO_2 = \frac{CO_{2i}}{E_i} \times \frac{E_i}{N_i} \times \frac{N_i}{EAP_i} \times \frac{EAP_i}{G_i} \times G_i$ <p>排放係數 單位車輛之能耗 人均車輛數 人均GDP之倒數 GDP</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 經濟成長及單位車輛之行駛里程為促使小客車及機車能源需求成長的主要因素。 ✓ 車輛結構為促使小客車能耗增加之次要因素。 ✓ 單位車行里程之能耗與經濟活動人口密集度為促進能源需求減量的關鍵因素。

運輸部門能源消費與排放成長之趨勢分析工具

-因素分解法

3 CO2排放趨勢分析結果(客運)

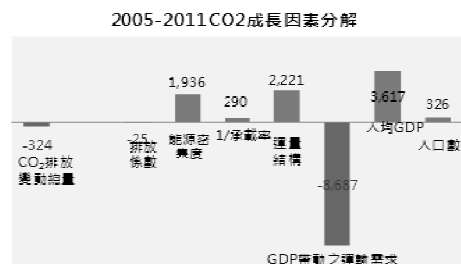
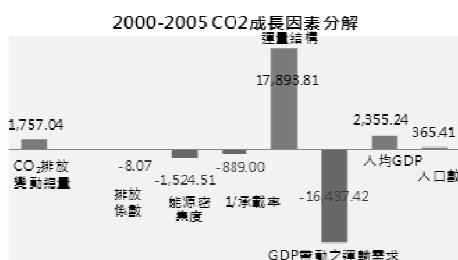
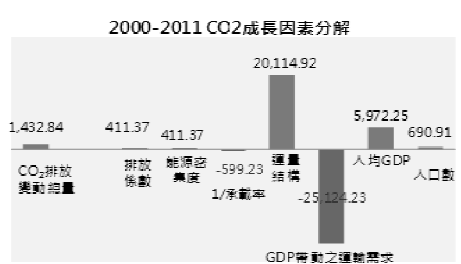


33

運輸部門能源消費與排放成長之趨勢分析工具

-因素分解法

4 CO2排放趨勢分析結果(貨運)



34

能源效率警示指標

- 曾國雄 (1987) 於「運輸能源之研究」中將有關運輸能源效率指標分為運行能源 (operation energy)、載運能源 (line-haul energy)、運式能源 (model energy) 與計畫能源 (program energy) 四個層次，其中運行能源 (operation energy) 是運輸工具提供運輸服務時所必需消耗之能估算方式有兩種，一種是燃料效率，單位是延車公里 / 公升；另一種是能源密集度，單位為仟卡 / 延人 (噸) 公里等。
- 燃油效率指標
 - 風險預警符號分辨原則：以各主指標1990至2012年之前期與當期的變動率作為是否顯示警示標示，變動率為“+”則顯示“綠”，屬於安全範圍；變動率為“-”則顯示“紅”，屬於危險範圍。
- 能源密集度指標
 - 風險預警符號分辨原則：以各主指標1990至2012年之前期與當期的變動率作為是否顯示警示標示，變動率為“+”則顯示“紅”，屬於危險範圍；變動率為“-”則顯示“綠”，屬於安全範圍。

35

能源效率警示指標介面

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

燃油效率

開始時間：1990 - 結束時間：1990 查詢

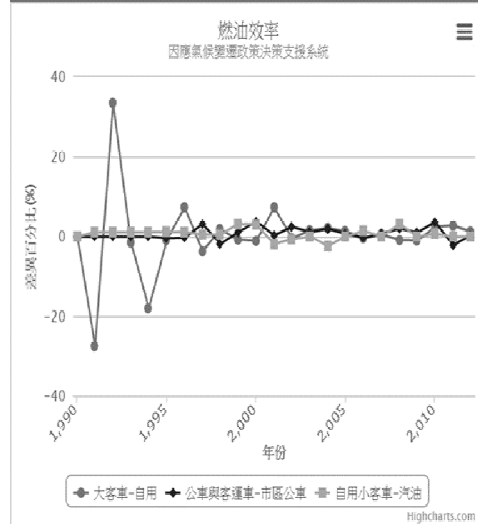
車輛

小客車	<input type="checkbox"/> 自用(汽油)	<input type="checkbox"/> 營業(汽油)	<input type="checkbox"/> 營業(LPG)
小貨車	<input type="checkbox"/> 自用(汽油)	<input type="checkbox"/> 自用(柴油)	<input type="checkbox"/> 營業(汽油)
人客中	<input type="checkbox"/> (自川)	<input type="checkbox"/> (遊覽中)	<input type="checkbox"/> 營業(柴油)
公車與客運車	<input type="checkbox"/> (公車+客運車)	<input type="checkbox"/> (市區公車)	<input type="checkbox"/> (公路客運)
大貨車	<input type="checkbox"/> (自用)	<input type="checkbox"/> (營業)	
機車	<input type="checkbox"/> (自川)		

36

公路客運燃油效率指標

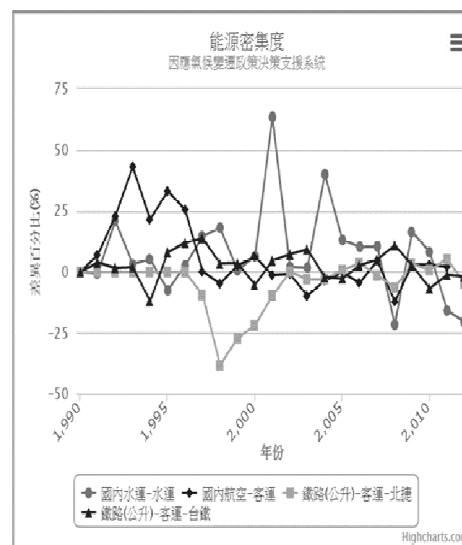
年份	自用小客車 汽油		大客車 柴油		公車與客運車 柴油公車	
1990	8.890	-	3.440	-	-	-
1991	8.990	1.1%	2.894	-27.5%	2.717	-
1992	9.090	1.1%	3.330	33.5%	-	-
1993	9.190	1.1%	3.280	-1.5%	-	-
1994	9.290	1.1%	2.688	-38.0%	1.972	-
1995	9.400	1.2%	2.664	-0.9%	1.965	-0.4%
1996	9.500	1.1%	2.860	7.3%	1.959	-0.3%
1997	9.550	0.5%	2.753	-3.7%	2.020	3.1%
1998	9.600	0.5%	2.802	1.8%	1.981	-1.9%
1999	9.800	2.1%	2.789	-0.5%	2.002	1.1%
2000	10.200	4.0%	2.750	-1.1%	2.006	0.2%
2001	10.004	-1.9%	2.950	7.3%	2.083	3.8%
2002	9.959	-0.7%	2.938	-0.4%	2.132	2.4%
2003	9.859	-0.9%	2.983	1.5%	2.157	1.2%
2004	9.701	-1.6%	3.044	2.1%	2.198	1.9%
2005	9.701	0.0%	3.094	1.7%	2.214	0.7%
2006	9.838	1.4%	3.071	-0.7%	2.207	-0.3%
2007	9.838	0.0%	3.091	0.6%	2.223	0.7%
2008	10.144	3.1%	3.065	-0.9%	2.268	2.0%
2009	10.144	0.0%	3.033	-1.0%	2.291	1.0%
2010	10.213	0.7%	3.105	2.4%	2.373	3.6%
2011	10.213	0.0%	3.187	2.7%	2.321	-2.2%
2012	10.213	0.0%	3.225	1.2%	2.328	0.3%



37

鐵路運輸、空運及水運能源密集度指標

年份	國際(公升) 客運 公里		國際(公升) 客運 公里		國內航空 客運		國內水運 水運	
1990	0.007	-	-	-	0.021	-	-	-
1991	0.007	3.90%	-	-	0.022	7.00%	-	-0.60%
1992	0.007	1.70%	-	-	0.018	-22.80%	0.001	20.90%
1993	0.007	2.00%	-	-	0.039	43.30%	0.001	3.20%
1994	0.006	-11.90%	-	-	0.048	21.50%	0.001	5.20%
1995	0.007	8.30%	-	-	0.064	33.30%	0.001	-7.50%
1996	0.008	12.00%	0.045	-	0.080	25.60%	0.001	2.60%
1997	0.009	13.80%	0.041	-9.3%	0.080	0.00%	0.001	14.60%
1998	0.009	3.50%	0.035	-18.1%	0.076	-4.30%	0.001	18.10%
1999	0.009	3.60%	0.038	-27.20%	0.078	2.60%	0.001	0.70%
2000	0.009	-5.20%	0.034	-21.70%	0.083	6.30%	0.001	6.40%
2001	0.009	4.70%	0.033	-9.80%	0.082	-1.30%	0.001	63.40%
2002	0.010	7.30%	0.033	0.30%	0.082	-0.80%	0.001	2.10%
2003	0.011	9.30%	0.033	-3.00%	0.074	-9.80%	0.001	1.80%
2004	0.011	-2.10%	0.032	-3.00%	0.071	-3.40%	0.002	40.00%
2005	0.010	-2.60%	0.032	0.80%	0.071	-0.30%	0.002	12.10%
2006	0.011	2.70%	0.033	3.60%	0.068	-4.40%	0.002	10.30%
2007	0.011	5.10%	0.033	-1.30%	0.071	4.60%	0.003	10.50%
2008	0.012	11.00%	0.032	-6.40%	0.062	-12.30%	0.002	-21.50%
2009	0.013	2.70%	0.032	3.30%	0.064	3.00%	0.002	16.40%
2010	0.012	-6.70%	0.032	0.90%	0.066	3.00%	0.003	8.20%
2011	0.012	-1.10%	0.033	5.20%	0.068	2.20%	0.002	-15.80%
2012	0.012	-1.90%	0.032	-4.50%	0.062	-9.00%	0.002	-20.30%



38

節能減碳政策評估選項



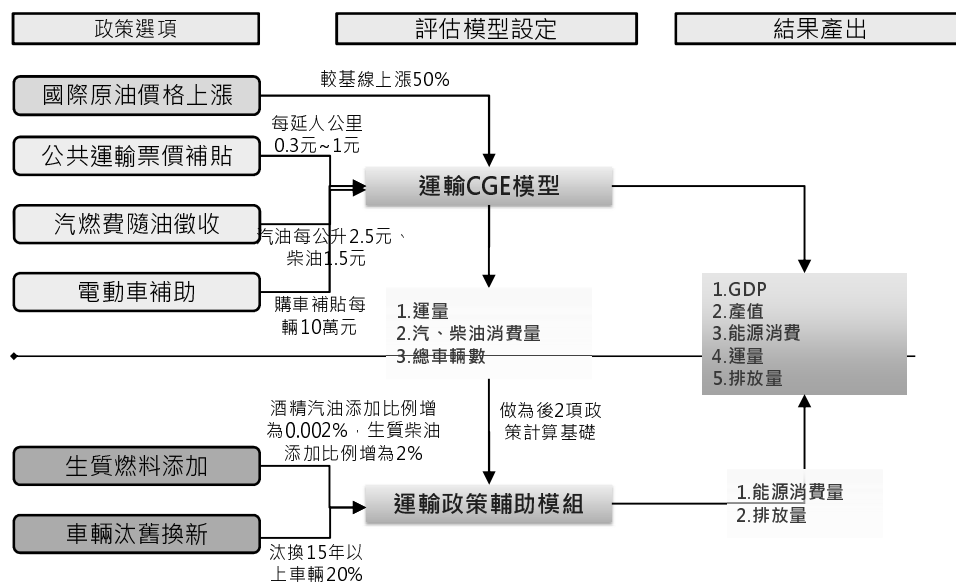
➤ 節能減碳政策評估案例

- ✓ 基本情境假設
- ✓ 公共運輸票價補貼
- ✓ 生質燃料添加
- ✓ 汽燃費隨油徵收
- ✓ 車輛汰舊換新
- ✓ 電動車補助

基本情境設定			政策項目					
	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	電動車免 徵貨物稅	生質燃料 添加	車輛汰舊 換新
Case 1-1	●		●					
Case 1-2	●		●	●				
Case 1-3	●		●	●	●			
Case 1-4	●		●	●	●	●		
Case 1-5	●		●	●	●	●	●	
Case 1-6	●		●	●	●	●	●	●
Case 2-0	●	●						
Case 2-1	●	●	●					
Case 2-2	●	●	●	●				
Case 2-3	●	●	●	●	●			
Case 2-4	●	●	●	●	●	●		
Case 2-5	●	●	●	●	●	●	●	
Case 2-6	●	●	●	●	●	●	●	●

39

政策評估流程



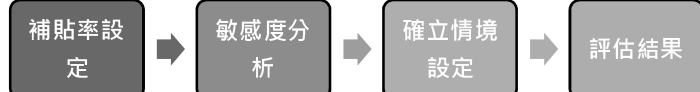
40

公共運輸票價補貼政策

補貼對象

- 1 鐵路客運
- 2 捷運
- 3 國道客運
- 4 一般公路客運
- 5 市區公車

評估流程



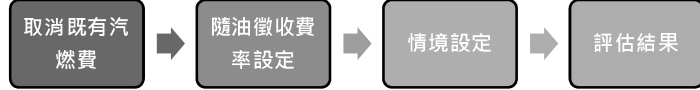
政策工具：票價補貼

- 1 對單位運量做「從量補貼」，計算單位為(元/延人公里)
- 2 模型中必須將單位運量補貼率，換算為單位實質產值補貼率
- 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)

41

汽燃費隨油徵收政策

評估流程



政策工具：汽、柴油費率

- 1 汽油每公升2.5元，柴油每公升1.5元。(汽車燃料使用費徵收及分配辦法2013.05修訂)
- 2 模型中必須將單位能源徵收費率，換算為單位實質產值補貼率。
- 3 隨油徵收費率，汽油設定在2.5元/公升~3.5元/公升，柴油設定在1.5元/公升~2.1元/公升。

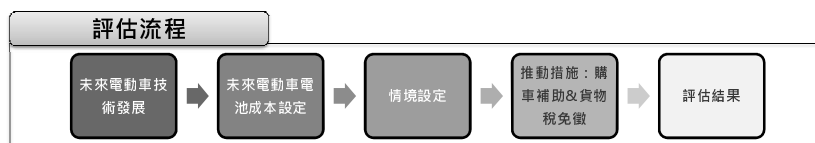
	汽、柴油價格				費率			
	98無鉛汽油	95無鉛汽油	92無鉛汽油	柴油	98無鉛汽油	95無鉛汽油	92無鉛汽油	柴油
2006	29.1	29.1	26.8	23.7	8.59	8.59	9.29	6.33
2007	32.2	32.2	30	27.5	7.76	7.76	8.33	5.45
2008	22.6	22.6	20.4	17.1	11.06	11.06	12.25	8.77
2009	31.4	31.4	29.2	26.8	7.96	7.96	8.56	5.60
2010	33	33	30.8	28.6	7.58	7.58	8.12	5.24
2011	32.8	32.8	30.6	28.8	7.62	7.62	8.17	5.21
2012	36.8	36.8	33.3	32.1	6.79	6.79	7.51	4.67

單位：元/公升

*汽油每公升2.5元，柴油每公升1.5元
單位：%

42

電動車補助政策



基本假設

- 1 僅探討純電動車
- 2 依據Energy technology perspective 2012，2030年電池成本將較2012年下降32%
- 3 假設電動車使用年限為10年

政策工具：購車補助&貨物稅免徵

- 1 電動車新車購車補貼每輛10萬元
- 2 電動車免徵貨物稅

	汽、柴油價格				費率			
	98無鉛汽油	95無鉛汽油	92無鉛汽油	柴油	98無鉛汽油	95無鉛汽油	92無鉛汽油	柴油
2006	29.1	29.1	26.9	23.7	8.59	8.59	9.29	6.33
2007	32.2	32.2	30	27.9	7.76	7.76	8.33	5.45
2008	22.6	22.6	20.4	17.1	11.06	11.06	12.29	8.77
2009	31.4	31.4	29.2	26.8	7.96	7.96	8.56	5.60
2010	33	33	30.8	28.6	7.58	7.58	8.12	5.24
2011	32.8	32.8	30.6	28.8	7.62	7.62	8.17	5.21
2012	36.8	36.8	33.3	32.1	6.79	6.79	7.51	4.67

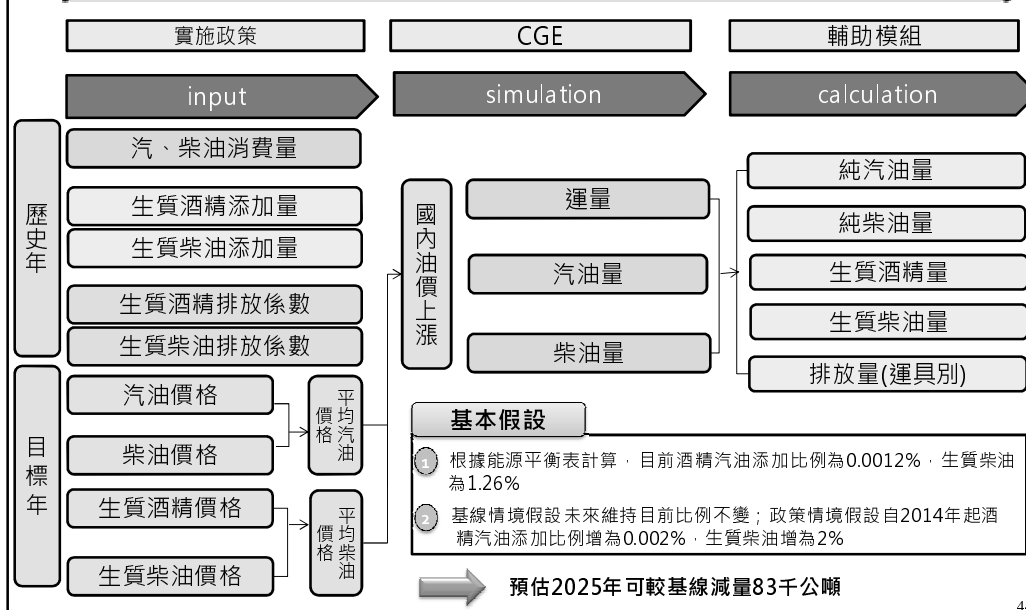
單位：元/公升

*汽油每公升2.5元，柴油每公升1.5元

單位：%

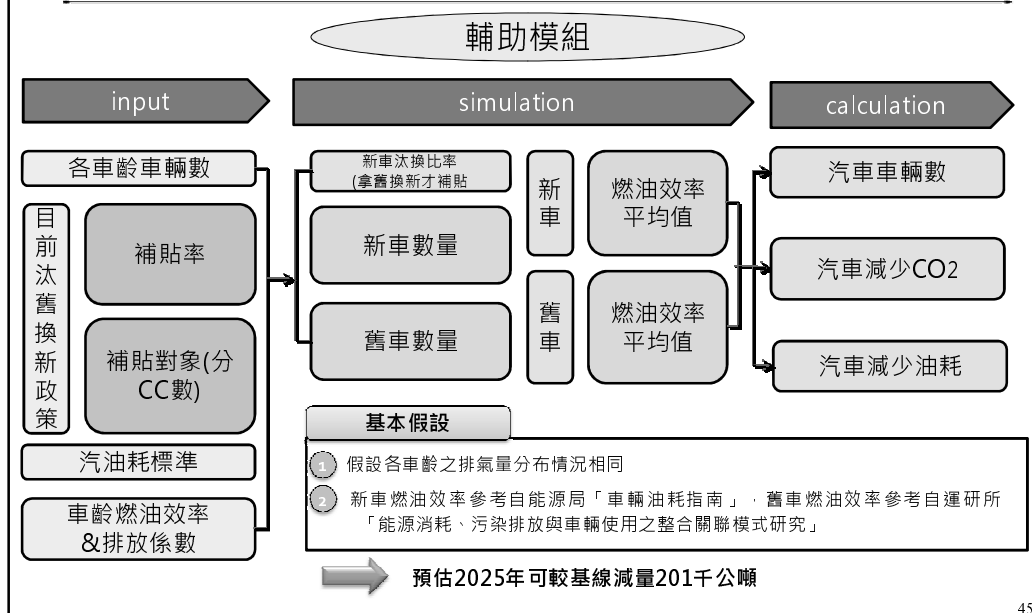
43

替代燃料政策



44

實施汽車汰舊換新政策



45

政策評估準則

OECD(2008)建構綜合指標八大步驟

- ① 建立理論架構
- ② 選擇適當變數
- ③ 處理缺損的資料
- ④ 進行多變量分析
- ⑤ 標準化
- ⑥ 權重
- ⑦ 加總
- ⑧ 驗證與敏感度分析

本年度建立指標

- ① CO₂排放量
- ② 能源消費
- ③ GDP
- ④ 減量成本(GDP/CO₂)
- ⑤ 公共運輸使用率
- ⑥ 客運及貨運運量

Weighting methods	Aggregation methods		
	Linear ³	Geometric ³	Multi-criteria
Equal weighting	Yes	Yes	Yes
Principal Component/Factor analysis	Yes	Yes	Yes
Benefit of the doubt	Yes	No ¹	No ¹
Unobserved component models	Yes	No ¹	No ¹
Budget allocation	Yes	Yes	Yes
Analytic hierarchy process	Yes	Yes	No ²
Conjoint analysis	Yes	Yes	No ²

¹ Benefit of the doubt requires additive aggregation; similar arguments apply to unobserved components

² At least with the multi-criteria methods requiring weights as importance coefficients.

³ With both linear and geometric aggregations weights need to be treated as trade-offs and not "importance" coefficients

資料來源：OECD(2008)。

46

政策決策支援系統介面示意(1/8)

最新消息

計畫背景

知識庫

資料庫

模式庫

討論區

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

系統簡介

能源效率警示指標

排放趨勢分析模組

政策選項

策略比較

Member Login 會員登入

歡迎, 前台管理員

登出會員

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

系統簡介

系統運作流程

綠運輸發展為現階段我國重要之運輸政策方向，為因應全球氣候變遷與節能減碳之趨勢，行政院於99 年1 月成立「節能減碳推動會」，並推動「國家節能減碳總行動方案」。依據行政院「永續能源政策綱領」與行政院「節能減碳推動會」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。因此，現階段之運輸政策目標以2025 年為目標年期。

為達成綠色運輸發展政策方向，交通部於101年提出之運輸政策白皮書中，配合相

47

政策決策支援系統介面 (2/8)

排放趨勢分析模組

政策選項

策略比較

Member Login 會員登入

歡迎, 前台管理員

登出會員

修改個人資料

能源密集度

燃油效率

能源密集度

開始時間: 1990

結束時間: 2003

查詢

車種

鐵路(公)-客運

☒ (台鐵)
☒ (高鐵)
☒ (北捷)
☐ (高捷)

鐵路(公)-貨運

☐ (台鐵)

鐵路(支)-客運

☐ (台鐵)
☐ (高鐵)
☐ (北捷)
☐ (高捷)

鐵路(支)-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)

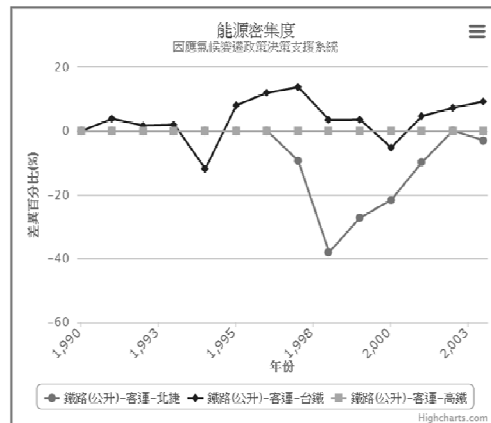
大貨車

☐ (自用)
☐ (營業)
☐ (貨運)

48

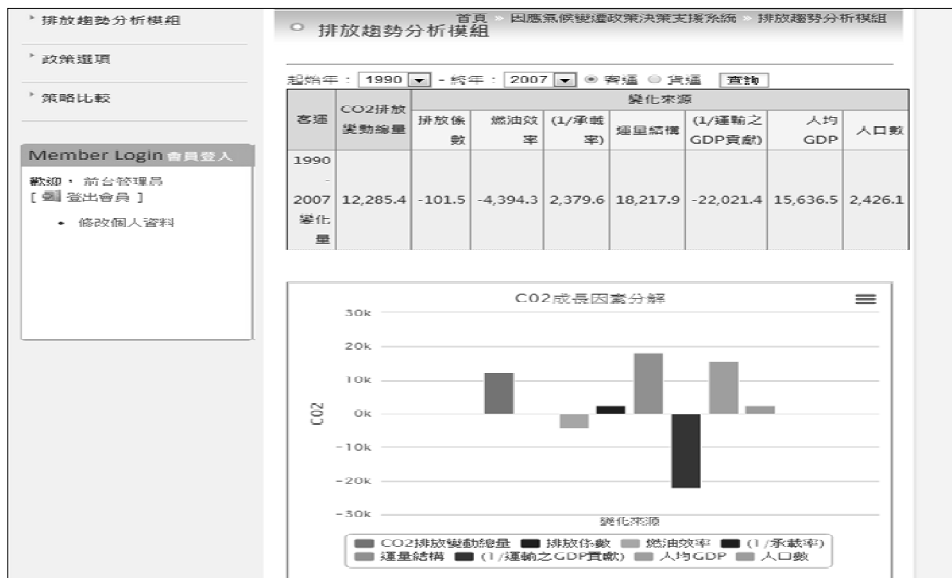
政策決策支援系統介面 (3/8)

年份	運輸(公升) 數據	運輸(公升) 目標	運輸(公升) 數據	運輸(公升) 目標
1990	0.007	-	-	-
1991	0.007	3.90%	-	-
1992	0.007	1.70%	-	-
1993	0.007	2.00%	-	-
1994	0.006	-11.90%	-	-
1995	0.007	8.10%	-	-
1996	0.008	12.00%	0.045	-
1997	0.009	13.00%	0.041	-9.30%
1998	0.009	3.30%	0.025	-38.10%
1999	0.009	3.60%	0.018	-27.20%
2000	0.009	5.20%	0.014	-21.70%
2001	0.009	4.70%	0.013	-9.00%
2002	0.009	7.30%	0.013	0.10%
2003	0.011	9.30%	0.013	-3.00%



49

政策決策支援系統介面 (4/8)



50

政策決策支援系統介面 (5/8)

最新消息

計畫背景

知識庫

資料庫

模式庫

討論區

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

系統簡介

能源效率警示指標

排放趨勢分析模組

政策選項

策略比較

Member Login 會員登入

歡迎・前台管理員

[登出會員]

修改個人資料

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

情境假設

國際原油價格較基準上漲

0% 25% 100% 50% 75%

51

政策決策支援系統介面 (6/8)

排放趨勢分析模組

政策選項

策略比較

Member Login 會員登入

歡迎・前台管理員

[登出會員]

修改個人資料

節能減碳政策

情境假設

節能減碳政策

目前油價基準上漲率：

政策	建具項目	補貼費率 (單位:元/延入公里)	方案組合				
			A	B	C	D	E
公共運輸票價補貼	省公共運具(A)	0.1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		0.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		0.7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

政策	油品項目	徵收費率 (單位:元/公升)	方案組合				
			A	B	C	D	E
汽燃費	柴油(B)	0.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		1.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	汽油(C)	0.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		1.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

政策	油品項目	添加比例 (單位:%)	方案組合				
			A	B	C	D	E
生質燃料	酒精(D)	0.25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	柴油(E)	0.25	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

52

政策決策支援系統介面 (7/8)

[最新消息](#)
[計畫背景](#)
[知識庫](#)
[資料庫](#)
[模式庫](#)
[討論區](#)
[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

[系統簡介](#)
[能源效率警示指標](#)
[排放趨勢分析模組](#)
[政策選項](#)
[策略比較](#)

Member Login 會員登入

歡迎， 前台管理員

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

[首頁](#) > [因應氣候變遷政策決策支援系統](#) > [策略比較](#) > [策略比較與匯出](#)

[策略比較與匯出](#)
[查詢方案組成](#)
[匯出資料](#)

項目	CO2 (百萬公噸)	GDP (百萬元)	GDP/CO2 (元/公噸)	延人公里	延噸公里	公共運輸 使用率
基線	19515	287	67	4641	4322	24.00%

節能減碳方案		排序	排序 ▲	排序	排序	排序	排序
相對基線	方案A	21088	285	73	2836	1995	23.00%
變化量	方案B	18695	324	57	3016	2485	10.00%

53

政策決策支援系統介面 (8/8)

[排放趨勢分析模組](#)
[政策選項](#)
[策略比較](#)

Member Login 會員登入

歡迎， 前台管理員

[登出會員](#)

- 修改個人資料

[首頁](#) > [因應氣候變遷政策決策支援系統](#) > [策略比較](#) > [查詢方案組成](#)

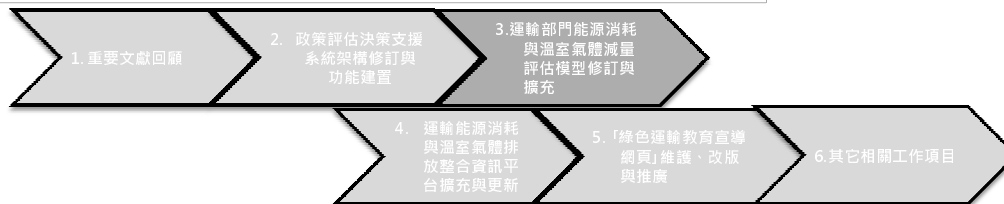
[策略比較與匯出](#)
[查詢方案組成](#)

目前油價基線上漲率：25%

政策	運具項目	補貼費率 (單位:元/延人公里)	方案組合				
			A	B	C	D	E
公共運輸票價補貼	含公共運具(A)	0.1	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		0.5	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		0.7	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

政策	油品項目	徵收費率 (單位:元/公升)	方案組合				
			A	B	C	D	E
汽機車	柴油(B)	0.5	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		1.5	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	汽油(C)	0.5	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		1.5	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
		2.5	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

54



肆、運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂與擴充

- ① 依所得區分家計類別
- ② 資料庫編製
- ③ 相關參數蒐集
- ④ 政策評估成果
- ⑤ 單機版介面開成果



所得對家計部門消費支出結構之影響

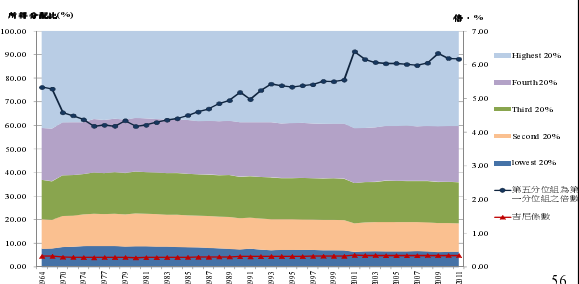
1 依所得區分家計部門類別

- **所得差距日益擴大：**主計總處將家戶按所得高低區分為五群組，至2011年為止，最低群組戶均可支配所得約30萬元，最高群組戶均可支配所得約183萬元，約為最低群組之6.17倍，約占全國可支配所得之40%，最高所得與最低所得之差距以及吉尼係數皆於1980年之後逐年增加。
- 平均而言2011年家戶住宅及燃料支出約占可支配所得之20%，交通相關支出則合計約占8%，不同群組間，住宅及燃料支出比重隨著所得之增加而明顯減少，個人交通工具購置及交通設備使用管理、保養費支出占隨所得增加而增加，乘坐交通設備及其他交通服務之支出占隨所得增加而下降。
- 因所得而造成的家計單位異質性，已對能源與運輸使用行為形成影響，本研究之運輸CGE模型將進一步依所得區分家計部門為五類，並按此五類修訂模型之SAM表架構，以蒐集資料擴充基本資料庫。

資料來源：行政院主計總處，家庭收支調查。

戶數五等分位組之所得分配比與所得差距(2011年)

	總平均	依可支配所得按戶數五等分位分				
	Average	1	2	3	4	5
消費支出占可支配所得比例(%)	80.29	109.89	95.46	88.41	80.84	67.12
住宅服務、水電瓦斯及其他燃料	19.58	35.88	26.17	21.76	18.88	14.44
交通	7.78	7.11	7.85	8.25	7.85	7.61
(1)個人交通工具之購置	1.21	0.69	0.80	0.86	0.83	1.79
(2)個人交通設備使用管理、保養費	5.00	4.72	5.31	5.69	5.42	4.41
(3)乘交通設備及其他交通服務	1.09	1.23	1.25	1.18	1.10	0.96
(4)汽、機車保險費	0.48	0.47	0.49	0.52	0.49	0.45
儲蓄占可支配所得比例(%)	19.71	9.89	4.54	11.59	19.16	32.88
可支配所得(千元)	908	296	547	786	1,083	1,827
所得總額(千元)	1,158	391	706	1,009	1,382	2,302



資料庫編製

- 運用主計處產業關聯表、家庭收支調查、財政統計年報、國民所得帳等資料，將原資料庫中之家計部門，依所得拆解為五類。
- 家計部門之汽燃費，則利用汽車燃料使用費費額表、車輛數、公路總局代徵燃料使用費收入、家庭收支調查之車輛擁有數等資料，編算五類所得之家計部門表。

	活動帳 C1	要素帳		機構帳		資本帳		國外帳 C8	總收入 C9
		勞動 C2	資本 C3	企業 C4	家計 C5	政府 C6	合計 C7		
活動帳 R1	中間投入				家計消費	政府消費	固定資本形成毛額總和	出口	(1)
要素帳 R2	勞動報酬							國外受僱人員報酬收入	(2)
要素帳 R3	營業盈餘							國外財產企業所得收入	(3)
機構帳	企業 C4		企業財產及所得收入		家計對國內企業移轉	政府對國內企業移轉			(4)
	家計 R5	家計單位勞動報酬		家計財產與企業所得淨額	家計對國內家計移轉	政府對國內家計移轉		國外對家計經常移轉	(5)
	政府 R6	間接稅		直接稅與間接稅	直接稅與間接稅		加值型營業稅	加值型營業稅	(6)
		汽燃費		汽燃費	汽燃費			國外對政府經常移轉	
資本帳	合計 R7	折舊		企業儲蓄	家計儲蓄	政府儲蓄		資本移轉收入淨額	(7)
國外帳 R8	進口	國外受僱人員報酬支付	國外財產企業所得支付		家計對國外移轉	政府對國外經常移轉	國外無形資產購入淨額與貸出淨額總和		(8)
總支出 R9	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	

57

運輸CGE模型擴充後社會會計矩陣編製結果示意表

編算結果

- 編算結果如下圖。
- 家計部門之儲蓄率維持在0.03%(第一類)~20.6%(第五類)之間。
- 五類家計部門之汽燃費支出占總所得比重約為0.27%, 0.38%, 0.40%, 0.38%, 0.29%。

A	CK	CL	CM	CN	CO	CP	CQ	CR	CS	CT	CU	CV	CW	CX	CY	CZ	DA	DR
83 Financial	40275	4238.91	820.038	164723						34057.51809	64452.67247	94733.31591	125184.5837	188927.520	6444		28831.99987	1278480.045
84 Research	3092	126.856	24.5409	4929.6						2912.86125	4281.919138	5015.790325	5873.689555	7345.76939	25428		300221.0131	
85 TechTiesTies	8680	34521.6	60.7836	13415						71481.25791	105.077776	123.868795	144.139136	18021.499	86		11504.4049	
86 Renting	5052	294311	40.2385	9890.25						545.057849	1069.698345	1629.091824	2233.89052	9631.32225			21374.0004	
87 Travel	691	17.0773	33.0368	663.619						1041.073054	2060.409583	3093.697487	4774.276207	9465.84383			27434.00019	
88 BuildGreen	3610	182.832	35.3697	7104.8						921.9942674	1683.490021	2249.242573	3059.641591	5058.63185			41267.00638	
89 PubSev	6	348.137	67.3487	13528.5						71754.71102	154847.3791	221638.9129	281123.581	383531.418	1070804	81.99998835	10130.99978	2278488.032
90 VehiMaint	856	30.8201	17.5713	3329.6						2440.52389	5931.318819	8954.42086	10904.63985	14297.2579		0	107	98302.00247
91 AutoMaint	8	28.34	5.99559	1023.56						688.1979769	2425.624001	3539.524605	4459.932112	5847.5095		0	31	19017
92 MilsEV	34097	3736.75	722.891	145209						258288.0458	420531.2055	547411.4886	658797.6266	864157.605	359995	101031.9986	80608.99877	4179988.021
93 L1	655381	33476.2	6476.13	1300876											9597		6348335.508	
94 L1	832345	10342.9	2000.88	401922													2428.263276	1969373.852
95 L2	572147	23133.8	4475.24	898953													7188.736724	4564961.657
96 K	253123	32971.4	6378.47	1281259													619526	5844258.234
97 LNT								5540042										5678649.234
98 TR	10585.9	1425.85	275.838	55408.4					347894	38038.12093	59997.24476	93872.74764	138525.588	285512.248	139607	68925	8591	1547072381
99 TR1	3.28755	16.8514	3.29998	654.841						2017.691604	5433.144033	7885.176988	9762.448284	12286.5391				43103.98959
100 GOV										367568	2478.472722	5716.521465	9332.961783	14351.30568			23322.18261	454316.1899
101 HH1				516107.1	0	516107.1		52830.26			2834.755311	3708.40119	5092.599361	9636.95935	60994.96439		114364.2949	765568.3397
102 HH2				99250.802	0	99250.802		129100.9			1406.891274	7768.375065	3801.698988	7194.12958	64675.96756		226191.7081	1429489.947
103 HH3				1384209.44	0	1384209		201314.5			11446.61433	1722.282138	3094.074402	5855.05890	73105.06353		323034.3421	1983797.407
104 HH4				1357818.88	109259	1466960		337174.6			1141.082012	1716.57024	2246.133809	3836.9893	7177.550468		395985.8017	23971443.17
105 HH5				1852641.48	1852641	0		1695143			1750.694723	2634.256464	3445.110416	4732.405909	101584.4899		531642.1381	4193574576
106 HH6								2552559			3647.597476	2687.820261	4415.473455	3357.912695	6047.71235	23641	1950671.3369	40627.67604
107 TMP	3280	4048.39	783.374	157358	13208	7473.343	5734.657	304216		10542.04158	33332.35117	45196.76468	38420.56195	123107.280	2245			8153135.745
108 TOT	1207684	98302	19017	3819993	6334335.51	1999374	4364962	5844258	5678649	765568.3397	1429489.841	1893479.407	2591743.172	4193745.57	2045083	2801717.651	9622432	

58

家計生產函數理論建立私人運輸服務

建立家計生產函數的目的

- 影響運輸部門決策的關鍵因素，包括溫室氣體排放與交通擁擠等不同層面的外部性考量
- 若時間的外部性未被納入，減量成本可能被高估
- 就經濟行為而言，時間的分配同時具有勞動供給、家戶生產、時間價值等經濟意涵，可改善CGE模型普遍忽略家戶生產行為的現象。
- 運輸模式的旅行時間，影響個體對運具的選擇，配合效用及福利分析，可同時觀察運輸部門減量策略的另一種效益。
- 交通基礎建設以及諸多交通措施，皆以提供便捷交通網絡為目標，同時產生節能減碳效益，因此為適切評估運輸部門政策，除了各項建設帶動的經濟直接與間接效益外，亦應反映時間價值創造的外部效益。

通勤/通學時間

	平日	
	通勤/通學時間	占全日比率
總計	0.58	2.41
按個人全年收入分		
未滿20萬元	0.37	1.53
20—未滿30萬元	0.65	2.71
30—未滿40萬元	0.78	3.24
40—未滿60萬元	0.81	3.39
60—未滿80萬元	0.77	3.23
80—未滿100萬元	0.81	3.38
100萬元及以上	1.06	4.42

資料來源：行政院主計總處，94年社會發展趨勢調查。

59

相關參數資料蒐集

作者 (年份)	研究議題	方法	結果
Vijay P. Ojha a, Basanta K. Pradhan b and Joydeep Ghosh b (2013)	本文從三個經濟來源，人力資本、實質資本及技術進步來探討印度經濟成長及所得分配的四個政策選擇。	CGE	混合勞動和資本之替代彈性0.96~0.59 複合技術勞動和非技術勞動之替代彈性0.53 半技術勞動和技術勞動之替代彈性0.67
Doina Radulescu and Michael Stimmelmayer (2009)	本文在分析德國在2008年的公司稅改特別針對資本所得稅改方面的影響。	CGE	勞動和資本的替代彈性0.8 資本所得稅和跨期消費的替代彈性0.4
Volker Clausen and Hannah Schürenberg-Frosch (2012)	本文在探討發展中的國家尼泊爾在自由貿易下的影響。	CGE	在農業，國內商品和進口商品的替代彈性1.6 在工業，國內商品和進口商品的替代彈性0.8 在服務業，國內商品和進口商品的替代彈性0.4 在其他產業業，國內商品和進口商品的替代彈性0.4

資料來源：本研究彙整。

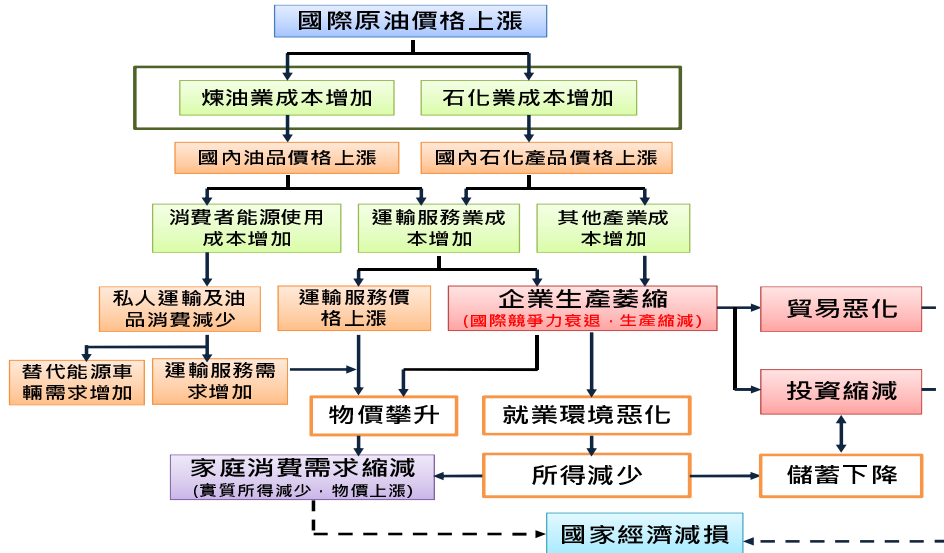
要素替代彈性設定對學童時間配置之影響

Simulated Choice	$\sigma=0.4$			Elasticity $\sigma=0.6$			$\sigma=0.8$		
				Base Choice					
	Work	Work and School	School	Work	Work and School	School	Work	Work and School	School
Work	88.1	0.6	0.1	87.9	0.5	0.0	87.9	0.5	0.0
Work and School	0.5	95.5	0.0	0.5	96.4	0.0	0.5	97.4	0.0
School	11.4	3.9	99.9	11.6	3.1	100.0	11.6	2.2	100.0
Total	100.0	100.0	100.0	88.4	100.0	100.0	100.0	100.1	100.0

Source: Authors' calculation based on ENIGH 2008 and model results.

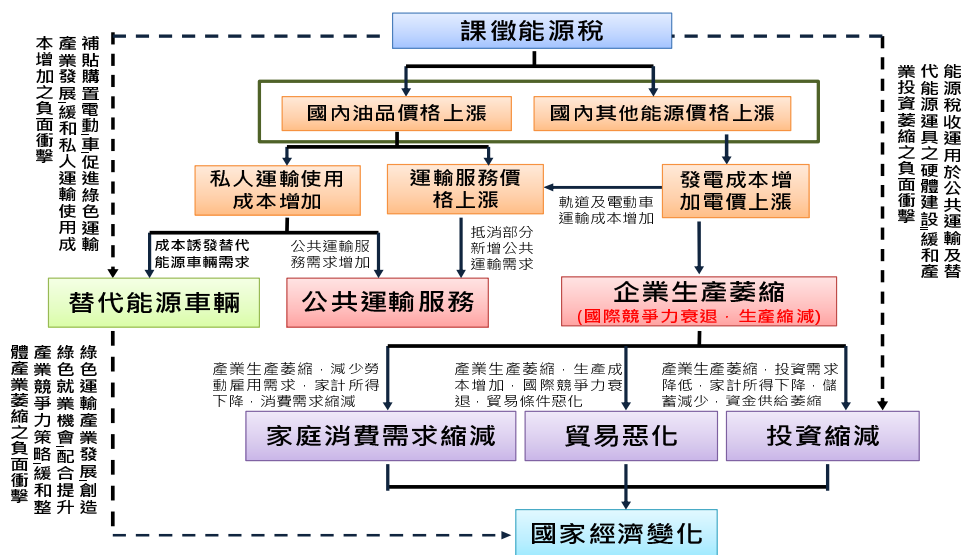
60

溫室氣體減量政策評估-國際油價上漲



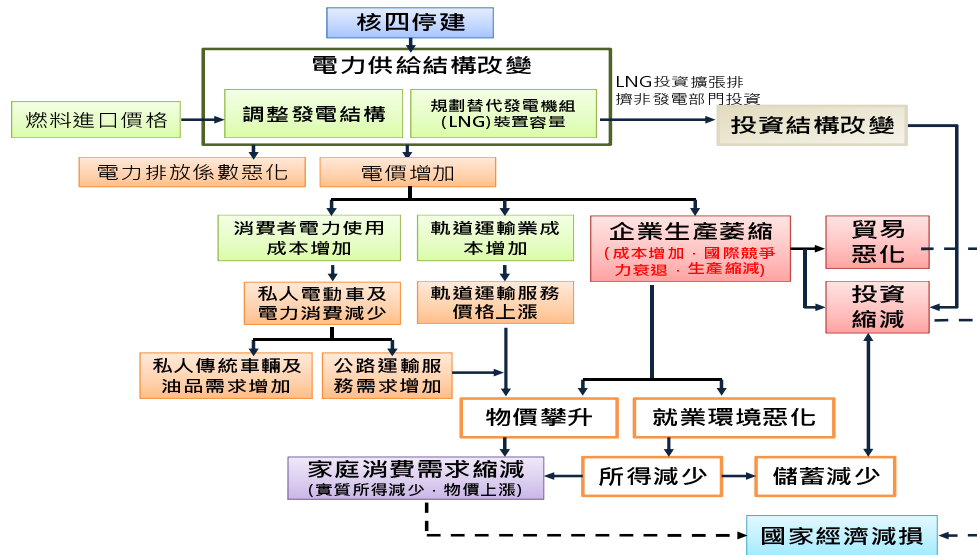
61

溫室氣體減量政策評估-能源稅課徵



62

溫室氣體減量政策評估-核能政策



資料來源：本研究繪製。

63

節能減碳政策評估案例

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10年； 5. 補貼率為每輛10萬元； 6. 自2014年起。
	電動車免徵貨物稅	1. 電動車貨物稅降為0； 2. 自2014年起。
	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。

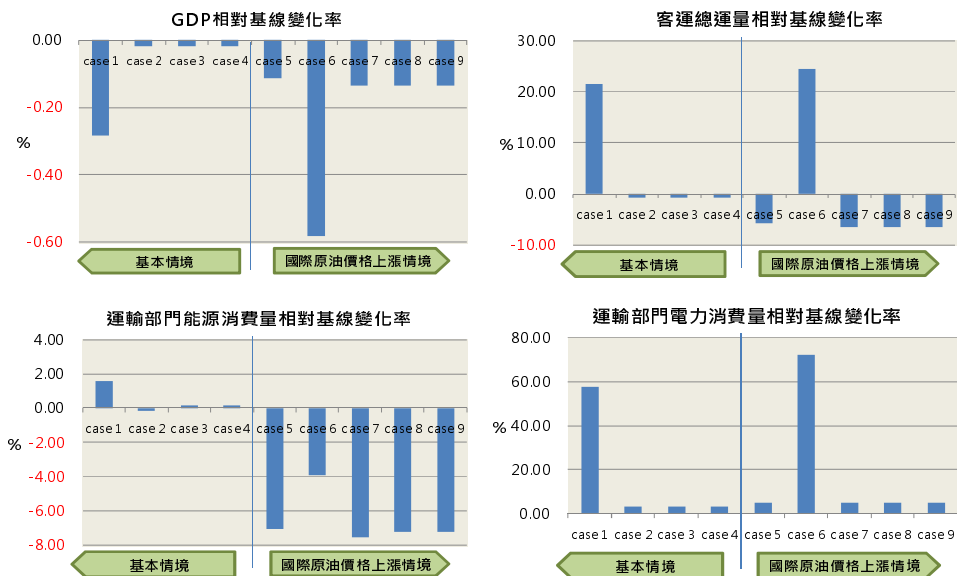
64

政策評估結果(1/3)

政策項目		基準	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
基線		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
國際原油價格上漲											
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)			●	●	●	●		●	●	●	●
汽機車隨油徵收 (汽油2.5・柴油1.5)				●	●	●			●	●	●
電動運轉車補貼 (每輛10萬元)					●	●				●	●
電動車免徵貨物稅						●					●
GDP	百萬元	21,208,988	-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	378,227,815	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	62,719,425	-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	公乘油當量	19,781,594	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	公乘油當量	369,761	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	39,436	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)	15	17.60	0.13	0.13	0.13	1.26	247.8	1.40	1.40	1.40
	(%)		11.76	0.09	0.09	0.09	0.81	161.87	0.93	0.93	0.93
電動車產值	百萬元	721	-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	3,843	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

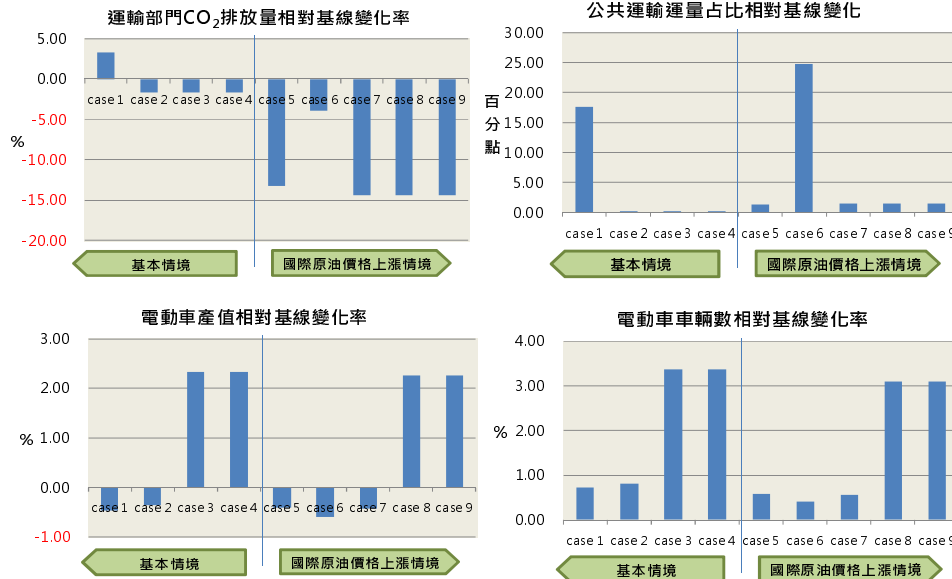
65

政策評估結果(2/3)



66

政策評估結果(3/3)



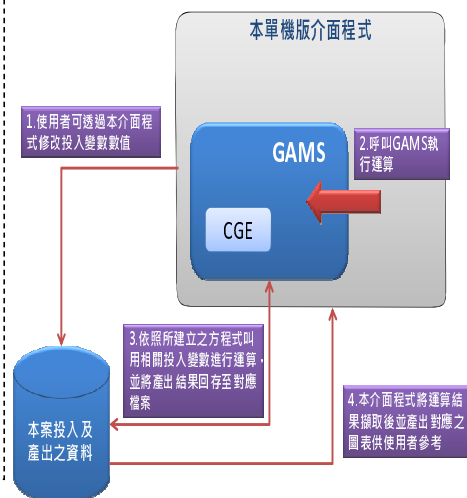
67

單機版運算模式介面軟體

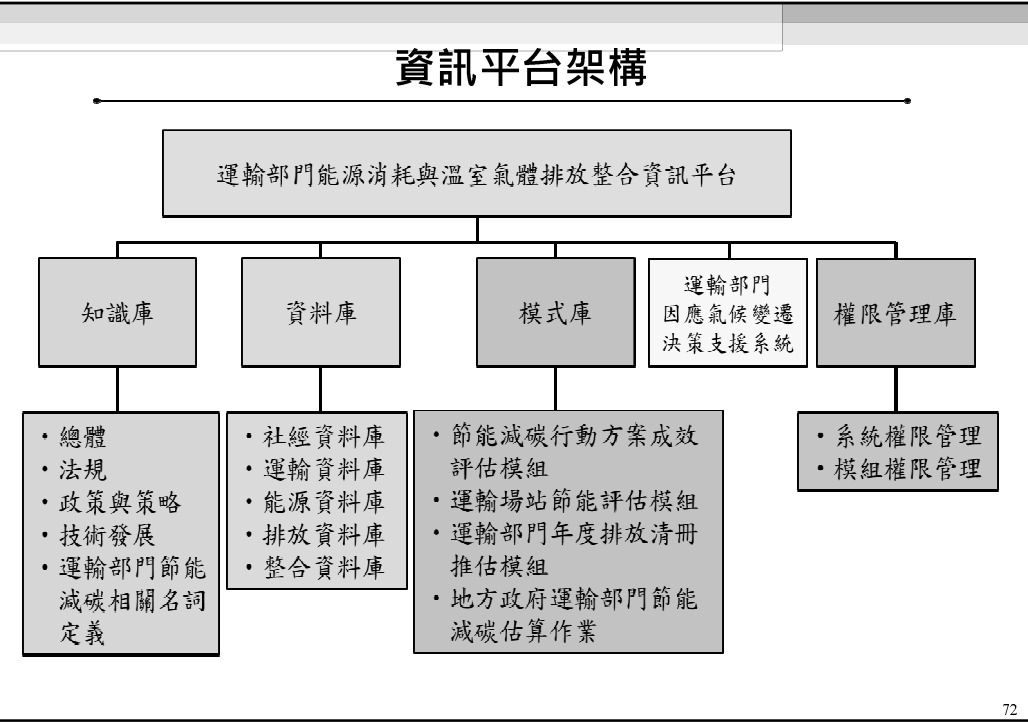
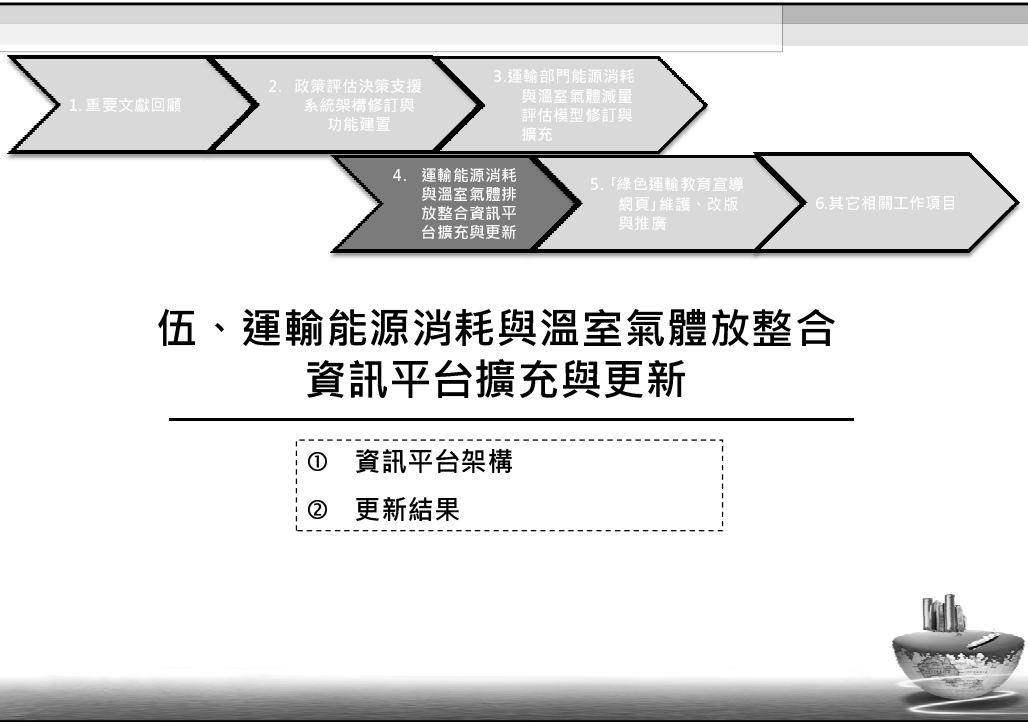
單機版軟體之各項功能

- **選擇對應運算模式功能**
不同的.GMS檔案均對應不同的運算模式及相關之投入變數，本項功能供使用者選擇不同的算式，原則上由於本案主要提供1種算式，因此本項功能將預設為該項.GMS檔案。
- **投入變數修改功能**
本項功能係供使用者修改所投入之各參數數值，使用者無法進行參數之新增或修改，但可以進行參數數值內容之調整，以增進使用者之操作彈性。
- **呼叫GAMS執行對應程式功能**
此項功能即是本介面程式將會呼叫GAMS執行所對應之模式檔案，事實上本介面程式僅為一個操作介面，實際執行運算仍為GAMS主程式。
- **產生基線及政策選取功能**
不同的政策選項均對應不同的投入變數，因此本介面程式即是在使用者選擇不同的政策情境條件時，帶入不同的投入變數進行運算。
- **運算結果呈現功能**
當運算結束後，運算結果將以excel的檔案格式儲存，本介面程式在獲得運算結果後會讀取該項成果，進行圖表方式的呈現。

介面程式運作流程規劃



68



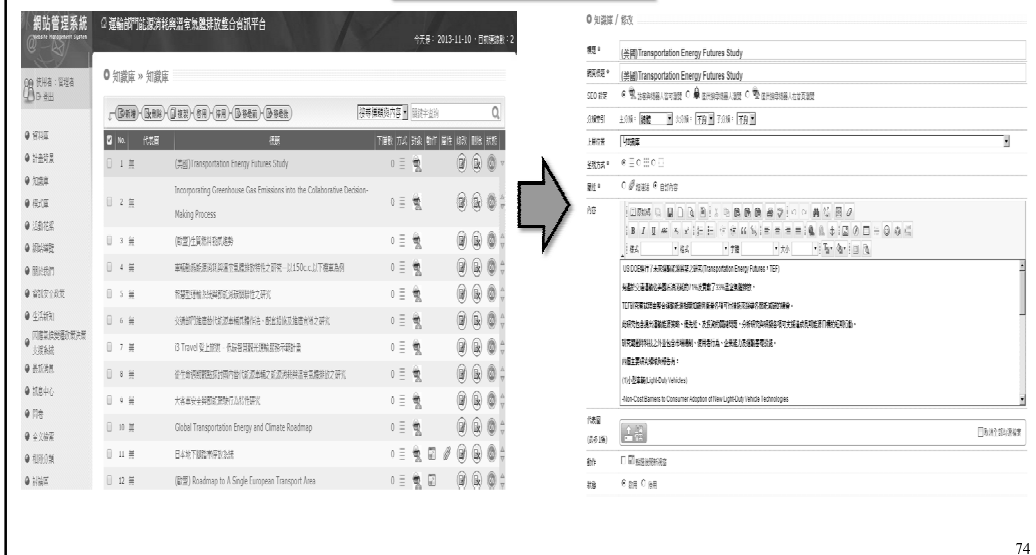
網站改版與後台管理界面開發(1/2)



73

網站改版與後台管理界面開發(2/2)

資訊平台後台管理



74

知識庫更新成果

知識庫更新資訊內容範例



知識庫討論區



知識庫討論區發表頁面



75

資料庫更新成果

資料庫	資料項目名稱	更新備註
能源	能源消耗量 能耗參數	依2013.06公佈之能源平衡表完成更新
排放	CO ₂ 排放量 N ₂ O排放係數表 CH ₄ 排放係數表 CO ₂ 排放係數表 油當量表	依2013.06公佈之能源平衡表完成更新
整合	實質GDP 消費者物價指數 總人口數 能源價格 客運運量 貨運運量	已更新至2012年底 客運運量及貨運運量則可透過交通部統計查詢網查詢
社經	台灣總計 生活圈 縣市 鄉鎮	台灣總計已更新至2012年底。 其餘資料原直接取自於本所過去計畫執行成果，但相關計畫並未延續執行，故無資料可供更新，仍持續延用。
運輸	運輸系統基本資料 運輸系統營運資料	公路系統路線長度、軌道系統路線長度、軌道系統場站數已更新至2012年底。 其餘資料原直接取自於本所過去計畫執行成果，但並未延續執行，仍持續延用。

76

模式庫更新與檢討

1. 模式庫內容項目之檢討

- 由於運輸場站節能減碳評估模組之成果自98、99年度完成後，後續並無計畫支持成果更新，為避免使用者混淆，故本年度將該計畫成果納入知識庫內容。

2. 節能減碳行動方案執行成效評估模組更新與功能擴充

- 更新102年度行動方案之項目與內容
- 填報機制規劃

3. 運輸部門年度排放清冊推估模組更新

- 目前已配合能源局於102年6月底所發佈之101年能源平衡表進行參數與推估之更新，部分成果如排放係數、各類運具每年CO₂排放量之估算已同步更新於資料庫中。
公路運輸中車種別(包括機器腳踏車、小客車、小貨車、大客車、大貨車)之排放量推估結果目前仍計算當中，完成後將一併於網站上進行更新。

77



陸、綠色運輸教育宣導網站維護、改版與推廣



決策支援系統功能擴充

- 本專案進行決策支援系統相關功能的開發，藉以進行因應氣候變遷政策之決策支援工作，功能包括：

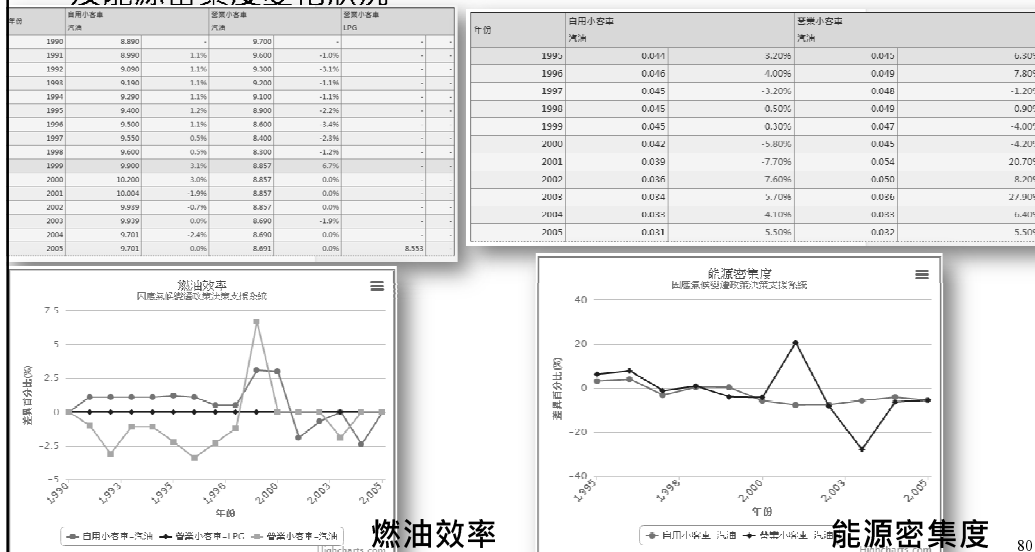
- 系統簡介
- 能源效率警示指標
- 排放趨勢分析模組
- 政策選項
- 策略比較



79

能源效率警示指標

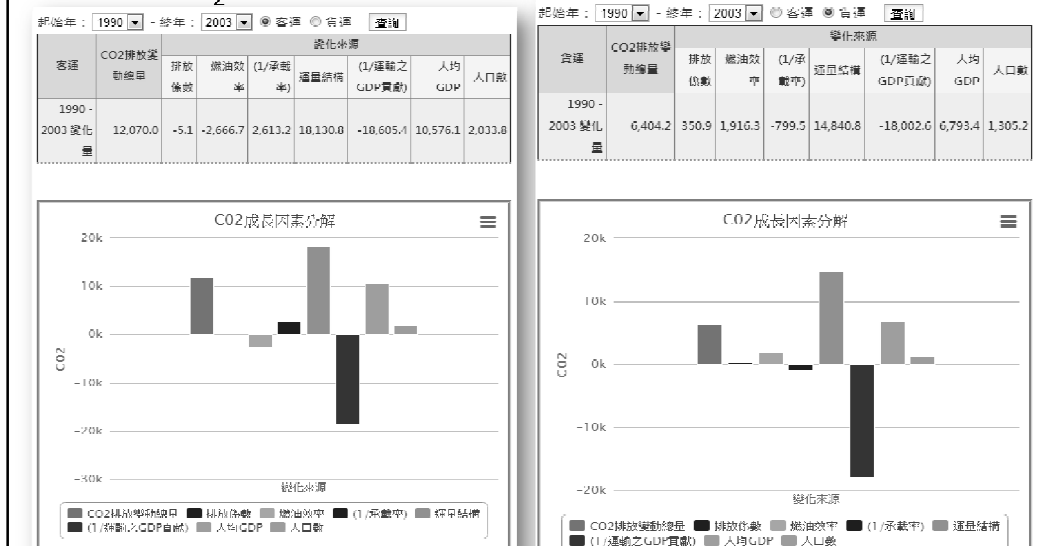
- 依照使用者選擇之車種及年期，帶出所選擇之車種各年期之燃油效率及能源密集度變化狀況



80

排放趨勢分析模組

- 依照使用者選擇之年期及客/貨運種類，以因式分解方式分析各不同來源對CO₂排放之貢獻



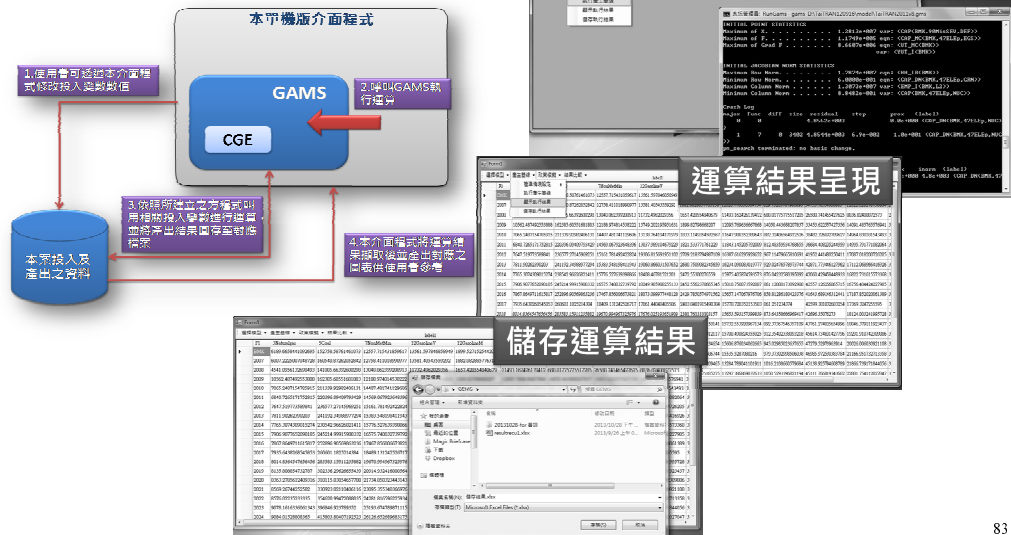
政策選項與策略比較

- 使用者選擇不同方案組合，並比較不同方案之效果



單機版介面軟體開發

- 本專案設計介面程式應用GAMS相關指令進行相關運算，並將運算結果以圖表方式呈現



83

綠色運輸推廣宣傳活動

- 本專案共進行三次推廣宣導活動
 - 中小學綠色運輸教案競賽徵選
 - 從行愛地球繪畫比賽
 - 綠動新生活照片徵選活動



84

中小學綠色運輸教案競賽徵選

- 分為國小組與國中組，各有第一名1件、第二名1件、第三名2件及佳作4件作品，並於開南大學綠色運輸研討會當中進行頒獎，教案並放置於網頁上



教案放置於綠色運輸網頁



受獎人與黃主秘合影

85

從行愛地球繪畫比賽

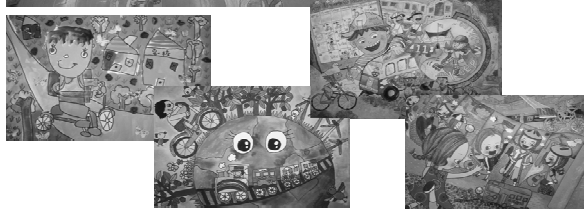
- 本活動共計逾千件作品參賽，並選出幼、低、中、高年級組各8件作品(前三名各1件及5件優選)，並於網頁上進行成果發表



作品發表



委員評選



綠動新生活照片徵選

- 本活動已在進行決選工作，並於近日公告並寄發獎品



87

推廣宣導效益彙整

- 本年度所進行之推廣宣導工作之具體效益及相關成果說明如下
 - 透過教案競賽方式所獲得之綠色運輸相關教案，可使國中、小學教師進行綠色運輸主題教學時，友可操作之教案進行教學工作，未來可更進一步的進行試教或以示範教學短片徵選方式，更進一步的透過教學來增進民眾對綠色運輸之認知
 - 本年度舉辦繪畫比賽，由於透過發文至各縣市政府教育單位進行推廣，願參加人數踴躍，未來可進一步的透過出版畫冊或月曆方式，讓獲獎之作品可做更大程度的發揮應用，這樣的出版品也可增進綠色運輸之推廣
 - 有關相片徵選工作，本年度主要之投稿者以一般民眾為主，且獎項較難吸引專業攝影人員參賽，因此就收件之質與量上均較為不足，未來可再強化獎項內容及對於專業攝影社團之宣導，使比賽水準可更提升
 - 透過這些活動的舉辦，可使網頁之瀏覽人數增加，也可更進一步的促進綠色運輸推廣宣導網站之知名度，除了恆常活動之舉辦外，未來也可針對網頁內容之豐富程度及趣味性、親民性等議題進行評估，使網站之使用族群能更為提升

88

系統改版

本年度針對推廣宣導網站及整合資訊平台版面均進行全面重新建置，使系統更為美觀易操作。



89



柒、結論與建議



結論(1/2)

1. 運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型修訂

- ① 國際油價上漲對運輸部門減量影響遠大於運輸部門各項減量策略。
- ② 在油價較高的情況下採取各項減量策略可獲得較好的減量成效。
- ③ 公共運輸票價補貼將吸引更多客運需求。
- ④ 汽燃費隨油徵收相對公共運輸票價補貼具有更好的能源消費結構移轉效果。
- ⑤ 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。

2. 運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台更新

- ① 資訊平台定位說明與整體架構調整。
- ② 知識庫內容更新與討論區建置。
- ③ 資料庫內容更新: 包括能源使用量、排放係數、排放清冊計算。
- ④ 網頁改版與後台管理機制建置。

91

結論(2/2)

3. 運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統建置

- ① 開發輔助評估模組，並結合溫室氣體減量評估模型進行政策評估，評估項目包含: 汽燃費隨油徵收、大眾運輸票價補貼、電動車補助、替代燃料使用及車輛汰舊換新；
- ② DSS網頁建置，使用者可透過網頁以互動式介面進行相關政策評估，並以圖形化介面顯示結果，結果亦可進行下載；
- ③ 能源效率警示指標建置，透過歷史資料(1990~2012)針對燃油效率與能源密集度進行分析，可提供決策者政策可能之影響；
- ④ 排放趨勢分析模組建置，利用因素分解方法對CO₂成長因素進行分解，變化來源包括: 排放係數、燃油效率、承載率、運量結構、GDP、人口數等，可提供決策者運輸部門CO₂組成來源，進而嘗試研提相關解決策略。

4. 綠色運輸教育宣導網頁維護、改版與推廣

- ① 網頁改版與後台管理機制建置。
- ② 舉辦三次有獎活動: 包括綠色運輸教案競賽徵選、綠色心生活照片徵選活動及從行愛地球繪畫比賽。

92

建議(1/2)

1. 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 本年度初始情境僅考量國際油價上漲，後續應擴充其他影響因素，如能源稅、核能政策、電價政策、經貿政策等，以強化決策支援系統的分析能力；
- ② 政策選項因基礎資料缺乏而受限，輔助模組需針對個別策略進行開發並搭配溫室氣體減量評估模型，本年度僅評估汽燃費隨油徵收、大眾運輸票價補貼、電動車補助、替代燃料使用及車輛汰舊換新，後續建置應逐步納入其他政策選項以及政策彼此間的影響效應，避免重複計算的可能性。
- ③ 政策評估準則目前採用減碳量、GDP、減碳經濟成本、延人公里、延噸公里及公共運輸使用率，應再次檢視節能減碳評估指標項目，針對政策發展方向及關注重點修正指標內容，進而建立指標體系；
- ④ 本年度決策支援系統介面利用排序方式，讓使用者得以依各項指標排序結果，掌握政策效果並據以進行決策，後續應進一步將本年度探討之政策篩選機制納入系統介面，以提供決策者更多政策評估資訊；
- ⑤ 排放趨勢分析採因素分解方法，由於因素彼此間仍可能存在關聯，易導致結果與先驗知識不符，未來可再參考國際作法進行分析；
- ⑥ 基礎資料調查可朝向未來交通條件、旅運特性、及使用者行為及選擇之變化；
- ⑦ 研究顯示交通部門負責且可執行之減碳措施有限，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；
- ⑧ 評估政策導入時點之影響，繪製運輸部門節能減碳路徑圖。

93

建議(2/2)

2. 資訊平台擴充與更新

- ① 資訊平台推廣使用：為使本資訊平台確能發揮所規劃之目標，須持續就本平台所提供資訊進行維護，並採取適當管道推廣，進而透過本年度所規畫之討論功能獲得回饋與改進方向。
- ① 持續蒐集與擴充節能減碳相關資訊以充實知識庫內容。

94

簡報完畢 敬請指教

