

104-91-6178
MOTC-IOT-103-TDB003

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示範與推廣



交通部運輸研究所

中華民國 104 年 8 月

104-91-6178
MOTC-IOT-103-TDB003

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示範與推廣

著者：王景弘、謝文生、羅彬榮、鄧陳興、賴建成、姜芝怡
張瓊文、朱珮芸、許義宏、張芳旭、陳國岳

交通部運輸研究所

中華民國 104 年 8 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

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示範與推廣 / 王景弘等著. -- 初版. --
臺北市：交通部運研所，民 104. 08
面；公分
ISBN 978-986-04-5706-3(平裝)

1. 運輸系統 2. 運輸規劃

557

104016671

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示範與推廣

著者：王景弘、謝文生、羅彬榮、鄧陳興、黃聿彰、賴建成、姜芝怡
張瓊文、朱珮芸、許義宏、張芳旭、陳國岳

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 8 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 90 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：210 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：1010401397 ISBN：978-986-04-5706-3 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

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

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：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示範與推廣			
國際標準書號（或叢刊號） 978-986-04-5706-3(平裝)	政府出版品統一編號 1010401397	運輸研究所出版品編號 104-91-6178	計畫編號 103-TDB003
本所主辦單位：綜合技術組 主管：張瓊文 計畫主持人：張瓊文 研究人員：朱珮芸、許義宏、張芳旭、陳國岳 聯絡電話：02-2349-6871 傳真號碼：02-2712-0223	合作研究單位：中華電信股份有限公司數據通信分公司 計畫主持人：王景弘 研究人員：謝文生、羅彬榮、鄧陳興、黃聿炆、賴建成、姜芝怡 地址：臺北市杭州南路1段28-1號 聯絡電話：02-2343-1366#808		研究期間 自 103 年 3 月 至 103 年 12 月
關鍵詞：智慧型運輸系統、節能減碳、成本效益評估			
<p>摘要：</p> <p>近年來由於溫室氣體排放增加，造成氣候日益暖化，節能減碳政策已成為世界各國重視之議題，我國亦將其列為當前重要政策。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統(Intelligent Transportation Systems, ITS)，期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放。</p> <p>本計畫延續前 3 年期(100、101 與 102 年)計畫成果，進行智慧型運輸系統節能減碳之綜效示範計畫。本計畫蒐集對應環保路徑之路網資料，同時針對相關路段之交通資訊建立歷史資料庫，配合時速/油耗表完成油耗/碳排放系統資料庫。在實驗數據的蒐集上，以配備 GPS 裝置之探偵車，進行至少 4 次及 4 輛同款車輛的資料蒐集。</p> <p>本計畫所建立之節能減碳 KPI 估算系統可提供前端節能減碳路測 APP 各路徑之 KPI 參數(油耗、CO₂ 排放量)資料，以進行路徑選擇參考，亦會藉由前端節能減碳 APP 路測後傳回的車輛 GPS 軌跡資料來計算實際行駛路徑的油耗、CO₂ 排放量及旅行時間，並存入資料庫系統以供後續 KPI 之驗證及效益評估。</p> <p>本計畫透過交通資訊對用路人之影響，進行路徑選擇、油耗等績效之評估，瞭解 ITS 在節能減碳之實際效果。本計畫成果與產出可作為後續 ITS 政策推動之參據。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
104 年 8 月	268	210	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: Demonstration and Promotion of Energy-Saving and Carbon-Reducing Intelligent Transportation Systems and Cost-Benefit Evaluation Tools and Databases			
ISBN(OR ISSN) 978-986-04-5706-3 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010401397	IOT SERIAL NUMBER 104-91-6178	PROJECT NUMBER 103-TDB003
DIVISION: Interdisciplinary Research Division DIVISION DIRECTOR: Chiung-Wen Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiung-Wen Chang PROJECT STAFF: Pei-Yun Chu, Yi-Hung Hsu, Fang-Hsu Chang, Kuo-Yueh Chen PHONE: +886 2 23496871 FAX: +886 2 27120223			PROJECT PERIOD FROM March 2014 TO December 2014
RESEARCH AGENCY: Telecom Telecommunication Libraries, Chunghwa Telecom Co., Ltd. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jing-Hong Wang PROJECT STAFF: Wen-Sheng Xie, Bin-Rong Lou, Tenqchen Shing, Yi-Wen Huang, Chien-Cheng Lai, Jhih-Yi Jiang ADDRESS: No.28-1, Sec. 1, Hangzhou S. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 100, Taiwan (R.O.C.) PHONE: +886-2-23431366#808			
KEY WORDS: Intelligent Transportation Systems, energy saving and carbon reduction, cost-benefit evaluation			
ABSTRACT: <p>In recent years, the increase in greenhouse gas (GHG) emissions has expedited global warming. Energy-saving and carbon reduction policies have thus become core issues in numerous countries worldwide. Taiwan also acknowledges the importance of energy-saving and carbon reduction. To effectively reduce energy consumption and GHG emissions, the aggregated international efforts have been exerted to develop intelligent transportation systems (ITS) in anticipation of incorporating ITS information technologies to resolve these issues.</p> <p>The present project is an extension of the outcomes of former projects (2011, 2012, and 2013), which manifested demonstrations on the energy-saving and carbon reduction effectiveness of ITSs. This project shall proceed in collecting information on eco-route road networks, while simultaneously establishing a historical database on relevant road-section information. This historical database shall then operate seamlessly with speed/fuel meters to create a fuel/emissions system database. In the construction of experimental data, we anticipate the use of probe vehicles equipped with GPS devices to engage in at least four sessions of data collection with four similar vehicle models.</p> <p>The key performance index (KPI) estimation system for energy-saving and carbon reduction can primarily be used to provide KPI parameters (fuel consumption, CO₂ emissions) for the routes processed by the front-end energy-saving and carbon reduction APP, which serve as a reference during route selection. After routes are processed through the front-end energy-saving and carbon reduction APP, the data are returned to the route data of the vehicle's GPS to calculate actual fuel consumption, CO₂ emissions, and travel time during travel. These data shall then be stored in the information database and serve as a reference for subsequent KPI verification and effectiveness evaluations.</p> <p>The project evaluated route selection and fuel consumption effectiveness based on the affects that transportation information have on pedestrians to determine the actual energy-saving and carbon reduction performance of ITSs. The results obtained in the present project can serve as a reference for the future promotion of ITS policies.</p>			
DATE OF PUBLICATION August 2015	NUMBER OF PAGES 268	PRICE 210	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

第一章 緒論.....	1-1
1.1 計畫背景	1-1
1.2 研究範圍與對象	1-2
1.3 研究內容與工作項目	1-2
1.4 工作流程	1-3
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 國內外 ITS 節能減碳技術發展重點	2-1
2.2 國內外節能減碳應用案例	2-4
2.2.1 歐盟 In-Time	2-5
2.2.2 歐盟 DRIVE-C2X	2-7
2.2.3 歐盟 FREILOT	2-12
2.2.4 歐盟 eCoMove	2-17
2.2.5 歐盟 COSMO	2-23
2.2.6 美國 Connected Vehicle Research	2-27
2.2.7 日本 Green ITS	2-31
2.2.8 日本 Energy ITS	2-36
2.2.9 我國車載機整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究	2-39
2.3 國內外 ITS 節能減碳與環保路徑應用軟體	2-44
2.3.1 節能導航之應用	2-44
2.3.2 旅運節能減碳計算軟體	2-51
2.4 其他節能減碳相關研究	2-58
2.4.1 本所節能減碳相關研究	2-58
2.4.2 環保署節能減碳相關研究	2-72
2.4.3 經濟部能源局節能減碳相關研究	2-76
2.5 前期計畫 ITS 節能減碳與成本效益評估工具建置與應用成果	2-77
2.6 小結	2-79
第三章 ITS 節能減碳示範內容.....	3-1
3.1 交通資訊蒐集技術	3-1
3.2 交通資訊於節能減碳應用研究	3-4

3.3 ITS 節能減碳示範架構	3-7
3.3.1 示範計畫節能減碳評估方法	3-8
3.3.2 示範計畫實施流程	3-12
3.3.3 實驗場域之選定	3-12
3.3.4 示範計畫資料庫架構及功能	3-13
第四章 示範應用成果	4-1
4.1 示範系統開發與建置	4-1
4.1.1 系統資料庫架構	4-1
4.1.2 交通資訊來源	4-2
4.1.3 路測軌跡記錄工具	4-3
4.1.4 節能減碳 KPI 估算系統	4-4
4.1.5 成果展示網頁	4-9
4.2 示範過程	4-12
4.2.1 實驗設計	4-12
4.2.2 示範路徑設計	4-13
4.2.3 示範過程	4-17
4.2.4 測試結果與分析	4-18
4.2.5 示範系統之應用	4-28
4.3 實際油耗驗證	4-33
4.4 小結	4-35
第五章 結論與建議	5-1
5.1 結論	5-1
5.2 建議	5-3
參考文獻	參-1
附錄 1 計畫摘要	附 1-1
附錄 2 專家學者座談會意見回覆表	附 2-1
附錄 3 期中報告審查意見處理情形表	附 3-1
附錄 4 期末報告審查意見處理情形表	附 4-1
附錄 5 ITS 節能減碳示範系統資料庫設計規格	附 5-1
附錄 6 成果研討會紀要	附 6-1
附錄 7 簡報資料	附 7-1

圖目錄

圖 1.1 研究流程	1-4
圖 2.1 歐盟 In-Time 計畫 RDSS 運作概念(一).....	2-6
圖 2.2 歐盟 In-Time 計畫 RDSS 運作概念(二).....	2-7
圖 2.3 歐盟 In-Time 計畫示範系統使用者介面	2-7
圖 2.4 歐盟 DRIVE C2X 相關計畫與標準	2-8
圖 2.5 歐盟 DRIVE C2X 示範系統測試車輛與中心	2-9
圖 2.6 歐盟 DRIVE C2X 示範系統架構	2-9
圖 2.7 歐盟 FREILOT 車上設備及路口交控設備.....	2-13
圖 2.8 歐盟 FREILOT 加速/速度限制服務運作概念(一).....	2-14
圖 2.9 歐盟 FREILOT 加速/速度限制服務運作概念(二).....	2-14
圖 2.10 歐盟 FREILOT 加速/速度限制服務運作概念(三).....	2-15
圖 2.11 歐盟 FREILOT 環保駕駛支援服務架構.....	2-15
圖 2.12 歐盟 FREILOT 環保駕駛支援服務運作概念.....	2-16
圖 2.13 歐盟 FREILOT 貨物卸載運送區預約服務運作架構.....	2-17
圖 2.14 歐盟 FREILOT 貨物卸載運送區現場運作狀況.....	2-17
圖 2.15 歐盟 eCoMove 願景.....	2-18
圖 2.16 歐盟 eCoMove 運作概念示意圖	2-19
圖 2.17 歐盟 eCoMove 合作式技術架構示意圖	2-20
圖 2.18 歐盟 COSMO 環保交控及公車駕駛支援服務概念.....	2-25
圖 2.19 歐盟 COSMO 環保駕駛支援之施工區警示服務概念.....	2-26
圖 2.20 歐盟 COSMO 環保駕駛支援公車外觀及系統介面.....	2-26
圖 2.21 歐盟 COSMO 環保通行管理服務概念	2-27
圖 2.22 美國 Connected Vehicles and Travelers 概念	2-28
圖 2.23 美國 Connected Vehicle 車內交通標誌訊息服務概念	2-30
圖 2.24 日本 Green ITS 推動時程規劃	2-33
圖 2.25 日本 Green Navi 交通壅塞訊息功能畫面示意.....	2-34
圖 2.26 日本 Green Navi 公車動態功能畫面示意.....	2-34
圖 2.27 日本 Green Navi 道路施工訊息功能畫面示意.....	2-35
圖 2.28 日本 Green Navi 運具選擇及路徑規劃功能畫面示意	2-35
圖 2.29 日本能源 ITS 初步評估 10 項技術開發項目	2-36
圖 2.30 日本能源 ITS 自動駕駛/列隊行駛技術實用化推動期程.....	2-37
圖 2.31 日本能源 ITS 自動駕駛/列隊行駛之主要技術彙整圖	2-38

圖 2.32	我國車載機整合應用服務總合示範範圍示意	2-40
圖 2.33	我國車載機整合應用服務總合示範系統服務架構示意圖	2-42
圖 2.34	實驗室車路通訊(V2R)應用測試	2-43
圖 2.35	實驗室車間通訊(V2V)應用測試	2-43
圖 2.36	福特 Touch 畫面	2-44
圖 2.37	福特 Eco Route (環保路徑) 模式	2-45
圖 2.38	Garmin ecoRoute 節能工具	2-46
圖 2.39	Garmin 車輛油耗數據及燃料價格計算	2-46
圖 2.40	Garmin ecoRoute 挑戰模式畫面	2-47
圖 2.41	TomTom 全球第三代全自動升級導航車載設備	2-48
圖 2.42	Google Map 即時導航服務	2-48
圖 2.43	iGo Primo 程式畫面	2-49
圖 2.44	Eco Navigation 省油導航程式畫面	2-50
圖 2.45	Bosch Navigation 程式畫面	2-51
圖 2.46	EcoWin 程式畫面	2-51
圖 2.47	A Glass of Water 程式畫面	2-52
圖 2.48	Ride off Carbon 程式畫面	2-53
圖 2.49	EcoDrive 程式畫面	2-53
圖 2.50	AA Eco Drive 程式畫面	2-54
圖 2.51	goDriveGreen 程式畫面	2-54
圖 2.52	Walkit Network West Midlands 程式畫面	2-55
圖 2.53	澎湖低碳島低碳旅遊導覽系統程式畫面	2-55
圖 2.54	綠色生活 in 桃園程式畫面	2-56
圖 2.55	低碳假期程式畫面	2-56
圖 2.56	單車 ing 程式畫面	2-57
圖 2.57	一卡通/Pass 減碳量查詢畫面	2-57
圖 2.58	臺北市「悠遊行走，減碳高手」查詢畫面	2-58
圖 2.59	運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台架構	2-67
圖 2.60	小汽車、機車、國道客運及市區公車之排放能耗曲線	2-71
圖 2.61	國內外能耗模式與實測模式與實驗式模式之比較	2-71
圖 2.62	環保署歷年車載系統研究概況	2-73
圖 2.63	歷年汽油小客車測試資料統整分析(熱車行駛)	2-73
圖 2.64	速度和排放係數之變動關係(考慮冷啟動)	2-74
圖 2.65	環保署 MT2.0 模式推估值與道路實測值比較圖	2-74

圖 2.66 油電混合車不同速率之排放狀況	2-75
圖 3.1 多元交通資訊來源融合處理流程示意圖	3-1
圖 3.2 Eco-Route 與一般路徑規劃之油耗比較圖	3-5
圖 3.3 行車時速與每公里油耗關係圖	3-5
圖 3.4 Hitachi 油耗預測模型架構.....	3-6
圖 3.5 起迄點間多條可選擇路徑	3-7
圖 3.6 示範計畫實施流程	3-12
圖 3.7 示範系統整體架構	3-14
圖 4.1 示範系統資料庫架構	4-1
圖 4.2 中華電信交通路況雲整體架構圖	4-2
圖 4.3 旅行時間估算原理	4-3
圖 4.4 節能減碳路測軌跡記錄使用的商業軟體示意圖	4-4
圖 4.5 節能減碳路測資料處理流程圖	4-4
圖 4.6 節能減碳 KPI 估算功能之整體架構圖	4-5
圖 4.7 路徑節能減碳 KPI 預估系統運作流程圖.....	4-7
圖 4.8 實驗車輛節能減碳 KPI 計算系統運作流程圖.....	4-9
圖 4.9 成果展示網頁-計畫內容	4-10
圖 4.10 成果展示網頁-效益評估規劃.....	4-10
圖 4.11 成果展示網頁-效益評估實測資料.....	4-11
圖 4.12 成果展示網頁-效益評估實測統計與結論.....	4-11
圖 4.13 成果展示網頁-效益評估工具.....	4-12
圖 4.14 各測試路徑之路段種類比例	4-14
圖 4.15 路徑 1 去回程行經之路段名稱	4-14
圖 4.16 路徑 2 去回程行經之路段名稱	4-15
圖 4.17 路徑 3 去回程行經之路段名稱	4-15
圖 4.18 路徑 4 去回程行經之路段名稱	4-16
圖 4.19 4 個測試路徑去回程行經之路段比較	4-16
圖 4.20 道路測試前行前教育	4-17
圖 4.21 實際道路示範	4-18
圖 4.22 路徑 1 回程國快道(林口到五股)時速變化趨勢	4-26
圖 4.23 路徑四第 1 趟次知去程超速情形	4-26
圖 4.24 即時交通資訊佔比與油耗預估誤差率關係圖	4-27
圖 4.25 路徑一與路徑三回程估算每秒行駛時速變化趨勢	4-29
圖 4.26 最快路徑預估誤差率與油耗預估誤差率關係圖	4-30

圖 4.27 油耗量係數表	4-31
圖 4.28 碳排放量係數表	4-31
圖 4.29 驗測路徑行經路段與速限	4-33
圖 4.30 道路測試情境圖	4-34

表目錄

表 2-1 歐盟 DRIVE C2X 示範系統功能	2-10
表 2-2 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果	2-60
表 2-3 運輸部門相關化石燃料溫室氣體排放係數	2-63
表 2-4 大客車之行駛中能耗/CO ₂ 排放推估方法與推估模式建構結果 ...	2-65
表 2-5 本所車輛能耗排放系列研究表	2-66
表 2-6 車輛能耗與排放影響因素	2-68
表 2-7 小客車及大客車之車輛動態能耗排放資料庫成果	2-69
表 2-8 機車之車輛動態能耗排放資料庫成果	2-69
表 2-9 車輛動態能耗/排放推估曲線表(Lookup Table)	2-70
表 2-10 車輛怠速熄火之能耗及排放分析	2-75
表 2-11 汽油客貨車耗油因素分析結果	2-76
表 2-12 國外 ITS 節能減碳重點與推動計畫	2-80
表 2-13 國外 ITS 節能減碳重點之推動案例及效益	2-81
表 2-14 國內外重要廠商節能減碳導航產品發展現況	2-82
表 3-1 交通資訊蒐集技術比較表	3-3
表 3-2 Hitachi 最快路徑及最佳節能路徑之比較	3-6
表 3-3 國內歷年車輛燃油效率	3-9
表 3-4 各車種不同車速耗油率推估值(以 2005 年為參考基準)	3-10
表 3-5 汽油小客車能耗及排放推估模式	3-10
表 3-6 TIIDA 小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果	3-11
表 4-1 外部資訊介接 API	4-9
表 4-2 第一趟次數據	4-19
表 4-3 第二趟次數據	4-20
表 4-4 第三趟次數據	4-21
表 4-5 第四趟次數據	4-22
表 4-6 第五趟次數據	4-23
表 4-7 第六趟次數據	4-24
表 4-8 各路徑旅行時間預估誤差與因素比較表	4-28
表 4-9 各道路種類油耗和碳排放量比較表	4-32

第一章 緒論

1.1 計畫背景

近年來由於車輛數量快速增長及交通擁擠問題，衍生能源消耗及溫室氣體排放之問題。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統（Intelligent Transportation Systems, ITS），期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，以減緩地球暖化速率，並提升交通運輸之效能，進而達成運輸節能減碳的政策目標。因此如何運用新科技與整合即時交通資訊等 ITS 技術，以達到提昇行車效率及節能減碳，已是世界各國運輸部門極為重視之政策與目標。

而全球先進之國家如美國、日本及歐盟等國家各國亦積極藉由智慧型運輸系統整合發展，進行對於環境節能減碳的影響研究，其整體發展方向以藉由交通管理、電子收費、公共運輸或交通資訊服務等 ITS 整合應用為主，期能達到節省能源與減少二氧化碳排放、改善路網運輸效率，並減少交通擁擠為目標。同時亦針對 Eco-driving 進行研究，並將 Eco-driving 列入汽車駕訓課程當中，其中日本從 2006 年就推出環保效益駕駛計畫（environmentally efficient driving），透過為 Eco-driving 駕駛訓練，教導一般駕駛如何在日常生活當中，以最減省的油料，行駛最多的路程，並藉由車輛之 Eco-driving 服務功能，提醒駕駛人瞬間油耗顯示、平均油耗、平均時速等功能，藉以改變用車人開車的習慣以達節能的目標。依據 FORD Eco Driving 所公布的測試數據顯示，在一般房車、休旅車款或卡車 3 種類型的交通工具當中，單靠 Eco-driving 模式，便能達到省油平均 24%。

此外，車輛在擁擠狀態所排放的二氧化碳遠高於高速行駛的排放量。舉例來說，小型車在平均時速 20 公里時，其二氧化碳排放量比時速 40 公里高 30%，比 60 公里時高 60% 以上。因此，如何藉由交通資訊整合服務來提昇路網運輸效率，進而達到節能減碳效果，已成為各國研究探討重點之一。以日本為例，其藉由車載資通訊服務提高路網車輛的行駛速率，並減少交通擁擠狀況，以達到節能減碳的目的，該計畫在 2010 年藉由車載資通訊服務提供，減少 240 萬噸的二氧化碳排放量。

目前我國已將「建構『智慧型運輸系統』，提供即時交通資訊，強化交通管理功能」，列為「永續能源政策綱領」中運輸部門之節能減碳策略。因此，在整體資源有效運用之前提考量下，已針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性、智慧型運輸系統策略所能產生之節能減碳實質效益，以及相關成本效益等課題進行探討。從相關研究與計畫亦已實證先進交通管理服務（Advanced Traffic Management

Services, ATMS)、先進公共運輸服務(Advanced Public Transportation Services, APTS)具有節能減碳之效益,以 ATMS 號誌時制重整計畫為例,可減少路口延滯,提升路段平均行駛速度約4~27%(平均提升約13.1%),具有顯著節省運輸能源及減少溫室氣體排放效果;另以高雄市的聰明公車為例,透過民眾即時公車資訊之提供,可有效縮短乘客等車時間,提昇民眾使用公車意願進而提高公車運量,有效促進降低運輸能源消耗及減少二氧化碳排放。

本所於100~102年分別辦理「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規劃」、「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之建置」、「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」等計畫,並建立ITS節能減碳效益評估工具與成本效益資料庫,同時亦進行ITS計畫節能減碳與成本效益之實證評估,以及建構ITS節能減碳與成本效益評估網站。本計畫依據前期(102年)研究成果,進行ITS節能減碳綜效示範計畫,透過交通資訊對用路人之影響,進行路徑選擇、油耗等績效之評估,瞭解ITS在節能減碳之實際效果,以作為後續ITS政策推動之參據。

1.2 研究範圍與對象

我國擁有全世界最綿密的之行動電信網路,現在正進入4G數位行動通訊的服務時代,同時,交通部規劃發展交通資訊雲服務與桃園航空城計畫,本計畫期望結合新的無線通訊技術及交通資訊服務,建立ITS節能減碳示範應用平台,作為未來ITS整合應用服務之堅實基礎,進而帶動國內智慧型運輸系統於節能減碳的應用綜效。

1.3 研究內容與工作項目

本計畫具體工作項目如下:

1. 蒐集國內外ITS節能減碳應用與環保路徑之相關文獻
 - (1)蒐集回顧國內外ITS政策與技術發展重點、相關案例。
 - (2)蒐集回顧國內外ITS在環保路徑應用之發展重點。
 - (3)蒐集回顧國內外ITS技術在節能減碳應用之技術成熟度、案例。

2. 進行ITS節能減碳示範計畫之相關建置及示範

示範計畫透過提供交通資訊與否,瞭解對用路人之影響,包括路徑選擇、油耗等。示範場域中,可利用車載機、手持設備、導航軟體或其他接收交通資訊之設備,藉以估算及記錄用路者路徑選擇及比較使用系統與否之油耗量、排碳量差異。

3. 進行ITS節能減碳示範計畫之評估

評估用路者在提供不同交通資訊強度情境（例如無資訊、充足資訊、部分資訊等）之路徑選擇、油耗及二氧化碳排放的差異。

4. 強化 ITS 節能減碳評估工具及資料庫內容

針對綜效示範內容，研提 ITS 節能減碳評估工具及資料庫內容，包括路徑選擇、油耗及二氧化碳排放評估計算方法、參數資料內容，以強化評估工具暨資料庫。

5. 召開國內專家學者座談會 1 場，針對相關重要課題與研究成果進行意見徵詢，並研提後續研究工作重點。

6. 辦理 1 場次成果展示會，以展現 ITS 節能減碳之成果。

1.4 工作流程

針對上述之工作內容與項目，本計畫之工作流程如圖 1.1 所示。主要說明如下：

1. 蒐集國內外 ITS 節能減碳應用與環保路徑之相關文獻

- (1) 蒐集回顧國內外 ITS 政策與技術發展重點與相關案例。
- (2) 蒐集回顧國內外 ITS 在環保路徑應用之發展重點。
- (3) 蒐集回顧國內外 ITS 技術在節能減碳應用之技術成熟度與案例。

2. ITS 節能減碳示範計畫之建置及示範

- (1) 示範應用場域評估與示範路網選擇。
- (2) 路網交通資訊蒐集。
- (3) 示範情境之研擬。
- (4) 建置 ITS 節能減碳示範系統，評估以 ITS 技術對不同路徑節能減碳效益之影響。

3. ITS 節能減碳示範計畫成果評估

- (1) 依據示範計畫進行道路測試，分析道路測試數據，藉以評估示範系統對節能減碳效益評估之準確性與可用性。
- (2) 藉由 ITS 節能減碳示範計畫成果，評估提供交通資訊與否對節能減碳之整體效益分析。

4. ITS 節能減碳評估工具及資料庫內容研究與建議

- (1) 針對本示範計畫成果，研提 ITS 節能減碳評工具暨資料庫之強化建議。
- (2) 研提 ITS 節能減碳應用之推廣策略建議，作為後續政府政策推動之參考。

5. 辦理 1 場次成果展示會，展現 ITS 節能減碳之成果。

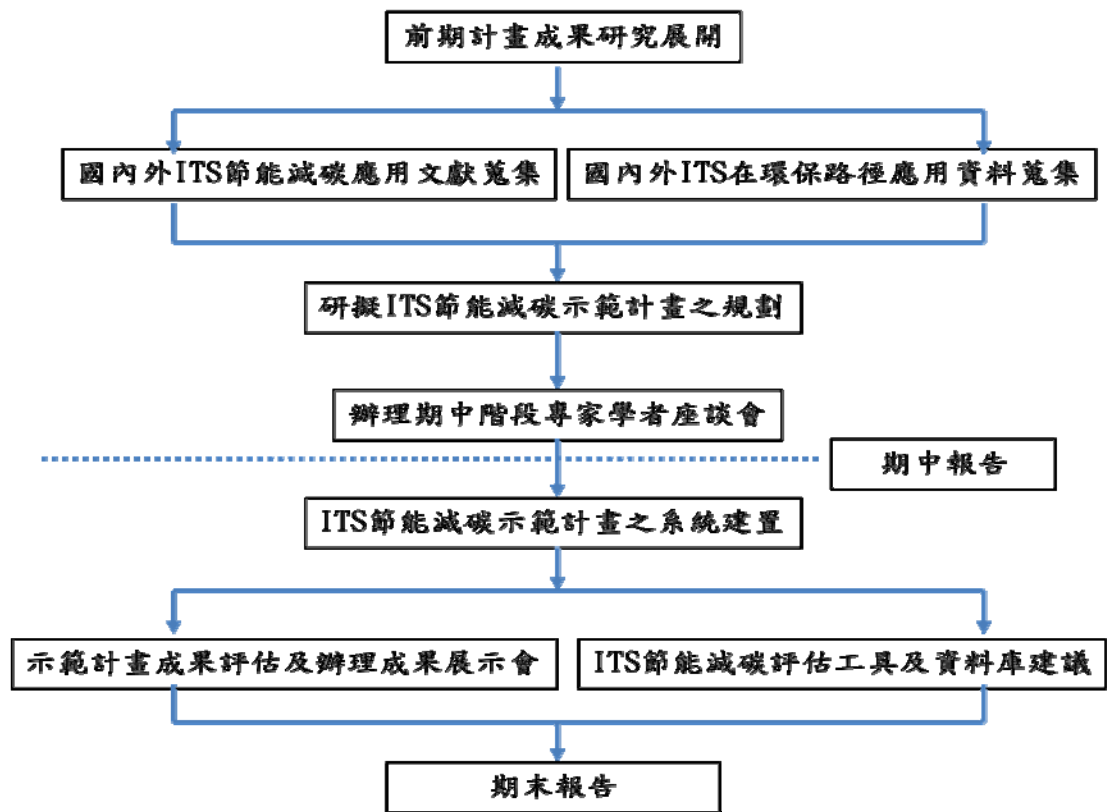


圖 1.1 研究流程

第二章 文獻回顧

本章針對國內外 ITS 節能減碳應用與環保路徑發展現況與趨勢，整理歐美日等先進國家之發展經驗，以作為我國未來施政之參考。為了解決長久以來交通運輸引起的壅塞、意外事故等問題，先進國家提出了智慧型運輸系統（Intelligent Transportation Systems, ITS）的概念，由政府部門主導基礎設施建置，結合資通訊廠商、汽車業、電信業等，以系統化方式改善在節能減碳應用與環保路徑相關系統著重於整合「人、車、路」系統的「即時通訊」及「歷史資訊」，針對不同的狀況，採用適當的無線傳輸媒介來達到運輸系統之整合。達到提高運輸效率、安全，提供民眾便捷服務等目標。

2.1 國內外 ITS 節能減碳技術發展重點

近年來，由於溫室氣體排放增加，造成地球日益暖化，節能減碳政策已成為世界各國重視之議題。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統，期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，以減緩地球暖化速率，並提升交通運輸之效能。環顧世界發展 ITS 較有成效之美國、歐盟、日本，現均由多項子系統獨立發展走向整合應用，並藉由建立即時交通資訊與強化複合運輸，作為達到節能減碳之手段，例如美國之 VII 及 Intellidrive、歐洲地區之 EasyWay 及日本之 SmartWay 皆屬之。

1. 歐洲地區

在歐洲地區，以「歐洲智慧運輸系統協會」（European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization, ERTICO，又稱 ITS Europe），為歐洲地區推動 ITS 發展的主要組織。在歐洲各區域，由各國交通部負責在共通標準下，規劃符合國家地理需求的智慧運輸建設，形成分層架構的推動模式，而產業界則加速有關行車安全的技術應用及標準化，在 2003 年由電信、金融、資訊及汽車業等業者，則共同組成了 CAR-2-CAR Communication Consortium，以幫助業界達成更佳的共識與運作效率。

近期歐洲的 ITS 計畫重心，延續過去 TEMPO 計畫，以 EasyWay 為推動核心，該計畫目的在於建立連結跨國道路網絡的基礎設施，例如電子收費系統，並著重應用服務的發展。此為目前歐盟地區最大型的 ITS 整合計畫，企圖在各國之間建立標準共通的道路基礎設施，以利應用技術與服務的統一。

歐洲地區另規劃從社會經濟的觀點探討境內交通需求增加的嚴重議題，特

別是解決持續惡化的塞車問題、降低能源消費、降低污染排放，以及減少因交通而造成的傷亡。歐盟近年來陸續推動跨國之 eCall、eSafety 以及智能車輛系統計畫（Intelligent Car initiative）等計畫。eCall 旨在強化交通事故現場的緊急救援效率、eSafety 則強調運用 ICT 技術來增強自動駕駛、警告及輔助系統、反向保護系統等預防性/主動式安全，以及被動式安全；而智慧型車輛則以「安全」（預防並降低意外事故的衝擊）、「聰明」（改善效率及安全性）與「乾淨」（減少污染）為目標。

eCall 系統運作模式主要是透過安裝在車輛上的駕駛紀錄器、GPS 及車體的感測器，當至少兩個以上感測器偵測到撞擊或是安全氣囊爆開時，eCall 的雙向通訊功能設備會透過無線通訊網路自動將求救訊號與車輛 GPS 定位資訊傳送至當地緊急事故處理中心。另一方面，若遇到車輛臨時故障，也可透過車上的通訊按鈕，聯絡當地緊急事故處理中心或維修中心，接線人員會先處理需求或轉至相關應變單位（如，警察、消防隊、救護車等）以做出適當應變處理，以減少道路事件所造成的交通延滯。

歐洲地區 ITS 計畫亦透過 V2I 與 V2V 兩類系統應用，透過車輛端的駕駛紀錄器、感測器及對內/對外通訊設備，以及道路端的監測設備、交通管理中心後端伺服器等基礎建設，進行有線及無線網路進行路況資訊的交換。該系統利用道路兩側的車輛影像偵測器、具雙向互動功能的感應車輛，以及透過車上的 GPS 系統即可取得速度、方向、定位等資料，提供交通管理中心進行資訊整合判斷道路擁塞路段，以提供準確的即時交通路況資訊。

進一步來看，歐洲地區期望藉由車與車之間的互相通訊（V2V），可以提高即時更新路況更新速度，並將車輛安全防護機制由被動轉為主動偵測回報，同時也可減少道路兩旁的系統設置與基礎建設的改建，更能節省整體系統的開發與實用化時程。透過 V2V 通訊技術，車輛內部以 GPS 定位系統為基礎，搭配 DSRC 的無線通訊設備，讓路上的每輛車都是整體道路系統的最小單元，也是主動式安全系統的一環。V2V 主要便是利用道路行駛中的各車輛的導航系統，以提供汽車位置、速度、方向等資料，藉由此種探測與收集技術，來獲得即時更新的路況資訊，使能夠提醒駕駛者周遭的交通路況。此外，透過 V2V 通訊應用，可以讓駕駛者在駕駛途中與周圍車輛的駕駛人對話，以交換即時路況資訊。

歸納近幾年歐洲 ITS 發展方向包括：(1)最適化道路、交通與旅遊資訊的應

用；(2)持續應用 ITS 於運輸走廊、城際(conurbations)交通管理與貨運管理；(3)道路安全與監控；(4)整合車輛與交通基礎設施；(5)資料之監控、保護與責任；(6)歐洲各國 ITS 之協調與合作。然而，發展車間通訊的重大課題，必須提高車載裝置之普及率才能獲得更準確的訊息，否則，在普及率過低之情況下，可以相互通訊及分享路況的車輛太少，將無法提供大量且即時的交通路況以提供後端伺服器分析及通報，亦難以提供真正具有參考依據及準確性的交通資訊給駕駛人。

2. 美國

美國主要採取由上而下的方式進行 ITS 的整體規劃，並由美國交通部主導，其推展的 VII (Vehicle Infrastructure Integration) 計畫為其發展智慧運輸的主要藍圖。2009 年初，為了以現有技術加速智慧運輸的實務運用，美國交通部之創新技術研究管理部 (Research and Innovative Technology Administration, RITA)，藉由 IntelliDriveSM 將 VII 既有的研究成果延續，並加強實務應用的發展，計畫時間將由 2009-2014 年，重點發展領域包括：交通安全、運輸效率、環境節能減碳、V2V/V2I 道路通訊建設等。其主軸係建立整合的交通基礎建設（包含公共運輸）與個別車輛具備車載系統（例如主動安全偵測、車對車通訊），來構築智慧交通運輸系統。

3. 日本

在日本方面，以建立「安全安心」、「環保高效率」、「舒適便利」的運輸環境為目標。目前日本在交通運輸管理、交通資訊服務、電子付費系統等發展皆有實際成果。為了進一步讓安全駕駛支援系統概念能夠落實，日本接續制定智慧道路 (Smartway)、先進安全智慧車輛 (Advanced Safety Vehicle, Smartcar ASV) 等計畫。前者是建置道路資訊通訊設施，後者則是在車輛上安裝資訊通訊、自動駕駛等先進電子設備，成為目前日本 ITS 發展的重點。其中短距通訊技術 (Dedicated Short Range Communication, DSRC) 的採用，更是車路通訊應用的關鍵。

日本推行 ITS 的過程中，以政府邀請產、學、研單位，共同研擬技術標準、進行分工，規劃出產業發展配套措施。例如由國土交通省及國土技術政策總合研究所等政府機關與相關學研單位籌組先進輔助駕駛公路系統研究協會 (Advanced Cruise Assist Highway System Research Association, AHSRA)，在專門協會的協助與政府跨部會之配合，使得智慧公路發展更為完整及系統化。

Smartway 計畫雖仍由政府主導，但十分仰賴民間企業共同投入。其基礎建設的完善亦將有助於日本 Telematics 產業，如車載機硬體、車載應用服務更蓬勃發展。

4. 國內 ITS 發展重點

我國近年 ITS 的施政計畫主要為「科技研發計畫」與「公共建設計畫」兩部分。科技研發計畫主要為「智慧型運輸系統 (ITS) 創新科技發展與應用—基礎設施建置與應用服務推廣」計畫，公共建設計畫主要則為「愛臺十二建設」中之「智慧臺灣—建構智慧交通系統」計畫。

國內 ITS 政策與技術在節能減碳應用，著重於整合「人、車、路」系統的「即時通訊」及「歷史資訊」，針對不同的狀況，採用適當的無線傳輸媒介來達到運輸系統之整合。所謂「車」與「路」，就 ITS 發展初期乃指一般汽車與道路，最終則應用至陸海空各運輸系統的運具與其行經環保路線，而「人」則可藉由資通訊或其他通信產品取得「車」和「路」的智慧化資訊及指引，以提升交通的安全及效率，並達到節能減碳之效果。

國內 ITS 節能減碳技術發展，係利用一系列先進技術使道路車輛與周圍輔助設施能夠直接通信的一項研究應用，最初也是最主要的目的是為了改善道路安全。國內外 ITS 節能減碳應用與環保路徑相關系統基本概念是在行駛中的車輛及其附近的所有車輛提供一個直接的鏈結，這些車輛能夠互相溝通，交換彼此關於速度、方向或甚至駕駛的意識和意圖等資訊，以增加車輛間的安全性，同時提高安全輔助系統（轉向、減速、剎車）等系統的靈敏度。除此之外，亦涵蓋與道路基礎建設之間的通訊，使整體路網之即時交通資訊更為完整，並能回饋至車輛。

2.2 國內外 ITS 節能減碳應用案例

本節主要目的在於參考國內外 ITS 節能減碳綜效示範計畫案例之作法，主要包括：ITS 服務領域或服務功能、計畫範圍、地方政府或相關單位參與、評估方式、路側與車上偵測、顯示及控制設備、管理中心配置、車隊及人員規模、ITS 節能減碳綜效呈現與比較分析等，以作為 ITS 節能減碳示範計畫規劃之依據。

探討案例總計 9 項，涵蓋地區範圍包括：歐盟(5 個案例)、美國(1 個案例)、日本(2 個案例)以及我國(1 個案例)。歐盟地區案例包括：In-Time、DRIVE C2X、FREILOT、eCoMove、COSMO 等，美國案例為 Connected Vehicle Research(計畫

前身為 VII 及 IntelliDrive)，日本案例包括：Green ITS、Energy ITS，我國案例為車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究-總合示範計畫。

2.2.1 歐盟 In-Time

1. 計畫目標

In-Time (Intelligent and Efficient Travel Management for European Cities) 考量現階段各種交通資訊由不同單位蒐集與提供，如路網靜態資料、動態交通資訊、大眾運輸靜態與動態資料、自行車道資料、航班資料、計程車資料等等，旅行者必須透過不同管道取得各種交通資訊，雖然已有交通資訊服務提供者 (Transport Information Service Providers, TISPs) 整合許多不同種類資訊，但通常僅包括一種運具，例如結合交通靜態與動態資訊、以小汽車為主的路徑導航系統，在目前缺乏整合各種運具資訊的情況下，旅行者常無法比較與選擇運具組合，造成旅行時間與能源浪費。因此，該計畫透過交通資訊交換平台與標準的制定，將整合後的交通資訊穩定、即時地傳送到 TISPs，而 TISPs 則藉由行動或導航裝置，提供無縫之即時交通資訊 (Real Time Traffic and Travel Information, RTTI) 服務予用路人，而旅行者則可根據所收到的資訊，選擇最有環保效率或最快速的運具組合完成旅次，便利轉換不同運具，以改變原有的旅運行為及最佳化旅程，降低各種運具產生的能源消耗量及 CO₂ 排放量。

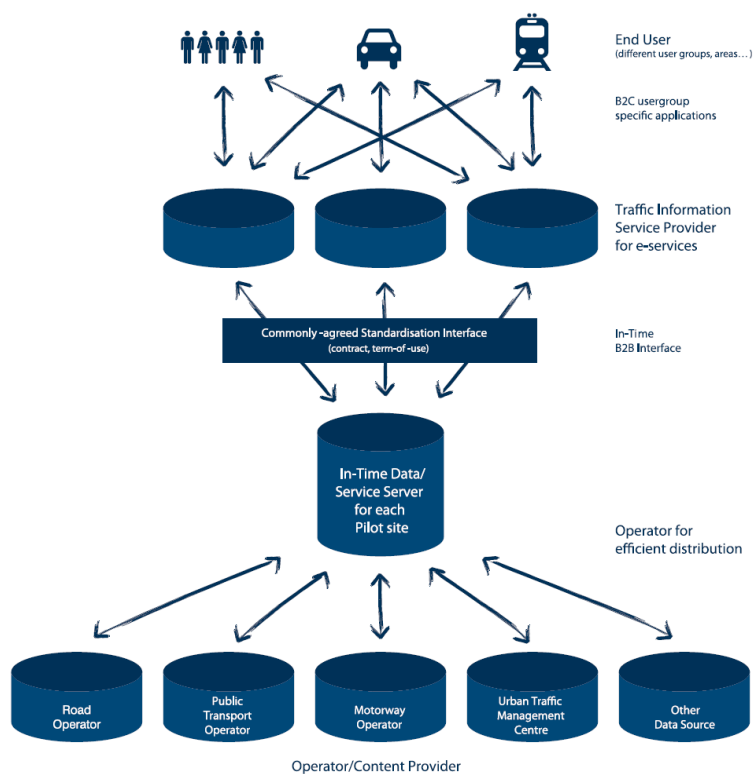
2. 示範系統功能

該計畫首先進行基礎設施提供者、服務提供者及用路人間的 B2B (Business to Business) 平台與相關介面的建立，除了資料格式標準外，資料的品質及內容也在計畫中研訂，使最終服務的品質能夠達到用路人接受程度。

該計畫所定義的提供資訊在道路交通部分，包括靜態路網資料、動態交通流量與路況資料 (旅行時間、道路施工、交通事故與擁塞資料)、停車場及大眾運輸轉乘停車場資料、即時停車位剩餘資料等；在大眾運輸部分，包括所有大眾運具靜態資料 (班次時刻、站位、票價) 及動態資料 (即時到站時間)；自行車及步行資訊亦需由都市交通主管單位提供，使得旅次規劃服務能達到及戶 (Door to Door) 程度；資訊則包括特殊活動及氣象資訊，其他影響旅次行為及旅次規劃的相關資訊亦須蒐集與提供。

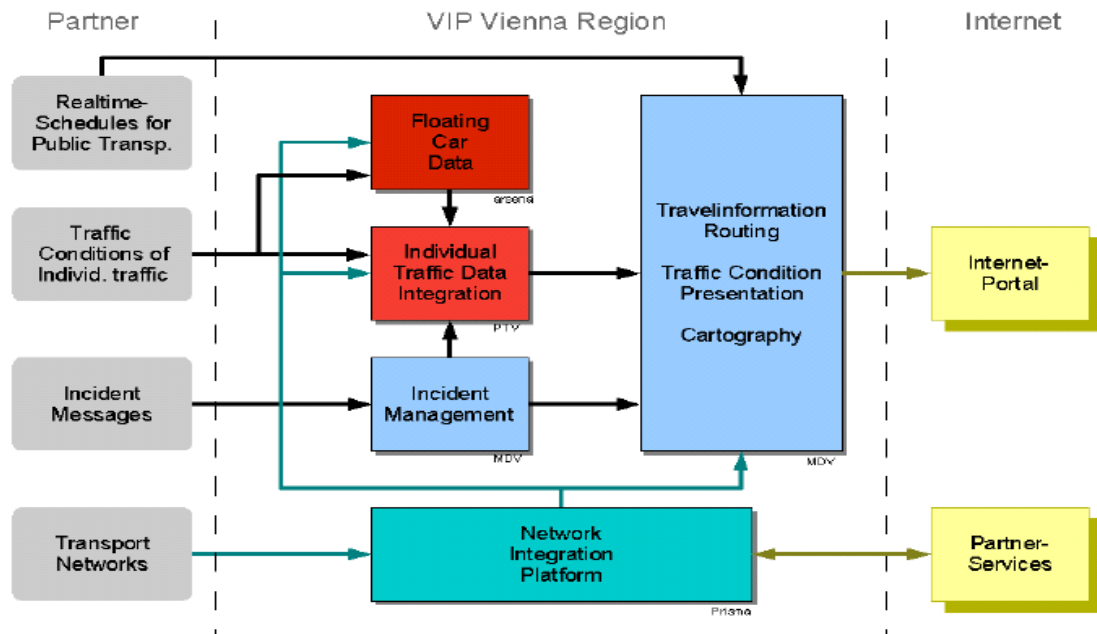
該計畫核心是一個稱為互通式多運具地區資料伺服器 (the Interoperable and Multimodal Regional Data/Service Server, RDSS)，RDSS 直接服務用路人 (以 web 基礎的 B2C 應用服務) 或是經由標準介面針對 TISPs 的 B2B 應用服務，其

運作概念如圖 2.1、圖 2.2。該計畫提供無縫多運具運輸服務的重要關鍵，在於都會區、地區或甚至國家之內所有交通運輸服務與管理單位均必須經由 RDSS 提供符合標準的資訊，以確保用路人能得到地區內詳細的及戶交通資訊，使用者介面如圖 2.3。



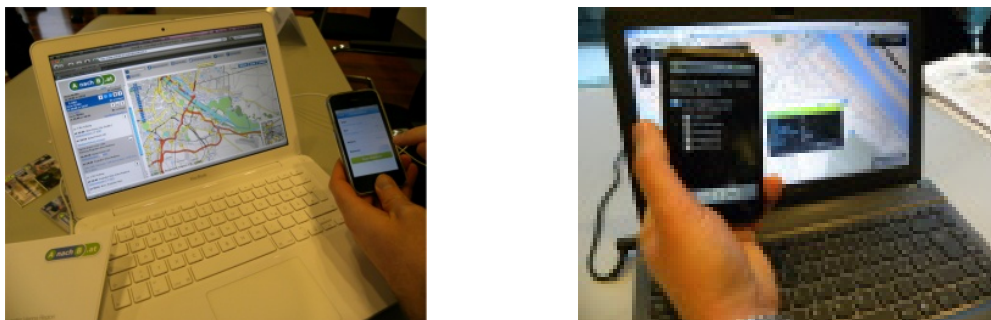
資料來源：Intermodal Travel, Information Services, Transport Business International, Issue 15, June 2010.

圖 2.1 歐盟 In-Time 計畫 RDSS 運作概念(一)



資料來源：Intermodal Travel, Information Services, Transport Business International, Issue 15, June 2010.

圖 2.2 歐盟 In-Time 計畫 RDSS 運作概念(二)



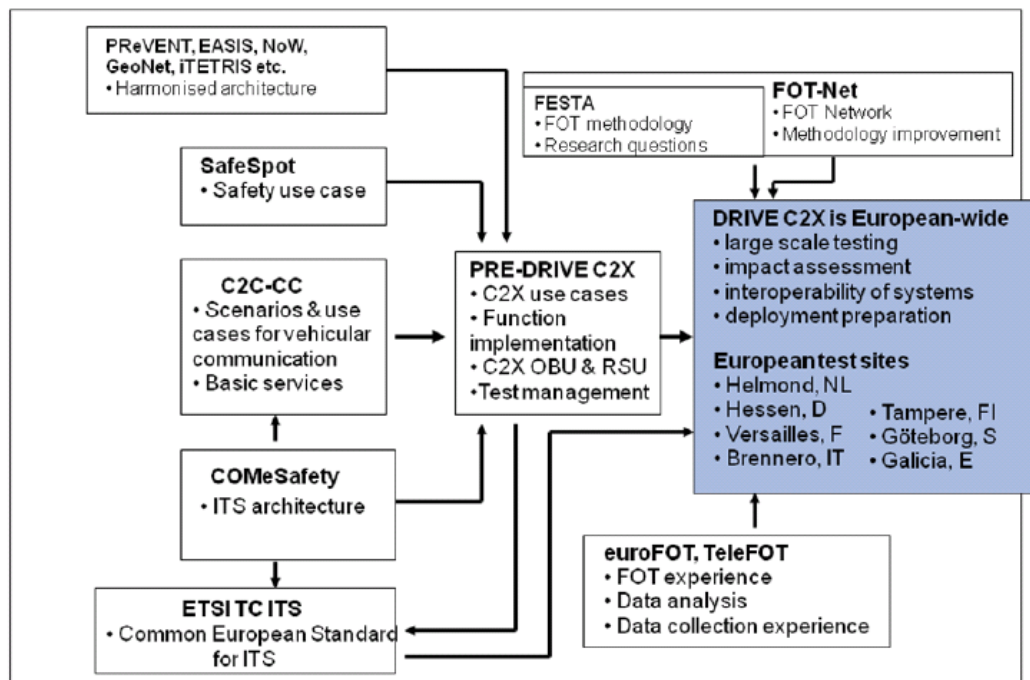
資料來源：Intermodal Travel, Information Services, Transport Business International, Issue 15, June 2010.

圖 2.3 歐盟 In-Time 計畫示範系統使用者介面

2.2.2 歐盟 DRIVE-C2X

1. 計畫目標

DRIVE-C2X 於 2011 年啟動，於 2013 年 6 月中旬在瑞典 Gothenburg 測試場域辦理專家論壇及示範系統展示活動，讓與會者親自體驗駕駛並操作示範系統功能，預定於 2014 年完成。該計畫以 PRE-DRIVE C2X 計畫針對合作式系統而發展之整合式模擬模型與效益評估方法為基礎，並依據已有共識之方法論與操作程序，與既有測試計畫緊密合作而加以發展及導入，相關計畫與標準之關係如圖 2.4。



資料來源：DRIVE C2X methodology framework，<http://www.drive-c2x.eu/>，2011

圖 2.4 歐盟 DRIVE C2X 相關計畫與標準

該計畫目標在於針對合作式系統進行大規模之實際路測，評估對於使用者行為、交通車流、安全、環境，以及社會之衝擊，分析相關技術功能於惡劣環境下之效能，並蒐集使用者意見，以有利於未來建立商業模式。該計畫訂定下列四個主要目標：(1)創造並調和合作式系統(cooperative systems)之全歐洲測試環境。(2)協調 DRIVE C2X 社群中之各項平行測試。(3)評估合作式系統之衝擊及所需技術。(4)促進合作式駕駛(cooperative driving)。

2. 示範內容

該計畫藉由一般駕駛人協助而監測合作式駕駛功能於場域中之影響，主要有兩種不同應用領域顯現合作式駕駛之特性，其中 C2C 讓車輛間能夠交換安全相關及其他有用資訊，C2I 讓車輛與後端系統能夠交換交通號誌或道路管理者之資訊，透過示範可瞭解駕駛人對於合作式系統提供不同服務之反應，尤其駕駛人觀點、態度、以及行為，對於未來市場導入合作式系統而言更加重要。針對示範系統架構、系統功能、測試環境，簡介如下：

(1) 系統架構

該計畫示範系統以 COMeSafety 通訊架構所定義之車輛、路側、個人、中心等四個次系統為基礎，依循發布於 ETSI EN 302 665 之通訊架構標準，並修

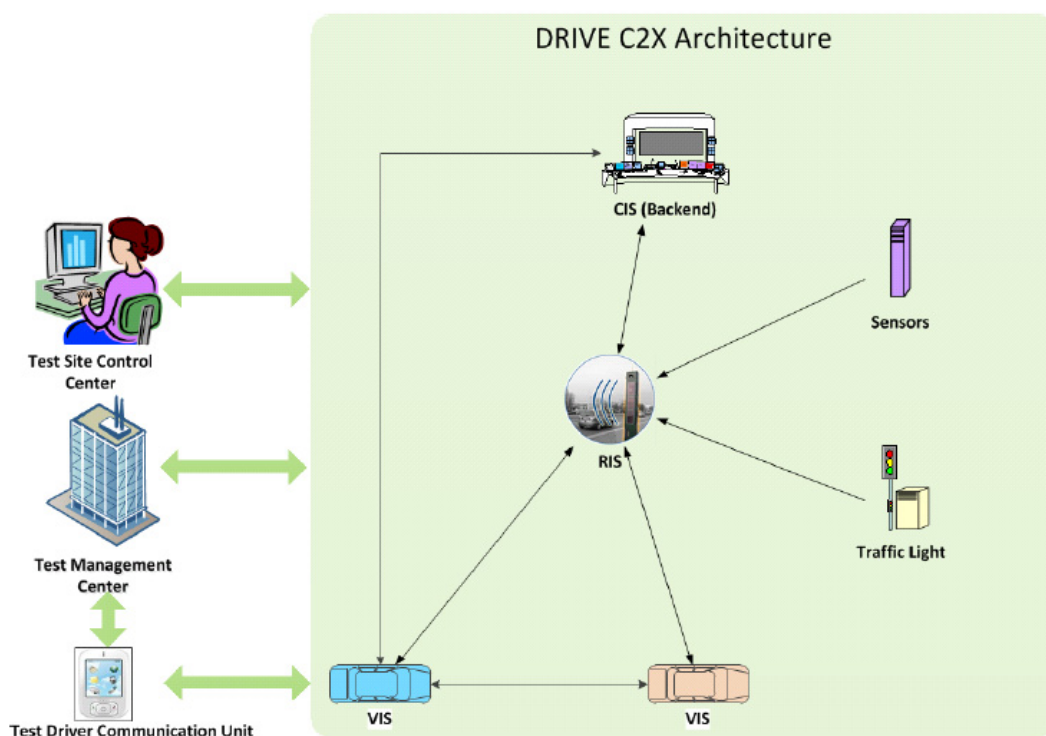
正與強化前期 PRE-DRIVE C2X 計畫所發展完成之系統架構。

示範系統之測試車輛及中心如圖 2.5，系統架構如圖 2.6，除了運用車輛平台(Vehicle ITS Stations, VIS)、路側平台(Roadside ITS Stations, RIS)、以及骨幹之中心平台(CIS, Central ITS Stations)等核心組件以外，也增加測試所需之特殊組件，包括：測試場域控制中心(Test Site Control Center)、測試管理中心(Test Management Center)、駕駛測試通訊單元(Test Driver Communication Units)等，這些內含軟硬體之組件都採用成熟且符合 ETSI TC ITS 標準之技術。



資料來源：<http://www.drive-c2x.eu/>，2013

圖 2.5 歐盟 DRIVE C2X 示範系統測試車輛及中心



資料來源：DRIVE C2X methodology framework, <http://www.drive-c2x.eu/>，2011

圖 2.6 歐盟 DRIVE C2X 示範系統架構

(2) 系統功能

該計畫示範系統測試之科技領域區分為車間通訊(car-to-car communication, C2C)、以及車路通訊(car-to-infrastructure communication,

C2I)，涵蓋安全、交通效率、以及選擇性項目(包括娛樂、商業、建置)等三個類型，總計 26 項功能，如表 2-1，其中部分功能乃基於全歐洲尺度之需求，而其他功能則基於某些場域所在國家之特殊需求。

表 2-1 歐盟 DRIVE C2X 示範系統功能

Function	DRIVE C2X function	Test site specific function	NL	DE	SE	IT	FI	FR	ES*
Safety-related functions									
Road works warning	C2I		X	X	X	X	X	X	X
Traffic jam ahead warning	C2C		X	X	X	X	X	X	X
Car breakdown warning	C2C		X			X	X	X	X
Weather warning	C2I		X	X	X		X	X	X
Emergency Electronic Brake Light	C2C		X	X				X	X
Approaching emergency vehicle warning	C2C		X	X		X	X*		X*
Motorcycle approaching indication	C2C		X	X					
Post crash warning	C2I		X			X		X	X
Slow vehicle warning		C2C		X		X	X		X
Stop sign violation warning		C2I		X				X	
Obstacle Warning		C2C							X
Wrong way driving warning in gas stations		C2I				X			
Hazardous location notification		C2C				X			
Curve speed warning		C2C				X			
Traffic efficiency-related functions									
In-vehicle signage	C2I		X	X	X	X	X		X
Green-light optimal speed advisory	C2I		X	X	X			X	X
Regulatory and contextual speed limit		C2I		X	X	X		X	X
Traffic information and recommended itinerary		C2I		X				X	X
Decentralized floating car data		C2C		X	X				X
Selected infotainment, business and deployment-related functions									
Point of interest notification	C2I		X			X		X	
Insurance and financial services	C2I		X						
Dealer Management	C2I		X					X	
Transparent Leasing	C2I		X						
Vehicle software provisioning and update		C2I						X	
Fleet management		C2I							
Local electronic commerce		C2I						X	

資料來源：DRIVE C2X methodology framework，<http://www.drive-c2x.eu/>，2011

①安全相關功能(Safety-related functions)，總計 14 項：

- a.道路工程警示(Road works warning)
- b.前方交通壅塞警示(Traffic jam ahead warning)
- c.車輛故障警示(Car breakdown warning)
- d.氣候警示(Weather warning)
- e.緊急電子煞車燈(Emergency Electronic Brake Light)

- f.緊急車輛接近警示(Approaching emergency vehicle warning)
- g.機車接近告知(Motorcycle approaching indication)
- h.碰撞後警示(Post crash warning)
- i.慢速車輛警示(Slow vehicle warning)
- j.停止標誌違規警示(Stop sign violation warning)
- k.障礙物警示(Obstacle Warning)
- l.加油站逆向行駛警示(Wrong way driving warning in gas stations)
- m.危險地點通知(Hazardous location notification)
- n.彎道車速警示(Curve speed warning)
- ②交通效率相關功能(Traffic efficiency-related functions)，總計 5 項：
 - a.車內標誌訊息(In-vehicle signage)
 - b.綠燈最佳車速建議(Green-light optimal speed advisory)
 - c.法定行車速限(Regulatory and contextual speed limit)
 - d.交通資訊及旅程建議(Traffic information and recommended itinerary)
 - e.分散式浮動車輛資料(Decentralized floating car data)
- ③選擇性之娛樂、商業、建置相關功能(Selected infotainment, business and deployment-related functions)，總計 7 項：
 - a.興趣點通知(Point of interest notification)
 - b.保險及財務服務(Insurance and financial services)
 - c.車商管理(Dealer Management)
 - d.透明化租賃(Transparent Leasing)
 - e.車輛軟體供裝及更新(Vehicle software provisioning and update)
 - f.車隊管理(Fleet management)
 - g.地方電子商務(Local electronic commerce)

(3) 測試環境

該計畫示範系統測試場域區分為系統測試(System Test Sites, STS)、以及功能測試(Functional Test Sites, FTS)等兩類，且包括兩種專供場域操作之測試環境，分別採用不同方法論，以提供不同測試目的之用，組合兩種測試環境，可提供通盤之測試系統作為評估及驗證 C2X 系統之用，且多樣化測試環境也利於有效地凸顯各組件或系統測試之面向。分別說明如下：

- ①整合模擬工具組(Integrated simulation tool set)

此工具組係整合多樣之交通、路網、環境、以及應用模擬器，而提供完全之虛擬環境，能夠應用於先期評估，因而示範場域操作測試以外之延展性效益，即可藉由此工具組而加以分析，例如數以千計車輛所帶來之交通效率效益。

②場域操作測試環境(FOT environment)

此環境係以場域操作測試之軟硬體原型系統為基礎，適合進行封閉測試車道及公共道路之移動車輛與真實駕駛測試，以評估道路安全交通效率衝擊、以及商業系統。FOT 環境包含通訊面向、駕駛互動、以及車輛動態，FOT 測試系統著重於控制及觀察，亦即車輛、路側及骨幹通訊設備之測試管理中心(Test Management Center)、測試單元(Testing Units)。

2.2.3 歐盟 FREILOT

1. 計畫目標

FREILOT (Freight Pilot) 由歐盟執委會支助，該計畫認為流暢之駕駛行為、以及最佳化之規劃與路徑導航，加上以重車為目標之流暢交通控制，將有助於增加燃油使用效率、降低污染、提高駕駛舒適度，以及基礎設施使用效率。因此，希望藉由導入 ITS 服務而提升都市貨物運輸之能源效率，並透過示範計畫而向所有利益相關者展示量化效益，以及確保示範計畫完成後能繼續導入 FREILOT 服務，延伸應用於更多城市與貨物運輸車隊。該計畫之主要目標包括：

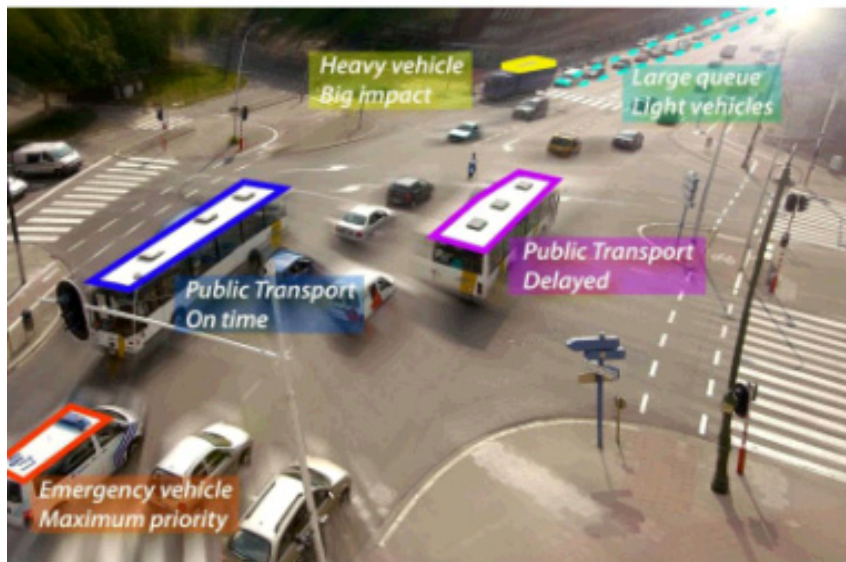
- (1)透過交通管理、車隊管理、以及貨物運輸車輛與駕駛員之整體改善，而明顯提升都市地區道路貨物運輸之能源效率，並藉由4個示範計畫來展示燃料節省25%之可行性。
- (2)廣泛宣傳並與所有利益相關者分享示範成果，以使 FREILOT 服務能夠真正成為具有能源效率、整體性、以及整合性之全歐洲都市地區道路貨物運輸解決方案。
- (3)促使運輸車隊營運者、城市、以及其他利益相關者參與計畫。

2. 示範內容

該計畫示範服務情境在於，某些路口於特定路段或時段給予重車優先通行權，並提供運送區之動態預約及重新排程服務，以鼓勵貨運車隊營運者導入加速、限速及環保駕駛支援之技術。示範系統主要服務功能，說明如下：

(1) 交通管理：能源效率最佳化之路口交通控制(Energy efficiency optimised intersection control)

此項功能在於採用創新性之方法，結合號控路口之重車辨識及號誌優先，在不影響其他車輛之前提下，促使交通控制系統最佳化，以減少重車停等及降低燃油消耗。運作概念、車上設備及路口交控設備如圖 2.7。



車上設備(Android based version)

路口交控設備, Helmond, Netherlands

資料來源：Jaap Vreeswijk, Nuno Rodrigues, Cooperative systems: enabling beneficial freight partnerships, POLIS Conference 2011 Brussels, Peek Traffic, November 11, 2011

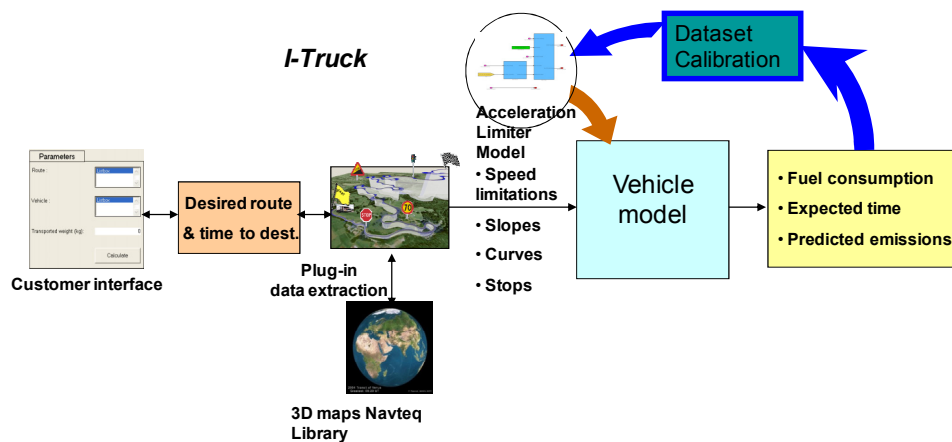
圖 2.7 歐盟 FREILOT 車上設備及路口交控設備

由於機動車輛燃油消耗量實際取決於車輛行駛速度與加速度，然而都市地區車輛走走停停頻率高且路口及迴轉道會減慢行車速度，是燃油消耗量高的主因，因而最大化燃油效率之最佳化交通控制將可減少號誌控制路口及迴轉道之交通壅塞及車輛停等。

(2) 車輛：加速限制與適應性速度限制(Acceleration limiter and adaptive speed limiter)

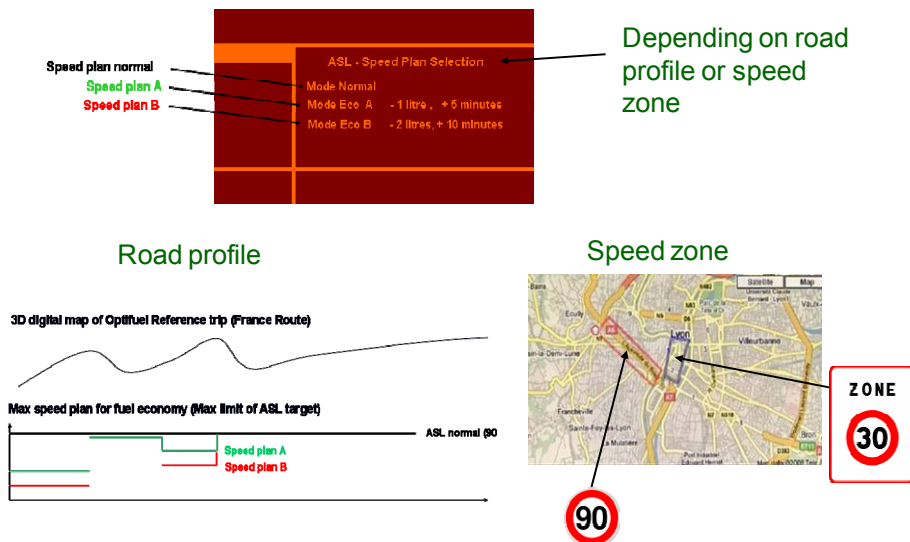
此項功能在於讓交控系統能偵測到具有加速與速度限制裝置之車輛，採取最佳化交控策略，以及限制車輛順暢地加速至巡航速度，獲得路口綠燈通行權，以減少過度之燃油消耗，進而取得舒適度、燃油節省、駕駛員接受度、以及運送時間之間最佳平衡。其運作原理在於透過一個可自動計算最佳化設定參數之工具(I-Truck)，來協助修正加速限制圖及相關參數，I-Truck 運作概念如圖 2.8~圖 2.10。

由於在都市地區一般交通情況下，貨車從紅燈完全停車再全力加速至巡航速度之燃油消耗量佔三分之一，因而加速限制將可應用於經常變換速度之都市貨物運輸車輛上，以有效減少因過度加速而造成之燃油消耗量。



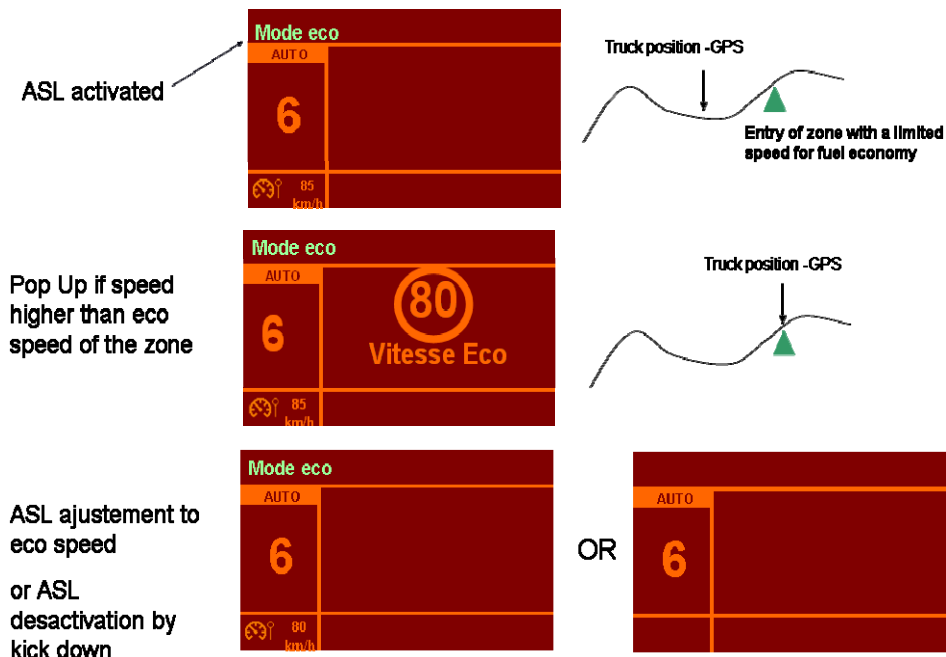
資料來源：Maria Tevell, FREILOT Acceleration/Speed Limiter, Volvo Technology Corporation, FREILOT Workshop Brussels, April 22, 2009

圖 2.8 歐盟 FREILOT 加速/速度限制服務運作概念(一)



資料來源：Maria Tevell, FREILOT Acceleration/Speed Limiter, Volvo Technology Corporation, FREILOT Workshop Brussels, April 22, 2009

圖 2.9 歐盟 FREILOT 加速/速度限制服務運作概念(二)

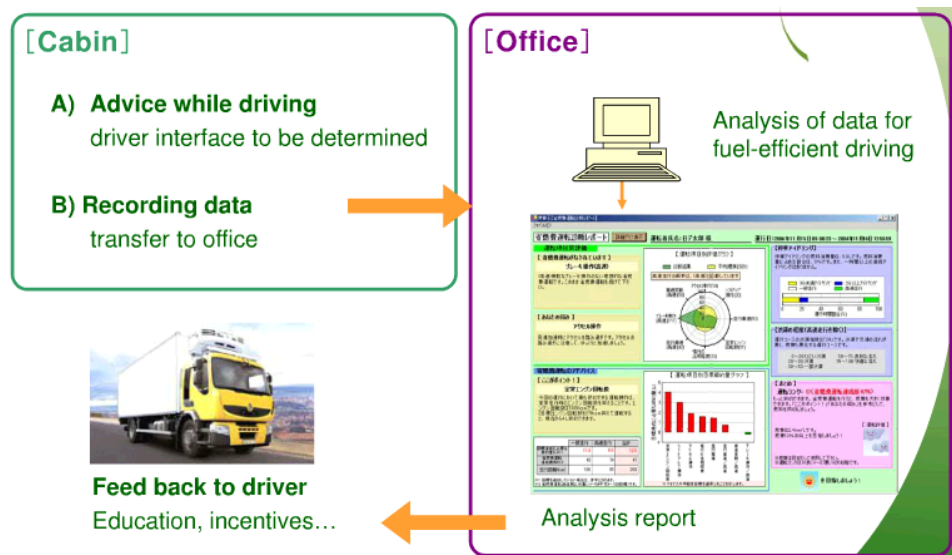


資料來源：Maria Tevell, FREILOT Acceleration/Speed Limiter, Volvo Technology Corporation, FREILOT Workshop Brussels, April 22, 2009

圖 2.10 歐盟 FREILOT 加速/速度限制服務運作概念(三)

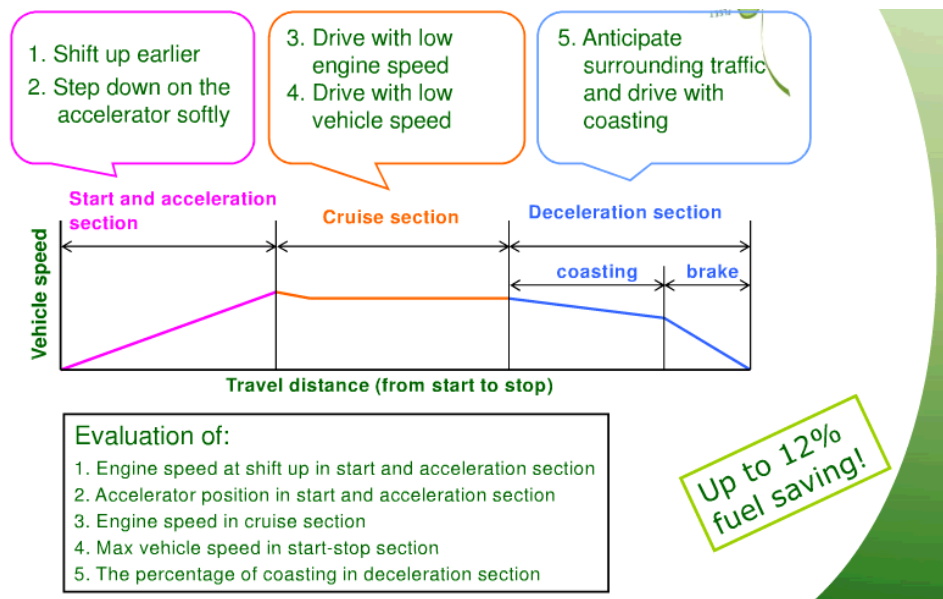
(3) 駕駛：強化之環保駕駛支援(Enhanced “green driving” support)

此項功能在於提供經濟駕駛之直接支援，使駕駛者能夠藉由加速、踩剎車，以及換檔行為改變，以最佳化車輛燃油消耗。環保駕駛支援服務架構如圖 2.11，運作概念如圖 2.12。



資料來源：Zeljko Jeffic, D.FL.5.1 FREILOT Project Presentation, FREILOT Energy efficient urban freight, ERTICO – ITS Europe, <http://www.freilot.eu/en/library/deliverables/>, 2013

圖 2.11 歐盟 FREILOT 環保駕駛支援服務架構



資料來源：Zeljko Jetic, D.FL.5.1 FREILOT Project Presentation, FREILOT Energy efficient urban freight, ERTICO – ITS Europe, <http://www.freilot.eu/en/library/deliverables/>, 2013

圖 2.12 歐盟 FREILOT 環保駕駛支援服務運作概念

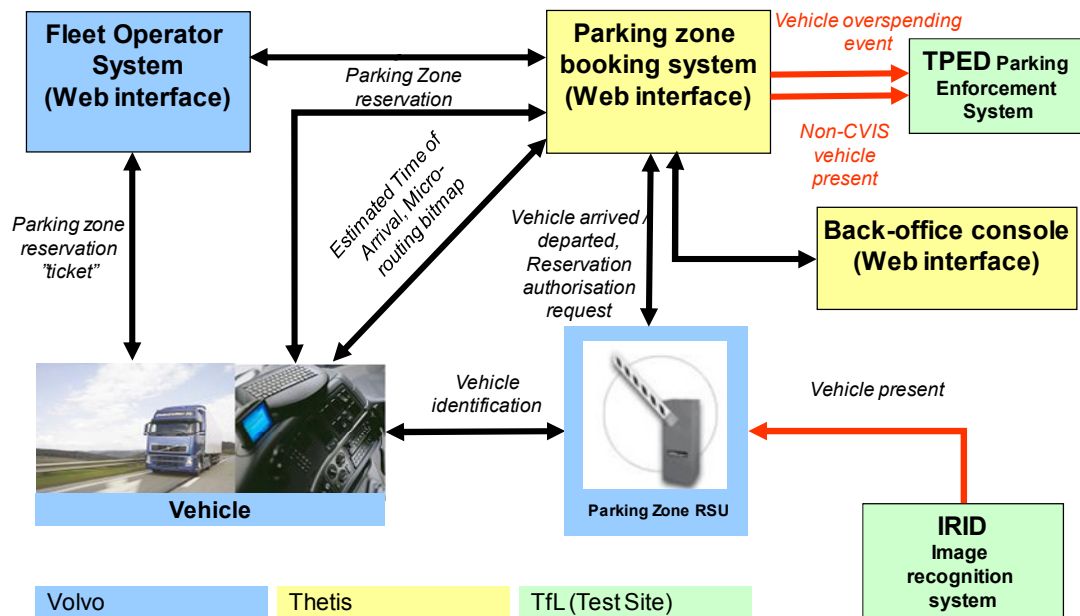
藉由此項功能，駕駛員於開車中會持續獲得加速位置、瞬間耗油、平均耗油、環保駕駛績效評分等資訊，若其中任何一項參數績效不佳時，系統將發送車輛燃油使用效率不佳之訊息，要求駕駛員改善駕車行為，因而此項環保駕駛支援服務(eco-driving support service)不僅是一項技術，且著重於駕駛行為及駕駛員接收與整合系統建議之能力。

(4)車隊管理：即時之貨物卸載運送區預約(Real-time loading/delivery space booking)

此項功能在於提供駕駛員事先預約卸載運送空間之能力，增加運送區停車次數，減少併排停車次數及其帶來之負面衝擊，減輕駕駛者壓力，最佳化運送時間安排，以及改善駕駛工作條件。運作架構如圖 2.13、現場運作狀況圖 2.14。

由於運送貨物需要私人停車空間或卸載運送區作為暫時停放貨車之用，其中卸載運送區比較方便、不會影響交通效率且安全，若有其他貨車使用中或非法違規佔用，將迫使貨車併排停車，將造成負面之交通車流、環境(例如二氧化碳排放)、安全衝擊。

藉由此項功能，若車輛實際行駛不符合預定行程，則車隊營運者可依據新版行程表而重新指定運送區，並釋出原訂運送區而轉供其他車輛使用，如此將可最佳化貨車行駛路徑，減少車輛行駛里程及停等次數。



資料來源：Jean-Baptiste Thébaud, FREILOT Parking booking, FREILOT Workshop Brussels, April 22, 2009

圖 2.13 歐盟 FREILOT 貨物卸載運送區預約服務運作架構



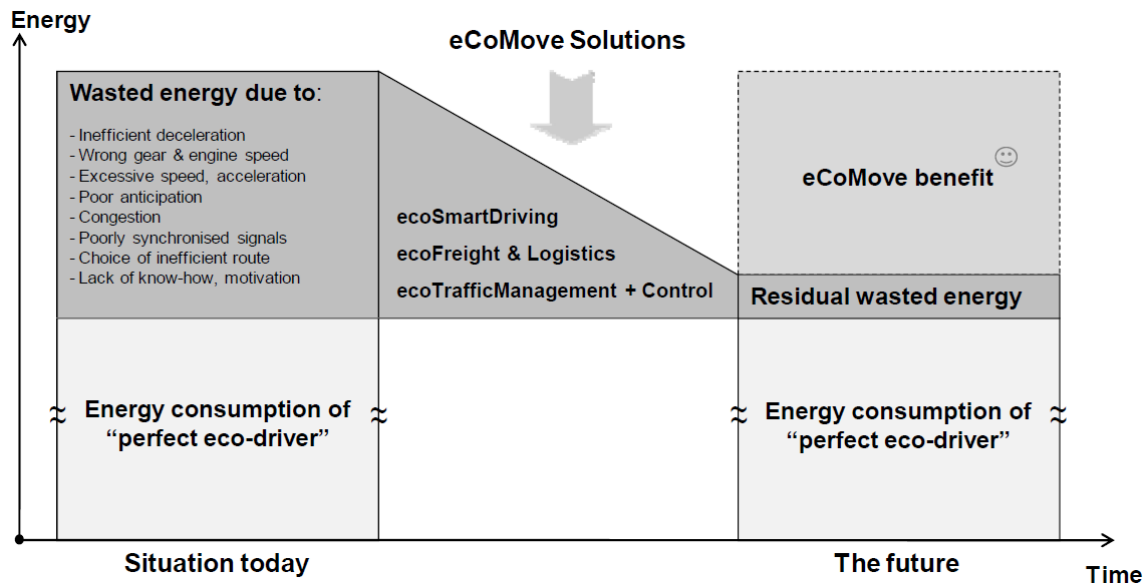
資料來源：<http://www.freilot.eu/>

圖 2.14 歐盟 FREILOT 貨物卸載運送區現場運作狀況

2.2.4 歐盟 eCoMove

1. 計畫目標

eCoMove 願景如圖 2.15，希望藉由應用先進的 V2I 車路 (vehicle-to-infrastructure) 與 V2V 車間 (vehicle-to-vehicle) 通訊技術而發展整合性的支援駕駛、車隊管理者、交通管理者解決方案，以極小化道路運輸燃料損耗因素，包括無效率的路徑選擇、駕駛行為、交通管理與控制等，遏止乘客與貨物運輸的燃料浪費問題，該計畫目標在於減少 20% 燃料消耗與二氧化碳排放量，亦即圖 2.15 右側未來階段 eCoMove benefit 部分。



資料來源：<http://www.ecomove-project.eu/>

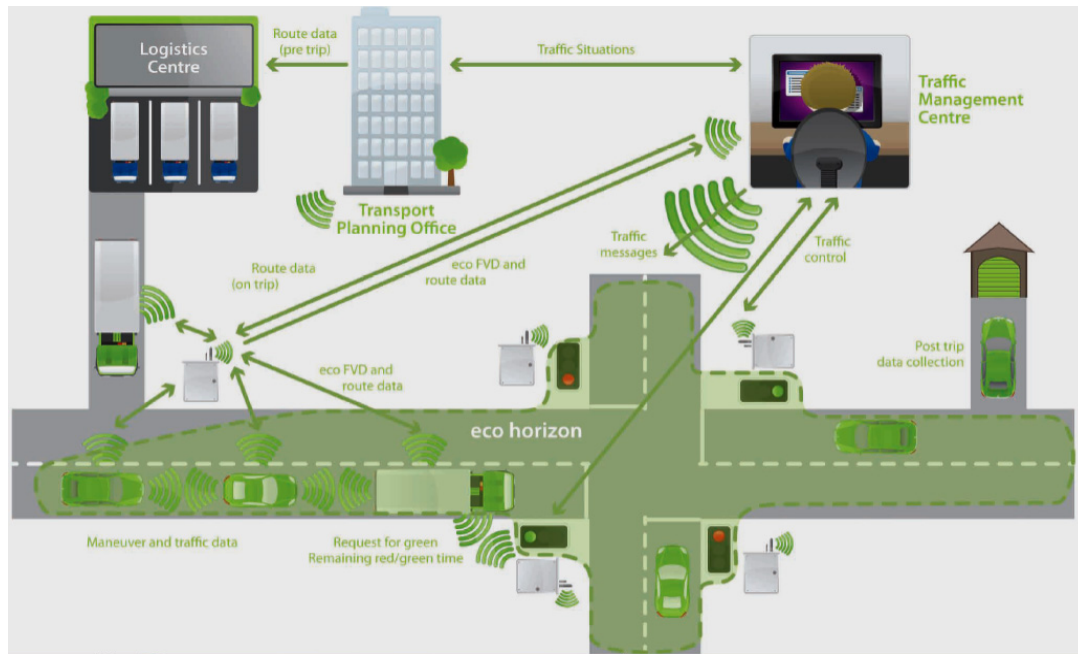
圖 2.15 歐盟 eCoMove 願景

- (1)駕駛支援：係針對小客車駕駛，應用適當的駕駛策略而運用最少的燃料，包括最長綠燈行駛路徑、最經濟的車輛控制、最佳通過擁擠交通的路徑、最少紅燈停等機率，裝設 OBU 以瞭解駕駛習慣，透過「虛擬教練」以加強環保駕駛行為。
- (2)車隊管理者支援：採用一套能夠激勵能源使用效率、且自我學習的駕駛教練系統(Driver Coaching System)，以及一套能夠選擇最經濟運送路線的合作式規劃與路徑系統。
- (3)交通管理者支援：最佳化號誌時制、以及應用其他交通控制手段，以極小化整體路網的車輛能源消耗，例如給予能源損耗量較大車輛優先通行權，以降低不必要的停等。

2. 示範內容

(1)運作概念

該計畫之運作概念如圖 2.16 所示，其核心功能建立在 eco 整合式平台 (ecoCooperativeHorizon)，該平台從 ecoMap 上取得道路狀況資訊，提供前方道路狀況給行駛中車輛之車上單元，ecoMap 除一般電子地圖所需資料外，還包含支援 eco Driving 的資訊，如道路坡度、歷史速率分佈及油耗資料。



資料來源：<http://www.ecomove-project.eu/>

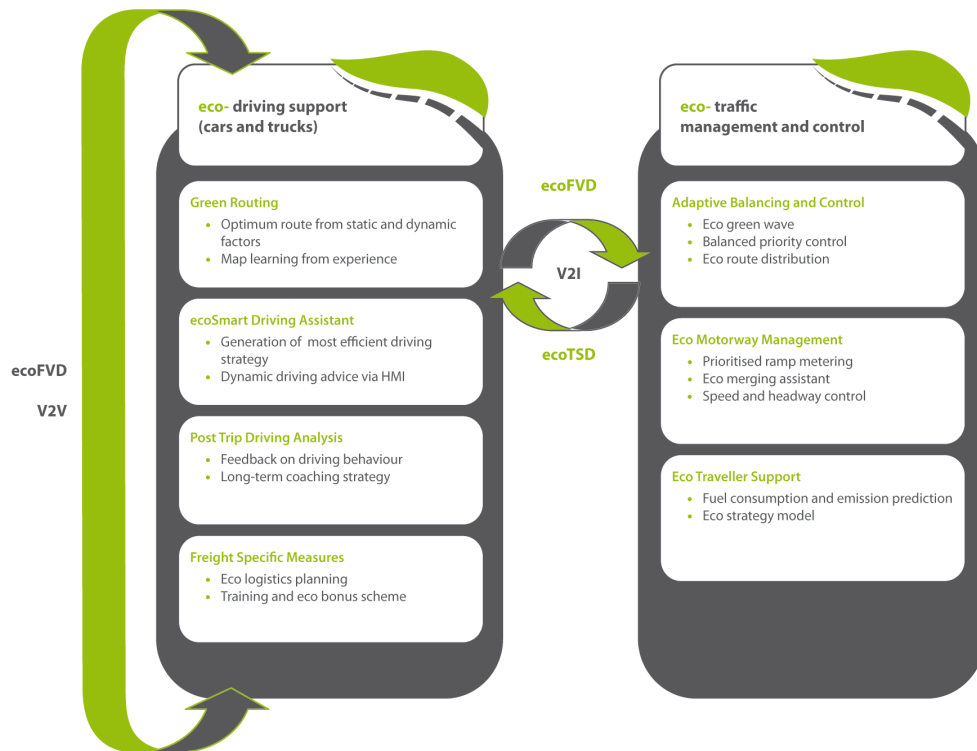
圖 2.16 歐盟 eCoMove 運作概念示意圖

(2) 合作式技術(Cooperative Technologies)

該計畫所發展之核心技術與應用如圖 2.17，稱之為合作式系統 (Cooperative Systems)，包括環保駕駛支援(Eco-driving Support)與環保交通管理(Eco-traffic Management and Control)等兩大部分。

其協調合作方式以 V2V 與 V2I 通訊為基礎，使其他車輛與交通控制者能夠藉此而分享有利於改善能源效率的車輛資訊，並回饋關於交通危險、最長綠燈行駛路徑、最少紅燈停等的駕駛輔助資訊；藉由合作式通訊網路而蒐集即時資訊，建立具有能源效率之交通管理基礎；發展交通狀態評估與預測模型，並利用地圖標示應該避免的能源損耗地點。

車輛與環保交通管理間的資訊往來以 V2I 通訊為主，車輛與車輛間則以 V2V 通訊為主，其中來自於車輛的資訊稱為 ecoFVD(eco Floating Vehicle Data)，主要為車輛行進資料，包括車速、方向、位置、車種、油耗狀況等，來自於交通管理中心的資訊稱為 EcoTSD(eco Traffic Situation Data)，主要為道路即時交通資訊，包括道路車速、意外事故、號誌狀態、建議車速等。



資料來源：<http://www.ecomove-project.eu/>

圖 2.17 歐盟 eCoMove 合作式技術架構示意圖

(3) 應用服務

該計畫以合作式技術為基礎，提出三個子系統，包括環保智慧駕駛、環保交通管理、環保貨車停車管理，總計 15 項應用服務功能。分別概述如下：

① 環保智慧駕駛

環保智慧駕駛子系統應用在個別車輛的使用，無論是電動車、油電混合車或一般燃油車，雖然主要對象為小客車，但商用車輛的個別使用並沒有排除。本子系統共提供下列應用服務：

a. 環保路徑規劃(ecoTRipplanning)

在行前階段(pre-Trip)提供離線的起迄點路徑規劃服務，其規劃是以最小化油料消耗及 CO2 排放量為目標，所依據資料包括 eco 地圖、駕駛行為分析及交通預測資訊(由交通管理中心提供)，本服務產生多個替選方案供駕駛選擇，一旦選擇後，路徑資料將傳送到其他應用服務。

b. 環保資訊提供(ecoInformation)

在行前及行中(on-Trip)階段提供駕駛關於車輛無效率狀態的資訊，例如使用空調、胎壓不足、行駛中車窗打開…等等。

c. 動態環保路徑導引(dynamic ecoNavigation)

在行中階段本應用服務整合各方來源資訊，包括交通管理中心、其他車輛、eco 地圖、eco 整合式平台，以協助駕駛選擇並導引至最小油耗路徑，該路徑能即時依據交通狀況進行調整。

d.環保駕駛支援(ecoDriving Support)

在行中階段本應用服務提供駕駛動態駕駛行為建議(例如車速、加速、減速、油耗預估)，車輛即時位置、行駛方向、道路狀況等資訊由 eco 整合式平台所判定或提供。

e.環保行後分析(ecoPostTrip)

在行後(post-Trip)階段進行駕駛行為評估以提供回饋資訊做為未來駕駛行為改善的參考。

② 環保交通管理

環保交通管理子系統的主要目的在平衡交通需求及道路容量、以和緩交通控制方式降低油耗與 CO₂ 排放、改善旅行者交通資訊以修正其駕駛行為。本子系統提供下列應用服務：

a.環保路徑建議(ecoRoute Advice)

本應用服務彙整目前及未來交通狀況，考量整體路網油耗最少的交通狀況，並依據各車的起迄點資料，以進行分派路徑建議。

b.環保綠波帶(ecoGreen Wave)

傳統綠波帶在連續的號誌化路口建立固定的時差關係讓車隊能夠在固定的車速下連續通過路口，環保綠波帶則根據即時車流量與車種組成建立變動的時差關係，並且將建議車速提供駕駛依循，藉此降低耗油量。

c.環保平衡式優先號誌(ecoBalanced Priority)

本功能依據交通需求量與接近路口個別車輛特性(經由專用短距通訊)進行號誌優先控制，模式根據下列因素進行判斷：大眾運輸是否延遲、所有接近路口車輛的總 CO₂ 排放量及私人運具停等時間等，因此對於停等時產生高 CO₂ 排放量車輛如貨櫃車以及大眾運輸車輛有較高的優先權。

d.環保匝道儀控與主線匯入控制(ecoRamp Metering and Merging)

傳統匝道儀控控制車輛進入主線於每 5~15 秒一輛車，雖然對於主線交通順暢有所助益，但因在上匝道區走走停停過於頻繁而造成油耗浪費，環保匝道儀控採用車隊控制方式(如每 30 秒 5 部車)、通知駕駛於車輛儀控前後最佳行駛速度、降低匝道回堵對都市道路壅塞影響等，減輕匝道區的油耗浪費。環保主線匯入控制則告知駕駛(主線與匝道車輛)最佳行駛速度及車間距，讓主線匯入行為較為和緩以降低油耗浪費。

e.環保速度與車間距管理(ecoSpeed and Headway Management)

在車多但尚未壅塞的路況下，各車輛的速度及車間距行駛差異甚大，造成頻繁煞車及加減速行為，本功能蒐集個別車輛速度、車間距及其變異程度，以及整體道路的流量與密度，在穩定車流的目標下，系統提供最佳速度與車間距建議，包括整個路段車輛或是個別車輛的建議。

f.環保貨車停車管理(ecoTruck Parking)

歐盟因公路貨運成長速度甚快，許多高速公路沿線的大貨車停車區已不敷使用，許多駕駛需至鄰近交流道的休息區休息，因而產生許多不必要繞行距離及油耗浪費，因此本功能提供大貨車即時停車空位資訊，讓貨車駕駛及早規劃停車休息地點。

g.環保道路收費(eco Tolling)

當車輛接近收費站時，本功能藉由車上單元提供個別車輛行駛建議，並依據各收費孔道排隊狀況，建議最佳收費孔道。

③環保貨物運輸

本功能係針對貨運車隊駕駛及管理者所設計提供的服務，本子系統提供下列應用服務：

a.環保駕駛教練系統(ecoDriver Coaching System)

本服務讓駕駛之行為能夠符合環保駕駛的目標，由以下 3 個服務組成：

(a)環保駕駛訓練系統(ecoDriving Training System)：本系統為虛擬的駕駛模擬器，模擬實際道路情境以訓練駕駛行為能達到環保駕駛的程度。

(b)車上環保駕駛教練(In-cab ecoDriver Coach)：基於最佳油耗效率情況下，在車輛行駛時提供動態與即時交通資訊、駕駛行為建議及駕駛行為回饋。

(c)環保車隊運營系統(ecoSquad Business System)：屬於車隊公司的後台管理系統，讓車隊管理者管理車隊駕駛行為及產出車隊整體油耗指數與趨勢，以支援管理者設計省省油相關激勵機制，以及提供外部單位車隊相關耗油資訊。

b.貨車環保路徑導引(Truck ecoNavigation)

利用環保駕駛支援子系統的動態環保路徑導引功能，考量貨車特有需求以規劃最佳油耗路徑，貨車特有需求包括：(a)考量貨車之道路使用限制；(b)考量貨車必經之地點、時間(如上下貨地點、時間)。

c.環保路徑規劃(ecoSquad Planning)

為有效管理都市地區貨運車輛產生的 CO₂ 排放量，eCoMove 計畫規劃成立都市物流管理中心(City Logistics Management Center)，統籌所有車隊公司的運送計畫。環保路徑規劃依據貨物運輸需求及路網交通資訊，規劃出各貨車之運送路徑，這些路徑需經由都市物流管理中心核准，核准後運送路徑資料傳送到車上導引系統，在車輛行駛途中車隊管理者可依據即時狀況調整路徑，結束後本服務進行規劃路徑與實際行駛路徑的比較分析，以得到規劃與實際 CO₂ 排放值差異。

2.2.5 歐盟 COSMO

1. 計畫目標

由於歐盟會員國 60%以上人口居住於都市中，導致都市交通壅塞，以及過度之燃油消耗與二氧化碳排放問題，因而歐盟要求各會員國必須採取能夠降低污染排放之行動計畫，以符合嚴格之限制標準。

COSMO(Cooperative Systems for Sustainable Mobility and Energy Efficiency)考量涉及之車間通訊(vehicle-to-vehicle communication)，以及車路通訊(vehicle-to-infrastructure communication)之合作式行動服務(Cooperative mobility services)或資通訊科技應用(ICT, Information & Communication Technology)，具有改善道路運輸安全與效率、以及降低環境危害之潛力。

然而近年歐盟研究計畫(例如 CVIS、SAFESPOT、COOPERS 等)所發展建立之雛型系統，尚未實施進一步測試或建置於實際道路環境中，使得關於實際

系統建置之相關資訊仍然有限，僅能基於實驗室測試或小規模示範成果，估計這些系統對於能源效率之影響。

因此，該計畫期望在實際環境中經由示範計畫來建置及運作這些新型態服務，以喚起各界注重合作式系統提升能源效率之潛力，進而為了大規模應用而加以鋪路，測試結果及計畫執行成果已於 2013 年 5 月在 Salerno 發表。該計畫之主要目標如下：

- (1)建立量化結果資料，包括燃油消耗及二氧化碳排放，以瞭解合作式系統對於環境之影響。
- (2)建立系統建置相關之詳細規範，涵蓋技術、法規、組織議題，以及包括關於採購、建置、營運、維護等之建議。
- (3)建立各種系統之商業計畫(Business Plans)，以使 COSMO 示範場域能夠持續營運。

2. 示範內容

該計畫期望透過一系列合作式行動服務或 ITS 應用之展示，包括車輛及基礎設施之間通訊，證明這些新型態服務能夠有效減少道路運輸碳足跡。由於相關科技目前仍處於進入市場之早期階段，場測之量化結果可望強化導入建置之信心，並提供清晰且無爭議之建議予地方政府單位，以導引政策方向及投資對於環境友善之交通管理解決方案。

該計畫解決方案屬於複合運輸，涉及私人車輛及公共運輸，期望透過提升城市公共運輸效率而增加乘客搭乘人數，並降低私人小客車使用量。該計畫關注環保交通管理，相關服務涵蓋不同科技與使用情境之應用領域，使用情境涉及新近研究成果提出之先進系統範例，這些系統之有效性於三個示範場域中加以測試。示範系統功能簡介如下：

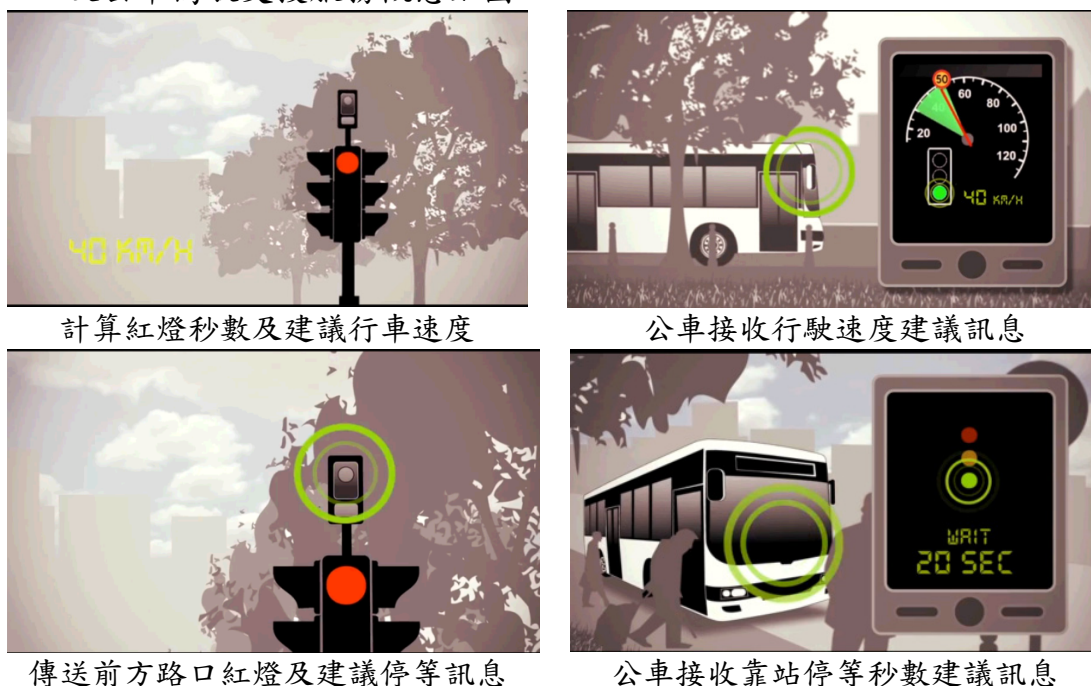
(1)環保交通管理及控制(Eco traffic management & control)

包括交通適應性道路照明(Traffic-Adapted Luminous Path)、以及運用於公共運輸之合作式路口(Cooperative intersection - public transport)等 2 項功能。此功能在於考量動態及適應性交通控制不僅有助於改善交通安全，也可促使交通車流順暢及減少壅塞，進而能夠縮短旅行時間及降低油耗，因而該計畫採用合作式系統及可因應交通密度而動態調整之交通適應性街道照明策略，強化傳統動態及適應性交通控制。

於義大利示範場域，此項功能於大學校園進行測試，兩條主要聯外道路

上安裝之低能耗 LED 照明設備連接至交控中心，而車流偵測設備則與照明控制設備及交控中心相連接，當交通流量較低或自然光源充足時，其中一條道路照明將調整變暗，以引導駕駛人改走另外一條道路。

於瑞典示範場域，此功能在於讓公車可接收到系統依據計算紅燈倒數而建議之行駛速度訊息，利於通過路口而不需停等，而較少之公車停等不僅能夠降低燃油消耗及二氧化碳排放，且可促進駕駛行為之舒適度及順暢度、以及更加專業之駕駛，同時強化之公共運輸車流亦可提升服務效率。環保交控及公車駕駛支援服務概念如圖 2.18。



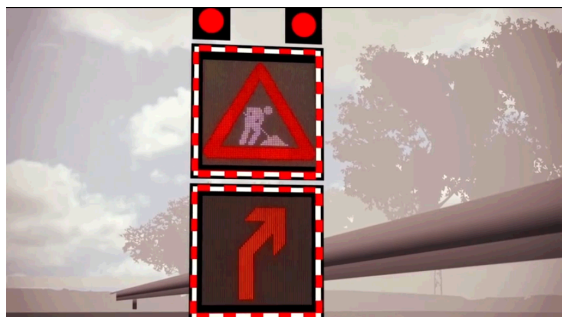
資料來源：<http://www.cosmo-project.eu/>

圖 2.18 歐盟 COSMO 環保交控及公車駕駛支援服務概念

(2)環保駕駛支援(Eco-driving support - private cars and public transport)

包括環保導航(eco-navigation)等 1 項功能。此項功能在於考量除了利用先進交通管理系統來促使交通車流順暢化、以及減少車輛停等狀態以外，環保駕駛支援服務在單一車輛尺度上也會有類似之效果，因為惟有持續透過車載設備來提醒駕駛員，例如偏離最佳行駛路徑，才能調整使之符合永續性之駕駛行為。施工區警示服務概念如圖 2.19。

該計畫採用強化版之 Fiat 汽車 Blue&Me 平台，應用成熟且商業化技術，可提供離線建議予駕駛員，此項創新不僅整合於合作式交通管理系統之中，能夠顯示行中建議資訊於車載設備人機介面上，且應用於瑞典示範場域之公共運輸車輛。環保駕駛支援之公車外觀及系統介面如圖 2.20。



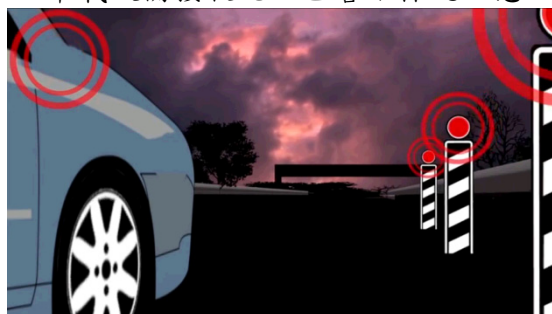
施工區警示標誌發送訊息



車載設備接收施工區警示標誌訊息



車載設備接收壅塞及改道資訊



施工區夜間導引

資料來源：ERTICO eMagazine, April 2013; COSMO newsletter, Issue 1 - December 2011

圖 2.19 歐盟 COSMO 環保駕駛支援之施工區警示服務概念



環保駕駛支援公車外觀



人機介面實際路側

資料來源：ERTICO eMagazine, April 2013; COSMO newsletter, Issue 1 - December 2011

圖 2.20 歐盟 COSMO 環保駕駛支援公車外觀及系統介面

(3) 環保通行管理(Eco access management)

本項創新功能在於運用車輛與基礎設施之間通訊，採用可依據壅塞程度或環保駕駛紀錄等變動因子而動態調整之策略，並透過收費或低排放區限行綠色車輛(依車輛種類或排放等級)之方式，管控車輛進入特定區域內，以達成都市機動性與可及性之平衡。環保通行管理服務概念如圖 2.21。



環保地區通行管理訊息



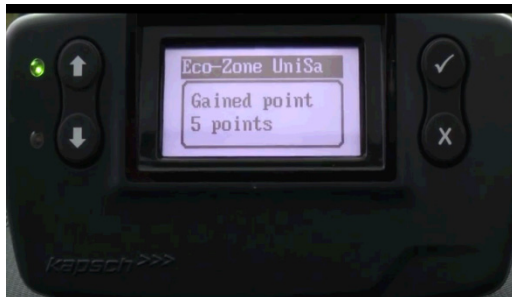
停車轉乘券及環保稅訊息



選擇使用停車轉乘券



停車轉乘點方向導引



停車轉乘集點活動



免費公車與咖啡招待

資料來源：<http://www.cosmo-project.eu/>

圖 2.21 歐盟 COSMO 環保通行管理服務概念

2.2.6 美國 Connected Vehicle Research

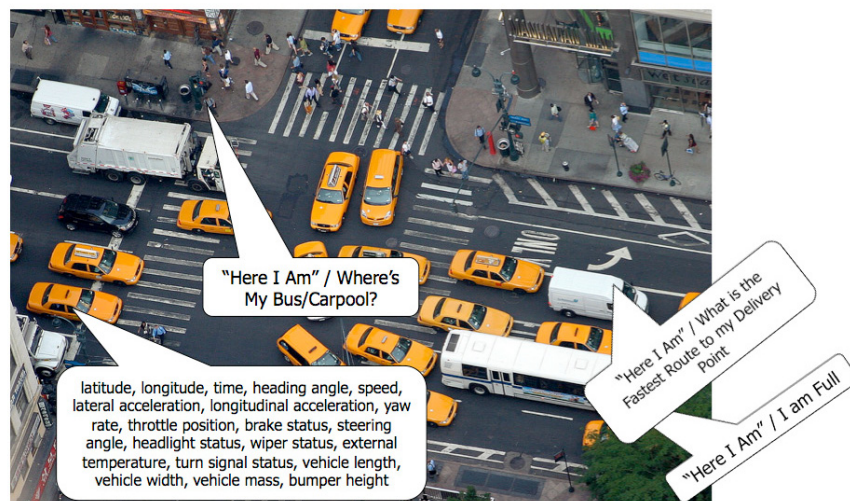
Connected Vehicle Research 計畫前身為 IntelliDrive 及 VII (Vehicle Infrastructure Integration) 等兩個計畫。VII 最初期望藉由大量導入 V2V (vehicle-to-vehicle) 技術於各種車輛而提升道路車輛安全，後來鑒於此一構想需要耗時 15 至 20 年才能顯現具體效果，因而調整修訂為先行導入 V2I (vehicle-to-infrastructure) 技術，以加速實現 VII 原訂目標。

之後美國交通部依據五年策略規劃而啟動新世代版本 VII 計畫，亦即 IntelliDrive，整合 VII 各項計畫與延續目標，該計畫除了以 V2V、V2I 技術為基礎以外，也導入創新性之無線通訊及電腦計算功能於非關乎安全之應用領域，例如透過售後市場 (after-market) 導航設備及個人導航裝置而自動發送 V2X 之位置訊息串，提醒周遭其他車輛，以藉由無線通訊連接車輛、基礎設施、以及乘客裝置，進一步強化安全、機動性、環境。

其後，又以 Connected Vehicle Research 取代已經註冊商標之 IntelliDrive 名稱，並延續美國運輸部 ITS 策略研究計畫之核心，相關資訊也併入交通部 RITA 網站，現行計畫涵蓋 V2V、V2I、V2D (Vehicle-to-Devices)等三個領域。

1. 計畫目標

鑒於運輸系統是美國經濟之生命線，需要進行關鍵性改革，才能夠使得陸路運輸更加安全、智慧、環保，並最終能夠使得環境更適合居住，其中部份之運輸系統轉變，能夠透過連結性來達成，而具有安全且交互操作無線通訊網路特性之車聯技術與應用服務，擁有改變美國人旅行方式之潛力，能夠串聯小客車、公車、貨車、火車、交通號誌、手機、以及其他裝置，就像電腦網路提供資訊連結性一般，車聯技術與應用服務能夠提供作為運輸連結之起點，使得無數應用變得更加可能，並孕育新型產業，以及改善美國運輸系統之安全、機動、環境領域。計畫概念如圖 2.22。



資料來源：Connected Vehicle Environment: Governance Roundtable Proceedings, Final, August 2011

圖 2.22 美國 Connected Vehicles and Travelers 概念

該計畫關注領域包括：

- (1)車聯科技(Connected Vehicle Technology)
- (2)車聯應用(Connected Vehicle Applications)
- (3)車聯技術政策及機構議題(Connected Vehicle Technology Policy and Institutional Issues)

該計畫主要目標包括：

- (1)提供車間連結性，以防止車輛碰撞。

- (2)提供車輛與基礎設施之間連結性，以創造安全、機動、環境效益。
- (3)提供車輛、基礎設施、以及無線裝置之間連結性，以使所有系統使用者能獲得不中斷且即時之連結服務。

2. 計畫內容

(1)車聯技術

完全聯結運用複合運具及應用服務之運輸系統，需要扎實之相關科技平台，並由明確定義之技術、介面、程序來組成，以確保安全、穩定、互通之系統營運，降低風險，並極大化機會。因此，該計畫希望藉由徹底研究及制定嚴格標準，建立成功的平台及其相應之系統架構配置與介面定義、人機介面，以使新興技術能夠成長、延展、營運，且私部門企業能夠藉此創新應用。

車聯技術研究領域包括：

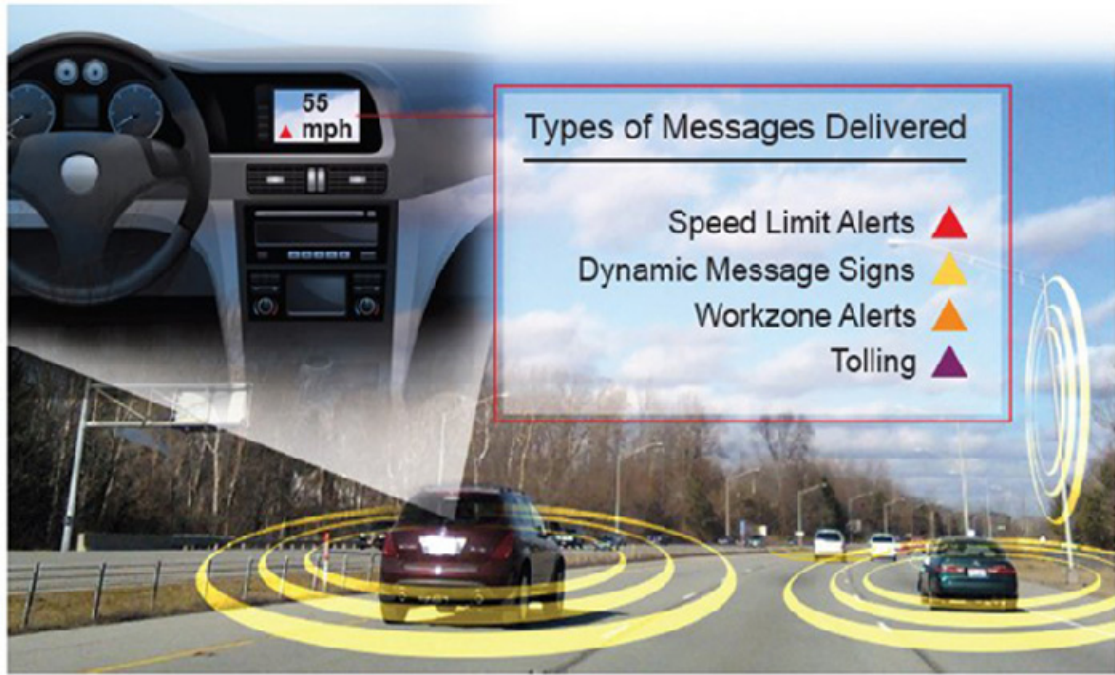
- ①車載平台國際標準與系統架構之調和 (Harmonization of International Standards and Architecture around the Vehicle Platform)
- ②人因研究(Human Factors Research)
- ③系統工程(Systems Engineering)
- ④車聯認證(Connected Vehicle Certification)
- ⑤車聯測試(Connected Vehicle Test Bed)
- ⑥車聯應用(Connected Vehicle Applications)

(2)車聯應用

- ①車聯安全應用(Connected vehicle safety applications)

此項應用在於藉由車間及車路資料傳輸而提高警覺並降低或避免碰撞，支援駕駛建議、警示、車輛/基礎設施控制，目前這些技術可能具有解決 82%私人小客車碰撞情境中司機不受傷之潛力，避免每年數以萬計之車輛碰撞問題，未來可延伸應用至公車、鐵路等重型車輛。應用內容包括：

- a.車間安全通訊(Vehicle to Vehicle Communications for Safety)
- b.車路安全通訊(Vehicle to Infrastructure Communications for Safety)



資料來源：ITS Research Fact Sheets, <http://www.its.dot.gov/>, 2013

圖 2.23 美國 Connected Vehicle 車內交通標誌訊息服務概念

②車聯機動應用(Connected vehicle mobility applications)

此項應用在於從車載設備及基礎設施中擷取即時資料，透過無線通訊傳輸予運輸管理者及進行廣泛之動態、複合運具應用，使其能夠管理運輸系統並最佳化績效，以提供連結且資料豐富之旅行環境。應用內容包括：

- a.即時資料擷取與管理(Real-Time Data Capture and Management)
- b.動態性之機動應用(Dynamic Mobility Applications)

③車聯環境應用(Connected vehicle environmental applications)

此項應用在於產生及擷取環境相關即時資料，並運用於產生可支援行動之有用資訊，以及支援選擇綠色運輸(green transportation)，同時輔助系統使用者與營運者採用綠色運輸之替代方案，以降低旅行產生之環境衝擊。

於此項應用中，事先獲得資訊之旅行者可能會改為採用替代路徑、公共運輸或調整行程時間，以避免壅塞路徑，同時使得旅行能耗變得有效率及生態友善；車聯系統可提供詳細即時資料(例如位置、速度、以及營運狀態等)予營運者，以改善系統營運；車載設備可建議車輛擁有者最佳化車輛操作與維護，以獲致極大化燃油效率。

此項應用內容包括：

a.環境應用-即時資訊融合(Applications for the Environment: Real-Time Information Synthesis, AERIS)

b.道路車聯天候應用(Road Weather Applications for Connected Vehicles)

(3)測試內容

該計畫測試場域提供 V2V 及 V2I 通訊系統，讓廠商能夠結合車載設備(OBE)、路側設備(RSE)、後端系統(Back office servers)，作為測試展示旅行者服務應用，例如車載設備可接收路側設備傳送之號誌訊息，再依照車輛位置而適時適地顯示路側號誌資訊，且後端系統亦可蒐集號誌資訊並傳送置適當之路側設備上；再例如路測設備可傳送壅塞及事故資訊至後端系統，再推播至車載設備上。

除了上述應用車內號誌訊息技術之旅行者資訊服務以外，也涵蓋其他支援應用服務，例如：

- ①探偵資料服務(Probe Data Services)
- ②號誌時相與時制服務(Signal Phase and Timing (SPaT) Services)
- ③車路通訊服務(V2I Communication Services)
- ④車間通訊服務(V2V Communication Services)
- ⑤道路收費轉帳服務(Tolling Transaction Services)
- ⑥車載設備應用託管(OBE application hosting)
- ⑦路側設備應用託管(RSE application hosting)

2.2.7 日本 Green ITS

日本政府鑒於車輛導航、VICS、ETC 等 ITS 服務均已落實實施，日本 ITS 的發展也進入下一階段，除將 ITS 作為安全、環境、便利性等社會課題的解決對策外，也視為一項新興產業來尋求更高的發展。

因此，於 2006 年 1 月日本內閣官房研提「IT 新改革戰略」包含「整合基礎建設促進安全駕駛支援系統的實用化」策略，希望透過公私部門合作，進行相關策略實證測試。另一方面，由於京都議定書的簽署，日本政府益發重視地球環境的維護，也注意減少溫室氣體排放的相關課題，因此亦開始加強檢討應用先進科技於運輸部門節能減碳之相關作法。

於 2010 年 5 月，日本內閣官房 IT 戰略本部研提「新資訊技術戰略」，作為國家推動資訊技術應用的後續策略，其中 ITS 以「社會新課題對應」為主題，研

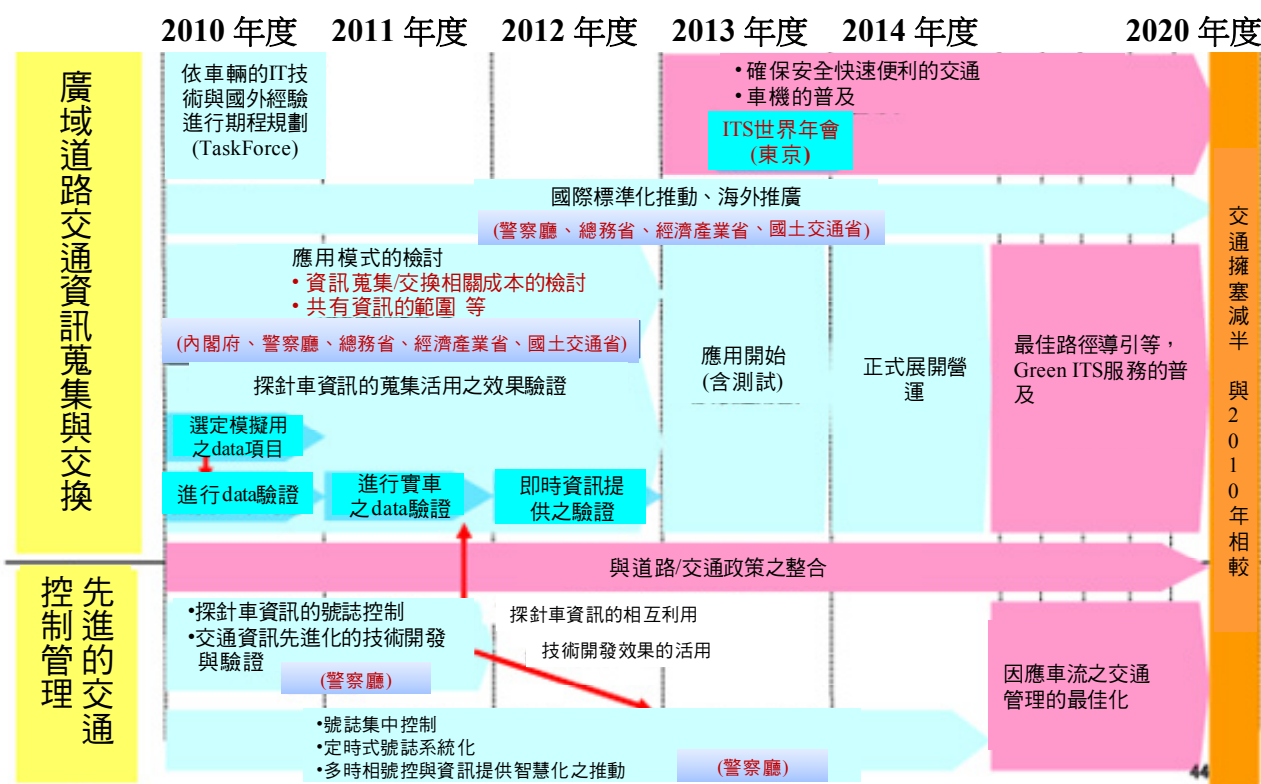
提「人與物移動 Green 化」與「安全駕駛支援」兩項策略，此策略由內閣官房、內閣府、警察廳、總務省、經濟產業省以及國土交通省共同執行，並成立「ITS 專責小組」進行推動內容及其期程之規劃。「人與物移動的 Green 化」(Green ITS)目標與主要內容，彙整如下：

1. 計畫目標

該計畫目標在於經由探偵車資訊的蒐集、處理與傳送，推動基於節能減碳考量之先進道路交通管理與資訊發布，以促成人/物移動之 Green 化，亦即應用 ITS 策略，以期日本全國主要道路之交通壅塞程度於 2020 年時可較 2010 年改善 50%，進而加速汽車排碳量的削減。主要期程為 2010 年~2014 年，分別由參與部會就其職掌進行相關的工作，整體時程如圖 2.24，工作規劃如下：

(1)短期(2010 年~2011 年)

- ①2010 年度設置 ITS 專責小組，依據車輛的 IT 技術與國外經驗，進行 Green ITS 實用/普及化之工作內容與期程之規劃。
- ②2010 年度就大範圍道路交通資訊蒐集及傳送之成本分擔、共有資訊範圍等課題，進行 Green ITS 應用模式的檢討。
- ③於 2010 年度應用模擬分析，進行公私部門之交通資訊整合應用所帶來延滯與排碳量減少之評估，以及進行先進號誌控制相關技術的開發。
 - a. 警察廳與國土交通省：整合應用道路交通資訊與探偵車行駛資訊之節能減碳效果的模擬分析。
 - b. 總務省與經濟產業省：彙整公私部門資訊之模擬分析的相關支援。
 - c. 警察廳：號誌控制、交通資訊先進化等之應用技術的開發。
- ④於 2011 年度利用實際車輛行駛進行實地測試的效果評估，另亦針對先進號誌控制的效果進行實測檢討。
 - a. 警察廳與國土交通省：道路交通資訊與探偵車行駛資訊之提供，以及前述事項的效果檢討，而後依據測試的檢討結果，開始實施應用探偵車資訊之道路交通擁塞對策。
 - b. 總務省與經濟產業省：前述事項之效果檢討的相關支援。
 - c. 警察廳：號誌控制、交通資訊先進化等之應用技術的實測檢討。



資料來源：內閣官房 IT 戰略本部，新たな情報通信技術戦略 工程表，2010 年 6 月。

圖 2.24 日本 Green ITS 推動時程規劃

(2) 中期

①2012 年度確立 Green ITS 的應用模式。

②2012 年度實施大規模即時資訊蒐集與傳送之效果的驗證。

a. 警察廳與國土交通省：於實際道路實施前述事項之效果驗證。而後依據測試的檢討結果，開始實施應用探偵車資訊之道路交通壅塞對策。

b. 總務省與經濟產業省：前述事項之效果檢討的相關支援。

③於 2013 年東京 ITS 世界年會，進行 Green ITS 模式的行銷推動。而於 2014 年後即正式促進策略之實施與普及。

2. 示範內容

該計畫於 2012 年 11 月 22 日至 2013 年 2 月 15 日之間，在千葉縣柏市進行「Green Navi」實證實驗，作為日本總務省「Green ITS」之一環，希望藉由活用智慧型手機應用軟體，依照使用者位置而提供最適當的交通資訊，以降低交通延滯及減少小客車二氧化碳排放量。

此項實證實驗主要內容在於，藉由導航應用之「Green Navi」APP(僅限於 Android 版本)，提供事件或施工、路況、停車場位置與公車路線導航等交通資訊，支援對於環境友善之綠色交通運輸，以作為日常通勤、通學、購物行

程之參考，軟體功能如圖 2.25~圖 2.28 所示，實驗期間蒐集使用者匿名資訊並加以統計分析與活用。使用者募集對象限定為日常使用小客車之柏市居民，每星期至少 1 日以上搭乘小客車之駕駛人與乘客，旅次目的包括通勤、通學、或購物等。



資料來源：Green ナビ網站，<http://gits2012.jp/>

圖 2.25 日本 Green Navi 交通壅塞訊息功能畫面示意



資料來源：Green ナビ網站，<http://gits2012.jp/>

圖 2.26 日本 Green Navi 公車動態功能畫面示意



資料來源：Green ナビ網站，<http://gits2012.jp/>

圖 2.27 日本 Green Navi 道路施工訊息功能畫面示意

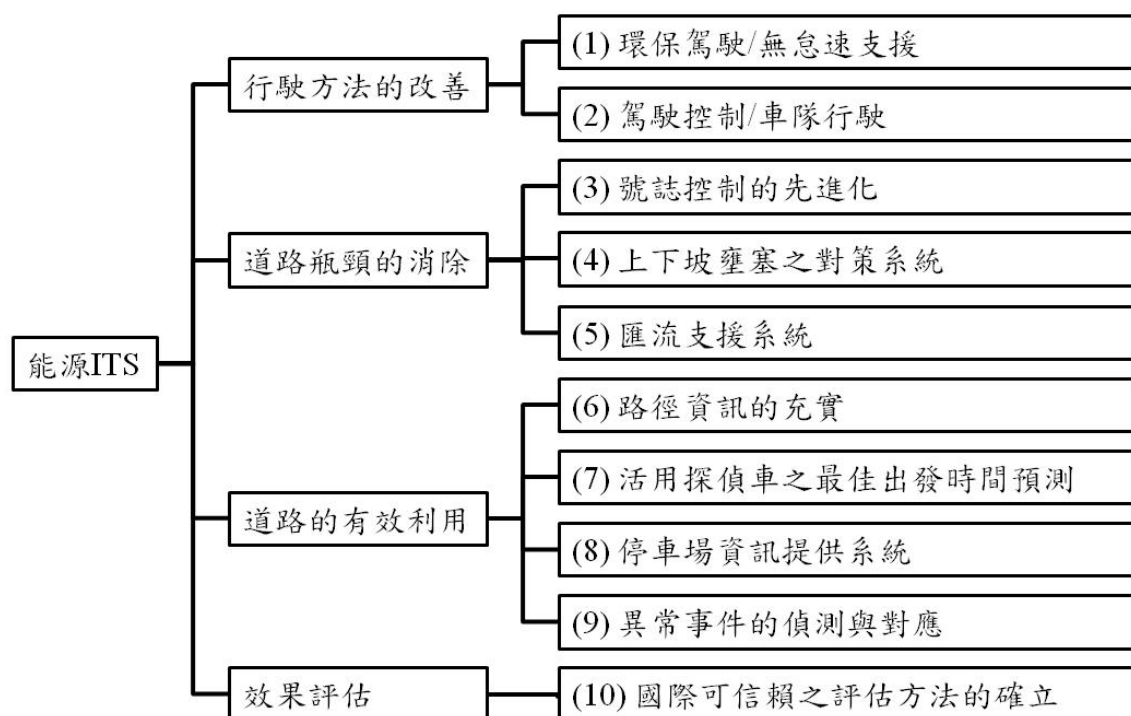


資料來源：Green ナビ網站，<http://gits2012.jp/>

圖 2.28 日本 Green Navi 運具選擇及路徑規劃功能畫面示意

2.2.8 日本 Energy ITS

能源 ITS 為日本政府經濟產業省主導之 ITS 計畫，該省於 2007 年 8 月先行成立「能源 ITS 研究會」，進行能源 ITS 發展方向的分析檢討，最後於 2008 年 4 月研提包括「行駛方法的改善」、「道路瓶頸的消除」、「道路的有效利用」、「輸送效率的提升」以及評估 CO₂ 減少效果之「效果評估」等 5 項策略，之後再以汽車使用的觀點，選擇 10 項技術開發項目，如圖 2.29 所示，以作為能源 ITS 施政之參考。



資料來源：「エネルギーITS推進事業」事業原簿【公開】(2010 年資料)
<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。

圖 2.29 日本能源 ITS 初步評估 10 項技術開發項目

針對 10 項技術開發項目，「能源 ITS 研究會」進行各項策略實施時之最大排碳削減率的設定，以及依 VICS、車輛導航與 ETC 之逐年普及率的實際變化，推估各策略之不同年期普及率，以及試算各項策略之實施效果，評估結果認為排碳量削減之較佳對策，包括「環保駕駛與無怠速支援」、以及「駕駛控制與車隊行駛」等兩項，預估若全體車輛皆實施時，可望減少 15~23% 的排碳量。

於 2008 年 4 月，日本政府經濟產業省推動「能源革新方案」，設定 2030 年時之能源消費效率的改善目標為 30%，並將「能源 ITS 推動事業」列為「先進交通社會確立技術」的項目之一。「能源 ITS 推動事業」即以前述研提成果為基礎，選擇減碳效果較高項目，並對外進行公開招募，協同產學界共同進行相關技術/系統

及評估方法之開發檢討，最後選擇「自動駕駛/列隊行駛技術的開發」以及「國際可信賴之評估方法的確立(CO₂減少效果之評估方法)」兩項工作進行相關研發。關於「自動駕駛/列隊行駛技術開發」目標及主要內容，摘述如下：

1. 計畫目標

於 2008 年至 2012 年，在測試車道進行實測，目前已於 2013 年 3 月辦理成果發表會，未來預定於 2013 年至 2015 年建立車輛之合作式適應性巡航控制(Cooperative Adaptive Cruise Control, CACC)技術標準與指導方針、以及道路開發，2016 年至 2019 年在公共道路上進行實測，並進行 CACC 產品設計與製造，2020 年以前導入輔助駕駛之 CACC，2020 年至 2030 年之間導入部分自動駕駛之 CACC、以及具有安全駕駛支援系統之公共運輸 BRT 車隊。執行期程如圖 2.30 所示，目標如下：

(1)藉由貨車列隊行駛，降低空氣阻力進而節省車輛能源消耗，以及改善交通車流進而減少延滯。

(2)藉由開發車輛自動駕駛及列隊行駛技術，實現短車間距離。



資料來源：「エネルギーITS推進事業(成果報告会)」発表資料，
http://www.nedo.go.jp/events/report/ZZDA_100006.html，2013

圖 2.30 日本能源 ITS 自動駕駛/列隊行駛技術實用化推動期程

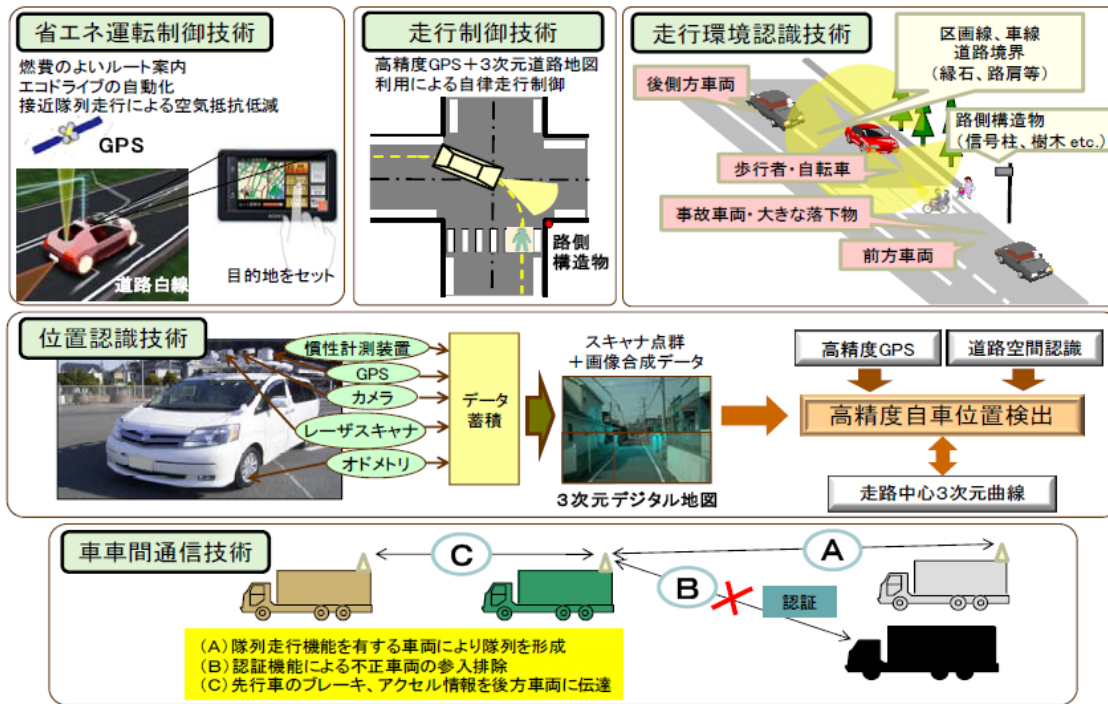
2. 計畫內容

為提升幹線物流系統的效率化，可藉由高速公路上之車隊運行以及一般道路上之環保駕駛的自動化等策略的實施來完成。相關技術彙整如圖 2.31 所

示，並簡要說明此事業之主要工作如下：

(1) 全體規劃、實證測試以及評估工作

主要進行自動駕駛與車隊運行之基礎資料的蒐集與有效性的驗證，以及進行系統內容與開發至落實實施之時程規劃。



資料來源：「エネルギーITS推進事業」事業原簿【公開】(2010年資料)
<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。

圖 2.31 日本能源 ITS 自動駕駛/列隊行駛之主要技術彙整圖

(2) 自動駕駛等之關鍵技術的開發

① 自動行駛技術

進行促進控制性、信賴性與安全性大幅提升之控制演算法、以及整合多項控制組件之多重自動方向盤裝置、以及故障時之 fail safe 車輛控制裝置技術等之開發。

② 行駛環境認識技術

進行偵知道路標線與車輛之演算法，以及高精度檢測車輛至標的物的距離/方向技術之開發。

③ 位置偵知技術

進行包括路側建築物之 3 次元地圖、利用 GPS 之車輛監控系統等技術之開發。

④ 車間通訊技術

為車輛控制以及車隊管理等資訊的交換，進行車間之高信賴性通訊技術之開發。

⑤自動駕駛與車隊行駛控制技術

進行高精度與高信賴性之車道控制、車間距離控制、車輛間之衝突迴避等之演算法，以及車隊行駛之人機介面等控制技術技術的開發。

⑥節能駕駛控制技術

將環保駕駛方法模式化，進行可適應車輛週邊交通環境之駕駛控制演算法之開發。

2.2.9 我國車載機整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究

1. 計畫目標

該研究期望藉由雛型示範系統之研發與測試，建立即時性之雙向溝通管道，不僅傳送訊息給用路人，讓用路人能夠依據所在位置與本身需求，選擇所需之車載資通訊服務項目，且能夠運用車載機作為交通資訊蒐集與回饋之探偵車，即時將資訊傳送至中心端。

同時，讓交通管理者能夠融合其他交通資訊，並於整理後透過各種管道提供有用的即時交通資訊服務予用路人，例如：路段平均車速、起迄旅程時間預估、交通事件(事故、施工)、即時停車場車位資訊、交通旅程時間預測等。此功能的精神類似警廣 0800 的交通路況資訊回報，以車載機與後端系統的互動取代了人工答詢輸入，可以讓使用者透過車載機介面回報路況，以期能夠更真實且更有效率的擷取交通資訊。如此，即可藉由用路人之主動回報，讓每位使用者皆為內容服務提供者，建立即時交通資訊通報網與豐富即時交通資訊內容，以落實 Web 2.0 的精神。

該研究針對上述之需求而研擬車載資通訊平台總合示範計畫，彙整 3 年期雛型示範系統研發成果，展示各項系統功能，並分析執行過程中所遭遇之各種問題，以瞭解未來車載資通訊應用服務整合及交通資訊加值鏈建立所關聯之技術、營運、制度、產業層面議題，提供作為產、官、學界之參考。

該研究之示範計畫執行目標在於瞭解下列 6 點問題：

- (1)瞭解無線通訊技術適用性之問題。
- (2)瞭解異質網路之間資料整合之問題。
- (3)瞭解前後端系統通訊介面與協定之問題。
- (4)瞭解車載機適地性即時交通資訊服務之問題。

(5)瞭解車載機資訊蒐集與自動化回饋之問題。

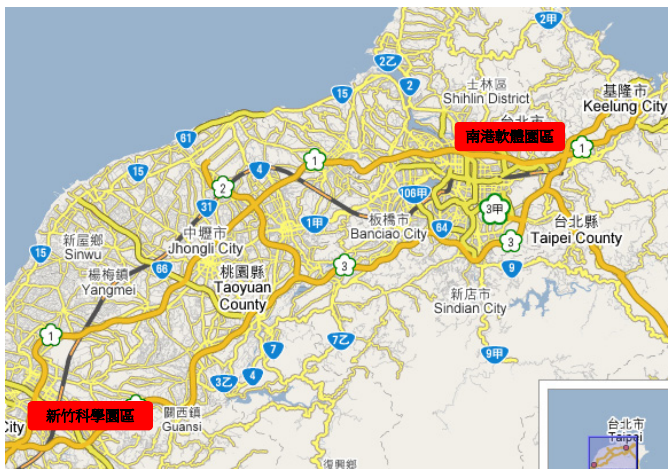
(6)瞭解系統營運之問題。

2. 示範內容

(1)空間範圍

示範計畫實施範圍如圖 2.32，主要區分為北部與南部二區域。於北部地區，係沿用第二期示範範圍，以北起南港軟體園區、南迄新竹科學園區之北部地區廊帶為主要實施區域，道路系統包含國道、省道及市區道路。於南部地區，配合高雄市舉辦 2009 年世界運動會之機會，擴及高雄市區，以涵蓋市區道路系統為主，以提高本研究計畫成果之能見度。

由於示範計畫涵蓋範圍內之道路系統包含國道、省道與市區道路等，其所屬管轄單位不同，資料格式與種類也各異，期藉由示範計畫的進行，整合交通部高速公路局、交通部公路總局、本所、各縣市政府交控中心以及其他相關政府資源，進行整體展示，創造計畫之綜合成效，並實地探討不同部門之資訊整合方式與可行性。



北部地區



南部地區

資料來源：本所，車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究(3/4)，2009。

圖 2.32 我國車載機整合應用服務總合示範範圍示意

(2)示範規模

該研究受限於經費，無法提供數量龐大之車載機硬體設備作為測試，因而整合租用車載機係以展示各項雛型功能為主，不考慮測試樣本數與代表性之問題。於北部地區之雛型示範系統功能測試與展示，除了延用第二年期整合租用之 10 組 CarPC 等級車載機，並於該研究執行單位內部公開徵選符合設

備規格之智慧型手機使用者(約 30 位)志願參與示範計畫，由參與者下載軟體及安裝至智慧型手機上，將手持設備當作車機，以驗證本系統平台具有開放性架構及可支援多元終端設備要求之特性。同時，也蒐集北部科技走廊計畫建置示範系統所產生之即時交通資訊，一併展示於車載機上。

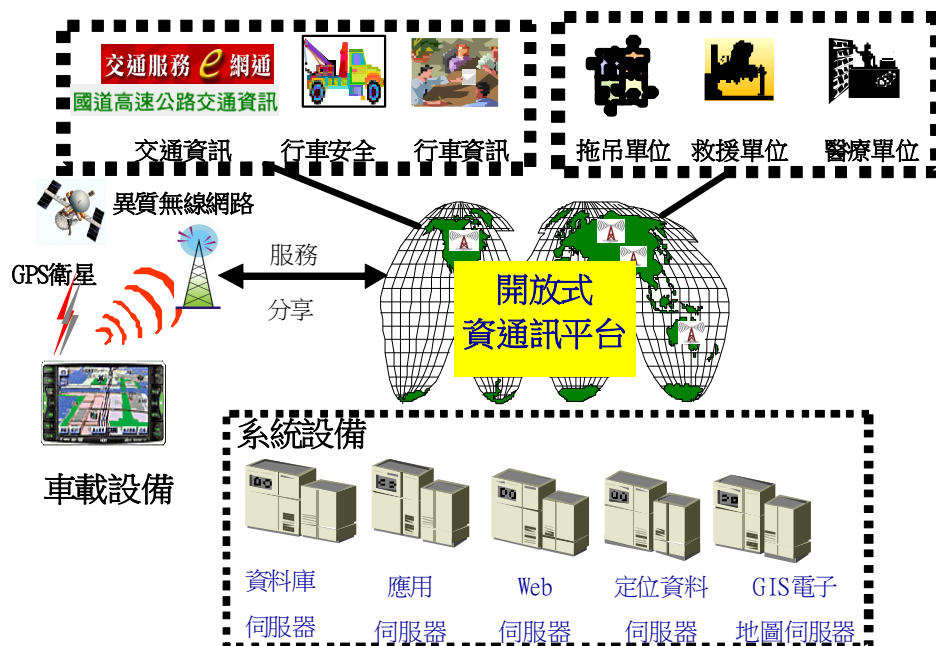
於高雄地區之雛型示範系統功能測試與展示，係與行動高雄案合作，匯入該案所蒐集之 1,000 輛計程車探偵車(floating cars)資訊，進行交通資訊探偵車之測試，並結合該案建置 WiMAX 車載機(20 組)與智慧型手機(1,000 組)來呈現高雄地區交通資訊內容，以發揮計畫綜效，並達成有效運用經費、增加測試樣本數，以及提供充實之交通資訊服務之目的。然而由於該案並未實際開台服務，運用該案測試 WiMAX 車載機，僅能提供作為系統研發之參考，而非商業運轉之實際狀況。另外，考量，該研究案也應用高雄地區大同資訊 WiMAX 已經開台提供服務之網路來測試通訊及示範系統功能。

(3)示範系統功能

該研究之示範系統車載機能透過無線通訊網路，使駕駛者及乘客能透過車載機，與外界進行資訊交換，並進而提供有關交通資訊、點位資訊、停車場/加油站查詢、或其他加值資訊服務。而平台和用路人之間，也具備即時性之雙向溝通管道，用路人可依據所在位置、需求選擇所需智慧型運輸系統之 LBS 相關服務。

系統架構如圖 2.33 所示，車載機可由多種用戶車載資通設備或是智慧型手機來擔任，可能的設備包含專屬車載機、智慧型手機、PDA、UMPC 等多元移動終端設備，透過無線 Mobile 網路 (2.5G、3G、3.5G)、DSRC (特定短距離通訊)、WiMAX 來與後端系統互動，以取得相關的資訊服務。

該研究之示範系統利用此平台，提供即時交通資訊(行駛速率)、資訊跟隨、點位資訊、路況回報、天氣資訊、緊急救援等多項車載機交通資訊整合應用資訊服務功能，包括：

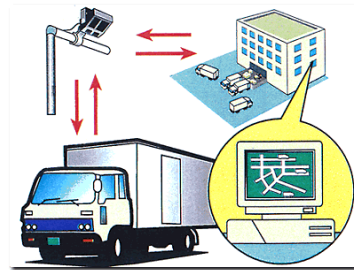


資料來源：本所，車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究(3/4)，2009。

圖 2.33 我國車載機整合應用服務總合示範系統服務架構示意圖

- ① 即時交通資訊服務：連結本所 e-IOT 全國路況中心資料庫、高速公路局即時高速公路路況，主動 Push 提供使用者所在位置之交通路況。因此，駕駛人行經該路段，即透過車載設備自動顯示對駕駛人而言較重要的資訊，如速限、預估旅行時間等，供駕駛人參考或決策。
- ② 交通資訊可變標誌(CMS)訊息服務：依據車輛所在位置，主動將所在位置附近的資訊可變訊息標誌內容顯示在車載機。
- ③ 交通標誌訊息服務：依據車輛所在位置，車載機顯示附近的交通號誌。
- ④ 附近即時停車空位查詢：提供使用者所在地附近的停車場位置，與即時停車場空位資訊服務。
- ⑤ 資訊跟隨服務：根據車輛所在位置隨時更新地圖，提供使用者開車時可以隨時查閱所在地的附近道路與地圖資訊。
- ⑥ 點位資訊：提供車輛所在位置的相關輔助行車點位資訊，如加油站、修車廠、拖吊服務等等。
- ⑦ 路況回報功能：使用者可依據所在地發生路況，如事故、施工、壅塞等事件，透過車載機回報到中心端，再透過中心端分享給其他使用者。
- ⑧ 天氣資訊：提供車輛所在地或是行車目的地的即時天氣預報資料。
- ⑨ 緊急救援服務：由使用者透過車載機發出緊急救援服務，客服中心根據相關定義處理。

- ⑩ 交通資訊蒐集：經由資料探勘的技術，配合電子地圖與交通路網圖資，由車機與中心端之通訊記錄中分析出交通路網的即時路況。
- ⑪ 車路通訊(V2R)及車間通訊(V2V)：於實驗室進行區域訊息廣播、車內道路標誌訊息顯示、車內道路號誌訊息警示以及車內道路 CMS 訊息顯示等種種車路通訊(V2R)之相關應用之測試(如圖 2.34，而後進一步於實際道路環境上進行防碰撞警示、車間資訊傳播等車間通訊(V2V)等相關應用之測試(如圖 2.35。



區域訊息廣播



車內道路標誌訊息顯示



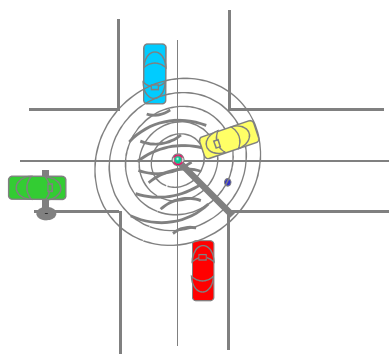
車內道路號誌訊息警示



車內道路 CMS 訊息顯示

資料來源：本所，車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究(3/4)，2009。

圖 2.34 實驗室車路通訊(V2R)應用測試



防碰撞警示



車間資訊傳播

資料來源：本所，車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究(3/4)，2009。

圖 2.35 實驗室車間通訊(V2V)應用測試

2.3 國內外 ITS 節能減碳與環保路徑應用軟體

目前 ITS 應用具有節能減碳功能的應用軟體可概分為「節能減碳資訊提供」、「環保駕駛輔助」、「環保駕駛教練」、「環保路徑規劃」等類別，本節將針對國內外較具實用性之導航軟體及節能減碳計算軟體進行文獻回顧。

2.3.1 節能導航之應用

國內節能減碳導航軟體車載機發展，目前仍在有實際運作的導航軟體包括：福特 MyFord Touch 服務、Garmin Eco-route 服務、TomTom 節能導航服務、Google map 即時導航服務、iGo Primo 一起來環保導航服務、遠傳行動導航、ECO Navigation 及 Bosch Navigation 等。

1. 福特 MyFord Touch 服務

新一代 MyFord Touch 人因介面中的衛星導航除能規劃最快、最短路徑與快速道路優先模式外，更導入省油路徑的規劃，藉由衛星導航系統的幫助節省燃油使用。福特 Touch 提供最快路徑、最短路徑，以及快速道路優先等模式，協助駕駛尋找最適合的路線，如圖 2.36 所示。



資料來源: <http://news.u-car.com.tw/12306.html>

圖 2.36 福特 Touch 畫面

福特車用導航MyFord Touch系統具有節能導航功能，可幫助使用者找到最省油的路線。除了具有完整的導航功能外，尚提供最快路徑、最短路徑，及 Eco Route（環保路徑）模式，可針對汽車的燃油消耗進行分析，並教導駕駛如何改善駕駛技術來提高車輛的燃油效率。如圖 2.37 所示。Touch 可在路徑規劃的當下，同時考量行車速度，以及避開壅塞與交叉路口過多的路段，讓車輛不致走走停停，使得燃油能最有效率的運用，同時也能達到最省油的效果。

國內福特汽車引進實用化方面：福特與微軟合作開發的 SYNC 系統持續進化，在 2013 年的 Computex 展示中，Kuga 搭載更新的 SYNC 系統「My Ford Touch」，除了將中控台上方的螢幕增加至八吋，也加入觸控功能與更強大的聲控操作指令，讓使用者的手機在與 SYNC 系統連結後，直接使用語音操作 APP 應用程式，協助駕駛者能在雙手不離開方向盤、雙眼不需離開前方道路的狀況下，完成聽音樂、撥接電話、讀短訊、調整空調等等的操作指令。福特的 MyFord Touch™ 和 SYNC™ 系統足以讓車輛與智慧型手機及其他電子設備無縫接軌，並確保消費者在使用這些功能同時，安全抵達他們的目的地，並迅速找出從 A 點至 B 點之最省成本路徑。



資料來源: <http://news.u-car.com.tw/12306.html>

圖 2.37 福特 Eco Route（環保路徑）模式

2. GARMIN ECO-ROUTE 服務

Garmin 即將在 nuvi 765 新軟體中提供最新的 ecoRoute 節能工具以響應節能減碳的綠色環保概念，讓使用者可以在行車同時，監控愛車的油耗及碳排放量，為環保生活盡一份心力。ecoRoute 的設計宗旨，是提供一個使用者駕駛習慣的參考依據，可藉此調整個人的操控模式，以達到節能減碳的目的。ecoRoute 的計算需由使用者自行輸入相關數值，並搭配 GPS 定位功能使用，實際計算結果會和車輛本身提供的油耗監測數值有些許差異。第一次使用 ecoRoute 時，必須先建立車輛設定檔，輸入所駕駛的車輛資訊後，在規劃航線及導航時才會顯示 ecoRoute 提供的燃料成本資訊。點選確認後，請選擇目前駕駛車輛所使用的燃油類型，及輸入燃料成本。燃料成本單位將參照中油及台塑石油每周公告價格，如當周 95 無鉛汽油價格為每公升 25.1 元，需選擇「無鉛汽油」類型後，在欄位填入 25.1 的數字資訊。

接下來依序輸入所駕駛車輛的「市區」及「高速公路」油耗資訊，此數值可依使用者設定的目標自行填寫，或者參照經濟部能源局的車輛耗能研究網站所提供的油耗資料，會使 ecoRoute 計算更貼近實際情況。輸入完畢即可進入 ecoRoute 操作頁面，提供燃料報告、燃料價格、駕駛挑戰、交通工具設定檔、里程報告及小秘訣六種選項。



資料來源：<http://www.garmin.com.tw/products/ontheroad/nuvi765/>

圖 2.38 Garmin ecoRoute 節能工具

nuvi 765 更新後，使用者可先在新增的 ecoRoute 頁面中，設定目前駕駛車輛的相關油耗數據及燃料價格，爾後在規劃路線時，車載機即會自動幫使用者換算出此趟旅程所需花費的成本；在導航過程中，也可以隨時查看已使用的燃料金額。燃料報告可統計使用者執行 ecoRoute 功能後的油耗、燃料及碳排放量資訊。小秘訣則提供一些如何減少油耗和碳排放量的行車注意事項。里程報告則可查看每段完成導航航線的詳細油耗和碳排放量資訊，提供駕駛者參考比較的依據。如果要設定前往的目的地，在導航規劃頁面也會新增燃料成本資訊，導航頁面的里程表中也會出現總燃料成本的數值。



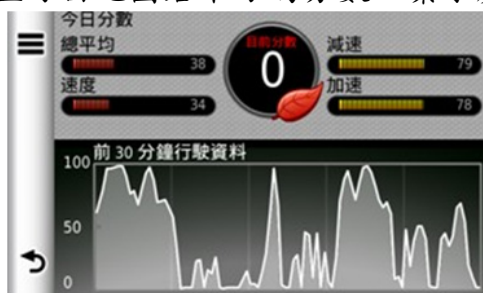
資料來源：<http://www.garmin.com.tw/products/ontheroad/nuvi765/>

圖 2.39 Garmin 車輛油耗數據及燃料價格計算

結束導航功能後，也可在 ecoRoute 中觀看每趟行程的記錄資訊，是不是符合最初的設定；同時里程報告中還提供碳排放量的計算資料，讓使用者更了解駕駛時所產生的二氧化碳，做為未來改進的依據，於行程中，讓駕駛能夠透過智慧行動裝置，瞭解駕駛行為的能耗情況，並評估是否符合環保駕駛。

該軟體利用車載機上的 GPS、重力感應器(G-Sensor)等感測器，讓使用者

可以瞭解自身的環保駕駛情形，使用者在選取程式中的「挑戰模式」後，程式依行駛速度不同，即時反應駕駛者在油門運用上，是否符合環保的綠色精神，並可由地圖右下方的分數、葉子顏色瞭解是否符合環保駕駛。



挑戰模式紀錄



環保駕駛分數低，葉子呈現紅色



環保駕駛分數中等，葉子呈現黃色



環保駕駛分數高，葉子呈現綠色

資料來源：<http://my.garmin.com.tw/blog/archives/1388/>

圖 2.40 Garmin ecoRoute 挑戰模式畫面

3. TOMTOM 節能導航服務

全球第 2 大 PND 品牌廠 TomTom 曾指出，導航路線規劃錯誤、缺乏塞車及施工標記、圖資更新慢，為汽車導航使用者最不满意的 3 大缺點，此亦是 PND 業者希望透過服務平台改善的重點。多數 PND 業者的應用服務平台發展傾向與項目仍相當有限，Mio 在臺灣的「路況即時通」服務，則提供包括路況、天候、油價、停車及 KTV 等免費即時資訊，其特色如下：

(1) IQ Routes™動態路徑規劃

- (a) 有效率計算路線的功能並評估到許多可能會影響前往的目的地的因素，包括交通號誌、陡坡、塞車路段、等各種路況。
- (b) 依各路段平日、週末或週日不同時間和日期所蒐集到的實際行駛速度來進行路徑分析。
- (c) 而其所規劃的最佳路徑，最多可節省 35% 的時間，讓您更快抵達目的地。

(2) 回饋分析

- (a) 依據導航使用者平常在每一條道路上行駛所蒐集到的實際行駛速度進行數據分析。

(b) 分析後的數據資料再回饋提供給使用者；例如某路段的現在平均速度、紅綠燈交換頻率、路段在每星期不同日子的平均速度、道路施工狀況以及事故狀況的資料，以每兩分鐘一次的頻率及時推播給衛星導航機。



資料來源: <http://item.jd.com/779385.html>

圖 2.41 TomTom 全球第三代全自動升級導航車載設備

4. GOOGLE MAP 即時導航服務

Google 於 2013 年 7 月 11 日宣佈行動版地圖上線，語音導航功能正式在臺灣啟用，包括臺灣在內的 75 個國家地區提供導航服務。如今地圖服務已經在 200 個國家上線，並在 194 個國家提供行車路線規劃功能，並在全球 50 個國家 600 個城市提供即時路況報告，針對日前上線的自行車道路線規劃，目前也已經更新了全球 53 萬公里的路線。提供語音 Turn-by-Turn 的導航方式，可隨時依網路最新路況提供指示；當交通狀況不佳時，駕駛也可自行重新規劃路線。其特色有：免費服務、必須行動上網才能規劃行車路線，以及經由連網偵查最新交通狀況，能夠在遇到交通情況不佳時，即時的重新規劃路線，避免塞車路段。



資料來源：<https://support.google.com/gmm/answer/1650300?hl=zh-Hant>

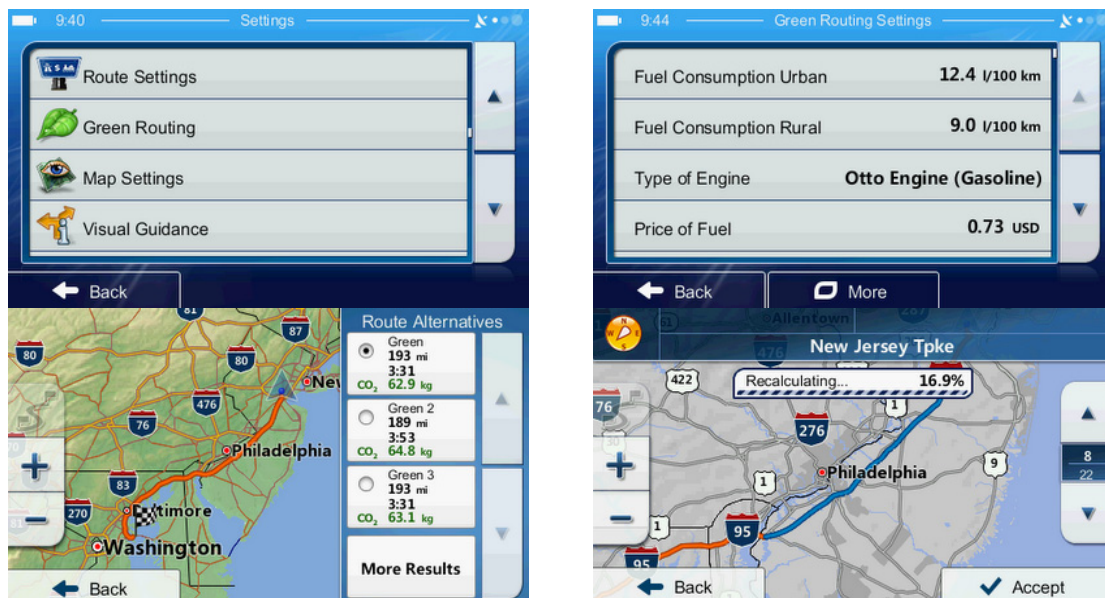
圖 2.42 Google Map 即時導航服務

5. IGO PRIMO 一起來環保導航服務

iPhone APP 之 iGo Primo 一起來環保導航服務，推出 Primo 1.1 主打「綠色」(環保)路徑規劃。路徑規劃方法以及「綠色」路徑規劃的新增功能，在設定項目內，可以看到多了綠色路徑導引(Green Routing)。

在綠色路徑導引設定裡，依次輸入使用車輛的市區油耗、郊區(含高速公路)油耗、使用引擎種類、當日油價(每公升)及幣值。規劃路徑之後，在畫面右方多出了這趟路程估計使用的油費、用掉多少汽油(公升)及排放的CO₂，不過這個數值不含 ETC 過路費。在臺灣該公司目前尚未推出綠色路徑導引之功能，由於受限於圖資及即時動態資訊，上述功能之引進仍需看市場需求來評估。GO Primo 2.0 則有提供 RDS-TMC 交通即時簡訊資訊。

iGo Primo 目前國內由宏亞環球公司代理，整合性最高的導航引擎，除精準的導航指引功能外，還有旅程分析/實用資訊/娛樂功能.....等簡潔操作，相關導航功能與資訊瀏覽，快速易判及最精細的 3D 地形地物圖，提供真實時間日夜情境、導航引導技術-AUTO ZOOM 及多國語言語音導航等功能，但受限於無即時動態資訊之提供，沒有跟油耗節能有關的服務設定。



資料來源：<http://mio-gps.blogspot.tw/2010/08/igo-primo.html>

圖 2.43 iGo Primo 程式畫面

6. 遠傳行動導航及地圖道路資料庫

遠傳行動導航功能提供多重路徑與塞車情報之功能，其主要特色如下：

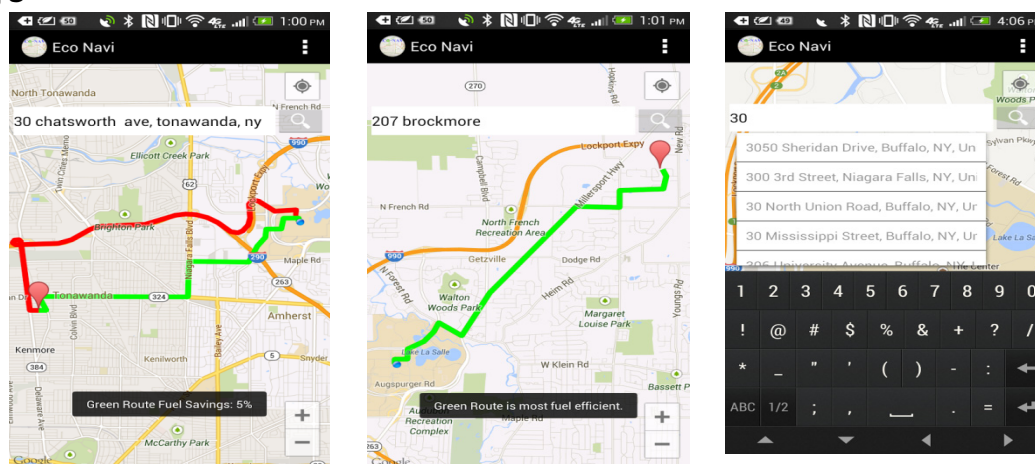
- (1) 多重路徑：能精準掌握即時路況及路線規劃，除可選擇最佳路徑導航外，更能預先避開壅塞或路況不佳的路段，還提供開車族所在位置周圍停車

場、加油站、餐廳、醫院等設施資訊以及國道路況、臺鐵高鐵時刻表等行車資訊。

- (2) 塞車情報：提供用路人附近的壅塞路段警示，點選警示符號更可了解車速較慢的詳細路段及原因，如：事故、施工、交通管制、路況條件不佳、路段危險等訊息，預先避免因塞車造成的困擾。

7. ECO NAVIGATION 省油導航 (YUNJIE ZHAO)

本軟體油耗預測模型是由美國紐約州立大學研究人員提出，與美國環保局開發的最新油耗模模型（MOVES）擬合，以在最短時間內預測出精確的油耗。



資料來源：APP Store

圖 2.44 Eco Navigation 省油導航程式畫面

8. BOSCH NAVIGATION(ROBERT BOSCH GMBH)

Bosch Navigation 這套軟體提供環保導航(ECO Navigation)功能，其主要考慮路線的高程、經過的城鎮、路口數量、一般車輛能源消耗和駕駛者的狀態情形，以進行路徑規劃。軟體已經依車輛和駕駛員提供的訊息為基礎，計算出最佳的平均值，以降低油耗及排放物。軟體並提供導航功能。



資料來源：<http://iphone.bosch.com/navigation/en/navigation.html>

圖 2.45 Bosch Navigation 程式畫面

2.3.2 旅運節能減碳計算軟體

旅運節能減碳計算軟體主要是提供使用者生活中各項旅運行為對應的減碳效果，通常提供簡易的介面讓使用者輸入後，可以概略提供使用者對應的減碳量。

1. ECOWIN (ROAD PIA INC.)

本軟體使用手機的藍牙與車上的車輛診斷系統介面(OBD II)連結以獲取車輛運行的狀態訊息，除了可以提供事故預防、車輛保養等提醒訊息外，亦讓駕駛者可以學習、採取提高汽車燃油效率和駕駛的安全駕駛方式。其它類似的軟體，例如：Eco Smart Car (mCoCoA, Inc.)、Track! Drive Free(APPSMAGMA)等。

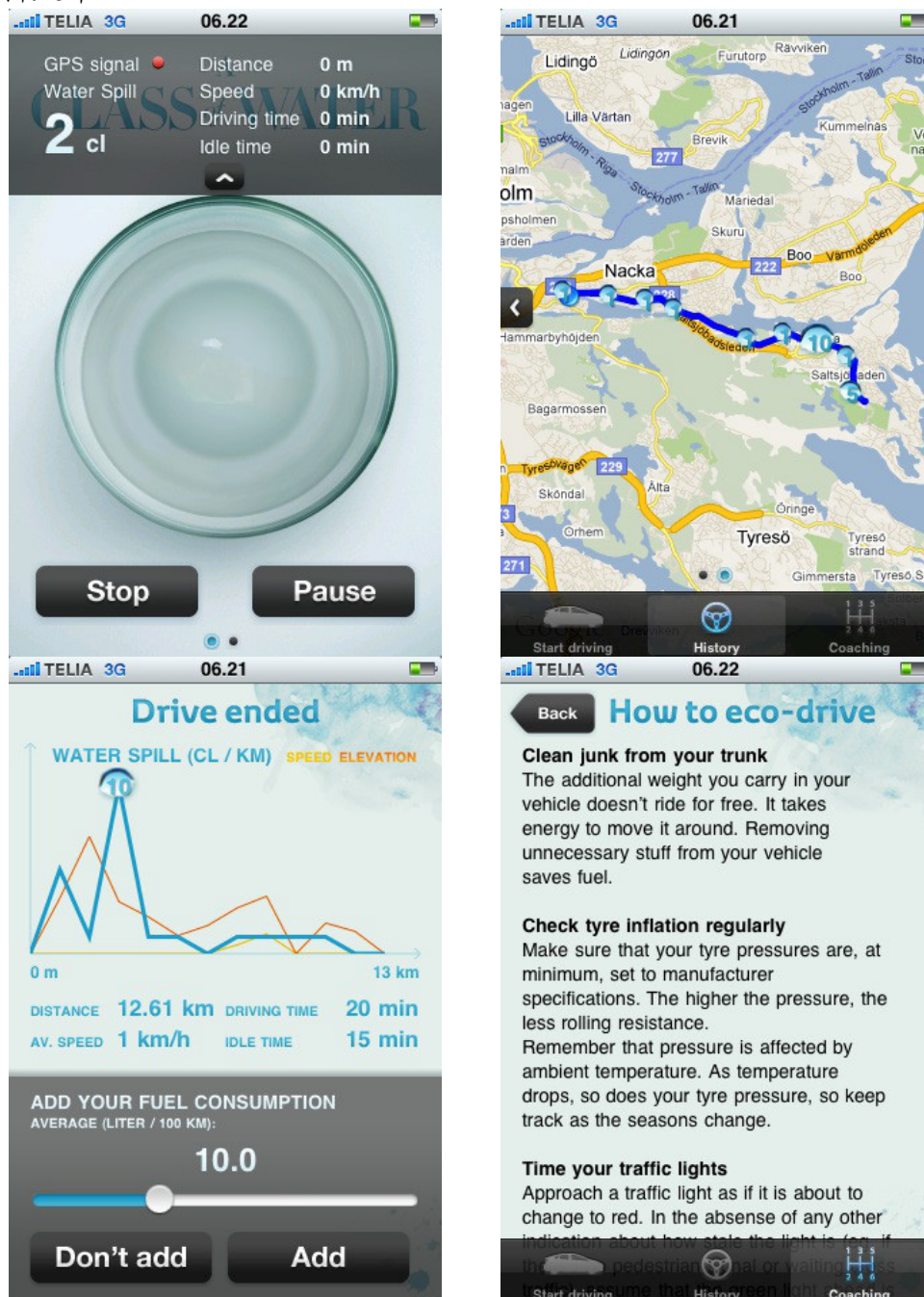


資料來源：<http://www.smartusa.com/find-a-dealer/>

圖 2.46 EcoWin 程式畫面

2. A GLASS OF WATER(FRÅN TOYOTA SWEDEN AB)

本軟體可規劃駕駛路線，使駕駛在平靜條件下行駛，同時可消耗更少的燃料，以減少二氧化碳排放。其設計原理為如同在車上放置一杯水，當駕駛做出反應，如：急加速、緊急剎車，駕駛過於激進時，則水將漏出杯外。它會顯示路線地圖，距離，行駛時間，平均車速，空閒時間和灑水之路段，因此在下一次駕駛同樣的路線時，軟體將提醒使用者放慢腳步，以發揮最大的燃料效率。

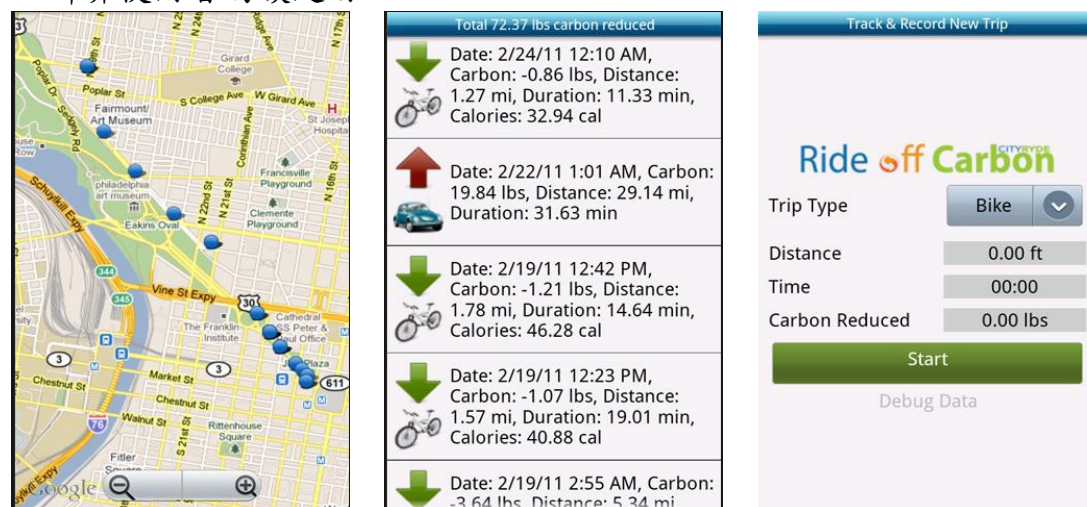


資料來源：http://www.mynewsdesk.com/se/toyota/latest_news/tag/toyota-glass-of-water

圖 2.47 A Glass of Water 程式畫面

3. RIDE OFF CARBON(CITYRYDE LLC)

本軟體利用 GPS 讓使用者在生活中使用各種運具時，能透過 GPS 紀錄，以計算使用者的碳足跡。



資料來源：<https://play.google.com/store/apps/details?id=cityryde.app>

圖 2.48 Ride off Carbon 程式畫面

4. ECODRIVE(APPLICATIONS CO., LTD.)

本軟體利用智慧手機的 GPS、重力感應器(G-Sensor)等感測器，讓使用者可以測試在不同路徑時自身的環保駕駛等級，並以此建立良好駕駛習慣。

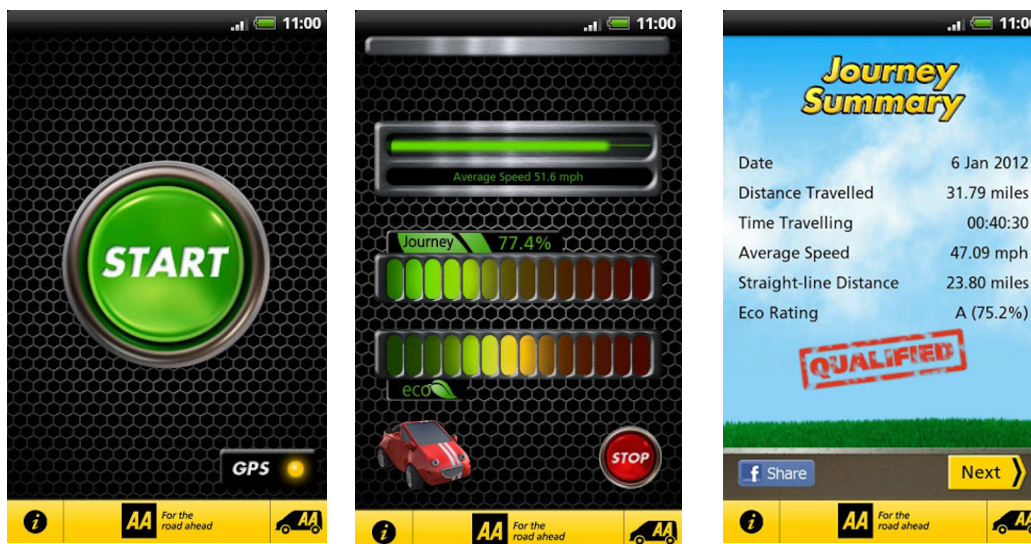


資料來源：http://www.appszoom.com/android_applications/transportation/ecodrive_cicpy.html

圖 2.49 EcoDrive 程式畫面

5. AA ECO DRIVE (AUTOMOBILE ASSOCIATION)

此軟體利用 GPS 測量使用者在路段中開車符合環保駕駛的程度，並予以評分，並可將環保駕駛的結果分享至 facebook，軟體中亦提供環保駕駛的技巧。類似的軟體例如：E1 グランプリ エコ運転診断(YMPZ 事務局)。



資料來源：http://www.theaa.com/motoring_advice/fuels-and-environment/drive-smart.html

圖 2.50 AA Eco Drive 程式畫面

6. GODRIVEGREEN(PROLOGIC, INC)

goDriveGreen 能夠記錄使用者日常的行駛路徑、環境以及駕駛風格，同時也將其行駛效率、速率及油耗成本做彙整。對於正確節能的行駛方式提供綠色行駛分數，當綠色的點數越高，則表示您在行駛的過程中，有效的利用了油耗、剎車及輪胎之耗損。同時也在同樣的行駛路線上加了挑戰綠色路線的評分功能。



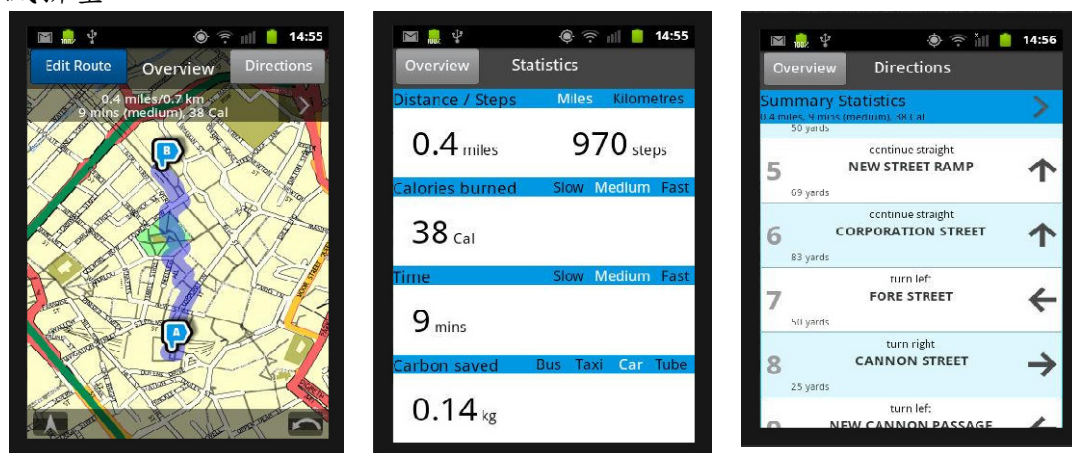
資料來源：http://godrivegreenapp.com/pages/terms_and_conditions.html

圖 2.51 goDriveGreen 程式畫面

7. WALKIT NETWORK WEST MIDLANDS(CENTRO)

本軟體是英國西米德蘭茲城市步行路線規劃，提供使用者最佳的 A 地到 B 地的行走路線。每個路線包括地圖、方向、步行時間估計（根據一個慢速、中速或快速的步伐）、車程距離（英里或公里）、熱量消耗和估計的二氧化碳

減排量。



資料來源：http://apk.91.com/Soft/Android/edu.buffalo.yunjiezh.eco_navi-5.html

圖 2.52 Walkit Network West Midlands 程式畫面

8. 澎湖低碳島低碳旅遊導覽系統(工研院綠能所)

本軟體為經濟部能源局在選擇以澎湖作為第一個低碳示範島後，為使遊客瞭解經濟部能源局推動的低碳島內涵，並鼓勵遊客參與節能減碳措施及推動低碳旅遊，所開發的旅遊導覽軟體。

軟體除內建澎湖低碳景點的靜態介紹外，並提供相關減碳資訊，例如電動機車充電站、低碳優惠資訊等。此外在減碳量計算方面，係採用行程選擇方式，概略計算出旅客在行程中產生的排碳量。



資料來源：<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sixnology.pfun>

圖 2.53 澎湖低碳島低碳旅遊導覽系統程式畫面

9. 綠色生活 IN 桃園(TSENG TSUNG-EN)

該軟體主要提供桃園地區休閒、美食、住宿、歷史、產業、綜合...等景

點旅遊資訊，並在推薦行程功能中提供不同交通運具到達各景點的排碳資訊。軟體另外在環保小幫手功能中，提供生活的食、衣、住、行等生活行為的減碳量，並以試算表方式提供使用者一日的減碳量計算。



資料來源：https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tranews.taoyuen_yanmei

圖 2.54 綠色生活 in 桃園程式畫面

10. 低碳假期 ECO NAVI(花蓮縣環境保護局)

該軟體主要提供使用者前往花蓮旅遊時，提供低碳配合商家資訊，並在軟體中進行減碳量計算。在減碳量計算方面，係採用行程選擇方式，概略計算出旅客在行程中產生的排碳量。



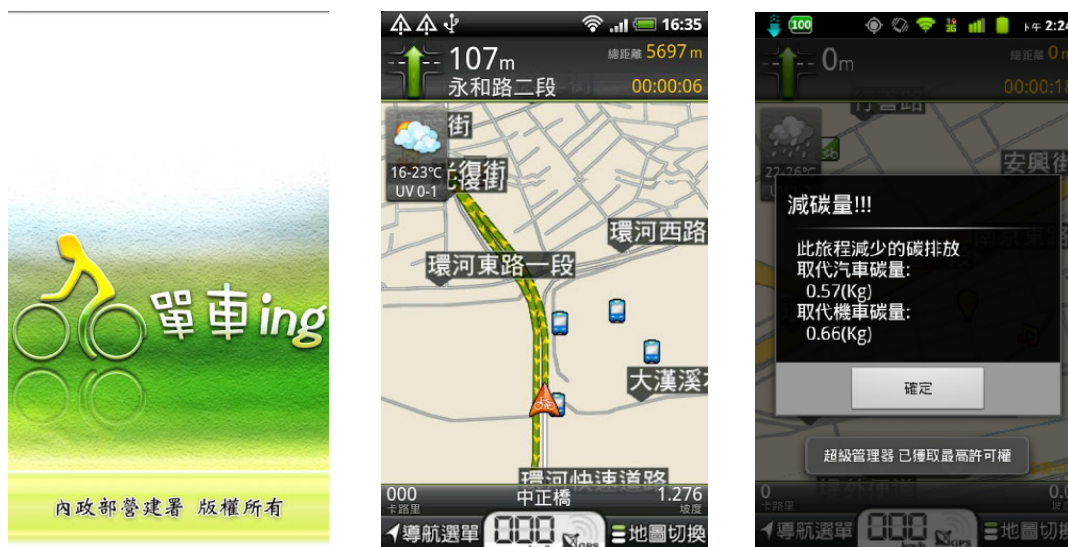
資料來源：低碳假期 Eco Navi(花蓮縣環境保護局)

圖 2.55 低碳假期程式畫面

11. 單車 ING(內政部營建署道路工程組)

本軟體協助自行車友計算騎乘自行車之減碳量，軟體主要依據行政院環保署所開發設計「減碳行為計算器」之能源排放係數來計算自行車騎乘每公

里之減碳量，利用 GPS 紀錄使用者騎自行車的距離，再運算騎乘之公里數取代汽車及機車所減少之二氧化碳排放量。



資料來源：
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kingwaytek.cpami.bykingTablet>

圖 2.56 單車 ing 程式畫面

12.一卡通/PASS 減碳量查詢(高雄捷運公司)

高雄捷運公司為方便民眾查詢一卡通使用紀錄及減碳成果，建置一卡通查詢網站，民眾只要輸入卡號，可快速得知 3 個月內的搭乘紀錄，並可計算搭捷運、公車、渡輪及公共腳踏車的減碳量，目前先針對使用一卡通數位學生證的高中職，計算個別學校的減碳排行榜，未來可透過舉辦競賽，以鼓勵學生和民眾多使用綠色運具。



資料來源：<https://www.i-pass.com.tw/CarbonCalculation>

圖 2.57 一卡通/Pass 減碳量查詢畫面

13. 臺北市「悠遊行走，減碳高手」

臺北市資訊處結合悠遊卡為號召民眾由交通工具之選擇達到節能減碳之目的，臺北市政府特擬定「悠遊行走，減碳高手」減碳貢獻計算查詢系統，由臺北市政府資訊處結合悠遊卡開發減碳貢獻計算查詢系統，讓民眾瞭解選擇搭乘捷運、公車及本市公共租賃自行車 YouBike 相較於使用汽機車是一種節能減碳行為，鼓勵並感謝民眾搭乘大眾交通工具，不但減少交通壅塞、減少空氣污染，更降低溫室氣體排放量，為減緩全球暖化盡一份心力。

個人因使用 Ubike 對減碳量之貢獻，可透過此網站來計算當次活動所造成之節碳量與騎機車或開汽車相比之貢獻，同時亦可累積此活動自 99 年 3 月 22 日至今之累積貢獻，如圖 2.58 所示。

悠遊行走 減碳高手

TAIPEI 臺北

網站地圖 臺北市節能及溫室氣體減量資訊網 臺北市政府 網路市民

全站查詢：請輸入關鍵字

現在位置首頁 > 查詢減碳量

查詢減碳量

減碳資訊揭露及提供市民減碳量查詢

- 透過捷運站電子看板發布前一週本活動總減碳量。
- 由悠遊臺北地圖(MOTA)導覽服務機以及本活動網站提供查詢，因資料統計時限限制，民眾可查詢其最近一日(約2~5天前)搭乘捷運、公車及YouBike之總減碳量。

減碳量查詢 請輸入悠遊卡卡號：3934841335 查詢

最近一日減碳量(因資料統計時限，上次統計資料至民國103年6月12日)

與機車比較的減碳量：0.05 Kg CO₂

與汽車比較的減碳量：0.24 Kg CO₂

自本活動起始日(民國99年3月22日)起，您已累積減碳量

與機車比較的減碳量：66.58 Kg CO₂

與汽車比較的減碳量：405.44 Kg CO₂

若有減碳量資料查詢問題，請洽悠遊卡公司。客服專線：412-8880(手機及金馬地區請加02)

資料來源：<http://www.co2.taipei.gov.tw/>

圖 2.58 臺北市「悠遊行走，減碳高手」查詢畫面

2.4 其他節能減碳相關研究

本節針對環保署、能源局及本所歷年辦理運輸節能減碳之研究內容進行文獻蒐集，以作為本計畫綜效示範各項參數設定之參據。

2.4.1 本所節能減碳相關研究

1. 能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用(本所，99年)

該計畫係一項先導研究，由運輸規劃角度出發，建構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。藉由調查分析車輛之能耗、污排相關特性參數，以建立公路運輸之能耗與排放模式，納入運輸規劃評估作業之中，以使運輸系統方案評選過程中，能將永續發展相關指標，如能耗、污排等，納入考量。研究主要重點包括下列各項：

(1) 實驗設計蒐集各車種實驗數據

該計畫一系列研究屬「實驗設計」類之先導研究，透過3年期間，選出3輛實驗車，以微觀調查方法蒐集實驗車行駛中逐秒能耗與排放資料。透過實驗車資料庫之累積，未來可提供各車型之能耗/排放分布，當累積資料愈多，愈可涵蓋使用中車輛之分布。目前該系列計畫已完成汽油小客車之耗油率與排放係數，在單位時間內，不同車速之耗油率，不同道路種類亦會有不同耗油率，詳如表2-2。

有關國內運輸部門使用石化燃料之溫室氣體排放係數彙整如表2-3，主要溫室氣體種類包括CO₂、CH₄及N₂O，根據該表國內最常見之車輛油品CO₂排放係數為汽油2,263克/公升，柴油2,606克/公升。

(2) 釐清運輸部門能耗及污染排放模式發展趨勢

就國內執行之相關研究及國外發展系統，釐清能耗及污染排放推估模式與運輸規劃模式之關聯及整合作法，以及不同應用面使用之分析工具，以探究運輸部門能耗及污染排放模式之發展趨勢，並提出發展方向及作法建議。

(3) 開發運輸規劃與能源消耗、污染排放整合型模式

依據運輸部門運輸規劃與能耗、污染排放整合做法，建構整合模式，並納入本所已開發之「TDM2008(臺灣城際運輸需求模式2008年版)」永續發展城際運輸需求模式及作業平臺中，進行更新；並利用此分析工具進行案例分析，以測試系統實用性。

(4) 呼應運輸部門節能減碳之政策評估需求

透過實驗所蒐集之車輛動態資料包括：能耗、溫室氣體CO₂、空氣污染物CO、THC、NO_x等。有鑑於節能減碳為運輸部門目前最重視之政策目標，且溫室氣體CO₂較不受車齡、車行里程之影響，以實驗所採用的新車實驗建構之模式來代表使用中車輛之排放情況，因此，在案例分析中，有關能耗空污成果之展現，亦以方案間能耗、CO₂排放量為評估重點。

表 2-2 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果

速率	國道	快速道路	省道低干擾	省道高干擾	縣道低干擾	鄉道	市區道路
0	0.57605959	0.47922599	0.43538354	0.44116489	0.44570930	0.36946141	0.32140581
1	0.50627716	0.56730318	0.59864335	0.66118494	0.62858716	0.59114517	0.51140154
2	0.48133262	0.54337473	0.62290804	0.64572093	0.62797626	0.59063606	0.51340724
3	0.46179562	0.52499463	0.64497572	0.63532893	0.62946906	0.59325106	0.51784956
4	0.44702143	0.51156014	0.66609629	0.62967486	0.63332389	0.59907921	0.52487934
5	0.43642723	0.50250973	0.68711224	0.62839453	0.63962243	0.60810290	0.53454023
6	0.42948766	0.49732125	0.70853455	0.63110061	0.64830328	0.62021296	0.54678360
7	0.42573059	0.49551023	0.73060945	0.63738919	0.65919196	0.63522280	0.56148244
8	0.42473312	0.49662828	0.75337681	0.64684570	0.67202767	0.65288145	0.57844429
9	0.42611772	0.50026132	0.77672086	0.65905047	0.68648701	0.67288585	0.59742334
10	0.42954859	0.50602812	0.80041391	0.67358375	0.70220486	0.69489203	0.61813151
11	0.43472820	0.51357864	0.82415351	0.69003024	0.71879252	0.71852560	0.64024874
12	0.44139404	0.52259253	0.84759391	0.70798327	0.73585338	0.74339124	0.66343238
13	0.44931549	0.53277767	0.87037213	0.72704850	0.75299631	0.76908146	0.68732584
14	0.45829092	0.54386869	0.89212921	0.74684716	0.76984682	0.79518450	0.71156640
15	0.46814492	0.55562556	0.91252725	0.76701902	0.78605627	0.82129154	0.73579224
16	0.47872570	0.56783223	0.93126256	0.78722487	0.80130925	0.84700310	0.75964885
17	0.48990267	0.58029528	0.94807538	0.80714868	0.81532927	0.87193476	0.78279462
18	0.50156416	0.59284262	0.96275664	0.82649943	0.82788292	0.89572224	0.80490584
19	0.51361528	0.60532222	0.97515209	0.84501258	0.83878263	0.91802572	0.82568099
20	0.52597595	0.61760092	0.98516415	0.86245126	0.84788820	0.93853371	0.84484453
21	0.53857906	0.62956318	0.99275180	0.87860713	0.85510721	0.95696612	0.86214996
22	0.55136874	0.64110998	0.99792890	0.89330094	0.86039438	0.97307694	0.87738242
23	0.56429880	0.65215770	1.00076105	0.90638289	0.86375013	0.98665632	0.89036077
24	0.57733132	0.66263701	1.00136147	0.91773272	0.86521835	0.99753206	0.90093911
25	0.59043527	0.67249187	0.99988593	0.92725947	0.86488348	1.00557079	0.90900783
26	0.60358534	0.68167851	0.99652712	0.93490120	0.86286711	1.01067856	0.91449434
27	0.61676088	0.69016448	0.99150846	0.94062432	0.85932408	1.01280104	0.91736319
28	0.62994484	0.69792768	0.98507778	0.94442288	0.85443828	1.01192337	0.91761598
29	0.64312300	0.70495553	0.97750080	0.94631759	0.84841810	1.00806962	0.91529082
30	0.65628310	0.71124410	0.96905466	0.94635476	0.84149178	1.00130190	0.91046149
31	0.66941425	0.71679726	0.96002159	0.94460506	0.83390262	0.99171915	0.90323629
32	0.68250630	0.72162595	0.95068291	0.94116212	0.82590414	0.97945573	0.89375664
33	0.69554934	0.72574741	0.94131328	0.93614115	0.81775527	0.96467964	0.88219540
34	0.70853332	0.72918449	0.93217546	0.92967731	0.80971566	0.94759065	0.86875503
35	0.72144769	0.73196500	0.92351552	0.92192414	0.80204115	0.92841811	0.85366554
36	0.73428117	0.73412103	0.91555863	0.91305183	0.79497935	0.90741868	0.83718223
37	0.74702152	0.73568844	0.90850536	0.90324552	0.78876554	0.88487394	0.81958343
38	0.75965545	0.73670624	0.90252869	0.89270352	0.78361884	0.86108776	0.80116798
39	0.77216855	0.73721610	0.89777150	0.88163560	0.77973867	0.83638380	0.78225278
40	0.78454525	0.73726187	0.89434485	0.87026114	0.77730155	0.81110273	0.76317024

表 2-2 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果(續 1)

速率	國道	快速道路	省道低干擾	省道高干擾	縣道低干擾	鄉道	市區道路
41	0.79676893	0.73688916	0.89232668	0.85880746	0.77645829	0.78559965	0.74426568
42	0.80882195	0.73614488	0.89176130	0.84750811	0.77733153	0.76024133	0.72589480
43	0.82068582	0.73507695	0.89265935	0.83660116	0.78001371	0.73540362	0.70842121
44	0.83234134	0.73373393	0.89499833	0.82632770	0.78456537	0.71146885	0.69221393
45	0.84376887	0.73216471	0.89872364	0.81693030	0.79101395	0.68882333	0.67764511
46	0.85494849	0.73041830	0.90375016	0.80865161	0.79935291	0.66785503	0.66508782
47	0.86586032	0.72854359	0.90996413	0.80173310	0.80954123	0.64895135	0.65491398
48	0.87648476	0.72658918	0.91722555	0.79641391	0.82150335	0.63249708	0.64749254
49	0.88680282	0.72460323	0.92537082	0.79292984	0.83512938	0.61887257	0.64318780
50	0.89679642	0.72263336	0.93421562	0.79151252	0.85027568	0.60845217	0.64235803
51	0.90644869	0.72072660	0.94355810	0.79238879			0.64535434
52	0.91574431	0.71892934	0.95318216	0.79578021			0.65251985
53	0.92466981	0.71728733	0.96286079	0.80190280			0.66418920
54	0.93321390	0.71584577	0.97235952	0.81096711			0.68068839
55	0.94136775	0.71464933	0.98143980	0.82317833			0.70233503
56	0.94912529	0.71374234	0.98986228	0.83873690			0.72943904
57	0.95648346	0.71316890	0.99739001	0.85783919			0.76230368
58	0.96344245	0.71297309	1.00379144	0.88067860			0.80122720
59	0.97000595	0.71319919	1.00884316	0.90744693			0.84650486
60	0.97618125	0.71389199	1.01233241	0.93833607			0.89843156
61	0.98197947	0.71509705	1.01405928	0.97353999			
62	0.98741557	0.71686108	1.01383857	1.01325722			
63	0.99250850	0.71923230	1.01150135	1.05769351			
64	0.99728109	0.72226087	1.00689607	1.10706506			
65	1.00176008	0.72599935	0.99988939	1.16160203			
66	1.00597597	0.73050320	0.99036662	1.22155252			
67	1.00996284	0.73583128	0.97823183	1.28718699			
68	1.01375810	0.74204648	0.96340762	1.35880312			
69	1.01740219	0.74921626	0.94583469	1.43673113			
70	1.02093812	0.75741333	0.92547110	1.52133962			
71	1.02441107	0.76671635		1.61304184			
72	1.02786774	0.77721060		1.71230256			
73	1.03135574	0.78898877		1.81964542			
74	1.03492281	0.80215178		1.93566082			
75	1.03861597	0.81680952		2.06101444			
76	1.04248054	0.83308184		2.19645622			
77	1.04655908	0.85109935		2.34283009			
78	1.05089021	0.87100443		2.50108417			
79	1.05550730	0.89295219		2.67228169			
80	1.06043702	0.91711149		2.85761249			

表 2-2 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果(續 2)

速率	國道	快速道路	省道低干擾	省道高干擾	縣道低干擾	鄉道	市區道路
81	1.06569782	0.94366598					
82	1.07129821	0.97281522					
83	1.07723497	1.00477580					
84	1.08349114	1.03978251					
85	1.09003396	1.07808953					
86	1.09681259	1.11997170					
87	1.10375568	1.16572579					
88	1.11076882	1.21567180					
89	1.11773180	1.27015433					
90	1.12449570	1.32954400					
91	1.13087983						
92	1.13666845						
93	1.14160736						
94	1.14540030						
95	1.14770510						
96	1.14812969						
97	1.15348346						
98	1.15902368						
99	1.16476910						
100	1.17073896						
101	1.17695299						
102	1.18343139						
103	1.19019487						
104	1.19726463						
105	1.20466234						
106	1.21241018						
107	1.22053080						
108	1.22904736						
109	1.23798349						
110	1.24736333						
111	1.25721148						
112	1.26755305						
113	1.27841364						
114	1.28981934						
115	1.30179670						
116	1.31437281						
117	1.32757520						
118	1.34143193						
119	1.35597151						
120	1.37122297						

註：單位為公克/秒，汽油密度為 0.75 公克/毫升。

資料來源：能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用（本所，99 年）。

表 2-3 運輸部門相關化石燃料溫室氣體排放係數

燃料別	碳排放係數	CH ₄ 排放係數	N ₂ O排放係數	原始單位	kcal/原始單位	熱值單位轉換	碳固定化比率	2009 年起度計畫推估引用數值					排放係數單位	
	(T-C/TJ)	(kg/TJ)	(kg/TJ)			J/cal		碳氧化率	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	GHG		
汽油 (Gasoline)	18.9	25.0	8.0	L	7,800	4.187	0	0	1	2,263	0.816 ^a	0.261	2,359	g/L
航空燃油(Jet Kerosene)	19.5 ^b	3.0	0.6	L	8,000	4.187	0	0	1	2395	0.100	0.020	2,403	g/L
柴油 (Gas/Diesel)	20.2	3.9	3.9	L	(1998 年以前) 8,800	4.187	0	1	(1998 年以前) 2,730	0.144	(1998 年以前) 2,776	g/L		
					(1999 年以後) 8,400 ^c				(1999 年以後) 2,606	0.137	(1999 年以後) 2,650			
燃料油 (Residual Fuel)	21.1	3.0	0.6	L	(1998 年以前) 9,200	4.187	0	1	(1998 年以前) 2,981	0.116	(1998 年以前) 2,991	g/L		
					(1999 年以後) 9,600 ^c				(1999 年以後) 3,111	0.121	(1999 年以後) 3,121			
煤油(Other Kerosene)	19.6	3.0	0.6	L	8,500	4.187	0	0	1	2,559	0.107	0.021	2,568	g/L
液化石油氣 (LPG)	17.2	62.0	0.2	L	6,635	4.187	0	0	1	1,753	1.722	0.006	1,794	g/L
天然氣 (Natural Gas (Dry))	15.3	1.0	0.1	m ³	(1990 年以前) 9,000	4.187	0	1	(1990 年以前) 2,114	0.038 ^a	0.004 ^a	(1990 年以前) 2,116	g/m ³	
					(1991 年以後) 8,900 ^c				(1991 年以後) 2,090	0.037	0.004	(1991 年以後) 2,092		

資料來源：運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)——建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式(本所，99 年)。

2. 車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)(本所, 100年)

該計畫為國內首次蒐集大客車實際道路車輛動態資料，並根據運輸規劃之交通屬性，例如道路類型、坡度、速率變化等，藉以分析車輛於各種情境下之動態油耗與排放資料。由微觀的方式來建構推估模式，除了可精確掌握運輸參數與能耗/排放之關係外，對於運輸計畫評估作業，更可提升不同運輸計畫/方案於環境、永續指標上的績效，藉以提供政府部門進行更妥善的決策。此外，車輛動態(微觀)模式之建構，亦有助於未來各縣市政府於進行小區域、都市型的交通節能減碳策略評估時，正確有效的評估工具。

(1) 大客車動、靜態能耗/排放相關特性參數之蒐集與調查分析

於 99 年度起開始進行為期兩年的大客車動、靜態能耗/排放特性蒐集與調查分析，規劃大客車之能耗/排放蒐集與調查以實際道路實驗為主軸，依據車載量測設備(採用 HORIBA OBS-2200)所蒐集之動、靜態(隨速率變動、不隨速率變動)能耗/排放資料，搭配大客車可能取得之各種資料，如車上診斷系統(On Board Diagnostics, OBD)、行車紀錄器所接收各項引擎或油耗參數資料，以及國內大客車實際耗能數據等，再進行大客車之能耗/CO₂ 排放推估模式建構，以完備後續搭配交通模擬、城際運輸規劃模式應用時，在不同車種上的需求。

(2) 大客車能耗/CO₂ 排放推估模式之建構

以 HORIBA OBS-2200 於道路實驗所取得的資料為基礎，與大客車實際耗能值加以連結，建立各項轉換因子，以將大客車實際耗能值(單一平均值)轉換為大客車在實際道路上之動態能耗/CO₂ 排放值(不同道路類型、不同速率下，對應不同的能耗/CO₂ 排放值)。此模式加上前期研究所建構之小客車模式，可以形成完整的公路客運之能耗/CO₂ 排放模式，提供大小客車在各種道路類型下、可隨速率變化的能耗/CO₂ 排放推估結果。

大客車之能耗/CO₂ 排放模式建構結果，分別為(1)大客車「行駛中之能耗/CO₂ 排放推估曲線」，以及(2)「非行駛狀態下之能耗/CO₂ 排放推估值」。大客車之行駛中能耗/CO₂ 排放推估方法如表 2-4 所示，透過計畫所建構之 FI^{Field}、FI^{Field.G}、FI^{CEM} 轉換因子，可將大客車實際耗能值(NFuel.Field.T)轉換成一套動態(隨速率而變動)之能耗/CO₂ 排放推估曲線。此套推估曲線能夠呈現大客車在速率 ≥ 1 (km/hr) 至該道路類型速

限區間內，各速率下之能耗/CO₂ 排放值 (g/s)，將各項轉換因子與最後之推估結果 (NV^{Field.Model}、NV^{Field.Model.G})。

表 2-4 大客車之行駛中能耗/CO₂ 排放推估方法與推估模式建構結果

轉換因子&推估結果		國道客運（非都會區模式）		市區公車（都會區模式）	
		FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
實驗大客車之實際能耗值(g/s) ^註	(1)	3.77917151	—	2.14088156	—
FI ^{Field} (%)	(2)	FUEL : FI ^{Field} *	—	FUEL : FI ^{Field} *	—
FI ^{Field.G} (%)	(3)	FUEL : FI ^{Field.G}	—	—	—
FI ^{CEM}	(4)	3.126832484*			
NV ^{Field.Model} (g/s)	(5)	=(1)×(2) *	=(1)×(2)×(4) *	=(1)×(2)	=(1)×(2)×(4)
NV ^{Field.Model.G} (g/s)	(6)	=(1)×(2)×(3) *	=(1)×(2)×(3)×(4) *	—	—

資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)（本所，100 年）。

註：該計畫 99 年度所採用「實驗大客車之實際耗能值」，為首都客運提供該計畫之實驗大客車分別於 99 年 8、9 月的實際耗能值 (3.27km/l)；100 年度所採用「實驗大客車之實際耗能值」，則為首都客運提供該計畫之實驗大客車於 100 年 6 月的實際耗能值(1.63km/l)。兩者單位皆為 km/l，而該計畫將此值單位轉換為 g/s，以搭配該計畫所取得之資料，進行推估模式之建構。

3. 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（本所，101 年）

本所自 96 年陸續辦理「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究，對象包括小客車、大客車及機車等三大族群，96-100 年已辦理小客車及大客車之研究，101-102 年則針對機車進行實車測試與實驗分析，建構機車動態能耗/排放推估模式，納入模式考量的因素包括道路類型、尖離峰、加減速、開啟頭燈、車重、車體車型(排氣量)、引擎與車輛技術(環保 4 期或 5 期)等。

該計畫藉由機車之實驗室與實際道路實驗之數據(分別為 4.3 與 23.4 萬筆)，優先建構實驗 A 車(4 期三陽 125 c.c.)、實驗 B 車(5 期三陽 125 c.c.)之能耗推估模式，成果包含「理想版綜合轉換率(CI[∧]F.Cn)」、「實務版綜合轉換率(CP[∧]F.CALL)以及「停等轉換因子(RF.ML.I)，運用這些轉換因子，再搭配碳排放轉換當量(FFU)，即可將機車法規標準測試市區平均能耗值(NT.U)轉換為機車在實際道路上行駛狀態下之能耗/CO₂ 排放推估曲線，以及非行駛狀態下之能耗/CO₂ 排放推估曲線，此成果可供後續搭配交通模擬、運輸規劃模式應用，能夠評量出各交通運輸計畫/方案在能耗與溫室氣體排放的差異性，以協助交通運輸計畫之方案評估。

惟該計畫目前推估成果有其應用限制，由於實驗室法規行駛型態最高速率為 50km/hr，受限於此，所建構模式於速率高於 51km/hr 以後的推估曲線偏高，故模式成果暫時僅提供速率 50km/hr 以下的能耗率。

4. 車輛能耗排放系列發展成果（本所，94~103 年）

國內車輛能耗/排放參數研究蒐集與校估著重在：車輛能耗與排放隨車種、地區特性、道路類型、交通狀況而異，在應用上需視國內特性予以調整。因應交通部節能減碳相關策略之評估，從 94 至 103 之研究車種整理如表 2-5 所示。

表 2-5 本所車輛能耗排放系列研究表

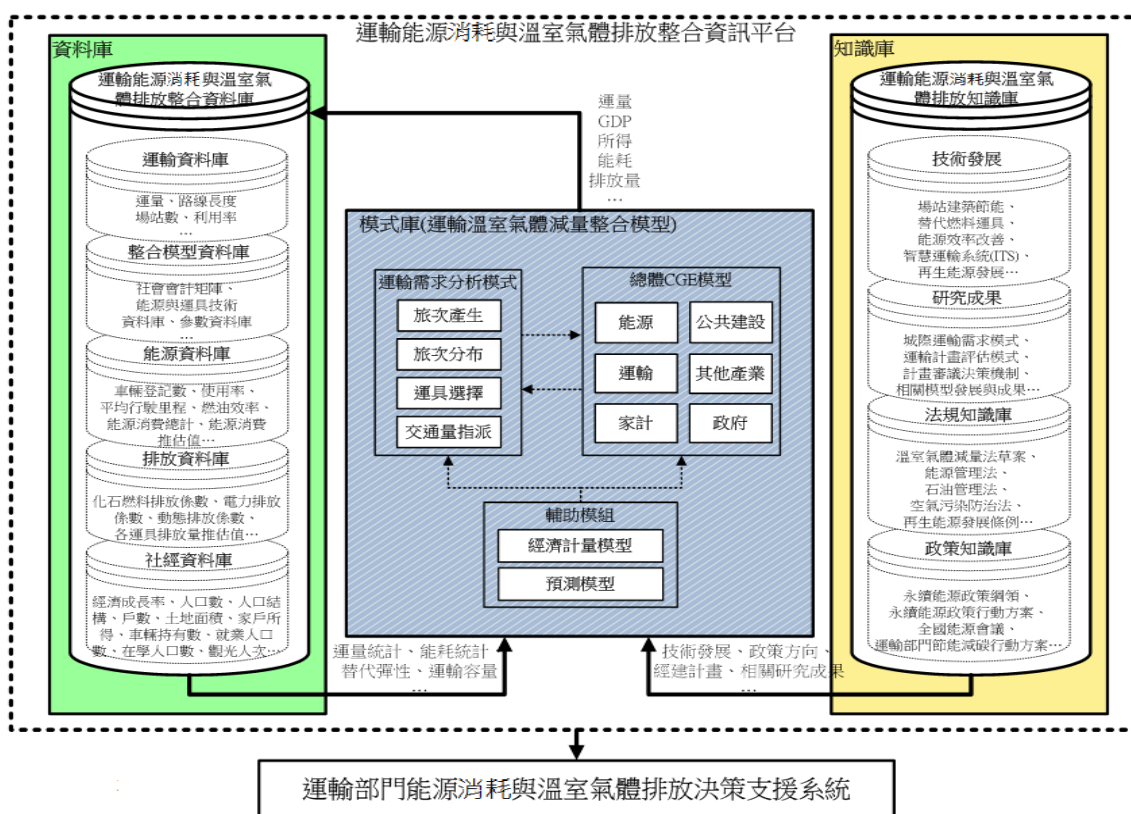
年度	研究車種		評估原因	實車實驗道路類型
94~95	小客車、 小貨車、 大客貨、 軌道客貨	機車、自用 小客車、營 業小客車、 自用大客車 、遊覽車、 市區客運業 與公路客運 業等規劃測 試	推動公共運輸政策主 要運具規劃測試	高速公路 快速公路 省縣鄉道 市區道路
96~98	小客車 (汽油車)	1500 c.c. 1800 c.c. 2400 c.c.	國內整體運具使用占 比最高	高速公路 快速公路 省縣鄉道 市區道路
99~100	大客車 (柴油車)	國道客運(國 五) 市區公車	推動公共運輸政策主 要運具之一	高速公路 快速公路 省縣鄉道 市區道路
100~101	機 車	100c.c. 125c.c. 150 c.c.	國內車輛數最多，是 都會區節能減碳評估 重要運具	省縣鄉道 市區道路
102~103	國道客運(國一)		補充國道 1 號實車動 態能耗資料	高速公路

資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究（本所，102 年）

藉由「車載量測系統(Portable Emissions Measurement Systems, PEMS)」蒐集車輛於道路實際運行之動態能耗/排放值，並於法規標準測試實驗室依據能源局新車法規審驗測試取得能耗平均值，建構車輛動態能耗/排放資料庫與推估模式。蒐集時間基礎(time-base)之能耗/排放資料，非傳統里程基礎

(distance-base)，可敏感評估車輛於動態(行駛中)、靜態(停等)產生的能耗/排放。影響車輛能耗/排放因素包括動態、靜態特性及油料差異，此研究以速率、道路類型為主要變數。以上測試，透過本所之運輸能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台架構，得到運輸部門能源使用與溫室氣體排放之決策依據，如圖 2.59 所示。

建立此資料庫之目的在建立國內第一個車輛動態能耗排放資料庫，建構國內第一個以速率、道路類型為變數的能耗排放推估模式，整合能耗排放與交通模式，應用時可搭配交通模擬模式、或與運輸規劃模型整合，提升運輸規劃模式在永續指標之分析能力，可應用於運輸方案之節能減碳評估，提供運輸部門決策參考。



資料來源：運輸部門能源消耗與溫室氣體減量評估模型之建立（本所，102 年）

圖 2.59 運輸能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台架構

車輛動態能耗與排放模式建置成果主要與車輛能耗與排放影響因素有關，詳表 2-6 所示。模式建構概念有三點：(1)車輛型式種類繁多，傳統直接取樣估算能耗率效果多不理想；(2)此計畫以車輛之法規檢驗值(NFTP)為基準，建立各速度區間能耗率相對於法規檢驗值之轉換率與速度之間之關聯性；(3)以車輛法規檢驗值代表車輛能耗特性，可大幅降低抽樣需求。

表 2-6 車輛能耗與排放影響因素

變數			作法
動態特性	道路交通條件	道路類型	納入考量
		尖離峰	納入考量
		速率、加減速	納入考量
		坡度	納入考量(僅國道客運)
	行駛條件	開啓頭燈	納入考量
		駕駛人行為	非處理變數
		車重	非處理變數
靜態特性	車輛本體	車體/車型	納入考量
		引擎與車輛技術	納入考量
	車輛使用維護	引擎耗損程度 (累積行駛里程、車齡)	納入考量(僅機車)
		保養程度之差異	非處理變數
油料技術			非處理變數

資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究（本所，102 年）

小客車及大客車之車輛動態能耗排放資料庫成果詳表 2-7 所示。其中分成小客車與大客車兩大類。分別就車廠、車款、車型、排氣量、車齡、環保法規及相關之資料庫(以秒計、又分實驗室及實際道路)等進行測試。機車之車輛動態能耗排放資料庫成果詳表 2-8 所示。機車分別就四期及五期之三陽、光陽及山葉等機車進行測試。排氣量則選擇 100、125、150c.c.等三種最常見之機車族群來測試。

表 2-7 小客車及大客車之車輛動態能耗排放資料庫成果

		小客車			大客車	
		實驗A車	實驗B車	實驗C車	實驗D車	實驗E車
車廠		中華三菱	國瑞(豐田)	台灣本田	瑞典SCANIA	韓國大宇
車款		Space Gear 2.4	NCP91L-AHPVKR YARIS(1.5E)	HONDA CIVIC LX1.8	K380	BS120CN
車型		7-9人座 廂型車	5門小客車 (轎式、旅行式)	4門小客車 (轎式、旅行式)	國道客運 (座位23人)	市區公車 (座位23人+立位29人)
排氣量		2,400C.C	1,500C.C	1,800C.C	11,705C.C	7,640C.C
車齡		1年內	1年內	1年內	2年內	3年內
環保法規		3期	4期	4期	4期	4期
資料庫 (秒)	實驗室	23,803	23,674	23,701	NA	NA
	實際道路	160,572	104,121	121,504	349,686	202,689

資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究（本所，102 年）

表 2-8 機車之車輛動態能耗排放資料庫成果

機車	實驗A車 (四期三陽)	實驗B車 (五期光陽)	實驗C車 (五期山葉)	實驗D車 (五期光陽)	實驗E車 (四期三陽)	實驗F車 (五期光陽)
廠牌 (環保期別、 引擎技術)	三陽 (四期化油器)	光陽 (五期噴射)	山葉 (五期噴射)	光陽 (五期噴射)	三陽 (四期化油器)	光陽 (五期噴射)
車型	悍將4V 125	V1奔騰 125	RS ZERO 100	Racing 150	悍將4V 125	Racing 150
排氣量 (c.c.)	124.6	124.6	101.8	149	124.6	149
年份 (車齡)	93.2 (8.3年)	98.8 (2.8年)	98.6 (3.0年)	101.3 (1.2年)	93.5 (8.9年)	98.6 (4.3年)
里程數 (km)	29,749	9,815	9,117	5,000	31,372	21,972
資料庫 (秒)	實驗室	22,813	5,252	10,689	11,644	NA
	實際道路	77,994	77,504	79,344	74,499	79,831

資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究（本所，102 年）

車隊動態推估步驟係根據本所運輸部門排放清冊各車種的平均耗油率，結合綜合轉換率之概念，得到該車種的動態能耗/排放推估曲線，使用者可直接查表(look-up table)使用，並提供不同道路、速率下的耗油率、碳排率及提供時間或距離等不同的計算單位 (克/公里、克/秒)，如表 2-9 所示。

表 2-9 車輛動態能耗/排放推估曲線表(Lookup Table)

單位：l/km(FUEL)、g/km(CO₂)

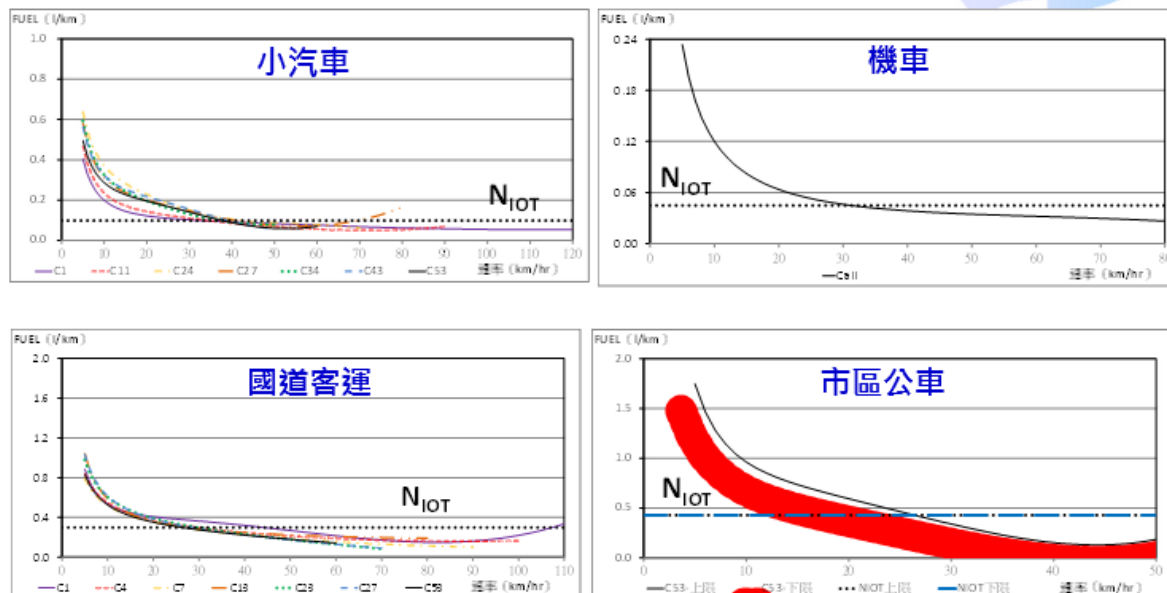
速率 Km/hr	國道遠限100-110一般道路 (C1)		國道遠限90一般道路 (C4)		國道長隧道 (C7)		快速道路長隧道 (C13)		省道低干擾1車道以上 (C23)		省道高干擾2車道以上 (C27)		市區道路高干擾 (C53)	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
26	0.4364	1153.2858	0.3713	981.2651	0.3501	925.1297	0.3537	934.7475	0.3788	1000.9626	0.3667	968.9841	0.3471	917.3654
27	0.4318	1141.1119	0.3632	959.9591	0.3419	903.6242	0.3463	915.0893	0.3688	974.6111	0.3566	942.5217	0.3391	896.1916
28	0.4272	1129.0296	0.3556	939.6561	0.3341	883.0200	0.3394	896.8352	0.3592	949.3551	0.3471	917.3038	0.3314	875.9148
29	0.4226	1116.9492	0.3482	920.2701	0.3266	863.2387	0.3329	879.8400	0.3500	925.0813	0.3380	893.2018	0.3241	856.4424
30	0.4180	1104.7987	0.3412	901.7266	0.3194	844.2122	0.3269	863.9779	0.3412	901.6913	0.3292	870.1041	0.3170	837.6937
31	0.4134	1092.5204	0.3345	883.9605	0.3125	825.8812	0.3213	849.1391	0.3326	879.0998	0.3208	847.9134	0.3101	819.5989
32	0.4087	1080.0687	0.3280	866.9151	0.3058	808.1938	0.3160	835.2278	0.3244	857.2318	0.3128	826.5448	0.3035	802.0966
33	0.4039	1067.4086	0.3218	850.5404	0.2993	791.1046	0.3111	822.1595	0.3163	836.0216	0.3050	805.9235	0.2971	785.1329
34	0.3990	1054.5139	0.3159	834.7922	0.2931	774.5732	0.3064	809.8600	0.3085	815.4110	0.2974	785.9836	0.2909	768.6603
35	0.3940	1041.3659	0.3101	819.6317	0.2870	758.5642	0.3021	798.2633	0.3009	795.3489	0.2901	766.6666	0.2848	752.6367
36	0.3890	1027.9527	0.3046	805.0241	0.2812	743.0457	0.2979	787.3109	0.2935	775.7893	0.2830	747.9207	0.2789	737.0247
37	0.3838	1014.2676	0.2993	790.9384	0.2755	727.9897	0.2940	776.9505	0.2863	756.6916	0.2761	729.6995	0.2731	721.7910
38	0.3785	1000.3092	0.2941	777.3470	0.2699	713.3708	0.2903	767.1353	0.2793	738.0193	0.2694	711.9617	0.2675	706.9056
39	0.3731	986.0803	0.2892	764.2249	0.2646	699.1664	0.2868	757.8236	0.2723	719.7397	0.2629	694.6700	0.2620	692.3417
40	0.3676	971.5874	0.2844	751.5500	0.2593	685.3560	0.2834	748.9774	0.2656	701.8233	0.2565	677.7910	0.2566	678.0754
41	0.3621	956.8402	0.2797	739.3019	0.2542	671.9213	0.2802	740.5627	0.2589	684.2436	0.2502	661.2944	0.2513	664.0847
42	0.3564	941.8513	0.2753	727.4624	0.2493	658.8455	0.2772	732.5487	0.2524	666.9765	0.2441	645.1531	0.2461	650.3499
43	0.3506	926.6362	0.2709	716.0150	0.2445	646.1137	0.2743	724.9075	0.2460	650.0002	0.2381	629.3421	0.2410	636.8534
44	0.3448	911.2122	0.2667	704.9445	0.2398	633.7120	0.2715	717.6136	0.2396	633.2949	0.2323	613.8390	0.2360	623.5787
45	0.3389	895.5989	0.2627	694.2374	0.2352	621.6279	0.2689	710.6438	0.2334	616.8425	0.2265	598.6232	0.2310	610.5111
46	0.3329	879.8176	0.2588	683.8810	0.2308	609.8500	0.2664	703.9771	0.2273	600.6265	0.2209	583.6761	0.2261	597.6371
47	0.3269	863.8913	0.2550	673.8639	0.2264	598.3679	0.2640	697.5941	0.2212	584.6318	0.2153	568.9803	0.2213	584.9444
48	0.3208	847.8442	0.2513	664.1755	0.2222	587.1719	0.2616	691.4771	0.2152	568.8446	0.2098	554.5203	0.2166	572.4216
49	0.3147	831.7022	0.2478	654.8064	0.2180	576.2533	0.2594	685.6097	0.2093	553.2522	0.2044	540.2817	0.2119	560.0583
50	0.3086	815.4919	0.2443	645.7475	0.2140	565.6040	0.2573	679.9770	0.2035	537.8429	0.1991	526.2510	0.2073	547.8449

資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究（本所，102 年）

小汽車、機車、國道客運及市區公車之排放能耗曲線如圖 2.60 所示。小汽車排放曲線如圖 2.58 所示，與能耗曲線類似。由圖顯示不同道路類型有不同的能耗排放值，而在低速區間，能耗/排放隨車變化較明顯。國內外能耗模式之比較實測模式與實驗式模式有差異：此計畫成果與美國新一代官方模式 MOVES 皆屬實測模式，模式結果相似；實驗室模式之能耗與速率關係不敏

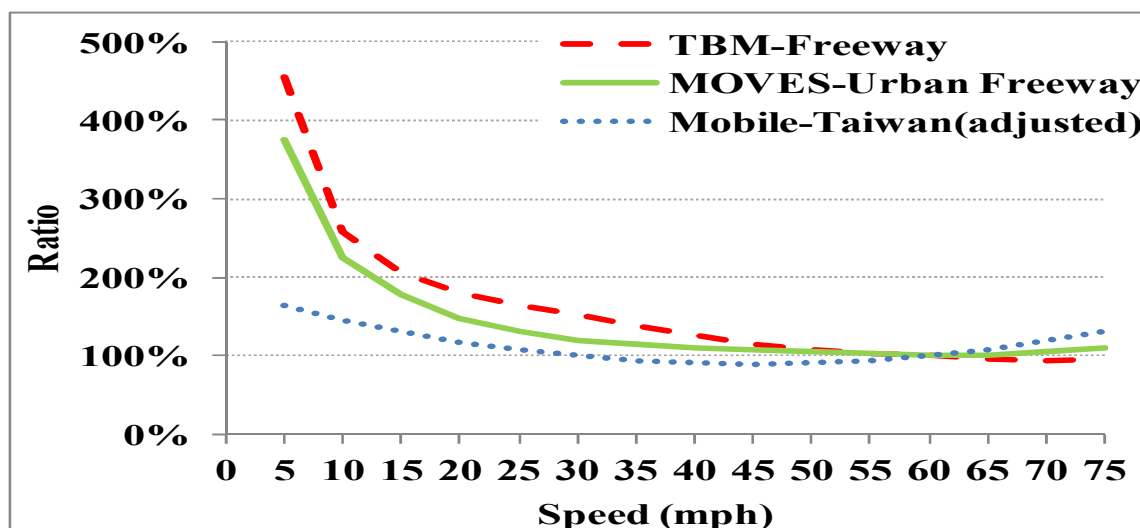
感，大幅低估低速區間能耗。道路行駛在低速區間因加減速頻繁導致能耗/排放率高。此為傳統實驗室資料建立之 Mobile 模式無法掌握。上述三者之比較，顯示於圖 2.61 所示。

行駛狀態下每單位距離之能耗



資料來源：陳柏君(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示。

圖 2.60 小汽車、機車、國道客運及市區公車之排放能耗曲線



資料來源：陳柏君(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示。

圖 2.61 國內外能耗模式與實測模式與實驗式模式之比較

該研究實測低速區間(時速 40 公里以下)的耗油率較過去模式高出甚多，亦即都會區在節能減碳方面實應負擔更大的責任，擁擠管理與環保駕駛對節能減碳發揮應有顯著功效。其成果之後續應用可分為 2 大部分：

- (1)巨觀方面，可應用於評估城際運輸計畫之能耗與排放效果，例如鐵道或公路新興建設計畫評估，及營運管理計畫之影響分析等。
- (2)微觀方面，可應用於評估改善措施/策略之能耗與排放量，例如路口號誌改善、行車速率改善之效益估算及高速公路電子收費之耗能與排放量估算分析等。

2.4.2 環保署節能減碳相關研究

1. 以智慧型運輸系統（ITS）減少機動車輛污染之效益評估研究計畫（環保署，90 年）

該計畫應用 IDAS 軟體進行機動車輛污染之效益評估，選定臺北市內湖地區作為實例研究之對象，由內湖地區機動車輛空氣污染問題之認知、改善範圍之界定、改善機動車輛空氣污染之 ITS 策略研擬、至方案之產生與績效評估等系統性之分析與評估，從而產生 ITS 策略建議執行之優先順序。

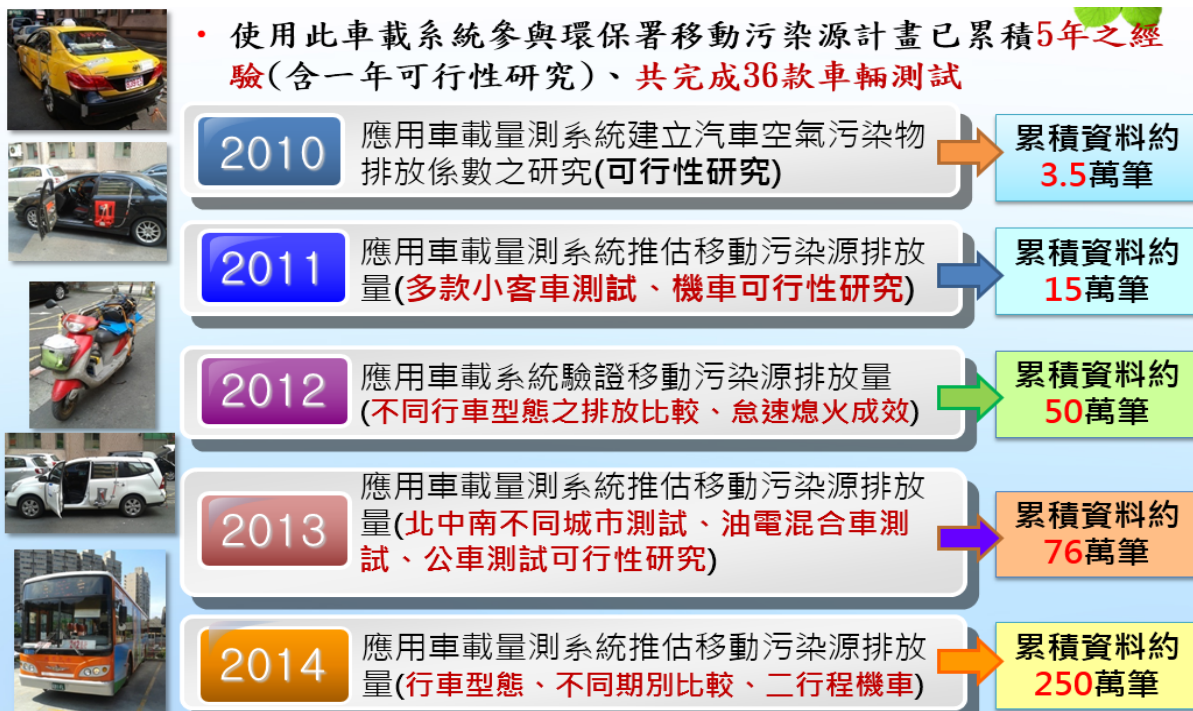
計畫以臺北市交通局民國 89 年修訂之「臺北都會區整體運輸規劃模式」DOTS II 為背景路網資料，以內湖地區為路網模擬範圍。並以 Mobile-Taiwan 2.0 針對國內機動車輛特性與環境特質，推估國內各種機動車輛之排放係數，再匯入 IDAS 程式中進行運算。

該計畫分析策略，包括：號誌動態控制、行車路徑導引、公車動態資訊及公車優先號誌等 3 項策略。並以 TSP、HC 與 NOX 三種空氣污染物減量總和來計算不同 ITS 策略的減量成本，分析結果如表 2.2.1.1，減量成本最低的 ITS 策略為號誌動態控制 110,283 元/公噸，其次為公車資訊系統及公車優先號誌 240,541 元/公噸，最高者為用路人行車路徑導引 437,476 元/公噸。

由於 IDAS 屬於運輸規劃與交通模擬程式，適用於較大區域之交通績效與環境影響分析工作，較無法反應道路上較細微之車流特性與幾何特性。國內 ITS 建置對於運具移轉影響之基礎調查資料較少，無法依國內特性進行資料輸入，評估結果亦較不準確。

2. 應用車載量測系統之污染防制系列研究成果(環保署，99~103 年)

環保署於 99 至 103 年期間利用車載系統進行車輛排放之量測，以作為政策推動之參考，如圖 2.62 所示。其車載系統研究涵蓋之測試車輛包括：機車、二行程機車、四行程機車、市區公車、國道客運、汽油小客車、油電混和車、液化石油器(LPG)車等 36 輛測試車。



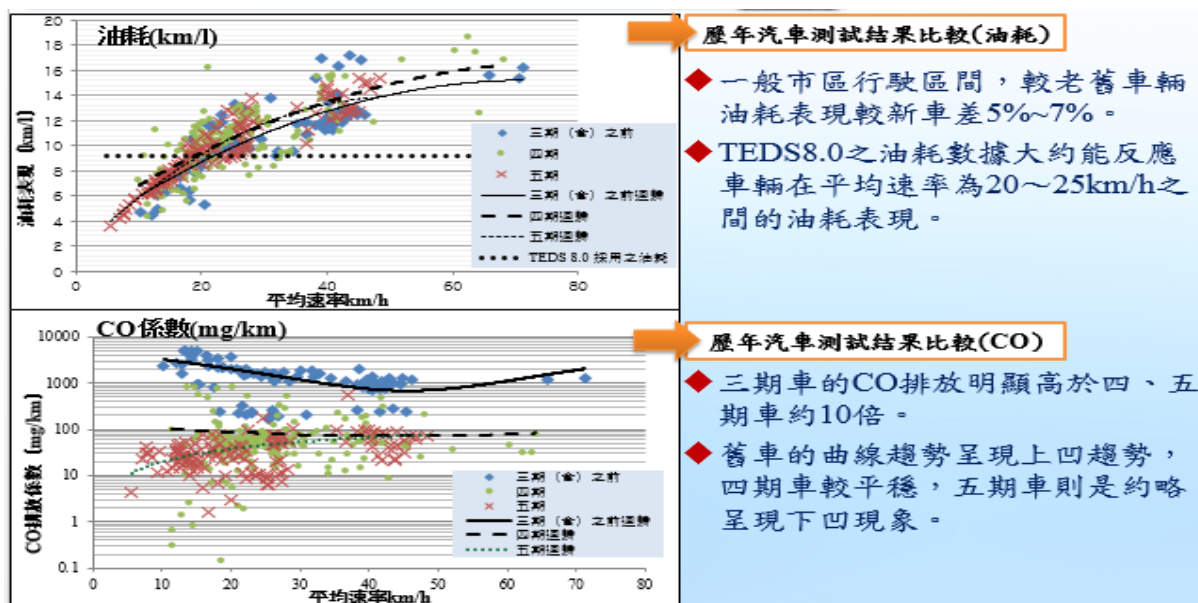
資料來源：黃心華(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示簡報資料。

圖 2.62 環保署歷年車載系統研究概況

環保署針對車載系統之研究成果，摘要如下：

(1) 不同期別車輛排放總體分析

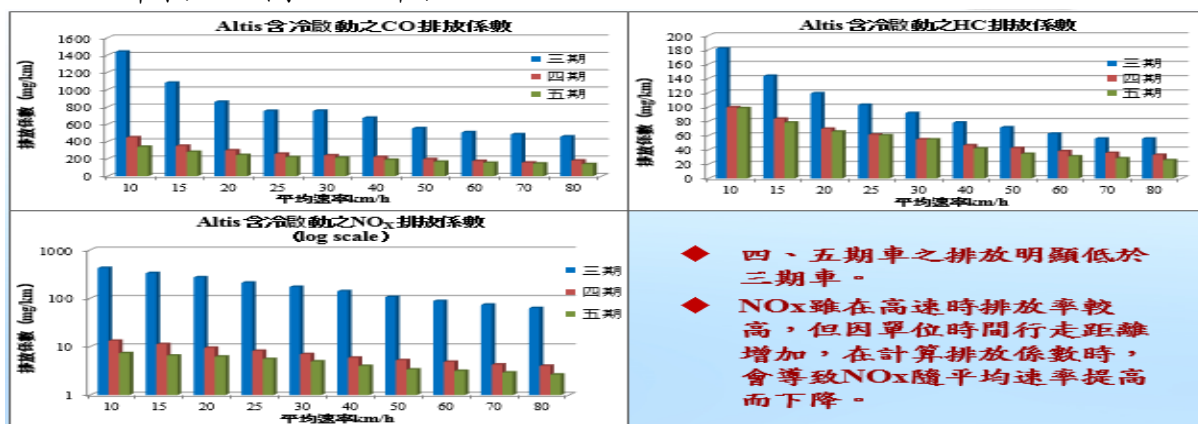
該研究針對歷年汽油小客車(熱車行駛)進行測試分析，如圖 2.63 所示。結果顯示，老舊車輛在市區行駛之油耗表現較新車低 5~7%，而環保三期車輛的一氧化碳排放明顯高於四期及五期標準的車輛。



資料來源：黃心華(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示簡報資料。

圖 2.63 歷年汽油小客車測試資料統整分析(熱車行駛)

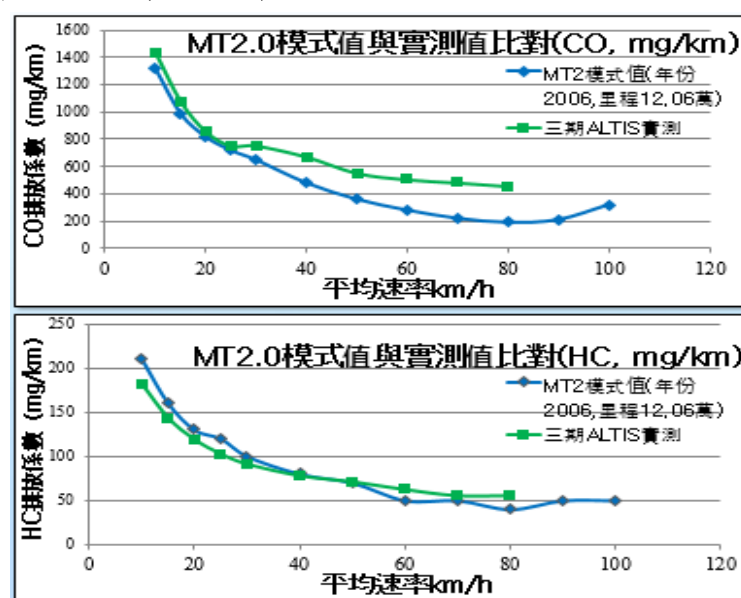
另外，在不同期別車輛排放比較(考慮冷啟動)分析中，在不同速度和排放係數之變動關係(含冷啟動測試結果，以 Altis 為例)，發現氮氧化物雖在高速時的排放比率較高，但因單位時間行走距離較長，其排放係數呈現下降趨勢，而比較不同期別車輛之影響，三期車輛明顯高於四期及五期車輛，如圖 2.64 所示。



資料來源：黃心華(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示簡報資料。

圖 2.64 速度和排放係數之變動關係(考慮冷啟動)

環保署在該系列研究中，亦將實測資料與現行推估模式比對，並提出本土化修正建議。其 MT2.0 模式推估值與道路實測值比較，評估現行模式的準確性，如圖 2.65 所示。



資料來源：黃心華(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示簡報資料。

圖 2.65 環保署 MT2.0 模式與道路實測值比較圖

(2) 怠速熄火管制策略之效益評估

環保署針對怠速熄火停等時間，以及引擎再啟動後的排放及能耗之影

響進行分析，其綜合結果顯示，怠速熄火對各種空氣污染物均有減量效益，如表 2-10。

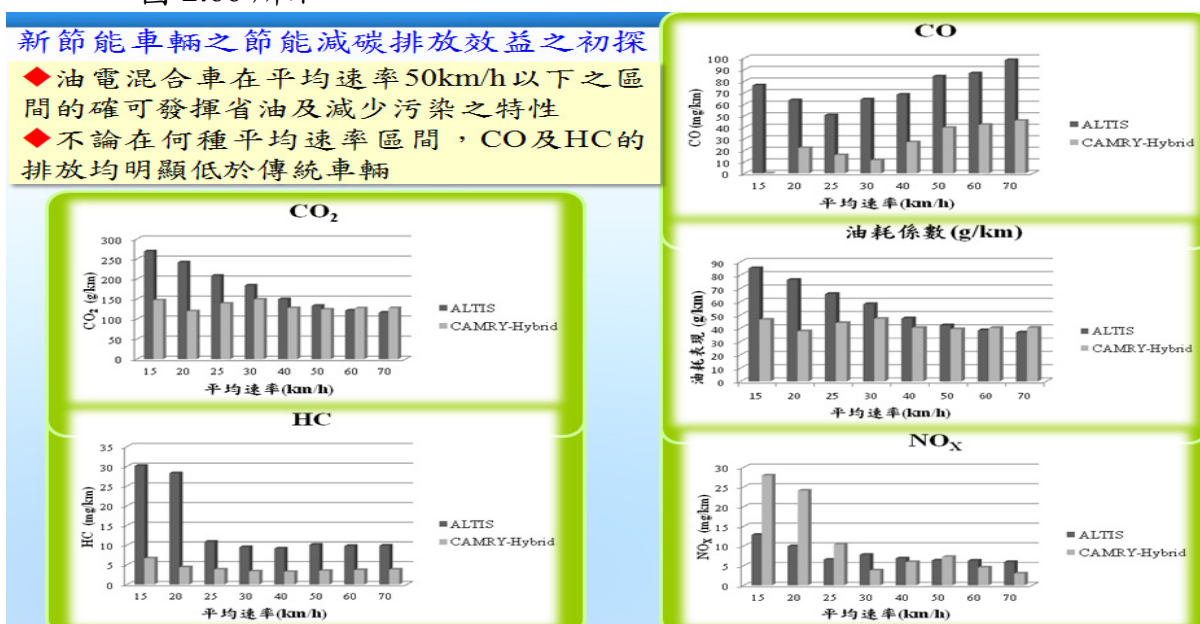
表 2-10 車輛怠速熄火之能耗及排放分析

污染物或能耗	模擬熄火時間	狀態	資料分析描述	汽車			機車		
				Altis	Sentra	Tiguan	GT-125	V-MAX	三陽 EVO
CO ₂	180秒	不熄火	連續怠速不熄火270秒之總排放量(g)	208.14	229.45	150.95	34.83	34.64	56.81
		怠速熄火	熄火180秒後重啟90秒之總排放量(g)	65.95	85.61	58.97	11.28	10.78	18.97
			相當於怠速多少秒之排放(sec)	85.55	100.74	105.48	87.42	84.02	90.18
			是否具有減量效益	○	○	○	○	○	○
油耗	180秒	不熄火	連續怠速不熄火270秒之總排放量(g)	65.8	73.44	47.88	13.5	10.77	18.77
		怠速熄火	熄火180秒後重啟90秒之總排放量(g)	21.00	28.03	18.83	4.39	3.54	6.14
			連續相當於怠速多少秒之排放(sec)	86.18	103.04	106.16	87.80	88.85	88.35
			是否具有減量效益	○	○	○	○	○	○
NO _x	180秒	不熄火	連續怠速不熄火270秒之總排放量(mg)	0.49	392.2	68.55	18.8	23.17	22.73
		怠速熄火	熄火180秒後重啟90秒之總排放量(mg)	0.14	250.09	14.68	5.72	7.61	6.17
			相當於怠速多少秒之排放(sec)	76.04	172.17	57.82	82.12	88.63	73.27
			是否具有減量效益	○	○	○	○	○	○

資料來源：黃心華(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示簡報資料。

(3)新節能車輛之節能減碳排放效益之初探：

油電混合車在平均速率 50km/h 以下之區間可發揮省油及減少污染之特性，另外在任何速率區間，CO 及 HC 的排放均明顯低於傳統車輛，如圖 2.66 所示。



資料來源：黃心華(103.12.02)，本所 MOTC-IOT-103TDB003 期末成果展示簡報資料。

圖 2.66 油電混合車不同速率之排放狀況

2.4.3 經濟部能源局節能減碳相關研究

1. 使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫(能源局，91~93 年)

該計畫完成使用中商用車（小客貨兩用車及 3.5 噸以下小貨車）耗油評估模式及影響耗能相關因素。依據測試結果商用車（箱式客貨車、小貨車）之最佳燃油效率值為 15.08 km/L，其對應之經濟速率為 45 KPH。

商用車因實際道路受到路況、交通、天候、人為因素的影響，其燃油經濟性與車輛油耗指南所公佈的結果有一段差距，主要燃油經濟性是在實驗室測得之結果，二者差異為實際道路較實驗室的平均燃油經濟性少，約 16.2%，亦即實驗室平均燃油經濟性與實際道路平均燃油經濟性相差 1.1933 倍。從行駛市區區段知，實際道路較實驗室的燃油經濟性為差，約 10.76%，高速公路地區則減少約 22.84%。如表 2-11 所示。

表 2-11 汽油客貨車耗油因素分析結果

行車狀況	比較條件	平均多費油(%)	
		小客車	小客貨車
空調	涼爽天氣(環境溫度 25°C) 空調開與關比較	16.0	15.0
	炎熱天氣(環境溫度 35°C)空 調開與涼爽天氣(環境溫度 25°C)空調關比較	24.0	22.0
輪胎壓力	低於標準胎壓 10%	1.9	1.8
	低於標準胎壓 20%	5.6	3.0
載重	每增加 100 Kg	3.0	3.2

資料來源：能源局 91-93 年度「使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫」

2. 建立低耗能車輛測試程序與耗能影響因素評估及省能車輛推廣策略研究計畫(能源局，94 年)

該計畫針對汽油小客車、柴油小客車與複合動力車測試數據結果顯示，行車型態、空調與排氣量對燃油經濟性皆有顯著影響，表示燃油經濟性在不同車種的影響因子均相同。其中汽小客、柴小客與複合動力車空調影響耗能頗大，空調系統之效率應管制，使其提高，減少車輛耗油。

此外，Idling Stop 技術有節能效益，值得宣導，但污染部分需進一步探討。

3. 車輛節能應用技術研究計畫(能源局，99~103 年)

該計畫主要蒐集國際間重型車輛效率提升之相關管理制度與作法及相關節能技術，推動重型車輛提升能源使用效率，並探討有關重型車輛導入節能減碳技術之節能減碳成效評估模型建構，評估規劃導入之政策措施之節能成效；並針對客運業者研提政策措施建議方案，以促成業者實施自主節能管理與運用節能技術。主要執行內容包括：

- (1) 研析重型車輛能源效率管制作法與二氧化碳排放管理機制。
- (2) 參考國際輪胎節能效率檢驗程序及胎壓監測系統發展，評估推動車輛輪胎效率標示之可行性。
- (3) 評估國際車輛節能相關技術(如:動能回收、液壓混合動力系統、輔助動力單元、氣體燃料引擎等)之減量效益與推廣車輛節能技術，並對客貨運業者進行輔導服務活動，達到國內車輛節能效益。
- (4) 導入液壓混合動力系統，實際進行車輛安裝，精確衡量引擎節能操作區域與建立個別車隊使用型態效益評估。
- (5) 結合國內學術界、機械業者與車輛業者研究車輛液壓傳動的控制方式、元件開發及產製。

2.5 前期計畫 ITS 節能減碳與成本效益評估工具建置與應用成果

針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性探討，持續強化 ITS 節能減碳效益評估工具與相對應之成本效益資料庫及查詢網站系統，建立 ITS 節能減碳與成本效益評估機制，另篩選國內重要之 ITS 計畫案例，進行節能減碳與成本效益之實證評估，包含高速公路整體路網交通管理系統、國道電子收費及計程收費、縣市智慧交控與時制重整等計畫，估算計畫之成本效益，後續可透過 ITS 節能減碳綜效示範計畫之規劃，藉由數個 ITS 服務領域及功能的整合與推動，以探討交通部門可採行的 ITS 節能減碳措施，進而作為研訂我國運輸部門節能減碳策略與行動方案之重要參據。其主要成果如下：

1. ITS 計畫成本效益評估工具

計畫應用 IDAS 模擬高速公路南區及國道 5 號路網交通管理系統，評估包含匝道儀控系統、事故管理系統、動態資訊標誌、網際網路系統、電話語音資訊系統、路況廣播系統及手持設備資訊系統等 7 項 ITS 系統，另以南區路網評估分析電子收費系統成本效益，計畫執行過程除蒐集各項系統建置之成

本資料，亦蒐集匝道儀控、動態資訊發佈等本土化參數，以提高成本效益估算之準確性。

除針對系統建置成本及營運資料參數蒐集外，計畫特別透過問卷調查分析，蒐集駕駛人之選擇行為特性，並取得駕駛人對於高速公路動態資訊標誌、網際網路旅行者資訊系統、手持式設備資訊系統、電話語音旅行者資訊系統及公路路況廣播之可節省旅行時間之車輛百分比、市場滲透率及旅行中使用資訊比例等行為特性參數。另經敏感度分析發現資訊系統效益受旅行時間節省比例影響甚大，後續應針對交通資訊與時間節省的關聯性進行深入探討，以提升節能減碳評估之準確度。

2. 號誌時制重整節能減碳試算表評估工具

有鑑於以往縣市政府號誌時制重整計畫節能減碳評估作業所採用的評估方式不一，引用之相關參數亦有所差異，因此前期研究根據所制定的參數及評估方式建議，開發試算表評估工具供縣市政府於未來號誌時制重整計畫使用，以標準化各縣市的評估方式與參數，利於交通部對於各縣市號誌時制重整效益的彙整作業。試算表評估工具的使用時機，係在號誌時制重整作業結束後，實施績效評估的階段，利用事前事後計畫範圍路口停等延滯的改善值進行節能減碳評估。

3. ITS 節能減碳與成本效益資料庫之建置與整合

前期計畫與「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」進行整合，建置完成 ITS 節能減碳與成本效益資料庫及網站系統，提供範疇定義、入門導引、評估準則及參數、基本資料及成果統計、成本資料、效益資料、經驗學習、國際觀察、國內連結、後台管理等 10 項功能。

建置系統與既有系統網頁整合方式與既有系統之關聯及運作流程，各項功能均整合納入「運輸部門能源使用與溫室氣體排放整合資訊平台」之「知識庫」或「模式庫」，以結合運用既有系統資源及發揮計畫綜效。

4. 綜效示範計畫之評估與規劃

前期計畫依據綜效示範應用服務功能「民眾有感及施政亮點」重要程度分析結果，針對未來示範計畫可優先進行私有小客車假日觀光情境或私有小客車平日通勤情境，後續則視實際經費預算及需求，擴充執行公共運輸及商用客車示範應用情境，以集中資源提高效益。此外，考量建置經費與成效展現，後續在 ITS 節能減碳綜效示範計畫及節能減碳實用應用軟體，在應用功

能及系統開發時，計畫建議可將交通資訊介接之環保路徑規劃納入優先考量，並參酌國內桃園航空城與臺中水湳經貿園區之大宅門特區規劃導入低碳永續發展之理念，未來可進一步研議本計畫應用之可能方向及示範內容。

2.6 小結

1. 國內外節能減碳技術發展與重點

- (1)國內運輸部門的節能減碳政策主要在公共運輸服務、人行空間、自行車運具、智慧型運輸服務、運具效能及低碳島等六大方向進行改善與提昇。而對於 ITS 節能減碳政策的發展重點，則著重在高快速公路交通控制系統、即時交通資訊提供、高速公路電子收費、都市智慧交控/時制、智慧公車等部分，故如何整合「人、車、路」系統的「即時通訊」及「歷史資訊」，針對不同的狀況，採用適當的無線傳輸媒介來達到運輸系統之整合以達到節能減碳之綜效並達到提高運輸效率、安全，提供民眾便捷服務等目標。
- (2)在歐盟方面，2011 年的運輸白皮書提出運輸部門對於溫室氣體減排的三大主題，分別為開發可持續燃料和引擎系統、複合運輸的物流鏈(包括使用更節能運輸方式)、透過資訊系統提昇運輸效率和基礎設施的使用效率，其中 ITS 屬於第三項主題中一個重要的發展項目。歐盟 ITS 發展技術著重於 V2V、V2I、V2R 等通訊技術之導入，藉由一系列示範計畫，建立合作式系統之功能架構、技術標準，以及效益評估方式，分析 ICT 技術導入於 ITS 對於使用者行為、交通車流、安全、環境、社會之衝擊，以及相關技術功能於惡劣環境下之效能，並蒐集使用者意見，以有利於未來建立商業模式。在國際上亦與美國、日本等國合作並進行交流，以調和相關技術標準與節能減碳效益評估方法論。
- (3)美國運輸部歸納所有降低溫室氣體排放的運輸策略中，屬於 ITS 部分主要為交通管理、即時旅行者資訊及擁擠收費等三項策略，在交通管理部分建議增加地方政府交通管理系統之建置與維運，並加速各轄區路口號誌整合運作，在即時旅行者資訊部分則需著重在公車即時到站與即時停車導引等資訊之提供，需聯邦政府大量補助資訊蒐集與傳播設備之建置營運經費，在擁擠收費部分之收費技術已相對成熟，但因公平性、個人隱私、私人收費等議題產生之爭議性較大，短期內亦不易解決，建議聯邦政府提供激勵措施以提高地方政府的實施意願。美國著重於建立車聯網，提供車間連結性而防止車輛碰撞，

提供車輛與基礎設施之間連結性而創造安全、機動、環境效益，以及提供車輛、基礎設施、以及無線裝置之間連結性，而使所有系統使用者能獲得不中斷且即時之連結服務。

- (4)日本著重於經由探偵車資訊的蒐集、處理與傳送，推動基於節能減碳考量之先進道路交通管理與資訊發布，例如支援綠色交通行程規劃之「Green Navi」APP，以促成人/物移動之 Green 化，並發展車輛列隊、車間距離控制、車道線維持、衝突迴避等應用功能。日本 GREEN ITS 計畫目標如下：

表 2-12 國外 ITS 節能減碳發展重點與推動計畫

	歐盟	美國	日本
ITS 節能減碳發展重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電子票證整合 2. 複合運輸 3. 即時乘客資訊系統 4. 大眾運輸車隊管理 5. 手機交通資訊與票證運用 6. 彈性營運方式(DRT、Taxi-sharing、Car sharing) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通訊系統整合 2. 電子票證應用 3. 車隊管理 4. 先進式旅行者資訊服務 5. 運輸需求管理 6. 智慧車輛系統 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電子票證 2. 複合運輸銜接無縫隙 3. 即時乘客資訊系統 4. 大眾運輸車隊管理 5. 個人化交通資訊應用 6. 彈性營運方式(DRT、Taxi-sharing、Car sharing) 7. 公車優先系統
推動計畫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 英國iBus, Road idea 2. IFM Project 3. 德國萊比錫Easy.GO系統 	VII與Transit： <ol style="list-style-type: none"> 1.交叉口避撞協調系統 2.號誌化左轉輔助系統 3.公車車上監視系統 4.電子收費與擁擠定價 5.事件反應與路廊管理 	都市交通綜合運輸控制系統(CTCS)：藉由掌握行車情況及乘客資料，提供精確平穩的公車服務。公車與控制中心之間建立資訊交換同時提供與鐵路接駁資訊給乘客

資料來源：本計畫整理。

2. 國內外 ITS 節能減碳推動案例

本計畫蒐集國內外案例總計 9 項，涵蓋地區範圍包括：歐盟(5 個案例)、美國(1 個案例)、日本(2 個案例)以及我國(1 個案例)。歐盟地區案例包括：In-Time、DRIVE C2X、FREILOT、eCoMove、COSMO 等，美國案例為 Connected Vehicle Research(計畫前身為 VII 及 IntelliDrive)，日本案例包括：Green ITS、Energy ITS，我國案例為車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究-總合示範計畫，歸納如表 2-13。

表 2-13 國外 ITS 節能減碳重點之推動案例及效益

	歐盟	美國	日本
推動案例	<ol style="list-style-type: none"> 1. eCoMove應用先進的V2I、V2V在支援駕駛、車隊管理、交通管理等應用 2. 瑞典首都斯德哥爾摩實施擁堵收費機制，根據時段對出入收費區車輛進行收費，其中交通尖峰期的收費最高 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國郵局和IBM聯手，共同發展HCAP，以解決最佳交通運輸路徑規劃問題 2. 福特提供Eco-Driving節能駕駛訓練課程，教導駕駛人正確的環保駕駛方式 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2008ITS 能源計畫，建立ITS 效益評估方法論 2. 推動「人與物移動Green化」Green ITS包含車輛導航、VICS、ETC等ITS服務，期能降低交通延滯及減少小客車二氧化碳排放量
效益	<ol style="list-style-type: none"> 1. eCoMove目標在於減少20%燃料消耗與二氧化碳排放量 2. 瑞典首都斯德哥爾摩實施收取擁堵稅，使交通擁堵程度降低了25%，溫室氣體排放量下降了40% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國郵政服務使用ITS技術節省超過370萬美元以上的運輸費 2. 美國福特公佈，採用Eco Driving駕駛方式，平均可省油24% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2010年藉由VICS的交通資訊服務減少了240萬噸的二氧化碳排放量 2. 預計交通壅塞程度於2020年時可較2010年改善50%


資料來源：本計畫整理。

3. 國內外 ITS 節能減碳應用軟體

國內目前 ITS 應用且具有節能減碳功能的應用軟體可概分為「節能減碳資訊提供」、「節能減碳效果計算」、「環保駕駛程度計算」等類別，軟體目前多已節能減碳相關數據配合 GPS 作為資訊計算基礎，較少利用車輛診斷系統介面(OBD)擷取計算資訊。

而國外減碳效果計算軟體中，已有許多利用車輛診斷系統介面(OBDII)的應用軟體，例如：EcoWin (RoadPia Inc.)、Garmin eccRoute HD、DashCommand(Palmer Performance Engineering)等。而 A Glass of Water(Från Toyota Sweden AB)則具備將使用者過去的駕駛習慣紀錄，應用於此次駕駛相同路線時的提醒，可提高使用者的環保駕駛分數。

表 2-14 國內外重要廠商節能減碳導航產品發展現況

	福特汽車	Garmin	TomTom	Google Map
發展重點	車用導航MyFord Touch系統的最新的省油技術，其衛星導航功能提供Eco Route（環保路徑）模式，會依照駕駛設定的目的地，計算最省油的路線。	Garmin ecoRoute為其導航軟體中的一項功能，提供使用者駕駛習慣的參考，可藉此調整個人的操控模式，以達到節能減碳的目的。	TomTom導航軟體，路徑規劃搭配Real-Time路況資料應用，提供省時節能又安全的路徑規劃。	Google Map整合提供路況資訊、路徑規劃、導航、POI資訊、大眾運輸資訊等多元功能，已形成了一個規模龐大的平台。
做法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 根據即時/歷史交通資訊、以及所蒐集的車主駕駛習慣等資料，分析產生最快路徑、最短路徑、最節能路徑，供車主選擇。 2. 即時顯示過去5~30分鐘間的油耗情況，駕駛人可參考調整其駕駛行為，學習節能駕駛技術。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 路線規劃會自動換算出此趟旅程所需花費的成本(油耗、碳排放量)；導航過程中也可隨時查看已使用的燃料金額。 2. 提供碳排放量的計算資料，讓使用者更了解駕駛時所產生的二氧化碳，做為未來改進的依據。 	依據不同時間點、於各路段蒐集到的實際平均車速，進行路徑分析，計算出在尖峰、離峰或平日、假日等不同時間的交通資訊，再配合RDS-TMC路況資訊，可幫助駕駛避免進入壅塞或是施工路段。	提供由起點至迄點的常走路徑，並根據即時交通資訊提供各路徑的預估旅行時間。 

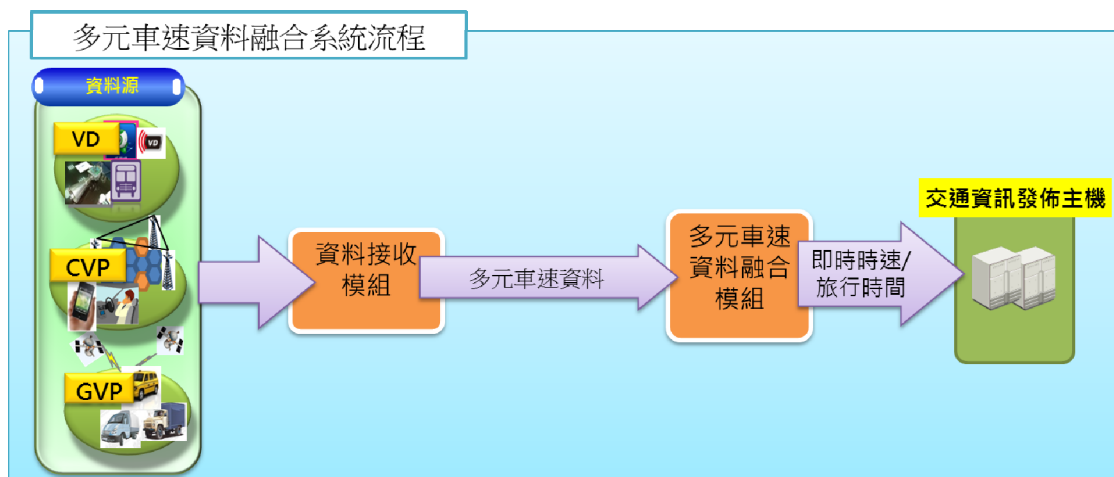
資料來源：本計畫整理。

第三章 ITS 節能減碳示範內容

前期計畫依據綜效示範應用服務功能「民眾有感及施政亮點」重要程度分析結果，針對示範計畫可優先進行之項目進行分析，在整體旅運規劃中，包含運具與資訊整合之領域，惟考量示範內容之執行期程與投入經費，本計畫主要針對私人運具在交通資訊與環保路徑整合應用進行 ITS 節能減碳示範，以作為後續擴充推動之參據。

3.1 交通資訊蒐集技術

目前智慧型運輸系統中，較常見且已有實際應用案例的交通資訊蒐集技術，包括 VD (Vehicle Detector)、GVP (GPS-based Vehicle Probe) 及 CVP (Cellular-based Vehicle Probe) 等。各種交通資訊探偵技術之技術本質皆有所不同，因此每種交通資訊探偵技術之準確性、適用範圍與限制亦不同，當一路段上同時可取得數種資料源所提供之交通資訊時，如何透過資料融合(Data Fusion)技術，有效彙整各來源交通資訊，進而達到提升交通資訊之涵蓋率與可靠性之效果，便成為一重要課題，不同種類的交通資訊來源與融合技術之處理流程示意圖如圖 3.1。透過所蒐集到的交通資訊，可計算出路網上各路段的旅行時間，該旅行時間為應用 ITS 進行節能減碳之重要評估依據之一，在此章節會一併加以論述。



資料來源：本計畫整理。

圖 3.1 多元交通資訊來源融合處理流程示意圖

1. 車輛偵測器(VD)

VD 車輛偵測器主要用於偵測高快速公路之車流量、車種的速率，以及車種道路占有率，亦可透過時速換算路段之旅行時間，此資料來源來自於交通部「路側設施即時交通資料庫」，透過資料介接系統讓高速公路局、公路總局及 18 個縣市（基隆市、臺北市、新北市、桃園縣、新竹縣、新竹市、苗栗縣、臺中市、彰化縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、嘉義市、臺南市、高雄市、屏東縣、宜蘭縣、臺東縣）等 20 處資料來源端。由於 VD 建置及維護成本高，大多佈建於高速公路或快速道路之上，因此平面道路之交通資訊便較難透過 VD 進行蒐集。

2. GPS 車輛偵測(GPS Vehicle Probe, GVP)

為了進一步提升交通資訊覆蓋率，游動車資料（Floating Vehicle Data, FVD）之概念，其實早於 1920 年就被提出，早期是藉由車輛上乘載的觀察人員來手動記錄通過各預設路徑檢查點的時間，以進一步推算出行駛路徑所需花費的旅行時間資訊；而在 1990 年，於美國芝加哥進行的一個 ADVANCE 專案，便是藉由蒐集裝載 GPS 裝置的探偵車回傳的 GPS 資訊，來即時地蒐集分析出旅行時間。而在 2000 年，英國 ITIS 公司是最先將 FVD 商業化的一個重要先驅者，其在許多國家實作了大型的 FVD 系統並提供即時的交通資訊；ITIS 提出了 GFVD:GPS Floating Vehicle Data 的概念[Gates, 2002]，透過裝載 GPS 定位裝置之探偵車輛行駛在各都市幹道上，並定期的回報其 GPS 定位資訊到後端資訊蒐集伺服器，藉由分析各探偵車回傳的 GPS 定位資訊便可掌握都市幹道的路況資訊。

3. 以通訊信令為基礎之車輛偵測(cellular-based vehicle probe, CVP)

利用行動網路用戶與網路間之通訊信令，取得即時交通資訊逐漸成為目前交通運輸領域研究的熱門議題，由於具備維護容易、設備年限長、覆蓋範圍大，以及資料量豐富等優點，在 ITS 領域具有無限的應用潛力，目前國外已發展相關理論及多樣的測試研究報告，例如：英國 ITIS 公司、美國 Maryland 大學、美國 Berkeley 大學及法國交通研究協會等；主要運用行動用戶位置更新(Location Area Update, LAU)、路由區域更新(Routing Area Update, RAU)及換手(Handover)等行為計算即時交通資訊。

4. 融合(Fusion)

VD、GVP、CVP 等不同交通資訊蒐集技術相關比較如表格 3-1 所示，所產

生之交通資訊皆有其適用上的優點與限制，因而有必要發展一套交通資訊融合技術，以達到提升交通資訊品質、交通資訊覆蓋率的目標。1990 年代開始有學者開始投入研究融合技術於 ITS 領域之應用，1995 年 Faouzi 與 Lesort 及 Sethi 等是最早提出此類應用的文獻。當各交通資料源資料送入 ITS 之資料融合子系統時，會先進行異常資料判斷，過濾非即時和時速不合理之資料，接著，路段資訊融合將會依據時效性、資料源隨機誤差兩項指標判斷各交通資料源可信度，此兩項指標之好壞須根據歷史資料分析建立時效性模型及資料源隨機誤差模型加以評估，依據兩項模型計算各筆資料之可信度，最後以路段為單位利用最佳權重法加權平均各筆資料產生路段融合時速及可信度。

表 3-1 交通資訊蒐集技術比較表

	VD	GVP	CVP
蒐集方式	利用環路線圈、雷達微波或者影像偵測蒐集通過特定道路之車輛資訊	利用安裝於探偵車上之 GPS 裝置蒐集車輛資訊	利用行動網路用戶與網路間之通訊信令蒐集車輛資訊
蒐集範圍	靜態，為裝置佈建的道路所限制，多位於高快速道路	動態，隨探偵車數量及移動區域可蒐集廣大範圍的資訊	動態，隨行動用戶數量及移動區域可蒐集廣大範圍的資訊
資料量	低	中	高
建置及維護成本	高	低	中
準確率	高	中	低
一般應用下之資訊更新頻率	1 分鐘	5 分鐘	5 分鐘
可提供之交通資訊	平均時速、旅行時間、車流量、佔有率	瞬時時速、平均時速、旅行時間	平均時速、旅行時間
主要應用限制	佈建成本高，資訊覆蓋率較低	受探偵車行為影響	為電信公司專有的資料，一般廠商較難取得

資料來源：本計畫整理。

3.2 交通資訊於節能減碳應用研究

在相同的起迄點下，不同的旅行路徑規劃方式對油耗及產生的 CO₂ 排放量會有很大的差異。根據瑞典的 Ericsson(2006)等研究指出，有 46%的路徑規劃不是以最省油的方式進行規劃，一套省油的路徑規劃系統平均每趟旅程可以節省 8%的油耗量。由於行車時速和油耗量並非為線性關係，因此最短路徑並非一定為最省油路徑。

有許多不同的因素會影響車輛的油耗量，例如車型、道路的特性、行車時速...等都對油耗有不同程度的影響，因此通常需使用一套能源評估模型來評估車輛的污染程度。國外在能耗與排放模式方面已發展多年，並已建立出多套評估模型，例如由美國環保署制訂的 Mobile 模式、國際能源署制定的 MARKEL 模型等。在國內則有如 Mobile-Taiwan、TDM2008 等模型。

目前已有許多國內外研究致力於將道路規劃與降低油耗及排碳量的概念結合。2006 年 Boriboonsomsin 利用多種不同的即時及歷史交通資訊實作以最少油耗及排碳量的路徑規劃系統「eco-route」，此研究由 DynaNet Database 內的加州地區歷史國道交通資訊去預估多種污染物的排放量(Energy/Emissions Operational Parameter Set, EOPS)，並利用多變數迴歸方程找出 EOPS 與各種變數間的關係。訓練出來之關係式如下：

$$EOPS_i = f(V, R, T, O) \quad (3.1)$$

其中 $i = \{\text{油耗, CO}_2, \text{CO}, \text{NO}_x \text{ 等污染物}\}$

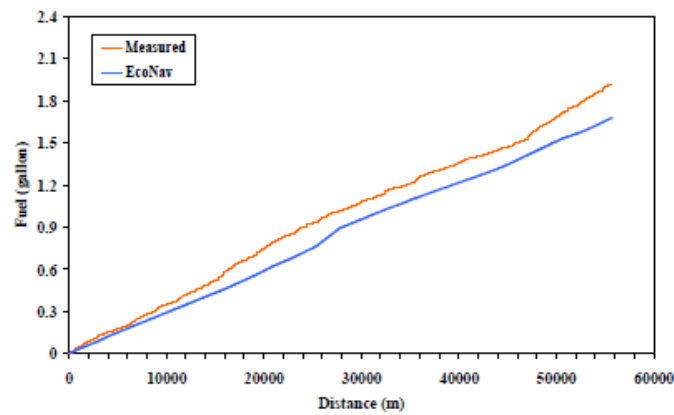
V = 與車輛有關的屬性, e.g. 車型、製造日期、負重等

R = 與道路有關的屬性, e.g. 道路型態、速限、是否有十字路口等

T = 與交通有關的屬性, e.g. 時速、車流量、壅塞程度等

O = 其他可能影響的屬性, e.g. 駕駛行為、環境等

Boriboonsomsin 經由此關係式進行路徑規劃出 EOPS 最低的行程，經實際路測實驗後，約可減少 12%的排放量，Eco-Route 與一般路徑規劃之油耗比較如圖 3.2 所示。



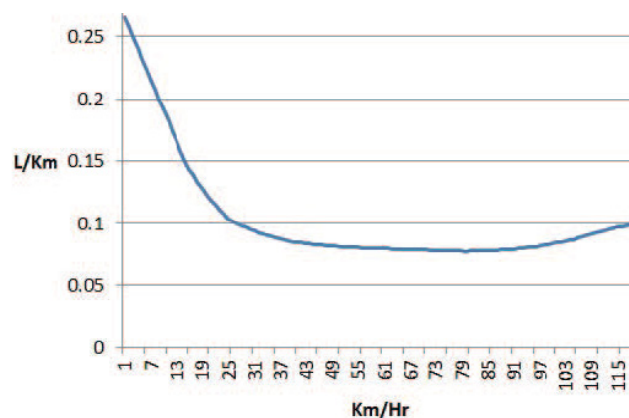
資料來源：Boriboonsomsin, 2006。

圖 3.2 Eco-Route 與一般路徑規劃之油耗比較圖

Chang, Ing-Chauy 在 2013 年 則是利用 Vehicular Ad-Hoc Network (VANET) - based A* 路徑規劃演算法實作了最佳化旅行時間及最少資源消耗的 Android-based 導航之 APP。該研究實作方法如下：

利用 Android 手機蒐集駕駛人的 GPS 點位，則每輛車會將自己的道路資訊透過 IEEE 802.11 無線網路分享給範圍內的車輛，讓其他車輛可以有更多的資訊預測臨近的路況，將蒐集到的道路資訊結合 Google Map 上的即時車速，利用 VANET-based A* 路徑規劃演算法分別產生最短旅行時間及最少油耗量的路徑規劃。

在演算法實作上，該研究利用美國 Fuel Economy Information 所統計的駕駛時速與油耗關係改善路徑規劃演算法，並從中找出最省油的路徑，時速與油耗關係的關係圖如圖 3.3 所示，根據實驗結果，省油路徑最多可以較不考慮省油的路徑規劃節省 16% 的油耗量。



資料來源：Chang, 2013

圖 3.3 行車時速與每公里油耗關係圖

Hitachi Kono (2012)研究室亦提出油耗分析及節能路徑規劃預測模型之研究成果，該研究結合「油耗預測」以及「最短路徑查詢」以找出最佳節能路徑，該研究之油耗預測模型如圖 3.4 所示，將道路資訊結合由導航機取得的道路資訊和駕駛行為預測，再加上車輛參數後，搭配能量評估模型完成。該研究之驗證結果如表 3-2 所示，最佳節能路徑雖較最快路徑多出約 9% 的旅行時間，但也較最快路徑節省約 10% 的油耗量。

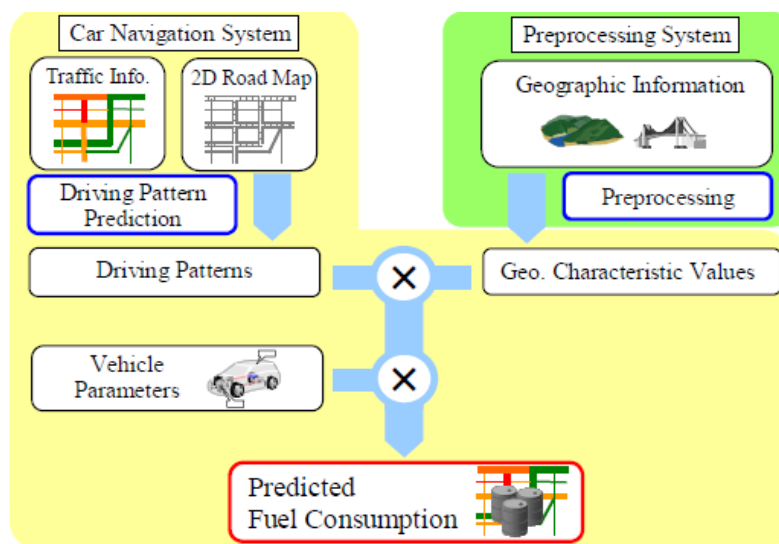


Figure 3. Diagram of fuel consumption prediction model.

資料來源：Hitachi, 2012。

圖 3.4 Hitachi 油耗預測模型架構

表 3-2 Hitachi 最快路徑及最佳節能路徑之比較

Route	Length	TravelTime	Fuel Consumption	Fuel Consumption Prediction Error[%]
Ecological	0.82	1.09	0.91	-2.2
Time Priority	1.00	1.00	1.00	+5.6

由上述研究可知，只要將道路交通資訊結合適當的能源評估模型進行分析，皆可較一般的路線規劃模式節省一至兩成的油耗量，達到節能的效果。

3.3 ITS 節能減碳示範架構

從 3.2 節國外運用交通資訊在節能減碳之研究可發現，藉由交通資訊與路徑導航將車流進行引導，可改善路網行駛效率，進而達到節能減碳的效果。而透過即時交通資訊提供，國內的導航服務業者即能夠將相關油耗與旅行速率的關係參數整合運用，發展所謂的節能導航服務，其演算邏輯如下：

1. 路徑規劃：根據起迄點規劃多條可行路徑。
2. 估算每條可行路徑的油耗：由於交通資訊是以路段為單位提供，因此理論上導航軟體可以根據當下的路況，估算可行路徑上每一個路段的車速，並依照道路等級和油耗參數，將路段油耗加總後得到每條路徑的總油耗。
3. 比較每條可行路徑的油耗，取最小油耗路徑為行車建議路徑進行導航。

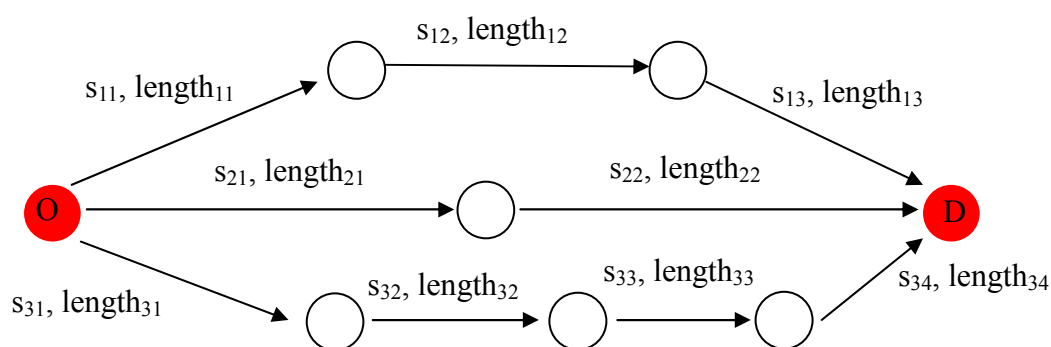


圖 3.5 起迄點間多條可選擇路徑

然而上述演算邏輯，在實務應用時會產生計算上的盲點：

1. 交通資訊提供的路段旅行時間或旅行速率，是指該路段的平均值，不同的路況可能代表不同的油耗結果。例如某輛 A 車可能 20% 時間花在停等紅燈，80% 順暢行車，而某輛 B 車可能整個路段都在行駛，但受堵車影響慢速推進，兩者最後旅行時間雖然相同，但最終的結果，兩者的總油耗可能產生差異；因此，平均速度相同，但具有不同行駛速率組成之狀況，需要進一步實證分析。
2. 在起迄點的多條路徑當中，路徑之道路等級組成不同亦可能產生影響，例如 A 路徑是由 60% 國道、10% 快速道路、5% 低干擾省道、5% 高干擾省道、以及 20% 市區道路所組成；B 路徑則是由 70% 國道、10% 低干擾省道、10% 高干擾省道、以及 10% 市區道路所組成。不同等級的道路因有不同的油耗係數，不同等級道路的路況對油耗的影響程度，亦需透過實證分析。

因此，本計畫以用路人常見的起迄點間多條可選擇路徑為模擬情境，依照出

發前之交通資訊進行節能導航路徑規劃，選擇節能減排效果最佳之路徑。上路後因實際路況變化導致行程中車速改變，沿途以資通訊工具蒐集所產生的油耗及排放，透過後端平台進行差異分析及模式調整。

3.3.1 示範計畫節能減碳評估方法

ITS 對於節能減碳之效益評估，主要以計算 ITS 策略實施前後，路網上減少之交通活動量後，再乘上耗油率，可得到 ITS 策略實施前後之節能量，再根據所得節能量及各種油類的單位燃料之 CO₂ 排放係數，即可進一步估算減碳量，其計算方式如下所示：

- 節能量 = 減少交通活動量 × 耗油率
- 減碳量 = 節能量 × CO₂ 排放係數

而耗油率有以下 3 種計算方式：

1. 全國平均值

本所「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立」系列研究中，蒐集全國歷年車輛數、車輛使用率、年平均行駛里程等資料，進而推估「平均耗油率」，如表 3-3 所示。此表在同一個統計基礎下，可同時比較歷年不同車種之差異，但無法進一步探討不同速率下之耗油率值。

表 3-3 國內歷年車輛燃油效率

單位：公里/公升

年份	小客車(汽車)		汽油小貨車		柴油小貨車		大客車			特種車
	自用	營業	自用	營業	自用	營業	自用	遊覽車	公車客運	
1990	9.44	9.60	9.75	9.42	9.89	8.40	2.46	2.61	2.67	2.61
1991	9.30	9.60	9.65	9.32	9.50	8.07	2.47	2.61	2.60	2.61
1992	9.15	9.30	9.34	9.03	9.75	8.28	3.01	3.20	2.58	3.20
1993	9.00	9.20	9.24	8.93	9.41	8.27	2.90	3.08	2.55	
1994	9.12	9.10	9.14	8.84	9.38	7.97	3.09	3.28	2.49	
1995	9.23	8.90	8.94	8.64	7.87	6.68	3.10	3.30	2.57	
1996	9.50	8.60	8.64	8.35	7.14	6.07	3.11	3.31	2.54	
1997	9.55	8.40	8.44	8.16	7.10	6.03	3.13	3.33	2.48	
1998	9.60	8.30	8.34	8.06	7.04	5.98	3.02	3.21	2.49	
1999	9.90	8.20	8.24	7.96	7.71	6.55	2.90	3.08	2.48	
2000	10.20	8.70	8.74	8.45	7.85	6.66	2.82	3.00	2.51	
2001	10.07	9.10	9.14	8.84	7.28	6.19	2.75	2.92	2.63	
2002	9.94	8.90	8.94	8.64	8.96	5.91	2.71	2.88	2.66	
2003	9.82	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.66	2.83	2.69	
2004	9.70	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.75	2.92	2.75	
2005	9.00	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	2.98	2.79	
2006	9.84	8.69	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	3.01	2.82	
2007	9.84	9.15	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	3.02	2.81	
2008	9.84	9.15	8.73	8.44	7.37	6.26	2.83	3.02	2.81	

資料來源：本所，運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)——建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式，99 年。

2. 隨車速變化耗油率(推估法)

上述平均耗油率值，無法反應速率上之差異。由於車輛於實際運行過程，隨速率不同耗油率亦會產生變化，為了更精確評估速率變化之效果，亦曾引用國外各車種之耗油率值做為參考，如表 3-4 所示。過去由於國內相關之研究付之闕如，因此多直接引用國外研究成果，但因國內外之道路條件、旅次特性與駕駛行為皆有所差異，因此在應用上仍需注意其限制。

表 3-4 各車種不同車速耗油率推估值(以 2005 年為參考基準)

耗油率 (l/km)	小客車		小貨車		大貨車	公車/客 運車	大客車 (非公車)	特種車	機車
	自用	營業	汽油	柴油					
5	0.176	0.182	0.203	0.225	0.507	0.465	0.432	0.430	0.117
10	0.164	0.170	0.185	0.207	0.485	0.445	0.414	0.412	0.065
15	0.153	0.158	0.170	0.191	0.465	0.426	0.396	0.394	0.049
20	0.143	0.148	0.155	0.177	0.446	0.409	0.381	0.379	0.041
25	0.133	0.138	0.143	0.164	0.430	0.394	0.367	0.365	0.038
30	0.125	0.129	0.132	0.153	0.415	0.381	0.354	0.352	0.036
35	0.118	0.122	0.122	0.144	0.402	0.369	0.343	0.342	0.035
40	0.111	0.115	0.115	0.137	0.391	0.359	0.334	0.332	0.036
45	0.106	0.109	0.109	0.131	0.382	0.351	0.326	0.324	0.038
50	0.105	0.108	0.107	0.130	0.381	0.349	0.325	0.323	0.038
55	0.101	0.105	0.104	0.127	0.375	0.344	0.320	0.318	0.040
60	0.097	0.101	0.101	0.125	0.369	0.339	0.315	0.313	0.043
65	0.095	0.098	0.100	0.124	0.366	0.335	0.312	0.310	0.048
70	0.093	0.096	0.100	0.125	0.364	0.334	0.310	0.309	0.053
75	0.092	0.095	0.102	0.128	0.363	0.333	0.310	0.309	0.060
80	0.092	0.096	0.105	0.133	0.365	0.335	0.311	0.310	0.067
90	0.093	0.097	0.110	0.139	0.369	0.338	0.315	0.313	0.073
100	0.098	0.102	0.125	0.157	0.381	0.350	0.325	0.324	0.076

資料來源：本所，運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(2/3)，98 年。

3. 隨車速變化耗油率(實測法)

有鑑於實際道路與實驗室環境之差異，國內外車流之差異性以及實務應用之需要，近期國內外皆以車載設備實際量測車輛於道路動態行駛之方式來探討耗油率與排放係數。本所自 96 年起，即針對國內汽油小客車於各種道路、各種速率之排放係數建立一套本土化之係數值，並完成汽油小客車能耗與排放系統之推估模式，如表 3-5。

表 3-5 汽油小客車能耗及排放推估模式

綜合轉換率	理想版 ($FI^{V \geq 1 \sim MAX}$)	實務應用版 ($FI^{V \geq 1 \sim MAX(abc)}$)
能耗/排放 之推估曲線	$NV^{Field.d222.Model}$ $= N_{FTP} \times FI^{V \geq 1 \sim MAX}$ $= N_{FTP} \times FF^{ACL(abc)} \times FI^{222.ACL(abc)}$ $\times FI^{Field}$	$NV^{Field.d222.Model(abc)}$ $= N_{FTP} \times FI^{V \geq 1 \sim MAX(abc)}$ $= N_{FTP} \times FF^{ACL(abc)} \times$ $FI^{222.ACL(abc)} \times FI^{Field(abc)}$
說明	理想版綜合轉換率中，所採用之 FI^{Field} ，乃一隨車輛、道路類型而變動之曲線，亦即不同實驗車輛、不同道路類型之 FI^{Field} 轉換率皆會有所差異。因此，所建構出之綜合轉換率，會隨車型、道路類型而不同。	實務應用版轉換率中，所採用之 $FI^{Field(abc)}$ ，乃一僅隨道路類型而變動之曲線，亦即在不同道路類型上之 $FI^{Field(abc)}$ 轉換率會有所差異，但在不同車型間無明顯差異。因此，所建構之綜合轉換率，僅會隨道路類型而不同；在不同車型間可共通使用。

資料來源：本所，能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，98年。

表 3-6 TIDA 小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果

C1	FUEL	CO2	C11	FUEL	CO2	C24	FUEL	CO2	C27	CO2	C34	FUEL	CO2	C43	FUEL	CO2	C53	CO2
1	0.35127665	1.03525604	0.66660360	0.36766688	0.56651108	0.72131441	0.59531409	1.16252482	1.07112827	1.07112827	1	0.36353282	1.07112827	1	0.36353282	1.07112827	1	0.36353282
2	0.311136045	0.91129600	1.02808814	1.08081834	1.19681786	1.03072729	1.19681786	1.03072729	1.03072729	1.03072729	1	0.38588151	1.03072729	1	0.38588151	1.03072729	1	0.38588151
3	0.28400431	0.833118087	0.95080682	1.163711098	1.16021133	0.43067272	1.16021133	0.43067272	0.43067272	0.43067272	3	0.38712347	0.43067272	3	0.38712347	0.43067272	3	0.38712347
4	0.27491818	0.9268139714	0.9268139714	0.40596932	1.20168113	0.38725004	1.14005344	0.38725004	0.38725004	0.38725004	4	0.394949419	0.38725004	4	0.394949419	0.38725004	4	0.394949419
5	0.26413491	0.877772005	0.901140647	0.43547875	1.27810916	0.38812688	1.27810916	0.38812688	0.38812688	0.38812688	6	0.39870662	0.38812688	6	0.39870662	0.38812688	6	0.39870662
7	0.26182431	0.771705653	0.898425967	0.44932481	0.939192431	0.391929435	1.154160909	0.391929435	0.391929435	0.391929435	7	0.40540305	0.391929435	7	0.40540305	0.391929435	7	0.40540305
8	0.26121087	0.76598028	0.90033823	0.46532674	1.35918425	0.39759131	1.171281163	0.39759131	0.39759131	0.39759131	8	0.41329701	0.39759131	8	0.41329701	0.39759131	8	0.41329701
10	0.26417238	0.77943441	0.917501909	0.4414828	1.4414828	0.41425400	1.21960932	0.41425400	0.41425400	0.41425400	10	0.43188559	0.41425400	10	0.43188559	0.41425400	10	0.43188559
11	0.26738784	0.788916766	0.91180492	0.48625441	1.48720216	0.41426860	1.24905052	0.41426860	0.41426860	0.41426860	11	0.44408740	0.41426860	11	0.44408740	0.41426860	11	0.44408740
12	0.26762903	0.83260135	0.96878466	0.53527886	1.60972706	0.44713483	1.35724637	0.44713483	0.44713483	0.44713483	12	0.46062923	0.44713483	12	0.46062923	0.44713483	12	0.46062923
13	0.26262903	0.81609483	0.96878466	0.53527886	1.60972706	0.44713483	1.35724637	0.44713483	0.44713483	0.44713483	13	0.46062923	0.44713483	13	0.46062923	0.44713483	13	0.46062923
14	0.26184892	0.83260135	0.96878466	0.53527886	1.60972706	0.44713483	1.35724637	0.44713483	0.44713483	0.44713483	14	0.46062923	0.44713483	14	0.46062923	0.44713483	14	0.46062923
15	0.26416500	0.86989164	1.02066831	0.57276890	1.80642891	0.48461430	1.46045784	0.48461430	0.48461430	0.48461430	15	0.49280591	0.48461430	15	0.49280591	0.48461430	15	0.49280591
16	0.26416500	0.86989164	1.02066831	0.57276890	1.80642891	0.48461430	1.46045784	0.48461430	0.48461430	0.48461430	16	0.49280591	0.48461430	16	0.49280591	0.48461430	16	0.49280591
17	0.30129014	0.88974203	1.05150221	0.58306636	1.71064936	0.49463964	1.46045784	0.49463964	0.49463964	0.49463964	17	0.50142750	0.49463964	17	0.50142750	0.49463964	17	0.50142750
18	0.30846196	0.91068435	1.07407171	0.59209533	1.75711649	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	18	0.50914799	0.50829715	18	0.50914799	0.50829715	18	0.50914799
19	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	19	0.50914799	0.50829715	19	0.50914799	0.50829715	19	0.50914799
20	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	20	0.50914799	0.50829715	20	0.50914799	0.50829715	20	0.50914799
21	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	21	0.50914799	0.50829715	21	0.50914799	0.50829715	21	0.50914799
22	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	22	0.50914799	0.50829715	22	0.50914799	0.50829715	22	0.50914799
23	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	23	0.50914799	0.50829715	23	0.50914799	0.50829715	23	0.50914799
24	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	24	0.50914799	0.50829715	24	0.50914799	0.50829715	24	0.50914799
25	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	25	0.50914799	0.50829715	25	0.50914799	0.50829715	25	0.50914799
26	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	26	0.50914799	0.50829715	26	0.50914799	0.50829715	26	0.50914799
27	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	27	0.50914799	0.50829715	27	0.50914799	0.50829715	27	0.50914799
28	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	28	0.50914799	0.50829715	28	0.50914799	0.50829715	28	0.50914799
29	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	29	0.50914799	0.50829715	29	0.50914799	0.50829715	29	0.50914799
30	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	30	0.50914799	0.50829715	30	0.50914799	0.50829715	30	0.50914799
31	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	31	0.50914799	0.50829715	31	0.50914799	0.50829715	31	0.50914799
32	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	32	0.50914799	0.50829715	32	0.50914799	0.50829715	32	0.50914799
33	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	33	0.50914799	0.50829715	33	0.50914799	0.50829715	33	0.50914799
34	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	34	0.50914799	0.50829715	34	0.50914799	0.50829715	34	0.50914799
35	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	35	0.50914799	0.50829715	35	0.50914799	0.50829715	35	0.50914799
36	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	36	0.50914799	0.50829715	36	0.50914799	0.50829715	36	0.50914799
37	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	37	0.50914799	0.50829715	37	0.50914799	0.50829715	37	0.50914799
38	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	38	0.50914799	0.50829715	38	0.50914799	0.50829715	38	0.50914799
39	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	39	0.50914799	0.50829715	39	0.50914799	0.50829715	39	0.50914799
40	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	40	0.50914799	0.50829715	40	0.50914799	0.50829715	40	0.50914799
41	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	41	0.50914799	0.50829715	41	0.50914799	0.50829715	41	0.50914799
42	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	42	0.50914799	0.50829715	42	0.50914799	0.50829715	42	0.50914799
43	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	43	0.50914799	0.50829715	43	0.50914799	0.50829715	43	0.50914799
44	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	44	0.50914799	0.50829715	44	0.50914799	0.50829715	44	0.50914799
45	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	45	0.50914799	0.50829715	45	0.50914799	0.50829715	45	0.50914799
46	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	46	0.50914799	0.50829715	46	0.50914799	0.50829715	46	0.50914799
47	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	47	0.50914799	0.50829715	47	0.50914799	0.50829715	47	0.50914799
48	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	48	0.50914799	0.50829715	48	0.50914799	0.50829715	48	0.50914799
49	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345	0.50829715	1.49550345	0.50829715	0.50829715	0.50829715	49	0.50914799	0.50829715	49	0.50914799	0.50829715	49	0.50914799
50	0.31068435	0.9268139714	1.091140647	0.50829715	1.49550345													

資料來源：運研所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」之研究成果，民國103年4月

3.3.2 示範計畫實施流程

為了建立基於實際路況的路徑油耗估算，首先必須定義實驗場域以及行駛路徑，事先收集此範圍內的道路交通資訊以及相關路網資訊建立交通資訊資料庫，因路測車輛為 TIIDA，因此參考本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫之研究成果的 TIIDA 小客車在行駛狀態下之油耗/排放輸出對應表（表 3-6），建立「路徑節能減碳 KPI 預估系統」，依據不同時間不同路段在不同的路況下可行駛的速度來進行各路徑理論油耗值、碳排放量與成本的預估，將路徑分出四大種類：

1. 最短路徑：行車旅程距離最短的路徑(不考慮道路速限與道路等級)
2. 最佳路徑：行車旅程時間最短的路徑，即所謂的最快路徑(根據道路速限估計)
3. 最低成本路徑：行車旅程之油資與 ETC 過路費等成本最少之路徑
4. 最節能減碳路徑：行車旅程根據節能減排 KPI 計算的最佳績效路徑

完成各路徑理論油耗、碳排放量與成本預估後，本計畫將依設定之路徑進行實際測試，各路徑派遣車輛依定義之路徑由起點行駛至目地的，途中以行動裝置(手機、平板)上的應用程式記錄行駛軌跡資訊回送至「實驗車輛節能減碳 KPI 計算系統」進行實際油耗及碳排計算，與理論預估值進行節能減碳的效果比對。而為避免駕駛因對路徑不熟悉或是其他臨時路況造成的變因，同樣的測驗重覆進行，取得至少 5 次的實驗數據。同時，記錄並分析車輛動態數據以利後續評估強化 ITS 節能減碳資料庫所需資料欄位。流程如圖 3.6 所示。

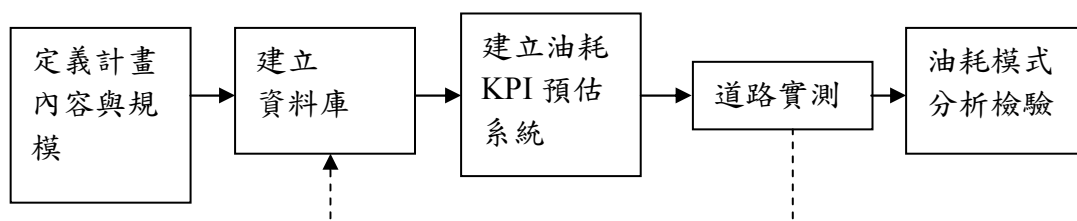


圖 3.6 示範計畫實施流程

3.3.3 實驗場域之選定

在實驗場域的選擇上，本計畫以板橋高鐵站為起點，桃園機場航空科學館大門口為迄點，路徑規劃以四大主要道路作為區隔，規劃可行路徑 4 條，分別為：國道 1 號接國道 2 號、省縣道、國道 3 號接國道 2 號，以及 64 號轉 61 號快速道路等，此 4 條路徑也是一般民眾於往返機場與臺北間最常行駛之主要幹道。

本計畫以板橋高鐵站（座標 25.013732, 121.463229）至桃園機場航空科學館（座標 25.0703, 121.2233）進行路徑規劃，各路徑之摘要資訊如下：

1. 路徑一：國道 1 號接國道 2 號，總距離：38.27 公里，行駛時間：約 38 分鐘（以速限預估，不含交通資訊）
2. 路徑二：省縣道為主，總距離：33.86 公里，行駛時間：約 59 分鐘（以速限預估，不含交通資訊）
3. 路徑三：國道 3 號接國道 2 號，總距離：40.7 公里，行駛時間：約 34 分鐘（以速限預估，不含交通資訊）
4. 路徑四：64 號轉 61 號快速道路，總距離：45.09 公里 行駛時間：約 45 分鐘（以速限預估，不含交通資訊）

路徑一為用路者最常使用的路徑之一，其高快速公路占比高且距離短，但因尖峰時段經常交通壅塞，而造成行駛時間增加。路徑三相對於路徑一亦為用路者較常選擇之路徑，其距離較路徑一稍遠，但其高快速公路占比最高，可保持較高的行駛速度，在多數導航軟體常判定為最快路徑（時間最短）。路徑二主要以省縣道等地方道路組成，為空間最短距離之路徑。路徑四為避開高速公路收費之快速道路，其繞行距離最長，但因車流量遠比使用國道的路徑一及路徑三低，又因避開市區道路之因素，其交通壅塞機會較少。整體來說，路徑一及路徑三惟一般用路者最常使用的路徑，路徑二為空間最短之路徑，路徑四則為距離最長的路徑，本計畫將透過四種屬性迥異之路徑作為實驗設計之測試目標，藉以瞭解在不同道路等級組成及交通資訊涵蓋率下，車輛的油耗及二氧化碳排放之表現，以提供交通部門推動交通管理策略及進行 ITS 系統改善之參考。

3.3.4 示範計畫資料庫架構及功能

本計畫預先行蒐集對應路徑之路網資料，亦同時蒐集相關路段之交通資訊建立歷史資料庫，配合時速/油耗表完成油耗/碳排放系統資料庫。而且實驗數據的蒐集上，會以配備 GPS 裝置之探偵車，進行至少每條路徑(分去回程)各 5 次的資料蒐集，時間分別為：工作日早上約 08:00(去程)、工作日早上約 09:30(回程)、工作日下午約 15:30(去程)、工作日下午約 17:00(回程)、假日早上約 08:00(去程)、假日早上約 09:30(回程)、假日下午約 15:30(去程)、假日下午約 17:00(回程)、連續假期前一日下午約 14:30(去程)、連續假期前一日下午約 18:00(回程)。GPS 裝置之探偵車以每秒一次的頻率，記錄起迄點間實測路徑之行

駛位置座標、點速率、道路屬性等級等資料，上傳至後端平台資料庫，供後續分析驗證比對。

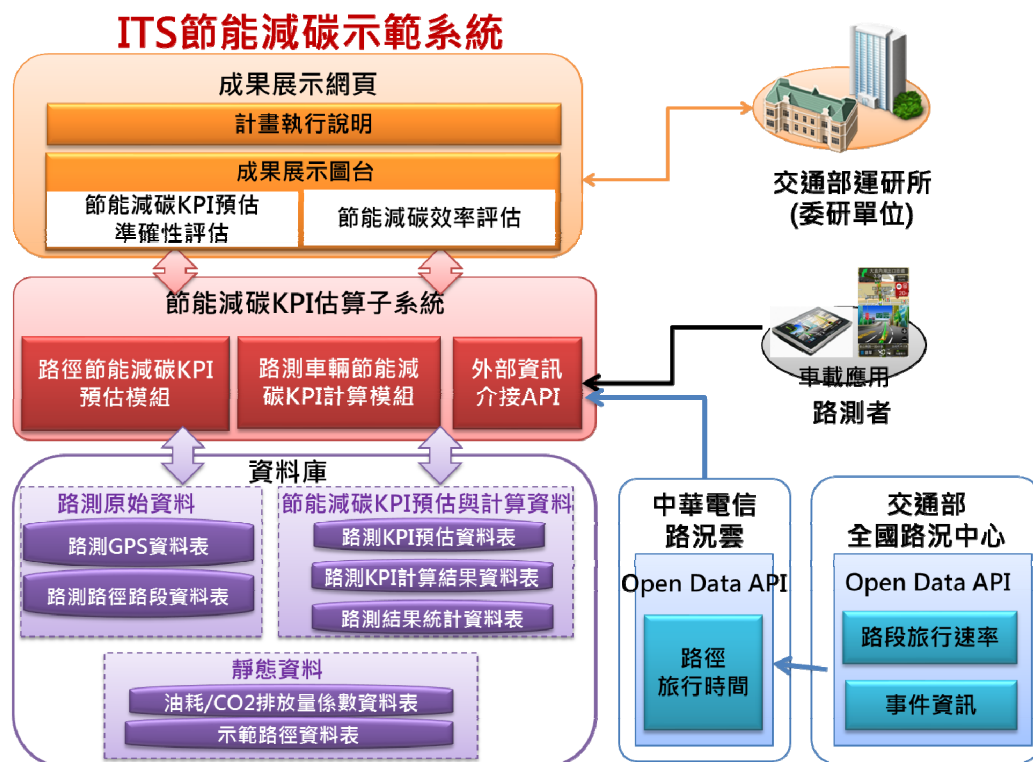


圖 3.7 示範系統整體架構

圖 3.7 為本次示範系統的整體架構，以圖左半部的 ITS 節能減碳示範系統為主軸，外部系統則為交通部全國路況中心。示範系統主要包含前端車載應用軟體，以及後端的成果展示網頁、節能減碳 KPI 估算子系統和資料庫。

交通部全國路況中心扮演蒐集及提供全國路網區域交通資訊的角色，示範系統藉由定期跟全國路況中心介接發佈的路段旅行時速、路段旅行時間、事件資訊，以供本示範相關系統查詢、運算使用。

節能減碳 KPI 估算系統主要負責預測道路路測前各路徑油耗、CO₂ 排放量、路徑行駛成本(包含油費及過路費)及旅行時間之外，亦會藉由前端車載應用軟體路測蒐集的車輛 GPS 軌跡資料來計算實際行駛路徑的油耗、CO₂ 排放量、路徑行駛成本及旅行時間，並存入資料庫系統以供後續驗證及效益評估。資料庫主要負責儲存各系統運作過程及結果資料，並主要提供成果展示網頁查詢使用。

成果展示網頁主要包含成果展示平台，使用者可透過成果展示平台掌握節能減碳路徑跟一般路徑的成效與差異。而路測者透過車載應用軟體記錄實際道路路測的行車 GPS 軌跡回饋給後端系統進行驗證及效益評估。

第四章 示範應用成果

本章主要針對示範應用之系統開發、道路示範測試，以及數據蒐集分析等三大部分進行說明。

4.1 示範系統開發與建置

4.1.1 系統資料庫架構

本計畫示範系統資料庫共設計 3 種資料庫，包括節能減碳 KPI 預估與計算資料、路測原始資料，以及靜態資料，架構如圖 4.1 所示。

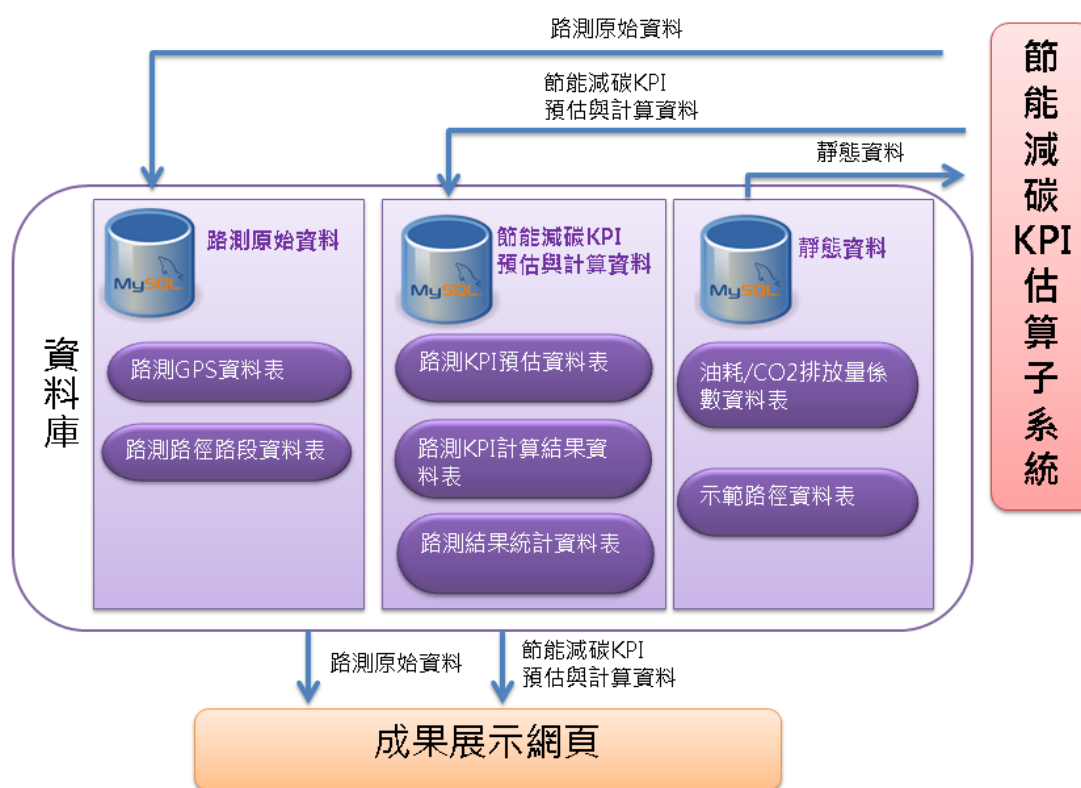


圖 4.1 示範系統資料庫架構

1. 節能減碳 KPI 預估與計算資料

存放由「節能減碳 KPI 估算法子系統」進行節能減碳 KPI 計算之結果，結果包含路測 KPI 預估資料和路測 KPI 計算結果資料。路測 KPI 預估資料將和路測 KPI 計算結果資料進行比對，驗證路測 KPI 預估資料之正確性並產生路測結果統計資料，該統計資料亦存放於「節能減碳 KPI 預估與計算資料」資料庫。

「成果展示網頁」將讀取節「節能減碳 KPI 預估與計算資料」資料庫之

資料進行展示。

2. 路測原始資料

存放實際路測所得之各車輛行車軌跡。「節能減碳 KPI 估算子系統」會對該行車軌跡進行計算，計算出實際行駛路徑的油耗、CO₂ 排放量、路徑行駛成本及旅行時間。其結果會存回「節能減碳 KPI 預估與計算資料」資料庫。

「成果展示網頁」將讀取「路測原始資料」資料庫之資料進行展示。

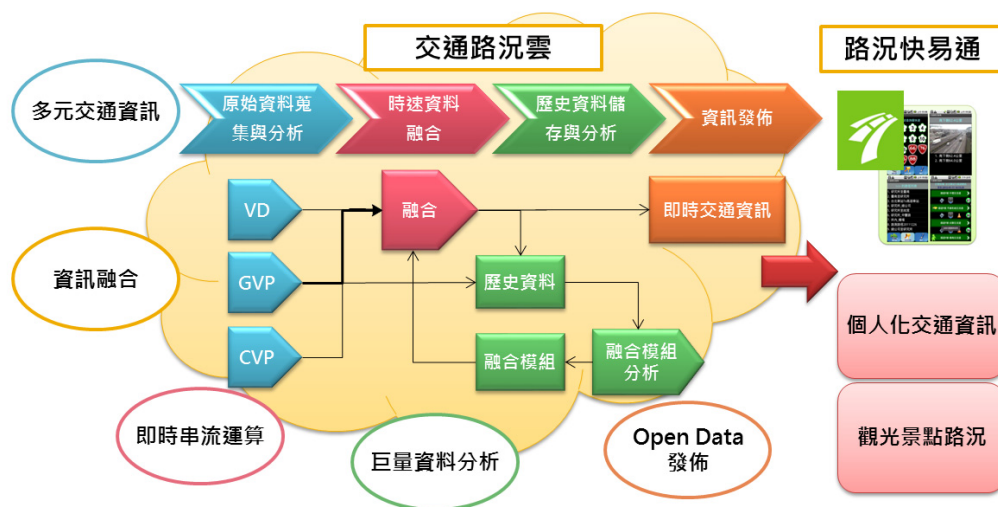
3. 靜態資料

存放「節能減碳 KPI 估算子系統」進行節能減碳 KPI 計算時所需之油耗/CO₂ 排放量係數以及各驗測路段之路線資料。

4.1.2 交通資訊來源

為探討交通資訊與節能減碳之關係，本計畫透過交通部全國路況中心所提供之 Open Data API 介接交通資訊，包含時速、旅行時間、流量與佔有率，並利用旅行時間作為路徑節能減碳 KPI 預估之主要依據。

另外為解決全國路況中心資訊涵蓋不足的部分，則透過中華電信交通路況雲提供所需的交通資訊。中華電信交通路況雲之整體架構，如圖 4.2 所示，該服務為強化即時路況資訊涵蓋範圍、更新頻率、準確率，以及推廣交通資訊加值應用服務之目的，接收來自 GPS 資料(GVP)、公部門交通資訊(VD)及手機網路訊號資料(CVP)等多元交通資料源，再透過多元交通資訊探偵技術、多元資訊融合技術、路段資訊彌補技術達成即時交通資訊的演算處理，其提供之交通資訊包括即時路況資訊(時速、旅行時間、道路績效)與路況預估資訊。



資料來源：中華電信交通路況雲

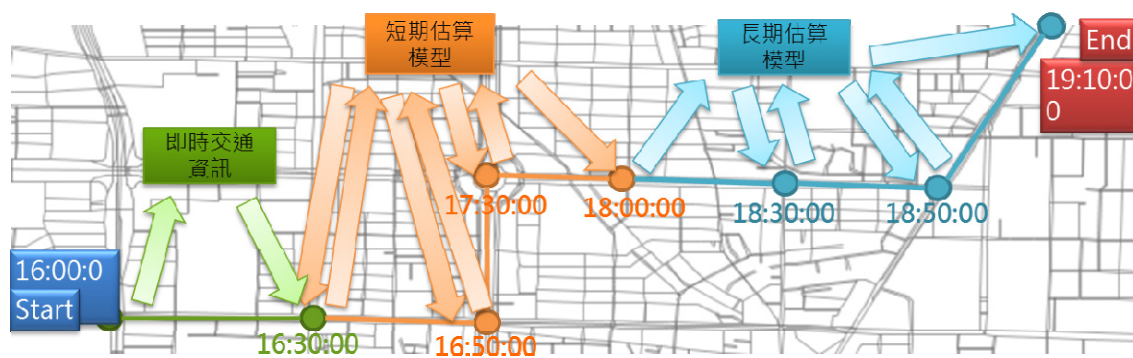
圖 4.2 中華電信交通路況雲整體架構圖

由於節能減碳 KPI 之估算係以車速為基礎，車速的變化會直接反映至節能減碳 KPI 的變化；本計畫以旅行時間為交通資訊來源主要考量實際車速取得不易，利用旅行時間可簡化行駛該路段的交通狀況，旅行時間越短表示行駛平均車速越快，反之則代表行駛平均車速越慢，節能減碳 KPI 之估算結果也隨之改變。

節能減碳 KPI 估算系統於車輛出發前向全國路況中心或中華電信路況雲查詢車輛欲行駛路徑之路況資訊，所取得路況資訊包含車輛行駛於該路徑上之各路段預估旅行時間，如此便可以推算車輛行駛於各路段之可能車速，並進行節能減碳 KPI 之估算。

由於路徑上的交通狀況卻會隨時間而動態變化，而在每個時間點取得的即時交通資訊僅能代表短時間內的交通狀況，因此造成運用即時交通資訊所估算出來的路徑旅行時間容易產生誤差(尤其路徑越長時，誤差將越大)，因此，為準確估算旅行時間，在超過一定範圍外的交通狀況就必須對未來的交通狀況進行預估才能獲得有用的交通資訊。

本計畫藉由分析歷史旅行時間，歸納路況變化的趨勢並建立出預估模型，並依據車輛到達各路段的時間，決定需採用即時交通資訊，亦或是歷史交通資訊，預估原理如圖 4.3 所示，因此本計畫以 2 小時內可抵達之路段採用即時交通資訊進行估算，而超過 2 個小時以上才可抵達之路段則採用歷史交通資訊進行估算。



資料來源：本計畫整理。

圖 4.3 旅行時間估算原理

4.1.3 路測軌跡記錄工具

本實驗實際路測時，為了保持實驗準確性，採用俱備軌跡記錄功能之導航軟體做為實際記錄之依據，如圖 4.4 所示，記錄內容包括：編號、日期、時間、緯度、經度、高度(m)、累計距離、累計時間等。



資料來源：本計畫整理

圖 4.4 節能減碳路測軌跡記錄使用的商用軟體示意圖

為將原始紀錄資料轉為特定格式檔案並匯入資料庫中做後續分析使用，透過路徑編號、路徑經緯度資料、路經對應路段編碼、路徑方向編碼等資料，取得實驗車逐秒運行之道路種類、車速、旅行時間之軌跡資料，再估算油耗及排放情形，如圖 4.5 所示。

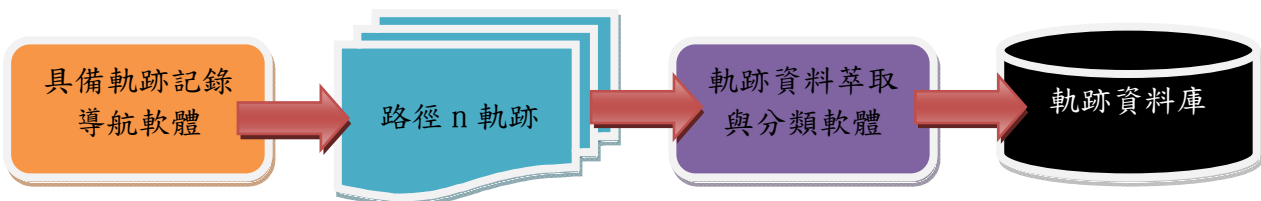


圖 4.5 節能減碳路測資料處理流程圖

4.1.4 節能減碳 KPI 估算系統

本計畫節能減碳 KPI 估算子系統之主要功能為估算油耗/ CO₂ 排放量，其中油耗/ CO₂ 排放量之估算方法係參考本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫之研究成果。該計畫透過實驗微觀法，蒐集實驗車行駛中逐秒的車輛耗油量與 CO₂ 排放量資料，取得汽油小客車耗油量與碳排放係數資料表，包括在單位時間內，不同車速、不同道路種類會有不同耗油量與排碳量。本計畫應用該資料表結果，以逐秒分析方式進行路徑耗油量、CO₂ 排放量之估算。以下詳細說明此子系統之架構與功能：

節能減碳 KPI 估算子系統之整體架構圖，如圖 4.6 所示，此子系統接收到來

自「車載應用」所輸入之路測資料後，由「交通部全國路況中心」取得路測時段之路徑預估旅行時間，然後進行「路徑節能減碳 KPI 預估」與「實驗車輛節能減碳 KPI 計算」，最後將路徑節能減碳 KPI 之預估與計算結果存入資料庫。為達成節能減碳 KPI 估算功能，本計畫建置「路徑節能減碳 KPI 預估模組」、「實驗車輛節能減碳 KPI 計算模組」、「外部資訊介接 API」三個系統模組作為節能減碳 KPI 行前與行後的評估工具，此三模組分別說明以下：

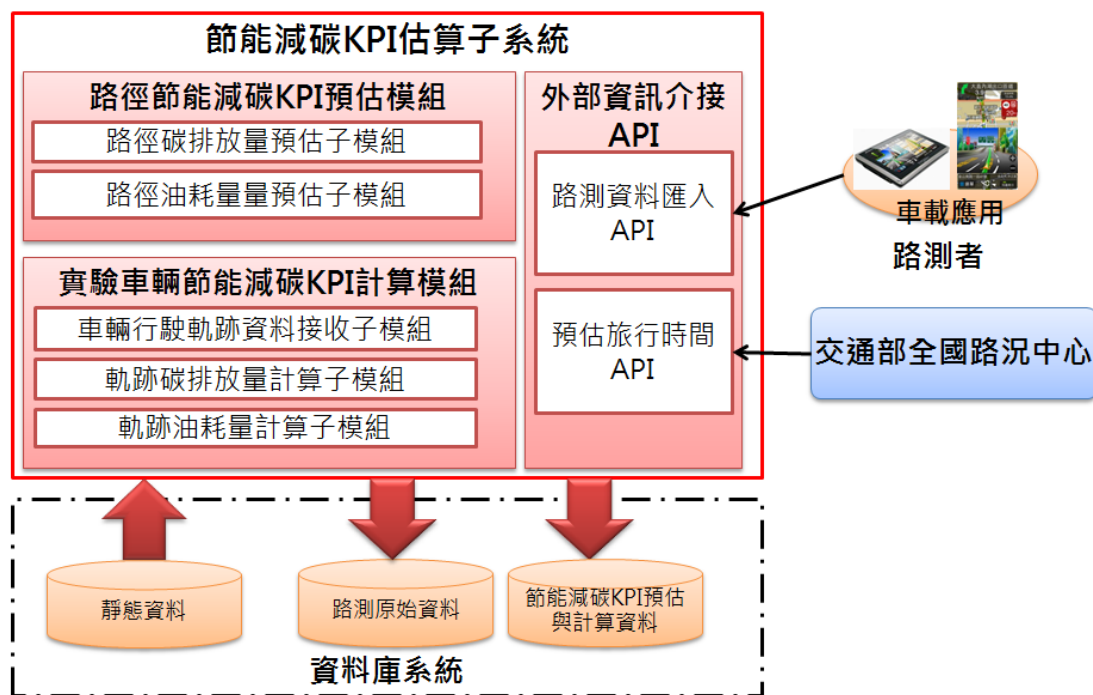


圖 4.6 節能減碳 KPI 估算功能之整體架構圖

1. 路徑節能減碳 KPI 預估系統(節能減碳 KPI 行前評估工具)

本功能係依據目前及預估的交通狀態，估算若車輛於此時出發，其完整行駛特定路徑將產生之 CO₂ 排放量、消耗油量，以及路徑行駛成本(含油費及高速公路過路費)。圖 4.7 為「路徑節能減碳 KPI 預估模組」的運作流程圖，主要分成五個階段，以下分別說明：

- (1) 系統參數讀取：至資料庫及檔案取得靜態系統參數，並將其儲存於系統記憶體中，以支援進行節能減碳 KPI 預估時使用，此階段所取得之靜態系統參數包含由「油耗/CO₂ 排放量係數資料表」所取得之油耗與碳排放係數資料(詳表 3-6 內容)，以及示範路徑資料。由於靜態系統參數變動可能性極低，因此該階段之工作於每次系統重新啟動時執行即可。
- (2) 接收路徑節能減碳 KPI 預估要求：接收到路徑節能減碳 KPI 預估要求，透過「預估旅行時間 API」取得路徑之預估旅行時間，及路徑上所有路段的

預估路段速度。需要注意的是，此處所指的路段預估時速並非目前之路段時速，而是指當車輛行駛至路徑上各路段時，路段的預估交通時速(由「交通部交通資訊服務雲」產生)，由於交通狀態隨時在改變，考慮車輛抵達路徑上各路段之遞延時間、進而預測車輛抵達各路段時該路段之交通時速，可大幅提升節能減碳 KPI 預測結果的準確性。

- (3) 進行路徑節能減碳 KPI 預估：根據系統參數、預估的各路段速度兩項輸入，進行排放量、總油耗量、行駛成本之預估，此處之行駛成本包含油費及高速公路過路費，其中油費之預估係根據總油耗量之預估結果進行估算。以下為路徑總 CO₂ 排放量 C(單位為 公克)及路徑總油耗 X(單位為 毫升)之預估公式：

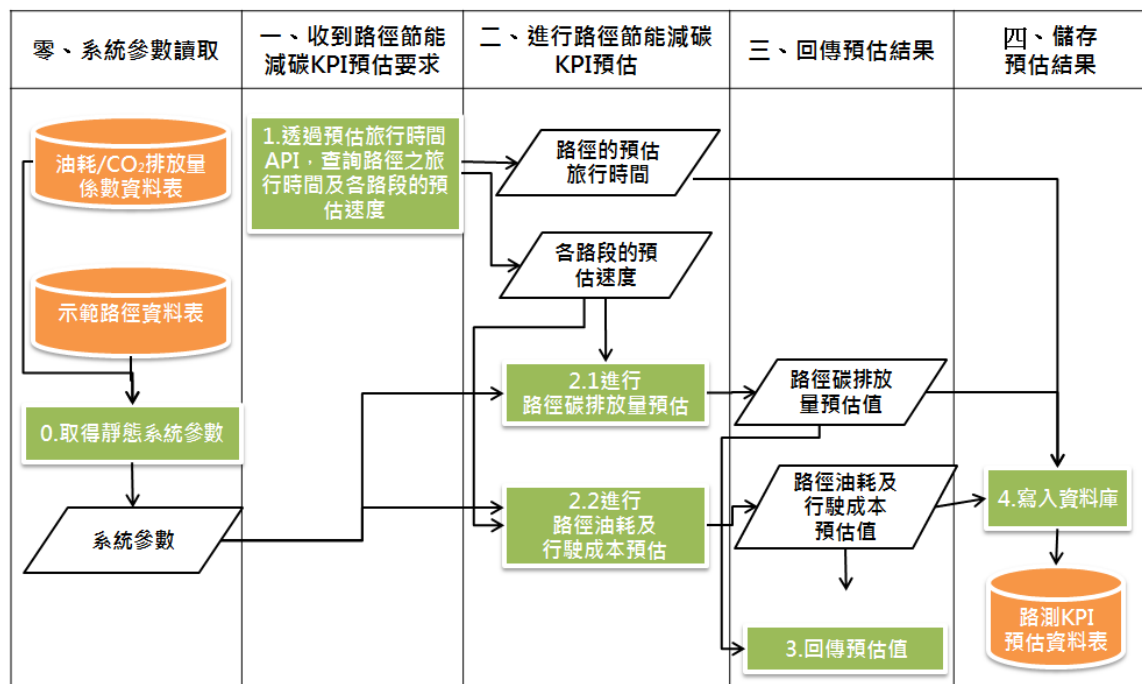
$$C = \sum_{i=1}^n \left[c_i \times \frac{\text{length } I_i}{\text{speed}_i} \right] \quad (4.1.1)$$

$$X = \sum_{i=1}^n \left[\frac{f_i}{D} \times \frac{\text{length } I_i}{\text{speed}_i} \right] \quad (4.1.2)$$

公式(4.1.1)及(4.1.2)中各變數所代表之意義說明如下：

- 假設路徑共包含 n 個路段，其中第 i 個路段的長度以 $\text{length } I_i$ (單位為 公尺)表示， speed_i 則代表第 i 個路段的預估路段速度(單位為 公尺/秒)。
- c_i 代表車輛行駛於路段 i 時，車輛之碳排放係數(單位為 公克/秒)，係根據 speed_i 及路段 i 之基本資料，表 3.3.2-1 而得到。
- f_i 代表車輛行駛於路段 i 時，車輛之油耗係數(單位為 公克/秒)，係根據 speed_i 及路段 i 之基本資料，表 3.3.2-1 而得到。
- D 代表汽油密度，為一常數值 0.75(單位為 公克/毫升)。

- (4) 回傳預估結果：將前一步驟估算所得之路徑總 CO₂ 排放量 C 及路徑總油耗 X 包裝成 XML 或 JSON 格式並回傳。
- (5) 儲存預估結果：將估算所得之路徑總 CO₂ 排放量 C 及路徑總油耗 X 寫入「路徑 KPI 估算資料庫」，以供後續分析之用。



資料來源：本研究整理。

圖 4.7 路徑節能減碳 KPI 預估系統運作流程圖

2. 實驗車輛節能減碳 KPI 計算系統(節能減碳 KPI 行後評估工具)

本功能主要為「路測 GPS 資料表」及「路測路徑路段資料表」取得路測資料，並依據路測車輛之 GPS 軌跡資料，計算此車輛於路徑行駛過程中之 CO₂ 排放量、油耗量、行駛成本(含油費及高路公路過路費)。圖 4.8 顯示「實驗車輛節能減碳 KPI 計算模組」的運作流程圖，主要分成五個階段，以下分別說明：

- (1) 系統參數取得階段：至資料庫及檔案取得靜態系統參數，並將其儲存於系統記憶體中，以支援進行節能減碳 KPI 預估時使用，此階段所取得之靜態系統參數包含由「油耗/CO₂ 排放量係數資料庫」所取得之油耗/碳排放係數資料(即表 3.6 內容)，以及示範路徑資料。由於靜態系統參數變動可能性極低，因此此階段之工作於每次系統重新啟動時執行即可。
- (2) 取得路測資料：至路測「GPS 資料表」取得路測資料，並將路測資料轉換成可供後續處理之 GPS 軌跡資料物件、並存放於系統記憶體中。
- (3) 路測車輛行駛路徑計算/比對：將 GPS 軌跡資料物件中每一個 GPS 點對應至路徑上之路段，以檢查路測車輛是否確實依照示範路徑行駛，若有行駛路徑不一致之情形則將該筆路測資料刪除。GPS 軌跡資料物件對應至路段之結果在本模組「儲存計算結果」階段將會被儲存至「路測路徑路段資料

表」，以供後續分析之用。

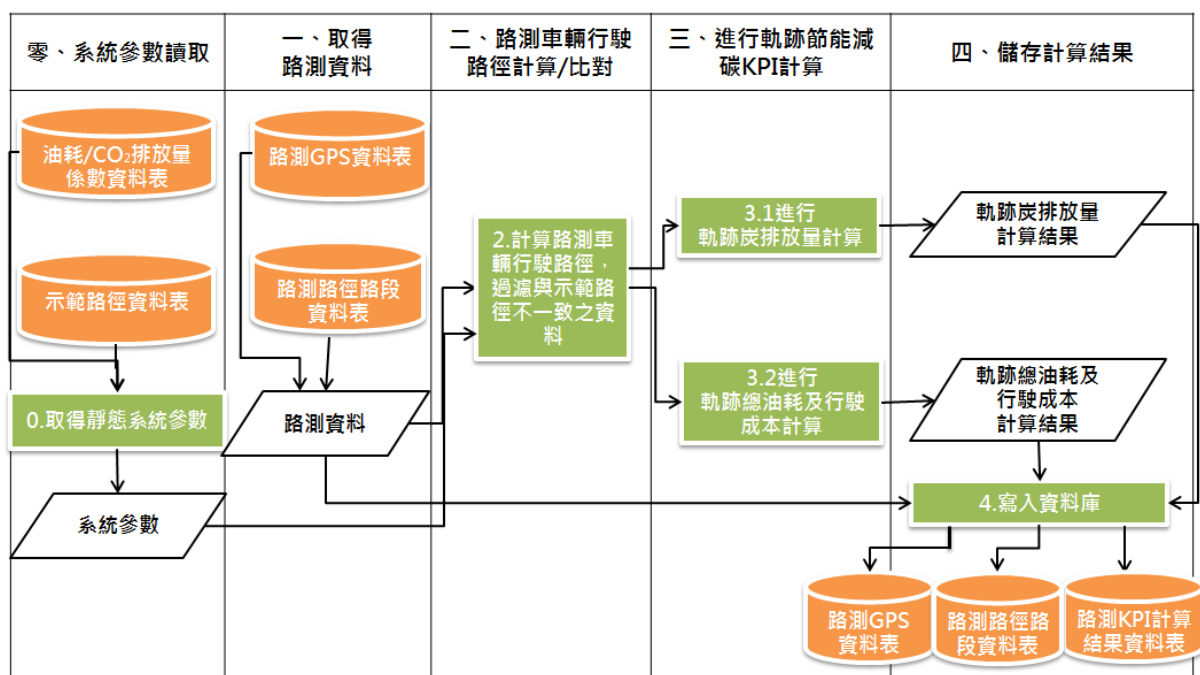
- (4) 進行節能減碳 KPI 計算：根據系統參數、路測資料等兩項輸入，進行軌跡總 CO₂ 排放量、軌跡總油耗量、及行駛成本之計算，此處之行駛成本包含油費及高速公路過路費，其中油費部分係根據總油耗量之計算結果進行演算。以下為軌跡總 CO₂ 排放量 C(單位為 公克)及軌跡總油耗 X(單位為毫升)之計算公式：

$$c = \sum_{i=1}^n \left[c_i \times \frac{\text{length } I_i}{\text{speed}_i} \right] \quad (4.1.3)$$

$$X = \sum_{i=1}^n \left[\frac{f_i}{D} \times \frac{\text{length } I_i}{\text{speed}_i} \right] \quad (4.1.4)$$

公式中各變數所代表之意義說明如下：

- 假設該實驗車輛之 GPS 軌跡資料共包含 n 個 GPS 軌跡點，每個軌跡點資料至少具備軌跡點所在位置座標、軌跡點產生時間、車輛速度等資訊。以 speed_i 代表第 i 個軌跡點的車輛速度(單位為 公尺/秒)、 road_i 代表第 i 個軌跡點的所在路段。
 - t_i 代表第 i 個軌跡點的產生時間差(單位為 秒)。
 - c_i 代表自第 i 個軌跡點產生到第 i+1 個軌跡點產生這段期間內，車輛的碳排放係數(單位為 公克/秒)， c_i 係根據 speed_i 及 road_i 之基本資料，查詢表 3.3.2-1 而得到。
 - f_i 代表自第 i 個軌跡點產生到第 i+1 個軌跡點產生這段期間內，車輛的之油耗係數(單位為 公克/秒)， f_i 係根據 speed_i 及 road_i 之基本資料，查詢 表 3.3.2-1 而得到。
 - D 代表汽油密度，為一常數值 0.75(單位為公克/毫升)。
- (5) 儲存計算結果：將計算所得之軌跡總 CO₂ 排放量 C、軌跡總油耗 X、及行駛成本寫入「路測 KPI 結果資料庫」，以供後續分析之用。



資料來源：本研究整理。

圖 4.8 實驗車輛節能減碳 KPI 計算系統運作流程圖

3. 外部資訊介接 API

本計畫有 2 個外部資訊介接 API，其 API 說明如下：

- (1) 路測資料匯入 API：將傳送回來的實驗測試結果的車輛 GPS 軌跡資料及事件資訊檔案匯入至路測 GPS 資料表以利後續油耗、碳排放量分析。
- (2) 預估旅行時間 API：以全國路況中心的路段時速來推算路徑出發時的預估旅行時間。

表 4-1 外部資訊介接 API

API 名稱	輸入	輸出
路測資料匯入 API (含事件資訊)	路測車輛 GPS 軌跡資料	路測資料匯入 API
	將資料存入路測 GPS 資料	事件資訊
預估旅行時間 API	全國路況中心的路段時速	預估旅行時間

4.1.5 成果展示網頁

成果展示網頁主要展示本計畫相關資料，包含計畫內容、效益評估規劃、效益評估實測及效益評估工具 4 大類，並請人因美學團隊協助網頁美工設計。網頁說明如下：

1. 計畫內容：此頁面能讓使用者對於本案有初步了解，包含計畫之摘要、目標與研究流程等說明與圖示資料。



圖 4.9 成果展示網頁-計畫內容

2. 效益評估規劃：說明本案用於評估 ITS 節能減碳效益之系統模型、架構與實驗規劃等資訊，包含評估模型、路測情境、路測路徑與路測方法之說明。

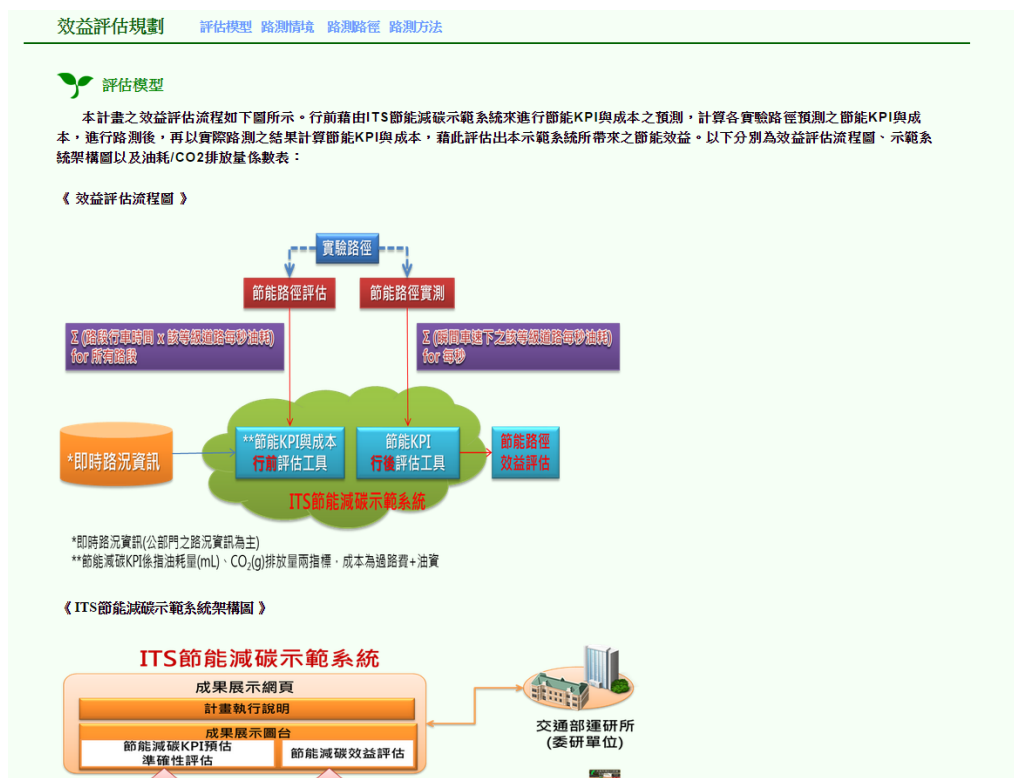


圖 4.10 成果展示網頁-效益評估規劃

3. 效益評估實測：此頁將展示路測結果資訊，列出每一趟次路測中，各條實驗路徑之預估/實測指標(包含旅行時間、油耗量、碳排放量與成本)，並計算各次旅程之預估-實測誤差量，以及各指標之效益。此外，更統計出六趟路測之節能 KPI 平均誤差，以及最省時、最省油的路徑預估正確率。

效益評估實測

總結 第1趟路測 第2趟路測 第3趟路測 第4趟路測 第5趟路測 第6趟路測

板橋車站→桃園機場 出發時間: 05/21 08:00

路徑		路徑1	路徑2	路徑3	路徑4	預估 正確 與否	效益
預估 / 估測	旅行時間 (秒)	2844 / 2967	4864 / 4591	2776 / 3028	3131 / 2727	X	省 1563 秒
	油耗 (mL)	2101 / 2104	3389 / 2899	1943 / 1974	2027 / 1930	X	省 925 mL
	CO2排放 (g)	4524 / 4544	7472 / 6381	4170 / 4241	4466 / 4245	V	省 2140 g
	成本 (元)	96 / 97	119 / 101	82 / 83	71 / 68	V	省 34 元
誤差	旅行時間 (秒)	123(4.1%)	273(5.9%)	252(8.3%)	404(14.8%)		
	油耗 (mL)	3(0.1%)	490(16.9%)	31(1.6%)	97(5.0%)		
	CO2排放 (g)	20(0.4%)	1091(17.1%)	71(1.7%)	221(5.2%)		
	成本 (元)	0(0.0%)	17(16.8%)	1(1.2%)	3(4.4%)		
路況		五股交流道回堵	無	土城交流道入口回堵	無		

桃園機場→板橋車站 出發時間: 05/21 09:30

路徑	路徑1	路徑2	路徑3	路徑4	預估 正確 與否	效益
旅行時間 (秒)	3524 / 4982	4306 / 4481	2220 / 2113	3317 / 2903	V	省 2869.00 秒

圖 4.11 成果展示網頁-效益評估實測資料

效益評估實測

總結 第1趟路測 第2趟路測 第3趟路測 第4趟路測 第5趟路測 第6趟路測

路測統計結果

- 平均旅行時間誤差：415.56秒 (13.3%)
- 平均油耗誤差：300.67mL (13.3%)
- 平均碳排放誤差：664.02g (13.4%)
- 最省時路徑預估正確率：92.31%
- 最省油路徑預估正確率：92.31%

綜合分析

◎最省時路徑預估

- 路徑3(國三+國2)於12次實測中有11次都是最快路徑(除第一趟去程外)
- 實驗系統約預估出最快路徑之正確性達92%，差異分析如下：
 - 第一趟去程預估路徑3最快、實測路徑4最快；路徑4相對於路徑3之旅行時間優勢並不顯著(相差約5分鐘，總路程約50分鐘)、惟因路徑3受土城交流道壅塞及路徑4個人駕駛行為影響，以致節能減碳路徑推薦有落差。

◎最省油路徑預估

- 路徑3(國三+國2)於12次實測中有11次都最省油且碳排放量低(除第一趟去程外)。
- 實驗數據顯示最佳路徑即為最節能減碳路徑；因此最節能減碳路徑預估正確性亦為92%，與最佳路徑預估結果相同。

◎最省成本路徑預估

- 將道路通行費及油費納入評估後，路徑3亦為最省錢路徑(除第一趟去程外)。
- 因第一趟去程路徑3有發生壅塞之情形，時間拉長至與路徑4旅行時間接近，因此路徑4無需通行費，所以路徑4較省錢。

結論

- 示範系統依據車發前之即時交通路況，進行行車路徑之油耗及碳排放量評估，目前實測結果顯示示範系統對最快路徑、最省錢及節能減碳路徑之預估已可達92%正確性。

圖 4.12 成果展示網頁-效益評估實測統計與結論

4. 效益評估工具：本評估工具可進行即時的旅行時間、油耗量與碳排放量預估。
- 先於右方 google map 上以滑鼠右鍵設定路徑起終點，路徑規劃完成後，再於左方點選”開始評估”按鈕，即可產生上述資訊，如下圖所示：



圖 4.13 成果展示網頁-效益評估工具

4.2 示範過程

4.2.1 實驗設計

本次示範目的在於評估交通資訊系統對節能減碳之整體效益分析，即評估用路者在提供不同交通資訊強度情境（例如無資訊、充足資訊、部分資訊等）之路徑選擇、油耗及二氧化碳排放的差異。

在實驗場域的選擇上，本計畫以板橋高鐵站為起點，桃園機場航空科學館大門口為迄點，路徑規劃以四大主要道路作為區隔，規劃可行路徑 4 條，分別為：國道 1 號接國道 2 號、省縣道、國道 3 號接國道 2 號、以及 64 號轉 61 號快速道路等，此 4 條路徑也是一般民眾於往返機場與臺北間最常行駛之主要幹道。

本計畫針對此次示範，設定假設與限制，分別從 3 面向說明如下：

1. 人：駕駛者依據行前訓練規範行駛，駕駛者將依循道路速限行駛，不超車亦不跟隨在烏龜車後面，以及當被一輛車超車時，也要超回一台車，以降低駕駛

行為之影響。

2. 車：路測採用的車輛為同款小客車型（TIIDA，2004 年出廠且已行駛里程超過 15,000 公里以上之車輛），並採用本所「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究計畫之小客車耗油率與碳排放係數表(記錄汽油小客車於不同道路等級行駛中逐秒能耗與碳排放資料)，分別計算和比較行前預估/行後之油耗和碳排放量之差異。
3. 路：本計畫主要目的在於探討交通資訊與節能減碳的關聯性，因此選擇固定的起迄點和路測路徑，避免路徑變化成為一不可控因子。另外為了要確保行前預測與行中的的交通路況變化不會太大，所以主要挑選整體旅程時間不超過 1 小時的路徑(假設 1 小時內的交通路況變化差異不大)，以避免交通路況的變化成為不可控制因子。

4.2.2 示範路徑設計

測試路徑的選擇，以板橋高鐵站做為起點，桃園機場航空科學館大門口為迄點，共規劃 4 條測試路徑，分別為：國道 1 號接國道 2 號、省縣道台 1 接台 4、國道 3 號接國道 2 號、以及 64 號轉 61 號快速道路。

4 條測試路徑(含去回程)整理說明如圖 4.14，分別列出各路徑的長度、國快速道佔比(即國道、快速道路佔整條路徑之比例)以及 ETC 計費的里程長度。整體來看，路徑長度以路徑 4 最長，路徑 2 最短；計費里程則以路徑 1 最長，路徑 2 跟 4 因避走國道所以完全不需收費；高快速公路佔比則以路徑 1、3 較高，行駛的道路型態以國道為主，路徑 4 則以快速道路為主。

4 條測試路徑(含去回程)的詳細路段名稱(速限)資訊可分別參考圖 4.15、圖 4.16、圖 4.17、圖 4.18，標示粉紅色的路段則代表國快速道。其中路徑 1 從五股交流道上國 1，途中轉接國 2 機場支線抵達桃園機場航空科學館，路徑 3 則從土城交流道上國 3，途中轉接國 2 機場支線抵達桃園機場航空科學館。

路徑1：國1+國2

路徑長度：38.27km
國快速長度：29.2km
計費里程：19.3km
國快速佔比：76.51%

路徑長度：38.03km
國快速長度：28.9km
計費里程：19.3km
國快速佔比：76.11%



路徑2：台1+台4

路徑長度：33.86km
國快速佔比：0%

路徑長度：33.14km
國快速佔比：0%



路徑3：國3+國2

路徑長度：40.7km
國快速長度：38.82km
計費里程：11.9km
國快速佔比：95.33%

路徑長度：41.3km
國快速長度：39.07km
計費里程：11.9km
國快速佔比：94.75%



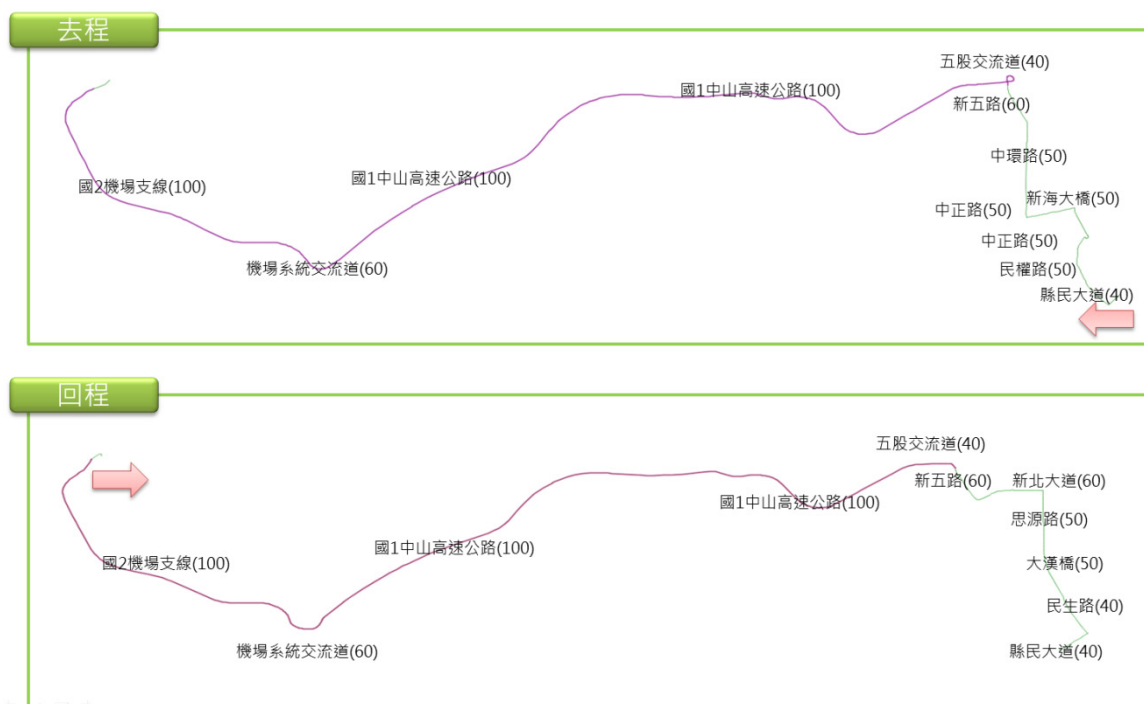
路徑4：64+61快速道路

路徑長度：45.09km
快速長度：33.2km
國快速佔比：73.62%

路徑長度：44.31km
快速長度：28.7km
國快速佔比：64.81%

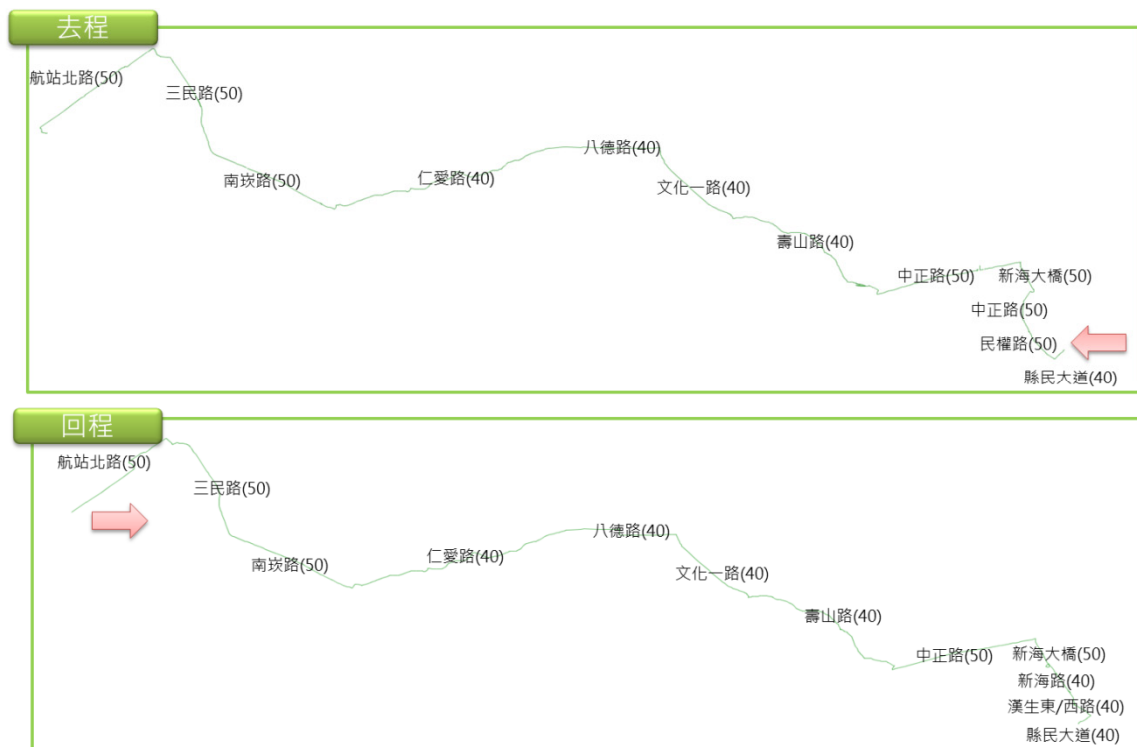


圖 4.14 各測試路徑之路段種類比例



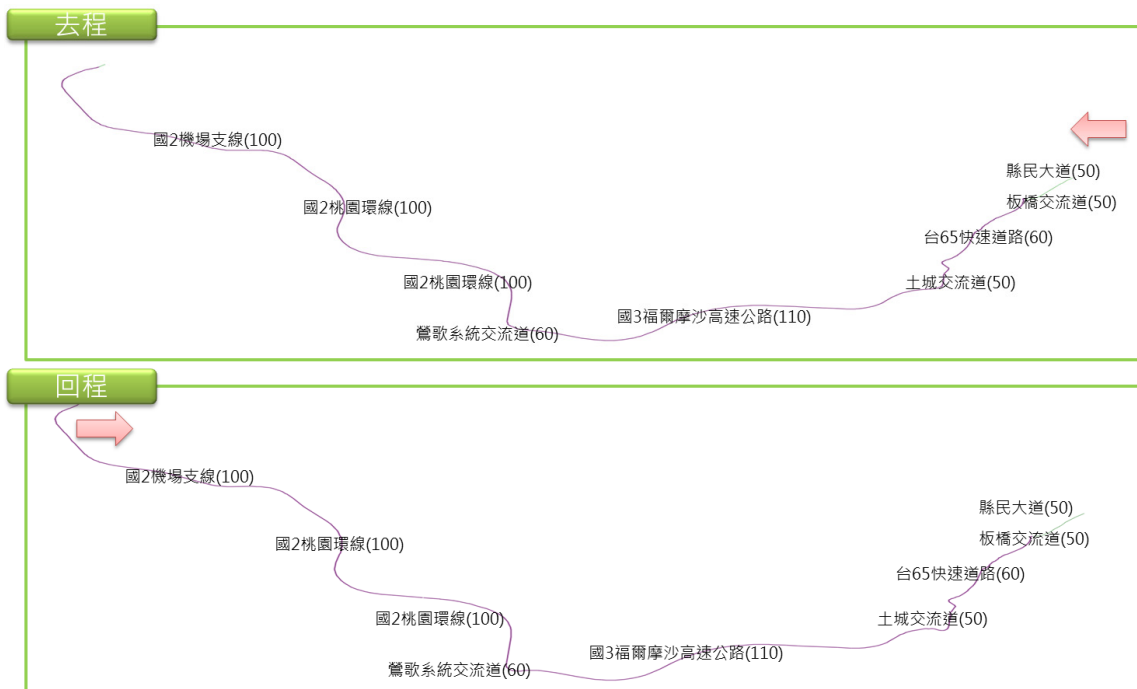
備註：()中數字為道路速限

圖 4.15 路徑 1 去回程行經之路段名稱



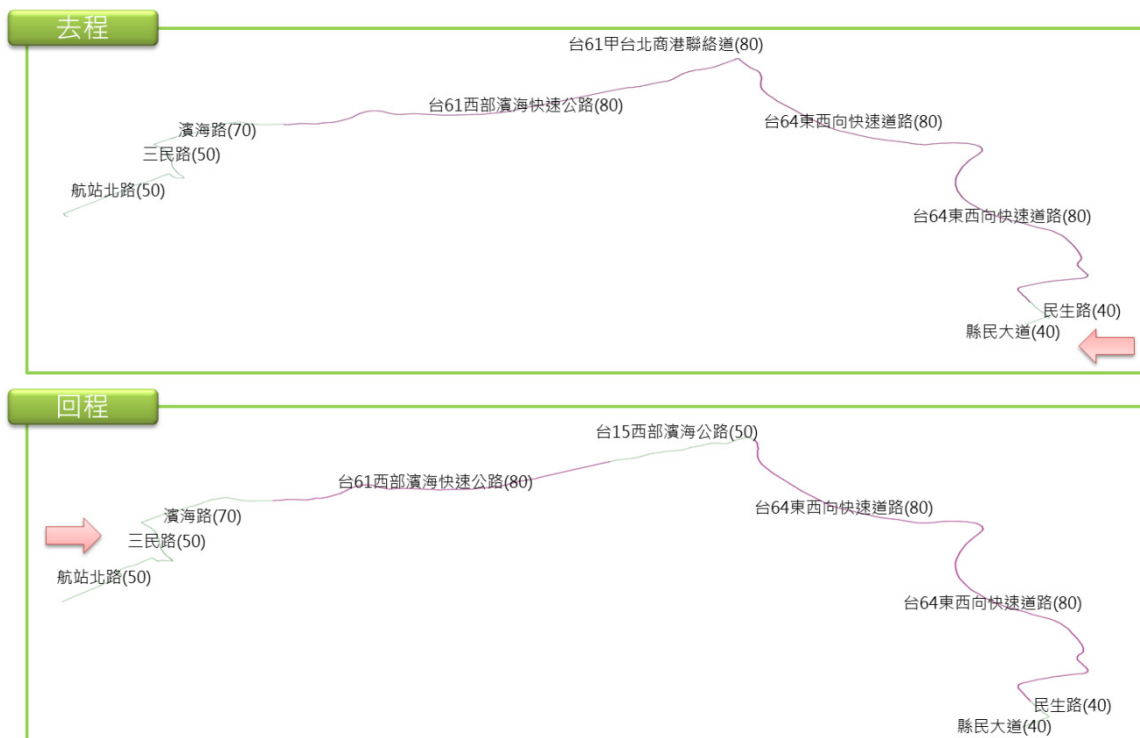
備註：()中數字為道路速限

圖 4.16 路徑 2 去回程行經之路段名稱



備註：()中數字為道路速限

圖 4.17 路徑 3 去回程行經之路段名稱



備註：()中數字為道路速限

圖 4.18 路徑 4 去回程行經之路段名稱

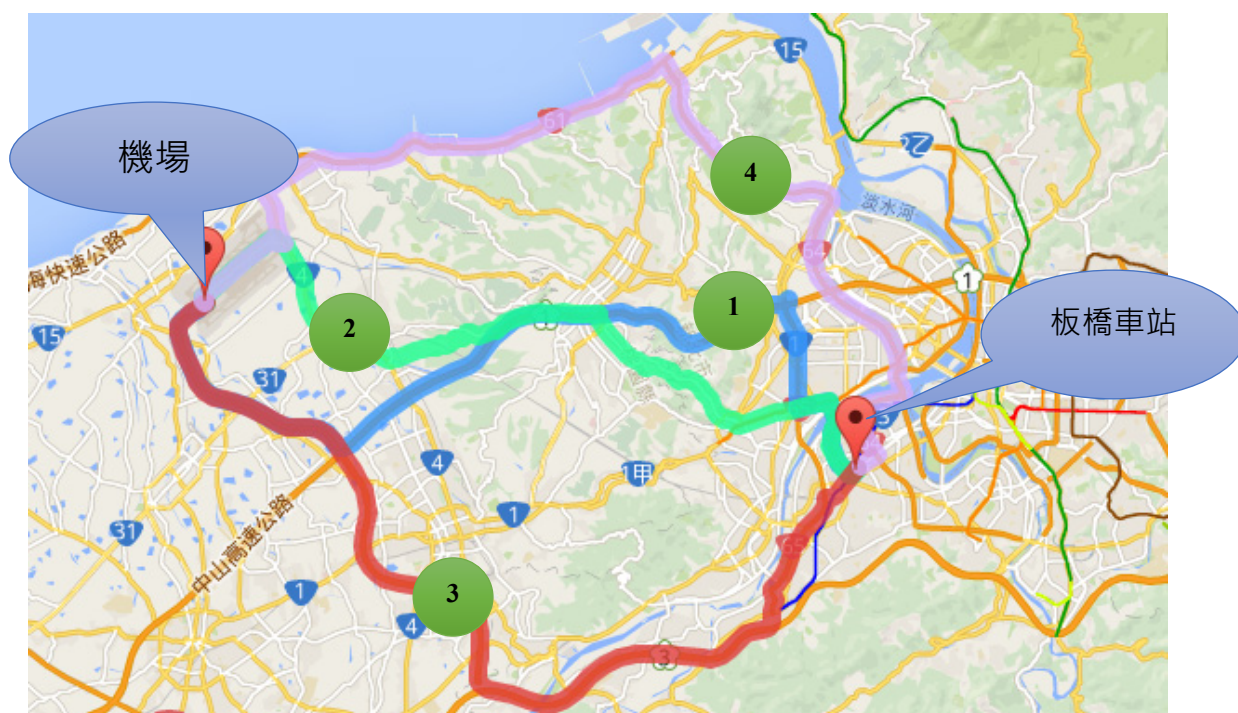


圖 4.19 4 個測試路徑去回程行經之路段比較

從圖 4.19 所示板橋至機場共 4 個測試路徑去回程行經之路段比較：

- 第 1 組路徑：國道 1 號+國道 2 號(一般大眾常走路徑。若不考慮優惠里程 24 元，則單程過路費 22.9 元)。
- 第 2 組路徑：省縣道(實際距離最短，卻要花時間最長的路徑)
- 第 3 組路徑：國道 3 號+國道 2 號(一般大眾常走路徑，雖然相較路徑 1 距離較長，但較順暢。若不考慮優惠里程 24 元，則單程過路費 14.2 元)
- 第 4 組路徑：快速道路台 64+快速道路台 61(距離最長，但車少較順暢且不容易塞車)。

4.2.3 示範過程

在進行道路測試前，將安排駕駛者進行行前教育，如圖 4.20，除讓相關人員仔細了解各自分配行走的路徑外，亦須遵守不得超速行駛、並確實記錄路測時臨時發生的道路事件(如道路發生壅堵、事故等)。

實際在進行道路實地測試時，則分成 4 組人於同一時間駕駛同年份/同車款的 TIID 分別行駛規劃的 4 條測試路徑，並於行駛路途中透過車載應用軟體蒐集車輛的 GPS 軌跡資訊，如圖 4.21，作為後續分析使用。



圖 4.20 道路測試前行前教育



板橋高鐵站



桃園機場航空科學館停車場



桃園機場航空科學館停車場



GPS



導航 & 即時資訊



車隊出發

圖 4.21 實際道路示範

道路測試的時間共有 2 天，分別為 5/21(平時上班日)以及 5/30(端午節連假前一日)，每天進行 3 次路測，於不同的時段往返板橋及機場，詳細出發時間可參考 4.2.4 道路測試數據，2 天路測下來共蒐集 6 個趟次的車輛 GPS 軌跡資料，供後續分析各路徑節能減碳的實際效果。

4.2.4 測試結果與分析

1. 道路測試數據結果

本計畫於 103 年 5 月進行 2 次路測，每次路測來回行駛 3 趟次，共有 6 趟測試數據如表 4-2~表 4-7 所示：

表 4-2 可觀察出 2 點情形：(1) 路徑 3 於去程預估最快到達，實測上卻是路徑 4 最快到達，但路徑 4 比其路徑 3 之旅行時間優勢並不顯著，兩數據相差約 5 分鐘，且旅行時間受個人當下駕駛行為影響，因此旅行時間誤差在可接受範圍之內。(2) 路徑 1 於回程預估旅行時間低於實測值 1458 秒(約 24 分鐘)，經查證從五股交流道一路回堵到國道外側車道(約 2 公里)，但國道 VD 當下之時速顯示為順暢，系統又以 VD 為國道主要交通資訊源，因此導致旅行時間預估不準確。

表 4-3~表 4-6 可觀察路徑 2 和 4 旅行時間預估值均比實測值大，經查證應為路測車速於某些路段皆超過道路速限所致。另表 4-7 可觀察路徑 2 和 4 旅行時間預估值與實測值相近，與前 5 個趟次不同，經查證此次路測大多時間皆依循速限行駛。

表 4-2 第一趟次數據

去程出發時間:2014-05-21 08:06:27 回程出發時間:2014-05-21 09:30:55

方 向	路 徑 長 (km)	預 估 KPI				路 測 KPI				差 距 值 (預 估 - 路 測)				路 況
		旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油 資 + 過 路 費 (元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油 資 + 過 路 費 (元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)		
去 程	1	38.27	2844	2101.2	4523.954	97	2967	2103.7	4543.684	97	-123 (-4.1%)	-2.525 (-0.1%)	-19.73 (-0.4%)	五股交流道 回堵
	2	35.19	4864	3389.3	7472.06	119	4591	2899.0	6380.633	102	273 (5.9%)	490.312 (16.9%)	1091.43 (17.1%)	
	3	40.74	預估最快 2776	預估 最省油 1943.2	4169.839	83	3028	1974.0	4240.931	84	-252 (-8.3%)	-30.854 (-1.6%)	-71.092 (-1.7%)	土城交流道 入口回堵
	4	45.44	3131	2026.6	4465.992	71	實際最快 2727	實際 最省油 1930.0	4244.585	68	404 (14.8%)	96.614 (5.0%)	221.407 (5.2%)	
回 程	1	38.04	3524	2225.0	4811.04	101	4982	2758.6	5997.935	120	-1458 (-29.3%)	-533.52 (-19.3%)	-1186.9 (-19.8%)	五股交流道 回堵
	2	32.23	4306	2988.5	6589.87	105	4481	2749.3	6053.472	97	-175 (-3.9%)	239.17 (8.7%)	536.398 (8.9%)	
	3	41.32	預估最快 2220	預估 最省油 1715.6	3650.8	75	實際最快 2113	實際 最省油 1619.2	3467.24	71	107 (5.1%)	96.37 (6.0%)	183.56 (5.3%)	
	4	44.62	3317	2240.6	4935.007	79	2903	2151.0	4712.982	76	414 (14.3%)	89.533 (4.2%)	222.025 (4.7%)	台 64 蘆洲- 三重段塞車

資料來源：本計畫整理。

表 4-3 第二趟次數據

去程出發時間:2014-05-21 10:59:58 回程出發時間:2014-05-21 13:29:17

方 向	路 徑	路徑長 (km)	預 估 KPI				路 測 KPI				差 距 值 (預 估 - 路 測)			路 況
			旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過 路費(元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過 路費(元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	
去 程	1	38.45	2589	1944.7	4181.012	91	2289	1739.8	3746.176	84	300 (13.1%)	204.921 (11.8%)	434.836 (11.6%)	
	2	36.2	4759	3375.4	7441.033	119	4088	2508.7	5519.608	88	671 (16.4%)	866.694 (34.5%)	1921.425 (34.8%)	
	3	40.74	預估最快 2050	預估 最省油 1653.2	3536.8	73	實際最快 1876	實際 最省油 1534.2	3292.023	68	174 (9.3%)	118.971 (7.8%)	244.777 (7.4%)	
	4	46.02	3201	2193.8	4836.181	77	2762	2218.6	4873.873	78	439 (15.9%)	-24.763 (-1.1%)	-37.692 (-0.8%)	台 61 暴 雨車速 影響
回 程	1	38.28	2627	1973.8	4235.043	92	3274	2239.1	4803.414	102	-647 (-19.8%)	-265.293 (-11.8%)	-568.371 (-11.8%)	五股交 流道回 堵
	2	34.03	4643	3207.5	7074.227	113	4435	2678.4	5900.41	94	208 (4.7%)	529.165 (19.8%)	1173.817 (19.9%)	
	3	42.2	預估最快 2325	預估 最省油 1828.7	3917.323	79	實際最快 2337	實際 最省油 1734.4	3715.192	75	-12 (-0.5%)	94.255 (5.4%)	202.131 (5.4%)	
	4	45.08	3501	2321.4	5115.12	82	2927	2214.5	4854.59	78	574 (19.6%)	106.927 (4.8%)	260.53 (5.4%)	

資料來源：本計畫整理。

表 4-4 第三趟次數據

去程出發時間:2014-05-21 14:47:29 回程出發時間:2014-05-21 16:02:21

方 向	路 徑	路徑長 (km)	預估 KPI				路測 KPI				差距值(預估-路測)			路 況
			旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過路 費(元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過路 費(元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	
去 程	1	38.24	2512	1906.024	4113.877	90	2307	1775.797	3834.389	86	205 (8.9%)	130.227 (7.3%)	279.488 (7.3%)	五股+南崁 段塞車
	2	33.97	4734	3305.482	7287.761	116	3862	2384.175	5247.286	84	872 (22.6%)	921.307 (38.6%)	2040.475 (38.9%)	
	3	40.75	預估最快 1942	預估 最省油 1596.842	3430.719	71	實際最快 2155	實際 最省油 1648.866	3546.938	72	-213 (-9.9%)	-52.024 (-3.2%)	-116.219 (-3.3%)	
	4	46.03	3357	2254.612	4969.793	79	2714	2182.314	4794.317	77	643 (23.7%)	72.298 (3.3%)	175.476 (3.7%)	
回 程	1	38.26	2554	1911.1	4106.845	90	2701	2017.423	4369.419	94	-147 (-5.4%)	-106.323 (-5.3%)	-262.574 (-6.0%)	
	2	34.65	4729	3246.126	7159.024	114	4592	2752.486	6063.648	97	137 (3.0%)	493.64 (17.9%)	1095.376 (18.1%)	
	3	42.04	預估最快 2255	預估 最省油 1781.868	3812.93	77	實際最快 2237	實際 最省油 1659.782	3578.233	73	18 (0.8%)	122.086 (7.4%)	234.697 (6.6%)	
	4	45.16	3515	2321.471	5114.554	82	2653	2249.776	4928.856	79	862 (32.5%)	71.695 (3.2%)	185.698 (3.8%)	台 64 下板 橋新埔回堵

資料來源：本計畫整理。

表 4-5 第四趟次數數據

去程出發時間:2014-05-30 08:00:21 回程出發時間:2014-05-30 09:13:29

方 向	路 徑	路徑長 (km)	預 估 KPI				路 測 KPI				差 距 值 (預 估 - 路 測)			路 況
			旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過 路費(元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過 路費(元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	
去 程	1	38.74	2678	1993.565	4300.765	93	2448	1779.338	3833.437	86	230 (9.4%)	214.227 (12.0%)	467.328 (12.2%)	五股交流 道車多
	2	35.12	4938	3443.351	7591.582	121	3745	2266.801	4982.639	80	1193 (31.9%)	1176.55 (51.9%)	2608.943 (52.4%)	
	3	41.29	預估最快 1991	預估 最省油 1590.825	3406.052	70	實際最快 2115	實際 最省油 1602.675	3454.753	71	-124 (-5.9%)	-11.85 (-0.7%)	-48.701 (-1.4%)	
	4	47.64	3310	2272.868	5004.398	80	2887	2300.409	5056.665	81	423 (14.7%)	-27.541 (-1.2%)	-52.267 (-1.0%)	文化路施 工擁塞
回 程	1	38.26	2559	1873.804	4034.537	89	2827	1941.645	4209.372	91	-268 (-9.5%)	-67.841 (-3.5%)	-174.835 (-4.2%)	五股交流 道回堵
	2	35.55	4710	3255.889	7179.797	114	4020	2356.164	5185.083	83	690 (17.2%)	899.725 (38.2%)	1994.714 (38.5%)	
	3	42.04	預估最快 2122	預估 最省油 1666.797	3584.049	73	實際最快 2244	實際 最省油 1676.275	3627.762	73	-122 (-5.4%)	-9.478 (-0.6%)	-43.713 (-1.2%)	
	4	45.28	3141	2126.77	4681.036	75	2575	2304.036	5046.684	81	566 (22.0%)	-177.266 (-7.7%)	-365.648 (-7.2%)	

資料來源：本計畫整理。

表 4-6 第五趟次數據

去程出發時間:2014-05-30 10:30:12 回程出發時間:2014-05-30 12:26:12

方 向	路 徑	路徑長 (km)	預 估 KPI				路 測 KPI				差 距 值 (預 估 - 路 測)			路 況
			旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過路 費(元)	旅行 時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過路 費(元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	
去 程	1	38.46	2581	1937.911	4167.424	91	2360	1730.641	3743.371	84	221 (9.4%)	207.27 (12.0%)	424.053 (11.3%)	
	2	36.67	4864	3455.724	7617.687	121	3958	2275.565	5004.473	80	906 (22.9%)	1180.159 (51.9%)	2613.214 (52.2%)	
	3	40.68	預估最快 2058	預估 最省油 1653.188	3535.013	73	實際最快 1880	實際 最省油 1502.384	3244.745	67	178 (9.5%)	150.804 (10.0%)	290.268 (8.9%)	
	4	45.93	3191	2120.498	4673.821	75	2748	2266.616	4981.147	80	443 (16.1%)	-146.118 (-6.4%)	-307.326 (-6.2%)	文化路施 工擁塞
回 程	1	38.21	2447	1822.271	3914.534	87	2858	1960.899	4228.745	92	-411 (-14.4%)	-138.628 (7.1%)	-314.211 (7.4%)	五股交流 道車多
	2	37.39	5052	3470.457	7654.626	122	3734	2160.488	4754.637	76	1318 (35.3%)	1309.969 (60.6%)	2899.989 (61.0%)	
	3	41.99	預估最快 2162	預估 最省油 1736.543	3735.012	75	實際最快 2061	實際 最省油 1601.4	3457.836	71	101 (4.9%)	135.143 (8.4%)	277.176 (8.0%)	
	4	48.32	3932	2677.782	5897.334	94	2577	2251.047	4933.314	79	1355 (52.6%)	426.735 (19.0%)	964.02 (19.5%)	

資料來源：本計畫整理。

表 4-7 第六趟次數數據

去程出發時間:2014-05-30 14:37:48 回程出發時間:2014-05-30 16:04:54

方 向	路 徑	路徑長 (km)	預 估 KPI				路 測 KPI				差距值(預估-路測)				路 況
			旅行 時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過路 費(元)	旅行 時間 (s)	油耗 量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過 路費(元)	旅行 時間 (s)	油耗 量 (ml)	碳排放量 (g)		
去 程	1	39.27	3103	2238.59	4828.327	102	2889	1983.965	4284.463	93	214 (7.4%)	254.625 (12.8%)	543.864 (12.7%)	五股交流 道車多	
	2	35.37	4859	3399.267	7494.648	119	4445	2583.498	5678.894	91	414 (9.3%)	815.769 (31.6%)	1815.754 (32.0%)		
	3	40.68	預估最快 2111	預估 最省油 1670.804	3569.666	73	實際最快 1981	實際 最省油 1564.32	3363.91	69	130 (6.6%)	106.484 (6.8%)	205.756 (6.1%)		
	4	46.29	3271	2218.091	4888.922	78	3386	2521.987	5551.841	89	-115 (-3.4%)	-303.896 (-12.0%)	-662.919 (-11.9%)	文化路施 工擁塞	
回 程	1	38.19	2740	2037.829	4375.275	95	3212	2091.308	4496.672	97	-472 (-14.7%)	-53.479 (-2.6%)	-121.397 (-2.7%)	五股交流 道回堵	
	2	33.68	4658	3219.068	7098.3	113	4975	2657.53	5856.717	94	-317 (-6.4%)	561.538 (21.1%)	1241.583 (21.2%)		
	3	41.99	預估最快 2194	預估 最省油 1733.546	3698.967	75	實際最快 2451	實際 最省油 1777.282	3828.47	77	-257 (-10.5%)	-43.736 (-2.5%)	-129.503 (-3.4%)		
	4	44.66	3056	2052.983	4520.961	72	2905	2306.86	5060.697	81	151 (5.2%)	-253.877 (-11.0%)	-539.736 (-10.7%)	台 64 全線 車多	

資料來源：本計畫整理。

2. 路徑評估分析

為評估提供交通資訊對節能減碳效益之影響，本計畫運用旅行時間作為交通資訊的主要評估因子，透過交通資訊API系統查詢路徑上所有路段的預估旅行時間，在各路段之路況隨著車輛抵達時間差異之情況下，同時參考出發時的即時旅行時間與路段的歷史旅行時間，可更準確地預測車行駛至該路段之可能車速，並藉以推算當時之油耗和碳排放量。

根據上述的道路測試數據，比較不同狀況下路測的真實旅行時間與預估旅行時間的差距，本計畫歸納出 4 個影響旅行時間預估準確率的因素：

(1) 交通事件

交通事件為影響道路通行的最主要因素，包括車禍、施工、天氣等因素，其中已非預期性交通事件所產生的壅塞狀況是影響預估準確度的最大要素。由於交通事件非屬常態性的車流狀況，難以由歷史交通資訊進行預測，只能藉由即時交通資訊進行判斷，若車輛出發時尚未發生交通事件，將使預估的結果產生誤差。

此外交通事件也可能發生於單一車道上，以路徑一第一趟次之回程為例，誤差主要來自於五股交流道附近，經查證當時從五股交流道平面道路回堵到國道外側車道約 2 公里，但當下該位置偵測器之時速顯示為順暢，並未反映此情形在即時交通資訊上，導致旅行時間預估產生誤差。

圖 4.22 顯示路徑 1 回程國快速道(林口到五股)時速變化趨勢顯示路徑易壅塞時段及路徑基本資料，可發現交通事件發生時，行駛速度將受到影響而下降。

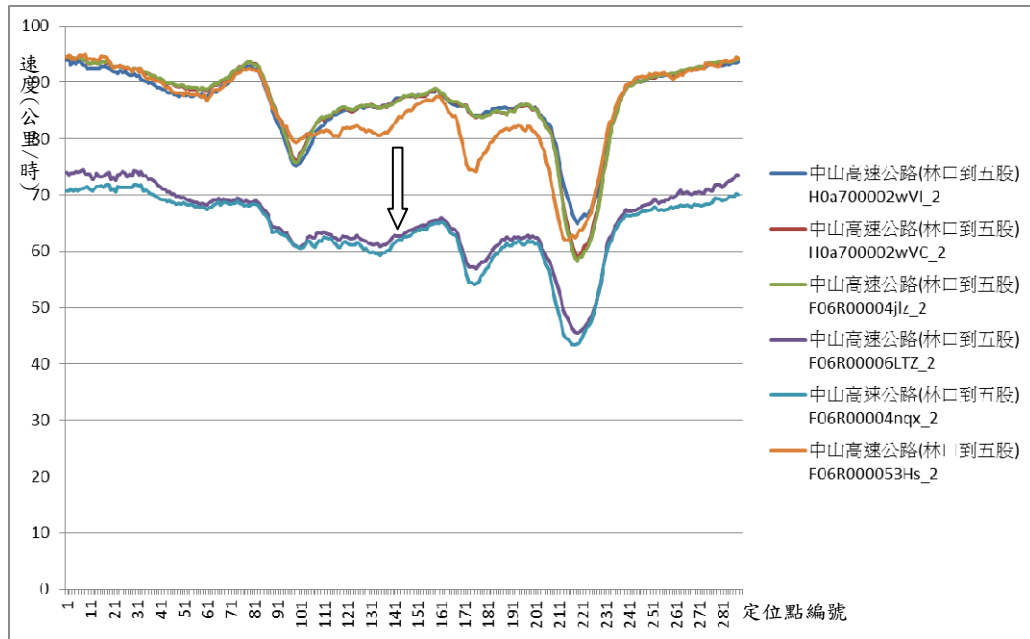


圖 4.22 路徑 1 回程國快道(林口到五股)時速變化趨勢

(2) 駕駛行為

車輛同一時間行駛在同一路段上，駕駛行為的不同也會讓車速產生差距，進而影響油耗和碳排放量的預測。一般來說，交通資訊多是採用該路段整體的狀況，故當特殊的駕駛行為出現時，預估的結果就會出現誤差。以路徑二與路徑四為例，在第 2~5 趟次路測時，由於路測駕駛在許多路段行駛時，因路況良好產生超速行為，旅行時間就會產生預測失準的狀況，如圖 4.23 所示。而第 1、6 趟次路測則無明顯超速的情況，故預估的旅行時間就較為準確。

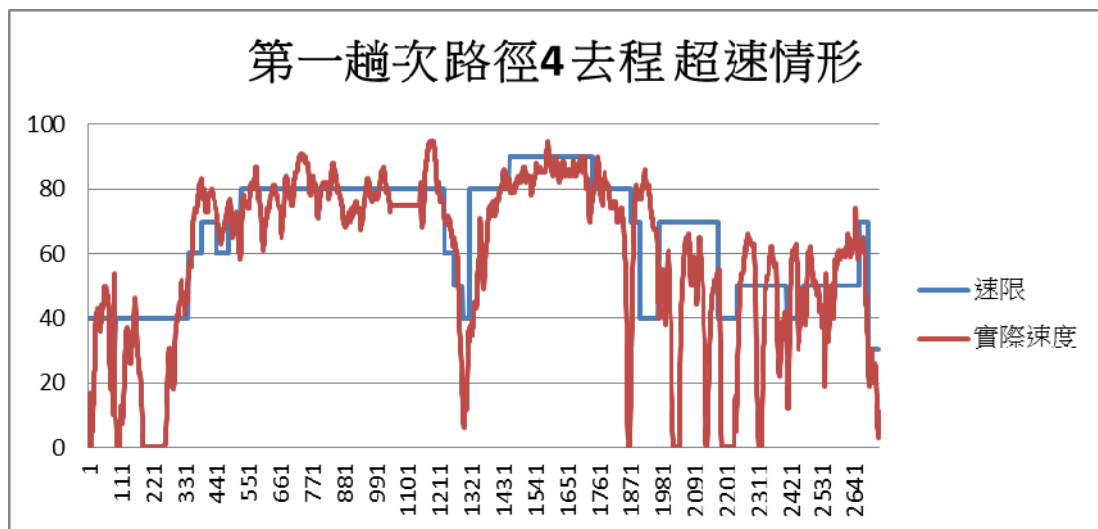


圖 4.23 路徑四第 1 趟次之去程超速情形

(3) 交通號誌

交通號誌的影響主要出現於平面道路上，而在高速道路則未受到該因素的影響。交通號誌的影響係由於車速的預估方式是以路段長除以平均行駛時間進行預估，但實際行駛時車速變化包含停等怠速、加速、穩定行駛、而後減速的過程，不僅停等的時間較難估計，加速減速的過程也會因駕駛者不同而改變，故預估的結果容易產生誤差。以前述之數據為例，因為路徑二全為平面道路型態，而其他 3 條路徑則以高速道路佔多數，故路徑二平均的誤差會較其他 3 條路徑來的高。

(4) 即時交通資訊佔比

即時交通資訊提供出發當時交通狀況，以作為行駛過程的預測，因此交通資訊涵蓋率越大，對整條路徑當時交通狀況的掌握就越多，預估的準確率也較高。但由於實際的預估還是有很大部分取決於道路型態、歷史資訊和前述的 3 個因素，故其影響相對較不明顯，但仍可發現即時交通資訊涵蓋率較高的路徑預估結果準確的比例也較高，如圖 4.24 所示。此外，平面道路的交通資訊涵蓋率通常較高速道路低，故更容易影響平面道路預估的準確率。

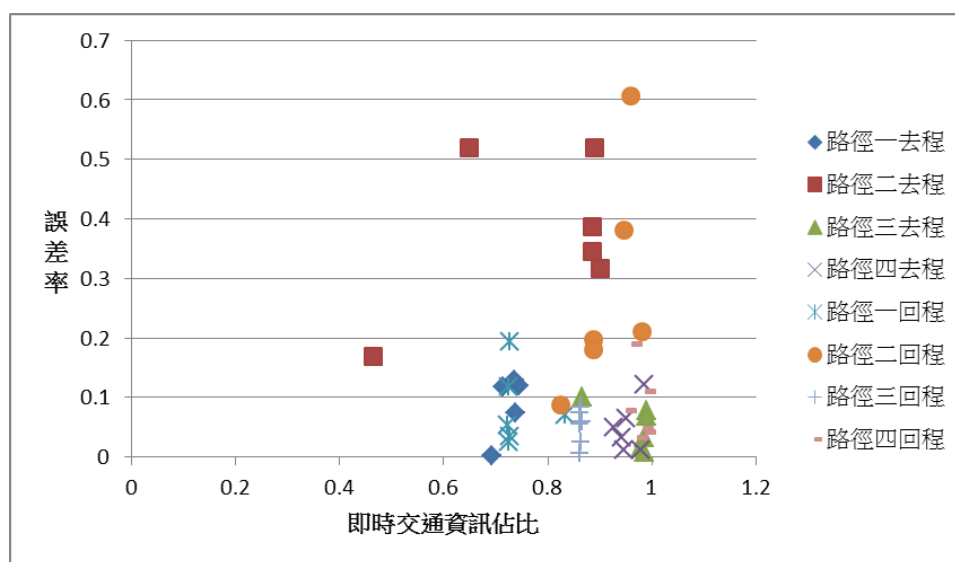


圖 4.24 即時交通資訊佔比與油耗預估誤差率關係圖

根據路徑比較各因素與旅行時間預估誤差的關係，如表 4-8 所示，旅行時間預估雖有其限制，但仍舊能夠預估出合理誤差範圍內結果。前述道路測試數據顯示平均誤差約在 7 分鐘，平均誤差比例約為 13%，若排除第二與第四條因為超速影響的數據，平均誤差可降至約 5 分鐘，而平均誤差比例能夠降至約 10%。若比較同一趟次不同路徑之相對旅行時間排名，其最快路徑預估之正確性更達 92%，此結果對於後續分析最節能減碳之路徑具有相當大的參考價值。

表 4-8 各路徑旅行時間預估誤差與因素比較表

	路徑一	路徑二	路徑三	路徑四
駕駛者紀錄的路況	部分交流道出現壅塞情況，第一趟次回程影響最大	較無壅塞發生	僅第一趟次去程有壅塞發生	部分趟次於平面道路普遍出現壅塞情況
駕駛行為	較正常	部分趟次超速行駛的情況明顯	較正常	部分趟次超速行駛的情況明顯
交通號誌	高快速道路居多，交通號誌影響較小	平面道路居多，交通號誌影響大	高快速道路居多，交通號誌影響較小	高快速道路居多，交通號誌影響較小
即時交通資訊涵蓋率	次高	最低	最高	中，但不同趟次間變異大
誤差	小，僅第一趟次回程誤差較大	部分趟次因駕駛者超速造成誤差	最小	部分趟次因駕駛者超速造成誤差

資料來源：本計畫整理。

4.2.5 示範系統之應用

1. 決策點之選擇

駕駛者行駛不同路徑會有部分路段重覆，並可能在路段分歧處產生一個決策點，從該點估算後續行駛路徑的旅行時間可幫助用路者做出較好的決

策。以本計畫路測路徑為例，在路徑一與路徑三回程時，一開始皆行駛平面道路並連接至國道二號，接著在國道二號接國道一號或國道三號時產生一個決策點，如圖 4.2.4-5 所示，左側重疊之線段代表行駛同樣路徑，故估算出的時速皆相同，而在決策點之右線段則分別行駛國一(路徑一)與國三(路徑三)，此時因為國三估算出的時速較快，估算出整體旅行時間也較短，為較佳的選擇。比對實際路測出來的結果也是路徑三較路徑一更為省時。

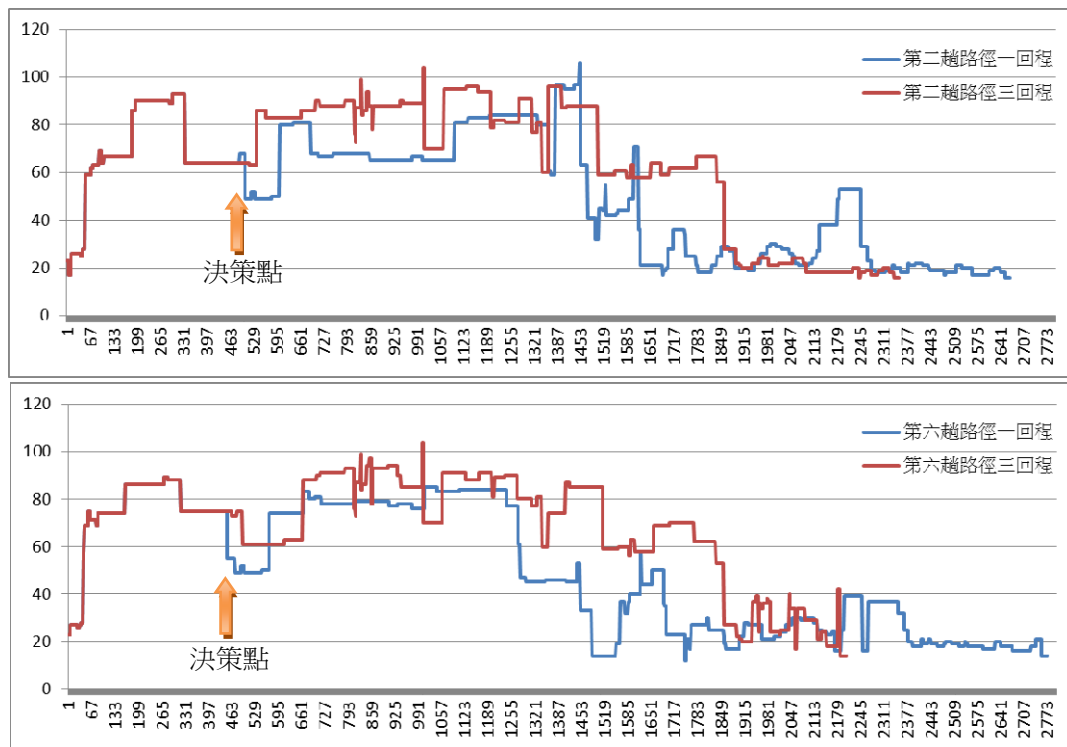


圖 4.25 路徑一與路徑三回程估算每秒行駛時速變化趨勢

2. 交通資訊對於節能減碳的效益

藉由預估車輛行駛至該路段之可能車速，可推算車輛當時之油耗與碳排放量，加總後即可推算出一完整路徑之總油耗與碳排放量。以油耗進行分析發現，旅行時間估算誤差率與油耗估算誤差率之關係圖如圖 4.26 所示，可以發現兩者間的誤差率大略呈現正比關係，當估算的車速越準確，油耗的估算就越準確。依路徑不同區分，也可發現路徑一與路徑三(國道居多)的結果油耗估算結果普遍較佳，而路徑二(平面道路居多)則較差，此係因道路種類不同所造成的差異，國快速道之旅行時間估算較易，且時速不易受號誌影響，故結果較佳，而平面道路則因旅行時間估算不易，且受號誌影響造成平均時速無法反應走走停停的狀況而使得結果較差；路徑四的趨勢線和其他三條路徑差異較大，此係因能耗係數表在省道超速行駛時會因為車速增加而油耗急遽上

升，並造成估算誤差。

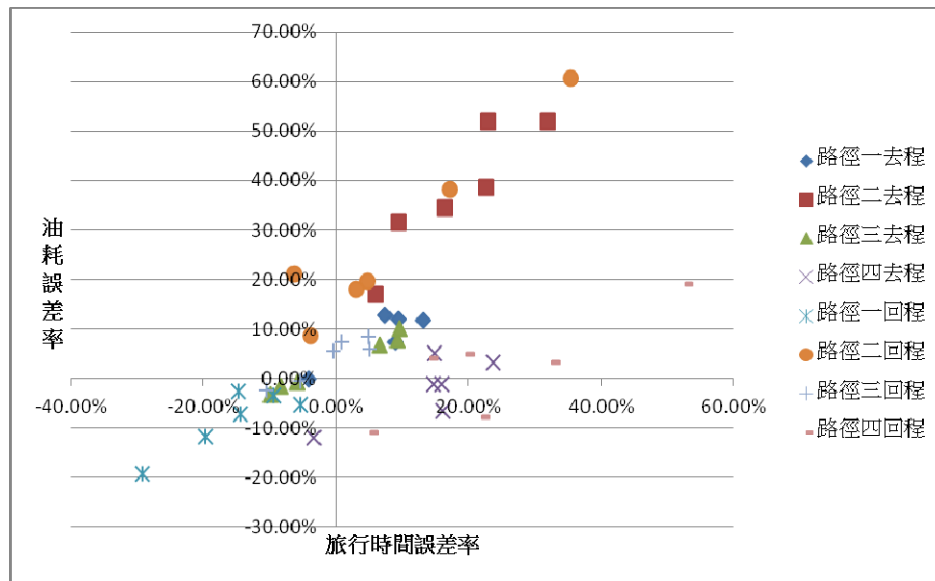


圖 4.26 最快路徑預估誤差率與油耗預估誤差率關係圖

綜上，可以發現路徑上的交通狀況對於能耗估算有極大的參考價值，若能強化交通資訊之品質，配合更細緻化的能耗係數表，便可準確估算出實際能耗。對於用路人來說，在選擇路徑時，路徑長度與道路總類通常可藉由導航軟體、電子地圖等工具，依用路人想採取的方式進行最佳化計算，例如選擇國快速最多或路徑長度最短的路徑。然而，隨著道路交通資訊在國內普遍的應用，在選擇路徑時若能參考交通資訊、再配合道路總類與長度進行能耗估算，便可避開交通狀況不佳造成能耗增加的路徑，從而達到最節能減碳的目標。

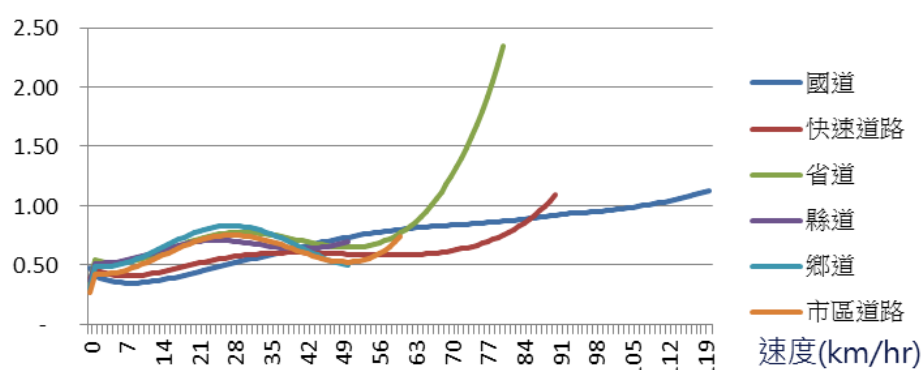
3. 最節能減碳路徑預估

本示範系統主要是基於能源局公告平均油耗 16km/hr 審驗值展開的能耗係數表進行節能減碳 KPI(包含油耗和碳排放量)之預估，因此先針對能耗係數表做一個探討。

能耗係數表主要記錄了車輛行駛速度及行駛道路類型對應的每秒油耗和碳排放量數據，將能耗係數表中的油耗量數據及碳排放量數據分別繪製成圖 4.27 油耗量係數表與圖 4.28 碳排放量係數表，從 2 張圖表中可看出除了省道的油耗及碳排放量在時速 63km/hr 以上時會因為車速增加而急速上升之外，其它道路類型(包含國道、快速道路、縣道、鄉道、市區道路)的油耗及碳排放量於相同車速下的油耗與碳排放量差異並不大(油耗最大差距約在 0.5ml 上下、而碳排放量最大差距則在 1g 上下)。

油耗(ml/s)

油耗量係數表

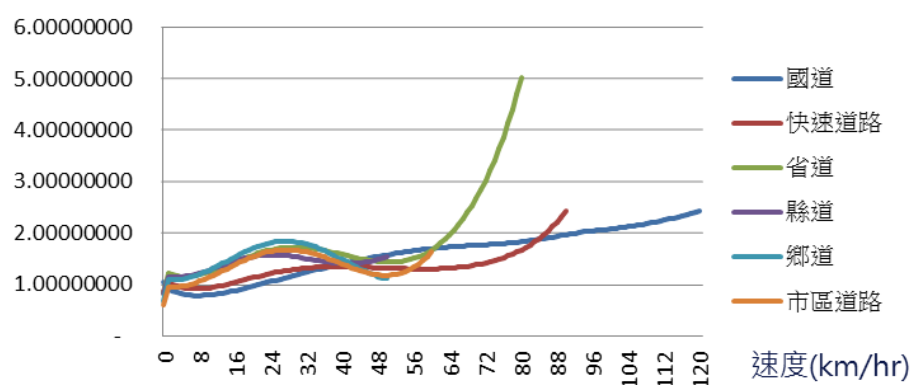


資料來源：本計畫整理(能源局車輛容許耗用能源標準)

圖 4.27 油耗量係數表

碳排放量(g/s)

碳排放量係數表



資料來源：本計畫整理(能源局車輛容許耗用能源標準)

圖 4.28 碳排放量係數表

將所有路測資料依據道路種類區分，各道路種類油耗和碳排放量如表 4-9，由表可知本示範系統路測中，國快速道之平均能耗最低，而縣道之平均能耗最高。

表 4-9 各道路種類油耗和碳排放量比較表

道路種類	總油耗(ml)	總碳排放量(g)	平均每公里油耗(ml/km)	平均每公里碳排放量(g/km)
國道	20056.34	56879.15	29.39414	83.36088
快速道路	15283.76	44941.6	29.22039	85.92196
省道	14461.04	42062.38	59.13263	171.9972
縣道	6567.725	19207.44	72.63695	212.4282
鄉道	4525.818	13298.08	42.24225	124.1192
市區道路	14995.63	44187.51	53.41851	157.4079

資料來源：本研究整理。

本示範系統預估各路徑油耗和碳排放量，採取每秒的油耗累加(根據車速和行駛的道路型態查詢能耗係數表而得)和碳排放量(根據車速和行駛的道路型態查詢能耗係數表而得)而產生，經研究分析，影響路徑整體油耗和碳排放量最大的因素應為路徑旅行時間的長短。

觀察此次實際路測結果數據，顯示出最快路徑(最短旅行時間路徑)即為最節能減碳路徑。因此當系統能藉由掌握各路測路徑路段的即時交通資訊與歷史交通資訊，準確地預估各路徑的旅行時間，則預估旅行時間最短的路徑即為最節能減碳路徑。本系統於 12 次預測中有 11 次預估路徑 3 為最快路徑(亦預估為最節能減碳路徑)，估測結果也顯示路徑 3 確實為最節能減碳路徑，預估正確性為 92%。

此外，經比較示範區域的各路徑績效結果顯示，最省時路徑之行駛距離雖然較最短路徑多 25%的距離，然在時間節省可達 50%；研究發現，最省時路徑因過程中多可維持穩定的速度行駛，降低急加速及減速的比例，因此通常可達到最省油及最環保的效果，其油耗及碳排放量較最短路徑約可減少 35%，如果再進一步考量高速公路通行費的影響，其成本可節省 15%。

4. 最低成本路徑預估

路徑行駛成本計算方式為所需油資加上過路費，其中過路費為行經國道電子收費之費用(不計入優惠里程 24 元)，因此路徑 1 行經國道 1 號，單程過路費為 22.9 元，路徑 3 行經國道 3 號，單程過路費為 14.2 元，路徑 2 和 4 未行

經國道而無 eTag 過路費，油資計算方式為假設每公升 35 元，各路徑預估費用及估測費用可由前述數據得知，其 12 次預測中有 11 次預測路徑 3 為最低成本路徑，且 12 次的預估最低成本路徑皆與估測值相符，預估正確性為 100%。

從此六趟路測數據看來，即時交通資訊佔比與油耗預估誤差並無明顯相關，因交通狀況會隨著時間動態變化，旅行時間預估準確性非完全受即時交通資訊佔比影響：

- 國快速：國快速為主的路徑(路徑一、三、四)，即使在即時交通資訊佔比較低時，利用歷史資訊進行彌補，仍可準確預估旅行時間；
- 市區道路：路徑二皆為省道與市區道路，車輛行駛時速易受號誌影響，不僅旅行時間估算難度較高，以油耗表估算油耗也較易產生失真的狀況。

4.3 實際油耗驗證

為評估系統運用油耗係數表估測之油耗與實際油耗之差異，本計畫特別針對油耗係數表中的國道油耗係數部分進行測試。

本次驗測路徑全程以國道為主，路徑總長約為 73.3 公里，起終點設定在同一個加油站，並從鄰近加油站之堤頂交流道上國道一號南下至中壢服務區，於服務區繞一圈出來，再行駛國道一號北上於堤頂交流道下國道回到加油站結束。

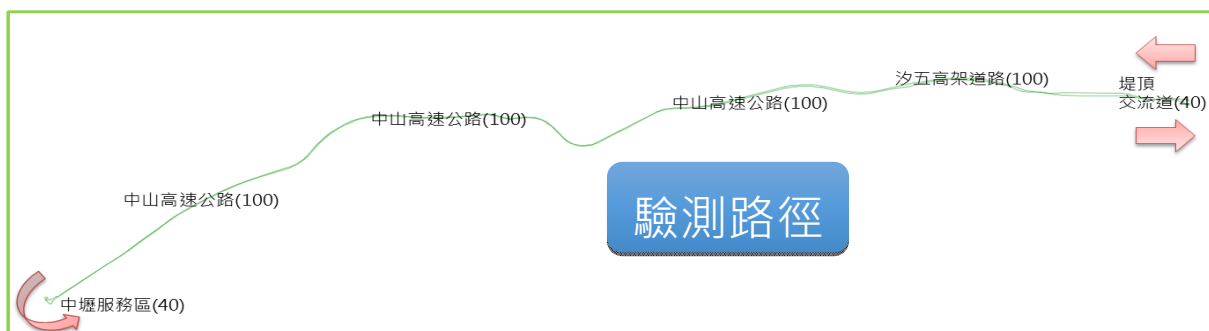


圖 4.29 測試路徑行經路段與速限

本計畫於 103 年 9 月 18 日(平日)，選用 1 部 THD 作為測試車輛(里程數超過 15,000 公里)，起終點設在堤頂交流道附近的加油站，全程以國道為主，並於出發前油箱加滿，驗測結束後再用同一台加油機器加滿油，記錄實際加油量。

進行道路測試前，除教育駕駛必須遵守不得超速行駛、並確實記錄路測時臨時發生的道路事件(如道路發生壅堵、事故等)之外，為取得真實的油耗數據，車輛於出發前油箱為加滿狀態，並於驗測過程結束後再將油箱加滿，記錄實際加油量，並與系統運用油耗係數表估測出之油耗進行分析比較，如圖 4.30 所示。



圖 4.30 道路測試情境圖

經實際測試結果顯示，實際使用九五無鉛汽油油耗 3.84 公升(平均油耗 19km/l，與經濟部能源局 102 年度車輛油耗指南所公布之數值接近(市區油耗 16.5 km/l、高速油耗 21.7 km/l、測試值 18.5 km/l)，估測油耗約為 3.26 公升(平均油耗 22 km/l)，兩者差距約 600 毫升、誤差率為 15%，且使用油耗係數表所估測油耗有低估耗油量之情形。

根據以上實驗結果，推論油耗係數表應為實驗室測試所產生的理想數據，然而，實際道路駕駛時受到風速、濕度、駕駛行為、路面品質、路面坡度...等眾多因素影響，車輛之油耗表現將不若實驗數據理想，因此造成本驗測中實際耗油量高於估測油耗量之結果，建議後續可針對油耗係數表做適度微調，將可提高本計畫所提出之節能減碳 KPI 效益評估模型之準確性。

4.4 小結

綜合道路行駛之數據及分析結果，目前本示範系統在最快、最節能減碳、最省錢三種路徑之預估上已有不錯表現(正確性 92%)，然而，若進一步觀察各路徑之預估誤差值，可發現路徑二、四之誤差相對偏高，其中尤以路徑二旅行時間預估誤差最明顯，也因此造成路徑二之油耗預估、行駛成本預估均不準確。

追溯路徑二之高誤差原因，應包含了駕駛行為(路測時超速)、交通號誌(市區紅綠燈停等)、即時交通資訊涵蓋率不足等因素，除駕駛行為屬人為可控因素、即時交通資訊涵蓋率無法在短期內獲得改善外，建議在交通號誌因素方面，可於後續研究案著重於市區旅行時間預估技術，降低紅綠燈停對旅行時間預估誤差之影響。

在實際油耗驗測數據及分析結果，目前本示範系統所使用的油耗係數表由實驗數據產生較為理想值，與實際驗測結果有些微落差，可作為 ITS 節能減碳系統的後續議題；此外，此次驗測僅於國道上進行，後續建議可擴大驗測範圍，針對各道路等級進行油耗係數調整，精進油耗預估正確性。

此外，經比較示範區域的各路徑績效結果顯示，最省時路徑之行駛距離雖然較最短路徑多 25% 的距離，然在時間節省可達 50%；研究發現，最省時路徑因過程中多可維持穩定的速度行駛，降低急加速及減速的比例，因此通常可達到最省油及最環保的效果，其油耗及碳排放量較最短路徑約可減少 35%，如果再進一步考量高速公路通行費的影響，其成本可節省 15%，推動先進交通資訊系統，除可提供用路者更方便的服務外，亦可達到節能減碳之目的。

第五章 結論與建議

近年來由於車輛數量快速增長及交通擁擠問題，衍生能源消耗及溫室氣體排放之問題。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統（Intelligent Transportation Systems, ITS），期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，以減緩地球暖化速率，並提升交通運輸之效能，進而達成運輸節能減碳的政策目標。

本所於 100~102 年分別辦理「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規劃」、「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之建置」、「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」等計畫，並建立 ITS 節能減碳效益評估工具與成本效益資料庫，同時亦進行 ITS 計畫節能減碳與成本效益之實證評估，以及建構 ITS 節能減碳與成本效益評估網站。

本計畫依據前期(102 年)研究成果，進行 ITS 節能減碳綜效示範計畫，透過交通資訊對用路人之影響，進行路徑選擇、油耗等績效之評估，瞭解 ITS 在節能減碳之實際效果，以作為後續 ITS 政策推動之參據。

5.1 結論

1. 國內外節能減碳技術發展與重點

- (1) 國內運輸部門的節能減碳政策主要在公共運輸服務、人行空間、自行車運行環境、智慧型運輸服務、運具效能及低碳區域示範等六大方向進行改善與提昇。
- (2) 在歐盟方面，2011 年的運輸白皮書提出運輸部門對於溫室氣體減量的三大主題，分別為開發替代燃料和引擎系統、複合運輸的物流鏈(包括使用更節能運輸方式)、透過資訊系統提昇運輸效率和基礎設施的使用效率，其中 ITS 屬於第三項主題中重要的發展項目之一，其 ITS 發展技術著重於 V2V、V2I、V2R 等通訊技術之導入，推動案例包括：In-Time、DRIVE C2X、FREILLOT、eCoMove、COSMO 等
- (3) 美國運輸部歸納所有降低溫室氣體排放的運輸策略中，屬於 ITS 部分主要為交通管理、即時旅行者資訊及擁擠收費等三項策略，推動案例為 Connected Vehicle Research(計畫前身為 VII 及 IntelliDrive)。
- (4) 日本著重於經由探偵車資訊的蒐集、處理與傳送，推動基於節能減碳考量之

先進道路交通管理與資訊發布，推動案例包括：Green ITS、Energy ITS。

2. 示範系統之實驗設計

- (1) 本次示範目的在於評估交通資訊系統對節能減碳之整體效益分析，即評估用路者在提供不同交通資訊強度情境（例如無資訊、充足資訊、部分資訊等）之路徑選擇、油耗及二氧化碳排放的差異。
- (2) 在實驗場域的選擇上，以板橋高鐵站為起點，桃園機場航空科學館大門口為迄點，規劃 4 條可行路徑，以作為最短路徑、最佳路徑、最低成本路徑與最節能減碳路徑之分析。
- (3) 為進行實際路況的路徑油耗估算，本計畫事先蒐集示範範圍內的道路交通資訊，以及相關路網資訊建立交通資訊資料庫，並參考本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫研究成果的 TIIDA 小客車在行駛狀態下之油耗/排放輸出對應表，建立「路徑節能減碳 KPI 預估系統」，依據不同時間不同路段在不同的路況下可行駛的速度，來進行各路徑理論油耗值、碳排放量與成本的預估。

3. 示範系統開發成果

- (1) 交通資訊整合：為探討交通資訊與節能減碳之關係，本計畫透過交通部全國路況中心所提供之 Open Data API 介接交通資訊，包含時速、旅行時間、流量與佔有率，並利用旅行時間作為路徑節能減碳 KPI 預估之主要依據。另外為解決全國路況中心資訊涵蓋不足的部分，則透過中華電信交通路況雲提供所需的交通資訊，該服務為強化即時路況資訊涵蓋範圍、更新頻率、準確率，以及推廣交通資訊加值應用服務之目的，接收來自 GPS 資料(GVP)、公部門交通資訊(VD)及手機網路訊號資料(CVP)等多元交通資料源，再透過多元交通資訊探偵技術、多元資訊融合技術、路段資訊彌補技術達成即時交通資訊的演算處理，其提供之交通資訊包括即時路況資訊(時速、旅行時間、道路績效)與路況預估資訊。
- (2) 節能減碳分析模型：本計畫參考本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫車輛行駛逐秒的耗油量與 CO₂ 排放量資料，以逐秒分析方式進行路徑耗油量、CO₂ 排放量之估算。所建立之節能減碳分析模型，可於行程前，以即時交通資訊預測各條可能路徑之旅行時間與油耗/碳排放量，並於行程後依實際 GPS 數據來驗證預測之準確度，以及其所帶來之效益；此外更提供即時預估工具，可預測當下任意路徑的旅行時間與油耗

量資訊，並作為後續推廣應用的系統雛型。

4. 示範計畫之結果與產出

- (1) 示範系統之預測準確度：示範系統依據出發前之即時交通路況，進行行車路徑之油耗及碳排放量評估，經實測結果顯示示範系統對最快路徑、最省錢與節能減碳路徑之預估已可達 92% 正確性。另從各路徑旅行時間預測觀察，交通資訊的涵蓋率越高，預測之結果誤差越低，特別是以國快速為主的路徑一與路徑三，其誤差率在沒有突發事件與號誌影響下多可低於 10% 以下。
- (2) 係數表驗證：經實際量測車輛之油耗約為 19km/l，與示範系統之預測油耗 22km/L，顯示油耗係數表有低估耗油量之趨勢，推測油耗係數表應為實驗室測試所產生的理想數據，然而，實際道路駕駛時受到風速、濕度、駕駛行為、路面品質、路面坡度...等眾多因素影響，車輛之油耗表現將不若實驗數據理想，因此造成本驗測中實際耗油量高於估測油耗量之結果。然而透過交通資訊在各路徑上的相對節能減碳效益，仍可供一般用路者作為路徑決策之參考。
- (3) 交通資訊對節能減碳之效果：即時交通資訊提供出發當時交通狀況，以作為行駛過程的預測，因此交通資訊涵蓋率越大，對整條路徑當時交通狀況的掌握就越多，預估的準確率也較高，並促使用路者選擇較佳的路徑。從本計畫之實驗分析結果可得知，車輛之油耗及碳排放量與旅行時間有正向關係，旅行時間越短油耗越低，證明交通資訊確實有助於用路者避開壅塞以達到節能減碳效益。因此未來若要進一步精進相關技術，交通資訊的品質會是重要的一項指標。
- (4) 各路徑選擇 KPI 之影響：經比較示範區域的各路徑績效結果顯示，最省時路徑之行駛距離雖然較最短路徑多 25% 的距離，然在時間節省可達 50%；研究發現，最省時路徑因過程中多可維持穩定的速度行駛，降低急加速及減速的比例，因此通常可達到最省油及最環保的效果，其油耗及碳排放量較最短路徑約可減少 35%，如果再進一步考量高速公路通行費的影響，其成本可節省 15%，推動先進交通資訊系統，除可提供用路者更方便的服務外，亦可達到節能減碳之目的。

5.2 建議

1. 短期推動策略

擴充本計畫節能減碳效益評估工具之功能，並提供民眾免費試用，藉此蒐集民眾需求作為後續改良與推動依據，建議擴充方式如下：

- (1) 建議應針對國內各暢銷車款分別產製油耗及碳排放係數表(本案使用 TIIDA 之係數表)，使節能減碳效益評估工具支援國內各暢銷車款，可提高節能減碳 KPI 預估準確性，提升民眾參與試用計畫意願。
- (2) 建議納入大眾運輸班表資訊，提供更多元的節能交通方案供民眾選擇，民眾可依個人需求選擇私人運具或大眾運輸工具，提升節能減碳效益評估工具之完整性與實用性。
- (3) 在 APP 或網站系統的應用規劃上，建議考慮系統可能造成的羊群效應，避免民眾都往同一路段行駛而造成塞車，以真正達到節能減碳的目標。

2. 中期推動策略

藉由上述短期策略蒐集民眾意見與交通資訊，回饋強化資料庫與預測功能，建議可朝以下幾點方向進行：

- (1) 建議可精進車速分析技術，將 GPS 軌跡路線切分細緻化，找出各點間駕駛行為變化與油耗之關係(如急煞、急停)，並將此關係納入油耗預估之考量，提升預估準確度。
- (2) 目前號誌週期等屬性資料尚無法取得，市區道路旅行時間估算難度較高；此外，道路坡度亦是影響油耗量關鍵因素之一，惟目前路網資料仍無提供。建議未來可蒐集紅綠燈週期資料與路網道路坡度資料，將節能減碳 KPI 預估模型納入更多元之考量面向。
- (3) 建議可增加交通資訊蒐集基礎建設，使即時交通資訊之覆蓋程度與準確性提升，減少路況盲點，將有助於提升旅行時間預估與，節能減碳 KPI 預估模組之準確度，幫助使用者避開壅塞與節點，選擇較省時、省油之路程。

3. 長期推動策略

建議可與車廠、導航廠商合作，將此節能減碳 KPI 預估技術導入車載應用(如動態導航服務、燃油分析等)，一方面可豐富國內車載服務內容，創造商機，另一方面更可擴增民眾接觸節能減碳相關系統的管道，並透過車廠回饋的資料，再精進系統模型，提升民眾使用意願，達成節能減碳目的。

參考文獻

1. 行政院，「國家節能減碳總計畫」核定本，99 年 5 月。
2. 行政院環境保護署，以智慧型運輸系統(ITS)減少機動車輛污染之效益評估研究計畫，90 年。
3. 行政院環境保護署，都會區機車行車型態與排放係數研究期末報告，90 年。
4. 行政院環境保護署，汽油及替代清潔燃料引擎汽車車型排氣審驗合格證明核發撤銷及廢止辦法。
5. 交通部運輸研究所，我國綠運輸發展策略，綠色運輸節能減碳發展政策研究成果發表會簡報資料，100 年 11 月 28 日。
6. 交通部運輸研究所，智慧型運輸系統(ITS)對節約能源及減少溫室氣體排放之效益評估(II)，95 年。
7. 交通部運輸研究所，能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，100 年 11 月。
8. 交通部運輸研究所，運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)—建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式，99 年。
9. 交通部運輸研究所，車載機之整合應用服務及建立交通資訊通信加值鏈之研究(3/4)，98 年。
10. 交通部運輸研究所，車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(1/2)，100 年 8 月。
11. 交通部運輸研究所，車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)，101 年 8 月。
12. 交通部運輸研究所，智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之規劃，100 年 12 月。
13. 交通部運輸研究所，智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之建置，101 年 12 月。
14. 交通部運輸研究所，智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之建置，102 年 12 月。
15. 交通部運輸研究所，觀光遊憩區導入智慧型運輸系統計畫—i³ Travel 愛上旅遊，100 年。
16. 交通部臺灣區國道高速公路局，高速公路中長程旅行時間預測模式之建立與應用，102 年。
17. 吳金杰，融合偵測器與探測車資料預測高速公路旅行時間之研究，國立中央大學土木工程研究所碩士論文，94 年。

18. 卓訓榮，智慧交通之發展，TTIA 第一屆第二次會員大會，101 年 3 月 14 日。
19. 經濟部，智慧交通/車載資通訊推動方案，民國 99 年 3 月。
20. 經濟部能源局，「使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫」，93 年。
21. 經濟部能源局，能源統計年報－能源供給結構(能源別)及最終能源消費結構(部門別)，102 年。
22. 經濟部能源局，我國燃料燃燒二氧化碳排放統計與分析，102 年。
23. 內閣官房 IT 戰略本部，新たな情報通信技術戦略 工程表，2010 年 6 月。
24. エネルギー ITS 推進事業」事業原簿【公開】(2010 年資料)
<http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。
25. 「エネルギー ITS 推進事業(成果報告会)」発表資料，
http://www.nedo.go.jp/events/report/ZZDA_100006.html，2013。
26. エネルギーITS 研究会、エネルギーITS の推進に向けて、2008 年 4 月。
27. Connected Vehicle Environment: Governance Roundtable Proceedings, Final, August 2011.
28. Ericsson, E., Larsson, H., and Brundell-Freij, K. (2006). Optimizing route choice for lowest fuel consumption – potential effects of a new driver support tool. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 14, 369-383.
29. ERTICO eMagazine, April 2013; COSMO newsletter, Issue 1 - December 2011.
30. Gary Gates, “Commercial Applications Arising From a Floating Vehicle Data System in Europe”, 9th World Congress On Intelligent Transport Systems, 2002.
31. IDAS Case Study 1: Ohio-Kentucky-Indiana Regional Council of Governments’ Evaluation of ARTIMIS and ITS Program Plan, FHWA, 2002.
32. IDAS Case Study 2: Michigan Department of Transportation Evaluation of the Temporary ITS for the Reconstruction of I-496 in Lansing, Michigan, FHWA, 2002.
33. Impact of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency in Road Transport, TNO, 16 September 2009.
34. Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2010, USEPA #430-R-12-001, US Environmental Protection Agency, 2012.
35. Inception report and state-of-the-art review, Deliverable 2.1, ECOSTAND, 02/06/2011。
36. Intermodal Travel, Information Services, Transport Business International, Issue 15, June 2010.
37. ITS Deployment Analysis System (IDAS), User’s Manual, Cambridge Systematics, Inc., 2001.

38. Jaap Vreeswijk, Nuno Rodrigues, Cooperative systems: enabling beneficial freight partnerships, POLIS Conference 2011 Brussels, Peek Traffic, November 11, 2011.
39. Jean-Baptiste Thébaud, FREILOT Parking booking, FREILOT Workshop Brussels, April 22, 2009.
40. Kanok Boriboonsomsin, Matthew Barth, Weihua Zhu, and Alexander Vu (2006). ECO-Routing Navigation System based on Multi-Source Historical and Real-Time Traffic Information, IEEE ITSC2010 Workshop on Emergent Cooperative Technologies in Intelligent Transportation Systems.
41. Ing-Chau Chang, Hung-Ta Tai, Dung-Lin Hsieh, Feng-Han Yeh, Siao-Hui Chang (2013). Design and Implementation of the Travelling Time- and Energy-Efficient Android GPS Navigation App with the VANET-based A* Route Planning Algorithm, 2013 International Symposium on Biometrics and Security Technologies, 85-92.
42. Maria Tevell, FREILOT Acceleration/Speed Limiter, Volvo Technology Corporation, FREILOT Workshop Brussels, April 22, 2009.
43. Maria Tevell, ITS for fuel reduction – joint measures for goods deliveries, Volvo Technology Corporation, 16th ITS World Congress and Exhibition. Stockholm (Sweden), 21-25 September 2009.
44. Puntumapon, K. and Pattara-atikom, W., “Classification of Cellular Phone Mobility using Naive Bayes Model”, in Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference, VTC 2008 Spring, Singapore, 2008.
45. Remy, J., “Computing travel time estimates from GSM signalling messages: the STRIP project”, in Proceedings of 4th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, IEEE, USA, 6-9, 25-29, August, 2001.
46. Schollmeyer, R. and Wiltchko, T., “Classification of public transport vehicles using cellular mobile radio data”, in Proceedings of 6th European Congress & Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services, ITS Aalborg 2007 Congress Denmark, 2007.
47. Statistical pocketbook 2012, Greenhouse Gas Emissions (GHG) by Sector: EU-27.
48. Toshiaki Kono, Takumi Fushiki, Fuel Consumption Analysis and Prediction Model for “Eco” Route Search, Hitachi Research Laboratory, Hitachi, Ltd.
49. University of Maryland Transportation Studies Center, “Final Evaluation Report for the CAPITAL-ITS Operational Test and Demonstration Program”, Technical report, University of Maryland, College Park, 1997.
50. U.S. Climate Change Technology Program Strategic Plan, September 2006.
51. White, J., Quick, J., Philippou, P., “The use of Mobile Phone Location Data for Traffic

- Information,” in Proceeding of 12th IEE International Conference on Road Transport Information and Control, 2004.
52. Xiaoqing ZUO, Yongchuan ZHANG ,Chong FENG “A Compute Method of Road Travel Speed based on Mobile Phone Handover Location”, JOURNAL OF NETWORKS, VOL. 7, NO. 10, OCTOBER 2012.
 53. Zeljko Jeftic, D.FL.5.1 FREILOT Project Presentation, FREILOT Energy efficient urban freight, ERTICO – ITS Europe,
 54. 一卡通票證公司網站，<https://www.i-pass.com.tw/CarbonCalculation>
 55. 交通部臺灣區國道高速公路局網站，<http://www.freeway.gov.tw/>
 56. 交通路網數值圖使用手冊，<http://gist-map.motc.gov.tw/>
 57. 車輛耗能研究網站，<http://auto.itri.org.tw>
 58. 車壇新聞，MyFord Touch 導入省油路線規劃 (2010/04/21)，<http://news.u-car.com.tw/12306.html>
 59. 美國政府車輛節能網站，<http://www.fueleconomy.gov>
 60. 新竹科學園區即時交通資訊網，<http://117.56.78.38/sipa/indexV3.html>
 61. 經濟部能源局油價資訊管理與分析系統，<http://web3.moeaboe.gov.tw/oil102/>
 62. 經濟部能源局油耗指南，http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/content/wfrmStatistics.aspx?type=5&menu_id=1303
 63. 臺北市低碳永續家園及溫室氣體減量資訊網，<http://www.dep-greengas.taipei.gov.tw/ct.asp?xItem=70274027&ctNode=68405&mp=11000L>
 64. 臺北市悠遊行走減碳高手網站，<http://www.co2.taipei.gov.tw/>
 65. 澎湖低碳島 低碳旅遊導覽系統網站，<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sixnology.pfun>
 66. 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization,NEDO) ， <http://www.nedo.go.jp/iinkai/kenkyuu/bunkakai/22h/chuukan/16/1/index.html>。
 67. COSMO 網站，<http://www.cosmo-project.eu/>
 68. DRIVE C2X methodology framework，<http://www.drive-c2x.eu/>
 69. ECOMOVE 網站，<http://www.ecomove-project.eu/>
 70. Federal Highway Administration (FHWA)網站，http://tmip.fhwa.dot.gov/community/user_groups/transims/background.htm
 71. Garmin 網站，<http://www.garmin.com.tw/products/ontheroad/nuvi765/>
 72. Googlemap 網站，<https://maps.google.com.tw/>
 73. Green ナビ網站，<http://gits2012.jp/>

74. iGO primo 網站，<http://www.nng.com/>
75. ITS Research Fact Sheets, <http://www.its.dot.gov/>
76. TOMTOM VIA620 網站，<http://item.jd.com/779385.html>

附錄 1

計畫摘要

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示範與推廣

計畫摘要

一、研究緣起與目的

近年來由於車輛數量快速增長及交通擁擠問題，衍生能源消耗及溫室氣體排放之問題。為了有效減少溫室氣體之排放，國際間均積極發展智慧型運輸系統（Intelligent Transportation Systems, ITS），期望透過 ITS 資訊科技之導入，有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，以減緩地球暖化速率，並提升交通運輸之效能，進而達成運輸節能減碳的政策目標。因此如何運用新科技與整合即時交通資訊等 ITS 技術，以達到提昇行車效率及節能減碳，已是世界各國運輸部門極為重視之政策與目標。

而全球先進之國家如美國、日本及歐盟等國家各國亦積極藉由智慧型運輸系統整合發展，進行對於環境節能減碳的影響研究，其整體發展方向以藉由交通管理、電子收費、公共運輸或交通資訊服務等 ITS 整合應用為主，期能達到節省能源與減少二氧化碳排放、改善路網運輸效率，並減少交通擁擠為目標。同時亦針對 Eco-driving 進行研究，並將 Eco-driving 列入汽車駕訓課程當中，其中日本從 2006 年就推出環保效益駕駛計畫（environmentally efficient driving），透過為 Eco-driving 駕駛訓練，教導一般駕駛如何在日常生活當中，以最精簡的油料，行駛最多的路程，並藉由車輛之 Eco-driving 服務功能，提醒駕駛人瞬間油耗顯示、平均油耗、平均時速等功能，藉以改變用車人開車的習慣以達節能的目標。依據 FORD Eco Driving 所公布的測試數據顯示，在一般房車、休旅車款或卡車 3 種類型的交通工具當中，單靠 Eco-driving 模式，便能達到省油平均 24%。

此外，因應車輛在擁擠狀態所排放的二氧化碳遠高於高速行駛的排放量。舉例來說，小型車在平均時速 20 公里時，其二氧化碳排放量比時速 40 公里高 30%，比 60 公里時高 60% 以上。因此，如何藉由交通資訊整合服務來提昇路網運輸效率，進而達到節能減碳效果，已成為各國研究探討重點之一。以日本為例，其藉由車載資通訊服務提高路網車輛的行駛速率，並減少交通擁擠狀況，以達到節能減碳的目的，該計畫在 2010 年藉由車載資通訊服務提供，減少 240 萬噸的二氧化碳排放量。

目前我國已將「建構『智慧型運輸系統』，提供即時交通資訊，強化交通管理功能」，列為「永續能源政策綱領」中運輸部門之節能減碳策略。因此，在整體資源有效運用之前提考量下，已針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性、智慧型運輸系統策略所能產生之節能減碳實質效益，以及相關成本效益等課題進行

探討。

本所於 100~102 年分別辦理「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規劃」、「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫之建置」、「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」等計畫，並建立 ITS 節能減碳效益評估工具與成本效益資料庫，同時亦進行 ITS 計畫節能減碳與成本效益之實證評估，以及建構 ITS 節能減碳與成本效益評估網站。本計畫依據前期(102 年)研究成果，進行 ITS 節能減碳綜效示範計畫，透過交通資訊對用路人之影響，進行路徑選擇、油耗等績效之評估，瞭解 ITS 在節能減碳之實際效果，以作為後續 ITS 政策推動之參據。

二、研究內容

本計畫具體工作項目如下：

1. 蒐集國內外 ITS 節能減碳應用與環保路徑之相關文獻
 - (1) 蒐集回顧國內外 ITS 政策與技術發展重點、相關案例。
 - (2) 蒐集回顧國內外 ITS 在環保路徑應用之發展重點。
 - (3) 蒐集回顧國內外 ITS 技術在節能減碳應用之技術成熟度、案例。
2. 進行 ITS 節能減碳示範計畫之相關建置及示範
示範計畫透過提供交通資訊與否，瞭解對用路人之影響，包括路徑選擇、油耗等。示範場域中，可利用車載機、手持設備、導航軟體或其他接收交通資訊之設備，藉以估算及記錄用路者路徑選擇及比較使用系統與否之油耗量、排碳量差異。
3. 進行 ITS 節能減碳示範計畫之評估
評估用路者在提供不同交通資訊強度情境（例如無資訊、充足資訊、部分資訊等）之路徑選擇、油耗及二氧化碳排放的差異。
4. 強化 ITS 節能減碳評估工具及資料庫內容
針對綜效示範內容，研提 ITS 節能減碳評估工具及資料庫內容，包括路徑選擇、油耗及二氧化碳排放評估計算方法、參數資料內容，以強化評估工具暨資料庫。
5. 召開國內專家學者座談會 1 場，針對相關重要課題與研究成果進行意見徵詢，並研提後續研究工作重點。
6. 辦理 1 場次成果展示會，以展現 ITS 節能減碳之成果。

三、重要研究成果

本計畫依據前期(102 年)研究成果，進行 ITS 節能減碳綜效示範計畫，透過交通資訊對用路人之影響，進行路徑選擇、油耗等績效之評估，瞭解 ITS 在節能減碳之實際效果，以作為後續 ITS 政策推動之參據。

本計畫主要成果說明如後：

1. 國內外節能減碳技術發展與重點

- (1) 國內運輸部門的節能減碳政策主要在公共運輸服務、人行空間、自行車運行環境、智慧型運輸服務、運具效能及低碳區域示範等六大方向進行改善與提昇。
- (2) 在歐盟方面，2011 年的運輸白皮書提出運輸部門對於溫室氣體減量的三大主題，分別為開發替代燃料和引擎系統、複合運輸的物流鏈(包括使用更節能運輸方式)、透過資訊系統提昇運輸效率和基礎設施的使用效率，其中 ITS 屬於第三項主題中重要的發展項目之一，其 ITS 發展技術著重於 V2V、V2I、V2R 等通訊技術之導入，推動案例包括：In-Time、DRIVE C2X、FREILLOT、eCoMove、COSMO 等
- (3) 美國運輸部歸納所有降低溫室氣體排放的運輸策略中，屬於 ITS 部分主要為交通管理、即時旅行者資訊及擁擠收費等三項策略，推動案例為 Connected Vehicle Research(計畫前身為 VII 及 IntelliDrive)。
- (4) 日本著重於經由探偵車資訊的蒐集、處理與傳送，推動基於節能減碳考量之先進道路交通管理與資訊發布，推動案例包括：Green ITS、Energy ITS。

2. 示範系統之實驗設計

- (1) 本次示範目的在於評估交通資訊系統對節能減碳之整體效益分析，即評估用路者在提供不同交通資訊強度情境(例如無資訊、充足資訊、部分資訊等)之路徑選擇、油耗及二氧化碳排放的差異。
- (2) 在實驗場域的選擇上，以板橋高鐵站為起點，桃園機場航空科學館大門口為迄點，規劃 4 條可行路徑，以作為最短路徑、最佳路徑、最低成本路徑與最節能減碳路徑之分析。
- (3) 為進行實際路況的路徑油耗估算，本計畫事先蒐集示範範圍內的道路交通資訊，以及相關路網資訊建立交通資訊資料庫，並參考本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫研究成果的 THIDA 小客車在行駛狀態下之油耗/排放輸出對應表，建立「路徑節能減碳 KPI 預估系

統」，依據不同時間不同路段在不同的路況下可行駛的速度，來進行各路徑理論油耗值、碳排放量與成本的預估。

3. 示範系統開發成果

- (1) 交通資訊整合：為探討交通資訊與節能減碳之關係，本計畫透過交通部全國路況中心所提供之 Open Data API 介接交通資訊，包含時速、旅行時間、流量與佔有率，並利用旅行時間作為路徑節能減碳 KPI 預估之主要依據。另外為解決全國路況中心資訊涵蓋不足的部分，則透過中華電信交通路況雲提供所需的交通資訊，該服務為強化即時路況資訊涵蓋範圍、更新頻率、準確率，以及推廣交通資訊加值應用服務之目的，接收來自 GPS 資料(GVP)、公部門交通資訊(VD)及手機網路訊號資料(CVP)等多元交通資料源，再透過多元交通資訊探偵技術、多元資訊融合技術、路段資訊彌補技術達成即時交通資訊的演算處理，其提供之交通資訊包括即時路況資訊(時速、旅行時間、道路績效)與路況預估資訊。
- (2) 節能減碳分析模型：本計畫參考本所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」計畫車輛行駛逐秒的耗油量與 CO₂ 排放量資料，以逐秒分析方式進行路徑耗油量、CO₂ 排放量之估算。所建立之節能減碳分析模型，可於行程前，以即時交通資訊預測各條可能路徑之旅行時間與油耗/碳排放量，並於行程後依實際 GPS 數據來驗證預測之準確度，以及其所帶來之效益；此外更提供即時預估工具，可預測當下任意路徑的旅行時間與油耗量資訊，並作為後續推廣應用的系統雛型。

4. 示範計畫之結果與產出

- (1) 示範系統之預測準確度：示範系統依據出發前之即時交通路況，進行行車路徑之油耗及碳排放量評估，經實測結果顯示示範系統對最快路徑、最省錢與節能減碳路徑之預估已可達 92%正確性。另從各路徑旅行時間預測觀察，交通資訊的涵蓋率越高，預測之結果誤差越低，特別是以國快速為主的路徑一與路徑三，其誤差率在沒有突發事件與號誌影響下多可低於 10% 以下。
- (2) 係數表驗證：經實際量測車輛之油耗約為 19km/l，與示範系統之預測油耗 22Km/L，顯示油耗係數表有低估耗油量之趨勢，推測油耗係數表應為實驗室測試所產生的理想數據，然而，實際道路駕駛時受到風速、濕度、駕駛行為、路面品質、路面坡度...等眾多因素影響，車輛之油耗表現將不若實

驗數據理想，因此造成本驗測中實際耗油量高於估測油耗量之結果。然而透過交通資訊在各路徑上的相對節能減碳效益，仍可供一般用路者作為路徑決策之參考。

- (3) 交通資訊對節能減碳之效果：即時交通資訊提供出發當時交通狀況，以作為行駛過程的預測，因此交通資訊涵蓋率越大，對整條路徑當時交通狀況的掌握就越多，預估的準確率也較高，並促使用路者選擇較佳的路徑。從本計畫之實驗分析結果可得知，車輛之油耗及碳排放量與旅行時間有正向關係，旅行時間越短油耗越低，證明交通資訊確實有助於用路者避開壅塞以達到節能減碳效益。因此未來若要進一步精進相關技術，交通資訊的品質會是重要的一項指標。
- (4) 各路徑選擇 KPI 之影響：經比較示範區域的各路徑績效結果顯示，最省時路徑之行駛距離雖然較最短路徑多 25% 的距離，然在時間節省可達 50%；研究發現，最省時路徑因過程中多可維持穩定的速度行駛，降低急加速及減速的比例，因此通常可達到最省油及最環保的效果，其油耗及碳排放量較最短路徑約可減少 35%，如果再進一步考量高速公路通行費的影響，其成本可節省 15%，推動先進交通資訊系統，除可提供用路者更方便的服務外，亦可達到節能減碳之目的。

本計畫相關建議如下：

1. 短期推動策略

擴充本計畫節能減碳效益評估工具之功能，並提供民眾免費試用，藉此蒐集民眾需求作為後續改良與推動依據，建議擴充方式如下：

- (1) 建議應針對國內各暢銷車款分別產製油耗及碳排放係數表(本案使用 TIIDA 之係數表)，使節能減碳效益評估工具支援國內各暢銷車款，可提高節能減碳 KPI 預估準確性，提升民眾參與試用計畫意願。
- (2) 建議納入大眾運輸班表資訊，提供更多元的節能交通方案供民眾選擇，民眾可依個人需求選擇私人運具或大眾運輸工具，提升節能減碳效益評估工具之完整性與實用性。
- (3) 在 APP 或網站系統的應用規劃上，建議考慮系統可能造成的羊群效應，避免民眾都往同一路段行駛而造成塞車，以真正達到節能減碳的目標。

2. 中期推動策略

藉由上述短期策略蒐集民眾意見與交通資訊，回饋強化資料庫與預測功能，建議可朝以下幾點方向進行：

- (1) 建議可精進車速分析技術，將 GPS 軌跡路線切分細緻化，找出各點間駕駛行為變化與油耗之關係(如急煞、急停)，並將此關係納入油耗預估之考量，提升預估準確度。
- (2) 目前號誌週期等屬性資料尚無法取得，市區道路旅行時間估算難度較高；此外，道路坡度亦是影響油耗量關鍵因素之一，惟目前路網資料仍無提供。建議未來可蒐集紅綠燈週期資料與路網道路坡度資料，將節能減碳 KPI 預估模型納入更多元之考量面向。
- (3) 建議可增加交通資訊蒐集基礎建設，使即時交通資訊之覆蓋程度與準確性提升，減少路況盲點，將有助於提升旅行時間預估與，節能減碳 KPI 預估模組之準確度，幫助使用者避開壅塞與節點，選擇較省時、省油之路程。

3. 長期推動策略

建議可與車廠、導航廠商合作，將此節能減碳 KPI 預估技術導入車載應用(如動態導航服務、燃油分析等)，一方面可豐富國內車載服務內容，創造商機，另一方面更可擴增民眾接觸節能減碳相關系統的管道，並透過車廠回饋的資料，再精進系統模型，提升民眾使用意願，達成節能減碳目的。

附錄 2

專家學者座談會

意見回覆表

**「MOTC-IOT-103-TDB003 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示範與推廣」專家學者座談會意見回覆表**

發言內容	合作研究單位回應
工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心 石育賢經理	
1. 建議研究團隊可考慮增加道路坡度、天候狀況的記錄與模擬，以更貼近用路人實際使用狀況，或作為後期研究參考資料。	本計畫今年度主要探討交通資訊之影響，相關建議將納入未來研究參考。
2. 後續研究可再強化不同道路等級轉換間的資訊。	本計畫後續將強化不同道路等級間銜接之交通資訊處理，以提高旅行時間預測之準確性。
桃園縣政府交通局 張新福主任秘書	
1. 建議研究團隊考慮同路徑，但在有/無交通資訊時，能耗表現上的差異。	有/無交通資訊僅影響路徑選擇決策，本計畫已將路徑決策行為以對照組方式進行能耗差距比較研究。
2. 建議研究團隊參與評估桃園縣停車場系統建置前後在碳排與能耗的差異。	本計畫今年度主要探討交通資訊之影響，相關建議將納入未來研究參考。
3. 建議研究團隊參與評估桃園縣號誌重整、時制重整前後之碳排與能耗差異。	本計畫今年度主要探討交通資訊之影響，相關建議將納入未來研究參考。
行政院環境保護署 柏雪翠研究員	
1. 建議研究團隊就使用之車種，直接向車廠接洽取得油耗係數表。	本計畫先前曾向裕隆公司接洽車廠油耗係數表，惟該公司以不宜公開為由拒絕，未來將持續進行溝通。
2. 建議研究團隊說明油耗係數如何轉換為每秒油耗的過程。	油耗係數表在本計畫係屬前期研究成果應用，本計畫將於文獻回顧補充說明轉換過程。
3. 由於車輛的能耗在行駛里程一萬五千公里後才會趨於穩定，建議研究團隊註明路測車輛之行駛里程數、車齡、年份等資訊。	本計畫將依建議租用行駛里程一萬五千公里以上之車輛進行道路示範。
4. 由於空調開啟與否會影響車輛的油耗表現，建議研究團隊記錄測試時空調開啟的狀況。	本計畫將以相近車況及操作條件約束測試員進行路測。
5. 請研究團隊在計算碳排放量時，參考能源局公告之係數表	本計畫已洽詢能源局取得相關係數表，並納入油耗估算參考。
6. 就實驗結果而言省道的數據不盡合理，或有其他影響因素未考慮。	已修訂油耗係數表之數據。
師範大學管理學院 陳敦基院長	
1. 期望未來研究示範案的設計，能朝改變運具使用方習慣對節能節碳影響的方向前進。	本計畫今年度主要探討交通資訊之影響，相關建議將納入未來研究參考。
2. 建議研究團隊能呈現人、車、路、以及交通資訊各項因子，在節能導航應用架構下的關係，並說明那些因子在本研究是屬於可控因子，那些是不可控因子。	本計畫在實驗設計中，將儘可能控制車輛與駕駛者之變因並降低其變異性。另道路及交通資訊之變異程度較大，將儘可能記錄相關資訊，以提供後續分析使用。

發言內容	合作研究單位回應
3. 建議研究團隊在進行路測時，能涵蓋號誌停等狀態之油耗評估。	停等的狀態已涵蓋於油耗係數表及路測狀況中
4. 建議研究團隊能將未來 ETC 不再提供免費里程時之用路成本，納為節能路徑選擇之敏感度分析因子。	本計畫將依建議納入無免費里程之用路成本。
新北市政府交通局 朱建全專門委員	
1. 建議研究團隊可將研究成果(如每公里每單位的油耗等數據)提供給交通管理單位進行號誌重整、路徑指引等方面應用。	本計畫後續將彙整相關成果提供交通管理單位參考。
2. 建議節能導航實驗結果，未來可進一步做為評選推薦市民使用綠色道路的參考。	本計畫後續將彙整相關成果提供交通管理單位參考。
交通部運輸研究所 張芳旭博士	
1. 建議研究團隊利用加油站記錄車輛實際油耗，並與油耗表之估計值做比較。	後續將選擇國道路段進行驗證測試。
2. 本案推廣方式若不適合採取 App 方式，建議研究團隊可以改採網站的方式進行。	後續將規劃以網站方式進行期末成果展示。
主席結論	
請規劃團隊在期中報告及後續規劃中，反映專家學者及各單位寶貴意見，針對意見提出後續規劃方式。	遵照辦理，依據座談會意見撰寫期中報告並進行後續規劃。

附錄 3

期中報告審查意見

處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

☒期中 ☐期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：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示範與推廣

執行單位：中華電信股份有限公司數據通信分公司

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
逢甲大學林大傑教授		
1. 研究針對私人運具之單一車輛進行節能減碳評估，而傳統在評估 ITS 效益多以整體路網考量，該二者如何連結，請研究團隊補充說明。	本計畫係以各別私人運具並整合整體路網既有交通資訊前提下，提供用路人出發前當下路網最節能減碳之旅行路徑之建議，所以，當每位用路人若能依此模式於路網得到最佳的節能減碳效果，若路網上之所有用路人當下之起迄係集中或一致，則易對當下之路網交通流量集中，易造成預估誤差。	同意。
2. 針對即時路況資訊的使用，示範計畫中採用何種方法處理，例如駕駛者決策點選擇、交通資訊更新頻率的處理方式等，請補充說明。	示範計畫係運用公部門交通資訊並整合中華電信自行研發之交通資訊探偵內容，藉由出發前之當下路網交通資訊，進行節能減碳路徑預測，惟單一車輛進行節能減碳評估易受行車中之臨時交通變化影響，特別是不同等級路網交通節點易常為壅塞點，故路徑內所含之交通資訊越豐富或越正確對節能減碳越有助益。惟旅程前當下之交通資訊不等於旅程中真正之交通資訊，若旅程中遇有交通變因或旅程太長，將易導致預測誤差變大，故於節能減碳演算中可評估考量以固定頻率如：每五分鐘再重新檢視路網之交通狀況一次，或行經交通決策點之前再重新演算一次式來處理，或加入動態事件訊息通知由用路人主動啟動演算計算模式，將有利減少誤差發生，惟需考量使用者使用習慣。	同意。
交通大學王晉元教授		
1. 報告提到即時交通資訊可利用交通資訊雲，但目前該案的推行仍有不確定因素，建議報告撰寫仍應審慎規劃相關內容。	期中報告中關於即時交通資訊雲之字句，修訂為交通部公開之交通資訊及融合中華電信 CHT 交通資訊所提供之交通資訊。	同意。
2. 針對路段無法取得交通資訊的情形，應如何處理。請補充說明。	針對部份路段無法取得交通資訊議題，將以 CHT 交通資訊探針車所提供之資訊，以彌補路段資訊之不足。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
3. 報告缺少節能減碳路徑的計算方法，同時也缺少對路徑預估旅行時間與路段預估速度的相關敘述，建議補充說明。	有關節能減碳路徑的計算方法將於後續報告內容補足說明，並對路徑預估旅行時間與路段預估速度的相關敘述，將一併於期末報告中呈現。	同意。
4. 測試路徑建議可考慮不同旅行長度、不同類型道路，或號誌路口的影響。	有關測試路徑之建議，將與委託單位洽商同意後，改選兩端均有加油站之起訖點，並評估在不同旅行長度、不同類型道路，或號誌路口的影響。	同意。
5. 路測之車輛油耗量如何量測，請補充說明。	有關路測車輛之實際油耗量之量測，將根據前述第 4 項之規劃，在期末報告中補充說明。	同意。
交通部臺灣區國道高速公路局吳木富副局長		
1. P8 高速公路計程收費後之節能減碳效益已有更新相關資料，請再洽高公局取得。	遵照辦理：將補充更新高速公路計程收費後之節能減碳效益(可節省二十多分鐘，合計可創造之經濟效益高達 24 億元以上)。	同意。
2. 駕駛者改道的需在節點前才會進行路徑選擇，建議報告應補充決策點的選擇的相關資料，以及 4 個路徑的基本資料（如行經之各道路名稱、距離、速限等）。	本示範計畫之決策點為旅程出發前經系統計算事先決定，非臨時動態決定，將依建議補充 4 個路徑的基本資料。	同意。
3. 即時路況資訊係未來的歷史資訊，後續可進一步思考利用交通資訊去預估未來交通資訊的可能性。	遵照辦理。後續評估建立交通資訊歷史資料庫，利用過去路網不同時段之交通資訊來協助預估路網交通資訊的可能性。	同意。
4. 路測過程中，除行前預估與行中推估的耗油量外，建議可進一步去複核實際的加油量。	遵照辦理。測試路徑在與委託單位洽商同意後，改選兩端均有加油站之起訖點，在不同旅行長度、不同類型道路，或號誌路口的影響，進一步去複核實際的加油量。	同意。
5. 實驗車記錄每秒的資料，在條件允許的狀況下，建議可進一步針對通過路口或匝道儀控的資料進行分析與應用。	實驗車輛行經路口或匝道儀控點時，儀控對於車輛節能減碳影響與否，已藉由速率變化反應於本評估模型，後續再補充於期末報告。	同意。
6. 匝道儀控為 ITS 的一部分，在條件允許的狀況下，未來實測可考量選擇連續假期（如中秋節）針	將選擇中秋假連續假期，針對匝道儀控來進行探討其節能減碳效益。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
對匝道儀控來進行探討其 節能減碳效益。		
7. P134最省錢路徑是否將旅 行時間成本計入，請補充 說明。另外國道之通行費 率，請再檢核。	遵照辦理。將補充說明旅行時間成 本及國道之通行費率之成本計入， 再檢核。	同意。
8. 另針對報告內容部分，請 依下列意見修訂： A. P13 文字語意不通順，請 更正。 B. 建議 2.2、2.3 節各項研究 於標題標示研究年度。 C. P24 表 2.2.2-4 應為 2.2.1-4。 D. P64 編號錯誤。 E. P101「國快道」建議改為 「高快速公路」，其他章節 亦同。 F. 第 3.1.3 節「通信訊令」或 「通訊信令」，名稱前後不 一。 G. P102 第 10 行隨機誤「差」 漏字。 H. P109 第 13 行「徑徑」應 為「路徑」。 I. P116 無表 2.2.2-3。 J. P117 圖 4.1.4-1 路徑油耗 量量預估子模組，多「量」 字。 K. P121 圖 4.2.1-1 路徑 1 回程 國快道佔 76.1%、路徑 4 回程國快道佔 64.36%，請 檢查是否有誤。	遵照辦理。	同意。
行政院環境保護署柏雪翠研究員		
1. 簡報 P47 及 P48，示範系 統對最快路徑、最省錢及 節能減碳路徑之正確性， 預估平均可達 92%，建議 針對路徑 1 至 4 之預估正 確性分別描述，並針對其 差異性進行分析比較，相 關分析結果應於報告書專	遵照辦理。已於報告第 4 章補充分 析。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
章呈現。		
2. 報告書 P115 汽車年份應為 2004，請修正。另編號、日期、時間、緯度等資料數據，建議以表格作為呈現方式。	遵照辦理修正。	同意。
3. 報告書 P32 及 P33 有關環保署及經濟部能源局之政策資料蒐集分析部分，資料稍有不足，建議可再加強前述單位推動綠色運輸策略資料，並彙整納入報告中。	將依建議補充環保署及經濟部能源局推動綠色運輸策略資料。	同意。
4. 「最省錢路徑」建議可更名為「最低成本路徑」或「最佳使用成本路徑」。	「最省錢路徑」將依建議統一改為「最低成本路徑」。	同意。
5. 交通資訊是影響行車速率的重要影響因子之一，報告提到的交通資訊建議再詳細描述其內容，以及對評估模型影響較大或較敏感的因子項目。	依建議評估模型影響較大或較敏感的因子項目。	同意。
6. P25 請補充數據的單位。	P25 指的表「表 2.2.1-3 汽油小客車在行駛狀態下之能耗輸出結果實際已有單位 (已於下方附註)。	同意。
經濟部能源局		
1. 建議研究團隊可將研究成果(如每公里每單位的油耗等數據)提供給交通管理單位進行號誌重整、路徑指引等方面應用。	將依人、車路三個面向盤點節能減碳路徑規劃所需的決策資訊項目，並說明本實驗採用的項目及原因。	同意。
2. 建議節能導航實驗結果，未來可進一步做為評選推薦市民使用綠色道路的參考。	本研究模式可適用於私人運具及公共運輸系統參考，惟公共運輸系統大多為定班定線路徑，其運用交通資於節能減碳成效較不明顯。	同意。
新北市政府交通局		
1. 交通量變化影響大，尤其在區分平假日、尖離峰時，駕駛人會在不同時間點選擇不同路徑，建議未來重點可朝向提高旅行時間預測精準度，以及最節	有關旅行時間預測精準度，因涉及路網交通資訊建設，以及最節能減碳路徑之預測。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
能減碳路徑之預測。		
2. 路徑調查時，建議可考慮採用游動車法進行測試，以實際反映該路徑行駛速度。另建議可考慮加入五楊高架路段作為路徑選項。	有關評估是否將五楊高架路段作為路徑選項議題，將與委託單位討論後再決定。	同意。
3. 針對研究成果提供駕駛人選擇最節能減碳路徑之推廣應用，建議可提出具體建議。	節能減碳路徑會依交通現況而變化，後續將依研究成果提出具體建議。	同意。
本所綜合技術組(書面審查意見)		
1. 第二章文獻回顧部分： A. 請補充國內外環保路徑之研究及應用資料，國內部分如省油路徑規劃研究、本所 e 網通路徑規劃、遠傳行動導航、地圖道路資料更新問題等。國外部分如 My Ford Touch, eco Navi 等實際應用情形、使用者評價及引進實用化之相關課題。 B. 第 2.1 至 2.4 節文獻內容，請依國內外 ITS 發展政策、節能減碳研究、應用案例等 3 部分予以適度調整架構，俾使報告具易讀性。 C. 第 2.5-2.6 節前期計畫內容，請擇要綜整摘錄，免詳列細部內容。 2. 第 3.1 節介紹 VD、GVP、CVP 等交通資訊蒐集技術，建議進一步利用表格比較方式，補充說明其優缺點、資訊更新頻率及應用限制等內容。 3. 第 3.3.3 節針對示範場域的部分，請補充說明選擇該場域之考量因素，以及該區域之路網與交通特性	遵照建議辦理。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
<p>等基本資料。</p> <p>4. 第 4.2 節道路測試部分，請補充實驗設計之相關內容，如實驗目的、假設與限制、因子控制方法，以及實驗組的內容。</p> <p>5. 報告針對最快路徑、最短路徑、節能路徑與省錢路徑等 4 種路徑，請於報告內容中明確定義，以避免誤解。</p> <p>6. 針對路測內容，請補充說明本計畫所用模式在實際節能減碳效益驗證方式，以及實際值與預估值之誤差情形。</p> <p>7. 針對影響省油路徑規劃之主要因素，請補充說明資料庫必須蒐集及配合的資料有哪些？目前已達成的程度如何？請補充如何利用即時交通資訊作為交通管理決策之建議？</p> <p>8. 請補充有關省油路徑適合國內推動環境之具體策略、對策與可行措施。</p> <p>9. 後續示範內容，請進一步探討民眾參與或應用之可能方式，包括提供民眾可使用之省油路徑規劃 APP 或網站，以及參與示範及展示會之參觀活動等。</p> <p>10. 報告內圖表請再檢視其清晰度並標示資料來源。另修訂文字內容，詳見所附報告書。</p>		
主席結論		
1. 本案期中報告內容原則審核通過。	遵照辦理。	同意。
2. 請研究團隊依據各與會委員及與會代表意見修訂報告書，並研擬回覆辦理情	遵照辦理。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
形，於文到 1 週內送本所 承辦單位。		

附錄 4

期末報告審查意見

處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫（具委託性質）

□期中 ☒ 期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：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示範與推廣

執行單位：中華電信股份有限公司數據通信分公司

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
逢甲大學林大傑教授		
1. 本計畫在報告架構需要再進一步檢討修正，例如第三章係針對評估工具與資料庫的部分，但資料庫論述卻多在第四章，應再修正。	第三章僅描述模型方法，第四章始描述系統實作面，已將第三章標題修改避免造成誤解。	同意。
2. 本計畫引用許多前期資料庫的內容，建議可將相關內容摘述至報告中，強化與前期報告之關聯。	前期計畫應用 IDAS 軟體進行 ITS 計畫的評估，根據執行結果檢討，均認為國內較缺乏基礎調查資料，在 ITS 執行效益資料方面尤其缺乏，需加強資料蒐集或相關研究分析工作及人員的訓練等工作，在政策執行面較差。因此本計畫沿用運研所「能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用」之動態能源消耗與溫室氣體排放之實測研究成果，針對個別私人運具進行 ITS 節能減碳效益評估。	同意。
3. 在旅行時間的研究，應儘量避免使用「最佳路徑」，建議修正。	遵照辦理。	同意。
4. 文獻回顧部分，建議可以使用彙整表，增加可讀性。	遵照辦理。已於 2.6 節補充彙整表。	同意。
5. 本計畫因樣本少，因此需要提高量測的精準度，尤其是車輛及油耗表的論述，建議可再找相關的專家（如 ARTC）協助檢視。	本案於成果展示時已邀請 ARTC 專家協助檢視，專家建議可將溫度、載重等因素納入油耗係數表中，可於後續研究案中進行。	同意。
6. 油耗與旅行時間在路段的切分是否在同一基礎，這會影響到後續的預測，請補充說明。	路段切分皆以勤威導航路網為依據，且在同一基礎上進行切分。	同意。
7. 簡報 23 頁，各路段預估速度切分準則為何，亦請補充說明。	路段切分皆以勤威導航路網為依據。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
交通部臺灣區國道高速公路局吳木富副局長		
1. P3-8 表 3.3.1-2 之資料註明國外資料，後續均引用該表，請再釐清該表係國內或國外資料。	本計畫係引用運研所 97-TDB005 附錄 7-59 之資料，為國內研究資料。	同意。
2. P3-11 建議將路徑以地圖標示，且應註明上下之交流道。	請參考圖 4.15~圖 4.18。	同意。
3. P3-9、4-5、4-9 未見所述之表 2.2.1-3，請再確認。	遵照辦理。已重新檢視並修正表格編號。	同意。
4. P4-6 「(2)... 預估交通時速...」，是否由系統產出之預測值或是當時之行車時速？預估方式是否經過校估？請補充說明。	預估方式請參考 4.1.2 交通資訊來源章節之旅行時間估算原理的描述。	同意。
5. P4-18 圖 4.2.2-6 建議以實際地圖標繪。	遵照辦理。已標繪於圖 4.19。	同意。
6. P4-22 說明係因 VD 無法反映五股交流道回堵致行旅時間預估不準，建議再釐清並補充論述。	經查證從五股交流道一路回堵到國道外側車道(約 2 公里)，但國道 VD 當下之時速顯示為順暢，系統又以 VD 為國道主要交通資訊源，因此導致旅行時間預估不準確。	同意。
7. P4-27 「...國道 VD 因為主要偵測內側主線道，因此無法反映...」，請補充說明清楚位置。	遵照辦理，已修改內容。	同意。
8. 附錄三 A-6 期中報告 5 之回覆說明「決率」是否正確？第 6 點回覆說明是否有執行？請補充說明。	決率應為「車速」；因成本考量，無法再進行路測，匝道儀控對於單一車輛之影響並不明顯，如路徑 1 和路徑 3 匝道油耗佔整條路徑油耗大約為 6.8%，路徑 4 匝道油耗佔整條路徑油耗約為 1%，匝道油耗影響程度不高。	同意。
9. 本案是否可以針對道路別（高速公路、快速公路、省道）及路徑中之號誌路口、RMS 碳排、成本進一步分析比較。	已於 P4-31 補充各道路種類油耗和碳排放量比較。惟號誌路口與 RMS 碳排礙於無法得知實際號誌與 RMS 位置，無法比較，可於未來後續研究案中進行。	同意。
行政院環境保護署柏雪翠研究員		
1. 報告書章節編排、執行成果展現及文章誤植的部分，應對應第一章的架構	遵照辦理。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
撰寫，請委辦單位再思考報告架構。		
2. 文獻回顧環保署的資料要再更新，另外簡報 11 頁歸納環保署與能源局節能減碳推動概況，電動車電池交換系統係由環保署推動，請修正。	已修正。	同意。
3. 在實驗設計上，本計畫的路徑長度偏短，較無法反映路徑選擇的效果，建議未來可增加實驗距離。	本案因成本考量，選擇一小時左右路程之路徑測試，未來後續研究案可考慮選擇較長路徑。	同意。
4. 簡報 20 頁，在 KPI 的設定要回歸實驗設計的預期成果，並且要有其一致性，請再檢視。	遵照辦理。	同意。
5. 本計畫使用油耗係數表係經過優化的數值，建議未來實驗可利用 OBD 去精進數據品質。	OBD 測量方式須經由與車廠合作才可行，建議未來可與車廠合作。	同意。
6. 與 Google Map 旅行時間結果比較，差異大部分在 5 分鐘與 5% 以內，是否有分析差異原因為何？	一般而言旅行時間預估會參考歷史交通資訊，中華電信路況雲與 GOOGLE MAP 雖然資料來源不同，但在長期歷史時速平均過後，應十分接近，因此旅行時間之差異不大。	同意。
7. 交通資訊缺乏的部分，請提出建議解決方式或是改善方法。	缺乏之即時交通資訊將以歷史資料彌補，或以擴充資料原之方式來增加覆蓋程度。	同意。
8. 未來若有後續研究規劃，建議車輛之油耗數據可直接由 OBD 擷取，較具代表性。	OBD 測量方式須經由與車廠合作才可行，建議未來可與車廠合作。	同意。
9. 車輛測試之原始數據，應當作附件列於報告中，俾利未來閱讀本報告參考。	遵照辦理，原始數據可提供予運研所。	同意。
10. 計畫成果具參考價值，應將相關數據資料及分析成果詳述於報告中。	分析成果請參考第四章，原始數據可提供予運研所。	同意。
11. 有關「結論與建議」之建議事項部分，可分為短、中、長程的方式呈現。	遵照辦理，修改於期末報告中。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
財團法人車輛研究測試中心		
1. 部分案例回顧內容有誤，請確認修正。	已修正。	同意。
2. 引擎規格較不適用於單純用於油耗結果參考，建議僅就車型別建立即可。	遵照辦理。	同意。
新北市政府交通局		
1. 示範計畫進行板橋高鐵站至桃園機場路徑實測，4不同路徑行駛相同路段之預測及實際是否有不同，因未來實際應用其路徑組合會更多元，建議可將分段路徑之預測結果亦於成果中做更詳細的比較。	已於 P4-29 補充不同路徑行駛相同路段之比較。	同意。
2. 在示範計畫實測中受各項因素如「交流道壅塞回堵」或「路段車多」等，其如為常態重現，建議說明平均值，以納入預測資料庫校估，提供用路人資訊及選擇；另「施工影響」路徑 4 後 3 趟次，其在校估預測與實測值是排除還是修正，建議說明。	旅行時間預估會優先參考即時交通資訊，若無即時交通資訊則會參考資料庫中的歷史交通資訊。常態發生之施工、壅塞、車多等路況，在即時與歷史交通資訊皆能反映出來，因此在旅行時間預估時會被納入考量；如為非常態性路況，如劇烈天候造成之壅塞(第一趟路測)、非常態施工等，則需要有足夠且準確的即時交通資訊將其反映出，才能夠準確地預估旅行時間。	同意。
3. 實際成果展示網頁，建議可增加使用大眾運輸（包括不同路徑）之碳排及旅行時間，用以對照小汽車行駛的狀況。	本研究係以小客車為例，整合整體路網既有交通資訊前提下，提出一節能減碳 KPI 預估模型，並驗證其正確性及可用性，後續研究案可以此模型為基礎，擴充應用至不同運具。	同意。
本所綜合技術組(書面審查意見)		
1. 有關第一章章名建議改為「緒論」，以符合期末報告之格式要求。	遵照辦理。	同意。
2. 第二章「蒐集國內外 ITS 節能減碳應用與環保路徑之相關文獻」部分：章名建議改為「文獻回顧」。P2-101，請再補充臺北	遵照辦理。已修正並補充環保署近期針對污染排放之相關研究成果。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
市「悠遊行走，減碳高手」之相關資料。第 2.2.2 節，請再補充環保署近期針對污染排放之相關研究成果。		
3. 第 4.1.4 節，請補充本計畫使用之油耗係數表，以及後端資料庫內容及資料來源，並具體建議後續即時交通資訊必須加強蒐集、整合及相互配合的交通資料。	遵照辦理，已將油耗係數表補於期末報告 3.3.2，資料表定義補充於期末報告附錄中，並修改建議。	同意。
4. 第 4.2 節針對道路測試之數據分析，多屬預估準確性及原因之探討，建議再強化交通資訊在整個計畫扮演的角色及效益之論述。(例如透過同一時間點，不同路徑的油耗及碳排差異比較，以及不同道路等級之比較分析等)。	已於 P4-30 補充交通資訊對於節能減碳的效益。	同意。
5. 本計畫透過道路測試取得逐秒的行駛資料，對於駕駛者在路徑上的行駛特性分析具有很高的參考價值，建議可進一步針對路徑中停等時間占比、行駛速率變化分析。	已於 P4-26 補充行駛速率變化之分析。	同意。
6. 第 5.1.1-5.1.2 節應為文獻回顧內容，請調整至適當章節。	遵照辦理。	同意。
7. 第 5 章結論部分，除說明路測分析結果外，可進一步補充示範系統之交通資訊融合（不同資訊源、歷史及現況資訊等）成果、測試過程的經驗及油耗係數表的應用等內容。	遵照辦理。	同意。
8. 承上，結論部分建議加強及補充省油節能路徑規劃的重要原則如善用高快速道路、避開擁塞路段與節點，以及示範與推廣應用內容如節能路徑網站的成效與	遵照辦理，已修改於期末報告第五章中。	同意。

參與審查人員 及其所提之意見	執行單位說明	本所計畫執行單位 審查意見
突破。建議部分可增列動態導航、即時交通資訊服務、多種運具整合、車聯網及車路整合等研究方向。		
9. 請補充政府與民眾如何利用有關省油路徑資訊及研究成果，提出及落實適合國內推動環境之策略、對策與措施。	遵照辦理，已修改於期末報告第五章中。	同意。
10. 文字及內容錯誤部分，請依檢還之期末報告(初稿)修訂。 A. 圖表編號錯誤部分，請全文重新檢視修正。 B. 參考文獻如為網站內容，請敘明網站名稱及網址。 C. 報告內容涉及機關名稱或專有名詞等，請使用全稱，避免簡稱或縮寫。	遵照辦理，已重新編排。	同意。
主席結論		
1. 本計畫報告書在各項名詞定義、文章敘述說明及報告內容撰寫上，請再予以強化。	遵照建議辦理。	同意。
2. 針對本計畫在智慧型運輸系統之成本效益說明，例如在替代道路的成本效益說明等，可再予以加強論述。	遵照建議辦理。	同意。
3. 本期末報告原則審查通過，請研究團隊依據各與會委員及與會代表意見修訂報告書，並研擬回覆辦理情形於1週內送本所承辦單位。	遵照建議辦理。	同意。
4. 修正後之定稿報告請於103年12月27日前送達本所，俾利辦理後續驗收作業。	遵照建議辦理。	同意。

附錄 5

ITS 節能減碳示範系統 資料庫設計規格

ITS 節能減碳示範系統資料庫設計規格

系統代號： 無

系統名稱： ITS 節能減碳示範系統

Release Date：2014/04/23

一般注意事項

縮寫：

PK：Primary Key

NN：Not Null

US：Unsigned



AI：Auto Increment

UUID：Universally Unique Identifier（通用唯一識別碼）

註：

如需要調整表格架構，請開會討論決議後，再變更之。

PARAM (油耗/CO2 排放量係數資料表)

欄位代號	欄位名稱	資料格式	屬性	簡要說明
road_type 	道路種類	tinyint	PK US NN	0: 國道 1: 快速道路 2: 省道 3: 縣道 4: 鄉道 5: 市區道路
speed 	車速	tinyint	PK US NN	時速值域: 1~120km/hr
fuel_consumption	油耗量	decimal(10,9)	NN	整數位 1 位, 小數 9 位
co2_emission	CO2 排放量	decimal(10,9)	NN	整數位 1 位, 小數 9 位

DEMO_ROUTE (示範路徑資料表)

欄位代號	欄位名稱	資料格式	屬性	簡要說明
route_id 	示範路徑編號	tinyint	PK US AI	編號值域 1~4
route_description	路徑描述	char (30)		
route_long_str	路徑經度資料	longtext	NN	路測路徑經度串列(以逗點分割) x1,x2,x3,x4...
route_lat_str	路徑緯度資料	longtext	NN	路測路徑緯度串列(以逗點分割) y1,y2,y3,y4...
road_id	路徑對應路段編碼	longtext	NN	路網路段編碼串列(以逗點分割) id1,id2,id3,id4...
road_dir	路徑對應路段方向碼	longtext	NN	路網路段方向串列(以逗點分割) dir1,dir2,dir3,dir4...


FILEDTEST_GPSDATA (路測 GPS 資料表)

欄位代號	欄位名稱	資料格式	屬性	簡要說明
uuid 	通用唯一識別碼	binary(16)	PK NN	
fieldtest_id	路測編號	tinyint	US NN	說明第幾次路測
route_id	路徑編號	tinyint	US NN	參照 demo_route 表格之 route_id
departure_time	路測出發時間	datetime	NN	
arrival_time	路測結束時間	Datetime	NN	
long_str	GPS 經度資料	longtext	NN	
lat_str	GPS 緯度資料	longtext	NN	
azimuth_str	GPS 方位角資料	longtext	NN	
speed_str	GPS 速度資料	longtext	NN	
time_str	GPS 時戳資料	longtext	NN	
traveltime_google	Google 旅行時間	int		Google 旅行時間單位為分
event_description	路況描述	longtext		


FILEDTEST_ROADMAPPING (路測路徑路段資料表)

欄位代號	欄位名稱	資料格式	屬性	簡要說明
uuid 	通用唯一識別碼	binary(16)	PK NN	
road_id	路徑對應路段編碼	longtext	NN	路網路段編碼串列(以逗點分割) id1,id2,id3,id4...
road_dir	路徑對應路段方向碼	longtext	NN	路網路段方向串列(以逗點分割) dir1,dir2,dir3,dir4...
road_type	道路種類	longtext	NN	參照 param 表格之 road_type

ROUTE_KPI_PREDICTION (路徑 KPI 預估資料表)

欄位代號	欄位名稱	資料格式	屬性	簡要說明
uuid 	通用唯一識別碼	binary(16)	PK NN	
traveltime_predict	預測旅行時間	int	US NN	預測旅行時間單位為秒
fuel_consumption_predict	預估油耗量	decimal(9,3)	NN	預測路徑行駛總油耗量
co2_emission_predict	預估 CO ₂ 排放量	decimal(9,3)	NN	預測路徑行駛總 CO ₂ 排放量
traffinfo_ratio	交通資訊佔比	decimal(9,3)	NN	路徑即時交通資訊涵蓋長度之比例

ROUTE_KPI_RESULT (路徑 KPI 計算結果資料表)

欄位代號	欄位名稱	資料格式	屬性	簡要說明
uuid 	通用唯一識別碼	binary(16)	PK NN	
traveltime_result	實際旅行時間	int	US NN	實際旅行時間單位為秒
fuel_consumption_result	實際油耗量	decimal(9,3)	NN	實際路徑行駛總油耗量
co2_emission_result	實際 CO ₂ 排放量	decimal(9,3)	NN	實際路徑行駛總 CO ₂ 排放量

附錄 6

成果研討會紀要

智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具之示範與推廣

成果研討會

一、會議簡介

近年由於經濟發展帶動車輛快速增長，也同時衍生燃油消耗、廢氣排放、交通壅塞等議題；在能源有限且環保意識高漲的趨勢下，如何運用利用即時交通資訊落實綠色運輸，以提昇行車效率達到節能減碳效果，已是各國運輸部門極力追求的政策目標。

目前對於智慧型運輸系統發展較為先進之國家如美國、加拿大、日本及歐盟國家，近年來之發展趨勢均由獨立領域逐漸走向整合，例如藉由車路整合或運具結合交通資訊服務，達到節能減碳目標，其具體應用則涵蓋政府交通部門、車廠、以及導航資通訊產品。國內推動行車節能減碳先導應用，過去透過實驗室中所量測到的能源消耗與污染排放特性參數，其實無法直接代表車輛行駛的實況，而是需要經過許多操作模型與實驗調校，才能約略概估行車油耗與排放值。

本次研討會，首先將針對車載量測系統應用於移動污染源排放特性進行探討，讓各界對於真實交通環境下行駛中車輛之能源消耗與污染排放特性能有初步的瞭解。其次，本會議將介紹如何應用近年日漸成熟的動態車載排放量測技術及設備，來建構比依實驗室「平均速率」更為準確的「瞬時速率」預測模型。最後則透過本所委託研究案，一窺透過節能評估模型整合即時路況資訊與行車路徑選擇，所實驗測試的節能減碳效果。

以專業領航臺灣交通運輸發展方向，同時引領運輸施政與技術創新發展，一直是本所努力之目標，十分榮幸邀請各位學者先進參與本次「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具之示範與推廣」研討會，衷心期盼各位學者先進的支持與蒞臨指教。

- 二、主辦單位：交通部運輸研究所
 三、協辦單位：中華電信數據通信分公司
 四、時間：103 年 12 月 2 日(星期二) 14:00 ~ 17:00
 五、地點：中華電信 1208 會議室
 台北市信義路一段 21-3 號
 六、會議議程：

時間	議程	主講人
14:00 ~ 14:30	報到	
14:30 ~ 14:40	長官致詞	
14:40 ~ 15:10	車載量測系統應用於移動污染源排放特性之研究與展望	國政基金會 黃心華 博士
15:10 ~ 15:40	車輛動態能耗與排放模式之建構與應用	鼎漢 陳柏君 資深規劃師
15:40 ~ 16:00	午茶時間	
16:00 ~ 16:30	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示範與推廣	中華電信 王景弘 處長
16:30 ~ 17:00	綜合討論	

A7.2 成果展示精采花絮







車載排放量測系統的起源

- ◆ 為掌握台灣空氣污染物排放總量之結構與時空變化，環保署自1990年開始以1988年為基準年建立台灣空氣污染物排放資料庫，以作為研訂管制策略之參考基礎。

傳統推估方法

➤做法：

- 行駛特定之行車型態
- 蒐集檢測、審驗資料
- 遙測數據建立相關模式

➤瓶頸：

- 道路類型、駕駛行為及交通狀況未納入考量
- 僅能計算平均狀況之車輛排放
- 無法反映真正的駕駛行為與車輛排放特性

車載量測系統

(On-board Portable Emission Measurement System, PEMS)

➤做法：

蒐集真實駕駛狀況下的：

- 引擎操作參數
- 大氣環境參數
- 車輛排放數據

➤瓶頸：

- 道路變數較多
- 技術上較不普及

汽油車常見之排放污染物

氮氧化物 (NO_x)

大多排放為一氧化氮，經空氣氧化後變為二氧化氮，容易造成肺與呼吸的傷害。

一氧化碳 (CO)

容易影響心臟血管系統與中樞神經系統，並使心臟血管疾病加重、惡化，神經及肺部系統受影響，運動功能受損等不良影響。



懸浮微粒 (PM)

為排氣管排出的粒狀污染物，粒徑小於2.5 μm左右時，容易直接進入血管，造成健康危害

氮氧化物 (NO_x)

碳氫化合物 (HC)

二氧化碳 (CO₂)

一氧化碳 (CO)

懸浮微粒 (PM)

碳氫化合物 (HC)

- 低濃度的HC影響呼吸系統
- 高濃度的HC可能會對中樞神經系統造成影響
- 與NO_x啟光化學反應，會產生臭氧，常氣曝曬易造成肺纖維化

資料出處：環保署移動污染源管制網

量測儀器系統的實照(氣狀污染物)



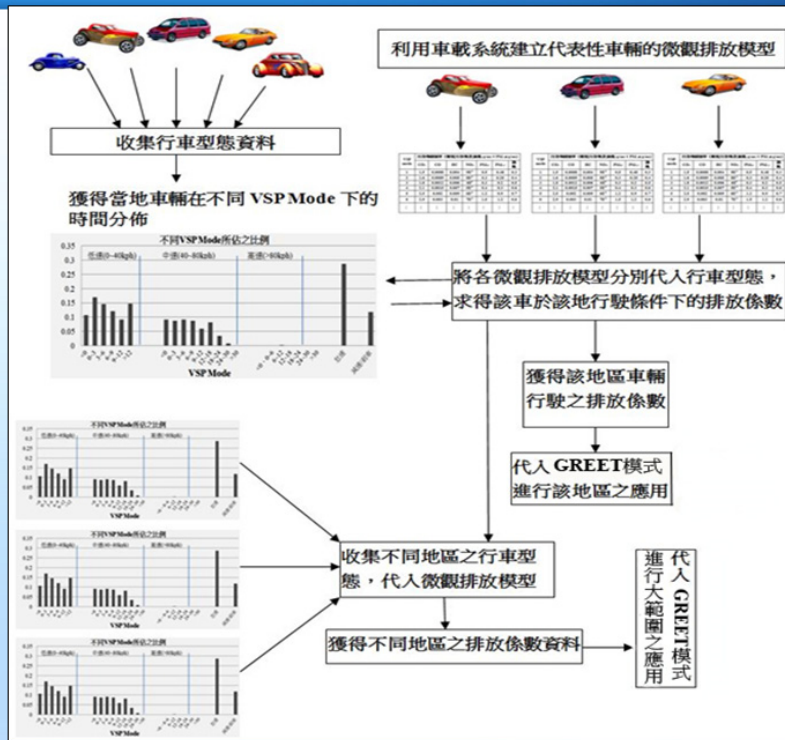
各地區車載量測系統的研究趨勢

事項	歐美	大陸	台灣
測試儀器選用	各廠牌之PEMS皆有	1.OEM-2100為主 2.自行開發之儀器	1.Axion (OEM-2100) 2.HORIBA-OBS2200 3.HORIBA-ARTC
測試程序與方法	選定測試路線（其包含不同等級道路、車流量、路徑長度比例、不同道路類型等等）後，利用裝有車載儀器系統之車輛，跟隨車流狀況進行測試與資料蒐集		
測試結果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 駕駛行為與排放能​​耗之間的探討 2. 不同車款的差異分析 3. VSP與排放之間的關連 4. 不同時速之下的排放趨勢 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 不同模型之比較 2. 不同行駛型態下的排放係數比較 3. 施行交通措施對排放的影響 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 行車型態與排放能​​耗之間的探討 2. 節能車輛與排放能​​耗探討 3. 不同車款之間的差異性比較分析 4. 研擬運輸行為與能​​耗排放架構，建構出能​​耗排放推估模式
綜合探討	未來的研究趨勢，可能朝向法規測試的輔助、多元領域的結合（如結合健康風險、駕駛行為科學、先進引擎/節能/污排技術的評估）等進行研究，另外由PEMS所獲得之實測參數，亦會被用於結合相關推估模型，進行本土化或更細緻化的運用。		

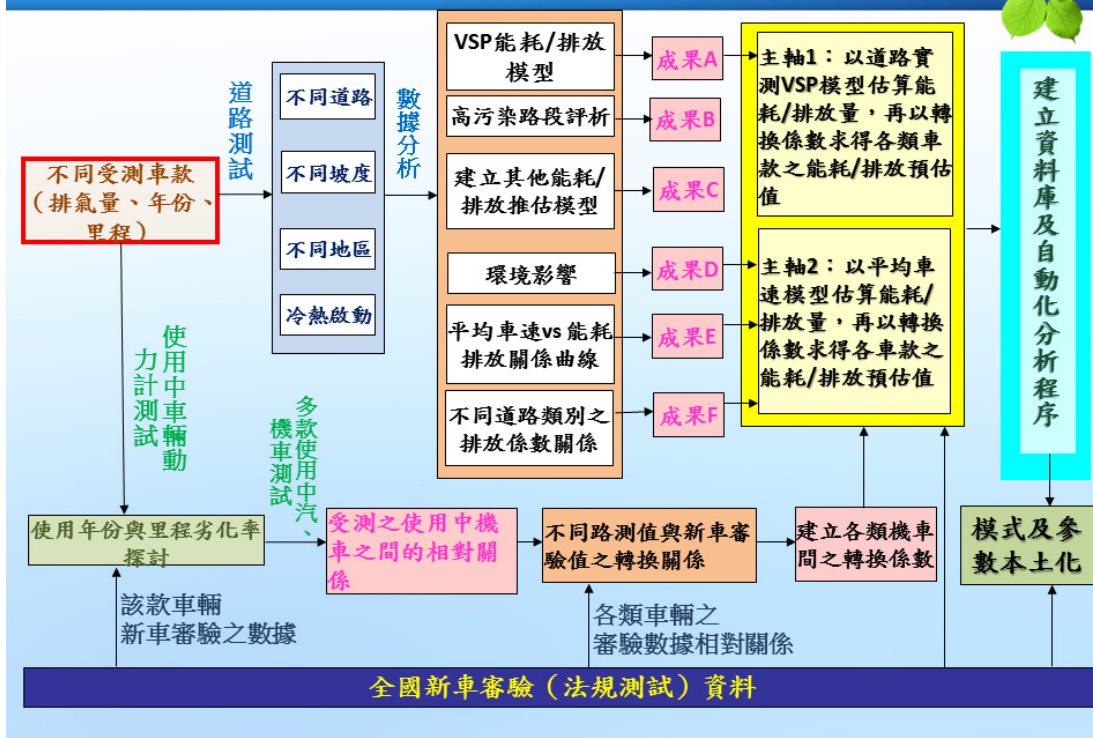
車載系統主要研究領域及未來延伸應用

- 移動污染源管制策略及成效評估
 - ✓ 排放係數資料庫之修正及更新
 - ✓ 管制策略評估：怠速熄火、號誌改善、ETC外部效益…等
 - ✓ 排放熱區及淨區管制研究
 - ✓ 各地區行車參數差異分析
- 交通環境、駕駛行為對於能​​耗及污染排放之影響
 - ✓ 環保駕駛訓練成效之評估
 - ✓ 不同道路種類之能​​耗及排放差異
 - ✓ 環境因素之影響
- 本土化推估模式之建立及參數之取得
 - ✓ 巨觀及微觀推估模式之建立
 - ✓ 本土化參數之取得及分析
- 法規測試之輔助
 - ✓ 實驗室測試及實際道路行駛之排放差異
 - ✓ 排放標準加嚴之成效研究
- 新節能及污染減量技術之評估
 - ✓ 新節能車輛之實際行駛能​​耗及污染排放測試
 - ✓ 清潔燃料及污染防治設備之操作成效

實際研究案例：GREET模式車行參數本土化



實際研究案例：移動污染源道路實測及推估模式改善



利用車載系統協助政策成效之量化

- 車載系統可對環保單位之相關政策進行量化評估及建議

移動源減量政策	政策推動方式或手法	車載系統能提供之政策分析
推動車輛更新	逐期加嚴排放標準等	• 新、舊車輛排放實測及比較
使用中車輛管制	機車排氣檢定等	• 機車定檢成效評估一定檢未過、檢修後通過之機車行駛排放比較 • 十年以上老舊車輛行駛排放評估 • 二行程機車道路行駛排放測試
潔淨燃料推動	LPG或其他新燃料之應用	• LPG車（與同款原裝汽油車）排放之實測資料比對
低污染車輛推廣	推廣電動機車、汽車、公車等	• 油電混合及傳統汽油車排放實測 • 電動公車及傳統公車排放實測
交通管理措施	推廣環保駕駛、推動停車熄火措施等	• 利用實測資料對環保駕駛之行為分析及推廣提供建議 • 怠速熄火實測及減量效益評估 • 新管理措施，如號誌改善或專用道對污染減量成效之量化評估

環保署歷年車載系統研究成果（氣狀污染物）



- 使用此車載系統參與環保署移動污染源計畫已累積5年之經驗(含一年可行性研究)、共完成36款車輛測試

2010

應用車載量測系統建立汽車空氣污染物排放係數之研究(可行性研究)

累積資料約
3.5萬筆

2011

應用車載量測系統推估移動污染源排放量(多款小客車測試、機車可行性研究)

累積資料約
15萬筆

2012

應用車載系統驗證移動污染源排放量(不同行車型態之排放比較、怠速熄火成效)

累積資料約
50萬筆

2013

應用車載量測系統推估移動污染源排放量(北中南不同城市測試、油電混合車測試、公車測試可行性研究)

累積資料約
76萬筆

2014

應用車載量測系統推估移動污染源排放量(行車型態、不同期別比較、二行程機車)

累積資料約
250萬筆

環保署歷年車載系統研究涵蓋之測試車輛

36輛測試



機車
(含怠速熄火測試) 2輛



四行程機車
(含怠速熄火測試) 8輛



市區公車1輛



國道客運1輛



汽油小客車
(含怠速熄火測試)
2輛



油電混合車
1輛



LPG車
1輛



汽油小客車
18輛



二行程機車
2輛

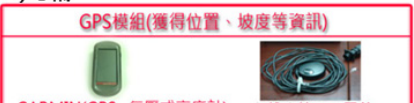


引擎參數模組

溫度偵測器

歧管壓力偵測器

引擎轉速偵測器



GPS模組(獲得位置、坡度等資訊)

GARMIN(GPS+氣壓式高度計)

車載系統GPS天線



採樣管線

採樣管

採樣接頭



車載系統

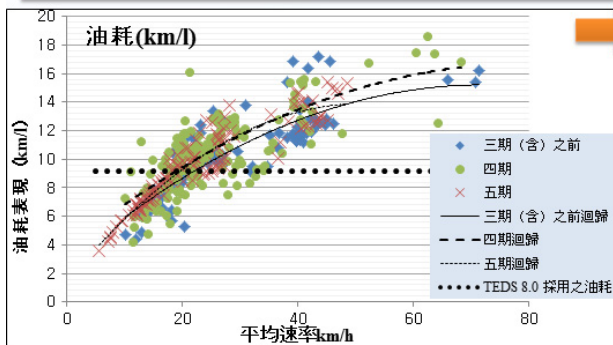
車載系統控制系統

氣體分析裝置

光學車速量測器

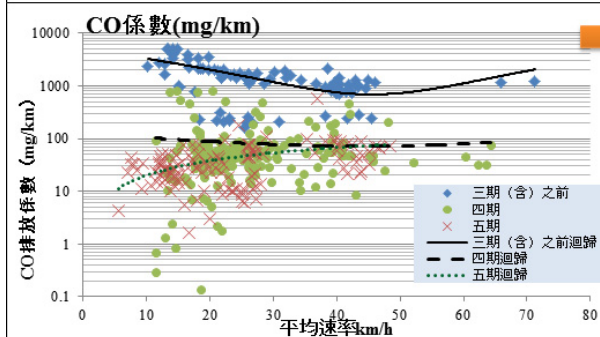
成果1：不同期別車輛排放總體分析（熱車）

歷年汽油小客車測試資料統整分析(熱車行駛)



歷年汽車測試結果比較(油耗)

- ◆ 一般市區行駛區間，較老舊車輛油耗表現較新車差5%~7%。
- ◆ TEDS8.0之油耗數據大約能反應車輛在平均速率為20~25km/h之間的油耗表現。

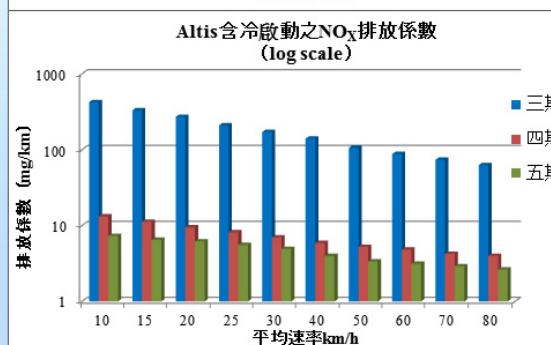
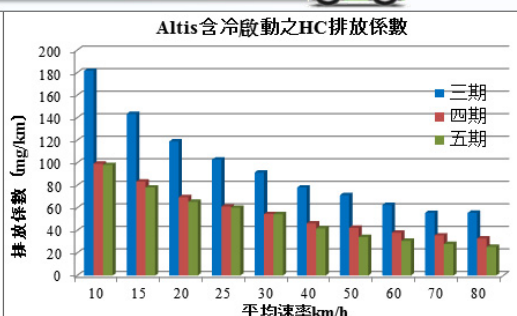
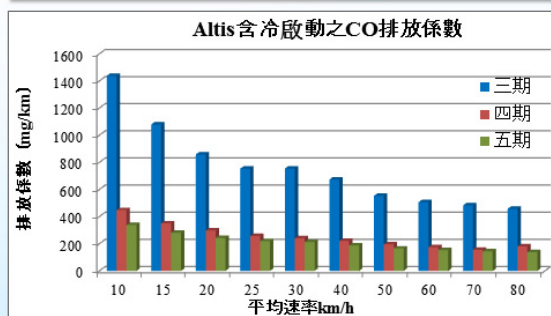


歷年汽車測試結果比較(CO)

- ◆ 三期車的CO排放明顯高於四、五期車約10倍。
- ◆ 舊車的曲線趨勢呈現上凹趨勢，四期車較平穩，五期車則是約略呈現下凹現象。

成果2：不同期別車輛排放比較（考慮冷啟動）

速度和排放係數之變動關係(含冷啟動測試結果，以Altis為例)

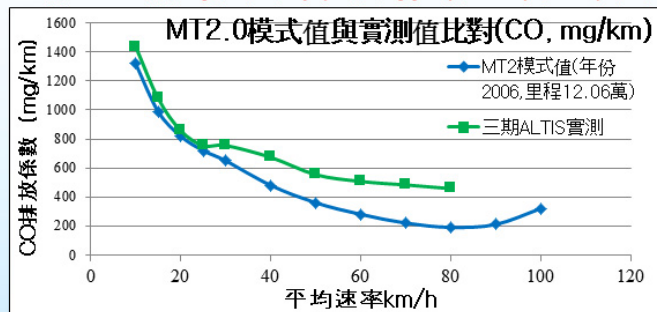


- ◆ 四、五期車之排放明顯低於三期車。
- ◆ NOx雖在高速時排放率較高，但因單位時間行走距離增加，在計算排放係數時，會導致NOx隨平均速率提高而下降。

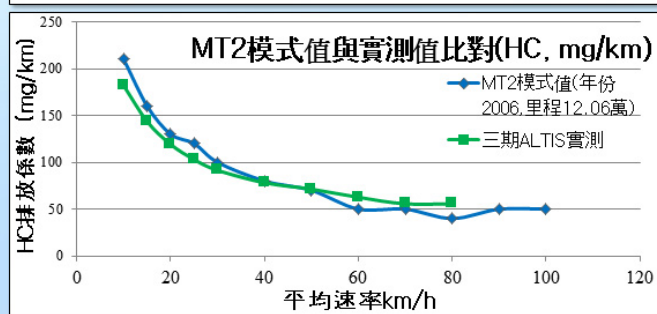
成果3：實測資料與現行推估模式比對

與現行模式(如MT2.0)推估結果相比較，提出本土化修正建議

- 將MT2.0模式推估值與道路實測值比較，評估現行模式的準確性



102年度三期Altis實測值與MT2.0推估值比對(CO)



102年度三期Altis實測值與MT2.0推估值比對(HC)

成果4：管制策略效益評估—原地急速熄火

原地熄火停等時間對於引擎再啟動後的排放及能耗之影響

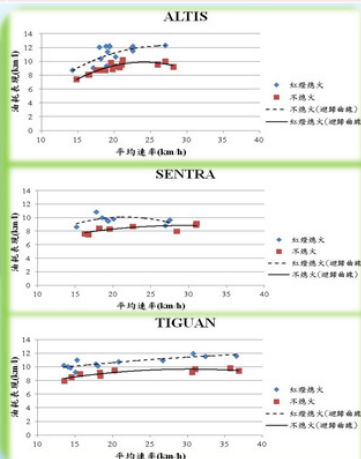
污染物或能耗	模擬熄火時間	狀態	資料分析描述	汽車			機車		
				Altis	Sentra	Tiguan	GT-125	V-MAX	三陽EVO
CO ₂	180秒	不熄火	連續急速不熄火270秒之總排放量(g)	208.14	229.45	150.95	34.83	34.64	56.81
		急速熄火	熄火180秒後重啟90秒之總排放量(g)	65.95	85.61	58.97	11.28	10.78	18.97
			相當於急速多少秒之排放(sec)	85.55	100.74	105.48	87.42	84.02	90.18
			是否具有減量效益	○	○	○	○	○	○
油耗	180秒	不熄火	連續急速不熄火270秒之總排放量(g)	65.8	73.44	47.88	13.5	10.77	18.77
		急速熄火	熄火180秒後重啟90秒之總排放量(g)	21.00	28.03	18.83	4.39	3.54	6.14
			連續相當於急速多少秒之排放(sec)	86.18	103.04	106.16	87.80	88.85	88.35
			是否具有減量效益	○	○	○	○	○	○
NO _x	180秒	不熄火	連續急速不熄火270秒之總排放量(mg)	0.49	392.2	68.55	18.8	23.17	22.73
		急速熄火	熄火180秒後重啟90秒之總排放量(mg)	0.14	250.09	14.68	5.72	7.61	6.17
			相當於急速多少秒之排放(sec)	76.04	172.17	57.82	82.12	88.63	73.27
			是否具有減量效益	○	○	○	○	○	○

主題5：新管制情境模擬：紅燈怠速熄火為例

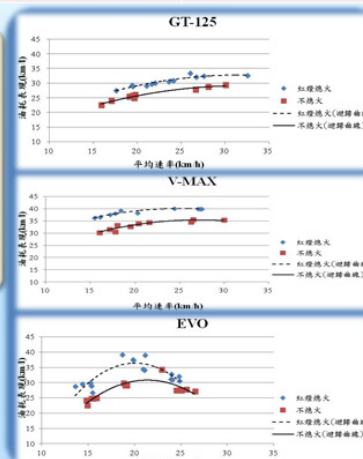
種類	廠牌	車款	排氣量
汽車	TOYOTA (傳統)	ALTIS	1798 c.c.
	NISSAN (傳統)	SENTRA	1597 c.c.
	Volkswagen (配備自動熄火系統)	TIGUAN	1400c.c.
機車	光陽(配備自動熄火系統)	V2-125 Smart Idle	124 c.c.
	SYM (傳統)	GT-125	124 c.c.
	YAMAHA (傳統)	V-MAX	125 c.c.

測試車輛

汽車之油耗變化



機車之油耗變化



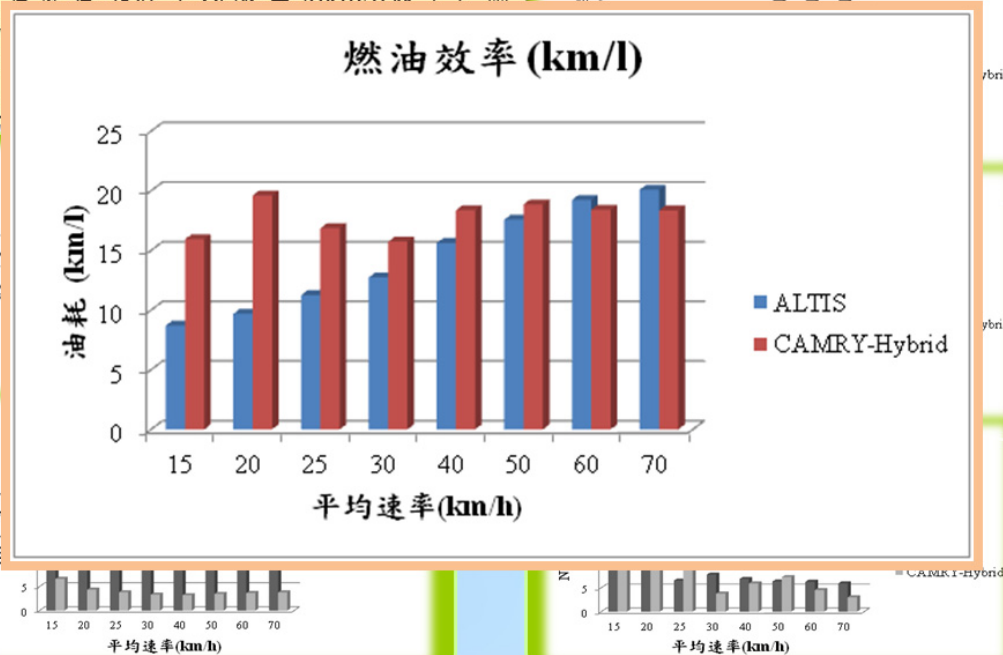
實施紅燈停等怠速熄火，在各種速率區間下，皆可以發揮節省油耗的效果。

16

成果6：新節能車輛研究-油電混合車為例

新節能車輛之節能減碳排放效益之初探

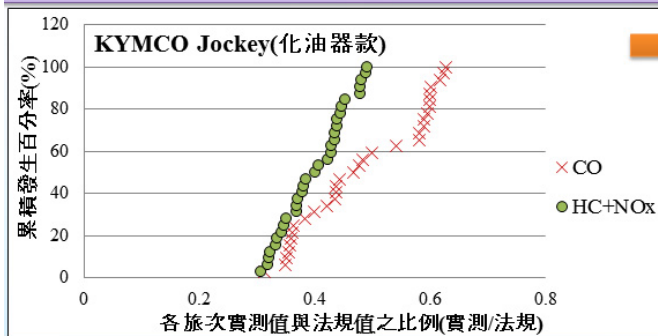
◆油電混合車在平均速率50km/h以下之區間的排放



分析項目	傳統汽油車		油電混合車	備註
	ALTIS 1.8	CAMRY 2.0E	CAMRY-HYBRID 2.5G	
現金零售車價	68.9萬元	84.9萬元	106.9萬元	一般計程車車款 TOYOTA售價
日常維修成本	假設傳統汽油車與油電混合車之維修成本相同			<ul style="list-style-type: none"> 油電車保固里程較高、年數較長，但機油更換成本較高 基於上述理由，假設兩者維修成本相同，差別僅在機油更換部分
重大套件更換	無		電池模組→5萬9千元	設定更換一次電池組
政府補助汰換老舊計程車輛	補助4萬		補助11.5萬	2013起，油電車補助11.5萬，一般新車補助4萬
稅費	6710元	10813元	14750元	規費+牌照稅+燃料費
粗估購車固定成本	65.6萬元	82萬	102.8萬元	價差37.2萬元、20.8萬元
每日平均耗油量	13.66公升 (474元)	17.05公升 (591元)	9.21公升 (319元)	<ul style="list-style-type: none"> 里程每日平均行駛139.2公里計算 以每公升均價34.68元計算(近3年) 假設市區行駛平均速率為17.5km/h
補平價差之時間	約6年4個月(ALTIS 1.8經典款升級為油電車) 約1年8個月(CAMRY 2.0E升級為油電車)			依據『交通部100年計程車營運狀況調查』，司機每月平均休息3.3天，每年工作日數推估為325天
計程車司機可能需要的政府協助	<ul style="list-style-type: none"> 若改採購油電車，每月省油金額已大於支付貸款之增額 若政府可以協調汽車業者增加分期付款期數，由政府補貼延長貸款之部分利息，將可以更減輕司機之負擔 			

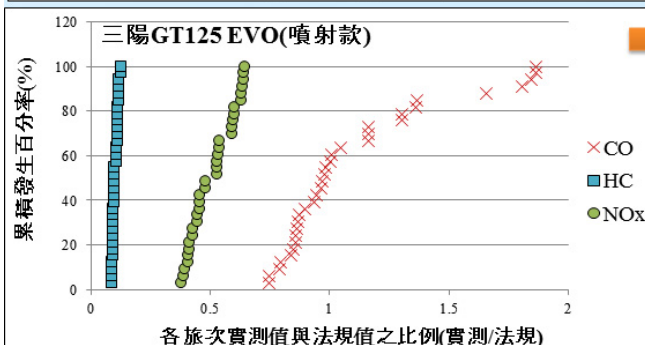
成果7：法規標準與實際道路行駛排放比對

機車行駛排放值與法規規範值比較(以市區晚尖峰行駛為例)



市區晚尖峰(化油器款機車)

- ◆ HC+NOx落在法規值的30%~50%之間。
- ◆ CO落在法規值的30%~60%之間。



市區晚尖峰(噴射款機車)

- ◆ HC：排放落在法規值的8%~13%之間
- ◆ NOx：排放大多落在法規值的40%~65%之間。
- ◆ CO：有45%的小趟次超出法規標準值。

成果8：建立公車（傳統、油電、電動） 污染及能耗推估模式

➢ 建立柴油、油電混合、電動公車之能耗及污染推估模式

電動公車已進行初步
測試並分析測試結果



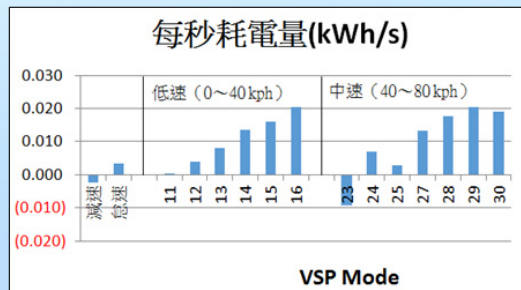
- ❑ 車型：立凱動能 AEVB-AIS(低底盤)全電動巴士
- ❑ 驅動馬達：1PV5135-4WS24
- ❑ 電控系統：122kW/AC520V/1200A
- ❑ 儲能系統：磷酸鐵鋰
- ❑ 通電模式：快換
- ❑ 最高速度：70km/h

於立凱電能現
場勘查情形



取得逐秒車速、高度、電
池總電壓、電池放電電流

➢ 電動公車初步測試及數據分析結果：



預期成果：

- 以MOVES方法論來分析公車
在不同速率區間或VSP區間之
能耗、污染或耗電量係數
- 建立推估模式、計算外部成本

成果9：各地區排放特性研究

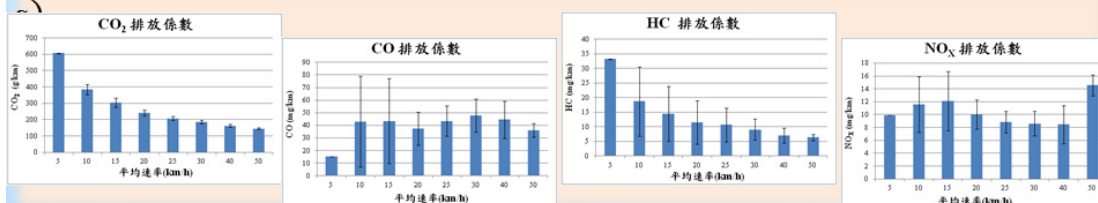
北中南行車型態

測試方式—以同款TOYOTA ALTIS進行測試

測試地區：台北、台中、台南、高雄、宜蘭

地點	CO ₂ 排放係數 (g/km)	CO排放係數 (mg/km)	HC排放係數 (mg/km)	NO _x 排放係數 (mg/km)	油耗係數 (g/km)	平均速率 (km/h)
台北市	222.17	45.51	10.91	9.53	70.19	22.91
宜蘭縣	202.15	49.43	10.25	5.20	63.88	29.57
台中市	203.40	80.01	7.68	18.90	64.29	25.76
台中市次要道路	258.88	58.58	6.84	17.61	81.79	19.60
台南市	226.08	78.82	4.85	7.42	71.24	24.01
高雄市	188.19	58.77	9.72	6.39	59.13	27.91

都會區平均速率與排放係數之關係（以台北為例，測試車輛為2010 ALTI

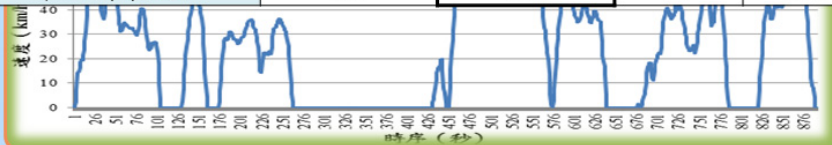


成果10：建構行車型態

台北市離峰代表行車型態

行車型態參數比較

特性名稱	母體	本研究篩選出之代表性行車型態	單位	FTP75	NEDC
旅行速率	22.92	23.49	km/hr	34.06	33.67
行駛速率	34.54	34.32	km/hr	42.11	45.84
平均加速度	0.53	0.53	m/sec ²	0.59	0.59
平均減速度	0.61	0.58	m/sec ²	0.69	0.82
每一區段加速減速率變換次數	7.78	8	次	6.05	1.15
怠速時間比	33.16%	31.20%	百分比	17.99%	23.56%
定速時間比	12.52%	11.00%	百分比	19.58%	40.25%
加速時間比	25.36%	27.61%	百分比	28.90%	15.08%
減速時間比	28.93%	29.97%	百分比	33.42%	20.93%
最高速率	73.01	62.50	km/hr	91.20	120.00
區段行駛時間 (平均)	73.29	76	sec	69.00	67.00
區段殆速時間 (平均)	36.29	34	sec	14.00	22.00
每公里停等次數	1.43	1.38	次	1.24	1.18

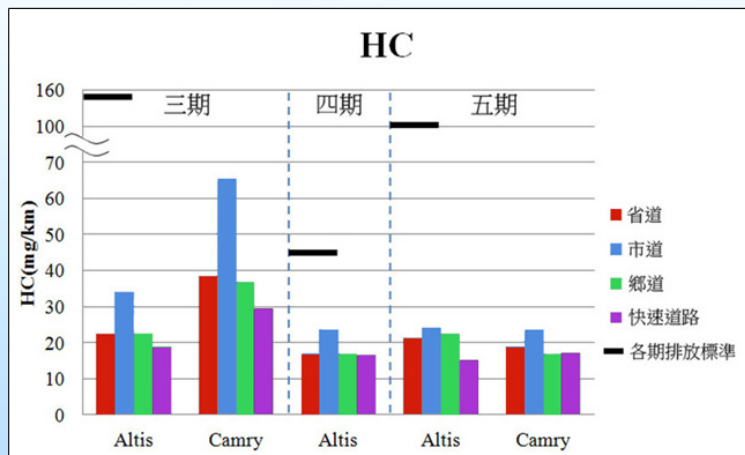


22

成果11：不同種類道路實測值與法規值比較

探討不同道路類型測試結果

- 可了解各車輛於各種不同道路種類之實際行駛排放及符合法規之情形



↑ 以Altis及Camry三期、四期、五期的HC測試結果為例



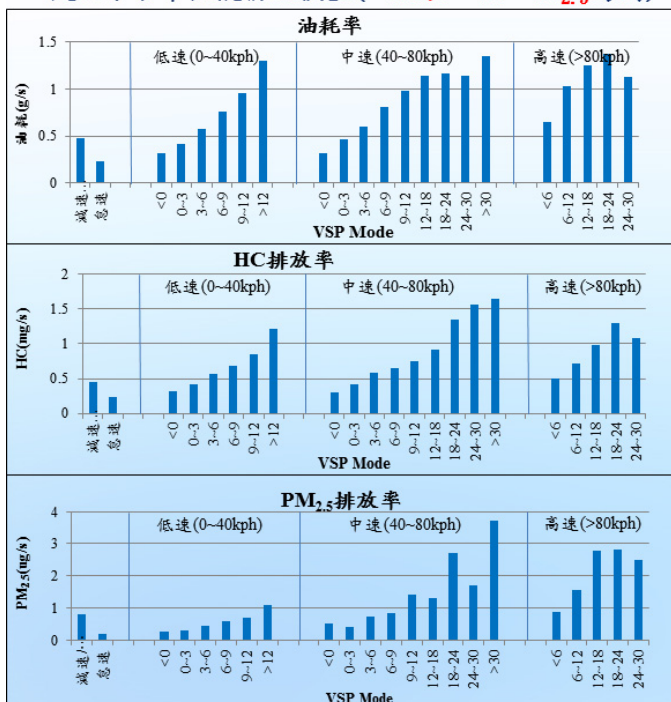
成果12：各地區行車型態的比較

各地區行車型態參數表

特性名稱	地點	台北市	宜蘭縣	台中市	台中市 次要道路	台南市	高雄市	FTP75	NEDC
旅行速率(km/hr)		22.92	29.59	25.76	19.64	24.12	27.92	34.06	33.67
行駛速率(km/hr)		34.54	39.41	37.57	25.71	33.38	39.05	42.11	45.84
行駛速率與旅行速率比		1.51	1.33	1.46	1.31	1.38	1.40	1.24	1.36
平均加速度(m/s^2)		0.53	0.56	0.62	0.68	0.65	0.56	0.59	0.59
平均減速度(m/s^2)		0.61	0.67	0.70	0.69	0.71	0.62	0.69	0.82
每一區段加速減速率變換次數		7.78	5.93	6.98	5.47	6.90	7.36	6.05	1.15
怠速時間比(%)		33.16%	24.44%	30.54%	22.23%	26.92%	27.83%	17.99%	23.56%
定速時間比(%)		12.52%	16.71%	10.41%	10.18%	10.70%	14.22%	19.58%	40.25%
加速時間比(%)		25.36%	26.94%	27.77%	33.20%	29.75%	27.40%	28.90%	15.08%
減速時間比(%)		28.93%	31.81%	31.24%	34.02%	32.59%	30.51%	33.42%	20.93%
最高速率(km/h)		73.01	70.10	89.56	52.36	66.58	94.35	91.20	120.00
區段行駛平均時間(sec)		73.29	81.88	65.33	45.75	63.38	74.75	69.00	67.00
區段怠速平均時間(sec)		36.29	26.16	29.00	13.25	23.25	29.13	14.00	22.00
每公里停等次數		1.43	1.13	1.47	3.13	1.71	1.24	1.24	1.18

成果13：車輛生命週期評估-車行階段 (GREET模式本土化)

➢ 汽油小客車微觀排放模型(以油耗、HC、PM_{2.5}為例)



VSP排放模型(油耗)

➢ 油耗係數大致隨VSP Mode上升而上升

VSP排放模型(HC)

➢ 大致隨VSP Mode上升而有上升的趨勢

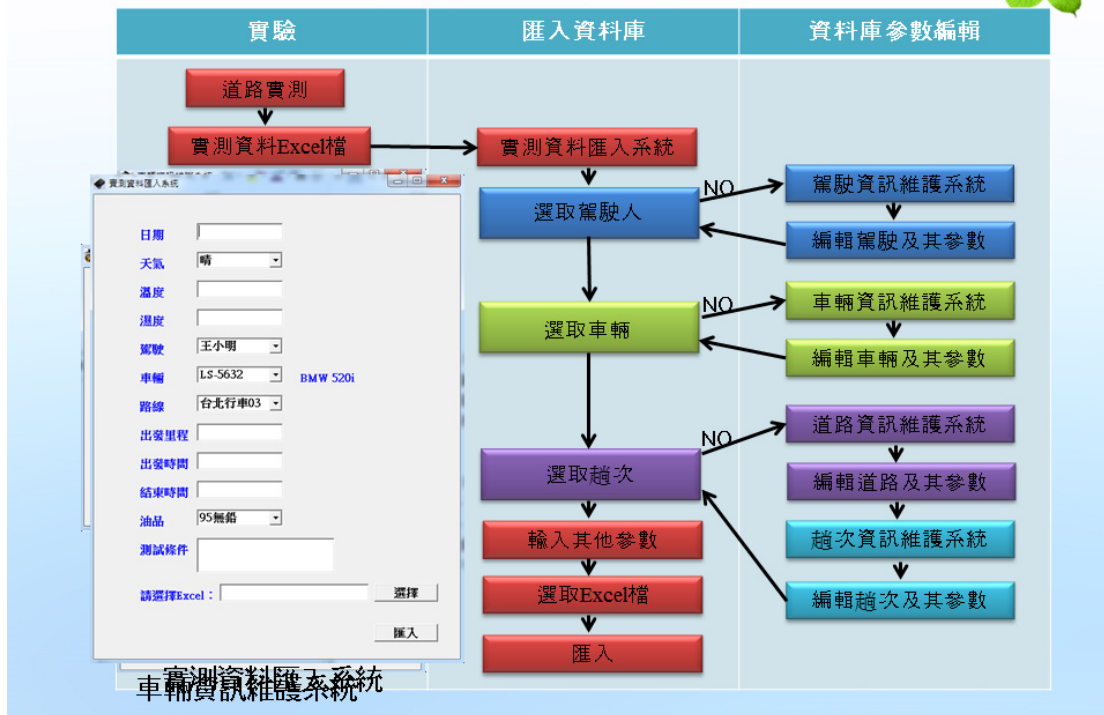
➢ 在中速區間排放係數較高，怠速時排放最低

VSP排放模型(PM_{2.5})

➢ 各速率區間之排放係數大致隨VSP Mode上升而有提高的趨勢

➢ 中速區間的高VSP Mode範圍內排放偏高

成果14：數據資料庫建置



車載系統未來發展趨勢：輔助法規測試

- ◆ 為改善NEDC法規測試的疏失，歐盟針對小型車輛發展出法規輔助測試的流程
- ◆ 兩種備選方案評比：
車載系統道路測試(PEMS) VS 實驗室動力計隨機行車型態測試

車載系統道路測試 (PEMS)

優點:

- ✓ 只要測試期夠長，技術上可涵蓋所有駕駛條件、多樣化道路特性，能反映現地條件。
- ✓ 車載系統所增加的重量可忽略。
- ✓ 對於國際調合的測試有較大的潛在貢獻。

缺點:

- ❑ 溫濕度條件較難掌握，可能被氣候、交通狀況影響。
- ❑ 道路測試有較大的不確定性。
- ❑ 尚未有PN的車載量測設備。
- ❑ 車載系統可能尚未廣泛獲得，且Know-how集中於重型車輛。

實驗室動力計隨機行車型態測試

優點:

- ✓ 可涵蓋溫濕度影響
- ✓ 完整涵蓋氣狀及粒狀汙染物
- ✓ 測試設備通常較易獲得
- ✓ 相關的Know-how已廣為人知
- ✓ 對於環境條件的控制較恆定

缺點:

- ❑ 實驗室的硬體侷限，無法模擬某些駕駛條件
- ❑ 無法涵蓋坡度及海拔的影響
- ❑ 無法反映實際道路荷載



鼎漢國際工程顧問公司 陳柏君資深規劃師

車輛動態能耗與排放模式之 建構與應用

主講人：鼎漢國際工程顧問公司 資深規劃師 陳柏君

2014.12.2



簡報大綱



- 運輸部門如何達到節能減碳？
- 如何發展運輸部門的節能減碳評估工具？
- 車輛動態能耗與排放模式建置成果
- 結論



運輸部門如何達到節能減碳？

運輸系統三元素與節能減碳的關係



運輸部門計算能耗與排放的基本方法

耗油量 = 交通活動量 × 油耗率

排放量 = 交通活動量 × CO₂排放率

交通模式

能耗模式

交通策略對交通活動量之影響層面(方案差異)

- ✓ 運量改變 (車行公里、車行小時)
- ✓ 車速改變 (提速效果對應不同的耗油率)
- ✓ 運具改變 (私人運具移轉到大眾運具)
- ✓ 路線改變 (替代道路造成不同等級路網間之車流移轉)

既有工具：運輸部門排放清冊(運研所)

- 參考用油量、車輛數、旅次長度等統計或調查資料
- 依Top-down方法推估
- 應用限制：只有單一平均值，無法反應速率差異

單位：公里/公升

車種	自用	營業		自用		營業		大客車						大貨車		機車
	小客車	小客車		小貨車		小貨車		自用	遊覽車	公車與客運車			自用	營業		
年份	汽油	汽油	LPG	汽油	柴油	汽油	柴油			公車+	市區	公路			客運車	公車
2001	10.00	8.86	-	8.33	7.23	7.95	6.30	2.95	2.92		2.63	2.08	2.95	2.77	2.63	22.3
2002	9.94	8.86	-	8.32	7.29	7.91	6.41	2.94	2.92		2.65	2.13	2.94	2.64	2.51	22.3
2003	9.94	8.69	-	8.32	7.35	7.88	6.51	2.98	2.83		2.69	2.16	2.98	2.60	2.47	21.8
2004	9.70	8.69	-	8.31	7.41	7.84	6.62	3.04	2.83		2.74	2.20	3.04	2.59	2.46	21.8
2005	9.70	8.69	8.55	8.31	7.48	7.81	6.73	3.08	2.98		2.77	2.21	3.08	2.49	2.37	21.7
2006	9.84	8.69	8.55	8.31	7.54	7.77	6.83	3.07	2.98		2.76	2.21	3.07	2.41	2.29	21.7
2007	9.84	9.15	8.21	8.30	7.60	7.73	6.94	3.09	3.02		2.78	2.22	3.09	2.40	2.28	22.0
2008	10.14	9.15	8.21	8.30	7.66	7.70	7.04	3.06	3.02		2.76	2.27	3.06	2.34	2.23	22.0
2009	10.14	8.69	7.66	8.29	7.72	7.66	7.15	3.03	3.30		2.74	2.29	3.03	2.21	2.10	22.4
2010	10.21	8.69	7.66	8.29	7.79	7.62	7.26	3.10	3.30		2.81	2.37	3.10	2.32	2.20	22.4
2011	10.21	8.79	8.28	8.28	7.85	7.59	7.36	3.19	3.40		2.81	2.32	3.19	2.31	2.20	22.3
2012	10.28	8.79	8.28	8.28	7.91	7.55	7.47	3.18	3.40		2.92	2.64	3.18	2.38	2.26	22.3
2013	10.28	8.79	8.28	8.28	7.97	7.51	7.58	3.27	3.40		2.79	2.34	3.27	2.87	2.73	22.30



如何發展運輸部門的 節能減碳評估工具?

國外模式發展評析



➤ 國外車輛動態能耗模式發展趨勢

- ✓ 過去的模式(Mobile)以實驗室「平均速率」建構模式
- ✓ 新一代模式(美國MOVES)採用實車量測瞬時速率，取得大量的交通資料作模式基礎
- ✓ MOVES比Mobile更為準確，特別是道路壅塞的情況！

➤ 本土研究觀點

- ✓ 短時間內難以取得本土大量車輛動態能耗實測資料
- ✓ 由交通策略觀點，需要反映車速、道路、車種與能耗的敏感度
- ✓ 能耗模式與運輸規劃、交通模擬結合，更具政策評估實用性

運研所車輛能耗排放系列發展背景1

➤ 國內車輛能耗/排放參數研究蒐集與校估

- 車輛能耗與排放隨車種、地區特性、道路類型、交通狀況而異，在應用上需視國內特性予以調整。

➤ 因應交通部節能減碳相關策略之評估

- 96~98年小客車 → 國內整體運具使用占比最高
- 99~100年大客車 → 推動公共運輸政策主要運具之一
- 101~102年機車 → 國內車輛數最多，是都會區節能減碳評估重要運具
- 103年大客車 → 補充國道1號實車動態能耗資料



運研所車輛能耗排放系列發展背景2

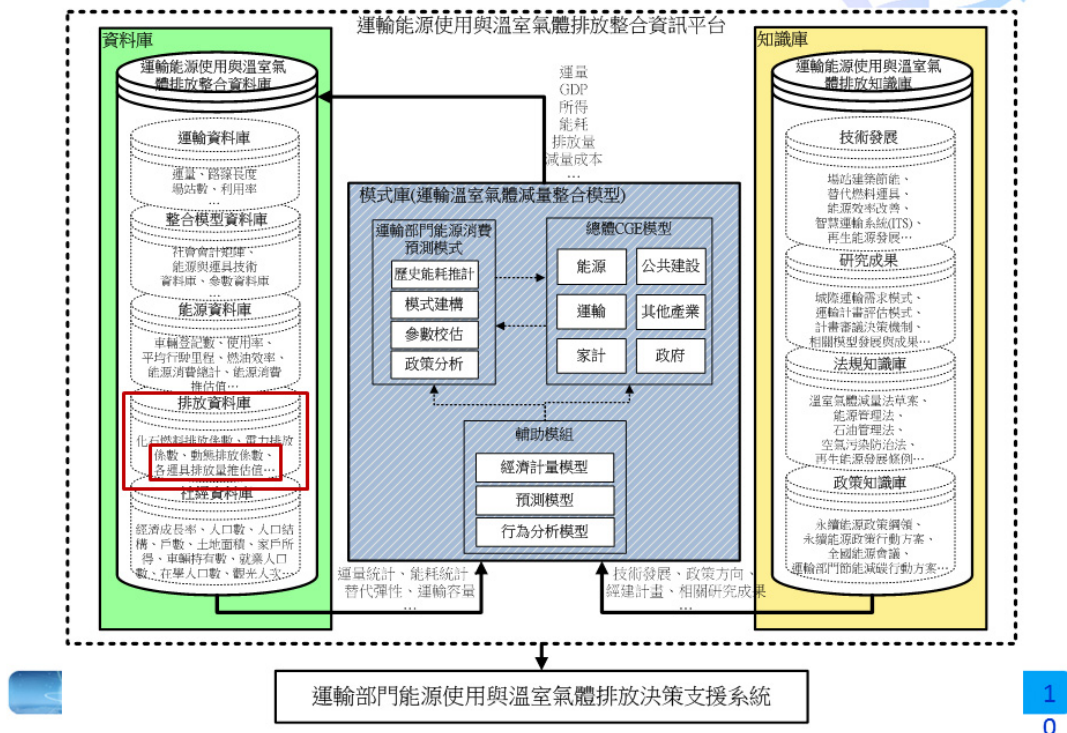
➤ 藉由「車載量測系統 (Portable Emissions Measurement Systems, PEMS)」蒐集車輛於道路實際運行之動態能耗/排放值，並於法規標準測試實驗室依據能源局新車法規審驗測試取得能耗平均值，建構車輛動態能耗/排放資料庫與推估模式。

➤ 蒐集時間基礎(time-base)之能耗/排放資料，非傳統里程基礎(distance-base)，可敏感評估車輛於動態(行駛中)、靜態(停等)產生的能耗/排放。

➤ 影響車輛能耗/排放因素包括動態、靜態特性及油料差異，本研究以速率、道路類型為主要變數。



運研所車輛能耗排放系列發展背景3



運研所車輛能耗排放系列發展背景4



運研所車輛能耗排放系列發展背景5



運研所車輛能耗排放系列發展背景6

- 建立國內第一個車輛動態能耗排放資料庫
- 建構國內第一個以速率、道路類型為變數的能耗排放推估模式
- 整合能耗排放與交通模式，應用時可搭配**交通模擬模式**、或與**運輸規劃模型整合**，提升運輸規劃模式在永續指標之分析能力，可應用於運輸方案之節能減碳評估，提供運輸部門決策參考

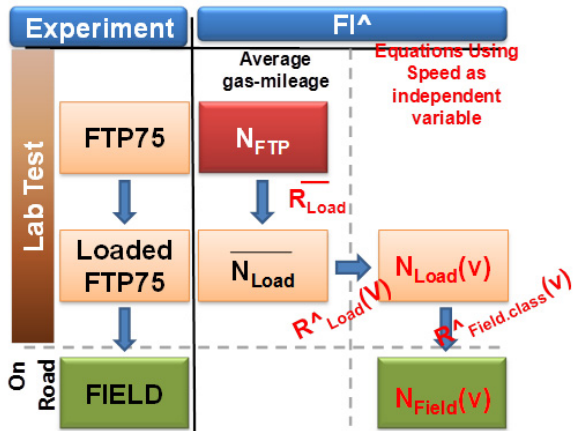


車輛動態能耗與排放模式 建置成果

車輛能耗與排放影響因素

變 數		作 法	
動態特性	道路交通條件	道路類型	納入考量
		尖離峰	納入考量
		速率、加減速	納入考量
		坡度	納入考量(僅國道客運)
	行駛條件	開啓頭燈	納入考量
		駕駛人行為	非處理變數
		車重	非處理變數
靜態特性	車輛本體	車體/車型	納入考量
		引擎與車輛技術	納入考量
	車輛使用維護	引擎耗損程度 (累積行駛里程、車齡)	納入考量(僅機車)
		保養程度之差異	非處理變數
油料技術		非處理變數	

模式建構概念



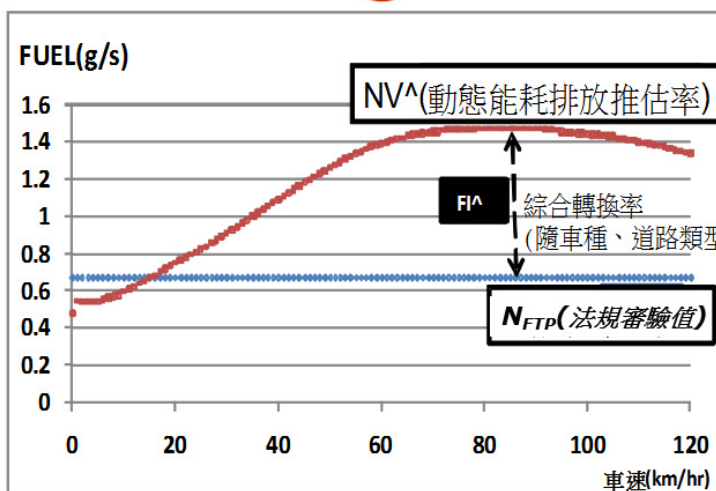
- 車輛型式種類繁多，傳統直接取樣估算能耗率效果多不理想
- 本計畫以車輛之法規檢驗值 (N_{FTP}) 為基準，建立各速度區間能耗率相對於法規檢驗值之轉換率與速度之間之關聯性
- 以車輛法規檢驗值代表車輛能耗特性，可大幅降低抽樣需求



模式建構概念



$$NV^i = FI^i \times N_i$$



推估成果：
動態能耗排放率

本計畫的模式成果

輸入項目：
可輸入單一車輛能耗值
(如能源局的新車審驗燃油經濟性公告值)
或車隊平均能耗值

車輛動態能耗排放資料庫成果

	小客車			大客車	
	實驗A車	實驗B車	實驗C車	實驗D車	實驗E車
車廠	中華三菱	國瑞(豐田)	台灣本田	瑞典SCANIA	韓國大宇
車款	Space Gear 2.4	NCP91L-AHPVKR YARIS(1.5E)	HONDA CIVIC LX1.8	K380	BS120CN
車型	7-9人座廂型車	5門小客車(轎式、旅行式)	4門小客車(轎式、旅行式)	國道客運(座位23人)	市區公車(座位23人+立位29人)
排氣量	2,400C.C	1,500C.C	1,800C.C	11,705C.C	7,640C.C
車齡	1年內	1年內	1年內	2年內	3年內
環保法規	3期	4期	4期	4期	4期
資料庫(秒)	實驗室	23,803	23,674	23,701	NA
	實際道路	160,572	104,121	121,504	349,686

機車	實驗A車 (四期三陽)	實驗B車 (五期光陽)	實驗C車 (五期山葉)	實驗D車 (五期光陽)	實驗E車 (四期三陽)	實驗F車 (五期光陽)
廠牌 (環保期別、引擎技術)	三陽 (四期化油器)	光陽 (五期噴射)	山葉 (五期噴射)	光陽 (五期噴射)	三陽 (四期化油器)	光陽 (五期噴射)
車型	悍將4V 125	V1奔騰 125	RS ZERO 100	Racing 150	悍將4V 125	Racing 150
排氣量 (c.c.)	124.6	124.6	101.8	149	124.6	149
年份 (車齡)	93.2 (8.3年)	98.8 (2.8年)	98.6 (3.0年)	101.3 (1.2年)	93.5 (8.9年)	98.6 (4.3年)
里程數 (km)	29,749	9,815	9,117	5,000	31,372	21,972
資料庫(秒)	實驗室	22,813	27,693	5,252	10,689	11,644
	實際道路	77,994	77,504	79,344	74,499	79,831

能源國家型

18

模式建構成果

- 小汽車
 - 動態能耗 = 綜合轉換率 × 法規標準測試之能耗值
 - 動態CO₂排放 = 動態能耗特性 × 碳排放轉換當量(FFU)
- 公車
 - 動態能耗 = 道路、速率轉換因子 × 大客車實際能耗值
 - 不同坡別之動態能耗 = 坡度轉換因子 × 動態能耗推估值
 - 動態CO₂排放 (不同坡別之動態排放推估值) = 碳平衡轉換因子 × 動態能耗推估值 (不同坡別之動態能耗推估值)
- 機車
 - 動態能耗 = 綜合轉換率 × 法規標準測試之能耗值
 - 動態CO₂排放 = 動態能耗特性 × 碳排放轉換當量(FFU)



成果應用1：單一車輛動態推估

- 3步驟
 1. 取得單一車輛的**平均耗油率**或**新車法規審驗值**(能源局公告)
 2. 結合本研究之**綜合轉換率**
 3. 得到該車的**動態能耗/排放推估曲線**
- 適用於特定實驗車

成果應用2：車隊動態推估

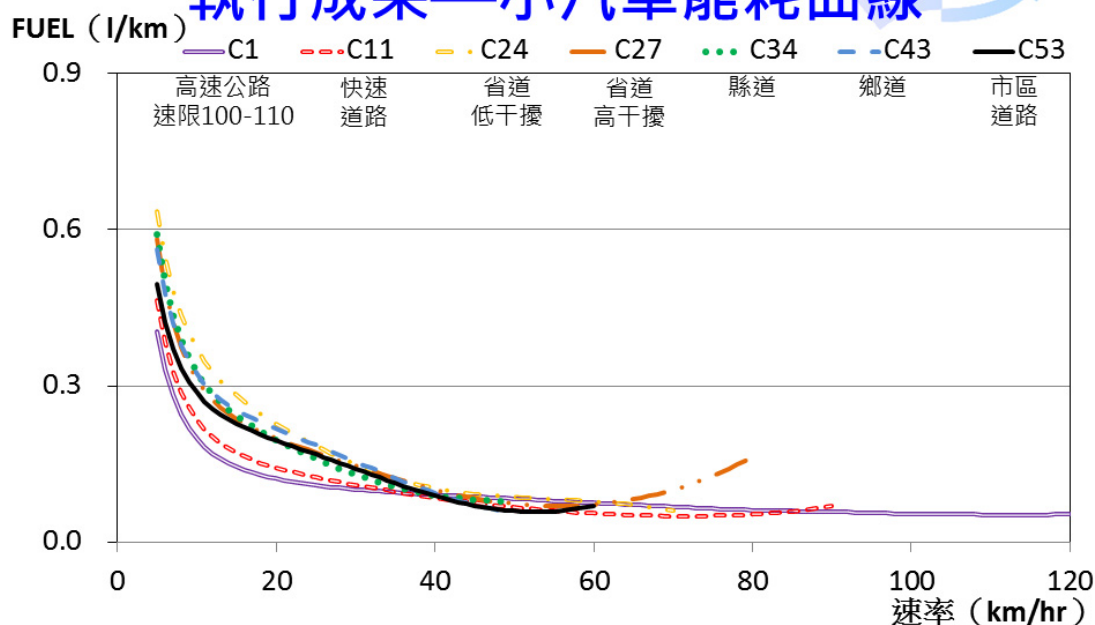
- 1步驟
 - 本研究根據運輸部門排放清冊各車種的**平均耗油率(運研所)**
 - 結合本研究之**綜合轉換率**
 - 得到該車種的**動態能耗/排放推估曲線**
 - **使用者可直接查表(look-up table)使用**
 - ✓ 提供不同道路、速率下的耗油率、碳排率
 - ✓ 提供時間或距離等不同的計算單位(克/公里、克/秒)
- 適用於車隊整體表現

look-up table

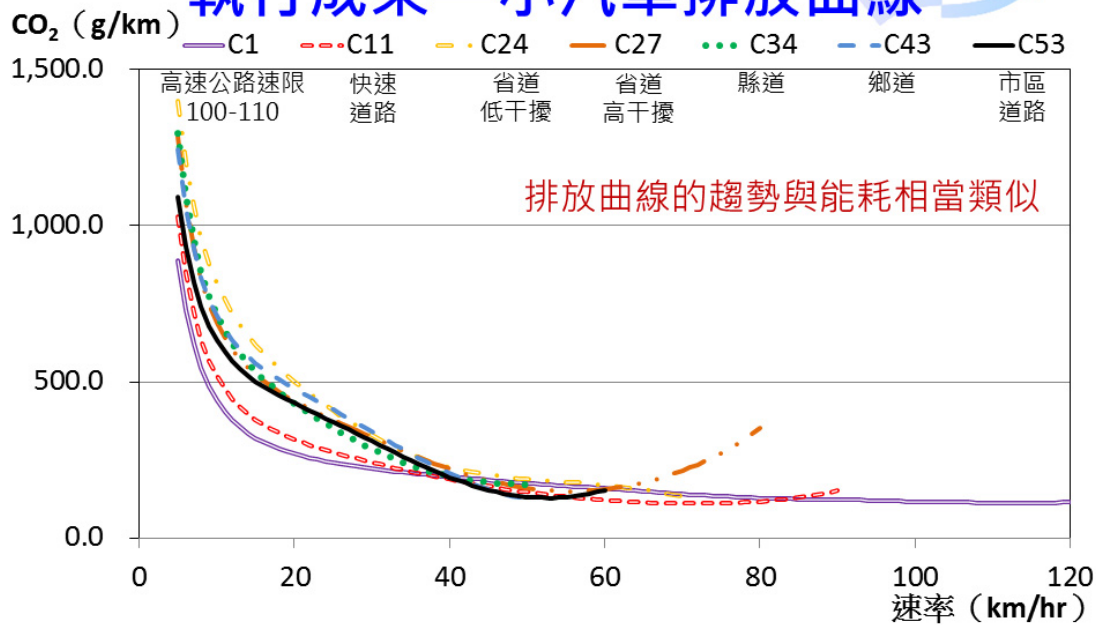
單位：l/km(FUEL) · g/km(CO₂)

速率	國道速限100-110一般道路 (C1)		國道速限90一般道路 (C4)		國道長隧道 (C7)		快速道路長隧道 (C13)		省道低干擾1車道以上 (C23)		省道高干擾2車道以上 (C27)		市區道路高干擾 (C53)	
Km/hr	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
26	0.4364	1153.2858	0.3713	981.2651	0.3501	925.1297	0.3537	934.7475	0.3788	1000.9626	0.3667	968.9841	0.3471	917.3654
27	0.4318	1141.1119	0.3632	959.9591	0.3419	903.6242	0.3463	915.0893	0.3688	974.6111	0.3566	942.5217	0.3391	896.1916
28	0.4272	1129.0296	0.3556	939.6561	0.3341	883.0200	0.3394	896.8352	0.3592	949.3551	0.3471	917.3038	0.3314	875.9148
29	0.4226	1116.9492	0.3482	920.2701	0.3266	863.2387	0.3329	879.8400	0.3500	925.0813	0.3380	893.2018	0.3241	856.4424
30	0.4180	1104.7987	0.3412	901.7266	0.3194	844.2122	0.3269	863.9779	0.3412	901.6913	0.3292	870.1041	0.3170	837.6937
31	0.4134	1092.5204	0.3345	883.9605	0.3125	825.8812	0.3213	849.1391	0.3326	879.0998	0.3208	847.9134	0.3101	819.5989
32	0.4087	1080.0687	0.3280	866.9151	0.3058	808.1938	0.3160	835.2278	0.3244	857.2318	0.3128	826.5448	0.3035	802.0966
33	0.4039	1067.4086	0.3218	850.5404	0.2993	791.1046	0.3111	822.1595	0.3163	836.0216	0.3050	805.9235	0.2971	785.1329
34	0.3990	1054.5139	0.3159	834.7922	0.2931	774.5732	0.3064	809.8600	0.3085	815.4110	0.2974	785.9836	0.2909	768.6603
35	0.3940	1041.3659	0.3101	819.6317	0.2870	758.5642	0.3021	798.2633	0.3009	795.3489	0.2901	766.6666	0.2848	752.6367
36	0.3890	1027.9527	0.3046	805.0241	0.2812	743.0457	0.2979	787.3109	0.2935	775.7893	0.2830	747.9207	0.2789	737.0247
37	0.3838	1014.2676	0.2993	790.9384	0.2755	727.9897	0.2940	776.9505	0.2863	756.6916	0.2761	729.6995	0.2731	721.7910
38	0.3785	1000.3092	0.2941	777.3470	0.2699	713.3708	0.2903	767.1353	0.2793	738.0193	0.2694	711.9617	0.2675	706.9056
39	0.3731	986.0803	0.2892	764.2249	0.2646	699.1664	0.2868	757.8236	0.2723	719.7397	0.2629	694.6700	0.2620	692.3417
40	0.3676	971.5874	0.2844	751.5500	0.2593	685.3560	0.2834	748.9774	0.2656	701.8233	0.2565	677.7910	0.2566	678.0754
41	0.3621	956.8402	0.2797	739.3019	0.2542	671.9213	0.2802	740.5627	0.2589	684.2436	0.2502	661.2944	0.2513	664.0847
42	0.3564	941.8513	0.2753	727.4624	0.2493	658.8455	0.2772	732.5487	0.2524	666.9765	0.2441	645.1531	0.2461	650.3499
43	0.3506	926.6362	0.2709	716.0150	0.2445	646.1137	0.2743	724.9075	0.2460	650.0002	0.2381	629.3421	0.2410	636.8534
44	0.3448	911.2122	0.2667	704.9445	0.2398	633.7120	0.2715	717.6136	0.2396	633.2949	0.2323	613.8390	0.2360	623.5787
45	0.3389	895.5989	0.2627	694.2374	0.2352	621.6279	0.2689	710.6438	0.2334	616.8425	0.2265	598.6232	0.2310	610.5111
46	0.3329	879.8176	0.2588	683.8810	0.2308	609.8500	0.2664	703.9771	0.2273	600.6265	0.2209	583.6761	0.2261	597.6371
47	0.3269	863.8913	0.2550	673.8639	0.2264	598.3679	0.2640	697.5941	0.2212	584.6318	0.2153	568.9803	0.2213	584.9444
48	0.3208	847.8442	0.2513	664.1755	0.2222	587.1719	0.2616	691.4771	0.2152	568.8446	0.2098	554.5203	0.2166	572.4216
49	0.3147	831.7022	0.2478	654.8064	0.2180	576.2533	0.2594	685.6097	0.2093	553.2522	0.2044	540.2817	0.2119	560.0583
50	0.3086	815.4919	0.2443	645.7475	0.2140	565.6040	0.2573	679.9770	0.2035	537.8429	0.1991	526.2510	0.2073	547.8449

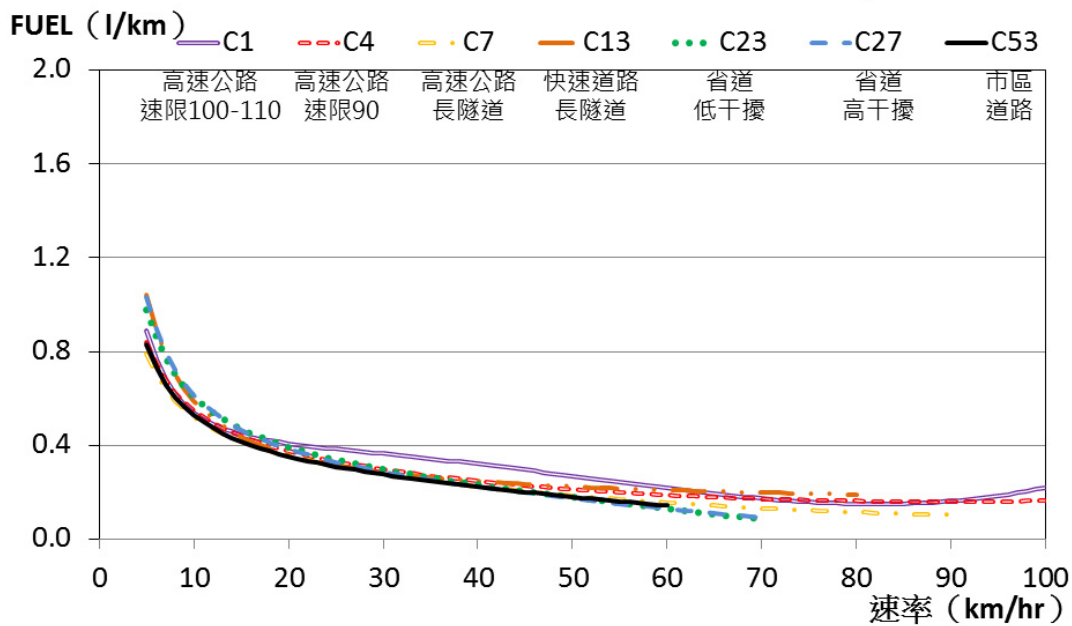
執行成果—小汽車能耗曲線



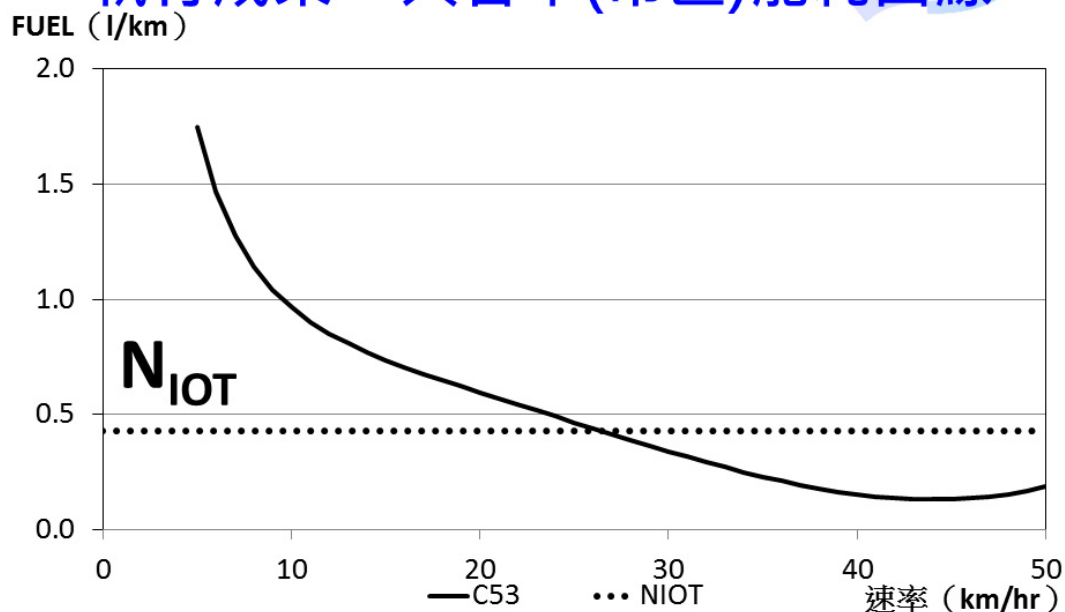
執行成果—小汽車排放曲線



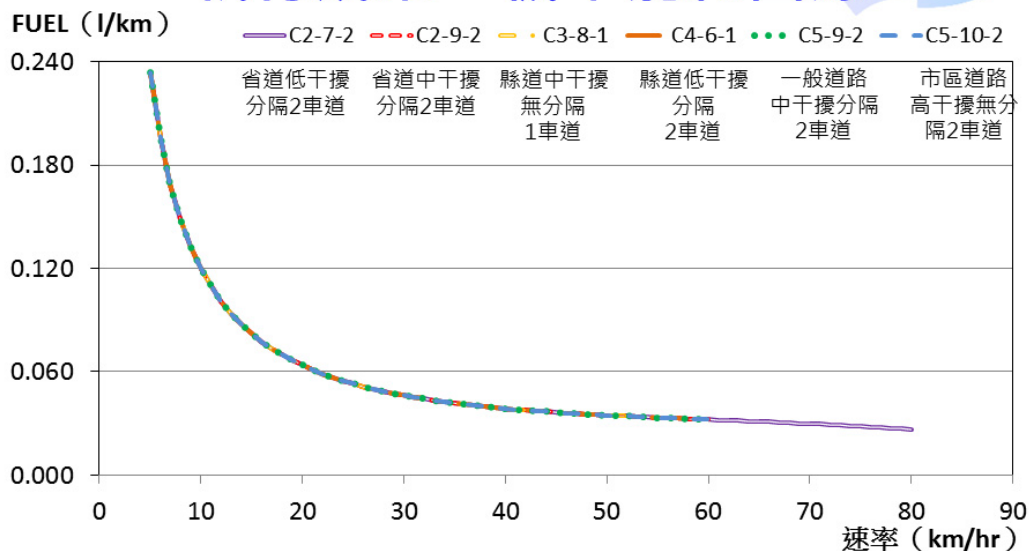
執行成果—大客車(國道)能耗曲線



執行成果—大客車(市區)能耗曲線



執行成果—機車能耗曲線



註：C2-7-2代表「省道低干擾分隔2車道」、C2-9-2代表「省道中干擾分隔2車道」、C3-8-1代表「縣道中干擾無分隔1車道」、C4-6-1代表「鄉道低干擾無分隔1車道」、C5-9-2代表「一般道路中干擾分隔2車道」、C5-10-2代表「市區道路高干擾無分隔2車道」

執行成果—市區停等能耗&排放值

車種	FUEL(g/s)	CO ₂ (g/s)
市區公車(上限) ^註	0.70314450	2.19861507
市區公車(下限) ^註	0.61865342	1.93442562
國道客運	0.53335254	1.66770404
小汽車	0.30967936	0.91285097
機車	0.15754955	0.47537952

註：市區公車之全國車隊平均速率分別參考上下限方式，上限參考高雄市市區公車平均速率17.31km/hr，下限則參考臺北市市區公車平均速率15.23km/hr。



結論



以務實角度建立模式



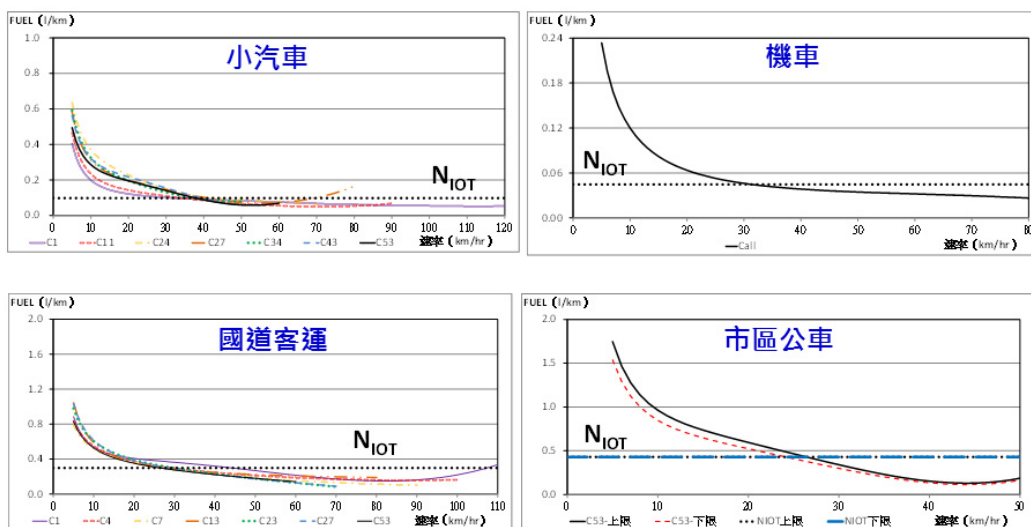
➤ 本系列研究觀點

- ✓ 短時間內難以取得本土大量車輛動態能耗實測資料
- ✓ 以交通策略評估觀點來看，需要反映車速、道路、車種與能耗的敏感度
- ✓ 以轉換率概念建構模式能與既有資源整合，且經濟簡便
 - 汽、機車以能源局新車能耗審驗值與道路實測值建構轉換率
 - 大客車尚無能耗標準，以平均油耗值與道路實測值建構轉換率
 - 貨車可採大客車模式建構
- ✓ 用模式驗證來確認模式可移轉性，誤差率皆在合理範圍
- ✓ 具交通重要變數敏感度的評估能力

模式成果



行駛狀態下每單位距離之能耗



■ 不同道路類型於各速率下，有不同能耗/排放值

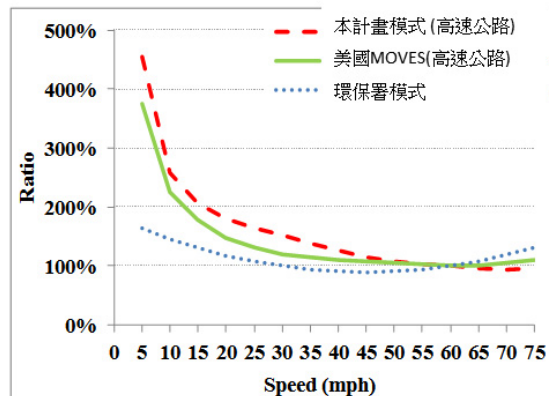
■ 低速區間，能耗/排放隨車速變化較明顯

國內外能耗模式之比較

- 實測模式與實驗式模式有差異

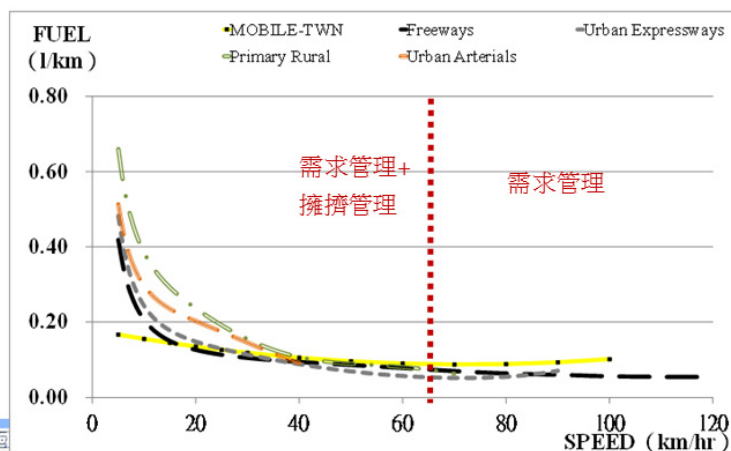
- ✓ 本計畫成果與美國新一代官方模式MOVES皆屬實測模式，模式結果相似
- ✓ 實驗室模式之能耗與速率關係不敏感，大幅低估低速區間能耗
 - 道路行駛在低速區間因加減速頻繁導致能耗/排放率高。此為傳統實驗室資料建立之Mobile模式無法掌握

小客車於高速公路之碳排比值
(以60 mph為比較基準)



政策意涵

- 本研究實測**低速區間**(時速40公里以下)的耗油率較過去模式高出甚多，亦即**都會區**在節能減碳方面實應負擔更大的責任，**擁擠管理與環保駕駛**對節能減碳發揮應有顯著功效。



研究成果應用



- 巨觀方面，可應用於評估城際運輸計畫之能耗與排放效果，例如鐵道或公路新興建設計畫評估，及營運管理計畫之影響分析等。
- 微觀方面，可應用於評估改善措施/策略之能耗與排放量，例如路口號誌改善、行車速率改善之效益估算及高速公路電子收費之耗能與排放量估算分析等。

簡報完畢
敬請指教





交通部運輸研究所

智慧型運輸系統節能減碳 與成本效益評估工具暨資料庫 之示範與推廣

成果簡報

主辦單位：交通部運輸研究所
計畫編號：MOTC-IOT-TDB003
投標廠商：中華電信數據分公司
中華民國 103 年 12 月 02 日



中華電信股份有限公司

議程

壹

計畫認知

貳

文獻回顧

參

ITS節能分析模型及示範系統研發

肆

計畫執行成果分析

伍

結論與建議

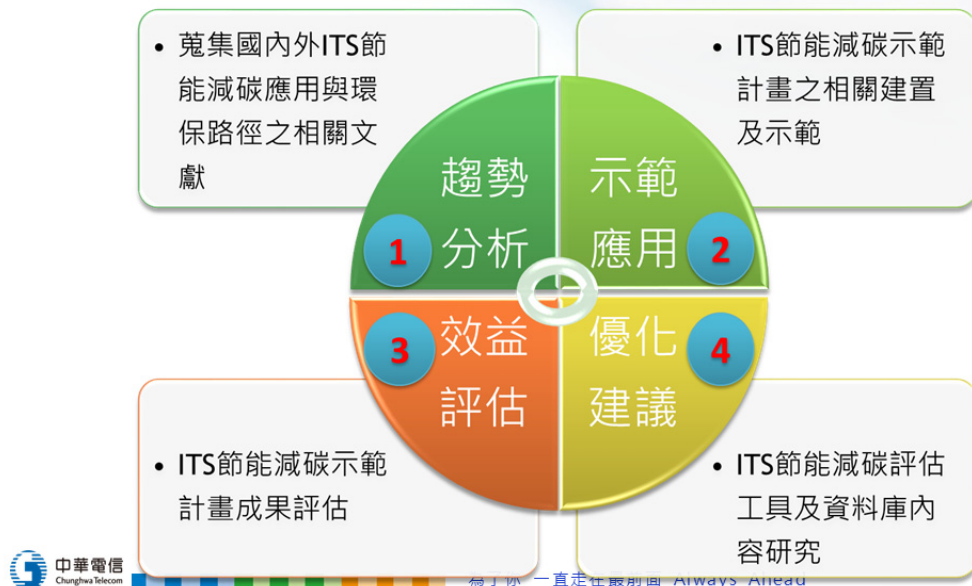


中華電信
Chunghwa Telecom

為了你 一直走在最前面 Always Ahead

計畫認知

計畫執行期間：103年3月~103年11月



3

工作項目(1/2)

1. 蒐集國內外ITS節能減碳應用與環保路徑之相關文獻

- 1) 蒐集回顧國內外ITS政策與技術發展重點、相關案例
- 2) 蒐集回顧國內外**ITS在節能減碳應用**之發展重點
- 3) 蒐集回顧國內外**ITS技術在環保路徑應用之技術成熟度、案例**

2. ITS節能減碳示範計畫之相關建置及示範

- 1) 示範**應用場域**評估與**示範路網選擇**
- 2) 路網**交通資訊**蒐集
- 3) 研擬**示範情境**
- 4) 示範終端功能規劃評估
- 5) 建置ITS 節能減碳**示範系統**，評估以ITS技術對不同路徑節能減碳效益之影響

4

工作項目(2/2)

3. ITS節能減碳示範計畫成果評估

- 1) 藉由ITS節能減碳示範計畫成果，評估**提供交通資訊與否對節能減碳之整體效益分析**
- 2) 評估用路者在提供不同**交通資訊強度情境**（例如無資訊、充足資訊、部分資訊等）之**路徑選擇、油耗及二氧化碳排放的差異**

4. ITS節能減碳評估工具及資料庫內容研究

- 1) 研提ITS節能減碳評估工具及資料庫內容，包括**路徑選擇、油耗及二氧化碳排放評估計算方法、參數資料內容**
- 2) 強化**評估工具暨資料庫建議**

研究方法



議 程

壹

計畫認知

貳

文獻回顧

參

ITS節能分析模型及示範系統研發

肆

計畫執行成果分析

伍

結論與建議

國外ITS節能減碳發展趨勢

• 國外ITS節能減碳發展重點與推動計畫

	歐盟	美國	日本
ITS 節能減 碳發展 重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電子票證整合 2. 複合運輸 3. 即時乘客資訊系統 4. 大眾運輸車隊管理 5. 手機交通資訊與票證運用 6. 彈性營運方式(DRT、Taxi-sharing、Car sharing) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通訊系統整合 2. 電子票證應用 3. 車隊管理 4. 先進式旅行者資訊服務 5. 運輸需求管理 6. 智慧車輛系統 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電子票證 2. 複合運輸銜接無縫隙 3. 即時乘客資訊系統 4. 大眾運輸車隊管理 5. 個人化交通資訊應用 6. 彈性營運方式(DRT、Taxi-sharing、Car sharing) 7. 公車優先系統
推 動 計 畫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 英國iBus, Road idea 2. IFM Project 3. 德國萊比錫Easy.GO系統 	<p>VII與Transit：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 交叉口避撞協調系統 2. 號誌化左轉輔助系統 3. 公車車上監視系統 4. 電子收費與擁擠定價 5. 事件反應與路廊管理 	<p>都市交通綜合運輸控制系統(CTCS)：藉由掌握行車情況及乘客資料，提供精確平穩的公車服務。公車與控制中心之間建立資訊交換同時提供與鐵路接駁資訊給乘客</p>

國外ITS節能減碳發展趨勢

• 節能減碳之推動案例及成果

	歐盟	美國	日本
推動案例	<ol style="list-style-type: none"> 1. eCoMove應用先進的V2I與V2V車間在於支援駕駛、車隊管理、交通管理等應用 2. 瑞典首都斯德哥爾摩實施擁堵收費機制，根據時段對出入收費區的車輛進行收費，其中交通尖峰期的收費最高 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國郵局和IBM聯手，共同發展HCAP，以解決最佳交通運輸路徑規劃問題 2. 福特提供Eco-Driving節能駕駛訓練課程，教導駕駛人正確的環保駕駛方式 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2008 ITS 能源計畫，建立ITS 效益評估方法論 2. 推動「人與物移動Green化」Green ITS包含車輛導航、VICS、ETC等ITS服務，期能降低交通延滯及減少小客車二氧化碳排放量
效益	<ol style="list-style-type: none"> 1. eCoMove目標在於減少20%燃料消耗與二氧化碳排放量 2. 瑞典首都斯德哥爾摩實施收取擁堵稅，使交通擁堵程度降低了25%，溫室氣體排放量下降了40% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國郵政服務使用ITS技術節省超過370萬美元以上的運輸費 2. 美國福特公佈，採用Eco Driving駕駛方式，平均可省油24% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2010年藉由VICS的交通資訊服務減少了240萬噸的二氧化碳排放量 2. 預計交通擁塞程度於2050年時可較2005年改善50%



中華電信
Chungghwa Telecom

HCAP: Highway Corridor Analytic Program

為了你 一直走在最前面 Always Ahead

9

日本GREEN ITS計畫

❖ 目標

- 2010/05 日本內閣官房IT戰略本部研提「新資訊技術戰略」，對ITS提出「人與物移動Green化」(Green ITS)與「安全駕駛支援」兩項策略
- Green ITS：應用ITS策略，以期日本全國主要道路之交通擁塞程度於2020年時可較2010年改善50%，進而加速汽車排碳量的削減

❖ 內容

- 經由探偵車資訊的蒐集、處理與傳送，推動基於節能減碳考量之先進道路交通管理與資訊發布，以促成入/物移動之Green化
- 2015-2020：達成最佳路徑導引、因應車流之交通管理最佳化(I2V)等Green ITS服務的普及

❖ 成果

- 於2013/02在千葉縣柏市「Green Navi」實證，藉由活用智慧型手機軟體，提供如事件、施工、路況、停車場位置與公車路線導航等交通資訊，以降低交通延滯及減少小客車二氧化碳排放量
- 於2013年在東京ITS世界年會進行Green ITS模式的行銷推動，並於2014年後正式開始實施與普及



「Green Navi」APP畫面



中華電信
Chungghwa Telecom

為了你 一直走在最前面 Always Ahead



國內ITS節能減碳發展趨勢



國內ITS與節能減碳關聯探討

	交通部	環保署	能源局
ITS 節能減碳發展重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推廣使用自行車 2. 推動公路公共運輸 3. 推廣替代能源車輛 4. 提高汽機車使用成本 5. 減少私人機動車輛運輸需求 6. ETC計畫 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 綠色運輸地圖：綠色運具例如：步行、腳踏車、公車、捷運、火車、高鐵等等都算。 2. 大眾運輸與自行車使用環境 3. 推行汽車共乘制 4. 推廣電動公車、大巴士及中巴行動項目 5. 建置電動車電池交換系統。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電力及焚化事業於區域熱冷供應系統 2. 推動建築節能策略 3. 發展電網儲能技術 4. 建置太陽熱能發電及汽電冷三生系統 5. 低溫差發電技術 6. 充份利用農林及都市與事業廢棄物之生質能源 7. 加速建置離岸風能 8. 石灰石加速風化法海洋封存二氧化碳
推動政策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建構綠色無接縫公路運輸系統 2. 推動建構便捷大眾軌道運輸網 3. 建構智慧化道路服務 4. 建構人本導向之交通環境 5. 全面提升新車效率水準 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改造低碳能源系統 2. 打造低碳社區與社會 3. 營造低碳產業結構 4. 建構綠色運輸網絡 5. 營建綠色新景觀與普及綠建築 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改造低碳能源系統 2. 打造低碳社區與社會 3. 營造低碳產業結構 4. 建構綠色運輸網絡 5. 節能減碳公共工程

國內ETC/電動車計畫

ETC計畫	電動車計畫
<p>❖ 目標</p> <ul style="list-style-type: none"> 實現用路人期待之公平付費制度，並透過智慧運輸系統的建置，有效減少碳排放，達到低碳運輸。 <p>❖ 內容</p> <ul style="list-style-type: none"> 以電子收費(ETC)做為道路定價交通管理工具，並實施更多元化(路段、時段)的差別費率措施，均衡路網交通量，提升國道運輸效率。 <p>❖ 成果</p> <ul style="list-style-type: none"> 於2014年1月2日正式啟用，自103年推動電子計程收費以來，截至9月底已達到1.82萬公噸的減碳效果，並為用路人節省6,959公秉(6,959,000公升)的油耗，約2.25億元的油費支出。  <p>資料來源：http://www.feg.com.tw/tw/news/detail.aspx?id=1833</p>	<p>❖ 目標</p> <ul style="list-style-type: none"> 為落實節能減碳政策及帶動新興產業發展，擬訂補助及獎勵辦法，鼓勵國人購買電動機車及獎勵業者投入量產。 <p>❖ 內容</p> <ul style="list-style-type: none"> 環保署增訂小客車二氧化碳排放標準，以98年為基準年，自104年起達成小客車二氧化碳減量15%之目標，並增訂電動車或油電混合車之超級額度認定規範，藉以鼓勵製造或進口低碳排放車輛。 <p>❖ 成果</p> <ul style="list-style-type: none"> 全臺已有295輛電動小客車及20輛電動大客車上路運行中，總行駛里程累計突破433萬公里。  <p>資料來源：http://www.ey.gov.tw/policy/cp.aspx?n=F8DE73258A8FA745</p>

重要廠商節能減碳導航產品發展現況

	福特汽車	Garmin	TomTom	Google Map
發展重點	車用導航MyFord Touch系統的最新的省油技術，其衛星導航功能提供Eco Route（環保路徑）模式，會依照駕駛設定的目的地，計算最省油的路線。	Garmin ecoRoute為其導航軟體中的一項功能，提供使用者駕駛習慣的參考，可藉此調整個人的操控模式，以達到節能減碳的目的。	TomTom導航軟體，路徑規劃搭配Real-Time路況資料應用，提供省時節能又安全的路徑規劃。	Google Map整合提供路況資訊、路徑規劃、導航、POI資訊、大眾運輸資訊等多元功能，已形成了一個規模龐大的平台。
做法	<ol style="list-style-type: none"> 根據即時/歷史交通資訊、以及所蒐集的車主駕駛習慣等資料，分析產生最快路徑、最短路徑、最節能路徑，供車主選擇。 即時顯示過去5~30分鐘間的油耗情況，駕駛人可參考調整其駕駛行為，學習節能駕駛技術。 	<ol style="list-style-type: none"> 路線規劃會自動換算出此趟旅程所需花費的成本(油耗、碳排放量)；導航過程中也可隨時查看已使用的燃料金額。 提供碳排放量的計算資料，讓使用者更了解駕駛時所產生的二氧化碳，做為未來改進的依據。 	依據不同時間點、於各路段蒐集到的實際平均車速，進行路徑分析，計算出在尖峰、離峰或平日、假日等不同時間的交通資訊，再配合RDS-TMC路況資訊，可幫助駕駛避免進入壅塞或是施工路段。	提供由起點至迄點的常走路徑，並根據即時交通資訊提供各路徑的預估旅行時間。



中華電信
Chung Hwa Telecom

為了你 一直走在最前面 Always Ahead

福特汽車-Eco Route導航

❖ 產品功能

- MyFord Touch系統的導航模式提供最快路徑、最短路徑，及Eco Route（環保路徑）等三種路徑選項。
- 於行駛當中，運用圖像顯示行程中燃油的使用狀態，並提前預估未來會遇上的情形，規劃最能節省燃油的路線。

❖ 特色

- 可針對汽車的燃油消耗進行分析，並教導駕駛如何透過改善駕駛技術來提高車輛的燃油效率。
- 福特的測試結果顯示：Eco Route可比其他路徑節省15%的燃油



顯示過去十分鐘內的燃油消耗



環保路徑導航



中華電信
Chung Hwa Telecom

為了你 一直走在最前面 Always Ahead

14

Garmin-ecoRoute

❖ 產品功能

- 由使用者**先行輸入車輛資訊**，於規劃路線及導航時，即可顯示由ecoRoute提供的燃料成本資訊。
- 提供完整的**油耗記錄資訊**：包含燃料資訊、駕駛挑戰、及油耗資料、碳排放量等

❖ 特色

- 油耗記錄資訊以數列圖表方式呈現。
- 使用者可**透過「駕駛挑戰」隨時檢視駕駛途中的行駛習慣**，提醒自己油門是否控制得宜。



議 程

壹

計畫認知

貳

文獻回顧

參

ITS節能分析模型及示範系統研發

肆

計畫執行成果分析

伍

結論與建議

ITS對節能減碳之影響

耗油量 = 交通活動量 * 耗油率

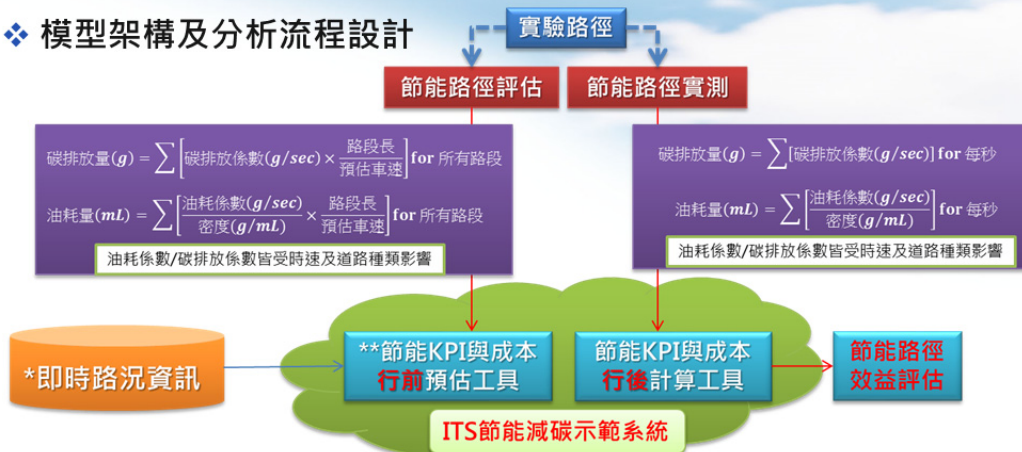
CO₂排放量 = 耗油量 * CO₂排放係數

ITS對交通活動量之影響層面

1. 交通量改變 (車公里、車小時)
2. 車速改變 (提速效果對應不同的耗油率)
3. 運具型態改變 (私人運具移轉到大眾運具)
4. 路線改變 (替代道路造成不同等級路網間之車流移轉)

ITS節能減碳分析模型研究

❖ 模型架構及分析流程設計



*即時路況資訊(公部門之路況資訊為主)

**節能減碳KPI係指油耗量(mL)、CO₂(g)排放量兩指標，成本為過路費+油資

節能KPI行前預估：

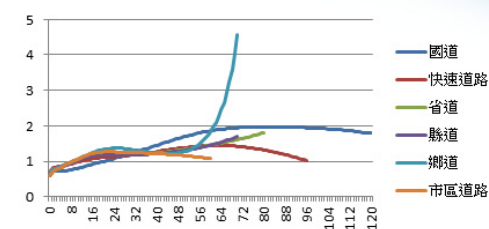
1. 接收即時路況資訊(路況資訊以路段為單位，定期更新路段時速)
2. 依據即時路況資訊，估算每路段行車時間
3. 累計路徑之所有路段油耗：

節能KPI行後計算：

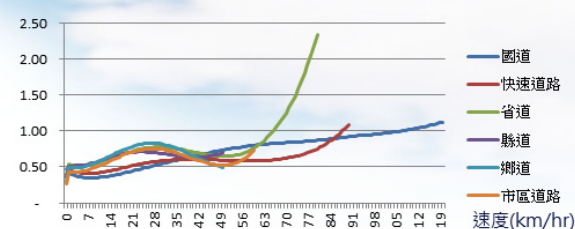
1. 偵測實際行車速度
2. 以GPS座標確認所在位置及道路等級
3. 每秒計算一次該等級道路每秒油耗
4. 累計路徑之所有路段油耗：

油耗係數表與碳排放係數表

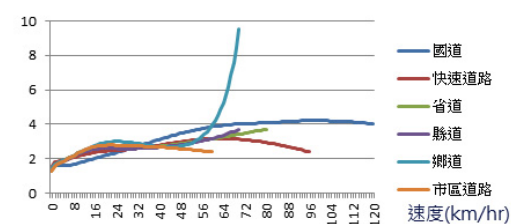
油耗(ml/s) 舊油耗量係數表



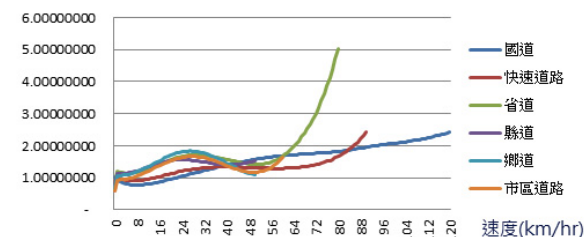
油耗(ml/s) 新油耗量係數表



碳排放量(g/s) 舊碳排放量係數表



碳排放量(g/s) 新碳排放量係數表



前期研究成果汽油小客車之能耗係數表

以TIID的能源局公告平均油耗16km/ltr審驗值展開的能耗係數表

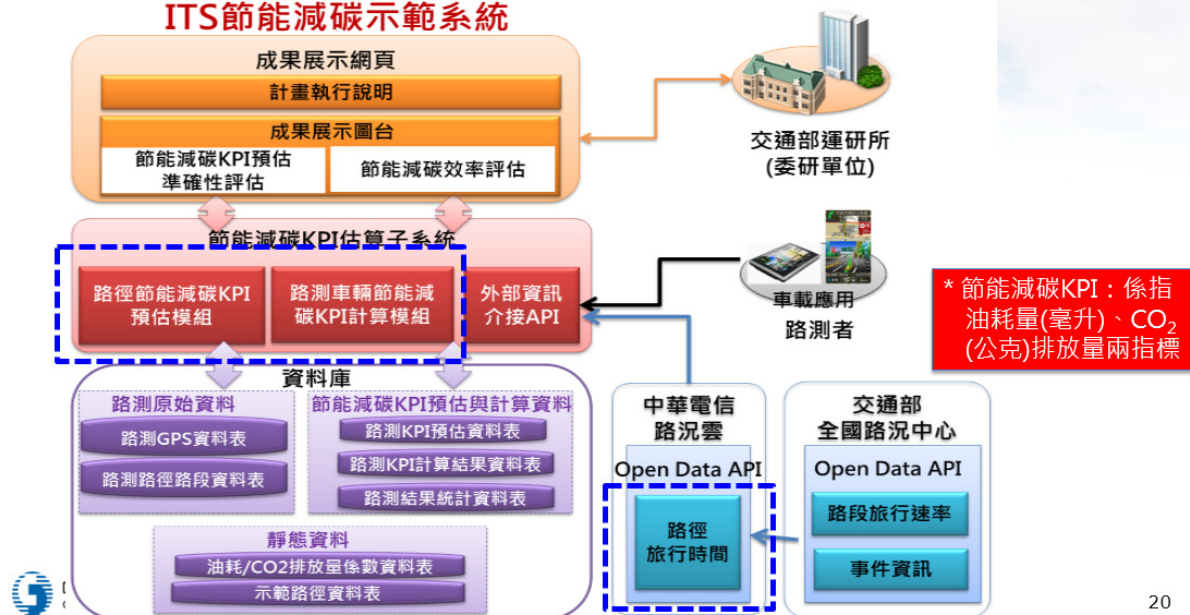
資料來源：能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，運輸研究所，99年7月

資料來源：參考能源局公告之TIIDA油耗值及前期研究成果能源局，103年4月

ITS節能減碳示範系統設計

1. 前端車輛功能：記錄用路人路徑選擇及其行車GPS軌跡
2. 後端平台功能：估算路徑油耗量、排碳量數值及呈現路徑油耗量、排碳量之差異

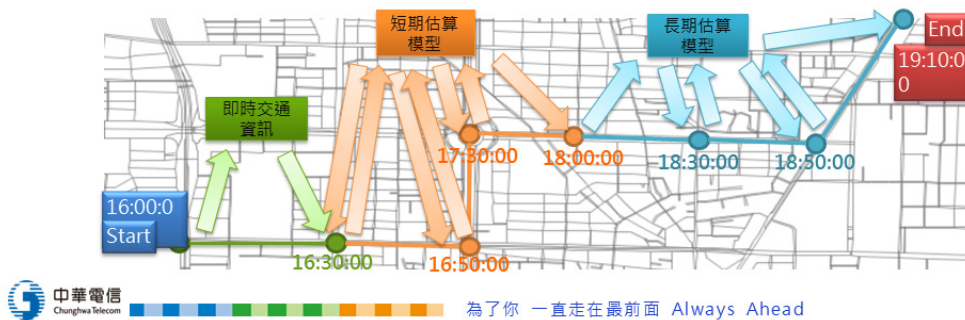
ITS節能減碳示範系統



路況雲-路徑旅行時間估算

❖ 估算原理

- 以每個路段為單位，分別建立旅行時間估算模型
- 交通狀況會隨著時間動態變化，依據車輛到達各路段的時間，決定需採用即時交通資訊，亦或是歷史交通資訊，進行旅行時間估算
 - 短期旅行時間估算模型：兩小時內可抵達之路段採用即時交通資訊進行估算
 - 長期旅行時間估算模型：超過兩個小時才可抵達之路段採用歷史交通資訊進行估算



為你 一直走在最前面 Always Ahead

21

路況雲-路徑旅行時間準確性評比

❖ 以探偵車歷史軌跡進行驗證

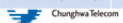
- 國快速道所估算之旅行時間準確性較市區道路為佳，主因為市區交通較複雜，持續精進中

	旅行時間誤差			誤差在範圍內的比率 (%)			
	MAE (分)	RMSE (分)	MAPE(%)	5分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘
國快速道	1.99	3.66	9.88	92.07	97.64	98.99	99.58
市區道路	3.14	4.49	13.70	80.42	96.46	99.23	99.75

❖ 與Google Map旅行時間結果比較

- 差異大部分在五分鐘與5%以內，顯示路徑旅行時間估算具備可參考性

路徑	5/20 08:15			5/20 09:30			5/20 15:30			5/20 17:00		
	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)
路徑一(去程)	45	45	0(0.0%)	45	45	0(0.0%)	42	45	+3(+7%)	43	42	-1(-2%)
路徑二(去程)	71	74	+3(+4%)	72	73	+1(+1%)	74	72	-2(-3%)	76	73	-3(-4%)
路徑三(去程)	36	36	0(0.0%)	36	36	0(0.0%)	40	36	-4(-10%)	39	36	-3(-8%)
路徑一(回程)	43	42	-1(-2%)	41	42	+1(+2%)	44	42	-2(-5%)	44	42	-2(-5%)
路徑二(回程)	74	78	+4(+5%)	75	79	+4(+5%)	81	78	-3(-4%)	80	88	+8(+10%)
路徑三(回程)	37	38	+1(+3%)	37	37	0(0.0%)	42	38	-4(-10%)	39	38	-1(-3%)



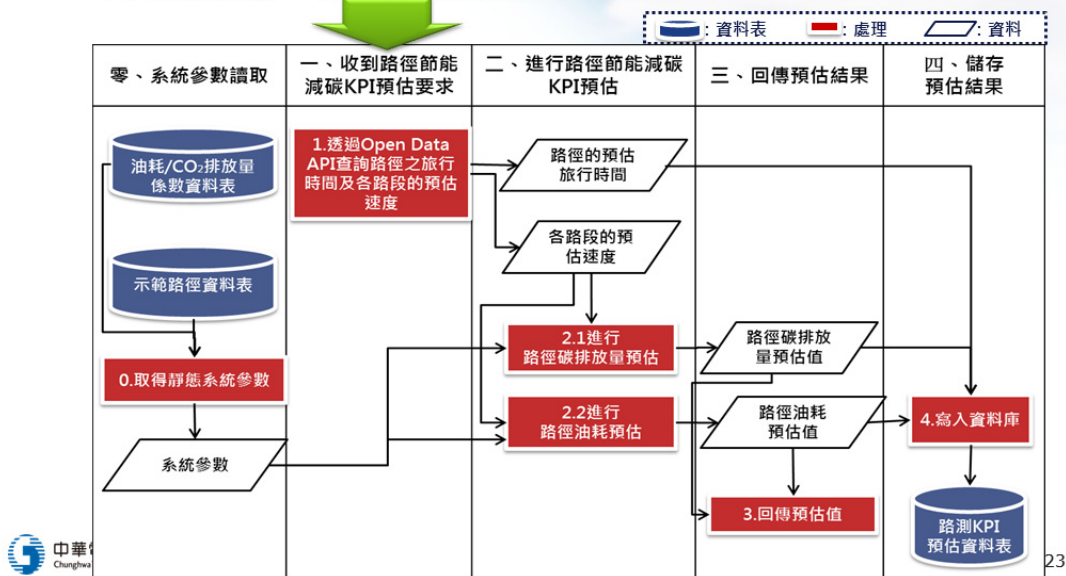
為你 一直走在最前面 Always Ahead

22

節能減碳KPI估算子系統設計(1/2)

❖ 路徑節能減碳KPI預估模組運作流程(旅程前預估)

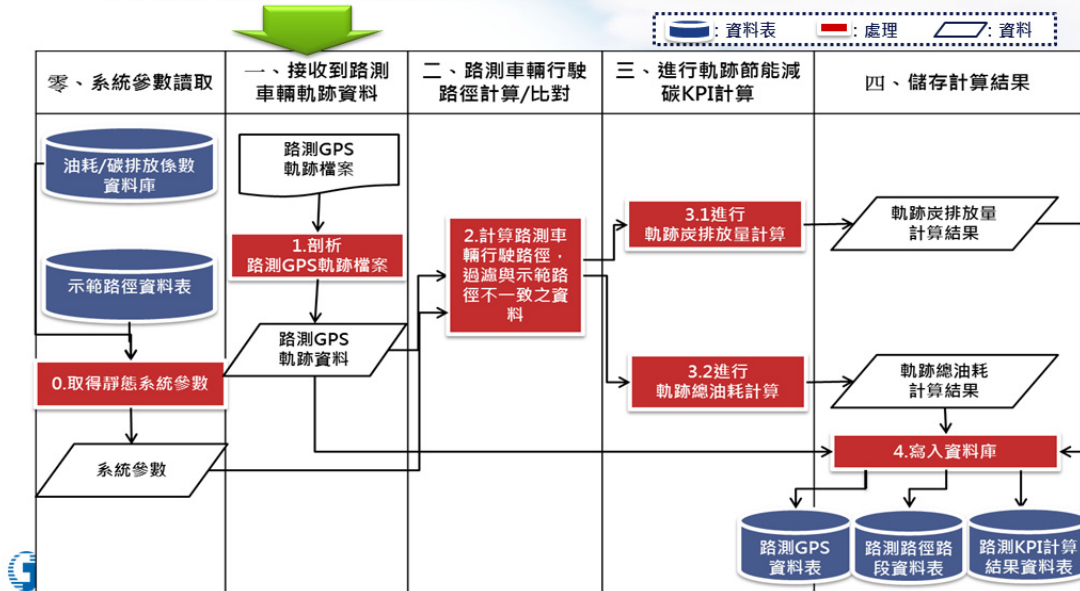
- 包含五個步驟，每次收到路徑節能減碳KPI預估要求時，即執行步驟一至四



節能減碳KPI估算子系統設計(2/2)

❖ 路測車輛節能減碳KPI計算模組運作流程(旅程中實測)

- 包含五個步驟，每次收到車輛軌跡資料時，即執行步驟一至四



ITS節能減碳示範系統研發成果

❖ 網頁架構說明

- 計畫內容：計畫摘要、目標、流程等靜態資料。
- 效益評估規劃：效益評估模型、路測方法、路測路段資料等說明。
- 效益評估實測：實際路測結果與預估結果之比較、效益與總結。
- 效益評估應用：可動態規畫路徑，並即時計算出預估旅行時間與油耗量。

❖ 網頁畫面

上方欄位可選取欲觀看之頁面

根據上方欄位被選取的內容，呈現相對應的資料。



議 程

- 壹 計畫認知
- 貳 文獻回顧
- 參 ITS節能分析模型及示範系統研發
- 肆 計畫執行成果分析
- 伍 結論與建議

節能減碳示範計畫執行方式

❖ 本示範計畫共執行兩階段道路測試：

■ 第一階段道路測試目的

- 示範系統節能減碳KPI預估準確性評估
- 交通資訊服務對節能減碳之整體效益分析

■ 第二階段道路測試目的

- 實際油耗驗測分析：比較示範系統油耗值(以係數表計算)與實際油耗值之差異，以作為後續研究案精進節能減碳KPI評估模型與工具之參考

第一階段道路測試

道路測試規劃(1/3)

❖ 節能減碳示範情境設計



*節能減碳KPI係指油耗量(公升)、CO₂(公斤)排放量兩指標



中華電信
Chung Hwa Telecom

為了你 一直走在最前面 Always Ahead

29

道路測試規劃(2/3)

- 起迄點選擇：A點:板橋高鐵站 ↔ B點:桃園機場航空科學館停車場
- 路徑規劃：共測試4條路徑

組別		第一組	第二組	第三組	第四組
測試路徑		國1+國2 (五股交流道上國1)	避走國道(省道為主)	國3+國2 (土城交流道上國3)	台64及台61道路
板橋-> 機場	路徑距離 (國快速道占比)	38.27公里(76.51%)	33.86公里(0%)	40.7公里(95.33%)	45.09公里(73.62%)
	行車預估	38分	59分	34分	45分
機場-> 板橋	路徑距離 (國快速道占比)	38.03公里(76.11%)	33.14公里(0%)	41.3公里(94.75%)	44.31公里(64.81%)
	行車預估	37分	62分	36分	44分

- 第1組路徑：國道1號+國道2號(一般大眾常走路徑。若不考慮優惠里程24元，則單程過路費22.9元)。
- 第2組路徑：省縣道(實際距離最短，卻要花時間最長的路徑)
- 第3組路徑：國道3號+國道2號(一般大眾常走路徑，雖然相較路徑1距離較長，但較順暢。若不考慮優惠里程24元，則單程過路費14.2元)
- 第4組路徑：快速道路台64+快速道路台61(距離最長，但車少較順暢且不容易塞車)。

30

道路測試規劃(3/3)

❖ 測試次數與時間規劃

日期規劃	時間安排	測試方式
平時上班日 (5/21)	尖峰時段(08:00出發)	1. 四部車同時出發 2. 到達迄點後再進行反方向路徑測試 3. 每個時段一趟(板橋車站→桃園機場→板橋車站)，共六趟
	離峰時段(10:00出發)	
	離峰時段(15:00出發)	
連續假期前 (5/30)	前一日(08:00出發)	
	前一日(10:30出發)	
	前一日(14:30出發)	

路測原則：

- ❑ 不得超速駕駛
- ❑ 在車陣中時只要緊跟著車陣即可
- ❑ 不超車，但也不要跟隨在烏龜車後面
- ❑ 沒塞車時，盡量保持在道路速限
- ❑ 臨時事件記錄



中華電信
Chunghua Telecom

為了你 一直走在最前面 Always Ahead

31

道路測試成果(1/6)

❖ 進行共六趟道路實測

1. 測試時間：05/21(平時上班日)、05/30(端午節連假前一日)
2. 測試車輛：同年份/同車款的TIIDA (4部)/里程數超過 15,000公里



板橋高鐵站



桃園機場航空科學館停車場



桃園機場航空科學館停車場



GPS



導航 & 即時資訊



車隊出發



中華電信
Chunghua Telecom

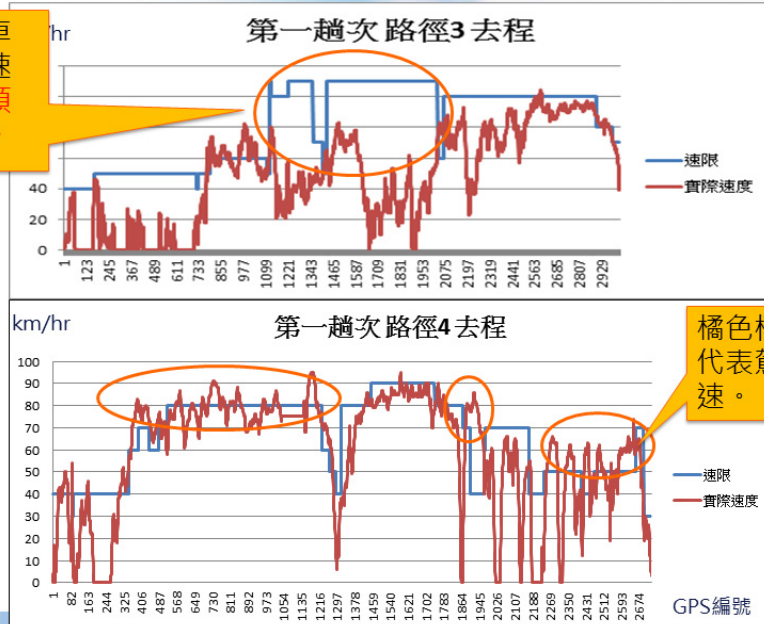
為了你 一直走在最前面 Always Ahead

32

節能減碳示範成果(3/6)

❖ 第一趟去程路徑3,4實際車速比較

塞車造成車速較低於速限，此在預估範圍內。



34

節能減碳示範成果(4/6)

■ 第一趟回程(桃園機場→板橋車站) 出發時間：2014-05-21 09:30:55

- 狀況：路徑1預估旅行時間誤差大
- 說明
 - 目前交通資訊未反映五股交流道前外側回堵情況，導致旅行時間預估不準確。

方向	路徑	路徑長(km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況
			旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	
回程	1	38.04	3524	2225.0	4811.04	101	4982	2758.6	5997.935	120	-1458 (-29.3%)	-533.521 (-19.3%)	-1186.9 (-19.8%)	五股交流道回堵
	2	32.23	4306	2988.5	6589.87	105	4481	2749.3	6053.472	97	-175 (-3.9%)	239.17 (8.7%)	536.398 (8.9%)	
	3	41.32	預估最省時 2220	預估最省油 1715.6	3650.8	預估最省成本 75	實際最省時 2113	實際最省油 1619.2	3467.24	實際最省成本 71	107 (5.1%)	96.37 (6.0%)	183.56 (5.3%)	
	4	44.62	3317	2240.6	4935.007	79	2903	2151.0	4712.982	76	414 (14.3%)	89.533 (4.2%)	222.025 (4.7%)	台64蘆洲-三重段塞車



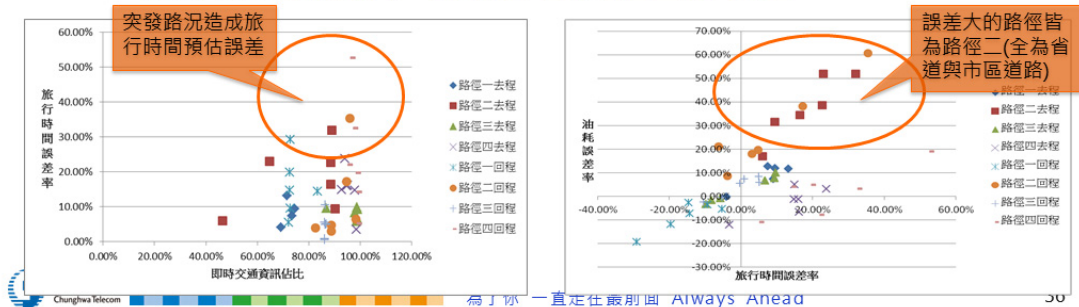
為了你 一直走在最前面 Always Ahead

35

節能減碳示範成果(5/6)

❖ 交通資訊與油耗預估誤差之關係

- 交通資訊佔比與旅行時間預估誤差的關係會隨狀況不同而改變
 - 一般而言，交通資訊佔比約高，旅行時間預估誤差約低
 - 無突發路況發生時，即使當下之交通資訊佔比低，尚可用歷史資料推估
 - 有突發路況發生時，因目前旅行時間是以當下的交通資訊預估，未以即時交通資訊修正，故會造成旅行時間預估失準、影響極大
- 油耗預估誤差與旅行時間預估誤差有明顯相關
 - 省道與市區道路車輛行駛時速易受號誌影響，交通資訊可能誤差較大，旅行時間預估難度較高，油耗估算也較易產生較大誤差



節能減碳示範成果(6/6)

❖ 路測結果綜合分析

- 預估與路測的誤差皆低於14%

平均旅行時間預估誤差	平均油耗預估誤差	平均碳排放預估誤差
415.56秒 (13.3%)	300.67mL (13.3%)	664.02g (13.4%)

- 路測第一趟回程之旅行時間誤差較大，應是因為目前VD佈建尚無法反映交流道前外側的回堵情況(五股)、此壅塞路況未被偵測
 - 不同等級道路交接處
- 最省時路徑、最節能減碳與最省成本路徑預估正確性皆達92%
 - 預估錯誤之趟次，其旅行時間、油耗量與成本之誤差在合理範圍內

最省時路徑：行車旅程時間最短的路徑
 最節能減碳路徑：行車旅程根據節能減排KPI計算的最佳績效路徑(最省油、最省碳)
 最省成本路徑：行車旅程之油資與ETC過路費等成本最少之路徑
 最短路徑：行車旅程距離最短的路徑

第二階段道路測試

實際油耗驗測分析結果

❖ 驗測方法說明:

- 測試時間：09/18(平時上班日)
- 測試車輛：1部TIIDA /里程數超過 15,000公里
- 測試路徑：起終點設在堤頂交流道附近的加油站，全程以國道為主
- 測試方法：出發前油箱加滿，驗測結束後再次加滿油，記錄實際加油量

❖ 驗測結果:

路徑長 (km)	實測 油耗量 (ml)	實際加油量 (ml)	差距值 (實測-實際) (ml)
73.3	3255.442	3840	-584.56 (-15.2%)



❖ 驗測結果分析

- 示範系統油耗(以係數表計算) (平均油耗22km/L) 優於實際加油油耗 (平均油耗19km/L)，也優於經濟部能源局102年所公佈之TIIDA油耗(市區油耗16.5KM/L、高速油耗21.7KM/L、測試值18.5KM/L)。
- 受車輛、加油站配合等實務限制，此實驗以人工操作油箱加油，無法精準量測油耗數據。
- 參考建議：後續油耗係數表可微調，使其更接近實際值。

議程

壹

計畫認知

貳

文獻回顧

參

ITS節能分析模型及示範系統研發

肆

計畫執行成果分析

伍

結論與建議

結論與建議(1/3)

❖ 結論

- 建立ITS節能減碳分析模型與示範應用
 - 本團隊已建立一節能減碳分析模型，可利用交通資訊(旅行時間)預估油耗及碳排放量。
 - 為評估此模型之可用性，特建立一示範系統，可於行前推薦用路人最佳節能減碳路徑，達成節能減碳之功效。
- ITS技術可協助達成節能減碳目的
 - 正確的旅行時間預估可預先估算油耗及碳排放量，證明交通資訊確實有助於用路人達到節能減碳效益
 - 本案於各級不同道路實際路測，示範系統對最節能減碳路徑之預估已可達92%正確性，能有效提供最節能減碳路徑建議。
- 成本效益評估模型可供後續實務參考
 - 本示範系統包含節能減碳評估工具，可即時預估任意路徑之節能減碳KPI，未來可擴展至全國實際應用。

結論與建議(2/3)

❖ 建議

■ 強化ITS基礎資料庫

- 增加交通資訊蒐集基礎建設
 - － 國內不同道路等級之交接節點常為交通易壅塞點，惟目前此類節點仍欠缺交通資訊，易造成路況盲點。
- 紅綠燈週期與路網道路坡度資料
 - － 目前紅綠燈週期等屬性資料尚無法取得，市區道路旅行時間估算難度較高；此外，道路坡度亦是影響油耗量關鍵因素之一，惟目前路網資料仍無提供。

■ 強化節能減碳資料庫

- 實際車種的油耗係數表
 - － 建議可針對各車種、引擎規格等產生相對應的油耗係數表，以提升油耗/碳排放量預估值之準確度。
- 考慮坡度、時速變化速率對油耗影響
 - － 油耗係數表增加考量道路坡度、時速變化速率與油耗之關係，以提升油耗/碳排放量預估值之準確度。

結論與建議(3/3)

❖ 建議(cont.)

■ ITS節能減碳應用的推廣

- 提供多元運具節能資訊
 - － 整合大眾運輸、綠色運具等節能資訊，提供完整的運具選擇方案，利於民眾評估與比較。
- 與車廠、導航廠商合作，發展車聯網應用，共創雙贏
 - － 可將此技術導入車載應用，一方面可豐富國內車載服務內容，創造商機，另一方面更可透過車廠回饋的資料，精進系統模型，提升民眾使用意願，達成節能減碳目的。

附錄 7

簡報資料

智慧型運輸系統節能減碳 與成本效益評估工具暨資料庫 之示範與推廣

主辦單位：交通部運輸研究所
計畫編號：MOTC-IOT-TDB003
投標廠商：中華電信數據分公司
中華民國 103 年 12 月 09 日

議 程

壹

計畫認知

貳

文獻回顧

參

ITS節能分析模型及示範系統研發

肆

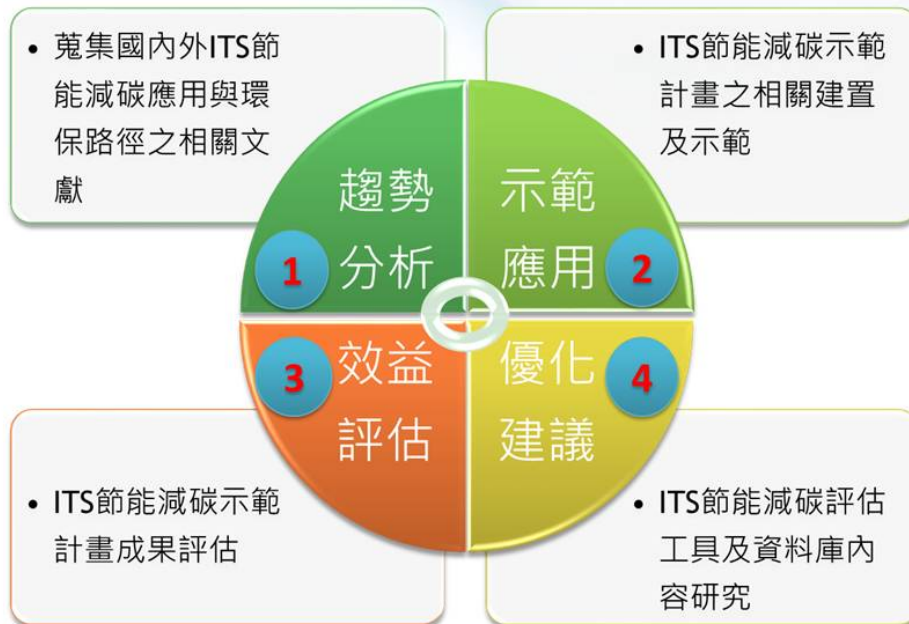
計畫執行成果分析

伍

結論與建議

計畫認知

計畫執行期間：103年3月~103年11月



3

工作項目(1/2)

1. 蒐集國內外ITS節能減碳應用與環保路徑之相關文獻

- 1) 蒐集回顧國內外ITS政策與技術發展重點、相關案例
- 2) 蒐集回顧國內外**ITS在節能減碳應用**之發展重點
- 3) 蒐集回顧國內外**ITS技術在環保路徑應用之技術成熟度、案例**

2. ITS節能減碳示範計畫之相關建置及示範

- 1) 示範**應用場域**評估與**示範路網選擇**
- 2) 路網**交通資訊蒐集**
- 3) 研擬**示範情境**
- 4) 示範終端功能規劃評估
- 5) 建置ITS 節能減碳**示範系統**，評估以ITS技術對不同路徑節能減碳效益之影響

4

工作項目(2/2)

3. ITS節能減碳示範計畫成果評估

- 1) 藉由ITS節能減碳示範計畫成果，評估提供交通資訊對節能減碳之整體效益分析
- 2) 評估用路者於不同的選擇路徑，其油耗及二氧化碳排放的差異分析

4. ITS節能減碳評估工具及資料庫內容研究

- 1) 研提ITS節能減碳評估工具及資料庫內容，包括路徑選擇、油耗及二氧化碳排放評估計算方法、參數資料內容
- 2) 強化評估工具暨資料庫建議

5

研究方法



6

議程

- 壹 計畫認知
- 貳 文獻回顧
- 參 ITS節能分析模型及示範系統研發
- 肆 計畫執行成果分析
- 伍 結論與建議

7

國外ITS節能減碳發展趨勢

• 國外ITS節能減碳發展重點與推動計畫

	歐盟	美國	日本
ITS節能減碳發展重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電子票證整合 2. 複合運輸 3. 即時乘客資訊系統 4. 大眾運輸車隊管理 5. 手機交通資訊與票證運用 6. 彈性營運方式(DRT、Taxi-sharing、Car sharing) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 通訊系統整合 2. 電子票證應用 3. 車隊管理 4. 先進式旅行者資訊服務 5. 運輸需求管理 6. 智慧車輛系統 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電子票證 2. 複合運輸銜接無縫隙 3. 即時乘客資訊系統 4. 大眾運輸車隊管理 5. 個人化交通資訊應用 6. 彈性營運方式(DRT、Taxi-sharing、Car sharing) 7. 公車優先系統
推動計畫	<ol style="list-style-type: none"> 1. 英國iBus, Road idea 2. IFM Project 3. 德國萊比錫Easy.GO系統 	VII與Transit : <ol style="list-style-type: none"> 1. 交叉口避撞協調系統 2. 號誌化左轉輔助系統 3. 公車車上監視系統 4. 電子收費與擁擠定價 5. 事件反應與路廊管理 	都市交通綜合運輸控制系統(CTCS)：藉由掌握行車情況及乘客資料，提供精確平穩的公車服務。公車與控制中心之間建立資訊交換同時提供與鐵路接駁資訊給乘客



8

國外ITS節能減碳發展趨勢

• 節能減碳之推動案例及成果

	歐盟	美國	日本
推動案例	<ol style="list-style-type: none"> 1. eCoMove應用先進的V2I、V2V在支援駕駛、車隊管理、交通管理等應用 2. 瑞典首都斯德哥爾摩實施擁堵收費機制，根據時段對出入收費區的車輛進行收費，其中交通尖峰期的收費最高 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國郵局和IBM聯手，共同發展HCAP，以解決最佳交通運輸路徑規劃問題 2. 福特提供Eco-Driving節能駕駛訓練課程，教導駕駛人正確的環保駕駛方式 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2008 ITS 能源計畫，建立ITS 效益評估方法論 2. 推動「人與物移動Green化」Green ITS包含車輛導航、VICS、ETC等ITS服務，期能降低交通延滯及減少小客車二氧化碳排放量
效益	<ol style="list-style-type: none"> 1. eCoMove目標在於減少20%燃料消耗與二氧化碳排放量 2. 瑞典首都斯德哥爾摩實施收取擁堵稅，使交通擁堵程度降低了25%，溫室氣體排放量下降了40% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 美國郵政服務使用ITS技術節省超過370萬美元以上的運輸費 2. 美國福特公佈，採用Eco Driving駕駛方式，平均可省油24% 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 2010年藉由VICS的交通資訊服務減少了240萬噸的二氧化碳排放量 2. 預計交通擁塞程度於2020年時可較2010年改善50%

HCAP:Highway Corridor Analytic Program

9

日本GREEN ITS計畫

❖ 目標

- 2010/05 日本內閣官房IT戰略本部研提「新資訊技術戰略」，對ITS提出「人與物移動Green化」(Green ITS)與「安全駕駛支援」兩項策略
- Green ITS：應用ITS策略，以期日本全國主要道路之交通擁塞程度於2020年時可較2010年**改善50%**，進而加速汽車排碳量的削減

❖ 內容

- 經由探偵車資訊的蒐集、處理與傳送，推動基於節能減碳考量之先進道路交通管理與資訊發布，以促成人/物移動之Green化
- 2015-2020：達成**最佳路徑導引、因應車流之交通管理最佳化(I2V)等Green ITS服務的普及**

❖ 成果

- 於2013/02在千葉縣柏市「**Green Navi**」實證，藉由活用智慧型手機軟體，提供如事件、施工、路況、停車場位置與公車路線導航等交通資訊，以降低交通延滯及減少小客車二氧化碳排放量
- 於2013/年在東京ITS世界年會進行**Green ITS**模式的行銷推動，並於2014年後正式開始實施與普及



「Green Navi」APP畫面

國內ITS節能減碳發展趨勢



國內ITS與節能減碳關聯探討

	交通部	環保署	能源局
ITS 節能減碳發展重點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 推廣使用自行車 2. 推動公路公共運輸 3. 推廣替代能源車輛 4. 提高汽機車使用成本 5. 減少私人機動車輛運輸需求 6. ETC計畫 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 綠色運輸地圖：綠色運具例如：步行、腳踏車、公車、捷運、火車、高鐵等等都算。 2. 大眾運輸與自行車使用環境 3. 推行汽車共乘制 4. 推廣電動公車、大巴士及中巴行動項目 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電力及焚化事業於區域熱冷供應系統 2. 推動建築節能策略 3. 發展電網儲能技術 4. 建置太陽熱能發電及汽電冷三生系統 5. 低溫差發電技術 6. 充份利用農林及都市與事業廢棄物之生質能源 7. 加速建置離岸風能 8. 石灰石加速風化法海洋封存二氧化碳 9. 建置電動車電池交換系統。
推動政策	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建構綠色無接縫公路運輸系統 2. 推動建構便捷大眾軌道運輸網 3. 建構智慧化道路服務 4. 建構人本導向之交通環境 5. 全面提升新車效率水準 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改造低碳能源系統 2. 打造低碳社區與社會 3. 營造低碳產業結構 4. 建構綠色運輸網絡 5. 營建綠色新景觀與普及綠建築 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 改造低碳能源系統 2. 打造低碳社區與社會 3. 營造低碳產業結構 4. 建構綠色運輸網絡 5. 節能減碳公共工程



11

國內ETC/電動車計畫

ETC計畫

❖ 目標

- 實現用路人期待之公平付費制度，並透過智慧運輸系統的建置，有效減少碳排放，達到低碳運輸。

❖ 內容

- 以電子收費(ETC)做為道路定價交通管理工具，並實施更多元化(路段、時段)的差別費率措施，均衡路網交通量，提升國道運輸效率。

❖ 成果

- 於2014年1月2日正式啟用，自103年推動電子計程收費以來，截至9月底已達到1.82萬公噸的減碳效果，並為用路人節省6,959公秉(6,959,000公升)的油耗，約2.25億元的油費支出。



資料來源：<http://www.feg.com.tw/tw/news/detail.aspx?id=1833>

電動車計畫

❖ 目標

- 為落實節能減碳政策及帶動新興產業發展，擬訂補助及獎勵辦法，鼓勵國人購買電動機車及獎勵業者投入量產。

❖ 內容

- 環保署增訂小客車二氧化碳排放標準，以98年為基準年，自104年起達成小客車二氧化碳減量15%之目標，並增訂電動車或油電混合車之超級額度認定規範，藉以鼓勵製造或進口低碳排放車輛。

❖ 成果

- 全臺已有295輛電動小客車及20輛電動大客車上路運行中，總行駛里程累計突破433萬公里。



資料來源：<http://www.ey.gov.tw/policy8/cp.aspx?n=F8DE73258A8FA745>

重要廠商節能減碳導航產品發展現況

	福特汽車	Garmin	TomTom	Google Map
發展重點	車用導航MyFord Touch系統的最新的省油技術，其衛星導航功能提供Eco Route（環保路徑）模式，會依照駕駛設定的目的地，計算最省油的路線。	Garmin ecoRoute為其導航軟體中的一項功能，提供使用者駕駛習慣的參考，可藉此調整個人的操控模式，以達到節能減碳的目的。	TomTom導航軟體，路徑規劃搭配Real-Time路況資料應用，提供省時節能又安全的路徑規劃。	Google Map整合提供路況資訊、路徑規劃、導航、POI資訊、大眾運輸資訊等多元功能，已形成了一個規模龐大的平台。
做法	<ol style="list-style-type: none"> 根據即時/歷史交通資訊、以及所蒐集的車主駕駛習慣等資料，分析產生最快路徑、最短路徑、最節能路徑，供車主選擇。 即時顯示過去5~30分鐘間的油耗情況，駕駛人可參考調整其駕駛行為，學習節能駕駛技術。 	<ol style="list-style-type: none"> 路線規劃會自動換算出此趟旅程所需花費的成本(油耗、碳排放量)；導航過程中也可隨時查看已使用的燃料金額。 提供碳排放量的計算資料，讓使用者更了解駕駛時所產生的二氧化碳，做為未來改進的依據。 	依據不同時間點、於各路段蒐集到的實際平均車速，進行路徑分析，計算出在尖峰、離峰或平日、假日等不同時間的交通資訊，再配合RDS-TMC路況資訊，可幫助駕駛避免進入壅塞或是施工路段。	提供由起點至迄點的常走路徑，並根據即時交通資訊提供各路徑的預估旅行時間。



福特汽車-Eco Route導航

❖ 產品功能

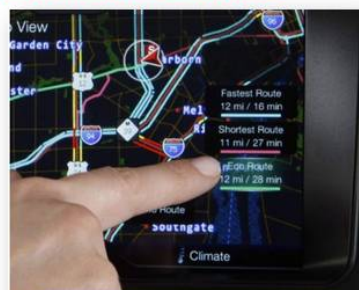
- MyFord Touch系統的導航模式提供最快路徑、最短路徑，及Eco Route（環保路徑）等三種路徑選項。
- 於行駛當中，運用圖像顯示行程中燃油的使用狀態，並提前預估未來會遇上的情形，規劃最能節省燃油的路線。

❖ 特色

- 可針對汽車的燃油消耗進行分析，並教導駕駛如何透過改善駕駛技術來提高車輛的燃油效率。
- 福特的測試結果顯示：Eco Route可比其他路徑節省15%的燃油



顯示過去十分鐘內的燃油消耗



環保路徑導航

Garmin-ecoRoute

❖ 產品功能

- 由使用者**先行輸入車輛資訊**，於規劃路線及導航時，即可顯示由ecoRoute提供的燃料成本資訊。
- 提供完整的**油耗記錄資訊**：包含燃料資訊、駕駛挑戰、及油耗資料、碳排放量等

❖ 特色

- 油耗記錄資訊以數列圖表方式呈現。
- 使用者可透過「**駕駛挑戰**」隨時檢視駕駛途中的行駛習慣，提醒自己油門是否控制得宜。



議程

- 壹 計畫認知
- 貳 文獻回顧
- 參 **ITS節能分析模型及示範系統研發**
- 肆 計畫執行成果分析
- 伍 結論與建議

ITS對節能減碳之影響

耗油量 = 交通活動量 * 耗油率

CO₂排放量 = 耗油量 * CO₂排放係數

ITS對交通活動量之影響層面

1. 交通量改變 (車公里、車小時)
2. 車速改變 (提速效果對應不同的耗油率)
3. 運具型態改變 (私人運具移轉到大眾運具)
4. 路線改變 (替代道路造成不同等級路網間之車流移轉)

17

ITS節能減碳分析模型研究

❖ 模型架構及分析流程設計



*即時路況資訊(公部門之路況資訊為主)

**節能減碳KPI係指油耗量(mL)、CO₂(g)排放量兩指標，成本為過路費+油資

節能KPI行前預估：

1. 接收即時路況資訊 (路況資訊以路段為單位，定期更新路段時速)
2. 依據即時路況資訊，估算每路段行車時間
3. 累計路徑之所有路段油耗：

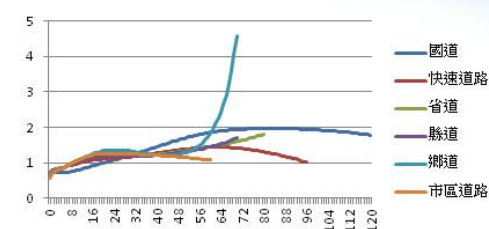
節能KPI行後計算：

1. 偵測實際行車速度
2. 以GPS座標確認所在位置及道路等級
3. 每秒計算一次該等級道路每秒油耗
4. 累計路徑之所有路段油耗：

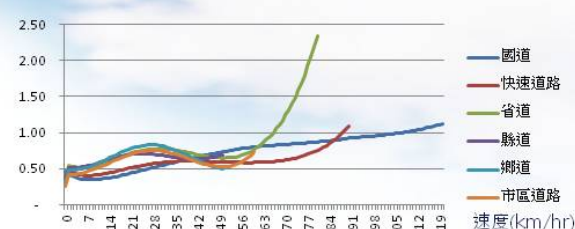
18

油耗係數表與碳排放係數表

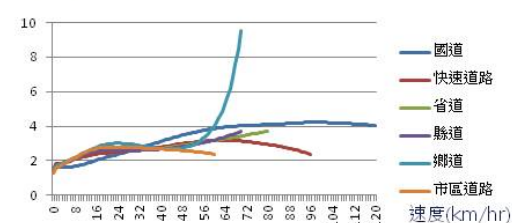
油耗(ml/s) 舊油耗量係數表



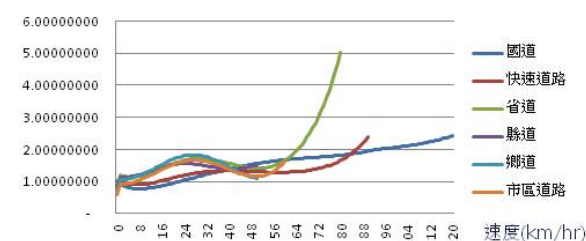
油耗(ml/s) 新油耗量係數表



碳排放量(g/s) 舊碳排放量係數表



碳排放量(g/s) 新碳排放量係數表



前期研究成果汽油小客車之能耗係數表

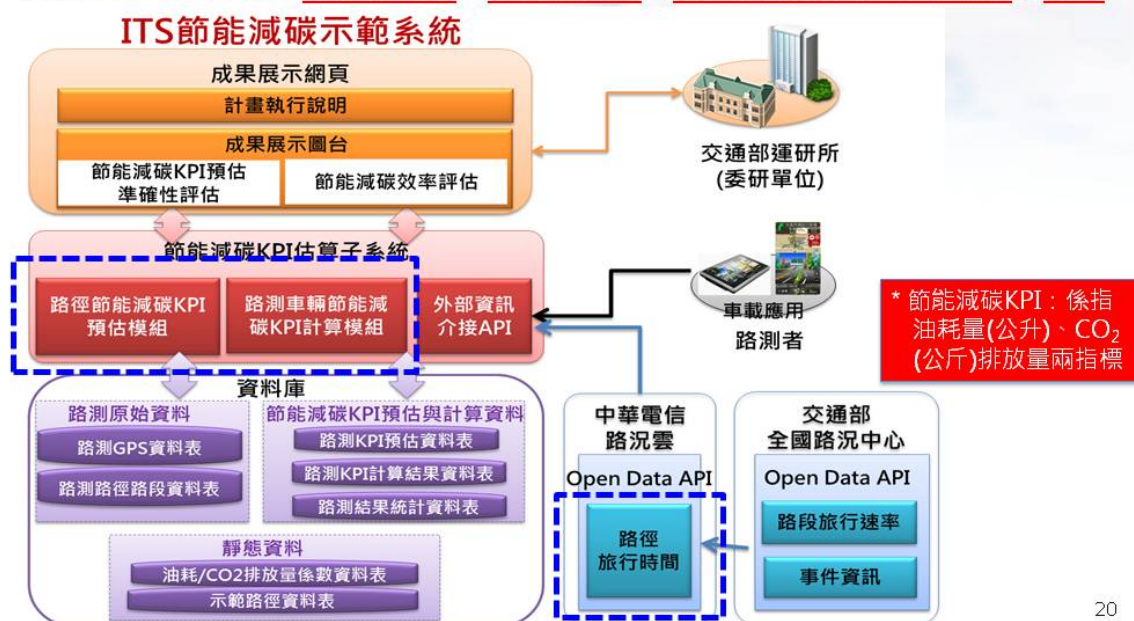
資料來源：能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，運輸研究所，99年7月

以TIID的能源局公告平均油耗16km/ltr審驗值展開的能耗係數表

資料來源：參考能源局公告之TIIDA油耗值及前期研究成果能源局，103年4月

ITS節能減碳示範系統設計

1. 前端車輛功能：記錄用路人路徑選擇及其行車GPS軌跡
2. 後端平台功能：估算路徑油耗量、排碳量數值及呈現路徑油耗量、排碳量之差異



路況雲-路徑旅行時間估算

❖ 估算原理

- 以每個路段為單位，分別建立旅行時間估算模型
- 交通狀況會隨著時間動態變化，依據車輛到達各路段的時間，決定需採用即時交通資訊，亦或是歷史交通資訊，進行旅行時間估算
 - 短期旅行時間估算模型：兩小時內可抵達之路段採用即時交通資訊進行估算
 - 長期旅行時間估算模型：超過兩個小時才可抵達之路段採用歷史交通資訊進行估算



21

路況雲-路徑旅行時間準確性評比

❖ 以探偵車歷史軌跡進行驗證

- 國快速道所估算之旅行時間準確性較市區道路為佳，主因為市區交通較複雜，持續精進中

	旅行時間誤差			誤差在範圍內的比率 (%)			
	MAE(分)	RMSE(分)	MAPE(%)	5分鐘	10分鐘	15分鐘	20分鐘
國快速道	1.99	3.66	9.88	92.07	97.64	98.99	99.58
市區道路	3.14	4.49	13.70	80.42	96.46	99.23	99.75

❖ 與Google Map旅行時間結果比較

- 差異大部分在五分鐘與5%以內，顯示路徑旅行時間估算具備可參考性

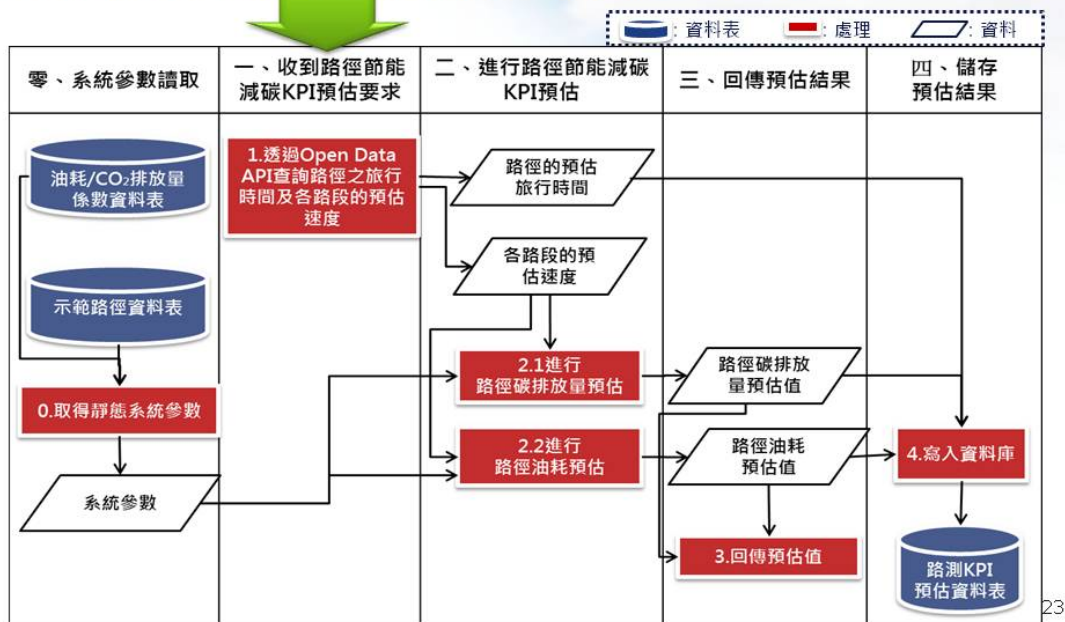
路徑	5/20 08:15			5/20 09:30			5/20 15:30			5/20 17:00		
	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)	Google (分)	路況雲 (分)	差異 (分)
路徑一(去程)	45	45	0(0.0%)	45	45	0(0.0%)	42	45	+3(+7%)	43	42	-1(-2%)
路徑二(去程)	71	74	+3(+4%)	72	73	+1(+1%)	74	72	-2(-3%)	76	73	-3(-4%)
路徑三(去程)	36	36	0(0.0%)	36	36	0(0.0%)	40	36	-4(-10%)	39	36	-3(-8%)
路徑一(回程)	43	42	-1(-2%)	41	42	+1(+2%)	44	42	-2(-5%)	44	42	-2(-5%)
路徑二(回程)	74	78	+4(+5%)	75	79	+4(+5%)	81	78	-3(-4%)	80	88	+8(+10%)
路徑三(回程)	37	38	+1(+3%)	37	37	0(0.0%)	42	38	-4(-10%)	39	38	-1(-3%)

22

節能減碳KPI估算子系統設計(1/2)

❖ 路徑節能減碳KPI預估模組運作流程(旅程前預估)

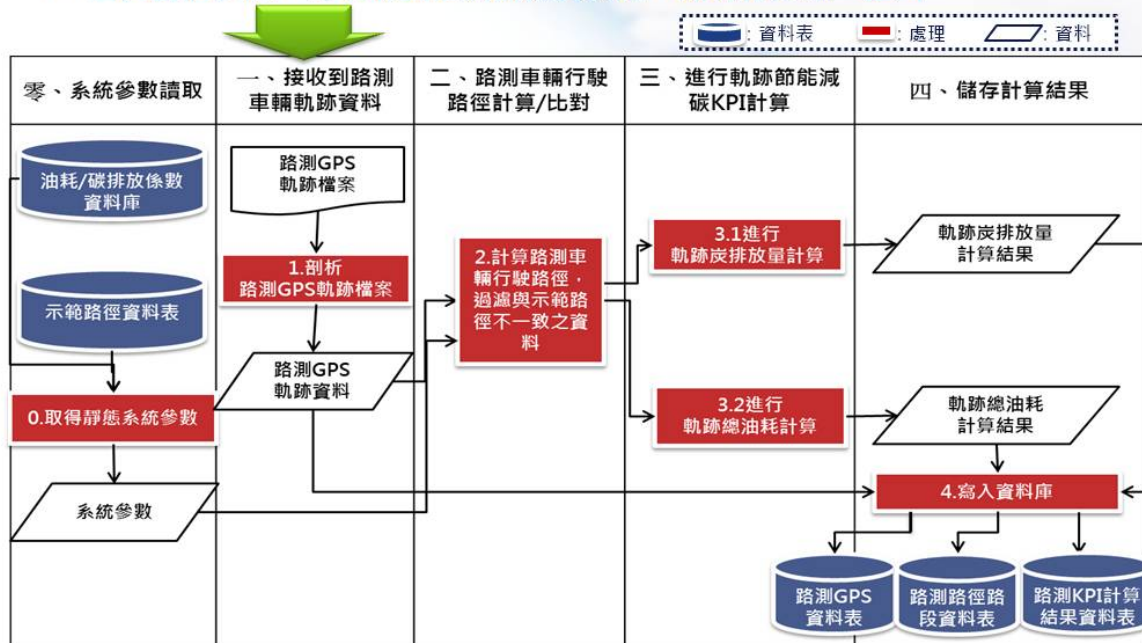
- 包含五個步驟，每次收到路徑節能減碳KPI預估要求時，即執行步驟一至四



節能減碳KPI估算子系統設計(2/2)

❖ 路測車輛節能減碳KPI計算模組運作流程(旅程中實測)

- 包含五個步驟，每次收到車輛軌跡資料時，即執行步驟一至四



ITS節能減碳示範系統研發成果

❖ 網頁架構說明

- 計畫內容：計畫摘要、目標、流程等靜態資料。
- 效益評估規劃：效益評估模型、路測方法、路測路段資料等說明。
- 效益評估實測：實際路測結果與預估結果之比較、效益與總結。
- 效益評估應用：可動態規畫路徑，並即時計算出預估旅行時間與油耗量。

❖ 網頁畫面

上方欄位可選取欲觀看之頁面

根據上方欄位被選取的內容，呈現相對應的資料。



25

議程

- 壹 計畫認知
- 貳 文獻回顧
- 參 ITS節能分析模型及示範系統研發
- 肆 計畫執行成果分析
- 伍 結論與建議

26

節能減碳示範計畫執行方式

❖ 本示範計畫共執行兩階段道路測試：

- 第一階段道路測試目的

- 示範系統節能減碳KPI預估準確性評估
- 交通資訊服務對節能減碳之整體效益分析

- 第二階段道路測試目的

- 實際油耗驗測分析：比較示範系統油耗值(以係數表計算)與實際油耗值之差異，以作為後續研究案精進節能減碳KPI評估模型與工具之參考

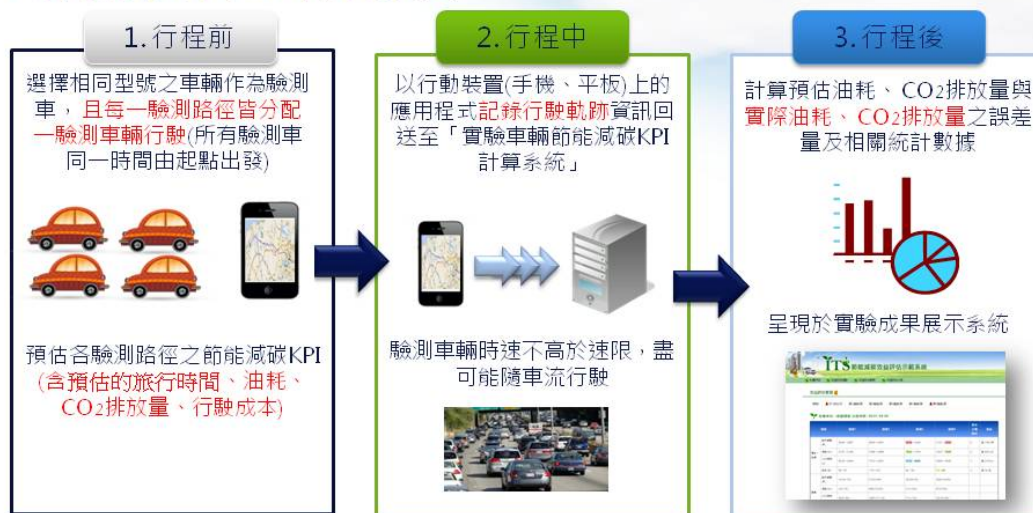
27

第一階段道路測試

28

道路測試規劃(1/3)

❖ 節能減碳示範情境設計



*節能減碳KPI係指油耗量(公升)、CO₂(公斤)排放量兩指標

29

道路測試規劃(2/3)

- 起迄點選擇：A點:板橋高鐵站 ↔ B點:桃園機場航空科學館停車場
- 路徑規劃：共測試4條路徑

組別	第一組	第二組	第三組	第四組
測試路徑	國1+國2 (五股交流道上國1)	避走國道(省道為主)	國3+國2 (土城交流道上國3)	台64及台61道路
板橋->機場	路徑距離 (國快速道占比) 38.27公里(76.51%) 行車預估 38分	33.86公里(0%) 59分	40.7公里(95.33%) 34分	45.09公里(73.62%) 45分
機場->板橋	路徑距離 (國快速道占比) 38.03公里(76.11%) 行車預估 37分	33.14公里(0%) 62分	41.3公里(94.75%) 36分	44.31公里(64.81%) 44分



30

道路測試規劃(3/3)

❖ 測試次數與時間規劃

日期規劃	時間安排	測試方式
平時上班日 (5/21)	尖峰時段(08:00出發)	1. 四部車同時出發 2. 到達迄點後再進行反方向路徑測試 3. 每個時段一趟(板橋車站→桃園機場→板橋車站)，共六趟
	離峰時段(10:00出發)	
	離峰時段(15:00出發)	
連續假期前 (5/30)	前一日(08:00出發)	
	前一日(10:30出發)	
	前一日(14:30出發)	

路測原則：

- ❑ 不得超速駕駛
- ❑ 在車陣中時只要緊跟著車陣即可
- ❑ 不超車，但也不要跟隨在烏龜車後面
- ❑ 沒塞車時，盡量保持在道路速限
- ❑ 臨時事件記錄

31

道路測試成果(1/6)

❖ 進行共六趟道路實測

1. 測試時間：05/21(平時上班日)、05/30(端午節連假前一日)
2. 測試車輛：同年份/同車款的TIIDA (4部)/里程數超過 15,000公里



板橋高鐵站



桃園機場航空科學館停車場



桃園機場航空科學館停車場



GPS



導航 & 即時資訊



車隊出發

32

道路測試成果(2/6)

❖ 本實驗一共實行六趟路測，實驗結果顯示，除第一趟外皆可正確預估省時與最節能減碳路徑

■ 第一趟去程(板橋車站→桃園機場) 出發時間：2014-05-21 08:06:27

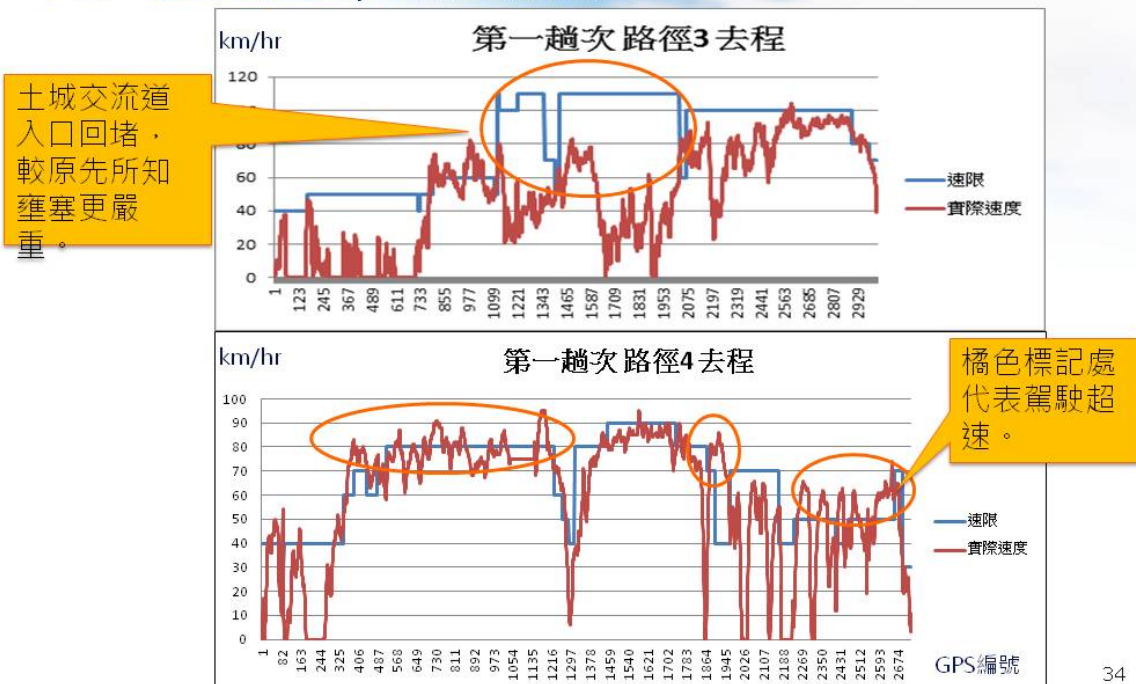
- 狀況：預估路徑3最省時、實測路徑4最省時
- 說明
 - 路徑3預估與路測的旅行時間差異-8.3%，屬一定誤差範圍內(10%)
 - 路徑4預估與路測的旅行時間差異14.8%，主要為駕駛超速所致

路徑	路徑長(km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況
		旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	
1	38.27	2844	2101.2	4523.954	97	2967	2103.7	4543.684	97	-123 (-4.1%)	-2525 (-0.1%)	-19.73 (-0.4%)	五股交流道回堵
2	35.19	4864	3389.3	7472.06	119	4591	2899.0	6380.633	102	273 (5.9%)	490.312 (16.9%)	1091.427 (17.1%)	
3	40.74	預估最省時 2776	預估最省油 1943.2	4169.839	83	3028	1974.0	4240.931	84	-252 (-8.3%)	-30.854 (-1.6%)	-71.092 (-1.7%)	土城交流道入口回堵
4	45.44	3131	2026.6	4465.992	77	實測最省時 2727	實測最省油 1930.0	4244.585	實測最省成本 68	404 (14.8%)	96.614 (5.0%)	221.407 (5.2%)	

33

節能減碳示範成果(3/6)

❖ 第一趟去程路徑3,4實際車速比較



34

節能減碳示範成果(4/6)

■ 第一趟回程(桃園機場→板橋車站) 出發時間：2014-05-21 09:30:55

- 狀況：路徑1預估旅行時間誤差大
- 說明
 - 目前交通資訊未反映五股交流道前外側回堵情況，導致旅行時間預估不準確。

方向	路徑	路徑長(km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況
			旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	
回程	1	38.04	3524	2225.0	4811.04	101	4982	2758.6	5997.935	120	-1458 (-29.3%)	-533.521 (-19.3%)	-1186.9 (-19.8%)	五股交流道回堵
	2	32.23	4306	2988.5	6589.87	105	4481	2749.3	6053.472	97	-1175 (-3.9%)	-239.17 (8.7%)	-536.398 (8.9%)	
	3	41.32	預估最省時 2220	預估最省油 1715.6	3650.8	預估最省成本 75	實際最省時 2113	實際最省油 1619.2	3467.24	實際最省成本 71	107 (5.1%)	96.37 (6.0%)	183.56 (5.3%)	
	4	44.62	3317	2240.6	4935.007	79	2903	2151.0	4712.982	76	-414 (14.3%)	-89.533 (4.2%)	-222.025 (4.7%)	台64蘆洲-三重段壅塞

35

節能減碳示範成果(5/6)

❖ 路測結果綜合分析

- 預估與路測的誤差皆低於14%

平均旅行時間預估誤差	平均油耗預估誤差	平均碳排放預估誤差
415.56秒 (13.3%)	300.67mL (13.3%)	664.02g (13.4%)

- 路測第一趟回程之旅行時間誤差較大(-29.3%)，應是因為目前VD佈建尚無法反映交流道前外側的回堵情況(五股)、此壅塞路況未被偵測
 - 不同等級道路交接處
- 最省時路徑、最節能減碳與最省成本路徑預估正確性皆達92%
 - 預估錯誤之趟次，其旅行時間、油耗量與成本之誤差在合理範圍內

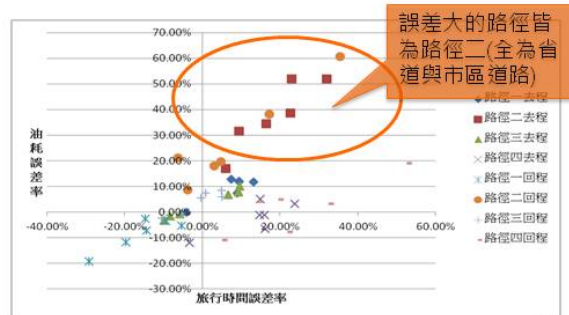
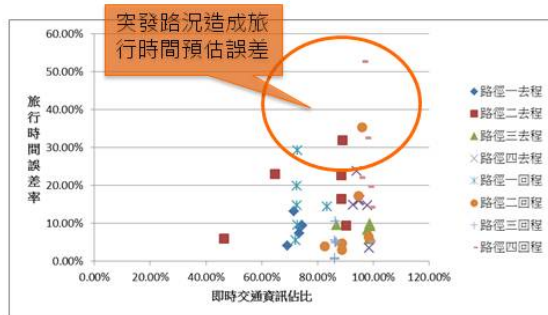
最省時路徑：行車旅程時間最短的路徑
 最節能減碳路徑：行車旅程根據節能減排KPI計算的最佳績效路徑(最省油、最省碳)
 最省成本路徑：行車旅程之油資與ETC過路費等成本最少之路徑
 最短路徑：行車旅程距離最短的路徑

36

節能減碳示範成果(6/6)

❖ 交通資訊與油耗預估誤差之關係

- 交通資訊佔比與旅行時間預估誤差的關係會隨狀況不同而改變
 - 一般而言，交通資訊佔比越高，旅行時間預估誤差越低
 - 無突發路況發生時，即使當下的交通資訊佔比低，尚可用歷史資料推估
 - 有突發路況發生時，因目前旅行時間是於路測前、以當下的交通資訊預估，未以即時交通資訊修正，故會造成旅行時間預估失準、影響極大
- 油耗預估誤差與旅行時間預估誤差有明顯相關
 - 省道與市區道路車輛行駛時速易受號誌影響，交通資訊可能誤差較大，旅行時間預估難度較高，因此油耗估算也較易產生較大誤差



第二階段道路測試

實際油耗驗測分析結果

❖ 驗測方法說明:

- 測試時間：09/18(平時上班日)
- 測試車輛：1部TIDA / 里程數超過 15,000公里
- 測試路徑：起終點設在堤頂交流道附近的加油站，全程以國道為主
- 測試方法：出發前油箱加滿，驗測結束後再次加滿油，記錄實際加油量

❖ 驗測結果:

路徑長 (km)	實測 油耗量 (ml)	實際加油量 (ml)	差距值 (實測-實際) (ml)
73.3	3255.442	3840	-584.56 (-15.2%)



❖ 驗測結果分析

- 示範系統油耗(以係數表計算) (平均油耗22km/L) 優於實際加油油耗 (平均油耗19km/L)，也優於經濟部能源局102年所公佈之TIDA油耗(市區油耗16.5KM/L、高速油耗21.7KM/L、測試值18.5KM/L)。
- 受車輛、加油站配合等實務限制，此實驗以人工操作油箱加油，無法精準量測油耗數據。
- 參考建議：後續測試方法、油耗係數表等皆可再精進，使其更精準。

39

議程

- 壹 計畫認知
- 貳 文獻回顧
- 參 ITS節能分析模型及示範系統研發
- 肆 計畫執行成果分析
- 伍 結論與建議

40

結論與建議(1/3)

❖ 結論

- 建立ITS節能減碳分析模型與示範應用
 - 本團隊已建立一節能減碳分析模型，可利用交通資訊(旅行時間)預估油耗及碳排放量。
 - 為評估此模型之可用性，特建立一示範系統，可於行前推薦用路人最佳節能減碳路徑，達成節能減碳之功效。
- ITS技術可協助達成節能減碳目的
 - 正確的旅行時間預估可預先估算油耗及碳排放量，證明交通資訊確實有助於用路人達到節能減碳效益
 - 本案於各級不同道路實際路測，示範系統對最節能減碳路徑之預估已可達92%正確性，能有效提供最節能減碳路徑建議。
- 成本效益評估模型可供後續實務參考
 - 本示範系統包含節能減碳評估工具，可即時預估任意路徑之節能減碳KPI，未來可擴展至全國實際應用。

41

結論與建議(2/3)

❖ 建議

- 強化ITS基礎資料庫
 - 增加交通資訊蒐集基礎建設
 - 國內不同道路等級之交接節點常為交通易壅塞點，惟目前此類節點仍欠缺交通資訊，易造成路況盲點。
 - 紅綠燈週期與路網道路坡度資料
 - 目前紅綠燈週期等屬性資料尚無法取得，市區道路旅行時間估算難度較高；此外，道路坡度亦是影響油耗量關鍵因素之一，惟目前路網資料仍無提供。
- 強化節能減碳資料庫
 - 實際車種的油耗係數表
 - 建議可針對各車種、引擎規格等產生相對應的油耗係數表，以提升油耗/碳排放量預估值之準確度。
 - 考慮坡度、時速變化速率對油耗影響
 - 油耗係數表增加考量道路坡度、時速變化速率與油耗之關係，以提升油耗/碳排放量預估值之準確度。

42

結論與建議(3/3)

❖建議(cont.)

▪ ITS節能減碳應用的推廣

- 提供多元運具節能資訊
 - 整合大眾運輸、綠色運具等節能資訊，提供完整的運具選擇方案，利於民眾評估與比較。
- 與車廠、導航廠商合作，發展車聯網應用，共創雙贏
 - 可將此技術導入車載應用，一方面可豐富國內車載服務內容，創造商機，另一方面更可透過車廠回饋的資料，精進系統模型，提升民眾使用意願，達成節能減碳目的。

43



交通部運輸研究所

智慧型運輸系統節能減碳與 成本效益評估工具暨資料庫之示 範與推廣

報告完畢，感謝指導

主辦單位：交通部運輸研究所
計畫編號：MOTC-IOT-TDB003
投標廠商：中華電信數據分公司
中華民國 103 年 12 月 09 日



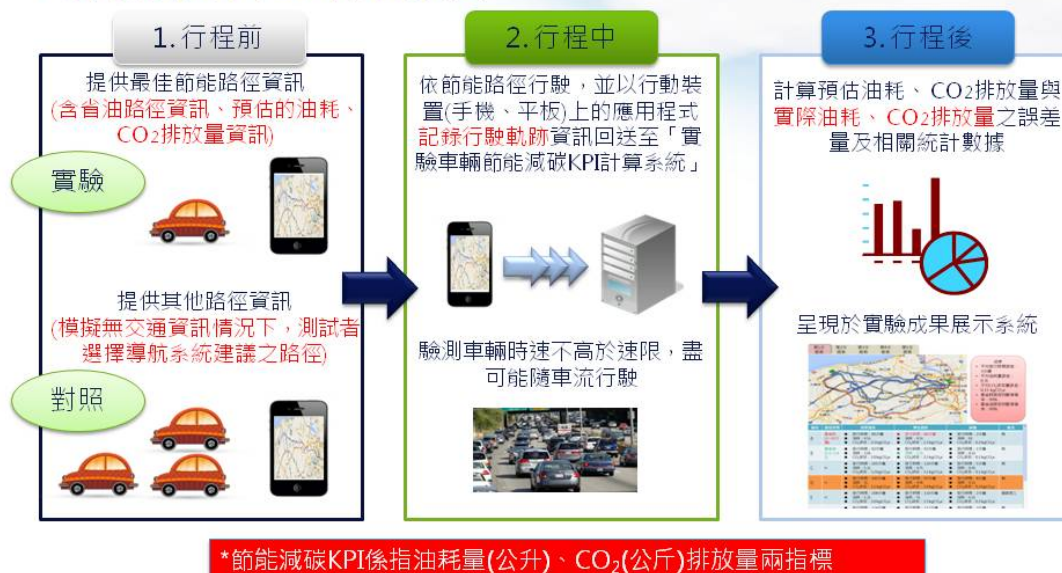
中華電信股份有限公司

附錄：節能減碳示範過程

45

節能減碳示範

❖ 節能減碳示範情境設計



46

節能減碳示範

路徑1：國1+國2

路徑長度：38.27km
國快速長度：29.2km
計費里程：19.3km
國快速佔比：76.51%



路徑長度：38.03km
國快速長度：28.9km
計費里程：19.3km
國快速佔比：76.11%



路徑2：台1+台4

路徑長度：33.86km
國快速佔比：0%



路徑長度：33.14km
國快速佔比：0%



路徑3：國3+國2

路徑長度：40.7km
國快速長度：38.82km
計費里程：11.9km
國快速佔比：95.33%



路徑長度：41.3km
國快速長度：39.07km
計費里程：11.9km
國快速佔比：94.75%



路徑4：64+61快速道路

路徑長度：45.09km
快速長度：33.2km
國快速佔比：73.62%



路徑長度：44.31km
快速長度：28.7km
國快速佔比：64.81%



47

節能減碳示範

❖ 測試人員(車手)行前教育(減少駕駛行為的影響)

1. 行前測試人員須仔細了解各自分配行走的路徑。
2. 行前測試人員須確定軌跡記錄器已正常開啟運作。
3. 行前測試人員須確認GPS已經定位成功後再行出發。
4. 行中測試人員須遵守下面原則
 - 1) 不得超速駕駛
 - 2) 在車陣中時只要緊跟著車陣即可
 - 3) 不超車，但也不要跟隨在烏龜車後面
 - 4) 沒塞車時，盡量保持在道路速限
 - 5) 臨時事件記錄



48

節能減碳示範成果

第二趟次：去程出發時間:2014-05-21 10:59:58 回程出發時間:2014-05-21 13:29:17

方向	路徑	路徑長 (km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況	
			旅行時間(s)	油耗量 (ml)	碳排放量 (g)	油資+過路費 (元)	旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量(g)	油資+過路費 (元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)		
去程	1	38.45	2589	1944.7	4181.0	12	91	2289	1739.8	3746.1	84	300 (13.1%)	204.921 (11.8%)	434.836 (11.6%)	
	2	36.2	4759	3375.4	7441.0	33	119	4088	2508.7	5519.6	88	671 (16.4%)	866.694 (34.5%)	1921.425 (34.8%)	
	3	40.74	預估最快 2050	預估最省油 1653.2	3536.8	預估最省錢 73	實際最快 1876	實際最省油 1534.2	3292.023	實際最省錢 68	174 (9.3%)	118.971 (7.8%)	244.777 (7.4%)		
	4	46.02	3201	2193.8	4836.1	81	77	2762	2218.6	4873.8	78	439 (15.9%)	-24.763 (-1.1%)	-37.692 (-0.8%)	台61早 雨車速 影響
回程	1	38.28	2627	1973.8	4235.0	13	92	3274	2239.1	4803.4	102	-647 (-19.8%)	-265.293 (-11.8%)	-568.371 (-11.8%)	五股交 流道回 堵
	2	34.03	4643	3207.5	7074.2	34	113	4435	2678.4	5900.4	94	208 (4.7%)	529.165 (19.8%)	1173.817 (19.9%)	
	3	42.2	預估最快 2325	預估最省油 1828.7	3917.3	預估最省錢 79	實際最快 2337	實際最省油 1734.4	3715.192	實際最省錢 75	-12 (-0.5%)	94.255 (5.4%)	202.131 (5.4%)		
	4	45.08	3501	2321.4	5115.1	82	2927	2214.5	4854.59	78	574 (19.6%)	106.927 (4.8%)	260.53 (5.4%)		

- 路徑2,4之旅行時間預估值均較實測值大，經查證應為路測車速較快(超過道路速限)所致。

49

節能減碳示範成果

第三趟次：去程出發時間:2014-05-21 14:47:29 回程出發時間:2014-05-21 16:02:21

方向	路徑	路徑長 (km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況
			旅行時間 (s)	油耗量 (ml)	碳排放量(g)	油資+ 過路費 (元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+ 過路費 (元)	旅行時間(s)	油耗量 (ml)	碳排放量(g)	
去程	1	38.24	2512	1906.024	4113.877	90	2307	1775.797	3834.389	86	205 (8.9%)	130.227 (7.3%)	279.488 (7.3%)	五股+南崁 段壅塞
	2	33.97	4734	3305.482	7287.761	116	3862	2384.175	5247.286	84	872 (22.6%)	921.307 (38.6%)	2040.475 (38.9%)	
	3	40.75	預估最快 1942	預估最省油 1596.842	3430.719	預估最省錢 71	實際 最快 2155	實際最省油 1648.866	3546.938	實際最省錢 72	-213 (-9.9%)	-52.024 (-3.2%)	-116.219 (-3.3%)	
	4	46.03	3357	2254.612	4969.793	79	2714	2182.314	4794.317	77	643 (23.7%)	72.298 (3.3%)	175.476 (3.7%)	
回程	1	38.26	2554	1911.1	4106.845	90	2701	2017.423	4369.419	94	-147 (-5.4%)	-106.323 (-5.3%)	-262.574 (-6.0%)	台64下板 橋新埔回 堵
	2	34.65	4729	3246.126	7159.024	114	4592	2752.486	6063.648	97	137 (3.0%)	493.64 (17.9%)	1095.376 (18.1%)	
	3	42.04	預估最快 2255	預估最省油 1781.868	3812.93	預估最省錢 77	實際 最快 2237	實際最省油 1659.782	3578.233	實際最省錢 73	18 (0.8%)	122.086 (7.4%)	234.697 (6.6%)	
	4	45.16	3515	2321.471	5114.554	82	2653	2249.776	4928.856	79	862 (32.5%)	71.695 (3.2%)	185.698 (3.8%)	

- 路徑2,4之旅行時間預估值均較實測值大：經查證應為該路徑車流量較低，因此路測車速偏快(超過道路速限)所造成，後續實測將避免此狀況

50

節能減碳示範成果

第四趟次：去程出發時間:2014-05-30 08:00:21 回程出發時間:2014-05-30 09:13:29

方向	路徑	路徑長(km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況
			旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	
去程	1	38.74	2678	1993.565	4300.765	93	2448	1779.338	3833.437	86	230 (9.4%)	214.227 (12.0%)	467.328 (12.2%)	五股交流道車多
	2	35.12	4938	3443.351	7591.582	121	3745	2266.801	4982.639	80	1193 (31.9%)	1176.55 (51.9%)	2608.943 (52.4%)	
	3	41.29	預估最快 1991	預估最省油 1590.825	3406.052	預估最省錢 70	實際最快 2115	實際最省油 1602.675	3454.753	實際最省錢 71	-124 (-5.9%)	-11.85 (-0.7%)	-48.701 (-1.4%)	
	4	47.64	3310	2272.868	5004.398	80	2887	2300.409	5056.665	81	423 (14.7%)	-27.541 (-1.2%)	-52.267 (-1.0%)	文化路施工擁塞
回程	1	38.26	2559	1873.804	4034.537	89	2827	1941.645	4209.372	91	-268 (-9.5%)	-67.841 (-3.5%)	-174.835 (-4.2%)	五股交流道回堵
	2	35.55	4710	3255.889	7179.797	114	4020	2356.164	5185.083	83	690 (17.2%)	899.725 (38.2%)	1994.714 (38.5%)	
	3	42.04	預估最快 2122	預估最省油 1666.797	3584.049	預估最省錢 73	實際最快 2244	實際最省油 1676.275	3627.762	實際最省錢 73	-122 (-5.4%)	-9.478 (-0.6%)	-43.713 (-1.2%)	
	4	45.28	3141	2126.77	4681.036	75	2575	2304.036	5046.684	81	566 (22.0%)	-177.266 (-7.7%)	-365.648 (-7.2%)	

- 路徑2,4之旅行時間預估值均較實測值大，經查證應為路測車速較快(超過道路速限)所致

51

節能減碳示範成果

第五趟次：去程出發時間:2014-05-30 10:30:12 回程出發時間:2014-05-30 12:26:12

方向	路徑	路徑長(km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況
			旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	油資+過路費(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	
去程	1	38.46	2581	1937.911	4167.424	91	2360	1730.641	3743.371	84	221 (9.4%)	207.27 (12.0%)	424.053 (11.3%)	
	2	36.67	4864	3455.724	7617.687	121	3958	2275.565	5004.473	80	906 (22.9%)	1180.159 (51.9%)	2613.214 (52.2%)	
	3	40.68	預估最快 2058	預估最省油 1653.188	3535.013	預估最省錢 73	實際最快 1880	實際最省油 1502.384	3244.745	實際最省錢 67	178 (9.5%)	150.804 (10.0%)	290.268 (8.9%)	
	4	45.93	3191	2120.498	4673.821	75	2748	2266.616	4981.147	80	443 (16.1%)	-146.118 (-6.4%)	-307.326 (-6.2%)	文化路施工擁塞
回程	1	38.21	2447	1822.271	3914.534	87	2858	1960.899	4228.745	92	-411 (-14.4%)	-138.628 (7.1%)	-314.211 (7.4%)	五股交流道車多
	2	37.39	5052	3470.457	7654.626	122	3734	2160.488	4754.637	76	1318 (35.3%)	1309.969 (60.6%)	2899.989 (61.0%)	
	3	41.99	預估最快 2162	預估最省油 1736.543	3735.012	預估最省錢 75	實際最快 2061	實際最省油 1601.4	3457.836	實際最省錢 71	101 (4.9%)	135.143 (8.4%)	277.176 (8.0%)	
	4	48.32	3932	2677.782	5897.334	94	2577	2251.047	4933.314	79	1355 (52.6%)	426.735 (19.0%)	964.02 (19.5%)	

- 路徑2,4之旅行時間預估值均較實測值大，經查證應為路測車速較快(超過道路速限)所致。

52

節能減碳示範成果

第六趟次：去程出發時間:2014-05-30 14:37:48 回程出發時間:2014-05-30 16:04:54

方向	路徑	路徑長(km)	預估KPI				路測KPI				差距值(預估-路測)			路況
			旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	成本(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	成本(元)	旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	
去程	1	39.27	3103	2238.59	4828.327	102	2889	1983.965	4284.463	93	214 (7.4%)	254.625 (12.8%)	543.864 (12.7%)	五股交流道車多
	2	35.37	4859	3399.267	7494.648	119	4445	2583.498	5678.894	91	414 (9.3%)	815.769 (31.6%)	1815.754 (32.0%)	
	3	40.68	預估最快 2111	預估最省油 1670.804	3569.666	預估最省錢 73	實際最快 1981	實際最省油 1564.32	3363.91	實際最省錢 69	130 (6.6%)	106.484 (6.8%)	205.756 (6.1%)	
	4	46.29	3271	2218.091	4888.922	78	3386	2521.987	5551.841	89	-115 (-3.4%)	-303.896 (-12.0%)	-662.919 (-11.9%)	文化路施工擁塞
回程	1	38.19	2740	2037.829	4375.275	95	3212	2091.308	4496.672	97	-472 (-14.7%)	-53.479 (-2.6%)	-121.397 (-2.7%)	五股交流道回堵
	2	33.68	4658	3219.068	7098.3	113	4975	2657.53	5856.717	94	-317 (-6.4%)	561.538 (21.1%)	1241.583 (21.2%)	
	3	41.99	預估最快 2194	預估最省油 1733.546	3698.967	預估最省錢 75	實際最快 2451	實際最省油 1777.282	3828.47	實際最省錢 77	-257 (-10.5%)	-43.736 (-2.5%)	-129.503 (-3.4%)	
	4	44.66	3056	2052.983	4520.961	72	2905	2306.86	5060.697	81	151 (5.2%)	-253.877 (-11.0%)	-539.736 (-10.7%)	台64全線車多

- 路徑2,4之旅行時間預估值與實測值相近、與前五個趟次不同，經查證此次路測者大多數時間皆依循速限行駛。

53

節能減碳示範成果

第三組(國3+國2)路徑數據比較分析

□ 去程：國快速佔比95.3%
□ 回程：國快速佔比94.7%

方向	日期	出發時間	即時交通資訊佔比							預估旅行時間(s)	路測旅行時間(s)	差距值(預估-路測)			路況
			全程(%)	國道(%)	快速(%)	省道(%)	縣道(%)	鄉道(%)	市區(%)			旅行時間(s)	油耗量(ml)	碳排放量(g)	
去程	5/21	08:06:27	92.8%	54.2%	16.9%	0.0%	0.0%	0.0%	21.7%	2776	3028	-252 (-8.3%)	-30.854 (-1.6%)	-71.092 (-1.7%)	土城交流道入口回堵
		10:59:58	75.9%	54.2%	18.1%	0.0%	0.0%	0.0%	3.6%	2050	1876	174 (9.3%)	118.971 (7.8%)	244.777 (7.4%)	
		14:47:29	79.8%	53.6%	17.9%	0.0%	0.0%	0.0%	8.3%	1942	2155	-213 (-9.9%)	-52.024 (-3.2%)	-116.219 (-3.3%)	
	5/30	08:00:21	84.1%	51.1%	14.8%	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	1991	2115	-124 (-5.9%)	-11.85 (-0.7%)	-48.701 (-1.4%)	
		10:30:12	86.7%	54.2%	18.1%	0.0%	0.0%	0.0%	14.5%	2058	1880	178 (9.5%)	150.804 (10.0%)	290.268 (8.9%)	
		14:37:48	90.4%	54.2%	16.9%	0.0%	0.0%	0.0%	19.3%	2111	1981	130 (6.6%)	106.484 (6.8%)	205.756 (6.1%)	
回程	5/21	09:30:55	89.8%	48.9%	22.7%	0.0%	0.0%	0.0%	18.2%	2220	2113	107 (5.1%)	96.37 (6.0%)	183.56 (5.3%)	
		13:29:17	53.1%	45.9%	4.1%	0.0%	0.0%	0.0%	3.1%	2325	2337	-12 (-0.5%)	94.255 (5.4%)	202.131 (5.4%)	
		16:02:21	55.8%	47.4%	7.4%	0.0%	0.0%	0.0%	1.1%	2255	2237	18 (0.8%)	122.086 (7.4%)	234.697 (6.6%)	
	5/30	09:13:29	86.6%	45.4%	20.6%	0.0%	0.0%	0.0%	20.6%	2122	2244	-122 (-5.4%)	-9.478 (-0.6%)	-43.713 (-1.2%)	
		12:26:12	79.6%	48.4%	17.2%	0.0%	0.0%	0.0%	14.0%	2162	2061	101 (4.9%)	135.143 (8.4%)	277.176 (8.0%)	
		16:04:54	88.2%	48.4%	17.2%	0.0%	0.0%	0.0%	22.6%	2194	2451	-257 (-10.5%)	-43.736 (-2.5%)	-129.503 (-3.4%)	

54