

102-52-6162  
MOTC-IOT-99-TAA006

# 智慧型運輸系統與節能減碳 關聯性之研究



交通部運輸研究所

中華民國 102 年 3 月

ISBN978-986-03-6347-0

ISSN 號碼  
及條碼

GPN：1010200608

定價 150 元

102-52-6162  
MOTC-IOT-99-TAA006

# 智慧型運輸系統與節能減碳 關聯性之研究

著者：黃運貴、黃新薰、張芳旭  
陳國岳、劉致言、毛皖亭  
朱珮芸

交通部運輸研究所

中華民國 102 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

智慧型運輸系統與節能減碳關聯性之研究 / 黃運貴等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運研所，民102.03

面；公分

ISBN 978-986-03-6347-0(平裝)

1. 運輸系統 2. 能源政策

557

102004993

智慧型運輸系統與節能減碳關聯性之研究

著者：黃運貴、黃新薰、張芳旭、陳國岳、劉致言、毛皖亭、朱珮芸

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](http://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 102 年 3 月

印刷者：承亞興企業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 80 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：150 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：1010200608 ISBN：978-986-03-6347-0 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

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

## 交通部運輸研究所自行研究計畫出版品摘要表

|  |                         |                           |  |
|--|-------------------------|---------------------------|--|
| 出版品名稱：智慧型運輸系統與節能減碳關聯性之研究   |                         |                           |  |
| 國際標準書號（或叢刊號）<br>ISBN 978-986-03-6347-0(平裝)   | 政府出版品統一編號<br>1010200608 | 運輸研究所出版品編號<br>102-52-6162 | 計畫編號<br>99-TAA006  |
| 主辦單位：綜合技術組<br>主管：黃新薰<br>計畫主持人：黃運貴（前任主管）<br>研究人員：黃新薰、張芳旭、陳國岳、劉致言、毛皖亭、朱珮芸<br>聯絡電話：(02)23496867<br>傳真號碼：(02)27120223  |                         |                           | 研究期間<br><br>自 99 年 2 月<br><br>至 99 年 12 月                    |
| 關鍵詞：智慧型運輸系統、節能減碳、綠色運輸、溫室氣體   |                         |                           |  |
| 摘要：<br><br><p>隨著全球暖化問題日益嚴峻及傳統能源加速耗竭，世界各國均將「節能減碳」納為施政新思維，並進行能源戰略佈局、施行綠色新政、發展綠能產業，以營造永續之低碳社會與發展低碳經濟，其中「發展智慧型運輸系統」即為各國重要節能減碳策略之一。整體而言，發展智慧型運輸系統（Intelligent Transportation System, ITS），將可有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，除可提升交通運輸之效能外，更可落實節能減碳之政策目標。</p> <p>依據本研究研析，ITS 九大服務領域中以「先進交通管理服務（ATMS）」、「先進用路人資訊服務（ATIS）」、「先進公共運輸服務（APTS）」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域對於節能減碳較具有顯著之效益。本研究除綜整研析 ITS 九大服務領域使用者服務單元之節能減碳效益，探討 ITS 與節能減碳政策的相互關聯外，更進一步架構其與運輸部門節能減碳策略之關聯性，將具節能減碳效益之使用者服務單元概分為「提昇運輸系統能源使用效率」、「強化運輸需求管理」及「發展綠色運輸系統」等三面向，並研提各面向之措施，包括「優化交通控制、監控系統」、「提昇事故處理效能」、「提昇節能動態路徑指引功能」、「提供多元且便捷之旅客服務資訊獲取管道」、「提供精確且即時之用路人行前旅行資訊及旅行中駕駛資訊」、「提昇商用運具管理子系統效能」、「提昇商用運具路側檢核子系統效能」、「推動高快速公路電子收費系統(ETC)」、「推動電子道路訂價(ERP)」、「推動停車電子收費」、「強化旅次需求管理」、「推動共乘配對與預約服務」、「提昇大眾運輸乘客資訊服務系統功能」、「推動公共運輸車隊管理系統」、「推動交控整合系統」及「推動暨整合電子票證系統」等 16 項。政府未來在 ITS 施政資源投入方面，應以 80/20 式發展策略相較為佳，至推動 ITS 各項服務領域發展部分，則可分為「組織、法規、制度與財務面」、「技術應用面」、「人才培育面」及「產業發展面」等四方面來進行。相關研究成果將可作為我國未來 ITS 發展綱要計畫修訂之參考依據。</p> |                         |                           |  |
| 出版日期   | 頁數                      | 定價                        | 本出版品取得方式   |
| 102 年 3 月  | 194                     | 150                       | 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：<br><input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密<br>（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，<br><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）<br><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: A Study on the Correlation Between ITS and Energy Conservation and Carbon Reduction  |  |                                  |  |
| ISBN(OR ISSN)<br>ISBN 978-986-03-6347-0 (pbk.)  | GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER<br>1010200608 | IOT SERIAL NUMBER<br>102-52-6162 | PROJECT NUMBER<br>99-TAA006  |
| DIVISION: Interdisciplinary Research Division<br>DIVISION DIRECTOR: Hsin-Hsun Huang<br>PRINCIPAL INVESTIGATOR: Yung-Kuei Huang (former division director)<br>PROJECT STAFF: Hsin-Hsun Huang, Foun-Shea Chang, Kao-Yueh, Chen, Chih-Yan Liu, Wan-Ting Mao, Pei-Yun Chu<br>PHONE: 886-2-2349-6867<br>FAX: 886-2-2712-0223   |  |                                  | PROJECT PERIOD<br>FROM February 2010<br>TO December 2010   |
| KEY WORDS: Intelligent Transportation System, energy conservation and carbon reduction, green transportation, greenhouse gas  |  |                                  |  |
| <b>ABSTRACT:</b><br><p>With the increasing seriousness of global warming and the accelerated depletion of traditional energy, all countries in the world have included “energy conservation and carbon reduction” as a new philosophy in the implementation of their policies. They have also engaged in strategic energy arrangements, the implementation of new green policies, and the development of green energy industry to build a sustainable low-carbon society and to develop low-carbon economy. Among the approaches that they adopt, “the ITS development” is an important strategy regarding energy conservation and carbon reduction. On the whole, developing the ITS can effectively reduce energy consumption in the transportation process and green gas emissions. Not only can the ITS enhance transportation efficiency, but it can further achieve the policy goal of energy conservation and carbon reduction.</p> <p>Based on the analysis of this study, services related to the ATMS, ATIS, APTS and EPS of the 9 major services of the ITS have more significant effects on energy conservation and carbon reduction. In addition to integrating and analyzing the effects of the user service units of the 9 major services of the ITS on energy conservation and carbon reduction, investigating the correlation between the ITS and the policies of energy conservation and carbon reduction, this study further establishes their correlation with the transport sector’s strategies of energy conservation and carbon reduction. The user service units that have effects on energy conservation and carbon reduction are divided into three dimensions: “promoting energy use efficiency of the transportation system”, “strengthening transportation demand management” and “developing green transportation system”. This study proposes measures for all these dimensions including 16 items: “optimizing traffic control and monitoring system”, “enhancing the capabilities to deal with accidents”, “improving the guidance function of the energy-conserving dynamic routing”, “providing multiple and convenient access channels to traveler service information”, “offering accurate and real-time pre-travel information to travelers and information to drivers during traveling”, “promoting the effectiveness of the commercial vehicle management sub-systems”, “enhancing the effectiveness of the commercial vehicle roadside inspection sub-systems”, “promoting highway and expressway ETC”, “promoting ERP”, “promoting electronic parking payment systems”, “strengthening travel demand management”, “promoting carpool matching and reservation services”, “improving the functions of the information service systems for public transportation passengers”, “promoting the motorcade management systems of the public transportation”, “promoting the integration systems of traffic control”, and “promoting and integrating the electronic ticketing systems”. In terms of the resources of policy implementation to be invested to the ITS in the future, it is better for the government to adopt the 80/20 principle for development strategies. Concerning the promotion of the development of various services of the ITS, the government can carry this out from 4 perspectives: “organization, law and regulation, system and finance”, “application of techniques”, “talent cultivation” and “industry development”. The results of this study will provide a reference for our country to amend the project of the guidelines for ITS development in the future.</p> |  |                                  |  |
| DATE OF PUBLICATION<br>March 2013   | NUMBER OF PAGES<br>194                       | PRICE<br>150                     | CLASSIFICATION<br><input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL<br><input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET<br><input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED |
| The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.   |  |                                  |  |

# 目 錄

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| <b>第一章 緒論.....</b>                | <b>1-1</b> |
| 1.1 研究緣起.....                     | 1-1        |
| 1.2 研究目的.....                     | 1-1        |
| 1.3 研究範圍.....                     | 1-2        |
| 1.4 研究內容與研究流程.....                | 1-2        |
| <b>第二章 智慧型運輸系統發展概況 .....</b>      | <b>2-1</b> |
| 2.1 歐洲智慧型運輸系統發展現況與未來趨勢.....       | 2-1        |
| 2.1.1 歐洲 ITS 推動組織.....            | 2-1        |
| 2.1.2 歐洲 ITS 發展進程.....            | 2-1        |
| 2.1.3 歐洲 ITS 發展現況.....            | 2-3        |
| 2.1.4 歐洲 ITS 未來發展方向.....          | 2-7        |
| 2.2 美國智慧型運輸系統發展現況與未來趨勢.....       | 2-8        |
| 2.2.1 美國 ITS 推動組織.....            | 2-8        |
| 2.2.2 美國 ITS 發展進程.....            | 2-9        |
| 2.2.3 美國目前 ITS 進行計畫.....          | 2-11       |
| 2.3 日本智慧型運輸系統發展現況與未來趨勢.....       | 2-23       |
| 2.3.1 日本 ITS 推動組織.....            | 2-24       |
| 2.3.2 日本 ITS 推動進程.....            | 2-25       |
| 2.3.3 日本 ITS 推動現況.....            | 2-32       |
| 2.3.4 日本 ITS 未來發展趨勢.....          | 2-41       |
| 2.4 我國智慧型運輸系統發展現況.....            | 2-42       |
| 2.5 小結 .....                      | 2-54       |
| <b>第三章 運輸部門節能減碳發展概況 .....</b>     | <b>3-1</b> |
| 3.1 國內外運輸部門節能源消耗及溫室氣體排放現況.....    | 3-1        |
| 3.2 國內外運輸部門節能源消耗及溫室氣體排放減量策略.....  | 3-21       |
| 3.2.1 國外運輸部門能源消耗及溫室氣體排放減量策略.....  | 3-21       |
| 3.2.2 國內運輸部門能源消耗及溫室氣體排放減量策略.....  | 3-28       |
| 3.2.3 小結.....                     | 3-32       |
| <b>第四章 智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性 .....</b> | <b>4-1</b> |
| 4.1 先進交通管理服務與節能減碳之相互關聯分析.....     | 4-1        |
| 4.2 先進用路人資訊服務與節能減碳之相互關聯分析.....    | 4-12       |
| 4.3 先進公共運輸服務與節能減碳之相互關聯分析.....     | 4-16       |
| 4.4 商用車輛營運服務與節能減碳之相互關聯分析.....     | 4-23       |
| 4.5 電子收付費服務與節能減碳之相互關聯分析.....      | 4-26       |
| 4.6 緊急救援管理服務與節能減碳之相互關聯分析.....     | 4-31       |
| 4.7 先進車輛控制及安全服務與節能減碳相互關聯分析.....   | 4-33       |
| 4.8 弱勢用路人保護服務與節能減碳之相互關聯分析.....    | 4-36       |

|                              |              |
|------------------------------|--------------|
| <b>第五章 整合推動策略與配套措施 .....</b> | <b>5-1</b>   |
| 5.1 整合推動策略.....              | 5-1          |
| 5.2 配套措施.....                | 5-10         |
| <b>第六章 結論與建議 .....</b>       | <b>6-1</b>   |
| 6.1 結論 .....                 | 6-1          |
| 6.2 建議 .....                 | 6-8          |
| <b>參考文獻 .....</b>            | <b>參-1</b>   |
| <b>附錄 1 簡報資料 .....</b>       | <b>附 1-1</b> |
| <b>附錄 2 計畫摘要 .....</b>       | <b>附 2-1</b> |



# 表目錄

|        |  |      |
|--------|--|------|
| 表 2.1  | 日本 ITS 發展之重要里程碑.....                             | 2-25 |
| 表 2.2  | 日本 ITS 目標.....                                   | 2-28 |
| 表 2.3  | 日本 ITS 基本推動原則.....                               | 2-28 |
| 表 2.4  | 智慧交控執行縣市之現場設備連線數量統計表（截至 98 年計畫）.....             | 2-50 |
| 表 2.5  | 「都市聰明公車」計畫各縣市建置實施概況（99 年 10 月）.....              | 2-52 |
| 表 3.1  | 我國各部門燃料燃燒 CO <sub>2</sub> 排放量(不包括電力消費排放).....    | 3-7  |
| 表 3.2  | 我國各部門燃料燃燒 CO <sub>2</sub> 排放量成長率(不包括電力消費排放)..... | 3-7  |
| 表 3.3  | 我國運輸部門 CO <sub>2</sub> 排放量（不含國際航空及國際水運）.....     | 3-9  |
| 表 3.4  | 2006 年全球各國能源密集度.....                             | 3-11 |
| 表 3.5  | 2006 年全球 CO <sub>2</sub> 密集度較大國家.....            | 3-12 |
| 表 3.6  | 英國陸路運輸各運具 CO <sub>2</sub> 密集度.....               | 3-13 |
| 表 3.7  | 公路客運能源密集度.....                                   | 3-14 |
| 表 3.8  | 公路貨運能源密集度.....                                   | 3-15 |
| 表 3.9  | 鐵路客貨運能源密集度（不含場站）.....                            | 3-17 |
| 表 3.10 | 航空客運能源密集度推估(不含場站).....                           | 3-19 |
| 表 3.11 | 水運能源密集度(國籍船).....                                | 3-20 |
| 表 3.12 | 各國運輸部門節能減碳措施-發展綠色運輸系統.....                       | 3-22 |
| 表 3.13 | 各國運輸部門節能減碳措施-加強運輸需求管理.....                       | 3-23 |
| 表 3.14 | 各國運輸部門節能減碳措施-提昇運具能源使用效率.....                     | 3-26 |
| 表 4.1  | ATMS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                       | 4-9  |
| 表 4.2  | 明尼亞波尼斯-聖保羅雙子城高速公路匝道儀控系統節能減碳效益.....               | 4-11 |
| 表 4.3  | 紐約州雪城號誌時制重整計畫節能減碳效益.....                         | 4-12 |
| 表 4.4  | ATIS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                       | 4-14 |
| 表 4.5  | APTS 子系統功能規劃說明.....                              | 4-20 |
| 表 4.6  | APTS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                       | 4-22 |
| 表 4.7  | CVOS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                       | 4-25 |
| 表 4.8  | EPS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                        | 4-28 |
| 表 4.9  | EMS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                        | 4-32 |
| 表 4.10 | AVCSS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                      | 4-33 |
| 表 4.11 | VIPS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表.....                       | 4-37 |

# 圖目錄

|        |   |      |
|--------|---|------|
| 圖 1.1  | 研究流程圖.....                                      | 1-3  |
| 圖 2.1  | EasyWay 計畫目標.....                               | 2-4  |
| 圖 2.2  | ICM 強調路廊內不同運具管理之整合概念.....                       | 2-12 |
| 圖 2.3  | 美國 ICM 之 4 階段發展計畫.....                          | 2-12 |
| 圖 2.4  | ICM 計畫 8 個示範路廊.....                             | 2-13 |
| 圖 2.5  | VII 發展方向及目標.....                                | 2-14 |
| 圖 2.6  | VII 架構圖.....                                    | 2-15 |
| 圖 2.7  | IntelliDriveSM 與 VII 計畫調整主要方向.....              | 2-16 |
| 圖 2.8  | IntelliDriveSM 與 VII 計畫調整資料細分方向.....            | 2-17 |
| 圖 2.9  | Safe Trip-21 測試區.....                           | 2-18 |
| 圖 2.10 | Safe Trip-21 資料蒐集與發布.....                       | 2-19 |
| 圖 2.11 | IntelliDriveSM 通訊技術改變.....                      | 2-20 |
| 圖 2.12 | 美國 ITS 發展進程.....                                | 2-21 |
| 圖 2.13 | 日本 ITS 推動組織架構.....                              | 2-24 |
| 圖 2.14 | SmartWay 與 VICS/ETC 之整合.....                    | 2-31 |
| 圖 2.15 | VICS 系統之資訊傳送結構.....                             | 2-35 |
| 圖 2.16 | 日本機車 ETC 服務.....                                | 2-37 |
| 圖 2.17 | 日本 ETC 多用途服務-1.....                             | 2-37 |
| 圖 2.18 | 日本 ETC 多用途服務-2.....                             | 2-38 |
| 圖 2.19 | Smartway 政策之發展方向.....                           | 2-39 |
| 圖 2.20 | 日本名古屋名城大學津川定之教授所倡導 ITS 節能減碳措施.....              | 2-40 |
| 圖 2.21 | 智慧臺灣 ITS 相關建置計畫策略與重點.....                       | 2-48 |
| 圖 3.1  | 全球及世界各國能源消耗趨勢.....                              | 3-1  |
| 圖 3.2  | 全球及歐盟各國能源消耗趨勢預測.....                            | 3-2  |
| 圖 3.3  | 世界各國 CO <sub>2</sub> 排放量趨勢.....                 | 3-2  |
| 圖 3.4  | 全球及歐盟各國 CO <sub>2</sub> 排放量趨勢預測.....            | 3-3  |
| 圖 3.5  | 化石燃料排碳成長趨勢圖(2006).....                          | 3-4  |
| 圖 3.6  | 我國與歐盟、美國及日本之運輸部門 CO <sub>2</sub> 排放趨勢.....      | 3-4  |
| 圖 3.7  | 歐盟各運輸系統之溫室氣體排放量趨勢.....                          | 3-5  |
| 圖 3.8  | 運輸部門 CO <sub>2</sub> 排放趨勢與預測至 2050 年.....       | 3-6  |
| 圖 3.9  | 我國各部門燃料燃燒 CO <sub>2</sub> 排放量趨勢(不包括電力消費排放)..... | 3-8  |
| 圖 3.10 | 我國運輸部門 CO <sub>2</sub> 排放量趨勢(不含國際航空及國際水運).....  | 3-8  |
| 圖 3.11 | 巴西排碳成長趨勢圖(2008).....                            | 3-10 |

|        |                                 |      |
|--------|---------------------------------|------|
| 圖 3.12 | 中國大陸排碳成長趨勢圖(2008).....          | 3-10 |
| 圖 3.13 | 1990 年至 2030 年歐盟客貨運能源密集度趨勢..... | 3-12 |
| 圖 3.14 | 公路客運各運具能源密集度變化趨勢圖.....          | 3-13 |
| 圖 3.15 | 公路貨運各運具能源密集度變化趨勢圖.....          | 3-15 |
| 圖 3.16 | 鐵路客運能源密集度變化趨勢圖(公升油當量/延人公里)..... | 3-16 |
| 圖 3.17 | 鐵路客運能源密集度變化趨勢圖(度/延人公里).....     | 3-18 |
| 圖 3.18 | 鐵路貨運(行駛)能源密集度變化趨勢圖.....         | 3-18 |
| 圖 3.19 | 航空客運能源密集度變化趨勢圖.....             | 3-19 |
| 圖 3.20 | 水運貨運能源密集度變化趨勢圖.....             | 3-21 |
| 圖 4.1  | 事件管理之資料架構流程圖.....               | 4-3  |
| 圖 4.2  | 旅次需求管理的內涵.....                  | 4-5  |



# 第一章 緒論

## 1.1 研究緣起

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（Intelligent Transportation Systems, 以下簡稱 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。

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、歐盟之 EasyWay 及日本之 SmartWay 皆屬之。

我國亦將「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，然 ITS 共計九大服務領域，35 項使用者服務單元，如何有效運用有限的資源，讓 ITS 發展能符合節能減碳之目標，則有待作進一步深入之探討。

本研究深入瞭解及探討 ITS 與節能減碳政策的相互關聯、因果關係與重要因素之互動關係，進而研提符合節能減碳及永續運輸的 ITS 發展方向與推動構想，以作為我國未來 ITS 發展綱要計畫修訂的依據。

## 1.2 研究目的

本研究主要目的包括：

1. 蒐集及瞭解國內外 ITS 與節能減碳的相互關聯性研究與計畫案例。
2. 探討暨分析 ITS 與節能減碳的相互關聯性。
3. 基於節能減碳政策目標、國內自然與社經環境、ITS 既有發展成果、民眾需求等因素之考量，研提 ITS 發展方向與推動構想。

4. 作為未來修訂 ITS 綱要計畫及擬定實施推動計畫之重要參考依據。
5. 作為未來修訂本所 101-103 年科技計畫之重要參考依據。

### 1.3 研究範圍

基於節能減碳政策方針，回顧及檢討國內外節能減碳政策與 ITS 的相互關聯、因果關係、重要因素之互動關係與關鍵機制，進而針對 ITS 各大服務領域，以及使用者服務單元，探討 ITS 未來發展策略與配合措施。

### 1.4 研究內容與研究流程

為達成前述研究目的，本研究主要之工作內容包括：

#### 1. 探討國內外運輸部門節能減碳政策與發展重點

透過文獻回顧，探討國內外 ITS 發展概況，以及國內外運輸部門節能減碳政策與發展重點，以釐清 ITS 節能減碳重要議題與研究內容。

#### 2. 探討 ITS 與節能減碳的相互關聯性

透過蒐集、調查及分析國內外 ITS 與節能減碳相互關聯性之相關研究、計畫案例與效益資料，探討 ITS 各大服務領域，以及使用者服務單元與節能減碳的相互關聯性。

#### 3. 研擬 ITS 節能減碳未來發展策略以及相關配合措施

藉由前揭 ITS 與節能減碳的相互關聯性分析結果，釐訂 ITS 資源投入策略與推動進程，進而研擬 ITS 節能減碳發展策略與相關配合措施。

#### 4. 研提結論與建議

依據前揭研究成果研提具體之結論與建議。

本研究之流程如圖 1.1 所示。

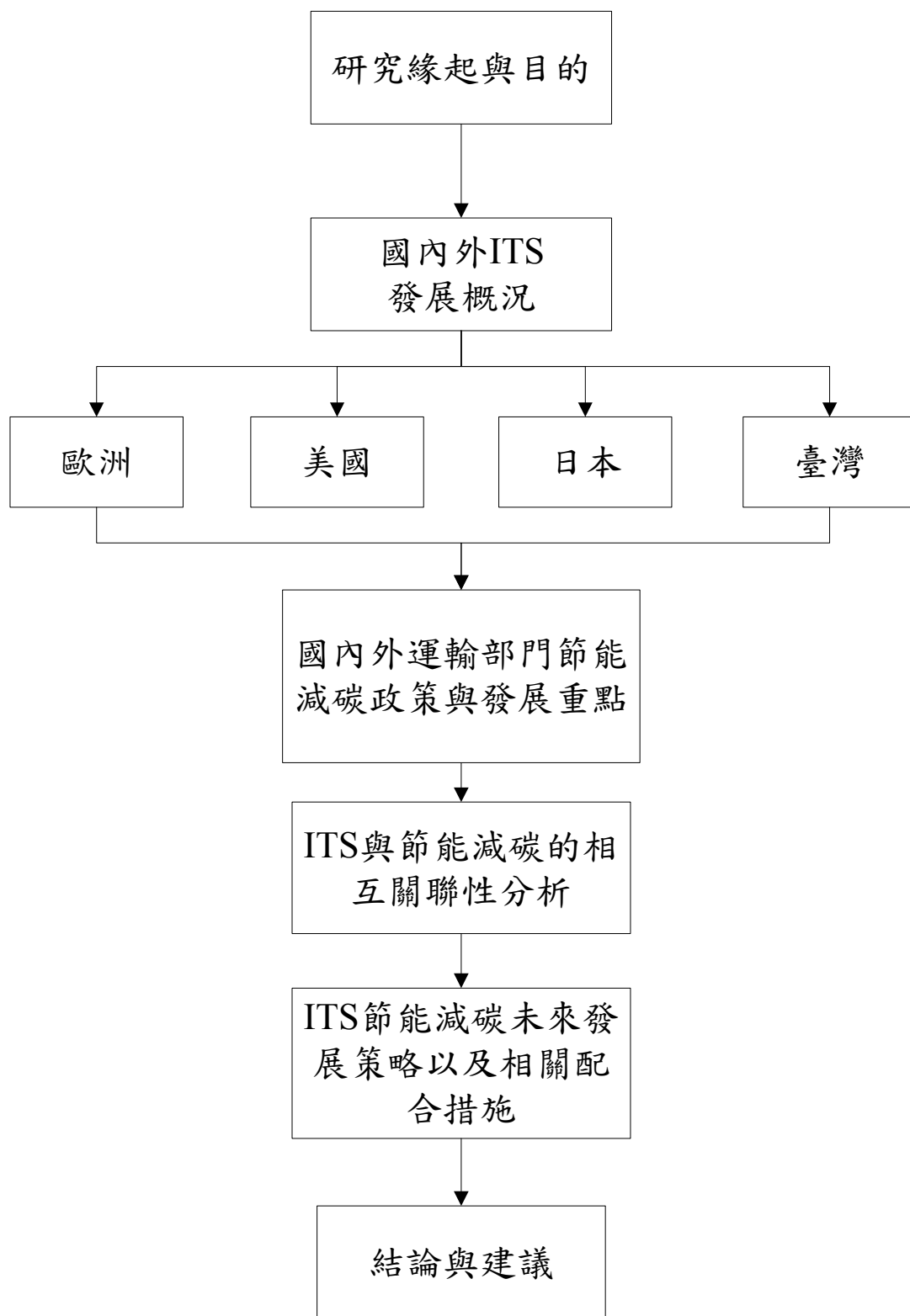


圖 1.1 研究流程圖





## 第二章 智慧型運輸系統發展概況

本章節主要探討國內外智慧型運輸系統發展概況，首先依序分析歐洲、美國，以及日本智慧型運輸系統發展現況與未來趨勢，簡介各國 ITS 推動組織、ITS 發展進程、ITS 發展現況，以及 ITS 未來發展方向，之後探討我國智慧型運輸系統發展現況，包括我國 ITS 發展現況以及國內主要 ITS 公共建設計畫內容，最後則綜整我國 ITS 發展目標與 ITS 未來發展方向。

### 2.1 歐洲智慧型運輸系統發展現況與未來趨勢

#### 2.1.1 歐洲 ITS 推動組織

歐洲的 ITS 主要係由「歐盟執委會」(Europe Commission)與歐洲道路科技執行協調組織 (European Road Transport Telematics Implementation Organization, ERTICO) 共同推動。「歐盟執委會」(Europe Commission) 下設五署，並由其中之「交通與能源署」主導 ITS 推動相關事宜；ERTICO 成立於 1991 年，該組織係屬非營利組織，其主要目的為協調與支援全歐洲智慧運輸系統活動，發展初期以道路運輸為主，嗣後陸續延伸至鐵路、海運及航空等服務領域。ERTICO 係以解決跨國、跨運具之運輸課題作為任務導向，據以推動 ITS，形成該組織與其它 ITS 組織最大差異之處。ERTICO 的主要任務包括：確認市場需求並設定相應目標、設定共同目標，制定所需要策略、多部門財務支援規劃、協助標準化、參與歐盟政策和計畫制定等（交通部運輸研究所，2009）。

#### 2.1.2 歐洲 ITS 發展進程

由於歐盟國家文化背景與法律不同，因此為了實施統一的 ITS，標準化遂成為歐洲推動 ITS 的首要工作。雖然歐洲十分重視複合運輸與運輸安全，但經過十幾年的發展，歐洲的 ITS 仍然處於各國獨立解決方案的狀態，尚未形成完整統一的系統。後期隨著「歐盟架構計畫」(Programme Framwork, FP)與 EUREKA 計畫的推動，歐盟各國才逐漸地開始合作。茲將歷年歐洲 ITS 大型計畫說明如次（交通部運輸研究所，2009）：

## 一、 COST 30 (1970-1973)& EUCCO-COST 30/bis (1980-1984)

本計畫為歐洲最早之研究計畫，研究重點在於提供駕駛人相關用路資訊，研究結果顯示，即時且有效之用路資訊傳遞，將可有效減少事故發生之機率。

## 二、 EUREKA-PROMETHEUS(1986-1994)、CARMINAT(1986-1987)、DEMETER(1986)

EUREKA-PROMETHEUS (1986-1994)、CARMINAT(1986-1987)及 DEMETER (1986)等 3 項計畫之推動重點在於「車的智慧化」，主要研究成果包括改善夜間駕駛能力、車距自動警告系統、行車路線導引、交通資訊系統、數位道路地圖及車內導航系統等。

## 三、 DRIVE(1988-1994)

1988 年由歐盟各國政府聯合推動之 DRIVE(Dedicated Road Infrastructure for Vehicle Safety in Europe)計畫，以降低道路交通事故、加強道路交通安全、提高原有道路交通運輸設施運行效率、降低環境衝擊為目標，計畫內容包括運輸需求管理、交通與旅行資訊系統、整合式都市交通管理、整合式城際交通管理、輔助駕駛、貨運與車隊管理、大眾運輸管理等。

## 四、 T-TAP 計畫(1995-1998)

T-TAP 計畫(1995-1998)為一綜合性研究計畫，計畫內容涵蓋旅客聯合運輸管理與大眾運輸、貨物聯合運輸管理、公路運輸、航空運輸、鐵路運輸、海運與內陸河運、共同議題、資通基礎設施共同服務、相關 EU 政策等九大領域。

## 五、 TEMPO (Trans-European intelligent transport systems Projects) (2001-2006)

鑑於歐洲各國雖重視 ITS 發展，推動多項相關計畫，惟效益僅侷限在某地區或某國家內，且各國鮮少交流，為擴大歐洲 ITS 之推動效益，該計畫將推動目的設定為：降低各國(或各區域) ITS 規劃與建置的不一致性、提高歐洲各國跨國運輸之路網安全與服務品質。

### 2.1.3 歐洲 ITS 發展現況

茲就目前歐洲刻正推動辦理之 EasyWay 計畫(2007-2013)、PReVENT(2004-2008)、eSafety(2002-至今)及 eCall(2006-至今)等 ITS 重要計畫分別說明如次：

#### 一、 EasyWay 計畫(2007-2013) (Thessaloniki, 2009)

除美國之外，歐盟亦進行 EasyWay 計畫整合相關服務，EasyWay 計畫主要是由過去 2001-2006 年所進行的 TEMPO (Trans-European Intelligent Transport Systems Projects) 計畫延伸而來，如同前述，TEMPO 計畫目的是希望建立連結跨國道路網絡的基礎設施，例如電子收費系統。EasyWay 則是接續 TEMPO 後於 2007~2013 年實施的新計畫案，與 TEMPO 差異在於更著重應用服務的發展。EasyWay 計畫實施的服務項目主要是由歐洲各國政府單位、ERTICO 下的 ITS 組織(如 e-Safety Forum)、歐盟執行委員會，相互提出候選的服務項目。之後再舉行多次專家會議，將服務篩選後進行提案，交由區域負責組織進行研究，最後訂出相關實施準則，預估自 2010 年起逐步完成，從 2010 年至 2012 年已進入第二階段，即 EasyWay 2。

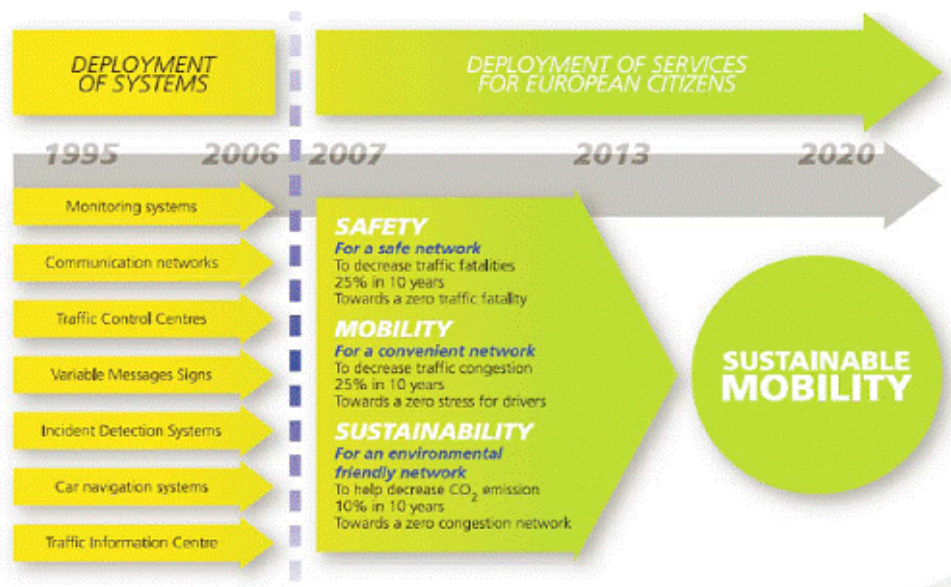
現行負責 EasyWay 計畫的組織則是 EasyWay 執行委員會 (Steering Committee)，係由各國政府、業者共組，處理整個計畫的運作協調，其主席由各國輪流擔任，在組織下又以各地理區域分為八個區塊，亦有八個組織負責各區塊的實際佈建計畫的管理，分別為東南歐 (ITHACA)、中東歐 (CONNECT)、中南歐 (CORVETTE)、中歐 (CENTRICO)、西歐 (ARTS)、南歐 (SERTI)、北歐 (VIKING)，以及歐陸外的英國 (STREETWISE)。由前述可知此計畫仿效美國與日本由上而下擬定方式，在歐洲各地發展並整合交通基礎建設與服務系統。

基於在過去建置的基礎建設，EasyWay 計畫著重進一步發展相關的應用服務，並進行必要的硬體部署與升級。目標期望至 2020 年，能夠大幅減少交通事故、道路壅塞、降低二氧化碳排放量等問題，提供歐洲共通的智慧型運輸系統，進而維持交通運輸系統長久的效益與

便利。

EasyWay 計畫擬定三大目標，首先是安全，以 10 年內減少 25% 之交通事故，以零交通意外事故為目標，其次是效率，希望 10 年內可以減少 25% 之壅塞狀況，塑造無壓力的駕駛環境，最後是永續運輸，10 年內減少 10% 二氧化碳排放量以降低環境衝擊性。

為了達到前述目標，TEMPO 計畫自 1995 年開始，就針對歐洲各國交通建設進行建置整合的工作，項目包括監控系統(Monitoring Systems)、通訊網路(Communication Networks)、交控中心(Traffic Control Center)、可變訊息標誌(Variable Message Signs)、事件偵測系統(Incident Detection Systems)、車輛導航系統(Car navigation Systems)、交通資訊中心(Traffic Information Center)等 7 項。



資料來源：[http://ec.europa.eu/transport/its/road/deployment\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/its/road/deployment_en.htm)

圖 2.1 EasyWay 計畫目標

考量到現有較為可行、成熟的技術，EasyWay 計畫中也篩選較具潛力的項目。目前 EasyWay 計畫鎖定的核心服務，主要可區分為三個類別，包括旅行者資訊服務 (Traveler Information Services)、交通管理服務(Traffic Management Services)以及貨運與物流服務(Freight and Logistics Services)三大服務類別，所需要的資訊來源，除了由傳統道路基礎設施提供之外，一個很重大的影響是探偵車資料整合。

由於要將所有計畫區域中所有道路均建置完善路側基礎設施十分困難，EasyWay 計畫特別將先進資通訊技術結合衛星定位系統的探偵車資訊列為資料來源，並將所得到資訊，與道路基礎設施資料進行融合(DATA FUSION)，建立完整資料及決策支援系統。

EasyWay 計畫中旅行者資訊服務應用項目十分多元，包括即時動態活動與警告資訊 (Real-Time Event and Warning Information)：給予各種事件通知，例如當地節慶活動、大眾運輸資訊通知，例如飛航或鐵公路班次。交通路況資訊 (Traffic Conditions Information)：提供即時交通路況資訊服務以供進行用路人路線規劃或改道決策。旅行時間資訊 (Travel Time Information)：根據當前交通路況，提供至目的地時間之規劃。道路氣象資訊 (Weather Information)：提供氣象資訊，以及道路狀態資訊。道路速度限制資訊 (Speed Limit Information)：根據當前交通路況，提供駕駛人適當的速限建議。

從這些項目可發現，服務內容很重視資訊的即時性，以達成真正有實用價值的效益。在目前道路基礎設施不足狀況之下，利用行動通訊引進衛星定位資訊進入交通資訊系統，透過融合衛星定位資訊，和原有即時交通資訊系統服務，同時滿足用路人行前或旅途中需求，提供用路人更完整路況資訊。

第二個 EasyWay 計畫服務類別為交通管理服務，內容包括主要路廊與路網交通管理策略(Strategic traffic management for corridors and networks)，提供一系列的策略、即時應對計畫，來處理主要路廊與路網上的交通事件，以在各種情況下(例如車禍、氣候)有效控制交通狀態。特定道路區位交通管理(Traffic management of sensitive road segments)，對於特殊路段，如山路、橋梁、隧道、施工區域等，容易受壅塞、氣候及易肇事路段，提供管理機制及利用先進資通訊技術結合衛星定位系統，減少事故。事件管理(Incident management) 對於事件的處理，提供更完整救援機制，並利用先進資通訊技術結合衛星定位系統，主動通知位於該路段用路人瞭解該路段救援相關資訊。

EasyWay 計畫中，第 3 個服務類別係貨運與物流服務，針對商用貨運車隊，制訂管制品運輸規範(Access to abnormal and hazardous

transport regulations) 對於危險、管制物品的物流運輸，設立即時運輸物流資訊服務中心，來整合特殊物品運輸監管、各國規範差異的問題，以形成即時監控服務系統。智慧貨車停車服務系統(Intelligent truck parking) 主要是針對貨運車駕駛，提供停車休息區的預約，並利用先進資通訊技術結合衛星定位系統，主動提供駕駛所在位置相關資訊查詢，此服務可透過車載資通訊管道進行安排。

由於目前 EasyWay 尚在規劃階段，進一步的經營模式尚未底定，目前採取的作法，將是由政府提供基本的免費廣播資訊服務，再與其它交通資訊服務提供者、電信業者合作，將整合的即時交通資訊提供給業者，進行後續增值服務的設計，以提供道路使用者更細緻、客製化的服務。未來在 EasyWay 計畫下，將會建立起跨國性的主要幹道基礎建設，如行車流量偵測系統、可變標誌資訊系統、路況監控攝影機等基礎設施。另一方面，EasyWay 未來所能提供的交通資訊，將提供導航業者或車載服務商進行服務加值的發展機會。

整體而言，EasyWay 是在先進資通訊技術結合衛星定位系統的功能下，附加更多的即時交通資訊服務，以提供用路人在行駛的過程能夠更為順暢與便利，同時也應用位置資訊協助交通管理，協助管理貨物運輸、進行急難救助，讓整體運輸效益提升。

## 二、 PReVENT(2004-2008)、eSafety(2002-至今)、eCall(2006-至今)

為提升交通安全，降低交通事故死亡率，歐盟執委會陸續推動 PReVENT、eSafety、eCall 等相關 ITS Telematics 計畫。茲分別說明其推動重點如次：

### (一)「汽車早期預警系統」(PReVENT)

本計畫主要研究重點係透過紅外線、影像、雷射、測速儀等偵測技術、車內電子地圖、衛星定位導航技術(GPS, GNSS and GALILEO)與無線通訊技術，並藉由車上單元、車-車或車-路側設施的互相通訊，確認車輛所在地點、路況、可能行駛路徑，以提高道路安全。

### (二)eSafety(2002-至今)

鑑於道路交通事故每年造成相當大的生命財產與社會成本的損失，為推動 eSafety 方案，歐盟於 2002 年成立 eSafety 工作小組(eSafety Working Group)，專責相關課題的研發。2003 年更結合公私部門相關單位，在 ACEA、ERTICO、EC DG INFSO、EC DG ENTR 以及道路、通訊、相關零件、汽車產業等代表指導下，成立 eSafety Forum，作為共同推動 eSafety 方案的一個合作平台，明確訂出於 2010 年達到減少道路事故 50%的目標。

### (三)「緊急求救電子化系統」(Emergency Call, eCall)

「eCall」系統透過 CAN 介面記錄汽車關鍵安全零組件資料，一旦發生事故，GPS 導航模組將發送事故地點資訊至緊急呼叫中心，讓醫療急救人員可即時前往處理。2010 年「eCall」系統將成為歐洲所有車輛的標準配備。

#### 2.1.4 歐洲 ITS 未來發展方向

為了促進歐洲 ITS 在跨國及跨運具領域之發展，2008 年歐盟執委會(Europe Commission)結合了多方團體意見，將歐洲未來 ITS 之發展原則界定為：潔淨、安全與保全、效率（包含能源使用）等面向，並擬定歐洲 ITS 六大行動方案，茲說明如次（交通部運輸研究所，2009）：

##### 一、最適化道路、交通與旅遊資訊之應用

推動作法包括擬訂適用於全歐洲交通旅遊資訊服務之共通性規範、提供最適化道路資訊、交通流量與路徑選擇建議之資料，以及在以公共運輸為前提下，推動促進及戶的國際複合運輸旅運規劃發展等。

##### 二、持續應用 ITS 於運輸走廊、跨都市交通管理與貨運管理

本項計畫主要推動工作係找出 ITS 可支援貨物運輸(eFreight)的項目，並著重於貨物追蹤與其他相關科技應用之發展，另推動實施電子道路收費系統。

##### 三、道路安全與保安

推動作法包括推廣新舊車安裝先進駕駛人輔助系統與相關安全與保安系統、支援 eCall 構建全歐洲的實施平台(Implementation Platform)，推動保障弱勢用路人及商車監控管理等相關措施。

#### 四、 整合車輛與交通基礎設施

推動項目包括針對共同營運的系統訂定路-路、車-路、車-車之通訊規格，促使歐洲標準化組織訂定 ITS 建置標準等。

#### 五、 資料之監控、保護與責任

推動項目包括立法保障 ITS 相關產品與服務之資料取得、個人資料保護、規範 ITS 相關應用產品之權利義務等。

#### 六、 歐洲各國 ITS 之協調與合作

為促進各國 ITS 之協調與合作，除在會員國建置 ITS 協同合作平台外，更計畫發展出決策支援系統，以評估 ITS 投資效益，評估項目包括經濟、社會、財務、營運之影響、最佳案例、使用者接受度、成本與效益分析等。

上開歐洲 ITS 六大行動方案，除具體擬定未來歐洲 ITS 之推動發展方向外，更期能藉由發展方向之確認，促使各國現有 ITS 相關計畫能整合或互補以達成共同的目標。另外，歐洲議會(Europe Parliament)亦考慮另外增設「歐盟 ITS 委員會」(European ITS Committee)與「歐盟 ITS 顧問小組」(European ITS Advisory Group)以協助各國處理 ITS 事務之協調事宜。

## 2.2 美國智慧型運輸系統發展現況與未來趨勢

### 2.2.1 美國 ITS 推動組織

美國 ITS 推動組織為美國智慧運輸協會 (ITS America)，該組織前身為 IVHS America，於 1994 年改為 ITS America，係以推廣與促進先進 ITS 技術應用，提升地面運輸活動之安全與效率為目的之非營利組織，成員包括政府機構(聯邦政府、州政府、地方政府、國際政府機構)、資通訊業者、汽車業者、大學、研究單位、地方公民營組織



與個人等，其中 50%為私人公司或團體。目前美國 ITS 的推動主要是靠聯邦政府(美國運輸部)與 ITS America (前身為 IVHS America)共同研擬策略，聯邦政府對於可增進安全、效率、保安與經濟之 ITS 產品，以擔任領導者的角色率先投資示範，並且提供誘因鼓勵企業、州與地方政府投入 ITS 建置。ITS America 則協助政府制定 ITS 政策，同時組織技術論壇，並協助 ITS 標準化，以及對外促進國際合作，包括 ITS 資訊之交流與管理。而對內工作方面則透過地方和州政府的 ITS 計畫支援與 ITS 先進技術示範，提高民眾對 ITS 的認知。而民間則發展各項有助於保障民眾安全、時間與金錢之 ITS 科技，並協助運輸資訊網路整合計畫的發展與標準訂定，以支持促進無縫運輸、及戶服務之科技發展（交通部運輸研究所，2009）。

### 2.2.2 美國 ITS 發展進程

#### 一、 ERGS (1967-1971)

電子式路徑導引系統(Electronic Route Guidance Systems, ERGS)，是美國早期最廣為人知的 ITS 建設。由公路局(Bureau of Public Roads)負責（現為 FHWA）。旨在藉由該設備的安裝，使車輛通過時，路側設施與車機間能達成資訊的雙向傳遞，進而將資訊提供給駕駛人。

#### 二、 PATHFINDER(1989-)

由加州政府自行研究，計畫重點在將車內導航系統與交通資訊系統整合，此計畫的成功使美政府開始注意到 IVHS 效益。

#### 三、 ISTEA (1992-1997)

地面運輸效率法案(ISTEA, Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991)於 1991 年通過，是美國 ITS 蓬勃發展的關鍵。該法案目的是加速 ITS 的建設，如：ITS 基礎研究、ITS 試驗計畫、輔助其他與 ITS 相關建置活動，藉此以提高可及性、生產力並減少事故與旅行時間。更重要的是，1992 至 1997 年美國聯邦政府將投入至少 231 億台幣的研究經費於 ITS 相關計畫。

#### 四、 TEA-21 (1998-2003)

1998 年, 21 世紀運輸公平法案(TEA-21, The Transportation Equity Act for the 21 century) 延續多數 ISTEA 之計畫與政策, 持續強調各州政府在交通建設上的參與(尤其是公路)。6 年(1998-2003)經費為 448.7 億台幣, 包含 ITS 建置 237.6 億台幣, ITS 研究 211.1 億台幣。主要目的是為了減少交通擁擠造成之社會、環境、經濟成本。

#### 五、 國家級 ITS 系統架構規範(1993-1996)

1991 年 ISTEA 法案要求美國運輸部應建立 ITS 的相關標準。因此, 美國運輸部要求 IVHS America 歸納各產官學界之意見, 研擬策略計畫。1992 年該策略計畫出版, 其中即建議美國運輸部應開始發展一個開放性的全國 ITS 系統架構, 故美國運輸部於 1993 年發出系統架構服務建議書之徵求公告。計畫成本約為 9.8 億台幣, 均由聯邦政府出資。美國 ITS 國家架構文件共分為 16 冊, 長達 5500 多頁, 分為 8 大領域 33 個使用者服務項目, 目前該系統架構已持續修至第七版, ISTEA 利用框架(framework)的構成來表現 ITS 各子系統彼此間之運作情形, 為美國推動 ITS 標準化之第一步驟。。

#### 六、 旅行時間節約計畫(1996-2005)

1996 年, 美國運輸部發布旅行時間節約計畫 (Operation Time Saver)。旨在完成其境內 75 個大都市之 ITS 九項基礎設施, 希望能在 10 年內將旅行時間縮短 15%。即在這 75 個城市中, 凡新擴建道路交通基礎設施, 必須建有 ITS 的相關設施, 借以加強 ITS 研究成果的實施, 推進 ITS 產業的發展。

#### 七、 國家 ITS 發展計畫(2002-2012)

美國在遭受 911 攻擊後, 強調 ITS 對於交通資訊、恐怖攻擊之即時反應與管理能力, 並更重視各項交通基礎設施之保安、以及緊急事故疏散能力。因此「美國運輸部」 (United States Department of Transportation)與「美國智慧運輸協會」 (Intelligent Transportation Society of America, ITS America) 於 2002 年 1 月合作執行「國家型智

慧運輸系統十年計畫」(National Intelligent Transportation Systems Program Plan: A Ten-Year Vision)，以加強地面運輸系統之安全、效率與保安，同時強化各項運輸服務間之可及性，及減少能源消耗與環境衝擊。

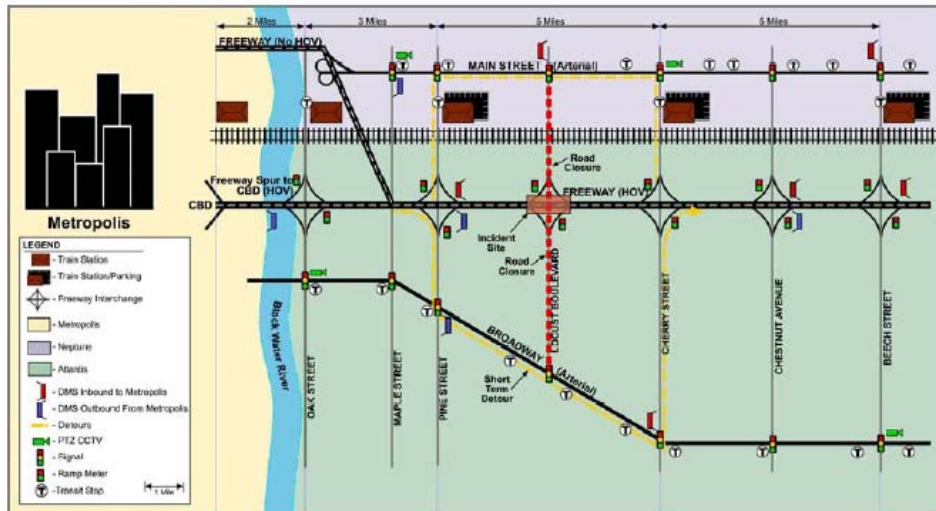
### 2.2.3 美國目前 ITS 進行計畫

#### (一)整合式廊道管理計畫

為解決都會區中重現性與非重現性交通壅塞問題，乃執行「整合式路廊管理系統計畫」(Integrated Corridor Management Systems, ICM)，以整合都會區鄰近區域路網與相關運輸組織，有效管理與協調各路網容量，從而減少旅運時間、油耗、廢氣排放量與事故數，增加旅運可靠度與旅運時間預測的準確度(Abed Abukar, 2009)。本計畫強調特色如下：

##### 1. 強調多運具之整合管理

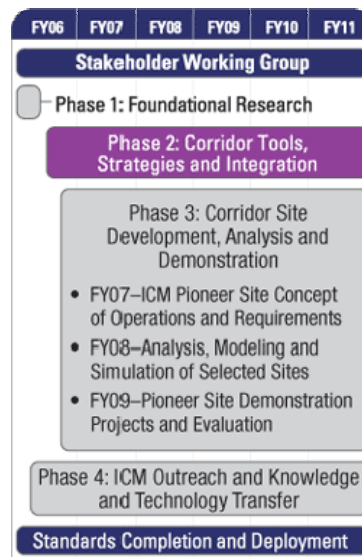
由於特定路廊內存在平行之替代運輸方式如高速公路、都市幹道、通勤鐵路、捷運、公車等多項運具，各自處理個別的問題往往非系統之最佳效益，可能造成路廊內之容量被閒置或低度利用，故 ICM 強調透過不同運具與管理機關等利益相關者(stakeholder)之合作，可動態管理及運作區域內各種運輸系統，使合併成為單一多元運輸路網(single multi-modal network)(如圖 2.2 所示)，以達成系統最佳化的目標。



資料來源：<http://www.its.dot.gov/icms/index.htm>

圖 2.2 ICM 強調路廊內不同運具管理之整合概念

美國運輸部從 2006-2011 年發展 4 個階段的 ICM 計畫，包括第 1 階段：基礎研究、第 2 階段：路廊之分析工具、策略與整合、第 3 階段：路廊地點、發展、分析與展示，以及第 4 階段：知識與技術轉移等（如圖 2.3）。另 ICM 計畫選擇 8 個示範路廊（圖 2.4），由於各路廊運具組成與管理方式各異，可擴大未來應用之參考價值。



資料來源：Abed Abukar, P.E., Integrated Corridor Management (ICM) TexITE Fort Worth Section, March, 20, 2008.

圖 2.3 美國 ICM 之 4 階段發展計畫

| Pioneer Site Location       | Corridor Assets To Be Integrated with ICM |         |               |                   |             |               |                   |               |            |                   |
|-----------------------------|---|---------|---------------|-------------------|-------------|---------------|-------------------|---------------|------------|-------------------|
|                             | Freeway                                   |         | Arterial      | Bus               |             | Rail          |                   |               |            |                   |
|                             | HOV                                       | Tolling | Value Pricing | Real-time Control | Fixed Route | Express Buses | Bus Rapid Transit | Commuter Rail | Light Rail | Subway/Heavy Rail |
| Dallas, Texas               | ◆   | ◆       |               | ◆                 | ◆           | ◆             |                   |               | ◆          |                   |
| Houston, Texas              | ◆   | ◆       | ◆             | ◆                 | ◆           | ◆             | ◆                 |               |            |                   |
| Minneapolis, Minnesota      | ◆   | ◆       | ◆             | ◆                 | ◆           | ◆             | ◆                 |               |            |                   |
| Montgomery County, Maryland | ◆   |         |               | ◆                 | ◆           | ◆             |                   | ◆             |            | ◆                 |
| Oakland, California         | ◆   | ◆       |               | ◆                 | ◆           | ◆             | ◆                 | ◆             |            | ◆                 |
| San Antonio, Texas          |   |         |               | ◆                 | ◆           | ◆             |                   |               |            |                   |
| San Diego, California       | ◆   | ◆       | ◆             | ◆                 | ◆           | ◆             | ◆                 |               |            |                   |
| Seattle, Washington         | ◆   |         |               | ◆                 | ◆           | ◆             |                   | ◆             | ◆          |                   |

資料來源：Abed Abukar, P.E., Integrated Corridor Management (ICM) TexITE Fort Worth Section, March, 20, 2008.

圖 2.4 ICM 計畫 8 個示範路廊

## 2. 建立整體路廊績效之分析工具

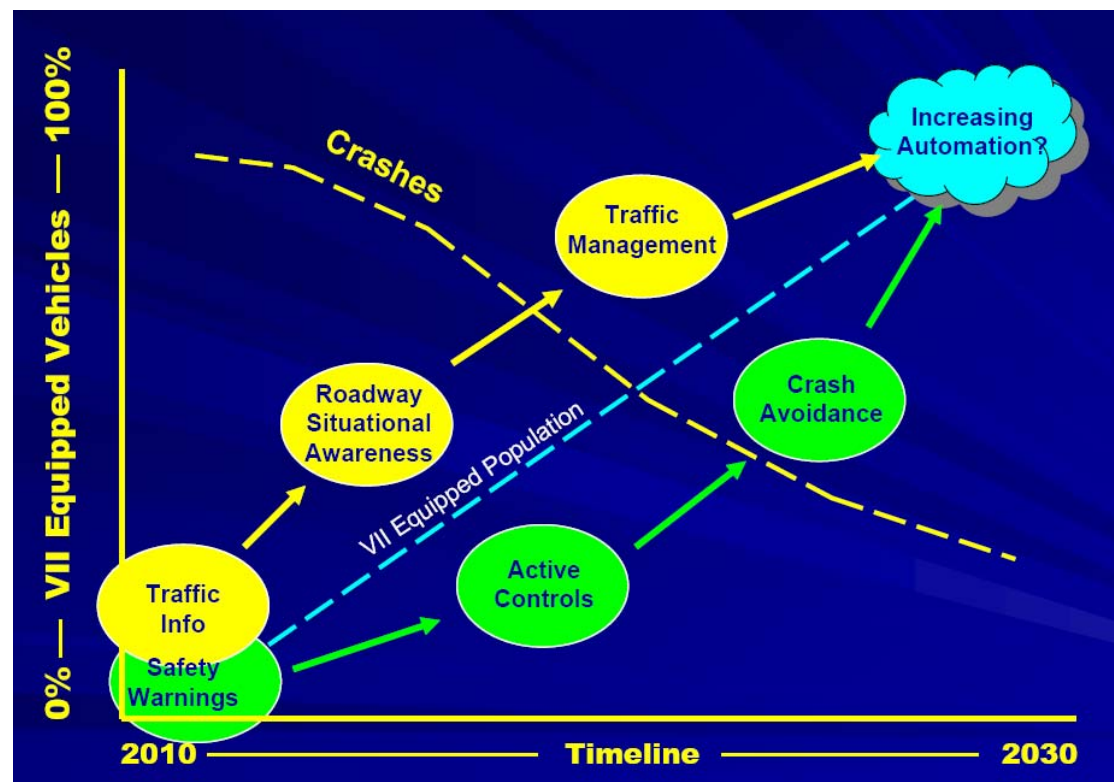
針對路廊內不同狀況與情境，可能需採用不同之 ICM 策略，如大眾運輸優先號誌、幹道號誌控制、旅行者資訊發布、匝道儀控等，因此針對不同策略需特定的分析工具來模化及模擬各策略之績效，以作為系統營運者選擇的依據，ICM 計畫選擇加州舊金山灣區的 I-880 運輸走廊作為分析工具的測試走廊，透過整合既有的分析工具建立 ICM 計畫所需之分析、模組化及模擬（Analysis, Modeling, and Simulation, AMS）工具以及模式化所需之資料需求。

## 3. 成功關鍵不僅在於技術及運作議題，更在於制度

ICM 涉及多運具整合管理，其需整合的層面不僅在技術層面如 C2C 之通訊、交通號誌系統、旅行者資訊系統、路側設施、不同運具之資料交換介面等「技術層面」，以及「運作層面」如評估及協調有效之 ICM 策略，其成功整合更需要不同運具及管理機構在「制度層面」的協調與整合，由於系統最佳化有時必須犧牲個別運具或管理機構之效率，例如地方幹道壅塞，高速公路匝道儀控率配合調整可能增加高速公路已有負荷，故在制度面之整合建議由所有利益相關之運具及管理機關共同成立委員會，並成立共同路廊之運作小組，來處理制度面之協調與合作議題（Steve Mortensen，2009）。

## (二)車路整合系統

由於車禍帶來的龐大損失，使得美國運輸部斥資 30 億美元積極推動 VII(Vehicle Infrastructure Integration, VII)計畫，希望在 2012 年初步完成這項計畫，將車禍發生率降低，要完成這個目標主要可以從兩個方向來執行，其一是即時提供用路人必要資訊內容。由於現在車載機日漸普遍，透過無線通訊網路，可以提供車載機諸如外在環境資訊、車流量、路況等資訊，最終則是可以達成交通管理的目標。第二是提供安全警示功能，由危險資訊的警示，讓車子具備主動控制（Active control）的能力，例如汽車可以在車禍發生前，意識到即將撞上其他車輛，馬上進行自動控制，如此一來，就可以避免車禍發生（Ashwin Amanna，2009）（如圖 2.5 所示）。



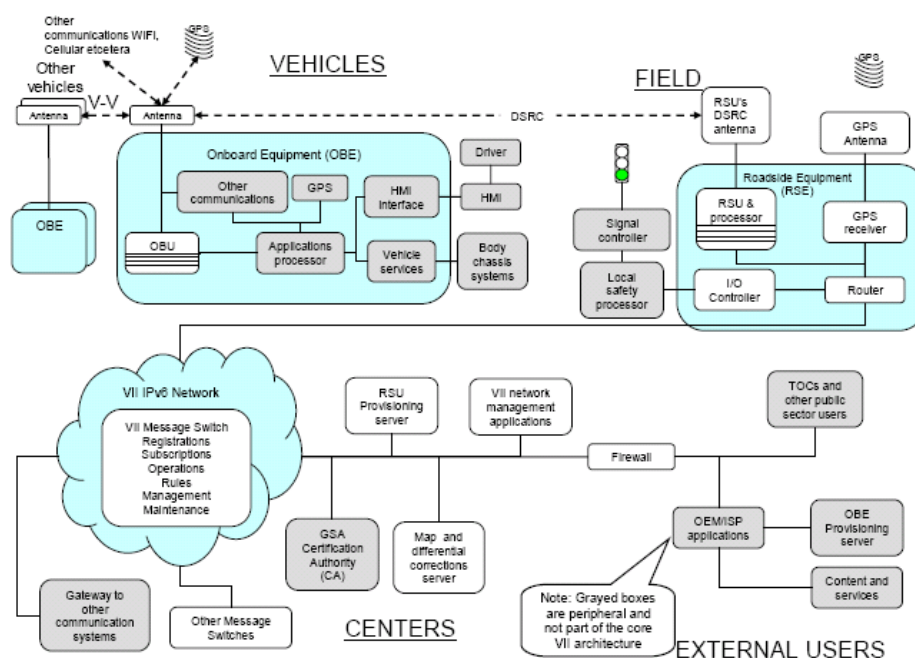
資料來源：Ashwin Amanna, Overview of IntelliDrive / Vehicle Infrastructure Integration (VII), May 31, 2009.

圖 2.5 VII 發展方向及目標

VII 主要目的是提高行車安全並減少意外事故的發生，藉由車輛相互間通訊以減少因道路偏離（Roadway Departure）或十字路口的意外（Intersection Incidents）事故。於是車輛安全通訊（Vehicle Safety



Communications) 之相關需求即應運而生。目前車輛與其他車輛 (Vehicle to Vehicle) 或是路側設施 (Vehicle to Road) 連結通訊, 然而與鄰近車輛間的交流或是了解路況將能幫助改善行車安全, 主要可分為車輛到車輛 (Vehicle to Vehicle) 與車輛到路側設施 (Infrastructure-with-Vehicle) 兩部分, 前者例如緊急碰撞警示 (Emergency collision warning)、車道變換協助 (Lane Change Assistance)、盲點警示功能 (Blind Spot Warning) 等, 後者則如隱藏車道警示 (Hidden Driveway Warning)、公路併入協助 (Highway Merge Assistance)、電子道路標誌 (Electronic Road Signs) 等, 整體架構如圖 2.6 所示 (Farradyne, 2005)。











資料來源：Farradyne, VEHICLE INFRASTRUCTURE INTEGRATION (VII) VII Architecture and Functional Requirements, 2005.

圖 2.6 VII 架構圖

近年美國運輸部為了要整合既有的研究成果, 並更清楚去向民眾傳達、推廣「智慧駕駛」的概念。在 2009 年 2 月時, 美國運輸部之下的創新技術研究署 (Research and Innovative Technology Administration, RITA), 將 VII 的計畫改名為「IntelliDriveSM」, 期望更清楚去傳達、推廣「智慧駕駛」的概念。IntelliDriveSM 計畫除

了通訊技術和管理方式的改革，服務的對象也增加，從由小汽車為主調整為包括大眾運輸的所有車輛，合作的對象也由一般車廠，開放到後裝市場。原本 VII 計畫只針對美國境內車輛，經過討論後變為與國際接軌，並計畫開放技術與市場，同時針對在第一階段發現，因各分項計畫各自發展，所造成架構鬆散之課題，美國聯邦運輸部在 ITS America Annual Meeting 2009 上即宣布，發展方式變更為政府強力主控發展（Mike Schagrin，2009），這些改變詳如圖 2.7。

## What's Changed

|                                   |   |  |
|-----------------------------------|---|--|
| DSRC only                         |    | Technology options   |
| OEM production units only         |    | Aftermarket and retrofit considered                            |
| Light vehicle focus               |   | All vehicle types  |
| Prototyping/proof of concept      |  | Focus towards deployment                                       |
| Limited stakeholders              |  | Broader stakeholder engagement                                 |
| Limited visibility by “outsiders” |  | Greater program transparency                                   |
| US focus                          |  | International harmonization                                    |
| Loosely coupled programs          |  | Strong, collective USDOT support, coordination, and leadership |

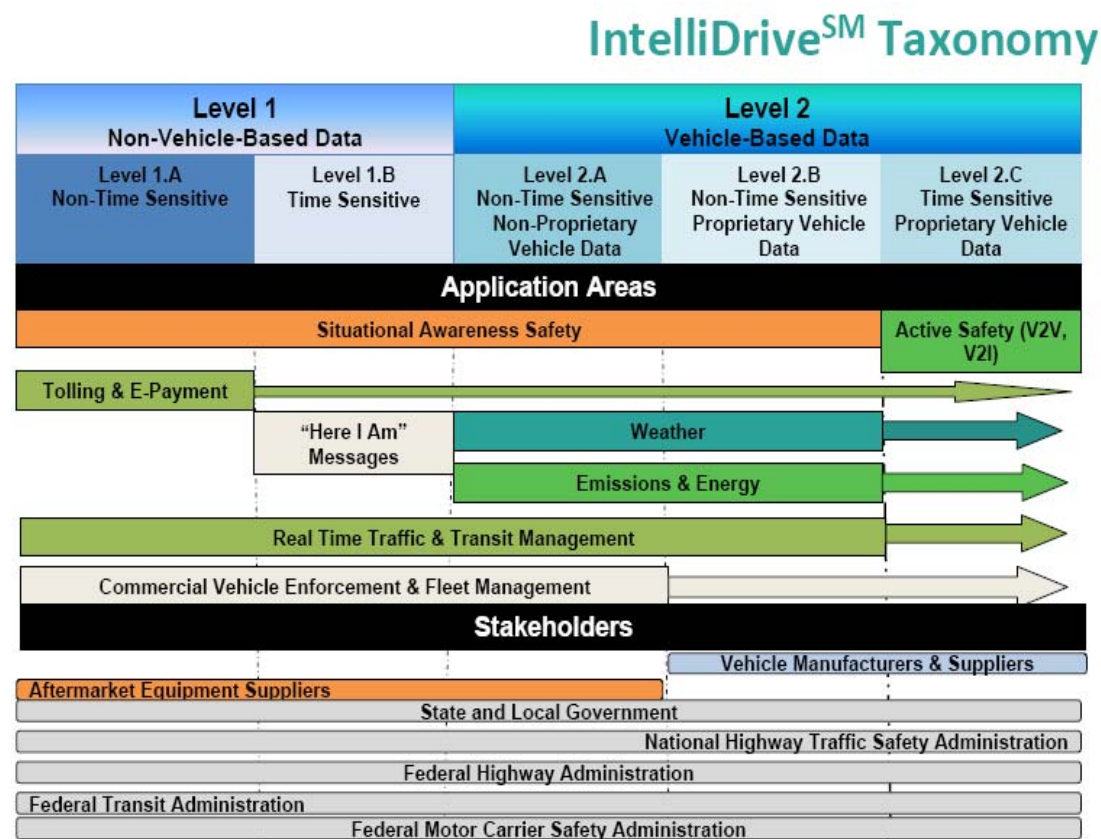
資料來源：Mike Schagrin, IntelliDrive Program Overview, ITS America Annual Meeting 2009.

圖 2.7 IntelliDriveSM 與 VII 計畫調整主要方向

在 2009 年 6 月，美國運輸部檢討執行狀況後認為進度落後，除了為讓民眾進一步了解計畫內涵，將計畫更名為 IntelliDriveSM 之外。同時在執行面方面，美國聯邦運輸部進一步將整個計畫更清楚的劃分，資料分做以車輛為基礎和非車輛為基礎資料，時效性和非時效性資料，各領域分別應用，各政府部門管理部份也更加明確，確立了整個計畫由運輸部門掌控，私部門在整個計畫的角色定位也更加明確



(如圖 2.8 所示)，在執行順序上，即時交通資訊蒐集和提供優先執行，整個計畫由政府完全管理，這點和我國狀況並不相同（Mike Schagrin，2009）。



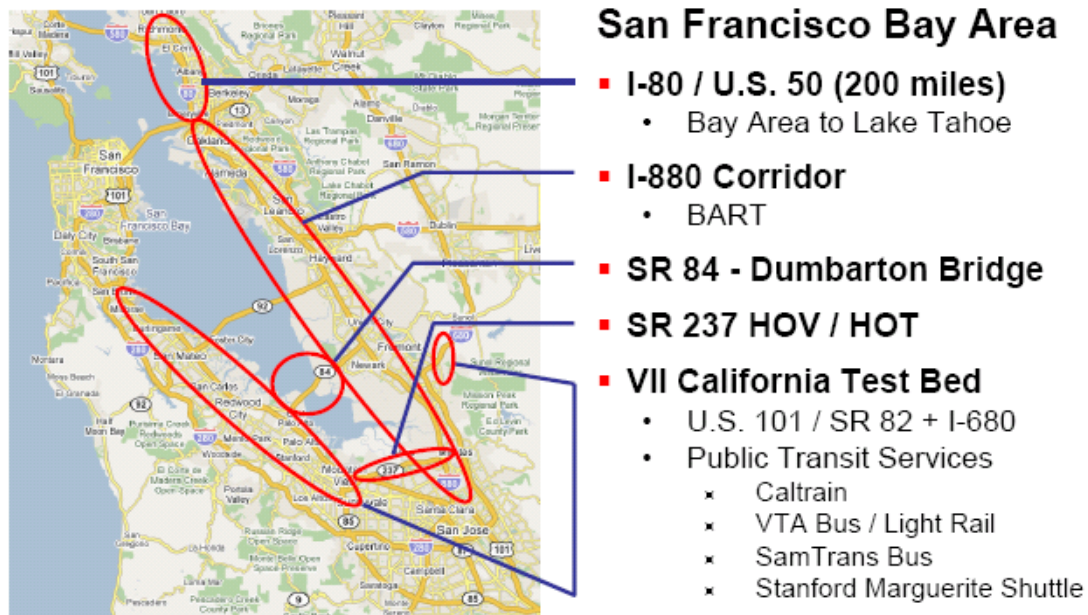
資料來源：Mike Schagrin, IntelliDrive Program Overview, ITS America Annual Meeting 2009.

圖 2.8 IntelliDrive<sup>SM</sup> 與 VII 計畫調整資料細分方向

從美國運輸部對於支援 VII 系統之輕型車的預估觀察，其假設在 2011~2015 年仍是處在系統建置的時期，因此短期內還不易在車市中見到支援 VII 系統的車輛，在 2012 年以後，才會開始有支援 VII 內裝車載系統（On-Board Equipment, OBE）的新車開始量產。有關美國 Intellidrive 之發展狀況，由於其發展初期受限於前述路側設備與車上設備單元尚未普及，因此只能利用現有資通訊技術加以取代，並將 Intellidrive 計畫分為 3 個階段，第 1 階段稱為 Safe Trip-21 計畫，利用現在的資通訊技術，整合衛星定位的位置資訊，先推動交通資訊應用服務。Safe Trip-21 主要是由加州運輸部負責，於舊金山海灣區（San

Francisco Bay Area) 建立一個大型測試區 (如圖 2.9 所示)，由美國運輸部與合作單位 (包括公共運輸部門、手機製造商、汽車廠商等) 分別出資 290 萬美元與 790 萬美元，進行車路整合系統第 1 階段測試工作 (Raja Sengupta, 2010)。

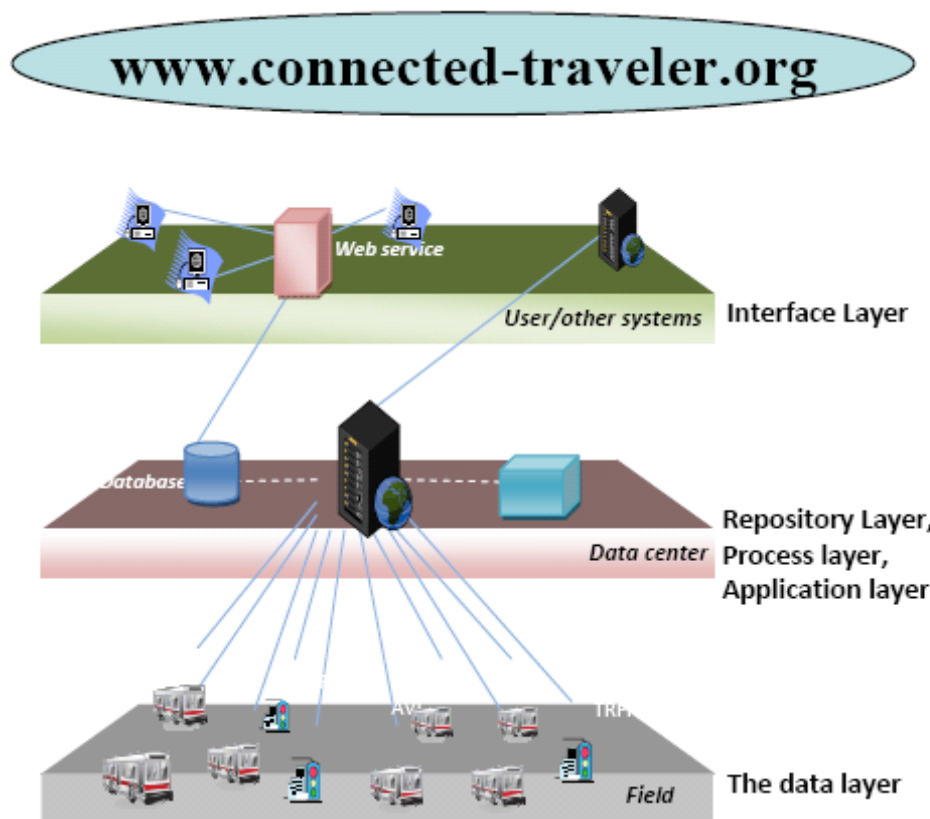
## SAFE TRIP-21: Initial Field Test Site



資料來源: Raja Sengupta, Safetrip-21: Connected Traveler California PATH Research Report, 2010.

圖 2.9 Safe Trip-21 測試區

Safe Trip-21 計畫主要工作內容除了建立測試場、各種技術模擬和評估之外，另一項重要工作係向全美民眾宣導 Intellidrive 計畫，同時評估 Intellidrive 計畫對節能減碳的效益，後續則將根據此階段的成果，對第 2、3 個階段執行內容進行調整。另 Safe Trip-21 計畫係分作 3 個方向進行，首先係整合公共運輸資訊，提供使用者包括公車、捷運等運具即時到站時間預估與旅運規劃；第 2 是利用 GPS 手機進行探偵車資訊蒐集，包括提供行駛速率資訊與動態導航；第 3 是整合停車與電子票證業務。值得注意的是 Safe Trip-21 計畫使用者介面係以手機為主，而非規劃中 DSRC 介面，同時 Safe Trip-21 計畫將這些服務規劃為 3 個層次(layer)包括：資料蒐集、資料處理(整合)、資料發布(如圖 2.10 所示)。



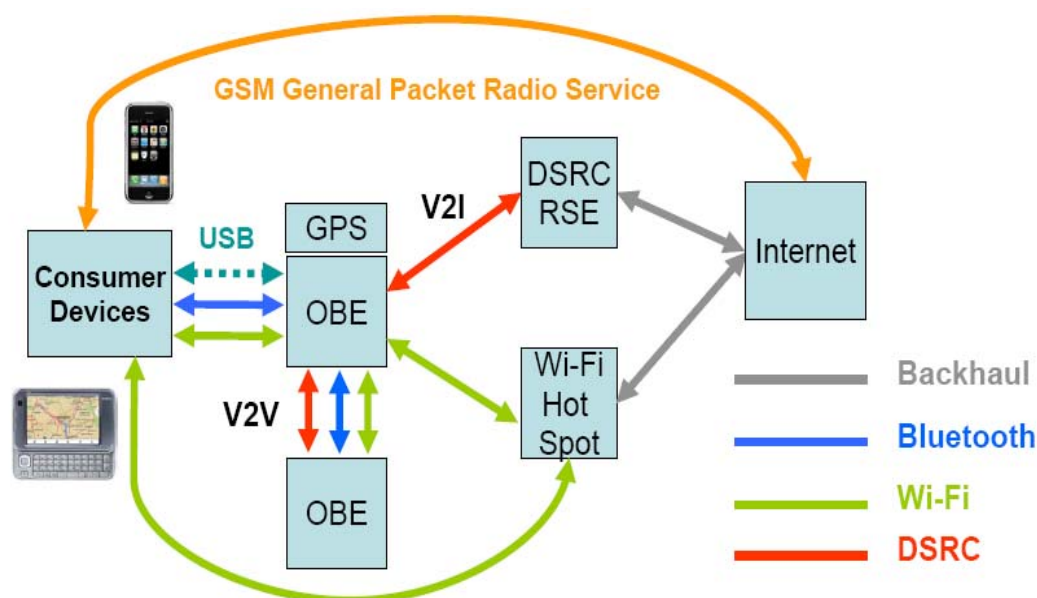
資料來源：Raja Sengupta, Safetrip-21: Connected Traveler California PATH Research Report, 2010.

圖 2.10 Safe Trip-21 資料蒐集與發布

在 Intellidrive 計畫的第 2 階段，主要的工作是 Intellidrive 計畫建置及研究，主要內容包括關鍵應用的開發和分析並比較可能的經營模式，第 3 階段將集中於創新技術整合應用，主要是提高 V2V 的能力，並進一步整合導航系統。VII 計畫希望在 2020 年，達到全美行駛中車輛超過 8 成搭載 Intellidrive 計畫車內設備單元之目標，然而這將是一項極大的挑戰。

IntelliDriveSM 計畫的第 3 階段則為聚焦下世代通訊技術創新應用，DSRC 處理在幾百公尺至一公里內，高速移動下的資料通訊。未來將應用於處理道路裝置 (Road Side Equipment, RSE)、車載系統 (On Board Equipment, OBE) 之間的通訊。這也是現階段美國正在積極測試的部分，藉此技術 V2I、V2V 才有發展的基礎。相較之前

的 VII 計畫，IntelliDriveSM 更加擴大納入消費性電子與其它裝置通訊的技術（包括藍芽、行動通訊、Wi-Fi 等）。IntelliDriveSM 預定未來主要工作包括以下 3 點：1.提升 V2V 連網通訊技術，進一步提升車輛安全以減少事故發生，2.行動 WiMAX 與 4G 行動電話技術整合納入，以拓展 IntelliDriveSM 計畫應用，3.平價動態導航系統的開發，以達到減少行車時間，藉由資訊提供提高道路效能並節能減碳 20%以上之目標（Mike Schagrin，2009）。

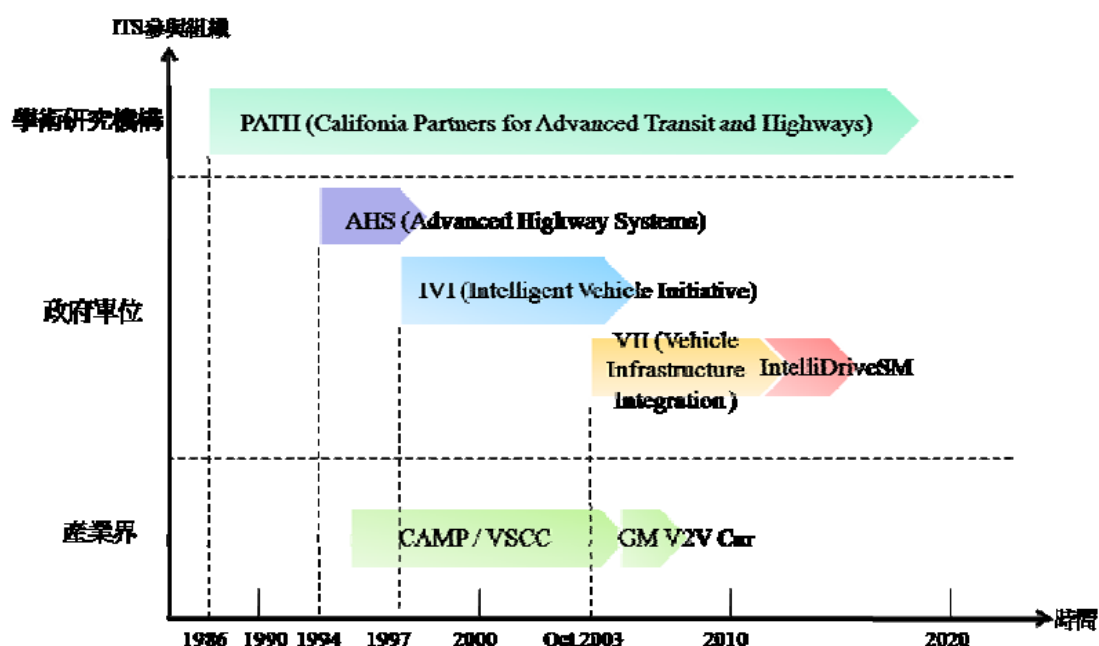


資料來源：Mike Schagrin, IntelliDrive Program Overview, ITS America Annual Meeting, 2009.

圖 2.11 IntelliDriveSM 通訊技術改變

由前面描述可知，雖然計畫名稱已變更，但 IntelliDriveSM 實質內涵仍然是以 VII 計畫為主，並以其為基礎進行延伸。例如計畫內容在 V2I（Vehicle to Infrastructure）、V2V（Vehicle to Vehicle）的發展下，還增加了 V2D（Vehicle to other Devices）的應用概念。在車載系統的部分，也會基於 CAMP 過去的研究成果，持續進行公私部門之間發展合作(如圖 2.12)。





資料來源：Mike Schagrin, IntelliDrive Program Overview, ITS America Annual Meeting, 2009.

圖 2.12 美國 ITS 發展進程

由各大車廠所組成的 CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership) 組織，也在 1990 年代與美國運輸部及標準局共同合作研究 ITS 技術，研發智慧型車輛，而其主導的汽車安全通訊聯盟 (Vehicle Safety Communication Consortium, VSCC)，則著重在進行汽車安全系統之開發與測試。

今日美國 ITS 發展主軸，一是建立整合的交通基礎建設 (包含公共運輸)，另一是讓個別的车辆具備車載系統 (例如主動安全偵測)，由此共構成為智慧交通運輸系統。由於最終目標希望能達到汽車與交通設施、汽車間，甚至汽車 (或交通設施) 與行人所持的手持裝置皆能夠互相溝通，因此通訊技術的支援便十分關鍵。

### (三)美國未來 ITS 發展方向

美國 ITS 計畫願景為未來運輸系統享受無縫隙與及戶的複合運輸服務，其公共政策與私部門決策者將視 ITS 為達成 21 世紀運輸系統願景之關鍵，將透過電腦、通訊、偵測等技術整合，達到安全嚴密、客戶導向、績效導向與制度創新。其目標在 2011 年前，減少與運輸

相關之死亡率 15% ，每年減少 5,000 至 7,000 條死亡人數。透過良好運輸系統管理、資訊升級、與有效的及戶之人貨移動服務紓解壅塞，預計每年可節省 200 億美金燃油支出，以及至少可節省 10 億加侖汽油與相對之廢氣排放。

其主要作法為交通基礎設施與資訊的結合，將運輸系統的效率、使用最大化，並且帶動運具的整合與使用行為之改變、車輛碰撞事故的件數與嚴重性將大為降低，且對事故的應變能力與恢復能力亦將更快速。藉由提供資訊給運輸系統的營運者與管理者以減緩擁擠及增加運輸系統的容量，並減少運輸新設施的需求。設備、科技、與資訊將可大幅減少能源消耗及負面的環境衝擊。因此美國運輸部門列出未來 ITS 發展重點如下：

#### 一、 降低路面運輸對環境與社會的衝擊

藉由交通管理、事故管理、公共運輸管理、貨運管理、道路天候管理、道路收費、旅行資訊、公路營運系統(highway operations systems)與遠端感應產品(remote sensing products)等措施，改善壅塞與提高生產力。藉由交通管理策略之研擬(整合不同學科)與工具應用，降低交通擁擠之衝擊。

#### 二、 提高車輛、非機動運輸之安全

藉由交通管理、交通事故管理、公共運輸管理、道路收費、旅行者資訊、公路營運系統以達到降低壅塞、保證 511 的通用性、加速事故反應時間、增進 emergency care providers 與 trauma centers 間之聯繫。

#### 三、 增加 ITS 的應用範圍

將環境、天候狀況之影響納入 ITS。

#### 四、 擴大服務對象

將每一個用路人的需求，如：貨車司機、汽機車駕駛、自行車騎士、行人、行動不便者，納入交通運輸規劃。

## 五、 加快事故反應時間以減少重大車禍發生之機率

藉由避免碰撞、降低碰撞之傷害、商車營運管理、相關安全基礎設施的建置以提高道路安全以促進交通基礎設施、車輛、控制等智慧化科技之整合。

## 六、 加強 ITS 的各系統合作與倡導民間資源的投入

在規劃、建置上加強 ITS 的區域合作，使系統能更有效率，倡導車輛安全系統設施的導入，引進民間相關之資源，並與民間合作培養 ITS 人才（交通部運輸研究所，2009）。

### 2.3 日本智慧型運輸系統發展現況與未來趨勢

相對其他國家，日本的 ITS 發展起步較早，1973 年通產省即開始進行「整合式車輛交通控制系統(Comprehensive Automobile Traffic Control System, CACS)」計畫。1980 年代多項 ITS 研發計畫積極地推展，包含建設省主導的「道路/車輛通訊系統(Road/Automobile Communication System, RACS)」及國家警視廳負責的「先進動態交通資訊及通訊系統(Advanced Mobile Traffic Information and Communication Systems, AMTICS)」，這些計畫加上郵政省在許多 ITS 相關技術標準化的工作，最後整合成「車輛資訊及通訊系統(Vehicle Information and Communication System, VICS)」。

1990 年代亦同時推動多項計畫，建設省主導進行「先進道路運輸系統(Advanced Road Transportation Systems, ARTS)」計畫，旨在提昇道路交通之運輸效率，此階段推動之重要計畫尚有通產省主導推動之「超級智慧車輛系統(Super Smart Vehicle System, SSVS)」計畫、運輸省主導之「先進安全車輛(Advanced Safety Vehicle, ASV)」計畫、國家警視廳主導之「整體交通管理系統(Universal Traffic Management System, UTMS)」等。除了上述個別計畫外，某些特定之技術或系統的研發亦同時展開，如：低功率毫米雷達電波計畫、電子式自動收費系統、無線電卡片等。

### 2.3.1 日本 ITS 推動組織

1996 年日本五省廳共同制定「推動智慧型運輸系統(ITS)之整體構想(Comprehensive Plan for Intelligent of ITS in Japan)」，除確認 ITS 為國家計畫外，也確認 ITS 推動機制、願景、使用者服務單元及推動時程、分年計畫等。五省廳包括警視廳、通商產業省、運輸省、郵政省及建設省。2001 年日本中央政府組織重組，將運輸省、建設省、國土廳及北海道開發廳整合成為「國土交通省」。

日本 ITS 推動組織架構，係由內閣總理大臣主導，跨部會及產官學研共同合作，詳如圖 2.13 所示(張贊育等，2004)。其中，因應日本 2001 年 1 月 6 日中央組織改造，國土交通省、警視廳、經濟產業省、總務省等四省廳聯席會議，取代原五省廳聯席會議；日本於 1994 年 1 月成立 VERTIS (Vehicle, Road and Traffic Intelligence Society，簡稱 VERTIS )ITS 民間推動組織， ITS-Japan 於 2001 年 6 月取代 VERTIS，負責 ITS 推動之民間業者與政府及學術界間之溝通與聯繫之橋樑，並協助及支援 ITS 標準推動的工作。

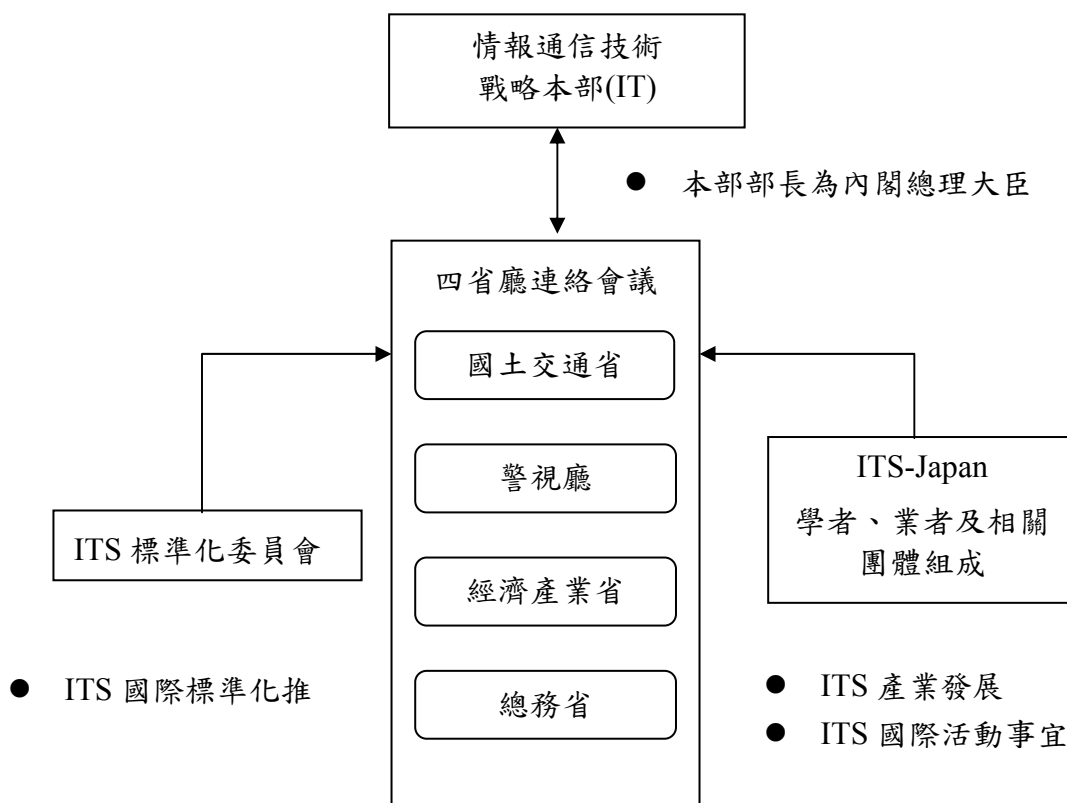


圖 2.13 日本 ITS 推動組織架構



### 2.3.2 日本 ITS 推動進程

日本的 ITS 發展階段如表 2.1 所示，列出日本 ITS 發展幾個重要的里程碑，在 2004 年開始邁入第二階段，也就是車路整合的新里程，使 ITS 與生活及文化密切的整合，提出 Smartway 共同基礎建設具體發展計畫。

表 2.1 日本 ITS 發展之重要里程碑

|      |   |
|------|---|
| 1996 | Comprehensive plan for ITS                                |
| 1996 | VICS begun  |
| 2001 | ETC begun   |
| 2004 | Smartway proposal “ITS, Second Stage”                     |
| 2005 | IT policy package   |
| 2006 | New IT Reform Strategy                                    |
| 2007 | Smartway 2007   |
| 2008 | Trials of safety driving support systems throughout Japan |
| 2010 | Nationwide deployment                                     |

資料來源：“ITS Policy in Japan and Smartway”，ITS Policy and Program Office, Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Government of Japan, Oct. 2007.

綜觀日本 ITS 發展，眾多政府部門參與、重視技術、產品開發與場地試驗是日本 ITS 發展的主要特點。有關日本 ITS 歷年整體發展計畫說明如後。

#### 一、車輛交通資訊與控制系統 ATCC (1970-1974)

日本 ITS 發展始於 1966 年。繼 1968 年的試驗計畫後，1970 年「汽車交通資訊與控制系統」(Automobile Traffic Information and Control System, 1970-1974)開始，為期 5 年，由警視廳負責，在 74 個主要都市建置交控中心，此計畫奠定了日本發展 ATMS 的基礎。

#### 二、整合式交通控制系統 CACS (1973-1979)

1973 年，由經濟產業省推動「整合式交通控制系統」(Comprehensive Automobile Traffic Control System, CACS)計畫，此計畫建立世界上第一個動態路徑導引系統。經費共 28 億台幣，著重在路徑導航系統的研究，並實際以 330 輛車與 1,000 輛探偵車進行測試。此計畫成果驗證動態導航系統的功效，並使經濟產業省於 1979 年另外成立「日本交通駕駛電子技術協會」協會(Association of Electronic Technology for Automobile Traffic and Driving, JSK)，以推廣車內路徑導引資訊系統。在 CACS 與 JSK 之推廣下，1981 年日本汽車廠商 Honda、Toyota、Nissan 開始將第一代車內導引系統作為車內選購設備。

### 三、 道路車輛通訊系統 RACS (1986-1989)

道路車輛通訊系統(Road/Automobile Communication System, RACS)於 1986 年開始發展，由道路建設省負責，共有 23 個民間廠商合作，旨在研究利用 radio beacon 使車內導航系統與路側設施達成資訊傳遞。導航系統進行測試時，出現既有數位地圖之建置不足，因此亦於 1987 年另成立日本數位道路地圖協會(JDRMA)。

### 四、 先進行動交通資訊與通訊系統 AMTICS (1987-1989)

與 RACS 之目的相似，1987 年警視廳發展「先進行動交通資訊與通訊系統」(Advanced Mobile Traffic Information & Communication Systems)，旨在藉由 Cellular-like 之終端系統使導航系統與路側設施間能達成資訊傳遞。惟受限於警視廳權限，AMTICS 交通資訊僅限於街道。

### 五、 PVC(1987-1991) 、 SSVS(1990-1993) 、 ARTS(1989-1995) 、 ASV(1991-1996)

1. 個人車輛系統(Personal Vehicle Systems, PVC)之研究，由通產省發起，主要研究自動車輛控制系統。
2. 超級智慧車輛系統(Super Smart Vehicle Systems, SSVS)之研究，由通產省主導，研究智慧駕駛系統與自動車輛控制系統。

3. 先進道路交通系統(Advanced Road Traffic System, ARTS)之研究，由建設省負責，著重智慧道路設施之構建。
4. 先進安全車輛 (Advanced Safety Vehicle, ASV)之研究，為期 5 年，由國土交通省負責，旨在發展駕駛自動功能，如：駕駛人監控、障礙偵測、車間距之保持等功能以提升用路人行車安全。

#### 六、 道路交通情報系統中心 VICS (1990-1996)

道路交通情報系統中心(Vehicle Information and Communication System, VICS)計畫係由警視廳、郵政省、建設省共同合作之計畫，產業投資約 79.45 千萬台幣。研究目的在於整合 RACS 與 AMTICS 之交通資訊。由於整合速度未如預期，隔年，成立 VICS 促進委員會(VICS Promotion Councils)，1993 年開始公開展示其實驗結果、1995 年由政府與民間企業合作成立 VICS 中心、1996 年正式上市。2008 年底，使用車載 VICS 數量已達到 2,322 多萬台。

#### 七、 高度資訊通信社會推進基本方針(1995.02)

1995 年 2 月先進資訊與電信社會策略總部頒布「先進資訊通信社會推進基本方針」 (Basic Guidelines on the Promotion of an Advanced Information and Telecommunications Society) 將 ITS 發展列為國家計畫。

#### 八、 道路、交通與車輛之先進資訊與通訊基本政策方針 (1995.08)

1995 年 8 月，日本政府中央五省廳：交通省、警視廳、郵政省、建設省、通產省著手研擬「道路、交通與車輛之先進資訊與通訊基本管理方針」(Basic Government Guidelines of Advanced Information and Communications in the Fields of Roads, Traffic and Vehicles)，期望藉由該政策帶動 ITS 的發展與應用，並提出 11 個 ITS 發展辦法與日本 ITS 之九大領域方向。

#### 九、 日本 ITS 整體規劃(1996.07)

1996 年日本五省廳共同擬定「ITS 整體發展規劃」(Comprehensive Plan for ITS)。此規劃書從長遠的觀點來探討日本 ITS

發展，延續先進資訊與通信社會推廣基本指導方針(Basic Government Guidelines on the Promotion of an Advanced Information and Telecommunications Society) 針對日本 ITS 使用者服務項目、ITS 建置與研究計畫、ITS 推廣等項目，提供一個基本方向與概念。

此規劃書包括兩大部分：(1) ITS 的重要性，包含回顧美國、歐洲與日本 ITS 相關建設、闡述研擬整體規劃的重要性、ITS 的效益；(2) 日本 ITS 發展規劃，包含日本 ITS 現況描述、1995 年至 2015 年日本未來 ITS 發展與建置目標、ITS 推廣原則、ITS 推動架構。

### 1. 目標(表 2.2)

表 2.2 日本 ITS 目標

| 安全   | 交通效率   | 舒適  | 環境保護   |
|--|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 降低交通事故</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 減少因擁擠造成之時間損失</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 提升可靠性與便利性</li> <li>• 減輕駕駛人的負擔</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 降低路旁與全球環境之衝擊</li> </ul> |

資料來源：Government of Western Australia，2003。

### 2. 計畫經費

日本政府投入 208.6 億台幣在 ITS 的建置與基礎設施之改善、25.9 億台幣在 ITS 的研究發展。

### 3. 基本推動原則(表 2.3)

表 2.3 日本 ITS 基本推動原則

| 兼顧ITS所有特性  | 相關團體共同研擬   | 國際交流  |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• 確保ITS整個系統在國內的普遍性與九大系統間的相互操作性及連結性</li> <li>• 以系統化的方式行銷ITS</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 藉由相關團體一同參與推廣計畫的訂定，使其了解自身扮演的角色。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 藉由與ITS先進國家意見交流、研究合作等機會</li> <li>• 符合ITS國際標準以利將來對外行銷</li> </ul> |

資料來源：Government of Western Australia，2003。

#### 4. 九大領域

ITS 九大發展領域包括：先進導航系統(Advances in Navigation Systems)、電子收付費系統(Electronic Toll Collection Systems)、安全駕駛輔助(Assistance for Safe Driving)、交通管理最適化(Optimization of Traffic Management)、道路管理效率化(Increasing Efficiency in Road Management)、支援公共運輸(Support for Public Transport)、商用車輛效率化(Increasing Efficiency in Commercial Vehicles Operations)、輔助行人(Support for Pedestrians) 與緊急救援車輛的支援(Support for Emergency Vehicle Operations)。

##### 十、 基礎設施建設計畫(1997-)

1997 年，日本政府在 ITS 上挹注之經費又較 1996 年提高 16%。為了使 ITS 研究與開發並用，日本政府又投入 297.5 千萬台幣在 ITS 研究發展、119 億台幣在 ITS 基礎設施上。

##### 十一、 國家 ITS 系統架構規範 (1998-1999)

為了能夠有效地推動各個 ITS 系統、保障各系統之擴充性，甚至未來之國際行銷策略，日本政府意識到建立 ITS 系統架構之必要性。1998 年，日本五省廳與 VERTIS 著手研擬日本 ITS 系統架構，以落實當時 ITS 整體規劃中的九大開發項目與 20 項使用者服務單元。

##### 十二、 道路電子收費 ETC (2001-)

2000 年 4 月實施，目標在 2 年後完成 800 個電子收費站之建置。建置初期(2001 年)，全日本高速公路收費的 ETC 使用率僅有 0.9%。然而，至 2010 年 8 月，已安裝 ETC 車載機達 3,900 多萬台，有效改善日本收費站擁擠問題。

##### 十三、 Smartway (2004-2010)

為持續推廣 ITS 相關研究成果，日本先後推動「先進駕駛輔助公路系統」(Advanced Cruise Assist Highway System, AHS)與「先進安全車輛」(Advanced Safety Vehicle, ASV)計畫。這兩個計畫案的相關研發活動促成了「智慧導航系統」(Smart Cruise System)的發展，旨於提

供一系列駕駛人安全輔助措施減少交通意外的發生。而 VICS 與 ETC 的高度進展，使得 AHS、ASV、ETC 與 VICS 開始走向整合，其發展成果即為「智慧化公路」(Smartway) (Smartway Project Advisory Committee, 2004)。

SmartWay 由政府與民間 23 家知名企業共同研究，政策發展重點在於整合日本各項 ITS 之功能(尤指 VICS 與 ETC)，建立車上單元之共同平台，使道路與車輛能藉由 ITS 資訊的雙向傳遞分別成為智慧型道路(Smartway)與智慧車輛(Smartcar)，並希望在 2010 年佈建全日本。2007 年已初步完成在 Tokyo Metropolitan Expressway 與部分公路(Public Road)之試驗計畫，預計 2009 年將於日本三大都會區進行測試。目前 SmartWay 為日本 ITS 發展主軸，其四大願景為：

1. 減少因移動所引發的傷害：致力於減少事故、環境污染。
2. 保障年長者的機動性：基於日本將邁入高齡化社會，希望能營造一個使年長者、行動不便者皆不必擔心受怕的交通環境。
3. 發展流暢的生活型態：更有效率地應用大眾運輸與高速公路，兼顧便利與安全。
4. 改善商業環境：著重無縫資訊之傳遞、提升商車運輸之效率。

Smartway 所涵蓋之 AHS 與 ASV 簡要敘述如下(圖 2.14)：

1. 1991 年「先進安全車輛」(Advanced Safety Vehicle, ASV)

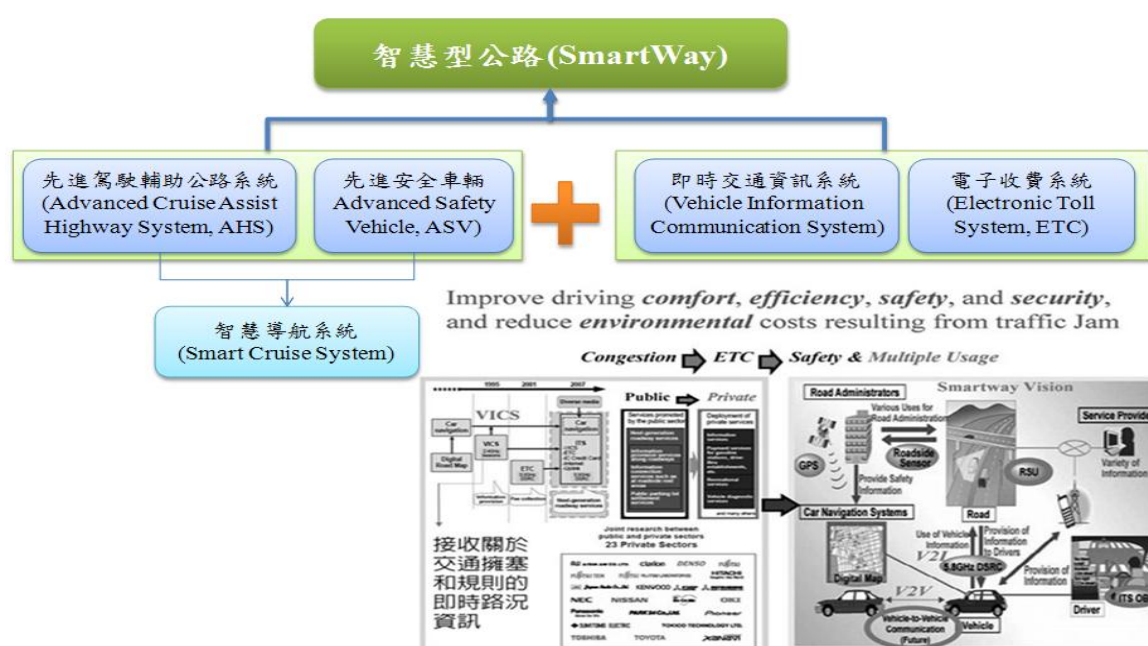
1991 年日本國土交通省運用先進電子和車輛控制等技術，推動 ASV，目的係整合車內資訊並透過車上單元(On Board Unit, OBU)發送資訊給駕駛者，使其在事故發生前，有多餘時間採取必要措施以增加行車安全。

2. 1999 年「緊急通報服務系統」(HELPNET)
3. 2000 年「先進駕駛輔助公路系統」(Advanced Cruise Assist Highway System, AHS)

AHS 係應用資通訊技術，透過道路與車輛資訊整合，使駕駛人

遇到危險時可立即提供駕駛人前方或後方之即時交通資訊，避免車輛與障礙物的碰撞，以達到行車安全、減少能耗與環境污染之目標。日本 AHS 發展概念以安全為第一考量，可分為資訊、控制及自動化 (Information, Control, Automated cruise; ICA) 三個層次，並以自動控制為最終目的。AHS 曾於日本奈良縣名阪國道公路(國道 25 號線)使用車輛後端(rear-end)追撞警示系統與轉彎路段前端轉彎盲點警示，據以減少道路交通事故的發生。

AHS 系統包括：(1) 路側感應器，以偵測障礙物，如靜止不動車輛、延滯車輛以及壅塞車輛，並將此訊息傳送到車內駕駛者；(2) 車上系統，藉由語音或抬頭顯示器(影像投射在擋風玻璃上)將訊息傳送給駕駛人。



資料來源：新通訊元件雜誌，2008 年

圖 2.14 SmartWay 與 VICS/ETC 之整合

#### 十四、新 IT 改革策略 (2006)

2006 年，IT 策略總部(IT Strategic Headquarter)研擬新 IT 改革策略(New IT Reformation Strategy)，明確點出資訊科技發展須能提高駕駛安全，並使日本高速公路成為全世界最安全之高速公路。2012 年日本交通死亡人數目標係減少至 5,000 人/年(2005 年仍有 6,871 人/



年)。為此日本更加著重 ASV 與 AHS 發展，並於同年由 13 個 ITS Japan 民間企業成立 J-Safety 委員會。

### 2.3.3 日本 ITS 推動現況

以下將分別說明 VICS、ETC、Smartway、ITS 節能減碳等重要 ITS 發展進行說明。

#### 一、車輛資訊與通信系統(Vehicle Information and Communication System, VICS)

VICS 中心自 1996 年 4 月 23 日開始，以東京圈(東京、千葉、埼玉、神奈川)、從東京中心區開始的 100 公里高速公路及東名、名神高速公路為對象，開始提供 VICS 資訊服務，其後逐步擴大服務區域。接收 VICS 資訊的車載終端機也逐步成為車輛的必須品，在 2008 年 6 月，VICS 車載終端機已累計銷售 2,194 萬台，截至 2010 年 6 月，VICS 車載終端機已累計銷售 2,764 萬台，預期未來將更加普及。加上其他的導航設備共計 3,180 多萬台，截至 2010 年 6 月，導航設備已累計銷售 4,129 萬台，日本在車載資通訊的應用成績在世界上可謂首屈一指，同時在商業運轉上亦頗為成功。

#### (一)VICS 成立的條件

VICS 是在日本 ITS 領域中最早實現實用化的系統，在日本全國範圍展開此系統時，有以下幾個不可缺少的因素，造就 VICS 形成全國性系統的基礎：

1. 日本全國內已經開始進行道路交通資訊的蒐集，用於交通管制或是道路管理。
2. 數值地圖已經開發完成，使車用導航系統的普及成為可能。
3. 車用導航系統的技術快速發展，具有先進的車內資訊化技術及地圖顯示技術，具有完善的資訊接收與使用終端設備。
4. 可應用於 VICS 的移動通信技術研究成果已被開發並被實用化。
5. 公私合作共同制定 VICS LINK 各中心間的通用格式與車載機之



間的空間格式等相關資訊管理規則的標準化。

## (二)VICS 的構成

VICS 的功能大致分為資訊的蒐集、編輯處理、提供、有效利用等四部分，是一個由公私部門分別承擔不同職責而構築起來的系統：

1. VICS 系統蒐集資訊的來源是日本都、道、府、縣警察部門和高速公路管理部門。來自警察部門的交通資訊主要是交通管制資訊、一般城市道路的交通資訊等；來自高速公路管理部門的交通資訊主要是高速公路的交通資訊。
2. 資訊蒐集-由財團法人日本道路交通情報中心(Japan Road Traffic Information Center, JRTIC)透過全國的都道府縣警察局和道路管理者，以交通管制和道路管理為目的進行蒐集道路交通資訊，並傳送至 VICS 中心。
3. 資訊編輯處理-VICS 中心把接收到的資訊加以編輯整理，俾便於透過電波信標(Radio beacons)、光信標(Optical beacons)與 FM 多重廣播系統(FM multiplex broadcasting)傳送。
4. 資訊提供-VICS 中心透過電波信標、光信標、與 FM 多重廣播系統，分別將道路交通資訊傳送給行駛於高速公路、主要幹線道路及廣播區域內裝有 VICS 車載機之車輛。
5. 資訊運用-車載機接收裝置接收資訊後，透過文字、簡單圖形或地圖方式，顯示在車載機之螢幕上，駕駛人可以根據這些資訊對行車路線進行判斷。
6. VICS 提供的資訊主要有道路壅塞區間和壅塞程度；因事故造成的管制路段、時間和管制內容；停車場、高速公路服務區停車區域剩餘格位的狀況；區間駕駛所需時間；路段駕駛所需時間；緊急、提示、警戒等資訊。

## (三)VICS 資訊傳送的通用規則

為了把來自不同管理者的資訊提供給駕駛人，必須在整個系統採

用以下通用規則：

1. 對來自不同管理者的資訊進行一元化處理：有必要對來自警察、道路管理者的資訊進行有系統的接收、編輯、處理、發送，這些工作由 VICS 中心完成。
2. 資訊格式的統一：資訊源與 VICS 中心、VICS 中心與各媒體中心之間須統一資訊的種類、數量、傳送格式等；同時，如果各媒體或各地區採用不同的傳送方式，將造成開往異地的車輛無法接收資訊，所以向車載設備提供資訊的各媒體格式也必須統一。
3. 車載地圖上壅塞路段和事件的位置顯示形式的統一：「VICS LINK」是在車載地圖上顯示壅塞路段和各種事件的統一的位置顯示形式。日本數字道路地圖協會(DRMA)製作的「全國數字道路地圖數據庫標準」可以用於表示道路，但是如果用於顯示道路交通資訊時就會太過於詳細，因此 VICS 使用「全國數字道路地圖數據庫(DRMA DB)」的道路節點，重新設定適於提供道路交通資訊的區間，也就是「VICS LINK」。VICS LINK 把各個區間的上行和下行道路分別標註區間號碼(LINK 號碼)，同時把日本地圖按照邊長 10km 的正方形劃分圖幅(稱為 2 次圖幅單位劃分)，按照每幅圖的號碼和圖幅內的區間號碼(LINK 號碼)顯示。這種「VICS LINK 數據庫」被內存在各個資訊源管理者的系統、VICS 中心系統、各媒體中心系統和車載設備中，用於特定資訊位置的顯示。
4. 車載機顯示格式的統一：雖然在車載機內存了「VICS LINK」，可以顯示塞車和管制地點的位置，但是如果各地採用不同的顯示圖示，將會影響駕駛人的識別而失去該系統的意義，因此統一顯示格式也是必要的。

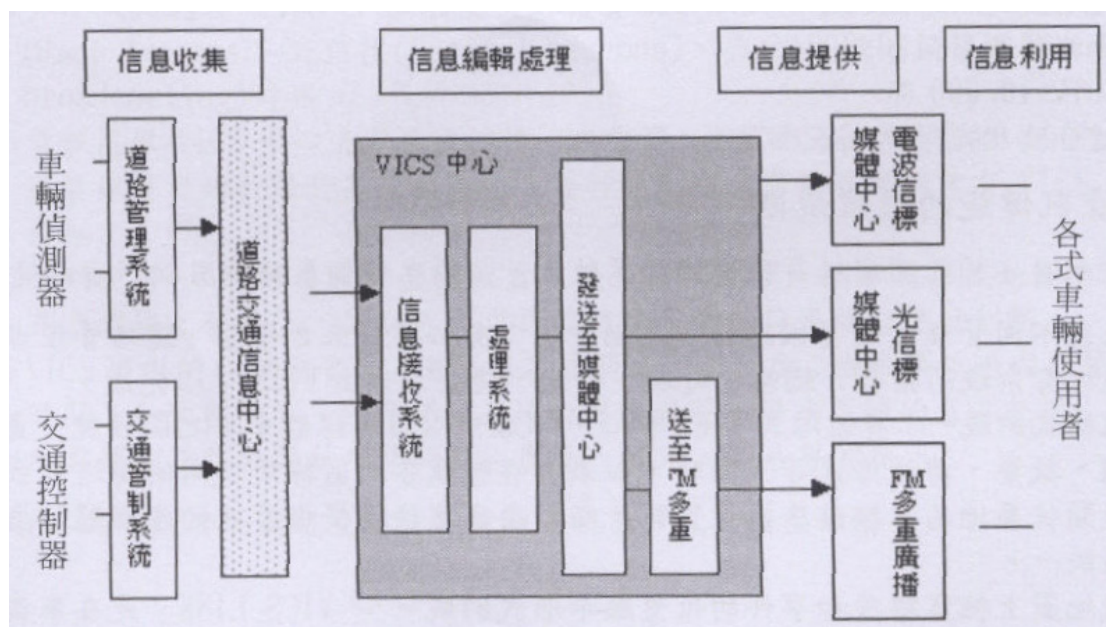
#### (四)VICS 系統的資訊傳送結構

VICS 系統之資訊傳送結構詳如圖 2.15，並簡要說明如下：

1. 資訊源的管理者把蒐集到的道路交通資訊，按照 VICS LINK 附加到數值地圖上，再把每個 VICS LINK 的資訊，按照各中心間通用

的格式，傳送至 VICS 中心。所有地區的資訊都是按照此規則進行。在 VICS 中心編輯處理過的資訊也按此規則傳送至各媒體中心。

2. 在各媒體中心按照媒體的特性分別進行資訊編輯，即信標適於提供小範圍的資訊，FM 多重廣播則適於提供廣域資訊。
3. 各媒體中心通過不同媒體向車載設備發送資訊，這種資訊形式也要儘可能實現統一化。雖然各種媒體各有特性，不能夠實現完全的統一，但由車載機共同接收的部分應實現統一化。
4. 車載設備接收到的資訊，由於使用了 VICS LINK 這種通用的位置參照方式，因此地圖上顯示的位置與資訊源所示的位置相一致。
5. VICS 系統中，數值道路地圖庫和設置在其上的 LINK 是傳送資訊的關鍵，被設定在 LINK 上的資訊通過通用的格式進行傳送。如果按照這個規則執行，並具備相應的車載接收設備的話，就可以靈活的選擇資訊蒐集系統和資訊提供媒體，展開資訊提供服務。



資料來源：交通部運輸研究所，「九十二年度台日技術合作計畫-研修「日本智慧型運輸系統」出國報告」，2004 年

圖 2.15 VICS 系統之資訊傳送結構

## 二、 電子收費系統(Electronic Toll Collection Systems, ETC)

日本 ETC 服務的目標如下：

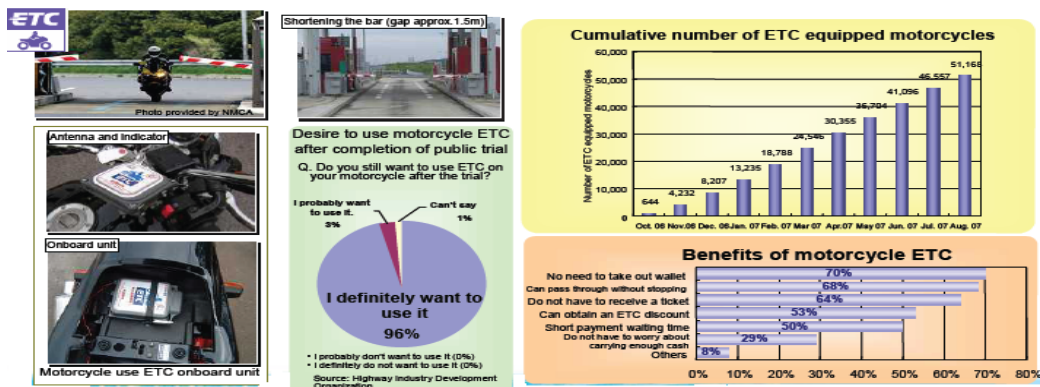
1. 減少收費站附近的交通擁擠：日本高速公路之收費方式，大部分採出口人工收費制，由於計程收費必須先於入口匝道取卡，於出口匝道結算，因此收費過程中所造成的延滯相當嚴重，依據日本研究結果顯示，高速公路的擁擠主要是由於收費站所造成，約佔 30%。ETC 車道的容量約為人工收費的 2-4 倍，人工收費車道每小時可通行 230 輛，ETC 車道則每小時可通行 800 輛，因此引進 ETC 系統能提昇效率，減少收費站的擁擠。
2. 增加駕駛人的便利及舒適，不必使用現金付費。
3. 減少建造及營運管理的費用
4. 不需減速停車，亦能減少能源損耗及環境污染；並便於新費率或更有彈性費率之實施。

日本 ETC 服務自 2001 年 4 月正式營運，至 2007 年 8 月為止，日本安裝 ETC 車載機已達 1,900 多萬台，高速公路收費的 ETC 使用率將近 73%，目前平均每日約有 550 萬車次使用。至 2010 年 8 月為止，日本安裝 ETC 車載機已達 3,900 多萬台。根據統計，日本高速公路車輛約 30%之壅塞是因為收費站容量不足，因為 ETC 免停車且快速通過收費站，故可有效增加收費站之處理容量，減少車流壅塞，進而減少溫室氣體之排放，估計每年可減少 140,000 噸二氧化碳。

裝設 ETC 之交流道，簡稱為智慧型交流道(Smart InterChanges, 簡稱 Smart IC)，提供無人而且不用現金之收費站，可解決保全問題、減少收費站之營運成本，且只需要較少的土地。除非交通量劇烈增加，Smart IC 建置費用將較原來收費站減少一半以上。服務區及停車場可以建造聯絡道路與一般公路相連接，只要在入口加裝 ETC 收費站即可。因此 Smart IC 將增加對於高速公路使用的便利性，而且提昇 ETC 的使用率。沿著高速公路約有 200 個市鎮政府並沒有設置交流道，但是設置 Smart IC 將較傳統交流道更容易建置，對於高速公路可

及性之增加。Smart IC 於 2004 年進行實地測試，並自 2006 年開始啟用，截至 2007 年 4 月為止，日本共有 31 處進行營運之 Smart IC。

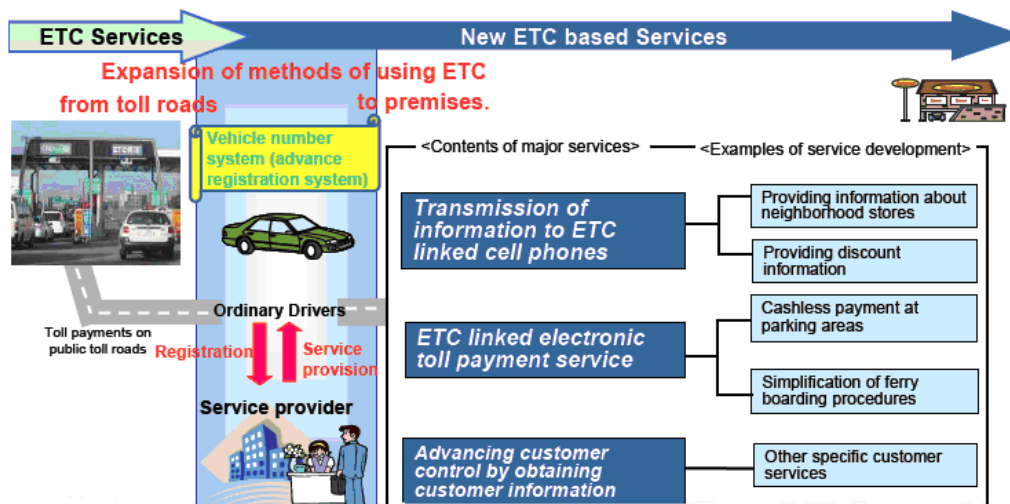
日本自 2006 年 11 月起在全國高速公路開始實施機車 ETC 服務，截至 2007 年 8 月為止約有 50,000 輛機車安裝此系統，測試結果證明此項服務之安全性，且通訊設備間能有良好的運作，約有 96% 使用者表示會再續用此服務，相關圖示如圖 2.16。



資料來源：ITS Policy and Program Office, Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Government of Japan, "New Advances in Electronic Toll Collection Systems", 2007

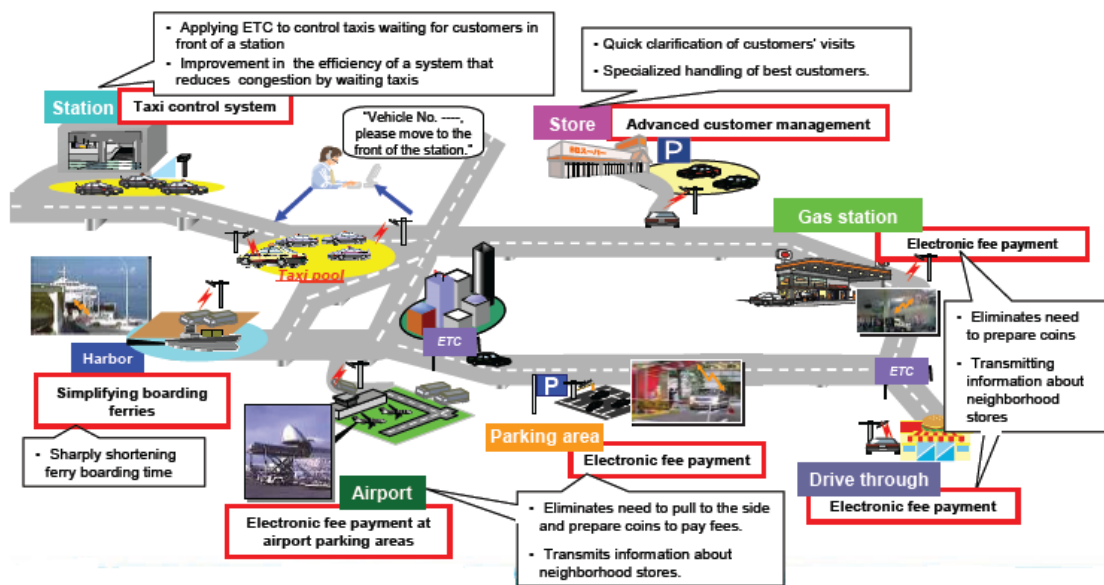
圖 2.16 日本機車 ETC 服務

此外，日本 ETC 除了在車輛收費外，也開始進行其他多項服務，如：停車費、加油站、渡輪等，詳如圖 2.17、圖 2.18。



資料來源：ITS Policy and Program Office, Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Government of Japan, "New Advances in Electronic Toll Collection Systems", 2007.

圖 2.17 日本 ETC 多用途服務-1



資料來源：ITS Policy and Program Office, Road Bureau, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Government of Japan, "New Advances in Electronic Toll Collection Systems", 2007.

圖 2.18 日本 ETC 多用途服務-2

### 三、智慧道路(Smartway)

2007 年日本進入了第 2 階段 ITS 的發展內容，主要是將已大量應用的車載資通訊系統進行整合並提供綜合服務，將應用範圍擴及於停車場、便利商店。同時亦將各種地面資訊系統與道路基礎設施進行整合，形成智慧道路(Smartway)，不但提供交通資訊服務，更要改進交通安全，如同美國的 VII 與歐洲的 eSafety。

日本下一階段的開發與應用重點為：(1)藉由各種先進的通信系統與車載系統整合現有的應用系統，為用路人提供更全面的便利服務，同時提升道路管理、物流與安全駕駛的水準；(2)建置車路整合系統來改善交通安全，例如國土交通省的 Smartway、警視廳的駕駛安全支援系統(Driving Safety Support System, DSSS)，以及進入到第 4 階段的先進安全車輛(Advanced Safety Vehicle, ASV)研發項目。其中 Smartway 試驗應用效果甚佳，日本從 2005 年 3 月起在首都高速公路 4 號新宿線參宮橋轉彎處建置交通異常警示系統，不但在路側資訊顯



示看板上發布資訊，而且經由車路通信系統傳送到車載機上，實施後交通事故大量減少，交通安全改善成效頗為顯著。2007 年進行實地營運測試(Field operational tests, 簡稱 FOTs)，利用 5.8GHz DSRC 提供服務包括前方障礙物資訊提供及匝道車輛匯入道路主線之協助。2008 年至 2009 年分別在東京、名古屋及阪神(京都、大阪及神戶)三大主要都會區持續進行實地營運測試，後續將逐步推動至日本全國。(Yutaka Yoshimoto, 2008)

1. 提供基礎建設以使 ITS 成為一整合性系統。
2. 提供一開放性平台，支援 ITS 在道路運輸、資訊提供、軟硬體建設等方面之應用，提供更新、更廣泛的 ITS 服務。

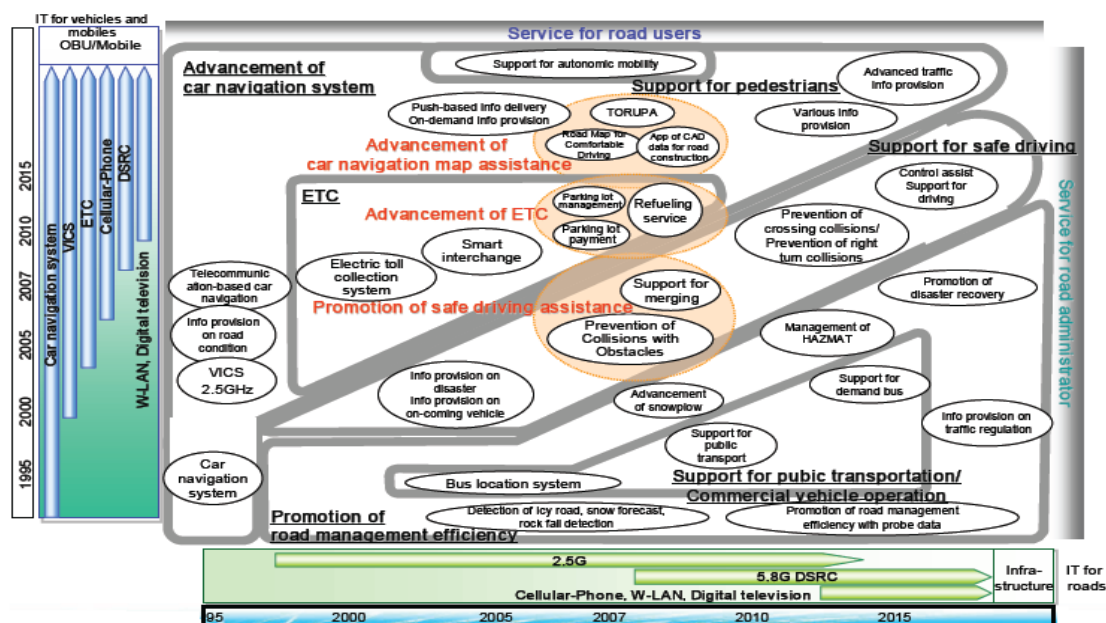


圖 2.19 Smartway 政策之發展方向

#### 四、 ITS 節能減碳(Energy ITS)之推動

日本在 2007 年 5 月由通產省(METI)出版「下一代車輛與能源推動」研究報告，提出日本要成為世界上環境最友善的機動化社會，並採取ITS相關措施建構低碳經濟，揭櫫「Energy ITS的概念」，就是發展及應用ITS技術提昇運輸能源效率。產業技術總開發機構(New Energy and Industry Technology Development Organization, 簡稱 NEDO)成立於 1980 年，2003 改制為行政法人，自 2008 年起啟動為期 5 年的ITS相關研發計畫(NEDO, 2010)，並提出到 2050 年時，利用ITS能達到將CO<sub>2</sub>排放量減半的目標。計畫主要內容包括自動駕駛、形成車隊之研發，以及建立運輸車輛CO<sub>2</sub>排放可靠的評估方法。

2008 年 3 月 4 日日本名古屋名城大學 (Meijo University) 資訊系津川定之 (Sadayuki Tsugawa, 2009) 教授在歐盟與日本共同合作之ICT研究論壇 (2008 EU-Japan Cooperation Forum on ICT Research) 上首先提倡Energy ITS，如圖 2.20 所示，認為智慧型運輸系統具有能夠減少CO<sub>2</sub>排放的潛力，基本觀念是適度提升行車速率，能改進車輛的能源消耗及CO<sub>2</sub>排放。

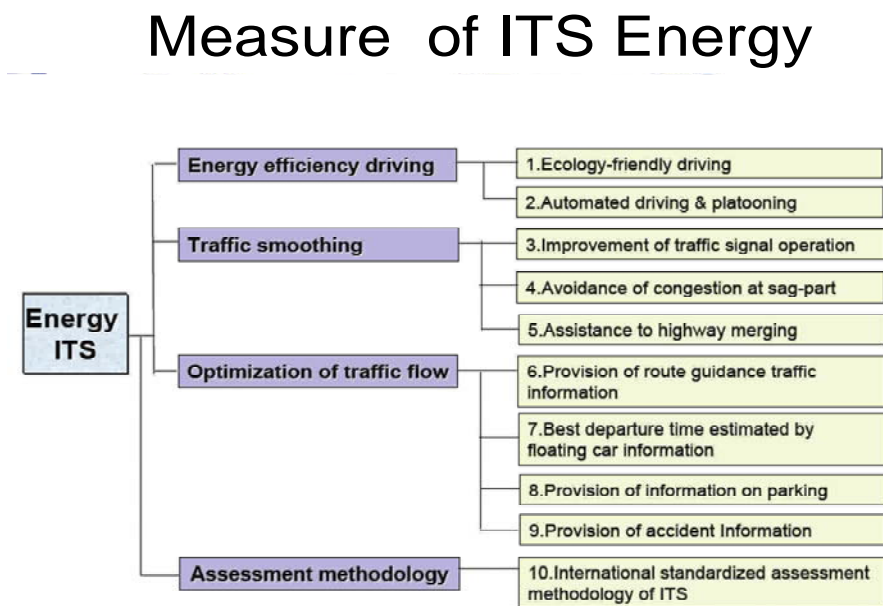


圖 2.20 日本名古屋名城大學津川定之教授所倡導 ITS 節能減碳措施



#### 2.3.4 日本 ITS 未來發展趨勢

日本在進入了第 2 階段 ITS 的發展階段之後，除車路整合為發展的重點及利用資通訊等技術結合人車路之間互動外，尚必須克服機動車輛所帶來如交通事故及環境負面影響等問題。未來重要發展方向 (Kanji Takeuchi, 2008) 包括：

1. 考慮人口高齡化，著重有關人機介面方面之研發，重視行人等弱勢使用者保護，促進交通安全。人口老化問題是全球面臨的問題，人機介面攸關交通安全，強化人機介面有助於輔助安全駕駛、減少交通事故，提昇交通安全。
2. 為爭取 ITS 建置經費，須強化教育宣導，增進民眾對於 ITS 建設之接受性。ITS 初步之發展有助於交通方便性及舒適性的提升；第二階段的 ITS 發展，再加入安全、保安、減少環境衝擊、節能減碳等目標的達成，需要更龐大的建置經費，應加強民眾教育宣導。
3. 日本身為 ITS 發展之先進國家，在亞洲地區對於永續發展亦應發揮領導推動的貢獻，達成 ITS 節能減碳及減少污染的成效。日本產業技術總開發機構(NEDO)所提出「日本創新能源技術計畫」中 21 項關鍵技術，ITS 技術是運輸部門四項技術之一。ITS 技術，例如交通管理、電子收費、即時交通資訊、路徑規劃與導引、自動巡航控制、停車管理及導引等，確實具有節能減碳的成效。交通事故與環境衝擊日益嚴重，而亞洲又有其當地獨特的問題。善用 ITS 技術不但可以落實節能減碳及減少污染的功能，而且有助於競爭力的提昇及促進產業發展。
4. 為符合多功能車載資通訊系統及整合共通平台的發展是重要發展趨勢，鼓勵研發及產製多功能車機及平台，發揮整合成效。ITS 與車載資通訊系統密切整合，彼間有統一的共用通信規約，一個車上單元(OBU)經由充分整合具有多功能應用的效能，因此更能發揮相輔相成的效果(曾維貞，2009)。
5. 順應車路整合發展潮流，增進道路設施、車輛智慧化、提供資通訊服務，繼續提昇交通安全。進入第二階段的 ITS 發展，就是透

過資訊及通訊等技術促使人、車、路更緊密之整合。

6. 發展及推動利用探偵車蒐集交通即時資訊、提供更充分及可靠的交通即時資訊，強化動態交通管理，減少交通擁擠，增進交通順暢。探偵車可彌補政府在 ITS 基礎設施建置之不足，並促進 ITS 提供更精緻及詳細服務。

## 2.4 我國智慧型運輸系統發展現況

智慧型運輸系統(Intelligent Transportation Systems,以下簡稱 ITS)係結合資訊、通信、電子、控制及管理等技术運用於各種運輸軟硬體建設，以使整體交通運輸之營運管理自動化或提升運輸服務品質之系統。近十幾年來 ITS 已是世界各國交通運輸部門發展的主流之一，許多實作技術都已臻成熟，再加上近年來行動通信技術發展日新月異，使得 ITS 之發展益加蓬勃，無論道路、車輛、隨身行動裝置，以及交通管理中心的軟硬體設備均朝向智慧化的方向發展，無所不在（Ubiquitous）網路的來臨，使得交通運輸系統運作進入嶄新的時代（張芳旭等，2008）。

臺灣地狹人稠，在自然與土地資源有限、財源籌措困難，以及考量環境保護需求的情況下，傳統的運輸硬體建設的興建日益困難，以致於運輸供給能量已漸無法有效滿足社會經濟發展所需的運輸需求。加上生活水準的日益提高，社會大眾對於交通運輸服務品質的要求與日俱增，如何應用先進的技術來提昇交通運輸系統的經營管理效率與服務品質，乃是國內各公私部門相關交通運輸主管或經營單位當前必須面對的挑戰。在世界各國均以永續發展為施政的終極目標之潮流下，推動 ITS 發展政策亦將是我國因應「京都議定書」生效以及促進整體社會邁向永續發展的重要運輸政策之一。

我國發展 ITS 雖然起步較先進國家晚，但近年來產官學研各界已注意此領域之發展潛力，並就技術研發和實務驗證等進行多項相關計畫；況且我國在資訊、通信、電子與控制等領域之科技產業發展實力堅強，多項產品規模高居全球之首，對 ITS 之推動有其優勢。時值國內經濟發展有待進一步突破之際，以 ITS 帶動另一新興產業之發展對

促進國內經濟成長具有特別意義，亦即除提供優質的交通運輸服務之外，尚可振興經濟以提供就業機會。

交通部從民國 86 年開始即進行一系列大規模的 ITS 整體性研發與示範性計畫，並分別於民國 90 年 1 月與民國 93 年 10 月頒布完成「臺灣地區智慧型運輸系統綱要計畫」及「臺灣地區智慧型運輸系統綱要計畫（2004 年版）」以作為我國 ITS 政策推動的基準。近年來，我國 ITS 的發展在國內產官學研各界積極推動下，已相繼展現不錯的成果。

「行政院第 26 次科技顧問會議」已明白揭櫫：隨著無所不在的運算（ubiquitous computing）及行動通訊技術逐漸滲透在生活的每一個角落，新的資訊社會開始逐漸用「u」取代「e」及「m」來描述資訊化與行動化的事物。而在行政院當前積極推動「愛台 12 建設」之際，交通部亦將「智慧化交通運輸服務」作為當前重要施政目標之一，並運用現代化的通訊與資訊技術來「智慧化」臺灣的運輸服務，以提升整體系統的運轉效率並優化我們生活的品質。為延續既有 ITS 的成果，以及前瞻未來 ITS 的發展遠景，本所乃針對 ITS 實質建設與重要科技研發計畫，研訂智慧型運輸系統發展策略，俾遵循行政院由數位臺灣計畫（e-Taiwan）、行動臺灣計畫（M-Taiwan）、「優質網路社會」（Ubiquitous Network Society, UNS），邁向智慧臺灣（i-Taiwan）之政策發展趨勢，以及作為各相關運輸機關推動 ITS 建置計畫之藍圖。我國智慧型運輸系統（Intelligent Transportation Systems, ITS）的發展，已歷經 1991-2000 年間的草創期，以及 2001-2010 年間的奠基期，期待在下一個十年（2011-2020）能邁入全盛期（孫以濬，2010）。

## 一、ITS 發展現況

近年來，我國 ITS 的實施計畫主要可分成兩部分，一為科技研發計畫，另一為公共建設計畫。其中公共建設計畫主要包括：配合行政院「挑戰 2008-國家發展重點計畫」之「數位臺灣計畫」中之「e 化交通計畫」、「發展優質網路社會計畫（2008-2011 年）」之「e 化交通計畫」、「即時路況資訊平台之整合發展與應用推廣計畫」與「智慧臺灣」。以下針對各項計畫重點說明如后：

## (一)科技研發計畫

國內 ITS 科技研發主要由交通部與經濟部主導。其中交通部研發重點包括：先進交通管理服務、先進大眾運輸服務、商車營運服務、先進用路人資訊服務、電子票證智慧化、弱勢使用者保護服務、支援 ITS 與汽車導航之各項資料標準與系統架構、數值地圖、車載機系統整合應用等。經濟部研發重點則為：智慧化車輛、車輛安全設備、人車介面、車載機等。針對交通部所主導，而由本所執行之摘要說明。

### 1. 「智慧型運輸系統發展四年期計畫—基礎設施建置、共通平台構建與應用服務推廣」(96 至 99 年)

本項計畫為四年期計畫，執行期間為 96 至 99 年度，包括：「先進大眾運輸服務」、「商車營運服務」、「交通電子票證」、「動態交通資訊服務」、「行人支援輔助系統」與「都市先進交通管理服務」等 6 項應用服務系統，以及「車載機之整合應用服務」、「交通安全基礎模式及實驗平台」、「路網數值圖資料庫」與「ITS 評估機制與動態交通預測模型核心資料庫」等 4 項共通平台與基礎設施項目。96-99 年計畫總經費為 152,497,000 元。

### 2. 100-103 年度科技研發計畫-「智慧型運輸系統(ITS)創新科技發展與應用(1/4)—基礎設施建置與應用服務推廣」綱要計畫(交通部運輸研究所，2010)

100-103 年 ITS 科技研發計畫總經費為 159,322,000 元，較 96-99 年計畫僅微幅成長。以下摘述各項研究計畫：

#### (1)先進交通管理與資訊服務之技術與應用創新研究

藉由 ITS 知識管理平台之建置與應用及交通領域需求之資訊服務共享研究，以提昇先進交通管理與資訊服務之技術創新，並推廣於相關產業界，以創造相關技術更高知識價值。本項研究重點將包含「先進交通管理與資訊服務之技術創新研究」、「先進交通管理與資訊服務之應用創新研究」及「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估模式暨資料庫之規劃及建構」3 項子計畫

### ①先進交通管理與資訊服務之技術創新研究

近年來，我國已成功開發出多項 ITS 相關具實務性與應用性之系統及創新技術，並具有相當良好之產業利用價值，值得進行專利申請及技術移轉。另各系統匯整來自不同單位的多樣性資料，由於資料格式、提供方式不盡相同，相同資料之欄位名稱、資料值的表示方式亦有差異，因此，進行資料彙整相關作業需投入大量人力與時間，另由於部分資訊系統功能模組間係緊密耦合，造成服務分享不易及具相近服務功能之程式重覆開發。本項計畫藉由 ITS 知識管理平台之建置與應用及交通領域應用之資訊服務共享研究，以提昇先進交通管理與資訊服務之技術創新，並推廣於相關產業界，以創造相關技術更高知識價值。

### ②先進交通管理與資訊服務之應用創新研究

臺灣雖具有豐富的觀光資源，然因各風景區交通壅塞而大大降低旅遊品質。因此，為能因應日趨增加的國內外觀光旅客以及自助型的旅遊型態，如何解決觀光景點交通問題並提供友善的旅遊資訊查詢服務已是政府推廣觀光旅遊時必須面臨的問題。本計畫以國內主要風景區為規劃對象，針對不同季節、假日、時段等交通型態，應用先進 ITS 技術進行交通資訊蒐集與分析，並建立適合各風景區特性之管理模式及因應策略，透過各項交通管理措施，配合提供適時適量的高水準公共運輸服務，使民眾能夠在綠色運輸的旅遊經驗中享受臺灣美麗的山水風景。本計畫將分為先進用路人資訊服務(ATIS)、先進公共運輸服務(APTS)，以及先進交通管理服務(ATMS)等 3 大部分進行。

### ③智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估模式暨資料庫之規劃及建構。

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（Intelligent Transportation System, 以下簡稱 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。我國亦將「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，有必要針對智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性進行探討及規劃，並建構節能減碳效益評估模型與相對應之成本效益資料庫，藉以客觀評估智慧型運輸系統策略所能產生之節能減碳效益，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。

## (2) 先進公共運輸系統整體研究發展

近年來隨著交通部推動公共運輸發展政策之落實，公共運輸乘客流失現象已明顯減緩，在都會區甚至有乘客回流之成果，然相較於其他先進國家都會區之公共運具使用率，臺灣仍有進步空間。此外，非都會區或都市郊區因開發程度及人口密度較低，致使旅次需求較少，乘客結構也隨著社會變遷有所改變，以一般公共運輸服務型態來經營常造成客運業者的營運虧損或無法契合乘客之需求特性，需要以因應乘客需求為導向的新型態運輸服務來彌補傳統公共運輸系統之不足。因此有必要檢討現行公共運輸系統經營管理面之問題並研究先進科技於公共運輸系統之應用趨勢，將我國公共運輸系統之發展導回以「人」為本的思維，以兼顧不同區域社群之需求、增進弱勢族群的福祉，以及因應高齡化社會所帶來之乘客結構變化，使我國公共運輸服務更趨完善，得以提供全民人本優質的人流環境。

## (3) 前瞻運輸物流管理系統整體研究發展

因應產業全球化運籌需求，支援國內產業全球佈局、兩岸直航之運籌契機、節能減碳等目標，同時達成「愛台 12 項建設」中「智慧臺灣」建設之「建構智慧化物流管理系統」施政願景，配合行政院「服務業發展方案」之任務分配，以及落實「第 6 屆 APEC 運輸部長會議」會議「推動供應鏈連結」宣言等，以效率化運輸物流支援我國產業運籌活動，應持續檢視以運輸物流為主體之國內產業運籌環境發展需求，建構未來發展主軸之策略與方向，擴大運輸物流與產業發展整合之效益，逐步推動建立國內健全之運籌支援體系。基此，為配合行政院推動跨部會發展運輸物流服務業及 APEC 供應鏈連結架構之政策

目標，本計畫研發並改進有助於提升我國運輸物流服務業發展之技術及管理界面，透過制度化技術移轉與教育訓練進行人才培育，提供因應全球綠色運籌發展所需之專業知識及人才。此外，為兼顧促進產業配送效率與溫室氣體減量之環境塑造，實踐行政院「永續能源政策綱領」與「綠色新政（Green New Deal）」之推動，落實永續節能減碳目標，本計畫將以發展智慧運輸物流技術為基礎，強化既有運輸物流服務（包括軟硬體運輸設施、法規面、制度面，以及產業面等）有效率使用與管理，建構綠色運輸物流環境，俾以協助國內產業結構轉型與國際標準接軌，降低溫室氣體排放，以因應環境保護需求與能源逐漸匱乏的挑戰。

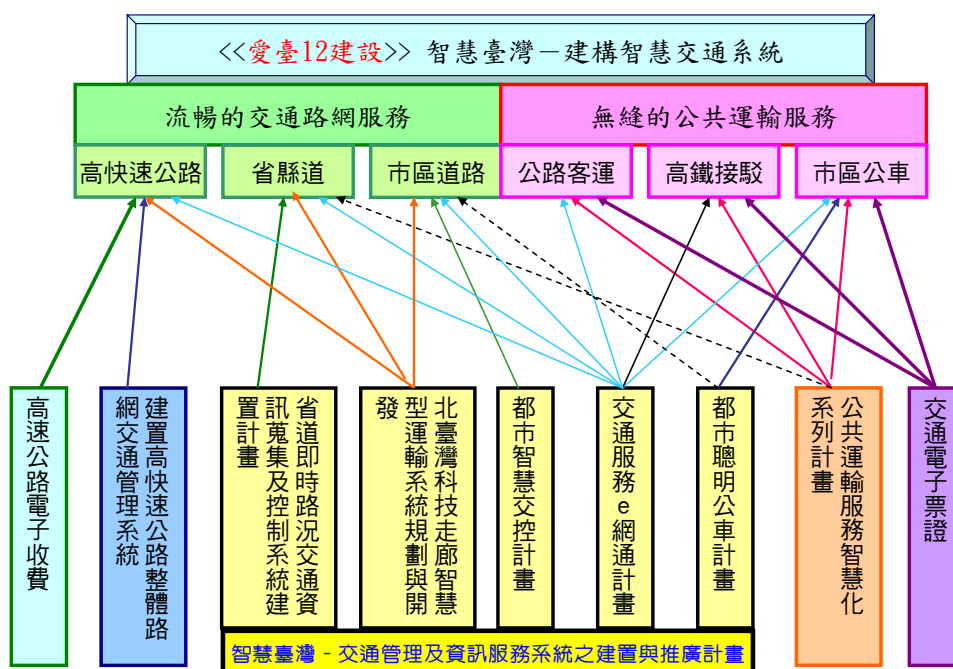
#### (4) 智慧型運輸安全系統基礎模式發展

「安全」與「效率」一向為國際推動 ITS 之重要目標，故不論美國 IntelliDrive、歐盟 e-safety、日本 Smartway 等計畫均涵蓋此兩項目標。在 ITS 下之交通安全議題上，需建立人為因素、人機介面、工程設施等與交通事故風險關聯之基礎模式，以減少道路路網因人為因素、人機介面與工程設施等問題所引發之交通事件而導致非常態性壅塞，增加路網之效率性與安全性，同時達到節能減碳之目標。為達成這些目標，應積極推動智慧型運輸之安全服務研究，應用人、運具、路網與平台間之整合，以發展交通安全基礎模式；其開發重點包括事故分析及風險管理模式、駕駛人安全駕駛行為發展模式、以 ITS 為基礎之運具安全設備人機介面互動模式，以及駕駛人與交通設施互動模式等，透過探討人為因素、先進設備與設施互動模式對安全及風險關聯之國際未來發展方向，同時掌握先進科技運用於人、運具、路網整合之最新發展趨勢，以利建立駕駛人輔助系統之安全規範及推廣應用，提升路網之安全及運行效率。

## 二、 公共建設計畫

國內主要 ITS 公共建設計畫為「愛台十二建設」中之「智慧臺灣—交通管理及資訊服務系統之建置與推廣計畫」，「智慧臺灣—交通管理及資訊服務系統之建置與推廣計畫」係交通部於 97 年 5 月將「e 化交通計畫」與「即時路況資訊平台之整合發展與應用推廣計畫」整

合成為「智慧臺灣－交通管理及資訊服務系統之建置與推廣計畫」，計畫項目包括「都市智慧交控計畫」、「都市聰明公車計畫」、「交通服務e網通計畫」、「北臺灣科技走廊智慧型運輸系統建置計畫」以及「省道即時路況交通資訊蒐集及控制系統建置計畫」五項計畫，總經費17.6375 億。「智慧臺灣－交通管理及資訊服務系統之建置與推廣計畫」為國內未來 ITS 建置計畫的重點，再配合「建置高快速公路整體路網交通管理系統」、「公共運輸服務智慧化系列計畫」等計畫構成 ITS 主要建置計畫，相關計畫總經費為 66.60 億，相關計畫策略與重點如圖 2.21 所示。



資料來源：本所，「臺灣智慧交通之發展」，97 年 10 月。

圖 2.21 智慧臺灣 ITS 相關建置計畫策略與重點

以下針對各項計畫重點進行說明：

### (一)高速公路電子收費

目前高速公路電子收費系統（Electronic Toll Collection，簡稱 ETC）建置計畫由交通部高速公路局主辦，係採取民間參與公共建設的方式辦理，由遠通電收股份有限公司負責建置營運。根據高公局資料顯示，自 95 年 2 月 10 日開通以來，至 99 年 7 月 14 日 ETC 用戶



穩定成長至 100 萬名用戶，累計車次超過 6 億車次，其中大型車佔 38.62%，小型車佔 61.38%。而截至 99 年 11 月 1 日止，車上單元申裝量為 105.6 萬，交通量亦逐漸攀升（自 99 年 7 月起已有 4 個月份超過 1,700 萬輛），ETC 系統使用率約為 38%。另依據 BOT 營運契約規定，ETC 預定於 102 年進入計程收費階段。

## (二)建置高速公路整體路網交通管理系統計畫

「高快速公路整體路網交通管理系統建置計畫」係由高公局主辦，執行對高速公路既有交控功能提昇與 12 條東西向快速公路交控系統建置。系統包括路況監控、路徑導引、事件偵測、匝道儀控，以及用路人資訊等功能，車輛偵測器設置密度於主線為 2 公里，交流道、系統交流道與隧道進出口為 300~500 公尺。辦理時程為 90 至 99 年度。預估總經費為新台幣 50 億元，已於 99 年完成，其中 R11 於 98 年 12 月 20 日完工，R21 於 98 年 12 月 31 日完工，R31 於 99 年 2 月 14 日完工。此外，R12 及 R12 均已在 99 年 12 月 31 日完工。

## (三)省道即時路況交通資訊自動蒐集及控制系統建置計畫

國內省道共計有 4,533 公里，由於目前設置車輛偵測器密度偏低，因此，公路總局目前規劃辦理之「省道即時路況交通資訊蒐集及控制系統建置計畫」計畫，規劃於 97 至 100 年設置 370 座車輛偵測器，設置於高速公路替代性之省道上以及全省易壅塞或易肇事路段，希望能達到每 10 公里一個車輛偵測器之密度，並投入共計 6.65 億元增設車技來改變運輸需求形態以及提升運輸系統及服務之運作效率、安全與品質，增進先進運輸系統及服務之使用率，與國際接軌，開發相關 ITS 相關產業之未來商機。

## (四)北臺灣科技走廊智慧型運輸系統規劃與開發

此計畫由公路總局委託本所執行，主要內容為南港軟體園區至新竹科學園區運輸走廊交通資訊與控制系統建置，建置北臺灣高、快速公路、省縣道等相關替代道路之旅行時間預測資訊系統，並整合各級交控系統路況資訊，以提供用路人行程規劃所需之資訊，提高道路服務效率。

交通號誌時制管理策略實作計畫，由交通部補助各地方政府執行，協助北臺灣科技走廊相關替代道路上號誌時制之改善，以降低用路人旅行之時間，提升生活品質。

#### (五)都市智慧交控計畫

自民國 87 年交通部頒布 3.0 版交控協定後，交通部即積極開發標準化交控軟體，並於 92 年編列預算推動「e 化交通-智慧交控計畫」至地方政府，至 98 年底國內已有 21 個縣市具備交控中心（其連線設備詳見表 2.8），提供民眾上網查詢路況資訊之功能。截至 98 年僅餘雲林縣及花蓮縣尚未建置，99 年僅餘花蓮縣尚未建置，其餘各縣市均已建置完成。各縣市建置實施概況詳如表 2.4 所示。

#### (六)都市聰明公車計畫

自民國 83 年起交通部即著手研發公車動態資訊系統，經多年實驗與試作後，於 92 年編列預算推動至地方，至今（99 年 10 月）已有 13 個縣市建置公車動態資訊系統（詳見表 2.9），共計完成車機 3,231 台（含公車與部份公路客運）、智慧型站牌 971 座。而 99 年 10 月臺北市之車機數量為 4,100 台、智慧型站牌 305 座。目前國內市區公車幾已全數納入「動態資訊系統」服務範圍。各縣市建置實施概況詳如表 2.5 所示。

表 2.4 智慧交控執行縣市之現場設備連線數量統計表  
（截至 98 年計畫）

|   | 縣市政府  | 號誌控制器 | 車輛偵測器 | 資訊可變標誌 | 路況監視攝影機 | 自動車牌辨識 |
|---|-------|-------|-------|--------|---------|--------|
| 1 | 基隆市政府 | 139   | 17    | 0      | 17      | 0      |
| 2 | 臺北市政府 | 1,770 | 724   | 118    | 202     | 12     |
| 3 | 臺北縣政府 | 595   | 98    | 68     | 73      | 10     |
| 4 | 桃園縣政府 | 1,439 | 273   | 76     | 120     | 0      |
| 5 | 新竹市政府 | 351   | 24    | 11     | 53      | 0      |

表 2.4 智慧交控執行縣市之現場設備連線數量統計表  
(截至 98 年計畫)(續)

|    | 縣市政府  | 號誌控制器 | 車輛偵測器 | 資訊可變標誌 | 路況監視攝影機 | 自動車牌辨識 |
|----|-------|-------|-------|--------|---------|--------|
| 6  | 新竹縣政府 | 18    | 4     | 0      | 8       | 0      |
| 7  | 苗栗縣政府 | 87    | 18    | 5      | 41      | 0      |
| 8  | 臺中市政府 | 451   | 52    | 19     | 88      | 3      |
| 9  | 臺中縣政府 | 18    | 8     | 2      | 9       | 0      |
| 10 | 彰化縣政府 | 6     | 7     | 0      | 2       | 0      |
| 11 | 南投縣政府 | 36    | 20    | 9      | 12      | 0      |
| 12 | 雲林縣政府 | 0     | 0     | 0      | 0       | 0      |
| 13 | 嘉義市政府 | 109   | 14    | 0      | 8       | 0      |
| 14 | 嘉義縣政府 | 62    | 10    | 2      | 25      | 0      |
| 15 | 臺南市政府 | 833   | 59    | 0      | 26      | 0      |
| 16 | 臺南縣政府 | 7     | 7     | 0      | 7       | 0      |
| 17 | 高雄市政府 | 1,800 | 147   | 36     | 150     | 42     |
| 18 | 高雄縣政府 | 45    | 147   | 36     | 9       | 2      |
| 19 | 屏東縣政府 | 5     | 2     | 1      | 3       | 0      |
| 20 | 宜蘭縣政府 | 118   | 26    | 3      | 23      | 0      |
| 21 | 臺東縣政府 | 19    | 3     | 0      | 14      | 0      |
| 小計 |       | 7,908 | 1,660 | 386    | 890     | 69     |

資料來源：縣市政府提供資料，本所彙整。

表 2.5 「都市聰明公車」計畫各縣市建置實施概況（99 年 10 月）

| 縣市地區  | 上線車輛數 | 智慧型站牌數 | 公車動態資訊網址  | 語音電話        |
|-------|-------|--------|---|-------------|
| 基隆市   | 148   | 55     | <a href="http://ebus.klcb.gov.tw/KLBusWeb/">http://ebus.klcb.gov.tw/KLBusWeb/</a>                     | 02-24629996 |
| 臺北市   | 4,100 | 305    | <a href="http://www.e-bus.taipei.gov.tw">http:// www.e-bus.taipei.gov.tw</a>                          | 02-23461168 |
| 臺北縣   | 757   | 207    | <a href="http://e-bus.tpc.gov.tw">http:// e-bus.tpc.gov.tw</a>  | 02-29516184 |
| 桃園縣   | 249   | 28     | <a href="http://ebus.tycg.gov.tw">http:// ebus.tycg.gov.tw</a>  | 03-4588484  |
| 新竹市   | 40    | 35     | <a href="http://hisatisfy.hccg.gov.tw">http:// hisatisfy.hccg.gov.tw</a>                              | 03-5237921  |
| 臺中市/縣 | 790   | 258    | <a href="http://citybus.tccg.gov.tw">http://citybus.tccg.gov.tw</a>                                   | 04-22295089 |
| 臺南市/縣 | 180   | 241    | <a href="http://ebus.tncg.gov.tw">http:// ebus.tncg.gov.tw</a>  | 06-2998484  |
| 縣市地區  | 上線車輛數 | 智慧型站牌數 | 公車動態資訊網址  | 語音電話        |
| 高雄市   | 649   | 454    | <a href="http://khbus.gov.tw/KHWeb/Index.jsp?pg=p5_4">http://khbus.gov.tw/KHWeb/Index.jsp?pg=p5_4</a> | 07-7497100  |
| 高雄縣   | 268   | 17     | <a href="http://61.60.20.26/KSCbusWeb/">http://61.60.20.26/KSCbusWeb/</a>                             | 07-7497100  |
| 屏東縣   | 130   | 8      | 近期公告上線  |             |
| 金門縣   | 65    | 30     | 近期公告上線  |             |
| 嘉義縣   | 79    | 20     | <a href="http://www.cybus.gov.tw/">http://www.cybus.gov.tw/</a>                                       | 05-2788177  |
| 嘉義市   | 12    | 36     | <a href="http://e-bus.chiayi.gov.tw/">http://e-bus.chiayi.gov.tw/</a>                                 | 05-2230-818 |
| 總計    | 7,467 | 1,694  |   |             |

資料來源：縣市政府提供資料，本所彙整。

### (七)公共運輸服務智慧化系列計畫

公路總局從99年起分3年以公共建設預算編列執行，補助全省公路客運業者全面建置車載機約7,000餘台，100年先建置1,000餘台，其餘預計於101年完成。發展「公路客運動態資訊系統」，除可掌握客運車輛之即時行車狀況（包括位置、速度）與路線、班次等資訊，亦可結合公路總局各區監理所之業務需求，開發「公路客運監理與管理系統」，除了能有效解決各地區監理所人力不足之窘境，更可有效提升公路監理、稽核以及補貼作業之執行效率。「公路客運動態資訊系統」亦能提供對乘客之安全與服務保障，當車輛發生故障或事故時，監控中心便能即時作因應處理，降低乘客的不便與危險。尤其在開放陸客觀光之後，對於公路客運業兼營之遊覽車更需藉由此「動態資訊系統」來加強管理與服務，並做為未來擴大辦理遊覽車「動態資訊系統」之先導示範。此外，「公路客運動態資訊系統」可引用以往市區公車動態資料推估路況的作法，兼負探偵車的角色，提供車速與路況，補強現有省縣道車輛偵測器不足之缺口。

### (八)交通服務 e 網通計畫

交通部於92年建置「交通服務 e 網通」(<http://e-iot.iot.gov.tw/>) 網站，內容包括「全國路況資訊中心」與「陸海空客運資訊中心」網站。此外，亦可由此入口網站查詢各都市的「公車動態資訊系統」與「都市交通資訊」。網站服務於93年開始，目前每年約有200萬人點閱。

全國路況資訊中心—整合警廣 7 個分台、23 個縣市政府（包括警察局提供事故資訊、工務局提供道路施工資訊以及交通局提供號誌故障與道路壅塞等資訊）、公路總局道路通阻與高速公路局路況等跨單位之不同交通事件資訊，為國內最完整的交通路況資訊中心，民眾可透過廣播或網際網路獲得國、省、縣道與市區道路即時路況資訊；陸海空客運資訊中心—整合臺鐵、高鐵、48 家國省道客運、5 家航空公司，以及 27 家海運公司等城際客運之班表及票價等資訊，並輔導線上即時更新，民眾可透過網際網路、行動電話或 PDA 等不同方式

查詢最新資訊。

全國路況與陸海空客運的資訊皆已建立標準 XML 資料傳輸格式及資料使用管理辦法。產官學研各界經申請即可免費即時連線取得資訊。自 97 年 5 月起開始開放申請資料使用及加值，至 100 年 11 月單位已超過 191 家，且已有多家業者分別以調頻副載波 (Radio Data System, RDS)、數位電視與 3G 方式提供使用者查詢相關資訊，本所自 98 年 1 月 20 日起已與警廣合作以調頻副載波發佈路況資訊，以降低通訊成本與促進車載資通訊產業之發展。

### (九)交通電子票證

交通部自 92 年起開始補助地方縣市建置電子票證系統，至 99 年 5 月全台發卡量共計 2,414 萬張 (至 99 年 7 月底悠遊卡已超過 2,000 萬張，且預計於 2011 年悠遊卡可搭乘高鐵，此外，桃竹苗與中彰投地區之臺灣通卡約 124 萬張、南部七縣市 Taiwan Money 卡約 30 萬張、高雄捷運卡約 160 萬張，以及遠通電收之高速公路 e 通卡約 100 萬)。而基隆市市公車之「基隆交通卡」已於 96 年 9 月與悠遊卡整合成功並正式啟用。為提升民眾使用公路客運電子票證之便利，將加速分區電子票證整合互通作業，即「全國一卡通」(公路總局，97-98 年度)。為達成臺鐵通勤捷運化目標，計畫建置臺鐵通勤電子票證 (97 年：基隆至中壢 19 個車站)，同時發展臺鐵與都會區大眾運輸系統轉乘接駁優惠服務 (臺鐵局，97-98 年度)。交通部於 99 年 8 月起推動「多卡通」補助計畫，預計分 3 年逐步補助各地區客運業者完成建置。

## 2.5 小結

### 一、ITS 發展目標

提昇安全、效率、環保為世界各國發展 ITS 的主要目標，亦即減少與交通運輸相關之傷亡，有效的紓解交通壅塞，節省燃油與減少廢氣排放均是 ITS 持續發展的重要目標，也是永無止境的理想。

#### 1. 提昇安全

考慮全球性人口高齡化，應著重有關人機介面、輔助安全駕駛

方面之研發，重視包含高齡者在內之弱勢用路人保護，減少交通事故，提昇交通安全。

近年來極端氣候現象之發生，而未來可能成為常態，天災加上人禍更加重交通事故的嚴重性，因此必須加強相關監測及緊急應變的 ITS 設施，才足以因應極端氣候所產生的交通運輸問題與危機。

## 2. 提高運輸效率

受到全球化及國際化未來發展趨勢之影響，國內外運輸需求日益增加，因此無論客貨運輸或國內國際運輸，均應再提昇運輸系統效率，以因應日益增加的運輸需求，而 ITS 服務也將扮演更重要的角色。

## 3. 節省能源與減少二氧化碳排放

綜觀先進各國，均已將節能減碳列為 ITS 發展所要達成的共同目標。ITS 技術，例如交通管理、電子收費、即時交通資訊、路徑規劃與導引、自動巡航控制、停車管理及導引等，均具有節能減碳的成效。善用 ITS 技術不但可以落實節能減碳及減少污染的功能，而且有助於競爭力的提昇及促進產業發展。

## 二、 ITS 未來發展方向

在資通訊匯流的趨勢及通信技術持續演進下，智慧型運輸系統的建置與推動變得日益可行，且能有效提昇運輸系統效率。為因應氣候變遷及油價高漲時代的來臨，節能減碳已是各國政府施政之重點。此外，交通事故死亡人數近年來雖有減少趨勢，但是事故次數及受傷人數仍持續成長。因此強化交通安全(Safe)、效率、智慧化(Smart)，並結合綠(Green)運輸與人本(Humanism)運輸等理念是我國 ITS 未來發展的主軸(Smart + Green)與重要方向(Safe & Humanism)。

經回顧國外 ITS 發展趨勢，研訂國內 ITS 未來主要發展方向如下：

### (一)增進交通安全

弱勢用路族群包括行人、自行車、機車的交通安全問題，以往沒有受到應有的重視，但是近來已成為社會大眾的關注問題及話題，未

來必須正視及提出解決辦法。

### 1.推動道路智慧化

對於具有潛在危險的道路及橋樑加強道路設施之安全監控，安裝必要的監測儀器及維持監視與營運，以因應氣候或天災之緊急應變措施，確保道路行車安全。

### 2.交通執法的智慧化及人性化

由於國人遵守交通規則的習慣與精神不足，亦造成交通事件與事故之頻繁。增設路側交通執法設施，提昇交通違規舉發比例，不但能有效遏止交通違規行為，並養成民眾守法的精神與習慣，提昇交通安全。

### 3.增進車輛之智慧化

鼓勵車輛安裝胎壓偵測、盲點偵測、行人偵測、車道維持、定速、倒車雷達等配備或裝置，以提高交通安全之成效。

強化公共運輸之安全管理 包括長途公路客運、遊覽車、計程車等加裝 GPS、行車紀錄器、車道維持、車隊管理等配備，此外遊覽車應規範及監控行經路線，避免行經於陡坡、山區狹窄道路等具潛在危險性之地區。

## (二)提昇運輸效率

### 1. 車路整合

針對共同營運的系統訂定路-路、車-路、車-車之通訊規格、訂定 ITS 建置標準等，以有效整合車輛與交通基礎設施。進而透過資訊及通訊等技術促使人、車、路更緊密之整合。

ITS 主要作法為交通基礎設施與資訊的結合，將運輸系統的效率、使用最大化，並且帶動運具的整合與使用行為之改變、車輛碰撞事故的件數與嚴重性將大為降低，且對事故的應變能力與恢復能力亦將更快速。藉由提供資訊給運輸系統的營運者與管理者以減緩擁擠及增加運輸系統的含量，並減少運輸新設施的需求。



ITS/Telematics 整合多功能車載資通訊系統及整合共通平台的發展是重要發展趨勢。ITS 與車載資通訊系統密切整合，彼此間有統一的共用通信規約，車上單元(OBU)經由充分整合具有多功能應用的效能，因此更能發揮相輔相成的效果。由於資通信之匯流，智慧型手持裝置，如智慧型手機及平板電腦等已成為 ICT 發展的主流，也成為交通資通訊應用的重要工具，隨時隨地均可取得所需的交通資訊。

推動作法包括推廣車輛安裝先進駕駛人輔助系統與相關安全與保安系統、支援緊急救援功能，推動保障弱勢用路人及商車監控管理等相關措施。

發展及推動利用探偵車蒐集及提供交通即時資訊及強化動態交通管理。彌補政府在 ITS 基礎設施建置之不足，並促進 ITS 提供更精緻及詳細服務。

## 2. 整合運輸走廊管理(ICM)與多運具整合

### (1)應用 ITS 於運輸走廊、跨都市交通管理與貨運管理

推動工作係找出 ITS 可支援貨物運輸(eFreight)的項目，並著重於貨物追蹤與其他相關科技應用之發展，推動實施電子道路收費系統及計程收費。

### (2)最適化道路、交通、與旅遊資訊之應用

推動作法包括擬訂適用於全國交通旅遊資訊服務之共通性規範、提供最適化道路資訊、交通流量與路徑選擇建議之資料，以及在以公共運輸為前提下，推動促進及戶的複合運輸旅運規劃發展。

### (三)推動 ITS 節能減碳

歐美日等先進國家 ITS 近年來已將推動「Green ITS」列為重要政策與策略方向，包括前述日本之 Energy-ITS 計畫、歐洲之 ECO-MOVE 計畫以及美國之 Moving Cooler 計畫，也均預期能夠達到節能減碳的政策目標。

相關研究項目包括環保駕駛、環保交控與交管、停車導引系統、

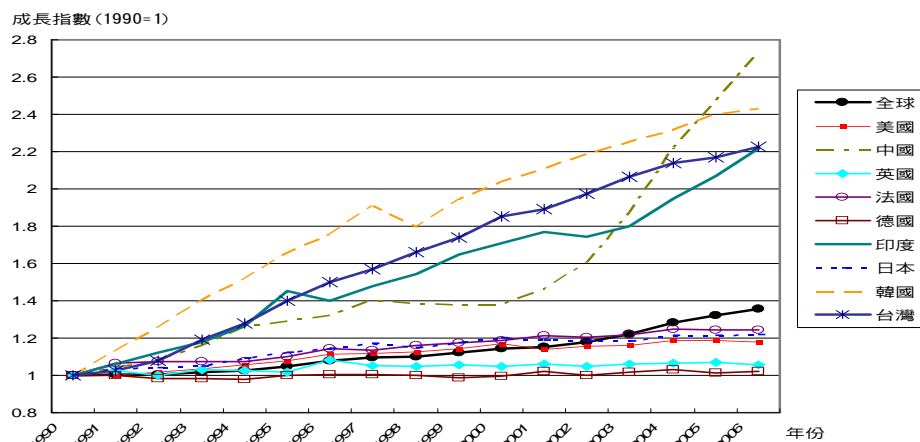
電子收費系統、節能路徑規劃、動態導航、即時交通資訊服務、車輛配備如定速巡航裝置，後續逐步測試、示範推動及推廣，以發揮 ITS 節能減碳的功效。

### 第三章 運輸部門節能減碳發展概況

我國運輸部門在能源消耗及溫室氣體排放所佔比例，在各部門中排名為第二，僅次於工業部門，約佔 14-15%。本章首先瞭解國內外運輸部門節能源消耗及溫室氣體排放現況及未來趨勢，其次回顧國內外運輸部門能源消耗及溫室氣體排放減量策略。

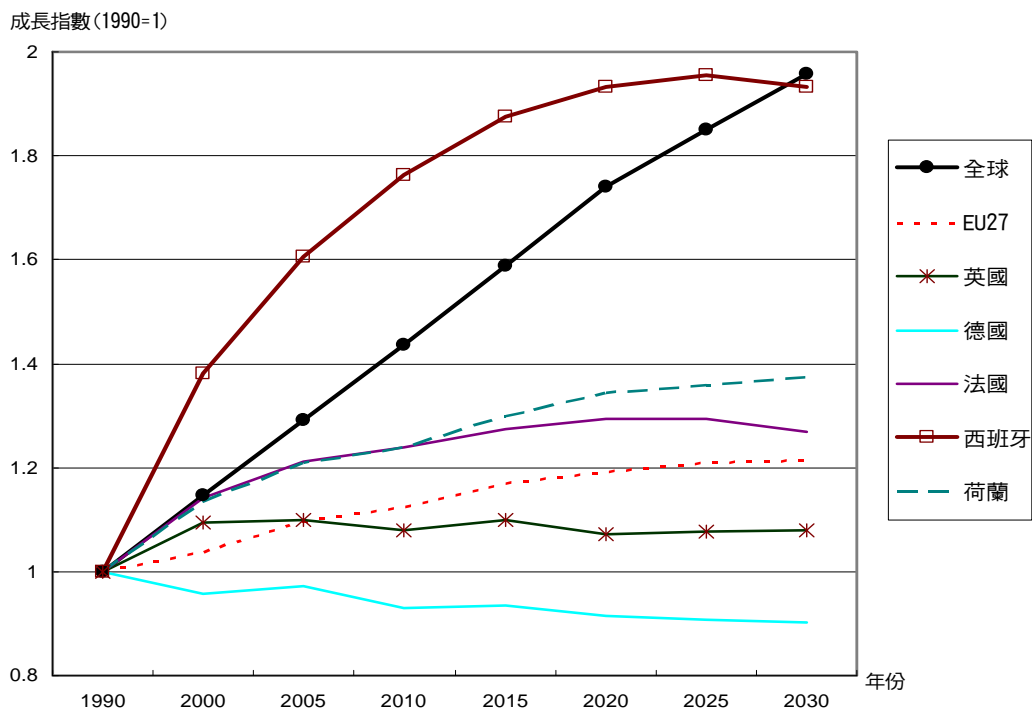
#### 3.1 國內外運輸部門節能源消耗及溫室氣體排放現況

自 1990 年代開始人為溫室氣體排放過量造成氣候變遷，以及全球能源逐漸匱乏等議題逐漸受到重視。隨著經濟發展，各國能源消耗量均呈逐年上升之趨勢，如圖 3.1 所示。由圖可知各國 2006 的能源消耗量相較於 1990 年大多成長 1.2~2.4 倍之多，其中以中國、韓國、我國、印度等國家成長速度尤其快速，至全球平均成長水準約為 1.34 倍。根據歐盟執行委員會(European Commission, EC)預測全球與歐盟國家於 2030 年的能源消耗量(如圖 3.2 所示)知，全球的能源消耗總量較 1990 年成長 1.95 倍之多。全球各國 CO<sub>2</sub> 排放量成長趨勢如圖 3.3 所示，除英國、德國較 1990 年 CO<sub>2</sub> 排放量略有下降外，各國均呈正成長趨勢，我國更呈現快速成長的狀態，全球 2006 年的 CO<sub>2</sub> 排放量較 1990 年成長 1.33 倍之多；若預測至 2030 年(如圖 3.4)，全球 CO<sub>2</sub> 排放量將較 1990 年成長 1.93 倍。由於 CO<sub>2</sub> 排放係因燃燒化石能源所致，因此若要遏止 CO<sub>2</sub> 排放持續增加，「節能」勢必是主要的重點工作之一 (IEA, 2010)。



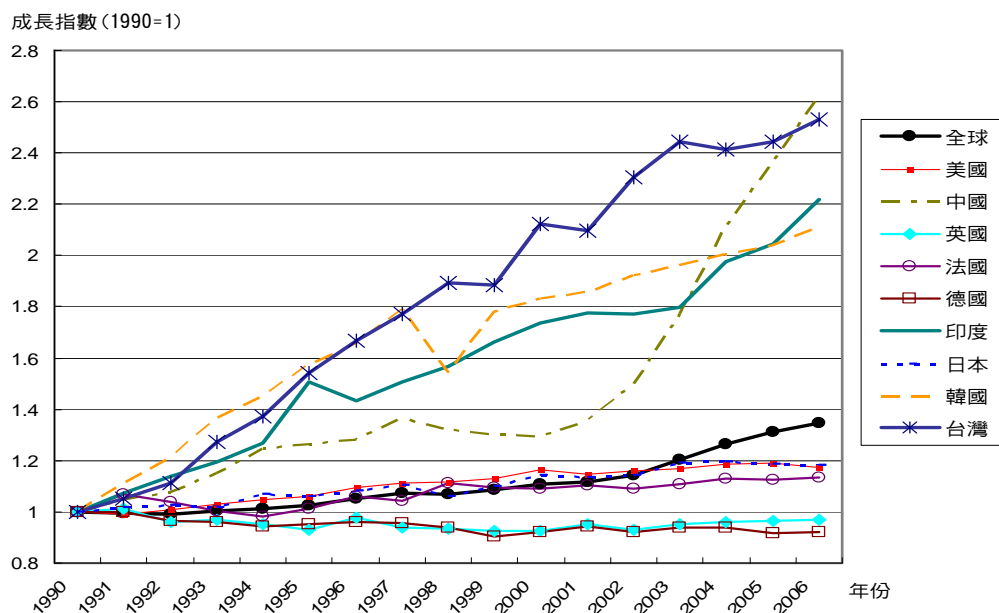
資料來源：美國能源資訊管理局(Energy Information Administration, EIA)。

圖 3.1 世界各國能源消耗趨勢



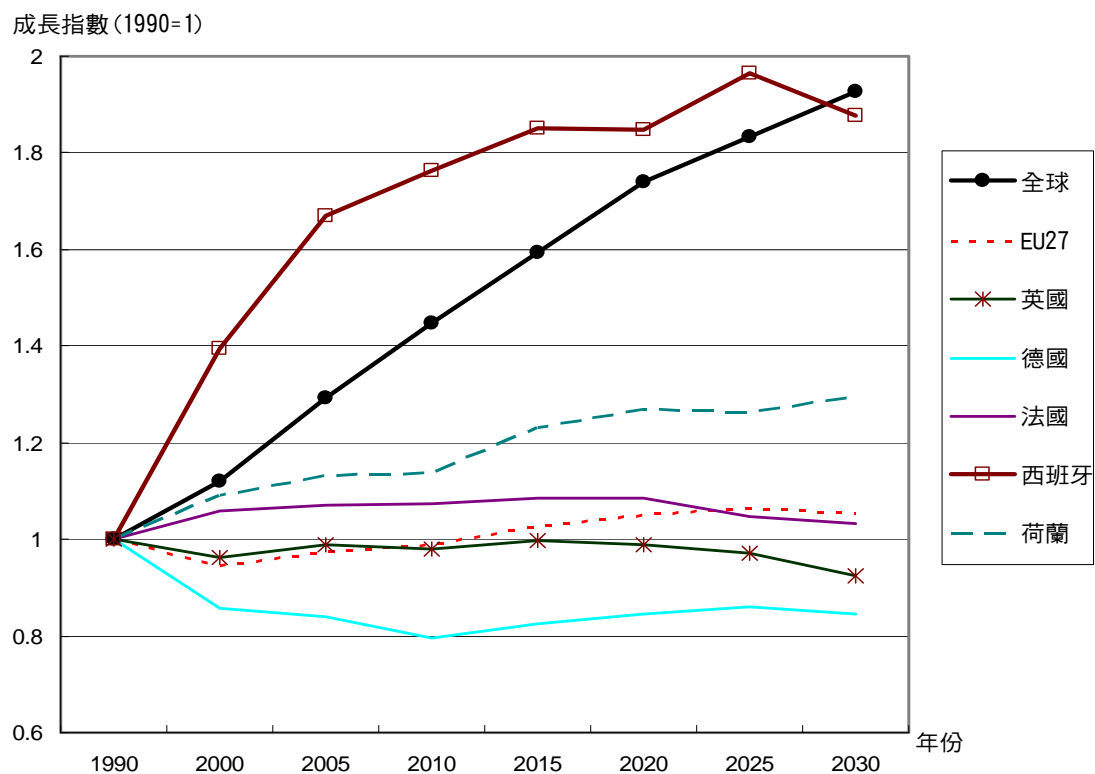
資料來源：歐盟執行委員會(European Commission, EC)，European energy and transport trends to 2030，(2007)。

圖 3.2 全球及歐盟各國能源消耗趨勢預測



資料來源：美國能源資訊管理局(Energy Information Administration, EIA)。

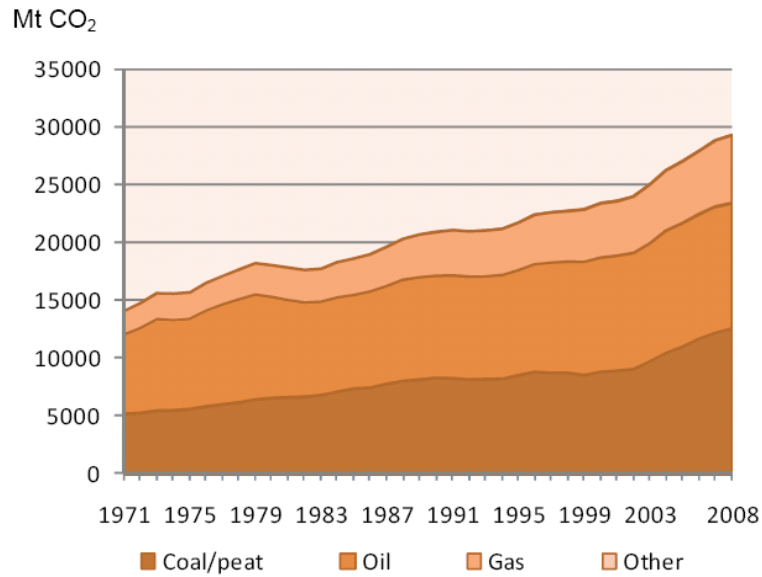
圖 3.3 世界各國 CO<sub>2</sub> 排放量趨勢



資料來源：歐盟執行委員會(EC)，European energy and transport trends to 2030，(2007)。

圖 3.4 全球及歐盟各國 CO<sub>2</sub> 排放量趨勢預測

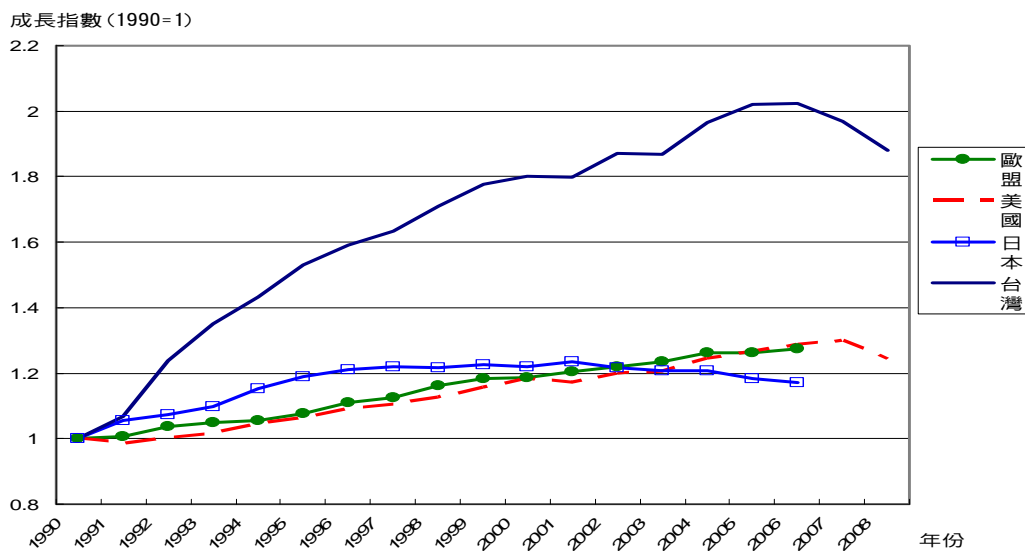
由於運輸部門在運具的使用上需要大量燃料作為動力來源，因此在全球能源使用上，可以觀察化石燃料所產生二氧化碳每年以 2.6% 速度成長，如圖 3.5 所示，運輸部門佔了絕大比重。



資料來源：國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2010。

圖 3.5 化石燃料排碳成長趨勢圖(2006)

從運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放量成長趨勢來看，如圖 3.6 所示，除日本外，各國在 2006 年前均為正成長，而我國在 2006 年之前的運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放量呈現快速成長趨勢，直至近 2 年因油價上漲才因而下降。

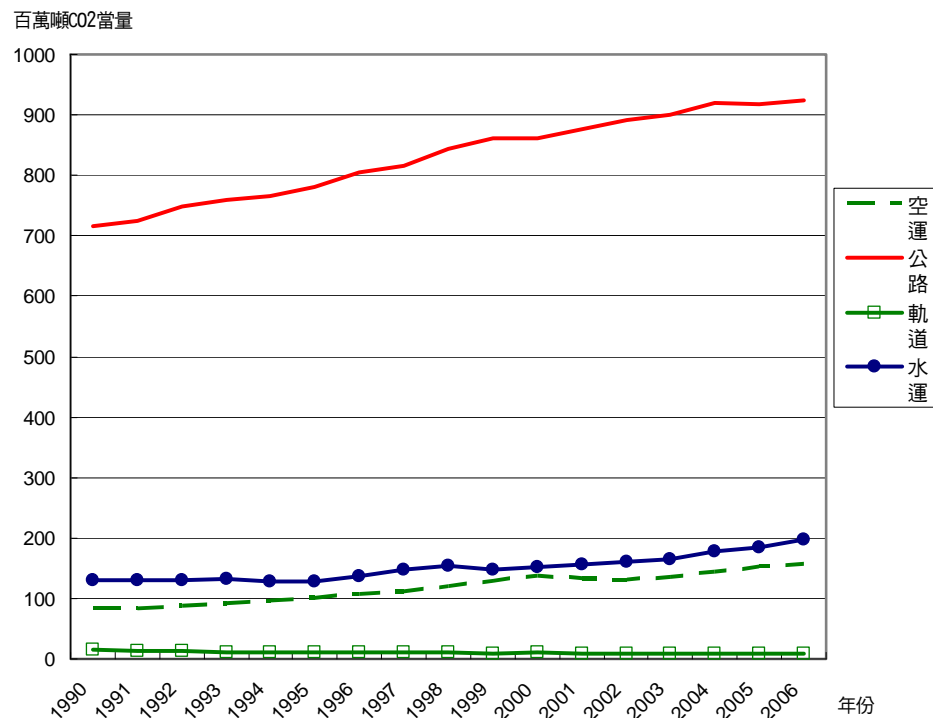


資料來源：美國能源資訊管理局(EIA)、歐盟執行委員會(EC)、經濟部能源局、日本汽車製造協會(Japan Automobile Manufacturers Association Inc.)。  
註：歐盟、日本之資料僅統計至 2006 年。

圖 3.6 我國與歐盟、美國及日本之運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放趨勢

參考歐盟各運具產生之溫室氣體排放趨勢，如圖 3.7 所示，公路

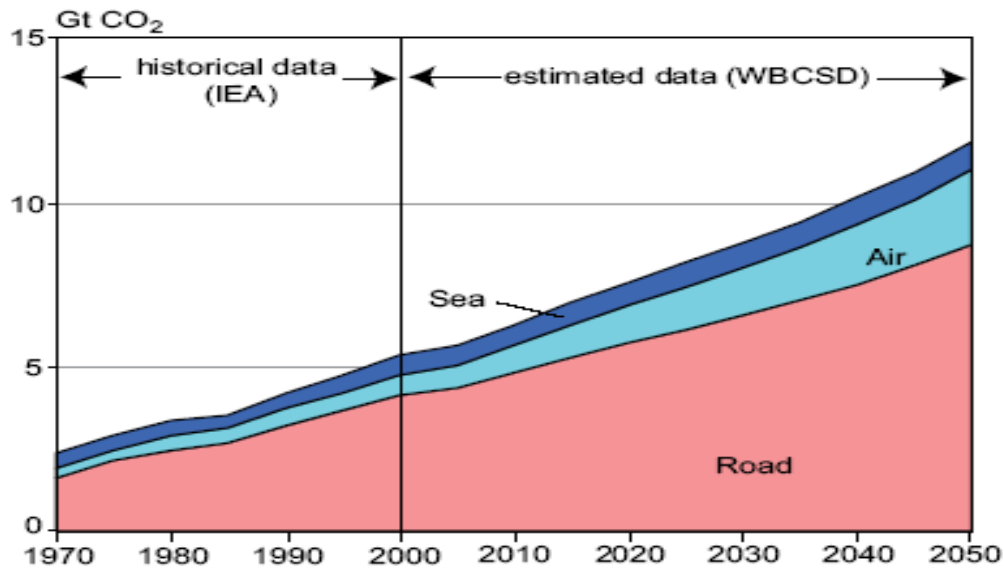
運輸之溫室氣體排放量遠高於其餘運具，並呈現快速成長的趨勢，軌道運輸之溫室氣體排放量為所有運輸系統中最低，且自 1990 年來其溫室氣體排放量並無太大增減（IEA，2010）。



資料來源：歐盟執行委員會(EC)。

圖 3.7 歐盟各運輸系統之溫室氣體排放量趨勢

圖 3.8 為自 1970 年以來運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放情形，以及未來至 2050 年之排放趨勢預測，顯見運輸部門之 CO<sub>2</sub> 排放實屬易升難降，且公路系統佔了相當高之比重。



資料來源：Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.

圖 3.8 運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放趨勢與預測至 2050 年

我國各部門（包括能源、工業、運輸、住宅、服務業及農業等部門）之 CO<sub>2</sub> 排放量(不包括電力消費排放)，以能源佔最大比例，次為工業與運輸，各部門之 CO<sub>2</sub> 排放情況自 1990 年開始即呈現持續成長之趨勢，於 2007 年始有逐漸緩降之趨勢；此外，自 1990 年至 2009 年整體年平均 CO<sub>2</sub> 排放成長率為 4.1%，各部門之年平均成長率則分別為能源部門 5.9%、運輸 3.2%、服務業 1.8%、工業 1.5%及住宅 0.9%，而農業則減少-3.4 %。我國各部門之 CO<sub>2</sub> 排放量與成長率及排放趨勢，分別如表 3.1、表 3.2 及圖 3.9 所示。



表 3.1 我國各部門燃料燃燒 CO<sub>2</sub> 排放量(不包括電力消費排放)

單位：千公噸CO<sub>2</sub>

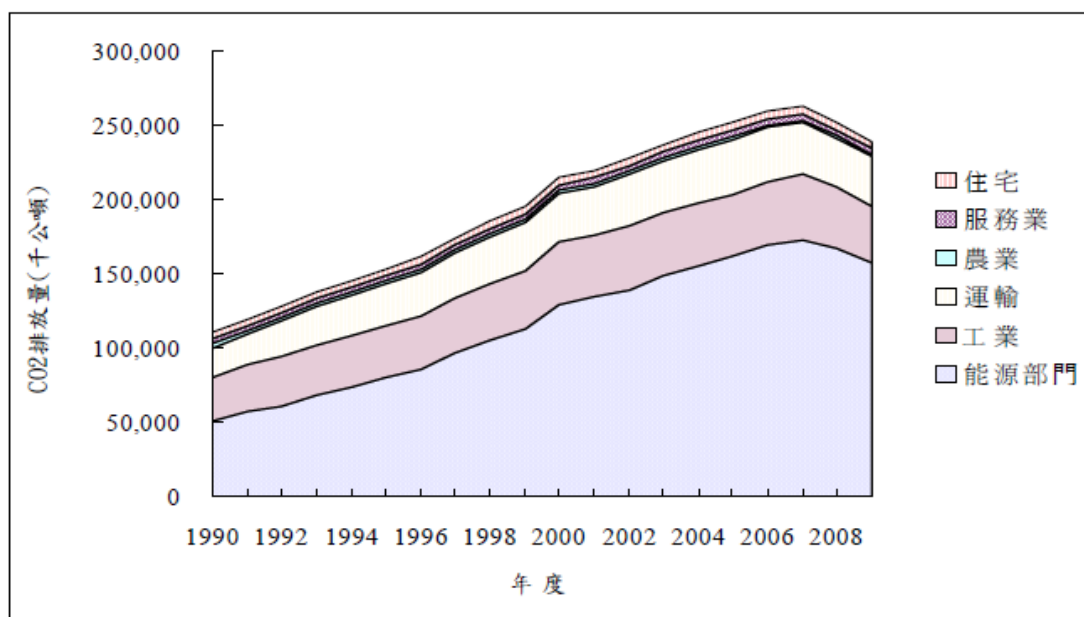
| 年別   | 能源      | 工業     | 運輸     | 農業    | 服務業   | 住宅    | 總計      |
|------|---------|--------|--------|-------|-------|-------|---------|
| 1990 | 50,705  | 30,213 | 19,450 | 2,917 | 3,582 | 3,985 | 110,851 |
| 1991 | 57,187  | 31,697 | 20,679 | 2,673 | 3,491 | 4,216 | 119,943 |
| 1992 | 61,268  | 33,136 | 23,792 | 2,646 | 2,954 | 4,424 | 128,220 |
| 1993 | 68,944  | 33,390 | 25,842 | 2,648 | 2,465 | 4,337 | 137,626 |
| 1994 | 73,930  | 34,355 | 27,265 | 2,694 | 2,985 | 4,439 | 145,669 |
| 1995 | 79,925  | 34,976 | 28,533 | 2,749 | 2,419 | 4,574 | 153,176 |
| 1996 | 85,546  | 35,926 | 29,503 | 2,776 | 3,143 | 4,730 | 161,624 |
| 1997 | 96,476  | 37,583 | 30,230 | 2,451 | 2,457 | 4,827 | 174,024 |
| 1998 | 105,773 | 38,240 | 31,525 | 2,021 | 2,917 | 4,927 | 185,403 |
| 1999 | 113,262 | 39,152 | 32,444 | 2,020 | 3,123 | 5,383 | 195,384 |
| 2000 | 129,737 | 42,023 | 32,875 | 2,338 | 3,188 | 5,328 | 215,488 |
| 2001 | 134,875 | 40,950 | 32,914 | 2,430 | 3,525 | 5,160 | 219,855 |
| 2002 | 138,911 | 43,755 | 34,197 | 2,434 | 3,458 | 5,081 | 227,836 |
| 2003 | 149,175 | 42,247 | 34,164 | 2,783 | 3,852 | 4,992 | 237,213 |
| 2004 | 155,211 | 42,554 | 35,501 | 2,947 | 3,989 | 5,101 | 245,303 |
| 2005 | 161,983 | 41,335 | 36,478 | 2,600 | 4,100 | 5,203 | 251,699 |
| 2006 | 169,404 | 42,655 | 36,406 | 1,630 | 4,125 | 5,046 | 259,265 |
| 2007 | 173,047 | 44,442 | 35,071 | 1,080 | 4,067 | 5,080 | 262,787 |
| 2008 | 167,410 | 41,086 | 33,103 | 1,356 | 4,090 | 4,997 | 252,042 |
| 2009 | 158,011 | 38,093 | 33,447 | 994   | 4,112 | 4,957 | 239,615 |

資料來源：經濟部能源局。

表 3.2 我國各部門燃料燃燒 CO<sub>2</sub> 排放量成長率(不包括電力消費排放)

| 年別   | 能源    | 工業    | 運輸    | 農業     | 服務業    | 住宅    | 總計    |
|------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|-------|
| 1990 | -1.3% | 4.2%  | 8.3%  | 10.3%  | 4.7%   | -4.3% | 2.1%  |
| 1991 | 12.8% | 4.9%  | 6.3%  | -8.4%  | -2.5%  | 5.8%  | 8.2%  |
| 1992 | 7.1%  | 4.5%  | 15.1% | -1.0%  | -15.4% | 4.9%  | 6.9%  |
| 1993 | 12.5% | 0.8%  | 8.6%  | 0.1%   | -16.6% | -2.0% | 7.3%  |
| 1994 | 7.2%  | 2.9%  | 5.5%  | 1.7%   | 21.1%  | 2.3%  | 5.8%  |
| 1995 | 8.1%  | 1.8%  | 4.7%  | 2.1%   | -19.0% | 3.1%  | 5.2%  |
| 1996 | 7.0%  | 2.7%  | 3.4%  | 1.0%   | 29.9%  | 3.4%  | 5.5%  |
| 1997 | 12.8% | 4.6%  | 2.5%  | -11.7% | -21.8% | 2.1%  | 7.7%  |
| 1998 | 9.6%  | 1.7%  | 4.3%  | -17.5% | 18.7%  | 2.1%  | 6.5%  |
| 1999 | 7.1%  | 2.4%  | 2.9%  | -0.1%  | 7.1%   | 9.3%  | 5.4%  |
| 2000 | 14.5% | 7.3%  | 1.3%  | 15.8%  | 2.1%   | -1.0% | 10.3% |
| 2001 | 4.0%  | -2.6% | 0.1%  | 3.9%   | 10.6%  | -3.1% | 2.0%  |
| 2002 | 3.0%  | 6.8%  | 3.9%  | 0.1%   | -1.9%  | -1.5% | 3.6%  |
| 2003 | 7.4%  | -3.4% | -0.1% | 14.3%  | 11.4%  | -1.8% | 4.1%  |
| 2004 | 4.0%  | 0.7%  | 3.9%  | 5.9%   | 3.5%   | 2.2%  | 3.4%  |
| 2005 | 4.4%  | -2.9% | 2.8%  | -11.8% | 2.8%   | 2.0%  | 2.6%  |
| 2006 | 4.6%  | 3.2%  | -0.2% | -37.3% | 0.6%   | -3.0% | 3.0%  |
| 2007 | 2.2%  | 4.2%  | -3.7% | -33.7% | -1.4%  | 0.7%  | 1.4%  |
| 2008 | -3.3% | -7.6% | -5.6% | 25.5%  | 0.6%   | -1.6% | -4.1% |
| 2009 | -5.6% | -7.3% | 1.0%  | -26.7% | 0.5%   | -0.8% | -4.9% |
| 平均   | 5.9%  | 1.5%  | 3.2%  | -3.4%  | 1.8%   | 0.9%  | 4.1%  |

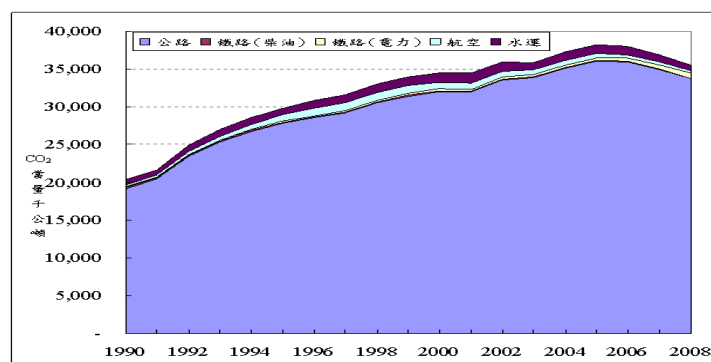
資料來源：經濟部能源局。



資料來源：經濟部能源局。

圖 3.9 我國各部門燃料燃燒 CO<sub>2</sub> 排放量趨勢(不包括電力消費排放)

我國運輸部門之 CO<sub>2</sub> 排放情況自 1990 年開始即呈現持續成長之趨勢，於 2006 年始有逐漸緩降之趨勢，而我國運輸部門之 CO<sub>2</sub> 排放量以公路所佔的比例最為顯著，約佔 92.3~94.8%之間，其次為水運約佔 2.2~4%，鐵路部門約佔 0.9~2.2%，航空約佔 0.7%~3.4%。我國 1990 至 2008 年歷年全國運輸部門溫室氣體排放量(不含國際水運)變化趨勢如圖 3.10 所示，運輸部門歷年溫室氣體排放量(含電力)如表 3.3 所示。



資料來源：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」，2011 年。

圖 3.10 我國運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放量趨勢 (不含國際航空及國際水運)

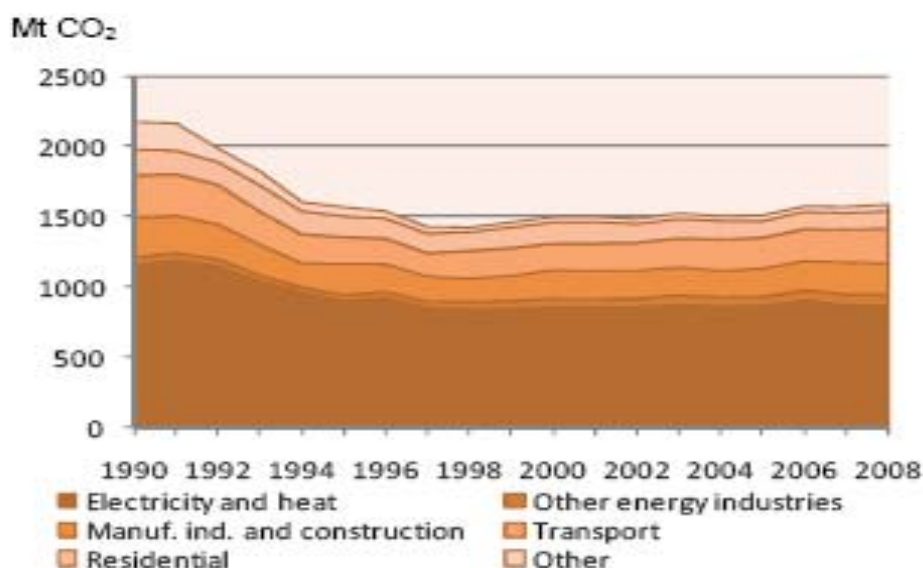
表 3.3 我國運輸部門 CO<sub>2</sub> 排放量（不含國際航空及國際水運）

單位：CO<sub>2</sub>當量(千公噸)

| 年份   | 公路     |          | 鐵路  |      |                               |          | 航空    |          | 水運    |          |
|------|--------|----------|-----|------|-------------------------------|----------|-------|----------|-------|----------|
|      | 排放量    | 佔運輸部門百分比 | 排放量 | 電力排放 | 依能源局公告 GHG-CO <sub>2</sub> 當量 | 佔運輸部門百分比 | 排放量   | 佔運輸部門百分比 | 排放量   | 佔運輸部門百分比 |
| 1990 | 19,161 | 94.1%    | 132 | 90   | 0.445                         | 1.1%     | 278   | 1.4%     | 696   | 3.4%     |
| 1991 | 20,421 | 94.3%    | 141 | 96   | 0.482                         | 1.1%     | 295   | 1.4%     | 693   | 3.2%     |
| 1992 | 23,448 | 94.1%    | 141 | 118  | 0.491                         | 1.0%     | 365   | 1.5%     | 839   | 3.4%     |
| 1993 | 25,331 | 93.7%    | 147 | 119  | 0.501                         | 1.0%     | 525   | 1.9%     | 923   | 3.4%     |
| 1994 | 26,734 | 93.7%    | 142 | 159  | 0.501                         | 1.1%     | 593   | 2.1%     | 900   | 3.2%     |
| 1995 | 27,848 | 93.3%    | 142 | 117  | 0.510                         | 0.9%     | 838   | 2.8%     | 899   | 3.0%     |
| 1996 | 28,541 | 92.5%    | 134 | 132  | 0.519                         | 0.9%     | 1,050 | 3.4%     | 989   | 3.2%     |
| 1997 | 29,210 | 92.4%    | 131 | 186  | 0.547                         | 1.0%     | 1,048 | 3.3%     | 1,051 | 3.3%     |
| 1998 | 30,539 | 92.5%    | 128 | 218  | 0.575                         | 1.0%     | 1,003 | 3.0%     | 1,135 | 3.4%     |
| 1999 | 31,397 | 92.3%    | 135 | 237  | 0.575                         | 1.1%     | 1,020 | 3.0%     | 1,228 | 3.6%     |
| 2000 | 31,984 | 92.7%    | 125 | 270  | 0.593                         | 1.1%     | 890   | 2.6%     | 1,237 | 3.6%     |
| 2001 | 31,964 | 92.5%    | 120 | 270  | 0.603                         | 1.1%     | 816   | 2.4%     | 1,373 | 4.0%     |
| 2002 | 33,520 | 93.4%    | 119 | 286  | 0.603                         | 1.1%     | 754   | 2.1%     | 1,222 | 3.4%     |
| 2003 | 33,872 | 94.4%    | 108 | 289  | 0.621                         | 1.1%     | 627   | 1.7%     | 989   | 2.8%     |
| 2004 | 35,130 | 94.2%    | 97  | 322  | 0.621                         | 1.1%     | 639   | 1.7%     | 1,091 | 2.9%     |
| 2005 | 36,088 | 94.4%    | 97  | 330  | 0.632                         | 1.1%     | 591   | 1.5%     | 1,143 | 3.0%     |
| 2006 | 35,970 | 94.6%    | 96  | 352  | 0.638                         | 1.2%     | 515   | 1.4%     | 1,077 | 2.8%     |
| 2007 | 34,897 | 94.6%    | 93  | 529  | 0.637                         | 1.7%     | 392   | 1.1%     | 969   | 2.6%     |
| 2008 | 33,722 | 94.8%    | 92  | 700  | 0.636                         | 2.2%     | 260   | 0.7%     | 785   | 2.2%     |

資料來源：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」，2011年。

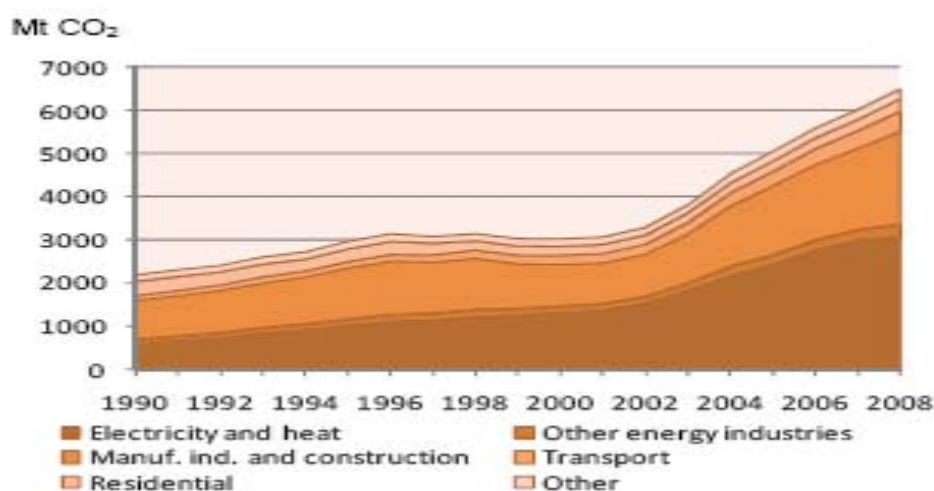
另檢視國際快速發展中國家巴西，雖然大量推展生質能源，但其運輸部門佔二氧化碳比重與成長趨勢仍與其經濟成長完全同步，自2003年之後，每一年增加超過5%，如圖3.11所示。



資料來源：國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2010。

圖 3.11 巴西排碳成長趨勢圖(2008)

另一個經濟快速發展中國家中國大陸，隨著其經濟快速成長，其排碳量於十年內成長幾近一倍，但最主要來源係電力供應，占 48%，其運輸部門排碳亦隨之成長，值得注意的是，其運輸部門排碳成長率低於整體排碳成長速度約 7%，然 2009 年之後，由於其車輛快速成長，預期運輸部門排碳將大幅成長，相關統計如圖 3.12 所示(IEA, 2010)。



資料來源：國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2010。

圖 3.12 中國大陸排碳成長趨勢圖(2008)

節能減碳施政指標可為各國或各部門推動節能減碳措施時，用來衡量目標達成度或進行趨勢分析，經查世界各國常用能源密集度或 CO<sub>2</sub> 密集度來作為節能減碳成效比較的依據。

能源密集度可視為單位經濟活動所消耗的能源使用量，經濟活動通常以國民生產毛額(GDP)表示最易為大眾所理解，也最常被應用，通常能源密集度值愈大，表示能源使用效率愈低；反之，能源密集度值愈小，其能源使用效率愈高。表 3.4 為 2006 年各國能源密集度值，其中我國的能源密集度值為 0.18 略低於全球平均值，而英國、日本為能源密集度相對較低之先進國家，中東國家如伊拉克、卡達則明顯偏高。

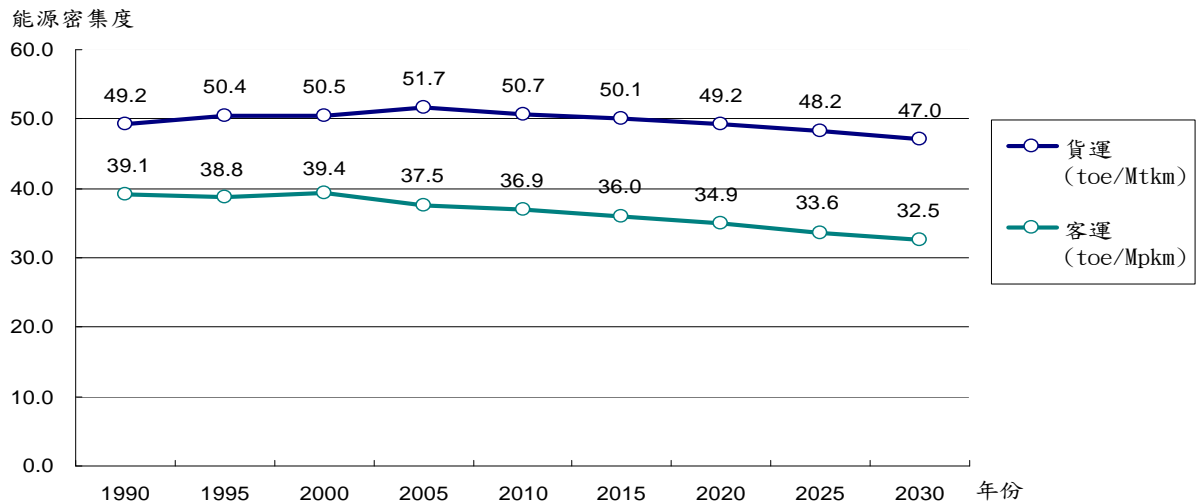
表 3.4 2006 年全球各國能源密集度

| 國家   | 能源密集度<br>(toe/billion US\$) | 國家  | 能源密集度<br>(toe/billion US\$) |
|------|-----------------------------|-----|-----------------------------|
| 全球   | 0.2                         | 韓國  | 0.21                        |
| OECD | 0.18                        | 印度  | 0.15                        |
| 亞洲   | 0.17                        | 澳洲  | 0.19                        |
| 臺灣   | 0.18                        | 俄羅斯 | 0.46                        |
| 美國   | 0.21                        | 加拿大 | 0.27                        |
| 中國   | 0.22                        | 巴西  | 0.15                        |
| 日本   | 0.15                        | 荷蘭  | 0.16                        |
| 法國   | 0.16                        | 墨西哥 | 0.17                        |
| 英國   | 0.13                        | 伊拉克 | 1.18                        |
| 德國   | 0.15                        | 卡達  | 0.71                        |

資料來源：IEA，KEY WORLD ENERGY STATISTICS 2008。

註：toe：Ton of Oil Equivalent，公噸油當量。

單位 GDP 所消耗的能源使用量常用於國家或經濟體間之比較。若要檢視各部門之能源密集度，所採用的單位則依部門特性不同而相異，在運輸部門，檢視各種運輸系統之能源密集度常將客貨運分開探討，分別以延人公里及延噸公里作為其計算單位，探討運輸工具的能源使用效率。歐盟客運能源密集度預計在 2030 年前將逐年降低，而貨運方面則預計至 2015 年後才逐年小幅降低，如圖 3.13 所示。



資料來源：歐盟執行委員會(EC)，European energy and transport trends to 2030，(2007)。

註：Mtkm：million ton-kilometer；Mpkkm：million passenger-kilometer。

圖 3.13 1990 年至 2030 年歐盟客貨運能源密集度趨勢

CO<sub>2</sub> 密集度概念與能源密集度類似，亦是以經濟活動為基礎單位來衡量經濟成長對 CO<sub>2</sub> 排放之關係，並可了解各國能源使用效率的差異。2006 年各國單位 GDP 之 CO<sub>2</sub> 排放量，如表 3.5 所示，其中，我國每單位 GDP 排放 0.45 公斤 CO<sub>2</sub>，居全球第 51 名；低於中國(0.65)、美國(0.51)及韓國(0.47)，但較新加坡(0.35)及日本(0.34)為高，較全球平均 0.49 為低。

表 3.5 2006 年全球 CO<sub>2</sub> 密集度較大國家

| CO <sub>2</sub> 密集度 |       |    | CO <sub>2</sub> 密集度 |       |    |
|---------------------|-------|----|---------------------|-------|----|
| 國家                  | 公斤/美元 | 排名 | 國家                  | 公斤/美元 | 排名 |
| 全球                  | 0.49  | —  | 哈薩克                 | 1.55  | 6  |
| OECD                | 0.41  | —  | 千里達托貝哥              | 1.4   | 7  |
| 亞洲(不含中國)            | 0.35  | —  | 荷屬安地列斯              | 1.36  | 8  |
| 伊拉克                 | 3.19  | 1  | 巴林                  | 1.33  | 9  |
| 烏茲別克斯坦              | 2.19  | 2  | 土庫曼                 | 1.27  | 10 |
| 蒙古                  | 1.93  | 3  | :                   | :     | :  |
| 北韓                  | 1.86  | 4  | :                   | :     | :  |
| 卡達                  | 1.56  | 5  | 臺灣                  | 0.45  | 51 |

資料來源：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(2/3)－建立溫室氣體排放盤查、登錄、查驗標準與機制」，(2009)。

在運輸部門，CO<sub>2</sub> 密集度可用來比較運具間的 CO<sub>2</sub> 平均排放量，



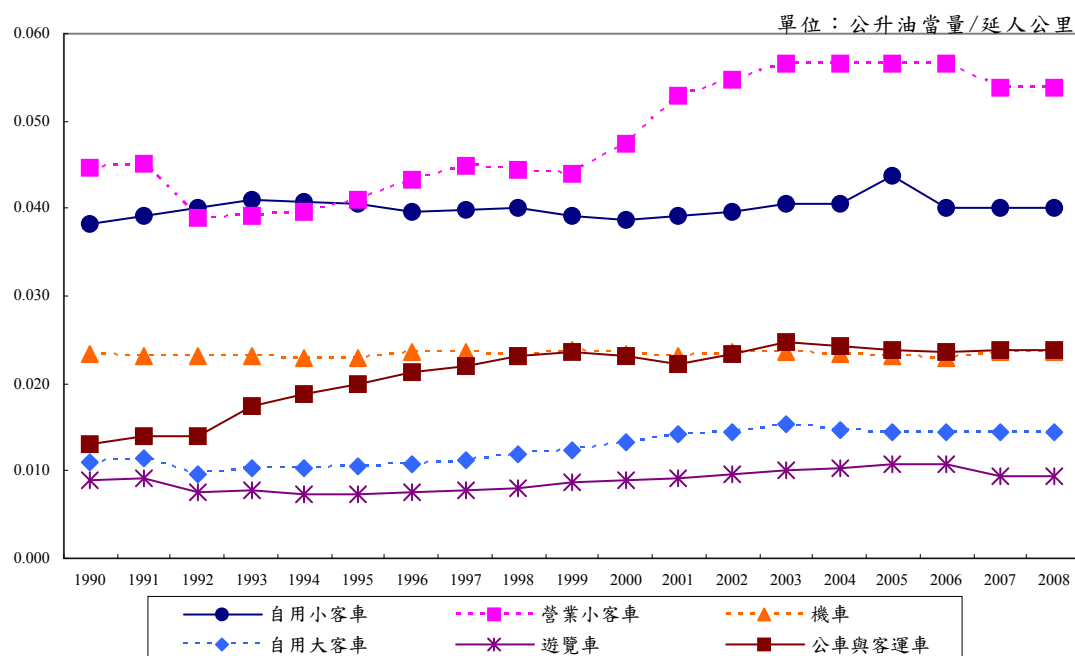
軌道系統被認為是 CO<sub>2</sub> 密集度最低的運具系統，市區公車及長途客運等公共運輸系統由於可運載較多人次，故其 CO<sub>2</sub> 密集度多較私人運具為低，而柴油小客車又較汽油小客車 CO<sub>2</sub> 密集度低，由表 3.6 可知英國汽油小客車(130.9)之 CO<sub>2</sub> 密集度為軌道系統(60.2)的 2 倍多。

表 3.6 英國陸路運輸各運具 CO<sub>2</sub> 密集度

| 運具種類  | 軌道   | 小客車(汽油) | 小客車(柴油) | 公車/長途客運 |
|---|------|---------|---------|---------|
| CO <sub>2</sub> 密集度<br>(克CO <sub>2</sub> /延人公里) | 60.2 | 130.9   | 124.2   | 89.1    |

資料來源：UK Energy Research Centre，What policies are effective at reducing carbon emissions from surface passenger transport?(2009)。

我國目前公路客運各運具之能源密集度以營業小客車最大，次為自用小客車，第三為機車，公車與客運車及自用大客車較接近，遊覽車為最小，公路客運各運具能源密集度變化趨勢如圖 3.14 所示，公路客運能源密集度如表 3.7 所示。



資料來源：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」，2011年。

圖 3.14 公路客運各運具能源密集度變化趨勢圖

表 3.7 公路客運能源密集度

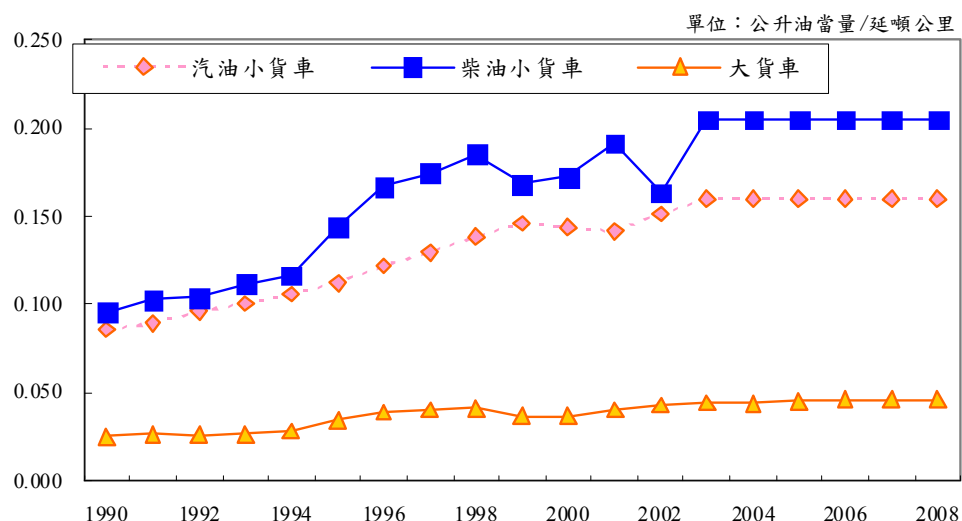
單位：公升油當量/延人公里

| 年份   | 小客車   |       | 機車    | 大客車   |       |        |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|      | 自用    | 營業    |       | 自用    | 遊覽車   | 公車與客運車 |
| 1990 | 0.038 | 0.045 | 0.023 | 0.011 | 0.009 | 0.013  |
| 1991 | 0.039 | 0.045 | 0.023 | 0.011 | 0.009 | 0.014  |
| 1992 | 0.040 | 0.039 | 0.023 | 0.010 | 0.008 | 0.014  |
| 1993 | 0.041 | 0.039 | 0.023 | 0.010 | 0.008 | 0.017  |
| 1994 | 0.041 | 0.040 | 0.023 | 0.010 | 0.007 | 0.019  |
| 1995 | 0.040 | 0.041 | 0.023 | 0.011 | 0.007 | 0.020  |
| 1996 | 0.040 | 0.043 | 0.023 | 0.011 | 0.008 | 0.021  |
| 1997 | 0.040 | 0.045 | 0.024 | 0.011 | 0.008 | 0.022  |
| 1998 | 0.040 | 0.044 | 0.023 | 0.012 | 0.008 | 0.023  |
| 1999 | 0.039 | 0.044 | 0.024 | 0.012 | 0.009 | 0.024  |
| 2000 | 0.039 | 0.047 | 0.023 | 0.013 | 0.009 | 0.023  |
| 2001 | 0.039 | 0.053 | 0.023 | 0.014 | 0.009 | 0.022  |
| 2002 | 0.040 | 0.055 | 0.024 | 0.014 | 0.010 | 0.023  |
| 2003 | 0.040 | 0.057 | 0.024 | 0.015 | 0.010 | 0.025  |
| 2004 | 0.041 | 0.057 | 0.023 | 0.015 | 0.010 | 0.024  |
| 2005 | 0.044 | 0.057 | 0.023 | 0.014 | 0.011 | 0.024  |
| 2006 | 0.040 | 0.057 | 0.023 | 0.014 | 0.011 | 0.024  |
| 2007 | 0.040 | 0.054 | 0.024 | 0.014 | 0.009 | 0.024  |
| 2008 | 0.040 | 0.054 | 0.024 | 0.014 | 0.009 | 0.024  |

資料來源：交通部統計處。



圖 3.15 與表 3.8 分別為我國公路貨運各運具能源密集度變化趨勢圖及公路貨運能源密集度，根據圖 3.15 顯示，我國公路貨運各運具之能源密集度以柴油小貨車最大，次為汽油小貨車，大貨車為最小，且各運具歷年之能源密集度皆呈現逐漸上升之趨勢。



資料來源：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」，2011年。

圖 3.15 公路貨運各運具能源密集度變化趨勢圖

表 3.8 公路貨運能源密集度

單位：公升油當量/延噸公里

| 年份   | 小貨車   |        | 大貨車   |
|------|-------|--------|-------|
|      | 汽油    | 柴油     |       |
| 1990 | 0.086 | 0.0957 | 0.026 |
| 1991 | 0.089 | 0.1026 | 0.027 |
| 1992 | 0.096 | 0.1042 | 0.026 |
| 1993 | 0.101 | 0.1115 | 0.027 |
| 1994 | 0.106 | 0.1168 | 0.029 |
| 1995 | 0.112 | 0.1443 | 0.035 |
| 1996 | 0.122 | 0.1668 | 0.039 |
| 1997 | 0.130 | 0.1742 | 0.040 |
| 1998 | 0.138 | 0.1851 | 0.042 |
| 1999 | 0.146 | 0.1681 | 0.037 |
| 2000 | 0.143 | 0.1723 | 0.037 |
| 2001 | 0.141 | 0.1914 | 0.041 |
| 2002 | 0.151 | 0.1633 | 0.043 |
| 2003 | 0.160 | 0.2044 | 0.045 |

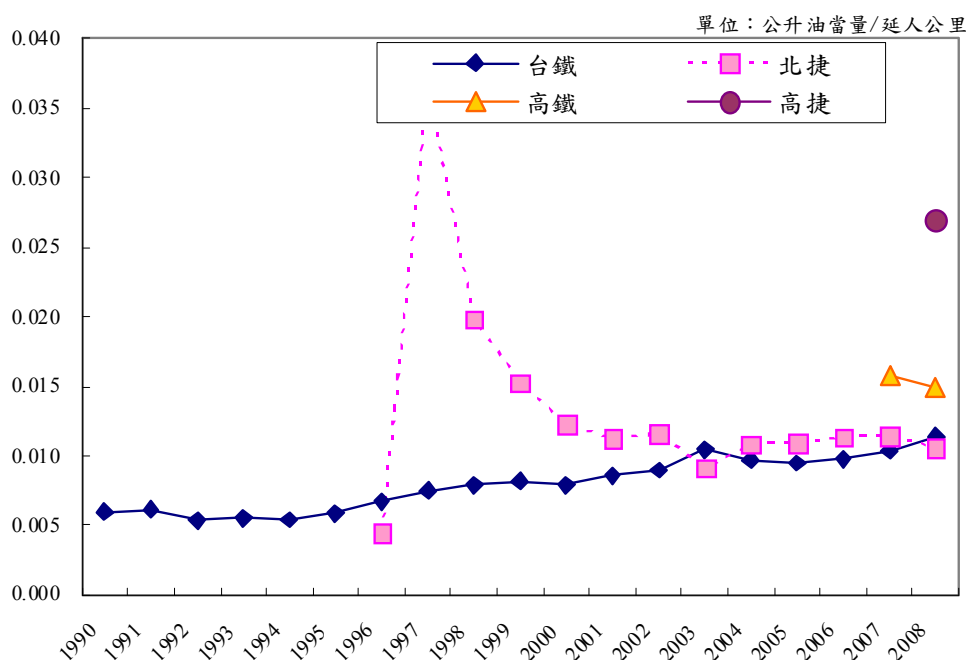
表 3.8 公路貨運能源密集度（續）

單位：公升油當量/延噸公里

| 年份   | 小貨車   |        | 大貨車   |
|------|-------|--------|-------|
|      | 汽油    | 柴油     |       |
| 2004 | 0.160 | 0.2045 | 0.044 |
| 2005 | 0.160 | 0.2045 | 0.045 |
| 2006 | 0.160 | 0.2046 | 0.047 |
| 2007 | 0.160 | 0.2046 | 0.046 |
| 2008 | 0.160 | 0.2046 | 0.046 |

資料來源：交通部統計處。

我國在鐵路客運方面，近 5 年來平均臺鐵車輛行駛的能源密集度約為 0.010 公升油當量/延人公里（如表 3.9 所示），長期呈上升趨勢（如圖 3.16 所示），2008 年較 1990 年高約 89%；北捷車輛行駛的能源密集度近年來大致維持在 0.011 公升/延人公里；高鐵能源密集度約為 0.015 公升/延人公里，較去年下降；高捷能源密集度為 0.027 公升/延人公里。另外將鐵路運輸之能耗量以用電量(度/延人公里)換算，其趨勢變化如圖 3.17 所示。



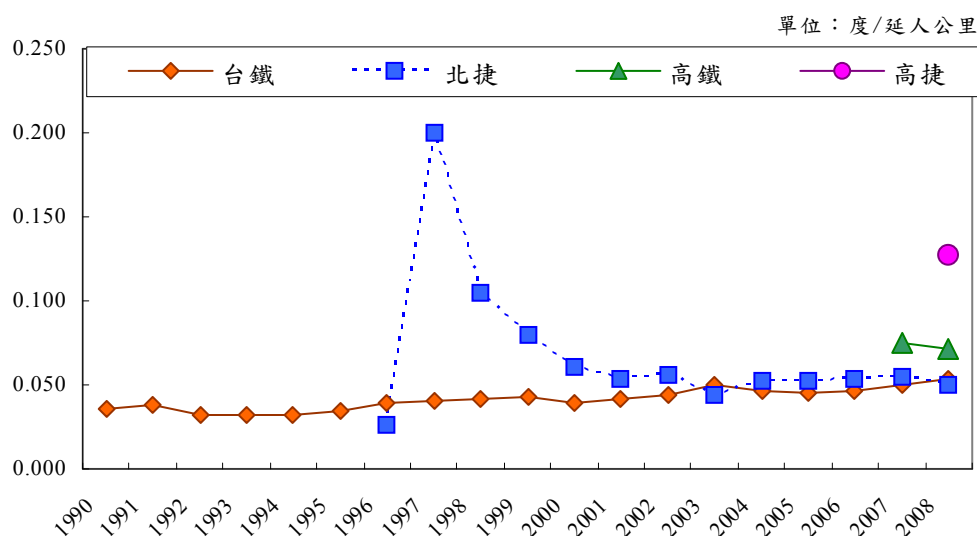
資料來源：交通部運輸研究所，「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)－建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式」，2011 年。

圖 3.16 鐵路客運能源密集度變化趨勢圖(公升油當量/延人公里)

表 3.9 鐵路客貨運能源密集度 (不含場站)

| 年份   | 單位:公升油當量/(延人公里或延噸公里) |       |       |       |       | 單位：度/延人公里 |       |       |       | 平均單位<br>電量耗油<br>量(油當量<br>KL/千度) |
|------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------|---------------------------------|
|      | 鐵路客運                 |       |       |       | 鐵路貨運  | 鐵路客運      |       |       |       |                                 |
|      | 臺鐵                   | 北捷    | 高鐵    | 高捷    | 臺鐵    | 臺鐵        | 北捷    | 高鐵    | 高捷    |                                 |
| 1990 | 0.006                | —     | —     | —     | 0.019 | 0.036     | —     | —     | —     | 0.164                           |
| 1991 | 0.006                | —     | —     | —     | 0.019 | 0.038     | —     | —     | —     | 0.162                           |
| 1992 | 0.005                | —     | —     | —     | 0.019 | 0.033     | —     | —     | —     | 0.163                           |
| 1993 | 0.005                | —     | —     | —     | 0.020 | 0.033     | —     | —     | —     | 0.169                           |
| 1994 | 0.005                | —     | —     | —     | 0.019 | 0.032     | —     | —     | —     | 0.168                           |
| 1995 | 0.006                | —     | —     | —     | 0.018 | 0.034     | —     | —     | —     | 0.172                           |
| 1996 | 0.007                | 0.004 | —     | —     | 0.020 | 0.039     | 0.026 | —     | —     | 0.172                           |
| 1997 | 0.007                | 0.036 | —     | —     | 0.021 | 0.041     | 0.199 | —     | —     | 0.183                           |
| 1998 | 0.008                | 0.020 | —     | —     | 0.021 | 0.042     | 0.105 | —     | —     | 0.188                           |
| 1999 | 0.008                | 0.015 | —     | —     | 0.023 | 0.042     | 0.079 | —     | —     | 0.193                           |
| 2000 | 0.008                | 0.012 | —     | —     | 0.024 | 0.039     | 0.061 | —     | —     | 0.202                           |
| 2001 | 0.009                | 0.011 | —     | —     | 0.025 | 0.041     | 0.054 | —     | —     | 0.209                           |
| 2002 | 0.009                | 0.012 | —     | —     | 0.026 | 0.044     | 0.056 | —     | —     | 0.206                           |
| 2003 | 0.010                | 0.009 | —     | —     | 0.025 | 0.050     | 0.044 | —     | —     | 0.208                           |
| 2004 | 0.010                | 0.011 | —     | —     | 0.024 | 0.047     | 0.052 | —     | —     | 0.208                           |
| 2005 | 0.009                | 0.011 | —     | —     | 0.024 | 0.046     | 0.052 | —     | —     | 0.208                           |
| 2006 | 0.010                | 0.011 | —     | —     | 0.025 | 0.046     | 0.054 | —     | —     | 0.211                           |
| 2007 | 0.010                | 0.011 | 0.016 | —     | 0.025 | 0.049     | 0.054 | 0.075 | —     | 0.210                           |
| 2008 | 0.011                | 0.011 | 0.015 | 0.027 | 0.025 | 0.054     | 0.050 | 0.071 | 0.128 | 0.211                           |

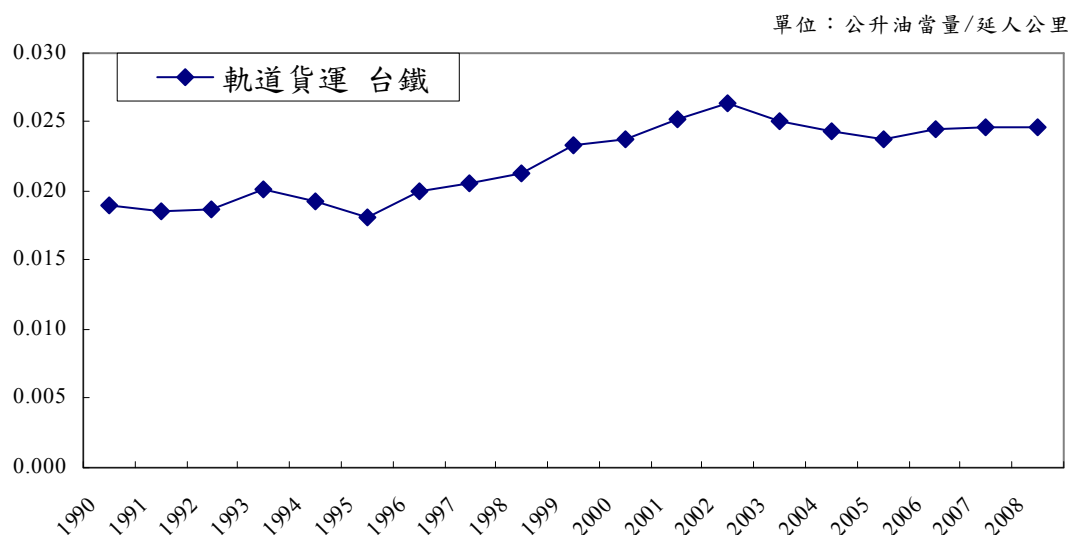
資料來源：交通部運輸研究所，「運輸部門能源與溫室氣體資料之構建與盤查機制之建立(3/3)－建立運輸能源效率指標與運輸成長預測模式」，2011年。



資料來源：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」，2011年。

圖 3.17 鐵路客運能源密集度變化趨勢圖(度/延人公里)

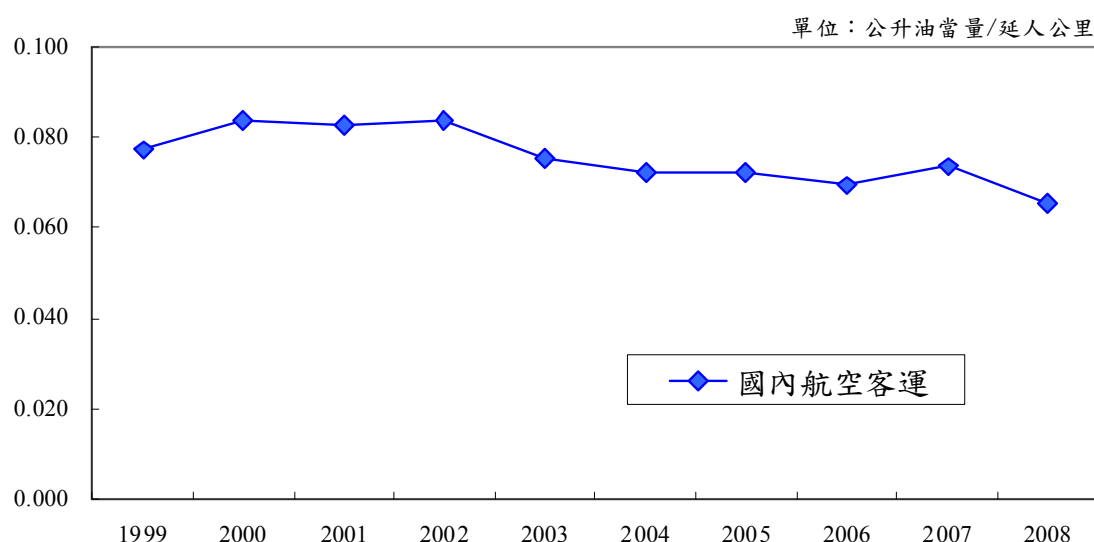
鐵路貨運方面，近年來臺鐵貨運車輛行駛的能源密集度約為 0.025 公升/延噸公里（如表 3.9 所示），長期亦呈上昇趨勢（如圖 3.18 所示），2008 年較 1990 年高約 30%。



資料來源：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」，2011年。

圖 3.18 鐵路貨運(行駛)能源密集度變化趨勢圖

在國內航空部分，主要以客運為主，國內航空不含場站之能源密集度在 2000 年以前呈上升趨勢，之後有下降，但於 2008 年又有上升現象(如圖 3.19 所示)，而國內航空之能源密集度於 2008 年約為 0.099 公升/延人公里(如表 3.10 所示)，其數值較鐵路及公路客運能源密集度高。



資料來源：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」，2011 年。

圖 3.19 航空客運能源密集度變化趨勢圖

表 3.10 航空客運能源密集度推估(不含場站)

| 年度   | 航空-國內航線(客運) |            |           | 能源密集度      |
|------|-------------|------------|-----------|------------|
|      | 航空燃油        | 航空燃油-(油當量) | 延人公里      | 公升油當量/延人公里 |
| 1990 | 115,597     | 102,753    |           |            |
| 1991 | 122,784     | 109,141    | -         | -          |
| 1992 | 152,099     | 135,199    | -         | -          |
| 1993 | 218,478     | 194,203    | -         | -          |
| 1994 | 246,666     | 219,259    | -         | -          |
| 1995 | 348,885     | 310,120    | -         | -          |
| 1996 | 437,025     | 388,467    | -         | -          |
| 1997 | 436,253     | 387,780    | -         | -          |
| 1998 | 417,196     | 370,841    | -         | -          |
| 1999 | 424,648     | 377,465    | 4,891,936 | 0.077      |
| 2000 | 370,545     | 329,373    | 3,937,966 | 0.084      |
| 2001 | 339,549     | 301,821    | 3,649,813 | 0.083      |

表 3.10 航空客運能源密集度推估(不含場站) (續)

| 年度   | 航空-國內航線(客運) |            |           | 能源密集度      |
|------|-------------|------------|-----------|------------|
|      | 航空燃油        | 航空燃油-(油當量) | 延人公里      | 公升油當量/延人公里 |
| 2002 | 313,719     | 278,861    | 3,335,551 | 0.084      |
| 2003 | 260,778     | 231,803    | 3,083,657 | 0.075      |
| 2004 | 265,986     | 236,432    | 3,281,672 | 0.072      |
| 2005 | 246,001     | 218,668    | 3,020,943 | 0.072      |
| 2006 | 214,371     | 190,552    | 2,748,635 | 0.069      |
| 2007 | 163,057     | 144,940    | 1,972,843 | 0.073      |
| 2008 | 108,181     | 96,161     | 1,473,750 | 0.099      |

資料來源：1.經濟部能源局網站，臺灣能源平衡表。

2.交通統計月報，國籍航空運輸概況。

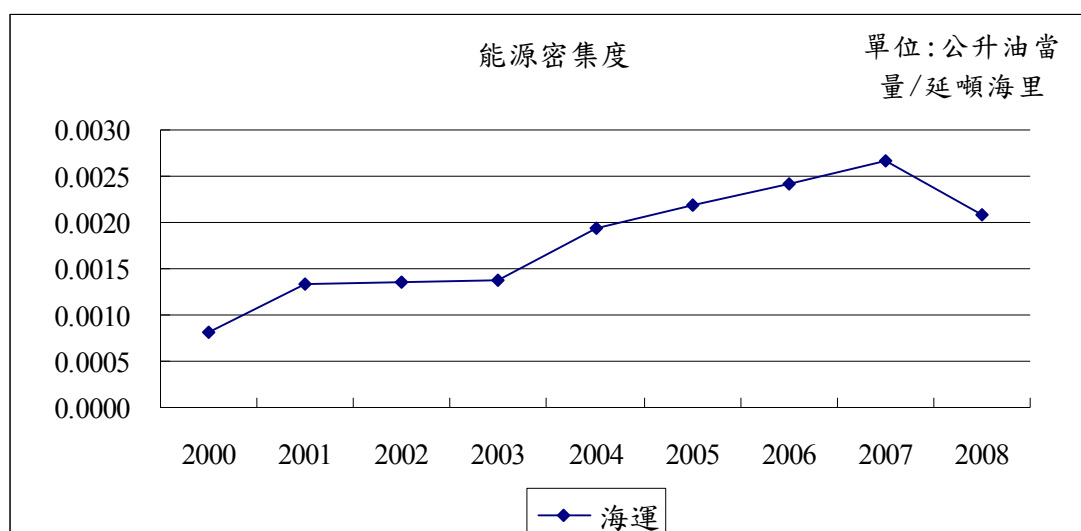
在水運方面，國內水運主要以貨運為主，水運之能源密集度整體看來較空運、軌道運輸及公路運輸來的低，但就其趨勢來看，2000年至 2008 年間能源密集度有逐漸上升的趨勢，其中以 2007 年為最高，為 0.00266，而 2008 年能源密集度已經下降到 2005 年 0.00218 以下之水準，表示水運業者已經針對降低油耗方面加以改善。表 3.11 為水運能源密集度(國籍船)，圖 3.20 為水運貨運能源密集度變化趨勢圖。

表 3.11 水運能源密集度(國籍船)

| 年度   | 水運(國籍船)                    |                            |                              |                            | 能源密集度          |
|------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
|      | 柴油 <sup>1</sup><br>(公秉油當量) | 燃油 <sup>1</sup><br>(公秉油當量) | 總油當量 <sup>1</sup><br>(公升油當量) | 延噸海里 <sup>2</sup><br>(國籍船) | 公升油當量/<br>延噸海里 |
| 2000 | 370,545                    | 235,708                    | 428,649,000                  | 527,891,000,000            | 0.00081        |
| 2001 | 339,549                    | 231,451                    | 476,647,000                  | 359,295,000,000            | 0.00133        |
| 2002 | 313,719                    | 224,909                    | 423,611,000                  | 312,823,000,000            | 0.00135        |
| 2003 | 260,778                    | 236,928                    | 341,219,000                  | 247,560,000,000            | 0.00138        |
| 2004 | 265,986                    | 260,237                    | 376,370,000                  | 195,066,000,000            | 0.00193        |
| 2005 | 246,001                    | 269,994                    | 394,480,000                  | 180,710,000,000            | 0.00218        |
| 2006 | 214,371                    | 258,875                    | 371,257,000                  | 154,245,000,000            | 0.00241        |
| 2007 | 163,057                    | 216,070                    | 334,710,000                  | 125,847,000,000            | 0.00266        |
| 2008 | 163,839                    | 171,241                    | 271,185,000                  | 129,950,000,000            | 0.00209        |

資料來源：1.經濟部能源局，能源平衡表。

2.交通部統計處。



資料來源：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」，2011年。

圖 3.20 水運貨運能源密集度變化趨勢圖

## 3.2 國內外運輸部門節能源消耗及溫室氣體排放減量策略

### 3.2.1 國外運輸部門能源消耗及溫室氣體排放減量策略

鑑於運輸部門之溫室氣體排放呈現易升難降之趨勢，且其能耗及溫室氣體排放之主要來源為私人運具使用，為因應此趨勢，本研究蒐集美國、歐洲（英國、德國、法國）、亞洲（中國、日本、韓國、新加坡）等國家之運輸部門能源使用及溫室氣體排放減量策略資料，發現各國之減量策略可概分「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」、「提昇運輸系統能源使用效率」等三大面向，茲分別說明如次（詳如表 3.12~3.14 所示）（交通部運輸研究所，2008）：

#### 一、發展綠色運輸系統

由表 3.12 可知，在發展綠色運輸系統方面，大部分國家均從公共運輸、自行車與步行等 3 方面著手。有關推廣公共運輸部分，大致包括提昇運量、健全軌道運輸服務、改善公車服務與設施，以及提高轉乘接駁服務品質等策略。其中，提升大眾運輸系統使用率與健全軌道運輸服務為許多國家採用的策略；此外，歐洲的英國與亞洲的日本、韓國與新加坡對改善公車服務品質亦相當重視，另中國與韓國則

致力於公車專用道的開闢。在自行車部分，自行車零污染的特性使得歐洲國家大力推廣使用，日本更計畫將 5 公里以下的短程旅次都轉移至自行車。至於步行部分，優良的步行環境是改善生活品質、提高大眾運輸使用率的重要配套措施之一，所列的歐美國家及中國均將鼓勵步行交通納為推動策略。

表 3.12 各國運輸部門節能減碳措施-發展綠色運輸系統

| 策略/措施                        | 美國 | 英國 | 德國 | 法國 | 中國 | 日本 | 韓國 | 新加坡 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1.推廣大眾運輸                     |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1)提升運量                      |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.增進大眾運輸系統使用率                | ✓  | ✓  |    | ✓  |    | ✓  | ✓  | ✓   |
| b.增加火車、船運等乘載量                | ✓  |    |    | ✓  |    |    | ✓  |     |
| (2)健全軌道運輸服務                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.加強鐵路運輸品質                   |    | ✓  |    | ✓  | ✓  |    |    |     |
| b.擴展都會區鐵路、輕軌、捷運線設置           |    | ✓  | ✓  | ✓  |    | ✓  | ✓  |     |
| c.增加鐵路路線、鐵路基礎建設              |    |    | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |    |     |
| e.興建、拓展高速鐵路                  |    |    |    | ✓  | ✓  |    |    |     |
| (3)改善公車服務與設施                 |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.改善公車服務品質                   |    | ✓  | ✓  |    |    | ✓  | ✓  | ✓   |
| b.改善停靠設施、引進低底盤公車、票價差異化、增加轉運點 |    |    |    |    |    | ✓  |    |     |
| c.開闢公車專用道                    |    |    |    |    | ✓  |    | ✓  |     |
| (4)提高轉乘接駁服務品質                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.停車轉乘結合清潔車輛接駁或免費接駁          | ✓  |    |    |    |    |    |    |     |
| b.建設轉乘與停車系統                  |    |    |    |    | ✓  | ✓  |    |     |
| c.實施鼓勵停車轉乘                   | ✓  |    |    |    |    | ✓  | ✓  | ✓   |
| 2.鼓勵使用自行車                    | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |    |     |
| 3.鼓勵步行交通                     | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |    |    |     |

資料來源：交通部運輸研究所，2008。

## 二、 加強運輸需求管理

由表 3.13 可知，在加強運輸需求管理方面，各國主要係從整體



規劃、交通管理與經濟手段三個面向著手。有關整體規劃部分，主要在進行運輸規劃時將環境影響因子納入考量，以及透過土地整體規劃減少旅運量；其中，美國、英國、德國，以及亞洲的日本與新加坡在整體運輸規劃方面多所著力。有關交通管理部分，包括提高小客車乘載量、實施交通量總量管制、實施交通離峰計畫及推廣資通訊技術運用等策略，其中，日本、韓國、新加坡均推廣共乘制，而韓國與中國則實施所謂的汽車星期制，主要鼓勵或管制車輛在每一星期某一天或特定幾天不要或不能在某一區域行駛。另外，法國、韓國與新加坡則實施交通離峰計畫策略；其中美國與日本為減少通勤或商務旅次需求，乃鼓勵機關團體使用資通訊技術傳遞訊息與資料，以及進行雙方的協調溝通，諸如在家上班、視訊會議等。有關經濟手段部分，主要從車輛持有成本、道路使用成本、運輸經營成本等面向制定相關的管制措施；由於涉及民眾行的權利，且會增加民眾的使用成本，通常在推動過程中會遭遇較大的阻力，此也是許多國家不願冒然推動經濟管制手段的原因之一；在新加坡透過提高車輛持有成本（實施車輛配額制、擁車證、額外登記費）來管制車輛數的作法最受到世界各國注目；另外英國與新加坡徵收市區擁擠費、地區通行費，亦是許多國家想嘗試學習的經驗；而在德國則依飛機二氧化碳排放量增加飛機的機場降落費。

表 3.13 各國運輸部門節能減碳措施-加強運輸需求管理

| 策略/措施               | 美國 | 英國 | 德國 | 法國 | 中國 | 日本 | 韓國 | 新加坡 |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1. 整體規劃             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1) 運輸規劃階段納入氣候因子的考量 |    |    | ✓  |    |    |    |    | ✓   |
| (2) 透過土地整體規劃減少旅運量   | ✓  | ✓  | ✓  |    |    | ✓  |    | ✓   |
| (3) 重大運輸建設考量環境議題    | ✓  | ✓  | ✓  |    |    | ✓  |    |     |
| 2. 交通管理             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1) 提高小客車乘載量        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a. 推廣共乘制            | ✓  |    |    |    |    | ✓  | ✓  | ✓   |
| b. 實施高乘載管制          | ✓  |    |    |    |    |    | ✓  |     |

表 3.13 各國運輸部門節能減碳措施-加強運輸需求管理（續）

| 策略/措施                   | 美國 | 英國 | 德國 | 法國 | 中國 | 日本 | 韓國 | 新加坡 |
|-------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| c.提高公路車輛承載率、里程利用率、降低空駛率 |    |    |    |    | ✓  |    |    |     |
| (2)實施交通量總量管制            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.管制車輛數（特定活動、場所）        |    | ✓  |    |    |    |    | ✓  | ✓   |
| b.實施地區通行證計畫             |    |    |    |    |    |    |    | ✓   |
| c.高污染車輛限制進入             |    |    |    |    | ✓  |    |    | ✓   |
| d.汽車星期制                 |    |    |    |    | ✓  |    | ✓  |     |
| (3)實施交通離峰計畫             |    |    |    | ✓  |    |    | ✓  | ✓   |
| (4)推動鼓勵資通訊技術使用以減少旅運需求   | ✓  |    |    |    |    | ✓  |    |     |
| 3.經濟手段                  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1)車輛持有成本               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.實施車輛配額制、擁車證、額外登記費     |    |    |    |    |    |    |    | ✓   |
| (2)道路使用成本               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.徵收市區擁擠費、地區通行費         |    | ✓  |    |    |    |    |    | ✓   |
| b.依據車輛排放標準實施差別費率        | ✓  |    | ✓  |    |    |    |    |     |
| c.依據重車軸數、行駛里程數實施差別費率    |    |    | ✓  |    |    |    |    |     |
| d.都會區上班場所徵收停車稅          |    | ✓  |    |    |    |    |    |     |
| (3)運輸經營成本               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.減少鐵路營業稅               | ✓  |    |    |    |    |    |    |     |
| b.增加飛機降落費               |    |    | ✓  |    |    |    |    |     |

資料來源：交通部運輸研究所，2008。

### 三、提昇運輸系統能源使用效率

由表 3.14 可知，在提昇運輸系統能源使用效率方面，各國主要

係從燃料效率、替代燃料、交通管理、經濟誘因與貨運管理等 5 個面向著手。在燃料效率部分，主要策略包括推動節能車輛、訂定耗油標準、推動車輛燃料效率標章、車輛防怠速，以及提升船舶、鐵路與航空能源使用效率等。以歐洲為首的國家與車輛製造商協議其自願性生產較節能車輛，而後擴及至亞洲其他車輛主要生產國日本與韓國；而法國、中國、日本、韓國則推動使用小型車。提高小客車、小貨車及休旅車耗油標準，以及車輛燃料效率分級標章更是各國積極推動的措施，而中國則致力於提升船舶、鐵路與航空能源使用效率。在替代燃料部分，主要包括推動低污染燃料與車輛技術研發、推廣節能運具、設置周邊設備、訂定新再生能源標準，以及提高酒精、生質柴油供給等策略。其中大部分國家均積極推動低污染燃料與車輛技術研發工作；許多國家建立節能車輛重點試行地點，另也配合設置加氣/油設施，以推廣節能運具。在交通管理部分，各國鑑於智慧型運輸系統可以有效提昇運輸系統運作效率，對於提昇運輸系統能源使用效益有一定的助益，是故各國均致力於建置智慧型運輸系統。此外，大部分國家多實施推廣節省耗油駕駛習慣，另法國與中國則降低高快速道車輛速限。在經濟誘因部分，則主要從提高耗能車輛使用成本及鼓勵節能車輛使用等兩個面向著手，其中以德國最積極，同時實施階梯式燃料稅制、提高老舊與高污染車輛稅率，以及將汽油燃料稅改以 CO<sub>2</sub> 排放為計算基礎。各國為發展節能車輛、鼓勵節能車輛使用，採行的措施包括：降低低耗能車輛牌照稅且依 CO<sub>2</sub> 排放分級徵收、購買節能運具減免所得稅率、補助節能車輛購置、污染減量升級套件之補助、補助企業降低商業用車 CO<sub>2</sub> 排放量、運輸服務及加油站經營業者使用清淨燃料之稅費減免、節能車輛高速公路通行費或停車費折扣等。有關貨運管理部分，主要包括改善物流管理績效、提昇鐵路與船運運量、建設燃料輸送管道等策略，其中，許多國家透過資訊科技的應用，以及建置貨運與物流中心，以改善物流管理績效；在鐵路貨運方面，亦有許多國家致力於增加鐵路貨運量；此外，韓國及中國為加強燃料輸送並減少利用車輛運送，遂加強建設燃料輸送管道。

表 3.14 各國運輸部門節能減碳措施-提昇運具能源使用效率

| 策略/措施                | 美國 | 英國 | 德國 | 法國 | 中國 | 日本 | 韓國 | 新加坡 |
|----------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 1.燃料效率               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1)推動節能車輛            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.與業者協議生產節能車輛        | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |    | ✓  | ✓  |     |
| b.推動使用小型車輛           |    |    |    | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |     |
| (2)訂定耗油標準            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.設立車隊燃油效率標準         | ✓  |    |    |    |    |    | ✓  |     |
| b.提高小客車、小貨車及休旅車耗油標準  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   |
| (3)推動車輛燃料效率標章        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.車輛燃料效率分級標章         | ✓  | ✓  | ✓  |    |    |    |    |     |
| b.車輛節能認證標章           |    | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   |
| (4)車輛防怠速             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.車輛使用防怠速裝置          | ✓  |    |    |    |    | ✓  |    |     |
| b.特定場所管制怠速           | ✓  |    |    |    |    | ✓  | ✓  |     |
| (5)提升船舶、鐵路與航空能源使用效率  |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.推動船舶汰舊更新           |    |    |    |    | ✓  |    |    |     |
| b.提高鐵路能源使用效率         |    |    |    | ✓  | ✓  | ✓  |    |     |
| c.提高航空能源使用效率         | ✓  |    |    |    | ✓  | ✓  |    |     |
| 2.替代燃料               |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1)推動低污染燃料與車輛技術研發    |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.鼓勵替代燃料、創新技術研發      | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |    | ✓  |     |
| b.政府與民間合作發展替代燃料      | ✓  | ✓  | ✓  |    |    |    |    |     |
| c.促進氫燃料使用、研發以及相關基礎設施 | ✓  |    | ✓  |    | ✓  | ✓  |    |     |
| (2)推廣節能運具            |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.建立清淨車輛重點試行地點       | ✓  |    |    | ✓  | ✓  |    | ✓  | ✓   |
| b.以節能公車汰換老舊公車        | ✓  |    |    |    | ✓  |    | ✓  |     |
|                      |    |    |    |    |    |    |    |     |

表 3.14 各國運輸部門節能減碳措施-提昇運具能源使用效率（續 1）

| 策略/措施                                 | 美國 | 英國 | 德國 | 法國 | 中國 | 日本 | 韓國 | 新加坡 |
|---------------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| c.由公務部門率先購置替代燃料車輛                     | ✓  |    |    |    |    | ✓  |    |     |
| (3)設置周邊設備                             |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.設置加氣/油設施                            | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |    | ✓   |
| (4)訂定新再生能源標準，提高酒精、生質柴油供給              | ✓  | ✓  | ✓  |    |    | ✓  |    | ✓   |
| 3.交通管理                                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1)推廣節省耗油駕駛習慣                         | ✓  |    | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   |
| (2)發展智慧型運輸系統                          | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  | ✓   |
| (3)降低高快速道車輛速限                         |    |    |    | ✓  | ✓  | ✓  |    |     |
| 4.經濟誘因                                |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1)提高耗能車輛使用成本                         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.階梯式燃料稅制                             |    | ✓  | ✓  |    |    |    | ✓  | ✓   |
| b.提高老舊、高污染車輛稅率                        |    |    | ✓  |    |    | ✓  |    |     |
| c.汽油燃料稅改以 CO <sub>2</sub> 排放為基礎       |    |    | ✓  | ✓  |    |    |    |     |
| (2)鼓勵節能車輛使用                           |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.降低低耗能車輛牌照稅，依 CO <sub>2</sub> 排放分級徵收 |    | ✓  | ✓  | ✓  |    | ✓  | ✓  | ✓   |
| b.購買節能運具減免所得稅率                        | ✓  |    |    | ✓  |    |    |    |     |
| c.補助節能車輛購置                            | ✓  |    |    | ✓  |    | ✓  | ✓  | ✓   |
| d.污染減量升級套件之補助                         | ✓  |    |    |    |    | ✓  |    |     |
| e.補助企業降低商業用車CO <sub>2</sub> 排放量       |    | ✓  |    | ✓  |    |    |    |     |
| f.運輸服務及加油站經營業者使用清淨燃料之稅費減免或補助          |    |    |    | ✓  |    |    | ✓  |     |
| g.提供節能車輛免費停車，或提高高污染車輛停車費              | ✓  | ✓  |    |    |    |    |    |     |
| h.節能車輛高速公路通行費、停車費折扣                   |    | ✓  | ✓  |    |    | ✓  | ✓  |     |

表 3.14 各國運輸部門節能減碳措施-提昇運具能源使用效率（續 2）

| 策略/措施               | 美國 | 英國 | 德國 | 法國 | 中國 | 日本 | 韓國 | 新加坡 |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 5.貨運管理              |    |    |    |    |    |    |    |     |
| (1)改善物流管理績效         |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.應用資訊科技，提昇貨物流通管理績效 | ✓  |    |    |    |    | ✓  | ✓  |     |
| b.建置貨運與物流中心         |    |    | ✓  | ✓  | ✓  | ✓  |    |     |
| (2)提昇鐵路與船運運量        |    |    |    |    |    |    |    |     |
| a.增加鐵路貨運量           |    | ✓  | ✓  | ✓  |    | ✓  | ✓  |     |
| b.增進船運貨運量           |    |    |    |    | ✓  | ✓  |    |     |
| c.增進國際港口設施，降低國內陸運   |    |    |    |    |    | ✓  |    |     |
| (3)建設燃料輸送管道         |    |    |    |    | ✓  |    | ✓  |     |

資料來源：1.黃運貴等，因應後京都時期運輸部門發展策略規劃之研究，交通部運輸研究所，99 年 2 月。

2.本研究修改。

### 3.2.2 國內運輸部門能源消耗及溫室氣體排放減量策略

綜觀各國運輸部門節能減碳措施，現階段我國運輸部門推動的節能減碳措施與其相較，大致上在推動重點項目是一致的，主要的差異乃是在執行的規模，以及落實的程度。為落實節能減碳政策，我國陸續推動了「永續能源政策行動方案」、「國家節能減碳總計畫」及「國家節能減碳總行動方案」等，其中針對運輸部門之計畫，主要係朝「建構便捷公共運輸網，紓緩汽機車使用與成長」、「建構智慧型運輸系統，提供即時交通資訊，強化交通功能管理」及「建立人本導向、綠色運具為主之都市交通環境」等 3 方向推動，「國家節能減碳總計畫」內亦訂定「建構綠色運輸網絡」標竿方案，其包括「建構綠色無接縫公路運輸系統」、「推動建構便捷大眾軌道運輸網」、「建構智慧化道路服務」、「建構人本導向之交通環境」及「全面提升新車效率水準」等 5 項標竿型計畫。茲將我國之規劃推動現況就「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」、「提昇運輸系統能源使用效率」等三大面向說明如次（行政院，2009；行政院，2010）：

## 一、發展綠色運輸系統

### (一)提昇公共運輸運量，提升服務品質

#### 1. 健全傳統鐵路、捷運、高速鐵路等軌道系統的服務

國內刻推動辦理「持續提升高速鐵路運量」、「臺鐵捷運化」、「持續辦理新竹內灣支線、臺南沙崙支線工程施作」、「臺北都會區大眾捷運系統」、「臺中捷運」、「機場捷運」、「高雄都會區大眾捷運系統」等計畫，預期隨著各項改善及建置工程陸續完工、營運，服務範疇、品質將可獲提昇，並可吸引民眾搭乘，提昇運量，對於節能減碳將有具體效益。

#### 2. 改善公車服務品質

依據 99 年度全國公共運輸使用率調查發現，國人目前平時外出選擇私人機動運具之比率達 73.1%，相對的選擇公共運具的比率僅達 15.3%，比率明顯失衡，除台北縣市、基隆市與桃園縣的公共運輸使用率大於 10%之外，其餘縣市的使用率皆屬低迷，為提高公共運輸系統使用率，落實節能減碳政策，本部目前正積極推動之「公路公共運輸發展計畫」即秉持「先給後要」、「因地制宜」、「循序漸進」之原則辦理，先行優化公共運輸環境後，再透過公共政策及運輸管理手段，吸引民眾使用公共運輸，減少使用私人運具。上開「公路公共運輸發展計畫」包括「補助地方政府建置公車 GPS 系統、智慧站牌、營運調度管理系統等-公路客運」、「補助地方政府建置公車 GPS 系統、智慧站牌、營運調度管理系統等-市區公車」、「市區及公路汽車客運業老舊客車汰舊換新計畫」、「協助各縣市政府辦理大眾運輸轉運中心之規劃或構建」、「提昇公共運輸票證服務效能」及「規劃推動公車專用道或公車捷運系統」等具有節能減碳效益之工作計畫。

#### 3. 提高轉乘接駁服務品質

我國已在執行相關措施，如臺北捷運使用悠遊卡搭乘捷運出站後 1 個小時內取車離場可享優惠折扣，汽車每小時優惠 5 元；另實施鼓勵停車轉乘之場站位置必須經過篩選，軌道場站儘可能以公車接駁為

優先規劃與考量，對於軌道場站周邊公車服務不足的場站較適合推動鼓勵停車轉乘措施，除此之外，場站周邊也要有足夠的停車空間規劃方能提供此一服務。高鐵車站周邊大多已設置足夠之停車轉乘空間，臺鐵車站周邊之停車轉乘空間仍有逐站檢討之必要。都會地區因公車服務較為便捷，故捷運車站周邊之停車轉乘服務應主要針對機車與自行車。未來進一步改善方向包括：車站周邊提供更多的之轉乘停車空間與優惠。若要進一步改善，主要面臨周邊土地取得，以及經營者是否能提供具吸引力的停車費率或票價優惠誘因。

## (二)鼓勵使用自行車

自行車屬「綠色運具」，除了代步、運動、休閒等用途外，亦具有節能減碳之效益，為落實節能減碳之政策目標，確有編列相關預算逐步推動並推廣使用自行車之必要，惟囿於各地區之自行車路網多尚未建置完成，且民眾短期內亦不易改變其通勤或旅運之運具選擇習慣，故自行車之使用率仍有再提升之空間。交通部公路總局與本所已推動「東部自行車路網示範計畫」，相關推動經驗，將可提供各縣市政府規劃、建置、佈設自行車系統之參考。

另國內已推動「千里自行車道、萬里步道」計畫，部分縣市亦已仿效國外(如法國)推動成立公共自行車租賃措施，另內政部營建署已推動「既有市區道路景觀與人行環境改善計畫」，其中包括市區自行車行車環境之改善，惟鑑於各地區之運輸環境與民眾需求有所差異，有關自行車管理機制暨公共運輸場站轉乘接駁措施之推動，應以「因地制宜」、「循序漸進」之原則由各直轄市、縣(市)政府辦理，除持續辦理自行車道路網之建置、確保停車空間、於適當地點設置自行車租借站、提升公共自行車租賃系統之營運規模、服務範圍及服務品質外，亦可結合觀光旅次需求製作自行車道導覽圖、入口索引圖及相關導覽手冊等文宣資料，並辦理各種型態之自行車推廣活動，以逐步優化自行車之使用環境，達成推動自行車使用之節能減碳政策目標。

## (三)鼓勵步行交通

國內已推動「千里自行車道、萬里步道」計畫，改善休閒用途方



面之自行車與步行使用環境；另外在市區之步行環境改善方面，內政部營建署亦已推動「既有市區道路景觀與人行環境改善計畫」。惟國內道路設計中未將行人空間落實於道路斷面設計與施作，整體行人空間環境不甚友善，另國內行人路權雖已於交通管理相關法規中保障，但因缺乏執法及宣導，行人路權實際上未受尊重。

## 二、 加強運輸需求管理

國內相關法令規章對於運輸規劃建設階段考慮環境影響因素已訂有規範，另有關管制車輛數(特定活動、場所)部分，國內各縣市於辦理大型活動時，均會提出交通管理措施進行車輛管制，部分會劃設禁止汽車進入之局部區域及時段(如陽明山花季交管措施)。

未來可透過土地整體規劃減少旅運量、推廣共乘制、實施高乘載車輛管制、汽車星期制，以及推動鼓勵資通訊技術使用以減少旅運需求等措施，此等措施在執行面是可行的，由於涉及對用路人、業者或民眾施行相關管制的作法，是故在執行過程中可能會面臨技術、法規、民意等門檻條件待克服，例如實施共乘制，涉及營業車管理是否健全、推動的對象與旅運活動特性、婦女安全保障等課題，以及社會大眾接受的意願。

## 三、 提昇運輸系統能源使用效率

推動作法以「發展智慧型運輸系統」與「提昇運具能源使用效率」為主軸，在「發展智慧型運輸系統」部分，包括賡續推動辦理「整體路網交通管理系統工程」及「高速公路電子收費系統」等智慧化道路服務計畫，以提供即時行車資訊，改善公路運輸效率，節省用路人旅行時間。至提昇運具能源使用效率部分，國內目前已推動實施之措施包括：經濟部能源局針對車輛能耗標準提出改善目標，預計至 2015 年提高 25%，以期能提高小客車、小貨車及機車耗油標準；經濟部能源局針對符合能源效率之新車皆頒給節能認證標章；國內產官學研各界已推動鼓勵替代燃料、創新技術相關研發工作；擬定階梯式燃料稅制，我國目前已依據車輛排氣量分級課徵燃料費；進行生質酒精與生質柴油之示範計畫；公務部門率先購置節能車輛；推廣節省耗油駕駛

習慣，相關單位已就節能的駕駛方法進行宣導，例如：部分駕訓課程已納入相關知識、交通部公路總局考照試題題庫已加入部分節能駕駛試題。惟有關公務部門購置節能車輛部分，除改裝 LPG 車外，若購買其它替代能源車輛，則現編列的預算可能必須調高，至推廣節省耗油駕駛習慣部分，目前我國駕訓課程並無制式之教材，未來可考量培訓種子教師，並先從職業駕駛加強訓練，再推廣至一般民眾。

### 3.2.3 小結

鑑於運輸部門之溫室氣體排放呈現易升難降之趨勢，且其能耗及溫室氣體排放之主要來源為私人運具使用，各國為因應此趨勢，均提出相關之節能減碳策略，綜觀各國所提出之策略，可概分「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」、「提昇運輸系統能源使用效率」等三大面向，我國為落實節能減碳之政策目標，未來亦將朝此三大面向賡續檢討研擬相關計畫，並落實推動。

## 第四章 智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性

智慧型運輸系統能夠協助永續運輸之發展，也是推動永續運輸的重要工具之一。本章由智慧型運輸系統使用領域及其子系統分別與節能減碳探討相互間關聯性，建立彼此關聯關係，以作為研擬 ITS 推動策略之參考與依據。

### 4.1 先進交通管理服務與節能減碳之相互關聯分析

根據「臺灣地區智慧型運輸系統綱要計畫(2004 年版)」，暨依使用者層面將先進交通管理服務分成「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」等 4 項子系統，其內涵分別說明如后。

#### 1. 交通控制與監控系統

交通控制與監控系統為 ATMS 最核心且基礎之系統，將道路監控系統及路口控制器蒐集而得的交通資料，傳輸到區域控制站或交通控制中心後，再由中心整合所有資訊，執行整體性的交通管理策略。有前端詳實的資料才能擔保後端決策之可行，有正確的交通資料方有良好之交通管理。為使 ATMS 能有效運作，交通控制與監控系統應具備下列規劃功能：

##### (1) 資訊蒐集處理功能

資訊蒐集為先進交通管理服務施行之最基礎及根本決策資料，沒有準確與即時性之資訊，則先進交通管理服務不可能有效的運作，透過資訊蒐集系統，可提供控制策略決定、協助事故管理及傳達用路人資訊顯示，更可監測交通狀況及運作特性，增進公路行車安全與效率。

資訊蒐集可應用車輛偵測器、天候偵測器、閉路電視攝影機、車流探偵車、與 GPS 定位結合、車隊管理系統之車輛資料等設施，將資訊送至系統中；所蒐集之交通資訊(如車速資料)可透過資料融合技術，使資訊更客觀、更準確。

##### (2) 資訊發布處理功能

先進交通管理服務須具有完備之資訊發布功能，才能使先進用路人資訊服務發揮其功能，將所蒐集之交通資訊，彙總整合成即時且有效資訊，可由相關資訊提供之交通管理單位發布或由交通管理中心透過交通資訊服務(ISP)統一彙整發布，提供用路人行前規劃、選擇最佳路徑、行車改道建議參考；除此之外，亦可提供交通資訊供學術或研究單位使用。

即時資訊可利用資訊可變標誌、動態資訊顯示板、速限可變標誌、旅行時間標誌、資訊查詢台、交通廣播電台、有線電視、無線電視、RDS/TMC、網際網路、語音系統、自動傳真或結合車上顯示設備等設施發布。

### (3) 資訊交換處理功能

先進交通管理服務涵蓋不同功能之交通管理系統，為能有效達成整合不同交通管理系統之交通資訊，作為研擬相關整合控制與交通管理策略之基礎，所以需具備有資訊交換處置功能。

資訊交換應對於不同交通管理系統間資訊種類及內容，根據其需求特性，提出交換作業之標準原則，並利用選定之通訊傳輸方式及架構，達成資訊交換功能。

### (4) 交通管理策略處理功能

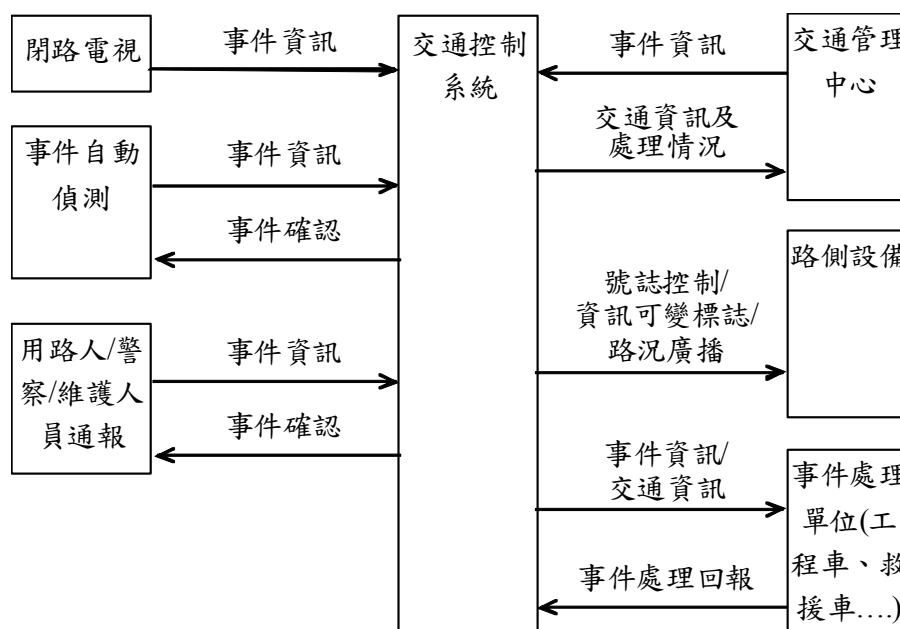
針對不同交通狀況，經由事先擬定之交通管理類別，設定不同的交通管理與運作策略，並應用系統本身所建立事件反應計畫或相關交控策略反應，並配合車道管制號誌、速限可變標誌、匝道儀控設備、門柵或路口交通號誌等設施之運作，改善車流運行狀況或降低事件所造成之影響，能夠提昇運輸效率、減少交通延滯，減少能源消耗與溫室氣體排放。

## 2. 事件管理系統

一個完善的 ATMS 應具備有效與明確之事件應變和緊急救援處置之回應程序及管理流程，即為事件管理系統。根據事件狀況、地點、嚴重性等因素，訂定各類事件所需資料、反應步驟、反應措施及處理

方式，事後並進行評估調查。完善之事件管理系統，可減少事故處理時間與生命財產損失。事件應變及緊急救援處理可利用緊急電話、閉路電視攝影機、用路人通報系統及自動事件偵測所得資料得知事件狀況，並可透過專線、電話、無線電等通訊方式，通知警察局、工程維護及醫療救援等單位，且須執行相關交通管制措施。

在高速公路和主要幹道發生事件時，必須能夠有迅速認知及反應的計畫，其主要目的在於很快地將救援人員和器材送達事件發生地點，搶救車禍受難者，並採取有效的交控策略，依照事件處理程序迅速排除事故，如此即時處理行動將可降低車輛受阻壅塞的現象，減少駕駛人旅行的延滯。要實現事件管理，從高速公路和幹道的偵測系統及交控中心的處理反應等即時資訊的輸入是很重要的關鍵，偵測資料來源，主要是由偵測裝置獲得，其它有傳統的巡邏警察和管理維護人員通報，另外可經由駕駛人的無線電話通報獲得，同時，若救援車輛能有自動車輛定位的裝置功能，將能幫助事故處理更有效率的管理。事件管理之資料架構流程圖如圖 4.1 所示。



資料來源：交通部運輸研究所，「快速道路智慧化—先進交通管理及資訊系統規劃、設計與設置準則及手冊」，2001 年。

圖 4.1 事件管理之資料架構流程圖

先進的事件管理計畫之運作可分為 4 個階段：(1)事件資料蒐集、(2)事件登錄確認、(3)事件反應計畫、(4)交通監控執行。有關各階段內容分別詳述如下：

### (1) 事件資料蒐集

事件資料蒐集主要目的在於儘速偵知或了解發生於高(快)速公路上之交通問題及其類別、嚴重程度與位置等事件特性，作為後續事件處理作業之參考。其中人工通報系統包括用路人通報、巡邏車及拖吊車通報、路邊緊急電話、沿線之閉路電視攝影機或直升機空中偵測等，人工通報系統事件資料蒐集之特點在於可靠度高，且通報面較廣；自動事件偵測則係根據車輛偵測器等設施回報資料之時間空間變異程度，透過自動事件偵測演算法之電腦軟體自動判斷事件發生與否、事件發生的地點及嚴重程度等事件特性，其特點在於可自動化處理，節省人力資源。此外透過天候偵測器可偵知高速公路周遭環境是否將對用路人產生安全威脅，可依據偵測結果進行相關處理措施，並告知用路人。另外，目前已可利用影像處理技術直接做自動事件偵測，不同於傳統之自動事件偵測方式。

### (2) 事件登錄確認

事件登錄系統目的在於提供操作員對於事件之登錄與管理。操作員於接聽路邊緊急電話、無線電話、市區電話或專線電話所通報之路況事件以交談方式輸入電腦系統；對於自動偵測之事件則提供事件確認後登錄的功能。事件資料之輸入應包含事件之種類、發生之位置、發生時間、輸入時間(自動記錄) 及當時狀況等。事件登錄管理可透過事件登錄檢核表來達成，檢核表中可記錄目前已發生事件之處理狀態。操作人員可透過此檢核表有效地掌握所有事件，並進行更新或修改以達成持續監控之目的。

### (3) 事件反應計畫

事件反應計畫乃針對不同事件嚴重程度，並依據現有交通控制策略透過各項交控設施之運作以達成預期的控制目標，同時建議所須通知之相關單位共同處理事件，期能以正確迅速的反應處理方式將因事

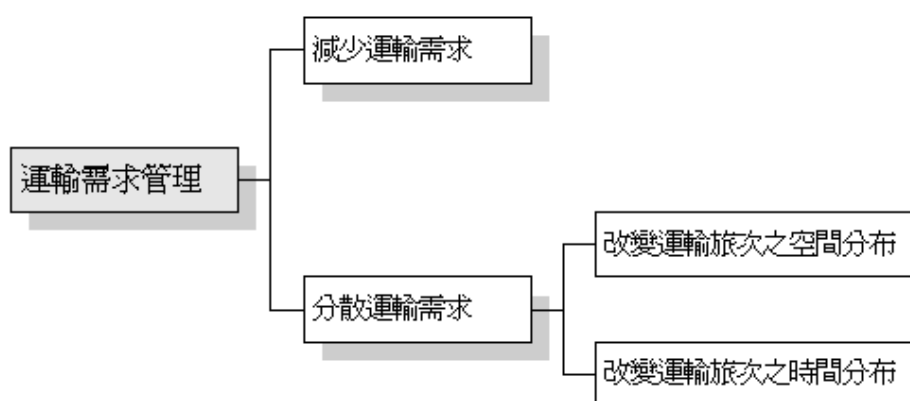
件而產生的影響減至最小。為使控制中心人員能於事件發生後迅速及精確地反應並有效地管理事件，可以利用專家系統技術發展交通事件反應計畫系統，而反應計畫訊息顯示內容則依不同事件種類及嚴重程度所採用之交控策略而定。

#### (4) 交通監控之執行

前述由事件反應計畫系統產生出交通控制策略後，操作人員立即利用中心電腦設備及現場交控終端設施即時執行，以達到事件排除之功能。在事件持續或演變的過程中，此階段之工作為監視與控制，在事件尚未排除之前，須依據事件反應計畫持續執行。

### 3. 旅次需求管理系統

旅次需求管理(Travel Demand Management, TDM)顧名思義是管理「旅次需求」，藉由改變人們的旅次行為(Travel Behavior)，來減少旅次或改變其對使用運具的種類、發生旅次之時間及次數，以減緩對道路交通、生活環境及運輸系統所產生之衝擊。旅次需求管理系統利用先進科技降低交通擁擠對環境及社會之影響，如：減少一人專車、提昇高乘載之車輛、移轉旅次至非尖峰時段等。TDM 可說是一種結合「減少運輸需求」與「分散運輸需求」之策略，如圖 4.2 所示，以下分述之。



資料來源：交通部，「以智慧型運輸系統來落實永續運輸與人本運輸」，第六次全國科學技術會議第 4.5.1 子題提案資料，2001 年

圖 4.2 旅次需求管理的內涵

### (1)減少運輸需求

使用電話、傳真機及電傳視訊等運輸通信技術(如以電訊來通勤工作、購物等)來替代運輸旅次；以及利用改變土地使用型態(如政府部門合署辦公，以減少開會及民眾洽公往返旅次數等)以減少不必要旅次的發生。

### (2)分散運輸需求

#### A.改變運輸旅次之空間分布

改變旅次之產生與吸引地點、旅次之分布、使用之運具及其路線之選擇。如利用土地使用型態與分區管制之改變、限制發展密度等來分散旅次集中點；鼓勵使用大眾運輸工具、汽車共乘、高承載車輛優先通行、擁擠定價(如地區通行證之方式)來改變運輸路線，避免過度集中於某地區等。

#### B.改變運輸旅次之時間分布

即錯開旅次發生之時間，以紓緩尖峰時間的交通需求。如改變工作時間(錯開工作時間、彈性上班時間、錯開工作天數等)、尖峰時間擁擠定價等。

旅行者之運輸需求行為一般可反應在旅次產生、旅次分布、運具選擇與路線選擇等四個傳統之運輸規劃步驟，故 TDM 之目的即在藉由改變旅行者在四個步驟中之任一個運輸需求行為，達到減少與分散運輸需求的目的。茲以傳統運輸規劃的四個步驟說明旅次需求管理之目標與策略關係如下：

#### (1)旅次發生

TDM 的最高層次是在於減少或消除旅次發生的誘因，以達到減少旅次發生的目標。TDM 在本步驟之目標為減少旅次的發生，在 ITS 之策略方面，可利用運輸通訊設備，使旅次的潛在發生者無須產生旅次即可完成工作。



## (2) 旅次分布

TDM 在本步驟之目標為分散運輸需求之空間分布，即「改變旅次從較擁擠地區移轉至較不擁擠地區」。在 ITS 之策略方面，可利用地區通行證配合道路電子收費之規劃、分散旅次集中點。

## (3) 運具選擇

TDM 在本步驟之目標為「改變旅次從低承載運具移轉至高承載運具」。在 ITS 策略方面，可利用公車專用車道配合公車優先號誌等優惠措施鼓勵高承載運具之使用。

## (4) 運量分派

在運量分派步驟中可分就空間及時間上之路線選擇來探討：

### A. 路線選擇(空間)

TDM 在本步驟之目標為「改變旅次從較擁擠路線移轉到不擁擠的路線」。在 ITS 策略方面，可提供旅行者路線資訊並配合電子收費，讓使用者可選擇較不擁擠路線行駛，或於擁擠路線實施道路擁擠定價。

### B. 路線選擇(時間)

TDM 在本步驟之目標為「改變旅次從尖峰時段移轉到非尖峰時段」。在 ITS 策略方面，提供旅行者行前之旅行資訊，讓使用者可利用錯開工作時間以分散部分工作旅次，避免旅次過度集中於某一時段，造成運輸設施之不敷使用。

## 4. 交通環境影響管理系統

交通環境影響管理系統提供天候、空污等環境之交通環境影響管理，天候與環境偵測之功能，乃藉由設置之天候與環境偵測設備所蒐集而得之天候與環境資料，如：風力、濃霧、雨量、空氣品質等，提供給交控次中心，同時依據天候與環境狀況之變化狀況或對交通安全造成影響之程度，進行必要之交通控制。而經由本子系統所蒐集之環境監測資訊，亦可進一步提予環保單位，以擴充其環境品質監測能量。

由前述 ATMS 各項系統之功能定義，可以歸納各系統所能達成之目標如后：

### 1. 交通控制與監控系統

透過正確即時的資料蒐集與監控，經過適當的資料處理、運算、評估後，進行適宜的交通控制，以提昇運輸效率，直接的影響為有效降低旅行時間延滯、減少能源消耗及溫室氣體排放，透過管理手段提昇道路容量及運輸效率、促進社經活動之活絡等優點，但另一方面，順暢的交通路網將難以抑制機動車輛之使用，間接造成旅次需求難以轉移使用綠色運輸系統、乘載率無法有效提昇、非必要運輸活動無法有效減少等。

### 2. 事件管理系統

事件管理系統為有效且明確之事件應變及緊急救援處置之回應程序及管理流程，可加速進行事件處理、減少交通壅塞時間，進而減少能源消耗及溫室氣體排放，此外提昇事件處理效率，將減少事件處理成本，以及減少現場周邊道路受阻停等時間，減少對運輸系統運作效率之影響；另事件處理時間有效縮短，進而肇事傷亡率可以降低。

### 3. 旅次需求管理系統

旅次需求管理系統，藉由減少旅次或改變旅次之空間或時間分布，可以降低或分散旅次需求，減少能源消耗及空污排放，同時鼓勵使用大眾運輸、汽車共乘、高乘載車輛優先等措施，提高綠色運輸系統之使用，且可以提昇運具使用效率或乘載率，及減少不必要的運輸活動，減少能源消耗與溫室氣體排放。

### 4. 交通環境影響管理系統

交通環境影響管理系統提供天候、空污等環境之交通環境影響管理，以提昇在不良氣候或環境狀況之交通安全，減少私人運具之使用，提高綠色運輸系統之使用。

以下茲將 ATMS 各項子系統與節能減碳之關聯性彙整如表 4.1 所示。就整體而言，ATMS 可以減少能源消耗及溫室氣體排放、提昇運

輸效率、減少交通延滯，而旅次需求管理可減少私人運具之使用，提高綠色運輸系統之使用。

表 4.1 ATMS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

|             | 交通控制/<br>監控  | 事件管理  | 旅次需求<br>管理  | 交通環境<br>影響管理   | ATMS<br>整體  |
|-------------|--|---|---|--|---|
| 節能減碳關<br>聯性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>旅行時間延滯降低，減少能源消耗與溫室氣體排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>快速進行事件處理，交通壅塞時間減少，減少能源消耗與溫室氣體排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>降低或分散旅次需求，減少能源消耗與溫室氣體排放</li> <li>鼓勵使用大眾運輸、汽車共乘、高乘載車輛優先等措施，提高綠色運輸系統之使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少私人運具之使用</li> <li>提高綠色運輸系統之使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少能源消耗與溫室氣體排放</li> <li>提昇運輸效率、減少交通延滯</li> <li>TDM 提高綠色運輸系統之使用</li> </ul> |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98年8月。

為進一步瞭解 ATMS 在節能減碳方面之效益，以下針對國內外實施案例進行說明。

### (一)97 年度各縣市政府執行時制重整

#### 1. 計畫概述

97 年度共計有 15 個縣市辦理時制重整工作，各縣市政府所執行的時制重整範圍不一，所涵蓋的路口數也不同，各縣市交通狀況又存在落差，因此執行績效在各縣市均有大小不一的差異。

#### 2. 評估單位

鼎漢國際工程顧問公司。

### 3. 評估範圍

以各縣市分別評估。

### 4. 評估方式

採用微觀交通模擬軟體進行評估。

### 5. 評估項目

- (1) 年總路口停等延滯節省時間
- (2) 尖峰時段路段平均行駛速率改善比
- (3) 年總油耗減省量。

### 6. 節能減碳效益

97 年度各縣市政府進行號誌時制重整的年總油耗節省效益為 54,851,387 公升，換算為二氧化碳排放減省為 123,431,000 公斤。

## (二) 明尼亞波利斯-聖保羅(Minneapolis-St. Paul)雙子城高速公路匝道儀控系統

### 1. 計畫概述

雙子城高速公路匝道儀控系統於 1969 年即開始建置，系統範圍涵蓋 430 個匝道、338 公里之高速公路主線路段，目前採用的控制邏輯基本上於 1972 年即已開發完成。

### 2. 評估單位

明尼蘇達州運輸部。

### 3. 評估範圍

選擇兩條高速公路路段：

- (1) Trunk Highway 494 (TH494) 往北方向：路段長 20 公里，共有 24 個入口匝道(未儀控)及 25 個出口匝道(儀控)。
- (2) I-394 往東方向：路段長 18 公里，共有 19 個入口匝道(未儀控)及

14 個出口匝道(10 個儀控、4 個未儀控)。

#### 4. 評估方式

採用 AIMSUN 微觀交通模擬軟體，每個路段選擇三天資料(14:00-20:00)進行評估。

#### 5. 評估項目

包含旅行時間、車公里、總延滯、平均延滯、總停等次數、平均停等次數、車流量、耗油量、空氣污染排放量(CO、HC 及 NO<sub>x</sub>)等。

#### 6. 節能減碳效益

節能減碳效益如表 4.2 所示。

表 4.2 明尼亞波尼斯-聖保羅雙子城高速公路匝道儀控系統  
節能減碳效益

|        | I94  |      |      | TH169 |      |      |
|--------|------|------|------|-------|------|------|
|        | Day1 | Day2 | Day3 | Day1  | Day2 | Day3 |
| 耗油量    | -47% | -11% | -2%  | -34%  | -55% | -34% |
| CO 排放量 | -27% | -11% | -7%  | -18%  | -32% | -20% |

### (三)紐約州雪城(Syracuse)號誌時制重整計畫

#### 1. 計畫概述

本計畫於 1999-2000 針對雪城 145 個號誌化路口進行號誌時制重整，本計畫研究範圍為 145 個路口中之 37 個路口，分佈於 5 條幹道。

#### 2. 評估單位

紐約州運輸部。

#### 3. 分析與評估工具

本計畫採用 Synchro 軟體進行最佳化號誌之設計及效益評估，共評估三段尖峰時間：上午尖峰、午間尖峰及下午尖峰，旅行時間資料則由現場調查結果進行分析。

#### 4. 評估項目

包含路口延滯、停等次數、旅行速率、耗油量、空氣污染排放量(CO、HC 及 NO<sub>x</sub>)等。

#### 5. 節能減碳效益

節能減碳效益如表 4.3 所示。

表 4.3 紐約州雪城號誌時制重整計畫節能減碳效益

|           |                 | 上午尖峰  | 午間尖峰   | 下午尖峰   |
|-----------|-----------------|-------|--------|--------|
| 耗油量       |                 | -8.8% | -10.6% | -13.0% |
| 廢氣<br>排放量 | CO              | -8.7% | -10.5% | -13.0% |
|           | NO <sub>x</sub> | -8.8% | -10.6% | -12.9% |
|           | VOC             | -8.7% | -10.4% | -13.0% |

### 4.2 先進用路人資訊服務與節能減碳之相互關聯分析

根據「臺灣地區智慧型運輸系統綱要計畫(2004 年版)」，先進用路人資訊服務使用者服務單元(User Service, USR)包括：「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」。茲就 ATIS 各項使用者服務單元所能達成之節能減碳目標與效益說明如后：

#### 1. 路徑導引

車輛在低速行駛時廢氣排放較高速行駛時為高，因此促使車流順暢及提昇行車能源效率確實能夠降低車輛空氣污染的水平。利用車內導航系統提供動態路徑之導引，駕駛人能夠選擇更為環保的清淨替代路徑，以有效減少交通擁擠所造成的環境衝擊。

#### 2. 旅客服務資訊

透過旅客旅次規劃、交通資訊之提供，以及確認旅次規劃服務資訊之服務，讓用路人得以事先規劃環保減碳之行程，並避免不必要之旅次，以達到節能減碳之效益。

### 3. 旅行中駕駛資訊

旅行中駕駛資訊可以和導航系統結合，避開目前壅塞路段，選擇道路績效高之路段行駛，即所謂動態導航系統，可有效節省能源及減少空氣污染與溫室氣體排放。根據美國、日本研究與實施經驗，先進用路人資訊服務係最具節能減碳效益之 ITS 系統，整體來說，可節能 10~15% 之油料消耗與節省 15% 之時間。

### 4. 行前旅行資訊

藉由運輸系統班表、費率、停車等服務資訊、運輸系統即時交通路況與停車資訊，以及旅客服務資訊之提供，讓用路人得以事先規劃環保減碳之行程，並避免不必要之旅次，進而達成節能減碳之目標。

### 5. 共乘配對與預約服務

藉由先進電子通信、資訊與控制科技，建立智慧型共乘配對 (Rideshare matching) 系統，其系統組成包括：共乘者運輸需求、配對演算法則、資訊發布與統計分析。甚或引進智慧型高乘載共乘系統，則可減少交通擁擠、空氣污染、溫室氣體排放，亦可節省能源並減輕民眾通勤花費所需之經濟負擔。

以下茲將 ATIS 各項使用者服務單元與節能減碳之關聯性彙整如表 4.4 所示。就整體而言，ATIS 可以減少空污排放、減少小汽車之使用、多元選擇交通工具，使綠色運輸系統使用率提升。

表 4.4 ATIS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

|             | 路徑導引  | 旅行者<br>資訊  | 行前旅行<br>資訊  | 旅行中<br>駕駛資訊   | 共乘配對<br>與預約服<br>務   | ATIS<br>整體  |
|-------------|---|--|---|---|---|---|
| 節能減碳<br>關聯性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>動態路徑規劃選擇順暢之路段可將旅行時間延滯降低，減少能源消耗及空污排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>避開壅塞路段、減少旅行時間、減少溫室氣體與空污排放、提昇綠色運輸系統使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>透過行前規劃可選擇更有效率之運具</li> <li>多元選擇可減少能源消耗</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>透過道路資訊提供使用路人減少旅行時間、減少空污排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少小汽車使用，減少能源消耗及空污排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少空污排放</li> <li>減少小汽車之使用</li> <li>多元選擇交通工具，使綠色運輸系統使用率提升</li> </ul> |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98年8月。

為進一步瞭解 ATIS 在節能減碳方面之效益，以下針對國內外實施案例進行說明。

#### (一)日本行動管理之個人化旅行輔助系統(Personalized Travel Assistance System for Mobility Management)

##### 1. 計畫概述

本示範系統由名古屋大學所開發，主要目的是發展一套整合式的個人化旅行輔助系統以協助通勤者制定更為環境友善之旅行行為決策。該系統包含三個子系統：

- (1)Probe-person (PP)：利用手機之 GPS 定位功能追蹤與記錄個人之旅行路徑。
- (2)Mobility Management (iMM)：與 PP 共同追蹤通勤者之旅行行為並提供通勤者環境友善的旅行路徑與運具建議。



(3)多運具路徑導引系統(PRONAVI)：結合即時交通路況資訊，利用互動式地圖顯示技術提供使用者選擇最快速路徑與運具之功能。

## 2. 評估單位

京都大學。

## 3. 評估方式

一家公司的 74 位員工參與測試計畫，測試期間為 2007 年 2 月 5-16 日。

## 4. 評估項目

使用小汽車、大眾運輸、步行或自行車之旅次；CO<sub>2</sub>排放量。

## 5. 節能減碳效益

使用本系統期間的CO<sub>2</sub>排放量平均減少 19.1%(Tomotaka, 2009)。

# (二)日本 VICS ( Vehicle Information Communication System )

## 1. 計畫概述

鑒於道路建設遠趕不上車輛增加速度，只有透過資訊及通訊手段，方能使道路利用最佳化，於 1995 年 1 月正式成立，其設立目的為道路交通情報的蒐集、處理、發佈，政府部門(警察廳、總務省與國土交通省)、汽車製造廠商(如日產、本田與三菱等)及車載機設備製造廠商(如松下電器、三洋與住友電器等)組成，主要任務是將警察局和道路管理當局，也就是交通省，兩邊各自所收集起來的資訊會彙整編制，再透過不同的媒體來傳輸到用路人的車機上面。

## 2. 評估單位

東京大學。

## 3. 評估方式

計算道路之績效進而進行旅行速率、空氣污染排放量、汽車油耗與行車時間等推估，評估期間為 2005~2007 年。

#### 4. 評估項目

依據東京地區全年平均道路效益進行整體分析推估。

#### 5. 節能減碳效益

日本東大分析出可節省每年可減少 10%油耗約 7,500 億日圓(汽車油耗節省)並減少 215 萬噸CO<sub>2</sub>排放、減少 15%行車時間(山田章, 2008)。

### 4.3 先進公共運輸服務與節能減碳之相互關聯分析

依據本所「先進大眾運輸系統整體發展架構與推動策略之研究」(交通部運輸研究所, 2002), 各子系統之功能規劃詳表 4.5 所示, 以下茲將 APTS 之 4 項子系統內涵分別說明如后:

#### 1. 乘客資訊服務系統

先進大眾運輸資訊服務系統係指利用各種傳播媒介, 以文字、圖形或聲音等方式, 提供旅客車輛發車時間、路線、費率、轉乘等即時且正確的訊息, 以輔助旅客在進行旅次規劃時, 能有充分的資訊, 以選擇最適當的出發時間、運具及路線, 達到高效率、安全、舒適、經濟的目的。乘客可以由資訊服務系統了解目前大眾運輸系統現況, 擷取所要的資訊, 並在完成旅次規劃後排定行程時刻表; 而乘客資訊系統也有助於提昇乘客使用大眾運輸系統的便利性, 以吸引更多的乘客來搭乘, 進而減少都市交通的擁擠與混亂。資訊服務系統主要可以分為三大子系統, 分別為乘客行前資訊系統、場站/站台資訊系統與車內資訊系統。

##### (1) 行前資訊

乘客行前資訊系統之功能為當民眾欲出門時, 可提供民眾所欲了解之大眾運輸系統使用資訊, 如行駛路線、時刻表與費率等訊息, 近年來由於智慧型運輸系統相關技術之快速發展, 客運業者可以透過監控中心蒐集即時的行駛資訊, 如班車位置、路況、與旅行時間表等, 並運用電腦軟體技術為民眾進行旅程規劃, 使民眾以較有效率之方式

使用大眾運輸系統完成其旅次。

## (2)場站/站台資訊

場站/站台資訊系統之服務目標在於當民眾到達場站候車時，提供班車運行之最新資訊，減輕乘客候車之不安。場站/站台資訊系統提供之資訊除了傳統靜態資訊如站名、路線、費率與時刻表等資訊外，由於先進技術之應用，也可供應動態的行車資訊，包括班車預定到站時間、班車空位數、班車目前位置、路況與班車異常訊息等。場站/站台資訊系統不僅可以服務乘客，也可以提供在場站欲接送親友者最新的行車動態資訊，減輕其等候之焦慮感，並可充分利用其個人時間。

## (3)車內資訊

車內資訊系統則以服務車上乘客為主，提供之資訊以該班車行車動態資訊為主，包含班車目前位置、到站時間、路況、下一站站名等資訊外，並可以在車上設置查詢系統，進一步提供互動式之資訊查詢服務。

# 2. 車隊管理系統

先進車隊管理系統結合偵測 (Detection)、通訊 (Communication) 與控制技術，使大眾運輸系統達到高品質、高效率之服務，並降低經營成本，亦即提昇車隊營運之可靠性 (Reliability) 與效率 (Efficiency)。具體來說，先進車隊管理系統整合先進技術用以支援營運、維修及一般的系統管理，主要之系統包含行車監控系統、排班調度規劃系統、營運分析系統、行車安全系統。

## (1)行車監控

行車監控系統為智慧型大眾運輸系統之核心，負責客運車輛行車動向之監督與運作資訊之蒐集。在車輛上以車上電腦為控制中樞，整合相關設備所提供之資訊，並控制通訊設備、資訊顯示設備與資料儲存設備，駕駛員則透過駕駛員終端機讀取相關訊息或輸入特定資料。由於客運車屬移動性設施，無法經由有線通訊系統與監控中心交換資

料，因此無線電通訊系統為主要之通訊方式。監控中心部分，以主電腦系統為中樞，整合由車輛、交控中心、其他運具提供之訊息，再配合客運公司內部的資料庫系統，透過適當的軟體工程，提供監控員良好的輔助功能。

## (2) 排班調度規劃

先進排班調度規劃系統除兼具傳統靜態車輛排班調度功能外，主要效益在於能依據即時之旅客需求與車隊運行狀況，進行動態的排班調度，適應各種突發狀況，如旅客數突增、車輛發生事故、駕駛員請假、道路擁擠使車輛無法準時進站服務等。本系統主要功能之一為定期辦理之車輛、人員之排班工作，又稱為靜態排班；另一功能為動態排班調度工作，調度中心接獲監控中心傳來之突發狀況後，調度員可利用即時決策支援系統，依據公司目前可用之人力與車輛資源，進行機動任務規劃工作，交由相關人員與車輛去執行。

## (3) 營運分析

營運分析子系統係運用傳統及先進技術蒐集各種營運資料，進行營運策略之研擬，並輔助財務與人事系統之運作，以達提昇營運之目標。其內容可分為營運路網規劃與人事及車輛管理。應用技術為相關應用軟體系統。

## (4) 行車安全

行車安全子系統係因應「緊急事故處理」及「大眾運輸車輛安全」2項使用者服務單元。所謂「緊急事故處理」之主要功能，在於利用各種車上偵測裝置，隨時監視車輛本身與外界環境之變化，如發現異常狀況，可自動採取適當保護動作，並通知駕駛員採取進一步的處理措施。由於配合通訊及定位技術，監控中心得以隨時監視車輛行車安全狀況，當車輛發生事故或故障時，監控中心可即時通知救援單位前往處理，並可依據車輛上與監控中心之行車紀錄，協助肇事鑑定人員判定事故責任。

至於「大眾運輸車輛安全」之功能亦在於確保行車安全，諸如提

供若干駕駛輔助技術，以輔助駕駛員操作車輛，避免肇事。其中防撞偵測系統、自動車道保持系統、障礙物偵測等係近年來智慧型運輸系統之發展重點，屬於駕駛輔助技術。

### 3. 電子票證系統

電子票證系統之主要功能包括自動驗票、自動統計車上乘客數與營收資料之統計分析等，如與車輛定位系統整合，則可以提供按里程、區間自動計費之功能，並可以蒐集完整之乘客起迄需求資料。此外，由於電子票證系統可運用軟體技術，隨時更改費率結構，因此經營者可運用該系統，針對各種乘客類別採取合適的行銷策略，如分時段定價、分里程優待、特殊假日優待等。

### 4. 交控整合系統

交控整合系統係指利用雙向通訊的技術聯繫多種大眾運具及交通主管單位，以改善服務的協調性。本系統分為號誌優先次系統及交控中心整合次系統。

#### (1) 號誌優先

透過客運車輛與路側信號柱的短距通訊或車機與交控中心之無線通訊，可實施號誌(匝道)之優先處理，可延長綠燈時相，或是縮短紅燈時相，以利客運車輛通行。

#### (2) 交控中心整合

各種大眾運具之資訊整合，將有助於提昇大眾運輸系統之即時成效，且不會降低整體交通網路之成效。其服務功能包括：路況輔助偵測、事件回報、客運車自動辨識收費以及複合運具資訊傳送等功能。

未來交控中心的定位應為兼具交通管理與交通資訊功能之交通管理資訊中心，甚可進一步結合不同智慧型運輸系統，而提升為智慧型運輸系統中心。此一智慧型運輸系統中心因平時即保有各種運具之營運資料，當臨時發生巨大災難後，造成部分大眾運輸系統無法運作的情況時，即可藉由本系統之功能，提供臨時調派可供使用車輛支援無法運作的系統，以達成有效運載人潮、疏散交通之需求。

表 4.5 APTS 子系統功能規劃說明

| 系統       | 子系統       | 系統服務功能              |
|----------|-----------|---------------------|
| 乘客資訊服務系統 | 行前資訊系統    | 由電腦做行程規劃安排服務        |
|          |           | 搭車前預約訂位             |
|          |           | 路線班次費率查詢            |
|          | 場站/站台資訊系統 | 在場站/站台顯示班車預定到達目的地時間 |
|          |           | 在場站/站台提供班車路線與站位圖查詢  |
|          |           | 在場站/站台顯示即將到站車輛可用座位  |
|          |           | 在場站/站台顯示班車預定進站時間    |
|          |           | 在場站/站台提供場站與周遭配置圖查詢  |
|          |           | 路線班次費率查詢            |
|          | 車內資訊系統    | 在車上顯示轉乘接駁資訊         |
|          |           | 車上行動通訊服務            |
|          |           | 車上顯示班車預定到站時間        |
|          |           | 在車上顯示班車目前位置         |
|          |           | 在車上顯示即將到站站名         |
| 車隊管理系統   | 營運分析系統    | 服務水準決策分析            |
|          |           | 營運路網規劃決策分析          |
|          | 行車監控系統    | 班車至中心通訊裝置           |
|          |           | 班車到站時間預測            |
|          |           | 班車誤點狀況分析            |
|          |           | 行車路線導引              |
|          |           | 車輛位置偵測              |
|          | 行車安全系統    | 駕駛狀況記錄裝置            |
|          |           | 駕駛輔助裝置              |
|          |           | 寂靜式危急事故通報           |
|          |           | 自動車況偵測顯示            |
|          | 排班調度規劃系統  | 自動化人員與車輛排班          |
| 電子票證系統   |           | 自動化票務統計分析           |
|          |           | 電腦驗票                |
|          |           | 電腦售票                |
|          |           | 不同運具間票證整合           |
| 交控整合系統   |           | 路況輔助偵測              |
|          |           | 客運車路口號誌優先           |
|          |           | 客運車匝道管制優先通行         |
|          |           | 事件回報                |
|          |           | 災害時臨時調度運用           |

資料來源：交通部運輸研究所，「先進大眾運輸系統整體發展架構與推動策略之研究」，2002 年。

由前述 APTS 各項子系統之功能定義，可以歸納各子系統所能達成之目標如后：

#### 1. 乘客資訊服務系統

透過大眾運輸資訊的提供，以及共乘配對與預約服務，可提供充分、正確、即時之資訊，可減少轉乘的時間，降低旅行時間的延滯與減少營運成本，並進而減少溫室氣體及空污排放，以及減少能源消耗，提昇能源使用效率；此外，服務品質的提升，將可提昇使用者滿意度，提高民眾搭乘意願，而增加營運收入。

#### 2. 車隊管理系統

車隊管理系統結合偵測、通訊與控制技術，使大眾運輸系統達到高品質、高效率之服務，透過行車監控系統、排班調度規劃系統及營運分析系統，可降低經營、管理成本，並可減少車輛溫室氣體污染，以及降低能源消耗，提昇能源使用效率；而車隊營運之可靠性與效率提昇，可提高民眾搭乘意願帶來營收增加。另其子系統之一「行車安全系統」主要有緊急事故處理與確保行車安全之功能，可降低肇事傷亡率及縮短救援時間。

#### 3. 電子票證系統

透過票證服務，可減少現金處理過程可能之損失，降低營運、管理成本；另透過彈性費率整合，以及運用該系統採取之行銷策略，可節省使用者乘車費用及時間，並可提昇使用者滿意度及使用率，增加營收。使用非接觸式智慧卡電子票證能夠縮短收費處理時間、減少乘客上下車車輛停等時間，減少能源消耗與溫室氣體排放。

#### 4. 交控整合系統

透過號誌優先與交控中心整合之功能，可減少交叉路口停等時間、減少轉乘時間，進而降低能源消耗及溫室氣體排放，並可減少營運成本；而路況輔助偵測、事件回報等功能，可降低肇事傷亡率；而整體效率與安全的提昇，將可提高使用者滿意度，增加乘客搭乘意願，帶來營收增加。

綜上所述，茲將 APTS 各項子系統與節能減碳之關聯性彙整如表 4.6 所示。APTS 透過「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」及「交控整合」的應用，可減少能源消耗及溫室氣體排放。

表 4.6 APTS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

|         | 乘客資訊服務系統  | 車隊管理系統  | 電子票證系統  | 交控整合系統  | APTS 整體   |
|---------|---|---|---|---|---|
| 節能減碳關聯性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>降低旅行時間延滯</li> <li>減少能源消耗與溫室氣體排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少能源消耗與溫室氣體</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>提昇公共運輸系統使用</li> <li>減少收費處理時間</li> <li>減少車輛停等時間</li> <li>減少能源消耗與溫室氣體排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少交叉路口停等及轉乘時間，減少能源消耗與溫室氣體排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少能源消耗與溫室氣體排放</li> </ul> |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98 年 8 月。

為進一步瞭解 APTS 在節能減碳方面之效益，以下針對國內外實施案例進行說明。

#### (一)美國阿靈頓公車優先號誌系統

##### 1. 計畫概述

本計畫評估在維吉尼亞州阿靈頓一條 3.95 英里(6.35 公里)的平面幹道實施公車優先號誌之效益。

##### 2. 計畫範圍

本路段共有 21 個號誌化路口，日交通流量為 26,000 輛，公車運量為每日 9,000 人次，為維吉尼亞州最高運量之公車廊道。

##### 3. 評估工具與方式

採用 INTEGRATION 微觀交通模擬軟體，分為四種情境：



- (1) 沒有公車優先
- (2) 僅快速巴士有公車優先
- (3) 一般及快速巴士均有公車優先
- (4) 一般、快速巴士及橫交道路巴士均有公車優先

#### 4. 評估項目

旅行時間、延滯、車輛停等次數、耗油量、空氣污染排放量(CO、HC、NOX)，包含公車與所有車輛。

#### 5. 節能減碳效益

公車耗油量節省達 1.8%(情境 2)至 2.8%(情境 4)，但對整體交通而言，耗油量增加 0.3%(情境 2)至 2.9(情境 4)。

### 4.4 商用車輛營運服務與節能減碳之相互關聯分析

茲就 CVOS 之內涵與架構，說明其可達成之節能減碳目標與效益如次：

#### 1. 商用運具行政管理子系統

此系統透過通訊技術，連通各政府機關，進行各項電子資料的交換傳輸，以簡化行政流程，其所帶來的節能減碳效益包括節省政府機關處理證件的時間、便捷政府單位間資料的流通，提昇電子式資料處理與儲存的正確性與完整性，也促進政府處理證照申請時的效率，並降低能源消耗及的排放。

#### 2. 商用運具管理子系統

透過通訊及 AVL 技術使司機及乘客之安全更有保障。使用 AVL 技術可更有效率監督發車班距及調整路線，增加乘客的滿意度，並提高工作人員之排班及應變效率，提昇服務品質。AVL 系統使司機及調度人員對各班車之搶班或脫班情形一目瞭然，司機可藉加減車速來調整班距，調度員可視實際需要增減班次以改善整體之營運績效，提昇乘載率，藉由車輛乘載率之提昇，可減少車輛之行駛里程，減少能耗

及溫室氣體排放。另在緊急狀況下，車輛調度員亦可透過 AVL 系統，即時掌握事故車輛的正確位置，並通知警車、消防車、救護車等緊急救難服務車輛快速到達事故現場，以減少交通壅塞時間，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。

### 3. 商用運具路側檢核子系統

透過 WIM、AVI 及 AVC 等技術，使商用車輛在不減速之條件下，量測行進中車輛的重量資料以及計數、軸距、車種、車速等基本資料；以自由貿易港區門禁管制系統為例，藉由前揭技術可縮短貨車因門哨檢查而停留的時間，提昇車輛通行效率，減少因停車受檢而造成之交通壅塞，進而減少能源消耗與溫室氣體排放。

### 4. 商用車輛子系統

此系統設置於商用車輛上，透過 AVL、即時監控及行車記錄等技術，提供導航、動態指派、監測、資料處理與儲存及通訊等功能，以增進行車安全及營運效率，另透過對車輛之監控，將有助於強化車輛之控制與管理，提昇車隊整體運作效能，並藉車輛乘載率之提昇，達到節能減碳之目標。

「商用車輛子系統」可提供駕駛人、車隊管理者及路檢人員間雙向通訊需求，並於車輛事故發生時，即時提供救援單位必要的相關資訊，以爭取救援時效，提升救援效率，並藉由救援時間之縮短、事故之快速排除，減少交通壅塞時間，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。

茲將 CVOS 各系統功能與節能減碳之關聯性彙整如表 4.7 所示。整體而言，CVOS 各項子系統均可透過各項技術應用或管理的手段，提升營運效率，進而減少燃油消耗及溫室氣體排放。

表 4.7 CVOS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

| 子系統  |   | 商用運具行政管理子系統  | 商用運具管理子系統  | 商用運具路側檢核子系統   | 商用車輛子系統   | CVOS 整體  |
|------|---|--|--|---|---|--|
| 構面   | 應用策略<br>內涵  | 通訊技術、AVL、即時監控、行車記錄   | 通訊技術、WIM、AVI、AVC   | 通訊技術、AVL、即時監控、行車記錄  | 通訊技術  | -  |
| 節能減碳 | <ul style="list-style-type: none"> <li>強化先進交通管理服務機能。</li> <li>提昇先進駕駛人輔助系統之範疇與功能。</li> <li>提供即時且準確之交通資訊。</li> <li>提昇公共運輸之旅次比例。</li> <li>推動共乘及高乘載車輛優先通行。</li> <li>徵收私人運具使用成本及擁擠費用。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>提昇電子式資料處理與儲存的正確性與完整性，便捷政府單位間資料流通，並降低能源消耗及溫室氣體排放。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>藉由車輛乘載率之提昇，可減少車輛之行駛里程，減少能耗及溫室氣體排放。</li> <li>即時掌握事故車輛的正確位置，並縮短警車、消防車、救護車等緊急救難服務車輛到達事故現場之時間，俾減少交通壅塞，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>藉由 WIM、AVI 及 AVC 等技術可縮短貨車因停車檢查而停留的時間，提昇車輛通行效率，減少交通壅塞，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>透過對車輛之監控，將有助於強化車輛之控制與管理，提昇車隊整體運作效能，並藉車輛乘載率之提昇，達到節能減碳之目標。</li> <li>藉由救援時間之縮短、事故之快速排除，減少交通壅塞時間，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少燃油消耗。</li> <li>減少溫室氣體排放。</li> </ul> |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98年8月。

為進一步瞭解 CVOS 在節能減碳方面之效益，以下針對國內外實施案例進行說明。

#### (一)美國郵政服務使用智慧交通技術降低運輸量

##### 1. 計畫概述

車輛排放的廢氣造成空氣污染及全球暖化現象，也成為了現在運輸業的問題，減少運輸燃料消耗，提升能源使用效率已成為國際運輸部門重點。為了解決複雜的郵政網路交通規劃，郵局和 IBM 聯手，共同發展 HCAP(Highway Corridor Analytic Program)。HCAP 是一個

最適路徑分析計畫，採用 ILOG 的優化軟體協助美國郵政在分析運輸最適路徑。根據這個分析計畫配合美國郵政局的郵政物流專業知識、IBM 業務研究專業知識分析，建立一個有效的優化模型適合美國郵政運輸環境。

## 2. 評估單位

美國郵政局、IBM。

## 3. 評估範圍

選定包括紐約、舊金山、芝加哥、洛杉磯等全美 20 大城市進行分析。

## 4. 評估方式

以郵務量、行駛距離、總耗油率等多項因素進行整體分析。

## 5. 評估項目

主要以運輸路徑為評估項目。

## 6. 節能減碳效益

由於運輸路徑的縮短，每年減少燃油消耗 615,000 加侖。

### 4.5 電子收付費服務與節能減碳之相互關聯分析

茲就 EPS 各項子系統對於節能減碳的三個構面所能達成之目標，說明如下：

#### 1. 電子收費系統(Electronic Toll Collection,ETC)、電子道路訂價(ERP)

實施 ETC 的永續效益主要係由於電子收費車道處理收費時間大幅縮短，使得收費效率提昇，所以能有效顯示省時、方便、節能減碳的效益。國內高速公路收費系統而言，以泰山收費站為例，目前小客車已有兩個電子收費車道。交通尖峰時段，人工不找零收費車道每小時容量約 800-1,000 輛次/車道；電子收費車道每小時容量約 1,800-2,400 輛次/車道，據估計行經收費站之電子收費車道較回數票

之人工收費車道大約可節省 6-15 秒的時間。以下分別就 ETC 在節能減碳層面說明如下：

- 節省旅行時間減少交通延滯
- 減少溫室氣體 CO<sub>2</sub> 排放
- 節省收費站用地
- 節省印製回數票紙張
- 增加車道容量、提昇營運效率、減少營運成本
- 減少能源消耗
- 減少用路人使用成本(加減速造成輪胎、機件之磨耗)
- 有利於擁擠收費及差別費率之推動、減少交通擁擠

## 2. 大眾運輸電子票證系統(Electronic Fare Collection)

大眾運輸電子票證系統的實施能夠縮短收費處理時間提昇營運效率及顧客滿意度、節省營運成本。由於縮短收費處理時間，間接減少行車時間及車輛怠速的等候時間，在環境永續效益或許不明顯，可是確實會有環境之間接正面影響。

## 3. 停車電子收費系統(Electronic Parking Payment)

停車電子收費系統是停車管理其中之一環，停車電子收費系統的永續效益類似 ETC，但是由於停車場出入口及停車場內外不原本行車速度不快，採用停車電子收費系統的提昇行車速度有限，因此效益較不顯著。

## 4. 電子票證服務整合系統(Electronic Payment Services Integration)

至於電子票證服務整合系統，由於能夠減少用路人轉乘及購票及等候之時間，經由「一卡多用」之電子票證整合，提供減少轉乘收費處理時間、提昇營運效率、節省使用者成本(如卡片)。若配合轉乘優惠政策，則能夠鼓勵民眾多使用大眾運輸系統或綠色運輸系統，達到節能減碳的成效。

綜上所述，茲將 EPS 各項子系統與節能減碳之關聯性彙整如表 4.8 所示。EPS 透過「電子收費系統(ETC)」、「電子道路訂價(ERP)」

「停車電子收費系統」及「電子票證服務整合系統」的應用，可節省旅行時間、降低交通延滯、減少用路人轉乘及購票及等候之時間、提昇公共運輸使用、減少能源消耗與溫室氣體 CO<sub>2</sub> 排放。

表 4.8 EPS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

|         | 高快速公路電子收費系統(ETC)  | 道路訂價(ERP)   | 大眾運輸電子票證系統  | 停車電子收費系統  | 電子票證服務整合系統  | EPS 整體  |
|---------|---|---|---|---|---|---|
| 節能減碳關聯性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 節省旅行時間</li> <li>■ 減少交通延滯</li> <li>■ 減少溫室氣體 CO<sub>2</sub> 及空污排放</li> <li>■ 節省收費站用地</li> <li>■ 節省印製回數票紙張</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 節省旅行時間</li> <li>■ 減少交通延滯</li> <li>■ 減少溫室氣體 CO<sub>2</sub> 及空污排放</li> <li>■ 節省收費站用地</li> <li>■ 節省印製回數票紙張</li> <li>■ 提昇公共運輸系統使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 提昇公共運輸系統使用</li> <li>■ 減少收費處理時間</li> <li>■ 減少車輛停等時間</li> <li>■ 減少能源消耗與溫室氣體排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 節省旅行時間</li> <li>■ 減少交通延滯</li> <li>■ 減少溫室氣體 CO<sub>2</sub> 及空污排放</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 減少用路人轉乘及購票及等候之時間</li> <li>■ 減少溫室氣體 CO<sub>2</sub> 及空污排放</li> <li>■ 提昇公共運輸系統使用</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 節省旅行時間</li> <li>■ 減少交通延滯</li> <li>■ 減少溫室氣體 CO<sub>2</sub> 及空污排放</li> <li>■ 節省收費站用地</li> <li>■ 節省印製回數票紙張</li> <li>■ 提昇公共運輸系統使用</li> </ul> |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98年8月。

為進一步瞭解 EPS 在節能減碳方面之效益，以下針對國內外實施案例進行說明。

## (一)我國高速公路電子收費

### 1. 計畫概述

我國電子收費系統係採 BOT 模式，由遠通電收公司接受國道高速公路局委託配合推動高速公路電子收費計畫建置，計次電子收費系

統建置時間已於 94 年底全部建置完成，並在 95 年 2 月 10 日正式上路，現有用戶 105 萬、使用率 40%，預計於民國 101 年 12 月進入計程全電子收費。根據統計 ETC 車道每小時可通行 1600 輛車，回數票可通行 900 輛，人工收費 450 到 600 輛。目前 OBU 裝機量已達 105 萬輛，通行量超過 4 億輛次，約為總通行量 40%。

## 2. 評估單位

國道高速公路局。

## 3. 分析與評估工具

依據交通部 99 年 5 月之節能減碳規劃設計參考原則(修正版)。

## 4. 評估項目

係分別以大、小型車兩類，探討高速公路為減少車輛通過收費站因減速、停等、加速，而耗損時間、燃油、車輛、紙張消耗、行車時間及 CO<sub>2</sub> 排放量等。

## 5. 節能減碳效益

高公局統計，98 年國道 ETC 通行車輛約 1 億 9 千萬輛次，ETC 車輛節省的通行時間 1 億 9,763 萬 3445 分鐘，省油 344 萬 6,680 公升，減少排放二氧化碳 0.98 萬公噸。換算節省的時間價值有 4 億 8,736 萬 4,074 元，節省的燃油價值 8,684 萬 4,621 元。

## (二)美國 ETC E-ZPass 以紐澤西州 Turnpike

### 1. 計畫概述

E-Z pass 由 E-Z pass Interagency Group( IAG )組織發起，目的在於統一該地區各組織發展之 ETC 系統，使顧客能夠使用單一的車上單元，避免系統不相容的困擾，並擴大市場佔有率，目前 E-Z pass 系統已成為美國最多應用的收費系統。為便利利用路人繳費方便，E-Zpass 設置多種不同收費方式之專用車道，如：E-Zpass 專用車道、E-Zpass 與投幣兩用車道，E-Zpass 與現金專用車道、不找零車道及混用車道，另最內側兩車道亦規劃為調撥車道，供上下班尖峰時刻調

度使用。

## 2. 評估單位

Wilbur Smith Associates 公司。

## 3. 分析與評估工具

採用現場調查結果與歷史資料交互比對進行分析。

## 4. 評估項目

包含停等延滯、耗油量、空氣污染排放量(CO、HC 及 NO<sub>x</sub>)、通過時間、排隊長度等。

## 5. 節能減碳效益

紐澤西收費高速公路 (New Jersey Turnpike) 27 個收費站所作實地調查及研究結果顯示：ETC 減少收費站 85% 的交通延滯、每年節省交通延滯費用為 2,510 萬美元、節省 120 萬加侖石油的燃料、節省燃油費用 190 萬美元。此外，減少空氣污染的效益：每天減少 0.35 噸揮發性有機化合物(Volatile organic compounds, 簡稱 VOC)及 0.056 噸氮氧化合物(NO<sub>x</sub>)。

### (三)日本高速公路電子收費系統

## 1. 計畫概述

於 1999 年進行 ETC 路側設備之公開招標並確定其相關設施規格，同年完成 ETC 相關建置契約之發包工作。於 2000 年 3 月率先在東京都會區部分收費道路之建置及開始營運，日本自 2001 年 3 月開始實施電子收費，採取有柵欄而不必停車的電子收費系統

## 2. 評估單位

日本國土交通省。

## 3. 分析與評估工具

採用現場調查結果與歷史資料交互比對進行分析。



#### 4. 評估項目

包含停等延滯、耗油量、空氣污染排放量、通過時間、排隊長度等。

#### 5. 節能減碳效益

ETC 使用率達 60%，可減少 CO<sub>2</sub> 排放約 38%，也就是每年減少 14 萬噸 CO<sub>2</sub> 排放。

### 4.6 緊急救援管理服務與節能減碳之相互關聯分析

道路運輸事故緊急救援管理系統之內涵，主要是期望透過人員、組織與先進技術資源之整合應用，減少道路運輸事故發生後帶來的交通衝擊，並維護事故當事人與其他人員之安全。國家運輸事故緊急救援管理系統之系統目標包括（交通部運輸研究所，2004）：

#### 1. 強化事故救援功能，保障人民生命財產安全

道路運輸事故緊急救援管理系統透過資訊通信以及其它相關技術，除可以提昇事故救援效率外，更可以提高事故救援之成功率，減少事故發生時生命財產之損失，提供社會大眾事故發生時快速有效之救援服務。

#### 2. 整合救援與交通管理單位，降低事故對運輸系統運作之影響

道路運輸事故緊急救援管理系統可透過資訊通信技術打破組織間之隔閡，提高救援與交通管理單位間溝通協調之效率，加速事故現場之復原作業，進而縮短事故所造成之交通阻塞，減少事故對運輸系統運作之影響。

#### 3. 健全各類防救災資訊系統

道路運輸事故緊急救援管理系統可即時彙集交通管理單位及相關救援單位之必要資訊，匯集完整之事故以及救援資源之資訊，提供決策者足夠之參考資料。

#### 4. 強化通訊網路之應用，加速事故資訊之流通，整合相關單位

道路運輸事故緊急救援管理系統透過現今資訊通信技術之應用，讓事故資訊快速通報相關單位，讓各單位能提早應變，並相互支援，達到救援整合之功效。

#### 5. 清楚劃分事故層級，分層設計完整之救援系統架構

道路運輸事故緊急救援管理系統透過資訊系統之應用，因應各救援單位組織制度之特性，依據事故發生之規模及性質，自動通報相關之救援單位，透過分層設計，建立快速通報與救援作業之架構。

以下茲將 EMS 各項使用者服務單元與節能減碳之關聯性彙整如表 4.9 所示。就整體而言，EMS 可縮短事故定位時間，讓救援團隊即早趕赴現場處理，減少事故現場周邊道路受阻停等時間，進而減少能源消耗及空污排放可減少能源消耗及空污排放；並可與 ATIS 與 ATMS 結合，利用即時交通資訊提供使用路人迴避或交通管理者疏導用路人至其他道路，減少不必要停等與阻塞，維持道路效率，對節能減碳有所助益。

表 4.9 EMS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

|             | 緊急事故通告   | 緊急救援車輛管理  | 自然災害<br>交通管理 | EMS 整體  |
|-------------|--|---|--------------|---|
| 節能減碳<br>關聯性 | <ul style="list-style-type: none"> <li>縮短事故定位時間，讓救援團隊即早趕赴現場處理，減少事故現場周邊道路受阻停等時間，進而減少能源消耗及空污排放。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>救援車輛以最短最快速路徑並以資源最佳使用效率方式進行事故救援，減少能源消耗及空污排放。</li> </ul> | —            | <ul style="list-style-type: none"> <li>減少能源消耗及空污排放</li> </ul> |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98年8月。

EMS 節能減碳之國內外案例囿於 EMS 相關推動計畫與節能減碳之關連性較低，暫查無具明顯節能減碳效益之案例。

#### 4.7 先進車輛控制及安全服務與節能減碳相互關聯分析

先進車輛控制及安全服務之內涵，主要是期望透過先進電子技術之整合應用，預防並減少道路運輸事故發生，並維護用路人之安全，透過視覺改善、安全準備、防撞系統、自動駕駛功能發展，有效保障用路人安全，減少意外產生的機會，即使意外不幸發生，透過這些安全設備，將生命與財產傷害風險最小化。

先進安全車輛中的自動駕駛利用整合 V2X(V2V V2I V2R)技術，可使車輛減少不必要加減速，同時 V2X 可以利用 ATIS 所提供之交通資訊有效規劃行程、提升行使效率，因此應可減少環境資源消耗、提升能源使用效率，對生態系統負擔減少具有一定程度的貢獻，在環境生態這個構面具有節能減碳的功用，整體來說，AVCSS 減少事故發生與傷亡，對環境生態具有貢獻，同時因為事故的減少，提升整體的道路效率，對節能減碳亦有正面之效益。

以下茲將 AVCSS 各項使用者服務單元與節能減碳之關聯性彙整如表 4.10 所示。就整體而言，AVCSS 在環境生態層面，自動駕駛功能可減少不必要之加/減速，進而減少能源消耗及溫室氣體排放。

表 4.10 AVCSS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

|         | 視覺改善 | 安全準備 | 防撞系統 | 自動駕駛                   | AVCSS 整體          |
|---------|------|------|------|------------------------|-------------------|
| 節能減碳關聯性 | —    | —    | —    | ■ 自動駕駛可減少不必要之加/減速，改善空污 | ■ 減少不必要之加/減速，改善空污 |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98 年 8 月。

為進一步瞭解 AVCSS 在節能減碳方面之效益，以下針對國內外實施案例進行說明。

##### (一) 南加州高速公路環保駕駛模擬系統

##### 1. 計畫概述

本計畫評估一種協助駕駛人在擁擠交通環境中採均勻駕駛、降低

不必要加減速動作之環保駕駛系統的效益，該系統利用高速公路交通管理中心提供的路段旅行時間與天候資料，提供駕駛人即時的動態車速建議。

## 2. 評估工具

Paramatics 微觀交通模擬軟體及整合式運具排放模式 (Comprehensive Modal Emissions Model (CMEM))。

## 3. 評估項目

主要係以評估車輛耗油率、行駛速率之變化。

## 4. 節能減碳效益

在 20%車輛採用環保駕駛的假設情況下，CO<sub>2</sub> 排放量可降低 34.9%，耗油量可降低 37.3%，而旅行時間僅增加 7.7%。若單一車輛採用環保駕駛，該車輛之 CO<sub>2</sub> 排放量減少 12.1%，耗油量減少 13.1%，而旅行時間僅增加 5.9% (David Brigg, 2010)。

# (二)日本環保駕駛輔助系統(Ecological Driving Assist System)

## 1. 系統概述

本計畫發展一套能夠接收前方車輛行為及號誌狀態的環保駕駛輔助系統(Ecological Driving Assist System, EDAS)，以提供駕駛人最佳的環保駕駛輔助資訊，本套系統目標為最小化單位距離之耗油量，提供駕駛輔助資訊以避免不需要的煞車與加速。

## 2. 評估單位

福岡縣產業及科學技術振興財團、九州大學。

## 3. 評估工具

AIMSUN NG 微觀交通模擬軟體。

## 4. 評估項目

主要係以評估車輛耗油率、行駛速率之變化。

## 5. 節能減碳效率

沒有使用 EDAS 的耗油率為 9.84km/l，使用 EDAS 的耗油率為 10.96km/l，耗油率降低 11.39% (M.A.S. Kamal, 2010)。

### (三)美國 intelliDriveSM

#### 1. 系統概述

2005 年由美國運輸部(United States Department of Transportation)與聯邦公路管理局 (Federal Highway Administration, FHWA)主導，團隊成員包括各州運輸部門、ITS America 以及 8 大汽車廠、電子軟硬體設備商所共同組成之團隊，美國政府部門提供 35 億美元經費進行推動，主要係整合路側設施，讓車輛提供安全警示功能，由危險資訊的警示，讓車子具備主動控制 (Active control) 的能力，並藉由龐大探偵車隊提供即時路況、天候、道路事故與路面品質資訊，提供用路人閃避危險、節能行使輔助。

#### 2. 評估單位

美國運輸部分別於加州、邁阿密提供建立測試場，由汽車廠商與電信業者合作測試。

#### 3. 評估工具

採用交通模擬軟體與實際測時分析。

#### 4. 評估項目

主要係以評估車輛耗油率、行駛速率之變化。

## 5. 節能減碳效率

根據估計 intelliDriveSM 的車載機之車輛可節能 10~15%，減少 30%以上事故發生率 (Mike Schagrin, 2009)。

#### 4.8 弱勢用路人保護服務與節能減碳之相互關聯分析

VIPS 不同於其他以汽車為主要應用對象之服務領域，而是為了提昇交通弱勢族群（行人、機車/腳踏車騎士）之交通安全而發展，簡單來說，即是以弱勢用路人本身為主體之安全維護支援系統。然而，廣義來說，弱勢用路人之交通安全需求之滿足，其實與其他 ITS 服務領域密不可分，許多的技術應用同樣可應用於其他 ITS 子系統或服務領域。

本所在「台灣地區發展智慧型運輸系統（ITS）系統架構之研究」計畫中曾進行弱勢用路人之需求分析探討，將行人、機車及腳踏車騎士等弱勢用路人的功能需求規劃為「提供危險防範」、「降低意外傷害」、「減輕交通環境阻礙」以及「提供駕駛輔助」等 4 類，其功能、目標及節能減碳效益各有不同，茲說明如下：

##### 1. 提供危險防範

為避免意外事件的發生，對於弱勢用路人之安全防護功能，諸如路權保障、危險警示等。涵蓋對象包括行人、機車及腳踏車騎士。

##### 2. 降低意外傷害

發生意外事件後，提供緊急救援服務以加速救援行動的效率；以及提供緊急事件相關資訊，以避免意外範圍的擴大。涵蓋對象包括行人、機車騎士及腳踏車騎士。藉由緊急事故之掌握與處理，縮短警車、消防車、救護車等緊急救難服務車輛到達事故現場之時間，並減少交通壅塞，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。

##### 3. 減輕交通環境阻礙

針對部分行動不便的特定行人（身心障礙者、高齡者），提供無障礙環境的資訊導引，以及號誌運作資訊。

##### 4. 提供駕駛輔助

針對機車駕駛需求，提供車輛狀況、駕駛人狀況監視功能，以及駕駛人視覺、注意力等輔助功能。藉由即時道路資訊之提供以及路徑

導引，將可減少機車騎士旅行時間，減少能源消耗及溫室氣體排放。

茲將 VIPS 各系統功能與節能減碳之關聯性彙整如表 4.11 所示。整體而言，VIPS 的相關系統功能在目前的交通環境下，尚屬於需要政府補助的社會福利措施的一環，因此除在「降低行人、機車及腳踏車騎士意外傷害」及「提供機車騎士駕駛輔助」等二方面對減少能源消耗及溫室氣體排放有正面助益外，其餘均較無明顯關聯。

表 4.11 VIPS 各系統功能與節能減碳之關聯彙整表

|         | 提供行人、機車及腳踏車騎士危險防範 | 降低行人、機車及腳踏車騎士意外傷害  | 減輕特定行人交通環境阻礙 | 提供機車騎士駕駛輔助  | VIPS 整體   |
|---------|-------------------|--|--------------|---|---|
| 節能減碳關聯性 | —                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>藉由緊急事故之掌握與處理，縮短警車、消防車、救護車等緊急救難服務車輛到達事故現場之時間，並減少交通壅塞，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。</li> </ul> | —            | <ul style="list-style-type: none"> <li>藉由即時道路資訊之提供以及路徑導引，將可減少機車騎士旅行時間，減少能源消耗及溫室氣體排放。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>可減少能源消耗及溫室氣體排放，但僅限於機車騎士</li> </ul> |

資料來源：黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，98 年 8 月。

VIPS 節能減碳之國內外案例囿於 VIPS 相關推動計畫與節能減碳之關連性較低，暫查無具明顯節能減碳效益之案例。





## 第五章 整合推動策略與配套措施

第四章已經探討智慧型運輸系統與節能減碳關聯性，本章首先就施政資源研擬推動策略，其次，以「提昇運輸系統能源使用效率」、「強化運輸需求管理」及「發展綠色運輸系統」三大政策方向為主軸，訂定各項 ITS 節能減碳策略。最後，則針對「節能減碳」之目標，在未來推動及提供 ITS 服務方面，研訂相關配合措施。

### 5.1 整合推動策略

本所「永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究」(2009)透過「我國永續運輸發展評估指標」問卷，進行專家學者問卷調查，並運用 AHP 法訂定永續運輸「環境生態」、「經濟財務」、「社會公平」三大構面與評估指標之權重值，根據「環境生態」標的下，「溫室氣體與空氣污染排放」、「綠色運輸系統使用」等 2 項準則評估結果發現，ITS 九大服務領域中以「先進交通管理服務(ATMS)」、「先進用路人資訊服務(ATIS)」、「先進公共運輸服務(APTS)」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域對於節能減碳較具有顯著之效益。依據本研究第四章智慧型運輸系統與節能減碳之關聯分析顯示，除 ATMS、ATIS、APTS 及 EPS 外，「商車營運服務(CVOS)」、「緊急救援管理服務(EMS)」、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」、「弱勢用路人保護服務(VIPS)」等服務領域亦具有程度不一之節能減碳效益。其中「先進交通管理服務(ATMS)」服務領域，具有節能減碳效益之子系統包括：「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」；「先進用路人資訊服務(ATIS)」服務領域，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」；「先進公共運輸服務(APTS)」服務領域，具有節能減碳效益之子系統包括：「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」、「電子票證系統」、「交控整合系統」；「電子收付費服務(EPS)」服務領域，具有節能減碳效益之子系統包括：「電子收費系統」、「大眾運輸電子票證系統」、「停車電子收費系統」、「電子票證服務整合系統」；「商車營運服務(CVOS)」服務領域，具有節能減碳

效益之子系統包括：「商用運具行政管理子系統」、「商用運具管理子系統」、「商用運具路側檢核子系統」、「商用車輛子系統」；「緊急救援管理服務(EMS)」服務領域，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「緊急事故通告」、「緊急救援車輛管理」；「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」服務領域，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「自動駕駛」；「弱勢用路人保護服務(VIPS)」服務領域，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「提供機車騎士駕駛輔助」。

就「節能減碳」之目標而言，政府未來在 ITS 施政資源之投入方面，勢必須釐定一套健全之推動策略。在 ITS 資源投入方面，本研究擬定三項策略包括：

### 1. 重點式發展：

選定重點服務領域項目，並投入所有資源全力發展，至其他服務領域則不給予任何資源。

### 2. 齊頭式發展：

不論服務領域之性質與重要性，將所有資源平均分配，進行齊頭式之發展。

### 3. 80/20 式發展：

選定重點服務領域項目，並挹注多數之資源，至其餘服務領域，亦分配適度資源，使其仍有合理之發展。

基於有效運用資源、累積開發經驗與技術、提昇國內研發能量與品質、加速推動進程、建立應用服務商業模式、扶植國內產業、提供利益相關者優質服務等因素之綜合考量，國內 ITS 發展之資源分配，以 80/20 式發展策略相較為佳。因此，未來政府應視運輸與產業政策之需，選定重點服務領域項目，挹注多數之資源供其發展，另其餘服務領域項目，亦提供適度資源，俾使與該等服務領域相關之利益相關者，得以享受應有的權益，並受到合理的照顧。

為達成「節能減碳」之政策目標，依據 80/20 式發展策略原則，ITS 應優先發展「先進交通管理服務(ATMS)」、「先進用路人資訊服

務(ATIS)」、「先進公共運輸服務(APTS)」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域，而對「商車營運服務(CVOS)」、「緊急救援管理服務(EMS)」、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」、「弱勢用路人保護服務(VIPS)」等服務領域，則投入相對較少之資源。

另在推動進程方面，有關「先進交通管理服務(ATMS)」服務領域，「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」等4項子系統均應優先推動；有關「先進用路人資訊服務(ATIS)」服務領域，「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」等5項使用者服務單元均應優先推動；有關「先進公共運輸服務(APTS)」服務領域，「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」、「電子票證系統」、「交控整合系統」等4項子系統均應優先推動；有關「電子收付費服務(EPS)」服務領域，「電子收費系統」、「大眾運輸電子票證系統」、「停車電子收費系統」、「電子票證服務整合系統」等4項子系統均應優先推動；有關「商車營運服務(CVOS)」服務領域，雖相較投入相對較少之資源，然「商用運具行政管理子系統」、「商用運具管理子系統」、「商用運具路側檢核子系統」、「商用車輛子系統」等4項子系統應同時推動；另有關「緊急救援管理服務(EMS)」服務領域之「緊急事故通告」、「緊急救援車輛管理」等2項使用者服務單元、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」服務領域之「自動駕駛」使用者服務單元，以及「弱勢用路人保護服務(VIPS)」服務領域之「提供機車騎士駕駛輔助」使用者服務單元等，則可視國家整體資源及財政負擔狀況，彈性調整推動之優先性。

有鑑於溫室氣體對地球氣候變遷的影響愈來愈明顯，力行節能減碳已成為世界各國共同發展之趨勢及潮流，國際上並以2005年2月16日生效之「京都議定書」及2007年聯合國氣候變化綱要公約委員會通過之峇里島行動計畫(Bali Action Plan)作為共同之最高指導方針。而我國運輸部門即以「提昇運輸系統能源使用效率」、「強化運輸需求管理」及「發展綠色運輸系統」等三大政策方向為主軸，訂定各項節能減碳策略。以下即根據前揭三大政策主軸研提各項措施。

## 一、 提昇運輸系統能源使用效率

ITS 除能增進運輸系統效率、服務品質外，亦能節省能源消耗、減少空氣污染及溫室氣體排放，對於永續運輸發展具有關鍵性之影響。在 ITS 的節能減碳措施中，目前係以「提昇運輸系統能源使用效率」為最重要之推動作法。該面向之減碳措施涉及「先進交通管理服務 (ATMS)」、「先進用路人資訊服務 (ATIS)」、「先進公共運輸服務 (APTS)」、「商車營運服務(CVOS)」及「電子收付費服務(EPS)」等 ITS 領域，主要係藉由相關技術內容與服務機能之強化，並徵收私人運具使用成本及擁擠費用，以提昇車輛通行效率，節省旅行時間，進而降低交通延滯，減少二氧化碳排放。茲說明如次：

### (一)優化交通控制、監控系統

交通控制與監控系統為 ATMS 最核心且基礎之系統，將道路監控系統及路口控制器蒐集而得的交通資料，傳輸到區域控制站或交通控制中心後，再由中心整合所有資訊，執行整體性的交通管理策略。未來可持續強化交通控制、監控系統機能，針對不同之交通狀況，設定不同之交通管理與運作策略，並應用車道管制號誌、速限可變標誌、匝道儀控設備、門柵或路口交通號誌等設施之運作，改善車流運行狀況，降低旅行時間延滯，並減少能源消耗及二氧化碳排放。

### (二)提昇事故處理效能

為減少道路運輸事故發生後帶來的交通衝擊，並維護事故當事人與其他人員之安全，應持續強化事故處理、救援機能，透過救援與交通單位人員、組織與先進技術資源之整合應用，縮短事故定位時間，讓救援團隊即早趕赴現場處理，減少事故現場周邊道路受阻停等時間，進而減少能源消耗及二氧化碳排放。

### (三)提昇節能動態路徑指引功能

在傳統之路徑導引係著重於提供靜態資訊，提供駕駛人路線指引以到達目的地，但現在新的趨勢是導航系統與路況結合，指引駕駛人避開事故與壅塞之路段，進行動態導航 Dynamic Route Guidance System (DRGS)，根據日本方面之研究，動態導航指引路徑可以較靜

態導航節省 20%以上旅行時間並節省燃油 10%之消耗。為落實節能減碳之政策目標，未來可強化車內導航系統之動態路徑導引功能，俾使駕駛人能夠選擇更為環保之清淨替代路徑，並有效減少交通擁擠所造成之環境衝擊。

#### (四)提供多元且便捷之旅客服務資訊獲取管道

旅客服務資訊 (Traveler Service Information) 包括靜態資訊及即時資訊。靜態資訊包括計畫施工及維護、特殊事件、收費之選擇、大眾運輸班次與費率、接駁轉乘、商用車輛管制、路側設施服務及吸引景點之列示、以及日、週、季、年等交通歷史資料資訊，係屬於事先預知且較少變更的交通資訊。即時資訊則包括道路現況(擁擠與事件資訊)、替代道路(隨道路擁擠程度改變)、大眾運輸車輛準時情形、可用停車空間、列車或公車下一個停靠站之確認、列車或公車之位置及抵達時間、以及到目的地的旅次時間等資訊，會隨著時間而頻繁變動。

上開旅客服務資訊，傳統係以電話、廣播及電視等方式傳遞給民眾，隨著通訊技術之提升，近年來已可透過無線網路及電腦網路獲取交通資訊，甚至可藉由車載資通信系統經雙向通信系統使用路人取得交通資訊服務。用路人藉由上開旅客服務資訊之取得，有利於事先規劃環保減碳行程，並避開壅塞路段，減少旅行時間與溫室氣體排放，達到節能減碳之效益。

#### (五)提供精確且即時之用路人行前旅行資訊及旅行中駕駛資訊

行前旅行資訊(Pre-Trip Travel Information, PTTI)：此系統提供旅行者三個服務：1.旅行模式的選擇、2.旅行時間的評估、3.旅行路徑的選擇。主要功能包括：1.取得服務資訊，包括大眾運輸系統之行程、排程、轉乘選擇、票價。2.目前狀況資訊，包括發生事故與事件、道路建設、建議選擇道路、停車資訊、天氣狀況。3.旅行計劃服務，幫助使用者提供相關的旅行計劃服務，提供路線計劃、運輸工具選擇、時間安排、價格評估以及其他細節。

旅行中駕駛資訊 (En-Route Driver Information)：著重於提供駕駛人資訊諮詢服務、並提供車內顯示系統等，目前旅行中駕駛資訊提

供服務係車載資通訊(Telematics)最為重視部分，旅行中駕駛資訊包括即時路況資訊、路口 CCTV 影像、交通事件、都市大眾運輸系統搭乘、停車場、氣象及地區主要觀光景點等資訊，提供方式包括：可變標誌（VMS）、行動電話（簡訊、查詢）、廣播、電視、其他方式。

尚可更精準地提供相關行前旅行資訊及旅行中駕駛資訊予用路人，將有助於用路人於行前規劃階段即選擇較具運輸能源效率之行車路線，並透過旅行中即時資訊之提供，調整旅行路線，選擇替代道路，以減少因交通擁塞所造成之能源耗損與二氧化碳排放。

#### (六)提昇商用運具管理子系統效能

商用運具管理子系統係提供駕駛人與車班調度員即時的路徑資訊和車輛、貨物的資料庫管理。調度員將可視實際需要增減班次以改善整體之營運績效，提昇乘載率，並藉由車輛乘載率之提昇，減少車輛之行駛里程，減少能耗及溫室氣體排放。另在緊急狀況下，車輛調度員亦可透過 AVL 系統，即時掌握事故車輛的正確位置，並通知警車、消防車、救護車等緊急救難服務車輛快速到達事故現場，以減少交通壅塞時間，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。

#### (七)提昇商用運具路側檢核子系統效能

商用運具路側檢核子系統支援自動車輛辨識，能夠在車輛行進間進行憑證檢核，此外，子系統尚包括資料可雙向交換之路側安全檢查與動態地磅。其功能包括歷史安全資料檢核、確認安全問題等，爾後系統除可自動判別是否允許車輛通過外，亦將警告駕駛人、車隊管理者與相關主管機關進行攔檢。商用運具路側檢核子系統也提供額外的檢查服務，如煞車檢查、掌上型儀器之使用、利用車上單元取得行車安全資料以及車輛、貨運公司註冊的電子資訊。其節能減碳效益，主要係藉由車輛乘載率之提昇，可減少車輛之行駛里程，減少能耗及溫室氣體排放，並透過 WIM、AVI 及 AVC 等技術可縮短貨車因停車檢查而停留的時間，提昇車輛通行效率，減少交通壅塞，進而降低能源消耗與溫室氣體排放。

依據相關研究指出，車輛在低速行駛時二氧化碳排放量較高速行

駛時為高，因此，促使車流順暢係屬減少能源消耗及二氧化碳排放之重要措施之一。以自由貿易港區自動化門禁管制系統為例，透過對於人員、車輛及貨物之辨識技術，使商用車輛於進出港區門哨時，不需停車受檢，可直接通行，將可減少車輛低速行駛之二氧化碳排放。

#### (八)推動高快速公路電子收費系統(ETC)

ETC 運用專屬短距無線通信(DSRC)包括微波、紅外線、VPS 與 RFID 等及辨識技術進行不必停車的道路收費，以縮短收費處理的時間、提昇效率及容量，並消除收費所造成的延滯、擁擠、能耗及污染等負面影響。對於違規通行的車輛，則予以拍照取像進行執法或逕行取締。實施 ETC 的節能減碳效益主要係由於電子收費車道處理收費時間大幅縮短，使得收費效率提昇，所以能有效顯示省時、方便、節能減碳的效益。

#### (九)推動電子道路訂價(ERP)

道路訂價(Electronic Road Pricing, 簡稱 ERP)是 ETC 技術在都市擁擠地區進階之應用，配合擁擠收費之政策，能夠有效改善市中心區或高速公路等地區交通擁擠的問題，在新加坡、英國倫敦、瑞典斯德哥爾摩已有成功應用的實例。

#### (十)推動停車電子收費

停車電子收費系統可利用 ETC 之 AVI 或智慧卡、磁條卡等電子技術進行停車收費，能夠縮短停車場收費時間、減少停車場出入口的交通延滯，相關停車場資料或資訊亦可提供業者及民眾之服務。

### 二、強化運輸需求管理

「強化運輸需求管理」主要係藉由降低或分散旅次需求，達到減少能源消耗與溫室氣體排放之目標，涉及「先進交通管理服務(ATMS)」及「先進用路人資訊服務(ATIS)」等二領域，茲說明如下：

#### (一)強化旅次需求管理

利用先進科技降低交通擁擠對環境及社會之影響，例如：減少一

人專車、提昇高乘載之車輛、移轉旅次至非尖峰時段等。期能藉由減少旅次或改變旅次之空間或時間分布，降低或分散旅次需求，減少能源消耗及溫室氣體排放。以高速公路高乘載車輛專用車道(HOV Lane)為例，其與共乘計畫可說是相輔相成，設置高乘載車輛專用車道，不僅節省共乘族時間，也增加道路客運能量、減少車流與二氧化碳排放。

## (二)推動共乘配對與預約服務

「共乘制度」目前已經是國際都市非常流行的交通管理策略之一，除可降低通勤者駕車的疲勞與不便、通勤者成本、停車需求壓力外，亦可減輕尖峰時間之交通擁擠，進而降低交通事故成本、減輕空氣污染程度，且具有節能減碳之效益。其中最為常見之共乘模式為「自小客車共乘」與「計程車共乘」。

共乘機制應以「因地制宜」、「循序漸進」之原則由各直轄市、縣(市)政府推動。鑑於民眾的運輸及通勤需求不易在短期內改變，惟各直轄市、縣(市)政府可視政策需要秉持「先給後要」之原則，先行建置或強化轄區內之自小客車共乘資訊平台與服務機能，並考量共乘方式、共乘對象、共乘地點、共乘路線或路廊、共乘費率、共乘配對、共乘資訊等七要素建置適合當地發展之計程車共乘制度，及配置相關安全監控設備或機制後，再透過公共政策及運輸管理手段，鼓勵民眾透過共乘制度完成其旅次需求，以發揮共乘制度之綜效。

## 三、發展綠色運輸系統

「發展綠色運輸系統」主要係藉由「先進公共運輸服務 (APTS)」功能之提昇，鼓勵暨吸引民眾使用大眾運輸運具，減少私人運具使用，以達到節能減碳之目標，茲說明如次：

### (一)提昇公共運輸乘客資訊服務系統功能

「公共運輸乘客資訊服務系統」所提供之資訊，可分為「行前資訊」、「場站/站台資訊」以及「車內資訊」等，主要係利用各種傳播媒介，以文字、圖形或聲音等方式，提供旅客車輛發車時間、路線、費率、轉乘等即時且正確的訊息，以輔助旅客在進行旅次規劃時，能有充分的資訊，以選擇最適當的出發時間、運具及路線，達到高效率、



安全、舒適、經濟的目的。

藉由詳盡之大眾運輸乘客資訊服務系統資訊，搭配便捷之資訊獲取方式，除有助於乘客快速擷取所需要之公共運輸系統現況資訊，進而規劃旅次、排定行程外，亦有利於吸引民眾使用大眾運輸，減少私人運具之使用，以減少都市交通的擁擠與混亂，並達到減少溫室氣體排放之目標。

## (二)推動公共運輸車隊管理系統

公共運輸車隊管理系統係藉由偵測、通訊與控制技術之結合，提供高品質、高效率之大眾運輸服務，其子系統包括營運分析系統、行車監控系統、行車安全系統及排班調度規劃系統，其中具節能減碳效益者為行車監控系統、排班調度規劃系統及營運分析系統，除可降低業者之經營、管理成本外，並可減少車輛溫室氣體排放與能源消耗，提昇公共運輸系統能源使用效率。

## (三)推動交控整合系統

「交控整合系統」具有路況輔助偵測、客運車路口號誌優先、客運車匝道管制優先通行、事件回報及災害時臨時調度運用等系統服務功能，其中透過號誌優先與交控中心整合之功能，可減少交叉路口停等時間、減少轉乘時間，進而降低能源消耗及溫室氣體排放。

## (四)推動暨整合電子票證系統

「電子票證系統」主要功能包括自動驗票、自動統計車上乘客數與營收資料之統計分析等，如與車輛定位系統整合，則可提供按里程、區間自動計費之功能，並可蒐集完整之乘客起迄需求資料。此外，由於電子票證系統可運用軟體技術，隨時更改費率結構，因此經營者可運用該系統，針對各種乘客類別採取合適的行銷策略，如分時段定價、分里程優待、特殊假日優待等。因以電子收費方式取代傳統人工收費，將可節省人工簡化收費程序與降低時間延滯、提昇系統經營與運作效率、以及降低旅行時間。

另整合之電子票證系統，具有「一卡多用」整合服務功能，可以應用在兩個以上的運具，包括公路通行收費、停車場收費、大眾運輸

收費、小額消費之支付等。公路通行收費與停車場收費的整合在歐洲、美國、日本較為常見，此外亦可與大眾運輸(公車、捷運、鐵路)、小額消費以及販賣機結合，利用智慧卡、RFID 標籤簡化及加速收入服務，未來甚至可與電子或行動商務(m-commerce)結合及具有實際應用的潛力。

綜上，對乘客而言，可大幅減少民眾購買不同票證或是攜帶零錢所造成的困擾與時間浪費。對中央及地方政府而言，電子票證系統能提供完整起迄資訊，作為公共運輸規劃與各種審議之依據。對節能減碳效益而言，則可提昇民眾對於公共運輸運具之使用意願，並減少乘客上下車輛之停等時間，減少能源消耗與溫室氣體排放。

## 5.2 配套措施

針對「節能減碳」之目標，未來在推動 ITS 各項服務領域發展時，各項相關配合措施，可分為下列四方面來進行：

### 1. 組織、法規、制度與財務面：

- (1) 於政府部門設立專責小組或窗口，負責規劃我國節能減碳與 ITS 發展之政策方向，並整合運用產官學研等各界資源，以達成節能減碳之政策目標。
- (2) 研提並修訂 ITS 與節能減碳相關法令規範，例如技術標準、設施設置原則、獎勵與補助規定等。
- (3) 逐年提高政府投入 ITS 與節能減碳之經費比例，包括基礎研究、示範測試、推廣建置及獎勵補助等所需之費用。
- (4) 建置策略性激勵機制，促進地方縣市政府研提 ITS 節能減碳相關應用服務系統建置計畫。
- (5) 成立「公共運輸發展司」統籌規劃各項公共運輸業務，另成立「公共運輸發展基金」，並加入公共運輸智慧化之財源補助機制。

### 2. 技術應用面：

- (1) 研訂 ITS 相關技術規範與介面標準、相關認證技術與流程之發展。
- (2) 建立 ITS 節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫。

- (3) 建立跨領域、跨組織間之資訊共通平台與共享機制。
  - (4) 建構 ITS 節能減碳與成本效益評估網站。
3. 人才培育面：
- (1) 培育 ITS 節能減碳專業人才並設立知識管理系統專業機構等，以對地方政府及產業界投入 ITS 節能減碳之研發與建置工作提供必要的協助。
  - (2) 編製 ITS 節能減碳相關教材，培養種子教官，結合或納入既有 ITS 相關教育訓練課程。
  - (3) 深入地方政府，辦理 ITS 節能減碳與成本效益評估相關教育訓練與宣導。
4. 產業發展面：
- (1) 透過有關示範計畫，提供產業發展之平台，充分利用相關資源以達到改善國內環境並提供產業發展。
  - (2) 建立 ITS 節能減碳相關技術之輔導體系，同時健全 ITS 節能減碳產業發展政策並推動建置產、學、研協力開發營運模式，以全面推廣執行成效良好之技術經驗。
  - (3) 透過有關的 ITS 節能減碳產業獎勵與補助申請辦法，由政府提供較充裕之經費或資源，協助技術與產品業者推出具市場吸引力之產品，以加速我國 ITS 節能減碳產業之發展。



## 第六章 結論與建議

隨著全球暖化問題日益嚴峻及傳統能源加速耗竭，世界各國均將「節能減碳」納為施政新思維，並進行能源戰略佈局、施行綠色新政、發展綠能產業，以營造永續之低碳社會與發展低碳經濟，其中「發展智慧型運輸系統」即為各國重要節能減碳策略之一。整體而言，發展 ITS，將可有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，除可提升交通運輸之效能外，更可落實節能減碳之政策目標。

依據本研究研析，ITS 九大服務領域中以「先進交通管理服務 (ATMS)」、「先進用路人資訊服務 (ATIS)」、「先進公共運輸服務 (APTS)」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域對於節能減碳較具有顯著之效益，而「商車營運服務(CVOS)」、「緊急救援管理服務(EMS)」、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」、「弱勢用路人保護服務 (VIPS)」等服務領域亦具有程度不一之節能減碳效益。本研究除綜整研析 ITS 各大服務領域使用者服務單元之節能減碳效益，探討 ITS 與節能減碳政策的相互關聯外，更進一步架構其與運輸部門節能減碳策略之關聯性，將具節能減碳效益之使用者服務單元概分為「提昇運輸系統能源使用效率」、「強化運輸需求管理」及「發展綠色運輸系統」等三面向，並研擬組織、法規、制度與財務、技術應用、產業發展等面向之推動辦理配套措施，以作為未來我國 ITS 發展綱要計畫修訂之參考依據。

### 6.1 結論

本研究重要結論如后：

- 一、 提昇安全、效率、環保為世界各國發展 ITS 的主要目標，亦即減少與交通運輸相關之傷亡，有效的紓解交通壅塞，節省燃油與減少廢氣排放均是 ITS 持續發展的重要目標。
- 二、 經回顧歸納，關於國內外 ITS 未來發展綜述如下：

#### (一)歐洲

未來歐洲 ITS 之發展原則界定為：潔淨、安全與保全、效率（包

含能源使用)等面向，並擬定六大行動方案，說明如下：

1. 最適化道路、交通與旅遊資訊之應用。
2. 持續應用 ITS 於運輸走廊、跨都市交通管理與貨運管理。
3. 道路安全與保安。
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。

## (二)美國

美國運輸部門之未來 ITS 發展重點包括：

1. 運用科技與管理策略，進行運輸走廊、跨都市之交通管理。
2. 藉由資通訊科技與交通管理策略之整合，降低交通擁擠、空氣污染、溫室氣體排放及能耗。
3. 有效整合交通管理策略與先進科技之應用，以減少交通事故反應及處理時間。
4. ITS 納入環境、天候狀況之相關資訊及影響因素。
5. 強化 ITS 在交通安全與事故預防的應用。
6. 促進交通基礎設施、車輛、控制等之科技整合及智慧化。

## (三)日本

日本 ITS 未來發展方面，重要發展方向包括：

1. 重視有關人機介面研發及強化弱勢用路人保護，以因應人口高齡化趨勢及問題。
2. 強化 ITS 教育宣導及增進民眾對於 ITS 建設及經費之接受性。
3. 領導亞洲地區 ITS 節能減碳及減少污染的永續運輸發展與推動。
4. 鼓勵研發及產製多功能車載資通訊系統及平台。
5. 推動車路整合發展，增進交通安全。
6. 推動探偵車蒐集即時交通資訊之應用。

#### (四)臺灣

我國 ITS 未來發展方面，未來主要發展方向包括：

1. 推動道路智慧化及相關應用服務。
2. 促進交通執法的智慧化及人性化。
3. 增進車輛之智慧化及安全性。
4. 推動車路整合系統。
5. 推動整合運輸走廊管理 (ICM)、多運具整合、跨都市交通管理與貨運管理。
6. 強化最適化道路、交通、與旅遊資訊之應用。
7. 推動以「Green ITS」為主之智慧型運輸系統發展方向。

三、鑑於運輸部門之溫室氣體排放呈現易升難降之趨勢，且其能耗及溫室氣體排放之主要來源為私人運具使用，各國為因應此趨勢，均提出相關之節能減碳策略，綜觀各國所提出之策略，可概分「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」、「提昇運輸系統能源使用效率」等三大面向，我國為落實節能減碳之政策目標，業於 97 年起推動辦理「永續能源政策綱領－節能減碳行動方案」，行政院亦成立「行政院節能減碳推動會」，其中交通部門主要負責之標竿方案為「建構綠色運輸網絡」。綜觀各國運輸部門節能減碳措施，現階段我國運輸部門推動的節能減碳措施與其相較，大致上在推動重點項目是一致的，主要的差異乃是在執行的規模，以及落實的程度上。交通部門未來除配合推動「國家節能減碳總行動方案」下之「建構綠色運輸網絡」標竿方案相關計畫外，亦應參酌國外交通部門之節能減碳三大策略內涵，檢討增修訂標竿計畫執行項目與內容，以達到節能減碳之政策目標。

四、有關 ITS 各服務領域與節能減碳之相互關聯分析結果，綜述如下：

(一)ATMS 具有降低旅行時間延滯，減少能源消耗與溫室氣體排放、

提昇運輸效率，以及提高綠色運輸系統使用等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」。根據明尼亞波利斯-聖保羅雙子城高速公路匝道儀控系統以及紐約州雪城號誌時制重整計畫兩個國外之實際案例經驗，可顯示出 ATMS 確可產生減少油耗量與空污排放量之效益。

(二)ATIS 具有減少溫室氣體排放、減少小汽車之使用，以及讓用路人能多元選擇交通工具，進而使綠色運輸系統使用率提昇等節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」。根據日本行動管理之個人化旅行輔助系統以及日本 VICS 兩個國外之實際案例經驗，可顯示出 ATIS 確可產生減少油耗量、CO<sub>2</sub> 排放量，以及行車時間之效益。

(三)APTS 具有減少能源消耗、溫室氣體排放、提昇公共運輸系統使用、減少收費處理時間，以及減少車輛停等時間等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」、「電子票證系統」、「交控整合系統」。根據美國阿靈頓針對公車實施優先號誌系統之實際案例經驗，雖然此計畫對整體交通而言增加了油耗量，但在公車部分確可產生降低公車油耗量之效益。

(四)CVOS 具有減少燃油消耗以及減少溫室氣體排放等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「商用運具行政管理子系統」、「商用運具管理子系統」、「商用運具路側檢核子系統」、「商用車輛子系統」。根據美國郵政服務使用智慧交通技術降低運輸量之實際案例經驗，顯示由於運輸路徑的縮短可產生使油耗量降低之效益。

(五)EPS 具有節省旅行時間、減少交通延滯、減少溫室氣體排放、節



省收費站用地、節省印製回數票紙張，以及提昇公共運輸系統使用等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「電子收費系統」、「大眾運輸電子票證系統」、「停車電子收費系統」、「電子票證服務整合系統」。根據美國 ETC E-Zpass 以及日本高速公路電子收費系統之實際案例經驗，顯示 EPS 確可產生減少交通延滯、降低燃料使用量，以及減少空氣污染之效益。

(六)EMS 具有減少事故現場周邊道路受阻及停等時間，進而減少能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「緊急事故通告」、「緊急救援車輛管理」。

(七)AVCSS 具有減少車輛不必要之加、減速，減少能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元為「自動駕駛」。根據南加州高速公路環保駕駛模擬系統、日本環保駕駛輔助系統，以及美國 IntelliDriveSM 系統之實際案例經驗，顯示出 AVCSS 確可產生減少 CO<sub>2</sub> 排放與油耗量，以及降低事故發生率之效益。

(八)VIPS 藉由即時道路資訊之提供以及路徑導引，具有減少機車能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元為「提供機車騎士駕駛輔助」。

五、就「節能減碳」之目標而言，政府未來在 ITS 資源投入方面，基於有效運用資源、累積開發經驗與技術、提昇國內研發能量與品質、加速推動進程、建立應用服務商業模式、扶植國內產業、提供利益相關者優質服務等因素之綜合考量，國內 ITS 發展之資源分配，以 80/20 式發展策略相較為佳。因此，未來政府應視運輸與產業政策之需，選定重點服務領域項目，挹注多數之資源供其發展，另其餘服務領域項目，亦提供適度資源，俾使與該等服務領域相關之利益相關者，得以享受應有的權益，並受到合理的照顧。為達成「節能減碳」之政策目標，依據 80/20 式發展策略原則，ITS 應優先發展「先進交通管理服務 (ATMS)」、「先進用路人資訊服務 (ATIS)」、「先進公共運輸

服務 ( APTS )」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域，而對「商車營運服務(CVOS)」、「緊急救援管理服務(EMS)」、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」、「弱勢用路人保護服務( VIPS )」等服務領域，則投入相對較少之資源。

六、 另在推動進程方面，有關「先進交通管理服務 ( ATMS )」服務領域，「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」等 4 項子系統均應優先推動；有關「先進用路人資訊服務 ( ATIS )」服務領域，「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」等 5 項使用者服務單元均應優先推動；有關「先進公共運輸服務 ( APTS )」服務領域，「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」、「電子票證系統」、「交控整合系統」等 4 項子系統均應優先推動；有關「電子收付費服務(EPS)」服務領域，「電子收費系統」、「大眾運輸電子票證系統」、「停車電子收費系統」、「電子票證服務整合系統」等 4 項子系統均應優先推動；有關「商車營運服務(CVOS)」服務領域，雖相較投入相對較少之資源，然「商用運具行政管理子系統」、「商用運具管理子系統」、「商用運具路側檢核子系統」、「商用車輛子系統」等 4 項子系統應同時推動；另有關「緊急救援管理服務(EMS)」服務領域之「緊急事故通告」、「緊急救援車輛管理」等 2 項使用者服務單元、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」服務領域之「自動駕駛」使用者服務單元，以及「弱勢用路人保護服務 ( VIPS )」服務領域之「提供機車騎士駕駛輔助」使用者服務單元等，則可視國家整體資源及財政負擔狀況，彈性調整推動之優先性。

七、 有鑑於溫室氣體對地球氣候變遷的影響愈來愈明顯，力行節能減碳已成為世界各國共同發展之趨勢及潮流，我國運輸部門以「提昇運輸系統能源使用效率」、「強化運輸需求管理」及「發展綠色運輸系統」等三大政策方向為主軸，訂定各項節能減碳策略。而本研究根據前揭三大政策主軸也研提出各項措施，分

別摘述如下：

### (一)提昇運輸系統能源使用效率

ITS 除能增進運輸系統效率、服務品質外，亦能節省能源消耗、減少空氣污染及溫室氣體排放，對於永續運輸發展具有關鍵性之影響。在 ITS 的節能減碳措施中，目前係以「提昇運輸系統能源使用效率」為最重要之推動作法。該面向之減碳措施涉及「先進交通管理服務 (ATMS)」、「先進用路人資訊服務 (ATIS)」、「先進公共運輸服務 (APTS)」、「商車營運服務 (CVOS)」及「電子收付費服務(EPS)」等 ITS 領域，主要係藉由相關技術內容與服務機能之強化，並徵收私人運具使用成本及擁擠費用，以提昇車輛通行效率，節省旅行時間，進而降低交通延滯，減少二氧化碳排放。經本研究綜整研提 10 項推動措施，包括「優化交通控制、監控系統」、「提昇事故處理效能」、「提昇節能動態路徑指引功能」、「提供多元且便捷之旅客服務資訊獲取管道」、「提供精確且即時之用路人行前旅行資訊及旅行中駕駛資訊」、「提昇商用運具管理子系統效能」、「提昇商用運具路側檢核子系統效能」、「推動高快速公路電子收費系統 (ETC)」、「推動電子道路訂價(ERP)」及「推動停車電子收費」等。

### (二)強化運輸需求管理

「強化運輸需求管理」主要係藉由降低或分散旅次需求，達到減少能源消耗與溫室氣體排放之目標，涉及「先進交通管理服務 (ATMS)」及「先進用路人資訊服務 (ATIS)」等二領域。經本研究綜整研提 2 項推動措施，包括「強化旅次需求管理」及「推動共乘配對與預約服務」。

### (三)發展綠色運輸系統

「發展綠色運輸系統」主要係藉由「先進公共運輸服務

(APTS)」功能之提昇，鼓勵暨吸引民眾使用大眾運輸運具，減少私人運具使用，以達到節能減碳之目標。經本研究綜整研提 4 項推動措施，包括「提昇大眾運輸乘客資訊服務系統功能」、「推動公共運輸車隊管理系統」、「推動交控整合系統」及「推動暨整合電子票證系統」等。

## 6.2 建議

- 一、 本計畫係定位為本組 100 年度合作計畫「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」之先期研究，因此著重於 ITS 各服務領域、使用者服務單元/子系統與節能減碳之關聯性，至有關 ITS 節能減碳與成本效益評估工具、資料庫、評估機制、實際案例節能減碳效益評估等項目則有待前揭合作計畫進行後續之研究。現階段本研究僅單就 ITS 各服務領域與節能減碳間進行關聯分析，惟 ITS 各服務領域使用者服務單元/子系統間尚可能存在互動或回饋之相互影響關係，此亦為後續研究可再探討的方向。
- 二、 後續可結合環保駕駛、交通號誌控制與交通管理、即時交通服務、多運具動態路徑規劃及導引、車載資通訊系統、物流等多項相關服務，並進行整合性多年期之研究與實地測試如歐盟 eCoMove 計畫，以展示 ITS 節能減碳之實際綜效。
- 三、 經參酌日本 Energy ITS 相關研究成果，建議後續亦可從事國際公認之 ITS 節能減碳評估方法方面之研究。

## 参考文献

1. International Energy Agency, CO<sub>2</sub> EMISSIONS FROM FUEL COMBUSTION IEA STATISTICS, 2010 EDITION.
2. Tomotaka, Development and Validation of Internet-Based Personalized Travel Assistance System for Mobility Management, 2009.
3. M.A.S. Kamal, Driving Assist System for Ecological Driving Using Model Predictive Control, 2010.
4. Andreas Arnaoutis, EasyWay Project: An overview, Thessaloniki, 2009.
5. Government of Western Australia, Hope for the future: The Western Australian State Sustainable Strategy, <http://www.dec.wa.gov.au>, 2003.
6. Hajime AMANO, Intelligent Transport Systems for Sustainable Mobility, March 4, 2008, ITS Info-communications Forum.
7. Abed Abukar, P.E., Integrated Corridor Management (ICM) TexITE Fort Worth Section, March 20, 2008.
8. Mike Schagrin, IntelliDrive Program Overview, ITS America Annual Meeting 2009.
9. Kanji Takeuchi and Seiji Maeda, “ Outlook on the next steps of Intelligent Transport Systems(ITS) technologies in Japan: for overcoming Social and Environmental problems brought by Automobiles”, pp. 25-44, Quarterly Review No.22, January 2007.
10. NEDO, Development of Energy-saving ITS, February 2009.
11. Ashwin Amanna, Overview of IntelliDrive / Vehicle Infrastructure Integration (VII), May 31, 2009.
12. Smartway Project Advisory Committee, ITS Enter the Second Stage, August 2004.
13. Sadayuki Tsugawa, Promotion of Energy ITS, 2008 EU-Japan Cooperation Forum on ICT Research.
14. Raja Sengupta, Safetrip-21: Connected Traveler, California PATH Research Report, 2010.
15. David Brigg, The Development and Demonstration of a Real Time Vehicle Performance and Emissions Monitoring System, 2009.

16. Steve Mortensen, USDOT Integrated Corridor Management (ICM) Initiative Transit Data Gap Action Plan Workshop Notes, February 10, 2009.
17. Farradyne, VEHICLE INFRASTRUCTURE INTEGRATION (VII) VII Architecture and Functional Requirements, 2005.
18. Yutaka Yoshimoto, "Cool Earth" Japan's Innovative Energy Technology Program, NEDO, June 11, 2008.
19. <http://e-traffic.iot.gov.tw/>
20. <http://www.its-jp.org/english/>
21. <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/>
22. <http://www.tpo.org.tw/>
23. 國家運輸事故緊急救援管理系統建立之研究（第一年期）—道路運輸事故緊急救援偵測技術探討及通報系統建立之規劃研究，交通部運輸研究所，民國 93 年 3 月。
24. 張贊育、張芳旭、廖美容、張仲杰，九十二年度台日技術合作計畫-研修「日本智慧型運輸系統」出國報告，交通部運輸研究所，民國 93 年 3 月 29 日。
25. 徐仁全，你不能不知 未來 6 大趨勢：2015 關鍵報告，遠見雜誌，民國 95 年 11 月號。
26. 山田章，日本即時交通資訊研討會，交通部運輸研究所，2008。
27. 朱純孝、蘇昭郎、樊國恕，氣候變遷對倫敦運輸系統之影響及因應之道，國家災害防救科技中心，民國 97 年 6 月。
28. 國外運輸部門節能減碳措施彙整及其在我國可行性之研究，交通部運輸研究所，民國 97 年。
29. 張芳旭、黃新薰、黃運貴，我國智慧型運輸系統發展策略，交通部運輸研究所運輸研究專輯，民國 97 年 12 月。
30. 蔡秉錡、姜禹辰、王貴枝，國內交通資訊中心現況彙整與探討，地理資訊系統季刊，Vol.3 No.3 Jul. 2009。
31. 永續能源政策行動方案，行政院，民國 98 年。
32. 張堂賢，「未來的智慧型交通系統」，科學發展，第 434 期，第 6 至 11 頁，民國 98 年 2 月。
33. 陶冶中，「智慧型運輸系統(ITS)整體發展趨勢之比較與評析」，中華技術 NO.

- 83，第 112-123 頁，民國 98 年 7 月。
34. 黃昱翔，颱風災害脆弱度與回復力評估指標之建立，銘傳大學建築與都市防災研究所碩士論文，民國 98 年 7 月。
35. 黃運貴等，永續運輸發展政策下智慧型運輸系統(ITS)推動策略之研究，交通部運輸研究所，民國 98 年 8 月。
36. 曾維貞，日本 ITS 發展現況與未來動向淺析，資訊工業策進會 MIC 研究報告，民國 98 年 8 月 28 日。
37. 國家節能減碳總計畫，行政院，民國 99 年。
38. 張學孔，「車載資通加值 智慧運輸新紀元」，營建資訊，第 10-19 頁，民國 99 年 2 月。
39. 交通部運輸研究所，100 年度 ITS 綱要計畫，民國 99 年 9 月。
40. 交通部運輸研究所，ITS 整體發展規劃，民國 99 年 9 月。
41. 吳東夢、吳榮平，極端氣候狀態之複合性災害避難模式建構－以嘉義縣梅山鄉太和村為例，民國 99 年 11 月。
42. 孫以濬，台灣 ITS 發展的歷程與契機，運輸人通訊，第 105 期，第 7-10 頁，民國 99 年 11 月 10 日。
43. 交通部運輸研究所，「臺灣智慧型運輸系統之發展」簡報資料，97年10月14日。





## 附錄 1 簡報資料



# 智慧型運輸系統與節能減碳關聯性之研究

交通部運輸研究所  
綜合技術組

101年12月24日

1

## 簡報內容

- 1. 緒論
- 2. 智慧型運輸系統發展概況
- 3. 運輸部門節能減碳發展概況
- 4. 智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性
- 5. 整合推動策略與配套措施
- 6. 結論與建議

2

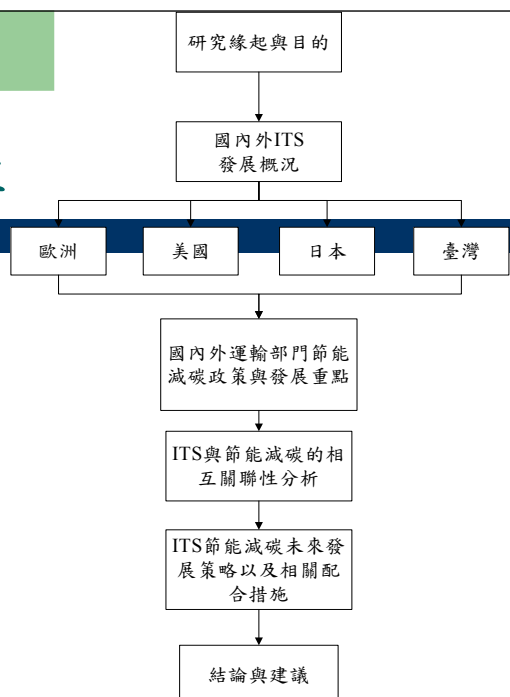
## 1. 緒論

### 緣起與目的

- 國際間均積極發展智慧型運輸系統（Intelligent Transportation System, 以下簡稱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。
- 探討國內外運輸部門節能減碳政策與發展重點。
- 深入瞭解及探討ITS與節能減碳政策的相互關聯、因果關係與重要因素之互動關係。
- 研提符合節能減碳及永續運輸的ITS發展方向與推動構想，以作為未來我國ITS發展綱要計畫修訂的依據。
- 作為修訂本所101-103年科技計畫之重要參考依據。

3

### 研究流程



4

## 2. 智慧型運輸系統發展概況

- 歐洲
- 美國
- 日本
- 我國

5

## 歐洲智慧型運輸系統發展概況

- EeayWay計畫 (2007-2013)
- PReVENT(2004-2008)、eSafety(2002-至今)
- 「緊急求救電子化系統」 eCall(2006-至今)

6

## 歐洲智慧型運輸系統未來發展趨勢

未來歐洲ITS之發展原則界定為：潔淨、安全與保全、效率（包含能源使用）等面向，並擬定六大行動方案：

- 最適化道路、交通與旅遊資訊之應用。
- 持續應用ITS於運輸走廊、跨都市交通管理與貨運管理。
- 道路安全與保安。
- 整合車輛與交通基礎設施。
- 資料之監控、保護與責任。
- 歐洲各國ITS之協調與合作。

7

## 美國智慧型運輸系統發展概況

- 國家級ITS 系統架構
- 整合式路廊管理系統計畫（Integrated Corridor Management Systems, ICM）
- 車路整合系統 VII(Vehicle Infrastructure Integration, VII)計畫

8

## 美國智慧型運輸系統未來發展趨勢

美國運輸部門之未來ITS發展重點包括：

- 運用科技與管理策略，進行運輸走廊、跨都市與跨運具之交通管理。
- 藉由資通訊科技與交通管理策略之整合，降低交通擁擠、空氣污染、溫室氣體排放及能耗。
- 有效整合交通管理策略與先進科技之應用，以減少交通事故反應及處理時間。
- ITS納入環境、天候狀況之相關資訊及影響因素。
- 運用人因工程，經由通訊及資訊提供安全警示或引導。
- 促進交通基礎設施、車輛、控制等之科技整合及智慧化。
- 持續推動ITS系統架構、標準及建立專業能量、技術轉移與評估。

9

## 日本智慧型運輸系統發展概況

- 車輛導航系統
- 車輛資訊與通信系統(Vehicle Information and Communication System, VICS)
- 電子收費系統(Electronic Toll Collection Systems, ETC)
- 智慧道路(Smartway)之推動
- ITS節能減碳(Energy ITS)之推動

10

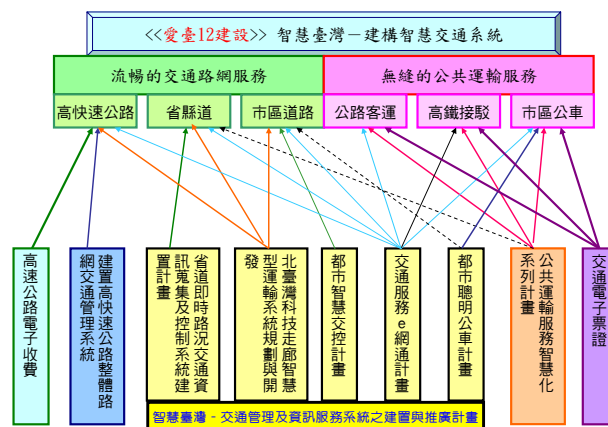
## 日本智慧型運輸系統未來發展趨勢

日本ITS未來發展方面，重要發展方向包括：

- 重視有關人機介面研發及強化弱勢使用者保護，以因應人口高齡化趨勢及問題。
- 強化ITS教育宣導及增進民眾對於ITS建設及經費之接受性。
- 引領亞洲地區ITS節能減碳及減少污染的永續運輸發展與推動。
- 鼓勵研發及產製多功能車載資訊系統及平台。
- 推動車路整合發展，增進交通安全。
- 推動探偵車蒐集即時交通資訊之應用。

11

## 我國智慧型運輸系統發展概況



12



## 我國智慧型運輸系統未來發展趨勢

我國ITS未來發展方面，未來主要發展方向包括：

- 推動道路智慧化及相關應用服務。
- 促進交通執法的智慧化及人性化。
- 增進車輛之智慧化及安全性。
- 推動車路整合系統。
- 推動整合運輸走廊管理（ICM）、多運具整合、跨都市交通管理與貨運管理。
- 強化最適化道路、交通、與旅遊資訊之應用。
- 推動以「Green ITS」為主之智慧型運輸系統發展方向。

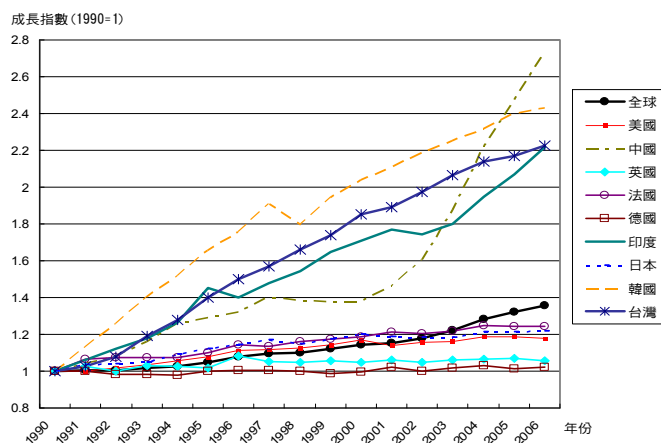
13

## 3.運輸部門節能減碳發展概況

- 自1990年代開始人為溫室氣體排放過量造成氣候變遷，以及全球能源逐漸匱乏等議題逐漸受到重視。隨著經濟發展，各國能源消耗量均呈逐年上升之趨勢。由圖可知各國2006的能源消耗量相較於1990年大多成長1.2~2.4倍之多，其中以中國、韓國、我國、印度等國家成長速度尤其快速，至全球平均成長水準約為1.34倍。
- 根據歐盟執行委員會(European Commission, EC)預測全球與歐盟國家於2030年的能源消耗量，全球的能源消耗總量較1990年成長1.95倍之多。
- 全球各國CO<sub>2</sub>排放量成長趨勢，除英國、德國較1990年CO<sub>2</sub>排放量略有下降外，各國均呈正成長趨勢，我國更呈現快速成長的狀態。

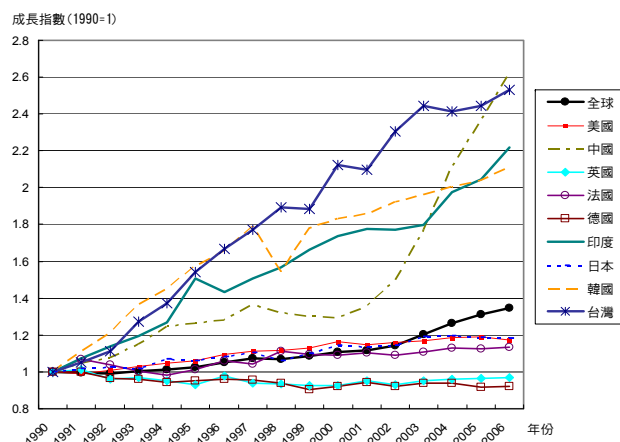
14

## 世界各國能源消耗趨勢



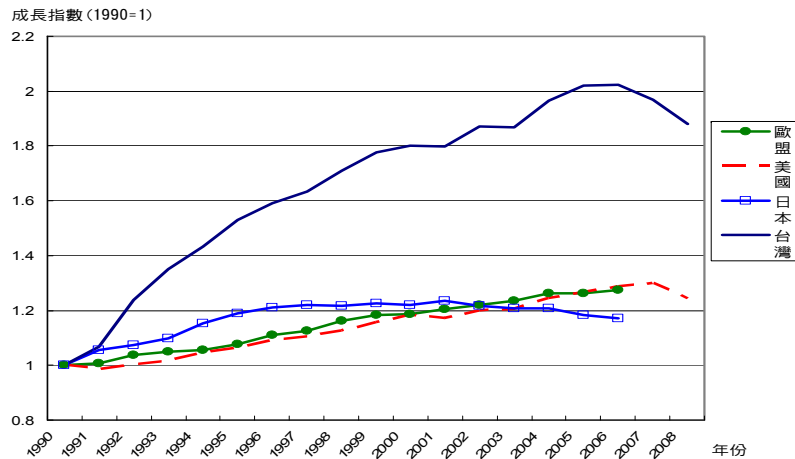
15

## 世界各國CO<sub>2</sub>排放量趨勢



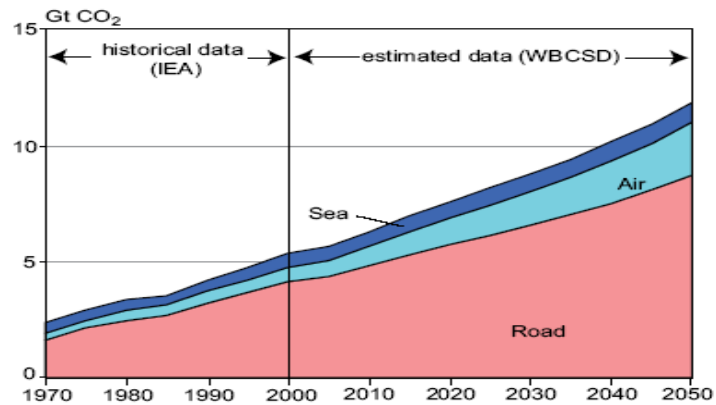
16

## 我國與歐盟、美國及日本之運輸部門CO排放趨勢



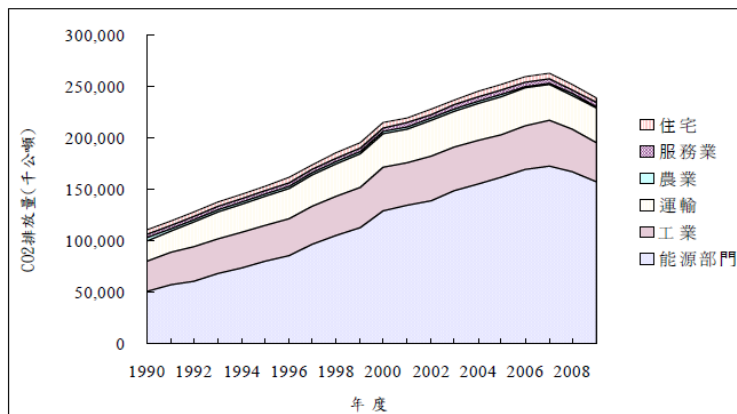
17

## 運輸部門CO排放趨勢與預測至2050年



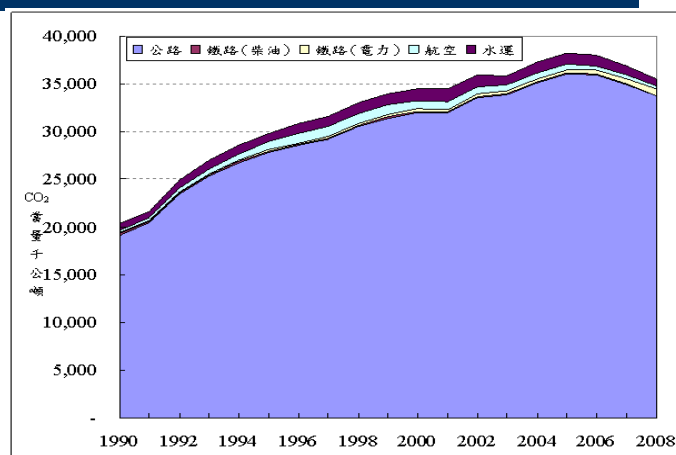
18

## 我國各部門燃料燃燒CO<sub>2</sub>排放量趨勢(不包括電力消費排放)



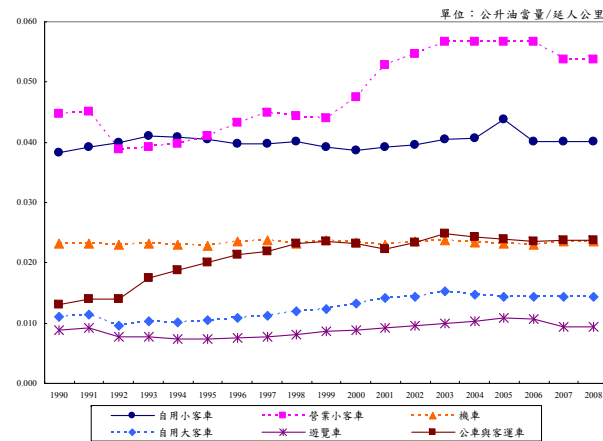
19

## 我國運輸部門CO<sub>2</sub>排放量趨勢(不含國際航空及國際水運)



20

## 公路客運各運具能源密集度變化趨勢圖



21

## 國內運輸部門能源消耗及溫室氣體排放減量策略

### 發展綠色運輸系統

提昇公共運輸運量 提升服務品質  
健全傳統鐵路、捷運、高速鐵路等軌道系統的服務  
；改善公車服務品質；提高轉乘接駁服務品質。  
鼓勵使用自行車

### 加強運輸需求管理

### 提昇運輸系統能源使用效率

22

## 4. 智慧型運輸系統與節能減碳之關聯性

- 智慧型運輸系統能夠協助永續運輸之發展，也是推動永續運輸的重要工具之一。
- 由智慧型運輸系統各服務領域、使用者服務單元/子系統分別與節能減碳探討關聯性，建立彼此關聯關係，以作為研擬ITS推動策略之參考與依據。

23

## ATMS、ATIS與節能減碳之關聯性

- ATMS具有降低旅行時間延滯，減少能源消耗與溫室氣體排放、提昇運輸效率，以及提高綠色運輸系統使用等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」。根據明尼亞波利斯-聖保羅雙子城高速公路匝道儀控系統以及紐約州雪城號誌時制重整計畫兩個國外之實際案例經驗，可顯示出ATMS確可產生減少油耗量與空污排放量之效益。
- ATIS具有減少溫室氣體排放、減少小汽車之使用，以及讓用路人能多元選擇交通工具，進而使綠色運輸系統使用率提昇等節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」。根據日本行動管理之個人化旅行輔助系統以及日本VICS兩個國外之實際案例經驗，可顯示出ATIS確可產生減少油耗量、CO<sub>2</sub>排放量，以及行車時間之效益。

24

## APTS與節能減碳之關聯性

- APTS具有減少能源消耗、溫室氣體排放、提昇公共運輸系統使用、減少收費處理時間，以及減少車輛停等時間等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」、「電子票證系統」、「交控整合系統」。根據美國阿靈頓針對公車實施優先號誌系統之實際案例經驗，雖然此計畫對整體交通而言增加了油耗量，但在公車部分確可產生降低公車油耗量之效益。

25

## CVOS與節能減碳之關聯性

- CVOS具有減少燃油消耗以及減少溫室氣體排放等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「商用運具行政管理子系統」、「商用運具管理子系統」、「商用運具路側檢核子系統」、「商用車輛子系統」。根據美國郵政服務使用智慧交通技術降低運輸量之實際案例經驗，顯示出由於運輸路徑的縮短可產生使油耗量降低之效益。

26

## EPS與節能減碳之關聯性

- EPS具有節省旅行時間、減少交通延滯、減少溫室氣體排放、節省收費站用地、節省印製回數票紙張，以及提昇公共運輸系統使用等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「電子收費系統」、「大眾運輸電子票證系統」、「停車電子收費系統」、「電子票證服務整合系統」。根據美國ETC E-Zpass以及日本高速公路電子收費系統之實際案例經驗，顯示EPS確可產生減少交通延滯、降低燃料使用量，以及減少空氣污染之效益。

27

## EMS、AVCSS、VIPS 與節能減碳之關聯性

- EMS具有減少事故現場周邊道路受阻及停等時間，進而減少能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「緊急事故通告」、「緊急救援車輛管理」。
- AVCSS具有減少車輛不必要之加、減速，減少能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元為「自動駕駛」。根據南加州高速公路環保駕駛模擬系統、日本環保駕駛輔助系統，以及美國intelliDriveSM系統之實際案例經驗，顯示出AVCSS確可產生減少CO2排放與油耗量，以及降低事故發生率之效益。
- VIPS藉由即時道路資訊之提供以及路徑導引，具有減少機車能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元為「提供機車騎士駕駛輔助」。

28



## 5. 整合推動策略與配套措施

### ● 整合推動策略

ITS應優先發展「先進交通管理服務(ATMS)」、「先進用路人資訊服務(ATIS)」、「先進公共運輸服務(APTS)」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域，而對「商車營運服務(CVOS)」、「緊急救援管理服務(EMS)」、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」、「弱勢用路人保護服務(VIPS)」等服務領域，則投入相對較少之資源。

### ● 配套措施

組織、法規、制度與財務  
技術應用  
人才培育  
產業發展

29

## 提昇運輸系統能源使用效率

- 優化交通控制、監控系統
- 提昇事故處理效能
- 提昇節能動態路徑指引功能
- 提供多元且便捷之旅客服務資訊獲取管道
- 提供精確且即時之用路人行前旅行資訊及旅行中駕駛資訊
- 提昇商用運具路側檢核子系統效能
- 推動高快速公路電子收費系統(ETC)
- 推動電子道路訂價(ERP)
- 推動停車電子收費

30

## 強化運輸需求管理

- 強化旅次需求管理
- 推動共乘配對與預約服務

31

## 發展綠色運輸系統

- 提昇公共運輸乘客資訊服務系統功能
- 推動公共運輸車隊管理系統
- 推動交控整合系統
- 推動暨整合電子票證系統

32

## 5. 結論與建議

- 「發展智慧型運輸系統」為各國重要節能減碳策略之一。
- 發展推動ITS，將可有效減少交通運輸過程產生之能源消耗與溫室氣體排放，除可提升交通運輸之效能外，更可落實節能減碳之政策目標。
- 本研究除綜整研析ITS各大服務領域使用者服務單元之節能減碳效益，探討ITS與節能減碳政策的相互關聯外，更進一步架構其與運輸部門節能減碳策略之關聯性。
- 將具節能減碳效益之使用者服務單元概分為「提昇運輸系統能源使用效率」、「強化運輸需求管理」及「發展綠色運輸系統」等三面向，並研擬組織、法規、制度與財務、技術應用、產業發展等面向之推動辦理配套措施，以作為未來我國ITS發展綱要計畫修訂之參考依據。

33

## 結論

- 提昇安全、效率、環保為世界各國發展ITS的主要目標，亦即減少與交通運輸相關之傷亡，有效的紓解交通壅塞，節省燃油與減少廢氣排放均是ITS持續發展的重要目標。
- 為達成「節能減碳」之政策目標，依據80/20式發展策略原則，ITS應優先發展「先進交通管理服務(ATMS)」、「先進用路人資訊服務(ATIS)」、「先進公共運輸服務(APTS)」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域，而對「商車營運服務(CVOS)」、「緊急救援管理服務(EMS)」、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」、「弱勢用路人保護服務(VIPS)」等服務領域，則投入相對較少之資源。

34

## 建議

- 本計畫係定位為本組100年度合作計畫「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」之先期研究，因此著重於ITS各服務領域、使用者服務單元/子系統與節能減碳之關聯性。現階段本研究僅單就ITS各服務領域與節能減碳間進行關聯分析，惟ITS各服務領域使用者服務單元/子系統間尚可能存在互動或回饋之相互影響關係，此亦為後續研究可再探討的方向。
- 後續可結合環保駕駛、交通號誌控制與交通管理、即時交通服務、多運具動態路徑規劃及導引、車載資通訊系統、物流等多項相關服務，並進行整合性多年期之研究與實地測試如歐盟eCoMove計畫，以展示ITS節能減碳之實際綜效。
- 經參酌日本Energy ITS相關研究成果，建議後續亦可從事國際公認之ITS節能減碳評估方法方面之研究。

## 附錄 2 計畫摘要



# 智慧型運輸系統與節能減碳關聯性之研究

## 一、 研究緣起與目的

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（Intelligent Transportation System, 以下簡稱 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。

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、歐盟之 EasyWay 及日本之 SmartWay 皆屬之。

我國亦將「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，然 ITS 共計九大服務領域，35 項使用者服務單元，如何有效運用有限的資源，讓 ITS 發展能符合節能減碳之目標，則有待作進一步深入之探討。

本研究深入瞭解及探討 ITS 與節能減碳政策的相互關聯、因果關係與重要因素之互動關係，進而研提符合節能減碳及永續運輸的 ITS 發展方向與推動構想，以作為未來我國 ITS 發展綱要計畫修訂的依據。

## 二、 研究內容

1. 探討國內外運輸部門節能減碳政策與發展重點，釐清 ITS 節能減碳重要議題與研究內容。
2. 蒐集、調查及分析國內外 ITS 與節能減碳相互關聯性之相關研究與計畫案例與效益資料。
3. 探討 ITS 與節能減碳的相互關聯性、因果關係與重要因素之互動關係與關鍵機制，重要項目包括提供充分即時交通資訊、有效導引旅次路徑、提昇運輸系統效率、降低交通擁擠現象、節省運輸成本與能耗、加強運具轉乘及整合服務、提升平均行車速率、充分應用及發揮綠色運輸、公共運輸的效能、強化整體性交通管理功能等。
4. 研擬智慧型運輸系統之節能減碳效益評估架構，奠定國內 ITS 與節能減碳分析關聯性與應用的重要基礎。
5. 釐訂 ITS 節能減碳之重要發展課題，暨研擬 ITS 發展方向、推動

構想與整體改善之策略規劃及相關配套措施。

### 三、 研究成果與結論

本研究重要結論如后：

1. 提昇安全、效率、環保為世界各國發展 ITS 的主要目標，亦即減少與交通運輸相關之傷亡，有效的紓解交通壅塞，節省燃油與減少廢氣排放均是 ITS 持續發展的重要目標。

2. 國內外 ITS 未來發展綜述如下：

歐洲部分：

未來歐洲 ITS 之發展原則界定為：潔淨、安全與保全、效率（包含能源使用）等面向，並擬定六大行動方案，說明如下：

- (1) 最適化道路、交通與旅遊資訊之應用。
- (2) 持續應用 ITS 於運輸走廊、跨都市交通管理與貨運管理。
- (3) 道路安全與保安。
- (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。

美國部分：

美國運輸部門之未來 ITS 發展重點包括：

- (1) 運用科技與管理策略，進行運輸走廊、跨都市之交通管理。
- (2) 藉由資通訊科技與交通管理策略之整合，降低交通擁擠、空氣污染、溫室氣體排放及能耗。
- (3) 有效整合交通管理策略與先進科技之應用，以減少交通事故反應及處理時間。
- (4) ITS 納入環境、天候狀況之相關資訊及影響因素。
- (5) 強化 ITS 在交通安全與事故預防的應用。
- (6) 促進交通基礎設施、車輛、控制等之科技整合及智慧化。

日本部分：

日本 ITS 未來發展方面，重要發展方向包括：

- (1) 重視有關人機介面研發及強化弱勢使用者保護，以因應人口高齡化趨勢及問題。
- (2) 強化 ITS 教育宣導及增進民眾對於 ITS 建設及經費之接受性。
- (3) 領導亞洲地區 ITS 節能減碳及減少污染的永續運輸發展與推動。
- (4) 鼓勵研發及產製多功能車載資通訊系統及平台。
- (5) 推動車路整合發展，增進交通安全。
- (6) 推動探偵車蒐集即時交通資訊之應用。

臺灣部分：



我國 ITS 未來發展方面，未來主要發展方向包括：

- (1) 推動道路智慧化及相關應用服務。
- (2) 促進交通執法的智慧化及人性化。
- (3) 增進車輛之智慧化及安全性。
- (4) 推動車路整合系統。
- (5) 推動整合運輸走廊管理 (ICM)、多運具整合、跨都市交通管理與貨運管理。
- (6) 強化最適化道路、交通、與旅遊資訊之應用。
- (7) 推動以「Green ITS」為主之智慧型運輸系統發展方向。

3.鑑於運輸部門之溫室氣體排放呈現易升難降之趨勢，且其能耗及溫室氣體排放之主要來源為私人運具使用，各國為因應此趨勢，均提出相關之節能減碳策略，綜觀各國所提出之策略，可概分「發展綠色運輸系統」、「加強運輸需求管理」、「提昇運輸系統能源使用效率」等三大面向。

4.有關 ITS 各服務領域與節能減碳之相互關聯分析結果，綜述如下：

- (1) ATMS 具有降低旅行時間延滯，減少能源消耗與溫室氣體排放、提昇運輸效率，以及提高綠色運輸系統使用等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」。根據明尼亞波利斯-聖保羅雙子城高速公路匝道儀控系統以及紐約州雪城號誌時制重整計畫兩個國外之實際案例經驗，可顯示出 ATMS 確可產生減少油耗量與空污排放量之效益。
- (2) ATIS 具有減少溫室氣體排放、減少小汽車之使用，以及讓用路人能多元選擇交通工具，進而使綠色運輸系統使用率提昇等節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」。根據日本行動管理之個人化旅行輔助系統以及日本 VICS 兩個國外之實際案例經驗，可顯示出 ATIS 確可產生減少油耗量、CO<sub>2</sub> 排放量，以及行車時間之效益。
- (3) APTS 具有減少能源消耗、溫室氣體排放、提昇公共運輸系統使用、減少收費處理時間，以及減少車輛停等時間等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」、「電子票證系統」、「交控整合系統」。根據美國阿靈頓針對公車實施優先號誌系統之實際案例經驗，雖然此計畫對整體交通而言增加了油耗量，但在公車部分確可產生降低公車油耗量之效益。

- (4) CVOS 具有減少燃油消耗以及減少溫室氣體排放等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「商用運具行政管理子系統」、「商用運具管理子系統」、「商用運具路側檢核子系統」、「商用車輛子系統」。根據美國郵政服務使用智慧交通技術降低運輸量之實際案例經驗，顯示出由於運輸路徑的縮短可產生使油耗量降低之效益。
- (5) EPS 具有節省旅行時間、減少交通延滯、減少溫室氣體排放、節省收費站用地、節省印製回數票紙張，以及提昇公共運輸系統使用等節能減碳效益，具有節能減碳效益之子系統包括：「電子收費系統」、「大眾運輸電子票證系統」、「停車電子收費系統」、「電子票證服務整合系統」。根據美國 ETC E-Zpass 以及日本高速公路電子收費系統之實際案例經驗，顯示 EPS 確可產生減少交通延滯、降低燃料使用量，以及減少空氣污染之效益。
- (6) EMS 具有減少事故現場周邊道路受阻及停等時間，進而減少能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元包括：「緊急事故通告」、「緊急救援車輛管理」。
- (7) AVCSS 具有減少車輛不必要之加、減速，減少能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元為「自動駕駛」。根據南加州高速公路環保駕駛模擬系統、日本環保駕駛輔助系統，以及美國 IntelliDriveSM 系統之實際案例經驗，顯示出 AVCSS 確可產生減少 CO<sub>2</sub> 排放與油耗量，以及降低事故發生率之效益。
- (8) VIPS 藉由即時道路資訊之提供以及路徑導引，具有減少機車能源消耗及溫室氣體排放之節能減碳效益，具有節能減碳效益之使用者服務單元為「提供機車騎士駕駛輔助」。
- 5.就「節能減碳」之目標而言，政府未來在 ITS 資源投入方面，基於有效運用資源、累積開發經驗與技術、提昇國內研發能量與品質、加速推動進程、建立應用服務商業模式、扶植國內產業、提供利益相關者優質服務等因素之綜合考量，國內 ITS 發展之資源分配，以 80/20 式發展策略相較為佳。因此，未來政府應視運輸與產業政策之需，選定重點服務領域項目，挹注多數之資源供其發展，另其餘服務領域項目，亦提供適度資源，俾使與該等服務領域相關之利益相關者，得以享受應有的權益，並受到合理的照顧。為達成「節能減碳」之政策目標，依據 80/20 式發展策略原則，ITS 應優先發展「先進交通管理服務(ATMS)」、「先進用路人資訊服務(ATIS)」、「先進公共運輸服務(APTS)」及「電子收付費服務(EPS)」等服務領域，而對「商車營運服務(CVOS)」、「緊急救援管理服務(EMS)」、「先進車輛控制及安全服務(AVCSS)」、「弱勢用路人

保護服務（VIPS）」等服務領域，則投入相對較少之資源。

6.另在推動進程方面，有關「先進交通管理服務（ATMS）」服務領域，「交通控制與監控系統」、「事件管理系統」、「旅次需求管理系統」、「交通環境影響管理系統」等4項子系統均應優先推動；有關「先進用路人資訊服務（ATIS）」服務領域，「路徑導引」、「旅客服務資訊」、「旅行中駕駛資訊」、「行前旅行資訊」、「共乘配對與預約服務」等5項使用者服務單元均應優先推動；有關「先進公共運輸服務（APTS）」服務領域，「乘客資訊服務系統」、「車隊管理系統」、「電子票證系統」、「交控整合系統」等4項子系統均應優先推動；有關「電子收付費服務（EPS）」服務領域，「電子收費系統」、「大眾運輸電子票證系統」、「停車電子收費系統」、「電子票證服務整合系統」等4項子系統均應優先推動；有關「商車營運服務（CVOS）」服務領域，雖相較投入相對較少之資源，然「商用運具行政管理子系統」、「商用運具管理子系統」、「商用運具路側檢核子系統」、「商用車輛子系統」等4項子系統應同時推動；另有關「緊急救援管理服務（EMS）」服務領域之「緊急事故通告」、「緊急救援車輛管理」等2項使用者服務單元、「先進車輛控制及安全服務（AVCSS）」服務領域之「自動駕駛」使用者服務單元，以及「弱勢用路人保護服務（VIPS）」服務領域之「提供機車騎士駕駛輔助」使用者服務單元等，則可視國家整體資源及財政負擔狀況，彈性調整推動之優先性。

7.有鑑於溫室氣體對地球氣候變遷的影響愈來愈明顯，力行節能減碳已成為世界各國共同發展之趨勢及潮流，我國運輸部門以「提昇運輸系統能源使用效率」、「強化運輸需求管理」及「發展綠色運輸系統」等三大政策方向為主軸，訂定了各項節能減碳策略。而本研究根據前揭三大政策主軸也研提出了各項措施，分別摘述如下：

#### (1) 提昇運輸系統能源使用效率

ITS 除能增進運輸系統效率、服務品質外，亦能節省能源消耗、減少空氣污染及溫室氣體排放，對於永續運輸發展具有關鍵性之影響。在 ITS 的節能減碳措施中，目前係以「提昇運輸系統能源使用效率」為最重要之推動作法。該面向之減碳措施涉及「先進交通管理服務（ATMS）」、「先進用路人資訊服務（ATIS）」、「先進公共運輸服務（APTS）」、「商車營運服務（CVOS）」及「電子收付費服務（EPS）」等 ITS 領域，主要係藉由相關技術內容與服務機能之強化，並徵收私人運具使用成本及擁擠費用，以提昇車輛通行效率，節省旅行時間，

進而降低交通延滯，減少二氧化碳排放。經本研究綜整研提 10 項推動措施，包括「優化交通控制、監控系統」、「提昇事故處理效能」、「提昇節能動態路徑指引功能」、「提供多元且便捷之旅客服務資訊獲取管道」、「提供精確且即時之用路人行前旅行資訊及旅行中駕駛資訊」、「提昇商用運具管理子系統效能」、「提昇商用運具路側檢核子系統效能」、「推動高速公路電子收費系統(ETC)」、「推動電子道路訂價(ERP)」及「推動停車電子收費」等。

#### (2) 強化運輸需求管理

「強化運輸需求管理」主要係藉由降低或分散旅次需求，達到減少能源消耗與溫室氣體排放之目標，涉及「先進交通管理服務(ATMS)」及「先進用路人資訊服務(ATIS)」等二領域。經本研究綜整研提 2 項推動措施，包括「強化旅次需求管理」及「推動共乘配對與預約服務」。

#### (3) 發展綠色運輸系統

「發展綠色運輸系統」主要係藉由「先進公共運輸服務(APTS)」功能之提昇，鼓勵暨吸引民眾使用大眾運輸運具，減少私人運具使用，以達到節能減碳之目標。經本研究綜整研提 4 項推動措施，包括「提昇大眾運輸乘客資訊服務系統功能」、「推動公共運輸車隊管理系統」、「推動交控整合系統」及「推動暨整合電子票證系統」等。

### 四、建議

1. 本計畫係定位為本組 100 年度合作計畫「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」之先期研究，因此著重於 ITS 各服務領域、使用者服務單元/子系統與節能減碳之關聯性，至有關 ITS 節能減碳與成本效益評估工具、資料庫、評估機制、實際案例節能減碳效益評估等項目則有待前揭合作計畫進行後續之研究。現階段本研究僅單就 ITS 各服務領域與節能減碳間進行關聯分析，惟 ITS 各服務領域使用者服務單元/子系統間尚可能存在互動或回饋之相互影響關係，此亦為後續研究可再探討的方向。
2. 後續可結合環保駕駛、交通號誌控制與交通管理、即時交通服務、多運具動態路徑規劃及導引、車載資通訊系統、物流等多項相關服務，並進行整合性多年期之研究與實地測試如歐盟 eCoMove 計畫，以展示 ITS 節能減碳之實際綜效。
3. 經參酌日本 Energy ITS 相關研究成果，建議後續亦可從事國際公認之 ITS 節能減碳評估方法方面之研究。